

การศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบผสมผสานในโรงเรือนควบคุมระบบ อัตโนมัติ

Study on Power Consumption of Hybrid Inverter System for Automatic Greenhouse

พีรพล โพธิ์อยู่¹, เสถวุฒติ ดวงจันทร์² และปรีดา จันทวงษ์³

Pheephon Phoyu¹, Sethavut Duangchan² and Preeda Chantawong³

^{1,3}สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมพลังงาน ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องต้นกำลัง วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตกรุงเทพฯ, โทรศัพท์ 02-555-2000

^{1,3}Division of Energy Engineering Technology, Department of Power Engineering Technology, College of Industrial Technology, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok Campus, Tel. 02-555-2000

²ภาควิชาฟิสิกส์อุตสาหกรรมและอุปกรณ์การแพทย์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตกรุงเทพฯ, โทรศัพท์ 02-555-2000

²Department of Industrial Physics and Medical Instrumentation, Faculty of Applied Science, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok Campus, Tel. 02-555-2000

¹e-mail: pheephon19@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์หลักในการศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานไฟฟ้าจากระบบโครงข่ายในประเทศไทยในการใช้งานโรงเรือนควบคุมระบบอัตโนมัติ ขนาด 2 x 3 x 2 ม. ที่ใช้การจำลองปลูกปญจชัน ซึ่ง เป็นพืชที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตระหว่าง 16-28 องศาเซลเซียส และค่าความชื้นสัมพัทธ์มากกว่าร้อยละ 80 โรงเรือนควบคุมนี้จะปรับระดับอุณหภูมิและค่าความชื้นให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมอยู่ตลอดช่วงของการเพาะปลูก และสามารถสลับการใช้แหล่งพลังงานได้อัตโนมัติ จากการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า และการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์พบว่า ในช่วงเวลากลางวันสามารถผลิตแรงดันได้สูงสุดเฉลี่ยแผงละ 42.33 Vdc ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ นอกจากนี้ยังพบว่าเซลล์แสงอาทิตย์สามารถลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าตลอดทั้งวันจากระบบโครงข่ายได้เฉลี่ยร้อยละ 22.70 และลดลงได้สูงสุดร้อยละ 70 ระหว่างเวลา 11.00 – 16.00 น.

คำสำคัญ:โรงเรือนอัตโนมัติ, ระบบการใช้พลังงานแบบผสมผสาน, เซลล์แสงอาทิตย์

Abstract

The main objective of this research is to study the use of power from photovoltaic cells in combination with the grid system in Thailand in the greenhouse size 2 x 3 x 2 m. This experiment planted Panjakhn or Gynostemma pentaphyllum

(Thumb.) Makino. (Jiau-gu-lahn), which is a plant that has the optimum growth temperature of 16-28 degrees Celsius and a relative humidity value of more than 80%. When both factors in the environment are in the range that is unsuitable for the growth of Panjakhan, the system will adjust the temperature and humidity values to the particular values as mentioned. After having collected data on electric energy consumption and the production of electricity from photovoltaic cells, it was found that the production of can be produced voltage with a maximum output of 42.33 Vdc which is in the same direction as the sun's light intensity. In addition, solar cells can reduce electricity consumption throughout the day from the grid system by 22.70% and the maximum reduction of 70% during the period 11.00 am - 4.00 pm. The hybrid inverter system can also switch the use power from the grid system when the electricity from the photovoltaic cells is insufficient for use.

Keywords: Automatic greenhouse; Hybrid Inverter System; Photovoltaic

บทนำ

ตามหลักยุทธศาสตร์ของรัฐบาลในการกำหนด 10 อุตสาหกรรมเป้าหมาย หรือ S-Curve แสดงให้เห็นว่าการเกษตร และระบบอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ เป็น 2 ใน 5 เรื่องอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพในการต่อยอดของประเทศไทย การเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมในปัจจุบัน รวมถึงการเกิดโรคของพืช ส่งผลให้พืชบางชนิดไม่สามารถเพาะปลูกได้ โดยข้อมูลของ The Lighting Research Center at Rensselaer Polytechnic Institute (Leora, 2018) ได้แนะนำปัจจัยที่มีผลต่อการเติบโตและเชื้อโรคต่าง ๆ ของพืชคือ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเข้มของแสง ซึ่งสามารถใช้โรงเรือนอัตโนมัติในการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ได้

ในปัจจุบันประเทศไทยใช้วิธีการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานธรรมชาติ เช่น ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน และน้ำมัน ในขณะที่ปริมาณวัตถุดิบเหล่านี้มีจำนวนจำกัด และยังมีการลดลงอย่างต่อเนื่อง ทำให้ราคาทรัพยากร และราคาเพิ่มสูงขึ้นตามกลไกตลาด นอกจากนี้กระบวนการผลิตยังก่อให้เกิดมลพิษจากการเผาไหม้ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ซึ่งเป็นส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสภาพแวดล้อม ปัจจุบันหลาย ๆ ประเทศในโลกได้ตระหนักถึงปัญหา และได้มีการทำข้อตกลงระหว่างกันในเรื่องการรักษาสภาพแวดล้อม เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังนั้นการใช้พลังงานทดแทน เพื่อลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ผลิตจากกระบวนการเผาไหม้เชื้อเพลิงเป็นสิ่งจำเป็นในปัจจุบัน

งานวิจัยนี้จึงเล็งเห็นความสำคัญในการออกแบบระบบควบคุมโรงเรือนอัตโนมัติต้นแบบ ซึ่งใช้พลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานไฟฟ้าปกติ เป็นแหล่งพลังงานในการทำงานของระบบอัตโนมัติต่าง ๆ ภายในโรงเรือน โดยโรงเรือนอัตโนมัติจะควบคุมสภาพอากาศภายใน

โรงเรือนด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้แก่ ค่าอุณหภูมิ และค่าความชื้นสัมพัทธ์ เพื่อให้มีสภาวะที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืช

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างระบบควบคุมอุณหภูมิ และค่าความชื้นสัมพัทธ์ ในโรงเรือนระบบอัตโนมัติ
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของระบบการจัดการพลังงานแบบผสมผสานของโรงเรือนต้นแบบ

การทบทวนวรรณกรรม

เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar cell) หรือ Photovoltaic มีส่วนประกอบจากสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น (N-type Silicon) และพี (P-type Silicon) ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวให้และรับอิเล็กตรอนเมื่อได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์ (Hersch and Zweibel, 1982)

จากการเปรียบเทียบเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Poly Crystalline และ ชนิด Mono Crystalline พบว่าในสภาวะที่มีความร้อนสูง Poly Crystalline จะผลิตแรงดันได้มากกว่า แต่ Mono crystalline สามารถผลิตกระแสได้มากกว่า และเมื่อพิจารณาโดยรวมจากค่ากำลังไฟฟ้า (Pmax) ของเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 2 ชนิด จึงสรุปได้ว่า เซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Mono Crystalline มีประสิทธิภาพดีกว่า (การวิเคราะห์และประเมินสมรรถนะของเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคา, 2558)

เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ได้แก่ ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วย

เซลล์แสงอาทิตย์ แบ่งออกเป็น 3 ระบบ(กระทรวงพลังงาน, 2560) คือ

1. เซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ (PV Stand-alone system) แบบออฟกริด เป็นระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ไม่ปฏิสัมพันธ์กับแหล่งกำเนิดไฟฟ้าของประเทศไทย

2. เซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย (PV Grid connected system) หรือ ระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบออนกริด เป็นการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ที่เชื่อมต่อกับระบบการไฟฟ้า เพื่อขายไฟฟ้าคืนให้การไฟฟ้า

3. เซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน (PV Hybrid system) เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่รวมระบบออนกริดและออฟกริดเข้าด้วยกัน โดยเลือกใช้พลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์เป็นอันดับแรก พลังงานที่เหลือจากการใช้งานจะถูกนำมาเก็บในแบตเตอรี่ ทำให้สามารถยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ได้ และเมื่อพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่ไม่เพียงพอ จะทำการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบโครงข่ายเป็นอันดับถัดไป

จากงานวิจัยนวัตกรรมการเสริมสร้างพลังงานไฟฟ้าสำหรับครัวเรือน พบว่าการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าแสงสว่างชนิดแอลอีดีทดแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ การใช้ระบบหมุนเวียนอากาศทดแทน และการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ หรือ "โรงไฟฟ้าสมาร์ทโฮบริด" ซึ่งพัฒนาโดยใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์รวมขนาด 3,000 วัตต์ เมื่อประเมินด้วยข้อมูลสถิติการใช้พลังงานไฟฟ้า เปรียบเทียบระหว่างปี 2555 กับปี 2559 พบว่าประหยัดค่าไฟฟ้าได้เท่ากับ 17,824.26 บาทต่อปี หรือร้อยละ 91.94 ต่อปี และมีระยะคืนทุนที่ 7 ปี (นวัตกรรมการเสริมสร้างพลังงานไฟฟ้าสำหรับครัวเรือน, 2019)

กรอบแนวคิดในการวิจัย

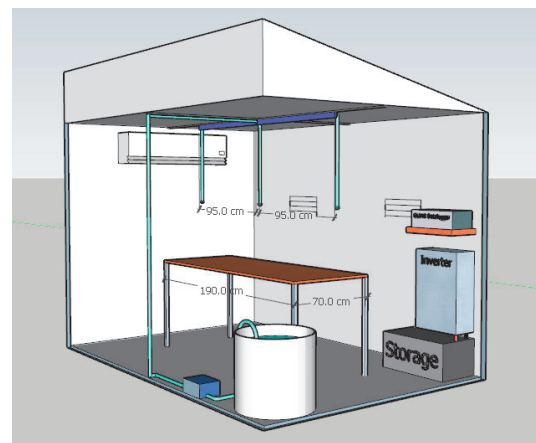
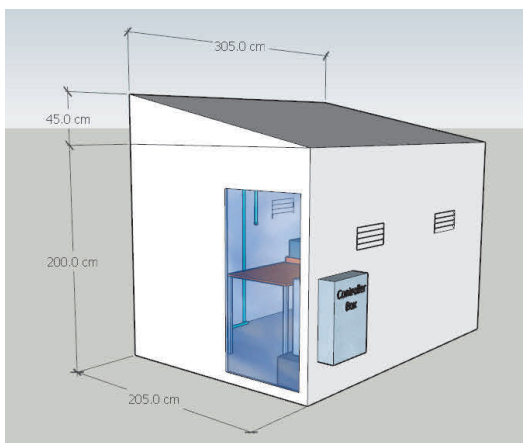
การออกแบบโรงเรือนอัตโนมัติขนาดกว้าง 2 เมตร ยาว 3 เมตร และสูง 2 เมตร ควบคุมระบบปฏิบัติการภายในโรงเรือนด้วย Arduino Mega 2560 โดยใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 9,000 บีทียู ในการปรับอุณหภูมิภายในโรงเรือนให้อยู่ในช่วง 16-30°C และปรับระดับความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศให้อยู่ในช่วง 30-80% แหล่งพลังงานไฟฟ้าภายในโรงเรือนมาจากเซลล์แสงอาทิตย์ และระบบโครงข่ายไฟฟ้าของประเทศไทย โดยใช้แบตเตอรี่ 12V 100A ชนิด Deep Gel Cycle ในการเก็บพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์เป็นพลังงานสำรองฉุกเฉิน ซึ่งจะทำให้ระบบทำงานต่อไปได้อีก 2 ชั่วโมง

ระเบียบวิธีการวิจัย

1. การรวบรวมข้อมูล

1.1 การออกแบบโรงเรือนอัตโนมัติ

โรงเรือนอัตโนมัติมีขนาดกว้าง 2 เมตร ยาว 3 เมตร และสูง 2 เมตร ติดตั้งพัดลมระบายความชื้นจากภายในโรงเรือน 2 ด้าน ด้านละ 4 ตัว อุปกรณ์ภายในโรงเรือนประกอบด้วย อุปกรณ์เก็บประจุไฟฟ้าติดตั้งไว้ในตำแหน่งมุมล่างของโรงเรือน ด้านบนติดตั้งอินเวอร์เตอร์สำหรับจัดการระบบพลังงานแบบผสมผสาน เครื่องปรับอากาศขนาด 9,000 บีทียู ติดตั้งบนผนังด้านในสุดของโรงเรือน โต๊ะขนาดกว้าง 70 เซนติเมตร และยาว 190 เซนติเมตร ซึ่งใช้เป็นพื้นที่สำหรับเพาะปลูกพืชจันท์ ติดตั้งไว้ตำแหน่งกลางของโรงเรือน บนเพดานติดตั้งหลอดไฟ LED สีม่วง และท่อน้ำสำหรับพ่นหมอกเพิ่มความชื้นและรดน้ำต้นไม้ โดยใช้แหล่งน้ำจากถังน้ำภายในโรงเรือน ระบบน้ำ ไฟ และอากาศจะถูกควบคุมด้วยกล่องควบคุมระบบปฏิบัติการ Arduino Mega 2560 ที่ติดตั้งไว้ภายนอกโรงเรือน และข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเข้มแสงภายนอก การผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ และการใช้พลังงานภายในโรงเรือนจะถูกบันทึกโดยเครื่องบันทึกข้อมูล GL840 ที่ติดตั้งไว้ภายในโรงเรือน



ภาพที่ 1 การออกแบบโรงเรือนอัตโนมัติ

1.2 การคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่ต้องการจากภาระทางไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบ

ภาระทางไฟฟ้า	จำนวน	วัตต์ (W)	เวลาใช้งาน (h)	รวมภาระ (W/day)
หลอด LED	2	35	12	840
ปั้มน้ำ 220 V	1	36	10/60	6
เครื่องปรับอากาศ	1	880	24	21120
รวม	4	981		21966

1.3 การออกแบบระบบรับพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ร่วมกับระบบโครงข่าย

1.3.1 อุปกรณ์ที่เลือกใช้ในระบบ

1.3.1.1 เซลล์แสงอาทิตย์

คำนวณจำนวนเซลล์แสงอาทิตย์ที่ต้องการใช้ในระบบจากสมการ

$$\text{ขนาดของเซลล์แสงอาทิตย์} = \frac{\text{ภาระทางไฟฟ้ารวมทั้งหมด}}{\text{ปริมาณแสงอาทิตย์ที่ได้ใน 1 วัน}}$$

เพราะฉะนั้นขนาดของเซลล์แสงอาทิตย์ = $21966/9 = 2440$ W/h

ดังนั้น จะต้องใช้เซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 410 W จำนวน 6 แผง

1.3.1.2 ระบบไฮบริดอินเวอร์เตอร์

คำนวณขนาดของอินเวอร์เตอร์ที่เหมาะสมกับระบบ จากสมการ

$$\text{ขนาดของอินเวอร์เตอร์} = \text{ภาระทางไฟฟ้ารวม} = 981 \text{ W}$$

ดังนั้นจากข้อมูลอินเวอร์เตอร์ ควรีขนาดมากกว่า 981 W ผู้วิจัยจึงได้

เลือกใช้ ขนาด 3.5kW 24 V

1.3.1.3 อุปกรณ์จัดเก็บพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์

คำนวณขนาดของอุปกรณ์จัดเก็บพลังงานไฟฟ้าที่เหมาะสมกับการใช้เป็น

แหล่งพลังงานสำรองเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินได้ 2 ชั่วโมง จากสมการ

$$Ah = \frac{\text{ภาระทางไฟฟ้ารวม}}{\text{แรงดันไฟฟ้าแบตเตอรี่ } \times \text{ ประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ } \times \text{ ประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์}}$$

$$Ah = \frac{1866}{24 \times 0.8 \times 0.95}$$

$$Ah = 102.30 \approx 100 Ah$$

ดังนั้นจึงใช้แบตเตอรี่ขนาด 24 V 100 A และ MPPT ขนาด 100 A

1.3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับระบบควบคุมอัตโนมัติ

1.3.2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์

AT mega 2560 จะมีอินพุตและเอาต์พุต ในแต่ละ Digital Pins ทั้ง 54 pin และ Analog 16 pin บนบอร์ด Arduino สามารถเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต โดยจะทำงานที่แรงดัน 5 V และให้กระแสสูงสุด 40 mA ซึ่งเพียงพอต่อการใช้งานในการควบคุมระบบอัตโนมัติในโรงเรือน

1.3.2.2 อุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น

Name	Temperature	T Acc.	Relative Humidity	RH ACC.
DHT – 11	0 - 50 °C	±2 °C	20 - 90 %	± 5 %
Thermocouple	-200 - 1350°C	-	-	-

1.3.2.3 อุปกรณ์ให้แสงสว่าง

ใช้หลอดไฟ LED T8 สีม่วง จำนวน 2 หลอด ขนาด 35 W ความยาว 90 เซนติเมตร ด้านในบรรจุ LED ทั้งหมด 144 หลอด

1.3.2.4 อุปกรณ์ในการปรับระดับอุณหภูมิ

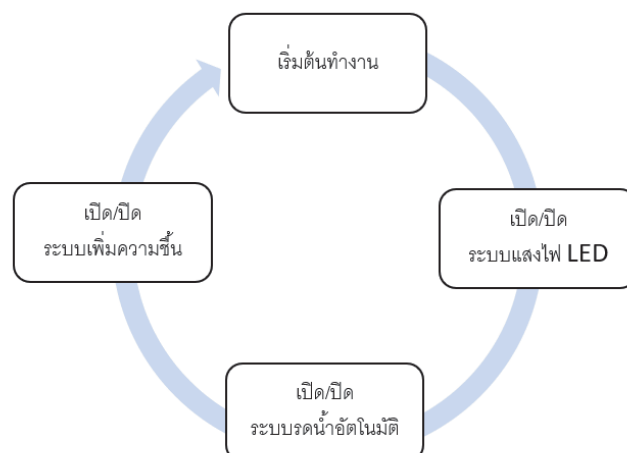
คำนวณขนาด BTU ต่อขนาดของโรงเรือนจากสมการ

$$BTU = \text{พื้นที่ห้อง (กว้าง } \times \text{ ยาว) } \times \text{ตัวแปรความแตกต่าง}$$

โดยกำหนดให้ตัวแปรเท่ากับ 700 – 800 สำหรับห้องที่มีความร้อนสูง มีการใช้งานในช่วงกลางวันมาก จึงได้ $BTU = 3 \times 2 \times 800 = 4800BTU$ เพราะฉะนั้นจะต้องใช้เครื่องปรับอากาศ 8500 BTU ซึ่งสามารถหาได้ทั่วไปในตลาด และเพียงพอต่อการควบคุมในโรงเรือนต้นแบบ

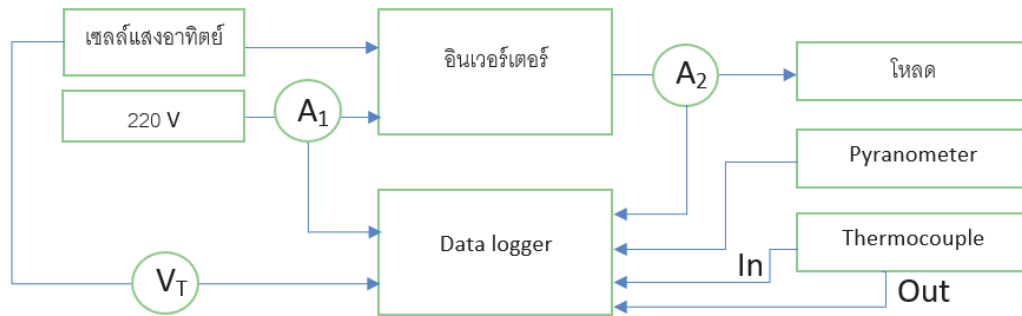
1.3.3 การออกแบบโปรแกรมคอนโทรลเลอร์สำหรับควบคุมระบบ

จากการศึกษาข้อมูลพบว่าต้นปัญจชันมีอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตเท่ากับ 16-28 องศาเซลเซียส และความชื้นมากกว่าร้อยละ 80 ในการเพาะปลูกควรรดน้ำอย่างสม่ำเสมอ และไม่ปล่อยให้หน้าดินแห้ง แต่ไม่ให้แฉะจนเกินไป เนื่องจากน้ำท่วมขังอาจทำให้เกิดการเน่าตายได้การทำงานของระบบควบคุม จะทำการเปิดระบบแสงไฟ LED ในช่วงเวลา 7.00 – 18.00 น. เปิดระบบรดน้ำวันละ 3 รอบ รอบละ 2 นาที ในช่วงเวลา 8.00 น. 12.00 น. และ 16.00 น. และเมื่อความชื้นในโรงเรือนมีค่าต่ำกว่าร้อยละ 80 จะมีการทำงานของระบบพ่นหมอก 20 วินาที



1.4 การเตรียมอุปกรณ์ในการวัดระดับพลังงานไฟฟ้า

สำหรับการตรวจวัดกระแสไฟฟ้าได้ใช้ Current converter integrated clamp type sensor and converter 0-50A ในการตรวจวัดกระแสไฟฟ้าในแต่ละจุด โดยบันทึกข้อมูลกระแสไฟฟ้าและแรงดันด้วย Datalogger GL840



ภาพที่ 3 การบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ภายในโรงเรือน

A_1 = วัดกระแสไฟฟ้าของระบบโครงข่าย

A_2 = วัดกระแสไฟฟ้าของโหลด

V_T = วัดแรงดันรวมจากเซลล์แสงอาทิตย์

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 คำนวณค่าประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จากสมการ

$$n_A = \frac{E_A}{H_i A_A} \times 100\%$$

เมื่อ n_A คือประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

E_A คือพลังงานไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้ (kWh)

A_A คือพื้นที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (m^2)

H_i คือค่าความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ (kWh/m^2)

2.2 คำนวณอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงเดือน ม.ค. – ก.พ. จากสมการ

$$P_{PV} = P_T - P_U$$

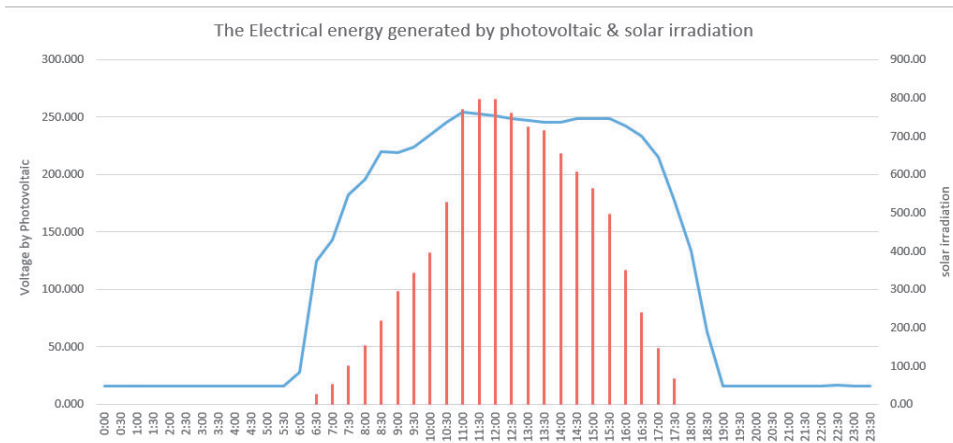
เมื่อ P_{PV} คือ ค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้จริงของเซลล์แสงอาทิตย์

P_U คือ ค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้จริงของการไฟฟ้า

P_T คือ ค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้จริงทั้งหมด

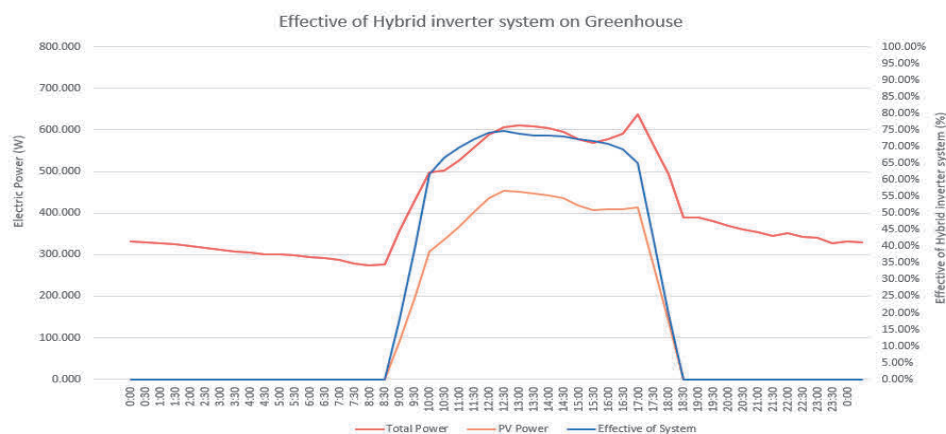
ผลการวิจัย

1. ผลการทดลองแรงดันไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์เปรียบเทียบกับความเข้มแสงอาทิตย์จากการทดลองพบว่า เซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้ในช่วงเวลา 6.30 – 18.45 น. เฉลี่ย 218.32 V และสามารถผลิตได้สูงสุดถึง 260.82 V ในเวลา 11.00 น. เป็นไปในทิศทางเดียวกับความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ ซึ่งเพิ่มขึ้นในช่วงเวลา 6.45 – 12.00 น. และลดลงในช่วงเวลา 12.00 – 18.00 น.



ภาพที่ 4 ผลการทดลองเซลล์แสงอาทิตย์เปรียบเทียบกับความเข้มแสงอาทิตย์

2. การหาประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเซลล์แสงอาทิตย์ต่อพลังงานไฟฟ้าปกติ จากการทดลองพบว่า โรงเรือนอัตโนมัติมีการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยรวมเฉลี่ยวันละ 383.06 W/h โดยในช่วงเวลา 7.30 - 18.00 น. มีการใช้พลังงานสูงขึ้นเฉลี่ยเท่ากับ 446.94 W ในขณะที่เซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้มากในช่วงเวลา 7.30 - 18.00 น. เฉลี่ยเท่ากับ 248.63 W การใช้พลังงานทดแทนจากเซลล์แสงอาทิตย์ในช่วงกลางวันจึงสามารถลดการใช้ไฟฟ้าจากระบบโครงข่ายได้สูงสุดถึงร้อยละ 70 และสามารถลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าตลอดทั้งวันได้ถึงร้อยละ 23.22



ภาพที่ 5 การหาประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเซลล์แสงอาทิตย์ต่อพลังงานไฟฟ้าปกติ

อภิปรายผล

การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ในช่วงกลางวันมีแนวโน้มสอดคล้องกับความเข้มแสงของดวงอาทิตย์ ทั้งนี้จาก รูปที่ 4 จะเห็นได้ว่าในช่วงเวลา 11.15 – 14.15 น. ที่มีความเข้มแสงของดวงอาทิตย์มาก แต่ปริมาณการผลิตแรงดันไฟฟ้าไม่เพิ่มขึ้น เนื่องจากเซลล์แสงอาทิตย์มีขีดจำกัดในการผลิตได้สูงสุดเพียงแผงละ 48.9 V เท่านั้น และจาก รูปที่ 5 จะเห็นได้ว่าช่วงกลางวันมีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่าช่วงกลางคืน เนื่องจากมีการทำงานของระบบในโรงเรือนอัตโนมัติเพิ่มขึ้น ได้แก่ ระบบให้แสง LED และด้วยอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นในช่วงกลางวัน ส่งผลให้มีการทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้นด้วย

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้

ผลการวิจัยครั้งนี้ชี้ให้เห็นถึงความสอดคล้องกันของความเข้มแสงอาทิตย์และช่วงเวลาที่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ได้ ซึ่งเพียงพอต่อการใช้งานในระบบโรงเรือนอัตโนมัติขนาด 2x3x2 เมตร จึงเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบโรงเรือนพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับพืชที่ไม่มีความเหมาะสมในการเจริญเติบโตของพืชต่อไป

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ในการวิจัยครั้งถัดไปควรเพิ่มขนาดของโรงเรือนเพื่อให้ได้ปริมาณผลผลิตที่มากขึ้นเพียงพอต่อภาคอุตสาหกรรม และเพิ่มระบบควบคุมอัจฉริยะ หรือ ระบบ AI ในการประมวลผลความเหมาะสมของปัจจัยต่างๆ ต่อพืชได้ง่ายขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- Hersch, P. and Zweibel, K. 1982. **Basic Photovoltaic Principles and Methods**. U.S. Government Printing Office, Washington DC.
- Leora C. Radetsky. (2018). **LED and HID Horticultural Luminaire Testing Report**. ค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2562, จาก <https://www.lrc.rpi.edu/programs/energy/pdf/HorticulturalLightingReport-Final.pdf>.
- กระทรวงพลังงาน. (2560). **คู่มือการพัฒนาและการลงทุนพลังงานทดแทน ชุดที่ 2 พลังงานแสงอาทิตย์**, ค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2562, จาก http://www.dede.go.th/article_attach/h_solar.pdf
- การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2562). **การผลิตและการซื้อพลังงานไฟฟ้า**. ค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2562, จาก https://www.egat.co.th/index.php?option=com_content&view=article&id=81&Itemid=116
- โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. **การผลิตและการซื้อ**. ค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2562, จาก <http://203.155.220.238/rspgbma/index.php/component/content/article/28-2017-04-25-03-36-55/69-xxx>

- ซีเอ็ดยูเคชั่น. (2559). **เครื่องทดสอบและวิเคราะห์แบตเตอรี่ชนิด Deep Cycle**. เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ (432): 44-51.
- มานพ ชมภูงูช, เฉลิมขวัญ เพียรธรัตน์ และณัฐพล ชลวิจิตร. (2558). **การวิเคราะห์และประเมินสมรรถนะของเซลล์แสงอาทิตย์แบบติ๊กตั้งบนหลังคา**. ค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2562, จาก <http://dspace.spu.ac.th/handle/123456789/4648>
- สถาบันวิจัยสมุนไพร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. (2548). **สมุนไพรน้ำรู้ (2) ปัญจชันธุ์ *Gynostemma pentaphyllum* (Thunb.) Makino**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา.