

# การพัฒนาาระบบสาธิตสูบน้ำบาดาลน้ำตื้นพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน

## DEVELOPMENT OF DEMONSTRATION SYSTEM OF SHALLOW WATER PUMPING BY SMALL SOLAR ENERGY FOR HOUSEHOLD USE

ศรายุทธ์ จิตรพัฒนากุล<sup>1\*</sup> กฤษณะ จันทสิทธิ์<sup>2</sup> วีรวัดน์ ชื่นอัสตองคต<sup>3</sup>

Asst.Prof. Sarayut Chitphutthanakul,<sup>1\*</sup> Asst.Prof. Kritsana Chantasit,<sup>2</sup> Teerawat Chuenatsadongkot<sup>3</sup>

<sup>1\*</sup>ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

<sup>2</sup>ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมโลหการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

<sup>3</sup>อาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

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

Received: September 11, 2022

Revise: November 9, 2022

Accepted: November 17, 2022

### บทคัดย่อ

การทําวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาและพัฒนาาระบบสาธิตสูบน้ำบาดาลน้ำตื้นพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน และ 2) เปรียบเทียบประสิทธิภาพปริมาณน้ำที่ได้ในแต่ละช่วงเวลาของพลังงานแสงอาทิตย์กับแหล่งจ่ายไฟจากการไฟฟ้า อุปกรณ์หลักประกอบด้วยเครื่องสูบน้ำบาดาลมอเตอร์กระแสตรงขนาด 300 วัตต์ ร่วมกับแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 400 วัตต์ จำนวน 1 แผง ติดตั้งบนโครงสร้างสำหรับเคลื่อนที่ได้ขนาดความกว้าง 73.5 เซนติเมตร ยาว 74.5 เซนติเมตร และสูง 136.5 เซนติเมตร ตู้ควบคุมภายในติดตั้งสวิตช์ซึ่งเพาเวอร์ซัพพลายขนาด 24 โวลต์ 30 แอมแปร์ เซอร์คิตเบรกเกอร์ไฟฟ้ากระแสตรง และไฟฟ้ากระแสสลับ อุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอกทางไฟฟ้ากระแสตรง (DC Surge Protector) และมอเตอร์แสดงค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า ปริมาณน้ำจะไหลผ่านมาตรวัดอัตราการไหล หลังติดตั้งทดสอบการทำงานในช่วงเวลา 08.00 น. ถึง 17.00 น. ทดสอบโดยต่อระบบการไฟฟ้าผ่านสวิตช์ซึ่งเพาเวอร์ซัพพลาย และทดสอบเชื่อมต่อแผงโซลาร์เซลล์เพื่อเป็นแหล่งพลังงานไฟฟ้าในทางทิศใต้มุมเอียง 15 องศา กับแนวราบ บันทึกข้อมูลโดยเฉลี่ย 6 ครั้งใน 1 ชั่วโมง จำนวน 3 ครั้ง พบว่า การเชื่อมต่อบนด้วยแผงโซลาร์เซลล์มีประสิทธิภาพมากกว่าการเชื่อมต่อบนการไฟฟ้าผ่านสวิตช์ซึ่งเพาเวอร์ซัพพลาย โดยมีค่าปริมาณน้ำสูงสุดเท่ากับ 3,771.26 ลิตรต่อชั่วโมง หรือ 25,930.03 ลิตรต่อวัน ที่อัตราการไหลสูงสุด 61.18 ลิตรต่อนาที ค่าปริมาณน้ำ เมื่อเชื่อมต่อบนการไฟฟ้าผ่านสวิตช์ซึ่งเพาเวอร์ซัพพลาย มีค่าปริมาณน้ำเท่ากับ 2,878.20 ลิตรต่อชั่วโมง หรือ 25,903.80 ลิตรต่อวัน อัตราการไหลสูงสุดเท่ากับ 54.33 ลิตรต่อนาที

คำสำคัญ: บาดาลน้ำตื้น, พลังงานแสงอาทิตย์, ครัวเรือน

### Abstract

The objectives of this research were 1) to study and develop a demonstration system of shallow water pumping by small solar energy for household and 2) to compare the efficiency of the obtained water between the solar energy and the power supply from the electricity at each period. The main equipment consisted of the 300 Watt of DC motor pump, the 400 Watts of solar panel mounted on a mobile structure, dimension of 73.5 centimeters width, 74.5 centimeters length and 136.5 centimeters height. The internal control cabinet was equipped with a switch power supply of 24 Volts, 30 Amperes, a DC circuit breaker, an alternating current DC Surge Protector and

a monitor showing electrical current meter. The amount of water flow through the meter. After installing the equipment, the operation measurements were done during the period of 8:00 am to 5:00 pm. System testing was determined by monitoring the water flow between the switching power supply source and the solar energy source in the south at an angle of 15 degrees to the horizontal. Recording data were done on 6 times in 1 hour for 3 times. It was found that the solar energy source had a higher capacity than the switching power supply source as the solar energy source obtained 3,771.26 liters per hour or 25,930.03 liters per day at a maximum flow rate of 61.18 liters per minute of water. Whereas the switching power supply source obtained 2,878.20 liters per hour or 25,903.80 liters per day at a maximum flow rate of 54.33 liters per minute of water.

**Keywords:** Shallow Water Well, Solar Energy, Household

## 1. บทนำ

น้ำบาดาล (Ground Water) หมายถึง น้ำใต้ดินที่ถูกกักเก็บและสะสมอยู่ในช่องว่างและรอยแตกของชั้นหินและชั้นดินตะกอนลึกลงไปได้พื้นดินจากการหมุนเวียนของ “วัฏจักรน้ำ” (Hydrologic Cycle) ในธรรมชาติ ซึ่งมีจุดกำเนิดจากหยาดน้ำฟ้า (Precipitations) หรือน้ำในบรรยากาศ (Atmospheric Water) ไม่ว่าจะอยู่ในรูปของน้ำฝน หิมะ เมฆหมอก หรือไอน้ำ ที่ตกลงสู่พื้นดินจนกลายเป็นน้ำผิวดิน (Surface Water) ให้กำเนิดแม่น้ำ ลำคลอง และมหาสมุทร น้ำผิวดินบางส่วนไหลลงสู่ใต้ดิน ซึมอยู่ภายในช่องว่างของเม็ดดินกลายเป็นน้ำในดินที่สามารถระเหยกลับไปเป็นน้ำฟ้าอีกครั้ง เมื่อถูกแสงแดดแผดเผา แต่ยังมีบางส่วนที่ไหลลึกลงไปสู่ชั้นหินและชั้นดินตะกอนด้านล่าง เต็มเต็มช่องว่างและรอยแตกของ ชั้นหินเหล่านั้น จนกลายเป็นจุดกำเนิดของแหล่งน้ำใต้ดิน (Subsurface Water) หรือน้ำบาดาล [1] โดยทั่วไปสามารถแบ่งระดับของน้ำบาดาลได้เป็น 2 ระดับ คือ ชั้นที่ 1 เป็นชั้นที่อยู่ใกล้กับน้ำผิวดินเกิดจากน้ำฝน และจากแหล่งน้ำที่ซึมลงไปใตดินมีระดับความลึกประมาณ 40-150 ฟุต เป็นระดับน้ำบาดาลที่ไม่มีแรงดัน ชั้นที่ 2 เป็นชั้นที่อยู่ลึกลงไปจากชั้นแรก ชั้นหินในเขตนี้จะมีปริมาณน้ำอยู่เต็มทุกช่องว่าง หรืออ้อมตัวไปด้วยน้ำ ชั้นนี้มักมีแรงดันน้ำอยู่ด้วย มีระดับความลึก 150-300 ฟุต โดยระดับน้ำขึ้นอยู่กับภูมิประเทศ ซึ่งอาจจะมีความแตกต่างกันระหว่างชั้นหินและแรงดันของน้ำด้วย

