การศึกษาประสิทธิภาพเครื่องตะบันน้ำ
Study of Hydraulic Ram Pump Efficiency

สุนทร วงศ์เสน[1] และ คัมภีร์ ลิมปดาพันธ์[2]
[1]ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันรัชต์ภาคย์ 68 ซอยนวศรี 10 ถนนรามคำแหง 21 แขวงพลับพลา เขตวังทองหลาง กรุงเทพฯ 10310 เบอร์โทรศัพท์ 02-319-8201-3 เบอร์โทรสาร 02-3196710 Email: joe_gears@hotmail.com
[2]ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันรัชต์ภาคย์ 68 ซอยนวศรี 10 ถนนรามคำแหง 21 แขวงพลับพลา เขตวังทองหลาง กรุงเทพฯ 10310 เบอร์โทรศัพท์ 02-319-8201-3 เบอร์โทรสาร 02-3196710 Email: khompeel@hotmail.com

บทคัดย่อ

วิจัยนี้เป็นการสร้างและทดสอบสมรรถนะของเครื่องตะบันน้ำซึ่งทำขึ้นจากท่อพีวีซี ตัวแปรที่ศึกษาคือขนาดของถังอัดอากาศ 3 ขนาดคือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว, 4 นิ้ว และ 6 นิ้ว และความสูงของถังจ่ายน้ำเข้า 3 ระดับ คือ 0.5 เมตร, 1 เมตร และ 1.5 เมตร ผลการทดลองจะทำการเปรียบเทียบระดับน้ำที่เครื่องทำได้โดยจำกัดความสูงที่ทำได้ไม่เกิน 12 เมตร ปริมาณน้ำที่เครื่องทำได้และน้ำเสียจากการทำงานของเครื่อง

ผลการทดลองที่ความสูงของถังจ่ายน้ำเข้า 0.5 เมตร ที่ถังอัดอากาศขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว สามารถส่งน้ำขึ้นไปได้สูง 7 เมตร ได้ปริมาณน้ำ 0.79 ลิตรต่อนาที ประสิทธิภาพของเครื่อง 46.94 % ที่ถังอัดอากาศขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว สามารถส่งน้ำขึ้นไปได้สูง 8.6 เมตร ได้ปริมาณน้ำ 0.51 ลิตรต่อนาที ประสิทธิภาพของเครื่อง 37.09 % และที่ถังอัดอากาศขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว สามารถส่งน้ำขึ้นไปได้สูง 12 เมตร ได้ปริมาณน้ำ 0.24 ลิตรต่อนาที ประสิทธิภาพของเครื่อง 23.96 %

สำหรับที่ความสูงของถังจ่ายน้ำเข้า 1 เมตร ที่ถังอัดอากาศขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว สามารถส่งน้ำขึ้นไปได้สูง 12 เมตร ได้ปริมาณน้ำ 0.69 ลิตรต่อนาที ประสิทธิภาพของเครื่อง 30.74 % ที่ถังอัดอากาศขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว สามารถส่งน้ำขึ้นไปได้สูง 12 เมตร ได้ปริมาณน้ำ 0.89 ลิตรต่อนาที ประสิทธิภาพของเครื่อง 37.99 % และที่ถังอัดอากาศขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว สามารถส่งน้ำขึ้นไปได้สูง 12 เมตร ได้ปริมาณน้ำ 1.03 ลิตรต่อนาที ประสิทธิภาพของเครื่อง 43.29 %

สำหรับที่ความสูงของถังจ่ายน้ำเข้า 1.5 เมตร ที่ถังอัดอากาศขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว สามารถส่งน้ำขึ้นไปได้สูง 12 เมตร ได้ปริมาณน้ำ 1.29 ลิตรต่อนาที ประสิทธิภาพของเครื่อง 35.58 % ที่ถังอัดอากาศขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว สามารถส่งน้ำขึ้นไปได้สูง 12 เมตร ได้ปริมาณน้ำ 1.42 ลิตรต่อนาที ประสิทธิภาพของเครื่อง 38.61 % และที่ถังอัดอากาศขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว สามารถส่งน้ำขึ้นไปได้สูง 12 เมตร ได้ปริมาณน้ำ 1.61 ลิตรต่อนาที ประสิทธิภาพของเครื่อง 42.90 %

จากผลการทดลองที่ได้นั้น ที่ความสูงของถังจ่ายน้ำเข้า 1 เมตรและ 1.5 เมตร เครื่องตะบันน้ำสามารถส่งน้ำได้ถึงระดับ 12 เมตร โดยจะได้ปริมาณน้ำและประสิทธิภาพของเครื่องเพิ่มขึ้นตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของถังอัดอากาศที่เพิ่มขึ้น ส่วนที่ความสูงของถังจ่ายน้ำเข้า 0.5 เมตรนั้นเครื่องตะบันน้ำสามารถตะบันน้ำได้ 12 เมตรที่ขนาดถังอัดอากาศขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว โดยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของถังอัดอากาศที่ต่ำกว่านี้จะไม่สามารถส่งน้ำในระดับความสูงที่ตั้งไว้ได้

คำสำคัญ : เครื่องตะบันน้ำ, ถังอัดอากาศ

Abstract

This research is to create and test the performance of The Hydraulic Ram Pump made from PVC . The variables studied were the size of 3 air tanks, 3 inches, 4 inches and 6 inches in diameter, and the height of the inlet water tank in 3 levels, 0.5 meters, 1 meters and 1.5 meters. The device can be made by limiting the height that cannot exceed 12 meters. The amount of water that the device can do and waste water from the operation of the device.

The experiment results at the height of 0.5 meter inlet water tank at 3-inch diameter air tank can deliver water up to 7 meters in height. The water content is 0.79 liters per minute. The efficiency of the device is 46.94 %. The 4-inch diameter air tank can deliver water up to 8.6 meters in height. The water content is 0.51 liters per minute. The efficiency of the device is 37.09 %. And the 6-inch diameter air tank can deliver water up to 12 meters in height. The water content is 0.24 liters per minute. The efficiency of the device is 23.96%.

For the height of the 1 meter inlet water tank at 3-inch diameter air tank can deliver water up to 12 meters in height. The water content is 0.69 liters per minute. The efficiency of the device is 30.74 %. The 4-inch diameter air tank can deliver water up to 12 meters in height. The water content is 0.89 liters per minute. The efficiency of the device is 37.99 %. And the 6-inch diameter air tank can deliver water up to 12 meters in height. The water content is 1.03 liters per minute. The efficiency of the device is 43.29 %.

For the height of the 1.5 meter inlet water tank at 3-inch diameter air tank can deliver water up to 12 meters in height. The water content is 1.29 liters per minute. The efficiency of the device is 35.58 %. The 4-inch diameter air tank can deliver water up to 12 meters in height. The water content is 1.42 liters per minute. The efficiency of the device is 38.61 %. And the 6-inch diameter air tank can deliver water up to 12 meters in height. The water content is 1.61 liters per minute. The efficiency of the device is 42.90 %.

From the results obtained. At the height of the water tank, 1 meter and 1.5 meters, The Hydraulic Ram Pump can deliver water up to 12 meters, which will increase the amount of water and the efficiency of the device according to the diameter of the air tank. At the height of the water tank 0.5 meters, The Hydraulic Ram Pump can deliver water up to 12 meters at the size of the 6 inch diameter air tank. The lower diameter of the air tank will not be able to deliver water at altitude.

Keywords : the Hydraulic Ram Pump, air tank

บทนำ

เครื่องตะบันน้ำ หรือ Hydraulic Ram Pump เป็นอุปกรณ์ที่สามารถส่งน้ำขึ้นไปบนที่สูงโดยใช้พลังงานที่มีอยู่ในตัวของมันเอง ไม่ต้องใช้ไฟฟ้าหรือเครื่องยนต์มาเป็นตัวขับดันอุปกรณ์ เครื่องตะบันน้ำอาศัยปรากฏการพลังงานจากธรรมชาติ เช่น น้ำที่มีการไหลในแม่น้ำ น้ำตกหรือน้ำที่ไหลจากพื้นที่สูงลงสู่ที่ต่ำ เมื่อน้ำมีความเร็วเข้าท่อ น้ำจะถูกปิดกั้นด้วยวาล์วเกิดเป็นระบบสุญญากาศ แรงกระแทกจะอัดน้ำขึ้นสู่ด้านบน เครื่องตะบันน้ำสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเกษตรหรือการเก็บน้ำไว้บนที่สูง เป็นนวัตกรรมที่สอดคล้องกับท้องถิ่น ไม่สิ้นเปลืองพลังงาน ไม่สร้างมลภาวะ ใช้เงินทุนน้อย สร้างและติดตั้งง่ายสามารถทำได้เอง ต้องการการซ่อมบำรุงเพียงเล็กน้อย มีชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหวน้อย และสามารถทำงานตลอด 24 ชั่วโมงต่อวัน แต่ในปัจจุบันนั้นการใช้งานจริงยังขาดข้อมูลความสามารถในการทำงานของเครื่องตะบันน้ำที่สัมพันธ์กับขนาดของเครื่องตะบันน้ำ งานวิจัยนี้จึงสนใจในการที่จะศึกษาการทำงานของเครื่องตะบันน้ำโดยการสร้างเครื่องตะบันน้ำเพื่อใช้งานกับถังน้ำหรือน้ำประปาเพื่อเป็นแหล่งจ่ายน้ำเข้าและทดสอบโดยการให้น้ำไหลจากที่ต่ำไปยังที่สูง ซึ่งผลการทดลองที่ได้จากการทดสอบเครื่องตะบันน้ำนั้นจะสามารถนำมาพัฒนาปรับปรุงเครื่องตะบันให้มีความเหมาะสมต่อการใช้งานจริงที่ต่อกับแหล่งน้ำตามธรรมชาติได้[1]

วัตถุประสงค์การวิจัย

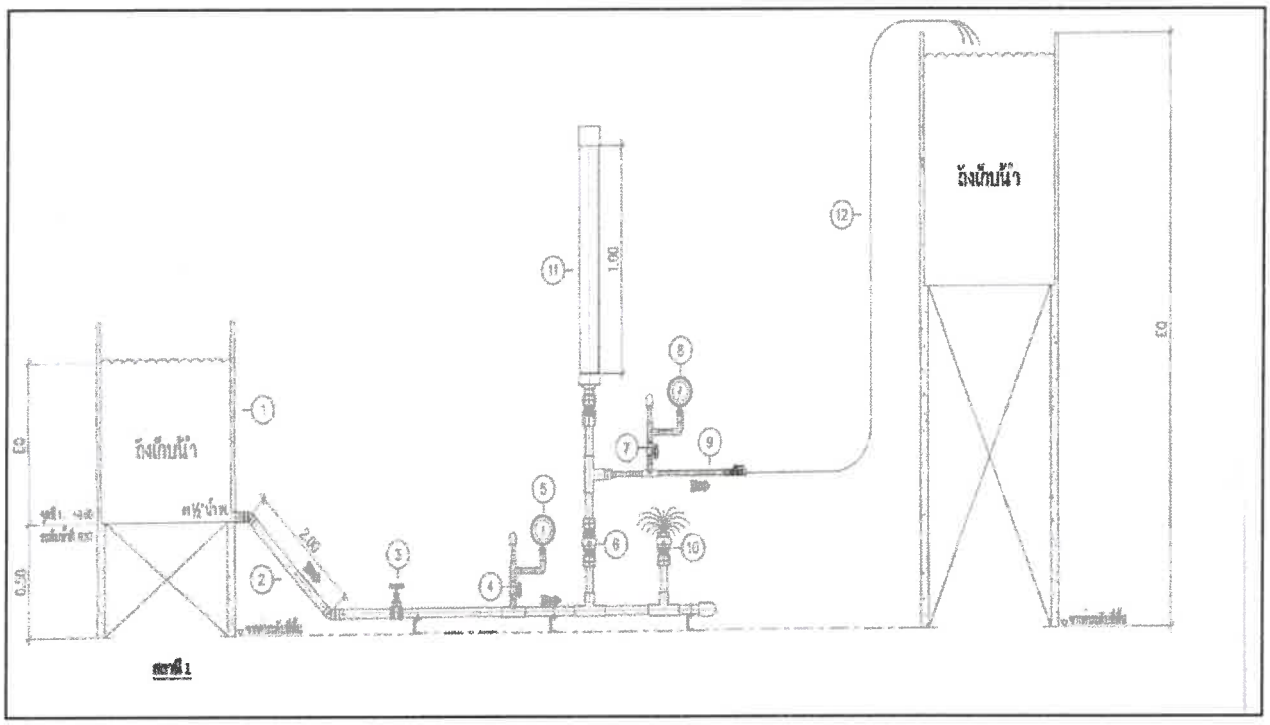
ออกแบบและสร้างเครื่องตะบันน้ำโดยจำลองการทำงานด้วยถังจ่ายน้ำเพื่อหาระดับความสูงในการส่งน้ำ ปริมาณน้ำที่ส่งได้และประสิทธิภาพของเครื่องตะบันน้ำ

ขอบเขตของการวิจัย

ทดสอบเครื่องตะบันที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของถังอัดอากาศ 3 นิ้ว, 4 นิ้ว และ 6 นิ้ว และความสูงของถังจ่ายน้ำเข้า 0.5 เมตร, 1 เมตร และ 1.5 เมตร เพื่อหาปริมาณน้ำที่ส่งและประสิทธิภาพของเครื่องตะบันน้ำโดยจำกัดความสูงในการส่งน้ำไม่เกิน 12 เมตร

ส่วนประกอบและการทำงานของเครื่องตะบันน้ำที่ใช้วิจัย

จากภาพที่ 1 ถังเก็บน้ำ(1)ซึ่งปรับระดับสูงได้ 3 ระดับคือ 0.5 เมตร, 1 เมตร และ 1.5 เมตร ส่งน้ำเข้าระบบ น้ำไหลผ่านวาล์ว(3)และ(4) และเกจวัดความดัน(5)เพื่อวัดแรงดันน้ำก่อนเข้าวาล์วส่งน้ำทิ้ง(10) วาล์วส่งน้ำทิ้งตามภาพที่ 2จะ ผลักดันน้ำกลับเข้าไปในระบบในรูปแบบของคลื่นน้ำเพื่อเป็นแรงดันน้ำให้กลับเข้าไปในระบบส่งน้ำเข้าถังอัดอากาศ(11) โดยถังอัดอากาศจะปรับเปลี่ยน 3 ขนาดคือเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว, 4 นิ้ว และ 6 นิ้ว ถังอัดอากาศตามภาพที่ 3 จะสร้างแรงผลักน้ำเพื่อส่งน้ำไปยังปลายทางโดยผ่านวาล์ว (7)และ(9) และเกจวัดแรงดัน(8)เพื่อวัดแรงดันน้ำก่อนออกจากระบบ น้ำที่ได้ออกจากระบบจะถูกเก็บผลการทดลองเป็นค่าระดับความสูงและปริมาณน้ำที่ได้ตามภาพที่ 4 รวมถึงปริมาณน้ำเสียทิ้งที่ออกจากวาล์วส่งน้ำทิ้งด้วยตามภาพที่ 5[2]



ภาพที่ 1 ระบบเครื่องตะบันน้ำ

ภาพที่ 2 น้ำที่วาล์วส่งน้ำทิ้ง

ภาพที่ 3 การติดตั้งถังอัดอากาศ

ภาพที่ 4 การทดสอบระบบเครื่องตะบันน้ำ

ภาพที่ 5 การบันทึกน้ำเสียทิ้งที่วาล์วส่งน้ำทิ้ง

ผลการวิจัย

การทดสอบระบบเครื่องตะบันน้ำจะทำการตั้งค่าระดับความสูงของถังจ่ายน้ำโดยเริ่มจากความสูงที่ 0.5 เมตร, 1 เมตร และ 1.5 เมตร ในแต่ละระดับความสูงจะทำการเปลี่ยนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของถังอัดอากาศ 3 นิ้ว, 4 นิ้ว และ 6 นิ้ว ในการทดลองแต่ละครั้งจะทำการตั้งค่าระดับความสูงของน้ำออกจากระบบที่เครื่องตะบันน้ำสามารถทำได้ 3 ค่าคือ 7 เมตร 8.6 เมตร และ 12 เมตร บันทึกค่าปริมาณน้ำที่ระบบทำได้และปริมาณน้ำเสียทิ้งที่วาล์วส่งน้ำทิ้ง การทดลองแต่ละค่าจะทำการทดลองซ้ำ 5 ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ยจะได้ตารางสรุปผลการทดลองในแต่ละระดับความสูงของถังจ่ายน้ำตามตารางที่ 1 - 3

ตารางที่ 1 สรุปผลการทดลองเครื่องตะบันน้ำที่ความสูงถังจ่ายน้ำ 0.5 เมตร

ความสูงของถังจ่ายน้ำ 0.5 เมตร				
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางถังอัดอากาศ(นิ้ว)	**ความสูงของน้ำออกจากระบบ (เมตร)**	**ปริมาณน้ำที่ได้ (ลิตรต่อนาที)**	**ปริมาณน้ำเสียทิ้ง (ลิตรต่อนาที)**	**ประสิทธิภาพเครื่องตะบันน้ำ (%)**
3	7	0.79	22.77	46.94
	8.6	0	0	0
	12	0	0	0
4	7	1.01	23.12	58.60
	8.6	0.51	23.14	37.09
	12	0	0	0
6	7	1.19	23.48	67.53
	8.6	0.58	23.65	41.17

