

การหาค่าที่เหมาะสมของระบบหล่อเย็นด้วยน้ำสำหรับแผงโซลาร์เซลล์ OPTIMIZATION OF WATER COOLING SYSTEM FOR SOLAR CELL MODULE

จุไรรัตน์จินดา อรรคนิตย์
Churairatchinda Akkanit

Faculty of Technology, Udonthani Rajabhat University
corresponding author e-mail: churairatchinda@yahoo.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของแผงโซลาร์เซลล์โดยใช้ระบบหล่อเย็นด้วยน้ำ และหาปริมาณน้ำที่เหมาะสมที่จะใช้ในการหล่อเย็น โดยระบบหล่อเย็นนั้นจะทำการตะบันน้ำในการสูบน้ำกลับไปยังถังเก็บเพื่อปล่อยน้ำล้างหน้าแผง เมื่ออุณหภูมิของแผงโซลาร์เซลล์แบบโพลีคริสตัลไลน์ ขนาด 120 วัตต์ สูง 66 องศาเซลเซียส ระบบควบคุมอุณหภูมิโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการปล่อยน้ำหล่อเย็นผิวทางด้านหน้าแผงโซลาร์เซลล์ และหยุดปล่อยน้ำเมื่ออุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ระบบตะบันน้ำมีประสิทธิภาพสูงสุดเฉลี่ยร้อยละ 65.39 กำลังไฟฟ้าของแผงสูงสุด 78.30 วัตต์ และประสิทธิภาพสูงสุดร้อยละ 9.00 มีการสูญเสียกำลังค่อนข้างสูง ประมาณ 1 ใน 8 ส่วนของกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่แผงผลิตได้

คำสำคัญ: แผงโซลาร์เซลล์ ระบบหล่อเย็นด้วยน้ำ ค่าที่เหมาะสม

Abstract

This research aims to increase the efficiency of the solar cells by using water cooling system and optimize water volume for cooling. The cooling system uses the hydraulic ram pump for pumping water into the tank and let water clean solar panel. When the temperature of the 120 watt polycrystalline panel is at 66°C, temperature micro-controller system will spray water to clean the front of solar panel and stops spraying when the solar cell temperature decrease to 40°C. The efficiency of hydraulic ram pump is 65.39%. The maximum power of electronic panel is 78.30 w and efficiency of the panel is 9.00%. There is a significantly high power loss about 1 out of 8 of the maximum power output of the panel.

Keywords: solar panel, water cooling system, optimization

บทนำ

ปัจจุบันได้มีการผลิตไฟฟ้าโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นจำนวนมากซึ่งการที่จะสามารถผลิตไฟฟ้าได้เป็นปริมาณมากขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายด้าน เช่น ชนิดของแผงโซลาร์เซลล์ โครงสร้างของแผง ความ

เข้มของแสงที่ตกกระทบ ลักษณะการติดตั้งแผง การดูแลรักษา และอุณหภูมิของแผงเป็นต้น การติดตั้งในลักษณะที่เป็นโซล่าฟาร์มผู้ประกอบการก็สามารถที่จะติดตั้งได้ง่ายเนื่องจากอยู่บนที่ราบและสามารถเลือกรูปแบบในการติดตั้งที่เหมาะสมได้ คือ หันไปทางทิศใต้มุมเอียงประมาณ 17 องศา แต่หากเป็นการติดตั้งบนหลังคาบ้านซึ่งเป็นพื้นที่ที่จำกัดในเรื่องของมุมเอียงในการติดตั้งอาจทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าของแผงลดลงและทำความสะอาดได้ยากเนื่องจากอยู่บนหลังคาซึ่งมีความสูงประมาณ 2.50 เมตร แนวทางหนึ่งที่สามารถทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าของแผงโซล่าเซลล์เพิ่มขึ้น คือ การรักษาอุณหภูมิของแผงโซล่าเซลล์ให้คงที่ไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส และการดูแลรักษาที่สะดวก คือ การใช้น้ำในการล้างทำความสะอาดที่ด้านหน้าของแผงโซล่าเซลล์ เมื่ออุณหภูมิของแผงเพิ่มขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพของแผงลดลง ปกติค่าประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์จากผู้ผลิตจะอ้างอิงที่อุณหภูมิทำงานที่ 25 องศาเซลเซียส แต่ในการใช้งานจริงประสิทธิภาพของโซล่าเซลล์จะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งจะลดลงประมาณร้อยละ 0.40 สำหรับทุก 1 องศาเซลเซียส ที่สูงขึ้น เมื่ออุณหภูมิประมาณ 50-60 องศาเซลเซียส ประสิทธิภาพของแผงโซล่าเซลล์จะลดลงประมาณร้อยละ 10-15 จากเหตุผลดังกล่าวหากใช้น้ำในการหล่อเย็นเพื่อลดอุณหภูมิของแผงโซล่าเซลล์จะทำให้ประสิทธิภาพของแผงโซล่าเซลล์เพิ่มขึ้น โดยงานวิจัยนี้ได้ศึกษาวิธีการลดอุณหภูมิโดยใช้ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการทำงานของระบบหล่อเย็นเมื่อใช้น้ำล้างหน้าแผงแล้วยังสามารถนำน้ำวนกลับมาใช้ในการหล่อเย็นทำให้เกิดการสูญเสียให้น้อยลงจนกว่าอุณหภูมิของน้ำจะเพิ่มขึ้นจนไม่สามารถลดอุณหภูมิของแผงโซล่าเซลล์ได้

