

การออกแบบและสร้างชุดหัวพ่นในท่อทางดูดของเครื่องสูบน้ำสำหรับการเกษตร

THE DESIGN AND FABRICATION OF EJECTOR IN THE SUCTION PIPE
OF AGRICULTURE WATER PUMP.

เดชา ไชยปัญญา¹ และ ทรงวุฒิ แสงจันทร์²

Decha Chaiphanha¹ and Songwood Sangchan²

บทคัดย่อ

การออกแบบและสร้างชุดหัวพ่นในท่อทางดูดของเครื่องสูบน้ำสำหรับการเกษตร โดยทั่วไปเครื่องสูบน้ำสำหรับการเกษตรจะสามารถสูบน้ำได้ที่ระดับความลึกประมาณ 3 ถึง 4 เมตร จนถึง 10 เมตร ได้ทำการออกแบบท่อให้น้ำไหลกลับเข้าสู่ชุดหัวพ่นขณะทำการสูบน้ำ ซึ่งกำหนดใช้ท่อไว้ 2 ขนาด คือ ขนาด 2 นิ้ว และ 2.5 นิ้ว เพื่อทำการเปรียบเทียบกับค่าที่ไม่ใช้ท่อไหลกลับ จากการทดลองสูบน้ำที่ความเร็วรอบ 1,200 1,400 และ 1,600 รอบต่อนาที โดยใช้เครื่องยนต์ดีเซลกำลังขนาด 11 แรงม้า สูบเดี่ยว 4 จังหวะ ในการขับเครื่องสูบน้ำ ผลการทดลองพบว่า ท่อไหลกลับขนาด 2.5 นิ้ว ที่การใช้งาน 8 ชั่วโมงต่อวัน เป็นระยะเวลา 3 เดือน (1ฤดู) เมื่อเปรียบเทียบกับแบบไม่ใช้ท่อไหลกลับ (61,430 บาท/ 1 ฤดู) ที่อัตราการไหล 20,476.8 ลบ.ม/ 1 ฤดู และท่อไหลกลับขนาด 2.5 นิ้ว (58,320บาท/1ฤดู) ที่อัตราการไหล 20,995.20 ลบ.ม/1ฤดู จะทำให้ลดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ถึง 3,110 บาท / 1 ฤดู เมื่อเปรียบเทียบกับต้นแบบที่ไม่มีการติดตั้งท่อไหลกลับ

ABSTRACT

The purpose of this research was to design and fabricate the injector of the suction pipe of water pump for agriculture. In general, water pumps for agriculture were able to pump water at a depth of about 3 to 4 meters up to 10 meters. The experiment has been designed to use water flow back into the nozzle during pumping. Which the two pipe sizes 2 inches and 2.5 inches for comparison with no use return pipe. The experiment has used pumping speed of 1,200, 1,400 and 1,600 rpm driven by 11 hp diesel engine, single-cylinder four-stroke. The result be shown return flow pipe of 2.5 inches used to worked at 8 hours per day for a period of three months (one rice crop season) the result shown with non-tube return flow pipe are 61,430 Baht / 1 season, compared with used return pipe 2.5 inches are 58,320 Baht / 1 season. The conclusion

¹ หลักสูตรวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10250

² Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10250.

be shown used return pipe 2.5 inches saved fuel consumption and cost of fuel are about 3,110 Baht / 1 season, compared with the non-return pipe prototype that is being installed.

