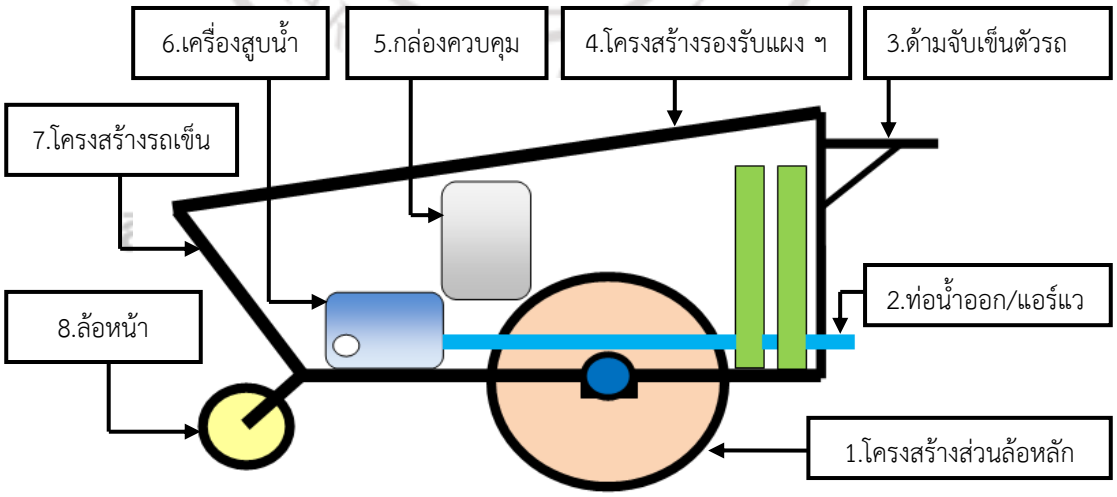
บทที่ 4
ผลกาวิจัย

ผลการศึกษาออกแบบโครงสร้าง และระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือน

1. ผลการศึกษาออกแบบโครงสร้างระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์

จากการศึกษาและออกแบบโครงสร้างระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์ พบว่าส่วนประกอบหลักที่สำคัญ ดังรายละเอียดภาพที่ 4.1 (1) โครงสร้างส่วนล้อหลักทำหน้าที่รองรับน้ำหนักตัวรถเข็น และสำหรับเคลื่อนย้ายระบบสูบน้ำ โดยติดตั้งล้อทั้ง 2 ด้าน (ซ้าย และขวา) บนเพลากลางที่ทำด้วยโลหะกลม ให้สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกโดยการออกแรงดันไปด้านหน้าหรือดึงถอยหลัง (2) ท่อน้ำออก และระบบแอร์แว โดยเมื่อมีปริมาณน้ำที่ออกมาจากเครื่องสูบน้ำจะไหลผ่านท่อมายังระบบแอร์แว เพื่อเพิ่มแรงดันน้ำที่อยู่ในท่อให้สูงขึ้นทำให้สามารถส่งน้ำได้ในระยะทางที่เพิ่มขึ้น (3) ด้ามจับเข็นตัวรถสำหรับเคลื่อนย้ายระบบสูบน้ำไปยังสถานที่ต้องการ โดยทำการติดตั้งทางด้านหลังของตัวรถ โดยมีขนาดเท่ากับความกว้างของตัวรถทำให้สะดวกต่อการใช้งาน (4) โครงสร้างส่วนบนสำหรับรองรับแผงโซล่าเซลล์ สามารถปรับองศามุมเอียงได้ 10-35 องศา เพื่อให้สามารถรับพลังงานแสงอาทิตย์ได้ตลอดทุกช่วงเวลา โดยสามารถรองรับแผงแผงโซล่าเซลล์ได้จำนวน 1 แผง (5) กล่องควบคุมการทำงานหลักของระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้กล่องกันน้ำ เพื่อป้องกันละอองน้ำ และฝุ่นเข้าไปในกล่องควบคุม ภายในติดตั้งติดตั้งฟิวส์ไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้าเกินพิกัด เซอร์กิตเบรกเกอร์ไฟฟ้ากระแสตรง สำหรับตัดต่อวงจรไฟฟ้าระบบการทำงาน และอุปกรณ์ป้องกันไฟกระโชกทางไฟฟ้า (Surge Protector) เพื่อป้องกันในกรณีที่เกิดไฟกระโชกรุนแรง (6) เครื่องสูบน้ำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แบบหอยโข่ง ขนาด 250 วัตต์ ท่อน้ำขาเข้าและขาออกขนาด 1 นิ้ว โดยทำการติดตั้งในส่วนด้านหน้าของตัวรถ ทำให้สะดวกต่อการใช้งาน