กลุ่มวิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่ทุเรียนตำบลวังโดนด จังหวัดจันทบุรีสังกัดสำนักงานเกษตรจังหวัดจันทบุรี เป็นกลุ่มเกษตรกรที่รวมกลุ่มดำเนินงานด้านเกษตรกรรมปลูกทุเรียนเป็นรายได้หลัก มีจำนวนสมาชิกเป็นจำนวน 35 ราย มีนายมนตรี ภาระเปลื้อง เป็นประธานกลุ่ม กิจกรรมทางกลุ่มประกอบด้วย การท่องเที่ยวเชิงเกษตร ระบบน้ำอัจฉริยะสวนทุเรียนด้วยเทคโนโลยี IoT และการเข้าร่วมโครงการยกระดับแปลงใหญ่ด้วยเกษตรสมัยใหม่และเชื่อมโยงตลาด [2] โดยเป็นศูนย์กลางเรียนรู้ด้านการเกษตร และการถ่ายทอดเทคโนโลยีสมัยใหม่ มีความสนใจนำเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์มาประยุกต์ใช้กระบวนการสูบน้ำใต้ดิน ซึ่งสมาชิกส่วนใหญ่ใช้ระบบบาดาลน้ำตื้น เพื่อประกอบการอุปโภค และบริโภค รวมถึงการนำมาใช้ในกิจกรรมด้านการเกษตรกรรมภายในแปลงเพาะปลูกด้วย ซึ่งจะมีความต้องการปริมาณน้ำเป็นอย่างมากในช่วงที่ผลผลิตติดผลแล้ว สอดคล้องกับงานวิจัย [3] ที่ได้ศึกษาการทำเกษตรโดยระบบสูบน้ำด้วยโซลาร์เซลล์ในฐานะเป็นแหล่งพลังงานทางเลือก จึงมีแนวคิดที่จะสร้างระบบสาธิตสูบน้ำบาดาลน้ำตื้นพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน เพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้งานสามารถเคลื่อนที่ได้ สะดวกต่อการเก็บรักษา และการนำไปถ่ายทอดเทคโนโลยียังชุมชนอื่น ๆ สามารถใช้ได้ในทุกช่วงเวลา โดยจะเป็นการส่งเสริมให้ภาคครัวเรือนสามารถพึ่งพาตนเองในการดำรงชีพในชีวิตประจำวัน ได้ ควบคู่กับการอนุรักษ์พลังงาน และการรักษาสสิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับระบบส่งเสริมเกษตรแบบแปลงใหญ่ด้วยการยกระดับแปลงใหญ่ด้วยเกษตรสมัยใหม่ เน้นการรวมกลุ่มของเกษตรกรรายย่อยในพื้นที่ โดยเกษตรกรสมาชิกแปลงใหญ่จะร่วมกันกำหนดเป้าหมายการผลิต การถ่ายทอดเทคโนโลยี การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตทุกขั้นตอน จนถึงการใช้เชื่อมโยงตลาดกับภาคเอกชนแบบประชารัฐ เกิดความร่วมมือในการผลิต เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของสินค้าเกษตรกร [4]

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้พิจารณาที่จะศึกษาพัฒนาระบบสาธิตสูบน้ำบาดาลน้ำตื้นพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน จัดสร้างระบบสูบน้ำบาดาล ติดตั้งอุปกรณ์บนโครงสร้างที่สามารถเคลื่อนที่ได้ ด้านบนโครงสร้างติดตั้งฝากรอบ

ปากบ่อเชื่อมต่อกับตัวเครื่องสูบน้ำบาดาลมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง สาธิตสูบน้ำจากภาชนะบรรจุน้ำให้ย้อนกลับลงมา โดยสามารถใช้งานได้ 2 ระบบ (ระบบการไฟฟ้าผ่านสวิตซ์ซึ่งเพาเวอร์ ชัฟฟลาย และระบบพลังงานแสงอาทิตย์ผ่านแผงโซลาร์เซลล์) ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางต่อการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลง ลดต้นทุนการด้านเกษตรกรรม ส่งเสริมการถ่ายทอดเทคโนโลยีการนำพลังงานที่มาจากแหล่งธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์ เพื่อจะสามารถพึ่งพาตนเอง ประหยัดค่าใช้จ่ายด้านกระแสไฟฟ้าในระดับครัวเรือน

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการพัฒนาาระบบสาธิตสูบน้ำบาดาลน้ำใต้ดินพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพปริมาณน้ำที่ได้ในแต่ละช่วงเวลาของพลังงานแสงอาทิตย์กับแหล่งจ่ายไฟจากการไฟฟ้า

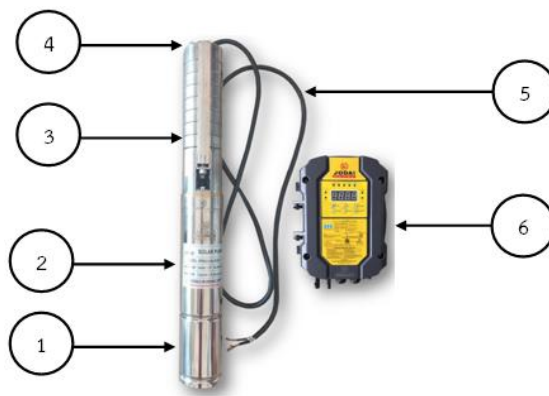
## 3. วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยพัฒนาาระบบสาธิตสูบน้ำบาดาลน้ำใต้ดินพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน เพื่อเป็นแนวทางในภาคครัวเรือน และในภาคเกษตรกรรม แบ่งวิธีการดำเนินการวิจัย 4 ส่วน ดังนี้

**ส่วนที่ 1 ศึกษาข้อมูลอุปกรณ์ในการจัดสร้างระบบสาธิตสูบน้ำบาดาลน้ำใต้ดินพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน**

### 1.1 เครื่องสูบน้ำบาดาลมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

เครื่องสูบน้ำบาดาล (ปั๊มซับเมอร์ส หรือ DC Submersible Pump) มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ใช้สำหรับโครงการวิจัย เป็นเครื่องสูบน้ำบาดาลมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีขนาดกำลังมอเตอร์ 300 วัตต์ ยี่ห้อ โจไต (Jodai) รุ่น 3PSS4.0/35-24/300T ใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง หรือมอเตอร์ไร้แปรงถ่าน (Brushless DC Motor) สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องสูบน้ำในระดับความลึกใต้ผิวดิน (Borehole Pumps) โดยต่อแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 1x144 Cells หรือขนาด 330-400 วัตต์ จำนวน 1 แผง หรือใช้กับแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง ดังรูปที่ 1 โดยมีคุณลักษณะของอุปกรณ์โดยทั่วไปดังต่อไปนี้



รูปที่ 1 เครื่องสูบน้ำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 250 วัตต์

ลำดับที่ (1) ส่วนล่างสุดติดตั้งมอเตอร์ไร้แปรงถ่าน (Brushless DC Motor) กำลังไฟฟ้าขาเข้าเครื่องสูบน้ำบาดาลกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ 300 วัตต์ ปริมาณแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขณะทำงานอยู่ในช่วง 10-55 โวลต์ แรงดันขณะ