การศึกษามูลค่าของการระบายความร้อนของผิวหน้าแผงต่อประสิทธิภาพของแผงโฟโตโวลตาอิก ซึ่งได้ทำการทดสอบพ่นน้ำบนผิวหน้าของแผง 2 ชนิด คือ แผงชนิดผลึกเดี่ยวซิลิคอน 40 วัตต์และแผงชนิดอะมอร์ฟัส 40 วัตต์ พบว่าประสิทธิภาพในการทำงานของแผงชนิดผลึกเดี่ยวซิลิคอนและแผงชนิดอะมอร์ฟัสมีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นร้อยละ 10.05 และ 7.74 ตามลำดับ (Boonla & Suwapaet, 2013)

การพัฒนาโมดูลโฟโตโวลตาอิกรวมกับรางรวมแสงประกอบพาราโบลา ที่อัตราการรวมแสงเท่ากับ 3 และครึ่งมุมรับรังสีเท่ากับ 36 โซล่าเซลล์ จำนวน 30 เซลล์โดยต่ออนุกรม พบว่าการใช้โมดูลโฟโตโวลตาอิกรวมกับรางรวมแสงประกอบพาราโบลาที่มีการระบายความร้อนออกโดยใช้น้ำระบายความร้อนได้โมดูลทำให้อุณหภูมิของโมดูลลดลงและผลิตกำลังไฟฟ้ามากกว่าระบบที่ไม่มีการระบายความร้อน ในส่วนการระบายความร้อนนั้นการใช้อากาศกลีบซิสเวอร์กับแผ่นซิลิโคนยางสามารถระบายความร้อนได้ดีกว่าอากาศกลีบซิสเวอร์กับไม้ก้ำ (Osirikul et al., 2007)

การทำนายอุณหภูมิของโมดูลโซล่าเซลล์ ร่วมกับค่ารังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบบนระนาบของโมดูลเพื่อคำนวณกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ ทดสอบกับโมดูลโซล่าเซลล์ชนิด คริสตัลไลน์ขนาด 0.99×1.96 เมตร ภายใต้การทำงานจริงโดยโมดูลหันหน้าไปทางทิศใต้และเอียงทำมุม 18 องศา กับแนวระดับซึ่งจากการจำลองสอดคล้องกับผลการทดสอบเป็นอย่างดีพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จะเพิ่มขึ้นตามความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ที่เพิ่มขึ้นและอุณหภูมิโมดูลที่ลดลง (Asanakham et al., 2015)

การเพิ่มสมรรถนะการทำงานของแผงโซล่าเซลล์โดยการลดอุณหภูมิส่วนเกินของแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยวรุ่น BP253 ศึกษาพร้อมกับระบบหล่อเย็น 2 ระบบ คือ ระบบหล่อเย็นด้วยน้ำและระบบหล่อเย็นด้วยแผ่นครีป พบว่าระบบหล่อเย็นด้วยน้ำที่อัตราการไหล 4.24×10^{-6} ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ให้ผลดีที่สุด ระบบหล่อเย็นด้วยน้ำทำให้อุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ลดลง 23.15 องศาเซลเซียส และระบบหล่อเย็นด้วยแผ่นครีปทำให้อุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ลดลง 10.70 องศาเซลเซียส ซึ่งทำให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตกำลังไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้นร้อยละ

7.26 และ 5.39 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้งานปราศจากระบบหล่อเย็น (Phuengkum, 2008)

การทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ร่วมกับระบบความร้อนแสงอาทิตย์สำหรับทำเป็นโครงสร้างภายนอกและสร้างเป็นฉนวน ชั้นฉนวนที่รวมเข้ากับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ใช้ทำหน้าที่ลดความร้อนของเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยอากาศหรือใช้การไหลของน้ำ ผลการทดลองด้วยการใช้อากาศสำหรับลดความร้อนของเซลล์แสงอาทิตย์ซึ่งสามารถลดอุณหภูมิของเซลล์ในขณะที่ทำงานลงได้ 18 องศาเซลเซียส ทำให้สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้นร้อยละ 9 โดยอากาศมีความเร็วเท่ากับ 2 เมตรต่อวินาที การผสมผสานระหว่างฉนวนกันความร้อนของเซลล์แสงอาทิตย์ร่วมกับระบบหล่อเย็นด้วยน้ำ ซึ่งสามารถทำให้น้ำมีความร้อนเพิ่มขึ้นและทำให้อุณหภูมิของเซลล์ทำงานลดลง 20 องศาเซลเซียส ทำให้สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้นร้อยละ 9 (Krauter, 2004)