	12	0.24	23.80	23.96

หมายเหตุ : ขนาดถังอัดอากาศ 3 นิ้ว และความสูงที่กำหนดให้น้ำสามารถขึ้นไป ที่ 8.6 เมตรและ 12 เมตร ไม่นำมาเก็บผลการทดลอง เนื่องจากน้ำไม่สามารถขึ้นไปถึงตามจุดที่กำหนดได้

ขนาดถังอัดอากาศ 4 นิ้ว และความสูงที่กำหนดให้น้ำสามารถขึ้นไปที่ 12 เมตรไม่นำมาเก็บผลการทดลอง เนื่องจากน้ำไม่สามารถขึ้นไปถึงตามจุดที่กำหนดได

ตารางที่ 2 สรุปผลการทดลองเครื่องตะบันน้ำที่ความสูงถังจ่ายน้ำ 1 เมตร

ความสูงของถังจ่ายน้ำ 1 เมตร				
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางถังอัดอากาศ(นิ้ว)	**ความสูงของน้ำออกจากระบบ (เมตร)**	**ปริมาณน้ำที่ได้ (ลิตรต่อนาที)**	**ปริมาณน้ำเสียทิ้ง (ลิตรต่อนาที)**	**ประสิทธิภาพเครื่องตะบันน้ำ (%)**
3	7	1.53	25.28	39.95
	8.6	1.14	25.64	36.61
	12	0.69	26.24	30.74
4	7	1.7	26.48	42.22
	8.6	1.24	26.83	37.99
	12	0.89	27.25	37.65
6	7	1.91	27.03	46.20
	8.6	1.31	27.19	39.53
	12	1.03	27.52	43.29

ตารางที่ 3 สรุปผลการทดลองเครื่องตะบันน้ำที่ความสูงถังจ่ายน้ำ 1.5 เมตร

ความสูงของถังจ่ายน้ำ 1.5 เมตร				
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางถังอัดอากาศ(นิ้ว)	**ความสูงของน้ำออกจากระบบ (เมตร)**	**ปริมาณน้ำที่ได้ (ลิตรต่อนาที)**	**ปริมาณน้ำเสียทิ้ง (ลิตรต่อนาที)**	**ประสิทธิภาพเครื่องตะบันน้ำ (%)**
3	7	2.19	27.27	34.69
	8.6	1.69	27.47	33.23
	12	1.29	27.71	35.58
4	7	2.4	27.62	37.31
	8.6	1.9	27.78	36.70
	12	1.42	28.00	38.61
6	7	2.63	28.55	39.36
	8.6	2.16	28.86	39.92
	12	1.61	28.41	42.90

อภิปรายผล

การผลการทดลองพบว่าที่ระดับความสูงของถังจ่ายน้ำเดียวกัน เมื่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของถังอัดอากาศใหญ่ขึ้น เครื่องตะบันน้ำจะส่งน้ำได้สูงขึ้น สังเกตได้ชัดเจนจากผลการทดลองที่ระดับความสูงถังจ่ายน้ำ 0.5 เมตรตามตารางที่ 1 และจะส่งน้ำได้ปริมาณมากขึ้นเมื่อเทียบกับความสูงของน้ำทางออกที่ระดับเดียวกัน นั้นสามารถอธิบายได้ว่าถังอัดอากาศที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่ขึ้น จะสามารถสร้างแรงดันให้กับน้ำได้มากขึ้น ส่งผลให้เครื่องตะบันน้ำสามารถส่งน้ำได้ในระดับที่มีความสูงมากขึ้นและได้ปริมาณน้ำมากขึ้นด้วย ส่วนปริมาณน้ำเสียทิ้งที่วาล์วส่งน้ำทิ้งจะเพิ่มขึ้นเมื่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางถังอัดอากาศและความสูงน้ำทางออกเพิ่มขึ้น

เมื่อนำผลการทดลองมาหาค่าประสิทธิภาพเครื่องตะบันน้ำตามสมการ[3], [4]

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{qH}{Qh} \times 100 \qquad (1)$$

เมื่อ q คือ ปริมาณน้ำทางออก (ลิตรต่อนาที)
H คือ ความสูงของน้ำทางออก (เมตร)
Q คือ ปริมาณน้ำที่เข้าระบบ (ลิตรต่อนาที)
h คือ ความสูงของน้ำเข้าระบบ (เมตร)

จะพบว่าที่ระดับความสูงของถังจ่ายน้ำ(น้ำเข้าระบบ)เดียวกัน เมื่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของถังอัดอากาศใหญ่ขึ้น เครื่องตะบันน้ำจะมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเนื่องจากถังอัดอากาศสามารถสร้างแรงดันน้ำได้มากขึ้น ส่งน้ำได้ระดับความสูงและปริมาณน้ำมากขึ้น แต่เครื่องตะบันน้ำจะมีแนวโน้มของค่าประสิทธิภาพลดลงเมื่อระดับความสูงของน้ำทางออกมีค่ามากขึ้นนั้นเพราะเครื่องตะบันน้ำส่งน้ำได้ปริมาณน้อยลงนั้นเอง

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการสรุปผลการทดลองของถังอัดอากาศแต่ละขนาดตามตารางที่ 4 จะได้ว่าเครื่องตะบันน้ำที่ใช้ถังอัดอากาศที่เส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้วสามารถส่งน้ำได้ในระดับความสูงตามที่ตั้งไว้ 12 เมตร โดยจะได้ปริมาณน้ำที่ส่งได้มากขึ้นและประสิทธิภาพของเครื่องตะบันน้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความสูงของถังจ่ายน้ำที่เพิ่มขึ้น แต่ก็มีปริมาณน้ำเสียทิ้งที่วาล์วส่งน้ำทิ้งเพิ่มขึ้นเช่นกัน ดังนั้นควรมีระบบในการนำน้ำเสียทิ้งดังกล่าวกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งในการใช้งานเครื่องตะบันน้ำจริงที่ต่อระบบเข้ากับแหล่งน้ำตามธรรมชาตินั้นค่าปริมาณน้ำเสียทิ้งนี้จะสามารถนำกลับคืนสู่แหล่งน้ำธรรมชาติได้เหมือนเดิมซึ่งถือได้ว่าไม่มีการสูญเสียของปริมาณน้ำแต่อย่างใด

ตารางที่ 4 สรุปผลการทดลองของถังอัดอากาศแต่ละขนาด

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางถังอัดอากาศ(นิ้ว)	ถังจ่ายน้ำสูง (เมตร)	ความสูงของน้ำที่ขึ้นไปได้ (เมตร)	ปริมาณน้ำที่ได้ (ลิตรต่อนาที)	ปริมาณน้ำเสียทิ้ง (ลิตรต่อนาที)	ประสิทธิภาพเครื่องตะบันน้ำ (%)
3	0.5	7	0.79	22.77	46.94
	1.0	12	0.69	26.24	30.74
	1.5	12	1.29	27.71	35.58
4	0.5	8.6	0.51	23.14	37.09
	1.0	12	0.89	27.25	37.65
	1.5	12	1.42	28.00	38.61
6	0.5	12	0.24	23.80	23.96
	1.0	12	1.03	27.52	43.29
	1.5	12	1.61	28.41	42.90

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันรัชต์ภาคย์สำหรับการมอบทุนการวิจัยนี้ และนายอภิวัฒน์ เมืองมิ่ง, นายฉลอง พรมเวียง,นายชูชาติ พลค้า และนายมานะชัย นุชอนงค์ นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล ผู้ช่วยงานวิจัยและเก็บข้อมูลงานวิจัยนี้

รายการอ้างอิง

[1] ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน (2559). ตะบันน้ำ สูบน้ำด้วยน้ำ เทคโนโลยีการสูบน้ำอัตโนมัติ.[สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2561]. จาก https://www.matichon.co.th/sme/news_71046

[2] บัญญัติ นิยมวาส. (2553).เครื่องตะบันน้ำกับตัวเก็บประจุไฟฟ้า.[สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2561]. จาก http://www.rmutphysics.com/charud/specialnews/2/hydraulic-pump/hydraulic-pump1.htm

[3] วิบูลย์ บุญยธโรกุล (2529). ปั๊มและระบบสูบน้ำ. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[4] บรรจง วรรธนะพงษ์ (2525). คู่มือเครื่องสูบน้ำพลังน้ำและกังหันน้ำสูบน้ำ. กรุงเทพฯ:กรมชลประทาน