ศึกษาผลของการเลือกใช้วาล์วน้ำล้นและวาล์วส่งน้ำต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องตะบันน้ำ

THE IMPACT STUDY OF WASTE VALVE AND DELIVERY VALVE APPLICATION ON THE EFFICIENCY OF HYDRAULIC RAM

พนิดา สีมาวุธ[1,*]
[1] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, จังหวัดกรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย
[*]Corresponding author address: panidaja@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการศึกษาผลของการเลือกใช้วาล์วน้ำล้น (Waste valve) และวาล์วส่งน้ำ (Delivery valve) ต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องตะบันน้ำที่ถูกจัดสร้างตามแบบของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ในโครงการการผลิตและการใช้งานระบบสูบน้ำเชิงกลสำหรับชุมชน เพื่อใช้เป็นชุดสาธิตให้เกษตรกรโดยเลือกใช้เช็ควาล์วสวิง เช็ควาล์วสปริงและวาล์วหัวกะโหลก เนื่องจากเป็นวาล์วที่เกษตรกรหาซื้อง่ายมีขายตามท้องตลาดทั่วไปและราคาไม่แพง จากการตรวจสอบเบื้องต้นพบว่าเครื่องตะบันน้ำนี้จะเริ่มทำงานก็ต่อเมื่อต้องใช้ความสูงของน้ำเหนือทางเข้าไม่น้อยกว่า 1 เมตร สำหรับการศึกษานี้ได้ใช้ความสูงของน้ำเหนือท่อทางเข้าชุดทดสอบ 4.5 เมตร พบว่าการใช้เช็ควาล์วสวิงเป็นทั้งวาล์วน้ำล้นและวาล์วส่งน้ำตามแบบของ สวทช. ให้ค่าประสิทธิภาพสูงสุดเท่ากับ 53% สามารถส่งน้ำได้สูง 12.3 เมตร โดยสูบน้ำส่งได้ 6.66 ลิตรต่อนาที มีอัตราของน้ำที่ล้นออก 14.56 ลิตรต่อนาที แสดงว่าสามารถส่งน้ำได้ 31.38% ของน้ำที่ไหลเข้าเครื่องตะบัน ส่วนการใช้เช็ควาล์วสวิงเป็นวาล์วน้ำล้นและวาล์วสปริงเป็นวาล์วส่งน้ำ ให้ค่าประสิทธิภาพการทำงานรองลงมาเท่ากับ 31 % สามารถส่งน้ำได้สูง 9.5 เมตร โดยสูบน้ำส่งได้ 6.2 ลิตรต่อนาที มีอัตราของน้ำที่ล้นออก 23 ลิตรต่อนาที สามารถส่งน้ำได้ 21.23 % ของน้ำที่ไหล ส่วนการใช้วาล์วหัวกะโหลกเป็นวาล์วน้ำล้นพร้อมกับใช้เช็ควาล์วสปริงเป็นวาล์วส่งน้ำจะได้ประสิทธิภาพเท่ากับต่ำที่สุดเพียง 17.95 %

คำสำคัญ*: วาล์วน้ำล้น, วาล์วส่งน้ำ, เครื่องตะบันน้ำ*

Abstract

This paper aimed to study the impact of applying waste valve and delivery valve on the efficiency of hydraulics ram, built with National Science and Technology Development Agency (NSTDA) design and operated in the Project of Production and Mechanical Pumping System for the local community. To give the agriculturist a demonstration, a swing check valve, spring check valve, and skull check valve were selected due to their inexpensive price and widely available on the market. According to a preliminary examination, the hydraulic ram would start operating only if the water level is higher than the inlet at least 1 meter. In this study, the height difference between the experimented inlet and the water level was 4.5 meters. The result of employing the swing valve to be both waste valve and delivery valve, following NSTDA design, showed a maximum efficiency of 53%, and water delivery of 12.3 meters height with delivery velocity and waste valve velocity of 6.66 and 14.56 liters per minute respectively resulting in 31.38% of water entering hydraulic ram or inlet being delivered. On the other hand, using the swing valve as the waste valve and the spring check valve as delivery valve provided an inferior efficiency of 31%, and water delivery 9.5 meters height with delivery velocity and waste valve of 6.2 and 23 liters per minute resulting in the water delivery of 21.23% of the inlet. Ultimately, a result of applying a skull check valve to be the waste valve and spring check valve to be delivery valve suggested the lowest efficiency of 17.95%.

Keywords*: Waste valve, Delivery valve, hydraulic ram*

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

การตะบันน้ำเป็นการใช้น้ำเข้ากระแทกน้ำในพื้นที่จำกัดเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพลังงานของการไหลที่เพิ่มขึ้น โดยมีผู้ค้นพบหลักการของตะบันน้ำมาตั้งแต่ ปี ค.ศ.1772 หรือกว่า 200 ปีมาแล้ว โดยช่างประปาของโรงพยาบาลแห่งหนึ่งในเมือง Bristol ในประเทศอังกฤษและ ถูกพัฒนาแนวคิดโดยพี่น้องตระกูล Montgofier ชาวฝรั่งเศส เมื่อปี ค.ศ.1796 ต่อมาปี ค.ศ.1956 ดร.มิยาซาวา ได้สร้างเครื่องสูบน้ำพลังน้ำขึ้นโดยเอาหลักการนี้ไปใช้เป็นผลสำเร็จแต่ไม่เป็นที่นิยม ในประเทศไทยได้มีการสร้างขึ้นเครื่องแรกเมื่อปี พ.ศ. 2516 โดยกองบริการอุตสาหกรรมภาคเหนือ และได้ทดลองติดตั้งใช้งานที่ไร่ 3 เขา ในเขต อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ ได้ผลเป็นที่น่า

พอใจและต่อมาในปี พ.ศ.2518 ได้ทำการปรับปรุงและสร้างขึ้นอีก 1 เครื่อง ได้ทำการทดลองระยะสั้นเป็นที่น่าพอใจ ซึ่งตะบันน้ำเครื่องใหม่มีประสิทธิภาพดีกว่าเครื่องแรก [1] ขณะที่ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีประชากรที่มีอาชีพทำการเกษตรเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นน้ำจึงเป็นปัจจัยหลักในการทำงานรวมไปถึงการอุปโภคบริโภค ซึ่งแหล่งน้ำที่ใช้เป็นอีกปัญหาหนึ่งของชาวบ้าน เนื่องจากแหล่งน้ำตามธรรมชาติอยู่ในตำแหน่งที่ขนย้ายได้ลำบาก ซึ่งอาจเกิดจากภูมิประเทศที่แตกต่างกันไป เช่น ความสูง-ต่ำของแหล่งน้ำ และระยะทาง จึงเป็นอุปสรรค์ต่อการขนย้ายน้ำของชาวบ้าน เครื่องตะบันน้ำ “Hydraulic Ram Pump” จึงเป็นเครื่องมือช่วยส่งน้ำจากที่ต่ำไปยังที่สูงที่มีความสูงกว่าแหล่งน้ำได้ แต่ต้องอาศัยน้ำที่มีอัตราการไหลสูงเพียงพอ เช่น น้ำตก ลำธาร ถังเก็บน้ำ หรือมีระดับความสูงของน้ำไหลเข้าระบบท่อของเครื่องตะบันน้ำ แต่อย่างไรก็ตามระบบการทำงานของเครื่องตะบันน้ำ ก็ยังคงมีน้ำบางส่วนจะไหลออกไปทางวาล์วน้ำล้น เครื่องตะบันน้ำจึงเหมาะสำหรับใช้ในแหล่งน้ำธรรมชาติเพราะน้ำที่ล้นออกจากวาล์วจะสามารถใช้ประโยชน์ในพื้นที่ท้ายน้ำได้โดยไม่เสียเปล่า

เครื่องตะบันน้ำ เป็นเครื่องที่มีระบบการทำงานคล้ายกับเครื่องปั๊มน้ำ โดยไม่ต้องใช้เชื้อเพลิงหรือพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยอาศัยเพียงการกระแทกน้ำในท่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของน้ำอย่างกะทันหัน และก่อให้เกิดความดันในตัวเครื่องตะบันน้ำเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในเวลาสั้นๆ หรือก็คือเมื่อน้ำจากแหล่งน้ำที่สูงกว่าไหลเข้าท่อด้วยความเร็วที่เหมาะสม จะกระทบให้วาล์วน้ำล้น ซึ่งเป็นวาล์วเปิดทางเดียวทำงานเป็นจังหวะ และเปลี่ยนไปเป็นการเพิ่มความดันน้ำ ซึ่งจะผลักดันน้ำให้เข้าสู่ท่ออากาศ เมื่อน้ำไหลเข้าสู่ท่ออากาศ อากาศจะถูกอัดตัวจนมีความดันเพิ่มขึ้น เนื่องจากน้ำไม่สามารถไหลออกสู่ทางด้านบนได้ ความดันอากาศจึงผลักดันน้ำให้ไหลออกกลับสู่ทางด้านล่างผ่านไปยังท่อส่งน้ำ ดังนั้นเครื่องตะบันน้ำจึงสามารถส่งน้ำขึ้นสู่ที่สูงกว่าระดับน้ำไหลเข้าได้

สำหรับการศึกษานี้เป็นการศึกษาผลของการเลือกใช้วาล์วน้ำล้น (Waste valve) และวาล์วส่งน้ำ (Delivery valve) ต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องตะบันน้ำที่ถูกจัดสร้างตามแบบของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ในโครงการการผลิตและการใช้งานระบบสูบน้ำเชิงกลสำหรับชุมชน เพื่อใช้เป็นชุดสาธิตให้เกษตรกรโดยเลือกใช้เช็ควาล์วสวิง เช็ควาล์วสปริงและวาล์วหัวกะโหลก เนื่องจากเป็นวาล์วที่เกษตรกรหาซื้อง่ายมีขายตามท้องตลาดทั่วไปและราคาไม่แพง เพื่อที่จะได้เป็นแนวทางในการเลือกใช้วาล์วที่เหมาะสมที่สุด

2. หลักการทำงานและทฤษฎีพื้นฐานของเครื่องตะบันน้ำ

การทำงานจะเริ่มจากแหล่งจ่ายน้ำซึ่งอาจเป็นลำธาร น้ำตก ไหลเข้ามาทางท่อด้านเข้า ในตอนเริ่มต้นวาล์วน้ำล้น (Waste valve) เปิดและวาล์วส่ง (Delivery valve) ปิดทำให้น้ำที่ไหลเข้ามาไหลออกทางวาล์วน้ำล้น โดยต้องมีการต้องกระตุ้นวาล์วน้ำล้นให้เกิดการปิดเปิดเป็นจังหวะหลังจากนั้นปั๊มน้ำจะเริ่มต้นทำงานได้ด้วยตัวเองไปเรื่อยๆ หลักการทำงานของเครื่องตะบันน้ำเริ่มต้นเมื่อน้ำไหลผ่านท่อส่งเข้ามาในตัวปั๊ม (Hydraulic body) ในขณะที่วาล์วน้ำทิ้ง (Waste valve) กล่าวคือ เมื่อน้ำไหลจากแหล่งน้ำที่สูงกว่าด้วยความเร็วที่เหมาะสมมากระทบให้วาล์วน้ำล้น ซึ่งเป็นวาล์วเปิดทางเดียว ทำงานเปิดปิดเป็นจังหวะ กลายเป็นการเพิ่มความดันน้ำและผลักดันน้ำให้เข้าสู่กระบอกอากาศผ่านวาล์วส่งน้ำ ซึ่งเป็นวาล์วเปิดทางเดียวเช่นกัน เมื่อน้ำไหลเข้าสู่กระบอกอากาศที่อยู่ในกระบอกจะถูกอัดจนมีความดันเพิ่มขึ้น แต่เนื่องจากไม่มีทางออกทางด้านบนของกระบอก อากาศจึงเกิดการอัดตัวและผลักดันให้น้ำไหลออกจากกระบอกทางด้านล่าง ผ่านทางท่อส่งด้วยแรงดันที่เพิ่มขึ้นหลายเท่า ดังนั้นเครื่องตะบันน้ำจึงสามารถส่งน้ำหรือยกระดับน้ำได้สูงขึ้นอย่างมาก และสามารถจำแนกช่วงของการตะบันน้ำได้เป็น 3 ช่วงดังนี้ [2]

2.1. ช่วงการกระแทก

ช่วงการกระแทกเป็นการเพิ่มความเร็วของน้ำบริเวณเข้า โดยวาล์วน้ำทิ้งจะเปิดอยู่ด้วยน้ำหนัก ทำให้น้ำจากท่อเข้า ไหลเข้าตัวปั๊มและออกที่วาล์วน้ำทิ้ง ความเร็วของน้ำก็จะค่อยๆเพิ่มขึ้น เมื่อความเร็วถึงจุดหนึ่ง กระแสน้ำจะสามารถพยุงวาล์วน้ำทิ้งเอาชนะน้ำหนักที่กดวาล์วได้ ทำให้วาล์วน้ำทิ้งปิดทันที

2.2. ช่วงเพิ่มพลังงานของการไหล

ช่วงเพิ่มพลังงานของการไหลหรือช่วงส่งน้ำ เมื่อน้ำถูกทำให้หยุดกะทันหัน ทำให้เกิดความดันสูงในตัวปั๊ม ความดันนี้สามารถชนะความดันในห้องความดันได้ ทำให้สามารถไหลผ่านวาล์วความดันทางเดียวเข้าไปยังส่วนท่อส่งน้ำออก ความดันในตัวปั๊มจะค่อยๆลดลงเรื่อยๆ จนไม่สามารถชนะความดันในห้องความดันได้ ทำให้วาล์วความดันปิดอีกครั้ง

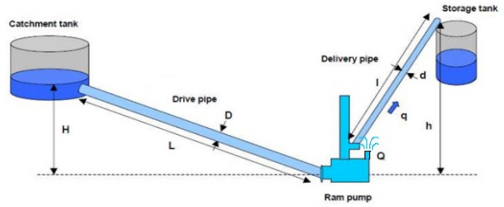
2.3. ช่วงการเกิดย้อนน้ำ

การไหลย้อน น้ำจะไหลย้อนกลับมาทางท่อไหลเข้าทำให้ความดันในปั๊มลดลงจนต่ำกว่าความดันบรรยากาศ อากาศบางส่วนไหลเข้ามาทางวาล์วเติมอากาศเพื่อรอการบรรจุไปในห้องความดันในรอบการทำงานหน้า (การเติมอากาศเล็กน้อยไปในห้องความดัน ทำให้แน่ใจว่าอากาศจะไม่หมดไปกับน้ำที่อาจพาไปกับท่อส่งน้ำ) ความดันที่ลดลงทำให้วาล์วน้ำทิ้งเปิดอีกครั้ง เป็นอันครบรอบการทำงาน หลังจากเครื่องตะบันน้ำเริ่มต้นทำงาน มันจะสามารถทำได้ด้วยตัวเองไปเรื่อยๆ ภายใต้ระบบที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า การตะบันน้ำ หรือ Water Hammer ซึ่งมีวงรอบของการทำงานประมาณทุกๆ 2 วินาที ดังนั้นจึงมีผู้เรียกเครื่องตะบันน้ำว่า เป็นปั๊ม

ที่สามารถทำงานได้ด้วยตัวเอง

จากผลงานวิจัยที่ผ่านมาหลายๆโครงการที่เกี่ยวกับเครื่องการตะบันน้ำ [3]-[7] พบว่าในหลายโครงการวิจัยสามารถสูบน้ำจากที่ต่ำไปยังที่สูงได้จริงตามทฤษฎี แต่คุณสมบัติทางกลมีความแตกต่างกันซึ่งเกิดจากวัสดุอุปกรณ์และการติดตั้งเครื่องตะบันน้ำ สำหรับการศึกษานี้ได้จัดสร้างตามแบบ สวทช. เพื่อใช้เป็นชุดสาธิต เนื่องจากสามารถจัดสร้างง่าย ไม่ซับซ้อนโดยใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีขายตามท้องตลาดและนำมาศึกษาเพื่อทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานเพิ่มเติม

ในการหาประสิทธิภาพในการส่งน้ำของเครื่องตะบันน้ำ ซึ่งมีหลักการทำงานดังแสดงในรูปที่ 1 [1] ส่วนการคำนวณหาประสิทธิภาพที่เป็นที่ยอมรับหาได้จากสมการของ D'Abuisson's และ Rankine ดังแสดงสมการที่ 1และ 2 ตามลำดับ[7]



รูปที่ 1 ลักษณะการติดตั้งในการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องตะบันน้ำ

$$\frac{q(H+h)}{(Q+q)h} * 100 \quad (1)$$

$$\frac{qH}{Qh} * 100 \quad (2)$$

เมื่อ

q คือ อัตราการไหลของน้ำที่สูบได้ (ลิตรต่อนาที)

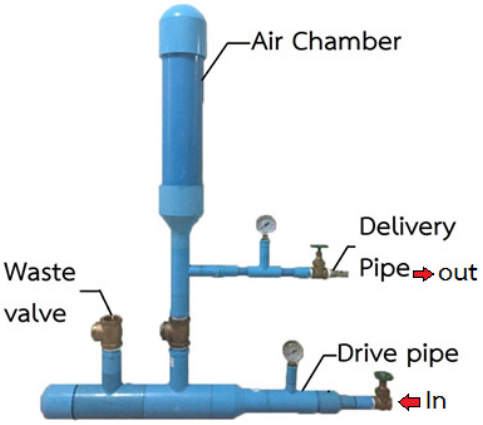
Q คือ อัตราการไหลของน้ำที่สูญเสียจากวาล์วน้ำทิ้ง (ลิตรต่อนาที)

h คือ ความสูงของหัวน้ำที่สูบขึ้นไปใช้งาน (เมตร)

H คือ ความสูงของหัวน้ำที่ส่งเข้าเครื่อง (เมตร)

3. การทดสอบการใช้งานและหาประสิทธิภาพของเครื่องตะบันน้ำ

สำหรับศึกษาครั้งนี้ ได้จัดสร้างชุดสาธิตเครื่องตะบันน้ำตามแบบของ สวทช. โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้เข้าใจถึงวิธีการจัดสร้างและหลักการทำงานของเครื่องตะบันน้ำ โดยใช้อุปกรณ์ที่หาได้ง่ายตามท้องตลาดทั่วไป ซึ่งสามารถแบ่งส่วนต่างๆของเครื่องตะบันน้ำออกเป็น องค์ประกอบหลักๆ ได้แก่ ท่ออัดอากาศ (Air Chamber) เป็นส่วนเพิ่มความดันในท่อ ท่อจ่ายน้ำ (Delivery Pipe) เป็นท่อลำเลียงน้ำออกไปใช้งาน ส่วนวาล์วน้ำทิ้ง (Waste Valve) เป็นส่วนระบายน้ำล้น และท่อรับน้ำ (Drive Pipe)เป็นท่อรับน้ำจากแหล่งน้ำสู่ตัวเครื่องตะบันน้ำ โดยองค์ประกอบส่วนใหญ่จะใช้อุปกรณ์ข้อต่อและท่อ PVC ส่วนประตูน้ำและเช็ควาล์วจะใช้อุปกรณ์ที่ทำจากทองเหลืองเป็นหลัก โดยมีขั้นตอนการจัดสร้างตามองค์ประกอบหลักๆดังแสดงในรูปที่ 2



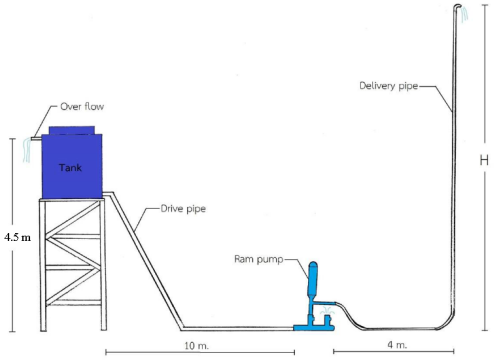
รูปที่ 2 องค์ประกอบของเครื่องตะบันน้ำ

ท่ออัดอากาศเป็นส่วนที่กักเก็บอากาศและใช้อากาศผลักดันน้ำให้ออกไปยังท่อส่งน้ำ ในส่วนของท่ออัดอากาศจะใช้เป็นท่อ PVC ขนาด 4" โดยมีความยาว 50 เซนติเมตร ซึ่งด้านบนจะปิดด้วยฝาครอบขนาด 4" ส่วนด้านล่างต่อเชื่อมกับข้อต่อโดยลดขนาดลงเหลือ 1 1/2" ส่วนด้านขวาจะเป็นท่อส่งน้ำที่มีขนาด 3/4" ส่วนล่างสุดจะมีเช็ควาล์วทองเหลืองขนาด 1 1/2" ต่อเข้ากับตัวเครื่องตะบัน

ในส่วนของท่อส่งน้ำจะใช้ท่อ PVC ขนาด 3/4" โดยติดตั้งใต้ท่ออัดอากาศแต่อยู่บนเช็ควาล์วที่ใช้เป็นตัวส่งผ่านน้ำ พร้อมทั้งติดตั้งประตูน้ำทองเหลืองขนาด 3/4" และเกจวัดความดันเพื่อควบคุมและตรวจสอบการไหล

ในส่วนวาล์วน้ำทิ้งเลือกใช้เช็ควาล์วทองเหลืองขนาด 1 1/2" ได้แก่ เช็ควาล์วสวิงและวาล์วหัวกะโหลกทองเหลือง เพื่อนำมาทดสอบหาประสิทธิภาพที่แตกต่างกันในการใช้งาน ซึ่งเช็ควาล์วทั้ง 2 แบบจะทำงานต่อเมื่อมีน้ำไหลมาที่วาล์วน้ำทิ้ง โดยลิ้นเช็ควาล์วจะปิดอย่างกะทันหันซึ่งจะเรียกว่าปรากฏการณ์ฆ้อนน้ำ (Water Hammer) จากนั้นน้ำจะเปลี่ยนทิศทางอย่างฉับพลันและส่งน้ำขึ้นไปยังท่ออัดอากาศทิ้ง

สำหรับการติดตั้งเครื่องตะบันน้ำเป็นการติดตั้งเพื่อทดสอบการใช้งานและหาประสิทธิภาพของเครื่องตะบันน้ำ เนื่องจากข้อจำกัดของพื้นที่ที่ใช้ในการทดสอบ จึงได้ทำการติดตั้งโดยให้ระดับความสูงของน้ำมีพลังงานคงที่อยู่ที่ระดับ .45 เมตร แล้วต่อท่อขนาด 1" ออกจากแท้งค์น้ำไปยังเครื่องตะบันน้ำ จากนั้นติดตั้งและยึดเครื่องตะบันน้ำเพื่อไม่ให้สั่นสะเทือนหรือเคลื่อนไหวขณะทำงาน ส่วนท่อส่งน้ำจะติดตั้งด้วยท่อขนาด 4/3" ดังแสดงในรูปที่3



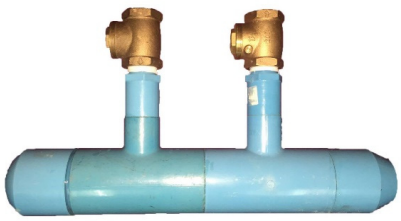
รูปที่ 3 ภาพแสดงการชุดทดสอบเครื่องตะบันน้ำ

4. ผลการทดสอบ

ในการทดสอบการใช้งานและหาประสิทธิภาพของเครื่องตะบันน้ำ ได้ทดสอบโดยใช้เช็ควาล์วตามแบบ สวทช. โดยติดตั้งเช็ควาล์วสวิงที่ใช้เป็นวาล์วน้ำทิ้งพร้อมกับใช้เช็ควาล์วสวิงเป็นตัวส่งผ่านน้ำเข้าท่ออัดอากาศ พร้อมกันนี้ได้ปรับเปลี่ยนเช็ควาล์วชนิดอื่นๆที่มีขายตามท้องตลาด เพื่อใช้เป็นวาล์วน้ำทิ้งและวาล์วส่งน้ำผ่านไปยังท่ออัดอากาศ โดยแบ่งการทดสอบเป็น 4 ลักษณะภายใต้เงื่อนไขการทดสอบเดียวกัน

4.1. ทดสอบโดยใช้เช็ควาล์วสวิงที่ใช้เป็นวาล์วน้ำทิ้งพร้อมกับใช้เช็ควาล์วสวิงเป็นตัวส่งผ่านน้ำเข้าท่ออัดอากาศ

จากการทดสอบโดยปรับใช้เช็ควาล์วตามแบบของ สวทช. ดังแสดงรูปที่ 4 พบว่าเครื่องตะบันน้ำสามารถสูบน้ำได้ 6.66 ลิตรต่อนาที ที่ความสูงประมาณ 12.3 เมตร และมีการสูญเสียน้ำที่วาล์วน้ำทิ้ง 14.56 ลิตรต่อนาที



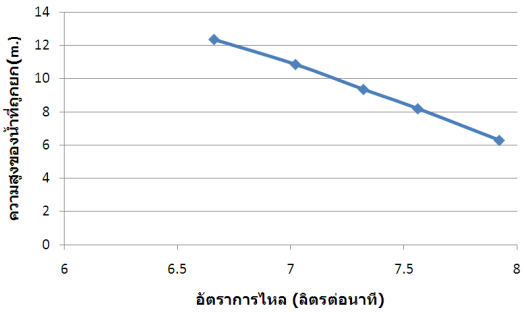
รูปที่ 4 เช็ควาล์วสวิงที่ใช้เป็นวาล์วน้ำทิ้งพร้อมกับและใช้เช็ควาล์วสวิงเป็นตัวส่งผ่านน้ำเข้าท่ออัดอากาศ

จากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าจะสามารถสูบน้ำได้ 31.38% ของน้ำที่ไหลเข้าเครื่องตะบัน โดยมีค่าประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องสูงสุดเท่ากับ 53 % ดังแสดงการทำงานของเครื่องตะบันน้ำไว้ในรูปที่ 5

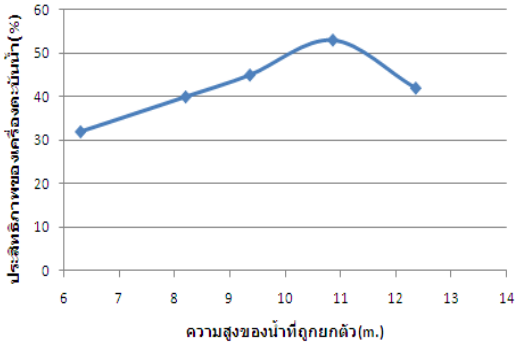
รูปที่ 5 การสูบน้ำโดยเครื่องตะบันน้ำที่ใช้วาล์วตามแบบของ สวทช

เมื่อนำผลของอัตราการไหลที่ได้มาพล๊อตกราฟเพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของน้ำที่สูบได้กับความสูงของเฮดที่ได้จากการทดสอบ พบว่าอัตราการไหลของน้ำที่สูบประมาณ 7.92 ลิตรต่อนาที สามารถยกน้ำขึ้นได้สูงประมาณ 6 เมตรและสามารถยกน้ำขึ้นได้สูงสุดที่ความสูง 12.3 เมตรที่อัตราการไหล 6.66 ลิตรต่อนาที ดังแสดงในรูปที่ 6

ในส่วนของการหาประสิทธิภาพของการทำงานของเครื่องตะบันน้ำได้ใช้สมการของ Rankine มาคำนวณ โดยได้ทำการเปรียบเทียบกับความสูงของน้ำที่ถูกยกขึ้นที่อัตราการไหลต่างๆดังแสดงไว้ในกราฟรูปที่ 7 พบว่าประสิทธิภาพของเครื่องตะบันน้ำที่จัดสร้างขึ้นมีค่าสูงสุด 53% ที่ระดับความสูงของทางน้ำเข้าอยู่ที่ 4.5 เมตร และความสูงของท่อส่งน้ำอยู่ที่ 10.86 เมตร

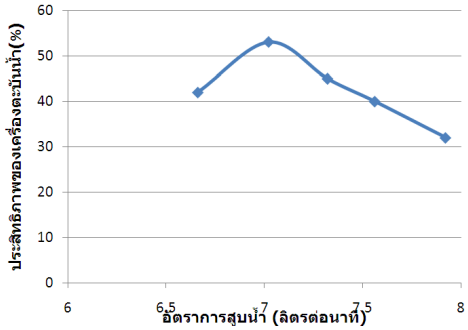


รูปที่ 6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของน้ำที่สูบได้กับความสูงของน้ำที่ถูกยก



รูปที่ 7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของเครื่องตะบันน้ำกับความสูงของน้ำที่ถูกยก

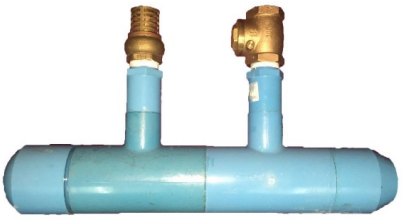
พร้อมกันนี้ยังได้นำค่าอัตราการไหลมาเทียบกับประสิทธิภาพของเครื่องตะบันน้ำ เพื่อตรวจสอบว่าที่อัตราการไหลที่เหมาะสมที่สุดในการสูบส่งน้ำไปใช้ ดังแสดงในกราฟรูปที่ 8 พบว่าระดับความสูงของทางน้ำเข้าอยู่ที่ .45 เมตรประสิทธิภาพของเครื่องตะบันน้ำที่จัดสร้างขึ้นมีค่าสูงสุด 53% ที่อัตรการไหลเท่ากับ 6.66 ลิตรต่อนาที



รูปที่ 8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของน้ำที่สูบได้กับประสิทธิภาพ

4.2. ทดสอบโดยใช้วาล์วหัวกะโหลกทองเหลืองที่ใช้เป็นวาล์วน้ำทิ้งพร้อมกับใช้เช็ควาล์วสวิงเป็นตัวส่งผ่านน้ำเข้าท่ออัดอากาศ

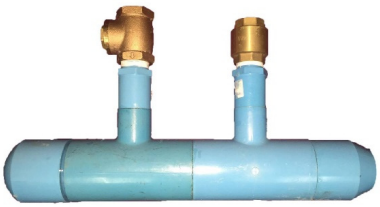
การศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้วาล์วชนิดอื่นที่มีขายในท้องตลาดมาทดแทนที่ส่วนวาล์วน้ำทิ้งเพื่อหาความแตกต่างของการตะบันโดยปรับใช้วาล์วหัวกะโหลกทองเหลืองดังแสดงในรูปที่ 9 พบว่าเครื่องตะบันน้ำสามารถสูบน้ำได้ 2.45 ลิตรต่อนาที ที่ความสูงสุดประมาณ 10.3 เมตร และมีการสูญเสียน้ำที่วาล์วน้ำทิ้ง 7.82 ลิตรต่อนาที จากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าจะสามารถสูบน้ำได้ 23.85% ของน้ำที่ไหลเข้าเครื่องตะบัน โดยมีค่าประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องเท่ากับ 19.43%



รูปที่ 9 เช็ควาล์วหัวกระโหลกที่ใช้เป็นวาล์วน้ำทิ้งพร้อมกับและใช้เช็ควาล์วสวิงเป็นตัวส่งผ่านน้ำเข้าท่ออัดอากาศ

4.3. ทดสอบโดยใช้เช็ควาล์วสวิงที่ใช้เป็นวาล์วน้ำทิ้งพร้อมกับใช้เช็ควาล์วสปริงเป็นตัวส่งผ่านน้ำเข้าท่ออัดอากาศ

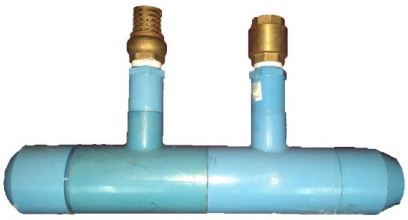
จากการทดสอบพบว่ามีการใช้เช็ควาล์วสปริงที่ใช้เป็นวาล์วส่งน้ำผ่านเข้าท่ออัดอากาศ ดังนั้นเพื่อเป็นการเปรียบเทียบการใช้งานของวาล์วส่งผ่านน้ำเข้าท่ออัดอากาศ จึงยังคงใช้เช็ควาล์วสวิงที่วาล์วน้ำทิ้งเช่นเดิม ดังแสดงรูปที่ 10 พบว่าเครื่องตะบันน้ำสามารถสูบน้ำได้ 6.2 ลิตรต่อนาที ที่ความสูงประมาณ .95 เมตร และมีการสูญเสียน้ำที่วาล์วน้ำทิ้ง 23 ลิตรต่อนาที จากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าจะสามารถสูบน้ำได้ 21.23 % ของน้ำที่ไหลเข้าเครื่องตะบัน โดยมีค่าประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องเท่ากับ 31%



รูปที่ 10 เช็ควาล์วสวิงที่ใช้เป็นวาล์วน้ำทิ้งพร้อมกับและใช้เช็ควาล์วสปริงเป็นตัวส่งผ่านน้ำเข้าท่ออัดอากาศ

4.4. ทดสอบโดยใช้วาล์วหัวกะโหลกทองเหลืองที่ใช้เป็นวาล์วน้ำทิ้งพร้อมกับใช้เช็ควาล์วสปริงเป็นตัวส่งผ่านน้ำเข้าท่ออัดอากาศ

การศึกษางานวิจัยอื่นๆ ที่มีการเผยแพร่ พบว่ามีการใช้เช็ควาล์วสปริงที่ใช้เป็นวาล์วส่งน้ำผ่านเข้าท่ออัดอากาศ ดังนั้นเพื่อเป็นการเปรียบเทียบการใช้งานของวาล์วส่งผ่านน้ำเข้าท่ออัดอากาศ จึงยังคงใช้เช็ควาล์วสวิงที่วาล์วน้ำทิ้งเช่นเดิมดังแสดงในรูปที่ 11 พบว่าเครื่องตะบันน้ำสามารถสูบน้ำได้ 4.77 ลิตรต่อนาที ที่ความสูงประมาณ 9.4 เมตร และมีการสูญเสียน้ำที่วาล์วน้ำทิ้ง 31 ลิตรต่อนาที จากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าจะสามารถสูบน้ำได้ 13.33% ของน้ำที่ไหลเข้าเครื่องตะบัน โดยมีค่าประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องเท่ากับ 17.95%



รูปที่ 11 เช็ควาล์วหัวกระโหลกที่ใช้เป็นวาล์วน้ำทิ้งพร้อมกับและใช้เช็ควาล์วสปริงเป็นตัวส่งผ่านน้ำเข้าท่ออัดอากาศ

ในการทดสอบโดยปรับเปลี่ยนการใช้เช็ควาล์วทั้ง 4 ลักษณะ จะพบว่าการใช้เช็ควาล์วสวิงที่ใช้เป็นวาล์วน้ำทิ้งพร้อมกับใช้เช็ควาล์วสวิงเป็นตัวส่งผ่านน้ำเข้าท่ออัดอากาศจะมีค่าประสิทธิภาพการใช้งานสูงที่สุด

5. สรุปผลการศึกษา

จากการจัดสร้างเครื่องตะบันน้ำเป็นชุดสาธิตตามแบบของ สวทช.ด้วยวัสดุที่มีขายตามท้องตลาด เพื่อทดสอบการใช้งานและประสิทธิภาพ การศึกษานี้ได้ออกแบบการทดสอบโดยการปรับเปลี่ยนการติดตั้งเช็ควาล์ว 4 ลักษณะ พร้อมทั้งทำการทดสอบเบื้องต้นภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน โดยการปล่อยน้ำด้วยอัตราการไหลสูงสุดเข้าและออกจากเครื่องตะบันน้ำ แล้ววัดความดันที่ปลายทางออกเพื่อให้ได้รูปแบบของการติดตั้งเช็ควาล์วที่ดีที่สุด ซึ่งมีผลการทดสอบดังนี้ การใช้เช็ควาล์วสวิงที่ใช้เป็นวาล์วน้ำทิ้งพร้อมกับใช้เช็ควาล์วสวิงเป็นตัวส่งผ่านน้ำเข้าท่ออัดอากาศตามแบบของ สวทช. จะได้ค่าประสิทธิภาพสูงสดเท่ากับ 53% , การใช้เช็ควาล์วสวิงที่ใช้เป็นวาล์วน้ำทิ้งพร้อมกับใช้เช็ควาล์วสปริงเป็นตัวส่งผ่านน้ำเข้าท่ออัดอากาศ จะได้ค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 31% , การใช้วาล์วหัวกะโหลกที่ใช้เป็นวาล์วน้ำทิ้งพร้อมกับใช้เช็ควาล์วสวิงเป็นตัวส่งผ่านน้ำเข้าท่ออัดอากาศ จะได้ค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 19.43% และการใช้วาล์วหัวกะโหลกที่ใช้เป็นวาล์วน้ำทิ้งพร้อมกับใช้เช็ควาล์วสปริงเป็นตัวส่งผ่านน้ำเข้าท่ออัดอากาศ จะได้ประสิทธิภาพเท่ากับ 17.94% จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าการใช้เช็ควาล์วสวิงทั้ง 2 ตำแหน่งตามแบบของ สวทช. มีประสิทธิภาพในการทำงานสูงที่สุด จากนั้นได้นำลักษณะการติดตั้งเช็ควาล์วตามแบบของ สวทช. มาทดสอบเพิ่มเติมโดยการปรับเปลี่ยนอัตราการไหลของน้ำทางเข้าเครื่อง จากการตรวจสอบการใช้งานพบว่าพลังงานความสูงของน้ำทางเข้าต่ำสุดต้องไม่น้อยกว่า 1 เมตร หากใช้ความสูงที่ความสูง 4.5 เมตร จะสามารถสูบน้ำด้วยอัตราการไหลสูงสุดเท่ากับ 9.65 ลิตรต่อนาที ที่ความสูง 4.5 เมตร และหากสูบน้ำด้วยอัตราการไหลเท่ากับ 6.66 ลิตรต่อนาที จะสูบส่งน้ำได้ความสูงที่สูงสุด 12.3 เมตร และหากสูบ ณ จุดที่มีประสิทธิภาพสูงสุดเท่ากับ 53% นั้นจะต้องสูบด้วยอัตราการไหลเท่ากับ 7 ลิตรต่อนาที ซึ่งจะสามารถส่งน้ำได้สูง 10.86 เมตร ขณะเดียวกันก็จะมีอัตราการสูญเสียน้ำเท่ากับ 21.84 ลิตรต่อนาที หรือสูบได้ประมาณ 24.32% ของอัตราการไหลของน้ำที่ไหลเข้าเครื่องตะบันน้ำ

โดยมีข้อเสนอแนะดังนี้ เนื่องจากเช็ควาล์วสปริงไม่สามารถใช้งานตรงส่วนวาล์วน้ำทิ้งได้ และในส่วนการเปิดใช้งานเครื่องตะบันน้ำควรปล่อยน้ำให้ไหลเข้าสู่ตัวเครื่องตะบันน้ำสักระยะหนึ่ง เพื่อไล่อากาศในระบบของเครื่องตะบันน้ำออก จากนั้นใช้วิธีกดและปล่อยลิ้นเช็ควาล์วพร้อมกับปรับอัตราการไหลทางเข้าเครื่องตะบันน้ำให้สัมพันธ์กันจนกว่าลิ้นเช็ควาล์วจะทำงานด้วยตัวมันเอง

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมโยธาที่อนุเคราะห์สถานที่ในการศึกษา พร้อมกันนี้ขอขอบคุณนาทยาวัต โชติกิจสมบูรณ์, นายศุภชัย เทพชาตรี และ นายกมลชัยเครื่อวัลย์ ที่เอื้อเฟื้อในการให้ข้อมูลต่างๆจนการศึกษานี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

7. การอ้างอิง

[1] สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) (2555). การผลิตและการใช้งานระบบสูบน้ำเชิงกลสำหรับชุมชน, สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

[2] มูลนิธิเลยเพื่อการอนุรักษ์และพัฒนาอย่างยั่งยืน (2553). พลัง+งาน ฉบับคิดเป็นทำเป็น เครื่องตะบันน้ำ

[3] ปรเมศวร์ เอ่นหยอง และคณะ(2556). การออกแบบสร้างและทดสอบเครื่องตะบันน้ำ. ปริญญานิพนธ์ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น, ประเทศไทย

[4] วีระพงษ์ เพ็งแจ่ม และคณะ(2552).โครงการการศึกษาและพัฒนาเครื่องตะบันน้ำจากวัสดุที่มีจำหน่ายทั่วไป.ปริญญานิพนธ์ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,ประเทศไทย

[5] วิชัย ภิรมย์ราช และคณะ(2544).โครงการการจัดทำแบบจำลองเครื่องสูบน้ำพลังน้ำ.ปริญญานิพนธ์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, ประเทศไทย

[6] ณรงค์ ทันไว และคณะ(2544) . Hydraulic ram Pump II. ปริญญานิพนธ์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, ประเทศไทย

[7] Matthias Inthachot, Suchard Saehaeng, Johannes F. J. Max, Johannes Müllerc (2015). Hydraulic ram pumps for irrigation in Northern Thailand. Agriculture and Agricultural Science Procedia 5 (2015) 107 – 114