

การศึกษาสมรรถนะระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับ ระบบเติมอากาศของบ่อเลี้ยงปลา กรณีศึกษา: หมู่บ้านทุ่งยาว

Performance Study of Solar PV System for Fish Pond Aerators Case Study: Tungyao Village

อักรินทร์ อินทนิเวศน์* สุลักษณ์ มงคล และ สราวุธ พลวงษ์ศรี

Akarin Intaniwet, Sulaksana Mongkon and Sarawut Polvongsri

หน่วยวิจัยด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมอัจฉริยะ วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยแม่โจ้

Smart Energy and Environmental Research Unit, School of Renewable Energy,
Maejo University, 50290, Thailand

*E-mail: a.intaniwet@hotmail.co.th, Tel.: 088-2687904

บทคัดย่อ

ในการเลี้ยงปลาของเกษตรกรในชุมชนทุ่งยาวมีความจำเป็นต้องใช้เครื่องเติมอากาศสำหรับเพิ่มปริมาณออกซิเจนให้เพียงพอต่อความต้องการของปลา ส่งผลให้เกษตรกรต้องจ่ายค่าไฟต่อเดือนในระดับที่สูง งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษา ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบจ่ายพลังงานร่วมระหว่างพลังงานไฟฟ้าจากระบบเซลล์แสงอาทิตย์ และระบบไฟฟ้าพื้นฐาน โดยใช้อินเวอร์เตอร์เป็นอุปกรณ์ควบคุมปริมาณพลังงานไฟฟ้าจากแต่ละแหล่ง โดยในเวลากลางวันระบบเติมอากาศจะใช้พลังงานจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เป็นหลัก แต่ถ้าระบบผลิตไฟฟ้าได้ไม่เพียงพอ อินเวอร์เตอร์จะทำการดึงไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าพื้นฐานมาเพิ่มเติมเพื่อให้มีกำลังไฟฟ้าเพียงพอสำหรับการทำงานของเครื่องเติมอากาศ จากการศึกษาพบว่าในวันที่ท้องฟ้าปิด (มีความเข้มแสงอาทิตย์เฉลี่ยต่ำกว่า 350 W/m^2) ไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีส่วนในการใช้งานเพียง 30.95% แต่ในวันที่ท้องฟ้าเปิด (ความเข้มแสงอาทิตย์เฉลี่ยมากกว่า 350 W/m^2) ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าสำหรับทดแทนการใช้งานจากระบบไฟฟ้าพื้นฐานได้มากถึง 56.67% ตลอดระยะเวลาการทดสอบระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพการแปลงแสงให้เป็นไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 15% และมีสมรรถนะระบบเฉลี่ยเท่ากับ 96.6% จากการศึกษาพบว่าระบบการใช้พลังงานร่วมระหว่างพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ และระบบไฟฟ้าพื้นฐานสามารถลดภาระค่าไฟฟ้าของเกษตรกรได้เป็นอย่างมากโดยเฉพาะในวันที่มีแสงอาทิตย์ตกกระทบสูง

คำสำคัญ: ระบบใช้พลังงานร่วม ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ เครื่องเติมอากาศ สมรรถนะ ประสิทธิภาพ

ABSTRACT

Fish farming business at Tungyao village requires a heavily used of aerators to increase the amount of oxygen level in water to the suitable point where fish can be optimally grown. As a result, fish farmers suffer from a high electricity bill. This work aims to study the performance of the PV system which is part of the hybrid load sharing system. The electrical energy from the PV system is combined with that from the utility grid using a particular inverter that can select the source of energy for the aerator system. During the daytime, aerator system mainly relies on the energy from the PV system. If the energy from solar PV is not enough, the inverter extracts the surplus energy from the utility grid in order to maintain the power level for the aerator system. From the testing, it was found that the energy production from the PV system provided about 30.95% of the total energy required by

the aerator system during the overcast days (average solar intensity $< 350 \text{ W/m}^2$). On the clear sky (average solar intensity $> 350 \text{ W/m}^2$), however, the energy production from the PV system can replace the energy utilization from the utility grid for 56.67%. During the testing period, the panel system exhibited the average conversion efficiency and performance of 15% and 96.6%, respectively. Our study has demonstrated that the hybrid load sharing system can significantly lower the electricity bill especially on the sunny day.

Keywords: Hybrid load sharing system, Solar PV system, Aerator, Performance, Efficiency.

1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการเกษตรเป็นรากฐาน และในการทำการเกษตรนั้นมีความจำเป็นต้องใช้พลังงานเป็นอย่างมาก ส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นเพื่อเป็นการตอบสนองนโยบายภาครัฐในด้านพลังงาน เกษตรกรในประเทศไทยได้เริ่มมีการปรับตัวในการใช้พลังงาน โดยได้เริ่มมีการนำเอาพลังงานทดแทนที่มีศักยภาพสูงมาใช้ในภาคเกษตรกรรมและภาคปศุสัตว์เพิ่มมากขึ้น ทำให้สามารถประหยัดต้นทุนในการผลิต และเป็นการเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร ยกตัวอย่างเช่น การใช้พลังงานชีวมวล และพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น [1] เพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการผลิต และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในการผลิตพลังงานจากเชื้อเพลิงชีวมวล นั้น วัตถุดิบเริ่มต้นซึ่งมีองค์ประกอบของคาร์บอนเป็นหลักจะต้องถูกนำไปผ่านกระบวนการทางเคมีความร้อน เพื่อที่จะผลิตพลังงานความร้อน [2] สำหรับพลังงานแสงอาทิตย์จะถูกแปลงมาเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรงจากการใช้ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นอุปกรณ์การแปลงพลังงาน [3]

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นตัวเลือกที่น่าสนใจสำหรับการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าพื้นฐานลง เนื่องจากประเทศไทยมีค่าความเข้มแสงอาทิตย์อยู่ในระดับที่สูง โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ได้ศึกษาศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศไทยและจัดทำแผนที่ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์จากข้อมูลดาวเทียม โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม และจากการตรวจวัดภาคพื้นดิน พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยได้รับรังสีดวงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปีของพื้นที่ทั่วประเทศเท่ากับ $18 \text{ MJ/m}^2\text{-day}$ [4] ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับ

ที่สูงมาก โดยในการผลิตพลังงานจากแสงอาทิตย์นั้นจะนิยมผลิตให้อยู่ในรูปของพลังงานไฟฟ้าเนื่องจากสามารถนำมาใช้งานได้โดยตรง กระบวนการผลิตนี้จะต้องอาศัยแผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นอุปกรณ์การแปลงพลังงานโดยไฟฟ้าที่ผลิตได้เป็นไฟกระแสตรง ดังนั้นถ้ามีการนำไปใช้ในระบบไฟฟ้ากระแสสลับจึงต้องอาศัยอินเวอร์เตอร์ในการแปลงสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ [5] โดยสมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์นั้นจะได้รับผลกระทบจากหลายปัจจัย เช่น อุณหภูมิ แดด ลม อุณหภูมิหน้าแผง และค่ารังสีอาทิตย์ เป็นต้น [6]

การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจัดเป็นการทำการเกษตรแขนงหนึ่งโดยมีจุดประสงค์หลักคือเพื่อเลี้ยงเป็นอาหาร สัตว์น้ำชนิดหนึ่งที่มีการเพาะพันธุ์กันอย่างกว้างขวางและถือได้ว่าเป็นสัตว์เศรษฐกิจคือ ปลา พันธุ์ปลาที่เกษตรกรไทยนิยมเลี้ยงมีหลายชนิด เช่น ปลานิล ปลาดุก และกุ้ง เป็นต้น [7, 8] การเลี้ยงปลานิยมเลี้ยงในบ่อดินซึ่งเป็นลักษณะของการเลี้ยงในน้ำนิ่ง และการเลี้ยงในกระชังซึ่งเป็นลักษณะของน้ำไหล อย่างไรก็ตามความนิยมส่วนใหญ่ของเกษตรกรนิยมเลี้ยงในบ่อดินมากกว่า เนื่องจากสามารถจัดการบ่อได้ง่าย ทำให้เกษตรกรสามารถเพาะพันธุ์ปลาได้ทั้งปี และจากแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของราคาพลังงานส่งผลให้ภาคปศุสัตว์มีภาระค่าใช้จ่ายจากการใช้พลังงานเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการเลี้ยงปลา เนื่องจากมีความจำเป็นต้องเปิดเครื่องเติมอากาศ เพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำให้เพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของปลาที่เลี้ยง โดยเครื่องเติมอากาศส่วนใหญ่ที่ผู้เลี้ยงปลานิยมใช้คือ เครื่องเติมอากาศแบบการใช้ใบพัดตีน้ำ [9] โดยที่ความสามารถในการเพิ่มปริมาณออกซิเจนจะขึ้นอยู่กับลักษณะ รูปร่าง ขนาดของใบพัด และขนาดของมอเตอร์ที่ใช้ แต่ระบบเติม

อากาศนี้มีข้อเสียคือต้องลงทุนและงบประมาณสูง จากที่กล่าวมาทำให้ผู้เลี้ยงปลาต้นทุนในการเลี้ยงปลาที่สูงขึ้น เนื่องจากต้องใช้เครื่องเติมอากาศที่ต้องเปิดทำงานหลาย ชั่วโมงต่อวัน แต่ในขณะที่ราคาขายผลผลิตเท่าเดิม ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดการนำเทคโนโลยีพลังงานทดแทนมาใช้เพื่อลดภาระค่าใช้จ่ายในส่วนของการไฟฟ้าของเกษตรกรลง โดยใช้แหล่งพลังงานจากแสงอาทิตย์

ชุมชนบ้านทุ่งยาว หมู่ที่ 1 ต.สันทรายหลวง อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ เป็นชุมชนหนึ่งที่มีการประกอบอาชีพเกษตรกรรม ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เช่น การเพาะเลี้ยงปลานิลและปลาดุก คิดเป็น 70% ของประชากร และอีก 30% ประชากรประกอบอาชีพทำนา ทำไร่ ทำสวน และอื่น ๆ จากการสำรวจข้อมูลในส่วนการเลี้ยงปลาเบื้องต้น พบว่า ชุมชนได้มีการก่อตั้งชมรมผู้เลี้ยงปลานิลเชียงใหม่ขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ.2547 โดยปัจจุบันมีจำนวนสมาชิกทั้งสิ้นประมาณ 60 คน มีทั้งจากภายในชุมชนบ้านทุ่งยาว และจาก อำเภอแมริม อำเภอแม่แตง อำเภอดอยสะเก็ด อำเภอสันกำแพง โดยมีวัตถุประสงค์ในการดำเนินงานเริ่มแรกเพื่อจัดหาตลาดปลานิลให้แก่สมาชิก โดยมีพื้นที่บ่อเลี้ยงปลารวมทั้งหมดกว่า 400 ไร่ ฟาร์มเพาะเลี้ยงปลาของสมาชิกมีทั้งฟาร์มขนาดเล็ก และฟาร์มขนาดใหญ่ ฟาร์มขนาดเล็กประกอบด้วยพื้นที่เลี้ยงปลาประมาณ 2-3 ไร่ต่อครัวเรือน มีขนาดพื้นที่บ่อดิน ประมาณ 1-2 งานต่อบ่อ ลึกประมาณ 2-3 เมตร เลี้ยงปลาประมาณ 20,000 ตัวต่อบ่อ สำหรับฟาร์มขนาดใหญ่มีพื้นที่ประมาณ 10 ไร่ ประกอบด้วยขนาดบ่อประมาณ 1-2 ไร่ต่อบ่อ ไปจนถึงบ่อขนาดใหญ่ บ่อละ 8 ไร่ การเลี้ยงปลาในชุมชนบ้านทุ่งยานิยมเลี้ยงในบ่อดินใช้เวลาในการเลี้ยง 3-4 เดือนต่อรอบ ปัญหาหลักของการเลี้ยงปลาที่พบคือ ปริมาณก๊าซออกซิเจนในน้ำน้อยกว่าความต้องการของปลา ทำให้มีปัญหาปลาตายหรือปลาน็อกน้ำในทั้งในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน โดยเฉพาะเมื่อเลี้ยงปลาไประยะเวลาหนึ่ง น้ำในบ่อดินจะเกิดความขุ่นที่เกิดจากตะกอนแพลงก์ตอน โคลนตม จีเลน ผุ่นละออง และสารอินทรีย์ต่าง ๆ ในบ่อ

