การศึกษาสมรรถนะของระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อเข้าสายส่งของอาคารอุบัติเหตุ โรงพยาบาลยุพราชตะพานหิน จังหวัดพิจิตร

The investigation of the Grid-connected photovoltaic system performance on the accident building at Yuparat Taphan Hin Hospital in Phichit Province

ณัฐวุฒิ ขาวสะอาด[1*] ศักย์ชัย เพชรสุวรรณ[1] วีระบูลย์กิตติ ชุมพรผ่อง[2] และอนุพล อัคพิน[2]

Nattawut Khaosaad[1*] Sakchai Petsuwan[1] Veeraboonkitt Chumpornpong[2] and Anupon Akkapin[2]

[1] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม 65000

[2] คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม 65000

[1] General Science Education, Faculty of Education, Pibulsongkram Rajabhat University 65000

[2] Faculty of Food and Agricultural Technology, Pibulsongkram Rajabhat University 65000

Received: 25 September 2020, Revised: 26 May 2021, Accepted: 15 June 2021, Published online: 23 August 2021

Abstract

This paper presented the performance ratio of the Grid-connected photovoltaic system at the accident building in Yuparat Taphanhin Hospital, Phichit Province. The recorded data were current, voltage, and solar radiation. There was automatically recorded every 15 seconds from July 2020 - September 2020. After that, the data were analyzed to the system performance ratio. The results, the system performance ratio (PR) = 0.95, the array yield (Ya) = 4.65 kWh/kWp▪d., the final yield (Yf) 4.43 kWh/ kWp▪d, the array capture Losses (Lc) is 0.07 kWh/kWp▪d and the system losses (Ls) = 0.22 kWh/kWp▪d.

Keywords: performance ratio, PV system, Hospital

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอผลการศึกษาสมรรถนะของระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อเข้าสายส่งของอาคารอุบัติเหตุ โรงพยาบาลยุพราชตะพานหิน จังหวัดพิจิตร โดยที่ทำการบันทึก ได้แก่ กระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า และความเข้มรังสีอาทิตย์ทุกๆ 15 วินาที โดยเครื่องบันทึกแบบอัตโนมัติตั้งแต่เดือนกรกฎาคม – เดือนกันยายน พ.ศ. 2563 หลังจากนั้นนำข้อมูลต่างๆมาวิเคราะห์หาและสมรรถนะของระบบ จากผลการวิเคราะห์และประเมินผลพบว่าสมรรถนะของระบบมีค่าประมาณ 0.95 พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Array Yield ; Ya) โดยเฉลี่ยจะมีค่าประมาณ 4.65 kWh/kWp▪d พลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานจริงที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Final Yield ;Yf) โดยเฉลี่ยประมาณ 4.43 kWh/kWp▪d พลังงานสูญเสียบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Array Capture Losses ; Lc) โดยเฉลี่ยประมาณ 0.07

*Corresponding author: Tel.: 081 717 8093 E-mail address: nattawut.kh@psru.ac.th

kWh/kWp•d และพลังงานสูญเสียในระบบเซลล์แสงอาทิตย์ (System Losses ;Ls) มีค่าโดยเฉลี่ยประมาณ 0.22 kWh/kWp•d

คำสำคัญ: สมรรถนะ ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ โรงพยาบาล

บทนำ

การนำเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้งานในปัจจุบันมีแนวโน้มเพิ่มอย่างต่อเนื่องโดย ณ สิ้นปี พ.ศ. 2562 ทั่วโลกมีการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์กว่า 600 GW ซึ่งเกิดจากความตื่นตัวเกี่ยวกับการนำพลังงานทดแทนมาใช้แทนพลังงานฟอสซิลซึ่งกำลังจะหมดไปและปัญหาจากสภาวะโลกร้อนที่ทวีความรุนแรงขึ้นทุกปีอันเป็นผลจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล [1] ในประเทศไทยนับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2526-2562 ในหน่วยงานทั้งในส่วนของภาครัฐสถาบันการศึกษาและเอกชนได้มีการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ในหลายภาพแบบ เป็นจำนวนถึง 2,982.6 MW [2] ซึ่งโรงพยาบาลยุพราชตะพานหิน จังหวัดพิจิตรเป็นหนึ่งในหน่วยงานราชการที่มีการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อเข้าสายส่ง เพื่อช่วยในการส่งเสริมนโยบายพลังงานและประหยัดพลังงาน ดังนั้นทางคณะผู้วิจัยจึงการศึกษาสมรรถนะของระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อเข้าสายส่งของอาคารอุบัติเหตุ โรงพยาบาลยุพราชตะพานหิน จังหวัดพิจิตร

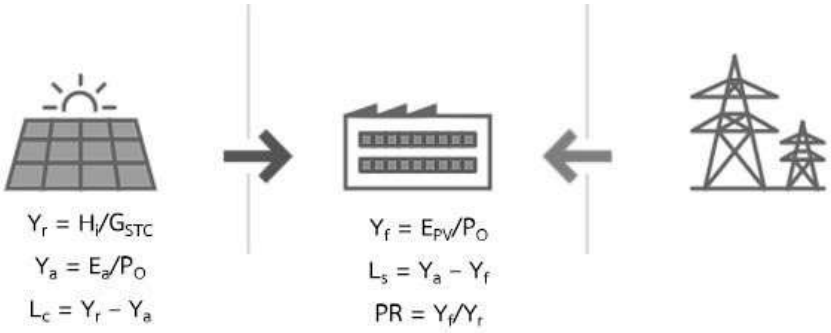
ไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน	กำลังการผลิตติดตั้งไฟฟ้า* (เมกะวัตต์)					อัตราการเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)
	2558	2559	2560	2561	2562	2561 - 2562
พลังงานแสงอาทิตย์	1,419.6	2,446.1	2,697.2	2,962.5	2,982.6	0.7
พลังงานลม	233.9	507.0	627.8	1,102.8	1,506.8	36.6
พลังน้ำขนาดเล็ก	172.1	182.1	182.3	187.7	187.8	0.1
ชีวมวล	2,726.6	2,814.7	3,157.3	3,372.9	3,410.1	1.1
ก๊าซชีวภาพ	372.5	434.9	475.4	505.2	530.0	4.9
ขยะ	131.7	145.3	191.5	317.8	314.7	(1.0)
พลังน้ำขนาดใหญ่	2,906.4	2,906.4	2,906.4	2,919.7	2,919.7	-
พลังงานทดแทนอื่น (พลังความร้อนใต้พิภพ)	-	-	-	0.3	0.3	-
รวม	7,962.8	9,436.5	10,237.9	11,368.9	11,852.0	4.2

* รวมการผลิตไฟฟ้านอกระบบ

ภาพที่ 1 การติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศไทยนับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2526-2562 [2]

วิธีการวิจัย

การประเมินสมรรถนะทางด้านเทคนิค โดยการศึกษาในครั้งนี้จะใช้วิธีการที่อ้างอิงจาก IEA PVPS Task 13 – Performance, Operation and Reliability of Photovoltaic Systems (Subtask 2: Performance of Photovoltaic Systems) [3] ซึ่งทำการตรวจวัดค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งใช้งานตั้งแต่เดือนกรกฎาคม - เดือนกันยายน พ.ศ. 2563 โดยการบันทึกแบบอัตโนมัติทุกๆ 15 วินาที ตลอด 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำข้อมูลที่บันทึกมาวิเคราะห์หาค่า Ya Yf และ PR โดยจะทำการกำหนดวิธีการวิเคราะห์ตัวแปรต่างๆ ดังต่อไปนี้



พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Array Yield) หาได้จากสมการ

$$Y_a = E_a/P_O \quad (1)$$

Y_a คือ พลังงานไฟฟ้าที่เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้ต่อกำลังติดตั้ง (kWh/kWp)

E_a คือ พลังงานไฟฟ้าที่เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้ (kWh)

P_O คือ กำลังไฟฟ้าติดตั้งสูงสุดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (kWp)

พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในทางทฤษฎี (Reference Yield) หาได้จากสมการ

$$Y_r = H_i/G_{STC} \quad (2)$$

Y_r คือ พลังงานไฟฟ้าที่เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้ต่อกำลังติดตั้งในทางทฤษฎี (kWh/kWp)

H_i คือ พลังงานจากรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นผิวแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (kWh/m^2)

G_{STC} คือ ค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ที่สภาวะมาตรฐานการทดสอบเซลล์แสงอาทิตย์ STC = 1 kW/m^2

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานจริงที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Final Yield) หาได้จากสมการ

$$Y_f = E_{PV}/P_O \quad (3)$$

Y_f คือ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานจริงที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ (kWh/kWp)

E_{PV} คือ พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ถูกใช้โดยภาระทางไฟฟ้า (kWh)

P_O คือ กำลังไฟฟ้าติดตั้งสูงสุดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (kWp)

พลังงานสูญเสียบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Array Capture Losses) หาได้จากสมการ

$$L_c = Y_r - Y_a \quad (4)$$

L_c คือ พลังงานที่สูญเสียบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (kWh/kWp)

พลังงานสูญเสียในระบบเซลล์แสงอาทิตย์ (System Losses) หาได้จากสมการ

$$L_s = Y_a - Y_f \quad (5)$$

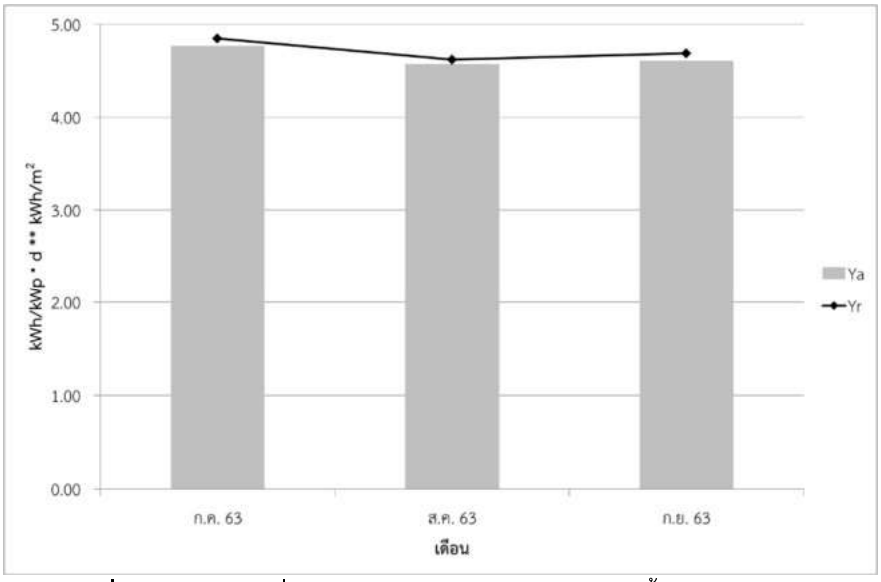
L_s คือ พลังงานที่สูญเสียในระบบเซลล์แสงอาทิตย์ (kWh/kWp)

สมรรถนะของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ (Performance Ratio) หาได้จากสมการ

