วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 26 ฉบับที่ 3 ก.ย.–ธ.ค. 2559
The Journal of KMUTNB., Vol. 26, No. 3, Sep.–Dec. 2016

บทความวิชาการ

การลดน้ำสูญเสียในระบบจ่ายน้ำประปา

มรุพัชร จำนงค์วงศ์*
อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 0-2555-2000 ต่อ 8620-26 อีเมล: marupatch.j@eng.kmutnb.ac.th DOI: 10.14416/j.kmutnb.2016.04.005
รับเมื่อ 25 กุมภาพันธ์ 2559 ตอบรับเมื่อ 4 พฤษภาคม 2559 เผยแพร่ออนไลน์ 7 กันยายน 2559
© 2016 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

บทคัดย่อ

จากสถิติอัตราน้ำสูญเสียหรือน้ำที่ไม่ก่อให้เกิดรายได้ในระบบจ่ายน้ำประปาของการประปานครหลวง (กปน.) และการประปาส่วนภูมิภาค (กปภ.) ย้อนหลังเป็นเวลา 5 ปี (พ.ศ. 2553–2557) พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.94% และ 27.46% ตามลำดับ ในขณะที่องค์การบริหารส่วนท้องถิ่นที่มีสัดส่วนการบริการน้ำประปาถึง 58% ของประเทศยังไม่มีข้อมูลน้ำสูญเสียที่ชัดเจน ทำให้น้ำสูญเสียเป็นปัญหาสำคัญที่มีมูลค่าสูงรวมหลายพันล้านบาทต่อปี การจะลดน้ำสูญเสียให้ได้ตามเป้าหมายจำเป็นต้องมีกลยุทธ์สำหรับเป็นแนวทางในการจัดการปัญหา โดยกลยุทธ์การลดน้ำสูญเสียในบทความนี้เรียบเรียงขึ้นมาจากการวิเคราะห์สาเหตุของน้ำสูญเสียแบ่งออกเป็น 1) การลดน้ำสูญเสียเชิงกายภาพ และ 2) การลดน้ำสูญเสียเชิงพาณิชย์ ซึ่งในทางปฏิบัติยังมีปัจจัยสำคัญที่มีส่วนช่วยทำให้การลดน้ำสูญเสียประสบความสำเร็จประกอบด้วย การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลที่ตรวจวัดได้จากพื้นที่จ่ายน้ำย่อย (District Metering Area: DMA) การใช้แบบจำลองทางชลศาสตร์เพื่อช่วยวิเคราะห์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในระบบท่อ ความร่วมมือของประชาชนในการช่วยแจ้งเหตุหากพบความผิดปกติกับระบบท่อและมาตรวัดน้ำ และเงินลงทุนเพื่อการบริหารจัดการน้ำสูญเสียที่สอดคล้องกับเป้าหมายในเชิงเศรษฐศาสตร์

คำสำคัญ: น้ำสูญเสีย ท่อจ่ายน้ำ มาตรวัดน้ำ พื้นที่จ่ายน้ำย่อย แบบจำลองทางชลศาสตร์

การอ้างอิงบทความ: มรุพัชร จำนงค์วงศ์, "การลดน้ำสูญเสียในระบบจ่ายน้ำประปา," *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, ปีที่ 26, ฉบับที่ 3, หน้า 525–532, ก.ย.–ธ.ค. 2559

วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 26 ฉบับที่ 3 ก.ย.–ธ.ค. 2559
The Journal of KMUTNB., Vol. 26, No. 3, Sep.–Dec. 2016

Academic Article

Reducing Water Loss in Water Distribution System

Marupatch Jamnongwong*

Lecturer, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok, Thailand

* Corresponding Author, Tel. 0-2555-2000 Ext. 8620-26, E-mail: marupatch.j@eng.kmutnb.ac.th
DOI: 10.14416/j.kmutnb.2016.04.005
Received 25 February 2016; Accepted 4 May 2016; Published online: 7 September 2016
© 2016 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

Abstract

Statistical rate of water loss or non-revenue water in water distribution system of the Metropolitan Waterworks Authority (MWA) and Provincial Waterworks Authority (PWA) for the past 5 years (B.E. 2553–2557) found that the means were 24.94% and 27.46%, respectively. While the local authorities accounted for the water supply service to 58% of the country has no apparent water loss data. Then water loss is a major problem that is worth a total loss of several billion bahts per year. The strategies in reducing water loss to meet target needs a guideline management. The strategy of reducing water loss in this article compiled from an analysis of the causes of water loss divided into 1) reducing physical losses and 2) reducing commercial losses. In practical, there are major factors that contribute to the success of reducing water loss i.e. the collection and analysis of data measured from district metering area (DMA), the hydraulic model to analyze the phenomena occurring within the water distribution system, the cooperation of the perception of public when found something wrong with the pipe and the water meter, and budget to invest for water loss management accordance with the economic target.

Keywords: Water Loss, Water Distribution, Water Meter, District Metering Area, Hydraulic Model

Please cite this article as: M. Jamnongwong, "Reducing water loss in water distribution system," *The Journal of KMUTNB.*, vol. 26, no. 3, pp. 525–532, Sep.–Dec. 2016 (in Thai).

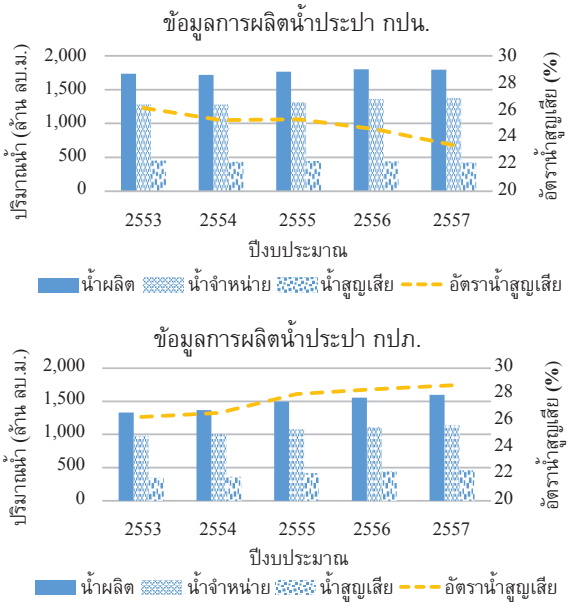
1. บทนำ

ในการดำเนินกิจการน้ำประปา น้ำสูญเสีย (Non-Revenue Water: NRW) หมายถึง น้ำที่ไม่ก่อให้เกิดรายได้ มีที่มาจากสาเหตุ 3 ประการ คือ 1) น้ำสูญเสียเชิงกายภาพ (Physical Losses) เช่น การแตก/รั่วในระบบท่อ 2) น้ำสูญเสียเชิงพาณิชย์ (Commercial Losses) ได้แก่ การบันทึกข้อมูลการใช้น้ำคลาดเคลื่อนหรือมาตรวัดน้ำอ่านค่าไม่ถูกต้อง และการลักลอบใช้น้ำ และ 3) การใช้น้ำเพื่อสาธารณะประโยชน์ (Unbilled Authorized Consumption) เช่น รดน้ำต้นไม้ ดับเพลิง ล้างถนน เป็นต้น [1], [2]

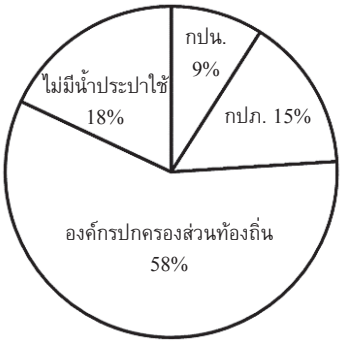
จากสถิติอัตราน้ำสูญเสียเฉพาะของการประปานครหลวง (กปน.) และการประปาส่วนภูมิภาค (กปภ.) ย้อนหลังเป็นเวลา 5 ปี (พ.ศ.2553–2557) แสดงดังรูปที่ 1 พบว่ามีอัตราน้ำสูญเสียเฉลี่ย 24.94% และ 27.46% ตามลำดับ คิดเป็นการสูญเสียปริมาตรน้ำเฉลี่ยรวมกันมากกว่าปีละ 800 ล้านลูกบาศก์เมตร หรือคิดเป็นมูลค่าหลายพันล้านบาทต่อปี ดังนั้นการจะจัดการนำน้ำสูญเสียปริมาณมากนี้ให้กลับมาเป็นน้ำที่ใช้ประโยชน์ได้จึงเป็นเรื่องที่สำคัญยิ่ง ซึ่งนอกเหนือจากเป็นการประหยัดการใช้ทรัพยากรน้ำแล้ว การลดน้ำสูญเสียยังช่วยชะลอการลงทุนก่อสร้างระบบผลิตประปาขนาดใหญ่และลดความต้องการพลังงานในการผลิตอีกด้วย

ด้วยเหตุนี้ทั้ง กปน. และ กปภ. ต่างเร่งดำเนินการบริหารจัดการน้ำสูญเสียอย่างจริงจัง แต่ไม่ใช่เรื่องง่าย เพราะท่อจ่ายน้ำประปามีความยาวรวมกันทั่วประเทศมากกว่าหนึ่งแสนกิโลเมตร เกือบทั้งหมดฝังอยู่ใต้ดิน มีมาตรผู้ใช้น้ำรวมกันมากกว่า 6 ล้านราย [3], [4] จำเป็นต้องใช้ความรู้และมาตรการต่าง ๆ พร้อมด้วยการลงทุนมหาศาลในการตรวจสอบและซ่อมแซมท่อแตก/รั่วเพื่อลดปริมาณน้ำสูญเสียดังกล่าว ดังนั้นการจะบริหารจัดการลดน้ำสูญเสียให้มีประสิทธิภาพจึงจำเป็นต้องวางแผนให้รอบคอบ จัดลำดับความสำคัญพร้อมทั้งเลือกมาตรการและการลงทุนให้เหมาะสมในเชิงเศรษฐศาสตร์

ทั้งนี้ประเทศไทยยังมีอีกหลายหน่วยงานที่ทำหน้าที่ผลิตและจ่ายน้ำประปาให้ประชาชนโดยแต่ละหน่วยงาน



รูปที่ 1 สถิติข้อมูลการผลิตน้ำประปาย้อนหลัง 5 ปี ของ กปน. และ กปภ. [3], [4]



รูปที่ 2 สัดส่วนผู้ให้บริการน้ำประปาของประเทศไทย ประเมินจากจำนวนครัวเรือน พ.ศ. 2556 [5]

มีสัดส่วนการให้บริการน้ำประปา แสดงดังรูปที่ 2 พบว่ามีเพียงหน่วยงานขนาดใหญ่ คือ การประปานครหลวง (กปน.) และการประปาส่วนภูมิภาค (กปภ.) ที่มีการเก็บข้อมูลน้ำสูญเสีย ขณะที่องค์การบริหารส่วนท้องถิ่นซึ่งมีสัดส่วนการบริการถึง 58% ยังไม่มีข้อมูลน้ำสูญเสียที่ชัดเจน ดังนั้นปัญหาน้ำสูญเสียจึงมิได้เป็นปัญหาสำหรับหน่วยงานขนาดใหญ่เท่านั้น หน่วยงานที่มีขนาดเล็กกว่า

ควรตระหนักถึงปัญหานี้และศึกษาหาแนวทางหรือกลยุทธ์เพื่อแก้ไขปัญหาอย่างจริงจังเช่นกัน

น้ำสูญเสียเชิงกายภาพมีที่มาจากการแตก/รั่วในระบบท่อเนื่องจากสาเหตุหลักคือ 1) ความเสื่อมของท่อจ่ายน้ำ 2) การทรุดตัวหรือเคลื่อนตัวของดิน 3) แรงสั่นสะเทือนและน้ำหนักบรรทุกจากการจราจร และ 4) ความดันน้ำในท่อมากเกินไป [6] ขณะที่สาเหตุหลักที่ทำให้เกิดสูญเสียเชิงพาณิชย์คือ 1) การบันทึกข้อมูลการใช้น้ำคลาดเคลื่อน ซึ่งมักเกิดจากมาตรวัดน้ำที่อ่านค่าได้ไม่ถูกต้อง และ 2) การลักลอบใช้น้ำ [7]

จากการประเมินสัดส่วนของน้ำสูญเสียของประเทศไทยในแต่ละสาเหตุพบว่าเป็นน้ำสูญเสียเชิงกายภาพ 81% เป็นน้ำสูญเสียเชิงพาณิชย์ 19% ขณะที่น้ำสูญเสียเนื่องการใช้น้ำเพื่อสาธารณะประโยชน์นั้นมีน้อยมากเมื่อเทียบกับสาเหตุอื่นๆ [8] ดังนั้นการดำเนินการลดน้ำสูญเสียเชิงกายภาพจึงมีความสำคัญเป็นอันดับหนึ่ง ในขณะที่น้ำสูญเสียเชิงพาณิชย์นั้นยังคงมีความสำคัญและจะละเลยไม่ได้เช่นกัน

2. การลดน้ำสูญเสียเชิงกายภาพ

จากปัญหาท่อแตก/รั่ว การจะควบคุมน้ำสูญเสียเชิงกายภาพให้ประสบความสำเร็จจำเป็นต้องมีกลยุทธ์ในการดำเนินงาน ซึ่งกลยุทธ์นี้สอดคล้องกับข้อแนะนำของ IWA (The International Water Association) [9] มี 4 ข้อ ดังนี้

2.1 กลยุทธ์ค้นหาท่อแตก/รั่วให้เร็ว

ท่อแตก/รั่วทั้งที่สามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่าและที่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ค้นหา อาศัยการสังเกตสิ่งผิดปกติบริเวณรอบแนวท่อจ่ายน้ำของเจ้าหน้าที่ เช่น มีน้ำนองพื้นผิดปกติ พร้อมทั้งขอความร่วมมือจากประชนช่วยแจ้งเหตุหากพบท่อแตก/รั่ว สำหรับจุดที่ท่อแตก/รั่วไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาการใช้อุปกรณ์ เช่น Listening Stick สำหรับฟังเสียงน้ำ หรือ การสร้างพื้นที่จ่ายน้ำย่อย (District Metering Area: DMA) สามารถช่วยตรวจสอบความผิดปกติและช่วยระบุตำแหน่งท่อแตก/รั่วได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น ท่อที่วางในพื้นที่เสี่ยงเกิดการทรุดตัวหรือเคลื่อนตัวของดินและบริเวณที่มีการสั่นสะเทือนจากการสัญจรมากจำเป็นต้องตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอ อย่างไรก็ตามกลยุทธนี้จำเป็นต้องใช้ควบคู่กับกลยุทธ์ซ่อมท่อเร็วด้วยการลดน้ำสูญเสียจึงจะมีประสิทธิภาพ

ในทางปฏิบัติอีกปัจจัยสำคัญที่ส่งผลถึงความยากง่ายของการค้นหาท่อแตก/รั่ว คือ การออกแบบลักษณะระบบโครงข่ายท่อจ่ายน้ำ การออกแบบที่ดีควรคำนึงถึงตำแหน่งวางท่อให้ง่ายต่อการเข้าถึงและตรวจสอบ สามารถบริหารจัดการจ่ายน้ำเป็นลักษณะ DMA ได้ ซึ่งจะช่วยทำให้สามารถดำเนินกลยุทธ์นี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 กลยุทธ์ซ่อมท่อเร็วและมีคุณภาพ

กลยุทธ์นี้เป็นตัวแปรสำคัญในความสำเร็จของการลดน้ำสูญเสีย เมื่อรู้ตำแหน่งท่อแตก/รั่วแล้วจำเป็นต้องรีบดำเนินการซ่อมทันทีหรือตามลำดับความสำคัญหากมีท่อแตก/รั่วพร้อมกันหลายๆ จุด พร้อมกันนี้ต้องมีการควบคุมคุณภาพการซ่อมให้มีคุณภาพเป็นไปตามมาตรฐานด้วย การจะซ่อมเร็วจะทำได้จำเป็นต้องมี แรงงานที่ทำหน้าที่ลงมือซ่อม วัสดุอุปกรณ์ อะไหล่ท่อ มาตรฐานการซ่อม ขั้นตอนการวางแผนที่พร้อม อีกทั้งต้องมีการประสานกับหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ตำรวจจราจรหากต้องมีการปิดช่องจราจร เป็นต้น

ในทางปฏิบัติอีกปัจจัยสำคัญที่ส่งผลถึงความสำเร็จในการซ่อมท่อเร็ว คือข้อมูลแผนที่ตำแหน่งท่อและประตูน้ำที่ถูกต้องและเป็นปัจจุบัน เนื่องจากการประปามีการวางท่อใหม่เพื่อเพิ่มพื้นที่บริการและเชื่อมต่อท่อเพื่อปรับปรุงแรงดันน้ำตลอดเวลาอีกทั้งบ่อยครั้งที่มียกเลิกการใช้ท่อเก่าที่ใช้งานมาเป็นเวลานาน ทำให้หลายบริเวณมีแนวท่อเก่าและใหม่วางขนานและตัดกันหลายเส้น แต่ละเส้นมีประตูน้ำควบคุมหลายตัว ซึ่งการซ่อมท่อจำเป็นต้องมีการปิดน้ำ หากข้อมูลแผนที่ไม่ถูกต้องแล้วจะส่งผลให้การทำงานซ่อมล่าช้า ส่งผลกระทบทำให้ผู้ใช้น้ำไม่มีน้ำใช้ และยังเป็นการสูญเสียโอกาสในการขายน้ำประปาด้วย

2.3 กลยุทธ์บริหารจัดการแรงดันภายในท่อ

สามารถทำได้ทันทีและง่ายที่สุดในการลดน้ำสูญเสีย พื้นที่ที่มีแรงดันน้ำสูงทั้งวันหรือในพื้นที่ที่มีแรงดันสูงมากเป็นช่วงเวลา เช่น เวลากลางคืนที่คนใช้น้ำน้อย การควบคุมแรงดันน้ำจะทำให้อัตราและปริมาณการรั่วลดลง โอกาสเกิดท่อแตกมีน้อยลง วิธีการควบคุมแรงดันน้ำทำได้หลายวิธี เช่น การควบคุมโดยใช้ประตูน้ำหรือการแบ่งเขตพื้นที่จ่ายน้ำ ลดแรงดันเครื่องสูบน้ำ ใช้วาล์วลดความดัน เป็นต้น

ในทางปฏิบัติควรต้องเริ่มจากการออกแบบลักษณะระบบโครงข่ายท่อจ่ายน้ำที่ดีคำนึงถึงการกระจายแรงดันน้ำภายในโครงข่ายท่อที่สม่ำเสมอ จากนั้นการบริหารจัดการแรงดันภายในระบบท่อจะประสบความสำเร็จได้จำเป็นต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์วัดแรงดันน้ำในตำแหน่งที่สำคัญในโครงข่ายท่อจ่ายน้ำ เช่น ปลายท่อภายในชุมชนที่มีผู้ใช้น้ำจำนวนมาก หรือท่อที่วางอยู่ในพื้นที่ที่มีระดับที่สูงกว่าพื้นที่รอบ ๆ เป็นต้น เพื่อใช้ตรวจสอบและติดตามว่าแรงดันน้ำที่มีอยู่ในระบบนั้นอยู่ในช่วงที่เหมาะสมใช้งานได้หรือไม่ หากลดแรงดันน้ำที่ต้นทางจนต่ำมากเกินไปอาจทำให้แรงดันน้ำปลายทางต่ำจนผู้ใช้น้ำไม่สามารถใช้น้ำได้ตามความต้องการ

