การศึกษาขนาดของท่อทางดูดระบบสูบน้ำแบบแพลอยน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ในระดับครัวเรือน

A Study of the Suction Pipe Size in Floating Solar Pumping System at Household Level

ศรายุทธ์ จิตรพัฒนากุล[1*] กฤษณะ จันทสิทธิ์[2] และปัญญา วงศ์ต่าย[2]

Sarayut Chitphutthanakul[1*] Kritsana Chantasit[2] and Panya Wongtai[2]

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จันทบุรี 22000

[2]สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จันทบุรี 22000

[1]Industrial Technology, Faculty of Industrial Technology,
Rambhai Barni Rajabhat University, Chanthaburi 22000

[2]Logistics Engineering, Faculty of Industrial Technology,
Rambhai Barni Rajabhat University, Chanthaburi 22000

[*]Corresponding author: Tel.: +66 82 469 4797. E-mail address: sarayut.c@rbru.ac.th

Received: 25 April 2023, Revised: 19 May 2023, Accepted: 8 September 2023, Published online: 30 April 2024

Abstract

The purpose of this research was to study of the suction pipe size in floating solar pumping system at household level. The water volume flow through the 3 different suction pipe sizes at each period were recorded. The system consisted of a DC motor pump with a 550-watt control box working with two of 400 watt solar panels, installed on a floating raft structure which had 1,520 mm width, 1,520 mm length and 200 mm height, setting up on 4 containers (each of 60 liters). The internal control cabinet equipped with a DC circuit breaker, surge protector and a monitor showing the voltage, electric current, electric power, and water flow through the meter according to the 3 different suction pipe sizes (1, 1.5 and 2 inches) during the period from 8:00 a.m. to 5:00 p.m. were built. The data collection was done 6 times per hour with 3 replications. It was found that floating raft stayed balance on water surface. The period of the highest water volume flow from 1, 1.5 and 2 inches of pipes sizes was found from 12:00 to 1:00 p.m. with the highest water volume of 2,259.16, 4,021.89 and 5,116.21 liters, respectively. The suction pipe size of 2 inches showed the highest amount of accumulated water per day of 38,008.30 liters with the maximum flow rate of 85.27 liters per minute.

Keywords: Suction Pipe, Pumping System, Solar Energy, Floating Rafts, Household

บทคัดย่อ

การทำวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาขนาดของท่อทางดูดระบบสูบน้ำแบบแพลอยน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ในระดับครัวเรือน และวิเคราะห์ปริมาณน้ำที่ได้ในแต่ละช่วงเวลาตามขนาดท่อทางดูดที่แตกต่างกัน 3 ขนาด ประกอบด้วยเครื่องสูบน้ำมอเตอร์กระแสตรงพร้อมกล่องควบคุมขนาด 550 วัตต์ ทำงานร่วมกับเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 400 วัตต์ จำนวน 2 แผง โครงสร้างแพลอยน้ำขนาดความกว้าง 1,520 มิลลิเมตร ยาว 1,520 มิลลิเมตร และสูง 200 มิลลิเมตร ติดตั้งบนถังพลาสติกลอยน้ำขนาด 60 ลิตร จำนวน 4 ใบ ตู้ควบคุมภายในติดตั้งอุปกรณ์เซอร์กิตเบรกเกอร์ไฟฟ้ากระแสตรง อุปกรณ์ป้องกันไฟกระโชกทางไฟฟ้า (Surge Protector) และมาตรวัดแสดงค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า ปริมาณน้ำจะไหลผ่านมาตรวัดอัตราการไหลที่ผ่านขนาดท่อทางดูดที่แตกต่างกัน 3 ขนาด (1 1.5 และ 2 นิ้ว) ในช่วงระยะเวลา 08:00 น. ถึง 17:00 น. โดยเฉลี่ย 6 ครั้งใน 1 ชั่วโมง จำนวน 3 ครั้ง ผลการทดสอบ พบว่า แพลอยน้ำที่นำไปติดตั้ง มีความสมดุลขณะลอยบนผิวน้ำ ช่วงเวลาที่มีปริมาณน้ำสูงสุดทั้ง 3 ขนาด คือ ช่วงเวลา 12:00 น. ถึง 13:00 น. ค่าปริมาณน้ำสูงสุดเท่ากับ 2,259.16 4,021.89 และ 5,116.21 ลิตร ตามลำดับ โดยท่อทางดูดขนาด 2 นิ้ว ได้ปริมาณน้ำสะสมต่อวันมากสุด 38,008.30 ลิตร อัตราการไหลสูงสุดที่ระดับ 85.27 ลิตรต่อนาที

คำสำคัญ: ท่อทางดูด ระบบสูบน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์ แพลอยน้ำ ครัวเรือน

บทนำ

การติดตั้งเครื่องสูบน้ำของเกษตรกรชาวสวนผลไม้ในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี ส่วนใหญ่จะติดตั้งมอเตอร์สูบน้ำบนแพแบบลอยน้ำภายในแหล่งน้ำตามพื้นที่ต่างๆ ภายในสวน หรืออาจจะติดตั้งในบริเวณบนพื้นที่ใกล้แหล่งน้ำ โดยติดตั้งให้มีระยะดูดน้ำสั้นที่สุด เพื่อลดการสูญเสียในระบบสูบน้ำ (Head Loss) ซึ่งอาจจะใช้มอเตอร์เครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง (Centrifugal Pump) หรืออาจใช้เครื่องสูบน้ำแบบเพลาลอย (Water Pump Floating Shaft) มาเป็นเครื่องสูบน้ำ ซึ่งปัญหาที่เกษตรกรพบโดยส่วนใหญ่ของการวางระบบสูบน้ำ มาจากปริมาณน้ำที่ได้ไม่เป็นไปตามคุณลักษณะของเครื่องสูบน้ำที่เลือกมา โดยมีสาเหตุมาจากปริมาณน้ำที่เข้าสู่ภายในท่อทางดูดไม่เพียงพอ ทั้งนี้ [1] ได้เสนอการติดตั้งเครื่องสูบน้ำเพื่อเป็นแนวทางไว้ดังนี้ ขนาดท่อทางดูดควรมีขนาดโตกว่าขนาดของท่อด้านดูดของเครื่องสูบน้ำ ความยาวของท่อทางดูดควรจะสั้นที่สุด โดยการขยายท่อทางดูดควรเป็นข้อลดแบบคางหมู (Eccentric Reducer) ต่อร่วมกับข้องอ 90 องศา ความยาวน้อยกว่า 6 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลาง ลดจำนวนจุดเชื่อมต่อระหว่างท่อทางดูด เพื่อให้การไหลในท่อสม่ำเสมอ เพราะอาจเกิดโพรงอากาศ (Cavitations) ส่งผลเสียต่อใบพัด ทำให้เกิดการสึกกร่อนของเนื้อโลหะในส่วนของใบพัดหรือห้องสูบเอง จึงต้องมีการขยายขนาดท่อทางดูดเพื่อให้ปริมาณน้ำเข้าสู่ระบบสูบน้ำทางด้านดูดมากขึ้น โดย [2] ได้ศึกษาความเป็นไปได้และการออกแบบประยุกต์ใช้ระบบโซลาร์เซลล์แบบทุ่นลอยน้ำในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลก พบว่า การออกแบบใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 380 วัตต์ จำนวน 4 แผง ติดตั้งอยู่บนทุ่นลอยน้ำที่ทำจากถังพลาสติกขนาด 200 ลิตร สามารถผลิตพลังงานได้ประมาณ 2,000 กิโลวัตต์/ชั่วโมง/ตารางเมตร ระยะเวลาในการผลิตพลังงานประมาณ 5 ชั่วโมงต่อวัน และ[3] ได้อธิบายเกี่ยวกับแรงลอยตัว (Buoyant Force) เพื่อให้แพลอยได้ในของไหล จะต้องคำนึงถึงความมีเสถียรภาพการออกแบบโครงสร้างด้วย เพราะอาจเกิดการพลิกคว่ำได้ โดยการที่วัตถุจมลงในของไหลบางส่วน หรือจมลงไปทั้งหมด จะเกิดแรงมากระทำที่วัตถุ ในแนวตั้งฉากกับผิว ลักษณะพยายามพยุงหรือยกให้วัตถุลอยขึ้น ทิศทางการเคลื่อนที่สวนทางกับแรงดึงดูดของโลกนั่นเอง ทั้งนี้ได้นำหลักการดังกล่าวมาเพื่อศึกษาวิจัยสามารถเป็นแนวทางในการติดตั้งระบบสูบน้ำของเกษตรกร ลดการใช้พลังไฟฟ้าของเกษตรกรในพื้นที่ลง และยังเป็นแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำให้เป็นไปตามคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ อีกทั้งยังเป็นการสนับสนุนการลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในภาคเกษตรกรรมลงได้

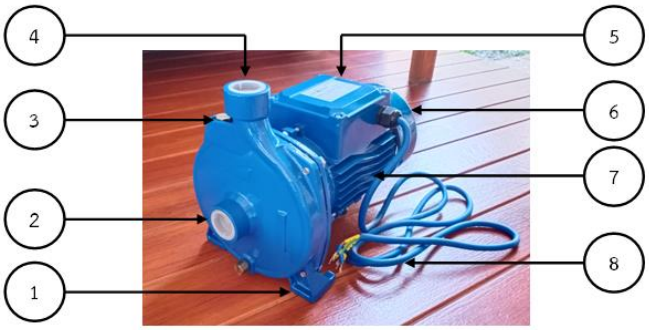
ผู้วิจัยจึงได้พิจารณาที่จะศึกษาขนาดของท่อทางดูดระบบสูบน้ำแบบแพลอยน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ในระดับครัวเรือน โดยติดตั้งเครื่องสูบน้ำอยู่บนโครงสร้างที่มีถังพลาสติกขนาด 60 ลิตร เป็นทุ่นสำหรับลอยน้ำ นำไปวางบนผิวน้ำภายในพื้นที่ของเกษตรกร โดยเครื่องสูบน้ำที่ใช้เป็นแบบมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 550 วัตต์ ทำงานร่วมกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 400 วัตต์ จำนวน 2 แผง และวิเคราะห์ปริมาณน้ำที่ได้ตามขนาดท่อทางดูดที่แตกต่างกันจำนวน 3 ขนาด (1 1.5 และ 2 นิ้ว) โดยหลังจากทดสอบจะสามารถทราบแนวทางการออกแบบการติดตั้งเครื่องสูบน้ำที่ติดตั้งอยู่บนแพลอยน้ำ ส่งเสริมการเทคโนโลยีการนำพลังงานที่มาจากแหล่งธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์ เพื่อจะสามารถพึ่งพาตนเอง ประหยัดค่าใช้จ่ายด้านกระแสไฟฟ้าในระดับครัวเรือน

วิธีการวิจัย

ส่วนที่ 1 ข้อมูลอุปกรณ์สำหรับการศึกษาขนาดของท่อทางดูดระบบสูบน้ำแบบแพลอยน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ในระดับครัวเรือน

1. เครื่องสูบน้ำหอยโข่งมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

เครื่องสูบน้ำหอยโข่ง (Centrifugal Pump) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ใช้สำหรับโครงการวิจัย มีขนาดกำลังมอเตอร์ 550 วัตต์ ยี่ห้อ Handuro รุ่น HD-SCPM6-30-48-550 ดังภาพที่ 1 ใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง สามารถต่อเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 1x144 Cells หรือขนาด 340-400 วัตต์ จำนวน 2 แผง โดยมีคุณลักษณะของอุปกรณ์โดยทั่วไปดังต่อไปนี้



ภาพที่ 1 เครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่งมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 550 วัตต์

ฐานส่วนล่าง (1) สำหรับยึดเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง สามารถยึดให้ติดกับโครงสร้างฐานยึดได้ทั้ง 2 จุด เพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ของเครื่องสูบน้ำ พร้อมกับขาตั้งสำหรับพยุงมอเตอร์ ทางน้ำเข้าขนาด 1 นิ้ว (2) สำหรับเชื่อมต่อกับท่อทางดูด (PVC) สำหรับสูบติดตั้งในแหล่งน้ำ ซึ่งสามารถขยายท่อทางดูดด้วยข้อลดแบบคางหมู เพื่อป้องกันการเกิดโพรงอากาศได้ โดยปริมาณความลึกไม่ควรเกิน 8 เมตร จุดเติมน้ำ (3) เข้าไปในระบบท่อทางดูด ปิดด้วยนอตตัวผู้ (เกลียวนอก)ผู้ทำจากวัสดุทองเหลือง เพื่อป้องกันการเกิดสนิม ทางน้ำออกขนาด 1 นิ้ว (4) ทำจากเหล็กหล่อภายในมีใบพัดทองเหลือง สามารถต่อร่วมกับท่อประปา มาตรวัดอัตราการไหล หรืออุปกรณ์เช็ควาล์ว กล่องความคุมตัวมอเตอร์เครื่องสูบน้ำ (5) ภายในกล่องมีวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมการทำงานประกอบด้วย จุดเชื่อมต่อสำหรับต่ออุปกรณ์ตรวจสอบปริมาณน้ำ เพื่อตรวจสอบปริมาณน้ำที่อยู่ในภาชนะบรรจุน้ำ พัดลมระบายความร้อนขณะมอเตอร์ทำงาน (6) ลักษณะของพัดลมทำจากใบพัดพลาสติกทนความร้อน ทำให้ช่วยยืดอายุมอเตอร์ให้ยาวนาน มอเตอร์ไร้แปรงถ่าน (Brushless DC Motor) กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ 550 วัตต์ (7) ปริมาณแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงในช่วงทำงานอยู่ระหว่าง 30-100 โวลต์ แรงดันขณะทำงาน 48 โวลต์ และสามารถรับกระแสไฟฟ้าได้สูงสุดที่ 15 แอมแปร์ เสื้อมอเตอร์ทำจากวัสดุอะลูมิเนียมมีครีบเพื่อช่วยระบายความร้อน สายไฟแบบ VCT (8) ภายในมีจำนวน 3 สายย่อย (U V W) สำหรับต่อเข้ากับกล่องควบคุม โดยจะควบคุมระดับแรงดัน และกระแสไฟฟ้าให้คงที่

ซึ่งยังสามารถปรับระดับรอบความเร็วของมอเตอร์ให้ช้าลง สอดคล้องกับปริมาณน้ำที่มีอยู่ โดยจะมีระบบป้องกันน้ำแห้ง (Dry-run Protection) ระบบป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกิน (High Voltage Protection) และระบบป้องกันแรงดันต่ำ (Low Voltage Protection) เพื่อช่วยให้มอเตอร์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cells)

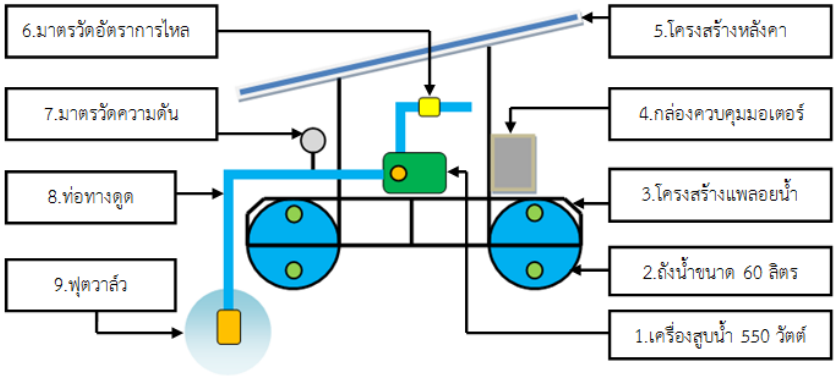
เซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยว (Mono Half Cut Cell Crystalline) ยี่ห้อ Sunfree รุ่น SFP400S – 24H จำนวน 2 แผง กำลังวัตต์สูงสุดที่ผลิตได้ 400 วัตต์ ปริมาณเซลล์เท่ากับ 144 Cells ขนาดความกว้าง 1,133 มิลลิเมตร ยาว 1,707 มิลลิเมตร และสูง 35 มิลลิเมตร น้ำหนัก 21 กิโลกรัม สามารถติดตั้งบนหลังคาด้วยอุปกรณ์จับยึดตามลักษณะของหลังคา สำหรับประเทศไทยควรติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำมุมลาดเอียงประมาณ 15-20 องศากับพื้นดิน (ขึ้นอยู่กับพื้นที่ติดตั้ง) จะทำให้แสงอาทิตย์กระทบตั้งฉากกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในช่วงตอนเที่ยงวันมากที่สุด [4] โดยหันหน้าแผงไปทางทิศใต้ แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยวนั้นให้กำลังไฟฟ้าสูงที่สุดเมื่อเทียบกับพื้นที่ในการติดตั้ง โดยจะมีประสิทธิภาพประมาณร้อยละ 15 ถึง 20 เนื่องจากการเรียงตัวผลึกในแต่ละเซลล์ที่ดีกว่า โดยจะมีประสิทธิภาพการทำงานลดลงอย่างมาก เมื่อทำงานในสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิสูง โดยปัจจุบันเทคโนโลยีการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์สูงขึ้นทำให้พื้นที่การติดตั้งลดลง [5]

3. มาตรวัดอัตราการไหล (Flow Meter)

มาตรวัดอัตราการไหล เป็นมาตรวัดอัตราการไหลแบบกังหัน (Turbine Flow Meter) แสดงผลด้วยจอแสดงภาพแบบอิเล็กทรอนิกส์ ขนาดท่อทางเข้าและท่อทางออก 1 นิ้ว ผลิตจากวัสดุอะลูมิเนียม โดยสามารถวัดอัตราการไหลของเหลวที่เป็นน้ำ หรือน้ำมัน ระหว่างช่วง 20-120 ลิตรต่อนาที ภายในมีใบพัดที่วางขวางอยู่ในท่อ ซึ่งใบพัดนี้จะติดตั้งอยู่บนเพลาหรือแบริ่งที่เป็นศูนย์กลางของทิศทางการไหล ขนานกับเส้นทางการไหลในขณะที่มีของไหลไหลผ่าน ทำให้ใบพัดหมุนด้วยแรงจากของไหล ความเร็วในการหมุนของใบพัดนั้นจะเป็นสัดส่วนกับความเร็วของไหลที่ไหลผ่าน จากนั้นจะใช้วิธีการวัดความเร็วของการหมุนของใบพัดเพื่อหาความเร็วของของเหลว โดยอาศัยตัวเซ็นเซอร์ที่ต่ออยู่กับตัวโครงสร้าง ซึ่งมีอุปกรณ์เซ็นเซอร์ในการตรวจจับ เช่น ตัวเซ็นเซอร์แม่เหล็ก โดยใช้หลักการหาค่าเฉลี่ยความเร็วในเส้นจุดศูนย์กลางของท่อ สามารถแสดงหน่วยการวัด 4 แบบ Liters (L) Gallons (GAL) Pint (PT) และ Quarts (QT) บำรุงรักษาโดยการตรวจสอบให้กังหันหมุนได้อย่างคล่องตัว สะอาด และปลอดฝุ่น ควรนำน้ำมันหล่อลื่นหยอดที่กังหัน และส่วนของแบริ่ง [6]

ส่วนที่ 2 ระบบสูบน้ำแบบแพลอยน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้ในการศึกษา

1. ระบบสูบน้ำแบบแพลอยน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ มีส่วนประกอบหลักดังภาพที่ 2 ประกอบด้วย เครื่องสูบน้ำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบหอยโข่งขนาด 550 วัตต์ (1) ท่อน้ำขาเข้า และขาออกมีขนาด 1 นิ้ว โดยทำการติดตั้งในส่วนกลางของแพลอยน้ำ เพื่อให้น้ำหนักไม่ถ่ายเทไปด้านใดด้านหนึ่ง ถังน้ำขนาด 60 ลิตร (2) จำนวน 4 ใบ สามารถรองรับน้ำหนักเมื่อนำไปลอยน้ำ และยังช่วยเรื่องการถ่ายเทน้ำหนักไม่ให้ทุ่นลอยเอียงไปด้านใดด้านหนึ่ง โครงสร้างแพลอยน้ำ (3) ทำจากเหล็กกล่อง โดยนำมาตัดต่อเชื่อมกันให้สามารถนำถังขนาด 60 ลิตร เข้าไปวางรองรับโครงสร้างแพลอยน้ำได้ รวมทั้งส่วนของโครงสร้างหลังคาที่สามารถเป็นกำบังให้กับเครื่องสูบน้ำ กล่องควบคุมมอเตอร์ (4) ใช้กล่องกันน้ำ เพื่อป้องกันละอองน้ำและฝุ่นเข้าไปในกล่องควบคุม โครงสร้างหลังคา (5) สร้างจากเหล็กกล่อง ติดตั้งแผ่นเมทัลชีทสำหรับกันแสงแดด และน้ำฝน



ภาพที่ 2 แบบจำลองระบบสูบน้ำแบบแพลอยน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

มาตรวัดอัตราการไหล (6) สำหรับวัดอัตราการไหลของน้ำ และปริมาณน้ำที่ได้ตลอดวัน มาตรวัดความดันสุญญากาศขณะเครื่องสูบน้ำทำงาน (7) สำหรับตรวจสอบค่าความดันภายในท่อทางด้านดูด โดยติดตั้งบริเวณฝั่งท่อทางดูดก่อนน้ำเข้าไปที่เครื่องสูบน้ำ ท่อทางดูด (8) สำหรับหย่อนลงไปในแหล่งน้ำ โดยสามารถขยายท่อทางดูดเพื่อป้องกันการเกิดโพรงอากาศภายในระบบท่อทางดูดได้ ฟุตวาล์ว (9) (ลิ้นกันกลับหรือวาล์วหัวกะโหลก) สำหรับเชื่อมต่อกับท่อทางด้านดูด โดยมีขนาดตามท่อทางดูด ทำหน้าที่เปิดให้น้ำไหลเข้า และปิดไม่ให้น้ำไหลกลับลงในแหล่งน้ำ มีทั้งวัสดุที่เป็นทองเหลือง และพลาสติก โดยสามารถติดตั้งวัสดุป้องกันเศษขยะไม่ให้เข้าไปในระบบทางดูดเพิ่มเติมได้

2. การศึกษาและออกแบบชุดควบคุมกระแสไฟฟ้าระบบสูบน้ำแบบแพลอยน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

1. ขนาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จากความต้องการของเครื่องสูบน้ำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบหอยโข่งขนาด 550 วัตต์ เริ่มทำงานตามคุณลักษณะที่ระบุไว้มีความต้องการแรงดันไฟฟ้าขณะทำงานอยู่ระหว่าง 30-100 โวลต์ โดยเริ่มทำงานที่ระดับแรงดันไฟฟ้า 30 โวลต์ โดยในงานวิจัยนี้ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 400 วัตต์ ยี่ห้อ Sunfree รุ่น SFP400S – 24H ซึ่งมีลักษณะ ดังนี้

ค่าแรงดันไฟฟ้าขณะเปิดวงจร (Open-Circuit Voltage : VOC) = 49.60 โวลต์ (±ร้อยละ 5)

ค่ากระแสไฟฟ้าขณะลัดวงจร (Short Circuit Current : ISC) = 10.16 แอมแปร์ (±ร้อยละ 5)

ดังนั้น ขนาดของแรงดันและกระแสไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ที่นำมาต่อในลักษณะวงจรอนุกรม 2 แผง มีค่าสูงสุดเท่ากับ 99.20 โวลต์ (ไม่เกินคุณลักษณะของเครื่องสูบน้ำ) และค่ากระแสไฟฟ้าเท่ากับ 10.16 แอมแปร์

2. ปริมาณค่าแรงดัน และกระแสไฟฟ้าของเครื่องสูบน้ำ ขณะทำงานอยู่ในช่วง 30-100 โวลต์ และปริมาณค่ากระแสไฟฟ้าไม่เกิน 15 แอมแปร์ ดังนั้นเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 400 วัตต์ จำนวน 2 แผง รวม 800 วัตต์ จึงมีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้งาน เนื่องจากไม่เกินคุณลักษณะของเครื่องสูบน้ำ โดยสามารถคำนวณหาค่าผลผลิตไฟฟ้า (E) ของเซลล์แสงอาทิตย์ต่อวัน จากค่าระยะเวลาการมีแสงที่ 1 kW/m^2/day โดยพื้นที่จังหวัดจันทบุรีมีค่า Peak Sun Hour (PSH) เฉลี่ยอยู่ที่ 5 ชั่วโมง [7] ได้ดังต่อไปนี้

E = กำลังการผลิตของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (W) x ค่า Peak Sun Hour (Hr)

เมื่อ

E คือ ผลผลิตไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ต่อวัน

เมื่อต้องการหาผลผลิตไฟฟ้าใน 1 วัน สามารถคำนวณได้ดังนี้

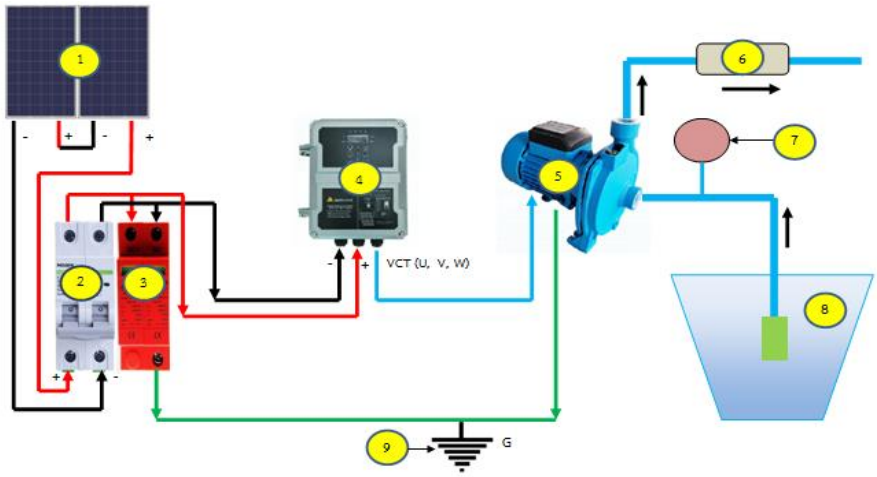
E = (400 W x 2) x 5 hr

= 4,000 Wh หรือ 4 kWh

ดังนั้นแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 400 วัตต์ จำนวน 2 แผง สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าใน 1 วัน ได้เท่ากับ 4,000 วัตต์-ชั่วโมง หรือ 4 ยูนิตต่อวัน

ส่วนที่ 3 แผนผังการเชื่อมต่อระบบสูบน้ำแบบแพลอยน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

แผนผังการเชื่อมต่อระบบสูบน้ำแบบแพลอยน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แสดงดังภาพที่ 3 ประกอบด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 400 วัตต์ 2 แผง เครื่องสูบน้ำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 550 วัตต์ นอกจากนั้นยังได้มีติดตั้งอุปกรณ์อื่น ๆ ประกอบด้วยเซอร์กิตเบรกเกอร์ไฟฟ้ากระแสตรง อุปกรณ์ป้องกันไฟกระโชกทางไฟฟ้า (Surge Protector) และวัตต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตร



ภาพที่ 3 แผนผังระบบสูบน้ำแบบแพลอยน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

แผนผังการเชื่อมต่อมีรายละเอียดดังนี้ เมื่อแสงอาทิตย์ตกกระทบเซลล์แสงอาทิตย์ (1) ขนาด 400 วัตต์ จำนวน 2 แผง ที่ต่ออนุกรมกัน ทำให้เกิดแรงดัน และกระแสไฟฟ้าผ่านเข้าระบบ โดยผ่านเซอร์กิตเบรกเกอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (2) สำหรับตัดต่อวงจร ไฟฟ้ากระแสตรงทั้งขั้วบวก (+) และขั้วลบ (-) ผ่านอุปกรณ์ป้องกันไฟกระโชกทางไฟฟ้ากระแสตรง (3) ก่อนเข้าระบบ เพื่อเชื่อมต่อไปยังกล่องควบคุมการทำงาน (4) เพื่อควบคุมการทำงานเครื่องสูบน้ำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 550 วัตต์ (5) ทำให้เกิดแรงดูดน้ำผ่านท่อทางออกไปยังมาตรวัดอัตราการไหล (6) เพื่ออ่านค่าปริมาณน้ำและอัตราการไหล มาตรวัดความดัน (7) โดยปกติแล้วจะมีค่าความดันเป็นลบ เนื่องจากเป็นภายในท่อจะเป็นสุญญากาศ ฟุตวาล์วหรือวาล์วหัวกะโหลก (8) สำหรับช่องทางผ่านให้น้ำเข้ามาในระบบท่อ และกันน้ำไหลย้อนกลับ โดยสามารถขยายท่อทางดูดเพื่อเพิ่มอัตราการไหลของน้ำ ข้อควรคำนึงถึงสำหรับการติดตั้ง และควรได้รับการเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้าผ่านระบบกราวนด์ (9) เนื่องจากเป็นระบบไฟฟ้ากระแสตรงอาจจะมีการรั่วไหลของกระแสไฟฟ้าตามอุปกรณ์ต่าง ๆจึงควรเชื่อมต่อระบบกราวนด์ตั้งแต่เซลล์แสงอาทิตย์ และอุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมเพื่อป้องกันอันตรายจากกระแสไฟฟ้ารั่ว

ส่วนที่ 4 การศึกษาวิเคราะห์ขนาดของท่อทางดูดระบบสูบน้ำแบบแพลอยน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ในระดับครัวเรือน

การทดสอบใช้งาน เพื่อวัดประมาณน้ำที่ได้ในแต่ละชั่วโมงตลอดวัน โดยการเก็บข้อมูลปริมาณน้ำที่สูบได้ในแต่ละช่วงเวลาตั้งแต่เวลา 08:00 น.-17:00 น. ในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2566 โดยการเก็บข้อมูลตามขนาดท่อทางดูด 3 ขนาดที่แตกต่างกัน (1 1.5 และ 2 นิ้ว) เพื่อหาผลรวมปริมาณน้ำที่ได้ใน 1 วัน บันทึกค่ากระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังงานแสงอาทิตย์ วัดค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า โดยเฉลี่ย 6 ครั้งใน 1 ชั่วโมง อ่านค่าอัตราการไหล และปริมาณแรงดันทางด้านดูดจากเกจวัดความดัน

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการจัดสร้างระบบสูบน้ำแบบแพลอยน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

โครงสร้างระบบสูบน้ำแบบแพลอยน้ำพลังงานแสงอาทิตย์มีขนาดความกว้าง 1,520 มิลลิเมตร ยาว 1,520 มิลลิเมตร และสูง 200 มิลลิเมตร เมื่อทำการติดตั้งเครื่องสูบน้ำบนแท่นชั้นบนที่มีขนาดความกว้าง 800 มิลลิเมตร และความยาว 800 มิลลิเมตร ลักษณะเป็นทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ส่วนครอบถังลอยน้ำขนาด 60 ลิตร ดังภาพที่ 4 มีขนาดยื่นออกมาจากโครงสร้างหลักในระยะที่ 1 ขนาด 260 มิลลิเมตร ระยะที่ 2 เอียงทำมุม 45 องศา ขนาด 150 มิลลิเมตร และระยะที่ 3 ขนาดความสูงตั้งรับกับโครงสร้างเหล็กด้านล่างทางแนวตั้งสูง 100 มิลลิเมตร โดยมีขนาดเท่ากันทั้ง 4 ด้าน โดยโครงสร้างของแพลอยน้ำ สร้างด้วยเหล็กกล่องชุบซิงก์ป้องกันการกัดกร่อนขนาด 1x1 นิ้ว ตลอดทั้งโครงสร้าง

ส่วนโครงสร้างหลังคามีขนาดความกว้าง 1,400 มิลลิเมตร ยาว 1,600 มิลลิเมตร และขนาดความสูงในส่วนหน้ามีขนาด 1,000 มิลลิเมตร ความสูงส่วนหลังมีขนาด 1,200 มิลลิเมตร โดยทำมุมเอียงที่ระดับ 20 องศา ส่วนหลังคาติดตั้งแผ่นเมทัลชีท หนา 35 มิลลิเมตร จำนวน 2 แผ่น ป้องกันการกัดกร่อนของโลหะด้วยสีกันสนิม และปกปิดรอยเชื่อมด้วยสีบรอนซ์เงินชนิดกันน้ำ ซึ่งสามารถลดโอกาสที่จะเกิดสนิมได้

ภาพที่ 4 โครงสร้างระบบสูบน้ำแบบแพลอยน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

อุปกรณ์ที่ควบคุมระบบการทำงานจะถูกติดตั้งลงในกล่องเหล็กกันน้ำแบบติดตั้งในอาคาร ขนาดความกว้าง 35 เซนติเมตร ยาว 52 เซนติเมตร และลึก 17 เซนติเมตร โดยทำการติดตั้งอุปกรณ์เซอร์กิตเบรกเกอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 32 แอมแปร์ 500 โวลต์ อุปกรณ์ป้องกันการกระโชกทางไฟฟ้า (Surge Protector) ขนาด 20 กิโลแอมแปร์ 1,000 โวลต์ ชุดเทอร์มินอลขนาด 25 แอมแปร์ 600 โวลต์ มาตรวัดค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าขนาด 100 แอมแปร์ 100 โวลต์ สวิตช์แบบปรับหมุนขนาด 6 แอมแปร์ 250 โวลต์ และไฟแสดงสถานะในตำแหน่งปิด และตำแหน่งเปิดขนาด 27 มิลลิแอมแปร์ 24 โวลต์

