บทที่ 1

บทนำ

1.1 ประวัติความเป็นมา

ระบบท่อจ่ายน้ำ เป็นสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐานของชุมชนและอุตสาหกรรมในประเทศ ดังนั้นระบบท่อจ่ายน้ำจึงต้องสร้างอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้สามารถจ่ายน้ำให้กับผู้บริโภคทั้งในครัวเรือนและภาคอุตสาหกรรมได้เพียงพอกับความต้องการภายใต้ข้อจำกัดทางด้านเงินลงทุนและแรงดันน้ำที่เหมาะสม ปัจจุบันการขยายตัวของชุมชนอย่างรวดเร็วทำให้งานออกแบบระบบท่อโครงข่ายจ่ายน้ำเป็นงานที่ซับซ้อนมากขึ้น ใช้งบประมาณสูงในการก่อสร้างและบำรุงรักษา ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องศึกษาวิธีการออกแบบที่มีประสิทธิภาพเพื่อลดค่าใช้จ่าย และผู้บริโภคได้รับประโยชน์สูงสุด

เทศบาลตำบลเชิงดอยที่ตั้งอยู่ในอำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ เป็นหนึ่งพื้นที่ที่มีโครงการสร้างระบบน้ำประปาหมู่บ้านเพื่อให้ประชาชนในพื้นที่ได้มีน้ำเพื่อการอุปโภคอย่างเพียงพอต่อความต้องการ ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลราษฎร ในเทศบาลตำบลเชิงดอย โดยมีหมู่บ้านจำนวน 11 หมู่บ้าน มีจำนวนประชากรทั้งสิ้น 7,396 คน โดยในเทศบาลตำบลเชิงดอยได้มีการสร้างระบบประปาหมู่บ้านแล้วในบางหมู่บ้าน เช่น หมู่ที่ 1 และยังมีอีกหลายหมู่บ้านที่ยังไม่มีระบบน้ำประปา เช่นหมู่ที่ 13 ซึ่งยังต้องอาศัยบ่อน้ำที่ขุดไว้ใช้ในแต่ละครัวเรือนในการอุปโภคตาราง 1.1 แสดงข้อมูลราษฎรในเขตเทศบาลตำบลเชิงดอย อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่

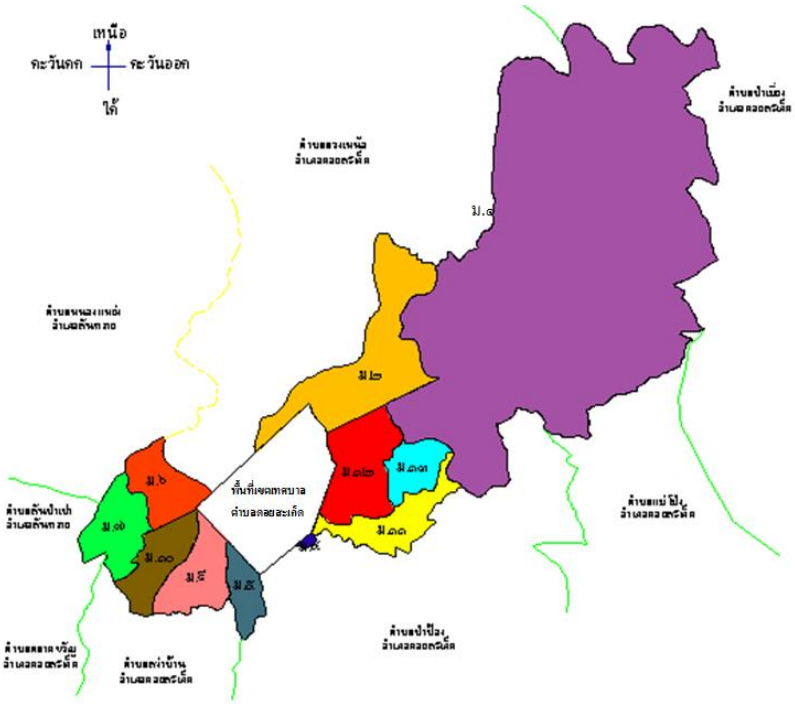
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 1.1 ข้อมูลราษฎรเทศบาลตำบลเชิงดอย อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ (ส.ค. 2556)

หมู่ที่	หมู่บ้าน	จำนวนประชากร(คน)			จำนวนครัวเรือน
		ชาย	หญิง	รวม	(หลังคาเรือน)
1	บ้านแม่ดอกแดง	694	653	1,347	544
2	บ้านโพธิ์ทองเจริญ	519	498	1,017	322
4	บ้านป่าคา	13	8	21	6
5	บ้านเกาะ	156	175	331	151
6	บ้านสันอุ้ม	454	479	933	441
7	บ้านร้องขี้เหล็ก	432	494	926	372
9	บ้านป่าสักน้อย	273	303	576	219
10	บ้านป่าไผ่ศรีโขง	147	179	326	122
11	บ้านกิ่วแล	260	289	549	209
12	บ้านปทุมนิเวศน์	521	548	1,069	436
13	บ้านหนองบัวพัฒนา	155	146	301	110
รวม		3,624	3,772	7,396	2,932

เทศบาลตำบลเชิงดอยที่มีพื้นที่ประมาณ 63 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 39,375 ไร่ สภาพภูมิประเทศของตำบลเชิงดอย บางส่วนเป็นภูเขาที่มีป่าไม้สมบูรณ์ บางส่วนเป็นที่ราบเชิงเขา และบางส่วนเป็นที่ราบลุ่มมีคลองส่งน้ำชลประทานจากเขื่อนแม่กวงอุดมธาราไหลผ่าน และมีหนองน้ำธรรมชาติที่สำคัญคือ หนองบัวพระเจ้าหลวง ลำน้ำแม่ดอกแดง และหนองน้ำแดง ดังแสดงในภาพที่ 1.1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

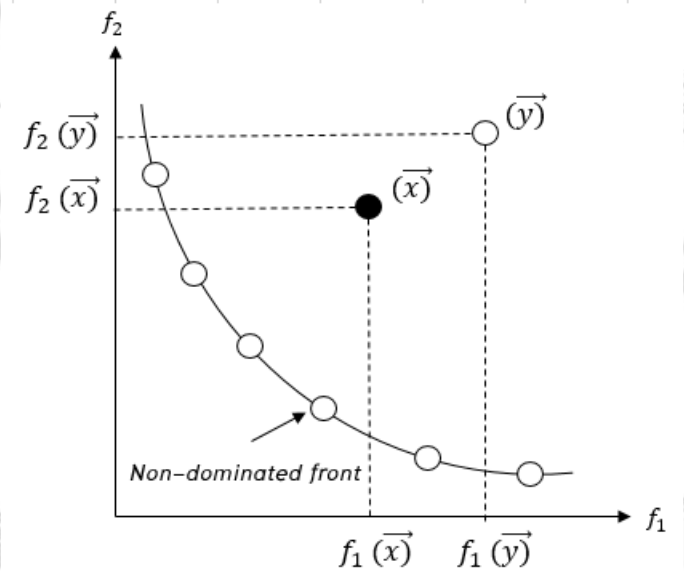

เหนือ
ทะวันตก
ทะวันออก
ใต้
ม.๒
ม.๑๒
ม.๑๓
ม.๑๑
ม.๑๐
ม.๙
ม.๘
ม.๕
ม.๖
ม.๑
ม.๓
ม.๔
ม.๗
ม.๑๔
ม.๑๕
ม.๑๖
ม.๑๗
ม.๑๘
ม.๑๙
ม.๒๐
ม.๒๑
ม.๒๒
ม.๒๓
ม.๒๔
ม.๒๕
ม.๒๖
ม.๒๗
ม.๒๘
ม.๒๙
ม.๓๐
ม.๓๑
ม.๓๒
ม.๓๓
ม.๓๔
ม.๓๕
ม.๓๖
ม.๓๗
ม.๓๘
ม.๓๙
ม.๔๐
ม.๔๑
ม.๔๒
ม.๔๓
ม.๔๔
ม.๔๕
ม.๔๖
ม.๔๗
ม.๔๘
ม.๔๙
ม.๕๐
ม.๕๑
ม.๕๒
ม.๕๓

วิธีการเมตาฮิวริสได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อลดเวลาในการคำนวณ และหาคำตอบที่ดี (A good solution) สำหรับปัญหาที่ต้องการหาค่าที่ดีที่สุดที่มีความยุ่งยากซับซ้อนในการแก้ปัญหา โดยวิธีการมาจากการศึกษากลไกในการคิดและแสดงออกของมนุษย์อย่างมีเหตุผล แล้วนำมาพัฒนาประดิษฐ์โดยการเลียนแบบการแก้ปัญหาแบบเป็นลำดับขั้นตอนซึ่งทำให้ปัญหาที่ซับซ้อนสามารถทำได้ง่ายขึ้น วิธีการเมตาฮิวริสติกมักจะถูกใช้ในการหาคำตอบภายใต้การหาคำตอบที่ขึ้นอยู่กับเลขสุ่มเพื่อให้เกิดการค้นหาพื้นที่ของคำตอบที่เป็นไปได้ (Feasible solution) ให้กว้างที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ คำตอบที่ได้มาจากวิธีการเมตาฮิวริสติกไม่สามารถรับประกันได้ว่าจะเป็นคำตอบที่ดีที่สุดเหมือนคำตอบที่ได้จาก วิธีแม่นตรง ทั้งนี้ได้มีผู้คิดค้นวิธีการเมตาฮิวริสติกต่าง ๆ มากมายเช่น วิธีอาณานิคมมด (Ant colony optimization) วิธีการค้นหาต้องห้าม (Tabu search) วิธีการเลียนแบบการอบอ่อน (Simulated annealing) วิธีการค้นหาค่าที่ดีที่สุดด้วยฝูงอนุภาค (Particle swarm optimization)

ในปัจจุบันวิธีการเมตาฮิวริสติกที่รู้จักกันอย่างกว้างขวางวิธีหนึ่ง คือ Genetic algorithm (GA) ซึ่งเป็น Population-based search algorithm ซึ่งมีแนวคิดมาจากกระบวนการคัดสรรตามธรรมชาติ โดยการจำลองกลุ่มประชากรเลียนแบบโครโมโซม ด้วยชุดของเลขฐานสอง และดำเนินการกับกลุ่มประชากรด้วยกระบวนการทางพันธุศาสตร์ ได้แก่ กระบวนการ Reproduction, Crossover, Mutation และ Selection เพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ที่ดีของสมาชิกในกลุ่มประชากรให้อยู่รอดต่อไป และทำซ้ำกระบวนการดังกล่าวจนได้สมาชิกของกลุ่มประชากรที่ดีที่สุด ซึ่งก็คือ คำตอบที่ดีที่สุดของสมการวัตถุประสงค์นั่นเอง ต่อมาวิธีวิวัฒนาการผลต่าง (Differential Evolution : DE) ถูกคิดค้นขึ้นโดย Price และ Storn (Storn& Price, 1997) จากความพยายามแก้ปัญหา Polynomial fitting โครงสร้างของ DE คล้ายคลึงกับวิธี Population-based search ทั่วไป แต่มีข้อแตกต่างที่สำคัญคือ GA จะแปลงตัวแปรการตัดสินใจ (Decision variables) ให้เป็นรหัสเลขฐานสอง (Binary code) แต่ DE จะใช้ค่าจริง (Floating point number) แทน ข้อได้เปรียบของ DE คือความเร็วและประสิทธิภาพในการหาคำตอบ โครงสร้างที่ไม่ซับซ้อน และง่ายต่อการนำไปใช้ ปัจจุบัน แผนผังการแก้ปัญหา ใหม่ๆเกิดขึ้นทุกวันจากแรงบันดาลใจที่มาจากธรรมชาติ แต่ส่วนมากมีกลยุทธ์แบบเดี่ยวหรือค่อนข้างแคบเนื่องจากแหล่งที่มาของแรงบันดาลใจในการสร้าง แผนผังการแก้ปัญหานั้นขึ้นมา ขณะที่ DE ให้เซ็ทของความยืดหยุ่น (Flexible set) ของกลยุทธ์รุ่นลูกหลาน (Offspring generation) ที่มีความแข็งแรง และใช้งานง่าย ซึ่งเป็นผลมาจากการค้นหาคำตอบ (Search move) ความยืดหยุ่นนี้ทำให้ DE เป็นเครื่องมือในการหาค่าที่เหมาะสมใช้ได้ทั่วไป (Versatile) และมีความแม่นยำสูง ดังนั้นจึงปฏิเสธไม่ได้ว่า DE เป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพในการแก้ไขปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมที่มีการปรับใช้ในงานทางด้านวิทยาศาสตร์และวิศกรรม (Qin et al. 2009)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เนื่องจากหลายปัญหาในโลกแห่งความจริงไม่ว่าจะเป็นทางด้านอุตสาหกรรมหรือแวดวงวิชาการ การหาคำตอบที่ดีที่สุดควรพิจารณาวัตถุประสงค์ที่มีหลายวัตถุประสงค์พร้อมกันมากกว่า อย่างไรก็ตาม การพิจารณาวัตถุประสงค์หลายวัตถุประสงค์แล้วโดยทั่วไปจะเป็นวัตถุประสงค์ที่มีความขัดแย้งกัน สำหรับปัญหาการออกแบบระบบการจ่ายน้ำมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญ 2 วัตถุประสงค์คือ เพื่อให้ได้การต้นทุนก่อสร้างต่ำที่สุด และ เพื่อให้ได้ระบบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดโดยสามารถจ่ายน้ำให้ผู้บริโภคได้อย่างเพียงพอต่อความต้องการ ซึ่งทั้งสองวัตถุประสงค์นี้เป็นวัตถุประสงค์ที่มีความขัดแย้งกัน ดังนั้นการหาคำตอบที่เหมาะสมจึงไม่ได้มีเพียงคำตอบเดียว หากแต่เป็นชุดของคำตอบที่ผู้ตัดสินใจสามารถเลือกให้เหมาะสมกับการออกแบบได้ โดยที่ลักษณะของคำตอบจะเป็นชุดของคำตอบทีไม่มีการครอบงำ (Non-dominated solution) ซึ่งอยู่ในรูปของพาเรโตฟร้อน (Pareto front) (Nguyen et al., 2013) ดังแสดงในภาพที่ 1.2



ภาพที่ 1.2 พาเรโตฟร้อนของฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ f_1 และ f_2

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากปัญหาที่กล่าวมานั้น ในงานวิจัยนี้จึงมีการประยุกต์ใช้วิธีวิวัฒนาการผลต่าง (Differential Evolution, DE) ในการแก้ปัญหาการออกแบบระบบการจ่ายน้ำ เพื่อหาขนาดของท่อที่เหมาะสม โดยใช้ค่าลงทุนต่ำที่สุดและมีการสูญเสียแรงดันจาก Major loss ต่ำที่สุดโดยแรงดันที่สูญเสียในงานวิจัยนี้ได้คำนวณได้โดยใช้สูตรเชิงประจักษ์ (Empirical formula) ของ Hazen-Williams (Williams& Hazen, 1920) ที่ใช้กับของไหลที่เป็นน้ำไหลในท่อกลมเท่านั้น (ของไหลอื่นๆใช้ไม่ได้) ซึ่งหน่วยที่ใช้ในจะเป็นแบบImperial (US)เพื่อให้การกำหนดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในท่อเป็นหน่วยนิ้ว ตามข้อจำกัดที่

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ (Discrete size) ต้องอยู่ในเซ็ทของขนาดทางการค้าที่สามารถจัดหาได้ตามท้องตลาดทั่วไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการออกแบบขนาดท่อที่เหมาะสมสำหรับระบบการจ่ายน้ำ

1.2.2 เพื่อหาขนาดท่อที่เหมาะสมสำหรับระบบการจ่ายน้ำด้วยวิธีวิวัฒนาการผลต่างแบบหลายวัตถุประสงค์ ได้แก่ ต้นทุนต่ำที่สุดและสูญเสียแรงดันน้อยที่สุด

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1.3.1 การศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลที่กำหนดไว้แล้วและมีค่าที่แน่นอนในการทดลอง

1.3.2 ศึกษาการหาขนาดท่อในระบบประปาของพื้นที่ หมู่ 13 ตำบลเชิงดอย อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่

1.3.3 ศึกษาการหาขนาดท่อในเขตเทศบาลตำบลโดยมีเป้าหมายอัตราการไหลของน้ำที่จุดใช้งาน 120 ลิตร/คน/วัน

1.3.4 ท่อในระบบประปาที่ทำการศึกษาเป็นแบบท่อกลมทำจาก PVC ดังนั้นการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของผิวภายในท่อของ Hazen-Williams (CW) = 150 (Williams & Hazen, 1920)

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา

1.4.1 ได้วิธีการหาคำตอบที่มีประสิทธิภาพ

1.4.2 ได้แนวทางการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ

1.4.3 เป็นต้นแบบในการประยุกต์ใช้กับชุมชนอื่นต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved