

การศึกษาความเป็นไปได้และประสิทธิภาพของแผงประเภทรับแสงสองด้านในการติดตั้งบน
หลังคาที่พักอาศัย

Studying the Feasibility and Efficiency of Bifacial PV Panel for Installation
on Residential Roofs

สยมนต์ก์ แพ่งดิษฐ์¹, ดุสิต งามรุ่งโรจน์² และ ปรีดา จันทวงษ์³

นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมพลังงาน ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องต้นกำลัง
วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ¹
อาจารย์ประจำ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์และสังคม วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ²

อาจารย์ประจำ สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมพลังงาน ภาควิชาเทคโนโลยีเครื่องต้นกำลัง วิทยาลัยเทคโนโลยี
อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ³

Corresponding author's: pimsym.sd@gmail.com¹

บทคัดย่อ

การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นที่นิยมแพร่หลาย โดยแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีทั้งแบบรับแสงด้านเดียวและรับแสงสองด้าน แต่ปัจจุบันแผงเซลล์แสงอาทิตย์ประเภทรับแสงสองด้านถูกนิยมนำมาใช้กับโซลาร์ฟาร์ม ติดตั้งเพื่อใช้งานบนพื้นดิน และติดตั้งบนหลังคาที่พักอาศัย ซึ่งการเลือกใช้พื้นที่ในการติดตั้งเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดนอกจากการรับแสงจากดวงอาทิตย์โดยตรงยังต้องศึกษาถึงแสงที่ได้จากการสะท้อนด้วยงานวิจัยนี้นำเสนอการศึกษาและวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแผงประเภทรับแสงสองด้านที่การติดตั้งบนหลังคาที่พักอาศัย โดยวิเคราะห์ผ่านโปรแกรม PVsyst 8.0.21 เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ที่จะติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ประเภทรับแสงสองด้าน ความเหมาะสมของวัสดุหลังคา โทนสีของหลังคา และระยะความสูงในการติดตั้งบนหลังคาเพื่อให้ใช้ประโยชน์จากแผงเซลล์ประเภทรับแสงสองด้านได้มากที่สุด

การวิจัยนี้จะทำการเปรียบเทียบผลการผลิตไฟฟ้าต่อปี มีค่าอัตราส่วนรังสีสะท้อน (Albedo) ได้แก่ 0.04, 0.2, 0.3, 0.4, และ 0.6 ซึ่งเป็นค่าอัลบีดอ ของหลังคayangมะตอยสีดำ, หลังคากระเบื้องคอนกรีตสีเทา, หลังคayangมะตอยสีขาว, หลังคาเมทัลชีทไม่ทาสี(สีอลูมิเนียม) และ หลังคาเมทัลชีทสีขาวกับหลังคากระเบื้องคอนกรีตสีขาว ตามลำดับ ยังศึกษาความสูงของแผงทั้งหมด 3 ระดับ ได้แก่ 10 cm. 15 cm. 20 cm. โดยกำหนดค่ากำลังไฟฟ้าของแผงติดตั้ง 10 kWp และมุมองศาของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 15° และติดตั้งในระบบออนกริด (On-Grid) โดยมุม Azimuth 0°

