

■ Research Article



นวัตกรรมพลังงานทดแทนสู่ภูมิปัญญาท้องถิ่นสำหรับอุตสาหกรรม การเลี้ยงกุ้งในชุมชนพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ Innovative Renewable Energy to local for the Shrimp Farming Industry in the Community Samut Prakan Province

ประสิทธิ์ ภูสมมา¹ และกิตติ กอบัวแก้ว^{2*}

¹ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี, 172 ถนนวิภาวดี แขวงวัดกัลยาณ์, เขตธนบุรี, กรุงเทพฯ, 10600

² มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี, 172 ถนนวิภาวดี แขวงวัดกัลยาณ์, เขตธนบุรี, กรุงเทพฯ, 10600

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาการใช้พลังงานทดแทนสำหรับอุตสาหกรรมเลี้ยงกุ้ง 2) เพื่อเปรียบเทียบการใช้พลังงานทดแทนสำหรับอุตสาหกรรมเลี้ยงกุ้ง 3) เพื่อเพิ่มรายได้ให้กับครัวเรือนสำหรับอุตสาหกรรมเลี้ยงกุ้ง โดยการสร้างนวัตกรรมพลังงานทดแทนด้วยแสงอาทิตย์สำหรับเครื่องกลเติมอากาศแบบผสมผสานเพื่อเติมออกซิเจนในอุตสาหกรรมเลี้ยงกุ้งของชุมชนพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ และเพื่อเพิ่มรายได้ให้ครัวเรือนที่ทำอุตสาหกรรมเลี้ยงกุ้งในชุมชนระบบพลังงานแสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้นสำหรับทดแทนพลังงานไฟฟ้าเดิมที่มีอยู่ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังนี้ กำลังไฟฟ้า (Power, P) แรงดันไฟฟ้า (Voltage, V) กระแสไฟฟ้า (Current, I) พลังงานไฟฟ้า (Energy, E) ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power factor, pf) นำมาวิเคราะห์ข้อมูลอัตราการใช้พลังงานทั้งก่อนและหลังติดตั้งระบบพลังงานแสงอาทิตย์ ผลการทดลองพบว่า ระบบกังหันตึ้นน้ำสามารถทำงานได้ดี ระบบสามารถสั่งงานและควบคุมมอเตอร์ผ่านสัญญาณไร้สายได้เมื่อทำการต่อไวไฟ การเพิ่มออกซิเจนในน้ำพบว่าสามารถเพิ่มค่าได้จาก 4.83 เป็น 7.13 mg/L หรือคิดเป็น 32.26 % จากระยะรัศมีเฉลี่ยห่างจากตัวเครื่อง 5 เมตร สามารถปรับความเป็นกรดด่าง (PH) ของน้ำจาก 6.33 เป็น 7.1 หรือคิดเป็น 67.74 % ซึ่งเป็นค่าใกล้เคียงความเป็นกลางไม่อันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำทำให้สิ่งมีชีวิตเจริญเติบโตได้ การเพิ่มรายได้ให้กับครัวเรือนสำหรับอุตสาหกรรมเลี้ยงกุ้งในชุมชนจากการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ที่มีกำลังไฟฟ้า ทำให้ครัวเรือนหลังนี้มีรายจ่ายลดลงเดือนละ 999 บาท และถ้าเฉลี่ยรายปีจะมีรายจ่ายลดลงจากการใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ที่ 11,988 บาท

คำสำคัญ: นวัตกรรมทดแทน, ภูมิปัญญาท้องถิ่น, การเลี้ยงกุ้ง, พลังงานแสงอาทิตย์, เครื่องกลเติมอากาศ

Received:

26 April 2024

Revised:

6 December 2024

Accepted:

25 December 2024

Published:

27 December 2024

Corresponding*Author:**

prasit.p@dru.ac.th

Copyright:

© Rajamangala
University of
Technology Lanna.
All right reserved

ISSN

Print: 2586-8500

Electronic: 2586-8632

Abstract

The objective of this research were to, 1) study of the use of renewable energy in the shrimp farming sector, 2) compare the use of renewable energy for the shrimp farming industry in communities in Samut Prakan Province, and 3) increase household income for the shrimp farming industry in communities in Samut Prakan Province. By developing novel renewable energy sources that combine solar energy with an integrated aerator, communities in the province of Samut Prakan will be able to add oxygen to their shrimp farming operations while also seeing a rise in household income. A solar energy system was developed to replace current electricity. The experiment's data were then examined for the following variables: Electric energy (Energy, E), current (Current, I), power factor (Power factor, pf), and power were utilized to assess the data on energy consumption before and after the installation of the solar energy system. The experimental findings demonstrated the effectiveness of the water turbine technology. When connected to Wi-Fi, the system can control and operate the motor wirelessly. From an average distance of 5 meters from the device, it was discovered that increasing the oxygen content of the water may boost the value from 4.83 to 7.13 mg/L, or comparable to 32.26%. The pH (PH) of the water could be changed from 6.33 to 7.1 or its equivalent, which is 67.74%, a value that is close to neutral and doesn't kill aquatic species while still allowing them to grow. Installing solar panels with electric power will increase household incomes so that shrimp farming may continue in the neighborhood. This household's monthly expenses were cut by 999 baht, and its annual electricity costs would have decreased by 11,988 baht on average.

Keywords : Alternative Innovation, Local Wisdom, Shrimp Farming, Solar Energy, Mechanical aeration

1.บทนำ

เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) เป็นสิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างจากสารกึ่งตัวนำ(Semiconductor) ทำงานได้เมื่อรับแสงจากดวงอาทิตย์หรือแสงจากหลอดไฟ เซลล์แสงอาทิตย์จะเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current : DC) เป็นพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากเซลล์แสงอาทิตย์นี้เป็นพลังงานทดแทนที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีกชนิดหนึ่ง (Renewable Energy) ซึ่งเป็นพลังงานที่สะอาดและไม่สร้างมลภาวะใด ๆ ให้กับสิ่งแวดล้อมในขณะใช้งาน

ปัจจุบันทั่วโลกได้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นจำนวนมากในหลายทวีปทั่วโลก และพลังงานไฟฟ้าที่นำมาใช้ตั้งแต่อดีตก็เป็นพลังงานที่มาจากวัตถุดิบที่นำมาใช้แล้วหมดไปและทำให้เกิดภาวะโลกร้อน เช่น ถ่านหิน น้ำมันและแก๊ส ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่มีราคาสูงขึ้นทำให้ต้นทุนในการผลิตพลังงานไฟฟ้าสูงขึ้นตามไปด้วย เนื่องมาจากประชากรมีจำนวนเพิ่มขึ้นการใช้ไฟฟ้าก็มีจำนวนมากขึ้น ทำให้ในหลายประเทศทั่วโลกคิดค้นพลังงานทดแทนเพื่อมาผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งประเทศไทยเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพรับพลังงานแสงอาทิตย์อยู่ในเกณฑ์ที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่น ๆ เนื่องจากตั้งอยู่ในเขตศูนย์สูตรทำให้มีช่วงเวลาในการรับแสงอาทิตย์ตลอดทั้งปีมากกว่าประเทศในแถบยุโรปที่ปัจจุบันมีการผลิตและการใช้ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์จำนวนมากดังนั้นการลงทุนในการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในจังหวัดที่มีการใช้พลังงานเป็นจำนวนมากจึงสามารถช่วยลดการใช้พลังงานจากถ่านหินและน้ำมัน

โดยจังหวัดสมุทรปราการเป็นจังหวัดที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นจำนวนมากโดยมีเนื้อที่ 1,004 ตารางกิโลเมตร อาณาเขตทิศเหนือติดต่อกับกรุงเทพมหานคร และจังหวัดฉะเชิงเทรา, ทิศตะวันออกติดต่อกับจังหวัดฉะเชิงเทรา, ทิศใต้จรดอ่าวไทย และทิศตะวันตกติดต่อกับกรุงเทพมหานคร ลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่มทั้งหมด มีแม่น้ำเจ้าพระยาไหลผ่านทางทิศตะวันตกของจังหวัด จากทิศเหนือไปทิศใต้ลงสู่อ่าวไทย มีชายฝั่งทะเลยาว 47.5 กิโลเมตร เดิมชายฝั่งทะเลมีป่าชายเลนกว้างขวางจากที่ตั้งของจังหวัดสมุทรปราการจะเห็นได้ว่ามีความเหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำโดยประเทศไทยในปี พ.ศ. 2559 มีผลผลิตกุ้งจากการเพาะเลี้ยงปริมาณ 20,883 ตัน คิดเป็นร้อยละ 5.47 ของปริมาณการผลิตทั้งหมด มีมูลค่า 4,707 ล้านบาท เป็นสัตว์น้ำชนิดที่มีปริมาณการผลิตและมูลค่าเป็นอันดับสามรองจากปลานิลและปลาดุก (กรมประมง, 2561) และในปี พ.ศ. 2562 กรมประมงได้ประมาณการผลผลิตกุ้งก้ามกรามจากการเพาะเลี้ยงมีปริมาณ 22,509 ตัน และมูลค่า 5,609 ล้านบาท เนื้อที่เลี้ยงกุ้งก้ามกรามทั้งประเทศประมาณ 80,092 ไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 281 กิโลกรัมต่อไร่ โดยแหล่งเลี้ยงกุ้งที่สำคัญอยู่ในพื้นที่จังหวัดนครปฐม ราชบุรี ฉะเชิงเทรา และสมุทรปราการ เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งในสมุทรปราการมีต้นทุนด้านพลังงานถือเป็นต้นทุนหลักที่ต้องจ่ายโดยฟาร์มขนาดกลางที่เลี้ยงกุ้งขาวแบบหนาแน่น ต้องใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังสำหรับเครื่องเติมอากาศ จะเสียค่าไฟฟ้าประมาณ 39,000 บาท/เดือน/บ่อ โดยคิดเป็นร้อยละ 15-20 ของต้นทุนทั้งหมด โดยส่วนใหญ่มาจากการใช้เครื่องเติมอากาศ โดยเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งจะเปิดเครื่องเติมอากาศ เมื่อปริมาณออกซิเจนในน้ำมีค่าค่อนข้างต่ำโดยการใช้มอเตอร์ต้นกำลังในการหมุนเพื่อเติมอากาศเข้าไปในน้ำ

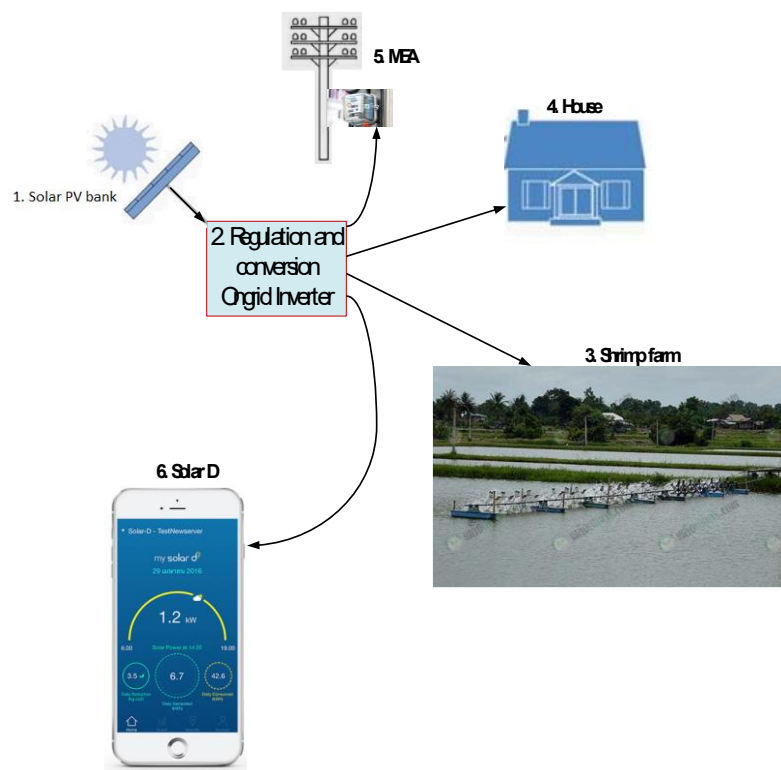
ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญในการลดค่าใช้จ่ายจากการใช้ไฟฟ้า โดยการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ที่มีปริมาณมาก ด้วยการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาทำให้เกิดประโยชน์มากที่สุด สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างไม่รู้จักหมดสิ้นและเป็นพลังงานหมุนเวียน โดยพลังงานแสงอาทิตย์ที่นำมาประยุกต์เพื่อสามารถใช้ขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า และเพื่อเติมออกซิเจนในน้ำให้มีปริมาณได้ตามค่ามาตรฐาน ดังนั้นในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ จึงมุ่งจะทำการศึกษาเรื่องนวัตกรรมพลังงานทดแทนสู่ภูมิปัญญาท้องถิ่นสำหรับอุตสาหกรรมเลี้ยงกุ้งในชุมชนพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อศึกษาการใช้พลังงานทดแทนสำหรับอุตสาหกรรมการเลี้ยงกุ้งในชุมชนพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ
- 2.2 เพื่อเปรียบเทียบการใช้พลังงานทดแทนสำหรับอุตสาหกรรมการเลี้ยงกุ้งในชุมชนพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ
- 2.3 เพื่อเพิ่มรายได้ให้กับครัวเรือนสำหรับอุตสาหกรรมการเลี้ยงกุ้งในชุมชนพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ

3. แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

กรอบการวิจัยที่เป็นแผนผังภาพแสดงถึงเป้าหมายและตัวชี้วัดของโครงการ และมีการแสดงความเชื่อมโยงกันระหว่างพลังงานแสงอาทิตย์ระบบไฟฟ้า กฟน. เครื่องกลเติมอากาศ และการแสดงค่าพลังงานผ่านสมาร์ตโฟน ของนวัตกรรมพลังงานทดแทนสู่ภูมิปัญญาท้องถิ่นสำหรับอุตสาหกรรมการเลี้ยงกุ้ง



รูปที่ 1 นวัตกรรมพลังงานทดแทนสู่ภูมิปัญญาท้องถิ่นสำหรับอุตสาหกรรม
การเลี้ยงกุ้งในชุมชนพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ

Inter - disciplinary research, 1. Solar Energy, 2. Regulator and convertor, 3. Shrimp farm, 4. House, 5. Metropolitan Electricity Authority (MEA) and 6. Solar D

จากภาพที่ 1 แสดงการทำงานของระบบพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากแสงอาทิตย์ (1) จะส่งเข้าที่วงจรควบคุมและวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้า (2) พลังงานไฟฟ้าที่ได้จะถูกส่งไปยังเครื่องกลเติมอากาศ (3) บ้านพัก (4) และ จ่ายกลับไปยัง

การไฟฟ้านครหลวง (5) และสามารถดูและควบคุมการใช้ปริมาณไฟฟ้าจากโซ
ล่าเซลล์ (6)

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างนวัตกรรมพลังงานทดแทนด้วย
พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับเครื่องกลเติมอากาศแบบผสมผสานเพื่อเติมออกซิเจนใน
น้ำ ในอุตสาหกรรมเลี้ยงกุ้งของชุมชนพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ และเพิ่มรายได้
ให้กับชุมชนโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานเดิมที่ใช้ระบบไฟฟ้าจากการ
ไฟฟ้า ก่อนที่จะนำไปใช้ทดลองกับกับชุมชนต่อไป โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

1. เซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar cell) ชนิดผลึกโพลีซิลิกอน (Polycrystalline Silicon
Solar Cell หรือ pc-Si) จากความพยายามในการที่จะลดต้นทุนการผลิตของ c-Si
จึงทำให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยี pc-Si ขึ้นเป็นผลให้ต้นทุนการผลิตของ pc-Si
ต่ำกว่า c-Si ร้อยละ 10 อย่างไรก็ตามเทคโนโลยี pc-Si ก็ได้รับความนิยมและใช้งาน
กันอย่างแพร่หลาย Crystalline นี้คือแผ่นโซล่าเซลล์ที่ได้รับความนิยมอย่างสูงและ
มากที่สุดในบรรดาแผ่นโซล่าเซลล์ชนิดต่าง ๆ สามารถรับแสงอาทิตย์ได้ดีในพื้นที่ที่มี
แดดจัด ราคาไม่แพงมากนัก สามารถซื้อหาได้ทั่วไปในท้องตลาด สามารถประยุกต์
และต่อพ่วงกับอุปกรณ์ควบคุม และวงจรไฟฟ้าให้หลากหลาย มีความทนทานอายุการ
ใช้งานยาวนาน แต่ไม่เหมาะสำหรับใช้ในพื้นที่แดดน้อย หรือฝนตกชุกตลอดทั้งปี
เพราะแผ่นโซล่าเซลล์แบบนี้มีไวในการจับแสงได้น้อย มีทั้งแบบเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด
ผลึกเดี่ยวซิลิคอน (Mono Crystalline Silicon Solar Cell หรือ c-Si) และ เซลล์
แสงอาทิตย์ชนิดผลึกโพลีซิลิคอน (Polycrystalline Silicon Solar Cell หรือ pc-
Si) โดยงานวิจัยครั้งนี้เลือกใช้แผงโซล่าเซลล์ขนาด 540W, 48V จำนวน 8 แผง
ต่ออนุกรมจะได้พิกัดรวมเป็น 4320W, 384Vdc



รูปที่ 2 เซลล์แสงอาทิตย์พิกัด 4320W, 384V, 13.27A

2 อินเวอร์เตอร์แบบออนกริด

อินเวอร์เตอร์แบบออนกริด (On-grid inverter) ที่สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้ใน
ช่วงเวลากลางวันเท่านั้น มีขนาดพิกัด 5kW, 2 string พิกัดแรงดันไฟฟ้า 100-490
V, กระแสไฟฟ้าด้านออก 22A ความถี่ 50 Hz ที่ติดตั้งไวไฟในตัวเลือกใช้ยี่ห้อ
KSTAR เป็นรุ่นที่การไฟฟ้านครหลวงให้การรับรอง มีประสิทธิภาพการแปลงไฟสูงถึง
97.5% รองรับ Wide AC grid voltage 150V-290V กำลังการผลิตไฟฟ้า AC
สูงสุด 5000W สามารถทำงานร่วมกับระบบ Smart home Wi-Fi or 4G monitor
รองรับ 2 PV Input, 2 MPPT พร้อม smart meter ในตัวเครื่อง เพียงต่อ CT เพิ่ม

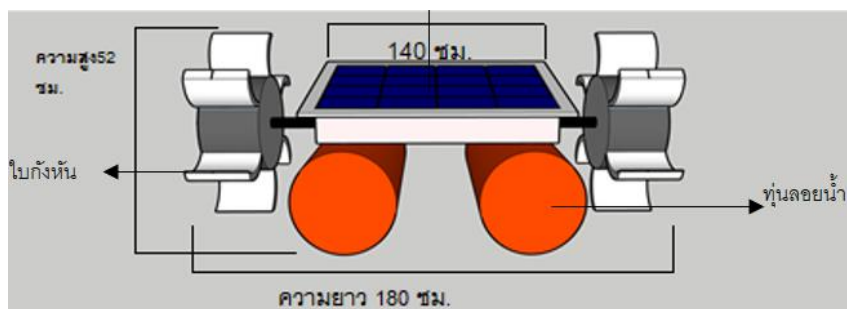
เพื่อทำระบบ Zero export (กันย้อน) ผ่านการรับรองจาก MEA และ PEA Inverter List



รูปภาพที่ 3 อินเวอร์เตอร์แบบออนกริด

3. เครื่องกลเติมอากาศ

เครื่องกลเติมอากาศที่ออกแบบขนาด กว้างxยาวxสูง 140x180x52 เซนติเมตร ประกอบด้วยทุ่นลอยน้ำขนาด 7 นิ้วใบกังหันขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 24 นิ้ว เพลขนาด 2 เมตร มอเตอร์ดีซีแบบไร้แปรงถ่าน 500W และชุดควบคุมการจ่ายไฟให้มอเตอร์และระบบควบคุมผ่านมือถือ การออกแบบกังหัน



รูปที่ 4 แบบจำลองของกังหันตีน้ำ

เครื่องกลเติมอากาศหรือกังหันตีน้ำ ประกอบด้วยทุ่นลอยน้ำขนาด 7 นิ้วใบกังหันขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 24 นิ้ว เพลขนาด 2 เมตร มอเตอร์ดีซีแบบไร้แปรงถ่าน 500W และชุดควบคุมการจ่ายไฟให้มอเตอร์และระบบควบคุมผ่านมือถือดังภาพที่ 3.5



รูปที่ 5 เครื่องกลเติมอากาศเติมอากาศ

5. มอเตอร์ดีซีแบบไร้แปรงถ่าน

มอเตอร์ดีซีแบบไร้แปรงถ่าน (Brushless dc motor) ใช้สำหรับขับเคลื่อนหมุนกังหัน
เพื่อตีน้ำ ทำให้ออกซิเจนในน้ำมีค่าได้มาตรฐาน ขนาดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 17-
48V กำลังไฟฟ้าสูงสุด 500W และแกนเพลานาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร



รูปที่ 6 มอเตอร์ดีซีแบบไร้แปรงถ่าน

6. เครื่องวิเคราะห์คุณภาพพลังงานไฟฟ้า

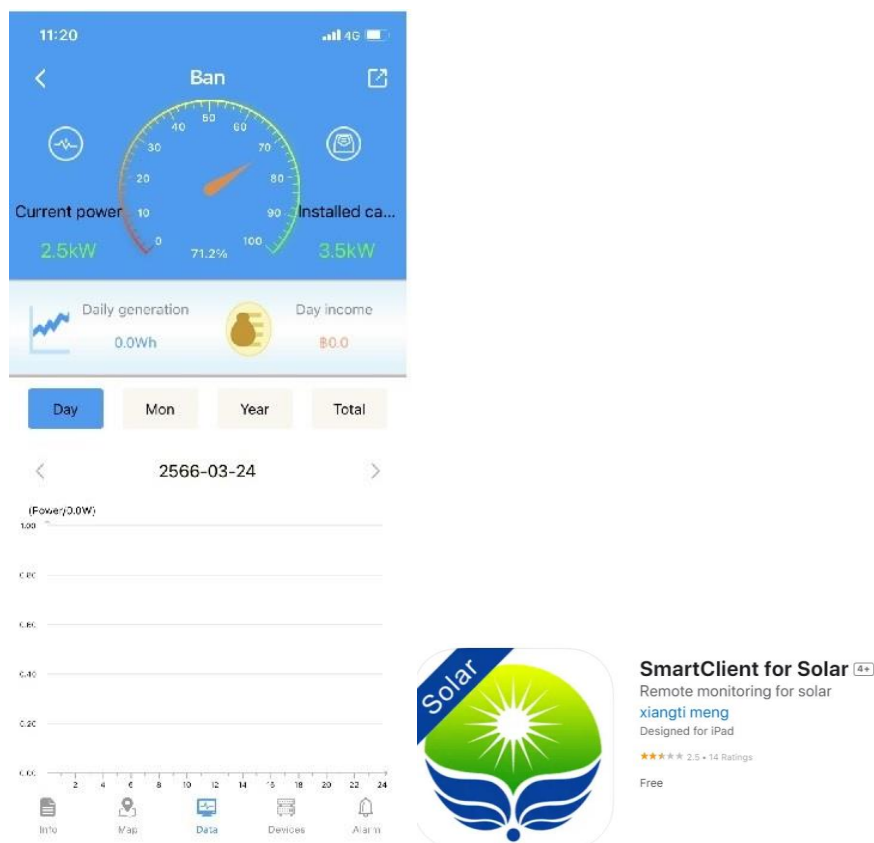
เครื่องวิเคราะห์คุณภาพพลังงานไฟฟ้า (Power quality analyzer) ใช้สำหรับวัด
และวิเคราะห์คุณภาพปริมาณการใช้ไฟฟ้า เช่น กำลังไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และ
แรงดันไฟฟ้า ความถี่ ฮาร์โมนิกส์ โดยเลือกใช้ยี่ห้อ HIOKI รุ่น ใช้งานสำหรับการ
มอนิเตอร์และบันทึกค่ากำลังไฟฟ้าที่ผิดปกติ ที่สามารถตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นได้
อย่างรวดเร็ว และยังสามารถประเมินปัญหาของกำลังไฟฟ้า เช่น แรงดันไฟฟ้าตก,
flicker, harmonics, และปัญหาอื่น ๆ นอกจากนี้ ยังมีฟังก์ชันใหม่ที่รวบรวม
ความสามารถในการอ่านค่าจากเซนเซอร์และเพิ่มความจุในการบันทึกข้อมูล สามารถวัด
แรงดันไฟฟ้าชั่วคราวได้สูงสุดถึง 6000 V ในช่วง 0.5 μ s (2 MS/s) นอกจากนี้ยัง
สามารถวัดค่า harmonic ได้ตั้งแต่ 2 kHz ถึง 80 kHz



รูปที่ 7 เครื่องวัดและวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้า

7. สมาร์ทสำหรับพลังงานแสงอาทิตย์

สมาร์ทสำหรับพลังงานแสงอาทิตย์ (SmartClient for Solar) เป็นแอปพลิเคชัน
สำหรับดูการทำงานของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ว่าในแต่ละช่วงเวลามีการใช้พลังงาน
ไฟฟ้าไปมากน้อยเพียงใดมีการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับโหลดทางไฟฟ้าตามที่ใช้งาน
จริงของโหลดมากเพียงใด

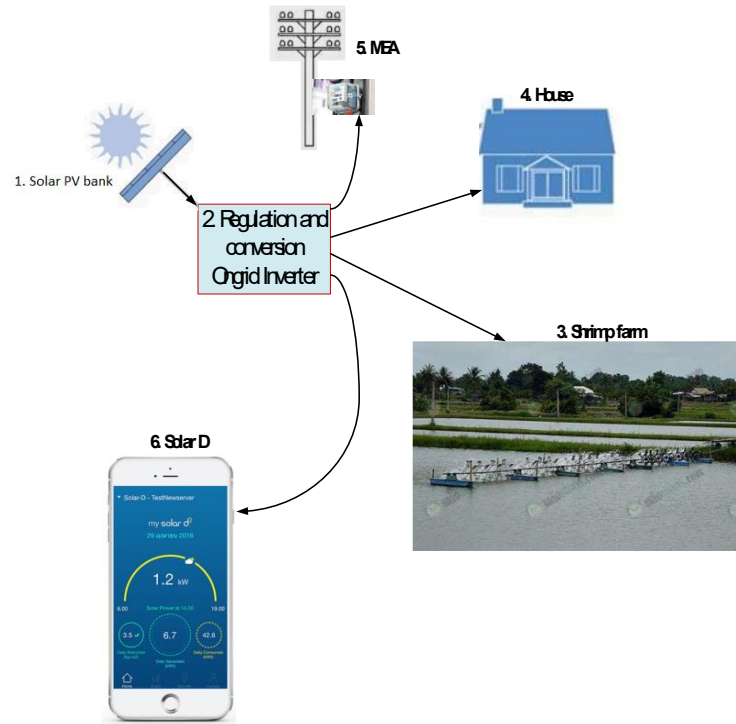


รูปที่ 8 SmartClient for Solar

4.2 วิธีดำเนินการวิจัย

การเพาะเลี้ยงกุ้งแบบหมุนเวียนหรือแบบบ่อบปิด ด้วยมีการพัฒนาอย่างรวดเร็วของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การปล่อยน้ำเสียจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้เพิ่มขึ้นอย่างมาก รูปแบบการผลิตแบบดั้งเดิมของการเลี้ยงกุ้งมีผลกระทบต่อด้านลบอย่างร้ายแรงต่อสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ และรูปแบบการผลิตการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมกลายเป็นสิ่งที่ไม่เหมาะสมระบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบหมุนเวียนแบบปิดมีข้อดีคือมีความหนาแน่นสูง การผลิตสัตว์น้ำไม่ถูกจำกัดด้วยสภาพอากาศในภูมิภาค อัตราการใช้ทรัพยากรสูง ผลิตภัณฑ์คุณภาพสูงและปลอดภัย โรคน้อย การรีไซเคิลน้ำในการเพาะเลี้ยง การลดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นแนวทางสำคัญในการพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างยั่งยืน รูปแบบการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีประสิทธิภาพ ประหยัดน้ำ และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบหมุนเวียนแบบปิดจึงได้รับความนิยมอย่างกว้างขวาง การใช้เครื่องกลเติมอากาศแบบกังหันตึกน้ำเพื่อเพิ่มค่าออกซิเจนในน้ำให้มากขึ้น โดยพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar cell) (1) พลังงานไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้รับจากพลังงานแสงอาทิตย์จะถูกส่งเข้าไปที่วงจรควบคุมและวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้าหรืออินเวอร์เตอร์ (On-grid Inverter) (2) และพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้จากแผงโซลาร์เซลล์จะถูกเปลี่ยนเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับโดยชุดอินเวอร์เตอร์ และส่งพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับไปที่มอเตอร์ที่เพลาถูกต่อเข้ากับกังหันเพื่อหมุนเติมออกซิเจนในน้ำ (3) และชุดอินเวอร์เตอร์จะต่อเข้ากับระบบแรงดันไฟฟ้าบ้านพัก

