



## TI1012: แท็งก์จ่ายน้ำระบบอัตโนมัติอัตราการไหลคงที่ AUTOMATIC CONSTANT FLOW TANK

สิริอร ขอบธรรม, ศักณรินทร์ พลอยประเสริฐ, ชูพันธุ์ ชมภูจันทร์\*

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบแท็งก์จ่ายน้ำระบบอัตโนมัติอัตราการไหลคงที่ โดยการติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมที่สามารถควบคุมให้เฮดน้ำมีค่าคงที่ รวมทั้งคำนวณอัตราการจ่ายน้ำและทดสอบการใช้งานเปรียบเทียบกับแท็งก์จ่ายน้ำที่ใช้งานทั่วไป การคำนวณอัตราการจ่ายน้ำจากแท็งก์ฯ ใช้สมการของ Hazen – William และคำนวณค่าการสูญเสียเฮดภายในท่อ โดยใช้สมการของ Darcy-Weisbach ร่วมกับสมการของ Bernoulli ผลการคำนวณอัตราการไหลที่ระดับผลต่างของเฮดน้ำ 0.05 – 0.35 เมตร มีค่าระหว่าง 30.2 – 67.6 ml/s ในขณะที่ผลการตรวจวัดมีค่าระหว่าง 31.2 – 66.2 ml/s และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.99 นอกจากนี้ อัตราการจ่ายน้ำจากแท็งก์ฯ สูงสุดมีค่าค่อนข้างสม่ำเสมอ เฉลี่ย 69.36 ml/s โดยไม่ลดลงตามระดับน้ำในแท็งก์ รวมทั้งสามารถจ่ายน้ำในปริมาตรที่มากกว่าแท็งก์จ่ายน้ำที่ใช้งานทั่วไป ประมาณ 16% ในระยะเวลาเท่ากัน ซึ่งเหมาะสมสำหรับเป็นต้นแบบในการนำไปประยุกต์ใช้งานกับลักษณะงานที่ต้องการควบคุมอัตราการไหลของน้ำให้สม่ำเสมอ อาทิ การให้น้ำพืชในระบบน้ำหยด การจ่ายน้ำจากแท็งก์น้ำตามที่พักอาศัยหรือตึกสูง เป็นต้น

**คำสำคัญ :** แท็งก์น้ำ, การควบคุมอัตราการไหลคงที่

### Abstract

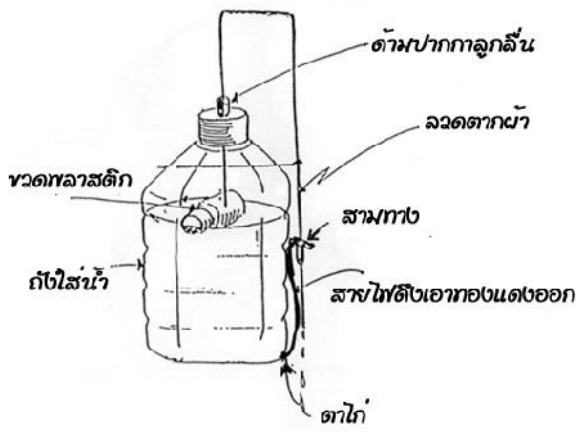
This study was invented the Automatic Constant Flow Tank (ACF Tank). The control constant head of water equipment was installed and then the flow rate of ACF Tank was calculated, measured and compared with the general tank. The flow rate was determined using the Hazen – William's equation as well as the head loss in the pipe using the Darcy-Weisbach's equation with the Bernoulli's equation. The results showed that the calculated flow rate, at the level of water head varies from 0.05 to 0.35 meters, were 30.2 - 67.6 ml/s, while the measured flow rate were 31.2 - 66.2 ml/s with a correlation coefficient of 0.99. Moreover, the maximum average flow rate of ACF tank was 69.36 ml/s and also was quite steady flow (not varied by the water level). In addition, in the same measured period, the ACF Tank was able to provide more water volume 16% than the general tank. This prototype was appropriate with the constant flow rate application such as micro-irrigation, the water tank on the rooftop of buildings, etc.

