การวิเคราะห์โครงข่ายท่อประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาอ่างทอง โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ EPANET

Pipe Network System Analysis of Provincial Waterworks Authority, Angthong Branch Using EPANET Model

ณัฐวรรณ สุขสุมิตร[1,*] ชัยวัฒน์ เอกวัฒน์พานิชย์[2] และ ดวงฤดี โฆษิตกิตติวงศ์[3]

[1, 2, 3] สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี จ.กรุงเทพมหานคร
**ณัฐวรรณ สุขสุมิตร; E-mail address: nattawan.744@mail.kmutt.ac.th*

บทคัดย่อ

การประปาส่วนภูมิภาคสาขาอ่างทอง เป็นสาขาที่มีน้ำสูญเสียค่อนข้างสูง เนื่องจากสาเหตุต่างๆ เช่น ท่อรั่ว ขนาดท่อและความดันที่ไม่เหมาะสมกับการจ่ายน้ำ การบริหารจัดการแรงดันน้ำไม่เหมาะสมกับความต้องการใช้น้ำในพื้นที่ เป็นต้น ในการศึกษานี้เป็นการจำลองสภาพการไหลของระบบโครงข่ายท่อประปา โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ EPANET เพื่อวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นและจำลองหาแนวทางในการแก้ไขปัญหา แบบจำลองได้ใช้ข้อมูล ในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2564 โดยจำลองเฉพาะสถานีจ่ายน้ำแม่ข่ายอ่างทอง 5 พื้นที่เฝ้าระวัง (DMA) ผลการสอบเทียบข้อมูลอัตราการไหลที่จุดจ่ายน้ำ DMA01 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 0.99 และผลการสอบเทียบข้อมูลแรงดันปลายท่อของ DMA04 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 0.89 ซึ่งผลลัพธ์จากการจำลองสภาพการไหล พบว่ารูปแบบการใช้จ่ายน้ำของ กปภ.สาขาอ่างทองแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงเวลาที่มีความต้องการใช้น้ำสูงสุดหรือ On-Peak (7.00 น. และ 18.00 น.) และช่วงเวลาที่มีความต้องการใช้น้ำต่ำสุดหรือ Off-peak (1.00 น. และ 13.00 น.) และมีอัตราการไหลและแรงดันเพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้น้ำ ยกเว้นบริเวณ DMA04 (อ่างทอง-โพธิ์ทอง-นำรุ่ง) พบว่าทั้งช่วงเวลา On-Peak และช่วงเวลา Off-peak แรงดันน้ำอยู่ในสภาวะวิกฤตทั้ง2ช่วงเวลา คือมีแรงดันน้ำต่ำกว่า 5 เมตร ส่งผลให้น้ำประปาในพื้นที่ไหลอ่อน จึงได้แก้ปัญหาแรงดันน้ำบริเวณ DMA04 แนวทางการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดคือ การใส่วาล์วควบคุมแรงดัน (PRV) และบริหารจัดการแรงดัน ผลจากการศึกษาโดยประยุกต์แบบจำลอง EPANET พบว่าแรงดันน้ำบริเวณ DMA04 มีค่าเกินกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำ 5 เมตร และสามารถบริหารจัดการแรงดันน้ำให้สอดคล้องกับปริมาณความต้องการใช้น้ำในแต่ละช่วงเวลา ส่งผลให้แรงดันน้ำเฉลี่ยในพื้นที่ DMA04 เพิ่มขึ้นจาก 7.26 เมตร เป็น 11.85 เมตร ดังนั้นจากกรณีศึกษาหากมีการนำการวิเคราะห์โครงข่ายท่อประปาไปประยุกต์ใช้งานจริงจะส่งผลให้การบริหารจัดการแรงดันดีขึ้น และอาจส่งผลต่อการลดอัตราน้ำสูญเสียในระบบที่เกิดขึ้นได้

คำสำคัญ: โครงข่ายท่อประปา, การประปาส่วนภูมิภาคสาขาอ่างทอง, DMA, EPANET

Abstract

Provincial Water Authority, Angthong Branch that has a high rate of water loss. There are various causes of water loss; such as, leaking pipes, pipe size and water pressure not suitable for the water supply, water pressure management not suitable for demand, etc. This research simulated the water flow and water pressure of the water pipe network using the mathematical model EPANET to analyze the problems and determine the solutions. The data from August 2021 were used to simulated the Ang Thong main water supply station. The calibration results of the water flow rate at outlet DMA01 had the R-square reliability of 0.99. In addition, the R-square from the calibration results of the water pressure was 0.89, respectively. Furthermore, the simulation results of the water flow rate and water pressure of the Angthong PWA indicated that the supply was divided into two period, which were On-peak (17.00 and 18.00 Hrs.) and Off-peak (01.00 and 13.00 Hrs.). The water flow rate and water pressure were sufficient for the users in the 4DMA, except at DMA04 (Ang Thong-Pho Thong Nam Rung) where the water pressure during the On-peak and Off-peak periods was at a critical condition, the water pressure was lower than 5 meters, resulting in weak water supply in the area. Therefore, the water pressure problem at the DMA04 was solved. The best solution was using a pressure reducing valve and pressure management. The results from applied EPANET model, the water pressure at the DMA04 improved and exceed the critical condition 5 meters, and the water pressure managed to correspond to the demand for each period. As a result, and the average water pressure at DMA04 increased from 7.26 to 11.85 meters. Therefore, from case study if the results of the

analysis of the water pipe network was applied to practice, resulting in better pressure management and reduce the rate of water loss.

Keywords: Pipe Network System, Provincial Waterwork Authority Angthong Branch, DMA, EPANET

1. คำนำ

น้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิต มนุษย์จำเป็นต้องใช้น้ำในการอุปโภคบริโภคจึงต้องมีกระบวนการในการนำน้ำในธรรมชาติมาปรับปรุงคุณภาพให้มีความสะอาด และปลอดภัย กระบวนการที่สำคัญในการนำน้ำดิบมาใช้คือกระบวนการผลิตน้ำประปาและกระบวนการสูบจ่ายน้ำประปาให้แก่ผู้ใช้น้ำประเภทต่าง ๆ ดังนั้นแรงดันน้ำประปาจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในการสูบจ่ายน้ำให้แก่ผู้ใช้น้ำ ดังนั้นการประปาส่วนภูมิภาคได้มีการจัดทำระบบพื้นที่เฝ้าระวัง (District Metering Area, DMA) เพื่อแบ่งเขตพื้นที่ในการจ่ายน้ำประปา ควบคุมการจ่ายน้ำ แต่เกิดปัญหาแรงดันน้ำในแต่ละพื้นที่ไม่เพียงพอ มีความต้องการน้ำประปาไหลอ่อน เนื่องจากบางพื้นที่หรือบางช่วงเวลามีความต้องการใช้น้ำสูง แต่มีแรงดันน้ำต่ำ อาจส่งผลให้ผู้ใช้น้ำอาจไม่ได้รับน้ำและมีโอกาสที่สารปนเปื้อนเข้ามาในเส้นท่อได้ [1] ในทางกลับกันในบางพื้นที่และบางช่วงเวลามีความต้องการใช้น้ำต่ำ แต่มีแรงดันน้ำสูงก็อาจจะส่งผลให้เกิดท่อแตกรั่ว มีปริมาณน้ำสูญเสียเพิ่มขึ้น สิ้นเปลืองพลังงานและงบประมาณในการสูบจ่ายน้ำอีกด้วย[2] ดังนั้นการใช้งานระบบ DMA ที่มีประสิทธิภาพจะต้องทำงานร่วมกับการบริหารจัดการแรงดันน้ำที่เหมาะสมกับพื้นที่และสอดคล้องกับความต้องการใช้น้ำ [3]

ในบทความนี้วิเคราะห์โครงข่ายท่อประปาสำหรับพื้นที่ให้บริการของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาอ่างทอง โดยการนำข้อมูลปริมาณการใช้น้ำ/จ่ายน้ำจริง ของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาอ่างทอง และโครงข่ายเส้นท่อประปาจากโปรแกรม Mapinfo Professional นำมาสร้างแบบจำลองโครงข่ายท่อประปาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ EPANET และระบบพื้นที่เฝ้าระวัง (DMA) ที่มีการใช้แบ่งพื้นที่การจ่ายน้ำประปา เพื่อจำลองวิเคราะห์ทางชลศาสตร์ในระบบสูบน้ำประปา การไหลของน้ำประปา และนำผลการวิเคราะห์โครงข่ายท่อประปา อัตราการไหล แรงดันน้ำประปา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำมาวิเคราะห์แรงดันในระบบโครงข่ายท่อประปาในปัจจุบันเพื่อแก้ไขปัญหาแรงดันน้ำไม่เหมาะสม และวิเคราะห์แนวทางในการบริหารจัดการการจ่ายน้ำให้สอดคล้องกับความต้องการใช้น้ำในปัจจุบันให้เหมาะสมกับพื้นที่จริง รวมถึงเพื่อรองรับการขยายตัวของพื้นที่ให้บริการในอนาคตให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นทั้งด้านการบริหารจัดการแรงดัน การปรับปรุงเส้นท่อระบบประปา และเป็นแนวทางในการลดน้ำสูญเสียให้น้อยลง

2. พื้นที่ศึกษา

ปัญหาน้ำสูญเสียและแรงดันน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้น้ำเป็นปัญหาหลักของการประปาส่วนภูมิภาคหลายสาขา โดยมีสาเหตุมาจากหลาย ๆ ปัจจัยเช่น ท่อเสื่อมสภาพหรือหมดอายุการใช้งาน ทำให้เกิดท่อแตกท่อรั่ว และปัญหาการบริหารจัดการแรงดันน้ำที่ไม่เหมาะสมก็เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดน้ำสูญเสียและปัญหาท่อแตกรั่ว [4] ดังนั้นจึงจำเป็นต้องดำเนินการแก้ไขและหาแนวทางในการจัดการปัญหา เพื่อแก้ปัญหาท่อแตกรั่ว และลดปริมาณน้ำสูญเสีย เพื่อรองรับความต้องการใช้น้ำในระยะยาว

การประปาส่วนภูมิภาคสาขาอ่างทอง มีพื้นที่ให้บริการประมาณ 33.53 ตารางกิโลเมตร แบ่งพื้นที่จ่ายน้ำออกเป็น 3 หน่วยบริการจ่ายน้ำ ได้แก่ สถานีจ่ายน้ำแม่ข่ายอ่างทอง สถานีจ่ายน้ำอำเภอแสวงหา และสถานีจ่ายน้ำอำเภอป่าโมก โดยในการศึกษานี้ได้เลือกเฉพาะพื้นที่แม่ข่ายอ่างทองเท่านั้น โดยแบ่งเป็น 5 พื้นที่เฝ้าระวัง (District Metering Area, DMA) หรือ 5 DMA ได้แก่ DMA01 เส้นท่อการประปาส่วนภูมิภาคสาขาอ่างทอง DMA02 เส้นท่อหน้าศาลากลางจังหวัดอ่างทอง DMA03 เส้นท่อแยกเทคนิค-เทวราช DMA04 เส้นท่อโพธิ์ทอง-นำรุ่ง DMA05 เส้นท่อขนส่งจังหวัดอ่างทอง มีจำนวนผู้ใช้น้ำทั้งสิ้น 12400 ราย มีขนาดท่อประปาตั้งแต่ 25-300 มิลลิเมตร มีกำลังผลิตน้ำ 1280 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ปริมาณน้ำผลิตจ่าย 630 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

3. ขั้นตอนและวิธีการศึกษา

การศึกษาวิเคราะห์โครงข่ายท่อประปา โดยใช้แบบจำลอง EPANET ได้จำลองข้อมูลโครงข่ายท่อประปาของการประปาส่วนภูมิภาค สาขาอ่างทอง จังหวัดอ่างทอง โดยมีขั้นตอนและวิธีการศึกษา ดังนี้

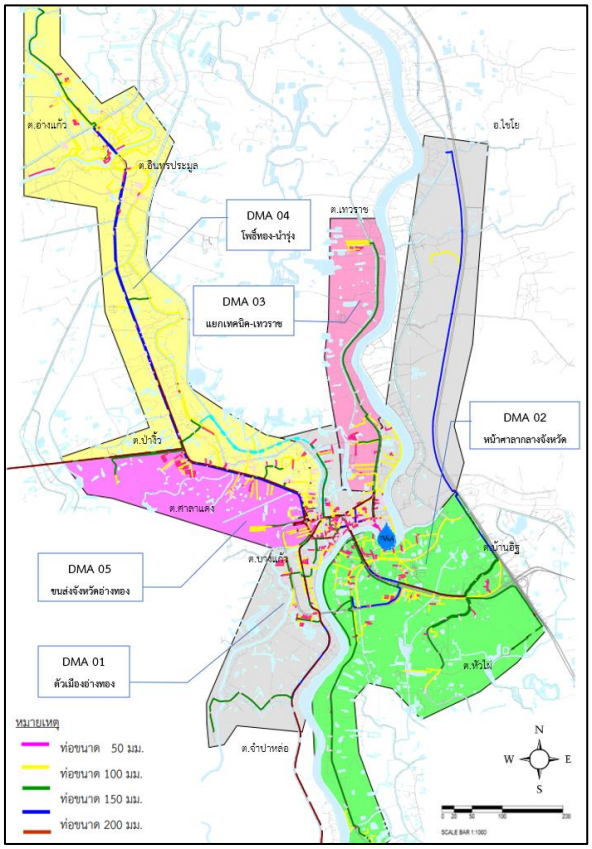
3.1 เก็บรวมรวมข้อมูล แบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

3.1.1 ข้อมูลการใช้น้ำ, ขนาดและความยาวของเส้นท่อ, ข้อมูลประเภทของท่อและชนิดของท่อ, ข้อมูลอัตราการไหลของน้ำรายชั่วโมง (5สถานี) และข้อมูลแรงดันน้ำรายชั่วโมง (7สถานี)

3.1.2 ข้อมูล Geographic Information System (GIS) เป็นข้อมูลแสดงโครงข่ายเส้นท่อ แผนที่แนวท่อ ขนาดท่อ แสดงตำแหน่งท่อและอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านโปรแกรม MapInfo Professional ของการประปาส่วนภูมิภาค โดยระบุตำแหน่งของเส้นท่อ ขนาดของท่อ แนวถนน อาคาร และลักษณะภูมิประเทศ ดังแสดงในรูปที่ 1

3.2 ศึกษาข้อมูลที่สำคัญเกี่ยวกับการจำลองระบบโครงข่ายท่อประปาด้วยแบบจำลอง EPANET

แบบจำลอง EPANET ซึ่งเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แสดงพฤติกรรมการไหลของน้ำทางชลศาสตร์ เป็นการไหลภายใต้แรงดันของระบบโครงข่ายท่อประปา ซึ่งแบบจำลองสามารถหาอัตราการไหลและแรงดันของน้ำในเส้นท่อ โดยสมการ Hazen-William และสามารถนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ปรับปรุงแรงดันของน้ำให้เหมาะสมกับพื้นที่ให้บริการและความต้องการของผู้ใช้น้ำในอนาคต [5]



รูปที่ 1 ข้อมูลโครงข่ายเส้นท่อ (GIS) ของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาอ่างทอง

3.3 จำลองระบบโครงข่ายท่อประปา แบบจำลอง EPANET

3.3.1 นำเข้าข้อมูล GIS แสดงโครงข่ายท่อ จากโปรแกรม MapInfo ของการประปาส่วนภูมิภาค โดยผ่านการแปลงไฟล์จากโปรแกรม Shp2epa เพื่อนำข้อมูล GIS เข้าสู่แบบจำลอง EPANET 2.2

3.3.2 ตรวจสอบข้อมูลเส้นท่อ (Pipe) ให้ถูกต้อง พิกัดท่อ ขนาดท่อ ชนิดท่อ ค่า Roughness ของท่อ ความยาวท่อ และแก้ไขเส้นทางของท่อที่ถูกลากทับกันให้ถูกต้อง

3.3.3 ตรวจสอบข้อมูลแต่ละจุด (Junction) ให้ถูกต้อง ปรับค่า Elevation แต่ละ Junction ให้ถูกต้อง

3.3.4 ตรวจสอบตำแหน่ง/พิกัดของตำแหน่งในการวัดค่าอัตราการไหลของน้ำในท่อและแรงดันของน้ำในท่อ จุดกำหนดการวัดค่า เข้า-ออกแต่ละพื้นที่เฝ้าระวัง (DMA)

3.3.5 ตั้งค่าตั้งต้นแหล่งจ่ายน้ำ เช่น แหล่งน้ำดิบ แม่น้ำ (River), ปั๊มน้ำ (Pump) เป็นต้น

3.4 รวบรวมข้อมูลการจ่ายน้ำ

การรวบรวมข้อมูลการจ่ายน้ำ ได้แก่ ข้อมูลอัตราการไหลของน้ำแต่ละจุด ข้อมูลแรงดันแต่ละจุด ตลอด 24 ชั่วโมง โดยเป็นข้อมูลของวันที่ 28 สิงหาคม 2564 ของการประปาส่วนภูมิภาค สาขาอ่างทอง เพื่อนำมาทำ Pattern การใช้จ่ายน้ำในแบบจำลอง

3.5 สอบเทียบแบบจำลอง

การสอบเทียบแบบจำลองด้วยการ ปรับแก้ค่ารูปแบบการใช้จ่ายน้ำ (Demand Pattern) และปรับค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำสูญเสียกับแรงดันที่เกิดขึ้นในระบบหรือค่า Emitter ดังแสดงในสมการที่ (1)

$$Q = CP^N \quad (1)$$

โดย Q คืออัตราการไหลของน้ำสูญเสีย, C คือค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำสูญเสียและแรงดัน (Emitter Coefficient), P คือ แรงดันที่จุดต่างๆ, และ N คือค่า Emitter Component

ปรับแก้ค่าให้มีผลลัพธ์จากแบบจำลอง (Compute) ใกล้เคียงกับค่าจากการตรวจวัดภาคสนาม (Observe) มากที่สุด โดยให้มีค่าความคลาดเคลื่อน (Error) ไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ และค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์ (R^2) ใกล้เคียงกับ 1 [6]

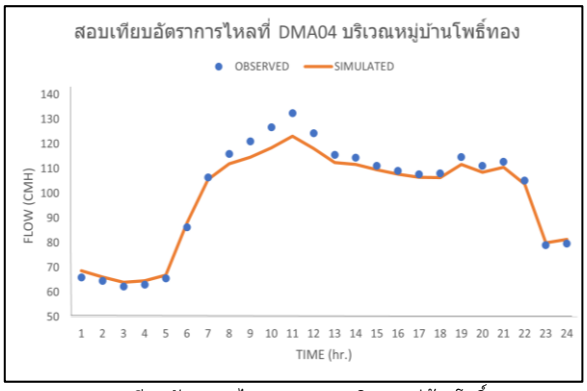
3.6 ประยุกต์แบบจำลอง

การประยุกต์แบบจำลองโดยการปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองในกรณีศึกษาต่าง ๆ (Case study) เช่น ปรับเปลี่ยนขนาดเส้นท่อ ปรับควบคุมแรงดัน บริหารจัดการแรงดันให้เหมาะสม เพื่อเป็นแนวทางในการนำกรณีศึกษาต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้ในอนาคต

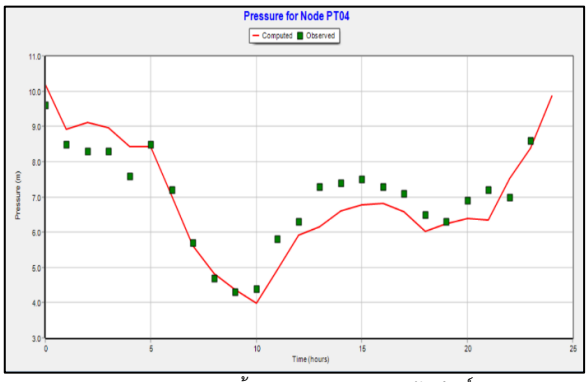
4. ผลการศึกษาและอภิปราย

จากผลการสอบเทียบแบบจำลองหลังการปรับแก้ค่า (Calibrate) ดังแสดงในรูปที่ 2 พบว่า ค่าอัตราการไหลที่พื้นที่เฝ้าระวัง DMA04 บริเวณโพธิ์ทอง-นำรุ่ง เปรียบเทียบข้อมูลจากแบบจำลอง (Simulated) และข้อมูลเก็บวัดจากภาคสนาม (Observed) มีค่าความคลาดเคลื่อนคิดเป็น 1.82 เปอร์เซ็นต์และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) เฉลี่ยเท่ากับ 0.9944 และค่าแรงดันน้ำที่พื้นที่เฝ้าระวัง DMA04 บริเวณโพธิ์ทอง-นำรุ่ง เปรียบเทียบข้อมูลจากแบบจำลอง (Simulated) และข้อมูลเก็บวัดจากภาคสนาม (Observed) มีค่าความคลาดเคลื่อนคิดเป็น 0.67 เปอร์เซ็นต์และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) เฉลี่ยเท่ากับ 0.8650 ซึ่งจากการวิเคราะห์ค่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ดังกล่าวจะพบว่าแบบจำลองนี้มีการแสดงค่าผลลัพธ์ได้อย่างแม่นยำ และการวิเคราะห์ผลลัพธ์จากแบบจำลองพบว่าสภาพแรงดันน้ำประปาบริเวณจุดตรวจวัดข้อมูลของปลายท่อ DMA04 หรือบริเวณหมู่บ้านโพธิ์ทองนั้น มีแรงดันน้ำต่ำกว่า 5 เมตร ทุกช่วงเวลา ซึ่งหมายความว่าน้ำประปาจะไหลอ่อน หรือส่งผลให้น้ำประปาไม่ไหลเนื่องจากมีแรงดันไม่เพียงพอ ดังแสดงในรูปที่ 3 ขณะที่บริเวณอื่น ๆ มีแรงดันน้ำประปาในช่วงเวลา On-peak มีค่าสูงกว่า 5 เมตร แต่ในช่วงเวลา Off-peak บริเวณอื่นแรงดันน้ำประปามีค่าสูงกว่า 15 เมตร ซึ่งหมายความว่าในช่วงเวลาที่มีความต้องการใช้น้ำต่ำ ดังแสดงในรูปที่ 4 แรงดันน้ำประปามีค่าสูงเกินความต้องการใช้น้ำ ซึ่งอาจจะเป็นสาเหตุของการเกิดท่อแตกท่อรั่ว และส่งผลให้เกิดน้ำสูญเสีย ดังนั้นจึงควรมีการบริหารจัดการแรงดันน้ำให้มีประสิทธิภาพ ให้เหมาะสมต่อความต้องการของผู้ใช้น้ำ เพื่อ

ลดปัญหาน้ำประปาไหลอ่อน แรงดันน้ำไม่เพียงพอ และสามารถลดปริมาณน้ำสูญเสียที่เกิดจากปัญหาท่อแตกท่อรั่ว

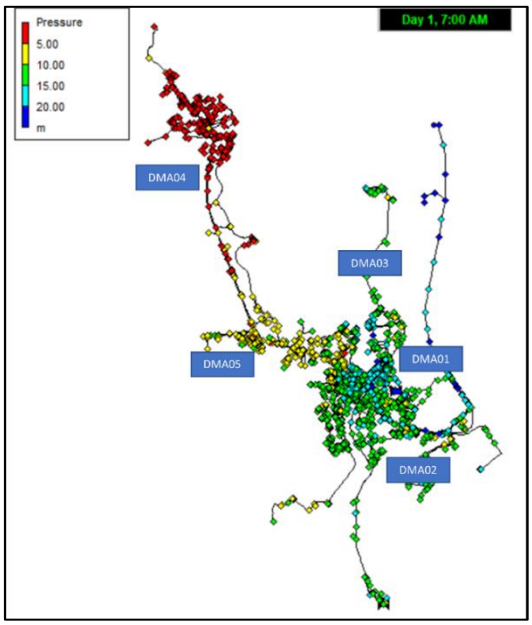


(ก) สอบเทียบอัตราการไหล DMA04 บริเวณหมู่บ้านโพธิ์ทอง

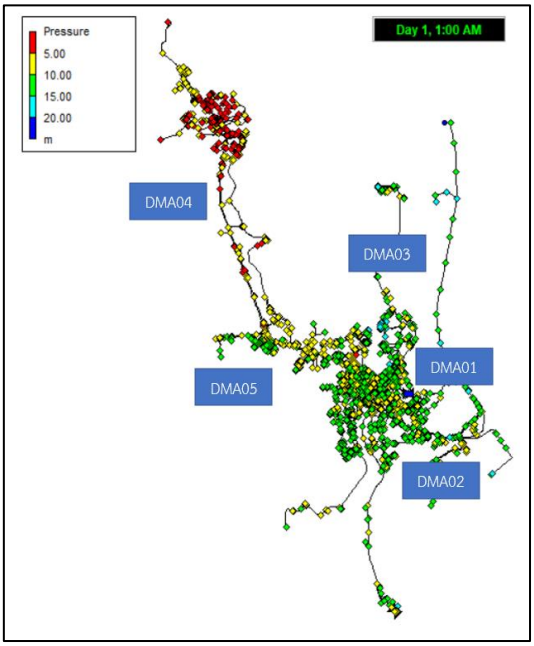


(ข) สอบเทียบแรงดันน้ำ DMA04 บริเวณหมู่บ้านโพธิ์ทอง

รูปที่ 2 สอบเทียบระหว่างข้อมูลจากแบบจำลอง(Simulated) และข้อมูลภาคสนาม(Observe)



รูปที่ 3 แรงดันน้ำในพื้นที่ศึกษา ช่วงเวลา On peak (7.00 น.)



รูปที่ 4 แรงดันน้ำในพื้นที่ศึกษา ช่วงเวลา Off peak (1.00 น.)

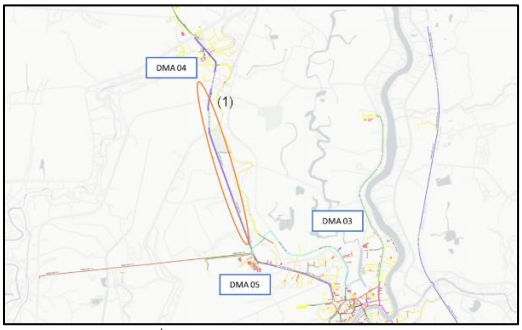
การประยุกต์แบบจำลองตามกรณีศึกษา (Case study) จะพิจารณาบริเวณที่ได้รับผลกระทบเรื่องแรงดันน้ำมากที่สุด เพื่อนำการประยุกต์แบบจำลองไปปรับปรุงใช้เพื่อแก้ปัญหาการบริหารจัดการแรงดันน้ำได้ตรงตามปัญหาที่พบ คือบริเวณพื้นที่ DMA04 เส้นท่อโพธิ์ทอง-นำรุ่ง ซึ่งมีจุดวัดข้อมูลบริเวณทางเข้า DMA04 และบริเวณปลายท่อของ DMA04 มีแนวทางในการแก้ไขปัญหาดังนี้

-เปลี่ยนขนาดท่อPVC จากเดิมขนาด Ø200 มิลลิเมตร เป็นขนาด Ø 300 มิลลิเมตร เส้นท่อบริเวณถนนหมายเลข 3064 (มุ่งหน้าเข้าจังหวัดอ่างทอง) ระยะความยาวท่อรวม 5,200 เมตร เพื่อขยายพื้นที่ส่งจ่ายน้ำไปยังปลายทาง และเพิ่มแรงดันของน้ำเนื่องจากท่อปลายทางมีขนาดเล็กกว่า ตำแหน่ง (ก) ในรูปที่ 5

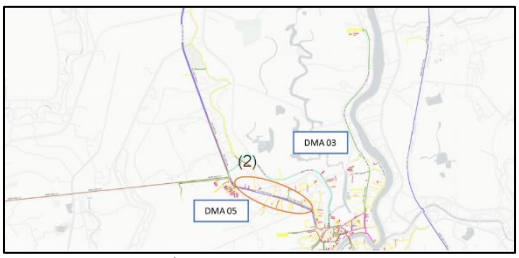
-เปลี่ยนขนาดท่อ PVC จากเดิมขนาด Ø300 มิลลิเมตร เป็นขนาด Ø400 มิลลิเมตร เส้นท่อบริเวณถนนหมายเลข 3064 (มุ่งหน้าจากแยกขนส่งไปอำเภอโพธิ์ทอง) ระยะความยาวท่อรวม 4,300 เมตร เพื่อขยายพื้นที่ส่งจ่ายน้ำไปยังปลายทาง และเพิ่มแรงดันของน้ำเนื่องจากท่อปลายทางมีขนาดเล็กกว่า ตำแหน่ง (ข) ในรูปที่ 5

-ติดตั้งอุปกรณ์วาล์วควบคุมแรงดันน้ำ (Pressure Reducing Valve, PRV) เพื่อควบคุมแรงดันน้ำในบริเวณก่อนเข้า DMA04 ให้แรงดันน้ำไม่ต่ำกว่าค่ามาตรฐานในช่วง On-Peak (7.00 น.-10.00 น.) ให้เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำ ตำแหน่ง (ค) ในรูปที่ 5

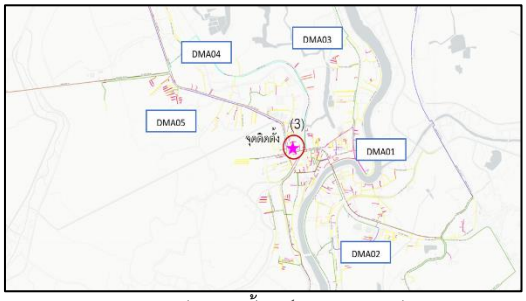
-ปรับแรงดันน้ำจากสถานีต้นให้เหมาะสมกับช่วงเวลา On-peak (7.00 น.-10.00 น.) เพื่อเพิ่มแรงดันน้ำในพื้นที่ศึกษา ให้เพียงพอต่อการใช้น้ำ



(ก) แสดงตำแหน่งเปลี่ยนขนาดท่อจาก ศก.200 มม. เป็น ศก.300 มม.

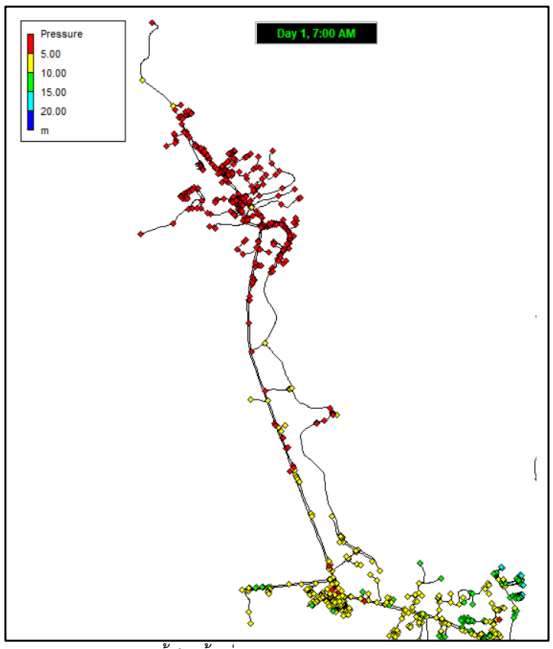


(ข) แสดงตำแหน่งเปลี่ยนขนาดท่อ ศก.300 มม. เป็น ศก.400 มม.

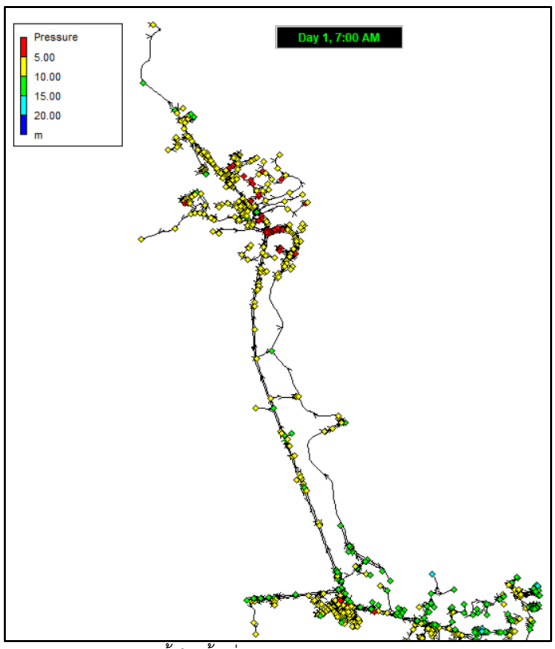


(ค) แสดงตำแหน่งจุดติดตั้งวาล์วควบคุมแรงดัน (PRV)

รูปที่ 5 แสดงตำแหน่งในการประยุกต์แบบจำลอง เพื่อแก้ไขปัญหาบริเวณพื้นที่ DMA04 โพธิ์ทอง-นำรุ่ง



ก) แรงดันน้ำในพื้นที่ DMA04 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2564



(ข) แรงดันน้ำในพื้นที่ DMA04 หลังการทำกรณีศึกษา

รูปที่ 6 เปรียบเทียบแรงดันน้ำในพื้นที่ DMA04 ในช่วงเวลา On peak ก่อนและหลังทำกรณีศึกษา

จากการประยุกต์แบบจำลองตามกรณีศึกษา (Case Study) โดยการเปลี่ยนขนาดท่อเดิม ติดตั้งอุปกรณ์วาล์วควบคุมแรงดัน (PRV) บริเวณก่อนเข้า DMA04 และจัดการควบคุมแรงดันน้ำ โดยการควบคุมแรงดันน้ำของสถานีต้นทางและภายในพื้นที่ให้เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำแล้วนั้น ผลจากการประยุกต์แบบจำลองพบว่าแรงดันน้ำภายในพื้นที่พื้นที่ศึกษา (DMA04) บริเวณหมู่บ้านโพธิ์ทอง ในช่วงเวลา On peak มีค่าแรงดันน้ำเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 11.02 เมตร เป็น 12.22 เมตร แรงดันน้ำปลายทางเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 7.27 เมตร เป็น 11.85 เมตรและภาพรวมแรงดันน้ำต้นทางภายในพื้นที่ศึกษาเพิ่มขึ้นจาก 11.30 เมตร เป็น 12.13 เมตร มีการเปรียบเทียบสภาพแรงดันน้ำก่อนและหลังการประยุกต์ ดังแสดงในรูปที่ 6 ซึ่งส่งผลให้มีแรงดันน้ำเพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำในพื้นที่ศึกษา และจากกรณีศึกษาดังกล่าวพบว่าค่าปริมาณน้ำสูญเสียต่อพื้นที่ (Unit Headloss) มีค่าลดลงจาก 0.97 เมตร/กิโลเมตร เป็น 0.21 เมตร/กิโลเมตร คิดเป็น 78 เปอร์เซ็นต์ กล่าวคือเมื่อมีการบริหารจัดการแรงดันน้ำให้สอดคล้องกับความต้องการใช้น้ำจะเป็นวิธีที่สามารถลดปริมาณน้ำสูญเสียที่เกิดขึ้นภายในพื้นที่ได้อีกด้วย

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาที่ได้จากการจำลองระบบโครงข่ายท่อประปาของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาอ่างทอง โดยใช้โปรแกรม EPANET เพื่อจำลองระบบการจ่ายน้ำประปา และนำมาวิเคราะห์โครงข่ายท่อประปา อัตราการไหลของน้ำประปา และแรงดันน้ำประปาที่เกิดขึ้น พบว่าในพื้นที่ DMA04 เส้นท่อโพธิ์ทอง-นำรุ่ง เกิดปัญหาแรงดันน้ำไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้

น้ำ แรงดันน้ำต่ำกว่าเกณฑ์หรือต่ำกว่า 5 เมตร ในทุกช่วงเวลา ซึ่งเกิดจากปัญหาท่อแตกท่อรั่วจากอายุการใช้งาน การบริหารจัดการแรงดันน้ำที่ไม่เหมาะสม ซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดน้ำสูญเสียเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นการศึกษานี้ได้นำแบบจำลองระบบโครงข่ายท่อประปาจำลองกรณีศึกษาเพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา โดยการปรับปรุงเส้นท่อ เปลี่ยนขนาดท่อ ติดตั้งอุปกรณ์วาล์วควบคุมแรงดันในบริเวณก่อนเข้าสู่ DMA04 เนื่องจากแรงดันน้ำบริเวณก่อนเข้าสู่ DMA04 มีแรงดันน้ำสูงเกินความต้องการจึงใส่ PRV เพื่อควบคุมให้แรงดันน้ำบริเวณก่อนเข้า DMA04 ไม่สูงเกินความจำเป็น และปรับปรุงแรงดันน้ำต้นทางในช่วง On peak (7.00 น.-11.00 น.) ให้เหมาะสม หลังจากจำลองกรณีศึกษาพบว่าในพื้นที่ DMA04 มีแรงดันน้ำเพิ่มขึ้นเพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำ แรงดันน้ำมีค่าสูงกว่า 5 เมตร ในทุกช่วงเวลา และพบว่าค่าน้ำสูญเสียในแบบจำลองลดลง จากการจำลองแบบจำลอง ประยุกต์แบบจำลองและวิเคราะห์โครงข่ายท่อประปาด้วยแบบจำลอง EPANET นั้น การประปาส่วนภูมิภาคได้มีการนำกรณีศึกษาในส่วนการปรับเพิ่มแรงดันช่วงเวลา On peak และปรับลดแรงดันช่วงเวลา Off peak ที่สถานีต้นทาง และนำไปปรับใช้งานจริงในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2564 ส่งผลให้แรงดันน้ำเฉลี่ยต้นทางลดลง และในพื้นที่บริเวณ DMA04 มีแรงดันน้ำเฉลี่ยเพิ่มมากขึ้น มีแรงดันน้ำเพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำ อย่างไรก็ตามการประปาส่วนภูมิภาคสาขาอ่างทอง ควรตรวจสอบและปรับปรุงเส้นท่อในพื้นที่ให้บริการให้มีสภาพพร้อมใช้งานเสมอในทุกพื้นที่จ่ายน้ำ สำรวจหาท่อแตกและท่อรั่ว เพื่อลดปัญหาแรงดันน้ำต่ำและลดปัญหาน้ำสูญเสีย รวมทั้งพัฒนาแบบจำลอง EPANET ให้เป็นไปตามสภาพพื้นที่จ่ายน้ำในปัจจุบัน เพื่อตรวจสอบแรงดันน้ำให้เหมาะสมกับความต้องการใช้น้ำในพื้นที่จ่ายน้ำ ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้น้ำต่อไปในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณท่านผู้จัดการและพนักงานของการประปาส่วนภูมิภาคสาขาอ่างทองทุกท่าน สำหรับสถานที่ในการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนาม ทีมงานแผนที่แนวท่อ การประปาส่วนภูมิภาคเขต 2 สำหรับข้อมูลและคำแนะนำด้าน GIS จากโปรแกรม Mapinfo Professional และขอขอบพระคุณ คุณวรรณจักร โชติช่วง กองระบบจำหน่ายและควบคุมน้ำสูญเสีย การประปาส่วนภูมิภาคเขต 2 ที่ให้คำปรึกษาด้านการใช้งานโปรแกรม EPANET

เอกสารอ้างอิง

[1] กองระบบจำหน่าย. (2556). คู่มือบริหารจัดการควบคุมน้ำสูญเสียด้วยระบบ DMA. การประปาส่วนภูมิภาคเขต 2.

[2] วรรณจักร โชติช่วง. (2563). การบริหารจัดการแรงดันโครงข่ายท่อประปาการประปาส่วนภูมิภาคสาขาหนองแคจังหวัดสระบุรี. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 25, หน้า 31-44.

[3] ธีร์ จิตร์อ่อง. (2559). การลดอัตราการสูญเสียน้ำในกิจการประปาโดยวิธี District Metering Area Management (DMA). โครงงานมหาบัณฑิตศึกษา สาขาการบริหารงานก่อสร้างและ สาธารณูปโภค มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

[4] สิปปนนท์ กิ่งก้ำ, สุทธิรักษ์ กาบแก้ว, อดิชัย พรพรหมินทร์ และสุรชัย ลิปิวัฒนาการ (2562). แบบจำลองระบบโครงข่ายท่อประปาการประปาส่วนภูมิภาคสาขาพิจิตร. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มช, ปีที่ 26, ฉบับที่1, หน้า 93 – 106.

[5] Lewis A. Rossman. (2000). Epanet 2 Users Manual, U. S. Environmental Protection Agency, EPA/600/R-00/057.

[6] นวรัฐ เทศพิทักษ์. (2555). ค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์. สำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์บริการ, หน้า 1-3.