คำสำคัญ: เซลล์แสงอาทิตย์ประเภทสองด้าน, อัตราส่วนรังสีสะท้อน, ความสูงของแผง

Abstract

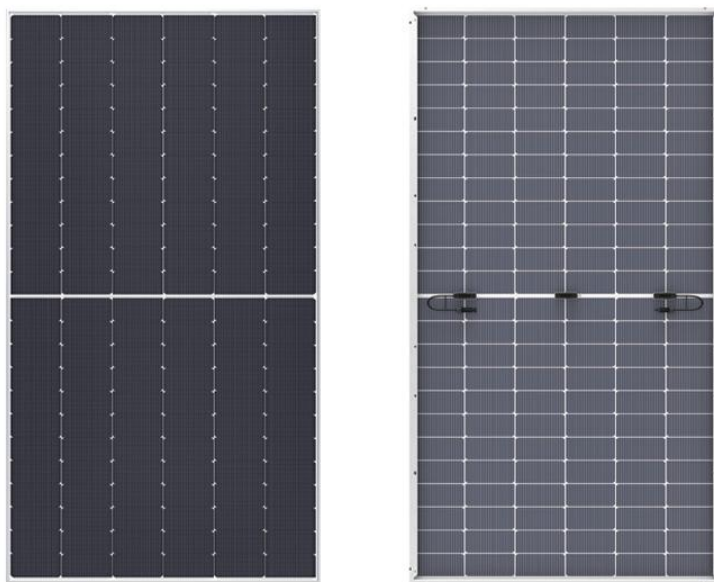
The installation of photovoltaic (PV) systems has become increasingly widespread. PV modules can be categorized into monofacial and bifacial types. Currently, bifacial PV modules are widely used in solar farms, ground-mounted systems, and are increasingly being applied to residential rooftop installations. In addition to direct solar irradiance, achieving optimal system performance also requires consideration of reflected radiation. This study presents an analysis of the performance of bifacial PV modules installed on residential rooftops. The analysis is conducted using PVsyst version 8.0.21 to evaluate the feasibility of bifacial PV installation, as well as to assess the suitability of roofing materials, roof surface colors, and mounting heights in order to maximize the performance of bifacial PV systems.

In this research, the annual energy production is compared under different albedo conditions, including 0.04, 0.2, 0.3, 0.4, and 0.6. These values represent different roof surface materials, namely black asphalt roofs, gray concrete tile roofs, white asphalt roofs, unpainted metal sheet roofs (aluminum color), and white metal sheet or white concrete tile roofs, respectively. In addition, the mounting height of the PV modules is investigated at three levels: 10 cm, 15 cm, and 20 cm. The system is designed with an installed capacity of 10 kWp, a fixed tilt angle of 15°, and configured as an on-grid system with an azimuth angle of 0°.

Keywords: Bifacial photovoltaic, Albedo, Mounting height

บทนำ

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานสะอาด ไม่มีวันหมดและไม่ก่อให้เกิดมลพิษ ปัจจุบันการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar cell) เพื่อใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์จึงเป็นที่แพร่หลายและนิยมอย่างมาก เนื่องจากสามารถลดค่าใช้จ่ายไฟฟ้าได้ ต้นทุนการติดตั้งไม่สูงและสามารถติดตั้งได้ตั้งแต่ระดับครัวเรือนและอุตสาหกรรม และตามนโยบายของรัฐที่กระตุ้นให้หันมาติดตั้งโซลาร์เซลล์ ที่ให้การติดตั้งโซลาร์เซลล์สามารถลดหย่อนภาษีได้ในราคาไม่เกิน 200,000 บาท ติดตั้งบนหลังคาหรือดาดฟ้าของบ้าน และเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้า (On-Grid) ของ กฟน. หรือ กฟภ. นั้น (กรมสรรพากร,2569) แต่ตามบ้านพักอาศัยจะมีพื้นที่หลังคาที่จำกัด ซึ่งแผงเซลล์รับแสงอาทิตย์แบบเดิมจะสามารถรับพลังงานได้หน้าเดียว ในปัจจุบันได้มีการผลิตแผงเซลล์รับแสงอาทิตย์สองด้าน (Bifacial) สามารถรับแสงสะท้อนจากพื้นที่แผงวางอยู่ได้ โดยใช้พื้นที่เท่าเดิม ปัจจุบันยังหลักที่ทำให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ประเภทรับแสงสองด้านมีประสิทธิภาพที่สูงขึ้นคือ ค่าอัตราส่วนรังสีสะท้อน (Albedo) ซึ่งค่าอัลบิโด ที่สูงบ่งบอกว่าวัสดุนั้นสามารถสะท้อนแสงออกไปได้มาก โดยค่าอัลบิโด ของแต่ละวัสดุมีค่าไม่เท่ากันเนื่องจากโครงสร้างของผิว, เนื้อวัสดุและสีวัสดุ



รูปที่ 1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบรับแสงสองด้าน (ที่มา: LONGi)

การวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาแผงเซลล์แสงอาทิตย์ประเภทรับแสงสองด้านที่ติดตั้งบนหลังคาที่พักอาศัยผ่านโปรแกรม PVsyst 8.0.21 เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ที่จะติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ประเภทรับแสงสองด้านบนหลังคาที่พักอาศัย และ วิเคราะห์ความเหมาะสมของวัสดุหลังคา, โทนสีของหลังคา และระยะความสูงในการติดตั้งบนหลังเพื่อให้ใช้ประโยชน์จากแผงเซลล์ประเภทรับแสงสองด้านได้มากที่สุด โดยทำการเปรียบเทียบความสูงในการติดตั้ง 3 ระดับ ได้แก่ 10 cm. 15 cm. 20 cm. ชนิดของหลังคา 3 ชนิด ได้แก่ หลังคาคอนกรีต หลังคาเมทัลชีท และ หลังคayangมะตอย โดยแบ่งโทนสีหลังคาเป็น 2 กลุ่ม คือโทนสีที่มี

ค่าสะท้อนแสงต่ำโดยใช้เป็นหลังคayangมะตอยสีดำ, หลังคาเมทัลชีทไม่ทาสี(สีเทาอลูมิเนียม)และหลังคาคอนกรีตสีเทา และ โทนสีที่มีค่าสะท้อนแสงสูง ได้แก่ หลังคayangมะตอยสีขาว, หลังคาเมทัลชีทสีขาว และ หลังคาคอนกรีตสีขาว เพื่อผลลัพธ์ที่แตกต่างกันได้ชัดเจน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. สมมติฐานในการดำเนินการ

ประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ประเภทรับแสงสองด้าน ขึ้นกับความสูงของแผงจากพื้นและชนิดของผิวสะท้อน

ขอบเขตตัวแปรควบคุมการศึกษา

โครงการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาที่พักอาศัย ขนาด 10 กิโลวัตต์ ใช้แผงขนาด 550 วัตต์ มุมในการติดตั้งแผง 15° ติดตั้งแบบระบบออนกริด (On-Grid) โดยให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์หันไปทางทิศใต้ พื้นที่อยู่ในจังหวัดนนทบุรีของประเทศไทย โดยทำการเปรียบเทียบไฟฟ้าที่ระบบผลิตได้ทั้งปี

2. กำหนดค่าอัตราส่วนรังสีสะท้อน (Albedo)

จากการศึกษาวัสดุของหลังคา พบว่าวัสดุหลังคาที่นิยมใช้ในประเทศไทย คือ หลังคาเมทัลชีท (Metal sheet roof) และ หลังคากระเบื้องคอนกรีต (CPAC) เป็นส่วนใหญ่ และ ในกลุ่มบ้านสไตล์โมเดิร์นเริ่มหันมาใช้หลังคayangมะตอย (Asphalt shingle roof) เพื่อความสวยงาม และยังศึกษาค่าการสะท้อนแสงของสี สีโทนเข้มดูดซับแสงได้ดี และ สีโทนอ่อนสะท้อนแสงได้ดี จึงกำหนดสีที่มีค่าสะท้อนแสงต่ำคือ หลังคาเมทัลชีทไม่ทาสี (สีเทาอลูมิเนียม), หลังคากระเบื้องคอนกรีตสีเทา และ หลังคayangมะตอยสีดำ สีที่มีค่าสะท้อนแสงสูง คือ หลังคาเมทัลชีทสีขาว, หลังคากระเบื้องคอนกรีตสีขาว และ หลังคayangมะตอยสีขาว จากการหาข้อมูลพิสัยของค่าอัลบีโด แสดงตารางที่ 1 จึงได้กำหนดอัลบีโดของหลังคา 6 ชนิด แสดงตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ตารางพิสัยของค่าอัลบีโดที่จะนำมาใช้ในการกำหนดค่า

The solar reflectivity, emissivity, and solar reflective index of different materials.

Details	Solar reflectance	Infrared emissivity	Solar reflectance index
Materials			
White paint	0.70-0.85	0.80-0.90	84-113
Aluminium	0.20-0.65	0.25-0.65	-25 to 72
Conventional Black	0.04-0.05	0.80-0.90	-7 to 0
Cool black	0.20-0.29	0.80-0.90	14-31
Conventional dark colored coatings	0.04-0.20	0.80-0.90	-7 to 19
Cool dark colored coatings	0.25-0.4	0.80-0.90	21-45
Asphalt shingles			
White asphalt shingle	0.20-0.30	0.80-0.90	15-18
Black	0.04	0.80-0.90	-7 to -1
Dark colored conventional asphalt shingles	0.05-0.10	0.80-0.90	-6 to 6
Cool colored asphalt shingles	0.08-0.34	0.80-0.90	11-37
Tiles			
Terracotta ceramic tile	0.25-0.40	0.85-0.90	23-15
White clay tile	0.60-0.75	0.85-0.90	71-93
White Concrete tile	0.60-0.75	0.85-0.90	71-93
Grey concrete tile	0.18-0.25	0.85-0.90	14-25
Dark Color Concrete tile	0.04-0.40	0.85-0.90	-4 to 45
Cool Dark Colored Concrete tile	0.04-0.60	0.85-0.90	43-72
Membranes			
White Membrane	0.65-0.85	0.8-0.90	76-107
Black	0.04-0.05	0.8-0.90	-7 to 0
Metal Roof			
Unpainted	0.20-0.60	0.05-0.35	-48 to 53
Painted white	0.60-0.75	0.8-0.90	69-93
Dark Conventionally colored	0.05-0.10	0.8-0.90	-6 to 6
Dark cool colored	0.25-0.70	0.8-0.90	21-86
Build up Roof			
With asphalt	0.04	0.85-0.90	-4 to -1
With dark gravel	0.08-0.20	0.8-0.90	-2 to 19
With white gravel	0.30-0.50	0.8-0.90	27-58
With white coating	0.75-0.80	0.8-0.90	93-113
Modified Bitumen			
With mineral surface capsheet	0.10-0.20	0.85-0.95	4 to 21
White coating over mineral surface	0.60-0.75	0.85-0.95	71-94

ตารางที่ 2 กำหนดค่าอัลบีโดโดยเฉลี่ยพิสัย อ้างอิงตารางที่ 1

ชนิดวัสดุ	Albedo
เมทัลชีทไม่ทาสี	0.4
เมทัลชีทสีขาว	0.6
กระเบื้องคอนกรีตสีเทา	0.2
กระเบื้องคอนกรีตสีขาว	0.6
ยางมะตอยสีดำ	0.04
ยางมะตอยสีขาว	0.3

3. กำหนดโครงการในการทดลอง

ในการศึกษาจะทำการศึกษา 15 กรณี โดยแบ่งโทนสีหลังคาเป็น 2 กลุ่ม คือ หลังคาโทนสีที่มีค่าสะท้อนแสงต่ำ และ หลังคาโทนสีที่มีค่าสะท้อนแสงสูงโดยหลังคาเมทัลชีทสีขาวและหลังคากระเบื้องคอนกรีตสีขาว มีค่าพิสัยของค่าอัลบีโดที่เท่ากัน จึงคิดเป็นการทดลองเดียวกัน ดังนี้

ตารางที่ 3 การทดลองหลังคาโพลีที่มีค่าสะท้อนแสงต่ำกับความสูง 3 ระดับ

โครงการ	ความสูง	ชนิด	สีหลังคา
1	10 cm.	หลังคาเมทัลชีท	สีเทา(อลูมิเนียม)
2	10 cm.	หลังคาคอนกรีต	สีเทา
3	10 cm.	หลังคายางมะตอย	สีดำ
4	15 cm.	หลังคาเมทัลชีท	สีเทา(อลูมิเนียม)
5	15 cm.	หลังคาคอนกรีต	สีเทา
6	15 cm.	หลังคายางมะตอย	สีดำ
7	20 cm.	หลังคาเมทัลชีท	สีเทา(อลูมิเนียม)
8	20 cm.	หลังคาคอนกรีต	สีเทา
9	20 cm.	หลังคายางมะตอย	สีดำ

ตารางที่ 4 การทดลองหลังคาโพลีที่มีค่าสะท้อนแสงสูงกับความสูง 3 ระดับ

โครงการ	ความสูง	ชนิด	สีหลังคา
1	10 cm.	หลังคาเมทัลชีท และ หลังคาคอนกรีต	สีขาว
2	10 cm.	หลังคายางมะตอย	สีขาว
3	15 cm.	หลังคาเมทัลชีท และ หลังคาคอนกรีต	สีขาว
4	15 cm.	หลังคายางมะตอย	สีขาว
5	20 cm.	หลังคาเมทัลชีท และ หลังคาคอนกรีต	สีขาว
6	20 cm.	หลังคายางมะตอย	สีขาว

4. การคำนวณระบบพลังงานแสงอาทิตย์

คำนวณจำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ต้องใช้กับระบบขนาด 10 กิโลวัตต์ ใช้แผงขนาด 550 วัตต์

$$\text{จำนวนแผง} = 10\text{kWp}/550\text{Wp} = 18.18 \approx 18 \text{ แผง}$$

คำนวณขนาดอินเวอร์เตอร์ โดยใช้ค่าอัตราส่วนระหว่างกำลังผลิตแผง(DC)ต่อกำลังผลิตอินเวอร์เตอร์(AC) หรือ DC/AC Ratio อยู่ที่ 1.2

$$\text{กำลังแผงรวม} = 550\text{Wp} \times 18 \text{ แผง} = 9.9 \text{ kWp}$$

$$\text{ขนาดอินเวอร์เตอร์} = 9.9 \text{ kWp}/1.2 = 8.25 \text{ kW} \approx 10\text{kW}$$

5. การคำนวณผ่านโปรแกรมPVsyst

ตารางคำนวณของโปรแกรม PVsyst ต้องทำการใส่ค่าตัวแปรต่างๆ ซึ่งแสดงตามรูปที่ 1 โดยคำนวณการผลิตไฟฟ้าผ่านโปรแกรม PVsyst จะทำการปรับค่าความสูง 3 ระดับ คือ 10cm, 15cm, 20 cm และปรับค่าอัลบิโดทั้งหมด 5 ค่า ได้แก่ 0.04, 0.2, 0.3, 0.4, 0.6 และ ทำการเปรียบเทียบผลการผลิตไฟฟ้าตลอดทั้งปี

ผลการวิจัย

ผลการเปรียบเทียบผลการผลิตไฟฟ้าต่อปีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบรับแสงสองด้านที่ติดตั้งบนหลังคาชนิดต่างๆ รวมถึงรายละเอียดด้านประสิทธิภาพของแผงและค่าการสูญเสียของระบบ โดยกำหนดขนาดของแผง ขนาดอินเวอร์เตอร์ และ มุมการติดตั้งเท่ากันทั้ง 15 โครงการ

ตารางที่ 5 หลังคาที่มีสีค่าสะท้อนแสงต่ำที่ความสูง 10 cm.

พารามิเตอร์	ชนิดหลังคา		
	เมทัลชีทไม่ทาสี	กระเบื้องคอนกรีตสีเทา	ยางมะตอยสีดำ
พลังงานที่ผลิตได้ (kWh/year)	14,425	14,074	13,801
พลังงานต่อกำลังติดตั้ง (kWh/kWp/year)	1,457	1,422	1,394
อัตราส่วนประสิทธิภาพ (PR%)	84.56	82.78	81.39
พลังงานด้านหลังแผง (kWh/ m ²)	127	67	21
สัดส่วนรังสีด้านหลังแผง (%)	7.8	4.2	1.3
พลังงานด้านหน้าแผง (kWh/ m ²)	1,622	1,619	1,617
พลังงานรวมของแผง (kWh)	16,939	16,498	16,154
การสูญเสียจากอุณหภูมิ (%)	-9.8	-9.8	-9.8
การสูญเสียรวมของระบบ (%)	-15.44	-17.22	-18.61

ตารางที่ 6 หลังคาที่มีสีค่าสะท้อนแสงต่ำที่ความสูง 15 cm.

