

การออกแบบเบื้องต้น ระบบระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วมของ
เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด

นายสมภพ คำดี

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

การบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปีการศึกษา 2556

การออกแบบเบื้องต้น ระบบระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วมของ
เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นำโครงการฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาโท สาขาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการสอบโครงการ

(ศ. ดร.สุขสันต์ หอพิบูลสุข)

ประธานกรรมการ

(รศ. ดร.ฉัตรชัย โชติษฐียงกูร)

กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ)

(ผศ. ดร.ปรีชาพร โภษา)

กรรมการ

(รศ. ร.อ. ดร.กนต์ธร ชำนิประศาสน์)

คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

สมภพ คำดี : การออกแบบเบื้องต้น ระบบระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วม ของเทศบาล
เมืองร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด (PRELIMINARY DESIGN OF DRAINAGE AND FLOOD
PROTECTION SYSTEM FOR MUNICIPALITY OF ROI ET DISTRICT, ROI ET
PROVINCE) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย โชคิชญางกูร

พื้นที่เทศบาลเมืองร้อยเอ็ดเป็นชุมชนเมืองพาณิชยกรรม มีพื้นที่ผสมกับที่อยู่อาศัย และ
สถานที่ราชการ ปัจจุบันประสบปัญหาน้ำท่วมขังมากขึ้นทุกปี ซึ่งเกิดจากปัญหาการระบายน้ำฝนที่
ตกในพื้นที่ มีพื้นที่น้ำท่วมประมาณ 30% ของพื้นที่ทั้งหมด จากผลการศึกษา พบว่า พื้นที่ประสบ
ปัญหาน้ำท่วมขังในพื้นที่มีระดับน้ำท่วมสูงสุดอยู่ที่ ระดับ 0.40 - 1.00 เมตร โดยมีแนวทางแก้ปัญหา
โดยการวางท่อระบายน้ำหลัก เพื่อเร่งการระบายน้ำไปตามถนน 4 สาย ได้แก่ ถนนรณชัยชาญยุทธ,
ถนนราชการดำเนิน, ถนนปัทมานนท์ และถนนสุริยเดชบำรุง โดยพิจารณาหาแนวทางเลือกของการ
ป้องกันน้ำท่วมและระบายน้ำที่เป็นไปได้ และเปรียบเทียบเพื่อหาทางเลือกที่เหมาะสม ซึ่งแนวทาง
เลือกที่ 1 คือวางท่อระบายน้ำ 1.) ถนนรณชัยชาญยุทธ มีทิศทางจากแยกถนนศรีเทวาไหลไปสู่
สะพานข้ามลำห้วยหนองหญ้าม้า ออกจากตัวเมืองไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ 2.) ถนนราชการ
ดำเนิน มีทิศทางจากสี่แยกตัดกับถนนเลียงเมืองไหลไปสู่แยกตัดกับถนนกองพล ไหลเข้าสู่ตัวเมือง
ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ 3.) ถนนปัทมานนท์ มีทิศทางจากสี่แยกตัดกับถนนเลียงเมืองไหลไปสู่แยก
ตัดกับสี่แยกตัดกับถนนรณชัยชาญยุทธ ไหลเข้าสู่ตัวเมืองทางทิศใต้ 4.) ถนนสุริยเดชบำรุง มีทิศทาง
จากบริเวณหน้าเรือนจำจังหวัดร้อยเอ็ดไหลไปสู่สี่แยกตัดกับถนนเลียงเมือง ไหลออกจากตัวเมือง
ทางทิศใต้ มีค่าใช้จ่ายรวมประมาณ 114.229 ล้านบาท มีระยะเวลาคืนทุนก่อสร้างประมาณ 5.5 ปี
และแนวทางเลือกที่ 2 คือวางท่อระบายน้ำตามถนนทั้ง 4 สาย ด้วยความยาวท่อที่เท่ากับทางเลือกที่ 1
แต่มีทิศทางการระบายน้ำตรงข้ามกับทางเลือกที่ 1 มีค่าใช้จ่ายรวมประมาณ 118.508 ล้านบาท มี
ระยะเวลาคืนทุนก่อสร้างประมาณ 6 ปี โดยแนวทางเลือกที่ 1 เป็นแนวทางที่เหมาะสมที่สุดในการ
แก้ไขปัญหาที่ท่วมที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษา เพราะเหมาะสมได้ด้านวิศวกรรม ควบคุมการไหลของ
น้ำได้อย่างตรงจุด ระบายน้ำออกจากพื้นที่ได้ตามระยะเวลาที่กำหนด อีกทั้งยังเหมาะสมในด้าน
ราคาค่าก่อสร้าง เพราะมีระยะเวลาคืนทุนค่าก่อสร้างที่น้อยกว่า

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา

ปีการศึกษา 2556

ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

**SOMPOB KAMDEE : PRELIMINARY DESIGN OF DRAINAGE AND
FLOOD PROTECTION SYSTEM FOR MUNICIPALITY OF ROI ET
DISTRICT, ROI ET PROVINCE. ADVISOR : ASSOC. PROF. CHATCHAI
JOTHITYANGKOON, Ph.D.**

The district Municipality of Roi Et consist of urban community commercial area and local government area. These areas are facing increased flooding. Repeated flood caused from poor drainage result the increase of inundation area about 30 % of the Municipality area. The study found that maximum flood inundation depth is 0.40 to 1.00 meters. A proposed solution to increase drainage capacity is to install or replace the main sewer along four main roads; Ronnachaichanyut Rd., Ratchakarndumnuan Rd., Patthamanon Rd., Suriyadetbumrung Rd. Two options are considered and compared for flood protection. The first alternative approach is to put the drain as following 1.) Ronnachaichanyut with flow direction from intersection Srithewa to a bridge over Nongyama stream out of the municipality south - east direction. 2) Ratchakarndumnuan with flow direction from the junction with the bypass to the junction with Kongpol road south - west direction to municipality center. 3.) Patthamanon with flow direction from the bypass road junction to the junction Ronnachaichanyut south direction to municipality center. 4.) Suriyadetbumrung with flow direction from Roi Et prison to the bypass junction out of the municipality south direction. An estimated cost is about 114.229 million baht and a payback period is approximately 5.5 years. The second option is construction of main drainage pipes along 4 roads with almost the same pipe lengths as the first option. But the flow is in reversed direction. An estimated cost is about 118.508 million baht and a construction payback period is approximately 6 years. This study concluded that the first option is the most appropriate way to resolve the flooding problems in the study area in term of hydraulic engineering and required time for drainage. Moreover, the construction cost of the first option is less than the second option and payback period of the first option is shorter than the second option.

School of Civil Engineering

Academic Year 2013

Student's Signature _____

Advisor's Signature _____

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ รองศาสตราจารย์ ดร. นัทรชัย โชติขจร ยางกูร อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรียาพร โกษา อาจารย์ที่ปรึกษาการจัดการแหล่งน้ำ นางสาวหฤทัย มาศโค้ง ผู้ช่วยวิจัย ที่ให้คำแนะนำพร้อมทั้งช่วยแก้ปัญหา ให้แนวทางในการค้นคว้าหาข้อมูลและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด รวมทั้งช่วยตรวจทาน แก้ไขโครงการเล่มนี้จนแล้วเสร็จสมบูรณ์ และอาจารย์ผู้สอนทุกท่านที่ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ รวมถึงข้อเสนอแนะด้วยดีมาโดยตลอด ผู้ศึกษาโครงการวิจัยขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด ที่อนุเคราะห์ข้อมูลระบบท่อระบายน้ำ ศูนย์อุดมวิทยุทยา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่อนุเคราะห์ข้อมูลฝน และขอกราบขอบพระคุณครูบาอาจารย์ทุกท่าน ที่คอยให้คำแนะนำ รวมทั้งผู้มีส่วนช่วยเหลือโครงการนี้ทุกภาคส่วนที่ทำให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบคุณ เพื่อนนักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตการบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ที่คอยเป็นกำลังใจ และช่วยเหลือกันตลอดการเรียนรู้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่อบรมสั่งสอนให้เป็นคนดี รักการศึกษา หมั่นหาความรู้เพิ่มเติม และไม่ย่อท้อต่อปัญหา ขอขอบคุณ ญาติ พี่ น้อง และเพื่อนๆ ของผู้ศึกษาโครงการวิจัยที่คอยให้กำลังใจ ทำให้ผู้ศึกษามีกำลังใจที่จะพัฒนาและทำโครงการจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

สมภพ คำดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูปภาพ.....	ซ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
2 ปรัชญ์นัวรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ปรัชญ์นัวรรณกรรมงานวิจัย.....	4
2.1.1 โครงการทบทวนผลการศึกษาคความเหมาะสม และออกแบบ รายละเอียด ปรับปรุงระบบรวบรวม และบำบัดน้ำเสียเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด.....	4
2.1.2 ระบบการป้องกันน้ำท่วมเขตชุมชนเมือง กรณีศึกษาเทศบาลเมืองชัยภูมิ.....	12
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	12
2.2.1 การระบายน้ำสำหรับพื้นที่เมือง.....	12
2.2.2 ลักษณะทั่วไปของระบบระบายน้ำสำหรับพื้นที่เมือง.....	13
2.2.3 การประมาณปริมาณน้ำที่ต้องการระบายออกจากเมือง.....	14
2.2.4 สัมประสิทธิ์การไหลออก.....	15
2.2.5 ความเข้มฝน.....	17
2.2.6 สมการแมนนิ่ง.....	24
2.3 พื้นที่ศึกษา.....	24
2.3.1 การจัดตั้งและขอบเขตของเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด.....	24
2.3.2 ลักษณะภูมิประเทศ.....	29

2.3.3	การใช้ประโยชน์ที่ดิน.....	29
2.3.4	ลักษณะภูมิอากาศ.....	32
2.3.5	ด้านโครงสร้างพื้นฐาน.....	32
2.3.6	ด้านทางเศรษฐกิจ.....	33
2.3.7	ด้านสังคม.....	34
3	วิธีดำเนินการวิจัย.....	35
3.1	ขอบเขตของการศึกษาจัดทำโครงการ.....	37
3.1.1	พื้นที่ชุมชนที่นำมาจัดทำโครงการ.....	37
3.1.2	กรอบความคิดในการจัดทำระบบป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ชุมชน.....	37
3.1.3	แนวทางในการจัดทำระบบป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ชุมชน.....	38
3.1.4	เกณฑ์การป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ชุมชน.....	38
3.1.5	ทางเลือกในการกำหนดแนวป้องกันน้ำท่วมของพื้นที่เป้าหมาย.....	38
3.1.6	แนวทางในการจัดทำระบบระบายน้ำภายในพื้นที่เป้าหมาย.....	38
3.2	การสำรวจและการรวบรวมข้อมูล.....	39
3.2.1	ข้อมูลทุติยภูมิ.....	39
3.2.2	ข้อมูลปฐมภูมิ.....	40
3.3	การออกแบบ และศึกษาเปรียบเทียบทางเลือกต่างๆ.....	40
3.4	การประเมินมูลค่าการลงทุน.....	41
3.4.1	การจัดเตรียมข้อมูลราคา.....	41
3.4.2	เกณฑ์และปัจจัยที่พิจารณาในการประเมินราคา.....	41
3.5	การจัดลำดับความสำคัญขององค์ประกอบที่ใช้แก้ไขปัญหาน้ำท่วม.....	42
4	ผลการศึกษาและวิเคราะห์ผล.....	44
4.1	การวิเคราะห์ปริมาณน้ำในพื้นที่.....	44
4.1.1	การรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์.....	44
4.1.2	ผลการวิเคราะห์ปริมาณฝน.....	48
4.1.3	การหาความเข้มข้น.....	51
4.2	สภาพทางกายภาพ ลักษณะภูมิประเทศ และทิศทางการไหลของน้ำ.....	54
4.3	ระบบระบายน้ำในปัจจุบันของเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด.....	56
4.4	พื้นที่ที่ถูกน้ำท่วม.....	56
4.5	พื้นที่ระบายน้ำ.....	56

4.6	แนวทางในการแก้ไขปัญหาโดยกำหนดทิศทางการระบายน้ำ	60
4.7	การคำนวณหาอัตราการไหลสูงสุดในท่อระบายน้ำ	66
4.8	การประมาณมูลค่าการลงทุน	68
5	สรุปและข้อเสนอแนะ	72
5.1	สรุป	72
5.2	ข้อเสนอแนะ	73
	เอกสารอ้างอิง	75
	ภาคผนวก	76
	ประวัติผู้เขียน	90

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
2.1	สรุปราคาค่าลงทุนก่อสร้างระบบรวบรวมน้ำเสียเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด.....	9
2.2	รายการประมาณราคาก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Trickling Filter.....	11
2.3	สัมประสิทธิ์การไหลออกตามลักษณะของพื้นที่ (ASCE, 1969).....	16
2.4	ค่าสัมประสิทธิ์การไหลออก ที่ใช้ในสูตร Rational Formula.....	21
2.5	การให้ค่าจำกัดความการแบ่งชนิดของดิน Definition of SCS Hydrologic Soil Groups....	22
2.6	ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าสำหรับดิน Group B Runoff Coefficient C for Agricultural Watersheds [Soil Group B] (Schwab et al., 1993).....	23
2.7	ค่า Conversion Factor C Factor Conversion Factors for Hydrologic Soil Groups A, C, and D.....	23
2.8	การใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด พ.ศ. 2552.....	32
2.9	จำนวนประชากร ความหนาแน่นของประชากร (ปี 2546-2553).....	34
4.1	สถานีตรวจวัดอุตุ – อุทกวิทยาที่รวบรวมข้อมูลได้.....	46
4.2	สถานีตรวจวัดอุตุ – อุทกวิทยาที่ใช้ในการออกแบบ.....	49
4.3	ปริมาณน้ำฝนรายปีและจำนวนวันที่ฝนตกของแต่ละสถานี.....	50
4.4	Frequency Analysis of Maximum Rainfall for Each Period at C.Roi Et (1964-1978, 1983-1998).....	53
4.5	ขนาดพื้นที่บริหารน้ำของเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด.....	60
4.6	รายการคำนวณออกแบบขนาดท่อระบายน้ำ.....	67
4.7	รายการคำนวณประมาณราคาก่อสร้างโดยประมาณ.....	69
4.8	สรุปราคาก่อสร้างของแต่ละแนวทางเลือก.....	70

สารบัญรูปลูกภาพ

รูปที่	หน้า
1.1 เหตุการณ์น้ำท่วมเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด พ.ศ. 2554	2
2.1 พื้นที่รับน้ำของสถานีสูบน้ำเสีย	6
2.2 แนวท่อระบบรวบรวมน้ำเสียเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด	7
2.3 แนวท่อระบบระบายน้ำเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด	8
2.4 ผังระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Tricking Filter	10
2.5 ลักษณะทั่วไปของระบบระบายน้ำสำหรับพื้นที่เมือง	13
2.6 แนวความคิดของ Rational method	14
2.7 ตัวอย่างกราฟระยะเวลาการไหลรวมตัวของน้ำท่า	20
2.8 ตำแหน่งที่ตั้งเทศบาลเมืองร้อยเอ็ดในจังหวัดร้อยเอ็ด	27
2.9 อาณาเขตและแผนที่ชุมชนในเขตเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด	28
2.10 ภาพถ่ายทางอากาศลักษณะภูมิประเทศ เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด	29
2.11 ผังการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด	31
3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการศึกษา	36
4.1 ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนและสถานีวัดระดับน้ำ	45
4.2 Rainfall Intensity - Duration - Frequency Curve (IDF Curve) at C.Roi Et (1964-1978, 1983-1998)	52
4.3 ค่าระดับความสูง – ตำแหน่งพื้นที่ และทิศทางการระบายของน้ำตามธรรมชาติของเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด	55
4.4 ระบบท่อและทิศทางการระบายน้ำเทศบาลเมืองร้อยเอ็ดในปัจจุบัน	57
4.5 การแบ่งพื้นที่รับน้ำในการออกแบบระบบระบายน้ำ	58
4.6 พื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมขัง เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด	59
4.7 แนวทางการออกแบบท่อระบายน้ำ	63
4.8 แนวทางเลือกที่ 1 ในการออกแบบของแต่ละสาย	64
4.9 แนวทางเลือกที่ 2 ในการออกแบบของแต่ละสาย	65
5.1 สรุปผลการออกแบบท่อระบายน้ำ	74

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

พื้นที่เทศบาลเมืองร้อยเอ็ดส่วนใหญ่เป็นชุมชนพาณิชยกรรม ที่อยู่อาศัยและสถานที่ราชการ มีพื้นที่ประมาณ 11.63 ตารางกิโลเมตร มีลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นที่ราบ มีเนินซึ่งเป็นลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อย สภาพปัจจุบันของชุมชนเมืองร้อยเอ็ดพบว่ามีความแออัดและกำแพงเมือง ลักษณะพื้นที่ค่อนข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสล้อมรอบด้วยคูเมืองและกำแพงเมือง มีบึงปลาอยู่ตั้งอยู่บริเวณศูนย์กลางเมืองของเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด มีลำห้วยเหนือไหลผ่านทางด้านทิศเหนือเชื่อมกับคูเมือง ห้วยกุดขวาง ลำน้ำเค็ม ลำน้ำปาว และไหลลงสู่แม่น้ำชีในที่สุด ทั้งนี้สภาพพื้นที่เทศบาลเมืองร้อยเอ็ดโดยทั่วไป มีสภาพลาดเทสู่คลองคูเมืองและลำห้วยเหนือ และลาดเทจากทิศเหนือและทิศตะวันตกสู่ทางด้านทิศใต้และทิศตะวันออก ซึ่งเป็นที่นาและที่ลุ่มทำให้สภาพการระบายน้ำของเทศบาลเมืองร้อยเอ็ดมีทิศทางการระบายน้ำไปยังพื้นที่ดังกล่าว และพื้นที่น้ำท่วมซึ่งจากปัญหาการระบายน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ มีขนาดประมาณ 30% ของพื้นที่ทั้งหมด จากสภาพภูมิประเทศและการพัฒนาความเจริญตามแผนพัฒนาของพื้นที่ชุมชนเทศบาลเมืองร้อยเอ็ดทำให้เกิดปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดสภาวะน้ำท่วมขึ้นได้ในอนาคต จึงมีความจำเป็นต้องทำการศึกษาและออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำของพื้นที่ชุมชนเทศบาลเมืองร้อยเอ็ดให้มีความเหมาะสมเพื่อเป็นการป้องกันหรือบรรเทาความเสียหายจากน้ำท่วมที่อาจจะเกิดขึ้น

ปัญหาน้ำท่วมของเทศบาลเมืองร้อยเอ็ดที่เกิดขึ้น จะพบเมื่อเกิดฝนตกหนักในพื้นที่เทศบาล จะมีน้ำท่วมซึ่งความสูงน้ำท่วมซึ่งประมาณ 0.40 - 1.00 เมตรดังแสดงใน รูปที่ 1.1 ซึ่งทำให้เกิดความเสียหายและส่งผลกระทบต่อประชาชนทั้งทางตรงและทางอ้อมจากปัญหาดังกล่าว ผู้ศึกษาจึงมีความประสงค์ที่จะจัดทำโครงการ เพื่อศึกษาและออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำของพื้นที่เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด ในการศึกษาได้พิจารณาหาแนวทางเลือกของการป้องกันน้ำท่วมและระบายน้ำที่เป็นไปได้และนำมาพิจารณาเปรียบเทียบเพื่อหาทางเลือกที่เหมาะสมของพื้นที่ชุมชนเทศบาลเมืองร้อยเอ็ดซึ่งจะเป็นการศึกษาวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบ (Comparative Study) ตามหลักวิศวกรรมและจะต้องเลือกทางเลือกที่มีค่าใช้จ่ายและการลงทุนน้อยที่สุด (Least Cost Alternative Concept) ของการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนอย่างเป็นระบบโดยจะประกอบด้วย การวิเคราะห์ความเหมาะสมในด้านวิศวกรรมและด้านเศรษฐศาสตร์ซึ่งผลการจัดลำดับจะนำไปจัดทำแผนดำเนินโครงการต่อไป



รูปที่ 1.1 เหตุการณ์น้ำท่วมเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด พ.ศ. 2554

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1.2.1 เพื่อศึกษาสาเหตุและผลกระทบของการเกิดน้ำท่วมขังในพื้นที่เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด
- 1.2.2 เพื่อออกแบบระบบระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วมขังในพื้นที่เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด
- 1.2.3 เพื่อวิเคราะห์ความเหมาะสม ในการวางแผนออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมขังและระบบระบายน้ำ

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

ศึกษาปริมาณน้ำและพื้นที่ที่เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด อำเภอเมืองร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด มีพื้นที่ทำการศึกษา 11.63 ตารางกิโลเมตร เท่านั้น

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 ทราบสาเหตุ และผลกระทบของการเกิดน้ำท่วมขังในพื้นที่เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด
- 1.4.2 สามารถออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมขังในพื้นที่เทศบาลเมืองร้อยเอ็ดได้

1.4.3 ประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ ในการวางแผนออกแบบระบบป้องกัน น้ำท่วมขังและระบบระบายน้ำ

บทที่ 2

ปฏิสัมพันธ์วรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาและสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัยเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกแนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมในพื้นที่เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด อำเภอเมืองร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด ได้ทำการรวบรวมเอกสารและศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมาใช้ประกอบการวิจัยดังนี้

2.1 ปฏิสัมพันธ์วรรณกรรมงานวิจัย

2.1.1 โครงการทบทวนผลการศึกษาคความเหมาะสม และออกแบบรายละเอียด ปรับปรุงระบบรวบรวม และบำบัดน้ำเสียเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด

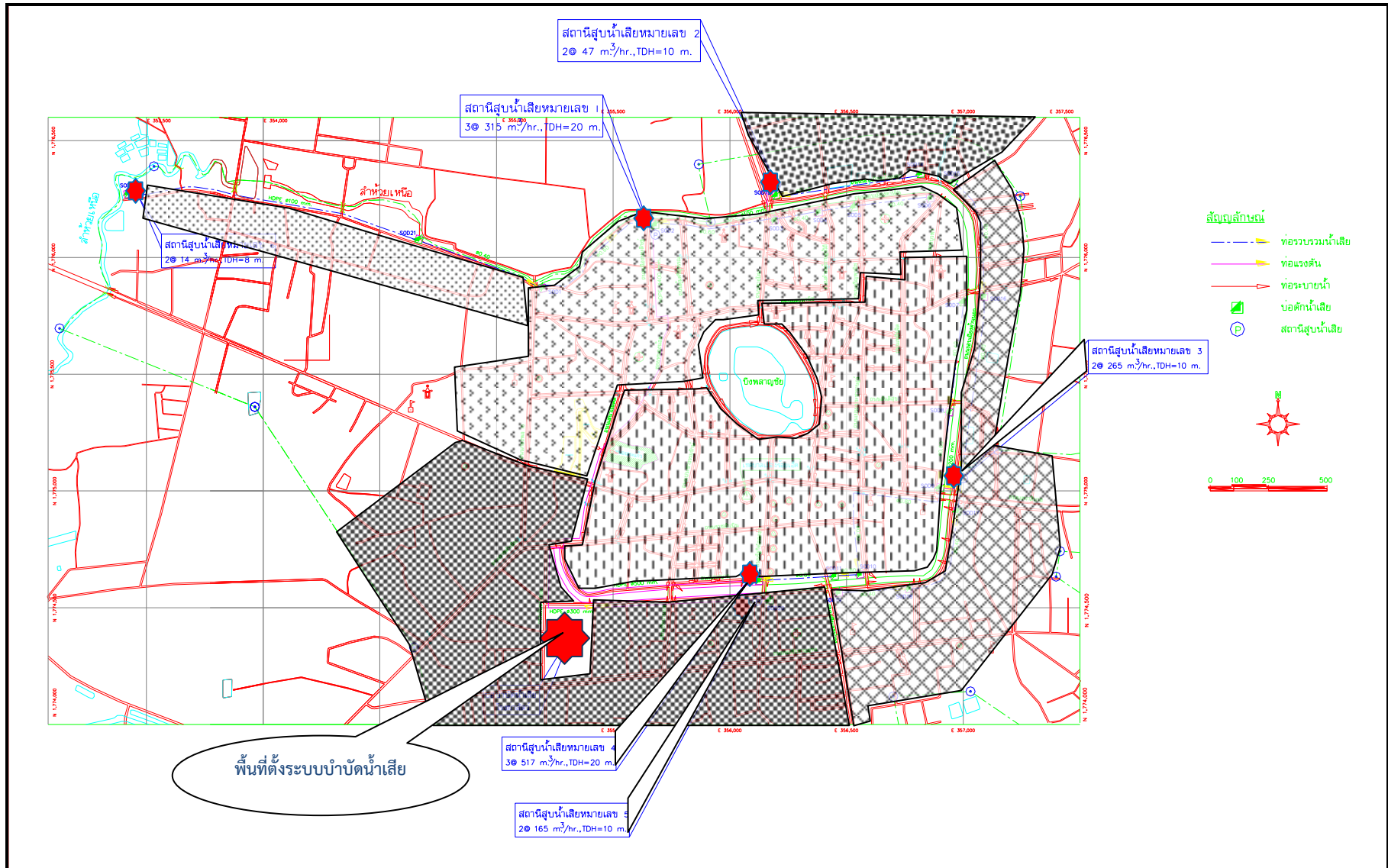
ในปี พ.ศ. 2553 เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด ได้มอบหมายให้คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (2553) ดำเนินการศึกษาคความเหมาะสมและออกแบบรายละเอียดระบบรวมน้ำเสีย และบำบัดน้ำเสีย ทั้งนี้ปัจจุบันเทศบาลเมืองร้อยเอ็ดได้ดำเนินการก่อสร้างระบบระบายน้ำไว้ครอบคลุมทั่วพื้นที่ของเทศบาล แต่ในส่วนของระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากชุมชนนั้น เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด ยังมีได้ดำเนินการก่อสร้างระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียเพื่อการบำบัดน้ำเสียในพื้นที่แต่อย่างใดจึงทำให้มีการศึกษาโครงการดังกล่าวข้างต้นขึ้น ซึ่งผลการศึกษาของคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (2553) มีรายละเอียดดังนี้

1.) ระบบรวบรวมน้ำเสีย

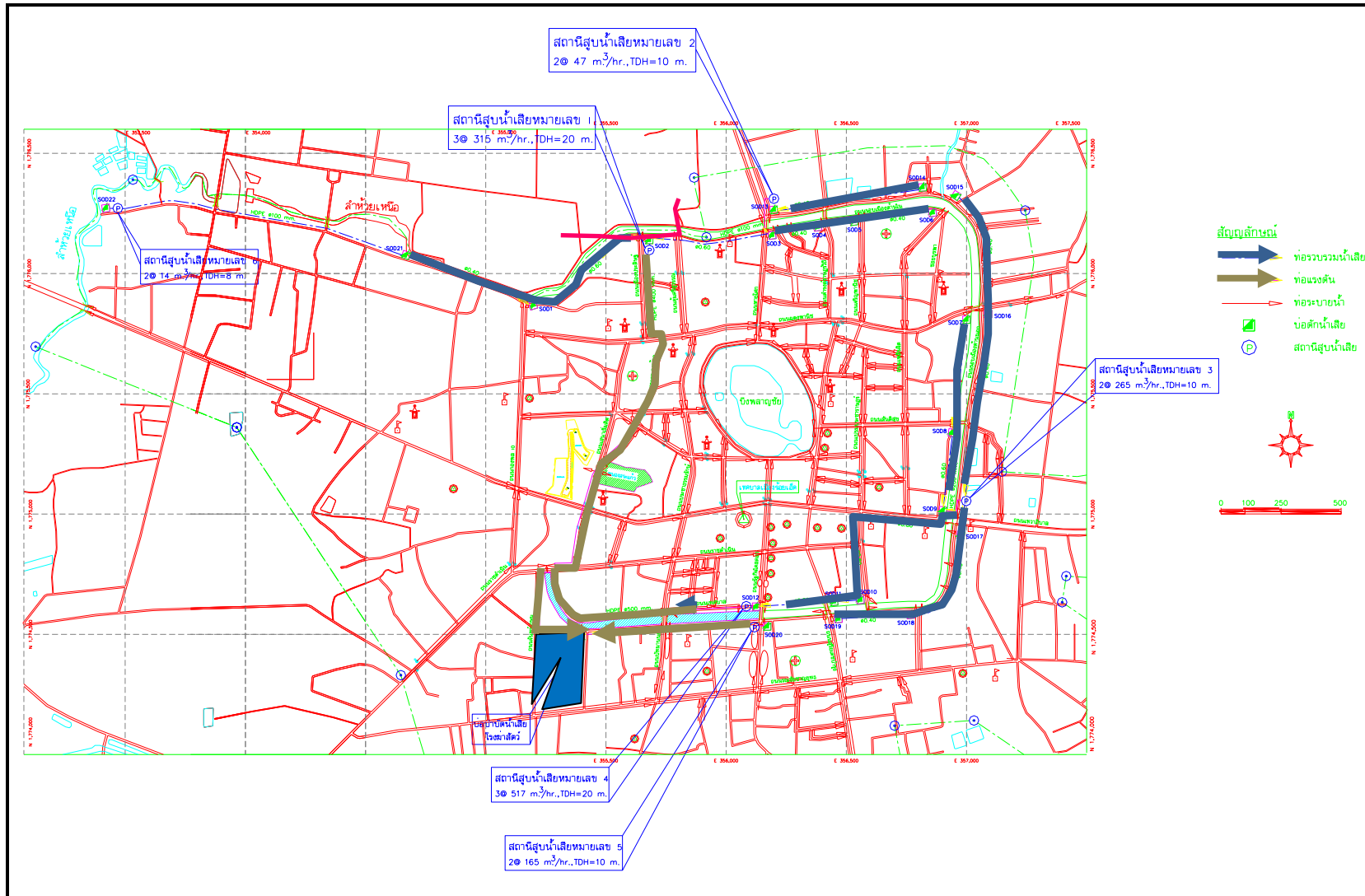
เนื่องจากระบบระบายน้ำเสียและระบบรวมน้ำเสียที่มีอยู่ ณ ปัจจุบันของเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด เป็นระบบระบายน้ำรวม ดังนั้น เพื่อให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับระบบเดิมที่มีอยู่ การออกแบบปรับปรุงระบบรวมน้ำเสีย ที่ปรึกษาจึงพิจารณาการออกแบบเป็นแบบระบบท่อรวม เพื่อความง่ายต่อการปรับปรุงและเชื่อมต่อกับระบบเดิมที่มีอยู่ รวมทั้งความสะดวกด้านบำรุงรักษาระบบ และพื้นที่ชุมชนเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด เป็นชุมชนเก่าแก่มีวัฒนธรรมที่ยาวนาน ชุมชนที่พักอาศัยค่อนข้างหนาแน่น รวมถึงโครงสร้างระบบถนนและผังเมืองเดิมเหมาะต่อการปรับปรุงโดยใช้ระบบท่อรวม

ในการดำเนินการออกแบบปรับปรุงระบบรวมน้ำเสียของเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด เพื่อให้การดำเนินการก่อสร้างระบบรวมน้ำเสียครอบคลุมพื้นที่รับน้ำมากที่สุดโดยเฉพาะเขตเมืองที่มีความหนาแน่นของชุมชนมาก ที่ปรึกษาได้พิจารณาออกแบบการก่อสร้างแนวระบบระบายน้ำเพิ่มเติมทั้งในส่วนของระบบที่ต้องก่อสร้างใหม่และเพิ่มเติมจากแนวระบบระบายน้ำและรวบรวม

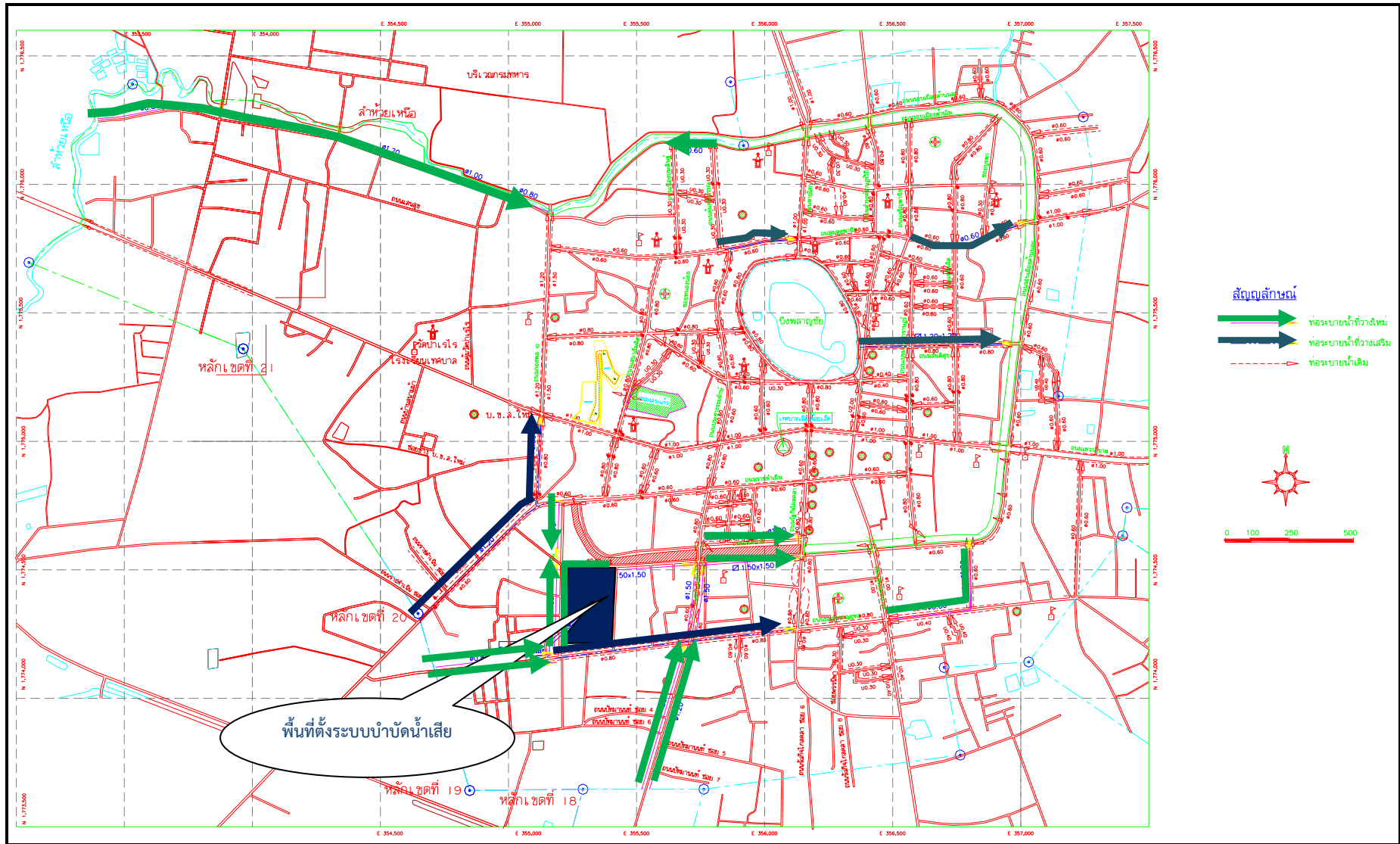
เดิมจากที่มีอยู่เพื่อให้สอดคล้องกับการก่อสร้างระบบรวบและบำบัดน้ำเสียของเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด ซึ่งรายละเอียดโครงข่ายระบบระบายและรวบรวมน้ำเสียเทศบาลเมืองร้อยเอ็ดดังแสดงใน **รูปที่ 2.1** ถึง **รูปที่ 2.3** และสรุปราคาค่าลงทุนก่อสร้างระบบรวบรวมน้ำเสียเทศบาลเมืองร้อยเอ็ดแสดงใน **ตารางที่ 2.1**



รูปที่ 2.1 พื้นที่รับน้ำของสถานีสูบน้ำเสีย



รูปที่ 2.2 แนวท่อระบบรวบรวมน้ำเสียเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด



รูปที่ 2.3 แนวท่อระบบระบายน้ำเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด

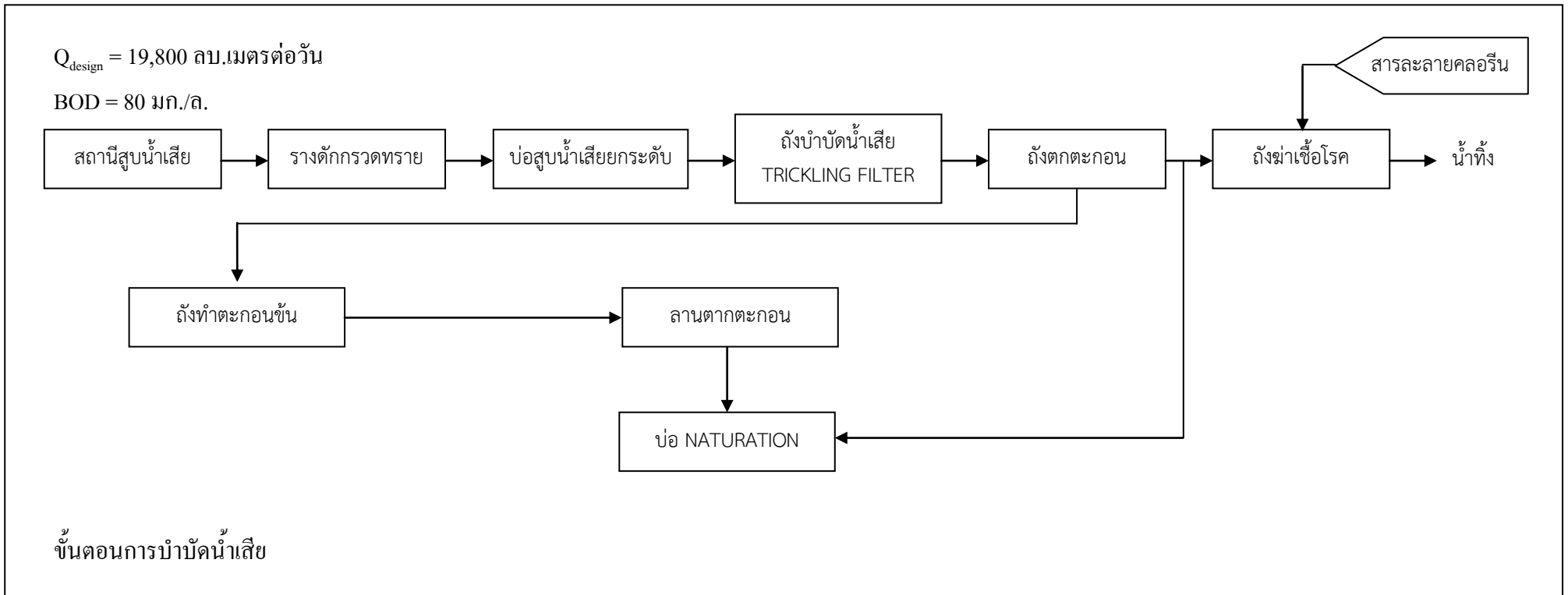
ตารางที่ 2.1 สรุปราคาค่าลงทุนก่อสร้างระบบรวบรวมน้ำเสียเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด

ลำดับที่	องค์ประกอบ	ราคา (บาท)
1	ระบบระบายน้ำ	66,707,570
2	ระบบรวบรวมน้ำเสีย	48,083,189
	(1) Factor F = 1.2169	139,688,875
3	งาน Out Fall สำหรับดักน้ำเสีย (SOD)	205,294
4	อาคารผันน้ำ SOD	14,365,134
5	สถานีสูบน้ำเสีย	11,769,345
	(2) Factor F = 1.2012	31,639,335
6	งานเครื่องจักรและอุปกรณ์ในสถานีสูบน้ำ (รวม Vat 7%) (3)	13,343,912
	รวมมูลค่าก่อสร้างทั้งสิ้น (1) + (2) + (3)	184,672,122

2.) ระบบบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัดน้ำเสียที่จะก่อสร้างบริเวณพื้นที่โรงฆ่าสัตว์เทศบาลเมืองร้อยเอ็ดกำหนดให้รูปแบบของระบบบำบัดน้ำเสียคือ ระบบลานกรองจุลชีพ (Trickling Filter) ซึ่งระบบลานกรองจุลชีพเป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบชีวภาพหรือชีววิทยาที่พัฒนาขึ้นสำหรับการบำบัดน้ำเสียวิธีหนึ่งที่ยอมรับใช้กันทั่วไปเนื่องจากระบบนี้ก่อสร้างง่ายประหยัดพลังงาน โดยเฉพาะพลังงานในการให้ออกซิเจนและควบคุมดูแลรักษาระบบได้ง่าย ซึ่งผังระบบบำบัดน้ำเสียแบบ แสดงดัง รูปที่ 2.4

สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Trickling Filter ได้ออกแบบให้มีความสามารถในการบำบัดน้ำเสียเฉลี่ย $Q_{dwt} = 11,400$ ลูกบาศก์เมตรต่อวัน โดยมีรายการประมาณราคาก่อสร้างแสดงดัง ตารางที่ 2.2



รูปที่ 2.4 ฟังระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Trickling Filter

ตารางที่ 2.2 รายการประมาณราคาก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Trickle Filter

ลำดับที่	รายการ	ราคา
1	หมวดงานอาคาร	
1.1	งานทั่วไป	2,487,000
1.2	อาคารสำนักงานและอาคารควบคุม	1,465,267
1.3	อาคารป้อมยาม	126,103
1.4	บ้านพักพนักงาน	2,060,468
1.5	งานรั้ว ประตูทางเข้า เสาธง	380,150
1.6	อาคารเก็บท่อและอุปกรณ์	999,689
1.7	สถานีสูบน้ำหมุนเวียน	779,741
1.8	ระบบประปา	151,468
1.9	ระบบไฟฟ้า	2,339,783
1.10	ระบบท่อในระบบบำบัด	2,897,455
	รวม	13,687,124
2	หมวดงานทาง	
2.1	งานก่อสร้างบ่อบำบัดน้ำเสียเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด	65,976,523
2.2	ภูมิสถาปัตย์	4,964,567
	รวม	70,941,090
3	หมวดเครื่องจักรอุปกรณ์ (รวม Vat 7%)	
3.1	เครื่องสูบน้ำเสีย Submersible pump	3,860,000
3.2	เครื่องสูบน้ำหมุนเวียน	450,000
3.3	ถัง ไพรกกรอง (Magnetic Flow meter Dia. 250 mm.)	3,060,000
3.4	ถังตกตะกอน (เครื่องกวาดตะกอน Sludge scraper)	7,000,000
3.5	บ่อสูบระบายตะกอน (ชุด Telescopic valve)	318,500
3.6	ถัง Sludge Thickener (เครื่องกวาดตะกอนพร้อมชุด Skimmer , เครื่องสูบตะกอนแบบ Progressive displacement)	1,393,090
3.7	ถังส้มผัสคลอรีน	610,000
3.8	ตะแกรงดักขยะ (Auto)	3,000,000
	รวม	19,691,590
	Factor F เครื่องจักร =1.07	21,070,001
	Factor F งานอาคาร =1.2012	16,440,973
	Factor F งานทาง = 1.2169	86,328,212
	รวมทั้งหมด	123,839,186

2.1.2 ระบบการป้องกันน้ำท่วมเขตชุมชนเมือง กรณีศึกษาเทศบาลเมืองชัยภูมิ

สุพจน์ ฉายชล (2547) ปัญหา น้ำท่วมหรืออุทกภัยที่เกิดขึ้นในเขตชุมชนเมือง ที่สร้างความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สิน ตลอดจนส่งผลกระทบต่อด้านเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก มาตรการในการแก้ไขปัญหา น้ำท่วมโดยส่วนใหญ่ เป็นการก่อสร้างอาคารทางชลศาสตร์ ซึ่งต้องใช้การวิเคราะห์ น้ำท่วมที่ถูกต้องและเหมาะสมจึงจะทำให้โครงสร้างมีความปลอดภัย และใช้งบประมาณในการแก้ปัญหาย่างคุ้มค่าที่สุด การศึกษานี้ได้หาวิธีการป้องกันน้ำท่วมที่เหมาะสม โดยใช้เทศบาลเมืองชัยภูมิเป็นกรณีศึกษา การศึกษาประกอบด้วย (1) การวิเคราะห์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าสำหรับลุ่มน้ำที่มีสถานีวัดข้อมูลน้ำฝนและน้ำท่า ซึ่งวิธีที่เหมาะสมที่สุดคือ วิเคราะห์จากข้อมูลน้ำฝนและน้ำท่าที่เกิดขึ้นอย่างมีความสัมพันธ์ต่อกันตามกระบวนการทางอุทกวิทยา (2) การวิเคราะห์กราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าไม่มีหน่วยของลุ่มน้ำในท้องถิ่นเดียวกัน วิธีที่เหมาะสมคือ การนำกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าไม่มีหน่วยของทุกสถานีมาเฉลี่ยกัน (3) คำนวณปริมาณน้ำนองสูงสุดในเขตเทศบาลที่คาบการกลับ 25 ปี 50 ปี 100 ปี และ 200 ปี โดยใช้วิธีเทคนิคกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าและวิธี Rational แล้วคำนวณหารหลากผ่านอ่างเก็บน้ำและผ่านลำน้ำ โดยนำค่าปริมาณน้ำนองสูงสุดที่คาบการกลับ 100 ปี ไปใช้ในการวิเคราะห์รูปแบบการป้องกันน้ำท่วมที่เหมาะสมต่อไป จากการศึกษาพบว่า สาเหตุหลักที่ทำให้เกิดน้ำท่วมเทศบาลเมืองชัยภูมิ คือ เกิดจากฝนตกหนักต่อเนื่องเป็นเวลานานและระบบระบายน้ำที่มีอยู่ไม่เพียงพอ และในสภาพปัจจุบันสามารถระบายน้ำได้ในปริมาณ 96.31 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ในขณะที่ปริมาณน้ำนองสูงสุดที่เกิดขึ้นจำนวน 469.45 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที โดยรูปแบบการป้องกันน้ำท่วมที่เหมาะสมในเขตเทศบาลเมืองชัยภูมิ ประกอบด้วย การก่อสร้างคลองระบายน้ำคาคอนกรีตและอุปกรณ์ประกอบ จำนวน 3 สาย เพื่อระบายน้ำจากห้วยบางยางป่าในปริมาณไม่น้อยกว่า 41.48 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เพื่อไม่ให้ไหลเข้าท่วมเขตเทศบาล และขุดลอกลำห้วยดินแดงพร้อมอุปกรณ์ประกอบให้เป็นช่องทางผันน้ำท่วมให้สามารถระบายน้ำได้ไม่น้อยกว่า 330.31 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เพื่อผันน้ำจากลำห้วยกุดแคนและลำห้วยปะทาว ให้ระบายลงสู่ลำชีรองโดยไม่ให้ไหลผ่านเข้าเขตเทศบาล โดยมีค่าลงทุนทั้งสิ้นประมาณ 151 ล้านบาท

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

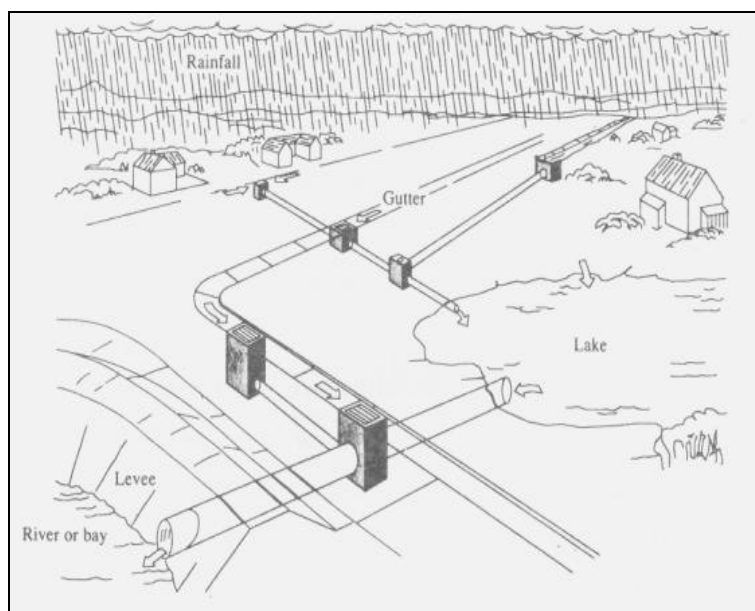
2.2.1 การระบายน้ำสำหรับพื้นที่เมือง (Urban storm drainage)

สืบเนื่องมาจากการเพิ่มจำนวนประชากรมากขึ้นทุกวัน ทำให้มีการพัฒนาพื้นที่ชุมชนเมืองมากขึ้นซึ่งในการพัฒนาจะประกอบด้วยสาธารณูปโภคและสาธารณูปการที่ทำให้เกิดสิ่งก่อสร้างต่างๆมากมาย เช่น ที่อยู่อาศัย ถนน ลานจอดรถ สนามกีฬา และร้านค้าต่างๆ เป็นต้น สิ่งเหล่านี้เป็น

สิ่งปกคลุมผิวดินเดิม จะทำให้พื้นที่ที่น้ำซึมผ่านได้ลดลง ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาน้ำท่วมขังได้ถ้าไม่มีการระบายน้ำออกจากพื้นที่เขตเมือง ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการวางแผนออกแบบ ก่อสร้าง และควบคุมระบบระบายน้ำสำหรับพื้นที่เมืองให้สามารถระบายน้ำออกไปได้ โดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อพื้นที่เขตเมือง

2.2.2 ลักษณะทั่วไปของระบบระบายน้ำสำหรับพื้นที่เมือง

ระบบระบายน้ำสำหรับเมืองมีลักษณะทั่วไปดัง รูปที่ 2-5 ประกอบด้วยโครงสร้าง 2 ส่วนหลัก คือ โครงสร้างเฉพาะที่ (Location element) และโครงสร้างสำหรับลำเลียงน้ำ (Transfer element)



รูปที่ 2.5 ลักษณะทั่วไปของระบบระบายน้ำสำหรับพื้นที่เมือง (กิริติ, 2539)

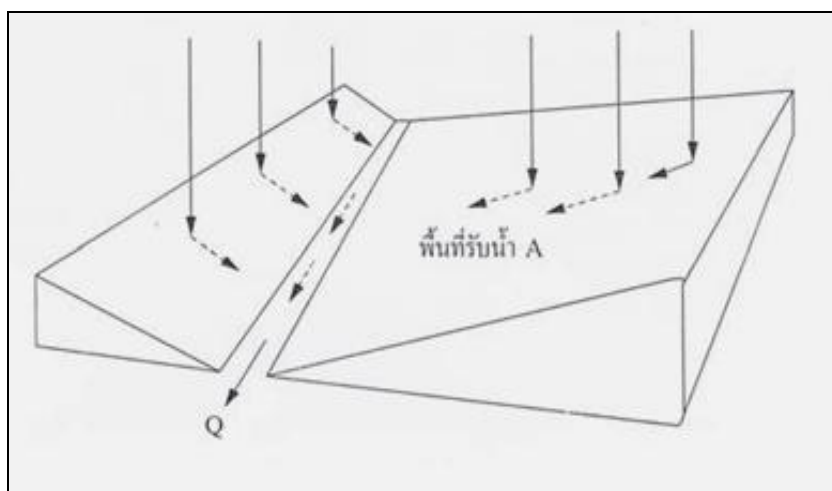
- 1) โครงสร้างเฉพาะที่ (Location element) เป็นส่วนที่ใช้พักน้ำ และมนุษย์สามารถควบคุมการเปลี่ยนแปลงทั้งปริมาณและคุณภาพน้ำได้ เช่น แหล่งเก็บกักน้ำ บ่อปรับปรุงคุณภาพน้ำ บ่อเก็บกักน้ำใช้ และบ่อบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น
- 2) โครงสร้างสำหรับลำเลียงน้ำ (Transfer element) เป็นส่วนที่เชื่อมต่อโครงสร้างเฉพาะที่ มีหน้าที่ส่งผ่านหรือระบายน้ำ เช่น ทางน้ำเปิด ถนน ท่อน้ำฝน ท่อน้ำเสีย และท่อน้ำดี เป็นต้น

จาก รูปที่ 2.5 จะเห็นได้ว่าเมื่อมีฝนตกลงมาบนพื้นที่ น้ำฝนที่ตกลงมาจะมีบางส่วนตกค้าง อยู่ตามส่วนต่างๆของต้นไม้ บางส่วนตกลงบนสิ่งปลูกสร้างต่างๆ และบางส่วนจะตกลงบนพื้นดิน หรือลงสระน้ำ หรือแม่น้ำโดยตรง ซึ่งจะมีการไหลอย่างต่อเนื่องแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ปริมาณน้ำ ส่วนหนึ่งจะไหลซึมลงดิน และอีกส่วนหนึ่งจะไหลบนผิวดินลงรางน้ำ ท่อระบายน้ำ สระน้ำ หรือ แม่น้ำลำคลองต่างๆ โดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก ซึ่งในบางพื้นที่ถ้าไม่สามารถระบายน้ำโดย อาศัยแรงโน้มถ่วงของโลกได้ เช่น พื้นที่ขนาดใหญ่ที่ค่อนข้างจะเป็นพื้นที่ราบ จำเป็นต้องมีการใช้ เครื่องสูบน้ำเข้าช่วย

2.2.3 การประมาณปริมาณน้ำที่ต้องระบายออกจากพื้นที่เมือง

ปริมาณน้ำที่ต้องระบายออกจากพื้นที่เมือง เป็นส่วนสำคัญที่ต้องมีการประเมินออกมาเป็น ตัวเลขเพื่อใช้สำหรับออกแบบขนาดของโครงสร้างต่างๆ ต่อไป ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น สภาพทั่วไปของพื้นที่ สภาพภูมิประเทศ ลักษณะทางธรณีวิทยา สภาพภูมิอากาศ และลักษณะทาง ชลศาสตร์ เป็นต้น โดยทั่วไปแล้วปริมาณน้ำที่เป็นหลักในการประมาณประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำเสีย และปริมาณน้ำซึมเข้าระบบระบายน้ำ แต่ในการประเมินระบบระบายน้ำในครั้งนี้จะ พิจารณาเฉพาะ ปริมาณของน้ำฝนเท่านั้น

การประมาณปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาบนพื้นที่แล้วไหลนอง (Runoff) บนพื้นที่ระบายน้ำ สามารถหาได้หลายวิธี แต่ในการประเมินครั้งนี้จะใช้วิธี Rational method เพราะเหมาะสำหรับพื้นที่ รับน้ำขนาดเล็ก (52 ตารางกิโลเมตร) แนวความคิดของวิธี Ration method จะเริ่มจากการพิจารณา พื้นที่รับน้ำที่น้ำซึมผ่านไม่ได้ที่มีขนาดพื้นที่ A ดัง รูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 แนวความคิดของ Rational method (กิริติ, 2539)

เมื่อมีฝนตกสม่ำเสมอด้วยความเข้มฝน (Rainfall intensity) i ซึ่งหมายถึง ความลึกน้ำ ฝนต่อ 1 หน่วยเวลา เช่น มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ลงบนพื้นที่รับน้ำ ที่น้ำซึมผ่านไม่ได้ A ทำให้เกิดการไหลออกจากพื้นที่ด้วยอัตราการไหล Q แต่ในสภาพพื้นที่จริงแล้ว จะมีปริมาณน้ำบางส่วนไหลซึมลงดิน และปริมาณน้ำ บางส่วนจะตกค้างตามส่วนต่างๆ ของพื้นที่ ดังนั้นปริมาณน้ำฝนที่ตกลงพื้นที่รับน้ำ จึงไม่สามารถไหลออกจากพื้นที่ระบายน้ำได้ทั้งหมด สมการที่ใช้คำนวณหาอัตราการไหลสูงสุดที่ประกอบด้วยพื้นที่ย่อย (Subareas) หลายพื้นที่ ดังสมการ (2.1)

$$Q = 0.278i \sum_{j=1}^n C_j A_j \quad (2.1)$$

เมื่อ	Q	คือ อัตราการไหลสูงสุด (ลบ.ม./วินาที)
	C_j	คือ สัมประสิทธิ์การไหลออกของพื้นที่ย่อย j
	i	คือ ความเข้มฝน (มม./ชม)
	A_j	คือ พื้นที่รับน้ำพื้นที่ย่อย j (กม. ²)

2.2.4 สัมประสิทธิ์การไหลออก (Runoff coefficient)

สัมประสิทธิ์การไหลออกเป็นตัวแปรที่สำคัญ ในการเปลี่ยนปริมาณฝนเป็นอัตราการไหลออก สัมประสิทธิ์การไหลออกจะรวมขบวนการธรรมชาติการเกิดการไหลออก ปริมาณการไหลออกมีผลจากความชื้นของดินก่อนฝนตก ความลาดชันพื้นผิว ความเข้มฝน และอื่นๆ การคำนวณการไหลออกโดยวิธี Rational จะได้ค่าอัตราการไหลสูงสุดคงที่ของแต่ละลุ่มน้ำ โดยอัตราการไหลออกขึ้นอยู่กับชนิดพื้นผิว ดังปรากฏใน ตารางที่ 2.3

สำหรับกรณีในพื้นที่รับน้ำย่อยที่ประกอบด้วยพื้นผิวหลายประเภท เช่น ย่านพักอาศัย ย่านการค้า โรงพยาบาล สวนสาธารณะ พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่รกร้าง เป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าภายในพื้นที่รับน้ำ ย่อยนี้ ประกอบด้วยพื้นผิวต่างๆ กัน ทำให้มีสัมประสิทธิ์ไหลออกแตกต่างกัน กรณีเช่นนี้สามารถหาสัมประสิทธิ์การไหลออกที่เป็นตัวแทนของพื้นผิวหลายประเภทเหล่านี้ได้จากสมการ (2.2)

$$C = \frac{\sum_{i=1}^m C_i A_i}{A} \quad (2.2)$$

เมื่อ	C	คือ สัมประสิทธิ์การไหลออกของพื้นที่รับน้ำ
	C_i	คือ สัมประสิทธิ์การไหลออกของพื้นที่รับน้ำย่อย A_i

โดยที่ i คือ จำนวนพื้นที่รับน้ำย่อย ($i=1,2,3,\dots$)
 A คือ พื้นที่รับน้ำ ทั้งหมด (กม.²)

ตารางที่ 2.3 สัมประสิทธิ์การไหลออกตามลักษณะของพื้นที่ (ASCE, 1969)

ลักษณะใช้สอยของพื้นที่	ค่าสัมประสิทธิ์การไหลออก (C)
เขตพื้นที่พักอาศัย	
ครอบครัวเดี่ยว	0.30 – 0.50
หลายครอบครัว, แยกกัน	0.40 – 0.60
หลายครอบครัว, ติดกัน	0.60 – 0.75
เขตที่พักอาศัย (ชานเมือง)	0.25 – 0.40
เขตอพาร์ทเมนต์	0.25 – 0.40
เขตอุตสาหกรรม	0.50 – 0.70
เบา	0.50 – 0.80
หนัก	0.60 – 0.90
สวนสาธารณะ	0.10 – 0.25
สวนเด็กเล็ก	0.20 – 0.35
สถานีรถไฟ, ชุมทาง	0.20 – 0.35
ที่รกร้าง	0.10 – 0.30
พื้นที่เกษตรกรรม	0.20 – 0.30
สนาม, ดินทราย	
เรียบ-ลาด 2 %	0.05 – 0.10
ลาด 2-7 %	0.10 – 0.20
ชัน, ลาด 7 % ขึ้นไป	0.15 – 0.20
สนาม, ดินแน่น	
เรียบ-ลาด 2 %	0.13 – 0.17
ลาด 2-7 %	0.18 – 0.22
ชัน, ลาด 7 % ขึ้นไป	0.25 – 0.35

2.2.5 ความเข้มฝน (Rainfall intensity)

ความเข้มฝน หมายถึง ปริมาณฝนที่ตกลงบนพื้นที่รับน้ำฝนคิดเป็นความลึกน้ำ ต่อ 1 หน่วยเวลา เช่น มิลลิเมตรต่อชั่วโมง เป็นต้น ซึ่งความเข้มฝนจะมีมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับรอบปีของการเกิดซ้ำ (Return period) และช่วงเวลาฝนตก (Rainfall duration) ที่ออกแบบ โดยที่รอบปีการเกิดซ้ำ หมายถึงโอกาสที่จะเกิดฝนตกด้วยความเข้มฝน i ในรอบปีที่ออกแบบ ซึ่งรอบปีการเกิดซ้ำ ขึ้นอยู่กับความสำคัญและสภาพพื้นที่ที่เราออกแบบ

สำหรับในประเทศไทยกรมอุตุนิยมวิทยาได้กำหนดให้รายงานอัตราการตกของฝนในรูปความรุนแรงของฝนดังนี้

- ฝนตกเล็กน้อย คือ ฝนที่ตกในอัตรา 1 ถึง 5 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง
- ฝนตกหนักปานกลาง คือ ฝนที่ตกในอัตรา 5 ถึง 10 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง
- ฝนตกหนัก คือ ฝนที่ตกในอัตรา 10 ถึง 20 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง
- ฝนตกหนักมาก คือ ฝนที่ตกในอัตรามากกว่า 20 มิลลิเมตรต่อชั่วโมงขึ้นไป

การรายงานลักษณะฝนตกตามปริมาณความลึกฝนแบ่งลักษณะฝนที่ตกดังนี้

- ฝนวัดจำนวนไม่ได้ คือ ปริมาณฝนที่มีความลึกน้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตร
- ฝนตกเล็กน้อย คือ ปริมาณฝนที่มีความลึก 0.1 มิลลิเมตรถึง 10 มิลลิเมตร
- ฝนตกปานกลาง คือ ปริมาณฝนที่มีความลึก 10.1 มิลลิเมตรถึง 35 มิลลิเมตร
- ฝนตกหนัก คือ ปริมาณฝนที่มีความลึก 35.1 มิลลิเมตรถึง 90 มิลลิเมตร
- ฝนตกหนักมาก คือ ปริมาณฝนที่มีความลึกสูงกว่า 90 มิลลิเมตรขึ้นไป

แต่ในการประเมินระบบระบายน้ำ นี้ จะใช้ความเข้มฝนสูงสุดที่สถานีวัดน้ำฝนวัดได้มาใช้ในการประเมินระบบระบายน้ำ ในครั้งนี้ โดยข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดได้มาจากสถานีอุตุนิยมวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือจังหวัดร้อยเอ็ด เพื่อนำมาหาอัตราการไหลสูงสุด อาคารระบายน้ำในการออกแบบให้สามารถรองรับอัตราการไหลสูงสุดที่เกิดจากฝนตกสูงสุดในรอบปีที่กำหนด (Return period) ดังนั้นข้อมูลน้ำฝนที่ใช้ในการออกแบบจึงต้องเป็นข้อมูลที่ได้ผ่านการวิเคราะห์ความถี่ของการเกิดซ้ำของฝนซึ่งต้องอาศัยข้อมูลน้ำฝน จากสถานีตรวจวัดที่มีการเก็บข้อมูลต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน ซึ่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับเรื่องน้ำโดยตรง ได้แก่ กรมชลประทาน การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย กรมพัฒนาพลังงานแห่งชาติ ได้วิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ของความเข้มของฝน (Rainfall Intensity) กับช่วงเวลาของการตก (Duration) กับความถี่ของการเกิด (Frequency) และสรุปไว้ในรูปแบบของกราฟที่เรียกว่า Rainfall Intensity - Duration - Frequency Curve หรือ IDF Curve

ในการจัดทำกราฟ IDF Curve ดังกล่าว จำเป็นจะต้องมีข้อมูลน้ำฝนที่มีการเก็บอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานหลายปี ในการคำนวณอัตราการไหลของน้ำ วิศวกรต้องเลือกใช้กราฟน้ำฝนของสถานีวัดที่อยู่ใกล้โครงการมากที่สุด

การหาค่าความเข้มของฝน (I) จากกราฟจำเป็นต้องทราบค่าตัวแปรต่อไปนี้คือ

- 1.1) รอบปีการเกิดซ้ำของน้ำฝน (Return period) ที่ใช้ในการออกแบบซึ่งกำหนดตามหลักเกณฑ์ที่กล่าวแล้วข้างต้น
- 1.2) ช่วงเวลาการตกของฝน (Duration) ที่ใช้ในการคำนวณกำหนดให้เท่ากับช่วงเวลาที่น้ำฝนส่วนเกินที่ตกในพื้นที่รับน้ำไหลมารวมพร้อมกัน ณ จุดที่ตั้งของอาคารระบายน้ำที่พิจารณาออกแบบ (Time of Concentration) ซึ่งสามารถหาระยะเวลาที่น้ำไหลบนผิวดินหาได้จากสมการที่ (2.3) ของ Kirpich ดังนี้

$$T_c = 0.0078L^{0.77} S^{-0.385} \quad (2.3)$$

เมื่อ	T_c	=	ระยะเวลาที่น้ำไหลบนผิวดิน (min)
	L	=	ความยาวของทางระบายจากจุดไกลสุดถึงทางออก (ft)
	S	=	ความลาดเฉลี่ยของพื้นที่ (ft/ft)

หมายเหตุ ก. เหมาะกับพื้นที่ที่มีความลาดชัน 3-10 % และมีพืชปกคลุม
 ข. พื้นผิวดินคอนกรีตแอสฟัลท์ $T_{CR} = T_c \times 0.4$
 ค. รางคอนกรีต $T_{CR} = T_c \times 0.2$

และ ค่า T_c ตามสมการดังกล่าวสามารถอ่านค่าได้จากกราฟใน รูปที่ 2.7

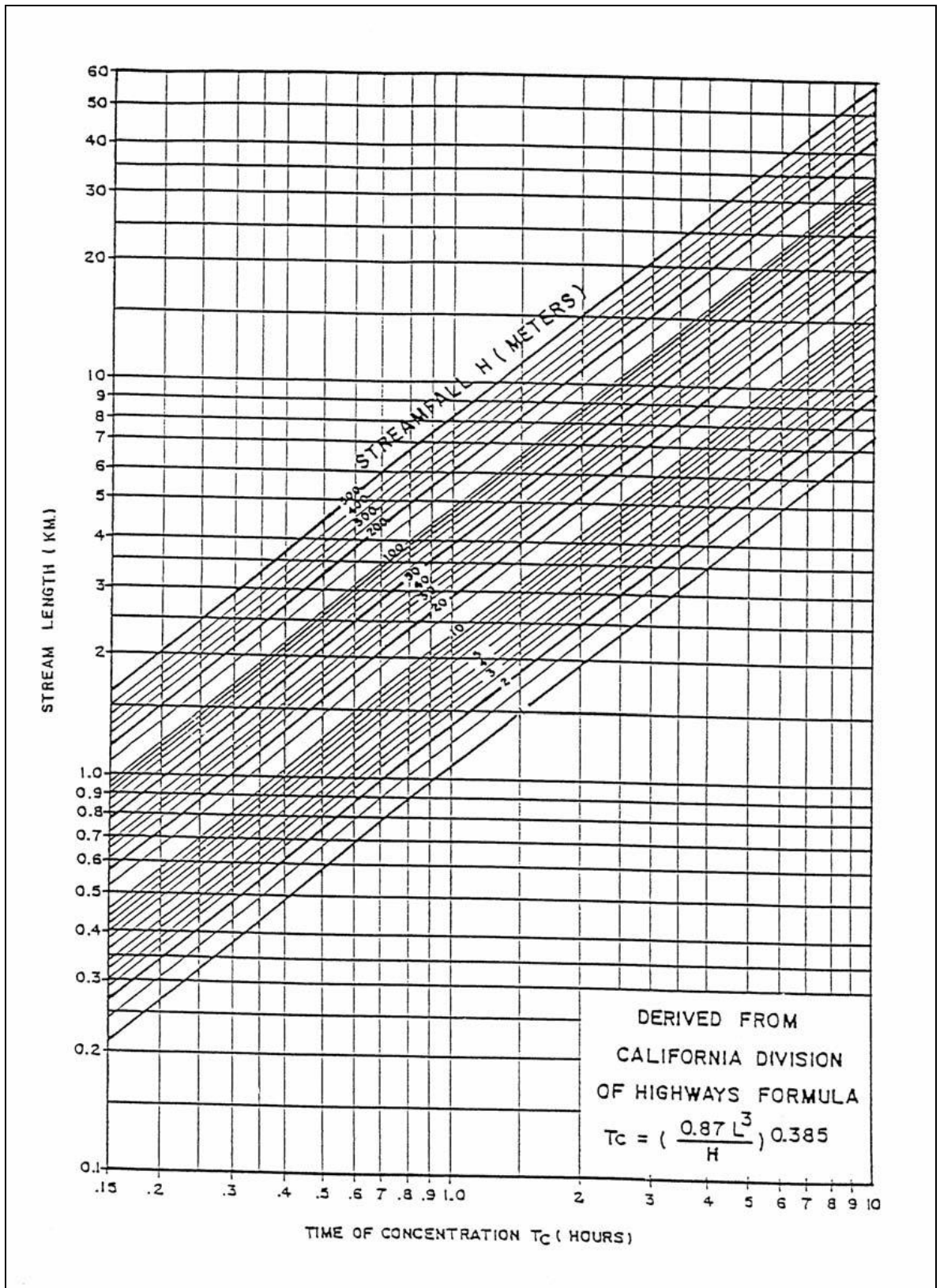
การคำนวณอัตราการไหลสูงสุดโดยวิธี Rational Formula เป็นวิธีการที่ทำให้ง่ายแต่ความถูกต้องแม่นยำของการคำนวณ ขึ้นอยู่กับความถูกต้องของการเลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์ของน้ำท่าหรือค่า C ซึ่งเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ของน้ำฝนที่รวมเป็นน้ำท่าไหลออกจากพื้นที่รับน้ำที่พิจารณาโดยค่า C จะแปรเปลี่ยนตามเงื่อนไขของพื้นที่รับน้ำซึ่งขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ความลาดเอียงของพื้นที่รับน้ำชนิดและความลึกของชั้นดินชนิดและความหนาแน่นของพืชปกคลุมดิน การใช้พื้นที่ (Land Used) การเก็บกักภายในพื้นที่รับน้ำ (surface storage) รวมทั้งความเข้มและความต่อเนื่องของฝน ดังนั้นจึงเป็นเรื่องค่อนข้างยากในการเลือกใช้ค่า C ที่เหมาะสม มีหลายหน่วยงานได้เสนอแนวทางในการเลือกใช้ค่า C ทั้งในรูปแบบของกราฟและตาราง ได้แก่กราฟสัมประสิทธิ์ของน้ำท่า (Runoff

Coefficient) ซึ่งกรมทางหลวงได้ใช้เป็นแนวทางในการออกแบบมานาน โดยกราฟดังกล่าวเป็นความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ของน้ำท่ากับความเข้มของฝน สำหรับพื้นที่รับน้ำที่มีลักษณะแตกต่างกัน 4 แบบซึ่งพื้นที่รับน้ำแต่ละแบบจะมีช่วงของค่า C ที่มีความแตกต่างกันระหว่างค่าต่ำสุดและค่าสูงสุดมากพอสมควร ดังนั้นกราฟดังกล่าวจึงควรใช้เป็นแนวทางเบื้องต้นสำหรับเลือกช่วงของค่า C ควรใช้ข้อมูลอื่นประกอบในการเลือกค่า C ที่ใช้ในการคำนวณเช่นชนิดของดิน, ชนิดและความหนาแน่นของพืชคลุมดิน, ปริมาณการเก็บกักตามแอ่งน้ำธรรมชาติและที่สร้างขึ้น เป็นต้น

ตารางที่ 2.4 เป็นตารางแสดงค่า C ซึ่งเสนอโดย Chow et al (1988) จะมีการแบ่งคุณลักษณะของพื้นผิวพื้นที่รับน้ำฝนที่ละเอียดมากขึ้น โดยค่า C จะขึ้นอยู่กับรอบการเกิดซ้ำของฝนที่เลือกใช้ด้วยอย่างไรก็ดีควรจะนำข้อมูลชนิดของดินและปริมาณเก็บกักมาพิจารณาปรับค่าที่ได้จากตารางนี้ด้วย

หน่วยงาน Soil Conservation Service (SCS) สหรัฐอเมริกาได้ศึกษาค่า C โดยแบ่งดินชนิดต่างๆเป็น 4 กลุ่มตาม ตารางที่ 2.5 และได้เสนอค่า C สำหรับดินกลุ่ม B ซึ่งเป็นพื้นที่การเกษตรดัง ตารางที่ 2.6 ส่วนค่า C สำหรับดินกลุ่มอื่น คือ กลุ่ม A, กลุ่ม C และกลุ่ม D หาได้โดยการคูณด้วยแฟกเตอร์ตาม ตารางที่ 2.7

การเลือกใช้ค่า C จากตารางหรือกราฟใดนั้นวิศวกรผู้ออกแบบควรพิจารณาถึงข้อมูลเงื่อนไขลักษณะของพื้นที่รับน้ำที่ว่ามีผลสอดคล้องกับการใช้ตารางหรือกราฟใด



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างกราฟระยะเวลาการไหลรวมตัวของน้ำท่า

ตารางที่ 2.4 ค่าสัมประสิทธิ์การไหลออก ที่ใช้ในสูตร Rational Formula

คุณลักษณะ ของพื้นที่ผิว	รอบปีการเกิดซ้ำ - ปี						
	2	5	10	25	50	100	500
พื้นที่พัฒนา							
ลาดยาง	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
คอนกรีต/หลังคา	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
พื้นที่หญ้า (สนาม, สวนสาธารณะเหล่านี้เป็นต้น)							
สภาพเลว (สนามหญ้าคลุมน้อยกว่า 50 % ของพื้นที่)							
1) เรียบ 0-2 %	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
2) เฉลี่ย 2-7 %	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
3) ชื้นเกิน 7 %	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
สภาพค่อนข้างดี (หญ้าปกคลุมน้อยกว่า 50 % - 75 % ของพื้นที่)							
1) เรียบ 0-2 %	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
2) เฉลี่ย 2-7 %	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
3) ชื้นเกิน 7 %	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
สภาพดี (หญ้าปกคลุมน้อยกว่า 75 % ของพื้นที่)							
1) เรียบ 0-2 %	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
2) เฉลี่ย 2-7 %	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
3) ชื้นเกิน 7 %	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
พื้นที่ยังไม่พัฒนา							
พื้นที่เพาะปลูก							
1) เรียบ 0-2 %	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
2) เฉลี่ย 2-7 %	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
3) ชื้นเกิน 7 %	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
ทุ่งหญ้า / ทุ่งหญ้าปศุสัตว์							
1) เรียบ 0-2 %	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
2) เฉลี่ย 2-7 %	0.33	0.39	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
3) ชื้นเกิน 7 %	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
ป่าโปร่ง / ป่าละเมาะ							
1) เรียบ 0-2 %	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
2) เฉลี่ย 2-7 %	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
3) ชื้นเกิน 7 %	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

ตารางที่ 2.5 การให้ค่าจำกัดความการแบ่งชนิดของดิน Definition of SCS Hydrologic Soil Groups

- The SCS has classified more than 400 soils into four hydrologic soil groups (HSG). According to their minimum infiltration rate obtained for are soil after prolonged wetting.

Soil Group Description		Final Infiltration Rate (mm/h)	Soil Texture
A	Lowest runoff potential. Includes deep sands with very little silt and clay, also deep, rapidly permeable loess.	8-12	Sand, Loamy sand, Sand loam
B	Moderately low runoff potential. Mostly sandy soils less deep than A, and loess deep or less aggregated than A, but the group as a whole has above-average infiltration after thorough wetting	4-8	Silt loam, Loam
C	Moderately high runoff potential. Comprises shallow soils and soil containing considerable clay and colloids, though less than those of group D. The group has below average infiltration after pre - saturation.	1-4	Sandy clay, Loam
D	Highest runoff potential. Includes mostly clays of high swelling percent, but the group also includes some shallow soils with nearly impermeable sub horizons near the surface.	0-1	Clay loam, Silty clay Loam, Sandy clay, Silty clay, clay

ตารางที่ 2.6 ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าสำหรับดิน Group B Runoff Coefficient C for Agricultural Watersheds [Soil Group B] (Schwab et al., 1993)

Crop and Hydrologic Condition	Coefficient C for Rainfall Rates of		
	25 mm/h	100 mm/h	200 mm/h
Row crop , poor practice	0.63	0.65	0.66
Row crop , good practice	0.47	0.56	0.62
Small grain , poor practice	0.38	0.38	0.38
Small grain , good practice	0.18	0.21	0.22
Meadow , rotation , good	0.29	0.36	0.39
Pasture , permanent , good	0.02	0.17	0.23
Woodland , mature , good	0.02	0.10	0.15

ตารางที่ 2.7 ค่า Conversion Factor C Factor Conversion Factors for Hydrologic Soil Groups A, C, and D

Crop and Hydrologic Condition	Factors for Converting C for Groups A, C, and D		
	Group A	Group C	Group D
Row crop , poor practice	0.89	1.09	1.12
Row crop , good practice	0.86	10.9	1.14
Small grain , poor practice	0.86	1.11	1.16
Small grain , good practice	0.84	1.11	1.16
Meadow , rotation , good	0.81	1.13	1.18
Pasture , permanent , good	0.64	1.21	1.31
Woodland , mature , good	0.45	1.27	1.40

2.2.6 สมการแมนนิง (Manning equation)

สมการแมนนิงเป็นสมการคำนวณหาความเร็วการไหลสม่ำเสมอ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความขรุขระของทางน้ำ ปริมาณวัชพืช และความคดเคี้ยวทางน้ำ ดังสมการ (2.4)

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} S_0^{1/2} \quad (2.4)$$

เมื่อ	n	คือ สัมประสิทธิ์แมนนิง
	v	คือ ความเร็วการไหล (เมตร/วินาที)
	R	คือ รัศมีชลศาสตร์ (เมตร)
	S_0	คือ ความลาดชันทางน้ำ

โดยทางน้ำในการประเมินระบบระบายน้ำนี้คือท่อระบายน้ำที่ทำด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก และมีสัมประสิทธิ์แมนนิงของท่อ เท่ากับ 0.013

การประยุกต์ใช้สมการแมนนิง ในการคำนวณหาอัตราการไหลสูงสุดในท่อระบายน้ำ ทำได้ โดยการคูณสมการแมนนิงกับพื้นที่หน้าตัดการไหลจะได้ ดังสมการ (2.5)

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} S_0^{1/2} \quad (2.5)$$

เมื่อ	Q	คือ อัตราการไหลสูงสุด (ลบ.ม./วินาที)
	A	คือ พื้นที่หน้าตัดการไหล (ม. ²)

2.3 พื้นที่ศึกษา

2.3.1 การจัดตั้งและขอบเขตของเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด

ที่ตั้งและอาณาเขต เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด ตั้งขึ้นตามพระราชกฤษฎีกาจัดตั้งเทศบาลเมืองร้อยเอ็ดจังหวัดร้อยเอ็ด เมื่อวันที่ 14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2479 ตำแหน่งที่ตั้งของเทศบาลเมืองร้อยเอ็ดในจังหวัดร้อยเอ็ด ดังแสดงใน รูปที่ 2.8 มีพื้นที่เขตเทศบาล 4.5 ตารางกิโลเมตร ต่อมาเมื่อบ้านเมืองเจริญขึ้นและชุมชนหนาแน่นมากขึ้นจึงได้ทำการขยายเขตเทศบาลออกไปเพื่อพัฒนาและรองรับการบริหารและบริการประชาชนให้มีความสะดวกรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เมื่อวันที่ 5 มีนาคม พ.ศ. 2509 ทำให้มีพื้นที่ 11.63 ตารางกิโลเมตร (พระราชกฤษฎีกาการจัดตั้งเทศบาลเมือง

ร้อยเอ็ด ปรากฏในราชกิจจานุเบกษาเล่ม 23 ตอนที่ 21 วันที่ 5 มีนาคม พ.ศ. 2509) ดังแสดงใน รูปที่ 2.9 อาณาเขตเทศบาลเมืองร้อยเอ็ดมีเขตติดต่อดังนี้

ทิศเหนือ

ตั้งแต่หลักเขตที่ 1 ซึ่งตั้งอยู่ริมห้วยเหนือฝั่งเหนือ ห่างจากศูนย์กลางทางหลวงแผ่นดิน หมายเลข 23 สายร้อยเอ็ด - มหาสารคาม ตรงจุดที่ติดกับลำห้วยเหนือไปทางทิศเหนือ 640 เมตร เลียบตามริมห้วยฝั่งเหนือไปทางทิศตะวันออกถึงหลักเขตที่ 2 ซึ่งตั้งอยู่ห่างจากศูนย์กลางถนน หายโสรไปทางทิศตะวันตกตามแนวลำห้วย 250 เมตร

จากหลักเขตที่ 2 เป็นเส้นตรงไปทางทิศเหนือถึงหลักเขตที่ 3 ซึ่งตั้งอยู่ห่างจากริมห้วยเหนือ ฝั่งเหนือตามแนวเส้นตั้งฉาก 200 เมตร

จากหลักเขตที่ 3 เป็นเส้นขนานกับริมห้วยเหนือไปทางทิศตะวันออกถึงหลักเขตที่ 4 ซึ่ง ตั้งอยู่ริมถนนเพลินจิตปากตะวันตกห่างจากคูเมือง 200 เมตร

ทิศตะวันออก

จากหลักเขตที่ 4 เป็นเส้นขนานกับคูเมืองไปทางทิศใต้ถึงหลักเขตที่ 5 ซึ่งตั้งอยู่ห่างจาก ศูนย์กลางทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 23 สายร้อยเอ็ด - มหาสารคาม ตรงกิโลเมตรที่ 121.640 ตาม แนวเส้นตั้งฉากไปทางทิศเหนือ 200 เมตร

จากหลักเขตที่ 5 เป็นเส้นขนานกับทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 23 สายร้อยเอ็ด - มหาสารคาม ไปทางทิศตะวันออกถึงหลักเขตที่ 6 ห่างจากศูนย์กลางทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 23 สายร้อยเอ็ด - มหาสารคาม ตรงกิโลเมตรที่ 123 ไปทางทิศเหนือตามแนวเส้นตั้งฉาก 200 เมตร

จากหลักเขตที่ 6 เป็นเส้นตรงไปทางทิศใต้ ผ่านทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 23 สายร้อยเอ็ด - มหาสารคาม ตรงกิโลเมตรที่ 123 ถึงหลักเขตที่ 7 ซึ่งตั้งอยู่ห่างจากศูนย์กลางทางหลวงแผ่นดิน หมายเลข 23 สายร้อยเอ็ด-มหาสารคาม ตรงกิโลเมตรที่ 121.500 ไปทางทิศใต้ตามแนวเส้นตั้งฉาก 200 เมตร

จากหลักเขตที่ 8 เป็นเส้นตรงไปทางทิศใต้ถึงหลักเขตที่ 9 ซึ่งอยู่ห่างจากศูนย์กลางทาง หลวงจังหวัด สายร้อยเอ็ด - อ่างสามารถ ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือตามแนวเส้นตั้งฉาก 300 เมตร

จากหลักเขตที่ 10 เป็นเส้นตรงไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ผ่านทางหลวงจังหวัดสายร้อยเอ็ด - อ่างสามารถ ตรงกิโลเมตรที่ 5 ถึงหลักเขตที่ 11 ซึ่งตั้งอยู่ห่างจากศูนย์กลางทางหลวงจังหวัด ร้อยเอ็ด - อ่างสามารถไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ตามแนวเส้นตั้งฉาก 300 เมตร

ทิศใต้

จากหลักเขตที่ 11 เป็นเส้นขนานกับทางหลวงจังหวัดสายร้อยเอ็ด-อาจสามารถ ไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ถึงหลักเขตที่ 12 ซึ่งตั้งอยู่ห่างจากศูนย์กลางสามแยกทางหลวงจังหวัดสายร้อยเอ็ด - อาจสามารถ ตามแนวเส้นตั้งฉากไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ 300 เมตร

จากหลักเขตที่ 12 เป็นเส้นขนานกับทางหลวงจังหวัดสายร้อยเอ็ด - อาจสามารถ ไปทางทิศตะวันตกถึงหลักเขตที่ 13 ซึ่งตั้งอยู่ห่างจากศูนย์กลางทางหลวงจังหวัดสายร้อยเอ็ด - สุวรรณภูมิ ไปทางทิศตะวันออกตามแนวเส้นตั้งฉาก 200 เมตร

จากหลักเขตที่ 13 เป็นเส้นขนานกับทางหลวงจังหวัดสายร้อยเอ็ด - สุวรรณภูมิ ไปทางทิศใต้ถึงหลักเขตที่ 14 ซึ่งตั้งอยู่ห่างจากหลักเขตที่ 13 ระยะ 380 เมตร

จากหลักเขตที่ 14 เป็นเส้นตรงไปทางทิศตะวันตกถึงหลักเขตที่ 15 ซึ่งตั้งอยู่ห่างจากศูนย์กลางทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 25 สายร้อยเอ็ด - สุรินทร์ ตรงกิโลเมตรที่ 1.330 ไปทางทิศตะวันออกตามแนวเส้นตั้งฉาก 200 เมตร

จากหลักเขตที่ 15 เป็นเส้นขนานกับทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 25 สายร้อยเอ็ด - สุรินทร์ ไปทางทิศใต้ถึงหลักเขตที่ 16 ซึ่งตั้งอยู่ห่างจากศูนย์กลางทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 25 สายร้อยเอ็ด - สุรินทร์ ไปทางทิศตะวันตกตามแนวเส้นตั้งฉาก 200 เมตร

ทิศตะวันตก

จากหลักเขตที่ 17 เป็นเส้นขนานกับทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 25 สายร้อยเอ็ด - สุรินทร์ ไปทางทิศเหนือถึงหลักเขตที่ 18 ซึ่งตั้งอยู่ห่างจากศูนย์กลางทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 25 สายร้อยเอ็ด - สุรินทร์ ตรงกิโลเมตรที่ 1.470 ไปทางทิศตะวันตกตามแนวเส้นตั้งฉาก 200 เมตร

จากหลักเขตที่ 18 เป็นเส้นตรงไปทางทิศตะวันตกถึงหลักเขตที่ 19 ซึ่งตั้งอยู่ห่างจากศูนย์กลางทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 25 สายร้อยเอ็ด - สุรินทร์ ตรงกิโลเมตรที่ 1.620 ไปทางทิศตะวันตกตามแนวเส้นตั้งฉาก 650 เมตร

จากหลักเขตที่ 19 เป็นเส้นตรงไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ถึงหลักเขตที่ 20 ซึ่งตั้งอยู่ริมทางหลวงจังหวัด สายร้อยเอ็ด - วาปีปทุม ฟากตะวันตก ตรงกิโลเมตรที่ 0.600

จากหลักเขตที่ 20 เป็นเส้นตรงไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ถึงหลักเขตที่ 21 ซึ่งตั้งอยู่ห่างจากศูนย์กลางทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 23 สายร้อยเอ็ด-มหาสารคาม ตรงกิโลเมตรที่ 118.885 ไปทางทิศใต้ ตามแนวเส้นตั้งฉาก 200 เมตร

จากหลักเขตที่ 21 เป็นเส้นขนานกับทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 23 สายร้อยเอ็ด - มหาสารคาม ไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ถึงหลักเขตที่ 22 ซึ่งตั้งอยู่ริมห้วยเหนือฝั่งตะวันตก

จากหลักเขตที่ 22 เลียบตามริมห้วยเหนือฝั่งตะวันตกไปทางทิศเหนือ บรรจบหลักเขตที่ 1



รูปที่ 2.8 ตำแหน่งที่ตั้งเทศบาลเมืองร้อยเอ็ดในจังหวัดร้อยเอ็ด



ที่มา : ข้อมูลกองช่าง เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด

รูปที่ 2.9 อาณาเขตและแผนที่ชุมชนในเขตเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด

2.3.2 ลักษณะภูมิประเทศ

เทศบาลเมืองร้อยเอ็ดสูงกว่าระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 130 - 160 เมตร ลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นที่ราบ มีเนินซึ่งเป็นลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อยบริเวณกึ่งกลางค่อนข้างไปทางเหนือและบริเวณทิศตะวันตกเฉียงใต้ สภาพปัจจุบันของชุมชนเมืองร้อยเอ็ด ทางด้านกายภาพพบว่ายังคงมีคูเมืองและกำแพงเมืองบางส่วนเหลืออยู่ ลักษณะพื้นที่ค่อนข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสล้อมรอบด้วยคูเมืองและกำแพงเมือง มีบึงพลาญชัยตั้งอยู่บริเวณศูนย์กลางเมืองของเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด มีลำห้วยเหนือไหลผ่านทางด้านทิศเหนือเชื่อมกับคลองคูเมือง ห้วยกุดขวาง ลำน้ำเค็ม ลำน้ำปาว และไหลลงสู่แม่น้ำชีในที่สุด ดังแสดงใน รูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 ภาพถ่ายทางอากาศลักษณะภูมิประเทศ เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด

2.3.3 การใช้ประโยชน์ที่ดิน

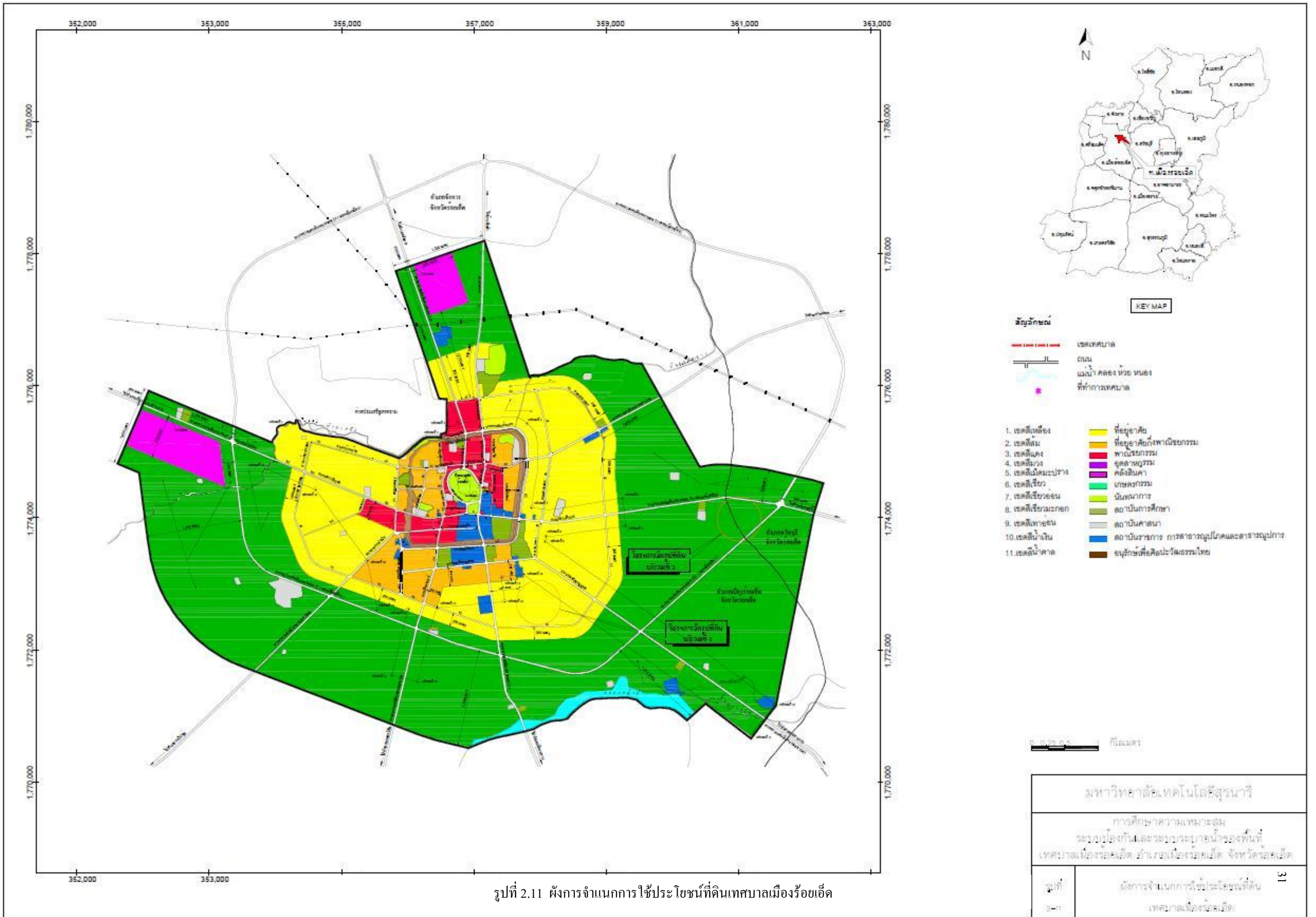
การกระจายตัวของการใช้ที่ดิน ดังแสดงใน ตารางที่ 2.8 ในเขตผังเมืองรวมจังหวัดร้อยเอ็ด โดยเฉพาะในเขตเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด ในปัจจุบันการใช้ที่ดินเกือบทุกประเภทกระจายปะปนกันอยู่ในย่านที่พักอาศัย ย่านพาณิชยกรรม และบริเวณสถานที่ราชการ รวมกันอยู่อย่างหนาแน่นรอบๆ บึงพลาญชัย โดยย่านพาณิชยกรรมเก่าจะรวมกลุ่มกันอยู่ตามถนนผดุงพานิช ถนนหายโสกรกและถนนเพลินจิต ย่านพาณิชยกรรมได้ขยายตัวไปบริเวณด้านใต้ ตามถนนราชการดำเนิน ถนนเทวภิบาล จนถึงสุดเขตเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด

ย่านที่พักอาศัยค่อนข้างหนาแน่นอยู่บริเวณรอบๆย่านพาณิชย์กรรม ถนนผดุงพานิช ย่านวัดเหนือถนนสุขบูรพา บริเวณวัดกลางมิ่งเมือง ส่วนพื้นที่พักอาศัยเบาบางกระจายอยู่ทั่วไปปะปนกับวัดและโรงเรียนซึ่งมีกระจายอยู่ทั่วพื้นที่เขตผังเมืองรวม

บริเวณสถานที่ราชการ รวมกลุ่มอยู่บริเวณตอนใต้ของบึงปลาญชัย บริเวณถนนเทวาภิบาล ถนนสุริยเดชบำรุง ได้แก่ ศาลากลางจังหวัด ศาล ที่ว่าการอำเภอ สำนักงานที่ดินจังหวัด ส่วนโรงพยาบาลและเรือนจำอยู่บริเวณด้านใต้ของเมือง

นอกจากนี้ยังมีอาคารธุรกิจและอาคารบริการชุมชน เช่น โรงเรียน บังกะโล ร้านอาหารกระจายตัวอยู่ตามแนวรอบบึงปลาญชัย และบริเวณทางไปจังหวัดกาฬสินธุ์นอกเขตเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด

จากการพิจารณาโครงสร้างถนน เส้นทางคมนาคม พื้นที่รองรับการกระจายตัวของอาคารประเภทต่างๆ แนวโน้มมีการขยายตัวของชุมชนในอนาคตคาดว่าจะขยายตัวตามแนวทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 23 ตอนเลี้ยวเมืองและบริเวณด้านทิศใต้ของชุมชนซึ่งการขยายตัวของการใช้ที่ดิน คาดว่าจะเป็นไปตามประเภทการใช้ที่ดินซึ่งจำแนกตามที่ประกาศท้ายกฎกระทรวงฉบับที่ 4 (พ.ศ. 2531) ดังแสดงใน รูปที่ 2.11



ตารางที่ 2.8 การใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด พ.ศ. 2552

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	ร้อยละ
-พื้นที่การเกษตร	2.24	19.3
-พื้นที่พาณิชย์/ที่อยู่อาศัย	6.64	57.3
-พื้นที่คูคลอง/หนองน้ำสาธารณะ	0.34	2.9
-พื้นที่ส่วนราชการ	0.60	5.1
-พื้นที่ว่างเปล่า	1.00	8.6
-พื้นที่สวนสาธารณะ / นันทนาการ	0.23	2.0
-พื้นที่สถานศึกษา	0.35	3.0
-พื้นที่สถาบันศาสนา	0.20	1.8
รวม	11.63	100

ที่มา : ข้อมูลกองช่าง เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด

2.3.4 ลักษณะภูมิอากาศ

ลักษณะภูมิอากาศโดยทั่วไป มีฝนตกเฉลี่ยประมาณ 1,400 มิลลิเมตรต่อปี อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดประมาณ 14.4 องศาเซลเซียส และสูงสุดประมาณ 40.5 องศาเซลเซียส โดยสภาพอากาศประกอบด้วย 3 ฤดู คือ

- ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ไปจนถึงเดือนพฤษภาคม
- ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ไปจนถึงเดือนตุลาคม
- ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคมไปจนถึงเดือนกุมภาพันธ์

2.3.5 ด้านโครงสร้างพื้นฐาน

1.) การคมนาคม

- ถนนเทศบาลเป็นถนนที่เชื่อมกับ ถนนแจ้งสนิทและทางหลวงแผ่นดิน หมายเลข 23
- ถนนปัทมานนท์เป็นถนนที่เชื่อมกับ ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 215 ออกไปอำเภอจตุรพักตรพิมาน
- ถนนสุริยเดชบำรุงเป็นถนนที่เชื่อมกับ ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 215 ออกไปอำเภอสว่างแดนดิน

- ถนนรัชชชาวุฒยุทธเป็นถนนที่ตัดผ่านเชื่อมโยงกับ ถนนจันทร์เกษม ถนนปัทมานนท์ ถนนสุริยเดชบำรุง ถนนเทวภิบาล ออกสู่ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 2043 ไปอำเภออาจสามารถ และออกถนนราชการดำเนินสู่ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 2045 ไปอำเภอวาปีปทุม
- ถนนราชการดำเนินเป็นถนนที่เชื่อมกับ ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 2045 ออกไปอำเภอวาปีปทุม
- ถนนเลียงเมืองเป็นถนนที่ตัดผ่าน ถนนสุริยเดชบำรุงถนนปัทมานนท์และถนนราชการดำเนินเชื่อมโยงสู่ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 23 ออกไปจังหวัดมหาสารคามและทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 2043 ออกไปอำเภออาจสามารถ

2.) แหล่งน้ำประปา

แหล่งน้ำมีจำนวน 4 แห่งได้แก่ บึงพลาญชัย คลองคูเมือง สระแก้ว สระฆาง คิดเป็นพื้นที่เก็บกักน้ำรวม 579,154 ลูกบาศก์เมตร

การประปาส่วนภูมิภาคสำนักงานประปาร้อยเอ็ดซึ่งตั้งอยู่เลขที่ 284 ถนนรัชชชาวุฒยุทธโดยโรงกรองน้ำที่ดำเนินการผลิตในปัจจุบันมีกำลังผลิต 1,160 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง แหล่งน้ำดิบในการผลิตน้ำประปาอาศัยแหล่งน้ำผิวดินเป็นหลักคือแม่น้ำชีเป็นแหล่งน้ำดิบหลัก

2.3.6 ด้านทางเศรษฐกิจ

เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด จัดเป็นเมืองชุมทางที่สำคัญแห่งหนึ่งของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เนื่องจากมีทำเลที่ตั้งเกือบทกึ่งกลางของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จึงทำให้มีเส้นทางคมนาคมติดต่อกับจังหวัดต่างๆ ภายในภาคค่อนข้างมากและสะดวก ซึ่งส่งผลให้เมืองร้อยเอ็ดมีการขยายตัวทางเศรษฐกิจทั้งด้านการค้า พาณิชยกรรมและบริการค่อนข้างสูง ทั้งอาคารพาณิชย์ ศูนย์บริการ ร้านอาหาร และสถานบริการต่างๆ โดยส่วนใหญ่จะกระจายตัวไปตามเส้นทางคมนาคมที่เชื่อมต่อกับจังหวัดอื่นๆ เช่น เส้นทางไปจังหวัดมหาสารคาม และเส้นทางไปจังหวัดกาฬสินธุ์ เป็นต้น และข้อมูลการประกอบธุรกิจในเขตเทศบาล มีดังต่อไปนี้

ธนาคาร	จำนวน	14	แห่ง
ตัวแทนบริษัทประกันภัย	จำนวน	10	แห่ง
บริษัทประกันวินาศภัย	จำนวน	14	แห่ง
โรงแรม	จำนวน	14	แห่ง
ห้างสรรพสินค้า	จำนวน	3	แห่ง

โรงพยาบาลศูนย์	จำนวน	2	แห่ง
สถานีวิทยุกระจายเสียง	จำนวน	1	แห่ง
สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง	จำนวน	8	แห่ง
สถานีบริการแก๊ส	จำนวน	2	แห่ง
ร้านทอง	จำนวน	31	แห่ง

2.3.7 ด้านสังคม

ประชากรในเขตเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด

เทศบาลเมืองร้อยเอ็ดมีพื้นที่ 11.63 ตารางกิโลเมตรและจากข้อมูลทะเบียนราษฎรของสำนักบริหารงานทะเบียนกรมการปกครอง ณ วันที่ 30 มิถุนายน พ.ศ. 2555 พบว่ามีประชากรในทะเบียนรวม 34,592 คนแยกเป็นชาย 14,446 คนหญิง 18,146 คนโดยมีจำนวนครัวเรือน 15,072 ครัวเรือนขนาดครัวเรือนโดยเฉลี่ย 2.3 คนต่อครัวเรือนและมีความหนาแน่นของประชากรเฉลี่ย 2,974 คนต่อตารางกิโลเมตร จำนวนประชากร ซึ่งมาจากการเก็บรวบรวมข้อมูลความหนาแน่นของประชากร ตั้งแต่ปี 2549 - 2553 ดังแสดงใน ตารางที่ 2-9

ตารางที่ 2.9 จำนวนประชากร ความหนาแน่นของประชากร (ปี 2549 - 2553)

พ.ศ.	จำนวนประชากร			จำนวน ครัวเรือน	อัตรา การ เกิด	อัตรา การ ตาย	อัตรา การ ย้าย เข้า	อัตรา การ ย้าย ออก	ความ หนาแน่น (คน/กม ²)
	ชาย	หญิง	รวม						
2549	16,630	17,980	34,610	11,300	447	6	405	688	2,975
2550	16,092	17,322	33,414	13,642	474	125	305	702	2,873
2551	16,760	17,953	34,713	13,897	403	44	523	764	2,984
2552	16,673	17,873	34,510	14,173	413	113	229	651	2,967
2553	16,672	17,964	34,636	14,180	421	144	310	667	2,978

ที่มา : งานทะเบียนราษฎร เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด ณ วันที่ 30 เมษายน 2553

บทที่ 3

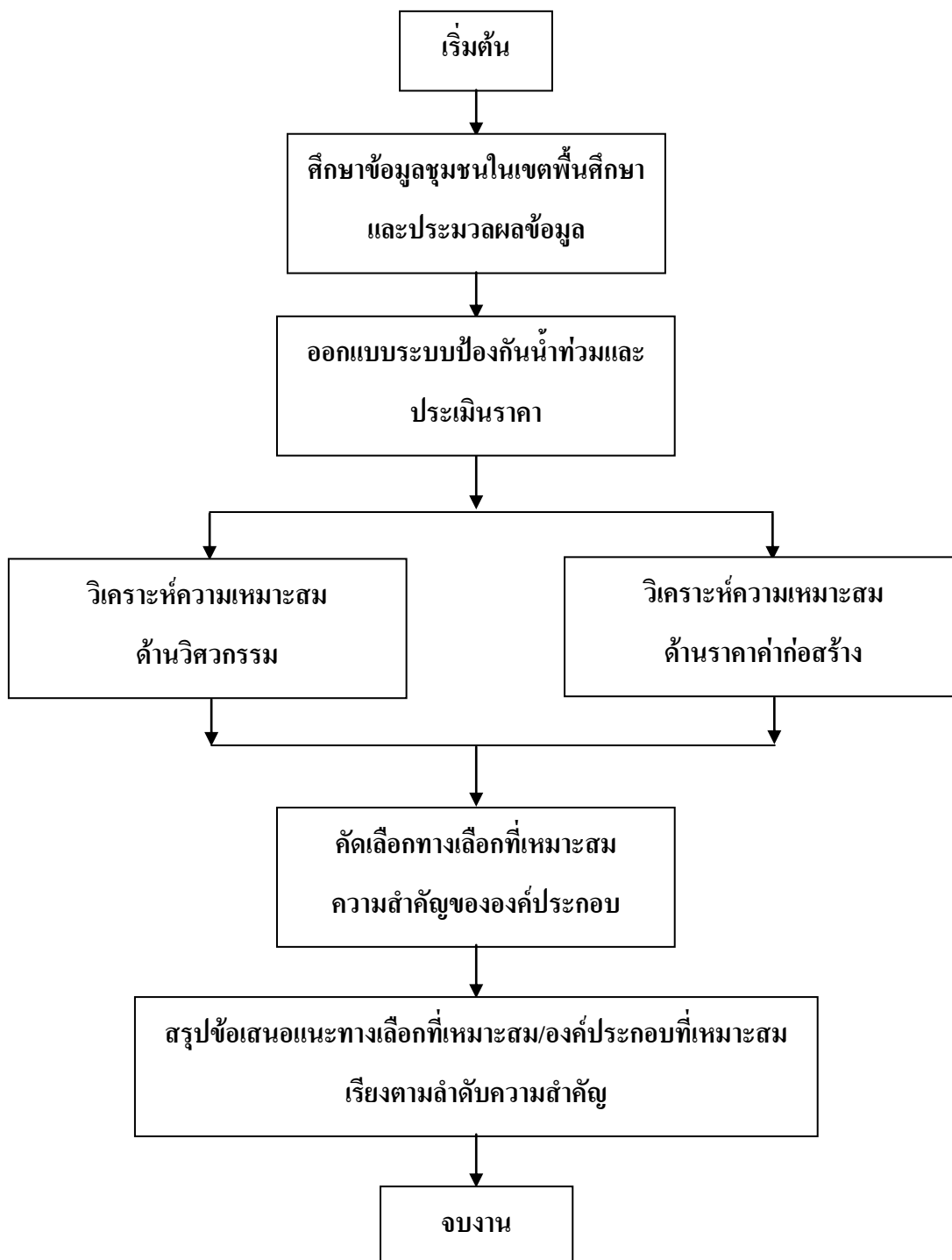
วิธีดำเนินการวิจัย

จากสภาพภูมิประเทศและการพัฒนาความเจริญตามแผนพัฒนาของพื้นที่ชุมชนเทศบาลเมืองร้อยเอ็ดทำให้เกิดปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดสภาวะน้ำท่วมขึ้นได้ในอนาคตจึงมีความจำเป็นต้องทำการศึกษาและออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำของพื้นที่ชุมชนเทศบาลเมืองร้อยเอ็ดให้มีความเหมาะสมเพื่อเป็นการป้องกันหรือบรรเทาความเสียหายจากน้ำท่วมที่อาจจะเกิดขึ้น ในการศึกษาจะพิจารณาหาแนวทางเลือกของการป้องกันน้ำท่วมและระบายน้ำที่เป็นไปได้ และนำมาพิจารณาเปรียบเทียบเพื่อหาทางเลือกที่เหมาะสมของพื้นที่ชุมชนเทศบาลเมืองร้อยเอ็ดซึ่งจะเป็นการศึกษาวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบ (Comparative Study) ตามข้อเสนอแนะทางวิศวกรรมและจะต้องเลือกทางเลือกที่มีค่าใช้จ่ายและการลงทุนน้อยที่สุด (Least Cost Alternative Concept) แล้วนำไปจัดลำดับความสำคัญและความเร่งด่วนของการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนอย่างเป็นระบบโดยจะประกอบด้วยการวิเคราะห์ความเหมาะสมด้านวิศวกรรม และความเหมาะสมด้านราคาค่าก่อสร้างซึ่งผลการจัดลำดับจะนำไปจัดทำแผนดำเนินโครงการต่อไป

ผู้ทำการศึกษาได้กำหนดแนวทางการจัดทำโครงการของระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำพื้นที่ชุมชนที่จะนำไปใช้เพื่อเป็นกรอบในการพิจารณาดำเนินการ โดยมีหัวข้อต่างๆ ประกอบด้วย

- 1) ขอบเขตของการศึกษาจัดทำโครงการ
- 2) การสำรวจและการรวบรวมข้อมูล
- 3) ออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วม
- 4) การประเมินราคางาน
- 5) การศึกษาเปรียบเทียบทางเลือก
- 6) การจัดลำดับความสำคัญขององค์ประกอบที่ใช้แก้ไขปัญหาน้ำท่วม

ขั้นตอนการศึกษา แสดงเป็นแผนผังใน รูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการศึกษา

3.1 ขอบเขตของการศึกษาจัดทำโครงการ

องค์ประกอบที่นำมาพิจารณาในการศึกษาจัดทำโครงการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนมีดังต่อไปนี้

3.1.1 พื้นที่ชุมชนที่นำมาจัดทำโครงการ

พื้นที่ชุมชนที่นำมาศึกษาจัดทำโครงการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมคือ พื้นที่เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด เป็นชุมชนพาณิชยกรรม ที่อยู่อาศัยและสถานที่ราชการมีพื้นที่ประมาณ 11.63 ตารางกิโลเมตร สภาพปัจจุบันของชุมชนเมืองร้อยเอ็ดทางด้านกายภาพพบว่า ชุมชนเมืองร้อยเอ็ดเป็นเมืองเก่าที่เคยรุ่งเรืองในอดีต ยังคงมีคูเมืองและกำแพงเมืองบางส่วนเหลืออยู่ แสดงให้เห็นถึงลักษณะพื้นที่ของชุมชนเมืองเก่าค่อนข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ล้อมรอบด้วยคูเมืองและกำแพงเมือง มีบึงปลาอู๊ซัย เป็นสัญลักษณ์ของจังหวัดตั้งอยู่บริเวณศูนย์กลางเมืองของเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด ชุมชนในอดีตได้เกาะกลุ่มตามแนวถนนด้านเขตคูเมืองบริเวณด้านเหนือและด้านตะวันออกของบึงปลาอู๊ซัย ตามแนวถนนผดุง-พานิช ถนนหายโศรก และถนนดำรงราษฎร์ วิถีปัจจุบันชุมชนได้ขยายไปในบริเวณด้านใต้และด้านตะวันออกของบึงปลาอู๊ซัย ตามถนนเทวาภิบาล ถนนประชาธรรมรักษ์ และถนนปัทมานนท์ และได้ขยายตัวออกมานอกบริเวณคูเมืองและนอกเขตเทศบาลทุกด้าน ตามแนวถนนที่แยกออกจากบริเวณชุมชนเมืองด้านทิศใต้จรดถนนเลียงเมือง ส่วนพื้นที่บริเวณรอบๆชุมชนส่วนใหญ่ยังเป็นพื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ด้านตะวันตกเฉียงเหนือเป็นพื้นที่เขตทหาร สำหรับการกำหนดขอบเขตของการป้องกันน้ำท่วมและการระบายน้ำของชุมชนของพื้นที่เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด ได้พิจารณากำหนดให้ครอบคลุมพื้นที่ที่มีแนวโน้มต่อการรองรับการขยายตัวของชุมชนใน 20 ปีข้างหน้า ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวจะครอบคลุมพื้นที่ชุมชนของเทศบาลเมืองร้อยเอ็ดเกือบทั้งหมด

3.1.2 กรอบความคิดในการจัดทำระบบป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ชุมชน

กรอบความคิดในการจัดทำระบบป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนได้พิจารณาจากปัจจัยต่างๆ ดังต่อไปนี้

- พื้นที่ชุมชนที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจต้องได้รับการป้องกันที่สูงกว่าพื้นที่เกษตรกรรม
- สามารถแก้ไขสาเหตุหลักของปัญหาน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนได้อย่างแท้จริง
- สอดคล้องกับภาพรวมของการป้องกันน้ำท่วมที่ดำเนินการในปัจจุบัน
- สอดคล้องกับแนวทางการป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนระดับเทศบาลและตอบสนองยุทธศาสตร์การพัฒนาจังหวัด
- สอดคล้องกับแผนพัฒนาลุ่มน้ำชี

3.1.3 แนวทางในการจัดทำระบบป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ชุมชน

แนวทางในการจัดทำระบบป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนกำหนดเป็น 2 ลักษณะคือ

- การควบคุมพื้นที่ (Land Approach) หรือการป้องกันพื้นที่ชุมชนจากน้ำท่วม
- การควบคุมน้ำ (Water Approach) หรือการบังคับน้ำให้ไปจากพื้นที่ชุมชน

แนวทางในการแก้ไขปัญหาหน้าท่วมของพื้นที่ชุมชนเทศบาลเมืองร้อยเอ็ดได้กำหนดให้สอดคล้องกับสภาพปัญหาหน้าท่วมที่เกิดขึ้นและสอดคล้องกับลักษณะภูมิประเทศ

3.1.4 เกณฑ์การป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ชุมชน

ในกรณีที่พิจารณาใช้คันป้องกันน้ำท่วมนั้นความสูงของคันป้องกันน้ำท่วมต้องสามารถป้องกันน้ำไหลล้นตลิ่งที่ระดับน้ำคาบอุบัติ (Return period) 100 ปีหรือป้องกันน้ำหลากสูงสุดที่เคยเกิดขึ้นหรือป้องกันระดับน้ำที่เกิดจากปริมาณการระบายน้ำสูงสุดที่เป็นไปได้ (น่าจะเกิดขึ้น) ได้อย่างปลอดภัย

ในกรณีที่ต้องมีการปรับปรุงหรือจัดทำทางระบายน้ำเพื่อเร่งระบายน้ำที่ไหลผ่านหรือไหลรอบๆชุมชนเช่นลำห้วยเหนือ คลองคูเมือง ได้กำหนดให้สามารถระบายปริมาณน้ำหลากจากปริมาณฝนที่คาบอุบัติ 5 ปีได้โดยไม่เกิดน้ำล้นตลิ่ง

3.1.5 ทางเลือกในการกำหนดแนวป้องกันน้ำท่วมของพื้นที่เป้าหมาย

เนื่องจากสาเหตุน้ำท่วมชุมชนเทศบาลเมืองร้อยเอ็ดมาจากการระบายน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ไม่ได้เกิดขึ้นจากแม่น้ำชีล้นตลิ่ง ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องทำระบบป้องกันน้ำท่วม โดยใช้แนวคันปิดล้อม หรือแนวป้องกันน้ำท่วมจากแม่น้ำชีหรือลำน้ำสาขาของแม่น้ำชี

3.1.6 แนวทางในการจัดทำระบบระบายน้ำภายในพื้นที่เป้าหมาย

ระบบระบายน้ำภายในพื้นที่เป้าหมายประกอบด้วยระบบระบายน้ำปฐมภูมิและระบบระบายน้ำทุติยภูมิซึ่งมีองค์ประกอบคือคลอง, คูระบายน้ำ, ท่อขนส่งน้ำ, ท่อระบายน้ำหลัก, แก้มลิง โดยผู้ทำการศึกษาได้เสนอแนะเฉพาะระบบระบายน้ำปฐมภูมิที่ใช้ลำเลียงน้ำออกจากพื้นที่ชุมชนเท่านั้นและกำหนดพื้นที่รับน้ำของระบบระบายน้ำปฐมภูมิไว้เพื่อเป็นแนวทางให้ท้องถิ่นได้นำไปพัฒนาระบบระบายน้ำทุติยภูมิที่สอดคล้องกันต่อไป

ผู้ทำการศึกษาได้นำแนวทางการจัดทำโครงการดังที่ได้อธิบายไว้ข้างต้นไปพัฒนาเป็นผังของระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำเพื่อแก้ไขปัญหาหน้าท่วมของพื้นที่ชุมชนพร้อมทั้งได้ทำการออกแบบเบื้องต้นเพื่อประเมินราคางานแก้ไขปัญหาหน้าท่วมพื้นที่ชุมชนต่อไป

3.2 การสำรวจและการรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาพิจารณาแนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมของชุมชนได้จากการสำรวจและการรวบรวมข้อมูลเป็นการสำรวจและจัดเก็บรวบรวมข้อมูลทั้ง 2 ส่วนได้แก่การรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิและข้อมูลปฐมภูมิโดยข้อมูลทุติยภูมิจะประกอบด้วยข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ โดยเฉพาะจากเทศบาลเมืองร้อยเอ็ดข้อมูลและการบันทึกอุทกภัยซึ่งมีรายละเอียดในระดับที่สามารถนำมาประเมินเหตุการณ์อุทกภัยเป็นต้น ส่วนข้อมูลปฐมภูมิประกอบด้วย การสัมภาษณ์ สอบถามผู้เกี่ยวข้องในพื้นที่ชุมชนเช่นเทศมนตรีข้าราชการและประชาชนเป็นต้น โดยจะสอบถามถึงความเห็นและทัศนคติความเดือดร้อนที่ประสบจากภัยน้ำท่วมตลอดจนแผนงานพัฒนาท้องถิ่น แผนงานการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมทั้งแบบชั่วคราวและถาวรข้อมูลสำรวจภูมิประเทศข้อมูลอุทกวิทยาเป็นต้น

3.2.1 ข้อมูลทุติยภูมิ

เป็นการรวบรวมข้อมูลต่างๆที่ได้เคยมีการจัดเก็บหรือศึกษามาก่อนแล้วจากหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้องเช่น

- แผนผังแนวเขตเทศบาล (จากเทศบาล)
- แผนผังระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำในปัจจุบัน (จากเทศบาล)
- แผนผังระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำตามแผนงานเทศบาล(จากเทศบาล)
- แผนพัฒนา 3 ปี (จากเทศบาล)
- รายงานประกอบผังเมืองรวม (จากกรมโยธาธิการและผังเมือง)
- ข้อมูลการตลาด (จากสำนักงานพาณิชย์จังหวัด)
- ทำเนียบโรงงานอุตสาหกรรมจังหวัด (จากสำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัด)
- ข้อมูลสำรวจภูมิประเทศ (จากรายงานการศึกษาที่ผ่านมา)
- ข้อมูลปฐพีกลศาสตร์ (จากรายงานการศึกษาที่ผ่านมา)
- ข้อมูลอุทกวิทยาและชลศาสตร์รวมทั้งโครงการชลประทานในจังหวัดและในกลุ่มน้ำชี (จากกรมชลประทาน)
- ข้อมูลอุตุวิทยวิทยา (จากกรมอุตุวิทยวิทยา)
- ข้อมูลสถิติจังหวัด (จากสำนักงานสถิติแห่งชาติ)
- ข้อมูลการท่องเที่ยว (จากการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย)
- รายงานการศึกษาต่างๆที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่โครงการที่ได้มีการศึกษาไว้

3.2.2 ข้อมูลปฐมภูมิ

เป็นการสำรวจและรวบรวมข้อมูลต่างๆในพื้นที่โครงการเช่น

- ข้อมูลสำรวจภูมิประเทศ (จากการสำรวจค่าระดับถนนและพื้นที่ข้างเคียงในพื้นที่)
- ข้อมูลอุทกวิทยาและชลศาสตร์ (จากการสำรวจสนามในพื้นที่)
- ข้อมูลระดับน้ำท่วมความเสียหายจากน้ำท่วมและแนวทางป้องกันน้ำท่วมและระบายน้ำ (จากหน่วยงานท้องถิ่นกรมชลประทานการสำรวจสนามและการสอบถามประชาชนในพื้นที่)

ในขั้นตอนการศึกษาจัดทำโครงการผู้ทำการศึกษาได้รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิดังกล่าว มาประกอบกับข้อมูลปฐมภูมิและการสำรวจในสนามของผู้ทำการศึกษา นำมาตรวจสอบเปรียบเทียบกับข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ เช่น การนำข้อมูลสำรวจภูมิประเทศ ภูมิศาสตร์ อุทกวิทยาและชลศาสตร์ ระดับน้ำท่วม ความเสียหายจากน้ำท่วม แนวทางป้องกันน้ำท่วมและระบายน้ำมาตรวจสอบกับเหตุการณ์จริงที่เกิดขึ้นในสนามเพื่อวิเคราะห์หาระดับป้องกันน้ำท่วม กำหนดแนวรูปแบบความสูงของคันป้องกันน้ำท่วม และกำหนดแนวทางขนาดรูปแบบของระบบระบายน้ำภายในพื้นที่ป้องกันน้ำท่วมที่เหมาะสมต่อไป

3.3 การออกแบบ และศึกษาเปรียบเทียบทางเลือกต่างๆ

จากการศึกษาลักษณะการเกิดน้ำท่วมของพื้นที่ชุมชนเทศบาลเมืองร้อยเอ็ดตลอดจนการกำหนดแนวความคิดและแนวทางของการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมของชุมชนที่ประสบปัญหาน้ำท่วมเนื่องจากฝนตกในพื้นที่แล้วนั้น จึงได้นำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบวางระบบระบายน้ำสำหรับแก้ไขปัญหาน้ำท่วมหรืออุทกภัยของพื้นที่ชุมชนเทศบาลเมืองร้อยเอ็ดให้สอดคล้องกับสภาพการใช้ที่ดินในปัจจุบันและแนวโน้มการขยายตัวของชุมชนในอนาคต หนึ่งในการพิจารณาออกแบบวางระบบระบายน้ำเพื่อแก้ไขปัญหาน้ำท่วมในพื้นที่ชุมชนเทศบาลเมืองร้อยเอ็ดได้พิจารณาจัดทำเป็นทางเลือกตามสภาพเงื่อนไขในการบริหารจัดการน้ำ สภาพพื้นที่ภูมิประเทศและการพัฒนาชุมชนเป็นหลัก ทั้งนี้อาจจะมีแนวทางการวางระบบระบายน้ำเพียง 1 ทางเลือกก็ได้เนื่องจากการดำเนินการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมนอกจากจะถูกควบคุมด้วยลักษณะสภาพภูมิประเทศและขอบเขตของชุมชนเองแล้วยังจะต้องพิจารณาวางระบบระบายน้ำให้มีความสอดคล้องกับความต้องการของท้องถิ่นอีกด้วย ดังนั้นผู้ทำการศึกษาจึงได้เข้าพบและปรึกษาขอความคิดเห็นจากหน่วยงานท้องถิ่น (เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด) เพื่อผู้ทำการศึกษาจะได้นำทางเลือกต่างๆมาใช้ประกอบการศึกษาเปรียบเทียบในการจัดทำโครงการของพื้นที่ชุมชนเทศบาลเมืองร้อยเอ็ดต่อไป

3.4 การประเมินมูลค่าการลงทุน

การประเมินมูลค่าการลงทุน โครงการในการจัดทำโครงการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมพื้นที่ชุมชน เป็นการจัดทำประมาณราคาในการก่อสร้างองค์ประกอบของระบบที่มีการกำหนดรูปแบบเบื้องต้นของการป้องกันน้ำท่วมและการระบายน้ำซึ่งต้องประเมินค่าลงทุนในแต่ละทางเลือกเพื่อประกอบการวิเคราะห์ประเมินผลด้านราคาค่าก่อสร้างโดยมีลำดับขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

3.4.1 การจัดเตรียมข้อมูลราคา

ในการประเมินราคางาน ได้จัดเตรียมราคางานต่อหน่วย (Unit Cost) ของงานทุกประเภทที่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างหรืองานปรับปรุงสิ่งก่อสร้างที่เกี่ยวข้องกับงานระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำปฐมภูมิของพื้นที่ชุมชนด้วยการใช้เกณฑ์การกำหนดราคาของทางราชการโดยใช้ราคาต่อหน่วยของราคาวัสดุอุปกรณ์และค่าจ้างแรงงานที่รวบรวมจากหลายแหล่งข้อมูลที่ได้จากทั้งส่วนกลางและในพื้นที่โครงการ

3.4.2 เกณฑ์และปัจจัยที่พิจารณาในการประเมินราคา

การประเมินราคาการลงทุนของงาน โครงการในการจัดทำโครงการป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนเทศบาลเมืองร้อยเอ็ดมีสมมุติฐานดังต่อไปนี้

- (1) ทำสัญญาจ้างเหมาสำหรับงานก่อสร้างทั้งหมดกับผู้รับเหมาทั่วไปโดยการยื่นประมูลท้องถิ่น
- (2) การกำหนดราคางานต่อหน่วย (unit cost) มีเกณฑ์ในการจัดทำดังได้กล่าวแล้วข้างต้นโดยราคาต่อหน่วยใช้ราคาฐานที่ปี พ.ศ.2556 (เดือนกุมภาพันธ์ 2556)
- (3) องค์ประกอบของราคาการลงทุนประกอบด้วย
 - (3.1) ค่าวัสดุและอุปกรณ์สนับสนุน
 - (3.2) ค่าจ้างบุคลากร-ค่าจ้างแรงงาน
 - (3.3) ค่าดำเนินการค่ากำไรและค่าภาษี
 - (3.4) ค่างานวิศวกรรม
 - (3.5) ค่าจัดซื้อที่ดิน
 - (3.6) ค่าไฟฟ้า
- (4) การประเมินราคาเป็นการประมาณราคางานก่อสร้างโครงการเป็นราคาโดยตรงที่มีเงื่อนไขดังนี้

(4.1) ค่าเผื่อเหลือเผื่อขาด	25%
(4.2) ค่าดำเนินการกำไรภาษี	12%

- (4.3) ค่างานทางวิศวกรรม (ค่าออกแบบและควบคุมงาน) 3%
- (5) การคำนวณปริมาณงานในการประเมินราคาประกอบด้วย
- (5.1) งานก่อสร้าง หรือปรับปรุงคลองระบายน้ำและท่อระบายน้ำหลักคิดปริมาณงานตามความยาวเป็นเมตร
- (5.2) งานก่อสร้างประตูระบายน้ำ หรือประตูท่อระบายน้ำในแต่ละแห่งคิดปริมาณงานตามขนาดของบานระบายและเส้นผ่าศูนย์กลางท่อเป็นเมตร

3.5 การจัดลำดับความสำคัญขององค์ประกอบที่ใช้แก้ไขปัญหาน้ำท่วม

แนวทางและวิธีการดำเนินการจัดลำดับความสำคัญของทางเลือกหรือองค์ประกอบของระบบผู้ทำการศึกษาได้พิจารณาดำเนินการให้ครอบคลุมและมีความเหมาะสมในทุกๆด้านซึ่งวิธีการศึกษาทั้งหมดได้แสดงไว้ในแผนภูมิการศึกษาดังแสดงใน รูปที่ 3-1 ดังนั้นการศึกษายเปรียบเทียบเพื่อจัดลำดับความสำคัญของทางเลือกและองค์ประกอบที่ใช้แก้ไขปัญหาน้ำท่วมจึงใช้เกณฑ์อเนก (Multi Criteria) และนำมาสร้างขบวนการตัดสินใจ (Decision Making Process) ที่สามารถจำแนกการเปรียบเทียบความเหมาะสมใน 2 ด้านดังนี้

- 1) ความเหมาะสมด้านวิศวกรรม
- 2) ความเหมาะสมด้านราคาค่าก่อสร้าง

ผู้ทำการศึกษาได้ทำการศึกษาทางเลือกและลำดับความสำคัญขององค์ประกอบที่ใช้แก้ไขปัญหาน้ำท่วมโดยใช้หลักเกณฑ์ของการวิเคราะห์กำหนดบนพื้นฐานตามน้ำหนักความสำคัญ (Weighting) ของแต่ละด้านซึ่งประกอบด้วยปัจจัยและการให้คะแนน (rating) และน้ำหนักตามอุปสงค์สำคัญ (Want Criteria) ดังนี้

น้ำหนักความเหมาะสมของแต่ละด้านประกอบด้วย

- | | | |
|-----------------------|----|-------------|
| - ด้านวิศวกรรม | 60 | เปอร์เซ็นต์ |
| - ด้านราคาค่าก่อสร้าง | 40 | เปอร์เซ็นต์ |

วิธีการให้คะแนนกำหนดให้อยู่ในช่วงระหว่าง 5 ถึง 1 ตามความเหมาะสมโดยความหมายของแต่ละคะแนนมีดังนี้

- | | | |
|-------------------------------|---|-------|
| มีความเหมาะสมมากที่สุด | 5 | คะแนน |
| มีความเหมาะสมมาก | 4 | คะแนน |
| มีความเหมาะสมปานกลาง | 3 | คะแนน |
| มีความเหมาะสมน้อย | 2 | คะแนน |
| มีความเหมาะสมน้อยมากหรือไม่มี | 1 | คะแนน |

รายละเอียดของน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยต่างๆของแต่ละด้านและเกณฑ์การให้คะแนนของแต่ละปัจจัยได้นำเสนอแยกในรายละเอียดของการวิเคราะห์ความเหมาะสมในแต่ละด้านและในบางครั้งจะใช้วิธีการคัดออกเบื้องต้น (Pre-Screening Process) อนึ่งในการจัดลำดับความสำคัญขององค์ประกอบที่ใช้แก้ไขปัญหาน้ำท่วมของพื้นที่ชุมชนเทศบาลเมืองร้อยเอ็ดผู้ทำการศึกษา จะใช้ทางเลือกที่ได้รับความเห็นชอบจากเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด ที่กำกับดูแลการจัดทำโครงการของผู้ทำการศึกษาเท่านั้น เพื่อให้มีความเหมาะสมและเป็นไปได้ในการจัดทำโครงการนี้ให้เป็นจริง

บทที่ 4

ผลการศึกษาและวิเคราะห์ผล

จากการศึกษาวิเคราะห์ แนวทางในการแก้ไขปัญหาน้ำท่วม ในพื้นที่เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด อำเภอเมืองร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด สามารถอธิบายผลการศึกษา ได้ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำในพื้นที่

4.1.1 การรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

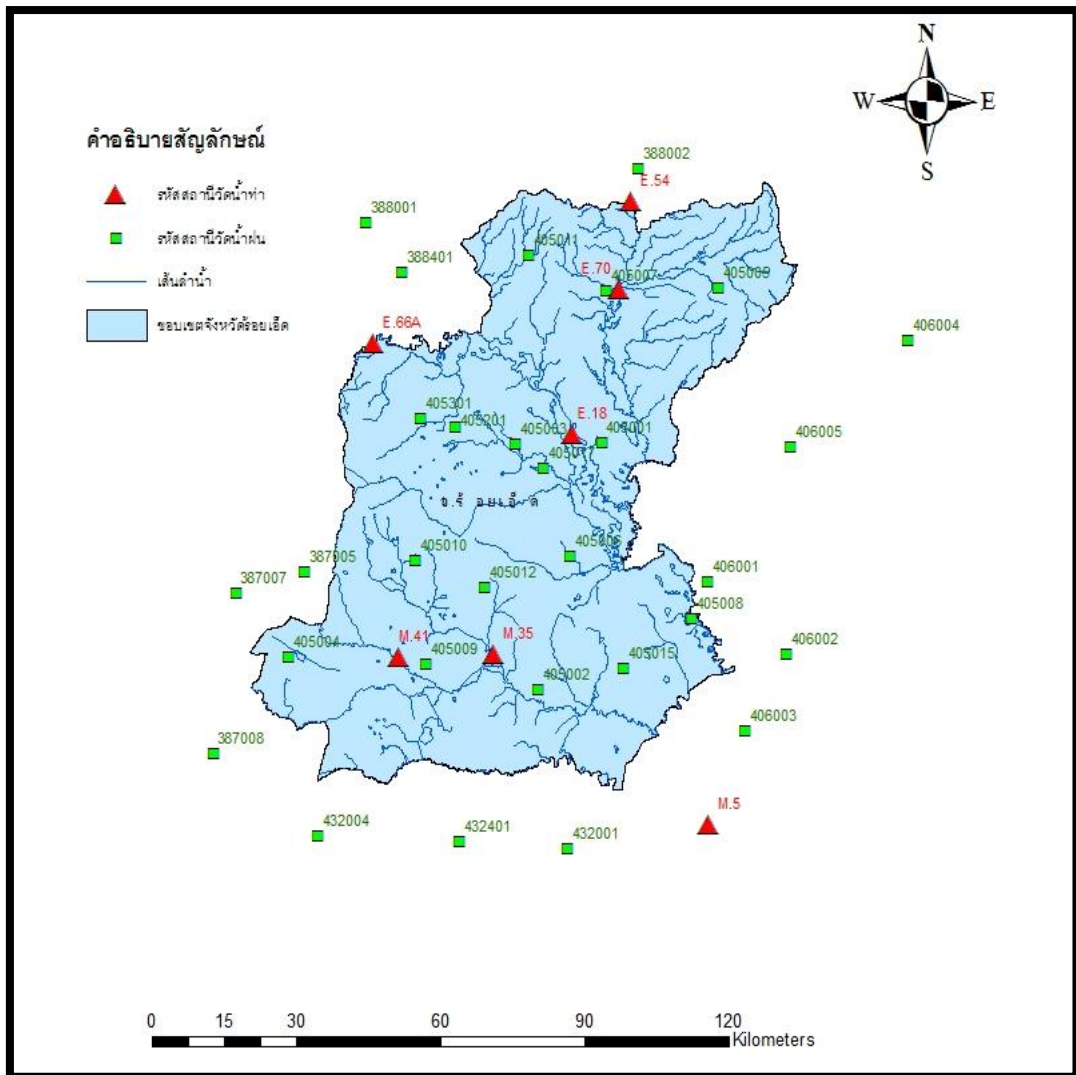
ผู้จัดทำโครงการได้เก็บรวบรวมข้อมูลอุตุณิยมวิทยา ข้อมูลฝน ข้อมูลระดับน้ำ ข้อมูลอัตราการไหลของสถานีตรวจวัดบริเวณพื้นที่จังหวัดร้อยเอ็ดและพื้นที่ข้างเคียง เพื่อนำมาใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลตามวิธีการทางสถิติ สำหรับนำไปพิจารณากำหนดแผนหลัก และออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำปฐมภูมิของพื้นที่จังหวัดร้อยเอ็ด โดยข้อมูลฝนที่รวบรวมได้ในพื้นที่จังหวัดร้อยเอ็ดและพื้นที่ข้างเคียงประกอบด้วย ข้อมูลฝนรายวัน ข้อมูลฝนที่มีช่วงเวลานสั้น (ข้อมูลฝนที่บันทึกแบบอัตโนมัติ) และข้อมูลน้ำท่า ของกรมอุตุณิยมวิทยาและกรมชลประทาน ทั้งนี้ได้แสดงตำแหน่งของสถานีต่าง ๆ ที่ดำเนินการรวบรวมข้อมูลดังแสดงใน **รูปที่ 4.1** และข้อมูลใน **ตารางที่ 4.1** ข้อมูลที่เก็บรวบรวมสรุปได้ดังนี้

1) ข้อมูลปริมาณฝน

รวบรวมข้อมูลการตรวจวัดปริมาณฝนรายวันจากสถานีตรวจวัดปริมาณฝนรวม 31 สถานี ซึ่งมีระยะเวลาการตรวจวัดข้อมูลระหว่าง ปี พ.ศ. 2525 ถึง ปี พ.ศ. 2555

2) ข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำ

รวบรวมข้อมูลการตรวจวัดระดับน้ำและปริมาณน้ำในแม่น้ำชีและแม่น้ำมูล ในส่วนที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต่อการศึกษา รวม 7 สถานี ซึ่งเป็นสถานีที่อยู่ในการควบคุมดูแลของกรมชลประทาน



รูปที่ 4.1 ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนและสถานีวัดระดับน้ำ

ตารางที่ 4.1 สถานีตรวจวัดอุตุ – อุทกวิทยาที่รวบรวมข้อมูลได้

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	หน่วย งาน	สถานที่		ตำแหน่ง		ข้อมูลที่รวบรวมได้	
			อำเภอ	จังหวัด	ละติจูด	ลองจิจูด	ระยะเวลา (พ.ศ.)	จำนวน (ปี)
ข้อมูลปริมาณน้ำฝน								
1	405201	กรมอุตุฯ	สตอ.ร้อยเอ็ด*	ร้อยเอ็ด	16° 03' 00"	103° 41' 00"	2525-2555	31
2	405301	กรมอุตุฯ	สภ.ร้อยเอ็ด*	ร้อยเอ็ด	16° 04' 00"	103° 37' 00"	2525-2555	31
3	405001	กรมอุตุฯ	เสถภูมิ	ร้อยเอ็ด	16° 01' 00"	103° 58' 00"	2525-2555	31
4	405002	กรมอุตุฯ	สุวรรณภูมิ	ร้อยเอ็ด	15° 35' 00"	103° 50' 00"	2525-2555	31
5	405003	กรมอุตุฯ	ธวัชบุรี	ร้อยเอ็ด	16° 01' 00"	103° 48' 00"	2525-2544 2546-2550 2552-2554	29
6	405004	กรมอุตุฯ	ปทุมรัตต์	ร้อยเอ็ด	15° 39' 00"	103° 21' 00"	2525-2550, 2555	27
7	405005	กรมอุตุฯ	หนองพอก	ร้อยเอ็ด	16° 17' 00"	104° 12' 00"	2525-2544 2547-2550 2555	25
8	405006	กรมอุตุฯ	อาจสามารถ	ร้อยเอ็ด	15° 49' 00"	103° 54' 00"	2525-2549, 2555	26
9	405007	กรมอุตุฯ	โพนทอง	ร้อยเอ็ด	16° 17' 00"	103° 59' 00"	2525-2538 2540-2541 2543-2546, 2549-2550, 2552, 2554	24
10	405008	กรมอุตุฯ	พนมไพร	ร้อยเอ็ด	15° 42' 00"	104° 08' 00"	2525-2550, 2552-2555	30
11	405009	กรมอุตุฯ	เกษตรวิสัย	ร้อยเอ็ด	15° 38' 00"	103° 37' 00"	2525-2544, 2547-2552, 2554	27
12	405010	กรมอุตุฯ	จตุรพักตรพิมาน	ร้อยเอ็ด	15° 49' 00"	103° 36' 00"	2525-2548, 2552-2554	27
13	405011	กรมอุตุฯ	โพธิ์ชัย	ร้อยเอ็ด	16° 21' 00"	103° 50' 00"	2525-2536, 2538-2543, 2546-2550, 2552, 2554	25
14	405012	กรมอุตุฯ	เมืองสรวง	ร้อยเอ็ด	15° 46' 00"	103° 44' 00"	2525-2544, 2546-2555	30

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	หน่วย งาน	สถานที่		ตำแหน่ง		ข้อมูลที่รวบรวมได้	
			อำเภอ	จังหวัด	ละติจูด	ลองจิจูด	ระยะเวลา (พ.ศ.)	จำนวน (ปี)
ข้อมูลปริมาณน้ำฝน								
15	405015	กรมอุตุฯ	อ.หนองฮี	ร้อยเอ็ด	15° 37' 00"	104° 00' 00"	2539-2540, 2547-2548, 2554	5
16	405016	กรมอุตุฯ	อ.เชียงขวัญ	ร้อยเอ็ด	16° 10' 57"	102° 43' 35"	2541-2543, 2548-2549	5
17	405017	กรมอุตุฯ	อ.ทุ่งเขาหลวง	ร้อยเอ็ด	15° 58' 44"	103° 51' 20"	2541,2543, 2548-2549, 2554	5
18	406001	กรมอุตุฯ	อ.เมืองยโสธร	ยโสธร	15° 46' 00"	104° 10' 00"	2529-2544, 2546-2553, 2555	25
19	406002	กรมอุตุฯ	คำเขื่อนแก้ว	ยโสธร	15° 38' 00"	104° 19' 00"	2526-2555	30
20	406003	กรมอุตุฯ	มหาชนะชัย	ยโสธร	15° 30' 00"	104° 14' 00"	2526-2555	30
21	406004	กรมอุตุฯ	เลิงนกทา	ยโสธร	16° 11' 00"	104° 34' 00"	2526-2555	30
22	406005	กรมอุตุฯ	กุศชุม	ยโสธร	16° 00' 00"	104° 20' 00"	2526-2550, 2552-2554	29
23	388401	กรมอุตุฯ	สอท.กมลาไสย	กาฬสินธุ์	16° 19' 57"	103° 35' 18"	2539-2555	17
24	388001	กรมอุตุฯ	อ.เมือง กาฬสินธุ์	กาฬสินธุ์	16° 25' 00"	103° 31' 00"	2526-2555	30
25	388002	กรมอุตุฯ	ภูดินารายณ์	กาฬสินธุ์	16° 30' 00"	104° 03' 00"	2526-2549	24
26	432401	กรมอุตุฯ	สอท.ท่าคูม*	สุรินทร์	15° 19' 10"	103° 40' 45"	2526-2555	30
27	432001	กรมอุตุฯ	รัตนบุรี	สุรินทร์	15° 18' 00"	103° 53' 00"	2526-2548, 2550, 2552, 2554	26
28	432004	กรมอุตุฯ	ชุมพลบุรี	สุรินทร์	15° 20' 00"	103° 24' 00"	2526-2555	30
29	387005	กรมอุตุฯ	วาปีปทุม	มหาสารคาม	15° 48' 00"	103° 23' 00"	2527-2548, 2552, 2554-2555	25
30	387007	กรมอุตุฯ	นาดูน	มหาสารคาม	15° 46' 00"	103° 15' 00"	2528-2555	28
31	387008	กรมอุตุฯ	พยัคฆภูมิพิสัย	มหาสารคาม	15° 29' 00"	103° 12' 00"	2526-2555	30
29	387005	กรมอุตุฯ	วาปีปทุม	มหาสารคาม	15° 48' 00"	103° 23' 00"	2527-2548, 2552, 2554-2555	25
30	387007	กรมอุตุฯ	นาดูน	มหาสารคาม	15° 46' 00"	103° 15' 00"	2528-2555	28
31	387008	กรมอุตุฯ	พยัคฆภูมิพิสัย	มหาสารคาม	15° 29' 00"	103° 12' 00"	2526-2555	30

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	หน่วย งาน	สถานที่		ตำแหน่ง		ข้อมูลที่รวบรวมได้	
			อำเภอ	จังหวัด	ละติจูด	ลองจิจูด	ระยะเวลา (พ.ศ.)	จำนวน (ปี)
ข้อมูลปริมาณน้ำท่า								
1	E.66A	กรมชลฯ	จังหาร	ร้อยเอ็ด	16° 12' 08"	103° 31' 41"	2542- 2553	12
2	E.70	กรมชลฯ	โพนทอง	ร้อยเอ็ด	16° 17' 15"	104° 00' 33"	2526- 2553	28
3	E.18	กรมชลฯ	อ.ทุ่งเขาหลวง	ร้อยเอ็ด	16° 01' 59"	103° 54' 38"	2522- 2553	32
4	E.54	กรมชลฯ	ภูหินรายณ์	กาฬสินธุ์	16° 26' 29"	104° 02' 07"	2523- 2553	31
5	M.41	กรมชลฯ	เกษตรวิสัย	ร้อยเอ็ด	15° 38' 46"	103° 33' 55"	2522- 2534	13
6	M.35	กรมชลฯ	สุวรรณภูมิ	ร้อยเอ็ด	15° 38' 49"	103° 45' 00"	2522- 2531	10
7	M.5	กรมชลฯ	ราษีไศล	ศรีสะเกษ	15° 20' 16"	104° 09' 29"	2522- 2553	32

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณฝน

เนื่องจากปริมาณฝนและลักษณะของฝนที่ตกในพื้นที่จังหวัดร้อยเอ็ดจะเป็นหนึ่งในหลาย ๆ ปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดสภาวะน้ำท่วมขังในพื้นที่ชุมชนและพื้นที่โดยรอบ ดังนั้น เพื่อให้การพิจารณากำหนดแผนหลักและรูปแบบของการแก้ไขปัญหาปริมาณน้ำท่วมขังของพื้นที่ชุมชนและพื้นที่โดยรอบมีความเหมาะสมสอดคล้องกับสภาพพื้นที่ตกในพื้นที่ จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณฝนที่ตกในพื้นที่จังหวัดร้อยเอ็ด โดยอาศัยข้อมูลการตรวจวัดปริมาณฝนของสถานีวัดฝนต่าง ๆ ที่กระจายตัวครอบคลุมพื้นที่โครงการ ซึ่งสถานีตรวจวัดปริมาณฝนที่ได้พิจารณาคัดเลือกมาใช้ในการศึกษา และวิเคราะห์มีทั้งหมด 25 แห่ง ดังแสดง ตารางที่ 4.2

เพื่อให้การออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำของพื้นที่ชุมชนมีความถูกต้องและสอดคล้องตามหลักวิชาการ ผู้จัดทำโครงการงานจึงได้วิเคราะห์ข้อมูลฝนเพื่อนำไปใช้ในการออกแบบระบบระบายน้ำ โดยใช้ข้อมูลปริมาณฝนรายปีและจำนวนวันที่ฝนตกของแต่ละสถานี ดังแสดงใน ตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.2 สถานีตรวจวัดอุตุ - อุทกวิทยาที่ใช้ในการออกแบบ

ลำดับที่	รหัสสถานี	อำเภอ	จังหวัด
1	405201	สตอ.ร้อยเอ็ด*	ร้อยเอ็ด
2	405301	สทช.ร้อยเอ็ด*	ร้อยเอ็ด
3	405001	เสถภูมิ	ร้อยเอ็ด
4	405002	สุวรรณภูมิ	ร้อยเอ็ด
5	405003	ธวัชบุรี	ร้อยเอ็ด
6	405004	ปทุมรัตต์	ร้อยเอ็ด
7	405005	หนองพอก	ร้อยเอ็ด
8	405006	อาจสามารถ	ร้อยเอ็ด
9	405008	พนมไพร	ร้อยเอ็ด
10	405009	เกษตรวิสัย	ร้อยเอ็ด
11	405010	จตุรพักตรพิมาน	ร้อยเอ็ด
12	405011	โพธิ์ชัย	ร้อยเอ็ด
13	405012	เมืองสรวง	ร้อยเอ็ด
14	406001	อ.เมืองยโสธร	ยโสธร
15	406002	คำเขื่อนแก้ว	ยโสธร
16	406003	มหาชนะชัย	ยโสธร
17	406004	เลิงนกทา	ยโสธร
18	406005	กุฉินท	ยโสธร
19	388001	อ.เมือง กาฬสินธุ์	กาฬสินธุ์
20	432401	สอท.ท่าตูม*	สุรินทร์
21	432001	รัตนบุรี	สุรินทร์
22	432004	ชุมพลบุรี	สุรินทร์
23	387005	วาปีปทุม	มหาสารคาม
24	387007	นาคูน	มหาสารคาม
25	387008	พยัคฆภูมิพิสัย	มหาสารคาม

ตารางที่ 4.3 ปริมาณฝนรายปีและจำนวนวันที่ฝนตกของแต่ละสถานี

ลำดับ	รหัส	ฝนรายปีเฉลี่ย (มม.)	จำนวนวันที่ฝนตก (วัน)
1	405201	1347.2	109
2	405301	1255.9	122
3	405001	1301.4	80
4	405002	1286.6	67
5	405003	1152.6	75
6	405004	1222.4	75
7	405005	1414.9	74
8	405006	1124.8	72
9	405008	1271.7	74
10	405009	1171.6	73
11	405010	1033.4	65
12	405011	1464.4	87
13	405012	1106.8	69
14	406001	1212.3	127
15	406002	1447.7	90
16	406003	1489.9	87
17	406004	1842.3	89
18	406005	1503.8	79
19	388001	1335.0	92
20	432401	1384.6	109
21	432001	1322.6	94
22	432004	1334.2	84
23	387005	1157.9	60
24	387007	1185.3	64
25	387008	1332.9	81

4.1.3 การหาความเข้มฝน

กราฟความเข้ม - ช่วงเวลา - ความถี่การเกิด (Intensity – Duration - Frequency Curve) สร้างขึ้นจากความลึกฝนเฉพาะจุด (Point rainfall) ที่มีช่วงเวลาการตกของฝนต่างกันตั้งแต่ 5 นาที ถึง 24 ชั่วโมง ซึ่งกราฟดังกล่าวสามารถแทนได้โดยสมการ (4.1)

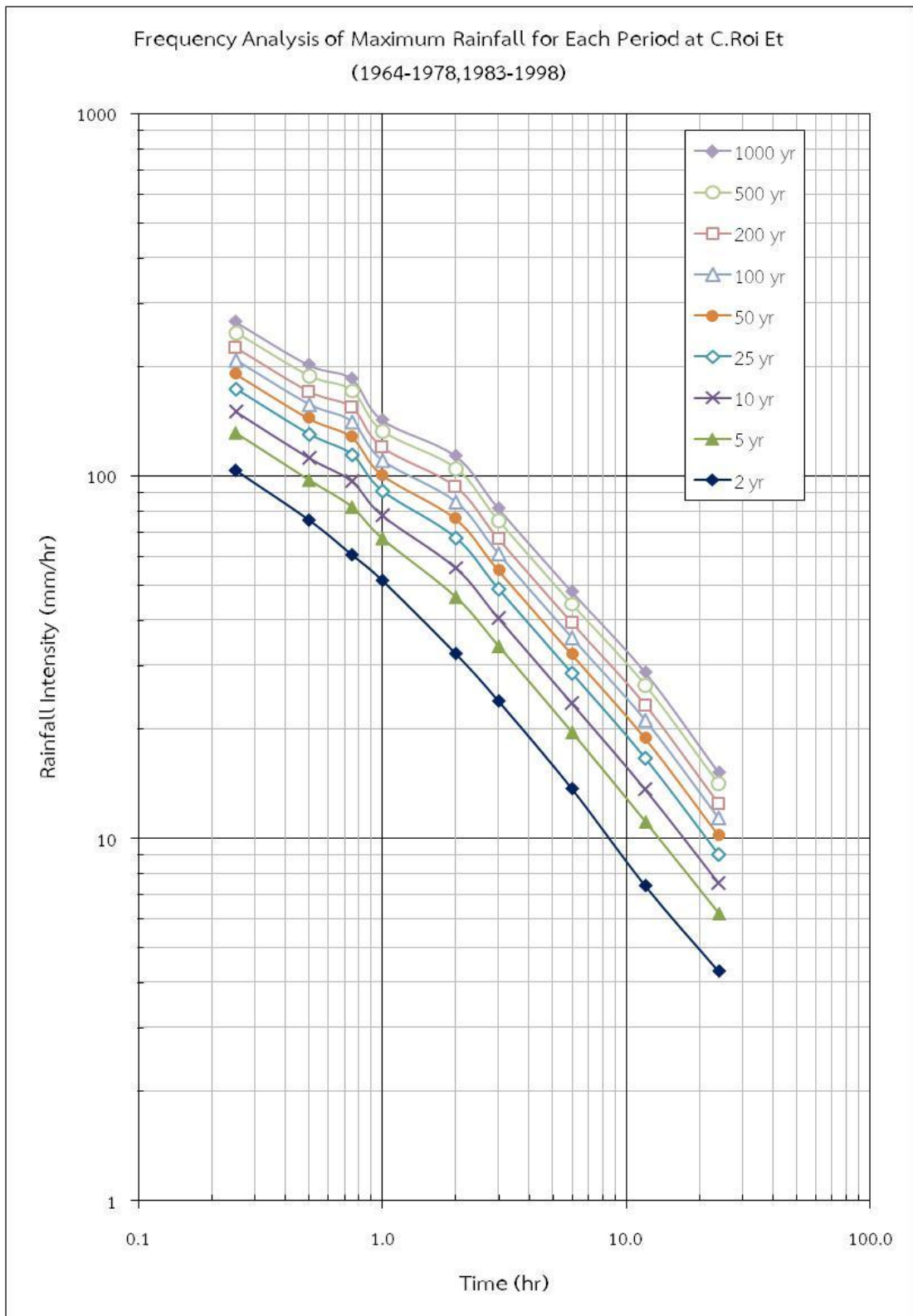
$$i = \frac{a}{(t_d + b)^c} \quad (4.1)$$

เมื่อ i = ความเข้มฝน (มิลลิเมตร/ชั่วโมง)

t_d = ช่วงเวลาของฝนที่ตก (นาที)

a, b, c = ค่าคงที่ที่ได้จากการวิเคราะห์สมการถดถอย (Regression analysis)

กราฟความเข้มฝน - ช่วงเวลา - ความถี่การเกิด (IDF Curve) มีความจำเป็นสำหรับการออกแบบระบบระบายน้ำในเขตเมือง ผู้ทำโครงการสามารถใช้ข้อมูลที่สถานีกรมชลประทานร้อยเอ็ด (C.Roi Et) ซึ่งกรมชลประทานได้ทำการวิเคราะห์และจัดทำ IDF Curve ไว้แล้ว ดังแสดงใน รูปที่ 4.2 และ ตารางที่ 4.4 ดังนั้น ผู้ทำโครงการจึงนำ IDF Curve ดังกล่าวมาใช้ในการออกแบบระบบระบายน้ำของพื้นที่จังหวัดร้อยเอ็ด



រូបភាព 4.2 Rainfall Intensity - Duration - Frequency Curve (IDF Curve) at C.Roi Et
(1964-1978, 1983-1998)

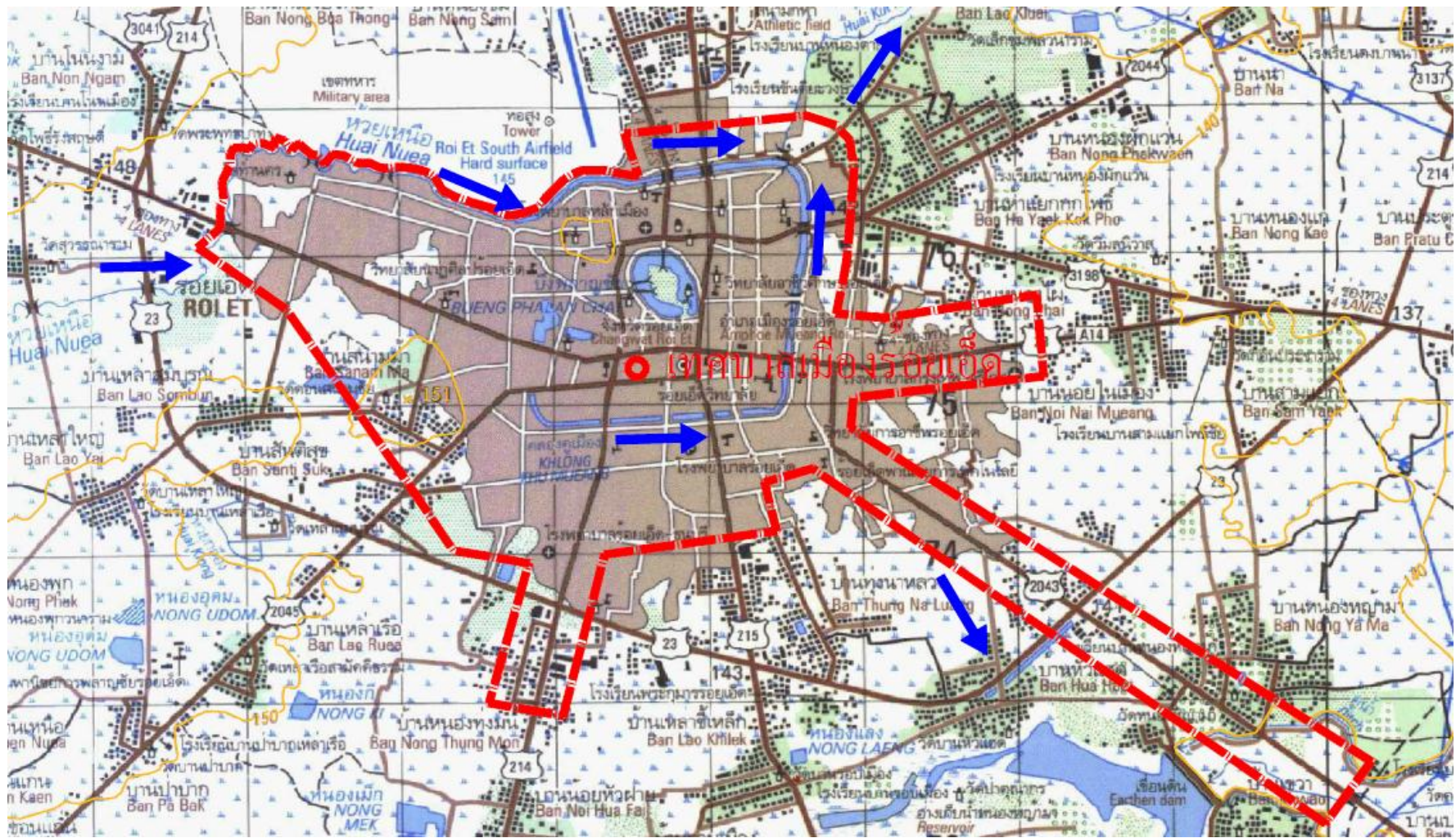
ตารางที่ 4.4 Frequency Analysis of Maximum Rainfall for Each Period at C.Roi Et
(1964-1978, 1983-1998)

Time (hr)	Rainfall Amount (mm)								
	2 yr	5 yr	10 yr	25 yr	50 yr	100 yr	200 yr	500 yr	1000 yr
0.25	25.80	32.90	37.60	43.40	47.80	52.10	56.50	62.20	66.50
0.50	37.30	48.70	56.00	65.20	72.00	78.80	85.50	94.40	101.10
0.75	45.40	61.60	72.30	85.80	95.90	105.90	115.80	128.90	138.80
1.00	51.40	67.20	77.60	90.80	100.60	110.30	120.00	132.80	142.40
2.00	64.60	92.70	111.30	134.80	152.20	169.50	186.80	209.50	226.70
3.00	71.70	101.60	121.30	146.20	164.70	183.10	201.40	225.60	243.80
6.00	82.20	117.80	141.30	171.00	193.00	214.90	236.70	265.50	287.20
12.00	89.30	133.50	162.70	199.60	227.00	254.20	281.30	317.00	344.10
24.00	103.80	149.00	179.00	216.80	244.90	272.80	300.60	337.20	364.90

Time (hr)	Rainfall Intensity (mm/hr)								
	2 yr	5 yr	10 yr	25 yr	50 yr	100 yr	200 yr	500 yr	1000 yr
0.25	103.40	131.50	150.20	173.80	191.20	208.60	225.90	248.70	265.90
0.50	75.40	97.40	111.90	130.30	144.00	157.50	171.00	188.80	202.20
0.75	60.50	82.10	96.40	114.40	127.80	141.10	154.40	171.90	185.10
1.00	51.40	67.20	77.60	90.80	100.60	110.30	120.00	132.80	142.40
2.00	32.30	46.30	55.60	67.40	76.10	84.80	93.40	104.80	113.40
3.00	23.90	33.90	40.40	48.70	54.90	61.00	67.10	75.20	81.30
6.00	13.70	19.60	23.50	28.50	32.20	35.80	39.40	44.20	47.90
12.00	7.40	11.10	13.60	16.60	18.90	21.20	23.40	26.40	28.70
24.00	4.30	6.20	7.50	9.00	10.20	11.40	12.50	14.10	15.20

4.2 สภาพทางกายภาพ ลักษณะภูมิประเทศ และทิศทางการไหลของน้ำ

จากการศึกษาแผนที่ภูมิประเทศ 1 : 50,000 เพื่อตรวจสอบระดับเส้นชั้นความสูง พบว่า ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด อำเภอเมืองร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด มีระดับความสูงที่แตกต่างกันของจุดที่สูงสุดกับจุดที่ต่ำสุดอยู่ประมาณ 3 เมตร และเมื่อเทียบกับระยะความห่างของพื้นที่อยู่ที่ประมาณ 6 กิโลเมตร จัดว่ามีความลาดชันที่น้อยมาก ทิศทางการไหลของการระบายน้ำตามธรรมชาติ จะมีทิศทางการไหลเข้าทางทิศตะวันตก และระบายออกแบ่งเป็น 2 ทิศทาง คือ ทิศตะวันออกเฉียงเหนือและทิศตะวันออกเฉียงใต้ โดยการระบายน้ำทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือเป็นการระบายน้ำที่รับจากในพื้นที่ บึงพลาญชัย ลำห้วยเหนือและคูเมือง โดยมีประตูระบายน้ำเปิด - ปิด เพื่อรักษาระดับน้ำในคูเมือง แล้วระบายไปสู่ห้วยกุดขวาง และไหลลงสู่แม่น้ำชี ส่วนการระบายน้ำทางทิศตะวันออกเฉียงใต้เป็นการระบายน้ำที่รับจากภายในพื้นที่เป็นส่วนใหญ่ เป็นการไหลระบายตามธรรมชาติ โดยระบายไปสู่อ่างเก็บน้ำหนองหญ้าม้า ลงลำห้วยหนองหญ้าม้า และไหลลงสู่แม่น้ำชีต่อไป ดังแสดงใน รูปที่ 4.3 ในฤดูฝนน้ำที่ระจัดกระจายอยู่ในพื้นที่เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด จะไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำโดยใช้ระยะเวลาพอสมควร ซึ่งหากมีช่วงเวลาฝนตกนานมากและปริมาณน้ำฝนมากในบางปี จะต้องใช้เวลาหลายชั่วโมงในการระบายน้ำออกจากพื้นที่เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด เพื่อให้เข้าสู่สภาวะปกติ และสาเหตุบางส่วนที่ทำให้เกิดปัญหาน้ำท่วมขังซ้ำซากกันในทุก ๆ ปี คือ พื้นที่บริเวณโดยรอบ มีการก่อสร้างโรงงานอุตสาหกรรม มีการขยายเขตที่พักอาศัย มีการถมที่เพื่อก่อสร้างบ้านจัดสรรในพื้นที่มากมาย ซึ่งทำให้ระดับค่าเฉลี่ยความสูงของพื้นที่ก็จะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม



รูปที่ 4.3 ค่าระดับความสูง-ต่ำของพื้นที่ และทิศทางการระบายของน้ำตามธรรมชาติ ของเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด

4.3 ระบบระบายน้ำในปัจจุบันของเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด

เทศบาลเมืองร้อยเอ็ดเป็นชุมชนที่มีกิจกรรมหลายประเภท การระบายน้ำจึงมีทั้งระบบท่อหลัก (Main drainage line) และระบบท่อย่อย (Lateral drainage line) เพื่อรับน้ำจากพื้นที่ย่อยแล้วรวมเข้าสู่ท่อระบายน้ำหลักต่อไป ซึ่งในปัจจุบันท่อระบายน้ำมีทิศทางไหลและรวบรวมการระบายลงสู่คูเมือง แสดงดัง รูปที่ 4.4 การแบ่งพื้นที่รับน้ำเพื่อออกแบบระบายน้ำ จะอาศัยแผนที่ภูมิประเทศของเทศบาลเมืองร้อยเอ็ดที่แสดงเส้นชั้นความสูงของพื้นดิน (Contour line) ในการกำหนดขอบเขตของแต่ละพื้นที่ ซึ่งเรียกว่า พื้นที่รับน้ำ ซึ่งผลจากการศึกษาสามารถแบ่งพื้นที่รับน้ำออกเป็น 4 พื้นที่หลัก ดังแสดงอยู่ใน รูปที่ 4.5 โดยมีขนาดของแต่ละพื้นที่ แสดงอยู่ใน ตารางที่ 4.5

4.4 พื้นที่ที่ถูกล้นท่วม

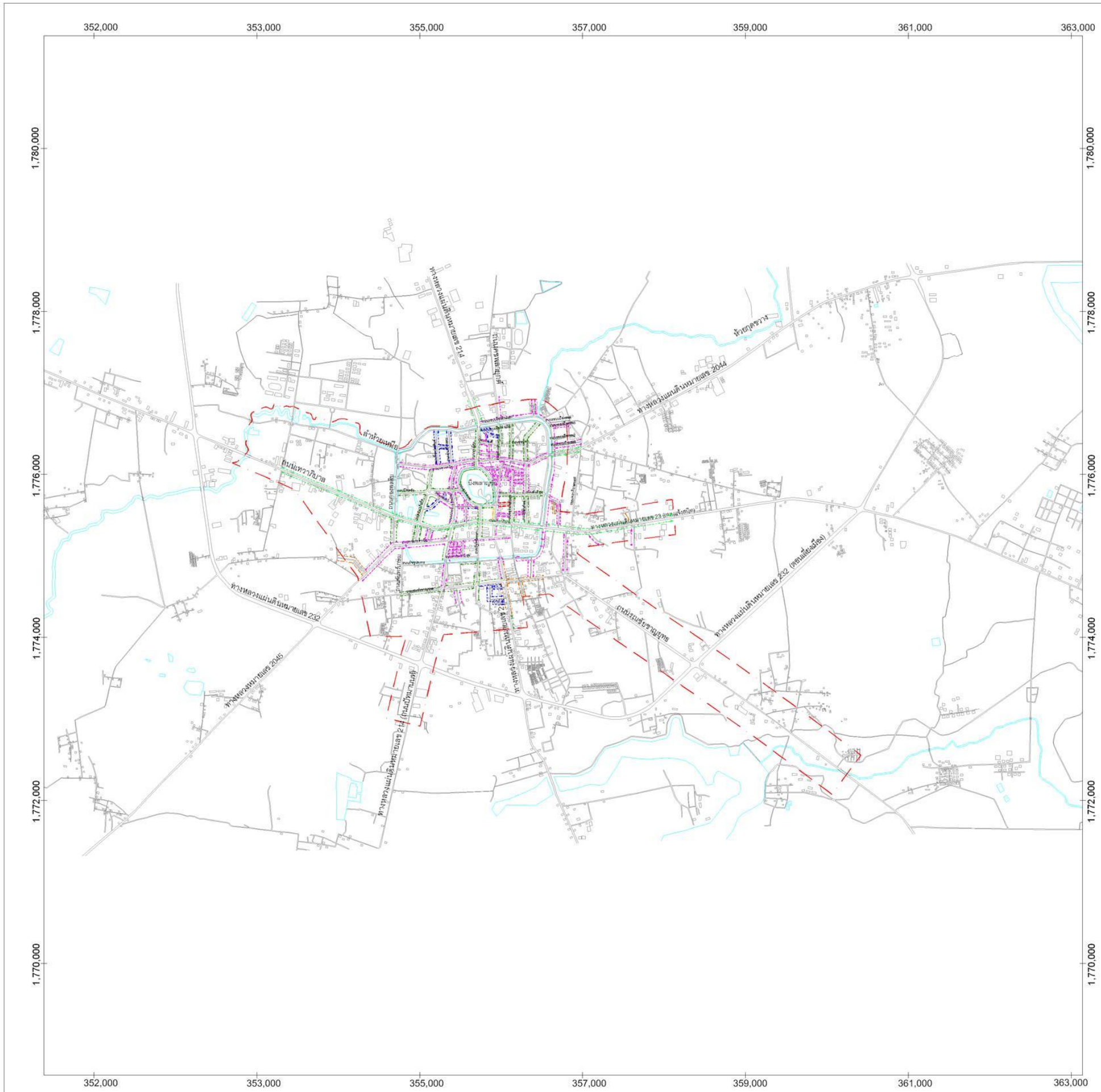
จากการลงพื้นที่สำรวจ และการสอบถามข้อมูลในพื้นที่ประสบปัญหาน้ำท่วมขังเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด พบว่าบริเวณพื้นที่ที่ถูกล้นท่วมขังอยู่เป็นประจำทุกปี คือ บริเวณพื้นที่บริหารจัดการน้ำ ที่ 3 และพื้นที่บริหารจัดการน้ำ ที่ 4 ดังแสดงใน รูปที่ 4.6

การตรวจสอบร่องรอยของน้ำท่วมขังในพื้นที่ และจากการสอบถามประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่น้ำท่วมขังของเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด พบว่าระดับน้ำท่วมสูงสุดอยู่ที่ ระดับ 0.40 - 1.00 เมตร ใช้ระยะเวลาในการระบายออกจนหมด 2 - 6 ชั่วโมง

4.5 พื้นที่ระบายน้ำ

จากการศึกษาพื้นที่ที่สามารถระบายน้ำออกในพื้นที่เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด มีแนวทางที่สามารถระบายน้ำออกได้จำนวน 2 ทิศทาง ได้แก่

1. บริเวณพิกัด ละติจูดที่ 16.065610 องศา ลองจิจูดที่ 103.658343 องศา เป็นประตูระบายน้ำที่สามารถเปิด - ปิด เพื่อรักษาระดับน้ำภายในคูเมือง ทำให้สามารถดำเนินการปล่อยน้ำออกในบริเวณพื้นที่ได้เลย เพื่อระบายลงสู่ลำห้วยกุดขวาง และระบายสู่พื้นที่ระบายน้ำต่อไป
2. บริเวณพิกัด ละติจูดที่ 16.026697 องศา ลองจิจูดที่ 103.692977 องศา เป็นจุดที่สามารถระบายน้ำจากเทศบาลเมืองร้อยเอ็ดลงสู่ลำห้วยหนองหญ้าฆ่า และระบายสู่พื้นที่ระบายน้ำต่อไป

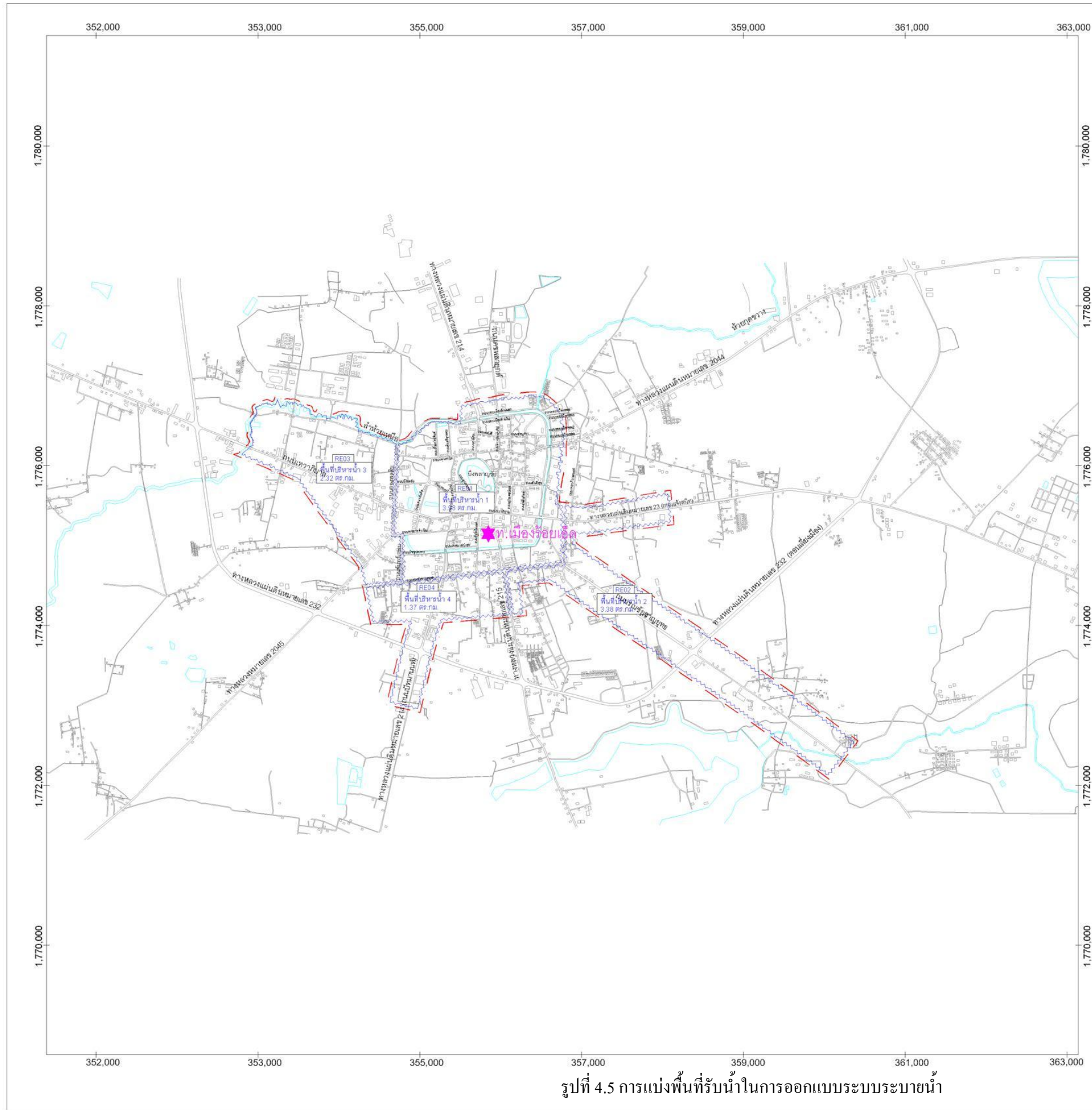


- สัญลักษณ์**
- เขตเทศบาล
 - ถนน
 - แม่น้ำ คลอง ห้วยหนอง
 - แนวท่อระบายน้ำขนาด Ø 0.60 m.
 - แนวท่อระบายน้ำขนาด Ø 0.80 m.
 - แนวท่อระบายน้ำขนาด Ø 1.00 m.
 - แนววางระบายน้ำขนาด 0.40 m.
 - แนววางระบายน้ำขนาด 0.30 m.
 - แนวการไหลตามความลาดชัน (ไม่มีท่อ)
 - ตำแหน่งระบายน้ำออก

0 0.25 0.5 1 กิโลเมตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	
การศึกษาความเหมาะสม ระบบป้องกันและระบบระบายน้ำของพื้นที่ เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด อำเภอเมืองร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด	
รูปที่	ระบบท่อและทิศทางการระบายน้ำในปัจจุบัน
4-2	เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด

รูปที่ 4.4 ระบบท่อและทิศทางการระบายน้ำเทศบาลเมืองร้อยเอ็ดในปัจจุบัน

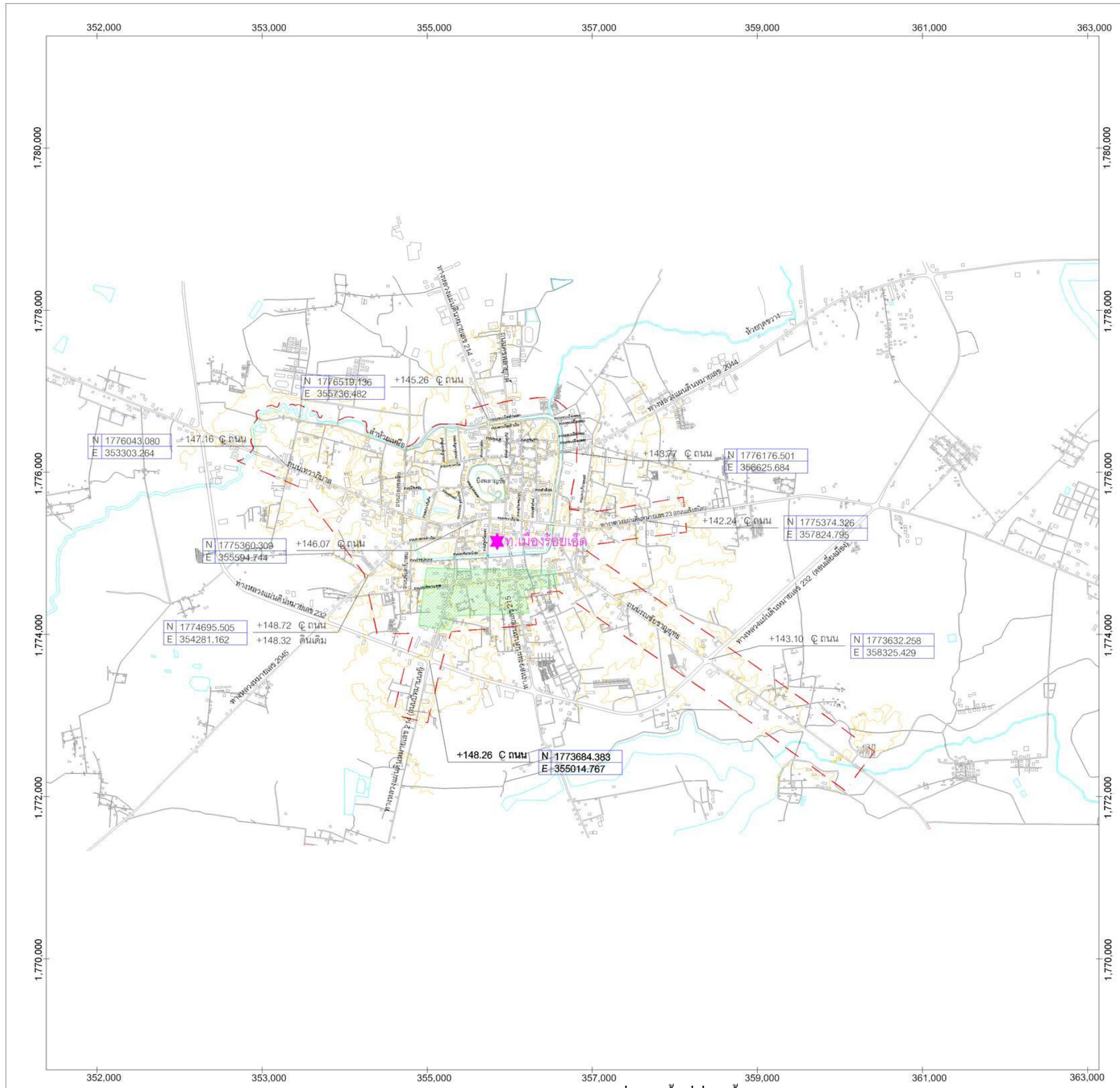


- สัญลักษณ์**
- เขตเทศบาล
 - ถนน
 - แม่น้ำ คลอง ห้วย หนอง
 - ที่ทำการเทศบาล
 - ขอบเขตพื้นที่บริหารน้ำ

0 0.25 0.5 1 กิโลเมตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	
การศึกษาคความเหมาะสม ระบบป้องกันและระบบระบายน้ำของพื้นที่ เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด อำเภอเมืองร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด	
รูปที่ 4-3	การแบ่งพื้นที่บริหารจัดการน้ำ เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด

รูปที่ 4.5 การแบ่งพื้นที่รับน้ำในการออกแบบระบบระบายน้ำ



- KEY MAP**
- สัญลักษณ์**
- เขตเทศบาล
 - ถนน
 - แม่น้ำ คลอง ห้วย หนอง
 - ที่ทำการเทศบาล
 - พื้นที่น้ำท่วมจากน้ำท่วมขัง
 - ระดับ ถนน (ม.รทก)
 - เส้นชั้นความสูง (ม.รทก)

0 0.25 0.5 1 กิโลเมตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	
การศึกษาความเหมาะสม ระบบป้องกันและระบบระบายน้ำของพื้นที่ เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด อำเภอเมืองร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด	
รูปที่ 4-4	บริเวณพื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมขัง เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด

รูปที่ 4.6 พื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมขัง เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด

ตารางที่ 4.5 ขนาดพื้นที่บริหารน้ำของเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด

รหัส	ชื่อพื้นที่รับน้ำ	พื้นที่ (ตร.กม.)
RE01	พื้นที่บริหารน้ำ 1	3.98
RE02	พื้นที่บริหารน้ำ 2	3.38
RE03	พื้นที่บริหารน้ำ 3	2.32
RE04	พื้นที่บริหารน้ำ 4	1.37
รวม		11.05

4.6 แนวทางในการแก้ไขปัญหาโดยกำหนดทิศทางการระบายน้ำ

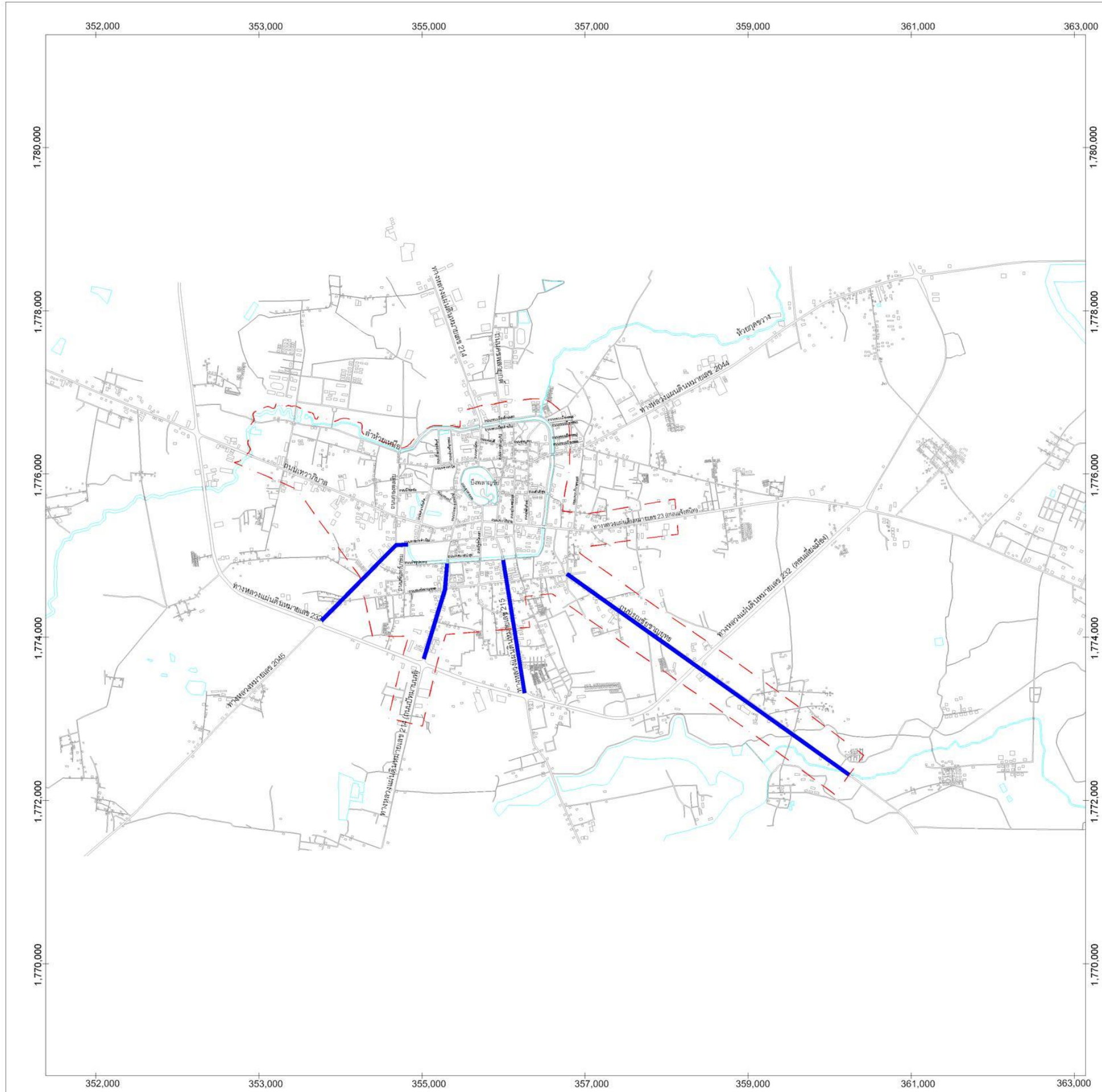
ในการลงพื้นที่สำรวจภาคสนามนั้น ได้สำรวจบริเวณส่วนปลายของระบบระบายน้ำ และการสอบถามประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ดังกล่าวว่าในช่วงเวลาที่ฝนตกหนักมีปัญหาน้ำท่วมในบริเวณดังกล่าวหรือไม่ ผลที่ได้คือ เมื่อเกิดฝนตกหนักต่อเนื่องจะเกิดปัญหาน้ำท่วมซึ่งต้องใช้เวลาในการระบายน้ำ เพราะน้ำจะไหลลงสู่ท่อระบายน้ำไม่ทัน ทำให้เกิดน้ำท่วมขังตามพื้นที่ต่างๆ และท่อระบายน้ำบริเวณถนนจะต้องรับน้ำจากระบบระบายน้ำย่อยอื่นๆ ทำให้มีปัญหาในการระบายน้ำไม่ทัน

จากข้อมูลที่รวบรวมได้ สามารถสรุปเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาทั่วมนในเขตพื้นที่เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด ไปตามถนนหลัก 4 สาย เส้นทางในการออกแบบแสดงดัง **รูปที่ 4.7** ซึ่งแยกทางเลือก โดยให้ความเหมาะสมด้านวิศวกรรม จากค่าระดับและการไหลด้วยแรงโน้มถ่วงของโลกเป็นตัวกำหนดทิศทาง เป็นทางเลือกที่ 1 และอีกทิศทางตรงข้าม เป็นทางเลือกที่ 2 ดังแสดงใน **รูปที่ 4.8** และ **รูปที่ 4.9** โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ถนน 2043 (ถนนรณชัยชาญยุทธ) ให้คงรูปแบบและเส้นทางเดิม ตามแผนแม่บทของเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด แล้วทำการเพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อคอนกรีตเสริมเหล็ก และแบ่งการออกแบบเป็น 2 ช่วง
 - 1.1 ช่วงที่ 1 จากแยกถนนศรีเทวา ถึงสี่แยกตัดกับถนนเลียงเมือง พื้นที่รับน้ำย่อย 0.76 ตารางกิโลเมตร
 - แนวทางเลือกที่ 1 ระยะทางการไหล 1,923 เมตร ออกแบบทิศทางการไหลจากแยกถนนศรีเทวา ไหลไปสู่สี่แยกตัดกับถนนเลียงเมือง และระบายสู่ท่อระบายน้ำช่วงที่ 2

- แนวทางเลือกที่ 2 ระยะทางการไหล 1,923 เมตร ออกแบบทิศทางการไหล จากสี่แยกตัดกับถนนเลียงเมือง ไหลไปสู่แยกถนนศรีทเวา และระบายเข้าสู่คูเมือง
- 1.2 ช่วงที่ 2 จากสี่แยกตัดกับถนนเลียงเมือง ถึงสะพานข้ามลำห้วยหนองหญ้าฆ่า พื้นที่รับน้ำย่อย 1.44 ตารางกิโลเมตร
- แนวทางเลือกที่ 1 ระยะทางการไหล 2,189 เมตร ออกแบบทิศทางการไหล จากสี่แยกตัดกับถนนเลียงเมือง ไหลไปสู่สะพานข้ามลำห้วยหนองหญ้าฆ่า และระบายสู่ลำห้วยหนองหญ้าฆ่า
 - แนวทางเลือกที่ 2 ระยะทางการไหล 2,189 เมตร ออกแบบทิศทางการไหล จากสะพานข้ามลำห้วยหนองหญ้าฆ่า ไหลไปสู่สี่แยกตัดกับถนนเลียงเมือง และระบายสู่ท่อระบายน้ำช่วงที่ 1 เข้าสู่คูเมือง
2. ถนน 2045 (ถนนราชการดำเนิน) ออกแบบทิศทางการระบาย และขยายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ท่อระบายน้ำ จากแยกตัดกับถนนกองพล ถึงสี่แยกตัดกับถนนเลียงเมือง พื้นที่รับน้ำย่อย 1.31 ตารางกิโลเมตร
- 2.1 แนวทางเลือกที่ 1 ระยะทางการไหล 643 เมตร ออกแบบทิศทางการไหล จากสี่แยกตัดกับถนนเลียงเมือง ไหลไปสู่แยกตัดกับถนนกองพล และระบายเข้าสู่คูเมือง
- 2.2 แนวทางเลือกที่ 2 ระยะทางการไหล 643 เมตร ออกแบบทิศทางการไหล จากแยกตัดกับถนนกองพล ไหลไปสู่สี่แยกตัดกับถนนเลียงเมือง และระบายสู่พื้นที่ระบายน้ำตามธรรมชาติ
3. ถนน 214 (ถนนปัทมานนท์) ออกแบบทิศทางการระบายและขนาดท่อคอนกรีตเสริมเหล็กจากสี่แยกตัดกับรัชชชาญยุทธ ถึงสี่แยกตัดกับถนนเลียงเมือง พื้นที่รับน้ำย่อย 0.98 ตารางกิโลเมตร
- 3.1 แนวทางเลือกที่ 1 ระยะทางการไหล 914 เมตร ออกแบบทิศทางการไหล จากแยกตัดกับถนนเลียงเมือง ไหลไปสู่สี่แยกตัดกับรัชชชาญยุทธ และระบายระบายเข้าสู่คูเมือง
- 3.2 แนวทางเลือกที่ 2 ระยะทางการไหล 914 เมตร ออกแบบทิศทางการไหล จากสี่แยกตัดกับรัชชชาญยุทธ ไหลไปสู่แยกตัดกับถนนเลียงเมือง และระบายสู่พื้นที่ระบายน้ำตามธรรมชาติ
4. ถนน 215 (ถนนสุริยเดชบำรุง) ออกแบบทิศทางการระบายและขนาดท่อคอนกรีตเสริมเหล็กจากเรือนจำจังหวัดร้อยเอ็ด พื้นที่รับน้ำย่อย 1.16 ตารางกิโลเมตร

- 4.1 แนวทางเลือกที่ 1 ระยะทางการไหล 841 เมตร ออกแบบทิศทางการไหล จากหน้า
เรือนำจังหวัดร้อยเอ็ด ไหลไปสู่สี่แยกตัดกับถนนเลียงเมือง และระบายสู่พื้นที่
ระบายน้ำตามธรรมชาติ
- 4.2 แนวทางเลือกที่ 2 ระยะทางการไหล 555 เมตร ออกแบบทิศทางการไหล จากหน้า
เรือนำจังหวัดร้อยเอ็ด ไหลไปสู่สี่แยกตัดกับถนนชัยชาญยุทธ และระบายระบายเข้า
สู่คูเมือง แล้วทำการปิดจุดเชื่อมต่อ ตรงบริเวณปากซอยรัฐกิจไศลคลา ติดกับถนน
สาย 215 เพื่อป้องกันน้ำไหลจากระบบระบายน้ำหลักเข้าสู่ระบบระบายน้ำย่อย

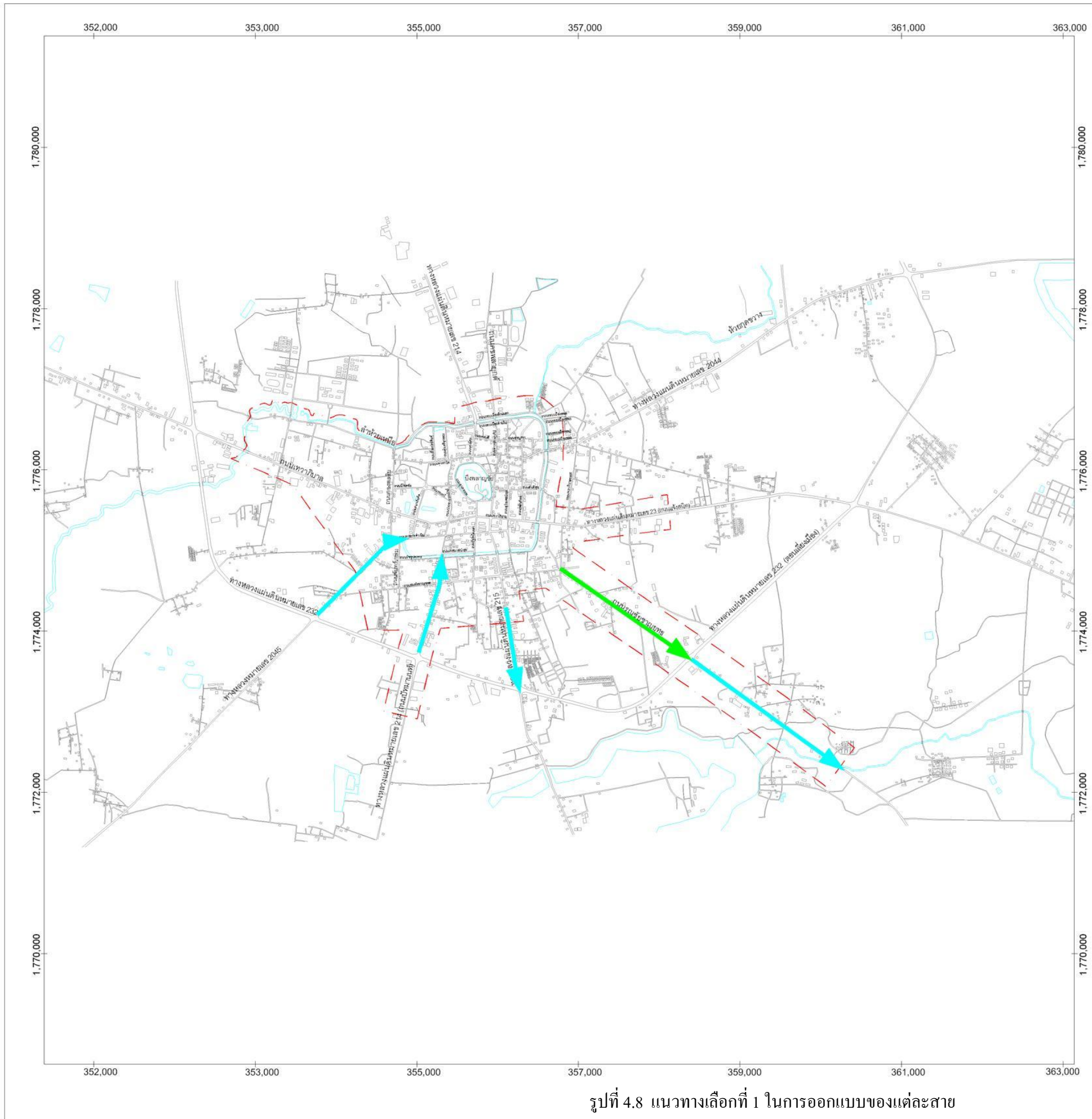


- สัญลักษณ์**
- เขตเทศบาล
 - ถนน
 - แม่น้ำ คลอง ห้วย หนอง
 - ที่ทำการเทศบาล
 - แนวท่อระบายน้ำขนาด Ø 1.00 m.
 - แนวท่อระบายน้ำขนาด Ø 1.20 m.

0.25 0.5 1 กิโลเมตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	
การศึกษาความเหมาะสม ระบบป้องกันและระบบระบายน้ำของพื้นที่ เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด อำเภอเมืองร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด	
รูปที่ 4-5	แนวทางการออกแบบท่อระบายน้ำ เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด

รูปที่ 4.7 แนวทางการออกแบบท่อระบายน้ำ

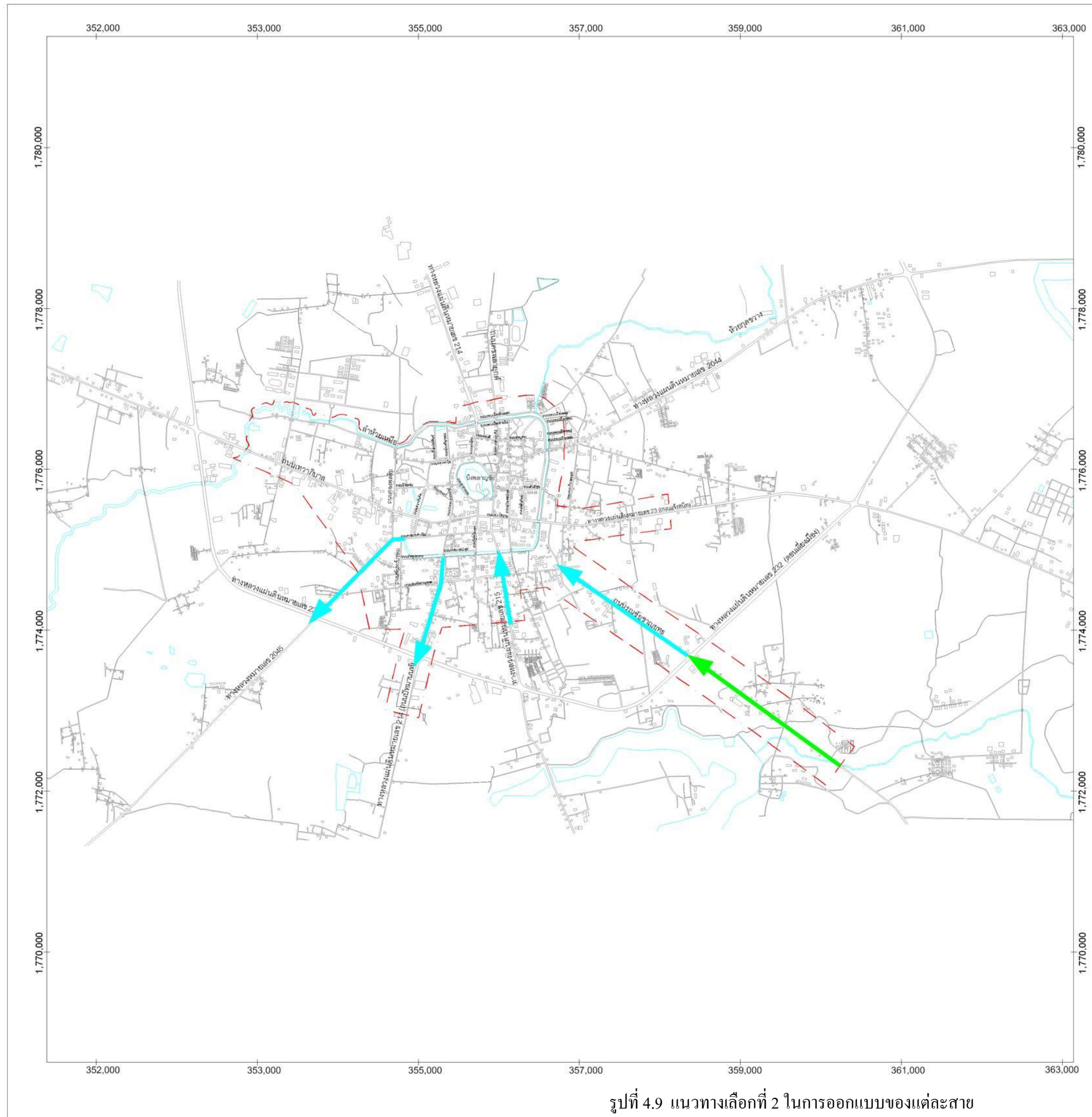


- สัญลักษณ์**
- เขตเทศบาล
 - ถนน
 - แม่น้ำ คลอง ห้วย หนอง
 - ที่ทำการเทศบาล
 - แนวท่อระบายน้ำขนาด Ø 1.00 m.
 - แนวท่อระบายน้ำขนาด Ø 1.20 m.

0.25 0.5 1 กิโลเมตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	
การศึกษาความเหมาะสม ระบบป้องกันและระบบระบายน้ำของพื้นที่ เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด อำเภอเมืองร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด	
รูปที่	แนวแนวทางเลือกที่ 1 ในการออกแบบของแต่ละสาย
4-6	เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด

รูปที่ 4.8 แนวทางเลือกที่ 1 ในการออกแบบของแต่ละสาย



รูปที่ 4.9 แนวทางเลือกที่ 2 ในการออกแบบของแต่ละสาย



- สัญลักษณ์**
- เขตเทศบาล
 - ถนน
 - แม่น้ำ คลอง ห้วย หนอง
 - ที่ทำการเทศบาล
 - แนวท่อระบายน้ำขนาด Ø 1.00 m.
 - แนวท่อระบายน้ำขนาด Ø 1.20 m.

0.25 0.5 1 กิโลเมตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	
การศึกษาความเหมาะสม ระบบป้องกันและระบบระบายน้ำของพื้นที่ เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด อำเภอเมืองร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด	
รูปที่ 4-7	แนวแนวทางเลือกที่ 2 ในการออกแบบของแต่ละสาย เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด

4.7 การคำนวณหาอัตราการไหลสูงสุดในท่อระบายน้ำ

จากการแบ่งพื้นที่ย่อย ของพื้นที่บริหารจัดการน้ำที่ 3 และพื้นที่บริหารจัดการน้ำที่ 4 เพื่อใช้ในการออกแบบท่อระบายน้ำหลัก ตามแนวถนนแต่ละสาย จำนวน 4 สาย ได้แก่ ถนนรณชัยชาญยุทธ, ถนนสุริยเดชบำรุง, ถนนราชการดำเนิน และถนนปัทมานนท์ ซึ่งสามารถคำนวณอัตราการไหลของน้ำในพื้นที่ย่อย ของถนนแต่ละสาย และสามารถคำนวณหาขนาดท่อระบายน้ำที่ต้องใช้ในการออกแบบของถนนแต่ละสายได้ ดังแสดงใน ตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 รายการคำนวณออกแบบขนาดท่อระบายน้ำ

พื้นที่ระบายน้ำ			การคำนวณหาอัตราการไหลสูงสุดด้วยวิธี Rational method											การคำนวณหาขนาดท่อ โดยสมการ Manning						Q ที่ เสนอแนะ	ตรวจสอบ Q ที่ > Q _{peak}			
			สัดส่วนการใช้ที่ดิน (%)			สปส. น้ำท่า เฉลี่ย	ความยาว ท่อระบายน้ำ		Tc (นาที)	ค่าคงที่ความเข้มข้น			i (มม./ชม.)	Q _{peak} (ลบ.ม./วิ)	0.7Q _{peak} (ลบ.ม./วิ)	ท่อระบายน้ำที่เสนอแนะเพิ่ม								
										Tr = 2 ปี						จำนวน ท่อ	ความ กว้าง (W) (ม.)	ความ สูง (H) (ม.)	ความ ลาดชัน (s) 1 : ...			ความเร็ว ใน 1 ท่อ (v) (ม./วิ)	อัตรา การไหล (Q) (ลบ.ม./วิ)	
ลำดับ ที่	พื้นที่ย่อย (ตร.กม.)	พื้นที่สะสม (ตร.กม.)	ชนิดที่ 1 0.60	ชนิดที่ 2 0.45	ชนิดที่ 3 0.15	ท่อ (ม.)	สะสม (ม.)	a	b	c														
ถนนสุริยเดชบำรุง แนวทางเลือกที่ 1 (ทิศทางจาก หน้าเรือนจำ มุ่งสู่คูเมือง)																								
1	1.16	1.16	50.00	40.00	10.00	0.50	555	555	45	52.00	0.05	0.68	59.65	9.52	6.66	2.00	1.20	1.20	1,000	5.32	12.03	12.03	OK	
ถนนสุริยเดชบำรุง แนวทางเลือกที่ 2 (ทิศทางจาก หน้าเรือนจำ มุ่งสู่ อ.สุวรรณภูมิ จนถึงสี่แยกถนนเลี้ยวเมือง)																								
2	1.16	1.16	50.00	40.00	10.00	0.50	841	841	45	52.00	0.05	0.68	59.65	9.52	6.66	2.00	1.20	1.20	1,000	5.32	12.03	12.03	OK	
ถนนราชการดำเนิน (2045) ทิศทางจากแยกถนนเลี้ยวเมือง มุ่งสู่คูเมือง																								
3	1.31	1.31	50.00	40.00	10.00	0.50	643	643	45	52.00	0.05	0.68	59.65	10.75	7.53	2.00	1.20	1.20	1,000	5.32	12.03	12.03	OK	
ถนนปัทมานนท์ (214) ทิศทางจากแยกถนนเลี้ยวเมือง มุ่งสู่คูเมือง																								
4	0.98	0.98	50.00	40.00	10.00	0.50	914	914	45	52.00	0.05	0.68	59.65	8.04	5.63	2.00	1.20	1.20	1,000	5.32	12.03	12.03	OK	
ถนนรัชชัชชาอุยูทร (2043) ช่วงที่ 1 ทิศทางจากแยกถนนศรีเทวา มุ่งสู่สี่แยกถนนเลี้ยวเมือง																								
5	0.76	0.76	50.00	40.00	10.00	0.50	1,923	1,923	45	52.00	0.05	0.68	59.65	6.24	4.37	2.00	1.00	1.00	1,000	4.17	6.55	6.55	OK	
ถนนรัชชัชชาอุยูทร (2043) ช่วงที่ 2 ทิศทางจากสี่แยกถนนเลี้ยวเมือง มุ่งสู่ สะพานข้ามห้วยหนองหญ้าม้า																								
6	1.44	2.20	50.00	40.00	10.00	0.50	2,189	4,112	45	52.00	0.05	0.68	59.65	11.82	8.27	2.00	1.20	1.20	1,000	5.32	12.03	12.03	OK	

4.8 การประมาณมูลค่าการลงทุน

จากการศึกษาถึงความเป็นไปได้ในพื้นที่ที่จะสามารถดำเนินการแก้ไขปัญหาในพื้นที่แบ่งเป็นแนวทางในการดำเนินการใช้สิ่งก่อสร้างทางวิศวกรรม บนถนนแต่ละสาย ซึ่งแต่ละสายจะแบ่งเป็น 2 แนวทางเลือก โดยใช้ทิศทางในการระบายเป็นตัวกำหนด ซึ่งสามารถนำมาคิดมูลค่าราคาต้นทุนการก่อสร้างได้โดยการคิดมูลค่างานก่อสร้างที่ระบายน้ำพร้อมบ่อพักตามระยะทาง และมูลค่างานดินขุดและดินถม (ปริมาณดินขึ้นอยู่กับค่าระดับของพื้นที่ และความลาดชันของท่อระบายน้ำในการก่อสร้าง) ซึ่งจะได้มูลค่างานต้นทุนค่าก่อสร้าง ของแต่ละทางเลือกที่กำหนดไว้ โดยยังไม่นำมาคิดค่า Factor F ที่ดอกเบี้ยเงินกู้ร้อยละ 7 และภาษีมูลค่าเพิ่มร้อยละ 7 (โยธาไทย, 2556) ดังแสดงใน ตารางที่ 4.7 และเลือกทางเลือก ตามความเหมาะสมด้านวิศวกรรม (ทางเลือกที่ 1) เพื่อนำมาคิดราคาต้นทุนรวมค่าก่อสร้าง แล้วทำการคิดค่า Factor F ที่ดอกเบี้ยเงินกู้ร้อยละ 7 และภาษีมูลค่าเพิ่มร้อยละ 7 (โยธาไทย, 2556) เพื่อให้ทราบมูลค่างานก่อสร้างจริง ของแต่ละแนวทางเลือก ดังแสดงใน ตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.7 รายการคำนวณประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยประมาณ

ลำดับ ที่	รายการ	ทิศทางการไหล	จำนวน ท่อ (ท่อ)	ระยะ วางท่อ (ม.)	ราคา ต่อหน่วย (บาท)	ดินซุด ดินถม (ลบ.ม.)	ราคา ต่อหน่วย (บาท)	ค่างาน ต้นทุนก่อสร้าง (บาท)	หมายเหตุ
1	ถนนสุริยเดชบำรุง								
1.1	แนวทางเลือกที่ 1	หน้าเรือนจำจังหวัดร้อยเอ็ด ไปสู่	2	841.00	6,900.00	2,523.00	150.00	12,362,700.00	
1.2	แนวทางเลือกที่ 2	หน้าเรือนจำจังหวัดร้อยเอ็ด ไปสู่	2	555.00	6,900.00	1,655.00	150.00	8,155,500.00	
2	ถนนราชการดำเนิน								
2.1	แนวทางเลือกที่ 1	แยกตัดกับถนนกองพล ไปสู่	2	643.00	6,900.00	4,825.00	150.00	10,320,900.00	
2.2	แนวทางเลือกที่ 2	สี่แยกตัดกับถนนเลียงเมือง ไปสู่	2	643.00	6,900.00	1,930.00	150.00	9,452,400.00	
3	ถนนปัทมานนท์								
3.1	แนวทางเลือกที่ 1	สี่แยกตัดกับถนนเลียงเมือง ไปสู่	2	914.00	6,900.00	2,745.00	150.00	13,436,700.00	
3.2	แนวทางเลือกที่ 2	สี่แยกตัดกับถนนชัยชาญยุทธ ไปสู่		914.00	6,900.00	6,855.00	150.00	14,669,700.00	
4	ถนนรณชัยชาญยุทธ ช่วงที่ 1								
4.1	แนวทางเลือกที่ 1	แยกถนนศรีเทวา ไปสู่	2	1,923.00	6,900.00	5,770.00	150.00	28,268,400.00	
4.2	แนวทางเลือกที่ 2	สี่แยกตัดกับถนนเลียงเมือง ไปสู่	2	1,923.00	6,900.00	14,425.00	150.00	30,864,900.00	
5	ถนนรณชัยชาญยุทธ ช่วงที่ 2								
5.1	แนวทางเลือกที่ 1	สี่แยกตัดกับถนนเลียงเมือง ไปสู่	2	2,189.00	6,900.00	6,570.00	150.00	32,179,200.00	
5.2	แนวทางเลือกที่ 2	สะพานข้ามลำห้วยหนองหญ้าฆ่า ไปสู่	2	2,189.00	6,900.00	16,420.00	150.00	35,134,200.00	

ตารางที่ 4.8 สรุปราคาก่อสร้างของแต่ละแนวทางเลือก

ลำดับที่	รายการ	ราคาต้นทุนก่อสร้าง (บาท)
1	แนวทางเลือกที่ 1	
1.1	ถนนรณชัยชาญยุทธ ช่วงที่ 1	28,134,200.00
1.2	ถนนรณชัยชาญยุทธ ช่วงที่ 2	32,179,200.00
1.3	ถนนสุริยเดชบำรุง	12,362,700.00
1.4	ถนนราชการดำเนิน	9,452,400.00
1.5	ถนนปัทมานนท์	13,436,700.00
	รวมราคาต้นทุนก่อสร้าง แนวทางเลือกที่ 1	95,565,200.00
	Factor F (ดอกเบี้ยเงินกู้ร้อยละ 7 ภาษีมูลค่าเพิ่มร้อยละ 7)	1.1953
	รวมราคาก่อสร้าง แนวทางเลือกที่ 1	114,229,083.56
2	แนวทางเลือกที่ 2	
2.1	ถนนรณชัยชาญยุทธ ช่วงที่ 1	30,864,900.00
2.2	ถนนรณชัยชาญยุทธ ช่วงที่ 2	35,134,200.00
2.3	ถนนสุริยเดชบำรุง	8,155,500.00
2.4	ถนนราชการดำเนิน	10,320,900.00
2.5	ถนนปัทมานนท์	14,669,700.00
	รวมราคาต้นทุนก่อสร้าง แนวทางเลือกที่ 2	99,145,200.00
	Factor F (ดอกเบี้ยเงินกู้ร้อยละ 7 ภาษีมูลค่าเพิ่มร้อยละ 7)	1.1953
	รวมราคาก่อสร้าง แนวทางเลือกที่ 2	118,508,257.56

ผลประโยชน์ตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์และจุดคุ้มทุน ถ้าสามารถดำเนินการแก้ไขปัญหา ให้พื้นที่กลับมาดำเนินการธุรกิจต่างๆ ได้ดังเดิม เทศบาลเมืองร้อยเอ็ดจะมีผลประโยชน์เฉลี่ย 21,000,000.00 บาท/ปี (รายงานการปิดบัญชีปีงบประมาณ 2551 - 2556 เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด 2556) ทำให้ทราบความคุ้มทุนในการก่อสร้างของแนวทางเลือกที่กำหนดได้ ซึ่งสามารถแสดงตามรายการคำนวณ ได้ดังนี้

แนวทางเลือกที่ 1

ราคาก่อสร้างแนวทางที่ 1	= 114,229,083.56	บาท
ผลประโยชน์เฉลี่ย	= 21,000,000.00	บาท/ปี
จุดคุ้มทุน (ปี)	= ต้นทุนในการสร้าง / ผลประโยชน์เฉลี่ย	
	= 114,229,083.56 / 21,000,000.00	
	= 5.43 ปี \approx 5.5 ปี	

แนวทางเลือกที่ 2

ราคาก่อสร้างแนวทางที่ 2	= 118,508,257.56	บาท
ผลประโยชน์เฉลี่ย	= 21,000,000.00	บาท/ปี
จุดคุ้มทุน (ปี)	= ต้นทุนในการสร้าง / ผลประโยชน์เฉลี่ย	
	= 118,508,257.56 / 21,000,000.00	
	= 5.64 ปี \approx 6 ปี	

ดังนั้น การสนับสนุนงบประมาณสำหรับการก่อสร้างท่อระบายน้ำพร้อมบ่อพัก ตามแนวทางเลือกที่ 1 ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งที่มีส่วนช่วยในการตัดสินใจในการสนับสนุนงบประมาณแก่พื้นที่นำท่วมของเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด เนื่องจากงบประมาณดำเนินการในการลงทุนน้อยกว่าแนวทางเลือกที่ 2 และได้ผลตอบแทนจุดคุ้มทุนที่รวดเร็วกว่า อีกทั้งสามารถทำการก่อสร้างที่เป็นไปได้ตามหลักวิศวกรรม

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

จากการวิเคราะห์ปัจจัยพื้นฐานทางด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องข้างต้น ผู้จัดทำโครงการมีความคิดเห็นว่าการก่อสร้างและปรับปรุงระบบระบายน้ำ อย่างเช่น ท่อระบายน้ำ เพื่อช่วยให้ระบบระบายน้ำในพื้นที่เทศบาลมีประสิทธิภาพสูงขึ้น เป็นระบบที่มีความเหมาะสมกับสภาพทางกายภาพของพื้นที่ โดยการเสนอทางเลือกต่าง ๆ ทั้งที่เป็นสิ่งก่อสร้างตามหลักวิชาการ ซึ่งพิจารณาจากด้านวิศวกรรม และราคาต้นทุนก่อสร้างที่เหมาะสมที่ไม่สูงจนเกินไป มีแนวทางแก้ปัญหาโดยการวางท่อระบายน้ำหลัก เพื่อเร่งการระบายน้ำไปตามถนน 4 สาย ได้แก่ ถนนรณชัยชาญยุทธ, ถนนราชการดำเนิน, ถนนปัทมานนท์ และถนนสุริยเดชบำรุง โดยพิจารณาหาแนวทางเลือกของการป้องกันน้ำท่วมและระบายน้ำที่เป็นไปได้ และเปรียบเทียบเพื่อหาทางเลือกที่เหมาะสม ซึ่งแนวทางเลือกที่ 1 คือวางท่อระบายน้ำ 1.) ถนนรณชัยชาญยุทธ มีทิศทางจากแยกถนนศรีเทวาไหลไปสู่สะพานข้ามลำห้วยหนองหญ้าฆ่า ออกจากตัวเมืองไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ 2.) ถนนราชการดำเนิน มีทิศทางจากสี่แยกตัดกับถนนเลี้ยวเมืองไหลไปสู่แยกตัดกับถนนกองพล 1ไหลเข้าสู่ตัวเมืองทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ 3.) ถนนปัทมานนท์ มีทิศทางจากสี่แยกตัดกับถนนเลี้ยวเมืองไหลไปสู่แยกตัดกับสี่แยกตัดกับถนนรณชัยชาญยุทธ ไหลเข้าสู่ตัวเมืองทางทิศใต้ 4.) ถนนสุริยเดชบำรุง มีทิศทางจากบริเวณหน้าเรือนจำจังหวัดร้อยเอ็ดไหลไปสู่สี่แยกตัดกับถนนเลี้ยวเมือง ไหลออกจากตัวเมืองทางทิศใต้ มีค่าใช้จ่ายรวมประมาณ 114.229 ล้านบาท มีระยะเวลาคืนทุนก่อสร้างประมาณ 5.5 ปี และแนวทางเลือกที่ 2 คือวางท่อระบายน้ำตามถนนทั้ง 4 สาย ด้วยความยาวท่อที่เท่ากับทางเลือกที่ 1 แต่มีทิศทางการระบายน้ำตรงข้ามกับทางเลือกที่ 1 มีค่าใช้จ่ายรวมประมาณ 118.508 ล้านบาท มีระยะเวลาคืนทุนก่อสร้างประมาณ 6 ปี โดยแนวทางเลือกที่ 1 เป็นแนวทางที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ไขปัญหา น้ำท่วมที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษา เพราะเหมาะสมได้ด้านวิศวกรรม ควบคุมการไหลของน้ำได้อย่างตรงจุด ระบายน้ำออกจากพื้นที่ได้ตามระยะเวลาที่กำหนด อีกทั้งยังเหมาะสมในด้านราคาค่าก่อสร้าง เพราะมีระยะเวลาคืนทุนค่าก่อสร้างที่น้อยกว่า ทำให้สามารถสรุปแนวทางเลือกการระบายน้ำและป้องกันน้ำท่วม ดังแสดงใน **รูปที่ 5.1** และการสนับสนุนให้ความรู้ในโครงการที่ไม่ใช่สิ่งก่อสร้าง เป็นตัวช่วยและเป็นข้อมูลในการพิจารณาตัดสินใจ ที่จะดำเนินการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมพื้นที่ให้ทั้งประชาชนในพื้นที่ที่มีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น

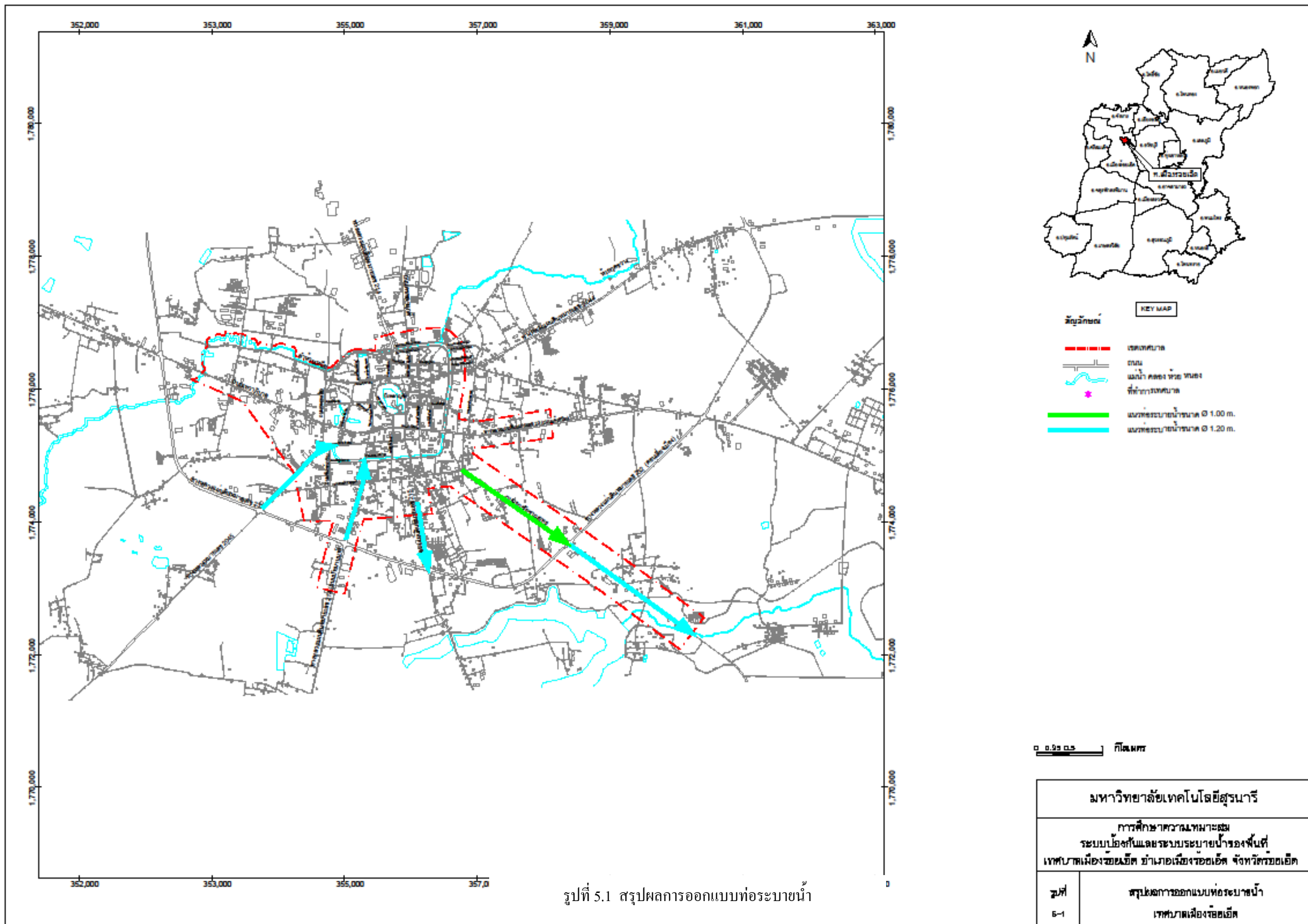
5.2 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการรวบรวมข้อมูลมีดังต่อไปนี้

- 1) ในการรวบรวมข้อมูลปริมาณฝนสูงสุด มีทั้งข้อมูลที่เป็นข้อมูลสำเร็จรูปและข้อมูลที่ต้องจัดการเอง ดังนั้นควรมีความรอบคอบในการจัดการข้อมูล
- 2) ข้อมูลปริมาณฝนสูงสุดในบางปีมีการขาดหายไป ดังนั้นควรรหาข้อมูลให้ได้มากและครอบคลุมที่สุดเพื่อให้ผลการคำนวณมีความถูกต้องมากขึ้น
- 3) ในการเลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์การไหลออกควรมีการเลือกค่าที่สอดคล้องกับลักษณะสภาพพื้นที่ปัจจุบันให้มากที่สุด

อย่างไรก็ตามการแก้ไขปัญหาในพื้นที่ ไม่ใช่ปัญหาของฝ่ายหนึ่งฝ่ายใดที่จะต้องแก้ปัญหาอย่างเพียงลำพัง แต่จะต้องประสานความร่วมมือระหว่างภาคประชาชนจะต้องมีส่วนร่วมในการเสนอแนะแนวทางแก้ไขปัญหาในพื้นที่ เพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณางบประมาณ สำหรับการดำเนินการแก้ไขปัญหาในพื้นที่เท่าที่จะสามารถดำเนินการได้ หรือหากเป็นโครงการที่ใหญ่เกินกำลังของท้องถิ่น ฝ่ายบริหารในองค์กรควรประสานงานขอความร่วมมือจากหน่วยงานภายนอกให้เข้ามาดำเนินการแก้ไขปัญหาในพื้นที่ ทั้งหน่วยงานภาครัฐและภาคประชาชนต้องประสานและร่วมมือในการพัฒนาพื้นที่เพื่อให้พื้นที่ เกิดความยั่งยืนและมีความสุข การพัฒนาขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นต้องพัฒนาทั้งความเป็นอยู่ควบคู่กับการพัฒนาด้าน โครงสร้างพื้นฐานให้มีความเหมาะสมและสมดุลกัน จึงจะทำให้ชีวิตของประชาชนอยู่อย่างร่มเย็นและเป็นสุขต่อไป

หวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงการตามที่เสนอแนะจะเป็นแนวทางในการพิจารณาตัดสินใจในการแก้ปัญหาความเดือดร้อนของประชาชน แนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมขังในพื้นที่เป็นโครงการที่ได้สำรวจ และวิเคราะห์ถึงความเป็นไปได้ในพื้นที่แล้ว สามารถพิจารณาเพื่อแก้ปัญหาในพื้นที่ได้



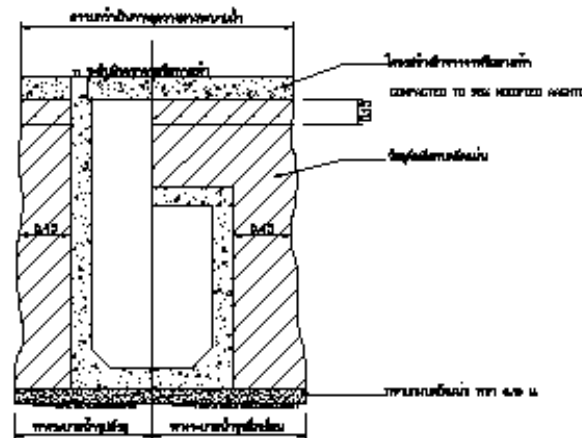
๐ ๐.๑๖ ๐.๓๒ กิโลเมตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	
การศึกษาควตมเหมาะสม ระบบป้องกันและระบายน้ำของพื้นที่ เทศบาลเมืองชัยเอ็ด อำเภอเมืองร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด	
รูปที่	สรุปผลการออกแบบท่อระบายน้ำ
5-1	เทศบาลเมืองร้อยเอ็ด

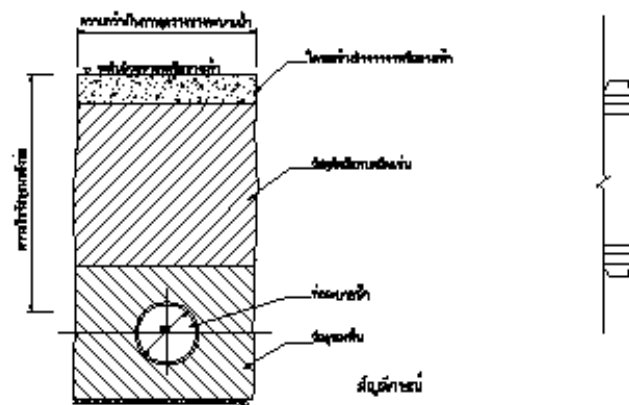
เอกสารอ้างอิง

- กীরดี ลีวัจนกุล “วิศวกรรมชลศาสตร์” ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย
รังสิต. 2539
- คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น “โครงการทบทวนผลการศึกษาค่าความเหมาะสมและ
ออกแบบรายละเอียดปรับปรุงระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียเทศบาลเมืองร้อยเอ็ด” 2553
- โชติไกร ไชยวิจารณ์ “วิศวกรรมชลศาสตร์” สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) 2546
- นิตยา หวังวงศ์วิโรจน์ “กลศาสตร์ของไหลและชลศาสตร์ เล่ม 1 2540” โยธาไทย
<http://www.yotathai.com> “หลักเกณฑ์การคำนวณราคากลางงานก่อสร้างของราชการ”
2556
- วีระพล แต่สมบัติ “หลักอุทกวิทยา” ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2533
- วีระพล แต่สมบัติ “อุทกวิทยาประยุกต์” ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2531
- สายสุนีย์ พุทธาคุณเจริญ “วิศวกรรมอุทกวิทยา” ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร. 2546
- สุพจน์ ถาไชยลา “ระบบการป้องกันน้ำท่วมเขตชุมชนเมือง : กรณีศึกษาเทศบาลเมืองชัยภูมิ”
วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมดินและน้ำ
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2547
- อังครัตน์ เปรียบจริยวัฒน์ “การวิเคราะห์งบการเงิน”. 5/2551
- อำนาจ รัตนสุวรรณ และคณะ “การบัญชีขั้นต้น : ฉบับอ่านเข้าใจง่าย”. 4/2556
- ASCE “Design and Construction of Sanitary and Storm Sewer: ASCE” pp. 41-61, Manual of
Practice No. 9. 1969

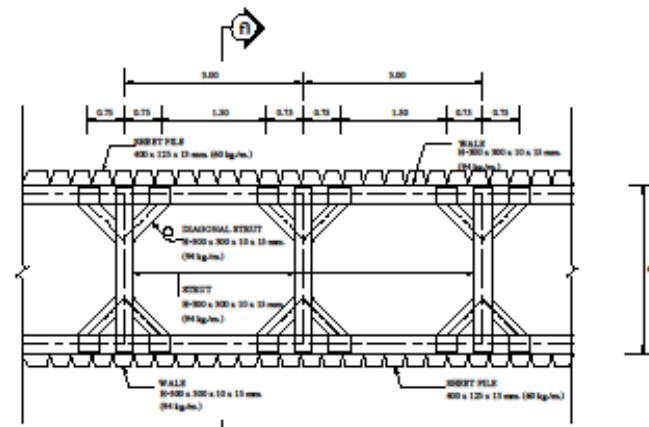
ภาคผนวก
(รายละเอียดแบบเบื้องต้น)



รูปตัดที่ 1 ไปการตัดวางทางระบายน้ำรูปตัวบรูและรูปสี่เหลี่ยม
ไม่แสดงมาตราส่วน

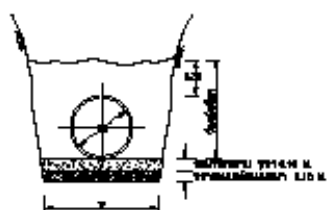


รูปตัดที่ 2 การตัดวางท่อระบายน้ำ
ไม่แสดงมาตราส่วน

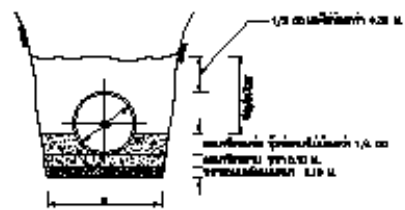


แปลน
ไม่แสดงมาตราส่วน

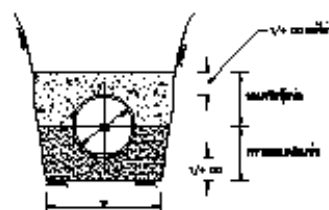
- ขั้นตอนการติดตั้งและถอดถอนค้ำยัน
1. ใช้ STEEL SHEET PILE ชนิด H-PILE หรือ H-PILE ชนิดอื่นที่มีลักษณะ
 2. รูปตัดหน้าตัดที่สอดคล้องกับลักษณะของงาน (SHEET PILE) :
 3. ใช้การติดตั้งแบบชั่วคราว
 4. ใช้ขนาด 1.20 x 0.75 เมตร
 5. ขั้นตอนการติดตั้งและถอดถอนค้ำยันให้ดูรายละเอียดในแบบแปลน



การวางพื้นแบบธรรมดา (ก)
- ใช้วัสดุฉนวนกันความร้อน 0.20 ม. หรือ
- ใช้วัสดุฉนวนกันความร้อน 0.20 ม.



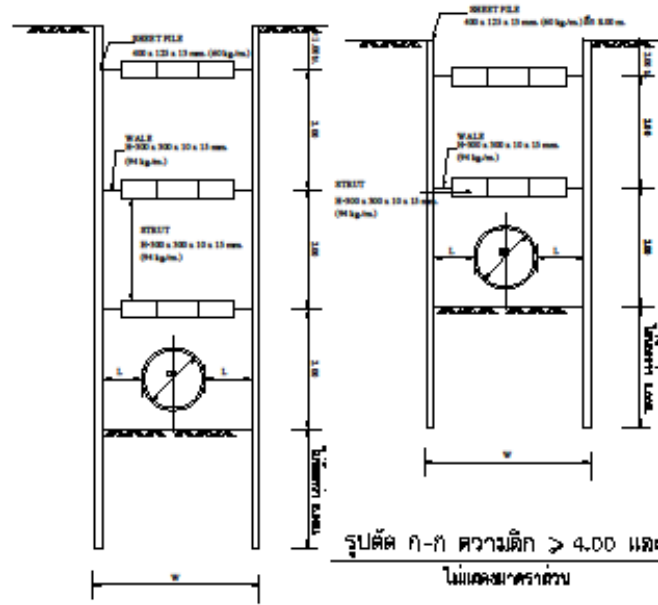
คอนกรีตอุดช่องรั่ว (ข)
- ใช้วัสดุฉนวนกันความร้อน 0.20 ม. หรือ
- ใช้วัสดุฉนวนกันความร้อน 0.20 ม.



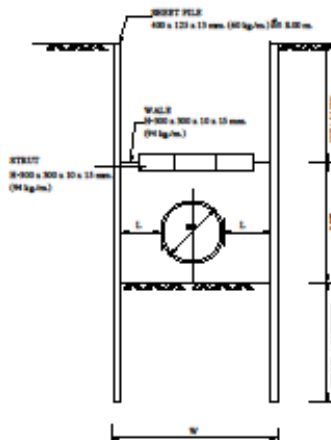
คอนกรีตอุดช่องรั่ว (ค)
- ใช้วัสดุฉนวนกันความร้อน 0.20 ม. หรือ
- ใช้วัสดุฉนวนกันความร้อน 0.20 ม.

- หมายเหตุ
1. ผนังถัง ระบายน้ำในถัง
 2. ส่วนหัวถังวางบนคอนกรีต ส่วนก้นถังวางบนคอนกรีต
 3. ผนังถังวางบนคอนกรีต ส่วนก้นถังวางบนคอนกรีต
 4. วัสดุฉนวนกันความร้อนใช้วัสดุฉนวนกันความร้อน
 5. วัสดุฉนวนกันความร้อนใช้วัสดุฉนวนกันความร้อน
 6. วัสดุฉนวนกันความร้อนใช้วัสดุฉนวนกันความร้อน
 7. วัสดุฉนวนกันความร้อนใช้วัสดุฉนวนกันความร้อน
 8. วัสดุฉนวนกันความร้อนใช้วัสดุฉนวนกันความร้อน
 9. วัสดุฉนวนกันความร้อนใช้วัสดุฉนวนกันความร้อน
 10. วัสดุฉนวนกันความร้อนใช้วัสดุฉนวนกันความร้อน

รายละเอียดการรองรับพื้นสำหรับถังระบายน้ำ
ไม่แสดงมาตราส่วน



รูปตัด ก-ก ความลึก > 6.00 และ < 7.00 ม.
ไม่แสดงมาตราส่วน

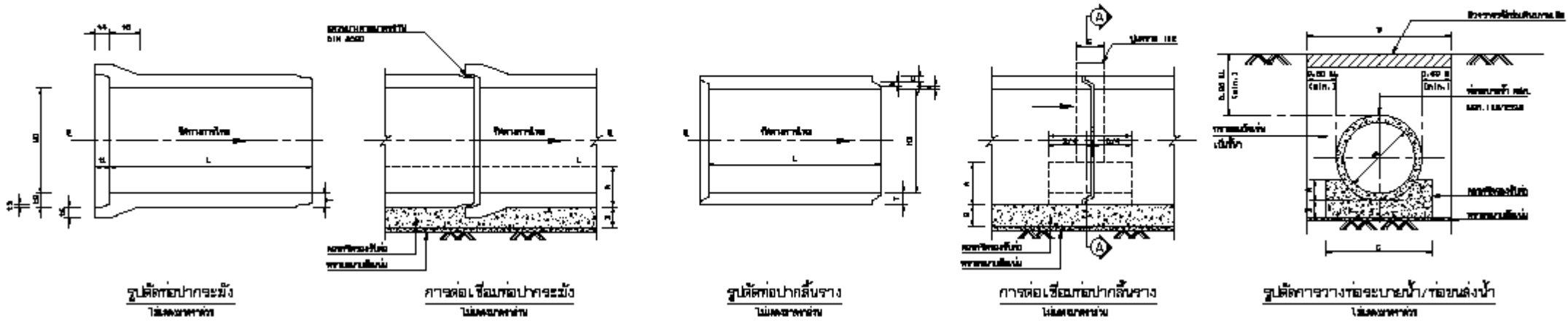


รูปตัด ก-ก ความลึก > 2.00 และ < 4.00 ม.
ไม่แสดงมาตราส่วน

รูปตัด ก-ก ความลึก > 4.00 และ < 6.00 ม.
ไม่แสดงมาตราส่วน

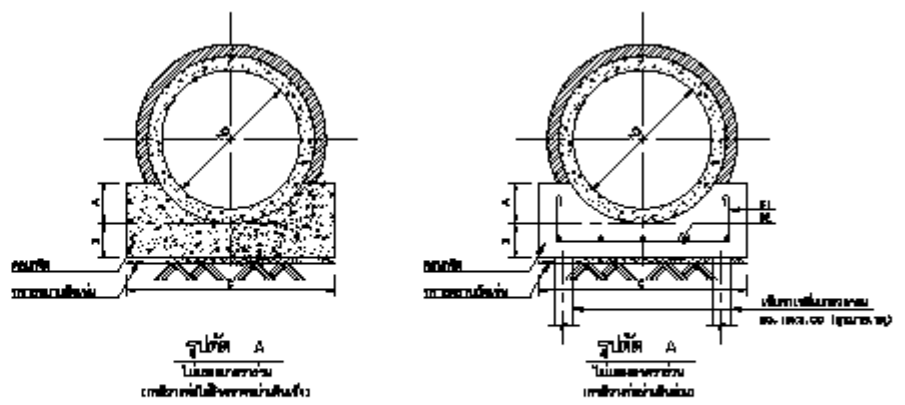
รายละเอียดระบบป้องกันดินเหนียวในการตัดวางท่อระบายน้ำกรณีลึกมาก หรืออยู่ในที่เก็บรวบรวม
ไม่แสดงมาตราส่วน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	
การศึกษาความเหมาะสม ระบบป้องกันและระบายน้ำของพื้นที่ เทศบาลเมืองชัยภูมิ อำเภอเมืองชัยภูมิ จังหวัดชัยภูมิ	
รูปที่ A-1	แบบมาตรฐาน ระบายน้ำบนที่ การตัดวางท่อระบายน้ำ แปลนและรูปตัดที่ 1



ตารางที่ 1 แสดงขนาดและมิติของท่อระบายน้ำ คสท.

ขนาดท่อ (mm)	ความหนา (mm)	ความยาว (m)	ขนาดของท่อ (mm)											
			ท่อระบายน้ำ						ท่อประปา					
			11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
200	50	1000	80	90	4	90	150	50	16	9	25	30	...	
300	75	1000	75	81	4	114	125	75	25	15	31	40	...	
400	95	1000	60	111	4	137	135	95	34	15	42	50	...	
500	110	1000	39	125	4	150	230	110	43	20	47	55	...	
600	125	1000	100	141	4	166	275	125	46	25	51	60	...	
800	150	1000	140	155	4	177	400	150	57	30	65	80	...	



ตารางที่ 2 แสดงพื้นที่ภาคตัดขวางการเสริมเหล็กของท่อระบายน้ำ คสท.

ขนาดท่อ (mm)	พื้นที่ภาคตัดขวางของเหล็กเสริม (cm ²)			
	ทิศทางของท่อ (mm)			
	วงกลม	วงรี	วงรี	วงรี
300	1.5	-	-	18000
400	1.8	-	1.8	40000
500	4.0	-	3.4	50000
600	4.2	3.2	4.7	80000
800	5.1	3.8	5.7	70000
1000	7.2	5.9	5.9	90000

หมายเหตุ: ค่าพื้นที่ภาคตัดขวางของเหล็กเสริมในตารางนี้ใช้สำหรับท่อระบายน้ำขนาด 300-1000 มม.

ตารางที่ 3 แสดงขนาดและมิติการวางท่อระบายน้ำ คสท.

ขนาดท่อ (mm)	ความกว้างท่อ (mm)	ขนาดของท่อ (mm)					พื้นที่ภาคตัดขวาง (cm ²)		จำนวน	พื้นที่รวม (cm ²)
		A	B	C	D	E	พื้นที่	พื้นที่		
300	1000	100	100	300	300	100	-	-	-	
400	1000	300	100	1000	300	100	0.0081	0.0081	0.0081	
500	1100	300	100	1000	400	100	0.0081	0.0081	0.0081	
600	1200	300	100	1000	400	100	0.0081	0.0081	0.0081	
800	1500	400	100	1000	400	100	0.0081	0.0081	0.0081	

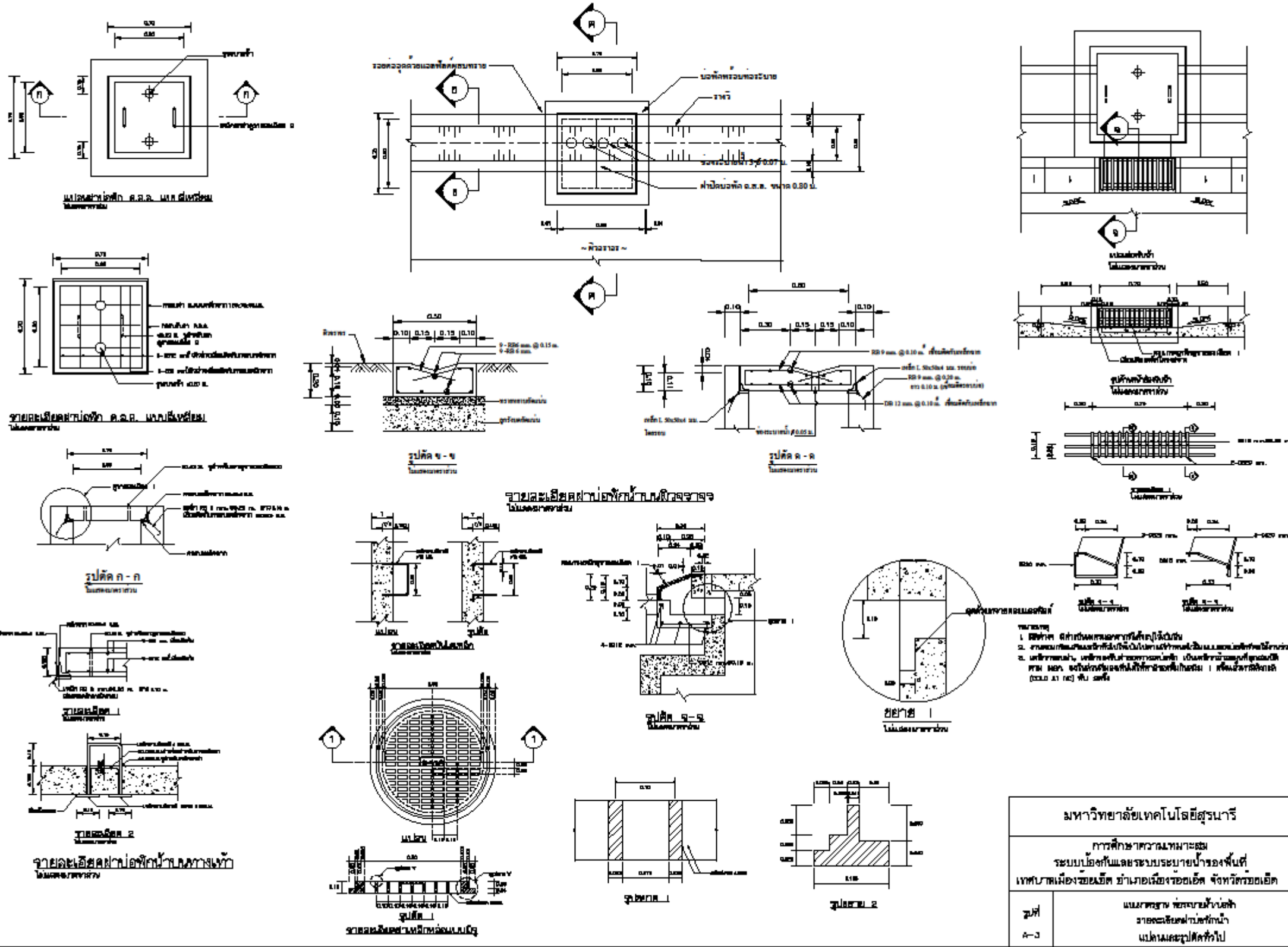
หมายเหตุ

- ขนาดของท่อระบายน้ำที่ระบุในตารางนี้เป็นขนาดของท่อระบายน้ำที่ผลิตโดยโรงงานผู้ผลิต
- ขนาดของท่อระบายน้ำที่ระบุในตารางนี้เป็นขนาดของท่อระบายน้ำที่ผลิตโดยโรงงานผู้ผลิต
- ขนาดของท่อระบายน้ำที่ระบุในตารางนี้เป็นขนาดของท่อระบายน้ำที่ผลิตโดยโรงงานผู้ผลิต

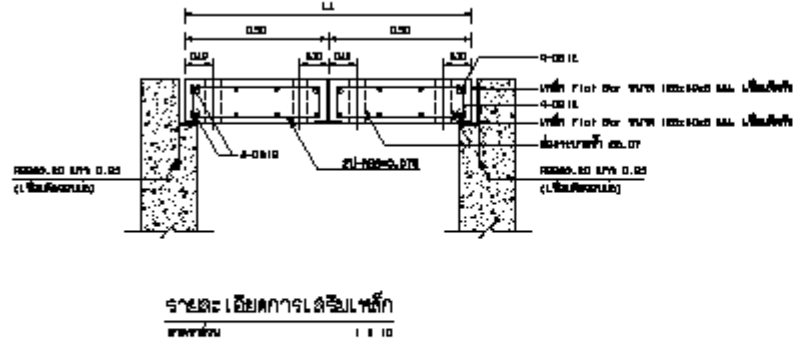
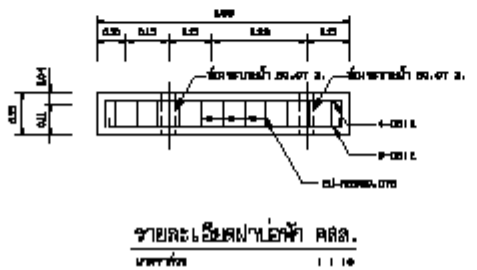
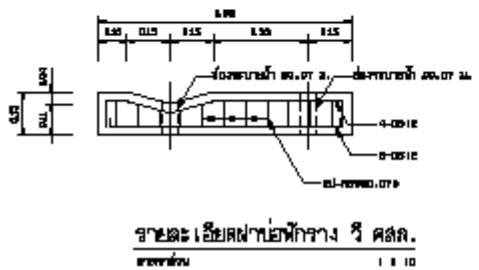
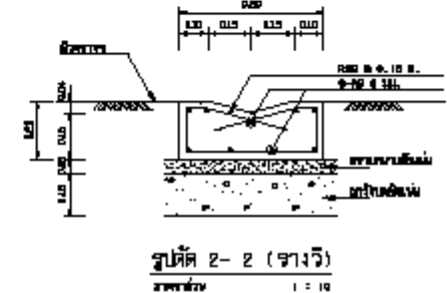
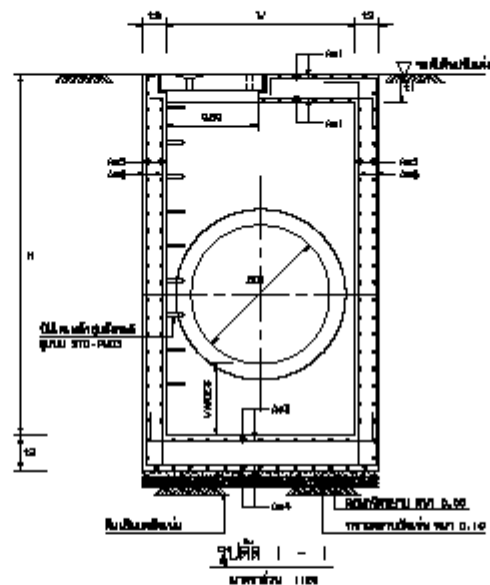
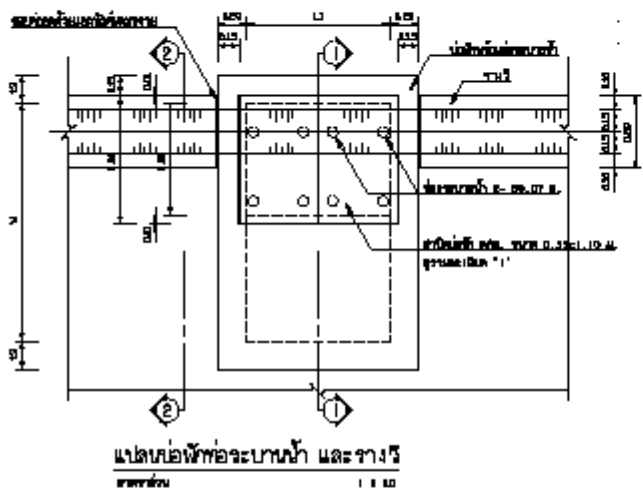
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
 ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
 ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

รูปที่ A-2
 แผนภาพวางท่อระบายน้ำ
 ท่อระบายน้ำกรมการประปา 1000 มม. 125/2525



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา	
ระบบป้องกันและระบายน้ำของพื้นที่	
เทศบาลเมืองเขมขันธ์ อำเภอเมืองร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด	
รูปที่ A-3	แบบมาตรฐาน พร้อมงานก่อสร้าง รายละเอียดสถาปัตยกรรม แปลนและรูปตัดทั่วไป



ตารางที่ 1 ขนาดและความหนาของเนื้อฟักของระบบน้ำ

ความลึกของน้ำ H = 0.07 ม.

เนื้อฟักขนาด ชนิดที่ 1	ขนาดฟักของระบบน้ำ						ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (เส้น) (ม.)					
	DL1 DL 2	DL4 DL 3	DL6 DL 4	DL8 DL 5	DL10 DL 6	DL12 DL 7	DL1	DL2	DL3	DL4	DL5	DL6
0.80	0.80	1.00	1.00	0.80	0.30	0.80	DL1000.15	DL1000.15	DL1000.15	DL1000.15	DL1000.15	DL1000.15
0.80	0.80	1.80	1.00	0.80	0.30	0.80	DL1000.15	DL1000.15	DL1000.15	DL1000.15	DL1000.15	DL1000.15
		1.00	1.40	1.00	0.80	0.30	0.80	DL1000.15	DL1000.15	DL1000.15	DL1000.15	DL1000.15
1.00	1.00	1.40	1.00	0.80	0.30	0.80	DL1000.15	DL1000.15	DL1000.15	DL1000.15	DL1000.15	DL1000.15
		1.80	1.40	1.00	0.80	0.30	0.80	DL1000.15	DL1000.15	DL1000.15	DL1000.15	DL1000.15
1.80	1.80	1.40	1.00	0.80	0.30	0.80	DL1000.15	DL1000.15	DL1000.15	DL1000.15	DL1000.15	

- หมายเหตุ
- เนื้อฟักเป็น แบบ หนาพอเหมาะเป็นแผ่น
 - เนื้อฟักเป็นชนิดที่ผลิตจากพลาสติกคุณภาพดี มีขนาด 20 ซม. x 20 ซม. หรือ 30 ซม. x 30 ซม. (ไม่น้อยกว่า 20 ซม. x 20 ซม.)
 - เนื้อฟักเป็นชนิดที่ผลิตจากพลาสติกคุณภาพดี มีขนาด 20 ซม. x 20 ซม. หรือ 30 ซม. x 30 ซม. (ไม่น้อยกว่า 20 ซม. x 20 ซม.)
 - รางน้ำเป็นชนิดที่ผลิตจากพลาสติกคุณภาพดี มีขนาด 20 ซม. x 20 ซม. หรือ 30 ซม. x 30 ซม. (ไม่น้อยกว่า 20 ซม. x 20 ซม.)
 - รางน้ำเป็นชนิดที่ผลิตจากพลาสติกคุณภาพดี มีขนาด 20 ซม. x 20 ซม. หรือ 30 ซม. x 30 ซม. (ไม่น้อยกว่า 20 ซม. x 20 ซม.)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

ระบบป้องกันและระบายน้ำของพื้นที่

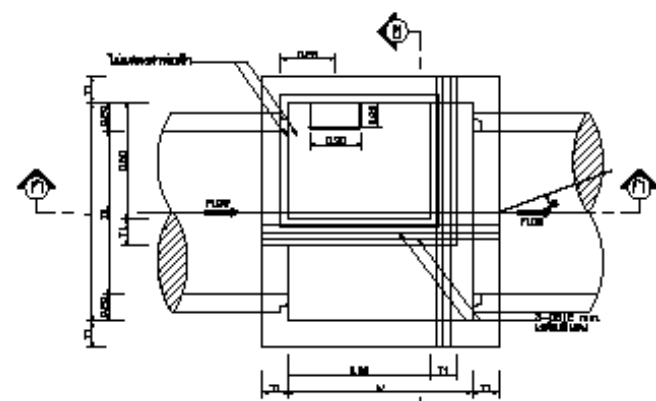
เทศบาลเมืองชัยภูมิ อำเภอเมืองชัยภูมิ จังหวัดชัยภูมิ

รูปที่ 4-4

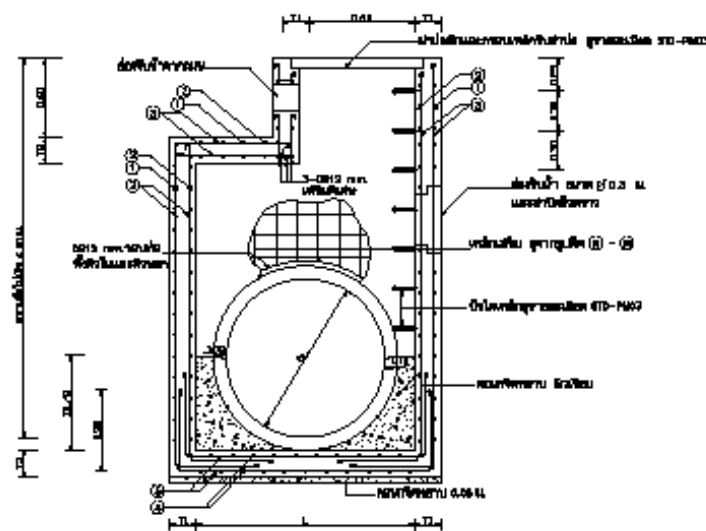
แบบมาตรฐาน พร้อมบัญชีรายการ

การระบายน้ำจากคาน้ำกรองน้ำทิ้ง

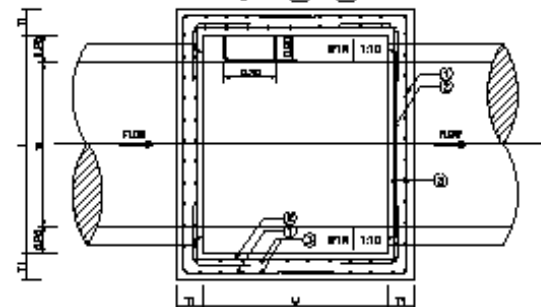
แบบและรูปตัดทั่วไป



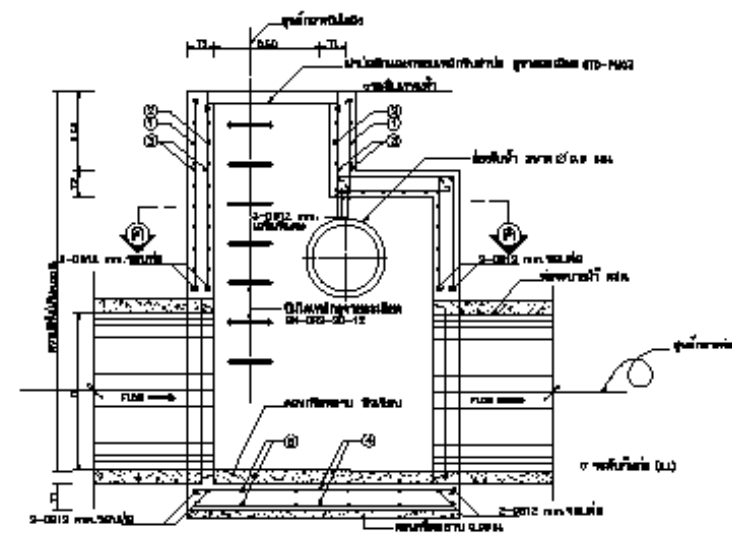
แบบรูป (Ø < 15')



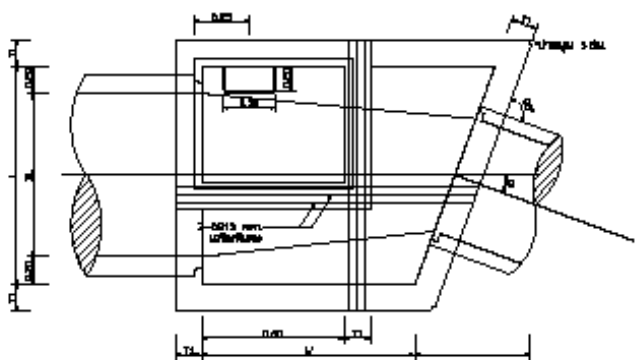
รูปตัด (B)-(B)



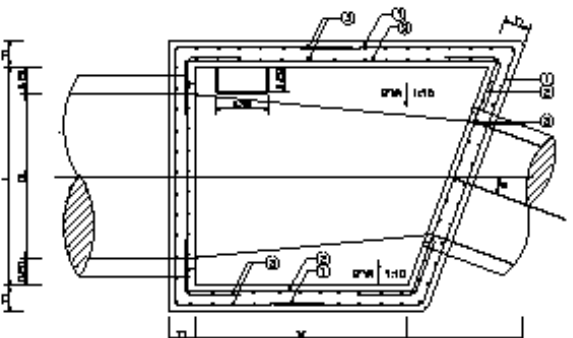
รูปตัด (A)-(A) (Ø < 15')



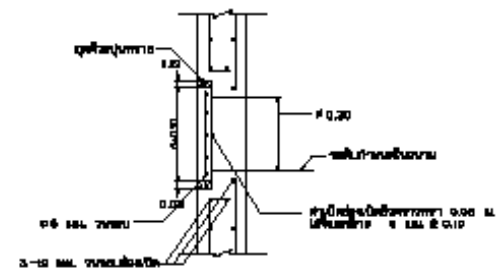
รูปตัด (N)-(N)



แบบรูป (15' < Ø < 35')



รายละเอียดภาพลงพิมพ์
(15' < Ø < 35')



ข้อแนะนำและขนาดที่ควรใช้

ขนาดของถัง			
DW	DL	W	L
0.4-0.5	0.4-0.5	1.00	1.00
0.4-0.9	0.60	1.00	1.20
0.80	0.80	1.00	1.30
0.4-0.8	1.00	1.00	1.40
1.00	1.00	1.40	1.40
0.4-0.9	1.20	1.20	1.60
1.00	1.00	1.40	1.60
1.20	1.20	1.60	1.60
0.4-0.9	1.60	1.20	1.60
1.20	1.00	1.40	1.60
1.20	1.00	1.60	1.60
1.20	1.00	1.60	1.60

หมายเหตุ DL = ความสูงจากพื้นดินถึงระดับน้ำในถัง
DW = ความสูงจากพื้นดินถึงระดับน้ำในถัง

หมายเหตุ

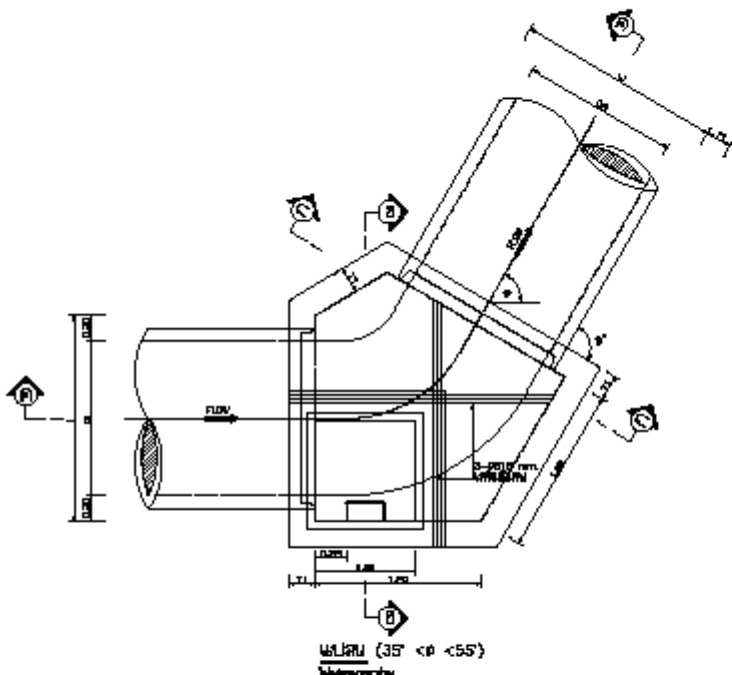
1. ถังเก็บน้ำ เติมน้ำจากท่อประปา
2. ถังกรองน้ำ ใช้ทรายกรองน้ำ และ ทรายฟอสเฟต และใช้หินกรองน้ำ และ ทรายกรองน้ำ หรือทรายกรองน้ำ
3. ทรายกรองน้ำใช้ทรายกรองน้ำ หรือทรายกรองน้ำ หรือทรายกรองน้ำ
4. ทรายกรองน้ำใช้ทรายกรองน้ำ หรือทรายกรองน้ำ หรือทรายกรองน้ำ
5. ทรายกรองน้ำใช้ทรายกรองน้ำ หรือทรายกรองน้ำ หรือทรายกรองน้ำ
6. ทรายกรองน้ำใช้ทรายกรองน้ำ หรือทรายกรองน้ำ หรือทรายกรองน้ำ
7. ทรายกรองน้ำใช้ทรายกรองน้ำ หรือทรายกรองน้ำ หรือทรายกรองน้ำ
8. ทรายกรองน้ำใช้ทรายกรองน้ำ หรือทรายกรองน้ำ หรือทรายกรองน้ำ
9. ทรายกรองน้ำใช้ทรายกรองน้ำ หรือทรายกรองน้ำ หรือทรายกรองน้ำ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

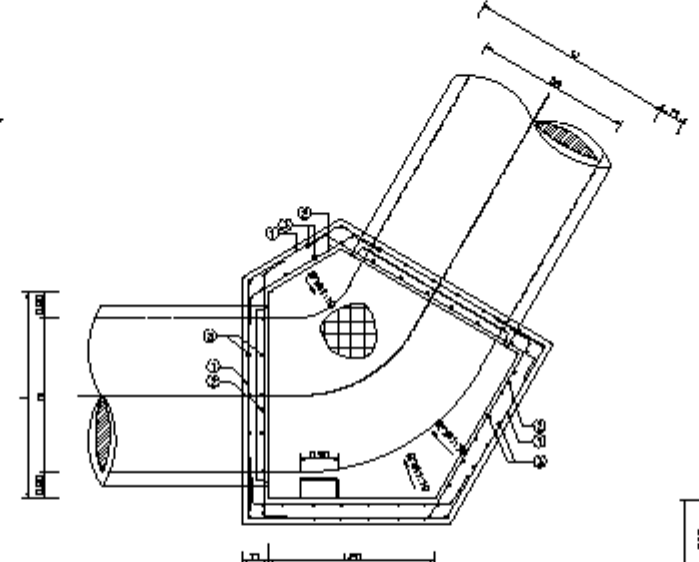
การศึกษาค้นคว้าเพื่อพัฒนา
ระบบป้องกันและบรรเทาภัยน้ำท่วมในพื้นที่
เทศบาลเมืองชัยภูมิ อำเภอเมืองชัยภูมิ จังหวัดชัยภูมิ

รูปที่ A-5

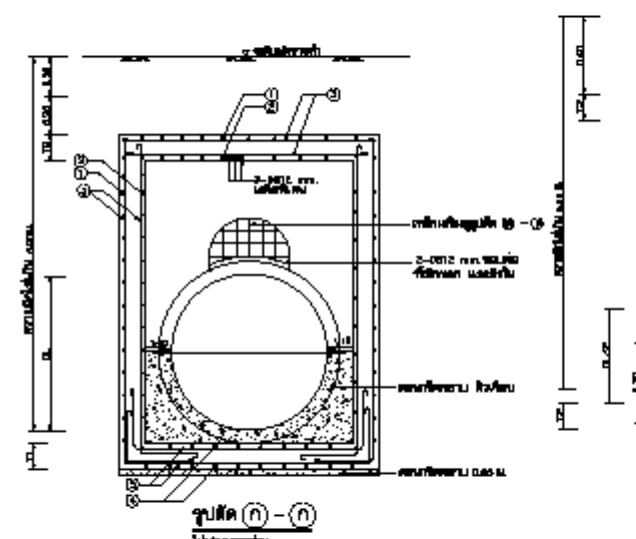
เนกคุณธรรม วิศวกรโยธา
รายละเอียดของพิมพ์ทางเทคนิค และข้อบังคับ (แผ่นที่ 1)
แปลและรูปพิมพ์ต่อไป



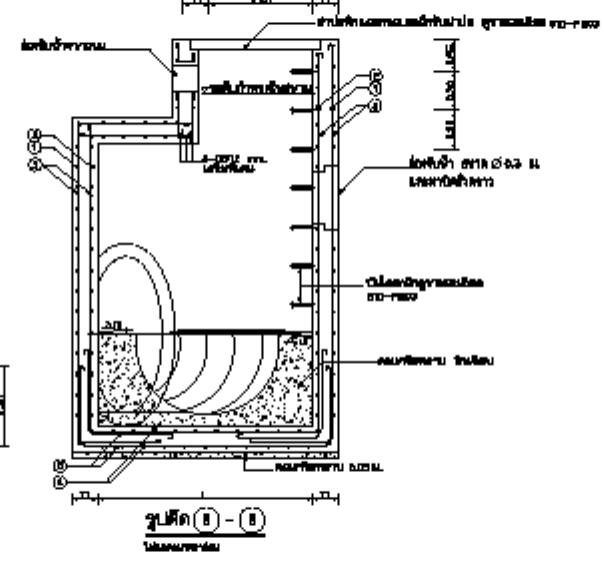
รูปตัด (35° α <math>< 55^\circ</math>)
โถบำบัดน้ำเสีย



รูปตัด (ระดับ)
โถบำบัดน้ำเสีย



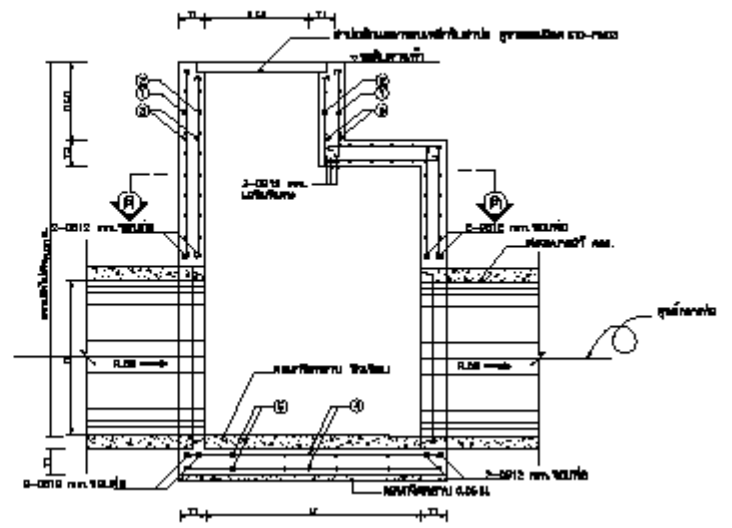
รูปตัด (A-A)
โถบำบัดน้ำเสีย



รูปตัด (B-B)
โถบำบัดน้ำเสีย

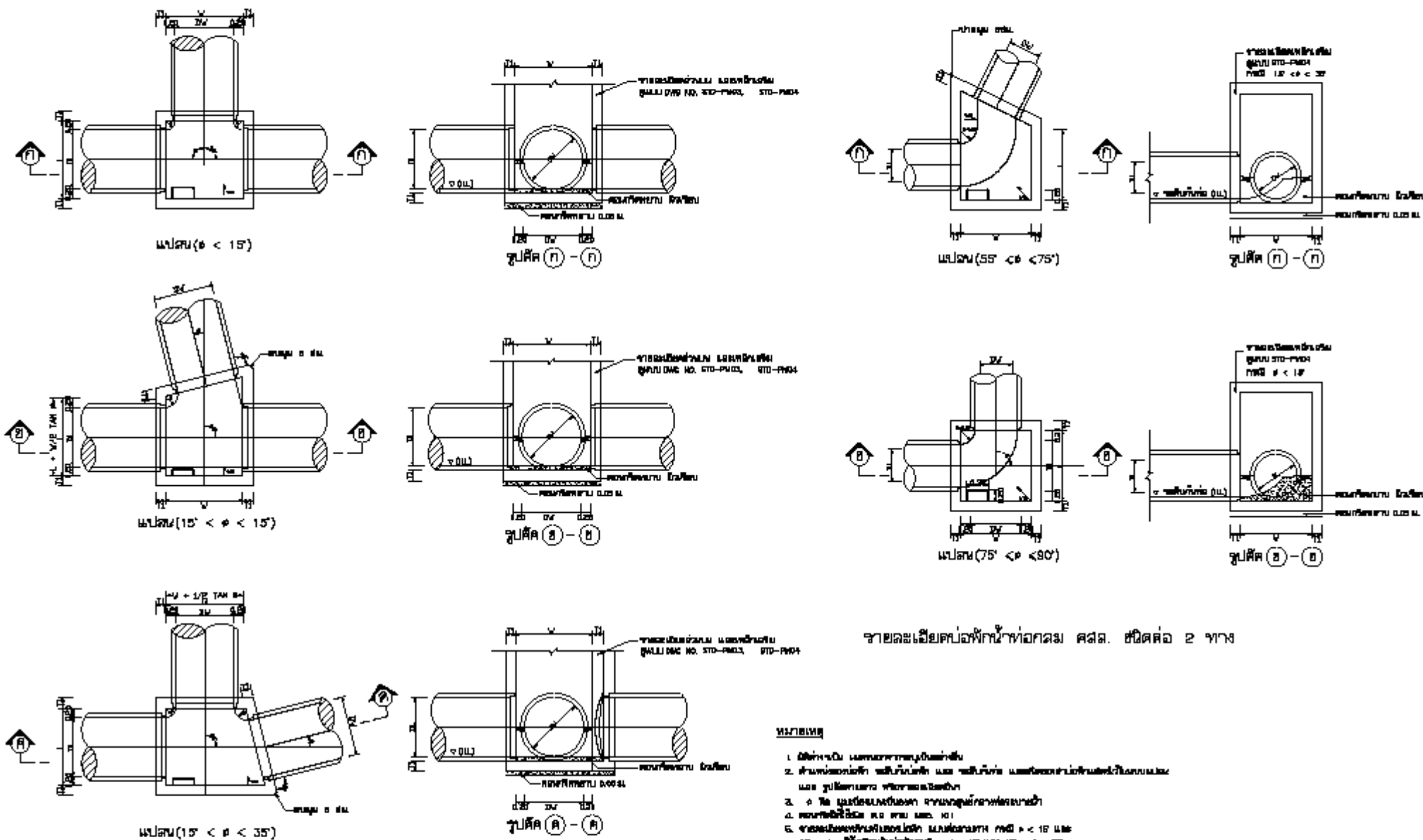
ข้อกำหนด

1. วัสดุทำถัง และท่อทำจากเหล็กกล้า
2. รั้วทำด้วยเหล็ก หนา 3 มม. และ รั้วทำจาก เหล็กเส้นขนาด 10 มม.
3. ฝา ทำด้วยเหล็ก หนา 10 มม.
4. วัสดุทำถัง และท่อทำจากเหล็กกล้า
5. วัสดุทำถัง และท่อทำจากเหล็กกล้า
6. วัสดุทำถัง และท่อทำจากเหล็กกล้า
7. วัสดุทำถัง และท่อทำจากเหล็กกล้า
8. วัสดุทำถัง และท่อทำจากเหล็กกล้า
9. วัสดุทำถัง และท่อทำจากเหล็กกล้า



รูปตัด (R-R)
โถบำบัดน้ำเสีย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล ระบบป้องกันและบรรเทาภัยน้ำท่วมพื้นที่ เทศบาลเมืองชัยภูมิ อำเภอเมืองชัยภูมิ จังหวัดชัยภูมิ	
รูปที่ A-7	แบบมาตรฐาน ถังบำบัดน้ำเสีย รายละเอียดของถังบำบัดน้ำเสีย (แผ่นที่ 2) แปลและระบุทิศทางไว้

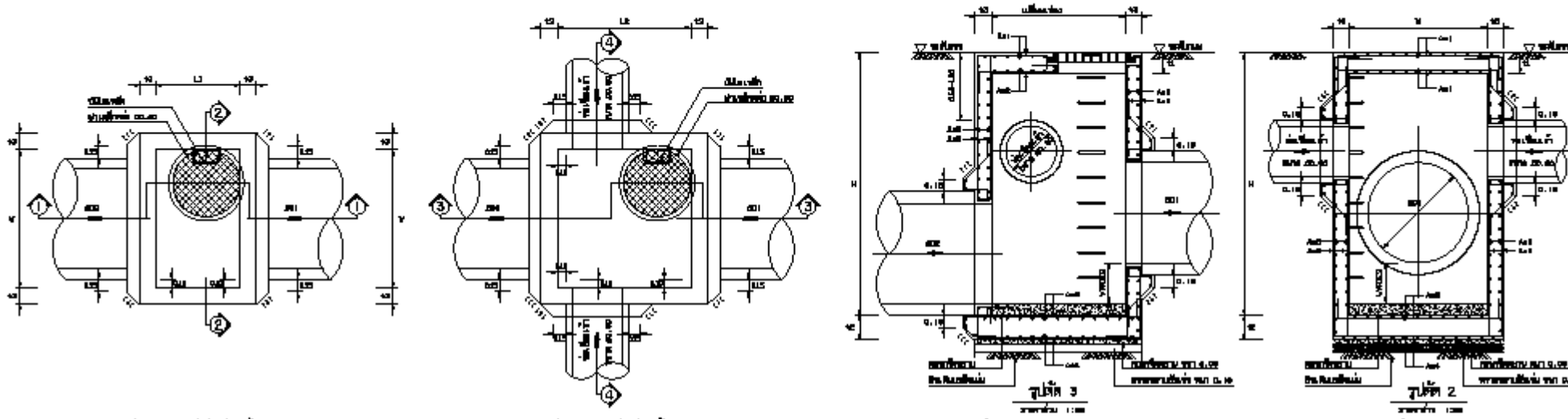


รายละเอียดประกอบพิกัดท่อกลม คลด. ชนิดต่อ 2 ทาง

- หมายเหตุ**
1. วัสดุท่อเป็น เหล็กดำหรือสแตนเลส
 2. ส่วนที่เชื่อมกับท่ออื่น ให้ใช้เหล็กดำ และ ใช้เหล็กดำ และใช้เหล็กดำที่เชื่อมกับท่ออื่น
 3. ϕ คือ ขนาดของท่อที่เชื่อม จากแบบแปลนที่แนบมา
 4. ขนาดของท่อที่เชื่อม คือ ตาม มอก. 101
 5. จากแบบแปลนที่แนบมา มีขนาดของท่อ $\phi < 15^\circ$ และ $15^\circ < \phi < 35^\circ$ ใช้เหล็กดำแบบ STB-PM04

รายละเอียดประกอบพิกัดท่อกลม คลด. ชนิดต่อ 3 ทาง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล ระบบป้องกันและบรรเทาภัยน้ำท่วมพื้นที่ เทศบาลเมืองชัยภูมิ อำเภอเมืองชัยภูมิ จังหวัดชัยภูมิ	
รูปที่ A-B	แบบมาตรฐาน เรื่องระบบป้องกัน รายละเอียดการเชื่อมต่อพิกัดท่อกลม คลด. แปลนและรูปตัดที่แนบมา



แบบแปลน ถังตกตะกอนแบบเก่า
ขนาดหน้ากว้าง 1.10 ม.

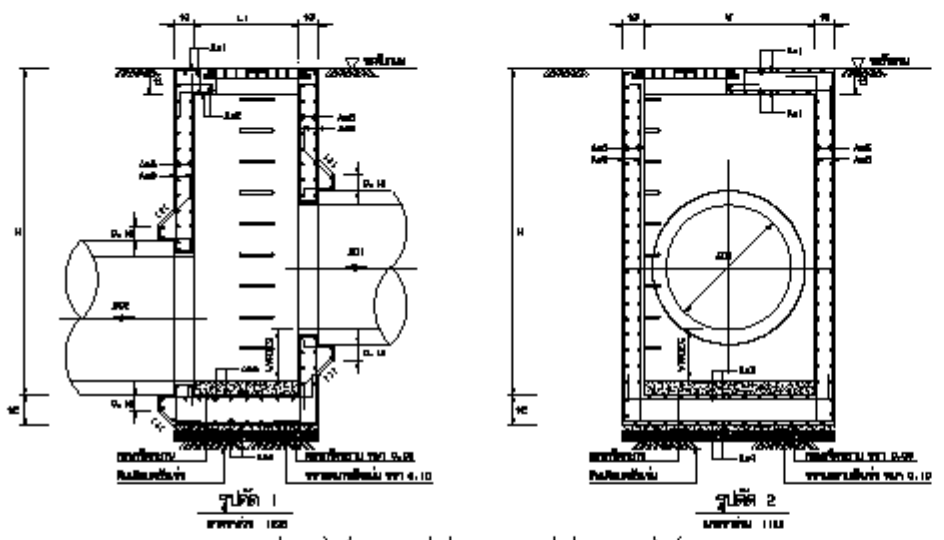
แบบแปลน ถังตกตะกอนแบบเก่า
ขนาดหน้ากว้าง 1.10 ม.

ตารางที่ 1 เวกส์เก็บตะกอนที่ถังตกตะกอนเก่า

ระดับสูงน้ำ	ขนาดหน้ากว้าง	ความยาว	ความหนา	ความสูง
0.40	0.80	1.00	1.00	0.80
0.60	0.80	1.00	1.00	0.80
0.80	0.80	1.00	1.00	0.80
1.00	0.80	1.00	1.00	0.80
1.20	0.80	1.00	1.00	0.80
1.40	0.80	1.00	1.00	0.80
1.60	0.80	1.00	1.00	0.80
1.80	0.80	1.00	1.00	0.80

ตารางที่ 2 เวกส์เก็บตะกอนที่ถังตกตะกอนใหม่

ระดับสูงน้ำ	ขนาดหน้ากว้าง	ความยาว	ความหนา	ความสูง
0.40	0.80	1.00	1.00	0.80
0.60	0.80	1.00	1.00	0.80
0.80	0.80	1.00	1.00	0.80
1.00	0.80	1.00	1.00	0.80
1.20	0.80	1.00	1.00	0.80
1.40	0.80	1.00	1.00	0.80
1.60	0.80	1.00	1.00	0.80
1.80	0.80	1.00	1.00	0.80



แบบแปลน ถังตกตะกอนแบบใหม่

แบบแปลน ถังตกตะกอนแบบใหม่

ตารางที่ 3 เวกส์เก็บตะกอนที่ถังตกตะกอนใหม่

ระดับสูงน้ำ	ขนาดหน้ากว้าง	ความยาว	ความหนา	ความสูง
0.40	0.80	1.00	1.00	0.80
0.60	0.80	1.00	1.00	0.80
0.80	0.80	1.00	1.00	0.80
1.00	0.80	1.00	1.00	0.80
1.20	0.80	1.00	1.00	0.80
1.40	0.80	1.00	1.00	0.80
1.60	0.80	1.00	1.00	0.80
1.80	0.80	1.00	1.00	0.80

ตารางที่ 4 เวกส์เก็บตะกอนที่ถังตกตะกอนใหม่

ระดับสูงน้ำ	ขนาดหน้ากว้าง	ความยาว	ความหนา	ความสูง
0.40	0.80	1.00	1.00	0.80
0.60	0.80	1.00	1.00	0.80
0.80	0.80	1.00	1.00	0.80
1.00	0.80	1.00	1.00	0.80
1.20	0.80	1.00	1.00	0.80
1.40	0.80	1.00	1.00	0.80
1.60	0.80	1.00	1.00	0.80
1.80	0.80	1.00	1.00	0.80

หมายเหตุ

1. เวกส์เป็น เวกส์แบบเก่า
2. เวกส์เป็น เวกส์แบบใหม่
3. เวกส์เป็น เวกส์แบบใหม่
4. เวกส์เป็น เวกส์แบบใหม่
5. เวกส์เป็น เวกส์แบบใหม่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

ระบบป้องกันและบรรเทาภัยน้ำท่วมในพื้นที่

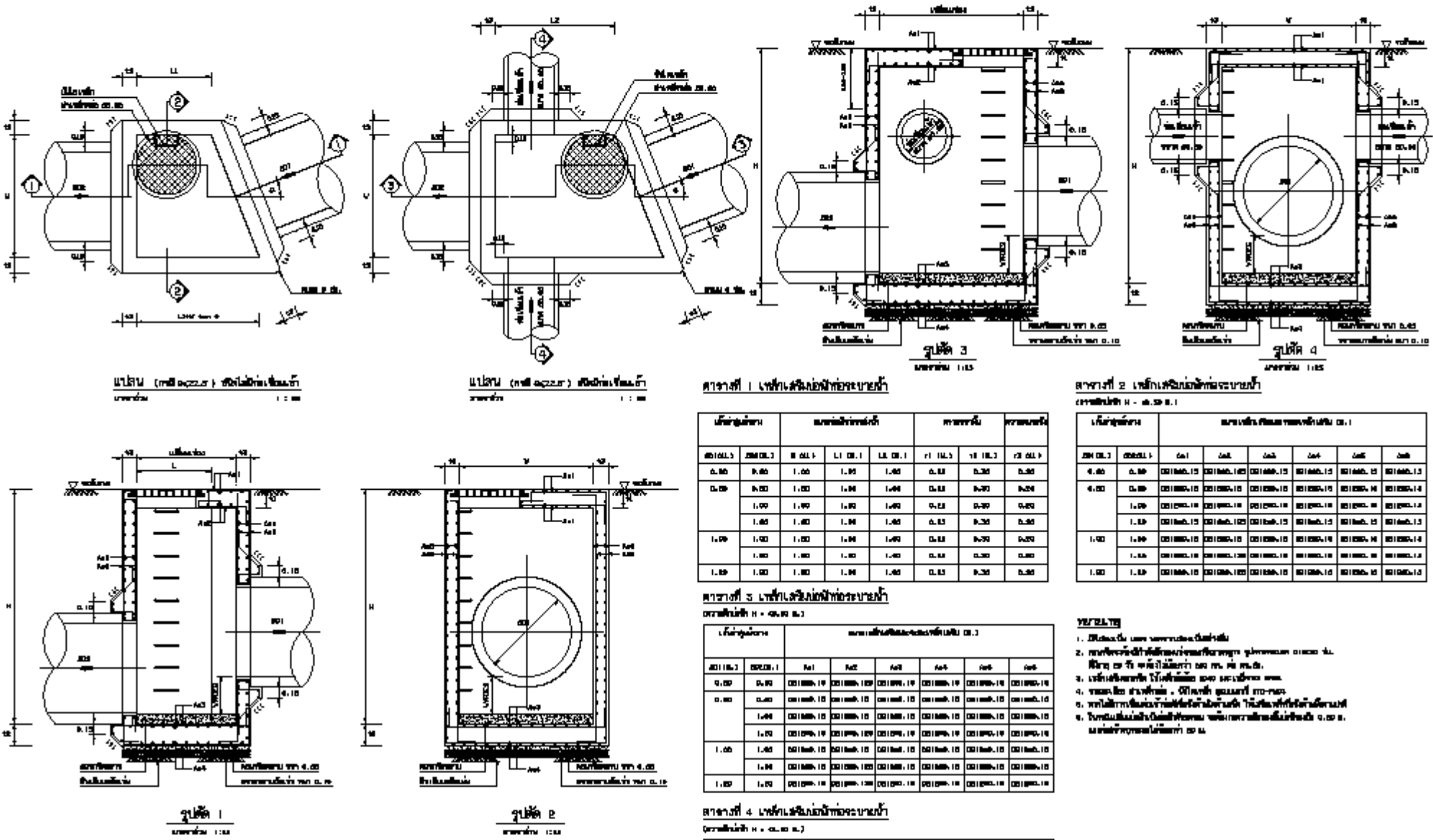
เทศบาลเมืองชัยภูมิ อำเภอเมืองชัยภูมิ จังหวัดชัยภูมิ

รูปที่ A-B

แผนผังระบบท่อระบายน้ำ

แบบแปลนระบบท่อระบายน้ำ (พื้นที่ก่อสร้าง)

แปลนและรูปตัดทั่วไป



ตารางที่ 1 เวกเตอร์ของน้ำที่ออกจา่บ่อกำจัดน้ำ

เวกเตอร์	ขนาดพื้นที่ (ตร.ม.)	ความสูง (ม.)	ความลึก (ม.)	ความกว้าง (ม.)	ความยาว (ม.)	ความหนา (ม.)	ความสูง (ม.)
01 (0.3)	200 (0.3)	1.00	1.90	1.90	0.30	0.30	0.30
0.30	0.30	1.00	1.90	1.90	0.30	0.30	0.30
1.00	1.00	1.00	1.90	1.90	0.30	0.30	0.30
1.00	1.00	1.00	1.90	1.90	0.30	0.30	0.30
1.00	1.00	1.00	1.90	1.90	0.30	0.30	0.30
1.00	1.00	1.00	1.90	1.90	0.30	0.30	0.30

ตารางที่ 2 เวกเตอร์ของน้ำที่ออกจา่บ่อกำจัดน้ำ

เวกเตอร์	ขนาดพื้นที่ (ตร.ม.)	ความสูง (ม.)	ความลึก (ม.)	ความกว้าง (ม.)	ความยาว (ม.)	ความหนา (ม.)	ความสูง (ม.)
01 (0.3)	200 (0.3)	1.00	1.90	1.90	0.30	0.30	0.30
0.30	0.30	1.00	1.90	1.90	0.30	0.30	0.30
1.00	1.00	1.00	1.90	1.90	0.30	0.30	0.30
1.00	1.00	1.00	1.90	1.90	0.30	0.30	0.30
1.00	1.00	1.00	1.90	1.90	0.30	0.30	0.30
1.00	1.00	1.00	1.90	1.90	0.30	0.30	0.30

ตารางที่ 3 เวกเตอร์ของน้ำที่ออกจา่บ่อกำจัดน้ำ

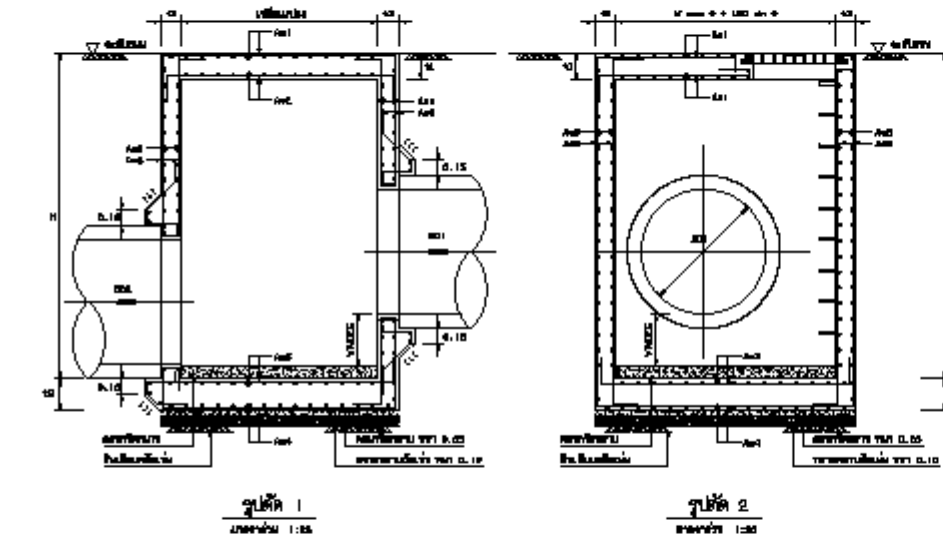
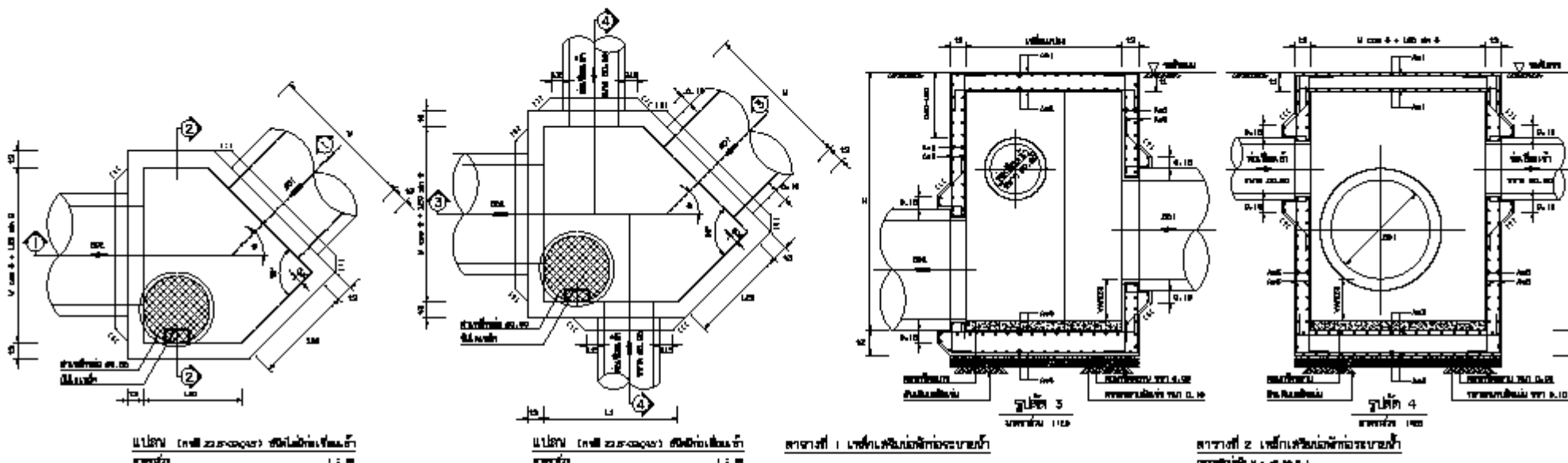
เวกเตอร์	ขนาดพื้นที่ (ตร.ม.)	ความสูง (ม.)	ความลึก (ม.)	ความกว้าง (ม.)	ความยาว (ม.)	ความหนา (ม.)	ความสูง (ม.)
01 (0.3)	200 (0.3)	1.00	1.90	1.90	0.30	0.30	0.30
0.30	0.30	1.00	1.90	1.90	0.30	0.30	0.30
1.00	1.00	1.00	1.90	1.90	0.30	0.30	0.30
1.00	1.00	1.00	1.90	1.90	0.30	0.30	0.30
1.00	1.00	1.00	1.90	1.90	0.30	0.30	0.30
1.00	1.00	1.00	1.90	1.90	0.30	0.30	0.30

ตารางที่ 4 เวกเตอร์ของน้ำที่ออกจา่บ่อกำจัดน้ำ

เวกเตอร์	ขนาดพื้นที่ (ตร.ม.)	ความสูง (ม.)	ความลึก (ม.)	ความกว้าง (ม.)	ความยาว (ม.)	ความหนา (ม.)	ความสูง (ม.)
01 (0.3)	200 (0.3)	1.00	1.90	1.90	0.30	0.30	0.30
0.30	0.30	1.00	1.90	1.90	0.30	0.30	0.30
1.00	1.00	1.00	1.90	1.90	0.30	0.30	0.30
1.00	1.00	1.00	1.90	1.90	0.30	0.30	0.30
1.00	1.00	1.00	1.90	1.90	0.30	0.30	0.30
1.00	1.00	1.00	1.90	1.90	0.30	0.30	0.30

- หมายเหตุ
1. ใช้คอนกรีตเสริมเหล็กหนา 10 ซม.
 2. ผนังและเสาเข็มใช้คอนกรีตเสริมเหล็กหนา 15 ซม. และเสาเข็ม 10 ซม. x 10 ซม.
 3. เวกเตอร์ของน้ำใช้คอนกรีตเสริมเหล็กหนา 10 ซม. และเสาเข็ม 10 ซม. x 10 ซม.
 4. ผนังและเสาเข็มใช้คอนกรีตเสริมเหล็กหนา 10 ซม. และเสาเข็ม 10 ซม. x 10 ซม.
 5. ผนังและเสาเข็มใช้คอนกรีตเสริมเหล็กหนา 10 ซม. และเสาเข็ม 10 ซม. x 10 ซม.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
 การศึกษาค้นคว้าและวิจัย
 ระบบป้องกันและระบายน้ำของพื้นที่
 เขตเทศบาลเมืองชัยภูมิ อำเภอเมืองชัยภูมิ จังหวัดชัยภูมิ
 ผู้ทำ: น.ส.ศรุตพร วัฒนศิริกุล
 A-10



ตารางที่ 1 เซลล์เสริมพลังของระบบบำบัด

เส้นผ่าศูนย์กลาง	ความลึกของถัง	ความยาวถัง	ความหนาถัง
Ø1100	Ø300	Ø1000	Ø100
Ø1100	Ø300	Ø1000	Ø100
Ø1100	Ø300	Ø1000	Ø100
Ø1100	Ø300	Ø1000	Ø100
Ø1100	Ø300	Ø1000	Ø100
Ø1100	Ø300	Ø1000	Ø100
Ø1100	Ø300	Ø1000	Ø100
Ø1100	Ø300	Ø1000	Ø100
Ø1100	Ø300	Ø1000	Ø100
Ø1100	Ø300	Ø1000	Ø100

ตารางที่ 2 เซลล์เสริมพลังของระบบบำบัด

เส้นผ่าศูนย์กลาง	ความลึกของถัง	ความยาวถัง	ความหนาถัง
Ø1100	Ø300	Ø1000	Ø100
Ø1100	Ø300	Ø1000	Ø100
Ø1100	Ø300	Ø1000	Ø100
Ø1100	Ø300	Ø1000	Ø100
Ø1100	Ø300	Ø1000	Ø100
Ø1100	Ø300	Ø1000	Ø100
Ø1100	Ø300	Ø1000	Ø100
Ø1100	Ø300	Ø1000	Ø100
Ø1100	Ø300	Ø1000	Ø100
Ø1100	Ø300	Ø1000	Ø100

ตารางที่ 3 เซลล์เสริมพลังของระบบบำบัด

เส้นผ่าศูนย์กลาง	ความลึกของถัง	ความยาวถัง	ความหนาถัง
Ø1100	Ø300	Ø1000	Ø100
Ø1100	Ø300	Ø1000	Ø100
Ø1100	Ø300	Ø1000	Ø100
Ø1100	Ø300	Ø1000	Ø100
Ø1100	Ø300	Ø1000	Ø100
Ø1100	Ø300	Ø1000	Ø100
Ø1100	Ø300	Ø1000	Ø100
Ø1100	Ø300	Ø1000	Ø100
Ø1100	Ø300	Ø1000	Ø100
Ø1100	Ø300	Ø1000	Ø100

ตารางที่ 4 เซลล์เสริมพลังของระบบบำบัด

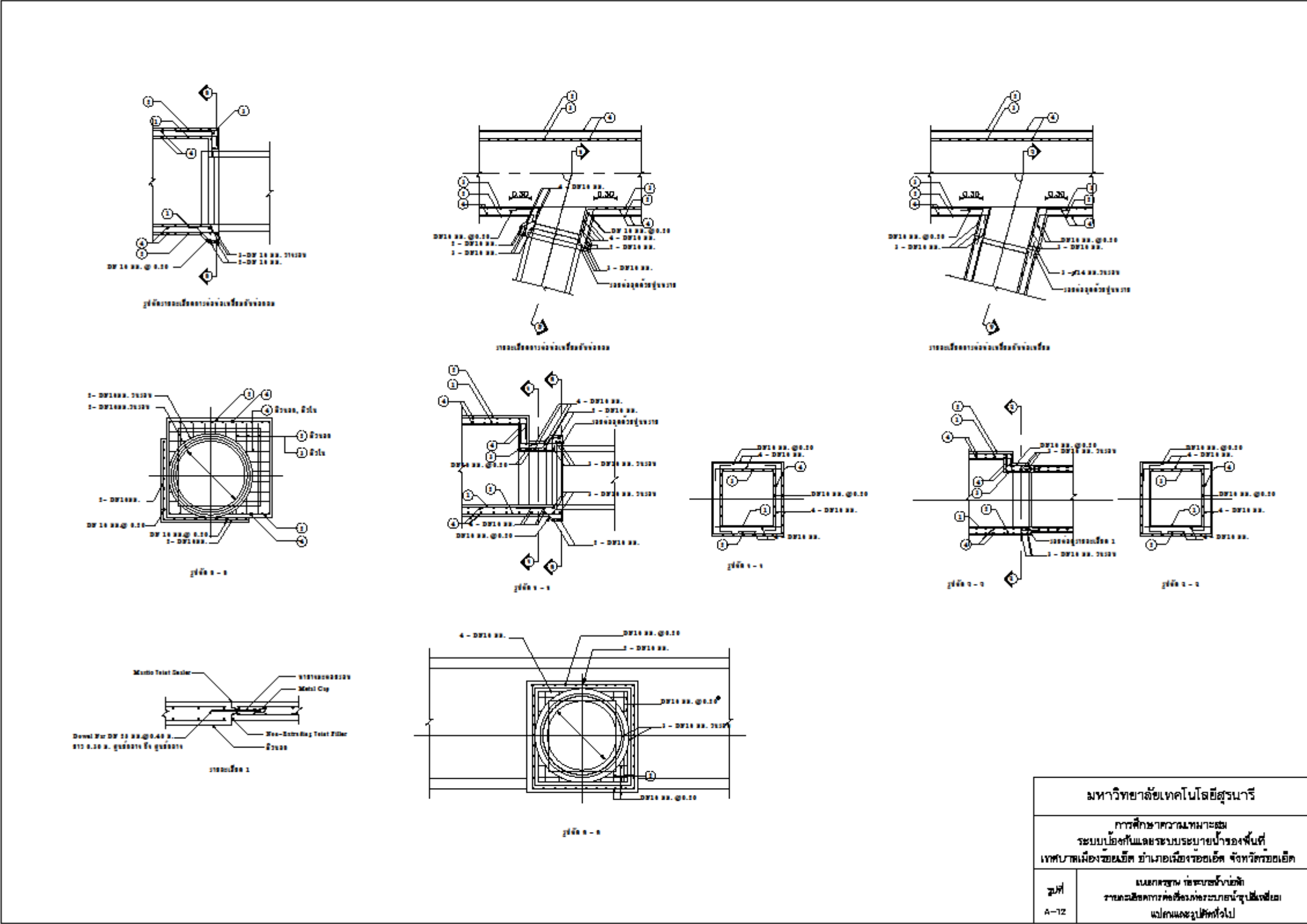
เส้นผ่าศูนย์กลาง	ความลึกของถัง	ความยาวถัง	ความหนาถัง
Ø1100	Ø300	Ø1000	Ø100
Ø1100	Ø300	Ø1000	Ø100
Ø1100	Ø300	Ø1000	Ø100
Ø1100	Ø300	Ø1000	Ø100
Ø1100	Ø300	Ø1000	Ø100
Ø1100	Ø300	Ø1000	Ø100
Ø1100	Ø300	Ø1000	Ø100
Ø1100	Ø300	Ø1000	Ø100
Ø1100	Ø300	Ø1000	Ø100
Ø1100	Ø300	Ø1000	Ø100

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

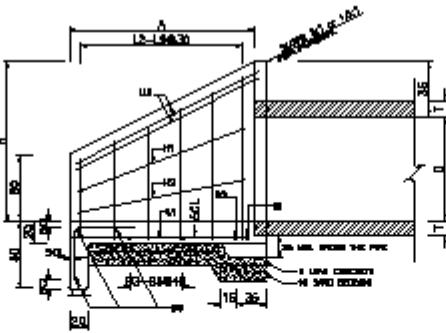
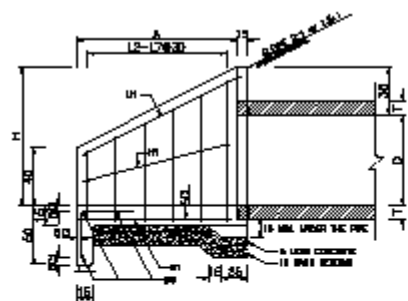
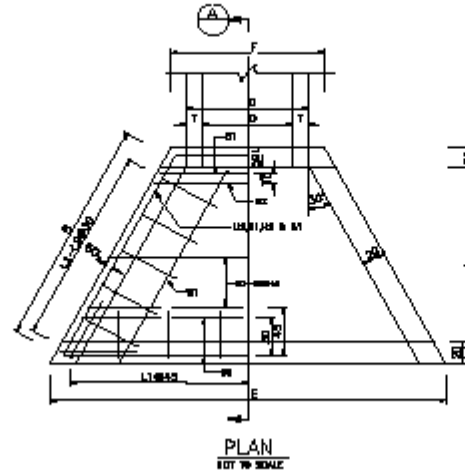
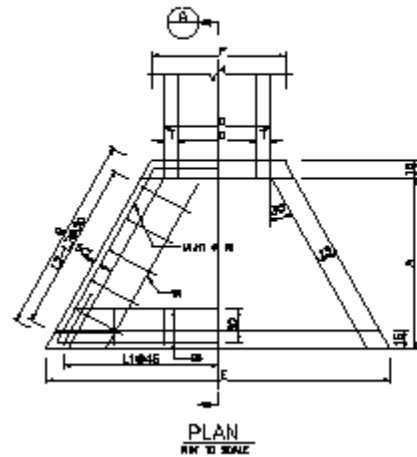
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
 ระบบป้องกันและบรรเทาภัยน้ำของพื้นที่
 เทศบาลเมืองชัยภูมิ อำเภอเมืองชัยภูมิ จังหวัดชัยภูมิ

รูปที่ A-11

เอกสารฐาน 18ระบบถังบำบัด
 บ่งชี้ลักษณะบานพับแบบที่ 3 (ต่อหน้า 22.5-44-45)
 แปลกแดงรูปตัดทั่วไป

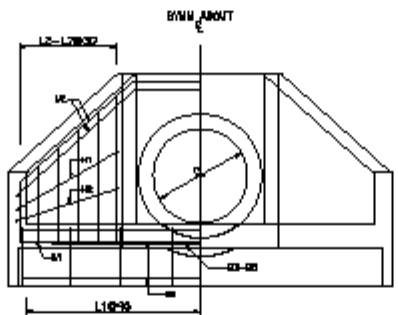
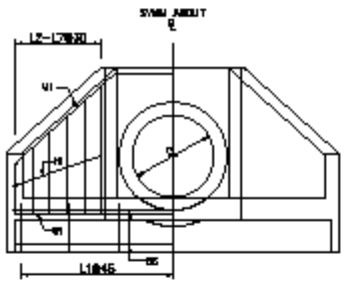


มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	
การศึกษาคواعدเหมาะสม ระบบป้องกันและระบายน้ำของพื้นที่ เทศบาลเมืองชัยภูมิ ย่านกองเรือจอยเอ็ด จังหวัดชัยภูมิ	
รูปที่ A-12	แผนกสถาปัตย์ รายละเอียดการก่อสร้างระบบระบายน้ำ แปลนและรูปตัดทั่วไป



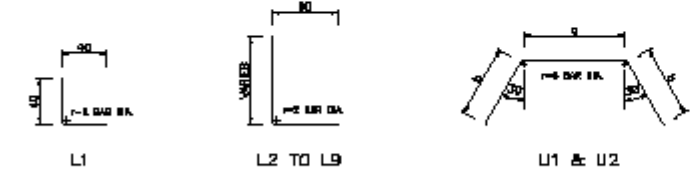
SECTION "A"
NOT TO SCALE

SECTION "A"
NOT TO SCALE



DETAILS FOR 500, 600 & 800 PIPE CULVERTS
NOT TO SCALE

DETAILS FOR 100 & 120 PIPE CULVERTS
NOT TO SCALE



BAR BENDING DIAGRAMS
NOT TO SCALE

TABLE OF REINFORCEMENT										
NO.	SIZE	3-40 and 30		3-40		3-40		3-50		
		NO.	LENGTH	NO.	LENGTH	NO.	LENGTH	NO.	LENGTH	
U1	18	1	583	2	374	1	466	-	-	
U2	18	-	-	-	-	-	-	2	499	
U3	18	5	88	4	80	6	88	8	82	
U4	16-480	2	367	2	367	2	377	2	350	
U5	16-480	2	369	2	369	2	378	2	349	
U6	16-480	2	333	2	333	2	333	2	333	
U7	16-480	2	346	2	346	2	346	2	373	
U8	16-480	-	-	2	294	2	359	6	364	
U9	16-480	-	-	-	-	2	372	2	397	
U10	16	-	-	-	-	-	-	-	2	320
U11	16	-	-	-	-	-	-	-	8	885
U12	16	4	18	4	29	4	149	4	298	
U13	16	-	-	-	-	-	-	1	292	
U14	16	-	-	-	-	-	-	1	374	
U15	16	-	-	-	-	-	-	1	865	
U16	16	-	-	-	-	-	-	1	272	
U17	16	-	-	-	-	-	-	3	294	
U18	16	-	-	-	-	-	-	3	340	
U19	16	3	-	2	-	3	-	2	-	
U20	18	8	168	8	388	8	167	8	383	
U21	18	-	-	-	-	-	-	2	377	
U22	18	-	-	-	-	-	-	-	228	
U23	18	85	86	43	84	33				
U24	18	840	846	54	83	62				

NOTE : FOR 400MM & 600 P/P/C ONLY U1-U17 SHALL BE FROM REBARING

NOTES :

- CONCRETE SHALL BE CLASS "B"
- ALL REINFORCING STEEL SHALL BE DEFORMED BARS CONFORMING TO THE THAI INDUSTRIAL STANDARD IN CLASS SS 38
- DESIGN STRESSSES
a) CONCRETE, $f_c = 7.0$ MPa
b) STEEL, $f_s = 1.400$ MPa
 $n = 30$
- CLEAR COVER OF REINFORCEMENT SHALL BE 4 CM UNLESS OTHERWISE INDICATED
- LOCATIONS OF LAP SPACE OF REBAR SHALL BE APPROVED BY THE ENGINEER
- LAP LENGTH SHALL NOT BE LESS THAN 34 BAR DIAMETERS
- ALL CONCRETE EXPOSED CORNERS SHALL HAVE 3 CM CHAMFER UNLESS OTHERWISE INDICATED
- DIMENSIONS OF HEADWALL AND QUANTITIES OF MATERIALS SHOWN IN THE TABLES ARE FOR EXHIBITION SLOPE OF 24 ONLY FOR EXHIBITION SLOPE OF 1.5%, ALL DIMENSIONS SHALL BE WORKED OUT FROM DIMENSIONS OF "W" AS SHOWN TOGETHER WITH THE PLAIN ANGLE OF 30° THEN QUANTITIES OF MATERIALS SHALL BE CHANGED ACCORDINGLY
- ALL DIMENSIONS SHOWN ARE BY CONTRACTORS UNLESS OTHERWISE INDICATED

3RD WALL OF PIPE	WALL THICKNESS	DIMENSIONING									
		F	C	L	P	H	W	B	h	h	h
400mm	7	90	70	324	54	138	81	83	27	138	
600	75	90	80	387	75	187	88	83	88	248	
800	80	108	108	478	88	267	108	108	108	298	
1000	111	108	108	570	102	340	128	128	128	398	
1200	123	108	128	674	143	413	158	158	158	448	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
 การศึกษาคำถามเหมาะสม
 ระบบป้องกันและบรรเทาภัยน้ำของพื้นที่
 เขตเทศบาลเมืองชุมพล อำเภอเมืองร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด
 วันที่
 A-13
 นายกฤษณ์ วัฒนศิริกุล
 ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
 แปลและตรวจพิมพ์

ประวัติผู้เขียน

นายสมภพ คำดี เกิดเมื่อวันที่ 25 กันยายน 2525 ที่อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในปีพุทธศักราช 2549 และได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต การบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในปี พุทธศักราช 2555 ด้านการทำงาน เริ่มทำงานในตำแหน่ง วิศวกร งานออกแบบและก่อสร้าง ส่วนอาคารสถานที่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ตั้งแต่ 2 สิงหาคม 2553 จนถึงปัจจุบัน ที่อยู่ปัจจุบัน 444/82 หมู่ 6 หมู่บ้านเดอะเฮ้าส์ไอโซเนีย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000 โทร 080-1668022