**Keyword :** Water Tank, Constant Flow Control

### บทนำ

การใช้งานแท็งก์กักเก็บน้ำที่พบเห็นโดยทั่วไปในปัจจุบัน โดยเฉพาะกรณีจ่ายน้ำด้วยแรงโน้มถ่วงส่วนใหญ่ นิยมติดตั้งแท็งก์น้ำให้อยู่สูงกว่าระดับพื้นดินเพื่อเพิ่มแรงดันน้ำ (เฮดน้ำ) โดยมีการติดตั้งสวิทช์ลากลอยเพื่อควบคุมให้ปั๊มสูบน้ำเติมเข้ามาอยู่ในแท็งก์เก็บน้ำในกรณีที่น้ำในแท็งก์ลดต่ำลง วิธีดังกล่าวมีประโยชน์คือปั๊มน้ำไม่จำเป็นต้องทำงานตลอดทุกครั้งที่มีการเปิดใช้น้ำ (กรณีเป็นปั๊มน้ำแบบอัตโนมัติ) โดยจะทำงานเมื่อเติมน้ำเข้าสู่แท็งก์กักเก็บน้ำเท่านั้น อย่างไรก็ตามการจ่ายน้ำจากแท็งก์กักเก็บน้ำด้วยวิธีดังกล่าวจะมีอัตราการไหลไม่คงที่ ทั้งนี้เนื่องจากการจ่ายน้ำออกจากแท็งก์ ระดับน้ำในแท็งก์ที่ลดลงจะทำให้แรงดันน้ำลดลงและทำให้อัตราการไหลลดลงตามไปด้วย กรณีอาคารชุดที่พักอาศัยหลายชั้นที่มีการติดตั้งแท็งก์กักเก็บน้ำบนชั้นดาดฟ้าและใช้การส่งน้ำด้วยวิธีดังกล่าวจึงมักจะมีปัญหาว่าห้องพักชั้นบนจะมีแรงดันน้ำค่อนข้างต่ำกว่าห้องพักชั้นล่าง ซึ่งวิธีแก้ไขปัญหาดังกล่าวมีหลายแนวทางด้วยกัน อาทิ ยกแท็งก์น้ำให้อยู่ในระดับสูงกว่าพื้นดาดฟ้าขึ้นไปอีกเพื่อเพิ่มแรงดันน้ำ หรือติดตั้งปั๊มอัตโนมัติบนชั้นดาดฟ้าเพิ่มอีกตัวเพื่อเพิ่มแรงดันน้ำให้เพียงพอสำหรับจ่ายน้ำแก่ห้องพักชั้นบน

จากปัญหาดังกล่าว คณะผู้วิจัยได้จึงดำเนินการออกแบบแท็งก์จ่ายน้ำระบบอัตโนมัติอัตราการไหลคงที่ รวมทั้งคำนวณอัตราการไหลและทดสอบการใช้งานเปรียบเทียบกับแท็งก์จ่ายน้ำที่ใช้งานทั่วไป โดยดัดแปลงมาจาก “กระป๋องน้ำหยด” ซึ่งเป็นถังจ่ายน้ำหยดขนาดเล็กเพื่อใช้ในการให้น้ำแก่พืช เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่คิดค้นโดย รศ.มนตรี คำชู (อดีตอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์กำแพงแสน) อุปกรณ์ดังกล่าวประดิษฐ์ขึ้นจากวัสดุเหลือใช้และวัสดุที่สามารถหาซื้อทั่วไปได้ตามท้องตลาด ดังแสดงในภาพที่ 1 สามารถปรับอัตราการจ่ายน้ำได้ตามต้องการโดยอัตราการไหลจะคงที่ตลอดช่วงการให้น้ำเนื่องจากมีกลไกการทำงานที่สามารถควบคุมเฮดของน้ำให้คงที่

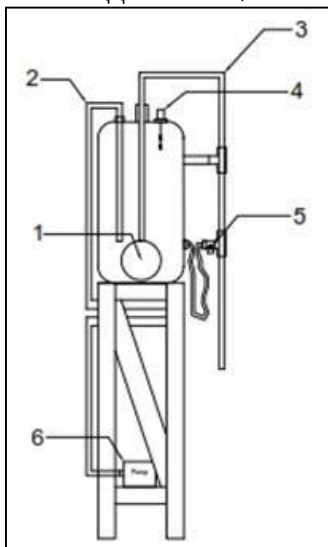


ภาพที่ 1 ถังจ่ายน้ำหยดขนาดเล็ก  
ที่มา : มนตรี (2555)

### อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

#### 1. อุปกรณ์และหลักการทำงาน

แท็งก์จ่ายน้ำระบบอัตโนมัติอัตราการไหลคงที่ ใช้ถังน้ำพลาสติกขนาด 200 ลิตรจัดทำเป็นแท็งก์เก็บน้ำ ร่วมกับวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ประกอบกันดังแสดงในภาพที่ 2 ดังนี้



1. ลูกลอยควบคุมระดับน้ำ



2. ท่อส่งน้ำเข้าถัง



3. แกนกลางควบคุมเฮดน้ำ



4. สวิตช์ลูกลอยไฟฟ้า



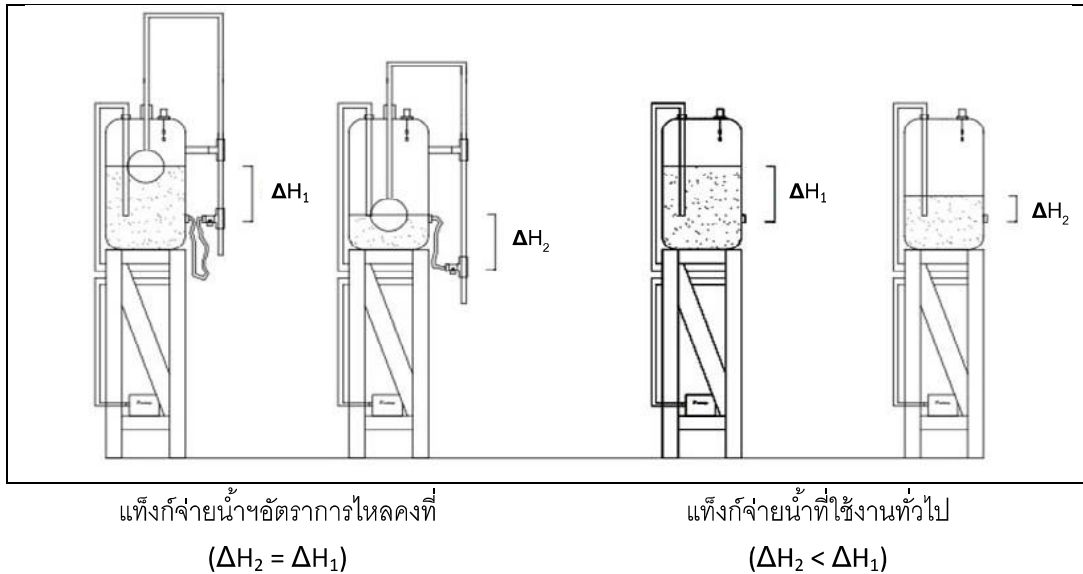
5. ชุดหัวจ่ายน้ำ



6. ปั๊มน้ำ

ภาพที่ 2 อุปกรณ์ประกอบแท็งก์จ่ายน้ำระบบอัตโนมัติอัตราการไหลคงที่

หลักการการทำงานของแท็งก์จ่ายน้ำอัตโนมัติที่ โดยการใช้ลูกลอยขนาดใหญ่ (จุดที่ 1) เพื่อช่วยในการพยุงแกน (จุดที่ 3) ให้ขึ้นลงตามระดับน้ำ รวมทั้งยังสามารถควบคุมอัตราการไหลในปริมาณที่ต้องการได้โดยการขยับตำแหน่งของหัวจ่ายน้ำ (จุดที่ 5) เพื่อให้เกิดผลต่างของเฮดน้ำ ( $\Delta H$ ) ระหว่างระดับผิวน้ำกับจุดปล่อยน้ำ จะเห็นได้จากภาพการทำงาน ดังแสดงในภาพที่ 3 เมื่อเวลาเริ่มต้น เฮดของน้ำมีค่า  $\Delta H_1$  และเมื่อเวลาผ่านไประดับน้ำในแท็งก์จะลดลงแต่เฮดของน้ำ ( $\Delta H_2$ ) จะไม่เปลี่ยนแปลง ( $\Delta H_2 = \Delta H_1$ ) เนื่องจากจุดทางออกของน้ำตรงหัวจ่ายน้ำถูกยึดติดกับแกนควบคุมเฮดน้ำ (จุดที่ 3) ซึ่งแกนดังกล่าวถูกยึดกับลูกลอยในแท็งก์จึงสามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงได้ตามระดับน้ำ จะทำให้เฮดของน้ำคงที่และทำให้อัตราการไหลคงที่ด้วย เปรียบเทียบกับกรณีแท็งก์น้ำทั่วไปที่ใช้แกน พบว่า เมื่อระยะเวลาผ่านไประดับน้ำลดลงเฮดของน้ำก็ลดลงตามไปด้วย ( $\Delta H_2 < \Delta H_1$ )



ภาพที่ 3 เปรียบเทียบหลักการการทำงานของแท็งก์จ่ายน้ำทั้ง 2 แบบ

สำหรับท่อที่เชื่อมต่อระหว่างตัวแท็งก์เก็บน้ำกับชุดหัวจ่ายน้ำ (จุดที่ 5) ซึ่งใช้ปล่อยน้ำออกจากแท็งก์จ่ายน้ำอัตโนมัติที่ ควรเป็นวัสดุที่มีความอ่อนตัวสามารถโค้งงอได้เมื่อต้องมีการปรับระดับ  $\Delta H$  ในที่นี้ได้เลือกใช้ท่อยางสังเคราะห์ EPDM หุ้มสแตนเลส ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 1 เซนติเมตร นอกจากนี้ มีการติดตั้งสวิทช์ลูกลอยไฟฟ้า (จุดที่ 4) เมื่อน้ำในแท็งก์เก็บน้ำหมด สวิทช์ลูกลอยจะทำงานโดยสั่งให้ปั้มน้ำ (จุดที่ 6) สูบน้ำไปตามท่อส่งน้ำ (จุดที่ 2) ขึ้นสู่แท็งก์น้ำโดยอัตโนมัติ เมื่อน้ำเต็มแท็งก์น้ำแล้วสวิทช์ลูกลอยจะสั่งให้ปั้มน้ำหยุดทำงาน

## 2. วิธีการทดลอง

2.1) คำนวณอัตราการจ่ายน้ำจากแท็งก์ โดยใช้สมการของ Hazen – William ดังนี้

$$Q = (3.587 \times 10^{-6}) \times C \times D^{2.63} \times S^{0.54}$$

โดย  $Q$  = อัตราการไหล,  $m^3/s$

$S$  = การสูญเสียเฮดเนื่องจากความฝืดต่อหนึ่งหน่วยความยาวของท่อ =  $hf/L$

$D$  = เส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ,  $mm$

$C$  = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานภายในท่อ

สำหรับการคำนวณค่าการสูญเสียเฮดภายในท่อ (Head Loss,  $hf$ ) ใช้สมการของ Darcy-Weisbach ร่วมกับการของ Bernoulli ดังนี้



สมการ Bernoulli 
$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} + Z_2 + \Sigma h_f$$

- โดย  $P$  = แรงดันในเส้นท่อ,  $\text{kg/cm}^2$   
 $\gamma$  = น้ำหนักจำเพาะของน้ำ,  $\text{N/m}^3$   
 $V$  = ความเร็วของของเหลว,  $\text{m/s}$   
 $g$  = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก =  $9.81 \text{ m/s}^2$   
 $Z$  = ค่าระดับความสูง,  $\text{m}$   
 $\Sigma h_f$  = ผลรวมของการสูญเสียเฮดของน้ำ (Head Loss),  $\text{m}$

สำหรับผลรวมการสูญเสียเฮดของน้ำ ( $\Sigma h_f$ ) หมายถึงการสูญเสียพลังงานหลัก (Major Loss) ในเส้นท่อและการสูญเสียพลังงานรอง (Minor Loss) ตามสมการของ Darcy-Weisbach ดังนี้

Major Loss 
$$H_f = f \left( \frac{L}{D} \right) \left( \frac{V^2}{2g} \right)$$

- โดย  $f$  = สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน (Friction Factor)  
 $L$  = ความยาวท่อ  
 $D$  = เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ  
 $V$  = ความเร็วของการไหลเฉลี่ยผ่านท่อ  
 $g$  = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก =  $9.81 \text{ m/s}^2$

สำหรับสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน ( $f$ ) คำนวณได้จากการไหลแบบราบเรียบ (Laminar Flow) และการไหลแบบปั่นป่วน (Turbulence Flow) แต่สำหรับการไหลในท่อของแท่งกึ่งจ่ายน้ำอัตราไหลคงที่ จะสมมติให้เป็นการไหลแบบราบเรียบเนื่องจากเป็นท่อที่มีขนาดเล็ก ค่า  $f$  คำนวณได้ดังนี้

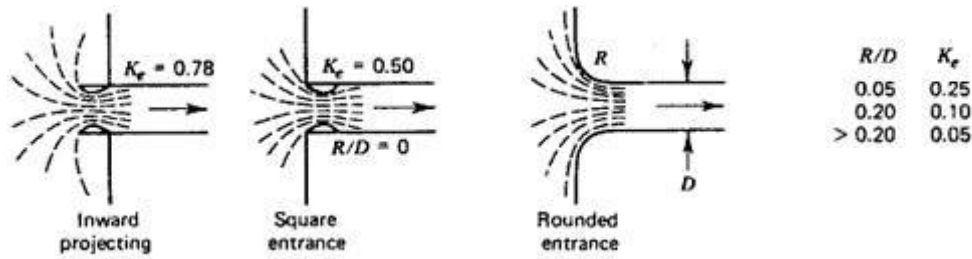
$$f = \frac{64}{\text{Re}} \quad \text{โดย} \quad \text{Re} = \frac{VD}{\nu}$$

- โดย  $D$  = เส้นผ่าศูนย์กลางท่อ  
 $V$  = ความเร็วของการไหลเฉลี่ยผ่านท่อ,  $\text{m/s}$   
 $\nu$  = ความหนืด ที่อุณหภูมิ 20 องศา =  $10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

สำหรับการสูญเสียพลังงานรอง (Minor Loss) คำนวณได้ดังนี้

Major Loss 
$$H_m = K_e \frac{V^2}{2g}$$

- โดย  $V$  = ความเร็วของการไหลเฉลี่ยผ่านท่อ,  $\text{m/s}$   
 $g$  = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก =  $9.81 \text{ m/s}^2$   
 $K_e$  = สัมประสิทธิ์ของ Minor Loss ขึ้นอยู่กับชนิดของ Minor Loss ได้แก่ Exit Loss และ Entrance Loss ในที่นี้ Exit Loss มีค่าเท่ากับ 1.0 ในทุกกรณี โดยไม่ขึ้นกับลักษณะของรูปร่างทางออก ส่วน Entrance Loss ขึ้นอยู่กับลักษณะของรูปร่างทางเข้าเป็นหลัก ดังแสดงในภาพที่ 4 โดยในที่นี้มีค่าเท่ากับ 0.5



ภาพที่ 4 สัมประสิทธิ์ของ Entrance Loss  
(ที่มา : David Rausch et.al, 1993)

สำหรับผลการคำนวณหาอัตราการไหล ได้นำมาเปรียบเทียบกับผลการตรวจวัดอัตราการไหลของน้ำในแท็งก์โดยวิธีการหาปริมาตรต่อเวลา (Volumetric method) ที่ระดับ  $\Delta H$  เท่ากับ 0.05, 0.10, 0.15, 0.20, 0.25, 0.30 และ 0.35 เมตร

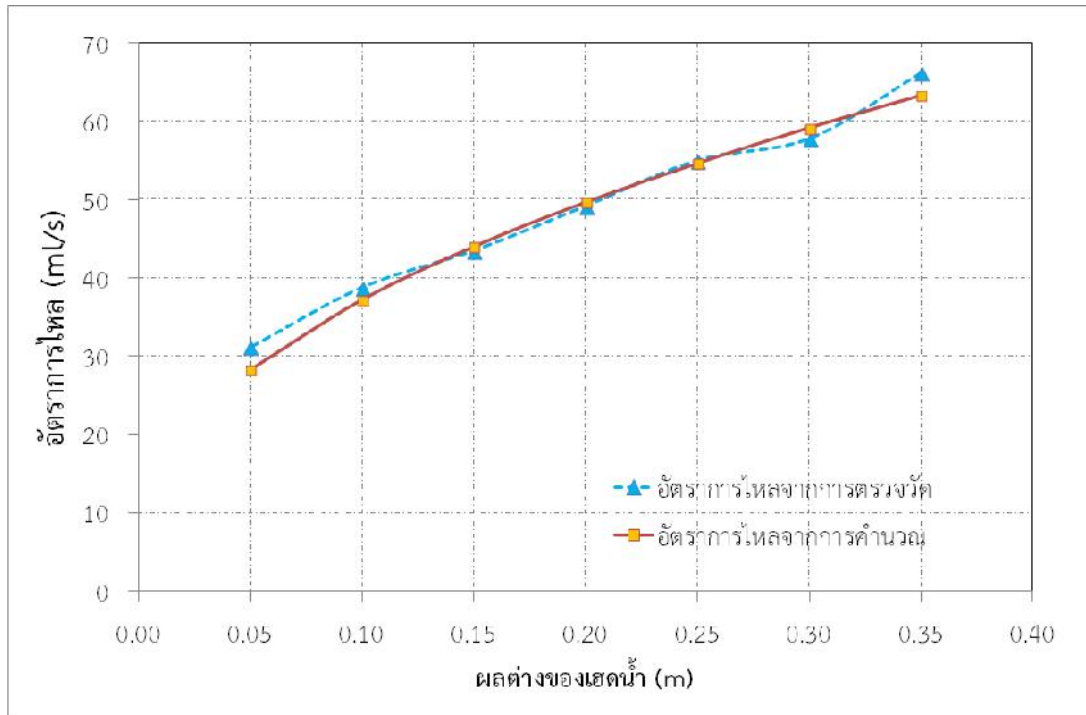
2.2) ทดลองเปรียบเทียบอัตราการไหลระหว่างแท็งก์จ่ายน้ำ อัตราการไหลคงที่กับแท็งก์จ่ายน้ำที่ใช้งานทั่วไป โดยการตั้งค่าผลต่างของระดับน้ำในแท็งก์กับระดับของจุดทางออกของน้ำ ณ ช่วงเวลาเริ่มต้น ( $\Delta H_1$ ) ของแท็งก์ทั้งสองแบบให้เท่ากัน จากนั้นจึงตรวจวัดอัตราการไหลด้วยวิธีการหาปริมาตรต่อเวลา

#### ผลการทดลอง

##### 1. การคำนวณอัตราการไหลของแท็งก์จ่ายน้ำ อัตราการไหลคงที่

ในการคำนวณอัตราการไหลตามสมการของ Hazen – William ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานภายในท่อ (ค่า C) เป็นปริมาณที่ไม่มีหน่วย เป็นพารามิเตอร์ที่บ่งชี้ถึงความขรุขระสัมพัทธ์ของพื้นผิวด้านในของท่อน้ำ โดยที่ค่า C ที่สูงจะเป็นตัวแทนของท่อที่มีความเรียบมากและค่า C ที่ต่ำจะเป็นตัวแทนของท่อที่มีความขรุขระมาก (ประกอบ, 2553) สำหรับท่อชนิดใดชนิดหนึ่งจะมีค่า C คงที่ ซึ่งสามารถเลือกใช้งานได้จากตารางค่ามาตรฐานหรือจากคู่มือแสดงคุณสมบัติของท่อชนิดต่างๆ โดยทั่วไปมีค่าประมาณ 120 - 150 สำหรับท่อใหม่ แต่เมื่อท่อนั้นมีอายุการใช้งานเพิ่มขึ้น ค่า C ก็จะลดลงเรื่อยๆ ในการออกแบบทั่วไปเมื่อต้องการอัตราการไหลของน้ำในท่อเก่ามักนิยมใช้  $C = 100$  โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่เป็นท่อเหล็กหล่อ และถ้าเป็นท่อขนาดเล็กค่า C อาจลดลงเหลือเพียง 60 - 80 (วิบูลย์, 2529)

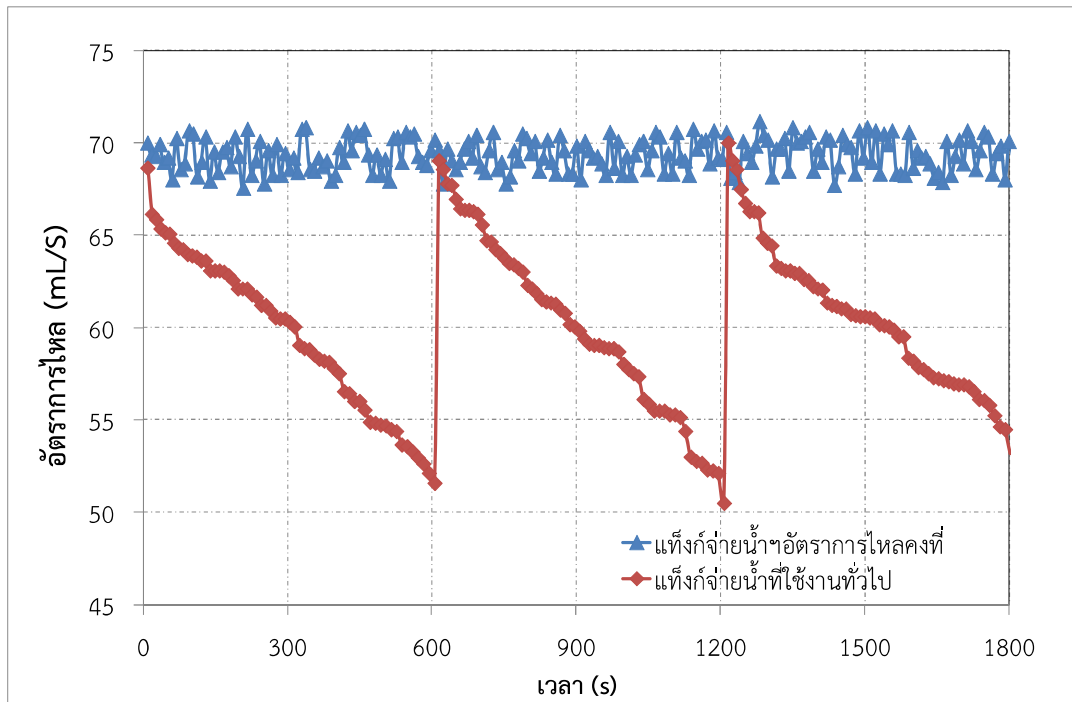
อย่างไรก็ตามสำหรับท่อที่ใช้งานในงานวิจัยนี้ไม่เป็นท่อตามมาตรฐานที่ใช้งานโดยทั่วไป จึงไม่มีค่า C ให้เลือกใช้งาน ดังนั้นจึงได้ประเมินค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานโดยการสุ่มค่าแล้วนำไปเปรียบเทียบกับผลการตรวจวัดอัตราการไหล โดยพบว่า เมื่อเลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานภายในท่อ เท่ากับ 75 ให้ผลการคำนวณมีค่าใกล้เคียงกับการตรวจวัดมากที่สุด ดังแสดงในภาพที่ 5 โดยผลการคำนวณอัตราการไหลมีค่าระหว่าง 30.2 – 67.6 ml/s ในขณะที่ผลการตรวจวัดมีค่าระหว่าง 31.2 – 66.2 ml/s และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) เท่ากับ 0.99



ภาพที่ 5 อัตราการไหลจากการตรวจวัดเปรียบกับอัตราการไหลที่คำนวณ

2. การเปรียบเทียบอัตราการไหลระหว่างแท็งก์จ่ายน้ำอัตราการไหลคงที่กับแท็งก์จ่ายน้ำที่ใช้งานทั่วไป

จากการทดลองตรวจวัดอัตราการไหลที่ระดับ  $\Delta H$  สูงสุดของแท็งก์ทั้งสองแบบ ซึ่งมีอัตราการไหลสูงสุดอยู่ที่ประมาณ 70 ml/s ผลการตรวจวัดดังแสดงในภาพที่ 6 พบว่า ตลอดระยะเวลาจ่ายน้ำทั้ง 30 นาที แท็งก์จ่ายน้ำอัตราการไหลคงที่มีอัตราการไหลอยู่ในช่วงระหว่าง 67.57-71.17 ml/s (เฉลี่ย 69.36 ml/s) เมื่อเปรียบเทียบกับแท็งก์จ่ายน้ำที่ใช้งานทั่วไปพบว่าอัตราการไหลจะลดลงตามระยะเวลาจนเหลือเพียงประมาณ 50 ml/s ที่ระยะเวลาประมาณ 10, 20 และ 30 นาที ซึ่ง ณ ช่วงเวลาดังกล่าว ระดับน้ำในแท็งก์ลดต่ำลงจนถึงจุดที่สวิทช์ลู่กลอยไฟฟ้าทำงานทำให้ปั๊มเริ่มสูบน้ำเติมเข้าไปในแท็งก์ ทำให้ระดับน้ำเพิ่มขึ้นและเมื่อน้ำเต็มแท็งก์ อัตราการไหลก็เพิ่มกลับขึ้นมาอยู่ในระดับสูงสุดอีกครั้งและค่อยๆ ลดลงตามเวลาเมื่อจ่ายน้ำออกจากแท็งก์ต่อเนื่องกันไป นอกจากนี้ เมื่อคำนวณปริมาตรน้ำที่ระยะเวลาประมาณ 10, 20 และ 30 นาที แท็งก์จ่ายน้ำอัตราการไหลคงที่สามารถจ่ายน้ำได้ 42.58, 83.18 และ 124.85 ลิตร ตามลำดับ ในขณะที่แท็งก์จ่ายน้ำที่ใช้งานทั่วไปสามารถจ่ายน้ำได้เพียง 35.71, 71.63 และ 107.85 ลิตร ตามลำดับ



ภาพที่ 6 อัตราการไหลจากการตรวจวัดเปรียบกับระหว่างแท็งก์จ่ายน้ำ 2 แบบ

### สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการออกแบบและการทดลองตรวจวัดอัตราการไหลจากแท็งก์จ่ายน้ำ อัตราการไหลคงที่ พบว่า เมื่อเลือกใช้ท่อส่งน้ำที่ไม่เป็นท่อตามมาตรฐาน ทำให้ไม่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานภายในท่อ (ค่า C) ให้เลือกใช้งาน ดังนั้นการคำนวณค่า C จึงต้องใช้วิธีการสุ่มค่า ซึ่งพบว่าไม่มีค่าเท่ากับ 75 ทำให้ผลการคำนวณอัตราการไหลใกล้เคียงกับผลการตรวจวัดมากที่สุด และสอดคล้องกับข้อเสนอแนะของ วิบูลย์ (2529) โดยค่า C จะมีค่าระหว่าง 60 – 80 สำหรับกรณีท่อขนาดเล็ก อย่างไรก็ตามการที่ขนาดท่อเล็กจะทำให้เกิดการสูญเสียเฮด (Head loss) มาก (มนต์เทพ, 2547) ซึ่งจากการคำนวณที่ระดับ  $\Delta H$  ระหว่าง 0.05 – 0.35 เมตร มีค่าการสูญเสียเฮดระหว่าง 0.075 – 0.333 เมตร ดังนั้นในการปรับปรุงเพื่อใช้งานแท็งก์น้ำให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นจึงควรพิจารณาเลือกวัสดุที่จะใช้เป็นท่อจ่ายน้ำออกจากแท็งก์ที่เหมาะสมต่อไป

นอกจากนี้จากการตรวจวัดอัตราการไหลจากแท็งก์จ่ายน้ำอัตราการไหลคงที่ มีค่าค่อนข้างสม่ำเสมอ เฉลี่ย 69.36 ml/s โดยไม่ลดลงตามระดับน้ำในแท็งก์ รวมทั้งสามารถจ่ายน้ำในปริมาณที่มากกว่าแท็งก์จ่ายน้ำที่ใช้งานทั่วไปประมาณ 16% ซึ่งเหมาะสำหรับนำไปประยุกต์ใช้งานกับลักษณะงานที่ต้องการควบคุมอัตราการไหลของน้ำให้สม่ำเสมอ อาทิ การให้น้ำพืชในระบบน้ำหยด การจ่ายน้ำจากแท็งก์น้ำตามที่พักอาศัยหรือตึกสูง เป็นต้น อย่างไรก็ตามจะสังเกตว่าอัตราการไหลจากแท็งก์จ่ายน้ำอัตราการไหลคงที่ มีค่าแกว่งขึ้นลงเล็กน้อยซึ่งเป็นผลมาจากการขยับตัวขึ้นลงของแกนควบคุมเฮดน้ำที่ยึดติดกับลูกลอยยังมีความผิดพลาด ทำให้ลูกลอยเกิดการแกว่งตัวในแท็งก์ ดังนั้นสิ่งที่ควรปรับปรุงจากแท็งก์ต้นแบบนี้ควรใช้แกนควบคุมที่มีความแข็งแรงและเป็นวัสดุที่มีผิวที่ลื่น เพื่อช่วยให้แกนมีความผิดพลาดน้อยที่สุดสามารถปรับตัวขึ้นลงตามระดับน้ำได้อย่างอิสระ

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ขอขอบคุณ คุณสุรพล เจริญชีพและ รศ.มนตรี คำชู ที่ให้คำปรึกษาในการออกแบบและให้แนวคิดในการจัดทำ และขอขอบคุณภาคีวิชาชีพวิศวกรรมชลประทานที่ช่วยเหลือเรื่องอุปกรณ์และสถานที่ในการจัดทำ



เอกสารอ้างอิง

David Rausch, Donald L. Pfof and Larry W. Caldwell. (1993). *Design Criteria for Bottom-Withdrawal (Lake-Cleaning) Spillway*. Retrieved December 20, 2012 from <http://extension.missouri.edu/p/G1531>  
ประกอบ สุวัฒน์วารณ. (2553). *เทคนิคการประเมิน NPSHA สำหรับการติดตั้งถังน้ำดับเพลิง*. วิศวกรรมสาร มข., 23(72), 1-9.

มนต์เทพ มะเปี่ยม. (2547). *การพัฒนาแบบจำลองเพื่อออกแบบระบบท่อส่งน้ำ*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มนตรี คำชู. (2555). *กระป๋องน้ำหยดให้ปุ๋ยมือถือแบบประโยชน์สูงสุดประหยัดสุด*. สืบค้นเมื่อ 28 ธันวาคม 2555, สืบค้นจาก [http://www.rdi.ku.ac.th/Techno\\_ku60/res-86/index86.html](http://www.rdi.ku.ac.th/Techno_ku60/res-86/index86.html).

วิบูลย์ บุญยธโรกุล. (2529). *ปั๊มและระบบสูบน้ำ*. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

คณะผู้เขียน

**สิริอร ขอบธรรม** นิสิตปริญญาตรี ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140,  
[love\\_papang@hotmail.com](mailto:love_papang@hotmail.com)

**ศักรินทร์ พลอยประเสริฐ** นิสิตปริญญาตรี ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140,  
[mintsaknarin@gmail.com](mailto:mintsaknarin@gmail.com)

**ชูพันธุ์ ชมภูจันท์** อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140, [fengcpcc@ku.ac.th](mailto:fengcpcc@ku.ac.th)