

การศึกษาและเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าและจุดคุ้มทุนของการผลิตไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์

The Study and Compare the Power and Break-even Point of Electricity Generation from Solar Panels

^{1*}นเรศ ลิวิรรวูธ และ ^{2#}ปราโมทย์ สุขศิริศักดิ์

^{1,2} ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล กองวิชาวิศวกรรมเครื่องกลและอุตสาหกรรม
กองการศึกษา โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช

^{1*} Narade Sirivarawuth and ^{2#} Pramote Suksirisak

Received : February 3, 2022

Revised : March 27, 2022

Accepted : April 21, 2022

^{1,2} Mechanical Engineering Department, Mechanical and Industrial Engineering Division

Faculty of Academic, Navaminda Kasatriyadhiraj Royal Air Force Academy

*narade_s@rtaf.mi.th, #pramote_suk@rtaf.mi.th

บทคัดย่อ

ปัจจุบันโลกของเรามีการใช้พลังงานไฟฟ้าในปริมาณที่สูงขึ้นทุกปี เพื่อเป็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้ามนุษย์จึงได้หาแหล่งพลังงานทางเลือกเพื่อเป็นพลังงานทดแทนมาลดการใช้ปริมาณพลังงานไฟฟ้า หนึ่งในทางเลือกที่เป็นที่นิยมก็คือพลังงานแสงอาทิตย์เนื่องจากเป็นพลังงานที่สะอาดและปราศจากมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม คณะผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาพบว่าเมื่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำงานเป็นเวลานานจะเกิดความร้อนขึ้นซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานนั้นลดลง จึงได้ออกแบบระบบระบายความร้อนให้กับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยในการทดสอบได้ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 330 วัตต์ 3 แบบ คือ แบบปกติ, แบบเพิ่มระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ และแบบเพิ่มระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ พบว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบเพิ่มระบบระบายความร้อนด้วยอากาศผลิตพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยได้สูงที่สุดที่ 1.43 ยูนิต์ต่อวัน รองลงมาเป็นระบบระบายความร้อนด้วยน้ำและแบบปกติที่ 1.41 และ 1.33 ยูนิต์ต่อวัน ตามลำดับ โดยถ้าคิดการผลิตพลังงานไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบปกติเป็นเกณฑ์ จะได้ว่า การระบายความร้อนด้วยอากาศสามารถเพิ่มการผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 7.52% และการระบายความร้อนด้วยน้ำสามารถเพิ่มการผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 6.02% ส่วนการคำนวณจุดคุ้มทุนพบว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบปกติคืนทุนเร็วที่สุดที่ 4.57 ปี รองลงมาเป็นแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบมีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ และระบบระบายความร้อนด้วยอากาศที่ 4.60 ปี และ 6.02 ปี ตามลำดับ

คำสำคัญ: แผงเซลล์แสงอาทิตย์, การระบายความร้อน, จุดคุ้มทุน

Abstract

In the present, our world consumes a higher amount of electricity every year. To save electricity, humans therefore find alternative sources of energy for renewable energy to reduce the use of electricity. One of the popular alternatives is solar energy as it is a clean energy that does not pollute the environment. The researchers therefore conducted a study that found that when the solar panel works for a long time, it generates heat which causes its efficiency to decrease. Therefore, researchers designed a cooling system for solar panels. The test used a 330 watt solar panel consisting of 3 types: normal, air-cooled, and water-cooled. It was found that air-cooled solar panels produced the highest average power output at 1.43 units per day, followed by water-cooled and conventional systems at 1.41 and 1.33 units per day, respectively. If considering the normal power generation of solar panels as criteria, it was found that air cooling can increase power generation by 7.52%, and water cooling can increase power generation by 6.02%. Break-even point calculations show that conventional solar panels pay back faster. The best at 4.57 years, followed by a solar panel with a water cooling system and air cooling system at 4.60 years and 6.02 years, respectively.

Keywords: solar panel, cooling, break-even point

1. บทนำ

จากสถานการณ์ในโลกที่มีความวุ่นวาย มนุษย์ทุกคนต้องการพลังงานเพื่อใช้ในการดำรงชีวิต และดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการ ปัจจุบันพลังงานไฟฟ้าที่มนุษย์ใช้งานมาจากการใช้พลังงานฟอสซิลมาผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า ส่งผลให้นานาประเทศทั่วโลกเกิดปรากฏการณ์โลกร้อน และส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ทำให้ต้องตระหนักถึงการนำพลังงานที่มีอยู่ในธรรมชาติมาประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ เช่น พลังงานลม พลังงานจากน้ำ พลังงานความร้อนใต้พิภพ รวมไปถึงพลังงานแสงอาทิตย์ มาเป็นพลังงานสะสมในรูปของพลังงานไฟฟ้าเพื่อลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิงจากฟอสซิล เพื่อลดปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดจากการแปรรูปพลังงานจากฟอสซิลลงได้ ซึ่งพลังงานที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในประเทศไทยคือพลังงานแสงอาทิตย์ เพราะประเทศไทยตั้งอยู่บริเวณเส้นศูนย์สูตร ซึ่งถือว่าเป็นบริเวณที่ร้อนที่สุดของโลกจึงได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์เฉลี่ยถึง 20 เมกะจูลต่อตารางเมตรต่อวัน [1] ทำให้หน่วยงานต่าง ๆ รวมไปถึงกลุ่มเกษตรกร และนักลงทุนสนใจที่จะนำพลังงานแสงอาทิตย์มาประยุกต์ใช้แทนพลังงานฟอสซิล นอกจากนี้รัฐบาลได้มีการสนับสนุนการประยุกต์ใช้พลังงานทดแทนจากธรรมชาติตามยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ที่ว่า “มั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน” [2]

พลังงานแสงอาทิตย์จึงเป็นพลังงานหลักที่แต่ละหน่วยงานสนใจที่จะนำมาประยุกต์ใช้เพื่อลดการใช้พลังงานจากพลังงานฟอสซิล และลดปัญหาที่จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม กองทัพอากาศเป็นหน่วยงานหนึ่งที่ได้นำพลังงานแสงอาทิตย์มาประยุกต์ใช้ เพื่อตอบสนองความต้องการพลังงานที่มากขึ้น และเพื่อเป็นพลังงานทดแทน หรือพลังงานหลักให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ภายในกองทัพบก รวมไปถึงอากาศยานไว้คนขับอีกด้วย แต่จากการใช้งานพบว่า เซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้กันทั่วไปนั้นมีข้อเสียเช่นกัน คือเมื่ออุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์สูงขึ้นจะส่งผลให้ประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ลดลง คณะผู้วิจัยจึงได้นำระบบน้ำหล่อเย็น และระบบระบายความร้อนด้วยอากาศมาใช้กับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อเปรียบเทียบและวิเคราะห์ความสามารถในการผลิตพลังงานไฟฟ้ากับแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบปกติ ตลอดจนการวิเคราะห์จุดคุ้มทุน ความคุ้มค่าในการลงทุนในการผลิตพลังงานไฟฟ้า

เมื่อ	W คือ พลังงานไฟฟ้า (จูล, J)
	Q คือ ประจุไฟฟ้า (คูลอมบ์, C)
	V คือ ความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์, V)
	I คือ กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์, A)
	R คือ ความต้านทานไฟฟ้า (โอห์ม, Ω)
	t คือ เวลา (วินาที, s)

กำลังไฟฟ้า (Electric Power) คือ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปในหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งมีหน่วยเป็นจูลต่อวินาที (J/s) หรือวัตต์ (W) ดังสมการที่ 3 และ 4

$$P = \frac{W}{t} \quad (3)$$

$$P = VI = I^2R = \frac{V^2}{R} \quad (4)$$

เมื่อ	P คือ กำลังไฟฟ้า (วัตต์, W)
	W คือ พลังงานไฟฟ้า (จูล, J)
	t คือ เวลา (วินาที, s)
	V คือ ความต่างศักย์ไฟฟ้า (โวลต์, V)
	I คือ กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์, A)
	R คือ ความต้านทานไฟฟ้า (โอห์ม, Ω)

ส่วนการคิดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในตามอาคารบ้านเรือนในปัจจุบันจะเป็นการคิดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปในช่วงเวลาหนึ่ง หน่วยของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เป็นหน่วย หรือยูนิต (Unit) โดยที่ 1 หน่วยหรือ 1 ยูนิต เท่ากับ 1 กิโลวัตต์·ชั่วโมง ดังสมการที่ 5 และ 6

$$\text{จำนวนยูนิต} = \text{กิโลวัตต์·ชั่วโมง} \quad (5)$$

$$\text{จำนวนยูนิต} = \frac{\text{วัตต์}}{1,000} \times \text{ชั่วโมง} \quad (6)$$

3.1.4 การคำนวณค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) [5] สามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ ค่าไฟฟ้าฐาน ค่าไฟฟ้าแปรผัน และภาษีมูลค่าเพิ่ม ดังนี้

1) ค่าไฟฟ้าฐาน ประกอบด้วย ค่าพลังงานไฟฟ้า (kWh) ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า (kW) ค่าพาวเวอร์แฟกเตอร์ (kVAR) และค่าบริการรายเดือน ซึ่งการคิดค่าไฟฟ้าฐานจะแบ่งประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าออกเป็น 8 ประเภท คือ บ้านที่อยู่อาศัย กิจกรรมขนาดเล็ก กิจกรรมขนาดกลาง กิจกรรมขนาดใหญ่ กิจกรรมเฉพาะอย่าง องค์กรที่ไม่แสวงหาผลกำไร กิจกรรมสูบน้ำเพื่อการเกษตร และผู้ใช้ไฟฟ้าชั่วคราว

2) ค่าไฟฟ้าแปรผัน (Factor of Tariff: Ft) คือ ค่าไฟฟ้าที่ปรับเปลี่ยนเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามการเปลี่ยนแปลงต้นทุน ค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง ค่าเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า ค่าซื้อไฟฟ้า รวมถึงนโยบายของภาครัฐ

3) ภาษีมูลค่าเพิ่ม เป็นค่าใช้จ่ายที่ประชาชนต้องชำระตามกฎหมาย โดยคิดเป็นร้อยละ 7 ของค่าไฟฟ้าฐาน และค่าไฟฟ้าแปรผัน คำนวณได้จากสมการที่ 7

$$\text{ภาษีมูลค่าเพิ่ม} = (\text{ค่าไฟฟ้าฐาน} + \text{ค่าไฟฟ้าแปรผัน}) \times 7\% \quad (7)$$

ซึ่งสำหรับงานวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยได้นำอัตราค่าไฟฟ้าเฉลี่ยประเภทที่ 1 บ้านที่อยู่อาศัยในอัตราปกติ ปริมาณการใช้ไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน ดังตารางที่ 1 มาคำนวณหาจุดคุ้มทุนในการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ตารางที่ 1 อัตราค่าไฟฟ้า ประเภทที่ 1 บ้านที่อยู่อาศัยใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 150 หน่วยต่อเดือน

หน่วยไฟฟ้าที่ใช้ (ยูนิต)	ค่าไฟฟ้าต่อยูนิต (บาท)
15 หน่วย (กิโวลต์ชั่วโมง) แรก (หน่วยที่ 1 – 15)	2.3488
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 16 – 25)	2.9882
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 26 – 35)	3.2405
65 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 36 – 100)	3.6237
50 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 101 – 150)	3.7171

3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากสถานการณ์ของโลกที่ได้กล่าวมาในข้างต้น ทำให้พลังงานทดแทนถูกนำมาใช้เป็นพลังงานทางเลือกอย่างแพร่หลาย ได้มีผู้ศึกษาพลังงานทดแทนที่เหมาะสม อาทิ Mehmet et al. [6] ซึ่งพบว่า พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่สะอาด สามารถนำมาเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ดี และได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งประกอบไปด้วยชนิดของเซลล์แสงอาทิตย์ และเงื่อนไขสภาพแวดล้อม หลังจากนั้นก็ได้มีการนำแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้ในครัวเรือน ที่อยู่อาศัย สำนักงาน หรือ Nuchida & Prapapit [7] ที่ได้ศึกษาเรื่องพลังงานทดแทน แล้วพบปัญหาในการใช้งานคือ เมื่อใช้งานเป็นเวลานาน ประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะลดลง มีการสูญเสียพลังงานในรูปความร้อนให้กับสิ่งแวดล้อม และพบว่า เมื่ออุณหภูมิสูงกว่าปกติ 80% ถึง 115% อะมอฟัสซิลิคอนจะผลิตพลังงานไฟฟ้าได้น้อยลง 3% ถึง 20% จึงได้นักวิจัยหลายท่านได้ทำการศึกษาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ได้แก่ Nuchida et al. [8] ซึ่งได้ใช้ระบบน้ำหล่อเย็นที่อุณหภูมิ 25 - 30 องศาเซลเซียส กับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 40 วัตต์ พบว่าสามารถเพิ่มกระแสไฟฟ้าได้สูงขึ้น 6.11% เมื่อเทียบกับระบบปกติ นอกจากนี้ K.A.Moharram et al [9] ได้ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยการติดตั้งระบบทำความเย็น เพื่อรักษาอุณหภูมิการทำงานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ 35 องศาเซลเซียส ผลที่ได้พบว่า ระบบทำความเย็นสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานได้ เมื่อเทียบกับระบบปกติ อนุรัตน์ และยุทธนา [10] ได้ทำการติดตั้งท่อความร้อนเพื่อระบายความร้อนให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ และใช้สารระบายความร้อน 3 ชนิด ประกอบด้วยน้ำ เอทานอล และ สารทำความเย็น R-11 ผลการทดสอบพบว่า สารทำความเย็น R-11 ให้ประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์สูงที่สุดที่ 11.8% สมชาติ และคณะ [11] ได้ใช้ระบบน้ำระบายความร้อนให้กับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยติดตั้งหน้าแผง และหลังแผง ผลที่ได้คือ การติดตั้งระบบน้ำระบายความร้อนที่หน้าแผงและหลังแผงสามารถลดอุณหภูมิในการทำงานได้ 42% และ 26% ตามลำดับ พศวีร์ และคณะ [12] ได้ใช้วิธีการลดอุณหภูมิและเพิ่มความเข้มแสงมาเพิ่มประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ พบว่า สามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้ 28.78% และคืนทุนในเวลา 8 ปี 3 เดือน

4. การดำเนินการวิจัย

4.1 คณะผู้วิจัยได้ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดพอลิคริสตัลไลน์ขนาด 330 วัตต์ ในการทดลองจึงได้ออกแบบและสร้างฐานวางแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้รองรับกับขนาดของแผง (กว้าง 100 เซนติเมตร ยาว 168 เซนติเมตร) โดยทำจากเหล็กฉากขนาด 1 นิ้ว เอียงทำมุม 15 องศา กับแนวระดับ โดยให้ด้านที่ต่ำกว่าสูงจากพื้น 50 เซนติเมตร และวางแผ่นไม้อัดด้านล่างเพื่อใช้วางอุปกรณ์ต่าง ๆ พร้อมกับติดตั้งล้อเลื่อนเพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้าย

4.2 การทดสอบหาอัตราการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 แบบ ดังนี้

4.2.1 แบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ปกติ โดยให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 330 วัตต์ ทำงานปกติเพียงอย่างเดียว แล้วทำการวัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ดังแสดงในรูปที่ 1 โดยทำการวัดพลังงานไฟฟ้าตั้งแต่เวลา 11.00 น. - 14.00 น. ซึ่งเป็นช่วงความเข้มของรังสีแสงอาทิตย์เฉลี่ยสูงสุด [13] โดยวัดทุก ๆ 15 นาที เป็นเวลาทั้งสิ้น 30 วัน แล้วทำการหาค่าเฉลี่ยหน่วยไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อวัน



รูปที่ 1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบปกติ

4.2.2 แบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพิ่มระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 330 วัตต์ ทำการติดตั้งพัดลมชนิด StormTech รุ่น STM001-002 จำนวน 10 ตัว ต่อเข้ากับ Fan Hub 4 pin Hub โดยใช้ไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ขนาด 100 AH 12 V และใช้ไม้อัดปิดพื้นที่ทางด้านข้างเพื่อเป็นการระบายความร้อนของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ดังแสดงในรูปที่ 2 จากนั้นทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 4.2.1



รูปที่ 2 แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบมีระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ

4.2.3 แบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพิ่มระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 330 วัตต์ ทำการติดตั้งชุดสายพ่นน้ำสเปรย์ไปยังด้านหลังของเซลล์แสงอาทิตย์ โดยติดตั้งห่างจากแผงเป็นระยะ 10 เซนติเมตร กระจายไปทั่วแผงรวม 25 จุด เพื่อระบายความร้อนออกจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ดังแสดงในรูปที่ 3 จากนั้นทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 4.2.1



รูปที่ 3 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ

4.3 การคำนวณจุดคุ้มทุนของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์

4.3.1 หลังจากคณะผู้วิจัยได้ทำการทดลองวัดค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยที่ผลิตได้ต่อวันแล้ว ขั้นตอนต่อมาทำการคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อเดือนของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 3 ระบบ จากนั้นนำมาคำนวณเป็นจำนวนเงินค่าไฟฟ้าที่ผลิตได้โดยใช้อัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง

4.3.2 ทำการคำนวณจุดคุ้มทุนของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 3 ระบบ โดยคำนวณได้จากผลหารของราคาต้นทุนรวมของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละแบบกับจำนวนเงินค่าไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อเดือนของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละแบบในหัวข้อ 4.3.1 ดังสมการที่ 8

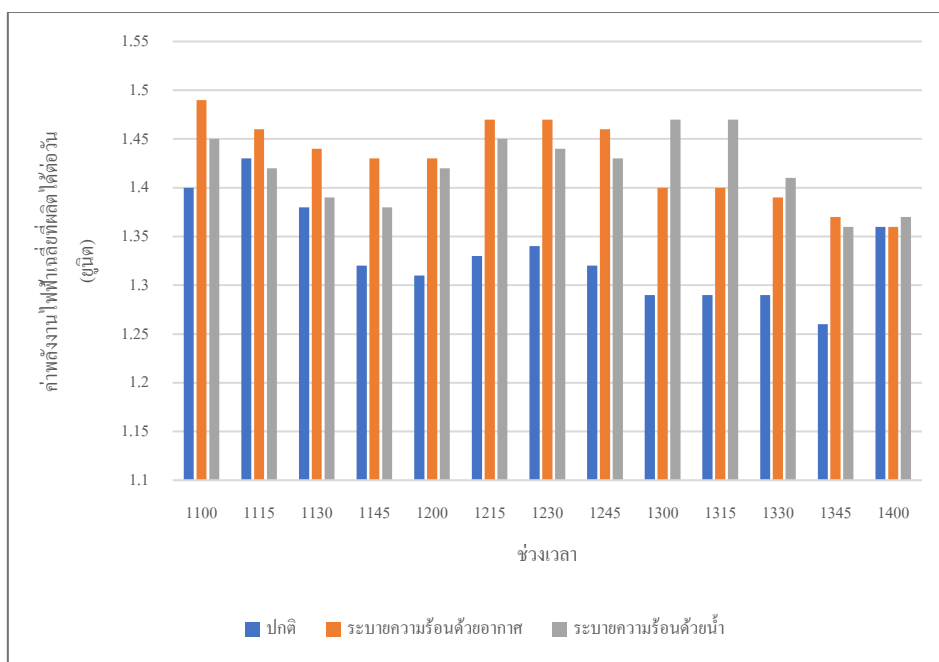
$$\text{เวลาจุดคุ้มทุน} = \frac{\text{ต้นทุนของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละแบบ (บาท)}}{\text{จำนวนเงินค่าไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อเดือนของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละแบบ (บาท)}} \quad (8)$$

5. ผลการวิจัย

5.1 คณะผู้วิจัยได้ทำการวัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ โดยวัดค่ากระแสไฟฟ้าและค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าแล้วนำมาคำนวณพลังงานไฟฟ้าตามทฤษฎีไฟฟ้ากระแสตรง จากนั้นนำมาคำนวณหน่วยพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ (ยูนิท) โดยแบ่งเป็น 3 ระบบ ดังแสดงในตารางที่ 2 รูปที่ 4 ตารางที่ 3 และรูปที่ 5 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยที่ผลิตได้ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละแบบ (คิดตามช่วงเวลา)

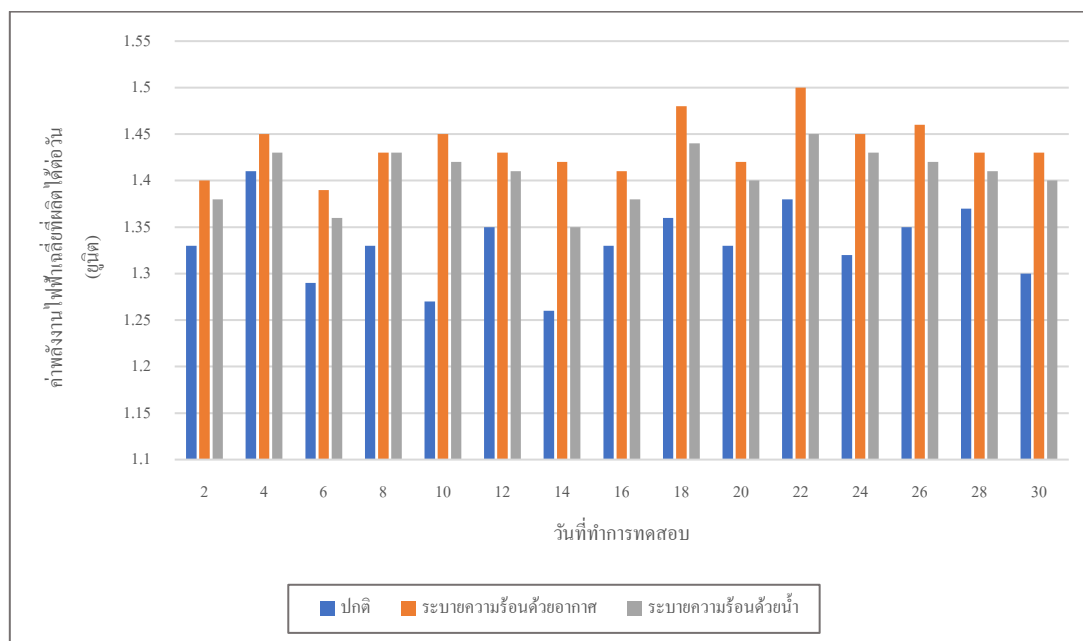
ช่วงเวลา	พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยที่ผลิตได้ต่อวัน (ยูนิท)		
	แบบปกติ	แบบมีระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ	แบบมีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ
11.00 น.	1.40	1.49	1.45
11.15 น.	1.43	1.46	1.42
11.30 น.	1.38	1.44	1.39
11.45 น.	1.32	1.43	1.38
12.00 น.	1.31	1.43	1.42
12.15 น.	1.33	1.47	1.45
12.30 น.	1.34	1.47	1.44
12.45 น.	1.32	1.46	1.43
13.00 น.	1.29	1.40	1.47
13.15 น.	1.29	1.39	1.41
13.30 น.	1.29	1.39	1.39
13.45 น.	1.26	1.37	1.36
14.00 น.	1.36	1.36	1.37
เฉลี่ย	1.33	1.43	1.41



รูปที่ 4 ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยที่ผลิตได้ต่อวันของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละแบบ (คิดตามช่วงเวลา)

ตารางที่ 3 พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยที่ผลิตได้ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละแบบ (คิดตามวันที่ทดสอบ)

วันที่ทำการทดสอบ	พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยที่ผลิตได้ต่อวัน (ยูนิท)		
	แบบปกติ	แบบมีระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ	แบบมีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ
วันที่ 1	1.35	1.43	1.37
วันที่ 2	1.33	1.4	1.38
วันที่ 3	1.42	1.44	1.42
วันที่ 4	1.41	1.45	1.43
วันที่ 5	1.38	1.45	1.42
วันที่ 6	1.29	1.39	1.36
วันที่ 7	1.32	1.41	1.36
วันที่ 8	1.33	1.43	1.43
วันที่ 9	1.3	1.43	1.4
วันที่ 10	1.27	1.45	1.42
วันที่ 11	1.33	1.41	1.38
วันที่ 12	1.35	1.43	1.41
วันที่ 13	1.33	1.45	1.43
วันที่ 14	1.26	1.42	1.35
วันที่ 15	1.33	1.41	1.38
วันที่ 16	1.33	1.41	1.4
วันที่ 17	1.38	1.43	1.41
วันที่ 18	1.36	1.48	1.44
วันที่ 19	1.24	1.45	1.42
วันที่ 20	1.33	1.42	1.4
วันที่ 21	1.33	1.43	1.36
วันที่ 22	1.38	1.5	1.45
วันที่ 23	1.34	1.43	1.44
วันที่ 24	1.32	1.45	1.43
วันที่ 25	1.33	1.43	1.4
วันที่ 26	1.35	1.46	1.42
วันที่ 27	1.33	1.43	1.41
วันที่ 28	1.37	1.43	1.41
วันที่ 29	1.33	1.46	1.42
วันที่ 30	1.3	1.43	1.4
เฉลี่ย	1.33	1.43	1.40



รูปที่ 5 ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยที่ผลิตได้ต่อวันของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละแบบ (คิดตามวันที่ทดสอบ)

5.2 หลังจากทำการหาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละแบบแล้ว คณะผู้วิจัยได้นำพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อวันมาคำนวณเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ต่อเดือน จากนั้นนำมาเปลี่ยนเป็นค่าไฟฟ้าที่ลดได้ต่อเดือนตามอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง หลังจากนั้น ทำการคำนวณหาต้นทุนของวัสดุอุปกรณ์ชุดทดลองต่าง ๆ ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 3 แบบ แล้วนำไปคำนวณหาจุดคุ้มทุน ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การคำนวณจุดคุ้มทุนของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่าง ๆ

รายการ \ แบบแผง	แบบปกติ	แบบมีระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ	แบบมีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ
ต้นทุนในการสร้าง (บาท)	6,315	9,110	6,841
พลังไฟฟ้าเฉลี่ยผลิตได้ต่อวัน (ยูนิต)	1.33	1.43	1.41
พลังไฟฟ้าเฉลี่ยผลิตได้ต่อเดือน (ยูนิต)	39.9	42.9	42.3
ค่าไฟฟ้าที่ลดได้ต่อเดือน (บาท)	115.275	126.146	123.972
จุดคุ้มทุน (ปี)	4.57	6.02	4.60

6. สรุป

จากการทดสอบความสามารถในการผลิตพลังงานไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดพอลิคริสตัลไลน์ขนาด 330 วัตต์ ประกอบด้วย 3 แบบ คือ แบบปกติ แบบเพิ่มระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ และแบบเพิ่มระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ พบว่า ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ในช่วงเวลา 11.00 น. ถึง 14.00 น. มีค่าใกล้เคียงกัน โดยแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบเพิ่มระบบระบายความร้อนด้วยอากาศผลิตพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยได้สูงที่สุดที่ 1.43 ยูนิตต่อวัน รองลงมาเป็นแบบเพิ่มระบบระบายความร้อน

ด้วยน้ำและแบบปกติที่ 1.41 และ 1.33 ยูนิต์ต่อวันตามลำดับ โดยถ้าคิดการผลิตพลังงานไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบปกติเป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ จะได้ว่า การเพิ่มระบบระบายความร้อนด้วยอากาศสามารถเพิ่มการผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 7.52% และการเพิ่มระบบระบายความร้อนด้วยน้ำสามารถเพิ่มการผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 6.02% ส่วนการคำนวณจุดคุ้มทุนพบว่า แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบปกติคืนทุนเร็วที่สุดที่ 4.57 ปี รองลงมาเป็นแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบมีระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ และระบบระบายความร้อนด้วยอากาศที่ 4.60 ปี และ 6.02 ปี ตามลำดับ

จากผลการทดสอบ ทำให้ได้ข้อสรุปความรู้ใหม่ในการเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ โดยเพิ่มระบบระบายความร้อนให้กับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อีกทั้งยังสามารถนำไปพัฒนาระบบแล้วนำไปใช้จริงในบ้านเรือนที่อยู่อาศัยได้ สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับการทำวิจัยต่อยอด และนำไปประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนรายวิชา วก 581 พลังงานทดแทนเบื้องต้น แก่นักเรียนนายเรืออากาศชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลและสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องได้

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิธีการระบายความร้อนของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขณะใช้งานซึ่งสามารถนำไปศึกษาต่อยอดเพิ่มเติมได้ เช่น การเปลี่ยนชนิดของสารทำความเย็น หรือใช้วิธีการระบายความร้อนหลายวิธีร่วมกัน

7.2 ควรจะทำการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เพิ่มเติม เช่น อุณหภูมิของอากาศ อุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ความชื้นในอากาศ และค่าความร้อนที่ถูกระบายออกไป

7.3 สามารถนำงานวิจัยนี้ไปพัฒนาต่อ เพื่อนำไปใช้งานจริงเพื่อลดค่าไฟฟ้าได้ เช่น นำไปติดตั้งกับอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ ในที่อยู่อาศัย หรือประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าทางการเกษตร เช่น เครื่องสูบน้ำ เป็นต้น

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี คณะผู้วิจัยต้องขอขอบคุณกองทัพอากาศที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยบดางคุณวุฒิและคุณสมบัติอาจารย์ รร.น.น.ปี 64 รวมถึงขอขอบคุณนายประยัด ทองคำ สำหรับคำแนะนำในการผลิตและประกอบชุดเครื่องมือทดสอบ และสุดท้ายนี้ ขอขอบคุณ กองส่งเสริมและพัฒนางานวิจัย โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช ในการให้คำแนะนำในการขอรับทุนวิจัย กระบวนการขั้นตอนต่าง ๆ จนสามารถปิดโครงการวิจัยได้สำเร็จ ทางคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2557). พลังงานแสงอาทิตย์กับประเทศไทย. สืบค้น 15 มกราคม 2565, จาก <https://ienergyguru.com/2015/07/solar-resource-map-of-thailand/>
- [2] สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2563). ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี. สืบค้น 15 มกราคม 2565 จาก <http://nscr.nesdc.go.th/ยุทธศาสตร์ชาติ>
- [3] Arno, S., Klaus, J., Olindo, I., Rene, V.S., & Miro, Z. (2016). **Solar Energy**. Cambridge: UIT Cambridge Ltd.
- [4] Christopher, L. (2008). **Fundamental Electrical and Electronic Principles**. Oxford: Taylor & Francis Ltd.
- [5] การไฟฟ้านครหลวง. (2565). การคิดค่าไฟฟ้าแบบต่าง ๆ .สืบค้น 15 มกราคม 2565 จาก <https://www.mea.or.th/aboutelectric/116/280/form/11>
- [6] Mehmet, E.M., & Fukan, D. (2011). A Review of the Factors Affecting Operation and Efficiency of Photovoltaic Based Electricity Generation Systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 15(5): 2176-2184.

- [7] Nuchida, S. & Prapapit, B. (2014). The Investigation of Produced Power Output During High Operating Temperature Occurrences of Monocrystalline and Amorphous Photovoltaic Modules. *Energy Procedia*. 52(1), 459-465.
- [8] Nuchida, S., Chhaina, S., Veekit R., & Piyachat, S. (2015). Effect of Temperature Reduction on Produced Power Performance of Solar Panels. The 6th TSME International Conference on Mechanical Engineering (1216-1219). Bangkok: Thailand.
- [9] Moharram, K.A., Abd-ElHady, M.S., Kandil, H.A., & El-Sherif, H. (2013). Enhancing the Performance of Photovoltaic Panels by Water Cooling. *Ain Shams Engineering Journal*. 4(1):869-877.
- [10] อนุรัตน์ เทวตา และ ชุณนา ศรีอุดม. (2561). การศึกษาเชิงทดลองการเพิ่มประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยใช้ท่อความร้อนแบบแบน. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร, 6(1): 83-94.
- [11] สมชาติ บุญศรี, สุพิชัย แสงสุวรรณ และ อธิพล หินดี. (2560). การศึกษาเทคนิคการลดอุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยระบบระบายความร้อนของน้ำที่แตกต่างกัน. ในการประชุมวิชาการระดับชาติสถาบันวิชาการและวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ครั้งที่ 4 (391-399). กำแพงเพชร: มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.
- [12] พศวีร์ ศรีโหมด, เดิมพงษ์ ศรีเทศ, วิชากร เฮงศรีธวัช และ พงศกร เจริญสุข. (2553). การศึกษาการเพิ่มสมรรถนะแผงเซลล์แสงอาทิตย์. ในการประชุมวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร ครั้งที่ 43 (541-544). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- [13] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2562). การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์. สืบค้น 27 มกราคม 2565, จาก <https://webkc.dede.go.th/testmax/sides/default/files/>