

การศึกษาความเป็นไปได้จากการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในฟาร์มกุ้ง

กรณีศึกษา: ชุมชนอำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ

Feasibility Study from using Energy in Shrimp Farms Case study

Bang Phli District Community Samut Prakan Province

วรวิทย์ ลีลาวรรณ

สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

E-mail: wolawit.l@dru.ac.th

บทคัดย่อ

จังหวัดสมุทรปราการเป็นจังหวัดที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นจำนวนมากแห่งหนึ่งของประเทศ และในปี พ.ศ. 2559 มีการผลิตกุ้งคิดเป็นร้อยละ 5.47 ของปริมาณการผลิตทั้งหมด มีมูลค่า 4,707 ล้านบาท แต่ทั้งนี้เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งในสมุทรปราการมีต้นทุนด้านพลังงานตามมาเป็นต้นทุนหลักที่ต้องจ่าย คิดเป็นร้อยละ 15-20 ของต้นทุนทั้งหมด โดยส่วนใหญ่มาจากการใช้กระบวนการเติมอากาศ ซึ่งเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งจะเปิดเครื่องเติมอากาศ เมื่อปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าค่อนข้างต่ำ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาแนวทางการใช้พลังงานสะอาดจากแสงอาทิตย์ทดแทนพลังงานไฟฟ้าแบบเดิมเพื่อลดต้นทุนให้กับชุมชนฟาร์มกุ้งในอำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ และวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุนของโครงการการสร้างโรงงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ โดยทำการติดตั้งเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์เข้าไปในฟาร์มกุ้ง และทำการวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานที่เปลี่ยนแปลง โดยสามารถสรุปได้ว่าติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์มีมูลค่าปัจจุบัน (NPV) ของโครงการเป็นบวกเนื่องจากมีต้นทุนด้านพลังงานที่ลดลง ทำให้แสดงถึงการลงทุนใน

โครงการนั้นมีผลกำไรนำลงทุน ส่วนระยะเวลาคืนทุนภายใน อยู่ภายใน 6.9 - 7.4 ปี ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าระบบโซลาร์เซลล์นี้จึงมีความคุ้มค่าในการลงทุนเพื่อใช้เติมออกซิเจนให้กับอุตสาหกรรมการเลี้ยงกุ้งในชุมชน

ผลการวิเคราะห์ความไวโดยการปรับเพิ่มต้นทุนในการติดตั้งโซลาร์เซลล์เพิ่มขึ้น 10% และ 20% ทั้งสองระดับมีผลกำไรอยู่ที่ 14,668 บาท และ 6,463 บาท แสดงว่าการลงทุนในโครงการนั้นมีผลกำไรนำลงทุน โดยมูลค่าปัจจุบันสุทธิจะน้อยลงมากเมื่อมีต้นทุนเพิ่มขึ้นถึง 20% ส่วนระยะเวลาคืนทุนจะอยู่ที่ภายใน 7.6 ปี และ 8.3 ปี ตามลำดับ

การวิเคราะห์ความไวโดยการปรับเพิ่มไฟฟ้าทั้งก่อนติดตั้งและหลังติดตั้งเพิ่มอีก 5% และ 10% ทั้งสองระดับมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิอยู่ที่ 28,124 บาท และ 33,375 บาท แสดงว่าการลงทุนในโครงการนั้นมีผลกำไรนำลงทุน โดยอัตราผลกำไรจะมากขึ้นมากเมื่ออัตราค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ในส่วนส่วนระยะเวลาคืนทุนภายใน 6.65 ปี และ 6.36 ปี

คำสำคัญ: การศึกษาความเป็นไปได้, ระบบพลังงานแสงอาทิตย์, ฟาร์มกุ้ง

Abstract

Samut Prakan is one of the provinces in Thailand with high electricity consumption. In 2016, shrimp production in this province accounted for 5.47% of the national output, with a total value of 4.707 billion baht. However, shrimp farmers in Samut Prakan face high energy costs, which represent approximately 15–20% of the total production cost. The majority of this cost results from the use of aeration systems, which are activated when dissolved oxygen levels in the water are relatively low.

This research aims to explore the potential of using clean energy from solar power to replace conventional electricity in order to reduce costs for shrimp farming communities in Bang Phli District, Samut Prakan Province. The study includes an analysis of the payback period of a solar power generation project, involving the installation of solar panels on shrimp farms and an assessment of the resulting changes in energy expenses. The findings reveal that the installation of a solar cell system leads to a positive Net Present Value (NPV), indicating that the project is profitable due to reduced energy costs. The payback period ranges from 6.9 to 7.4 years. Therefore, it can be concluded that the solar-powered aeration system is a worthwhile investment for the shrimp farming industry in the community.

A sensitivity analysis was conducted by increasing the installation cost of solar panels by 10% and 20%. The results showed profits of 14,668 baht and 6,463 baht, respectively. Although the NPV decreases significantly with a 20% cost increase, the investment remains profitable, with payback periods of 7.6 and 8.3 years, respectively.

Another sensitivity analysis was performed by increasing electricity rates both before and after installation by 5% and 10%. Under these scenarios, the NPVs were 28,124 baht and 33,375 baht, respectively. This indicates that the investment becomes more profitable as electricity prices rise, with shortened payback periods of 6.65 and 6.36 years, respectively.

Keywords: Feasibility study, Solar Cell System, Shrimp Farming

1. บทนำ

ปัจจุบันทั่วโลกได้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นจำนวนมากในหลายทวีปทั่วโลก และพลังงานไฟฟ้าที่นำมาใช้ตั้งแต่อดีตก็เป็นพลังงานที่มาจากวัตถุดิบที่นำมาใช้แล้วหมดไปและทำให้เกิดภาวะโลกร้อน เช่น ถ่านหิน น้ำมัน และแก๊ส ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่มีราคาสูงขึ้น ทำให้ต้นทุนในการผลิตพลังงานไฟฟ้าสูงขึ้นตามไปด้วย เนื่องจากจากประชากรมีจำนวนเพิ่มขึ้นการใช้ไฟฟ้าก็มีจำนวนมากขึ้น ทำให้ในหลายประเทศทั่วโลกคิดค้นพลังงานทดแทนเพื่อมาผลิตกระแสไฟฟ้า

โดยจังหวัดสมุทรปราการเป็นจังหวัดที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นจำนวนมากโดยมีเนื้อที่ 1,004 ตารางกิโลเมตร อาณาเขตทิศเหนือติดต่อกับกรุงเทพมหานคร และจังหวัดฉะเชิงเทราทิศตะวันออกติดต่อกับจังหวัดฉะเชิงเทรา, ทิศใต้จรดอ่าวไทย และทิศตะวันตกติดต่อกับกรุงเทพมหานคร ลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่มทั้งหมด มีแม่น้ำเจ้าพระยาไหลผ่านทางทิศตะวันตกของจังหวัด จากทิศเหนือไปทิศใต้ลงสู่อ่าวไทย มีชายฝั่งทะเลยาว 47.5 กิโลเมตร เดิมชายฝั่งทะเลมีป่าชายเลนกว้างขวาง และในปี พ.ศ. 2559 มีการผลิตกุ้งคิดเป็นร้อยละ 5.47 ของปริมาณการผลิตทั้งหมด มีมูลค่า 4,707 ล้านบาท

แต่ทั้งนี้เกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งในสมุทรปราการมีต้นทุนด้านพลังงานตามมา ซึ่งถือเป็นต้นทุนหลักที่ต้องจ่ายโดยฟาร์มขนาดกลางที่เลี้ยงกุ้งขาวแบบหนาแน่น ต้องใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังสำหรับเครื่องเติมอากาศ คิดเป็นร้อยละ 15-20 ของต้นทุนทั้งหมด โดยส่วนใหญ่มาจากการใช้เครื่องเติมอากาศ โดยเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งจะเปิดเครื่องเติมอากาศ เมื่อปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าค่อนข้างต่ำโดยการใช้อัตราการเติมอากาศในการหมุนเพื่อเติมอากาศเข้าไปในน้ำ[1]

ความคุ้มค่าของโครงการ พิจารณาจาก 2 ตัวชี้วัด ประกอบด้วย 1) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value – NPV) ตัวชี้วัด NPV เป็นค่าแสดงถึงความสามารถในการทำกำไรของโครงการ ณ อัตราคิดลดที่กำหนด ซึ่งถ้าหากค่า $NPV > 0$ แสดงว่า โครงการมีความคุ้มค่า 2) ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period – PB) ระยะเวลาคืนทุน คือ ระยะเวลาที่ผลตอบแทนสุทธิ จากการดำเนินงานมีค่าเท่ากับค่าลงทุน

ค่าใช้จ่ายในการลงทุน คือค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการผลิตสินค้าหรือบริการที่หน่วยผลิตได้จ่ายไปในการผลิตสินค้าและบริการทั้งหมด ซึ่งต้นทุนทางตรง (Direct Cost) หมายถึง ต้นทุนที่ต้องจ่ายเป็นเงินสดไปในการซื้อหาปัจจัยการผลิต ต้นทุนทางตรงนี้แบ่งย่อยออกไปอีกเป็น 2 ประเภท ประกอบด้วย 1) ต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) หมายถึง ต้นทุนที่ใช้จ่ายไปในการก่อสร้าง สิ่งอำนวยความสะดวกที่เป็นฐานของการผลิต ซึ่งไม่เปลี่ยนแปลงไปตามจำนวนผลผลิต เช่น ค่าที่ดิน สิ่งก่อสร้าง เครื่องจักรและอุปกรณ์การผลิต 2) ต้นทุนผันแปร (Variable Cost) หมายถึงต้นทุนที่เป็นค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานตามกระบวนการผลิตซึ่งผันแปรหรือเปลี่ยนแปลงไปตามจำนวนผลผลิต เช่น ค่าจ้างค่าวัตถุดิบ ค่าน้ำค่าไฟ ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงหรือหล่อลื่น และค่าซ่อมแซมเครื่องจักรอุปกรณ์ เป็นต้น

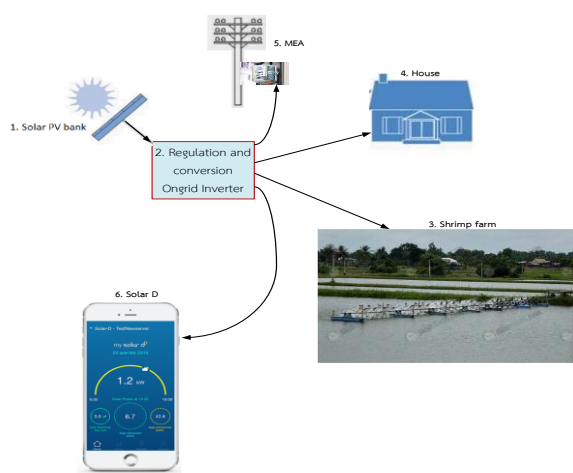
ดังนั้นผู้วิจัยเห็นความสำคัญในการประเมินความคุ้มค่าและคุ้มค่า เพื่อเป็นแนวทางในลดค่าใช้จ่ายจากการใช้พลังงาน ด้วยการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าเติมออกซิเจนในน้ำให้มีปริมาณได้ตามค่ามาตรฐาน

2. วิธีการดำเนินงาน

การเพาะเลี้ยงกุ้งแบบหมุนเวียนหรือแบบบ่อบิดด้วยมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำแบบหมุนเวียนแบบปิดมีข้อดีคือมีความหนาแน่นสูง การผลิตสัตว์น้ำไม่ถูกจำกัดด้วยสภาพอากาศในภูมิภาค อัตราการใช้ทรัพยากรสูง ผลผลิตพันธุ์คุณภาพสูงและปลอดภัย โรคน้อย การรีไซเคิลน้ำในการเพาะเลี้ยง การลดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม ฯลฯ

เป็นแนวทางสำคัญในการพัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างยั่งยืน

การใช้เครื่องกลเติมอากาศแบบกังหันตื้นน้ำเพื่อเพิ่มค่าออกซิเจนในน้ำให้มากขึ้น โดยพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar cell)[2][3] 1)พลังงานไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้รับจากพลังงานแสงอาทิตย์จะถูกส่งเข้าไปที่วงจรควบคุมและวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้าหรืออินเวอร์เตอร์ (On-grid Inverter) 2)และพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้จากแผงโซลาร์เซลล์ถูกเปลี่ยนเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับโดยชุดอินเวอร์เตอร์ และส่งพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับไปที่มอเตอร์ที่เพลาถูกต่อเข้ากับกังหันเพื่อหมุนเติมออกซิเจนในน้ำ 3) และชุดอินเวอร์เตอร์ต่อเข้ากับระบบแรงดันไฟฟ้าบ้าน 4) และจ่ายกลับไปยังการไฟฟ้านครหลวง 5) โดยระบบการจ่ายพลังงานไฟฟ้าของโซลาร์เซลล์สามารถดูการทำงานและการใช้ปริมาณไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ได้ 6) จากแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟน



รูปที่ 1 นวัตกรรมพลังงานทดแทนสู่ภูมิปัญญาท้องถิ่นสำหรับอุตสาหกรรมเลี้ยงกุ้ง

2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลมีขั้นตอนดังนี้

1.วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการรวบรวมข้อมูลจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการวัดและบันทึกค่าทำการวัดค่ากำลังไฟฟ้า (Power, P) แรงดันไฟฟ้า (Voltage, V) กระแสไฟฟ้า (Current, I) พลังงานไฟฟ้า (Energy, E) ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power factor, pf) โดยตั้งค่าเก็บข้อมูลทุก 30 นาที ในช่วงเวลาที่มีแสงอาทิตย์ เวลา 9.00-16.00 น. ระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึง เดือนธันวาคม รวมถึงต้นทุนไฟฟ้าต่อหน่วยตามอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต

2.การจัดทำข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการรวบรวมข้อมูลจากผลการทดลอง โดยนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ถึงผลการทำงานของพลังงานไฟฟ้าระบบเดิมของ กฟน. เปรียบเทียบกับพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ กำลังไฟฟ้า (Power, P) แรงดันไฟฟ้า (Voltage, V) กระแสไฟฟ้า (Current, I) พลังงานไฟฟ้า (Energy, E) ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power factor, pf) ที่จ่ายให้กับเครื่องกลเติมอากาศ

หลังจากได้ดำเนินการออกแบบและสร้างนวัตกรรมพลังงานทดแทนด้วยแสงอาทิตย์สำหรับเครื่องกลเติมอากาศแบบผสมผสาน[4][5][6] เพื่อเติมออกซิเจนในอุตสาหกรรมเลี้ยงกุ้ง ของชุมชนพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ โดยทำการทดลองที่ตามที่ได้ออกแบบไว้และทำการติดตั้งระบบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตำบลบางปลา อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ และวิเคราะห์ผลการใช้พลังงานไฟฟ้า

ด้วยเครื่องวิเคราะห์คุณภาพพลังงานไฟฟ้า (Power quality analyzer) ทั้งก่อนและหลังการวิจัย[7][8]

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้แก่ กำลังไฟฟ้าจริงรวม(P) ชั่วโมง (hr) การใช้งานจริงของโหลดไฟฟ้า สามารถคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้า สำหรับระบบพลังงานแสงอาทิตย์โดยรวมได้ดังนี้

$$E = \frac{P}{1000} h \quad (1)$$

เมื่อ E หมายถึง พลังงานไฟฟ้า หน่วยเป็น จูล (J) หรือ วัตต์-วินาที (W-s) หรือกิโลวัตต์-ชั่วโมง (kWh), P หมายถึง กำลังไฟฟ้าจริง หน่วยเป็น วัตต์ (kW), h หมายถึง ชั่วโมงการใช้พลังงาน (hr)

2.2 วิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิและจุดคุ้มทุน

การวิเคราะห์ทางการเงินจะให้การวิเคราะห์ผลตอบแทนรายงานผลด้วยเครื่องมือทางการเงิน การวิเคราะห์ทางการเงินของโครงการมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) คือผลต่างระหว่าง มูลค่าปัจจุบันของผลการประหยัดต้นทุนในรูปตัวเงินที่คาดว่าจะได้รับในแต่ละปี ตลอดอายุของโครงการกับ มูลค่าปัจจุบันของเงินที่จ่ายออกไปและทำการวิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) เพื่อพิจารณาถึงปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อโครงการ โดยมีปัจจัยด้าน อัตราการเพิ่มขึ้นของต้นทุน อัตราผลตอบแทนคาดหวัง ราคาไฟฟ้าที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+K)^t} - I \quad (2)$$

การวัดระยะเวลาคืนทุนของโครงการเพื่อสามารถทราบว่าโครงการจะคืนทุนได้เร็วเพียงใดในการลงทุนแต่ละเงื่อนไข

$$PP = \frac{I}{C} \quad (3)$$

เมื่อ PP หมายถึง ระยะเวลาคืนทุน, I หมายถึง ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเริ่มแรก, C หมายถึง กระแสเงินสดสุทธิต่อปี

3. ผลการทดลอง

จากการนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองคือ กำลังไฟฟ้า (Power, P) แรงดันไฟฟ้า (Voltage, V) กระแสไฟฟ้า (Current, I) พลังงานไฟฟ้า (Energy, E) ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power factor, pf) นำมาวิเคราะห์ข้อมูลอัตราการการใช้พลังงานทั้งก่อนและหลังติดตั้งระบบพลังงานแสงอาทิตย์แล้วหาจุดคุ้มทุนได้ดำเนินการดังนี้

3.1 การวิเคราะห์การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับอุตสาหกรรมการเลี้ยงกุ้งในชุมชน

3.2 เปรียบเทียบการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับอุตสาหกรรมการเลี้ยงกุ้งในชุมชน

3.3 หาจุดคุ้มทุนสำหรับอุตสาหกรรมการเลี้ยงกุ้งในชุมชน

ทั้งนี้ กำหนดให้แผงโซลาร์เซลล์สามารถทำงานได้เต็มอายุการใช้งานโดยไม่มีความเสียหาย รวมถึงต้นทุนการทำความสะอาดเนื่องจากมีมูลค่าที่น้อยมากซึ่งเกษตรกรเจ้าของฟาร์มสามารถดำเนินการได้ด้วยตนเอง

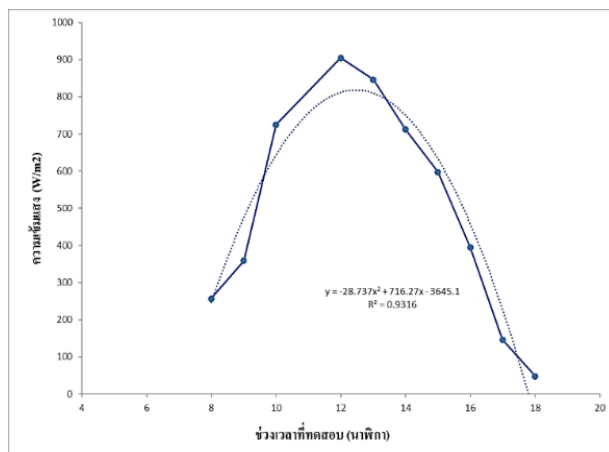
3.1 การวิเคราะห์การใช้พลังงานทดแทนสำหรับ อุตสาหกรรมการเลี้ยงกุ้งในชุมชน

งานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับกังหันเพื่อเติมออกซิเจนในน้ำโดยควบคุมสวิตช์รีเลย์ผ่านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 และใช้แอปพลิเคชัน Blynk สั่งการทำงานผ่านสวิตช์รีเลย์ จากนั้นเก็บผล

ความเร็วรอบมอเตอร์ กระแสไฟฟ้า ความเร็วรอบ ความเข้มแสง ค่าความเป็นกรด-ด่างและค่าออกซิเจน ในน้ำที่เพิ่มขึ้นและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของระบบผลการทดสอบหาค่าทางไฟฟ้าของ กังหันน้ำ

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าก่อน หลัง ติดตั้งโซลาร์เซลล์

พารามิเตอร์	ก่อนติดตั้งโซลาร์เซลล์	หลังติดตั้งโซลาร์เซลล์	พลังงานที่จ่ายคืนระบบ
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	236.9	-
Frequency (Hz)	49.8	50.01	-
Power factor	0.49	0.93	-
Demand	1257.67	1652.38	-
ค่าใช้ไฟฟ้า	2689 บาท/เดือน	1690 บาท/เดือน	



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยความเข้มแสง และช่วงเวลาในการทดสอบ

ผลการทดลองในภาพที่ 2 พบว่าช่วงเวลาที่ทำให้การทดสอบตั้งแต่ 9.00-16.00 น.กับความเข้มแสงจะมีความสัมพันธ์กันโดยความเข้มแสงจะมีค่าเพิ่มขึ้น

ตั้งแต่เวลา 9.00-14.00 น. ซึ่งมีค่า 480-580 W/m² และจะมีค่าลดลงเหลือ 650-580 W/m² ที่เวลา 14.00-16.00 น. ตามลำดับ โดยมีแนวโน้มเป็นไปตามสมการโพลีโนเมียล $y = -13.095x^2 + 347x - 1604.1$ ซึ่งขณะที่ทำการทดสอบนั้นความเร็วรอบของมอเตอร์จะอยู่ในช่วง 250-300 rpm

3.2 การวิเคราะห์การใช้พลังงานทดแทนสำหรับอุตสาหกรรมการเลี้ยงกุ้งในชุมชน

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

การใช้พลังงานไฟฟ้าก่อนติดตั้งโซลาร์เซลล์พบว่าค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (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 เฮิร์ตซ์ ตัวประกอบกำลัง (pf) เท่ากับ 0.49 ค่าดีมานด์เพกเตอร์สูงสุด (Dem) เท่ากับ 2,279 วัตต์และค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า เท่ากับ 2689 บาทต่อเดือน ส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าหลังติดตั้งโซลาร์เซลล์พบว่าค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (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 เฮิร์ตซ์ ตัวประกอบกำลัง (pf) เท่ากับ 0.93 ค่าดีมานแฟกเตอร์สูงสุด (Dem) เท่ากับ 2,743 วัตต์และค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า เท่ากับ 1,690 บาทต่อเดือน โดยการเปรียบเทียบจะพิจารณาในช่วงเวลา 9.00-16.00 น. เท่ากันซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มิระบบโซล่าเซลล์สามารถทำงานได้

3.3 หาจุดคุ้มทุนสำหรับอุตสาหกรรมการเลี้ยงกุ้งในชุมชน

จุดคุ้มทุน (Break Even Point) คือ จำนวนของสินค้าที่ธุรกิจต้องสร้างและขายให้ได้เพื่อให้มีรายได้เท่าทุน หรืออีกนัยหนึ่ง จุดคุ้มทุน คือ ยอดขายขั้นต่ำต่อเดือนที่จะทำให้ธุรกิจมีรายได้ที่เพียงพอกับค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานในแต่ละเดือน ดังนั้นรายได้ที่สูงกว่าจุดคุ้มทุนจึงหมายถึงกำไร และในทางตรงข้าม รายได้ที่ต่ำกว่าจุดคุ้มทุนก็คือ ขาดทุนนั่นเอง โดยมีวิธีคำนวณเบื้องต้น ดังนี้

