รายงานสืบเนื่อง

การประชุมวิชาการเทคโนโลยีนวัตกรรม และอาชีวศึกษา ระดับชาติครั้งที่ 3

3rd National Conference of Innovative Technology and Vocational Education & Training T - VET

ระหว่างวันที่ 22-23 มีนาคม 2567

"การพัฒนาเทคโนโลยี ด้านนวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ การจัดการเรียนการสอน และการบริหารด้านอาชีวศึกษา ด้วยกระบวนการวิจัยเพื่อเพิ่มความสามารถ ในการแข่งขันด้านอาชีวศึกษายั่งยืน"

QR:CODE
การประชุมวิชาการ ฯ

AP020

ระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นสู่พื้นที่สูง กรณีศึกษาบ้านสวนทรงธรรม จังหวัดกำแพงเพชร

SOLAR POWER PUMPING SYSTEM FOR HIGH AREAS CASE STUDY OF BAN SUAN SONGTHUM IN KAMPHAENG PHET

เทอดพล เพชรจันทร์[1] ณรงค์ ตระกูล[2] วิจิตร พิรารัมย์[3] ชูโชค อิ่มเหว่า[4]

Terdpon Phetchan[1] Narong Trakul[2] Vijit Piraram[3] and Chuchok Imwao[4]

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบและสร้างระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นสู่พื้นที่สูง ให้เหมาะสมกับพื้นที่การใช้งาน 2) ศึกษาการทำงานระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นสู่พื้นที่สูง โดยผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างระบบสูบน้ำที่เหมาะสมต่อสภาพพื้นที่ที่เป็นเนินลาดเอียงและมีความสูงกว่าระดับน้ำของแหล่งน้ำ 25 เมตร ให้สามารถจ่ายน้ำผ่านระบบสปริงเกอร์ได้โดยตรงและยังสามารถสูบน้ำไปเก็บในถังพักขนาดความจุ 3,000 ลิตร จำนวน 2 ถัง เพื่อจ่ายน้ำให้กับพื้นที่เพาะปลูกผ่านสปริงเกอร์จำนวน 40 หัวจ่าย ประสิทธิภาพหาได้จากการทดสอบการสูบน้ำในช่วงเวลาที่แผงโซลาร์เซลล์ผลิตพลังงานไฟฟ้าได้มากที่สุดของแต่ละวัน สามารถสูบน้ำได้เต็มถัง 3,000 ลิตร ทั้งหมด 2 ถัง ทำการทดสอบวันละ 1 ครั้ง รวมทั้งหมด 10 ครั้ง เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แบบบันทึกผลการทดสอบ สถิติที่ใช้ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าร้อยละ

ผลการวิจัยพบว่า การทำงานของระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นสู่พื้นที่สูงของบ้านสวนทรงธรรม จังหวัดกำแพงเพชร ที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพที่ได้จากการทดสอบการสูบน้ำในช่วงที่แผงโซล่าเซลล์ผลิตพลังงานไฟฟ้าได้มากที่สุดของแต่ละวัน สามารถสูบน้ำได้เต็มถัง 3,000 ลิตร ทั้งหมด 2 ถัง รวมทั้งหมด 6,000 ลิตร ทำทดสอบวันละ 1 ครั้ง ทั้งหมด 10 ครั้ง ระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นสู่พื้นที่สูงสามารถใช้งานได้ คิดเป็นร้อยละ 100

คำสำคัญ : ระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์, พื้นที่สูง, บ้านสวนทรงธรรม

[1 2 3 4] สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 4

[1 2 3 4] Institute of Vocational Education Northern Region 4

Abstract

The purposes of this research were to : 1) design and build a solar water pumping system for a high area to suit the area of use, and 2) examine the operation of the solar water pumping system for a high area. The researcher designed and built the water pumping system that was suitable for the area, which was a sloping hill and 25 meters higher than the water level of the water source, to be able to distribute water directly through the sprinkler system and also to pump water to store in two storage tanks with a capacity of 3,000 liters per tank to distribute water to the farmland through 40 sprinklers. Efficiency can be found by testing water pumping during the period when the solar panels produce the most electrical energy. Each day, it can pump two full tanks of 3,000 liters per tank. Perform the test once per day, for a total of 10 times. The instrument was a test result recording form, and the statistics were averages and percentages.

The research findings indicated that the solar water pumping system for the elevated area of Ban Suan Songthum in Kamphaeng Phet province is suitable for its designated purposes. The efficiency obtained from water pumping tests, conducted during the period when the solar panels generate the most electrical energy each day, demonstrates the system's ability to pump two full tanks of 3,000 liters each, totaling 6,000 liters. The tests were conducted once per day, for a total of 10 times, resulting in an efficiency of 100 percent.

