

การเพิ่มพลังงานไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ชนิด
อะมอร์ฟัส/ไมโครคริสตัลไลน์ซิลิคอน ด้วยการลดอุณหภูมิแผง
ในการทดสอบกลางแจ้ง

Enhancing Power Output of Amorphous/Microcrystalline Si
Photovoltaic Modules under Outdoor Conditions by
Decreasing Module Temperature

ทรงเกียรติ กิตติสันธิรักษ์ วิชิต แสงสุวรรณ จรรย์ ศรีธาราธิคุณ อมรรัตน์ ลิ้มมณี กอบศักดิ์ ศรีประภา
ห้องปฏิบัติการวิจัยเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์(STL), หน่วยวิจัยอุปกรณ์และระบบอัจฉริยะ (IDSRU),
ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC)
112 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถ.พหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120 โทร 0-2564-7000(ext. 2712)
Email: songkiate.kittisontirak@nectec.or.th

บทคัดย่อ

การสูญเสียพลังงานจากอุณหภูมิเป็นหนึ่งในปัญหาหลักในการติดตั้งใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์ในเขตร้อนชื้นอย่างประเทศไทย อุณหภูมิแผงในการใช้งานจริงที่สูงกว่า 60 °C ส่งผลให้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่ำกว่าที่ควรจะเป็น คณะวิจัยจึงได้สร้างเครื่องหล่อเย็นแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยใช้น้ำในการลดอุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โครงสร้างเซลล์ชั้นอะมอร์ฟัส/ไมโครคริสตัลไลน์ซิลิคอน ที่มีค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ -0.24 %/°C ได้ถูกนำมาทดสอบผลของการลดอุณหภูมิ คณะวิจัยพบว่าเครื่องหล่อเย็นช่วยให้อุณหภูมิแผงในช่วงความเข้มแสงสูงสุดจากประมาณ 60 °C เหลือประมาณ 40 °C ผลต่าง 20 °C นี้ส่งผลให้พลังงานที่แผงเซลล์ผลิตได้ในหนึ่งวันเพิ่มจาก 486 Wh เป็น 526 Wh โดยผลผลิตพลังงาน(Energy yield: Wh/Wp) เพิ่มจาก 5.41 เป็น 5.85 Wh/Wp หรือคิดเป็นการเพิ่ม 7.5 %

คำสำคัญ: เซลล์แสงอาทิตย์, อุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์, การสูญเสียพลังงาน

Abstract

Energy loss due to temperature is one of the main issues of solar cell implementation in high temperature regions Thailand. The operating module temperature higher than 60°C made the power output of modules become lower than the expected value. Our group has fabricated the cooling system using water flow for decreasing module temperature. The commercial photovoltaic module with a structure of tandem amorphous/microcrystalline Si and temperature coefficient of -0.24 %/°C were tested to estimate the effect of cooling process. We found that the average module temperature of the module เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

equiped with the cooling system during high irradiance period was about 40 °C, whole the module with no cooling process showed module temperature as high as 60 °C. The temperature difference of -20 °C caused an enhancement in daily power generation from 486 to 526 Wh. The energy yield increased from 5.41 to 5.85 Wh/Wp, corresponding to an improvement of about 7.5 %.

Keywords: Solar cells, Module temperature, Energy loss

1. บทนำ

การเลือกพื้นที่สำหรับติดตั้งใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์สิ่งที่จะต้องคำนึงถึงคือ ค่าความเข้มแสงของพื้นที่นั้นๆ ประเทศไทยตั้งอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร (latitude 5°3'N-20°27'N) มีแสงแดดแรงตลอดทั้งปี ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงอาทิตย์ต่อตารางเมตรต่อวันมีค่าระหว่าง 4.5-5.5 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อวัน จึงเหมาะแก่การใช้งานพลังงานแสงอาทิตย์ แต่พบว่าเมื่อติดตั้งใช้งานจริงอุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีค่าสูงกว่า 60 °C ซึ่งสูงกว่าเงื่อนไขการทดสอบมาตรฐานที่ 25 °C มากส่งผลให้พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากแผงเซลล์ต่ำกว่าที่ควรจะเป็น พารามิเตอร์ที่บอกรอการเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิของเซลล์แสงอาทิตย์คือค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ (Temperature Coefficient; TC) โดยเซลล์แสงอาทิตย์ต่างชนิดกันจะมีค่า TC ที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้[1]

มีงานวิจัยศึกษาเรื่องการลดผลกระทบจากอุณหภูมิที่มีต่อเซลล์แสงอาทิตย์จำนวนมาก โดยมีทั้งการพัฒนาคุณสมบัติของวัสดุในเซลล์และการลดอุณหภูมิของแผงเซลล์จากภายนอก เช่น K. Sriprapha et al.[2] ทดลองเพิ่ม Optical band gap ในชั้น top cell ของเซลล์แสงอาทิตย์โครน สร้างเซลล์ซ้อนแบบ อะมอร์ฟัส/ไมโครคริสตัลไลน์ซิลิคอน (Tandem amorphous/microcrystalline Si solar cells) พบว่าสามารถลดค่า TC จาก -0.34 %/°C เหลือ -0.32 %/°C งานวิจัยของประเทศบราซิลโดย Stefan Krauter [3] ทำการลดอุณหภูมิแผงเซลล์ชนิดผลึกเดี่ยว พบว่าสามารถลดอุณหภูมิได้ 22 °C โดย ผลผลิตพลังงาน (Energy yield) เพิ่มขึ้น 8-9 %

ในประเทศไทยมีการศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่อประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์[4] โดยส่วนมากจะเป็นการศึกษาเซลล์ชนิดผลึกซิลิคอน เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบางอะมอร์ฟัส/ไมโครคริสตัลไลน์ซิลิคอน หรือที่เรียกว่า ไมโครมอร์ฟ ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าชนิดอะมอร์ฟัสซิลิคอนแต่ยังไม่มีการศึกษากันมากนักแต่เนื่องจากเซลล์ชนิดนี้มีส่วนที่เป็นไมโครคริสตัลไลน์ซิลิคอนทำให้ผลกระทบที่ได้รับจากอุณหภูมิจะสูงกว่าเซลล์ชนิดอะมอร์ฟัสเพียงอย่างเดียว เป็นประเด็นที่น่าศึกษาว่าเซลล์ชนิดนี้จะให้ผลผลิตพลังงาน ที่สูงกว่าชนิดฟิล์มบางอะมอร์ฟัสเมื่อติดตั้งในที่อุณหภูมิสูงอย่างประเทศไทยหรือไม่ และการลดอุณหภูมิของแผงเซลล์ชนิดนี้จะช่วยเพิ่มกำลังการผลิตไฟฟ้าของแผงเซลล์ได้มากน้อยเพียงไร คณะวิจัยจึงได้ทำการสร้างเครื่องหล่อเย็นแผงเซลล์โดยใช้น้ำไหลผ่านผิวหน้าของแผงเซลล์และทดสอบลดอุณหภูมิแผงเซลล์ชนิดอะมอร์ฟัส/ไมโครคริสตัลไลน์ซิลิคอนในการทดสอบกลางแจ้ง

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การสูญเสียพลังงานในเซลล์แสงอาทิตย์มีทั้งที่เป็นการสูญเสียจากคุณสมบัติทางแสง, คุณสมบัติทางอุณหภูมิและคุณสมบัติทางไฟฟ้า การสูญเสียจากคุณสมบัติทางไฟฟ้าจะเกิดจากความต้านทานส่วนต่างๆ ในตัวเซลล์ การสูญเสียจากคุณสมบัติทางแสงจะมีทั้งส่วนที่เกิดจากคุณสมบัติการดูดกลืนแสงของวัสดุที่ใช้ภายในตัวเซลล์และการสูญเสียจากภายนอกเช่นการสะท้อน (Reflection) การถูกบดบัง (Shading) ในที่นี้จะกล่าวถึงส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสูญเสียพลังงานจากคุณสมบัติทางอุณหภูมิและคุณสมบัติทางแสงซึ่งเกิดจากการสะท้อนและการถูกบดบัง

2.1 คุณสมบัติทางอุณหภูมิ

ในการทดสอบมาตรฐานเซลล์แสงอาทิตย์จะถูกวัดคุณสมบัติที่ความเข้มแสง 1000 W/m^2 AM 1.5 และอุณหภูมิ $25 \text{ }^\circ\text{C}$ ในการใช้งานจริงอุณหภูมิแวดล้อมและความร้อนจากแสงที่ส่องมาที่เซลล์ทำให้อุณหภูมิแผงสูงกว่า $25 \text{ }^\circ\text{C}$ อัตราการเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิของเซลล์จะระบุด้วยค่า TC ซึ่งแผงเซลล์แต่ละชนิดจะมีค่าแตกต่างกัน โดยทั่วไปเซลล์ชนิดผลึกซิลิคอนจะมีค่า TC ของกำลังไฟฟ้าสูงสุด (P_{max}) ประมาณ $-0.45 \text{ }^\circ\text{C}$ ซึ่งหมายความว่า เมื่ออุณหภูมิแผงเซลล์สูงขึ้น $1 \text{ }^\circ\text{C}$ ค่ากำลังไฟฟ้าลดลง $0.45 \text{ } \%$ โดยธรรมชาติเมื่อความเข้มแสงสูง อุณหภูมิของแผงเซลล์จะสูงขึ้น ซึ่งหากสามารถลดอุณหภูมิแผงเซลล์ในช่วงที่ความเข้มแสงสูงได้ จะช่วยลดการสูญเสียทางอุณหภูมิได้

2.2 คุณสมบัติทางแสง

โดยทั่วไปแสงที่ตกกระทบบนผิวหน้าของแผงเซลล์โครงสร้างกระจกนั้นจะเกิดการสูญเสียเนื่องจากการสะท้อนของแสง โดยมีค่าอยู่ในช่วง $4-5 \text{ } \%$ โดยอิงมุมการติดตั้งผิวนั้นไป จากค่าที่ควรเป็น (ทำมุมตามค่า Latitude ของพื้นที่นั้นๆ) จะยิ่งส่งผลให้การสูญเสียเนื่องจากการสะท้อนมีค่าสูงขึ้น[5] การสูญเสียเนื่องจากการสะท้อนในกรณีมุมติดตั้งที่จะขึ้นอยู่กับการเคลือบผิวหน้าของกระจก และค่าดัชนีการหักเห (Refractive index; n) เป็นต้น ฉะนั้นค่า Refractive index ของของวัสดุที่จะมาเคลือบบนผิวหน้าแผงเซลล์จะเป็นปัจจัยสำคัญที่จะช่วยลดการสูญเสียเนื่องจากการสะท้อนได้

แนวทางหนึ่งในการลดการสะท้อนบริเวณผิวหน้าของกระจกคือการเคลือบชั้น Anti-Reflection แต่มีปัญหาเรื่องความทนทานของวัสดุ อีกทั้งยังพบปัญหาเรื่องเกิดการสะสมของฝุ่นละอองแล้วทำความสะอาดได้ยาก กระจกมี $n = 1.5$ (ที่ความยาวคลื่น 644 nm) ขณะที่อากาศมี $n = 1.0$ ทำให้แสงที่ส่องลงบนผิวกระจกบางส่วนสะท้อนกลับ

ไป การใช้วัสดุที่มีค่า n ประมาณ 1.22 เคลือบบนผิวหน้าของกระจกจะช่วยลดการสะท้อนและช่วยให้แสงหักเหเข้าเซลล์ได้มากขึ้น

3. วิธีการทดลอง

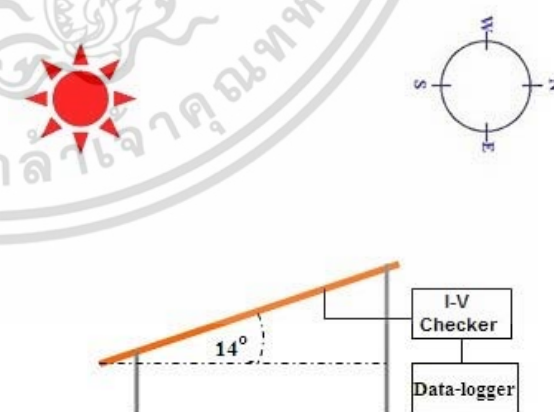
3.1 การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ทำการทดสอบเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดฟิล์มบางอะมอร์ฟัส/ไมโครคริสตัลไลน์ซิลิคอน รุ่น NA-901 ซึ่งมีคุณสมบัติดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

Open circuit voltage, V_{oc}	65.2 V
Short circuit current, I_{sc}	2.11 A
Maximum power, P_m	90 Wp
Temperature coefficient Power	$-0.24 \text{ } \%/^\circ\text{C}$

โดยติดตั้งที่สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ จ.ปทุมธานี พิกัด Latitude คือ N14.076 การติดตั้งแผงเซลล์ทำมุมเดียวกันกับค่า Latitude คือ 14 องศาโดยหันไปทางทิศใต้เพื่อให้เซลล์สามารถรับพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยได้สูงสุด แสดงดังรูปที่ 1

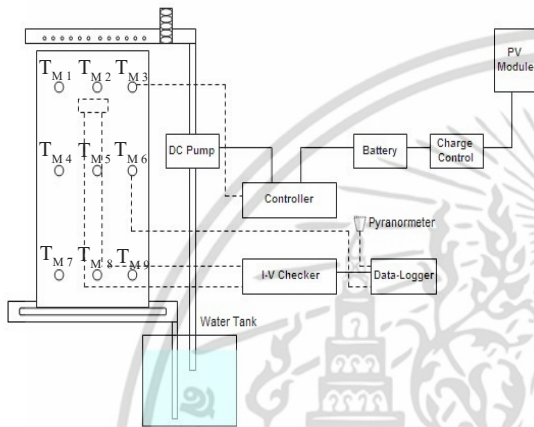


รูปที่ 1 การติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การติดตั้งอุปกรณ์ลดอุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ทำการติดตั้งอุปกรณ์ลดอุณหภูมิ ซึ่งทำงานโดยให้น้ำไหลผ่านผิวหน้าของแผงเซลล์เพื่อลดอุณหภูมิ โดยน้ำที่ไหลผ่านไปแล้วยังคงมายังถึงกรองฝุ่นละอองก่อนที่จะถูกปั๊มขึ้นไปเพื่อไหลผ่านหน้าแผงเซลล์อีกครั้งหนึ่งและหมุนเวียนอยู่อย่างนี้ โดยปั๊มน้ำจะใช้พลังงานประมาณ 3-5% ขึ้นอยู่กับลักษณะการเรียงแผงเซลล์ของระบบนั้นๆ แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ผังการทำงานของเครื่องลดอุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ชุดคอนโทรลทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบ โดยได้โปรแกรมให้เริ่มทำงานเวลา 6.00 น. และหยุดทำงานเวลา 18.00 น. ไฟฟ้าที่จ่ายให้กับอุปกรณ์ทั้งหมดใช้ไฟที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์

3.3 การเก็บข้อมูล

ทำการเก็บข้อมูลค่าพลังงานไฟฟ้าของแผงเซลล์ฯ ด้วยเครื่อง I-V Checker ยี่ห้อ EKO ค่าอุณหภูมิแผงเซลล์ฯจะวัดด้วย RTD ที่ติดอยู่หลังแผงเซลล์ฯ โดยทำการติดตั้งทั้งหมด 9 จุด ส่วนค่าความเข้มแสงวัดด้วย Pyranometer ยี่ห้อ EKO โดยค่าที่วัดได้จะถูกบันทึกลงใน Data-logger แสดงดังรูปที่ 3 โดยเปรียบเทียบเซลล์แสงอาทิตย์ ที่ทำการลดอุณหภูมิกับที่ติดตั้งแบบปกติในบริเวณเดียวกัน ซึ่งไม่มีผลต่างที่เกิดจากอิทธิพลของลม



I-V Checker MP-140



Pyranometer (MS 802)