Keywords: Ejector, Flow rate, Return pipe

Email address: masterdecha_kmitl@hotmail.co.th

คำนำ

เนื่องจากปัจจุบัน เกษตรกรต้องประสบปัญหาในทุกๆช่วงของฤดูกาลทำการเกษตรกรรม เช่น ระดับน้ำต้นเขิน และระยะทางค่อยข้างไกลจากระยะการติดตั้งปั้มน้ำ ซึ่งปัญหาดังกล่าวเหล่านี้จะพบในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยเป็นส่วนใหญ่ และ บริเวณที่เป็นพื้นที่ราบสูง ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่ในประเทศไทยจะท่อน้ำสู่น้ำข้าวในพื้นที่ดอนโดยใช้เครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง และเครื่องสูบน้ำท่อพญานาค เครื่องสูบน้ำที่ติดตั้งในพื้นที่ดอน มี 2 รูปแบบดังนี้ คือ 1) การวางท่อดูด ที่เจาะลงพื้นดินหรือบ่อบาดาล และ 2) การวางท่อดูดในคลองชลประทานที่มีอยู่ ระดับของเขตโดยทั่วไปโดยประมาณคือ 10 - 30 เมตร (สำนักชลประทานที่ 5, 2553) วิธีการให้น้ำดังกล่าวต้องใช้พลังงานมากในการขับเคลื่อนเครื่องสูบน้ำจึงต้องใช้น้ำมันมากและทำให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ในปี พ.ศ. 2553 ผลการสอบถามเกษตรกรเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงสำหรับการทำงานของเครื่องจักรเป็นระยะ 8-12 ชั่วโมงต่อวันพบว่า ค่าใช้จ่ายในการทำงาน โดยเฉลี่ย คือ 300 บาทต่อวัน หรือประมาณ 27,000 บาท ต่อ 3 เดือน (ราคาน้ำมันช่วงที่ทำการสอบถามอยู่ที่ลิตรละประมาณ 28 – 30 บาท)

ในการศึกษานี้เป็นการออกแบบและสร้างชุดหัวพ่นสำหรับใช้กับเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่งสำหรับงานชลประทานเพื่อช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายของการสูบน้ำโดยการลดเสถียรวม ผลกระทบของเครื่องสูบน้ำแบบสูบลิ้นที่เสถียรวมลดลงจะส่งผลให้การใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงลดลงเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงสำหรับค่าใช้จ่ายในการสูบน้ำ ซึ่งช่วยลดรายจ่ายของเกษตรกรได้ โดยใช้เครื่องสูบน้ำจากการลดต้นทุนการผลิต (วิศณุ, 2009)

อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุประสงค์ในการศึกษา

เพื่อการออกแบบและสร้างชุดหัวพ่นในท่อทางดูดของเครื่องสูบน้ำสำหรับการเกษตร เพื่อให้เป็นต้นแบบ และสามารถนำไปใช้งานได้จริง

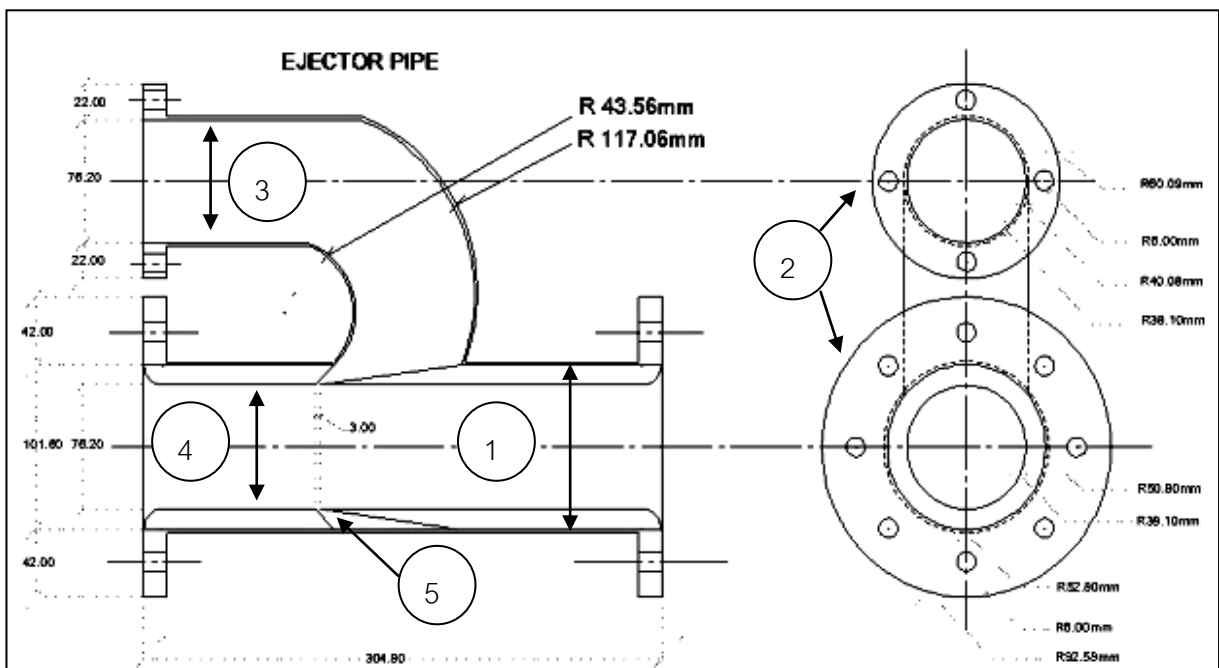
อุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการทดลองประกอบไปด้วย

