

การประเมินศักยภาพระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์แบบลอยน้ำสำหรับโรงเรียน
ในพื้นที่จังหวัดชายแดนใต้ กรณีศึกษา: โรงเรียนบ้านช่องแมว อำเภอสาบบุรี จังหวัดปัตตานี
Potential Assessment of Floating Photovoltaic System for Schools in the Southern
Border Provinces. Case Study: Ban Chong Maeo School, Saiburi District, Pattani
Province

วาริษา วาแม^{1,*} ลุตฟี ลือณี¹ และ เอกชัย สิงหเดช²
Warisa Wamae^{1,*}, Lutfee Suni¹ and Ekachai Singhadet²

¹สาขาเทคโนโลยีพลังงานทดแทน คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
จังหวัดยะลา 95000

²กองกลาง สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา จังหวัดยะลา 95000

¹Renewable Energy Technology Program, Faculty of Science Technology and Agriculture,
Yala Rajabhat University, Yala 95000

²Central Administrative Affairs Division, Yala Rajabhat University, Yala 95000

* Corresponding author, e-mail: warisa.w@yru.ac.th, Tel.: 081-9638505

Received: 7 September 2021, Revised: 21 September 2021, Accepted: 5 October 2021, Published online: 25 December 2021

Abstract

This research conducted the feasibility study and the design of floating solar photovoltaic system for schools in the Southern Border Provinces, Case Study: Ban Chong Maeo School, Saiburi district, Pattani province. Four panels of 350 watts solar cell were assembled on the 200 Liter plastic float from plastic buckets, and connected with a charger, an inverter, and batteries. PVSyst program was used in the design and the feasibility calculation for installation and energy production efficiency in the reservoir area. The initial investment cost is approximately 45,180 baht. The system could produce energy at about 1,935 kWh/year, which the installed electrical system can save the energy cost about 7,740 THB/year, and the payback period is about 5.8 years.

Keywords: Floating Solar Photovoltaic System, Southern border provinces

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาและการออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์แบบลอยน้ำสำหรับโรงเรียน โดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์ ขนาด 350 วัตต์ จำนวน 4 แผง ติดตั้งอยู่บนทุ่นลอยน้ำที่ทำจากถังพลาสติกขนาด 200 ลิตร ต่อพ่วงกับอุปกรณ์ เครื่องอัดประจุไฟฟ้า อินเวอร์เตอร์ และแบตเตอรี่ ออกแบบและวิเคราะห์ความเหมาะสมในการติดตั้งและผลิตพลังงานบริเวณพื้นที่อ่างเก็บน้ำโรงเรียนบ้านช่องแมว อำเภอสายบุรี จังหวัด ด้วยโปรแกรม PVsyst มีต้นทุนค่าอุปกรณ์ของระบบประมาณ 45,180 บาท สามารถผลิตไฟฟ้าได้ 1,935 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นผลประหยัดประมาณ 7,740 บาท ต่อปี ซึ่งมีระยะเวลาคืนทุนประมาณ 5.8 ปี

คำสำคัญ: ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์แบบลอยน้ำ จังหวัดชายแดนใต้

