ความสูงของต้นทุนน้ำที่มีผลต่อประสิทธิภาพของตะบันน้ำที่ใช้หลักการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม ของการไหลและการดลมวลน้ำ

Height of water source costing on effective of sock with principle to change fluid flow momentum and water impulse

โชติวัธน์ ศุภิรัตนกุล [1*]

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบและสร้างปั้มน้ำที่ใช้หลักการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของการไหลและการดลมวลน้ำเพื่อ เปรียบเทียบถึงประสิทธิภาพ และสมรรถนะ ทำการทดลองโดยกำหนดน้ำต้นทุนเริ่มต้นที่ 1 เมตร 1.5 เมตร 2 เมตรและ 2.5 เมตร ส่งน้ำขึ้นได้ที่ระดับ 5 เมตร 6 เมตร 7 เมตร และ 8 เมตร ตามลำดับ พบว่า จากผลการทดลองที่ระดับความสูงของแหล่งน้ำเริ่มต้นที่ 2 เมตร ส่งน้ำขึ้นได้ที่ระดับ 7 เมตร ปริมาณอัตราการไหลได้สูงสุด 3,116.74 ลิตรต่อวัน มีปริมาณน้ำทิ้ง 74.70 ลิตรต่อวัน ประสิทธิภาพการส่งน้ำ 98.74% เป็นเงื่อนไขที่ดีที่ที่สุด เพราะมีอัตราการไหลที่สูง แต่ปริมาณน้ำทิ้งน้อย ตลอดจนมีประสิทธิภาพการส่งน้ำสูงที่สุด และพบว่า ตะบันน้ำมีประสิทธิภาพการทำงานแปรผกผันกับระดับความสูงของน้ำที่ส่งขึ้นไป ตะบันน้ำที่สร้างขึ้นสามารถส่งน้ำได้ด้วยอัตราการไหลเฉลี่ย 2937.6 ลิตรต่อวัน ที่ระดับความสูงที่สุด 3.2 เท่า จากระดับแหล่งน้ำต้นทุนที่ 2 เมตร

คำสำคัญ : โมเมนตัม การดลน้ำ เครื่องสูบน้ำ

Abstract

The objective of this research were to design and build the water pump with principle of change fluid flow momentum and water impulse. The performance and efficiency of the obtained water pump were compared. Experimental was initiated by setting the initial costing water as 1.0 m, 1.5 m, 2.0 m and 2.5 m that could be transferred the water up to level 5.0 m, 6 m, 7 m and 8 m, respectively. The results showed that at the high level of the water source at 2.0 m that could be moved the water up at 7.0 m of high level with the fluid flow rate, waste water and the water delivery performance as 3,116.74 Liter/day, 74.70 Liter/day and 98.74%, respectively. This condition was the best due to it had a highest flow rate with very low level of waste water as well as having the highest water delivery efficiency. In addition, the results exhibited that the water sock efficiency was inversely proportional to height of the water moved up. The generated water sock could deliver water at an average flow rate of 2937.6 Liter/day with the highest level 3.2 times from the water source costing of 2.5 m.

Keyword: momentum, water impulse, water pump

[1*] ผู้ช่วยศาสตราจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ต.นาวุ้ง อ.เมือง จ.เพชรบุรี 76000

