การประเมินศักยภาพการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาจากผลกระทบของระยะความสูงในการติดตั้ง

Evaluation of the Potential for Solar Rooftop Power Generation Based on the Impact of Installation Height

สุเทพ สีมาลา[1] วิรชัย โรยนรินทร์[2*] ธนยศ คิดเมตตากุล[1] และปพน งามประเสริฐ[3]

Suthep Simala[1] Wirachai Roynarin[2*] Thanayos Khitmettakun[1] and Papon Ngamprasert[3]

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี 12110
[2*]ศูนย์วิจัยและบริการด้านพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี 12110
[3]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพมหานคร 10800

[1]Department of Energy Engineering, Faculty of Engineering
Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathum Thani 12110
[2*]Research and Service Energy Center RMUTT, Faculty of Engineering
Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathum Thani 12110
[3] Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering
Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Bangkok, Thailand 10800

[*]Corresponding author: Tel.: 02-5493497. E-mail address: wirachai_r@rmutt.ac.th

Received: 18 August 2022, Revised: 24 October 2023, Accepted: 17 November 2023, Published online: 30 December 2023

Abstract

This study presents an assessment of solar rooftop power generation potential, focusing on the influence of installation height within a 10-kilowatt solar car park located adjacent to the Amazon coffee shop, near Rajamangala University of Technology Thanyaburi. The primary objective is to analyze variations in temperature and energy output across different installation heights. The study has three PV module panels installation levels: Level 1 at a height of 2.5 meters; Level 2 at 3 meters; and Level 3, at 3.5 meters, resulting in a three-tier installation configuration. To conduct this assessment, a combination of simulations using the PVsyst program and on-site test results were employed. The findings indicate that the temperature beneath the panels at the 3.5-meter height level is higher than that under the 2.5-meter panels. The results obtained from this study serve as supporting data for the analysis of investment and economic feasibility for the construction of the 10-kilowatt solar car park building.

Keywords: Evaluation, Solar Rooftop Power Generation, Effect of Installation Height

บทคัดย่อ

บทความนี้แสดงการประเมินศักยภาพการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาจากผลกระทบของระยะความสูงในการติดตั้งของอาคารจอดรถพลังแสงอาทิตย์ขนาด 10 กิโลวัตต์ ที่ระดับแตกต่างกันซึ่งติดตั้งในพื้นที่เดียวกันบริเวณร้านกาแฟ อเมซอน สาขา ข้าง มหาวิทยาลัยราชมงคลธัญบุรีเพื่อทำการวิเคราะห์อุณหภูมิที่แตกต่างรวมถึงค่าพลังงานต่างๆ ที่ได้ของแต่ละระดับการติดตั้ง ซึ่งระดับการติดตั้งครั้งนี้มี 3 ระดับโดยระดับที่ 1 ความสูงจากพื้นถึงแผงโซลาร์เซลล์สูงระดับ 2.5 เมตร ระดับที่ 2 ความสูงจากพื้นถึงแผงโซลาร์เซลล์สูงระดับ 3 เมตร และระดับที่ 3 ความสูงจากพื้นถึงแผงโซลาร์เซลล์สูงระดับ 3.5 เมตร โดยติดตั้ง 3 ระดับ การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการจำลองผลด้วยโปรแกรม PVsyst และผลการทดสอบจริง จากผลการทดสอบพบว่าค่าอุณหภูมิใต้แผงที่ระดับความสูง 3.5 เมตร มีค่าสูงกว่าค่าอุณหภูมิใต้แผงที่ระดับความสูง 2.5 เมตร จากผลการทดสอบที่ได้จึงนำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบในการวิเคราะห์ทางด้านการลงทุนและเศรษฐศาสตร์ของอาคารจอดรถพลังแสงอาทิตย์ขนาด 10 กิโลวัตต์ต่อไป

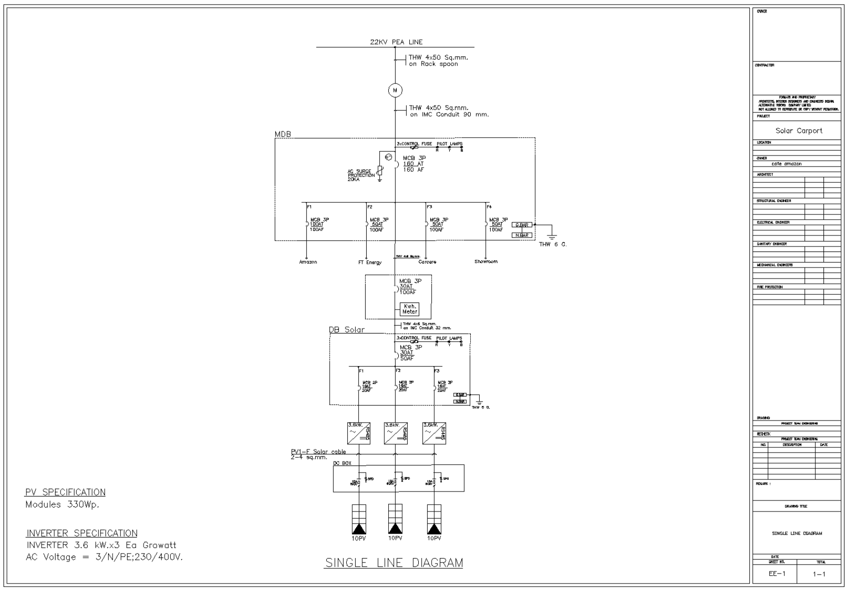
คำสำคัญ: การประเมินศักยภาพ ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบบนหลังคา ผลกระทบของระยะความสูงในการติดตั้ง

บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีการนำพลังงานทดแทนมาใช้เพิ่มขึ้นทุกปี โดยเฉพาะพลังงานไฟฟ้า และที่มาของพลังงานไฟฟ้าปัจจุบันนั้นมาจากโรงไฟฟ้าโดยใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิล (Fossil) เช่น น้ำมัน ถ่านหิน และก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น [1-3] ดังนั้นการใช้พลังงานทดแทนหรือพลังงานสะอาดเพื่อลดการใช้พลังงานจากฟอสซิล นั้นเป็นสิ่งที่มีความจำเป็น และมีความสำคัญเป็นอย่างมากเนื่องจากโลกกำลังเข้าสู่ภาวะขาดแคลนพลังงาน ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้ยกตัวอย่างอาคารที่จอดรถร้านอเมซอน สาขาข้างมหาวิทยาลัยราชมงคลธัญบุรี อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี เนื่องจากมีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูง ดังนั้นจึงทำการติดตั้งระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาอาคารจอดรถโดยมีจุดประสงค์เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของทางร้าน และนำไปต่อยอดเป็นธุรกิจในอนาคต

วิธีการวิจัย

การก่อสร้างระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาอาคารจอดรถขนาด 10 กิโลวัตต์ การออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์โดยวิศวกรไฟฟ้าโดยอ้างอิงจากพื้นที่ติดตั้ง และโหลดที่ใช้งานจริง ไดอะแกรมเส้นเดียวของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาอาคารจอดรถขนาด 10 กิโลวัตต์ ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แบบไดอะแกรมเส้นเดียวของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาอาคารจอดรถขนาด 10 กิโลวัตต์

ภาพที่ 2 แผงโซลาร์เซลล์บนหลังคาอาคารจอดรถ

จากภาพที่ 2 การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนหลังคาอาคารจอดรถพลังงานแสงอาทิตย์มีลักษณะเป็นขั้นบันได 3 ระดับใช้ตัวแผลเซลล์แสงอาทิตย์เป็นหลังคายึดติดกับโครงสร้างอาคารจอดรถ

ภาพที่ 3 การยึดตัวแผงโซลาร์เซลล์กับโครงสร้างอาคารจอดรถ

ภาพที่ 4 เครื่องวัดอุณหภูมิ และความชื้น

ในการศึกษาครั้งนี้มีการนำข้อมูลอุณหภูมิ และความชื้นที่ทำการวัดจากเครื่องในพื้นที่จริงมาทำการวิเคราะห์

