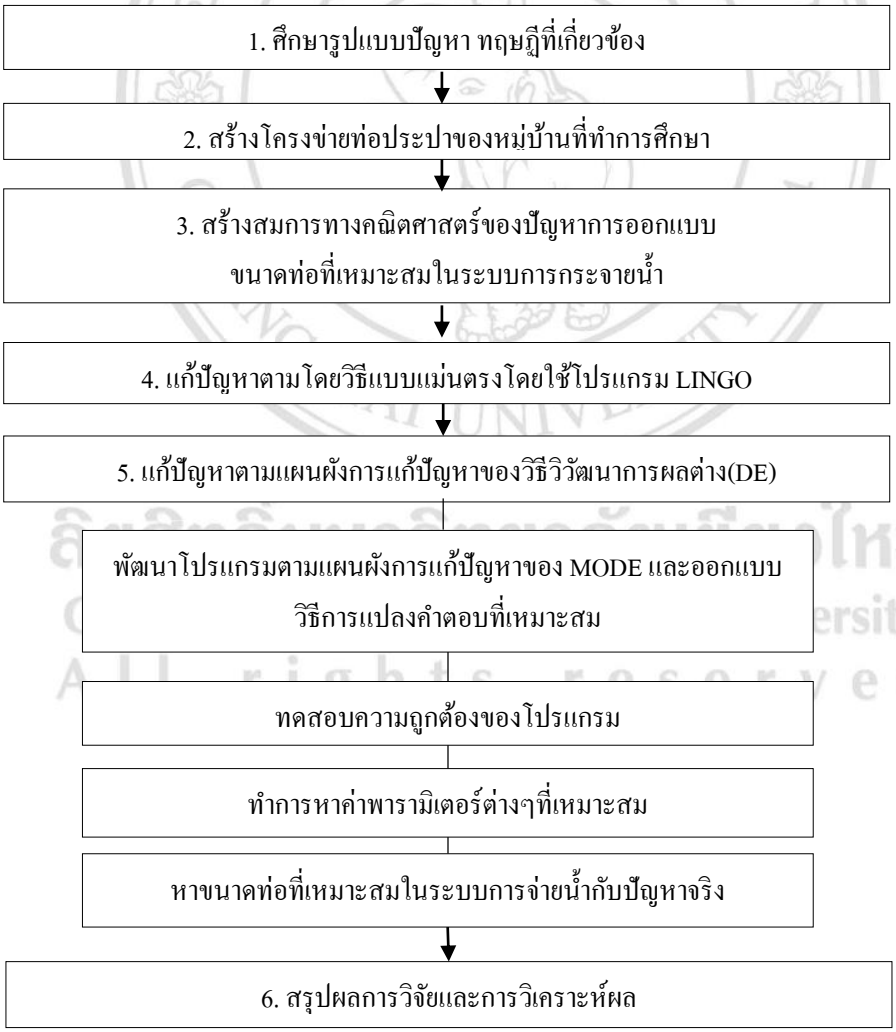
บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินศึกษางานวิจัยในครั้งนี้ได้ดำเนินการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีเมต้าฮิวริสติกส์ เพื่อออกแบบขนาดท่อที่เหมาะสมในระบบการกระจายน้ำด้วยวิธีวิวัฒนาการผลต่างแบบหลายวัตถุประสงค์ ซึ่งมีกระบวนการลำดับขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย ดังแสดงในภาพที่3.1 โดยมีรายละเอียดขั้นตอนดังต่อไปนี้



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพที่ 3.1 แผนภาพแสดงวิธีการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานประกอบด้วยขั้นตอนหลักทั้งหมด 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนแรกเป็นขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น เป็นการรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นต่อการนำไปใช้ในการแก้ปัญหาและการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนถัดมาคือขั้นตอนการดำเนินงาน โดยนำข้อมูลที่รวบรวมมาในขั้นตอนแรกมา ประยุกต์ใช้ในการพัฒนาวิธีวิวัฒนาการผลต่างเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาและทำการเปรียบเทียบ ประสิทธิภาพของคำตอบ ในขั้นตอนสุดท้าย เป็นการวิเคราะห์ และสรุปผล โดยขั้นตอนการดำเนินการวิจัยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ศึกษารูปแบบปัญหา ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

โดยศึกษางานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง โดยมีการรวบรวมข้อมูลดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) หลักการเบื้องต้นของกลศาสตร์ของไหล
2) สมการพื้นฐานของการไหล และความดันที่สูญเสียไปในท่อตรง
3) การเขียนโปรแกรมสำหรับแก้ปัญหาค่าที่ดีที่สุด (โปรแกรม LINGO)
4) การแก้ปัญหาตามโปรแกรมตามแผนผังการแก้ปัญหาของวิธีวิวัฒนาการผลต่าง (DE)
5) โปรแกรมจำลองสถานการณ์ (โปรแกรม EPANET) เพื่อสร้าง Piping network diagram

3.2 ศึกษาสร้างโครงข่ายท่อประปาของหมู่บ้านที่ทำการศึกษา

โดยทำการรวบรวมข้อมูลดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) สำรวจพื้นที่หมู่ 13 บ้านหนองบัวพัฒนาในเทศบาลตำบลเชิงดอย อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีราษฎรจำนวน 301 คน 110 ครัวเรือน และมีแหล่งน้ำธรรมชาติในเขตพื้นที่หมู่ 13 อันได้แก่หนองน้ำแดงสำรวจข้อมูลพื้นฐานของระบบการกระจายน้ำของหมู่ 13 ตำบลเชิงดอย โดยการทำการปรึกษากับผู้ใหญ่บ้านและสมาชิกสภาเทศบาลประจำหมู่ที่ 13
2) สำรวจข้อมูลของจุดร่วมและท่อของระบบการกระจายน้ำของหมู่ 13 ตำบลเชิงดอย จากพิกัดดาวเทียมของครัวเรือนที่แสดงความจำนงค์ติดตั้งมิเตอร์ประปา และข้อมูลอัตราการใช้น้ำ จากสัมภาษณ์ประชาชนในชุมชนถึงจำนวนประชากรที่อาศัยอยู่ในแต่ละครัวเรือน แล้วรหาความต้องการน้ำจากค่ามาตราฐานตามคู่มือการปฏิบัติงานของโครงการชลประทาน/ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา ที่ประเมิณอัตราการใช้น้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภคของประชากรทั้งหมดที่อาศัยอยู่ในเขตเทศบาลตำบล เท่ากับ 120 ลิตร/คน/วัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3) จากข้อมูลพื้นฐานและข้อมูลจุดร่วมและท่อของระบบการกระจายน้ำในพื้นที่ที่ทำการศึกษา นำมาสร้าง network diagram ในโปรแกรม EPANET

3.3 สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาการออกแบบระบบการกระจายน้ำ

การ Formulate ปัญหาของการศึกษานี้คล้ายคลึงกับงานวิจัยของ Bureerat&Sriworamas (2013), Pierro et al. (2009)และ Sedki&Ouazar (2012) คือทำการหาขนาดท่อที่เหมาะสมเพื่อทำให้ระบบการกระจายน้ำมีต้นทุนและแรงดันที่สูญเสียน้อยที่สุด ภายใต้เงื่อนไขของกฎการอนุรักษ์มวลและกฎการอนุรักษ์พลังงาน

1) สมการเป้าหมาย คือ การหาขนาดของท่อที่เหมาะสม โดยใช้ค่าลงทุนต่ำที่สุดและมีการสูญเสียแรงดันน้อยที่สุด

2) สมการข้อจำกัดจะประกอบไปด้วย

   2.1) กฎการอนุรักษ์มวล โดยที่อัตราการไหลเข้าและออกจากจุดร่วม จะต้องเท่ากับความต้องการน้ำ

   2.2) อัตราการไหลผ่านท่อเส้นใดๆ ได้โดยเท่ากับความต้องการน้ำที่จุดรับน้ำบวกกับผลรวมของอัตราการไหลผ่านท่อเส้นต่างๆหลังจุดรับน้ำ

   2.3) ความดันที่ต่ำที่สุดของแต่ละจุดร่วมต้องมากกว่าค่าที่กำหนด

   2.4) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ (Discrete size) ต้องอยู่ในเซ็ทของขนาดทางการค้าที่สามารถจัดหาได้ตามท้องตลาดทั่วไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.4แก้ปัญหาโดยวิธี Exact method โดยใช้โปรแกรม LINGO

1) จำลองปัญหาขนาดเล็กเพื่อใช้ในการเขียนและทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมโดยใช้การสร้างข้อมูลระบบการกระจายน้ำกรณีศึกษาจำนวนจุดร่วม 4 จุด และท่อ 4 เส้น ซึ่งข้อมูลพื้นฐานของระบบใช้เหมือนข้อมูลของปัญหาจริง โดยข้อมูลของจุดร่วมและท่อของระบบกรณีศึกษาจำนวนจุดร่วม 4 จุด และท่อ 4 เส้น แสดงได้ ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลจุดร่วม และท่อของระบบการกระจายน้ำ กรณีศึกษาจำนวนท่อ 4 เส้น

Pipe ID	ความยาว (ฟุต)	จุดเริ่มต้น Node no.	จุดสิ้นสุด				
			Node no.	พิกัดเส้นแวง X-Coordinate	พิกัดเส้นรุ้ง Y-Coordinate	จำนวนประชากร (คน)	ความต้องการน้ำ (GPM)
1	1042.08	Tank	1	99.16	18.87	190	119.87
2	1069.41	1	2	99.16	18.88	120	75.71
3	1630.52	1	3	99.16	18.87	110	69.40
4	516.59	3	4	99.15	18.87	130	82.02

2) ทำการแก้ปัญหาชุดตัวอย่างขนาดเล็ก กรณีศึกษาจำนวนจุดร่วม 4 จุด และท่อ 4 เส้นนี้ โดยใช้โปรแกรมสำหรับแก้ปัญหาค่าที่ดีที่สุด (Lingo) แบบวิธี Sequential muti-criteria ซึ่งแนวความคิดหลักของวิธีนี้คือใช้การเลือกแบบอนุกรม (The serial multi-criteria feature selection) คือเกณฑ์การตัดสินใจหนึ่งจะถูกใช้เป็นแนวทางในการเลือกให้กับเกณฑ์การตัดสินใจถัดไป โดย Li, Y. & Zeng, X. (2010)พบว่าคุณภาพของคำตอบที่มาจากวิธีนี้ค่อนข้างดีกว่าการเลือกแบบสุ่ม (Random) และโดยธรรมชาติเวลาที่ใช้ในการหาคำตอบนั้นย่อมลดลงด้วย นอกจากนี้วิธี Sequential muti-criteria ยังใช้เวลาน้อยกว่าแบบ Parallel multi-criteria อีกด้วย ซึ่งในการศึกษานี้จะให้ความสำคัญกับมูลค่าการลงทุนก่อนความดันที่สูญเสียของระบบ

3) ทำการตรวจสอบความถูกต้องของการแก้ปัญหาของโปรแกรมแก้ปัญหาที่ดีที่สุด จากกรณีศึกษาจำนวน 4 จุดร่วม (Nodes) และท่อ 4 เส้น (Arcs)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.5แก้ปัญหาตามโปรแกรมตามแผนผังการแก้ปัญหาของวิธีวิวัฒนาการผลต่างแบบหลายวัตถุประสงค์ (Muti-Objective Differntial Evolution: MODE)

1) พัฒนาโปรแกรมตามแผนผังการแก้ปัญหาของวิธี MODEและออกแบบวิธีการแปลงคำตอบที่เหมาะสมเพื่อแก้ปัญหาการออกแบบระบบการจ่ายน้ำ

2) ทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมเพื่อตรวจสอบว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นให้คำตอบที่ถูกต้องตามที่ได้ออกแบบ

3) ทำการหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่เหมาะสม

3.1) ทำการกำหนดพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษา

3.1.1) Function Evaluation: ประกอบด้วยค่าพารามิเตอร์ 2 ตัวคือ จำนวนเวคเตอร์ (Population size) และ จำนวนรอบ (Iteration) ซึ่งกำหนดตามความเหมาะสมในแง่ของเวลาประมวลผลที่ยอมรับได้

3.1.2) Scale Factor (F): มีค่าระหว่าง 0 ถึง 2

3.1.3) Crossover Rate(C_r) มีค่าเป็นเลขจำนวนจริงระหว่าง 0 ถึง 1

3.2) ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ

วิธีการวัดประสิทธิภาพในปัญหาที่มีหลายวัตถุประสงค์แบบพาเรโต มีความแตกต่าง จากในปัญหาที่มีวัตถุประสงค์เดียว เนื่องจากการแก้ปัญหาที่มีหลายวัตถุประสงค์ แบบพาเรโตนั้นนั้น คำตอบที่ได้จะอยู่ในลักษณะของกลุ่มคำตอบที่ไม่ถูกครอบงำซึ่ง ยากต่อการเปรียบเทียบ ในงานวิจัยนี้ใช้วิธีการหาค่า$\tilde{C}$Metric เพื่อทำการเปรียบเทียบ กลุ่มของคำตอบที่ไม่ถูกครอบงำของวิธีการทีละคู่เช่น เมื่อต้องการวัดประสิทธิภาพ ของวิธีการ A และวิธีการ B หรือ$\widetilde{C}\ (A,B)$จะเป็นการวัดจำนวนสมาชิกของ B ที่ถูกครอบงำโดย A ในทางตรงกันข้าม$\widetilde{C}\ (B,A)$จะเป็นการวัดจำนวนสมาชิกของ A ที่ถูก ครอบงำโดย B ซึ่งแสดงได้ดังสมการที่ 3.1

$$\widetilde{C}\ (A,B)=\frac{|\{b\in B:\exists a\in A, a>b\}|}{|B|} \qquad (3.1)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยที่ $|B|$คือจำนวนคำตอบของวิธี ดังนั้นเมื่อ$\widetilde{C}\ (A,B)$= 1 จะมีความหมายว่าสมาชิกทุกตัวใน B ถูกครอบงำโดยสมาชิกบางตัวของ A ในทางตรงกันข้าม $\widetilde{C}\ (A,B)$= 0 จะมีความหมายว่าสมาชิกทุกตัวใน B ไม่ถูกครอบงำโดยสมาชิกทุกตัว ของ A ดังนั้นเมื่อค่าอัตราส่วน$\widetilde{C}\ (A,B)$ยิ่งมีค่าน้อย ยิ่งแสดงว่าวิธีการ B ดีกว่าวิธีการ A โดยในการศึกษานี้ได้ทำการเปรียบเทียบค่า$\tilde{C}$Metric ของคำตอบที่ได้จากที่ได้จากการกำหนด Function Evaluation , Scale Factor และ Crossover Rate ที่แตกต่างกันเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของวิธี MODE ที่ใช้สำหรับการแก้ไขปัญหาการหาขนาดท่อในระบบการจ่ายน้ำที่เหมาะสม

4) หาขนาดท่อในระบบการจ่ายน้ำที่เหมาะสมกับปัญหาจริง

4.1) ทำการตรวจสอบความประสิทธิภาพของ MODE เทียบกับ LINGO ที่ใช้ในการหาคำตอบที่ดีที่สุดด้วยวิธีการแบบแม่นตรงแบบวัตถุประสงค์เดียว ได้แก่ การหาต้นทุนต่ำที่สุด โดยจำลองปัญหาตั้งแต่ปัญหาขนาดเล็กจำนวน 3 arcs แล้วค่อยๆ ขยายขนาดของปัญหาให้ใหญ่ขึ้นด้วยการเพิ่มจำนวน Arc ขึ้นทีละน้อย จนถึงขนาดของปัญหาจริงจำนวน 109 arcs แล้วนำคำตอบที่ได้จาก MODE และ LINGO ที่ได้จากการแก้ปัญหาแต่ละขนาดมาเปรียบเทียบกันเพื่อดูคำตอบที่ได้และเวลาที่ใช้ในการหาคำตอบในแต่ละกรณี

4.2) ทำการหาขนาดท่อในระบบการจ่ายน้ำที่เหมาะสมในระบบประปาของพื้นที่ หมู่ 13 ตำบลเชิงดอย อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ด้วยโปรแกรมตามแผนผังการแก้ปัญหาMODE ที่สร้างไว้ โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นที่เหมาะสมตามผลการตรวจสอบโปรแกรม เพื่อให้ได้เซ็ทของคำตอบให้ผู้มีอำนาจตัดสินใจ (decision maker)

3.6สรุปผลการวิจัยและการวิเคราะห์ผล

จัดทำรายงานการวิจัย ซึ่งประกอบไปด้วยที่มาและความสำคัญ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ขั้นตอนในการดำเนินการ ผลจากการดำเนินการ การวิเคราะห์ผลและการสรุปผลงานวิจัยตลอดการดำเนินการทั้งหมด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved