

การจำลองปัจจัยของชนิดหลังคาและระยะทางการติดตั้งต่อประสิทธิภาพของแผงโซลาร์เซลล์ด้วย MATLAB

Simulation of roof type and installation distance on solar panel performance using MATLAB

รักษศักดิ์ สาทะโพ^{1*} กฤษฎา พรหมพินิจ^{1*} สราวุธ บุญเกิดรัมย์¹ และ รณยุทธ นนทพล¹

¹สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร sathaphonr@gmail.com* krisada@snru.ac.th*
sarawoot.b@snru.ac.th ronnayut.no@snru.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้เสนอการทดสอบแบบจำลองโซลาร์เซลล์ที่ถูกติดตั้งตามระยะห่างบนวัสดุหลังคาด้วย MATLAB โดยเป็นการจำลองการติดตั้งโดยปรับระยะห่างการติดตั้งแผงบนวัสดุหลังคา คอนกรีต ไฟเบอร์ซีเมนต์ และเมทัลชีท เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์ โดยทั่วไประยะห่างสำหรับการติดตั้งบนหลังคาถูกแนะนำไว้ที่ 10 ซม. การติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์บนหลังคานั้น พบว่าวัสดุหลังคามีหลายชนิด ระยะที่ได้นำมาแนะนำอาจไม่เหมาะสมกับวัสดุหลังคาบางชนิด ซึ่งส่งผลให้ประสิทธิภาพของแผงต่ำกว่าที่ควร

การทดลองนี้ได้พัฒนา MATLAB model เพื่อใช้ศึกษาประสิทธิภาพแผงก่อนการติดตั้ง ซึ่งผลที่ได้คือกำลังไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์จะขึ้นกับวัสดุที่ใช้บนหลังคา โดยวัสดุหลังคาที่ให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดคือกระเบื้องคอนกรีต ไฟเบอร์ซีเมนต์ และเมทัลชีท ตามลำดับ ระยะห่างที่ 0-0.4 ม. เป็นระยะที่ใช้สำหรับติดตั้งแผงบนหลังคา คอนกรีตและไฟเบอร์ซีเมนต์ ส่วนการติดตั้งแผงบนหลังคาเมทัลชีทไม่ควรติดตั้งชิดหลังคา และระยะที่แผงสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้ดีคือ 0.3-0.4 ม. การเพิ่มความสูงมากกว่า 0.4 ม. ไม่ได้เพิ่มกำลังไฟฟ้าไปมากเท่าที่ควรและอาจทำให้ต้องเพิ่มขนาดโครงสร้างเพื่อป้องกันความเสียหายต่อระบบโซลาร์เซลล์จากแรงลม

คำสำคัญ: ระบบโซลาร์เซลล์บนหลังคา, ระยะห่างการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์, ปัจจัยวัสดุหลังคา

Abstract

This article presents a simulation of solar cell models installed at various distances on roofing materials using MATLAB. The simulation adjusts the installation distance of panels on concrete, fiber cement, and metal sheet roofing materials to test the electrical production efficiency of the solar panels. Generally, the recommended installation distance for rooftops is 10 cm. In the installation of solar cell systems on roofs, it has been found that there are various types of roofing materials. The recommended distance may not be suitable for some types of roofing materials, resulting in lower panel efficiency than expected.

This experiment developed a MATLAB model to study the efficiency of panels before installation. The results showed that the electrical power of the solar panels depends on the roofing material used. The roofing materials that provided the highest electrical power were concrete tiles, fiber cement, and metal sheets, respectively. The distance of 0-0.4 m was used for installing panels on concrete and fiber cement roofs. It is the distance used for installing panels on concrete and fiber cement

roofs. For installing panels on metal sheet roofs, they should not be installed too close to the roof, and the distance at which the panels can produce good electrical power is 0.3-0.4 m. Increasing the height beyond 0.4 m. It does not increase the power output as much as it should and may require increasing the size of the structure to prevent damage to the solar panel system from wind force.

Keywords: Solar rooftop, Installation distance of solar panel, roofing material

1. ข้อมูลทั่วไป

การเปลี่ยนแปลงสู่พลังงานหมุนเวียนทั่วโลกอย่างรวดเร็ว ทำให้ระบบโซลาร์เซลล์เป็นรากฐานสำคัญของการผลิตพลังงานอย่างยั่งยืน การติดตั้งโซลาร์เซลล์บนหลังคาถือเป็นการลงทุนที่สำคัญและเป็นกลยุทธ์ลดคาร์บอน อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพของระบบเหล่านี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ คุณภาพของแผงและคุณลักษณะของหลังคา เช่น วัสดุหลังคาและระยะการติดตั้ง ปัจจัยเหล่านี้ส่งผลต่ออุณหภูมิในการทำงานของแผงและการไหลเวียนของอากาศ ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อผลผลิตกำลังไฟฟ้าและผลตอบแทนจากการลงทุนระยะยาว

การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนหลังคาในประเทศไทยได้รับความสนใจมากขึ้นเนื่องจากการสนับสนุนจากภาครัฐ [1] ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของระบบต่ำซึ่งพบได้ในหลายๆ แห่ง ไม่ว่าจะเป็นที่บราซิล [2] หรือที่อินโดนีเซีย [3] มีการศึกษาถึงประสิทธิภาพของระบบไฟฟ้าที่ติดตั้งบนหลังคาและระยะห่างในหลายงานวิจัย เช่น [4] ได้ศึกษาผลกระทบจากหลังคาเมทัลชีทและหลังคาไฟเบอร์ซีเมนต์ต่อระบบไฟฟ้าโซลาร์เซลล์บนหลังคา พบว่าหลังคาไฟเบอร์ซีเมนต์สามารถผลิตไฟฟ้าได้ดีกว่าหลังคาเมทัลชีท และ [3] ได้ทดสอบกับระบบโซลาร์เซลล์ขนาด 2.56 kWp ที่ติดตั้งบนหลังคา มหาวิทยาลัยปทุมธานี พบว่าในสภาพอากาศแวดล้อมที่ 38°C อุณหภูมิแผง 50.9°C และความเข้มของแสงอาทิตย์เท่ากับ 702.7 W/m² ประสิทธิภาพแผงอยู่ที่ 27.7% เป็นผลจากอุณหภูมิของโซลาร์เซลล์ที่สูง และเสนอให้มีการระบายอากาศให้กับแผง

ในการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนหลังคานั้น โดยปกติระยะห่างสำหรับติดตั้งแผงได้รับคำแนะนำจากผู้ผลิต [5] ให้เว้นช่องว่างระหว่างแผงและหลังคาที่ 10 ซม. ก็ตาม มีนักวิจัยหลายท่านได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของแผงโซลาร์เซลล์บนหลังคาตามระยะห่างการติดตั้ง โดย [6] ได้ใช้ระยะห่างที่ 10 20 และ 30 ซม. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของแผงโซลาร์เซลล์ และ [2] [7] ได้ใช้ระยะห่างดังกล่าวทดสอบกับวัสดุหลังคาเซรามิก ไฟเบอร์ซีเมนต์ และหลังคาเหล็กชุบสังกะสี [6] พบว่าการเว้นช่องว่างอากาศส่งผลให้แผงระบายความร้อนมากขึ้นและส่งผลทำให้กำลังไฟฟ้าเพิ่มอย่างมาก โดย [2] ได้แนะนำระยะการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนหลังคาเซรามิกและไฟเบอร์ซีเมนต์ที่ 10 ซม. และเหล็กชุบสังกะสีที่ 20-30 ซม.

*ผู้ประพันธ์บรรณกิจ



จากบทความดังกล่าว ผลกระทบจากวัสดุหลังคาที่มีต่อประสิทธิภาพแผงโซลาร์เซลล์ไม่ควรถูกมองข้าม บทความนี้ได้พัฒนาแบบจำลองแผงโซลาร์เซลล์ที่ใช้ในสภาพแวดล้อมที่ถูกติดตั้งบนหลังคาด้วย MATLAB [8]. โดยแบบจำลองนี้พัฒนาโดยใช้สมการพื้นฐานของเซลล์แสงอาทิตย์รวมถึงผลกระทบจากวัสดุหลังคาและระยะห่างการติดตั้ง เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของแผงโซลาร์เซลล์บนหลังคาตามระยะห่างการติดตั้งกับวัสดุหลังคาด้วยแบบจำลอง MATLAB

2. สมการประสิทธิภาพและการแลกเปลี่ยนความร้อนของแผงโซลาร์เซลล์

กำลังไฟฟ้า (1) เป็นผลคูณของการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ พื้นที่ของแผงโซลาร์เซลล์ และประสิทธิภาพการแปลงพลังงานของแผงในภาวะการทำงาน ซึ่งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิแผง (2) [9]

$$P_{out} = G \cdot A_m \cdot \eta_{oc} \quad (1)$$

$$\eta_{oc} = \eta_{ref} * (1 - \beta * (T_m - T_{ref})) \quad (2)$$

โดยที่

η_{oc} คือ ประสิทธิภาพการแปลงพลังงานของแผง
ในภาวะการทำงาน

η_{ref} คือ ประสิทธิภาพการแปลงพลังงานอ้างอิงภายใต้
เงื่อนไข (รังสีแสงดวงอาทิตย์ 1000W/m²
และอุณหภูมิที่ 25 °C)

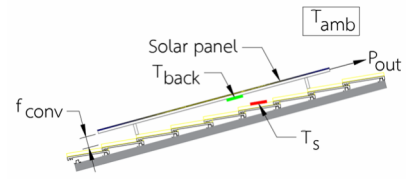
β คือ สัมประสิทธิ์อุณหภูมิเซลล์ (°C⁻¹)

T_m คือ อุณหภูมิแผงโซลาร์เซลล์ (°C)

T_{ref} คือ อุณหภูมิแวดล้อม (°C)

ดังแสดงใน (2). อุณหภูมิของเซลล์ที่สูงขึ้นจะลดประสิทธิภาพของแผง เนื่องจากอิเล็กตรอนที่ถูกกระตุ้นด้วยความร้อนเริ่มมีอิทธิพลเหนือคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซมิคอนดักเตอร์ [9].

แผงโซลาร์เซลล์จะผลิตไฟฟ้าเมื่อได้รับรังสีดวงอาทิตย์มาตกกระทบบนแผง โดยอิทธิพลที่ส่งผลกระทบต่อการผลิตไฟฟ้า ได้แก่ ความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์ ความเร็วลม และอุณหภูมิแวดล้อม ซึ่งอิทธิพลจากตัวแปรเหล่านี้ทำให้อุณหภูมิของแผงโซลาร์เซลล์สูงขึ้น ถึงแม้ว่าอุณหภูมิของแผงโซลาร์เซลล์ที่พื้นผิวและด้านหลังมักจะถือว่าเท่ากับอุณหภูมิโดยรอบ [10] แต่สมมติฐานนี้มองข้ามผลกระทบที่สำคัญของความร้อนที่แผ่ออกมาจากพื้นผิวหลังคาเมื่ออุณหภูมิสูงเกินอากาศโดยรอบ ส่งผลให้อุณหภูมิของอากาศใต้แผงโซลาร์เซลล์เพิ่มสูงขึ้น [11] นอกจากนี้ อากาศที่อยู่ด้านหลังแผงโซลาร์เซลล์มักมีการระบายอากาศที่จำกัดและผสมกับอากาศโดยรอบได้ไม่ดี [12] การสันนิษฐานว่าไม่มีการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างพื้นผิวหลังคาและอากาศในสถานการณ์ดังกล่าวอาจทำให้ประเมินการถ่ายเทความร้อนทั้งแบบแผ่รังสีและการพาความร้อนไปยังแผงโซลาร์เซลล์ต่ำเกินไป โดยเฉพาะในช่วงเที่ยงวันที่รังสีดวงอาทิตย์สูงสุด ซึ่งอุณหภูมิพื้นผิวหลังคามักมีแนวโน้มจะสูงที่สุด [13] การประเมินค่าต่ำเกินไปส่งผลให้คาดการณ์อุณหภูมิของเซลล์แสงอาทิตย์ต่ำกว่าความเป็นจริง และคาดการณ์กำลังไฟฟ้าของแผงสูงเกินไป



รูปที่ 1 รูปภาพการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนหลังคา

เพื่อกำหนดการแลกเปลี่ยนความร้อนแบบพาความร้อนไปยังแผงโซลาร์เซลล์ รูปที่ 1 อุณหภูมิของอากาศด้านหลังแผงโซลาร์เซลล์จะถือว่าอยู่ระหว่างอุณหภูมิโดยรอบและอุณหภูมิพื้นผิวหลังคา โดยสามารถคำนวณอุณหภูมิของอากาศด้านหลังแผงโซลาร์เซลล์ (T_{back}) ได้โดยใช้ (3)

$$T_{back} = (T_{amb} - T_s) f_{conv} + T_s \quad (3)$$

โดยที่

T_{back} คืออุณหภูมิด้านหลังแผงโซลาร์เซลล์ (°C)

T_{amb} คืออุณหภูมิอากาศแวดล้อม (°C)

f_{conv} คือตัวปัจจัยระยะห่างการติดตั้ง [-]

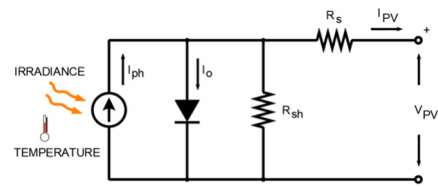
T_s คืออุณหภูมิพื้นผิวหลังคา (°C)

ปัจจัยระยะห่างการติดตั้ง (f_{conv}) จะระบุปริมาณอากาศด้านหลังแผงโซลาร์เซลล์ที่ผสมกันได้ดีเพียงใด โดยปัจจัยเหล่านี้จะไม่เหมือนกันสำหรับการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์แต่ละแผง และได้รับอิทธิพลจากปัจจัยต่างๆ เช่น ระยะห่างระหว่างแผงโซลาร์เซลล์กับหลังคา มุมเอียงของแผงโซลาร์เซลล์ และการระบายอากาศของหลังคา ค่าเชิงประจักษ์นี้ควรได้รับการปรับเทียบสำหรับการติดตั้งแต่ละครั้ง ตัวอย่างเช่น ค่า f_{conv} เท่ากับ 0 แสดงว่าอากาศด้านหลังแผงเทียบเท่ากับอุณหภูมิพื้นผิวหลังคา ในขณะที่ค่า f_{conv} เท่ากับ 1 แสดงว่ามีกระบวนการระบายอากาศที่ดีเยี่ยม โดยที่อุณหภูมิจะสมดุลกับอากาศโดยรอบ

3. การสร้างและทดสอบแบบจำลองแผงโซลาร์เซลล์

3.1 การสร้างแบบจำลองแผงโซลาร์เซลล์ด้วย MATLAB

การสร้างแบบจำลองแผงโซลาร์เซลล์สำหรับการติดตั้งบนหลังคาด้วย MATLAB ได้พัฒนาจากสมการพื้นฐานเซลล์แสงอาทิตย์ โดยแผงโซลาร์เซลล์สามารถใช้สมการทางคณิตศาสตร์ [14] เขียนขึ้นในรูปวงจรสมมูลของเซลล์แสงอาทิตย์ รูปที่ 2 เพื่อหาค่ากระแสไฟฟ้าจาก (4)



รูปที่ 2 วงจรสมมูลของวงจรไดโอด

$$I_{pv} = N_p * I_{ph} - N_p * I_o \left\{ \exp \left\{ \frac{q(V_{pv} + I_{pv} R_s)}{N_s A k T_m} \right\} - 1 \right\} \quad (4)$$

โดยที่ $V_{pv} = V_{oc}$ แรงดันไฟฟ้าขาออกของแผงโซลาร์เซลล์
โดยที่ค่า I_{ph} คือค่ากระแสแสงอาทิตย์ (5)



$$I_{ph} = [I_{sc} + K_i (T_m - 298)] * G / 1000 \quad (5)$$

ค่า I_{rs} คือค่ากระแสอิ่มตัวย้อนกลับ (6)

$$I_{rs} = I_{sc} / [\exp(\frac{qV_{oc}}{N_s k A T_m}) - 1] \quad (6)$$

และ I_o คือค่ากระแสอิ่มตัว (7) ซึ่งแปรผันกับอุณหภูมิแผงโซลาร์เซลล์

$$I_o = I_{rs} \left[\frac{T_m}{T_{ref}} \right]^3 * \exp \left[\frac{qE_{go}}{Bk} \left\{ \frac{1}{T_{ref}} - \frac{1}{T_m} \right\} \right] \quad (7)$$

อุณหภูมิของแผงโซลาร์เซลล์ T_m เกิดจากการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างแผงกับหลังคา ดังนั้น (3) สามารถเขียนใหม่ได้คือ

$$T_m = (T_{amb} - T_s) f_{conv} + T_s \quad (8)$$

ความเร็วลมไม่ได้ถูกพิจารณาใน (8) โดยค่า f_{conv} ปัจจัยระยะห่างการติดตั้งในงานทดลองนี้มีค่า 0-1 เมตร

ในการสร้างแบบจำลองนี้ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สอดคล้องกับความเป็นจริง ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เช่น ข้อมูลความเข้มแสง รวมถึงอุณหภูมิแวดล้อม และอุณหภูมิหลังคาได้จากการวัดผลและบันทึกผล ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือวัดอุณหภูมิ (ตารางที่ 1) และเครื่องวัดเข้มรังสีดวงอาทิตย์ (ตารางที่ 2) รวมถึงคุณสมบัติแผงโซลาร์เซลล์ (ตารางที่ 3) ในวันที่ 24 มิ.ย. 2568 เวลา 13.56 น ดังแสดงในรูปที่ 3 และตารางที่ 4

ตารางที่ 1 คุณสมบัติเครื่องวัดอุณหภูมิ

HIKMICRO B20S	
Object Temperature Range	-20°C to 150°C
Accuracy	Max. (±2°C, ±2%)

ตารางที่ 2 คุณสมบัติอุปกรณ์วัดแสง Probe A1427 ยี่ห้อ METREL

ช่วงวัด	ค่าความละเอียด (วัดต่อตารางเมตร)	ความแม่นยำ
0 ÷ 999 วัดต่อตารางเมตร	1	± (4 % + 5 ตัวเลข)
1.00 ÷ 1.75 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร	10	± 4 %

ตารางที่ 3 คุณสมบัติแผงโซลาร์เซลล์

โซลาร์เซลล์ Ulica UL-415M ขนาด 1.13x1.72 เมตร	
กำลังไฟฟ้าสูงสุด (P_{max}), W	415
แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด (V_{oc}), V	37.5
กระแสไฟฟ้าลัดวงจร (I_{sc}), A	13.93
จำนวนเซลล์อนุกรม (N_s)	108
จำนวนเซลล์ขนาน (N_p)	1
ค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของ I_{sc} , %/°C	0.049

