

การศึกษาสมรรถนะและเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบไฟฟ้า
พื้นฐานสำหรับฟาร์มเพาะพันธุ์ปลา

The Performance and Economics Study by using Solar Photovoltaic System Together
with Conventional Electricity for Fish Breeding Farm

สุลักษณา มงคล¹ อัครินทร์ อินทนิเวศน์¹ ชวโรจน์ ใจสิน¹ ธงชัย มณีชูเกตุ¹ ธัญลักษณ์ สันเดช¹ ภาณุวิชญ์ พุทธรักษา¹
ธนวัฒน์ นิลขาว¹ และสราวุธ พลวงษ์ศรี^{1*}

Sulaksana Mongkon¹ Akarin Intaniwet¹ Chawaroj Jaisin¹ Thongchai Maneechukate¹
Thunyalucl Sandach¹ Panuwit Puttaraksa¹ Thanawat Nikhoa¹ and Sarawut Polvongsri^{1*}

¹หน่วยวิจัยด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะ วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ 50290

¹Smart Energy and Environmental Research Unit, School of Renewable Energy, Maejo University,
Chiang Mai 50290

*Corresponding author: Tel.: 090 330 2479. E-mail address: sarawut-energy@hotmail.com

Received: 10 July 2021, Revised: 21 June 2022, Accepted: 14 July 2022, Published online: 30 August 2022

Abstract

This research proposes to study the performance and economics evaluation of solar photovoltaic systems (Solar PV) together with conventional electricity for fish breeding farm. The system design was found to use four-panel of 450 W_p mono-crystalline silicon solar cell half-cell type which used to supply electricity to an aerator with a power of 1.2 kW. The results found that the solar PV could produce electricity equal to 8.30 kWh/day or equal to 63% of the electricity that was used in the aeration system, and the performance ratio (PR) was equal to 94%. For evaluation of annual electricity production, it was found that this solar PV system could produce electricity equal to 1,872.50 kWh/year, representing a saving electricity cost of 7,864.50 Baht/year and the solar PV investment was 54,500 Baht as a results the payback period, the net present value (NPV), and internal rate of return (IRR) were 6.93 years, 33,391.10 Baht, and 12.52%, respectively.

Keywords: Aerator, Solar photovoltaic system, Performance ration, Fish breeding farm, Economics

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาสมรรถนะและประเมินความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบไฟฟ้าพื้นฐานในฟาร์มเพาะพันธุ์ปลา จากการออกแบบพบว่า ต้องใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Mono-crystalline silicon solar cell แบบ half cell ขนาด 450 W_p จำนวน 4 แผง เพื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับเครื่องเติมอากาศที่มีกำลังไฟฟ้า 1.2 kW ผลการศึกษาพบว่า ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์สามารถผลิต

พลังงานไฟฟ้าได้เท่ากับ 8.30 kWh/day หรือคิดเป็น 63% ของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในระบบเดิมอากาศ และมีค่าสมรรถนะระบบ (Performance Ratio: PR) เท่ากับ 94% เมื่อประเมินผลผลิตพลังงานไฟฟ้าตลอดทั้งปีพบว่า ระบบผลิตไฟฟ้าที่ติดตั้งนี้สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 1,872.50 kWh/ปี คิดเป็นค่าไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ 7,864.50 บาท/ปี โดยมีเงินลงทุนติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เท่ากับ 54,500 บาท ทำให้ระยะเวลาคืนทุน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) และอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) เท่ากับ 6.93 ปี 33,391.10 บาท เท่ากับ 12.52% ตามลำดับ

คำสำคัญ: เครื่องเติมอากาศ ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ สมรรถนะของระบบ ฟาร์มเพาะพันธุ์ปลา, เศรษฐศาสตร์

บทนำ

ปลานิลเป็นสัตว์น้ำอีกประเภทที่มีคุณค่าทางด้านอาหารและมีความสำคัญกับทางด้านเศรษฐกิจของประเทศไทย ในการเลี้ยงจะใช้เวลาเลี้ยงประมาณรอบละ 3-4 เดือนแล้วแต่ขนาดของปลาที่เป็นความต้องการของตลาด โดยปกติมีการเลี้ยงในกระชุง บ่อดิน บ่อธรรมชาติ รวมทั้งการเลี้ยงในบ่อปลา ซึ่งจะมีวิธีการเลี้ยงที่แตกต่างกันออกไปเพื่อให้อัตราการรอดและการเจริญเติบโตของปลาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยอัตราการรอดของปลาที่เลี้ยงมีปัจจัยหลายปัจจัย หนึ่งในนั้นคือคุณภาพและความแข็งแรงของพันธุ์ปลาที่นำมาเลี้ยง ซึ่งต้องแข็งแรง ทนต่อโรค ดังนั้นการเลี้ยงพันธุ์ปลาเพื่อขายจึงจำเป็นต้องให้ความสำคัญและเอาใจใส่ โดยเฉพาะปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) ต้องเพียงพอต่อความต้องการของลูกปลา ไม่เช่นนั้นถ้าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำมากจะส่งผลทำให้ลูกพันธุ์ปลาไม่สมบูรณ์แข็งแรง และอาจทำตายได้ ในปัจจุบันเกษตรกรเลี้ยงปลาจึงจำเป็นต้องใช้เครื่องเติมอากาศควบคุมปริมาณ DO ให้เป็นไปตามที่ปลาต้องการ โดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบสายส่งพื้นฐานทำให้ต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย ต้นทุนด้านการผลิตเพิ่มขึ้น จากปัญหาดังกล่าวได้มีหลายๆ งานวิจัยได้นำระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์มาประยุกต์ใช้กับเครื่องเติมอากาศในการเติมอากาศ ดังเช่น ทินกร และคณะ [1], สราวุธ และคณะ [2], อัครินทร์ และคณะ[3] และ เสฏฐวุฒิ และอัครินทร์ [4] ได้เลือกใช้ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar PV) เพื่อลดค่าใช้จ่ายจากไฟฟ้าพื้นฐานของเกษตรกรผู้เลี้ยงปลา โดยส่วนใหญ่จะเป็นการประยุกต์ใช้ในบ่อเลี้ยงปลาจวนโตเพื่อขายต่อไปบริโภค แต่ยังไม่ค่อยมีการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ในบ่อเพาะพันธุ์ปลาซึ่งลักษณะการเติมอากาศมักจะใช้เครื่องเติมอากาศตลอด 24 ชั่วโมง ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่ศึกษาการใช้งานของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ โดยนำพลังงานแสงอาทิตย์มาผลิตไฟฟ้าเพื่อจ่ายร่วมกับระบบไฟฟ้าพื้นฐานจากการไฟฟ้าให้กับเครื่องเติมอากาศในช่วงเวลากลางวันเพื่อลดภาระค่าใช้จ่ายในการซื้อใช้ไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าพื้นฐานหรือจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และทำการวิเคราะห์สมรรถนะและความคุ้มค่าทุนทางเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบไฟฟ้าพื้นฐานดังกล่าว เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำพลังงานแสงอาทิตย์ไปประยุกต์ใช้งานต่อไป

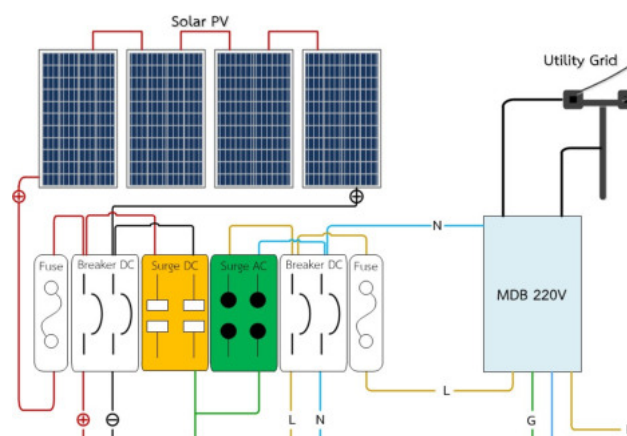
วิธีการวิจัย

ในการวิจัยจะดำเนินงาน ณ บ่อเลี้ยงปลาภูฟ้าพันธุ์ปลา อ.หางดง จ.เชียงใหม่ ซึ่งเกษตรกรมีการเลี้ยงปลาเพื่อจำหน่ายพันธุ์ปลาจำนวน 9 บ่อเล็ก แต่ละบ่อมีขนาด กว้าง 2.1 m ยาว 9 m ปลาที่เลี้ยงได้แก่ ปลาตะบิม ปลานิล ปลากบ ปลาสร้อย ปลาจาระเม็ด ปลาช่อน และปลาดุก มีการเติมอากาศโดยใช้โบลเวอร์ขนาด 380 W จำนวน 1 ตัว เครื่องเติมอากาศแอร์บีมสำหรับหัวทรายเติมอากาศ ขนาด 200 W จำนวน 1 ตัว ขนาด 350 W จำนวน 1 ตัว และปั้มน้ำแบบจุ่มขนาด 100 W จำนวน 2 ตัว เปิดใช้งานเครื่องเติมอากาศ 24 ชั่วโมง ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 บ่อเลี้ยงปลาของภูฟ้าพันธุ์ปลา

สำหรับการออกแบบและติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เริ่มจากการสำรวจข้อมูลการใช้งานและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเติมอากาศ และออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานซึ่งเป็นระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้าพื้นฐาน ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำหน้าที่ผลิตกระแสไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ผ่าน On Grid Inverter แปลงเป็นกระแสไฟฟ้าสลับจะแปลงเป็นไฟฟ้า 220 VAC 1 เฟส ที่ต่อเข้ากับระบบไฟฟ้าหรือตู้ควบคุมไฟฟ้า (MDB) โดยใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดกำลังไฟฟ้า 450 W ต่อแผง ชนิด Mono-crystalline silicon solar cell แบบ Half cell จำนวน 4 แผง ใช้กับอินเวอร์เตอร์ขนาด 2,200 W คิดเป็นกำลังไฟฟ้าสูงสุด 1,800 W ดังรูปแบบการทำงานในภาพที่ 2 และรายละเอียดของอุปกรณ์ ดังตารางที่ 1



ภาพที่ 2 ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบไฟฟ้าพื้นฐาน

ตารางที่ 1 รายละเอียดอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบไฟฟ้าพื้นฐาน

Item	Specification
แผงเซลล์แสงอาทิตย์	ชนิด Mono half cell จำนวน 4 panels Model TR 60M Mono half cell P_{max} 315 , V_{mpp} 33.1 , I_{mpp} 9.53 Efficiency 18.67%
Inverter	ขนาด 2,000 W, 500 Volt Efficiency 97.5%

เนื่องจากพื้นที่รอบๆบ่อเลี้ยงปลาไม่มีพื้นที่จำกัด จึงทำการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไว้บนหลังคาของโครงสร้างของบ่อเพาะเลี้ยงปลา ติดตั้งมุมเอียง 18° หันหน้าไปทางทิศใต้ โดยเชื่อมต่อกับตู้ควบคุมและอินเวอร์เตอร์เพื่อใช้งานกับเครื่องเติมอากาศ แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับใช้ในระบบเติมอากาศของบ่อเลี้ยงปลา

ในการวิเคราะห์สมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์โดยอ้างอิงตามมาตรฐาน International Electro Technical Commission หรือ IEC61724 [5] ประกอบด้วยการหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่

ประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ คือ อัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้ากระแสตรงที่ผลิตได้จากระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (PV) ต่อกำลังแสงอาทิตย์ตกกระทบสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 1

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

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

พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อกำลังการติดตั้งสูงสุด (Y_a , kWh/kW_p) เป็นค่าที่บ่งบอกปริมาณการผลิตไฟฟ้ากระแสตรงต่อการติดตั้งระบบ 1 kW_p ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2

$$Y_a = \frac{E_{PV(DC)}}{P_o} \quad (2)$$

โดยที่ $E_{PV(DC)}$ คือ ผลรวมพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ใน 1 วัน (kWh) และ P_o คือ ขนาดของระบบ PV ที่ติดตั้ง (kW_p)

พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตจากระบบต่อขนาดของระบบที่ติดตั้ง (Y_f , kWh/kW_p) หรือผลผลิตสุดท้าย เป็นค่าที่บ่งบอกปริมาณการผลิตไฟฟ้ากระแสสลับต่อการติดตั้งระบบ 1 kW_p ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3

$$Y_f = \frac{E_{PV(AC)}}{P_o} \quad (3)$$

โดยที่ $E_{PV(AC)}$ คือ ผลรวมพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตจากระบบผลิตไฟฟ้า (kWh)

พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต่อกำลังการติดตั้งสูงสุดทางทฤษฎี (Y_r , kWh/kW_p) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 4

$$Y_r = \frac{H_i}{G_{STC}} \quad (4)$$

โดยที่ H_i คือ ค่ารังสีอาทิตย์ (kWh/m²) และ G_{STC} คือ ค่ารังสีอาทิตย์ที่มาตรฐาน STC (1 kW/m²)

สมรรถนะของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ (Performance Ratio หรือ PR) เป็นค่าที่บอกถึงคุณลักษณะการทำงานของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ และแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 5

$$PR = \frac{Y_F}{Y_R} \quad (5)$$

การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

ในการประเมินความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์จะใช้ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period, PB) โดยคำนวณได้จากสมการที่ 6

$$PB = \frac{\text{มูลค่าในการลงทุน}}{\text{ผลตอบแทนรายปี}} \quad (6)$$

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net present value, NPV) คือ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 7

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{(B_t - C_t)}{(1+r)^t} \quad (7)$$

โดยที่ B_t คือ ผลประโยชน์ของโครงการในปีที่ t , C_t คือ ต้นทุนของโครงการในปีที่ t , r คือ อัตราคิดลด (Discount Rate), n คือ อายุของโครงการ และ t คือ ปีของโครงการ

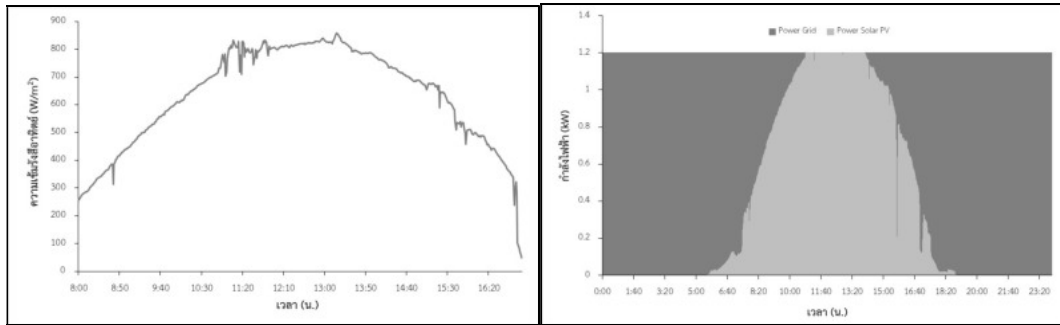
อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal rate of return, IRR) คือ อัตราผลตอบแทนการลงทุน หรืออัตราส่วนลด (discount rate) ที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนทั้งหมดมีค่าเท่ากับมูลค่าปัจจุบันของค่าใช้จ่ายทั้งหมด สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 8

$$IRR = \sum_{t=0}^n \frac{(B_t - C_t)}{(1+IRR)^t} = 0 \quad (8)$$

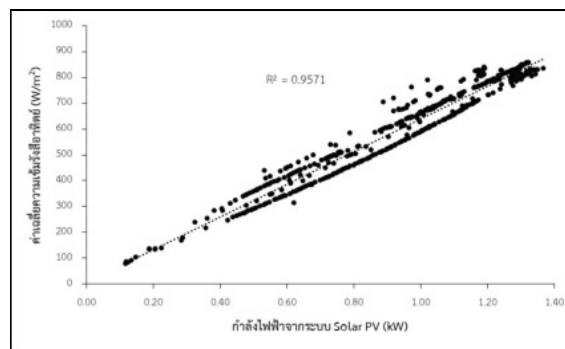
ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

การทดสอบระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบไฟฟ้าพื้นฐานหลังการติดตั้ง ได้ทำการเก็บข้อมูลในช่วงต้นเดือนมิถุนายน 2564 ซึ่งเป็นวันที่มีท้องฟ้าโปร่ง พบว่า มีความเข้มรังสีอาทิตย์สูงสุด 856.99 W/m² เฉลี่ย 518 W/m² ดังภาพที่ 4 (ก) กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะแปรผันตรงกับความเข้มรังสีอาทิตย์ ซึ่งในวันที่เก็บข้อมูลพบว่า กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ผลิตได้มีค่าเท่ากับ 1.20 kW ดังภาพที่ 4 (ข) ส่วนช่วงเวลากลางคืนไม่มีค่ารังสีอาทิตย์เครื่องเดิมอากาศก็จะใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าพื้นฐานอย่างเดียว

ภาพที่ 4 (ค) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังไฟฟ้าจากระบบ Solar PV และค่าเฉลี่ยความเข้มรังสีอาทิตย์เฉลี่ยช่วงเปิดระบบเดิมออกซิเจน จากภาพพบว่า ความสัมพันธ์ที่ได้มีการถดถอยเป็นเชิงเส้น ค่า R^2 เท่ากับ 0.9571 หมายความว่ากำลังไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับความเข้มแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบ เมื่อพิจารณาในวันที่เก็บข้อมูลพบว่า กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยจากระบบ Solar PV จะมีค่าสูงสุดเท่ากับ 1.20 kW หรือคิดเป็น 55% ของกำลังไฟฟ้าติดตั้งสูงสุด (2.2 kW) เมื่อแสงอาทิตย์ตกกระทบเฉลี่ยเท่ากับ 900 W/m²



(ก) ค่าเฉลี่ยความเข้มรังสีอาทิตย์ในวันที่ทำการทดสอบ (ข) กำลังไฟฟ้าของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบไฟฟ้าพื้นฐาน



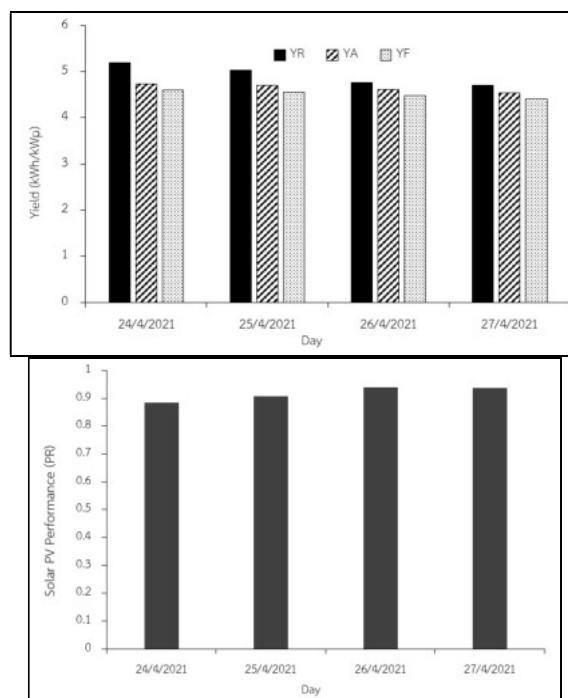
(ค) ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังไฟฟ้าจากระบบ Solar PV และค่าเฉลี่ยความเข้มรังสีอาทิตย์

ภาพที่ 4 ผลการทำงานของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

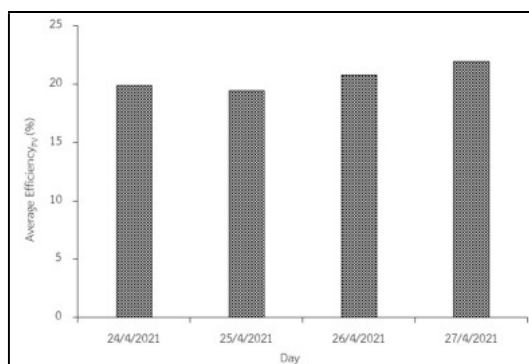
เมื่อพิจารณาการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งภาพรวมของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ประกอบไปด้วย เครื่องเติมอากาศแบบโบลเวอร์ขนาด 380 W จำนวน 1 ตัว มอเตอร์หัวทราย ขนาด 200 W จำนวน 1 ตัว ขนาด 350 W และ ปั๊มน้ำแบบจุ่มขนาด 100 W จำนวน 2 ตัว พบว่า การติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้สำหรับเครื่องเติมอากาศมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลากลางวันมีค่าเท่ากับ 13.20 kWh โดยแยกเป็นใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เท่ากับ 8.30 kWh/day หรือคิดเป็น 63% และใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าพื้นฐานเท่ากับ 4.90 kWh/day หรือคิด 37% ในขณะที่มีค่าพลังงานแสงอาทิตย์ตกกระทบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ตลอดทั้งวันคิดเป็น 198.45 kWh/day ดังนั้นระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าเพื่อจ่ายให้ระบบเติมอากาศทำงานได้มากกว่า 70-80% ของการใช้พลังงานทั้งหมดในช่วงเวลากลางวัน ส่วนในช่วงกลางคืนจะใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าสายส่งพื้นฐานเพียงอย่างเดียว

ในส่วนการวิเคราะห์สมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานอาทิตย์ พบว่ามีค่าผลผลิตตามทฤษฎี (Y_R) ในแต่ละวันมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.70-5.20 kWh/kWp·day ซึ่งค่าผลผลิตประจำวันของอาร์เรย์แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Y_A) มีค่าเฉลี่ยประมาณ 4.53-4.73 kWh/kWp·day และเมื่อพิจารณาค่าผลผลิตสุดท้ายประจำวัน (Y_F) มีค่าระหว่าง 4.0-4.59 kWh/kWp·day ดังแสดงในภาพที่ 5 (ก) และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรายเดือนตลอดทั้งปีจะพบว่า ค่าผลผลิตที่ได้จากการจำลองนี้มีความสอดคล้องกับค่ารังสีอาทิตย์ตกกระทบ โดยในเดือนที่มีค่ารังสีอาทิตย์สูง ระบบผลิตจะสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้เพิ่มมากขึ้น สำหรับค่าสมรรถนะ (PR) ของระบบที่ติดตั้งมีค่าอยู่ประมาณ 94% ซึ่งมีค่าสูงกว่ามาตรฐานเท่ากับ 75 % และมีค่าใกล้เคียงกับงานวิจัยของ ปรัชพงศ์ นับลีตรอง และ นลินี หมูหมื่นศรี [6] ที่มีค่าสมรรถนะของระบบ PR มีค่าเท่ากับ 88.07 % แสดงดังภาพที่ 5 (ข)

ส่วนประสิทธิภาพการแปลงพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยตลอดการทดสอบมีค่าเท่ากับ 20.52% ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Mono half cell ที่จะสามารถแปลงพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้ ดังแสดงในภาพที่ 5 (ค)



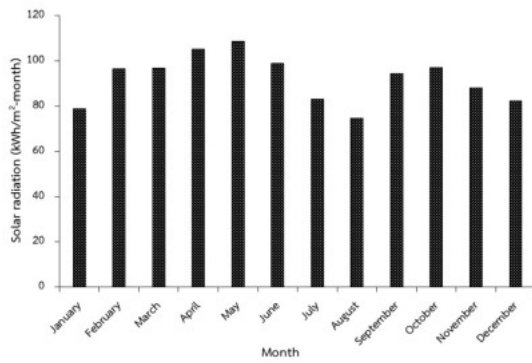
(ก) ค่าผลผลิตตามทฤษฎี (YR) ค่าผลผลิตของอาร์เรย์ (Ya) (ข) สมรรถนะของระบบ และค่าผลผลิตสุดท้าย (YF) เฉลี่ยในแต่ละวัน



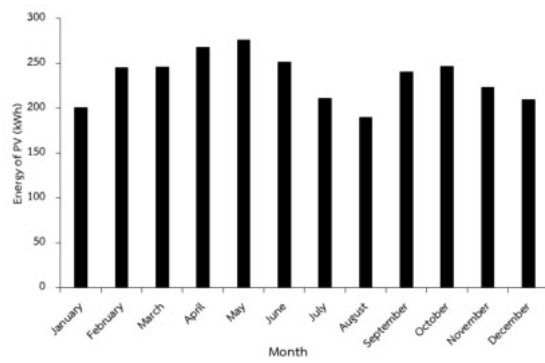
(ค) ประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยของระบบ Solar PV สำหรับการ แปลงพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า

ภาพที่ 5 สมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานอาทิตย์

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าด้านเศรษฐศาสตร์ ในการการประเมินความคุ้มค่าของระบบ จำเป็นต้องมีการคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ตลอดทั้งปี ดังนั้น จึงนำข้อมูลรังสีอาทิตย์ของประเทศไทย จากสถานีตรวจวัดศูนย์บริการวิชาการที่ 7 จังหวัดเชียงใหม่ [7] มาใช้ประกอบการคำนวณที่คิดเป็นค่ารังสีอาทิตย์เป็นรายเดือน ซึ่งพบว่า ตลอดทั้งปีจะมีค่าเฉลี่ยความเข้มรังสีอาทิตย์เท่ากับ $92.1 \text{ kWh/m}^2\text{-month}$ และผลการวิเคราะห์ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 276.0 kWh/เดือน หรือรวมตลอดทั้งปีเท่ากับ $2,808.8 \text{ kWh/ปี}$ ดังแสดงในภาพที่ 6 (ก) และ (ข)



(ก) ค่าเฉลี่ยความเข้มรังสีอาทิตย์รายเดือนของจังหวัดเชียงใหม่ ปี 2562



(ข) พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์รายเดือน

ภาพที่ 6 ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ตลอดทั้งปี

เมื่อประเมินค่าใช้จ่ายของการลงทุนในการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ กรณีการใช้ระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับไฟฟ้าจากสายส่งพื้นฐาน พบว่า มีเงินลงทุนเบื้องต้นทั้งหมด 54,500 บาท โดยใช้อินเวอร์เตอร์ขนาด 2.2 kW และเปลี่ยนอินเวอร์เตอร์ทุกๆ 10 ปี เป็นเงิน 12,500 บาท สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ได้ 1,872.50 kWh/ปี คิดเป็นค่าพลังงานไฟฟ้าที่สามารถลดลงได้ 7,864.50 บาท/ปี เทียบเท่าปริมาณ CO₂ ที่ลดลงได้ 1,050.5 kg CO₂/ปี มีระยะเวลาคืนทุน 6.93 ปี มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เท่ากับ 33,391.1 บาท และมีอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) เท่ากับ 12.52% ดังผลในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการลดการใช้พลังงานไฟฟ้ากรณีการใช้ระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับไฟฟ้าจากสายส่งพื้นฐาน

วิเคราะห์ผลทางเศรษฐศาสตร์	ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์
เงินลงทุน (บาท)	54,500
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	6.93
คิดเป็นผลประโยชน์ (บาท/ปี)	7,864.50
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ NPV (บาท)	33,391.10
อัตราผลตอบแทนภายใน IRR (%)	12.52

หมายเหตุ คิดอัตราดอกเบี้ย (MRR) เท่ากับ 6.22% (ที่มา: www.krungthai.com) [8]

สรุปผลการวิจัย

จากการออกแบบและติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบไฟฟ้าพื้นฐานจากสายส่ง เพื่อใช้งานสำหรับเครื่องเติมอากาศ ขนาด 1.2 kW ที่มีการใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง ระบบสามารถผลิตไฟฟ้าได้สูงสุด 1.8 kW การติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้สำหรับเครื่องเติมอากาศมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลากลางวัน 13.20 kWh โดยเป็นใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ 8.30 kWh/day หรือคิดเป็น 63% และใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าพื้นฐาน 4.90 kWh/day หรือคิด 37% ในขณะที่มีค่าพลังงานแสงอาทิตย์ตกกระทบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ตลอดทั้งวันคิดเป็น 198.45 kWh/day ดังนั้นระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าเพื่อให้ระบบเติมอากาศทำงานได้มากกว่า 70-80% ของการใช้พลังงานทั้งหมดในช่วงเวลากลางวัน ส่วนในช่วงกลางคืนจะใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าสายส่งพื้นฐานเพียงอย่างเดียว เมื่อประเมินความคุ้มค่าด้านเศรษฐศาสตร์ของระบบจะ

สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ได้ 1,872.50 kWh/ปี คิดเป็นค่าพลังงานไฟฟ้าที่สามารถลดลงได้ 7,864.50 บาท/ปี เทียบเท่าปริมาณ CO₂ ที่ลดลงได้ 1,050.5 kg CO₂/ปี มีเงินลงทุนติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ 54,500 บาท คิดเป็นระยะเวลาคืนทุน 6.93 ปี โดยมีสมรรถนะของระบบ PR เท่ากับ 94%

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ภายใต้โครงการการพัฒนาพลังงานทดแทนและการประยุกต์ใช้ ในชุมชนสีเขียว ที่สนับสนุนทุนอุดหนุนทุนวิจัยโครงการการเสริมสร้างชุมชนเขียวในการทำฟาร์มเลี้ยงปลาอัจฉริยะในจังหวัดเชียงใหม่เพื่อลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล ขอขอบพระคุณเกษตรกรผู้เลี้ยงปลา บ่อเลี้ยงปลาภูฟ้าพันธุ์ปลา อ.หางดง จ.เชียงใหม่ และหน่วยวิจัยด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะ วิทยาลัยพลังงานทดแทนมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ให้คำแนะนำและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการศึกษามา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ทินกร มุสิก และคณะ. (2558). กังหันน้ำเดิมอากาศแบบสามท่อนใช้พลังงานจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์. ใน การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการรูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 8, วันที่ 4 – 6 พฤศจิกายน พ.ศ. 2558 ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี.
- [2] สราวุธ พลวงษ์ศรี และคณะ (2561). ดัชนีการใช้พลังงานของเครื่องเดิมอากาศบ่อเลี้ยงปลาที่ใช้พลังงานจากระบบโวลเทจร่วมกับระบบไฟฟ้าพื้นฐาน. ใน การประชุมวิชาการการถ่ายทอดพลังงานความร้อนและมวล ใน อุปกรณ์ด้านความร้อนและกระบวนการ ครั้งที่ 18, วันที่ 20-21 มีนาคม พ.ศ. 2562 ณ โรงแรม กระบี่พร็อนท์ เบย์ รีสอร์ท จังหวัดกระบี่.
- [3] อัครินทร์ อินทนิเวศน์, สุลักษณ์ มงคล และสราวุธ พลวงษ์ศรี. (2562). การศึกษาสมรรถนะระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับระบบเดิมอากาศของบ่อเลี้ยงปลา กรณีศึกษา:หมู่บ้านทุ่งยาว. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 26 (3), 25-35.
- [4] เสฏฐวุฒิ แผลงศรี และอัครินทร์ อินทนิเวศน์. (2562). การศึกษาสมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้าร่วมระหว่างพลังงานแสงอาทิตย์และระบบไฟฟ้าพื้นฐานสำหรับเครื่องเดิมอากาศในบ่อเลี้ยงปลา. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 57. วันที่ 29 มกราคม – 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร.
- [5] นครินทร์ รินพล. (2558). คู่มือการออกแบบระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เบื้องต้น พิมพ์ครั้งที่ 5. สำนักพิมพ์ znakaran.
- [6] ปรัชพงศ์ นันถิ์ตรง และณลินี หมุ่มหมื่นศรี. (2560). การศึกษาสมรรถนะการผลิตพลังงานของระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ติดตั้งบนหลังคา ขนาด 25.2 kWp กรณีศึกษาวิทยาลัยธาตุพนม มหาวิทยาลัยนครพนม. ใน การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 13. วันที่ 31 พฤษภาคม – 2 มิถุนายน 2560 ณ โรงแรม ดิเอ็มเพรส เชียงใหม่.
- [7] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.). กระทรวงพลังงาน. (2562). ศักยภาพรังสีรวม ปี 2562. สถานีตรวจวัดศูนย์บริการวิชาการที่ 7 จังหวัดเชียงใหม่
- [8] ธนาคารกรุงไทย จำกัด (มหาชน). อัตราดอกเบี้ย (MRR). สืบค้นเมื่อ 23 กันยายน 2564, จาก <http://www.krungthai.com>