2.4 กลยุทธ์บริหารท่อเดิมและเปลี่ยนท่อใหม่

เป็นกลยุทธ์ที่สำคัญเพื่อการลดน้ำสูญเสียในระยะยาว การประปาจำเป็นต้องดูแลบำรุงรักษาระบบท่อที่มีอยู่ให้สามารถใช้งานได้ มีแผนงานในการเปลี่ยนท่อในบริเวณที่ท่อเก่ามากแล้วไม่คุ้มค่าสำหรับการขุดซ่อมบ่อย ๆ การวางแผนจัดลำดับความสำคัญของการซ่อม เปลี่ยนใหม่หรือปล่อยทิ้งไว้ ดังนั้นประเด็นสำคัญที่ต้องเข้าใจ คือ โครงข่ายจ่ายน้ำและควบคุมแรงดันน้ำทำงานอย่างไร และมีแผนงานขั้นตอนการซ่อมท่อชนิดและขนาดต่าง ๆ กันอย่างไรบ้าง เพื่อให้สามารถจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่ไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

ในทางปฏิบัติอีกปัจจัยสำคัญที่ส่งผลถึงความสำเร็จในกลยุทธนี้ คือ การเก็บข้อมูลแล้วปรับปรุงวิธีการเดินระบบอย่างสม่ำเสมอ รักษาแรงดันน้ำให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม มีระบบฐานข้อมูลที่ดี มีการใช้แบบจำลองเพื่อช่วยหาจุดที่ท่อมีโอกาสแตก/รั่วโดยการอาศัยข้อมูลการแตก/รั่วจริงซึ่งช่วยให้สามารถวางแผนจัดลำดับการซ่อมได้ และเมื่อการควบคุมแรงดันน้ำไม่สามารถแก้ปัญหาท่อแตก/รั่วได้ การเปลี่ยนท่อใหม่จึงตามมา ทั้งนี้ค่าใช้จ่ายในการลดน้ำสูญเสียควรอยู่ในระดับที่คุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

3. การลดน้ำสูญเสียเชิงพาณิชย์

การดำเนินการลดน้ำสูญเสียเชิงพาณิชย์สามารถทำได้ง่ายและรวดเร็วกว่าการลดน้ำสูญเสียเชิงกายภาพ และยังเป็นการช่วยเพิ่มรายได้ให้กับการประปาอีกด้วย กลยุทธ์ในการลดน้ำสูญเสียเชิงพาณิชย์ ประกอบด้วย

3.1 กลยุทธ์จัดการกับมาตรที่อ่านค่าได้ไม่ถูกต้อง

มาตรที่อ่านค่าได้ไม่ถูกต้องมักจะอ่านค่าปริมาณน้ำได้น้อยกว่าความเป็นจริงทำให้เก็บค่าน้ำได้น้อยลง [7] ดังนั้นเป้าหมายแรกที่ควรต้องไปสำรวจและตรวจสอบคือผู้ใช้น้ำรายใหญ่ เช่น โรงงานอุตสาหกรรม โรงแรม เป็นต้น ด้วยการ

- เลือกใช้มาตรที่มีคุณภาพสูง โดยเฉพาะกับผู้ใช้น้ำรายใหญ่เพื่อให้สามารถอ่านค่าได้ถูกต้องแม่นยำ
- เลือกใช้ขนาดมาตรวัดน้ำที่เหมาะสมกับปริมาณการใช้น้ำของผู้ใช้น้ำแต่ละประเภท ไม่ควรมีขนาดใหญ่หรือเล็กจนเกินไป เนื่องจากมาตรวัดน้ำขนาดใหญ่ไม่สามารถวัดปริมาณน้ำที่ไหลน้อย ๆ ได้ถูกต้องแม่นยำ และมาตรวัดน้ำขนาดเล็กเกินไปอาจทำให้แรงดันน้ำในท่อลดลงมากจนผู้ใช้น้ำไม่สามารถใช้น้ำได้ตามที่ต้องการ
- เลือกใช้ชนิดและมาตรฐานความเที่ยงตรงของมาตรวัดน้ำ (Class) ให้เหมาะสมกับคุณภาพน้ำและปริมาณการใช้น้ำ เช่น มาตรวัดน้ำ Class B มีความเที่ยงตรงน้อยกว่ามาตรวัดน้ำ Class D จึงไม่เหมาะนำมาใช้วัดปริมาณน้ำที่ไหลน้อย ๆ แต่มาตรวัดน้ำ Class B มีข้อดีที่สามารถใช้งานในสภาพน้ำประปาคุณภาพต่ำ (ความขุ่นสูง) ได้ดีกว่ามาตรวัดน้ำ Class D

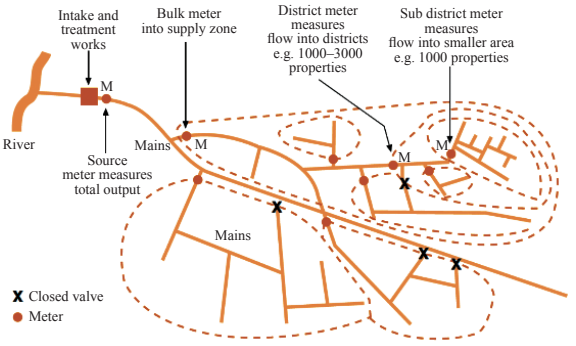
- ติดตั้งมาตรวัดน้ำให้ถูกต้องตามมาตรฐานการติดตั้งที่ผู้ผลิตมาตรกำหนด เช่น ท่อก่อนเข้าและหลังออกจากมาตรต้องเป็นท่อตรงมีความยาวที่เหมาะสมเพื่อลดการไหลแบบปั่นป่วนภายในมาตรวัดน้ำ
- ติดตั้งมาตรวัดน้ำในตำแหน่งที่สามารถเข้าไปดำเนินการตรวจสอบ อ่านค่า และดูแลบำรุงรักษาได้สะดวก
- เปลี่ยนมาตรวัดน้ำเก่าและตรวจสอบการปรับแต่งมาตรวัดน้ำที่ทำเพื่อให้อ่านค่าปริมาณน้ำใช้ได้น้อยลงกว่าความเป็นจริง

ในทางปฏิบัติจำเป็นต้องมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำประปาอย่างสม่ำเสมอควบคู่ไปด้วย น้ำประปาที่มีคุณภาพต่ำ มีค่าความขุ่นสูง อาจเกิดจากระบบผลิตน้ำประปาที่ไม่เหมาะสม หรือเกิดจากการล้างท่อที่ไม่สะอาดภายหลังจากการซ่อมท่อ สามารถเป็นสาเหตุให้เกิดตะกอนตกค้างอยู่ภายในท่อประปา ตะกอนเหล่านี้สามารถเข้าไปเกาะติดตามอุปกรณ์ต่างๆ ภายในมาตรวัดน้ำ ทำให้มาตรวัดน้ำอ่านค่าได้ไม่ถูกต้อง ดังนั้นควรมีการตรวจสอบทำความสะอาดมาตรวัดน้ำที่ผ่านการใช้งานมาเป็นเวลานาน และควรมีอุปกรณ์ดักตะกอนติดตั้งหน้ามาตรวัดน้ำโดยเฉพาะกับมาตรวัดน้ำขนาดใหญ่

3.2 กลยุทธ์จัดการกับการลักลอบใช้น้ำ

การค้นหาและลดจุดที่มีการลักลอบใช้น้ำนั้นจำเป็นต้องให้ผู้ใช้น้ำที่ถูกต้องช่วยเป็นหูเป็นตาร่วมกับเจ้าหน้าที่อ่านมาตรวัดน้ำ แล้วใช้มาตรการทางกฎหมายดำเนินการ การลักลอบใช้น้ำมักกระทำด้วยการ

- ลักลอบเปิดใช้น้ำจากหัวดับเพลิง มักเกิดขึ้นในเวลากลางคืนโดยผู้ลักลอบใช้น้ำนำรถบรรทุกน้ำเข้ามาต่อท่อรับน้ำจากหัวดับเพลิงโดยตรง สามารถตรวจพบได้จากอัตราการใช้น้ำที่สูงขึ้นผิดปกติในช่วงเวลาสั้นจากมาตร DMA
- ลักลอบต่อท่อน้ำใช้โดยไม่ผ่านมาตรวัดน้ำ เช่น การต่อท่อใช้น้ำจากท่อเก่าที่ถูกตัดมาตรวัดน้ำ เจ้าหน้าที่อ่านมาตรวัดน้ำต้องตรวจตราความผิดปกติของสถานที่ที่มีการใช้น้ำแต่ไม่มีที่มาของแหล่งน้ำที่ชัดเจน พร้อมทั้งขอความร่วมมือจากผู้ใช้น้ำที่ถูกต้องรายอื่นๆ ให้ช่วยสอดส่องแล้วแจ้งให้เจ้าหน้าที่เพื่อเข้าไปขอตรวจสอบ



รูปที่ 3 ตัวอย่างการแบ่งพื้นที่จ่ายน้ำย่อย (DMA) [11]

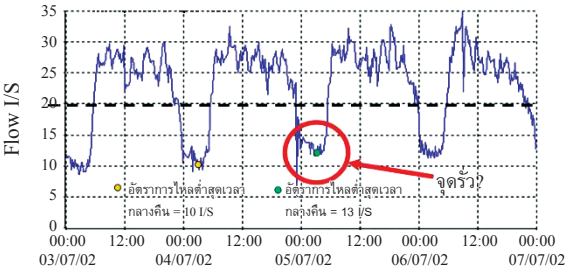
- ลักลอบใช้น้ำด้วยการต่อท่ออ้อมมาตรวัดน้ำเพื่อให้มาตรวัดน้ำอ่านค่าได้น้อยลง มักเกิดขึ้นในผู้ใช้น้ำรายใหญ่ที่ใช้น้ำมาก เจ้าหน้าที่อ่านมาตรต้องดูแลตรวจตราความผิดปกติของปริมาณน้ำที่อ่านได้จากมาตรวัดน้ำว่าเหมาะสมกับกิจการนั้นๆ หรือไม่

นอกจากนี้ยังอาจเกิดจากความบกพร่องของการเชื่อมต่อข้อมูลการติดตั้งมาตรกับระบบจัดเก็บค่าใช้น้ำที่ไม่สอดคล้องกัน ทำให้มีการใช้น้ำผ่านมาตรวัดน้ำแต่ไม่มีการเรียกเก็บเงิน สามารถจัดการความผิดพลาดนี้ได้ด้วยการจัดการระบบฐานข้อมูลผู้ใช้น้ำให้สอดคล้องกับจำนวนมาตรวัดน้ำที่เบิกออกไปติดตั้งใหม่ และเจ้าหน้าที่อ่านมาตรต้องสังเกตว่ามีมาตรวัดน้ำใดในเส้นทางที่อยู่นอกรายการมาตรวัดน้ำที่ต้องบันทึก

4. พื้นที่จ่ายน้ำย่อย (District Metered Area: DMA)

เนื่องจากพื้นที่จ่ายน้ำขนาดใหญ่ยากต่อการค้นหาตำแหน่งท่อแตก/รั่วและควบคุมน้ำสูญเสีย ดังนั้นจึงมีการแบ่งพื้นที่จ่ายน้ำนั้นออกเป็นพื้นที่ย่อยๆ หรือ DMA [10] แสดงดังรูปที่ 3

โดยแต่ละ DMA อาจมีขนาดพื้นที่ไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับจำนวนผู้ใช้น้ำและลักษณะระบบท่อจ่ายน้ำ แต่ละ DMA มักออกแบบให้มีทางน้ำเข้าเพียงทางเดียว มีการติดตั้ง

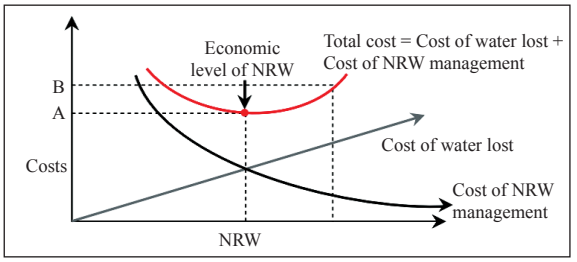


รูปที่ 4 ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลอัตราการไหลเข้า DMA [6]

เครื่องมือวัด ประกอบด้วย มาตรวัดน้ำ เครื่องวัดแรงดันน้ำ อุปกรณ์บันทึกหรือเครื่องส่งสัญญาณข้อมูล เพื่อให้สามารถตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของอัตราการไหลที่เข้า DMA ได้ว่าสูงขึ้นผิดปกติ หรือมีความดันน้ำลดลงผิดปกติหรือไม่ แสดงดังรูปที่ 4

ซึ่งความผิดปกตินี้อาจเป็นตัวบ่งชี้ว่ามามีท่อแตก/รั่วเกิดขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการจำกัดพื้นที่ในการตรวจสอบท่อแตก/รั่วให้มีขนาดเล็กลง ทำให้สามารถค้นหาและซ่อมแซมท่อที่แตก/รั่วได้เร็วยิ่งขึ้น

การควบคุมน้ำสูญเสียด้วยวิธีการแบ่งพื้นที่จ่ายน้ำย่อย (DMA) จะมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นหากนำข้อมูลที่ได้จากตรวจวัดมาวิเคราะห์ร่วมกับแบบจำลองทางชลศาสตร์ เช่น EPANET เพื่อจำลองสภาพแรงดันน้ำในอนาคตที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้น้ำที่แปรผันตามช่วงเวลา หรือความต้องการใช้น้ำเปลี่ยนไปเมื่อมีผู้ขอใช้น้ำเพิ่มมากขึ้นหรือลดลงในพื้นที่ที่ควบคุม หากแบบจำลองแสดงผลว่ามีบริเวณใดมีแรงดันน้ำภายในท่อสูงเกินไปซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหายกับท่อประปาได้ การประปาสามารถเตรียมตัวรับมือก่อนเพื่อป้องกันปัญหา เช่น หรี่ประตูน้ำหรือติดตั้งวาล์วลดแรงดันในตำแหน่งที่เหมาะสมจากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง และตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองได้ด้วยการวัดแรงดันน้ำจากสถานที่จริง พร้อมทั้งสามารถจำลองการปรับปรุงระบบจ่ายน้ำเพื่อให้สามารถวางแผนดำเนินการเพื่อกระจายแรงดันน้ำให้เหมาะสมกับสภาพที่จะใช้งานในอนาคตได้



รูปที่ 5 การวิเคราะห์เป้าหมายทางเศรษฐศาสตร์ของการควบคุมปริมาณน้ำสูญเสีย [1]

5. เป้าหมายในเชิงเศรษฐศาสตร์

เป็นตัวแปรหนึ่งที่ใช้ในการกำหนดว่าควรควบคุมปริมาณน้ำสูญเสียไว้ที่เท่าไหร่ ได้มาจากการวิเคราะห์ต้นทุนที่ใช้ในการควบคุมหรือรักษากับมูลค่าของสิ่งที่สูญเสียว่ามีความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ที่เท่าไหร่

การวิเคราะห์ต้นทุนเพื่อหาเป้าหมายการลดน้ำสูญเสียในเชิงเศรษฐศาสตร์ แสดงดังรูปที่ 5 ในที่นี้ผลบวกของต้นทุนการบริหารจัดการน้ำสูญเสียกับมูลค่าน้ำที่สูญเสียถือเป็นต้นทุนทั้งหมดที่เกิดขึ้นในการควบคุมน้ำสูญเสีย ดังนั้นจุดที่เหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ที่สุด คือจุดที่มีต้นทุนต่ำที่สุด นั่นคือจุดที่ต้นทุนการบริหารจัดการน้ำสูญเสียตัดกับมูลค่าน้ำที่สูญเสีย จึงถือว่าจุดนี้เป็นเป้าหมายในเชิงเศรษฐศาสตร์

อย่างไรก็ตามหากมีการพิจารณาองค์ประกอบอื่นๆ ร่วมด้วย เช่น น้ำเป็นทรัพยากรที่มีค่าและอยู่ในสภาวะขาดแคลน ไม่ควรปล่อยให้สูญเปล่า การตั้งเป้าหมายให้ปริมาณน้ำสูญเสียลดต่ำกว่าเป้าหมายในเชิงเศรษฐศาสตร์ (จุดเคลื่อนไปทางด้านซ้าย) ถึงจะทำให้ต้นทุนเพิ่มมากขึ้น แต่ก็สามารถเป็นไปได้

6. สรุป

กลยุทธ์การลดน้ำสูญเสียเรียบเรียงขึ้นมาจากการวิเคราะห์สาเหตุของน้ำสูญเสียแบ่งออกเป็น น้ำสูญเสียเชิงกายภาพ และการลดน้ำสูญเสียเชิงพาณิชย์

การลดน้ำสูญเสียเชิงกายภาพ มีกลยุทธ์เชิงตั้งรับใช้เมื่อเกิดเหตุท่อแตก/รั่วแล้ว ประกอบด้วย 1) ค้นหา

ท่อแตก/รั่วให้เร็ว และ 2) ซ่อมท่อเร็วและได้มาตรฐาน พร้อมทั้งมีกลยุทธ์เชิงป้องกันประกอบด้วย 1) บริหารจัดการแรงดันน้ำภายในท่อ และ 2) บริหารท่อเดิมที่มีอยู่และเปลี่ยนท่อใหม่ เป็นการลดน้ำสูญเสียในระยะยาว

การลดน้ำสูญเสียเชิงพาณิชย์สามารถทำได้ด้วยกลยุทธ์ 1) จัดการกับมาตรที่อ่านค่าได้ไม่ถูกต้อง และ 2) จัดการกับการลักลอบใช้น้ำ

ในทางปฏิบัติปัจจัยสำคัญที่มีส่วนช่วยทำให้การลดน้ำสูญเสียประสบความสำเร็จ ประกอบด้วย การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลที่ตรวจวัดได้จาก DMA การใช้แบบจำลองทางชลศาสตร์เพื่อช่วยวิเคราะห์ปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในระบบท่อ ความร่วมมือของประชาชนในการช่วยแจ้งเหตุหากพบความผิดปกติกับระบบท่อและมาตรวัดน้ำ และเงินลงทุนบริหารจัดการน้ำสูญเสียที่สอดคล้องกับเป้าหมายในเชิงเศรษฐศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

[1] *The Manager's Non-Revenue Water Handbook*, the United States Agency for International Development (USAID), 2008.

[2] A. Thongchiw, "Challenges in water losses management in Thailand," Institute of Research and Development for Public Enterprises, 2013 (in Thai).

[3] *State Enterprise Review 2014: MW*A, State Enterprise Policy Office, Ministry of Finance, 2014 (in Thai).

[4] *State Enterprise Review 2014: PWA*, State Enterprise Policy Office, Ministry of Finance, 2014 (in Thai).

[5] *Corporate Strategic Plan: PWA 2012 – 2016 (Revised 2014 – 2016)*, vol. 2, 2013 (in Thai).

[6] *Guide the design and management of water loss by DMA*, PWA Regional Office 2, Provincial Waterworks Authority, 2013 (in Thai).

[7] I. Simbeye, *Managing Non-Revenue Water. NRW-Sourcebook for Trainers*, WAVE Pool, InWEnt, 2010.

[8] A. Chiplunkar, K. Seetharam, and C. K. Tan, *Good Practices in Urban Water Management*, School of Public Policy National University of Singapore, 2012.

[9] B. Charalambous et al., "Leak detection and water loss management: A best practice training manual," *Water Utility Journal*, vol. 8, pp. 25–30, 2014.

[10] DMA Management Guidance Notes, International Water Association (IWA), 2007.

[11] M. Farley, "Leakage management and control," World Health Organization, 2001.