การศึกษาจำนวนลิ้นทิ้งน้ำที่มีผลต่อการเพิ่มอัตราการสูบของเครื่องตะบันน้ำ

A udy n he Number Wa e Va ve A e ng Pump ng Ra e a ydrau Ram

ภูวดล พรหมชา * บุษริน เป็งใจ[2] และ สิทธินนท์ คล้ายแท้[3] และ ธิติวัฒน์ จีนจรรยา[4]

[4] สาขาวิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

** rre p nd ng au h r -ma addre : p.ph m ha@rmu .a . h*

บทคัดย่อ

โครงงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการเพิ่มอัตราการสูบของเครื่องตะบันน้ำ โดยทำการศึกษา 3 ชุดทดลองย่อยประกอบด้วย การทดลองเครื่องตะบันน้ำตามแบบของสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) การดัดแปลงเครื่องตะบันน้ำสวทช. แบบเพิ่มจำนวนลิ้นทิ้งน้ำ 2 ตัวแบบอนุกรม (2) และ 3 ตัวแบบอนุกรม (3) โดยระดับถังจ่ายน้ำทางเข้าสูง 2.15 เมตร และระดับถังน้ำปลายทางสูง 4.45 เมตร

ผลการทดลองเครื่องตะบันน้ำต้นแบบจากสวทช. บันทึกอัตราการสูบ 7.87 ลิตรต่อนาที ประสิทธิภาพร้อยละ 63 ขณะที่ชุดการทดลองเครื่องตะบันน้ำแบบเพิ่มจำนวนลิ้นทิ้งน้ำ 2 ตัวแบบอนุกรม (2) บันทึกอัตราการสูบ 13.30 ลิตรต่อนาที ประสิทธิภาพร้อยละ 52 และแบบเพิ่มจำนวนลิ้นทิ้งน้ำ 3 ตัวแบบอนุกรม (3) บันทึกอัตราการสูบเท่ากับ 16.48 ลิตรต่อนาที ประสิทธิภาพร้อยละ 51

จากงานวิจัยนี้พบว่าเมื่อทำการดัดแปลงเครื่องตะบันน้ำต้นแบบจากสวทช. โดยเพิ่มจำนวนลิ้นทิ้งน้ำเป็น 2 และ 3 ตัวแบบอนุกรม สามารถเพิ่มอัตราการสูบน้ำให้มากขึ้น 1.68 และ 2.09 เท่า ตามลำดับ

คำสำคัญ: อัตราการสูบน้ำ ความถี่การตะบัน ความดัน ประสิทธิภาพ

Ab ra

he b e ve h re ear h udy he p b y n rea ng he pump ng ra e hydrau ram. he udy wa ndu ed n 3 ub- e wh h were r y exper men ed by u ng he pr ype hydrau ram a rd ng he de gn he Na na en e and e hn gy eve pmen Agen y (N A) e nd y exper men ed by n rea ed w wa e va ve n er e and na y by n rea ed hree wa e va ve n er e . he n e wa er an eve wa 2. 5 me er h gh and he de na n wa er an wa 4.45 me er h gh.

xper men a re u were h wn ha he pr ype r m N A re rded a w ra e 7. 87 er per m nu e 63% e en y. Wh e he 2- wa e va ve exper men b erved a pump ng ra e 3. 3 er per m nu e an e en y 52 per en and he 3- wa e va ve mea ured a h ghe w ra e 6.48 er per m nu e w h an e en y 5 per en .

r m h re ear h wa und ha when m d y ng he pr ype hydrau ram r m N A. By n rea ng he number dra n va ve 2 and 3 n er e he pump ng ra e were n rea ed by .68 and 2. 9 me re pe ve y.

