

อิทธิพลของห้องอากาศที่มีขนาดแตกต่างกันต่อประสิทธิภาพของเครื่องตะบันน้ำ

Effect of Different Air Chamber Sizes to Efficiency of Hydraulic Ram Pump

ชิตพล คงศิลา^{1*}

¹ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี 64 ถนนทหาร ตำบลหมากแข้ง อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี 41000

*ติดต่อ: Chittapol_pol@hotmail.com, เบอร์โทรศัพท์ 0-4221-1040-59, เบอร์โทรสาร 0-4224-1418

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการสร้างและทดสอบเครื่องตะบันน้ำ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาขนาดของห้องอากาศที่เหมาะสมของเครื่องตะบันน้ำ โครงสร้างส่วนใหญ่ของเครื่องตะบันน้ำประกอบด้วยลิ้นก้นกลับทองเหลืองซึ่งถูกนำมาใช้เป็นลิ้นน้ำทิ้งและลิ้นส่งน้ำ และประกอบด้วยห้องอากาศซึ่งทำมาจากท่อ PVC ขนาด 3 นิ้ว สำหรับการทดลองเพื่อหาขนาดของห้องอากาศที่เหมาะสมของเครื่องตะบันน้ำ ท่อจ่ายน้ำมีความยาวจากถังจ่ายน้ำถึงตัวเครื่องตะบันน้ำเป็น 4.5 เมตร ความสูงของเฮดน้ำทางเข้าปั๊มและเฮดน้ำทางออกปั๊มถูกจำลองด้วยภาชนะถังเก็บน้ำเป็น 2.5 และ 6.5 เมตร ตามลำดับ ห้องอากาศปรับเปลี่ยนความสูงให้แตกต่างกันเพื่อใช้ในการทดลองซึ่งมีทั้งหมดสี่ขนาดคือ เล็ก กลาง ใหญ่ และใหญ่พิเศษเป็น 0.20, 0.50, 1.00 และ 1.50 เมตร ตามลำดับ ประสิทธิภาพของเครื่องตะบันน้ำที่ทำงานภายใต้ขนาดความสูงของห้องอากาศทั้งหมดสี่ขนาดคือ เล็ก กลาง และใหญ่ เป็น 3.26%, 32.34% และ 34.56% ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ประสิทธิภาพของเครื่องตะบันน้ำที่ทำงานภายใต้ขนาดความสูงของห้องอากาศคือ ขนาดใหญ่ และขนาดใหญ่พิเศษ เป็น 34.56%, และ 34.70% ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

คำหลัก: เครื่องตะบันน้ำ, ความสูงของเฮดน้ำทางเข้าปั๊ม, ความสูงของเฮดน้ำทางออกปั๊ม, ห้องอากาศ

Abstract

This paper describes the fabrication and testing of the hydraulic ram pump. The aims of this research to determine the appropriate air chamber size of the hydraulic ram pump. In large parts the construction of the hydraulic ram pump consisting of the brazen check valve were used as both waste and delivery valve and also consist an air chamber. The air chambers were made of a PVC tube in a nominal pipe size of 3 inches. For trials of the appropriate air chamber size of the hydraulic ram pump. The drive pipe had a straight length leading to the ram pump of 4.5 metres and was placed horizontally along the ground. Based on the design supply head and delivery head were simulated by a collection vessel are 2.5 and 6.5 metres respectively. The air chamber were adjustable to different heights are put to the proof as follows. The small, medium, large and extra-large sizes are 0.20, 0.50, 1.00 and 1.50 metres respectively. There was significant difference in efficiency of the hydraulic ram pump when operated with the small, medium and large sizes of the air chambers (3.26%, 32.34% and 34.56% respectively). However, it was no significant difference in efficiency of the hydraulic ram pump

when operated with the large and extra-large sizes of the air chambers (34.56% and 34.70% respectively)

Keywords: Hydraulic ram pump, Supply head, Delivery head, Air chamber

1. บทนำ

การทำงานของเครื่องตะบันน้ำจะอาศัยการไหลของน้ำที่กำลังไหลอยู่ภายในเส้นท่อยาน้ำเข้าปั๊ม (drive pipe) การไหลของน้ำจะเกิดพลังงานจลน์ พลังงานนี้จะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำและความเร็วของการไหลในเส้นท่อยาน้ำ ถ้าล้นน้ำทิ้ง (waste valve) ที่ปลายเส้นท่อยาน้ำถูกปิดอย่างทันทีทันใด ความเร็วของน้ำจะกระแทกที่ปลายปิดของล้นน้ำทิ้ง ทำให้เกิดแรงดันในเส้นท่อเพิ่มขึ้นมากกว่าปกติอยู่ชั่วขณะหนึ่งเกิดปรากฏการณ์การกระแทกของน้ำ (water hammer) [3] ด้วยปรากฏการณ์นี้ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการสร้างเครื่องตะบันน้ำ [4] ซึ่งสามารถทำขึ้นโดยการต่อท่อจ่ายน้ำเข้าปั๊ม เพื่อลำเลียงน้ำจากแหล่งน้ำที่มีระดับความสูงไม่เกิน 4 เมตร [2] และเพียงพอให้น้ำไหลลงไปตามเส้นท่อได้ด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก ที่ปลายท่อด้านล่างติดตั้งล้นเปิด-ปิด วัสองตัว ในตำแหน่งใกล้เคียงกัน ซึ่งประกอบไปด้วยล้นน้ำทิ้ง และล้นส่งน้ำ โดยล้นน้ำทิ้งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับหรือใหญ่กว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อจ่ายน้ำเข้าปั๊ม [2] การทำงานปกติของล้นน้ำทิ้งจะเปิดให้น้ำไหลออกได้ แต่จะปิดได้เองด้วยแรงผลักรองน้ำที่ไหลผ่านล้น ขณะที่ล้นส่งน้ำซึ่งมีขนาดเล็กกว่าล้นน้ำทิ้ง การทำงานปกติของล้นส่งน้ำจะปิด แต่จะเปิดได้ด้วยแรงผลักรองน้ำที่ไหลผ่านล้นส่งน้ำ ซึ่งล้นทั้งสองเป็นล้นที่ยอมให้น้ำไหลผ่านได้ทางเดียว เมื่อล้นน้ำทิ้งถูกผลักรองน้ำปิดตัวเองลงอย่างกะทันหัน ความเร็วของน้ำจะกระแทกที่ล้นน้ำทิ้งที่ถูกปิดอยู่ เป็นผลให้เกิดความดันสูงที่ปลายปิดเกิดปรากฏการณ์การกระแทกของน้ำ เนื่องจากน้ำเป็นของไหลที่อัดตัวได้น้อยมาก ความดันนี้จึงทำให้ท่อน้ำขยายตัว แรงดันของน้ำที่เพิ่มขึ้นในขณะนั้นจะดันให้ล้นส่งน้ำเปิดออก น้ำส่วนหนึ่งจะถูกดันผ่านเข้าไปในท้องอากาศ (air

chamber) ซึ่งทำหน้าที่ดูดซับแรงดันที่เกิดขึ้นในขณะนั้น เมื่อแรงดันในเส้นท่อยาน้ำลดลง ส่งผลให้ล้นส่งน้ำปิดไม่ให้ น้ำไหลย้อนกลับเข้าไปในเส้นท่อยาน้ำ ขณะเดียวกันล้นน้ำทิ้งจะเปิดออกด้วยน้ำหนักของตัวล้นน้ำทิ้งและความดันบรรยากาศที่มากกว่าความดันในเส้นท่อยาน้ำในขณะนั้น เมื่อการไหลและความเร็วของน้ำเพิ่มขึ้น น้ำจะเริ่มไหลออกผ่านล้นน้ำทิ้งอีกครั้ง ขณะเดียวกันแรงดันน้ำจะผลักรองน้ำให้ล้นน้ำทิ้งปิดอีก เมื่อล้นน้ำทิ้งถูกปิดทันทีทันใดเกิดความดันสูงที่ปลายปิดแรงดันของน้ำที่เพิ่มขึ้นในขณะนั้นจะดันให้ล้นส่งน้ำเปิดออกอีกครั้ง แรงดันของน้ำที่กำลังไหลจะผลักให้น้ำส่วนหนึ่งไหลผ่านล้นส่งน้ำเข้าไปในท้องอากาศอีกครั้ง จังหวะการทำงานจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเช่นนี้ ทรายที่ยังมีน้ำไหลเข้ามาในเส้นท่อยาน้ำอย่างต่อเนื่อง การเพิ่มขึ้นและลดลงของคลื่นความดันนี้ทำให้เกิดการกระแทกของน้ำขึ้น ทำให้ความดันในท้องอากาศค่อยๆเพิ่มสูงขึ้น จนสามารถดันน้ำที่ถูกส่งเข้ามาเป็นจังหวะ ส่งผ่านไปตามเส้นท่อน้ำทางออกปั๊ม (delivery pipe) ไปยังถังเก็บน้ำสูง