ทำงาน 24 โวลต์ และสามารถรับกระแสไฟฟ้าได้สูงสุดที่ 13 แอมแปร์ (2) แผ่นป้ายแสดงคุณลักษณะของอุปกรณ์ (Name Plate) เพื่อให้ทราบรายละเอียดของอุปกรณ์ประกอบด้วย ยี่ห้อ รุ่น (Model) แรงดันขณะทำงาน ขนาดท่อทางออกของน้ำ เหนือสุด ขนาดกำลังไฟฟ้า ปริมาณกระแสไฟฟ้าสูงสุด และปริมาณอัตราการไหล (ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง :  $m^3/h$ ) (3) ไบพัดส่งน้ำทำจากวัสดุทองเหลืองจำนวน 5 ไบพัด โดยมีความสามารถส่งปริมาณน้ำในในดิ่งได้เป็นอย่างดี ตามกำลังไฟฟ้าที่ได้จากมอเตอร์ (4) ช่องทางออกของน้ำขนาด 1.25 นิ้ว ทำจากวัสดุทองเหลืองหล่อด้วยโครงสร้างภายนอกด้วยวัสดุเหล็กกล้าไร้สนิม พร้อมช่องสำหรับร้อยเชือก เพื่อยึดเครื่องสูบน้ำให้อยู่ภายในบ่อบาดาล (5) สายไฟแบบ VCT จำนวน 3 สายย่อย (U V W) สำหรับต่อเข้ากับกล่องควบคุมมอเตอร์ที่ร่วมกับตัวเครื่องสูบน้ำบาดาล (6) กล่องควบคุมเครื่องสูบน้ำบาดาล โดยจะควบคุมระดับแรงดัน และกระแสไฟฟ้าให้คงที่ ซึ่งยังสามารถปรับระดับรอบความเร็วของมอเตอร์ให้สอดคล้องกับปริมาณน้ำที่มีอยู่ภายในบ่อบาดาลได้อีกด้วย โดยการติดตั้งเครื่องสูบน้ำบาดาลควรเลือกขนาดให้เหมาะสมกับขนาดความกว้างของบ่อ และระดับความลึกที่เหมาะสมกับคุณลักษณะของเครื่องสูบน้ำบาดาล เนื่องจากปริมาณน้ำที่ได้จะผันขึ้นอยู่กักระดับความลึกของเครื่องสูบน้ำบาดาลที่ติดตั้งลงไป โดยเครื่องสูบน้ำบาดาลสามารถควบคุมกรณีแรงดันโวลต์ต่ำกว่า 10 โวลต์ ระบบจะสั่งหยุดทำงาน หรือในกรณีที่แรงดันไฟฟ้าเกิน 10 โวลต์ ระบบจะหน่วงเวลา 10 นาที เพื่อกลับมาทำงานได้เอง

### 1.2 เซลล์แสงอาทิตย์ หรือโซลาร์เซลล์ (Solar Cells)

เซลล์แสงอาทิตย์ที่นำมาใช้ในงานวิจัยมีขนาดความกว้าง 1,002 มิลลิเมตร ยาว 2,016 มิลลิเมตร และสูง 35 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำหนัก 23.2 กิโลกรัม ยี่ห้อ Suntech รุ่น STP400S-A72/Vfh โครงสร้างเป็นแบบผลึกเดี่ยว (Mono Half Cut Cell Crystalline) ให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ผลิตได้ 400 วัตต์ จำนวน 144 Cells นำไปติดตั้งยังพื้นที่โล่งตามระดับความเอียง 15 องศา หันไปทางทิศใต้ [5] เนื่องจากเป็นทิศที่มีความสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ดีที่สุดตลอดทั้งวัน และเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้ง วสท. 022013-59 เรื่อง มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย : ระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา [6] โดยแผงโซลาร์เซลล์แบบผลึกเดี่ยวจะให้กำลังไฟฟ้าสูงกว่าประมาณร้อยละ 15 ถึง 20 เนื่องจากการเรียงตัวผลึกในแต่ละเซลล์ที่ดีกว่า และจะมีประสิทธิภาพลดลงอย่างมาก ในสภาพอากาศที่มีอุณหภูมิสูง ลักษณะการติดตั้งจะใช้พื้นที่ประมาณ 7 ถึง 9 ตารางเมตรต่อกิโลวัตต์ โดยปัจจุบันพัฒนากำลังวัตต์ต่อแผงเพิ่มขึ้นทำให้ใช้พื้นที่น้อยลง [7]

### 1.3 มาตรวัดอัตราการไหลของน้ำ (Flow Meter)

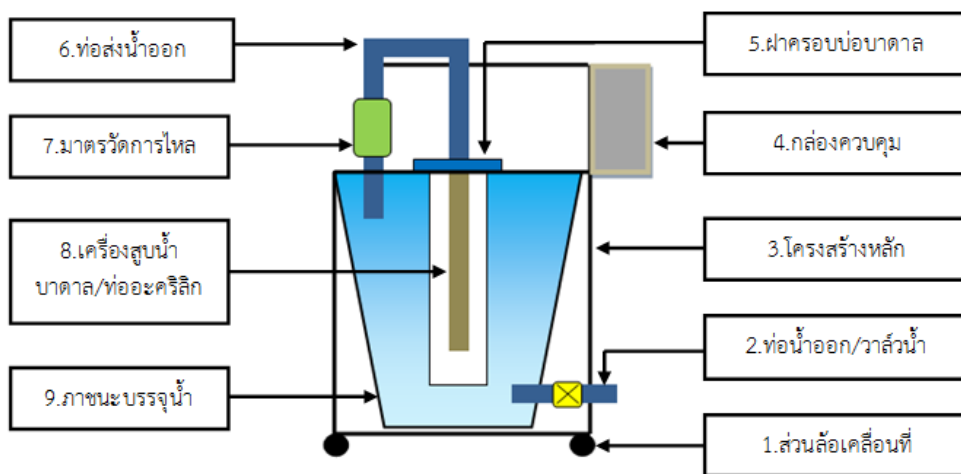
มาตรวัดอัตราการไหลโครงสร้างภายในแบบกังหัน (Turbine Flow Meter) แสดงผลด้วยจอแสดงผลแบบอิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 2 บรรทัด ขนาดความกว้างภายในเส้นผ่านศูนย์กลาง 31 มิลลิเมตร ผลิตจากวัสดุอลูมิเนียมป้องกันสนิม หลักการทำงานประกอบด้วยไบพัดที่วางขวางอยู่ในท่อ ซึ่งกังหันนี้จะติดตั้งอยู่บนเพลลาหรือแบร์ริงที่เป็นศูนย์กลางของทิศทางการไหล ขนานกับเส้นทางการไหลในขณะที่มีของไหลไหลผ่าน จะทำให้งังหันหมุนด้วยแรงจากของไหล สามารถวัดอัตราการไหลของเหลวที่เป็นน้ำ น้ำมัน ระหว่าง 20-120 ลิตรต่อนาที ความเร็วในการหมุนของกังหันนั้นจะเป็นสัดส่วนกับความเร็วของไหลที่ไหลผ่าน ทั้งนี้จะใช้วิธีการวัดความเร็วของการหมุนของกังหัน เพื่อหาความเร็วของเหลว โดยอาศัยตัวเซ็นเซอร์ที่ต่ออยู่กับตัวโครงสร้าง ซึ่งมีอุปกรณ์เซ็นเซอร์ในการตรวจจับ โดยใช้เซ็นเซอร์แม่เหล็ก หาค่าเฉลี่ยความเร็วในเส้นจุดศูนย์กลางของท่อ สามารถแสดงหน่วยการวัด 4 แบบ Liters (L) Gallons (GAL) Pint (PT) และ Quarts (QT) รองรับอัตราการไหลสูงสุดที่ระดับ 120 L/min (ลิตรต่อนาที) โดยสามารถแสดงปริมาณอัตราการไหลโดยรวมตั้งแต่ 0-9999 บำรุงรักษาโดยการตรวจสอบให้กังหันหมุนได้อย่างคล่องตัว สะอาด และปลอดภัย [8]

## ส่วนที่ 2 โครงสร้างระบบสาธิตสูบน้ำบาดาลน้ำตื้นพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน

### 1. การออกแบบชุดโครงสร้างระบบสาธิตสูบน้ำบาดาลน้ำตื้นพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน

ชุดโครงสร้างดังรูปที่ 2 ประกอบด้วย (1) โครงสร้างส่วนล้อเคลื่อนที่ทำหน้าที่รองรับน้ำหนัก และสำหรับเคลื่อนย้ายได้ โดยติดตั้งล้อทั้ง 4 จุด ประกอบด้วยล้อส่วนหน้าจำนวน 2 ล้อ สามารถบังคับเลี้ยว และล้อค้ำให้อยู่กับที่