เมื่อนำโครงสร้างระบบสูบน้ำแบบแพลอยน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ไปทำการติดตั้งในพื้นที่แหล่งน้ำดังภาพที่ 5 ทดสอบการลอยของโครงสร้างแพลอยน้ำที่ติดตั้งอยู่บนถังน้ำขนาด 60 ลิตร จำนวน 4 ใบ พร้อมกับติดตั้งเครื่องสูบน้ำบริเวณตำแหน่งกลางของโครงสร้าง ฯ โดยลักษณะการลอยน้ำมีความสมดุลกัน สามารถรักษาเสถียรภาพการลอยน้ำได้ทั้ง 4 ด้าน ทั้งนี้ต้องทำการผูกเชือกระหว่างแพลอยน้ำกับหลักที่ตอกไว้กับพื้นดิน เพื่อป้องกันการเคลื่อนที่เมื่อมีแรงลมมาปะทะ และลดระดับความสูงของหลังคาให้ต่ำลงมาตามความเหมาะสม เพื่อป้องกันการพลิกคว่ำของแพลอยน้ำ ทั้งนี้ปริมาณน้ำหนักของแพลอยน้ำที่สามารถรองรับการติดตั้งเครื่องสูบน้ำได้ อยู่ระหว่างขนาดมอเตอร์ 1-2 แรงม้า ซึ่งจะพอดีกับขนาดแพลอยน้ำที่ออกแบบ

ภาพที่ 5 การติดตั้งแพลอยน้ำในพื้นที่แหล่งน้ำ

2. ผลการศึกษาขนาดของท่อทางดูดระบบสูบน้ำแบบแพลอยน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ในระดับครัวเรือน

1. การใช้งานระบบสูบน้ำแบบแพลอยน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ดังภาพที่ 6 สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 การต่อท่อทางดูดน้ำด้วยท่อ PVC พร้อมฟุตวาล์ว (วาล์วหัวกะโหลก) ผ่านเกจวัดแรงดันท่อทางดูด ขนาด 1 นิ้ว (ตามขนาดทางน้ำเข้าเครื่องสูบน้ำ) และขยายท่อทางดูดด้วยท่อต่อรูปทรงกางหมู (Eccentric Reducer) ขนาด 1.5 2 นิ้ว เข้ากับเครื่องสูบน้ำ ทั้งนี้ขนาดท่อทางดูดควรจะโตกว่าขนาดถัดไปจากขนาดของท่อด้านดูด [8] ส่วนที่ 2 การต่อท่อทางส่งน้ำขนาด 1 นิ้ว พร้อมติดตั้งมาตรวัดอัตราการไหล เพื่อตรวจสอบปริมาณน้ำที่สูบได้ตามขนาดท่อทางดูดที่แตกต่างกัน ทำการเชื่อมต่อสายไฟเข้ากับขั้วต่อของเซลล์แสงอาทิตย์ให้ตรงขั้ว (+,-) ด้านข้างของกล่องควบคุม โดยติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาอาคารด้วยอุปกรณ์จับยึด หันไปทางทิศใต้ ทำมุมเอียง 15 องศา

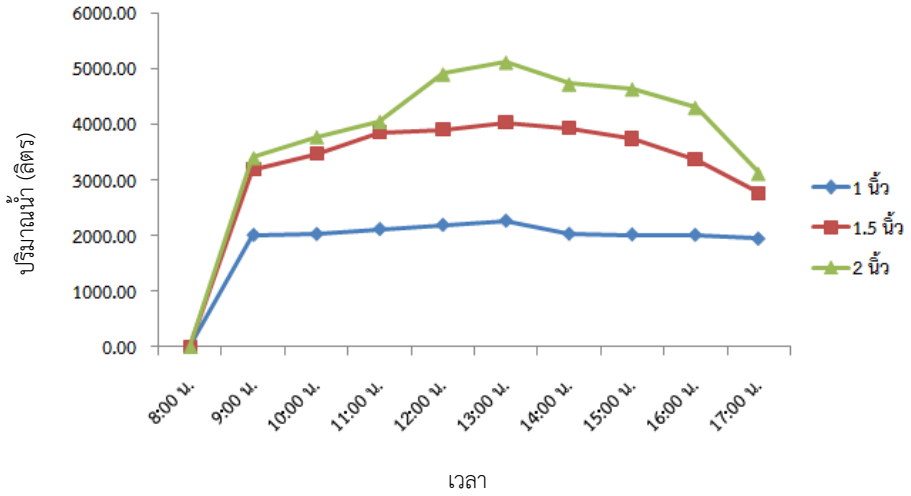
ภาพที่ 6 การใช้งานระบบสูบน้ำแบบแพลอยน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

2. การทดสอบระบบสูบน้ำแบบแพลอยน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ตามขนาดท่อทางดูดที่แตกต่างกัน 3 ขนาด (1 1.5 และ 2 นิ้ว) เริ่มเก็บข้อมูลในช่วงเวลา 08:00 น. ถึง 17:00 น. (ระหว่างวันที่ 4-15 เมษายน พ.ศ. 2566) โดยเฉลี่ย 6 ครั้ง ใน 1 ชั่วโมง จำนวน 3 ครั้ง อ่านข้อมูลจากมาตรวัดอัตราการไหล ข้อมูลปริมาณน้ำตามขนาดท่อทางดูด (ลิตร) บันทึกผลที่ได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบระบบสูบน้ำแบบแพลอยน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ตามขนาดท่อทางดูดที่แตกต่างกัน 3 ขนาด

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณน้ำตามขนาดท่อทางดูด (ลิตร/นาที)		
	1 นิ้ว	1.5 นิ้ว	2 นิ้ว
08:00-09:00 น.	2,004.58	3,177.76	3,396.22
09:00-10:00 น.	2,022.46	3,466.18	3,772.88
10:00-11:00 น.	2,110.27	3,845.65	4,049.51
11:00-12:00 น.	2,184.89	3,901.38	4,905.41
12:00-13:00 น.	2,259.16	4,021.89	5,116.21
13:00-14:00 น.	2,025.96	3,928.25	4,724.65
14:00-15:00 น.	2,014.94	3,735.77	4,626.36
15:00-16:00 น.	2,006.46	3,362.48	4,301.32
16:00-17:00 น.	1,938.43	2,754.88	3,115.74
ปริมาณน้ำรวม (ลิตร)	**18,567.15**	**32,194.24**	**38,008.30**

ผลการทดสอบขนาดของท่อทางดูด 1 นิ้ว พบว่า ปริมาณน้ำเริ่มต้นช่วงเวลา 08:00 น. มีค่าเท่ากับ 0 ลิตรเนื่องจากความเข้มแสงยังไม่เพียงพอให้มอเตอร์เครื่องสูบน้ำทำงาน โดยสามารถวัดปริมาณค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าได้เท่ากับ 77.36 โวลต์ 2.47 แอมแปร์ และ 191.24 วัตต์ ตามลำดับ ปริมาณค่าอัตราการไหลเริ่มต้นเท่ากับ 35.48 ลิตรต่อนาที รอบมอเตอร์ขณะเริ่มทำงานเท่ากับ 1,923 รอบต่อนาที แรงดันด้านดูดเท่ากับ -0.75 บาร์ เมื่อระยะเวลาผ่านไป ปริมาณความเข้มแสงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น สามารถวัดปริมาณน้ำสูงสุดที่เวลา 12:00-13:00 น. เท่ากับ 2,259.16 ลิตร ค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับ 454.02 วัตต์ ปริมาณรอบมอเตอร์ทำงานสูงสุดเท่ากับ 2,840 รอบต่อนาที อัตราการไหลสูงสุดเฉลี่ย 37.65 ลิตรต่อนาที แรงดันด้านดูดเท่ากับ -0.90 บาร์ และเมื่อเวลา 16:00-17:00 น. ปริมาณค่ากำลังไฟฟ้าลดลงเท่ากับ 222.54 วัตต์ ได้ปริมาณน้ำเท่ากับ 1,938.43 ลิตร ที่อัตราการไหลเฉลี่ย 32.31 ลิตรต่อนาที รอบมอเตอร์หมุนจำนวน 2006 รอบต่อนาที ค่าระดับแรงดันเท่ากับ -0.82 บาร์ ทั้งนี้ระดับปริมาณน้ำที่ได้ในแต่ละช่วงเวลาดังภาพที่ 7 จะมีค่าปริมาณน้ำที่ได้ใกล้เคียงกัน เนื่องมาจากน้ำที่เข้าไปยังท่อทางดูดมีปริมาณน้อย ส่งผลให้มีอัตราการไหลภายในท่อทางส่งน้อย โดยปริมาณน้ำเฉลี่ยสะสมรวมตลอดทั้งวันเท่ากับ 18,567.15 ลิตร



ภาพที่ 7 ความสัมพันธ์ของระยะเวลา และปริมาณน้ำตามขนาดท่อทางด้านดูด

ผลการทดสอบขนาดของท่อทางดูด 1.5 นิ้ว พบว่า ปริมาณค่าอัตราการไหลเริ่มต้นเท่ากับ 51.24 ลิตรต่อนาที รอบมอเตอร์หมุน 1,691 รอบต่อนาที ค่าระดับแรงดันภายในท่อทางดูดเริ่มต้นเท่ากับ -0.20 บาร์ เมื่อระยะเวลาผ่านไปสามารถวัดค่าปริมาณน้ำสูงสุดได้สูงสุดในเวลาช่วง 12:00-13:00 น. ที่ระดับ 4,021.89 ลิตรต่อชั่วโมง เนื่องมาจากการขยายท่อทางดูด ส่งผลให้มีปริมาณอัตราการไหลสูงขึ้นเฉลี่ย 67.03 ลิตรต่อนาที รอบมอเตอร์หมุนสูงสุดที่ระดับ 2,479 รอบต่อนาที ค่าระดับแรงดันเท่ากับ -0.65 บาร์ ดังภาพที่ 7 กราฟจะมีลักษณะเป็นรูปพาลาโบล่า โดยมีปริมาณน้ำที่ได้ในเวลา 16:00-17:00 น. น้อยสุดที่ระดับ 2,754.88 ลิตรต่อชั่วโมง ที่ระดับอัตราการไหลเฉลี่ย 45.91 ลิตรต่อนาที รอบมอเตอร์หมุน 1,665 รอบต่อนาที ระดับแรงดันทางด้านดูดลดลงที่ระดับ -0.35 บาร์ และยังได้ค่าปริมาณน้ำเฉลี่ยสะสมรวมตลอดทั้งวันเท่ากับ 32,194.24 ลิตร โดยหากไม่มีเงาบังแผงเซลล์แสงอาทิตย์ก็จะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อให้เครื่องสูบน้ำทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ

ผลการทดสอบขนาดของท่อทางดูด 2 นิ้ว พบว่า ปริมาณค่าอัตราการไหลเริ่มต้นเท่ากับ 60.64 ลิตรต่อนาที จำนวนรอบมอเตอร์หมุนเท่ากับ 1,623 รอบต่อนาที ค่าระดับแรงดันภายในท่อทางดูดเริ่มต้นเท่ากับ -0.15 บาร์ และเมื่อระดับความเข้มแสงสูงสุดเวลา 12:00-13:00 น. สามารถวัดค่าปริมาณน้ำได้ที่ระดับ 5,116.21 ลิตรต่อชั่วโมง อัตราการไหลเฉลี่ย 85.27 ลิตรต่อนาที ใกล้เคียงกับคุณลักษณะของเครื่องสูบน้ำ จำนวนรอบมอเตอร์หมุน และค่าระดับแรงดันภายในท่อทางดูดเท่ากับ 2,547 รอบต่อนาที และ -0.2 บาร์ ตามลำดับ ดังภาพที่ 7 กราฟจะมีลักษณะเป็นรูปพาลาโบล่า ทั้งนี้การขยายท่อทางดูดจะส่งให้ได้อัตราการไหลของน้ำมากขึ้น และยังลดโอกาสการเกิดโพรงอากาศ (Cavitations) ภายในท่อทางดูดได้อีกด้วย โดยปริมาณน้ำที่ได้ในช่วงเวลา 16:00-17:00 น. เท่ากับ 3,115.74 ลิตรต่อชั่วโมง ที่อัตราการไหลเฉลี่ย 51.93 ลิตรต่อนาที จำนวนรอบมอเตอร์ 1,592 รอบต่อนาที ระดับแรงดันทางด้านดูด -0.18 บาร์ ปริมาณน้ำเฉลี่ยสะสมรวมตลอดทั้งวันเท่ากับ 38,008.30 ลิตร

ผลการศึกษาขนาดของท่อทางดูดระบบสูบน้ำแบบแพลอยน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ในระดับครัวเรือน พบว่า ขนาดท่อทางดูดมีผลต่อปริมาณน้ำที่ได้ตลอดทั้งวัน ตามขนาดท่อทางดูดที่แตกต่างกัน 3 ขนาด (1 1.5 และ 2 นิ้ว) มีปริมาณน้ำสูงสุดในช่วงเวลา 12:00-13:00 น. เท่ากับ 2,259.16 4,021.89 และ 5,116.21 ลิตร ตามลำดับ ทั้งนี้ท่อทางดูดขนาด 2 นิ้ว สามารถสูบน้ำได้ปริมาณมากสุด ค่าปริมาณน้ำที่สามารถสูบได้ตลอดวันเท่ากับ 38,008.30 ลิตร โดยจะเห็นว่าท่อทางดูดขนาด 1 นิ้ว เมื่อมีปริมาณความเข้มแสงเพิ่มขึ้น จะมีผลต่อปริมาณน้ำที่สูบได้น้อยมาก ปริมาณน้ำที่ได้สะสมรวมในแต่ละชั่วโมงได้ปริมาณใกล้เคียงกันตลอดวัน สาเหตุเนื่องมาจากข้อจำกัดของขนาดท่อทางดูด ซึ่งเมื่อเทียบกับท่อทางดูดขนาด 1.5 และ 2 นิ้ว ปริมาณความเข้มแสงสูงขึ้นก็จะส่งผลให้ได้ปริมาณน้ำสะสมสูงขึ้นตามลำดับ ทั้งนี้การขยายท่อทางดูด นอกจากได้ปริมาณน้ำเต็มประสิทธิภาพแล้ว ยังสามารถลดปริมาณเสียงของมอเตอร์ขณะทำงาน เนื่องจากปริมาณน้ำเข้าไปในระบบไม่ทันต่อความต้องการของเครื่องสูบน้ำ และหากขยายด้วยข้อลดแบบคางหมู ยังสามารถลดโอกาสการเกิดโพรงอากาศ (Cavitations) ภายในท่อทางดูด และรอบการทำงานของมอเตอร์จะลดน้อยลง เมื่อเทียบกับการไม่ได้ขยายท่อทางดูด ทั้งนี้สามารถนำผลการวิจัยข้างต้นไปประยุกต์ใช้ภายในสวนผลไม้ที่ติดตั้งเครื่องสูบน้ำขนาดใหญ่ หรือในระดับครัวเรือน เพื่อให้ได้ปริมาณน้ำมากขึ้น ซึ่งหากใช้งานทุกวันตลอดเดือน (30 วัน) จะสามารถลดปริมาณพลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 120 ยูนิต ต่อเดือน สามารถประหยัดค่ากระแสไฟฟ้าในการสูบน้ำในได้เป็นเงิน 540 บาทต่อเดือน ทั้งนี้คำนวณจากค่ากระแสไฟฟ้าที่ 4.5 บาท ต่อยูนิต รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม [9]

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาขนาดของท่อทางดูดระบบสูบน้ำแบบแพลอยน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ในระดับครัวเรือน ประกอบด้วยเครื่องสูบน้ำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 550 วัตต์ ต่อร่วมกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยวขนาด 400 วัตต์ จำนวน 2 แผง โครงสร้างขนาดความกว้าง 1,520 มิลลิเมตร ยาว 1,520 มิลลิเมตร และสูง 200 มิลลิเมตร เมื่อนำไปติดตั้งในพื้นที่แหล่งน้ำ วางบนถังน้ำขนาด 60 ลิตร จำนวน 4 ใบ สามารถรักษาความสมดุลแพลอยน้ำได้เป็นอย่างดี โดยควรติดตั้งเครื่องสูบน้ำขนาดที่เหมาะสม 1-2 แรงม้า และยึดโครงสร้างเพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ ทดสอบสูบน้ำในช่วงเวลา 08:00 น. ถึง 17:00 น. เฉลี่ย 6 ครั้งใน 1 ชั่วโมง จำนวน 3 ครั้ง วิเคราะห์ปริมาณน้ำที่ได้ในแต่ละช่วงเวลา โดยติดตั้ง ท่อทางดูดที่แตกต่างกัน 3 ขนาด (1 1.5 และ 2 นิ้ว) ซึ่งทั้ง 3 ขนาดมีช่วงเวลาการทำงานที่มีปริมาณน้ำสูงสุดคือช่วงเวลา 12:00-13:00 น. ได้ปริมาณน้ำ 2,259.16 4,021.89 และ 5,116.21 ลิตร โดยขนาดท่อทางดูดขนาด 2 นิ้ว ได้ปริมาณน้ำสูงสุดต่อวัน 38,008.30 ลิตร ทั้งนี้การขยายท่อทางดูดควรมีขนาดมากกว่าขนาดท่อด้านดูด (ขนาด 1 นิ้ว) ของเครื่องสูบน้ำ ซึ่งการขยายท่อทางดูดเป็น 1.5 และ 2 นิ้ว จะส่งผลให้ปริมาณน้ำเข้าสู่ระบบทันกับรอบหมุนของมอเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้ปริมาณน้ำใกล้เคียงกับคุณลักษณะของเครื่องสูบน้ำ เหมาะสำหรับการนำไปใช้ในระดับครัวเรือนขนาดเล็กที่กระแสไฟฟ้าจากระบบบริการเข้าไปไม่ถึง ซึ่งจะช่วยลดรายจ่ายในภาคครัวเรือนได้เป็นอย่างดี

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพรรณี ที่สนับสนุนงบประมาณการทำวิจัยอย่างต่อเนื่อง และขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิที่ให้คำแนะนำต่อการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] เชาว์ สงวนศักดิ์. (2562). **ปั๊มน้ำ การติดตั้ง การใช้ และการบำรุงรักษา**. สืบค้นเมื่อ 10 ธันวาคม 2565, จาก https://www.pumpnum.com/private_folder/story/pump_basic_manual.pdf

[2] สุรเชษฐ์ มิตสานนท์ กันตภณ โล่นพันธ์ และวาริษา วาแม. (2564). การศึกษาความเป็นไปได้ในการสร้างระบบผลิตไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์แบบทุ่นลอยน้ำ กรณีศึกษา บ้านวังดินสอ จังหวัดพิษณุโลก. **วารสารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี**. 11 (2), 81-91.

[3] สุนทร สุทธิบาก. (2558). **กลศาสตร์ของไหล**. สืบค้นเมื่อ 8 กรกฎาคม 2566, จาก http://portal5.udru.ac.th/ebook/pdf/upload/185TD92551325pPp4r5T.pdf

[4] จารุวรรณ พิพัฒน์พุทธพันธ์. (2557). **ตำแหน่งของทิศที่ควรติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์**. สืบค้นเมื่อ 4 พฤศจิกายน 2565, จาก https://www.dede.go.th/ewt_dl_link.php?nid=55175

[5] นครินทร์ รินผล. (2559). **คู่มือการออกแบบระบบไฟฟ้าพลังแสงอาทิตย์เบื้องต้น**. กรุงเทพ ฯ : จรัลสนิทวงศ์ การพิมพ์.

[6] แฟ็คโตมาร์ท. (2562). **ประเภทของ Flow Meter**. สืบค้นเมื่อ 6 พฤศจิกายน 2565, จาก https://mall.factomart.com/type-of-flow-meter/

[7] Gaisma. (2565). **Solar Energy and Surface Meteorology**. สืบค้นเมื่อ 9 พฤษภาคม 2566, จาก https://www.gaisma.com/en/location.chanthaburi.html

[8] วิบูลย์ บุญยธโรกุล. (2529).**ปั๊มและระบบสูบน้ำ**. กรุงเทพ ฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[9] การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. (2566). **อัตราค่าไฟฟ้า-การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค**. สืบค้นเมื่อ 5 มีนาคม 2566, จาก https://www.pea.co.th/Portals/0/demand_response/Electricity%20Reconsider.pdf?ver=2018-10-01-155123-370