วารสารเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี | Agriculture and Technology Journal

ปีที่ 3 ฉบับที่ 3 กันยายน – ธันวาคม 2565 | Vol.3 No.3 September – December 2022

Received: August 26, 2022; Revised: October 12, 2022; Accepted: October 26, 2022

เครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบเคลื่อนที่

The mobile solar water pump

ปรัชญา มุขดา[1*] อลงกรณ์ ฉัตรเมืองปัก[1] ขวัญชัย หนาแน่น[1] ภาคย์ พราหมณ์แก้ว[1]
อภิรัตน์ วงศ์ศุภชาติ[1] และช่วงชัย ชุปวา[1]

Prachya Mukda[1*], Alongkorn Chatmuangpak[1], Kwanchai Nanan[1], Bhark Pramkaeo[1],
Apirat Wongsupachart[1] and Chuangchai Chupwa[1]

[1]คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี

[*]Corresponding author; E-mail: mukdaen@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อหากำลังของแผงพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมกับเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ 3 ขนาด คือ 360 วัตต์ 350 วัตต์ และ 350 วัตต์ จำนวน 2 แผง จากผลการเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าของแผง แสดงให้เห็นว่า ค่ากำลังไฟฟ้าแสงอาทิตย์แบบที่ 3 (แผงพลังงานแสงอาทิตย์ 350 วัตต์ 2 แผง) มีค่าสูงที่สุดคือ 800 วัตต์ เนื่องจากกำลังไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับพื้นที่รับแสงและความเข้มแสงที่แผงได้รับ อย่างไรก็ตาม กำลังไฟฟ้าที่แผงผลิตได้มาคำนวณเป็นประสิทธิภาพของปั๊ม แสดงให้เห็นว่า ประสิทธิภาพของปั๊มน้ำของเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบที่ 1 (แผงพลังงานแสงอาทิตย์ 360 วัตต์) จะมีค่าประสิทธิภาพสูงสุดที่ 4.3 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้น นำเครื่องสูบน้ำแบบที่ 1 นำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพรวมของเครื่องสูบน้ำกับระดับท่อส่งน้ำที่ระยะความสูง 1.0 เมตร และ 1.5 เมตร ผลปรากฏว่าความสูงที่ 1.5 เมตร จะให้ประสิทธิภาพรวมของเครื่องสูบน้ำที่สูงสุดที่ 0.78 เปอร์เซ็นต์ โดยระยะคุ้มทุนของเครื่องสูบน้ำนี้จะอยู่ที่ 1 ปี 7 เดือน

คำสำคัญ: เครื่องสูบน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์ แบบเคลื่อนที่

Abstract

This research aims to find the power of three sizes solar panels for suitable of solar water pumps as 360 watts, 350 watts and 350 watts. From the results of comparing the power of the panel. Show that, the highest solar power is type three (350 watts, 2 solar panels) as 800 watts. Because the electric power depends on the receiving area and the light intensity received by the panel. However, when the power

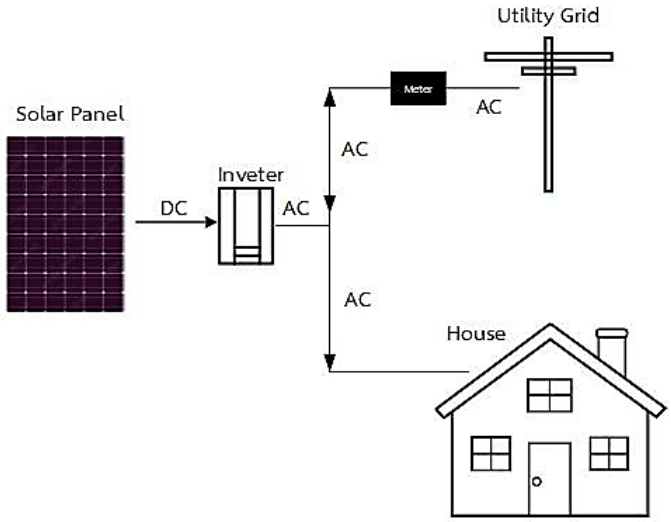
input with the power output is calculated as the efficiency of the pump. Show that, the pump efficiency of the solar pump type one (with a 360 watts solar panel) is maximum efficiency as 4.3 percent. After that, the pump type one is compared the total efficiency of the pipe level water between at heights of 1.0 m. and 1.5 m. The result showed that, a height of 1.5 m. is the maximum total efficiency of the pump as 0.78 percent. The break-even period of this pump is 1 year and 7 months.

