

ระบบสูบน้ำแบบขั้นบันไดพลังงานแสงอาทิตย์:  
กรณีศึกษาชุมชนบ้านหินลาด จังหวัดตาก  
Solar Power Step Pumping System:  
Case Study of Ban Hin lat Community, Tak Province

พงษ์สวัสดิ์ คชภูมิ,<sup>1</sup> ปฏิภาณ เกิดลาภ,<sup>1</sup> กิตติเชษฐ์ นนทะสุด<sup>2</sup> และสุกัญญา สมมณีดวง<sup>2</sup>  
Pongsawat Kotchapoom,<sup>1</sup> Patiphon Kerdlap,<sup>1</sup> Kittichet Nontasud<sup>2</sup> and Sukanya Sommaneedoung<sup>2</sup>

<sup>1</sup>คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

<sup>1</sup>School of Engineering, Eastern Asia University

<sup>2</sup>คณะการบิน มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

<sup>2</sup> School of Aviation, Eastern Asia University

Received: January 3, 2020

Revised: March.7, 2020

Accepted: March.12, 2020

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบและติดตั้งระบบสูบน้ำแบบขั้นบันไดพลังงานแสงอาทิตย์ในพื้นที่ชุมชนบ้านหินลาด ตำบลบ้านนา อำเภอสสามเงา จังหวัดตาก ซึ่งเป็นชุมชนที่มีทำเลที่ตั้งอยู่สูงและห่างไกลจากแหล่งน้ำ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการออกแบบระบบสูบน้ำจากแหล่งน้ำดังกล่าวเพื่อนำน้ำมาใช้อุปโภค บริโภคในชุมชน โดยออกแบบให้มีลักษณะการสูบน้ำแบบขั้นบันไดและใช้พลังงานแสงอาทิตย์ จากการสำรวจความต้องการใช้น้ำของชุมชนมีความต้องการเฉลี่ย 33.50 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน จึงมาออกแบบระบบสูบน้ำและใช้เครื่องสูบน้ำขนาด 3 แรงม้า แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 325 วัตต์ ใช้จำนวน 10 แผงต่อ 1 สถานีสูบน้ำ

จากผลการวิจัยระบบสูบน้ำแบบขั้นบันไดพลังงานแสงอาทิตย์ พบว่า มีความสามารถในการสูบน้ำเข้าสู่แท็งก์เก็บน้ำของชุมชนเฉลี่ย 37.90 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งเพียงพอสำหรับความต้องการใช้น้ำของชุมชนบ้านหินลาดเฉลี่ยที่ 33.50 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน และก่อนการติดตั้งระบบสูบน้ำนี้ผู้วิจัยได้ลงสำรวจพื้นที่จริงและวางแผนร่วมกันกับชุมชนเพื่อให้การออกแบบมีความเหมาะสมกับลักษณะของพื้นที่และภูมิประเทศมากที่สุด

**คำสำคัญ:** ระบบสูบน้ำแบบขั้นบันได, พลังงานแสงอาทิตย์, ชุมชนบ้านหินลาด

## Abstract

This research presents the design and installation of step solar water pumping system in Ban Hin Lat community, Ban Na Subdistrict, Sam Ngao District, Tak Province. Ban Hin Lat is a community located at a high elevation and far from water sources. The researcher therefore has the idea of designing water pumping systems to transport water from the water source to use for consumption in the community by designing this solar power step water pumping system.

From the research of solar water pumping system. it was found that this system has the ability to pump water into the community's water tanks at an average of 37.92 cubic meters per day. This is enough supply for the water demand of Ban Hin Lat community at an average of 33.50 cubic meters per day. And before installing the pumping system, the researchers surveyed the actual area and planned the work together with the community so that the design would be suitable for the characteristics of the area and the topography of the land.

**Keywords:** step water pumping system, solar energy, Ban Hin Lat community



## บทนำ

ปัจจุบันระบบสูบน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์กำลังเป็นที่นิยมและได้รับความสนใจอย่างแพร่หลาย ด้วยเหตุผลที่ว่าพลังงานแสงอาทิตย์นั้นเป็นพลังงานที่ได้มาฟรี และเป็นพลังงานทดแทนที่ใช้ได้อย่างไม่มีวันหมด จึงทำให้ปัจจุบันนี้มีผู้ใช้ระบบสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ในกิจกรรมต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก เช่น การสูบน้ำเพื่อการเกษตร หรือระบบน้ำประปาชุมชน เป็นต้น ซึ่งทำให้สามารถลดค่าน้ำมันเชื้อเพลิง หรือค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้สำหรับสูบน้ำลงได้อย่างมาก โดยเฉพาะระบบน้ำประปาของชุมชน ปัจจุบันพบว่าการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้อย่างแพร่หลายเพื่อช่วยในการลดค่าใช้จ่ายของชุมชน

ระบบน้ำประปาชุมชนเป็นระบบสาธารณสุขที่ สำคัญยิ่งต่อการดำรงชีวิตของคนในชุมชนการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้สำหรับระบบน้ำประปาจำเป็นจะต้องพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ หลายด้านเพื่อให้สามารถใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ได้เต็มประสิทธิภาพ ซึ่งปัจจัยหนึ่งที่สำคัญคือ พื้นที่หรือทำเลที่ตั้งของแหล่งน้ำและชุมชนผู้ใช้น้ำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีชุมชนผู้ใช้น้ำที่มีพื้นที่ตั้งอยู่บนที่สูง เช่น บนยอดดอย หรือบริเวณไหล่เขา เป็นต้น

หลายชุมชน และแต่ละชุมชนมีระบบน้ำประปา ที่เรียกว่าประปาภูเขาสำหรับใช้อุปโภค บริโภคในชุมชน แต่ด้วยสภาพแวดล้อมเปลี่ยนไปทำให้แหล่งน้ำของระบบประปาภูเขาหลาย ๆ ชุมชนไม่มีน้ำส่งเข้ามาหล่อเลี้ยงคนในชุมชนได้ ทำให้ชุมชนเหล่านั้นต้องแสวงหาแหล่งน้ำแห่งใหม่ เพื่อนำน้ำเข้ามาใช้ในชุมชนแทนระบบประปาภูเขาเดิม ซึ่งส่วนใหญ่แหล่งน้ำดังกล่าวจะอยู่ต่ำกว่าพื้นที่ตั้งของชุมชนและห่างไกลออกไป

จากเหตุปัจจัยข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการออกแบบและสร้างระบบสูบน้ำแบบขั้นบันไดพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อส่งน้ำจากแหล่งน้ำที่อยู่ต่ำกว่าพื้นที่ตั้งของชุมชนและไกลออกไป เข้ามาใช้สำหรับบริโภค อุปโภคในชุมชน

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบ ติดตั้งและใช้งานจริงในชุมชนบ้านหินลาด ตำบลบ้านนา อำเภอสามเงา จังหวัดตาก ซึ่งเป็นชุมชนที่มีที่ตั้งอยู่บนไหล่เขา และมีแหล่งน้ำคือแม่น้ำแม่ตื่น อยู่ต่ำกว่าที่ตั้งของชุมชนและมีระยะห่างออกไป 3 กิโลเมตร

## วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อออกแบบระบบสูบน้ำแบบขั้นบันไดพลังงานแสงอาทิตย์ให้เหมาะสมกับพื้นที่ใช้งาน
2. เพื่อศึกษาการทำงานของระบบสูบน้ำแบบขั้นบันไดพลังงานแสงอาทิตย์

## แนวคิดทฤษฎี

ระบบสูบน้ำแบบขั้นบันไดพลังงานแสงอาทิตย์เป็นการนำเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์มาผสมผสานกับระบบสูบน้ำที่มีอยู่ในปัจจุบัน เพื่อใช้สำหรับสูบน้ำจากแหล่งน้ำที่อยู่ต่ำกว่าพื้นที่ที่ตั้งของชุมชนและอยู่ห่างไกลออกไป เข้ามาใช้ในการอุปโภค บริโภค โดยทำการออกแบบระบบให้มีความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ และความต้องการใช้น้ำของชุมชน

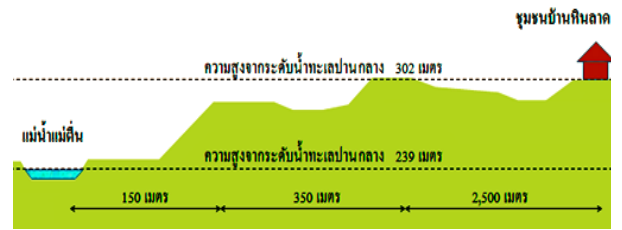
## ข้อมูลพื้นที่

ชุมชนบ้านหินลาด ตั้งอยู่ในเขตการปกครองของตำบลบ้านนา อำเภอสามเงาจังหวัดตาก มีจำนวนประชากร 419 คน จำนวนครัวเรือน 151 ครัวเรือนมีระบบน้ำประปาภูเขาสำหรับใช้เพื่อการอุปโภค บริโภคในชุมชน สภาพชุมชนบ้านหินลาดแสดงดังภาพ 1



ภาพ 1 สภาพชุมชนบ้านหินลาด

ชุมชนบ้านหินลาดตั้งอยู่บนพื้นที่ราบไหล่เขา สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 302 เมตร ล้อมรอบด้วยภูเขาสูงและป่าไม้ โดยมีลักษณะที่ตั้งของชุมชนวัดจากระดับน้ำทะเลปานกลางแสดง ดังภาพ 2



ภาพ 2 ลักษณะที่ตั้งของชุมชนวัดจากระดับน้ำทะเลปานกลาง

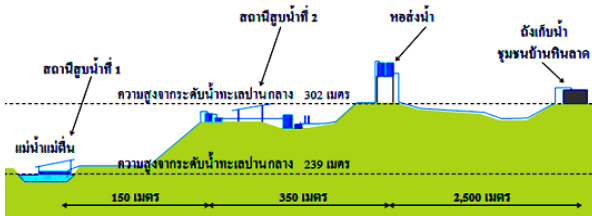
จากการสำรวจข้อมูลพบว่าปริมาณการใช้น้ำของคนในชุมชนเฉลี่ย 33.5 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งที่ผ่านมาน้ำที่ได้มาจากระบบน้ำประปาภูเขา แต่ด้วยสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปทำให้ระบบน้ำประปาภูเขา ปัจจุบันส่งน้ำมาหล่อเลี้ยงคนในชุมชนไม่เพียงพอ โดยเฉพาะในช่วงหน้าแล้งระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคมระบบน้ำประปาภูเขาไม่มีน้ำส่งเข้ามาในชุมชนเนื่องจากแหล่งต้นน้ำแห้งแล้งจากการสำรวจพื้นที่พบว่าในบริเวณใกล้เคียงกับชุมชนห่างออกไประยะทาง 3 กิโลเมตร มีแม่น้ำแม่ตื่นซึ่งมีน้ำตลอดทั้งปีเหมาะแก่การใช้เป็นแหล่งน้ำสำหรับทำระบบน้ำประปาของชุมชน แต่เนื่องด้วยสภาพพื้นที่ของแม่น้ำแม่ตื่นอยู่ต่ำกว่าที่ตั้งของชุมชน ซึ่งสูงกว่าระดับน้ำทะเลปานกลาง 239 เมตร ลักษณะของแม่น้ำแม่ตื่นแสดง ดังภาพ 3