(4) และจ่ายกลับไปยังการไฟฟ้านครหลวง (5) โดยระบบการจ่ายพลังงานไฟฟ้าของ
โซล่าเซลล์สามารถดูการทำงานและการใช้ปริมาณไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์ได้ (6)



รูปที่ 9 SmartClient for Solar

5. ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบและสร้างระบบพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับทดแทนพลังงานไฟฟ้าเดิมที่ใช้ของ กฟน. จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองคือ กำลังไฟฟ้า (Power, P) แรงดันไฟฟ้า (Voltage, V) กระแสไฟฟ้า (Current, I) พลังงานไฟฟ้า (Energy, E) ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power factor, pf) นำมาวิเคราะห์ข้อมูลอัตราการการใช้พลังงานทั้งก่อนและหลังติดตั้งระบบพลังงานแสงอาทิตย์ได้ดำเนินการดังนี้

1. การวิเคราะห์การใช้พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับอุตสาหกรรมเลี้ยงกุ้งในชุมชน
2. เปรียบเทียบการใช้พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับอุตสาหกรรมเลี้ยงกุ้งในชุมชน
3. เพิ่มรายได้ให้กับครัวเรือนสำหรับอุตสาหกรรมเลี้ยงกุ้งในชุมชน

5.1 การวิเคราะห์การใช้พลังงานทดแทนสำหรับอุตสาหกรรมเลี้ยงกุ้งในชุมชน

งานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับกังหันเพื่อเติมออกซิเจนในน้ำโดยควบคุมสวิตช์รีเลย์ผ่านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 และใช้แอปพลิเคชัน Blynk สั่งการทำงานผ่านสวิตช์รีเลย์ จากนั้นเก็บผลความเร็วรอบมอเตอร์ กระแสไฟฟ้า ความเร็วรอบ ความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าออกซิเจนในน้ำที่เพิ่มขึ้น และเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของระบบ

ผลการทดสอบค่าทางไฟฟ้าของเครื่องกลเติมอากาศ

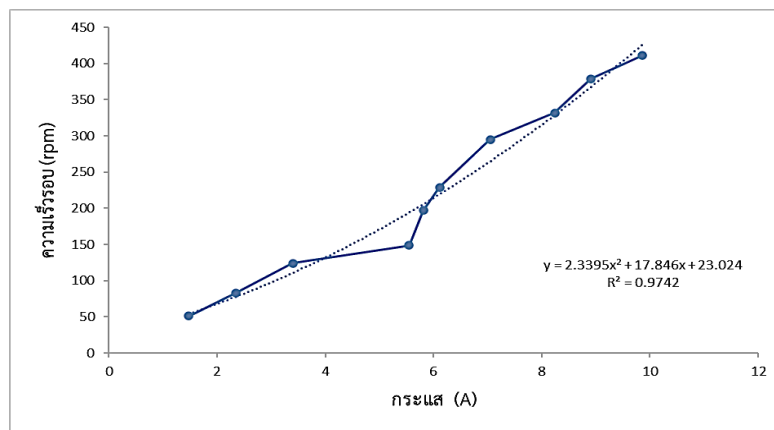
การทดสอบระบบเติมอากาศในน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ได้ออกแบบใบพัดแบบต้นกบมีจำนวนใบพัด 4 ใบ โดยพื้นที่เฉลี่ยรวม 1.13 ตารางเมตร มีจำนวนท่อนลอย 3 ท่อน โดยมีการส่งถ่ายกำลังด้วยโซ่ในอัตราทด 4: 1 ซึ่งมีมวลรวมทั้งหมดของระบบเติมอากาศในน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เท่ากับ 21 kg และแผงโซล่าเซลล์

ติดตั้งมุมเอียงไปทางทิศใต้ 15 องศา กังหันสามารถทำงานได้จากช่วงเวลา 08.00-18.00 น.

ขนะไม่ต่อโหลด

ตารางที่ 1 ผลการทดลองของมอเตอร์ขณะหมุนตัวเปล่า

แรงดันไฟฟ้า (V)	กระแสไฟฟ้า (A)	ความเร็วรอบ (r.p.m.)
47.90	1.48	51
47.70	2.35	83
48.01	3.4	124
48.00	5.55	149
47.98	5.81	197
48.20	6.11	229
47.99	7.05	295
48.05	8.24	332
48.10	8.91	379
48.01	9.85	411

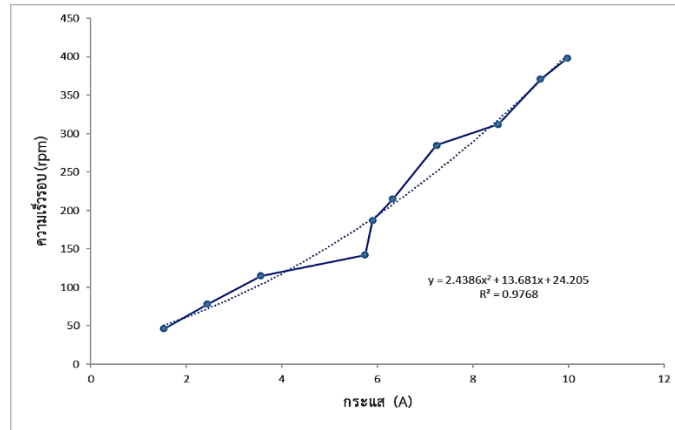


รูปที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและกระแสของมอเตอร์ขณะหมุนตัวเปล่า

ขนะต่อโหลด

ตารางที่ 2 ผลการทดลองของมอเตอร์ขณะหมุนกัณฑ์น้ำ

แรงดันไฟฟ้า (V)	กระแสไฟฟ้า (A)	ความเร็วรอบ (r.p.m.)
47.94	1.53	46
47.65	2.44	78
48.10	3.56	115
48.05	5.74	142
47.87	5.9	187
48.10	6.32	215
47.88	7.24	285
48.02	8.53	312
48.00	9.41	371
48.01	9.97	398

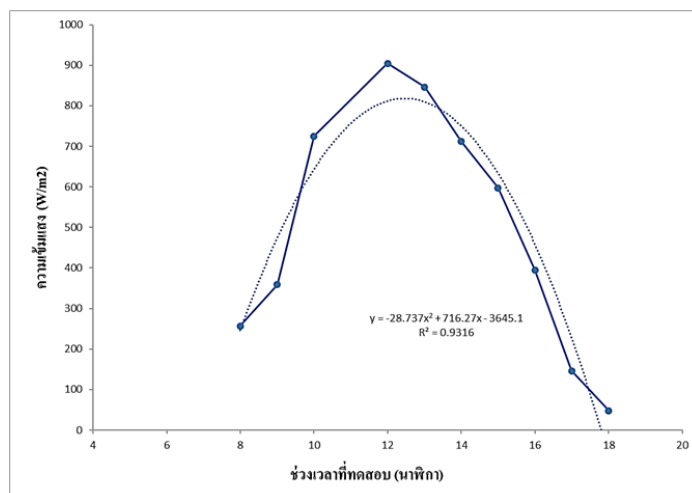


รูปที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและกระแสมอเตอร์ขณะหมุนก้านน้ำ

ผลการทดลองความสัมพันธ์กระแส ความเร็วรอบ และความเข้มรังสีแสงอาทิตย์

ตารางที่ 3 ผลการทดลองหาความเร็วรอบมอเตอร์เทียบกับความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ขณะหมุนก้าน

เวลา (hr)	กระแส (A)	ความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ (W/m ²)
8.00	1.53	257
9.00	2.44	359
10.00	3.56	725
12.00	5.74	905
13.00	5.66	846
14.00	3.92	712
15.00	3.11	598
16.00	2.98	395
17.00	1.1	146
18.00	0.9	48



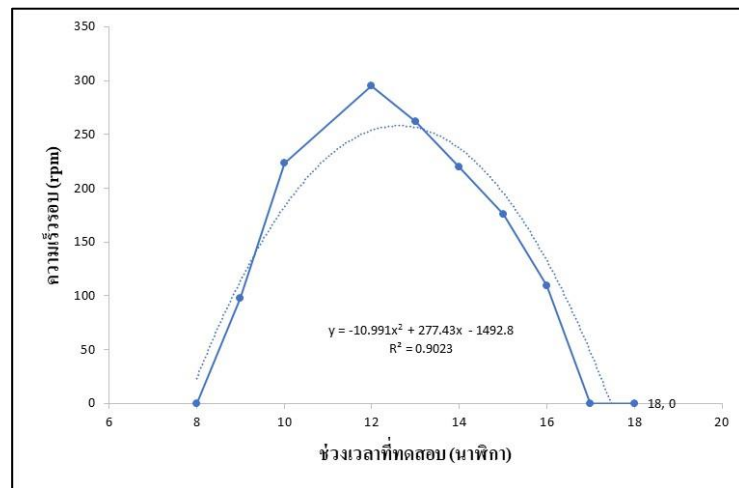
รูปที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและกระแสมอเตอร์ขณะหมุนก้าน