ชุดหัวพ่น, เครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่งขนาด 4 นิ้ว × 4 นิ้ว เครื่องยนต์เล็ก ขนาด 11 แรงม้า, เครื่องวัดความเร็วรอบ, เครื่องวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง, นาฬิกาจับเวลา, ท่อไหลกลับขนาด 2 นิ้ว และขนาด 2.5 นิ้ว, ฝ่ายสามเหลี่ยม

วิธีการออกแบบสร้างชุดพ่น

จากข้อมูลได้ออกแบบสร้างชุดพ่น (ดังแสงในรูปที่ 1.) และอุปกรณ์ตามแนวทางที่เหมาะสมได้แก่

- 1.) ท่อดูดสำหรับใช้กับเครื่องสูบน้ำทางการเกษตรขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในท่อ 4.00 นิ้ว (10.16 ซม.) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 4.16 นิ้ว (10.56 ซม.) และความหนาของท่อขนาด 0.6 ซม.
- 2.) หน้าแปลนที่ใช้กับท่อดูดขนาด 4.00 นิ้ว (10.16 ซม.) มีความหนา 0.6 ซม. เส้นผ่าศูนย์กลางของหน้าแปลน 18 ซม.ทำการเจาะรูตรงจุดศูนย์กลางขนาด 10.5 ซม.
- 3.) ท่อไหลกลับ ขนาด 2.00 นิ้ว (5.08 ซม.) และขนาด 2.5 นิ้ว (6.35 ซม.) ซึ่งเป็นท่อสำหรับให้น้ำไหลกลับเข้าไปในท่อดูด ตามที่ออกแบบไว้ในข้อที่ 1
- 4.) คอคอด ซึ่งสร้างให้มีขนาดพอดีกับท่อดูดให้ท่อดูดแบบคอคอด โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 2.00 นิ้ว (5.08 ซม.) และขนาดภายนอกเป็น 4.00 นิ้ว (10.16 ซม.)
- 5.) หัวฉีด มีหน้าที่เพื่อส่งน้ำมาจากท่อดูดขนาดของ หัวฉีด เท่ากับ 0.05 นิ้ว (0.1276 ซม.)

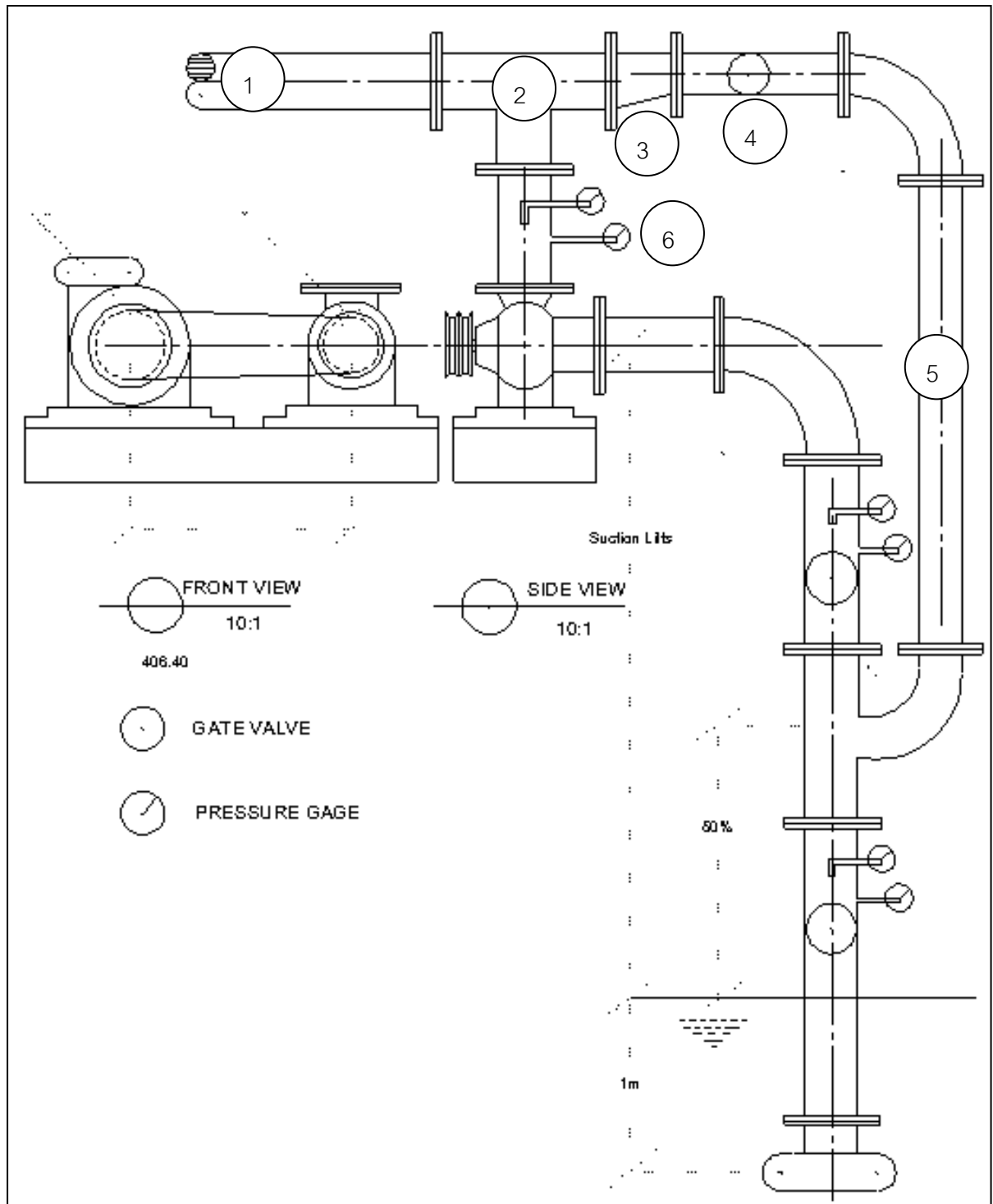


รูปที่ 1. แบบของชุดพ่น (Vortex Ventures Inc, 1998)

การติดตั้งการทดลอง

รูปแบบการติดตั้งทั้งหมดในการศึกษาครั้งนี้แสดงในรูปที่ 2 การทดลองแบ่งออกโดยตำแหน่งของ ejector และการเปลี่ยนแปลงความเร็วรอบของเครื่องสูบน้ำ ระยะศูนย์กลางในการทดลองติดตั้งที่ความลึก 3.04 เมตร การติดตั้งเครื่องสูบน้ำแบบสูบลึกประกอบด้วยเครื่องสูบน้ำมาตรฐานทั่วไปขนาด 4 นิ้ว x 4 นิ้ว ท่อเหล็ก สำหรับใช้เป็นที่ดูดติดตั้งเข้ากับฟุตวาล์ว เชื่อมต่อกับหน้าแปลน ข้อต่อ 4 นิ้ว ทำมุม 90 องศา ติดตั้งเกจสูญญากาศ สองตัวทำหน้าที่วัดความดันของท่อดูด โดยมีเกจวัดความดันทำหน้าที่วัดความดันทางออกของปั้มน้ำ และวัดอัตราการไหลของน้ำด้วยฝายสามเหลี่ยม

การทดลองแบ่งออกเป็นการใช้และไม่ใช้ท่อไหลกลับ โดยสูบน้ำที่ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ต้นกำลัง 1,200, 1,400 และ 1,600 รอบต่อนาที ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ เปรียบเทียบระหว่างการไม่ใช้ท่อ



ไหลกลับกับการใช้ท่อไหลกลับขนาด 2 นิ้ว และขนาด 2.5 นิ้ว อุปกรณ์ที่ติดตั้งในเครื่องสูบน้ำ 1) ท่อด้านจ่าย, 2) ท่อแยก 3 ทาง, 3) ข้อลดขนาด 4x2, 4) เกจวาล์ว, 5) ท่อไหลกลับ, 6) เกจวัดความดัน, 7) ชุดพ่น, 8) เกจสุญญากาศ, 9) ท่อดูด, 10) ฟุตวาล์ว

รูปที่ 2. การติดตั้งเครื่องสูบน้ำกับชุดพ่นและอุปกรณ์ต่างๆ

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของการนำชุดพ่นเข้ามาเป็นอุปกรณ์ส่วนหนึ่งของเครื่องสูบน้ำนั้น เมื่อเปรียบเทียบค่า

1) ความสูญเสียรวม (เมตร) เสดรวมของน้ำ ณ จุดใดจุดหนึ่ง ก็คือพลังงานทั้งหมดของน้ำที่บอกในรูปของเสดของน้ำ ณ จุดนั้น ๆ

$$H_U = h_v + h_p + h_s + h_L \quad (1)$$

เมื่อ

H_U = เสดของเครื่องสูบน้ำหรือเสดรวม (เมตร)

H_v = เสดความเร็ว (เมตร)

H_p = เสดความดัน (เมตร)

H_s = เสดสถิต (เมตร)

H_L = เสดความฝืด (เมตร)

2) แรงม้าน้ำ (แรงม้า) เป็นพลังงานที่เครื่องสูบน้ำให้แก่ของเหลว (Power output) ในหน่วยของแรงม้า ซึ่งคำนวณได้จากสมการ (Tyler G. Hicks and T.W. Edwards, 1971)

$$Whp = \frac{\gamma QH}{550} \quad (2)$$

เมื่อ

Whp = พลังงานที่เครื่องสูบน้ำให้แก่ของเหลว (แรงม้า)

γ = น้ำหนักจำเพาะของของเหลว (กิโลนิวตัน/ลูกบาศก์เมตร)

Q = อัตราการสูบ (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)

H = Total head (เมตร)

3) แรงม้าเบรก (แรงม้า) เป็นกำลังงานที่เครื่องสูบน้ำได้จากเครื่องยนต์ (Power input) หรือเครื่องยนต์ ในหน่วยของแรงม้า เพื่อให้เพิ่มพลังงานให้กับของเหลว

$$Bhp = \frac{Q \times TDH \times SqGr}{237 \times Eff} \quad (3)$$

เมื่อ

Bhp = กำลังงานที่เครื่องสูบน้ำได้จากเครื่องยนต์ (แรงม้า)

Q = อัตราการไหลของน้ำ (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)

TDH = เสดรวม (Total Dynamic Head, เมตร)

SqGr = ความถ่วงจำเพาะของของเหลว

$$\text{Eff} = \text{ประสิทธิภาพของเครื่องสูบ \%}$$

7) อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที) การวัดอัตราการไหลด้วยฝายวัดน้ำรูปตัววี 90° (V-Notch Weir) (Q) เป็นฝายที่มีช่องเปิดเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากโดยสันฝายทั้งสองข้างทำมุม 45° กับแนวดิ่ง ฝายสามเหลี่ยมเป็นฝายวัดอัตราการไหลของน้ำที่ให้ความละเอียดถูกต้องดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับอัตราการไหลน้อย ๆ ซึ่งปริมาณน้ำสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$Q = 0.013H^{5/2} \quad (4)$$

เมื่อ

Q = อัตราการไหลผ่านฝาย (l/s)

H = เสดหรือความลึกของน้ำเหนือยอดสามเหลี่ยมของสันฝาย (cm)

8) อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (ลบ.ชม./วินาที) การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงวัดโดยใช้เครื่องมือภายใน 5 นาทีและค่า Shutting off ของเชื้อเพลิงและรวบรวมการใช้เชื้อเพลิงในทดสอบแต่ละครั้ง

จากการทดลองพบว่าการใช้ท่อไหลกลับมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับ การไม่ใช้ท่อไหลกลับ ซึ่งพิจารณาจาก ตัวแปรต่างๆข้างต้น โดยที่การใช้ท่อไหลกลับขนาด 2 นิ้วให้ค่าความสูญเสียในท่อต่ำที่สุด ให้ประสิทธิภาพแรงม้าสูงที่สุดและมีอัตราการสิ้นเปลืองต่ำสุด (ตารางที่ 1) ซึ่งแตกต่างจากชุดควบคุม และการใช้ท่อไหลกลับขนาด 2.5 นิ้ว ทั้งนี้ ในการทดลองพบว่าการลดขนาดของท่อไหลกลับให้ต่ำกว่าขนาด 2 นิ้วมีผลให้ประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำสูงขึ้น โดยเทียบกับการทดลองแบบต่างๆ ในระยะเวลาการเก็บผล 5 นาที เชื้อระดับจากอัตราการไหล การสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง ของระบบ

จากการศึกษาผลของการทดลอง ที่ความเร็วรอบต่างๆ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบ พบว่าความเร็วรอบไม่มีผลต่อความเปลี่ยนแปลงในเรื่องของ ใช้ หรือ ไม่ใช้ท่อไหลกลับ แต่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบ โดยรวม คือมีการเพิ่มขึ้น หรือ ลดลง เมื่อเปลี่ยนความเร็วรอบ (ตารางที่ 2) เมื่อได้ผลการทดลองดังนี้ สามารถนำไปเปรียบเทียบกับการใช้งานจริง จะทำให้ลดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง เมื่อใช้งานชุดหัวพ่นในท่อทางดูด โดยกำหนดขนาดท่อไหลกลับขนาด 2.5 นิ้ว ที่การใช้งาน 8 ชั่วโมง ต่อวัน เป็นระยะเวลา 3 เดือน(1ฤดู) เมื่อเปรียบเทียบกับแบบไม่ใช้ท่อไหลกลับ (61,430 บาท/ 1 ฤดู)ที่อัตราการไหล 20,476.8 ลบ.ม/ 1ฤดู และท่อไหลกลับขนาด 2.5 นิ้ว (58,320บาท/1ฤดู) ที่อัตราการไหล 20,995.20 ลบ.ม/1ฤดู จะทำให้ลดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งคิดเป็นค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง ถึง 3,110 บาท / 1 ฤดู โดยให้การเพาะปลูกข้าวในหน้าแล้งเป็นเกณฑ์การทดลอง

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำที่ตำแหน่งไม่ใช้ท่อไหลกลับ ใช้ท่อไหลกลับขนาด 2 นิ้ว และใช้ท่อไหลกลับขนาด 2.5 นิ้ว ที่แตกต่างกัน

รายการการทดลอง	ไม่ใช้ท่อไหลกลับ	ใช้ท่อไหลกลับขนาด 2 นิ้ว	ใช้ท่อไหลกลับขนาด 2.5 นิ้ว	CV %	F -Test
ความสูญเสียรวม (เมตร)	20.76 ^b	22.51 ^a	16.90 ^c	8.13	**
แรงม้าน้ำ (แรงม้า)	0.64 ^a	0.69 ^a	0.53 ^b	8.27	**
แรงม้าเบรก (แรงม้า)	0.75 ^a	0.69 ^a	0.53 ^b	8.27	**
อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)	0.0079 ^a	0.0078 ^a	0.0081 ^a	9.86	**
อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (ลบ.ชม./วินาที)	0.79 ^a	0.79 ^a	0.75 ^b	2.44	**

หมายเหตุ : ความหมายของสัญลักษณ์ต่างกันในกลุ่ม (a,b,c) แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ **Significant at 1% level *Significant at 5% level

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำที่ตำแหน่งความเร็วที่ต่างกัน

ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)	1,200	1,400	1,600
ความสูญเสียรวม (เมตร)	13.85 ^c	19.57 ^b	26.74 ^a
แรงม้าน้ำ (แรงม้า)	0.23 ^c	0.62 ^b	1.00 ^a
แรงม้าเบรก (แรงม้า)	0.24 ^c	0.66 ^b	1.06 ^a
อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)	0.0046 ^c	0.0088 ^b	0.0103 ^a
อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (ลบ.ชม./วินาที)	0.70 ^c	0.75 ^b	0.89 ^a

หมายเหตุ : ความหมายของสัญลักษณ์ต่างกันในกลุ่ม (a,b,c) แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุป

จากผลการทดลอง การออกแบบและสร้างชุดหัวพ่นในท่อทางดูดของเครื่องสูบน้ำสำหรับการเกษตรสามารถสรุปได้ว่าเมื่อใช้ ท่อไหลกลับขนาด 2.5 นิ้ว ที่การใช้งาน 8 ชั่วโมง ต่อวัน เป็นระยะเวลา 3 เดือน (1ฤดู) เมื่อเปรียบเทียบกับแบบไม่ใช้ท่อไหลกลับ (61,430 บาท/ 1 ฤดู) ที่อัตราการไหล 20,476.8 ลบ.ม/ 1 ฤดู และท่อไหลกลับขนาด 2.5 นิ้ว (58,320บาท/1ฤดู) ที่อัตราการไหล 20,995.20 ลบ.ม/1ฤดู จะทำให้ลด

อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ถึง 3,110 บาท / 1 ฤดู เมื่อเปรียบเทียบกับต้นแบบที่ไม่มีการติดตั้งท่อไหลกลับ

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ชลประทาน ต.เซียงยืน อ.เมือง จ.อุดรธานี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ทำการทดลอง และคุณวิศณุ ทองเฝื่อ สำหรับข้อคิด และคำแนะนำ ตลอดจนทีมช่างที่ได้ผลิตชิ้นงานและทีมงานที่ร่วมปฏิบัติงานภาคสนามทุกท่าน

เอกสารอ้างอิง

สำนักชลประทานที่ 5, จังหวัดอุดรธานี, 2553

วิศณุ ทองเฝื่อ. 2009. Performance test of ejector retrofitted centrifuge pump for irrigation.

VORTEX VENTURES INC, 1998. Flow line jet pump. Type of the Ejector, Retrieved on

December 9, 2007 at <http://www.vortexventures.com/Products/JetPumpFlowline/>

TYLER G. HICKS and T.W. EDWARDS, 1971. Pump Application Engineering. Mc. Graw Hill.