ตัวแปรที่ประกอบในสมการพื้นฐานเซลล์แสงอาทิตย์ของแบบจำลองแผงโซลาร์เซลล์ด้วยโปรแกรม MATLAB มีดังนี้

I_{pv} คือกระแสขาออกของแผงโซลาร์เซลล์

T_{ref} คืออุณหภูมิอ้างอิง = 298°K

T_m คืออุณหภูมิแผงโซลาร์เซลล์ (°K)

$A=B$ คือค่าปัจจัยอุดมคติ = 1.6

k คือค่าคงตัวโบลต์ซมันน์ = 1.3805×10^{-23} J/K

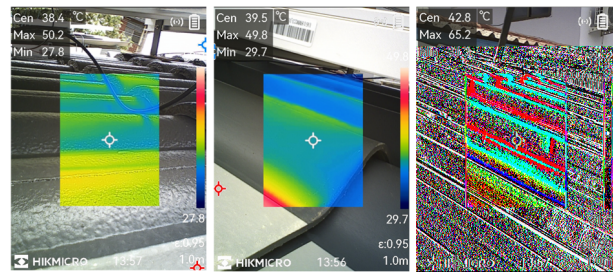
q คืออิเล็กตรอนชาร์จ = 1.6×10^{-19} C

R_s คือค่าความต้านทานอนุกรมของแผงโซลาร์เซลล์

K_i คือค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของ I_{sc} = 0.0068A/°C

G คือค่าความเข้มแสงดวงอาทิตย์ (W/m²)

E_{go} คือค่าแบนด์แก๊ปซิลิคอน = 1.1 eV



คอนกรีต

ไฟเบอร์ซีเมนต์

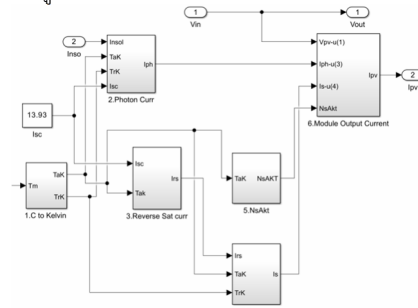
แผ่นเมทัลชีท

รูปที่ 3 อุณหภูมิวัสดุหลังคา

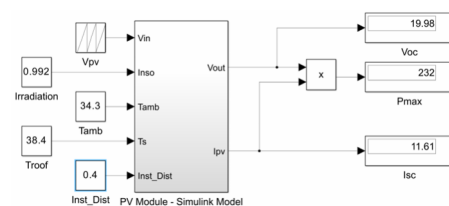
ตารางที่ 4 ข้อมูลอุณหภูมิและความเข้มรังสีดวงอาทิตย์

รังสีดวงอาทิตย์ (G) (W/m ²)	992
อุณหภูมิแวดล้อม (T_{amb}) (°C)	34.3
อุณหภูมิวัสดุหลังคา (T_s) (°C)	
-หลังคากระเบื้องคอนกรีต	38.4
-หลังคากระเบื้องไฟเบอร์ซีเมนต์	39.5
-หลังคาแผ่นเหล็กเมทัลชีท	42.8

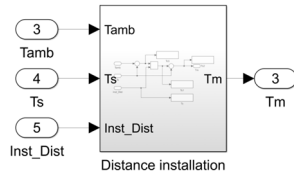
แบบจำลองแผงโซลาร์เซลล์ถูกสร้างจากสมการ (5)-(8) ด้วยการเชื่อมต่อของ MATLAB Model รูปที่ 4 เพื่อสร้างแบบจำลองสุดท้าย รูปที่ 5 และพัฒนาแบบจำลองของฟังก์ชันระยะห่างการติดตั้งและอุณหภูมิของวัสดุหลังคาจาก (8) เพื่อให้ได้อุณหภูมิที่นำเข้าสู่แบบจำลองแผงโซลาร์เซลล์ได้อย่างแท้จริง รูปที่ 6



รูปที่ 4 การเชื่อมต่อ MATLAB Model ย่อยของแบบจำลองโซลาร์เซลล์



รูปที่ 5 แบบจำลองแผงโซลาร์เซลล์ด้วย MATLAB



รูปที่ 6 แบบจำลองย่อยระยะห่างการติดตั้งและอุณหภูมิหลังคา

3.2 การทดสอบ

แบบจำลอง MATLAB รูปที่ 5 เปรียบเสมือนการจำลองการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนหลังคาคอนกรีต ไฟเบอร์ซีเมนต์ และเมทัลชีทตามระยะห่างการติดตั้ง ซึ่งในความเป็นจริงต้องมีชุดทดสอบหลายชุด เพื่อให้ได้ค่ากำลังไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า ภายใต้เงื่อนไขค่าความเข้มแสง อุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิหลังคาเดียวกัน ดังนั้นค่าเหล่านี้ถูกกำหนดให้เป็นค่าคงที่ โดยอุณหภูมิหลังคาทั้ง 3 ชนิดจะถูกป้อนเข้าแบบจำลองและทดสอบโดยการปรับระยะการติดตั้ง ตั้งแต่ 0 ถึง 1 เมตร เพิ่มขึ้นทุกๆ 0.2 เมตร และบันทึกผล เมื่อทดสอบโดยระยะห่างการติดตั้งที่ 1 เมตร อุณหภูมิวัสดุหลังคาจะเปลี่ยนแปลงและทำการทดสอบซ้ำ

4. ผลการทดสอบแบบจำลอง

ค่ากำลังไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ได้จากการทดสอบแสดงในตารางที่ 5 ถึง 7 พบว่าแบบจำลองทั้ง 3 ชนิดมีประสิทธิภาพการผลิตกำลังไฟฟ้าไม่เท่ากัน ซึ่งผลที่ได้คือกำลังไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์จะขึ้นกับวัสดุที่ใช้หลังคา โดยวัสดุหลังคาที่ให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดคือกระเบื้องคอนกรีต ไฟเบอร์ซีเมนต์ และเมทัลชีทตามลำดับ และกำลังไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์จะมากขึ้นเมื่อระยะห่างระหว่างแผงโซลาร์เซลล์กับหลังคามากขึ้น

จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าต่อระยะห่างการติดตั้ง รูปที่ 7 และกระแสไฟฟ้าต่อระยะห่างการติดตั้ง รูปที่ 8 พบว่า

- ค่ากำลังไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าของแผงบนหลังคาทั้ง 3 ชนิด มีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะห่างการติดตั้ง และจะมีค่ามากที่สุด 245.7W และ 12.30A ที่ระยะ 1 ม.
- กำลังไฟฟ้าของแผงบนหลังคาคอนกรีตและไฟเบอร์ซีเมนต์ใกล้เคียงกัน คือ 220W และ 210.3W และหลังคาเมทัลชีทมีค่า 171.9W ที่ระยะการติดตั้งที่ 0 ม.
- กำลังไฟฟ้าต่อระยะห่างการติดตั้งของหลังคาคอนกรีตและหลังคาไฟเบอร์ซีเมนต์มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย โดยค่ากำลังไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 3-5W ในช่วงระยะ 0-0.4 ม. และจะน้อยลงเมื่อความสูงมากขึ้น ในกรณีของหลังคาเมทัลชีทกำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 10-11W ในช่วงระยะ 0-0.4 ม. และลดลงเหลือ 4-5W เมื่อความสูงแผงที่ 0.4-1 ม.

ตารางที่ 5 ค่า P_{max} , V_{oc} และ I_{sc} แบบจำลองหลังคาคอนกรีต

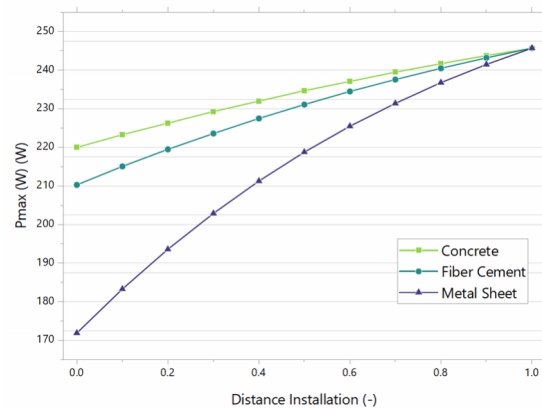
กระเบื้อง คอนกรีต	ระยะห่างการติดตั้ง (เมตร)					
	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
กำลังไฟฟ้า, P_{max} (W)	220.0	226.3	232.0	237.1	241.7	245.7
แรงดันไฟฟ้า, V_{oc} (V)	19.98	19.98	19.98	19.98	19.98	19.98
กระแสไฟฟ้า, I_{sc} (A)	11.01	11.33	11.61	11.87	12.10	12.30

ตารางที่ 6 ค่า P_{max} , V_{oc} และ I_{sc} แบบจำลองหลังคาไฟเบอร์ซีเมนต์

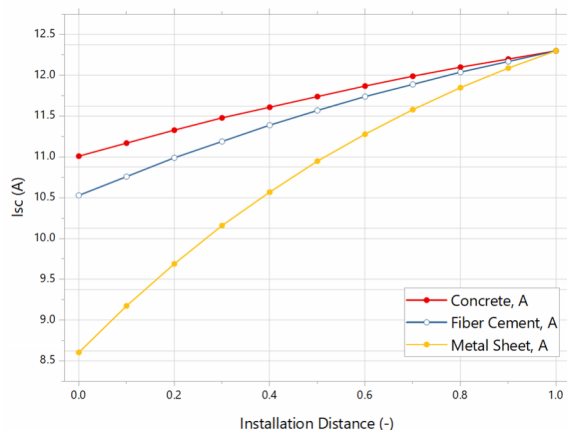
กระเบื้อง ไฟเบอร์ ซีเมนต์	ระยะห่างการติดตั้ง (เมตร)					
	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
กำลังไฟฟ้า, P_{max} (W)	210.3	219.5	227.5	234.5	240.5	245.7
แรงดันไฟฟ้า, V_{oc} (V)	19.98	19.98	19.98	19.98	19.98	19.98
กระแสไฟฟ้า, I_{sc} (A)	10.53	10.99	11.39	11.74	12.04	12.30

ตารางที่ 7 ค่า P_{max} , V_{oc} และ I_{sc} แบบจำลองหลังคาแผ่นเมทัลชีท

หลังคา แผ่นเมทัล ชีท	ระยะห่างการติดตั้ง (เมตร)					
	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
กำลังไฟฟ้า, P_{max} (W)	171.9	193.6	211.3	225.5	236.8	245.7
แรงดันไฟฟ้า, V_{oc} (V)	19.98	19.98	19.98	19.98	19.98	19.98
กระแสไฟฟ้า, I_{sc} (A)	8.61	9.69	10.57	11.28	11.85	12.30



รูปที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง P_{max} ต่อระยะห่างการติดตั้ง



รูปที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง I_{sc} ต่อระยะห่างการติดตั้ง



การทดสอบยังพบว่า การเปลี่ยนแปลงความเข้มแสงยังส่งผลต่อค่ากระแสไฟฟ้าของแผง แต่ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้คงที่ ซึ่งในสภาพอากาศจริงยังมีปัจจัยด้านอื่นที่ไม่ได้ถูกพิจารณาและนำค่าพารามิเตอร์เหล่านี้ไปนําเข้าแบบจำลอง เช่น ความเร็วลม รวมถึงแรงดันไฟฟ้าที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของแสงและอุณหภูมิ ซึ่งจะทำให้ได้ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่เกิดขึ้นจริง

แบบจำลองนี้สามารถใช้เพื่อทดสอบผลกระทบจากอุณหภูมิต่อประสิทธิภาพของแผงโซลาร์เซลล์ การพัฒนาแบบจำลองด้วยการเพิ่มฟังก์ชันของแรงดันไฟฟ้าที่สอดคล้องกับค่าแสงและปรับปรุงค่าพารามิเตอร์ให้ตรงกับความเป็นจริงมากขึ้น รวมถึงตรวจสอบระยะการติดตั้งเปรียบเทียบกับกรณีจริง ทำให้แบบจำลองสามารถจำลองค่าต่างๆได้แม่นยำมากขึ้น

5. สรุป

วัสดุที่ใช้หลังคาหลังคาพลังงานไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์ โดยแผงที่ติดตั้งบนวัสดุหลังคาที่ให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดคือกระเบื้องคอนกรีต ไฟเบอร์ซีเมนต์ และเมทัลชีทตามลำดับ ระยะห่างที่ 0-0.4 ม. เป็นระยะที่ใช้สำหรับติดตั้งแผงบนหลังคาคอนกรีตและไฟเบอร์ซีเมนต์ แผงบนหลังคาเมทัลชีทไม่ควรติดตั้งชิดหลังคา และระยะที่แผงสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้ดีคือ 0.3-0.4 ม. การเพิ่มความสูงมากกว่า 0.4 ม. ไม่ได้เพิ่มกำลังไฟฟ้าไปมากเท่าที่ควรและอาจทำให้ต้องเพิ่มขนาดโครงสร้างเพื่อป้องกันความเสียหายต่อระบบโซลาร์เซลล์จากแรงลม

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (2567, กรกฎาคม). หลักการรับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนเพิ่มเติมในรูปแบบ FIT สำหรับปี 2565-2573. สืบค้นจาก https://www.erc.or.th/web-upload/200xf869baf82be74c18cc110e974ee8d5c/202304/m_publichearing/8776/493/file_download/002cbb957f1ee6cec32e50a930a66a.pdf
- [2] de Souza Guimarães, B., Farias, L., Oliveira Filho, D., Kazmerski, L., & Diniz, A. S. A. C. (2022). Roof-mounted photovoltaic generator temperature modeling based on common Brazil roofing materials. *Renewable Energy and Environmental Sustainability*, 7, 5.
- [3] Rozak, O. A., Ibrahim, M. Z., Daud, M. Z., Bakhri, S., & Muwaffiq, R. (2023). Impact of cell temperature on the performance of a rooftop photovoltaic system of 2.56 kWp at Universitas Pamulang. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 31(2), 599-608.
- [4] Thanomsat, N., & Lekngam, S. (2020, October). Impact of Different Roof Types on Produced Power of Photovoltaic Rooftop System. In 2020 International Conference on Power, Energy and Innovations (ICPEI) (pp. 233-236). IEEE.
- [5] Longi, June. 2025, "installation Manual for LONGi Solar PV Module," Longi, Download Center, Site Search, Installation manual, [online]. Available: https://static.longi.com/Installation_Manual_for_LON_Gi_Solar_PV_Modules_V19_EN_4c090dd107.pdf

- [6] Hasan, G. T. Study and analysis the effect of panel rear surface temperature on the photovoltaic system efficiency.
- [7] Aliyu, A. A., Abdullahi, B., Tambaya, M., Ahmed, A., & Tukur, I. A. (2023). PERFORMANCE EVALUATION OF SOLAR PHOTOVOLTAIC PANEL MOUNTED ON SLOPED CORRUGATED METAL SHEET ROOF IN KANO STATE NORTHWEST NIGERIA. *FUDMA JOURNAL OF SCIENCES*, 7(3), 257-262.
- [8] MATLAB – MathWorks. 2025. [online]. Available: <https://ch.mathworks.com/products/matlab.html>
- [9] Dubey, S., Sarvaiya, J. N., & Seshadri, B. (2013). Temperature dependent photovoltaic (PV) efficiency and its effect on PV production in the world—a review. *Energy Procedia*, 33, 311-321.
- [10] Neises, T. W., Klein, S. A., & Reindl, D. T. (2012). Development of a thermal model for photovoltaic modules and analysis of NOCT guidelines.
- [11] Broadbent, A. M., Krayenhoff, E. S., Georgescu, M., & Sailor, D. J. (2019). The observed effects of utility-scale photovoltaics on near-surface air temperature and energy balance. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 58(5), 989-1006.
- [12] Skoplaki, E. P. J. A., & Palyvos, J. A. (2009). Operating temperature of photovoltaic modules: A survey of pertinent correlations. *Renewable energy*, 34(1), 23-29.
- [13] Scherba, A., Sailor, D. J., Rosenstiel, T. N., & Wamser, C. C. (2011). Modeling impacts of roof reflectivity, integrated photovoltaic panels and green roof systems on sensible heat flux into the urban environment. *Building and Environment*, 46(12), 2542-2551.
- [14] Pandiarajan, N., & Muthu, R. (2011, January). Mathematical modeling of photovoltaic module with Simulink. In 2011 1st International Conference on Electrical Energy Systems (pp. 258-263). IEEE.



ประวัติผู้เขียนบทความ

นายรัชศักดิ์ สาทะโพน

ประวัติการศึกษา

2541-ปริญญาตรีครุศาสตร์อุตสาหกรรม

บัณฑิตจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอม

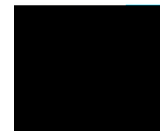
เกล้าธนบุรี

2567 -กำลังศึกษาปริญญาโท

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ประวัติการทำงาน - พนักงาน บ. แบล็คแอนดิวซ์ (ประเทศไทย) จำกัด
ในตำแหน่ง วิศวกรเทคนิคอาวุโส

มีความสนใจในงานวิจัยเกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์และดาดฟ้าเย็นเตอร์



ประวัติผู้เขียนบทความ

ผศ.ดร.กฤษฎา พรหมพินิจ

ประวัติการศึกษา

2548-ปริญญาตรีวิศวกรรมไฟฟ้าจาก
มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
2553-ปริญญาโทวิศวกรรมไฟฟ้าจาก

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีธบุรีราชมงคล

2563-ปริญญาเอกวิศวกรรมไฟฟ้าจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า
คุณทหารลาดกระบัง

ประวัติการทำงาน - ดำรงตำแหน่งรองคณบดีฝ่ายวิชาการและวิจัยคณะ
เทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
มีความสนใจในงานวิจัยเกี่ยวกับพลังงานทางเลือก และการประยุกต์ใช้
พลังงานอิเล็กทรอนิกส์กำลัง



ประวัติผู้เขียนบทความ

นาย.รณยุทธ นนท์พละ

ประวัติการศึกษา

2539-ปริญญาตรีครุศาสตร์อุตสาหกรรม
บัณฑิตจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล
2543-ปริญญาโทวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิตจาก

มหาวิทยาลัยศรีปทุม

ประวัติการทำงาน - อาจารย์ประจำภาควิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
มีความสนใจในงานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์



ประวัติผู้เขียนบทความ

รศ.ดร.สรอวุฒิ บุญเกิดรัมย์

ประวัติการศึกษา

2535-ปริญญาตรีอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต
จากมหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์
2548-ปริญญาโทครุศาสตรมหาบัณฑิต จาก

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

2559-ปริญญาเอกปรัชญาดุษฎีบัณฑิต จากมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ประวัติการทำงาน - ดำรงตำแหน่งคณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

มีความสนใจในงานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ และ
เครื่องมือวัด