รูปที่ 3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัด

3.4 การนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และประเมิน โดยยึดมาตรฐาน IEC61724 เพื่อคำนวณหา พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์ฯ ($E_{A,\tau}$; Wh) และความสามารถในการผลิตไฟฟ้า (Yield ; Wh/Wp) ดังสมการต่อไปนี้ พลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์หาได้จากสมการ

$$E_{A,\tau} = \tau_r * \sum_r P_{DC} \tag{1}$$

เมื่อ τ_r = จำนวนชั่วโมงในการเก็บข้อมูล

P_{DC} = กำลังไฟฟ้าที่แผงเซลล์ฯผลิตได้

ความสามารถในการผลิตไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ ($Y_{A,\tau}$; Wh/Wp) : พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อกำลังติดตั้ง

$$Y_{A,\tau} = \frac{E_{A,\tau}}{P_o} \tag{2}$$

เมื่อ P_o = กำลังไฟฟ้าติดตั้งสูงสุดของแผงเซลล์

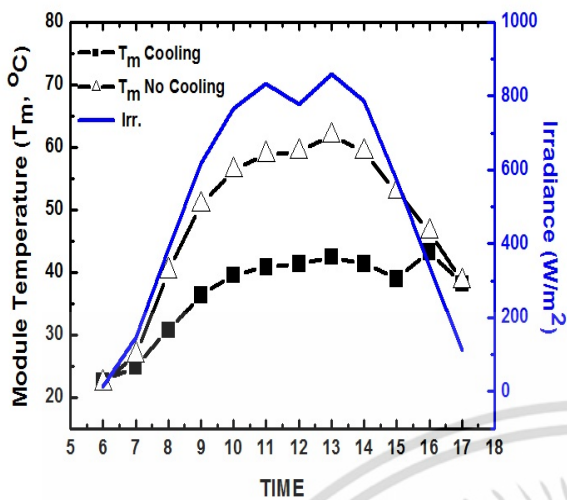
แสงอาทิตย์ (Wp)

4. ผลการทดลอง

4.1 อุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

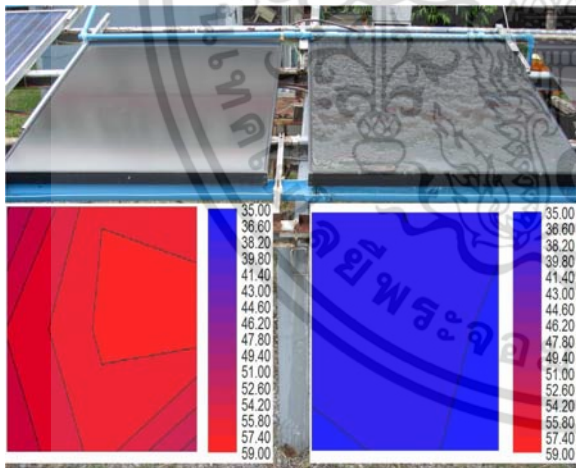
จากการวัดอุณหภูมิแผงเซลล์ฯ โดยเปรียบเทียบแผงเซลล์ฯ ที่ทำการลดอุณหภูมิกับที่ติดตั้งปกติพบว่า แผงเซลล์ฯ ที่ติดตั้งแบบปกติในช่วงที่ความเข้มแสงสูงอุณหภูมิแผงมีค่าถึง 60 °C แต่เมื่อทำการลดอุณหภูมิแผงพบว่าอุณหภูมิแผงจะลดเหลือเพียงประมาณ 40 °C ที่เวลาเดียวกันโดยมีผลต่างของอุณหภูมิ 20 °C แสดงดังรูปที่ 4 ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าน้ำที่ไหลผ่านบริเวณผิวหน้าแผงเซลล์ฯ ช่วยดูดกลืนความร้อนไว้และส่งผลให้อุณหภูมิแผงเซลล์ฯ ลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสง กับอุณหภูมิแผงก่อนและหลังทำการลดอุณหภูมิในแต่ละช่วงเวลา

เมื่อพิจารณาอุณหภูมิแต่ละจุดบนแผงเซลล์ฯ พบว่ามีอุณหภูมิใกล้เคียงกันตลอดทั้งแผงทั้งที่ลดและไม่ได้อลดอุณหภูมิ แสดงดังรูปที่ 5 ผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการลดลงของอุณหภูมิแผงโดยใช้การไหลของน้ำผ่านหน้าพื้นที่รับแสงของกระจก มีความสม่ำเสมอทั้งแผง

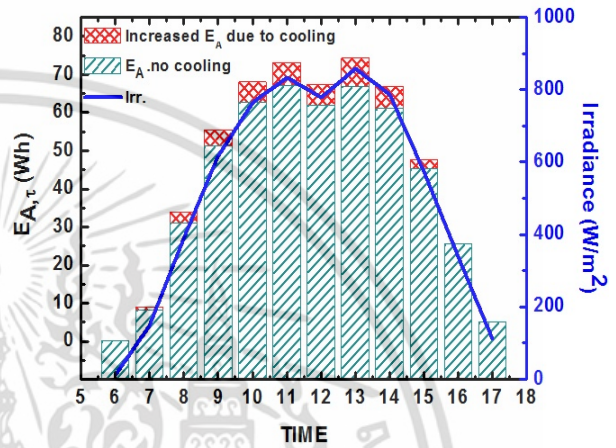


รูปที่ 5 ความสม่ำเสมอของอุณหภูมิแผงเซลล์ฯ ที่ทำการลดอุณหภูมิกับที่ติดตั้งแบบปกติ

4.2 พลังงานไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

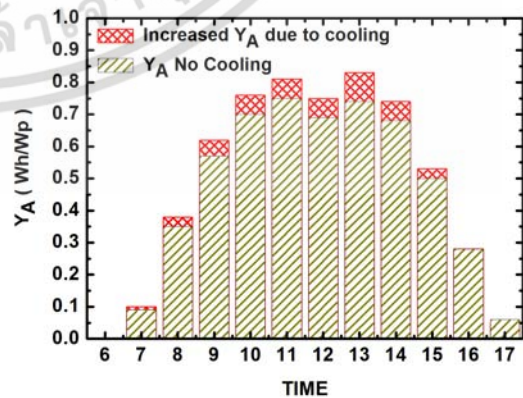
เปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากแผงเซลล์ฯ ที่ทำการลดอุณหภูมิกับที่ติดตั้งแบบปกติในช่วงเวลา 6.00-18.00 น.

พบว่าในช่วงที่ความเข้มแสงสูงกว่า 300 W/m² ผลต่างของอุณหภูมิประมาณ 20 °C และผลต่างของค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จะเห็นชัดเจนดังแสดงในรูปที่ 6 ค่าพลังงานไฟฟ้าหนึ่งวันที่ผลิตได้จากแผงเซลล์ฯ ที่ติดตั้งแบบปกติมีค่า 486 Wh ในขณะที่แผงเซลล์ฯ ชนิดเดียวกันที่ทำการลดอุณหภูมิมีค่าพลังงานไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นเป็น 526 Wh



รูปที่ 6 เปรียบเทียบ E_A ของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำการลดอุณหภูมิกับที่ติดตั้งแบบปกติในแต่ละช่วงเวลา

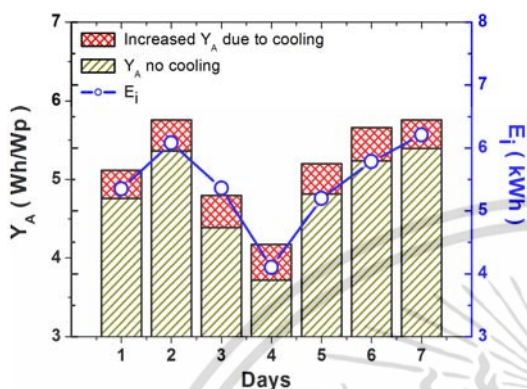
จากรูปที่ 7 จะเห็นว่า ช่วงที่อุณหภูมิมีค่าสูงสุดคือเวลา 10.00 น. – 14.00 น. แผงเซลล์ฯ ที่ทำการลดอุณหภูมิจะให้ Yield ที่สูงกว่าแผงเซลล์ฯ ปกติอย่างชัดเจน ผลผลิตพลังงานมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 5.41 เป็น 5.85 Wh/Wp คิดเป็นการเพิ่มขึ้น 7.5 %