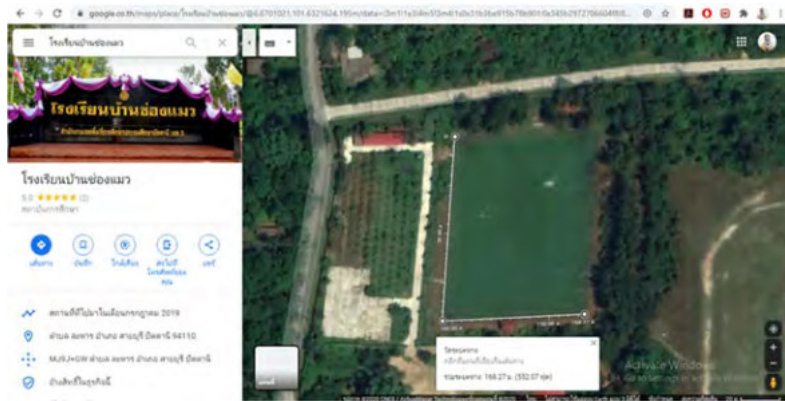
บทนำ

ในสถานการณ์ปัจจุบันพลังงานไฟฟ้ามีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำเนินชีวิตประจำวัน แต่ในขณะที่แหล่งเชื้อเพลิงทรัพยากรธรรมชาติที่เป็นทรัพยากรในการผลิตกระแสไฟฟ้าลดลงอย่างต่อเนื่อง และกำลังจะหมดไป ดังนั้นการค้นคว้าวิจัยและพัฒนาการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนในรูปแบบอื่น เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ และพลังงานชีวมวล สอดคล้องกับแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2561 – 2580 (AEDP (2018[1] ของรัฐบาล ซึ่งปัจจุบัน พลังงานหมุนเวียนที่นิยมมากที่สุดของประเทศไทย คือ พลังงานแสงอาทิตย์ เนื่องจากศักยภาพการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทยมีค่อนข้างสูงมาก ด้วยภูมิประเทศที่อยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร ทำให้ได้รับพลังงานแสงอาทิตย์โดยเฉลี่ยสูง [2] แต่ข้อจำกัดของการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนนั้น คือ การใช้พื้นที่ค่อนข้างมากเมื่อเปรียบเทียบกับการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานชนิดอื่น ๆ ตัวอย่าง เช่น พื้นที่ก่อสร้างโรงไฟฟ้าขนาด 1,000 เมกะวัตต์ โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ จะใช้พื้นที่ประมาณ 625 – 2,500 ไร่ ในขณะที่การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ต้องใช้พื้นที่ถึง 12,500 - 31,250 ไร่ [3] เมื่อเทียบกันแล้ว การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ต้องใช้พื้นที่มากกว่าโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ถึง 12 - 20 เท่า ทำให้ปัจจุบันในหลาย ๆ ประเทศที่มีการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ เริ่มหันมาผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์บนทุ่นลอยน้ำ หรือที่เรียกว่า “โซลาร์เซลล์ลอยน้ำ” ซึ่งการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์บนทุ่นลอยน้ำนั้น นอกจากช่วยลดการใช้ที่ดินจำนวนมากแล้ว ยังทำให้ประสิทธิภาพการผลิตพลังงานเพิ่มขึ้นด้วย โดยอากาศเย็นเหนือผิวน้ำ จะช่วยลดอุณหภูมิใต้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ทั้งนี้ เนื่องจากอุณหภูมิของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่สูงขึ้น ส่งผลให้ประสิทธิภาพการผลิตพลังงานลดลง [4]

โรงเรียนในระดับประถมศึกษาโดยทั่วไปมีการขาดหรือสละน้ำสำหรับเลี้ยงปลา และสำหรับอุปโภค เช่น ใช้ในแปลงเกษตรของนักเรียน หรือรดน้ำต้นไม้ภายในโรงเรียน เช่นเดียวกับโรงเรียนในพื้นที่จังหวัดชายแดนใต้ ซึ่งหากนำเซลล์แสงอาทิตย์แบบลอยน้ำมาผลิตไฟฟ้าใช้ภายในโรงเรียน จะช่วยลดภาระค่าไฟฟ้าของโรงเรียนได้อีกทางหนึ่ง การศึกษาวิจัยนี้ จึงเป็นการประเมินศักยภาพและความคุ้มค่าในการติดตั้งและใช้ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์แบบลอยน้ำสำหรับโรงเรียนในพื้นที่จังหวัดชายแดนใต้ ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลจากโรงเรียนบ้านช่องแมว อำเภอสายบุรี จังหวัดปัตตานี เพื่อเป็นกรณีศึกษา ซึ่งสามารถนำข้อมูลไปใช้เทียบเคียงเพื่อปรับใช้ให้เหมาะสมกับโรงเรียนอื่นๆ ได้

วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาแนวทางการความเป็นไปได้ในการออกแบบติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบลอยน้ำสำหรับโรงเรียนในพื้นที่จังหวัดชายแดนภาคใต้ โดยศึกษาความเหมาะสมสำหรับพื้นที่ติดตั้งการออกแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบลอยน้ำ และความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์การลงทุน โดยพื้นที่ที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ โรงเรียนบ้านช่องแหมว ตั้งอยู่ที่หมู่ 4 ตำบลละหาร อำเภอสายบุรี จังหวัดปัตตานี พิกัดละติจูด 6.6688 องศาเหนือ และลองจิจูด 101.632 ตะวันออก เป็นโรงเรียนขนาดกลาง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาปัตตานี เขต 3 ในปีการศึกษา 2562 มีนักเรียนจำนวน 286 คน ครูและบุคลากรจำนวน 25 คน มีอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ ความกว้างประมาณ 73 เมตร ยาว 95 เมตร หรือพื้นที่ประมาณ 6,935 ตารางเมตร ดังแสดงในภาพที่ 1 และ 2 มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าประมาณ 2,830 กิโลวัตต์ต่อเดือน และค่าไฟฟ้าอยู่ในช่วงประมาณ 10,000 – 20,000 บาทต่อเดือน โดยข้อมูลการใช้ไฟฟ้าแต่ละเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม 2563 ถึงเดือนกันยายน 2563 รวมทั้งสิ้น 25,470.43 กิโลวัตต์ รวมค่าใช้จ่าย 112,205.37 บาท (ค่าใช้จ่ายดังกล่าวรวมภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%)

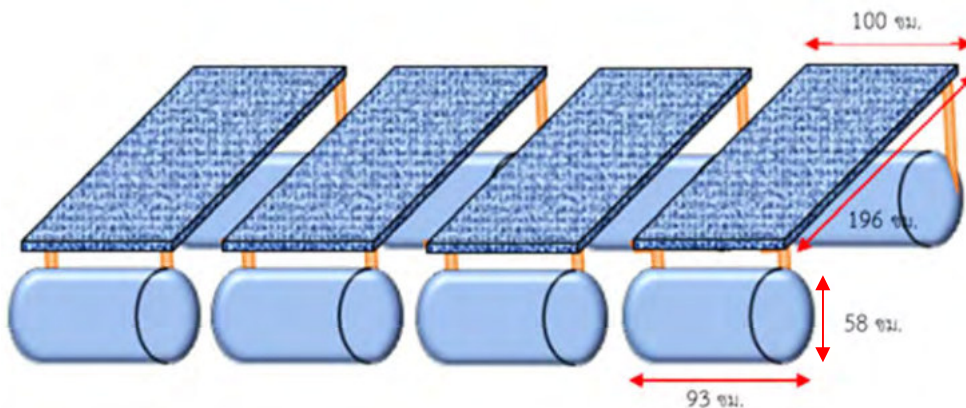


ภาพที่ 1 ภาพถ่ายดาวเทียมลักษณะอ่างเก็บน้ำโรงเรียนบ้านช่องแหมว อำเภอสายบุรี จังหวัดปัตตานี
ที่มา : Google map



ภาพที่ 2 อ่างเก็บน้ำโรงเรียนบ้านช่องแหมว อำเภอสายบุรี จังหวัดปัตตานี

การจำลองผลการผลิตพลังงาน ได้ใช้โปรแกรม PVsyst เป็นเครื่องมือในงานวิจัย ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการจำลองความสามารถในการผลิตไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ มีฐานข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยาทั่วโลก มีข้อมูลของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในการผลิตไฟฟ้าให้เลือกใช้ในการจำลอง มีลักษณะการติดตั้งแผงแบบต่างๆ ให้เลือกหลากหลาย โดยโปรแกรมสามารถคำนวณลักษณะการติดตั้งที่เหมาะสม หรือเลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมกับพื้นที่หรือกำลังการผลิตที่ต้องการได้ [5]



ภาพที่ 3 แบบจำลองชุดผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบลอยน้ำ

ชุดผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์แบบลอยน้ำ ประกอบด้วยถังพลาสติกผูกติดกันแนวยาว แต่ละชุดมี 8 ถัง ด้านบนติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จำนวน 4 แผง ทำมุมเอียง 17 องศาไปทางทิศใต้ ต้องวงจรแบบอนุกรม สามารถลอยอยู่บนผิวน้ำได้ ชุดผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์แบบลอยน้ำ 1 ชุด ใช้พื้นที่ติดตั้งบนผิวน้ำประมาณ 8 ตารางเมตร ดังภาพที่ 3 มีค่าใช้จ่ายรวมของระบบเท่ากับ 45,180 บาท โดยเป็นค่าใช้จ่ายของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ แบตเตอรี่ อินเวอร์เตอร์ ชาร์จเจอร์ ถังพลาสติก และอื่นๆ ดังแสดงในตารางที่ 2 และคำนวณระยะเวลาคืนทุนจากสมการที่ 1

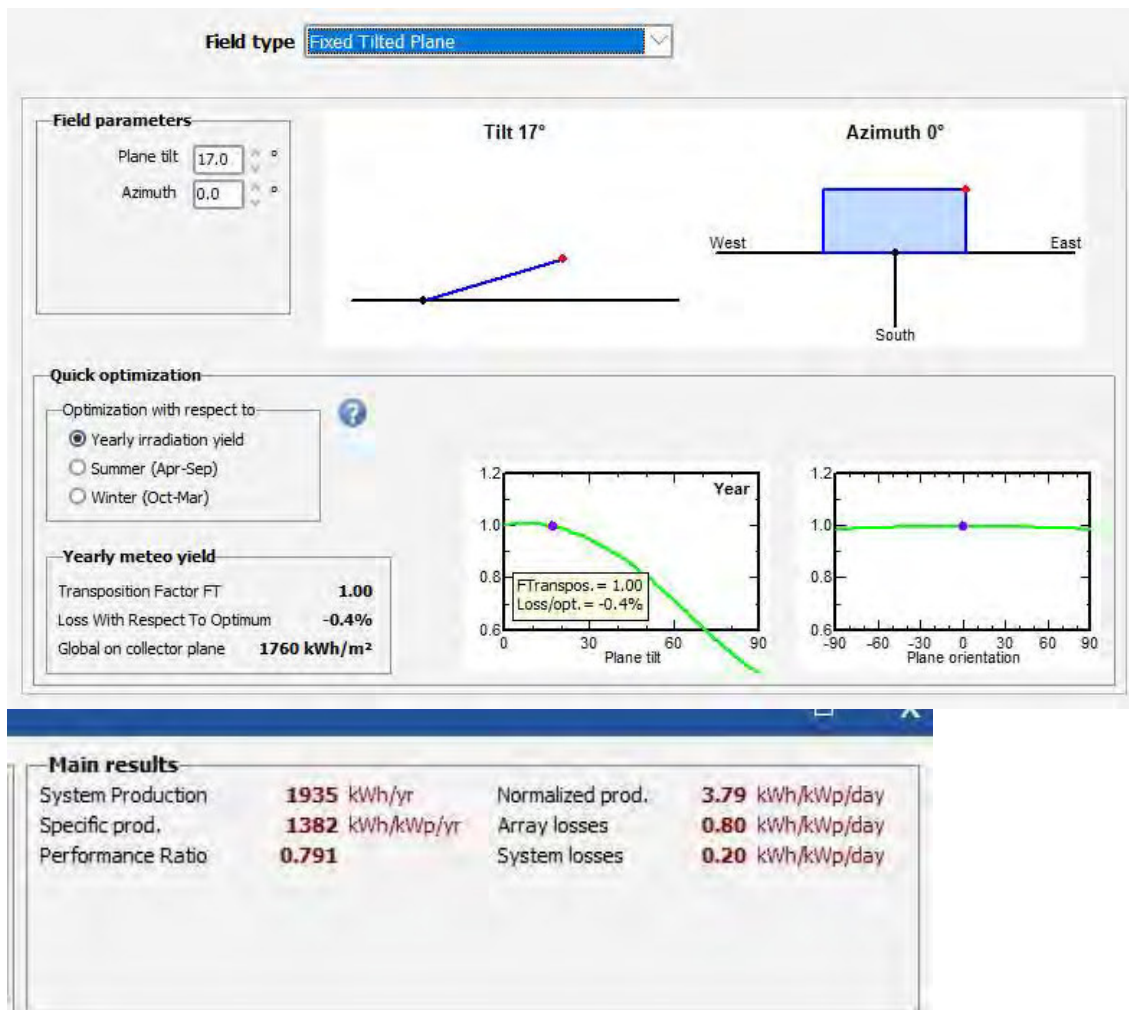
$$\text{ระยะเวลาคืนทุนของโครงการ} = \frac{\text{เงินลงทุน}}{\text{ผลประโยชน์}} \quad (1)$$

ตารางที่ 1 รายการอุปกรณ์ในการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าลอยน้ำ

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	ราคา	รวม
1	แผงโซลาร์เซลล์ Mono Crystalline 350 วัตต์ 40.03 Vmp ต่อแบบอนุกรม	4	4,850	19,400
2	แบตเตอรี่ deep cycle 150 Ah 12V ต่อแบบอนุกรม	2	6,900	13,800
3	โซลาร์อินเวอร์เตอร์ 3000W 12V/24V	1	2,480	2,480
4	Charge Controller 48V/36V/24V/12V Solar Panel Regulator Support off grid Solar System ชนิดปรับค่าแรงดัน	1	2,500	2,500
5	ถังพลาสติก 200 ลิตร	8	500	4,000
6	อุปกรณ์อื่น ๆ	1	3,000	3,000
รวม			45,180	

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

การวิเคราะห์ความเหมาะสมในการติดตั้งระบบพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับพื้นที่โรงเรียนบ้านช่องแหม อำเภอสายบุรี จังหวัดปัตตานี โดยใช้โปรแกรม PVsyst เพื่อหาตำแหน่งการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ เพื่อให้การรับแสงอาทิตย์เหมาะสมที่สุด จากภาพที่ 4 พบว่า การใช้โปรแกรมในการจำลองเพื่อหามุมที่เหมาะสมในการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มุมเท่ากับ 17 องศา เอียงไปทางทิศใต้ ได้รับรังสีอาทิตย์ตกกระทบ 1,760 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตารางเมตร ซึ่งสามารถผลิตพลังงานได้ 1,935 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ปี และมีอัตราส่วนประสิทธิภาพเท่ากับร้อยละ 79 ดังแสดงในภาพที่ 5 ซึ่งเมื่อเทียบกับระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดใหญ่ พบว่า อัตราส่วนประสิทธิภาพมีค่าใกล้เคียงกัน [6]

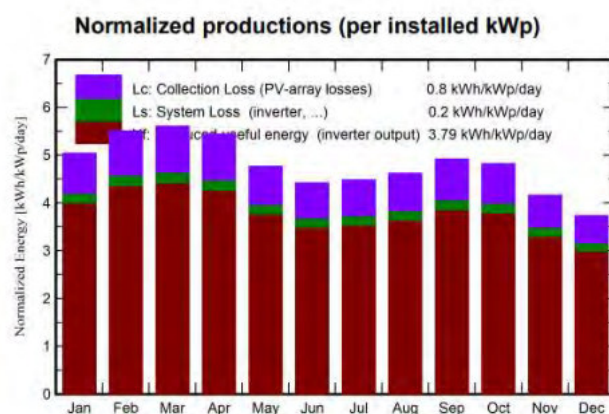


ภาพที่ 4 ผลวิเคราะห์การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โรงเรียนบ้านช่องแหม อำเภอสายบุรี จังหวัดปัตตานี



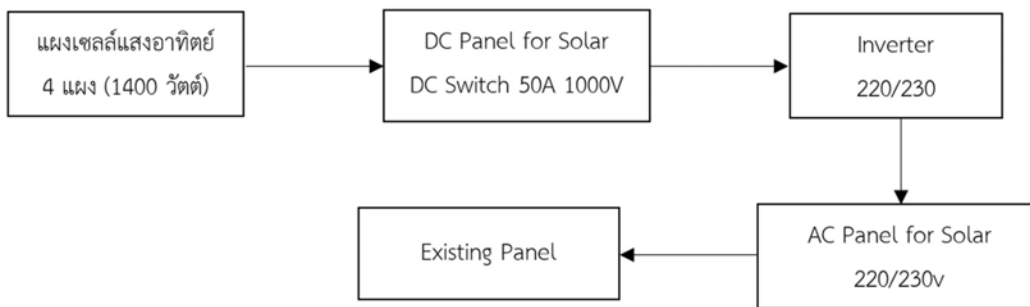
ภาพที่ 5 อัตราส่วนประสิทธิภาพของระบบ (Performance Ratio, PR)

นอกจากนี้ จากโปรแกรมข้างต้น แสดงให้เห็นว่า พื้นที่โรงเรียนบ้านช่องแมว อำเภอสายบุรี จังหวัดปัตตานี สามารถผลิตพลังงานจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้ตลอดทั้งปี เฉลี่ยประมาณวันละ 3.79 kWh/kWp/Day ของแต่ละวัน โดยสามารถผลิตพลังงานได้มากที่สุดในเดือนมีนาคมของทุกปี และผลิตพลังงานได้น้อยที่สุดในเดือนธันวาคม ซึ่งมีความใกล้เคียงกับผลการจำลองระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์แบบลอยน้ำในพื้นที่อ่างเก็บน้ำบางพระ จังหวัดชลบุรี ที่สามารถผลิตพลังงานได้มากที่สุดในเดือนมีนาคมเช่นกัน ขณะที่ผลิตได้น้อยสุดในเดือนกันยายน [5] ค่ากำลังการสูญเสียเฉลี่ยที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ใน 1 วัน เท่ากับ 0.8 kWh/kWp/day และค่ากำลังการสูญเสียเฉลี่ยที่อินเวอร์เตอร์ใน 1 วัน เท่ากับ 0.2 kWh/kWp/day ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ปริมาณการผลิตไฟฟ้ารายเดือนจากเซลล์แสงอาทิตย์โรงเรียนบ้านช่องแมว อำเภอสายบุรี จังหวัดปัตตานี

การจำลองระบบการผลิตกำลังพลังงานไฟฟ้าแสดงในภาพที่ 7 ประกอบด้วยอุปกรณ์ ดังนี้ 1) แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิคอนผลึกเดี่ยว รุ่น DMX7-60H-350 ขนาด 350 Wp ต่อขนานจำนวน 4 แผง 2) อินเวอร์เตอร์ รุ่น GES2-2KTL แรงดันด้านเข้า 80 - 400 V ขนาด 1.8 kW



ภาพที่ 7 ระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อสายส่ง

ปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบผลิตไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบลอยน้ำที่คำนวณจากโปรแกรม PVSyst พบว่า กำลังการผลิตเท่ากับ 1,935 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นเงิน 7,740 บาทต่อปี (คิดอัตราค่าไฟฟ้าที่ 4 บาทต่อหน่วย) และมีระยะเวลาคืนทุนประมาณ 5.8 ปี

$$\text{ระยะเวลาคืนทุนของโครงการ} = \frac{45,180}{7,740} = 5.8 \text{ ปี}$$

จากผลการคำนวณปริมาณการผลิตไฟฟ้าจากระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบลอยน้ำ เห็นได้ว่า ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยของโรงเรียนที่ประมาณ 2,830 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อเดือน คิดเป็น 94.33 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน หากต้องการผลิตไฟฟ้าให้เพียงพอต่อการใช้งานทั้งหมด ต้องทำการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบลอยน้ำตามที่ได้ออกแบบไว้ จำนวน 18 ชุด ใช้พื้นที่ประมาณ 144 ตารางเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 2 ของพื้นที่ผิวน้ำของอ่างเก็บน้ำโรงเรียน

สรุปผลการวิจัย

การจำลองระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์แบบลอยน้ำสำหรับโรงเรียนบ้านช่องแหม อำเภอสายบุรี จังหวัดปัตตานี ด้วยโปรแกรม PVSyst โดยติดตั้งแผงขนาด 350 วัตต์ จำนวน 4 แผง สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้ตลอดทั้งปี เฉลี่ยประมาณวันละ 3.79 kWh/kWp/Day มีศักยภาพในการผลิตพลังงานจากแสงอาทิตย์ 1,935 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี และมีอัตราส่วนประสิทธิภาพเท่ากับร้อยละ 79 ต้นทุนการติดตั้งประมาณ 45,180 บาท ซึ่งสามารถคืนทุนได้ภายในระยะเวลาประมาณ 5.8 ปี การติดตั้งโซลาร์เซลล์แบบทุ่นลอยน้ำช่วยไม่ให้เกิดประโยชน์การใช้พื้นที่ดิน (ประมาณ 8 ตารางเมตร) และยังให้ผลดีกว่าการติดตั้งบนพื้นดินหลายประการ เช่น เป็นที่อยู่อาศัยของปลาและสัตว์น้ำ เนื่องจากอุณหภูมิของน้ำได้แผ่เย็นกว่ารอบข้าง ทั้งยังช่วยลดการระเหยของน้ำบริเวณที่ติดตั้งช่วยให้การไหลเวียนของน้ำและอากาศบริเวณที่ติดตั้งดีขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2563). **แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2561 – 2580 (AEDP2018)**. สืบค้นเมื่อ 21 กันยายน 2564, จาก https://www.dede.go.th/download/Plan_62/20201021_TIEB_AEDP2018.pdf
- [2] กาญจนศิษฐ์ เวชการ. (2560). **การวิเคราะห์สมรรถนะการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบลอยน้ำพิกัด 50 kWp**. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต. ปทุมธานี : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

- [3] ดุลยพงศ์ วงศ์แสวง. (ม.ป.ป.). **โครงการโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ของประเทศไทย**. สืบค้นเมื่อ 21 กันยายน 2564, จาก https://www.ocf.berkeley.edu/~doonyapo/Section_7.pdf
- [4] เกษสุรางค์ จันทร์พูล. (2560). **การศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนทุ่นลอยน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยทราย จังหวัดลำปาง**. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [5] ชัยฤกษ์ จักรพัฒนจิต. (2563). **การจำลองแบบระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์แบบลอยน้ำในพื้นที่อ่างเก็บน้ำบางพระ จังหวัดชลบุรี**. **วิศวกรรมสาร มก.** 33(109), 33-46.
- [6] ชัยพร สุภาหิตานุกุล อีระเศรษฐ์ ศรีประภัสสร ยชญ์สุธา วิชัยธนพัฒน์ สถาปนิก อัจจิมากุล อาคม บุญปัญญา ขจรศักดิ์ วงศ์ และคณะ. (2564). **การเปรียบเทียบระหว่างผลจากการตรวจสอบกับผลจากการจำลองของแผงโซลาร์เซลล์**. ใน **การประชุมวิชาการระดับชาติ วิทยาลัยนครราชสีมา ครั้งที่ 8 ประจำปี 2564**, วันที่ 27 มีนาคม 2564 ณ การประชุมออนไลน์.