บทนำ

จากปัญหาในอดีตที่ผ่านมาปัญหาความยากจนภาคเกษตรกรรมระดับรากหญ้า ของเกษตรกรอำเภอเขาย้อย จังหวัดเพชรบุรี ที่ต้องพึ่งพาน้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มผลผลิตทั้งยังมีปัญหาการขาดแคลนน้ำ หรือมีน้ำมากเกินความต้องการในบางฤดู ทำให้เกษตรกรทำการเกษตรได้บางฤดูกาล ถ้าไม่มีการบริหารจัดการน้ำที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ก็ยากที่จะขจัดปัญหาความยากจนจากเกษตรกรของประเทศ ในระยะยาวได้ ปัจจุบันเกษตรกรในอำเภอเขาย้อย จังหวัดเพชรบุรีมีการใช้เครื่องสูบน้ำในภาคเกษตรทุกครัวเรือนและส่วนใหญ่มักนิยมใช้เครื่องสูบน้ำที่ใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า หรือเครื่องสูบน้ำที่ใช้ต้นกำลังจากเครื่องยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงมาผันน้ำเข้าสู่ไร่นาเป็นหลัก ทำให้มีค่าใช้จ่ายอันเนื่องมาจากการใช้พลังงานและซ่อมบำรุงอุปกรณ์ ผลที่เกิดขึ้นคือต้นทุนการผลิตภาคเกษตรเพิ่มขึ้น และยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การพัฒนาตะบันน้ำที่ใช้หลักการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของการไหลและการดลมวลน้ำเพื่อเพิ่มสมรรถนะสำหรับใช้งานภาคเกษตรกรรม เพื่อพัฒนาบนพื้นฐานการมีส่วนร่วมของชุมชน โดยจะพัฒนาตะบันน้ำที่ใช้หลักการดลของน้ำ ซึ่งจะอาศัยพลังงานจากธรรมชาติเป็นตัวสร้างพลังงานเพื่อที่จะปั๊มน้ำส่งไปยังระดับที่สูงกว่า โดยไม่ต้องใช้ไฟฟ้าหรือเชื้อเพลิง ระบบนี้เป็นกระบวนการอัตโนมัติและต่อเนื่อง โดยอาศัยแรงกระแทกจากน้ำ ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย การผันน้ำจากที่ต่ำขึ้นสู่ที่สูงเพื่อไว้ใช้ในการเกษตร การทำสวนไร่นา และอุปโภค ทั้งยังดีต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องมาจากปั๊มน้ำนั้นใช้พลังงานที่ได้จากธรรมชาติ จึงเหมาะสำหรับพื้นที่ไม่มีไฟฟ้าหรือเครื่องสูบน้ำอื่นที่เข้าได้ยาก อีกทั้งเกษตรกรสามารถประดิษฐ์ใช้ได้ด้วยตนเองจากวัสดุที่หาได้ง่ายตามร้านวัสดุก่อสร้างในท้องถิ่น เพื่อให้เกษตรกรนำมาเป็นทางเลือกอีกทางหนึ่ง และไม่ต้องเผชิญกับปัญหาทางเศรษฐกิจและวิกฤติการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในขณะนี้ ทำให้เกษตรกรสามารถอยู่ได้อย่างพอเพียง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสำรวจวิธีการใช้ปั้มน้ำและทำการพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่นแบบมีส่วนร่วมไปด้วยกันในภาคการเกษตรและอาหารของเกษตรกร
2. เพื่อออกแบบและสร้างปั้มน้ำที่ใช้หลักการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของการไหลและการดลมวลน้ำที่เหมาะสมและเพียงพอกับเกษตรกร
3. เพื่อทำการทดสอบคุณสมบัติ อัตราการไหลและประสิทธิภาพของปั้มน้ำที่ใช้หลักการดลของน้ำที่ประดิษฐ์ขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

1. แนวคิดและหลักการดำเนินงาน

ประสิทธิภาพตลอดจนความสามารถในการสูบน้ำของตะบันน้ำสามารถคำนวณได้ จากสมการดังต่อไปนี้

$$\text{ประสิทธิภาพ (D'A buisson's)} = \frac{q(H+h)}{(q+Q)h} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{ประสิทธิภาพ (Rankine)} = \frac{qH}{Qh} \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ Q = ปริมาณน้ำที่สูบได้ (L/sec)

Q = ปริมาณน้ำที่สูญเสียไปจากการผลักดัน (L/sec)

H = ความสูงของหัวน้ำที่ส่งเข้าเครื่อง (m)

H = ความสูงของหัวน้ำที่สูบขึ้นไปใช้งาน (m)

ความเร็วไหลแล่นของน้ำสูงสุดที่ไหลในเส้นท่อ (Drive Pipe) ที่ supply Head (h) หาได้จากสมการ

$$V_m = \frac{A_w}{A_d} \times V_o \quad (3)$$

เมื่อ

V_m = ความเร็วไหลแล่นของน้ำสูงสุดที่ไหลในเส้นท่อ (m/s)

A_w = พื้นที่หน้าตัดของลิ้นทิ้งน้ำขณะเปิด (cm^2)

A_d = พื้นที่หน้าตัดของท่อส่งน้ำ (cm^2)

ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านลิ้นทิ้งน้ำ หาได้จากสมการ

$$Qw = 0.785\left(d^2\right)\times\left(\frac{v_m}{2}\right)\times t_1\times\left(\frac{60}{t_1+t_2}\right) \quad (4)$$

เมื่อ

Q_w = ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านลิ้นทิ้ง (m^3/s)

D = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อส่งน้ำ (m)

V_m = ความเร็วไหลแล่นของน้ำสูงสุดที่ไหลในเส้นท่อ (m/s)

t_1 = ระยะเวลาที่ทำให้เกิด V_m (sec)

t_2 = ระยะเวลาที่ลิ้นจ่ายน้ำยังเปิดอยู่ (sec)

ปริมาณน้ำที่สูบได้ส่งไปใช้งานบนที่สูง หาได้จากสมการ

$$Q = 0.785\left(d^2\right)\times\left(\frac{v_m}{2}\right)\times t_2\times\left(\frac{60}{t_1+t_2}\right) \quad (5)$$

เมื่อ

Q = ปริมาณน้ำที่สูบได้ส่งไปใช้งานบนที่สูง (m^3/s)

d = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อส่งน้ำ (m)

V_m = ความเร็วไหลแล่นของน้ำสูงสุดที่ไหลในเส้นท่อ (m/s)

t_1 = ระยะเวลาที่ทำให้เกิด V_m (sec)

t_2 = ระยะเวลาที่ลิ้นจ่ายน้ำยังเปิดอยู่ (sec)

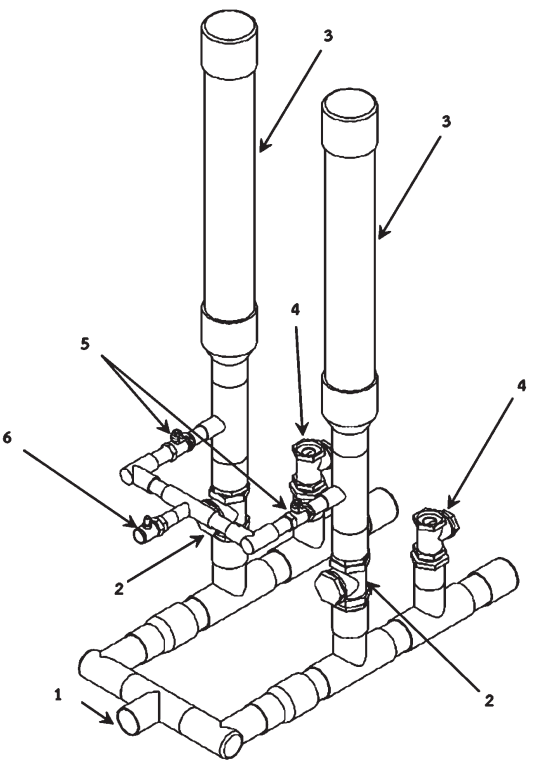
2. ขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

- การออกแบบ สร้าง และทดสอบปั้มน้ำที่ใช้หลักการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของการไหลและการดลมวลน้ำ
- การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินสมรรถนะปั้มน้ำที่ใช้หลักการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัมของการไหลและการดลมวลน้ำ

3. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

รูปที่ 1 ชุดทดสอบตะบันน้ำ

รูปที่ 2 การติดตั้งชุดทดสอบปริมาณน้ำที่ส่งขึ้นไปได้



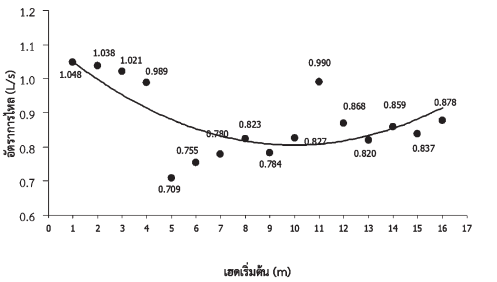
(1) ท่อทางน้ำเข้า, (2) วาล์วกันกลับ, (3) กระบอกอัดอากาศ, (4) วาล์วทิ้งน้ำ, (5) และ (6)วาล์วเปิด-ปิดน้ำ

รูปที่ 3 ตะบันน้ำแบบกระบอกความดันคู่

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1) ผลความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของน้ำทิ้งและระดับของเฮดเริ่มต้น

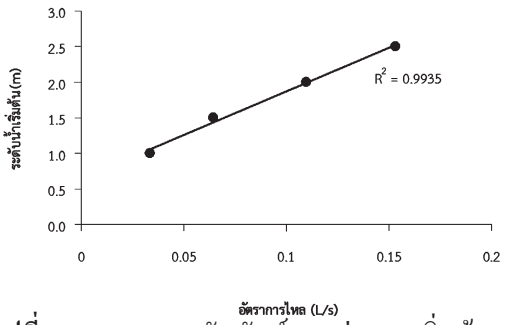
ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของน้ำทิ้งและระดับของเฮดเริ่มต้นแสดงดังรูปที่ 4 พบว่าปริมาณน้ำทิ้งมีความแตกต่างกันไม่มาก ในการทดลองเฮดเริ่มต้นที่ 2.5 เมตร มีน้ำทิ้งเท่ากับ 0.8646 ลิตรต่อวินาที การทดลองเฮดเริ่มต้นที่ 2.0 เมตรมีน้ำทิ้งเท่ากับ 0.8696 ลิตรต่อวินาที การทดลองเฮดเริ่มต้นที่ 1.5 เมตร มีน้ำทิ้งเท่ากับ 0.7673 ลิตรต่อวินาที และการทดลองเฮดเริ่มต้นที่ 1.0 เมตร มีน้ำทิ้งเท่ากับ 1.024 ลิตรต่อวินาที และมีค่าพิสัยเท่ากับ 0.3371 ลิตรต่อวินาที สรุปได้ว่า ปริมาณน้ำทิ้งที่แตกต่างกันนั้นเกิดจากจังหวะการกระแทกของวาล์วน้ำทิ้งถ้าใช้น้ำหนักกดช่องลิ้นวาล์วมากไปจะทำให้เกิดการกระแทกของลิ้นวาลว์น้ำทิ้งที่ช้านี้ เป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดปริมาณน้ำทิ้งที่มาก



รูปที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของน้ำทิ้งและระดับของเฮดเริ่มต้น

2) ผลความสัมพันธ์ระหว่างเฮดเริ่มต้นและความสามารถส่งน้ำได้

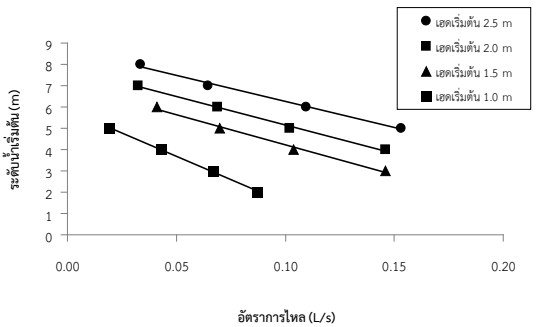
ความสัมพันธ์ระหว่างเฮดเริ่มต้นและความสามารถส่งน้ำได้ แสดงดังรูปที่ 5. ในการใช้ความสัมพันธ์เชิงเส้นพบว่ามี R2 เท่ากับ 0.9922 ในขณะที่เพิ่มเฮดเริ่มต้นและระดับการส่งเท่าเดิมจะพบว่ามีอัตราการไหลเพิ่มขึ้นแปรผันตามเฮดเริ่มต้น เช่น ผลการทดลองที่เฮดเริ่มต้น 1 เมตรและเฮดเริ่มต้น 1.5 เมตร ได้ผลต่างของอัตราการไหลเท่ากับ 0.051 ลิตรต่อวินาที และเฮดเริ่มต้น 2.0 เมตร ได้ผลต่างของอัตราการไหลเท่ากับ 0.083 ลิตรต่อวินาที เป็นต้น และมีอัตราการไหลเพิ่มขึ้น 63 เปอร์เซ็นต์ ที่การเปลี่ยนแปลงเฮดเริ่มต้นจาก 1.5 เมตร เป็น 2.0 เมตร มีอัตราการไหลเพิ่มขึ้น 61 เปอร์เซ็นต์ ที่การเปลี่ยนแปลงเฮดเริ่มต้นจาก 2.0 เมตรเป็น 2.5 เมตร จะได้ว่าการเพิ่มเฮดเริ่มต้นทำให้ได้อัตราการไหลค่อนข้างจะเป็นเส้นตรง



รูปที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเฮดเริ่มต้นและความสามารถส่งน้ำได้

3) ผลความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและระดับความสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและระดับความสูง รูปที่ 5. พบว่า เมื่อมีการเพิ่มระดับการสูบทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำลดลงที่ระดับเฮดเริ่มต้นเท่าเดิม เช่น เฮดเริ่มต้น 2.5 เมตรที่ระดับการสูบ 8 เมตร สูญเสียน้ำไปเท่ากับ 96.13 เปอร์เซ็นต์ และที่ระดับการสูบ 7 เมตร สูญเสียน้ำไปเท่ากับ 92.45 เปอร์เซ็นต์ และที่ระดับการสูบ 6 เมตร สูญเสียน้ำไปเท่ากับ 87.23 เปอร์เซ็นต์ และที่ระดับการสูบ 5 เมตร สูญเสียน้ำไปเท่ากับ 81.97 เปอร์เซ็นต์ และที่เฮดเริ่ม 2.0, 1.5 และ 1.0 เมตร มีการสูญเสียน้ำลักษณะเดียวกัน เป็นต้น



รูปที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและความสูง

สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลองที่ระดับความสูงของแหล่งน้ำเริ่มต้นที่ 1 เมตร 1.5 เมตร 2 เมตร และ 2.5 เมตรจะพบว่าจากผลการทดลองที่ระดับความสูงของแหล่งน้ำเริ่มต้นที่ระดับ 1 เมตร ส่งน้ำขึ้นได้ที่ระดับ 5 เมตร ได้อัตราการไหล 1,673.84 ลิตรต่อวัน มีน้ำทิ้ง 44.47 ลิตรต่อวัน และที่ระดับ 1.5 เมตร ส่งน้ำขึ้นได้ที่ระดับ 6 เมตร ได้อัตราการไหล 4,116.74 ลิตรต่อวัน มีน้ำทิ้ง 66.30 ลิตรต่อวัน และที่ระดับ 2.0 เมตร ส่งน้ำขึ้นได้ที่ระดับ 7 เมตร ได้อัตราการไหล 3,116.74 ลิตรต่อวัน มีน้ำทิ้ง 75.13 ลิตรต่อวัน ที่ระดับ 2.5 เมตร ส่งน้ำขึ้นได้ที่ระดับ 8 เมตร และได้อัตราการไหล 3,237.14 ลิตรต่อวัน มีน้ำทิ้ง 74.70 ลิตรต่อวัน จากการทดลองพบว่าในแต่ละระดับแหล่งน้ำและในแต่ละระดับจ่ายน้ำที่ส่งได้ เมื่อระดับความสูงของหัวจ่ายน้ำสูงขึ้นทำให้ประสิทธิภาพลดลงและอัตราการไหลใกล้เคียงกัน เมื่อระดับความสูงของหัวจ่ายน้ำสูงขึ้นทำให้ประสิทธิภาพลดลง และอัตราการไหลใกล้เคียงกัน ทั้งนี้การกระแทกของลิ้นที่เพิ่มขึ้นก็จะทำให้สูญเสียน้ำเพิ่มขึ้นเช่นกัน แต่อัตราการไหลไม่ได้เพิ่มขึ้นเสมอไป นอกจากนี้จะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของน้ำหนักกดของลิ้นควบคุมความเร็ว รวมทั้งพื้นที่หน้าตัดของวาล์วจ่ายน้ำที่เหมาะสมอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] บรรจง วรรธนะพงษ์. (2557). **คู่มือเครื่องสูบน้ำพลังน้ำและกังหันน้ำสูบน้ำ.** กรมชลประทาน, กรุงเทพฯ.

[2] วิบูลย์ บุญยธโรกุล. (2559). ปั๊มและระบบสูบน้ำ. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[3] Shuaibu, N.M. (2014). **Design and Construction of a Hydraulic Ram Pump.** Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies. 5(2) : 59-70.

[4] Watt, S.B. (2015). **A manual on the Hydraulic Ram for Pumping Water.** 4th Ed. London. Intermediate Technology Publications Ltd.