ได้ ส่วนล้อยึดด้านหลังจำนวน 2 ล้อ สามารถเคลื่อนที่ได้แต่ไม่สามารถบังคับเลี้ยวได้ ซึ่งสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกด้วยการออกแรงดันไปด้านหน้าหรือดึงถอยหลัง (2) ท่อระบายน้ำออก และวาล์วเปิด-ปิด โดยต้องการถ่ายเทปริมาณน้ำที่อยู่ภายในภาชนะบรรจุน้ำออก สามารถทำการพลิกเปิดวาล์วเพื่อให้น้ำไหลออก โดยอาศัยความดันจากด้านบนลงสู่ด้านล่างของภาชนะบรรจุน้ำ (3) โครงสร้างทั้งหมดทำจากเหล็กฉาก ทั้งส่วนโครงสร้างสำหรับวางภาชนะบรรจุน้ำ และโครงสร้างหลักสำหรับติดตั้งอุปกรณ์ (4) ถังกรองควบคุมการทำงานหลักของระบบสาริตสูบน้ำบาดาลน้ำดื่มพลังงานแสงอาทิตย์ โดยนำถังกั้นน้ำ สำหรับฝุ่น และละอองน้ำเข้าไปในถังกรองควบคุม ภายในติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์ไฟฟ้ากระแสตรง และกระแสสลับสำหรับตัดต่อวงจรไฟฟ้าระบบการทำงาน และอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอกทางไฟฟ้า (Surge Protector) เพื่อป้องกันในกรณีที่เกิดไฟกระชอกรุนแรง ถังกรองควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำบาดาล และสวิตซ์ซึ่งเพาเวอร์ซัพพลาย (5) ฝาครอบ บ่อบาดาล เพื่อจำลองการติดตั้งเครื่องสูบน้ำบาดาล โดยควรเลือกขนาดความกว้างตามขนาดบ่อบาดาล โดยผลิตจากเหล็กหนา มีรูเจาะสำหรับร้อยสายไฟและเชือก และมีเกลียวนอกทั้งด้านและด้านล่างสำหรับสวมกับท่อประปา



รูปที่ 2 แบบจำลองโครงสร้างระบบสาริตสูบน้ำบาดาลน้ำดื่มพลังงานแสงอาทิตย์

ลำดับที่ (6) ท่อส่งน้ำออก โดยใช้ข้อต่อเกลียวในสวมเข้ากับฝาครอบปากบ่อ และสามารถขยายท่อให้มีขนาดเท่ากับขนาดท่อเดิมที่มีอยู่ได้ โดยเป็นท่อส่งน้ำออกขนาด 1.25 นิ้ว (7) มาตรการจัดการไหลของน้ำที่ผ่านเครื่องสูบน้ำบาดาล เพื่อสามารถทราบปริมาณน้ำที่ได้ตามช่วงเวลาที่แตกต่างกัน และปริมาณน้ำที่สูบได้สะสมตลอดทั้งวัน (8) เครื่องสูบน้ำบาดาลที่ถูกติดตั้งภายในท่ออะคริลิกใส เพื่อจำลองลักษณะการติดตั้งเครื่องสูบน้ำภายในบ่อบาดาล และยังสามารถสังเกตการณ์ทำงานได้อีกด้วย (9) ภาชนะบรรจุน้ำสำหรับรองรับน้ำให้ไหลเวียนภายในระบบ โดยใช้ภาชนะที่เป็นพลาสติก เนื่องจากมีน้ำหนักเบาสะดวกต่อการเคลื่อนย้าย ซึ่งมีความแข็งแรงทนทานต่อสารเคมี หรือคราบสนิม และยังสามารถทำความสะอาดได้สะดวก

## 2. การออกแบบชุดควบคุมระบบสาริตสูบน้ำบาดาลน้ำดื่มพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน

### 1. ปริมาณค่าแรงดัน และกระแสไฟฟ้าของเครื่องสูบน้ำบาดาล

ค่าแรงดันไฟฟ้าขณะทำงานที่ต้องการอยู่ในช่วง 10-55 โวลต์ และปริมาณค่ากระแสที่ต้องการไม่เกิน 13 แอมแปร์ ดังนั้นแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 400 วัตต์ เหมาะสมต่อการนำมาต่อใช้งาน เนื่องจากไม่เกินคุณลักษณะของเครื่องสูบน้ำบาดาล โดยสามารถคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าได้ดังต่อไปนี้

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

เมื่อ

W คือ จำนวนขนาดการผลิตกระแสไฟฟ้าใน 1 วัน (วัตต์)

เมื่อต้องการหาขนาดการผลิตกระแสไฟฟ้าใน 1 วัน สามารถคำนวณได้ดังนี้

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

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

2. ขนาดแผงโซลาร์เซลล์

เนื่องจากความต้องการของเครื่องสูบน้ำบาดาล มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 300 วัตต์ เริ่มทำงานตามคุณลักษณะที่ระบุไว้มีความต้องการแรงดันไฟฟ้าขณะทำงานอยู่ระหว่าง 10-55 โวลต์ โดยจะเริ่มทำงานที่ระดับแรงดัน 10 โวลต์ โดยในงานวิจัยใช้แผงขนาด 400 วัตต์ ดังนี้

ค่าแรงดันแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 400 วัตต์ = 49.05 โวลต์ (±ร้อยละ 5)

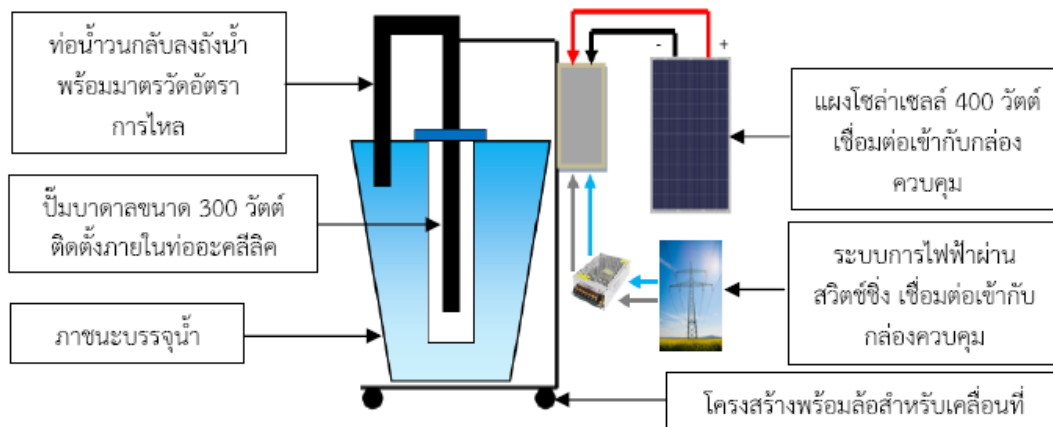
ค่ากระแสแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 400 วัตต์ = 10.16 แอมแปร์ (±ร้อยละ 5)

ทั้งนี้ขนาดของแรงดันและกระแสแผงโซลาร์เซลล์ที่เหมาะสมต่อการใช้งานมีค่า VOC (Open Circuit Voltage) เท่ากับ 49.05 โวลต์ (ไม่เกินคุณลักษณะของเครื่องสูบน้ำบาดาล) และค่ากระแสไฟฟ้าค่า ISC (Short Circuit Current) เท่ากับ 10.16 แอมแปร์ จำนวน 1 แผง

ดังนั้นปริมาณแผงโซลาร์เซลล์ 400 วัตต์ สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เฉลี่ยเท่ากับ 2 ยูนิตต่อวัน หรือ 60 ยูนิตต่อเดือน สามารถประหยัดค่ากระแสไฟฟ้าในการสูบน้ำบาดาลได้เป็นเงิน 270 บาทต่อเดือน โดยคำนวณจากค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ยที่ 4.5 บาท ต่อยูนิต รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม [9]

**ส่วนที่ 3 การสร้างระบบสาธิตสูบน้ำบาดาลน้ำตื้นพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน**

การสร้างระบบสาธิตสูบน้ำบาดาลน้ำตื้นพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน ให้อยู่บนโครงสร้างแบบเคลื่อนที่ได้ ทำงานร่วมกับแผงโซลาร์เซลล์ตามรูปแบบดังรูปที่ 3 ติดตั้งชุดอุปกรณ์ต่างๆ ให้ครบถ้วน โดยให้สามารถตรวจสอบปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ และปริมาณน้ำที่ได้จากเครื่องสูบน้ำบาดาลมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ในแต่ละช่วงเวลา นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ เพื่อให้ระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 3 แบบจำลองระบบสาธิตสูบน้ำบาดาลน้ำตื้นพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน

**ส่วนที่ 4 วิเคราะห์และประเมินผลประสิทธิภาพระบบสาธิตสูบน้ำบาดาลน้ำตื้นพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน**

ทดสอบประสิทธิภาพของการทำงานและการรวบรวมข้อมูลตั้งแต่เวลา 08.00 น.-17.00 น. โดยวัดค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า จำนวนรอบมอเตอร์ อัตราการไหล และปริมาณน้ำที่ได้จากมาตรวัดอัตราการไหลเฉลี่ย 6 ครั้งใน 1 ชั่วโมง จากระบบการไฟฟ้า ผ่านสวิตซ์ชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายขนาด 24 โวลต์ 30 แอมแปร์ และการ

ทดสอบโดยเชื่อมต่อแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 400 วัตต์ แล้วประเมินประสิทธิภาพในต่าง ๆ ดังนี้ ด้านพลังงาน ประสิทธิภาพระบบปั๊มบาดาล การใช้งานระบบปั๊มบาดาล ต้นทุนที่ใช้สร้างระบบปั๊มบาดาล และสมรรถนะการใช้งาน แล้วรายงานผลการดำเนินงาน

#### 4. ผลการวิจัย

##### 1. ผลการจัดสร้างระบบสาธิตสูบน้ำบาดาลน้ำตื้นพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน

โครงสร้างของระบบสาธิตสูบน้ำบาดาลน้ำตื้นพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน พบว่าโครงสร้างมีขนาดตามภาชนะบรรจุน้ำโดยมีขนาดความกว้าง 73.5 เซนติเมตร ยาว 74.5 เซนติเมตร และสูง 136.5 เซนติเมตร เมื่อทำการติดตั้งล้อหลักขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ทำให้ตัวโครงสร้างสูงจากระดับพื้น 12 เซนติเมตร วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างทั้งหมดทำจากโลหะฉากชุบซิงค์ป้องกันการกัดกร่อนขนาด 2x2 นิ้ว การติดตั้งส่วนพื้นรองรับภาชนะบรรจุน้ำขนาด 47 แกลลอน หรือขนาด 178 ลิตร นำเหล็กฉากที่มีขนาดเดียวกันมาวางคว่ำจำนวน 3 ชุด เพื่อเพิ่มความแข็งแรงสามารถรองรับน้ำหนักได้เป็นอย่างดี และสะดวกต่อการถ่ายเทน้ำ ไม่เกิดน้ำขังในบริเวณพื้นล่างของโครงสร้างดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 โครงสร้างระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์

ส่วนโครงสร้างสำหรับยึดกล่องควบคุมมีขนาดพื้นที่ด้านหลังกว้าง 72.5 เซนติเมตร ยาว 57 เซนติเมตร ทำการติดตั้งกล่องควบคุม โดยเชื่อมเหล็กรองรับขนาดความกว้าง 47 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร เจาะรูสำหรับยึดนอตเบอร์ 12 ติดกับตัวโครงสร้าง และโครงสร้างส่วนยึดฝาครอบบ่อบาดาล ทำจากเหล็กฉากขนาด 2x2 นิ้ว มาตัดให้มีขนาดพอดีกับความกว้างของด้านบนภาชนะบรรจุน้ำที่ขนาด 73 เซนติเมตร จำนวน 4 ชั้น โดยแบ่งการติดตั้งด้านละ 2 ชั้นวางขนานตามขนาดของท่ออะคริลิก ทำการเก็บรอยเชื่อม และลบคมออก เพื่อป้องกันอันตราย ทาสีกันสนิม และปกปิดรอยเชื่อมด้วยสีบรอนซ์เงินชนิดกันน้ำ ซึ่งลักษณะการใช้งานระบบสาธิตสูบน้ำบาดาลน้ำตื้นพลังงานแสงอาทิตย์ อาจมีละอองน้ำสัมผัสกับโลหะ ซึ่งเป็นสาเหตุต่อการเกิดคราบสนิมได้

การติดตั้งกล่องควบคุมระบบสาธิตสูบน้ำบาดาลน้ำตื้นพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่า อุปกรณ์ที่ควบคุมระบบการทำงานจะถูกติดตั้งลงในกล่องเหล็กกันน้ำพร้อมช่องระบายความร้อน แบบติดตั้งภายในอาคารขนาดความกว้าง 35 เซนติเมตร ยาว 52 เซนติเมตร และลึก 17 เซนติเมตร โดยทำการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันไฟกระชอกทางไฟฟ้า (Surge Protector) ขนาด 20 กิโลแอมแปร์ 1,000 โวลต์ จำนวน 1 ตัว เซอร์กิตเบรกเกอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 32 แอมแปร์ 440 โวลต์ จำนวน 2 ตัว เซอร์กิตเบรกเกอร์ไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 16 แอมแปร์ 220 โวลต์ จำนวน 1 ตัว สวิตช์ชิงเพาเวอร์ ชัฟฟลายขนาด 24 โวลต์ 30 แอมแปร์ ชุดเทอร์มินอลขนาด 25 แอมแปร์ 600 โวลต์ มอนิเตอร์แสดงค่าแรงดันไฟฟ้า

กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าขนาด 100 แอมแปร์ 100 โวลต์ จำนวน 1 ชุด สวิตช์แบบปรับหมุนขนาด 6 แอมแปร์ 250 โวลต์ และไฟโซลาร์สถานะในตำแหน่งปิด และตำแหน่งเปิดขนาด 27 มิลลิแอมแปร์ 24 โวลต์ ซึ่งภายในถูกเชื่อมต่อกับสายไฟขนาด 1\*2.5 ตารางมิลลิเมตร

## 2. ผลการวิเคราะห์ทดสอบระบบสาธิตสูบน้ำบาดาลน้ำตื้นพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน

1. ขั้นตอนการใช้งานเริ่มต้นจากเติมน้ำลงไปภาชนะบรรจุน้ำขนาด 47 แกลลอน หรือขนาด 178 ลิตร โดยให้มีปริมาณเท่ากับ  $\frac{3}{4}$  ของขนาดภาชนะ ทำการเชื่อมต่อสายไฟสายฝังไฟฟ้ากระแสตรง เข้ากับขั้วต่อของแผงโซลาร์เซลล์ให้ตรงขั้ว (+,-) เนื่องจากเป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DC) อาจเกิดความเสียหายกับอุปกรณ์ และฝังไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับสวิตช์ซึ่งเพาเวอร์ซัพพลายกับวงจรที่เชื่อมต่อตั้งรูปที่ 5 โดยติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ให้อยู่ในระดับช่วง 15 องศา และให้รับพลังงานแสงอาทิตย์ในทางทิศใต้ เพื่อให้สามารถรับแสงแดดในช่วงเวลากลางวันระหว่างเวลา 08.00-17.00 น. เนื่องจากเครื่องสูบน้ำบาดาลจะใช้กระแสไฟฟ้าโดยตรงจากแผงโซลาร์เซลล์



รูปที่ 5 ระบบสาธิตสูบน้ำบาดาลน้ำตื้นพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน

เมื่อต้องการนำไปสาธิตให้ทำการเชื่อมต่อสายไฟเข้ากับแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าของระบบการไฟฟ้า ทำการเปิดสวิตช์เบรกเกอร์ที่อยู่ภายในกล่องควบคุม หรือในพื้นที่สาธิตการทำงานมีพลังงานแสงอาทิตย์เพียงพอ สามารถใช้พลังงานจากแผงโซลาร์เซลล์ โดยเลือกแหล่งพลังงานอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น หลังจากนั้นทำการปิดสวิตช์เปิดการทำงานไปที่ตำแหน่ง "On" สังเกตตัวเลขแสดงสถานะรอบมอเตอร์จะค่อย ๆ หมุนจนไปถึงค่าสูงสุด ณ ระดับพลังงานในช่วงเวลานั้นมาตรวัดจะแสดงผลในส่วนค่าแรงดัน ค่ากระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงโซลาร์เซลล์ เครื่องสูบน้ำบาดาลจะเริ่มทำงานเมื่อมีแรงดันเริ่มต้น 10 โวลต์ ขึ้นต้นไป ขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มแสงที่ตกกระทบแผงโซลาร์เซลล์ หรือที่ระดับรอบมอเตอร์ครั้งที่เมื่อเชื่อมต่อกับระบบของการไฟฟ้าผ่านสวิตช์ซึ่งเพาเวอร์ซัพพลาย เมื่อเครื่องสูบน้ำบาดาลทำงาน ปริมาณน้ำจะไหลผ่านท่อทางออกขนาด 1.25 นิ้ว วนกลับลงมาในภาชนะบรรจุน้ำผ่านมาตรวัดอัตราการไหลของปริมาณน้ำ โดยอัตราการไหลสูงสุดที่ 66.67 ลิตรต่อนาที หรือ 4,000 ลิตรต่อชั่วโมง โดยขณะเครื่องสูบน้ำทำงานหากใช้แหล่งพลังงานจากแผงโซลาร์เซลล์ หากมีแสงบังแผงโซลาร์เซลล์ ก็จะส่งผลให้ปริมาณกำลังไฟฟ้าน้อยลง ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบด้วย โดยหากใช้แหล่งพลังงานที่มาจากระบบการไฟฟ้า ระบบสาธิตจะสามารถทำงานได้อย่างคงที่ต่อเนื่อง แต่ไม่สามารถปรับเพิ่มรอบมอเตอร์ให้สูงขึ้นได้



2. ผลการวิเคราะห์ระบบสาธิตสูบน้ำบาดาลน้ำตื้นพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน

การทดสอบระบบสาธิตสูบน้ำบาดาลน้ำตื้นพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 รูปแบบ คือ การทดสอบโดยเชื่อมต่อระบบการไฟฟ้าผ่านสวิตซ์ซึ่งเพาเวอร์ซัพพลายขนาด 24 โวลต์ 30 แอมแปร์ และการทดสอบโดยเชื่อมต่อแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 400 วัตต์ เป็นแหล่งพลังงาน ทำการเก็บข้อมูลในช่วงเวลา 08.00 น. ถึง 17.00 น. เฉลี่ย 6 ครั้งใน 1 ชั่วโมง จำนวน 3 ครั้ง อุณหภูมิโดยเฉลี่ย 32-35 องศาเซลเซียส เพื่อหาปริมาณน้ำสูงสุดที่ได้ใน 1 วัน บันทึกปริมาณแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า ความเข้มแสง จำนวนรอบมอเตอร์ อัตราการไหล และปริมาณน้ำที่ได้จากมาตรวัดอัตราการไหล บันทึกผลที่ได้ดังตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบระบบสาธิตสูบน้ำบาดาลน้ำตื้นพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน โดยเชื่อมต่อระบบการไฟฟ้าผ่านสวิตซ์ซึ่งเพาเวอร์ซัพพลาย

ครั้งที่	แรงดัน (โวลต์)	กระแส (แอมแปร์)	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	รอบมอเตอร์ (รอบต่อนาที)	อัตราการไหล (ลิตรต่อนาที)	ปริมาณน้ำ (ลิตรต่อนาที)
1	24.03	8.74	210.00	2,406	54.20	48.22
2	24.06	8.75	213.00	2,408	54.40	47.80
3	23.98	8.74	212.00	2,408	54.40	47.90
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>24.02</b>	<b>8.74</b>	<b>211.67</b>	<b>2,407</b>	<b>54.33</b>	<b>47.97</b>

ผลการวิเคราะห์ทดสอบระบบสาธิตสูบน้ำบาดาลน้ำตื้นพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน โดยเชื่อมต่อระบบการไฟฟ้าผ่านสวิตซ์ซึ่งเพาเวอร์ซัพพลาย ทดสอบหาค่าเฉลี่ย 3 ครั้ง พบว่า ปริมาณค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า ที่อ่านได้จากมาตรวัดวัตต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเท่ากับ 24.02 โวลต์ 8.74 แอมแปร์ และ 211.67 วัตต์ ตามลำดับ ปริมาณรอบมอเตอร์ขณะทำงานเฉลี่ยเท่ากับ 2,407 รอบต่อนาที ปริมาณอัตราการไหลที่อ่านได้จากมาตรวัดอัตราการไหลแบบกังหัน (Turbine Flow Meter) เฉลี่ยเท่ากับ 54.33 ลิตรต่อนาที และเมื่อทดสอบปริมาณน้ำที่ได้ใน 1 นาที เท่ากับ 47.97 ลิตรต่อนาที หรือ 2,878.20 ลิตรต่อชั่วโมง (2.87 m<sup>3</sup>/h) เท่ากันตลอดในทุกช่วงเวลา ดังรูปที่ 6 สอดคล้องกับคุณลักษณะของเครื่องสูบน้ำบาดาลที่มีปริมาณน้ำสูงสุด (Max Flow) 4 m<sup>3</sup>/h โดยหากทำงานตลอดวัน จะได้ปริมาณน้ำ 25,903.80 ลิตรต่อวัน

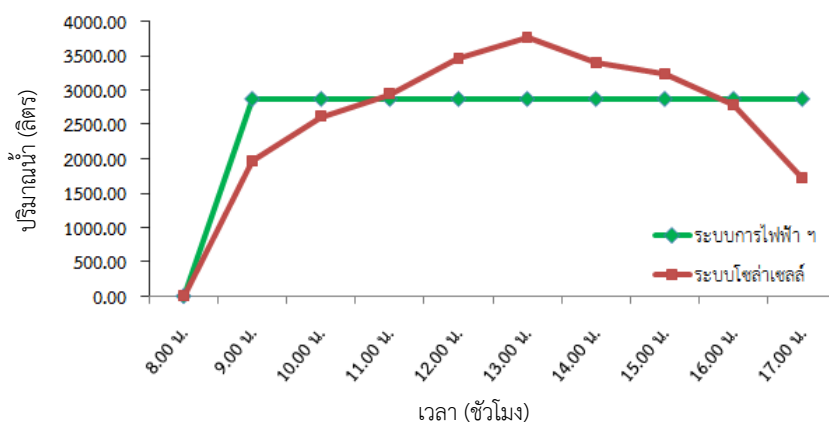
ตารางที่ 2 ผลการทดสอบระบบสาธิตสูบน้ำบาดาลน้ำตื้นพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน โดยเชื่อมต่อแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 400 วัตต์

เวลา	แรงดัน (โวลต์)	กระแส (แอมแปร์)	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ความเข้มแสง (ลักซ์)	รอบมอเตอร์ (รอบต่อนาที)	อัตราการไหล (ลิตรต่อนาที)	ปริมาณน้ำ (ลิตรต่อชั่วโมง)
08.00 น.	14.25	2.11	31.14	16,969	909	18.83	0
09.00 น.	16.27	3.78	62.39	30,263	1,469	32.96	1,971.06
10.00 น.	19.68	6.28	127.14	55,988	1,926	44.30	2,619.20
11.00 น.	22.28	7.48	168.73	65,870	2,159	48.49	2,944.30
12.00 น.	25.61	9.40	250.44	84,371	2,482	55.93	3,466.15

13.00 น.	27.27	10.54	297.03	99,324	2,681	61.18	3,771.62
14.00 น.	25.29	9.30	237.29	89,566	2,452	55.78	3,400.39
15.00 น.	23.31	8.24	193.92	76,254	2,317	52.49	3,241.88
16.00 น.	19.42	6.25	129.40	57,068	1,977	44.66	2,790.29
17.00 น.	15.72	3.21	52.33	29,679	1,304	28.96	1,725.14
<b>รวม</b>							<b>25,930.03</b>

ผลการวิเคราะห์ทดสอบระบบสาธิตสูบน้ำบาดาลน้ำตื้นพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน โดยเชื่อมต่อแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 400 วัตต์ ติดตั้งเอียงทำมุม 15 องศา ทดสอบเฉลี่ย 6 ครั้งใน 1 ชั่วโมง จำนวน 3 ครั้ง ตามตารางที่ 2 พบว่า ปริมาณน้ำเริ่มต้นที่ระดับ 0 ชั่วโมงต่อลิตร ปริมาณแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าเริ่มต้น เท่ากับ 14.25 โวลต์ 2.11 แอมแปร์ และ 31.14 วัตต์ ตามลำดับ จำนวนรอบมอเตอร์ขณะเริ่มหมุนเท่ากับ 909 รอบต่อนาที วัดปริมาณความเข้มแสง (Light Intensity Meter) ยี่ห้อ UNIT-T รุ่น UT383 ปริมาณความเข้มแสงเริ่มต้นเวลา 08.00 น. มีค่าเท่ากับ 16,969 ลักซ์ เนื่องจากมุมตกกระทบ ส่งผลให้แผงโซลาร์เซลล์ทำงานได้ไม่เต็มกำลังวัตต์ โดยเมื่อปริมาณความเข้มแสงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ตามระยะเวลาเนื่องมาจากการโคจรของดวงอาทิตย์ที่เคลื่อนจากทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตก สามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า เท่ากับ 27.27 โวลต์ 10.54 แอมแปร์ และ 297.03 วัตต์ ปริมาณความเข้มแสงสูงสุดที่ระดับ 99,324 ลักซ์ เนื่องจากทิศทางการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ตั้งฉากกับแผงโซลาร์เซลล์ รอบมอเตอร์หมุนสูงสุด 2,681 รอบต่อนาที ปริมาณน้ำที่ได้สูงสุด 3,771.26 ลิตรต่อชั่วโมง ที่อัตราการไหลสูงสุด 61.18 ลิตรต่อนาที สอดคล้องกับคุณลักษณะของเครื่องสูบน้ำบาดาลที่มีปริมาณน้ำสูงสุดที่ระดับ 4,000 ลิตรต่อชั่วโมง

โดยจะมีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำที่ได้น้อยลงเมื่อระยะเวลาหลังจาก 14.00 น. ดังรูปที่ 6 กราฟจะมีลักษณะเป็นรูปพาลาโบลา เนื่องจากมุมตกกระทบแผงโซลาร์เซลล์ ส่งผลให้ปริมาณความเข้มแสงลดลง ค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า ในช่วงเวลา 17.00 น. เท่ากับ 29,679 ลักซ์ 15.72 โวลต์ 3.21 แอมแปร์ และ 52.33 วัตต์ ตามลำดับ ปริมาณน้ำเท่ากับ 1,725.14 ลิตรต่อชั่วโมง รอบมอเตอร์หมุน 1,304 รอบต่อนาที อัตราการไหล 28.96 ลิตรต่อนาที ปริมาณน้ำเฉลี่ยสะสมตลอดทั้งวันเท่ากับ 25,930.03 ลิตรต่อวัน หรือ 25.93 คิวต่อวัน โดยการเชื่อมต่อแผงโซลาร์เซลล์มีขีดจำกัดในด้านความสม่ำเสมอของปริมาณน้ำ



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ของระยะเวลา และปริมาณน้ำตามช่วงเวลาที่แตกต่างกันระหว่างการเชื่อมต่อระบบการไฟฟ้าผ่านสวิตซ์ซึ่งเพาเวอร์ซัพพลาย กับการเชื่อมต่อแผงโซลาร์เซลล์

ผลการวิเคราะห์ระบบสาธิตสูบน้ำบาดาลน้ำตื้นพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน พบว่า ปริมาณน้ำที่ได้จากทั้ง 2 ระบบขึ้นอยู่กับ การเชื่อมต่อระบบเข้ากับแหล่งพลังงาน โดยการเชื่อมต่อระบบการไฟฟ้าผ่านสวิตซ์

ซึ่งเพาเวอร์ซัพพลายขนาด 24 โวลต์ 30 แอมแปร์ จะได้ปริมาณน้ำที่สม่ำเสมอตลอดทุกช่วงเวลา เหมาะสมกับการนำไปสาธิตในพื้นที่ไม่มีแสงแดดเป็นแหล่งพลังงาน แต่มีข้อจำกัดในด้านค่ากระแสไฟฟ้า โดยมีปริมาณน้ำที่ได้ตลอดทั้งวันตั้งแต่เวลา 8.00 น. ถึง 17.00 น. ที่ปริมาณ 25,903.80 ลิตรต่อวัน หรือ 25.90 คิวต่อวัน โดยหากระบบเชื่อมต่อแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 400 วัตต์ ต่อร่วมกับเครื่องสูบน้ำบาดาลขนาด 300 วัตต์ ในช่วงเวลา 13.00 น. จะมีปริมาณน้ำสูงสุดเท่ากับ 3,771.62 ลิตรต่อชั่วโมง ปริมาณน้ำที่ได้ต่อวันเท่ากับ 25,930.03 ลิตร หรือ 25.93 คิวต่อวัน ซึ่งปริมาณน้ำขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มแสงที่แตกต่างกันตามลักษณะการโคจรของดวงอาทิตย์สอดคล้องกับ [10] ศึกษาาระบบสูบน้ำโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์จากแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 50 วัตต์ จำนวน 2 แผง ติดตั้งทางทิศใต้ ได้ปริมาณน้ำสูงสุดที่ 610 ลิตรต่อวัน

### 3. ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระบบสาธิตสูบน้ำบาดาลน้ำตื้นพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็ก สำหรับใช้ในครัวเรือน

ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานระหว่างแหล่งจ่ายที่เชื่อมต่อบนระบบการไฟฟ้าผ่านสวิตซ์ซึ่งเพาเวอร์ซัพพลาย กับการเชื่อมต่อแผงโซลาร์เซลล์ ดังแสดงผลในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระบบสูบน้ำบาดาลพลังงานแสงอาทิตย์ที่เชื่อมต่อบนระบบการไฟฟ้าผ่านสวิตซ์ซึ่งเพาเวอร์ซัพพลาย กับการเชื่อมต่อแผงโซลาร์เซลล์

ปัจจัยที่ใช้ในการเปรียบเทียบ	ระบบการไฟฟ้าผ่านสวิตซ์ซึ่งเพาเวอร์ซัพพลาย	ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ผ่านแผงโซลาร์เซลล์
1. ด้านพลังงาน		
1.1 กำลังงานไฟฟ้ารวม (วัตต์)	720	400
1.2 ค่าแรงดันไฟฟ้า (โวลต์)	24	10-55
1.3 ค่ากระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)	30	9.57
2. ด้านประสิทธิภาพระบบสูบน้ำสูงสุด		
2.1 ปริมาณน้ำ (ลิตรต่อวัน)	25,903.80	25,930.03
2.2 ปริมาณน้ำสูงสุด (ลิตรต่อชั่วโมง)	2,878.20	3,771.62
2.3 อัตราการไหล (ลิตรต่อนาที)	54.33	61.18
2.4 ปริมาณรอบมอเตอร์ (RPM)	2,407	2,681
3. ลักษณะการใช้งานเครื่องสูบน้ำ		
3.1 แหล่งกำเนิดพลังงาน	ไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	แผงโซลาร์เซลล์ 400 วัตต์
3.2 ลักษณะการใช้งาน	สวิตซ์ซึ่งเพาเวอร์ซัพพลาย	แสงแดด
3.3 การควบคุมการทำงาน	กล่องควบคุม	กล่องควบคุม
3.4 มอนิเตอร์แสดงผล	วัตต์มิเตอร์ (DC)	วัตต์มิเตอร์ (DC)
3.5 ค่ากระแสไฟฟ้า (บาท/วัน)	29.16	ไม่มี
3.6 เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อทางออก (นิ้ว)	1.25	1.25
4. ต้นทุนในการสร้างระบบ ฯ (แหล่งพลังงาน)	1,200 บาท	3,900 บาท
5. สมรรถนะการใช้งาน	น้อยกว่า	มากกว่า

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการเชื่อมต่อระบบสาธิต ฯกับระบบพลังงานแสงอาทิตย์ผ่านแผงโซลาร์เซลล์ จะได้ปริมาณน้ำ โดยเฉลี่ยสะสมตลอดทั้งวันมากกว่าการเชื่อมต่อด้วยระบบการไฟฟ้าผ่านสวิทซ์ซึ่งเพาเวอร์ซัพพลาย อีกทั้งยังได้ปริมาณน้ำ สูงสุด และอัตราการไหลมากกว่าอีกด้วย ทั้งนี้ปริมาณน้ำที่ได้ต่อวัน จะขึ้นกับปริมาณความเข้มแสงที่ตกกระทบบนแผง โซลาร์เซลล์ ซึ่งจะส่งผลให้ได้ปริมาณแรงดัน และกระแสไฟฟ้าที่แตกต่างกัน ซึ่งข้อดีของระบบดังกล่าวสามารถนำไปใช้ได้ในพื้นที่ที่ไม่มีระบบให้บริการจากการไฟฟ้าเข้าถึงได้อีกด้วย

## 5. สรุปและอภิปรายผล

ระบบสาธิตสูบน้ำบาดาลน้ำตื้นพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กสำหรับใช้ในครัวเรือน ขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า กระแสตรงขนาด 300 วัตต์ ต่อร่วมกับระบบการไฟฟ้าผ่านสวิทซ์ซึ่งเพาเวอร์ซัพพลาย มีค่าปริมาณน้ำเท่ากับ 2,878.20 ลิตร ต่อวัน หรือ 25,903 ลิตรต่อวัน เมื่อเปรียบเทียบกับการทำงานตลอดวัน มีประสิทธิภาพน้อยกว่าการเชื่อมต่อระบบแผง โซลาร์เซลล์ขนาด 400 วัตต์ จำนวน 1 แผง ซึ่งมีปริมาณน้ำที่ 25,930.03 ลิตรต่อวัน โดยปริมาณน้ำขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มแสงตามมุมตกกระทบบนแผงโซลาร์เซลล์ที่แตกต่างกัน ในแต่ละช่วงเวลาตามลักษณะการโคจรของดวงอาทิตย์ โดยจะเคลื่อนที่ จากทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตก และเคลื่อนที่ลักษณะอ้อมไปทางทิศใต้ [11] ข้อดีต่อการนำไปใช้ในพื้นที่ที่ไม่มี กระแสไฟฟ้าเข้าถึง สามารถนำไปใช้ในสวนของเกษตรกร หรือในครัวเรือนที่ระบบของการไฟฟ้าเข้าไม่ถึง และสอดคล้องกับ งานวิจัยเรื่อง [12] ระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือน วิเคราะห์ปริมาณน้ำที่ได้ ในแต่ละช่วงเวลาด้วยเครื่องสูบน้ำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 250 วัตต์ แผงโซลาร์เซลล์ขนาด 400 วัตต์ จำนวน 1 แผง ติดตั้งบนรถเข็นสำหรับเคลื่อนที่ได้ขนาดความกว้าง 70 เซนติเมตร ยาว 135 เซนติเมตร และสูง 70 เซนติเมตร ปริมาณน้ำ จะไหลผ่านท่อเพิ่มแรงดัน (แอร์แวง) ขนาด 3 นิ้ว สูง 60 เซนติเมตร ผ่านมาตรวัดอัตราการไหล ทดสอบการทำงานตาม ระดับความเอียงของแผงโซลาร์เซลล์ 3 ระดับ ได้แก่ 10 20 และ 30 องศา โดยระดับความเอียงที่เหมาะสมต่อการใช้งาน คือ ที่ระดับความเอียง 20 องศา ได้ปริมาณน้ำสูงสุดต่อวันเท่ากับ 13,848 ลิตรต่อวัน หรือ 13.85 คิวต่อวัน ทั้งนี้ข้อได้เปรียบใน ด้านพลังงานไฟฟ้าที่สร้างจากแหล่งพลังงานธรรมชาติ ไม่มีค่ากระแสไฟฟ้า สามารถนำไปติดตั้งยังพื้นที่ที่ระบบบริการ ไฟฟ้าเข้าไม่ถึง อีกทั้งไม่ก่อให้เกิดมลพิษสิ่งแวดล้อม เหมาะสำหรับการนำไปใช้ในภาคเกษตรกรรมขนาดเล็กในระดับ ครัวเรือน เช่น บ่อบาดาลน้ำตื้นถ่ายเทน้ำจากภายในบ่อขึ้นมาเติมน้ำลงในภาชนะบรรจุน้ำ ซึ่งจะช่วยลดรายจ่ายในภาค ครัวเรือนได้เป็นอย่างดี

## 6. ข้อเสนอแนะ

1. ควรติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ในพื้นที่ไม่มีเงาบังของต้นไม้ หรือสิ่งกีดขวางใด ๆ
2. ควรมีการศึกษาก่อนนำไปใช้งานในพื้นที่จริง ประกอบด้วย ขนาดความลึกของบ่อบาดาล ความกว้าง ปริมาณ น้ำของบ่อบาดาล และคุณลักษณะของบ่อบาดาลให้เหมาะสม

## 7. เอกสารอ้างอิง

- [1] คัดค้านัฐ ชื่นวงศ์อรุณ. (2563 ธันวาคม 2). น้ำบาดาล (Groundwater), [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา: <http://www.ngthai.com/science/30365/groundwater>.
- [2] มณี ภาระเปลื้อง เป็นผู้ให้สัมภาษณ์. ศรายุทธ์ จิตรพัฒนากุล เป็นผู้สัมภาษณ์. (2564 กรกฎาคม 28). ฌ วิสาหกิจชุมชนแปลงใหญ่ทุเรียนตำบลวังโตนด เลขที่ 39/3 หมู่ที่ 6 ตำบลวังโตนด อำเภอ นายายอาม จังหวัดจันทบุรี.
- [3] I.K. Okakwu, A.S. Alayande, D.O. Akinyele, O.E. Olabode, and J.O. Akinyemi. "Effects of total system head and solar radiation on the techno-economics of PV groundwater pumping irrigation system for sustainable agricultural production. *Scientific African*. 16, 2022, e01118.

<http://jeet.siamtechu.net>

[4] สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร. (2564 ธันวาคม 8). คู่มือโครงการส่งเสริมการเกษตรประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 โครงการระบบส่งเสริมเกษตรแบบแปลงใหญ่. [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา: [http://www.agriman.doe.go.th/home/agriman62/64\\_Website\\_Project\\_64/64\\_04\\_BigFarm.pdf](http://www.agriman.doe.go.th/home/agriman62/64_Website_Project_64/64_04_BigFarm.pdf).

[5] M.Z. Jacobson, and V. Jadhav, "World estimates of PV optimal tilt angles and ratios of sunlight incident upon tilted and tracked PV panels relative to horizontal panel", *Solar Energy*, 169, 2018, pp. 55-56.

[6] วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. "มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย : ระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา". พิมพ์ครั้งที่ 2. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 2561.

[7] นครินทร์ รินผล. "คู่มือการออกแบบระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เบื้องต้น". จรัลสนิทวงศ์การพิมพ์, กรุงเทพฯ, 2559.

[8] แฟ็คโตมาร์ท. (2564 พฤศจิกายน 6). ประเภทของ Flow Meter, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา: <https://mall.factomart.com/type-of-flow-meter>

[9] การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. (20 กรกฎาคม 2565). อัตราค่าไฟฟ้า-การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา: [https://www.pea.co.th/Portals/0/demand\\_response/Electricity%20Reconsider.pdf?ver=2018-10-01-155123-370](https://www.pea.co.th/Portals/0/demand_response/Electricity%20Reconsider.pdf?ver=2018-10-01-155123-370).

[10] R.B. Weli, R.R. Ibraheem, and K.A. Abdulla, "Water Pumping Using Solar Energy", *Journal of Science and Engineering*, 3(1), 2013, pp. 35-43.

[11] จารุวรรณ พิพัฒน์พุทธพันธ์. (2564 พฤศจิกายน 4). ตำแหน่งของทิศที่ควรติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์, แหล่งที่มา: [https://www.dede.go.th/ewt\\_dl\\_link.php?nid=55175](https://www.dede.go.th/ewt_dl_link.php?nid=55175).

[12] ศรายุทธ์ จิตรพัฒนานกุล กฤษณะ จันทสิทธิ์ และธีรวัฒน์ ชื่นอัศดงคต. "ระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือน". วารสารวิชาการ เทคโนโลยีพลังงาน และสิ่งแวดล้อม, 9(1), 2565, 11-22.