การออกแบบและทดสอบระบบการสูบน้ำด้วยล้อกังหันน้ำกับเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียว

Design and Testing the Water Pumping System with Water Wheel and Coil Pump

Received : May 31, 2022
Revised : August 30, 2022
Accepted : September 7, 2022

ยุทธชัย เกี้ยวสันเทียะ, วศ.ด. (Yuttachai Keawsuntia, Ph.D.)[1]*

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อออกแบบ สร้าง และทดสอบ ระบบสูบน้ำด้วยเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวที่ทำงานร่วมกับล้อกังหันน้ำ ซึ่งระบบการสูบน้ำแบบนี้สามารถสร้างและบำรุงรักษาได้ง่าย ราคาถูก สามารถใช้พลังงานจากแม่น้ำเป็นต้นกำลัง ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องใช้ไฟฟ้าในกระบวนการสูบน้ำ

วิธีการวิจัย: งานวิจัยนี้ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำที่สูบได้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความสูงในการสูบน้ำ รวมถึงเปรียบเทียบความเร็วรอบของเครื่องสูบแบบขดเกลียวที่เกิดขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนจำนวนท่อขดจาก 2 ชุด เป็น 3 ชุด โดยแต่ละชุดมีขดเกลียว 6 ขด ระบบสูบน้ำที่สร้างขึ้นมีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน คือ เครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียว ล้อกังหันน้ำ และทุ่นลอย โดยเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.1 เมตร ท่อสายยางที่ใช้ทำขดเกลียวมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.0254 เมตร ส่วนล้อกังหันน้ำซึ่งเป็นอุปกรณ์ขับเคลื่อนมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เมตร ใบพัดกังหันน้ำมีความกว้าง 0.16 เมตร ยาว 0.8 เมตร จำนวน 10 ใบ ใช้ถังน้ำมันไฮดรอลิกส์ขนาดความจุ 18 ลิตร จำนวน 8 ถัง ทำเป็นทุ่นเพื่อรองรับน้ำหนัก 80 กิโลกรัม งบประมาณการสร้าง 4,000 บาท ระบบสูบน้ำนี้ได้ทำการทดสอบที่แม่น้ำวังเณร ตำบลมะเกลือเก่า อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา ประเทศไทย

ผลการวิจัย: จากการทดสอบพบว่า ที่ระดับความสูงในการสูบน้ำเดียวกัน อัตราการสูบน้ำที่ได้ขึ้นอยู่กับชุดขดเกลียว โดยเครื่องสูบน้ำที่มีขดเกลียว 3 ชุด สามารถสูบน้ำได้ปริมาณมากกว่าเครื่องสูบน้ำที่มีขดเกลียว 2 ชุด ความเร็วรอบในการทำงานไม่แตกต่างกันมาก เมื่อความสูงในการสูบน้ำเพิ่มขึ้นปริมาณน้ำที่ได้นั้นมีค่าลดลง ในด้านความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์พบว่าเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวที่สร้างขึ้นมีจุดคุ้มทุนที่ 6 ปี

คำสำคัญ: เครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียว, ล้อกังหันน้ำ, การสูบน้ำ

[1]อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล จังหวัดนครราชสีมา
(Lecturer of Mechanical Engineering Department, Faculty of Engineering, Vongchavalitkul University, Nakhon Ratchasima Province)
[*]ผู้เขียนหลัก (Corresponding author)
E-mail: yuttachai_kea@vu.ac.th

Abstract

Objectives: The aim of this research was to study the design, construction, and testing of the water pumping system with a coil pump working with a water wheel. This type of pump is easy to build, inexpensive and easy to maintain. In addition, the pumping energy is provided by the river, no fuel or electricity is required for the pumping process.

Methods: The amount of water that can be pumped at a different head of water and the rotational speed of the coil pump when changing the number of coil pumps from 2 sets to 3 sets, each set of coil pumps composed of 6 coils, were studied. The water pumping system in this research consisted of 3 parts: a coil pump, a water wheel, and an oil drum float. The coil pump was 1.1 m in diameter. The coil was made from a hose, with a diameter of 0.0254 m. The water wheel was 1.5 m in diameter. The 10 blades of the water turbine, each of which blade had a semi-circle shape at 0.16 m in diameter, and the length of the blade was 0.8 m, were installed on the water wheel. The oil drum float, used 8 oil tanks with a capacity of 18 liters to make a float for supporting the water wheel and the coil pump, had a total weight of 80 kg. The construction cost was 4,000 baht. In this study, Wang-Nane River, Makluea Mai subdistrict, Sung Noen district, Thailand was chosen as the place to study.

Results: The experimental results showed that at the same head of water, the varied amount of the water pumped depended on the number of coil set. The 3 coil-pump set could pump more amount of water than the 2-coil pump set, while the rotational speeds of the 2 and 3 coil pump sets were not much different. When the pumping height increased, the amount of water pumped decreased. For the worthiness, the break-even point of the water pumping by coil pump working with a water wheel is 6 years.

Keyword: coil pump, water wheel, water pumping

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากการเพิ่มขึ้นของประชากรทำให้มีความต้องการใช้พลังงานต่าง ๆ เช่น พลังงานไฟฟ้า พลังงานที่ได้จากเชื้อเพลิง น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก แหล่งพลังงานต่าง ๆ เหล่านี้ได้ถูกประเมินแล้วว่าจะหมดไปในอนาคตอันใกล้ ซึ่งอาจเป็นผลให้เกิดการขาดแคลนด้านพลังงาน ทำให้การใช้พลังงานทดแทน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม และพลังงานน้ำเพื่อทดแทนการใช้เชื้อเพลิงและก๊าซธรรมชาติจึงมีความสำคัญ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2563) ประเทศไทยมีประชากรส่วนใหญ่ทำอาชีพเกษตรกรรม ปัจจัยสำคัญของการทำเกษตรกรรมคือน้ำ ดังนั้นเครื่องสูบน้ำหรือปั๊มน้ำจึงเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญในการทำเกษตรกรรม เนื่องจากการนำน้ำจากสถานที่ต่าง ๆ เช่น แม่น้ำ หรือลำคลอง ขึ้นมาใช้งานการเกษตรจำเป็นต้องใช้เครื่องสูบน้ำ เครื่องสูบน้ำที่ใช้สำหรับ

การเกษตรในปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง ท่อพญานาค รวมถึงระหัดวิดน้ำ โดยใช้ร่วมกับต้นกำลังที่เป็นเครื่องยนต์ มอเตอร์ไฟฟ้า กังหันลม หรือโซลาร์เซลล์ ซึ่งระบบสูบน้ำประเภทนี้จะมีโครงสร้างที่ใหญ่ เคลื่อนย้ายลำบาก มีราคาแพง และมีค่าบำรุงรักษาค่อนข้างสูง สำหรับพื้นที่เกษตรกรรมที่มีกระแสน้ำไหลผ่าน เครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียว (Coil pump) สามารถนำมาใช้งานได้ โดยการเปลี่ยนพลังงานจลน์ของน้ำให้เป็นพลังงานกลในรูปของการหมุน ซึ่งการหมุนนี้ทำให้เกิดแรงบิดหมุนตัวเรือนปั๊มให้เคลื่อนที่เพื่อตักน้ำเข้าทางปากของท่อขด และขับดันน้ำออกทางท้ายท่อโดยไม่ย้อนกลับเพื่อส่งน้ำขึ้นไปใช้งาน การทำงานของเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวสามารถทำงานได้ที่ความเร็วรอบต่ำ ๆ ดูแลรักษาง่าย ราคาถูก มีส่วนประกอบและโครงสร้างไม่ซับซ้อน (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2022) เครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวจึงถือได้ว่าเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับเกษตรกรหรือครัวเรือนที่ต้องการปริมาณน้ำไม่มาก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาถึงการออกแบบ สร้าง และทดสอบเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวที่ทำงานร่วมกับกังหันน้ำ สำหรับนำมาใช้กับแม่น้ำ ลำคลอง หรือในทางน้ำเปิดที่มีการไหลของน้ำตลอดเวลา เพื่อเป็นการลดการใช้พลังงานจากไฟฟ้าและน้ำมัน

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาถึงการออกแบบ สร้าง และทดสอบเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวที่ทำงานร่วมกับกังหันน้ำ รวมถึงศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำที่สูบได้กับความสูงในการสูบน้ำที่ระดับต่างๆ และความเร็วรอบของเครื่องสูบแบบขดเกลียวที่เกิดขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนจำนวนท่อขดจาก 2 ชุด เป็น 3 ชุด โดยแต่ละชุดมีขดเกลียว 6 ขด

3. ขอบเขตการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้มีการตั้งขอบเขตการศึกษาดังนี้

3.1 เครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวที่ใช้ในการทดสอบมีฐานกว้าง 2.1 เมตร ยาว 1.7 เมตร ล้อกังหันน้ำมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เมตร และชุดใบพัดกังหันน้ำมีใบทั้งหมด 10 ใบ ทำจากท่อ พีวีซีผ่าครึ่ง ยาว 0.8 เมตร แต่ละใบมีความกว้าง 0.16 เมตร

3.2 ตัวเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.1 เมตร จำนวนชุดของขดท่อสายยางที่ใช้ในการทดสอบมีจำนวน 2 ชุด และ 3 ชุด ซึ่งแต่ละชุดมี 6 ขด โดยสายยางที่นำมาขดเป็นเกลียวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.0254 เมตร

3.3 ระดับที่เครื่องสูบน้ำจมน้ำอยู่ที่ 30 เซนติเมตร เมื่อเทียบกับระดับผิวน้ำ

3.4 การทดสอบเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียว ทดสอบที่แม่น้ำวังเณร ตำบลมะเกลือเก่า อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา ประเทศไทย ซึ่งมีความเร็วของน้ำประมาณ 0.5 เมตรต่อวินาที

4. วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยเรื่องเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวได้เริ่มจากการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ได้แก่ เครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียว แรงลอยตัว กังหันน้ำ จากนั้นได้ทำการออกแบบ สร้าง และทดสอบเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวและล้อกังหันน้ำ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำที่สูบได้เมื่อเทียบกับความสูงในการสูบที่ระดับต่าง ๆ กัน รวมถึงศึกษาความเร็วรอบของเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนขดเกลียว ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

4.1 การศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เครื่องสูบน้ำหรือปั๊มน้ำ (วิบูลย์ บุญยธโรกุล, 2540) เป็นอุปกรณ์ที่เพิ่มแรงดันให้กับน้ำเพื่อส่งน้ำจากแหล่งที่ต่ำกว่าไปยังแหล่งที่สูงกว่า การเพิ่มพลังงานให้กับน้ำอาจได้มาจากเครื่องยนต์ มอเตอร์ แรงลม แรงงานคน หรือแหล่งพลังงานอื่น ๆ เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม และพลังงานน้ำ เครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียว หรือเรียกอีกอย่างว่า คอยล์ปั๊ม (Coil pump) เป็นเครื่องสูบน้ำแบบหมุน (Rotary pump) เหมาะสำหรับการใช้งานในแม่น้ำหรือลำคลองที่มีการไหลของน้ำอย่างต่อเนื่อง เป็นเครื่องสูบน้ำที่ทำงานภายใต้ความเร็วรอบต่ำ ดังนั้นน้ำที่ไหลจึงไม่จำเป็นต้องมีความเร็วมาก ใช้แรงบิดในการขับคงที่ตลอด (Kumar, Sinha, & Kamalkant, 2000) เครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวทำงานโดยอาศัยการหมุนของเรือนปั๊มซึ่งได้จากกการเปลี่ยนพลังงานจลน์ของน้ำที่ไหลผ่านล้อกังหันน้ำ ในขณะที่เครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวหมุน ปากท่อที่ทางน้ำเข้าจะเคลื่อนที่จมอยู่ในน้ำ ปริมาณของน้ำส่วนหนึ่งจะไหลเข้าไปในขดท่อที่จมอยู่ในน้ำรวมทั้งอากาศที่อยู่ในขดท่อก่อนหน้านั้นจะถูกบรรจุเข้าไปอัดตัวในขดท่อ เมื่อเกิดการหมุนอย่างต่อเนื่องจะทำให้ปริมาณน้ำที่อยู่ในขดท่อถูกบังคับให้เคลื่อนที่ไปอีกขดท่อถัดไป จนในที่สุดปริมาณน้ำพร้อมอากาศส่วนหนึ่งจะไหลผ่านท่อส่งน้ำขึ้นไปใช้งานตามที่ต้องการ อัตราความสามารถในการยกน้ำได้สูงขึ้นอยู่กับจำนวนของขดท่อที่ม้วนอยู่ในตัวเรือนปั๊ม ถ้าขดเกลียวมีจำนวนมากจะสามารถสูบน้ำได้ในระดับที่สูง แต่ถ้าขดเกลียวมีจำนวนน้อยจะสูบน้ำได้ในระดับที่ไม่สูงมากนัก ปริมาณน้ำขึ้นอยู่กับความเร็วในการหมุนของเครื่องสูบและขนาดความโตของท่อที่ขดอยู่กับตัวเครื่องสูบ (Kassab, Abdel Naby, & Abdel Basier, 2005) การออกแบบท่อขดของเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวต้องคำนึงถึงปริมาณของน้ำที่ได้ว่าเพียงพอกับปริมาณน้ำที่ต้องการหรือไม่ และความสามารถในการส่งน้ำขึ้นสูงเพียงไร เมื่อนำสายยางหนึ่งรอบออกมาคลี่สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1 ซึ่งในแต่ละขดประกอบไปด้วย Water Plug และ Air Plug การติดตั้งเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวต้องติดตั้งให้ขดเกลียวครึ่งหนึ่งจมอยู่ในน้ำ และอีกครึ่งหนึ่งลอยอยู่บนผิวน้ำ ปริมาณน้ำที่ได้จากการหมุนเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวหนึ่งรอบหาได้จากสมการที่ 1 (Thompson, Milonova, Reha, Mased, & Tromble, 2011)

$$Q = L_W A_t = \left(\frac{\pi D}{2}\right)\left(\frac{\pi d^2}{4}\right) = \pi^2 d^2 DN / 8 \qquad \text{.....(1)}$$

เมื่อ Q คือ ปริมาณน้ำที่ได้ (m^3/min)

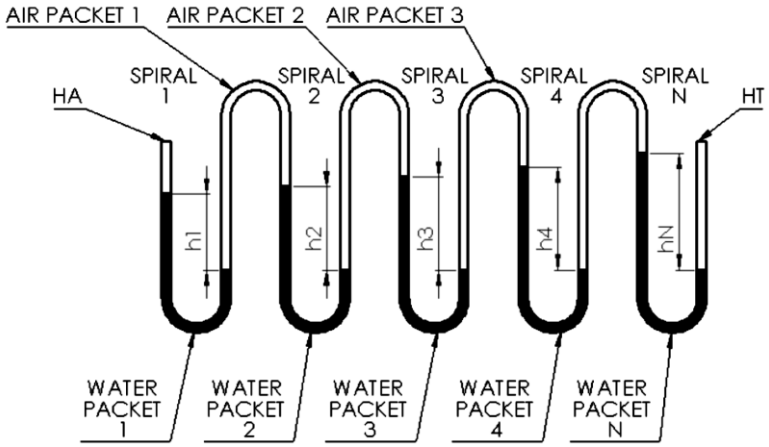
A_t คือ พื้นที่หน้าตัดของท่อ (m^2)

D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางคอยล์ปั๊มที่ออกแบบได้ (m)

d คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อสายยาง (m)

L_W คือ ความยาวของ Water Plug (m)

N คือ จำนวนรอบที่คอยล์ปั๊มหมุนตัว (rpm)



รูปที่ 1 ภาพคลี่ของขดท่อสายยางของเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียว
ที่มา: Quiroga, Tschiersch, & Bohórquez (2019)

การหาขนาดของใบพัดกังหันน้ำ จากการทำงานของเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวซึ่งอาศัยการเปลี่ยนพลังงานจลน์ที่ได้จากการไหลของกระแสน้ำผ่านใบกังหันน้ำทำให้แกนเพลาหมุน ดังนั้นการหาขนาดใบพัดของกังหันน้ำสามารถหาได้จาก

$$A = \frac{2P_w}{C_d \rho V^3} = \frac{2\rho ghQ}{(60)C_d \rho V^3} \qquad \text{.....(2)}$$

เมื่อ A คือ พื้นที่หน้าตัดของใบพัดกังหันน้ำ (m^2)

C_d คือ ค่าสัมประสิทธิ์แรงต้านการไหลสำหรับวัตถุหน้าตัดครึ่งวงกลม ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.3 (White, 2011)

g คือ ค่าความโน้มถ่วงของโลก เท่ากับ 9.81 m/s^2

h คือ ความสูงในการสูบน้ำ (m)

Q คือ ปริมาณน้ำที่ได้ (m^3/min)

P_w คือ กำลังของน้ำ (Watt)

V คือ ความเร็วของน้ำ (m/s)

ρ คือ ความหนาแน่นของน้ำ เท่ากับ 1.2 kg/m^3

การออกแบบชุดทุนลอย ได้ใช้หลักการของแรงลอยตัวซึ่งเป็นแรงที่ช่วยพยุงวัตถุไม่ให้จมลงในของเหลว โดยมีขนาดขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของของเหลวและปริมาตรของวัตถุส่วนที่จมในของเหลวนั้น การออกแบบได้ใช้โครงสร้างเหล็กยึดติดกับทุนลอยน้ำเป็นตัวรับน้ำหนัก โดยมวลของกังหันน้ำ มวลของเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวและมวลของโครงสร้างเหล็กมีน้ำหนักรวมกันประมาณ 80 กิโลกรัม ดังนั้นการออกแบบหาจำนวนทุ่นลอยน้ำเพื่อรับน้ำหนัก สามารถหาได้ดังนี้

$$\forall = \frac{W}{\gamma} \qquad \text{.....(3)}$$

เมื่อ $\forall$ คือ ปริมาตรของน้ำที่ถูกวัตถุแทนที่ (m^3)

W คือ น้ำหนักวัตถุ (N)

γ คือ น้ำหนักจำเพาะของน้ำ (N/m^3)

การหาความเร็วรอบของเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียว สามารถหาได้จากสมการที่ 4

$$N = \frac{(60)V}{\pi D} \qquad \text{.....(4)}$$

เมื่อ D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางคอยล์ปั๊มที่ออกแบบได้ (m)

N คือ จำนวนรอบที่คอยล์ปั๊มหมุนตัว (rpm)

V คือ ความเร็วของน้ำ (m/s)

4.2 การออกแบบและการสร้าง

ในการออกแบบได้กำหนดข้อมูลเพื่อใช้ในการออกแบบดังนี้ เส้นผ่านศูนย์กลางของสายยาง (d) เท่ากับ 0.0254 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของคอยล์ปั๊ม (D) เท่ากับ 1.1 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของล้อกังหันน้ำ (D1) เท่ากับ 1.5 เมตร และความสูงในการสูบน้ำ (h) เท่ากับ 7 เมตร

การออกแบบล้อกังหันน้ำและเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียว ได้เริ่มจากการหาความเร็วของน้ำที่ไหลผ่านชุดล้อกังหันน้ำซึ่งหาได้โดยการปล่อยวัตถุบนผิวน้ำตามระยะทางที่กำหนดจากนั้นทำการจับเวลา ซึ่งจากการทดลองหาความเร็วของน้ำที่ไหลพบว่าน้ำมีความเร็วประมาณ 0.5 m/s เมื่อนำความเร็วของน้ำไปแทนในสมการที่ 4 พบว่าความเร็วรอบของล้อกังหันน้ำมีค่าเท่ากับ 8.3 รอบต่อนาที ซึ่งทำให้ได้อัตราการไหลของน้ำตามสมการที่ 1 เท่ากับ 7.2 ลิตรต่อนาทีต่อชุดขดท่อ ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ชุดขดเกลียวจำนวน 3 ชุด ดังนั้นปริมาณน้ำที่ได้จากการหมุนของเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวทั้งสามชุดเท่ากับ 21.9 ลิตรต่อนาที หรือเท่ากับ 0.0219 m^3/min

การออกแบบชุดทุ่นลอย ในการออกแบบได้ใช้โครงสร้างเหล็กยึดติดกับทุ่นลอยน้ำเป็นตัวรองรับน้ำหนักของล้อกังหันน้ำ น้ำหนักของเครื่องสูบน้ำ และน้ำหนักของโครงสร้างเหล็ก ซึ่งมีน้ำหนักรวมประมาณ 80 กิโลกรัม จากสมการที่ 3 สามารถหาปริมาตรของน้ำที่ถูกวัตถุแทนที่ได้เท่ากับ 0.08 m^3 ในงานวิจัยนี้ได้ใช้ถังน้ำมันปริมาตร 18 ลิตร เป็นทุ่น ซึ่งสามารถหาจำนวนทุ่นที่ใช้ได้เท่ากับ 4.4 ถัง ดังนั้นจึงได้เลือกใช้ถังน้ำมันปริมาตร 18 ลิตร จำนวน 8 ถัง เป็นทุ่นเพื่อให้เกิดความสมดุลและเพื่อใช้รองน้ำหนักของโครงสร้างและล้อกังหันน้ำรวมถึงเครื่องสูบน้ำ

การหาขนาดใบพัดของล้อกังหันน้ำ จากสมการที่ 2 สามารถหาขนาดของใบพัดเท่ากับ 0.1 m^2 ในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ท่อ พีวีซี ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว หรือประมาณ 0.16 เมตร ทำเป็นใบพัดกังหันน้ำ ดังนั้นสามารถหาความยาวของใบกังหันน้ำได้เท่ากับ 0.8 เมตร เมื่อทำการออกแล้วจึงได้สร้างเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวล้อกังหันน้ำ จากนั้นทำการประกอบเข้ากับทุ่น ดังแสดงในรูปที่ 2 เพื่อนำไปใช้ในการทดสอบกับแหล่งน้ำ

รูปที่ 2 เครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวที่สร้างขึ้นสำหรับทดสอบการใช้งาน

4.3 อุปกรณ์และวิธีการ

ชุดเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวที่สร้างขึ้นสำหรับใช้ในการทดสอบมีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วนคือ

4.3.1 ชุดเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.1 เมตร มีขดท่อทั้งหมด 3 ชุด ชุดละ 6 ขด ท่อสายยางที่ใช้ทำขดเกลียวมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.0254 เมตร หรือ 1 นิ้ว

4.3.2 ล้อกังหันน้ำ มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เมตร จำนวนใบพัด 10 ใบ แต่ละใบพัดมีความกว้าง 0.16 เมตร ยาว 0.8 เมตร ใบพัดทำจากท่อ พีวีซี ผ่าครึ่ง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว

4.3.3 ทุ่นสำหรับรองรับน้ำหนัก ได้ใช้ถังน้ำมันปริมาตร 18 ลิตร จำนวน 8 ถัง ทำเป็นทุ่นเพื่อทำให้เกิดความสมดุลในการรองรับน้ำหนัก

4.4 ขั้นตอนในการทดสอบ

4.4.1 ทำการติดตั้งเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวในพื้นที่การทดสอบ โดยที่เครื่องสูบน้ำจมน้ำอยู่ที่ 30 เซนติเมตร เมื่อเทียบกับระดับผิวน้ำ จากนั้นวัดความเร็วของน้ำที่ไหลผ่านชุดล้อกังหันน้ำโดยการปล่อยวัตถุให้ลอยไปบนผิวน้ำระยะทาง 20 เมตร ทำการจับเวลาที่วัตถุเคลื่อนที่ได้แล้วนำมาคำนวณหาความเร็วของน้ำที่ไหล ซึ่งจากการทดสอบพบว่าความเร็วของน้ำที่ไหลผ่านล้อกังหันน้ำมีค่าประมาณ 0.5 เมตรต่อวินาที

4.4.2 ทำการวัดความเร็วรอบของล้อกังหันน้ำโดยใช้อุปกรณ์วัดความเร็วรอบ Tachometer รุ่น DT- 2236B และวัดปริมาณน้ำที่สูบได้โดยการจับเวลาเมื่อน้ำไหลเต็มถัง 50 ลิตร แล้วทำการคำนวณหาปริมาณน้ำที่สูบได้ ในการวัดความเร็วรอบและปริมาณน้ำได้ทำการวัดทุก ๆ

ระดับความสูง 1 เมตร ไปจนถึงระดับ 7 เมตร ซึ่งในการวัดระดับความสูงของน้ำได้วัดจากจุดศูนย์กลางของชุดเครื่องสูบน้ำขึ้นไปในแนวตั้ง ดังรูปที่ 3

4.4.3 จดบันทึกผลการทดสอบที่ได้

4.4.4 ทำการเปลี่ยนขดเกลียวจาก 3 ชุด เป็น 2 ชุด เพื่อดูความแตกต่าง โดยดำเนินการซ้ำตามข้อ 1 ถึงข้อ 3

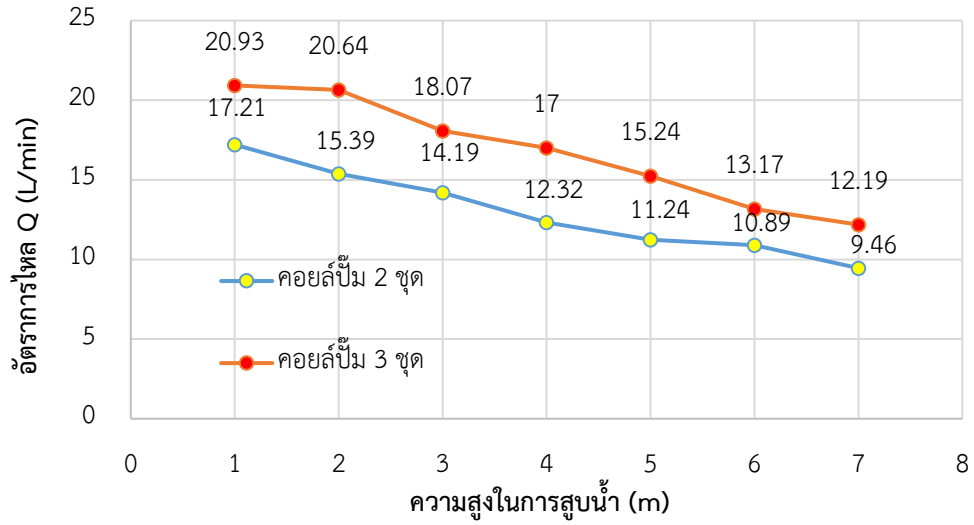
รูปที่ 3 การทดสอบเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวที่แม่น้ำวังเณร

5. ผลการทดสอบและอภิปรายผล

ในการทดสอบเครื่องกังหันน้ำแบบขดเกลียว มีวัตถุประสงค์เพื่อหาอัตราการไหลของน้ำที่สูบได้ในระดับความสูงที่แตกต่างกัน เครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวที่ใช้ในการทดสอบถูกติดตั้งที่แม่น้ำวังเณร ตำบลมะเกลือเก่า อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา ประเทศไทย ซึ่งแม่น้ำมีความกว้างประมาณ 5 เมตร และมีความลึกประมาณ 50 ถึง 60 เซนติเมตร ความเร็วของน้ำที่ไหลประมาณ 0.5 เมตรต่อวินาที โดยเครื่องสูบน้ำจมอยู่ในน้ำ 30 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3 การทดสอบเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวนี้ได้ทำการทดสอบเปรียบเทียบระหว่างอัตราการไหลของน้ำกับระดับความสูงที่เปลี่ยนไป โดยเก็บข้อมูล 3 ส่วนหลัก ๆ คือ 1) อัตราการไหลของน้ำ 2) ระดับความสูงที่สามารถสูบน้ำขึ้นไปใช้งานได้ และ 3) ความเร็วรอบของล้อกังหันสูบน้ำ โดยเปรียบเทียบระหว่างเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวที่มีจำนวนขดเกลียวจำนวน 2 ชุด กับเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวที่มีจำนวนขดเกลียวจำนวน 3 ชุด ซึ่งแต่ละชุดมีขดเกลียวจำนวน 6 ขด จากการทดสอบสามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 1 และรูปที่ 4

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวที่ใช้ขดเกลียวจำนวน 2 ชุด และ 3 ชุด

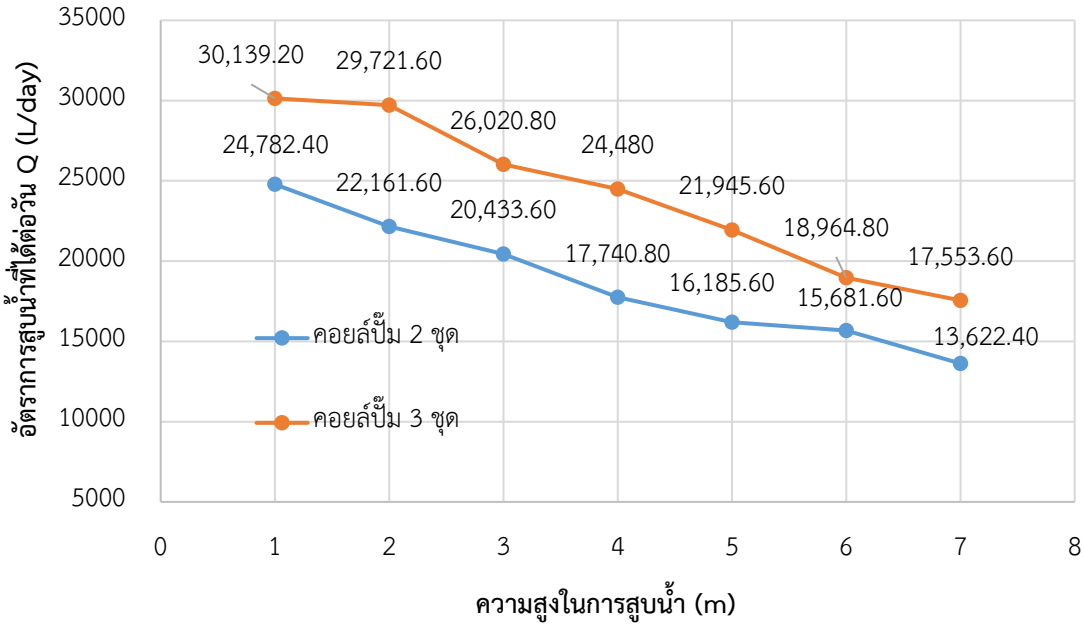
ความสูงในการสูบน้ำ (เมตร)	จำนวนขดเกลียว 2 ชุด (12 ขด)		จำนวนขดเกลียว 3 ชุด (18 ขด)	
	ความเร็วรอบของล้อกังหันน้ำ (รอบต่อนาที)	ปริมาณน้ำที่สูบได้ (ลิตรต่อนาที)	ความเร็วรอบของล้อกังหันน้ำ (รอบต่อนาที)	ปริมาณน้ำที่สูบได้ (ลิตรต่อนาที)
1	9.9	17.21	8.0	20.93
2	8.8	15.39	7.9	20.64
3	8.1	14.19	6.9	18.07
4	7.1	12.32	6.5	17.00
5	6.5	11.24	5.8	15.24
6	6.2	10.89	5.1	13.17
7	5.4	9.46	4.7	12.19



รูปที่ 4 การเปรียบเทียบอัตราการไหลการของเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียว แบบใช้ขดเกลียว 2 ชุด และขดเกลียว 3 ชุด ที่ระดับความสูงต่าง ๆ

จากตารางที่ 1 และรูปที่ 4 พบว่า อัตราการสูบน้ำที่ได้แปรผันโดยตรงกับความเร็วรอบของล้อกังหันน้ำ เมื่อล้อกังหันน้ำมีความเร็วรอบมากขึ้น ปริมาณน้ำที่สูบได้จะเพิ่มขึ้นด้วย แต่ปริมาณน้ำที่สูบได้จะแปรผันแบบผกผันกับระดับความสูงในการสูบน้ำ โดยเมื่อความสูงในการสูบน้ำเพิ่มขึ้น ปริมาณอัตราการสูบน้ำที่ได้จะลดลง เมื่อเปรียบเทียบเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวที่มีขดเกลียว 3 ชุด กับเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวที่มีขดเกลียว 2 ชุด พบว่าที่ระดับความสูงในการสูบน้ำเดียวกัน อัตราการสูบน้ำที่ได้ของเครื่องสูบที่มีขดเกลียว 3 ชุด มากกว่าเครื่องสูบน้ำที่มีขดเกลียว 2 ชุด โดยที่ความสูงในการสูบ 1 เมตร เครื่องสูบน้ำที่มีขดเกลียว 3 ชุด สามารถสูบน้ำได้ในปริมาณ 20.93 ลิตรต่อนาที ที่ความเร็วรอบ 8 รอบต่อนาที ส่วนเครื่องสูบน้ำที่มีขดเกลียว 2 ชุด สามารถสูบน้ำได้ในปริมาณ 17.21 ลิตรต่อนาที ที่ความเร็วรอบประมาณ 10 รอบต่อนาที ในขณะที่ความสูงในการสูบ 7 เมตร

เครื่องสูบน้ำที่มีขดเกลียว 3 ชุด สามารถสูบน้ำได้ประมาณ 12.19 ลิตรต่อนาที ที่ความเร็วรอบ 4.7 รอบต่อนาที ส่วนเครื่องสูบน้ำที่มีขดเกลียว 2 ชุด สามารถสูบน้ำได้ประมาณ 9.46 ลิตรต่อนาที ที่ความเร็วรอบ 5.4 รอบต่อนาที เมื่อล้อกังหันน้ำทำงานทั้งวันเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวสามารถสูบน้ำที่ความสูงตั้งแต่ 1 ถึง 7 เมตร ได้ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 การเปรียบเทียบอัตราการสูบน้ำที่ได้ในหนึ่งวัน

จากการสร้างเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวได้ใช้งบประมาณจำนวน 4,000 บาท สำหรับการศึกษาความคุ้มค่าในการลงทุนของเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวได้เลือกใช้เครื่องสูบน้ำที่ใช้ไฟฟ้ายี่ห้อ Clinton 150 วัตต์ รุ่น PS135bit ซึ่งสามารถสูบน้ำได้ประมาณ 20 ลิตรต่อนาที เป็นเครื่องสูบที่ใช้ในการเปรียบเทียบ โดยคิดค่าไฟฟ้าหน่วยละ 6 บาท เวลาในการใช้งาน 60 นาทีต่อวัน ทำให้ปริมาณน้ำที่ได้จากเครื่องสูบน้ำไฟฟ้าเท่ากับ 1,200 ลิตรต่อชั่วโมง ในหนึ่งปีจะมีค่าใช้จ่ายไฟฟ้าเท่ากับ 328 บาท เมื่อเทียบกับการใช้เครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวในหนึ่งวันที่ความสูง 1 เมตร ซึ่งได้ปริมาณน้ำ 1,255.8 ลิตรต่อต่อชั่วโมง การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายการใช้เครื่องสูบน้ำที่ใช้ไฟฟ้ากับเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายการใช้เครื่องสูบน้ำที่ใช้ไฟฟ้ากับเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียว

ปีที่	รายการ	เครื่องสูบน้ำที่ใช้ไฟฟ้า		เครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียว	
		ราคา (บาท)	รวมสะสม (บาท)	ราคา (บาท)	รวมสะสม (บาท)
0	ค่าเครื่องสูบน้ำ	1,990	1,990	4,000	4,000
1	ค่าไฟ(ต่อปี)	328	2,318	0	4,000
2	ค่าไฟ(ต่อปี)	328	2,646	0	4,000
3	ค่าไฟ(ต่อปี)	328	2,974	0	4,000
4	ค่าไฟ(ต่อปี)	328	3,302	0	4,000
5	ค่าไฟ(ต่อปี)	328	3,630	0	4,000
6	ค่าไฟ(ต่อปี)	328	3,958	0	4,000

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าการเลือกใช้เครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวแทนการใช้เครื่องสูบน้ำที่ใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นตัวขับเคลื่อนนั้นจะคุ้มทุนในปีที่ 6 (ค่าใช้จ่ายเบื้องต้นไม่รวมค่าบำรุงรักษาเครื่องสูบน้ำ)

6. สรุปผล

จากการออกแบบ สร้างและทดสอบเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวสำหรับใช้กับแหล่งน้ำที่มีการไหลของน้ำตลอดเวลา เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสูบน้ำที่ได้เมื่อเทียบกับความสูงในการสูบน้ำที่แตกต่างกัน และเปรียบเทียบกับความเร็วรอบของเครื่องสูบแบบขดเกลียวที่เกิดขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนจำนวนท่อขดจาก 2 ชุด เป็น 3 ชุด โดยแต่ละชุดมีขดเกลียว 6 ขด พบว่าเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวที่ออกแบบและสร้างขึ้นมีเส้นผ่านศูนย์กลางล้อกังหันน้ำเท่ากับ 1.5 เมตร ใบพัดกังหันน้ำมีขนาดความกว้าง 0.16 เมตร ยาว 0.8 เมตร จำนวน 10 ใบ ชุดเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.1 เมตร ท่อสายยางที่ใช้ทำขดเกลียวมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.0254 เมตร ใช้ถังน้ำมันไฮดรอลิกส์ขนาดความจุ 18 ลิตร จำนวน 8 ถัง ทำเป็นทุ่นเพื่อรองรับน้ำหนัก 80 กิโลกรัม งบประมาณการสร้าง 4,000 บาท จากการทดสอบหาอัตราการสูบน้ำที่ได้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความสูงในการสูบน้ำโดยมีการเปลี่ยนจำนวนชุดขดเกลียว พบว่าที่ระดับความสูงในการสูบน้ำเดียวกัน อัตราการสูบน้ำที่ได้ขึ้นอยู่กับชุดขดเกลียวโดยที่เครื่องสูบน้ำที่มีขดเกลียว 3 ชุดสามารถสูบน้ำได้ปริมาณมากกว่าเครื่องสูบน้ำที่มีขดเกลียว 2 ชุด ความเร็วรอบในการทำงานไม่แตกต่างกันมาก และเมื่อความสูงในการสูบน้ำเพิ่มขึ้นปริมาณน้ำที่ได้นั้นมีค่าลดลง สำหรับการเปรียบเทียบความคุ้มค่าเชิงเศรษฐศาสตร์กับเครื่องสูบน้ำที่ใช้ไฟฟ้าขนาด 150 วัตต์ ซึ่งมีอัตราการสูบน้ำประมาณ 20 ลิตรต่อนาที พบว่าเครื่องสูบน้ำแบบขดเกลียวที่สร้างขึ้นมีจุดคุ้มทุนที่ 6 ปี

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ขอขอบคุณ นายสมชาย กุดกลาง เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการทำโครงสร้างชุดล้อกังหันน้ำ และขอขอบคุณ นายมิถุนา หล่อสุพรรณพร นายกิตติชัย เชิญประโคน นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการติดตั้งชุดทดสอบที่แม่น้ำวังเณร และช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ผลการทดสอบ

8. เอกสารอ้างอิง

1. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2563). *แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2561 – 2580*. กระทรวงพลังงาน. กรุงเทพฯ.
2. วิบูลย์ บุญยธโรกุล. (2540). *ปั๊มและระบบสูบน้ำ* กรุงเทพฯ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาส
3. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). *HYDRO POWER: Background and State-of-the-Art.* สืบค้น 13 กุมภาพันธ์ 2565. จากhttps://www.fao.org/3/ah810e/ah810e06.htm#Fig.%2050
4. Kassab, S. Z., Abdel Naby, A. A., & Abdel Basier. E. I. (2005). Coil Pump Performance Under Variable Operating Conditions. *Ninth International Water Technology Conference, IWTC9 2005, Sharm El-Sheikh, Egypt*. P 665 – 672.
5. Kumar, F., Sinha, J., & Kamalkant. (2000). Development and Testing of a Spiral Type Water Wheel Pumping System. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 9*(5), 3061 - 3069. DOI.org/10.20546/ijcmas.2020.905.364
6. Quiroga, J., Tschiersch, K., & Bohórquez, O. (2019). Coil pump design as an object of meaningful learning. *Journal of Physics: Conference Series, 1161*, 1 - 6. DOI:10.1088/1742-6596/1161/1/012027
7. Thompson, P. L., Milonova, S., Reha. M., Mased, F., & Tromble, I. (2011). Coil Pump Design for a Community Fountain in Zambia. *International Journal for Service Learning in Engineering*. 6(1). 33 - 45.
8. White, F. (2011). *Fluid Mechanic*. (7 th ed.). New York, NY: McGraw-Hill.