การบริหารจัดการแรงดันโครงข่ายท่อประปา การประปาส่วนภูมิภาคสาขาหนองแค จังหวัดสระบุรี

Pressure Management of Water Distribution Network, Provincial Waterworks Authority Nong Khae Branch Office, Saraburi Province

วรรณจักร โชติช่วง[1] อดิชัย พรพรหมินทร์[2] สุรชัย ลิปิวัฒนาการ[3]

Wannajak Chotchuang[1] Adichai Pornprommin[2] Surachai Lipiwattanakarn[3]

[1,2,3]ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 10900

Email : jakky_nick@hotmail.com[1] fengacp@ku.ac.th[2] fengsuli@ku.ac.th[3]

บทคัดย่อ

การจำลองระบบจ่ายน้ำท่อประปาเป็นเครื่องมือที่สำคัญช่วยวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาต่างๆ เช่น ปริมาณน้ำและแรงดันน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำ รวมทั้งช่วยในการวางแผนการปรับปรุงท่อและวางท่อใหม่ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การศึกษานี้ได้วิเคราะห์สภาพจริงของระบบจ่ายน้ำของการประปาส่วนภูมิภาค (กปภ.) สาขาหนองแคซึ่งประสบปัญหาน้ำสูญเสียค่อนข้างสูง และเสนอแนะแนวทางการบริหารจัดการแรงดันเพื่อให้สามารถจ่ายน้ำได้เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำและถึงผู้ใช้น้ำปลายเส้นท่อ ในการศึกษานี้ แบบจำลองได้ใช้ข้อมูลเดือน พฤศจิกายน 2560 ของ กปภ.สาขาหนองแค ซึ่งมีผู้ใช้น้ำจำนวน 25,000 ราย มีความยาวท่อหลัก 800 กม. (ขนาดท่อระหว่าง 300 และ 50 มม.) มีปริมาณน้ำสูบจ่าย 45,000 ลบ.ม. ต่อวัน และปริมาณน้ำขาย 29,650 ลบ.ม. ต่อวัน ดังนั้นมีน้ำสูญเสีย 15,350 ลบ.ม. ต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 34.11 ของปริมาณน้ำสูบจ่าย ผลลัพธ์จากแบบจำลองสภาพปัจจุบัน พบว่า กปภ.สาขาหนองแค ควบคุมแรงดันที่สถานีสูบจ่ายน้ำหินกอง ระหว่าง 41 และ 45 ม. (ระดับพื้นดิน) แต่ช่วงเวลา 06.00 น. ถึง 10.00 น. พบปัญหาแรงดันน้ำ ณ ตำแหน่งผู้ใช้น้ำบริเวณปลายเส้นท่อมีค่าแรงดันที่น้อยมาก ซึ่งแสดงว่า สถานีสูบน้ำบริหารจัดการแรงดันต่ำเกินไปในช่วงเวลาดังกล่าว เนื่องจาก กปภ. ได้กำหนดเกณฑ์แรงดันขั้นต่ำสำหรับผู้ใช้น้ำที่ 5 ม. จากระดับพื้นดิน ดังนั้นเราได้ทำกรณีศึกษาเพื่อหาการจัดการแรงดัน ณ สถานีสูบจ่ายน้ำที่เหมาะสมเพื่อให้ผ่านเกณฑ์ดังกล่าวโดยใช้แบบจำลอง พบว่าแรงดันที่สถานีสูบจ่ายน้ำหินกอง ควรอยู่ระหว่าง 48 และ 70 ม. (ระดับพื้นดิน) โดยการเพิ่มแรงดันในช่วงเวลาที่มีการใช้น้ำมากและลดแรงดันในช่วงเวลาที่มีการใช้น้ำน้อยและปรับปรุง Booster Pump ให้มีประสิทธิภาพการสูบจ่ายที่เพิ่มขึ้นอย่างน้อย 5 ม. และควบคุมแรงดันในช่วงเวลากลางคืนเพื่อไม่ให้แรงดันสูงจนเกินความจำเป็นและเนื่องจากปริมาณน้ำรั่วแปรผันตามแรงดันในระบบจ่ายน้ำ พบว่า ปริมาณน้ำรั่วเพิ่มขึ้น 500 ลบ.ม. ต่อวัน ทำให้ปริมาณน้ำสูบจ่ายเพิ่มขึ้นเป็น 45,500

ลบ.ม ต่อวัน (เพิ่มขึ้นร้อยละ 1) ดังนั้น กปภ.สาขาหนองแคจำเป็นต้องบริหารจัดการแรงดันและควรทำการสำรวจหาท่อรั่วที่เข้มข้นขึ้นเพื่อลดปริมาณน้ำสูญเสียลง

คำสำคัญ: โครงข่ายท่อประปา, การบริหารจัดการแรงดัน, ระบบจ่ายน้ำ, การประปาส่วนภูมิภาค, หนองแค

ABSTRACT

The simulation of the water supply system is an important tool to analyze the causes of problems such as insufficient water supply and pressure to meet water demand. Also, it helps the planning of pipe improvements and new pipe layouts to be more efficient. This study analyzes the real situation of the water supply system of the Provincial Waterworks Authority (PWA), Nong Khae Branch, which experiences relatively high water loss, and suggests a new pressure management strategy to enable sufficient water supply to meet water demand at the end-user of the pipeline. In this study, the model was built using the data in November 2017 of PWA, Nong Khae Branch. There are 25,000 customers with a main pipe length of 800 km (pipe sizes between 300 and 50 mm) with system input volume (SIV) of 45,000 m^3/day and water sale of 29,650 m^3/day. This, water loss is 15,350 m^3/day, equivalent to 34.11% of SIV. The results from the current situation showed that PWA, Nong Khae branch controls the pressure at the Hin Kong Pumping Station (HKPS) between 41 and 45 meters (based on ground level), but during 6:00 am to 10:00 am, water pressure at the users at the end of the pipes, receive too low pressure. The problem implies that HKPS delivers the pressure too low during these period because PWA has set the minimum pressure threshold for water users at 5 m. from the ground level. Therefore, we conducted a case study to find the pressure management at HKPS to meet the above criteria using the model. It is found that the pressure at HKPS should be between 48 and 70 m. (based on ground level) by increasing the pressure during on-peak time and reducing pressure during off-peak time. Also, the booster pump should increase pressure at least 5 m. at on peak times and reduce the pressure at night so pressure will not exceed the requirement because water leakage varies with pressure in water distribution systems. It is found that leakage may increase only 500 m^3/day, resulting in the SIV increasing to 45,500 m^3/day (1% increase). Therefore, PWA, Nong Khae branch, should control the pressure and perform intensive active leakage control to reduce water loss.

KEY WORDS : Pipe Network, Pressure Management, Water Distribution, Provincial Waterworks Authority, Nong Khae Branch

1.บทนำ

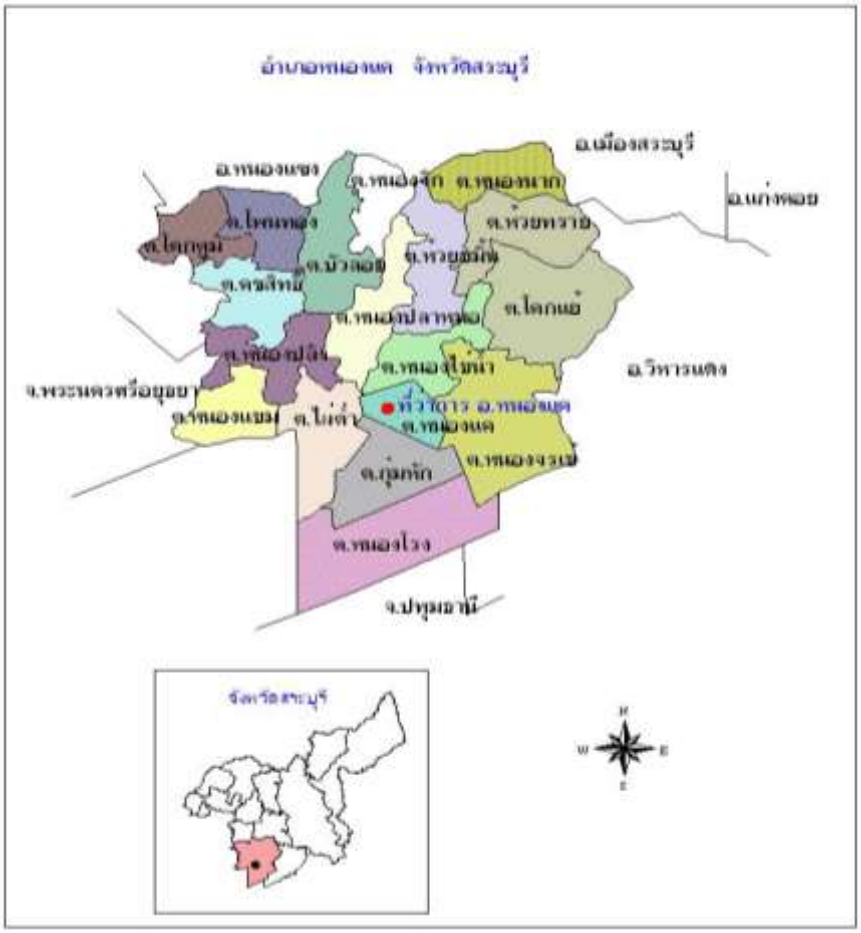
น้ำถือเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ เราสามารถนำน้ำดิบมาผลิตเป็นน้ำประปาที่สะอาดและส่งให้ผู้ใช้น้ำเพื่อนำไปใช้ประโยชน์หลากหลาย รวมทั้งการอุปโภคและบริโภค ดังนั้นการส่งน้ำประปาจากโรงผลิตน้ำนั้นจึงจำเป็นต้องมีระบบจ่ายน้ำประปาด้วยเส้นท่อภายใต้แรงดัน เพื่อมั่นใจว่าไม่มีสารปนเปื้อนระหว่างทางที่จ่ายน้ำไปยังผู้ใช้น้ำประเภทต่างๆ ดังนั้นการบริหารจัดการแรงดันโครงข่ายท่อประปาจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยหากมีแรงดันที่สูงเพียงพอที่สามารถส่งน้ำไปถึงผู้ใช้น้ำปลายเส้นท่อโดยมีปริมาณน้ำและแรงดันที่เหมาะสม โดยหากมีแรงดันต่ำไปผู้ใช้น้ำอาจไม่ได้รับน้ำและสารปนเปื้อนมีโอกาสผ่านเข้ามาในเส้นท่อได้ แต่แรงดันสูงเกินไปก็ส่งผลให้สิ้นเปลืองพลังงานและปริมาณน้ำรั่วเพิ่มด้วย

ดังนั้นในการศึกษานี้จะวิเคราะห์การบริหารจัดการแรงดันโครงข่ายท่อประปาสำหรับพื้นที่ให้บริการของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาหนองแค โดยระบบจ่ายน้ำประปาเป็นโครงข่ายท่อที่มีพื้นที่การจ่ายน้ำที่มีขนาดใหญ่ ทำให้การจ่ายน้ำมีอุปสรรคต่างๆ เช่น การเกิดท่อแตก/รั่ว, น้ำไหลอ่อน, การควบคุมแรงดันที่ไม่เหมาะสมรวมไปถึงการจ่ายน้ำไปยังในพื้นที่ที่มีระดับความสูงที่แตกต่างกัน เป็นต้น

การประปาส่วนภูมิภาคสาขาหนองแค ได้นำเอาระบบพื้นที่เฝ้าระวัง (District Metering Area, DMA) เข้ามาใช้ในการควบคุมการจ่ายน้ำ แต่ยังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร โดยจากสถิติการพบท่อแตกรั่วและเกิดปัญหาบางพื้นที่น้ำไหลอ่อน ทำให้ต้องแก้ปัญหาโดยการลงพื้นที่สำรวจหาท่อแตกรั่วและทำการควบคุมแรงดันรวมไปถึงการสร้างสถานีเพิ่มแรงดันในจุดต่างๆ แต่ก็ยังไม่สามารถลดปริมาณน้ำสูญเสียให้อยู่ในปริมาณที่ต่ำลงได้ตามที่ต้องการ จึงต้องเสียงบประมาณเป็นจำนวนมากในการปรับปรุงเส้นท่อและการติดตั้งชุดควบคุมแรงดัน ประมาณปีละหลายล้านบาท การศึกษานี้ได้นำเข้าข้อมูลปริมาณการใช้น้ำจริงของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาหนองแค และโครงข่ายท่อประปาจากโปรแกรม Mapinfo Professional 12.5 แล้ว นำมาสร้างแบบจำลองระบบจ่ายน้ำโครงข่ายท่อประปาโดยใช้แบบจำลอง EPANET 2.0 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำมาวิเคราะห์การกระจายตัวของแรงดันในระบบโครงข่ายท่อในสภาพปัจจุบันเพื่อแก้ไขปัญหาแรงดันต่ำและแรงดันสูงกว่าช่วงแรงดันที่เหมาะสม และนำมาวิเคราะห์หาการบริหารจัดการแรงดันที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งผลการศึกษานี้สามารถนำไปใช้ควบคุมแรงดันให้มีความเหมาะสมในการบริหารจัดการน้ำสูญเสียและการให้บริการกับผู้ใช้น้ำ

2. สภาพพื้นที่ศึกษา

การประปาส่วนภูมิภาคสาขาหนองแค เริ่มประสบปัญหาประสิทธิภาพของระบบท่อจ่ายน้ำมีความสามารถในการให้บริการลดลงและไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำโดยเฉพาะชั่วโมงเร่งด่วน รวมทั้งปัญหาระบบสำรองน้ำและท่อเมนหลักในการจ่ายน้ำมีขนาดเล็ก เนื่องจาก บางส่วนยังเป็นท่อเก่าใช้งานมานานซึ่งหมดสภาพการใช้งานและแตกชำรุดเสียหายบ่อยครั้ง อีกทั้งการบริหารจัดการแรงดันภายในระบบท่อยังไม่มีการวิเคราะห์อย่างชัดเจน ปัญหาเหล่านี้ส่งผลให้เกิดภาระต้นทุนน้ำสูญเสียและผู้ใช้น้ำในพื้นที่ได้รับความเดือดร้อนจากการหยุดจ่ายน้ำเพื่อทำการซ่อมท่ออยู่เป็นประจำ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเร่งดำเนินการแก้ไขจุดอ่อนต่างๆในระบบท่อจ่ายน้ำ เพื่อให้สามารถรองรับความต้องการใช้น้ำของประชาชนในระยะยาวได้



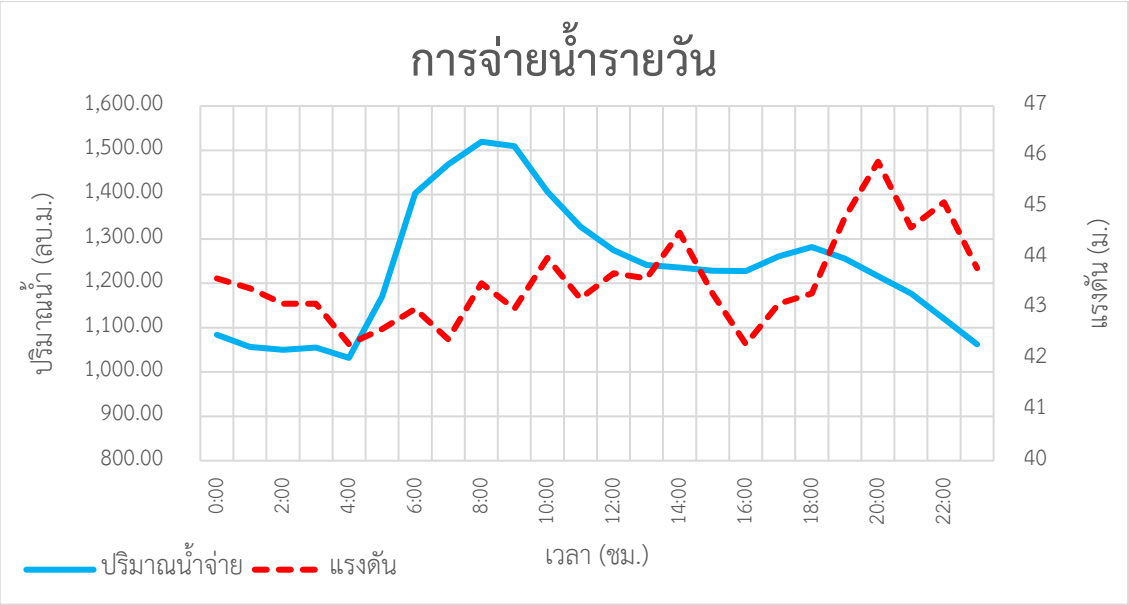
รูปที่ 1 แผนผังพื้นที่ให้บริการของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาหนองแค

การประปาส่วนภูมิภาคสาขาหนองแคมีพื้นที่ให้บริการดังแสดงในรูปที่ 1 ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 500 ตร.กม. มีผู้ใช้น้ำทั้งหมดประมาณ 26,000 ราย และมีความยาวท่อจ่ายน้ำรวมมากกว่า 800 กม. จากสถิติการประปาส่วนภูมิภาคสาขาหนองแคพบปัญหาท่อแตก/รั่วส่วนใหญ่เกิดกับท่อที่มี

อายุการใช้งานตั้งแต่ 10 ปีขึ้นไปมากกว่า 590 จุดต่อปี และยังมีอีกหลายจุดที่ยังหาไม่พบ ซึ่งปัจจุบันแก้ปัญหาโดยการออกสำรวจหา ท่อแตกรั่ว ด้วยวิธีต่างๆ ทั้ง Passive Control และ Active Control อีกทั้งยังมีพื้นที่ที่เกิดปัญหาน้ำไหลอ่อน เนื่องจากการจัดการบริหารแรงดันไม่มีประสิทธิภาพ การประปาส่วนภูมิภาคต้องมีการจัดสรรงบประมาณ ประมาณสองถึงสามพันล้านบาทต่อปี เพื่อทำการซ่อมท่อรวมถึงการปรับปรุงเส้นท่อเร่งด่วนเพื่อแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าเพื่อไม่ให้มีผลกระทบกับการให้บริการแก่ประชาชน ดังนั้นเพื่อลดความเสี่ยงผลกระทบจากปัญหาน้ำไหลอ่อนและการเกิดท่อแตกรั่ว จึงจำเป็นต้องศึกษาพฤติกรรมการไหลของน้ำภายในเส้นท่อและแรงดันที่เกิดขึ้น ณ จุดต่างๆของเส้นท่อ

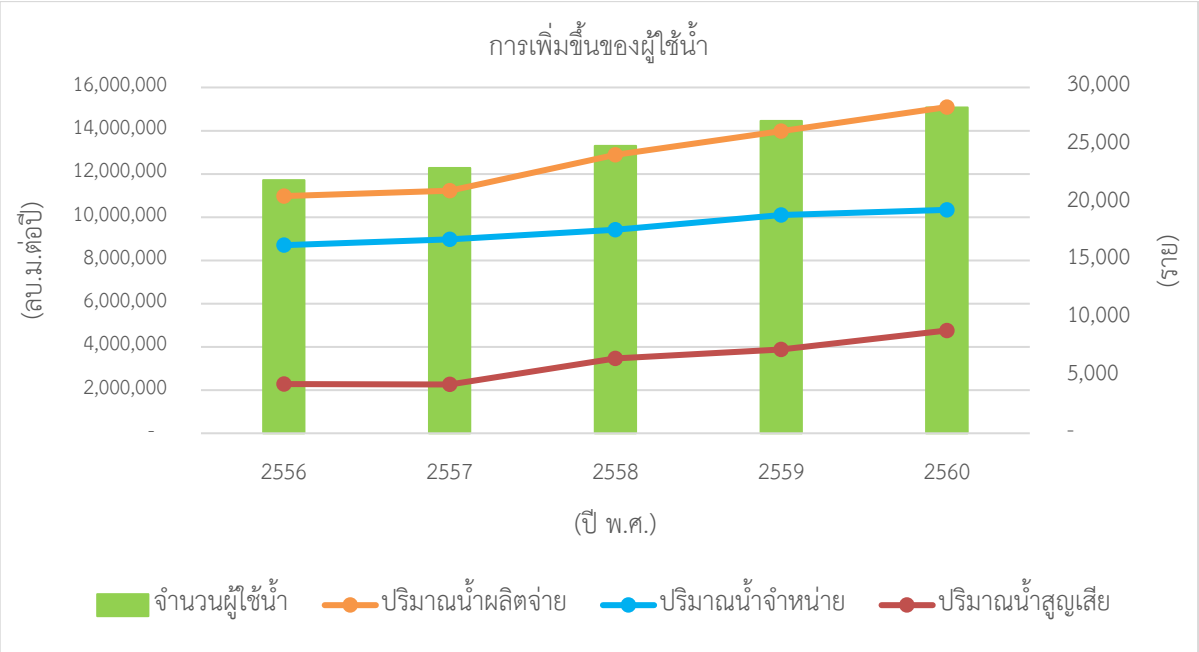
ตารางที่ 1 สภาพระบบสูบจ่ายน้ำของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาหนองแค (ข้อมูลเดือน พฤศจิกายน 2560)

รายการ	**จำนวน**
พื้นที่ให้บริการ (ตร.กม.)	≃ 500
จำนวนผู้ใช้น้ำ (ราย)	≃ 26,000
ความยาวท่อรวม (กม.)	≃ 800
ชนิดของท่อ	PVC 75% และ ชนิดอื่นๆ 25%
ระดับสูงสุดและต่ำสุด (ม.รทก.)	35 และ 3
ปริมาณน้ำผลิต (ลบ.ม. ต่อวัน)	45,000
ปริมาณน้ำจำหน่าย (ลบ.ม. ต่อวัน)	29,650
ปริมาณน้ำสูญเสีย (ลบ.ม. ต่อวัน)	15,350
อัตราน้ำสูญเสีย (%)	34.11



รูปที่ 2 ปริมาณน้ำจ่ายและแรงดันรายชั่วโมง ณ สถานีจ่ายน้ำหินกอง

ตารางที่ 1 แสดงสภาพระบบสูบจ่ายน้ำของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาหนองแค พบว่าท่อจ่ายน้ำส่วนใหญ่เป็นท่อ PVC และมีระดับพื้นดินที่แตกต่างกันถึง 30 ม. ทำให้มีอุปสรรคในการจ่ายน้ำ จึงส่งผลให้เกิดอัตราน้ำสูญเสียที่สูงประมาณ 34 % รูปที่ 2 แสดงข้อมูลปริมาณน้ำจ่ายและแรงดันรายชั่วโมง ณ สถานีจ่ายน้ำหินกอง พบว่าแรงดันที่จ่ายจากสถานีไม่สอดคล้องกับปริมาณน้ำจ่ายดังนี้ ช่วงเวลาการใช้น้ำสูงสุด ระหว่าง 06.00 – 10.00 น. มีปริมาณน้ำจ่ายประมาณ 1,400 – 1,550 ลบ.ม./ชม.และมีค่าแรงดันน้ำต้นทางอยู่ที่ 42 – 44 ม. แต่ช่วงเวลาใช้น้ำตอนกลางคืน ระหว่าง 19.00 – 04.00 น. มีอัตราการใช้น้ำประมาณ 1,000 – 1,250 ลบ.ม./ชม. กลับมีค่าแรงดันน้ำต้นทางอยู่ที่ 42 – 46 ม. ทั้งนี้สาเหตุที่ทำให้ กปภ.สาขาหนองแคจ่ายน้ำด้วยแรงดันต้นทางที่สูงตลอดเวลานั้นเนื่องมาจากบริเวณปลายท่อส่งน้ำนั้นเป็นพื้นที่เชิงเขาซึ่งมีระดับที่อยู่สูงกว่าสถานีจ่ายน้ำ ส่งผลให้บริเวณปลายท่อส่งน้ำไม่สามารถส่งน้ำไปได้ถ้าลดแรงดันต่ำลง แต่แรงดันที่ไม่สัมพันธ์กับปริมาณน้ำจ่ายอาจส่งผลให้เกิดแรงดันไม่เพียงพอในช่วงการใช้น้ำสูงและแรงดันเกินความจำเป็นในช่วงการใช้น้ำต่ำได้



รูปที่ 3 จำนวนผู้ใช้น้ำ ปริมาณน้ำผลิตจ่าย น้ำจำหน่ายและน้ำสูญเสียย้อนหลัง 5 ปี

รูปที่ 3 แสดงข้อมูลจำนวนผู้ใช้น้ำ ปริมาณน้ำผลิตจ่าย น้ำจำหน่ายและน้ำสูญเสียระหว่างปี พ.ศ. 2556-2560 เนื่องจากประชากรในพื้นที่ให้บริการของ กปภ.สาขาหนองแคนั้นมีอัตราการเติบโตเพิ่มขึ้น ดังนั้นพบว่า กปภ.สาขาหนองแค มีแนวโน้มของการเพิ่มขึ้นของผู้ใช้น้ำ จึงทำให้ปริมาณการใช้น้ำเพิ่มขึ้นทำให้มีการผลิตน้ำประปามากขึ้น แต่มีน้ำสูญเสียเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน

3.ขั้นตอนการศึกษา

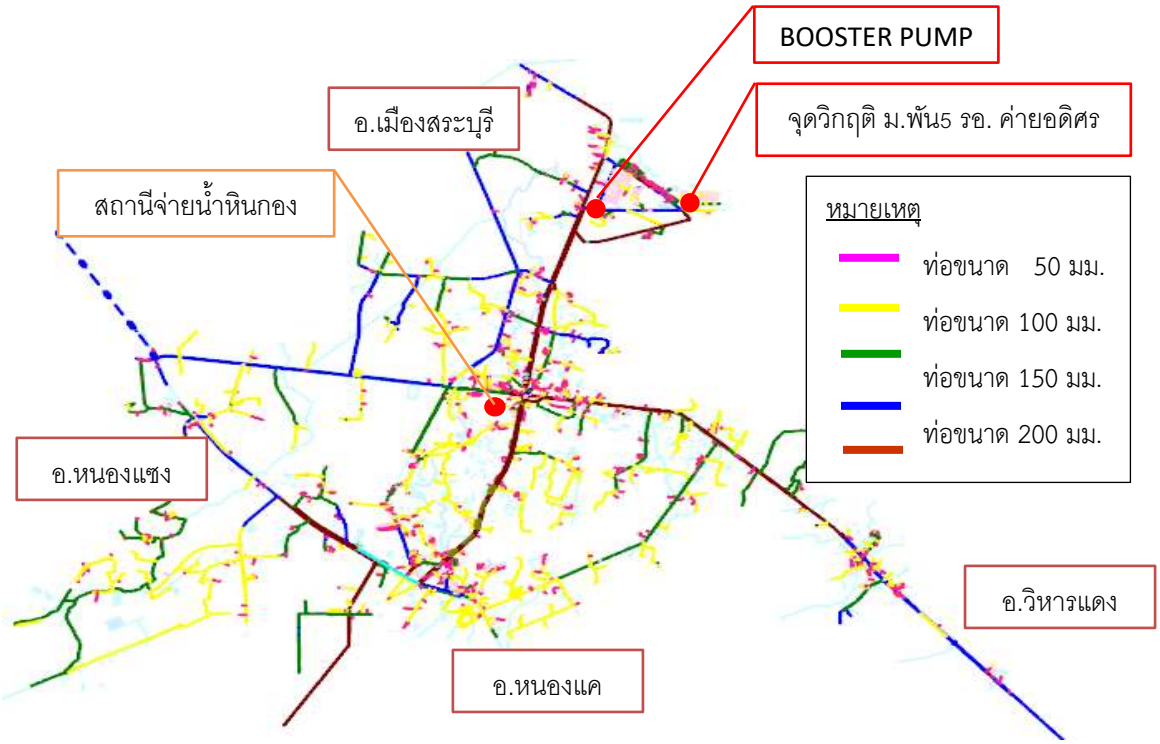
การศึกษานี้ได้นำแบบจำลอง EPANET 2.0 มาวิเคราะห์ระบบโครงข่ายท่อประปา ของการประปาส่วนภูมิภาค สาขาหนองแค จังหวัดสระบุรี เพื่อบริหารจัดการแรงดันในโครงข่ายท่อให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยมีขั้นตอนวิธีการศึกษา ดังนี้

1. เก็บรวบรวมข้อมูล แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ
    1.1 ข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณการใช้น้ำ, ความยาวเส้นท่อ, ขนาดชนิดท่อ, ระบบจ่ายน้ำ, รวมไปถึง การวัดค่าแรงดันในการสอบเทียบข้อมูล
    1.2 ข้อมูล GIS ดังแสดงในรูปที่ 4

จากข้อมูล GIS (รูปที่ 4) ที่สถานีจ่ายน้ำหินกอง มีอัตราการสูบจ่ายน้ำอยู่ที่ 30,000 ลบ.ม. ต่อวัน, แรงดันน้ำสูบจ่ายเฉลี่ยอยู่ที่ 43.5 ม. มีท่อประธานการจ่ายน้ำมีขนาด 200-300 มม.และ

ท่อเมนรองมีขนาดตั้งแต่ 40 – 150 มม. ซึ่งผู้ใช้น้ำส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นผู้ใช้น้ำแบบครัวเรือน ร้อยละ 95 ของพื้นที่และมีโรงงานอุตสาหกรรม ร้อยละ 5 ของพื้นที่ โดยมีพื้นที่ให้บริการดังนี้ ทางทิศเหนือให้บริการในเขตพื้นที่ อ.เมืองสระบุรี ซึ่งมีพื้นที่เป็นเชิงเขามีค่าระดับความสูงของพื้นดินแตกต่างกัน 30 ม. ทำให้ต้องมีสถานีเพิ่มแรงดัน (Booster Pump) มีระยะสูบส่ง 40 ม.และอัตราการสูบน้ำเท่ากับ 35 ลบ.ม. ต่อชม. ทางด้านทิศใต้ให้บริการในเขตพื้นที่ อ.หนองแค ทางด้านทิศตะวันออกให้บริการในเขตพื้นที่ อ.วิหารแดง และทางด้านทิศตะวันตกให้บริการในเขตพื้นที่ อ.หนองแซง ซึ่งบริเวณอื่นๆ นอกเหนือจากทางด้านทิศเหนือนั้นไม่มีปัญหาทางด้านระดับความสูงของพื้นดินจึงทำให้ไม่ต้องมีสถานีเพิ่มแรงดัน

2. ศึกษาและเลือกใช้ข้อมูลมาสร้างเป็นแบบจำลอง โดยใช้แบบจำลอง EPANET 2.0 ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ใช้ในวิเคราะห์การไหลของน้ำทางชลศาสตร์ภายใต้แรงดันของระบบท่อโครงข่าย คือ แบบจำลองคณิตศาสตร์ ซึ่งจำลองพฤติกรรมทางด้าน Hydraulic และ Water Quality กับโครงข่ายเส้นท่อภายใต้แรงดัน ณ ช่วงเวลาที่ต่อขยายออกไป โครงข่ายประกอบด้วย ท่อ(Pipe), บัพ(Node), ปั๊ม (Pump), วาล์ว(Valve) และถังเก็บน้ำหรืออ่างเก็บน้ำ(Reservoir) แบบจำลอง EPANET 2.0 สามารถหาอัตราการไหลในแต่ละเส้นท่อแรงดันในแต่ละบัพ (Node) ความสูงของน้ำในแต่ละถัง เช่น โครงข่ายการจ่ายน้ำประปา เป็นต้น โดยที่การคำนวณค่าต่างๆจะใช้ สมการของ Hazen-William



รูปที่ 4 ข้อมูลด้าน GIS แสดงแผนที่โครงข่ายแนวท่อ การประปาส่วนภูมิภาคสาขาหนองแค

3. ทำการปรับแก้ข้อมูล GIS ที่ทำการแปลงไฟล์แล้ว โดยใช้ โปรแกรม IEPANET ในการปรับแก้ข้อมูลต่างๆ โดยมีทั้งหมด 8 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 Input GIS Pipes Data เป็นการ run เพื่อนำข้อมูลท่อ ได้แก่ค่า Diameter และ Roughness เข้าไปปรับปรุงค่าจากข้อมูลที่สร้างขึ้น

3.2 Delete Replicate Nodes เป็นการ run เพื่อลบ node ที่ซ้ำกัน

3.3 Convert Vertices เป็นการ run เพื่อเปลี่ยนการคลิกเส้นท่อใน GIS ให้เป็น node

3.4 Delete Replicate Nodes 2 อีกครั้งหนึ่ง

3.5 Break Pipes เป็นการ run เพื่อทำการเบรกท่อตามระยะที่กำหนด

3.6 Snap Node เป็นการ run เพื่อเชื่อมต่อ node ที่ไม่ได้เชื่อมต่อกัน

3.7 Create Customer Connection เป็นการ run เพื่อสร้างจุดผู้ใช้น้ำ

3.8 Update Data DEM to Node เป็นการใส่ค่าระดับให้แก่ node จากค่าระดับในพื้นที่จริง

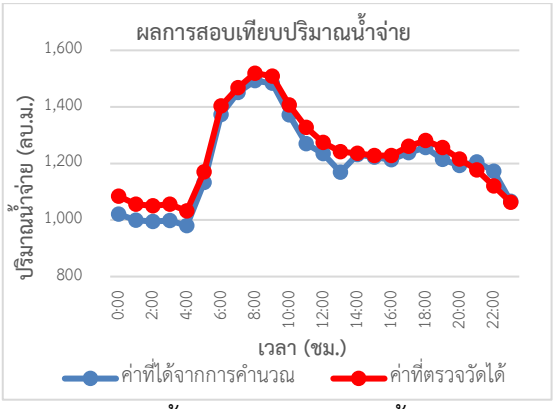
เมื่อทำการปรับแก้เสร็จครบทุกขั้นตอนแล้วได้แผนที่เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในโปรแกรม EPANET 2.0

4. รวบรวมข้อมูลการจ่ายน้ำ จาก กปภ.สาขาหนองแค ในวันที่ 11 พ.ย. 60 เพื่อนำมาสร้าง Pattern การจ่ายน้ำในระบบประปา ตลอด 24 ชม.

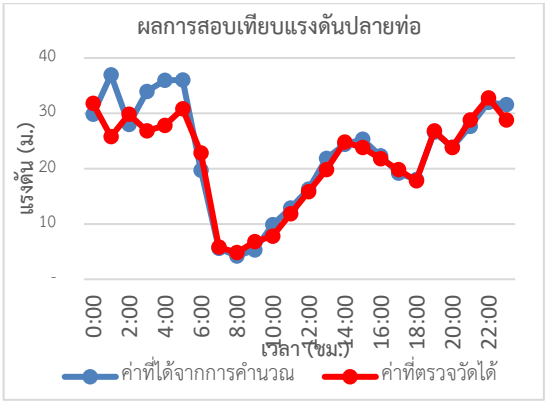
5. สอบเทียบแบบจำลอง Hydraulic Model ด้วยการปรับแก้ค่า Pattern การใช้น้ำและค่า Emitter ซึ่งเป็นสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำสูญเสียกับแรงดันที่เกิดขึ้นในระบบจ่ายน้ำ จนได้ผลลัพธ์ใกล้เคียงกับค่าตรวจวัดเป็นที่น่าพอใจ

4.ผลการศึกษาและอภิปราย

รูปที่ 5 แสดงผลการสอบเทียบแบบจำลองหลังปรับแก้ พบว่า ค่าปริมาณน้ำจ่าย ณ สถานีจ่ายน้ำหินกองระหว่างข้อมูลจริงกับผลจากแบบจำลอง (Calibrate) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.9633 แบบจำลองสามารถแสดงผลปริมาณน้ำจ่ายรายชั่วโมงทั้งในช่วงเวลาการใช้น้ำสูงและต่ำได้อย่างดี และเมื่อเปรียบเทียบค่าแรงดันปลายท่อพบว่ามีค่า R^2 เท่ากับ 0.8837 ซึ่งแสดงว่าแบบจำลองให้ผลลัพธ์มีความแม่นยำเป็นที่น่าพอใจ พบว่าสภาพแรงดันที่จุดตรวจวัดบริเวณปลายท่อส่งน้ำมีค่าน้อยกว่า 5 ม. ในช่วงเวลาการใช้น้ำสูงสุด ขณะที่ในช่วงเวลากลางคืนที่มีการใช้น้ำต่ำกลับมีแรงดันปลายท่อสูงเกิน 20 ม. แสดงว่าการบริหารจัดการแรงดัน ณ ปัจจุบันไม่ได้จัดการอย่างมีประสิทธิภาพเต็มที่

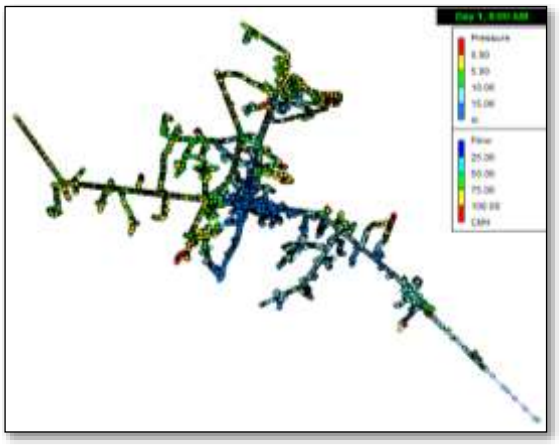


(ก) ปริมาณน้ำจ่าย ณ สถานีจ่ายน้ำหินกอง

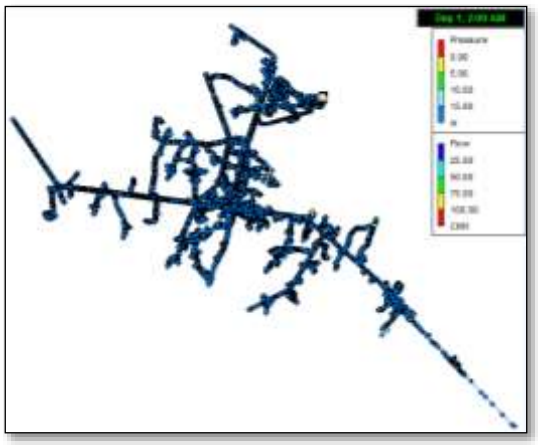


(ข) แรงดันที่จุดวิกฤติ ณ ม.พัน5 รอ. ค่ายอดิศร

รูปที่ 5 ผลการสอบเทียบแบบจำลอง (ก) ปริมาณน้ำจ่าย และ (ข) แรงดัน



(ก) ช่วงเวลาจ่ายน้ำสูงสุด ณ เวลา 8.00 น.



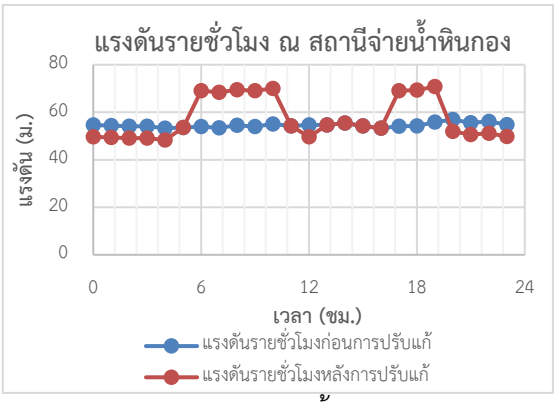
(ข) ช่วงเวลาจ่ายน้ำต่ำสุด ณ เวลา 2.00 น.