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตไฟฟ้าด้วยแสงอาทิตย์ ซึ่งได้แก่อุณหภูมิของแผงโซลาร์เซลล์ โดยทำการสร้างระบบควบคุมการระบายความร้อนของแผงโซลาร์เซลล์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F8722A ควบคุมอุณหภูมิของแผงโซลาร์เซลล์ที่ 40 องศาเซลเซียส ใช้ไอซี LM35 เป็นเซ็นเซอร์เพื่อตรวจสอบอุณหภูมิได้แผงโซลาร์เซลล์ โดยประเทศไทยได้รับความเข้มแสงโดยเฉลี่ยทั่วประเทศต่อวันประมาณ 18.20 เมกะจูล/ตารางเมตร ซึ่งทำให้อุณหภูมิได้แผงโซลาร์เซลล์เมื่ออยู่ในสภาพอากาศแบบธรรมชาติมีอุณหภูมิประมาณ 50-70 องศาเซลเซียส การรักษาอุณหภูมิของแผงโซลาร์เซลล์ให้คงที่ไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส สามารถทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์เพิ่มขึ้น (Phuengkum, 2008) ไมโครคอนโทรลเลอร์จะแสดงตัวเลขอุณหภูมิที่หน้าจอ LCD โดยอาศัยหลักการสแกนทีละหลัก ซึ่งจะแสดงอุณหภูมิของแผงโซลาร์เซลล์เมื่อมีน้ำหล่อเย็นและไม่มีน้ำหล่อเย็น ซึ่งถ้าอุณหภูมิของแผงโซลาร์เซลล์ 66 องศาเซลเซียส ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งให้โซลินอยด์วาล์วเปิดปล่อยน้ำล้างหน้าแผงแต่ถ้าอุณหภูมิของแผงโซลาร์เซลล์มีค่า 40 องศาเซลเซียส ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งให้โซลินอยด์วาล์วปิดตามภาพที่ 1 (Figure 1) โดยระบบจะควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ประมาณ 40 องศาเซลเซียส

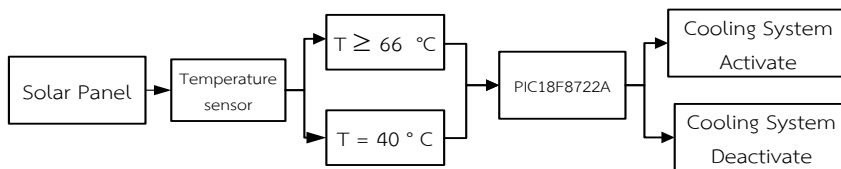


Figure 1 Diagram of PV panel water cooling process

2. ออกแบบระบบระบบน้ำเพื่อสูบน้ำกลับจากถังรองน้ำของระบบหล่อเย็น โดยใช้หลักการของวอเตอร์แฮมเมอร์ ซึ่งหลักการทำงานของเครื่องระบบน้ำเป็นปั๊มน้ำที่ไม่ใช้พลังงานจากไฟฟ้าขับเคลื่อนให้ทำงานแต่จะอาศัยหลักการกระแทกของน้ำในท่อซึ่งถูกทำให้การเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลอย่างกะทันหัน ทำให้ความดันในตัวปั๊มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยระบบระบบน้ำประกอบด้วยเก็บอากาศขนาดท่อพีวีซี 3 นิ้ว เพื่อทำหน้าที่บรรจุก๊าซและเป็นตัวส่งแรงดันน้ำให้กับน้ำทางด้านออก ท่อน้ำเข้า

และท่อน้ำออกทำจากพีวีซีขนาด 0.75 นิ้ว เพื่อนำน้ำเข้าระบบและมีเซ็นเซอร์สปริงตัวที่ 1 ทำหน้าที่ปล่อยน้ำเข้าถังเก็บอากาศ เซ็นเซอร์ตัวที่ 2 จะเปิดน้ำให้ไหลออกและความดันในระบบจะลดลงทำให้เซ็นเซอร์ตัวที่ 1 ปิดอยู่ ตามภาพที่ 2 โดยจุดติดตั้งเครื่องตบन्न้ำอยู่ต่ำกว่าถังน้ำ 0.80 เมตร โดยความยาวของสายยางน้ำออกขนาด 0.75 นิ้ว ความยาว 5 เมตร ส่วนความยาวของสายยางน้ำออกขนาด 0.75 นิ้ว ความยาว 3 เมตร ดังภาพที่ 2 (Figure 2)