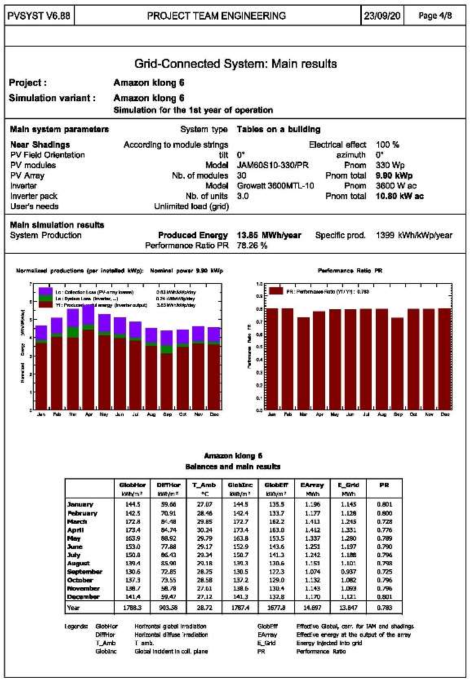
ภาพที่ 5 ระดับความสูงของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาอาคารจอดรถ

จากภาพที่ 5 ระดับความสูงของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาอาคารจอดรถประกอบด้วย 3 ระดับ ได้แก่ 2.5, 3 และ 3.5 เมตร (ความสูงจากพื้นถึงแผงโซลาร์เซลล์)

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยนี้ได้ทำแบบจำลองเพื่อศึกษาค่าประสิทธิภาพต่างๆ ด้วยโปรแกรม PVsyst เวอร์ชัน 6.8 ต้องกำหนดค่าพารามิเตอร์ให้ใกล้เคียงกับสภาวะจริงให้มากที่สุด ร่วมกับการวิเคราะห์จากผลการทดสอบจริง ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้แผงโซลาร์เซลล์ชนิด Polycrystalline ขนาด 330 วัตต์ จำนวน 30 แผง และใช้อินเวอร์เตอร์ 1 เฟส ขนาด 3.6 กิโลวัตต์ จำนวน 3 ชุดระยะความสูงที่ติดตั้งแผง มี 3 ระดับ โดยระดับที่ 1 ความสูงจากพื้นถึงแผงโซลาร์เซลล์สูงระดับ 2.5 เมตร ระดับที่ 2 ความสูงจากพื้นถึงแผงโซลาร์เซลล์สูงระดับ 3 เมตร ระดับที่ 3 ความสูงจากพื้นถึงแผงโซลาร์เซลล์สูงระดับ 3.5 เมตร

การจำลองในโปรแกรม PVsyst เพื่อดูค่าพารามิเตอร์ และค่าสูญเสียต่างๆ เพื่อทำการวิเคราะห์การติดตั้ง และติดตามผล ดังแสดงในภาพที่ 6 และ 7



PVSYST V6.88	PROJECT TEAM ENGINEERING	23/09/20	Page 4/8

Grid-Connected System: Main results

Project : **Amazon klong 6**
Simulation variant : **Amazon klong 6**
Simulation for the 1st year of operation

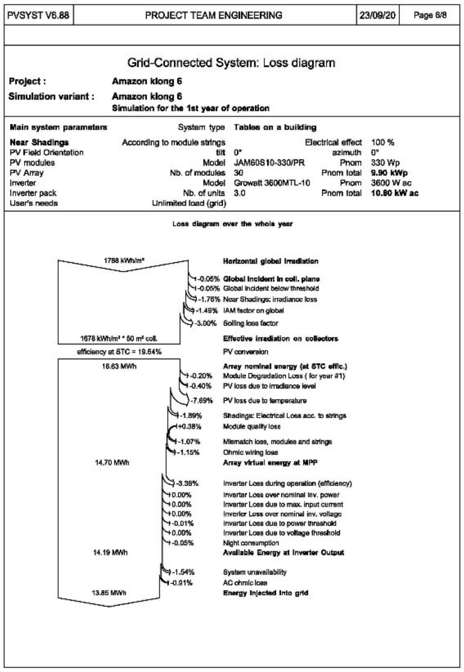
Main system parameters	System type	**Tables on a building**		
Near Shadings	According to module strings		Electrical effect	100 %
PV Field Orientation	tilt	0°	azimuth	0°
PV modules	Model	JAM60S10-330/PR	Pnom	330 Wp
PV Array	Nb. of modules	30	Pnom total	**9.90 kWp**
Inverter	Model	Growatt 3600MTL-10	Pnom	3600 W ac
Inverter pack	Nb. of units	3.0	Pnom total	**10.80 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Main simulation results				
System Production	**Produced Energy**	**13.85 MWh/year**	Specific prod.	1399 kWh/kWp/year
	Performance Ratio PR	78.26 %		

Amazon klong 6
Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
January	144.5	59.66	27.07	144.5	135.5	1.196	1.145	0.801
February	142.5	70.91	28.46	142.4	133.7	1.177	1.128	0.800
March	172.8	84.48	29.85	172.7	162.2	1.411	1.245	0.728
April	173.4	84.74	30.24	173.4	163.0	1.412	1.331	0.776
May	163.9	88.92	29.79	163.8	153.5	1.337	1.280	0.789
June	153.0	77.88	29.17	152.9	143.6	1.251	1.197	0.790
July	150.8	86.43	29.34	150.7	141.3	1.242	1.188	0.796
August	139.4	85.90	29.18	139.3	130.6	1.151	1.101	0.798
September	130.6	72.85	28.25	130.5	122.3	1.074	0.937	0.725
October	137.3	73.55	28.58	137.2	129.0	1.132	1.082	0.796
November	138.7	58.78	27.61	138.6	130.4	1.143	1.093	0.796
December	141.4	59.47	27.12	141.3	132.8	1.170	1.121	0.801
Year	1788.3	903.58	28.72	1787.4	1677.8	14.697	13.847	0.783

Legends: GlobHor Horizontal global irradiation; DiffHor Horizontal diffuse irradiation; T_Amb T amb.; GlobInc Global incident in coll. plane; GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings; EArray Effective energy at the output of the array; E_Grid Energy injected into grid; PR Performance Ratio



PVSYST V6.88	PROJECT TEAM ENGINEERING	23/09/20	Page 6/8

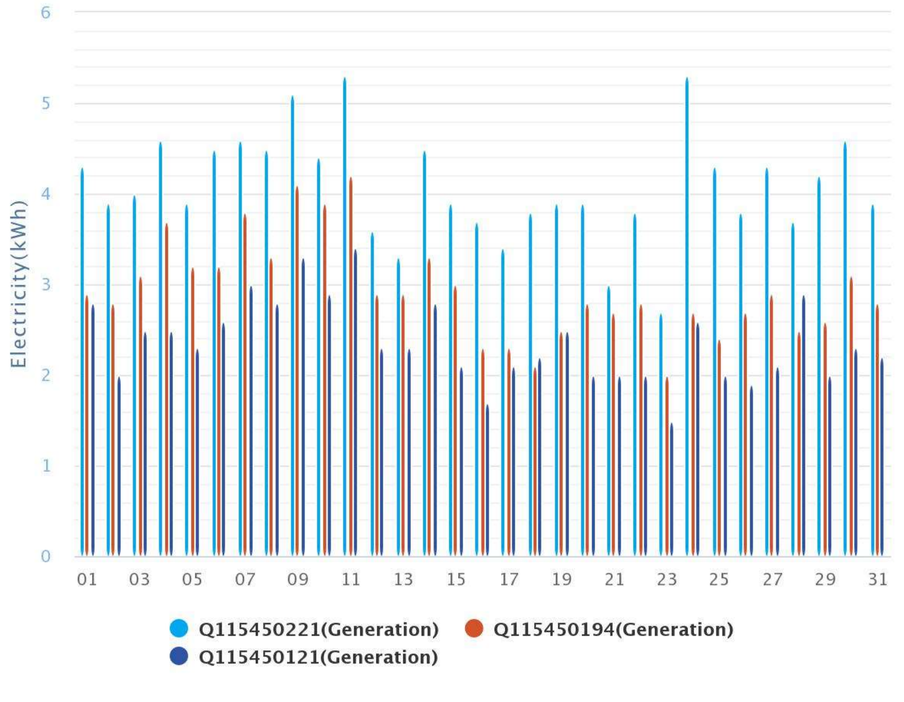
Grid-Connected System: Loss diagram

Project : **Amazon klong 6**
Simulation variant : **Amazon klong 6**
Simulation for the 1st year of operation

Main system parameters	System type	**Tables on a building**		
Near Shadings	According to module strings		Electrical effect	100 %
PV Field Orientation	tilt	0°	azimuth	0°
PV modules	Model	JAM60S10-330/PR	Pnom	330 Wp
PV Array	Nb. of modules	30	Pnom total	**9.90 kWp**
Inverter	Model	Growatt 3600MTL-10	Pnom	3600 W ac
Inverter pack	Nb. of units	3.0	Pnom total	**10.80 kW ac**
User's needs	Unlimited load (grid)			

Loss diagram over the whole year

ภาพที่ 6 ผลการจำลองจากโปรแกรม PVsyst



ภาพที่ 7 ผลการวัดกำลังไฟฟ้าของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาอาคารจอดรถผลิตได้

ตารางที่ 1 ข้อมูลของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาอาคารจอดรถเดือนกรกฎาคม 2565

พารามิเตอร์	ที่ผลิตได้
แผงโซลาร์เซลล์สูงระดับ 2.5 เมตร	73.6 kWh
แผงโซลาร์เซลล์สูงระดับ 3 เมตร	91.5 kWh
แผงโซลาร์เซลล์สูงระดับ 3.5 เมตร	126.7 kWh
พลังงานที่ผลิตได้	291.8 kWh
พลังงานรวม	14,352.9 kWh
รายได้ในเดือนนี้	1,313.1 บาท
รายได้รวม	64,588.1
การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลงในเดือนนี้	290.9 kg
การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รวม	14,309.8 kg
PR	0

สรุปผลการวิจัย

ผลการติดตั้งหลังจากทำการออกแบบและติดตั้งอาคารจอดรถพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 10 กิโลวัตต์ร้านอเมซอน สาขา ข้าง มหาวิทยาลัย ราชมงคลธัญบุรี พบว่าเดือนกรกฎาคม 2565 ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ความสูงจากพื้นถึงแผงโซลาร์เซลล์สูงระดับ 2.5 เมตร ผลิตไฟฟ้า 73.6 kWh ระดับที่ 2 ความสูงจากพื้นถึงแผงโซลาร์เซลล์สูงระดับ 3 เมตร ผลิตไฟฟ้า 91.5 kWh และระดับที่ 3 ความสูงจากพื้นถึงแผงโซลาร์เซลล์สูงระดับ 3.5 เมตร ผลิตไฟฟ้า 91.5 kWh ดังนั้นความสูงเฉลี่ยของการติดตั้งที่พลังแสงอาทิตย์ทำงานดีที่สุดของ 3 ระดับ คือ ความสูงที่ 3.5 เมตร ซึ่งพบว่ามีการถ่ายเทความร้อนได้ดีและการทำงานของแผงโซลาร์เซลล์เต็มประสิทธิภาพที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และคณะทำงานทุกท่านที่ทำการสนับสนุนให้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาโครงการนี้ ทีมผู้วิจัย ขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

[1] นัฐโชติ รักไทยเจริญชีพ มนัส บุญเทียนทอง ศุภวุฒิ เนตรแก้วโพธิ์ และ ปพน งามประเสริฐ. (2562). "กรณีศึกษาการปฏิบัติการโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กในระบบจำหน่าย", ใน **การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 42**, วันที่ 30 ตุลาคม- 1 พฤศจิกายน 2562 ณ โรงแรมเดอะกรีนเนอรี่ รีสอร์ท เขาใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา.

[2] นิรุตติ นิลแก้ว. (2561). **การวิเคราะห์สมรรถนะการผลิตไฟฟ้าด้วยโปรแกรมจำลองเปรียบเทียบกับการติดตั้งจริงของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนา 6 MW.** วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต.สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

[3] คณะอนุกรรมการมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย. (2565). **มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา**. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์