รูปที่ 7 เปรียบเทียบ Y_A ของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำการลดอุณหภูมิกับที่ติดตั้งแบบปกติในแต่ละช่วงเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 8 แสดง Yield ของแผงเซลล์ฯเมื่อทำการลดอุณหภูมิแผงเป็นระยะเวลา 7 วัน โดย E_i เฉลี่ยมีค่า 5.4 kWh พบว่า Yield เพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 7-8 %



รูปที่ 8 เปรียบเทียบ Y_A ของเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นระยะเวลา 7 วัน

ค่าพลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นมาจากสามสาเหตุด้วยกัน สาเหตุแรกคือการลดลงของอุณหภูมิแผงเซลล์ฯ แผงที่นำมาทดลองเป็นเซลล์แสงอาทิตย์โครงสร้าง อะมอร์ฟัส/ไมโครคริสตัลไลน์ซิลิคอน ซึ่งมีค่า Temperature Coefficient (TC, %/°C) ประมาณ 0.24%/°C จากผลการทดลองเมื่อทำการลดอุณหภูมิแผงเซลล์ฯสามารถลดอุณหภูมิลงได้ประมาณ 20 °C ซึ่งคิดเป็นการลดการสูญเสียพลังงานจากอุณหภูมิประมาณ 5 % แสดงว่าการลดลงของอุณหภูมิส่งผลให้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นได้ส่วนหนึ่ง ปัจจัยอื่นที่น่าจะมีผลต่อการลดการสะท้อนหน้าแผงน้ำมี $\eta = 1.3$ เมื่ออยู่ระหว่างอากาศ ($\eta = 1$) และกระจก ($\eta = 1.5$) จะช่วยลดการสะท้อนของแสงและให้แสงหักเหเข้าตัวเซลล์ฯได้มากขึ้น ปัจจัยสุดท้ายคือแสงเมื่อผ่านเข้าสู่ชั้นของน้ำที่ไหลอยู่บนกระจกจะเกิดการกระเจิงของแสงทำให้ทางเดินของแสงเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้พลังงานไฟฟ้าของแผงที่ลดอุณหภูมิมีค่าเพิ่มขึ้น

5. สรุป

คณะวิจัยได้ทำการศึกษาผลของการลดอุณหภูมิแผงเซลล์ฯชนิดอะมอร์ฟัส/ไมโครคริสตัลไลน์ซิลิคอน ในการทดสอบกลางแจ้ง โดยเปรียบเทียบแผงเซลล์ฯชนิดเดียวกันที่ทำการลดอุณหภูมิแผง โดยใช้ น้ำไหลผ่านหน้าแผงและที่ติดตั้งแบบปกติ พบว่า ในช่วงความเข้มแสงสูงสามารถลดอุณหภูมิแผงจากประมาณ 60 °C เหลือ 40 °C โดยผลต่าง 20 °C ส่งผลให้ค่าพลังงานไฟฟ้ารายวันที่ผลิตได้จากแผงเซลล์ฯมีค่าเพิ่มมากขึ้นจาก 486 Wh เป็น 526 Wh Yield รายวันของแผงมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 5.41 เป็น 5.85 Wh/Wp คิดเป็นการเพิ่มขึ้นถึง 7.5 %

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] K. Nishioka, "Field-test analysis of PV system Output characteristics focusing on module temp," Solar Energy Materials and Solar cells, vol. 75, pp. 665-671, 2003.
- [2] K. Sriprapha, "Development of thin film a-Si oxide/microcrystalline silicon double-junction solar cells and their temperature dependence," Solar Energy Materials and Solar cells, vol. 95, pp.115-118, 2011.
- [3] Stefan Krauter, "Increased electrical yield via Water floe over the front of photovoltaic panels," Solar Energy Materials & Solar Cells, vol. 82, pp. 131-137, 2004.
- [4] นิคม ผึ้งคำ, " การเพิ่มสมรรถนะของแผงเซลล์ฯ, " วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ, ปีที่ 11, ฉบับที่ 2, 2551.
- [5] M. Born and E. Wolf, " Principles of Optics, " 5th Edition, Pergamon, 1975.