รูปที่ 6 การกระจายแรงดันในโครงข่ายท่อประปา เดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2560 (ก) ช่วงเวลาจ่ายน้ำสูงสุด และ (ข) ช่วงเวลาจ่ายน้ำต่ำสุด

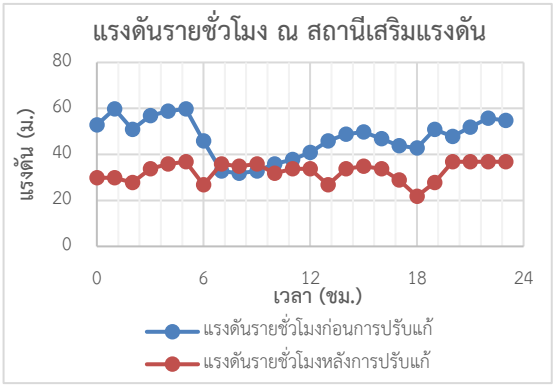
รูปที่ 6 แสดงการกระจายแรงดันในโครงข่ายท่อประปาจากผลลัพธ์ของแบบจำลองการใช้น้ำ พบว่าช่วงเวลา 08.00 น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีการจ่ายน้ำสูงสุด (On Peak) ของวัน โดยมีปริมาณน้ำจ่าย 1,550 ลบ.ม. ต่อชม. ค่าแรงดันที่ปลายท่อมีค่าแรงดันต่ำกว่า 5 ม. โดยในบางจุดมีค่าต่ำเหลือเพียง 0.21 ม. ขณะที่ในช่วงเวลา 02.00 น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีการใช้น้ำต่ำสุด (Off Peak) ของวัน มีปริมาณน้ำจ่าย 1,050 ลบ.ม. ต่อชม. พบว่าค่าแรงดันที่ปลายท่อสูงมากถึง 23.95 ม. เห็นได้ว่าปัญหาน้ำไหลอ่อนพบในช่วงเช้าเวลา 06.00 น.- 10.00 น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีความต้องการใช้น้ำมากที่สุด การที่มีแรงดันต่ำช่วงดังกล่าวอาจส่งผลให้น้ำขายต่ำกว่าที่ควรจะเป็น แต่ขณะที่ช่วงกลางคืนซึ่งการใช้น้ำต่ำกลับมีแรงดันสูงเกินความจำเป็นส่งผลให้สิ้นเปลืองพลังงานและมีปริมาณน้ำรั่วสูงขึ้น

หลังจากการวิเคราะห์ปัญหาด้านแรงดันที่เกิดขึ้นของ กปภ. สาขาหนองแค จึงได้ทำกรณีศึกษาการบริหารจัดการแรงดัน โดยมีการปรับเปลี่ยนแรงดันการจ่ายน้ำ โดยกำหนดจุดแรงดันวิกฤตของระบบ

(Critical Pressure Point, CPP) ที่บริเวณปลายท่อมีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับ 5 ม. จากระดับพื้นดินตลอด 24 ชม. ซึ่งเป็นเกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดโดย กปภ. โดยได้ทำการปรับแรงดันที่จ่ายออกจากสถานีจ่ายน้ำหินกองและจากสถานีเสริมแรงดัน (Booster Pump) เพื่อให้แรงดันที่ CPP เป็นไปตามข้อกำหนด



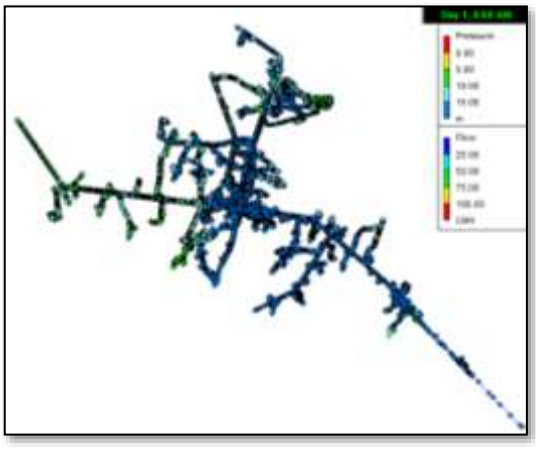
(ก) สถานีจ่ายน้ำหินกอง



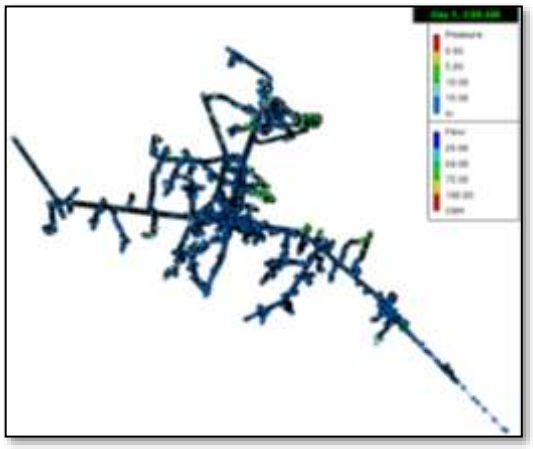
(ข) สถานีเสริมแรงดัน

รูปที่ 7 แรงดันรายชั่วโมงก่อนและหลังการปรับแก้ (ก) สถานีจ่ายน้ำหินกอง และ (ข) สถานีเสริมแรงดัน

รูปที่ 7 แสดงผลการปรับแก้รูปแบบแรงดันรายชั่วโมงที่สถานีจ่ายน้ำหินกอง ทำให้แรงดันสูงขึ้นในช่วงเวลาการใช้น้ำมากตั้งแต่เวลา 06.00 – 10.00 น.และ 17.00 – 19.00 น. โดยปรับเพิ่มขึ้นประมาณ 15 ม.และปรับลดลงในช่วงเวลากลางคืนตั้งแต่เวลา 20.00 – 04.00 น. ซึ่งถือว่าเป็นช่วงเวลาที่มีการใช้น้ำน้อย โดยปรับลดลงประมาณ 5 ม. ขณะที่แรงดันที่สถานีเสริมแรงดันมีการปรับแรงดันสูงขึ้นเล็กน้อยในช่วงเวลาการใช้น้ำมาก ตั้งแต่เวลา 07.00 – 09.00 น. ประมาณ 5 ม. และปรับลดแรงดันค่อนข้างมากในช่วงเวลาที่มีการใช้น้ำน้อย ตั้งแต่เวลา 13.00 – 06.00 น. ประมาณ 20 ม.



(ก) ช่วงเวลาจ่ายน้ำสูงสุด ณ เวลา 08.00 น.



(ข) ช่วงเวลาจ่ายน้ำต่ำสุด ณ เวลา 02.00 น.

รูปที่ 8 การกระจายแรงดันโครงข่ายท่อประปาหลังการปรับรูปแบบแรงดัน (ก) ช่วงเวลาจ่ายน้ำสูงสุด และ (ข) ช่วงเวลาจ่ายน้ำต่ำสุด

การปรับรูปแบบแรงดันส่งผลให้การกระจายแรงดันในโครงข่ายท่อประปาเปลี่ยนไปดังรูปที่ 8 พบว่า ค่าแรงดันปลายท่อในช่วงเวลาใช้น้ำสูงสุดและต่ำสุด มีค่ามากกว่า 5 ม. ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้น้ำสามารถใช้น้ำได้ทุกช่วงเวลา จึงสามารถสรุปได้ว่าแรงดันที่สถานีสูบจ่ายน้ำหินกองควรมีค่าระหว่าง 48 และ 70 เมตร (ระดับพื้นดิน) และสัมพันธ์กับปริมาณน้ำจ่ายโดยเพิ่มแรงดันในช่วงเวลาที่มีการใช้น้ำมากและลดแรงดันในช่วงเวลาที่มีการใช้น้ำน้อย สถานีเสริมแรงดันควรปรับปรุง Booster Pump เป็นแบบปรับความเร็วรอบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการสูบจ่ายและสามารถปรับลดแรงดันในช่วงกลางคืนไม่ให้สูงจนเกินความจำเป็นเนื่องจากปริมาณน้ำรั่วแปรผันตามแรงดันในระบบจ่ายน้ำและควรเพิ่มแรงดันประมาณ 5 ม. ในช่วงเวลาใช้น้ำสูงสุด หากทำการปรับแรงดันตามกรณีศึกษาคาดว่าปริมาณน้ำรั่วจะเพิ่มขึ้นประมาณ 500 ลบ.ม. ต่อวัน ทำให้ปริมาณน้ำสูบจ่ายเพิ่มขึ้นเป็น 45,500 ลบ.ม ต่อวัน (เพิ่มขึ้นร้อยละ 1) ทั้งนี้น่าจะส่งผลดีให้บริเวณปลายท่อมีน้ำใช้ตลอดเวลา

5.สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาแบบจำลองชลศาสตร์โครงข่ายท่อประปา โดยใช้โปรแกรม EPANET 2.0 ในการจำลองการจ่ายน้ำรายชั่วโมงของ กปภ.สาขาหนองแค ที่มีปริมาณน้ำสูญเสียที่ค่อนข้างสูง พบว่าในช่วงการใช้น้ำสูงแรงดันที่จ่ายออกจากสถานีสูบจ่ายน้ำหินกองและสถานีเสริมแรงดันมีค่าต่ำเกินไปส่งผลกระทบกับผู้ใช้น้ำในบริเวณปลายท่อส่งน้ำได้รับแรงดันต่ำกว่า 5 ม.(เกณฑ์ขั้นต่ำของ กปภ.) ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อน้ำขายลดลง ขณะที่ในช่วงการใช้น้ำต่ำเวลากลางคืน บริเวณปลายท่อส่งน้ำได้รับแรงดันสูงกว่า 20 ม. เป็นสาเหตุหนึ่งทำให้มีปริมาณน้ำรั่วสูง ดังนั้นการศึกษานี้ได้จำลองกรณีศึกษาการบริหารจัดการแรงดันให้มีความเหมาะสมโดยให้แรงดันปลายท่ออยู่ระดับ 5 ม. ตลอดเวลา พบว่า กปภ.สาขาหนองแค ควรเพิ่มแรงดันสถานีจ่ายน้ำหินกอง ในช่วงเวลาการใช้น้ำมากเวลา 06.00-10.00 น. และ 17.00-19.00 น. ประมาณ 15 ม. และลดแรงดันในช่วงเวลาอื่นประมาณ 5 ม. ขณะที่สถานีเสริมแรงดันควรเลือกใช้ Booster Pump แบบปรับความเร็วรอบได้ ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่าอาจส่งผลกระทบให้ปริมาณน้ำสูญเสียเพิ่มขึ้นเพียง 500 ลบ.ม. ต่อวัน อย่างไรก็ตาม กปภ.สาขาหนองแค ควรตรวจสอบสำรวจหาท่อแตก ท่อรั่ว อย่างสม่ำเสมอและตรวจสอบความเที่ยงตรงของมาตรวัดน้ำเป็นประจำ เพื่อลดปริมาณน้ำสูญเสียไม่ให้สูงจนเกินไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ การประปาส่วนภูมิภาคสาขาหนองแคที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการเก็บตัวอย่างข้อมูล และข้อมูลต่างๆที่ใช้ในแบบจำลอง และขอขอบพระคุณ นายโสพส คมวีระวงศ์ ผู้อำนวยการกองเทคโนโลยีสาระสนเทศ การประปาส่วนภูมิภาคเขต 7 ที่ให้คำปรึกษาด้านการใช้งานโปรแกรม IEPANET ในการแปลงข้อมูล GIS ให้เป็นแบบจำลอง และขอขอบพระคุณ ทีมงานแผนที่แนวท่อ การประปาส่วนภูมิภาคเขต 2 ที่ให้คำปรึกษาด้านข้อมูล GIS ด้วยโปรแกรม Mapinfo Professional 12.5

เอกสารอ้างอิง

[1] ศุภรักษ์ แก้วแสง, อดิชัย พรพรหมินทร์ และ สุรชัย ลิปิวัฒนาการ. (2559). การศึกษาปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือในระบบท่อจ่ายน้ำประปา. *วิศวกรรมสาร มก.*, 29(96), 23 – 34.

[2] S. Lipiwattanakarn, S. Kaewsang, A. Pornprommin and T. Wongwiset. (2019). Real benefits of leak repair and increasing the number of inlets to energy. *Water Practice & Technology*, 3(14), 714-725.

[3] Sutthisak Lapprasert, Adichai Pornprommin, Surachai Lipiwattanakarn, Suwatana Chittaladakorn. (2018). Energy Balance of a Trunk Main Network in Bangkok, Thailand. *Journal - American Water Works Association*, 0(0), 1-10.

[4] สิปปนนท์ กิ่งก้ำ, สุทธิรักษ์ กาบแก้ว, อดิชัย พรพรหมินทร์ และ สุรชัย ลิปิวัฒนาการ. (2562). แบบจำลองระบบโครงข่ายท่อประปาการประปาส่วนภูมิภาคสาขาพิจิตร.*วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มช.*, 26(1), 93 – 106.