

## บทความวิจัย

# ผลของอุณหภูมิบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีต่อกำลังการผลิตไฟฟ้าในระบบรวมแสง

ทรงศักดิ์ พงษ์หิรัญ\* สิริ สิรินิลกุล โกวิท ผดุงกิจ ปริญญา เจาะล้าลึก  
และ ชีรพงศ์ บุญล้อม

### บทคัดย่อ

กำลังไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขึ้นกับปัจจัยที่สำคัญได้แก่กระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า การใช้ระบบรวมแสงจากกระจกเงา 4 บานสามารถเพิ่มความเข้มของปริมาณแสงที่ตกกระทบบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้สูงสุด 760 วัตต์ต่อตารางเมตรและเพิ่มปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ให้มากขึ้นถึง 304.89 มิลลิแอมป์ ที่อุณหภูมิบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 40.54 องศาเซลเซียส ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ส่งผลโดยตรงต่ออัตราการลดลงของแรงดันไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิที่อัตรา 0.012 องศาเซลเซียสต่อวินาที ส่งผลให้แรงดันไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีค่าลดลงด้วยอัตรา  $6.22 \times 10^{-4}$  โวลต์ต่อวินาที และยังคงส่งผลต่อการลดลงของกำลังการผลิตไฟฟ้าจากระบบรวมแสง การติดตั้งระบบระบายความร้อนให้กับแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะสามารถลดอุณหภูมิที่สะสมบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์และส่งผลให้กำลังการผลิตไฟฟ้ามีค่าเพิ่มสูงขึ้นได้

**คำสำคัญ:** ระบบรวมแสง, แผงเซลล์แสงอาทิตย์, พลังงานแสงอาทิตย์

# Effect of Solar Panel Temperature on Power Output of Concentrated Solar System

Songsak Phonghirun\*, Siri Sirininlakul, Kovit Phadungkit,  
Parinya Chorlumluk and Teerapong Boonlom

---

## ABSTRACT

Power output of solar (PV) cell depends on output current and voltage. The concentrated solar system use 4 mirrors to focus the light intensities on solar panel up to  $760 \text{ W/m}^2$  and increase output electric current to 304.89 mA with surface temperature of solar panel  $40.54^\circ\text{C}$ . The results show that the solar panel temperature affects the maximum output voltage directly. Rate of temperature changed by  $0.012^\circ\text{C/s}$  reduces the output voltage of solar panel with the rate of  $6.22 \times 10^{-4} \text{ V/s}$  and also reduces the power output of the concentrated solar system. Installation of a cooling system in the concentrated solar system can reduce the solar panel temperature and also increase output electric power.

**Keywords:** Concentrated solar system, Solar Cell, Solar energy

## บทนำ

พลังงานเป็นปัจจัยสำคัญในการขับเคลื่อนระบบเศรษฐกิจและการพัฒนาประเทศในทุกๆ ด้าน การศึกษาและพัฒนาขีดความสามารถด้านพลังงานจึงเป็นสิ่งจำเป็นในปัจจุบันและเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สามารถทำให้ประเทศเกิดความมั่นคงทางพลังงาน รวมถึงการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนในรูปแบบต่างๆ ที่มีอยู่ในประเทศให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยเฉพาะพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียนปริมาณมหาศาล ซึ่งในปัจจุบันมีการนำพลังงานจากแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์มากมาย เช่น การผลิตความร้อน และการผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ [1] โดยในปัจจุบันได้มีการนำแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้ากันอย่างแพร่หลาย ทั้งในภาครัฐและเอกชน รวมไปถึงครัวเรือนในหมู่บ้านต่างๆ เนื่องจากมีราคาตกลง แต่อย่างไรก็ตาม ความสามารถในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ยังมีขีดจำกัดและยังขึ้นกับปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมค่อนข้างมาก ดังนั้นการพัฒนาประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์จึงเป็นสิ่งสำคัญจนนำมาสู่การศึกษา วิจัย และพัฒนาระบบต่างๆ ที่สามารถเพิ่มกำลังการผลิตไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้มากยิ่งขึ้น เช่นการประยุกต์ใช้ระบบรวมแสง เป็นต้น [2]

กำลังการผลิตไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขึ้นกับปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมหลายอย่างด้วยกัน เช่น ความเข้มของรังสีที่ตกกระทบพื้นที่ อุณหภูมิบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์และสิ่งแวดล้อม [2, 3] โดยพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีค่าเท่ากับพลังงานจากโฟตอนที่ตกกระทบตั้งฉากบนหนึ่งหน่วยพื้นที่บนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยโฟตอนฟลักซ์ (Photon Flux) มีค่าตามสมการ [4, 5]

$$\Phi_{\text{Photon}} = N_{\text{Photon}} E = \frac{N_{\text{Photon}} hc}{\lambda} \quad (1)$$

$N_{\text{Photon}}$	คือจำนวนโฟตอนทั้งหมดที่ตกกระทบพื้นที่หนึ่งหน่วย
$E$	คือพลังงานของโฟตอน
$h$	คือค่าคงที่ของพลังค์ (Planck's constant)
$c$	คือความเร็วของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในสุญญากาศ
$\lambda$	คือความยาวคลื่นของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

กระแสไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้แปรผันโดยตรงกับความเข้มของแสงตามสมการ [6,7]

$$I_{SC} = I_{\text{Photon}} - I_0 \left( e^{\frac{qV}{nkT}} - 1 \right) \quad (2)$$

$I_{SC}$	คือ กระแสวงจรรีบ (Short-circuit current)
$I_{\text{Photon}}$	คือ กระแสจากโฟตอนที่ตกกระทบพื้นที่ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Light generated current)
$I_0$	คือ กระแสอิ่มตัว (Dark saturation current)
$q$	คือ ประจุของอิเล็กตรอน (Absolute value of electron charge)
$V$	คือ ความต่างศักย์ระหว่างขั้วไฟฟ้า
$n$	คือ Diode ideality factor
$k$	คือ ค่าคงตัวโบลต์ซมันน์ (Boltzmann's constant)
$T$	คือ อุณหภูมิสัมบูรณ์ (Absolute temperature)

ในขณะเดียวกัน แรงดันไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะขึ้นกับอุณหภูมิบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ตามสมการ

$$V_{OC} = \frac{nkT}{q} \ln \left( \frac{I_{Photon}}{I_0} \right) \quad (3)$$

$V_{OC}$  คือ แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด (Open-circuit voltage)