ภาพที่ 4.1 แบบจำลองโครงสร้างระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์

ลำดับที่ (7) โครงสร้างระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์ส่วนหน้าทำมุมเอียงไปทางด้านหน้า เพื่อรองรับปริมาณน้ำแผงโซล่าเซลล์ให้ถ่ายเทไปยังส่วนหน้า เมื่อทำการปรับตั้งมุมองศาแผงโซล่าเซลล์ อีกทั้งยังช่วยให้รถไม่เอียงมาทางด้านหลังอีกด้วย (8) ล้อหน้าสำหรับค้ำยันพื้นด้านหน้ารถไม่ให้เอียง โดยมีขนาดล้อที่เล็กกว่าโครงสร้างส่วนล้อหลัก โดยจะยังทำหน้าที่ช่วยประคองรถขณะเคลื่อนย้ายอีกด้วย

2. ผลการศึกษาออกแบบระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์

การศึกษาและออกแบบระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์ พบว่า เริ่มจากการวิเคราะห์ค่ากำลังไฟฟ้าของแผงโซล่าเซลล์ วิเคราะห์ปริมาณค่าแรงดันไฟฟ้า และค่ากระแสไฟฟ้าที่ป้อนเข้าเครื่องสูบน้ำไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 250 วัตต์ การออกแบบระบบให้แสดงค่าแรงดัน กระแส และกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโซล่าเซลล์ โดยสามารถคำนวณหารายละเอียดของอุปกรณ์ได้ดังต่อไปนี้

2.1. ขนาดแผงโซล่าเซลล์

เนื่องจากความต้องการของเครื่องสูบน้ำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 250 วัตต์ เริ่มทำงานตามคุณลักษณะที่ระบุไว้มีความต้องการแรงดันไฟฟ้าขณะทำงานอยู่ระหว่า 10-55 โวลต์ โดยเริ่มทำงานที่ 10 โวลต์ โดยในงานวิจัยใช้แผงขนาด 400 วัตต์ ดังนั้น

ค่าแรงดันแผงโซล่าเซลล์ขนาด 400 วัตต์ = 49.00 โวลต์ (±ร้อยละ 5)

ค่ากระแสแผงโซล่าเซลล์ขนาด 400 วัตต์ = 10.17 แอมแปร์ (±ร้อยละ 5)

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

2.2. ปริมาณค่าแรงดัน และกระแสไฟฟ้าของเครื่องสูบน้ำ

ปริมาณแรงดันไฟฟ้าขณะทำงานอยู่ในช่วง 10-55 โวลต์ และปริมาณค่ากระแสที่ต้องที่ 11 แอมแปร์ ดังนั้นแผงโซล่าเซลล์ขนาด 400 วัตต์ จึงมีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้งาน เนื่องจากไม่เกินคุณลักษณะของเครื่องสูบน้ำ โดยสามารถคำนวณหาค่าพลังงานไฟฟ้าได้ดังต่อไปนี้

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

เมื่อ

W คือ จำนวนขนาดการผลิตกระแสไฟฟ้าใน 1 วัน (วัตต์)