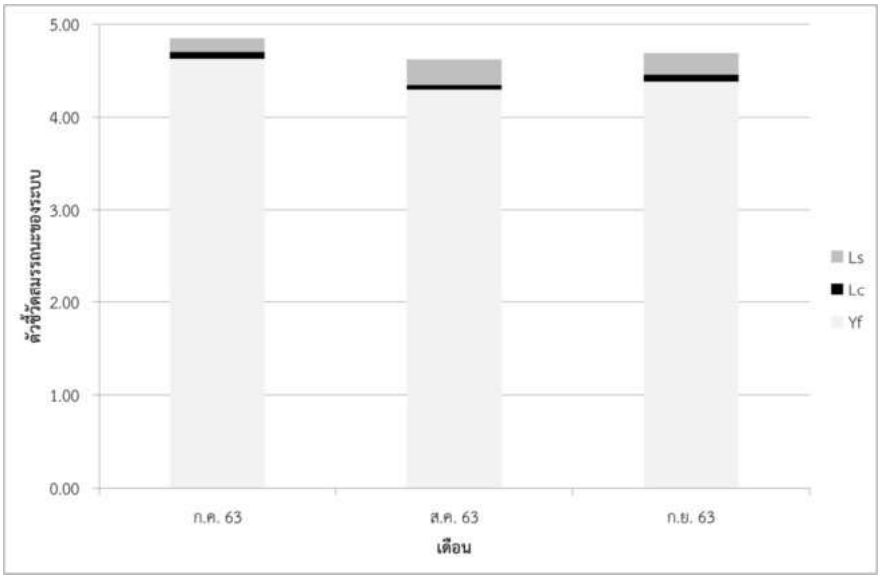
$$PR = Y_f/Y_r \quad (6)$$

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

จากภาพที่ 2 แสดงค่า Ya ของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ในแต่ละเดือน เมื่อนำ Ya มาเฉลี่ยจะมีค่าประมาณ 4.65 kWh/kWp ▪ d ณ พลังงานแสงอาทิตย์ 4.72 kWh/m^2 ▪ d และจากภาพที่ 3 แสดงตัวชี้วัดสมรรถนะของระบบ ได้แก่ Yf Lc และ Ls ซึ่งจากระบบที่ได้ทำการศึกษา พบว่า Yf มีค่าโดยเฉลี่ยประมาณ 4.43 kWh/kWp ▪ d Lc มีค่าโดยเฉลี่ยประมาณ 0.07 kWh/kWp ▪ d และ Ls มีค่าโดยเฉลี่ยประมาณ 0.22 kWh/kWp ▪ d

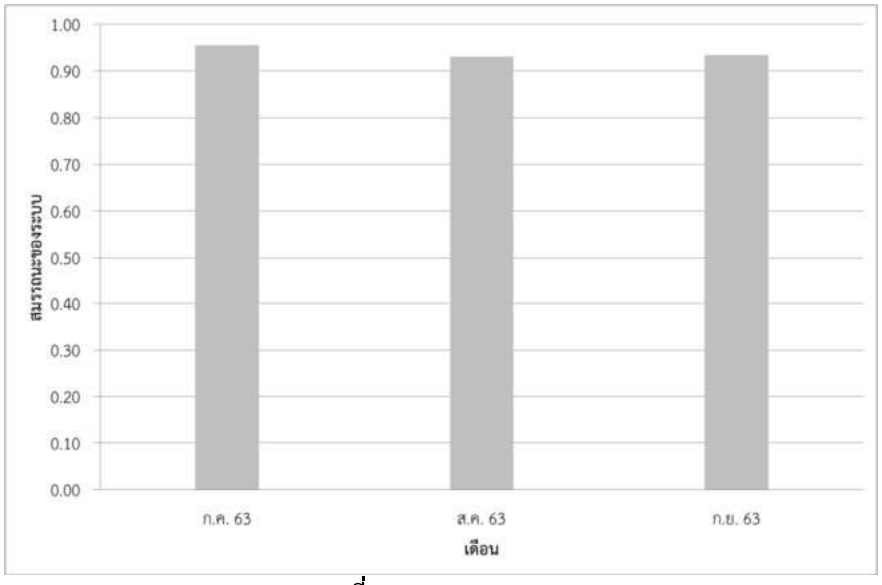


ภาพที่ 2 พลังงานไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้ต่อกำลังติดตั้ง (kWh/kWp ▪ d)



ภาพที่ 3 ตัวชี้วัดสมรรถนะของระบบ

จากภาพที่ 3 แสดงให้เห็นสมรรถนะของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ในแต่ละเดือน ซึ่งสมรรถนะของระบบโดยเฉลี่ยมีค่าประมาณ 0.95 %



ภาพที่ 4 สมรรถนะของระบบ

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาพบว่า สมรรถนะของระบบ (PR) มีค่าประมาณ 0.95 พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Array Yield ; Ya) โดยเฉลี่ยจะมีค่าประมาณ 4.65 kWh/kWp ▪ d พลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานจริงที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Final Yield ;Yf) โดยเฉลี่ยประมาณ 4.43 kWh/kWp ▪ d พลังงานสูญเสียบนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Array Capture Losses ; Lc) โดยเฉลี่ยประมาณ 0.07 kWh/kWp ▪ d และพลังงานสูญเสียในระบบเซลล์แสงอาทิตย์ (System Losses ;Ls) มีค่าโดยเฉลี่ยประมาณ 0.22 kWh/kWp ▪ d

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณงบประมาณสนับสนุนในการติดตั้งจากโครงการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนในหน่วยงานภาครัฐ และโรงพยาบาลยุพราชตะพานหิน อำเภอตะพานหิน จังหวัดพิจิตร ที่ขออนุญาตให้ใช้ข้อมูลเพื่อเผยแพร่ในเป็นประโยชน์แก่ประชาชนทั่วไป และคณาจารย์ นักวิจัยของวิทยาลัยพลังงานทดแทนและสมาร์ตกริดเทคโนโลยีที่ได้ให้ความช่วยเหลือในเรื่องคำแนะนำ และข้อมูลสนับสนุนในการศึกษานี้ ทำให้การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

[1] Arnulf Jäger-WAldau. PV Status Report 2019: Research, **Solar Cell Production and Market Implementation of Photovoltaic. EUR 29938 EN** สืบเมื่อวันที่ 1 กันยายน 2563. จาก https://publications.jrc .ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC118058/kjna29938enn_1.pdf

[2] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2562). **รายงานพลังงานทดแทนของประเทศไทย. สรุปสถานการณ์พลังงานทดแทนของประเทศไทย ปี 2562 (ไฟฟ้า)**. สืบเมื่อวันที่ 20 เมษายน 2564. จาก https://www.dede.go.th/download/stat63/Thailand%20Alternative%20Energy%20Situation%202019.pdf

[3] Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE. (2018). **IEA PVPS Task 13 – Performance**, Operation and Reliability of Photovoltaic Systems.

[4] Muhammad NaveedAkhter, Saad Mekhilef, HazlieMokhlis, LanreOlatomiwa, Munir Azam Muhammad. Performance assessment of three grid-connected photovoltaic systems with combined capacity of 6.575 kWp in Malaysia. **Journal of Cleaner Production**, Volume 277, 20 December 2020, 1232421

[5] เอกพันธ์ ผัดศรี , คณภรณ์ ก้อนแก้ว และ อัครินทร์ อินทนิเวศน์. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพ และสมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อกับสายส่งขนาด 300 kW. ใน **การประชุมวิชาการครั้งที่ 3 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา**, วันที่ 30 สิงหาคมพ.ศ. 2561 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา จังหวัดชลบุรี. หน้า 95 - 104

[6] ณัฐวุฒิ ขาวสะอาด ฐิติพร เจาะจง และนิพนธ์ เกตุจ้อย.การศึกษาพลังงานไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้รายปีภายใต้สภาวะการใช้งานจริง. เทคโนโลยีอุตสาหกรรม. **วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง**, ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 เมษายน 2552 – กันยายน 2552. หน้าที่ 44 - 49