จากสมการ 2 และ 3 จะเห็นว่า เมื่อความเข้มของแสงมีค่าเพิ่มขึ้น กระแสไฟฟ้าจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามสมการ (2) ส่วนแรงดันไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นตามฟังก์ชันลอการิทึมตามสมการ (3) [8] ดังนั้น เมื่อเพิ่มความเข้มของแสงจากการใช้ระบบรวมแสง จะได้

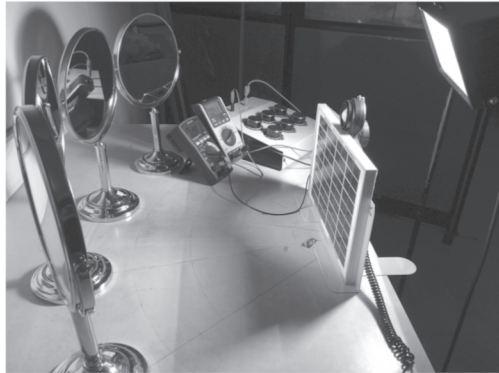
$$V'_{OC} = \frac{nkT}{q} \ln \left( \frac{XI_{Photon}}{I_0} \right) = \frac{nkT}{q} \left[ \ln \left( \frac{I_{Photon}}{I_0} \right) + \ln X \right] = V_{OC} + \frac{nkT}{q} \ln X \quad (4)$$

$X$  คือ จำนวนเท่าของความเข้มของแสง

การใช้ระบบรวมแสงเพื่อเพิ่มความเข้มของแสงที่ตกกระทบบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถเพิ่มกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้ [9,10] แต่อย่างไรก็ตาม การเพิ่มขึ้นของความเข้มของแสงส่งผลให้อุณหภูมิบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีค่าเพิ่มขึ้นและส่งผลให้แรงดันไฟฟ้าที่ได้มีค่าลดลงตามลักษณะเฉพาะของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ [11-13] โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาผลของอุณหภูมิบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เกิดขึ้นจากการใช้ระบบรวมแสงเพื่อเพิ่มกำลังการผลิตไฟฟ้าและศึกษาถึงความสามารถในการเพิ่มประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยการลดปัญหาความแปรปรวนด้านสิ่งแวดล้อมภายนอก เช่นการไม่คงที่ของรังสีจากดวงอาทิตย์ซึ่งเป็นปัจจัยหลักในการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยใช้ชุดทดลองระบบรวมแสงจากกระจกเงาราบเพื่อทำการสะท้อนรังสีที่ตกกระทบบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้มีความเข้มเพิ่มขึ้น ดังนั้นในกรณีที่รังสีจากดวงอาทิตย์มีปริมาณความเข้มต่ำ ระบบรวมแสงจะสามารถเพิ่มความเข้มของรังสีให้มีความสูงขึ้นเพียงพอต่อการผลิตกระแสไฟฟ้าและเพื่อให้สามารถใช้พลังงานแสงอาทิตย์ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

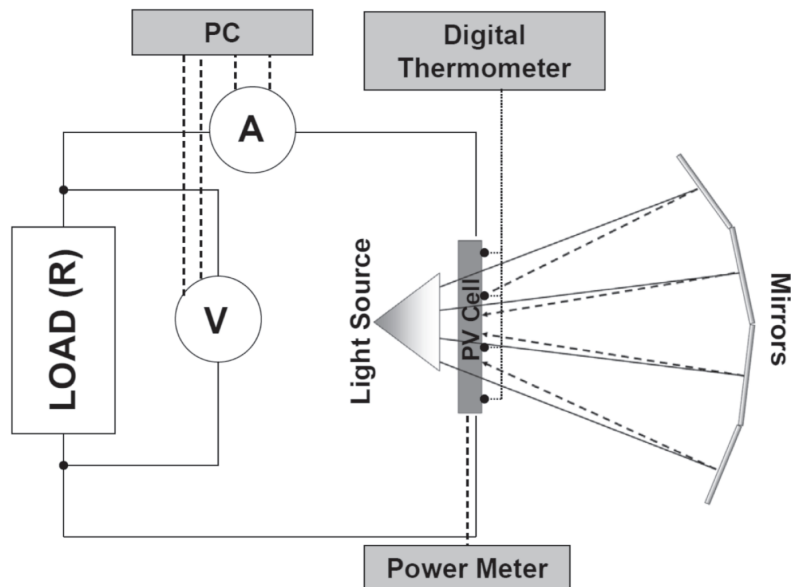
## วิธีการทดลอง

การศึกษานี้ได้ใช้อุปกรณ์ประกอบการวิจัย ประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (PV Cell) ชนิดผลึกเดี่ยว (Mono-Crystalline) ขนาดพื้นที่ 0.048 ตารางเมตร (18.5 ซม. × 26 ซม.) กำลังไฟฟ้าสูงสุด 5 วัตต์ โดยมีแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด (Open-circuit voltage) 21.4 โวลต์ และกระแสไฟฟ้าวงจรปิด (Short-circuit current) 0.42 แอมแปร์ เพื่อจัดประกอบเป็นชุดทดลองโดยใช้หลอดฮาโลเจนกำลัง 500 วัตต์ เป็นแหล่งกำเนิดแสงให้กับแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อลดปัญหาความไม่ต่อเนื่องจากการใช้แสงอาทิตย์โดยตรง และใช้เครื่องวัดความเข้มของพลังงานแสงอาทิตย์รุ่น CEM DT-1307 เครื่องวัดความสว่างของแสง Digicon รุ่น LX-70 มัลติมิเตอร์ Sanwa รุ่น CD771 และ V&A รุ่น VA18B เครื่องวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล Digicon รุ่น DP-74SD และ EM9300SD กระจกเงาสท้อนแสงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 19 ซม.



รูปที่ 1 ชุดเครื่องมือวัดทดลองวัดความเข้มของแสงจากระบบรวมแสง

กลุ่มผู้วิจัยได้ทำการสร้างชุดทดลองเพื่อวัดกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยใช้ระบบรวมแสงที่สร้างขึ้นจากกระจกเงาราบจำนวน 4 ชั้น โดยทุกชั้นวางห่างจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นระยะ 70 ซม.เท่ากันซึ่งเป็นระยะสูงสุดที่สามารถปรับได้ในชุดการทดลอง และกระจกสะท้อนแสงทุกบานหันเข้าหาแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยปรับมุมระหว่างกระจกเงาและแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อให้รังสีที่ตกกระทบบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีค่าความเข้มสูงสุดโดยใช้เครื่องวัดพลังงานแสงอาทิตย์และเครื่องวัดความสว่างของแสง ตามรูปชุดการทดลองที่ 1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ถูกต่อเข้ากับเครื่องวัดอุณหภูมิดิจิตอลผ่านเซนเซอร์สำหรับวัดอุณหภูมิเทอร์โมคัปเปิล 4 จุด บนแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อวัดอุณหภูมิเฉลี่ยในขณะที่ทำการทดลอง ขั้วไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ถูกต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้าผ่านชุดแผงวงจรตัวต้านทานที่สามารถปรับค่าความต้านทานได้ตั้งแต่ 0 จนถึง 100 กิโลโอห์ม และดิจิตอลมัลติมิเตอร์ 2 ตัวซึ่งสามารถบันทึกค่ากระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ตามรูปการทดลองที่ 2



รูปที่ 2 การต่อชุดการทดลองเพื่อวัดค่ากระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้าจากระบบรวมแสง

ขั้นตอนการทดลองเริ่มจากการวัดความเข้มของแสงสะท้อนมายังแผงเซลล์แสงอาทิตย์จากจำนวนกระจกเงาส่องแสงจาก 1 บานจนถึง 4 บาน โดยกระจกเงาแต่ละบานจะมีระยะห่างและมุมระหว่างกันเท่ากัน และวัดค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดและแรงดันไฟฟ้าสูงสุดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์จากการทดลอง โดยการปรับค่าความต้านทานต่ำสุดและสูงสุดตามลำดับ จากนั้นเริ่มปรับค่าความต้านทานให้มีค่าเพิ่มขึ้นจากศูนย์และเพิ่มไปจนถึง 10 กิโลโอห์มเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่สอดคล้องกับลักษณะเฉพาะของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ในเวลาเดียวกันดิจิตอลมัลติมิเตอร์ทั้งสองตัวจะทำการวัดค่าการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์และบันทึกค่าลงในคอมพิวเตอร์

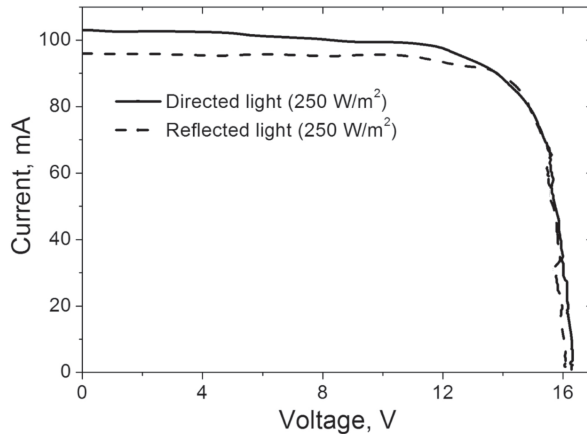
อุณหภูมิบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ถูกวัดโดยเครื่องวัดอุณหภูมิแบบดิจิตอลผ่านเทอร์โมคัปเปิล 4 จุด ซึ่งยึดติดที่ตำแหน่งต่างๆ กันบนผิวด้านหน้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในตำแหน่งที่ความสมมาตรกัน และไม่บังตำแหน่งของแผงเซลล์ที่ทำหน้าที่ผลิตกระแสไฟฟ้า โดยข้อมูลจะถูกบันทึกอัตโนมัติอย่างต่อเนื่องในขณะที่ทำการทดลอง และในทุกๆ การทดลองจะเริ่มต้นจากอุณหภูมิบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์เท่ากับที่  $28^{\circ}\text{C}$  ในขณะที่ไม่มีแสงตกกระทบ จากนั้นนำข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิมาค่าเฉลี่ยจากการวัดทั้ง 4 จุด

## ผลการทดลอง

### ผลของกระแสไฟฟ้าและความแรงดันไฟฟ้าต่อความเข้มของแสงจากกระจกเงา

ในการทดลองได้นำเครื่องมือวัดความเข้มของแสงมาวัดรังสีสะท้อนจากกระจกเงาส่องแสงทั้ง 4 บาน มายังตำแหน่งของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อวัดค่าความแตกต่างของความเข้มของรังสีสะท้อนจากกระจกทุกบานจากการสะท้อนที่ตำแหน่งเดียวกัน และหาค่าความเข้มแสงสูงสุดที่กระจกสามารถสะท้อนได้จากแหล่งกำเนิดแสงมายังแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งจากผลการทดลองพบว่า ค่าความเข้มของแสงสะท้อนจากกระจกเงาทั้ง 4 บาน มีความแตกต่างไม่เกินร้อยละ 5 โดยความเข้มแสงสูงสุดจากการสะท้อนสามารถวัดค่าได้อยู่ที่ 270 วัตต์ต่อตารางเมตร ทั้งนี้การเพิ่มขึ้นของความเข้มของรังสีบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ยังส่งผลให้อุณหภูมิบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีค่าเพิ่มขึ้นเนื่องจากการสะสมของความร้อนจากแหล่งกำเนิดของแสง

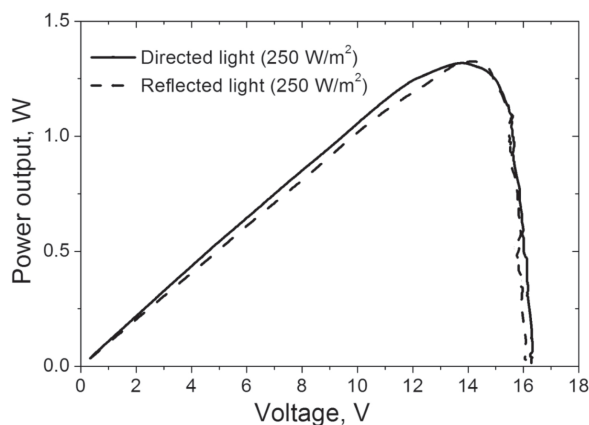
จากนั้นทำการทดลองเปรียบเทียบการฉายรังสีตรงจากแหล่งกำเนิดแสงมายังแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยตรงโดยไม่ผ่านกระจกเงาส่องแสงและวัดค่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ความเข้มแสงตกกระทบ 250 วัตต์ต่อตารางเมตร โดยเปรียบเทียบกับการใช้รังสีสะท้อนผ่านกระจกเงาไปยังแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยปรับความเข้มแสงที่ตกกระทบบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์เท่ากับที่ 250 วัตต์ต่อตารางเมตร โดยผลการทดลองแสดงในรูปที่ 3



**รูปที่ 3** กระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ความเข้มแสง 250 วัตต์ต่อตารางเมตร จากแหล่งกำเนิดแสงโดยตรงและผ่านกระจกสะท้อนแสง 1 บาน

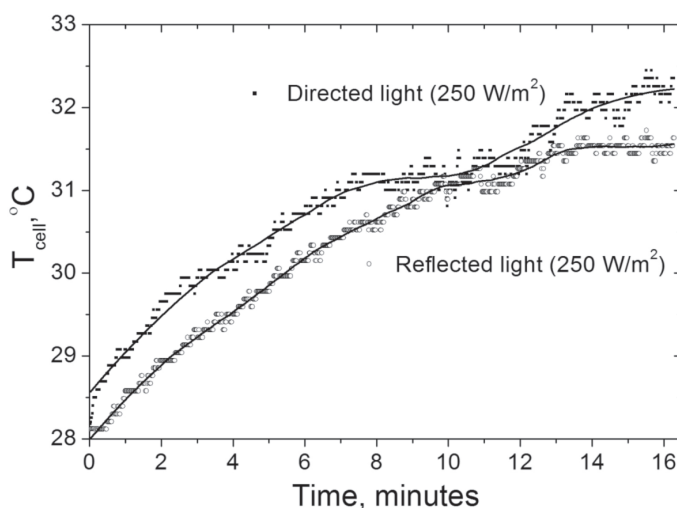
จากผลการทดลองในรูปที่ 3 พบว่า ที่ความเข้มแสง 250 วัตต์ต่อตารางเมตร กำลังไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตได้จากรังสีตรง (Directed light) และรังสีสะท้อน (Reflected light) จากกระจกมีค่าใกล้เคียงกัน สามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้าอยู่ที่ 103.04 มิลลิแอมแปร์สำหรับรังสีตรง และ 95.96 มิลลิแอมแปร์ สำหรับรังสีสะท้อน ส่วนแรงดันไฟฟ้าจากการใช้รังสีตรงสามารถวัดค่าได้ 16.28 โวลต์ และ 16.08 โวลต์สำหรับการใช้รังสีสะท้อน

กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ความเข้มของแสงตกกระทบ 250 วัตต์ต่อตารางเมตร โดยการใช้รังสีตรงและรังสีสะท้อนจากกระจกเงาแสดงในรูปที่ 4 โดยผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า กำลังไฟฟ้าสูงสุด ( $P_{max}$ ) จากรังสีทั้งสองชนิดมีค่าใกล้เคียงกัน โดยการตกกระทบของรังสีตรงจากแหล่งกำเนิดแสงความเข้ม 250 วัตต์ต่อตารางเมตรบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้กำลังไฟฟ้าที่ 1.32 วัตต์ และสำหรับรังสีสะท้อนที่ความเข้มแสง 250 วัตต์ต่อตารางเมตรบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ 1.33 วัตต์



**รูปที่ 4** ความสัมพันธ์ของความต่างศักย์ไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าที่ความเข้มแสง 250 วัตต์ต่อตารางเมตร จากการตกกระทบของรังสีตรงและรังสีสะท้อนจากกระจกสะท้อนแสง 1 บาน

นอกจากนี้ในการทดลองได้ทำการวัดค่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์จากการตกกระทบของรังสีสะท้อนจากแหล่งกำเนิดแสงโดยใช้หลอดฮาโลเจน ซึ่งสามารถแผ่รังสีในช่วงความยาวคลื่นของรังสีอัลตราไวโอเลตจนถึงอินฟราเรดซึ่งเป็นรังสีความร้อน ดังนั้นการตกกระทบของรังสีอินฟราเรดที่มีปริมาณมากบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ส่งผลให้เกิดการสะสมความร้อนและการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์อย่างต่อเนื่อง อุณหภูมิบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะถูกบันทึกโดยอัตโนมัติพร้อมกับการวัดกำลังไฟฟ้า ซึ่งใช้เวลารวม 16.28 นาทีและที่อุณหภูมิเริ่มต้นเท่ากันที่ 28 องศาเซลเซียส การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์จากการทดลองแสดงในรูปที่ 4 โดยผลการทดลองได้แสดงถึงการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอย่างต่อเนื่องจากการตกกระทบของแสงจากแหล่งกำเนิดแสงโดยตรงและการสะท้อนจากกระจกเงา การตกกระทบของรังสีตรงจะมีอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิที่ 0.0043 องศาเซลเซียสต่อวินาทีสูงกว่าการใช้รังสีสะท้อนจากกระจกเงาราบซึ่งวัดได้อยู่ที่ 0.0036 องศาเซลเซียสต่อวินาที

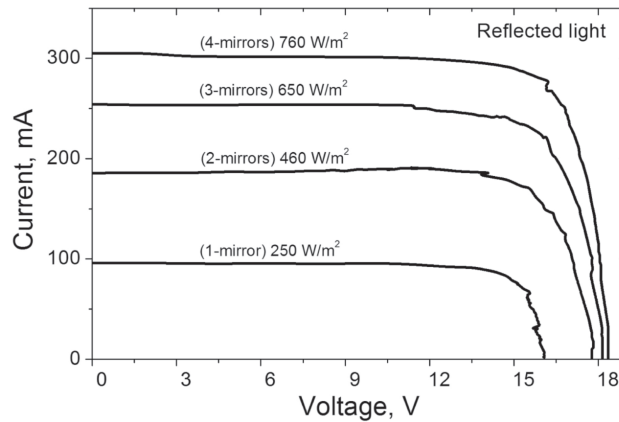


รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์กับเวลา (นาที) จากการใช้รังสีตรงและรังสีสะท้อนจากกระจกสะท้อนแสง 1 บาน

จากการเปรียบเทียบการใช้รังสีตรงจากแหล่งกำเนิดแสงและการใช้รังสีสะท้อนจากกระจกเงาราบโดยวัดความเข้มแสงที่ตกกระทบบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์เท่ากันที่ 250 วัตต์ต่อตารางเมตรพบว่า ผลการทดลองที่ได้มีความแตกต่างกันเล็กน้อย โดยการใช้รังสีตรงจะให้กระแสไฟฟ้าที่มากกว่าการใช้รังสีสะท้อนจากกระจกเงาราบแต่ในขณะเดียวกันก็มีการอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิที่สูงกว่า ดังนั้นการใช้กระจกเงาสะท้อนแสงในจำนวนที่เพิ่มขึ้น สามารถส่งผลโดยตรงต่อการเพิ่มขึ้นของความเข้มของรังสีที่ตกกระทบบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์และการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้ โดยในลำดับถัดไปจะแสดงผลการทดลองการนำระบบรวมแสงจากกระจกเงาราบหลายบานมาใช้ในการพัฒนาประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยการเพิ่มกำลังไฟฟ้าในระบบ



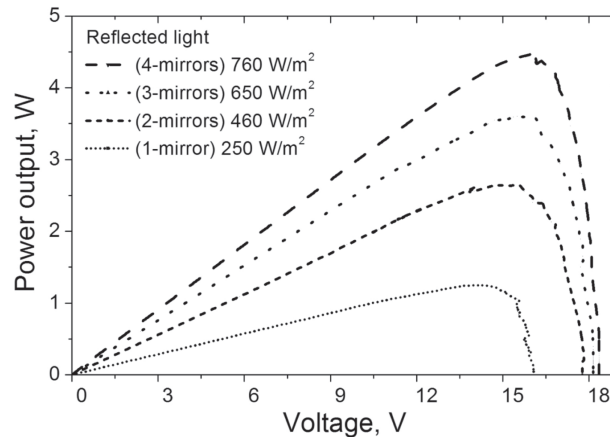
ผลของการใช้จำนวนกระจกสะท้อนแสงที่มากขึ้นส่งผลให้ค่ากำลังไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีค่าเปลี่ยนไปดังแสดงในรูปที่ 6



**รูปที่ 6** กระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์จากการสะท้อนของแสงผ่านกระจกเงาราบจำนวน 1 ถึง 4 บาน ที่ความเข้มแสงบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 250 460 650 และ 760 วัตต์ต่อตารางเมตร

รูปที่ 6 แสดงถึงความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ผลิตได้จากการใช้แสงสะท้อนจากกระจกเงาราบตั้งแต่ 1 ถึง 4 บาน โดยผลการทดลองได้แสดงให้เห็นการเพิ่มขึ้นของกระแสไฟฟ้าได้อย่างชัดเจน การใช้กระจกเงาสะท้อนแสง 2 บาน (2 mirrors) สะท้อนแสงจากแหล่งกำเนิดแสงมายังแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีความเข้มเท่ากับ 460 วัตต์ต่อตารางเมตร สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ 185.53 มิลลิแอมแปร์ที่ความต่างศักย์สูงสุดที่สามารถวัดได้ 17.77 โวลต์ ซึ่งความเข้มของแสงจากการใช้กระจกสะท้อนแสง 2 บานมีค่าเพิ่มขึ้นจากการใช้กระจกสะท้อนแสง 1 บาน 210 วัตต์ต่อตารางเมตร คิดเป็น 1.84 เท่า ส่วนกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้าที่สามารถวัดได้มีค่ามากกว่าการใช้แสงสะท้อนจากกระจก 1 บาน เช่นเดียวกันโดยกระแสไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้น 95.97 มิลลิแอมแปร์ และมีการเพิ่มขึ้นของความต่างศักย์ 1.69 โวลต์ การเพิ่มขึ้นของจำนวนกระจกสะท้อนแสง 3 บาน ส่งผลให้กระแสไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน โดยวัดกระแสไฟฟ้าได้ 254.22 มิลลิแอมแปร์ เพิ่มขึ้นจากการใช้กระจกสะท้อนแสง 2 บานอยู่ที่ 68.69 มิลลิแอมแปร์ โดยความต่างศักย์ที่วัดได้จากแสงสะท้อนจากกระจกเงา 3 บานมีค่าเท่ากับ 18.16 โวลต์ เพิ่มจากความต่างศักย์ที่วัดได้จากกระจก 2 บาน 0.39 โวลต์ การเพิ่มขึ้นของกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์แปรผันโดยตรงกับความเข้มของแสงสะท้อนที่เพิ่มขึ้นที่ 650 วัตต์ต่อตารางเมตร โดยความเข้มของแสงเพิ่มขึ้นจากการใช้กระจกเงาสะท้อนแสง 1 บานที่ 250 วัตต์ต่อตารางเมตร คิดเป็น 2.6 เท่า และเพิ่มขึ้นจากการใช้กระจกเงา 2 บานที่ 190 วัตต์ต่อตารางเมตร คิดเป็น 1.41 เท่า นอกจากนี้จากการใช้กระจกสะท้อนแสงรวมทั้งหมด 4 บานสะท้อนแสงมายังแผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ที่ 304.89 มิลลิแอมแปร์ สูงกว่าการใช้กระจกเงาสะท้อนแสง 3 บานอยู่ที่ 50.67 มิลลิแอมแปร์ ความต่างศักย์จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยผ่านการใช้กระจกเงารวมแสง 4 บานอ่านค่าได้ที่ 18.36 โวลต์ มากกว่าการใช้รังสีสะท้อนจากกระจก 3 บานอยู่ที่ 0.20 โวลต์ การใช้กระจกสะท้อนแสงทั้ง 4 บาน

สามารถเพิ่มความเข้มของแสงที่ตกกระทบมายังแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้ถึง 760 วัตต์ต่อตารางเมตร โดยเพิ่มขึ้นจากการใช้กระจก 1 บานเป็นจำนวน 3.04 เท่า ส่วนการใช้กระจก 2 บานความเข้มของแสงเพิ่มขึ้น 1.65 และ 1.17 เท่า จากการใช้กระจก 3 บาน



**รูปที่ 7** ความสัมพันธ์ของความต่างศักย์ไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์จากการสะท้อนของแสงผ่านกระจกเงาราบจำนวน 1 ถึง 4 บาน ที่ความเข้มแสงบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 250 460 650 และ 760 วัตต์ต่อตารางเมตร

ความสัมพันธ์ของความต่างศักย์ไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์จากการใช้กระจกสะท้อนแสงจำนวน 1-4 บานที่ความเข้มของแสงแตกต่างกันแสดงในรูปที่ 7 โดยจากรูปความสัมพันธ์พบว่า กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีค่าเพิ่มขึ้นตามจำนวนกระจกเงาสะท้อนแสง เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนกระจกส่งผลโดยตรงกับการเพิ่มขึ้นของความเข้มของแสงที่ตกกระทบบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่สามารถผลิตได้จากการใช้กระจกเงาราบสะท้อนแสง 2 บานที่ความเข้มแสง 460 วัตต์ต่อตารางเมตรสามารถคำนวณได้ที่ 2.67 วัตต์ เพิ่มจากกำลังไฟฟ้าจากกระจกสะท้อนแสง 1 บาน 1.34 วัตต์ การใช้กระจกสะท้อนแสง 3 บาน ส่งผลให้กำลังไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพิ่มขึ้นที่ 3.61 วัตต์ และ จำนวนกระจก 4 บานที่ 4.52 วัตต์ โดยกำลังไฟฟ้าสูงสุด ( $P_{max}$ ) จากการสะท้อนของรังสีจากกระจกทั้ง 4 บานเกิดขึ้นที่แรงดันไฟฟ้าในช่วง 15-16 โวลต์เนื่องจากผลการทดลองสามารถวัดค่ากระแสสูงสุด ( $I_{max}$ ) ที่ให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดได้เมื่อแรงดันไฟฟ้า ( $V_{max}$ ) มีค่าในช่วง 15-16 โวลต์ ตามสมการ

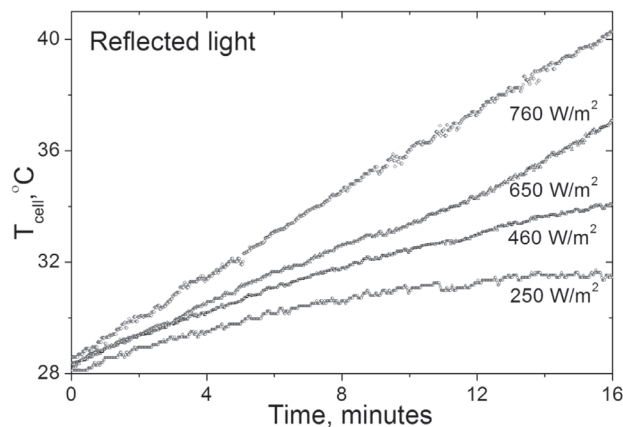
$$P_{max} = I_{max} \cdot V_{max} \quad (5)$$

$P_{max}$  คือ กำลังไฟฟ้าสูงสุด (Maximum power)

$I_{max}$  คือ กระแสไฟฟ้าที่กำลังไฟฟ้าสูงสุด (Current at maximum power point)

$V_{max}$  คือ แรงดันไฟฟ้าที่กำลังไฟฟ้าสูงสุด (Voltage at maximum power point)

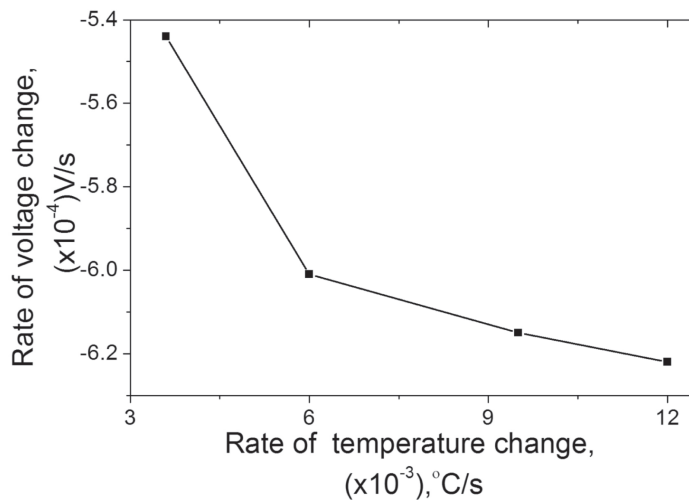
การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในช่วงเวลาในการทำการทดลองจากการเพิ่มจำนวนกระจกสะท้อนแสงแสดงในรูปที่ 8 ซึ่งในการทดลองได้ทำการวัดอุณหภูมิบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในช่วงการวัดกำลังการผลิตไฟฟ้าจากการใช้ระบบรวมแสงจากกระจกเงาราบ โดยผลการทดลองได้แสดงให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิที่แปรผันตามเวลาที่ใช้ในการทดลอง นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของจำนวนกระจกเงาสะท้อนแสงได้ส่งผลให้ความเข้มของแสงที่ตกกระทบบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีค่าเพิ่มมากขึ้นและส่งผลให้การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีค่าเปลี่ยนไปโดยมีความแตกต่างของจำนวนกระจกสะท้อนแสงอย่างชัดเจน การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ส่งผลโดยตรงต่อกำลังไฟฟ้าเนื่องจากทำให้แรงดันไฟฟ้ามีค่าลดลงตามสมการ (4)



รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ของอุณหภูมิบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์กับเวลา (นาที) ของรังสีสะท้อนจากจำนวนกระจกเงา 1 ถึง 4 บาน ที่ความเข้มแสงแตกต่างกัน

ผลการทดลองวัดอุณหภูมิในช่วงเวลา 16 นาที พบว่าแสงสะท้อนจากกระจกเงาราบ 1 บาน สามารถทำให้อุณหภูมิบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีอัตราการเพิ่มขึ้น 0.0036 องศาเซลเซียสต่อวินาที โดยวัดอุณหภูมิสูงสุดได้ 31.63 องศาเซลเซียส ที่ความเข้มของแสงตกกระทบบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 250 วัตต์ต่อตารางเมตร การใช้กระจกสะท้อนแสง 2 บาน สามารถวัดอุณหภูมิสูงสุดได้ 34.22 องศาเซลเซียส โดยมีอัตราการเพิ่มขึ้นอยู่ที่ 0.0060 องศาเซลเซียสต่อวินาที การเพิ่มกระจกสะท้อนแสง 3 บานมีอุณหภูมิสูงสุดที่ 37.20 องศาเซลเซียสและมีอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ 0.0095 องศาเซลเซียสต่อวินาที ส่วนการเพิ่มจำนวนกระจกเงาสะท้อนแสง 4 บาน ทำให้อัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์อยู่ที่ 0.012 องศาเซลเซียสต่อวินาที โดยวัดอุณหภูมิสูงสุดได้ 40.54 องศาเซลเซียส ที่ความเข้มของแสงตกกระทบบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 760 วัตต์ต่อตารางเมตร

ความสัมพันธ์ระหว่างการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิต่อการลดลงของแรงดันไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์แสดงในรูปที่ 9 โดยจากรูปสามารถพบการลดลงของแรงดันไฟฟ้าเมื่ออุณหภูมิบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีค่าเพิ่มขึ้น โดยในการทดลองได้ทำการวัดแรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตได้จากการใช้แสงสะท้อนกระจกเงาราบ 1 ถึง 4 บาน ที่ความเข้มแสงคงที่ที่ 250 460 650 และ 760 วัตต์ต่อตารางเมตรตามลำดับ และทำการเพิ่มอุณหภูมิบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์อย่างต่อเนื่องและวัดค่าการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้าในเวลาเดียวกัน



**รูปที่ 9** ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่ออัตราการลดลงของแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้

ผลการทดลองแสดงถึงอัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิที่มีต่ออัตราการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้าอย่างเห็นได้ชัด โดยจากการใช้กระจกสะท้อนแสง 1 บานทำให้อุณหภูมิบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 0.0036 องศาเซลเซียสต่อวินาที ทำให้แรงดันไฟฟ้าลดลงจากค่าสูงสุดด้วยอัตรา  $5.44 \times 10^{-4}$  โวลต์ต่อวินาที การใช้กระจกรวมแสง 2 บาน ทำให้อุณหภูมิบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพิ่มขึ้น 0.0060 องศาเซลเซียสต่อวินาทีและมีการลดลงของแรงดันไฟฟ้าด้วยอัตรา  $6.01 \times 10^{-4}$  โวลต์ต่อวินาที การเพิ่มจำนวนกระจกสะท้อนแสง 3 บาน ส่งผลให้อุณหภูมิบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพิ่มขึ้น 0.0095 องศาเซลเซียสต่อวินาที ในขณะที่เดียวกันสามารถวัดอัตราการลดลงของแรงดันไฟฟ้าได้  $6.05 \times 10^{-4}$  โวลต์ต่อวินาที และการใช้กระจกสะท้อนแสง 4 บานสะท้อนแสงมายังแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้น 0.0120 องศาเซลเซียสต่อวินาทีซึ่งส่งผลให้แรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้ลดลงด้วยอัตรา  $6.22 \times 10^{-4}$  โวลต์ต่อวินาที

การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์จากการเพิ่มจำนวนของกระจกสะท้อนแสงส่งผลโดยตรงต่อการลดลงของแรงดันไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ แต่เมื่ออัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิมียุคสูงชันสามารถพบอัตราการลดลงของแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าลดน้อยลง อีกทั้งจากการทดลองยังพบว่า การเพิ่มขึ้นของความเข้มของแสงในระบบรวมแสงส่งผลให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้นด้วยอัตราที่สูงกว่าอัตราการลดลงของแรงดันไฟฟ้าจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ดังนั้นหากมีการติดตั้งระบบระบายความร้อนให้กับแผงเซลล์แสงอาทิตย์อาจทำให้อุณหภูมิที่สะสมบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีค่าลดลงได้ รวมถึงส่งผลให้กำลังการผลิตไฟฟ้าในระบบรวมแสงมีค่าเพิ่มสูงขึ้น

## สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

กำลังไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขึ้นกับปัจจัยที่สำคัญได้แก่ กระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยจากการทดลองการใช้กระแสรวมแสงเพื่อเพิ่มความเข้มของแสงที่ตกกระทบบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถพบความสัมพันธ์โดยตรงกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณกระแสไฟฟ้าจากการเปรียบเทียบการใช้รังสีตรงและการใช้รังสีสะท้อนจากแหล่งกำเนิดแสงที่ความเข้มของแสงเท่ากัน สามารถพบความแตกต่างระหว่างปริมาณกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า โดยกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์จากการใช้รังสีตรงมีค่ามากกว่าการใช้รังสีสะท้อนที่ปริมาณ 7.08 มิลลิแอมแปร์ และ 0.17 โวลต์ ตามลำดับ ส่วนกำลังไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยการใช้รังสีตรงและรังสีสะท้อนสามารถคำนวณได้ในปริมาณใกล้เคียงกันที่ 1.33 วัตต์ ที่ความเข้มของรังสีตกกระทบบน 250 วัตต์ต่อตารางเมตร ในขณะที่เดียวกันในช่วงเวลาการทดลองพบว่า การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์จากการตกกระทบบนรังสีตรงมีค่าสูงกว่าการใช้รังสีสะท้อน การใช้รังสีตรงจะมีอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอยู่ที่ 0.0043 องศาเซลเซียสต่อวินาทีและการใช้รังสีสะท้อนจากกระจกเงาราบสามารถวัดอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิที่ 0.0036 องศาเซลเซียสต่อวินาที

การใช้ระบบรวมแสงจากกระจกเงาสามารถเพิ่มความเข้มของแสงซึ่งมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเพิ่มขึ้นของกระแสไฟฟ้า โดยการเพิ่มจำนวนกระจกสะท้อนแสงจาก 2 ถึง 4 บาน สามารถเพิ่มความเข้มของแสงในปริมาณ 460 650 และ 760 วัตต์ต่อตารางเมตรตามลำดับ ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของความเข้มของแสงส่งผลให้ปริมาณกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามจำนวนกระจกในระบบรวมแสงซึ่งเพิ่มจากเดิมในปริมาณ 1.84 เท่าจากการใช้กระจก 2 บาน 2.6 เท่า จากการใช้กระจก 3 บาน และ 3.04 เท่าจากการใช้กระแสรวมแสง 4 บาน อีกทั้งยังสามารถเพิ่มแรงดันไฟฟ้าให้มากขึ้น รวมไปถึงความสามารถในการเพิ่มกำลังไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ 2.67 วัตต์ 3.61 วัตต์ และ 4.52 วัตต์ จากกระแสรวมแสง 2 3 และ 4 บานตามลำดับ จากการใช้แหล่งกำเนิดแสงเดิมเพียงแหล่งเดียว

การเพิ่มขึ้นของจำนวนกระจกได้ส่งผลให้อุณหภูมิบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยการใช้กระแสรวมแสง 2 บานวัดอุณหภูมิสูงสุดขณะสิ้นสุดการทดลองโดยใช้เวลา 16 นาที ที่ 34.22 องศาเซลเซียส การเพิ่มจำนวนกระแสรวมแสง 3 บาน วัดอุณหภูมิสูงสุดที่ 37.20 องศาเซลเซียสและ 40.54 องศาเซลเซียส สำหรับจำนวนกระแสรวมแสงที่เพิ่มขึ้น 4 บาน นอกจากนี้ กลุ่มผู้วิจัยได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องกับแรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยจากการทดลองพบว่า การเพิ่มขึ้นของจำนวนกระแสรวมแสงส่งผลโดยตรงต่ออัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยคำนวณอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิได้ที่ 0.0036 องศาเซลเซียสต่อวินาที 0.0095 องศาเซลเซียสต่อวินาที และ 0.0120 องศาเซลเซียสต่อวินาที ซึ่งส่งผลให้แรงดันไฟฟ้าลดลงที่อัตรา  $6.01 \times 10^{-4}$  โวลต์ต่อวินาที  $6.05 \times 10^{-4}$  โวลต์ต่อวินาที และ  $6.22 \times 10^{-4}$  โวลต์ต่อวินาที จากการเพิ่มจำนวนกระจก 2 3 และ 4 บาน ตามลำดับ ดังนั้นจากผลการทดลองพบว่า อัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ มีความสัมพันธ์โดยตรงต่ออัตราการลดลงของแรงดันไฟฟ้า [14,15] ซึ่งเกิดจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณกระแสอิ่มตัว (Dark saturation current) ในแผงเซลล์แสงอาทิตย์ตามลักษณะเฉพาะของไดโอดสารกึ่งตัวนำ [16-18]

ดังนั้นการนำระบบรวมแสงเข้ามาใช้ร่วมกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ สามารถเพิ่มความสามารถในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้เพื่อลดปัญหาด้านความไม่คงที่ของปริมาณรังสีจากดวงอาทิตย์ แต่อย่างไรก็ตาม ปัจจัยที่สำคัญในการทำการทดลองคือการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ ซึ่งในการทดลองสามารถวัดอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในปริมาณที่ต่ำ เนื่องจากมีความเข้มของปริมาณรังสีที่ตกกระทบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในปริมาณน้อย เมื่อเทียบกับรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ที่มีความเข้มของรังสีในปริมาณสูง และทำให้ความร้อนที่สะสมบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีค่าสูงมากซึ่งจะส่งผลให้แรงดันไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้ามีค่าลดลง[19] ดังนั้นหากสามารถถ่ายเทความร้อนออกจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยการติดตั้งระบบระบายความร้อนจะทำให้อุณหภูมิที่สะสมบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีค่าลดลงและทำให้กำลังการผลิตไฟฟ้ามีค่าสูงขึ้นได้ นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของขนาดและจำนวนของกระจกเงา รวมถึงการปรับมุมระหว่างกระจกเงาที่เหมาะสมยังส่งผลโดยตรงต่อกำลังการผลิตไฟฟ้าในระบบรวมแสง เนื่องจากสามารถเพิ่มปริมาณความเข้มของรังสีสะท้อนที่ตกกระทบบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้ ซึ่งทำให้สามารถใช้ร่วมกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีขนาดใหญ่และมีกำลังการผลิตไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งยังอาจสามารถลดการสะสมของอุณหภูมิตั้งแต่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้ เนื่องจากมีพื้นที่ในการถ่ายเทความร้อนได้มากขึ้น อย่างไรก็ตามระบบรวมแสงสามารถเพิ่มความเข้มของแสงที่ตกกระทบมายังแผงเซลล์แสงอาทิตย์และส่งผลให้กระแสไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้นได้โดยตรง ดังนั้นการนำระบบรวมแสงเข้ามาช่วยในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้ โดยเฉพาะในช่วงเวลาที่รังสีตรงจากดวงอาทิตย์มีความเข้มต่ำ รังสีสะท้อนจากระบบรวมแสงจะช่วยเพิ่มปริมาณความเข้มของแสงที่ตกกระทบบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้น อีกทั้งยังเป็นการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากเงินรายได้ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประจำปีงบประมาณ 2558 คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะกรรมการวิจัย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ได้ให้คำปรึกษาอย่างต่อเนื่อง

## เอกสารอ้างอิง

1. Quaschnig, V. 2005. Understanding Renewable Rnergy Systems. London. Earthscan. p. 22.
2. Nelson, J. 2003. The Physics of Solar Cells. London. Imperial College Press. p. 263.
3. Maczulak, A. 2010. Renewable Energy: Sources and Methods. New York. Facts on File. p. 101.
4. Zeghbrock, B. 2010. Principles of Semiconductor Devices and Heterojunctions. London. Prentice Hall. p. 20.
5. Phonghirun, S., and Nilkamjon, T. 2012. Effect of Tilt Angle of Solar Cell in SWU Area. *Srinakharinwirot Science Journal* 28(2): 89-102 (in Thai).

6. Lindholm, F. A., Fossum, J. G., and Burgess, E. L., 1979. Application of the Superposition Principle to Solar-cell Analysis. *IEEE Transactions on Electron Devices* 26: 165-171.
7. Hamrouni, N., Jraidi, M., and Chérif, A. 2008. Solar Radiation and Ambient Temperature Effects on the Performances of a PV Pumping System. *Revue des Energies Renouvelables* 11 (1): 95-4106.
8. Bunea, G., Wilson, K., Meydbray, Y., Campbell, M. and Ceuster, D. D. 2006. Low Light Performance of Mono-Crystalline Silicon Solar Cells. In 4<sup>th</sup> World Conference on Photovoltaic Energy Conversion; 7-12 May 2006. Waikoloa, HI, USA. p. 1312-1314.
9. Hein, M., Dimroth, F., Siefer, G., and Bett, A. W., 2013. Characterisation of a 300X Photovoltaic Concentrator System with One-axis Tracking. *Solar Energy Materials and Solar Cells* 75(1-2): 277-283.
10. Zilong, W., Hua, Z., Wei, Z., Zhigang, Zh., and Mengxun, C. 2015. The Effect of Concentrated Light Intensity on Temperature Coefficient of the InGaP/InGaAs/Ge Triple-Junction Solar Cell. *The Open Fuels & Energy Science Journal* 8: 106-111.
11. Luque, A., and Hegedus, S. 2011. Photovoltaic Science and Engineering. Chichester. Wiley. p. 92.
12. Almonacid, F., Perez-Higueras, P. J., Fernandez, E. F., and Rodrigo, P. 2012. Relation between the Cell Temperature of a HCPV Module and Atmospheric Parameters. *Solar Energy Materials and Solar Cells* 105: 322-327.
13. Baruch, P., De, Vos, A., Landsberg, P. T., and Parrott J. E. 1995. On Some Thermodynamic Aspects of Photovoltaic Solar Energy Conversion. *Solar Energy Materials and Solar Cells* 36: 201-222.
14. Tobnaghi, D. M., Madatov, R. and Naderi, D. 2013. The Effect of Temperature on Electrical Parameters of Solar Cells. *International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering* 2(12): 6404-6407.
15. Razykov, T. M., Ferekides, C. S., Morel, D., Stefanakos, E., and Ullal, H. S. 2011. Solar Photovoltaic Electricity: Current Status and Future Prospects. *Solar Energy* 85(8): 1580-1608.
16. Cuce, E. and Cuce, P. M. 2013. An Experimental Analysis of Illumination Intensity and Temperature Dependency of Photovoltaic Cell Parameters. *Applied Energy* 111: 374-382.
17. Singh, P. 2008. Temperature Dependence of I-V Characteristics and Performance Parameters of Silicon Solar Cell. *Solar Energy Materials and Solar Cells* 92(12): 1611-1616.
18. Singh, P. and Ravindra, N. M. 2012. Temperature Dependence of Solar Cell Performance-An Analysis. *Solar Energy Materials and Solar Cells* 101: 36-45.

19. Skoplaki, E. and Palyvos, J. A. 2009. On the Temperature Dependence of Photovoltaic Module Electrical Performance: A Review of Efficiency/Power Correlation. *Solar Energy* 83: 614-624.

ได้รับบทความวันที่ 16 กุมภาพันธ์ 2560  
ยอมรับตีพิมพ์วันที่ 1 สิงหาคม 2560