Keyword: Water pump, Solar energy, Mobile

บทนำ

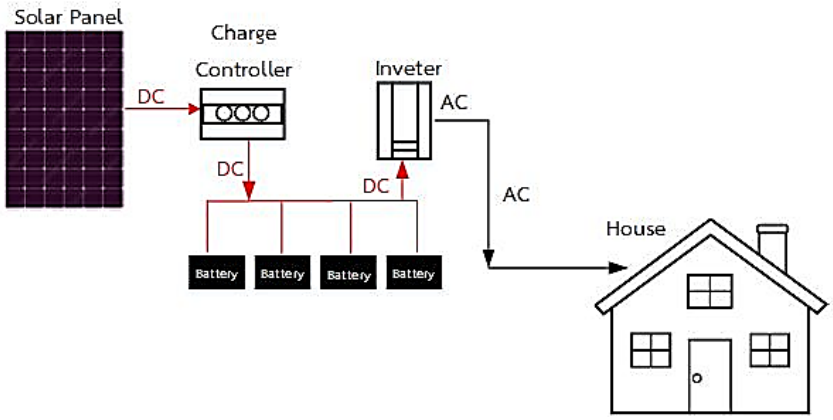
ระบบกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์หรือระบบโซล่าเซลล์ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน แบ่งออกเป็น 2 ระบบคือ

1) ระบบออนกริด (On grid system) เป็นระบบการผลิตไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลล์ (Solar panels) ที่เชื่อมต่อกับระบบสายส่งของการไฟฟ้า จะใช้อุปกรณ์เพียง แผงโซล่าเซลล์ และอินเวอร์เตอร์ออนกริด (On grid inverter) โดยหลักการคือแปลงไฟกระแสตรง (Direct Current: DC) ด้วยอินเวอร์เตอร์ (Inverter) จากแผงโซล่าเซลล์เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current: AC) เพื่อเชื่อมต่อเข้าระบบการไฟฟ้า เพื่อทำการขายไฟฟ้าคืนหรือลดค่าใช้จ่ายในการใช้ไฟฟ้าได้ (นครินทร์, 2558) ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ระบบไฟฟ้าแบบออนกริด (On grid system)

2) ระบบออฟกริด (Off grid system) คือระบบที่ผลิตไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์ที่ไม่ปฏิสัมพันธ์กับระบบสายส่งของการไฟฟ้า ระบบออฟกริดนี้จะแยกเดี่ยวออกมา โดยผู้ติดตั้งโซล่าเซลล์จะสามารถผลิตไฟฟ้าใช้ได้เอง ซึ่งสามารถแยกหมวดย่อยลงไปได้อีกตามลักษณะแรงดันไฟฟ้าที่จะใช้งานว่าเป็น ไฟฟ้ากระแสตรง หรือ ไฟฟ้ากระแสสลับ โดยต้องเลือกโหลด (เครื่องใช้ไฟฟ้า) ให้เหมาะสมกับแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ โดยมีวิธีการต่อระบบที่หลากหลาย ทั้งต่อโหลดกระแสตรงกับแผงโซล่าโซล่าเซลล์ (ซึ่งผลิตไฟฟ้ากระแสตรง) โดยตรง หรือนำไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ที่ผลิตได้จากแผงไปชาร์จไฟเข้าสู่แบตเตอรี่ด้วย Charge controller แล้วแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ด้วย Inverter สำหรับไปใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าตามบ้านเรือนซึ่งใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับอยู่แล้ว (นภัทร, 2554) ดังแสดงในรูปที่ 2 โดยระบบโซล่าเซลล์นี้จะมีข้อดีคือ สามารถควบคุมกระแสไฟฟ้าให้เพียงพอกับกำลังของเครื่องใช้ไฟฟ้าได้คงที่และเหมาะสม มากกว่านั้น ระบบนี้สามารถเก็บสำรองไฟฟ้าไปใช้ได้ในตอนกลางคืน



รูปที่ 2 ระบบไฟฟ้าแบบออฟกริด (Off grid system)

