การประยุกต์ใช้วิธีการ AHP และ TOPSIS ในการคัดเลือกเส้นทางปรับปรุงท่อประปา ในพื้นที่สำนักงานประปาสาขาประชาชื่น

(THE SELECTION OF WATER PIPELINES REPLACEMENT IN PRACHACHEUNBRANCH OFFICE'S AREA BY USING AHP AND TOPSIS)

พัฒนา จิตติถาวร*

ดร.ณัฐพัชร์อารีรัชกุลกานต์**

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาแนวทางในการเลือกปรับปรุงเส้นท่อประปาขนาด 100 - 300 มิลลิเมตร ภายในพื้นที่ของสำนักงานประปาสาขาประชาชื่น โดยมีการกำหนดปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการปรับปรุงเส้นท่อโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ปัจจัย และทำการคัดเลือกเส้นทางต่าง ๆ ที่ผู้เชี่ยวชาญเห็นสมควรมีการปรับปรุงเส้นท่อจำนวน 8 เส้นทาง จากนั้นจึงเก็บข้อมูลความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ โดยวิธีการให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 20 คนทำแบบสอบถามแบบเปรียบเทียบเป็นคู่(Pairwise Comparison) แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้น (Analytic Hierarchy Process : AHP)โดยใช้โปรแกรม Expert Choice เพื่อหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการคัดเลือกปรับปรุงเส้นท่อ แล้วจึงนำน้ำหนักความสำคัญที่ได้ มาวิเคราะห์ด้วยTOPSIS เพื่อจัดลำดับความสำคัญ ก่อน-หลัง ของเส้นทางที่จะนำมาปรับปรุงเส้นท่อ โดยเส้นทางที่ได้คะแนนมากที่สุดซึ่งเปรียบเทียบจากค่าดัชนีประสิทธิภาพที่ใกล้อุดมคติจะถูกนำมาปรับปรุงก่อน

ผลการศึกษาแบ่งเป็น 2 ส่วนที่สำคัญได้แก่ (1) การหาค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงเส้นท่อประปาด้วยวิธีการ AHP(2) การคัดเลือกเส้นท่อที่เหมาะสมที่จะถูกนำมาปรับปรุงก่อน ด้วยวิธี TOPSIS โดยรายละเอียดของผลการศึกษาทั้งหมดสรุปได้ดังต่อไปนี้

• ในการหาค่าน้ำหนักของปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการปรับปรุงเส้นท่อที่จะใช้ในการวิเคราะห์ ด้วยวิธีการ AHP ผู้เชี่ยวชาญได้ให้น้ำหนักความสำคัญเรียงจากมากไปน้อยดังนี้

(1) ปัจจัยด้านน้ำสูญเสียภายในเส้นท่อ น้ำหนักความสำคัญ 0.257

(2) ปัจจัยด้านจำนวนจุดรั่วภายในเส้นท่อ น้ำหนักความสำคัญ 0.244

(3) ปัจจัยด้านความลึกหลังท่อ น้ำหนักความสำคัญ 0.187

(4) ปัจจัยเรื่องราคาที่ใช้ในการปรับปรุงเส้นท่อ น้ำหนักความสำคัญ 0.122

(5) ปัจจัยเรื่องชนิดของเส้นท่อ น้ำหนักความสำคัญ 0.118

---

*นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการทางวิศวกรรม มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

**อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

(6) ปัจจัยเรื่องอายุของเส้นท่อ น้ำหนักความสำคัญ 0.071

โดยค่า CR ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญนั้น มีค่าน้อยกว่า 0.1 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

• การคัดเลือกเส้นท่อที่เหมาะสมที่จะถูกนำมาปรับปรุงก่อน ด้วยวิธีการ TOPSIS ได้ผลเรียงตามค่าดัชนีประสิทธิภาพที่ใกล้อุดมคติจากมากไปน้อยดังนี้

(1) เส้นทาง D (บริเวณถนนเตชะวณิชตั้งแต่หน้า SCG ปูนซีเมนต์ไทยถึง คลองบางชื่อ) มีค่าดัชนีประสิทธิภาพที่ใกล้อุดมคติ 0.8686

(2) เส้นทาง H (บริเวณถนนงามวงศ์วานตั้งแต่แยกงามวงศ์วานถึงปากซอยงามวงศ์วาน 45) มีค่าดัชนีประสิทธิภาพที่ใกล้อุดมคติ 0.45906

(3) เส้นทาง F (บริเวณชุมชนตึกแดงถนนรถไฟ) มีค่าดัชนีประสิทธิภาพที่ใกล้อุดมคติ 0.45905

(4) เส้นทาง A (บริเวณริมถนนประชาชื่นตั้งแต่สี่แยกเตาปูน ถึง ปากซอยประชาชื่น19) มีค่าดัชนีประสิทธิภาพที่ใกล้อุดมคติ 0.3649

(5) เส้นทาง E (บริเวณถนนพิบูลสงครามตั้งแต่หมู่บ้านพิบูลถึง ถนนวงศ์สว่าง ซอยวงศ์สว่าง 9) มีค่าดัชนีประสิทธิภาพที่ใกล้อุดมคติ0.3526

(6) เส้นทาง C (บริเวณซอยแจ้งวัฒนะ 14 ฝั่งซ้ายมือตั้งแต่ปากซอยถึงป้อมยามหน้าตู้ RTU 15-06-04) มีค่าดัชนีประสิทธิภาพที่ใกล้อุดมคติ 0.3309

(7) เส้นทาง G (บริเวณถนนแจ้งวัฒนะตั้งแต่ปากซอยหมู่บ้านพรหมประทาน ถึง กรมทหารปืนใหญ่ต่อสู้อากาศยาน) มีค่าดัชนีประสิทธิภาพที่ใกล้อุดมคติ 0.2857

(8) เส้นทาง B (บริเวณริมถนนกรุงเทพ-นนทบุรี ฝั่งเลขคู่) มีค่าดัชนีประสิทธิภาพที่ใกล้อุดมคติ 0.2547

ABSTRACT

This study has the objective to find alternative solutions for replacing distribution pipe with diameter between 100 mm. to 300 mm. within Prachachuen Branch Office′s area. First obtained from experts′ opinion, this research considers 6 relevant factors and 8 alternative pipeline routes. The relative importance weights of related factors are collected via the pairwise comparison questionnaires, received from 20 experts. The Analytic Hierarchy Process (AHP) is implemented to analyze this obtained data with Expert Choice software. Then , using relative importance weight obtained from previous step, the water pipeline routes are ranking by Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) and the highest ranking score is selected for replacement first.

The result from this study can be divided in 2 sections ; (1) Finding relative importance weight of the relevant factors given by experts, using AHP, and (2) Ranking and choosing which pipeline route is the most suitable for replacing pipe first by using TOPSIS. The detail of these results are explained as follow;

• The relative importance weight scores are sorted in descending order and shown as follow;

(1) Water loss in pipe,the weight is 0.257.

(2)Leakage points in pipe, the weight is 0.244.

(3)Pipe's depth, the weight is 0.187.

(4) Pipe replacement cost, the weight is 0.122.

(5) Pipe material, the weight is 0.118.

(6) Pipe's age, the weight is 0.071.

All Consistency Ratios analyzed from the experts are acceptable (less than 0.1)

• The pipeline routes sorted by Closeness Coefficient score in descending order for replacement are shown as follow;

(1) Route D (TechaWanit Road from SCG Siam Cement Group to Klong Bang Sue), the Closeness Coefficient is 0.8686.

(2) Route H (Ngam Wong Wan Road from Ngam Wong Wan intersection to Ngam Wong Wan Soi 45), the Closeness Coefficient is 0.45906.

(3) Route F (Tuek Dang Community Liap Thang Rotfai Road), the Closeness Coefficient is 0.45905.

(4) Route A (Prachachuen Road from Tao Poon intersection to Prachachuensoi 19), the Closeness Coefficient is 0.3649.

(5) Route E (Pibulsongklam Road from Pibul Village to Wong Sawangsoi 19), the Closeness Coefficient is 0.3526.

(6) Route C (left side of Soi Chaeng Watthana 14 Road from entrance to RTU 15-06-04), the Closeness Coefficient is 0.3309.

(7) Route G (ChaengWatthana Road from PromPratan Village to Antiaircraft Artillery Regiment), the Closeness Coefficient is 0.2857.

(8) Route B (Krungthep-Nonthaburi Road even number), the Closeness Coefficient is 0.2547.

1. บทนำ

ปัจจุบันการประปานครหลวงได้ให้ความสำคัญกับการลดน้ำสูญเสียเป็นอย่างมาก โดยได้กำหนดเป็นตัวชี้วัดหลักในยุทธศาสตร์การบริหารงานการประปานครหลวง โดยปัจจุบันเทคโนโลยีและวิธีการหาจุดรั่วในเส้นท่อประปานั้น อุปกรณ์ภาคสนามส่วนใหญ่ จะมุ่งเน้นไปที่การระบุเสียงที่เกิดจากจุดรั่วในเส้นท่อประปาโดยการใช้อุปกรณ์การฟังเสียงท่อรั่วและจากการสังเกตท่อระบายอย่างไรก็ตามเนื่องจากหลาย ๆ พื้นที่ก็ยังไม่สามารถระบุตำแหน่งจุดรั่วได้ เนื่องจากปัจจัยต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น เช่น ท่ออยู่ลึกยากแก่การฟังเสียงหรือ ท่อระบายเป็นฝาปิดแบบไม่มีรูให้ดูภายในท่อระบาย รวมถึงการแตกรั่วแบบแตกใต้ท้องท่อซึ่งจะทำให้ได้ยินเสียงเบา ยากแก่การระบุจุดรั่ว วิธีสุดท้ายที่จะนำมาใช้ในการลดน้ำสูญเสียได้แก่การปรับปรุงเปลี่ยนเส้นท่อทั้งเส้น ซึ่งเกณฑ์ ปัจจัย และเส้นทางที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์นั้น ผู้ศึกษาได้รวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญด้านน้ำสูญเสียทั้งผ่านแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธี AHP และ TOPSIS เพื่อจัดลำดับความสำคัญของเส้นทางที่จะทำการปรับปรุงเส้นท่อ ก่อน-หลัง

2. วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาหาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อการเลือกปรับปรุงเส้นท่อประปาขนาด 100-300 มิลลิเมตร แล้วนำมาวิเคราะห์เพื่อจัดลำดับความสำคัญในการเลือกปรับปรุงเส้นท่อ

2.2 การศึกษานี้เป็นการศึกษาหาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการคัดเลือกปรับปรุงเส้นท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100-300 มิลลิเมตร ในพื้นที่รับผิดชอบของสำนักงานประปาสาขาประชาชื่น

2.3 การศึกษานี้จะวิเคราะห์ความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเลือกปรับปรุงเส้นท่อ โดยใช้วิธีการ AHP (Analytical Hierarchy Process) โปรแกรม Expert Choice และกระบวนการ TOPSIS เพื่อช่วยในการเลือก

3. ขอบเขตของงานวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้ จำกัดกรอบของการศึกษาเฉพาะพื้นที่ให้บริการน้ำประปาเขตประชาชื่น โดยใช้ข้อมูล จำนวนจุดรั่วสะสม น้ำสูญเสียในเส้นท่อ ขนาด ชนิดและอายุของเส้นท่อ ซึ่งได้มาจากการเก็บข้อมูลของระบบ บริหารจัดการน้ำสูญเสีย (WLMA) และ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS)สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่นำมาตอบแบบสอบถามนั้นประกอบไปด้วย ผู้เชี่ยวชาญ ที่ทำงานทางด้านลดน้ำสูญเสียของสำนักงานประปาสาขาประชาชื่น จำนวน 20 คน

4. ประโยชน์ที่จะได้รับ

4.1 ทำให้ทราบว่าในมุมมองของผู้เชี่ยวชาญ ปัจจัยใดที่มีผลต่อการตัดสินใจปรับปรุงเส้นท่อมากที่สุด

4.2 ได้กระบวนการประเมินปัจจัยที่มีผลต่อการปรับปรุงเส้นท่อ ที่มีประสิทธิภาพ โดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP)และกระบวนการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ (TOPSIS)

4.3 ทำให้ขั้นตอนในการคัดเลือกเส้นทางเพื่อที่จะนำมาปรับปรุงเส้นท่อ สามารถทำได้ง่ายและสะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

5. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 ทฤษฎี

5.1.1 ทฤษฎีการตัดสินใจแบบพหุเกณฑ์

การตัดสินใจแบบพหุเกณฑ์ เป็นส่วนหนึ่งของปัญหาด้านการตัดสินใจที่มีแนวทางในการแก้ปัญหาหลายรูปแบบ แต่จุดประสงค์โดยรวมก็เพื่อทำการเลือกเป้าหมาย (Objective) ที่ดีที่สุดในทางเลือก (Alternative) ที่มีภายใต้ข้อกำหนดของการเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ (Criteria) แต่ละด้านในแต่ละระดับ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วการที่เราจะพิจารณาคำตอบการตัดสินใจได้นั้น ก็จะต้องทำการวางเป้าหมาย ประเด็น ปัญหาที่ต้องการ จากนั้นจึงทำการกำหนดปัจจัยในการพิจารณา แล้วจึงทำการเลือกกระบวนการที่จะนำมาตัดสินใจซึ่งมีมากมายหลายรูปแบบ ก่อนที่จะทำการประเมินและตัดสินใจตามลำดับ

5.1.2 กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้น (Analytic Hierarchy Process : AHP)

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process : AHP) เป็นเทคนิคที่ใช้จัดการรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบ และวิเคราะห์หาแนวทางเลือกที่เหมาะสมในปัญหาการตัดสินใจที่ซับซ้อน โดยการสร้างรูปแบบปัญหาให้เป็นโครงสร้างลำดับชั้นและนำข้อมูลที่ได้จากความคิดเห็นของผู้ตัดสินใจ มาวิเคราะห์หาบทสรุปของแนวทางเลือกที่เหมาะสม เป็นกระบวนการช่วยในการตัดสินใจโดยอาศัยหลักการของการตัดสินใจแบบพหุเกณฑ์วิธีทำนั้นจะต้องจัดเกณฑ์ของเป้าหมายที่ต้องการศึกษาให้อยู่ในลักษณะเป็นลำดับชั้น ส่วนในระดับที่ต่ำลงมาจะเป็นเกณฑ์ เกณฑ์ย่อย (Sub-Criteria) ตามลำดับ จนถึงทางเลือก ซึ่งจะเป็นระดับต่ำสุดของการจัดลำดับขั้น การวิเคราะห์จะใช้หลักการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ (Pairwise Comparison) ของเกณฑ์ ซึ่งค่าความสำคัญในการเปรียบเทียบจะอยู่ในช่วงตั้งแต่ มีความสำคัญเท่ากันจนถึงมีความสำคัญมากกว่าอย่างยิ่ง (มีความสำคัญเท่ากัน มีความสำคัญมากกว่าพอประมาณ มีความสำคัญมากกว่าอย่างเด่นชัด มีความสำคัญมากกว่าอย่างเด่นชัดมาก มีความสำคัญมากกว่าอย่างยิ่ง) ซึ่งสามารถแปลงมาเป็นตัวเลขระหว่าง 1 ถึง 9

ผลจากการเปรียบเทียบในแต่ละคู่เรียบร้อยแล้ว จะสามารถคำนวณหาน้ำหนักของแต่ละเกณฑ์ออกมาเป็นตัวเลข เพื่อแสดงให้ผู้บริหารได้เห็นถึงความสำคัญของแต่ละเกณฑ์อย่างชัดเจน

การคำนวณหาน้ำหนักของแต่ละเกณฑ์ในเมตริกซ์นั้น สามารถหาค่าได้ โดยใช้วิธีคำนวณไอเกนเวคเตอร์ (Eigenvector) ของแต่ละเมตริกซ์ และเวคเตอร์นี้จะถูกน้ำหนักด้วยน้ำหนักของเกณฑ์ในระดับที่สูงกว่า ขั้นตอนนี้จะถูกทำซ้ำไปเรื่อย ๆ จากบนลงไปล่างตามโครงสร้างลำดับขั้นในที่สุดจะได้ทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด

กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้น (Analytic Hierarchy Process : AHP)เป็นกระบวนการตัดสินใจที่นำเอาความรู้สึก หรือความคิดที่เป็นนามธรรมมาให้ค่าน้ำหนัก โดยใช้ตัวเลขแทนค่า เพื่อให้เห็นเป็นรูปแบบรูปธรรม

5.1.3 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Expert Choice

โปรแกรม Expert Choice เป็นเครื่องมือช่วยสนับสนุนการตัดสินใจแบบพหุเกณฑ์ที่อยู่บนพื้นฐานของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) ซึ่งมีขันตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 เป็นการระบุปัญหา และกำหนดวัตถุประสงค์ (Identification Problem and setting objectives)

ขั้นที่ 2 เป็นการกำหนดเกณฑ์ต่าง ๆ ที่จะใช้เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์นั้น (Determination of Criteria)

ขั้นที่ 3 เป็นการกำหนดทางเลือกต่าง ๆ เพื่อให้ระบบช่วยตัดสินใจเลือกให้ (Determination of Alternatives)

จากนั้นโปรแกรมจะ Implement ให้ได้คำตอบในเบื้องต้น ถ้าเราต้องการปรับสัดส่วนต่าง ๆ ของเกณฑ์ที่กำหนด จะสามารถปรับเปลี่ยนได้อย่างคล่องตัว จึงเป็นโปรแกรมที่มีความยืดหยุ่นสูงและใช้งานง่ายมากในปัจจุบัน (ที่มา http://courseware.payap.ac.th/docu/mk380/f5.9.htm) 5.1.4 Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)

กระบวนการ TOPSIS ถือเป็นหนึ่งในวิธีการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์เพื่อหาวิธีหรือทางเลือกที่ดีที่สุดหลักการของวิธี TOPSIS คือการพยายามหาทางเลือกที่มีสมรรถนะโดยรวมใกล้เคียงกับค่าที่ดีที่สุดในแต่ละเกณฑ์รวมทั้งห่างไกลจากค่าที่แย่ที่สุดในแต่ละเกณฑ์เช่นกันโดยในการประยุกต์ใช้ TOPSIS นั้น ผู้วิเคราะห์ต้องทำการให้น้ำหนักความสำคัญกับเกณฑ์ในการตัดสินใจแต่ละเกณฑ์ TOPSIS เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการจัดลำดับของทางเลือกโดยอาศัยข้อมูลการประเมินผลของแต่ละทางเลือกบนเกณฑ์ที่ใช้ประกอบการตัดสินใจแต่ละเกณฑ์ดังนั้น TOPSIS จึงเหมาะสำหรับการตัดสินใจโดยใช้เกณฑ์เชิงปริมาณซึ่งสามารถประเมินผลทางเลือกออกมาเป็นตัวเลขได้

ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลของ TOPSIS เป็นไปตามขั้นตอนต่อไปนี้

(1) ทำการกำหนดน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเกณฑ์ (Wj) โดยให้ผลรวมค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ทุกตัวมีค่าเท่ากับ 1 ซึ่งในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ใช้ค่าน้ำหนัก ที่ได้รับมาจากการวิเคราะห์

ปัจจัยและเกณฑ์ต่าง ๆ ด้วยวิธี AHP โดยใช้โปรแกรม Expert Choice แล้วจึงนำมาสร้าง Evaluation Matrix แล้วจึงนำข้อมูลเชิงปริมาณต่าง ๆ ของทางเลือกมาใส่ลงไปในตาราง Evaluation Matrix

(2) ทำการปรับข้อมูลของแต่ละเกณฑ์ที่อยู่ในหน่วยที่แตกต่างกันให้มีมาตรฐานเดียวกันหรือเรียกว่าการทำ Normalization โดยการนำข้อมูลของแต่ละทางเลือกในแต่ละปัจจัยมาหารด้วยรากที่ 2 ของผลรวมของค่าในแถวของปัจจัยนั้น ๆ

(3) จากนั้นนำค่า Normalize ที่คำนวณได้มาถ่วงน้ำหนัก โดยการนำมาคูณด้วยน้ำหนักของแต่ละปัจจัยที่หาได้จากวิธี AHP จากสมการ

$$V_{ij} = W_j N_{ij}$$

โดยที่ i = 1, 2,..., m ทางเลือก

j = 1, 2,...,n ปัจจัย

N_{ij} = ข้อมูลการประเมินผลที่ถูกปรับค่าแล้วของทางเลือกที่i บนปัจจัยที่j

(4) หาค่าอุดมคติเชิงบวก (Positive Ideal Solution :PIS) และค่าอุดมคติเชิงลบ (Negative Ideal Solution : NIS) ของปัจจัยการตัดสินใจทั้งหมดในที่นี้PIS คือค่าที่ดีที่สุดในแต่ละเกณฑ์เมื่อเปรียบเทียบทางเลือกทั้งหมดที่มีอยู่และNIS คือค่าที่แย่ที่สุดโดย อุดมคติเชิงบวกนั้นจะมีลักษณะเป็นปัจจัยเชิงผลประโยชน์ (ยิ่งมีค่าสูงยิ่งดี) ส่วนอุดมคติเชิงลบนั้นจะมีลักษณะเป็นปัจจัยเชิงต้นทุน (ยิ่งมีค่าต่ำยิ่งดี)

โดยที่ PIS = $\{PIS_1, PIS_2, PIS_3, ..., PISn\}$

NIS = $\{NIS_1, NIS_2, NIS_3, ..., NISn\}$

ซึ่ง PIS คือค่ามากที่สุด (Max) ของทุกค่าในคอลัมน์ของปัจจัยนั้น ๆ

NIS คือค่าน้อยที่สุด (Min) ของทุกค่าในคอลัมน์ของปัจจัยนั้น ๆ

(5) คำนวณระยะห่างจากค่าเชิงอุดมคติเชิงบวกและอุดมคติเชิงลบของแต่ละทางเลือกจากสมการ

อุดมคติเชิงบวก $S_{PIS} = \sqrt{\sum_{j=1}^{n}(Vij - PISj)^2}$

อุดมคติเชิงลบ $S_{NIS} = \sqrt{\sum_{j=1}^{n}(Vij - NISj)^2}$

(6) คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ที่ใกล้แนวคิดในอุดมคติที่สุด (Closeness Coefficient: CC) ของแต่ละทางเลือกจากสมการ

$$CC_i = \frac{S_{NIS_i}}{S_{PIS_i} + S_{NIS_i}}$$

(7) จัดลำดับของทางเลือกจากค่าCCiที่คำนวณได้โดยทั่วไปมักเลือกทางเลือกที่มีค่าCCiสูงที่สุด

5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภาสกร เจริญองอาจ (2548) ศึกษาเกี่ยวกับการวางแผนปรับปรุงระบบท่อประปาอย่างเหมาะสมด้วย Differential Evolution (DE)ในการวางแผนปรับปรุงระบบท่อประปาในแต่ละปี โดย ผู้วางแผนสามารถนำผลของการเลือกเส้นท่อที่ได้ดังกล่าว ไปใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงระบบท่อประปาด้วยความเหมาะสมและใช้งบประมาณได้อย่างเกิดประโยชน์สูงสุด

สุกิจ มูสิกพันธ์ (2549) ศึกษาเกี่ยวกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับงานบำรุงรักษาระบบท่อประปา โดยได้ศึกษาและทดลองดำเนินการในพื้นที่สำนักงานประปาสาขานนทบุรี ซึ่งเป็นการศึกษาวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการแตกรั่วของท่อจ่ายน้ำประปา โดยผลการศึกษานี้จะได้แผนงานที่ลดปัญหาในเรื่องการซ้ำซ้อนของงาน รวมทั้งบริหารจัดการงบประมาณได้อย่างมีประสิทธิภาพ อันนำไปสู่การปรับปรุงและแก้ไขในการดำเนินงานบำรุงรักษาระบบท่อจ่ายน้ำประปาของการประปานครหลวงต่อไป

วันชัย (2542) ได้ศึกษาการใช้เทคนิค AHP ในการตัดสินใจเลือกสร้างต้นแบบชิ้นส่วนรถยนต์จากเครื่อง CNC และ RP โดยวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้จึงเป็นการนำเสนอโปรแกรมช่วยในการตัดสินใจสร้างต้นแบบชิ้นส่วนรถยนต์ระหว่างเครื่อง CNC และ RP โดยใช้หลักการของAnalytic Hierarchy Process (AHP) โดยสามารถคำนวณเพื่อหาค่าการตัดสินใจในการสร้างชิ้นงานจากเครื่อง CNC= 0.678 และจากเครื่อง RP = 0.322 แสดงว่าการทดลองนี้เลือกเครื่อง CNC ในการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์โดยอ้างอิงจากปัจจัยคุณภาพของพื้นผิวเป็นอันดับแรกกรณีที่กำหนดน้ำหนักของปัจจัยเป็นเวลาต้นทุนการผลิตหรือความยากง่ายของแบบเป็นอันดับแรกก็สามารถทำได้โดยเรียงลำดับความสำคัญใหม่บน AHP ดังนั้นผู้ใช้สามารถเลือกกำหนดความต้องการเองได้ตามความเหมาะสม

ขวัญพัฒน์และคณะ (2542) ได้ศึกษาการสร้างตัวแบบช่วยตัดสินใจในการออกแบบผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าและอิเลคทรอนิคส์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอวิธีการและตัวแบบสำหรับประเมินความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์โทรทัศน์โดยพบว่าผู้ผลิตให้ความสำคัญกับเกณฑ์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ในช่วงการกำจัดทิ้งสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 29.1 รองลงมาได้แก่ช่วงการจัดหาวัตถุดิบคิดเป็นร้อยละ 26.9 ช่วงการผลิตคิดเป็นร้อยละ 19.6 ช่วงการใช้งานคิดเป็นร้อยละ14.7 และช่วงการกระจายสินค้าและการขนส่งคิดเป็นร้อยละ 9.6 ตามลำดับ

6. วิธีการดำเนินงานวิจัย

6.1ประชากร (Population)

ประชากรที่ทำการศึกษาครั้งนี้ เป็นข้อมูลการตอบแบบสอบถามและการคัดเลือกเส้นทางของผู้เชี่ยวชาญทางด้านงานลดน้ำสูญเสีย กองบำรุงรักษา ของสำนักงานประปาสาขาประชาชื่น จำนวน 20 คน

6.1.2ข้อมูลปริมาณน้ำสูญเสียและจำนวนจุดรั่วสะสมในเส้นท่อจากระบบจัดการน้ำสูญเสียWLMA ของการประปานครหลวง

6.1.3 ข้อมูลกายภาพของเส้นท่อในเส้นทางต่าง ๆ จากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการสืบค้นและปรับปรุงข้อมูล (GIS Web Application) ของการประปานครหลวง

6.2เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

6.2.1 แบบสอบถาม

6.2.2เครื่องคอมพิวเตอร์

6.2.3โปรแกรมประยุกต์ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ Microsoft Excel, Expert Choice,โปรแกรมประยุกต์ Google Street View,ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการสืบค้นและปรับปรุงข้อมูล (GIS Web Application) ของการประปานครหลวง และระบบจัดการน้ำสูญเสีย (WLMA) ของการประปานครหลวง

6.2.4ข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์ ได้แก่ ข้อมูลการตอบแบบสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญ,ข้อมูลกายภาพของระบบเส้นท่อ (ตำแหน่ง ชนิด ขนาด ความยาว อายุ ความลึก), ราคาจ้างเหมางานวางท่อปรับปรุง, ข้อมูลปริมาณน้ำสูญเสียในเส้นท่อ , ข้อมูลจำนวนจุดรั่วสะสมในเส้นท่อ

6.3การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาจากการเก็บรวบรวมข้อมูลในช่วงเดือนตุลาคม 2560 ถึงเดือนมิถุนายน 2561 ประกอบด้วย

6.3.1 ข้อมูลกายภาพของเส้นท่อประปา รวบรวมได้จากระบบ GIS Web Application ของการประปานครหลวง ประกอบด้วย

6.3.1.1 ข้อมูลชนิดของท่อประปา

6.3.1.2 ข้อมูลขนาดของท่อประปา

6.3.1.3 ข้อมูลความยาวของท่อประปา

6.3.1.4 ตำแหน่งพิกัดของท่อประปา

6.3.1.5 ข้อมูลอายุของท่อประปา

6.3.2 ราคาค่าก่อสร้างจากกองประมาณราคา การประปานครหลวง

6.3.3ข้อมูลปริมาณน้ำสูญเสียภายในเส้นท่อประปา รวบรวมได้จากระบบงานบริหารจัดการน้ำสูญเสีย (WLMA) ของการประปานครหลวง

6.3.4 ข้อมูลกายภาพของเส้นท่อในเส้นทางต่าง ๆ จากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการสืบค้นและปรับปรุงข้อมูล (GIS Web Application) ของการประปานครหลวง

โดยทั้งข้อมูลน้ำสูญเสียและข้อมูลจุดรั่วสะสมในเส้นท่อนั้น คิดจากความยาวท่อต่อ 1 กิโลเมตร

6.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูล ผู้ทำการศึกษาได้จำแนกรายละเอียด ดังนี้

6.4.1 ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้ศึกษาได้เก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ จากการสัมภาษณ์และสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วย

6.4.1.1 ข้อมูลของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการปรับปรุงน้ำสูญเสีย ทั้งนี้ได้ผลสรุปว่าปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการปรับปรุงเส้นท่อนั้น ประกอบด้วย

(1) ปัจจัยเรื่องราคาที่ใช้ในการปรับปรุงเส้นท่อ

(2) ปัจจัยเรื่องชนิดของท่อ

(3) ปัจจัยเรื่องอายุของท่อ

(4) ปัจจัยเรื่องปริมาณน้ำสูญเสียในเส้นท่อต่อความยาวท่อ 1 กิโลเมตร

(5) ปัจจัยเรื่องจำนวนจุดรั่วที่เกิดในเส้นท่อต่อความยาวท่อ 1 กิโลเมตร

(6) ปัจจัยเรื่องความลึกหลังท่อ

6.4.1.2เส้นทางต่าง ๆ ที่น่าจะต้องทำการปรับปรุงเส้นท่อ ได้ทำการเลือกโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 8 เส้นทาง ประกอบด้วย

(1) เส้นทาง A ริมถนนประชาชื่นตั้งแต่สี่แยกเตาปูน ถึง ปากซอยประชาชื่น 19

(2) เส้นทาง B ริมถนนกรุงเทพ-นนทบุรี ฝั่งเลขคู่ ตั้งแต่ปากซอย กรุงเทพ-นนทบุรี ซอย 2 ถึง ทางรถไฟ (ซอย กรุงเทพ-นนทบุรี ซอย 36)

(3) เส้นทาง C ซอยแจ้งวัฒนะ 14 ฝั่งซ้ายมือตั้งแต่ปากซอยถึงป้อมยามหน้าตู้ RTU 15-06-04

(4) เส้นทาง D ถนนเตชะวณิช ตั้งแต่ SCG ปูซีเมนต์ไทย ถึง คลองบางซื่อ

(5) เส้นทาง E ถนนพิบูลสงครามตั้งแต่ซอยหมู่บ้านพิบูล ถึง ถนนวงศ์สว่าง ซอยวงศ์สว่าง 9

(6) เส้นทาง F ชุมชนชนตึกแดง ถนนรถไฟ

(7) เส้นทาง G ถนนแจ้งวัฒนะ ตั้งแต่ปากซอยหมู่บ้านพรหมประทาน ถึง กรมทหารปืนใหญ่ต่อสู้อากาศยาน

(8) เส้นทาง H ถนนงามวงศ์วาน ตั้งแต่แยกงามวงศ์วานถึงปากซอยงามวงศ์วาน 45

6.4.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล หลังจากผู้ศึกษาได้ผลสรุปของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการปรับปรุงเส้นท่อจำนวน 6 ปัจจัยแล้วนั้น จึงนำมาสร้างแบบสอบถามแบบ pairwise comparison เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 20 คนได้ทำการให้คะแนนน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ จากนั้นจึงนำผลของแบบสอบถามมาวิเคราะห์ด้วยวิธี AHP โดยใช้โปรแกรม Expert Choice เพื่อหาน้ำหนักความสำคัญเฉลี่ย ของปัจจัย แล้วจึงนำน้ำหนักความสำคัญที่ได้มาวิเคราะห์ร่วมกันกับ เส้นทางต่าง ๆ ที่ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอมาจำนวน 8 เส้นทาง โดยใช้วิธี TOPSIS เพื่อจัดลำดับความสำคัญก่อน-หลัง ของการปรับปรุงเส้นท่อในเส้นทางต่าง ๆ

7. ผลการศึกษา

ผลการศึกษาได้แบ่งเป็น 2 ช่วงได้แก่ ผลการิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการปรับปรุงเส้นท่อด้วยวิธี AHP และ ผลการวิเคราะห์เพื่อจัดลำดับความสำคัญก่อนหลังของเส้นทาง ด้วยวิธี TOPSIS

7.1ผลจากการวิเคราะห์แบบสอบถามน้ำหนักปัจจัยที่มีผลต่อการปรับปรุงเส้นท่อด้วยวิธี AHP ได้ผลสรุปดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สรุปค่านำหนักของปัจจัยต่าง ๆ หลังจากวิเคราะห์ผลแบบสอบถามด้วยวิธี AHP

ปัจจัย / ผู้ตอบ	ปัจจัยเรื่องชนิดของเส้นท่อ	ปัจจัยเรื่องอายุของเส้นท่อ	ปัจจัยเรื่องความลึกหลังท่อ	ปัจจัยเรื่องราคาประมาณการวางท่อ	ปัจจัยเรื่องจำนวนจุดรั่วในเส้นท่อ	ปัจจัยเรื่องน้ำสูญเสียในเส้นท่อ	ค่า CR
ผู้เชี่ยวชาญ 1	0.308	0.076	0.137	0.084	0.145	0.250	0.01
ผู้เชี่ยวชาญ 2	0.169	0.070	0.159	0.084	0.224	0.295	0.05
ผู้เชี่ยวชาญ 3	0.075	0.080	0.197	0.145	0.177	0.326	0.03
ผู้เชี่ยวชาญ 4	0.101	0.064	0.089	0.228	0.197	0.322	0.03
ผู้เชี่ยวชาญ 5	0.077	0.038	0.327	0.202	0.166	0.191	0.05
ผู้เชี่ยวชาญ 6	0.136	0.095	0.124	0.076	0.286	0.283	0.07
ผู้เชี่ยวชาญ 7	0.107	0.046	0.192	0.073	0.402	0.180	0.04
ผู้เชี่ยวชาญ 8	0.064	0.066	0.223	0.083	0.384	0.180	0.02
ผู้เชี่ยวชาญ 9	0.099	0.087	0.216	0.066	0.318	0.213	0.05
ผู้เชี่ยวชาญ 10	0.138	0.058	0.145	0.306	0.136	0.217	0.06
ผู้เชี่ยวชาญ 11	0.114	0.069	0.186	0.098	0.250	0.282	0.07
ผู้เชี่ยวชาญ 12	0.169	0.061	0.182	0.084	0.345	0.159	0.02
ผู้เชี่ยวชาญ 13	0.071	0.071	0.130	0.068	0.236	0.425	0.03
ผู้เชี่ยวชาญ 14	0.056	0.098	0.199	0.113	0.327	0.206	0.02
ผู้เชี่ยวชาญ 15	0.073	0.044	0.191	0.113	0.206	0.374	0.06
ผู้เชี่ยวชาญ 16	0.126	0.094	0.238	0.074	0.258	0.211	0.02
ผู้เชี่ยวชาญ 17	0.159	0.114	0.161	0.127	0.159	0.280	0.02
ผู้เชี่ยวชาญ 18	0.150	0.071	0.314	0.106	0.167	0.192	0.07
ผู้เชี่ยวชาญ 19	0.100	0.067	0.235	0.101	0.286	0.211	0.02
ผู้เชี่ยวชาญ 20	0.074	0.058	0.098	0.208	0.212	0.350	0.07
ค่าเฉลี่ย	0.118	0.071	0.187	0.122	0.244	0.257	0.041

จากตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าค่า Consistency Ratio(CR) ที่ได้จากการวิเคราะห์นั้นมีค่าน้อยกว่า 0.1 ซึ่งถือว่ายอมรับได้และค่าเฉลี่ยของน้ำหนักความสำคัญ ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญ เรียงตามลำดับความสำคัญจากมากไปน้อยดังนี้ ดังนี้

ลำดับที่ 1ปัจจัยเรื่องน้ำสูญเสียในเส้นท่อ
ลำดับที่ 2 ปัจจัยเรื่องจำนวนจุดรั่วในเส้นท่อ
ลำดับที่ 3 ปัจจัยเรื่องความลึกหลังท่อ
ลำดับที่ 4ปัจจัยเรื่องราคาประมาณการวางท่อ
ลำดับที่ 5ปัจจัยเรื่องชนิดของเส้นท่อ
ลำดับที่ 6ปัจจัยเรื่องอายุของเส้นท่อ

7.2 ผลการวิเคราะห์เพื่อจัดลำดับความสำคัญก่อน-หลังของเส้นทาง ด้วยวิธี TOPSISโดยเรียงตามลำดับของค่าดัชนีประสิทธิภาพที่ใกล้อุดมคติ จากมากไปหาน้อย แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 สรุปการวิเคราะห์เพื่อจัดลำดับความสำคัญก่อน-หลัง ของเส้นทางต่าง ๆ เรียงลำดับตามค่าดัชนีประสิทธิภาพที่ใกล้อุดมคติ จากมากไปน้อย

เส้นทาง	ตำแหน่ง	ค่าดัชนีประสิทธิภาพที่ใกล้อุดมคติมากที่สุด (CC)	ลำดับความสำคัญ
D	ถนนเตชะวณิชตั้งแต่หน้า SCG ถึงคลองบางซื่อ	0.868586043	1
H	ถนนงามวงศ์วานตั้งแต่แยกงามวงศ์วานถึงปากซอยงามวงศ์วาน 45	0.459058887	2
F	ชุมชนตึกแดงถนนรถไฟ	0.459051106	3
A	ริมถนนประชาชื่นตั้งแต่สี่แยกเตาปูน ถึงปากซอยประชาชื่น 19	0.364894947	4
E	ถนนพิบูลสงครามตั้งแต่หมู่บ้านพิบูลถึงถนนวงศ์สว่าง ซอยวงศ์สว่าง 9	0.352597516	5
C	ซอยแจ้งวัฒนะ 14 ฝั่งซ้ายมือตั้งแต่ปากซอยถึงป้อมยามหน้าตู้ RTU 15-06-04	0.330893302	6

G	ถนนแจ้งวัฒนะตั้งแต่ปากซอยหมู่บ้านพรหมประทาน ถึง กรมทหารปืนใหญ่ต่อสู้อากาศยาน	0.285699089	7
B	ริมถนนกรุงเทพ-นนทบุรีฝั่งเลขคู่	0.254731048	8

8. สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยพบว่า วิธีการ AHP นั้น สามารถนำมาปรับใช้ในการให้ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ได้อย่างลงตัว และ เป็นที่ยอมรับของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ โดยผลลัพธ์ที่ได้มาจากการวิเคราะห์ด้วยวิธี AHP พบว่า ผู้เชี่ยวชาญส่วนใหญ่ได้ให้น้ำหนักความสำคัญไปที่ ปัจจัยด้านน้ำสูญเสียภายในเส้นท่อมากที่สุดรองลงมาเป็นปัจจัยด้านจำนวนจุดรั่วภายในเส้นท่อ และ ปัจจัยด้านความลึกหลังท่อตามลำดับ และเนื่องจากผลที่ได้มาจากการวิเคราะห์นั้น ก็นำมาจากการวิเคราะห์ผลของแบบสอบถามที่ให้กลุ่มผู้เชี่ยวชาญเป็นคนตอบนั่นเอง ส่วนวิธีการ TOPSIS นั้นก็สามารถนำมาใช้เป็นตัวช่วยในการเลือกเส้นทางจากทางเลือกต่าง ๆ ได้ อย่างเหมาะสมเช่นกัน ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์นั้น ได้ระบุว่า เส้นทาง เส้นทางD (บริเวณถนนเตชวณิชตั้งแต่หน้า SCG ปูนซีเมนต์ไทยถึงคลองบางซื่อ) นั้นมีความสำคัญและควรจะมีการปรับปรุงเป็นอันดับแรก ตามมาด้วยเส้นทาง H(บริเวณถนนงามวงศ์วานตั้งแต่แยกงามวงศ์วานถึงปากซอยงามวงศ์วาน 45) และ เส้นทาง F(บริเวณชุมชนตึกแดง ถนนรถไฟ) ในอันดับที่ 2 และ 3 ตามลำดับ ซึ่งผลที่ออกมานั้นเป็นที่ยอมรับได้ และถือได้ว่ามีความใกล้เคียงกับการพิจารณาเพื่อปรับปรุงเส้นท่อจริง โดยที่ความเป็นจริงแล้ว อาจจะมีปัจจัยอื่น ๆ มากกว่านี้เข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งผู้วิจัยจะได้ทำการศึกษา ปรับแก้ต่อไปในอนาคต

บรรณานุกรม

ภาสกร เจริญองอาจ (2548) การวางแผนการปรับปรุงระบบท่อประปาอย่างเหมาะสมด้วย Differential Evolution (DE),มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุกิจ มูสิกพันธ์ (2549) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับงานบำรุงรักษาระบบท่อประปา , มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขวัญพัฒน์วงศ์วิเศษ,บุษบาพฤกษาพันธุ์รัตน์,มณฑลีศาสนนันทน์ (2542)การสร้างตัวแบบช่วยตัดสินใจในการออกแบบผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าและอิเลคทรอนิคส์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

วันชัยรัตนวงษ์ (2542) การใช้เทคนิค AHP ในการตัดสินใจเลือกสร้างต้นแบบชิ้นส่วนรถยนต์จากเครื่อง CNC และ RP , มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย