

ระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือน THE SOLAR MOBILE PUMPING SYSTEM FOR COMMUNITY FOUNDATIONS HOUSEHOLD LEVEL

สรายุทธ์ จิตพัฒน์กุล^{1*} กฤษณะ จันทสิทธิ์² ธีรวัฒน์ ชื่นอัสดงคต³

Sarayut Chitphutthanakul,^{1*} Kritsana Chantasit,² Teerawat Chuenatsadongkot³

¹ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

²ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

³อาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

* Corresponding author, E-mail: sarayut.c@rbru.ac.th

Received: 22 December 2021

Revised: 5 April 2022

Accepted: 6 April 2022

บทคัดย่อ

การทำวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือน และวิเคราะห์ปริมาณน้ำที่ได้ในแต่ละช่วงเวลาของระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์ อุปกรณ์หลักประกอบด้วยเครื่องสูบน้ำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบไร้แปรงถ่านขนาด 250 วัตต์ ร่วมกับแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 400 วัตต์ จำนวน 1 แผง ติดตั้งบนโครงสร้างรถเข็นสำหรับเคลื่อนที่ได้ขนาดความกว้าง 70 เซนติเมตร ยาว 135 เซนติเมตร และสูง 70 เซนติเมตร ตัวควบคุมภายในติดตั้งฟิวส์ไฟฟ้ากระแสตรง เซอร์คิตเบรกเกอร์ อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชากทางไฟฟ้ากระแสตรง (DC Surge Protector) และมอนิเตอร์แสดงค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า ปริมาณน้ำจะไหลผ่านท่อเพิ่มแรงดัน (แอร์แวน) ขนาด 3 นิ้ว สูง 60 เซนติเมตร ผ่านมาตรวัดอัตราการไหล หลังติดตั้งทดสอบการทำงานตามระดับความเอียงของแผงโซลาร์เซลล์ 3 ระดับ ได้แก่ 10, 20 และ 30 องศา ในช่วงเวลา 08.00 น. ถึง 17.00 น. โดยเฉลี่ย 6 ครั้ง ใน 1 ชั่วโมง จำนวน 3 ครั้ง พบว่า ช่วงเวลาการทำงานที่มีประสิทธิภาพสูงสุดทั้ง 3 ระดับคือ ช่วงเวลา 13.00 น. ค่าปริมาณน้ำสูงสุดเท่ากับ 1,411.18, 1,965.74 และ 1,624.10 ลิตรต่อชั่วโมง ตามลำดับ โดยระดับความเอียงที่เหมาะสมต่อการใช้งาน คือ ที่ระดับความเอียง 20 องศา ได้ปริมาณน้ำสูงสุดต่อวันเท่ากับ 13,848 ลิตร หรือ 13.85 คิวต่อวัน

คำสำคัญ: ระบบสูบน้ำ, พลังงานแสงอาทิตย์, ระดับครัวเรือน

Abstract

The purpose of this research were to study and develop the solar mobile pumping system for the community at the household level and to analyze the amount of water that obtained in each period from the solar mobile pumping system. The main equipment consists of a BLDC motor pump at 250 watt together with a solar panel at 400 watt, which were installed on a mobile trolley with the dimension of 70 centimeters width, 135 centimeters length and 70 centimeters height. A DC electric fuse, circuit breaker, a DC Surge Protector and a monitor showing the information of the voltage value, electric current, and electric power were installed on the internal control cabinet. The amount of water flow through the pipe of a 3 inch width and 60 centimeter height were also measured. After installing and testing the equipment, the 3 level of inclination (10, 20 and 30 degrees) of the solar cells were examined during 8:00 a.m. to 5:00 p.m. on average 6 times in 1 hour with 3 replications. It was found that the highest efficiency for all 3 levels was at 1:00 p.m. The maximum water volume of each

inclination levels were 1411.18, 1,965.74 and 1,624.10 liters per hour, respectively. The suitable inclination level was 20 degrees which obtained the maximum amount of water of 13,848 liters or 13.85 cubic meters per day.

Keywords: Pumping System, Solar Energy, Household Level

1. บทนำ

เทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมกับวิถีชีวิตและกิจกรรมทางการเกษตรของชุมชน มีเป้าหมายต้องเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยให้ชุมชนสามารถลดการใช้พลังงานฟุ่มเฟือยจากกิจกรรมทางการเกษตร ลดค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานของชุมชนสามารถใช้งานได้อย่างยั่งยืน ซึ่งต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมในการใช้งานเทคโนโลยีทางด้านพลังงานทดแทนของชุมชนทั้ง 4 ด้าน ประกอบด้วย ความเหมาะสมทางด้านเทคนิค ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์ ความเหมาะสมทางด้านนโยบาย และความสอดคล้องกับชุมชนเกษตรกรรมและความเหมาะสมทางด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งเทคโนโลยีทางด้านพลังงานทดแทนที่เหมาะสมกับชุมชนเกษตรกรรมจะต้องสามารถลดค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานของชุมชนลงได้ โดยเทคโนโลยีที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกที่เหมาะสมกับชุมชน สามารถจำแนกเทคโนโลยีพลังงานทดแทนตามการใช้งานของชุมชนออกเป็น 2 ส่วน คือ เทคโนโลยีพลังงานทดแทนที่เหมาะสมกับการใช้ในครัวเรือน และเทคโนโลยีพลังงานทดแทนที่เหมาะสมกับการใช้ในการประกอบอาชีพของคนในชุมชน กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2563) [1]

โรงเรียนบ้านทุ่งกร่าง ต.ทับไทร อ.โป่งน้ำร้อน จ.จันทบุรี สังกัดสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาจันทบุรี เขต 2 ได้จัดทำโครงการเรียนรู้บูรณาการตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงกิจกรรมสวนผสมผสาน โดยมุ่งสอนให้นักเรียนของโรงเรียนปลูกพืชผักสวนครัว และผลไม้สำหรับใช้เป็นแหล่งอาหารเป็นของตนเอง ซึ่งในแต่ละวันจะต้องนำน้ำที่ได้จากบ่อน้ำขึ้นมารดน้ำต้นไม้ และผลผลิตทางการเกษตรภายในแปลงผัก โดยมีความสนใจต้องการระบบไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์มาใช้ประโยชน์ในกระบวนการสูบน้ำ โดยให้นักเรียนมีส่วนร่วม เพื่อลดปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าภายในโรงเรียนลง อีกทั้งยังเป็นแหล่งเรียนรู้ การประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ภายในโรงเรียน และบุคคลทั่วไปมาศึกษาเพื่อนำกลับไปปรับใช้กับครัวเรือนได้ ซึ่งทางโรงเรียนยังขาดบุคลากรที่มีองค์ความรู้ความเชี่ยวชาญในการถ่ายทอดองค์ความรู้ด้านการสูบน้ำจากพลังงานแสงอาทิตย์ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะสร้างระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบเคลื่อนที่ได้ เพื่อสะดวกต่อการดำเนินงาน การเก็บรักษา และการนำไปถ่ายทอดเทคโนโลยียังชุมชน โดยมีอุปกรณ์หลักที่สำคัญประกอบด้วยแผงโซลาร์เซลล์ บั๊มน้ำ และตู้ควบคุมระบบการทำงาน ต่อร่วมกับระบบแอร์แวกเพื่อเพิ่มแรงดันบั๊มน้ำให้มีระดับแรงดันสูงขึ้น โดยจะเป็นการส่งเสริมให้ภาคครัวเรือนสามารถพึ่งพาตนเองในการดำรงชีพในชีวิตประจำวันได้ ควบคู่กับการอนุรักษ์พลังงาน และการรักษาสิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับศาสตร์พระราชา สู่การพัฒนาที่ยั่งยืน และตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ซึ่งประกอบด้วย 3 ห่วง 2 เงื่อนไข คือ ความพอประมาณ ความมีเหตุผล และมีภูมิคุ้มกัน โดยมีเงื่อนไขประกอบ คือ ความรู้ ความคุณธรรม ใช้สติด้วยความไม่ประมาทในการดำรงชีวิต มุลนิธิชัยพัฒนา (2563) [2]

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้พิจารณาที่จะศึกษาระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือน โดยจัดสร้างระบบสูบน้ำติดตั้งอยู่บนยานพาหนะที่สามารถเคลื่อนที่ได้ ด้านบนโครงสร้างติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ สามารถปรับระดับมุมเอียงเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งจะทำให้การสูบน้ำภายในบ่อที่มีระดับความลึก 5 เมตร ส่งไปยังแปลงผัก เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลง ลดต้นทุนการผลิตภาคเกษตรกรรม ส่งเสริมเรียนรู้การนำพลังงานที่มาจากแหล่งธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์ เพื่อจะสามารถพึ่งพาตนเอง ประหยัดค่าใช้จ่ายด้านกระแสไฟฟ้าในระดับครัวเรือน ด้วยกรรมวิธีหลักการทางวิศวกรรม โดยสอดคล้องกับ ชวกร รุ่งทวีชัย และอนุรักษ์ ตาคำ (2562) [3] ศึกษาติดตั้งโซลาร์เซลล์กับเครื่องสูบน้ำสำหรับศูนย์เรียนรู้เกษตรทฤษฎีใหม่ขนาด 24 โวลต์ 370 วัตต์ ซึ่งจะนำพาให้ทางโรงเรียนได้ผลสัมฤทธิ์ในด้านการเรียนการสอนของอาจารย์ และคงรักษาปลูกจิตสำนึกการอนุรักษ์พลังงานต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาพัฒนาระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือน
2. เพื่อศึกษาวิเคราะห์ปริมาณน้ำที่ได้ในแต่ละช่วงเวลาของระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์

3. วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือน เพื่อเป็นแนวทางในการลดต้นทุนงานด้านเกษตรกรรม โดยมีอุปกรณ์หลักประกอบด้วย แผงโซลาร์เซลล์ขนาด 400 วัตต์ จำนวน 1 แผง เครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง (Centrifugal Pump) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 250 วัตต์ ปริมาณน้ำไหลผ่านมาตรวัดอัตราการไหลแบบกังหัน (Turbine Flow Meter) แบ่งวิธีการดำเนินการวิจัย 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ศึกษาข้อมูลอุปกรณ์ในการจัดสร้างระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือน

1.1 การศึกษาเครื่องสูบน้ำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เครื่องสูบน้ำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่นำมาใช้ในโครงการวิจัยเป็นเครื่องสูบน้ำขนาด 250 วัตต์ ยี่ห้อ โจได (Jodai) รุ่น LIQB2.0/28-24/250 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เป็นเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง (Centrifugal Pump) สามารถต่อแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 1x144 Cells หรือขนาด 300-400 วัตต์ จำนวน 1 แผง ดังรูปที่ 1 โดยมีคุณลักษณะของอุปกรณ์โดยทั่วไป ดังต่อไปนี้



รูปที่ 1 เครื่องสูบน้ำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 250 วัตต์

ลำดับที่ (1) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบไร้แปรงถ่าน (Brushless DC Motor) กำลังไฟฟ้าเข้าเครื่องสูบน้ำไฟฟ้าแบบหอยโข่งมีความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ 250 วัตต์ ปริมาณแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงอยู่ระหว่าง 10-55 โวลต์ แรงดันขณะทำงาน 24 โวลต์ และสามารถรับกระแสไฟฟ้าได้สูงสุดที่ 11 แอมแปร์ เสื้อมอเตอร์ทำจากอลูมิเนียมมีครีบริบเพื่อช่วยระบายความร้อน (2) พัดลมระบายความร้อนขณะมอเตอร์ทำงาน ลักษณะของพัดลมทำจากใบพัดทนต่อความร้อน ช่วยยืดอายุ และรักษามอเตอร์ให้ยาวนาน (3) กล่องความคุมโดยติดตั้งบนตัวมอเตอร์เครื่องสูบน้ำ (Built In) ภายในกล่องมีวงจรอิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมการทำงานประกอบด้วย สวิตช์สำหรับเปิด-ปิด ระบบการทำงาน จุดเชื่อมต่อสำหรับต่ออุปกรณ์ตรวจสอบปริมาณน้ำภายในบ่อ และตรวจสอบปริมาณน้ำที่อยู่ในภาชนะบรรจุน้ำ อีกทั้งยังมีจุดเชื่อมต่อสายสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ (4) ช่องน้ำออกขนาด 1 นิ้ว ทำจากเหล็กหล่อ ภายในมีใบพัดทองเหลืองต่อรวมกับท่อประปา เพื่อส่งน้ำไปยังพื้นที่ที่ต้องการ (5) ช่องน้ำเข้าขนาด 1 นิ้ว สำหรับต่อกับสายอ่อนที่หย่อนลงในบ่อน้ำ โดยปริมาณความลึกอยู่ในระดับไม่เกิน 8 เมตร (6) ฐานสำหรับยึดเครื่อง สูบน้ำ เพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ของเครื่องสูบน้ำ โดยสามารถติดตั้งเครื่องสูบน้ำเข้ากับโครงสร้างแบบแพลอยน้ำ หรือแบบโครงสร้างบนบก

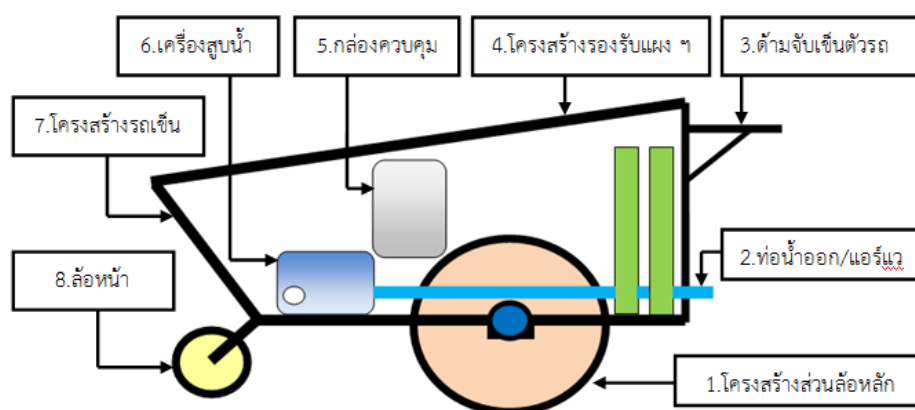
ที่อยู่กับที่ได้ ในกรณีที่แรงดันไฟฟ้าต่ำกว่า 10 โวลต์ ระบบจะสั่งงานให้เครื่องสูบน้ำหยุดทำงาน หรือในกรณีที่แรงดันไฟฟ้าเกิน 10 โวลต์ ระบบจะหน่วงเวลา 10 นาที เพื่อกลับมาทำงานได้เองโดยอัตโนมัติ

1.2 การศึกษาแผงโซลาร์เซลล์ (Solar Cells) แผงโซลาร์เซลล์ที่นำมาใช้ในงานวิจัยเป็นแบบผลึกเดี่ยว (Mono Half Cut Cell Crystalline) มีขนาดความกว้าง 1,002 มิลลิเมตร ยาว 2,016 มิลลิเมตร และสูง 35 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำหนัก 23.2 กิโลกรัม ยี่ห้อ Suntech รุ่น STP400S-A72/Vfh กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ผลิตได้ 400 วัตต์ ปริมาณเซลล์เท่ากับ 144 Cells สำหรับติดตั้งด้านบนระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือน เพื่อเป็นหลังคาป้องกันละอองน้ำ และฝุ่น ใช้ในการรับพลังงานจากแสงอาทิตย์ โดยแผงโซลาร์เซลล์แบบผลึกเดียวนั้นจะมีราคาแพงกว่าแบบโพลีคริสตัลไลน์ (Poly Crystalline) หรือมัลติคริสตัลไลน์ (Multi Crystalline) แต่จะให้กำลังไฟฟ้าสูงกว่าเมื่อเทียบกับพื้นที่ในการติดตั้ง โดยจะมีประสิทธิภาพประมาณร้อยละ 15 ถึง 20 เนื่องจากการเรียงตัวผลึกในแต่ละเซลล์ที่ดีกว่า โดยจะมีประสิทธิภาพการทำงานลดลงอย่างมาก เมื่อทำงานในสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิสูงโดยการติดตั้งนั้นจะใช้พื้นที่ประมาณ 7 ถึง 9 ตารางเมตรต่อกิโลวัตต์ นครินทร์ รินผล (2559) [4]

1.3 มาตรวัดอัตราการไหลของน้ำ (Flow Meter) มาตรวัดอัตราการไหลสำหรับในงานวิจัย เป็นมาตรวัดอัตราการไหลแบบกังหัน (Turbine Flow Meter) สามารถแสดงผลด้วยจอแสดงภาพแบบอิเล็กทรอนิกส์ รุ่น FM001 ขนาดความกว้าง 105 มิลลิเมตร และยาว 66 มิลลิเมตร ขนาดความกว้างภายในเส้นผ่านศูนย์กลาง 31 มิลลิเมตร ผลิตจากวัสดุอลูมิเนียม ซึ่งสามารถวัดอัตราการไหลของเหลวที่เป็นน้ำ น้ำมัน ระหว่าง 20-120 ลิตรต่อนาที โดยหลักการทำงานเครื่องวัดการไหลแบบกังหัน ประกอบด้วยใบพัดที่วางขวางอยู่ในท่อ ซึ่งกังหันนี้จะติดตั้งอยู่บนเพลลาหรือแบร์ริงที่เป็นศูนย์กลางของทิศทางการไหล โดยขนานกับเส้นทางการไหลในขณะที่มีของไหลไหลผ่าน จะทำให้กังหันหมุนด้วยแรงจากของไหล ความเร็วในการหมุนของกังหันนั้นจะเป็นสัดส่วนกับความเร็วของไหลที่ไหลผ่าน จากนั้นจะใช้วิธีการวัดความเร็วของการหมุนของกังหันเพื่อหาความเร็วของของเหลว โดยอาศัยตัวเซ็นเซอร์ที่ต่ออยู่กับตัวโครงสร้าง ซึ่งมีอุปกรณ์เซ็นเซอร์ในการตรวจจับ เช่น ตัวเซ็นเซอร์แม่เหล็ก โดยใช้หลักการหาค่าเฉลี่ยความเร็วในเส้นจุดศูนย์กลางของท่อ เหมาะสำหรับการวัดของไหลที่มีความสะอาดและในช่วงของความเร็วในการไหลที่มีย่านกว้างมากได้ แพ็คโตมาร์ท (2564) [5]

ส่วนที่ 2 ศึกษาออกแบบโครงสร้าง และระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือน

1. ศึกษาออกแบบชุดโครงสร้างระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือน โครงสร้างที่สำคัญดังรูปที่ 2 ประกอบด้วย (1) โครงสร้างส่วนล้อหลักทำหน้าที่รองรับน้ำหนักตัวรถเข็น และสำหรับเคลื่อนย้ายระบบสูบน้ำ โดยติดตั้งล้อทั้ง 2 ด้าน (ซ้ายและขวา) บนเพลลากลางที่ทำด้วยโลหะกลม ให้สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกโดยการออกแรงดันไปด้านหน้าหรือดึงถอยหลัง (2) ท่อน้ำออก ระบบแอร์แวน และมาตรวัดอัตราการไหล โดยเมื่อมีปริมาณน้ำที่ออกมาจากเครื่องสูบน้ำจะไหลผ่านท่อน้ำมายังระบบแอร์แวน เพื่อเพิ่มแรงดันน้ำที่อยู่ในท่อให้สูงขึ้นทำให้สามารถส่งน้ำได้ในระยะทางที่เพิ่มขึ้น (3) ด้ามจับเข็นตัวรถสำหรับเคลื่อนย้ายระบบสูบน้ำไปยังสถานที่ที่ต้องการ โดยทำการติดตั้งทางด้านหลังของตัวรถ โดยมีขนาดเท่ากับความกว้างของตัวรถทำให้สะดวกต่อการใช้งาน (4) โครงสร้างส่วนบนสำหรับรองรับแผงโซลาร์เซลล์ สามารถปรับองศาตามองได้ 10-35 องศา เพื่อให้สามารถรับพลังงานแสงอาทิตย์ได้ตลอดทุกช่วงเวลา โดยสามารถรองรับแผงโซลาร์เซลล์ได้จำนวน 1 แผง (5) กล่องควบคุมการทำงานหลักของระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้กล่องกันน้ำ เพื่อป้องกันละอองน้ำ และฝุ่นเข้าไปในกล่องควบคุม ภายในติดตั้งติดตั้งฟิวส์ไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้าเกินพิกัด เซอร์กิตเบรกเกอร์ไฟฟ้ากระแสตรง สำหรับตัดต่อวงจรไฟฟ้าระบบการทำงาน และอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอกทางไฟฟ้า (Surge Protector) เพื่อป้องกันในกรณีที่เกิดไฟกระชอกรุนแรง (6) เครื่องสูบน้ำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบหอยโข่งขนาด 250 วัตต์ ท่อน้ำขาเข้า และขาออกขนาด 1 นิ้ว โดยทำการติดตั้งในส่วนด้านหน้าของตัวรถ ทำให้สะดวกต่อการใช้งาน



รูปที่ 2 แบบจำลองโครงสร้างระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์

ลำดับที่ (7) โครงสร้างระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์ส่วนหน้าทำมุมเอียงไปทางด้านหน้า เพื่อรองรับปริมาณน้ำแผงโซลาร์เซลล์ให้ถ่ายเทไปยังส่วนหน้า เมื่อทำการปรับตั้งมุมองศาแผงโซลาร์เซลล์ อีกทั้งยังช่วยให้ร่มไม้เอียงมาทางด้านหลังอีกด้วย (8) ล้อหน้าสำหรับค้ำยันพื้นด้านหน้ารถไม่ให้เอียง โดยมีขนาดล้อที่เล็กกว่าโครงสร้างส่วนล้อหลัก โดยจะยังทำหน้าที่ช่วยประคองรถขณะเคลื่อนย้ายอีกด้วย

2. ศึกษาและออกแบบชุดควบคุมกระแสไฟฟ้ระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือน ดังนี้

1. ขนาดแผงโซลาร์เซลล์ เนื่องจากความต้องการของเครื่องสูบน้ำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 250 วัตต์ เริ่มทำงานตามคุณลักษณะที่ระบุไว้มีความต้องการแรงดันไฟฟ้าขณะทำงานอยู่ระหว่าง 10-55 โวลต์ โดยเริ่มทำงานที่แรงดัน 10 โวลต์ ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้แผงขนาด 400 วัตต์ ดังนี้

ค่าแรงดันแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 400 วัตต์ = 49.00 โวลต์ (±ร้อยละ 5)

ค่ากระแสแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 400 วัตต์ = 10.17 แอมแปร์ (±ร้อยละ 5)

ดังนั้น ขนาดของแรงดันและกระแสแผงโซลาร์เซลล์ที่เหมาะสมต่อการใช้งานมีค่าเท่ากับ 49 โวลต์ (ไม่เกินคุณลักษณะของเครื่องสูบน้ำ) และค่ากระแสไฟฟ้าเท่ากับ 10.17 แอมแปร์ จำนวน 1 แผง โดยสังเกตที่ค่า VOC (Open-Circuit Voltage) และค่า ISC (Short Circuit Current) ของแผงโซลาร์เซลล์ ตามลำดับ

2. ปริมาณค่าแรงดัน และกระแสไฟฟ้าของเครื่องสูบน้ำปริมาณแรงดันไฟฟ้าขณะทำงานอยู่ในช่วงระหว่าง 10-55 โวลต์ และปริมาณค่ากระแสที่ต้องการ 11 แอมแปร์ ดังนั้นแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 400 วัตต์ จึงมีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้งาน เนื่องจากไม่เกินคุณลักษณะของเครื่องสูบน้ำ โดยสามารถคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าได้ ดังต่อไปนี้

$$W = (\text{กำลังการผลิตของแผงโซลาร์เซลล์} \times 5) / 1,000$$

เมื่อ

W คือ จำนวนขนาดการผลิตกระแสไฟฟ้าใน 1 วัน (วัตต์)

เมื่อต้องการหาขนาดการผลิตกระแสไฟฟ้าใน 1 วัน สามารถคำนวณได้ ดังนี้

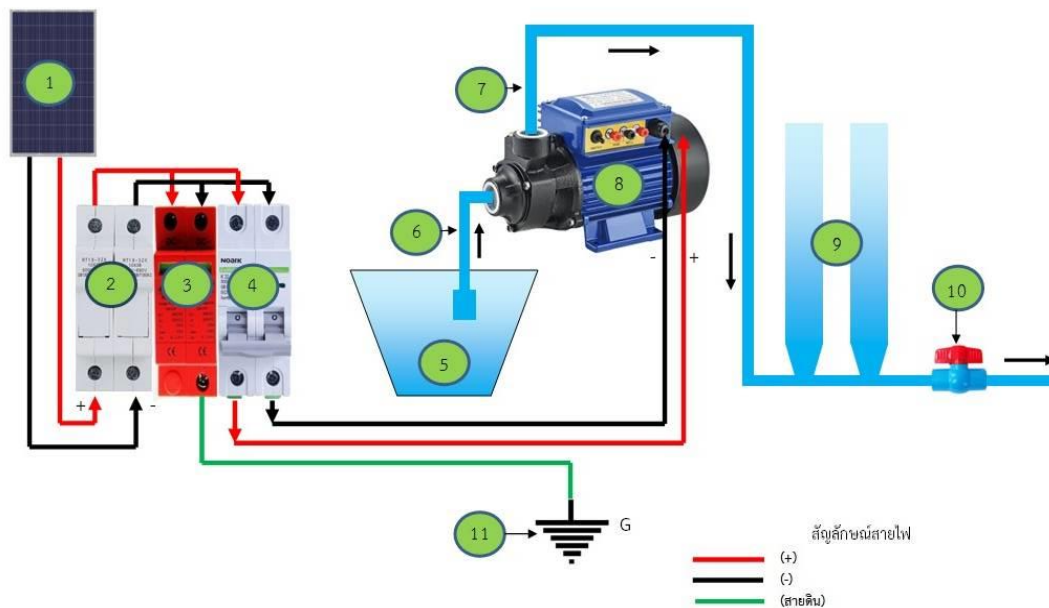
$$W = (400 \times 5)$$

$$= 2,000 \text{ วัตต์ หรือ 2 ยูนิตต่อวัน}$$

ดังนั้น แผงโซลาร์เซลล์ขนาด 400 วัตต์ จำนวน 1 แผง สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เท่ากับ 2 ยูนิตต่อวัน หรือ 60 ยูนิตต่อเดือน สามารถประหยัดค่ากระแสไฟฟ้าในการสูบน้ำในช่วงเวลากลางวันได้เป็นเงิน 270 บาทต่อเดือน คำนวณจากค่ากระแสไฟฟ้าที่ 4.5 บาท ต่อยูนิต รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (2564) [6]

ส่วนที่ 3 การติดตั้งระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือน

การติดตั้งระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือน สามารถออกแบบวงจรการเชื่อมต่อดังรูปที่ 3 โดยติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 400 วัตต์ เครื่องสูบน้ำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 250 วัตต์ นอกจากนั้นยังได้มีติดตั้งอุปกรณ์อื่น ๆ ประกอบด้วย ฟิวส์ เบรกเกอร์ไฟฟ้ากระแสตรง อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอกทางไฟฟ้า (Surge Protector) และวัตต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง โดยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อให้ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด



รูปที่ 3 วงจรการเชื่อมต่อระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์

สามารถอธิบายแผนผังการเชื่อมต่อระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือน ได้ดังนี้ (1) โดยเมื่อมีความเข้มแสงตกกระทบแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 400 วัตต์ ทำให้เกิดแรงดัน และกระแสไฟฟ้าจ่ายให้กับระบบ โดยผ่าน (2) ฟิวส์ไฟฟ้ากระแสตรงทั้งขั้วบวก (+) และขั้วลบ (-) ผ่าน (3) อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอกทางไฟฟ้ากระแสตรงก่อนเข้าระบบด้วย (4) เซอร์กิตเบรกเกอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้าให้กับ (8) เครื่องสูบน้ำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 250 วัตต์ ทำให้เกิดแรงดูด (5) แหล่งน้ำดิบ โดยเป็นลักษณะแหล่งน้ำระดับผิวดิน ด้วย (6) ท่อขนาด 1 นิ้ว ผ่านฟุตวาล์ว (วาล์วหัวกะโหลก) ส่งน้ำไปยังท่อทางออก (7) เพื่อลำเลียงน้ำผ่านท่อขนาด 1 นิ้ว ก่อนเข้าระบบ (9) แอร์แวน เพื่อเพิ่มแรงดันให้กับเครื่องสูบน้ำ ทำให้สามารถส่งน้ำไปได้ระยะทางไกลขึ้น ผ่าน (10) วาล์วน้ำขนาด 1 นิ้ว เพื่อทำหน้าที่เปิดและปิดการจ่ายปริมาณน้ำ โดยการติดตั้งสิ่งที่จะต้องคำนึงถึง และควรได้รับการเชื่อมต่อ คือ (11) ระบบกราวด์ เนื่องจากเป็นระบบไฟฟ้ากระแสตรงอาจจะมีกระแสไฟฟ้ารั่วตามอุปกรณ์ต่าง ๆ จึงควรเชื่อมต่อบนกราวด์ตั้งแต่แผงโซลาร์เซลล์ และอุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมเพื่อป้องกันอันตรายจากกระแสไฟฟ้ารั่วอีกด้วย และเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา วสท. 022013-59 เรื่อง มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศ: โดยระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (2561) [7]

ส่วนที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลประสิทธิภาพการใช้งานระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือน

หลังจากดำเนินการจัดสร้างระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือนแล้ว ดำเนินการเก็บข้อมูลปริมาณน้ำที่ได้จากเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ตั้งแต่วันที่ 08.00 น.-17.00 น. โดยการปรับระดับความเอียงของแผงโซลาร์เซลล์ 3 ระดับ คือ 10, 20 และ 30 องศา ในช่วงอุณหภูมิโดยเฉลี่ย 32-35 องศาเซลเซียส เพื่อหาปริมาณน้ำสูงสุดที่ได้ใน 1 วัน วัดค่าความเข้มแสง แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าที่ได้โดยเฉลี่ย 6 ครั้งใน 1 ชั่วโมง จำนวน 3 ครั้ง ประเมินประสิทธิภาพในด้านพลังงาน ประสิทธิภาพระบบ ฯ การใช้งาน ต้นทุนที่ใช้สร้าง และสมรรถนะการใช้งาน

4. ผลการวิจัย

1. ผลการจัดสร้างระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือน

โครงสร้างของระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือน พบว่า โครงสร้างระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์มีขนาดความกว้าง 70 เซนติเมตร ยาว 135 เซนติเมตร และสูง 70 เซนติเมตร เมื่อทำการติดตั้งล้อหลักขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 17 นิ้ว ทำให้ตัวรถสูงจากระดับพื้น 32 เซนติเมตร ลักษณะภายนอกและภายใน สามารถเดินลมได้ในเวลาที่แรงดันภายในล้อลดลง ส่วนล้อด้านหน้ามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว สูงจากระดับพื้น 28.5 เซนติเมตร ลักษณะเป็นแบบยางตันยึดด้วยแผ่นเหล็กทำมุมเอียง 45 องศา โครงสร้างของตัวรถสร้างด้วยโลหะกล่องชุบซิงค์ป้องกันการกัดกร่อนขนาด 1x2 นิ้ว มาเป็นโครงสร้างทั้งหมด เพลากลางสำหรับติดตั้งล้อ ใช้โลหะกลมขนาด 1 นิ้ว โดยนำมาเข้าเครื่องกลึงเพื่อติดตั้งดุมล้อ และนำแผ่นเหล็กมาเจาะรูกลางสำหรับยึดเพลากลางกับโครงสร้างของตัวรถ ด้านท้ายรถใช้โลหะกล่องชุบซิงค์ขนาด 1x1 นิ้ว มาเชื่อมต่อกับโครงสร้างของตัวรถให้สามารถเคลื่อนที่ได้ โครงสร้างด้านหน้ารถเอียงทำมุม 110 องศา เพื่อถ่ายเทน้ำหนักไปยังล้อด้านหน้าของตัวรถดังรูปที่ 4 โดยการป้องกันการกัดกร่อนของโครงสร้างที่เป็นโลหะ ทำการทาสีกันสนิม และปกปิดรอยเชื่อมด้วยสีบรอนซ์เงินชนิดกันน้ำ ซึ่งลักษณะการใช้งานระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์ ต้องอยู่ในสถานที่กลางแจ้งมีโอกาสที่จะเกิดคราบสนิมได้



รูปที่ 4 โครงสร้างระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์

การติดตั้งกล่องควบคุมระบบควบคุมระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์ พบว่า อุปกรณ์ที่ควบคุมระบบการทำงานจะถูกติดตั้งลงในกล่องเหล็กกันน้ำพร้อมช่องระบายความร้อน แบบติดตั้งภายนอกอาคารขนาดความกว้าง 35 เซนติเมตร ยาว 52 เซนติเมตร และลึก 17 เซนติเมตร โดยทำการติดตั้งฟิวส์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 32 แอมแปร์ 1,000 โวลต์ เซอร์กิตเบรก

เกอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 32 แอมแปร์ 440 โวลต์ อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอกทางไฟฟ้า (Surge Protector) ขนาด 20 กิโลแอมแปร์ 1,000 โวลต์ ชุดเทอร์มินอลขนาด 25 แอมแปร์ 600 โวลต์ มอนิเตอร์แสดงค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าขนาด 100 แอมแปร์ 100 โวลต์ สวิตช์แบบปรับหมุนขนาด 6 แอมแปร์ 250 โวลต์ และไฟโซลาร์สถานะในตำแหน่ง ปิด และตำแหน่งเปิดขนาด 27 มิลลิแอมแปร์ 24 โวลต์ ซึ่งภายในถูกเชื่อมต่อด้วยสายไฟขนาด 1x2.5 ตารางมิลลิเมตร

การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ พบว่า บริเวณสำหรับติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ของระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์ อยู่ในสวนบนสุดของโครงสร้างเพื่อป้องกันแสงแดดส่องกระทบโดยตรงยังเครื่องสูบน้ำ และระบบท่อส่งน้ำโดยตรง โดยสามารถปรับมุมมองแผงโซลาร์เซลล์ใช้งานได้ตั้งแต่ 10 ถึง 35 องศา แผงโซลาร์เซลล์จะถูกยึดเข้ากับเหล็กกล่องขนาด 1x2 นิ้ว ขนาดความกว้าง 100 เซนติเมตร และยาว 135 เซนติเมตร ด้านหน้าของโครงสร้างรองรับแผงโซลาร์เซลล์ติดตั้งบานพับให้สามารถปรับตำแหน่งได้ ส่วนด้านหลังนำเหล็กแผ่นขนาดความกว้าง 1.5 นิ้ว หนา 0.5 เซนติเมตร มาเจาะร่อง ค้ำยัน เพื่อให้สามารถล็อกตำแหน่งมุมเอียงของแผงโซลาร์เซลล์ได้ ซึ่งจะสามารถรับพลังงานจากแสงอาทิตย์ได้ทุกช่วงเวลา ตลอดทั้งวัน

2. ผลการวิเคราะห์ทดสอบระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือน

1. การศึกษาการใช้งานระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือน มีขั้นตอนเตรียม โดยต่อท่อดูดน้ำสายอ่อนขนาด 1 นิ้ว พร้อมฟุตวาล์ว (วาล์วหัวกะโหลก) เข้ากับเครื่องสูบน้ำ ทำการกรอกน้ำให้เต็มท่อดูด เชื่อมต่อสายไฟสายเข้ากับขั้วต่อของแผงโซลาร์เซลล์ให้ตรงขั้ว (+,-) เนื่องจากเป็นไฟฟ้ากระแสตรง อาจเกิดความเสียหายกับอุปกรณ์ และวงจรที่เชื่อมต่อได้ตั้งรูปที่ 5 โดยสามารถปรับระดับองศาแผงโซลาร์เซลล์ให้อยู่ในช่วง 10-30 องศา ให้สามารถรับแสงแดดในช่วงเวลากลางวันระหว่าง 08.00-17.00น. เนื่องจากเครื่อง สูบน้ำจะใช้กระแสไฟฟ้าโดยตรงจากแผงโซลาร์เซลล์



รูปที่ 5 ระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือน

การใช้งานเริ่มต้นโดยการหันด้านหน้าแผงโซลาร์เซลล์ไปยังทิศใต้ เปิดสวิตช์เบรกเกอร์ที่อยู่ภายในกล่องควบคุม และทำการปิดสวิตช์เปิดการทำงานของระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์ไปที่ตำแหน่ง “ON” เพื่อเปิดระบบให้วงจรภายในกล่องควบคุมทำงาน สังเกตไฟแสดงสถานะการทำงานจะเปลี่ยนจากตำแหน่งสีแดง มาอยู่ในตำแหน่งสีเขียวพร้อมที่จะทำงาน มาตรวัดจะแสดงผลในส่วนค่าแรงดัน ค่ากระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงโซลาร์เซลล์ เครื่องสูบน้ำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบไร้แปรงถ่านขนาด 250 วัตต์ ต่อร่วมกับแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 400 วัตต์ จะเริ่มทำงานเมื่อมีแรงดันที่ระดับ 10 โวลต์ เป็นต้นไป ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มแสงที่ตกกระทบแผงโซลาร์เซลล์ ปริมาณน้ำจะไหลผ่านท่อแอร์แวน เพื่อเพิ่มแรงดันภายใน โดยจะมีระดับอัตราการไหลของปริมาณน้ำที่แตกต่างกันและแต่ละช่วงเวลา อัตราการไหลสูงสุดที่ 34 ลิตรต่ออนาที หรือ 2,000 ลิตรต่อชั่วโมง โดยเมื่อปั๊มหยุดทำงานจะมีอุปกรณ์ป้องกันการไหลย้อนกลับ (Check

Valve) เพื่อให้เครื่องสูบน้ำทำงานได้อย่างต่อเนื่อง โดยขณะเครื่องสูบน้ำทำงานหากมีเงาบังแผงโซลาร์เซลล์ ก็จะส่งผลให้ปริมาณกำลังไฟฟ้าลดลง ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบด้วย

2. ผลการวิเคราะห์ระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือน การทดสอบระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือน พบว่า การทดสอบดำเนินการโดยการเก็บข้อมูลในช่วงเวลา 08.00น. ถึง 17.00น. เฉลี่ย 6 ครั้งใน 1 ชั่วโมง จำนวน 3 ครั้ง โดยการปรับระดับความเอียงของแผงโซลาร์เซลล์ 3 ระดับ 10, 20 และ 30 องศา เพื่อหาปริมาณน้ำสูงสุดที่ได้ใน 1 วัน บันทึกปริมาณแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า ปริมาณความเข้มแสงที่ได้จากแผงโซลาร์เซลล์ และปริมาณน้ำที่ได้จากมาตรวัดอัตราการไหล บันทึกผลที่ได้ตั้งตารางที่ 1

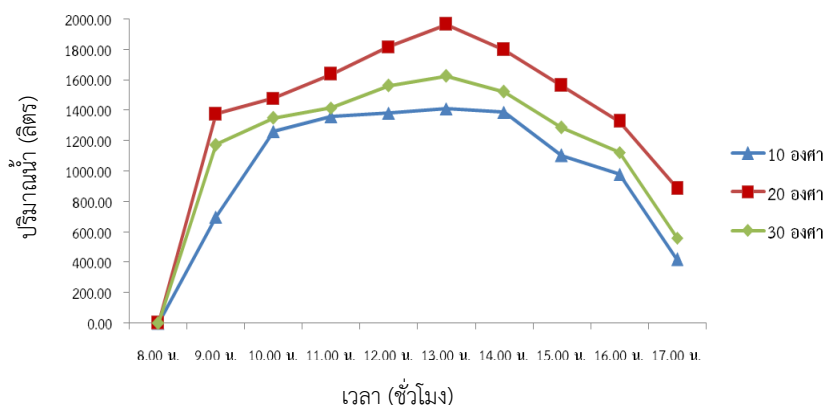
ตารางที่ 1 ผลการทดสอบระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือน

ระยะเวลา (ชั่วโมง)	ปริมาณน้ำตามระดับความเอียงของแผงโซลาร์เซลล์ (ลิตรต่อชั่วโมง)		
	10 องศา	20 องศา	30 องศา
08.00น.	0.00	0.00	0.00
09.00น.	968.89	1,374.32	1,173.43
10.00น.	1,261.10	1,479.02	1,348.40
11.00น.	1,359.26	1,637.03	1,416.55
12.00น.	1,381.56	1,818.55	1,561.42
13.00น.	1,411.18	1,965.74	1,624.10
14.00น.	1,387.42	1,798.65	1,522.55
15.00น.	1,101.64	1,562.81	1,287.97
16.00น.	979.84	1,325.98	1,124.00
17.00น.	418.45	886.43	560.01

ผลการวิเคราะห์ทดสอบระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือนที่ระดับความเอียงของแผงโซลาร์เซลล์ 10 องศา พบว่า ปริมาณน้ำเริ่มต้นที่ระดับ 0 ชั่วโมงต่อลิตร มีปริมาณค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า เท่ากับ 16.78 โวลต์ 3.48 แอมแปร์ และ 58.20 วัตต์ ตามลำดับ วัดระดับความเข้มแสงด้วยเครื่องมือทดสอบความเข้มแสง (Light Intensity Meter) ยี่ห้อ UNIT-T รุ่น UT383 ปริมาณความเข้มแสงเริ่มต้นเวลา 08.00 น. มีค่าเท่ากับ 36,342 ลักซ์ เมื่อระยะเวลาผ่านไป ปริมาณความเข้มแสงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากการโคจรของดวงอาทิตย์ที่เคลื่อนจากทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตก สามารถวัดปริมาณน้ำสูงสุดที่เวลา 13.00 น. เท่ากับ 1,411.18 ลิตรต่อชั่วโมง ค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า เท่ากับ 24.76 โวลต์ 6.84 แอมแปร์ และ 186.59 วัตต์ ปริมาณความเข้มแสงสูงสุดที่ระดับ 110,056 ลักซ์ โดยความลาดเอียงแผงโซลาร์เซลล์ที่ น้อยกว่า 15-20 องศา ทำให้ได้ปริมาณกำลังไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ไม่เต็มประสิทธิภาพตามคุณลักษณะทั่วไป และจะมีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำที่ได้ลดลงเมื่อระยะเวลาหลังจาก 14.00 น. ดังรูปที่ 6 กราฟจะมีลักษณะเป็นรูปพาลาโบลา เนื่องมาจากปริมาณความเข้มแสงลดลง โดยมีปริมาณน้ำที่ได้ในเวลา 17.00 น. ที่ระดับ 418.45 ลิตรต่อชั่วโมง ระดับความเข้มแสง 34,215 ลักซ์ ปริมาณ ค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า เท่ากับ 15.50 โวลต์ 2.47 แอมแปร์ และ 31.37 วัตต์ ตามลำดับ ปริมาณน้ำเฉลี่ยสะสมตลอดทั้งวันเท่ากับ 10,269.34 ลิตร หรือ 10.27 คิวต่อวัน

ผลการวิเคราะห์ทดสอบระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือนที่ระดับความเอียงของแผงโซลาร์เซลล์ 20 องศา พบว่า ปริมาณค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าเริ่มต้นเท่ากับ 17.81 โวลต์ 5.09 แอมแปร์ และ 89.70 วัตต์ ตามลำดับ และเมื่อระยะเวลาผ่านไป สามารถวัดค่าปริมาณน้ำสูงสุดได้สูงสุดในเวลาช่วง 13.00 น. ที่ระดับ 1,965.74 ลิตรต่อชั่วโมง เนื่องมาจากมีปริมาณความเข้มแสงจากดวงอาทิตย์สูงสุด ดวงอาทิตย์เคลื่อนที่

มาอยู่ในตำแหน่งตั้งฉากกับแผงโซลาร์เซลล์ ทำให้สามารถวัดค่าปริมาณค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าได้สูงสุดเท่ากับ 34.82 โวลต์ 10.85 แอมแปร์ และ 376.58 วัตต์ ตามลำดับ สอดคล้องกับคุณลักษณะของมอเตอร์สูบน้ำที่สามารถรับกระแสได้สูงสุดที่ระดับ 11 แอมแปร์ โดยปริมาณน้ำที่ได้จะมีปริมาณลดลงหลังจากระยะเวลา 14.00 น. เนื่องมาจากการโคจรของดวงอาทิตย์ที่เคลื่อนจากทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตก ดังรูปที่ 6 กราฟจะมีลักษณะเป็นรูปพลาโบลา โดยมีปริมาณน้ำที่ได้ในเวลา 17.00 น. ที่ระดับ 886.43 ลิตรต่อชั่วโมง ปริมาณ ค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า เท่ากับ 17.14 โวลต์ 4.05 แอมแปร์ และ 66.70 วัตต์ ตามลำดับ และยังได้ค่าปริมาณน้ำเฉลี่ยสะสมตลอดทั้งวันเท่ากับ 13,484 ลิตร หรือ 13.85 คิวต่อวัน โดยหากไม่มีเงาบังแผงโซลาร์เซลล์ก็จะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อให้เครื่องสูบน้ำทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ของระยะเวลา และปริมาณน้ำตามระดับความเอียงของแผงโซลาร์เซลล์

ผลการวิเคราะห์ทดสอบระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือนที่ระดับความเอียงของแผงโซลาร์เซลล์ 30 องศา ซึ่งเป็นระดับความเอียงมากกว่าข้อกำหนด (วสท. 022013 - 59) พบว่า ปริมาณค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าเริ่มต้นเท่ากับ 17.33 โวลต์ 4.23 แอมแปร์ และ 73.40 วัตต์ ตามลำดับ และเมื่อระดับความเข้มแสงสูงสุดเวลา 13.00 น. สามารถวัดค่าปริมาณน้ำได้ที่ระดับ 1,624.10 ลิตรต่อชั่วโมง สามารถวัดค่าปริมาณค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าได้สูงสุดเท่ากับ 27.15 โวลต์ 8.73 แอมแปร์ และ 281.66 วัตต์ ตามลำดับ ซึ่งระดับความเอียงที่มากขึ้นจะส่งผลต่อประสิทธิภาพของแผงโซลาร์เซลล์ เนื่องจากมุมที่ตกกระทบเกิดการหักเหของระดับความเข้มแสง โดยปริมาณน้ำที่ได้จะมีระดับปริมาณลดลงหลังจากระยะเวลา 14.00 น. จากการโคจรของดวงอาทิตย์ที่เคลื่อนจากทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตก ดังรูปที่ 6 กราฟจะมีลักษณะเป็นรูปพลาโบลา โดยมีปริมาณน้ำที่ได้ในเวลา 17.00 น. ที่ระดับ 560.01 ลิตรต่อชั่วโมง ปริมาณ ค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า เท่ากับ 16.78 โวลต์ 3.84 แอมแปร์ และ 51.71 วัตต์ ตามลำดับ ปริมาณน้ำเฉลี่ยสะสมตลอดทั้งวันเท่ากับ 11,618.43 ลิตร หรือ 11.62 คิวต่อวัน

ผลการวิเคราะห์ระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือน พบว่า ปริมาณความเข้มแสงจะมีผลต่อปริมาณน้ำที่ได้ในแต่ละช่วงเวลา โดยลักษณะการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์จะเคลื่อนที่จากทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตก และเคลื่อนที่อ้อมไปทางทิศใต้ จารุวรรณ พิพัฒน์พุทธิพันธ์ (2564) [8] ซึ่งแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 400 วัตต์ ต่อร่วมกับเครื่องสูบน้ำขนาด 250 วัตต์ ติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์หันไปทางทิศใต้ให้มีความเอียง 3 ระดับ 10, 20 และ 30 องศา ตามลำดับ โดยในช่วงเวลา 13.00 น. มีปริมาณน้ำสูงสุดทั้ง 3 ระดับเท่ากับ 1,411.18, 1,965.74, 1,624.10 ลิตรต่อชั่วโมง โดยที่ระดับความเอียง 20 องศา เป็นระดับที่เหมาะสมที่สุด มีค่าปริมาณน้ำที่ได้ต่อวันเท่ากับ 13,848 ลิตร หรือ 13.85 คิวต่อวัน เนื่องจากลักษณะติดตั้งด้านหน้าแผงโซลาร์เซลล์ทำมุมในทิศทางตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ สามารถรับปริมาณความเข้มแสงมากที่สุดตลอดระยะเวลา 08.00-17.00 น. โดยหากแผงโซลาร์เซลล์ติดตั้งให้สามารถรับปริมาณความเข้มแสงได้สูง แผงโซลาร์เซลล์ก็จะผลิตกำลังไฟฟ้าออกมาเต็มประสิทธิภาพส่งผลให้ได้ปริมาณน้ำสูงตลอดวัน สอดคล้องกับ ศรายุทธ

จิตรพัฒนานกุล กฤษณะ จันทสิทธิ์ และธีรวัฒน์ ชื่นอัสตงค์ (2563) [9] ได้ศึกษาพัฒนาระบบปั๊มลมพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก และเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานปั๊มลมด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงในแต่ละช่วงเวลา โดยใช้ภาชนะบรรจุลมขนาด 36 ลิตร ติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบไร้แปรงถ่าน (Brushless DC Motor) 24 โวลต์ 350 วัตต์ ที่ความเร็วรอบ 500 รอบต่อนาที ทำงานร่วมกับแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 325 วัตต์ จำนวน 1 พบว่าหลังติดตั้งทดสอบการทำงานในช่วงเวลา 08.00น. ถึง 17.00น. โดยเฉลี่ย 6 ครั้ง ใน 1 ชั่วโมง ช่วงเวลาการทำงานที่มีประสิทธิภาพสูงสุดคือช่วงเวลา 13.00น. ใช้ระยะเวลาการบรรจุลมลงในภาชนะขนาด 36 ลิตรด้วยเวลา 7.42 นาที ด้วยแรงดัน 36.85 โวลต์ กระแสไฟฟ้า 7.23 แอมแปร์ กำลังไฟฟ้า 259.26 วัตต์ และความเร็วรอบ 426.80 รอบต่อนาที

3. ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือน ทำการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานระหว่างเครื่องสูบน้ำไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 250 วัตต์ ยี่ห้อ Hitachi รุ่น WM-P250XX กับเครื่องสูบน้ำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบไร้แปรงถ่าน ดังแสดงผลในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพเครื่องสูบน้ำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ กับเครื่องสูบน้ำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แบบไร้แปรงถ่าน

ปัจจัยที่ใช้ในการเปรียบเทียบ	เครื่องสูบน้ำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ	เครื่องสูบน้ำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบไร้แปรงถ่าน
1. ด้านพลังงาน		
1.1 กำลังงานไฟฟ้ารวม (วัตต์)	¼ Hp หรือ 250	250
1.2 ค่าแรงดันไฟฟ้า (โวลต์)	220	10-55
1.3 ค่ากระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)	2.5-3	11
2. ด้านประสิทธิภาพระบบสูบน้ำ		
2.1 ปริมาณน้ำ (ลิตรต่อชั่วโมง)	3,240 (54 ลิตร/นาที)	2,000 (34 ลิตร/นาที)
2.2 ระยะดูดลึก (เมตร)	8	8
2.3 ระยะส่งแนวราบ (เมตร)	18	28
2.4 วัสดุของใบพัด	ทองเหลือง	ทองเหลือง
3. ลักษณะการใช้งานเครื่องสูบน้ำ		
3.1 แหล่งกำเนิดพลังงาน	ไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	แผงโซลาร์เซลล์ 400 วัตต์
3.2 ลักษณะการใช้งาน	ต่อกับปลั๊กไฟ	แสงแดด
3.3 การควบคุมการทำงาน	Pressure Switch	กล่องควบคุม
3.4 มอนิเตอร์แสดงผล	วัตต์มิเตอร์	วัตต์มิเตอร์
3.5 ค่ากระแสไฟฟ้า/การสูบน้ำ	48.6 บาท/วัน	ไม่มี
3.6 เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อน้ำทางเข้า/ออก	1 นิ้ว	1 นิ้ว
4. ต้นทุนในการสร้างระบบ ฯ (เครื่องสูบน้ำ)	6,930 บาท	7,290 บาท
5. สมรรถนะการใช้งาน	มากกว่า	น้อยกว่า

5. สรุปและอภิปรายผล

ระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือน จะมีค่าความเข้มแสงสูงสุดในช่วงเวลา 13.00น. โดยมีปริมาณน้ำที่ได้ต่อชั่วโมงสูงสุดจากระดับความเอียงแผงโซลาร์เซลล์ 3 ระดับ (10, 20 และ 30 องศา) พบปริมาณน้ำสูงสุดที่ระดับ 1,411.18, 1,965.74 และ 1,624.10 ลิตรต่อชั่วโมง ซึ่งระดับที่เหมาะสมต่อการใช้งาน คือ ที่ระดับความเอียง 20 องศา ได้ปริมาณน้ำสูงสุดต่อวัน 13,848 ลิตร หรือ 13.85 คิวต่อวัน สอดคล้องกับ ทวีศักดิ์ ทองแสน ชัยวัฒน์ เย็นศิริ และสิวา สมอแข็ง (2560) [10] จัดสร้างเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 250 วัตต์ ได้ปริมาณน้ำ 880 ลิตรต่อชั่วโมง โดยระบบดังกล่าวเหมาะสมกับการนำไปใช้ในช่วงเวลากลางวัน เนื่องจากไม่มีค่ากระแสไฟฟ้า อีกทั้งระบบฯ ยังดูแลรักษาง่าย ช่วยส่งเสริมการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศลง เป็นต้นแบบของภาคเกษตรกรรมที่ใช้น้ำในปริมาณไม่มาก และยังเป็นการอนุรักษ์พลังงาน เนื่องจากโซลาร์เซลล์เป็นพลังงานสะอาด

6. ข้อเสนอแนะ

1. ควรติดตั้งใช้งานในบริเวณที่ไม่มีเงาบังต้นไม้ และมีสิ่งกีดขวางใด ๆ เนื่องจากจะทำให้ประสิทธิภาพลดลง
2. ควรมีการศึกษาการเพิ่มแบตเตอรี่สำหรับเก็บกระแสไฟฟ้า และสำรองในช่วงเวลาที่ไม่มีแสงแดด ซึ่งจะเป็นการช่วยให้มอเตอร์ทำงานได้อย่างต่อเนื่อง

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2563 พฤศจิกายน 25). คู่มือเทคโนโลยีที่เหมาะสมโครงการศึกษาพัฒนาต้นแบบชุมชนพลังงานทดแทน, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา: https://www.dede.go.th/ewt_dl_link.php?nid=42136
- [2] มูลนิธิชัยพัฒนา. (2563 พฤศจิกายน 26). ความหมายของเศรษฐกิจพอเพียง, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา: https://www.chaipat.or.th/site_content/item/3579-2010-10-08-05-24-39.html
- [3] ชวกร รุ่งทวีชัย และอนุรักษ์ ตาคำ. “การติดตั้งปั๊มน้ำโซลาร์เซลล์สำหรับการเกษตรเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน”. ปรินญาณินท์ วศ.บ. (วิศวกรรมอุตสาหการ) คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่, 2562.
- [4] นครินทร์ รินผล. “คู่มือการออกแบบระบบไฟฟ้าพลังแสงอาทิตย์เบื้องต้น”. จรัสสินทวงศ์การพิมพ์, กรุงเทพฯ, 2559.
- [5] แฟ็คโตมาร์ท. (2564 พฤศจิกายน 6). ประเภทของ Flow Meter, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา: <https://mall.factomart.com/type-of-flow-meter>
- [6] การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. (20 กรกฎาคม 2564). อัตราค่าไฟฟ้า-การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา: https://www.pea.co.th/Portals/0/demand_response/Electricity%20Reconsider.pdf?ver=2018-10-01-155123-370.
- [7] วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. “มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย: ระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา”. พิมพ์ครั้งที่ 2. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 2561.
- [8] จารุวรรณ พิพัฒน์พุทธพันธ์. (2564 พฤศจิกายน 4). ตำแหน่งของทิศที่ควรติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์, แหล่งที่มา: https://www.dede.go.th/ewt_dl_link.php?nid=55175
- [9] ศรายุทธ จิตรพัฒนากุล กฤษณะ จันทสิทธิ์ และธีรวัฒน์ ชื่นอัสดงคต. “ระบบปั๊มลมพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก”. วารสารวิจัยไร่ไพรรณี, 14(2), 2563, 43-54.
- [10] ทวีศักดิ์ ทองแสน ชัยวัฒน์ เย็นศิริ และสิวา สมอแข็ง. “เครื่องสูบน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์”. รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม, 2560.