

การปรับปรุงประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยระบบติดตามดวงอาทิตย์  
และพัดลมระบายความร้อน

Improving the Solar Panel Efficiency by Solar Tracking System and The Cooling Fan

วรชัย ปิตูรัตน์\* จิรวัดน์ สิตรานนท์ และศรีมา แจ้คำ

Warachai Piturat\*, Jirawat Sitranon and Srima Jakhom

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีพลังงาน) สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก 21100

Master of Engineering Program (Energy Technology), School of Engineering and Innovation,

Rajamangala University of Technology Tawan-ok, 21100

\* Corresponding author, e-mail: warachai\_piturat@hotmail.co.uk, Tel.: 081-4224156

Received: 24 September 2021, Revised: 27 October 2021, Accepted: 10 November 2021, Published online: 25 December 2021

### Abstract

This research is the study about the effectiveness improvement of solar cells once the single axis solar tracking system and ventilation fan are installed. Four types of 20-Watt monocrystalline silicon solar cell panels were used for this study: 1) a fixed solar cell panel, 2) a fixed solar cell panel with ventilation fan, 3) a solar cell panel with solar tracking system, and 4) a solar cell panel with solar tracking system and ventilation fan. The resulting data from these 4 panels were collected at the same period from 9.00 – 16.30 hrs. It has been found that the variables effecting the changes in the effectiveness of the solar cells were temperature and intensity of solar radiation. The temperature had direct impact on the voltage, but the temperature did not have any impact with the changes of electric current. The installed solar tracking system on the solar cell panel had direct impact on electric current since the panel was exposed to the sunlight all the time. Therefore, the intensity of solar radiation had a direct impact on electric current. Installing the ventilation fan on the solar cell panel for reducing the temperature produced average power at 0.74%, while the solar cell panel with solar tracking system produced power at 16.85%. This has been shown that the intensity of the solar radiation had more impact than the reduction of panel temperature. Therefore, the solar tracking system installation caused the solar cell panel to produce more average power than the fixed panel. The installed solar tracking system and the ventilation fan on the solar cell panel could produce the highest power and electric current out of 4 types of panel configurations. The highest average power was 8.12 Watt which the average effectiveness of the solar cell panel with the solar tracking system and the

ventilation is at the highest average power of 7.47%. This was higher than the fixed panel without the ventilation fan by 36%. In conclusion, the installation of the solar tracking system on the solar cell panel caused more average power production than the fixed panel and the ventilation fan installation plus the solar tracking system could cause very high average power production. This type of panel had the highest efficiency and the best configuration, because the decrease in temperature caused higher voltages and the solar tracking system provided long exposure to sunlight and caused higher voltages and more power production.

**Keywords:** solar cell, electric power, efficiency, solar tracking system

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการปรับปรุงประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ เมื่อติดตั้งระบบติดตามดวงอาทิตย์ ชนิดปรับการหมุนแบบแกนเดียว และติดตั้งพัดลมระบายความร้อน โดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์ ที่มีกำลังไฟฟ้าสูงสุด 20 วัตต์ แบบผลึกเดี่ยว จำนวนทั้งหมด 4 แผง คือ 1) แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่ 2) แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่ติดพัดลมระบายความร้อน 3) แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตามดวงอาทิตย์ และ 4) แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดระบบติดตามดวงอาทิตย์ติดพัดลมระบายความร้อน ทำการเก็บข้อมูลในช่วงเวลาเดียวกัน ตั้งแต่เวลา 9:00-16:30 น. พบว่า ตัวแปรที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ได้แก่ อุณหภูมิ และความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ โดยอุณหภูมิส่งผลโดยตรงต่อแรงดันไฟฟ้า แต่อุณหภูมิจะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้า เมื่อมีการติดตั้งระบบติดตามดวงอาทิตย์ให้กับแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะมีผลต่อกระแสไฟฟ้าโดยตรงเนื่องจากแผงจะรับรังสีอาทิตย์ตลอดเวลา ทำให้ทราบว่าค่าความเข้มรังสีอาทิตย์มีผลโดยตรงต่อกระแสไฟฟ้า การที่ติดพัดลมระบายความร้อนให้กับแผงเพื่อลดอุณหภูมิจะทำให้ได้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยร้อยละ 0.74 ในขณะที่ให้แผงติดตามดวงอาทิตย์จะได้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยร้อยละ 16.85 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความเข้มรังสีอาทิตย์มีผลมากกว่าการลดอุณหภูมิของแผง ดังนั้นถ้ามีการติดตั้งระบบติดตามดวงอาทิตย์ให้กับแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะได้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยสูงกว่าแผงแบบอยู่กับที่ และเมื่อใดที่ทำการติดตั้งระบบติดตามดวงอาทิตย์และติดพัดลมระบายความร้อนให้กับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ก็จะทำให้แผงผลิตแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าได้สูงที่สุดจากทั้งหมด 4 แผงส่งผลให้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยสูงสุดที่ 8.12 วัตต์ จึงส่งผลให้ประสิทธิภาพเฉลี่ยของแผงติดตามดวงอาทิตย์และติดพัดลมระบายความร้อนมีกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยสูงสุดที่ร้อยละ 7.47 ซึ่งสูงกว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่และไม่ติดพัดลมระบายความร้อนถึงร้อยละ 36 ดังนั้นถ้ามีการติดตั้งระบบติดตามดวงอาทิตย์ให้กับแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะได้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยสูงกว่าแผงแบบอยู่กับที่ และถ้ามีการติดพัดลมระบายความร้อนเพิ่มให้กับแผงที่ติดตามดวงอาทิตย์ก็จะทำให้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยสูงกว่าเดิม จึงส่งผลให้ประสิทธิภาพสูงและดีที่สุด เนื่องจากอุณหภูมิที่ลดลงทำให้แรงดันไฟฟ้าสูงขึ้น และการติดตามดวงอาทิตย์ทำให้แผงรับรังสีอาทิตย์ตลอดส่งผลให้แรงดันไฟฟ้าสูง ทำให้ผลิตกำลังไฟฟ้าได้สูง

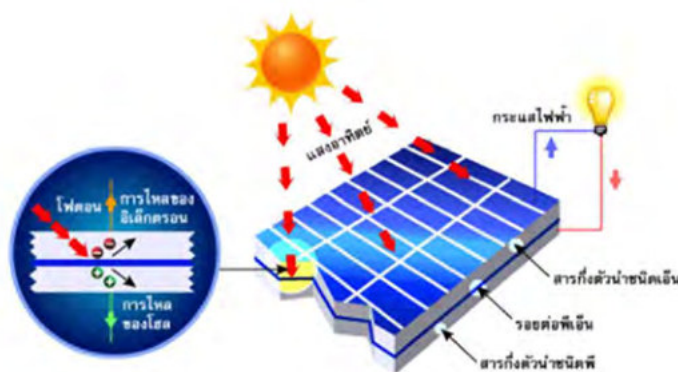
**คำสำคัญ:** เซลล์แสงอาทิตย์ กำลังไฟฟ้า ประสิทธิภาพ ระบบติดตามดวงอาทิตย์

## บทนำ

พลังงานแสงอาทิตย์นับเป็นพลังงานหมุนเวียนที่สำคัญและเป็นแหล่งกำเนิดของพลังงานหมุนเวียนอื่นๆ บนพื้นโลก เช่น พลังงานชีวมวล พลังงานน้ำ พลังงานลม พลังงานคลื่น พลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนผิวโลกมีจำนวนมหาศาล ประเทศไทยถือว่ามีความศักยภาพของพลังงานแสงอาทิตย์ค่อนข้างสูง โดยมีค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์รวมรายวันเฉลี่ยต่อปี ประมาณ 18.2 เมกกะจูลต่อตารางเมตร-วัน [1] โดยปกติการติดตั้งแผงเซลล์อาทิตย์แบบอยู่กับที่ จะทำการติดตั้งที่มุมเอียงของแผง คือ 15 องศา [2, 3] ไม่ว่าจะอยู่ ณ. ที่ตำแหน่งต่างๆ ของประเทศไทย ทั้งที่เป็นแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา หรือแม้กระทั่งฟาร์มของเซลล์แสงอาทิตย์ การที่จะทำให้เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตพลังงานไฟฟ้าได้สูงสุดตลอดวันนั้นจะต้องทำให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ตั้งฉากกับแสงอาทิตย์ตลอดทั้งวัน จากการศึกษาของ N. Barsoum (2011) อ้างถึงใน [4] พบว่าระบบติดตามดวงอาทิตย์แบบติดตามดวงอาทิตย์แกนเดียวสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้ามากกว่าระบบที่อยู่กับที่ร้อยละ 27-32 ในขณะที่ระบบติดตามดวงอาทิตย์แบบสองแกนสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้ามากกว่าระบบที่ติดตั้งอยู่กับที่ถึงร้อยละ 35-40 [5] ปกติค่าประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะอ้างอิงอุณหภูมิทำงานที่ 25 องศาเซลเซียส แต่ในการใช้งานประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น โดยประสิทธิภาพจะลดลงประมาณร้อยละ 0.4 สำหรับทุก 1 องศาเซลเซียส ที่สูงขึ้นจากอุณหภูมิอ้างอิง ที่อุณหภูมิทำงานจริงที่ประมาณ 50-60 องศาเซลเซียส ประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์จะลดลงประมาณร้อยละ 10-15 [6] และจากอุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่สูงขึ้นเนื่องมาจากแสงอาทิตย์กระทำกับแผงเซลล์อาทิตย์ตลอดเวลาทำให้ประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ลดลง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ โดยการติดตั้งระบบติดตามดวงอาทิตย์แบบแกนเดียวเพื่อให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำมุมตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ และติดตั้งพัดลมระบายความร้อนในการลดอุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์นั่นเอง

### หลักการการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงาน ไฟฟ้าโดยใช้กระบวนการโฟโตโวลตาอิก (Photovoltaic Effect) ในสารกึ่งตัวนำ โดยเซลล์แสงอาทิตย์จะประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ P และสารกึ่งตัวนำ N เมื่อเซลล์แสงอาทิตย์ได้รับแสงที่มีพลังงานมากพอ จะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระในสารกึ่งตัวนำ ดังนั้นถ้ามีการเชื่อมต่อระหว่าง ฝั่งทั้งสองของเซลล์แสงอาทิตย์ จะเกิดการไหลของอิเล็กตรอนซึ่งทำให้เกิดพลังงานไฟฟ้าในรูปแบบ ไฟฟ้ากระแสตรง [7] ตามภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

## การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์

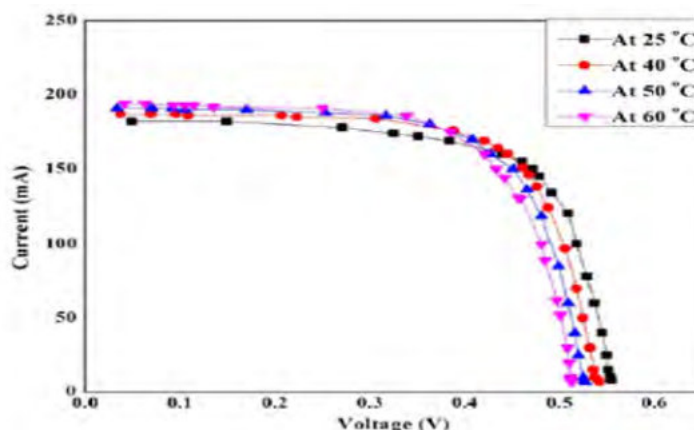
โดยทั่วไปสามารถแบ่งตามชนิดของโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การติดตั้งแบบอยู่กับที่ (Fixed system) และการติดตั้งแบบติดตามดวงอาทิตย์ (Tracking system) โดยมีรายละเอียดดังนี้ [8]

ติดตั้งแบบอยู่กับที่ (Fixed System) การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่ จะพบเห็นได้เยอะที่สุดเนื่องจากการติดตั้งที่ง่ายลงทุนน้อย เช่น การติดตั้งบนบ้านเรือน การติดตั้งบนพื้นดินในโรงไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Farm) เป็นต้น โดยการใช้การคำนวณจากข้อมูลเฉลี่ยของระดับความเข้มของแสงในแต่ละพื้นที่ เพื่อกำหนดองศาการติดตั้งแผงเพื่อรับแสงอาทิตย์ให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่นี้ ทำให้ได้รับค่าพลังงานจากแสงอาทิตย์ได้ดีเพียงบางเวลาหรือประมาณ 5-6 ชั่วโมงต่อวัน เนื่องจากดวงอาทิตย์มีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดจากทิศตะวันออกไปสู่ทิศตะวันตก แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่ จะได้รับพลังงานแสงอาทิตย์ได้เต็มที่ในเวลาเที่ยงวันเท่านั้นจึงทำให้ประสิทธิภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้า ไม่เต็มศักยภาพ ซึ่งการที่จะให้ทำงานได้เต็มประสิทธิภาพจะต้องทำมุมตั้งฉากกับดวงอาทิตย์เท่านั้น

การติดตั้งแบบติดตามดวงอาทิตย์ (Tracking system) ซึ่งมี 2 ชนิด คือ ติดตั้งบนโครงสร้างแบบติดตามดวงอาทิตย์แกนเดียว (1 Axis) จุดประสงค์ของการติดตั้งคือการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงมุมเอียงของโลกในแต่ละวันในรอบปีทำให้การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนโครงสร้างแบบแกนเดียวนั้น สามารถปรับมุมเอียงแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อรับค่ารังสีแสงอาทิตย์ให้เหมาะสมตามมุมเอียงของโลก ที่แปรเปลี่ยนตามวันและ อีกชนิดหนึ่งคือ ติดตั้งบนโครงสร้างแบบติดตามดวงอาทิตย์สองแกน (2 Axis) จุดประสงค์ของการติดตั้งคือการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ตามวันในรอบปีและช่วงเวลา เพื่อลดผลกระทบ จากการเปลี่ยนแปลงมุมเอียงของโลกในแต่ละวันและการเคลื่อนที่ของพระอาทิตย์จาก ทิศตะวันออกไปทิศตะวันตก ซึ่งการติดตั้งแบบนี้จะให้ประสิทธิภาพที่ดีที่สุดแต่ก็ลงทุนมากที่สุด อีกทั้งยังมีระดับการซ่อมบำรุงที่ยากที่สุด [3]

## การถ่ายเทความร้อนของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

แผงเซลล์แสงอาทิตย์จะผลิตไฟฟ้า เมื่อมีรังสีแสงอาทิตย์ที่มีความเข้มที่สูงพอมาตกกระทบบนแผง โดยอิทธิพลที่มีผลต่อการผลิตไฟฟ้าและประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ ได้แก่ อุณหภูมิอากาศโดยรอบ ความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ ความเร็วลมของอากาศโดยรอบ ซึ่งอิทธิพลจากตัวแปรเหล่านี้จะทำให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์มีอุณหภูมิสูงขึ้น ความร้อนที่เกิดขึ้นบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับกระแสไฟฟ้าบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ [9] ตามภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ, แรงดันไฟฟ้า และ กระแสไฟฟ้า

## สมการที่เกี่ยวข้อง

สมการกำลังไฟฟ้า และ ประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แสดงในสมการที่ (1) และ (2) [10]  
กำลังไฟฟ้า

$$P = VI \quad (1)$$

เมื่อ

- P = กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (วัตต์)
- V = แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (โวลต์)
- I = กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (แอมแปร์)

ประสิทธิภาพ

$$\eta = [P/AG] \quad (2)$$

เมื่อ

- $\eta$  = ประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (ร้อยละ)
- P = กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (วัตต์)
- A = พื้นที่รับแสงของเซลล์แสงอาทิตย์ (ตารางเมตร)
- G = ค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ (วัตต์ต่อตารางเมตร)

## วัตถุประสงค์

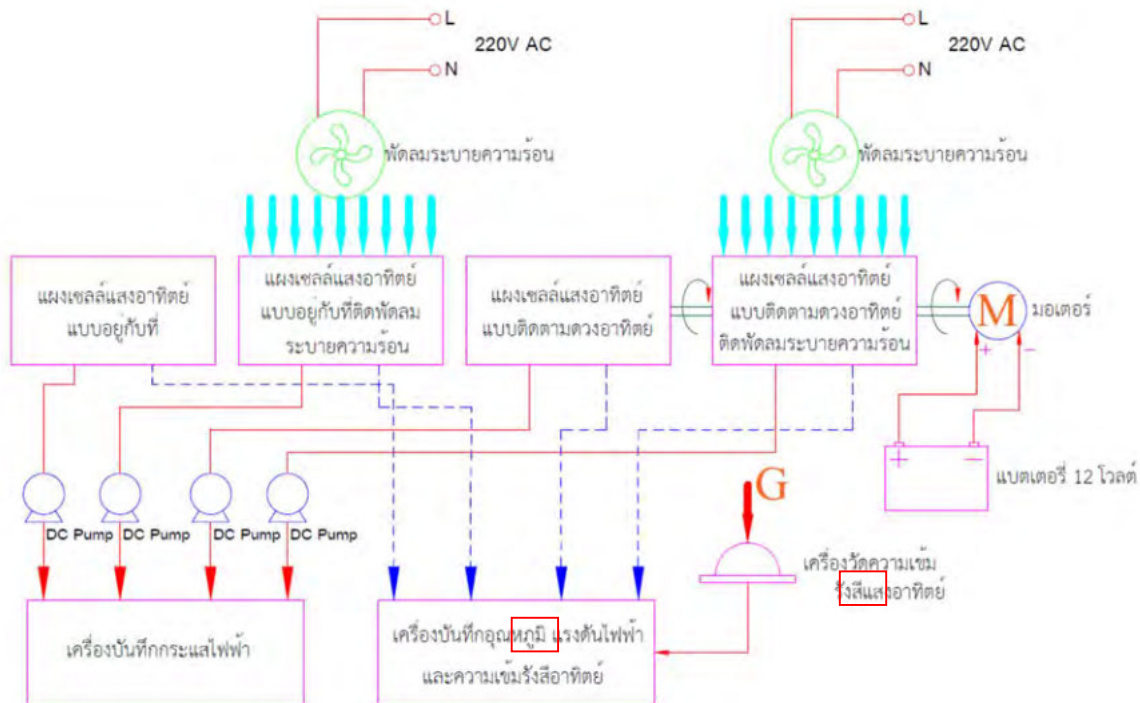
เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์เมื่อมีการติดตั้งระบบติดตามดวงอาทิตย์ และติดตั้งพัดลมระบายความร้อน

## วิธีการวิจัย

ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ได้แก่ อุณหภูมิแวดล้อม แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า และค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ โดยมีการปฏิบัติงานในการศึกษา และรวบรวมข้อมูลของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้งหมด 4 ลักษณะ เพื่อทำการเก็บข้อมูลในเวลาเดียวกัน ตามลำดับดังนี้ 1)แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่ 2)แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่ติดตั้งพัดลมระบายความร้อน 3)แผงเซลล์แสงอาทิตย์เมื่อติดตั้งระบบติดตามดวงอาทิตย์ และ 4)แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งระบบติดตามดวงอาทิตย์ติดตั้งพัดลมระบายความร้อน โดยมีวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ดังนี้

1) แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ชนิดผลึกเดี่ยว (Monocrystalline Silicon) ขนาดพื้นที่ 0.34x0.47 ตารางเมตร กำลังไฟฟ้าสูงสุด 20 วัตต์ แรงดันไฟฟ้าสูงสุด 17.8 โวลต์ และ กระแสสูงสุด 1.12 แอมแปร์ จำนวน 4 แผง

- 2) ภาระทางไฟฟ้าหรือโหลด เป็นปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่มีแปรงถ่านแรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ กำลังไฟฟ้า 16.8 วัตต์ กระแสสูงสุด 1.2 แอมแปร์ ใช้กับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 1 ตัวต่อแผง
- 3) ชุดติดตามดวงอาทิตย์แกนเดียว
- 4) เครื่องบันทึกอุณหภูมิและแรงดันไฟฟ้า (Data logger) บริษัทผู้ผลิต GRAPHTEC รุ่น (Model) GL820 ช่องสัญญาณ 20 ช่อง ค่าความคลาดเคลื่อน (แรงคลื่นไฟฟ้า) ร้อยละ  $\pm 0.05$  ค่าความคลาดเคลื่อน (อุณหภูมิ) ร้อยละ  $\pm 0.15$
- 5) เครื่องบันทึกกระแสไฟฟ้า (Data logger) บริษัทผู้ผลิต WISCO รุ่น (Model) AI210 ช่องสัญญาณ 8 ช่อง ค่าความคลาดเคลื่อน (กระแสไฟฟ้า) ร้อยละ  $\pm 0.05$
- 6) เครื่องวัดค่ารังสีแสงอาทิตย์ (Pyranometer) เป็นเซนเซอร์วัดความเข้มแสง แบบรวมแสง รุ่น CMP 11 วัดความเข้มแสงได้ตั้งแต่ 0-4,000 วัตต์ต่อตารางเมตร
- 7) แบตเตอรี่ สำหรับจ่ายให้มอเตอร์ติดตามดวงอาทิตย์ แรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์ 70 แอมป์-ชั่วโมง แบบ Deep cycle



ภาพที่ 3 โครงสร้างวัสดุอุปกรณ์

#### การทดลอง

- 1) แบ่งกลุ่มของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่ และแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตามดวงอาทิตย์
- 2) ทำการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่เข้ากับโครงสร้างเหล็ก โดยแผงแรกไม่มีพัดลมระบายความร้อน และแผงที่สองทำการติดตั้งพัดลมระบายความร้อนเข้ากับโครงสร้างเหล็ก และทำการปรับมุมเอียงของทั้งสองแผงให้ได้ที่ 15 องศา และหันหน้าแผงไปทางทิศใต้

3) ทำการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนโครงสร้างเหล็กที่สามารถปรับการหมุนรอบแกนสองแผงในโครงสร้างเดียวกัน จากนั้นนำแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ชุดมอเตอร์ และก้านต้นแกนหมุนของระบบปรับการหมุนติดเข้ากับโครงสร้างเหล็กดังกล่าว และทำการติดตั้งพัดลมระบายความร้อนให้กับแผงเซลล์แสงอาทิตย์แผงใดแผงหนึ่งในโครงสร้างดังกล่าว และทำการปรับระดับให้มุมเอียงของแกนหมุนของแผงทั้งสองหันหน้าแผงไปทางด้านทิศใต้ และเอียงที่ 15 องศา

4) ทำการติดตั้งสายวัดอุณหภูมิ และสายวัดแรงดันไฟฟ้าเข้ากับเครื่องบันทึกอุณหภูมิและแรงดันไฟฟ้า GRAPHTEC รุ่น GL820 เข้ากับแผงเซลล์แสงอาทิตย์

5) ทำการติดตั้งสายวัดกระแสไฟฟ้าเข้ากับเครื่องบันทึกกระแสไฟฟ้า WISCO รุ่น AI210

6) ทำการติดตั้งสายไฟฟ้าพัดลมระบายความร้อนซึ่งเป็นไฟฟ้าแรงดัน 220 โวลต์ เข้ากับพัดลมระบายความร้อน

7) ทำการติดตั้งสายของเครื่องวัดค่ารังสีเข้ากับเครื่องบันทึก GRAPHTEC รุ่น GL820

8) ทำการติดตั้งสายไฟฟ้าจากแบตเตอรี่แรงดันไฟฟ้า 12 โวลต์เข้ากับมอเตอร์ชุดปรับการหมุนติดตามดวงอาทิตย์ และทำการปรับตั้งสวิตช์ตัดต่อการทำงานของมอเตอร์ควบคุมการหมุนติดตามดวงอาทิตย์ให้สัมพันธ์กับองศาการรับแสงอาทิตย์

9) ทำการติดตั้งสายไฟฟ้าปั๊มน้ำพลังแสงอาทิตย์เข้ากับระบบดังกล่าว

10) ทำการทดลองแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 4 แผง (ในช่วงเวลาเดียวกัน) ตามภาพที่ 3 โดยเริ่มตั้งแต่วันที่ 9:00-16:30 น. โดยนำค่าที่ได้จากการทดลองของ อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม อุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละแผง แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และค่ารังสีแสงอาทิตย์ ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละแผงที่ถูกกล่าวข้างต้น

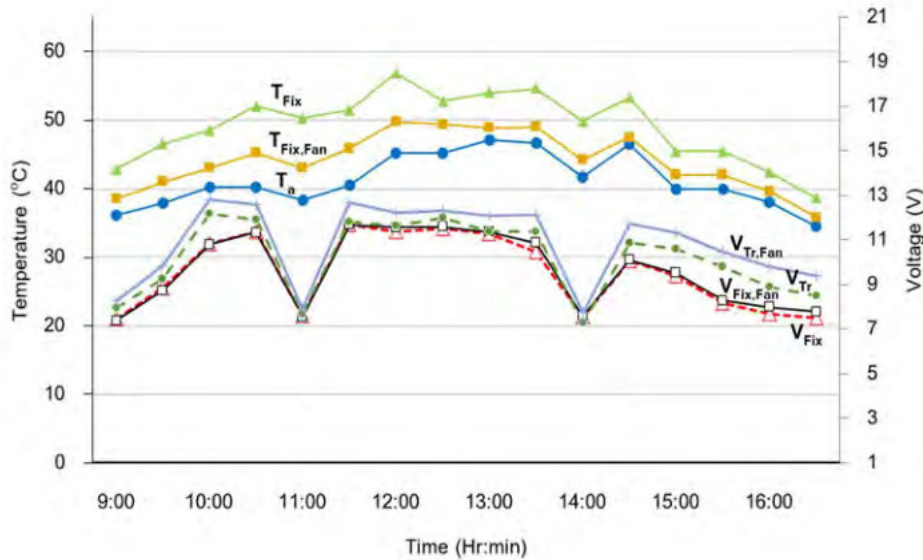
### ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยพิจารณาจากการที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้ติดตั้งระบบติดตามดวงอาทิตย์เพื่อให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์หันตั้งฉากกับรังสีตลอดเวลา มีการติดตั้งพัดลมระบายความร้อนเพื่อลดอุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละแบบ มาวิเคราะห์หาพลังงานไฟฟ้า และประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ นำมาเปรียบเทียบกัน ระหว่าง 1)แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่ 2)แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่ติดตั้งพัดลมระบายความร้อน 3)แผงเซลล์แสงอาทิตย์ปรับการหมุนตามดวงอาทิตย์ และ 4)แผงเซลล์แสงอาทิตย์ปรับการหมุนตามดวงอาทิตย์ติดตั้งพัดลมระบายความร้อน

#### ผลการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้ากับอุณหภูมิ

จากภาพที่ 4 เมื่อ  $T_{Fix}$  คือ อุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่  $T_{Fix,Fan}$  คือ อุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่ติดตั้งพัดลมระบายความร้อน  $T_a$  คือ อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม  $V_{Fix}$  คือ แรงดันไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่ และ  $V_{Fix,Fan}$  คือ แรงดันไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่ติดตั้งพัดลมระบายความร้อน ในขณะที่  $T_{Tr}$  คือ อุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตามดวงอาทิตย์  $T_{Tr,Fan}$  คือ อุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตามดวงอาทิตย์ติดตั้งพัดลมระบายความร้อน  $V_{Tr}$  คือ แรงดันไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตามดวงอาทิตย์ และ  $V_{Tr,Fan}$  คือ แรงดันไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตามดวงอาทิตย์ติดตั้งพัดลมระบายความร้อน ผลการทดลองพบว่าอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม ณ เวลา 13.00 น. มีค่าสูงสุดในช่วงเวลาที่ทำการทดลองที่ 47.04 °C เนื่องจากสภาพอากาศของสิ่งแวดล้อมไม่มีลมตามธรรมชาติเกิดการสะสมความร้อน และอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมเฉลี่ยทั้งวันอยู่ที่ 41.12 °C ซึ่งค่อนข้างสูง โดยอุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่ และแบบติดตามดวงอาทิตย์ที่ไม่มีพัดลมระบายความร้อนมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม 10.90 °C ในขณะที่อุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่ติดตั้งพัดลมระบายความร้อน และแบบติดตามดวงอาทิตย์ติดตั้งพัดลมระบายความร้อนมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม 4.32 °C ทำให้ความร้อนสะสมของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้ง

ระบายความร้อนถูกระบายสู่สิ่งแวดล้อมและส่งผลให้อุณหภูมิเฉลี่ยแผงลดลง 6.58 °C ส่งผลให้แรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งตามระบายนความร้อนมีค่าสูงกว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ไม่ติดตั้งตามและบายความร้อนร้อยละ 3.57 ซึ่งจะเห็นความแตกต่างได้ชัดเจน และเมื่อทำการพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างแผงแบบอยู่กับที่กับแผงติดตามดวงอาทิตย์ พบว่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยของแผงที่ติดตั้งระบบติดตามดวงอาทิตย์สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยได้ 10.52 โวลต์ ส่วนแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยของแผงแบบอยู่กับที่ 9.60 โวลต์ ทำให้สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 9.59 เมื่อติดตามดวงอาทิตย์

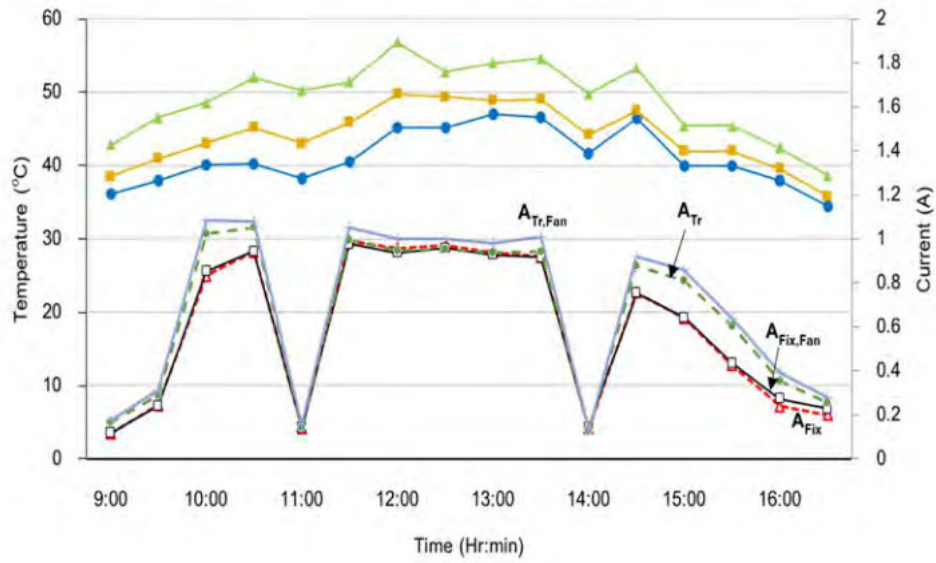


ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับอุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

#### ผลการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้ากับอุณหภูมิ

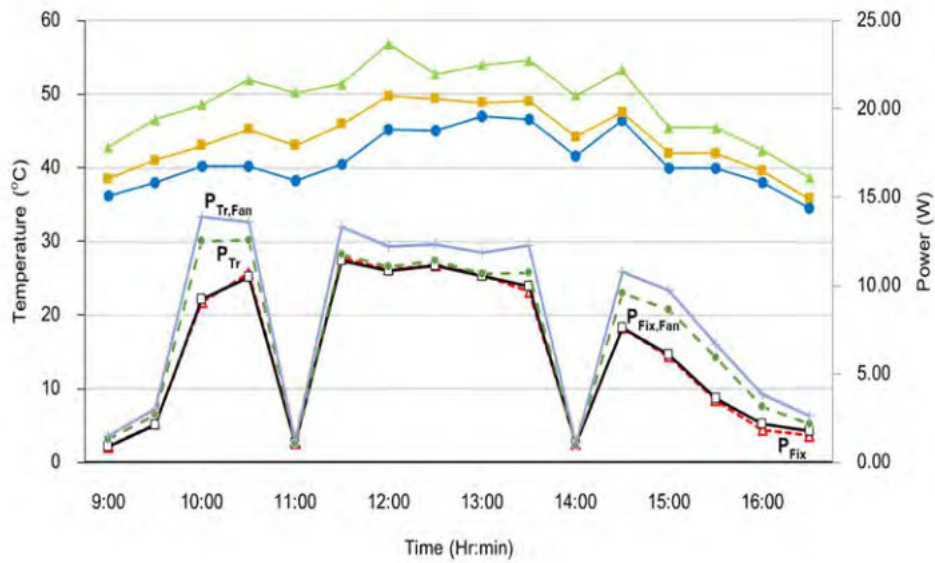
จากภาพที่ 5 เมื่อ  $T_{Fix}$  คือ อุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่  $T_{Fix,Fan}$  คือ อุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่ติดตั้งตามระบายนความร้อน  $T_a$  คือ อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม  $A_{Fix}$  คือ กระแสไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่ และ  $A_{Fix,Fan}$  คือ กระแสไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่ติดตั้งตามระบายนความร้อน ในขณะที่  $T_{Tr}$  คือ อุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตามดวงอาทิตย์  $T_{Tr,Fan}$  คือ อุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตามดวงอาทิตย์ติดตั้งตามระบายนความร้อน  $A_{Tr}$  คือ กระแสไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตามดวงอาทิตย์ และ  $A_{Tr,Fan}$  คือ กระแสไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตามดวงอาทิตย์ติดตั้งตามระบายนความร้อน พบว่าแผงที่ไม่ติดตั้งตามระบายนความร้อนผลิตกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยได้ 0.62 แอมแปร์ ส่วนแผงที่ติดตั้งตามระบายนความร้อนผลิตกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยได้ 0.64 แอมแปร์ ซึ่งใกล้เคียงกันหรือไม่ต่างกันเลย แต่เมื่อเรามาพิจารณาแผงที่ติดตั้งระบบติดตามดวงอาทิตย์พบว่าการผลิตกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยได้ 0.67 โวลต์ ส่วนแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยของแผงแบบอยู่กับที่ได้ 0.59 แอมแปร์ ซึ่งแผงที่ติดตามดวงอาทิตย์ผลิตแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยได้มากกว่าแผงแบบอยู่กับที่ร้อยละ 13.61 เนื่องจากแผงมีการรับรังสีแสงอาทิตย์ตลอดเวลาจากการติดตามดวงอาทิตย์ส่งผลให้กระแสไฟฟ้าเฉลี่ยที่ได้สูง ต่างกับแผงแบบอยู่กับที่ที่รับรังสีแสงอาทิตย์บางช่วงเวลา 11.30-13.30 น. เท่านั้น





ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับอุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

#### ผลการเปลี่ยนแปลงของกำลังไฟฟ้ากับอุณหภูมิ

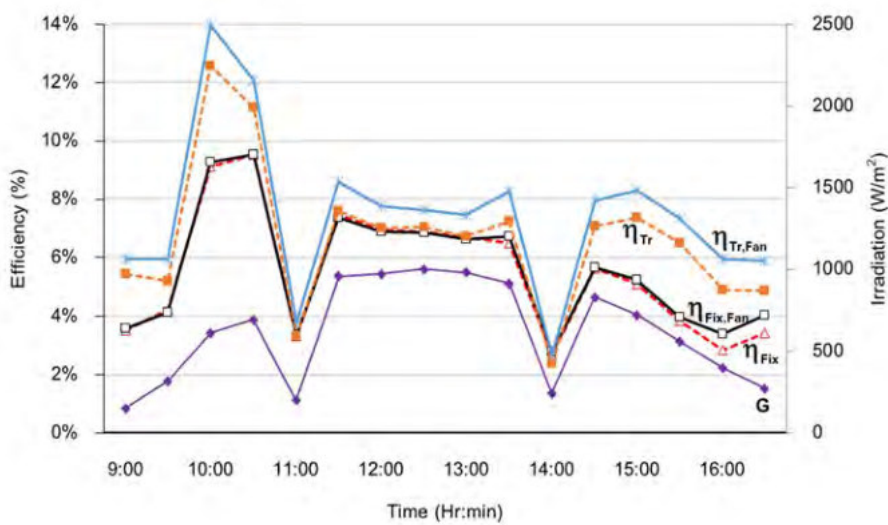


ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานไฟฟ้ากับอุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

จากภาพที่ 6 เมื่อ  $T_{Fix}$  คือ อุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่  $T_{Fix,Fan}$  คือ อุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่ติดพัดลมระบายความร้อน  $T_a$  คือ อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม  $P_{Fix}$  คือ พลังงานไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่ และ  $P_{Fix,Fan}$  คือ กำลังไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่ติดพัดลมระบายความร้อน ในขณะที่  $T_{Tr}$  คือ อุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตามดวงอาทิตย์  $T_{Tr,Fan}$  คือ อุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ติดตามดวงอาทิตย์ติดพัดลมระบายความร้อน  $P_{Tr}$  คือ กำลังไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตามดวงอาทิตย์ และ  $P_{Tr,Fan}$  คือ กำลังไฟฟ้าของแผง

เซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตามดวงอาทิตย์ติดตั้งพัฒนาระบายความร้อน จากผลการทดลองที่ผ่านมาดังภาพที่ 4 และ ภาพที่ 5 ส่งผลต่อกำลังไฟฟ้าดังสมการที่ 1 โดยพบว่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยจะสูงสุดสำหรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตามดวงอาทิตย์และติดตั้งพัฒนาระบายความร้อน โดยมีกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 8.12 วัตต์ เนื่องจากการลดลงของอุณหภูมิจากพัฒนาระบายความร้อนทำให้แรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น อีกทั้งแผงดังกล่าวยังติดตั้งตามดวงอาทิตย์ตลอดทำให้แผงได้รับความเข้มรังสีสูงสุดตลอดเวลาจึงส่งผลให้กระแสไฟฟ้าเฉลี่ยที่ได้สูง ทำให้ได้กำลังไฟฟ้าที่สูงที่สุดจากทั้งหมด 4 แผง และกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยที่ได้ต่ำสุดที่ 6.21 วัตต์ ได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่และไม่มีพัฒนาระบายความร้อน มีผลจากอุณหภูมิของแผงที่สูงกว่าทำให้ได้แรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยที่ต่ำกว่า และแผงไม่ได้รับความเข้มรังสีตลอดทั้งวัน ทำให้กระแสไฟฟ้าเฉลี่ยที่ได้ต่ำ จึงส่งผลให้กำลังไฟฟ้าต่ำไปด้วย ซึ่งตรงข้ามกับกับแผงที่ติดตามดวงอาทิตย์และติดตั้งพัฒนาระบายความร้อนนั่นเอง

**ผลการเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพกับความเข้มรังสีแสงอาทิตย์**



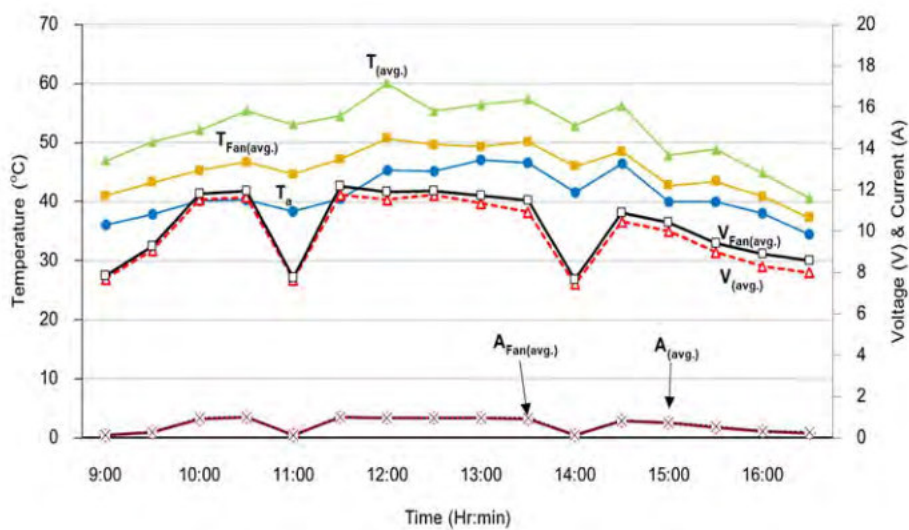
ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพกับความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

จากภาพที่ 7 เมื่อ G คือ ค่าความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์  $\eta_{Fix}$  คือ ประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่  $\eta_{Fix,Fan}$  คือ ประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่ติดตั้งพัฒนาระบายความร้อน และในขณะที่  $\eta_{Tr}$  คือ ประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตามดวงอาทิตย์  $\eta_{Tr,Fan}$  คือ ประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตามดวงอาทิตย์ติดตั้งพัฒนาระบายความร้อน พบว่าประสิทธิภาพเฉลี่ยของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่และไม่มีพัฒนาระบายความร้อนได้ประสิทธิภาพเฉลี่ยต่ำที่สุดร้อยละ 5.49 แตกต่างกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตามดวงอาทิตย์ติดตั้งพัฒนาระบายความร้อนให้ประสิทธิภาพเฉลี่ยดีที่ร้อยละ 7.47 จากทั้งหมด 4 แผง โดยที่ตัวแปรที่มีผลโดยตรงกับประสิทธิภาพ คือ กำลังไฟฟ้าและความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ ตามสมการที่ 2 นี้ ที่ความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์เท่ากัน การที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่และไม่มีพัฒนาระบายความร้อนมีประสิทธิภาพต่ำเนื่องจากแผงได้รับอุณหภูมิสูงตลอดเวลาเกิดการสะสมความร้อนจะส่งผลให้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ลดลงถึงแม้อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นจะส่งผลให้แถบช่องว่างของสารกึ่งตัวนำลดลงทำให้อิเล็กตรอนและโฮลเคลื่อนที่จับคู่กันได้มากทำให้ผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากขึ้น แต่ในขณะเดียวกันที่แถบช่องว่างสารกึ่งตัวนำลดลงส่งผลทำให้แรงดันไฟฟ้าลดลงด้วยจึงส่งผลให้กำลังไฟฟ้าลดลง ส่งผลให้ประสิทธิภาพของแผงลดลง [9] นอกจากนี้อิทธิพล

ของอุณหภูมิและความเข้มรังสีอาทิตย์ที่มีผลต่อประสิทธิภาพการผลิตกำลังไฟฟ้า อีกปัจจัยคือการลดความร้อนของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยการระบายความร้อนด้วยพัดลมให้อุณหภูมิแผงลดลง เป็นการเพิ่มอัตราการไหลใต้แผงทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อน ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการไหลเวียนของอากาศตลอดเวลา [5] จึงทำให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตามดวงอาทิตย์ติดพัดลมระบายความร้อนให้กำลังไฟฟ้าสูงสุด จึงส่งผลให้ประสิทธิภาพของแผงสูงที่สุดตามไปด้วยจากทั้งหมด 4 แผง

### ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์เมื่อติดตั้งระบบติดตามดวงอาทิตย์ และพัดลมระบายความร้อน

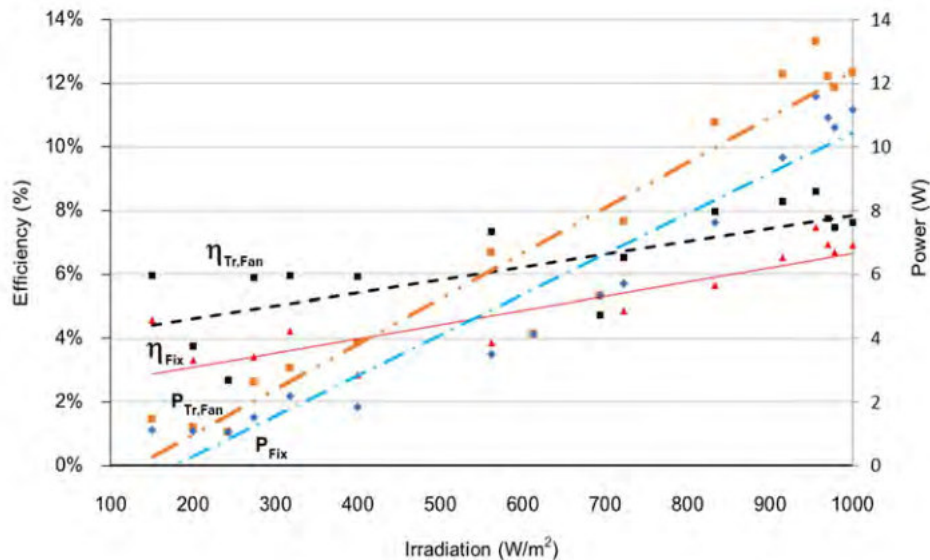
การทดลองแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 4 แผง แบบอยู่กับที่ แบบอยู่กับที่ติดพัดลมระบายความร้อน แบบติดตามดวงอาทิตย์ และ แบบติดตามดวงอาทิตย์ติดพัดลมระบายความร้อน ทดสอบพร้อมกัน ช่วงเวลา 9:00-16:30 น. แสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิมีผลต่อแรงดันไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้ โดยแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยของแผงที่ไม่มีพัดลมระบายความร้อนจะต่ำที่สุด ที่ 9.89 โวลต์ แต่ถ้าทำการติดพัดลมเพื่อระบายความร้อนให้กับแผงที่อยู่กับที่ทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของแผงลดลง 6.60 °C จึงส่งผลให้ผลิตแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยได้ 10.24 โวลต์ มากกว่าแผงที่ไม่ติดพัดลมระบายความร้อนถึงร้อยละ 3.57 ดังภาพที่ 8 เมื่อ  $T_{(avg)}$  คือ อุณหภูมิเฉลี่ยของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ไม่ติดพัดลมระบายความร้อน  $T_{Fan(avg)}$  คือ อุณหภูมิเฉลี่ยของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดพัดลมระบายความร้อน  $V_{(avg)}$  คือ แรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ไม่ติดพัดลมระบายความร้อน  $V_{Fan(avg)}$  คือ แรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดพัดลมระบายความร้อน  $A_{(avg)}$  คือ กระแสไฟฟ้าเฉลี่ยของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ไม่ติดพัดลมระบายความร้อน และ  $A_{Fan(avg)}$  คือ กระแสไฟฟ้าเฉลี่ยของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดพัดลมระบายความร้อน



ภาพที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย กระแสไฟฟ้าเฉลี่ย กับอุณหภูมิเฉลี่ยของแผงที่ติดพัดลม และไม่ติดพัดลม

เมื่อทำการติดตั้งระบบติดตามดวงอาทิตย์และติดพัดลมระบายความร้อนให้กับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ดังภาพที่ 9 ก็จะทำให้แผงผลิตแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าได้สูงที่สุดจากผลการทดลองของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตามดวงอาทิตย์ติดพัดลมระบายความร้อน ส่งผลให้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยที่ได้สูงตามไปด้วยที่ 8.12 วัตต์ ขณะที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่และไม่มีการระบายความร้อนด้วยพัดลมระบายความร้อนได้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยที่ 6.21 วัตต์ ซึ่งต่ำกว่าร้อยละ 23.52 เมื่อพลังงาน

ไฟฟ้าเฉลี่ยของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตามดวงอาทิตย์ติดตั้งพัฒนาซึ่งเป็นแผงที่ให้พลังงานไฟฟ้าที่สูงที่สุดจากทั้งหมด 4 แผง จึงส่งผลให้ประสิทธิภาพเฉลี่ยของแผงดังกล่าวสูงที่สุด ที่ร้อยละ 7.47 ซึ่งสูงกว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอยู่กับที่และไม่ติดตั้งลมระบายความร้อนถึงร้อยละ 36



ภาพที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้า ประสิทธิภาพของแผงแบบอยู่กับที่ และแผงแบบติดตามดวงอาทิตย์ติดตั้งพัฒนา

### สรุปผลการวิจัย

ตัวแปรที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ได้แก่ อุณหภูมิ และความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ อุณหภูมิส่งผลโดยตรงต่อแรงดันไฟฟ้า แต่อุณหภูมิจะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้า และเมื่อมีการติดตั้งระบบติดตามดวงอาทิตย์ให้กับแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะมีผลต่อกระแสไฟฟ้าโดยตรงเนื่องจากแผงจะรับรังสีแสงอาทิตย์ตลอดเวลา ทำให้ทราบว่าค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์มีผลโดยตรงต่อกระแสไฟฟ้า การที่ติดตั้งลมระบายความร้อนให้กับแผงเพื่อลดอุณหภูมิจะทำให้ได้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยร้อยละ 0.74 ในขณะที่ให้แผงติดตามดวงอาทิตย์จะได้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยร้อยละ 16.85 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์มีผลมากกว่าการลดอุณหภูมิของแผง ดังนั้นถ้ามีการติดตั้งระบบติดตามดวงอาทิตย์ให้กับแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะได้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยสูงกว่าแผงแบบอยู่กับที่ และถ้ามีการติดตั้งลมระบายความร้อนเพิ่มให้กับแผงที่ติดตามดวงอาทิตย์ก็จะทำให้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยสูงกว่าเดิม จึงส่งผลให้ประสิทธิภาพสูงและดีที่สุดในเรื่องอุณหภูมิที่ลดลงทำให้แรงดันไฟฟ้าสูงขึ้น และการติดตามดวงอาทิตย์ทำให้แผงรับรังสีอาทิตย์ตลอดส่งผลให้แรงดันไฟฟ้าสูง ทำให้ผลิตกำลังไฟฟ้าได้สูง

### ข้อเสนอแนะ

นอกจากการติดตั้งลมระบายความร้อนเพื่อให้อุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ลดลงแล้ว วิธีการที่จะทำให้อุณหภูมิของแผงลดลงอาจจะทำการติดตั้งครีบบระบายความร้อนเพื่อให้อุณหภูมิของแผงลดลงได้เช่นกัน ซึ่งอาจจะต้องทำการวิจัยเพื่อเก็บข้อมูล มาทำการวิเคราะห์ผลเมื่อทำการติดตั้งครีบบระบายความร้อน และในส่วนของงานนำไปประยุกต์ใช้ในงานเชิง

พานิชย์นั้น จะต้องมีการศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่อง และมองในด้านการลงทุน และจุดคุ้มทุนซึ่งจะได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมในลำดับต่อไป

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ จิรวัดณ์ สิตรานนท์ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ที่เอื้อเฟื้ออุปการะการทดลองและอำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ ในการทำวิจัยครั้งนี้

### เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. (2542). **แผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์จากข้อมูลดาวเทียมสำหรับประเทศไทย**, กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ : จีรังซ์ซด์.
- [2] สิทธิชัย จินะวงษ์, น่านนที กัลยา, และเสาวลักษณ์ ชัยยีน. (2556). ระบบติดตามแสงอาทิตย์แบบสองแกนด้วยการปรับสมดุลระดับน้ำ. **วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม**. 9 (3), 151.
- [3] ไพโรจน์ ทองประศรี. (2561). การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์และพิคัดของโหลดสำหรับติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ. **วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชมงคลธัญบุรี**, 97.
- [4] Barsoum, N. (2011). Fabrication of dual-axis solar tracking controller project. **Intelligent Control and Automation**, 2, 57-68.
- [5] ธนิต เรืองรุ่งชัยกุล, และวัชรวิษณุ เจียรวรรณ. (2558). ระบบติดตามดวงอาทิตย์แบบสองแกนราคาถูสำหรับบ้านพลังงานแสงอาทิตย์, ใน **การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการรูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 8 ประจำปี 2558**, 8, 4-6 พฤศจิกายน 2558, ณ อาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์ อ่างทองคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี. ปทุมธานี
- [6] กฤษณา นามวงษ์, พิษณุพงศ์ พันธน์ราพงศ์, และตั้งเฮง ยนต์สถิตย์กุล. (2562). การประเมินสมรรถนะการถ่ายเทความร้อนของแผงโซลาร์เซลล์โดยการใช้พัลลภระบายความร้อนแบบอัตโนมัติ, ใน **การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 33 ประจำปี 2562**, 2, วันที่ 2-5 กรกฎาคม 2562 จังหวัดอุดรธานี.
- [7] นครินทร์ รินพล (2560). **คู่มือการออกแบบระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เบื้องต้น**, สำนักพิมพ์ znakar in
- [8] ธนฉัตร ลังกาดี และ อรรถกร อาสนาคำ (2560). การประเมินสมรรถนะโมดูลเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาในกรณีที่มีและไม่มีการระบายความร้อนด้วยอากาศ. **วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่**, 23, 3 (ก.ย.-ธ.ค. 2559), 130-141
- [9] Deethavat, Sun, V., Asanakham, T., & Kiatsirirot, A. (2016) Numerical and experimental studies on phase change material for reducing PV module temperature. **The International Conference on Advance Manufacturing Technology and Applied Energy 2016 (AMTAE 2016)**, August 22-23, Ho Chi Minh City, Vietnam.
- [10] สมชาติ บุญศรี, สุพิชัย แสงสุวรรณ, และอิทธิพล หินดี. (2560). การศึกษาเทคนิคการลดอุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยใช้ระบบระบายความร้อนด้วยน้ำที่แตกต่างกัน, **รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 4 สถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร**, 22 ธันวาคม 2560, 391-397