ระยะเวลาคืนทุน (ปี) = งบการลงทุนในปีที่ 0 (บาท) / (ผลตอบแทนสุทธิเฉลี่ยในแต่ละปี (บาท))

$$N = P_0 / (A_1 - A_2) + F_{10}(A/F, i\%, 10) \quad (4)$$

กำหนดให้ N คือ ระยะเวลาคืนทุน (ปี), P_0 คือ งบการลงทุนในปีที่ 0 (บาท), A_1 คือ ค่าใช้จ่ายเมื่อใช้ไฟฟ้าจากมิเตอร์ก่อนติดตั้งโซล่าเซลล์ใน 1 ปี (บาท), A_2 คือ ค่าใช้จ่ายเมื่อใช้ไฟฟ้าจากมิเตอร์หลังติดตั้งโซล่าเซลล์ใน 1 ปี (บาท), $F_{10}(A/F, i\%, 10)$ คือ มูลค่าเทียบเท่ารายปี จากมูลค่าเงินในอนาคตปีที่ 10 เฉลี่ย 10 ปี ของซากที่ขายได้, F_{10} คือ มูลค่าซาก ณ ปีที่ 10,

A/F คือ Sinking fund factor, $i\%$ คือ อัตราผลตอบแทนคาดหวัง

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) คือ ผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันรวมของกระแสเงินสดรับสุทธิตลอดอายุโครงการกับมูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุน โดยใช้อัตราคิดลด (discount rate) ตัวใดตัวหนึ่งมาปรับมูลค่าของกระแสเงินสดที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลาให้มาอยู่ที่จุดเดียวกัน คือ ณ ปัจจุบัน วิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ หรือ NPV นับเป็นเครื่องมือในการประเมินความเป็นไปได้ของการลงทุนที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีการนำเรื่องค่าของเงินตามเวลามาร่วมพิจารณา และเป็นการคำนวณกระแสเงินสดที่เกิดขึ้นตลอดอายุโครงการ

กรณีที่ ไม่คิดมูลค่าซากและใช้สูตรคำนวณตามสมการที่ 4 คำนวณ ระยะเวลาคืนทุน (ปี) = 7.4 ปี และมีการกำหนดมูลค่าซากที่ 0% ของเงินลงทุน โดยอัตราผลตอบแทนคาดหวังคือ 2.5% จะพบว่ามูลค่า NPV ของโครงการอยู่ที่ 15,920 บาท ตลอดอายุโครงการ 10 ปี โดยคิดจากอายุของแผงโซล่าเซลล์ที่ใช้ และไม่มีการกำหนดมูลค่าซาก อ้างอิงจากดอกเบี้ยนโยบายคณะกรรมการนโยบายการเงิน

กรณีที่ คิดมูลค่าซากและใช้สูตรคำนวณตามสมการที่ 4 คำนวณ ระยะเวลาคืนทุน (ปี) = 6.9 ปี หรือประมาณ 2,541 วัน

และมีการกำหนดมูลค่าซากที่ 10% ของเงินลงทุน โดยอัตราผลตอบแทนคาดหวังคือ 2.5 % จะพบว่ามูลค่า NPV ของโครงการอยู่ที่ 22,872 บาท ตลอดอายุโครงการ 10 ปี โดยคิดจากอายุของแผงโซล่าเซลล์ที่ใช้ และไม่มีการกำหนดมูลค่าซาก อ้างอิงจากดอกเบี้ยนโยบายคณะกรรมการนโยบายการเงิน

	รายรับสุทธิ ต่อปี (บาท)	อัตราผลตอบแทน คาดหวัง (i)	มูลค่าปัจจุบัน (NPV) (บาท)
ปีที่ 0	- 89,000	2.50%	15,920
ปีที่ 1	11,988		
ปีที่ 2	11,988		
ปีที่ 3	11,988		
ปีที่ 4	11,988		
ปีที่ 5	11,988		
ปีที่ 6	11,988		
ปีที่ 7	11,988		
ปีที่ 8	11,988		
ปีที่ 9	11,988		
ปีที่ 10	11,988		

รูปที่ 3 การคำนวณ NPV ของโครงการ
ในกรณีไม่คิดมูลค่าซาก

	รายรับสุทธิ ต่อปี (บาท)	อัตราผลตอบแทน คาดหวัง (i)	มูลค่าปัจจุบัน (NPV) (บาท)
ปีที่ 0	- 89,000	2.50%	22,872
ปีที่ 1	11,988		
ปีที่ 2	11,988		
ปีที่ 3	11,988		
ปีที่ 4	11,988		
ปีที่ 5	11,988		
ปีที่ 6	11,988		
ปีที่ 7	11,988		
ปีที่ 8	11,988		
ปีที่ 9	11,988		
ปีที่ 10	20,888		

รูปที่ 4 การคำนวณ NPV
ในกรณีที่คิดมูลค่าซาก 10% ของเงินลงทุน

สรุปได้ว่าการเมื่อมีการติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์จะทำให้มี ค่า NPV ของโครงการเป็นบวกซึ่งแสดงว่าการลงทุนในโครงการนั้นมีผลกำไรน่าลงทุน โดยมีค่าเป็น 15,920 บาท กรณีไม่คิดมูลค่าซาก และ 22,872 บาท กรณีคิดมูลค่าซาก ระยะเวลาคืนทุนภายใน 7.4 ปี และ 6.9 ปี ตามลำดับ หรือประมาณ 7-8 ปี นั้นเอง ดังนั้นระบบโซลาร์เซลล์นี้จึงมีความคุ้มค่าในการลงทุนเพื่อใช้เติมออกซิเจนให้กับอุตสาหกรรมเลี้ยงกุ้งในชุมชน

4. สรุป

การติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์เมื่อคำนวณค่า NPV ของโครงการเป็นบวกซึ่งแสดงว่าการลงทุนในโครงการนั้นมีผลกำไรน่าลงทุน โดยมีค่าเป็น 15,920 บาท กรณีไม่คิดมูลค่าซาก และ 22,872 บาท กรณีคิดมูลค่าซาก ส่วนระยะเวลาคืนทุนภายใน อยู่ภายใน 6.9-7.4 ปี ดังนั้นระบบโซลาร์เซลล์นี้จึงมีความคุ้มค่าในการลงทุนเพื่อใช้เติมออกซิเจนให้กับอุตสาหกรรมการเลี้ยงกุ้งในชุมชน

การลงทุนในโครงการนี้มีผลกำไรน่าลงทุน โดยอัตราผลกำไรจะมากขึ้นมากเมื่ออัตราค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ในส่วนส่วนระยะเวลาคืนทุนภายใน 6.6 ปี และ 6.3 ปี หรือไม่เกิน 7 ปีทั้ง 2 โครงการ โดยเมื่อเทียบกับแผนการลงทุนเดิมที่มีระยะเวลาคืนทุนภายใน 6.9 ปี นั้นแสดงให้เห็นว่าหากค่าไฟฟ้าเพิ่มจะส่งผลให้ลดระยะเวลาคืนทุน

ในส่วนของการวิเคราะห์ความไว โดยพิจารณาถึงกรณีการเปลี่ยนแปลงต้นทุนในการติดตั้งโซลาร์เซลล์เพิ่มขึ้น 10 % และ 20 % พบว่ามีผลกำไรอยู่ที่ 14,668 บาท และ 6,463 บาทตามลำดับ แสดงว่าการลงทุนในโครงการนั้นมีผลกำไรน่าลงทุนทางด้านกรณีการปรับเพิ่มอัตราผลตอบแทนคาดหวัง (i) ที่ 3 % และ 3.5 % ทั้งสองระดับมีผลกำไรอยู่ที่ 19,883 บาท และ 17,009 บาท และกรณีการปรับเพิ่มค่าไฟฟ้าทั้งก่อนติดตั้งและหลังติดตั้งเพิ่มอีก 5% และ 10 % มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิอยู่ที่ 28,124 บาท และ 33,375 บาทตามลำดับ

จากทั้ง 3 กรณีจะแสดงให้เห็นว่าการลงทุนในโครงการนั้นมีผลกำไรน่าลงทุน โดยที่หากต้นทุนการติดตั้งสูงขึ้นจะส่งผลให้มูลค่าปัจจุบันลดลง อัตรา

ผลตอบแทนที่คาดหวังสูงขึ้นจะส่งผลให้มูลค่าปัจจุบันลดลงเช่นกัน แต่การปรับเพิ่มค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้มูลค่าปัจจุบันเพิ่มขึ้น แต่ทั้งนี้ในทุกกรณีของการวิเคราะห์ความไว จะได้มูลค่าปัจจุบันเป็นบวก ซึ่งหมายความว่าโครงการมีความคุ้มค่าในการลงทุน และมีระยะเวลาคืนทุนอยู่ใน 7-8 ปี โดยขึ้นอยู่กับต้นทุนในการติดตั้ง อัตราผลตอบแทนคาดหวัง และค่าไฟฟ้าที่อาจจะเพิ่มขึ้นในอนาคตการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์เข้ากับระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง เพื่อจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับครัวเรือนในช่วงเวลากลางวัน สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งช่วยลดค่าใช้จ่ายของครัวเรือนได้เป็นอย่างดี แต่ทั้งนี้ การศึกษาต่อไปในอนาคตควรต้องมีการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติม เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นเช่น ปริมาณ ความเข้ม และช่วงเวลาของแสงอาทิตย์ในแต่ละฤดูกาล ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อปริมาณแสงอาทิตย์ รวมถึงปัญหาการกีดกันของอุปกรณ์ในพื้นที่ติดชายทะเล

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ ภูสมมา คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุวลักษณ์ เวชวิทยาขลัง อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี ที่ได้ให้การสนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ชัยยงค์ เสริมผล จิระเดช สังคะโฮ และพลวัฒน์ ศรีโยทะ, (2563). การพัฒนากังหันน้ำเติมอากาศ

พลังงานแสงอาทิตย์ควบคุมผ่านสัญญาณไร้สาย. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย, ปีที่ 14 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม-สิงหาคม 2563, หน้า 173-189.

- [2] เทพนิกร แก้วสุวรรณ วีระยุทธ สุดสมบูรณ์ และอนุรักษ ตรีเพ็ชร, (2559). การออกแบบกังหันเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์. วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช, กรกฎาคม – ธันวาคม 2559, ปีที่ 9 ฉบับที่ 2, หน้า 12-23.
- [3] ธวัชชัย สอนสนาม ประสิทธิ์ ภูสมมา ประยุทธ นิสกุล และ ชาลี อินทรชัย, (2565). เครื่องเติมอากาศในน้ำชนิดกังหันพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์. วารสารวิทยาศาสตร์วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, ที่ 1 ฉบับที่ 3, กันยายน – ธันวาคม 2565, หน้า 57-66.
- [4] บงกช ประสิทธิ์ และ สหทัย ทองสาร. (2563). ศึกษาสมรรถนะเชิงความร้อนของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุโมงค์ร่วมเซลล์แสงอาทิตย์. การประชุมวิชาการครั้งที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร. หน้า 514-518.
- [5] ประสิทธิ์ ภูสมมา. (2565). ระบบอบแห้งพลังงานความร้อนร่วม. มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี.
- [6] พรนิภา บริบูรณ์สุขศรี และณัฐ จันท์ครบ. (2563). แบบจำลองการบำบัดน้ำเสียเครื่องเติมอากาศพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยล้อกังหัน. SAU Journal of Science and Technology, มิถุนายน - ธันวาคม 2563, ปีที่ 6 ฉบับที่ 2, หน้า 35-43.

- [7] พฤพล คิมประเสริฐ และคณะ. (2561). กังหันน้ำเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์. โรงเรียนอิเล็กทรอนิกส์ กองวิทยาการ กรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ.
- [8] พิเชิต ลำยอง. (2540). เครื่องจักรกลไฟฟ้า 1. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- [9] ยอดชาย เตียเป็น และ ภราดร ทองเสน. (2563). เครื่องเติมอากาศใบพัดพลังงานแสงอาทิตย์. วารสารวิชาการโรงเรียนนายเรือ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ปีที่ 3 ฉบับที่ 1, หน้า 35-44.
- [10] วรานนท์ อินต๊ะคำ และคณะ. (2557). การปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบเรือนกระจก ของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน กลุ่มอาชีพเพาะเห็ด บ้านทุ่งป่อแค้น อำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง. การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการ รูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทยครั้งที่ 1, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีรัตนโกสินทร์, 12-14 พฤศจิกายน 2557, หน้า 187-195.
- [11] อาทิตย์ อรุณศิริกุล. (2564). เครื่องบำบัดน้ำเสียโดยอาศัยการเพิ่มอากาศแบบหัวพ่นควบคุมผ่านอินเทอร์เน็ทของสรรพสิ่งโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเซาท์อีสต์บางกอก, ปีที่ 1 ฉบับที่ 1, หน้า 38-53.
- [12] อุทัย ผ่องรัศมี และคณะ. (2563). การออกแบบและสร้างอุปกรณ์เติมอากาศในน้ำชนิดใบพัดแบบหมุนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์. วารสารวิทยาศาสตร์ แห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี, กรกฎาคม-ธันวาคม 2563, ปีที่ 17 ฉบับที่ 2, หน้า 76-87.
- [13] Akashi, H., Polasek, F., and Stule, P. (1996). "Pulsating heat pipe", Proceeding of the 5th International Heat Pipe Symposium, Australia: s.n., pp 208-217.
- [14] Catherine Lane. (2022). SolarReviews. [Online], Available: <https://www.solarreviews.com/blog/authors/catherine-lane>.
- [15] Duffie, A. and Beckman, A. (2013). Solar Engineering of Thermal Processes. (4th ed). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- [16] Jason Svarc. (2022). MPPT Solar Charge Controllers Explained. [Online], Available: <https://www.cleanenergyreviews.info/blog/mppt-solar-charge-controllers>.
- [17] Solar Quotation. (2013). Types of solar panels for homes. [Online], Available: <http://www.solarquotation.com.au/blog/types-of-solar-panels-for-homes/>.