เมื่อต้องการหาขนาดการผลิตกระแสไฟฟ้าใน 1 วัน สามารถคำนวณได้ดังนี้

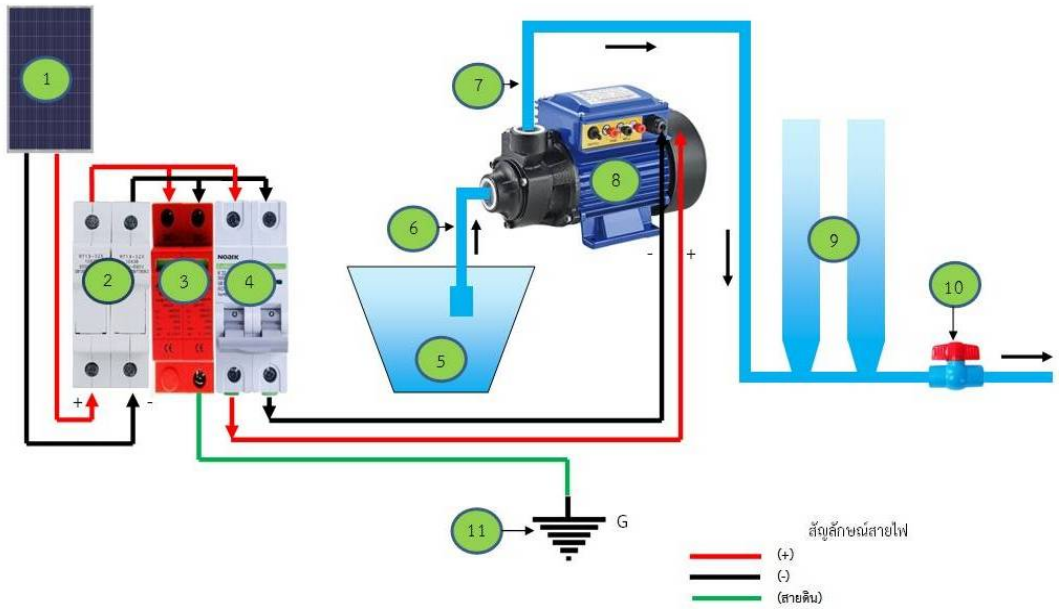
$W = (400 \times 5)$

$= 2{,}000$ วัตต์ หรือ 2 ยูนิตต่อวัน

ดังนั้นแผงโซล่าเซลล์ขนาด 400 วัตต์ จำนวน 1 แผง สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เท่ากับ 2 ยูนิตต่อวัน หรือ 60 ยูนิตต่อเดือน สามารถประหยัดค่ากระแสไฟฟ้าในการสูบน้ำในช่วงเวลากลางวันได้เป็นเงิน 270 บาทต่อเดือน (คำนวณจากค่ากระแสไฟฟ้าที่ 4.5 บาท ต่อยูนิต รวมภาษีมูค่าเพิ่ม)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

เมื่อทำการศึกษาและออกแบบอุปกรณ์สำหรับระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือน สามารถออกแบบวงจรการเชื่อมต่อดังภาพที่ 4.2 ประกอบด้วยแผงโซล่าเซลล์ขนาด 400 วัตต์ เครื่องสูบน้ำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 250 วัตต์ นอกจากนั้นยังได้มีติดตั้งอุปกรณ์อื่น ๆประกอบด้วย ฟิวส์ เบรกเกอร์ไฟฟ้ากระแสตรง อุปกรณ์ป้องกันไฟกระโชกทางไฟฟ้า (Surge Protector) และวัตต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง



ภาพที่ 4.2 แผนผังระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือน

สามารถอธิบายแผนผังการเชื่อมต่อระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือนได้ดังนี้ (1) โดยเมื่อมีความเข้มแสงตกกระทบแผงโซล่าเซลล์ขนาด 400 วัตต์ ทำให้เกิดแรงดัน และกระแสไฟฟ้าผ่านเข้าระบบ โดยผ่าน (2) ฟิวส์ไฟฟ้ากระแสตรงทั้งขั้วบวก (+) และขั้วลบ (-) ผ่าน (3) อุปกรณ์ป้องกันไฟกระโชกทางไฟฟ้ากระแสตรงก่อนเข้าระบบด้วย (4) เซอร์กิตเบรกเกอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับ (8) เครื่องสูบน้ำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 250 วัตต์ ทำให้เกิดแรงดูด (5) แหล่งน้ำดิบ โดยเป็นลักษณะแหล่งน้ำระดับผิวดิน ด้วย (6) ท่อขนาด 1 นิ้ว ผ่านฟุตวาล์ว (วาล์วหัวกะโหลก) ส่งน้ำไปยังท่อทางออก (7) เพื่อลำเลียงน้ำผ่านท่อขนาด 1 นิ้ว ก่อนเข้าระบบ (9) แอร์แว เพื่อเพิ่มแรงดันให้กับเครื่องสูบน้ำ ทำให้สามารถช่วงส่งน้ำไปได้ระยะทางไกลขึ้น ผ่าน (10) วาล์วน้ำขนาด 1 นิ้ว เพื่อทำหน้าที่เปิด และปิดการจ่ายปริมาณน้ำ โดยการติดตั้งสิ่งที่ต้องคำนึงถึง และควรได้รับการเชื่อมต่อ คือ (11) ระบบกราวด์ เนื่องจากเป็นระบบไฟฟ้ากระแสตรงอาจจะมีกระแสไฟฟ้ารั่วตามอุปกรณ์ต่าง ๆจึงควรเชื่อมต่อระบบกราวด์ตั้งแต่แผงโซล่าเซลล์ และอุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมเพื่อป้องกันอันตรายจากกระแสไฟฟ้ารั่วอีกด้วย และเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้งระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา วสท. 022013-59 เรื่อง มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศ : ระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา (วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2561 : 7)

ผลการจัดสร้างระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือน

1. ผลการจัดสร้างโครงสร้างระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์

โครงสร้างของระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือน พบว่า โครงสร้างระบบสูบน้ำเคลื่อนพลังงานแสงอาทิตย์มีขนาดความกว้าง 70 เซนติเมตร ยาว 135 เซนติเมตร และสูง 70 เซนติเมตร เมื่อทำการติดตั้งล้อหลักขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 17 นิ้ว ทำให้ตัวรถสูงจากระดับพื้น 32 เซนติเมตร ลักษณะยางมีทั้งส่วนยางนอกและยางใน สามารถเติมลมได้ในเวลาที่แรงดันภายในล้อลดลง ส่วนล้อด้านหน้ามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว สูงจากระดับพื้น 28.5 เซนติเมตร ลักษณะเป็นแบบยางตันยึดด้วยแผ่นเหล็กทำมุมเอียง 45 องศา โครงสร้างของตัวรถสร้างด้วยโลหะกล่องชุบซิงก์ป้องกันการกัดกร่อนขนาด 1x2 นิ้ว มาเป็นโครงสร้างทั้งหมด เพลากลางสำหรับติดตั้งล้อ ใช้โลหะกลมขนาด 1 นิ้ว โดยนำมาเข้าเครื่องกลึงเพื่อติดตั้งดุมล้อ และนำแผ่นเหล็กมาเจาะรูกลางสำหรับยึดเพลากลางกับโครงสร้างของตัวรถ ด้านท้ายรถใช้โลหะกล่องชุบซิงก์ขนาด 1x1 นิ้ว มาเชื่อมต่อกับโครงสร้างของตัวรถให้สามารถเคลื่อนที่ได้ โครงสร้างด้านหน้ารถเอียงทำมุม 110 องศา เพื่อถ่ายเทน้ำหนักไปยังล้อด้านหน้าของตัวรถดังภาพที่ 4.3 โดยการป้องกันการกัดกร่อนของโครงสร้างที่เป็นโลหะ ทำการทาสีกันสนิม และปกปิดรอยเชื่อมด้วยสีบรอนเงินชนิดกันน้ำ ซึ่งลักษณะการใช้งานระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์ ต้องอยู่ในสถานที่กลางแจ้งมีโอกาสที่จะเกิดคราบสนิมได้

ภาพที่ 4.3 โครงสร้างระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์

2. ผลการติดตั้งกล่องควบคุมระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์

ผลการติดตั้งกล่องควบคุมระบบควบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์ พบว่า อุปกรณ์ที่ควบคุมระบบการทำงานจะถูกติดตั้งลงในกล่องเหล็กกันน้ำพร้อมช่องระบายความร้อน แบบติดตั้งภายนอกอาคารขนาดความกว้าง 35 เซนติเมตร ยาว 52 เซนติเมตร และลึก 17 เซนติเมตร ดังภาพที่ 4.4 โดยทำการติดตั้งฟิวส์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 32 แอมแปร์ 1,000 โวลต์ เซอร์กิตเบรกเกอร์ไฟฟ้า

กระแสตรงขนาด 32 แอมแปร์ 440 โวลต์ อุปกรณ์ป้องกันไฟกระโชกทางไฟฟ้า (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 และไฟโชว์สถานะในตำแหน่งปิด และตำแหน่งเปิดขนาด 27 มิลลิแอมแปร์ 24 โวลต์ ซึ่งภายในถูกเชื่อมต่อด้วยสายไฟขนาด 1*2.5 ตารางมิลลิเมตร

ภาพที่ 4.4 กล่องควบคุมระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์

การติดตั้งระบบควบคุมการทำงานของระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์เป็นการใช้กระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เป็นหลัก โดยใช้แผงโซล่าเซลล์ขนาด 400 วัตต์ จำนวน 1 แผง ขับมอเตอร์บัสเลสเครื่องสูบน้ำขนาด 250 วัตต์ แรงดันทำงานระหว่าง 10-55 โวลต์ โดยเมื่อแผงโซล่าเซลล์รับพลังงานจากแสงอาทิตย์เปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าปริมาณแรงดัน และกระแสไฟฟ้าจะถูกส่งผ่านสายไฟ (PV1-F) ขนาด 1*4 ตารางมิลลิเมตร เข้ามายังกล่องควบคุมผ่านหัวต่อ (MC4) ขั้วบวก (+) และขั้วลบ (-) ที่อยู่ด้านล่างของกล่อง ปริมาณกระแสไฟฟ้าจะเข้าไปที่ฟิวส์ เซอร์กิตเบรกเกอร์ และอุปกรณ์ป้องกันไฟกระโชกทางไฟฟ้า (Surge Protector) หลังจากนั้น กล่องควบคุมจะทำงานได้โดยสวิตช์ปิด-เปิดด้านหน้าพร้อมไฟแสดงสถานะการทำงาน โดยจ่ายกระแสไฟฟ้าออกจากกล่องควบคุมไปยังชุดควบคุมที่อยู่ด้านบนเครื่องสูบน้ำ ซึ่งมีอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของมอเตอร์เครื่องสูบน้ำขับให้มอเตอร์หมุนตามค่าแรงดัน และกระแสไฟฟ้าที่ได้จากแผงโซล่าเซลล์ ปริมาณน้ำจะไหลผ่านท่อแอร์แวขนาด 3 นิ้ว สูง 60 เซนติเมตร ผ่านมาตรวัดอัตราการไหล (Flow Meter) ออกไปยังปลายท่อขนาด 1 นิ้ว

3. ผลการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ (Solar Cell)

ผลการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ พบว่า บริเวณสำหรับติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ของระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์ อยู่ในส่วนบนสุดของโครงสร้างเพื่อป้องกันแสงแดดส่องกระทบโดยตรงยังเครื่องสูบน้ำ และระบบท่อส่งน้ำโดยตรง โดยสามารถปรับมุมองศาแผงโซล่าเซลล์ขณะใช้งานได้ตั้งแต่ 10 ถึง 35 องศา แผงโซล่าเซลล์จะถูกยึดเข้ากับเหล็กกล่องขนาด 1x2 นิ้ว ขนาดความกว้าง

100 เซนติเมตร และยาว 135 เซนติเมตร ด้านหน้าของโครงสร้างรองรับแผงโซล่าเซลล์ติดตั้งบานพับให้สามารถปรับตำแหน่งได้ ส่วนด้านหลังนำเหล็กแผ่นขนาดความกว้าง 1.5 นิ้ว หนา 0.5 เซนติเมตร มาเซาะร่องค้ำยัน เพื่อให้สามารถล็อคตำแหน่งมุมเอียงของแผงโซล่าเซลล์ได้ ซึ่งจะสามารถรับพลังงานจากแสงอาทิตย์ได้ทุกช่วงเวลาตลอดทั้งวัน ดังภาพที่ 4.5 อีกทั้งเป็นไปตามมาตรฐานการติดตั้ง วสท. 022013-59 เรื่อง มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย : ระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา ด้านมุมองศาการติดตั้งเมื่อเทียบกับทิศใต้ (True South) ส่งผลกระทบต่อสมรรถนะของระบบ (วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2561 : 7)

ภาพที่ 4.5 การติดตั้งแผงโซล่าเซลล์บนโครงสร้างของระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์

ในการเชื่อมต่อวงจรของแผงโซล่าเซลล์นั้น เนื่องจากกระแสไฟฟ้าที่ได้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง ที่แผงโซล่าเซลล์จะมีขั้วที่แตกต่างกันคือ มีขั้วบวก (+) และขั้วลบ (-) ทำให้เวลาที่ต่อแผงนั้นต้องคำนึงถึงขั้วต่อให้ถูกต้อง โดยนำเข้าบวก (+) และขั้วลบ (-) ของแผงโซล่าเซลล์ไปเชื่อมต่อที่ผ่านอุปกรณ์กล่องควบคุมหลัก แล้วจึงนำไปเชื่อมต่อกับชุดควบคุมที่อยู่ด้านบนของเครื่องสูบน้ำ เพื่อปรับปริมาณแรงดัน และกระแสไฟฟ้าให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ยืดอายุการใช้งานของเครื่องสูบน้ำให้ยาวนาน

ผลการวิเคราะห์และประเมินผลประสิทธิภาพการใช้งานระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือน

1. ผลการศึกษาการใช้งานระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือน

หลังติดตั้งระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์ พบว่า ขั้นตอนการใช้งานเริ่มต้นจากต่อท่อดูดน้ำสายอ่อนขนาด 1 นิ้ว พร้อมฟุตวาล์ว (วาล์วหัวกะโหลก) เข้ากับเครื่องสูบน้ำ ทำการกรอกน้ำให้เต็มท่อดูด ทำการเชื่อมต่อสายไฟสายเข้ากับขั้วต่อของแผงโซล่าเซลล์ให้ตรงขั้ว (+,-) เนื่องจากเป็นไฟฟ้ากระแสตรง อาจเกิดความเสียหายกับอุปกรณ์ และวงจรที่เชื่อมต่อได้ดังภาพที่ 4.6 โดย

สามารถปรับระดับองศาแผงโซล่าเซลล์ให้อยู่ในช่วง 10-35 องศา ให้สามารถรับแสงแดดในช่วงเวลากลางวันระหว่าง 08.00-17.00 น. เนื่องจากเครื่องสูบน้ำจะใช้กระแสไฟฟ้าโดยตรงจากแผงโซล่าเซลล์

ภาพที่ 4.6 ระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือน

การใช้งานเริ่มต้นโดยการหันด้านหน้าแผงโซล่าเซลล์ไปยังทิศใต้ เปิดสวิตช์เบรกเกอร์ที่อยู่ภายในกล่องควบคุม และทำการบิดสวิตช์เปิดการทำงานของระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์ไปที่ตำแหน่ง “On” เพื่อเปิดระบบให้วงจรภายในกล่องควบคุมทำงาน สังเกตไฟแสดงสถานะการทำงานจะเปลี่ยนจากตำแหน่งสีแดง มาอยู่ในตำแหน่งสีเขียวพร้อมที่จะทำงาน มาตรวัดจะแสดงผลในส่วนค่าแรงดัน ค่ากระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงโซล่าเซลล์ เครื่องสูบน้ำขนาดมอเตอร์บัสเลสขนาด 250 วัตต์ ต่อร่วมกับแผงโซล่าเซลล์ขนาด 400 วัตต์ จะเริ่มทำงานเมื่อมีแรงดันที่ระดับ 10 โวลต์ เป็นต้นไป ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มแสงที่ตกกระทบแผงโซล่าเซลล์ ปริมาณน้ำจะไหลผ่านท่อแอร์แว เพื่อเพิ่มแรงดันภายใน โดยจะมีระดับอัตราการไหลของปริมาณน้ำที่แตกต่างกันและแต่ละช่วงเวลา อัตราการไหลสูงสุดที่ 34 ลิตรต่อนาที หรือ 2,000 ลิตรต่อชั่วโมง โดยเมื่อปั๊มหยุดทำงานจะมีอุปกรณ์ป้องกันการไหลย้อนกลับ (Check Vale) เพื่อให้เครื่องสูบน้ำทำงานได้อย่างต่อเนื่อง โดยขณะเครื่องสูบน้ำทำงานหากมีเงาบังแผงโซล่าเซลล์ ก็จะส่งผลให้ปริมาณกำลังไฟฟ้าลดลง ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบด้วย

2. ผลการวิเคราะห์ระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือน

การทดสอบระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือน พบว่า การทดสอบดำเนินงานโดยการเก็บข้อมูลในช่วงเวลา 08.00 น. ถึง 17.00 น. เฉลี่ย 6 ครั้งใน 1 ชั่วโมง จำนวน 3 ครั้ง อุณหภูมิโดยเฉลี่ย 32-35 องศาเซลเซียส โดยการปรับระดับความเอียงของแผงโซล่าเซลล์ 3 ระดับ 10 20 และ 30 องศา เพื่อหาปริมาณน้ำสูงสุดที่ได้ใน 1 วัน บันทึกปริมาณแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า ปริมาณความเข้มแสงที่ได้จากแผงโซล่าเซลล์ และปริมาณน้ำที่ได้จากมาตรวัดอัตราการไหล บันทึกผลที่ได้ดังตารางที่ 4.1

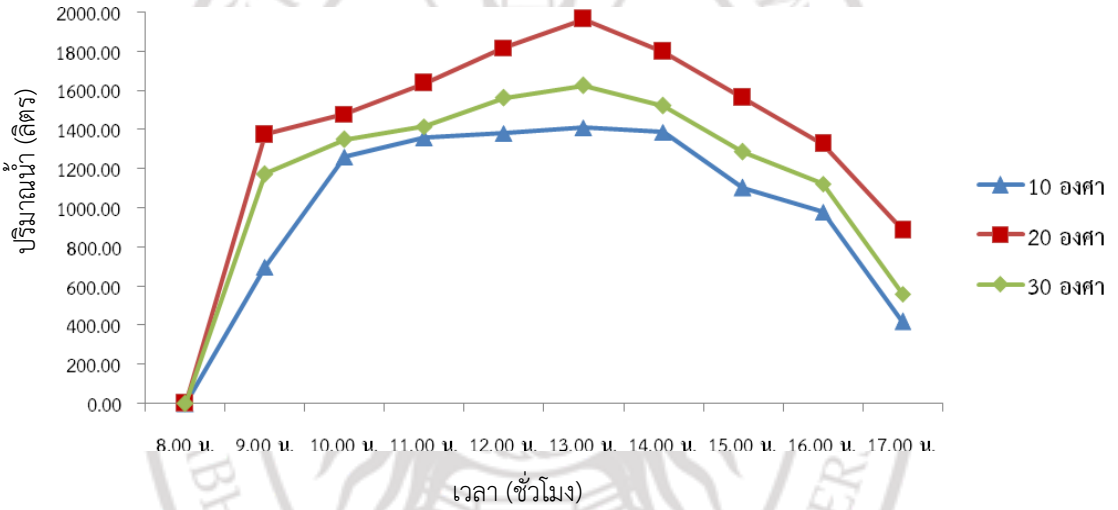
ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือน

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

ผลการวิเคราะห์ทดสอบระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือนที่ระดับความเอียงของแผงโซล่าเซลล์ 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 36342 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 โดยความลาดเอียงแผงโซล่าเซลล์ที่น้อยกว่า 15-20 องศา ทำให้ได้ปริมาณกำลังไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลล์ไม่เต็มประสิทธิภาพตามคุณลักษณะทั่วไป และจะมีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำที่ได้ลดลงเมื่อระยะเวลาหลังจาก 14.00 น. ดังภาพที่ 4.7 กราฟจะมีลักษณะเป็นรูปพาลาโบล่า เนื่องมากจากปริมาณความเข้มแสงลดลง 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

ผลการวิเคราะห์ทดสอบระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือนที่ระดับความเอียงของแผงโซล่าเซลล์ 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 ดวงอาทิตย์เคลื่อนที่มาอยู่ใน

ตำแหน่งตั้งฉากกับแผงโซล่าเซลล์ ทำให้สามารถวัดค่าปริมาณค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าได้สูงสุดเท่ากับ 34.82 โวลต์ 10.85 แอมแปร์ และ 376.58 วัตต์ ตามลำดับ สอดคล้องกับคุณลักษณะของมอเตอร์สูบน้ำที่สามารถรับกระแสได้สูงสุดที่ระดับ 11 แอมแปร์ โดยปริมาณน้ำที่ได้จะมีปริมาณลดลงหลังจากระยะเวลา 14.00 น. เนื่องมาจากการโคจรของดวงอาทิตย์ที่เคลื่อนจากทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตก ดังภาพที่ 4.7 กราฟจะมีลักษณะเป็นรูปพาลาโบล่า 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 13,848 ลิตร หรือ 13.85 คิวต่อวัน โดยหากไม่มีเงาบังแผงโซล่าเซลล์ก็จะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อให้เครื่องสูบน้ำทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ



ภาพที่ 4.7 ความสัมพันธ์ของระยะเวลา และปริมาณน้ำตามระดับความเอียงของแผงโซล่าเซลล์

ผลการวิเคราะห์ทดสอบระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือนที่ระดับความเอียงของแผงโซล่าเซลล์ 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 ซึ่งระดับความเอียงที่มากขึ้นจะส่งผลต่อประสิทธิภาพของแผงโซล่าเซลล์ เนื่องจากมุมที่ตกกระทบเกิดการหักแหของระดับความเข้มแสง โดยปริมาณน้ำที่ได้จะมีระดับปริมาณลดลงหลังจากระยะเวลา 14.00 น. จากการโคจรของดวงอาทิตย์ที่เคลื่อนจากทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตก ดังภาพที่ 4.7 กราฟจะมีลักษณะเป็นรูปพาลาโบล่า โดยมีปริมาณน้ำที่ได้ในเวลา 17.00 น. ที่ระดับ 560.01 ลิตรต่อชั่วโมง ปริมาณค่าแรงดันไฟฟ้า 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 พิพัฒน์พุทธพันธ์, 2557) ซึ่งแผงโซล่าเซลล์ขนาด 400 วัตต์ ต่อร่วมกับเครื่องสูบน้ำขนาด 250 วัตต์ ติดตั้งแผงโซล่าเซลล์หันไปทางทิศใต้ให้มีความเอียง 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 เนื่องจากลักษณะติดตั้งด้านหน้าแผงโซล่าเซลล์ทำมุมในทิศทางตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ สามารถรับปริมาณความเข้มแสงมากสุดตลาดระยะเวลา 08.00-17.00 น. โดยหากแผงโซล่าเซลล์ติดตั้งให้สามารถรับปริมาณความเข้มแสงสูง แผงโซล่าเซลล์ก็จะผลิตกำลังไฟฟ้าออกมาเต็มประสิทธิภาพ ส่งผลให้ได้ปริมาณน้ำสูงตลอดวัน สอดคล้องกับศรายุทธ์ จิตรพัฒนากุล กฤษณะ จันทสิทธิ์ และธีรวัฒน์ ชื่นอัศดงคต (2563 : 43-54) ได้ศึกษาพัฒนาระบบปั๊มลมพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดเล็กสำหรับอุตสาหกรรมขนาดเล็ก และเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานปั๊มลมด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงในแต่ละช่วงเวลา โดยใช้ภาชนะบรรจุลมขนาด 36 ลิตร ติดตั้งมอเตอร์ไม่มีชุดแปลงถ่าน (Brushless DC Motor) 24 โวลต์ 350 วัตต์ ขนาด 500 รอบ ทำงานร่วมกับแผงโซล่าเซลล์ขนาด 325 วัตต์ จำนวน 1 พบว่า หลังติดตั้งทดสอบการทำงานในช่วงเวลา 08.00 น. ถึง 17.00 น. โดยเฉลี่ย 6 ครั้งใน 1 ชั่วโมง วัดปริมาณความเข้มแสง ปริมาณแรงดันไฟฟ้า ปริมาณกระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้าที่ได้จากแผงโซล่าเซลล์ และปริมาณความเร็วรอบของมอเตอร์ โดยช่วงเวลาการทำงานที่มีประสิทธิภาพสูงสุดคือช่วงเวลา 13.00 น. ใช้ระยะเวลาการบรรจุลมลงในภาชนะขนาด 36 ลิตรด้วยเวลา 7.42 นาที ด้วยแรงดัน 36.85 โวลต์ กระแสไฟฟ้า 7.23 แอมแปร์ กำลังไฟฟ้า 259.26 วัตต์ และความเร็วรอบ 426.80 รอบต่อนาที

3. ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับชุมชนฐานรากในระดับครัวเรือน

เมื่อดำเนินการพัฒนาสร้างระบบสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์ และทำการทดสอบประสิทธิภาพการทำงาน เพื่อดูสมรรถนะการทำงานด้วยสูบน้ำจากแหล่งน้ำดิบตลอดทั้งวันตั้งแต่เวลา 08.00-17.00 น. ด้วยมอเตอร์บัสเลสขนาด 250 วัตต์ ร่วมกับแผงโซล่าเซลล์ขนาด 400 วัตต์ เพื่อให้การวิจัยมีประสิทธิภาพมากขึ้นจึงทำการวิเคราะห์ผลการวิจัย โดยการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานระหว่างมอเตอร์สูบน้ำไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ขนาด 250 วัตต์ ยี่ห้อ Hitachi รุ่น WM-P250XX กับมอเตอร์สูบน้ำไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ดังแสดงผลในตารางที่ 4.2

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏราไพพรรณี

ตารางที่ 4.2 ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระบบสูบน้ำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) มอเตอร์สูบน้ำไฟฟ้ากระแสตรง (DC)

ปัจจัยที่ใช้ในการเปรียบเทียบ	มอเตอร์สูบน้ำ กระแสสลับ (AC)	มอเตอร์สูบน้ำ กระแสตรง (DC)
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	2,000
2.2 ระยะดูดลึก (เมตร)	8	8
2.3 ระยะส่งแนวราบ (เมตร)	18	28
2.4 วัสดุของใบพัด	ทองเหลือ	ทองเหลือง
3. ลักษณะการใช้งานเครื่องสูบน้ำ		
3.1 แหล่งกำเนิดพลังงาน	ไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	แผงโซล่าเซลล์ 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 เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อทางเข้า/ออก	1 นิ้ว	1 นิ้ว
4. ต้นทุนในการสร้างระบบ ฯ (อุปกรณ์เครื่องสูบน้ำ)	6,930 บาท	7,290 บาท
5. สมรรถนะการใช้งาน	มากกว่า	น้อยกว่า

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าระบบเครื่องสูบน้ำเคลื่อนที่พลังงานแสงอาทิตย์ ขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 250 วัตต์ ต่อร่วมกับแผงโซล่าเซลล์ขนาด 400 วัตต์ จำนวน 1 แผง มีประสิทธิภาพสมรรถนะการทำงานใกล้เคียงกันกับเครื่องสูบน้ำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งมีปริมาณน้ำที่ระดับ 54 ลิตรต่อนาที และเครื่องสูบน้ำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ระดับ 34 ลิตรต่อนาที ซึ่งเครื่องสูบน้ำมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีข้อได้เปรียบในด้านพลังงานไฟฟ้าที่สร้างจากแหล่งพลังงานธรรมชาติ ไม่ก่อให้เกิดมลพิษสิ่งแวดล้อม เหมาะสำหรับการนำไปใช้ในภาคเกษตรกรรมขนาดเล็กในระดับครัวเรือน เช่น พืชผักสวนครัว การถ่ายเทน้ำจากสถานที่หนึ่งไปยังอีกสถานที่หนึ่ง ซึ่งจะช่วยลดรายจ่ายในภาคเกษตรกรรม และในระดับครัวเรือนได้เป็นอย่างดีอีกด้วย