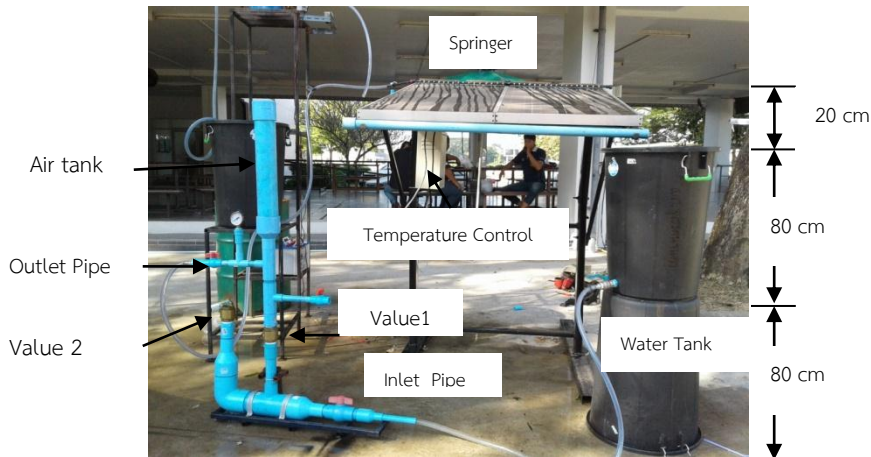


Figure 2 Cooling control system of solar cell panel

3. ทดสอบระยะความสูงที่เหมาะสมของระบบตบन्न้ำและช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมของโซล่าเซลล์โดยวัดอุณหภูมิของแผงโซล่าเซลล์ อุณหภูมิของน้ำในถัง ความดันของน้ำ อัตราการไหลเข้าและไหลออกในระบบตบन्न้ำ คำนวณหาความสัมพันธ์ของระบบตบन्न้ำและประสิทธิภาพของระบบ

$$\text{ประสิทธิภาพ (Rankine)} = \frac{qH}{Qh} \times 100 \quad \dots\dots\dots 1)$$

เมื่อ

q	=	อัตราการไหลของน้ำที่สูบได้ (Vs)
Q	=	อัตราการไหลของน้ำที่ไหลเข้า (V/s)
h	=	ความสูงที่สูบน้ำ (m)
H	=	ความสูงของน้ำที่ไหลเข้า (m)

4. ทดสอบกราฟคุณสมบัติระหว่างกระแสและแรงดันของแผงโซล่าเซลล์ ทำการวัดค่าแรงดันขณะเปิดวงจรของแผงโซล่าเซลล์ขนาด 120 วัตต์ โดยใช้มัลติมิเตอร์และทำการวัดค่ากระแสไฟฟ้าของแผงโซล่าเซลล์ขณะลัดวงจร หาคุณสมบัติของแผงโซล่าเซลล์ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน เมื่อน้ำไหลเย็นด้านหน้าแผงโดยควบคุมอุณหภูมิด้านหลังแผง และเมื่ออุณหภูมิมากกว่า 40 องศาเซลเซียส ไม่มีน้ำหล่อเย็น โดยใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้แบบขดลวด 10 โอห์ม ต่อเป็นโหลด และทำการปล่อยน้ำที่อัตราไหลคงที่ วัดค่ากระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าโดยใช้มัลติมิเตอร์และแคลมป์มิเตอร์ วัดค่าอุณหภูมิของแผงโซล่าเซลล์โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ ซึ่งทำการทดลองในขณะที่ความเข้มของแสงอาทิตย์มากกว่า 800 วัตต์/ตารางเมตร ดังภาพที่ 3 (Figure 3) โดยติดตั้งแผงโซล่าเซลล์หันทางทิศใต้มุม 17 องศา

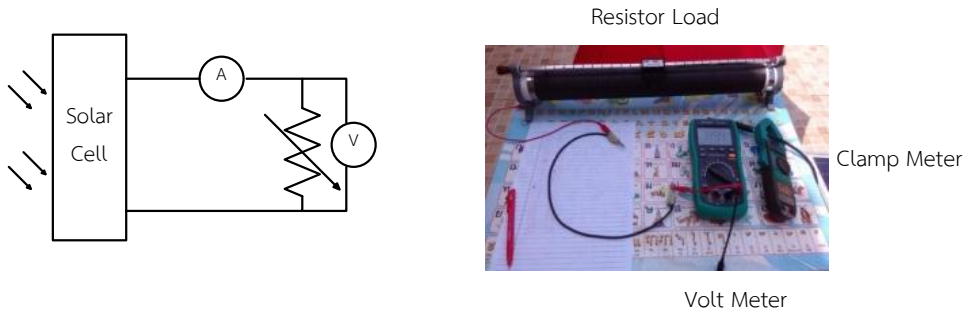


Figure 3 Solar panel measurement circuit for I-V curve characteristics

ประสิทธิภาพสูงสุด (η) หรือ ประสิทธิภาพทำงานของแผงโซลาร์เซลล์คำนวณได้ตามสมการที่ 2 และ 3 ดังนี้ (Phuengkum, 2008)

$$\eta = \frac{P_m}{P_i \cdot A} \times 100\% \quad \dots\dots\dots 2)$$

และ $P_m = I_m \cdot V_m \quad \dots\dots\dots 3)$

เมื่อ	I_m	คือ	กระแสสูงสุด (แอมแปร์)
	V_m	คือ	แรงดันสูงสุด (โวลต์)
	P_m	คือ	กำลังไฟฟ้าสูงสุดของโซลาร์เซลล์ (วัตต์)
	P_i	คือ	ความเข้มแสงอาทิตย์ (วัตต์/ตารางเมตร)
	A	คือ	พื้นที่รับแสงของโซลาร์เซลล์ (ตารางเมตร)

ผลการวิจัย

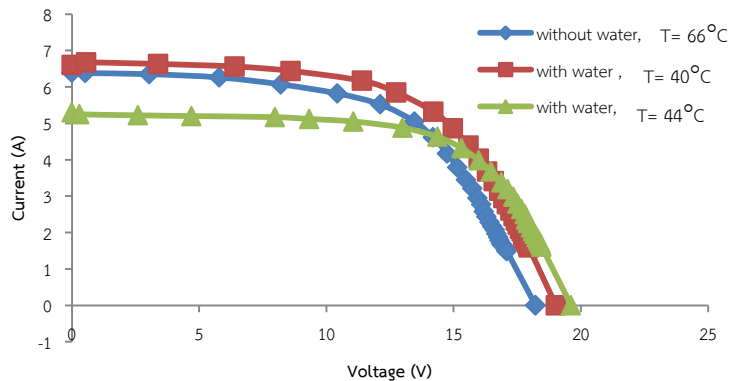
1. การวัดอัตราการไหลของระบบระบบน้ำและคำนวณหาปริมาณน้ำที่ใช้ในระบบระบบน้ำที่ความสูงของปลายท่อน้ำออกที่ระยะความสูง 1.80 เมตร อัตราการไหลมีค่าน้อยที่สุดคือ 5 มิลลิลิตร/วินาที ความดันภายในท่ออากาศ 5 กิโลปาสกาล อัตราการไหลสูงสุด 24.50 มิลลิลิตร/วินาที ซึ่งเป็นอัตราการไหลที่สามารถทำให้หัวสปริงเกอร์น้ำที่มีมุมการฉีดน้ำ 180 องศา บริเวณหน้าแผงสามารถฉีดน้ำทำความสะอาดได้ทั่วทั้งแผง คำนวณหาประสิทธิภาพของระบบระบบน้ำโดยใช้สมการที่ 1 (Wongpanyo et al., 2013)

2. ระบบระบบน้ำเมื่อความสูงของปลายท่อน้ำออกคงที่ 1.80 เมตร ระดับความสูงของน้ำทางด้านเข้าลดลงตามตารางที่ 1 (Table 1) จะทำให้อัตราการไหลและประสิทธิภาพของระบบระบบน้ำลดลง อัตราการไหลออกสูงสุดเฉลี่ย 24.50 มิลลิลิตร/วินาที ประสิทธิภาพสูงสุดของระบบระบบน้ำร้อยละ 65.39 และเวลาในการลดอุณหภูมิจาก 66 องศาเซลเซียสเป็น 40 องศาเซลเซียส ใช้เวลาน้อยที่สุด 10 นาที ปริมาณน้ำ 7 ลิตร ที่ความเข้มแสงของดวงอาทิตย์มากกว่า 800 วัตต์/ตารางเมตร โดยประสิทธิภาพของระบบน้ำขึ้นอยู่กับความสูงของปลายท่อน้ำเข้าและน้ำออก

Table 1 Hydraulic ram pump Flow rate and Efficiency at 1.8 m output water height

Input Water Height: H (m)	Input Flow Rate: Q (mL/s)	Output Flow Rate: q (mL/s)	% Efficiency	Time for cooling (minute)	Water volume (liter)
1.6	33.30	24.50	65.39873	10	7
1.53	32.25	20	52.71318	18	10
1.46	29	15	41.95402	34	40
1.39	22	10	35.10101	60	92
1.32	17	7	30.19608	90	128
1.25	14	4	19.84127	150	220

ทำการเก็บข้อมูลระหว่างเดือนมีนาคม-พฤษภาคม 2559 ที่ความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์คงที่ ประมาณ 870-900 วัตต์/ตารางเมตร ทำการทดสอบที่สภาวะจริง เวลา 12.00-12.15 น. อุณหภูมิของแผงโซลาร์เซลล์เพิ่ม 66 องศาเซลเซียส แรงดันสูงสุด 11.50 โวลต์ กระแสสูงสุด 5.50 แอมแปร์ และกำลังไฟฟ้าสูงสุด 66.50 วัตต์ เมื่อปล่อยล้างหน้าแผงอุณหภูมิของแผงโซลาร์เซลล์ลดลงเป็น 40 องศาเซลเซียส ที่ความเข้มแสงคงที่ เวลา 12.15-13.30 น. แรงดันสูงสุด 13.50 โวลต์ กระแสสูงสุด 5.80 แอมแปร์ และกำลังไฟฟ้าสูงสุด 78.30 วัตต์ กำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 23.79 อุณหภูมิลดลง 26 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 18 นาที ดังภาพที่ 4 (Figure 4) แรงดันไฟฟ้าเปิดวงจรและกระแสไฟฟ้าลัดวงจรเพิ่มมากขึ้นในระบบที่มีน้ำหล่อเย็น โดยอุณหภูมิที่ลดลงจะทำให้จำนวนอิเล็กตรอนลดลง และค่ากระแสอิ่มตัวย้อนกลับลดลงส่วนค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดเพิ่มขึ้น กระแสไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจึงทำให้กำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้นด้วย โดยการให้น้ำไหลผ่านบนผิวของแผงโซลาร์เซลล์จะทำให้แสงที่ส่องถึงเซลล์มีค่าลดลงแผงจึงเย็นลง

**Figure 4** Solar panel 120 w I-V characteristic curve at different temperature

2.จากการทดลองใช้แผงโซลาร์เซลล์แบบโพลีคริสตอลไลน์ 120 วัตต์ ขนาด 1.49 x 0.66 x 0.04 เมตร เปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าจากภาพที่ 5 (Figure 5) และคำนวณหาประสิทธิภาพจากสมการที่ 3 ได้ว่าเมื่ออุณหภูมิของแผงมีค่า 66 องศาเซลเซียส กำลังไฟฟ้าสูงสุด 66.50 วัตต์ ค่าประสิทธิภาพ

ร้อยละ 8.45 และเมื่อมีการหล่อเย็นด้วยน้ำที่หน้าแผงอุณหภูมิของแผงโซลาร์เซลล์ลดลงเป็น 44 องศาเซลเซียส กำลังไฟฟ้าสูงสุด 66.90 วัตต์ ประสิทธิภาพ 8.50 และเมื่อหล่อเย็นด้วยน้ำจันกระทั่งอุณหภูมิของแผงโซลาร์เซลล์ลดลงเป็น 40 องศาเซลเซียส ได้กำลังไฟฟ้าสูงสุด 78.30 วัตต์ ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นร้อยละ 9

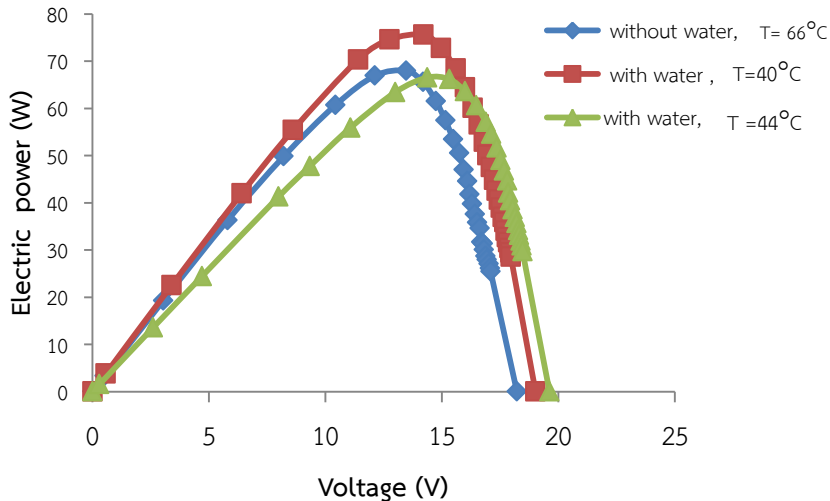


Figure 5 Electric power and voltage of solar panel with and without water comparison

จากทำการทดสอบวัดอุณหภูมิของแผงโซลาร์เซลล์เมื่อมีน้ำหล่อเย็นและไม่มีน้ำหล่อเย็นในช่วงระหว่างเดือนเมษายน-พฤษภาคม 2559 ในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส ค่ารังสีแสงอาทิตย์ 800-900 วัตต์/ตารางเมตร อุณหภูมิสูงสุด 66 องศาเซลเซียส ระบบควบคุมจะทำงานเริ่มปล่อยน้ำหล่อเย็น เพื่อลดอุณหภูมิลงและรักษาอุณหภูมิให้คงที่ 40 องศาเซลเซียส ซึ่งถ้าค่ารังสีแสงอาทิตย์ลดอุณหภูมิของแผงจะลดลง โดยใน 1 วันระบบจะทำงานตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์ดังภาพที่ 6 (Figure 6)

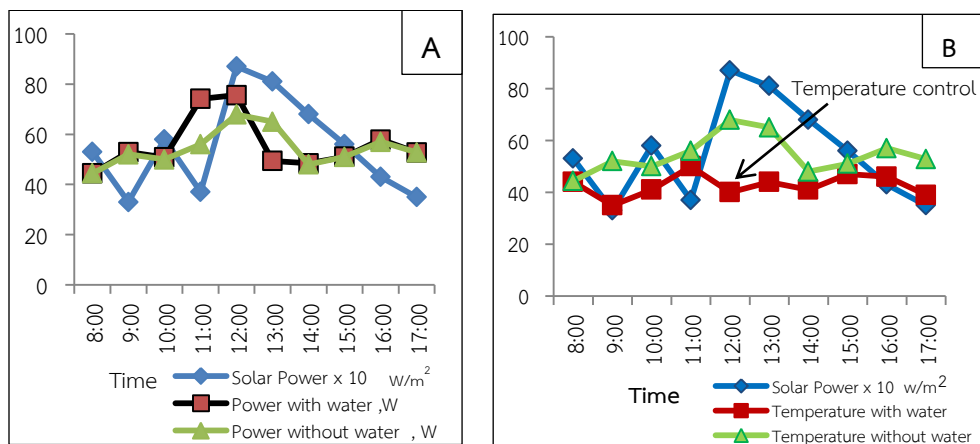


Figure 6 The power and temperature control during the testing time

A) Power B) Temperature

3. ทดสอบการทำงานของระบบควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC18F8722A ซึ่งสามารถควบคุมการเปิดปิดของโซลินอยล์วาล์ว 12 โวลต์ 2 วัตต์ ได้เป็นอย่างดี เมื่ออุณหภูมิของแผงโซลาร์เซลล์มากกว่า 66 องศาเซลเซียส โซลินอยล์วาล์วจะเปิดออกปล่อยน้ำล้างหน้าแผงโซลาร์เซลล์ โดยกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการควบคุมโซลินอยล์วาล์วและไมโครคอนโทรลเลอร์มีค่า 4.50 วัตต์ เวลาใช้งาน 10 นาที หรือพลังงานไฟฟ้า 1.125 วัตต์-ชั่วโมง เมื่อไม่คิดการสูญเสียของระบบควบคุมกำลังไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์เพิ่มขึ้น 15.05 วัตต์ และเมื่อคิดกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียกำลังไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น 10.55 วัตต์ โดยอัตราการไหลที่เหมาะสมของน้ำที่ทำให้อุณหภูมิของแผงมีค่าต่ำสุดและใช้น้ำน้อยที่สุดคือ 24.50 มิลลิลิตรต่อวินาที

สรุปและอภิปรายผล

1. สำหรับการควบคุมอุณหภูมิของแผงโซลาร์เซลล์ด้วยการใช้น้ำล้างหน้าแผงโซลาร์เซลล์ ในงานวิจัยทั่วไปจะใช้น้ำประปาซึ่งสามารถควบคุมอัตราการไหลได้คงที่ โดยมีอัตราการไหลสูงกว่า 30 มิลลิลิตร/วินาที ทำให้สามารถลดอุณหภูมิของแผงโซลาร์เซลล์ลงได้ร้อยละ 10.05 (Boonla & Suwapaet, 2013) โดยถูกสูบน้ำขึ้นไปในถังเก็บน้ำด้วยปั๊มเพื่อสูบกลับขึ้นไปใช้ใหม่ ส่วนงานวิจัยเรื่องนี้ได้นำน้ำที่ล้างหน้าแผงกลับมาใช้อีกครั้งหนึ่งโดยใช้เครื่องตะบันน้ำและหลักการของมอเตอร์แสมเมอร์ ซึ่งสามารถสูบน้ำกลับเข้าไปในระบบได้โดยไม่ใช้ไฟฟ้าทำให้อัตราการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าเนื่องจากปั๊มซึ่งปั๊มน้ำขนาด 25 วัตต์เมื่อทำงานในเวลา 18 นาที จะใช้พลังงานไฟฟ้า 7.5 วัตต์-ชั่วโมง ส่วนอัตราการไหลของระบบตะบันน้ำจะขึ้นอยู่กับความแตกต่างของความสูงของน้ำที่เข้าและความสูงของน้ำที่ออก อัตราการไหลจะเพิ่มขึ้นเมื่อความแตกต่างของความสูงของทางน้ำเข้าและน้ำออกต่างกันมาก โดยสามารถลดอุณหภูมิของแผงโซลาร์เซลล์ได้ที่ 26 องศาเซลเซียส ในเวลา 18 นาที อัตราการไหลของน้ำ 24.50 มิลลิลิตร/วินาที ส่วนงานวิจัยอื่น Phuengkum, (2008) พบว่าระบบหล่อเย็นน้ำที่อัตราการไหล 4.24×10^{-6} ลูกบาศก์เมตร/วินาที จะมีผลทำให้อุณหภูมิของแผงโซลาร์เซลล์ลดลง 23.15 องศาเซลเซียส ส่งผลให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้นได้ ร้อยละ 7.26 ซึ่งงานวิจัยนี้สามารถลดอุณหภูมิได้มากกว่า 2.85 องศาเซลเซียส