ผลการทดลองในรูปที่ 12 จะเห็นได้ว่า ช่วงเวลาที่ทำการทดสอบตั้งแต่ 8.00-18.00 น.กับความเข้มแสงจะมีความสัมพันธ์กันโดยความเข้มรังสีแสงอาทิตย์จะมีค่าเพิ่มขึ้นตั้งแต่เวลา 9.00-12.00 น. มีค่าเป็น 359-905 W/m² และมีค่าลดลงตั้งแต่เวลา 1-3.00-18.00 น. เป็น 846-48 W/m² โดยมีแนวโน้มเป็นไปตามสมการพหุนาม

เบี่ยง $y = y = -28.737x^2 + 716.27x - 3645.1$ ซึ่งขณะที่ทำการทดสอบนั้นความเร็วรอบของมอเตอร์จะอยู่ในช่วง 98-295 rpm

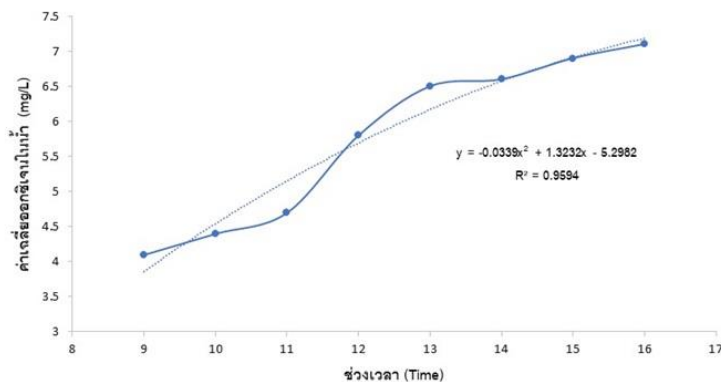
ตารางที่ 4 ผลการทดลองความเร็วรอบมอเตอร์เทียบความเข้มรังสีแสงอาทิตย์

เวลาทดสอบ (hr)	ความเร็วรอบมอเตอร์(r.p.m)	ความเข้มรังสีแสงอาทิตย์(W/m ²)
8.00	0	257
9.00	98	359
10.00	125	725
12.00	142	846
13.00	1320	905
14.00	119	712
15.00	102	598
16.00	99	395
17.00	0	146
18.00	0	48



รูปที่ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยความเร็วรอบและช่วงเวลาในการทดสอบ

ผลการทดสอบค่าออกซิเจนในน้ำ



ภาพที่ 14 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าออกซิเจนในน้ำและช่วงเวลาในการทดสอบ

จากภาพที่ 14 จะเห็นได้ว่า ค่าออกซิเจนในน้ำจะเพิ่มขึ้นตามช่วงเวลาที่เครื่องกลเติมอากาศทำงานตั้งแต่ 9.00-16.00 น.โดยมีค่าเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 4.1-7.1 mg/L

ตลอดเวลาทำการทดสอบเครื่องกลเติมอากาศซึ่งมีแนวโน้มเป็นไปตามสมการโพลีโนเมียล $y = -0.0339x^2 + 1.3232x - 5.2982$ ค่าออกซิเจนในน้ำเพิ่มขึ้นแปรผันตามระยะเวลาทำการทดลองเนื่องจากเมื่อกังหันปั่นน้ำเป็นเวลานานทำให้น้ำได้แลกเปลี่ยนออกซิเจนในอากาศได้มากขึ้นและในภาวะทั่วไป เมื่อน้ำไม่มีแสงอาทิตย์ส่องถึงออกซิเจนละลายน้ำจะมีค่าต่ำสุดและจะเพิ่มสูงขึ้นในตอนกลางวันจนมีค่าสูงในช่วงตอนบ่ายผลเนื่องมาจากการสังเคราะห์แสงในน้ำมีมากขึ้น จากกราฟแสดงให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R-squared, R^2) มีค่า 0.9594 นั้นแสดงว่าออกซิเจนในน้ำและเวลามีความสัมพันธ์กันเชิงบวก การวิเคราะห์คุณภาพน้ำผิวดิน (บ่อเลี้ยงกุ้งชุมชน) อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ

ค่าความเป็นกรด-ด่าง

ความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำมีค่าเฉลี่ยหลังจากที่ทดลองด้วยเครื่องกลเติมอากาศเท่ากับ 7.1 ถือว่าเป็นน้ำที่ค่อนข้างเป็นกลางเหมาะสำหรับที่จะนำมาใช้ในโดยไม่ต้องปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างของน้ำ นอกจากนี้สภาพความเป็นกรด-ด่างของน้ำไม่อันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำให้สิ่งมีชีวิตเจริญเติบโตได้

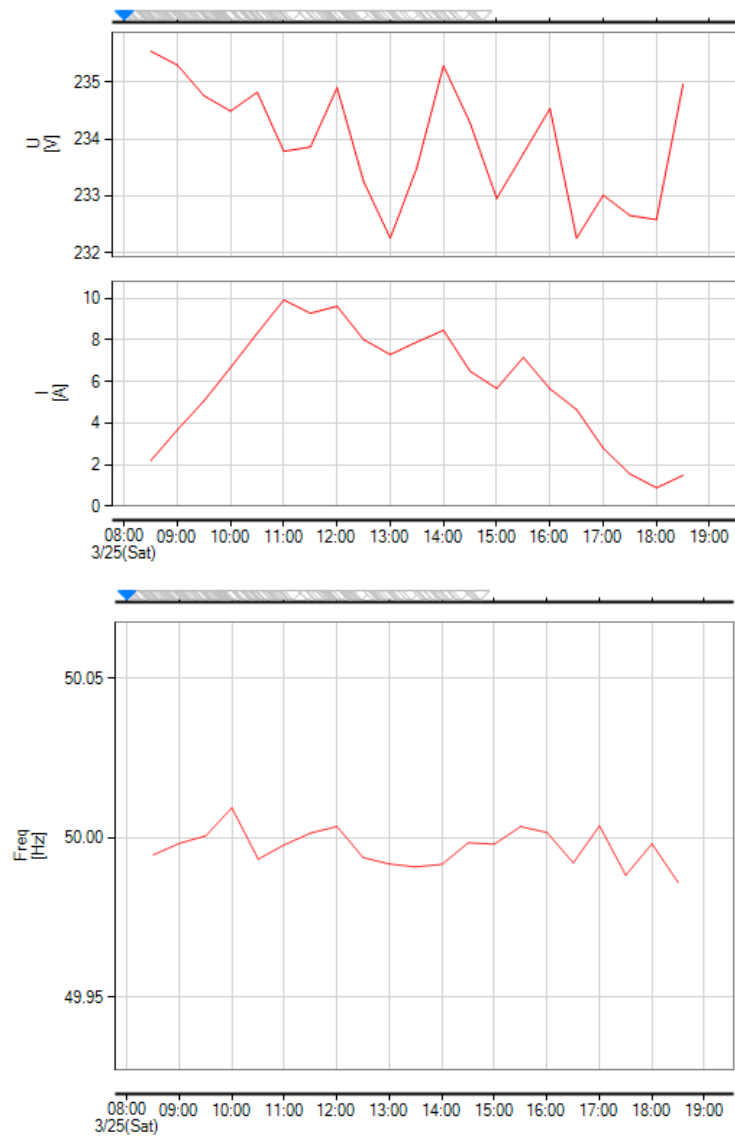
ค่าออกซิเจนในน้ำ

ปริมาณออกซิเจนในน้ำ (DO) มีค่าเฉลี่ยหลังจากที่ทดลองด้วยเครื่องกลเติมอากาศเท่ากับ 7.13 mg/L เนื่องจากในสระน้ำมีการย่อยสลายที่ต้องใช้ออกซิเจน และอยู่ในที่โล่งแจ้งเมื่อใช้กังหันในการเพิ่มปริมาณของออกซิเจนในน้ำเพื่อทำให้น้ำเกิดการหมุนเวียนและถ่ายเทอากาศ จึงทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำนั้นเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่า DO เฉลี่ยที่วัดหลังจากการทดลองด้วยเครื่องกลเติมอากาศเพิ่มขึ้นจากเดิมอยู่ประมาณ 2.30 mg/L

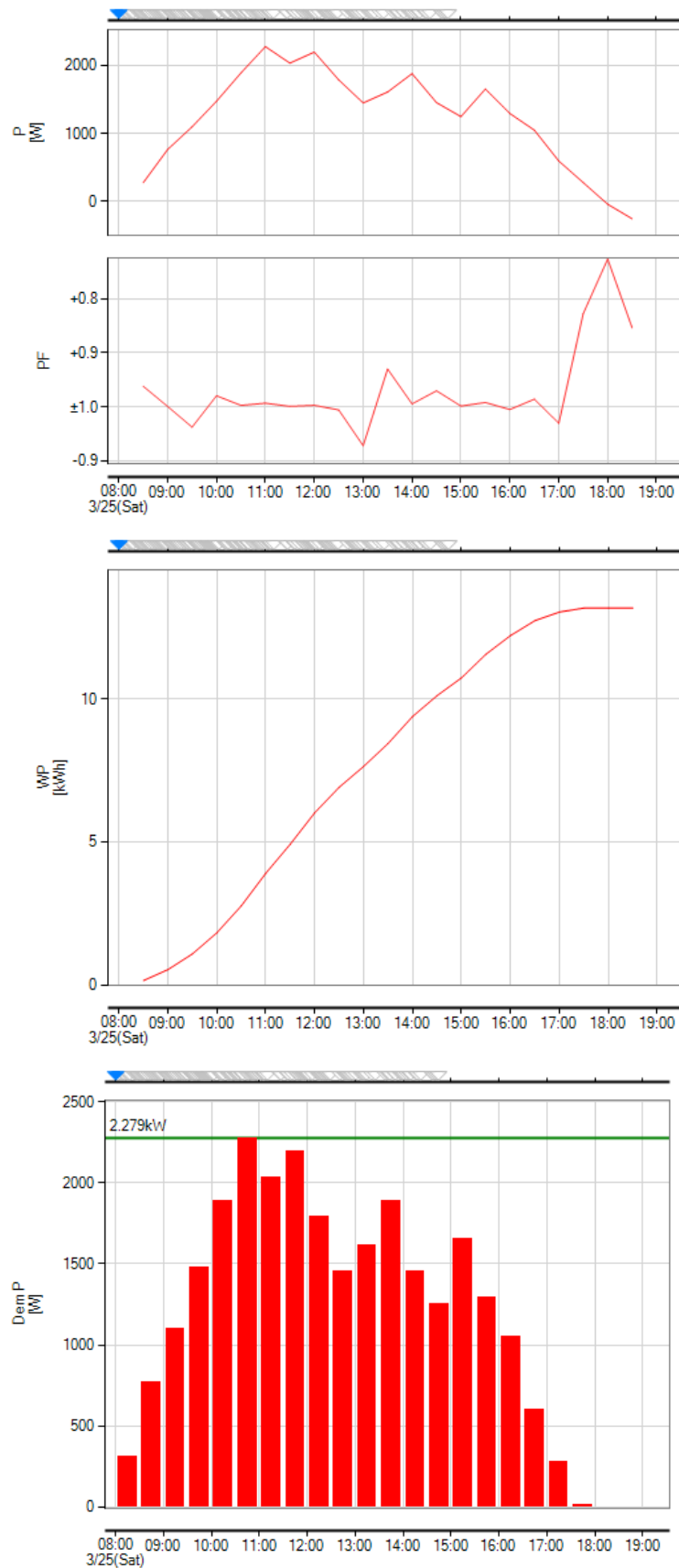
5.2 เปรียบเทียบการใช้พลังงานทดแทนสำหรับอุตสาหกรรมเลี้ยงกุ้งในชุมชน

การทดลองช่วงแรกเป็นการจ่ายแรงดันไฟฟ้าจากระบบของการไฟฟ้านครหลวง (กฟน) ซึ่งได้ใช้เครื่องวัดและวิเคราะห์ปริมาณทางไฟฟ้าด้วยเครื่องวิเคราะห์คุณภาพพลังงานไฟฟ้า (Power quality analyzer) โดยเลือกใช้ยี่ห้อ HIOKI รุ่น PQ3198 สำหรับวัดและวิเคราะห์คุณภาพปริมาณการใช้ไฟฟ้า เช่น กำลังไฟฟ้า (P) พลังงานไฟฟ้า (E) กระแสไฟฟ้า (I) แรงดันไฟฟ้า (V) ความถี่ (Hz) และ ฮาร์โมนิกส์ ซึ่งได้ข้อมูลการทดลองดังนี้

ก่อนติดตั้งโซล่าเซลล์



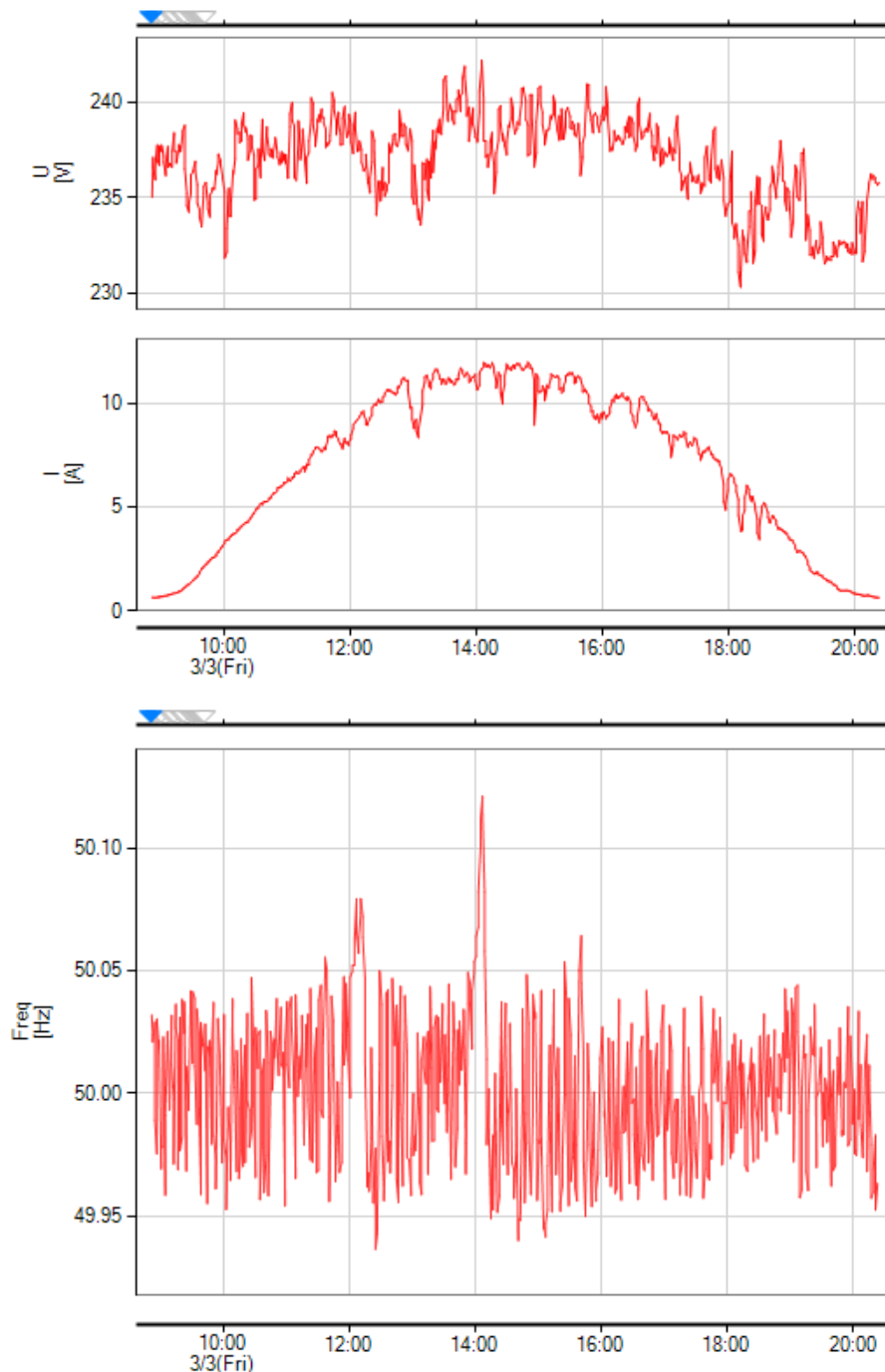
ภาพที่ 15 แรงดัน กระแส และความถี่ (U , I , f)



รูปที่ 16 กำลังไฟฟ้า ตัวประกอบกำลัง พลังงาน และดีมาน (P , pf , E, Dem)
จากข้อมูลการวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้า รูปที่ 16 พบว่า แรงดันและกระแสไฟฟ้าจะ
มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาอันเนื่องมาจากการใช้โหลดแต่ละช่วงเวลามีความ

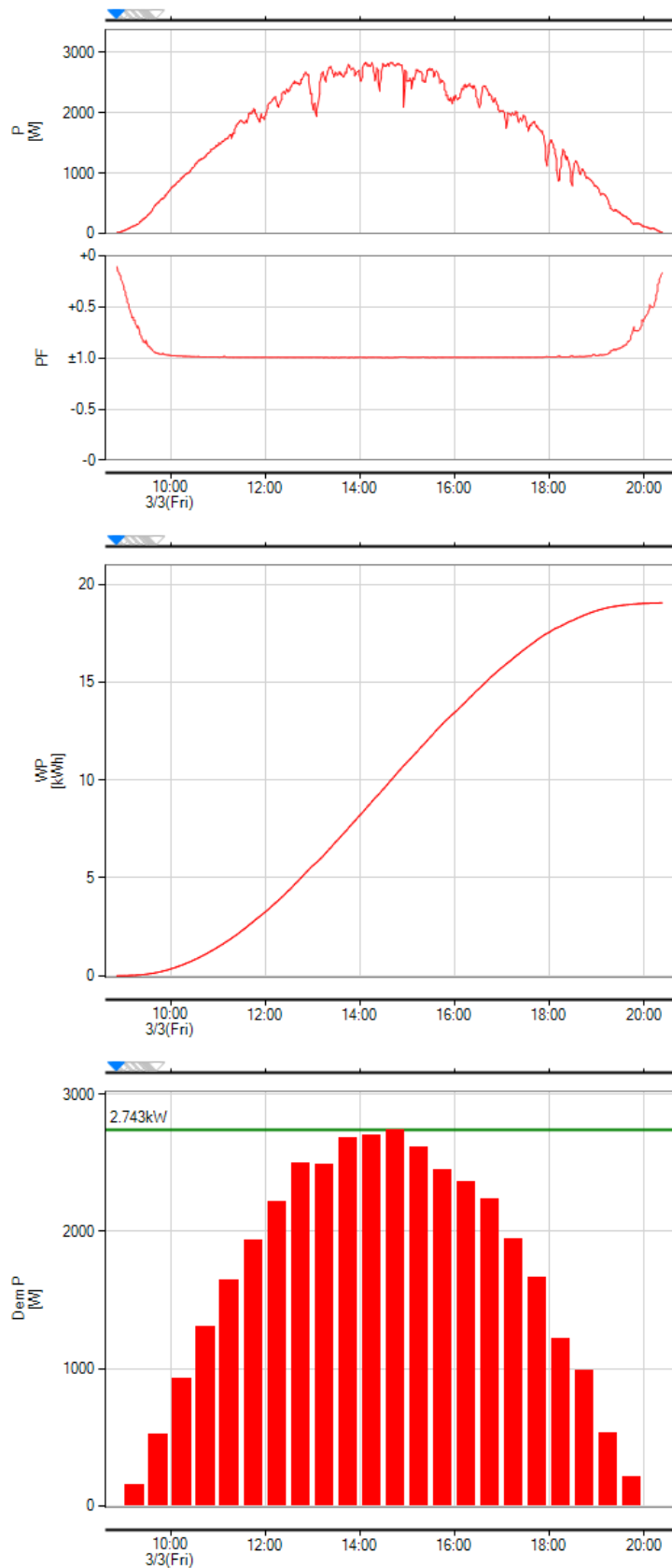
แตกต่างกัน และปัจจัยจากการใช้ไฟฟ้าจากภายนอก และพบว่าช่วงเวลาที่ใช้โหลด
สูงสุดคือ 11.00 น. และใช้โหลดต่ำสุดคือ 18.00 น. และจากการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้
พลังงาน พบว่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ใช้งานคือ 2.279 kW