ระบบไฟฟ้าแบบออฟกริดนี้ จึงสามารถนำมาใช้ในการบริหารจัดการพลังงาน โดยเฉพาะพื้นที่ทำการเกษตรที่กว้างขวางและห่างไกลจากระบบสายส่ง ไฟฟ้าเข้าไปไม่ถึงได้เป็นอย่างดี (วัฒนพงษ์ และคณะ, 2536) แต่อย่างไรก็ตาม ระบบกำเนิดไฟฟ้านี้เกษตรกรหรือประชาชนเข้าถึงได้ค่อนข้างลำบาก เพราะราคา การติดตั้งระบบ ทำให้ระยะคุ้มทุนที่สูง และปัญหายังมีปัญหาอีกหลายอย่าง อาทิ ความไม่เหมาะสมระหว่างความต้องการของกำลังไฟฟ้า (Output) กับกำลังการผลิตไฟฟ้า (Input) โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับปั๊มน้ำ ซึ่งเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าพื้นฐานที่จำเป็นในงานเกษตรทั่วไป ทำให้ราคาการติดตั้งระบบนี้สูง อีกอย่างหนึ่งคือ เกิดจากการใช้ปริมาณของชุดอุปกรณ์ที่เกินความความจำเป็น อาทิ จำนวนหรือขนาดของแผงโซล่าเซลล์ แบตเตอรี่ ที่มากหรือน้อยเกินไปกับปริมาณพลังงานของปั๊มน้ำที่ต้องการใช้ (สมชาย, 2537; เจษฎา, 2558)

จากงานวิจัยที่ผ่านมา (ปรัชญา และคณะ, 2563) ได้มีการออกแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบออฟกริด หลักการทำงานคือ นำกระแสไฟฟ้ากระแสตรงจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไปเก็บในแบตเตอรี่ (DC) เพื่อแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เพื่อใช้กับปั๊มน้ำกระแสสลับน้ำขนาด 1,500 วัตต์ อย่างไรก็ตาม ระบบดังกล่าวยังมีข้อจำกัดของการใช้งาน เนื่องจากมีขนาดใหญ่ ต้องใช้อุปกรณ์หลายอย่าง เคลื่อนย้ายลำบาก ไม่สามารถนำระบบไปใช้งานในพื้นที่ทุรกันดารได้

ดังนั้นโครงการวิจัยนี้ เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องสูบพลังงานแสงอาทิตย์แบบเคลื่อนที่ โดยเป็นระบบไฟฟ้าแบบออฟกริด เพื่อหาความพอเหมาะสมระหว่างขนาดแผงพลังงานแสงอาทิตย์กับปั๊มขนาด 350 วัตต์ ซึ่งเป็นปั๊มที่นิยมใช้ในบ้านหรือเพื่อการเกษตรขนาดเล็ก ออกแบบให้มีขนาดกะทัดรัด น้ำหนักเบา สามารถเคลื่อนย้ายไปในพื้นที่การเกษตรได้อย่างสะดวก ต้นทุนต่ำ มากกว่านั้น ยังสามารถใช้ได้กับชุมชน วัด โรงเรียน และหมู่บ้านที่อยู่ในถิ่นทุรกันดารได้อีกด้วย (ดังรูปที่ 3)

(ก) ปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบเคลื่อนที่

(ข) การนำเครื่องไปใช้กับพื้นที่ทางการเกษตร

รูปที่ 3 เครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบเคลื่อนที่กับพื้นที่ในการทดสอบ ณ โรงเรียนโปร่งสลอด จ.เพชรบุรี

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

หลักการและเงื่อนไขการทดสอบ

1) ใช้พื้นที่โรงเรียนโปร่งสลอด อ.บ้านลาด จ.เพชรบุรี เป็นพื้นที่ในการทดสอบและประเมินผล

2) ทดสอบเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องทั้ง 3 ขนาด โดยทดสอบทุก 1 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 08.00 - 16.00 น. เป็นระยะเวลา 30 วัน โดยแผงพลังงานแสงอาทิตย์มาวางในที่โล่งและแสงแดดมุมตกระทบที่ 15 องศา

3) ใช้แผงพลังงานแสงอาทิตย์ประเภทโพลีคลิสตันไลน์ ทั้งหมด 3 ขนาด คือ แผงพลังงานแสงอาทิตย์ ขนาด 360 วัตต์ 1 แผง ขนาด 350 วัตต์ 1 แผง และขนาด 350 วัตต์ จำนวน 2 แผง โดยสมการคำนวณกำลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบมายังแผง สามารถคำนวณได้จากสมการ (1)

$$P_{solar} = EA \quad (1)$$

P_{solar} คือ กำลังงานแสงอาทิตย์ (วัตต์)

