

การศึกษาพลังงานไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้รายปีภายใต้สภาวะการใช้งานจริง

Investigation of Annual Photovoltaic Array Yield under Actual Application

ณัฐวุฒิ ขาวสะอาด, จิตพร เจาะจง และนิพนธ์ เกตุจ้อย*

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอผลการศึกษาพลังงานไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้ภายใต้สภาวะการใช้งานจริง โดยทำการศึกษาข้อมูลของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 3 ชนิด คือ ซิลิกอนอสัณฐาน (Amorphous Silicon Solar Cell; a-Si) ผลึกผสมซิลิกอน (Poly Crystalline Silicon Solar Cell; p-Si) และไฮบริดซิลิกอน (Hybrid Solar cell; HIT) ของระบบสาธิตสถานีผลิตไฟฟ้ากระแสสลับจากเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 10 กิโลวัตต์ ภายในวิทยาลัยพลังงานทดแทนมหาวิทยาลัยนเรศวรในการวิเคราะห์หาพลังงานไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 3 ชนิด สามารถผลิตได้นั้น ใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2548 จนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2551 เพื่อเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตได้เป็นรายปี ผลการศึกษาพบว่าค่าพลังงานไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด a-Si p-Si และ HIT สามารถผลิตได้ ในปี 2548 มีค่าเท่ากับ 885 739 และ 798 kWh/kWp ในปี 2549 มีค่าเท่ากับ 1,891 1,676 และ 1,779 kWh/kWp ในปี 2550 มีค่าเท่ากับ 1,761 1,604 และ 1,703 kWh/kWp และในปี 2551 มีค่าเท่ากับ 1,670 1,496 และ 1,583 kWh/kWp ตามลำดับ

คำสำคัญ : แผงเซลล์แสงอาทิตย์, สภาวะการใช้งานจริง

Abstract

This paper presents an investigation of the annual yield from different photovoltaic (PV) arrays in an actual application. three types of PV arrays were studied; amorphous silicon solar cell (a-Si), polycrystalline silicon solar cell (p-Si) and hybrid silicon solar cell (HIT). The arrays are installed in a 10 kWp PV - AC power plant at the School of Renewable Energy Technology (SERT), Naresuan University in Phitsanulok. The annual yield is found by analyzing data from July 2005 to December 2008. The a-Si, p-Si and HIT modules are respectively found to have the following array yields; in 2005: 885, 739 and 798 kWh/kWp, in 2006: 1,891; 1,676 and 1,779 kWh/kWp, in 2007: 1,761; 1,604 and 1,703 kWh/kWp, and in 2008: 1,670; 1,496 and 1,583 kWh/kWp.

Keyword : Photovoltaic, Actual Application

วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

บทนำ

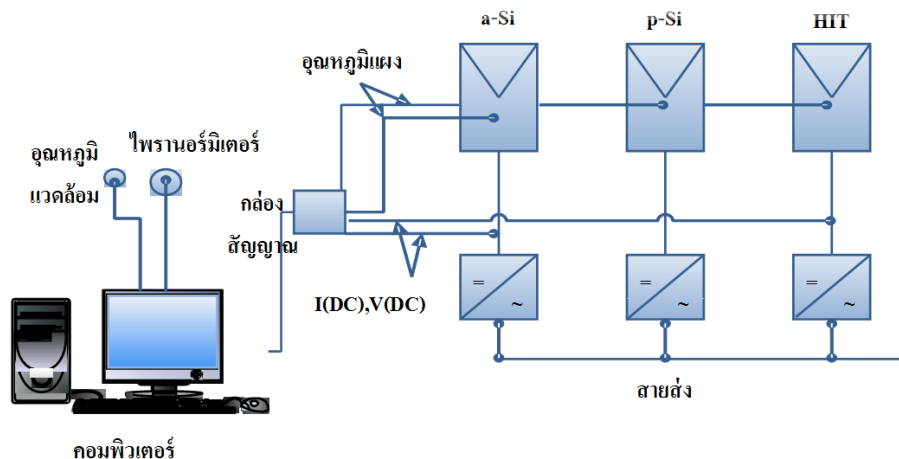
ประเทศไทยเป็นอีกประเทศหนึ่งที่มีความสำคัญกับพลังงานทดแทน โดยรัฐบาลได้กำหนดนโยบายให้มีการใช้พลังงานทดแทนเป็นสัดส่วนไม่น้อยกว่าร้อยละ 8 ของปริมาณการใช้พลังงานขั้นต้นทั้งหมดภายในปี พ.ศ. 2554 ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีศักยภาพทางด้านพลังงานทดแทน โดยเฉพาะพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งปัจจุบันรัฐบาลก็ให้การสนับสนุน ผ่านโครงการใหญ่ๆ เช่น โครงการเร่งรัดขยายบริการไฟฟ้าโดยระบบผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Home System; SHS) ประมาณ 3 แสนหลังคาเรือนทั่วประเทศ โครงการระบบสูบน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และพื้นที่เขตป่าสงวนต่างๆ กว่า 2,000 ระบบในประเทศไทย นอกจากนี้รัฐบาลยังช่วยสนับสนุนงานวิจัยที่เกี่ยวกับทางด้านเซลล์แสงอาทิตย์อีกมากมาย จากข้อมูลการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศไทยปัจจุบันประเทศไทยติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์ไปแล้วประมาณ 32 MW นอกจากนี้ยังเกิดโรงงานผลิตและประกอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์และผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ขึ้นภายในประเทศ 5 บริษัท กำลังผลิตรวมประมาณ 65 MW/ปี [1]

สำหรับประเทศไทยนั้นการใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์กว่า 90% เป็นแบบ m-Si และ p-Si เนื่องจากมีการนำเข้ามาใช้งานในประเทศกว่า 20 ปีแล้ว จึงเป็นที่ยอมรับในเรื่องของควมน่าเชื่อถือของเซลล์ชนิดดังกล่าว แต่ในปัจจุบันเซลล์ชนิด a-Si ได้รับความสนใจมากขึ้น โดยเฉพาะในเรื่องของความสามารถในการผลิตพลังงานไฟฟ้าซึ่งมีผลการศึกษาพบว่า a-Si สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้สูงกว่า m-Si และ p-Si [2 -14] วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร มีระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์หลายระบบ จึงเกิดแนวคิดที่จะทำการศึกษาค่าพลังงานไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตได้ภายใต้สภาวะการใช้งานจริง เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการเลือกใช้งานแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย รวมถึงเป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งในการเลือกพัฒนาเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อใช้ในประเทศ

วิธีการศึกษา

การศึกษาและเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตได้

ทำการตรวจวัดและบันทึกค่าความเข้มรังสีอาทิตย์ (H) กระแสไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (I) และแรงดันไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (V) เพื่อนำมาคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้ (Y_A) โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่ปี 2548 - ปี 2551 ตำแหน่งการตรวจวัดแสดงดังรูปที่ 3 ซึ่งการศึกษานี้มุ่งเน้นทำการศึกษาแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 3 ชนิด ได้แก่ a-Si p-Si และ HIT ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติทางไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ในการศึกษา



รูปที่ 1 รูปแบบของระบบโครงข่ายไฟฟ้าขนาดเล็กที่วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร

ตารางที่ 1 คุณสมบัติทางไฟฟ้าและจำนวนของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละชนิดที่ STC

ตัวแปร	a-Si	p-Si	HIT
กำลังไฟฟ้าสูงสุด (W)	54	80	180
แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด (V_{oc})	85	21.3	45.5
กระแสไฟฟ้าลัดวงจร (I_{sc})	1.14	5.16	5.49
แรงดันไฟฟ้าสูงสุด (V_{pm})	62	17.1	36.5
กระแสไฟฟ้าสูงสุด (I_{pm})	0.87	4.68	4.93
ขนาด (mm)	920x920x40	1,200x530x35	1443x812x35
กำลังไฟฟ้ารวม (W)	3,672	3,600	2,880

Standard Test Conditions (STC): Air mass 1.5, ค่ารังสีดวงอาทิตย์ $1,000 \text{ W/m}^2$, อุณหภูมิแผง 25°C .

การประเมินพลังงานไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตได้

การวิเคราะห์ทางเทคนิคในการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ใช้วิธีการวิเคราะห์ทางด้านเทคนิค โดยอ้างอิงจาก International Energy Agency Photovoltaic Power Systems TASK 2 – Performance, Reliability and Analysis of Photovoltaic Systems (IEA PVPS Task 2) [15] ซึ่งได้กำหนดให้มีการวิเคราะห์ตัวแปรต่างๆ ดังต่อไปนี้

พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในทางทฤษฎี (Reference Yield) หาได้จากสมการ

$$Y_r = H_i / G_{STC} \quad (1)$$

Y_r คือ พลังงานไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้ต่อกำลังติดตั้งในทางทฤษฎี (kWh/kWp)

H_i คือ พลังงานจากรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นผิวแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (kWh/m²)

G_{STC} คือ ค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ที่สภาวะมาตรฐานการทดสอบเซลล์แสงอาทิตย์

$$STC = 1 \text{ kW/m}^2$$

พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Array Yield) หาได้จากสมการ

$$Y_A = E_A / P_O \quad (2)$$

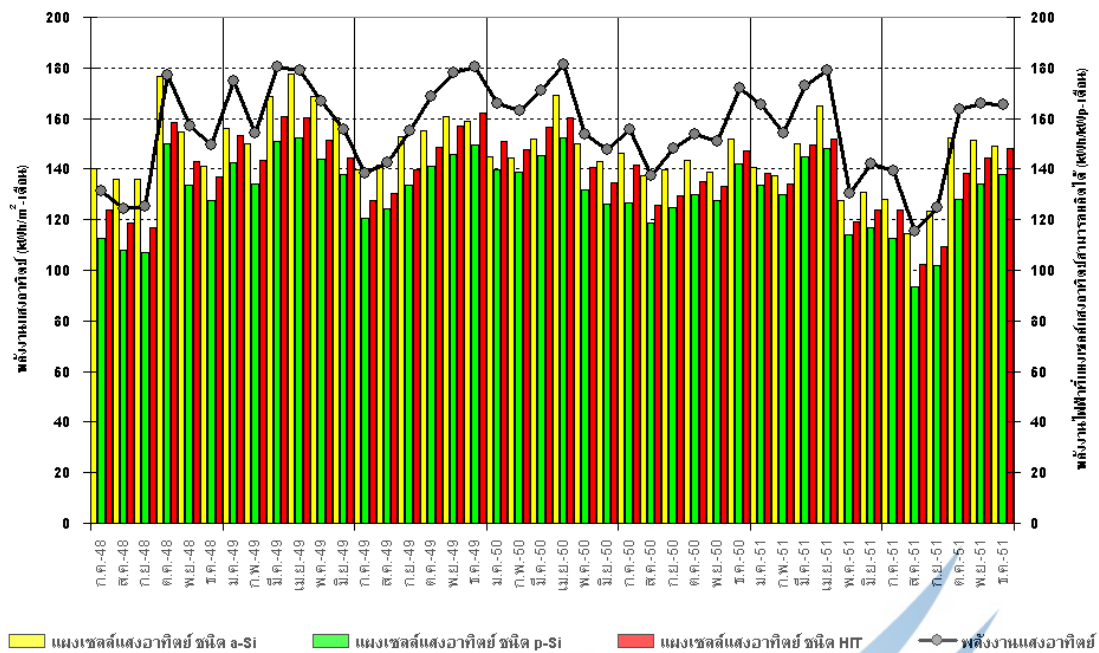
Y_A คือ พลังงานไฟฟ้าที่เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้ต่อกำลังติดตั้ง (kWh/kWp)

E_A คือ พลังงานไฟฟ้าที่เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้ (kWh)

P_O คือ กำลังไฟฟ้าติดตั้งสูงสุดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Wp)

ผลการศึกษา

จากรูปที่ 2 และตารางที่ 2 แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด a-Si p-Si และ HIT พบว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด a-Si สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าสูงสุด รองลงมา คือ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด HIT และแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด p-Si สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ต่ำที่สุด



รูปที่ 2 พลังงานไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตได้รายเดือนและพลังงานแสงอาทิตย์รายเดือน

ตารางที่ 2 พลังงานไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตได้รายปี

ปี	Ya(a-Si) (kWh/kWp)	Ya(p-Si) (kWh/kWp)	Ya(HIT) (kWh/kWp)
2548	885	739	798
2549	1,891	1,676	1,779
2550	1,761	1,604	1,703
2551	1,670	1,496	1,583

หมายเหตุ: ปี 2548 จำนวนวันในการเก็บข้อมูล 118 วัน

ปี 2549 จำนวนวันในการเก็บข้อมูล 310 วัน

ปี 2550 จำนวนวันในการเก็บข้อมูล 267 วัน

ปี 2551 จำนวนวันในการเก็บข้อมูล 291 วัน

สรุปผล

จากการศึกษาพลังงานไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้ภายใต้สภาวะการใช้งานจริงนี้ พบว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด a - Si สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้สูงกว่า HIT และ p-Si ซึ่งผลการศึกษานี้ทำให้ทราบถึงความสามารถในการผลิตพลังงานไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละชนิด และเป็นข้อมูลประกอบในการเลือกใช้งานแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศไทย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ งบประมาณแผ่นดินประจำปีงบประมาณ 2551 และปี 2552 และขอขอบพระคุณคณาจารย์ นักวิจัยของวิทยาลัยพลังงานทดแทนที่ได้ให้ความช่วยเหลือในเรื่องคำแนะนำ และข้อมูลสนับสนุนในการศึกษานี้ ทำให้การศึกษานี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน
- [2] Sandia National Laboratories. 2000. Modeling annual energy production from photovoltaic modules. Quarterly Highlights of Sandia's Photovoltaic Program. Vol. 3. pp. 1-7.
- [3] นิพนธ์ เกตุจ้อย และวัฒนพงษ์ รัชย์วิเชียร.(2544). การประเมินความเหมาะสมของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศไทย. วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร. หน้า 16-28
- [4] Nipon Ketjoy.(2545). Photovoltaic – Diesel Generator Hybrid System at Energy Park. Naresuan University Journal.p 1-8.
- [5] Achitpon SaSitharanuwata, Wattanapong Rakwichian, Nipon Ketjoy, and Suchart Yammen.(2006).Design and Testing of a 10 kWp standalone PV Prototype for Future Community Grid Adapted for Remote Area in Thailand. International Journal of Renewable Energy (IIRE).p 33-43
- [6] Achitpon SaSitharanuwata, Wattanapong Rakwichian, Nipon Ketjoy, and Suchart Yammen. (2006).Performance evaluation of a 10 kWp PV power system prototype for isolated building in Thailand. Renewable Energy.
- [7] Kritwiput Phaokeaw, Nipon Ketjoy, Wattanapong Rakwichian and Suchat Yammen. (2007). Performance of a-Si, p-Si and HIT PV Technological Comparison under Tropical Wet Climate Condition. International Journal of Renewable Energy (IIRE).p 23-34
- [8] Wuthipong Suponthana, Nipon Ketjoy, Wattanapong Rakwichian and Phumisak Inthanon. (2007). Performance Evaluation AC Solar Home System in Thailand: system using multi crystalline silicon PV module versus system using thin film amorphous silicon PV module. International Journal of Renewable Energy (IIRE).p 35-52
- [9] Achitpon SaSitharanuwat, Wattanapong Rakwichian, Nipon Ketjoy and Wuthipong Suponthana. (2005). 10 kWp Multi Photovoltaic Cell Stand-Alone/Grid Connected System for Office Building. Technical Digest 15th Photovoltaic Science and Engineering Conference; 10-15 October 2005; Shanghai, China. p. 638-639.
- [10] Chatchai Sirisumpunwong, Nipon Ketjoy and Rattanan Boonmat. (2004). Performance Comparison of PV Water Pumping System Utilization: Crystalline and Amorphous Module. Technical Digest 14th Photovoltaic Science and Engineering Conference; 26-30 January 2004; Bangkok; Thailand; 883-884.
- [11] Meike, W. 1998. Hot climate performance comparison between poly-crystalline and amorphous Silicon cells connected to an utility mini-grid. Presented at Solar'98, Christchurch NZ, 25-27 November.
- [12] ณัฐวุฒิ ขาวสะอาด. (2549). การศึกษาการลดลงของประสิทธิภาพรายปีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ภายใต้สภาวะการใช้งานจริง. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- [13] จูติพร เจริญ นิพนธ์ เกตุจ้อย และวัฒนพงษ์ รัชย์วิเชียร. การลดลงของประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดไฮบริดซิลิคอนหลังการติดตั้งใช้งานในระยะยาว. การประชุมทางวิชาการรูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 1, 2551.

- [14] จูติพร เจาะจง นิพนธ์ เกตุจ้อย และวัฒนพงษ์ รัญญ์วิเชียร. การลดลงของประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์หลังการติดตั้งใช้งานในระยะยาว. การประชุมเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ครั้งที่ 1, 2551.
- [15] International Energy Agency. (2002). Operational performance, reliability and Promotion of photovoltaic systems. Report IEA-PVPS T2-03:2002.



Industrial Technology

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง