

Received: December 14, 2022; Revised: February 13, 2023; Accepted: February 16, 2023

การทดสอบสมรรถนะโซลาร์เซลล์สำหรับสถานีเสาสัญญาณโทรศัพท์ Solar cell performance for base station sites

ณัฐพงษ์ มิ่งพุกข์^{1*} อติสร นวลอ่อน¹ ปรัชญา บำรุงกุล¹ ภัทรนันท์ บุญสะตวก¹ อติเทพ จันทับ¹
พงษ์พันธ์ บุญสรรงค์¹ และสัฏฐบงกช ยอดรักษ์¹

Nattapong Mingpruk^{1*}, Adisorn Nuan-On¹, Prachya Bumrungkun¹,
Phatthanan Boonsaduak¹, Aditape Chantab¹, Pongpan Boosan¹
and Suttabongkot Yodruk¹

¹คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์

¹Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin Province

*Corresponding Author E-mail Address: Nattapong.mi@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการทดสอบสมรรถนะโซลาร์เซลล์สำหรับสถานีเสาสัญญาณโทรศัพท์ โดยการทดสอบวัดค่าพลังงานไฟฟ้า วัดคุณสมบัติทางไฟฟ้า และพลังงานขาออกที่แท้จริงของแผงโซลาร์เซลล์ จากระบบโซลาร์เซลล์ที่ทำการติดตั้งเพิ่มในสถานีเสาสัญญาณโทรศัพท์ของรูปแบบการติดตั้ง 2 รูปแบบคือ ติดตั้งแบบ 1 เสา 6 แผง กับ ติดตั้งบนเสาสัญญาณ (On Tower) อ่านค่าจากเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า นำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าสมรรถนะของระบบ (% PR Ratio) เพื่อทำการเปรียบเทียบสมรรถนะของระบบของทั้ง 2 รูปแบบ จากผลการวิจัยค่าประสิทธิภาพของระบบ ในรูปแบบติดตั้งบนเสาสัญญาณมีค่าที่ดีกว่าคือ 18.10 กับ 17.90 และค่าเฉลี่ยของค่าสมรรถนะของระบบ คือ 91.60 กับ 90.60

คำสำคัญ: การทดสอบสมรรถนะโซลาร์เซลล์ โซลาร์เซลล์บนเสาสัญญาณ ค่าสมรรถนะของระบบ

Abstract

This paper proposes solar cell performance for base station sites by testing to measure electrical energy measure electrical properties and the actual output power of the solar panel. Solar cell performance for base station sites has 2 type installations are on ground installation and on tower installation. Take the obtained values to calculate % PR Ratio and compared installation type. Form results has Performance of System (%) 18.10 vs. 17.90 and PR Ratio (%) 91.60 vs. 90.60.

Keywords: Solar cell performance, Solar on tower, PR Ratio

บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีสมัยใหม่นั้นเข้ามามีบทบาทในอุตสาหกรรมต่าง ๆ อย่างแพร่หลายมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นด้าน การคมนาคม ด้านการโทรคมนาคม ด้านอุตสาหกรรม ด้านกระบวนการผลิต แปรรูป ซ่อมแซม และที่เห็นได้ชัดอย่างยิ่งคือ สิ่งอำนวยความสะดวกที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเรานั้นล้วนแล้วแต่มีการนำพลังงานไฟฟ้ามาใช้ และแนวโน้มการใช้ พลังงานไฟฟ้าในอนาคตนั้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งในบางกรณีที่มีการนำพลังงานไฟฟ้าเข้ามาเกี่ยวข้องอาจทำให้เกิดการ สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า ทำให้พลังงานไฟฟ้าที่ยังคงเหลืออยู่อาจไม่พอสำหรับใช้ในอนาคต และทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย (Suntiti et al., 2019)

เนื่องจากแนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้น จึงได้นำแผงโซลาร์เซลล์ที่สามารถเปลี่ยนพลังงานธรรมชาติอย่าง พลังงานแสงอาทิตย์ให้มาอยู่ในรูปแบบของพลังงานไฟฟ้าได้ โดยที่สามารถนำพลังงานไฟฟ้านั้นมาใช้งานได้ทันทีหรือเก็บสะสม ไว้ในรูปแบบแบตเตอรี่เพื่อใช้ภายหลังก็ได้เช่นกัน มีความสะดวกสบายต่อการใช้งาน ประหยัดพลังงานและไม่ก่อให้เกิดมลพิษ ทางอากาศที่อาจเกิดขึ้นจากการผลิตไฟฟ้า และช่วยทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในเรื่องของการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ ช่วยรักษา สมดุลทางธรรมชาติได้ และที่สำคัญยังเป็นการนำพลังงานที่มาจากธรรมชาติมาใช้ ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญของโลก โดย สามารถใช้งานระบบโซลาร์เซลล์ได้อย่างยั่งยืน เพราะรับพลังงานจากแสงอาทิตย์โดยตรง ซึ่งเป็นพลังงานแสงที่ไม่มีวันหมด (สัตถภูงค และคณะ, 2564) โดยที่งานวิจัยนี้จะทำการวิจัย และทดสอบรูปแบบการติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์เพิ่มในสถานีเสาสัญญาณโทรศัพท์ของรูปแบบการติดตั้ง 2 รูปแบบคือ ติดตั้งแบบ 1 เส้า 6 แผง กับ ติดตั้งบนเสาสัญญาณเพื่อดูค่า ประสิทธิภาพของระบบ และค่าสมรรถนะของระบบที่จะนำไปติดตั้งใช้จริงในอนาคต

วัตถุประสงค์ และวิธีการ

ในการทดสอบสมรรถนะโซลาร์เซลล์สำหรับสถานีเสาสัญญาณโทรศัพท์ได้ทำการศึกษาพื้นฐานระบบโซลาร์เซลล์ เครื่องมือวัด สมรรถนะของระบบ และการประเมินสมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

1. พื้นฐานระบบโซลาร์เซลล์

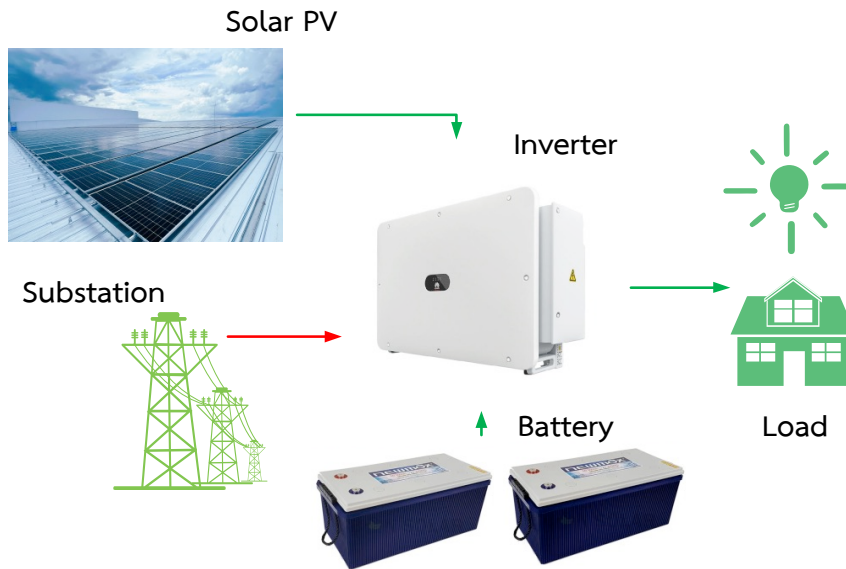
การใช้ระบบโซลาร์เซลล์ คือการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยการผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์ แสงอาทิตย์การผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบ่งออกเป็น 3 ระบบ

ระบบออฟกริด (Off Grid) เป็นระบบปิดที่ผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ โดยไม่ได้เชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้า

ระบบออนกริด (On Grid) หรือแบบเชื่อมต่อกับระบบไฟการไฟฟ้า การติดตั้งแบบนี้เพื่อลดค่าไฟฟ้า โดยเมื่อมี การใช้ไฟมากกว่าที่ผลิตเองจากโซลาร์เซลล์ ตัวอุปกรณ์ Grid Tie Inverter ที่เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าฯ ก็จะทำให้ หน้าที่ดึงกระแสไฟฟ้าจากการไฟฟ้ามาใช้งานโดยอัตโนมัติ ดังนั้นก็จะทำให้ลดค่าไฟฟ้าลงได้และไม่มีข้อจำกัดเรื่องกำลังไฟ ไม่พอ เพราะดึงจากการไฟฟ้ามาชดเชย แต่การติดตั้งแบบนี้ต้องได้รับการอนุญาตจากการไฟฟ้าฯ ก่อน แต่ข้อเสียของระบบนี้ คือช่วงที่ไม่มีแสงอาทิตย์หรือเวลากลางคืนก็ จะไม่มีการผลิตกระแสไฟฟ้าออกมาซึ่งช่วงนี้ก็ต้องดึงพลังงานไฟฟ้ามาจาก ระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าฯ (Energy Next, 2565)

ระบบไฮบริด (Hybrid) เป็นระบบที่นำเอาระบบออนกริดและออฟกริดมารวมกัน คือจะมีระบบแบตเตอรี่มา สำรองพลังงานใช้งานในเวลาที่ไม่ได้มีแสงอาทิตย์และสำหรับกรณีที่เมื่อมีแสงอาทิตย์แล้วผลิตกระแสไฟฟ้าได้ กระแสไฟฟ้าที่ ผลิตได้มีมากกว่าที่นำมาใช้งาน ระบบก็นำกระแสไฟฟ้านั้นชาร์จเข้าแบตเตอรี่ เพื่อนำมาใช้งานได้ต่อไปจนถึงเวลากลางคืนที่

ผลิตไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ไม่ได้ระบบก็จะไปนำเอากระแสไฟฟ้าจากแบตเตอรี่มาใช้ก่อน เมื่อไม่เพียงพอระบบจะไปดึงไฟฟ้ามาจากระบบจำหน่าย ซึ่งระบบโซลาร์เซลล์สำหรับสถานีเสาสัญญาณโทรศัพท์ที่เลือกใช้รูปแบบนี้ (อิมเม้นซ์ คอร์ปอเรชั่น, 2562)



รูปที่ 1 การต่อแผงโซลาร์เซลล์แบบระบบไฮบริดหรือแบบผสม

2. เครื่องมือวัดสมรรถนะของระบบ

เครื่องมือวัดสมรรถนะของระบบโซลาร์เซลล์ได้แก่ แคลมป์มิเตอร์ (Clamp meter) และเครื่องวัดพลังงานรังสีดวงอาทิตย์ (Solar power meter) ใช้ในการเก็บค่าการทดลอง

แคลมป์มิเตอร์ เพื่อใช้สำหรับวัดค่ากระแสไฟฟ้าและค่าแรงดันไฟฟ้า โดยวิธีการใช้งานสามารถใช้งานทั้งวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่เป็นกระแสไฟฟ้ากระแสตรง (วัดค่าพลังงานไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ถึงตู้ Maximum Power Point Tracking หรือ MPPT และวัดพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ (จากตู้ MPPT ถึงตู้ Power Over Ethernet หรือ POE ตู้ควบคุมไฟฟ้าสำหรับเสาสัญญาณโทรศัพท์) รวมถึงแรงดันไฟฟ้า และความต้านทาน (แสงชัยมิเตอร์, 2565) ดังรูปที่ 2 และโครงสร้างของสถานีเสาสัญญาณโทรศัพท์ ดังรูปที่ 4



รูปที่ 2 แคลมป์มิเตอร์

เครื่องวัดพลังงานรังสีดวงอาทิตย์ เป็นเครื่องวัดความเข้มแสงอาทิตย์ โดยจะวัดรังสีรวม (Pyranometer) ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญมากในการกำหนดประสิทธิภาพของระบบโซลาร์เซลล์ของพลังงานแสงอาทิตย์ (พันกร, 2560) อุปกรณ์มีเซ็นเซอร์ในตัวที่ด้านบน วิธีใช้คือการชี้ไปยังแหล่งกำเนิดแสง และการอ่านจะปรากฏขึ้นโดยอัตโนมัติบนหน้าจอ ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 เครื่องวัดพลังงานรังสีดวงอาทิตย์



รูปที่ 4 โครงสร้างของสถานีเสาสัญญาณโทรศัพท์

3. การประเมินสมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

วิธีการประเมินประสิทธิภาพ และสมรรถนะของระบบ ผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์นั้นจะต้องอ้างอิงตามมาตรฐาน International Electrotechnical Commission หรือ IEC 61724 (ปฐมธิติ และคณะ, 2557) ถึงแม้ว่าจะมีตัวแปรจำนวนมากที่ใช้ในการคำนวณ แต่จะมีค่าตัวแปรที่สำคัญที่สามารถนำมาใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ และสมรรถนะการผลิตไฟฟ้าของประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ คือ อัตราส่วน ระหว่างกำลังไฟฟ้ากระแสตรงที่ผลิตได้จากระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ PV (Photovoltaic module) ต่อกำลังแสงอาทิตย์ตกกระทบ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 1 (เอกพันธ์ และคณะ, 2561)

$$\eta_{pv} = \frac{P_{DC}}{GA} \times 100 \quad (1)$$

โดยที่ η_{pv} คือ ประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (%)
 P_{DC} คือ กำลังไฟฟ้ากระแสตรงจากระบบ PV (W)
 G คือ ค่ารังสีอาทิตย์ตกกระทบ (W/m^2)
 A คือ พื้นที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์รวม (m^2)

ค่าประสิทธิภาพของระบบ (Performance of system)

ค่าประสิทธิภาพของระบบจะบอกถึงประสิทธิภาพของระบบพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ โดยใช้ค่ากำลังไฟฟ้าขาออกจากตัว MPPT หารด้วยค่าพลังงานรังสีของดวงอาทิตย์จากเครื่องมือวัดความเข้มแสง และขนาดพื้นที่ของแผงโซลาร์เซลล์ (Zainab et al., 2020) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2

$$\% \text{Performance of system} = \frac{P_{out \text{ MPPT}}}{I_{rr} \times PV \text{ Area}} \times 100 \quad (2)$$

โดย % Performance of system คือ ค่าประสิทธิภาพของระบบ (%)
 $P_{out \text{ MPPT}}$ คือ ค่ากำลังไฟฟ้าขาออก MPPT (W)
 I_{rr} คือ ค่าพลังงานรังสีของดวงอาทิตย์ (W/m^2)
 $PV \text{ Area}$ คือ ขนาดพื้นที่ของแผงโซลาร์เซลล์ (m^2) $\approx 10.93 \text{ m}^2$

สมรรถนะของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ (Performance Ratio; PR)

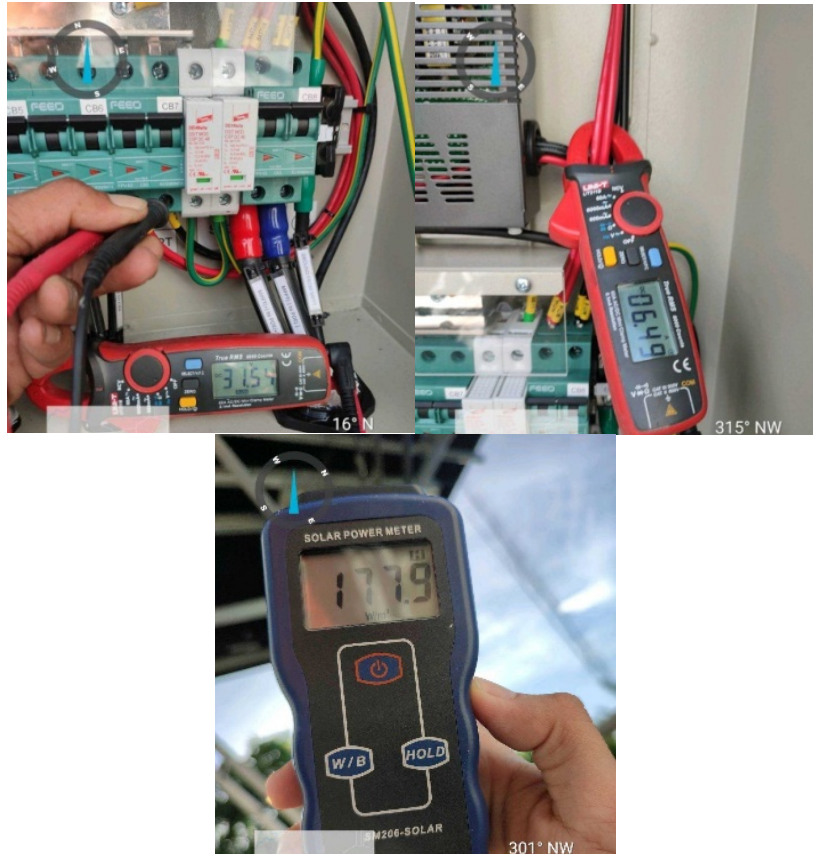
เป็นค่าที่บอกถึงคุณลักษณะการทำงานของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ และแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ (Nils et al, 2012) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3

$$\%PR = \frac{Y_f}{Y_r} \times 100 \quad (3)$$

โดยที่ PR คือ สมรรถนะของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ (%)
 Y_f คือ พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบต่อกำลังการติดตั้งสูงสุด (kWh/kWp)
 Y_r คือ พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อกำลังการติดตั้งสูงสุดตามทฤษฎี (kWh/kWp)

ผลการวิจัย

การทดสอบสมรรถนะโซล่าเซลล์สำหรับสถานีเสาสัญญาณโทรศัพท์ได้ทำการวิจัยโดยการวัดค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และความเข้มแสง ดังรูปที่ 5 ของระบบโซล่าเซลล์ที่สถานีเสาสัญญาณโทรศัพท์เป็นจำนวน 10 สถานี เป็นสถานี รูปแบบการติดตั้ง 2 รูปแบบคือ ติดตั้งแบบ 1 เสอ 6 แผง 5 สถานี ดังตารางที่ 1 กับ ติดตั้งบนเสาสัญญาณ 5 สถานี ดังรูปที่ 6 จากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของระบบ (% Performance of system) และค่าสมรรถนะของระบบ (% PR Ratio) ได้ผลการคำนวณดังแสดงในตารางที่ 2



รูปที่ 5 ตัวอย่างการวัดค่าสมรรถนะโซล่าเซลล์

ตารางที่ 1 ตารางผลการทดลอง On ground

On ground	ค่าที่ได้จากการทดลอง	
	Performance of system (%)	PR Ratio (%)
ตำบลสะเดา	17.88	90.47
หนองยาง	17.89	90.55
บ้านศรีตะวัน	17.98	90.98
สำโรง	17.94	90.77
บ้านขบ	17.83	90.22
คำเฉลี้ย	17.90	90.60

ตารางที่ 2 ตารางผลการทดลอง On tower

On tower	ค่าที่ได้จากการทดลอง	
	Performance of system (%)	PR Ratio (%)
สะโน - สุรินทร์	18.01	91.11
บ้านกล้วย	18.07	91.42
ตำบลราม	18.00	91.07
ตำบลหนองขาว	18.16	91.90
หัวแรด - ตรีม - ศิขรภูมิ	18.28	92.50
คำเฉลี้ย	18.10	91.60



รูปที่ 6 รูปแบบติดตั้งโซล่าเซลล์ที่สถานีเสาสัญญาณโทรศัพท์

การอภิปรายผล

จากการทดสอบวัดค่าสมรรถนะโซลาร์เซลล์สำหรับสถานีเสาสัญญาณโทรศัพท์ 10 สถานี เป็นสถานีรูปแบบการติดตั้ง 2 รูปแบบคือ ติดตั้งแบบ 1 เสา 6 แผง 5 สถานี กับ ติดตั้งบนเสาสัญญาณ 5 สถานี ได้ค่าประสิทธิภาพของระบบ และค่าสมรรถนะของระบบดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าค่าประสิทธิภาพของระบบ และค่าสมรรถนะของระบบ ในรูปแบบติดตั้งบนเสาสัญญาณมีค่าที่ต่ำกว่า สังเกตได้จากค่าเฉลี่ยของค่าประสิทธิภาพของระบบ คือ 18.10 กับ 17.90 และค่าเฉลี่ยของค่าสมรรถนะของระบบ คือ 91.60 กับ 90.60 เนื่องจากรูปแบบการติดตั้งแบบบนเสาสัญญาณมีความสูงกว่าแบบ ติดตั้งแบบ 1 เสา 6 แผงบนพื้นดิน เพราะมีเงาจากต้นไม้ เงาโครงสร้างที่พังกาศัย หรือเงาโครงสร้างสถานีเสาสัญญาณ โทรศัพท์เองมาบดบังแผงโซลาร์เซลล์ได้น้อยกว่า

บทสรุป

การทดสอบวัดค่าสมรรถนะโซลาร์เซลล์สำหรับสถานีเสาสัญญาณโทรศัพท์ในรูปแบบการติดตั้งแบบบนเสาสัญญาณมีค่าประสิทธิภาพของระบบ และค่าสมรรถนะของระบบที่ดีกว่าแบบติดตั้งแบบ 1 เสา 6 แผงบนพื้นดิน ทำให้มีการรับแสงและสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าทดแทนได้ดีกว่า ดังนั้นการนำโซลาร์เซลล์ไปติดตั้งบนเสาสัญญาณโทรศัพท์ควรเป็นทางเลือกที่ดีในการใช้ติดตั้งโครงการเพิ่มเติมในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

- ปฐมธิดี ชัยเศรษฐพงศ์, พัฒนะ รักความสุข, กฤษณพงษ์ กীরติก และอุสาคห์ บุญบำรุง. (2557). สมรรถนะ IEC 61724 ของ - ระบบผลิตไฟฟ้าแบบผสมผสาน โซลาร์เซลล์-เครื่องยนต์ดีเซล ณ อุทยานแห่งชาติภูกระดึง. ใน การประชุมวิชาการแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 11. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน วันที่ 8 - 9 สิงหาคม 2557. นครปฐม. 206-212.
- พันกร มนทอง. (2560). การสร้างเครื่องมือวัดพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อเก็บข้อมูลพลังงานแสงอาทิตย์ในจังหวัดอุบลราชธานี และจังหวัดศรีสะเกษ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
- สัตถุภงกช ยอดรักษ์, สุภารัตน์ ชันทอง และบารมี เจาะดี. (2564). การทดสอบสมรรถนะระบบผลิตไฟฟ้าสำหรับโซลาร์เซลล์. วิทยานิพนธ์ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาไฟฟ้า คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์.
- แสงชัยมิเตอร์. (2560). ทำความรู้จักแคลมป์พีมิเตอร์. ค้นเมื่อ 23 พฤษภาคม 2565. <http://www.sangchaimeter.com>.
- อิมแมนซ์ คอร์ปอเรชั่น. (2562). แผงโซลาร์เซลล์ คืออะไร. ค้นเมื่อ 20 พฤษภาคม 2565. <http://www.gump.in.th>.
- เอกพันธ์ ผัดศรี, คณภรณ์ ก้อนแก้ว และอักรินทร์ อินทนิเวศน์. (2561). การวิเคราะห์ประสิทธิภาพและสมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อกับสายส่งขนาด 300 kW. ใน การประชุมวิชาการครั้งที่ 3 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา วันที่ 30 สิงหาคม 2561 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา. ชลบุรี. 95-104.
- Energy Next. (2565). ความหมายของ Solar Cell. ค้นเมื่อ 24 พฤษภาคม 2565. <http://www.energynext.co.th>.

- Nils Y.R., Bjoern m., Alfons A., Wilfried G.S., Klaus K. and Christian R. (2012). Performance ratio revisited: is PR>90% realistic?. *Progress in Photovoltaics Research and Applications*. 20(6): 717-726.
- Suntiti Y., Theerasak P. and Atthapol N. (2019). Performance and economic evaluation of solar rooftop systems in different regions of Thailand. *Sustainability*. 11(23): 6647.
- Zainab U., Joseph T., Henry A. and Charles N. (2020). A Critical appraisal of PV-systems' performance. *Buildings*. 10(11): 192.