การศึกษาหลักเกณฑ์การเปลี่ยนท่อจ่ายน้ำในพื้นที่นครหลวง
Study of Water Pipeline Replacement Criteria for Metropolitan Area

มนทิชา พุ่มอรุณ[1] และ กวิน ตันติเสวี[2]

[1,2] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพฯ

บทคัดย่อ

ปัญหาน้ำสูญเสียนับเป็นปัญหาที่มีความสำคัญอย่างหนึ่งในการให้บริการน้ำประปาแก่ประชาชนในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร เนื่องจากทำให้เกิดการสูญเสียน้ำโดยไม่จำเป็นและก่ออุปสรรคให้กับผู้สัญจรและผู้อาศัยบริเวณใกล้เคียง น้ำสูญเสียมีสาเหตุหลักจากท่อจ่ายน้ำประปามีการแตกรั่ว ดังนั้นการปรับปรุงท่อประปาที่เสื่อมสภาพจึงเป็นการป้องกันการเกิดน้ำสูญเสียในระยะยาวได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนท่อจ่ายน้ำประปาต้องมีการคัดเลือกและวางแผนในการดำเนินงาน เนื่องจากท่อจ่ายน้ำประปามีความยาวมาก และในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันทั้งในด้านวัสดุที่ใช้ทำท่อ อายุการใช้งาน รูปแบบการติดตั้ง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเกณฑ์ในการคัดเลือกและจัดลำดับความสำคัญเส้นท่อในการปรับปรุงท่อจ่ายน้ำ งานวิจัยนี้แบ่งเกณฑ์การคัดเลือกออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ 1) พิจารณาความเสื่อมของระบบท่อประปา และ 2) พิจารณาโอกาสที่จะได้รับอนุญาตเข้าดำเนินการปรับปรุงเส้นท่อจ่ายน้ำ จากนั้นจึงใช้วิธีการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (AHP) เพื่อประเมินความสำคัญของเกณฑ์ต่าง ๆ โดยการเปรียบเทียบรายคู่ (Pair-Wise Comparison) จากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ทำงานที่เกี่ยวข้องกับงานน้ำสูญเสียมากกว่า 10 ปี จำนวน 3 ท่าน เมื่อได้เกณฑ์ในการคัดเลือกแล้ว ได้นำมาทดสอบความสมเหตุสมผลโดยการประเมินความสำคัญของท่อจ่ายน้ำประปาของการประปานครหลวง (กปน) จำนวน 12 เส้นทาง พบว่าเกณฑ์การคัดเลือกที่พัฒนาขึ้นให้ผลสอดคล้องกับผลการคัดเลือกเพื่อเปลี่ยนท่อจ่ายน้ำของ กปน. จริง โดยจำนวน 8 เส้นทางที่ได้ถูก กปน. คัดเลือกให้เปลี่ยนเส้นท่อจ่ายน้ำ ได้รับคะแนนความสำคัญตามเกณฑ์การคัดเลือกที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าร้อยละ 50 ในขณะที่อีก 4 เส้นทางที่เหลือที่ไม่ได้รับการคัดเลือกได้คะแนนความสำคัญน้อยกว่าร้อยละ 50

คำสำคัญ: กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (AHP), น้ำสูญเสีย, การคัดเลือกเส้นทางปรับปรุงท่อจ่ายน้ำ

Abstract

Water loss is one of the critical problems experienced in tap water supply in the Bangkok Metropolitan area. This causes unnecessary water loss and creates a barrier for commuters and nearby residents. It is primarily caused by leakage in the water pipeline network. Thus, replacing the deteriorating water pipeline is considered a preventive measure that effectively reduces possibility of water loss problems in the long term. However, pipeline replacement needs careful planning and selection because it involves various groups of stakeholders and each pipeline may differ in build materials, ages, serviceable life span. This research specifically focused on studying the criteria for selecting and prioritizing pipelines for the maintenance water-distribution system. It used the Analytic Hierarchy Process (AHP), which is a multi-criteria decision-making technique based on pairwise comparison test. It classified the selection criteria into two groups : 1) the level of deterioration of the water-distribution system; and 2) the site access probability which indicates the chance of technicians being allowed to replace a selected pipeline. Then, it evaluated the priority of each selection criteria based on opinions from 3 specialists who had experience with water loss for more than 10 years. Once the selection criteria were developed, they were used to assess the needs to replace pipeline in 12 water distribution routes owned by the Metropolitan Waterworks Authority (MWA) for validation purposes. The validation showed that the developed selection criteria had consistent results with the actual selection made by MWA for pipeline replacement as among the 12 routes, there were 8 routes selected by MWA for replacement and all the 8 routes had a total score of more than 50%. In addition, the remaining 4 routes that were not selected were ranked lowest by the developed selection criteria and had a total score of less than 50%.

Keywords: Analytic Hierarchy Process (AHP), Water Loss, Pipeline replacement

1. ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การประปานครหลวง (กปน.) ได้ตระหนักถึงความสำคัญของการใช้ทรัพยากรน้ำให้เกิดประโยชน์สูงสุด แต่น้ำสูญเสียหรือน้ำที่ไม่ก่อให้เกิดรายได้ (Non-revenue Water; NRW) นั้นส่งผลต่อทรัพยากรน้ำที่ต้องรั่วไหลไปโดยเปล่าประโยชน์ ดังนั้นการบริหารจัดการน้ำสูญเสียจึงถือเป็นเรื่องที่ผู้บริหารและผู้มีส่วนได้เสียให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก และได้ถูกกำหนดไว้ในแผนวิสาหกิจของ กปน. โดยสาเหตุหลักสำคัญของน้ำสูญเสียเกิดจากท่อแตกรั่ว ดังนั้นการปรับปรุงท่อชำรุดเสื่อมสภาพโดยการเปลี่ยนเส้นท่อจ่ายน้ำใหม่เป็นการแก้ปัญหาระยะยาวที่ส่งผลที่ดีกว่าการซ่อมเฉพาะจุดแตกรั่ว แต่เนื่องจาก กปน. นั้นมีปริมาณความยาวท่อจ่ายน้ำเป็นจำนวนมาก ทำให้การดำเนินการเปลี่ยนท่อจ่ายน้ำนั้นเป็นไปได้ยาก จึงจำเป็นต้องมีการจัดลำดับความสำคัญในการดำเนินการเปลี่ยนเส้นท่อจ่ายน้ำ งานวิจัยนี้จะศึกษาเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาคัดเลือกเส้นท่อในการปรับปรุงระบบท่อจ่ายน้ำของการ กปน. และทำการปรับปรุงเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาคัดเลือกเส้นท่อ เพื่อปรับปรุงเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกเส้นท่อจ่ายน้ำให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อศึกษาเกณฑ์ในการคัดเลือกและจัดลำดับความสำคัญเส้นท่อในการปรับปรุงระบบท่อจ่ายน้ำในพื้นที่นครหลวง

3. ขอบเขตของการศึกษา

ศึกษากระบวนการคัดเลือกเส้นท่อเพื่อปรับปรุงระบบท่อจ่ายน้ำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ตั้งแต่ 50 – 400 มม. ในพื้นที่รับผิดชอบของการประปานครหลวง ซึ่งครอบคลุม 3 จังหวัด ได้แก่ กรุงเทพมหานคร นนทบุรี และสมุทรปราการ

4. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 ระบบท่อจ่ายน้ำ

น้ำประปาที่ผ่านกระบวนการผลิตน้ำจะต้องผ่านขั้นตอนการฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีน (Post-Chlorination) และจะถูกกักเก็บไว้ในถังเก็บน้ำใสก่อนที่จะสูบส่งผ่านสถานีสูบส่งน้ำเข้าสู่อุโมงค์ส่งน้ำ หรือท่อส่งน้ำขนาดใหญ่ ไปยังถังเก็บน้ำใสประจำสถานีสูบจ่ายน้ำต่าง ๆ ที่อยู่ในพื้นที่ไกลจากโรงงานผลิตน้ำ ระบบการสูบจ่ายน้ำประปาจากสถานีสูบจ่ายน้ำเริ่มจากเครื่องสูบน้ำสูบจ่ายน้ำประปาผ่านท่อประธานสู่ระบบท่อจ่ายน้ำไปยังผู้ใช้น้ำด้วยแรงดันเริ่มต้น (Pressure Head) เพื่อให้น้ำประปาสามารถไหลไปตามระบบท่อจ่ายน้ำที่เป็นโครงข่ายกระจายอยู่ในพื้นที่บริการ ความดันเริ่มต้นได้มาจากเครื่องสูบน้ำหรือแรงโน้มถ่วงโลก หรือทั้งสองอย่างประกอบกัน [1]

4.2 การคัดเลือกเส้นท่อในการปรับปรุงท่อจ่ายน้ำ

การประปานครหลวงมีการใช้ระบบ Asset Management ในการคัดเลือกเส้นท่อจ่ายน้ำที่จะทำการปรับปรุง ซึ่งระบบ Asset Management เป็นระบบสารสนเทศที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อทำการสนับสนุนงานคัดเลือกเส้นท่อจ่ายน้ำที่เสื่อมสภาพ หมดอายุการใช้งานเพื่อนำมาดำเนินการเปลี่ยนทดแทน โดยอาศัยข้อมูลจากระบบ GIS ประกอบด้วย ชนิดท่อ อายุการใช้งานท่อ และสถิติการแตกรั่ว โดยมีการกำหนดเกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อประมวลผลก่อนจะทำการแสดงผล ซึ่งเกณฑ์การคัดเลือกเส้นท่อนั้นจะมีการทบทวนเป็นประจำทุกปี ซึ่งในปัจจุบันปีงบประมาณ 2565 มีการกำหนดเกณฑ์ทั้งสิ้น 6 เกณฑ์ ได้แก่ 1) ปริมาณน้ำสูญเสียในพื้นที่เฝ้าระวัง (DMA) ต่อความยาวท่อ 2) อัตราน้ำสูญเสียในพื้นที่เฝ้าระวัง (DMA) 3) อัตราการไหลต่ำสุดในช่วงกลางคืน (MNF) 4) จำนวนจุดแตกรั่วท่อจ่ายต่อความยาวท่อ 5) จำนวนจุดแตกรั่วท่อบริการต่อจำนวนผู้ใช้น้ำ และ 6) ชนิดท่อ – อายุการใช้งาน ซึ่งถ้ามีคะแนนรวมมากกว่า 65 คะแนนสมควรดำเนินการเปลี่ยนท่อ [2] เมื่อได้เส้นท่อที่ผ่านเกณฑ์การเปลี่ยนท่อแล้วจากนั้นหน่วยงานที่รับผิดชอบจะทำการคัดเลือกเส้นท่อเพื่อนำไปปรับปรุง แล้วจึงทำการขออนุญาตจากเจ้าของกรรมสิทธิ์ที่ดินเพื่อเข้าดำเนินการก่อสร้างวางท่อจ่ายน้ำ ซึ่งในปัจจุบันยังมีท่อจ่ายน้ำหลายเส้นทางที่เจ้าของกรรมสิทธิ์ที่ดินนั้นไม่อนุญาตให้เข้าดำเนินการ [3]

4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วรากร ลิขิตอนุภาค และ กองกูณฑ์ โตชัยวัฒน์ [4] ได้ศึกษาการจัดลำดับความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการก่อสร้างงานสาธารณูปโภคในโครงการหมู่บ้านจัดสรร เพื่อวิเคราะห์ปัญหาของผู้รับเหมาก่อสร้างทั้งความถี่และความรุนแรง โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้พัฒนาโครงการหมู่บ้านจัดสรร 18 โครงการในกรุงเทพและปริมณฑลด้วยแบบสอบถาม วิเคราะห์ด้วยวิธีการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ประยุกต์ (AHP) พบว่าปัญหาที่ให้ความสำคัญมาก 3 อันดับแรกคือ ความล่าช้าในงานก่อสร้าง ปัญหาขาดแคลนแรงงาน และปัญหาสภาพคล่องทางการเงินของผู้รับเหมา

อุดมทรัพย์ พานใหญ่ และ ชินพัฒน์ บัวชาติ [5] ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการพิจารณาใช้เลือกระบบก่อสร้างบ้านในโครงการบ้านจัดสรร และเปรียบเทียบความเหมาะสมในการเลือกใช้ระบบก่อสร้างแต่ละรูปแบบของโครงการบ้านจัดสรร โดยใช้แบบสอบถามในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญงานก่อสร้างโครงการบ้านจัดสรร จากบริษัทกาญจน์กนกพร็อพเพอร์ตี้ จำกัด ในเขตเทศบาลจังหวัดเชียงใหม่ และใช้กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (AHP) สำหรับการวิเคราะห์และจัดลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัย โดยการศึกษาพบว่า ปัจจัยด้านต้นทุน เป็นปัจจัยที่มีอิทธิผลต่อการเลือกระบบก่อสร้างบ้านในโครงการบ้านจัดสรรมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบระบบก่อสร้างบ้านแต่ละแบบ พบว่าระบบก่อสร้างบ้านแบบผนังคอนกรีตเสริมเหล็กรับน้ำหนักที่ทำการตั้งแบบและหล่อผนังคอนกรีตเสริมเหล็กที่หน้างานจริงเป็นระบบก่อสร้างที่เหมาะสมมากที่สุดที่จะใช้ในโครงการบ้านจัดสรร

ฆนิศา รุ่งแจ้ง และ กลวัชร หย่ำวิไล [6] ได้ศึกษาการวิเคราะห์ปัจจัยความยั่งยืนในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านแหล่งน้ำในประเทศไทย โดยมุ่งเน้นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยความยั่งยืนที่มีต่อการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านแหล่งน้ำในประเทศไทย โดยใช้การวิเคราะห์การตัดสินใจแบบพหุหลักเกณฑ์ ด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) การศึกษาทำการวิเคราะห์ ข้อมูลที่ได้จากการสอบถามผู้มีส่วนเกี่ยวข้องจำนวน 24 ตัวอย่าง พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อความยั่งยืน ประกอบด้วย 7 ปัจจัย และมีปัจจัย 3 ลำดับแรกคือ 1) การตระหนักถึงสิทธิส่วนรวม 2) การประเมินทางเลือกที่ครอบคลุม 3) การยอมรับจากสาธารณะ ตามลำดับ

5. ระเบียบวิธีวิจัย

5.1 วิธีการศึกษาวิจัย

1) รวบรวมเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำสูญเสีย มาตรฐานและหลักเกณฑ์ต่าง ๆ

2) นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาและการสัมภาษณ์มาออกแบบแบบสอบถาม ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านทำการตอบแบบสอบถาม โดยใช้กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (AHP) ซึ่งเป็นหนึ่งในวิธีการจัดลำดับความสำคัญของทางเลือกโดยการเปรียบเทียบรายคู่ และพิจารณาจากหลายปัจจัย การนำกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (AHP) มาใช้ในการวิเคราะห์เนื่องจากลักษณะงานนั้นเป็นงานที่ค่อนข้างเฉพาะเจาะจง จึงทำให้มีผู้เชี่ยวชาญในงานด้านนี้จำนวนจำกัด [7]

3) นำข้อมูลการตอบแบบสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ โดยใช้กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (AHP) ในการหาค่าคะแนนและน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ที่ส่งผลต่อการพิจารณาคัดเลือกเส้นทางวางท่อจ่ายน้ำที่ทำการปรับปรุง

4) นำเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกเส้นทางวางท่อจ่ายน้ำที่ผ่านการพัฒนาโดยการใช้กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (AHP) มาเปรียบเทียบกับเส้นท่อจ่ายน้ำที่มีคะแนนผ่านเกณฑ์การคัดเลือกของ กปน. จำนวน 12 เส้นทาง ซึ่งมีทั้งเส้นทางที่ได้รับการคัดเลือกและไม่ได้รับคัดเลือกเพื่อนำมาปรับปรุงระบบท่อ จากนั้นทำการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการเปรียบเทียบ

5.2 วิธีการเก็บข้อมูล

จัดทำแบบสอบถามโดยให้ผู้ตอบแบบสอบสอบถามจำนวน 3 ท่าน ทำการประเมินความสำคัญของปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาคัดเลือกเส้นท่อเพื่อปรับปรุงระบบท่อจ่ายน้ำ โดยการใช้การเปรียบเทียบความสำคัญของเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาคัดเลือกเส้นท่อเป็นรายคู่ (Pair-Wise Comparison)

5.2.1 ผู้ตอบแบบสอบถาม

ผู้ตอบแบบสอบถามได้แก่ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ซึ่งมีประสบการณ์การทำงานที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำสูญเสียมากกว่า 10 ปี คือมีประสบการณ์ทำงานในสังกัดฝ่ายบริหารจัดการน้ำสูญเสีย หรือกองบำรุงรักษา ซึ่งประกอบด้วย 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนสำรวจและออกแบบ ส่วนก่อสร้าง ส่วนปฏิบัติการลดน้ำสูญเสีย และส่วนซ่อมบำรุงระบบท่อและโยธา

5.2.2 การจัดทำแบบสอบถาม

จัดทำแบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญ โดยแบ่งแบบสอบถามเป็น 3 ส่วน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ข้อมูลความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ เรื่องการประเมินความสำคัญของปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณาคัดเลือกเส้นท่อเพื่อปรับปรุงระบบท่อจ่ายน้ำ โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ เป็นรายคู่

ส่วนที่ 3 ข้อมูลความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ เรื่องการประเมินความสำคัญของโอกาสในการที่จะได้รับอนุญาตเพื่อปรับปรุงระบบท่อจ่ายน้ำ โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบความสำคัญของอุปสรรคต่าง ๆ เป็นรายคู่

5.3 กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytical Hierarchical Process : AHP) [6-8]

1) เปรียบเทียบความสำคัญของเกณฑ์ในการตัดสินใจ ใช้การเปรียบเทียบเป็นรายคู่ (Pair - Wise Comparison) เพื่อกำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญระหว่างเกณฑ์เป็นคู่ ๆ

2) คำนวณหาค่าน้ำหนักเกณฑ์เมื่อได้ค่าน้ำหนักที่ผู้เชี่ยวชาญวินิจฉัยแล้ว

3) ตรวจสอบความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Ratio : C.R.) ทำการคำนวณหาค่าความสอดคล้องกันของเหตุผล (C.R.) โดยที่ค่าความสอดคล้องกันของเหตุผล (C.R.) จะต้องมีค่าไม่เกิน 0.10 ถึงจะถือว่ายอมรับได้ แต่ถ้ามีค่ามากกว่า 0.10 จะถือว่ายอมรับไม่ได้ จำเป็นต้องทำการทบทวนการให้ค่าน้ำหนักของเกณฑ์ใหม่ จนกว่าจะได้ค่าไม่เกิน 0.1

4) คำนวณน้ำหนักของเกณฑ์การตัดสินใจ โดยการนำคะแนนของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านมาเฉลี่ยด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric Mean) เพื่อหาค่าน้ำหนักของเกณฑ์การตัดสินใจ

5.4 ปัจจัยการพิจารณาคัดเลือกเส้นท่อปรับปรุงท่อจ่ายน้ำที่พัฒนาขึ้น

การปรับปรุงท่อจ่ายน้ำในปัจจุบันพิจารณาเพียงความเสื่อมของระบบท่อประปา ดังนั้นจึงได้พิจารณาถึงปัจจัยด้านต่าง ๆ ที่ควรใช้ในการพิจารณาคัดเลือกเส้นท่อเพิ่มเติม ได้แก่ ปัจจัยด้านผลกระทบเมื่อท่อแตกรั่ว และปัจจัยด้านโอกาสที่จะได้รับอนุญาตเข้าดำเนินการก่อสร้างวางท่อ เนื่องมาจาก

1) ปัจจัยด้านผลกระทบเมื่อท่อจ่ายน้ำแตกรั่ว โดยระดับผลกระทบเมื่อท่อแตกรั่วนั้นจะแบ่งตามลักษณะพื้นที่การวางท่อจ่ายน้ำ ได้แก่ วางท่อจ่ายน้ำใต้ผิวจราจร วางท่อจ่ายน้ำใต้ทางเท้า วางท่อจ่ายน้ำใต้ไหล่ทาง หรือวางท่อจ่ายน้ำบนโครงสร้าง ซึ่งจากลักษณะพื้นที่การวางท่อจ่ายน้ำนั้นไม่เพียงส่งผลต่อความเสียหายเมื่อท่อแตกรั่ว และระดับความยากในการค้นหาจุดแตกรั่วของท่อจ่ายน้ำแล้ว ยังส่งผลต่อระดับความยากในการซ่อมบำรุงเมื่อท่อจ่ายน้ำแตกรั่วอีกด้วย ดังนั้นปัจจัยด้านผลกระทบเมื่อท่อจ่ายน้ำแตกรั่วจึงสมควรที่จะถูกนำมาพิจารณาเพิ่มเติมในการพิจารณาคัดเลือกเส้นท่อจ่ายน้ำที่จะทำการปรับปรุง

2) ปัจจัยด้านโอกาสที่จะได้รับอนุญาตเข้าดำเนินการก่อสร้างวางท่อ โอกาสที่จะได้รับอนุญาตก่อสร้างวางท่อจากเจ้าของกรรมสิทธิ์ที่ดินนั้น ๆ มีโอกาสที่จะได้รับอนุญาตไม่เท่ากัน ซึ่งสามารถแบ่งตามลักษณะพื้นที่ที่จะทำการวางท่อจ่ายน้ำ ได้แก่ วางท่อจ่ายน้ำใต้ผิวจราจร วางท่อจ่ายน้ำใต้ทางเท้า วางท่อจ่ายน้ำใต้ไหล่ทาง และวางท่อจ่ายน้ำบนโครงสร้าง ลักษณะพื้นที่ที่จะทำการวางท่อจ่ายน้ำแต่ละลักษณะนั้นมีอุปสรรคที่แตกต่างกัน เช่น การวางท่อจ่ายน้ำใต้ผิวจราจรจำเป็นต้องมีการปิดการจราจรจึงจะสามารถดำเนินการวางท่อจ่ายน้ำได้ จึงส่งผลกระทบต่อผู้สัญจรในบริเวณที่ดำเนินการวางท่อจ่ายน้ำ หรือเจ้าของกรรมสิทธิ์ที่ดินเพิ่งมีการปรับปรุงพื้นที่ทำให้ยังอยู่ในระยะประกันผลงาน เป็นต้น ซึ่งอุปสรรคต่าง ๆ จะส่งผลต่อโอกาสที่จะได้รับอนุญาตให้เข้าดำเนินการก่อสร้างวางท่อที่แตกต่างกัน จากการพิจารณาคัดเลือกเส้นท่อจ่ายน้ำที่จะทำการปรับปรุงในปัจจุบัน เมื่อได้เส้นท่อที่ผ่านเกณฑ์การประเมินความเสื่อมท่อแล้วจะคัดเลือกเส้นท่อที่มีโอกาสสูงที่จะได้รับอนุญาตให้เข้าดำเนินการมาทำสัญญาจัดจ้าง เพื่อดำเนินการก่อสร้างวางท่อต่อไป

6. ผลการศึกษา

6.1 การพัฒนากระบวนการคัดเลือกเส้นท่อจ่ายน้ำ

แนวทางในการพิจารณาคัดเลือกเส้นท่อจ่ายน้ำ โดยพัฒนากระบวนการคัดเลือกเส้นท่อจ่ายน้ำที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน โดยการพิจารณาจะแบ่งการพิจารณาเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 พิจารณาในเรื่องของความเสื่อมของระบบท่อประปา

ส่วนที่ 2 พิจารณาในเรื่องโอกาสที่จะได้รับอนุญาตเข้าดำเนินการปรับปรุงเส้นท่อจ่ายน้ำ

6.1.1 ส่วนที่ 1 ความเสื่อมของระบบท่อประปา

กำหนดปัจจัยหลักที่ใช้ในการพิจารณาคัดเลือกเส้นท่อเพื่อปรับปรุงระบบท่อจ่ายน้ำทั้งสิ้น 7 ปัจจัย ได้แก่ 1) ปริมาณน้ำสูญเสีย DMA ต่อความยาวท่อ 2) อัตราน้ำสูญเสีย DMA 3) อัตราการไหลต่ำสุดในช่วงกลางคืน (Minimum Night Flow) 4) จำนวนจุดแตกรั่วท่อจ่ายต่อความยาวท่อ 5) จำนวนจุดแตกรั่วท่อบริการต่อจำนวนผู้ใช้น้ำ 6) ชนิดท่อ – อายุการใช้งาน และ 7) ผลกระทบต่อความเสื่อมท่อตามลักษณะพื้นที่แนวท่อ จากปัจจัยที่ 1-6 ได้มีการใช้ปัจจัยย่อยตามเกณฑ์ของ กปน. และปัจจัยผลกระทบต่อความเสื่อมท่อตามลักษณะพื้นที่แนวท่อได้มีการกำหนดปัจจัยย่อย โดยแบ่งตามลักษณะการวางท่อจ่ายน้ำของ กปน. ออกเป็น 4 ลักษณะ ได้แก่ 1) วางท่อจ่ายน้ำใต้ผิวจราจร 2) วางท่อจ่ายน้ำใต้ทางเท้า 3) วางท่อจ่ายน้ำใต้ไหล่ทาง และ 4) วางท่อจ่ายน้ำบนโครงสร้าง จากนั้นได้นำปัจจัยทั้งหมดมาจัดทำแบบสอบถามแก่ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อทำการประเมินความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ ที่ใช้ในการพิจารณาคัดเลือกเส้นท่อเพื่อปรับปรุงระบบท่อจ่ายน้ำ ผ่านกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น เพื่อเปรียบเทียบความสำคัญแต่ละปัจจัยซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดปัจจัยหลัก ปัจจัยย่อย น้ำหนักและคะแนนจากส่วนที่ 1 ผ่านกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (AHP)

ลำดับ	ปัจจัย	คะแนน	น้ำหนัก
1	ปริมาณน้ำสูญเสีย DMA ต่อความยาวท่อ		
	< 500	1.1	2.7
	500 - 1500	2.0	
	1500 - 2500	5.4	
	> 2500	10	
2	อัตราน้ำสูญเสีย DMA		
	< 20%	1.3	0.8
	20 - 30 %	2.3	
	30 - 40 %	5.9	
	> 40 %	10	
3	อัตราการไหลต่ำสุดในช่วงกลางคืน (MNF)		
	< 5	1.1	2.2
	5 - 10	1.8	
	10 - 15	5.3	
	> 15	10	

ตารางที่ 1 รายละเอียดปัจจัยหลัก ปัจจัยย่อย น้ำหนักและคะแนนจากส่วนที่ 1 ผ่านกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (AHP) (ต่อ)

ลำดับ	ปัจจัย	คะแนน	น้ำหนัก
4	จำนวนจุดแตกรั่วท่อจ่ายต่อความยาวท่อ		
	< 0.1	1.5	1.4
	0.1 - 0.3	2.0	
	0.3 - 0.5	4.9	
	> 0.5	10	
5	จำนวนจุดแตกรั่วท่อบริการต่อจำนวนผู้ใช้น้ำ		
	0 - 0.05	2.4	0.4
	> 0.05 - 0.07	3.7	
	> 0.07 - 0.10	5.5	
	> 0.10	10	
6	ชนิดท่อ – อายุการใช้งาน		
	0 - 20% ของอายุการใช้งาน	0.9	1.9
	> 20 - 40% ของอายุการใช้งาน	1.0	
	> 40 - 60% ของอายุการใช้งาน	1.5	
	> 60 - 80% ของอายุการใช้งาน	3.1	
	> 80 - 100% ของอายุการใช้งาน	5.6	
	> 100% ของอายุการใช้งาน	10	
7	ผลกระทบเมื่อท่อเกิดความเสียหาย		
	วางท่อจ่ายน้ำใต้ผิวจราจร	10	0.6
	วางท่อจ่ายน้ำใต้ทางเท้า	3.9	
	วางท่อจ่ายน้ำใต้ไหล่ทาง	1.3	
	วางท่อจ่ายน้ำในคูน้ำ	1.4	

6.1.2 ส่วนที่ 2 โอกาสที่จะได้รับอนุญาตเข้าดำเนินการปรับปรุงเส้นท่อจ่ายน้ำ

กำหนดปัจจัยเรื่องโอกาสในการจะได้รับอนุญาตจากเจ้าของกรรมสิทธิ์ที่ดินในการเข้าดำเนินการก่อสร้างวางท่อจ่ายน้ำ โดยแบ่งปัจจัยออกตามลักษณะการวางท่อจ่ายน้ำของ กปน. ซึ่งในการวางท่อจ่ายน้ำแต่ละลักษณะพื้นที่การวางท่อจ่ายน้ำนั้น มีการพบอุปสรรคต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อโอกาสในการได้รับอนุญาตแตกต่างกัน โดยนำปัจจัยทั้งหมดมาจัดทำแบบสอบถามแก่ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อทำการประเมินความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ ที่ใช้ในการพิจารณาคัดเลือกเส้นท่อเพื่อปรับปรุงระบบท่อจ่ายน้ำผ่านกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (AHP) เพื่อเปรียบเทียบความสำคัญแต่ละปัจจัยซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 รายละเอียดปัจจัยหลัก ปัจจัยย่อย น้ำหนักและคะแนนจากส่วนที่ 2 ผ่านกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (AHP)

โอกาสในการที่จะได้ดำเนินการวางท่อจ่ายน้ำเมื่อมีอุปสรรคต่าง ๆ	คะแนน	น้ำหนัก
วางท่อจ่ายน้ำใต้ผิวจราจร		
อุปสรรคในการก่อสร้างวางท่อจ่ายน้ำ : กีดขวางการจราจร		0.5
ปิดการจราจร 76 -100%	10	
ปิดการจราจร 51 - 75%	4.57	
ปิดการจราจร 26 - 50%	1.93	
มีการปิดการจราจรแต่ไม่เกิน 25%	0.88	
นโยบายของหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบพื้นที่ เช่น ห้ามขุดถนน เป็นต้น	10	4.2
ผู้ใช้ประโยชน์ในพื้นที่ไม่ยินยอมให้ดำเนินการ เช่น มวลชน พ่อค้าแม่ค้า วินมอเตอร์ไซด์ เป็นต้น	10	1.2
เจ้าของกรรมสิทธิ์ที่ดินเพิ่งมีการปรับปรุงพื้นที่ ซึ่งยังอยู่ในระยะประกันผลงาน	10	4.1

ตารางที่ 2 รายละเอียดปัจจัยหลัก ปัจจัยย่อย น้ำหนักและคะแนนจากส่วนที่ 2 ผ่านกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (AHP) (ต่อ)

โอกาสในการที่จะได้ดำเนินการวางท่อจ่ายน้ำเมื่อมีอุปสรรคต่าง ๆ	คะแนน	น้ำหนัก
วางท่อจ่ายน้ำใต้ทางเท้า		10
เจ้าของกรรมสิทธิ์ที่ดินเพิ่งมีการปรับปรุงพื้นที่ ซึ่งยังอยู่ในระยะประกันผลงาน	8.5	
ผู้ใช้ประโยชน์ในพื้นที่ไม่ยินยอมให้ดำเนินการ เช่น มวลชน พ่อค้าแม่ค้า วินมอเตอร์ไซด์ เป็นต้น	1.5	
วางท่อจ่ายน้ำใต้ไหล่ทาง		10
เจ้าของกรรมสิทธิ์ที่ดินเพิ่งมีการปรับปรุงพื้นที่ ซึ่งยังอยู่ในระยะประกันผลงาน	8.5	
ผู้ใช้ประโยชน์ในพื้นที่ไม่ยินยอมให้ดำเนินการ เช่น มวลชน พ่อค้าแม่ค้า วินมอเตอร์ไซด์ เป็นต้น	1.5	
วางท่อจ่ายน้ำบนโครงสร้าง		10
อุปสรรคกีดขวางทางน้ำในคลอง	8.6	
อุปสรรคกีดขวางทางน้ำในคูน้ำ	1.4	

จากนั้นนำน้ำหนักและคะแนนจากทั้งปัจจัยหลักและปัจจัยย่อยมาจัดทำแบบฟอร์มการพิจารณาคัดเลือกเส้นท่อจ่ายน้ำ โดยนำผลประเมินความเสื่อมของระบบท่อประปา (ส่วนที่ 1) มาคูณกับโอกาสที่จะได้รับอนุญาตเข้าดำเนินการปรับปรุงเส้นท่อจ่ายน้ำ (ส่วนที่ 2)

6.2 การนำกระบวนการที่ผ่านการพัฒนาแล้วไปทดลองใช้งาน

นำแบบประเมินการพิจารณาคัดเลือกเส้นท่อจ่ายน้ำที่พัฒนาขึ้นมาทดสอบ โดยได้คัดเลือกเส้นทางจำนวน 12 เส้นทาง เพื่อทำการประเมินเส้นทางที่ควรทำการปรับปรุงท่อจ่ายน้ำ เมื่อทำการประเมินทั้ง 12 เส้นทางแล้วได้จัดเรียงลำดับความสำคัญของการปรับปรุงท่อจ่ายน้ำจากมากสุดไปน้อยสุดได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เส้นทางที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกของ กปน.

ลำดับ	เส้นทาง	ผลการประเมินความเสื่อม	ผลการคัดเลือกเส้นท่อโดย กปน.
1	ซ.สุขสวัสดิ์ 66 แยก 5	86.5	✓
2	ซ.สุขสวัสดิ์ 37/7	93	✓
3	ซ.สุขสวัสดิ์ 40 แยก 2-2	72	✓
4	ซ.สุขสวัสดิ์ 70 แยก 14	79.5	✓
5	ซ.รามคำแหง 7	83.5	✓
6	ซ.ปรีดีพนมยงค์ 48	72.8	✓
7	ซ.ประชาอุทิศ 17 แยก 2-1	61	✓
8	ซ.ประชาอุทิศ 15 แยก หจก. ยงสง่า	62	✓
9	ถ.สุขุมวิท ซอย สุขุมวิท 42 ถึงเอกมัย	76	✗
10	ถ.สุขุมวิท วัดธาตุทองถึงรพ.สุขุมวิท	70	✗
11	ถ.สุขุมวิท ซอยยานัตถุ์ถึงยูเนสโก้	69	✗
12	ริมคลองบางประแก้ว	85	✗

เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างคะแนนจากแบบประเมินการพิจารณาคัดเลือกเส้นท่อจ่ายน้ำและคะแนนจากเกณฑ์การคัดเลือกเส้นท่อจ่ายน้ำของ กปน. ทั้ง 12 เส้นทาง ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบคะแนนจากแบบประเมินที่พัฒนา และการประเมินความเสื่อมท่อของ กปน.

ปัจจัย	น้ำหนัก	เส้นทาง											
		1[1]	2[1]	3[1]	4[1]	5[1]	6[1]	7[1]	8[1]	9	10	11	12
ความเสื่อมของระบบท่อประปา													
1. ปริมาณน้ำสูญเสีย DMA ต่อความยาวท่อ	2.7	27	14.6	27	27	27	27	27	27	27	27	14.6	27
2. อัตราน้ำสูญเสีย DMA	0.8	4.7	1.8	8	4.7	8	4.7	8	8	4.7	8	1.8	8
3. อัตราการไหลต่ำสุดในช่วงกลางคืน (MNF)	2.2	22	22	4	22	11.7	4	4	4	4	4	2.4	4
4. จำนวนจุดแตกรั่วท่อจ่ายต่อความยาวท่อ	1.4	6.9	14	14	6.9	2.8	2.1	6.9	2.1	14	2.8	6.9	14
5. จำนวนจุดแตกรั่วท่อบริการต่อจำนวนผู้ใช้น้ำ	0.4	1.5	2.2	1	1.5	4	4	1.5	1	4	4	4	4
6. ชนิดท่อ – อายุการใช้งาน	1.9	19	19	19	10.7	19	19	10.7	19	19	19	19	19
7. ผลกระทบต่อความเสื่อมท่อตามลักษณะพื้นที่แนวท่อ	0.6	6	6	6	6	6	6	6	2.3	6	6	6	0.8
โอกาสที่จะได้รับอนุญาตเข้าดำเนินการวางท่อจ่ายน้ำตามลักษณะพื้นที่													
1. วางท่อจ่ายน้ำใต้ผิวจราจร	10	99	99	99.6	99	99	99	99.6		58	58	58	
2. วางท่อจ่ายน้ำใต้ทางเท้า	10								85				
3. วางท่อจ่ายน้ำใต้ไหล่ทาง	10												
4. วางท่อจ่ายน้ำบนโครงสร้าง	10												14
คะแนนรวมความเสื่อมท่อ (ปัจจัยที่ 1 – 7)		87.1	79.6	78.9	78.7	78.5	66.8	63.9	63.4	78.7	70.8	54.7	76.8
คะแนนการประเมินของ กปน.[2]		86.5[1]	93[1]	72[1]	79.5[1]	83.5[1]	72.8[1]	61[1]	62[1]	76	70	69	85
รวมคะแนนโอกาสที่จะได้รับอนุญาต		99	99	99.6	99	99	99	99.6	85	58	58	58	14
คะแนนรวมการประเมินที่พัฒนาขึ้น		86.2	78.9	78.6	77.9	77.7	66.1	63.7	53.9	45.7	41.1	31.7	10.8

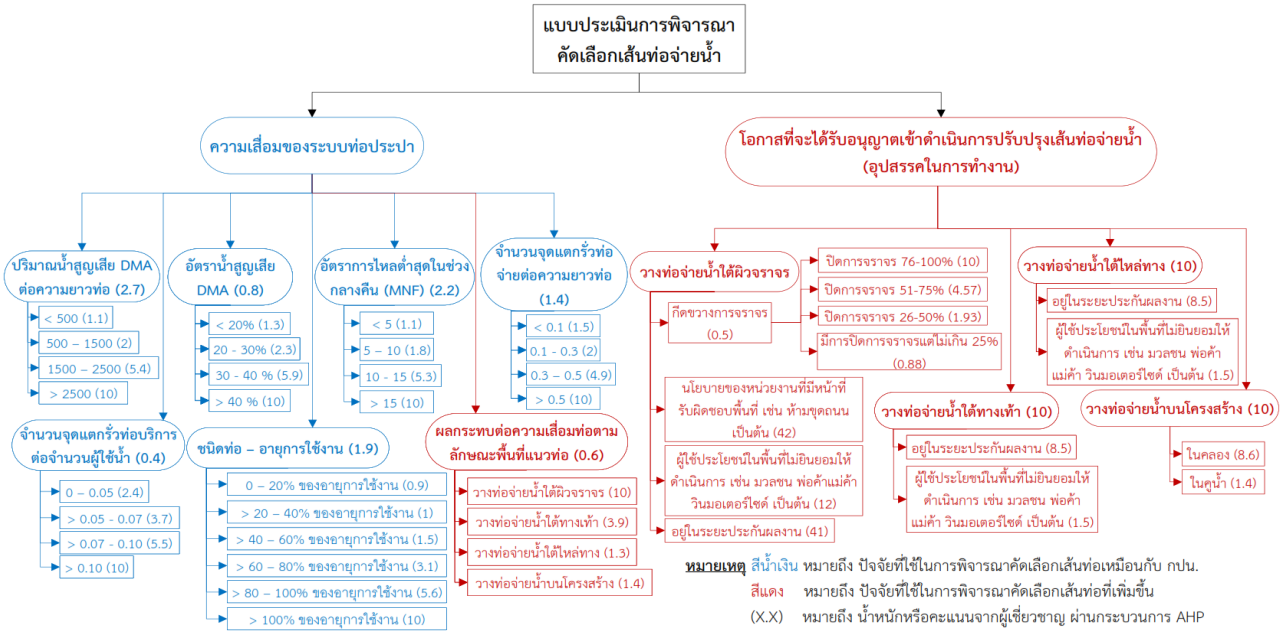
หมายเหตุ [1] เส้นทางที่ได้รับคัดเลือกนำไปปรับปรุงระบบท่อจ่ายน้ำ
[2] การพิจารณาเกณฑ์ของ กปน. เฉพาะปัจจัยที่ 1-6 และมีการให้น้ำหนักที่แตกต่างกัน

จากตารางที่ 4 พบว่า คะแนนการประเมินความเสื่อมของระบบท่อนั้นมีแนวโน้มของคะแนนไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งคะแนนการประเมินความเสื่อมของระบบท่อที่ทำการปรับปรุงใหม่มีการเพิ่มปัจจัยเรื่องผลกระทบเมื่อท่อเกิดความเสียหาย และใช้กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (AHP) โดยผ่านการกำหนดน้ำหนักของปัจจัยต่าง ๆ และกำหนดคะแนนของปัจจัยย่อยแต่ละปัจจัยจากผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งส่งผลให้คะแนนและน้ำหนักของปัจจัยต่าง ๆ มีความละเอียดเพิ่มมากขึ้น และเมื่อนำคะแนนการประเมินความเสื่อมของระบบท่อที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ (ส่วนที่ 1) มาคูณกับโอกาสที่จะได้รับอนุญาตเข้าดำเนินการปรับปรุงเส้นท่อจ่ายน้ำ (ส่วนที่ 2) เพื่อหาคะแนนรวมการประเมินที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ ในเส้นทางที่ 9 - 12 เส้นทางที่ไม่ถูกคัดเลือกนำไปปรับปรุงนั้นมีคะแนนรวมน้อยกว่าร้อยละ 50 แต่ในทางกลับกันเส้นทางที่ 1 - 8 เส้นทางที่ได้รับการคัดเลือกนำไปปรับปรุงจริงนั้นมีคะแนนรวมมากกว่าร้อยละ 50

7. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

7.1 สรุปผล

จากการศึกษาการพิจารณาคัดเลือกเส้นท่อจ่ายน้ำที่ใช้อยู่ในปัจจุบันของ กปน. และสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ ได้พัฒนาการพิจารณาคัดเลือกเส้นท่อจ่ายน้ำของ กปน. ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน โดยการเพิ่มปัจจัยผลกระทบต่อความเสื่อมท่อตามลักษณะพื้นที่แนวท่อ และปัจจัยโอกาสที่จะได้รับอนุญาตเข้าดำเนินการปรับปรุงเส้นท่อจ่ายน้ำ ผ่านการตอบแบบสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อกำหนดน้ำหนักและคะแนนของแต่ละปัจจัยด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytical Hierarchical Process : AHP) เพื่อออกแบบแบบฟอร์มการประเมินการพิจารณาคัดเลือกเส้นท่อจ่ายน้ำ จากนั้นได้นำแบบฟอร์มที่พัฒนาขึ้นมาทำการทดสอบเปรียบเทียบกับเส้นท่อจ่ายน้ำของ กปน. ที่คะแนนผ่านเกณฑ์ต้องทำการปรับปรุงท่อจ่ายน้ำ ซึ่งทั้งได้รับการคัดเลือกและไม่ได้รับการคัดเลือกนำไปปรับปรุงระบบท่อจ่ายน้ำเพื่อพิจารณาถึงคะแนนจากการทำแบบประเมิน ซึ่งสามารถสรุปได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 รายละเอียดปัจจัยหลัก ปัจจัยย่อย น้ำหนัก และคะแนนจากแบบประเมินการคัดเลือกเส้นท่อจ่ายน้ำที่พัฒนา

เกณฑ์การประเมินที่พัฒนาขึ้นได้มีการนำปัจจัยผลกระทบต่อความเสื่อมท่อ และปัจจัยโอกาสที่จะได้รับอนุญาตเข้าดำเนินการก่อสร้างมาพิจารณาเพิ่มขึ้น ทำให้แบบฟอร์มการประเมินการพิจารณาคัดเลือกเส้นท่อจ่ายน้ำที่พัฒนาขึ้นนั้นสามารถลดขั้นตอนการทำงานที่จากเดิมจะทำการประเมินพิจารณาเฉพาะความเสื่อมของระบบท่อก่อนแล้วจึงคัดเลือกเส้นทางที่มีโอกาสได้รับอนุญาตมาดำเนินการปรับปรุงระบบท่อจ่ายน้ำ แต่แบบฟอร์มที่พัฒนาขึ้นนั้นได้รวมทั้งการพิจารณาความเสื่อมของระบบท่อ ผลกระทบต่อความเสื่อมท่อ และโอกาสที่จะได้รับอนุญาตเข้าดำเนินการปรับปรุงเส้นท่อจ่ายน้ำมาพิจารณาร่วมกันในขั้นตอนเดียว ซึ่งปัจจัยเรื่องโอกาสที่จะได้รับอนุญาตเข้าดำเนินการนั้นจะพิจารณาถึงอุปสรรคต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อโอกาสในการที่จะได้รับอนุญาตเข้าดำเนินการโดยแบ่งตามลักษณะการวางท่อจ่ายน้ำของ กปน.

การคัดเลือกเส้นท่อจ่ายน้ำเพื่อทำการปรับปรุง โดยปัจจัยผลกระทบต่อความเสื่อมท่อ และปัจจัยโอกาสที่จะได้รับอนุญาตเข้าดำเนินการก่อสร้างจะแบ่งตามลักษณะการวางท่อออกเป็น 4 ลักษณะ ได้แก่ 1) วางท่อจ่ายน้ำใต้ผิวจราจร 2) วางท่อจ่ายน้ำใต้ทางเท้า 3) วางท่อจ่ายน้ำใต้ไหล่ทาง และ 4) วางท่อจ่ายน้ำบนโครงสร้าง จากการนำแบบฟอร์มไปทดสอบกับเส้นทางที่ผ่านเกณฑ์ของ กปน. พบว่า ผลการประเมินมีความสอดคล้องกับแนวทางการคัดเลือกเส้นท่อที่ กปน. เลือกนำไปปรังปรุงจริง

7.2 ข้อเสนอแนะ

1) การกำหนดเกณฑ์การประเมินการพิจารณาคัดเลือกเส้นท่อจ่ายน้ำที่ควรปรับปรุง จากงานวิจัยนี้ได้ทำการกำหนดคะแนนไว้ที่ร้อยละ 50 เป็นคะแนนที่ได้จากการทดสอบเส้นทางของ กปน. ซึ่งจะได้ผลที่สอดคล้องกับการคัดเลือกเส้นท่อที่นำไปปรับปรุงจริง

2) การกำหนดปัจจัยย่อยเรื่องอุปสรรคต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อโอกาสที่จะได้รับอนุญาตเข้าดำเนินการปรับปรุงเส้นท่อจ่ายน้ำ ควรมีการเก็บข้อมูลถึงอุปสรรคต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้น อาทิ เจ้าของกรรมสิทธิ์ที่ดินมีแผนจะปรับปรุงพื้นที่ในอนาคตอันใกล้ เช่น มีแผนจะก่อสร้างรถไฟฟ้า มีแผนจะขยายถนน หรือมีแผนจะปรับปรุงหรือขยายทางเท้า เป็นต้น ซึ่งจะส่งผลต่อโอกาสที่จะได้รับอนุญาตเข้าดำเนินการก่อสร้าง และควรมีการปรับปรุงเป็นประจำเพื่อให้สอดคล้องกับอุปสรรคที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน

3) การปรับปรุงแบบฟอร์มการประเมินการพิจารณาคัดเลือกเส้นท่อจ่ายน้ำ นอกจากการพิจารณาถึงผลกระทบเมื่อท่อแตกรั่ว และโอกาสที่จะได้รับอนุญาตเข้าดำเนินการปรับปรุงเส้นท่อจ่ายน้ำแล้ว ควรมีการพิจารณาถึงเรื่องความคุ้มค่าในการดำเนินการก่อสร้าง เช่น ค่างานก่อสร้างต่อความยาวท่อ ค่างานก่อสร้างต่อจำนวนผู้ใช้น้ำ หรือค่างานก่อสร้างต่อปริมาณน้ำสูญเสีย เป็นต้น เพื่อการบริหารจัดการงบประมาณให้เกิดประโยชน์สูงสุด

4) การปรับปรุงแบบฟอร์มการประเมินการพิจารณาคัดเลือกเส้นท่อจ่ายน้ำ นอกจากการนำเส้นทางผ่านเกณฑ์การประเมินของ กปน. และได้คะแนนสูงมาทำการทดสอบแล้ว ควรนำเส้นทางที่ถูกคัดเลือกนำไปปรับปรุงจริงแต่มีคะแนนรวมจากการประเมินการพิจารณาคัดเลือกเส้นท่อจ่ายน้ำที่น้อยมาทำการทดสอบเพิ่มเติม เพื่อให้การทดสอบแบบฟอร์มมีความครอบคลุมมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] การประปานครหลวง (2563). รายงานประจำปี 2563

[2] การประปานครหลวง (2564). คู่มือการใช้งานระบบ Asset Management คัดเลือกเส้นทางปรับปรุงท่อเพื่อลดน้ำสูญเสีย ปีงบประมาณ 2565

[3] การประปานครหลวง (2560). คู่มือการขออนุญาตวางท่อประปาในพื้นที่เขตกรุงเทพมหานครและเขตปริมณฑล ส่วนที่ 1 การขออนุญาตวางท่อประปา แก้ไขปรับปรุงครั้งที่ 5 มิถุนายน 2560

[4] วรากร ลิขิตอนุภาค และ กองกูณฑ์ โตชัยวัฒน์ (2553). [วารสารออนไลน์]. การจัดลำดับความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการก่อสร้างงานสาธารณูปโภคในโครงการหมู่บ้านจัดสรร การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 15

[5] อุดมทรัพย์ พานใหญ่ และ ชินพัฒน์ บัวชาติ (2561). [วารสารออนไลน์]. ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้ระบบก่อสร้างบ้านในโครงการบ้านจัดสรร กรณีศึกษา บริษัทกาญจน์กนก พร็อพเพอร์ตี้ จำกัด การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 23

[6] ฆนิศา รุ่งแจ้ง และ กลวัชร หยั่งวิไล (2564). [Online]. การวิเคราะห์ปัจจัยความยั่งยืนในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านแหล่งน้ำในประเทศไทย โดยใช้ AHP [สืบค้นวันที่ 22 สิงหาคม 2564] จาก https://bit.ly/3wreGgj

[7] สาธิต แสงโสภา (2547). “การออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการประเมินระบบแผ่นพื้น โดยใช้ AHP” อ้างถึงในสถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ (องค์การมหาชน). (2555). [Online]. กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น Analytic Hierarchy Process: AHP) [สืบค้นวันที่ 8 สิงหาคม 2564] จาก https://bit.ly/3qcGMLo

[8] ณัฐวุฒิ จ้อยเจริญ (2551). การพัฒนาเกณฑ์พิจารณาเลือกเส้นทางปรับปรุงท่อจ่ายน้ำของการประปานครหลวง

ภาคผนวก

ตารางที่ 5 คะแนนเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ จากผู้ตอบแบบสอบถาม

ปัจจัยที่เปรียบเทียบ			ผู้ตอบแบบสอบถาม (ผู้เชี่ยวชาญ)			
			ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	เฉลี่ย
1. ปริมาณน้ำสูญเสีย DMA ต่อความยาวท่อ	VS	2. อัตราน้ำสูญเสีย DMA	3	5	5	4.22
		3. MNF	1	1	3	1.44
		4. จำนวนจุดแตกรั่วท่อจ่ายต่อความยาวท่อ	3	3	3	3
		5. จำนวนจุดแตกรั่วท่อบริการต่อจำนวนผู้ใช้น้ำ	7	7	5	6.26
		6. ชนิดท่อ – อายุการใช้งาน	5	1	0.2	1
		7. ผลกระทบต่อความเสื่อมท่อตามลักษณะพื้นที่แนวท่อ	5	9	0.33	2.47
2. อัตราน้ำสูญเสีย DMA	VS	3. MNF	0.33	0.33	0.33	0.33
		4. จำนวนจุดแตกรั่วท่อจ่ายต่อความยาวท่อ	0.33	1	0.33	0.48
		5. จำนวนจุดแตกรั่วท่อบริการต่อจำนวนผู้ใช้น้ำ	1	3	5	2.47
		6. ชนิดท่อ – อายุการใช้งาน	1	0.2	0.14	0.31
		7. ผลกระทบต่อความเสื่อมท่อตามลักษณะพื้นที่แนวท่อ	3	9	0.2	1.75
3. MNF	VS	4. จำนวนจุดแตกรั่วท่อจ่ายต่อความยาวท่อ	3	3	1	2.08
		5. จำนวนจุดแตกรั่วท่อบริการต่อจำนวนผู้ใช้น้ำ	3	7	7	5.28
		6. ชนิดท่อ – อายุการใช้งาน	5	1	0.33	1.19
		7. ผลกระทบต่อความเสื่อมท่อตามลักษณะพื้นที่แนวท่อ	7	9	0.33	2.76
4. จำนวนจุดแตกรั่วท่อจ่ายต่อความยาวท่อ	VS	5. จำนวนจุดแตกรั่วท่อบริการต่อจำนวนผู้ใช้น้ำ	3	3	9	4.33
		6. ชนิดท่อ – อายุการใช้งาน	5	0.2	0.33	0.69
		7. ผลกระทบต่อความเสื่อมท่อตามลักษณะพื้นที่แนวท่อ	7	9	0.33	2.76
5. จำนวนจุดแตกรั่วท่อบริการต่อจำนวนผู้ใช้น้ำ	VS	6. ชนิดท่อ – อายุการใช้งาน	1	0.14	0.11	0.25
		7. ผลกระทบต่อความเสื่อมท่อตามลักษณะพื้นที่แนวท่อ	3	9	0.11	1.44
6. ชนิดท่อ – อายุการใช้งาน	VS	7. ผลกระทบต่อความเสื่อมท่อตามลักษณะพื้นที่แนวท่อ	0.33	9	3	2.08

ตารางที่ 6 คะแนนเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยย่อยจากผู้ตอบแบบสอบถาม

ปัจจัยย่อย			ผู้ตอบแบบสอบถาม (ผู้เชี่ยวชาญ)			
			ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	เฉลี่ย
ปริมาณน้ำสูญเสีย DMA ต่อความยาวท่อ (ลบ.ม./เดือน/กม.)						
1. < 500	VS	2. 500 – 1500	0.33	1	0.33	0.48
		3. 1500 - 2500	0.14	0.33	0.14	0.19
		4. > 2500	0.11	0.2	0.11	0.14
2. 500 – 1500	VS	3. 1500 - 2500	0.33	1	0.14	0.36
		4. > 2500	0.14	0.33	0.14	0.19
3. 1500 - 2500	VS	4. > 2500	0.33	1	0.33	0.48
อัตราน้ำสูญเสีย DMA (%)						
1. < 20%	VS	2. 20 – 30%	0.33	1	0.33	0.48
		3. 30 - 40%	0.14	0.33	0.2	0.21
		4. > 40%	0.11	0.33	0.14	0.17
2. 20 – 30%	VS	3. 30 - 40%	0.33	0.33	0.33	0.33
		4. > 40%	0.14	0.33	0.2	0.21
3. 30 - 40%	VS	4. > 40%	0.33	1	0.33	0.48
อัตราการไหลต่ำสุดในช่วงกลางคืน (MNF) (ลบ.ม./ชม./กม.)						
1. < 5	VS	2. 5 – 10	1	0.33	0.33	0.48
		3. 10 - 15	0.14	0.33	0.14	0.19
		4. > 15	0.11	0.2	0.11	0.14
2. 5 – 10	VS	3. 10 - 15	0.33	0.33	0.2	0.28
		4. > 15	0.14	0.33	0.14	0.19
3. 10 - 15	VS	4. > 15	0.2	1	0.33	0.41
จำนวนจุดแตกรั่วท่อจ่ายต่อความยาวท่อ (จุด/กม./ปี)						
1. < 0.1	VS	2. 0.1 - 0.3	1	1	0.33	0.69
		3. 0.3 – 0.5	0.2	1	0.14	0.31
		4. > 0.5	0.11	0.33	0.11	0.16
2. 0.1 - 0.3	VS	3. 0.3 – 0.5	0.33	1	0.2	0.41
		4. > 0.5	0.2	0.33	0.11	0.19
3. 0.3 – 0.5	VS	4. > 0.5	0.33	1	0.33	0.48
จำนวนจุดแตกรั่วท่อบริการต่อจำนวนผู้ใช้น้ำ (จุด/No./ปี)						
1. 0 – 0.05	VS	2. > 0.05 - 0.07	0.33	1	1	0.69
		3. > 0.07 - 0.10	0.14	1	0.33	0.36
		4. > 0.10	0.11	1	0.2	0.28
2. > 0.05 - 0.07	VS	3. > 0.07 - 0.10	0.33	1	1	0.69
		4. > 0.10	0.14	1	0.33	0.36
3. > 0.07 - 0.10	VS	4. > 0.10	0.33	1	0.33	0.48
อายุการใช้งาน (ปี)						
1. 0 – 20% ของอายุการใช้งาน	VS	2. > 20 – 40% ของอายุการใช้งาน	1	1	1	1
		3. > 40 – 60% ของอายุการใช้งาน	0.2	1	1	0.58
		4. > 60 – 80% ของอายุการใช้งาน	0.2	0.33	0.2	0.24
		5. > 80 – 100% ของอายุการใช้งาน	0.11	0.2	0.14	0.15
		6. > 100% ของอายุการใช้งาน	0.11	0.2	0.11	0.14

ตารางที่ 6 คะแนนเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยย่อยจากผู้ตอบแบบสอบถาม (ต่อ)

ปัจจัยย่อย			ผู้ตอบแบบสอบถาม (ผู้เชี่ยวชาญ)			
			ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	เฉลี่ย
อายุการใช้งาน (ปี)						
2. > 20 – 40% ของอายุการใช้งาน	VS	3. > 40 – 60% ของอายุการใช้งาน	0.33	1	1	0.69
		4. > 60 – 80% ของอายุการใช้งาน	0.2	0.33	0.2	0.24
		5. > 80 – 100% ของอายุการใช้งาน	0.14	0.2	0.14	0.16
		6. > 100% ของอายุการใช้งาน	0.11	0.2	0.11	0.14
3. > 40 – 60% ของอายุการใช้งาน	VS	4. > 60 – 80% ของอายุการใช้งาน	0.33	1	0.33	0.48
		5. > 80 – 100% ของอายุการใช้งาน	0.2	0.33	0.2	0.24
		6. > 100% ของอายุการใช้งาน	0.14	0.33	0.14	0.19
4. > 60 – 80% ของอายุการใช้งาน	VS	5. > 80 – 100% ของอายุการใช้งาน	0.33	1	0.33	0.48
		6. > 100% ของอายุการใช้งาน	0.14	0.33	0.2	0.21
5. > 80 – 100% ของอายุการใช้งาน	VS	6. > 100% ของอายุการใช้งาน	0.2	1	0.2	0.34
ผลกระทบต่อความเสื่อมท่อตามลักษณะพื้นที่						
1.วางท่อจ่ายน้ำใต้ผิวจราจร	VS	2. วางท่อจ่ายน้ำใต้ทางเท้า	5	3	3	3.56
		3. วางท่อจ่ายน้ำใต้ไหล่ทาง	7	5	7	6.26
		4. วางท่อจ่ายน้ำบนโครงสร้าง	9	3	9	6.24
2. วางท่อจ่ายน้ำใต้ทางเท้า	VS	3. วางท่อจ่ายน้ำใต้ไหล่ทาง	3	3	5	3.56
		4. วางท่อจ่ายน้ำบนโครงสร้าง	5	1	7	3.27
3. วางท่อจ่ายน้ำใต้ไหล่ทาง	VS	4. วางท่อจ่ายน้ำบนโครงสร้าง	1	0.33	3	1

ตารางที่ 7 คะแนนเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ ส่วนที่ 2

ปัจจัย			ตอบแบบสอบถาม			อินเวอร์สคะแนน			
			1	2	3	1	2	3	เฉลี่ย
โอกาสในการที่จะได้ดำเนินการวางท่อจ่ายน้ำใต้ผิวจราจร เมื่อมีอุปสรรค									
1. กีดขวางการจราจร	VS	2. นโยบายของหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบพื้นที่	7	7	7	0.14	0.14	0.14	0.14
		3. ผู้ใช้ประโยชน์ในพื้นที่ไม่ยินยอมให้ดำเนินการ	3	3	3	0.33	0.33	0.33	0.33
		4. อยู่ในระยะประกันผลงาน	7	7	5	0.14	0.14	0.2	0.16
2. นโยบายของหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบพื้นที่	VS	3. ผู้ใช้ประโยชน์ในพื้นที่ไม่ยินยอมให้ดำเนินการ	0.33	0.2	0.2	3	5	5	4.22
		4. อยู่ในระยะประกันผลงาน	1	1	1	1	1	1	1
3. ผู้ใช้ประโยชน์ในพื้นที่ไม่ยินยอมให้ดำเนินการ	VS	4. อยู่ในระยะประกันผลงาน	3	5	5	0.33	0.2	0.2	0.24

ตารางที่ 7 คะแนนเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ ส่วนที่ 2 (ต่อ)

ปัจจัย			ตอบแบบสอบถาม			อินเวอร์สคะแนน			
			1	2	3	1	2	3	เฉลี่ย
โอกาสในการที่จะได้ดำเนินการวางท่อจ่ายน้ำใต้ผิวจราจร เมื่อมีอุปสรรค									
1. ปิดการจราจร 76-100%	VS	2. ปิดการจราจร 51-75%	0.33	0.33	0.33	3	3	3	3
		3. ปิดการจราจร 26-50%	0.2	0.14	0.2	5	7	5	5.59
		4. มีการปิดการจราจรแต่ไม่เกิน 25%	0.14	0.11	0.14	7	9	7	7.61
2. ปิดการจราจร 51-75%	VS	3. ปิดการจราจร 26-50%	0.33	0.33	0.33	3	3	3	3
		4. มีการปิดการจราจรแต่ไม่เกิน 25%	0.2	0.14	0.2	5	7	5	5.59
3. ปิดการจราจร 26-50%	VS	4. มีการปิดการจราจรแต่ไม่เกิน 25%	0.33	0.33	0.33	3	3	3	3
โอกาสในการที่จะได้ดำเนินการวางท่อจ่ายน้ำใต้ทางเท้า เมื่อมีอุปสรรค									
1. อยู่ในระยะประกันผลงาน	VS	2. ผู้ใช้ประโยชน์ในพื้นที่ไม่ยินยอมให้ดำเนินการ	0.2	0.2	0.2	5	5	5	5
โอกาสในการที่จะได้ดำเนินการวางท่อจ่ายน้ำใต้ไหล่ทาง เมื่อมีอุปสรรค									
1. อยู่ในระยะประกันผลงาน	VS	2. ผู้ใช้ประโยชน์ในพื้นที่ไม่ยินยอมให้ดำเนินการ	0.2	0.2	0.2	5	5	5	5
โอกาสในการที่จะได้ดำเนินการวางท่อจ่ายน้ำบนโครงสร้าง เมื่อมีอุปสรรค กีดขวางทางน้ำ									
1. คลอง	VS	2. คูน้ำ	0.2	0.14	0.14	5	7	7	6.26