การออกแบบเครื่องตะบันน้ำได้กำหนดความยาวของท่อน้ำทางเข้าปั๊ม (drive pipe length) ดังสมการที่ (1) [5]

$$L = 150 < \frac{L}{D} < 1000 \quad (1)$$

เมื่อ

L = ความยาวของท่อน้ำทางเข้าปั๊ม (เมตร)

D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อน้ำ (เมตร)



รูปที่ 1 ลักษณะการติดตั้งของเครื่องตะบันน้ำ [1]

เครื่องตะบันน้ำที่ได้ออกแบบประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 1 ดังนี้ (a) แหล่งจ่ายน้ำ, (b) ท่อน้ำทางเข้าปั๊ม, (c) ลินน้ำทิ้ง, (d) ลินส่งน้ำ, (e) ห้องอากาศ, (f) ท่อน้ำทางออกปั๊ม, (g) ถังเก็บน้ำ

2. อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

- มาตรฐานอัตราการไหลของน้ำ
- กระบอกตวงน้ำ
- ห้องอากาศทำจากท่อ PVC เส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ที่มีขนาดความสูงต่างๆ 4 ขนาด

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาขนาดของห้องอากาศที่เหมาะสมสำหรับเครื่องตะบันน้ำเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพการทำงานที่ดีที่สุด โดยห้องอากาศทำมาจากท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ปรับเปลี่ยนความสูงให้แตกต่างกันสี่ขนาดเพื่อใช้ในการทดลองคือ ใหญ่พิเศษ (XL), ใหญ่ (L), กลาง (M) และ เล็ก (S) เป็น 1.50, 1.00, 0.50 และ 0.20 เมตร ตามลำดับ ดังนั้นเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ใน การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องตะบันน้ำได้กำหนดปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องตะบันน้ำดังแสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปัจจัยการออกแบบที่ได้กำหนดไว้ของเครื่องตะบันน้ำ

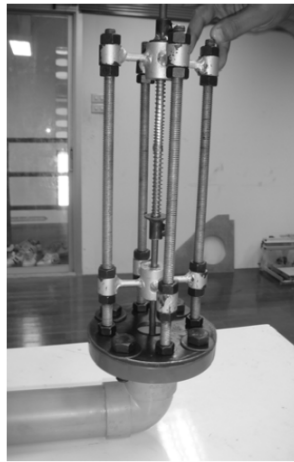
	Design Parameters	Symbol	Value	Unit
1	ความสูงของเฮดน้ำทางออกปั๊ม	h	6.5	เมตร
2	ความสูงของเฮดน้ำทางเข้าปั๊ม	H	2.5	เมตร
3	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อน้ำทางเข้าปั๊มดังแสดงในรูปที่ 4	D	1	นิ้ว
4	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อน้ำทางออกปั๊มดังแสดง	d	1/2	นิ้ว

	ในรูปที่ 4			
5	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลื่นน้ำทิ้ง	D_w	1	นิ้ว
6	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลื่นส่งน้ำ	D_d	1	นิ้ว
7	ความยาวของท่อน้ำทางเข้าปั๊ม	L	4.5	เมตร
8	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของห้องอากาศ ปรับเปลี่ยนความสูงให้แตกต่างกันสี่ขนาด ดังแสดงในรูปที่ 6	D_a	3	นิ้ว

ลื่นส่งน้ำและลื่นน้ำทิ้งเลือกใช้ชนิดลื่นกันกลับ (clap check valve) ทำมาจากวัสดุทองเหลือง เนื่องจากลื่นกันกลับสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีอายุใช้งานมากกว่าลื่นชนิดอื่นที่มีจำหน่ายทั่วไป ขณะที่ลื่นชนิดอื่นมีสปริงติดตั้งอยู่ในตัวลื่นดังแสดงในรูปที่ 2 [6] เนื่องจากสปริงมีอิทธิพลต่อการเปิดและปิดของลื่นมากซึ่งส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพของเครื่องตะบันน้ำ ดังนั้นสปริงในลื่นจะต้องถูกปรับแต่งให้มีความตึงพอดีกับเงื่อนไขการทำงานจริงของเครื่องตะบันน้ำดังแสดงในรูปที่ 3 [9] ในขณะที่ลื่นกันกลับไม่จำเป็นที่จะต้องปรับความตึงของสปริงและมีข้อดีอีกอย่างคือลื่นกันกลับนี้ยังสามารถหาซื้อได้ตามร้านวัสดุก่อสร้างทั่วไป [6],[10],[12]



รูปที่ 2 ลื่นประเภทต่างๆใช้เป็นลื่นน้ำทั้ง [6]



รูปที่ 3 ลื่นน้ำทั้งติดตั้งสปริงบนลื่น [9]



รูปที่ 4 ลักษณะโครงสร้างของเครื่องตะบันน้ำที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วยท่อน้ำทางเข้าปั๊มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้วและท่อน้ำทางออกปั๊มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ½ นิ้ว

ตำแหน่งการติดตั้งลื่นน้ำทั้ง เลือกติดตั้งตำแหน่งลื่นน้ำทั้งอยู่ที่ส่วนปลายสุดของท่อน้ำทางเข้าปั๊มดังแสดงในรูปที่ 4 เนื่องจากเครื่องตะบันน้ำที่ทำงานภายใต้ตำแหน่งการติดตั้งของลื่นน้ำทั้งแบบต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 5 [6] จากซ้ายไปขวา คือ ติดตั้งที่ท่อน้ำทางเข้าปั๊ม ณ ตำแหน่งทางเข้าของเครื่องตะบันน้ำโดยวางลื่นขนานกับห้องอากาศ, ติดตั้งที่ท่อน้ำทางเข้าปั๊ม ณ ตำแหน่งปลายสุดของเครื่องตะบันน้ำโดยวางลื่นขนานกับห้องอากาศ และ ติดตั้งที่ท่อน้ำทางเข้าปั๊ม ณ ตำแหน่งปลายสุดของเครื่องตะบันน้ำโดยวางลื่นขนานกับท่อน้ำทางเข้าปั๊ม ตามลำดับพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ [6]



รูปที่ 5 ลักษณะการติดตั้งลื่นน้ำทั้ง 3 แบบ เมื่อ I คือ ลื่นน้ำทั้ง และ D คือ ลื่นส่งน้ำ [6]



รูปที่ 6 ขนาดความสูงของห้องอากาศทำจากท่อ PVC เส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว มีทั้งหมดสี่ขนาดคือ ใหญ่พิเศษ (XL), ใหญ่ (L), กลาง (M) และ เล็ก (S) เป็น 1.50, 1.00, 0.50 และ 0.20 เมตร ตามลำดับ

3. วิธีการทดลอง

สำหรับการทดลองเพื่อหาสมรรถนะของเครื่องตะบันน้ำ ได้ติดตั้งเครื่องตะบันน้ำไว้ที่มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี โดยมีลำดับขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. ติดตั้งเครื่องตะบันน้ำตามปัจจัยการออกแบบที่ได้กำหนดไว้ในตารางที่ 1 โดยกำหนดให้ท่อน้ำทางเข้าปั๊มเป็นท่อ PVC วางในแนวนอนกับพื้นดินมีความยาวจากถังจ่ายน้ำถึงตัวเครื่องตะบันน้ำเป็น 4.5 เมตร
2. ติดตั้งห้องอากาศขนาดใหญ่พิเศษ (XL) ที่เครื่องตะบันน้ำ
3. เปิดวาล์วน้ำที่ท่อน้ำทางเข้าปั๊ม 100% ให้น้ำจากถังจ่ายน้ำไหลผ่านท่อน้ำเข้าสู่เครื่องตะบันน้ำ
4. สังเกตรอบการทำงานของการลื่นน้ำทั้งซึ่งจะเกิดขึ้นทุกๆ 2 วินาที โดยสังเกตจากเสียงโลหะของลื่นน้ำทั้งกระทบกัน

5. สังเกตเข็มของมาตรวัดแรงดันซึ่งติดตั้งที่ท่อน้ำทางเข้าของเครื่องตะบันน้ำเข็มชี้ขึ้นประมาณ 0.8 บาร์ขึ้นไป

6. ปลดปล่อยให้เครื่องตะบันน้ำทำงานประมาณ 5 นาทีเพื่อทำการไล่อากาศออกจากท่อ

7. บันทึกค่าอัตราการไหลของน้ำที่ท่อส่งน้ำ (Q) โดยการอ่านที่มาตรวัดอัตราการไหลของน้ำ

8. บันทึกค่าอัตราการไหลของน้ำที่ท่อส่งน้ำ (q) โดยใช้กระบอกตวงน้ำรองรับน้ำที่ท่อน้ำทางออกปั๊มพร้อมทั้งจับเวลา

9. ทำการทดลอง 4 ชุด

10. ทำการทดลองกับห้องอากาศที่เหลือคือ ขนาดเล็ก กลาง และใหญ่ ตามลำดับ โดยมีลำดับการทดลองเหมือนข้อ 1 ถึง ข้อ 9

11. คำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องตะบันน้ำดังสมการที่ (2) [13]

$$\eta = \frac{qh}{QH} \quad (2)$$

เมื่อ

q = อัตราการไหลของน้ำทางออกปั๊ม

h = ความสูงของเฮดน้ำทางออกปั๊ม

Q = อัตราการไหลของน้ำทางเข้าปั๊ม

H = ความสูงของเฮดน้ำทางเข้าปั๊ม

12. ใช้โปรแกรมทางสถิติ ช่วยในการคำนวณค่าทางสถิติและทำการวิเคราะห์สมมติฐานของปัจจัยที่ใช้ศึกษาที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยใช้สถิติทดสอบ F (F-Test) ใช้เทคนิคการคำนวณโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบจำแนกทางเดียว ถ้าปฏิเสธสมมติฐานจะต้องทดสอบค่าเฉลี่ยรายคู่ด้วยการเปรียบเทียบพหุคูณ โดยเน้นวิธี LSD [11]

4. ผลการทดลองและวิจารณ์

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบอัตราการไหลของน้ำที่ท่อน้ำทางเข้าปั๊ม (Q) และอัตราการไหลของน้ำที่ท่อน้ำทางออกของเครื่องตะบันน้ำ (q) โดยการเปลี่ยนแปลง

ความสูงของห้องอากาศทั้งหมดสี่ขนาดคือ เล็ก (S), กลาง (M), ใหญ่ (L) และใหญ่พิเศษ (XL) เป็น 0.20, 0.50, 1.00 และ 1.50 เมตรตามลำดับ

	ทรีตเมนต์	ค่าเฉลี่ย $\times 10^{-4}(\text{m}^3/\text{s})$	
		Q	q
1	ใหญ่พิเศษ (XL); 1.50 เมตร	4.83	0.644
2	ใหญ่ (L); 1.00 เมตร	4.81	0.639
3	กลาง (M); 0.50 เมตร	4.76	0.592
4	เล็ก (S); 0.20 เมตร	4.75	0.0596

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องตะบันน้ำ โดยการเปลี่ยนแปลงความสูงของห้องอากาศทั้งหมดสี่ขนาดคือ เล็ก (S), กลาง (M), ใหญ่ (L) และใหญ่พิเศษ (XL) เป็น 0.20, 0.50, 1.00 และ 1.50 เมตรตามลำดับ

	ทรีตเมนต์	ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพ (%)
1	ใหญ่พิเศษ (XL); 1.50 เมตร	34.70 ^a
2	ใหญ่ (L); 1.00 เมตร	34.56 ^a
3	กลาง (M); 0.50 เมตร	32.34 ^b
4	เล็ก (S); 0.20 เมตร	3.26 ^c

หมายเหตุ

a, b และ c คือค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบสมรรถนะการทำงานของเครื่องตะบันน้ำ

	ชิตพล	บัญญัติ และคณะ [9]	Phyo, M. T. [7]	Shuaibu, N. M. [8]	Matthias, I. et al. [6]
h/H	2.6	6	6	1.9	2.57

q/ Q	0.133	0.13	0.008	0.298	0.172
Eff.(%)	34.56	78.76	60	57.3	44

จากเงื่อนไขการทำงานที่ต่างกันดังแสดงในตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่า ถ้าสภาวะการทำงานเปลี่ยนไป อาทิเช่น ความสูงของเฮดน้ำทางเข้าปั๊มเพิ่มขึ้นหรือลดลง และความสูงของเฮดน้ำทางออกปั๊มเพิ่มขึ้นหรือลดลงเป็นต้น จะส่งผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องตะบันน้ำอย่างมีนัยสำคัญ แต่ปัจจัยที่กล่าวมานี้ล้วนเป็นปัจจัยภายนอกทำให้การปรับปรุงเครื่องตะบันน้ำให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นนั้นจึงทำได้ยาก

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้พิจารณาปัจจัยภายในของเครื่องตะบันน้ำซึ่งสามารถปรับปรุงเครื่องตะบันน้ำให้สูงขึ้นได้ง่ายกว่าซึ่งปัจจัยภายในดังกล่าวคือขนาดของห้องอากาศ ผลการทดลองพบว่าประสิทธิภาพของเครื่องตะบันน้ำที่ทำงานภายใต้ขนาดของห้องอากาศทั้งหมดสี่ขนาดคือ เล็ก (S), กลาง (M) และใหญ่ (L) ดังแสดงในตารางที่ 3 เป็น 3.26%, 32.34% และ 34.56% ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่ประสิทธิภาพของเครื่องตะบันน้ำที่ทำงานภายใต้ขนาดของห้องอากาศคือ ขนาดใหญ่ (L) และขนาดใหญ่พิเศษ (XL) เป็น 34.56%, และ 34.70% ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองของห้องอากาศ ซึ่งทำมาจากท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว ที่มีขนาดความสูงต่างๆ 4 ขนาด พบว่าขนาดที่เหมาะสมที่สุดสำหรับเครื่องตะบันน้ำที่ทำงานภายใต้เงื่อนไขการทำงานตามตารางที่ 1 คือ ห้องอากาศขนาดใหญ่ (L) ซึ่งมีความสูงของห้องอากาศไม่เกิน 1 เมตร แต่ขณะเดียวกันถ้าห้องอากาศที่มีขนาดใหญ่มากเกินไป พบว่าปริมาณน้ำที่สามารถส่งน้ำไปยังถังเก็บน้ำสูงนั้นไม่แตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญจึงไม่จำเป็นที่จะต้องเลือกใช้ห้องอากาศที่มีขนาดใหญ่เกินไป ซึ่งจะเป็นการสิ้นเปลืองวัสดุ

5. สรุป

การใช้ห้องอากาศขนาดเล็กกับเครื่องตะบันน้ำ จะส่งน้ำไปเก็บที่ภาชนะเก็บน้ำไม่ได้หรือได้น้อยมาก เนื่องจากลิ้นจะปิดเร็วและถี่มาก เพราะห้องอากาศขนาดเล็กจะมีน้ำอยู่เกือบเต็มห้องจึงมีอากาศไม่เพียงพอเพื่อดูดซับแรงกระแทกของน้ำการตะบันน้ำจึงไม่เกิดขึ้นหรือเกิดขึ้นน้อยมาก

การใช้ห้องอากาศขนาดใหญ่ จะสามารถดูดกลืนพลังงานที่เกิดจากคลื่นความดันในระบบท่อได้ดี ซึ่งอากาศเป็นของไหลที่สามารถดูดกลืนความดันได้ดีที่สุด เพราะอากาศสามารถที่จะยุบตัวในการรับความดันได้มาก ด้วยเหตุนี้ห้องอากาศที่มีขนาดใหญ่จะส่งผลให้เครื่องตะบันน้ำสามารถส่งน้ำไปยังถังเก็บน้ำสูงได้ปริมาณมาก กล่าวคือ ถ้าปริมาณอากาศมากขึ้นอากาศจะดูดซับแรงกระแทกของน้ำได้มากขึ้น

แต่อย่างไรก็ตาม การเพิ่มขนาดของห้องอากาศให้มากกว่า 100 เท่าของปริมาตรน้ำที่ส่งขึ้นไปในหนึ่งรอบการทำงานของเครื่องตะบันน้ำ [2] จะไม่เป็นผลดีนัก เพราะประสิทธิภาพของเครื่องตะบันน้ำจะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้นซึ่งไม่คุ้มกับราคาวัสดุที่เพิ่มขึ้น

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Reza, F. A., Babak, L.A. and Alireza, K. (2015). Determine the efficiency of hydraulic ram-pumps, *E-proceeding of the 36th IAHR World Congress*, 28 June – 3 July 2015, The Hague, the Netherlands.
- [2] Rohan, D. B., Swapnil, P. R., Pradeep, S. B. and Asst Prof. Manoday, R. R. (2015). Designing of hydraulic ram pump, *International Journal Of*



Engineering And Computer Science, vol. 4(5), pp. 11966–11971.

[3] Young, B. (1997). Design of homologous ram pumps, *Journal of fluids engineering*, vol. 119(2), pp. 360-365.

[4] Yu, Y. M. and Zaw, M. H. (2014). Design of 15 meter head hydraulic ram pump, *International Journal of Scientific Engineering and Technology Research*, vol. 3(10), pp. 2177-2181.

[5] Calvert, N. (1958). Drive pipe of a hydraulic ram, *The Engineer*, Harmsworth Press, London, England, 26 December, vol. 206(5370): pp.1001

[6] Matthias, I., Suchard, S., Johannes, F. J. M., Johannes, M., Wolfram, S. (2015). Hydralic ram pumps for irrigation in northern Thailand, *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, vol. 5(2015), pp. 107-114.

[7] Phyo, M. T. (2008). Construction and performance testing of the hydraulic ram pump, *GMSARN International Conference on Sustainable Development*, 12-14 Nov. 2008.

[8] Shuaibu, N. M. (2007). Design and Construction of a Hydraulic Ram Pump, *Leonardo Electronic Journal of Practives and Technologies*, vol. 11, July-December 2007. Pp. 59-70.

[9] บัญญัติ นิยมवास และ บรรเจิด โปฏกรัตน์ (2555). การศึกษาสมรรถนะของเครื่องตะบันน้ำ, *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ เล่มที่ 24 มหาวิทยาลัยสยาม*.

[10] Kahangire, P. (1984). An experimental investigation and design of hydraulic ram pumps [Master thesis], *University of Ottawa*, Canada.

[11] รองศาสตราจารย์ชัชวาลย์ เรืองประพันธ์ (2543). สถิติพื้นฐาน พร้อมตัวอย่างการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม

MINITAB SPSS และ SAS, ขอนแก่น: กองทุนพัฒนาและส่งเสริมด้านวิชาการ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

[12] Chi, M. and Diemer, P. (2002). Hydraulic ram handbook, *Bremen Overseas Research and Development Association*.

[13] Abate, C. and Botrel, T. (2002). Carneiro hidraulico com tubulacao de alimentacao em aco galvanizado e em PVC, *Scientia Agricola* vol. 59(1), pp. 197-203.