

โครงการวิศวกรรมชลประทาน

(02207499)

ที่ 3/2553

เรื่อง

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และโปรแกรม EPANET 2.0 ในการศึกษา
และวิเคราะห์ระบบประปาในเขตเทศบาล ตำบลบางระกำ อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม

**An Application of Geographical Information System and EPANET 2.0 Program
for Study and Analysis of Water Supply System in Bangrakum Municipality
Banglen District, Nakhon Pathom**

โดย

นายสาโรจน์	ศรีชัย	เลขประจำตัว 50240530
นางสาวอรุณทิพย์	แมนประเสริฐ	เลขประจำตัว 50240589
นายกิตติสันต์	อยู่บรรมรงค์	เลขประจำตัว 50242056

เสนอ

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา - ชลประทาน)

พุทธศักราช 2553

ใบรับรองโครงการวิศวกรรมชลประทาน
ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน
คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมชลประทาน

เรื่อง : การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และโปรแกรม EPANET 2.0 ในการศึกษาและ
วิเคราะห์ระบบประปา ในเขตเทศบาล ตำบลบางระกำ อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม
An Application of Geographical Information System and EPANET 2.0 Program for Study and
Analysis of Water Supply System in Bangrakum Municipality, Banglen District,
Nakhon Pathom

นามผู้ทำโครงการ : นายสาโรจน์ ศรีชัย
นางสาวอรุณทิพย์ แม่นประเสริฐ
นายกิตติสันต์ อยู่บรรยงค์

ได้รับพิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ
(รศ. สันติ ทองพำนัก)
...../...../.....

กรรมการ
(อ.ดร. วิษุวัตก์ แต่สมบัติ)
...../...../.....

หัวหน้าภาควิชา
(รศ. สันติ ทองพำนัก)
...../...../.....

บทคัดย่อ

เรื่อง การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และ โปรแกรม EPANET 2.0 ในการศึกษาและวิเคราะห์ระบบประปา ในเขตเทศบาล ตำบลบางระกำ อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม

An Application of Geographical Information System and EPANET 2.0 Program for Study and Analysis of Aater Supply System in Bangrakum Municipality, Banglen District, Nakhon Pathom

โดย : นายสาโรจน์ ศรีชัย
นางสาวอรุณทิพย์ แม้นประเสริฐ
นายกิตติศักดิ์ อยู่บรรยงค์

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ :

(รศ. สันติ ทองพำนัก)

...../...../.....

เนื่องจากระบบประปาที่อยู่ในการดูแลขององค์การบริหารส่วนตำบลบางระกำ ประสบปัญหาการส่งน้ำประปาไม่ทั่วถึง และขาดการวางแผนที่เป็นระบบ ดังนั้นเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ได้มีแนวทางที่จะทำการสำรวจและจัดทำแผนที่ระบบประปาขึ้นใหม่ เพื่อช่วยในการบริหารจัดการและควบคุมการสูญเสียของน้ำประปา ตลอดทั้งวางแผนการจัดการน้ำ เพื่อให้ชุมชนได้รับประโยชน์สูงสุด ซึ่งปัจจุบันภายในตำบลบางระกำมีพื้นที่ทั้งหมด 18,750 ไร่ (30 ตร.กม.) และมีประชากรทั้งสิ้น 4,800 คน ได้ก่อสร้างหอดังประปาประจำหมู่บ้าน จำนวน 21 หอดัง และยังไม่เพียงพอต่อความต้องการเพราะคริวเรือนที่อยู่ห่างไกลน้ำที่จ่ายไปไม่เพียงพอ เนื่องจากคริวเรือนในชุมชนขยายตัวเพิ่มมากขึ้นและชุมชนนอกพื้นที่ขยายตัวเข้ามาอาศัยอยู่ในพื้นที่ และปัจจุบันมีผู้ใช้น้ำทั้งสิ้น 1,332 คริวเรือน ดังนั้นในโครงการวิศวกรรมนี้จึงได้นำหลักการของการจัดการน้ำชุมชนแบบมีส่วนร่วมประยุกต์ใช้ในการวางระบบประปาของพื้นที่ตำบลบางระกำ โดยวิธีการในการศึกษาประกอบด้วย การออกสำรวจพื้นที่จริง การจัดทำข้อมูล GIS และการวางระบบประปาโดยใช้โปรแกรม EPANET 2.0 ผลการศึกษาพบว่า ระบบประปาที่ออกแบบใหม่เลือกใช้เป็นระบบประปาผิวดิน ซึ่งประกอบด้วยท่อ PVC ที่มีท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 ขนาด ได้แก่ 1) ท่อขนาด 20 มม. (3/4 นิ้ว) มีความยาวรวม 3,226 ม., 2) ท่อขนาด 25 มม. (1 นิ้ว) มีความยาวรวม 10,971 ม., 3) ท่อขนาด 35 มม. (1 ¼ นิ้ว) มีความยาวรวม 18,935 ม., 4) ท่อขนาด 40 มม. (1 ½ นิ้ว) มีความยาวรวม 12,226 ม. และ 5) ท่อขนาด 55 มม. (2 นิ้ว) มีความยาวรวม 3,326 ม. และคิดเป็นค่าใช้จ่ายในส่วนของท่อประปารวมทั้งสิ้น 1,210,623 บาท

ABSTRACT

Title : An Application of Geographical Information System and EPANET 2.0 Program
for Study and Analysis of Water Supply System in Bangrakum Municipality,
Banglen District, Nakhon Pathom

By : Mr. Saroj Srichai
Miss. Arunthip Meanprasert
Mr. Kittisan Yubanyong

Project Advisor :

(Mr. Santi Thongphannak)

...../...../.....

Nowadays, the water supply systems in a responsibility of Bangrakam Subdistrict Administrative Organization have faced some problems such as inconsistency in water delivery system and lack of plan to manage the system. Therefore, to solve these problems, this organization proposes to survey and map for the new water supply system in order to control the loss in the water system and planning water system management for the most advantage of the peoples in this district. Bangrakam Subdistrict occupies an area of 18,750 rai and has a population around 4,800 people. There are 21 water tanks constructed in this district. However, that is not enough for demand of peoples, who far from water tanks, and the increase of population in this district. Now, there is water used of 1,332 families in the district. Consequently, this engineering project was carried out by the method of participatory water management in order to study and design the new water supply system for Bangrakam Subdistrict. The methodologies which used comprised of ground survey, creating of GIS database, and design of the water supply system by EPANET 2.0 program. The results found that the new water supply system was selected to use a surface water source and has 5 diameter-sizes of PVC pipes which comprised of 1) pipe dia. 20 mm (3/4 inch) which has a total length around 3,226 m, 2) pipe dia. 25 mm (1 inch) which has a total length around 10,971 m, 3) pipe dia. 35 mm (1 ¼ inch) which has a total length around 18,935 m, 4) pipe dia. 40 mm (1 ½ inch) which has a total length around 12,226 m, and 5) pipe dia. 55 mm (2 inch) which has a total length around 3,326 m., and the total of estimated cost of pipe around 1,210,623 baht.

คำนิยม

โครงการวิศวกรรมฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณผู้ที่ให้ความสนับสนุนในด้านต่าง ๆ ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์สันติ ทองพำนัก และอาจารย์วิษุวัตม์ แต่สมบัติ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา ชี้แนะแนวทางในการดำเนินงานมาโดยตลอด

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ชูพันธุ์ ชมภูจันทร์ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน ที่ได้สอนเนื้อหาความรู้เกี่ยวกับเครื่องจักรที่ขุดลอกที่ขุดและได้ให้คำแนะนำในช่วงที่มีการนำเสนอ

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่ได้กรุณาอนุเคราะห์ความช่วยเหลือต่างๆ ในการทำโครงการวิศวกรรมนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณ พี่พงษ์รัตน์ อ่อนละมุน นิสิตปริญญาโทที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา และคำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ในการทำโครงการนี้เป็นอย่างมาก

ขอขอบคุณ คุณวาริ สอนศรี และเจ้าหน้าที่องค์การบริหารส่วนตำบลบางระกำ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา และความช่วยเหลือต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ในการทำโครงการนี้เป็นอย่างมาก

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดาที่ให้การสนับสนุนในทุกๆด้าน ทั้งในด้านกำลังทรัพย์และกำลังใจเสมอมา

คณะผู้จัดทำ
มีนาคม 2554

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ(ABSTRACT)	III
คำนิยม	V
สารบัญ	VI
สารบัญรูป	VIII
สารบัญตาราง	XI
บทที่ 1 คำนำ วัตถุประสงค์ และขอบเขตการศึกษา	1
1.1 คำนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 ขอบเขตการศึกษา	3
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	4
2.1 พื้นที่การศึกษา	4
2.1.1 สภาพทั่วไปของพื้นที่	4
2.1.2 อาณาเขตตำบล	4
2.1.3 ลักษณะภูมิประเทศ	4
2.1.4 การแบ่งการปกครององค์การบริหารส่วนตำบลบางระกำ	5
2.1.5 ประชากร	6
2.1.6 แหล่งน้ำธรรมชาติ	7
2.1.7 แหล่งน้ำที่สร้างขึ้น	7
2.1.8 อุตสาหกรรม	7
2.1.9 สภาพสังคม	7
2.1.10 สภาพทางเศรษฐกิจ	7
2.1.11 สถาบันและองค์กรทางศาสนา	7
2.1.12 การสาธารณสุข	8
2.1.13 ปัญหาของคนบางระกำ	8

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.2 โปรแกรม EPANET 2.0	11
2.2.1 ความหมายของโปรแกรม EPANET 2.0	11
2.2.2 องค์ประกอบของโปรแกรม EPANET 2.0	11
2.3 ระบบพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System , GPS)	14
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	15
3.1 อุปกรณ์	15
3.2 ข้อมูล	15
3.3 วิธีการดำเนินงาน	15
บทที่ 4 ผลการศึกษาและวิเคราะห์	19
บทที่ 5 สรุปผลการวิเคราะห์	31
5.1 สรุป	31
5.2 ข้อเสนอแนะ	31
เอกสารอ้างอิง	32
ภาคผนวก	
- ภาคผนวก ก ภาพหอดังสูงที่ทำการจับพิกัด	34
- ภาคผนวก ข การใช้โปรแกรม Quantum GIS	45
- ภาคผนวก ค การใช้โปรแกรม EPANET 2.0	59
- ภาคผนวก ง ตารางแสดงผลคุณสมบัติที่ต่างๆ	67
- ภาคผนวก จ ตารางแสดงผลจุดจ่ายน้ำ (Node)	72

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ขอบเขตพื้นที่ตำบลบางระกำ	5
2.2 หอถังสูงองค์การบริหารส่วนตำบลบางระกำ	10
2.3 คิวเทียม NAVSTAR จำนวน 24 ดวง ที่โคจรรอบโลก	14
3.1 หน้าต่างแสดงการตรวจสอบค่า Total Head & Pressure	16
3.2 หน้าต่างแสดงคุณสมบัติของท่อจากวิเคราะห์	17
3.3 หน้าต่างแสดงคุณสมบัติของหอถังสูง	18
4.1 แผนที่ขอบเขตตำบลบางระกำแสดงถนนและแหล่งน้ำ	19
4.2 แผนที่ขอบเขตตำบลบางระกำแสดงหอถังสูงและวัด โรงเรียน	20
4.3 แผนที่ขอบเขตตำบลบางระกำแสดงแนวท่อประปา	21
4.4 แผนที่ขอบเขตตำบลบางระกำแสดงข้อมูลทั้งหมด	22
4.5 แสดงแนวท่อประปาในการจ่ายน้ำ	25
4.6 แสดงวาล์วน้ำชนิด Throttle Control Valve (TCV)	26
4.7 แผนที่แสดงเส้นท่อประปา	27
4.8 แผนที่แสดงเส้นท่อประปาและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ	28

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปภาพผนวกที่	หน้า
1. หอด้งสูงหมู่ที่ 1 บริเวณ บ้านนายสำราญ สร้างวุฒิไกร	35
2. หอด้งสูงหมู่ที่ 2 บริเวณ บ้านนายสหพร สุนทรอำไพ	35
3. หอด้งสูงหมู่ที่ 3 เปิดใหม่	36
4. หอด้งสูงหมู่ที่ 4 บริเวณ บ้านนายกสมชาย ชั้นอินทร์งาม	36
5. หอด้งสูงหมู่ที่ 5 บริเวณ บ้านนายห่อ เฟ็งเฟงพิศ	37
6. หอด้งสูงหมู่ที่ 5 บริเวณ บ้านนายอุเทน ปานภาษี	37
7. หอด้งสูงหมู่ที่ 6 เปิดใหม่	38
8. หอด้งสูงหมู่ที่ 7 บริเวณ บ้านนายประคิษฐ์ วงษ์เอกอินทร์	38
9. หอด้งสูงหมู่ที่ 8 บริเวณ บ้านนางอำภา ขจรบุญ	39
10. หอด้งสูงหมู่ที่ 8 บริเวณ บ้านนายอวบ ปิ่นแก้ว	39
11. หอด้งสูงหมู่ที่ 8 อบต.บางระกำ	40
12. หอด้งสูงหมู่ที่ 10 บริเวณ บ้านนายประทีป พรหมสุรินทร์	40
13. หอด้งสูงหมู่ที่ 11 บริเวณ บ้านนายบุญยัง เฟ็งเฟงพิศ	41
14. หอด้งสูงหมู่ที่ 11 บริเวณ บ้านกำนันผัน ปิ่นปฐม	41
15. หอด้งสูงหมู่ที่ 12 บริเวณ บ้านนายผดุงไสมัย จิรายุวัฒน์	42
16. หอด้งสูงหมู่ที่ 13 บริเวณ บ้านนายเท็ก จิวเจริญ	42
17. หอด้งสูงหมู่ที่ 14 บริเวณ บ้านนายอินทร์ จันตะนา	43
18. หอด้งสูงหมู่ที่ 14 บริเวณ โรงเรียนหนองปรัง	43
19. หอด้งสูงหมู่ที่ 14 บริเวณ บ้านนายศรนนท์ ศรีอ่วมบุญ	44
20. หอด้งสูงหมู่ที่ 15 บริเวณ บ้านนายทักษิณ ศรีอ่วมบุญ	44
21. แสดงหน้าต่างเครื่องมือ	46
22. แสดงหน้าต่างแผนที่	48
23. แสดงหน้าต่าง New Vector Layer	49
24. แสดงหน้าต่าง New Vector Layer	50
25. แสดงหน้าต่าง New Vector Layer	51

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปภาพผนวกที่	หน้า
26. แสดงหน้าต่าง New Vector Layer	52
27. แสดงหน้าต่างการกำหนดจุดหอดัง	53
28. แสดงหน้าต่าง New Vector Layer	54
29. แสดงหน้าต่างแนวท่อประปาตำบลบางระกำ	55
30. แสดงหน้าต่าง New Vector Layer	56
31. แสดงหน้าต่าง การแบ่งขอบเขตตำบลบางระกำ	57
32. แสดงหน้าต่างการสั่ง Print	58
33. แสดงหน้าต่างโปรแกรม EPANET	60
34. แสดงหน้าต่างการลงจุดหอดัง	61
35. แสดงหน้าต่างการใส่ปริมาณน้ำที่ต้องการในจุดนั้น	62
36. แสดงหน้าต่างการวางแนวท่อประปา	63
37. แสดงหน้าต่างการ Run Program	64
38. แสดงหน้าต่างข้อมูล	65
39. แสดงหน้าต่างการแสดงผล	66

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. จำนวนประชากรในเขตตำบลบางระกำ อ.บางเลน จ.นครปฐมและ ความต้องการน้ำในแต่ละหมู่บ้าน	7
2. แสดงค่าพิกัดตำแหน่งหอถังสูง	23
3. ขนาดมาตรฐานท่อ ชนิดท่อ PVC ที่มีขายในท้องตลาด	29
4. สรุปลักษณะ Diameter ที่ใช้ทั้งหมด และคิดราคางาน	30

บทที่ 1

คำนำ วัตถุประสงค์ และขอบเขตการศึกษา

1.1 คำนำ

การบริหารแบบมีส่วนร่วม หมายถึง การที่บุคคลในองค์กรหรือต่างองค์กรได้ร่วมกันเพื่อจัดการงานให้บรรลุเป้าหมายที่ต้องการร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพและสำเร็จ ทั้งนี้ การมีส่วนร่วมนั้นๆ จะอยู่ในขั้นตอนใด ๆ ก็ตาม โดยขึ้นอยู่กับความรู้ ความสามารถประสบการณ์ ข้อจำกัดขององค์กรในแต่ละกระบวนการของการดำเนินการบริหารเป็นเกณฑ์ (วันชัย,2549)

ด้วย ตำบลบางระกำ มีระบบประปาที่อยู่ในการดูแลของ องค์การบริหารส่วนตำบลบางระกำ จำนวนมาก ทำให้การบริหารจัดการประสบปัญหาขาดทุนและไม่มีการวางแผนการจัดการที่เป็นระบบ ทำให้มีค่าใช้จ่ายในการจัดการสูง ไม่ว่าจะเป็นค่าไฟฟ้า ค่าซ่อมแซม ระบบการเชื่อมต่อเพื่อให้ใช้ประโยชน์ร่วมกันได้ การบำรุงรักษาที่ไม่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากขาดข้อมูลระบบแผนที่การจัดการระบบการวางท่อน้ำประปา ดังนั้นเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ได้มีแนวทางที่จะทำการสำรวจและจัดทำแผนที่ระบบประปาขึ้น เพื่อช่วยในการบริหารจัดการและควบคุมการสูญเสียของน้ำประปา ตลอดทั้งวางแผนการจัดการน้ำ เพื่อให้ประชาชนได้รับประโยชน์สูงสุด พร้อมทั้งทาง องค์การบริหารส่วนตำบลบางระกำ ลดการขาดทุนลงไปได้ในอนาคต

กำหนดโครงการแก้ไขโดยใช้สิ่งก่อสร้างเป็นท่อถังประปาขนาดใหญ่ เพื่อสำรองน้ำไว้กระจายไปยังท่อถังย่อยในกรณีท่อถังมีปัญหาไม่สามารถจ่ายน้ำไปยังครัวเรือนต่างๆ ได้ โดยการเชื่อมโยงท่อเมนระหว่างท่อถัง โดยตั้งอยู่ในระหว่างการสำรวจข้อมูลปริมาณการใช้น้ำชุมชนที่หนาแน่น การรณรงค์สร้างจิตสำนึกให้ชุมชนรู้จักการใช้น้ำอย่างประหยัดและมีคุณค่าโดยองค์การบริหารส่วนตำบลบางระกำ ได้

กำหนดแผนการใช้น้ำในอัตราก้าวหน้า คือ

- คิดอัตรการใช้น้ำในปริมาณ 1-50 หน่วย ในอัตราน้อยละ 4 บาท
 - คิดอัตรการใช้น้ำในปริมาณ 51-100 หน่วย ในอัตราน้อยละ 5 บาท
 - คิดอัตรการใช้น้ำในปริมาณ 101 หน่วยขึ้นไป ในอัตราน้อยละ 6 บาท
- ซึ่งมีผลให้ชาวบ้านในชุมชนมีการลดปริมาณการใช้น้ำลงในบางครัวเรือน

หากไม่มีโครงการสำรวจและจัดทำแผนที่ระบบประปาในพื้นที่ จะส่งผลกระทบต่อ สร้างความเดือดร้อนให้กับชาวบ้านคือ หากหอดักย่อยไม่สามารถจ่ายน้ำได้ ชาวบ้านจะไม่มีน้ำใช้ในการอุปโภคและบริโภค และในโครงการนี้ยังจะลดปัญหาการจ่ายน้ำไปยังครัวเรือนที่ห่างไกลได้มากเพราะกำลังผลิตมีมากเพียงพอต่อความต้องการของชาวบ้านที่เพิ่มมากขึ้น ดังนั้น เทศบาลตำบลบางระกำจึงต้องการให้ชาวบ้านในพื้นที่ตำบลบางระกำ มีน้ำไว้เพื่ออุปโภคและบริโภคที่เพียงพอ และสามารถรองรับครัวเรือนที่ขยายเพิ่มขึ้น และสามารถเข้าไปบริการประชาชนได้ตรงจุดเป้าหมายในกรณี ท่อน้ำชำรุดเสียหายเป็นบางจุด จะสามารถตรวจสอบได้ด้วยระบบข้อมูลพื้นฐาน

ประกอบกับความสนใจในวิชา สุขาภิบาลและการประปา (Sanitation and water supply) ซึ่งเป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับการประปา การระบายน้ำ การบำบัดน้ำเสีย การจัดการมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล ตลอดจนเรื่องของการสุขาภิบาลและอนามัย โดยสามารถนำมาใช้ในการออกแบบระบบประปาชุมชนได้พอสมควร และในปัจจุบันมีเทคโนโลยีที่ทันสมัยมากขึ้นจึงทำให้มีความสะดวกในการวางแผนออกแบบ ซึ่งทำให้เห็นภาพมากกว่าการเรียนในห้องเรียน จึงได้มีการใช้โปรแกรม EPANET 2.0 ช่วยออกแบบวางแผนท่อ โดยโปรแกรม EPANET 2.0 เป็นแบบจำลองที่ใช้วิเคราะห์การไหลของน้ำทางชลศาสตร์ภายใต้แรงดันของระบบท่อโครงข่าย เช่น โครงข่ายการจ่ายน้ำประปาชุมชน โดยการศึกษาเป็นการนำโปรแกรมมาช่วยในการออกแบบระบบประปาชุมชน ซึ่งแบ่งกรณีศึกษาออกเป็น 3 กรณี คือ

- กรณีที่อุปกรณ์จ่ายน้ำทุกตัวมีการใช้น้ำ
- กรณีที่มีอัตรการใช้น้ำตามจริง
- กรณีที่ไม่มีมีการใช้น้ำ

โปรแกรม EPANET 2.0 เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็น Freeware ที่สามารถ Download ได้จากอินเทอร์เน็ต โดยสามารถแสดงผลของข้อมูลในการวิเคราะห์ได้หลายรูปแบบ เช่น ตารางข้อมูล กราฟ ภาพ ซึ่งจะทำงานต่อการเข้าใจในข้อมูล โปรแกรมนี้จึงถูกเลือกเพื่อ

นำมาวิเคราะห์ระบบสาธารณูปโภค โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบประปาของเทศบาลตำบลบางระกำ

ดังนั้นในโครงการวิศวกรรมนี้จึงเลือกเทศบาลตำบลบางระกำ ใช้เป็นพื้นที่ศึกษาระบบประปาชุมชนโดยใช้โปรแกรม EPANET 2.0

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ฐานข้อมูล GIS

1.2.2 วิเคราะห์ระบบประปา

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 ขอบเขตพื้นที่องค์การบริหารส่วนตำบลบางระกำ อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2.1 พื้นที่ศึกษา

2.1.1 สภาพทั่วไปของพื้นที่

ตำบลบางระกำห่างจากตัวอำเภอบางเลนประมาณ 17 กม. มีเนื้อที่รวมทั้งสิ้นประมาณ 30 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 18,750 ไร่ มีแม่น้ำท่าจีนไหลผ่าน ภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่มอุดมสมบูรณ์ จะขาดแคลนน้ำในฤดูแล้งบ้างเป็นบางปีที่น้ำเหนือเขื่อนมีสภาพขาดแคลน พื้นที่ตำบลแบ่งออกเป็นสองฝั่งแม่น้ำท่าจีน หมู่บ้านตั้งอยู่ฝั่งตะวันออกของแม่น้ำจำนวน 9 หมู่บ้าน ฝั่งตะวันตกจำนวน 6 หมู่บ้าน มีคลองทั้งหมด 24 สาขา ระยะทางรวม 60 กม. ขอบเขตตำบลบางระกำดังแสดงในรูปที่ 2.1

2.1.2 อาณาเขตตำบล

ทิศเหนือ ติดกับ ตำบลลำพญา และตำบลคลองนกกระทุง อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม

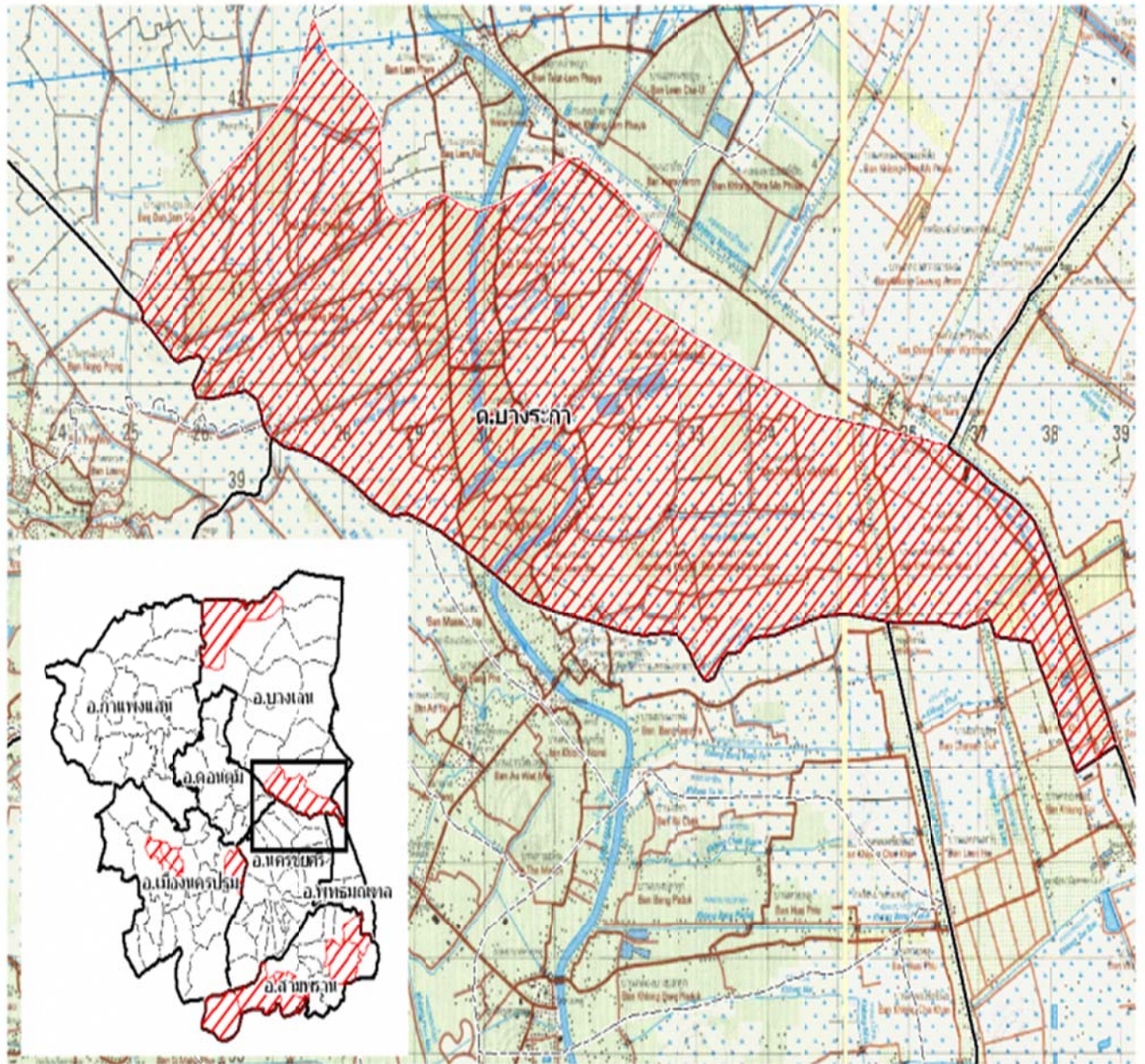
ทิศใต้ ติดกับ ตำบลบางแก้วฟ้า และตำบลบางพระ อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม

ทิศตะวันออก ติดกับ ตำบลนราภิรมย์ และตำบลคลองโยง อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม

ทิศตะวันตก ติดกับ ตำบลคอนพุทธรา และตำบลบ้านหลวง อำเภอดอนตูม จังหวัดนครปฐม

2.1.3 ลักษณะภูมิประเทศ

เป็นพื้นที่ราบลุ่ม มีแม่น้ำท่าจีนไหลผ่าน แบ่งตำบลออกเป็นสองฝั่ง คือ ฝั่งตะวันตก และ ฝั่งตะวันออก พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นสีเขียว มีความอุดมสมบูรณ์



รูปที่ 2.1 ขอบเขตพื้นที่ตำบลบางระกำ
ที่มา : www.watermis.com

2.1.4 การแบ่งการปกครององค์การบริหารส่วนตำบลบางระกำ ได้แบ่งเขตการปกครองออกเป็น 15 หมู่บ้าน ดังนี้

1. บ้านบางชะโมย	มีจำนวนครัวเรือน	51	ครัวเรือน
2. บ้านแหลมไร่	มีจำนวนครัวเรือน	34	ครัวเรือน
3. บ้านบางชะโมย	มีจำนวนครัวเรือน	96	ครัวเรือน
4. บ้านบางชะโมย	มีจำนวนครัวเรือน	62	ครัวเรือน
5. บ้านคลองสวิตชาติ	มีจำนวนครัวเรือน	122	ครัวเรือน
6. บ้านแหลมไร่	มีจำนวนครัวเรือน	49	ครัวเรือน
7. บ้านท้องคุ้ง	มีจำนวนครัวเรือน	75	ครัวเรือน
8. บ้านบางระกำ	มีจำนวนครัวเรือน	168	ครัวเรือน
9. บ้านบางระกำ	มีจำนวนครัวเรือน	56	ครัวเรือน
10. บ้านบางระกำ	มีจำนวนครัวเรือน	38	ครัวเรือน
11. บ้านคลองชัยขันธุ์	มีจำนวนครัวเรือน	92	ครัวเรือน
12. บ้านคลองชัยขันธุ์	มีจำนวนครัวเรือน	39	ครัวเรือน
13. บ้านคลองบางบอน	มีจำนวนครัวเรือน	58	ครัวเรือน
14. บ้านหนองปรัง	มีจำนวนครัวเรือน	136	ครัวเรือน
15. บ้านทุ่งไผ่ลิง	มีจำนวนครัวเรือน	43	ครัวเรือน

รวมจำนวนครัวเรือนทั้งสิ้น 1,119 ครัวเรือน

ที่มา : (ข้อมูล : ตามทะเบียนราษฎร์ ณ ธันวาคม 2551)

2.1.5 ประชากร

ประชากรทั้งสิ้น 4,601 คน แยกเป็น ชาย 2,205 คน หญิง 2,396 คน มีความหนาแน่นเฉลี่ย 153 คนต่อตารางกิโลเมตร แยกตามหมู่ได้ดังนี้

ตารางที่ 1 จำนวนประชากรในเขตตำบลบางระกำ อ.บางเลน จ.นครปฐมและ
ความต้องการน้ำในแต่ละหมู่บ้าน

หมู่ที่	ชื่อหมู่บ้าน	ชาย (คน)	หญิง (คน)	รวม (คน)	Water Use (m ³ /year)	Demand อุตสาหกรรม (l/s)	Demand รวม (l/s)
1	บ้านบางขโมย	103	113	216	7884	0.239	0.489
2	บ้านแหลมไร่	59	68	127	4635.5	0.239	0.386
3	บ้านบางขโมย	171	189	360	13140	0.239	0.656
4	บ้านบางขโมย	141	126	267	9745.5	0.239	0.548
5	บ้านคลองสวิตชาติ	225	245	470	17155	0.239	0.783
6	บ้านแหลมไร่	82	117	199	7263.5	0.239	0.469
7	บ้านท้องคู้ง	160	177	337	12300.5	0.239	0.629
8	บ้านบางระกำ	318	327	645	23542.5	0.239	0.986
9	บ้านบางระกำ	105	131	236	8614	0.239	0.512
10	บ้านบางระกำ	137	136	273	9964.5	0.239	0.555
11	บ้านคลองชัยขันธุ์	170	200	370	13505	0.239	0.667
12	บ้านคลองชัยขันธุ์	81	79	160	5840	0.239	0.424
13	บ้านคลองบางบอน	111	135	246	8979	0.239	0.524
14	บ้านหนองปรุง	252	276	528	19272	0.239	0.850
15	บ้านทุ่งไผ่ลิง	90	77	167	6095.5	0.239	0.432
รวมทั้งหมด		2,205	2,396	4,601	167,936.50		

ที่มา : (ข้อมูล : ตามทะเบียนราษฎร ณ ธันวาคม 2551)

2.1.6 แหล่งน้ำธรรมชาติ

แม่น้ำ	1	สาย คือ แม่น้ำท่าจีน
คลอง	30	สาย

2.1.7 แหล่งน้ำที่สร้างขึ้น

บ่อน้ำบาดาล	19	แห่ง
-------------	----	------

2.1.8 อุตสาหกรรม

1) ปิมน้ำมันและก๊าซ (ย่อย)	6	แห่ง
2) โรงงานอุตสาหกรรม	10	แห่ง
3) โรงผลิตน้ำประปา	1	แห่ง

2.1.9 สภาพสังคม

1) การศึกษา

1.1) โรงเรียนประถมศึกษา 3 แห่ง

1.1.1) โรงเรียนวัดสุขวัฒนาราม

1.1.2) โรงเรียนไทยรัฐวิทยา 4

1.1.3) โรงเรียนบ้านหนองปรัง

1.2) ศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก 1 แห่ง ดังนี้

1.2.1) ศูนย์พัฒนาเด็กเล็กตำบลบางระกำ

2.1.10 สภาพทางเศรษฐกิจ

อาชีพ รายได้ในพื้นที่ตำบลบางระกำ ประกอบอาชีพหลักด้านการเกษตร ทำให้มีรายได้จากการทำการเกษตรเป็นส่วนใหญ่ รองลงมาเป็นอาชีพรับจ้าง ธุรกิจส่วนตัว

2.1.11 สถาบันและองค์กรทางศาสนา

วัด 1 แห่ง คือ วัดสุขวัฒนา

2.1.12 การสาธารณสุข

สถานีอนามัย 1 แห่ง

2.1.13 ปัญหาของคนบางระกำ

- 1) ด้านโครงสร้างพื้นฐาน
 - 1.1) ปัญหาถนนภายในหมู่บ้าน
 - 1.2) ปัญหาลำคลองตื้นเขิน
 - 1.3) ปัญหาที่ดินทำกิน
 - 1.4) ปัญหาน้ำเค็ม

- 2) ด้านสังคม
 - 2.1) ปัญหาการมีส่วนร่วม
 - 2.2) ปัญหาด้านการบริหารจัดการชุมชน

- 3) ด้านเศรษฐกิจ
 - 3.1) ปัญหาต้นทุนหรือปัจจัยการผลิตมีราคาสูง
 - 3.2) ปัญหาไม่มีอาชีพเพื่อเพิ่มรายได้
 - 3.3) ปัญหาภาวะหนี้สินของเกษตรกร

- 4) ด้านสิ่งแวดล้อม
 - 4.1) ปัญหา คุ คลอง
 - 4.2) ปัญหาขยะมูลฝอย
 - 4.3) ปัญหาสภาพดินเสื่อมสภาพ

นอกจากนี้ยังมีชุมชนกระจายตัวอยู่ตามพื้นที่เกษตรกรรมและบริเวณแหล่งน้ำที่สำคัญ ซึ่งในปัจจุบันเทศบาลตำบลบางระกำได้ดำเนินการประปาเอง โดยขุดเจาะบ่อบาดาลและก่อสร้างหอดังสูงจำนวน 21 หอดัง เพื่อบริการน้ำประปาให้แก่ประชาชนในเขตเทศบาล ดังแสดงในรูปที่ 2.2



ปัญหาของคนบางระกำพื้นฐานคือ ปัญหาการขาดแคลนน้ำดื่ม และการประปาจากเทศบาลตำบลบางระกำมีความต้องจะวางแนวท่อประปาใหม่ เนื่องจากแนวท่อประปาเดิมเก่าแล้วและหาแนวท่อเก่าไม่เจอ

รูปที่ 2.2 หอดังสูงองค์การบริหารส่วนตำบลบางระกำ

ที่มา : องค์การบริหารส่วนตำบลบางระกำ (2551)

2.2 โปรแกรม EPANET 2.0

2.2.1 ความหมายของโปรแกรม EPANET 2.0

โปรแกรม EPANET เป็นแบบจำลองที่ใช้วิเคราะห์การไหลของน้ำทางชลศาสตร์ ภายใต้แรงดันของระบบท่อโครงข่าย คือ แบบจำลองคณิตศาสตร์ ซึ่งจำลองพฤติกรรมทางด้าน Hydraulic และ Water Quality กับ โครงข่ายเส้นท่อภายใต้แรงดัน ณ ช่วงเวลาที่ต่อขยายออกไป โครงข่ายประกอบด้วย ท่อ(Link) บัพ(Node) ปั๊ม(Pump) วาล์ว(Valve) และถังเก็บน้ำหรืออ่างเก็บน้ำ EPANET สามารถหาอัตราการไหลในแต่ละเส้นท่อแรงดันในแต่ละบัพ (Node) ความสูงของน้ำในแต่ละถัง เช่น โครงข่ายการจ่ายน้ำประปาชุมชน โดยการศึกษาของอังกรและคณะเป็นการนำแบบจำลองมาช่วยในการออกแบบระบบประปาภายในอาคารสูง ซึ่งแบ่งกรณีศึกษาออกเป็น 3 กรณี คือ กรณีที่1 อุปกรณ์จ่ายน้ำทุกตัวมีการใช้น้ำ กรณีที่2 มีอัตราการใช้น้ำตามจริง และกรณีที่3ไม่มีการใช้น้ำ ผลการศึกษาสรุปได้ว่า โปรแกรม EPANET สามารถใช้วิเคราะห์การออกแบบระบบประปาในอาคารสูงได้ แต่ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้องนั้นต้องมีการจ่ายน้ำไหลผ่านวาล์วลดแรงดันเพื่อให้แรงดันน้ำลดลงตามค่าที่ตั้งไว้ได้และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การใช้งาน การแสดงผลสามารถแสดงได้หลายๆ รูปแบบ ซึ่งในการศึกษานี้ได้วิเคราะห์ระบบท่อเฉพาะทางด้าน Hydraulic เพียงอย่างเดียว

2.2.2 ทฤษฎีการออกแบบระบบประปา (อังกรและคณะ,2543)

การออกแบบระบบประปาภายในอาคารในการศึกษานี้ได้ใช้ทฤษฎีของ Hazen William

ในการคำนวณค่าแรงดันลดในเส้นท่อเพื่อนำไปหาค่าแรงดันที่จ่ายให้กับอุปกรณ์จ่ายน้ำ

โดยการจ่ายน้ำมีทั้งการจ่ายโดยใช้เครื่องสูบน้ำสูบจ่ายและการจ่ายน้ำโดยไหลตามแรง

โน้มถ่วงจากถังสูงลงไปตามชั้นต่าง

1) การประมาณอัตราการใช้น้ำ

อัตราการใช้น้ำของเครื่องสุขภัณฑ์ เรียกว่า หน่วยสุขภัณฑ์ (Fixture Unit : FU) ในการที่

จะทำการประมาณอัตราการใช้น้ำสูงสุดให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงต้องอาศัย

ประสบการณ์อันยาวนานของวิศวกรระบบท่อตลอดจนข้อมูลที่ได้จากการวัดระบบจริง

ซึ่งใช้งานอยู่ ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการปรับค่าการใช้น้ำโดยนำไปคูณค่าตัวประกอบ

Water Factors เพื่อปรับค่าการใช้น้ำให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงยิ่งขึ้น

2) การคำนวณหาขนาดท่อ

ในขณะที่น้ำไหลภายในท่อจะเกิดความเสียดทานขึ้นอันเนื่องจากความหนืดของน้ำ (Viscosity) ถ้าผนังของท่อหยาบก็จะเพิ่มความเสียดทานขึ้นอีก เนื่องจากความหยาบของผนังท่อทำให้เพิ่ม Turbulent Flow ภายในท่อ พลังงานที่สูญเสียไปเนื่องจากความเสียดทานนี้แสดงออกมาในรูปของความดันลด (Pressure Loss) ความดันลดนี้แปรตามความยาวท่อ ความเร็วของน้ำ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อและความหยาบของผนังท่อ ขนาดของท่อจะหาได้จากสมการของ **Hazen - William**

$$h_f = \frac{4.727 L (Q/C)^{1.85}}{D^{4.87}}$$

โดยที่

h_f = ความดันลด เป็นฟุตของน้ำ

D = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ เป็นฟุต

L = ความยาวท่อ เป็นฟุต

Q = อัตราการไหล เป็นลูกบาศก์ฟุตต่อวินาที

C = สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน

ความเร็วของน้ำภายในท่อไม่ควรเกิน 3 เมตร/วินาที เพื่อป้องกันไม่ให้มีเสียงดังของน้ำ และลดอัตราการสึกกร่อนของบ่าวาล์วและท่อ ตลอดจนจำกัดความดันลดไม่ให้สูงมากจนทำให้ต้องใช้แรงดันน้ำสูงเกินไป ส่วนความดันของน้ำในเส้นท่อที่จ่ายให้สุขภัณฑ์ไม่ควรเกิน 5 บาร์หรือ 50 เมตร เพื่อป้องกันไม่ให้วาล์วต่างๆสึกหรอหรือเสื่อมอายุการใช้งานเร็วเกินไป

3) รูปและข้อเสนอแนะ(อังกฤษและคณะ,2543)

โปรแกรม EPANET สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์การออกแบบระบบประปาในอาคารสูงได้เป็นอย่างดี แต่ต้องมีน้ำไหลผ่านวาล์วลดแรงดันเสมอ ซึ่งปัจจุบันยังคงใช้ทฤษฎีการออกแบบของ Hazen-William ในการออกแบบโดยรวบรวมจำนวนหน่วยสุขภัณฑ์แล้วนำมาหาอัตราความต้องการน้ำสูงสุดเพื่อนำไปหาขนาดท่อ ความเร็วของน้ำ อัตราการไหลของน้ำและค่าความดันลดจากกราฟ วิธีนี้แม้จะใช้กันมาอย่างแพร่หลายแล้วก็ตาม แต่การประยุกต์นำแบบจำลอง EPANET มาช่วยในการออกแบบจะทำให้สามารถประหยัดระยะเวลา สะดวกในการใช้งาน สามารถปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ กำหนดขนาดเครื่องสูบน้ำ หรือประมาณราคาค่าวัสดุทั้งหมดของโครงการได้โดยสามารถให้ผลลัพธ์ออกมาทันที ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการตรวจสอบผลการคำนวณการออกแบบตามทฤษฎีที่ได้ทำไว้แล้วนั้น

ตัวอย่างที่นำมาแสดงนั้นเป็นการศึกษาการใช้โปรแกรม EPANET 2.0 ภายในอาคารสูง ดังนั้นสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบระบบประปาของตึบบางระก่าได้เป็นอย่างดี

2.3 ระบบพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System , GPS)

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (2547) กล่าวไว้ว่า ระบบ GPS มีหลักการทำงานโดยอาศัยคลื่นวิทยุ และรหัสที่ส่งมาจากดาวเทียม NAVSTAR จำนวน 24 ดวง ที่โคจรอยู่รอบโลกวันละ 2 รอบ และมีตำแหน่งอยู่เหนือพื้นโลกที่ความสูง 20,200 กิโลเมตร สามารถใช้ในการหาตำแหน่งพิกัดภูมิศาสตร์บนพื้นโลกได้ตลอด 24 ชั่วโมง ที่ทุก ๆ จุดบนผิวโลก ดังแสดงในรูปที่ 2.6

ดาวเทียม NAVSTAR สามารถบอกตำแหน่งโดยอัตโนมัติในระดับความถูกต้อง 10-20 เมตร ใช้ นำร่องจากที่หนึ่ง ไปที่อื่นตามต้องการ ใช้ติดตามการเคลื่อนที่ของคนและสิ่งของต่าง ๆ การทำแผนที่การทำงานรังวัด (Surveying) ตลอดจนใช้อ้างอิงการวัดเวลาที่เที่ยงตรงที่สุดในโลก ซึ่งสามารถนำข้อมูลเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้โดยตรง ระบบสำรวจหาตำแหน่งพื้นโลกด้วยดาวเทียม ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ ส่วนอวกาศ (Space Segment) ส่วนสถานีควบคุม (Control Segment) และส่วนผู้ใช้ (User Segment)



รูปที่ 2.3 ดาวเทียม NAVSTAR จำนวน 24 ดวง ที่โคจรอยู่รอบโลก
ที่มา : สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (2547)

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์

- 1) เครื่องจับพิกัดภูมิศาสตร์ (GPS)
- 2) ตลับเมตร
- 3) กล้องถ่ายรูป
- 4) คอมพิวเตอร์ (Computer)

3.2 ข้อมูล

- 1) แผนที่ตำแหน่งที่ตั้งระบบผลิตน้ำประปา
- 2) แผนที่แนวท่อน้ำประปา ที่เชื่อมต่อไปยังอาคารบ้านเรือนในเขตตำบลบางระกำ
- 3) บันทึกข้อมูลรายรับ – รายจ่าย ของระบบน้ำประปาแต่ละแห่ง
- 4) บันทึกการซ่อมบำรุงระบบท่อประปาและระบบการสูบน้ำที่ผ่านมาในอดีต

3.3 วิธีการดำเนินงาน

- 1) ศึกษาสภาพพื้นที่ของตำบลจากแผนที่ถนนและอาคาร
- 2) หาตำแหน่งที่ตั้งของระบบผลิตน้ำประปาและแนวท่อประปา
- 3) สํารวจข้อมูลผลิตน้ำประปาในพื้นที่เกี่ยวกับประวัติของการก่อสร้างและระบบการผลิต
- 4) สํารวจสภาพพื้นที่จริงเพื่อทำการเก็บค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์โดยใช้เครื่องจับพิกัด (GPS) บันทึกข้อมูลไว้ในตารางเก็บข้อมูลที่สร้างขึ้นเพื่อรวบรวมคุณลักษณะต่างๆของจุดที่เก็บบันทึกเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูล (ชนิดท่อ ขนาดท่อ แรงดันใช้งานสูงสุด ประวัติการซ่อมบำรุง เป็นต้น) รวมทั้งส่วนประกอบอื่นๆ ของระบบประปาที่สามารถรู้ตำแหน่งได้ถูกต้องจากภาคสนาม (ข้อต่อแยกต่างๆ วาล์วเปิดปิด มาตรวัดน้ำ เป็นต้น)

5) วิเคราะห์และทำระบบประปาด้วยโปรแกรม EPANET

Property	Value
*Junction ID	1
X-Coordinate	632748.11
Y-Coordinate	1537392.06
Description	
Tag	
*Elevation	0
Base Demand	0.136
Demand Pattern	
Demand Categories	1
Emitter Coeff.	
Initial Quality	
Source Quality	
Actual Demand	0.14
Total Head	6.81
Pressure	6.81
Quality	0.00

รูปที่ 3.1 หน้าต่างแสดงการตรวจสอบค่า Total Head & Pressure

Pipe 1	
Property	Value
*Pipe ID	1
*Start Node	2
*End Node	1
Description	
Tag	
*Length	108
*Diameter	20
*Roughness	100
Loss Coeff.	0
Initial Status	Open
Bulk Coeff.	
Wall Coeff.	
Flow	0.14
Velocity	0.43
Unit Headloss	27.48
Friction Factor	0.058
Reaction Rate	0.00
Quality	0.00
Status	Open

รูปที่ 3.2 หน้าต่างแสดงคุณสมบัติของท่อจากวิเคราะห์

Property	Value
*Tank ID	3
X-Coordinate	632748.11
Y-Coordinate	1537623.25
Description	
Tag	
*Elevation	0
*Initial Level	15
*Minimum Level	13
*Maximum Level	16
*Diameter	4
Minimum Volume	
Volume Curve	
Mixing Model	Mixed
Mixing Fraction	
Reaction Coeff.	
Initial Quality	
Source Quality	
Net Inflow	-0.94
Elevation	15.00

รูปที่ 3.3 หน้าต่างแสดงคุณสมบัติของหอถังสูง

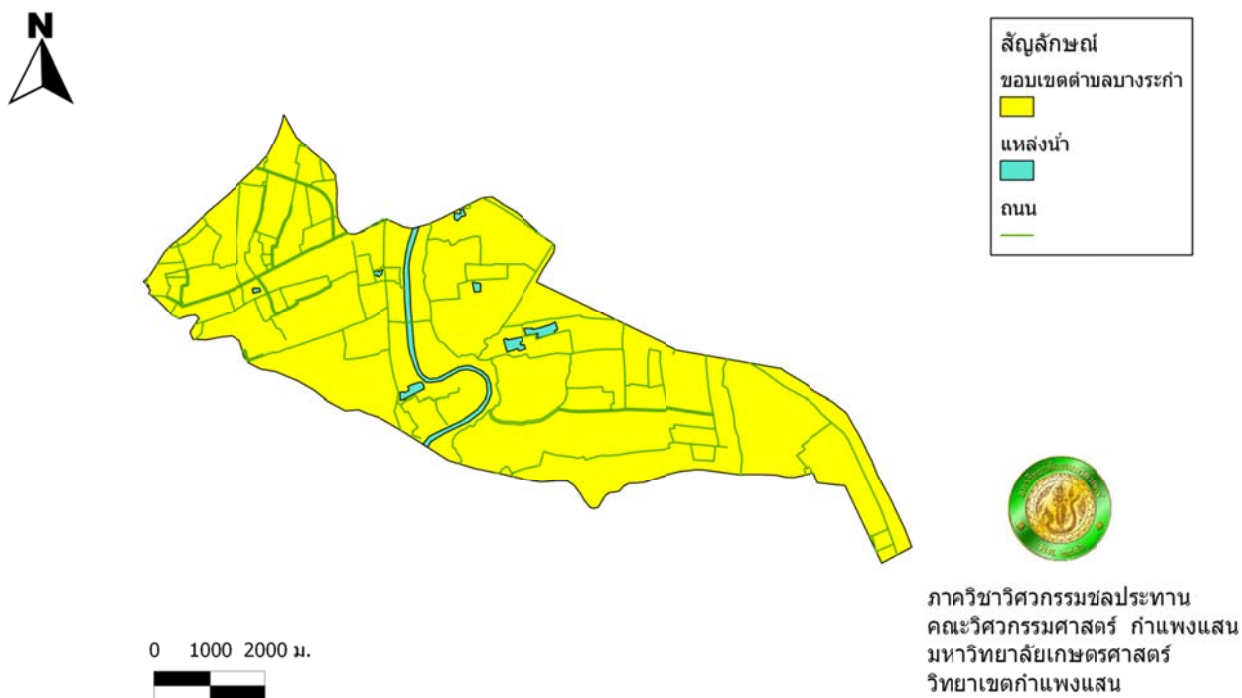
6) เขียนรายงานสรุปผล

บทที่ 4

ผลการศึกษา

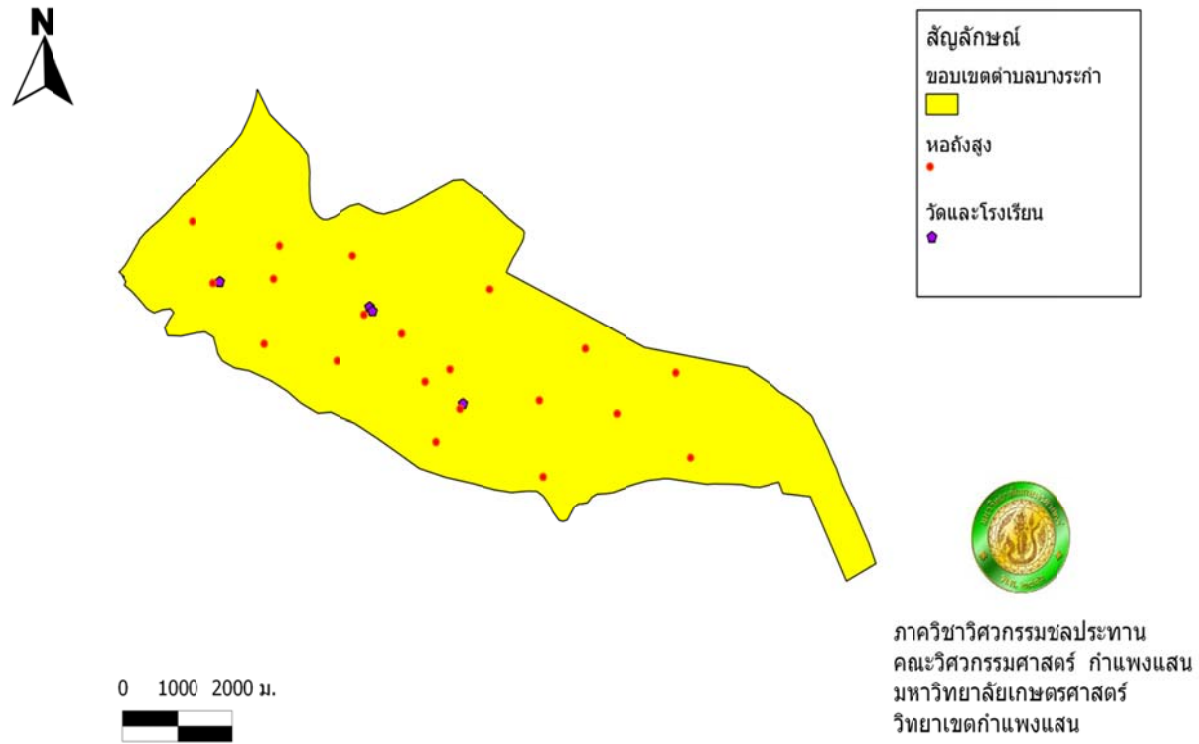
1. ผลการออกสำรวจภาคสนามในช่วงวันที่ 18 พฤศจิกายน 2553 ได้มีการเก็บพิกัดตำแหน่งที่ตั้งของหอถังสูงและภาพถ่ายหอถังสูง พบว่ามีหอถังสูงทั้งหมด 21 หอถัง ยกเล็ก 1 หอถัง โดยมีค่าพิกัดดังแสดงในตารางที่ 1 และได้นำเข้าข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
2. ผลการจัดทำฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ด้วยโปรแกรม Quantum GIS โดยมีจำนวน 6 ชั้นข้อมูล (Layer) ได้แก่ สัญลักษณ์ ดังแสดงในรูปที่ 4.1 และวิธีการใช้โปรแกรมในภาคผนวก ข

แผนที่ขอบเขตตำบลบางระกำ



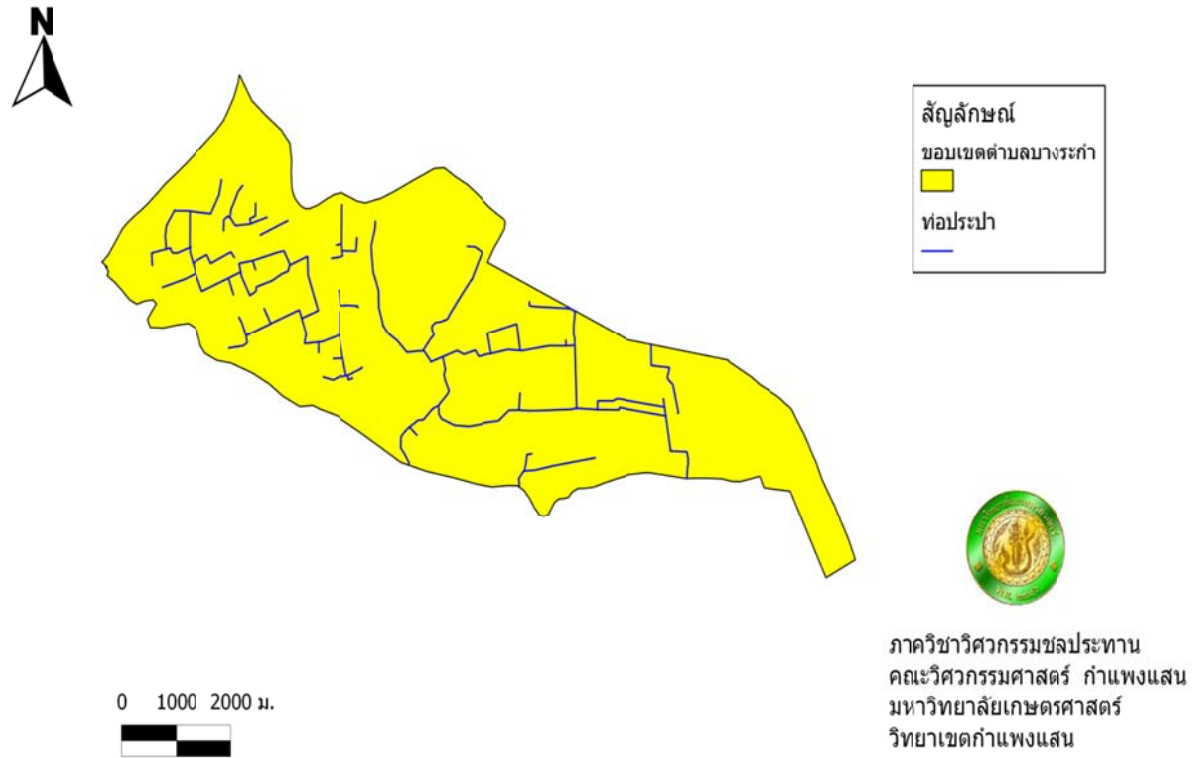
รูปที่ 4.1 แผนที่ขอบเขตตำบลบางระกำแสดงถนนและแหล่งน้ำ

แผนที่ขอบเขตตำบลบางระกำ



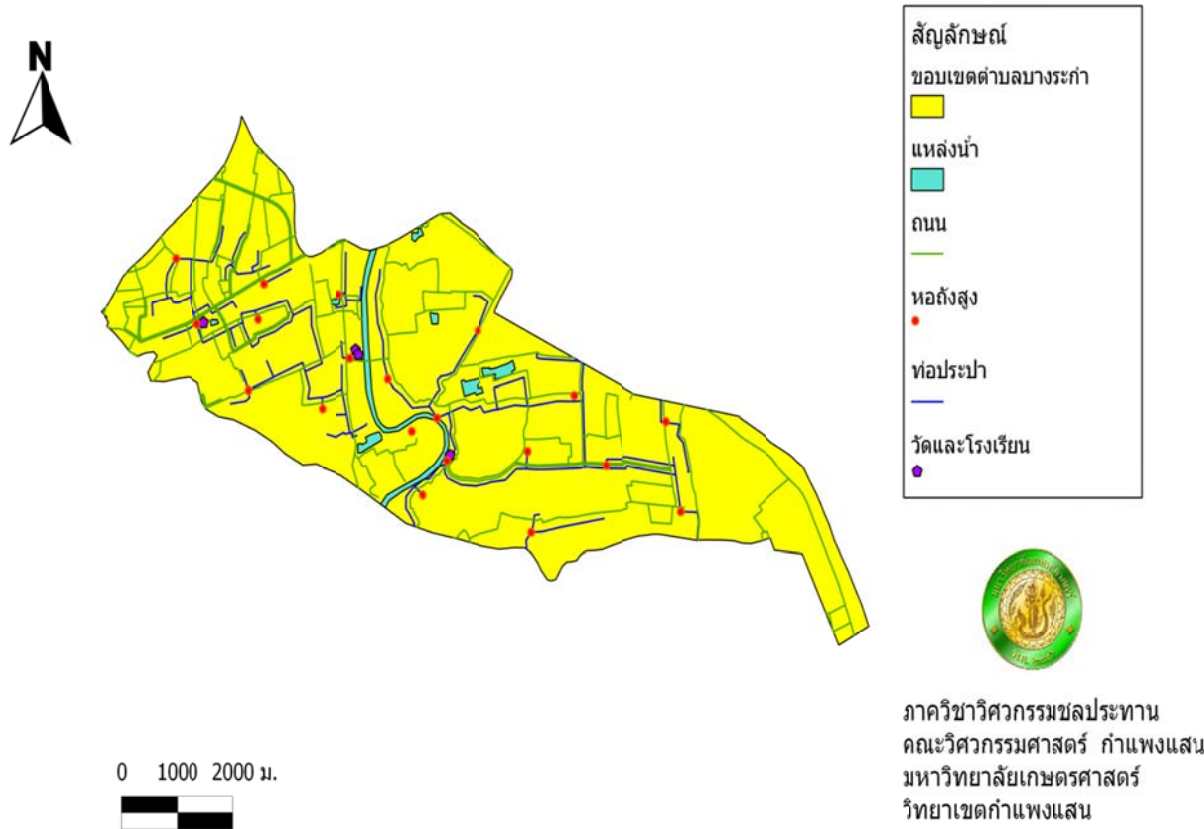
รูปที่ 4.2 แผนที่ขอบเขตตำบลบางระกำแสดงหอดังสูงและวัด โรงเรียน

แผนที่ขอบเขตตำบลบางระกำ



รูปที่ 4.3 แผนที่ขอบเขตตำบลบางระกำแสดงแนวท่อประปา

แผนที่ขอบเขตตำบลบางระกำ



รูปที่ 4.4 แผนที่ขอบเขตตำบลบางระกำแสดงข้อมูลทั้งหมด

ตารางที่ 2 แสดงค่าพิกัดตำแหน่งหอดังสูง

จุดที่	พิกัด UTM		ประเภท	รายละเอียด
	N	E		
หมู่ 1	0630977	1538403	หอดังสูง	บริเวณ บ้านนายสำราญ สร้างวุฒิไกร
หมู่ 2	0630847	1539230	หอดังสูง	บริเวณ บ้านนายสพร สุนทรอำไพ
หมู่ 3	0632567	1538693	หอดังสูง	เปิดใหม่
หมู่ 4	0631126	1539490	หอดังสูง	บริเวณ บ้านนายกสมชาย ชื่นอินทร์งาม
หมู่ 5	0633641	1539719	หอดังสูง	บริเวณ บ้านนายห่อ เฟ็งเฟงพิศ
	0631919	1540686	หอดังสูง	บริเวณ บ้านนายอุเทน ปานภายี
หมู่ 6	0630572	1539402	หอดังสูง	เปิดใหม่
หมู่ 7	0629645	1539117	หอดังสูง	บริเวณ บ้านนายประดิษฐ์ วงษ์เอกอินทร์
หมู่ 8	0628889	1539527	หอดังสูง	บริเวณ บ้านนายอว ปิ่นแก้ว
	0627755	1539760	หอดังสูง	บริเวณ บ้านนางอำภา ขจรบุญ
	0629619	1540215	หอดังสูง	อบต.บางระกำ
หมู่ 10	0629413	1541151	หอดังสูง	บริเวณ บ้านนายประทีป พรหมสุรินทร์
หมู่ 11	0635358	1539053	หอดังสูง	บริเวณ บ้านกำนันผัน ปิ่นปฐม
	0634243	1538657	หอดังสูง	บริเวณ บ้านนายบุญยัง เฟ็งเฟงพิศ
หมู่ 12	0635565	1538000	หอดังสูง	บริเวณ บ้าน ผญ.สมัย จิรายุวัฒน์
หมู่ 13	0632881	1537710	หอดังสูง	บริเวณ บ้านนายเท็ก จิวเจริญ
หมู่ 14	0626845	1540797	หอดังสูง	บริเวณ โรงเรียนหนองปรัง
	0628108	1541445	หอดังสูง	บริเวณ บ้านนายศรนนท์ ศรีอ่วมบุญ
	0626615	1541194	หอดังสูง	บริเวณ บ้านนายอินทร์ จันตะนา
หมู่ 15	0627873	1540846	หอดังสูง	บริเวณ บ้านนายทักษิณ ศรีอ่วมบุญ

3. ผลการวิเคราะห์ระบบประปาของเทศบาลตำบลบางระกำ ด้วยใช้โปรแกรม EPANET

จากการวิเคราะห์ EPANET พบว่าต้องใช้ท่อ PVC จำนวน 5 ขนาด ได้แก่ 20 mm 25mm,35mm,40 mm,55 mm การแสดงผลคุณสมบัติของท่อจากการวิเคราะห์ดังตาราง แสดงผลภาคผนวก ง และการวิเคราะห์จุดจ่ายน้ำดังตารางแสดงผลภาคผนวก จ พร้อมวิธีการใช้โปรแกรมดังแสดงในภาคผนวก ค โดยกำหนดค่า Node การจ่ายน้ำจากท่อสายหลัก จะมีระยะห่างระหว่างกัน อยู่ในช่วง ประมาณ 1,500 m จนถึงประมาณ 50 m

การเลือกใช้เส้นท่อในแต่ละขนาดแสดงได้ดังรูปที่ 4.7

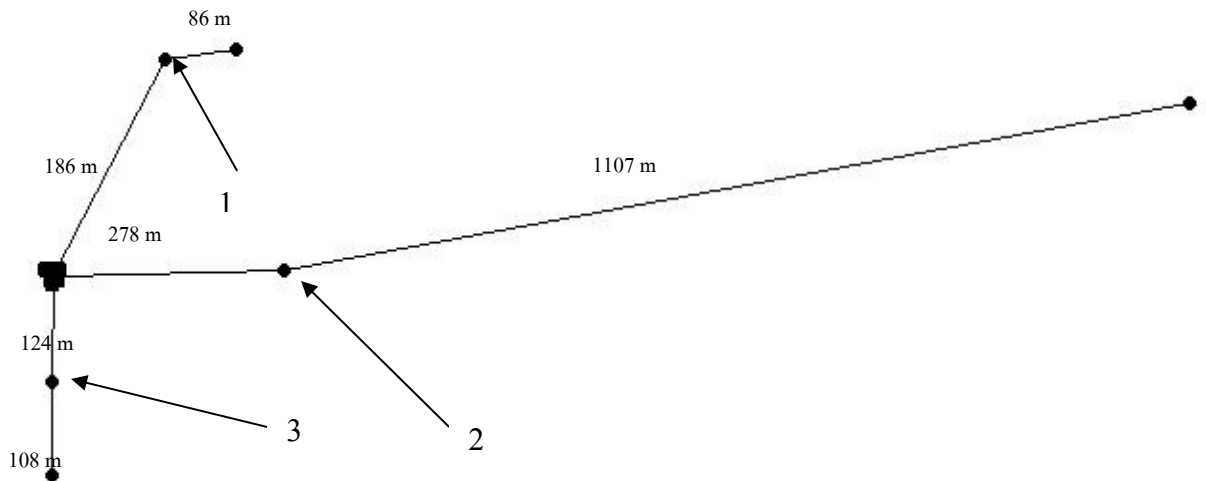
- 1) ท่อ PVC ขนาดท่อ Φ 20 mm (3/4)
ความยาวรวม 3,226 m
- 2) ท่อ PVC ขนาดท่อ Φ 25 mm (1)
ความยาวรวม 10,971m
- 3) ท่อ PVC ขนาดท่อ Φ 35 mm (1 1/4)
ความยาวรวม 18,935 m
- 4) ท่อ PVC ขนาดท่อ Φ 40 mm (1 1/2)
ความยาวรวม 12,226 m
- 5) ท่อ PVC ขนาดท่อ Φ 55 (2)
เส้นท่อเชื่อมระหว่างท่อถึงสูงอีก 15เส้น เส้นละ3m
ความยาวรวม 3,326 m

ความยาวท่อรวมทั้งโครงการ 48,684 m

การคิดความต้องการน้ำ (Base Demand) ในแต่ละ Node

นำข้อมูลการใช้้ำของประชากรที่หอดังสูงนั้นรับผิดชอบ โดยการแบ่งเปอร์เซ็นต์การจ่ายน้ำโดยคิดจากความยาวสายท่อที่แจกน้ำ

ตัวอย่าง ความต้องการน้ำ หมู่ที่ 13



รูปที่ 4.5 แสดงแนวท่อประปาในการจ่ายน้ำ

ความต้องการน้ำของประชากรหมู่ที่ 13 รวมส่วนของโรงงานอุตสาหกรรมและส่วนเผื่อ 0.524 l/s ตามตารางที่ 1

ใน Node 1 คิดเป็นความต้องการน้ำทั้งสาย 28% จะได้ปริมาณความต้องการน้ำสายที่ 1

$$0.28 * 0.524 = 0.15 \text{ l/s} \text{ เลือกใช้ } 0.17 \text{ l/s}$$

Node 3 ความยาวใกล้เคียง Node 1 เลือกใช้ 0.17 l/s

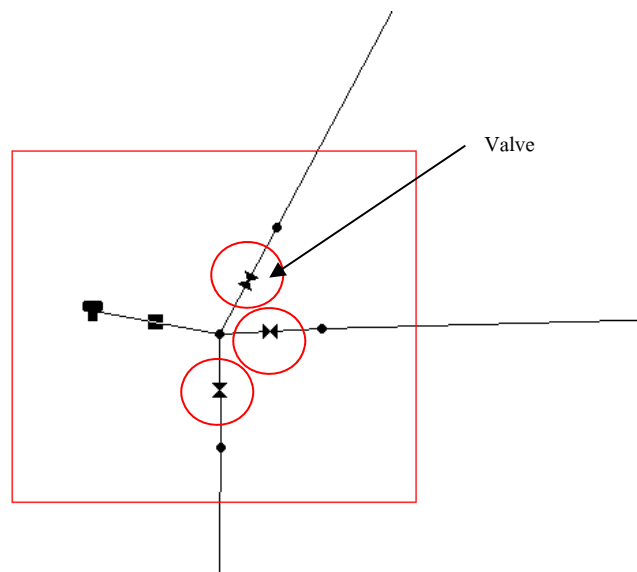
Node 2 เหลือความต้องการน้ำในส่วนของสายท่อสุดท้ายสุดท้าย 0.2 l/s

และใน Node ของแต่ละสายมีวิธีคิดเช่นเดียวกับการแยกอัตราการไหลของทั้งระบบ

โดยสำหรับหมู่อื่นๆจะใช้วิธีการคำนวณ เช่นเดียวกับหมู่ที่ 13

การใส่วาล์ว (valve)

ในโครงการได้ทำการใส่วาล์วน้ำชนิด Throttle Control Valve (TCV) จำนวน 47 ชุด เพื่อการควบคุมการไหลของน้ำและเพื่อการปิดซ่อมแซมในกรณีท่อน้ำเสียหายในบางจุดจึงไม่ต้องปิดทั้งระบบ



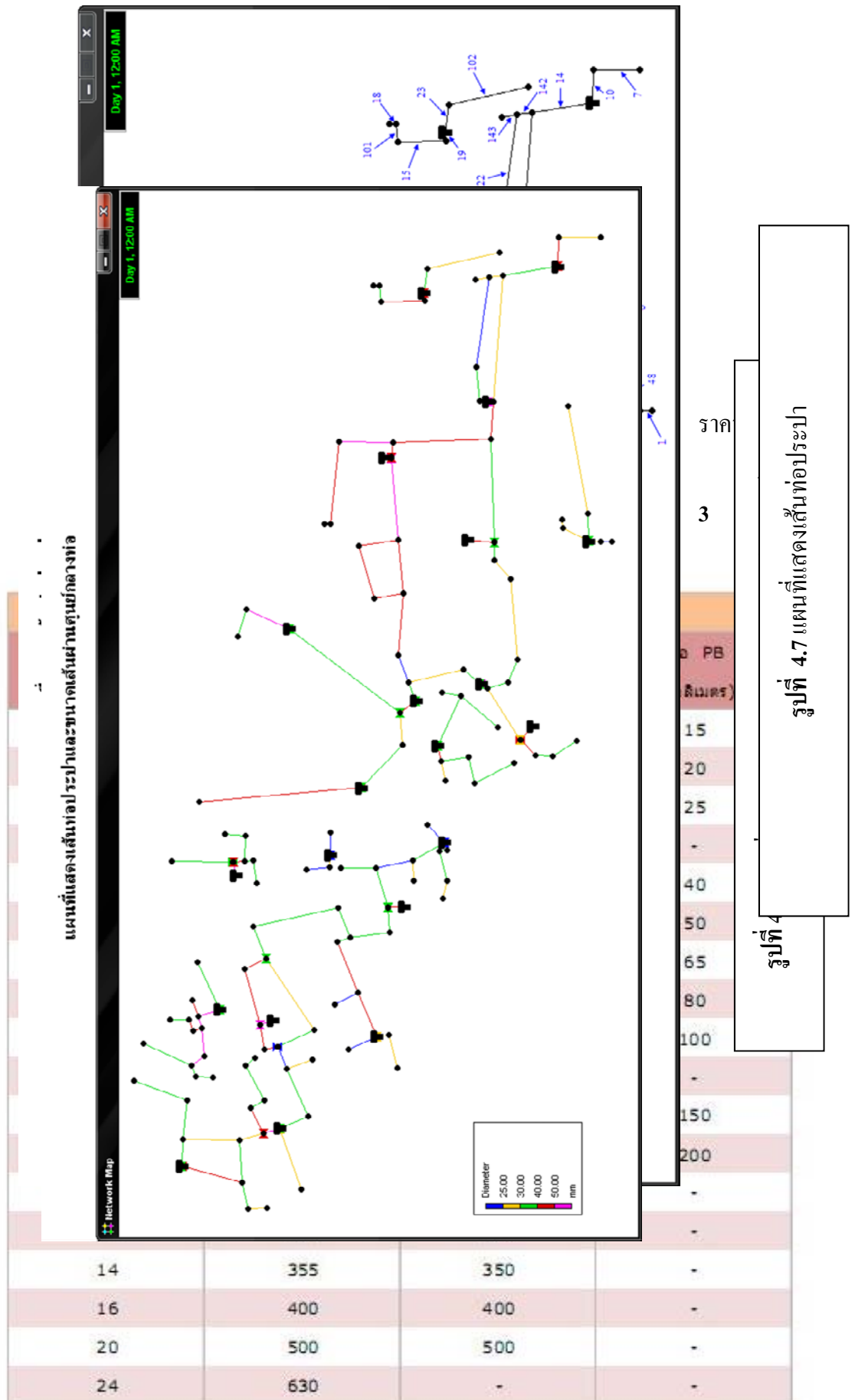
วาล์วน้ำในระบบ

รูปที่ 4.6 แสดงวาล์วน้ำชนิด Throttle Control Valve (TCV)

4. ประเมิน

ตารางที่

ขนาด
มาตรฐาน
ท่อ
ชนิด
ท่อ
PVC
ที่มี
ขายใน
ท้อง
ตลาด



รูปที่ 4.7 แผนที่แสดงเส้นท่อประปา

อ้างอิง บริษัท สยามปทุม กรู๊ป จำกัด (2554)

ขนาดท่อที่ใช้ในการออกแบบมีทั้งหมด 5 ขนาด คือ 20,25,35,40,55 mm. โดยสามารถใช้ได้เป็นทั้งท่อเหล็ก หรือท่อPVC ในที่นี้จะเน้นเป็นท่อ PVC เพราะมีราคาที่ประหยัดและทนทานต่อสิ่งแวดล้อมได้ดี และนำมาทำการคิดราคางานของท่อทั้งหมดที่ต้องสั่งมาก่อสร้าง

ตารางที่ 4 สรุปขนาด Diameter ที่ใช้ทั้งหมด และคิดราคางาน

ขนาดท่อ mm.(in)	ความยาวรวมที่ใช้ m.	ราคาต่อหน่วย ฿./4m.	ราคารวม ฿.
20 (3/4)	3,226	53	42,745
25 (1)	10,971	70	191,993

35 (1 1/4)	18,935	87	331,363
40 (1 1/2)	11,739	114	334,562
55 (2)	3,326	180	598,680
		รวม	1,199,343

รวมค่าใช้จ่ายของท่อ 1,199,343 บาท

ราคาवालว้ที่ใ้เฉลี่ย 240/ซึ้น

ใ้वालว้ประมาณ 47 ซึ้น = 11,280 บาท

รวมค่าใช้จ่ายราคาท่อและवालว้ 1,210,623 บาท

ราคางานต่อหน่วยอ้างอิง ราคาในท้องตลาดขณะนี้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิเคราะห์

จากการออกสำรวจข้อมูลภาคสนามการใ้น้ำของชาวบ้าน ตำบลบางระกำ อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐมพบว่าการใ้น้ำของประชากรในตำบลในบางพื้นที่ยังไม่ทั่วถึงจากระบบประปาที่ยังไม่สมบูรณ์รวมทั้งยังเป็นประปาใ้ดิน และ ฝวดินรวมกัน จึงได้ทำการออกแบบและวิเคราะห์ระบบประปาฝวดินใหม่โดยใ้โปรแกรม EPANET 2.0 โดยเลือกใ้ท่อใ้ท่อ PVC ได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อใหม่แบ่งเป็น 5 ขนาด ดังนี้ 20,25,35,40,55 mm. ซึ่งใ้ความยาวท่อขนาดต่างๆรวมทั้งสิ้น 48,684 m และได้ทำการประเมินราคางานก่อสร้างในส่วนองค่าใช้จ่ายท่อประปารวมและราคาवालว้ที่ใ้ต้องใ้ ทั้งโครงการ เป็นเงินทั้งรวมทั้งสิ้น 1,210,623 บาท

5.2 ข้อเสนอแนะ

การก่อสร้างหอถังสูงในบางพื้นที่เป็นพื้นที่ที่รกทึบหรืออยู่ท่ามกลางบ้านประชาชนทำให้จะมีผลต่อการสำรวจ ก่อสร้างควรมีการปรับปรุงบริเวณหอถังสูงในพื้นที่ต่างๆให้สะดวกต่องานก่อสร้างและการบำรุงรักษา ในการก่อสร้างระบบประปาผิวดินใหม่นี้ควรทำการเพิ่มขนาดพื้นที่เก็บน้ำผิวดินให้มากขึ้นด้วย โดยทำการระบายน้ำไปรวม ณ จุดรวบรวมน้ำในพื้นที่ ซึ่งในปัจจุบัน พื้นที่ตำบลในฤดูน้ำหลากน้ำจะเข้าท่วมพื้นที่การเกษตร และ บ้านเรือน ถ้ามีจุดกักเก็บน้ำบนผิวดินเพิ่มก็จะช่วยปัญหาน้ำท่วมในส่วนนี้ได้ด้วย

แนวทางการศึกษาต่อ คือการเจาะลึกลงถึงปริมาณความต้องการน้ำ ในพื้นที่ซึ่งในบางเขตประชากรอาจจะไม่สม่ำเสมอซึ่งการออกแบบจะแปรผันไปตามความต้องการน้ำของประชากรในพื้นที่ จึงต้องออกสำรวจประชากรเพื่อทราบจำนวนหลังคาเรือนเพิ่มเติมในพื้นที่ แล้วนำมาวิเคราะห์ต่อไปได้

เอกสารอ้างอิง

- วันชัย โกลละสุตการ.2549.การบริหารงานแบบมีส่วนร่วม,150 หน้า
- เอกสิทธิ์ และคณะ.2553.ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการน้ำ,www.watermis.com,วันที่ 16 ก.ย. 2553.
- EPANET.2010.DrinkingWater Research US EPA ; <http://www.epa.gov/nrmrl/wswrd/dw/epanet.html>,วันที่ 24 ส.ค. 2553
- องค์การบริหารส่วนตำบลบางระกำ อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม.(ม.ป.ป.).จำนวนประชากรรายหมู่บ้าน
- อังกรูและคณะ.2543.การออกแบบระบบท่อในอาคารด้วยโปรแกรม EPANET PLUMBING DESIGN INBUILDING USING EPANET MODEL,วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,187 หน้า

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ภาพหอถังสูงที่ทำการจับพิกัด



รูปภาพผนวกที่ 1 หอดังสูงหมู่ที่ 1 บริเวณ บ้านนายสำราญ สร้างวุฒิไกร



รูปภาพผนวกที่ 2 หอดังสูงหมู่ที่ 2 บริเวณ บ้านนายสหพร สุนทรอำไพ



รูปภาพผนวกที่ 3 หอดังสูงหมู่ที่ 3 เปิดใหม่



รูปภาพผนวกที่
4 บริเวณ บ้าน
อินทร์งาม



4 หอถังสูงหมู่ที่
นายกสมชาย ชั้น

รูปภาพผนวกที่ 5 หอถังสูงหมู่ที่ 5 บริเวณ บ้านนายห่อ เฟ็งเฟ่งพิศ



รูปภาพผนวกที่ 6 หอถังสูงหมู่ที่ 5 บริเวณ บ้านนายอุเทน ปานภาษี



รูปภาพผนวกที่ 7 หอถังสูงหมู่ที่ 6 เปิดใหม่



รูปภาพผนวกที่ 8 หอถังสูงหมู่ที่ 7 บริเวณ บ้านนายประดิษฐ์ วงษ์เอกอินทร์



รูปภาพผนวกที่ 9 หอถังสูงหมู่ที่ 8 บริเวณ บ้านนางอำภา ขจรบุญ



รูปภาพผนวกที่ 10 หอดังสูงหมู่ที่ 8 บริเวณ บ้านนาขอบ ปีนแก้ว



รูปภาพผนวกที่ 11 หอดังสูงหมู่ที่ 8 อบต.บางระกำ



รูปภาพผนวกที่ 12 หอถังสูงหมู่ที่ 10 บริเวณ บ้านนายประทีป พรหมสุรินทร์



รูปภาพผนวกที่ 13 หอถังสูงหมู่ที่ 11 บริเวณ บ้านนายบุญยัง เฟื่องเฟื่องพิศ



รูปภาพผนวกที่ 14 หอดังสูงหมู่ที่ 11 บริเวณ บ้านกำนันพันธ์ ปีนปูลม



รูปภาพผนวกที่ 15 หอดังสูงหมู่ที่ 12 บริเวณ บ้าน ผญ.สมัย จิรายุวัฒน์



รูปภาพผนวกที่ 16 หอถังสูงหมู่ที่ 13 บริเวณ บ้านนายเท็ก จิวเจริญ



รูปภาพผนวกที่ 17 หอถังสูงหมู่ที่ 14 บริเวณ บ้านนายอินทร์ จันตะนา



รูปภาพผนวกที่ 18 หอดังสูงหมู่ที่ 14 บริเวณ โรงเรียนหนองปรุง



รูปภาพผนวกที่ 19 หอดังสูงหมู่ที่ 14 บริเวณ บ้านนายศรนนท์ ศรีอ่วมบุญ



รูปภาพผนวกที่ 20 หอดังสูงหมู่ที่ 15 บริเวณ บ้านนายทักษิณ ศรีอ่วมบู่

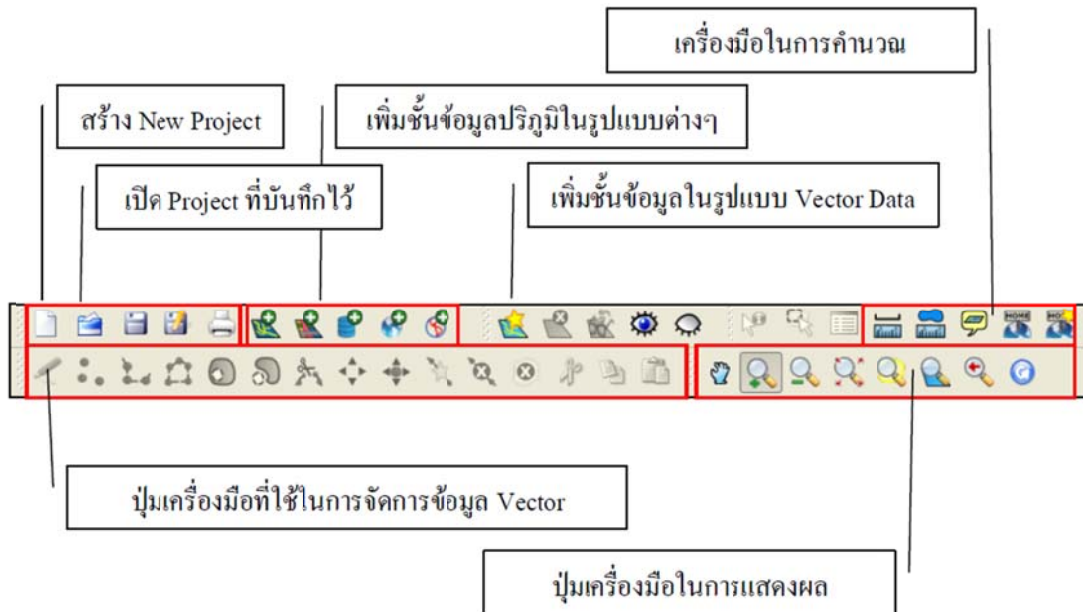
ภาคผนวก ข

การใช้โปรแกรม Quantum GIS

การใช้โปรแกรม Quantum GIS

Quantum GIS หรือ QGIS เป็นโปรแกรม Desktop GIS ประเภทหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการนำมาใช้จัดการข้อมูลปริภูมิ จัดอยู่ในกลุ่มซอฟต์แวร์รหัสเปิด (Free and Open Source Software: FOSS) ที่ใช้งานง่าย ลักษณะการใช้งานเป็นแบบ Graphic User Interface ซึ่งสะดวกต่อการใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นการเรียกใช้ข้อมูลภาพ ข้อมูลตาราง การแสดงผลตาราง การแสดงผลกราฟ ตลอดจนสามารถสืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอข้อมูลได้ในรูปแบบแผนที่ที่สวยงาม

เครื่องมือการใช้งาน



รูปภาพผนวกที่ 21 แสดงหน้าต่างเครื่องมือ

คำอธิบายเครื่องมือที่ใช้ในการปรับแก้ข้อมูลปริภูมิ




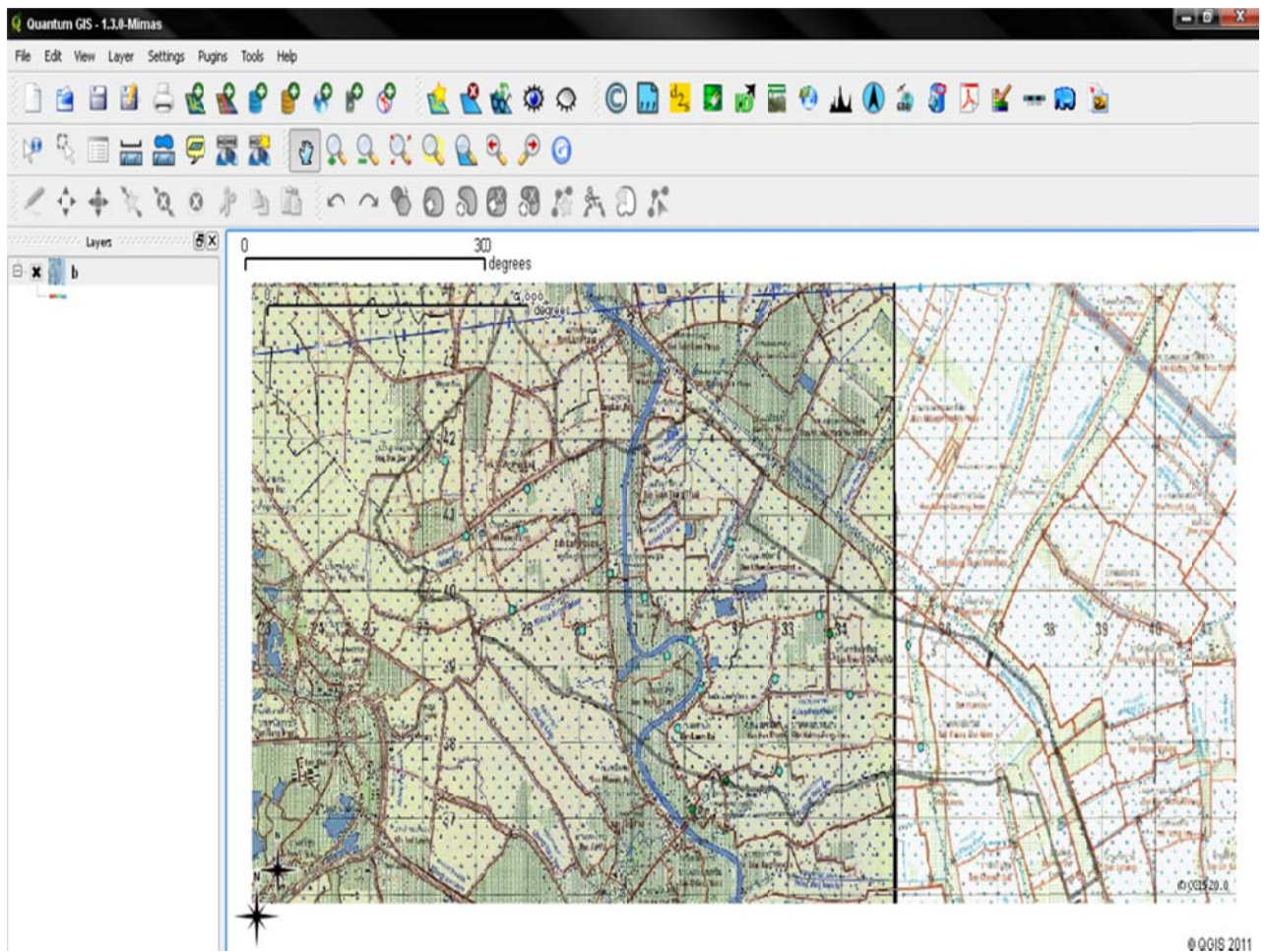
- เป็นปุ่มที่ใช้เมื่อเริ่มแก้ไขและสิ้นสุดการแก้ไขข้อมูล
- เป็นปุ่มสร้างข้อมูลประเภทจุด (Point) เป็นปุ่มสร้างข้อมูลประเภทเส้น (Line)
- เป็นปุ่มสร้างข้อมูลประเภทพื้นที่รูปปิด (Polygon)
- เป็นปุ่มสร้างข้อมูลประเภทพื้นที่รูปปิดแบบกรวง (Ring)
- เป็นปุ่มสร้างข้อมูลประเภทพื้นที่รูปปิดแบบ (Multi Polygon)
- เป็นปุ่มเครื่องมือที่ใช้ในการตัดหรือแบ่งข้อมูลเส้น
- เป็นปุ่มเครื่องมือที่ใช้ในการเคลื่อนย้าย Feature ที่ต้องการ
- เป็นปุ่มเครื่องมือที่ใช้ในการเคลื่อนย้าย Node ที่ต้องการ
- เป็นปุ่มเครื่องมือที่ใช้ในการเพิ่ม Node

เป็นปุ่มเครื่องมือที่ใช้ในการลบ Node


	เป็นปุ่มเครื่องมือที่ใช้ในการลบข้อมูล feature ที่ทำการเลือกไว้ (Selection)
	เป็นปุ่มเครื่องมือที่ใช้ในการตัดข้อมูล feature
	เป็นปุ่มเครื่องมือที่ใช้ในการคัดลอกข้อมูล feature
	เป็นปุ่มเครื่องมือที่ใช้ในการวางข้อมูล feature
	เป็นปุ่มเครื่องมือที่ใช้ในการดูการแสดงผลข้อมูลย้อนหลัง
	เป็นปุ่มเครื่องมือที่ใช้ในการดูการแสดงผลข้อมูลถัดไป
	เป็นปุ่มเครื่องมือที่ใช้ในการรวมข้อมูล feature ที่ทำการเลือกไว้

ขั้นตอนการใช้งาน

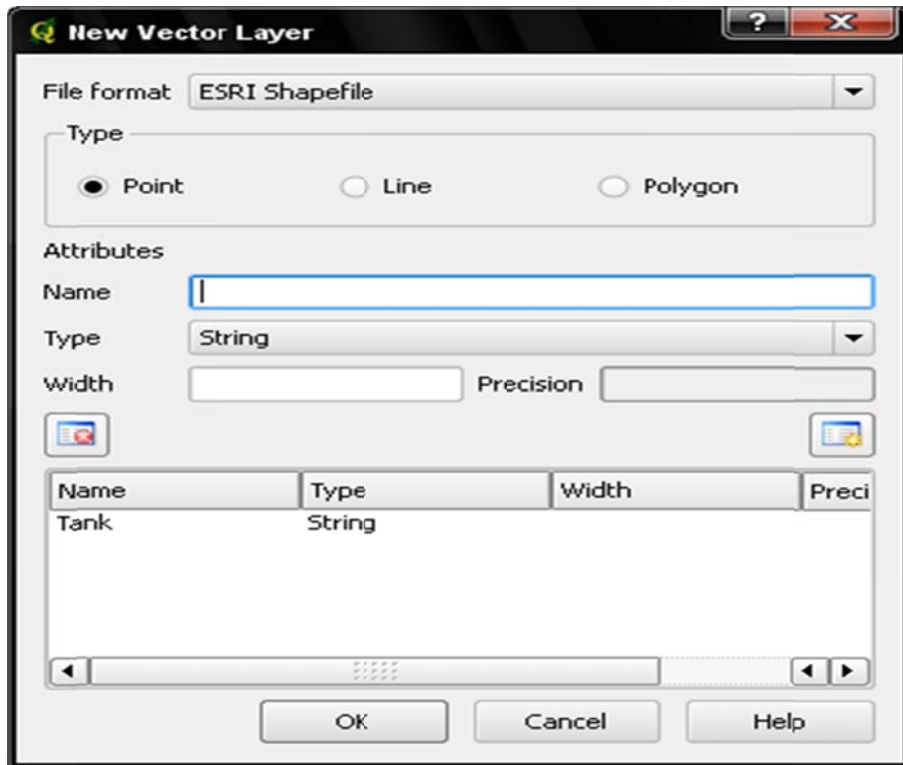
1. กดปุ่ม  **Add Raster Layer** เพื่อเปิดภาพของแผนที่



รูปภาพผนวกที่ 22 แสดงหน้าต่างแผนที่

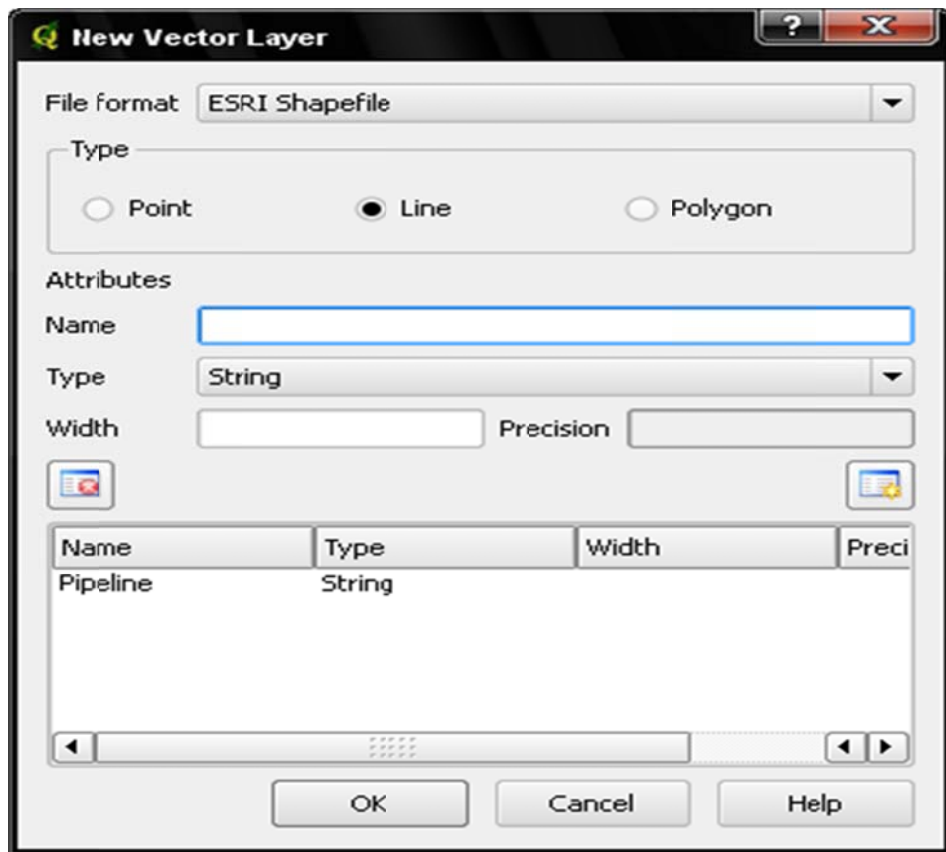
2. ใช้ปุ่ม  **New Vector Layer** เพื่อสร้างเลเยอร์ของจุดหอดัง แนวท่อ และเขตหมู่บ้าน

1.1 เลือกคลิก Point สำหรับหอดัง



รูปภาพผนวกที่ 23 แสดงหน้าต่าง New Vector Layer

2.2 เลือกคลิก Line สำหรับแนวท่อ




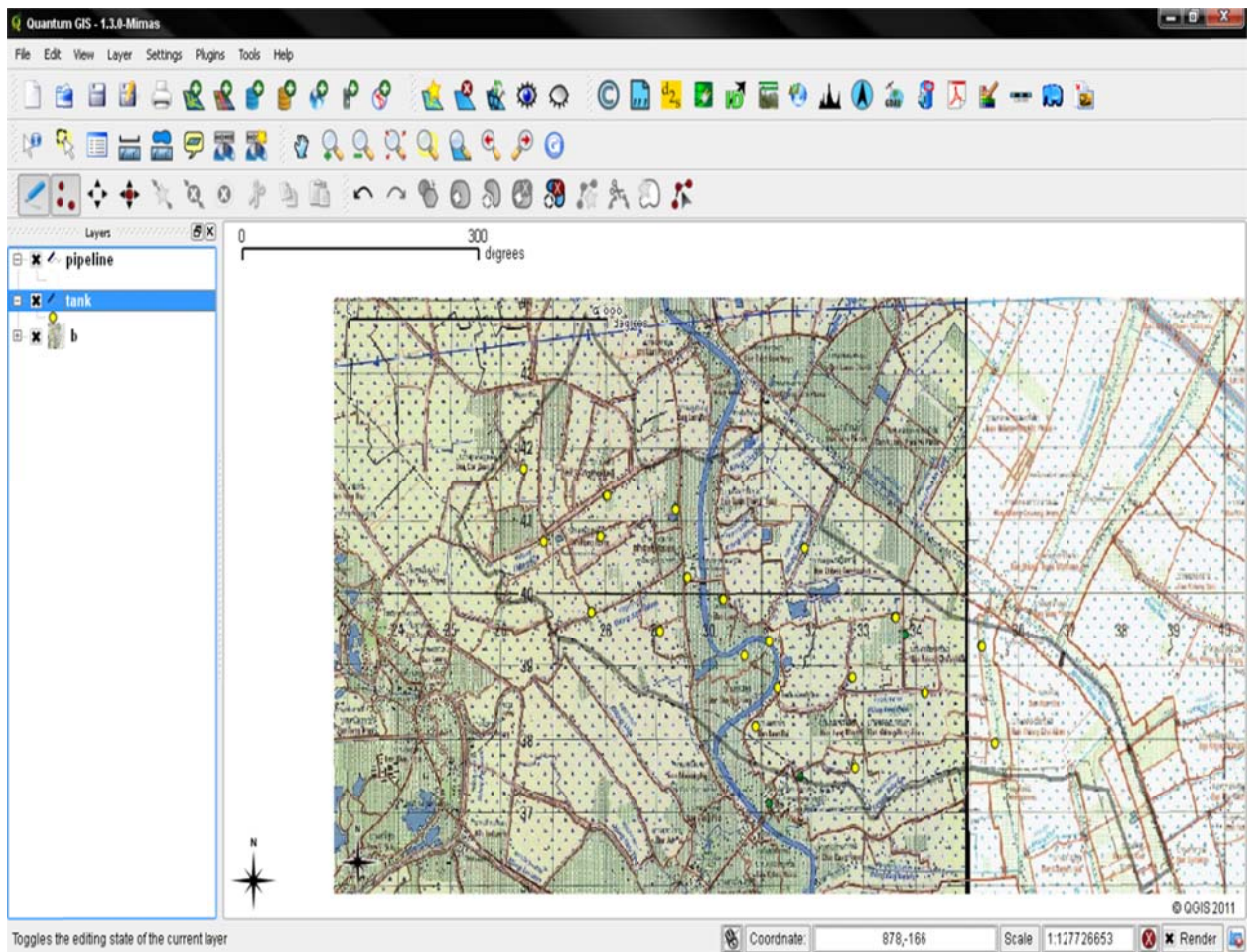
รูปภาพผนวกที่ 24 แสดงหน้าต่าง New Vector Layer

2.3 เลือก Polygon สำหรับเขตหมู่บ้าน



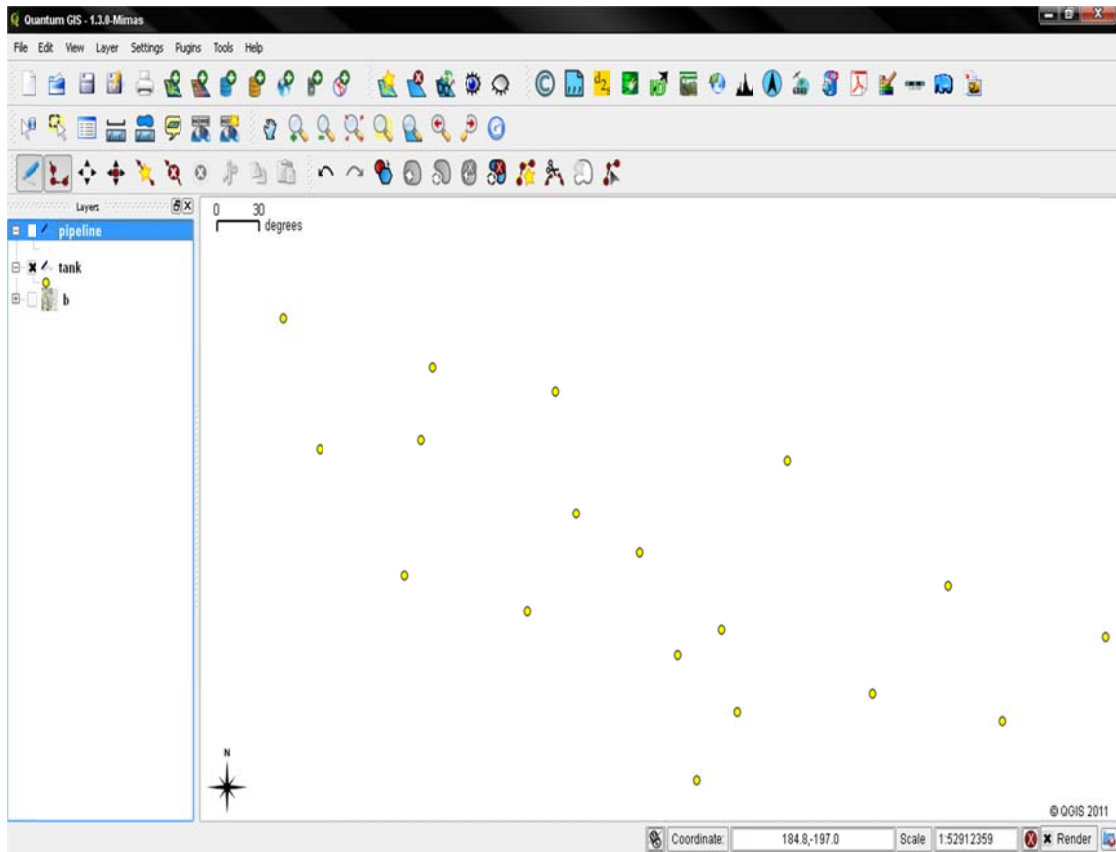
รูปภาพผนวกที่ 25 แสดงหน้าต่าง New Vector Layer

2. ใช้ปุ่ม  Capture Point ในการกำหนดจุดหอดัง




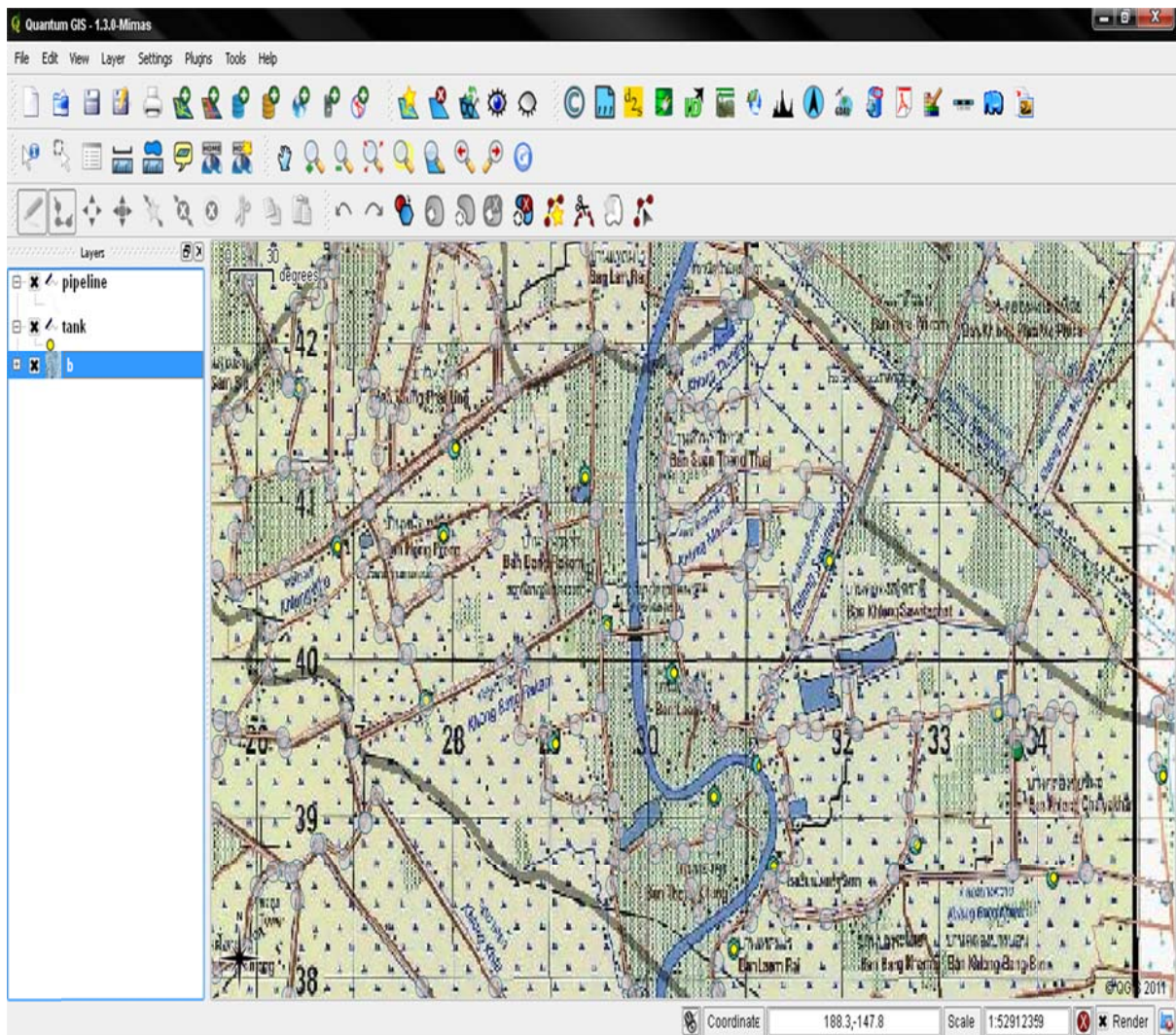
รูปภาพผนวกที่ 26 แสดงหน้าต่าง New Vector Layer (Point)

หลังจากที่ทำการคลิก  Capture Point ในการลงจุดหอดึงจะได้จุดต่างๆ ดังแสดงในรูป

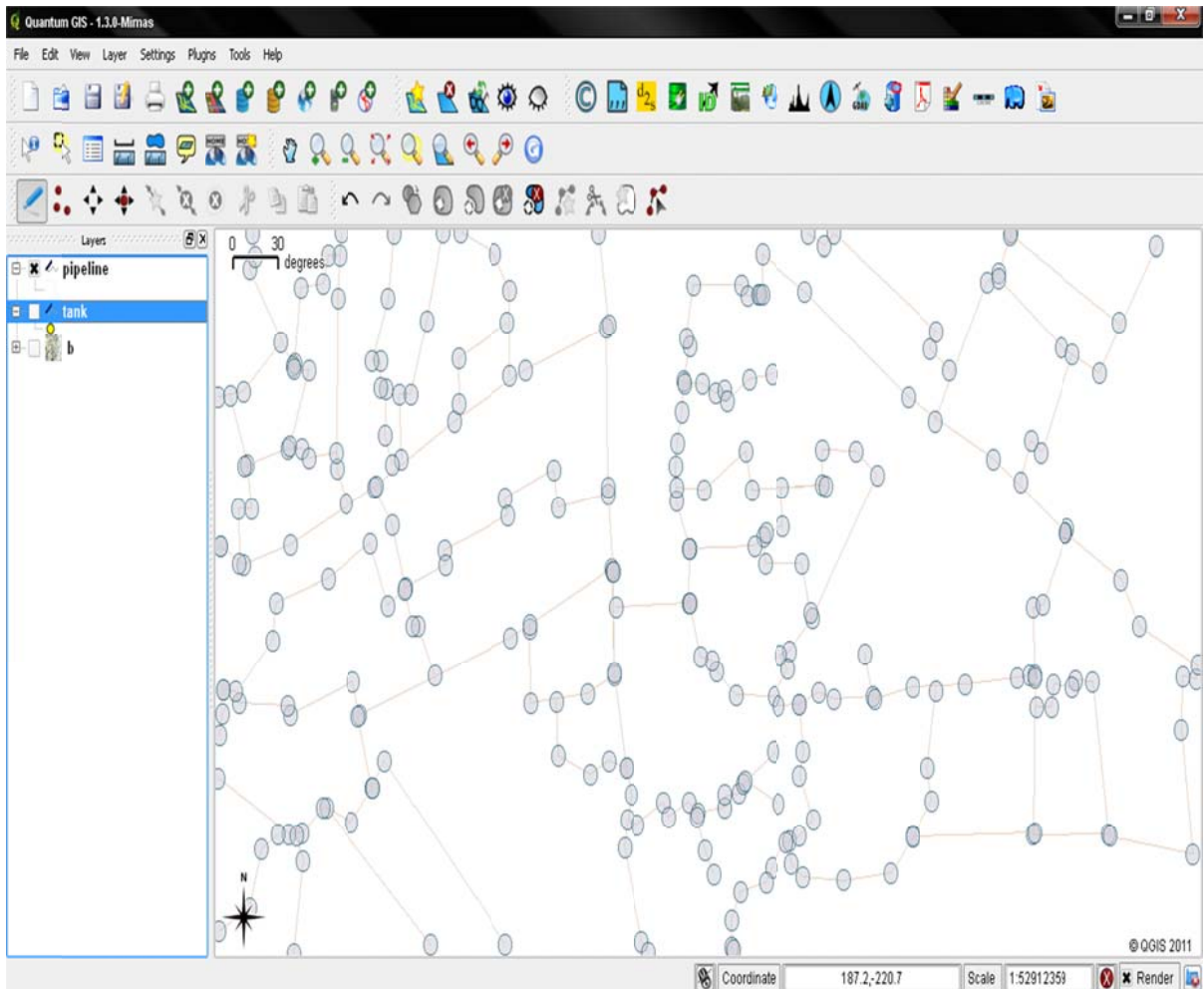


รูปภาพผนวกที่ 27 แสดงหน้าต่างการกำหนดจุดหอดัง

4. ใช้ปุ่ม  Capture Line ในการกำหนดแนวท่อ

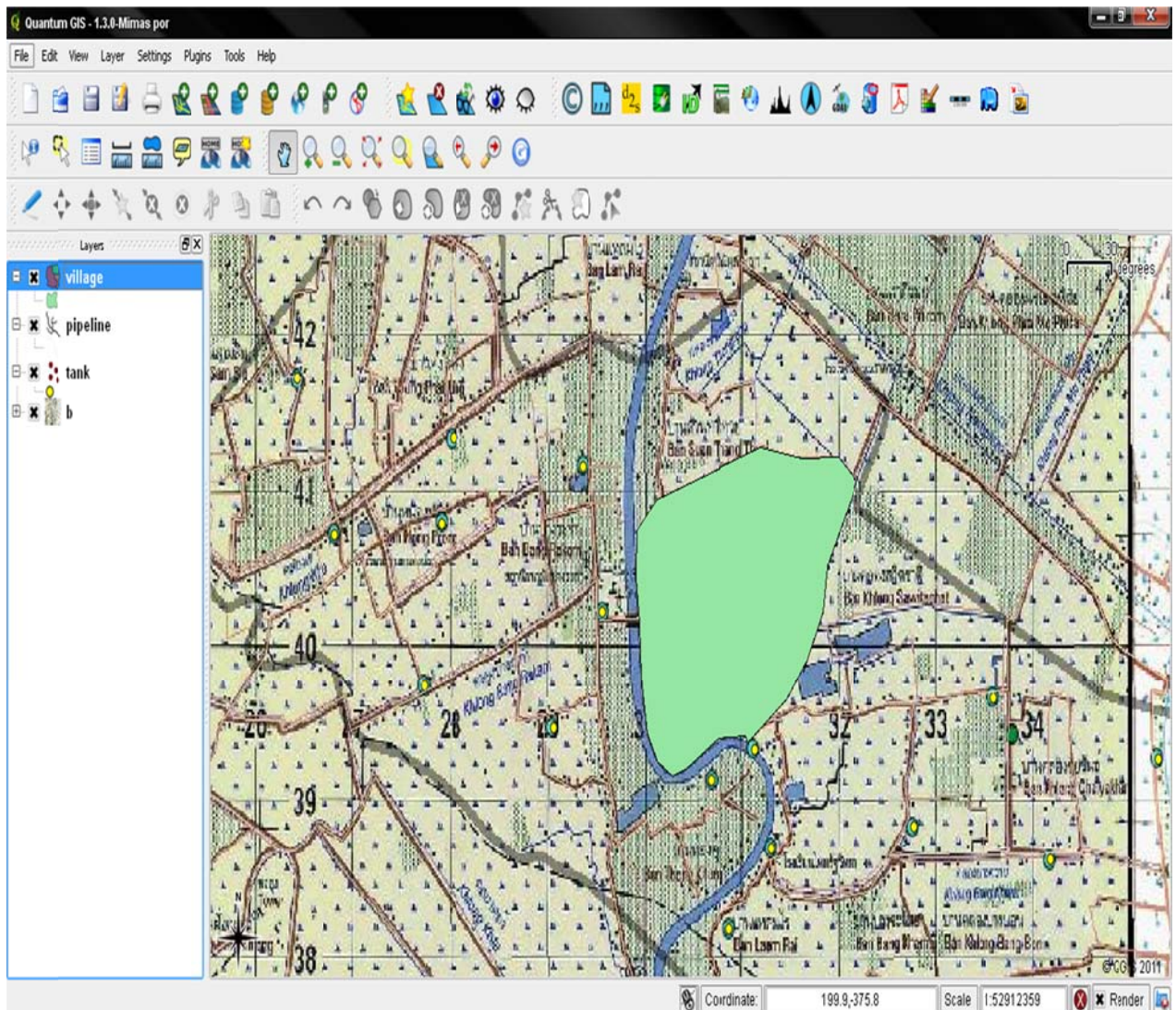


รูปภาพผนวกที่ 28 แสดงหน้าต่าง New Vector Layer (Line)

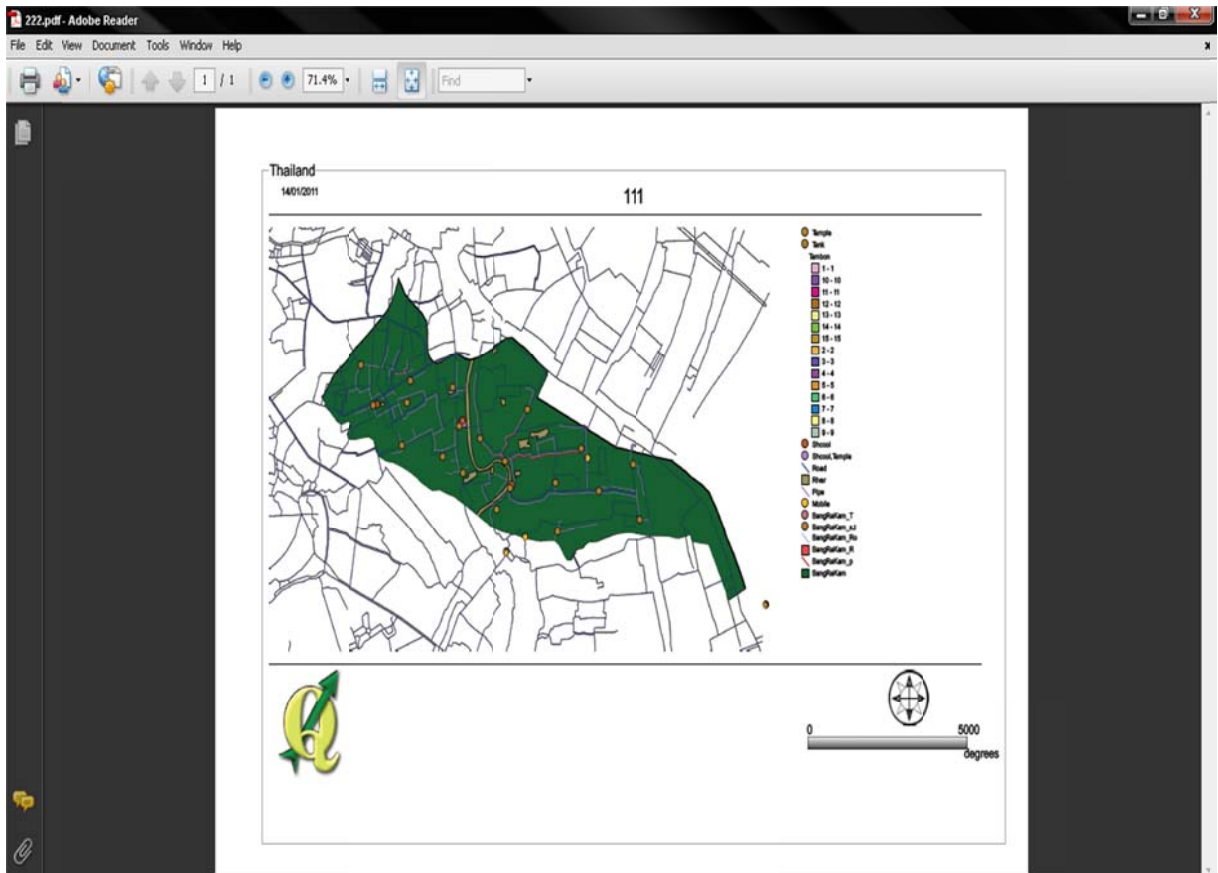


รูปภาพผนวกที่ 29 แสดงหน้าต่างแนวท่อประปาตำบลบางระกำ

5. ใช้ปุ่ม  Capture Polygon กำหนดขอบเขตของหมู่บ้าน

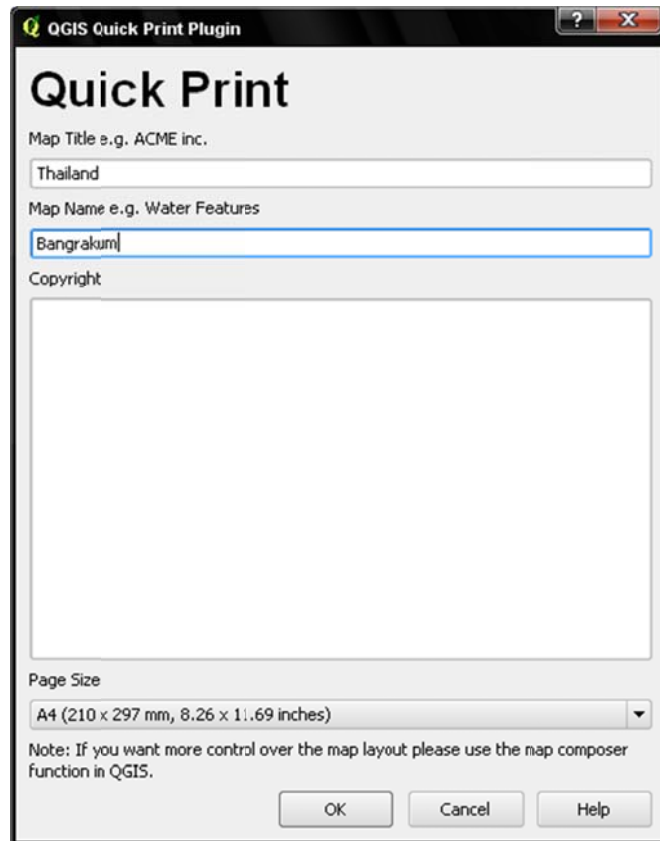


รูปภาพผนวกที่ 30 แสดงหน้าต่าง New Vector Layer (Polygon)



รูปภาพผนวกที่ 31 แสดงหน้าต่าง การแบ่งขอบเขตตำบลบางระกำ

6. Plot งานเป็นไฟล์ pdf โดยใช้ปุ่ม

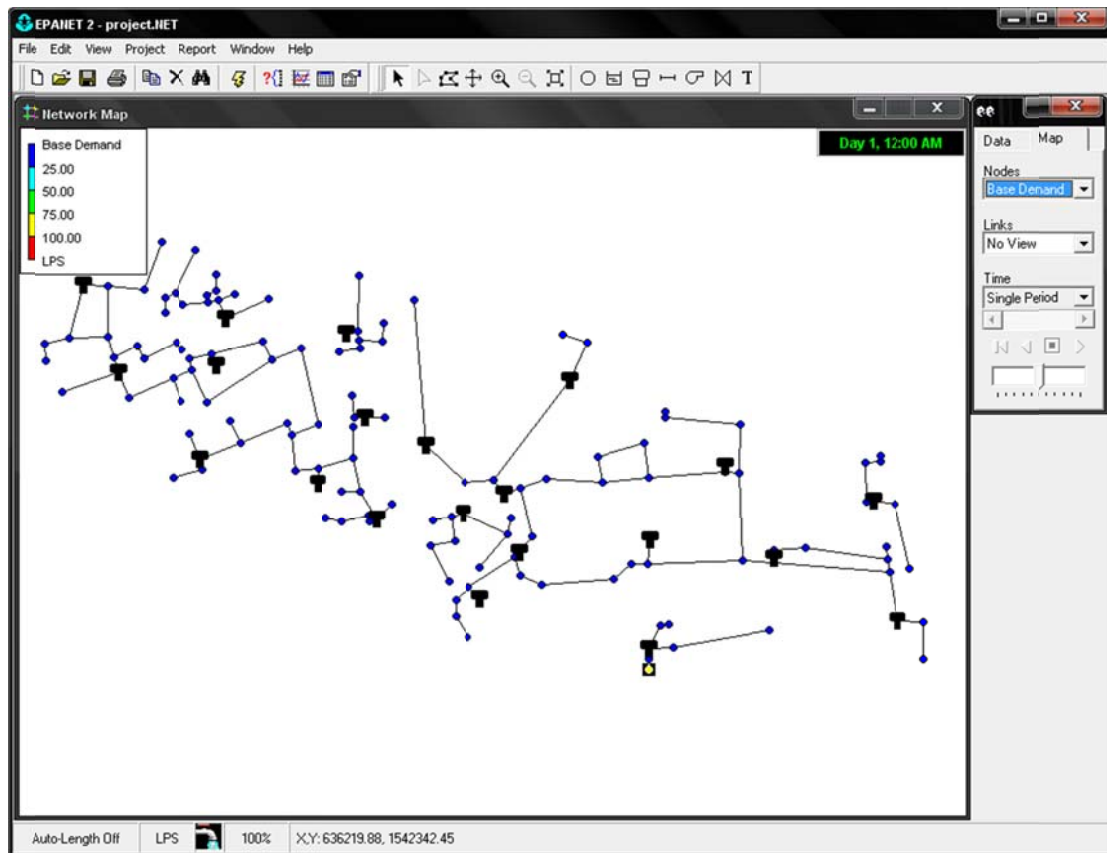


รูปภาพผนวกที่ 32 แสดงหน้าต่างการสั่ง Print

ภาคผนวก ค
การใช้โปรแกรม EPANET 2.0

การใช้โปรแกรม EPANET

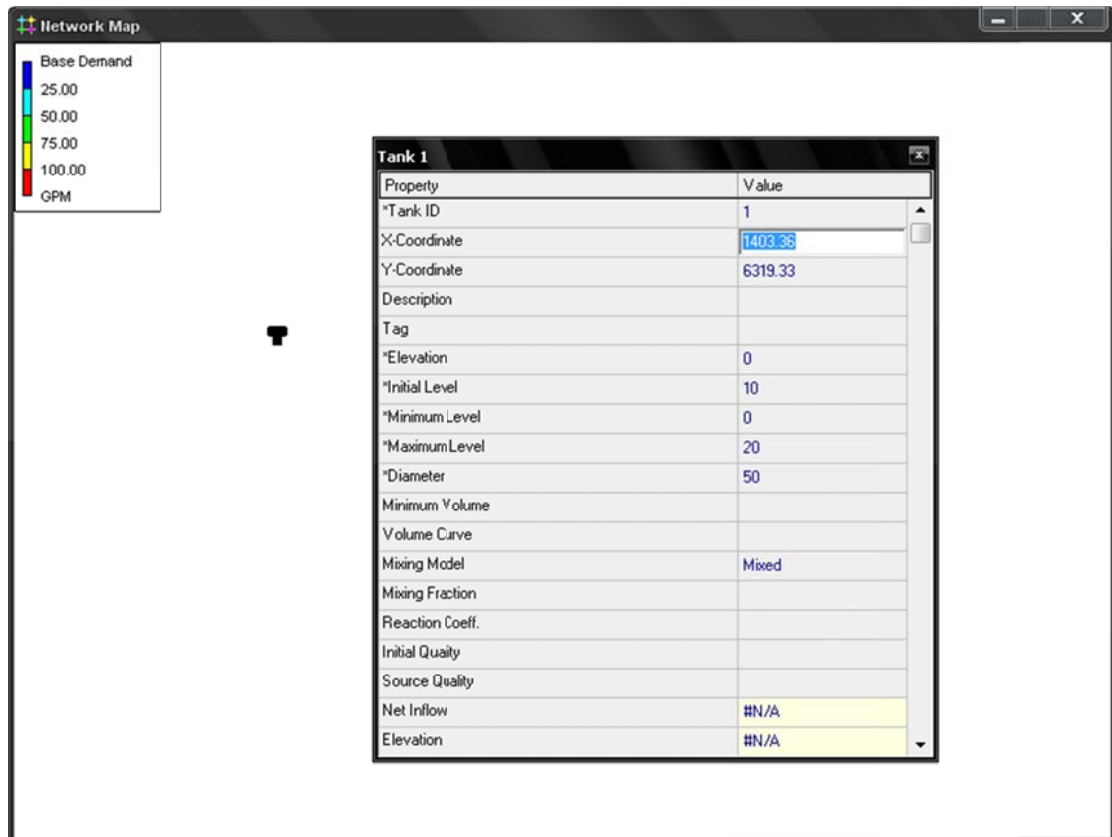
โปรแกรม EPANET เป็นแบบจำลองที่ใช้วิเคราะห์การไหลของน้ำทางชลศาสตร์ภายใต้แรงดันของระบบท่อโครงข่าย ซึ่งโครงข่ายประกอบด้วยท่อ(Pipe) บัพ(Node) ปั๊ม(Pump) วาล์ว(Valve) และถังเก็บน้ำ(Tank) หรืออ่างเก็บน้ำ(Reservoir) EPANET สามารถหาอัตราการไหลในแต่ละเส้นท่อ แรงดันในแต่ละบัพ (Node) ความสูงของน้ำในแต่ละถัง



รูปภาพผนวกที่ 33 แสดงหน้าต่างโปรแกรม EPANET

ขั้นตอนการใช้งาน

1. กดปุ่ม Add Tank  เพื่อกำหนดจุดให้อ่าง

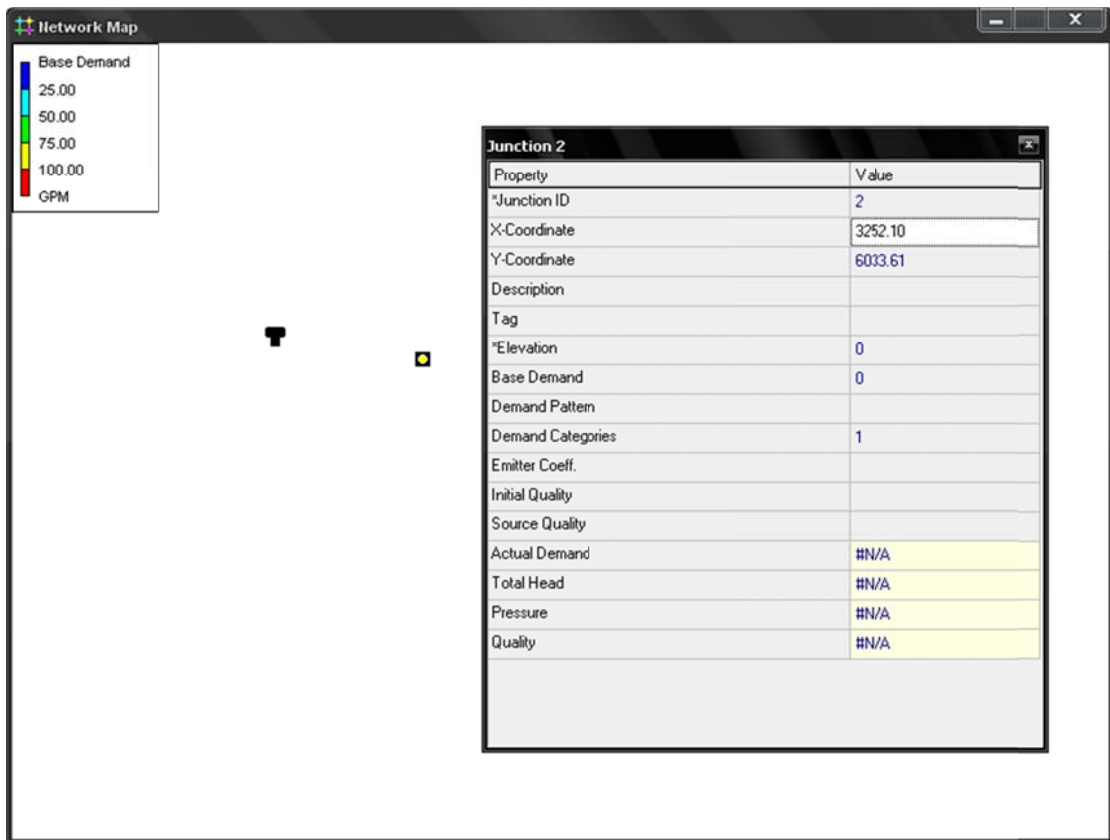


รูปภาพผนวกที่ 34 แสดงหน้าต่างการลงจุดให้อ่าง

โดยรายละเอียดของ Tank จะประกอบด้วย

- X-Coordinate และ Y-Coordinate คือจุดพิกัดของถัง ซึ่งหาได้จากโปรแกรม GIS
- Initial Level คือระดับกลางถัง
- Minimum Level คือระดับด้านใต้ถัง
- Maximum Level คือระดับด้านบนถัง
- Diameter คือเส้นผ่าศูนย์กลางของถัง

2. กดปุ่ม Add Junction เพื่อกำหนด Node

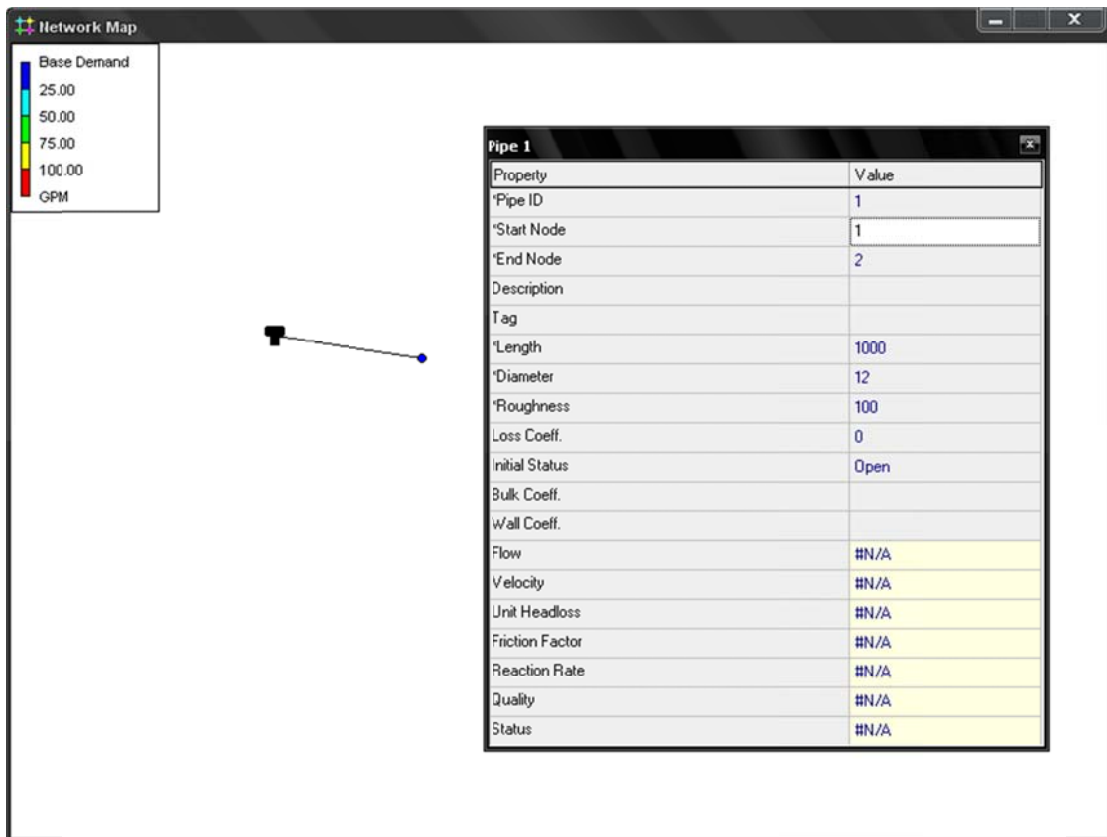


รูปภาพผนวกที่ 35 แสดงหน้าต่างการใส่ปริมาณน้ำที่ต้องการในจุดนั้น

โดยรายละเอียดของ Node จะประกอบด้วย

- X-Coordinate และ Y-Coordinate คือจุดพิกัดของถัง ซึ่งหาได้จากโปรแกรม GIS
- Base Demand คือความต้องการน้ำ

3. กดปุ่ม  Add Pipe เพื่อกำหนดท่อเชื่อมระหว่าง Node หรือ Tank

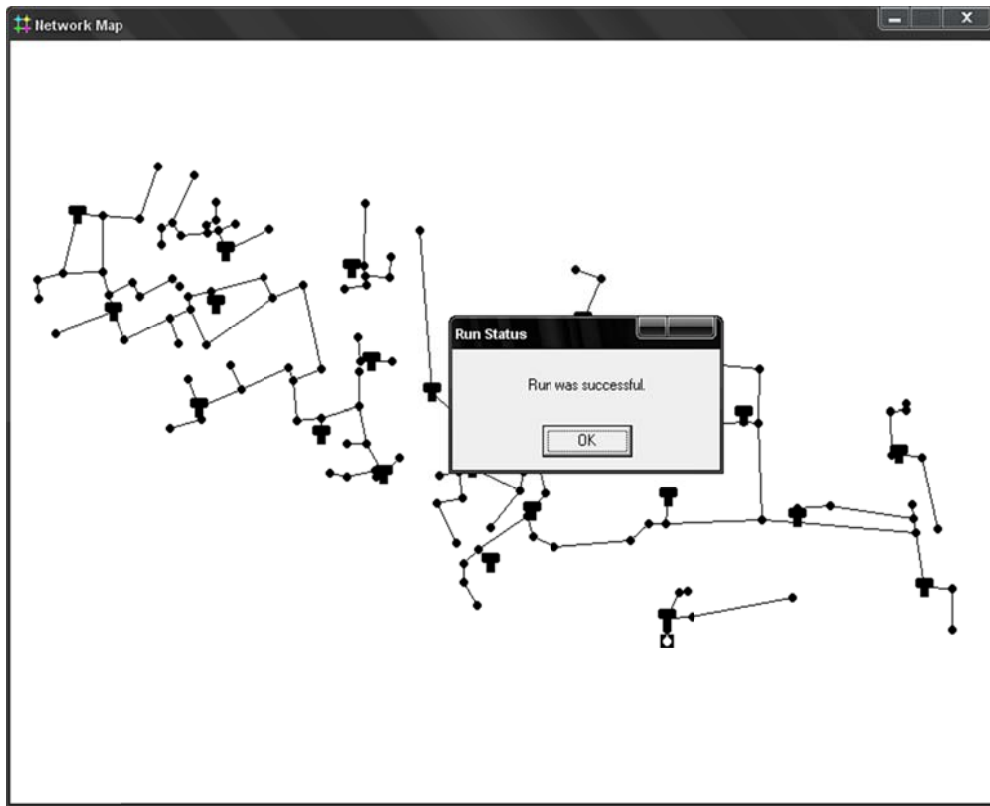


รูปภาพผนวกที่ 36 แสดงหน้าต่างการวางแนวท่อประปา

โดยรายละเอียดของ Tank จะประกอบด้วย

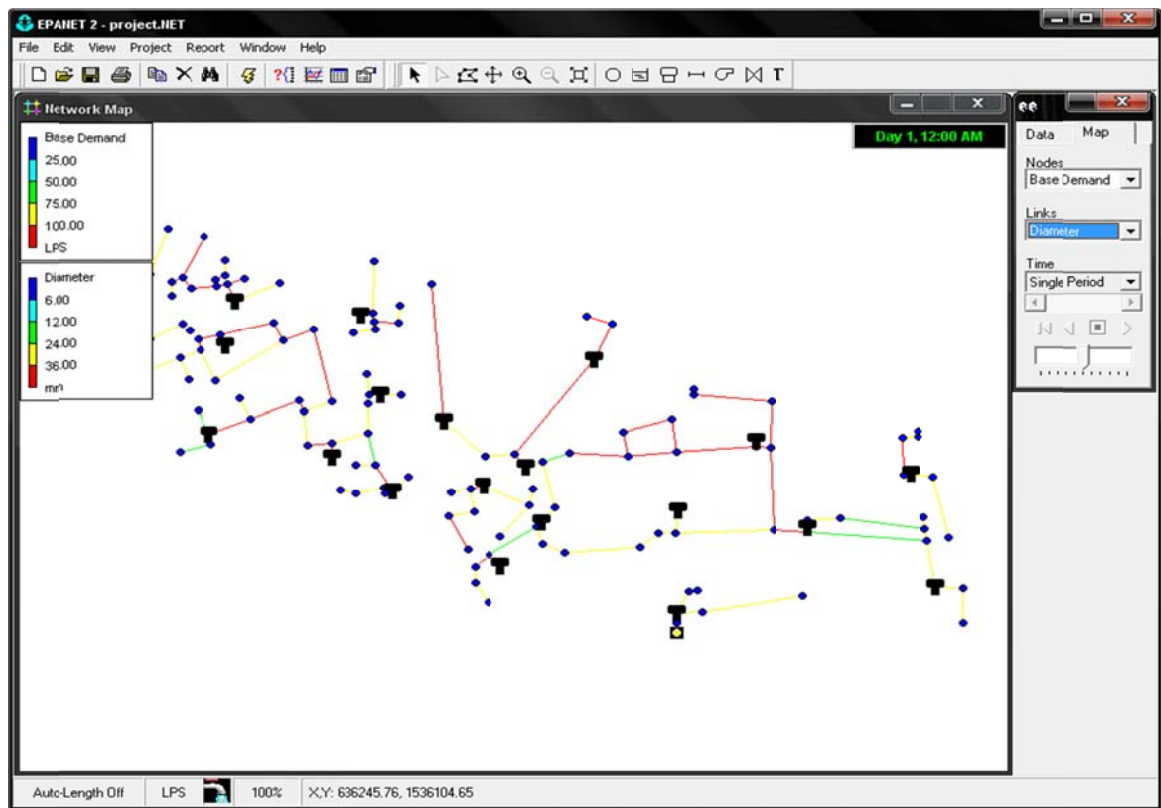
- Start Node และ End Node คือ จุดต้นท่อและปลายท่อ
- Length คือ ความยาวท่อ
- Diameter คือขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ
- Roughness คือ สัมประสิทธิ์ความขรุขระ

4. กด  Run เพื่อรันโปรแกรม




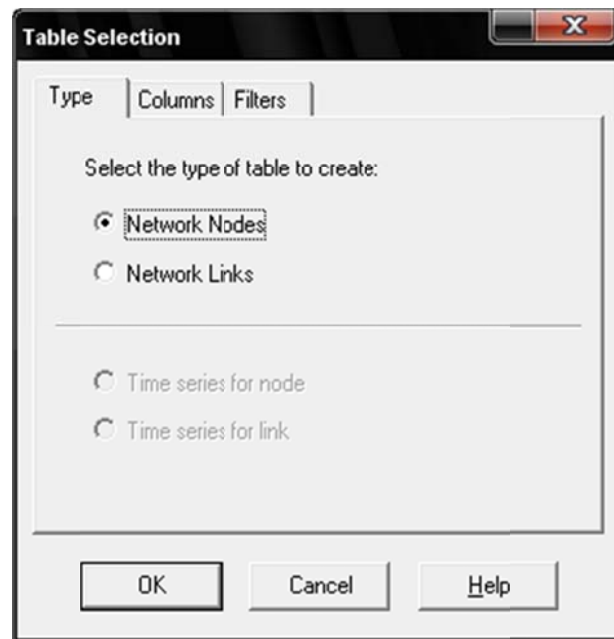
รูปภาพผนวกที่ 37 แสดงหน้าต่างการ Run Program

โดยสามารถเลือกแสดงรายละเอียดต่างๆ ได้จากแถบปฏิบัติการด้านขวา



รูปภาพผนวกที่ 38 แสดงหน้าต่างข้อมูล

5. กด  Table เพื่อแสดงผล Head , Daimeter , Pressure ของโครงข่ายทั้งหมด



NodeID	Demand LPS	Head m	Pressure m	Quality
Junc 1	0.14	6.81	6.81	0.00
Junc 2	0.17	9.78	9.78	0.00
Junc 4	0.17	2.95	2.95	0.00
Junc 5	0.14	1.98	1.98	0.00
Junc 6	0.18	9.77	9.77	0.00
Junc 7	0.14	3.37	3.37	0.00
Junc 8	0.22	3.03	3.03	0.00
Junc 9	0.24	8.22	8.22	0.00
Junc 11	0.14	4.82	4.82	0.00
Junc 13	0.14	10.44	10.44	0.00
Junc 16	0.14	3.69	3.69	0.00
Junc 17	0.21	12.03	12.03	0.00
Junc 18	0.20	4.71	4.71	0.00
Junc 20	0.19	2.87	2.87	0.00
Junc 21	0.18	2.46	2.46	0.00

รูปภาพผนวกที่ 39 แสดงหน้าต่างการแสดงผล

ภาคผนวก ง

ตารางแสดงผลคุณสมบัติที่ต่างๆ

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness:	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor	Reaction Rate mg/L/d	Quality	Status
Pipe 1	108	20	100	0.14	0.43	27.48	0.058	0.00	0.00	Open
Pipe 4	86	25	100	0.14	0.28	9.27	0.059	0.00	0.00	Open
Pipe 6	1107	25	100	0.14	0.29	10.04	0.059	0.00	0.00	Open
Pipe 7	416	25	100	0.22	0.44	21.64	0.055	0.00	0.00	Open
Pipe 15	432	40	100	0.57	0.45	13.21	0.051	0.00	0.00	Open
Pipe 18	63	25	100	0.18	0.37	15.74	0.057	0.00	0.00	Open
Pipe 22	915	20	100	0.07	0.22	7.65	0.064	0.00	0.00	Open
Pipe 27	265	40	100	0.83	0.56	26.63	0.048	0.00	0.00	Open
Pipe 29	376	40	100	0.15	0.12	1.06	0.062	0.00	0.00	Open
Pipe 31	218	35	100	0.42	0.43	14.35	0.052	0.00	0.00	Open
Pipe 32	251	35	100	0.27	0.28	6.42	0.056	0.00	0.00	Open
Pipe 37	184	40	100	0.81	0.55	25.74	0.048	0.00	0.00	Open
Pipe 42	179	35	100	0.44	0.46	15.83	0.052	0.00	0.00	Open
Pipe 43	282	35	100	0.21	0.22	4.02	0.058	0.00	0.00	Open
Pipe 45	181	35	100	0.12	0.12	1.32	0.063	0.00	0.00	Open
Pipe 33	824	25	100	0.13	0.26	8.31	0.060	0.00	0.00	Open
Pipe 34	252	25	100	-0.16	0.32	11.91	0.058	0.00	0.00	Open
Pipe 49	207	25	100	0.12	0.23	6.79	0.061	0.00	0.00	Open
Pipe 50	273	35	100	0.44	0.45	15.63	0.052	0.00	0.00	Open
Pipe 51	275	35	100	0.27	0.28	6.45	0.056	0.00	0.00	Open
Pipe 58	299	20	100	0.13	0.43	27.02	0.058	0.00	0.00	Open
Pipe 63	537	40	100	-0.28	0.23	3.70	0.056	0.00	0.00	Open
Pipe 64	299	40	100	0.06	0.05	0.19	0.071	0.00	0.00	Open
Pipe 65	555	40	100	-0.11	0.09	0.68	0.065	0.00	0.00	Open
Pipe 66	399	40	100	-0.30	0.24	4.17	0.056	0.00	0.00	Open
Pipe 68	67	55	100	2.31	0.37	37.84	0.043	0.00	0.00	Open
Pipe 71	543	55	100	0.53	0.22	2.48	0.054	0.00	0.00	Open
Pipe 72	836	40	100	0.32	0.26	4.66	0.055	0.00	0.00	Open
Pipe 73	61	40	100	0.16	0.13	1.24	0.062	0.00	0.00	Open
Pipe 74	984	40	100	0.17	0.14	1.47	0.061	0.00	0.00	Open
Pipe 76	292	35	100	0.45	0.47	16.51	0.052	0.00	0.00	Open
Pipe 82	141	55	100	1.65	0.39	20.19	0.045	0.00	0.00	Open
Pipe 85	238	35	100	0.19	0.19	3.21	0.059	0.00	0.00	Open
Pipe 87	254	35	100	0.39	0.41	12.87	0.053	0.00	0.00	Open
Pipe 88	209	35	100	0.19	0.19	3.21	0.059	0.00	0.00	Open
Pipe 90	238	20	100	0.14	0.43	27.11	0.058	0.00	0.00	Open
Pipe 93	75	35	100	0.46	0.47	16.98	0.052	0.00	0.00	Open
Pipe 94	311	35	100	0.29	0.30	7.18	0.055	0.00	0.00	Open
Pipe 95	187	25	100	0.14	0.28	9.14	0.059	0.00	0.00	Open
Pipe 98	377	20	100	0.08	0.26	10.92	0.062	0.00	0.00	Open
Pipe 99	353	35	100	0.15	0.16	2.16	0.061	0.00	0.00	Open
Pipe 100	205	25	100	0.16	0.33	12.96	0.058	0.00	0.00	Open
Pipe 101	160	35	100	0.37	0.38	11.49	0.053	0.00	0.00	Open
Pipe 102	738	25	100	0.14	0.28	9.14	0.059	0.00	0.00	Open
Pipe 103	351	35	100	0.32	0.33	8.69	0.055	0.00	0.00	Open

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Friction Factor	Reaction Rate mg/L/d	Quality	Status
Pipe 104	1288	25	100	-0.06	0.12	1.90	0.066	0.00	0.00	Open
Pipe 106	565	25	100	0.02	0.04	0.24	0.079	0.00	0.00	Open
Pipe 107	629	40	100	-0.04	0.03	0.09	0.076	0.00	0.00	Open
Pipe 108	488	35	100	0.16	0.16	2.38	0.061	0.00	0.00	Open
Pipe 110	168	40	100	1.01	0.81	38.62	0.047	0.00	0.00	Open
Pipe 114	139	35	100	-0.22	0.23	4.56	0.057	0.00	0.00	Open
Pipe 115	561	40	100	-0.33	0.26	4.84	0.055	0.00	0.00	Open
Pipe 117	262	20	100	0.10	0.32	15.55	0.060	0.00	0.00	Open
Pipe 119	343	25	100	0.14	0.28	9.14	0.059	0.00	0.00	Open
Pipe 121	325	35	100	0.23	0.24	4.72	0.057	0.00	0.00	Open
Pipe 122	875	35	100	0.08	0.08	0.66	0.067	0.00	0.00	Open
Pipe 11	447	35	100	0.12	0.13	1.52	0.063	0.00	0.00	Open
Pipe 13	403	35	100	0.15	0.16	2.28	0.061	0.00	0.00	Open
Pipe 17	587	40	100	0.56	0.44	12.84	0.051	0.00	0.00	Open
Pipe 20	242	40	100	0.30	0.24	4.15	0.056	0.00	0.00	Open
Pipe 21	870	25	100	-0.03	0.07	0.68	0.073	0.00	0.00	Open
Pipe 24	252	40	100	0.72	0.57	20.32	0.049	0.00	0.00	Open
Pipe 25	139	40	100	0.46	0.37	8.98	0.053	0.00	0.00	Open
Pipe 25	404	35	100	-0.21	0.21	3.91	0.058	0.00	0.00	Open
Pipe 39	532	35	100	0.28	0.29	6.97	0.056	0.00	0.00	Open
Pipe 45	275	25	100	0.14	0.28	9.52	0.059	0.00	0.00	Open
Pipe 53	156	35	100	0.47	0.49	17.82	0.052	0.00	0.00	Open
Pipe 55	410	35	100	0.29	0.30	7.41	0.055	0.00	0.00	Open
Pipe 55	107	35	100	0.14	0.15	1.95	0.061	0.00	0.00	Open
Pipe 60	570	25	100	-0.01	0.01	0.03	0.093	0.00	0.00	Open
Pipe 62	400	35	100	0.32	0.33	8.60	0.055	0.00	0.00	Open
Pipe 105	564	35	100	0.14	0.15	1.90	0.062	0.00	0.00	Open
Pipe 126	278	35	100	0.33	0.34	9.22	0.054	0.00	0.00	Open
Pipe 127	186	25	100	0.15	0.31	11.39	0.058	0.00	0.00	Open
Pipe 128	433	35	100	-0.05	0.05	0.27	0.072	0.00	0.00	Open
Pipe 131	180	40	100	0.12	0.09	0.69	0.064	0.00	0.00	Open
Pipe 132	121	55	100	1.56	0.66	18.24	0.046	0.00	0.00	Open
Pipe 133	285	55	100	0.80	0.33	5.24	0.051	0.00	0.00	Open
Pipe 134	157	55	100	0.60	0.25	3.15	0.053	0.00	0.00	Open
Pipe 135	123	35	100	0.26	0.27	5.93	0.056	0.00	0.00	Open
Pipe 136	170	35	100	0.13	0.13	1.63	0.062	0.00	0.00	Open
Pipe 137	534	35	100	0.16	0.16	2.38	0.061	0.00	0.00	Open
Pipe 138	84	40	100	0.42	0.34	7.75	0.053	0.00	0.00	Open
Pipe 139	115	40	100	0.27	0.22	3.46	0.057	0.00	0.00	Open
Pipe 140	194	35	100	0.13	0.14	1.66	0.062	0.00	0.00	Open
Pipe 142	142	25	100	0.22	0.45	22.74	0.055	0.00	0.00	Open
Pipe 143	139	25	100	0.14	0.28	9.52	0.059	0.00	0.00	Open
Pipe 69	86	35	100	0.39	0.41	12.87	0.053	0.00	0.00	Open
Pipe 61	3	55	100	1.61	0.68	19.45	0.045	0.00	0.00	Open
Pipe 112	3	55	100	3.07	1.29	63.77	0.041	0.00	0.00	Open

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Fiction Factor	Reaction Rate mg/L/d	Quality	Status
Pipe 125	3	55	100	2.37	1.00	39.63	0.043	0.00	0.00	Open
Pipe 129	172	55	100	1.08	0.45	9.21	0.048	0.00	0.00	Open
Pipe 145	3	55	100	1.46	0.62	16.24	0.046	0.00	0.00	Open
Pipe 152	3	55	100	1.69	0.71	21.28	0.045	0.00	0.00	Open
Pipe 153	78	35	100	0.63	0.65	30.78	0.049	0.00	0.00	Open
Pipe 156	3	55	100	1.08	0.46	9.26	0.048	0.00	0.00	Open
Pipe 159	3	55	100	1.78	0.75	23.19	0.045	0.00	0.00	Open
Pipe 162	3	55	100	1.10	0.46	9.52	0.048	0.00	0.00	Open
Pipe 163	197	40	100	0.29	0.23	3.85	0.056	0.00	0.00	Open
Pipe 165	3	55	100	1.52	0.64	17.33	0.046	0.00	0.00	Open
Pipe 168	3	55	100	1.37	0.58	14.42	0.047	0.00	0.00	Open
Pipe 171	3	55	100	1.46	0.62	16.19	0.046	0.00	0.00	Open
Pipe 178	3	55	100	1.41	0.59	15.06	0.046	0.00	0.00	Open
Pipe 181	3	55	100	1.24	0.52	12.01	0.047	0.00	0.00	Open
Pipe 10	298	40	100	0.46	0.36	8.79	0.053	0.00	0.00	Open
Pipe 14	554	35	100	0.41	0.43	14.15	0.052	0.00	0.00	Open
Pipe 19	83	40	100	0.78	0.62	23.68	0.049	0.00	0.00	Open
Pipe 23	250	35	100	0.28	0.29	6.72	0.056	0.00	0.00	Open
Pipe 47	124	25	100	0.31	0.63	42.12	0.052	0.00	0.00	Open
Pipe 48	278	35	100	0.32	0.33	8.88	0.054	0.00	0.00	Open
Pipe 54	286	25	100	0.31	0.63	42.12	0.052	0.00	0.00	Open
Pipe 57	162	40	100	0.98	0.78	36.68	0.047	0.00	0.00	Open
Pipe 77	838	55	100	0.87	0.37	6.18	0.050	0.00	0.00	Open
Pipe 80	182	35	100	0.35	0.36	10.33	0.054	0.00	0.00	Open
Pipe 89	1048	35	100	0.17	0.18	2.73	0.060	0.00	0.00	Open
Pipe 96	214	40	100	0.68	0.54	18.50	0.050	0.00	0.00	Open
Pipe 97	622	25	100	-0.12	0.24	7.05	0.061	0.00	0.00	Open
Pipe 120	76	55	100	0.69	0.29	4.03	0.052	0.00	0.00	Open
Pipe 141	228	35	100	0.27	0.28	6.57	0.056	0.00	0.00	Open
Pipe 169	154	40	100	0.72	0.58	20.83	0.049	0.00	0.00	Open
Pipe 170	555	35	100	0.45	0.46	16.23	0.052	0.00	0.00	Open
Pipe 174	471	55	100	0.93	0.39	6.95	0.049	0.00	0.00	Open
Pipe 180	200	35	100	0.31	0.32	8.23	0.055	0.00	0.00	Open
Pipe 184	330	25	100	0.06	0.12	1.82	0.067	0.00	0.00	Open
Pipe 185	1400	35	100	0.07	0.07	0.51	0.068	0.00	0.00	Open
Pipe 23	604	35	100	0.15	0.16	2.25	0.061	0.00	0.00	Open
Pipe 35	1627	40	100	0.36	0.29	5.67	0.055	0.00	0.00	Open
Pipe 86	114	40	100	1.00	0.80	37.93	0.047	0.00	0.00	Open
Pipe 149	612	35	100	0.22	0.22	4.20	0.058	0.00	0.00	Open
Pipe 157	248	20	100	0.15	0.48	32.95	0.057	0.00	0.00	Open
Pipe 158	336	35	100	0.42	0.44	14.44	0.052	0.00	0.00	Open
Pipe 164	257	35	100	0.35	0.37	10.47	0.054	0.00	0.00	Open
Pipe 175	411	35	100	0.26	0.28	6.19	0.056	0.00	0.00	Open
Pipe 189	119	25	100	0.29	0.58	36.48	0.053	0.00	0.00	Open
Pipe 190	487	40	100	0.58	0.46	13.76	0.051	0.00	0.00	Open

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Fiction Factor	Reaction Rate ng/L/d	Quality	Status
Pipe 191	312	20	100	0.15	0.48	32.95	0.057	0.00	0.00	Open
Pipe 195	348	35	100	0.11	0.12	1.27	0.064	0.00	0.00	Open
Pipe 197	242	20	100	0.01	0.02	0.10	0.090	0.00	0.00	Open
Pipe 200	223	55	100	2.13	0.90	32.50	0.044	0.00	0.00	Open
Pipe 201	529	35	100	0.24	0.25	5.15	0.057	0.00	0.00	Open
Pipe 204	276	35	100	0.58	0.60	26.06	0.050	0.00	0.00	Open
Pipe 205	623	40	100	0.53	0.42	11.76	0.051	0.00	0.00	Open
Pipe 208	657	25	100	0.20	0.41	19.28	0.056	0.00	0.00	Open
Pipe 209	306	35	100	0.48	0.50	18.93	0.051	0.00	0.00	Open
Pipe 212	248	25	100	0.22	0.45	22.44	0.055	0.00	0.00	Open
Pipe 213	291	40	100	0.66	0.52	17.36	0.050	0.00	0.00	Open
Pipe 16	3	55	100	0.70	0.30	4.17	0.051	0.00	0.00	Open
Pipe 52	122	25	100	0.28	0.56	34.60	0.053	0.00	0.00	Open
Pipe 59	225	20	100	0.14	0.45	29.77	0.057	0.00	0.00	Open
Pipe 84	138	55	100	1.78	0.75	23.39	0.045	0.00	0.00	Open
Pipe 109	3	55	100	0.93	0.39	7.01	0.049	0.00	0.00	Open
Pipe 123	49	55	100	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	Open
Pipe 124	91	40	100	0.52	0.42	11.35	0.052	0.00	0.00	Open

ภาคผนวก จ
ตารางแสดงผลจุดข้ายน้ำ (Node)

Node ID	Base Demand LPS	Demand LPS	Head m	Pressure m	Quality
Junc 1	0.136	0.14	6.76	6.76	0.00
Junc 2	0.172	0.17	9.73	9.73	0.00
Junc 4	0.172	0.17	2.91	2.91	0.00
Junc 5	0.136	0.14	2.11	2.11	0.00
Junc 6	0.18	0.18	12.48	12.48	0.00
Junc 7	0.142	0.14	1.37	1.37	0.00
Junc 8	0.215	0.22	2.34	2.34	0.00
Junc 9	0.24	0.24	11.34	11.34	0.00
Junc 11	0.138	0.14	1.57	1.57	0.00
Junc 13	0.142	0.14	12.27	12.27	0.00
Junc 16	0.135	0.14	5.53	5.53	0.00
Junc 17	0.21	0.21	11.99	11.99	0.00
Junc 18	0.197	0.20	6.28	6.28	0.00
Junc 20	0.189	0.19	4.44	4.44	0.00
Junc 21	0.181	0.18	3.45	3.45	0.00
Junc 23	0.204	0.20	12.95	12.95	0.00
Junc 25	0.25	0.25	9.90	9.90	0.00
Junc 26	0.151	0.15	2.90	2.90	0.00
Junc 27	0.204	0.20	3.68	3.68	0.00
Junc 30	0.135	0.14	6.13	6.13	0.00
Junc 32	0.308	0.31	6.94	6.94	0.00
Junc 33	0.198	0.20	4.08	4.08	0.00
Junc 34	0.1936	0.19	5.06	5.06	0.00
Junc 35	0.284	0.28	2.06	2.06	0.00
Junc 36	0.142	0.14	8.91	8.91	0.00
Junc 37	0.147	0.15	10.52	10.52	0.00
Junc 38	0.155	0.16	13.65	13.65	0.00
Junc 42	0.25	0.25	9.26	9.26	0.00
Junc 44	0.24	0.24	5.31	5.31	0.00
Junc 45	0.23	0.23	2.47	2.47	0.00
Junc 46	0.21	0.21	1.34	1.34	0.00
Junc 49	0.173	0.17	4.94	4.94	0.00
Junc 50	0.115	0.12	4.70	4.70	0.00

Node ID	Base Demand LPS	Demand LPS	Head m	Pressure m	Quality
Junc 52	0.158	0.16	3.78	3.78	0.00
Junc 48	0.173	0.17	10.74	10.74	0.00
Junc 53	0.115	0.12	9.33	9.33	0.00
Junc 54	0.166	0.17	6.47	6.47	0.00
Junc 55	0.147	0.15	4.70	4.70	0.00
Junc 57	0.124	0.12	4.02	4.02	0.00
Junc 58	0.255	0.25	12.46	12.46	0.00
Junc 60	0.193	0.19	12.33	12.33	0.00
Junc 62	0.172	0.17	4.25	4.25	0.00
Junc 66	0.19	0.19	4.30	4.30	0.00
Junc 67	0.28	0.28	6.29	6.29	0.00
Junc 68	0.172	0.17	4.24	4.24	0.00
Junc 69	0.19	0.19	4.62	4.62	0.00
Junc 70	0.459	0.46	11.46	11.46	0.00
Junc 73	0.28	0.28	5.52	5.52	0.00
Junc 74	0.208	0.21	4.18	4.18	0.00
Junc 75	0.1648	0.16	0.29	0.29	0.00
Junc 76	0.158	0.16	0.21	0.21	0.00
Junc 78	0.359	0.36	4.75	4.75	0.00
Junc 79	0.21	0.21	12.61	12.61	0.00
Junc 81	0.304	0.30	13.21	13.21	0.00
Junc 82	0.450	0.45	5.84	5.84	0.00
Junc 83	0.476	0.48	10.66	10.66	0.00
Junc 86	0.43	0.43	11.15	11.15	0.00
Junc 87	0.215	0.22	8.58	8.58	0.00
Junc 88	0.215	0.22	6.83	6.83	0.00
Junc 89	0.2075	0.21	5.72	5.72	0.00
Junc 90	0.186	0.19	4.96	4.96	0.00
Junc 91	0.2075	0.21	3.56	3.56	0.00
Junc 92	0.186	0.19	2.89	2.89	0.00
Junc 94	0.142	0.14	9.77	9.77	0.00
Junc 95	0.135	0.14	3.31	3.31	0.00
Junc 96	0.142	0.14	7.29	7.29	0.00

Node ID	Base Demand LPS	Demand LPS	Head m	Pressure m	Quality
Junc 98	0.173	0.17	11.54	11.54	0.00
Junc 99	0.17	0.17	10.26	10.26	0.00
Junc 100	0.152	0.15	8.03	8.03	0.00
Junc 101	0.135	0.14	6.32	6.32	0.00
Junc 102	0.15	0.15	5.76	5.76	0.00
Junc 103	0.173	0.17	9.09	9.09	0.00
Junc 104	0.163	0.16	6.43	6.43	0.00
Junc 105	0.1975	0.20	4.97	4.97	0.00
Junc 106	0.15	0.15	4.21	4.21	0.00
Junc 108	0.395	0.40	7.51	7.51	0.00
Junc 109	0.1975	0.20	4.82	4.82	0.00
Junc 111	0.15	0.15	3.90	3.90	0.00
Junc 112	0.105	0.10	4.54	4.54	0.00
Junc 113	0.15	0.15	7.25	7.25	0.00
Junc 114	0.10	0.10	3.18	3.18	0.00
Junc 115	0.15	0.15	3.67	3.67	0.00
Junc 117	0.15	0.15	9.61	9.61	0.00
Junc 118	0.135	0.14	6.47	6.47	0.00
Junc 119	0.1496	0.15	2.37	2.37	0.00
Junc 120	0.192	0.19	1.79	1.79	0.00
Junc 121	0.224	0.22	2.23	2.23	0.00
Junc 14	0.1735	0.17	2.82	2.82	0.00
Junc 15	0.247	0.25	4.40	4.40	0.00
Junc 19	0.255	0.25	5.65	5.65	0.00
Junc 24	0.51	0.51	10.77	10.77	0.00
Junc 29	0.255	0.25	3.23	3.23	0.00
Junc 40	0.151	0.15	4.38	4.38	0.00
Junc 41	0.138	0.14	1.76	1.76	0.00
Junc 51	0.202	0.20	8.09	8.09	0.00
Junc 56	0.202	0.20	1.21	1.21	0.00
Junc 63	0.202	0.20	12.30	12.30	0.00
Junc 64	0.188	0.19	7.25	7.25	0.00
Junc 65	0.177	0.18	4.47	4.47	0.00

Node ID	Base Demand LPS	Demand LPS	Head m	Pressure m	Quality
Junc 110	0.15	0.15	1.43	1.43	0.00
Junc 122	0.142	0.14	1.22	1.22	0.00
Junc 123	0.1765	0.18	6.73	6.73	0.00
Junc 125	0.253	0.25	6.75	6.75	0.00
Junc 126	0.1765	0.18	3.31	3.31	0.00
Junc 127	0.14	0.14	2.24	2.24	0.00
Junc 128	0.253	0.25	6.61	6.61	0.00
Junc 129	0.1765	0.18	4.05	4.05	0.00
Junc 130	0.152	0.15	1.93	1.93	0.00
Junc 132	0.24	0.24	11.08	11.08	0.00
Junc 133	0.455	0.46	6.56	6.56	0.00
Junc 134	0.1155	0.12	6.44	6.44	0.00
Junc 135	0.3395	0.34	4.35	4.35	0.00
Junc 136	0.191	0.19	2.86	2.86	0.00
Junc 137	0.187	0.19	2.37	2.37	0.00
Junc 138	0.158	0.16	1.10	1.10	0.00
Junc 139	0.13	0.13	1.64	1.64	0.00
Junc 140	0.129	0.13	1.36	1.36	0.00
Junc 141	0.15	0.15	3.70	3.70	0.00
Junc 142	0.145	0.14	3.30	3.30	0.00
Junc 143	0.13	0.13	2.98	2.98	0.00
Junc 77	0.506	0.51	13.94	13.94	0.00
Junc 131	0.695	0.69	13.81	13.81	0.00
Junc 145	0.606	0.61	13.88	13.88	0.00
Junc 147	0.45	0.45	13.95	13.95	0.00
Junc 149	0.284	0.28	13.99	13.99	0.00
Junc 151	0.496	0.50	13.94	13.94	0.00
Junc 153	0.569	0.57	13.97	13.97	0.00
Junc 155	0.78	0.78	13.93	13.93	0.00
Junc 157	0.497	0.50	13.97	13.97	0.00
Junc 159	0.346	0.35	13.95	13.95	0.00
Junc 161	0.41	0.41	13.96	13.96	0.00
Junc 163	0.524	0.52	14.95	14.95	0.00

Node ID	Base Demand LPS	Demand LPS	Head m	Pressure m	Quality
Junc 165	0.408	0.41	13.98	13.98	0.00
Junc 167	0.352	0.35	13.95	13.95	0.00
Junc 169	0.375	0.38	13.96	13.96	0.00
Junc 3	0	0.00	13.96	13.96	0.00
Junc 10	0	0.00	13.96	13.96	0.00
Junc 12	0	0.00	13.95	13.95	0.00
Junc 22	0	0.00	13.95	13.95	0.00
Junc 39	0	0.00	14.95	14.95	0.00
Junc 47	0	0.00	14.95	14.95	0.00
Junc 59	0	0.00	14.95	14.95	0.00
Junc 80	0	0.00	11.46	11.46	0.00
Junc 84	0	0.00	11.46	11.46	0.00
Junc 93	0	0.00	6.94	6.94	0.00
Junc 97	0	0.00	6.94	6.94	0.00
Junc 116	0	0.00	9.26	9.26	0.00
Junc 170	0	0.00	9.26	9.26	0.00
Junc 171	0	0.00	13.96	13.96	0.00
Junc 172	0	0.00	13.96	13.96	0.00
Junc 173	0	0.00	13.95	13.95	0.00
Junc 174	0	0.00	13.95	13.95	0.00
Junc 175	0	0.00	13.93	13.93	0.00
Junc 176	0	0.00	13.93	13.93	0.00
Junc 177	0	0.00	13.97	13.97	0.00