ปลา ทำให้แสงส่องผ่านลงไปใต้น้ำได้น้อย ทำให้พืชน้ำและสาหร่ายสังเคราะห์แสงได้น้อย ซึ่งในเวลากลางคืนปัญหามักจะเกิดรุนแรงมากขึ้นเนื่องจากพืชในน้ำไม่สามารถสังเคราะห์แสงและให้ออกซิเจนได้ โดยปกติปลาต้องการก๊าซออกซิเจนที่มีค่ามากกว่า 5 mg/l และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) ไม่ต่ำกว่า 3 mg/l ปัจจุบันเกษตรกรแก้ไขปัญหาโดยใช้กังหันตีน้ำเพื่อเติมออกซิเจน โดยบ่อดินขนาดเล็กจะใช้กังหันน้ำที่มีมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 3 hp 3 เฟส จำนวน 1-2 ชุด ต่อพื้นที่บ่อดิน 1 ไร่ ในขณะที่บ่อดินขนาดใหญ่อาจใช้กังหันน้ำทำงานพร้อมกัน 6 ชุดในการเติมออกซิเจนให้น้ำ สำหรับชั่วโมงการทำงานของกังหันน้ำจะทำงานเฉลี่ย 10 ชั่วโมงต่อวัน ในช่วงเวลาเพาะเลี้ยงปกติ และอาจสูงถึง 15-20 ชั่วโมงต่อวันเมื่อใกล้ช่วงเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิต ซึ่งในบางครั้งเมื่อเกิดไฟฟ้าดับทำให้ไม่สามารถใช้กังหันน้ำได้ ปลาจะเกิดการน็อกน้ำเนื่องจากปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลงอย่างรวดเร็ว และการใช้กังหันน้ำยังส่งผลทำให้ค่าไฟฟ้าที่เกษตรกรต้องจ่ายเพิ่มขึ้นโดยมีค่าไฟฟ้าที่เกษตรกรต้องจ่ายประมาณ 30,000-40,000 บาทต่อเดือน และค่าไฟฟ้าอาจจะเพิ่มสูงขึ้นจากค่าเฉลี่ยนี้ขึ้นอยู่กับอายุปลา และจำนวนชั่วโมงที่เปิดกังหันน้ำเติมอากาศ

จากปัญหาที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า เกษตรกรพึ่งพาการใช้ไฟฟ้าในการเลี้ยงปลาเป็นหลักทำให้แบกรับต้นทุนที่สูงและเกิดความเสียหายเมื่อเกิดภาวะไฟฟ้าดับ ดังนั้นผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยนำพลังงานแสงอาทิตย์มาผลิตไฟฟ้าเพื่อจ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้าของกังหันน้ำในช่วงเวลากลางวันเพื่อลดภาระค่าใช้จ่ายในการซื้อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และลดความเสี่ยงจากการเกิดสภาวะไฟฟ้าดับ ระบบไฟฟ้าที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นแบบจ่ายกระแสไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับการใช้ไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าพื้นฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค จากนั้นจะทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ สมรรถนะ รวมไปถึงปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่สามารถผลิตทดแทนได้จากระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ งานวิจัยนี้จะเป็นการส่งเสริมให้ชุมชนรู้จักการ

ใช้แหล่งพลังงานทางเลือกในการทดแทนการใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานรูปแบบเดิม ลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม และเป็นการลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกรในระยะยาวต่อไป

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการเก็บข้อมูล เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ ผู้วิจัยได้แบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็นสองแบบ คือ สมรรถนะของระบบ และประสิทธิภาพของระบบ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ในการประเมินสมรรถนะของระบบจะเริ่มต้นจากการประเมินผลผลิตไฟฟ้าด้าน DC ที่ได้จากระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์รายวัน (Y_A , kWh/kW_p) ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างค่าพลังงานไฟฟ้าด้าน DC (E_{DC} , kWh) ต่อค่ากำลังไฟฟ้าติดตั้งสูงสุดของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (P_0 , kW_p) โดยสามารถหาได้จากสมการที่ 1

$$Y_A = \frac{E_{DC}}{P_0} \quad (1)$$

$$E_{DC} = \sum_{i=1}^n P_i \times t_i \quad (2)$$

โดยค่าพลังงานไฟฟ้าด้าน DC สามารถหาได้จากสมการที่ 2 ซึ่งเป็นผลคูณของกำลังไฟฟ้าด้าน DC (P_i , kW) กับช่วงเวลาที่ทำการเก็บข้อมูล (t_i , hr) ซึ่งในงานวิจัยนี้มีช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลเท่ากับ 5 นาที (1/12 ชั่วโมง) โดยจะถือว่าแต่ละช่วงเวลาของการเก็บข้อมูลระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตกำลังไฟฟ้าออกมาคงที่ แต่ค่าที่ได้ก็คือค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้เฉพาะภายในช่วงเวลา 5 นาทีเท่านั้น เมื่อทำการหาผลรวมของค่าพลังงานที่ได้ในแต่ละช่วงเวลาในหนึ่งวันจะได้ผลลัพธ์เป็นค่าพลังงานไฟฟ้าด้าน DC ที่ระบบสามารถผลิตได้ใน 1 วัน

ผลผลิตสุดท้ายของระบบ (Y_F , kWh/kW_p) คือตัวแปรที่แสดงให้เห็นถึงสมรรถนะรวมของระบบสามารถหาได้จากค่าอัตราส่วนพลังงานไฟฟ้าด้าน AC (E_{AC} , kWh)

ต่อค่ากำลังไฟฟ้าติดตั้งสูงสุดของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (P_0 , kW_p) โดยสามารถหาได้จากสมการที่ 3 และสำหรับค่าพลังงานไฟฟ้าด้าน AC สามารถหาได้โดยใช้วิธีการคล้ายกับของค่าพลังงานด้าน DC (สมการที่ 2) ต่างกันแค่เพียงต้องใช้ค่ากำลังไฟฟ้าของด้าน AC มาคำนวณ

$$Y_F = \frac{E_{AC}}{P_0} \quad (3)$$

ค่าผลผลิตพลังงานไฟฟ้าตามทฤษฎี (Y_R , kWh/kW_p) ของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์เป็นค่าที่บ่งบอกถึงปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ควรจะผลิตได้ในอุดมคติซึ่งสามารถหาได้จากอัตราส่วนระหว่างค่าพลังงานรังสีอาทิตย์รวมตกกระทบ (H_t , kWh/m²) ต่อด้วยค่ารังสีอาทิตย์ที่สภาวะมาตรฐานการทดสอบ (G_{stc} , 1 kW/m²) ดังแสดงได้ในสมการที่ 4

$$Y_R = \frac{H_t}{G_{stc}} \quad (4)$$

ค่า H_t สามารถหาได้จากผลคูณระหว่างค่ารังสีอาทิตย์ตกกระทบ (I_i , kW/m²) กับช่วงเวลาที่ทำการเก็บข้อมูล (t_i , hr) จากนั้นทำการหาผลรวมของค่าที่ได้ในหนึ่งวัน ผลลัพธ์ที่ได้ก็คือค่าพลังงานแสงอาทิตย์ตกกระทบรวมใน 1 วัน (สมการที่ 5)

$$H_t = \sum_{i=1}^n I_i \times t_i \quad (5)$$

ค่า Performance ratio (PR) คือค่าที่ใช้ในการอธิบายสมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ โดยค่า PR จะหาได้จากอัตราส่วนระหว่างค่าผลผลิตสุดท้ายของระบบต่อค่าผลผลิตอ้างอิง ดังสมการที่ 6 สำหรับระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีสมรรถนะดีจะต้องมีค่า PR ที่เข้าใกล้ 1

$$PR = \frac{Y_F}{Y_R} \quad (6)$$

ประสิทธิภาพการแปลงพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์สามารถหาได้จากอัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ผลิตได้ (P_{max} , kW) ต่อกำลังแสงอาทิตย์ตกกระทบ (P_{sun} , kW) โดยสามารถหาได้จากสมการที่ 7

$$\eta = \frac{P_{max}}{P_{sun}} \times 100\% \quad (7)$$

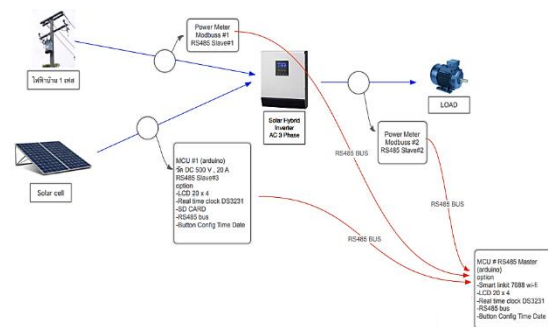
กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้สามารถหาจากผลคูณของค่ากระแส และแรงดันไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์จ่ายให้กับอินเวอร์เตอร์ระหว่างที่ระบบเดิมอากาศทำงาน และค่ากำลังแสงอาทิตย์ตกกระทบสามารถหาได้จากผลคูณระหว่างความเข้มแสงอาทิตย์ตกกระทบและพื้นที่รับแสงของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

3. วิธีการศึกษา และระบบที่ทำการศึกษา

3.1 ระบบผลิตไฟฟ้าร่วมระหว่างพลังงานแสงอาทิตย์และระบบไฟฟ้าพื้นฐาน

ในหัวข้อนี้จะเป็นการอธิบายเกี่ยวกับระบบที่ใช้ในการให้พลังงานกับระบบเดิมอากาศในบ่อเลี้ยงปลา (รูปที่ 1) โดยระบบจะต้องผลิตพลังงานไฟฟ้าให้เพียงพอ กับมอเตอร์ขนาด 3 hp (2.23 kW) ซึ่งเป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแบบ 3 เฟส โดยผู้วิจัยจะใช้ไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ซึ่งเป็นไฟฟ้ากระแสตรง ร่วมกับระบบไฟฟ้าพื้นฐานเดิมในบ่อปลาซึ่งเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ โดยไม่ใช้แบตเตอรี่ในการสำรองไฟ ระบบผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งให้กับบ่อเลี้ยงปลาประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกกรวม ขนาด 315 W (GCL-P6/72, $I_m = 8.47$ A, $V_m = 37.2$ V, $I_{sc} = 9.08$ A, $V_{oc} = 45.6$ V) จำนวน 9 แผง กำลังการติดตั้งสูงสุด 2.8 kW พลังงานไฟฟ้าที่ได้จะถูกส่งไปยังอินเวอร์เตอร์สำหรับการแปลงให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส โดยใช้อินเวอร์เตอร์ Siemens รุ่น SINAMICS V20 ซึ่งเป็นอินเวอร์เตอร์สำหรับใช้งานกับมอเตอร์โดยเฉพาะ และรองรับการใช้งานสำหรับแหล่งจ่ายไฟฟ้าจากระบบเซลล์

แสงอาทิตย์ร่วมกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (Hybrid inverter) ในเวลากลางวันระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะผลิตกำลังไฟฟ้าเพื่อส่งให้กับระบบเดิมอากาศ แต่ถ้ากำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ไม่เพียงพอ อินเวอร์เตอร์ จะทำการดึงกำลังไฟฟ้าส่วนที่เหลือมาจากระบบไฟฟ้าพื้นฐาน เพื่อให้กำลังไฟฟ้ารวมที่ออกจากอินเวอร์เตอร์เพียงพอในการที่จะทำให้ระบบเดิมอากาศทำงาน



รูปที่ 1 ระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าร่วมระหว่างพลังงานแสงอาทิตย์และระบบไฟฟ้าพื้นฐาน

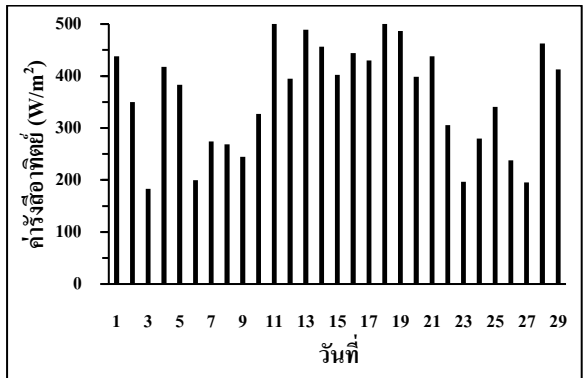
3.2 ระบบเก็บข้อมูลแวลล่อม และข้อมูลทางไฟฟ้า

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลตัวแปรที่สำคัญสำหรับการวิเคราะห์ระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ โดยจะมีข้อมูลประกอบไปด้วยค่าความเข้มแสงอาทิตย์ซึ่งทำการวัดโดยใช้ไพรานอมิเตอร์ (Hukseflux รุ่น SR-05) การวัดกระแสไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้าที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตได้นั้นจะใช้วงจรวัดระบบ DC ที่อ่านแรงดัน และกระแสไฟฟ้าได้สูงสุดเท่ากับ 500 V และ 20 A ตามลำดับ สำหรับการวัดค่ากระแสไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้า ที่อินเวอร์เตอร์ดึงมาจากระบบของการไฟฟ้า จะทำโดยใช้ Power meter แบบราง DIN รุ่น KP-630D (KEPLER) ข้อมูลทั้งหมดจะถูกบันทึกลงใน SD card โดยจะทำการเก็บข้อมูลทุกๆ 5 นาที ตั้งแต่เวลา 8.00-17.00 น. ทุกวันติดต่อกันเป็นระยะเวลา 1 เดือน คือในช่วงเดือนพฤศจิกายน สำหรับข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์นั้นจะต้องเป็นข้อมูลที่วัดระหว่างช่วงที่มีการเปิด

ระบบเดิมอากาศ และจะต้องเป็นช่วงเวลาที่มียังค่ารังสีอาทิตย์มากกว่า 100 W/m² ขึ้นไป

4. ผลและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

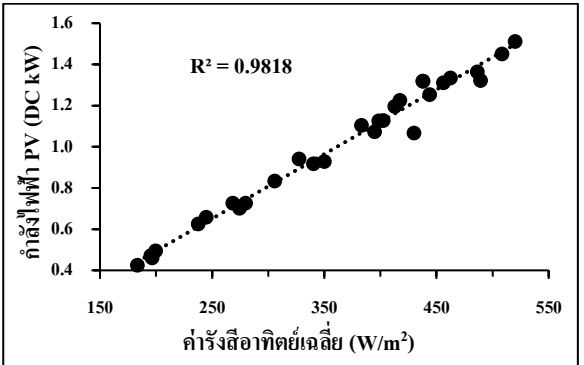
รูปที่ 2 แสดงค่ารังสีอาทิตย์เฉลี่ยแต่ละวันระหว่างที่มีการเดินเครื่องเดิมอากาศ จากรูปจะพบว่าความเข้มแสงอาทิตย์เฉลี่ยตามช่วงเวลาของการเปิดเครื่องเดิมอากาศจะมีค่าเท่ากับ 260 W/m² และ 442 W/m² สำหรับวันที่ท้องฟ้าปิด และท้องฟ้าเปิดตามลำดับ จากการสังเกตสภาพอากาศระหว่างทำการทดสอบระบบจะพบว่าในวันที่ความเข้มแสงอาทิตย์เฉลี่ยมีค่าไม่เกิน 350 W/m² จะเป็นวันที่ท้องฟ้าปิด และมีฝนตกบางเวลา ซึ่งจะมีจำนวน 13 วัน โดยในช่วงเวลานี้จะมีอุณหภูมิแวดล้อม และอุณหภูมิแผงเฉลี่ยเท่ากับ 27°C และ 30°C ส่วนวันที่ท้องฟ้าเปิดซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 16 วัน จะพบว่าความเข้มแสงอาทิตย์จะมีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 520 W/m² และมีอุณหภูมิแวดล้อม และอุณหภูมิแผงเฉลี่ยเท่ากับ 32°C และ 37°C ตามลำดับ



รูปที่ 2 ค่ารังสีอาทิตย์เฉลี่ยตามช่วงเวลาของการเปิดเครื่องเดิมอากาศ ณ วันที่ทำการทดสอบ

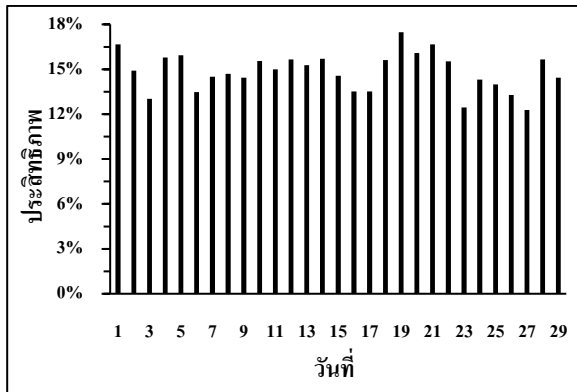
รูปที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยที่ผลิตได้จากระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (PV) และค่ารังสีอาทิตย์เฉลี่ยที่ตกกระทบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในแต่ละวันขณะที่เครื่องเดิมอากาศทำงาน จากรูปจะพบว่าความสัมพันธ์ที่ได้มีลักษณะเป็นเส้นตรง (R²=0.9818) หมายความว่ากำลังไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับความเข้มแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบ เมื่อพิจารณาในวันที่เก็บข้อมูล

พบว่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยจากระบบ PV จะมีค่าสูงสุดเท่ากับ 1.5 kW หรือคิดเป็น 53% ของกำลังไฟฟ้าติดตั้งสูงสุด (2.835 kW) ซึ่งเกิดขึ้นในวันที่มีแสงอาทิตย์ตกกระทบเฉลี่ยเท่ากับ 520 W/m² โดยในระยะเวลาที่เก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 1 เดือนจะพบว่าค่าเฉลี่ยของกำลังไฟฟ้าของระบบ PV มีค่าเท่ากับ 1 kW ที่ความเข้มแสงอาทิตย์ตกกระทบเฉลี่ย 362 W/m² ซึ่งจะพบว่ามีค่าประมาณ 35% ของกำลังไฟฟ้าติดตั้งสูงสุด เนื่องจากช่วงเวลาที่ทำการทดสอบยังมีหลายวันที่ฝนตก และท้องฟ้ามีเมฆปกคลุมหนาทึบ จึงส่งผลให้ระบบ PV ผลิตกำลังไฟฟ้าได้น้อยกว่าที่ควรจะเป็น

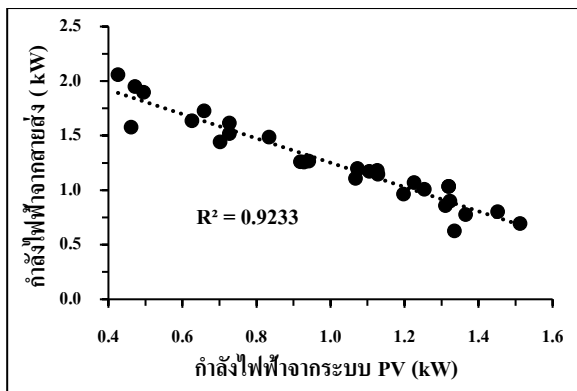


รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังไฟฟ้าจากระบบเซลล์แสงอาทิตย์ และค่ารังสีอาทิตย์เฉลี่ยช่วงเปิดเครื่องเดิมอากาศ

จากนั้นทำการวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพของการแปลงพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (รูปที่ 4) พบว่าในวันที่แสงอาทิตย์ตกกระทบมีค่าน้อย ประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะมีค่าค่อนข้างต่ำอยู่ในช่วง 12-15% แต่ในวันที่แสงอาทิตย์ตกกระทบมีค่าสูง ประสิทธิภาพการแปลงพลังงานจะเพิ่มสูงขึ้น โดยมีค่าอยู่ในช่วง 13-17% โดยประสิทธิภาพเฉลี่ยตลอดการทดสอบมีค่าเท่ากับ 15% ซึ่งค่าที่ได้อยู่ในช่วงค่าปรกติของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดซิลิกอนผลึกรวม



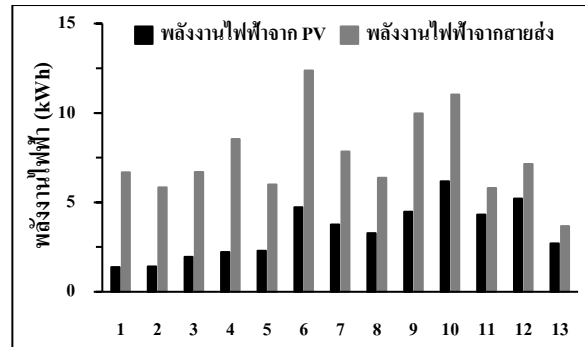
รูปที่ 4 ประสิทธิภาพเฉลี่ยของระบบ PV สำหรับการแปลงพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า



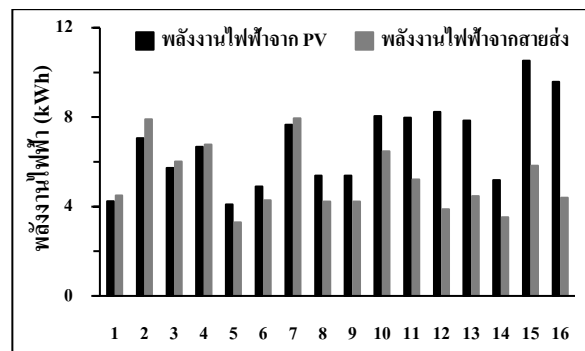
รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าพื้นฐาน และกำลังไฟฟ้าจากระบบ PV

เนื่องจากระบบพลังงานของปั๊มออกซิเจนมีลักษณะของการใช้ร่วม (Load sharing) โดยเป็นการใช้งานร่วมกันระหว่างไฟฟ้าจากระบบ PV และจากระบบไฟฟ้าพื้นฐานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยอินเวอร์เตอร์จะสามารถดึงกำลังไฟฟ้าจากทั้งสองแหล่งเพื่อให้มีปริมาณเพียงพอกับความต้องการของโหลดมอเตอร์ ซึ่งมอเตอร์ที่ใช้งานมีกำลังเท่ากับ 2.2 kW รูปที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าพื้นฐาน และกำลังไฟฟ้าจากระบบ PV จากรูปพบว่าในวันที่มีแสงอาทิตย์ตกกระทบบนมาก ระบบ PV จะผลิตกำลังไฟฟ้าได้มาก ทำให้สามารถชดเชยการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าพื้นฐานได้มาก ซึ่งสังเกตได้จากอินเวอร์เตอร์ดึงกำลังไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าพื้นฐานมาน้อย และในทางกลับกัน ในวันที่ระบบ PV ผลิตกำลังไฟฟ้าได้น้อย

ระบบก็จะดึงกำลังไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าพื้นฐานเข้ามาชดเชยเพิ่มขึ้น เพื่อให้กำลังไฟฟ้ารวมมีปริมาณเพียงพอสำหรับการทำงานของมอเตอร์



รูปที่ 6 พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบ PV และพลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าพื้นฐาน ในวันที่ท้องฟ้าปิด



รูปที่ 7 พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบ PV และพลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าพื้นฐาน ในวันที่ท้องฟ้าเปิด

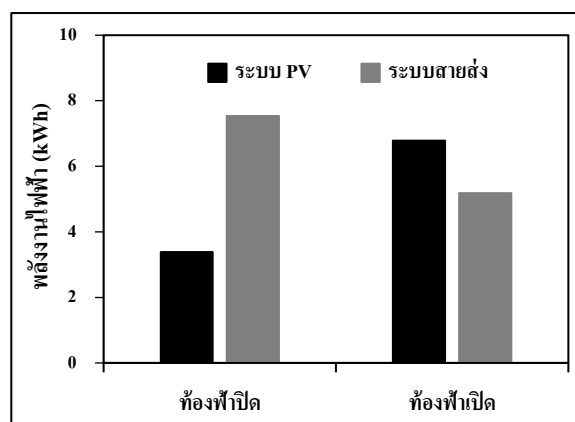
เมื่อพิจารณาปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบ PV และพลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าพื้นฐานที่ใช้ร่วมกันสำหรับมอเตอร์เดิมอากาศพบว่าสัดส่วนการชดเชยการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบ PV มีค่าไม่คงที่และมีการเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบ รวมถึงพฤติกรรมในการเปิดใช้งานระบบเดิมอากาศ รูปที่ 6 แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบ PV และพลังงานไฟฟ้าที่ดึงมาจากระบบไฟฟ้าพื้นฐานในวันที่ท้องฟ้าปิด จากรูปจะพบว่าอินเวอร์เตอร์ทำการดึงพลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าพื้นฐานเข้ามาชดเชยเป็นปริมาณสูงเนื่องจากปริมาณแสงอาทิตย์ตกกระทบบมีค่าน้อย

ทำให้ระบบ PV ผลิตพลังงานไฟฟ้าได้น้อย จึงยังคงต้องใช้พลังงานจากระบบไฟฟ้าพื้นฐานในปริมาณที่มาก

แต่เมื่อปริมาณพลังงานแสงอาทิตย์ตกกระทบบมาก (ท้องฟ้าเปิด) จะพบว่าระบบ PV สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้เพิ่มมากขึ้นดังแสดงได้ในรูปที่ 7 ทำให้สามารถทดแทนการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าพื้นฐานได้มากขึ้น โดยบางวันปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบ PV มีค่าเท่ากับพลังงานไฟฟ้าที่ระบบดึงมาจากระบบไฟฟ้าพื้นฐาน นั่นหมายความว่าพลังงานไฟฟ้าจากระบบ PV ที่ผลิตขึ้นมาได้มีส่วนการชดเชยประมาณ 50% และมีบางวันที่ระบบ PV สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ในปริมาณที่สูงมาก และสามารถชดเชยการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าพื้นฐานได้มากกว่า 50% และจากการสังเกตพฤติกรรมการเปิดปิดระบบเดิมอากาศของเกษตรกรพบว่า จะเปิดปิดตามความชื้นและประสบการณ์ โดยไม่ได้พิจารณาถึงปริมาณแสงอาทิตย์ตกกระทบบร่วมด้วย จึงทำให้บางช่วงเวลาที่มิแสงอาทิตย์สูงแต่ระบบเดิมอากาศไม่ได้ถูกเปิดให้ทำงาน ดังนั้นถ้าสามารถปรับพฤติกรรมการเปิดปิดระบบเดิมอากาศให้ทำงานสอดคล้องกับปริมาณแสงอาทิตย์ตกกระทบบมากขึ้น อาจจะทำให้สัดส่วนการชดเชยการใช้ไฟจากระบบไฟฟ้าพื้นฐานด้วยระบบ PV มีค่าเพิ่มสูงมากขึ้น เมื่อพิจารณาปริมาณการใช้ไฟฟ้าของมอเตอร์จะพบว่า มีค่าไม่เท่ากันในแต่ละวัน ขึ้นอยู่กับลักษณะการเปิดมอเตอร์สำหรับเครื่องเดิมอากาศ โดยปริมาณออกซิเจนในน้ำจะเป็นตัวกำหนดถึงระยะเวลาในการเปิดเครื่องเดิมอากาศในแต่ละวัน

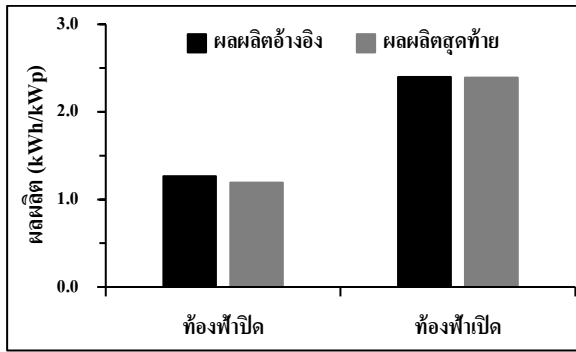
เมื่อพิจารณาค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยที่ผลิตได้ต่อวันของระบบ PV และการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าพื้นฐานต่อวันดังแสดงได้ในรูปที่ 8 จะพบว่า ในวันที่ท้องฟ้าเปิดพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยจากระบบ PV จะมีค่าเท่ากับ 6.78 kWh ซึ่งมีค่ามากกว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าพื้นฐานซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.18 kWh แต่ในวันที่ท้องฟ้าปิดการผลิตพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อวันจากระบบ PV จะมีค่าลดลงเป็นอย่างมากโดยมีค่าเหลือเพียง 3.38 kWh หรือลดลงเมื่อเทียบกับวันที่ท้องฟ้าเปิด

ประมาณ 50% ส่งผลให้การใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าพื้นฐานเฉลี่ยต่อวันมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 7.54 kWh หรือเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับวันที่ท้องฟ้าเปิดเท่ากับ 45.5% และเมื่อพิจารณาภาพรวมใน 1 เดือนที่ทำการเก็บข้อมูลพบว่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อวันจากระบบ PV และจากระบบไฟฟ้าพื้นฐานมีค่าเท่ากับ 5.26 kWh และ 6.24 kWh ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าระบบ PV สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้ามาชดเชยการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าพื้นฐานได้ประมาณ 45%

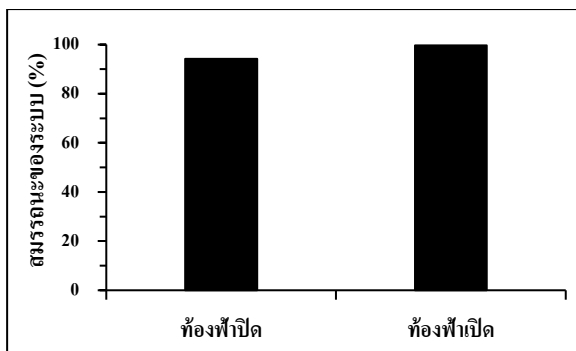


รูปที่ 8 พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อวันที่ผลิตได้จากระบบ PV และการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าพื้นฐานต่อวัน สำหรับวันที่ท้องฟ้าเปิด และท้องฟ้าปิด

รูปที่ 9 แสดงค่าผลผลิตอ้างอิง (Y_R) ซึ่งเป็นค่าพลังงานไฟฟ้าที่ระบบสามารถผลิตได้ตามทฤษฎี และค่าผลผลิตสุดท้าย (Y_F) ซึ่งเป็นค่าพลังงานไฟฟ้าที่ระบบสามารถผลิตได้จริง เปรียบเทียบในวันที่ท้องฟ้าเปิดและวันที่ท้องฟ้าปิด จากรูปจะพบว่าค่าผลผลิตสุดท้ายของระบบจะมีค่าน้อยกว่าค่าผลผลิตอ้างอิงเล็กน้อย แสดงว่าระบบสามารถทำงานได้เต็มสมรรถนะ โดยในวันที่ท้องฟ้าปิด ค่าเฉลี่ยผลผลิตสุดท้ายต่อวันในช่วงที่เปิดระบบเดิมอากาศจะเท่ากับ 1.19 kWh/kW_p สำหรับในวันที่ท้องฟ้าเปิด ระบบสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก โดยมีค่าผลผลิตสุดท้ายเฉลี่ยต่อวันในช่วงที่เปิดระบบเดิมอากาศเท่ากับ 2.39 kWh/kW_p หรือเพิ่มขึ้น 1.2 kWh/kW_p



รูปที่ 9 ค่าเฉลี่ยของผลผลิตอ้างอิง (Y_R) และผลผลิตสุดท้าย (Y_F) รายวัน



รูปที่ 10 ค่าสมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยในวันที่ท้องฟ้าปิด และท้องฟ้าเปิด

รูปที่ 10 แสดงค่าสมรรถนะ (PR) ของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยในวันที่ท้องฟ้าปิด และท้องฟ้าเปิด โดยค่าสมรรถนะนี้จะเป็นค่าที่บ่งบอกถึงสมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในรูปแบบที่ไม่ขึ้นกับตำแหน่งที่ตั้ง หรืออาจจะเรียกได้ว่าเป็นค่าที่แสดงคุณภาพของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์โดยหาได้จากอัตราส่วนระหว่างพลังงานไฟฟ้าที่ได้จริงต่อด้วยพลังงานไฟฟ้าที่ได้ตามทฤษฎี จากรูปพบว่าค่าสมรรถนะของระบบในวันที่ท้องฟ้าเปิดมีค่าสูงกว่าในวันที่ท้องฟ้าปิด โดยมีค่าเท่ากับ 94.1% และ 99.7% สำหรับวันที่ท้องฟ้าปิดและท้องฟ้าเปิดตามลำดับ และตลอดการทดสอบเก็บข้อมูลค่าสมรรถนะของระบบมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 96.6%