2. การลดอุณหภูมิของแผงโซลาร์เซลล์ลง 23.15 องศาเซลเซียส ใช้น้ำปริมาณ 10 ลิตร ที่อัตราการไหลคงที่ ซึ่งในระบบตะบันน้ำจะมีการสูญเสียน้ำร้อยละ 15 ซึ่งเพียงพอที่จะใช้ลดอุณหภูมิของแผงโซลาร์เซลล์ได้ การเติมน้ำกลับเข้าไปในถังตะบันน้ำของงานวิจัยนี้มีอัตราการไหลใกล้เคียงกับอัตราการไหลออกของน้ำ การสูญเสียของน้ำในการลดความร้อนของแผงเกิดจากระบบตะบันน้ำและการระเหยของน้ำเนื่องจากแสงแดด

3. การหากราฟคุณสมบัติของแผงโซลาร์เซลล์ ที่สภาพการใช้งานจริงจะมีอุณหภูมิของแผงโซลาร์ที่ความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์มากกว่า 800 วัตต์/ตารางเมตร โดยความเข้มของแสงอาทิตย์จะคงที่ในช่วงเวลา 12.00-13.00 น. ทำให้ได้ค่ากราฟคุณสมบัติ I-V ใกล้เคียงกับผู้ผลิตที่ทำการทดสอบในห้องทดลองมากที่สุด โดยลดอุณหภูมิได้ต่ำสุด 40 องศาเซลเซียส กำลังไฟฟ้าสูงสุดเพิ่มขึ้นร้อยละ 16.67 ซึ่งใน 1 วันระบบจะทำงานตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความเข้มของแสงอาทิตย์ที่ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศตามฤดูกาล หากทำการหล่อเย็นด้วยน้ำเมื่อความเข้มของแสงอาทิตย์ต่ำกว่า 800 วัตต์/ตารางเมตร ที่อุณหภูมิเท่ากันจะทำให้กำลังไฟฟ้าลดลง

4. ค่าที่เหมาะสมสำหรับระบบหล่อเย็นด้วยน้ำของแผงโซลาร์เซลล์ ที่ทำให้อุณหภูมิของแผงลดลงได้ต่ำสุด 40 องศาเซลเซียส โดยระบบตะบันน้ำมีความดัน 5 กิโลปาสคาล ความสูงของน้ำที่สูบได้

1.80 เมตร ความสูงของน้ำที่ไหลเข้า 1.60-1.53 เมตร อัตราไหลของน้ำที่ไหลออก 24.50-20 มิลลิลิตร/วินาที ประสิทธิภาพระบบตะบันน้ำร้อยละ 65.30-52.70 ปริมาณน้ำที่ใช้้น้อยที่สุด 10 ลิตร เมื่ออุณหภูมิ 66 องศาเซลเซียส ความเข้มแสงอาทิตย์มากกว่า 800 วัตต์/ตารางเมตร ระบบควบคุมอุณหภูมิทำงานปล่อยน้ำล้างหน้าแผงและรักษาอุณหภูมิให้คงที่ 40 องศาเซลเซียส กำลังไฟฟ้าสูงสุด 78.30 วัตต์ ประสิทธิภาพร้อยละ 9 ส่วนที่อุณหภูมิของแผงโซลาร์เซลล์มีค่า 66 องศาเซลเซียส กำลังไฟฟ้าสูงสุด 63.25 วัตต์ ประสิทธิภาพร้อยละ 7.27 กำลังไฟฟ้าที่สูญเสียจากระบบควบคุมเพิ่มขึ้น 10.55 วัตต์ หรือ ร้อยละ 16.67

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Asanakham A, Kantiya I, Kiatsiroat T. Performance prediction of Poly-Crystalline solar cell module under real practice. *Engineering Journal Chiang Mai University*. 2015; 22(3): 87 -93.
- Boonla P, Suwapaet N. *Water Cooling Effecting on the Efficiency of Monocrystalline and Amorphous Photovoltaic Modules*. Mahasarakham University Research Conference 9th Science and technology Mahasarakham University; 2013: 380-387.
- Krauter S. *Increased Electricity Yield via Water Flow Over the Front of Photovoltaic Panels*. Solar Energy Materials & Solar Cells. 2004; 82: 131–137.
- Phuengkum N. *Incresing Performance of Solar Cell Panel by Cooling System*. Master of Science in Physics, Faculty of Science, Prince of Songkla University; 2008.
- Osirikul N, Thepa S, Sudaprasert K. *Development of Photovoltaic Module with Compound Parabolic Contractor*. Environment Energy and Material Conference 1st. Faculty of Environment Energy and Material. King Mongkut's University of technology Thonburi: 2007; 1-7.
- Thongnunui, S. *The Study on Optimization Conditions of Photovoltaic and Thermal in Thailand*. Master of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi; 2014.
- Wongpanyo W, Sroyngern S, Suttarat J. et al. Hydraulic Ram Pump 1 ½, *Journal of Science and Technology Mahasarakham University*. 2013; 32(5): 618-621.