บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การออกแบบขนาดท่อที่เหมาะสมในระบบกระจายน้ำปัญหาที่เกี่ยวข้องตัดสินใจลงต้นทุนภายใต้งบประมาณที่มีอยู่อย่างจำกัด เพื่อให้ได้ระบบท่อจ่ายน้ำที่มีประสิทธิภาพสามารถจ่ายน้ำให้กับผู้บริโภคได้เพียงพอกับความต้องการ ดังนั้นในการการออกแบบขนาดท่อที่เหมาะสม หากพิจารณาเพียงวัตถุประสงค์เดียว เช่น คือ เพื่อให้ได้การต้นทุนก่อสร้างต่ำที่สุด (Cost)เพียงวัตถุประสงค์เดียวอาจไม่เพียงพอ เนื่องจากระบบอาจล้มเหลวจากสถานการณ์ที่ระบบเกิดความดันสูญเสียมากเกินไปทำให้ไม่สามารถจ่ายน้ำให้กับจุดใช้น้ำครบทุกจุดในเครือข่ายได้

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาขนาดท่อที่เหมาะสมในระบบการจ่ายน้ำด้วยวิธีวิวัฒนาการผลต่างและทำการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดโดยพิจารณาหลายวัตถุประสงค์ไปพร้อมๆ กัน ซึ่งได้แก่ ต้นทุนก่อสร้างต่ำที่สุด (Minimization of cost) และ มีการสูญเสียแรงดันน้อยที่สุด (Minimization of head loss) โดยเริ่มต้นจากการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ร่วมกับโปรแกรม LINGO ในการแก้ปัญหาการหาขนาดท่อที่เหมาะสมในระบบการจ่ายน้ำ และทำการแก้ปัญหาทีละวัตถุประสงค์ ซึ่งโปรแกรม LINGO เป็นวิธีการที่นิยมอย่างแพร่หลายในการแก้ปัญหา เนื่องจากคำตอบที่ได้นั้นเป็นคำตอบที่ดีที่สุด ผลจากการดำเนินงานแก้ปัญหาโดยใช้โปรแกรม LINGO ร่วมกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ พบว่า โปรแกรม LINGO สามารถหาคำตอบ ได้เฉพาะในปัญหาที่มีขนาดเล็กถึงกลาง เนื่องจากเมื่อขนาดของปัญหาใหญ่ขึ้นจนมีจำนวนมากกว่า 30Arcs ตัวแปรของแบบจำลองจะมีมากกว่าความสามารถของ LINGO version 10ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงประยุกต์ใช้วิธีเมตาฮิวริสติกส์ ซึ่งเป็นวิธีประมาณค่าในการหาคำตอบที่สามารถหาคำตอบ ที่ใกล้เคียงคำตอบที่ดีที่สุดสำหรับปัญหาที่มีขนาดใหญ่และมีความซับซ้อนได้

งานวิจัยนี้ประยุกต์ใช้วิธีวิวัฒนาการผลต่างในการ แก้ปัญหาการหาขนาดท่อที่เหมาะสมในระบบการจ่ายน้ำซึ่งได้ทำการพัฒนาในส่วนของวิธีการแปลงคำตอบ โดยวิธีการแปลงคำตอบเริ่มต้น จากการสร้างเวคเตอร์ที่มีจำนวนไดเมนชันเท่ากับจำนวนท่อที่มีทั้งหมดในเครือข่ายการกระจายน้ำ จากนั้นจึง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทำการกำหนดขนาดท่อให้แต่ละไดเมนชันในเวคเตอร์ ซึ่งวิธีการกำหนดขนาดท่อประกอบด้วย 1) การระบุขอบเขตจากจำนวนของขนาดท่อที่ใช้ในโครงข่ายการกระจายน้ำ และ 2) การกำหนดขนาดจากค่าขอบเขต เมื่อกำหนดขนาดท่อแต่เส้นในเครือข่ายกระจายน้ำแล้วจึง ทำการคำนวณแรงดันสูญเสียของท่อแต่ละเส้น และแรงดันของจุดใช้น้ำแต่ละจุด เมื่อทำการคำนวณเสร็จ ผลลัพธ์ที่ได้คือขนาดของท่อทุกเส้นในเครือข่ายการกระจายน้ำและค่าวัตถุประสงค์ทั้งสองค่าอันได้แก่ ต้นทุนรวมและแรงดันสูญเสียรวมเพื่อใช้ในการ เปรียบเทียบหากลุ่มคำตอบที่ไม่ถูกครอบงำต่อไป

ในงานวิจัยนี้ใช้วิธี MODE ในการแก้ปัญหาการหาขนาดท่อที่เหมาะสมในระบบการจ่ายน้ำ โดยจำลองปัญหาตั้งแต่ปัญหาขนาดเล็กจำนวน 3 Arcs แล้วค่อยๆขยายขนาดของปัญหาให้ใหญ่ขึ้นด้วยการเพิ่มจำนวน Arc ขึ้นทีละน้อย จนถึงขนาดของปัญหาจริงกรณีศึกษาหมู่ 13 ตำบลเชิงดอย อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่จำนวน 109Arcs โดยในกลุ่มปัญหาขนาดเล็กและขนาดกลาง ได้ทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากวิธี MODE ที่มีชุดคำตอบที่มีต้นทุนรวมต่ำที่สุดและผลลัพธ์จากโปรแกรม LINGO พบว่าวิธี MODE สามารถหาคำตอบได้ใกล้เคียงกับคำตอบจากโปรแกรม LINGO ที่เป็นคำตอบที่ดีที่สุด ซึ่งสามารถสรุปได้ ว่าวิธี MODEสามารถหาคำตอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

โดยในกลุ่มปัญหาขนาดใหญ่ ตัวแปรของปัญหาจะมีมากกว่าความสามารถของ LINGO version 10 ทำให้ไม่สามารถหาคำตอบได้ ในขณะที่วิธี MODE สามารถหาคำตอบได้

5.2 อภิปรายผลการดำเนินงาน

ในการแก้ปัญหาการหาขนาดท่อในที่เหมาะสมในระบบการจ่ายน้ำแบบหลายวัตถุประสงค์ หากพิจารณาเพียงวัตถุประสงค์เดียว คือ เพื่อให้ต้นทุนการก่อสร้างต่ำที่สุดอาจไม่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในการดำเนินงานจริง เนื่องจากปัญหาการออกแบบระบบกระจายน้ำในโลกแห่งความจริงมักเกี่ยวข้องกับการพิจารณามากกว่าหนึ่งวัตถุประสงค์เสมอ ซึ่งการพิจารณาเพียงต้นทุนอาจไม่ได้ทำให้ วัตถุประสงค์อื่นๆ มีค่าต่ำด้วย เนื่องวัตถุประสงค์มักจะมีความขัดแย้งกัน ดังนั้นการพิจารณาหลายวัตถุประสงค์ไปพร้อมๆ จึงเหมาะสมกว่าการหาค่าต้นทุนที่ต่ำที่สุดเพียงวัตถุประสงค์เดียว ในการออกแบบขนาดท่อในระบบกระจายน้ำเพื่อให้ต้นทุนก่อสร้างต่ำที่สุดเพียงวัตถุประสงค์เดียวนั้นอาจเกิดการสูญเสียแรงดันมากจนเกินไปส่งผลให้ไม่สามารถจ่ายน้ำให้จุดใช้น้ำได้อย่างเพียงพอกับความต้องการของผู้บริโภคครบทุกจุดใช้น้ำในเครือข่ายการกระจายน้ำได้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงทำการพิจารณาการหาขนาดท่อที่เหมาะสม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ค่าลงทุนต่ำที่สุดและมีการสูญเสียแรงดันต่ำที่สุด โดยทำการพิจารณา 2 วัตถุประสงค์ ไปพร้อมๆ กัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วิธีการแก้ปัญหาโดยใช้โปรแกรม LINGO ร่วมกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ สามารถแก้ไขปัญหาเฉพาะในกลุ่มปัญหาที่มีขนาดเล็กถึงกลางเท่านั้นเมื่อขนาดของปัญหาใหญ่ขึ้นจนมีจำนวนมากกว่า 30Arcs ตัวแปรของแบบจำลองจะมีมากกว่าความสามารถของ LINGO version 10โดยทั่วไปแล้วการแก้ปัญหาโดย โปรแกรม LINGO จะใช้เพื่อแก้ปัญหาที่มีวัตถุประสงค์เดียว ในขณะที่วิธีทางเมตาฮิวริสติกส์เช่นวิธี MODE เป็นวิธีที่ใช้การประมาณค่า ซึ่งสามารถหาคำตอบที่ใกล้เคียงคำตอบที่ดีที่สุดได้ภายใน ระยะเวลาที่เหมาะสม และยังมีคำตอบมากกว่า หนึ่งคำตอบเพื่อเป็นทางเลือกให้ผู้ใจสินใจอีกด้วย ซึ่งการแก้ปัญหาโดยวิธี MODE ที่เป็นวิธีการประมาณค่าโดยการหาคำตอบ ที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งเป็นคำตอบที่ใกล้เคียงคำตอบที่ดีที่สุด ดังนั้นการหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมจึง เป็นส่วนสำคัญในการแก้ไขปัญหาที่ส่งผลต่อคุณภาพของคำตอบ โดยการวัดคุณภาพของคำตอบสามารถทำได้โดยใช้การเปรียบเทียบ ค่า$\tilde{C}$ Metric ซึ่งค่า$\tilde{C}$Metric เป็นการเปรียบเทียบจำนวนคำตอบที่ถูกครอบงำโดยวิธีอื่นกับจำนวน คำตอบทั้งหมด ค่า$\tilde{C}$Metric ที่มีค่าน้อยหรือมีค่าเข้าใกล้ศูนย์แสดงถึงวิธีการนั้นๆ สามารถหาคำตอบ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในขณะที่ค่า$\tilde{C}$Metric มีค่ามากหรือมีค่าเข้าใกล้หนึ่งย่อมแสดงถึงประสิทธิภาพที่แย่ของวิธีการนั้นๆ

จากการแก้ปัญหาโดยวิธี MODE คำตอบจะอยู่ในรูปแบบของกลุ่มคำตอบที่ไม่ถูกครอบงำ ซึ่งเป็นคำตอบที่ไม่สามารถตัดสินได้ว่าคำตอบใดดีกว่าคำตอบใด กลุ่มคำตอบที่ไม่ถูกครอบงำนี้เองสามารถช่วยให้ผู้ตัดสินใจสามารถเลือกคำตอบเพื่อใช้ในการออกแบบระบบการกระจายน้ำได้อย่างเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมและความพึงพอใจของผู้บริโภคในชุมชน อีกทั้งยังทำให้เกิดการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างเกิดประโยชน์สูงสุดอีกด้วย

งานวิจัยนี้มีประโยชน์ต่อผู้ตัดสินใจในการลงทุนซึ่งคำตอบที่หลากหลายจากกลุ่มคำตอบที่ไม่ถูกครอบงำ รวมถึงการแสดงผลขนาดของท่อทุกเส้นในเครือข่ายกระจายน้ำ ช่วยให้ผู้ตัดสินใจในการลงทุนสามารถวิเคราะห์และออกแบบระบบกระจายน้ำได้อย่างเหมาะสม อีกทั้งผู้ที่มีความสนใจในการพัฒนาแผนผังการแก้ปัญหาสามารถนำขั้นตอนการแปลงคำตอบไป ประยุกต์ใช้ในปัญหาที่คล้ายคลึงกัน และยังสามารถนำคำตอบไปใช้ในการเปรียบเทียบกับวิธีการอื่นๆ ได้อีกด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการหาขนาดท่อในระบบการจ่ายน้ำที่เหมาะสมด้วยวิธีวิวัฒนาการผลต่างแบบหลายวัตถุประสงค์ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะและแนวทางการปรับปรุงงานเพื่อให้ งานวิจัยมีความสมบูรณ์มากขึ้นดังนี้

1) เนื่องจากในงานวิจัยนี้ได้ทำหาขนาดท่อที่เหมาะสมในระบบกระจายน้ำโดยพิจารณาค่าลงทุนและการสูญเสียแรงดันในระบบ ไม่ได้ทำการพิจารณาในด้านการรั่วไหลของน้ำ

ในระบบอันเนื่องมาจากความดันที่ไม่เหมาะสมระหว่างต้นทาง (Upstream) และปลายทาง (Downstream) (Bolognesi et al.,2014) ซึ่งการนำหัวข้อนี้มาพิจารณาเป็นวัตถุประสงค์เพิ่มเติม จะทำให้รูปแบบการแก้ปัญหามีความเหมาะสมในการนำไปประยุกต์ใช้งานได้ สมบูรณ์มากขึ้น

2) สามารถประยุกต์ใช้วิธีเมตาฮิวริสติกส์อื่นๆ เช่น วิธีเชิงพันธุกรรม วิธีการหาค่าที่ดีที่สุดแบบอาณานิคมมด วิธีหาค่าเหมาะสมที่สุดแบบกลุ่มอนุภาค เป็นต้น นำมาใช้เพื่อทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาของแผนผังการแก้ปัญหา หรือนำวิธีเมตาฮิวริสติกส์อื่นๆ มาประยุกต์ใช้ร่วมกับวิธี MODE แบบ ผสมผสาน (Hybrid) เพื่อให้การหาคำตอบเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

3) สามารถพัฒนาวิธีการ decode เพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

4) นักวิจัยท่านอื่นสามารถนำขั้นตอนการแปลงคำตอบที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ ไปประยุกต์ใช้ ในปัญหาอื่นๆ ที่มีความใกล้เคียงกัน เช่น ปัญหาที่มีลักษณะเชิงพลวัตร (Dynamic Optimization)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved