

การระบายความร้อนด้วยน้ำที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของแผงโฟโตโวลตาอิกชนิดผลึกเดี่ยวและชนิดอะมอร์ฟัส

Water cooling effecting on the efficiency of monocrystalline and amorphous photovoltaic modules

ประภาพิทธิย์ บุญหล้า¹, นุชิดา สุวแพทย^{2*}
Prapapit Boonla¹, Nuchida Suwapaet^{2*}

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาผลของการระบายความร้อนบนผิวหน้าแผงต่อประสิทธิภาพของแผงโฟโตโวลตาอิก ซึ่งได้ทำการทดสอบด้วยการพ่นน้ำบนผิวหน้าแผงโฟโตโวลตาอิก 2 ชนิด คือ แผงชนิดผลึกเดี่ยวซิลิกอนขนาด 40 วัตต์ และแผงชนิดอะมอร์ฟัสขนาด 40 วัตต์ ในแต่ละการทดสอบประกอบไปด้วยแผงควบคุม คือแผงที่ทำงานในสภาวะปกติ และแผงทดสอบ คือแผงที่ติดตั้งระบบพ่นน้ำ จากข้อมูลพบว่า น้ำสามารถลดอุณหภูมิในการทำงานของแผงได้เป็นอย่างดี โดยจากการทดสอบของแผงชนิดผลึกเดี่ยวซิลิกอนและแผงชนิดอะมอร์ฟัสนั้น อุณหภูมิของแผงทดสอบมีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับแผงควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 28.66 และร้อยละ 36.59 ตามลำดับ และจากการลดอุณหภูมิของแผงด้วยวิธีการพ่นน้ำบนผิวหน้าของแผงในแต่ละการทดสอบพบว่า มีผลต่อประสิทธิภาพในการทำงานของแผง เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างแผงควบคุมและแผงทดสอบ พบว่าแผงทดสอบจากการทดสอบแผงชนิดผลึกเดี่ยวซิลิกอนและแผงชนิดอะมอร์ฟัสมีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นเท่ากับร้อยละ 10.05 และร้อยละ 7.74 ตามลำดับ

คำสำคัญ : แผงโฟโตโวลตาอิก, ประสิทธิภาพ, ลดอุณหภูมิ

Abstract

This research was aimed to study the effect of applying the cooling system on the front surface to the efficiency of photovoltaic (PV) module. The spraying water on the front surface of PV modules experiments were carried out for different types of module, 40-watts monocrystalline silicon and 40-watts amorphous silicon. In each experiment, there were the controlled module which was the module that operated in the normal condition and the tested module which was the module that installed the spraying water system. The results showed that water could successfully reduce the working temperature of the modules. In the experiments, the temperature of the tested modules were lower that of the controlled modules in the average of 28.66% and 36.59% for monocrystalline experiment and amorphous experiment, respectively. Moreover, the temperature reduction using spraying water system affected the module efficiencies. The comparison of the efficiency between the controlled module and the tested module was carried out. The results showed that

¹ นิสิตปริญญาโท, ² อาจารย์ ห้องวิจัยพลังงานชีวภาพและทรัพยากรหมุนเวียน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

¹ Graduate student, ² Lecturer, Bio-Energy and Renewable Resources Research Unit, Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kamrieng, Kantarawichai, Maha Sarakham, 44150, Thailand.

* Corresponding author: Nuchida Suwapaet, email: nuchida1@gmail.com, Bio-Energy and Renewable Resources Research Unit, Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kamrieng, Kantarawichai, Maha Sarakham, 44150, Thailand.

the increase in efficiencies of the tested modules in monocrystalline and amorphous experiments were 10.05% and 7.74% in average, respectively.

Keywords: photovoltaic module, efficiency, temperature reduction

บทนำ

เมื่อพิจารณาลักษณะการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์หรือแผงโฟโตโวลตาอิกพบว่า เซลล์แสงอาทิตย์จะมีประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าสูงสุดในช่วงเวลาที่มิมีแสงแดดมาก แต่เนื่องจากพลังงานแสงอาทิตย์จะทำให้เกิดความร้อนขึ้นที่บริเวณพื้นผิวรับแสง และสะสมอยู่ในโลหะที่ใช้ทำเป็นส่วนประกอบของโครงสร้างของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เมื่อเซลล์แสงอาทิตย์มีอุณหภูมิสูงขึ้น การผลิตแรงดันไฟฟ้าจะมีค่าลดลงมีผลทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ลดลง¹ ในปัจจุบันมีโฟโตโวลตาอิกมากมายหลายชนิด แต่ที่มีการผลิตออกมาใช้งานอย่างแพร่หลายมีอยู่ 2 ชนิดหลัก คือ crystalline silicon และ thin film ปริมาณสัดส่วนในท้องตลาดนั้น ชนิด crystalline silicon ถือครองอยู่ถึง 85 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ ชนิด thin film นั้นมีสัดส่วนอยู่ที่ 15 เปอร์เซ็นต์ ข้อได้เปรียบของชนิด mono-crystalline silicon คือ ประสิทธิภาพที่สูงถึง 15 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ชนิด amorphous silicon (thin film) นั้น ถึงแม้ว่าจะมีประสิทธิภาพที่ต่ำกว่า แต่มีความทนทานในการใช้งานในสภาพอุณหภูมิสูงได้ดีกว่า¹

จากงานวิจัยของ Saengprajak² พบว่าการใช้งานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด c-Si และ mc-Si ในช่วงอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส จะทำให้แรงดันไฟฟ้าวางจรเปิดลดลงอย่างรวดเร็ว และการใช้งานแผงทั้งสองชนิดในช่วงอุณหภูมิ 55 ถึง 65 องศาเซลเซียส จะทำให้แรงดันไฟฟ้าวางจรเปิดที่ได้ ลดลงไปจากผู้ที่ผลิตไว้ 22 ถึง 25 เปอร์เซ็นต์

ในงานวิจัยของ Krauter³ พบว่าการสะท้อนของแสงของรังสีดวงอาทิตย์จะทำให้การผลิตไฟฟ้าของโมดูลเซลล์แสงอาทิตย์ลดลงประมาณ 8-15 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้เมื่ออุณหภูมิของเซลล์โมดูลสูงขึ้นที่ร้อยละ 0.4 ต่อองศาเคลวิน ทำให้แรงดันไฟฟ้าและพลังงานลดลงสำหรับแผงโซลาร์เซลล์ชนิด Single และ Multi-crystalline silicon ในงานวิจัยนี้ได้ชี้ให้เห็นการระบาย

ความร้อนของแผง ซึ่งนอกจากจะช่วยรักษาความสะอาดของพื้นผิวแล้ว น้ำยังช่วยลดการสะท้อนของแสงถึง 2.0-3.6 เปอร์เซ็นต์ จากผลการทดลองพบว่า น้ำสามารถลดอุณหภูมิของเซลล์ได้ถึง 22 องศาเซลเซียส และสามารถเพิ่มผลผลิตทางไฟฟ้าได้ 10.3 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการศึกษาศักยภาพในการทำงานของแผงชนิด a-Si และ mc-Si ในสภาวะกลางแจ้งในงานวิจัยของ Minemoto et al.⁴ พบว่า ค่าพลังงานได้จากแผงชนิด a-Si จะขึ้นอยู่กับการกระจายตัวของค่าความเข้มรังสีแสงเป็นหลัก และแผงชนิด mc-Si นั้นค่าพลังงานที่ได้จะขึ้นอยู่กับค่าอุณหภูมิในการทำงานเป็นหลัก

ในงานวิจัยของ Abdolzadeh and Ameri⁵ ได้ทดลองฉีดพ่นน้ำบนแผงแสงอาทิตย์ในระบบปั้มน้ำเพื่อการเกษตร ซึ่งผลที่ได้เมื่อเปรียบเทียบกับระบบเดิมพบว่าพลังงานที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีการฉีดพ่นน้ำบนเซลล์จะมีค่าเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ได้มีความพยายามในการเพิ่มประสิทธิภาพของแผงโฟโตโวลตาอิกสำหรับใช้งานในระบบชลประทาน⁶ ด้วยการระบายความร้อนบนผิวหน้าแผงด้วยน้ำ จากการทดสอบพบว่า การให้น้ำสัมผัสกับผิวหน้าของแผงเพื่อระบายความร้อนโดยตรงจะสามารถทำให้ประสิทธิภาพของแผงเพิ่มขึ้นได้สูงสุด 15 เปอร์เซ็นต์ ที่สภาวะค่าความเข้มรังสีแสงอาทิตย์สูงสุด

จากความพยายามมากมายที่ต้องการจะเพิ่มประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ดังที่ได้กล่าวมา ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาประสิทธิภาพในการทำงานที่เพิ่มขึ้นของแผงโฟโตโวลตาอิกจากการใช้ระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ ด้วยวิธีการพ่นน้ำเป็นละอองฝอยบนผิวหน้าแผง นอกจากนี้ยังได้มีการเปรียบเทียบประสิทธิภาพที่ดีขึ้นจากการทดสอบติดตั้งระบบระบายความร้อนด้วยน้ำระหว่างแผงโฟโตโวลตาอิกชนิดผลึกเดี่ยวและชนิดอะมอร์ฟัสอีกด้วย

วิธีการศึกษา

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบและสร้างชุดทดสอบแบบพ่นน้ำบนผิวหน้าสำหรับแผงโฟโตโวลตาอิก โดยได้แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ชุด คือ ชุดทดสอบสำหรับแผงชนิดผลึกเดี่ยวซิลิกอนขนาด 40 วัตต์ 1 ชุด และสำหรับแผงชนิดอะมอร์ฟัสขนาด 40 วัตต์ 1 ชุด ซึ่งทั้ง 2 ชุดจะมีการออกแบบชุดทดสอบและลักษณะการทดสอบที่เหมือนกัน การทดสอบได้ดำเนินการในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 ถึง เดือนมกราคม พ.ศ. 2556 ที่บ้านขามเรียง ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม เวลาการเก็บข้อมูลในหนึ่งวันคือ 09.00 – 15.00 นาฬิกา

ในงานวิจัยนี้ มุ่งเน้นไปที่การเปรียบเทียบผลของประสิทธิภาพของแผงโฟโตโวลตาอิกที่เกิดจากการระบายความร้อนด้วยน้ำ ในส่วนของการประยุกต์ใช้งานพลังงานที่ผลิตได้นั้น จะทำการศึกษาวิจัยในลำดับต่อไป

การออกแบบกระบวนการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ

ผู้วิจัยได้ออกแบบชุดการทดสอบการระบายความร้อนบนผิวหน้าแผงแบบพ่นน้ำ ดังแสดงรายละเอียดใน Figure 1

ใน 1 ชุดการทดสอบจะประกอบไปด้วยแผงโฟโตโวลตาอิกชนิดเดียวกัน 2 แผง โดยที่แผง PV ควบคุมคือ แผงโฟโตโวลตาอิกที่ทำงานในสภาวะปกติ และแผง PV ทดสอบ คือ แผงโฟโตโวลตาอิกที่มีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ โดยระบบระบายความร้อนนี้จะใช้หัวพ่นน้ำแบบหัวฉีดสเปร์ย์ 180 องศา ซึ่งจะแตกต่างจากงานวิจัยอื่นๆ ที่ใช้ท่อเจาะรูและวางสัมผัสอยู่บนแผงโฟโตโวลตาอิก^{6,7} การออกแบบระบบระบายความร้อนด้วยน้ำในงานวิจัยนี้ จะมีโครงสร้างที่ไม่จำเป็นต้องติดตั้งบนแผง ทำให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้กับงานที่หลากหลายประเภท

วิธีการดำเนินการทดสอบ

สำหรับแผงโฟโตโวลตาอิกทั้ง 2 ชนิด จะมีขั้นตอนในการทดสอบที่เหมือนกัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- นำแผง PV ควบคุมและแผง PV ทดสอบวางในแนวเดียวกันและหันด้านหน้าแผงไปทางทิศใต้ เอียงทำมุม 16 องศา กับแนวราบ²

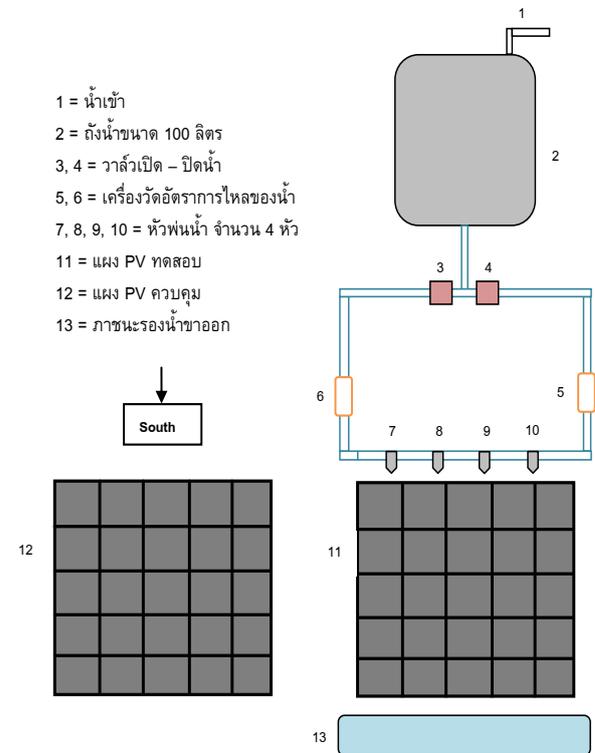


Figure 1 Layout of the experimental setup with water cooling system

- นำแผงโฟโตโวลตาอิกประกอบเข้ากับอุปกรณ์ชุดทดสอบที่เตรียมไว้สำหรับชุดทดสอบแบบพ่นน้ำ น้ำที่ใช้ในการระบายความร้อนจะถูกสูบด้วยปั๊มจากถังเก็บน้ำขึ้นไปสู่อุปกรณ์พ่นน้ำที่วางสูงจากพื้น 150 เซนติเมตร น้ำจะไหลผ่านวาล์วไปยังเครื่องวัดอัตราการไหลตามแรงโน้มถ่วงของโลก ซึ่งอัตราการไหลของน้ำจะกำหนดไว้ที่ประมาณ 2 ลิตรต่อนาที และน้ำถูกพ่นออกมาด้วยหัวพ่นน้ำ จากนั้นน้ำที่ผ่านการรับความร้อนจะไหลลงสู่ภาชนะรองน้ำและถูกสูบไปเก็บไว้ในถังเก็บน้ำด้วยปั๊มเพื่อให้น้ำเย็นตัวลงสำหรับการสูบลบกลับขึ้นไปใช้ใหม่
- นำเครื่องวัดอุณหภูมิของน้ำ ยี่ห้อ Wisco รุ่น AI2010 เชื่อมต่อกับสายเทอร์โมคัปเปิล ชนิด K และนำปลายสายเทอร์โมคัปเปิลชนิด K สัมผัสที่ผิวด้านหน้าของแผงโฟโตโวลตาอิกทั้งสองแผง

4. สำหรับการวัดกระแสไฟฟ้าและแรงดัน จะใช้มัลติมิเตอร์ ยี่ห้อ UNI-T รุ่น UT33D และใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบดิจิตอล รุ่น TPM-10 วัดค่าอุณหภูมิสภาพแวดล้อม

5. ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ในแต่ละวันของการทดสอบจะใช้ข้อมูลจากสถานีวัดค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

6. เวลาในการทดสอบและเก็บข้อมูลคือตั้งแต่เวลา 9:00 – 15:00 นาฬิกา โดยระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ จะเริ่มต้นและหยุดตามเวลาในการทดสอบ

สำหรับแผงชนิดผลึกเดี่ยว ได้ทำการเก็บข้อมูลในเดือน สิงหาคม – ตุลาคม พ.ศ. 2555 และแผงชนิดอะมอร์ฟัส ได้ทำการเก็บข้อมูลในเดือนพฤศจิกายน – ธันวาคม พ.ศ. 2555

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล จะพิจารณาค่ากำลังไฟฟ้าและค่าประสิทธิภาพที่ได้จากแผง PV ควบคุมและแผง PV ทดสอบ โดยใช้สูตรในการคำนวณ ดังต่อไปนี้

1. กำลังไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์

$$P=I \cdot V \quad (1)$$

P แทน กำลังไฟฟ้า (วัตต์)

V แทน ความต่างศักย์ (โวลต์)

I แทน กระแสไฟฟ้า (แอมป์)

2. การคำนวณหาประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

$$\eta = \frac{P}{A \cdot G} \quad (2)$$

η แทน ประสิทธิภาพของแผง

G แทน ความเข้มรังสีอาทิตย์ (วัตต์ต่อตารางเมตร)

A แทน พื้นที่รับแสงของแผง (ตารางเมตร)

จากข้อมูลที่ได้ จะทำการเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพ และค่าอุณหภูมิในการทำงานระหว่างแผง PV ควบคุมและแผง PV ทดสอบ เพื่อวิเคราะห์ผลจากการทดสอบใช้ระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ

ผลการทดสอบและวิจารณ์

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบมาเฉลี่ยและนำเสนอในงานวิจัย

ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์จากการทดสอบและอุณหภูมิแวดล้อมของทั้งสองชุดการทดสอบ ได้แสดงดัง Figure 2 จากข้อมูลพบว่า เมื่อเปรียบเทียบกันแล้วค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ในช่วงเวลาของการทดสอบสำหรับชุดทดสอบแผงชนิดผลึกเดี่ยวซิลิกอนจะมีค่าสูงกว่าแผงชนิดอะมอร์ฟัส ซึ่งทำให้ค่าอุณหภูมิแวดล้อมมีค่าสูงกว่าเช่นเดียวกัน โดยค่าเฉลี่ยของค่าความเข้มรังสีอาทิตย์และค่าอุณหภูมิแวดล้อมในการทดสอบแผง

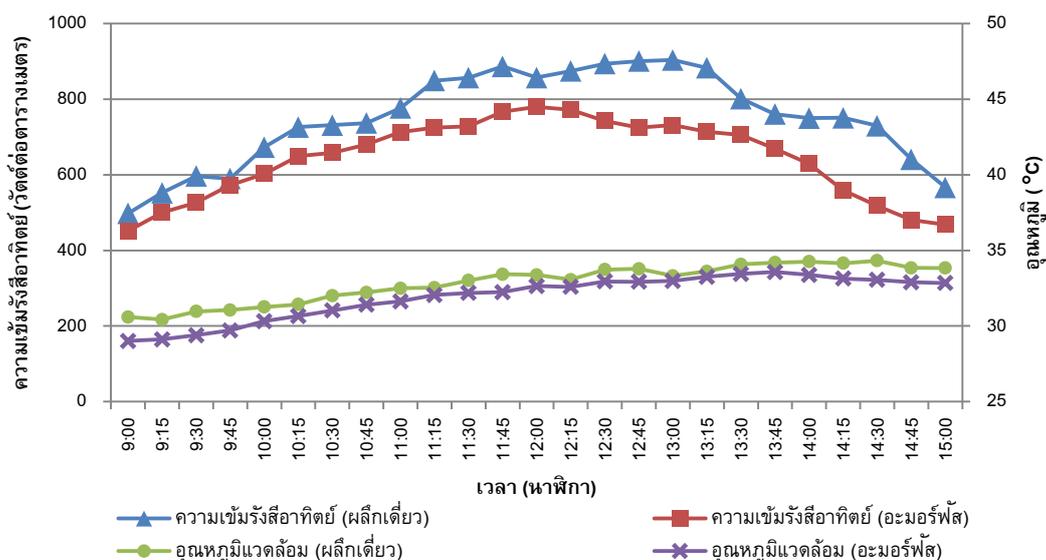


Figure 2 The solar radiation and environment temperature during the testing time

ผลึกเดี่ยวมีค่าเท่ากับ 75.1.5 วัตต์ต่อตารางเมตร และ 32.8 องศาเซลเซียส และในการทดสอบแผงอะมอร์ฟัสมีค่าเท่ากับ 64.2.8 วัตต์ต่อตารางเมตร และ 31.9 องศาเซลเซียส

ใน Figure 3 จะเป็นการแสดงค่าอุณหภูมิของแผง PV ควบคุมและแผง PV ทดสอบ โดยการพิจารณาค่าความแตกต่างของอุณหภูมิ จะเกิดจากการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิของแผงระหว่างแผงควบคุมและแผงทดสอบและแสดงในรูปของร้อยละ ซึ่งพบว่าจากการทดสอบทั้ง 2 แบบ แผงจะมีอุณหภูมิสูงในช่วงเวลาเที่ยงวัน และค่าอุณหภูมิของแผง PV ควบคุมจะมีค่าสูงกว่าตลอดระยะเวลาในการทดสอบ ในการทดสอบแผงผลึกเดี่ยว แผง PV ควบคุมจะมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิเท่ากับ 43.31 องศาเซลเซียสและแผง PV ทดสอบจะมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิเท่ากับ 30.79 องศาเซลเซียส ซึ่งตลอดระยะเวลาในการทดสอบนั้นแผง PV ทดสอบจะมีอุณหภูมิต่ำกว่ากว่าแผง PV ควบคุมโดยเฉลี่ยร้อยละ 28.66

สำหรับการทดสอบแผงอะมอร์ฟัสนั้น แผง PV ควบคุมจะมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิเท่ากับ 48.18 องศาเซลเซียสและแผง PV ทดสอบจะมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิเท่ากับ 30.53 องศาเซลเซียส ซึ่งตลอดระยะเวลาใน

การทดสอบ แผง PV ทดสอบจะมีอุณหภูมิต่ำกว่าแผง PV ควบคุมโดยเฉลี่ยร้อยละ 36.59

การที่อุณหภูมิของแผง PV ควบคุมชนิดอะมอร์ฟัสมีค่าสูงกว่า แผง PV ควบคุมชนิดผลึกเดี่ยวแม้ว่าค่าความเข้มรังสีอาทิตย์มีค่าต่ำกว่านั้น (Figure 2) อาจเนื่องมาจากการที่แผงอะมอร์ฟัสมีพื้นที่ในการรับแสงที่มากกว่าแผงผลึกเดี่ยว ทำให้เกิดความร้อนสะสมที่มากกว่า ซึ่งพื้นที่รับแสงของแผงผลึกเดี่ยวมีค่าเท่ากับ 0.2655 ตารางเมตร และพื้นที่รับแสงของแผงอะมอร์ฟัสมีค่าเท่ากับ 0.7844 ตารางเมตร

นอกจากนี้ ยังจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิของแผง PV ทดสอบของแผงชนิดผลึกเดี่ยวและอะมอร์ฟัส มีลักษณะแนวโน้มของเส้นกราฟที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจเกิดจากผลของค่าความเข้มรังสีอาทิตย์และพื้นที่รับแสง จาก Figure 2 พบว่า ตั้งแต่เวลา 12:00 นาฬิกา เป็นต้นไป ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ของแผงชนิดผลึกเดี่ยวมีค่าผันผวน ไม่สม่ำเสมอ ประกอบกับการที่แผง PV ทดสอบทั้งสองชนิดมีการระบายความร้อนด้วยน้ำเหมือนกัน แต่พื้นที่ในการรับแสงของแผงชนิดผลึกเดี่ยวมีค่าที่น้อยกว่า จึงอาจทำให้หลังจากช่วงเวลาดังกล่าว อุณหภูมิของแผง PV ทดสอบชนิดผลึกเดี่ยวมีค่าต่ำกว่าแผง PV ทดสอบชนิดอะมอร์ฟัสเล็กน้อย

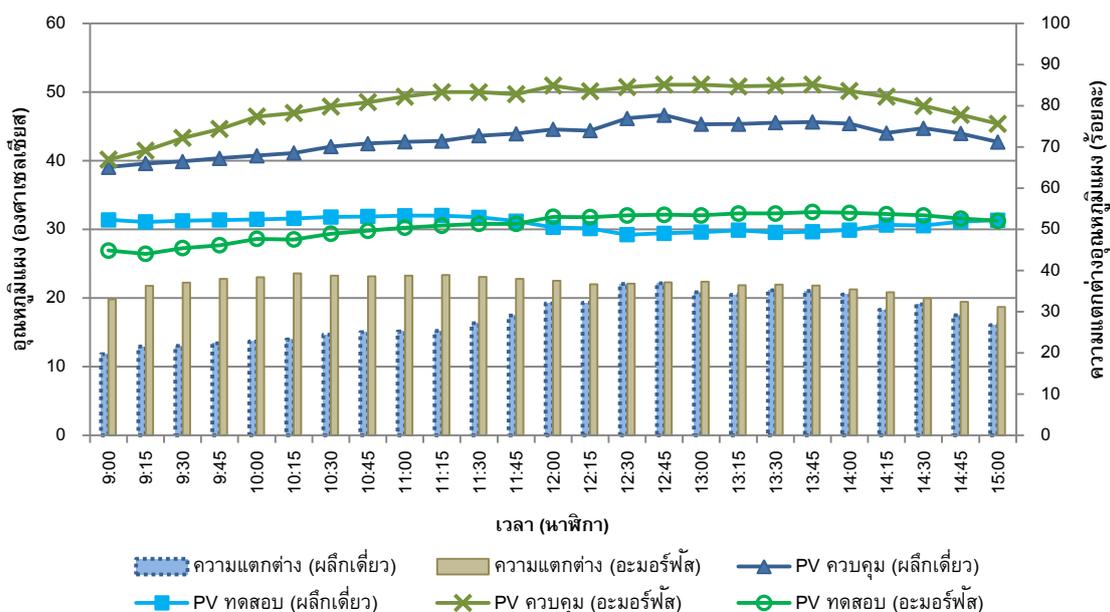


Figure 3 The module temperature and the temperature differences between the controlled and tested modules during the testing time

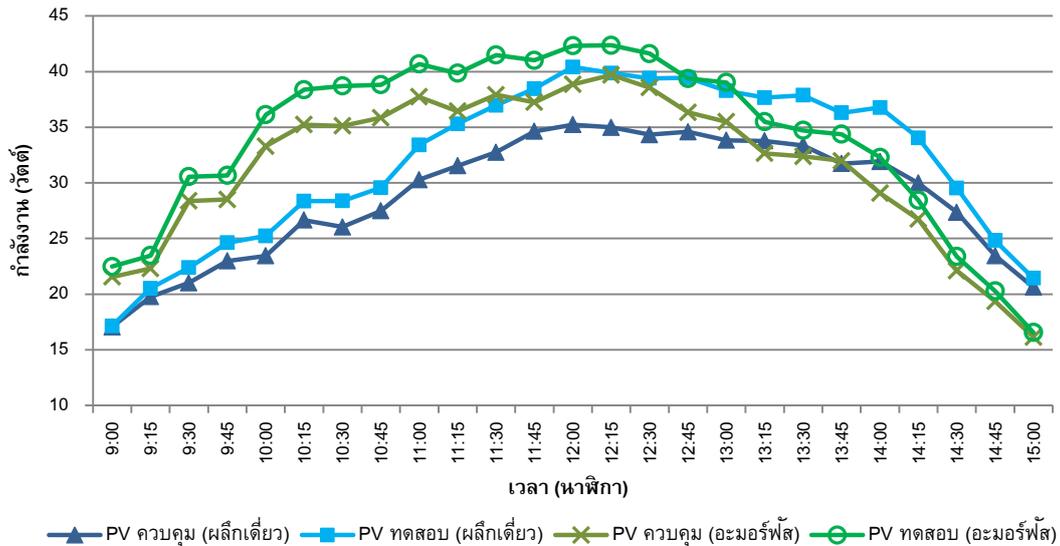


Figure 4 The produced power output from the controlled and tested modules during the testing time

สำหรับกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงโฟโตโวลตาอิก คำนวณได้จากสมการที่ 1 ซึ่งจากข้อมูลพบว่า (Figure 4) แผง PV ทดสอบจากชุดทดสอบทั้งสองแบบ สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้มากกว่าแผง PV ควบคุม โดยแผงอะมอร์ฟัสจะมีค่ากำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้มากกว่าแผงผลึกเดี่ยวในช่วงเช้า แต่จะมีค่าต่ำกว่าเล็กน้อยในช่วงบ่าย ในการทดสอบแบบแผงผลึกเดี่ยวนั้น กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผง PV ควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.75 วัตต์ และค่าที่ได้จากแผง PV ทดสอบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.85 วัตต์ ส่วนการทดสอบแบบแผงอะมอร์ฟัส กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผง PV ควบคุมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.56 วัตต์ และค่าที่ได้จากแผง PV ทดสอบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.10 วัตต์

เมื่อพิจารณาข้อมูลอุณหภูมิของแผงร่วมกับข้อมูลกำลังงานที่ผลิตได้จากแผง พบว่าแผง PV ควบคุมที่มีอุณหภูมิของแผงสูงกว่า จะมีค่ากำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่ำกว่าแผง PV ทดสอบ ซึ่งหมายความว่าอุณหภูมิของแผงมีผลต่อความสามารถในการผลิตกำลังไฟฟ้าของแผง เมื่ออุณหภูมิของแผงสูงขึ้นจะส่งผลให้กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงมีค่าลดลง นอกจากนี้ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ที่มากกว่า (Figure 2) ส่งผลให้ชุดทดสอบแผงผลึกเดี่ยวผลิตกำลังไฟฟ้าได้มากกว่าชุดทดสอบแผงอะมอร์ฟัส

ค่าประสิทธิภาพของแผงที่คำนวณจากสมการที่ 2 ได้แสดงไว้ดัง Figure 5 ซึ่งพื้นที่รับแสงของแผงผลึก

เดี่ยวนั้นมีค่าเท่ากับ 0.2655 ตารางเมตร และพื้นที่รับแสงของแผงอะมอร์ฟัสมีค่าเท่ากับ 0.7844 ตารางเมตร จากข้อมูลพบว่า จากการทดสอบทั้ง 2 แบบนั้น แผง PV ทดสอบจะมีค่าประสิทธิภาพมากกว่าแผง PV ควบคุม โดยแผงผลึกเดี่ยวนั้นจะมีค่าประสิทธิภาพสูงกว่าแผงอะมอร์ฟัสอย่างชัดเจน ทั้งนี้เนื่องมาจากพื้นที่ในการรับแสงของแผงแบบอะมอร์ฟัสมีค่ามากกว่า ในขณะที่กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้นั้นมีค่าใกล้เคียงกัน

สำหรับชุดทดสอบแบบผลึกเดี่ยว ค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยของแผง PV ควบคุมและแผง PV ทดสอบ มีค่าเท่ากับร้อยละ 14.34 และ 15.81 ตามลำดับ โดยที่แผง PV ทดสอบจะมีค่าประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 10.05 และสำหรับชุดทดสอบแบบอะมอร์ฟัส ค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยของแผง PV ควบคุมและแผง PV ทดสอบ มีค่าเท่ากับร้อยละ 6.21 และ 6.70 ตามลำดับ โดยที่แผง PV ทดสอบจะมีค่าประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 7.74

เมื่อเปรียบเทียบผลของประสิทธิภาพจากการทดสอบระบายความร้อนด้วยน้ำในลักษณะที่ใกล้เคียงกันของแผงชนิดผลึกเดี่ยว^{5,6} พบว่าค่าประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 10.05 ในงานวิจัยนี้ จะมีค่าสูงกว่างานของ Abdolzadeh and Ameri⁵ ที่ร้อยละ 3.26 ในขณะเดียวกัน ประสิทธิภาพโดยรวมของแผงทดสอบที่ร้อยละ 15.81 มีค่าใกล้เคียงกันกับการทดสอบของ Odeh and Behnia⁶ ที่ร้อยละ 15

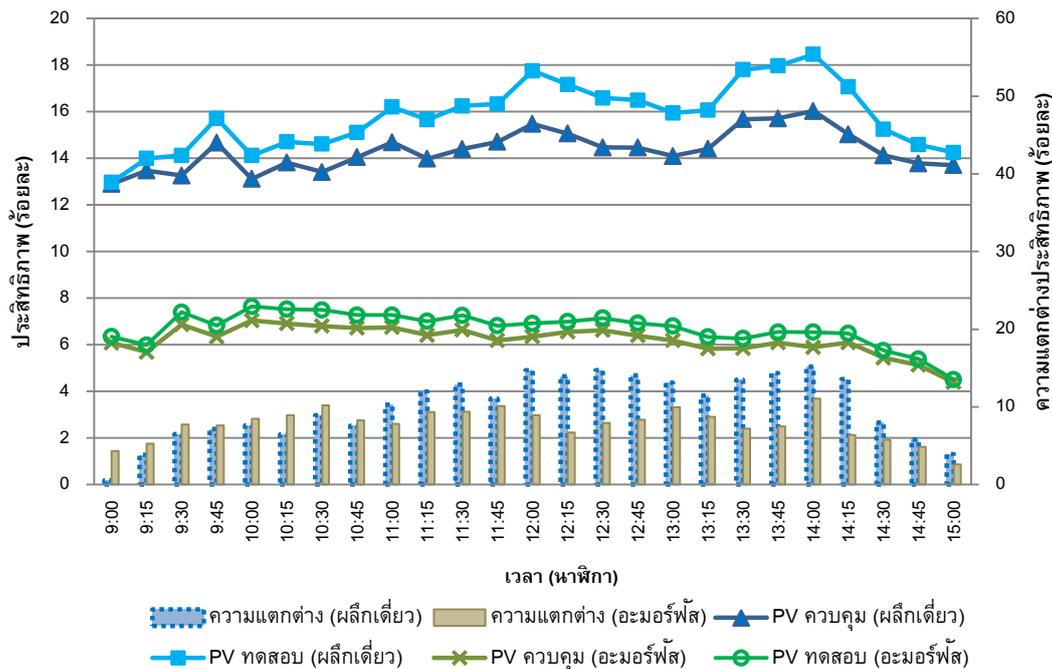


Figure 5 The module efficiencies and efficiency comparison between controlled and tested modules during the testing time

มีรายงานวิจัยที่ได้ศึกษาการทำงานของแผงโฟโตโวลตาอิกชนิดอะมอร์ฟัสภายใต้สภาวะกลางแจ้ง^{4,7} สรุปได้ว่า ประสิทธิภาพของแผงชนิดอะมอร์ฟัสจะขึ้นอยู่กับค่าความเข้มแสงเชิงสเปกตรัม (solar spectral irradiance) มากกว่าอุณหภูมิในการทำงานของแผง จากเหตุผลดังกล่าว ค่าประสิทธิภาพระหว่างแผง PV ควบคุมและแผง PV ทดสอบของชุดทดสอบแผงชนิดอะมอร์ฟัสจึงมีค่าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย

สรุปผล

จากการศึกษาประสิทธิภาพของแผงโฟโตโวลตาอิกชนิดผลึกเดี่ยวและชนิดอะมอร์ฟัสเมื่อมีระบบระบายความร้อนบนผิวหน้าแผง พบว่าอุณหภูมิของแผงมีผลต่อค่าประสิทธิภาพของแผง กล่าวคือ เมื่ออุณหภูมิของแผงมีค่าสูงขึ้น กำลังไฟฟ้าที่ได้มีค่าลดลง และค่าประสิทธิภาพในการทำงานมีค่าลดลง

จากการทดสอบพบว่า แผง PV ทดสอบในชุดการทดสอบทั้ง 2 แบบ จะมีค่าอุณหภูมิของแผงที่ต่ำกว่าแผง PV ควบคุม เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างแผง PV ควบคุมและแผง PV ทดสอบ ในการทดสอบแบบแผงผลึกเดี่ยวและการทดสอบแบบแผงอะมอร์ฟัส การ

ระบายความร้อนด้วยน้ำสามารถลดอุณหภูมิแผงได้เฉลี่ยถึงร้อยละ 28.66 และ 36.59 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างแผง PV ควบคุมและแผง PV ทดสอบจากชุดการทดสอบทั้งสองแบบ พบว่าแผง PV ทดสอบจากการทดสอบแผงชนิดผลึกเดี่ยวซิลิกอนและแผงชนิดอะมอร์ฟัสมีค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นเท่ากับร้อยละ 10.05 และ 7.74 ตามลำดับ ดังนั้นการระบายความร้อนของแผงด้วยน้ำนี้สามารถลดอุณหภูมิในการทำงานของแผงและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของแผงได้เป็นอย่างดี

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณห้องวิจัยพลังงานชีวภาพและทรัพยากรหมุนเวียน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการจัดสร้างชุดทดสอบ และขอขอบคุณห้องวิจัยรังสีอาติตย์และอิเล็กทรอนิกส์กำลัง ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลค่าความเข้มรังสีอาติตย์

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากเงินทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อพัฒนานิสิตระดับบัณฑิตศึกษา (ปริญญาโท) งบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2556 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

เอกสารอ้างอิง

1. Meral ME, Dincer F. A review of the factors affecting operation and efficiency of photovoltaic based electricity generation systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2011;15:2176-2184.
2. Saengprajak A. Effect of high temperature on the open circuit voltage of PV modules used in Thailand. *J Sci Tech MSU*. 2009;28(2):215-222.
3. Krauter S. Increased electricity yield via water flow over the front of photovoltaic panels. *Solar Energy Materials & Solar Cells*. 2004;82:131-137.
4. Minemoto T, Nagae S, Takakura H. Impact of spectral irradiance distribution and temperature on the outdoor performance of amorphous Si photovoltaic modules. *Solar Energy Material & Solar Cells*. 2007;19:919-923.
5. Abdolzadeh M, Ameri M. Improving the effectiveness of a photovoltaic water pumping system by spraying water over the front of photovoltaic cells. *Renewable Energy*. 2009;34:91-96.
6. Odeh S, Behnia M. Improving photovoltaic module efficiency using water cooling. *Heat Transfer Engineering*. 2009;30(6):499-505.
7. Akhmad K, Kitamura A, Yamamoto F, Okamoto H, Takakura H, Hamakawa. Outdoor performance of amorphous silicon and polycrystalline silicon PV modules. *Solar Energy Materials and Solar Cells*. 1997;46:209-218.