พารามิเตอร์	ชนิดหลังคา		
	เมทัลชีทไม่ทาสี	กระเบื้องคอนกรีตสีเทา	ยางมะตอยสีดำ
พลังงานที่ผลิตได้ (kWh/year)	14,516	14,124	13,810
พลังงานต่อกำลังติดตั้ง (kWh/kWp/year)	1,466	1,427	1,395
อัตราส่วนประสิทธิภาพ (PR%)	85.10	83.08	81.45
พลังงานด้านหลังแผง (kWh/ m ²)	144	77	23
สัดส่วนรังสีด้านหลังแผง (%)	8.8	4.8	1.4
พลังงานด้านหน้าแผง (kWh/ m ²)	1,622	1,619	1,617

พลังงานรวมของแผง (kWh)	17,055	16,565	16,166
การสูญเสียจากอุณหภูมิ (%)	-9.8	-9.8	-9.8
การสูญเสียรวมของระบบ (%)	-14.90	-16.92	-18.55

ตารางที่ 7 หลังคาที่มีสีค่าสะท้อนแสงต่ำที่ความสูง 20 cm.

พารามิเตอร์	ชนิดหลังคา		
	เมทัลชีทไม่ทาสี	กระเบื้องคอนกรีตสีเทา	ยางมะตอยสีดำ
พลังงานที่ผลิตได้ (kWh/year)	14,617	14,175	13,820
พลังงานต่อกำลังติดตั้ง (kWh/kWp/year)	1,476	1,432	1,396
อัตราส่วนประสิทธิภาพ (PR%)	85.69	83.37	81.51
พลังงานด้านหลังแผง (kWh/ m ²)	162	86	25
สัดส่วนรังสีด้านหลังแผง (%)	10.0	5.3	1.5
พลังงานด้านหน้าแผง (kWh/ m ²)	1,622	1,619	1,617
พลังงานรวมของแผง (kWh)	17,182	16,625	16,178
การสูญเสียจากอุณหภูมิ (%)	-9.8	-9.8	-9.8
การสูญเสียรวมของระบบ (%)	-14.31	-16.63	-18.49

ตารางที่ 8 หลังคาที่มีสีค่าสะท้อนแสงสูงที่ความสูง 10 cm.

พารามิเตอร์	ชนิดหลังคา	
	เมทัลชีทสีขาว และ กระเบื้องคอนกรีตสีขาว	ยางมะตอยสีขาว
พลังงานที่ผลิตได้ (kWh/year)	14,758	14,251
พลังงานต่อกำลังติดตั้ง (kWh/kWp/year)	1,491	1,440
อัตราส่วนประสิทธิภาพ (PR%)	86.23	83.69
พลังงานด้านหลังแผง (kWh/ m ²)	183	97
สัดส่วนรังสีด้านหลังแผง (%)	11.3	6.0
พลังงานด้านหน้าแผง (kWh/ m ²)	1,625	1,621
พลังงานรวมของแผง (kWh)	17,359	16,721
การสูญเสียจากอุณหภูมิ (%)	-9.8	-9.8
การสูญเสียรวมของระบบ (%)	-13.77	-16.31

ตารางที่ 9 หลังคาที่มีสีค่าสะท้อนแสงสูงที่ความสูง 15 cm.

พารามิเตอร์	ชนิดหลังคา	
	เมทัลชีทสีขาว และ กระเบื้องคอนกรีตสีขาว	ยางมะตอยสีขาว
พลังงานที่ผลิตได้ (kWh/year)	14,907	14,325
พลังงานต่อกำลังติดตั้ง (kWh/kWp/year)	1,506	1,447
อัตราส่วนประสิทธิภาพ (PR%)	87.11	84.12
พลังงานด้านหลังแผง (kWh/ m ²)	211	111
สัดส่วนรังสีด้านหลังแผง (%)	13.0	6.8
พลังงานด้านหน้าแผง (kWh/ m ²)	1,625	1,621
พลังงานรวมของแผง (kWh)	17,548	16,814
การสูญเสียจากอุณหภูมิ (%)	-9.7	-9.8
การสูญเสียรวมของระบบ (%)	-12.89	-15.88

ตารางที่ 10 หลังคาที่มีสีค่าสะท้อนแสงสูงที่ความสูง 20 cm.

พารามิเตอร์	ชนิดหลังคา	
	เมทัลชีทสีขาว และ กระเบื้องคอนกรีตสีขาว	ยางมะตอยสีขาว
พลังงานที่ผลิตได้ (kWh/year)	15,058	14,391
พลังงานต่อกำลังติดตั้ง (kWh/kWp/year)	1,521	1,454
อัตราส่วนประสิทธิภาพ (PR%)	87.99	84.51
พลังงานด้านหลังแผง (kWh/ m ²)	238	123
สัดส่วนรังสีด้านหลังแผง (%)	14.6	7.6
พลังงานด้านหน้าแผง (kWh/ m ²)	1,626	1,621
พลังงานรวมของแผง (kWh)	17,740	16,897
การสูญเสียจากอุณหภูมิ (%)	-9.7	-9.8
การสูญเสียรวมของระบบ (%)	-12.01	-15.49

ผลตารางที่ 5-10 แสดงให้เห็นว่าที่ระดับความสูงของแผงเซลล์ที่ 20 cm. ของหลังคาทุกชนิด มีผลผลิตไฟฟ้าต่อปีมากที่สุด เนื่องจากมีช่องว่างที่เพียงพอกับการสะท้อนแสงจากหลังคาไปยังแผงเซลล์ที่ดีที่สุด

ผลตารางที่ 5-7 แสดงให้เห็นว่าในกลุ่มหลังคาที่มีสีค่าสะท้อนแสงต่ำ หลังคาเมทัลชีทไม่ทาสี (สีเทา อลูมิเนียม) มีผลผลิตไฟฟ้าต่อปีสูงที่สุด เนื่องจากเป็นหลังคาที่ค่าอัลบีโดอยู่ที่ 0.4 ซึ่งมากกว่าหลังคากระเบื้อง คอนกรีตสีเทา และ หลังคายางมะตอยสีดำ

ผลตารางที่ 8-10 แสดงให้เห็นว่าในกลุ่มหลังคาที่มีสีค่าสะท้อนแสงสูง หลังคาเมทัลชีท และ หลังคากระเบื้องคอนกรีตที่มีสีขาวซึ่งมีค่าอัลบีโดอยู่ที่ 0.6 มีผลการผลิตไฟฟ้าต่อปีที่สูงที่สุด เนื่องจากเป็นหลังคาที่มีค่า Albedo มากกว่าหลังคายางมะตอยสีขาว

ผลตารางที่ 5-10 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มหลังคาที่มีสีค่าสะท้อนแสงต่ำกับกลุ่มหลังคาที่มีสีค่าสะท้อนแสงสูง แสดงให้เห็นว่า กลุ่มหลังคาที่มีสีค่าสะท้อนแสงสูงมีผลผลิตไฟฟ้าต่อปีมากกว่า โดยหลังคาเมทัลชีทสีขาวและหลังคากระเบื้องคอนกรีตสีขาว ที่มีค่าอัลบีโด 0.6 ที่ความสูงแผง 20 cm. ผลผลิตไฟฟ้าต่อปีมากที่สุด ใน 15 กรณี

อภิปรายผลและสรุปผล

จากการจำลองด้วยโปรแกรม PVsyst สำหรับระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์รับแสงสองด้านบนหลังคาที่มีวัสดุ, โทนสี และ ความสูงที่ติดตั้งที่แตกต่างกัน สรุปผลได้ดังนี้

1. ระดับความสูงในการติดตั้งแผงสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้าของแผงเซลล์รับแสงสองด้านได้ เนื่องจากระดับความสูงส่งผลต่อการได้รับแสงจากแผงด้านหลัง ซึ่งถ้าความสูงเพียงพอต่อการสะท้อนแสง พลังงานด้านหลังแผงจะมีประสิทธิภาพสูงขึ้น และพลังงานรวมของระบบจะสูงขึ้นตาม แต่ถ้าความสูงต่ำเกินไป ไม่มีพื้นที่ให้สำหรับการสะท้อนแสงไปยังด้านหลังแผง พลังงานรวมของระบบก็จะน้อยลงตามไปด้วย จากผลการศึกษาค้นคว้าสรุปได้ว่าพลังงานต่อปีที่แผงเซลล์รับแสงสองด้านผลิตได้มากที่สุด อยู่ที่ระดับความสูง 20 cm.

2. วัสดุของหลังคาสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้าของแผงเซลล์รับแสงสองด้านได้ เนื่องจากวัสดุแต่ละชนิด มีค่าอัลบีโดที่ไม่เท่ากัน ซึ่งค่าอัลบีโดที่สูงบ่งบอกได้ว่าวัสดุนั้นสามารถสะท้อนแสงได้ดี แผงด้านหลังจึงรับรังสีจากการสะท้อนแสงได้มากขึ้น ส่งผลให้พลังงานในการผลิตของแผงเซลล์รับแสงสองด้านเพิ่มสูงขึ้นด้วย จากการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่าวัสดุหลังคาที่เป็นเมทัลชีทมีค่าอัลบีโดสูงสุดในโทนสีเดียวกัน และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตพลังงานของแผงได้ดีที่สุด

3. โทนสีของหลังคาสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้าของแผงเซลล์รับแสงสองด้านได้ เนื่องจากโทนสีที่อ่อนและสว่าง มีค่าอัลบีโดที่สูงกว่า โทนสีที่เข้มและทึบ ซึ่งส่งผลกับการได้รับแสงของด้านหลังแผง และ อุณหภูมิของหลังคาและแผงเซลล์ จากการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่า หลังคาโทนสีที่มีค่าสะท้อนแสงสูงอย่างสีขาว ทำให้แผงเซลล์สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าต่อปีได้มากที่สุด และ การสูญเสียของอุณหภูมิของแผงน้อยที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความรู้และการสนับสนุนจากบุคคลหลายท่าน ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณพระคุณคณาจารย์ทุกท่านในภาควิชา ที่ได้ถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์อันมีคุณค่าซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมสรรพากร (2569)

http://www.rd.go.th/fileadmin/user_upload/lorkhor/newsbanner/2025/11/solar.pdf

ตะวัน จันทร์แก้วมณี, ดุสิต งามรุ่งโรจน์, พิสุทธิ แทนทอง, ฉัตรชาญ ทองจับ, สิทธิพร ใหญ่ธนายศ และ ปรีดา จันทวงษ์. (2568). การศึกษาผลของมุมและค่าสะท้อนแสงต่อประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบรับแสงสองด้านด้วยโปรแกรม PVsyst. ในงานประชุมวิชาการระดับชาติการจัดการเทคโนโลยีและนวัตกรรม ครั้งที่ 11, สมาคมวิชาชีพเทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อพัฒนาท้องถิ่น

พิมพ์พร โกพล. (2564). การศึกษาการจำลองเปรียบเทียบโครงการพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้แผงประเภทรับแสงสองด้านด้วยระบบติดตามแสงอาทิตย์ (สารนิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Jordan, D. C., & Kurtz, S. R. (2013). Photovoltaic degradation rates—An analytical review. *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, 21(1), 12–29. <https://doi.org/10.1002/pip.1182>

LONGi. (n.d.). Hi-mo 7 Modules. Retrieved April 20, 2026, from <https://www.longi.com/en/products/modules/hi-mo-7/>

Marion, B., & Deline, C. (2018). A practical irradiance model for bifacial PV modules. *IEEE Journal of Photovoltaics*, 8(2), 402–408. <https://doi.org/10.1109/JPHOTOV.2017.2778166>

Rawat, M., & Singh, R. N. (2022). A study on the comparative review of cool roof thermal performance in various regions. *Energy and Built Environment*, 3(3), 327–347. <https://doi.org/10.1016/j.enbenv.2021.03.001>