E คือ ค่าความเข้มของแสง (วัตต์/ตารางเมตร)

A คือ พื้นที่ของแผงพลังงานแสงอาทิตย์ (ตารางเมตร)

และกำลังไฟฟ้าของแผงพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถคำนวณโดยใช้สมการ (2)

$$P_{elec} = IV \quad (2)$$

P_{elec} คือ กำลังไฟฟ้าของแผงพลังงานแสงอาทิตย์ (วัตต์)

I คือ กระแสไฟฟ้าออกจากแผง (แอมแปร์)

V คือ ค่าแรงดันไฟฟ้าออกจากแผง (โวลต์)

หลังจากนั้นนำกำลังที่ได้จากสมการ (1) และ (2) มาคำนวณประสิทธิภาพของแผงพลังงานแสงอาทิตย์ (η_{panel}) คือ อัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าของแผงพลังงานแสงอาทิตย์ (P_{ecle}) ต่อกำลังงานแสงอาทิตย์ (P_{solar}) คำนวณได้จากสมการ (3)

$$\eta_{panel} = \frac{P_{elec}}{P_{solar}} \quad (3)$$

4) ใช้เครื่องสูบน้ำกระแสตรง (DC) 24 โวลต์ ขนาด 350 วัตต์ คำนวณกำลังอัตราการไหลของน้ำ (P_{mech}) สามารถคำนวณโดยสมการ (4)

$$P_{mech} = \rho gQh \quad (4)$$

P_{mech} คือ กำลังอัตราการไหลของน้ำ (วัตต์)

ρ คือ ค่าความหนาแน่นของน้ำ (กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)

g คือ ค่าแรงโน้มถ่วงของโลก (เมตร/วินาทีกำลังสอง)

Q คือ ค่าอัตราการไหลของน้ำ (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)

h คือ ระยะส่งน้ำที่ความสูง 1.0 เมตร และ 1.5 เมตร

หลังจากนั้นนำกำลังที่ได้จากสมการ (2) และ (4) มาคำนวณประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำ (η_{pump}) คือ อัตราส่วนระหว่างกำลังอัตราการไหลของน้ำ (P_{mech}) ต่อกำลังไฟฟ้าของแผงพลังงานแสงอาทิตย์ (P_{solar}) คำนวณได้จากสมการ (5)

$$\eta_{pump} = \frac{P_{mech}}{P_{elec}} \quad (5)$$

วิธีการทดสอบกำลังและประสิทธิภาพแผง

1) นำแผงพลังงานแสงอาทิตย์ที่วางบนรถเข็นเคลื่อนที่วางในที่โล่งและทำมุมแสงแดดตกระทบที่ 15 องศา ดังรูปที่ 4 (ก)

2) เครื่องวัดความเข้มแสงวางทำมุมฉากกับแผงพลังงานแสงอาทิตย์แล้วอ่านค่าบันทึกผลทุก 1 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 08.00 - 16.00 น. ซึ่งแสดงผลในหน่วยวัตต์ต่อตารางเมตร (วัตต์/ตารางเมตร) ดังรูปที่ 4 (ข)

3) ปรับมัลติมิเตอร์ไปยังฟังก์ชั่นวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC) โดยใช้สายมัลติมิเตอร์สีแดงสัมผัสที่ขั้วบวก (+) และสายมัลติมิเตอร์สีดำที่ขั้วลบ (-) ของสวิตช์เบรกเกอร์ หน้าจอจะแสดงค่าหน่วยเป็นโวลต์ (โวลต์) โดยจะอ่านค่าบันทึกผล ทุก 1 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 08.00 - 16.00 น. ดังรูปที่ 4 (ค)

4) ปรับมัลติมิเตอร์ไปยังฟังก์ชั่นวัดกระแสไฟฟ้า นำขั้วบวกของแผงมาต่อกับขั้วลบ (Short circuit) และใช้มัลติมิเตอร์คีบที่สายขั้วบวก (+) หน้าจอจะแสดงค่าหน่วยเป็นแอมป์แปร์ (A) โดยอ่านค่าบันทึกผลทุก 1 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 08.00 - 16.00 น. ดังรูปที่ 4 (ง)

(ก) ทิศทางการวางแผงด้วยมุมตกระทบที่ 15 องศา

(ข) การวัดความเข้มแสง

(ค) การวัดแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากแผง

(ง) การวัดกระแสไฟฟ้าจากแผง

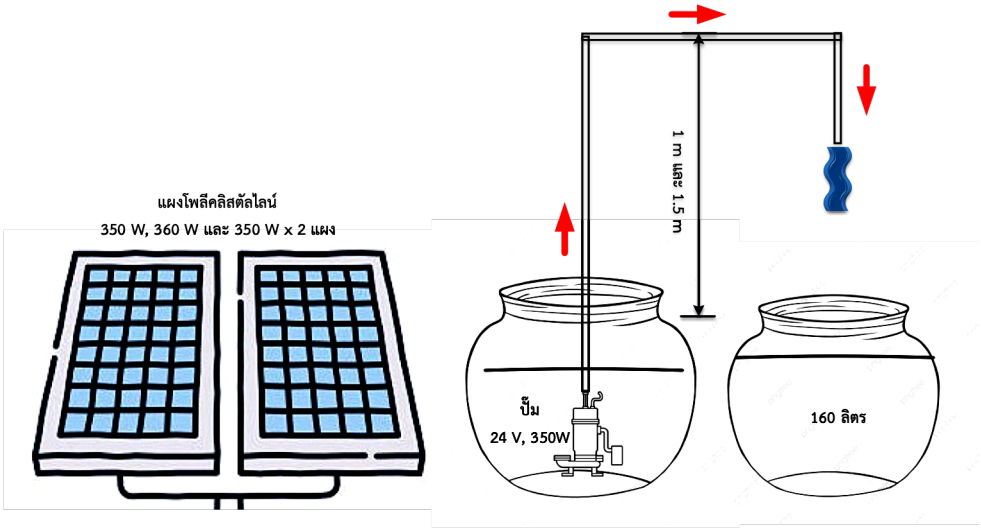
รูปที่ 4 การทดสอบสอบเพื่อหากำลังและประสิทธิภาพแผง

<u>วิธีการทดสอบกำลังและประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำ</u>

แผงพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 360 วัตต์ 350 วัตต์ และ 350 วัตต์ 2 แผง (ขณะสูบน้ำ)

1) นำภาชนะบรรจุน้ำ (โอ่งที่ความจุ 160 ลิตร) ทั้งสองใบมาวางคู่กัน โดยเติมน้ำให้เต็มไว้หนึ่งใบต่อสายเครื่องสูบน้ำเข้ากับ เบรกเกอร์ และนำเครื่องสูบน้ำจุ่มลงในโองที่มีน้ำอยู่ ดังรูปที่ 5 (ก)

2) นำท่อ PVC ขนาดความสูง 1.0 เมตร และ 1.5 เมตร มาติดตั้งเข้ากับเครื่องสูบน้ำเปิดสวิตช์ แล้วจับเวลาจนน้ำเต็มโอ่งอีกใบ แล้ววัดค่าบันทึกผลทุก 1 ชั่วโมง ตั้งแต่ 08.00 - 16.00 น. ดังรูปที่ 5 (ข) และรูปที่ 5 (ค)



(ก) ภาพไดอะแกรมเงื่อนไขการทดลอง

(ข) ส่วนโอ่งน้ำปั๊มดูด

(ค) ส่วนโอ่งน้ำปั๊มออก

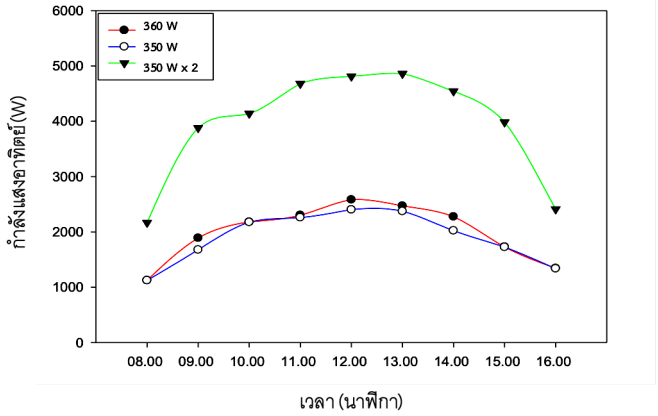
รูปที่ 5 การทดสอบกำลังและประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำ

ผลการวิจัย และการอภิปรายผล

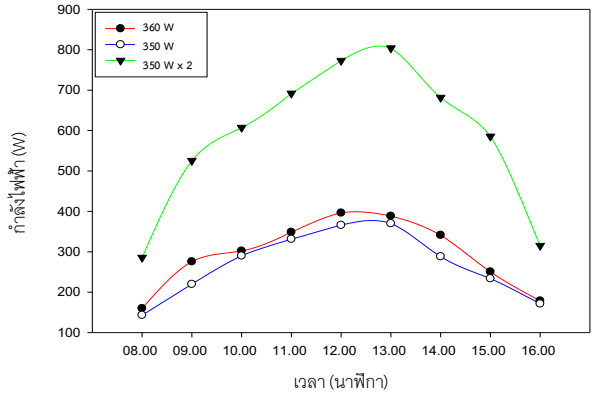
<u>กำลังของแสงอาทิตย์ แผง และปั๊ม</u>

จากการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบเครื่องสูบน้ำด้วยแผงพลังงานแสงอาทิตย์ ทั้ง 3 ขนาด แสดงให้เห็นว่า ค่ากำลังแสงอาทิตย์ (P_{solar}) ของเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบที่ 1 และ 2 (แผงพลังงานแสงอาทิตย์ 360 วัตต์ และ 350 วัตต์) อยู่ในค่าที่ใกล้เคียงกัน แตกต่างจากแบบที่ 3 (แผงพลังงานแสงอาทิตย์ 350 วัตต์ 2 แผง) มีค่ามากที่สุดคือ 4,860 วัตต์ ที่เวลา 13.00 น. ซึ่งสอดคล้องกันกับค่ากำลังไฟฟ้า (P_{ecle}) และค่ากำลังของปั๊ม (P_{mech}) ที่มีค่าสูงสุดที่ 800 วัตต์ และ 28 วัตต์

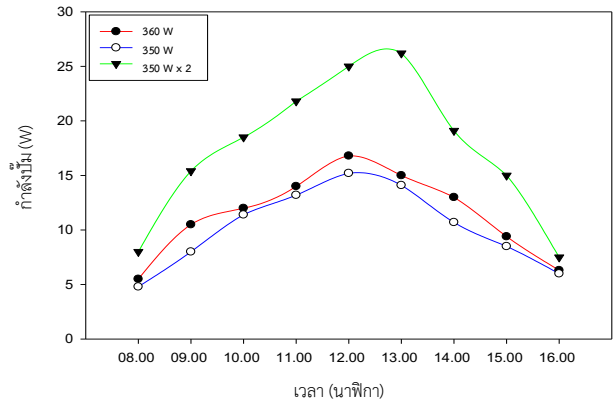
ตามลำดับ ที่เวลา 12.00 – 13.00 น. เนื่องจากกำลังจะขึ้นอยู่กับพื้นที่รับแสงและความเข็มแสงที่แผงได้รับ ดังนั้นกำลังที่แผงได้รับมีค่าที่สูง จึงทำให้กำลังไฟฟ้าของแผงสูงและปั๊มของเครื่องสูบน้ำแบบเคลื่อนที่แบบที่ 3 จึงมีกำให้กำลังสูงสุดเช่นเดียวกัน ตามรูปที่ 6, 7 และ 8



รูปที่ 6 กำลังแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบกับแผง 360 วัตต์ 350 วัตต์ และ 350 วัตต์ x 2 แผง



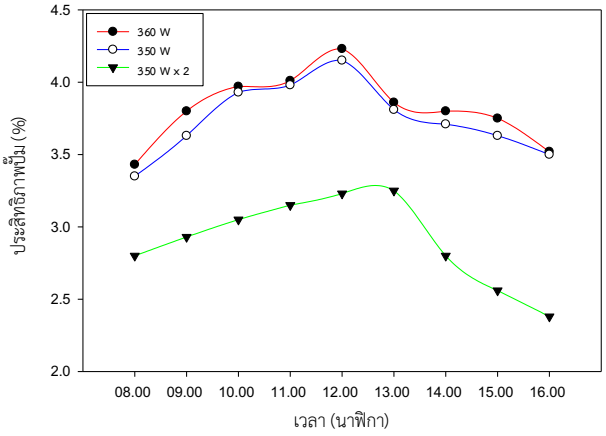
รูปที่ 7 กำลังไฟฟ้าที่ได้จากแผงพลังงานแสงอาทิตย์ 360 วัตต์ 350 วัตต์ และ 350 วัตต์ x 2 แผง



รูปที่ 8 กำลังปั๊มจากแผงพลังงานแสงอาทิตย์ 360 วัตต์ 350 วัตต์ และ 350 วัตต์ x 2 แผง

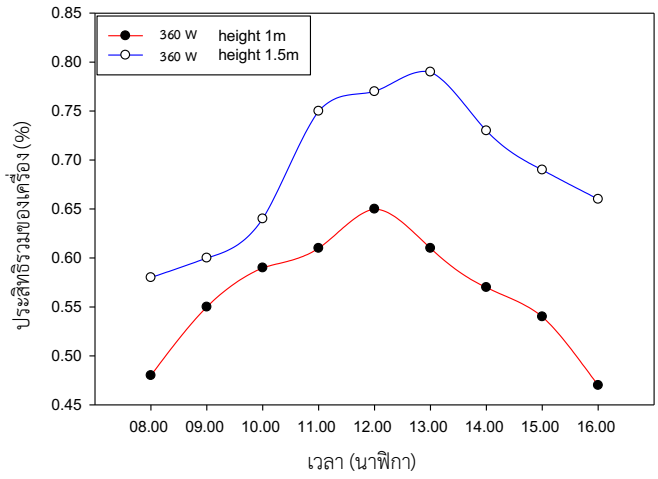
ประสิทธิภาพรวมของปั๊ม

ในขณะเดียวกัน เมื่อนำกำลังไฟฟ้าที่แผงผลิตได้ (P_{elec}) กับกำลังของปั๊ม (P_{mech}) นำมาคำนวณเป็นประสิทธิภาพของปั๊ม แสดงให้เห็นว่า ประสิทธิภาพของปั๊มน้ำของเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบที่ 1 (กับแผงพลังงานแสงอาทิตย์ 360 วัตต์) จะมีค่าประสิทธิภาพสูงสุด (ตามรูปที่ 7) โดยนำกำลังที่ได้ (P_{mech}) ส่วนด้วยกำลังที่ให้ (P_{elec}) ของปั๊มแบบที่ 1 จะให้ประสิทธิภาพสูงที่สุด ที่ 4.3 เปอร์เซ็นต์ ที่ช่วงเวลา 12.00 – 13.00 น. ต่อมาเป็นปั๊มแบบที่ 2 ที่มีประสิทธิภาพลดลงแต่มีค่าใกล้เคียงกัน และประสิทธิภาพของปั๊มแบบที่ 3 มีค่าต่ำสุด (ตามรูปที่ 9)



รูปที่ 9 ประสิทธิภาพปั๊มจากแผงพลังงานแสงอาทิตย์ 360 วัตต์ 35 0วัตต์ และ 350 วัตต์ x 2 แผง

จากรูปที่ 9 นำปั๊มแบบที่ 1 กับแผง 360 วัตต์ ที่เป็นกรณีที่ให้ประสิทธิภาพสูงสุด นำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับการเปลี่ยนแปลงความสูงของท่อระดับท่อน้ำระหว่าง 1.0 เมตร และ 1.5 เมตร จากรูปที่ 10 แสดงให้เห็นว่าค่าความสูงที่ 1.5 เมตร จะให้ประสิทธิภาพสูงสุด 0.78 เปอร์เซ็นต์ ที่ช่วงเวลา 12.00 – 13.00 น. มากกว่าที่ความสูง 1.0 เมตร เนื่องจากเมื่อเพิ่มระดับความสูงเป็น 1.5 เมตร จะส่งผลให้อัตราการไหลของน้ำลดลงน้อยมาก (จากสมการ (4)) ดังนั้นที่ความสูง 1.5 เมตร ดังกล่าวจะมีความเหมาะสมที่สุด



รูปที่ 10 ประสิทธิภาพรวมของเครื่องจากแผง 360 วัตต์ ที่ระยะความสูง 1 เมตร และ 1.5 เมตร

การวิเคราะห์ผลทางเศรษฐศาสตร์

ตารางที่ 1 งบลงทุน

รายการอุปกรณ์	จำนวนและราคา	
	จำนวน	ราคา (บาท)
- โครงสร้างรถเข็น	1	2,000
- แผงโพลีคริสตัลไลน์ 360 วัตต์	1	3,500
- ล้อพร้อมแกนล้อ	1	1,500
- เครื่องสูบน้ำแบบจุ่ม 350 วัตต์	1	1,300
- ชุดเบรกเกอร์และคอนเนคเตอร์	1	200
รวม		8,500 บาท

ตารางที่ 2 ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อวัน

รายการ	จำนวนและหน่วย	
	จำนวน	หน่วย
- เครื่องสูบน้ำที่ใช้ไฟบ้าน (AC)	350	วัตต์
- เวลาในการใช้ปั๊มต่อวัน	8	ชั่วโมง
- พลังงานไฟฟ้าต่อหนึ่งหน่วย	1,000	วัตต์.ชั่วโมง
- พลังงานไฟฟ้าต่อวัน (350 x 8)/1,000	2.8	หน่วย/วัน
- ค่าพลังงานไฟฟ้า (เฉลี่ย)	5	บาท/หน่วย
- ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อวัน (2.8 x 5)	14.00	บาท/วัน

ดังนั้น

$$\text{ระยะคืนทุน} = \frac{\text{งบลงทุน}}{\text{ค่าพลังงานไฟฟ้าต่อวัน}} = \frac{8{,}500}{14 \text{ บาท/วัน}} = 607 \text{ วัน}$$

หรือ ระยะคืนทุนประมาณ 1 ปี 7 เดือน

บทสรุป

จากการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ทั้ง 3 ขนาด แสดงให้เห็นว่า ค่ากำลังแสงอาทิตย์แบบที่ 3 (แผงพลังงานแสงอาทิตย์ 350 วัตต์ 2 แผง) มีค่าสูงที่สุดคือ 4,860 วัตต์ ที่เวลา 13.00 น. เนื่องจากกำลังจะขึ้นอยู่กับพื้นที่รับแสงและความเข้มแสงที่แผงได้รับ แต่เมื่อนำกำลังไฟฟ้าที่แผงผลิตได้ (P_{elec}) กับกำลังของปั๊ม (P_{mech}) นำมาคำนวณเป็นประสิทธิภาพของปั๊ม แสดงให้เห็นว่า ประสิทธิภาพของปั๊มน้ำของเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบที่ 1 (กับแผงพลังงานแสงอาทิตย์ 360 วัตต์) จะมีค่าประสิทธิภาพสูงสุด หลังจากนั้นนำเครื่องสูบน้ำแบบที่ 1 นำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพรวม

ของเครื่องสูบน้ำกับระดับท่อส่งน้ำที่ระยะความสูง 1.0 เมตร และ 1.5 เมตร ผลปรากฏว่าความสูงที่ 1.5 เมตร จะให้ประสิทธิภาพรวมของเครื่องสูบน้ำที่สูงกว่า โดยระยะคุ้มทุนของเครื่องสูบน้ำนี้จะอยู่ที่ 1 ปี 7 เดือน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ที่ให้ทุนสนับสนุนโครงการวิจัย จากทุนอุดหนุนวิจัยประเภทกองทุนเพื่อการวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2564 ตลอดจนโรงเรียนบ้านโปร่งสลอด ที่ให้ให้ความอนุเคราะห์พื้นที่ในการเก็บข้อมูลและประเมินผลของโครงการวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

เจษฎา วรรณศรี, วัชรพันธ์ อินทมาศ และสุรวุฒิ ยะนิล (2558). เครื่องสูบน้ำแผงโซล่าเซลล์. ใน การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 8. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

นภัทร วัจนเทพินทร์ (2554). การติดตั้งระบบไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยตัวเอง. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์ สกายบุ๊ก ปทุมธานี.

นครินทร์ รินพล (2558). คู่มือการออกแบบระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 14. สำนักพิมพ์ Znakarin. กรุงเทพฯ.

ปรัชญา มุขดา และขวัญ หนาแน่น (2562). เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์อเนกประสงค์. ใน การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 33. อุดรธานี.

ปรัชญา มุขดา, กฤษณ์ ไชยวงศ์, ทัดทอง พราหมณี และขวัญชัย หนาแน่น. (2563). ระบบกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบออฟกริดที่เหมาะสมกับปั๊มน้ำ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 1(2): 123-132.

วัฒนพงษ์ รักษ์วิเชียร, สมชาย สุวราห์วรรณ, สังวาล เพ็งพัด, สุขฤดี นาถกรรณกุล และนิพันธ์ ประทุมศิริ (2536). พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์จากสถานีไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ บ้านเด่นไม้ซุง จังหวัดตาก. รายงานการวิจัย. วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร. พิษณุโลก.

สมชาย สุวราห์วรรณ (2537). การวิเคราะห์ทางด้านเทคนิคและเศรษฐกิจของระบบสูบน้ำด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อตรงเพื่อการเกษตร. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.