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบระบบเดิมอากาศแบบ PV-hybrid

ตัวแปร	ท้องฟ้าปิด	ท้องฟ้าเปิด
ความเข้มแสงอาทิตย์ (W/m^2)	262	423
กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยด้าน DC (kW)	0.69	1.28
พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยด้าน DC (kWh/วัน)	3.38	6.78
พลังงานไฟฟ้ารวมด้าน DC (kWh)	43.93	108.49
กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยจากระบบไฟฟ้าพื้นฐาน (kW)	1.59	0.97
พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยจากระบบไฟฟ้าพื้นฐาน (kWh/วัน)	7.54	5.18
พลังงานไฟฟ้ารวมจากระบบไฟฟ้าพื้นฐาน (kWh)	98	82.93
สัดส่วนการทดแทนพลังงานของระบบ PV (%)	30.95	56.67
สัดส่วนการใช้พลังงานจากระบบไฟฟ้าพื้นฐาน (%)	69.05	43.32
ประสิทธิภาพของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (%)	14.03	15.47
สมรรถนะระบบ (%)	94.18	99.70

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยของตัวแปรต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบการใช้งานระบบเดิมอากาศแบบ PV-hybrid จากตารางจะพบว่าช่วงที่ทำการทดสอบเป็นช่วงที่มีทั้งวันที่ฝนตก ท้องฟ้ามีเมฆปกคลุม และวันที่ท้องฟ้าเปิด ซึ่งค่าเฉลี่ยรังสีอาทิตย์ตกกระทบก็จะมีค่าที่แตกต่างกัน ในช่วงที่ทำการทดสอบต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 1 เดือนพบว่า ในวันที่ท้องฟ้าปิด ระบบ PV จะผลิตพลังงานไฟฟ้าได้รวม 43.93 kWh และมีการใช้พลังงานไฟฟ้า

จากระบบไฟฟ้าพื้นฐานเท่ากับ 98 kWh โดยมีร้อยละของพลังงานไฟฟ้าจากระบบ PV ที่สามารถใช้ทดแทนการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าพื้นฐานเท่ากับ 30.95% แต่เมื่อพิจารณาวันที่ท้องฟ้าเปิด และมีรังสีอาทิตย์ตกกระทบในระดับที่สูงจะพบว่าระบบ PV สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้รวม 108.49 kWh ในขณะที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าพื้นฐานเท่ากับ 82.93 kWh ซึ่งในกรณีที่ท้องฟ้าเปิดนี้จะพบว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบ PV มีสัดส่วนในการทดแทนพลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าพื้นฐานถึง 56.67% ดังนั้นจะพบว่าในวันที่ท้องฟ้าเปิด ระบบ PV สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าทดแทนการใช้ไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าพื้นฐานได้เกิน 50% หรือครึ่งหนึ่งของปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้า

5. สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ร่วมกับระบบไฟฟ้าพื้นฐานเพื่อเป็นแหล่งพลังงานให้กับเครื่องเติมอากาศสำหรับบ่อเลี้ยงปลา ซึ่งระบบจะผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ในเวลากลางวันสำหรับจ่ายให้กับมอเตอร์ของเครื่องเติมอากาศ และจะทำการดึงพลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าพื้นฐาน

มาเพิ่มถ้าการผลิตพลังงานจากระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไม่เพียงพอ จากการศึกษาพบว่าในวันที่ท้องฟ้าเปิด ไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีส่วนในการใช้งานเพียง 30.95% แต่ในวันที่ท้องฟ้าเปิด ระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าสำหรับทดแทนการใช้งานจากระบบไฟฟ้าพื้นฐานได้มากถึง 56.67% ตลอดระยะเวลาการทดสอบระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพการแปลงแสงให้เป็นไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 15% และมีสมรรถนะระบบเฉลี่ยเท่ากับ 96.6% งานวิจัยนี้สามารถแสดงให้เห็นถึงศักยภาพ และความเป็นไปได้ในการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในภาคการเกษตรสำหรับทดแทนการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าพื้นฐาน ซึ่งจะทำให้เกิดการลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกรจากการประหยัดค่าไฟฟ้า และเป็นการส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานอย่างยั่งยืนในชุมชนต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) สำหรับการสนับสนุนทุนในการทำวิจัย รวมไปถึง คุณรณชิต สมมิตร เจ้าของบ่อเลี้ยงปลาในชุมชนทุ่งยาว สำหรับพื้นที่ในการศึกษาและวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] Chaichana, C., Wongsapai, W., Damrongsak, D., Ishihara, K.N. and Luangchosiri, N. Promoting Community Renewable Energy as a Tool for Sustainable Development in Rural Areas of Thailand. *Energy Procedia*, 2017; 141: 114-118.
- [2] Intaniwet, A. and Chaiyat, N. Levelized Electricity Costing Per Carbon Dioxide Intensity of An Organic Rankine Cycle by Using a Water Hyacinth-Municipal Solid Waste Fuel. *Energy*, 2017; 139: 76-88.
- [3] อรรถกร อาสนคำ, อิศระพงษ์ กันธิยะ และทนงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์. การทำนายสมรรถนะโมดูลเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์ภายใต้การทำงานจริง. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, 2558; 22 (3): 88-94.
- [4] เสริม จันทร์ฉาย. รังสีอาทิตย์. บริษัทเพชรเกษมพรีนติ้ง กรุ๊ป จำกัด, 2557.
- [5] Berwal, A.K., Kumar, S., Kumari, N., Kumar, V. and Haleem, A. Design and Analysis of Rooftop Grid Tied 50 Kw Capacity Solar Photovoltaic (SPV) Power Plant. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2017; 77: 1288-1299.

- [6] ธนัญญ์ ลังกาดี และ อรรถกร อาสนคำ. การประเมินสมรรถนะโมดูลเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาในกรณีที่มีและไม่มีการระบายความร้อนด้วยอากาศ. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, 2559; 23 (3): 130-141.
- [7] Ferreira, J.G., Falconer, L., Kittiwanch, J., Ross, L., Saurel, C., Wellman, K., Zhu, C.B. and Suvanachai, P. Analysis of Production and Environmental Effects of Nile Tilapia and White Shrimp Culture in Thailand. *Aquaculture*. 2015; 447: 23-36.
- [8] Senanan, W., Kapuscinski, A.R., Na-Nakorn, U. and Miller, L.M. Genetic Impacts of Hybrid Catfish Farming (*Clarias Macrocephalus* × *C. Gariepinus*) on Native Catfish Populations in Central Thailand. *Aquaculture*. 2004; 235: 167-184.
- [9] เฉลิมเกียรติ วงษ์เกย, สุริยันต์ มธุรสทิธี, อติศักดิ์ วงสิงห์ และ วิรงรอง แสงเดือน. เครื่องเติมอากาศในน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับบ่อเพาะพันธุ์ปลา. *การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการ รูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทยครั้งที่ 8*, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี, 4-6 พฤศจิกายน 2558.