

# การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

## โดยเทคนิคระบายความร้อนด้วยน้ำ

### A Study of Increasing the Efficiency of Solar Panel

#### by Water-Cooled Techniques

สมนึก ฉันทรุ่งโรจน์<sup>1</sup>

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์<sup>2</sup>

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ในการทดลองเป็นแผงเซลล์ชนิดผลึกซิลิกอนเป็นส่วนประกอบ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ประเภทนี้จะมีประสิทธิภาพที่ช่วงคลื่นของรังสีดวงอาทิตย์ในช่วงใกล้รังสีอินฟราเรดทำให้เมื่อใช้งานแผงเซลล์ประเภทนี้จึงร้อน อีกทั้งเมื่ออิเล็กทรอนิกส์ที่เกิดจากการความต่างศักย์ระหว่าง P-N Junction ในเซลล์แสงอาทิตย์เคลื่อนตัวในเส้นโลหะก็เกิดความร้อนด้วยเช่นกัน เมื่อเซลล์แสงอาทิตย์มีอุณหภูมิสูงขึ้นทำให้ประสิทธิภาพของเซลล์ลดลงมีค่าเท่ากับร้อยละ 0.4 ของทุก ๆ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 1°C ใน การวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 2 วิธีด้วยกัน คือ (1) การให้น้ำไหลผ่านใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยใช้ปั๊มสูบน้ำให้หมุนเวียน อีกทั้งให้น้ำได้ระบายความร้อนโดยการตกลงมาเป็นฝอย และ (2) การระบายความร้อนของเซลล์แสงอาทิตย์โดยการชังน้ำไว้ใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ผลการศึกษาของทั้ง 2 วิธีพบว่าค่าพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากวิธีที่ 1 ได้ค่าพลังงานไฟฟ้าที่สูงกว่า แต่เมื่อพิจารณาถึงค่าพลังงานที่ให้กับปั๊มสูบน้ำและหักลบกันแล้ววิธีที่ 2 เป็นวิธีที่ดีกว่า ซึ่งได้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 ของค่ามาตรฐานสูงสุดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ แต่อย่างไรก็ดีการชังน้ำไว้ใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์มีข้อจำกัดในด้านการติดตั้งเนื่องจากกฎกระทรวงควบคุมน้ำหนักที่เพิ่มบนหลังคาไม่ให้เกิน 30 กิโลกรัมต่อตารางเมตร จากน้ำหนักที่เพิ่มของน้ำทำให้ไม่สามารถติดตั้งบนหลังคาอาคารทั่วไปได้ แต่สามารถติดตั้งได้สำหรับหลังคาที่เป็นคอนกรีตและบนพื้นดิน สำหรับการลงทุนพบว่า มีระยะเวลาคืนทุนใน 3 ปี

<sup>1</sup> นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการทางวิศวกรรม มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

<sup>2</sup> ที่ปรึกษาการศึกษารายบุคคลหลัก

## ABSTRACT

This research examines the methods to increase the efficiency of solar panel. The crystalline silicon panel was used to test the solar panel. This type of solar panel has high efficiency on the wavelength of the solar radiation near the infrared ray and the heat is increasing when using the solar panel. Moreover, the electrons generate by the difference between P-N Junction in the solar cells that move in the metal line produce the heat as well. When the solar cell has higher temperatures, it will reduce efficiency of the cell by 0.4% in every 1°C increasing. This research studies the efficiency improvements of a solar panel in two methods. These are: (1) allowing water to flow under the solar panel by using a pump to circulate water and allowing the water to be cooled by dropping; and (2) Cooling the solar panel by keeping the water under the solar panel. Results are shown that the electrical energy generated from the first method has a higher value than the second method. Nevertheless, when considering the energy use in the pump it was found that the second method provides a good result because it increases the electrical energy generation of 20% more than the highest standard of solar panel. However, trapping water under the solar panel has a limitation for the installation. This is due to the regulation mandates to control the weight on the roof not more than 30 kg/m<sup>2</sup>. From the increased weight of stored water, it cannot be installed on the roof of generic buildings but it can install on the concrete roof and on the ground. Considering commercial investment, it has a payback period within three years.

## บทนำ

จากพลังงานฟอสซิลในโลกเริ่มลดน้อยลงและมีราคาเพิ่มสูงขึ้นอีกทั้งพลังงาน นิวเคลียร์ คนส่วนใหญ่ต่อต้านทำให้ทั่วโลกจึงต้องหาพลังงานอื่นเพื่อมาทดแทน ซึ่งพลังงานแสงอาทิตย์เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ทั่วโลกเลือกใช้เป็นพลังงานทดแทนพลังงานจากฟอสซิล อีกทั้งพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่สะอาด การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้มีอยู่ด้วยกัน 2 รูปแบบคือในรูปแบบพลังงานไฟฟ้าและรูปแบบพลังงานความร้อน ซึ่งเมื่อนำมาใช้งานไม่ว่าจะเป็นรูปแบบพลังงานความร้อนหรือพลังงานไฟฟ้าล้วนแล้วแต่ไม่มีการปลดปล่อยสิ่งที่เป็นมลภาวะต่อสภาพแวดล้อม หลังจากที่มนุษย์รู้จักนำพลังงานจากดวงอาทิตย์มาทำให้เกิดพลังงานรูปแบบไฟฟ้า โดยใช้อุปกรณ์ผลิตพลังงานคือ เซลล์แสงอาทิตย์ โดยการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์เมื่อ เซลล์แสงอาทิตย์ได้รับพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและได้รับพลังงานความร้อน พลังงานความร้อนที่ได้รับสะสมอยู่ภายในเซลล์แสงอาทิตย์ทำให้อุณหภูมิเซลล์แสงอาทิตย์สูงขึ้น และประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์จะลดต่ำลง

ซึ่งประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์จะลดต่ำลงประมาณร้อยละ 0.4 ของทุก ๆ  $1^{\circ}\text{C}$  ที่เพิ่มขึ้น ดังนั้น หากสามารถลดอุณหภูมิของเซลล์แสงอาทิตย์ขณะผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ก็จะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์และทำให้ได้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นด้วย

### วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาการระบายความร้อนให้กับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยใช้ น้ำมาหมุนเวียนใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์และใช้น้ำใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์
2. เพิ่มศึกษาระยะเวลาต้นทุนในการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับแผงเซลล์แสงอาทิตย์

### ขอบเขตการศึกษา

1. การศึกษาโดยใช้ชุดทดสอบเปรียบเทียบกับชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ควบคุม ภายใต้แสงแดดธรรมชาติ
2. ศึกษาอุณหภูมิของเซลล์แสงอาทิตย์ที่นำมาตากแสงอาทิตย์และมีการสูบน้ำหมุนเวียนใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ หรือใช้น้ำใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์
3. ศึกษาค่าพลังงานที่ได้ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Poly-Crystalline ขนาดกำลังผลิต 250 W ที่นำมาเป็นชุดทดสอบเปรียบเทียบกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ควบคุม
4. ศึกษาระยะเวลาต้นทุนของการดำเนินการและความเป็นไปได้

### ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พลังงานที่เกิดจากดวงอาทิตย์จะแผ่ออกสู่อวกาศโดยรอบ ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นต่าง ๆ ซึ่งมีทั้งในรูปแบบของรังสีอาทิตย์และแสงสว่าง รังสีอาทิตย์จะเดินทางเป็นเส้นตรงจากดวงอาทิตย์ออกมายังอวกาศรอบ ๆ และสามารถตกกระทบวัตถุต่าง ๆ ในอวกาศ ขณะที่รังสีอาทิตย์เดินทางผ่านบรรยากาศชั้นต่าง ๆ ของโลกมายังพื้นผิวโลก จะถูกองค์ประกอบของบรรยากาศในชั้นต่าง ๆ ดูดกลืน ทำให้รังสีอาทิตย์เฉพาะบางความยาวคลื่นเท่านั้นที่มาถึงพื้นผิวโลก เราสามารถแบ่งการดูดกลืนได้ในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ ได้แก่ ที่ความยาวคลื่นน้อยกว่า 100 nm 100-200 nm 200-300 nm และที่ความยาวคลื่นมากกว่า 300 nm

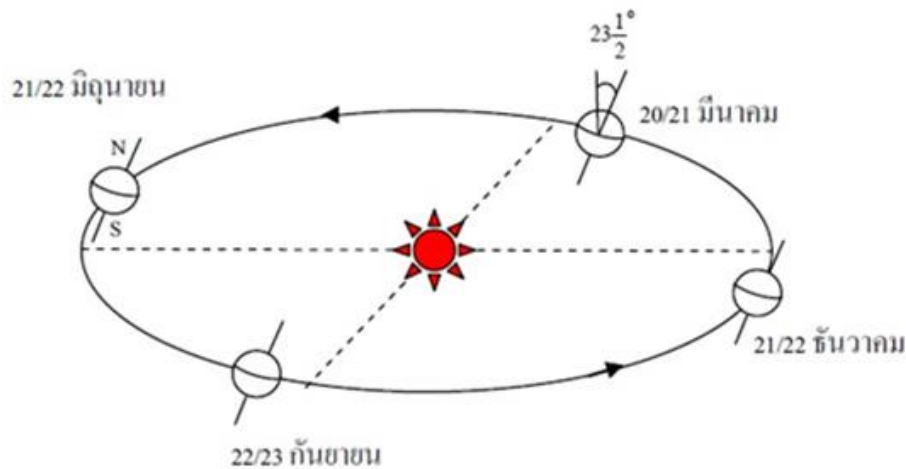
รังสีอาทิตย์ที่มีความยาวคลื่นน้อยกว่า 100 nm จะถูกดูดกลืนโดย  $\text{N}_2$  และ  $\text{O}_2$  จนหมดที่ความสูง 90-200 กิโลเมตรจากพื้นผิวโลกหรือในบรรยากาศชั้นเทอร์โมสเฟียร์ ทั้งนี้เพราะรังสีอาทิตย์ที่มีความยาวคลื่นดังกล่าวเป็นรังสีอัลตราไวโอเล็ต ซึ่งมีพลังงานโฟตอนสูงจนสามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาโฟโตไอออไนเซชัน (Photoionization)

สำหรับรังสีอาทิตย์ที่มีความยาวคลื่นในช่วง 100–200 nm สามารถเดินทางผ่านลงมาจนถึงที่ความสูง 50–110 กิโลเมตรซึ่งเป็นบรรยากาศชั้นเมโซสเฟียร์ และถูกดูดกลืนหมดโดยปฏิกิริยาโฟโตดิสโซซิเอชัน (Photodissociation) ของ  $O_2$  กล่าวคือโฟตอนของรังสีอาทิตย์ในช่วงความยาวคลื่นนี้จะทำให้โมเลกุลของ  $O_2$  แตกตัวเป็นอะตอมของ  $O_2$  จำนวน 2 อะตอม และอะตอมที่เกิดขึ้นจะไปรวมตัวกับโมเลกุลของ  $O_2$  เกิดเป็นโอโซน ( $O_3$ )

กรณีของรังสีอาทิตย์ในช่วงความยาวคลื่น 200–300 nm จะผ่านลงมาจนถึงที่ความสูง 30–60 กิโลเมตรซึ่งเป็นบรรยากาศชั้นสตราโตสเฟียร์ และถูกโอโซนในบรรยากาศที่ช่วงความสูงนี้ดูดกลืนเกือบทั้งหมด โดยมีเพียงส่วนน้อยซึ่งอยู่ในช่วงความยาวคลื่นรังสีอัลตราไวโอเล็ตบี (280–320 nm) ที่ผ่านลงมาถึงพื้นผิวโลก สำหรับกรณีของรังสีอาทิตย์ที่มีความยาวคลื่นมากกว่า 300 nm จะเดินทางผ่านลงมาถึงพื้นผิวโลก โดยบางส่วนจะถูกดูดกลืนด้วยไอน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ ผลรวมของการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ทั้งหมดที่มีความยาวคลื่นต่างๆ ที่ระดับความสูง 11 กิโลเมตร และที่พื้นผิวโลก

รังสีอาทิตย์ที่ผ่านบรรยากาศมาถึงพื้นผิวโลกประกอบด้วยความยาวคลื่นต่างๆ โดยพลังงานส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงความยาวคลื่น 300–3000 nm แต่ตามนุษย์สามารถรับรู้ได้ในช่วงความยาวคลื่น 380–770 nm เท่านั้น รังสีอาทิตย์ในช่วงความยาวคลื่นนี้เรียกกันทั่วไปว่า คลื่นแสงที่ตาเห็น (Visible Light)

ในแสงอาทิตย์มีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหลายความถี่ (หรือหลายความยาวคลื่น) ปะปนอยู่ด้วยกัน เรียกสั้น ๆ ว่าสเปกตรัมแสงอาทิตย์ (Solar Spectrum) หลัก ๆ แล้วแบ่งออกเป็น 3 ย่าน คือ ย่านแสงเหนือม่วง (Ultraviolet Radiation: UV) มีความยาวคลื่นระหว่าง 300 – 400 nm มีส่วนในพลังงานแสงอาทิตย์คิดเป็นร้อยละ 5 ถัดมาเป็นย่านคลื่นแสงที่ตาเห็น (Visible Light: VL) มีความยาวคลื่นระหว่าง 400–700 nm มีส่วนในพลังงานแสงอาทิตย์คิดเป็นร้อยละ 43 และย่านแสงใต้แดง ย่านใกล้ (Near-Infrared Radiation: NIR) มีความยาวคลื่นระหว่าง 700–2500 nm มีส่วนในพลังงานแสงอาทิตย์คิดเป็นร้อยละ 52 ตอนที่พระอาทิตย์อยู่เหนือศีรษะพอดี พลังงานแสงอาทิตย์บนผิวโลกมีค่าใกล้เคียงกับ  $1,000 \text{ W/m}^2$



ภาพที่ 1 แบบการโคจรรอบดวงอาทิตย์

จากการที่โลกหมุนรอบตัวเองทำมุมเอียง  $23.5^{\circ}$  กับแนวการโคจรรอบดวงอาทิตย์ (ดังแสดงในรูปที่ 1) สำหรับพื้นที่บนโลกที่อยู่เหนือเส้นศูนย์สูตรเกิดปรากฏการดวงอาทิตย์อ้อมได้ ช่วงเดือนสิงหาคม - เมษายน ของปีถัดไป และดวงอาทิตย์จะอ้อมเหนือ ช่วงเดือน พฤษภาคม - กรกฎาคม สำหรับกรุงเทพมหานครตั้งอยู่เส้นรุ้งที่  $14^{\circ}$  เหนือ ดังนั้นเพื่อให้การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ดีสำหรับประเทศไทย จึงควรติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์เอียงทำมุมกับแนวระดับเป็นมุม  $15^{\circ}$  และหันด้านที่ต่ำไปทางทิศใต้

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า ประภาทิพย์ บุญหล้า, เจริญพร เลิศสถิตธนากร และนุชดา สุวแพทย์ (2556) ได้ใช้วิธีการทดสอบลดอุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยการใช้น้ำในการระบายความร้อน โดยได้ทดสอบการระบายความร้อน 2 แบบ คือ แบบพ่นน้ำบนผิวหน้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์และแบบน้ำหยดบนผิวหน้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยการทดสอบแบบพ่นน้ำบนผิวหน้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถลดอุณหภูมิเฉลี่ยร้อยละ 30.1 และการทดสอบแบบน้ำหยดบนผิวหน้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถลดอุณหภูมิเฉลี่ยร้อยละ 39.9 โดยค่าเฉลี่ยของการเพิ่มประสิทธิภาพสำหรับการทดสอบแบบพ่นน้ำบนผิวหน้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีค่าเท่ากับร้อยละ 12.6 และค่าเฉลี่ยของการเพิ่มประสิทธิภาพสำหรับการทดสอบแบบน้ำหยดบนผิวหน้าแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 8.6

สุรเชษฐ สีสานานู, อีร์พัฒน์ ชมพุดำ และสัมพันธ์ ฤทธิเดช (2559) ได้ใช้วิธีการทดสอบลดอุณหภูมิแผงเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยการใช้ท่อความร้อน (Heat Pipe) ที่ติดตั้งวัสดุพูนแบบตาข่ายทองแดง โดยการทดสอบสามารถลดอุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทดสอบได้ต่ำกว่าแผงเซลล์

ควบคุมโดยเฉลี่ย  $4.2^{\circ}\text{C}$  และมีอัตราเฉลี่ยค่าประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทดสอบสูงกว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ควบคุมมีค่าร้อยละ 9.60

ตั้งเฮง ยนต์สถิตกุล, อภิวัฒน์ เพชรวงค์, บัญชา โมรานอก (2560) ได้ใช้วิธีการทดสอบโดยระบายความร้อนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ด้วยการใช้ท่อทำความเย็นแบบท่อทองแดงร่วมกับแผ่นเพลทเทียร์ โดยการทดสอบสามารถลดอุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทดสอบได้ต่ำกว่าแผงเซลล์ควบคุมโดยเฉลี่ย  $0.6^{\circ}\text{C}$  และมีอัตราเฉลี่ยค่าประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทดสอบสูงกว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ควบคุมมีค่าร้อยละ 2.7

วรพทย์ วรารุง, อภิชาติ อาจนาเสียว, สุธา ลอยเดือนฉาย ได้ใช้วิธีการทดสอบโดยการลดอุณหภูมิได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ด้วยท่อน้ำหล่อเย็น การติดตั้งระบบหล่อเย็นโดยการเดินท่ออลูมิเนียมไนต์แผงเซลล์แสงอาทิตย์ สามารถลดอุณหภูมิได้มากที่สุดจาก  $71.1^{\circ}\text{C}$  เหลือเพียง  $62.2^{\circ}\text{C}$  และเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าได้มากขึ้นถึงร้อยละ 12.77

บัณฑิต เวียงมูล, อนันตชัย สุวรรณาคม และ สุกัลยา ขุนจารย์ (2559) ได้ใช้วิธีการทดสอบโดยการลดอุณหภูมิได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยครีบบนหน้าต่างัดสม่าเสมอสีเหลืองม้วนผ้า ด้วยการพาความร้อนตามธรรมชาติ แผงที่ระบายความร้อนด้วยครีบบนหน้าต่างัดสม่าเสมอสีเหลืองม้วนผ้า 3 เท่าของพื้นที่แผง โดยการทดสอบสามารถลดอุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทดสอบได้ต่ำกว่าแผงเซลล์ควบคุมโดยเฉลี่ย  $2.5^{\circ}\text{C}$  และมีอัตราเฉลี่ยค่าประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทดสอบสูงกว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ควบคุมมีค่าร้อยละ 0.35

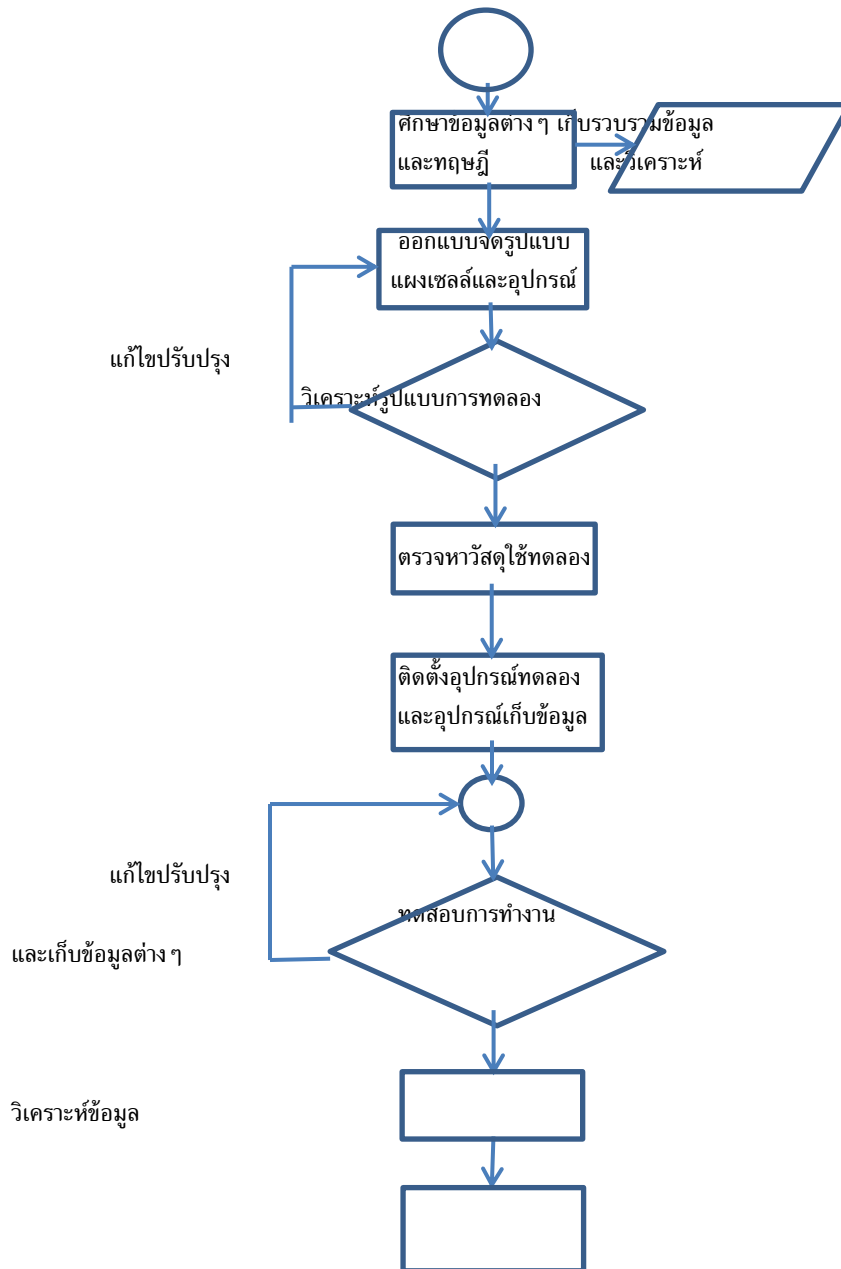
จากงานวิจัยที่ได้ศึกษาพบว่าทุกงานวิจัยพยายามลดอุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อให้เกิดการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งงานวิจัยนี้มีแนวคิดเดียวกันคือการลดอุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทดสอบเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น แต่งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยการระบายความร้อนของเซลล์ด้วยการชังน้ำไว้ได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งได้ทำการทดสอบแบบน้ำไหลเวียนและแบบน้ำไม่หมุนเวียน อีกทั้งงานวิจัยนี้ยังใช้น้ำสัมผัสไส้ได้ผิวเซลล์แสงอาทิตย์ได้มาก ทำให้มีการระบายความร้อนได้ดีเพราะความร้อนเกิดมากที่ใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งดีกว่าการระบายความร้อนที่ด้านหน้าแผงเพราะที่ด้านหน้าจะเกิดตะไคร่น้ำเกิดขึ้นได้หากน้ำกระทบแสงดวงอาทิตย์เมื่อใช้งานจริง

### วิธีการดำเนินการวิจัย

สถานที่ทำการทดสอบเป็นบริเวณพื้นที่โล่งต่อออกจากหลังคาเดิมของห้องเก็บของบริษัทฟูโซลาร์ จำกัด แขวงสีกัน เขตดอนเมือง ที่ตำแหน่งละติจูด 13 องศา 56 ลิปดา 00.9 ฟลิปดาเหนือ ลองจิจูด 100 องศา 35 ลิปดา 13.7 ฟลิปดาตะวันออก ข้อมูลศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทยพบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศได้รับรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือน

เมษายน โดยค่ารังสีแสงอาทิตย์มีค่าในช่วง 1.8 ถึง 2.6 MJ/m<sup>2</sup>/hr ในช่วงเวลาเที่ยงวันหรือมีค่ารังสีอยู่ในช่วง 20 ถึง 24 MJ/m<sup>2</sup>/day จากข้อมูลนี้แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยมีค่าศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ค่อนข้างสูง ภาพที่ 2 แสดงแผนผังการทำงานวิจัยและรูปที่ 3 แสดงการประกอบท่อและถังรองรับน้ำ

เริ่มต้น

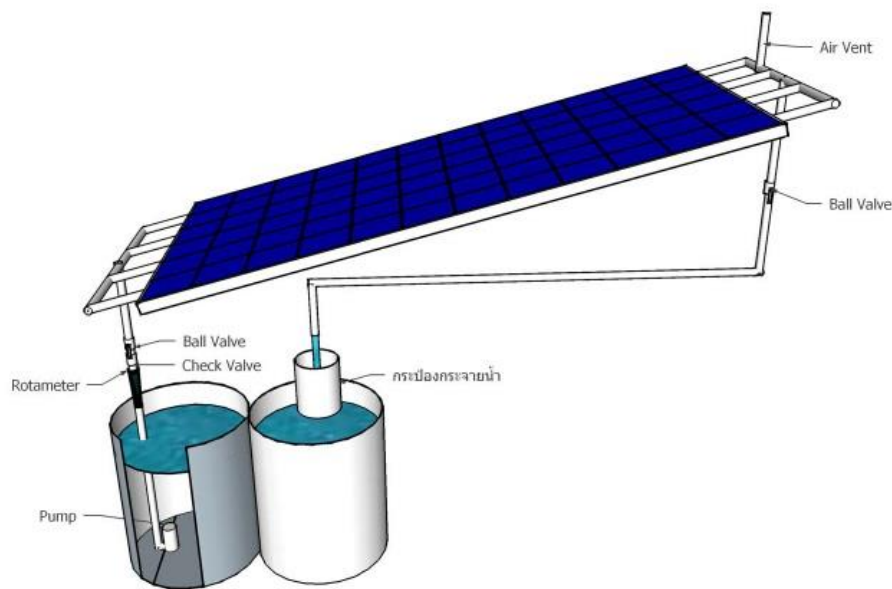


ภาพที่ 2 แผนผังการทำงานวิจัย

## วิธีทดลอง

1. โครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำจากเหล็กทำการทดสอบวางในที่โล่งแจ้ง โดยเมื่อวางแผงเซลล์แสงอาทิตย์แล้วจะทำมุมกับแนวระดับ  $15^\circ$  (เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ประมาณเส้นรุ้งที่ 15 องศาเหนือ) หันด้านที่ต่ำไปทางทิศใต้ สำหรับแผงทดสอบและแผงอ้างอิง

2. ทำการต่อท่อน้ำเข้าทางด้านต่ำของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทดสอบเพื่อให้ น้ำเต็มแผงเซลล์แสงอาทิตย์และระบายความร้อนให้กับเซลล์ สำหรับระบบท่อต้องมีท่อระบายอากาศ (Air Vent) ที่จุดสูงสุดด้วยหรือท่อน้ำด้านออกต้องมีขนาดใหญ่ เนื่องจากไม่มีท่อระบายอากาศหรือขนาดท่อน้ำทางออกใหญ่อากาศจะไม่สามารถเข้าไปได้ เมื่อน้ำเต็มและไหลไปที่ท่อทางออกและจากแรงโน้มถ่วงของโลกทำให้เกิดแรงดูดของท่อทางออกและน้ำจะถูกดูดออก จนเมื่อความดันบรรยากาศมีมากกว่าแรงโน้มถ่วงอากาศก็จะแทรกเข้าไปได้



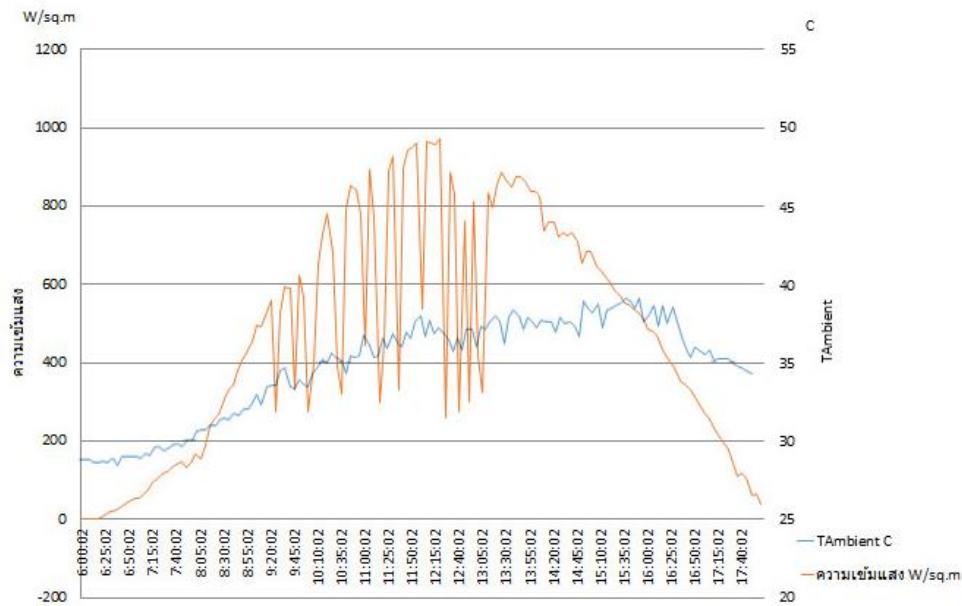
ภาพที่ 3 การประกอบท่อและถังรองรับน้ำ

3. บันทึกค่าแรงดันไฟฟ้า ค่ากระแสไฟฟ้า อุณหภูมิ ความเข้มแสง โดยทำการทดสอบแบบน้ำไหลเวียนใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยมีอัตราการไหลที่ 500 ลิตรต่อชั่วโมง และทดสอบแบบไม่มีน้ำหมุนเวียนใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งบันทึกตั้งแต่วันที่ 6:00 - 18:00 น. และทำการคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้า ประสิทธิภาพ และ Performance Ratio

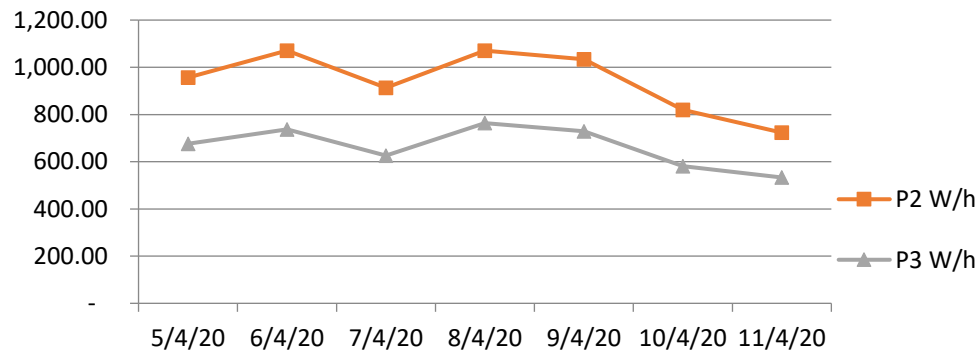


## ผลการศึกษา

จากการทดสอบพบว่าความเข้มรังสีอาทิตย์มีผลกับอุณหภูมิแวดล้อม ซึ่งที่จุดอุณหภูมิสูงสุดของวันจะต่างจากจุดที่ค่ารังสีอาทิตย์มีค่าความเข้มสูงสุดประมาณ 2-3 ชั่วโมงและในการทดสอบวัดค่าความเข้มรังสีสูงสุดเฉลี่ย มีค่า  $918 \text{ W/m}^2$  ค่าอุณหภูมิแวดล้อมสูงสุดเฉลี่ย มีค่า  $38.4 \text{ }^\circ\text{C}$  โดย รูปที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ของเวลากับความเข้มรังสีอาทิตย์และอุณหภูมิแวดล้อม การทดสอบแบบมีน้ำหมุนเวียนได้แผงเซลล์แสงอาทิตย์เมื่อทำการทดสอบระหว่างวันที่ 5 - 11 เมษายน 2563 ได้ผลการศึกษาโดยแสดงไว้ดังภาพที่ 5



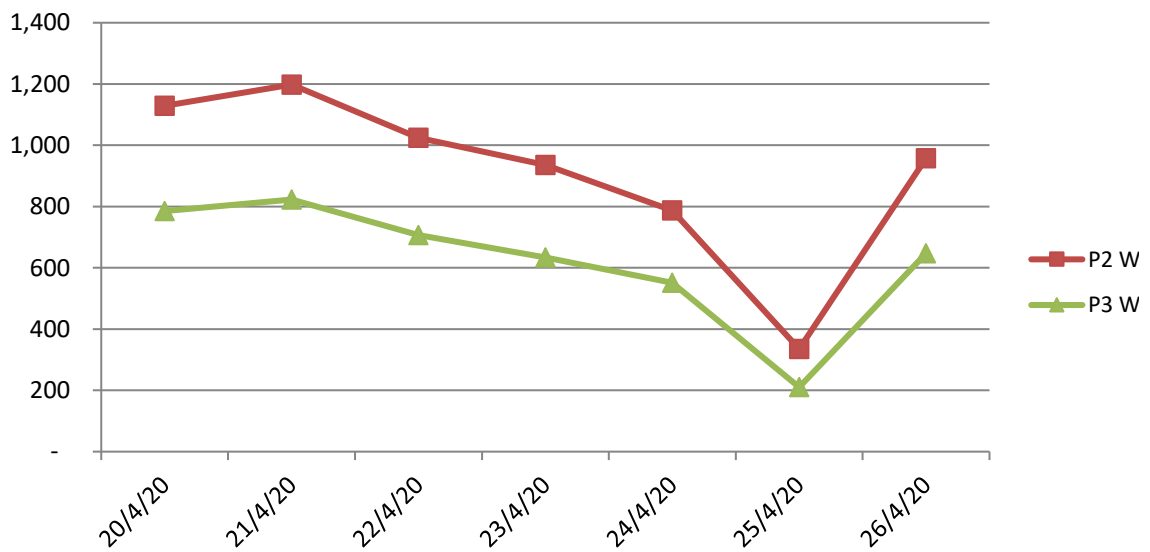
ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์ของเวลากับความเข้มรังสีอาทิตย์และอุณหภูมิแวดล้อม



ภาพที่ 5 กราฟแสดงค่ากำลังงานที่ผลิตได้สำหรับกรณีมีน้ำหมุนเวียนในแต่ละวัน

การทดสอบเปรียบเทียบผลกำลังไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตได้ ในกรณีที่มีน้ำไหลหมุนเวียนและไม่มีน้ำหมุนเวียนเพื่อระบายความร้อน ในกรณีที่มีน้ำหมุนเวียนที่อัตราการไหล 500 L/hr คิดความเร็วของน้ำเทียบกับพื้นผิวใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็น 14.4 m/hr จากการศึกษาพบว่าความสามารถในการผลิตกำลังไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีค่าเพิ่มมากขึ้น จากผลการศึกษาใน รูปที่ 5 พบว่าค่าเฉลี่ยของแผงเซลล์แสงอาทิตย์อ้างอิงมีค่ากำลังไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตได้มีค่าเท่ากับ 663.54 W/day โดยค่า Performance Ratio เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 47 ส่วนค่าเฉลี่ยของแผงเซลล์ที่มีน้ำระบายความร้อนมีค่ากำลังไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตได้มีค่าเท่ากับ 941.26 W/day และค่า Performance Ratio เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 68 แต่จะต้องสูญเสียค่ากำลังไฟฟ้าให้กับปั๊มสูบน้ำเท่ากับ 250.02 W/day

ในกรณีการทดสอบแบบน้ำไม่หมุนเวียนใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์เมื่อทำการทดสอบระหว่างวันที่ 20 - 26 เมษายน 2563 ได้ผลการศึกษาดังรูปที่ 6 ความสามารถในการผลิตกำลังไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีค่าเพิ่มมากขึ้น จากผลการศึกษาในรูปที่ 6 พบว่าค่าเฉลี่ยของแผงเซลล์อ้างอิงมีค่ากำลังไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตได้มีค่าเท่ากับ 622.46 W/day โดยค่า Performance Ratio เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 48% ส่วนค่าเฉลี่ยของแผงเซลล์ที่มีน้ำระบายความร้อนมีค่ากำลังไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตได้มีค่าเท่ากับ 909.55 W/day และค่า Performance Ratio เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 72 โดยไม่ต้องสูญเสียค่ากำลังไฟฟ้าให้กับปั๊มสูบน้ำอีกด้วย



รูปที่ 6 กราฟแสดงค่ากำลังงานที่ผลิตได้สำหรับไม่มีน้ำหมุนเวียนในแต่ละวัน

## สรุปผลการศึกษา

สำหรับระบบระบายความร้อนแบบน้ำไหลเวียนสามารถลดอุณหภูมิแผงได้  $7.8^{\circ}\text{C}$  ผลิตกำลังไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้น  $57.63\text{ W}$  เมื่อค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์สูงสุด  $886.3\text{ W/m}^2$  แต่ต้องสูญเสียกำลังไฟฟ้าในการสูบน้ำให้กับปั๊มสูบน้ำคิดเป็น  $41.36\text{ W}$  สำหรับระบบระบายความร้อนแบบน้ำไม่ไหลเวียนสามารถลดอุณหภูมิแผงได้  $5.17^{\circ}\text{C}$  ผลิตกำลังไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้น  $50.43\text{ W}$  เมื่อค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์สูงสุด  $872.56\text{ W/m}^2$  สรุปผลการเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทดสอบที่มีน้ำไหลผ่านใต้แผงเซลล์หรือที่ขังน้ำไว้ใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยไม่มีน้ำหมุนเวียนสามารถผลิตกำลังงานไฟฟ้าได้แตกต่างกัน แต่หากมาพิจารณากำลังไฟฟ้าที่สูญเสียให้กับปั๊มสูบน้ำแล้ว วิธีการขังน้ำไว้โดยไม่มีน้ำหมุนเวียนจะเป็นวิธีที่ได้พลังงานสุทธิที่มากกว่า สรุปผลด้านการลงทุนสำหรับการขังน้ำไว้ใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ เงินที่ใช้ในการลงทุนทำอุปกรณ์ขังน้ำเท่ากับ  $1,000$  บาท โดยมีระยะเวลาคืนทุนใน  $3$  ปี

## ข้อเสนอแนะ

ไม่ควรเพิ่มประสิทธิภาพด้วยวิธีขังน้ำใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับหลังคาอาคาร เนื่องจากกฎกระทรวง ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2527) ควบคุมอาคาร ระบุน้ำหนักบรรทุกที่เพิ่มต้องไม่เกิน  $30\text{ kg/m}^2$  แต่เมื่อคำนวณน้ำหนักแผงเซลล์แสงอาทิตย์กับน้ำใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์รวมกันเท่ากับ  $75\text{ kg}$  ต่อพื้นที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์  $1.63\text{ m}^2$  เมื่อคิดต่อหน่วยพื้นที่จะเท่ากับ  $46\text{ kg/m}^2$  ซึ่งมีค่ามากกว่า

ในการขังน้ำใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ควรลดความดันของน้ำโดยใช้แผงเซลล์ที่มีขนาดเล็กหรือติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในแนวนอน ปกติกระจกของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่อรับแรงดัน เมื่อเกิดความดันที่ใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ กระจกของแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะบวมออกหรือต้องเพิ่มความหนาของแผ่นอลูมิเนียมที่ติดตั้งแนบกับแผ่น EVA เพื่อให้รับความดันแทนกระจกแต่จะทำให้ค่าใช้จ่ายสูงขึ้นอีก

## บรรณานุกรม

### ภาษาไทย

ประภาทิพย์ บุญหล้า. (2556). การปรับปรุงประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยเทคนิคการลดอุณหภูมิ. บทความวิจัย วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปีที่8 ฉบับที่2 กรกฎาคม-ธันวาคม

สุรเชษฐ สีสานานู, อีรพัฒน์ ชมพุดำ, สัมพันธ์ ฤทธิเดช. (2559). การเพิ่มประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยใช้ท่อความร้อนที่ติดตั้งวัสดุพูนแบบตาข่ายทองแดง. บทความวิจัย วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ปีที่9 ฉบับที่1 มกราคม-มิถุนายน

ตั้งเฮง ยนต์สถิตกุล, อภิวัฒน์ เพชรวงศ์, บัญชา โมรานอก. (2560). การศึกษาประสิทธิภาพของแผงโซลาร์เซลล์ โดยระบายความร้อนด้วยท่อทำความร้อนแบบท่อทองแดงร่วมกับแผ่นเพลเทียร์. ในรายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่1 “นวัตกรรมสร้างสรรค์ ศาสตร์พระราชาสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน ไทยแลนด์ 4.0”

วรthy วรางกูร, อภิชาติ อาจนาเสียว, สุธา ลอยเดือนฉาย. การเพิ่มประสิทธิภาพเซลล์แสงอาทิตย์โดยการลดอุณหภูมิใต้แผงด้วยน้ำหล่อเย็น. มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บัณฑิต เวียงมูล, อนันตชัย สุวรรณาคม และ สุกัลยา ขุนจารย์. (2559). การศึกษาสมรรถนะแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ระบายความร้อนด้วยครีป. บทความวิจัย วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ปีที่21 ฉบับที่3 กันยายน-ธันวาคม