หลังติดตั้งโซล่าเซลล์



รูปที่ 17 แรงดันกระแส และความถี่ (U , I , f)

จากข้อมูลการวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้า รูปที่ 17 พบว่า แรงดันและกระแสไฟฟ้าที่
ผลิตได้จากโซล่าเซลล์จะมีการเปลี่ยนแปลงไม่มาก ส่วนช่วงเวลาที่การผลิตไฟฟ้าจาก
เซลล์แสงอาทิตย์จ่ายคืนให้กับระบบไฟฟ้าคือช่วงเวลา 12.40-13.20 น. ซึ่งเป็น
ช่วงเวลาที่ผลิตกระแสไฟฟ้าได้สูงสุด



รูปที่ 18 กำลังไฟฟ้า ตัวประกอบกำลัง พลังงาน และดีมาน (P , pf , E, Dem)

ข้อมูลการวัดกำลังไฟฟ้า ตัวประกอบกำลัง พลังงาน และดีมาน (P , pf , E, Dem) รูปที่ 18 พบว่าตัวประกอบกำลัง (pf) มีค่าเป็น 1 แสดงว่าการผลิตไฟฟ้ามีคุณภาพคือกำลังไฟฟ้าที่ผลิตกับกำลังไฟฟ้าที่โหลดได้รับเท่ากัน ไม่มีกำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ และจากการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงาน พบว่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ผลิตได้สูงสุดคือ 2.743 kW นอกจากนี้แล้วการเรียกดูข้อมูลการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ว่าสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ในปริมาณเท่าไรได้จากแอปพลิเคชัน SolarCient for Solar ดังรูปที่ 19 ซึ่งขณะที่บันทึกข้อมูล เวลา 11.20 น. สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 2.5 kW คิดเป็น 71.2% จากกำลังการผลิตของเซลล์แสงอาทิตย์ทั้งหมด 3.5 kW



รูปที่ 19 การเรียกดูข้อมูลปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโซล่าเซลล์ผ่านสมาร์ทโฟน

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าก่อน หลังติดตั้งโซล่าเซลล์

พารามิเตอร์	ก่อนติดตั้ง โซล่าเซลล์	หลังติดตั้ง โซล่าเซลล์	พลังงานที่ จ่ายคืนระบบ
Power (W)	1240.81	1652.37	411.56
Energy (Wh)	7801.38	9718.62	1917.24
Current (A)	5.85	7.05	1.2
Voltage (V)	233.94	236.90	-
Frequency (Hz)	49.8	50.01	-
Power factor	0.49	0.93	-
Demand	1257.67	1652.38	-
ค่าใช้ไฟฟ้า	2689 บาท/ เดือน	1690 บาท/ เดือน	

การใช้พลังงานไฟฟ้าก่อนติดตั้งโซลาร์เซลล์ พบว่าค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (P) เท่ากับ 1,240.81 วัตต์ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปเฉลี่ย (E) เท่ากับ 7,801.38 วัตต์-ชั่วโมง กระแสไฟฟ้าเฉลี่ย (I) เท่ากับ 5.85 แอมแปร์ แรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย (V) เท่ากับ 233.94 โวลต์ ความถี่เฉลี่ย (f) เท่ากับ 49.8 เฮิร์ต ตัวประกอบกำลัง (pf) เท่ากับ 0.49 ค่าดีมานแพกเตอร์สูงสุด (Dem) เท่ากับ 2,279 วัตต์ และค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า เท่ากับ 2689 บาทต่อเดือน ส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าหลังติดตั้งโซลาร์เซลล์ พบว่าค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (P) เท่ากับ 1,652.37 วัตต์ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปเฉลี่ย (E) เท่ากับ 9,718.62 วัตต์-ชั่วโมง กระแสไฟฟ้าเฉลี่ย (I) เท่ากับ 7.05 แอมแปร์ แรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย (V) เท่ากับ 236.90 โวลต์ ความถี่เฉลี่ย (f) เท่ากับ 50.01 เฮิร์ต ตัวประกอบกำลัง (pf) เท่ากับ 0.93 ค่าดีมานแพกเตอร์สูงสุด (Dem) เท่ากับ 2743 วัตต์ และค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า เท่ากับ 1690 บาทต่อเดือน พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากระบบโซลาร์เซลล์ช่วยให้กับครัวเรือนที่ทำการทดลอง สามารถประหยัดพลังงานได้ 999 บาทต่อเดือน

5.3 เพิ่มรายได้ให้กับครัวเรือนสำหรับอุตสาหกรรมเลี้ยงกุ้งในชุมชน

จากการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ที่มีกำลังไฟฟ้า 540W, 48Vdc ต่อแผง ติดตั้งจำนวน 7 แผง ต่ออนุกรมได้กำลังไฟฟ้าสูงสุดรวมเป็น 3780W หรือ 3.78kW, 336Vdc สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้สูงสุด 3.3 kW และทำให้ครัวเรือนหลังนี้มีรายจ่ายลดลงเดือนละ 999 บาท และถ้าเฉลี่ยรายปีจะมีรายจ่ายลดลงจากการใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ที่ 11,988 บาท

6. การอภิปรายผล

การติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์เข้ากับระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง เพื่อจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับครัวเรือนในช่วงเวลากลางวัน สามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพซึ่งช่วยลดค่าใช้จ่ายของครัวเรือนได้ จากการนำไปใช้กับหลอดทางไฟฟ้าภายในบ้านพัก และใช้กับระบบบำบัดน้ำโดยกังหันตุน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์นี้ใช้ใบพัดตีน้ำบริเวณผิวน้ำให้แตกกระจายขึ้นสู่อากาศช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสของน้ำให้มีอัตราการถ่ายเทออกซิเจนเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีปริมาณออกซิเจนในอากาศไม่มีไม่จำกัด เพราะอากาศมีผิวสัมผัสต่อเนื่องส่วนน้ำมีผิวสัมผัสไม่ต่อเนื่องจึงมีปริมาณออกซิเจนน้อยเครื่องเติมอากาศที่ผิวน้ำชนิดความเร็วต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ผ่านมา ก่อนหน้านี้พบว่ามีข้อดีกว่า คือ ออกแบบติดตั้งดูแลรักษาง่าย ประสิทธิภาพการถ่ายเทออกซิเจนสูงค่าใช้จ่ายในการใช้งานต่ำแต่มีข้อจำกัดคือใบพัดตีน้ำได้เฉพาะผิวน้ำการผสมกันของน้ำกับอากาศจึงจำกัดความลึกในการทำงาน

7. บทสรุป

การติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์เข้ากับระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง เพื่อจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับครัวเรือนในช่วงเวลากลางวัน และใช้กับระบบกังหันตุน้ำนี้ ใช้แหล่งจ่ายไฟจากเซลล์แสงอาทิตย์ทำให้ประหยัดค่าไฟฟ้าและระบบไม่ซับซ้อนซึ่งระบบสามารถทำงานได้โดยใช้พลังงานจากระบบเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 500 วัตต์ เพื่อเป็นแหล่งพลังงานไฟฟ้าขั้วมอเตอร์กระแสตรง 350 วัตต์ นำไปหมุนเครื่องกลเติมอากาศใบพัดตีน้ำแบบ 4 ใบพัด ระบบสามารถสั่งงานและควบคุมมอเตอร์ผ่านสัญญาณไร้สายได้เมื่อทำการต่อไวไฟ สามารถเพิ่มออกซิเจนในน้ำพบว่าสามารถเพิ่มค่าได้จาก 4.83 เป็น 7.13 mg/L หรือคิดเป็น 32.26 % จากระยะรัศมีเฉลี่ยห่างจากตัวเครื่อง 5 เมตร สามารถปรับความเป็นกรดต่าง (PH) ของน้ำจาก 6.33 เป็น 7.1