ภาพ 3 แม่น้ำแม่ตื่นในฤดูน้ำหลาก

และด้วยสภาพพื้นที่เป็นป่าและเนินเขาสลับซับซ้อน การออกแบบระบบสูบน้ำจึงจำเป็นต้องให้เหมาะสมกับลักษณะของพื้นที่ และเนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวไม่มีระบบไฟฟ้า ดังนั้นทางเลือกที่ดีที่สุด คือ การใช้ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ ผู้วิจัยจึงนำปัจจัยข้างต้นมาพิจารณา

ออกแบบระบบสูบน้ำ โดยใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ และมีลักษณะเป็นขั้นบันได เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ และระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลักษณะของระบบสูบน้ำแบบขั้นบันไดพลังงานแสงอาทิตย์แสดงดังภาพ 4



ภาพ 4 ลักษณะของระบบสูบน้ำแบบขั้นบันไดพลังงานแสงอาทิตย์

### เครื่องสูบน้ำ

เครื่องสูบน้ำ(water pump) มีการประยุกต์ใช้กันอย่างกว้างขวาง ซึ่งถูกนำมาใช้งานในหลาย ๆ ด้าน เครื่องสูบน้ำทำหน้าที่ในการสูบของเหลว จากจุดที่มีเฮดกดดันต่ำ (low pressure head) โดยส่งของเหลวดังกล่าวออกไปตามระบบท่อ ด้วยเฮดความกดดันที่สูงกว่าเดิม (high pressure head) การที่จะให้ของไหลไหลจากจุดที่มีเฮดกดดันต่ำกว่าไปยังจุดที่มีเฮดความกดดันสูงนั้น จะต้องใช้ใบพัดของเครื่องสูบน้ำ ทำหน้าที่ในการถ่ายเทพลังงานกลให้แก่ของไหลนั้น ๆ เพื่อที่จะทำให้ของไหลมีพลังงานที่จะใช้ขับเคลื่อนตัวเอง โดยสามารถเอาชนะความต้านทานต่อการไหลภายในระบบนั้น เครื่องสูบน้ำจะสูบน้ำของไหลจากทางด้านดูด (suction) และออกทางด้านส่ง (delivery) โดยรับพลังงานจากเครื่องต้นกำลัง อาทิ เครื่องยนต์ มอเตอร์ไฟฟ้า เป็นต้น

ปัจจุบันเครื่องสูบน้ำที่นิยมนำมาใช้ในระบบน้ำประปา มีอยู่ 2 รูปแบบด้วยกัน ได้แก่ เครื่องสูบน้ำแบบแรงเหวี่ยง (centrifugal pump) และ เครื่องสูบน้ำซับเมอร์ส (submersible pump)

### เครื่องสูบน้ำแบบแรงเหวี่ยง (centrifugal pump)

เครื่องสูบน้ำแบบแรงเหวี่ยงหรือแบบหอยโข่ง นิยมใช้อย่างแพร่หลายในการสูบน้ำ นม สารหล่อลื่น สารละลายเคมี

เป็นต้น มีประสิทธิภาพในการสูบสูงถึง 90 % และยังให้ทำงานที่ระดับความดันสูงได้ ชิ้นส่วนที่หมุนอยู่ภายในเรือนปั๊ม เรียกว่า โรเตอร์ (rotor) หรือใบพัด (impeller) จะเป็นตัวทำให้เกิดการขับเคลื่อนของไหล ปัจจุบันเครื่องสูบน้ำชนิดนี้มีคุณสมบัติที่หลากหลายขึ้นอยู่กับการใช้งานเหมาะกับการสูบน้ำตื้น หรือน้ำผิวดิน ซึ่งสามารถสูบน้ำได้ปริมาณมาก

### เครื่องสูบน้ำแบบซับเมอร์สซิเบิล (submersible pump)

เครื่องสูบน้ำแบบซับเมอร์สซิเบิล เป็นเครื่องสูบน้ำประเภทโรตารี(rotary pump) ทำงานโดยอาศัยหลักการแทนที่ของเหลว ภายในห้องของตัวเครื่องสูบน้ำด้วยการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วน ซึ่งหมุนเพื่อทำให้เกิดความแตกต่างของความดันภายในระบบ ของเหลวจะถูกดูดเข้าและอัดทำให้เกิดแรงดันสูงขึ้นแล้วปล่อยออกมาทางด้านปล่อย ชิ้นส่วนที่หมุนดังกล่าวเรียกว่า โรเตอร์ การหมุนของโรเตอร์จะก่อให้เกิดการแทนที่ของของเหลวขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้ของไหลที่ไหลผ่านเครื่องสูบน้ำมีอัตราการไหลอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา ปัจจุบันเครื่องสูบน้ำชนิดนี้นิยมนำมาใช้สูบน้ำลึก หรือน้ำบาดาล เนื่องจากความสามารถในการขับเคลื่อนน้ำขึ้นที่สูงมาก

งานวิจัยนี้เลือกใช้เครื่องสูบน้ำแบบแรงเหวี่ยง เนื่องจากแหล่งน้ำเป็นแหล่งน้ำผิวดิน เครื่องสูบน้ำชนิดนี้จะให้ปริมาณน้ำที่มากในระดับความสูงการส่งน้ำไม่มากนัก ดังนั้นผู้วิจัยจึงออกแบบระบบสูบน้ำลักษณะขั้นบันไดเพื่อให้สามารถสูบน้ำได้เพียงพอสำหรับชุมชน และลดภาระการทำงานของเครื่องสูบน้ำไม่ทำงานหนักมากเกินไป ซึ่งจะส่งผลต่ออายุการใช้งานของเครื่องสูบน้ำ

พลังงานแสงอาทิตย์ คือการเปลี่ยนพลังงานจากแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยสารกึ่งตัวนำที่เรียกว่า เซลล์แสงอาทิตย์ (solar cell) และเมื่อนำ เซลล์แสงอาทิตย์เหล่านี้มาเรียงต่อกันเป็นแผงขนาดใหญ่ เรียกว่า แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งจะ สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้มากขึ้น ลักษณะของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ แสดงดังภาพ 5





ภาพ 5 แผงโซลาร์เซลล์หรือแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ปัจจุบันระบบพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ได้รับความนิยมและถูกนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันอย่างกว้างขวาง เช่น การสร้างโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ หรือการใช้พลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสูบน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค และการเกษตร เป็นต้น

### เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าสำหรับเครื่องสูบน้ำ

เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าสำหรับเครื่องสูบน้ำ (pump inverter) ทำหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าที่ได้จากแผ่นโซลาร์เซลล์โดยตรง จากกระแสตรง (direct current) ให้เป็นกระแสสลับ (alternative current) เพื่อให้พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากแสงอาทิตย์สามารถใช้ได้กับเครื่องสูบน้ำที่มีจำหน่ายในท้องตลาดทั่วไปได้ซึ่งปัจจุบันเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้ามีหลากหลายยี่ห้อและมีหลายขนาดให้เลือกใช้ได้อย่างเหมาะสมกับขนาดของเครื่องสูบน้ำที่ใช้ ลักษณะของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าสำหรับเครื่องสูบน้ำแสดง ดังภาพ 6



ภาพ 6 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าสำหรับเครื่องสูบน้ำ

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ที่ผ่านมา มีงานวิจัยที่ทำการศึกษาศึกษาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ สำหรับระบบสูบน้ำหลายผลงาน ได้แก่

Chitphutthanakul, Chantasit and Muisee Pongthong (2018) วิเคราะห์และประเมินประสิทธิภาพระบบสูบน้ำบาดาลพลังงานแสงอาทิตย์ปริมาณน้ำที่ผลิตได้ต่อการนำไปใช้งาน วิเคราะห์ต้นทุนเชิงเศรษฐศาสตร์ ผลการวิจัย พบว่า หลังการติดตั้งระบบสูบน้ำบาดาลพลังงานแสงอาทิตย์ ทำงานร่วมกับกระแสไฟฟ้าที่มาจาก การไฟฟ้าเพื่อชดเชยช่วงเวลาที่แผง โซลาร์เซลล์ไม่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ ได้ปริมาณน้ำโดยเฉลี่ย 80 ลิตรต่อ นาที หรือ 4,800 ลิตรต่อชั่วโมง โดยภาชนะเก็บน้ำ ขนาด 15,000 ลิตร จะสามารถเติมน้ำลงในภาชนะเก็บน้ำได้ ภายในระหว่าง 2.30 ถึง 3 ชั่วโมง

Chokkue, Promlao and Sirikaew (2015) ศึกษาสมรรถนะและวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของระบบสูบน้ำบาดาลพลังงานแสงอาทิตย์ โดยทดลอง ภายใต้เงื่อนไขความสูงระหว่างท่อดูดและท่อจ่าย 35 เมตร เครื่องสูบน้ำยี่ห้อ Grundfos รุ่น SA 1500 ขนาด 2,000 วัตต์ และเซลล์แสงอาทิตย์ยี่ห้อ RWE solutions รุ่น ASE-50-ETF/17 ขนาด 50 วัตต์ จำนวน 18 แผง พบว่าความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้อัตราการไหลเพิ่มขึ้น เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับความเข้มแสงเฉลี่ยตลอดทั้งปี พบว่า ในระยะเวลา 1 ปี จะมีปริมาณน้ำที่สูบน้ำได้เฉลี่ยต่อปีเท่ากับ 3,520.88 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นเงิน ที่ประหยัดได้ 23,047.46 บาทต่อปี เมื่อนำเงินที่ประหยัดได้มาวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ อัตราผลตอบแทนของโครงการ (IRR) เท่ากับ 17.76 เปอร์เซ็นต์ มีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 13.2 ปี

Kasagepongsan, Waewsak and Nankongnab (2010) ได้ศึกษาศึกษาการจำลองแบบระบบสูบน้ำแบบผสมผสานพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานลม โดยอาศัยข้อมูล อุตุนิยมวิทยาของจังหวัดพัทลุงในช่วงระยะเวลา 1 ปี (ม.ค.-ธ.ค. 2552) ได้กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 67.47 วัตต์โดยกำลังไฟฟ้าส่วนใหญ่สำหรับประจุแบตเตอรี่เพื่อป้อนกำลังไฟฟ้าให้กับเครื่องสูบน้ำ ได้มาจากแผงเซลล์

แสงอาทิตย์คิดเป็นร้อยละ 85.80 และกำลังไฟฟ้าที่ได้จากกังหันลมคิดเป็นร้อยละ 14.20 สามารถสูบน้ำได้เฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 1,098 ลูกบาศก์เมตร และมีปริมาณการสูบน้ำทั้งปีเท่ากับ 13,176 ลูกบาศก์เมตร

Wansri, Intamas and Yanin (2015) ออกแบบสร้างชุดเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบเคลื่อนที่และทำการทดลองผลและหาประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์แบบเคลื่อนที่ โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ จากการผลิตไฟฟ้าของเซลล์สุริยะ (Solar-Cell) และเปรียบเทียบผลการทดลอง เพื่อหาว่าชุด Continuously Variable Transmission--CVT นั้นทำให้อัตราการไหลเพิ่มมากขึ้น และทำให้มอเตอร์ไฟฟ้าใช้กระแสไฟฟ้าน้อยกว่าการต่อแบบต่อตรงหรือไม่ จากผลการทดลองนั้นพบว่า มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่นำมาต่อกับชุด CVT สามารถเพิ่มความเร็วยรอบให้กับเครื่องสูบน้ำได้มากกว่าการต่อการทำงานแบบต่อตรง เป็นผลทำให้อัตราการไหลของเครื่องสูบน้ำเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 3.0 ลิตร/นาที่ และเมื่อวัดกระแสไฟฟ้าที่ใช้ มอเตอร์กระแสตรงที่ต่อกับชุด CVT ใช้กระแสไฟฟ้าน้อยกว่าแบบต่อตรงเฉลี่ย ถึง 4 แอมแปร์

Tikeav, Vongsuwan and Raksin (2017). เพื่อพัฒนาระบบสูบน้ำพลังงานทดแทนที่ใช้จัดการน้ำสำหรับการทำการเกษตรบนพื้นที่สูงของโครงการสวนหมวกใส่ร่องทำให้ภูเขาหัวโล้น จังหวัดน่าน ผลการวิจัยพบว่า การจัดการน้ำสำหรับการเกษตรบนพื้นที่สูงที่ทำการศึกษานี้มีความจำเป็นต้องใช้แรงดันน้ำที่สูง เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีความลาดชันมากกว่า 60 องศา หากมีการติดตั้งระบบปั้มน้ำพลังงานทดแทนและระบบท่อส่งน้ำแบบทั่วไปจะทำให้แรงดันน้ำไม่เพียงพอที่จะส่งน้ำขึ้นไปเก็บไว้ที่บ่อเก็บน้ำได้ และอาจทำให้มอเตอร์ของปั้มน้ำไหม้และเสียหายได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการติดตั้งระบบแอร์แ่ว เพื่อช่วยเพิ่มแรงดันของน้ำให้มากขึ้นจนทำให้สามารถส่งน้ำไปตามท่อที่มีความลาดชันสูงจนถึงถึงเก็บน้ำได้

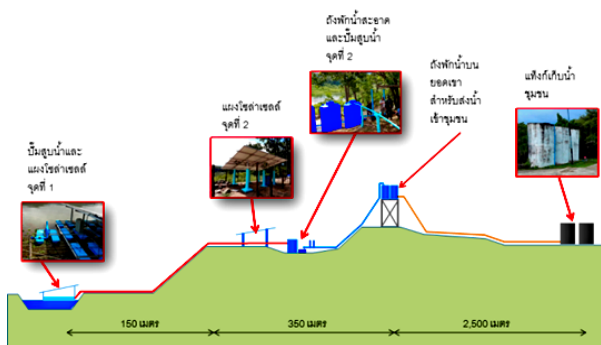
**วิธีดำเนินการวิจัย**

งานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบและติดตั้งใช้งานจริงในพื้นที่ ชุมชนบ้านหินลาด ตำบลบ้านนา อำเภอสามเงา

จังหวัดตาก โดยขั้นตอนแรกผู้วิจัยได้ทำการสำรวจพื้นที่เพื่อศึกษาลักษณะภูมิประเทศ และตำแหน่งที่ตั้งของชุมชนและแหล่งน้ำที่จะทำการสูบน้ำพร้อมทั้งความต้องการใช้น้ำของชุมชน หลังจากนั้นจึงทำการออกแบบระบบสูบน้ำด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ให้มีความเหมาะสมกับลักษณะของพื้นที่และติดตั้งใช้งานจริง สุดท้ายทำการทดสอบและวัดความสามารถในการสูบน้ำของระบบ

**การออกแบบ**

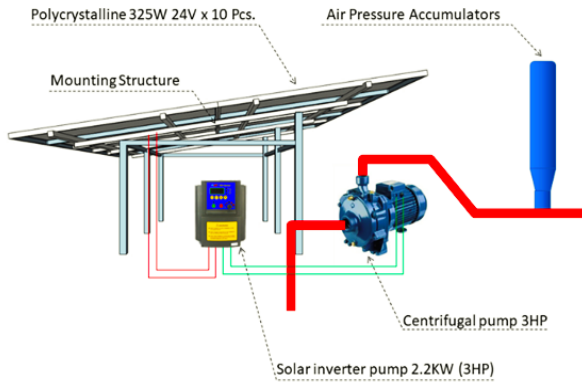
ข้อมูลที่ใช้สำหรับการออกแบบได้จากการลงสำรวจพื้นที่จริง ซึ่งจากการสำรวจพบว่าพื้นที่ตั้งของชุมชนบ้านหินลาดอยู่บนพื้นที่ราบไหล่เขาสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 302 เมตร และมีแหล่งน้ำซึ่งอยู่ห่างจากชุมชนระยะทาง 3 กิโลเมตร สูงกว่าระดับน้ำทะเลปานกลาง 239 เมตร กล่าวคือชุมชนอยู่สูงกว่าแหล่งน้ำ 63 เมตร และชุมชนมีอัตราการใช้น้ำเฉลี่ย 33.5 ลูกบาศก์เมตรต่อวันจากข้อมูลดังกล่าวผู้วิจัยจึงออกแบบระบบสูบน้ำพลังงานงานแสงอาทิตย์ในลักษณะขั้นบันได โดยแบ่งสถานีสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ออกเป็นขั้น แสดงดังภาพ 7



ภาพ 7 ลักษณะระบบสูบน้ำแบบขั้นบันไดพลังงานแสงอาทิตย์

จากข้อมูลความสูงที่ตั้งของชุมชนกับแหล่งน้ำ ปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยและลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ที่สามารถติดตั้งสถานีสูบน้ำได้ ผู้วิจัยได้ออกแบบระบบสูบน้ำให้มีลักษณะเป็นขั้นบันไดเพื่อสูบน้ำส่งต่อกันเป็นทอด ๆ โดยสถานีสูบน้ำจุดที่ 1 จะทำหน้าที่สูบน้ำจากแม่น้ำแม่ตื่นเพื่อส่งขึ้นไปยังสถานีสูบน้ำจุดที่ 2 ที่ระยะความสูง 38 เมตร และมีระยะห่างประมาณ 150 เมตร ส่วนสถานีสูบน้ำจุดที่ 2

จะทำหน้าที่ส่งน้ำขึ้นไปยังหอส่งน้ำที่ตั้งอยู่บนเนินเขา ที่ระยะความสูง 31 เมตร มีระยะห่างประมาณ 350 เมตร และหอส่งน้ำจะตั้งอยู่บนเนินเขา ยกสูงขึ้นจากพื้นดิน 6 เมตร เพื่อให้สูงกว่าที่ตั้งของชุมชนและน้ำสามารถไหลเข้าชุมชนตามแรงโน้มถ่วงได้ โดยมีลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์ในแต่ละสถานีสูบน้ำ แสดงดังภาพ 8



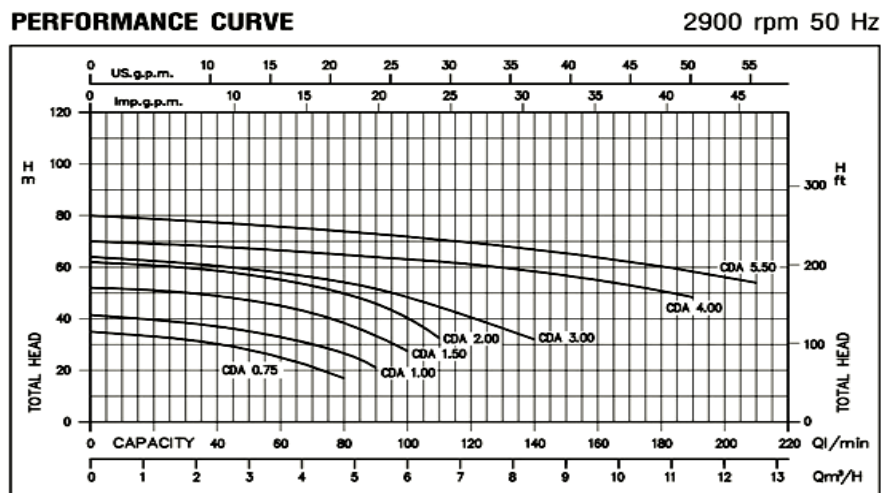
ภาพ 8 อุปกรณ์ที่ใช้ในสถานีสูบน้ำ

### เครื่องสูบน้ำ

งานวิจัยนี้ได้เลือกใช้เครื่องสูบน้ำชนิดแรงเหวี่ยง (centrifugal pump) ขนาด 2,200 วัตต์ 220 โวลต์ 3 เฟส ยี่ห้อ EBARA รุ่น CDA 3.00 เนื่องจากความสามารถของเครื่องสูบน้ำที่ผู้ผลิตได้ทดสอบไว้ เหมาะสมกับการใช้งานที่ผู้วิจัยได้ออกแบบไว้ คือ มีอัตราการสูบน้ำเฉลี่ยมากกว่า 33.5 ลูกบาศก์เมตร ในระยะเวลาการทำงานของเครื่องสูบน้ำ 6 ชั่วโมง และสามารถส่งน้ำได้ที่ระยะความสูงไม่น้อยกว่า 31 เมตร ลักษณะของเครื่องสูบน้ำและความสามารถของเครื่องสูบน้ำ แสดงดังภาพ 9



ก) เครื่องสูบน้ำชนิดแรงเหวี่ยง ขนาด 2,200 วัตต์ (รุ่น CDA 3.00)



ข) ความสามารถของเครื่องสูบน้ำ (รุ่น CDA 3.00)

ภาพ 9 เครื่องสูบน้ำและความสามารถของเครื่องสูบน้ำ

## เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าสำหรับเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์

งานวิจัยนี้เลือกใช้เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าสำหรับเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ (solar pump inverter) ยี่ห้อ NOVEM รุ่น ND1 3 HP (2.2 kW) ขนาด 2,200 วัตต์ ซึ่งสามารถรับไฟฟ้ากระแสตรงจากแผ่นเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำได้อัตโนมัติ ลักษณะของเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า แสดงดังภาพ 10



ภาพ 10 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าสำหรับเครื่องสูบน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ (solar pump inverter)

### แผ่นเซลล์แสงอาทิตย์

เนื่องจากเครื่องสูบน้ำต้องใช้พลังงานไฟฟ้าขนาด 2,200 วัตต์ ดังนั้นพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์จะต้องมากกว่า 2,200 วัตต์ งานวิจัยนี้จึงเลือกใช้แผ่นเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์ ขนาด 325 วัตต์ จำนวน 10 แผ่น ต่ออนุกรมกันได้พลังงานรวม 3,250 วัตต์ ลักษณะของแผ่นเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์แสดงดังภาพ 11



ภาพ 11 แผ่นเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์

### การติดตั้งระบบ

สถานีสูบน้ำจุดที่ 1 ถูกออกแบบเป็นแพลอยน้ำ เพื่อให้สามารถเคลื่อนที่ขึ้นและลงตามระดับน้ำในแม่น้ำได้ เนื่องจากในช่วงฤดูฝนน้ำในแม่น้ำแม่ตื่นจะมีระดับเพิ่มขึ้นสูงมาก โดยใช้เครื่องสูบน้ำชนิดแรงเหวี่ยง ขนาด 3 แรงม้า หรือ 2,200 วัตต์ และใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ขนาด 3,250 วัตต์ เพื่อสูบน้ำจากแม่น้ำแม่ตื่นขึ้นไปยังสถานีสูบน้ำจุดที่ 2 ที่ระดับความสูง 38 เมตร ระยะห่างประมาณ 150 เมตร ผ่านทางท่อส่งน้ำขนาด 2 นิ้ว ลักษณะสถานีสูบน้ำจุดที่ 1 แสดงดังภาพ 12





ภาพ 12 สถานีสูบน้ำจุดที่ 1

สถานีสูบน้ำจุดที่ 2 เป็นสถานีสูบน้ำที่ตั้งอยู่กึ่งที่ ใช้เครื่องสูบน้ำชนิดแรงเหวี่ยง ขนาด 3 แรงม้า หรือ 2,200 วัตต์ และใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 3,250 วัตต์ เช่นเดียวกับกับสถานีสูบน้ำจุดที่ 1 เพื่อสูบน้ำไปยังหอส่งน้ำ เข้าชุมชน ที่ระดับความสูง 31 เมตร ระยะห่างประมาณ 350 เมตร ผ่านทางท่อส่งน้ำขนาด 2 นิ้ว ลักษณะสถานีสูบน้ำจุดที่ 2 แสดงดังภาพ 13



ภาพ 13 สถานีสูบน้ำจุดที่ 2

หอส่งน้ำถูกยกสูงจากพื้นดิน 6 เมตร เพื่อให้อยู่ในระดับที่สูงกว่าที่ตั้งของชุมชน บนหอส่งน้ำมีถังเก็บน้ำขนาด 8,000 ลิตร โดยใช้ถังเก็บน้ำ 2,000 ลิตร จำนวน 4 ถัง สำหรับส่งน้ำเข้าสู่ถังเก็บน้ำของชุมชนโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก ผ่านท่อน้ำขนาด 2 นิ้ว ระยะทางประมาณ 2,500 เมตร ลักษณะหอส่งน้ำและถังเก็บน้ำชุมชนแสดงดังภาพ 14



(ก) หอส่งน้ำ



(ข) ถังเก็บน้ำชุมชน

ภาพ 14 หอส่งน้ำและถังเก็บน้ำของชุมชน

### ผลการวิจัย

หลังจากที่ดำเนินการติดตั้งระบบสูบน้ำแบบขั้นบันไดพลังงานแสงอาทิตย์ตามที่ออกแบบไว้แล้ว ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบการทำงานของระบบโดยทำการทดสอบระบบในเดือนพฤศจิกายน ซึ่งเป็นฤดูหนาว สภาพอากาศกลางวันท้องฟ้าโปร่งมีแดดจ้า ค่าพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ย 856 วัตต์ต่อตารางเมตร และวัดอัตราการไหลของน้ำที่สถานีสูบน้ำจุดที่ 1 สถานีสูบน้ำจุดที่ 2 และถังเก็บน้ำของชุมชน

โดยทำการวัดปริมาณน้ำที่สูบได้เฉลี่ยต่อวันตั้งแต่เครื่องสูบน้ำเริ่มทำงานจนสิ้นสุดการทำงาน โดยเริ่มตั้งแต่เวลา 9.00 น. ถึง 15.00 น. และทำการเปรียบเทียบค่าปริมาณน้ำที่ได้จริงกับปริมาณน้ำที่ได้จากการออกแบบ ซึ่งผลที่ได้แสดงดังตาราง 1

#### ตาราง 1

##### ปริมาณน้ำเฉลี่ยต่อวัน

จุดที่ทำการวัด	ปริมาณน้ำเฉลี่ยต่อวัน (ลูกบาศก์เมตร)	
	ค่าออกแบบ	ค่าจริง
สถานีสูบน้ำจุดที่ 1	46.80	39.60
สถานีสูบน้ำจุดที่ 2	50.40	43.50
หอส่งน้ำ	40.00	37.90

ค่าปริมาณน้ำเฉลี่ยที่แสดงในตาราง 1 ได้จากการวัดอัตราการไหลของน้ำที่ปลายท่อทางน้ำออกโดยวิธีการตวงและจับเวลา ซึ่งพบว่าสถานีสูบน้ำจุดที่ 1 สามารถสูบน้ำได้ค่าเฉลี่ย 39.60 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งต่างจากค่าที่ออกแบบไว้ร้อยละ 15.38 สถานีสูบน้ำจุดที่ 2 สามารถสูบน้ำได้ค่าเฉลี่ย 43.50 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งต่างจากค่าที่ออกแบบไว้ร้อยละ 13.69 และปริมาณน้ำที่ถูกส่งจากหอส่งน้ำเข้ามาที่ถังเก็บน้ำชุมชนมีค่าเฉลี่ยต่อวันเท่ากับ 37.90 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งปริมาณน้ำเฉลี่ยที่ระบบสูบน้ำแบบขั้วบันไดพลังงานแสงอาทิตย์สามารถสูบได้มากกว่าปริมาณน้ำเฉลี่ยที่ชุมชนต้องการร้อยละ 13.13

#### การอภิปรายผล

ก่อนการติดตั้งระบบสูบน้ำนี้ผู้วิจัยได้ลงสำรวจพื้นที่จริงและวางแผนร่วมกันกับชุมชนเพื่อให้การออกแบบมีความเหมาะสมกับลักษณะของพื้นที่และภูมิประเทศมากที่สุด โดยระบบสูบน้ำแบบขั้วบันไดพลังงานแสงอาทิตย์

คือ ระบบสูบน้ำที่สามารถสูบน้ำจากที่ต่ำขึ้นไปสู่ที่สูงโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ โดยการออกแบบให้สูบน้ำส่งต่อกันขึ้นไปเป็นขั้น ๆ ตามระดับความสูง ลักษณะคล้ายกับขั้วบันได ซึ่งการออกแบบระบบสูบน้ำในลักษณะนี้เหมาะสมกับการใช้งานในพื้นที่ที่แหล่งน้ำอยู่ต่ำกว่าที่ตั้งของชุมชนมาก ๆ หรือชุมชนที่อยู่บนยอดเขาหรือเนินเขา

จากผลการวิจัยระบบสูบน้ำแบบขั้วบันไดพลังงานแสงอาทิตย์ ที่ติดตั้งในพื้นที่ชุมชนบ้านหินลาด ตำบลบ้านนา อำเภอสางเภา จังหวัดตาก พบว่าเครื่องสูบน้ำสามารถสูบน้ำจากสถานีสูบน้ำจุดที่ 1 ไปยังสถานีสูบน้ำจุดที่ 2 และจากสถานีสูบน้ำจุดที่ 2 ไปยังหอส่งน้ำ ซึ่งมีความสูงรวม 75 เมตร ได้อย่างเพียงพอและมีความต่อเนื่องในการสูบน้ำ โดยทำการทดลองในช่วงเดือนพฤศจิกายนพบว่า ค่าพลังงานแสงอาทิตย์มีพลังงานมากพอที่จะทำให้ระบบสูบน้ำสามารถทำงานได้เฉลี่ย 6 ชั่วโมงต่อวัน มีความสามารถในการสูบน้ำเข้าสู่ถังเก็บน้ำของชุมชนเฉลี่ย 37.90 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งเพียงพอสำหรับความต้องการใช้น้ำของชุมชนบ้านหินลาด ซึ่งมีความต้องการใช้น้ำเฉลี่ยที่ 33.50 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

#### ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เป็นประโยชน์ต่อชุมชนที่มีลักษณะทางกายภาพของพื้นที่เป็นภูเขาสูง เพื่อช่วยแก้ปัญหาภัยแล้งเมื่อระบบประปาภูเขาแห่งแล้ง การนำเสนอผลการวิจัยที่ทดสอบและเก็บผลในช่วงฤดูหนาว เดือน พฤศจิกายน ซึ่งผลการวิจัยที่ได้จะเป็น ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำที่ได้จึงเป็นค่าเฉลี่ยเพียงช่วงเวลาหนึ่งเท่านั้น เพื่อให้ผลการวิจัยที่มีความสมบูรณ์มากขึ้นควรทดสอบและเก็บผลให้ครอบคลุมทุกช่วงฤดูกาล เนื่องจากในแต่ละช่วงฤดูกาลพลังงานแสงอาทิตย์ที่นำมาใช้สำหรับระบบสูบน้ำจะให้ค่าพลังงานไม่เท่ากัน ซึ่งมีผลต่อปริมาณน้ำที่สูบได้ในแต่ละวัน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงควรต่อยอดและทำการศึกษาเชิงลึกต่อไปเพื่อให้ระบบสูบน้ำดังกล่าวมีความสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพสูงสุด และสามารถเป็นต้นแบบระบบสูบน้ำสำหรับชุมชนที่มีลักษณะทางกายภาพคล้ายคลึงกันได้



## References

- Chitphutthanakul, S., Chantasit, K., Muisee, K., & Pongthong, N. (2018). Solar energy borehole pumps for self-reliance in Anubankohkood School, Tak Province. *Rambhai Barni Journal*, 13(2), 5-16. (in Thai).
- Chokkue, W., Promlao, S., & Sirikaew, S. (2015). The performance of solar powered groundwater systems, case study: Academic service center 3 Mahasarakham Province. *The 8th Thailand Renewable Energy for Community conference* (pp. 207-210). Pathum Thani: Thailand Renewable Energy for Community Association (TRECA). (in Thai).
- Kasagepongsan, C., Waewsak, J., & Nankongnab, N. (2010). The simulation of a hybrid solar-wind water pumping system using TRNSYS 16.01. *Thaksin Journal*, 13(2), 43-54. (in Thai).
- Tikeav, A., Vongsuwan, K., & Raksin, T. (2017). *The agricultural water management on highland by Renewable Energy Water Pumping Systems of the Wearing Hats, Putting on Shoes on Bald Mountain Project in Nan Province*. Nan: Nan Community College. (in Thai).
- Wansri, J., Intamas, W., & Yanin, S. (2015). Solar-cell water pump system in mobile. *The 8th national conference on Technical Education* (pp. 113-118). Bangkok: King Mongkut's University of Technology North Bangkok. (in Thai).