Keyw rd : pump ng ra e bea requen y pre ure e en y

บทนำ

เครื่องตะบันน้ำคืออุปกรณ์ทางชลศาสตร์ชนิดหนึ่งที่ใช้ในการส่งน้ำจากที่ต่ำขึ้นไปยังจุดที่อยู่สูงกว่าโดยอาศัยพลังงานจากแหล่งน้ำต้นทางเป็นแหล่งพลังงานและใช้หลักการของฆ้อนน้ำ (wa er hammer) ในการผลักดันน้ำไปยังจุดที่อยู่สูงกว่า ข้อดีของอุปกรณ์ชนิดนี้คือไม่ต้องการเชื้อเพลิงหรือไฟฟ้าในการทำงาน สร้างและติดตั้งง่าย สามารถทำได้เอง ราคาไม่แพง ซ่อมบำรุงง่าย มีชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหวน้อย และไม่สร้างมลภาวะ แต่ข้อเสียคือต้องมีแหล่งน้ำต้นทางเป็นแหล่งพลังงานและต้องมีเฮดสูงกว่า 2 เมตรขึ้นไปเหนือเครื่องตะบันน้ำ เสียงดังในขณะทำงาน และอัตราการส่งน้ำค่อนข้างน้อย

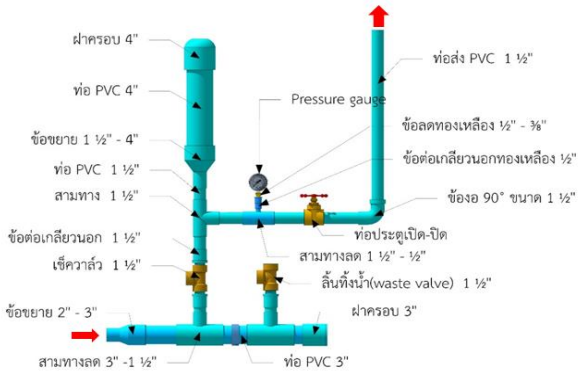
จากอดีตจนถึงปัจจุบันมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตะบันน้ำอย่างแพร่หลาย 6 แต่งานวิจัยที่มุ่งเน้นการเพิ่มอัตราการส่งน้ำให้สูงขึ้นและราคาประหยัด ยังไม่ประสบผลสำเร็จมากนัก 7 ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการเพิ่มอัตราการสูบของเครื่องตะบันน้ำ ด้วยการดัดแปลงเครื่องตะบันน้ำสวทช. โดยเพิ่มจำนวนลิ้นทิ้งน้ำ 2 ตัวและ 3 ตัว จากนั้นเปรียบเทียบอัตราการสูบและประสิทธิภาพของเครื่องตะบันน้ำ

2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2 หลักการทำงานของตะบันน้ำ

ตะบันน้ำ (รูปที่ 1) ประกอบด้วยชิ้นส่วนหลักหลายส่วนได้แก่ ท่อจ่าย ท่อส่ง ท่อพักอากาศ ลิ้นทิ้งน้ำ และเช็ควาล์ว โดยท่อจ่ายทำหน้าที่ส่งน้ำเข้าเครื่องตะบันน้ำจากนั้นน้ำไหลผ่านไปยังลิ้นทิ้งน้ำ โดยลิ้นทิ้งน้ำจะเปิด-ปิด

สลับกันไปในช่วงที่ลิ้นทิ้งน้ำปิดน้ำจะไหลย้อนกับไปยังเช็ควาล์วเข้าสู่ท่อพักอากาศด้านบน จากนั้นแรงดันอากาศที่มีอยู่ภายในท่อพักอากาศจะดันเช็ควาล์วให้ปิด น้ำที่ค้างอยู่ภายในท่อพักอากาศจะถูกดันออกไปทางท่อส่งน้ำขึ้นไปยังจุดรับน้ำที่อยู่สูงกว่าตัวตะบันน้ำ โดยกระบวนการทั้งหมดจะเริ่มต้นขึ้นใหม่ทุกๆ ประมาณ 2 วินาที



รูปที่ 1 องค์ประกอบของเครื่องตะบันน้ำ

2.2 การต่ออุปกรณ์ร่วมแบบอนุกรม

การต่ออุปกรณ์ร่วมแบบอนุกรมสามารถประยุกต์ใช้ทั้งในการต่อเครื่องสูบหรืองานวางท่อ โดยการต่อเครื่องสูบแบบอนุกรมเป็นการนำเครื่องสูบมาต่อเรียงกันเพื่อต้องการเพิ่มเฮดน้ำให้สูงขึ้น ขณะที่การวางท่อแบบอนุกรมเป็นการนำท่อมาต่อเรียงกันเป็นแนวยาวด้วยอุปกรณ์ประกอบท่อและข้อต่อต่างๆ โดยการต่อท่ออาจมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อแตกต่างกัน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการเพิ่มอัตราการสูบของเครื่องตะบันน้ำด้วยการเพิ่มจำนวนลิ้นทิ้งน้ำ 2 ตัว และ 3 ตัว ต่อร่วมแบบอนุกรม

2.3 การบันทึกอัตราการไหลและการคำนวณประสิทธิภาพ

การบันทึกอัตราน้ำที่สูบได้จากเครื่องตะบันน้ำและอัตราน้ำทิ้งผ่านวาล์วน้ำทิ้งจากค่าเฉลี่ย 3 ค่า โดยอัตราการไหลคำนวณจากอัตราส่วนระหว่างปริมาตรน้ำต่อเวลา ดังสมการที่ (1)

$$\forall = \frac{Q}{T} \quad (1)$$

เมื่อ $\forall$ คือปริมาตรน้ำ (ลิตร) Q คืออัตราน้ำ (ลิตร/นาที) T คือเวลา (นาที)

การศึกษานี้คำนวณประสิทธิภาพเครื่องตะบันน้ำ (η) ดังสมการที่ (2)

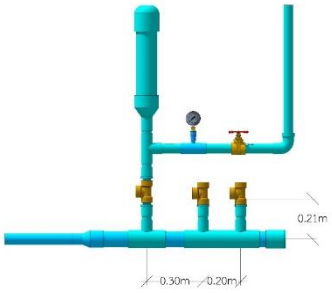
$$\eta = \frac{qh}{QH} \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ q คืออัตราน้ำที่สูบได้ (ลิตรต่อนาที) Q คืออัตราน้ำที่ไหลเข้าเครื่องตะบันน้ำ (ลิตรต่อนาที) H คือความสูงของหัวน้ำที่ส่งเข้าเครื่องตะบันน้ำ (เมตร) h คือความสูงของหัวน้ำที่สูบขึ้นไปใช้งาน (เมตร)

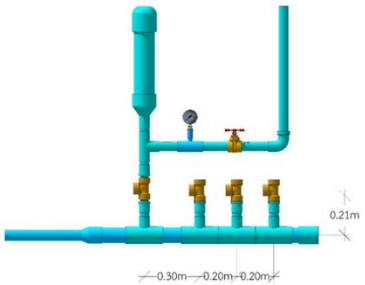
3 วิธีการทดลอง

3.1 การดัดแปลงเครื่องตะบันน้ำ

การดัดแปลงเครื่องตะบันน้ำแบบเพิ่มจำนวนลิ้นทิ้งน้ำ 2 ตัว (2 และ 3 ตัว (3 แบบอนุกรม (รูปที่ 2 และรูปที่ 3 โดยการทดลองนี้อุปกรณ์การทดลองเหมือนกับเครื่องตะบันน้ำต้นแบบจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) เพียงแต่มีลิ้นทิ้งน้ำเพิ่มขึ้นเป็น 2 ตัว และ 3 ตัว ซึ่งวางต่อจากลิ้นทิ้งน้ำตัวเดิมประมาณ 2 เมตร



รูปที่ 2 เครื่องตะบันน้ำเพิ่มจำนวนลิ้นทิ้งน้ำ 2 ตัวแบบอนุกรม



รูปที่ 3 เครื่องตะบันน้ำเพิ่มจำนวนลิ้นทิ้งน้ำ 3 ตัวแบบอนุกรม

3.2 การติดตั้งเครื่องตะบันน้ำและอุปกรณ์ประกอบ

เมื่อจัดเตรียมเครื่องตะบันน้ำและอุปกรณ์ประกอบครบถ้วนแล้วจึงทำการประกอบท่อและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องเข้าด้วยกัน (รูปที่ 4 ตามลำดับดังนี้

ที่ท่อจ่าย ตั้งนั่งร้าน ชุด ให้ได้ระดับ จากนั้นนำถังจ่ายน้ำปริมาตร 2 ลิตร วางด้านบนโดยวัดระดับความสูงจากพื้นถึงจุดปล่อยน้ำอยู่ที่ความสูงประมาณ 2 5 เมตร

2 นำท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว พร้อมอุปกรณ์ข้อต่อ ต่อเข้ากับถังจ่ายน้ำแนวเฉียงลง

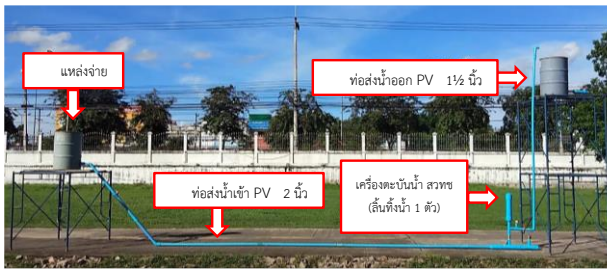
3 นำท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว ที่มีระยะ 8 เมตร พร้อมอุปกรณ์ข้อต่อ ด้านหนึ่งต่อเข้ากับท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว ที่เฉียงลงมา และอีกด้านเชื่อมเข้ากับเครื่องตะบันน้ำ

4 ที่ท่อส่ง ตั้งนั่งร้าน 2 ชุด ให้ได้ระดับ วางถังน้ำปริมาตร 2 ลิตร บนนั่งร้าน นำท่อน้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ½ นิ้ว ที่พร้อมอุปกรณ์ข้อต่อและเกจวัดความดันต่อจากเครื่องตะบันน้ำเพื่อส่งน้ำที่ความสูง 4 เมตร

5 ยึดท่อและอุปกรณ์ติดกับโครงหรือขาของนั่งร้านให้แน่นหนา

6 เติมน้ำในถังจ่ายและรักษาระดับน้ำให้เต็ม ไล่อากาศออกจากท่อเริ่มทำการทดลองและบันทึกผล

7 เมื่อทำการทดลองเครื่องตะบันน้ำของ สวทช. เรียบร้อบแล้วจึงเปลี่ยนเป็นเครื่องตะบันน้ำแบบเพิ่มจำนวนลิ้นทิ้งน้ำ 2 ตัว และ 3 ตัวแบบอนุกรม ตามลำดับ

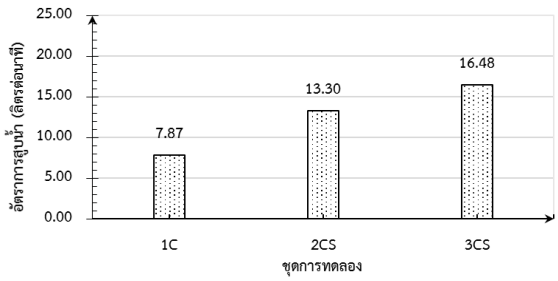


รูปที่ 4 การติดตั้งเครื่องตะบันน้ำและอุปกรณ์ประกอบ

4 ผลและวิเคราะห์ผล

ในหัวข้อนี้กล่าวถึงผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลที่ได้ศึกษาการเพิ่มอัตราการสูบน้ำด้วยเครื่องตะบันน้ำโดยมีการศึกษาทดสอบในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งมีอยู่ 3 รูปแบบประกอบด้วย การทดลองเครื่องตะบันน้ำต้นแบบจาก สวทช. การทดลองเครื่องตะบันน้ำแบบเพิ่มจำนวนลิ้นทิ้งน้ำ 2 ตัว และ 3 ตัว ตามลำดับ

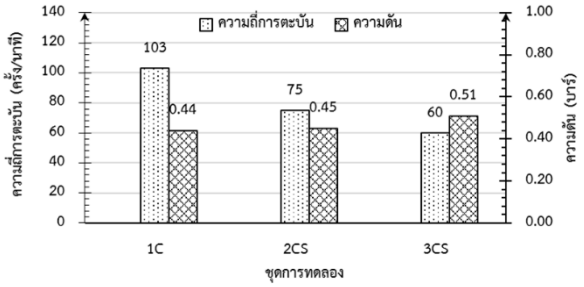
ผลการทดสอบแรกคือผลการทดลองเครื่องตะบันน้ำต้นแบบจาก สวทช.บันทึกอัตราการสูบเฉลี่ยเท่ากับ 7.87 ลิตรต่อนาที ประสิทธิภาพร้อยละ 63 ผลการทดสอบถัดมาคือผลการทดลองเครื่องตะบันน้ำแบบเพิ่มจำนวนลิ้นทิ้งน้ำ 2 ตัวแบบอนุกรม บันทึกอัตราการสูบเฉลี่ยเท่ากับ 13.30 ลิตรต่อนาที ประสิทธิภาพร้อยละ 52 และสุดท้ายผลการทดลองเครื่องตะบันน้ำแบบเพิ่มจำนวนลิ้นทิ้งน้ำ 3 ตัวแบบอนุกรม บันทึกอัตราการสูบเฉลี่ยเท่ากับ 16.48 ลิตรต่อนาที ประสิทธิภาพร้อยละ 51 รูปที่ 5



รูปที่ 5 อัตราการสูบน้ำเฉลี่ยของเครื่องตะบันน้ำที่เปลี่ยนแปลงตามจำนวนลิ้นทิ้งน้ำ

รูปที่ 5 เปรียบเทียบอัตราการสูบน้ำที่เปลี่ยนแปลงตามจำนวนลิ้นทิ้งน้ำ โดยอัตราการสูบน้ำเฉลี่ยที่ลิ้นทิ้งน้ำ 2 ตัวแบบอนุกรม (2 และลิ้นทิ้งน้ำ 3 ตัวแบบอนุกรม (3 เพิ่มขึ้นจากอัตราการสูบน้ำเฉลี่ยลิ้นทิ้งน้ำ 1 ตัว (1 เป็น 1.69 และ 2.09 เท่า ตามลำดับ ผลการบันทึกความดันเฉลี่ยที่เปลี่ยนแปลงตามจำนวนลิ้นทิ้งน้ำโดยใช้เกจวัดความดันซึ่งติดตั้งบริเวณท่อส่งน้ำออก (รูปที่ 6) พบว่าเครื่องตะบันน้ำลิ้นทิ้งน้ำ 1 ตัว (1 ลิ้นทิ้งน้ำ 2 ตัวแบบอนุกรม (2 และลิ้นทิ้งน้ำ 3 ตัวแบบอนุกรม (3 บันทึกความดันเฉลี่ยเท่ากับ 0.44 0.45 และ 0.51 บาร์ ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าความดันที่ท่อทางออกเพิ่มขึ้นตามจำนวนลิ้นทิ้งน้ำที่เพิ่มขึ้น

นอกจากนั้นเมื่อเปรียบเทียบความถี่การตะบันน้ำที่เปลี่ยนแปลงตามจำนวนลิ้นทิ้งน้ำแบบอนุกรม พบว่าจำนวนลิ้นทิ้งน้ำ 3 ตัวแบบอนุกรม (3 สามารถบันทึกอัตราการสูบน้ำเฉลี่ยสูงสุด โดยบันทึกความถี่การตะบันน้ำเท่ากับ 60 ครั้งต่อนาที ซึ่งน้อยกว่าการทดลองเครื่องตะบันน้ำลิ้นทิ้งน้ำ 2 ตัวแบบอนุกรม (2 75 ครั้งต่อนาที) และลิ้นทิ้งน้ำ 1 ตัว (1 103 ครั้งต่อนาที) โดยความถี่การตะบันน้ำลดลงตามจำนวนลิ้นทิ้งน้ำที่เพิ่มขึ้น โดยงานวิจัย พบว่าจำนวนการตะบันของลิ้นทิ้งน้ำที่ลดลง ส่งผลให้อัตราการไหลของเครื่องตะบันน้ำเพิ่มขึ้นซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของงานวิจัยนี้



รูปที่ 6 การเปรียบเทียบความถี่การตะบันน้ำเฉลี่ยและความดันเฉลี่ยที่เปลี่ยนแปลงตามจำนวนลิ้นทิ้งน้ำ

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มจำนวนลิ้นทิ้งน้ำ ลิ้นทิ้งน้ำมีช่วงการเปิดและปิดที่นานขึ้น (จำนวนการตะบันต่อเวลาลดลง) โดยน้ำที่ไหลกลับมีขนาดแรงดันที่เพิ่มขึ้น เมื่อน้ำไหลเข้าสู่ท่อพักอากาศอากาศที่อยู่ในท่อเกิดการอัดตัวจนมีความดันเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณน้ำในท่อมีโมเมนตัมที่เพิ่มขึ้น แต่เนื่องจากท่อพักอากาศไม่มีทางออกด้านบนอากาศจึงเกิดการอัดตัวและผลักดันให้น้ำไหลออกจากท่อพักอากาศทางด้านล่างผ่านทางท่อส่งน้ำออกด้วยความดันที่เพิ่มขึ้นตามจำนวนลิ้นทิ้งน้ำ (รูปที่ 6) ดังนั้นจำนวนลิ้นทิ้งน้ำที่เพิ่มขึ้นจึงส่งผลให้เครื่องตะบันน้ำมีอัตราการสูบเพิ่มขึ้น

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาประสิทธิภาพตามจำนวนลิ้นทิ้งน้ำแบบอนุกรม พบว่าประสิทธิภาพของเครื่องตะบันน้ำลิ้นทิ้งน้ำ 1 ตัว (1 ลิ้นทิ้งน้ำ 2 ตัวแบบอนุกรม (2 และ ลิ้นทิ้งน้ำ 3 ตัวแบบอนุกรม (3 คำนวณประสิทธิภาพเท่ากับร้อยละ 63 52 และ 51 ตามลำดับ โดยประสิทธิภาพลดลงตามจำนวนลิ้นทิ้งน้ำที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากทั้งปริมาณน้ำไหลเข้าเครื่องตะบันน้ำและปริมาณน้ำทิ้งเพิ่มขึ้นตามจำนวนลิ้นทิ้งน้ำที่เพิ่มขึ้น

5 บทสรุป

จากงานวิจัยนี้พบว่าเมื่อทำการดัดแปลงเครื่องตะบันน้ำต้นแบบจากสวทช. ด้วยการเพิ่มจำนวนลิ้นทิ้งน้ำแบบอนุกรม เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องตะบันน้ำต้นแบบจาก สวทช. โดยการเพิ่มจำนวนลิ้นทิ้งน้ำทั้งแบบ 2 ตัว (2) และแบบ 3 ตัว (3) แบบอนุกรม บันทึกอัตราการสูบได้มากกว่าเครื่องตะบันน้ำต้นแบบจาก สวทช. 1.69 และ 2.09 เท่า ตามลำดับ ซึ่งบรรลุตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ อย่างไรก็ตามเนื่องจากตะบันน้ำที่ดัดแปลงยังมีปริมาณน้ำทิ้งที่ค่อนข้างมาก ดังนั้นข้อเสนอแนะสำหรับ

งานวิจัยต่อไปควรศึกษาแนวทางลดปริมาณน้ำทิ้งที่สูญเสียผ่านลิ้นทิ้งน้ำ เพื่อพัฒนาให้เครื่องตะบันน้ำมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ที่ให้การสนับสนุนสถานที่ในการทำวิจัย และขอขอบคุณอาจารย์ อนุรัตน์ เทวตา สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ที่ให้ข้อเสนอแนะที่มีประโยชน์ต่องานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

A vap u W Juru a J ab mh n N and L mp ng a Y 2 9 e erm na n ydrau Ram Pump Per rman e xper men a Re u *Advan e n v ng neer ng* 2 9 pp

2 A vap u W N m pa n Ra ana uwan and Mana r u h P 2 2 he u e hydrau rampump r n rea ng pump head e hn a ea b y *ng neer ng Rep r* 2 2 3 e 23 4

3 Mb u R N Maranga M and Mwa M 2 5 Per rman e e ng ydrau ram pump In Muvenge d *Pr eed ng he u a nab e Re ear h and Inn va n Rl n eren e* pp 6 8 Na r b Kenya JKUA

4 วีระพงษ์ เพ็งแจ่ม ชญานี น้อมนพ. (2552 *การศึกษาและพัฒนาเครื่องตะบันน้ำจากวัสดุที่มีหน่วยทั่วไป*. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

5 ภูวดล พรหมชา รัชนีกร จันทร์จ้อย หัทยาภรณ์ ชุนประวัติ นที นิลกำแหง และ นเรศ ทรัพย์อยู่ 2562 การศึกษาความเป็นไปได้ในการเพิ่มอัตราการสูบของตะบันน้ำ ด้วยการเพิ่มจำนวนแหล่งจ่ายน้ำและการต่อเครื่องตะบันน้ำแบบขนาน *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 24* จ.อุดรธานี 2 กรกฎาคม 2562

6 ภูวดล พรหมชา ปานตะวัน อุ่นคำ กวิสรา ศรีกันทา และ ประกาศิต สารจันทร์ (2564 การศึกษาความเป็นไปได้ในการเพิ่มอัตราการสูบของเครื่องตะบันน้ำ กรณีศึกษาการดัดแปลงวาล์วน้ำทิ้งแบบหัวกะโหลก *การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ครั้งที่ 5 และการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ครั้งที่ 2* การประชุมรูปแบบออนไลน์ 7 9 กรกฎาคม 2564

7 In ha h M. aehaeng . J hanne . J. Max Mu er J. & preer W. (2 5). ydrau ram pump r rr ga n n N r hern ha and. *Agr u ure and Agr u ura en e Pr eda 5*( ) 7- 4.

8 พนิดา สีมาวุธ (2564 ศึกษาผลของการเลือกใช้วาล์วน้ำล้นและวาล์วส่งน้ำต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องตะบันน้ำ *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 26* การประชุมรูปแบบออนไลน์ 23 25 มิถุนายน 2564 หน้า IN 7 6

9 มัชฌิมะ สิธิโห สุวิมล เสนีย์งศ์ ณ อยุธยา ศุภชัย พรหมเป็งและนพรัตน์ ฤทธิรน. (2558). *การออกแบบพัฒนาวาล์วน้ำทิ้งเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสำหรับเครื่องตะบันน้ำ*. กองวิชาวิศวกรรมเครื่องกล. โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้าจังหวัดนครนายก.

ชิตพล คงศิลา 256 อิทธิพลของห้องอากาศที่มีขนาดแตกต่างกันต่อประสิทธิภาพของเครื่องตะบันน้ำ. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 31. 4 7 กรกฎาคม 2560 จังหวัดนครนายก.