หรือคิดเป็น 67.74 % ซึ่งเป็นค่าใกล้เคียงความเป็นกลางไม่อันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำทำให้สิ่งมีชีวิตเจริญเติบโตได้ การใช้พลังงานไฟฟ้าก่อนติดตั้งโวลล่าเซลล์ พบว่าค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (P) เท่ากับ 1,240.81 วัตต์ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปเฉลี่ย (E) เท่ากับ 7,801.38 วัตต์-ชั่วโมง กระแสไฟฟ้าเฉลี่ย (I) เท่ากับ 5.85 แอมแปร์ แรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย (V) เท่ากับ 233.94 โวลต์ ความถี่เฉลี่ย (f) เท่ากับ 49.8 เฮิร์ต ตัวประกอบกำลัง (pf) เท่ากับ 0.49 ค่าดีมานด์แฟกเตอร์สูงสุด (Dem) เท่ากับ 2,279 วัตต์ และค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า เท่ากับ 2689 บาทต่อเดือน ส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าหลังติดตั้งโวลล่าเซลล์ พบว่าค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (P) เท่ากับ 1,652.37 วัตต์ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปเฉลี่ย (E) เท่ากับ 9,718.62 วัตต์-ชั่วโมง กระแสไฟฟ้าเฉลี่ย (I) เท่ากับ 7.05 แอมแปร์ แรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย (V) เท่ากับ 236.90 โวลต์ ความถี่เฉลี่ย (f) เท่ากับ 50.01 เฮิร์ต ตัวประกอบกำลัง (pf) เท่ากับ 0.93 ค่าดีมานด์แฟกเตอร์สูงสุด (Dem) เท่ากับ 2743 วัตต์ การเปรียบเทียบการใช้พลังงานทดแทนสำหรับอุตสาหกรรมเลี้ยงกุ้งในชุมชน พบว่า ก่อนติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ แรงดันและกระแสไฟฟ้าจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาอันเนื่องมาจากการใช้โหลดแต่ละช่วงเวลามีความแตกต่างกัน และปัจจัยจากการใช้ไฟฟ้าจากภายนอก หลังติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ แรงดันและกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์จะมีการเปลี่ยนแปลงไม่มาก ตัวประกอบกำลังจะมีค่าเป็นหนึ่งนั่นหมายความว่า กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์จะมีความเสถียรหรือชดเชยการจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับโหลดคงที่ นอกจากนี้แล้วการเรียกดูข้อมูลพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ว่าสามารถผลิตไฟฟ้าได้ในปริมาณเท่าไรได้จากแอปพลิเคชัน SolarCient

การเพิ่มรายได้ให้กับครัวเรือนสำหรับอุตสาหกรรมเลี้ยงกุ้งในชุมชนจากการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีกำลังไฟฟ้า ทำให้ครัวเรือนหลังนี้มีรายจ่ายลดลงเดือนละ 999 บาท และถ้าเฉลี่ยรายปีจะมีรายจ่ายลดลงจากการใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ที่ 11,988 บาท

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี ที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ผู้เขียนขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุวลักษณ์ เวชวิทยาคุณ อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี ที่ให้การสนับสนุนในการใช้ห้องปฏิบัติการ

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] Phoosomma, Prasit. (2018). Construction and Efficiency Test of Solar Drying Cabinet for Nipa Palm Drying for Community Enterprise, 18th International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS), Pyeong Chang, KoreaSouth: 1414-1417. <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8571912&isnumber=8571397>
- [2] Korbuakaew, kitti and Phoosomma, Prasit. (2022). Prototype a Food Processing Combination Heated Drying Cabinet, 37th International Technical Conference on Circuits/ Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC), Phuket, Thailand, :1-4. <https://doi.org/10.1109/ITC-CSCC55581.2022.9894865>
- [3] Akashi, H., Polasek, F., and Stule, P. (1996). "Pulsating heat pipe", Proceeding of the 5th International Heat Pipe Symposium, Australia: s.n., 208-217.
- [4] Catherine Lane. (2022). SolarReviews. [Online], Available: <http://www.solarreviews.com/blog/pros-and-cons-of-monocrystalline-vs-polycrystalline-solar-panels#types-of-solar-panels>

- [5] Chapman, Steplen J. (1999). Electric Machines Fundamentals. 2nd ed. Singapore : McGraw-Hill International.
- [6] Cook, Nigel P. (2004). Electronics. (2nd ed). Upper Sandle River, NJ: Pearson Education.
- [7] Duffie, A. and Beckman, A. (2013). Solar Engineering of Thermal Processes. (4thed).Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- [8] Dunn, P.D. and Reay, D.A. (1982). Heat pipes. (3thrd). U.K : Pergamon press.
- [9] Fitzgeralds., A.E, Kingsley, Charles Jr. & Umans, Stephen D. (2003). Electric Machinery. New York : McGraw-Hill International.
- [10] Floyd, Thomas. (1998). Electric Circuit Fundamentals. (4th ed). Upper Sandle River, NJ: Prentice-Hall.
- [11] Gulu, Bhag S. & Hiziroglu, Huseyin R. (2001). Electric Machines and Transformer. 3rd ed. New York: Oxford University Press, Inc.
- [12] Jason Svarc. (2022). MPPT Solar Charge Controllers Explained. [Online], Available : <https://www.cleanenergyreviews.info/blog/mppt-solar-charge-controllers>.
- [13] Sen, P.C. (1997). Principles of Electric Machines and Power Electronics. 2nded. New York: John Wiley & Sons.
- [14] Solar Quotation. (2013). Types of solar panels for homes. [Online], Available: <http://www.solarquotation.com.au/blog/types-of-solar-panels-for-homes/>
- [15] Soponronnarit, S., Nattawut, D., Hirunlabh, J., Namprakai, P., and Thepa, S. (1992). Computer Simulation of Solar Energy Assisted Fruit Drying. RERIC International Energy Journal, Vol. 14, pp. 59-70.
- [16] Pete Millett. (2021). Brushless DC Motors. [Online], Available: <https://www.monolithicpower.com/en/brushless-vs-brushed-dc-motors>.
- [17] ชัยวัฒน์ พรหมเพชร และนพนันท์ นานคงแบบ. (2552). การพัฒนาเครื่องกลเติมอากาศปล่องลมแดดเพื่อบำบัดน้ำเสีย. วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง, มกราคม - มิถุนายน 2552, ปีที่ 18 ฉบับที่ 1, หน้า 22-31.
- [18] ชัยยงค์ เสริมผล จิระเดช สังคะโห และพลวัฒน์ ศรีโยหะ, (2562). การศึกษาและพัฒนาเครื่องเครื่องกลเติมอากาศเติมอากาศพลังงานแสงอาทิตย์. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย, ปีที่ 14 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม-สิงหาคม 2563, หน้า 173-189.
- [19] เทพนิกร แก้วสุวรรณ วีระยุทธ สุดสมบูรณ์ และ อนุรักษ ตรีเพ็ช, (2559). การออกแบบกังหันเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช, กรกฎาคม-ธันวาคม 2559, ปีที่ 9 ฉบับที่ 2, หน้า 12-23.
- [20] ธวัชชัย สอนสนาม, ประสิทธิ์ ภูสมมา, ประยุทธ นิสสกุล และ ชาลี อินทรชัย, (2565). การศึกษาและพัฒนาเครื่องเครื่องกลเติมอากาศเติมอากาศพลังงานแสงอาทิตย์. วารสารวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, ที่ 1 ฉบับที่ 3, กันยายน – ธันวาคม 2565, หน้า 57-66.
- [21] บงกช ประสิทธิ์ และ สหัตยา ทองสาร. (2563). ศึกษาสมรรถนะเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ร่วมเซลล์แสงอาทิตย์. การประชุมวิชาการครั้งที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร. หน้า 514-518

- [22] พรนิภา บริบูรณ์สุขศรี และณัฐ จันท์ครบ. (2563). แบบจำลองการบำบัดน้ำเสียเครื่องเติมอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยล้อกังหัน. SAU Journal of Science and Technology, มิถุนายน-ธันวาคม 2563, ปีที่ 6 ฉบับที่ 2, หน้า 35-43.
- [23] พงพล คิมประเสริฐ และคณะ. (2561). เครื่องกลเติมอากาศเติมอากาศจากพลังงานแสงอาทิตย์. โรงเรียนอิเล็กทรอนิกส์ กองวิทยาการ กรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ.
- [24] ยอดชาย เตียเป็น และ ภาธร ทองเสน. (2563). เครื่องเติมอากาศใบพัดพลังงานแสงอาทิตย์. วารสารวิชาการโรงเรียนนายเรือ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ปีที่ 3 ฉบับที่ 1, หน้า 35-44.
- [25] วรานนท์ อินท๊ะคำ และคณะ. (2557). การปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน กลุ่มอาชีพเพาะเห็ดบ้านทุ่งบ่อแป้น อำเภอห้วยฉัตร จังหวัดลำปาง. การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการรูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทยครั้งที่ 1, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีรัตนโกสินทร์, 12-14 พฤษภาคม 2557, หน้า 187-195.
- [26] วิจัยพลังงาน. (2536). การประหยัดพลังงานไฟฟ้า. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [27] อนุสร นาดี. (2554). จลนพลศาสตร์การอบแห้งใบเตยด้วยรังสีอินฟราเรดร่วมกับลมร้อนและลมร้อน. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ครั้งที่ 17.
- [28] อาทิตย์ อรุณศิวกุล. (2564). เครื่องบำบัดน้ำเสียโดยอาศัยการเพิ่มอากาศแบบหัวพ่น ควบคุมผ่านอินเตอร์เน็ตของสรรพสิ่งโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเซาธ์อีสต์บางกอก, ปีที่ 1 ฉบับที่ 1, หน้า 38-53.
- [29] อุทัย ผ่องธรมี และคณะ. (2563). ออกแบบและสร้างอุปกรณ์เติมอากาศในน้ำชนิดใบพัดแบบหมุนเวียนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์. วารสารวิทยาศาสตร์ แห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี, กรกฎาคม-ธันวาคม 2563, ปีที่ 17 ฉบับที่ 2, หน้า 76-87.