Keywords : Solar water pumping system, High area, Ban Suan Songthum

บทนำ

ปัจจุบันระบบสูบน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์กำลังได้รับความนิยมและได้รับความสนใจอย่างแพร่หลาย [1] ด้วยเหตุผลที่สำคัญคือพลังงานแสงอาทิตย์นั้นเป็นพลังงานสะอาดและที่ได้มาฟรีไม่ต้องซื้อก็สามารถใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ได้ เป็นพลังงานทดแทนที่ใช้ได้

อย่างไม่มีวันหมดอีกด้วย จึงทำให้ในปัจจุบันนี้มีผู้นำมาใช้ในระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ในกิจกรรมต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก เช่น การใช้ในบ้านเรือนที่อยู่อาศัย การสูบน้ำเพื่อการเกษตร หรือระบบน้ำประปาชุมชน หรือระบบโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น ซึ่งทำให้สามารถลดค่าน้ำมันเชื้อเพลิงหรือค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้สำหรับสูบน้ำลงได้อย่างมาก โดยเฉพาะระบบน้ำประปาของชุมชน หรือระบบการสูบน้ำเพื่อการเกษตร ปัจจุบันพบว่ามีการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้กันอย่างแพร่หลายช่วยในการลดค่าใช้จ่ายของชุมชนและเกษตรกร การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้สำหรับระบบสูบน้ำจำเป็นจะต้องพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ หลายด้าน เพื่อให้สามารถนำพลังงานจากแสงอาทิตย์มาใช้ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ซึ่งปัจจัยหนึ่งที่สำคัญ คือ ที่ตั้งของแหล่งน้ำและลักษณะของพื้นที่การเกษตรของเกษตรกร

จังหวัดกำแพงเพชรมีชุมชนผู้ใช้น้ำที่มีพื้นที่ตั้งอยู่บนที่สูงหรือพื้นที่เนินมีด้วยกันหลายแห่ง ซึ่งบ้านสวนทรงธรรม ต.ทรงธรรม อ.เมือง จ.กำแพงเพชร ก็เป็นพื้นที่เกษตรอีกแห่งหนึ่งซึ่งตั้งอยู่บนพื้นที่สูง มีแหล่งน้ำเป็นสระน้ำขุดเก็บน้ำได้ประมาณ 3,000 ลูกบาศก์เมตร มีน้ำเพียงพอที่จะนำไปใช้ในการเกษตรภายในสวนของตนเอง แต่ปัญหาที่พบคือแหล่งน้ำอยู่ต่ำกว่าระดับพื้นที่เพาะปลูก จึงไม่สามารถปล่อยน้ำไปใช้ในพื้นที่การเกษตรได้โดยตรง

จากเหตุปัจจัยข้างต้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการออกแบบและสร้างระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นสู่พื้นที่สูง กรณีศึกษาบ้านสวนทรงธรรม จังหวัดกำแพงเพชร เพื่อให้สามารถสูบน้ำไปใช้ในการเกษตรได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อออกแบบและสร้างระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นสู่พื้นที่สูง ให้เหมาะสมกับพื้นที่การใช้งาน

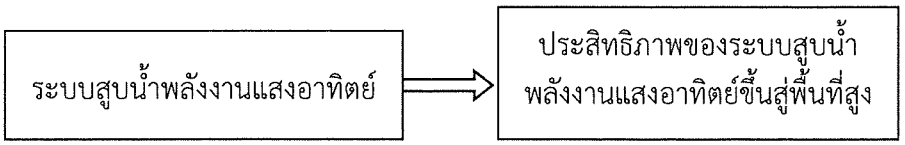
2. เพื่อศึกษาการทำงานระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นสู่พื้นที่สูง ของบ้านสวนทรงธรรม จังหวัดกำแพงเพชร

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. กรอบแนวคิดของการงานวิจัย

ระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นสู่พื้นที่สูงเป็นการใช้เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ผสมผสานกับระบบสูบน้ำที่มีอยู่ในปัจจุบัน เพื่อใช้สำหรับสูบน้ำจากแหล่งน้ำที่อยู่ต่ำกว่าพื้นที่

การเพาะปลูก โดยทำการออกแบบระบบให้มีความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่และความต้องการใช้น้ำของเกษตรกรบ้านสวนทรงธรรม



ภาพที่ 1 กรอบแนวความคิดของการวิจัย

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 พลังงานแสงอาทิตย์ ข้อมูลจากวิกิพีเดีย เป็นพลังงานของแสงและพลังงานของความร้อนที่แผ่รังสีมาจากดวงอาทิตย์ที่ไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมซึ่งพื้นที่ประเทศไทยมีปริมาณแสงส่องจากดวงอาทิตย์สูงมาก การนำเอาพลังงานแสงอาทิตย์มาเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อนำไปใช้ในบ้านเรือนที่อยู่อาศัยทำให้เกิดการประหยัดเงินค่าไฟฟ้าได้

2.2 ระบบปั๊มน้ำ โดยปั๊มน้ำเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยจัดส่งน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค การเกษตร อุตสาหกรรม ในปัจจุบันวิวัฒนาการของปั๊มน้ำได้เปลี่ยนไปจากเดิมโดยการใช้พลังงานจากระบบโซลาร์เซลล์มากยิ่งขึ้น สามารถสูบน้ำได้จากทั้งบ่อน้ำ สระน้ำ หนอง คลอง บึง หรือบ่อบาดาล [2] ปั๊มน้ำชนิดจุ่มใต้น้ำ Submersible Pump มีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วนคือ ส่วนเรือนปั๊มและส่วนมอเตอร์ ส่วนเรือนปั๊มจะมีใบพัดหลายใบบรรจุอยู่ ซึ่งถ้าหากมีจำนวนใบพัดมากก็จะทำให้มีกำลังส่งน้ำได้สูงขึ้นตามไปด้วย [3] ปั๊มน้ำชนิดจุ่มใต้น้ำสำหรับใช้สูบน้ำหรือของเหลวจากบ่อบาดาล ภายในงานเกษตร เหมาะกับบ่อบาดาล สามารถต่อตรงและต่ออนุกรมจากแผงโซลาร์เซลล์ใช้งานได้ทันที ช่วยลดต้นทุนและลดภาวะโลกร้อน ใช้พลังงานสะอาดจากแสงอาทิตย์ มีระบบตัดเมื่อน้ำในบ่อหมด ปลอดภัยในการใช้งาน [4]

2.3 ระบบโซลาร์เซลล์ หรือเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นกระบวนการผลิตไฟฟ้าจากการตกระทบของแสงบนวัตถุที่มีความสามารถเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง แบ่งตามวัสดุที่ใช้เป็น 3 ชนิดคือ ชนิดที่ทำจากซิลิคอนผลึกเดี่ยว ชนิดผลึกรวม และชนิดที่ทำจากอะมอร์ฟัสซิลิคอน โครงสร้างที่นิยมมากที่สุดได้แก่ รอยต่อพีเอ็นของสารกึ่งตัวนำซิลิคอน ซึ่งมีหลักการทำงานคือ เมื่อมีแสงอาทิตย์ตกกระทบเซลล์แสงอาทิตย์ จะเกิดการสร้างพาหะนำไฟฟ้าประจุลบและบวกและทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้น [5]

2.4 การจ่ายน้ำแบบสปริงเกอร์ (Sprinkler Irrigation) เป็นวิธีการให้น้ำแก่พืช โดยสูบน้ำผ่านท่อส่งน้ำไปยังพื้นที่เพาะปลูกด้วยแรงดันสูง ให้ฉีดพ่นเป็นฝอยออกทางหัวฉีด

แล้วให้ฉีดน้ำแผ่กระจายตกลงมายังพื้นที่เพาะปลูก มีการกระจายน้ำสม่ำเสมอ อัตราการไหลของน้ำที่ไหลตกลงพื้นที่จะต้องน้อยกว่าอัตราซึมของน้ำที่เข้าไปในดิน [6]

2.5 การออกแบบระบบท่อส่งน้ำ ท่อประทาน ท่อประทานย่อย ท่อแขนง การพิจารณาเลือกใช้ท่อในขั้นตอนนี้เป็นส่วนสำคัญมากเพราะท่อเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญของระบบและใช้ในการลำเลียงน้ำจากแหล่งน้ำไปยังจุดที่ต้องการให้น้ำ [7] โดยชนิดของท่อที่นิยมใช้คือ ท่อ PVC ท่อ PVC ผลิตในประเทศไทยผลิตตามมาตรฐาน ม.อ.ก 17-2523 มีความยาวขนาดมาตรฐานท่อละ 4 เมตร ทนความดันได้ 3 ระดับ คือ 5kg/cm^2 (บาง) 8.5kg/cm^2 (ปานกลาง) 13.5 kg/cm^2 (หนา)

2.6 ถังเก็บน้ำหรือแท้งค์น้ำ ถังเก็บน้ำที่เหมาะสมกับพื้นที่การเกษตรจะต้องมีคุณสมบัติทนแดด ทนฝน มีความแข็งแรงทนทานต่อทุกสภาพอากาศ เพราะต้องตั้งอยู่กลางแจ้งตลอดเวลา ถังเก็บน้ำบนดินนิยมใช้ถังไฟเบอร์กลาสซึ่งเป็นวัสดุที่มีความแข็งแรง ไม่แตกหักหรือกรอบเสียง่าย ถังเก็บน้ำที่ดีจะช่วยควบคุมอุณหภูมิไม่ให้น้ำในถังร้อนมากเกินไปจนเป็นการทำร้ายต้นพืชที่มีความอ่อนไหวง่าย ช่วยให้การรดน้ำพืชมีความปลอดภัย [8]

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 การสร้างและพัฒนาแบบจำลองเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับ อัตโนมัติบนสายพานลำเลียง [9]

3.2 ระบบสูบน้ำแบบขั้นบันไดพลังงานแสงอาทิตย์ : กรณีศึกษาชุมชนบ้านหินลาดจังหวัดตาก [10]

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัยผู้วิจัยได้ศึกษาครอบคลุมวัตถุประสงค์ของการวิจัย มีลำดับขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น ในการออกแบบและสร้างระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นสู่พื้นที่สูง ได้ศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ที่จะนำไปใช้ในการสร้างระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

2. ออกแบบและสร้างระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

2.1 การออกแบบและติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ โดยการใช้แผงโซลาร์เซลล์ขนาดกำลังไฟฟ้า 350 W 44 VDC. จำนวน 4 แผง ต่ออนุกรมกันให้แรงดันรวมสูงขึ้นเพียงพอในจ่ายแรงดันเข้าชุดควบคุมมอเตอร์ดีซีขนาด 1,100 วัตต์ การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ออกแบบให้ติดตั้งไว้บนหลังคาของบ้านสวนทรงธรรมที่สามารถรับแสงแดดได้ดี ไม่มีสิ่งกีดขวางหรือบัง

แสงแดดในช่วงที่แสงอาทิตย์มีกำลังส่องแสงสูงตั้งแต่เวลาประมาณ 10.00 – 15.30 น. มีการเดินสายต่อวงจรไฟฟ้าเข้าสู่ระบบควบคุมไฟฟ้าที่เป็นชุดควบคุมไฟฟ้าและต่อเชื่อมวงจรไปยังมอเตอร์ปั๊มน้ำแบบซับเมิร์สที่ติดตั้งวางลงในแหล่งน้ำเพื่อการสูบน้ำ

2.2 การออกแบบและติดตั้งแผงควบคุมไฟฟ้าและมอเตอร์ปั๊มน้ำเพื่อการสูบน้ำขึ้นสู่พื้นที่สูง โดยใช้ตู้กันน้ำแบบมีฝาเปิดปิดติดตั้งให้มั่นคงถาวรและสะดวกในการใช้งาน เพื่อให้ผู้ใช้สามารถควบคุมเซอร์กิตเบรคเกอร์ ON – OFF การทำงานของมอเตอร์ปั๊มน้ำแบบซับเมิร์ส ซึ่งมอเตอร์ปั๊มน้ำได้ติดตั้งวางจุ่มอยู่ในน้ำของแหล่งน้ำที่มีความลึกจากผิวน้ำ 4 เมตร

3. ออกแบบและสร้างระบบถังเก็บน้ำ ท่อส่งน้ำ และระบบหัวสปริงเกอร์

3.1 การทดสอบหาปริมาณการใช้น้ำในสวนเพาะปลูก โดยใช้ถังน้ำขนาด 3,000 ลิตร วางไว้บนพื้นที่สูงที่สุดของพื้นที่เพาะปลูกที่ได้ถมดินลูกรังยกระดับไว้ แล้วสูบน้ำเติมให้เต็มถัง และต่อท่อน้ำไปใช้ในพื้นที่เพาะปลูกพืช ทำการทดลองการใช้น้ำแบบนี้และรวบรวมข้อมูลการใช้น้ำ ได้ข้อสรุปว่า บ้านสวนทรงธรรมมีปริมาณการใช้น้ำต่อวันเฉลี่ย 4,960 ลิตรต่อวัน ดังนั้นในการติดตั้งถังเก็บน้ำจึงต้องใช้ถังน้ำขนาด 3,000 ลิตร จำนวน 2 ถัง รวมการกักเก็บน้ำได้ทั้งหมด 6,000 ลิตร จึงจะทำให้ปริมาณน้ำที่กักเก็บในถังน้ำมีปริมาณเพียงพอต่อการใช้น้ำทั้งหมดในพื้นที่เพาะปลูกของบ้านสวนทรงธรรม

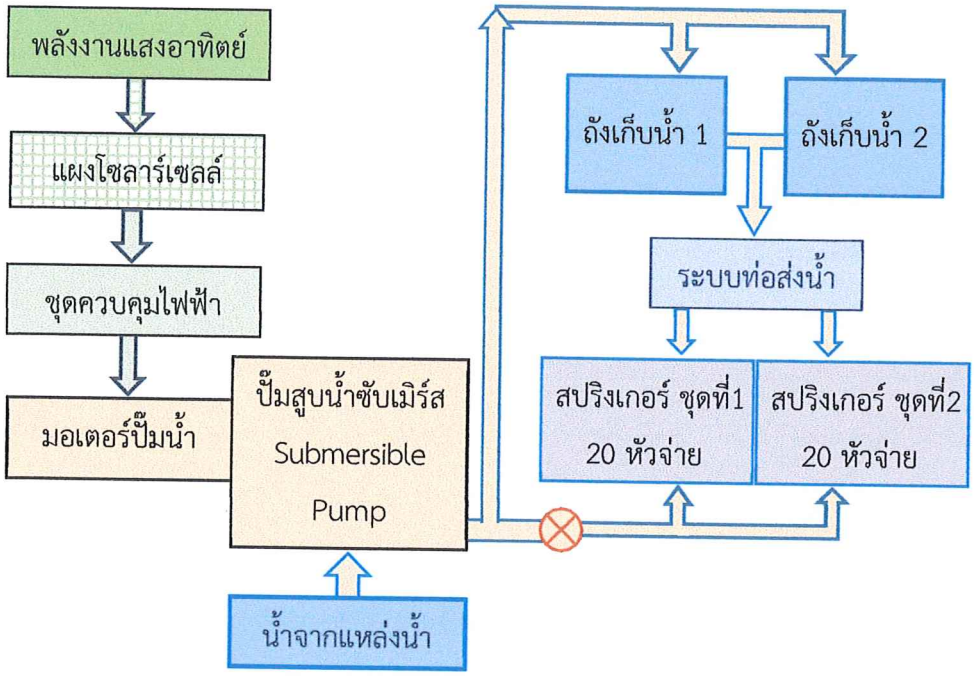
3.2 การออกแบบและติดตั้งถังกักเก็บน้ำ โดยเลือกกำหนดพื้นที่วางถังกักเก็บน้ำไว้บนเนินดินถมซึ่งมีความสูงกว่าพื้นที่ราบเพาะปลูกพืชขึ้นไปอีก 2.5 เมตร เพื่อวางถังกักเก็บน้ำขนาด 3,000 ลิตร จำนวน 2 ถัง เรียงติดกัน และต่อท่อน้ำส่งออกไปใช้งานทั้ง 2 ถังเข้าสู่ท่อส่งน้ำร่วมกัน ซึ่งจะได้ปริมาณน้ำรวมทั้งหมด 6,000 ลิตร เพียงพอต่อปริมาณน้ำที่ต้องการใช้งานในเขตพื้นที่การเพาะปลูกพืชการเกษตรในแต่ละวันของบ้านสวนทรงธรรม

3.3 การออกแบบและติดตั้งท่อส่งน้ำ และระบบสปริงเกอร์

3.2.1 ท่อส่งน้ำหลักจากปั๊มสูบน้ำซับเมิร์สที่แหล่งน้ำ เป็นท่อประธานในการส่งน้ำจากปั๊มน้ำจนถึงถังกักเก็บน้ำทั้ง 2 ถัง จะใช้ท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว มีความยาว 100 เมตร คิดเป็นระยะทางครึ่งหนึ่งของระยะทั้งหมด 200 เมตร ต่อจากนั้นใช้ท่อ PVC ขนาด 1.5 นิ้ว (ลดขนาดท่อลงเพื่อเพิ่มแรงดันน้ำ) ระยะทางถึงถังเก็บน้ำ 100 เมตร

3.2.2 ท่อส่งน้ำใช้งานจากถังกักเก็บน้ำไปยังหัวสปริงเกอร์ แบ่งออกเป็นการใช้ท่อน้ำ PVC ทั้งหมด 3 ขนาด คือ ท่อส่งน้ำประทานออกจากถังเก็บน้ำ ใช้ท่อน้ำ PVCขนาด 2 นิ้ว ต่อจากถังเก็บน้ำทั้ง 2 ถัง ให้ส่งน้ำออกมาร่วมกัน (มีวาล์วควบคุมการเปิดปิดน้ำ) ต่อจากนั้นใช้ท่อ PVC เป็นท่อประทานย่อยขนาด 1.5 นิ้ว จำนวน 2 วงจร เพื่อส่งน้ำไปยัง

ระบบหัวจ่ายสปริงเกอร์ 2 ชุด ชุดละ 20 หัวจ่าย รวมทั้งหมด 40 หัวจ่าย และต่อจากนั้นใช้ท่อ PVC ขนาด ¾ นิ้ว ในการต่อท่อน้ำย่อยแยกจ่ายน้ำเข้าสู่หัวสปริงเกอร์



ภาพที่ 2 แผนผังระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นสู่พื้นที่สูงของบ้านสวนทรงธรรม

4. ทดสอบการใช้งาน ปรับปรุงระบบและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการหาประสิทธิภาพ

4.1 ทดสอบระบบผลิตไฟฟ้าและการทำงานของมอเตอร์สูบน้ำ โดยการบันทึกผลการทดสอบวัดแรงดันไฟฟ้า (V) ที่ผลิตได้จากแผงโซลาร์เซลล์ในช่วงเวลาต่าง ๆ ที่คาดว่าจะเกิดการผลิตไฟฟ้ามากที่สุด และทดสอบการขับมอเตอร์ปั๊มน้ำตามเวลาที่เกิดการผลิตไฟฟ้าได้สูงสุด บันทึกผลการทดสอบมอเตอร์ปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ให้ทำงานในช่วงเวลาดังกล่าวนี้

4.2 ทดสอบระบบการปั๊มสูบน้ำขึ้นสู่พื้นที่สูงไปกักเก็บในถังเก็บน้ำขนาด 3,000 ลิตร จำนวน 2 ถัง รวมทั้งหมด 6,000 ลิตร ในช่วงเวลาที่แผงโซลาร์เซลล์ผลิตกำลังไฟฟ้าได้สูงสุด ทดสอบสูบน้ำไปเก็บในถังน้ำให้เต็มถังวันละ 1 ครั้ง ทดสอบทั้งหมด 10 วัน และทำการทดสอบปั๊มสูบน้ำไปจ่ายให้กับระบบสปริงเกอร์โดยตรง โดยการเปิดวาล์วหลักเพื่อให้น้ำไหลผ่านไปทางระบบสปริงกอร์ทั้งหมด 40 หัวจ่าย สังเกตุการทำงานของระบบสปริงเกอร์ทั้งหมด

4.3 ทดสอบระบบการจ่ายน้ำจากถังเก็บน้ำลงมาสู่ระบบสปริงเกอร์ โดยการเปิดวาล์วปล่อยน้ำให้ไหลไปยังระบบสปริงเกอร์ทั้งหมด 40 หัวจ่าย (ต้องปิดวาล์วด้านที่ต่อกับปั๊มสูบ

น้ำ เนื่องจากมีการจ่ายนำเข้าสู่ระบบสปริงเกอร์ 2 ทิศทาง) สังเกตุการทำงานของระบบสปริงเกอร์ทั้งหมด

4.4 เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นสู่พื้นที่สูง กรณีศึกษาบ้านสวนทรงธรรม จังหวัดกำแพงเพชร

4.5 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ขึ้นสู่พื้นที่สูง กรณีศึกษาบ้านสวนทรงธรรม จังหวัดกำแพงเพชร โดยการหาค่าประสิทธิภาพคำนวณได้จาก

$$\text{ประสิทธิภาพ} \quad \frac{\text{จำนวนครั้งที่ระบบสูบน้ำสามารถทำงานได้}}{\text{จำนวนครั้งที่ทดสอบทั้งหมด}} \times 100$$

ผลการวิจัย

1. ผลการออกแบบระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นสู่พื้นที่สูง บ้านสวนทรงธรรม

1.1 ผลการออกแบบและสร้างระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ มอเตอร์ปั๊มน้ำและแผงควบคุมไฟฟ้าเพื่อการสูบน้ำขึ้นสู่พื้นที่สูง มีการติดตั้งและมีอุปกรณ์ต่างๆ แสดงดังภาพที่ 3

1.2 ผลการออกแบบและสร้างระบบถังเก็บน้ำและท่อส่งน้ำ

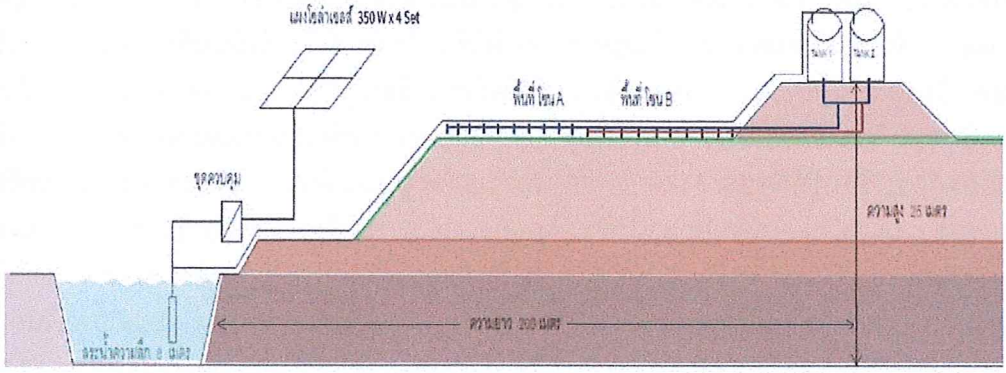
1.2.1 ผลการออกแบบและสร้างระบบถังเก็บน้ำ จากผลการทดสอบหาปริมาณการใช้น้ำในพื้นที่เพาะปลูก จึงได้ติดตั้งถังความจุ 3,000 ลิตร จำนวน 2 ถัง จะเก็บน้ำได้ทั้งหมด 6000 ลิตร เพื่อให้มีปริมาณน้ำที่กักเก็บเพียงพอต่อการเพาะปลูกพืชในหนึ่งวัน

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบหาปริมาณการใช้น้ำของบ้านสวนทรงธรรม

วันที่ทดสอบ	การใช้น้ำเวลาเช้า	การใช้น้ำเวลาบ่าย	รวมปริมาณการใช้น้ำ
1.	2,500 ลิตร	2,300 ลิตร	4,800 ลิตร
2.	2,700 ลิตร	2,200 ลิตร	4,900 ลิตร

วันที่ทดสอบ	การใช้น้ำเวลาเช้า	การใช้น้ำเวลาบ่าย	รวมปริมาณการใช้น้ำ
3.	2,600 ลิตร	2,400 ลิตร	5,000 ลิตร
4.	2,800 ลิตร	2,300 ลิตร	5,100 ลิตร
5.	2,600 ลิตร	2,400 ลิตร	5,000 ลิตร
ค่าเฉลี่ยการใช้น้ำต่อวัน			**4,960 ลิตร**

1.2.2 ผลการออกแบบและติดตั้งถังกักเก็บน้ำและท่อส่งน้ำ โดยเลือกกำหนดพื้นที่ไว้บนเนินดินถม เพื่อวางถังกักเก็บน้ำขนาด 3,000 ลิตร จำนวน 2 ถัง เรียงติดกันและต่อท่อน้ำส่งออกไปใช้งานทั้ง 2 ถังเข้าสู่ระบบจ่ายน้ำร่วมกันเพื่อส่งน้ำไปสู่สปริงเกอร์ทั้งหมด 40 หัวจ่าย



ภาพที่ 4 แสดงระบบการสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นสู่พื้นที่สูงของบ้านสวนทรงธรรม

1.2.3 ผลการทดสอบระบบผลิตไฟฟ้าและการทำงานของมอเตอร์สูบน้ำ จากเวลาที่เกิดการผลิตไฟฟ้าได้สูงสุด นำมาซึ่งการทดสอบมอเตอร์ปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ มีผลการทำงานได้อย่างต่อเนื่องและสามารถสูบน้ำให้ได้ปริมาณน้ำเต็มถังเก็บน้ำ

ตารางที่ 3 แสดงผลการทดสอบการใช้งานมอเตอร์ปั๊มไฟฟ้าดีซีซับเมิร์ส

เวลา	ความเร็วรอบ(rpm)	แรงดันไฟฟ้า	กระแสไฟฟ้า	กำลังไฟฟ้า
12.00 น.	3,210	142 V	5.1 A	710 W
12.30 น.	3,215	144 V	5.1 A	725 W
13.00 น.	3,220	145 V	5.2 A	750 W

เวลา	ความเร็วรอบ(rpm)	แรงดันไฟฟ้า	กระแสไฟฟ้า	กำลังไฟฟ้า
13.30 น.	3,230	148 V	5.3 A	765 W
14.00 น.	3,225	145 V	5.3 A	755 W
14.30 น.	3,220	146 V	5.2 A	750 W

1.2.4 ผลการทดสอบระบบการปั๊มสูบน้ำขึ้นสู่พื้นที่สูงไปกักเก็บในถังเก็บน้ำขนาด 3,000 ลิตร จำนวน 2 ถัง แสดงผลได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงผลการทดสอบการสูบน้ำไปเก็บในถังน้ำ รวมความจุ 6,000 ลิตร

วันที่ทำการทดสอบ (เวลา 12.00 – 14.30 น.)	ผลการทดสอบระบบการสูบน้ำไปเก็บในถังเก็บน้ำ	
	เต็มความจุรวม 6,000 ลิตร	ไม่เต็มความจุรวม 6,000 ลิตร
1.	✓	
2.	✓	
3.	✓	
4.	✓	
5.	✓	
6.	✓	
7.	✓	
8.	✓	
9.	✓	
10.	✓	

2. ผลการประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นสู่พื้นที่สูง ของบ้านสวนทรงธรรม จังหวัดกำแพงเพชร มีผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงผลการทดสอบระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ และระบบสปริงเกอร์จ่ายน้ำ

การทดสอบ	จำนวนครั้ง	ผลการทดสอบ (ได้ / ไม่ได้)	ประสิทธิภาพร้อยละ
การสูบน้ำได้เต็มถัง	10	ทำงานได้	100

การทดสอบ	จำนวนครั้ง	ผลการทดสอบ (ได้ / ไม่ได้)	ประสิทธิภาพร้อยละ
การทำงานของระบบสปริงเกอร์ 40 หัวจ่าย	10	ทำงานได้	100

จากตารางที่ 5 การทดสอบระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นสู่พื้นที่สูง ของบ้านสวนทรงธรรม จังหวัดกำแพงเพชร ที่สร้างขึ้น สามารถสูบน้ำไปกักเก็บในถังเก็บน้ำ ได้ผลของประสิทธิภาพคิดเป็นร้อยละ 100 และการทดสอบการทำงานของระบบสปริงเกอร์ 40 หัวจ่าย สามารถทำงานได้ประสิทธิภาพคิดเป็นร้อยละ 100

การอภิปรายผลการวิจัย

จากผลออกแบบและการสร้างระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นสู่พื้นที่สูง ของบ้านสวนทรงธรรม จังหวัดกำแพงเพชร ที่สร้างขึ้นโดยผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างระบบสูบน้ำที่เหมาะสมต่อสภาพพื้นที่ ที่เป็นเนินลาดเอียงและมีความสูงกว่าระดับน้ำของแหล่งน้ำ 25 เมตร ให้สามารถจ่ายน้ำผ่านระบบสปริงเกอร์ได้โดยตรงและยังสามารถสูบน้ำไปเก็บในถังพักขนาดความจุ 3,000 ลิตร จำนวน 2 ถัง เพื่อจ่ายน้ำให้กับพื้นที่เพาะปลูกผ่านสปริงเกอร์จำนวน 40 หัวจ่าย ประสิทธิภาพหาได้จากการทดสอบการสูบน้ำในช่วงเวลาที่แผงโซลาร์เซลล์ผลิตพลังงานไฟฟ้าได้มากที่สุดของ แต่ละวัน สามารถสูบน้ำได้เต็มถัง 3,000 ลิตร ทั้งหมด 2 ถัง ทำการทดสอบวันละ 1 ครั้ง รวมทั้งหมด 10 ครั้ง ประสิทธิภาพคิดเป็นร้อยละ 100 สรุปได้ว่าระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นสู่พื้นที่สูงของบ้านสวนทรงธรรม ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพการทำงานที่ดีมากและสามารถใช้งานได้จริง สอดคล้องกับณัฐดนัย เรือนคำ [9] ที่มีการสร้างและพัฒนาแบบจำลองเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับ อัตโนมัติบนสายพานลำเลียงภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ประสิทธิภาพการทำงานคิดเป็นร้อยละ 100 และผลการทดสอบระบบการสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นสู่พื้นที่สูงเพื่อส่งน้ำไปเก็บในถังเก็บน้ำขนาด 6,000 ลิตรต่อวันได้นั้น มีปริมาณเพียงพอต่อการใช้น้ำที่ปริมาณมาณความต้องการใช้น้ำของบ้านสวนทรงธรรมเฉลี่ยวันละ 4,960 ลิตรต่อวัน สอดคล้องกับพงษ์สวัสดิ์ คชภูมิ ปฏิภาณ เกิดลาภ และคณะ [10] ที่ออกแบบระบบสูบน้ำแบบขั้นบันไดพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่า มีความสามารถในการสูบน้ำเข้าสู่แท็งค์เก็บน้ำของชุมชนเฉลี่ย 37.90 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งเพียงพอสำหรับความต้องการในการใช้น้ำของชุมชนบ้านหินลาดเฉลี่ยที่ 33.50 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน การออกแบบมีความเหมาะสมกับลักษณะของพื้นที่และภูมิประเทศมากที่สุด

จากผลของการวิจัยที่ได้นี้ เป็นผลอันเนื่องมาจากการออกแบบและการสร้างระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นสู่พื้นที่สูง ของบ้านสวนทรงธรรมที่เป็นไปตามขั้นตอนอย่างมีระบบและกระบวนการที่ถูกต้อง เป็นเหตุเป็นผล สอดคล้องสัมพันธ์กันในทุกขั้นตอน ทำให้ได้ระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นสู่พื้นที่สูง ของบ้านสวนทรงธรรม มีคุณภาพสอดคล้องกับสภาพปัญหาและตรงกับความต้องการของบ้านสวนทรงธรรม

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะทั่วไปในการสร้างระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นสู่พื้นที่สูง

หากมีการออกแบบให้ระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นสู่พื้นที่สูง มีระบบควบคุมระบบไฟฟ้าที่เป็นอัตโนมัติจะทำให้ระบบสูบน้ำมีประสิทธิภาพของระบบสูงสุด

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรพัฒนาระบบการใช้ไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นแบบเอนกประสงค์ เพื่อให้สามารถใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านในช่วงที่ไม่ได้ใช้ปั๊มสูบน้ำ

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ. (2566). [ออนไลน์]. **พลังงานทดแทนในชิลี กับโอกาสของอุตสาหกรรมโซลาร์เซลล์ไทย.** [สืบค้นเมื่อวันที่ 20 มิถุนายน 2566]. https://www.ditp.go.th/post/80437

[2] วิบูลย์ บุญยธโรกุล. (2529). **ปั๊มและระบบสูบน้ำ.** ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน. คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[3] วัศพล หมายชัย และนายอมรเทพ ยศวงค์เจริญ. (2558). **การศึกษาความเป็นไปได้ใ น การสูบน้ำบาดาลด้วยพลังงานแสงอาทิตย์.** ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ. คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

[4] ไทยวัสดุ. (2566). [ออนไลน์]. **ปั๊มบาดาลโซลาร์เซลล์บัสเลส.** [สืบค้นเมื่อวันที่ 10 พฤศจิกายน 2566]. https://www.thaiwatsadu.com/

[5] กองแผนและงบประมาณองค์การบริหารส่วนจังหวัดขอนแก่น. (2563). **รายงานการติดตามและประเมินผลโครงการก่อสร้างระบบสูบน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์(โซล่า**

เซลล์ปั๊ม) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2562. ฝ่ายตรวจติดตามและประเมินผลแผนงานโครงการ. กองแผนงานและงบประมาณ. องค์การบริหารส่วนจังหวัดขอนแก่น.

[6] มนตรี ค้ำชู. (2543). **วิศกรรมชลประทานแบบฉีดฝอย.** ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน. คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม. 85 หน้า

[7] วรพล เกตุตรง นางสาวณัฐธยาน์ นามอินทร์ และนายวัชรินทร์ โสภาพ. (2554). **การศึกษาและปรับปรุงการให้น้ำแบบสปริงเกอร์ : กรณีศึกษาหมู่บ้านหลักเมตร ต.ทุ่งขวาง อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม.** ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน. คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

[8] บริษัท เวฟ โปรดักท์ จำกัด. (2566). [ออนไลน์]. **เทคนิคการเลือกถังเก็บน้ำสำหรับการเกษตร.** [สืบค้นเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน 2566]. https://wave.co.th/2023/10/02/wave-blog07/

[9] ณัฐดนัย เรือนคำ. (2564). **การสร้างและพัฒนาแบบจำลองเครื่องคัดแยกชิ้นงาน 3 ระดับ อัตโนมัติบนสายพานลำเลียง.** วารสารสถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 3. ปีที่ 5. ฉบับที่ 9 (มกราคม - มิถุนายน 2564). 113-126.

[10] พงษ์สวัสดิ์ คชภูมิ ปฏิภาณ เกิดลาภ และคณะ. (2563). **ระบบสูบน้ำแบบขั้นบันไดพลังงานแสงอาทิตย์ : กรณีศึกษาชุมชนบ้านหินลาด จังหวัดตาก.** วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย. ปีที่ 14. ฉบับที่ 1. (มกราคม - เมษายน 2558).