



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ)
ปริญญา

วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ

วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การบรรเทาน้ำหลากจับพลันในพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่

The Mitigation of Flash Flood in Hatyai Municipality Area

นามผู้วิจัย นายสุรัช เกษียรธาดานนท์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ชูเกียรติ ทรัพย์ไพศาล, M.Eng.)

กรรมการ

(อาจารย์นิวัตร พัฒนเสมากุล, M.Eng.)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์สุภกิจ นนทนันทน์, D.Eng.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรัช ลิปิวัฒนาการ, M.Asc.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

สิงสิงวี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การบรรเทาน้ำหลากจับพัดในพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่

The Mitigation of Flash Flood in Hatyai Municipality Area

โดย

นายสุรัชย์ เกษียรธาดานนท์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ)

พ.ศ. 2553

สุรัชย์ เกษียรธาดานนท์ 2552: การบรรเทา น้ำหลากกลับพลันในพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ) สาขาวิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ
ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ ประชานกรรมการที่ปรึกษา:
รองศาสตราจารย์ชูเกียรติ ทรัพย์ไพศาล, M.Eng. 165 หน้า

พื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ตั้งอยู่บริเวณพื้นที่ท้องกระทะ
ช่วงปลายของกลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภา และเป็นบริเวณที่คลองสาขาหลายสายมาบรรจบกัน จึงมักจะเกิด
อุทกภัยได้ง่าย เช่น อุทกภัยปี พ.ศ.2531 และ พ.ศ.2543 สาเหตุการเกิดน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนเทศบาลนคร
หาดใหญ่แบ่งได้ 3 ลักษณะ คือ น้ำท่วมเฉพาถิ่น น้ำท่วมเนื่องจากฝนตกหนักในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขา และ
น้ำท่วมเนื่องจากน้ำล้นคลองอู่ตะเภา เนื่องจากกรมชลประทานและเทศบาลนครหาดใหญ่ ได้ทำการ
แก้ไขอุทกภัยในกลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภาและการระบายน้ำภายในพื้นที่ โดยการสร้างคลองผันน้ำและระบบ
พื้นที่ปิดล้อมฝั่งซ้ายของคลองอู่ตะเภา และระบบพื้นที่ปิดล้อมฝั่งขวาของคลองอู่ตะเภาแล้ว แต่ยังคง
การศึกษาวิเคราะห์แนวทางการแก้ไขปัญหา น้ำหลากกลับพลันจากลุ่มน้ำย่อยคลองเรียนและลุ่มน้ำย่อย
คลองเปลซึ่งไหลลงสู่พื้นที่ปิดล้อมฝั่งขวาของคลองอู่ตะเภา

งานวิจัยนี้จะทำการศึกษาแนวทางการแก้ไขน้ำหลากกลับพลันที่เกิดขึ้นจากลุ่มน้ำย่อยคลองเรียน
และลุ่มน้ำย่อยคลองเปลด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ InfoWorks CS โดยใช้เหตุการณ์ฝนปี พ.ศ. 2543
ของสถานีตรวจอากาศเกษตรคองหงส์ เป็นเหตุการณ์ฝนตัวแทน และใช้ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน
ตามสภาพปัจจุบัน ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองพบว่า เมื่อกำหนดค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่า (C) ของพื้นที่
ระหว่าง 0.15 ถึง 0.70 กำหนดค่า n ของท่อและรางระบายน้ำเท่ากับ 0.016 และกำหนดค่า n ของคลอง
ระบายน้ำระหว่าง 0.016 ถึง 0.025 จะปรากฏพื้นที่น้ำท่วมขังบริเวณต่าง ๆ สอดคล้องกับข้อมูลน้ำท่วมขัง
ที่ได้จากการบันทึกไว้ของหน่วยงานท้องถิ่น ส่วนผลการศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหา น้ำหลาก
กลับพลันจากลุ่มน้ำย่อยคลองเรียนและลุ่มน้ำย่อยคลองเปล เมื่อเกิดฝนตกที่คาบอุบัติ 5 ปี ในสภาพการใช้
ที่ดินอนาคต สรุปได้ว่า การปรับปรุงและก่อสร้างท่อระบายน้ำบริเวณพื้นที่ชุมชนหนาแน่นระบายน้ำลง
คลองเตยเพิ่มเติม ร่วมกับก่อสร้างคลองผันน้ำจากคลองเรียนลงสู่คลองหะ และท่อผันน้ำจากถนนกาญ
จนวนิชย์ออกสู่ทางน้ำข้างทางรถไฟไปสงขลา หรือร่วมกับก่อสร้างแก้มลิงในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยคลองเรียน
และคลองเปลอย่างใดอย่างหนึ่ง จะสามารถแก้ไขปัญหา น้ำหลากกลับพลันจากลุ่มน้ำย่อยคลองเรียนและ
ลุ่มน้ำย่อยคลองเปลเข้าท่วมพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่ และพื้นที่ข้างเคียงที่อยู่บริเวณด้านตะวันออก
ของทางรถไฟไปปาดังเบซาร์ได้

Surachai Kasianthadanon, 2010: The Mitigation of Flash Flood in Hatyai Municipality Area. Master of Engineering (Water Resources Engineering), Major Field: Water Resources Engineering, Department of Water Resources Engineering. Thesis Advisor: Associate Professor Chukiat Sapphaisal, M.Eng. 165 pages.

Hatyai Municipality area, Hatyai District, Songkhla Province is located in low land at the end of U-tapao canal. There are many canals converge in this area and very easy to have flood for example in 1988 and 2000. Causes of flooding in Hatyai Municipality area can be divided into 3 characters such as local flooding, flooding from heavy rained in sub-basins and flooding from overflow water of U-tapao canal. The Royal Irrigation Department and Hatyai Municipality had solved problems of flooding in U-tapao river basin and municipal area by building the diversion canal and polder systems on the left and the right side of U-tapao canal. But still lacked the study to analyze the guidelines to solve the flash flood problem from Klong Riean and Klong Pel sub-basins flowed into the right side of U-tapao canal.

This research studied on guidelines to solve the flash flood problem from Klong Riean and Klong Pel sub basins by using InfoWorks CS mathematic model and used raining events occurred in 2000 from Kaset Korhong Meteorological Station as sample and the present land using. Results of model comparing found that , if determined direct runoff coefficient (C) of area between 0.15 to 0.70, determined n of pipe and drainage canal at 0.016 and determined n of canal between 0.016 to 0.025 would appeared the flooding areas followed the flooding data recorded by local agency. Study results on the guidelines to solve the flash flood problem from Klong Riean and Klong Pel sub-basins when 5 years return period of rainfall for land using in future could be summarized that improvement and construction of drain pipes in community area to drain water to Klong Tey canal including construction of diversion canal from Klong Riean to Klong Wa canal and diversion pipes from Kanjanawanich to water way besides railway to Songkhla or co-operate to Kamling construction in area of either Klong Riean or Klong Pel sub-basins can solve problem of flash flood in Hatyai Municipality area and neighborhood area located on east side of the rail way to Padang Besar.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

____ / ____ / ____

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ชูเกียรติ ทรัพย์ไพศาล ประธานกรรมการที่ปรึกษาที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ หลักการทำงานและหลักการดำเนินชีวิตในมุมมองต่าง ๆ ทั้งในส่วนตัวและส่วนรวม รวมทั้งคณะกรรมการ อันประกอบด้วย อาจารย์นิวัตร พัฒนเสมากุล กรรมการที่ปรึกษาวิชาเอก รองศาสตราจารย์ศุภกิจ นนทนานันท์ กรรมการที่ปรึกษาวิชารองและรองศาสตราจารย์ดอกเตอร์วีระศักดิ์ อุดมโชค ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ ตลอดจนแก้ไขวิทยานิพนธ์จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้อย่างสมบูรณ์

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตลอดจนอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ในแขนงต่าง ๆ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ กรมอุตุนิคมวิทยา กรมชลประทาน กรมโยธาธิการและผังเมือง เทศบาลนครหาดใหญ่ ที่ได้เอื้อเฟื้อข้อมูลต่าง ๆ ขอขอบคุณเพื่อนนิสิตทุกท่านที่ช่วยเหลือตลอดมา ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คุณปิยะพงษ์ รอดรัตน์ คุณกาญจน์ จิตนิคม คุณปวันรัตน์ พันเพียนท่า คุณสุพจน์ ชูณะวัฒน์ และเจ้าหน้าที่บริษัท วอเตอร์ ดีเวลล์ฟเม้นท์ คอนซัลแต้นส์ กรุ๊ป จำกัด ที่เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนในการทำวิจัยครั้งนี้

และท้ายที่สุดข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ผู้ให้กำเนิดส่งเสียเลี้ยงดูจนข้าพเจ้าสามารถขึ้นหัดได้ด้วยตนเองและคอยเป็นกำลังใจตลอดมา

สุรัชย์ เกษียรธาดานนท์

มีนาคม 2553

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	5
อุปกรณ์และวิธีการ	97
อุปกรณ์	97
วิธีการ	97
ผลและวิจารณ์	124
สรุปและข้อเสนอแนะ	154
สรุป	154
ข้อเสนอแนะ	155
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	157
ภาคผนวก	160

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	รายละเอียดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยและลำน้ำสาขาในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเถา	8
2	รายละเอียดคู คลองและทางระบายน้ำสายหลักบริเวณพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่และข้างเคียง	12
3	ปริมาณฝนรายปีของสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่	27
4(ก)	เปอร์เซ็นต์การสะสมของปริมาณฝนในช่วงเวลา 7 วัน ในระหว่างวันที่ 17 ถึง 23 พฤศจิกายน 2531 ของสถานีวัดน้ำฝนต่าง ๆ ในลุ่มน้ำคลองอุตะเถา	41
4(ข)	เปอร์เซ็นต์การสะสมของปริมาณฝนในช่วงเวลา 7 วัน ในระหว่างวันที่ 18 ถึง 24 พฤศจิกายน 2543 ของสถานีวัดน้ำฝนต่าง ๆ ในลุ่มน้ำคลองอุตะเถา	41
5	ระดับน้ำสูงสุดและปริมาณน้ำท่าสูงสุดที่สถานีต่าง ๆ สำหรับเหตุการณ์อุทกภัยปี พ.ศ.2531 และปี พ.ศ.2543	43
6	สรุปพื้นที่น้ำท่วมเนื่องจากอุทกภัยปี พ.ศ.2531 และ พ.ศ.2543 ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเถา	44
7	รายละเอียดคู คลองและทางระบายน้ำสายหลักบริเวณพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่และข้างเคียง	64
8	แบบจำลองการเคลื่อนตัวของน้ำท่า (Runoff Routing Models)	94
9	แบบจำลองปริมาณน้ำท่า (Runoff Volume Models)	96
10	ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าที่ใช้ในแบบจำลอง	104
11	ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของแมนนิง (Manning's n)	105
12	รายละเอียดพื้นที่ระบายน้ำย่อยของระบบระบายน้ำเดิมในสภาพปัจจุบัน	109
13	ค่าคงที่ a, b, c ที่คาบอุบัติการเกิด 2 และ 5 ปี	111
14	สรุปความเข้มฝนและความลึกฝนสะสมของฝนออกแบบที่มีระยะเวลาฝนตก 3 ชม.	114
15	รายละเอียดองค์ประกอบแนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมทางเลือกที่ 1	118
16	รายละเอียดองค์ประกอบแนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมทางเลือกที่ 2	120
17	รายละเอียดองค์ประกอบแนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมทางเลือกที่ 3	121

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
1	ตัวอย่างรายละเอียดจุดเชื่อมต่อของแบบจำลอง	161
2	ตัวอย่างรายละเอียดช่วงทางระบายน้ำของแบบจำลอง	162
3	ตัวอย่างรายละเอียดพื้นที่รับน้ำย่อยของแบบจำลอง	163
4	สรุปข้อมูลการใช้ที่ดิน ประชากร และคุณภาพน้ำ	164
5	สรุปข้อมูลน้ำผิวดินของแบบจำลอง	165

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ขอบเขตและสภาพภูมิประเทศของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเถา	6
2	พื้นที่ลุ่มน้ำสาขาในลุ่มน้ำคลองอุตะเถา	7
3	ค่าระดับบริเวณพื้นที่บริเวณเทศบาลนครหาดใหญ่และข้างเคียง	10
4	แนวคู คลองและทางระบายน้ำสายหลักบริเวณพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่และข้างเคียง	11
5	สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบันของพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่และข้างเคียง	16
6	แผนการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตของพื้นที่ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่	17
7	เส้นทางเดินพายุและมรสุมที่พัดผ่านประเทศไทย	19
8	ตำแหน่งสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเถา	20
9(ก)	ค่าเฉลี่ยรายเดือนของตัวแปรภูมิอากาศที่สถานีตรวจอากาศสะเดา (58102)	21
9(ข)	ค่าเฉลี่ยรายเดือนของตัวแปรภูมิอากาศที่สถานีตรวจอากาศสนามบินหาดใหญ่ (58332)	22
9(ค)	ค่าเฉลี่ยรายเดือนของตัวแปรภูมิอากาศที่สถานีตรวจอากาศเกษตรคองหงส์ (58112)	23
10	ตำแหน่งสถานีตรวจอากาศเกษตรคองหงส์ (58112) ของกรมอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่	26
11	ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเถา	28
12	เส้นชั้นปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยบริเวณลุ่มน้ำคลองอุตะเถา	29
13	ตำแหน่งสถานีวัดระดับน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเถา	32
14	ระดับน้ำในคลองอุตะเถาบริเวณพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่ที่คาบอุบัติต่าง ๆ	33
15	ระดับน้ำในคลองอุตะเถา บริเวณสถานีวัดระดับน้ำ X.44 ที่คาบอุบัติต่าง ๆ	34
16	การกระจายตัวของฝนรายวันสำหรับเหตุการณ์พายุฝนของสถานีวัดน้ำฝนในลุ่มน้ำคลองอุตะเถา	40
17	ปริมาณน้ำท่าเต็มตลิ่งและปริมาณน้ำท่าสูงสุด ปี พ.ศ.2531 และ พ.ศ.2543 ของคลองอุตะเถาและสาขา	42

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
18	พื้นที่น้ำท่วมเนื่องจากน้ำล้นตลิ่งคลองอุตะเภาบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเภาในปี พ.ศ.2531 และ พ.ศ.2543	45
19	ภาพถ่ายสภาพน้ำท่วมเนื่องจากน้ำล้นตลิ่งคลองอุตะเภาบริเวณเทศบาลนครหาดใหญ่ในปี พ.ศ.2543	46
20	สัดส่วนความเสียหายจากอุทกภัยบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเภาในปี พ.ศ. 2543	48
21	มาตรการที่นำมาใช้ในการบริหารจัดการน้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเภา	50
22	องค์ประกอบของมาตรการใช้สิ่งก่อสร้างในการบรรเทาอุทกภัยพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเภาของกรมชลประทาน	51
23	องค์ประกอบของระบบคาดการณ์และเตือนภัยน้ำหลากพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเภา	52
24	โครงข่ายการสื่อสารโดยการอาศัยการรับ-ส่งข้อมูลผ่านสถานีทวนสัญญาณในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเภา	53
25	การปรับปรุงคลองระบายน้ำบริเวณพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่และข้างเคียงของกรมชลประทาน	54
26	การปรับปรุงสะพานทางน้ำหลากของทางหลวงหมายเลข 414 (ถนนลพบุรีราเมศวร์)	56
27	การป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ปิดล้อมเทศบาลนครหาดใหญ่ฝั่งขวาของคลองอุตะเภา	57
28	การปรับปรุงก่อสร้างระบบระบายน้ำภายในพื้นที่ปิดล้อมเทศบาลนครหาดใหญ่ฝั่งขวาของคลองอุตะเภา	58
29	การปรับปรุงก่อสร้างระบบระบายน้ำภายในพื้นที่ปิดล้อมเทศบาลนครหาดใหญ่ฝั่งซ้ายของคลองอุตะเภา	59
30	การปรับปรุงก่อสร้างระบบระบายน้ำและบริหารน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยคลองเรียนและคลองเปล	60
31	พื้นที่ศึกษาด้านตะวันออกของทางรถไฟไปปาดังเบซาร์ภายในพื้นที่ปิดล้อมเทศบาลนครหาดใหญ่ฝั่งขวาของคลองอุตะเภา	62

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
32	แนวคู คลองและทางระบายน้ำบริเวณพื้นที่ศึกษา	63
33	สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบันของพื้นที่ศึกษา	67
34	ภาพถ่ายน้ำท่วมเนื่องจากฝนตกหนักในพื้นที่ศึกษา	68
35	บริเวณพื้นที่น้ำท่วมเนื่องจากน้ำไหลบ่าจากลุ่มน้ำย่อยคลองเรียนและ คลองเปลในพื้นที่ศึกษา	69
36	บริเวณน้ำท่วมเนื่องจากน้ำหลากจากลุ่มน้ำย่อยคลองเรียนและคลองเปลใน พื้นที่ศึกษา	70
37	ภาพถ่ายน้ำท่วมเนื่องจากน้ำไหลบ่าจากลุ่มน้ำย่อยคลองเรียนและคลองเปล ในพื้นที่ศึกษา	71
38	ปริมาณฝนสะสมใน 1 วัน ณ สถานีตรวจอากาศเกษตรคองหงส์ (58112)	73
39	ระบบป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ปิดล้อมเทศบาลนครหาดใหญ่ฝั่งขวาของ คลองอุตะเกาที่เสนอแนะ	82
40	ระบบป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ปิดล้อมเทศบาลนครหาดใหญ่ฝั่งซ้ายของ คลองอุตะเกาที่เสนอแนะ	83
41	แนวทางการบริหารน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองเรียนและคลองเปล	84
42	แนวความคิดการจัดการน้ำในบึงพักน้ำ (แก้มลิง)	85
43	ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบของแบบจำลอง InfoWorks CS	90
44	ตำแหน่งสถานีตรวจอากาศเกษตรคองหงส์ และจุดวัดระดับน้ำบริเวณพื้นที่ ศึกษา	107
45	ภาพถ่ายสถานีตรวจอากาศเกษตรคองหงส์และจุดวัดระดับน้ำบริเวณพื้นที่ ศึกษา	108
46	การแบ่งพื้นที่ระบายน้ำของพื้นที่ศึกษาในสภาพปัจจุบัน	110
47	การกระจายตัวของปริมาณฝนในพื้นที่ศึกษา	112
48	ความสัมพันธ์ระหว่างความลึกฝน-ความเข้มฝน-ระยะเวลาฝนตกที่คาบ อุบัติการณ์เกิด 2 และ 5 ปี	113
49	การกระจายตัวของพายุฝนออกแบบด้วยวิธีของกีฟเฟอร์และชู	115
50	แนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมทางเลือกที่ 1	130

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
51	แนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมทางเลือกที่ 2
52	แนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมทางเลือกที่ 3
53	ผลการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากจับพัตน์ของระบบระบายน้ำเดิม ในสภาพการใช้ที่ดินปัจจุบัน ด้วยพายุฝนเหตุการณ์วันที่ 21 พฤศจิกายน 2543
54(ก)	แปลนและรูปตัดตามยาวของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากจับพัตน์ของระบบระบายน้ำเดิม ในสภาพการใช้ที่ดินปัจจุบัน ด้วยพายุฝนเหตุการณ์วันที่ 21 พฤศจิกายน 2543 บริเวณถนนเพชรเกษมใกล้สามแยกคอหงส์
54(ข)	สภาพระดับน้ำของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากจับพัตน์ของระบบระบายน้ำเดิมในสภาพการใช้ที่ดินปัจจุบัน ด้วยพายุฝนเหตุการณ์วันที่ 21 พฤศจิกายน 2543บริเวณถนนเพชรเกษมใกล้สามแยกคอหงส์
54(ค)	แปลนและรูปตัดตามยาวของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากจับพัตน์ของระบบระบายน้ำเดิม ในสภาพการใช้ที่ดินปัจจุบัน ด้วยพายุฝนเหตุการณ์วันที่ 21 พฤศจิกายน 2543 บริเวณถนนสุขสารรังสรรค์ใกล้คลองราษฎร์ยินดี
54(ง)	สภาพระดับน้ำของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากจับพัตน์ของระบบระบายน้ำเดิม ในสภาพการใช้ที่ดินปัจจุบัน ด้วยพายุฝนเหตุการณ์วันที่ 21 พฤศจิกายน 2543 บริเวณถนนสุขสารรังสรรค์ใกล้คลองราษฎร์ยินดี
54(จ)	แปลนและรูปตัดตามยาวของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากจับพัตน์ของระบบระบายน้ำเดิม ในสภาพการใช้ที่ดินปัจจุบัน ด้วยพายุฝนเหตุการณ์วันที่ 21 พฤศจิกายน 2543 บริเวณถนนผดุงภักดีใกล้คลองเตย
54(ฉ)	สภาพระดับน้ำของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากจับพัตน์ของระบบระบายน้ำเดิมในสภาพการใช้ที่ดินปัจจุบัน ด้วยพายุฝนเหตุการณ์วันที่ 21 พฤศจิกายน 2543 บริเวณถนนผดุงภักดีใกล้คลองเตย
55	ผลการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากจับพัตน์ของระบบระบายน้ำเดิมในสภาพการใช้ที่ดินอนาคต ด้วยพายุฝนออกแบบที่คาบอุบัติการเกิด 5 ปี
56(ก)	แปลนและรูปตัดตามยาวของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากจับพัตน์ของระบบระบายน้ำเดิม ในสภาพการใช้ที่ดินอนาคต ด้วยพายุฝนออกแบบที่คาบอุบัติการเกิด 5 ปี บริเวณถนนเพชรเกษมใกล้สามแยกคอหงส์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
56(ข) สภาพระดับน้ำของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากจับพลับของระบบระบายน้ำเดิม ในสภาพการใช้ที่ดินอนาคต ด้วยพายุฝนออกแบบที่คาบอุบัติการเกิด 5 ปี บริเวณถนนเพชรเกษมใกล้สามแยกคอหงส์	132
56(ค) แปลนและรูปตัดตามยาวของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากจับพลับของระบบระบายน้ำเดิม ในสภาพการใช้ที่ดินอนาคต ด้วยพายุฝนออกแบบที่คาบอุบัติการเกิด 5 ปี บริเวณถนนสุขสารรังสรรค์ใกล้คลองราษฎร์ยินดี	133
56(ง) สภาพระดับน้ำของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากจับพลับของระบบระบายน้ำเดิมในสภาพการใช้ที่ดินอนาคต ด้วยพายุฝนออกแบบที่คาบอุบัติการเกิด 5 ปี บริเวณถนนสุขสารรังสรรค์ใกล้คลองราษฎร์ยินดี	133
56(จ) แปลนและรูปตัดตามยาวของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากจับพลับของระบบระบายน้ำเดิม ในสภาพการใช้ที่ดินอนาคต ด้วยพายุฝนออกแบบที่คาบอุบัติการเกิด 5 ปี บริเวณถนนผดุงภักดีใกล้คลองเตย	134
56(ฉ) สภาพระดับน้ำของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากจับพลับของระบบระบายน้ำเดิมในสภาพการใช้ที่ดินอนาคต ด้วยพายุฝนออกแบบที่คาบอุบัติการเกิด 5 ปี บริเวณถนนผดุงภักดีใกล้คลองเตย	134
57(ก) แนวทางการแก้ไขปัญหาไหลน้ำหลากจับพลับที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 1	136
57(ข) ผลการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากจับพลับของการระบายน้ำที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 1	137
58(ก) แปลนและรูปตัดตามยาวของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากจับพลับของระบบระบายน้ำที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 1 บริเวณถนนเพชรเกษมใกล้สามแยกคอหงส์	138
58(ข) สภาพระดับน้ำของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากจับพลับของระบบระบายน้ำที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 1 บริเวณถนนเพชรเกษมใกล้สามแยกคอหงส์	138

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
58(ค) แปลนและรูปตัดตามยาวของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากฉบับพลัน ของระบบระบายน้ำที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 1 บริเวณถนนสุข สารรังสรรค์ใกล้คลองราษฎร์นุ้ย	139
58(ง) สภาพระดับน้ำของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากฉบับพลันของระบบ ระบายน้ำที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 1 บริเวณถนนสุขสาร รังสรรค์ใกล้คลองราษฎร์นุ้ย	139
58(จ) แปลนและรูปตัดตามยาวของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากฉบับพลัน ของระบบระบายน้ำที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 1 บริเวณถนน ผดุงภักดีใกล้คลองเตย	140
58(ฉ) สภาพระดับน้ำของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากฉบับพลันของระบบ ระบายน้ำที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 1 บริเวณถนนผดุงภักดีใกล้ คลองเตย	140
59(ก) แนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำหลากฉบับพลันที่เสนอแนะตามการศึกษา ทางเลือกที่ 2	141
59(ข) ตำแหน่งบึงพักน้ำในกลุ่มน้ำย่อยคลองเรียนและคลองเปลที่เสนอแนะตามผล การศึกษาทางเลือกที่ 2	142
59(ค) แนวความคิดในการทำงานของบึงพักน้ำที่เสนอแนะตามการศึกษา ทางเลือกที่ 2	143
59(ง) ผลการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากฉบับพลันของระบบระบายน้ำที่เสนอแนะ ตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 2	144
60(ก) แปลนและรูปตัดตามยาวของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากฉบับพลัน ของระบบระบายน้ำที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 2 บริเวณถนน เพชรเกษมใกล้สามแยกคอหงส์	145
60(ข) สภาพระดับน้ำของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากฉบับพลันของระบบ ระบายน้ำที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 2 บริเวณถนนเพชรเกษม ใกล้สามแยกคอหงส์	145

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
60(ค) แปลนและรูปตัดตามยาวของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากจับพลัน ของระบบระบายน้ำที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 2 บริเวณถนนสุข สารรังสรรค์ใกล้คลองราษฎร์นุ้ย	146
60(ง) สภาพระดับน้ำของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากจับพลันของระบบ ระบายน้ำที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 2 บริเวณถนนสุขสาร รังสรรค์ใกล้คลองราษฎร์นุ้ย	146
60(จ) แปลนและรูปตัดตามยาวของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากจับพลัน ของระบบระบายน้ำที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 2 บริเวณถนน ผดุงภักดีใกล้คลองเตย	147
60(ฉ) สภาพระดับน้ำของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากจับพลันของระบบ ระบายน้ำที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 2 บริเวณถนนผดุงภักดีใกล้ คลองเตย	147
61(ก) แนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำหลากจับพลันที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 3	149
61(ข) ผลการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากจับพลันของระบบระบายน้ำที่เสนอแนะ ตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 3	150
62(ก) แปลนและรูปตัดตามยาวของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากจับพลันของ ระบบระบายน้ำที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 3 บริเวณถนนเพชร เกษมใกล้สามแยกคอหงส์	151
62(ข) สภาพระดับน้ำของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากจับพลันของระบบ ระบายน้ำที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 3 บริเวณถนนเพชรเกษม ใกล้สามแยกคอหงส์	151
62(ค) แปลนและรูปตัดตามยาวของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากจับพลันของ ระบบระบายน้ำที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 3 บริเวณถนนสุขสาร รังสรรค์ใกล้คลองราษฎร์นุ้ย	152
62(ง) สภาพระดับน้ำของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากจับพลันของระบบ ระบายน้ำที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 3 บริเวณถนนสุขสาร รังสรรค์ใกล้คลองราษฎร์นุ้ย	152

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
62(จ) แปลนและรูปตัดตามยาวของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากฉบับพลันของระบบระบายน้ำที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 3 บริเวณถนนพดุง ักคิไคคล้องเตย	153
62(ฉ) สภาพระดับน้ำของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากฉบับพลันของระบบระบายน้ำที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 3 บริเวณถนนพดุง ักคิไคคล้องเตย	153

การบรรเทาน้ำหลากจับพลันในพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่

The Mitigation of Flash Flood in Hatyai Municipality Area

คำนำ

ในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมาได้เกิดเหตุการณ์น้ำหลากจับพลันในกลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภาและลำน้ำสาขาหลายครั้งทำให้เกิดการสูญเสียชีวิตและทรัพย์สิน รวมทั้งเกิดผลกระทบต่อเศรษฐกิจของกลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภาและภาคใต้ตอนล่าง และความเสียหายที่เกิดจากอุทกภัยมีแนวโน้มความรุนแรงมากยิ่งขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากชุมชนที่สำคัญส่วนใหญ่ตั้งอยู่ริมแม่น้ำหรือคลองสายหลักที่เป็นเส้นทางน้ำหลาก และยังมีการพัฒนาของชุมชนขยายเข้าไปในพื้นที่น้ำท่วมถึง (Floodplain) มากยิ่งขึ้น ดังเช่นเทศบาลนครหาดใหญ่ซึ่งตั้งอยู่ปลายกลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภา ได้ประสบอุทกภัยร้ายแรงในปี พ.ศ. 2531 และ พ.ศ. 2543 ก่อให้เกิดความเสียหายไม่น้อยกว่า 1,000 และ 18,000 ล้านบาท ตามลำดับ และในปี พ.ศ. 2547 ได้เกิดอุทกภัยในพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่ด้านตะวันออกของทางรถไฟไปปาดังเบซาร์ เนื่องจากฝนตกหนักมากในพื้นที่กลุ่มน้ำสาขาของกลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภา คือ กลุ่มน้ำย่อยคลองเรียน กลุ่มน้ำย่อยคลองเปล และลำน้ำย่อยคลองหะวะ ก่อให้เกิดน้ำหลากจับพลันทำความเสียหายให้กับพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่ และพื้นที่ข้างเคียงบริเวณด้านตะวันออกของทางรถไฟไปปาดังเบซาร์ มีมูลค่าความเสียหายไม่น้อยกว่า 100 ล้านบาท ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งเน้นการศึกษาเพื่อหาแนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำหลากจับพลันเข้าท่วมพื้นที่ชุมชนเทศบาลนครหาดใหญ่บริเวณด้านตะวันออกของทางรถไฟไปปาดังเบซาร์ ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีแนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำหลากจับพลันที่ชัดเจน ส่วนการแก้ไขปัญหามหาอุทกภัยในกลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภา นั้น กรมชลประทานได้กำหนดแนวทางการบรรเทาอุทกภัยในกลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภาและอยู่ระหว่างการก่อสร้าง และเทศบาลนครหาดใหญ่ได้ก่อสร้างระบบป้องกันน้ำท่วมและการระบายน้ำ โดยสร้างระบบพื้นที่ปิดล้อมฝั่งซ้ายของคลองอู่ตะเภาและระบบพื้นที่ปิดล้อมฝั่งขวาของคลองอู่ตะเภาแล้ว

ในการศึกษาครั้งนี้จะทำการศึกษาเพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหาน้ำหลากจับพลันจากกลุ่มน้ำย่อยคลองเรียนและคลองเปลที่ไหลบ่าสู่พื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่และพื้นที่ข้างเคียงบริเวณด้านตะวันออกของทางรถไฟไปปาดังเบซาร์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของพื้นที่บริหารจัดการแก้ไขอุทกภัยของพื้นที่ฝั่งเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ที่ตั้งอยู่บริเวณฝั่งขวาของคลองอู่ตะเภา ให้สามารถแก้ไขหรือบรรเทาปัญหาจากอุทกภัยกรณีเกิดฝนตกหนัก เช่น ปี พ.ศ. 2531 พ.ศ. 2543 และ พ.ศ. 2547 โดยจะ

ทำการวิเคราะห์และจำลองสภาพการไหลน้ำหลากนับพลันด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์และจำลอง
แนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำหลากนับพลันเพื่อหาแนวทางที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ไขและ
บรรเทาปัญหาน้ำท่วมบริเวณดังกล่าว



วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการเกิดเหตุการณ์น้ำหลากฉับพลันบริเวณพื้นที่ด้านตะวันออกของทางรถไฟไปปางเบซาร์ภายในพื้นที่ปิดล้อมเทศบาลนครหาดใหญ่ฝั่งขวาของคลองอุตะเกา
2. เพื่อสร้างแบบจำลองน้ำหลากฉับพลันและการระบายน้ำบริเวณพื้นที่ด้านตะวันออกของทางรถไฟไปปางเบซาร์ภายในพื้นที่ปิดล้อมเทศบาลนครหาดใหญ่ฝั่งขวาของคลองอุตะเกา
3. เพื่อศึกษาและเสนอแนะแนวทางการบรรเทาน้ำหลากฉับพลันบริเวณพื้นที่ด้านตะวันออกของทางรถไฟไปปางเบซาร์ภายในพื้นที่ปิดล้อมเทศบาลนครหาดใหญ่ฝั่งขวาของคลองอุตะเกา

ขอบเขตการศึกษา

1. รวบรวมข้อมูลและทบทวนผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์น้ำหลากฉับพลันบริเวณพื้นที่ด้านตะวันออกของทางรถไฟไปปางเบซาร์ภายในพื้นที่ปิดล้อมเทศบาลนครหาดใหญ่ฝั่งขวาของคลองอุตะเกา
2. รวบรวมข้อมูลสภาพภูมิประเทศ ข้อมูลแผนที่ แปลน รูปตัดตามยาวและรูปตัดตามขวางของทางระบายน้ำ ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณพื้นที่ด้านตะวันออกของทางรถไฟไปปางเบซาร์ภายในพื้นที่ปิดล้อมเทศบาลนครหาดใหญ่ฝั่งขวาของคลองอุตะเกา
3. รวบรวมข้อมูลอุตุนิยามวิทยา-อุทกวิทยา และข้อมูลชลศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับบริเวณพื้นที่ด้านตะวันออกของทางรถไฟไปปางเบซาร์ภายในพื้นที่ปิดล้อมเทศบาลนครหาดใหญ่ฝั่งขวาของคลองอุตะเกา
4. ศึกษาและวิเคราะห์สาเหตุและสภาพของเหตุการณ์น้ำหลากฉับพลันที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2531 และปี พ.ศ.2543 บริเวณพื้นที่ด้านตะวันออกของทางรถไฟไปปางเบซาร์ภายในพื้นที่ปิดล้อมเทศบาลนครหาดใหญ่ฝั่งขวาของคลองอุตะเกา

5. ทำการจำลองสภาพการไหลของน้ำหลากจับพลันบริเวณพื้นที่ด้านตะวันออกของทางรถไฟไปป่าดงเบงชาร้อยภายในพื้นที่ปิดล้อมเทศบาลนครหาดใหญ่ฝั่งขวาของคลองอุตะเกาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งเปรียบเทียบด้วยเหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2543

6. ศึกษาหาแนวทางแก้ไขปัญหาน้ำหลากจับพลันบริเวณพื้นที่ด้านตะวันออกของทางรถไฟไปป่าดงเบงชาร้อยภายในพื้นที่ปิดล้อมเทศบาลนครหาดใหญ่ฝั่งขวาของคลองอุตะเกาให้สามารถรองรับเหตุการณ์น้ำหลากจับพลันที่คาบอุบัติการเกิด 5 ปี ได้อย่างปลอดภัย โดยพิจารณาจากผลการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง

7. นำเสนอมาตรการต่าง ๆ ในการบรรเทาเหตุการณ์น้ำหลากจับพลันบริเวณพื้นที่ด้านตะวันออกของทางรถไฟไปป่าดงเบงชาร้อยภายในพื้นที่ปิดล้อมเทศบาลนครหาดใหญ่ฝั่งขวาของคลองอุตะเกาด้วยมาตรการใช้สิ่งก่อสร้าง

การตรวจเอกสาร

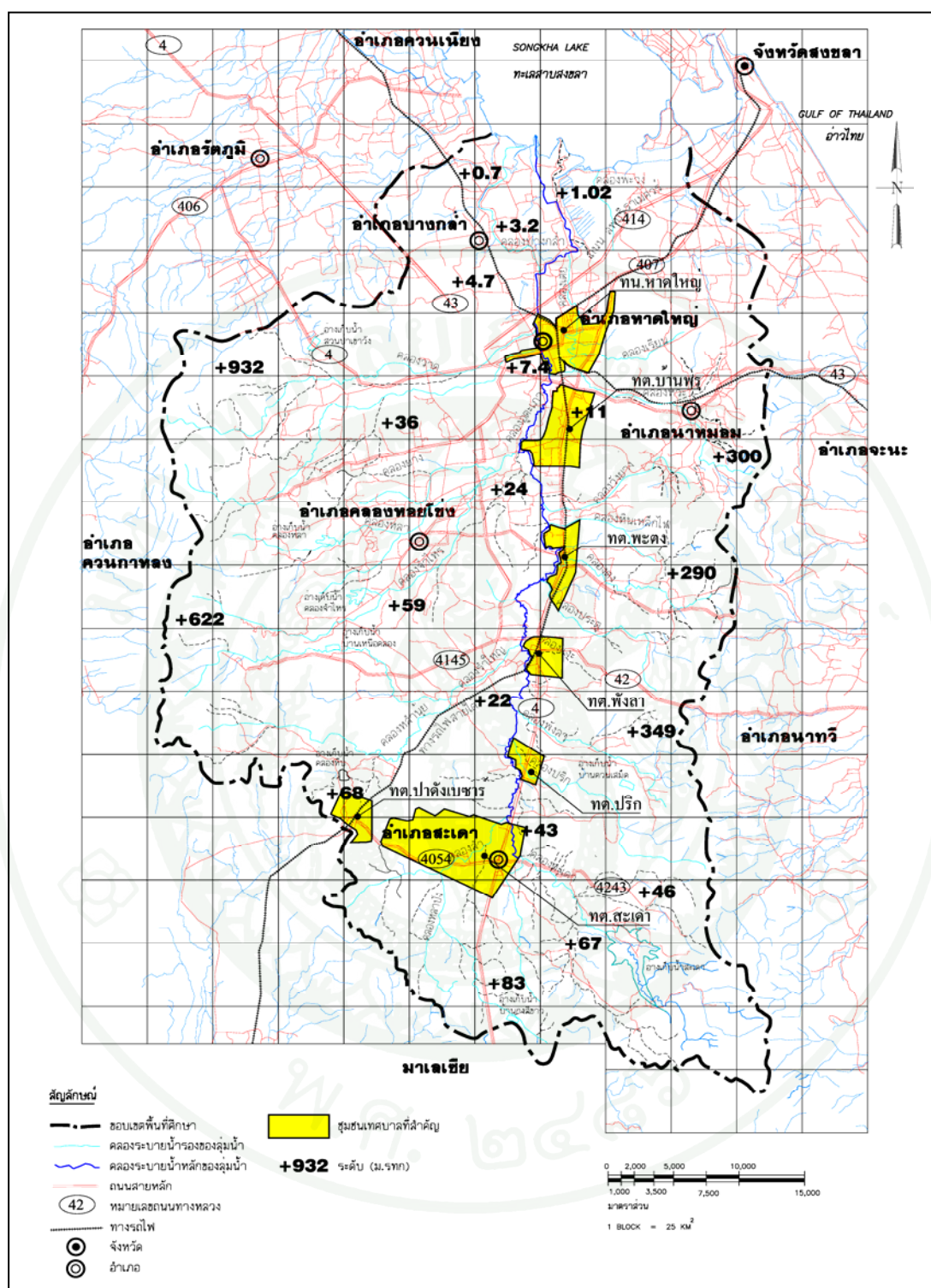
1. ภาพรวมสภาพทั่วไปและการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเถาและพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่

1.1 สภาพภูมิประเทศของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเถาและลำน้ำสาขา

พื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเถาครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 2,400 ตร.กม. ซึ่งตั้งอยู่ทางตอนใต้ของจังหวัดสงขลา โดยมีพื้นที่ลุ่มน้ำอยู่ในเขตอำเภอหาดใหญ่ อำเภอคลองหอยโข่ง อำเภอนาหม่อม อำเภอสะเดา อำเภอบางกล่ำ และบางส่วนอยู่ในเขตอำเภอเมืองและอำเภอกวนเนียง มีค่าพิกัดอยู่ในช่วง $6^{\circ} 30'N$ ถึง $7^{\circ} 15'N$ และ $100^{\circ} 15'E$ ถึง $100^{\circ} 45'E$

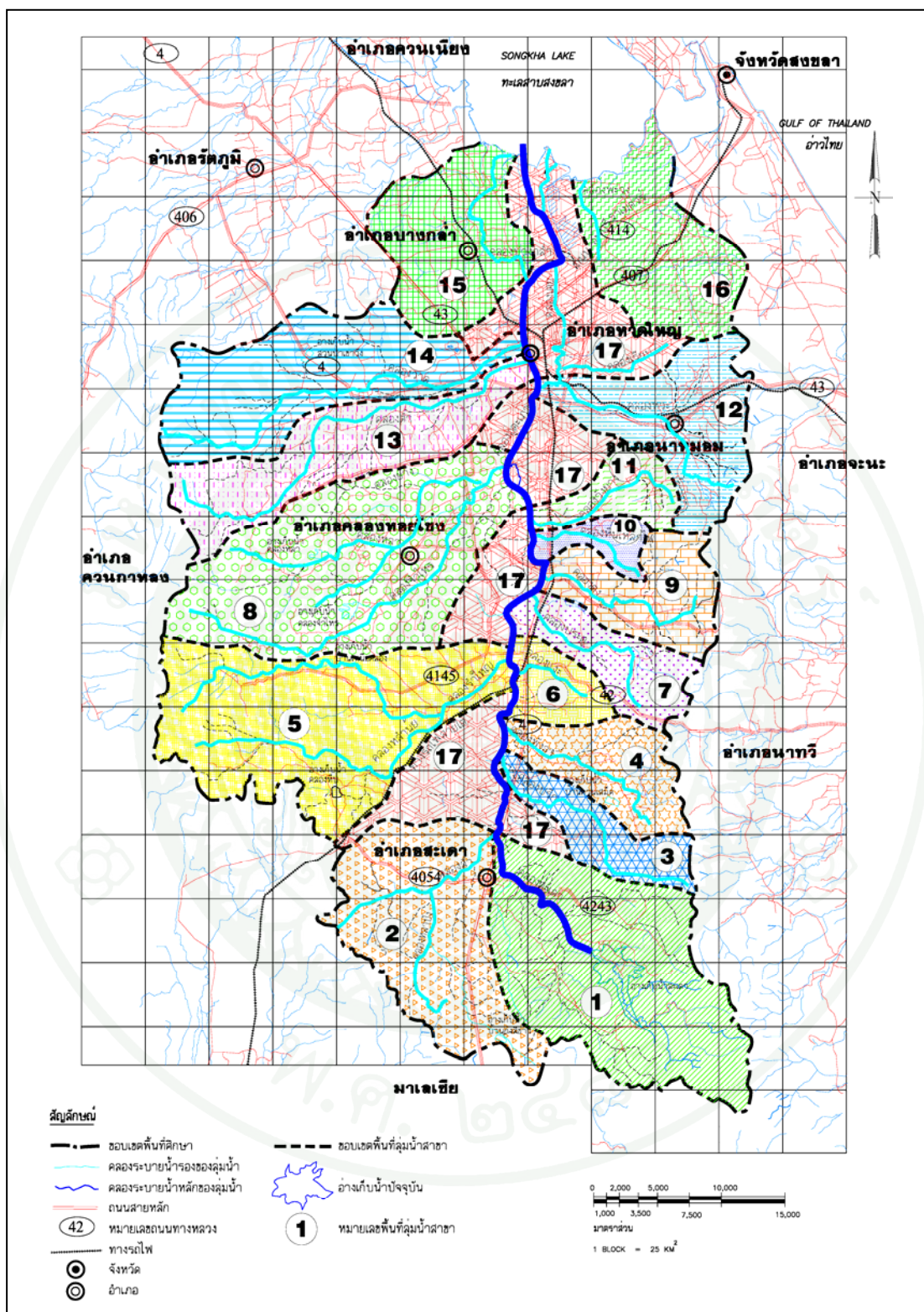
สภาพภูมิประเทศของลุ่มน้ำจะมีลักษณะเป็นแอ่งกระทะ พื้นที่ลาดเทจากทิศใต้ลงสู่ทิศเหนือโดยมีค่าระดับผิวดินอยู่ระหว่าง +350 ถึง ± 0 ม.รทก. และมีพื้นที่ราบระหว่างเทศบาลนครหาดใหญ่กับทะเลสาบสงขลามีค่าระดับผิวดิน ± 0.00 ถึง +7.00 ม.รทก. ส่วนด้านทิศตะวันตกและทิศตะวันออกของลุ่มน้ำสภาพพื้นที่จะยกสูงเนื่องจากเป็นแนวสันเขามีค่าระดับผิวดิน +100 ถึง +600 ม.รทก. และลาดเทสู่บริเวณพื้นที่ตอนกลางซึ่งเป็นที่ราบบริเวณแนวคลองอุตะเถา ดังแสดงในภาพที่ 1

ลุ่มน้ำคลองอุตะเถามีลักษณะเป็นลุ่มน้ำแบบผสม (ลุ่มน้ำแบบรูปขนนกรวมกับลุ่มน้ำแบบรูปวงกลม) ซึ่งมีแนวเทือกเขาสูงเป็นขอบเขตลุ่มน้ำในทางทิศตะวันออก ทิศใต้ และทิศตะวันตก ส่วนทางทิศเหนือบรรจบกับทะเลสาบสงขลา จากลักษณะภูมิประเทศของลุ่มน้ำซึ่งขอบด้านทิศตะวันออกและด้านทิศตะวันตกเป็นพื้นที่สูงลาดเทสู่แนวกลางของลุ่มน้ำ (บริเวณแนวคลองอุตะเถา) ในขณะที่พื้นที่ด้านทิศใต้ของลุ่มน้ำซึ่งเป็นที่สูงจะลาดเทไปยังด้านทิศเหนือ จึงทำให้บริเวณเทศบาลนครหาดใหญ่กับทะเลสาบสงขลามีลักษณะเป็นแอ่งรองรับน้ำ โดยลุ่มน้ำคลองอุตะเถาจะมีคลองอุตะเถาเป็นคลองระบายน้ำหลักมีความยาวจากอ่างเก็บน้ำสะเดาถึงทะเลสาบสงขลาประมาณ 112 กม. โดยมีลำน้ำสาขาที่สำคัญ ประกอบด้วย ลำน้ำสาขา 14 สาขา ระบายน้ำจากพื้นที่ลุ่มน้ำฝั่งซ้ายและฝั่งขวาของลำน้ำคลองอุตะเถาและลำน้ำสาขาอีก 2 สาขา ที่ระบายลงทะเลสาบสงขลาโดยตรง ดังแสดงในภาพที่ 2 และตารางที่ 1



ภาพที่ 1 ขอบเขตและสภาพภูมิประเทศของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเถา

ที่มา: โครงการบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำคลองอุตะเถา จังหวัดสงขลา, กรมชลประทาน, 2544



ภาพที่ 2 พื้นที่ลุ่มน้ำสาขาในลุ่มน้ำคลองอุตะเถา

ที่มา: โครงการบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำคลองอุตะเถา จังหวัดสงขลา, กรมชลประทาน, 2544

ตารางที่ 1 รายละเอียดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยและลำน้ำสาขาในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเถา

ลำดับที่	พื้นที่ลุ่มน้ำ	ขนาดพื้นที่ (ตร.กม.)	ชื่อคลองหลักใน ลุ่มน้ำย่อย	ระยะทาง ตามลำน้ำ (กม.)	ความกว้าง ท้องคลอง เฉลี่ย (ม.)	ความลาดชันท้อง คลองเฉลี่ย (ม./ม.)	ระบายน้ำลง
1	คลองอุตะเถา	2,400.00	คลองอุตะเถา	111.20	40.00	0.00044 (ตอนบน)	ทะเลสาบสงขลา
	คลองสะเดา	256.00	คลองสะเดา			0.00010 (ตอนล่าง)	
2	คลองลำ	183.00	คลองลำ	19.00	10.00	0.00122	คลองอุตะเถา
			คลองหลาปึง	11.40	13.00	0.00045	คลองลำ
3	คลองปรัก	63.90	คลองปรัก	27.30	12.00	0.00491 (ตอนบน)	คลองอุตะเถา
						0.00186 (ตอนล่าง)	
4	คลองพังลา	76.86	คลองพังลา	18.60	-*	-*	คลองอุตะเถา
5	คลองหลาน้อย-รา ใหญ่	286.78	คลองรำใหญ่	42.20	16.00	0.00113	คลองอุตะเถา
			คลองหลาน้อย	32.40	11.00	0.00120	คลองรำใหญ่
6	คลองแจะ	45.07	คลองแจะ	7.00	11.00	0.00350	คลองอุตะเถา
7	คลองประตุ	62.71	คลองประตุ	20.80	-*	-*	คลองอุตะเถา
8	คลองหลา-จำ ไทร	255.06	คลองหลา	31.00	15.00	0.01124	คลองจำไทร
			คลองจำไทร	37.20	10.00	0.00140	คลองอุตะเถา
9	คลองตง	92.31	คลองตง	20.40	11.00	0.00315 (ตอนบน)	คลองอุตะเถา
						0.00150 (ตอนล่าง)	
10	คลองหินเหล็ก ไฟ	22.92	คลองหินเหล็ก ไฟ	10.90	-*	-*	คลองอุตะเถา
11	คลองวังยาง	36.72	คลองปอม คลองวังยาง	15.10	15.00	0.00238	คลองอุตะเถา
12	คลองหะ	125.74	คลองหะ	24.20	20.00	0.00360	คลองอุตะเถา
13	คลองต่ำ	168.98	คลองต่ำ	43.40	15.00	0.00333 (ตอนบน)	คลองอุตะเถา
						0.00125 (ตอนล่าง)	
14	คลองวาด	195.15	คลองวาด	39.80	19.00	0.00500 (ตอนบน)	คลองอุตะเถา
						0.00140 (ตอนล่าง)	

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ลำดับที่	พื้นที่ลุ่มน้ำ	ขนาดพื้นที่ (ตร.กม.)	ชื่อคลองหลักในลุ่มน้ำย่อย	ระยะทางตามลำน้ำ (กม.)	ความกว้างท้องคลองเฉลี่ย (ม.)	ความลาดชันท้องคลองเฉลี่ย (ม./ม.)	ระบายน้ำลง
15	คลองท่าช้าง-บางกล้า	118.66	คลองบางกล้า	17.90	60.00	0.00010	ทะเลสาบสงขลา
16	คลองขุด/คลองนายสาม/คลองน่าน้อย	101.12	คลองอู่ตะเภา แยก 1	7.00	22.00	0.00006	ทะเลสาบสงขลา
			คลองอู่ตะเภา แยก 2	3.30	34.00	0.00050	ทะเลสาบสงขลา
17	พื้นที่ระบายน้ำย่อย	308.98	คลองแห	5.80	32.00	0.00029	คลองอู่ตะเภา

หมายเหตุ: * คือ ไม่มีข้อมูลรูปตัดขวางลำน้ำ

ที่มา: โครงการบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภา จังหวัดสงขลา, กรมชลประทาน, 2544

1.2 สภาพทั่วไปของพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่

1.2.1 สภาพภูมิประเทศของพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่

เทศบาลนครหาดใหญ่มีพื้นที่ประมาณ 21 ตารางกิโลเมตร ลักษณะพื้นที่เป็นเนินสูงต่ำสลับกับที่ลุ่ม ตั้งอยู่ใกล้เทือกเขาควนหงส์ ซึ่งมีความสูงประมาณ 370 ม.รทก. ระดับความสูงในพื้นที่โครงการแตกต่างกันมาก โดยมีค่าระดับความสูงอยู่ระหว่าง +4.00 ถึง +21.00 ม.รทก. ดังแสดงในภาพที่ 3 ภายในพื้นที่มีคลองระบายน้ำสายหลักที่สำคัญไหลผ่าน คือ คลองอู่ตะเภาและคลองเตย โดยคลองอู่ตะเภามีต้นกำเนิดน้ำอยู่ที่อำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา ส่วนคลองเตยเป็นลำน้ำสาขาที่แยกมาจากคลองห้วยก่อนที่จะเข้าบรรจบกับคลองอู่ตะเภาด้านทิศเหนือของพื้นที่ โดยคลองเตยจะทำหน้าที่ระบายน้ำท่าจากพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยคลองเรียนและคลองเปลและพื้นที่ด้านตะวันออกของทางรถไฟไปปาดังเบซาร์ออกไปจากพื้นที่ ดังนั้นบริเวณพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่และข้างเคียงจึงมี คู คลอง และทางระบายน้ำที่สำคัญจำนวน 8 สายด้วยกัน ดังแสดงในภาพที่ 4 และตารางที่ 2

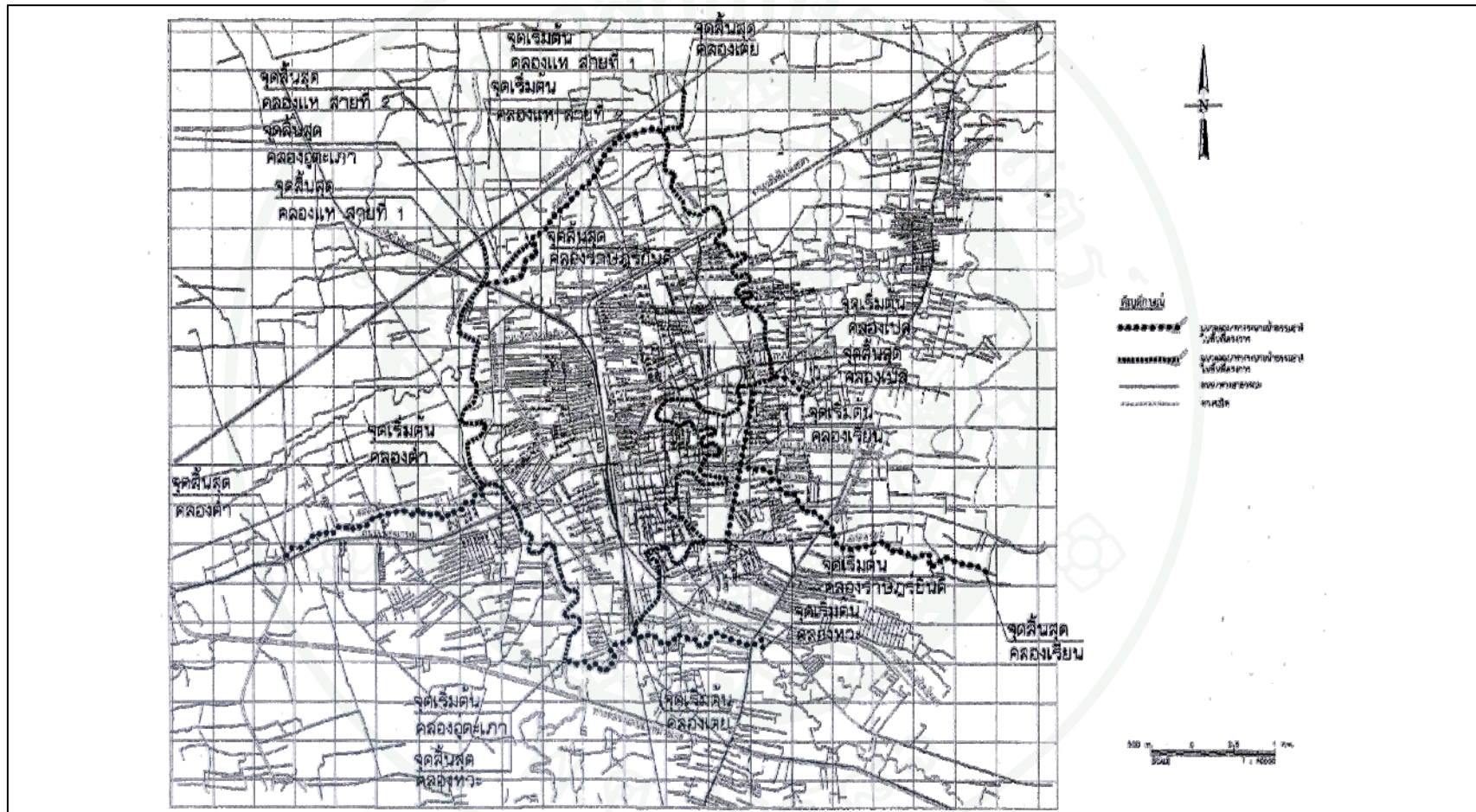
1.2.2 สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่และข้างเคียง

- 1) สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบันในพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่



ภาพที่ 3 ค่าระดับพื้นที่บริเวณเทศบาลนครหาดใหญ่และข้างเคียง

ที่มา: โครงการศึกษาสำรวจ ออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำ ในพื้นที่เขตเทศบาลนครหาดใหญ่, เทศบาลนครหาดใหญ่, 2541



ภาพที่ 4 แนวคู คลองและทางระบายน้ำสายหลักบริเวณพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่และข้างเคียง

ที่มา: โครงการศึกษา สำรวจ ออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำ ในพื้นที่เขตเทศบาลนครหาดใหญ่, เทศบาลนครหาดใหญ่, 2541

ตารางที่ 2 รายละเอียดคู คลองและทางระบายน้ำสายหลักบริเวณพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่และ
ข้างเคียง

ลำดับ ที่	ชื่อ คู คลอง และทาง ระบายน้ำ	ความยาว โดยประมาณ (กม.)	ความกว้าง โดยประมาณ (ม.)	ความลึก โดยประมาณ (ม.)	ลักษณะทางกายภาพ
1	คลองอู่ตะเภา	7.4	40-95	4-10	เป็นคลองธรรมชาติขนาดใหญ่ สภาพตลิ่งคลองส่วนใหญ่เป็นลาด ดินเดิมสูงชันมีการกัดเซาะตลิ่ง เป็นช่วง ๆ มีเขื่อนริมคลองเป็น ส่วนน้อยซึ่งก่อสร้างโดยเอกชนมี จุดระบายน้ำออกสู่ทะเลสาบ สงขลา
2	คลองหวัะ	3.5	15-60	2-5	เป็นคลองธรรมชาติขนาดกลาง สภาพตลิ่งคลองส่วนใหญ่เป็นลาด ดินเดิมสูงชันมีการกัดเซาะตลิ่ง เป็นช่วง ๆ มีเขื่อนริมคลองเป็น ส่วนน้อยซึ่งก่อสร้างโดยเอกชนมี จุดระบายน้ำออกเชื่อมต่อกับคลอง อู่ตะเภา
3	คลองดำ	3.1	15-45	4-7	เป็นคลองธรรมชาติขนาดกลาง สภาพตลิ่งคลองส่วนใหญ่เป็นลาด ดินเดิมสูงชันมีการกัดเซาะตลิ่ง เป็นช่วง ๆ และตื้นเขินเป็นช่วง ๆ มีเขื่อนริมคลองเป็นส่วนน้อยซึ่ง ก่อสร้างโดยเอกชน มีจุดระบายน้ำ ออกเชื่อมต่อกับคลอง อู่ตะเภา
4	คลองเวียน	5.5	8-9	3-5	ช่วงจากคันน้ำถึงซอย 5 ทุ่งรี เป็น คลองธรรมชาติขนาดกลาง สภาพ ตลิ่งคลองทั้งหมดเป็นลาดดินเดิม ลาดเอียงและตื้นเขินเป็นช่วง ๆ

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อ คู คลอง และทาง ระบายน้ำ	ความยาว โดยประมาณ (กม.)	ความกว้าง โดยประมาณ (ม.)	ความลึก โดยประมาณ (ม.)	ลักษณะทางกายภาพ
			5-20	1-3	ช่วงจากซอย 5 ทุ่งรีถึงถนนราษฎร์ ยินดี เป็นคลองปรับปรุงขนาด กลาง มีเขื่อนริมคลองพร้อมค้ำยัน บนไม่คาดท้องคลองซึ่งก่อสร้าง โดยเทศบาลฯ มีจุดระบายน้ำออก เชื่อมต่อกับคลองราษฎร์ยินดี
5	คลองเปล	0.5	7-9	1-2	เป็นลำรางธรรมชาติขนาดเล็ก สภาพตลิ่งลำรางทั้งหมดเป็นลาด ดินเดิมลาดเอียงและตื้นเขินมีจุด ระบายน้ำออกเชื่อมต่อกับ คลองเตย
6	คลองเตย	14.1	15-45	2-4	ช่วงจากสะพานทางรถไฟไปปา ดังเบชาร์ถึงสะพานจันทร์วิโรจน์ ปัจจุบันเป็นคลองคาครูปสี่เหลี่ยม คางหมูและคลองที่มีเขื่อนกันตลิ่ง
			5-18	3-6	ช่วงจากสะพานจันทร์วิโรจน์ถึง สะพานถนนสามชัย กำลังก่อสร้าง คลองตามโครงการปรับปรุง คลองเตย (HY-D-1) โดยเทศบาลฯ
			10-35	2-6	ช่วงจากสะพานถนนสามชัยไป สะพานทางรถไฟไปสงขลา ปัจจุบันได้ปรับดินเพื่อก่อสร้าง คลองตามโครงการปรับปรุง คลองเตยโดยเทศบาลฯ

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อ คู คลอง และทาง ระบายน้ำ	ความยาว โดยประมาณ (กม.)	ความกว้าง โดยประมาณ (ม.)	ความลึก โดยประมาณ (ม.)	ลักษณะทางกายภาพ
			10-55	2-6	ช่วงจากสะพานทางรถไฟไป สงขลาถึงถนนลพบุรีราเมศวร์เป็น คลองธรรมชาติขนาดกลางสภาพ ตลิ่งคลองทั้งหมดเป็นลาดดินเดิม สูงชัน มีการกัดเซาะตลิ่งเป็นช่วง ๆ มีจุดระบายน้ำออกเชื่อมต่อกับ คลองแห (ส่วนที่ไปออกคลอง อู่ตะเภา)
7	คลองแห สายที่ 1	3.4	75-10	1-7	ช่วงที่อยู่ภายในพื้นที่โครงการ เป็นลำรางธรรมชาติขนาดกลาง สภาพตลิ่งลำรางทั้งหมดเป็นลาด ดินเดิมลาดเอียงและตื้นเขิน มีการ บุกรุกถมลำราง มีจุดระบายน้ำออก เชื่อมต่อกองอู่ตะเภา
8	คลองแห สายที่ 2	0.5	48-52	3-4	ช่วงที่อยู่ภายในพื้นที่โครงการ เป็นลำรางธรรมชาติขนาดกลาง สภาพตลิ่งลำรางทั้งหมดเป็นลาด ดินเดิมลาดเอียงและตื้นเขิน มีจุด ระบายน้ำออกเชื่อมต่อกองแห สายที่ 1
รวมความยาวคลอง		38.0			

ที่มา: โครงการศึกษาสำรวจ ออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำในพื้นที่เขต
เทศบาลนครหาดใหญ่, เทศบาลนครหาดใหญ่, 2541

สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบันในพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่มีลักษณะเป็นเมืองศูนย์กลางเดี่ยว โดยมีศูนย์กลางพาณิชยกรรมและบริการรวมตัวอยู่ในบริเวณศูนย์กลางเมืองด้านตะวันออกของสถานีรถไฟชุมทางหาดใหญ่ และกระจายตัวเป็นแนวยาวไปตามถนนเพชรเกษม ถนนศุภสารรังสรรค์ ถนนธรรมานุวัติ ถนนศรีภูวนารถ และถนนราษฎร์ยินดี การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยและอื่น ๆ นั้น จะรวมตัวอยู่โดยรอบย่านพาณิชยกรรมศูนย์กลางเมือง และเป็นแนวยาวไปตามถนนสายสำคัญ ส่วนด้านตะวันออกของถนนกาญจนาภิเษยบริเวณเชิงเขาบันไดนางและเขาคอหงส์นั้นเป็นที่ตั้งของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ท่าอากาศยานรังค์ และสวนสาธารณะอยู่ต่อเนื่องกันเป็นผืนใหญ่ โดยสรุปการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทที่สำคัญมีรายละเอียดดังแสดงในภาพที่ 5

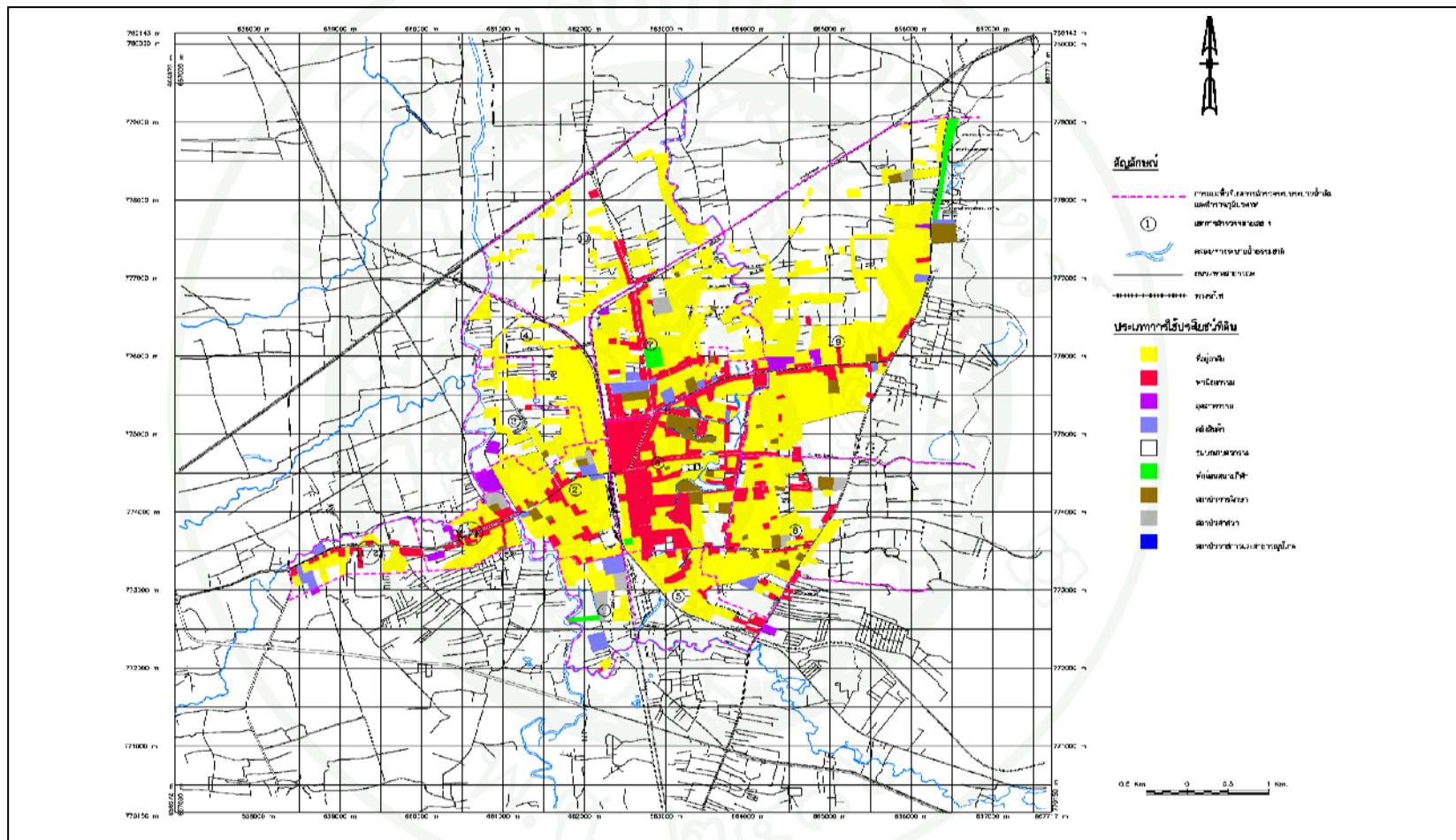
2) สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบันนอกพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่

สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบันของพื้นที่ข้างเคียงบริเวณที่อยู่นอกพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่จะเป็นชุมชนชนบท มีบ้านเป็นกลุ่ม ๆ อยู่ภายในสวนยาง ทั้งนี้การใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่จะเป็นสวนยาง โดยมีสวนผลไม้ปลูกแซมอยู่เพียงเล็กน้อย

3) แผนการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตในพื้นที่ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่

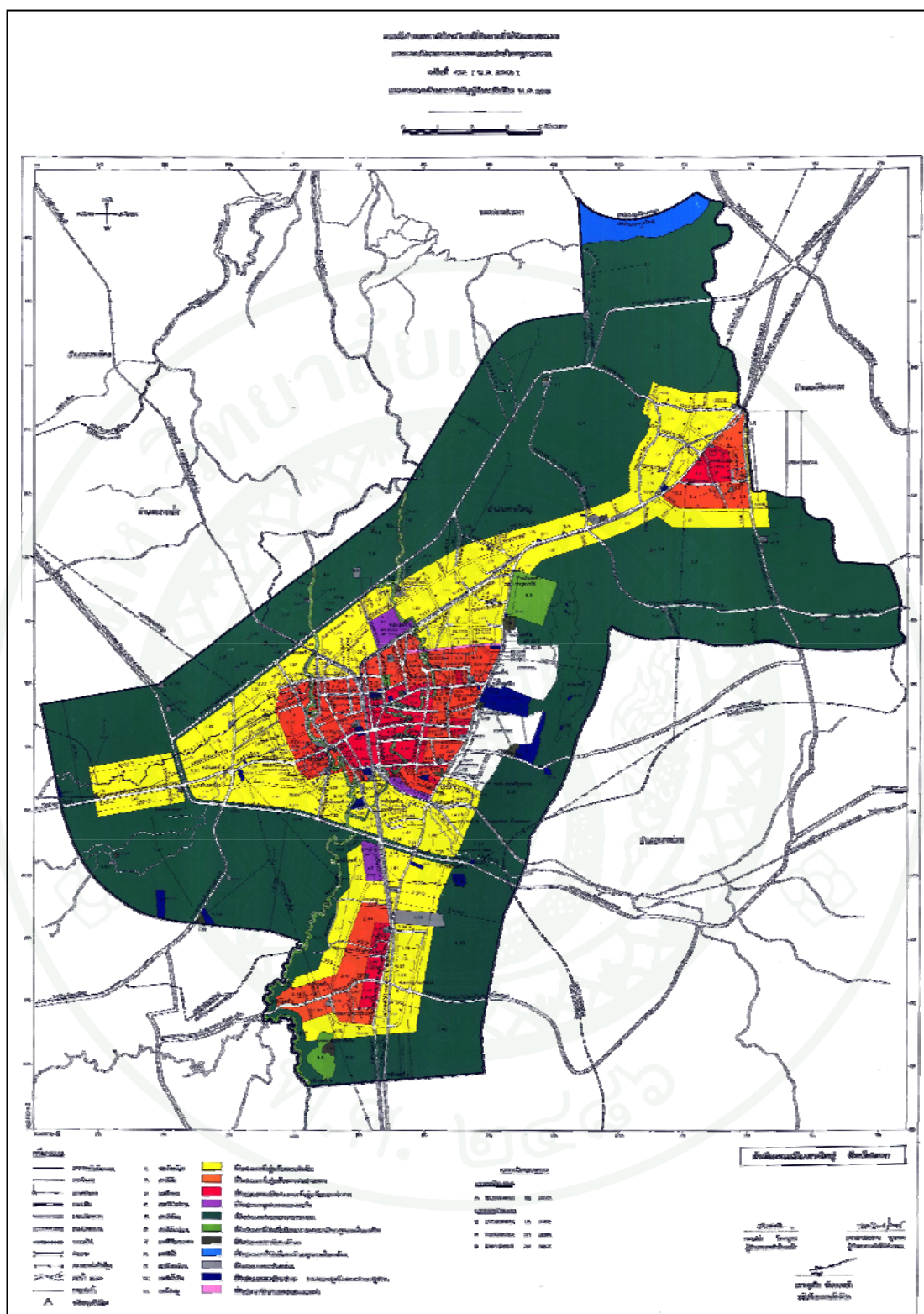
แผนการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตในพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่และพื้นที่ชุมชนข้างเคียงอยู่ภายใต้ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ ปี พ.ศ.2548 ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 254.52 ตารางกิโลเมตร หรือ 159,079 ไร่ ดังแสดงในภาพที่ 6 โดยกำหนดให้พื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่เป็นศูนย์กลางหลักทางด้านพาณิชยกรรม การบริการ การเงิน และการธนาคารในระดับภาค ส่วนศูนย์กลางรองนั้นได้กำหนดไว้ 2 แห่ง คือ ชุมชนน่าน้อย ทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ อันเป็นพื้นที่เชื่อมต่อระหว่างผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่กับผังเมืองรวมเมืองสงขลา และชุมชนเทศบาลตำบลบ้านพรุทางด้านทิศใต้ของเทศบาลนครหาดใหญ่ โดยทั้งสองบริเวณจะเป็นแหล่งรองรับการขยายตัวของพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่

โดยสรุปการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตในพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่และในพื้นที่ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่นั้น การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทย่านพาณิชยกรรมซึ่งเป็นบริเวณที่มีความหนาแน่นสูงจะอยู่ในย่านศูนย์กลางธุรกิจ แนวโน้มและทิศทางการขยายตัวของเมืองหาดใหญ่ออกไปได้หลายทิศทาง เช่น บริเวณทางด้านตะวันออกเฉียงเหนือจะขยายตัวไปตามทางหลวง



ภาพที่ 5 สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบันของพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่และข้างเคียง

ที่มา: โครงการศึกษาสำรวจ ออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำ ในพื้นที่เขตเทศบาลนครหาดใหญ่, เทศบาลนครหาดใหญ่, 2541



ภาพที่ 6 แผนการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคตของพื้นที่ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่
ที่มา: กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2548

หมายเลข 407 (ถนนกาญจนาภิเษย์) บริเวณทางด้านตะวันตกจะขยายตัวบริเวณบ้านควนลังและทางหลวงหมายเลข 4135 (ทางไปสนามบินหาดใหญ่) บริเวณทางด้านเหนือจะขยายตัวบริเวณตำบลคลองแห บริเวณริมทะเลสาบสงขลา และบริเวณทางหลวงหมายเลข 414 (ถนนลพบุรีราเมศวร์) ซึ่งมีการปลูกสร้างอาคารในพื้นที่เกษตรกรรมซึ่งเป็นพื้นที่รับน้ำหลากจากคลองอู่ตะเภาลงสู่ทะเลสาบสงขลา ส่วนบริเวณทางด้านใต้จะขยายตัวตามทางหลวงหมายเลข 43 และบริเวณเทศบาลตำบลบ้านพรุ

1.3 สภาพอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยา

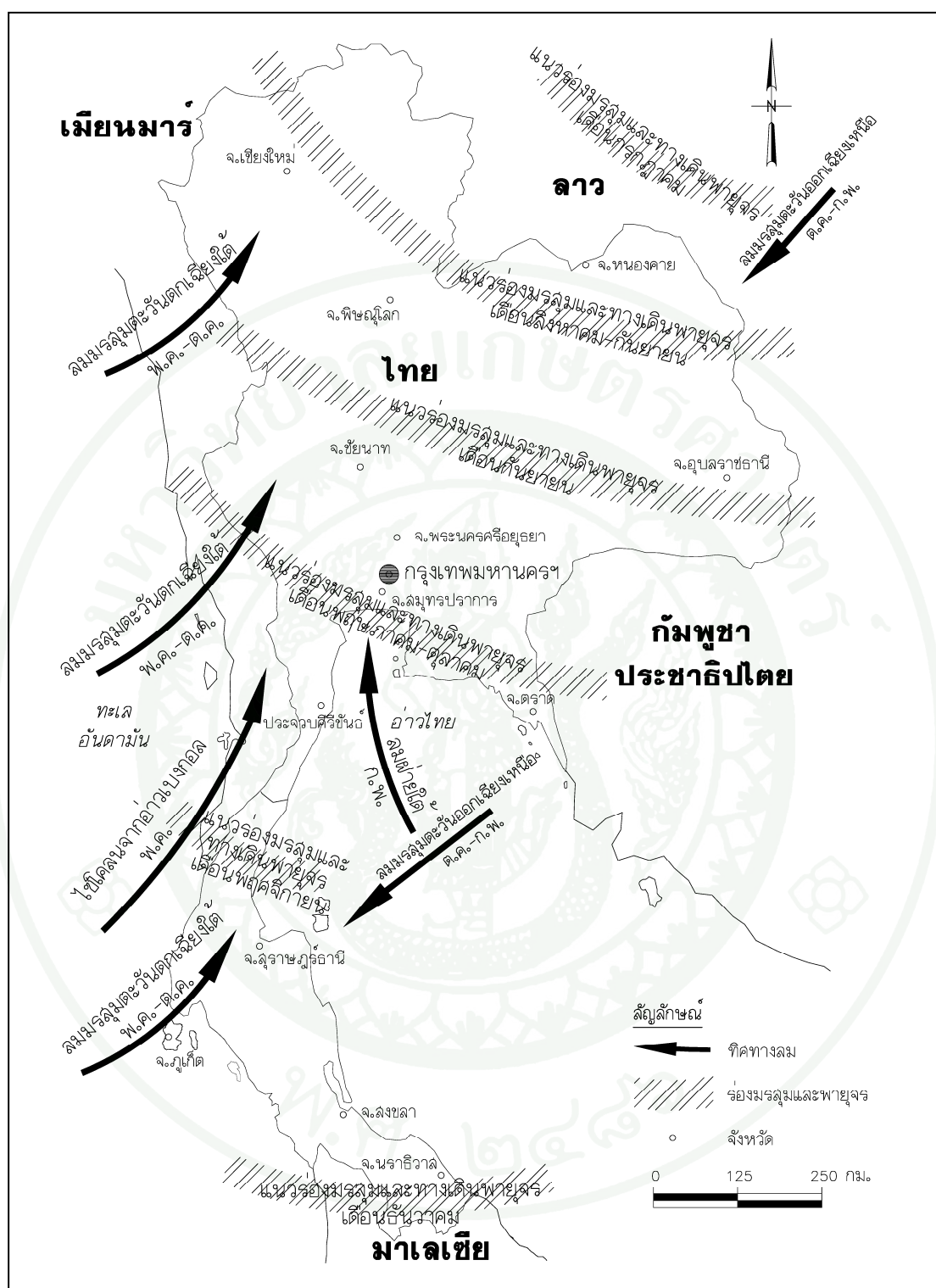
1.3.1 สภาพภูมิอากาศ

พื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่ตั้งอยู่ในพื้นที่ภาคใต้ฝั่งตะวันออกทำให้มีฝนตกเกือบตลอดปี ซึ่งจะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน และได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ อีกทั้งยังได้รับอิทธิพลจากพายุช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม ดังแสดงในภาพที่ 7 จึงทำให้มีฝนตกหนักถึงหนักมากในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนมกราคม และมักจะมีปริมาณฝนตกมากที่สุดในเดือนพฤศจิกายน ดังเช่นเหตุการณ์อุทกภัยที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2531 และ พ.ศ. 2543

จากการตรวจสอบตำแหน่งสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภา พบว่า มีทั้งสิ้น 3 สถานี ดังแสดงในภาพที่ 8 ประกอบด้วย สถานีตรวจอากาศสะเคา (58102) สถานีตรวจอากาศสนามบินหาดใหญ่ (58332) สถานีตรวจอากาศเกษตรคองส์ (58112) จากรายละเอียดข้อมูลภูมิอากาศของสถานีตรวจอากาศทั้ง 3 สถานี สามารถนำมาวิเคราะห์ข้อมูลภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือนคาบเวลา 30 ปี โดยได้แสดงการแปรผันค่าเฉลี่ยรายเดือนของตัวแปรภูมิอากาศที่สำคัญพร้อมทั้งเปรียบเทียบกับสภาพภูมิอากาศปีที่เกิดอุทกภัยในปี พ.ศ. 2531 และ พ.ศ. 2543 ดังแสดงในภาพที่ 9 โดยรายละเอียดของตัวแปรภูมิอากาศที่สำคัญมีดังนี้

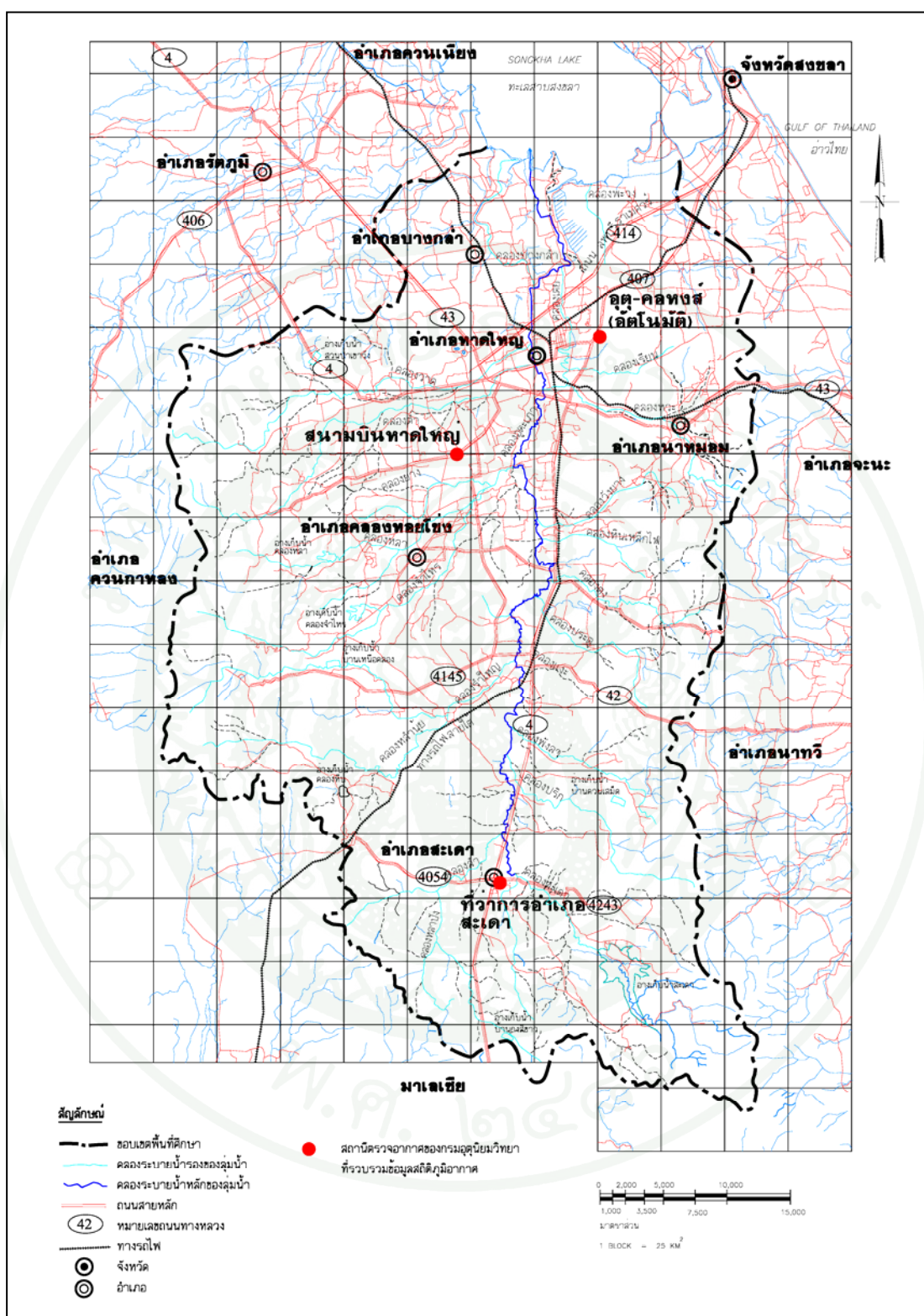
1) อุณหภูมิ

อุณหภูมิเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำในแต่ละเดือนจะมีค่าใกล้เคียงกัน โดยช่วงเดือนเมษายนจะมีอุณหภูมิสูงสุดประมาณ 28-29 °C และเดือนธันวาคมจะมีอุณหภูมิต่ำสุดประมาณ 25-26 °C

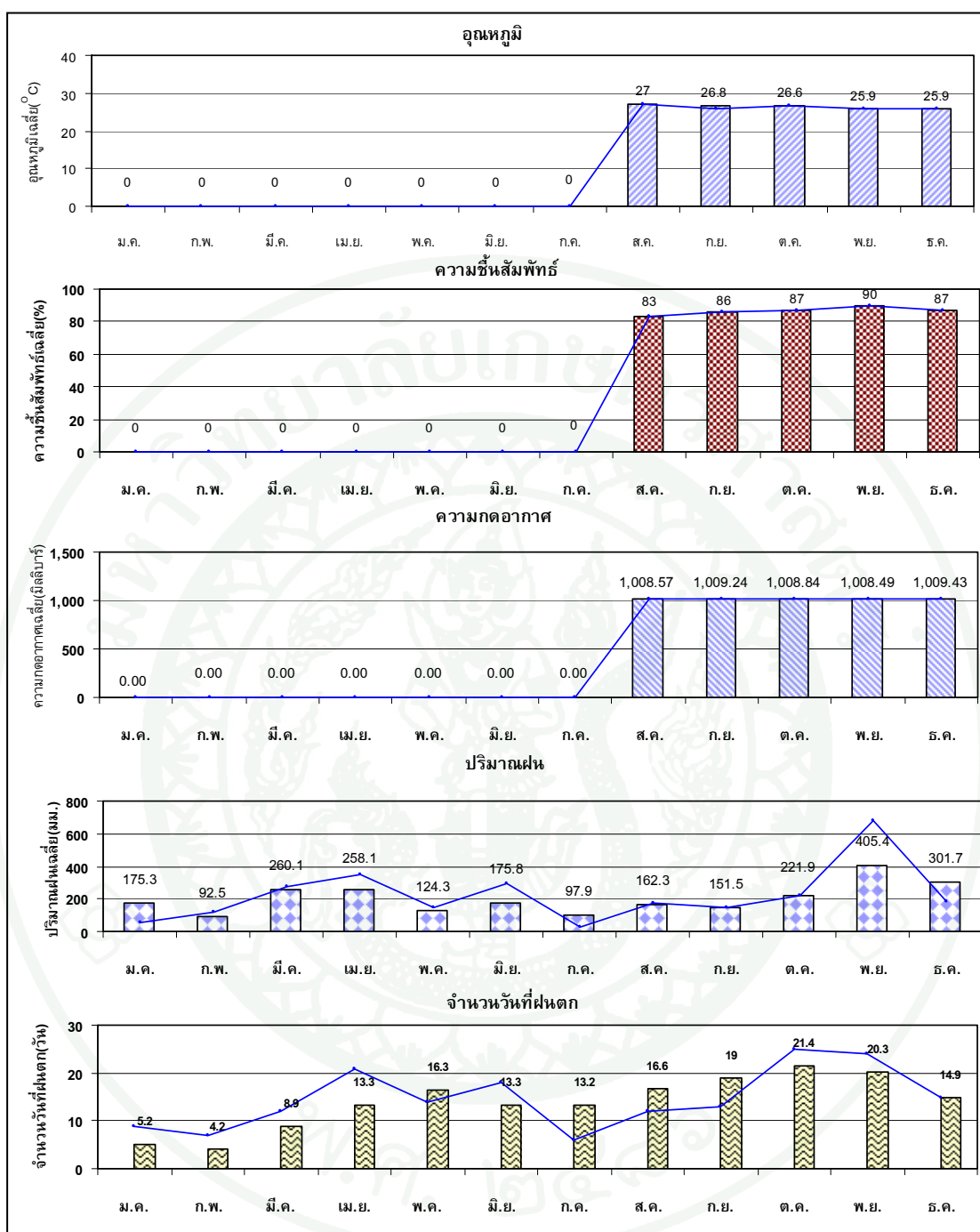


ภาพที่ 7 เส้นทางเดินพาหุและมรสุมที่พัดผ่านประเทศไทย

ที่มา: โครงการศึกษาสำรวจ ออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำ ในพื้นที่เขตเทศบาลนครหาดใหญ่, เทศบาลนครหาดใหญ่, 2541



ภาพที่ 8 ตำแหน่งสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่กลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภา
ที่มา: โครงการบริหารจัดการน้ำในกลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภา จังหวัดสงขลา, กรมชลประทาน, 2544

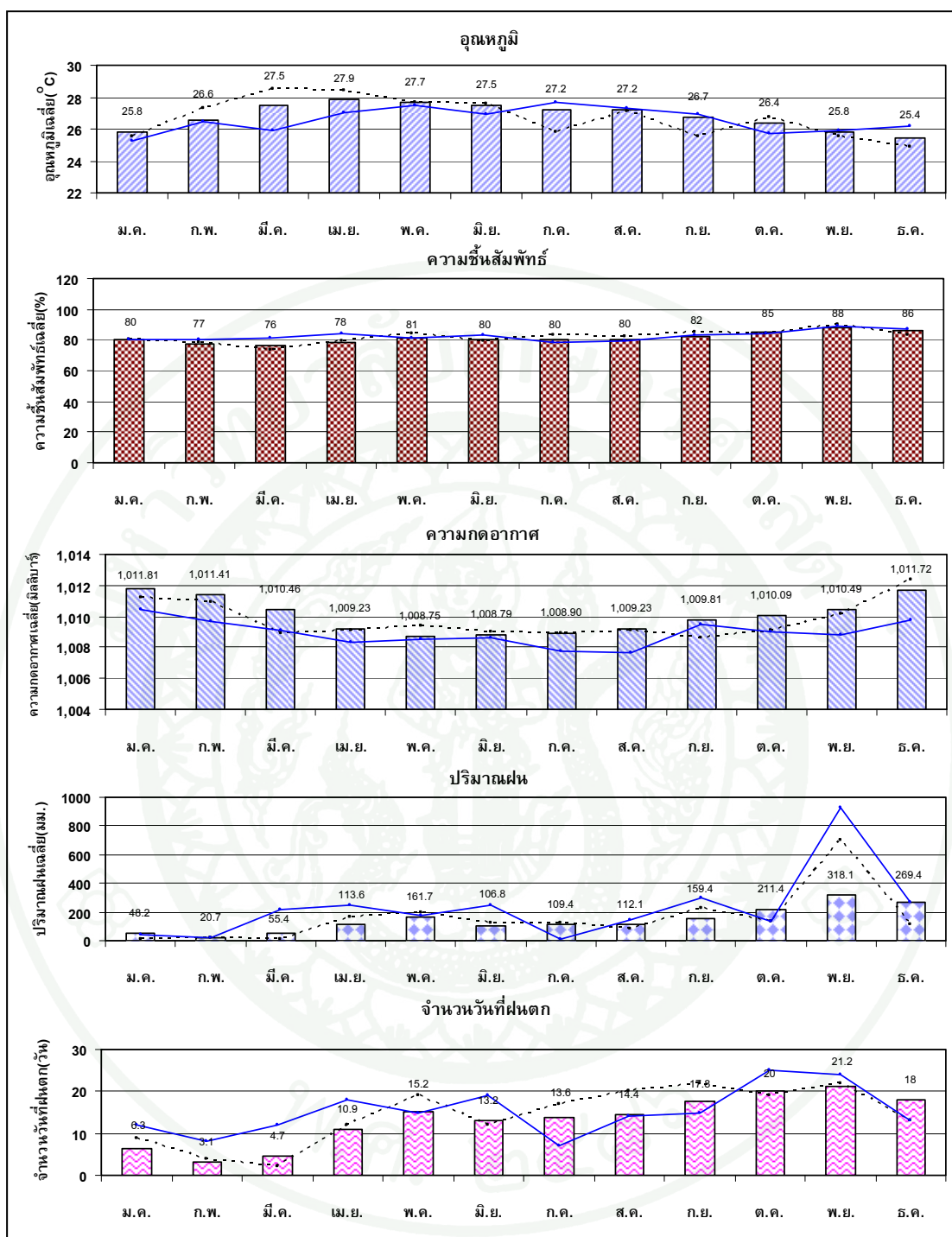


ภาพที่ 9 (ก) ค่าเฉลี่ยรายเดือนของตัวแปรภูมิอากาศที่สถานีตรวจอากาศสะเดา (58102)

หมายเหตุ: ----- หมายถึงข้อมูลในปี พ.ศ.2531

————— หมายถึงข้อมูลในปี พ.ศ.2543

ที่มา: โครงการบริหารจัดการน้ำในกลุ่มน้ำคลองอุตะเถา จังหวัดสงขลา, กรมชลประทาน, 2544

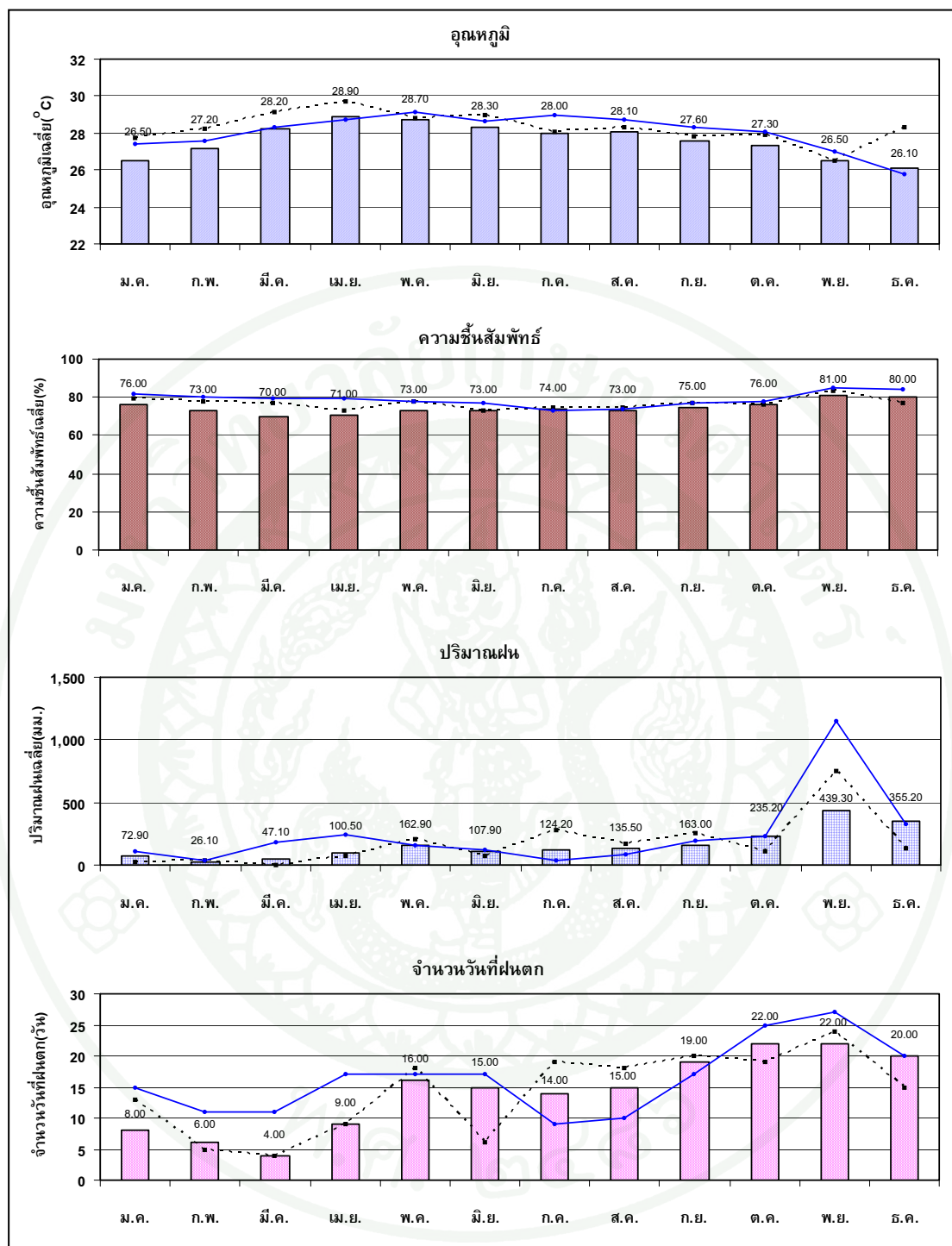


ภาพที่ 9 (ข) ค่าเฉลี่ยรายเดือนของตัวแปรภูมิอากาศที่สถานีตรวจอากาศสนามบินหาดใหญ่ (58332)

หมายเหตุ: ----- หมายถึงข้อมูลในปี พ.ศ.2531

— หมายถึงข้อมูลในปี พ.ศ.2543

ที่มา: โครงการบริหารจัดการน้ำในกลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภา จังหวัดสงขลา, กรมชลประทาน, 2544



ภาพที่ 9 (ค) ค่าเฉลี่ยรายเดือนของตัวแปรภูมิอากาศที่สถานีตรวจอากาศเกษตรคลองหมี (58112)

หมายเหตุ: ----- หมายถึงข้อมูลในปี พ.ศ.2531

— หมายถึงข้อมูลในปี พ.ศ.2543

ที่มา: โครงการบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำคลองอุตะเถา จังหวัดสงขลา, กรมชลประทาน, 2544

สำหรับในปีอุทกภัยพบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละเดือนมีค่าไม่แตกต่างกันมากนักเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยรายเดือนในคาบ 30 ปี

2) ความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำจะมีค่าใกล้เคียงกัน โดยที่สถานีตรวจอากาศเกษตรคองหงส์จะมีค่าต่ำกว่าอีก 2 สถานี ทั้งนี้จะพบว่าในเดือนพฤศจิกายนจะมีค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดประมาณ 81% ถึง 90% ในขณะที่เดือนมีนาคมจะมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดประมาณ 70% ถึง 76% สำหรับในปีอุทกภัยพบว่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในแต่ละเดือนจะใกล้เคียงกันกับค่าเฉลี่ยรายเดือนในคาบ 30 ปี

3) ความกดอากาศ

ความกดอากาศเฉลี่ยรายเดือนซึ่งทำการตรวจวัดที่สถานีตรวจอากาศสะเดา และสถานีสนามบินหาดใหญ่ จะพบว่าทั้ง 2 สถานีมีค่าใกล้เคียงกัน โดยในเดือนมกราคมจะมีค่าความกดอากาศเฉลี่ยรายเดือนสูงสุดประมาณ 1,011.81 มิลลิบาร์ ในขณะที่เดือนพฤศจิกายนจะมีค่าต่ำสุดคือประมาณ 1,008.49 มิลลิบาร์ สำหรับปีอุทกภัยจะพบว่าความกดอากาศเฉลี่ยรายเดือนจะต่ำกว่าค่าเฉลี่ยรายเดือนในคาบเวลา 30 ปี โดยเฉพาะช่วงเดือนตุลาคมและเดือนพฤศจิกายน

4) ปริมาณฝน

จากสถิติข้อมูลฝนจะพบว่าโดยเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำจะมีฝนตกตลอดทั้งปี โดยในเดือนพฤศจิกายนจะมีปริมาณฝนตกเฉลี่ยรายเดือนมากที่สุดประมาณ 318 ถึง 439 มม. ส่วนเดือนกุมภาพันธ์จะมีปริมาณฝนตกเฉลี่ยรายเดือนน้อยที่สุดประมาณ 21 ถึง 93 มม. สำหรับปีอุทกภัยจะพบว่าทุกสถานีตรวจอากาศจะมีค่าปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนมากกว่าค่าเฉลี่ยรายเดือนในคาบ 30 ปี โดยเฉพาะช่วงเดือนพฤศจิกายน คือ ฝนตกเฉลี่ยรายเดือนประมาณ 700 มม. ในปี พ.ศ. 2531 และประมาณ 700 ถึง 1,100 มม. ในปี พ.ศ. 2543

5) จำนวนวันที่ฝนตก

จำนวนวันที่ฝนตกซึ่งทำการตรวจวัดที่สถานีตรวจอากาศสะเดา สถานีสนามบินหาดใหญ่และสถานีตรวจอากาศเกษตรคองหงส์จะพบว่ามีจำนวนวันที่ฝนตก 167 วัน 158 วัน และ 170 วัน ตามลำดับ โดยจำนวนวันที่ฝนตกมากที่สุดจะอยู่ในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม สำหรับปีอุทกภัยพบว่าจำนวนวันฝนตกเฉลี่ยรายเดือนจะมีค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยราย

เดือนในคาบ 30 ปี โดยมีจำนวนวันฝนตกทั้งปี พ.ศ.2531 ประมาณ 166 วัน และปี พ.ศ.2543 ประมาณ 185 วัน โดยจะมีค่ามากที่สุดในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคมเช่นเดียวกัน

แต่เมื่อพิจารณาค่าแห่งที่ตั้งสถานีตรวจอากาศที่เป็นดัชนีชี้วัดบริเวณพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่ได้มีเพียงสถานีเดียว คือ สถานีตรวจอากาศเกษตรคองส์ (58112) ดังแสดงในภาพที่ 10 โดยจากผลทางสถิติภูมิอากาศในคาบ 30 ปี และสภาพภูมิอากาศของปีอุทกภัย (ปี พ.ศ. 2531 และ พ.ศ. 2543) ของสถานียังกล่าวดังแสดงในภาพที่ 9(ค) โดยภาพรวมลักษณะภูมิอากาศของสถานีตรวจอากาศเกษตรคองส์สามารถสรุปได้ดังนี้

1) อุณหภูมิ

อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนในแต่ละเดือนจะมีค่าใกล้เคียงกัน โดยช่วงเดือนเมษายนจะมีอุณหภูมิสูงสุดประมาณ 29°C และเดือนธันวาคมจะมีอุณหภูมิต่ำสุดประมาณ 26°C สำหรับในปีอุทกภัยพบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยในแต่ละเดือนมีค่าไม่แตกต่างกันมากนักเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยรายเดือนในคาบ 30 ปี

2) ความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายเดือนในแต่ละเดือนจะมีค่าใกล้เคียงกัน ทั้งนี้พบว่าในเดือนพฤศจิกายนจะมีค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดประมาณ 81% ในขณะที่เดือนมีนาคมจะมีค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดประมาณ 70% สำหรับในปีอุทกภัยพบว่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในแต่ละเดือนจะใกล้เคียงกันกับค่าเฉลี่ยรายเดือนในคาบ 30 ปี

3) ปริมาณฝน

จากสถิติข้อมูลปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนพบว่า โดยเฉลี่ยจะมีฝนตกตลอดทั้งปีโดยฝนเริ่มตกตั้งแต่เดือนเมษายนและจะตกหนักถึงหนักมากในเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม ทั้งนี้พบว่าในเดือนพฤศจิกายนจะมีปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนมากที่สุดประมาณ 440 มม. สำหรับปีอุทกภัยพบว่ามีค่าปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนมากกว่าค่าเฉลี่ยรายเดือนในคาบ 30 ปี โดยเฉพาะช่วงเดือนพฤศจิกายน คือ ประมาณ 700 มม. ในปี พ.ศ. 2531 และประมาณ 1,100 มม. ในปี พ.ศ. 2543

4) จำนวนวันที่ฝนตก

จำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยรายเดือน พบว่าฝนจะตกถี่ในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม ซึ่งในเดือนตุลาคมและเดือนพฤศจิกายนจะมีจำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยรายเดือนมาก

ที่สุดประมาณ 22 วัน สำหรับปีอุทกภัยพบว่าจำนวนฝนตกเฉลี่ยรายเดือนมีค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยรายเดือนในคาบ 30 ปี โดยมีค่าประมาณ 166 วัน ในปี พ.ศ. 2531 และ 185 วัน ในปี พ.ศ. 2543 และ มีค่ามากที่สุดในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม

1.3.2 ปริมาณฝน

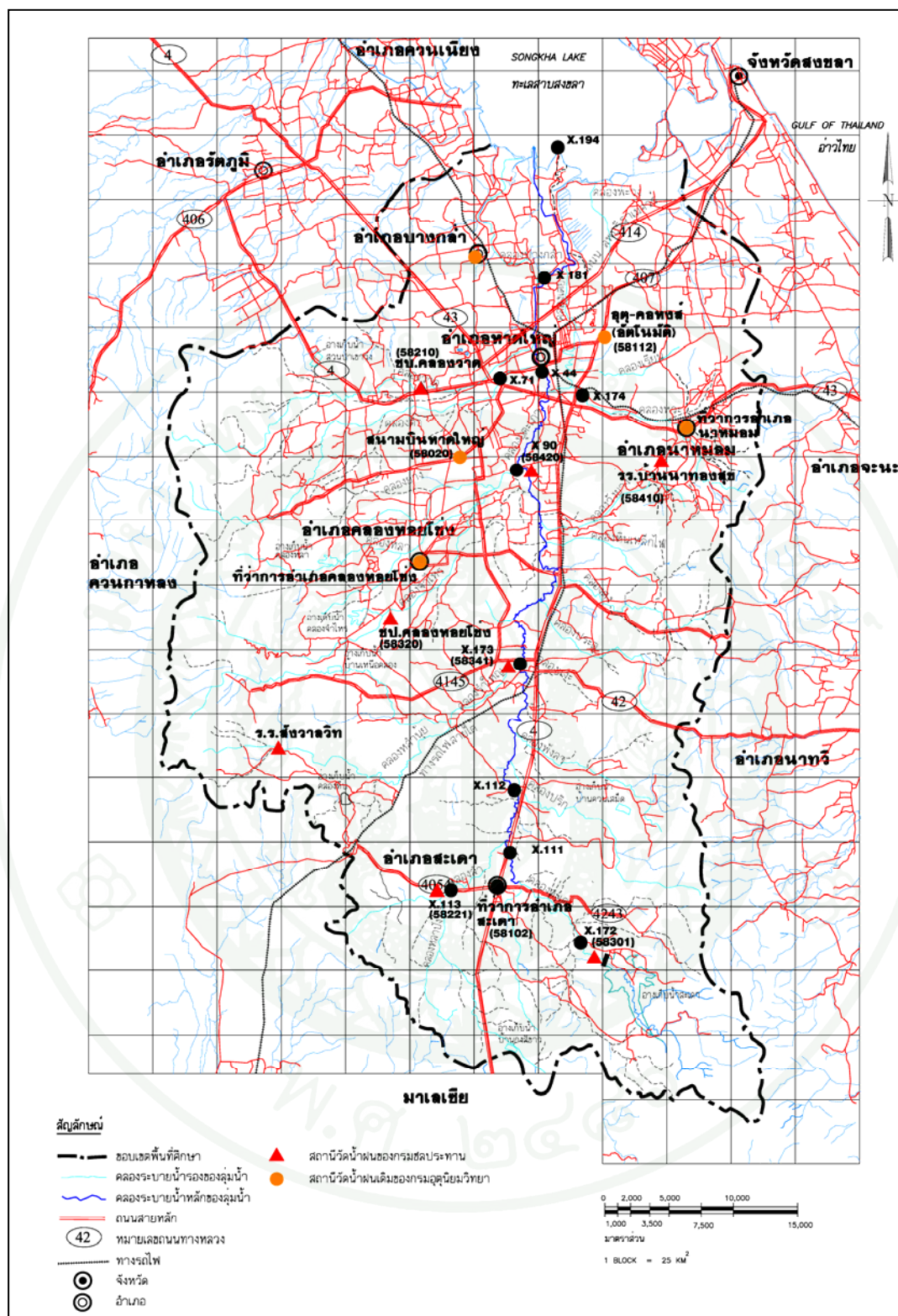
จากการรวบรวมข้อมูลปริมาณฝนและรายละเอียดของสถานีวัดน้ำฝนจำนวน 21 สถานี ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเถาและบริเวณใกล้เคียง โดยมีตำแหน่งที่ตั้งดังแสดงในภาพที่ 11 ซึ่งจากการรวบรวมข้อมูลของสถานีวัดน้ำฝนพบว่า มีความผันแปรของปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยประมาณ 1,300 ถึง 2,000 มม. ส่วนปริมาณฝนตกมากที่สุดจะอยู่ในเดือนพฤศจิกายนมีค่าเฉลี่ยรายเดือนประมาณ 180 ถึง 520 มม. ทั้งนี้สามารถสรุปภาพรวมแสดงเส้นชั้นปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยบริเวณลุ่มน้ำคลองอุตะเถาดังแสดงในภาพที่ 12

อนึ่งจากการตรวจสอบตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเถา ดังแสดงในภาพที่ 11 พบว่า สถานีวัดน้ำฝนที่อยู่ในพื้นที่ศึกษามีเพียงแห่งเดียว คือ สถานีตรวจอากาศเกษตรคองหงส์ (58112) ของกรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งถือว่าเป็นตัวแทนการวัดปริมาณฝนในพื้นที่ศึกษา โดยมีปริมาณฝนรายปีในคาบ 21 ปี (พ.ศ.2523 ถึง พ.ศ.2543) สูงสุด 2,803 มม. จำนวนวันที่ฝนตกสูงสุด 180 วัน และปริมาณฝนต่อวันสูงสุด 252 มม. ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ปริมาณฝนรายปีของสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่

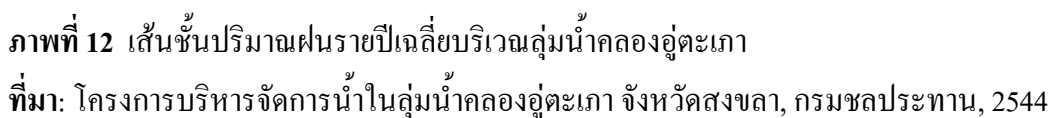
ชื่อสถานี	รหัสสถานี	ปริมาณฝน (มม.)			จำนวนวันที่ฝนตก (วัน)			ปริมาณฝนต่อวัน (มม.)		
		สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย
สถานีตรวจอากาศเกษตรคองหงส์ (58112)	568301	2,803	1,294	2,018	180	136	163	252	10	12

ที่มา: โครงการศึกษาสำรวจ ออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำในพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่, เทศบาลนครหาดใหญ่, 2541



ภาพที่ 11 ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเกา

ที่มา: โครงการบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำคลองอุตะเกา จังหวัดสงขลา, กรมชลประทาน, 2544



สำหรับสาเหตุที่ทำให้เกิดฝนตกหนัก อาจเกิดจากลักษณะของอากาศ 4 แบบ ดังนี้

1) หย่อมความกดอากาศต่ำ (Low Pressure Cell)

หย่อมความกดอากาศต่ำ คือ บริเวณที่มีความกดอากาศพื้นผิวต่ำกว่าบริเวณโดยรอบ มีการหมุนเวียนของลมจากบริเวณโดยรอบเข้าหาศูนย์กลางของบริเวณความกดอากาศต่ำในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา อากาศที่พัดเข้าหาศูนย์กลางนี้จะลอยตัวขึ้น และถ้าอากาศมีความชื้นเพียงพอจะทำให้เกิดเมฆฝนจำนวนมาก อาจทำให้เกิดฝนตกหนักต่อเนื่องเป็นเวลานานจนเกิดอุทกภัยได้ แต่ มักมีบริเวณไม่กว้างนัก

2) พายุหมุนเขตร้อน (Tropical Cyclone)

พายุหมุนเขตร้อน คือ บริเวณที่มีความกดอากาศพื้นผิวต่ำกว่าบริเวณโดยรอบอย่างมาก มีลักษณะการหมุนเวียนของลมเช่นเดียวกับหย่อมความกดอากาศต่ำ แต่มีความรุนแรงและครอบคลุมพื้นที่มากกว่า พายุหมุนเขตร้อนพัฒนาขึ้นมาจากหย่อมความกดอากาศต่ำที่อยู่เหนือทะเลหรือมหาสมุทรเท่านั้น แต่อาจเคลื่อนตัวขึ้นสู่ฝั่งได้ พายุหมุนเขตร้อนแบ่งตามความเร็วลมได้เป็น 3 ระดับคือ พายุดีเปรสชัน (Tropical Depression) ความเร็วลมสูงสุดน้อยกว่า 63 กิโลเมตรต่อชั่วโมง พายุโซนร้อน (Tropical Storm) ความเร็วลมสูงสุดตั้งแต่ 63 ถึง 117 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และพายุไต้ฝุ่น (Tropical Cyclone) ความเร็วลมสูงสุดมากกว่า 117 กิโลเมตรต่อชั่วโมงขึ้นไป

3) ร่องความกดอากาศต่ำ (Inter Tropical Convergence Zone)

ร่องความกดอากาศต่ำ คือ แนวของหย่อมความกดอากาศต่ำ ซึ่งเกิดขึ้นจากการที่ลมสินค้าในซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้มาพบกัน ทำให้เกิดการยกตัวของอากาศและมีเมฆฝนเกิดขึ้น ในบริเวณนี้จะมีฝนตกหนัก เกิดพายุฟ้าคะนอง และมีลมกระโชกแรง

4) ลมมรสุม

ลมมรสุมมี 2 ชนิด คือ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะทำให้เกิดฝนตกหนักบริเวณชายฝั่งภาคใต้ฝั่งตะวันตกและชายฝั่งภาคตะวันออก ส่วนลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะทำให้เกิดฝนตกหนักบริเวณชายฝั่งภาคใต้ฝั่งตะวันออก

1.3.3 ปริมาณน้ำท่า

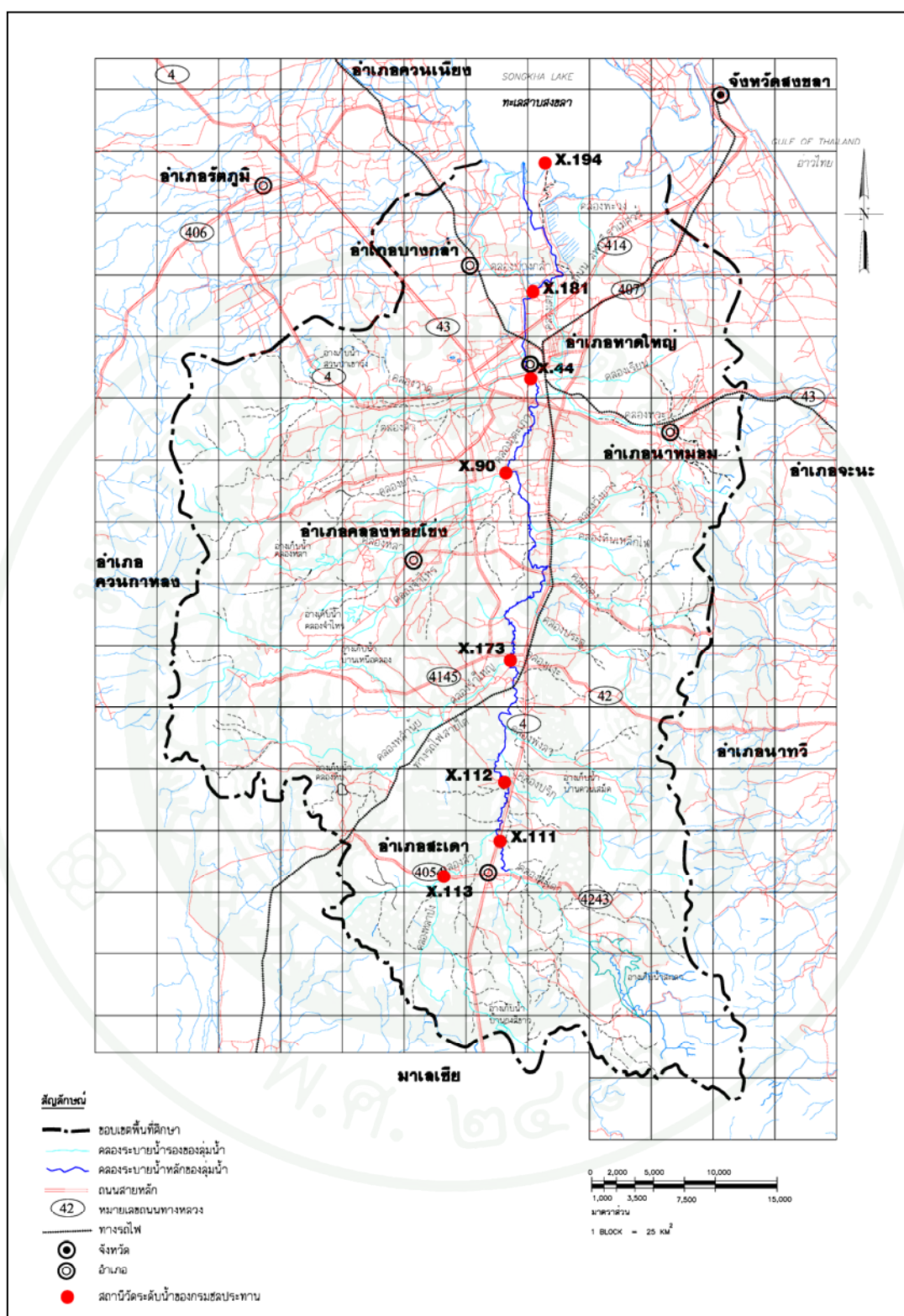
จากการรวบรวมข้อมูลและรายละเอียดสถานีวัดระดับน้ำต่าง ๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเถา จำนวน 8 สถานี ดังแสดงในภาพที่ 13 โดยข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่เก็บรวบรวมได้จากสถานีดังกล่าวพบว่าความสามารถในการให้น้ำจำเพาะ (Specific Yield) หรือค่าปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำฝนของกลุ่มน้ำคลองอุตะเถามีค่าประมาณ 11.75 ถึง 25.57 ลิตรต่อวินาทีต่อตารางกิโลเมตร และค่าเฉลี่ยทั่วทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ 17.07 ลิตรต่อวินาทีต่อตารางกิโลเมตร ส่วนค่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีของกลุ่มน้ำคลองอุตะเถาจะอยู่ประมาณ 48 ถึง 900 ล้าน ลบ.ม. และค่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนของกลุ่มน้ำคลองอุตะเถาจะมากที่สุดในเดือนพฤศจิกายนประมาณ 3 ถึง 135 ล้าน ลบ.ม.

1.3.4 ระดับน้ำท่า

เมื่อพิจารณาดำแหน่งที่ตั้งของสถานีวัดระดับน้ำของกรมชลประทานที่เก็บรวบรวมได้จำนวน 8 สถานี ดังแสดงในภาพที่ 13 จะพบว่า มีเพียงสถานีวัดระดับน้ำ X.44 เท่านั้นที่อยู่ในบริเวณพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่ ซึ่งจากการทบทวนรายงานการศึกษาที่ผ่านมามาสถานีวัดระดับน้ำ X.44 มีคาบอุบัติของระดับน้ำในคลองอุตะเถาดังแสดงในภาพที่ 14 และ 15

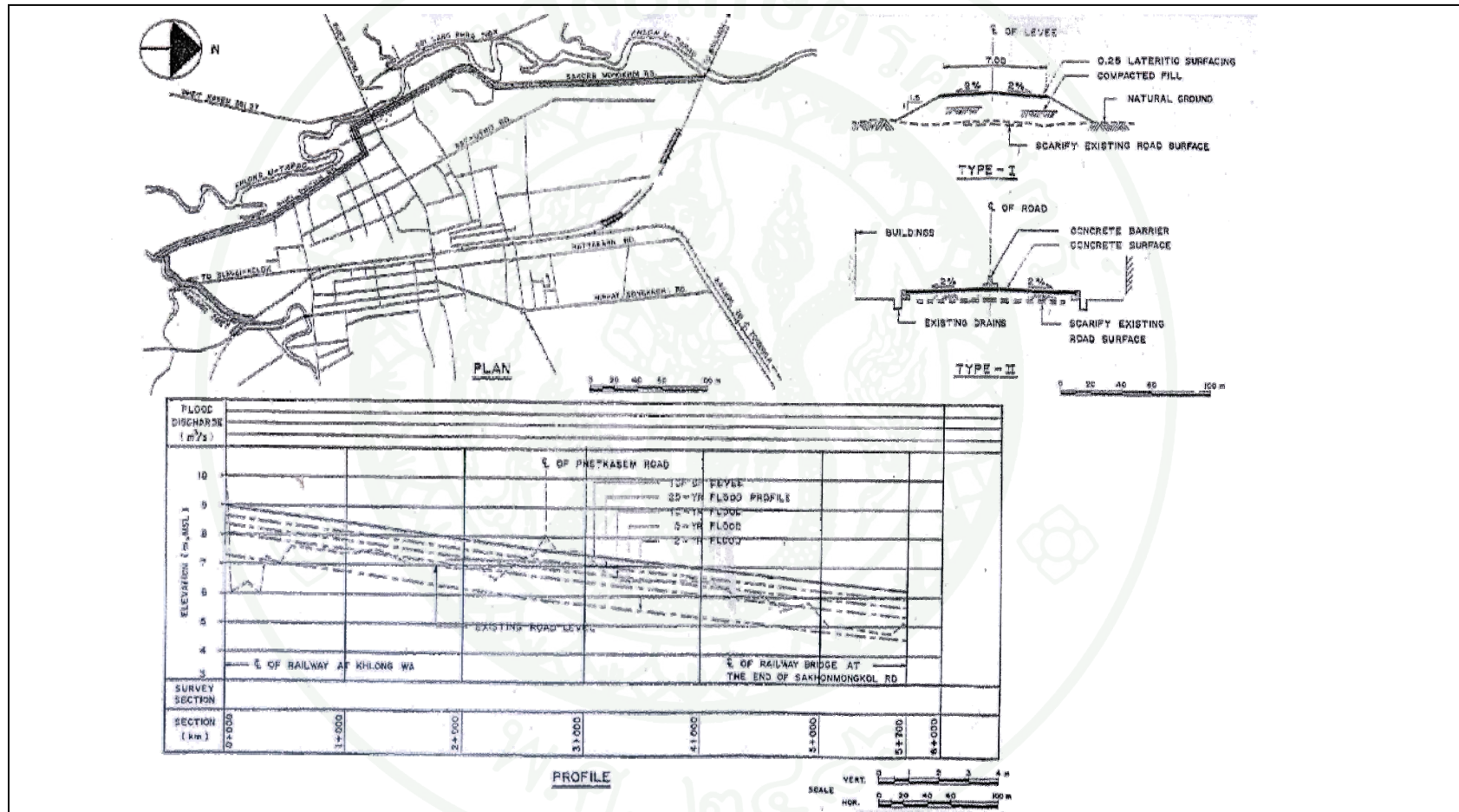
1.3.5 อิทธิพลของระดับน้ำทะเล

จากสภาพภูมิประเทศของกลุ่มน้ำคลองอุตะเถาพบว่า จุดปลายของพื้นที่ลุ่มน้ำคือ ทะเลสาบสงขลา ซึ่งระดับน้ำในทะเลสาบสงขลาจะส่งผลกระทบต่อการไหลในคลองอุตะเถาและลำน้ำสาขาที่ไหลลงทะเลสาบสงขลา เนื่องมาจากผลกระทบของการยกระดับน้ำทางท้ายน้ำของทางน้ำ (Backwater Effect) และการขึ้นลงของระดับน้ำในทะเลสาบสงขลาจะมีความสัมพันธ์กับการขึ้นลงของระดับน้ำทะเล



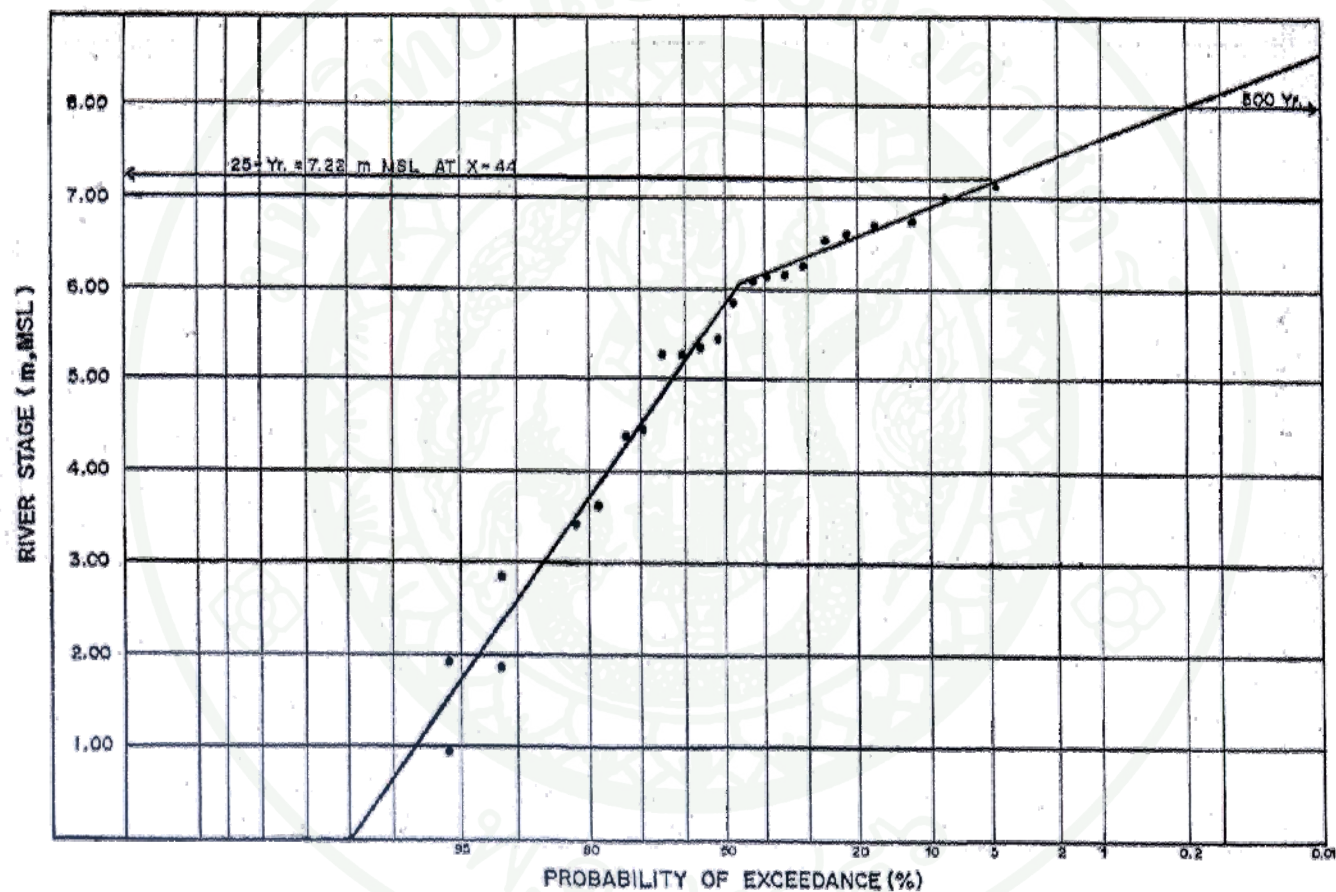
ภาพที่ 13 ตำแหน่งสถานีวัดระดับน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภา

ที่มา: โครงการบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภา จังหวัดสงขลา, กรมชลประทาน, 2544



ภาพที่ 14 ระดับน้ำในคลองอุต๊ะเขาบริเวณพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่ที่คาบอุบัติต่าง ๆ

ที่มา: โครงการศึกษาสำรวจ ออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำในพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่, เทศบาลนครหาดใหญ่, 2541



ภาพที่ 15 ระดับน้ำในคลองอุตตะเภาวบริเวณสถานีวัดระดับน้ำ X.44 ที่คาบอุบัติต่าง ๆ

ที่มา: โครงการศึกษา สำรวจ ออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำในพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่, เทศบาลนครหาดใหญ่, 2541

ซึ่งเมื่อทำการตรวจสอบสถานีวัดระดับน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภา จำนวน 8 สถานี ดังแสดงในภาพที่ 13 สถานีวัดระดับน้ำที่อยู่ใกล้บริเวณพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่ คือ สถานีวัดระดับน้ำ X.44 และ X.181 ในคลองอู่ตะเภา เมื่อนำข้อมูลของสถานีวัดระดับน้ำ X.44 มาศึกษาเปรียบเทียบกับสถานีวัดระดับน้ำอื่น ๆ จะพบว่าระดับน้ำที่สถานีวัดระดับน้ำ X.44 และ X.181 จะมีผลกระทบจากระดับน้ำทางท้ายน้ำจากทะเลสาบสงขลา (Backwater Effect) ซึ่งเป็นผลให้ข้อมูลปริมาณน้ำที่วัดได้ของสถานี X.44 และ X.181 ไม่สามารถนำมาใช้ได้ แต่ข้อมูลของระดับน้ำยังคงนำมาใช้วิเคราะห์คาบอุบัติของระดับน้ำในการป้องกันน้ำท่วมพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่ได้

1.4 สาเหตุ สภาพน้ำท่วม และความเสียหายที่เกิดขึ้น

จากสภาพภูมิประเทศของกลุ่มน้ำมีลักษณะเป็นแอ่งกระทะ พื้นที่ลาดเทจากทิศใต้ลงสู่ทิศเหนือ โดยมีค่าระดับผิวดินอยู่ระหว่าง +350 ถึง ± 0 ม.รทก. และมีพื้นที่ราบระหว่างเทศบาลนครหาดใหญ่กับทะเลสาบสงขลา มีค่าระดับ ± 0 ถึง +7.00 ม.รทก. ส่วนด้านทิศตะวันตกและทิศตะวันออกของกลุ่มน้ำสภาพพื้นที่จะยกสูงเนื่องจากเป็นแนวสันเขา มีค่าระดับ +100 ถึง +600 ม.รทก. และลาดเทสู่บริเวณพื้นที่ตอนกลางซึ่งเป็นแนวคลองอู่ตะเภา และคลองระบายน้ำหลักของกลุ่มน้ำมีความยาวประมาณ 112 กม. (จากอ่างเก็บน้ำสะเดาถึงทะเลสาบสงขลา) โดยมีลำน้ำย่อย 14 สาขา ที่ระบายลงคลองอู่ตะเภา และลำน้ำย่อยอีก 2 สาขาที่ระบายลงทะเลสาบสงขลาโดยตรง คลองอู่ตะเภามีความลาดชันเฉลี่ยของท้องน้ำเท่ากับ 1:2,500 (ช่วงตอนบนของกลุ่มน้ำ) และ 1:12,000 (ช่วงตอนล่างของกลุ่มน้ำ) โดยความลึกท้องคลองเฉลี่ยประมาณ 4 ถึง 10 เมตร และมีความกว้างคลองเฉลี่ยประมาณ 40 เมตร ทั้งนี้คลองอู่ตะเภาจะมีลักษณะคดเคี้ยวมากในบริเวณตอนบนของกลุ่มน้ำ และเป็นแนวตรงเมื่อเข้าสู่พื้นที่ราบลุ่มตอนล่าง ซึ่งเทศบาลนครหาดใหญ่และพื้นที่ข้างเคียงเป็นพื้นที่ชุมชนที่มีความสำคัญในด้านต่างๆ โดยเฉพาะด้านเศรษฐกิจของพื้นที่จังหวัดภาคใต้ มักจะมีอุทกภัยหรือน้ำท่วมเกิดขึ้นอยู่เป็นประจำ นับตั้งแต่อดีตเป็นต้นมา ทั้งนี้เนื่องจากสภาพภูมิประเทศเป็นที่ลุ่มและมีลักษณะเป็นแอ่งกระทะ จึงมักเกิดน้ำท่วมในช่วงฤดูฝนระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคมอยู่เสมอ ซึ่งความเสียหายส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่และข้างเคียง

1.4.1 สาเหตุของการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่

จากสภาพภูมิประเทศ อุทกวิทยาและชลศาสตร์ของพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่สามารถสรุปลักษณะของการเกิดน้ำท่วมบริเวณพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่ได้ 3 ลักษณะดังนี้

1) การเกิดน้ำท่วมเนื่องจากน้ำล้นตลิ่งลำน้ำสายหลัก (River Basin Flood)

เกิดจากฝนตกหนักในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเถาจนทำให้น้ำล้นคลองอุตะเถา โดยอาจเกิดขึ้นจากฝนตกหนักเฉพาะในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเถาตอนล่าง (ครอบคลุมพื้นที่ 960 ตร.กม.) หรือเฉพาะในพื้นที่ตอนบน (ครอบคลุมพื้นที่ 1,140 ตร.กม.) หรือตกหนักครอบคลุมทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำ

2) การเกิดน้ำท่วมเนื่องจากน้ำไหลบ่าจากลุ่มน้ำย่อยหรือพื้นที่สูงข้างเคียง (Reginal Flood)

เกิดจากฝนตกเป็นบริเวณกว้างครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยคลองเรียนและคลองเปล ทำให้เกิดน้ำหลากไหลบ่ามาตามทางน้ำธรรมชาติ หากขนาดน้ำหลากเกินความจุของทางน้ำธรรมชาติ น้ำจะไหลบ่าเข้าไปในพื้นที่น้ำท่วมถึงของทางน้ำธรรมชาติ เป็นผลให้เกิดน้ำท่วมเป็นบริเวณกว้าง ทั้งนี้ความรุนแรงของน้ำท่วมจะขึ้นอยู่กับขนาดของน้ำหลากที่เกิดขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยดังกล่าว รวมทั้งสิ่งกีดขวางทางน้ำและพื้นที่น้ำท่วมถึง เช่น ถ้าการถมดินและการสร้างถนนตัดผ่านทางน้ำธรรมชาติและพื้นที่น้ำท่วมถึง เมื่อเกิดน้ำหลากขนาดเกินความจุของทางน้ำก็จะเกิดน้ำท่วมได้ง่าย มีความรุนแรงของน้ำท่วมน้อยกว่าการเกิดน้ำท่วมเนื่องจากน้ำล้นตลิ่งลำน้ำสายหลัก ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สิน แต่อาจไม่ถึงขั้นทำลายชีวิต

3) การเกิดน้ำท่วมเนื่องจากฝนตกหนักในพื้นที่ (Local Flood)

เกิดจากฝนตกหนักในพื้นที่แล้วระบายออกไม่ทันทำให้เกิดน้ำท่วมขัง ความรุนแรงของน้ำท่วมตามปกติจะมีขนาดจำกัดถ้าพื้นที่ลุ่มต่ำสามารถระบายน้ำลงสู่ทางน้ำธรรมชาติได้ตามปกติ แต่ถ้าทางน้ำธรรมชาติตื้นเขินหรือถูกทำลายไปน้ำจะคงค้างอยู่ในพื้นที่ลุ่มต่ำเป็นเวลานาน ดังนั้นการรักษาทางน้ำธรรมชาติให้คงสภาพรวมทั้งฟื้นฟูบูรณะตามช่วงเวลาที่กำหนดจึงเป็นสิ่งจำเป็น

1.4.2 สภาพน้ำท่วมและความเสียหายจากการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่

พื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่และข้างเคียงเป็นพื้นที่ชุมชนที่มีความสำคัญในด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะด้านเศรษฐกิจของพื้นที่จังหวัดภาคใต้ มักจะมีอุทกภัยหรือน้ำท่วมเกิดขึ้นอยู่เป็นประจำนับตั้งแต่อดีตเป็นต้นมา ทั้งนี้เนื่องจากสภาพภูมิประเทศเป็นพื้นที่ลุ่มและมีลักษณะเป็นแอ่ง

กระทะ จึงมักเกิดน้ำท่วมในช่วงฤดูฝนระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคมอยู่เสมอ ดังสถิติที่มีการบันทึกไว้ดังนี้

- 1) ปี พ.ศ. 2459 (ระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม) เกิดน้ำท่วมเทศบาลนครหาดใหญ่ มีระดับน้ำสูงประมาณ 2.00 เมตร
- 2) ปี พ.ศ. 2485 (ในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 ระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม) เกิดน้ำท่วมเทศบาลนครหาดใหญ่ มีระดับน้ำสูงประมาณ 0.60 เมตร
- 3) ปี พ.ศ. 2502 เกิดน้ำท่วมเทศบาลนครหาดใหญ่ ก่อให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินคิดเป็นมูลค่าประมาณ 200,000 บาท
- 4) ปี พ.ศ. 2504 เกิดน้ำท่วมเทศบาลนครหาดใหญ่ ทำให้มีผู้เสียชีวิต 8 คน ทรัพย์สินเสียหายมูลค่าประมาณ 1,200,000 บาท
- 5) ปี พ.ศ. 2505 (ระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม) เกิดน้ำท่วมเทศบาลนครหาดใหญ่ มีระดับน้ำสูงประมาณ 0.70 เมตร
- 6) ปี พ.ศ. 2509 (ระหว่างวันที่ 5 ถึง 7 ธันวาคม) เกิดน้ำท่วมเทศบาลนครหาดใหญ่ มีระดับน้ำสูงประมาณ 0.70 เมตร มูลค่าทรัพย์สินเสียหายประมาณ 1,200,000 บาท
- 7) ปี พ.ศ. 2510 (ในวันที่ 6 มกราคม) เกิดน้ำท่วมเทศบาลนครหาดใหญ่ มีระดับน้ำสูงประมาณ 0.70 เมตร สร้างความเสียหายประมาณ 2,700,000 บาท ซึ่งระหว่างวันที่ 5 ธันวาคม 2509 ถึงวันที่ 6 มกราคม 2510 นั้น น้ำได้ท่วมห่างกันเพียง 28 วัน
- 8) ปี พ.ศ. 2512 (ในวันที่ 1 ธันวาคม) เกิดน้ำท่วมจังหวัดสงขลา ในเส้นทางหาดใหญ่-สงขลา มีน้ำท่วม 9 เส้นทาง ถนนเสียหาย สนามบินน้ำท่วมเครื่องบินขึ้นลงไม่ได้ บ้านเรือนราษฎรในที่ลุ่มรอบอำเภอหาดใหญ่ถูกน้ำท่วม ถนนหาดใหญ่-นาทวี-สะเดาน้ำท่วมหลายตอน ซึ่งน้ำได้ท่วมเมืองนานประมาณ 10 ชั่วโมง
- 9) ปี พ.ศ. 2515 เกิดน้ำท่วมเทศบาลนครหาดใหญ่ ไม่ปรากฏจำนวนผู้เสียชีวิต หรือมูลค่าของทรัพย์สินที่เสียหาย
- 10) ปี พ.ศ. 2516 เกิดน้ำท่วมเทศบาลนครหาดใหญ่ มีระดับน้ำสูงประมาณ 0.70 เมตร ผลกระทบจากน้ำท่วมครั้งนี้ ปรากฏจำนวนผู้เสียชีวิต 1 คน ภาครัฐเสียหายมูลค่าประมาณ 5,500,000 บาท และภาคเอกชนเสียหายประมาณ 1,200,000 บาท
- 11) ปี พ.ศ. 2517 (ในวันที่ 22 พฤศจิกายน) เกิดพายุฝนตกหนักติดต่อกันเป็นเวลานาน 5 วัน ทำให้บริเวณรอบอำเภอหาดใหญ่ถูกน้ำท่วม ระดับน้ำสูงจากผิวถนนวัดได้ประมาณ 0.50 เมตร
- 12) ปี พ.ศ. 2518 (ระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม) เกิดน้ำท่วมหาดใหญ่สูงประมาณ 0.70 เมตร

13) ปี พ.ศ. 2519 (ในวันที่ 22 พฤศจิกายน) เกิดฝนตกหนักติดต่อกันเป็นเวลานาน 7 วัน ทำให้เกิดน้ำท่วมในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ระดับน้ำสูงประมาณ 0.50 เมตร

14) ปี พ.ศ. 2524 (ในวันที่ 3 ธันวาคม) เกิดน้ำท่วมหาดใหญ่ ครอบคลุมพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบประมาณ 10 ตารางกิโลเมตร โดยมีระดับน้ำสูงประมาณ 0.50 เมตร

15) ปี พ.ศ. 2526 (ในวันที่ 14 ธันวาคม เวลา 03:00 น.) เกิดน้ำท่วมหาดใหญ่มีระดับความสูงเฉลี่ยประมาณ 0.60 เมตร

16) ปี พ.ศ. 2527 (ในวันที่ 5 ธันวาคม) เกิดฝนตกหนักมากในจังหวัดสงขลา มีน้ำท่วมถนนเป็นบางแห่ง และถนนบางสายรถเล็กผ่านไม่ได้

17) ปี พ.ศ. 2530 (ในวันที่ 8 ธันวาคม) เกิดน้ำท่วมหาดใหญ่บางส่วนของเทศบาลนครหาดใหญ่มีระดับน้ำเฉลี่ยสูงประมาณ 0.40 เมตร ส่วนใหญ่พื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมเป็นพื้นที่ทางด้านตะวันตกของเทศบาลนครหาดใหญ่

18) ปี พ.ศ. 2531 (ในวันที่ 21 พฤศจิกายน) เกิดน้ำท่วมครั้งใหญ่ในเทศบาลนครหาดใหญ่ มีระดับน้ำสูงเป็นประวัติการณ์ ระดับความลึกของน้ำมีค่าเฉลี่ยประมาณ 1.40 เมตร สร้างความเสียหายให้กับประชาชนในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่อย่างทั่วถึง ครอบคลุมพื้นที่เกือบ 20 ตารางกิโลเมตร ประเมินค่าความเสียหายได้ไม่ต่ำกว่า 1,000 ล้านบาท

19) ปี พ.ศ. 2543 (ระหว่างวันที่ 21 ถึง 24 พฤศจิกายน) ปริมาณน้ำฝนที่ตกมากผิดปกติในช่วง 4 วัน ซึ่งมากกว่าปริมาณน้ำฝนที่ตกในช่วงเวลาเดียวกันของอุทกภัยปี พ.ศ.2531 ถึง 3 เท่าแล้ว ในช่วงเวลาเดียวกันยังมีปริมาณฝนตกมากในพื้นที่ใกล้เคียง ได้แก่ อำเภอนาหม่อม และเขาคอหงส์ ทำให้น้ำไหลบ่าท่วมเทศบาลนครหาดใหญ่อย่างรวดเร็วฉับพลันเป็นระลอกแรก เนื่องจากพื้นที่ที่ฝนตกอยู่ใกล้เทศบาลนครหาดใหญ่มากกว่า โดยปริมาณฝนที่อำเภอนาหม่อมสูงถึง 440 มม. จึงเกิดอุทกภัยครั้งใหญ่ ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 330 ตารางกิโลเมตร จากพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภา 2,400 ตารางกิโลเมตร ทำความเสียหายทั้งชีวิตและทรัพย์สินอย่างมาก ซึ่งจากการประเมินความเสียหายทั้งของภาครัฐและภาคเอกชนในครั้งนั้นมีมูลค่ามากกว่า 18,000 ล้านบาท

1.5 เหตุการณ์อุทกภัยปี พ.ศ.2531 และ พ.ศ.2543 และความเสียหายที่เกิดขึ้น

1.5.1 ปริมาณฝน ระดับน้ำท่า และระดับน้ำสูงสุด

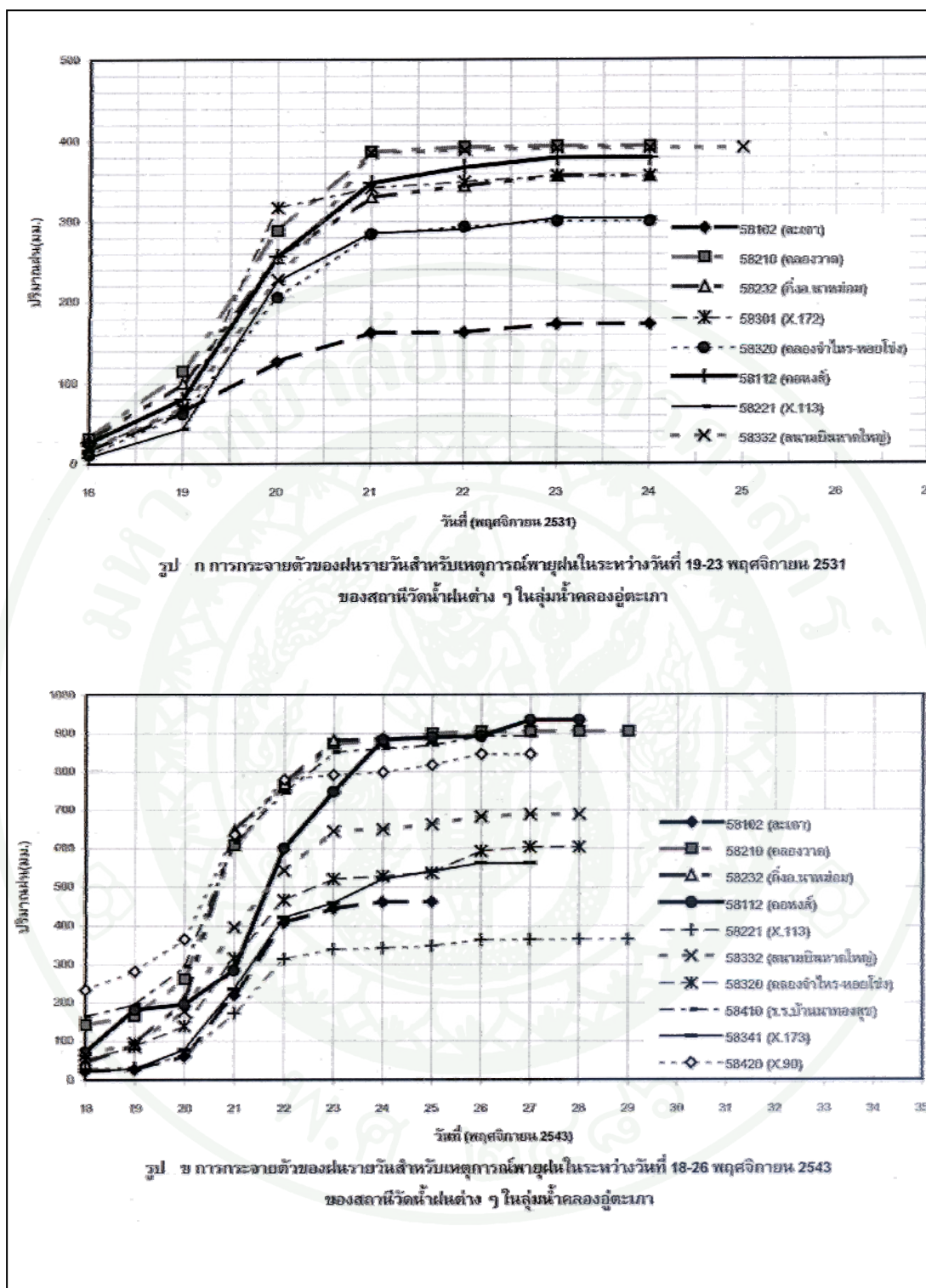
- 1) การกระจายตัวของพายุฝนที่ทำให้เกิดอุทกภัยปี พ.ศ.2531 และ พ.ศ.2543

จากลักษณะการกระจายตัวของฝน (Rainfall Distribution) ของแต่ละสถานี วัดน้ำฝน โดยพิจารณาเหตุการณ์พายุฝนระหว่างวันที่ 19 ถึง 23 พฤศจิกายน 2531 และวันที่ 18 ถึง 26 พฤศจิกายน 2543 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ฝนตกหนักสุดในกลุ่มน้ำคลองอุตะเถา ดังแสดงในภาพที่ 16 จะเห็นว่าสภาพการกระจายตัวของฝนจะเปลี่ยนแปลงรวดเร็วในช่วง 1 ถึง 2 วัน ซึ่งแสดงว่าฝนตกหนักในช่วง 1 ถึง 2 วันแรก แล้วก็จะคงที่ ซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดอุทกภัยรุนแรงและรวดเร็วในปีดังกล่าว

โดยการกระจายตัวของพายุฝนทั้งสองเหตุการณ์สามารถนำมาวิเคราะห์ เพอร์เซ็นต์การสะสมของปริมาณฝนในช่วงเวลา 7 วัน ของสถานีวัดน้ำฝนต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 4 ซึ่งจะเห็นว่าลักษณะการกระจายตัวของฝนในช่วงเวลา 7 วัน ของทั้งสองเหตุการณ์ มีการกระจายตัวด้วย เพอร์เซ็นต์ของฝนในแต่ละวันที่ไม่แตกต่างจากค่าเฉลี่ยของทั้งกลุ่มน้ำคลองอุตะเถามากนัก

2) ความจุเต็มตลิ่งของคลองอุตะเถาและสาขา รวมทั้งระดับน้ำสูงสุดและ อัตราการไหลสูงสุด สำหรับเหตุการณ์อุทกภัย ปี พ.ศ.2531 และ พ.ศ.2543

จากเหตุการณ์น้ำท่วมในเดือนพฤศจิกายนปี พ.ศ.2531 และ พ.ศ.2543 ทาง กรมชลประทานได้นำข้อมูลระดับน้ำสูงสุดและปริมาณน้ำท่าสูงสุดที่เกิดขึ้นสำหรับเหตุการณ์ดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับระดับตลิ่งทั้งฝั่งซ้ายและฝั่งขวา ดังแสดงในภาพที่ 17 และตารางที่ 5 จากตารางดังกล่าวจะพบว่าปริมาณน้ำท่าสูงสุดทั้งในปี พ.ศ.2531 และ พ.ศ.2543 มีขนาดเกินความจุของ คลองอุตะเถาที่ระดับตลิ่งทั้งสองฝั่ง



ภาพที่ 16 การกระจายตัวของฝนรายวันสำหรับเหตุการณ์พายุฝนของสถานีวัดน้ำฝนในลุ่มน้ำคลองอุตะเกา

ที่มา: โครงการบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำคลองอุตะเกา จังหวัดสงขลา, กรมชลประทาน, 2544

ตารางที่ 4 (ก) เปอร์เซ็นต์การสะสมของปริมาณฝนในช่วงเวลา 7 วัน ในระหว่างวันที่ 17 ถึง 23 พฤศจิกายน 2531 ของสถานีวัดน้ำฝนต่าง ๆ ในลุ่มน้ำคลองอุตะเถา

รหัสสถานีวัดน้ำฝน	วันที่ 17	วันที่ 18	วันที่ 19	วันที่ 20	วันที่ 21	วันที่ 22	วันที่ 23
1. 58102 (ตอนบน)	10.03 (19.30)	18.24 (35.10)	43.30 (83.30)	75.73 (145.70)	94.49 (181.80)	94.70 (182.20)	100.00 (192.40)
2. 58112 (ตอนล่าง)	11.52 (49.10)	17.08 (72.80)	29.77 (126.90)	71.05 (302.80)	92.61 (394.70)	97.14 (414.00)	100.00 (426.20)
3. 58210 (ตอนล่าง)	10.46 (44.90)	15.70 (67.40)	35.12 (150.80)	75.50 (324.20)	98.42 (422.60)	99.74 (428.30)	100.00 (429.40)
4. 58221 (ตอนบน)	8.17 (27.00)	10.59 (35.00)	21.17 (70.00)	76.44 (252.70)	94.49 (312.40)	95.83 (316.80)	100.00 (330.60)
5. 58232 (ตอนล่าง)	11.26 (44.30)	16.68 (65.60)	34.67 (136.40)	74.07 (291.40)	93.21 (366.70)	96.82 (380.90)	100.00 (393.40)
6. 58301 (ตอนบน)	11.24 (45.20)	15.82 (63.60)	27.84 (111.90)	90.10 (362.20)	96.24 (386.40)	98.16 (394.60)	100.00 (402.00)
7. 58320 (ตอนกลาง)	24.50 (97.30)	27.12 (107.70)	40.02 (158.90)	76.15 (302.40)	96.05 (381.40)	98.31 (390.40)	100.00 (397.10)
8. 58332 (ตอนล่าง)	11.03 (48.50)	14.80 (65.10)	27.01 (118.80)	62.73 (275.90)	98.66 (433.90)	99.43 (437.30)	100.00 (439.80)
เฉลี่ย	12.28 (46.95)	17.00 (64.04)	32.36 (119.63)	75.22 (282.16)	95.52 (360.05)	97.52 (368.06)	100.00 (376.36)

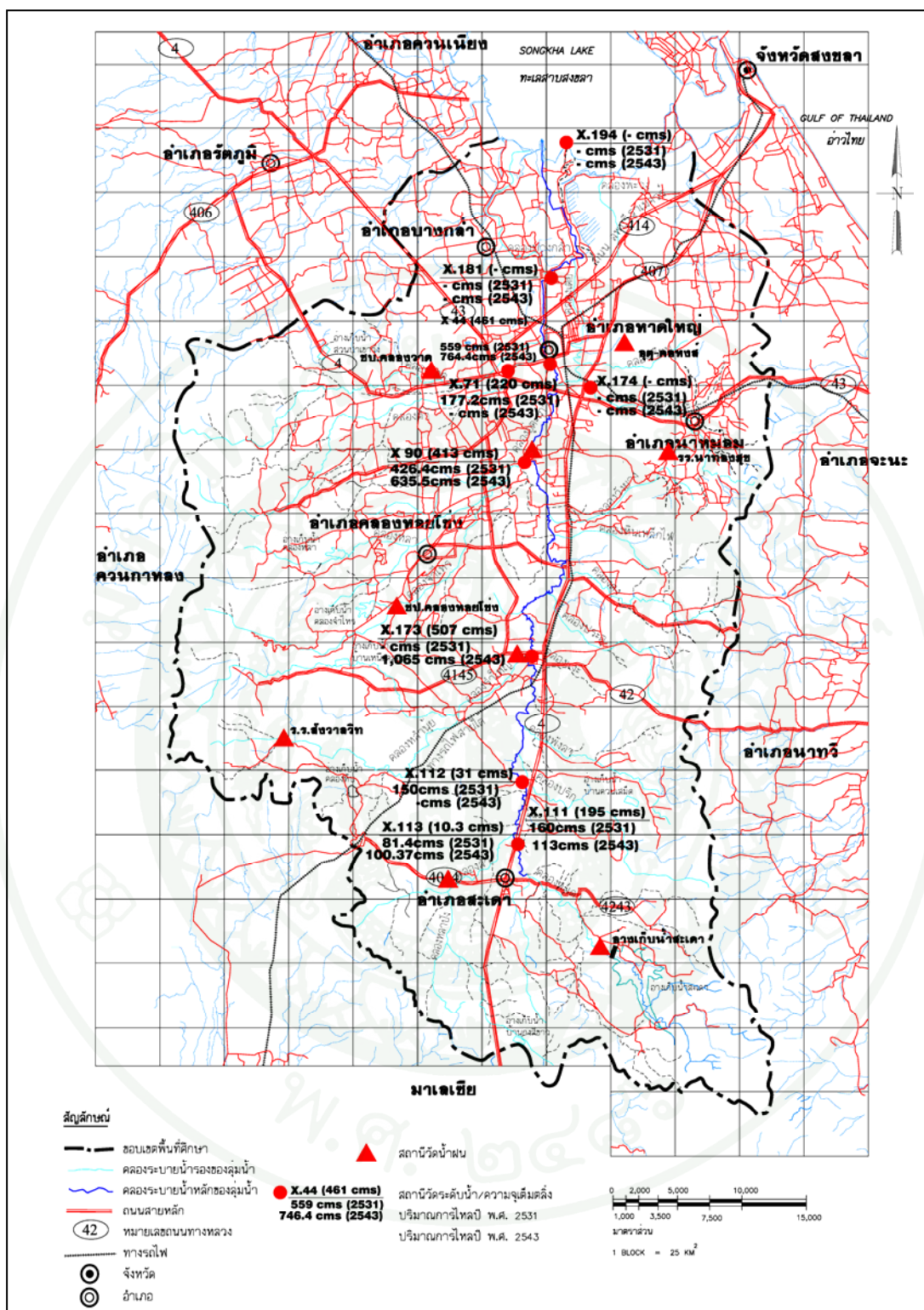
หมายเหตุ: 14.80 หมายถึง ค่าเปอร์เซ็นต์การสะสมของปริมาณฝน (65.10 หมายถึงค่าสะสมของปริมาณฝน (มม.))

ตารางที่ 4 (ข) เปอร์เซ็นต์การสะสมของปริมาณฝนในช่วงเวลา 7 วัน ในระหว่างวันที่ 18 ถึง 24 พฤศจิกายน 2543 ของสถานีวัดน้ำฝนต่าง ๆ ในลุ่มน้ำคลองอุตะเถา

รหัสสถานีวัดน้ำฝน	วันที่ 18	วันที่ 19	วันที่ 20	วันที่ 21	วันที่ 22	วันที่ 23	วันที่ 24
1. 58102 (ตอนบน)	4.58 (21.10)	5.62 (25.90)	12.96 (59.70)	47.59 (219.20)	88.34 (406.90)	96.29 (443.50)	100.00 (460.60)
2. 58112 (ตอนล่าง)	0.22 (1.80)	13.90 (113.10)	15.53 (126.30)	26.55 (216.00)	65.36 (531.70)	83.44 (678.80)	100.00 (813.50)
3. 58210 (ตอนล่าง)	16.02 (140.50)	18.68 (163.80)	29.66 (260.10)	69.21 (606.90)	86.43 (757.90)	99.37 (871.40)	100.00 (876.90)
4. 58221 (ตอนบน)	5.66 (18.80)	6.38 (21.20)	15.56 (51.70)	48.84 (162.30)	91.45 (303.90)	99.01 (329.00)	100.00 (332.30)
5. 58232 (ตอนล่าง)	4.69 (41.50)	10.28 (90.90)	23.12 (204.40)	72.90 (644.40)	86.78 (767.10)	99.62 (880.60)	100.00 (884.00)
6. 58320 (ตอนกลาง)	9.54 (50.30)	16.05 (84.60)	26.09 (137.50)	59.85 (315.40)	88.39 (465.80)	98.56 (519.40)	100.00 (527.00)
7. 58332 (ตอนล่าง)	9.73 (63.10)	14.45 (93.70)	27.02 (175.20)	60.87 (394.60)	83.43 (540.90)	99.20 (643.10)	100.00 (648.30)
8. 58341 (ตอนกลาง)	4.14 (21.50)	5.14 (26.70)	14.68 (76.30)	45.08 (234.30)	80.91 (420.50)	88.07 (457.70)	100.00 (519.70)
9. 58410 (ตอนล่าง)	5.05 (37.00)	9.15 (67.10)	22.82 (167.30)	66.64 (488.50)	84.23 (617.40)	98.62 (722.90)	100.00 (733.00)
10. 58420 (ตอนล่าง)	14.23 (93.70)	21.65 (142.60)	34.24 (225.50)	75.28 (495.80)	97.08 (639.40)	99.00 (652.00)	100.00 (658.60)
เฉลี่ย	7.39 (48.93)	12.13 (82.96)	22.17 (148.40)	57.28 (377.74)	85.24 (545.15)	96.12 (619.84)	100.00 (645.39)

หมายเหตุ: 14.80 หมายถึง ค่าเปอร์เซ็นต์การสะสมของปริมาณฝน (65.10 หมายถึงค่าสะสมของปริมาณฝน (มม.))

ที่มา: โครงการบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำคลองอุตะเถา จังหวัดสงขลา, กรมชลประทาน, 2544



ภาพที่ 17 ปริมาณน้ำท่าเต็มตลิ่งและปริมาณน้ำท่าสูงสุด ปี พ.ศ.2531 และ พ.ศ.2543 ของคลอง
อุ้ตะเภาและสาขา

ที่มา: โครงการบริหารจัดการน้ำในกลุ่มน้ำคลองอุ้ตะเภา จังหวัดสงขลา, กรมชลประทาน, 2544

ตารางที่ 5 ระดับน้ำสูงสุดและปริมาณน้ำท่าสูงสุดที่สถานีต่าง ๆ สำหรับเหตุการณ์อุทกภัยปี พ.ศ.2531 และ พ.ศ.2543

บริเวณ	รหัสสถานี	พื้นที่รับน้ำ (กม.2)	ระดับ (ม.รทก.)				ความจุที่ตลิ่ง		ปี พ.ศ.2531		ปี พ.ศ.2543		หมายเหตุ
			ตลิ่งฝั่งซ้าย	ตลิ่งฝั่งขวา	ศูนย์เสาระดับน้ำ	ท้องน้ำ	ระดับ (ม.รทก.)	ปริมาณน้ำ (ลบ.ม./วิ)	ระดับสูงสุด (ลบ.ม./วิ)	ปริมาณน้ำ (ลบ.ม./วิ)	ระดับสูงสุด (ลบ.ม./วิ)	ปริมาณน้ำ (ลบ.ม./วิ)	
คลองลำ บริเวณบ้านทุ่งปราบ	X.113	129	36.01	38.56	31.96	32.75	36.01	10.3	38.74	81.4	38.89	100.4	
คลองสะเตา บริเวณบ้านไพร	X.111	256	33.03	32.92	26.90	26.39	32.92	195.0	32.20	160	31.80	113	23/11/43,1:00 น.
คลองลำ บริเวณบ้านปรึก	X.112	493	25.62	25.73	19.68	19.55	25.62	31.0	27.81	150	26.37	-	22/11/43,1:00 น.
คลองอู่ตะเภา บริเวณบ้านคลองแจะ	X.173	982	19.30	18.60	12.00	8.16	18.60	507.0	-	-	19.25	*1,065.	
คลองหะ บริเวณบ้านคลองหะ	X.174	103	10.11	10.34	4.18	4.39	10.11	-	-	-	10.91	-	
คลองอู่ตะเภา บริเวณบ้านบางศาลา	X.90	1,562	10.00	9.20	0.68	0.16	9.20	413.0	10.69	*426.4	10.79	*635.5	
คลองดำ บริเวณบ้านควนดาง	X.71	127	9.36	9.29	0.00	2.09	9.29	220.0	9.01	177.2	10.03	-	
คลองอู่ตะเภา บริเวณบ้านโคกเสม็ดขุน	X.44	1,740	6.94	7.40	-0.98	-2.58	6.94	461.0	7.47	*559.0	8.52	*764.4	
คลองอู่ตะเภา บริเวณบ้านกดยาง	X.181	2,078	9.96	6.61	-1.40	-	6.61	-	-	-	4.96	-	
ทะเลสาบสงขลา บริเวณบ้านแหลมโพธิ์	X.194	Flood plain	-	1.00	-	-	1.00	-	-	-	1.68	-	

หมายเหตุ: * คือปริมาณการไหลที่อยู่ในลำน้ำเท่านั้น

ที่มา: โครงการบริหารจัดการน้ำในกลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภา จังหวัดสงขลา, กรมชลประทาน, 2544

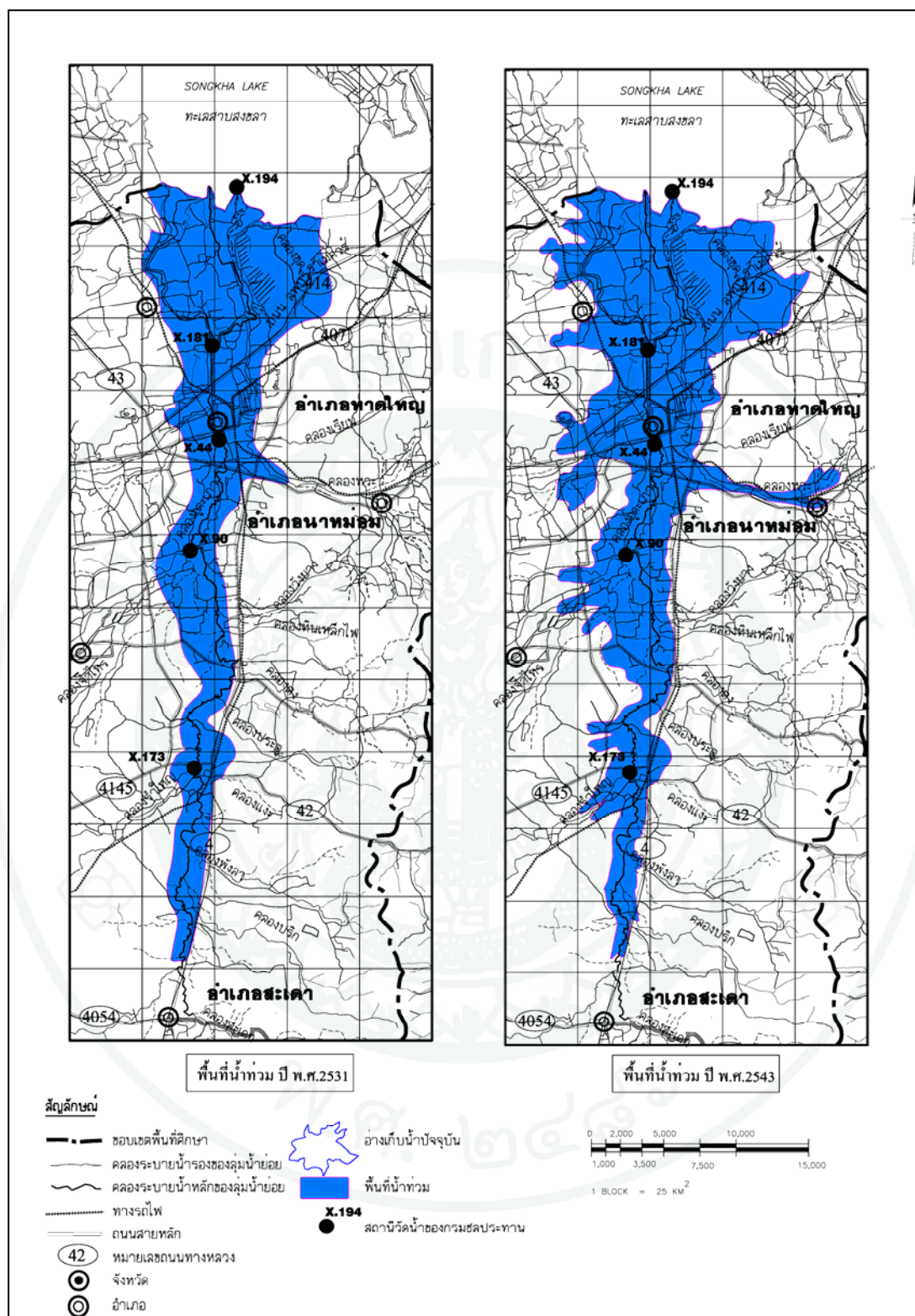
1.5.2 สภาพน้ำท่วมที่เกิดขึ้น

เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นระหว่างวันที่ 21-23 พฤศจิกายน 2543 ซึ่งจะมีปริมาณฝนตกในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเภตอนบน ตอนล่าง และเฉลี่ยทั่วทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ 356 มม. 500 มม. และ 400 มม. ตามลำดับ และในปี พ.ศ.2531 เหตุการณ์น้ำท่วมที่เกิดขึ้นระหว่างวันที่ 20 ถึง 21 พฤศจิกายน 2531 เกิดจากฝนที่ตกกระจายทั่วทั้งพื้นที่ 200 มม. เป็นผลให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินเป็นจำนวนมาก

จากการรวบรวมข้อมูลสภาพภูมิประเทศและข้อมูลระดับน้ำท่วมของเหตุการณ์อุทกภัยใหญ่ 2 ครั้งหลังสุด คือ อุทกภัยปี พ.ศ.2531 และ พ.ศ.2543 เมื่อนำมาจัดทำแผนที่น้ำท่วมจะได้ดังแสดงในภาพที่ 18 ถึง 19 และตารางที่ 6 โดยจะเห็นว่าพื้นที่น้ำท่วมจะกระจายตัวเป็นบริเวณกว้างขนานไปกับคลองอุตะเภาทั้งสองฝั่งและจะเกิดน้ำท่วมในบริเวณชุมชนเทศบาลหลักตามริมคลองอุตะเภา เช่น เทศบาลตำบลพะตง เทศบาลตำบลบ้านพรุ และเทศบาลนครหาดใหญ่ เป็นต้น

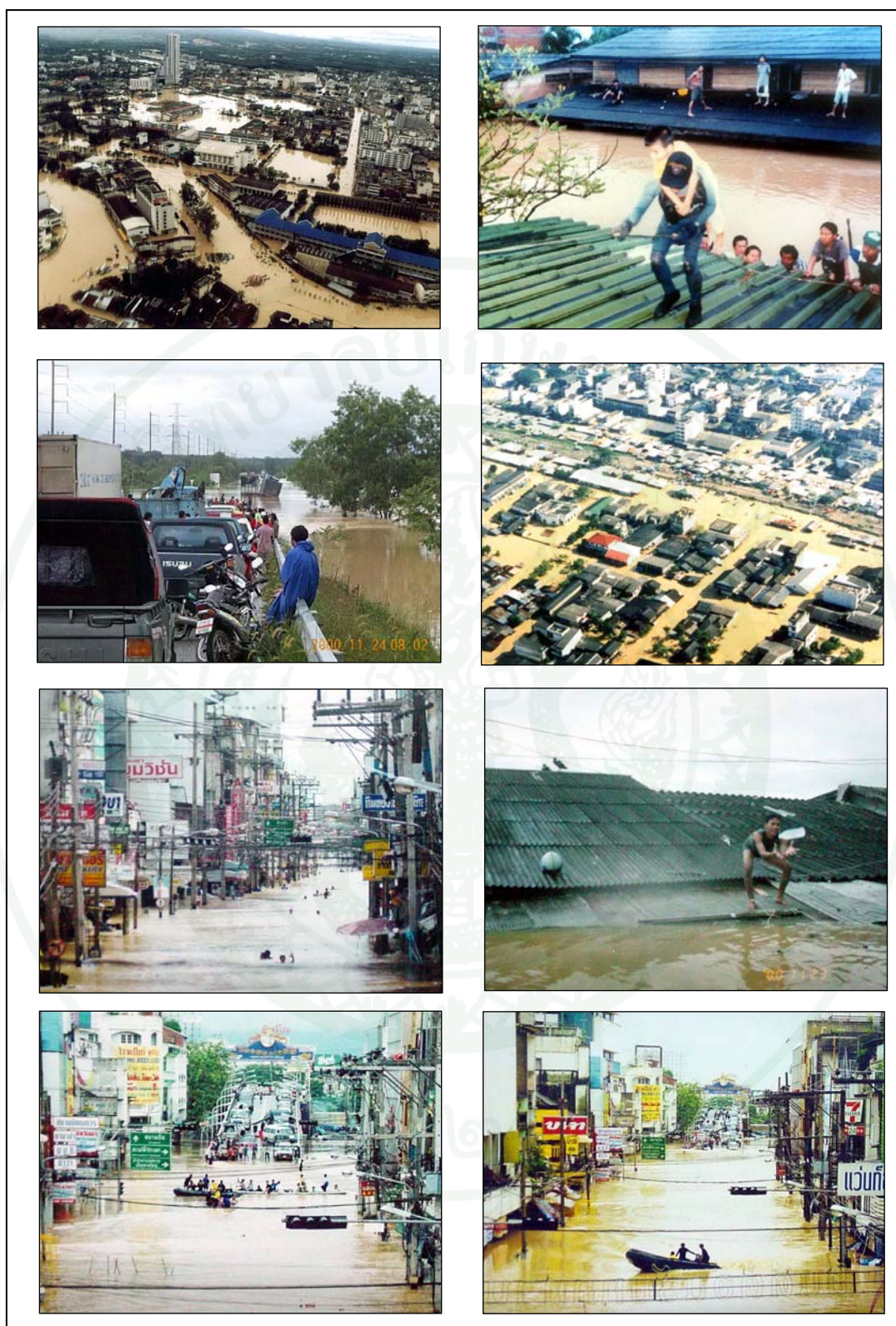
ตารางที่ 6 สรุปพื้นที่น้ำท่วมเนื่องจากอุทกภัยปี พ.ศ.2531 และ พ.ศ.2543 ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเภา

เหตุการณ์ อุทกภัย	พื้นที่น้ำท่วม (ตร.กม.)	ความลึกน้ำ ท่วมเฉลี่ย (ม.)	ความลึกน้ำ ท่วมสูงสุด (ม.)	สภาพการใช้ที่ดินในพื้นที่น้ำท่วม		
				ชุมชน	เกษตรกรรม	อื่น ๆ
ปี 2531	253	2.00	4.50	13.2%	85.1%	1.7%
ปี 2543	329	3.50	6.50	16.4%	81.6%	2.1%



ภาพที่ 18 พื้นที่น้ำท่วมเนื่องจากน้ำล้นตลิ่งคลองอยู่ตะเกาะบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอยู่ตะเกาะในปี พ.ศ. 2531 และ พ.ศ.2543

ที่มา: โครงการบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำคลองอยู่ตะเกาะ จังหวัดสงขลา, กรมชลประทาน, 2544



ภาพที่ 19 ภาพถ่ายสภาพน้ำท่วมเนื่องจากน้ำล้นคลองอยู่ตะเภาริเวณเทศบาลนครหาดใหญ่ในปี พ.ศ.2543

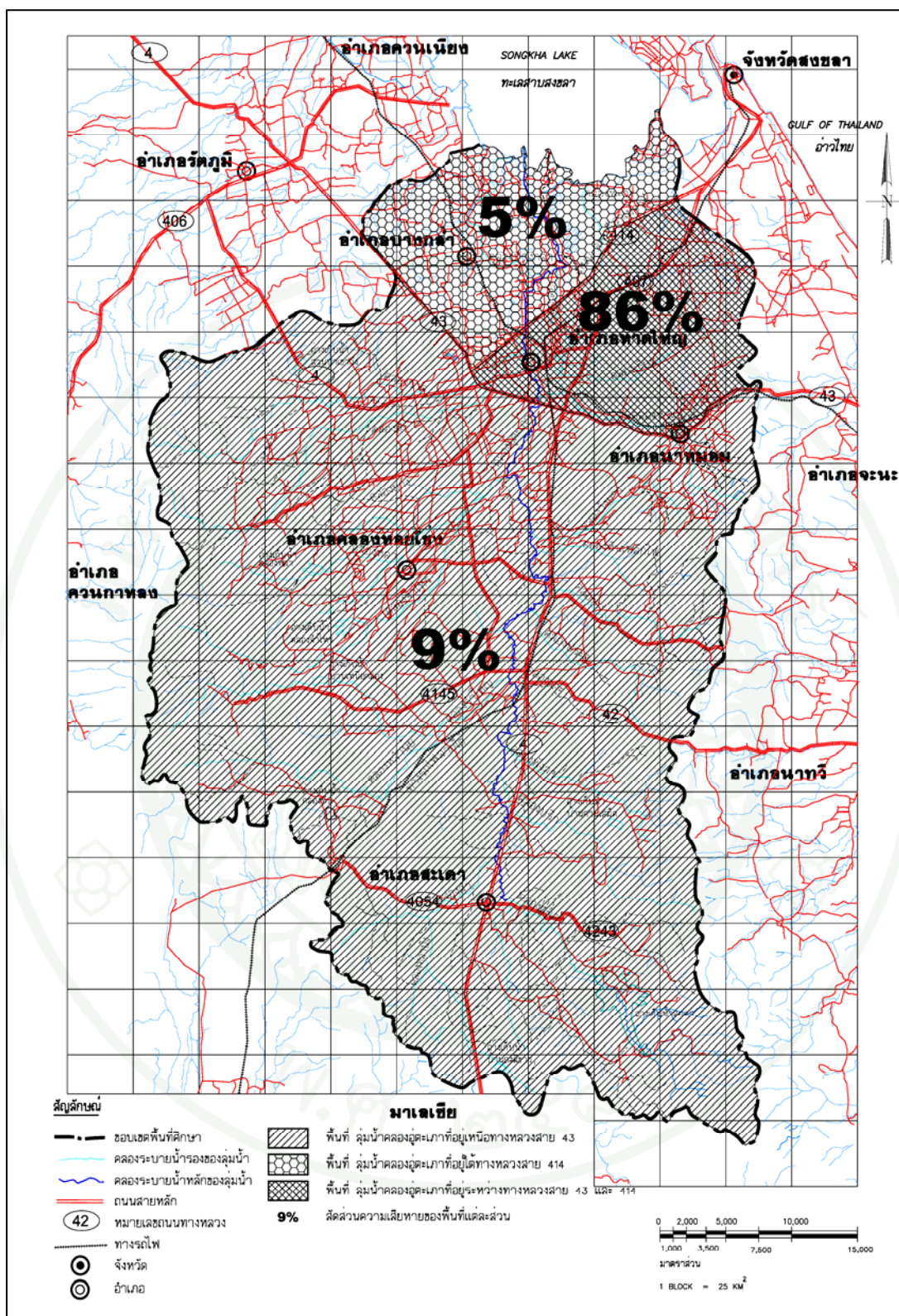
ที่มา: โครงการบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำคลองอยู่ตะเภ จังหวัดสงขลา, กรมชลประทาน, 2544

1.5.3 ความเสียหายที่เกิดขึ้น

จากรายงานการศึกษาของโครงการบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำคลองอุตะเถา จังหวัดสงขลา ได้ประเมินมูลค่าความเสียหายจากสภาพน้ำท่วมในปี พ.ศ. 2543 ด้วยการสำรวจและวิเคราะห์พื้นที่น้ำท่วมและความเสียหายเฉลี่ยต่อหลังของบ้านพักอาศัย ร้านค้าและอื่นๆ สามารถประเมินความเสียหายของการเกิดน้ำท่วมทางตรงได้ประมาณ 8,762.8 ล้านบาท โดยคาดว่าจะมีความเสียหายทางอ้อมซึ่งประกอบด้วย การฟื้นฟูกิจการ การเสียเวลาในการค้าขาย การรักษาพยาบาลและโครงการอื่น ๆ ที่รัฐได้ดำเนินการภายหลังที่น้ำได้ลดระดับลงแล้ว คิดเป็นงบประมาณ ประมาณร้อยละ 30 ของความเสียหายทางตรง (ประมาณ 2,628.8 ล้านบาท) รวมเป็นความเสียหายในภาคเอกชน ทั้งหมด 11,391.6 ล้านบาท

ส่วนค่าความเสียหายของภาครัฐการ ซึ่งแต่ละหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้ดำเนินการเก็บรวบรวมไว้ ซึ่งมีมูลค่าความเสียหายประมาณ 3,128.0 ล้านบาท โดยความเสียหายที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะเป็นโครงสร้างพื้นฐานและสิ่งอำนวยความสะดวกทั้งที่อยู่ในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่และพื้นที่อื่นในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเถา แต่เนื่องจากการป้องกันน้ำท่วม การฟื้นฟูหลังการเกิดน้ำท่วมและการดำเนินการต่างๆ ภายหลังการเกิดน้ำท่วมในปี พ.ศ. 2543 แล้ว ยังมีค่าใช้จ่ายและค่าดำเนินการอีก ซึ่งบางส่วนไม่ได้จัดทำรายงานเพื่อการเผยแพร่ และเนื่องจากการทำรายงานค่าใช้จ่ายดังกล่าวเป็นไปได้ค่อนข้างยากทำให้ยังไม่สามารถรวบรวมข้อมูลดังกล่าวได้ ดังนั้น จึงได้ใช้ข้อมูลความเสียหายเท่าที่ประเมินได้ตามที่กล่าวไว้ข้างต้นเท่านั้น (คือ $8,762.8 + 2,628.8 + 3,128.0 = 14,519.6$ ล้านบาท)

เมื่อพิจารณาในรายละเอียดโดยแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเถาออกเป็น 3 ส่วน คือ พื้นที่ส่วนที่อยู่เหนือทางหลวงหมายเลข 43 พื้นที่ส่วนที่อยู่ระหว่างทางหลวงหมายเลข 43 กับทางหลวงหมายเลข 414 และพื้นที่ส่วนที่อยู่ระหว่างทางหลวงหมายเลข 414 กับทะเลสาบสงขลา พบว่าสัดส่วนความเสียหายของพื้นที่แต่ละส่วนจะเป็น 9% 86% และ 5% ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 20



ภาพที่ 20 สัดส่วนความเสียหายจากอุทกภัยบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเกาในปี พ.ศ.2543
ที่มา: โครงการบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำคลองอุตะเกา จังหวัดสงขลา, กรมชลประทาน, 2544

1.6 แนวทางการบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเถาและพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่

1.6.1 แนวทางบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเถา

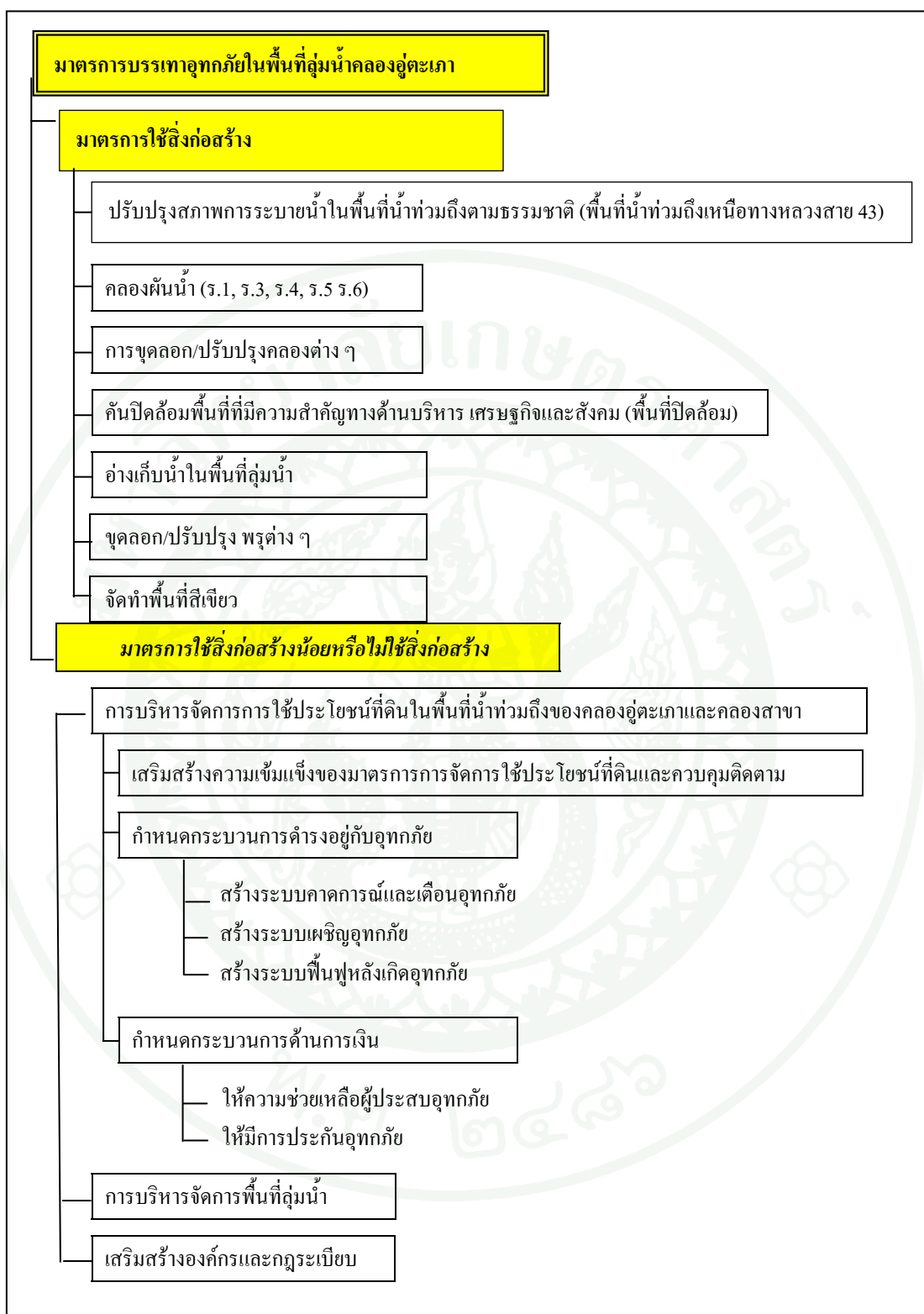
กรมชลประทานได้ดำเนินโครงการบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำคลองอุตะเถา จังหวัดสงขลาในปี พ.ศ.2544 โดยได้จัดทำแผนหลักการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเถาด้วย 2 มาตรการหลัก คือ มาตรการใช้สิ่งก่อสร้างและมาตรการไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง (หรือมาตรการใช้สิ่งก่อสร้างน้อย) ซึ่งแต่ละมาตรการจะประกอบด้วยงานต่างๆ ดังแสดงในภาพที่ 21 และ 22 โดยในส่วน มาตรการใช้สิ่งก่อสร้าง กรมชลประทานได้ดำเนินการก่อสร้างคลองระบายน้ำ ร.1 ร.3 และ ร.4 และ มาตรการไม่ใช้สิ่งก่อสร้างที่ได้ดำเนินการ คือ ระบบโทรมาตรเพื่อการบริหารจัดการและเตือนภัยน้ำท่วมลุ่มน้ำคลองอุตะเถา ดังแสดงในภาพที่ 23 และ 24

1.6.2 แนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่

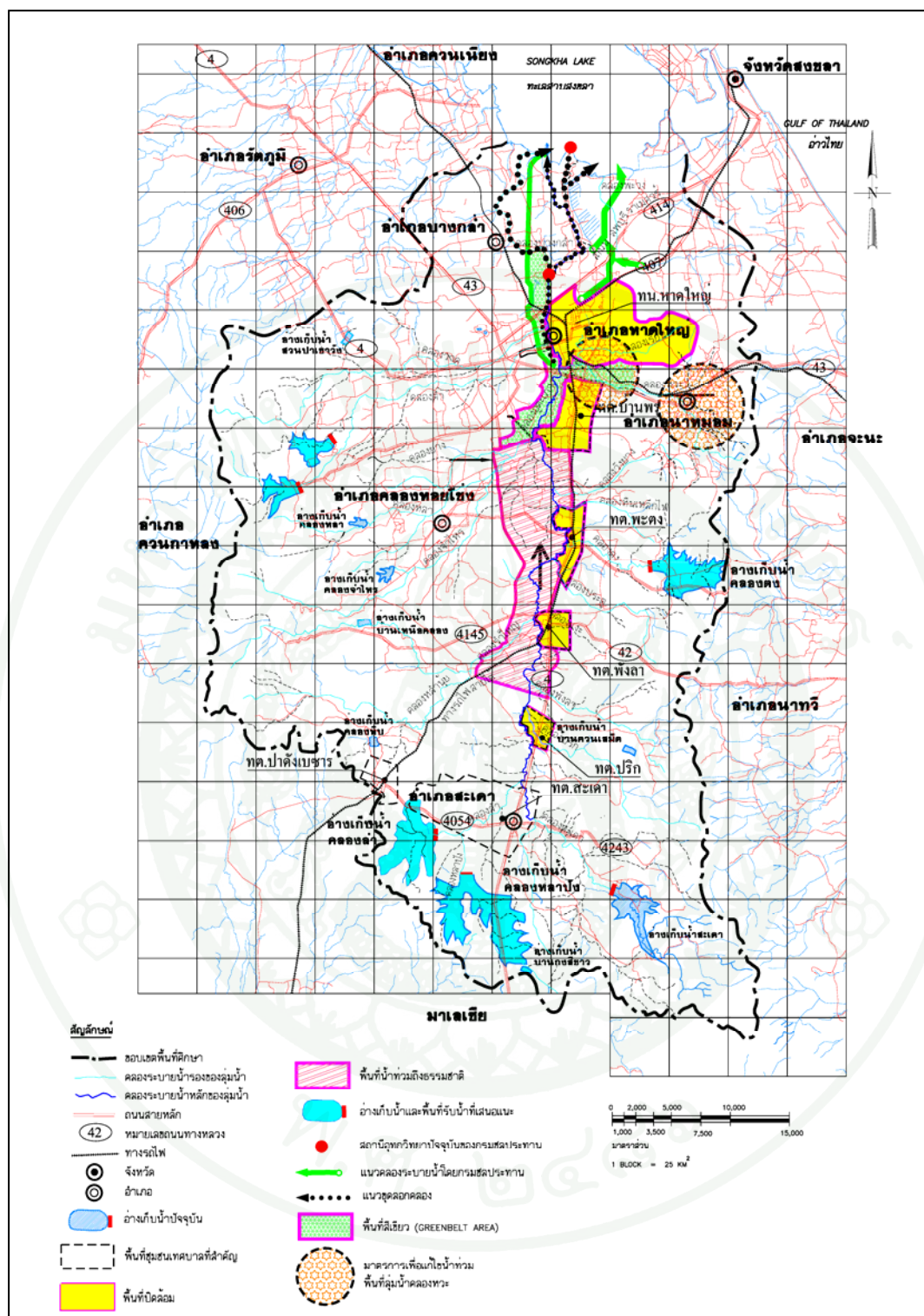
จากสาเหตุและสถานการณ์อุทกภัยของพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่ ในปี พ.ศ.2531 และ พ.ศ.2543 ทำให้เทศบาลนครหาดใหญ่จัดทำโครงการศึกษา สำรวจ ออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วม และระบบระบายน้ำในพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่ (ในปี พ.ศ.2541) และกรมชลประทานจัดทำโครงการบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำคลองอุตะเถา จังหวัดสงขลา (ในปี พ.ศ.2544) โดยในภาพรวมทางจังหวัดสงขลาได้ร่วมกับเทศบาลนครหาดใหญ่ องค์การบริหารส่วนตำบลที่เกี่ยวข้อง กรมชลประทาน กรมทางหลวง กรมที่ดิน กรมการขนส่งทางน้ำและพาณิชยนาวี กรมอุตุนิยมวิทยาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ร่วมกันแก้ไขปัญหาน้ำท่วมทั้งในระดับลุ่มน้ำและระดับพื้นที่ ประกอบด้วย

1) การแก้ไขปัญหาน้ำท่วมระดับลุ่มน้ำ มีดังนี้

1.1) กรมชลประทานได้ดำเนินการปรับปรุงขุดลอกคลองระบายน้ำ ร.1 ร.3 ร.4 ร.6 พร้อมอาคารชลศาสตร์ และขุดลอกคลองระบายน้ำธรรมชาติอื่น ๆ ดังแสดงในภาพที่ 25 เพื่อช่วยเร่งการระบายน้ำบริเวณเทศบาลนครหาดใหญ่ลงสู่ทะเลสาบสงขลา จัดทำระบบคาดการณ์และเตือนภัยน้ำหลากของกลุ่มน้ำคลองอุตะเถาเพื่อให้ประชาชนในพื้นที่ทราบและมีเวลาในการเตรียมตัวอพยพออกจากพื้นที่ โดยองค์ประกอบของระบบคาดการณ์และเตือนภัยน้ำหลากดังแสดงในภาพที่ 23 ซึ่งมีโครงการข่าวสารโดยการอาศัยการรับ-ส่งข้อมูลผ่านสถานีทวนสัญญาณดังแสดงในภาพที่ 24

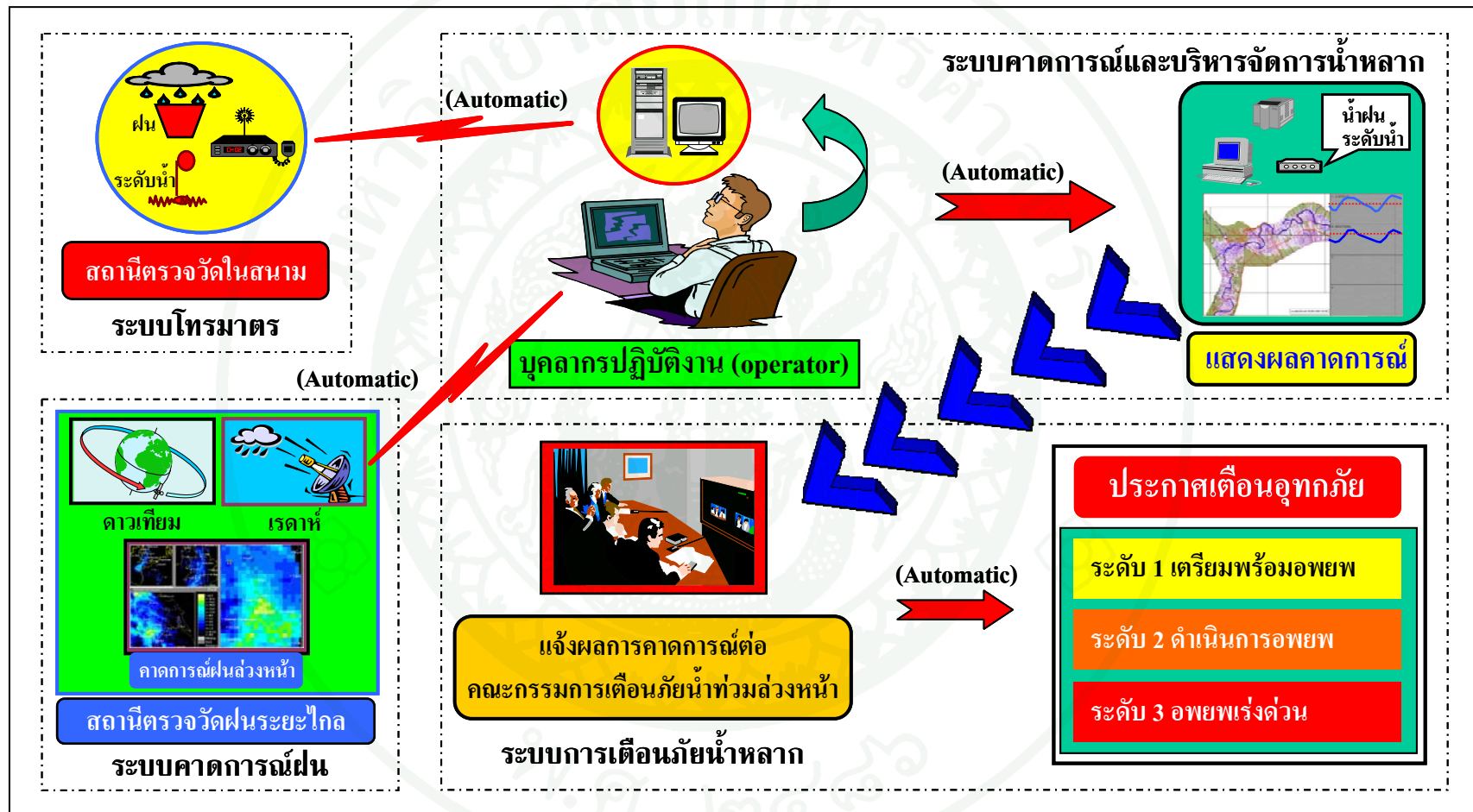


ภาพที่ 21 มาตรการที่นำมาใช้ในการบริหารจัดการน้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเถา
ที่มา: โครงการบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำคลองอุตะเถา จังหวัดสงขลา, กรมชลประทาน, 2544



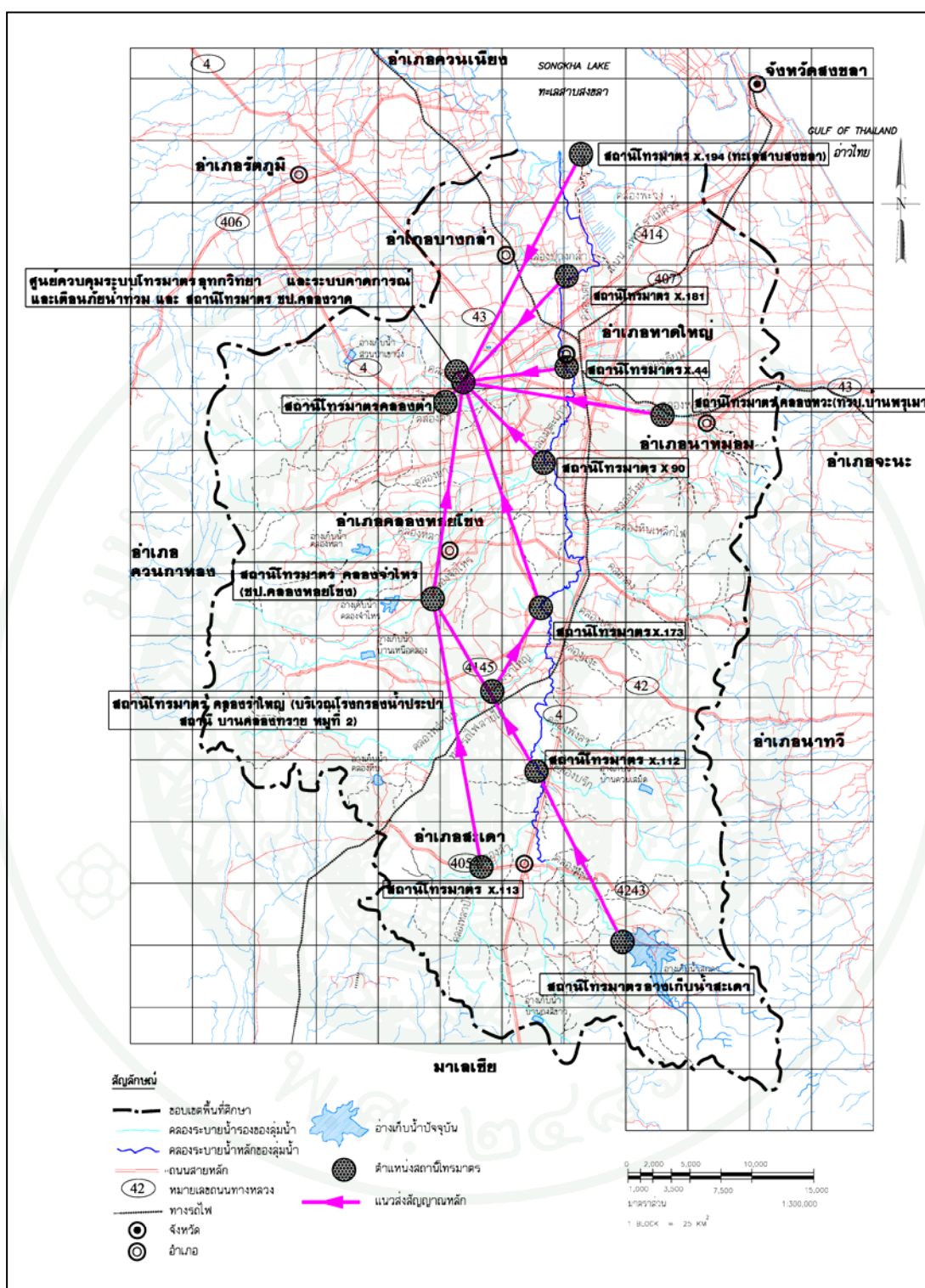
ภาพที่ 22 องค์ประกอบของมาตรการใช้สิ่งก่อสร้างในการบรรเทาอุทกภัยพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเถา
ของกรมชลประทาน

ที่มา: โครงการบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำคลองอุตะเถา จังหวัดสงขลา, กรมชลประทาน, 2544



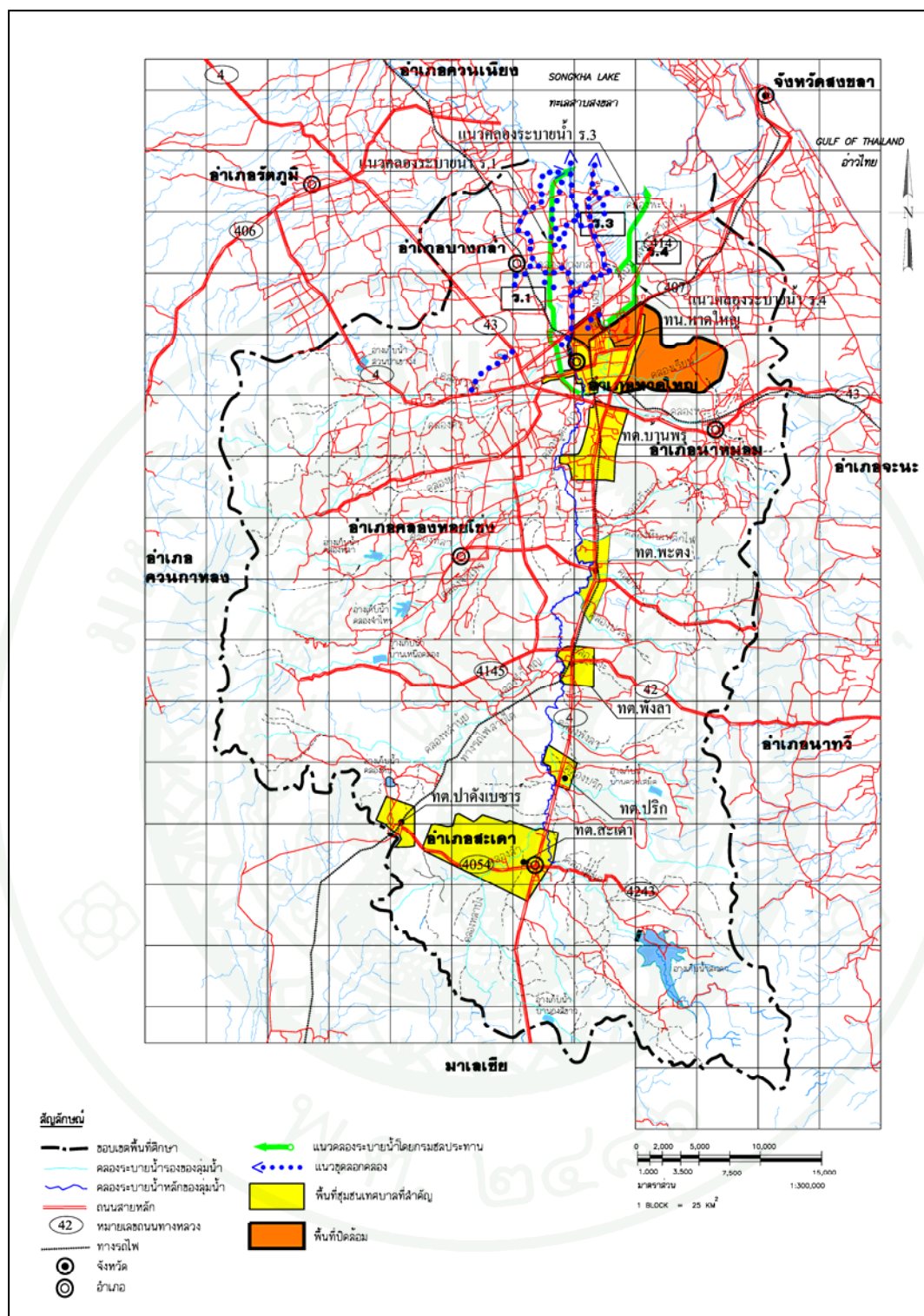
ภาพที่ 23 องค์ประกอบของระบบคาดการณ์และเตือนภัยน้ำหลากพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเถา

ที่มา: โครงการบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำคลองอุตะเถา จังหวัดสงขลา, กรมชลประทาน, 2544



ภาพที่ 24 โครงข่ายการสื่อสารโดยการอาศัยการรับ-ส่งข้อมูลผ่านสถานีทวนสัญญาณในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภา

ที่มา: โครงการบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภา จังหวัดสงขลา, กรมชลประทาน, 2544



ภาพที่ 25 การปรับปรุงคลองระบายน้ำบริเวณพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่และข้างเคียง
ของกรมชลประทาน

ที่มา: โครงการบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภา จังหวัดสงขลา, กรมชลประทาน, 2544

1.2) กรมทางหลวงได้ดำเนินการปรับปรุงขยายช่องทางน้ำหลาบริเวณทางหลวงหมายเลข 414 (ถนนลพบุรีราเมศวร์) ดังแสดงในภาพที่ 26 เพื่อให้การระบายน้ำจากบริเวณพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่ และข้างเคียงลงสู่ทะเลสาบสงขลาได้สะดวกขึ้น

1.3) เทศบาลนครหาดใหญ่ ได้ดำเนินการก่อสร้างพื้นที่ปิดล้อมเทศบาลนครหาดใหญ่ฝั่งขวาของคลองอู่ตะเภาดังแสดงในภาพที่ 27 เพื่อป้องกันน้ำล้นตลิ่งคลองอู่ตะเภาและลำน้ำสาขาบริเวณใกล้เคียง

2) การแก้ไขปัญหาทั่วระดับพื้นที่มีดังนี้

2.1) เทศบาลนครหาดใหญ่ได้ดำเนินการปรับปรุงคลองเตย ก่อสร้างท่อขนส่งน้ำบริเวณพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่และที่เกี่ยวข้อง ดังแสดงในภาพที่ 28 ถึง 30 เพื่อแก้ปัญหการระบายน้ำไหลบ่าจากพื้นที่ข้างเคียงและน้ำฝนที่ตกภายในพื้นที่

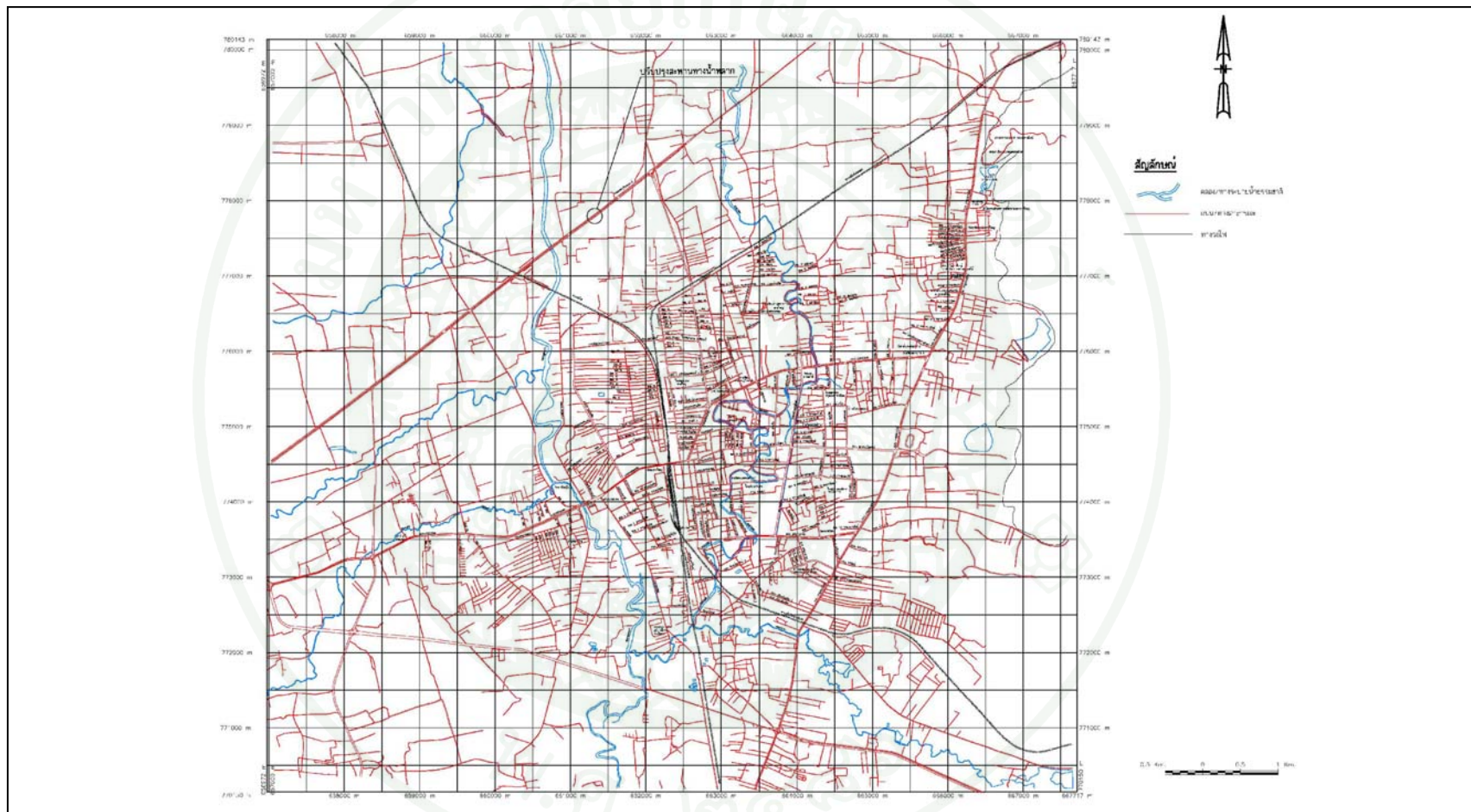
2.2) องค์การบริหารส่วนตำบลบริเวณข้างเคียงได้ดำเนินการปรับปรุงชุดลอกทางน้ำธรรมชาติและก่อสร้างรางหรือท่อระบายน้ำ เพื่อช่วยในการระบายน้ำภายในพื้นที่

2. พื้นที่ศึกษา

2.1 ขอบเขตของพื้นที่ศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้กำหนดพื้นที่ศึกษา คือ พื้นที่ด้านตะวันออกของทางรถไฟไปปาดังเบซาร์ ภายในพื้นที่ปิดล้อมเทศบาลนครหาดใหญ่ฝั่งขวาของคลองอู่ตะเภา ประกอบด้วย พื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่บางส่วนและพื้นที่ข้างเคียง ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 48 ตารางกิโลเมตร ดังแสดงในภาพที่ 31 มีขอบเขตดังนี้

ทิศเหนือ	ทางรถไฟไปอำเภอเมืองสงขลา
ทิศตะวันออก	สันเขาของกลุ่มน้ำย่อยคลองเรียนและกลุ่มน้ำย่อยคลองเปล
ทิศใต้	ทางรถไฟไปสู่หังโกลก
ทิศตะวันตก	ทางรถไฟไปปาดังเบซาร์



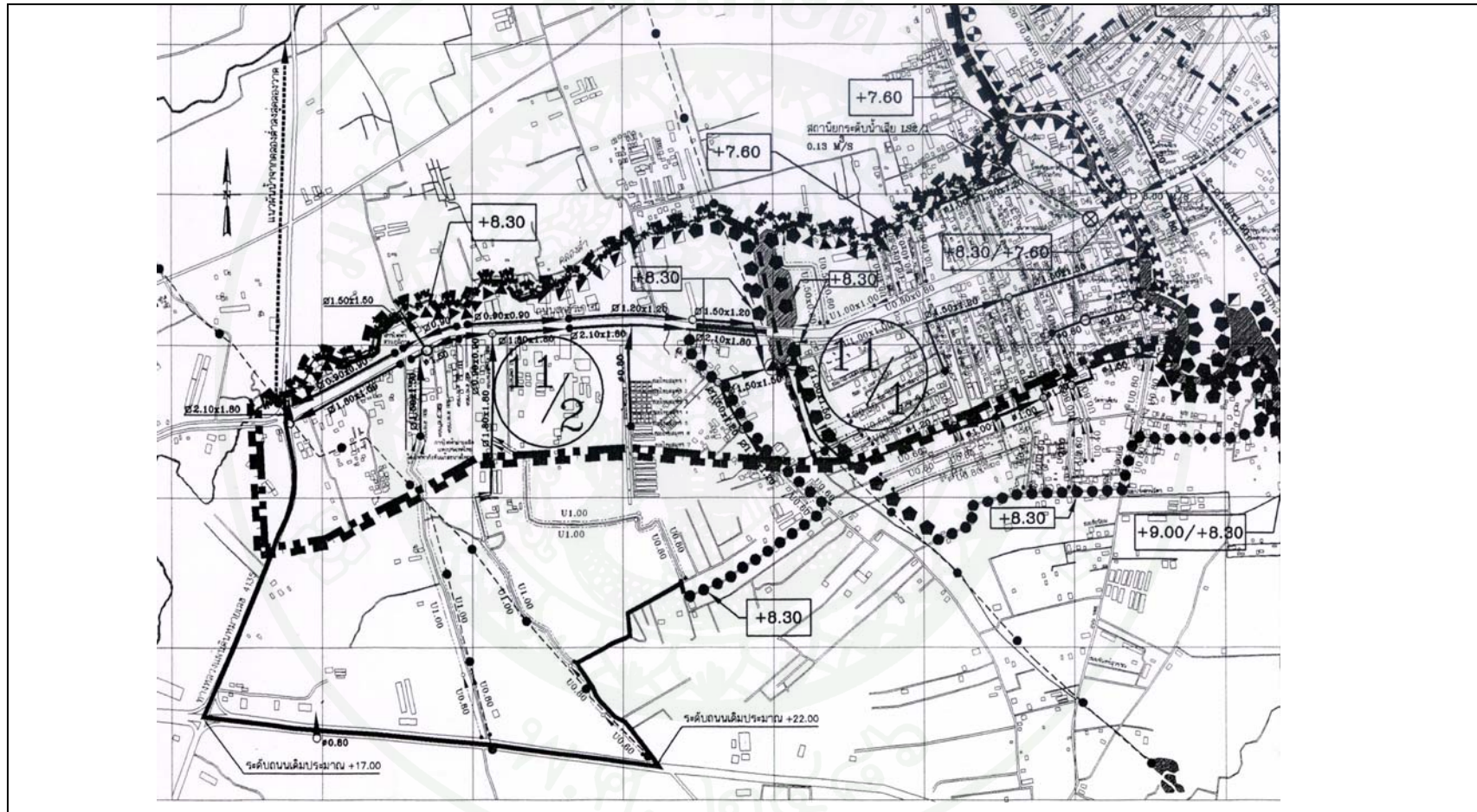
ภาพที่ 26 การปรับปรุงสะพานทางน้ำหลวงของทางหลวงหมายเลข 414 (ถนนลพบุรีราเมศวร์)

ที่มา: โครงการศึกษาสำรวจ ออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำ ในพื้นที่เขตเทศบาลนครหาดใหญ่, เทศบาลนครหาดใหญ่, 2541

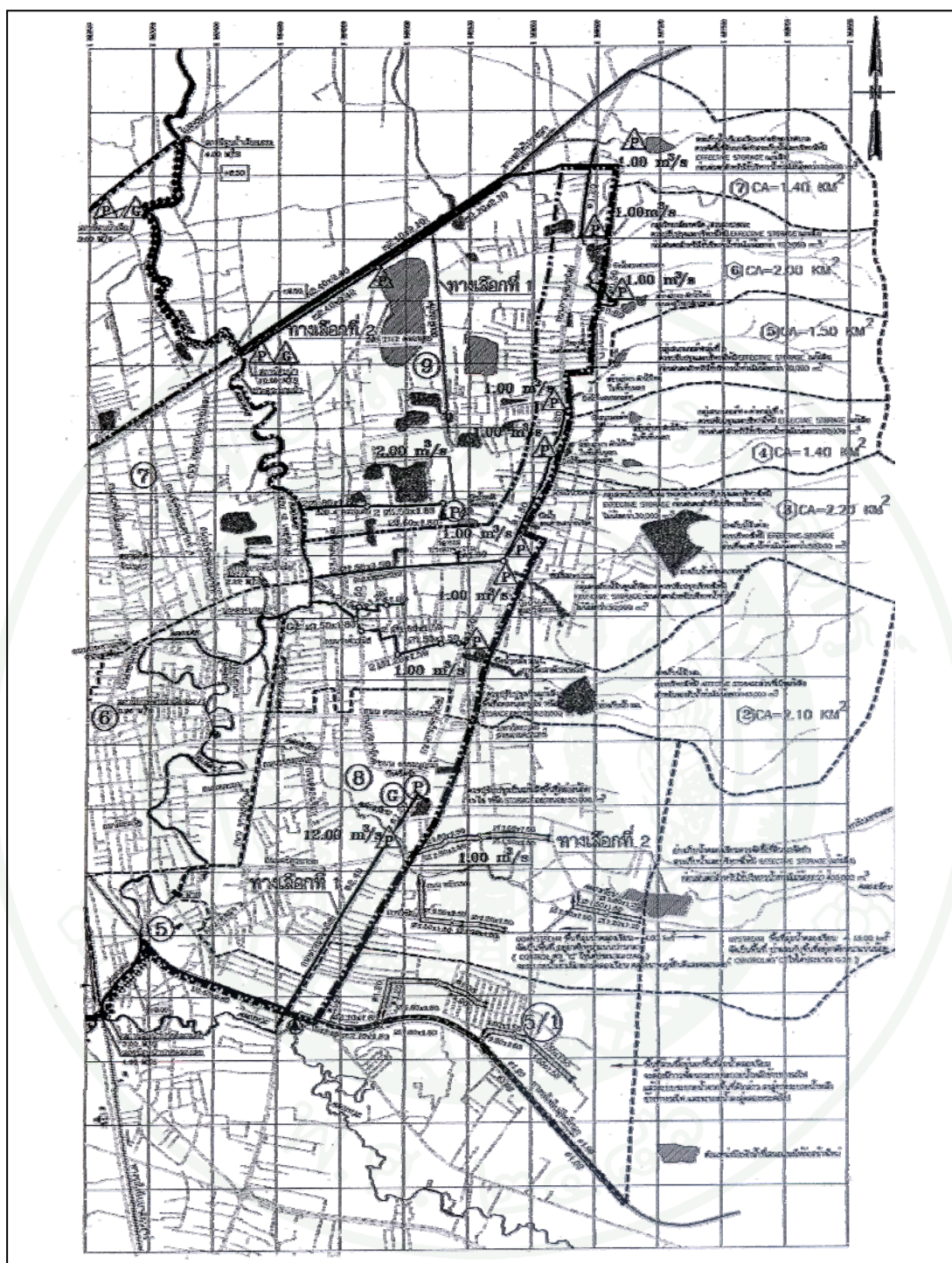


ภาพที่ 28 การปรับปรุงก่อสร้างระบบระบายน้ำภายในพื้นที่ปิดล้อมเทศบาลนครหาดใหญ่ฝั่งขวา
ของคลองอู่ตะเภา

ที่มา: โครงการศึกษา สำรวจ ออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำ ในพื้นที่เขต
เทศบาลนครหาดใหญ่, เทศบาลนครหาดใหญ่, 2541

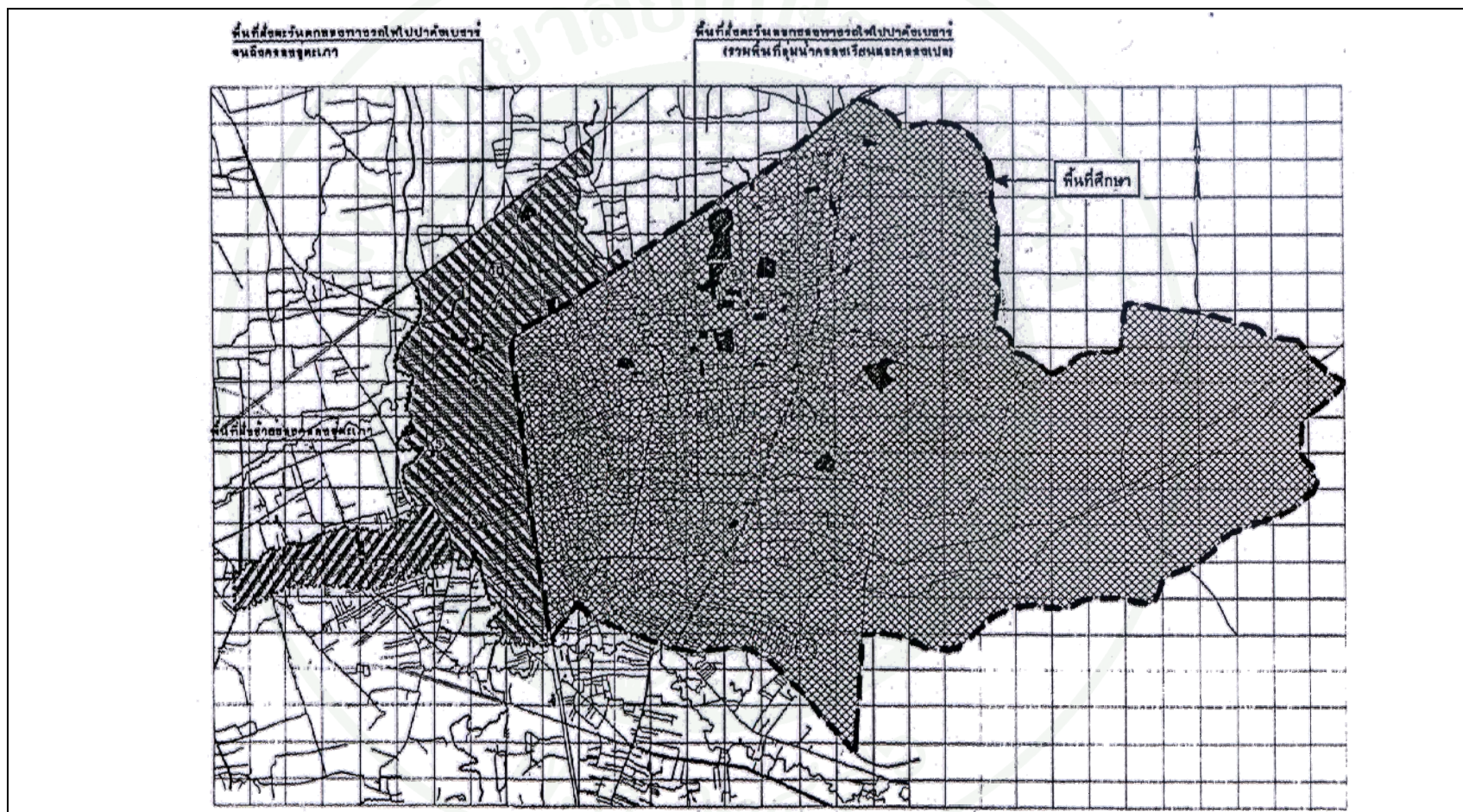


ภาพที่ 29 การปรับปรุงก่อสร้างระบบระบายน้ำภายในพื้นที่ปิดล้อมเทศบาลนครหาดใหญ่ฝั่งซ้ายของคลองอู่ตะเภา
 ที่มา: โครงการศึกษา สำรวจ ออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำ ในพื้นที่เขตเทศบาลนครหาดใหญ่, เทศบาลนครหาดใหญ่, 2541



ภาพที่ 30 การปรับปรุงก่อสร้างระบบระบายน้ำและบริหารน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยคลองเรียนและคลองเปด

ที่มา: โครงการศึกษาสำรวจ ออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำ ในพื้นที่เขตเทศบาลนครหาดใหญ่, เทศบาลนครหาดใหญ่, 2541



ภาพที่ 31 พื้นที่ศึกษาด้านตะวันออกของทางรถไฟไปป่าดงเบงกานภายในพื้นที่ปิดล้อมเทศบาลนครหาดใหญ่ฝั่งขวาของคลองอู่ตะเภา
ที่มา: โครงการศึกษา สำรวจ ออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำ ในพื้นที่เขตเทศบาลนครหาดใหญ่, เทศบาลนครหาดใหญ่, 2541

2.2 สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษามีค่าระดับแตกต่างกันอยู่ระหว่าง +4 ถึง +200 ม.รทก. กล่าวได้ว่าพื้นที่ศึกษาจะมีลักษณะเป็นเนินด้านทิศตะวันออก (ติดเขาคอหงส์) และลาดเทไปทางทิศตะวันตกเข้าหาตัวเมือง สำหรับแนวใต้-เหนือลาดเทจากบริเวณคลองหะล่งสู่คลองแห สำหรับด้านทิศตะวันตกนอกพื้นที่ศึกษาลาดเทสูงขึ้นจากบริเวณหาดใหญ่ในขึ้นสู่แยกทางไปสนามบิน โดยค่าระดับพื้นที่ในตัวเมืองของพื้นที่ศึกษาจะแตกต่างกันไม่มาก คือ มีค่าระหว่าง +4.00 ถึง +7.00 ม.รทก. เท่านั้น

บริเวณพื้นที่ศึกษามี คู คลอง และทางระบายน้ำที่สำคัญจำนวน 4 สายด้วยกัน ดังแสดงในภาพที่ 32 และตารางที่ 7

สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบันในพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่มีลักษณะเป็นเมืองศูนย์กลางเดียว โดยมีศูนย์กลางพาณิชยกรรมและบริการรวมตัวอยู่ในบริเวณศูนย์กลางเมืองด้านทิศตะวันออกของสถานีรถไฟชุมทางหาดใหญ่ และกระจายตัวเป็นแนวยาวไปตามถนนเพชรเกษม ถนนสุภาวธรรมสารรังสรรค์ ถนนธรรมบุญวิถิ ถนนศรีภูวนารถ และถนนราษฎร์ยินดี การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทที่อยู่อาศัยและอื่น ๆ นั้น จะรวมตัวอยู่โดยรอบย่านพาณิชยกรรมศูนย์กลางเมือง และเป็นแนวยาวไปตามถนนสายสำคัญ ส่วนด้านทิศตะวันออกของถนนกาญจนาภิเษยบริเวณเชิงเขาบันไดนางและเขาคอหงส์นั้นเป็นที่ตั้งของสวนสาธารณะ ค่ายแสนณรงค์ และมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์อยู่ต่อเนื่องกันเป็นผืนใหญ่

สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบันของพื้นที่ศึกษาบริเวณที่อยู่นอกพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่จะเป็นชุมชนชนบท มีบ้านเป็นกลุ่ม ๆ อยู่ภายในสวนยาง ทั้งนี้การใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่จะเป็นสวนยาง โดยมีสวนผลไม้ปลูกแซมอยู่เพียงเล็กน้อย

ตารางที่ 7 รายละเอียดคู คลองและทางระบายน้ำสายหลักบริเวณพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่และ
ข้างเคียง

ลำดับ ที่	ชื่อ คู คลอง และทาง ระบายน้ำ	ความยาว โดยประมาณ (กม.)	ความกว้าง โดยประมาณ (ม.)	ความลึก โดยประมาณ (ม.)	ลักษณะทางกายภาพ
1	คลองหะ	3.5	15-60	2-5	เป็นคลองธรรมชาติขนาดกลาง สภาพตลิ่งคลองส่วนใหญ่เป็นลาด ดินเดิมสูงชันมีการกัดเซาะตลิ่งเป็น ช่วง ๆ มีเขื่อนริมคลองเป็นส่วนน้อย ซึ่งก่อสร้างโดยเอกชนมีจุดระบายน้ำ ออกเชื่อมต่อกับคลองอู่ตะเภา
2	คลองเรียน	5.5	8-9 5-20	3-5 1-3	ช่วงจากต้นน้ำถึงซอย 5 ทุ่งรี เป็น คลองธรรมชาติขนาดกลาง สภาพ ตลิ่งคลองทั้งหมดเป็นลาดดินเดิม ลาดเอียงและตื้นเขินเป็นช่วง ๆ ช่วงจากซอย 5 ทุ่งรีถึงถนนราษฎร์ ยินดี เป็นคลองปรับปรุงขนาดกลาง มีเขื่อนริมคลองพร้อมกำแพงกันน้ำไม่ คาดท่อนคลองซึ่งก่อสร้างโดย เทศบาลฯ มีจุดระบายน้ำออก เชื่อมต่อกับคลองราษฎร์ยินดี
3	คลองเปต	0.5	7-9	1-2	เป็นลำรางธรรมชาติขนาดเล็ก สภาพตลิ่งลำรางทั้งหมดเป็นลาด ดินเดิมลาดเอียงและตื้นเขินมีจุด ระบายน้ำออกเชื่อมต่อกับคลองเตย
4	คลองเตย	14.1	15-45 5-18	2-4 3-6	ช่วงจากสะพานทางรถไฟไปป่าดงเบ ซาร์ถึงสะพานจันทร์วีโรจน์ ปัจจุบัน เป็นคลองคาครูปสี่เหลี่ยมคางหมู และคลองที่มีเขื่อนกันตลิ่ง ช่วงจากสะพานจันทร์วีโรจน์ถึง สะพานถนนสามชัย กำลังก่อสร้าง คลองตามโครงการปรับปรุง คลองเตย (HY-D-1) โดยเทศบาลฯ

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ลำดับ ที่	ชื่อ คู คลอง และทาง ระบายน้ำ	ความยาว โดยประมาณ (กม.)	ความกว้าง โดยประมาณ (ม.)	ความลึก โดยประมาณ (ม.)	ลักษณะทางกายภาพ
			10-35	2-6	ช่วงจากสะพานถนนสามชัยไป สะพานทางรถไฟไปสงขลา ปัจจุบันได้ปรับดินเพื่อก่อสร้าง คลองตามโครงการปรับปรุง คลองเคยโดยเทศบาลฯ
			10-55	2-6	ช่วงจากสะพานทางรถไฟไป สงขลาถึงถนนลพบุรีราเมศวร์เป็น คลองธรรมชาติขนาดกลางสภาพ ตลิ่งคลองทั้งหมดเป็นลาดดินเดิม สูงชัน มีการกัดเซาะตลิ่งเป็นช่วงๆ มี จุดระบายน้ำออกเชื่อมต่อกับคลอง แห (ส่วนที่ไปออกคลองอยู่ตะเภา)
รวมความยาวคลอง		23.6			

ที่มา: โครงการศึกษา สำรวจ ออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำในพื้นที่
เขตเทศบาลนครหาดใหญ่, เทศบาลนครหาดใหญ่, 2541

2.3 สาเหตุ สภาพน้ำท่วมและความเสียหายที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษา

จากลักษณะภูมิประเทศบริเวณรอบชุมชนและการพัฒนาชุมชนภายในพื้นที่ศึกษาทำให้สามารถสรุปลักษณะการเกิดน้ำท่วมพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่ได้ 2 ลักษณะ ดังนี้

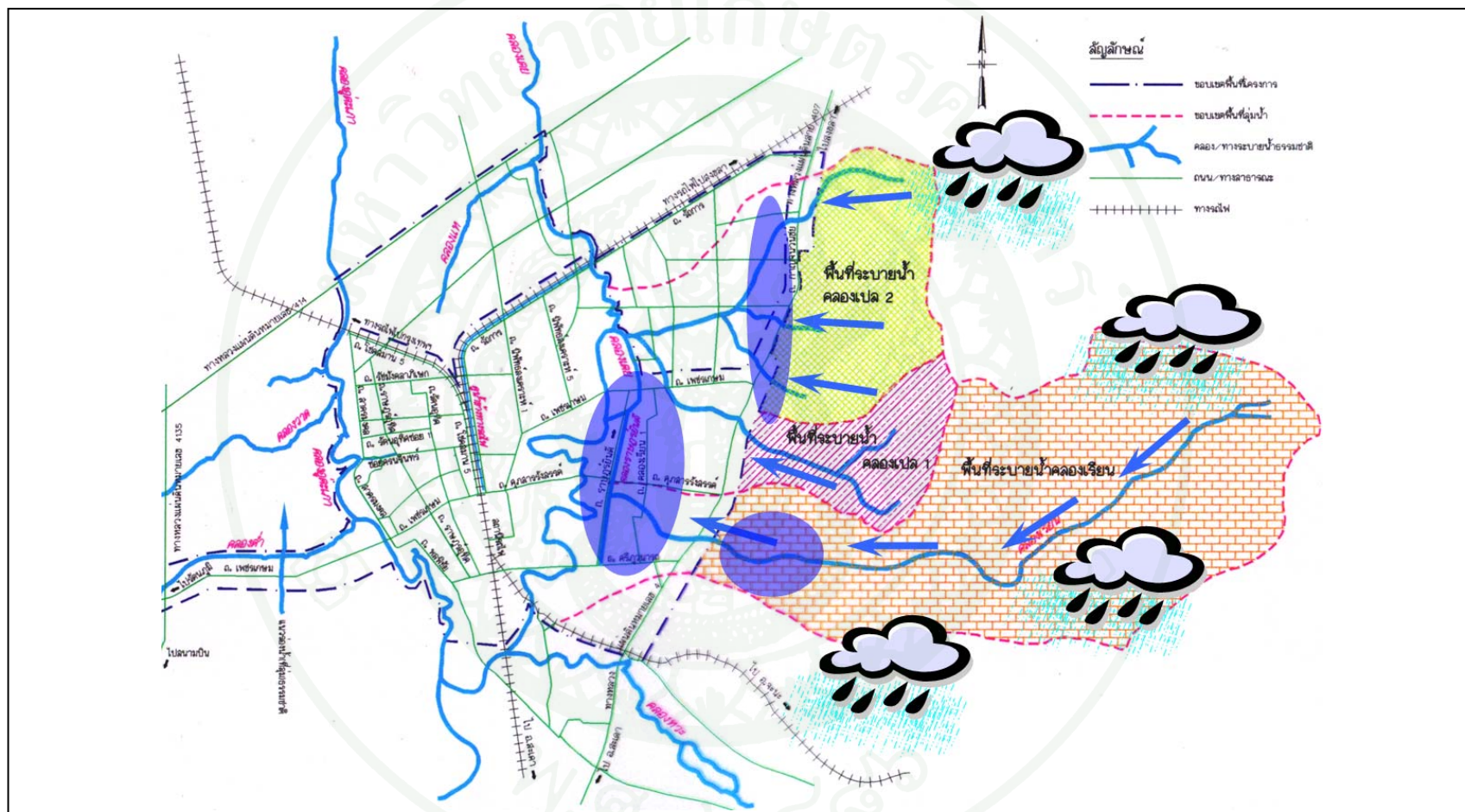
- 1) น้ำท่วมเนื่องจากฝนตกหนักในพื้นที่ (Local Flood) คือ เกิดน้ำท่วมขังในพื้นที่ศึกษาเนื่องจากฝนตกหนักแล้วระบายออกสู่ทางน้ำธรรมชาติไม่ทัน ดังแสดงในภาพที่ 33 และ 34
- 2) น้ำท่วมเนื่องจากน้ำไหลบ่าจากลุ่มน้ำย่อยหรือพื้นที่สูงข้างเคียง (Reginal Flood) คือ เกิดฝนตกเป็นบริเวณกว้างครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยคลองเรียนและคลองเปล ทำให้เกิดน้ำหลากเกินความจุของทางน้ำธรรมชาติในบริเวณพื้นที่ศึกษา ดังแสดงในภาพที่ 35 36 และ 37

จากลักษณะการเกิดน้ำท่วมดังกล่าว พื้นที่ศึกษาจะประสบปัญหาน้ำท่วมใน 2 สาเหตุเป็นประจำ คือ น้ำท่วมเนื่องจากฝนตกหนักในพื้นที่ และน้ำท่วมเนื่องจากน้ำไหลบ่าจากลุ่มน้ำย่อยคลองเรียนและคลองเปล โดยมีปริมาณฝนเกิดความจุของทางระบายน้ำสายหลักคลองราษฎร์นดีและท่อ/รางระบายน้ำเดิม เช่น ในปี พ.ศ.2531 และ พ.ศ.2543

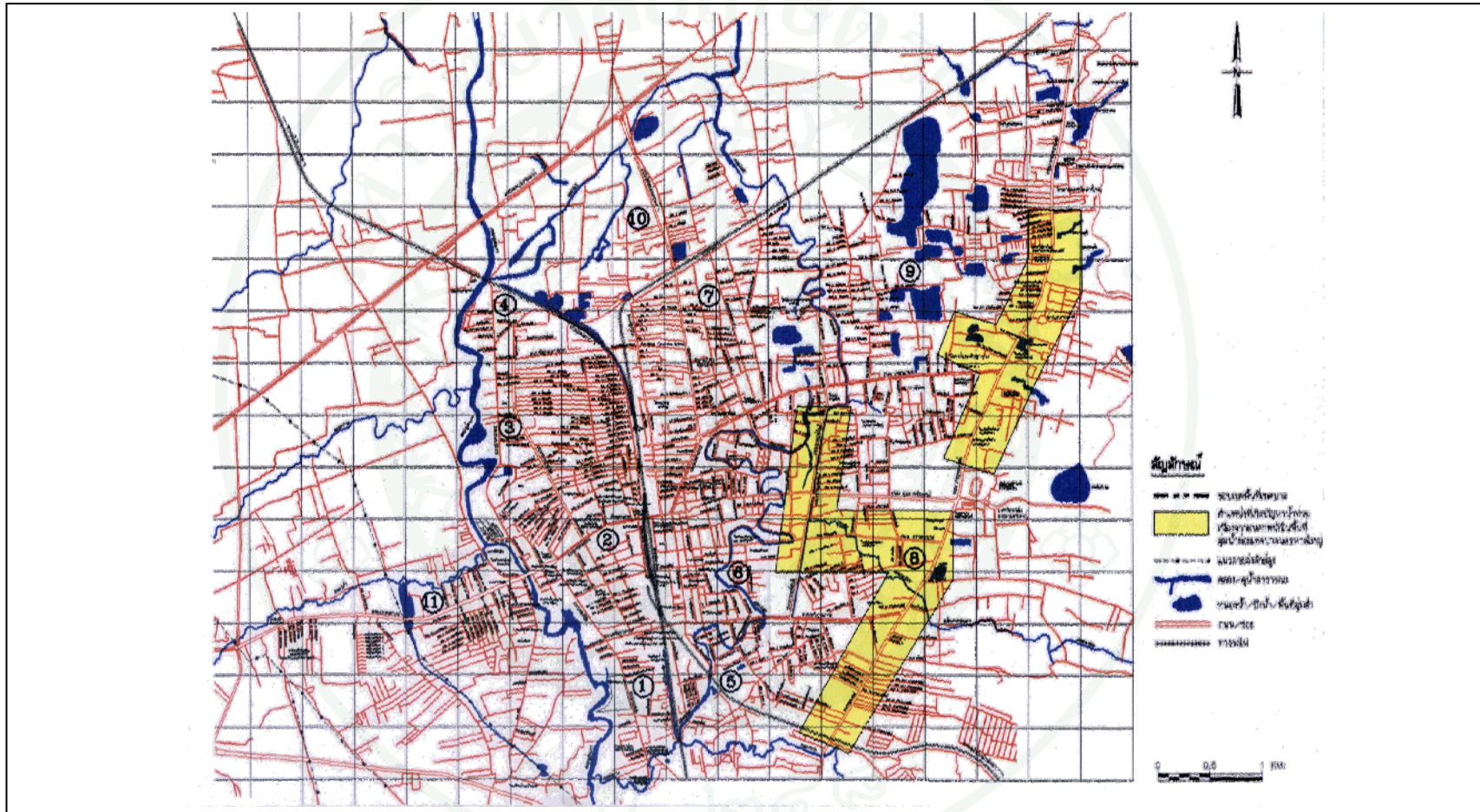


ภาพที่ 34 ภาพถ่ายน้ำท่วมเนื่องจากฝนตกหนักในพื้นที่ศึกษา

ที่มา: โครงการศึกษาสำรวจ ออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำในพื้นที่เขต
เทศบาลนครหาดใหญ่, เทศบาลนครหาดใหญ่, 2541

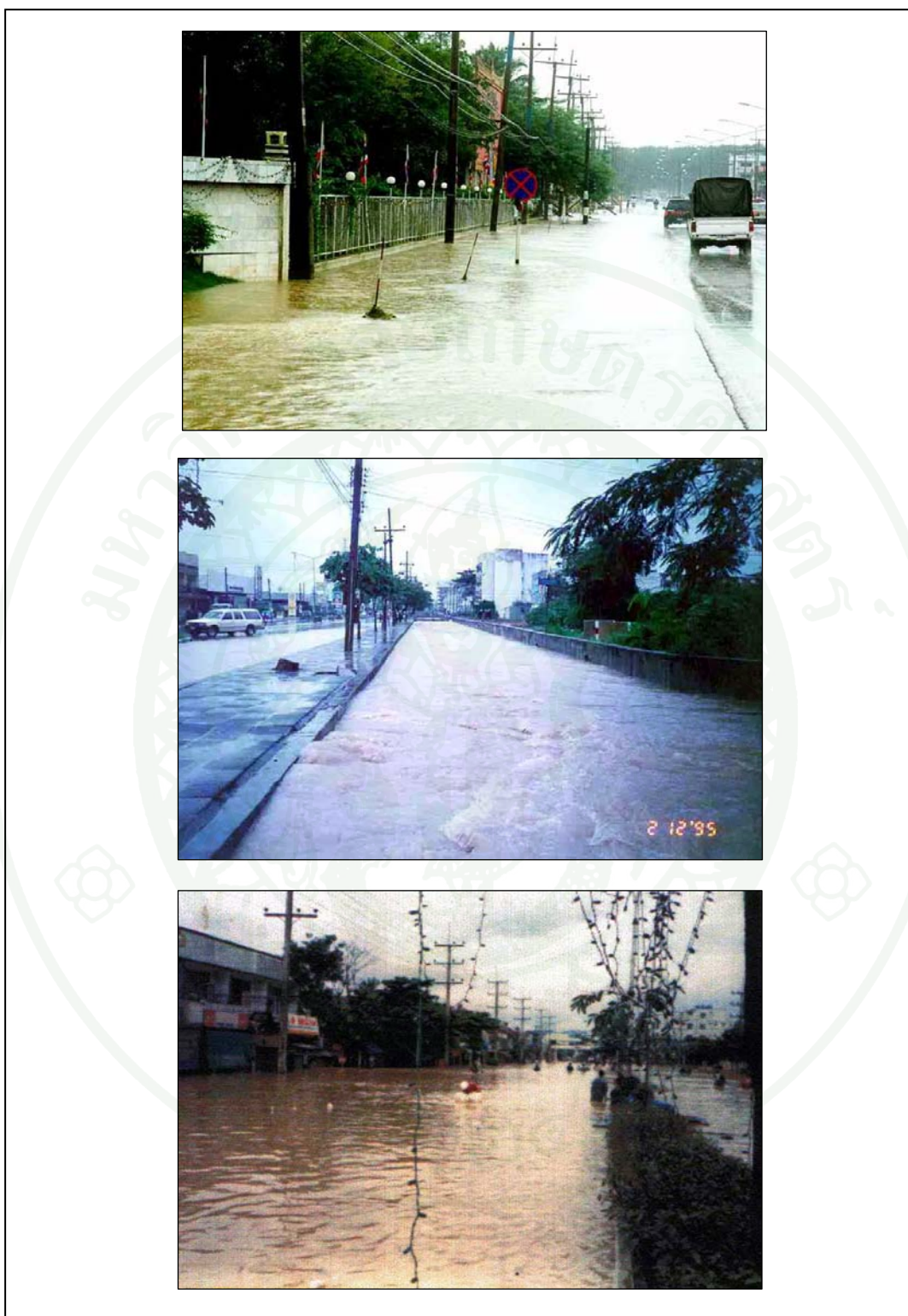


ภาพที่ 35 บริเวณน้ำท่วมเนื่องจากน้ำหลากจากกลุ่มน้ำย่อยคลองเรียนและคลองเปลงในพื้นที่ศึกษา
ที่มา: โครงการบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภา จังหวัดสงขลา, กรมชลประทาน, 2544



ภาพที่ 36 บริเวณพื้นที่น้ำท่วมเนื่องจากน้ำไหลบ่าจากกลุ่มน้ำย่อยคลองเรียนและคลองเปลในพื้นที่ศึกษา

ที่มา: โครงการศึกษาสำรวจ ออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำ ในพื้นที่เขตเทศบาลนครหาดใหญ่, เทศบาลนครหาดใหญ่, 2541



ภาพที่ 37 ภาพถ่ายน้ำท่วมเนื่องจากน้ำไหลบ่าจากกลุ่มน้ำย่อยคลองเรียนและคลองเปล
ในพื้นที่ศึกษา

ที่มา: โครงการศึกษา สำรวจ ออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำในพื้นที่เขต
เทศบาลนครหาดใหญ่, เทศบาลนครหาดใหญ่, 2541

2.4 สภาพฝนบริเวณพื้นที่ศึกษา

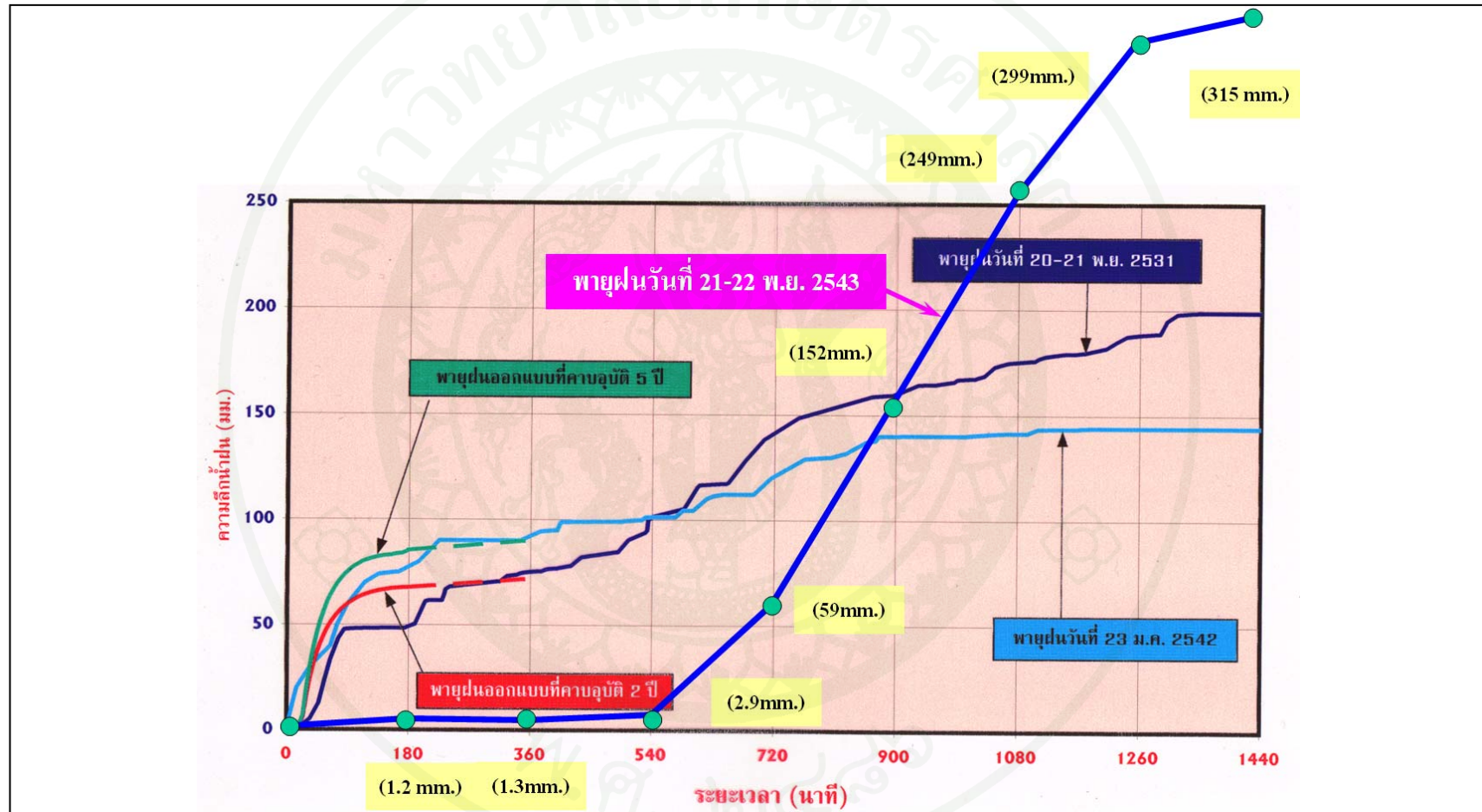
จากการรวบรวมและตรวจสอบตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนบริเวณพื้นที่ศึกษาแล้วพบว่า มีสถานีวัดน้ำฝนอยู่ในบริเวณพื้นที่ศึกษาเพียงแห่งเดียว คือ สถานีตรวจอากาศเกษตรคองหงส์ (58112) ของกรมอุตุนิยมวิทยา จึงถือเป็นตัวแทนการวัดปริมาณฝนในพื้นที่ศึกษา ซึ่งจากการศึกษาสภาพฝนที่ทำให้เกิดน้ำท่วมเนื่องจากน้ำไหลบ่าจากลุ่มน้ำย่อยคลองเรียนและคลองเปล ดังเช่น เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงวันที่ 20 – 21 พฤศจิกายน 2531 และในช่วงวันที่ 21 – 22 พฤศจิกายน 2543 บริเวณพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่ เนื่องจากฝนตกหนักในบริเวณเทือกเขาคองหงส์มีปริมาณฝน 200 และ 315 มม. ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 38 ทำให้เกิดน้ำหลากลงมาจากคลองเรียนและคลองเปลเข้าท่วมพื้นที่ด้านตะวันออกของชุมชนเทศบาลนครหาดใหญ่และข้างเคียงเป็นบริเวณกว้าง

3. การศึกษาที่เกี่ยวข้อง

3.1 การจำลองสภาพอุทกภัยโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์และการศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหามหาอุทกภัยโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ทั้งในระดับพื้นที่ลุ่มน้ำและพื้นที่ชุมชน

การศึกษาการใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อจำลองสภาพการไหลของน้ำและเปรียบเทียบแบบจำลองจากสภาพเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในอดีต หรือโดยการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระในทางน้ำ รวมทั้งการศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมทั้งโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ในระดับพื้นที่ลุ่มน้ำและพื้นที่ชุมชน ที่ได้มีการศึกษาไว้พอจะสรุปส่วนที่เกี่ยวข้องได้ดังนี้

เพลินพิศ (2535) ได้ทำการศึกษาฝนสำหรับการออกแบบระบบระบายน้ำชุมชนของจังหวัดสำคัญในประเทศไทย ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดเชียงราย จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดอุบลราชธานี จังหวัดชลบุรี จังหวัดระยอง จังหวัดชลบุรี (อำเภอสัตหีบ) จังหวัดกาญจนบุรี และจังหวัดสงขลา (อำเภอหาดใหญ่) เป็นต้น โดยศึกษาพฤติกรรมการกระจายตัวของฝนที่เวลาต่าง ๆ เพื่อหาอัตราส่วนของเวลาที่เกิดความเข้มข้นสูงสุดต่อช่วงเวลาฝนตก คือ ค่าอัตราส่วน r (Peak Location/Storm Duration) ซึ่งเป็นค่าสำคัญในการสร้างกราฟการกระจายตัวของฝนที่เวลาต่าง ๆ โดยวิธีของ Keifer and Chu Method เพื่อนำไปสร้างกราฟน้ำท่าที่ทำให้เกิดอัตราการไหลสูงสุดสำหรับการออกแบบระบบระบายน้ำ



ภาพที่ 38 ปริมาณฝนสะสมใน 1 วัน ณ สถานีตรวจอากาศเกษตรคองหงส์ (58112)

ที่มา: โครงการบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำคลองอุตะเถา จังหวัดสงขลา, กรมชลประทาน, 2544

วัชร (2538) ทำการประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE11 ในการพยากรณ์ลุ่มน้ำ อุตะภา เพื่อทำการพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่วม ณ สถานีหาดใหญ่ โดยการปรับค่าตัวแปรต่าง ๆ ในลุ่มน้ำทั้งในส่วนของ NAM (NAM Parameters) เพื่อคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำ กับเวลาทั้งในส่วนของ Hydrograph และส่วนของ Hydrodynamic ในการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของน้ำจนกระทั่งระดับน้ำและปริมาณน้ำที่คำนวณจากแบบจำลอง มีค่าใกล้เคียงกับค่าสำรวจวัดมากที่สุดหลังจากนั้นนำค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่ได้ไปทดลองใช้ในการพยากรณ์ จนกระทั่งผลการพยากรณ์ที่ได้เป็นที่ยอมรับสำหรับการพยากรณ์ประจำวัน

นุชนารถ (2540) ศึกษาสภาวะน้ำท่วมของลุ่มน้ำปิงตอนบน โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE11 เพื่อจำลองเลียนแบบสภาวะการเกิดอุทกภัยของตัวเมืองเชียงใหม่ และบริเวณใกล้เคียง โดยการศึกษาสภาวะน้ำท่วมนี้ได้วิเคราะห์เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นระหว่างเดือน กรกฎาคมถึงเดือนกันยายน พ.ศ.2537 จำนวน 2 เหตุการณ์ ซึ่งประกอบด้วย กราฟน้ำหลากขนาดเล็กที่มีการไหลเฉพาะในแม่น้ำ และกราฟน้ำหลากขนาดใหญ่ที่มีการไหลล้นตลิ่งลงสู่ทุ่งน้ำท่วม จากการสอบเทียบแบบจำลอง แสดงให้เห็นว่ากราฟน้ำหลากขนาดใหญ่ที่มีการไหลล้นตลิ่งลงสู่ทุ่งน้ำท่วมที่ได้จากการสอบเทียบแบบจำลองสอดคล้องกัน แสดงให้เห็นว่ากราฟน้ำหลากที่ได้จากการบันทึกข้อมูลเข้ากันได้ดีเป็นที่ยอมรับได้กับกราฟน้ำหลากที่ได้จากการวิเคราะห์โดยแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE11 ผลการสอบเทียบแบบจำลองจะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน Manning's n ทั้งในแม่น้ำและทุ่งน้ำท่วม ซึ่งนำไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาแนวทางป้องกันและแผนการบรรเทาอุทกภัยที่เหมาะสมต่อการเกิดอุทกภัยในแต่ละรอบปีการเกิดซ้ำต่าง ๆ โดยแนวทางป้องกันและแผนการบรรเทาอุทกภัยนั้นมีหลายทางเลือก เช่น การปรับปรุงสภาพแม่น้ำให้ลึกหรือกว้างขึ้นเพื่อเพิ่มความจุของแม่น้ำ การสร้างพนังกั้นน้ำเพื่อป้องกันการไหลล้นตลิ่ง และการผันน้ำ เป็นต้น

กรมชลประทาน (2541) ได้จัดทำแผนรวมเพื่อการบรรเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำเจ้าพระยา โดยแบ่งพื้นที่สำหรับการพัฒนาและงานบรรเทาน้ำท่วมเป็น 4 ส่วน คือ ที่ราบภาคกลางตอนบน (เหนือจังหวัดนครสวรรค์) พื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ (ระหว่างจังหวัดนครสวรรค์ถึงจังหวัดชัยนาท) ที่ราบสามเหลี่ยมปากแม่น้ำตอนบนในที่ราบภาคกลางตอนล่าง (ระหว่างจังหวัดชัยนาทถึงจังหวัดพระนครศรีอยุธยา) และที่ราบสามเหลี่ยมปากแม่น้ำตอนล่างในบริเวณที่ราบภาคกลางตอนล่าง (ใต้จังหวัดพระนครศรีอยุธยา) โดยมาตรการที่นำมาใช้ประกอบด้วย มาตรการไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง ได้แก่ การเสริมสร้างมาตรการควบคุมและการแนะนำการปรับปรุงการจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำ การตอบโต้ความเสียหายจากอุทกภัย การตอบสนองทางการเงิน การจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำ ภาวะเปียบและองค์กร และมาตรการใช้สิ่งก่อสร้าง ได้แก่ การปรับปรุงสภาพลำน้ำช่องผันน้ำ แอ่งชะลอการไหลของลำน้ำ

(แบบธรรมชาติและแบบเสริมแต่ง) และการยกระดับคันกันน้ำในกรุงเทพมหานครให้สูงขึ้น ซึ่งในการศึกษาได้พัฒนาแบบจำลองการไหลในกลุ่มน้ำด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE11

มนตรี วิวัฒน์วงศ์เจริญ (2542) ได้นำแบบจำลองคณิตศาสตร์ RUBICON มาทำการประเมินประสิทธิภาพของระบบระบายน้ำปทุมธานีในพื้นที่ชุมชนชานเมืองด้านตะวันออกของกรุงเทพมหานครครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 635 ตารางกิโลเมตร โดยเริ่มจากการศึกษาข้อมูลระบบระบายน้ำในปัจจุบัน ข้อมูลสภาพการใช้ที่ดิน ข้อมูลฝนตก ข้อมูลการปฏิบัติการระบบระบายน้ำเพื่อนำมาใช้ในการจำลองสภาพ (Simulation) ของระบบระบายน้ำปทุมธานี หลังจากที่ได้ทำการเปรียบเทียบมาตรฐานแบบจำลอง ได้นำแบบจำลองมาใช้ประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำปทุมธานีสภาพปัจจุบันกับกรณีเงื่อนไขการใช้ที่ดินสภาพปัจจุบันและอนาคต (ปี พ.ศ. 2559) และแนวทางที่จะนำมาใช้ปรับปรุงระบบระบายน้ำปทุมณิดังกล่าว จากการศึกษาพบว่า ระบบระบายน้ำปทุมธานีปัจจุบันของพื้นที่ศึกษายังสามารถรองรับปริมาณฝนออกแบบที่คาบอุบัติ 2 ปี ได้โดยไม่เกิดน้ำท่วมพื้นที่ศึกษา ส่วนในกรณีที่ใช้ฝนออกแบบที่คาบอุบัติ 5 ปี พบว่า ระดับน้ำสูงสุดในคลองระบายน้ำปทุมธานีจะมีระดับสูงขึ้นและเป็นผลทำให้เกิดน้ำท่วมขังในบางพื้นที่ และเมื่อใช้สมมติฐานการใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2559 พบว่าระบบระบายน้ำปทุมธานีสภาพปัจจุบันไม่สามารถรองรับปริมาณฝนออกแบบได้ โดยระดับน้ำสูงสุดในคลองระบายน้ำปทุมธานีจะอยู่ในเกณฑ์ระหว่าง 0.20 ถึง 2.20 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง จึงเป็นผลทำให้เกิดน้ำท่วมเกือบทั่วทั้งพื้นที่ศึกษา ดังนั้น หากจะให้ระบบระบายน้ำปทุมธานีของพื้นที่ศึกษาดังกล่าวสามารถระบายน้ำฝนขนาดคาบอุบัติ 5 ปี ด้วยสมมติฐานการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2559 แล้ว จะต้องมีการปรับปรุงระบบระบายน้ำที่มีอยู่เดิม ซึ่งในการศึกษาได้นำเสนอแนวทางการปรับปรุงระบบระบายน้ำไว้

สำนักงานทรัพยากรน้ำส่วนพระมหากษัตริย์ (2543) ได้จัดทำโครงการจัดทำกรอบและประสานการบริหารจัดการและพัฒนาทรัพยากรน้ำในกลุ่มน้ำเจ้าพระยา ซึ่งได้ทำการสังเคราะห์ผลการศึกษาและผลการพัฒนาที่ได้ดำเนินการไว้แล้วในเรื่องทรัพยากรน้ำในกลุ่มน้ำเจ้าพระยาทั้งหมด จัดทำกรอบและแผนการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในกลุ่มน้ำเจ้าพระยาที่เป็นรูปแบบชัดเจน เสนอรูปแบบแนวทางและทิศทางการพัฒนาของแต่ละโครงการที่จะดำเนินการ

สมปอง มังคละวิรัช (2544) ได้นำแบบจำลองคณิตศาสตร์ ISIS เป็นเครื่องมือช่วยในการประเมินผลกระทบของการพัฒนาระบบพื้นที่ปิดล้อมย่อยต่อประสิทธิภาพของระบบระบายน้ำปทุมธานีในพื้นที่ด้านตะวันออกของกรุงเทพมหานครพร้อมกับประเมินแนวทางการพัฒนาระบบระบายน้ำปทุมธานีให้สอดคล้องกับสภาพการใช้ที่ดินและการพัฒนาระบบพื้นที่ปิดล้อมย่อย โดยเริ่ม

จากการศึกษาคุณลักษณะและการประยุกต์เพื่อนำมาใช้งานแบบจำลอง การจัดทำแบบจำลองระบบระบายน้ำปฐมภูมิและเปรียบเทียบแบบจำลอง การประเมินประสิทธิภาพของระบบ การประเมินผลกระทบของพื้นที่ปิดล้อมย่อยต่อระบบระบายน้ำปฐมภูมิ และประเมินแนวทางการพัฒนาระบบระบายน้ำปฐมภูมิ ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่า ระบบระบายน้ำปฐมภูมิของพื้นที่ศึกษาในปัจจุบันสามารถรองรับพายุฝนที่ตกครอบคลุมพื้นที่ศึกษาได้ไม่เกินคาบอุบัติ 2 ปี โดยถ้าพายุฝนที่ตกมีค่ามากกว่าพายุฝนที่คาบอุบัติ 2 ปีจะส่งผลให้ระดับน้ำในระบบระบายน้ำปฐมภูมิยกระดับสูงขึ้นและจะทำให้มีน้ำล้นตลิ่งในบางช่วงของระบบระบายน้ำปฐมภูมิรวมทั้งเกิดสถานะน้ำท่วมขังในบางพื้นที่ ส่วนการพัฒนาระบบพื้นที่ปิดล้อมย่อยให้มีขีดความสามารถรองรับพายุฝนไม่เกินที่คาบอุบัติ 2 ปีจะทำให้ระดับน้ำในระบบระบายน้ำปฐมภูมิลดลงประมาณ 0.05 ถึง 0.20 เมตร แต่ถ้ามีการพัฒนาระบบพื้นที่ปิดล้อมย่อยให้สามารถป้องกันพายุฝนที่คาบอุบัติ 5 ปีจะทำให้ระดับน้ำในระบบระบายน้ำปฐมภูมิมีค่าสูงขึ้นมากกว่า 0.10 เมตร ทั้งนี้หากจะพัฒนาระบบพื้นที่ปิดล้อมย่อยให้ป้องกันพายุฝนได้ที่คาบอุบัติ 5 ปีจะต้องมีการพัฒนาระบบระบายน้ำปฐมภูมิควบคู่ไปด้วย ซึ่งในการศึกษาได้นำเสนอแนวทางการปรับปรุงระบบระบายน้ำปฐมภูมิไว้

กรมชลประทาน (2545) ได้จัดทำโครงการบรรเทาอุทกภัย จังหวัดจันทบุรี ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำแผนหลักของโครงการที่ประกอบด้วยระบบป้องกันน้ำท่วม ระบบระบายน้ำ และระบบคาดการณ์และเตือนภัยน้ำหลาก สำหรับชุมชนเมืองทุกแห่งทั่วทั้งจังหวัดจันทบุรีและจังหวัดใกล้เคียง โดยพิจารณาในภาพรวมระดับลุ่มน้ำเพื่อบรรเทาความเสียหายจากอุทกภัยในลุ่มน้ำ โดยคำนึงถึงการลดความเสียหายที่เกิดจากอุทกภัยโดยให้สอดคล้องกับสภาพการใช้ที่ดินในปัจจุบัน และให้สามารถรองรับอุทกภัยที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินและปัจจัยอื่น ๆ รวมไปถึงจัดลำดับความสำคัญของโครงการ ศึกษาความเหมาะสมในส่วนที่เป็นแผนงานระยะเร่งด่วน ศึกษาวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมตาม พ.ร.บ. ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 และผลกระทบต่อเศรษฐกิจ-สังคม พร้อมทั้งแนวทางแก้ไขที่เหมาะสม ออกแบบเพื่อจัดทำ Tender Design Drawing และจัดทำเอกสารประกวดราคา สำหรับส่วนงานที่มีความสำคัญเร่งด่วน และพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อการบริหารจัดการและคาดการณ์อุทกภัย

สมจิต ปิยะศิลป์ (2547) ได้นำแบบจำลองคณิตศาสตร์ Hydro Works เป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพและการปรับปรุงระบบระบายน้ำประจำถิ่นของพื้นที่เทศบาลตำบลสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร โดยเริ่มจากการศึกษาข้อมูลระบบระบายน้ำในปัจจุบัน การใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลฝนตก ข้อมูลเหตุการณ์น้ำท่วมขังที่เคยเกิดขึ้น จากนั้นนำผลการจำลองสภาพ

การระบายน้ำมาเปรียบเทียบสภาพน้ำท่วมขังในบริเวณพื้นที่เดียวกัน เพื่อประเมินความเชื่อถือได้ของแบบจำลอง และนำแบบจำลองที่ปรับเทียบได้แล้วไปใช้วิเคราะห์หาแนวทางปรับปรุงระบบระบายน้ำต่อไป ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่า ที่สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบัน ระบบระบายน้ำประจำถิ่นที่มีอยู่เดิมของพื้นที่เทศบาลตำบลสว่างแดนดินเป็นส่วนใหญ่ สามารถรองรับฝนที่คาบอุบัติ 1 ปี ได้ (ในช่วงเวลาฝนตก 3 ชั่วโมง) แต่หากมีฝนตกขนาดความลึกฝนมากขึ้น (เช่นที่คาบอุบัติ 2 ปี และ 5 ปี) รวมทั้งมีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นไปตามแผนผังการพัฒนาการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต ก็จะทำให้พื้นที่เทศบาลตำบลสว่างแดนดิน ประสบปัญหาน้ำท่วมมากขึ้น สูงขึ้นและยาวนานขึ้น ส่งผลให้เกิดน้ำท่วมขังแพร่กระจายเป็นอาณาบริเวณกว้างขึ้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องปรับปรุงระบบระบายน้ำประจำถิ่นที่มีอยู่เดิมให้สามารถรองรับฝนที่คาบอุบัติอย่างน้อย 2 ปี ซึ่งในการศึกษาได้นำเสนอแนวทางการปรับปรุงระบบระบายน้ำไว้

กรมโยธาธิการและผังเมือง (2549) ได้จัดทำโครงการศึกษาวางแผนหลัก ศึกษาความเหมาะสมและออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนจังหวัดเชียงใหม่ โดยเป็นการจัดทำแผนหลักการป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนระดับเทศบาล 29 พื้นที่ (29 เทศบาล และ 1 อบต.) ในจังหวัดเชียงใหม่พื้นที่รวม 20,107 ตารางกิโลเมตร และทำการศึกษาคู่มือระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำ จำนวน 5 พื้นที่ ประกอบด้วย พื้นที่เทศบาลนครเชียงใหม่และชุมชนต่อเนื่อง พื้นที่เทศบาลตำบลช้างเผือกและชุมชนต่อเนื่อง พื้นที่เทศบาลตำบลสันกำแพงและชุมชนต่อเนื่อง พื้นที่เทศบาลตำบลดงเปาและชุมชนต่อเนื่อง และพื้นที่ชุมชนอื่นตามผลการศึกษาวางแผนหลัก 1 พื้นที่ และนำผลจากการศึกษาความเหมาะสมนำมาจัดลำดับความสำคัญและคัดเลือกชุมชนเพื่อนำไปทำการออกแบบรายละเอียดเพื่อการก่อสร้างระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำ จากผลการศึกษาความเหมาะสมจำนวน 4 พื้นที่ ประกอบด้วย พื้นที่เทศบาลนครเชียงใหม่ อบต.ป่าแดด และชุมชนต่อเนื่อง พื้นที่เทศบาลตำบลช้างเผือกและชุมชนต่อเนื่อง พื้นที่เทศบาลตำบลสันกำแพงและชุมชนต่อเนื่อง พื้นที่เทศบาลตำบลดงเปาและชุมชนต่อเนื่อง โดยได้เสนอ 2 ทางเลือกในแต่ละชุมชน ทำการคัดเลือกทางเลือกที่เหมาะสมไปจัดลำดับความสำคัญและคัดเลือก ซึ่งการดำเนินการได้ทบทวนข้อมูลและสำรวจเพิ่มเติม ออกแบบเบื้องต้น จัดลำดับความสำคัญด้านวิศวกรรม ด้านเศรษฐกิจ-สังคม สิ่งแวดล้อม โบราณสถานและการท่องเที่ยว และด้านเศรษฐศาสตร์นำเสนอมาตรการในการแก้ไขปัญหา ออกแบบรายละเอียด ประมาณราคา จัดทำเอกสารประกวดราคา และเอกสารที่เกี่ยวข้องในการดำเนินโครงการ ซึ่งในการศึกษาได้นำเสนอแนวความคิดและแนวทางการป้องกันน้ำท่วมและการระบายน้ำท่วมทั้งมาตรการใช้สิ่งก่อสร้างและมาตรการไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง โดยกำหนดการออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมให้มีระดับหลังคันทันป้องกันน้ำท่วมไม่น้อยกว่าคาบอุบัติ 100 ปี หรือระดับน้ำหลากสูงสุดที่เคยเกิดขึ้น และออกแบบระบบระบายน้ำปฐมภูมิให้สามารถ

รองรับฝนที่คาบอุบัติ 2 ถึง 5 ปี ส่วนระบบระบายน้ำทฤษฎีเสนอให้หน่วยงานท้องถิ่นออกแบบให้สามารถรองรับฝนที่คาบอุบัติ 2 ปี

กรุงเทพมหานคร (2549) ได้จัดทำโครงการสำรวจ ออกแบบ และจัดทำแผนแม่บทระบบระบายน้ำในพื้นที่เขตพญาไท ดินแดง และห้วยขวาง โดยเป็นการศึกษาจัดทำแผนหลัก ศึกษาความเหมาะสม และออกแบบรายละเอียดระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำในพื้นที่ชุมชนประกอบด้วย พื้นที่ในเขตพญาไท ดินแดง ห้วยขวาง และราชเทวีบางส่วน รวมพื้นที่โครงการประมาณ 37 ตร.กม. โดยในการจัดทำโครงการได้ทำการศึกษาพื้นที่ที่ครอบคลุม 650 ตร.กม. ของพื้นที่กรุงเทพมหานครฝั่งตะวันออก เพื่อให้สอดคล้องกับแผนหลักของกรุงเทพมหานครที่จะจัดทำในปี พ.ศ.2569 ซึ่งโครงการในขั้นการออกแบบเบื้องต้นได้จัดทำแบบจำลองคณิตศาสตร์ระบบระบายน้ำของพื้นที่โครงการเพื่อใช้ในการศึกษา พร้อมทั้งได้จัดทำแนวทางเลือกการออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำของพื้นที่โครงการเป็น 2 ทางเลือก และนำมาประเมินผลกระทบด้านเศรษฐกิจ-สังคม สิ่งแวดล้อม ด้านวิศวกรรมและผลตอบแทนด้านเศรษฐศาสตร์ เพื่อนำทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดมาออกแบบวิศวกรรมและออกแบบรายละเอียดต่อไป มาตรการที่นำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาของโครงการ ประกอบด้วย การผสมผสานกันทั้งมาตรการใช้สิ่งก่อสร้างและมาตรการไม่ใช่สิ่งก่อสร้าง โดยมาตรการที่ไม่ใช่สิ่งก่อสร้างประกอบด้วย การกำหนดแผนการใช้ประโยชน์ที่ดินให้ชัดเจนและการควบคุมให้เกิดผลในทางปฏิบัติ การกำหนดระดับดินถมในพื้นที่โครงการ การออกกฎหมายหรือเทศบัญญัติที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ เป็นต้น สำหรับมาตรการใช้สิ่งก่อสร้างประกอบด้วย การปรับปรุงก่อสร้างคันป้องกันน้ำท่วม คลองระบายน้ำ ท่อระบายน้ำ สถานีสูบน้ำ เป็นต้น โดยกำหนดการออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมให้มีระดับหลังคันป้องกันน้ำท่วมไม่น้อยกว่าระดับน้ำล้นตลิ่งคลองระบายน้ำ และออกแบบระบบระบายน้ำให้สามารถรองรับฝนที่คาบอุบัติ 2 ถึง 5 ปี

3.2 การศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหา น้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภาและเทศบาลนครหาดใหญ่

เทศบาลนครหาดใหญ่ (2541) ได้จัดทำโครงการศึกษา สำรวจ ออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำในพื้นที่เขตเทศบาลนครหาดใหญ่ ซึ่งได้เสนอมาตรการแก้ไขปัญหาการระบายน้ำและปัญหาน้ำท่วมแบบยั่งยืนในพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่และพื้นที่ข้างเคียงครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 30 ตารางกิโลเมตร โดยเสนอมาตรการใช้สิ่งก่อสร้าง ประกอบด้วย การปรับปรุงก่อสร้างระบบพื้นที่ปิดล้อม (เช่น คันป้องกันน้ำท่วม เป็นต้น) ระบบระบายน้ำภายในพื้นที่

ปิดล้อม (เช่น คู คลอง ท่อขนส่งน้ำ ท่อระบายน้ำ บึงพักน้ำ สถานีสูบน้ำ เป็นต้น) และการบริหารจัดการน้ำในกลุ่มน้ำคลองเรียนและคลองเปล พร้อมทั้งเสนอมาตรการไม่ใช่สิ่งก่อสร้าง ประกอบด้วย การกำหนดเกณฑ์การบริหารน้ำในพื้นที่ กำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดิน เสนอแนะมาตรการทางด้านกฎหมายและองค์กร และจัดทำสื่อประชาสัมพันธ์ โดยในการศึกษาได้พัฒนาแบบจำลองระบบระบายน้ำประจำถิ่นด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ HYDROWORKS

โดยสรุปผลการศึกษาได้เสนอจัดทำแนวทางแก้ไขปัญหการระบายน้ำและปัญหาน้ำท่วม ซึ่งได้พิจารณาให้สอดคล้องและสนับสนุนซึ่งกันและกัน ทั้งมาตรการใช้สิ่งก่อสร้างและมาตรการไม่ใช่สิ่งก่อสร้าง โดยได้นำเงื่อนไขซึ่งเกิดจากมาตรการไม่ใช่สิ่งก่อสร้างที่มีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติมาเป็นเกณฑ์กำหนดหรือเงื่อนไขในการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมด้วยมาตรการใช้สิ่งก่อสร้าง ดังนั้นการแก้ไขปรับปรุงที่ได้นำเสนอจึงนับได้ว่าเป็นมาตรการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมและการระบายน้ำแบบยั่งยืน สรุปได้ดังนี้

1) มาตรการไม่ใช่สิ่งก่อสร้าง

มาตรการไม่ใช่สิ่งก่อสร้างที่ได้นำมาเป็นข้อกำหนดในการจัดการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมและการระบายน้ำ ประกอบด้วย

1.1) กำหนดเกณฑ์การบริหารน้ำในพื้นที่ปิดล้อม

ในการออกแบบปรับปรุงแก้ไขปัญหาน้ำท่วมและการระบายน้ำได้กำหนดเงื่อนไขการบริหารน้ำไว้ดังนี้

ก) กำหนดให้มีการบริหารน้ำในกลุ่มน้ำคลองเรียนและคลองเปลแยกออกจากพื้นที่ปิดล้อมเทศบาลนครหาดใหญ่ฝั่งขวาของคลองอู่ตะเภา

ข) กำหนดให้มีการควบคุมระดับน้ำเริ่มต้นในคลองระบายน้ำต่าง ๆ ของพื้นที่ปิดล้อมก่อนเกิดฝนตกไว้ที่ระดับน้ำต่ำสุด (มีน้ำบนคลองลึกประมาณ ± 1 เมตร) และควบคุมระดับน้ำในบึงพักน้ำก่อนเกิดฝนตกไว้ที่ระดับต่ำสุดเช่นกัน (มีน้ำบนบึงลึกประมาณ ± 1 เมตร)

ค) กำหนดให้ควบคุมระดับน้ำสูงสุดในคลองระบายน้ำที่เกิดจากฝนที่คาบอุบัติ 2 ปี ไว้ที่ระดับต่ำกว่าขอบตลิ่งไม่น้อยกว่า 1 เมตรหรือต่ำกว่าปลายท่อ/รางระบายน้ำ เพื่อให้การระบายน้ำจากท่อ/รางระบายน้ำเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ง) กำหนดให้ระบายน้ำออกจากคลองระบายน้ำหลังฝนหยุดตกเพื่อลดระดับน้ำให้กลับมามีระดับน้ำต่ำสุด ภายในเวลา 18 ชั่วโมง และกำหนดให้ระบายน้ำออกจากบึงพักน้ำหลังฝนหยุดตกเพื่อลดระดับน้ำให้กลับมามีระดับน้ำต่ำสุดภายในเวลา 15 ชั่วโมง

1.2) กำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดิน

กำหนดสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ปี พ.ศ. 2561 เพื่อนำมาจัดทำข้อกำหนดในการออกแบบระบบระบายน้ำ ดังนั้นจึงควรหามาตรการควบคุมการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เหมาะสมเพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนด

1.3) กำหนดให้ใช้มาตรการทางด้านกฎหมายและองค์กร โดยเสนอแนะดังนี้

ก) จัดตั้ง “คณะกรรมการกำกับและประสานงานเพื่อป้องกันน้ำท่วมและการระบายน้ำในพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่” เพื่อทำหน้าที่กำกับดูแลการจัดทำแผน การก่อสร้าง การดำเนินการและการบำรุงรักษาระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำ

ข) จัดเก็บ “ค่าธรรมเนียมน้ำท่วม” เพื่อนำมาเป็นค่าดำเนินการและบำรุงรักษาระบบระบายน้ำ

ค) จัดบังคับ “ใช้กฎหมายอย่างเข้มงวด” และควรอบรมความรู้พื้นฐานทางกฎหมายให้แก่เจ้าหน้าที่ผู้บังคับใช้กฎหมาย

ง) จัดตั้ง “ส่วนการระบายน้ำ” ในสำนักการช่าง เพื่อทำหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันน้ำท่วมและการระบายน้ำตั้งแต่การวางแผน สำรวจ ออกแบบ ก่อสร้าง การดำเนินการและการบำรุงรักษา

1.4) กำหนดให้ใช้สื่อประชาสัมพันธ์และจัดกิจกรรมส่งเสริมให้ประชาชนตระหนัก คือ การเร่งรัดประชาชนให้มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น และในการบำรุงรักษาระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำ

2) มาตรการใช้สิ่งก่อสร้าง

มาตรการใช้สิ่งก่อสร้างที่นำมาใช้ในการจัดการแก้ไขปัญหา น้ำท่วมและการระบายน้ำประกอบด้วย

2.1) การปรับปรุงระบบระบายน้ำให้มีความจุมากขึ้น เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการระบายน้ำ

2.2) การปรับปรุงคลองระบายน้ำให้มีความจุมากขึ้น เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการขนส่งน้ำ

2.3) จัดสร้างสถานีสูบน้ำ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการระบายน้ำออกจากพื้นที่กรณีที่มีระดับน้ำในลำน้ำหลัก เช่น คลองอู่ตะเภา คลองหะ เป็นต้น มีระดับสูงจนเกิดภาวะอุทกภัย

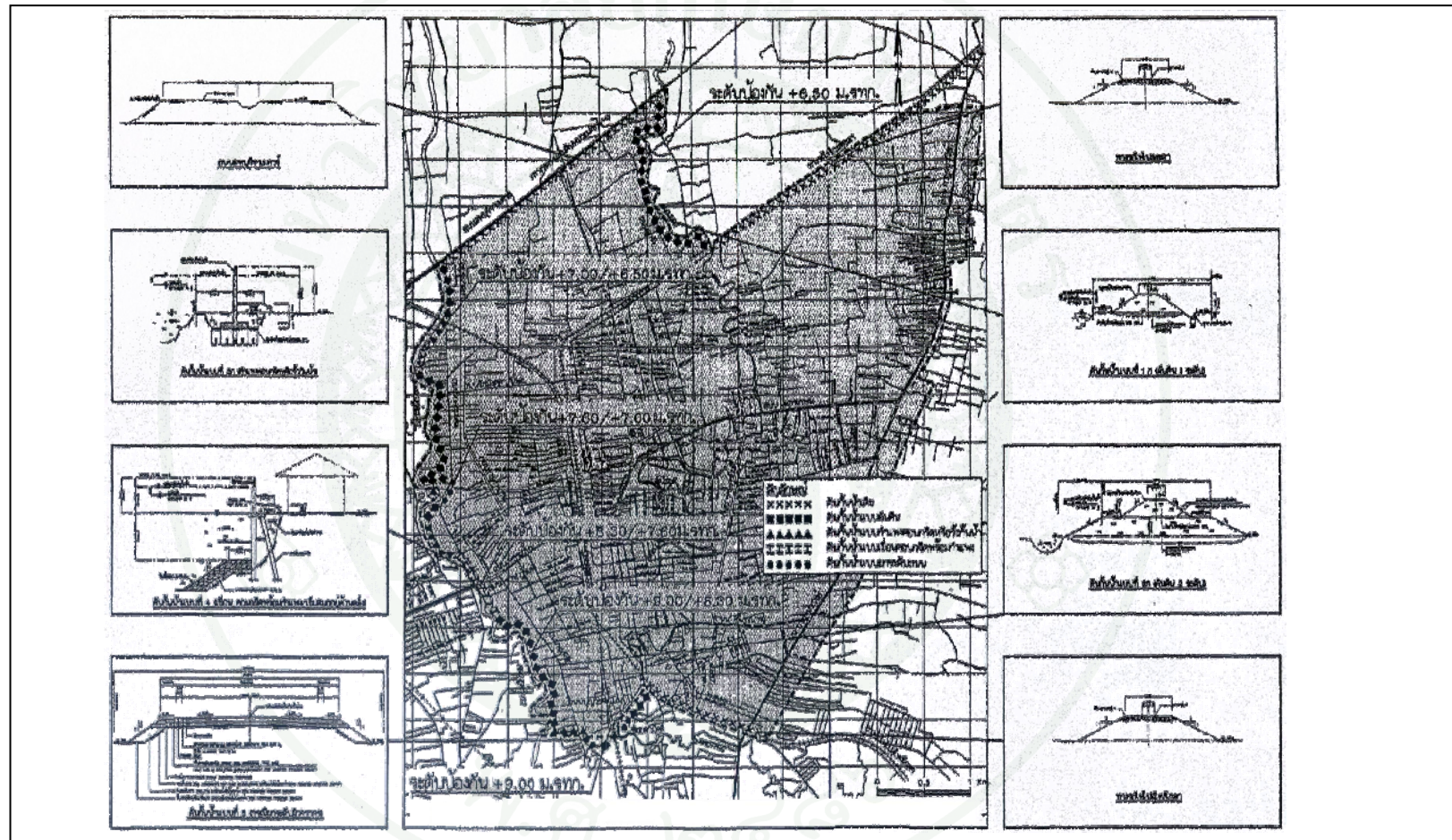
2.4) จัดสร้างบึงพักน้ำหรือแก้มลิง เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของระบบระบายน้ำ

โดยมีแนวทางการป้องกันน้ำท่วมและการระบายน้ำดังนี้

ก) ระบบป้องกันน้ำท่วม

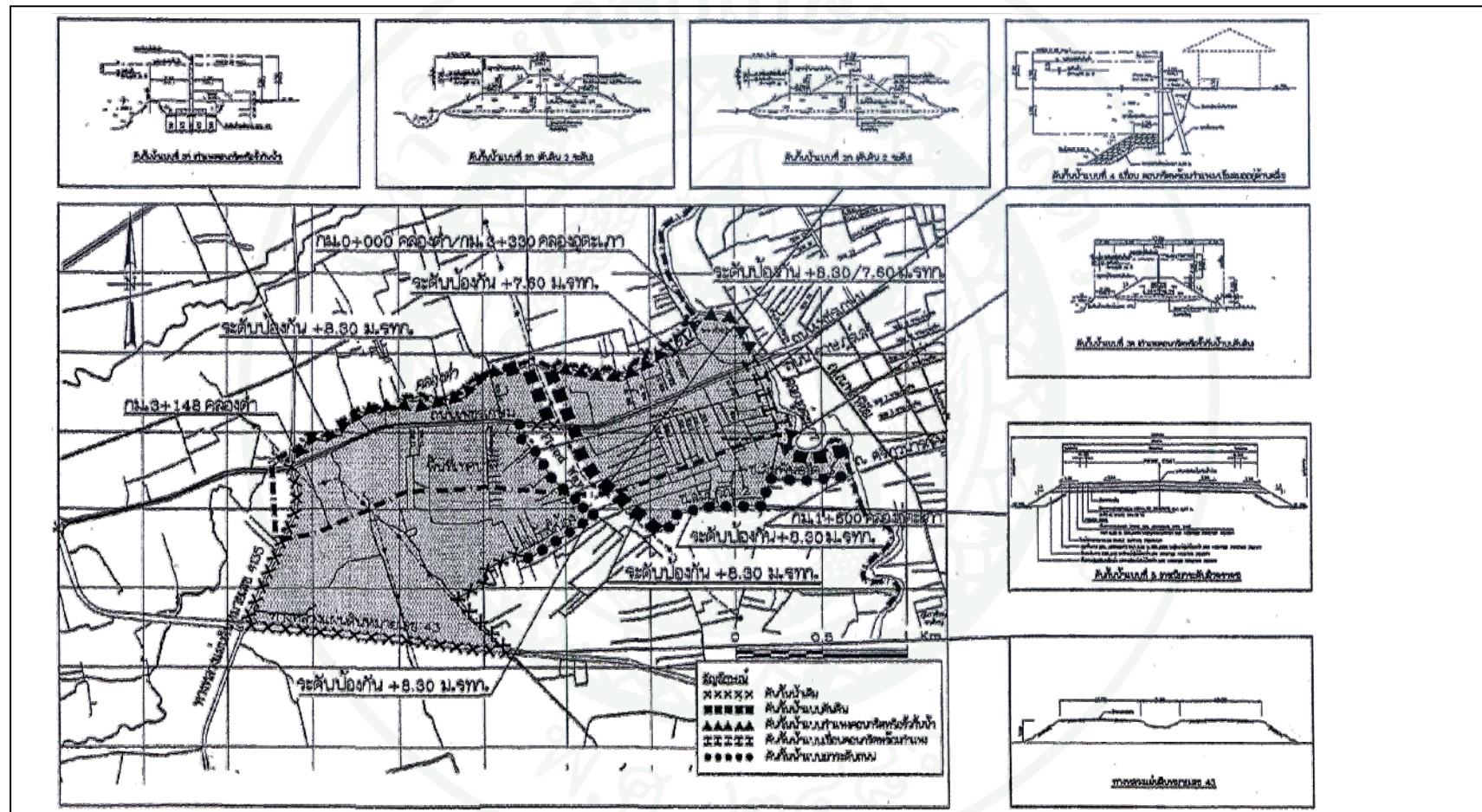
ก.1) เสนอให้ก่อสร้างระบบพื้นที่ปิดล้อมเทศบาลนครหาดใหญ่ฝั่งขวาและฝั่งซ้ายของคลองอู่ตะเภา โดยมีระดับหลังคันป้องกันน้ำท่วมที่คาบอุบัติ 25 ปี รวมกับระยะเผื่อบังคับ (Free Board) อีก 0.50 เมตร ซึ่งจะทำให้คันป้องกันน้ำท่วมมีขีดความสามารถป้องกันน้ำหลากได้ใกล้เคียงคาบอุบัติ 50 ปี ดังแสดงในภาพที่ 39 และ 40

ก.2) เสนอให้ก่อสร้างบึงพักน้ำชั่วคราว (แก้มลิง) ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองเรียนและคลองเปลเพื่อชะลอน้ำหลาก ดังแสดงในภาพที่ 41 และ 42



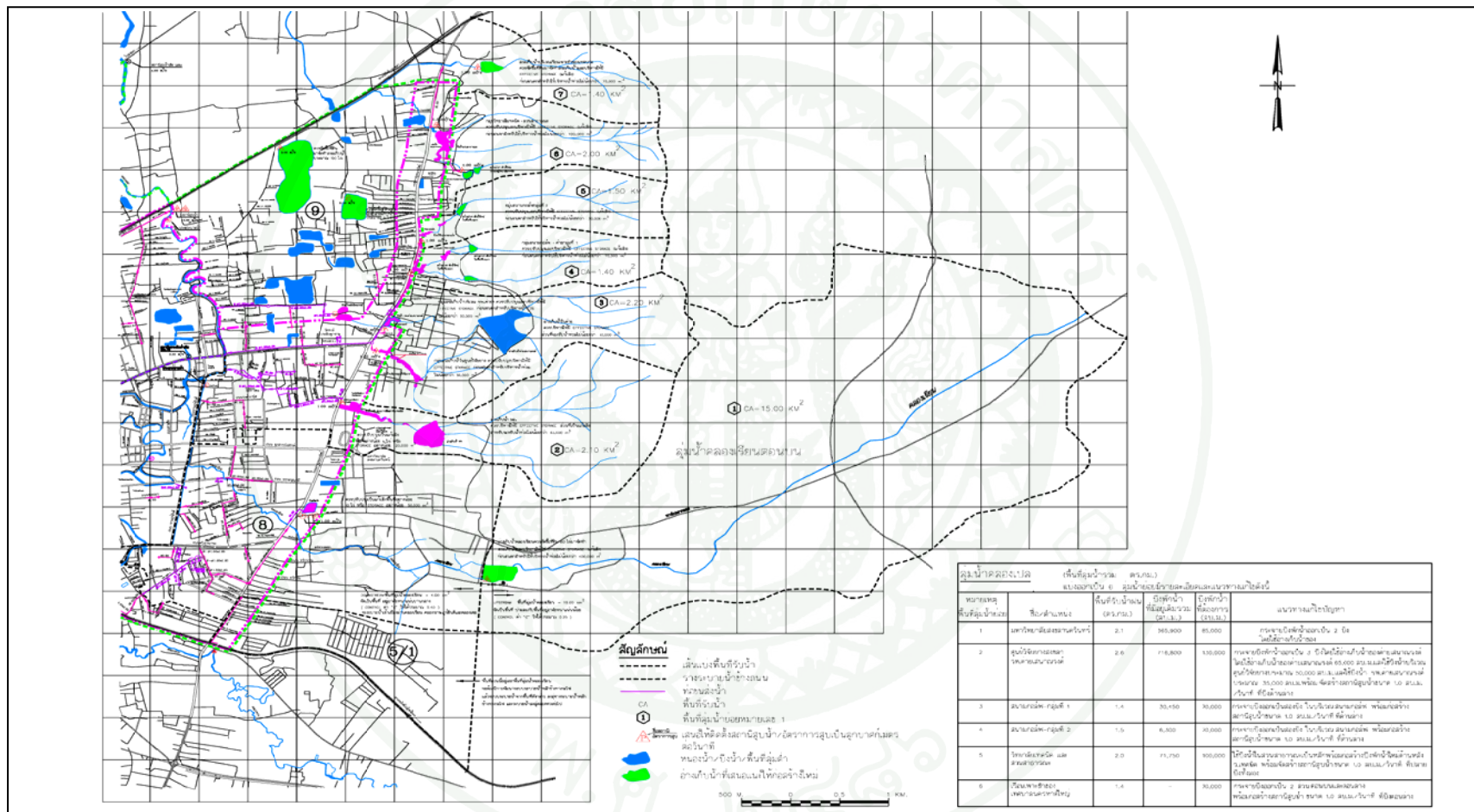
ภาพที่ 39 ระบบป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ปิดล้อมเทศบาลนครหาดใหญ่ฝั่งขวาของคลองอุตะเกาที่เสนอแนะ

ที่มา: โครงการศึกษาสำรวจ ออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำ ในพื้นที่เขตเทศบาลนครหาดใหญ่, เทศบาลนครหาดใหญ่, 2541



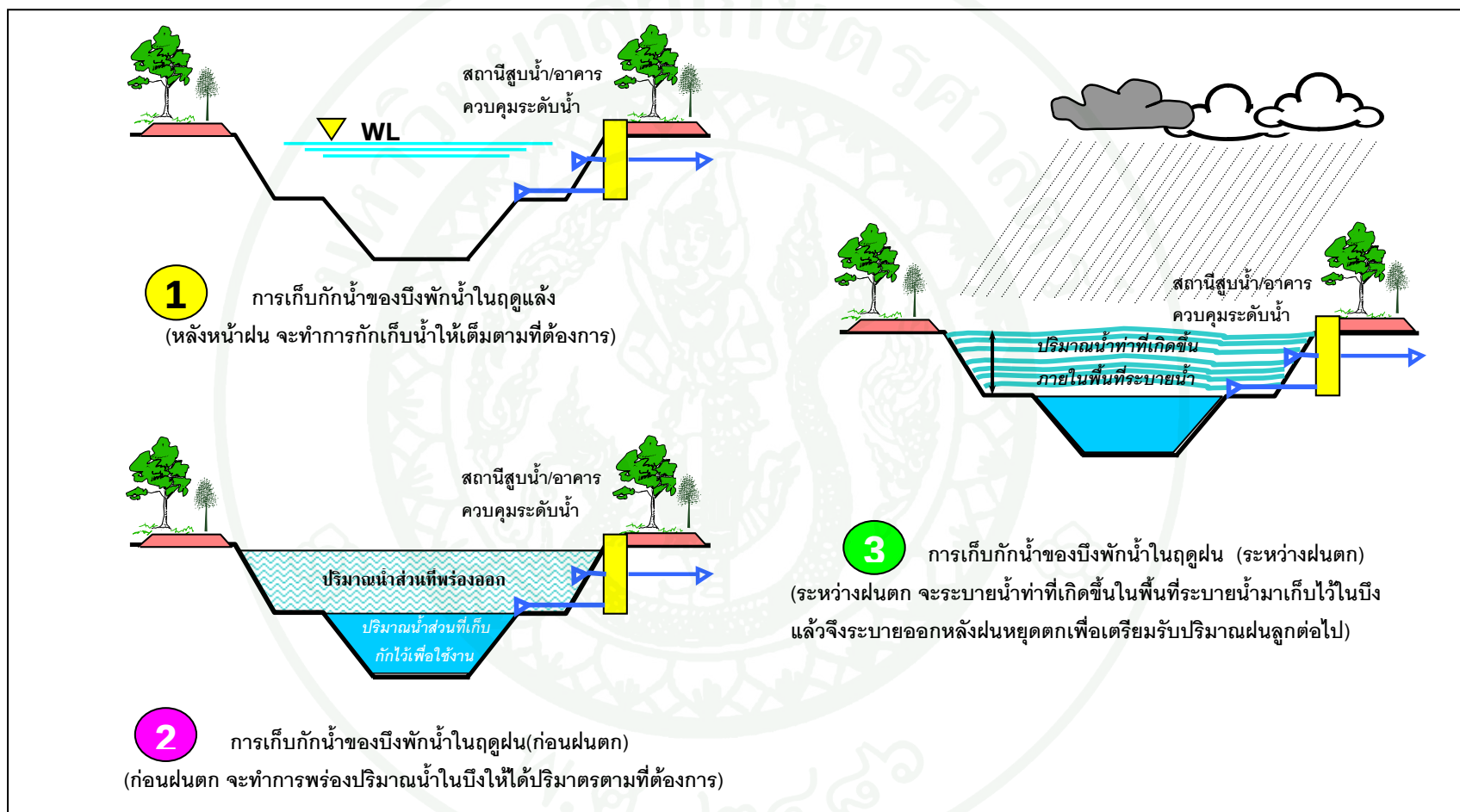
ภาพที่ 40 ระบบป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ปิดล้อมเทศบาลนครหาดใหญ่ฝั่งซ้ายของคลองอุตะเกาที่เสนอนะ

ที่มา: โครงการศึกษาสำรวจ ออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำ ในพื้นที่เขตเทศบาลนครหาดใหญ่, เทศบาลนครหาดใหญ่, 2541



ภาพที่ 41 แนวทางการบริหารน้ำในพื้นที่กลุ่มน้ำคลองเรียนและคลองเปด

ที่มา: โครงการศึกษาสำรวจ ออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำ ในพื้นที่เขตเทศบาลนครหาดใหญ่, เทศบาลนครหาดใหญ่, 2541



ภาพที่ 42 แนวความคิดการจัดการน้ำในบึงพักน้ำ (แก้มลิง)

ที่มา: โครงการศึกษาสำรวจ ออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำ ในพื้นที่เขตเทศบาลนครหาดใหญ่, เทศบาลนครหาดใหญ่, 2541

ข) ระบบระบายน้ำ

เสนอให้ก่อสร้างระบบระบายน้ำในพื้นที่ปิดล้อมเทศบาลนครหาดใหญ่ฝั่งขวา และฝั่งซ้ายของคลองอุตะเกา ให้สามารถรองรับฝนที่คาบอุบัติ 2 ปี

กรมชลประทาน (2544) ได้จัดทำโครงการบริหารจัดการน้ำในกลุ่มน้ำคลองอุตะเกา จังหวัดสงขลา ซึ่งได้เสนอแนะแนวทางการบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเกาทั้งมาตรการใช้สิ่งก่อสร้างและมาตรการไม่ใช่สิ่งก่อสร้างครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 2,400 ตารางกิโลเมตร โดยทำการศึกษาวิเคราะห์เพื่อจัดทำแผนหลักการบริหารจัดการน้ำท่วม ศึกษาวิเคราะห์สิ่งแวดล้อมเบื้องต้น และผลกระทบต่อเศรษฐกิจ-สังคม ศึกษาความเหมาะสมระบบคาดการณ์น้ำหลาก ออกแบบระบบคาดการณ์น้ำหลาก ศึกษาและพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์ InfoWorks RS สำหรับคาดการณ์น้ำท่วม และการบริหารจัดการน้ำท่วม ซึ่งได้กำหนดภาพรวมของมาตรการที่นำมาใช้ในการบริหารจัดการน้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเกาดังแสดงในภาพที่ 21

1) มาตรการใช้สิ่งก่อสร้าง

จากผลการศึกษาประสิทธิผลในการบรรเทาอุทกภัยของมาตรการใช้สิ่งก่อสร้าง พบว่า ที่เหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ. 2531 การปรับปรุงคลองระบายน้ำ ร.1 ร.3 และ ร.4 จะป้องกันไม่ให้น้ำไหลล้นคันป้องกันน้ำท่วมของเทศบาลนครหาดใหญ่ได้และไม่เกิดเหตุการณ์น้ำท่วมทั้งพื้นที่ชุมชนและพื้นที่เกษตรกรรมชนบท ในขณะที่เหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ. 2543 ถึงแม้จะมีคลองระบายน้ำ ร.1 ร.3 และ ร.4 จะยังคงเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมพื้นที่เกษตรกรรมชนบทและมีความเสี่ยงต่อการเกิดเหตุการณ์น้ำไหลล้นเข้าท่วมพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่ฝั่งขวาได้ง่าย

ดังนั้นหากไม่ต้องการให้เกิดความเสี่ยงดังกล่าวและสามารถบรรเทาอุทกภัยทั้งลุ่มน้ำคลองอุตะเกาได้ จึงต้องจัดหาองค์ประกอบในการป้องกันน้ำท่วมอื่นๆ มาประกอบเพิ่มเติม คือปรับปรุงต่อขยายคลองนายสามไปเชื่อมกับคลองระบายน้ำ ร.4 การขุดลอกปรับปรุงคลองธรรมชาติก่อสร้างพื้นที่ปิดล้อมเทศบาลนครหาดใหญ่ฝั่งขวาของคลองอุตะเกาให้สมบูรณ์ก่อสร้างพื้นที่ปิดล้อมชุมชนระดับเทศบาล ปรับปรุงพื้นที่น้ำท่วมถึงธรรมชาติเหนือถนนสายบ้านพรุ-สนามบิน ปรับปรุงพื้นที่สีเขียวบริเวณระหว่างคลองระบายน้ำ ร.1 และคลองอุตะเกาตั้งแต่ถนนสายบ้านพรุ-สนามบินจนถึงคลองท่าช้างบางกล้า พร้อมจัดทำช่องเปิด ดังแสดงในภาพที่ 22

2) มาตรการใช้สิ่งก่อสร้างน้อยหรือไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง

เพื่อให้การแก้ไขปัญหา น้ำท่วมคลองอุตะเถาเป็นการแก้ไขแบบบูรณาการและยั่งยืน ควรนำมาตรการใช้สิ่งก่อสร้างน้อยหรือไม่ใช้สิ่งก่อสร้างมาใช้ร่วมกัน ดังนี้

- ก) การบริหารจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำให้คงสภาพปัจจุบันหรือดีกว่า
- ข) การกำหนดควบคุมและบริหารจัดการใช้ประโยชน์ที่ดินให้เหมาะสมกับแผนหลักการบริหารจัดการน้ำท่วม
- ค) การบริหารการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่น้ำท่วมถึง
- ง) การบริหารการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่เสี่ยง
- จ) ปรับแนวทางการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ฝั่งเมืองรวมเมืองหาดใหญ่เพื่อรองรับการแก้ไขปัญหาอุทกภัย
- ฉ) จัดทำแผนที่เสี่ยงอุทกภัยและประกาศให้สาธารณะทราบ
- ช) สร้างและจัดทำระบบคาดการณ์และเตือนอุทกภัย รวมทั้งการแต่งตั้งคณะกรรมการร่วมเพื่อการตัดสินใจ
- ซ) สร้างและจัดทำระบบเผชิญอุทกภัยที่มีประสิทธิภาพ
- ฌ) สร้างและจัดทำระบบฟื้นฟูหลังเกิดอุทกภัยที่มีประสิทธิภาพ
- ญ) การกำหนดกระบวนการชดเชยทรัพย์สินและการจ่ายค่าทดแทนแก่ผู้เสียประโยชน์อย่างเป็นธรรมที่มีประสิทธิภาพและเป็นธรรม
- ฎ) จัดตั้งองค์กรและเสริมสร้างกฎหมายเพื่อทำหน้าที่ดูแลการบริหารจัดการน้ำท่วมและการบริหารจัดการทรัพยากรอื่น ๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองอุตะเถา รวมถึงการส่งเสริมให้มีการปฏิบัติอย่างแท้จริง

4. แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

4.1 ลักษณะทั่วไปของแบบจำลอง

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการศึกษา คือ แบบจำลอง InfoWorks CS ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ของ Wallingford Software Co., Ltd. แห่งประเทศสหราชอาณาจักร โดยแบบจำลองดังกล่าวจะประกอบด้วยแบบจำลองอุทกวิทยา (Hydrology Model) และแบบจำลอง

ไฮโดรไดนามิก (Hydrodynamic Model) ซึ่งแบบจำลอง InfoWorks CS จะมีความเหมาะสมที่จะใช้ในการจำลองสภาพศาสตร์ของระบบระบายน้ำภายใต้เงื่อนไขการไหลแบบไม่ทรงตัวนั้น

(Unsteady flow) นั้นหมายความว่าแบบจำลอง InfoWorks CS สามารถที่จะจำลองพฤติกรรมทางศาสตร์ของระบบระบายน้ำบนสภาพเงื่อนไขจริงได้ นอกจากนั้นแบบจำลอง InfoWorks CS ยังมีความสะดวกในแง่ของการป้อนข้อมูลและการตรวจสอบผลลัพธ์อีกด้วย

แบบจำลอง InfoWorks CS สามารถทำงานได้ภายใต้ Microsoft Windows 95/98/NT/ME หรือสูงกว่า แสดงผลบนจอภาพด้วย VGA graphic card ซึ่งมีหน่วยความจำใน RAM ไม่น้อยกว่า 64 MB และมีเนื้อที่ในฮาร์ดดิสก์ไม่น้อยกว่า 200 MB พร้อมกับ Mathematical co-processor

4.2 ส่วนประกอบและโครงสร้างของชุดแบบจำลอง

แบบจำลอง InfoWorks CS ประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นโครงสร้างในด้านการใช้งาน และโครงสร้างในด้านการจัดการข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดสรุปได้ดังนี้

4.2.1 โครงสร้างในด้านการใช้งาน

โครงสร้างการใช้งานของ InfoWorks CS แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ

- 1) InfoWorks CS Administration (IW CS Admin) เป็นส่วนในการสร้างฐานข้อมูลและจัดหาระบบฐานข้อมูลสำหรับการใช้งานของแบบจำลอง
- 2) InfoWorks CS เป็นส่วนในการสร้างแบบจำลองและองค์ประกอบในแบบจำลอง

4.2.2 โครงสร้างในด้านการจัดการข้อมูล

แบบจำลอง InfoWorks CS ใช้ระบบของฐานข้อมูล (JET SQL MSDE และ Oracle) ในการจัดการข้อมูล โดยสามารถแบ่งการจัดการข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน คือ

1) Master Database เป็นระบบของฐานข้อมูลที่ถูกสร้างขึ้นโดย InfoWorks CS Administration เพื่อใช้เป็นศูนย์กลางในการเก็บข้อมูล โดยข้อมูลที่จัดเก็บจะเรียกว่า Master Data ซึ่ง Master Database จะเป็นส่วนหลักในการกำหนดรูปแบบและการทำงานของแบบจำลอง

2) Local Root เป็นระบบของการสำเนาข้อมูลเฉพาะในการใช้งาน โดยจะเรียกข้อมูลดังกล่าวว่า ข้อมูลชั่วคราว ซึ่งทำให้ InfoWorks CS ปฏิบัติงานได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพเพิ่มมากยิ่งขึ้น

โดยความสัมพันธ์ของส่วนประกอบของแบบจำลอง InfoWorks CS แสดงดัง
ภาพที่ 43

4.3 ข้อมูลที่นำมาใช้ การแสดงผลการจำลอง และการวิเคราะห์ผลของแบบจำลอง

4.3.1 ข้อมูลที่นำมาใช้

ข้อมูลที่นำมาใช้กับแบบจำลองประกอบด้วย 3 ข้อมูลหลัก ดังนี้

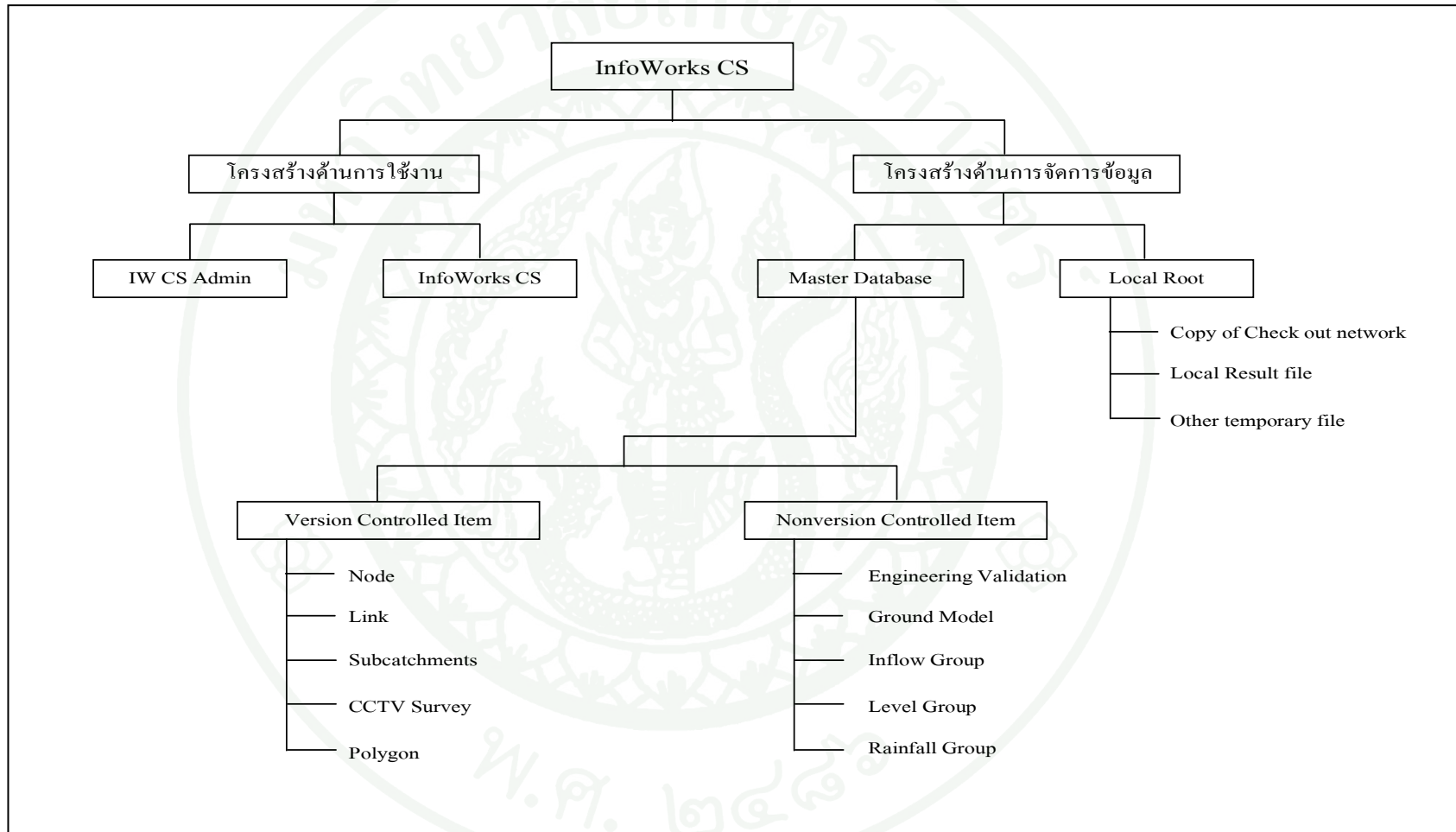
1) ข้อมูลพื้นฐานทางกายภาพ ประกอบด้วย

ก) ข้อมูลของจุดรับน้ำ (Node) ประกอบด้วย ตำแหน่งทางราบ (X, Y) ระดับพื้นผิว พื้นที่รับน้ำ ลักษณะพื้นผิว ปริมาตรกักเก็บ

ข) ข้อมูลการต่อเชื่อมระหว่างจุดรับน้ำ (Link) ประกอบด้วย รูปแบบ ขนาด ความยาว ระดับ สัมประสิทธิ์การไหลของทางระบายน้ำ อาคารควบคุม (การไหลลด การไหลล้น) อาคารกั้นน้ำ (ไหลย้อนกลับ ไหลวน) สถานีสูบน้ำ ประตุน้ำ

ค) ข้อมูลพื้นที่รับน้ำ ประกอบด้วย ขนาดพื้นที่รับน้ำ ระดับพื้นผิว และลักษณะการใช้ที่ดิน

2) ข้อมูลฝนที่เป็นความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน (มม./ชม.) กับเวลา (วินาที) ของเหตุการณ์ฝนที่พิจารณา



ภาพที่ 43 ความสัมพันธ์ของส่วนประกอบของแบบจำลอง InfoWorks CS

ที่มา: Wallingford Software Co., Ltd., 2007

3) ข้อมูลอัตราการไหลและข้อมูลระดับน้ำ เป็นความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที) หรือระดับน้ำ (เมตรเหนือระดับอ้างอิง) กับเวลา (วินาที) ของเหตุการณ์ที่พิจารณา

4.3.2 การแสดงผลการจำลอง

ผลจากการจำลองพฤติกรรมกรไหลจะแสดงได้โดย

- 1) แพลนแสดงทิศทางการไหลและตำแหน่งน้ำท่วมในแต่ละลำดับของเวลา
- 2) รูปตัดตามยาวแสดงระดับน้ำตามแนวทางระบายน้ำที่ต้องการตรวจสอบตามลำดับของเวลา
- 3) ตารางสรุปผลการจำลองกราฟอัตราการไหลและระดับน้ำในแต่ละกรณีของการจำลอง

4.3.3 การวิเคราะห์ผลการคำนวณจากแบบจำลอง

แบบจำลอง InfoWorks CS จะแบ่งการแสดงผลการจำลองพฤติกรรมทางชลศาสตร์ ที่ได้จากการคำนวณออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1) การแสดงพฤติกรรมที่จุดรับน้ำ (Node) จะแสดงผลในลักษณะของการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำที่เกิด ปริมาณน้ำท่วม ความลึกน้ำท่วม และระยะเวลาน้ำท่วม ทั้งนี้ในกรณีที่เกิดสภาวะน้ำท่วม แบบจำลองจะจำลองสภาพน้ำท่วมที่ยกตัวขึ้นเหนือผิวดินในลักษณะของรูปกรวย โดยในขณะที่ปริมาณน้ำท่วมเพิ่มขึ้นหรือลดลงในแต่ละบัพจะไม่มี การเก็บกักหรือหน่วงเหนี่ยวในพื้นที่น้ำท่วมของบัพนั้น ๆ นอกจากนี้ขณะที่น้ำท่วมจะไม่มี การส่งผ่านปริมาณน้ำท่วมข้ามพื้นที่รับน้ำ

2) การแสดงพฤติกรรมที่ช่วงต่อเนื่อง (Link) จะแสดงผลของทิศทางการไหล อัตราการไหล ความเร็วการไหล ความลึกการไหล และ Hydraulic Gradient ที่เกิดขึ้นในทางระบายน้ำและอาคารควบคุม โดยค่าที่ได้จะขึ้นอยู่กับสมการและข้อกำหนดต่าง ๆ ที่ใช้ในแบบจำลอง

4.4 แบบจำลองย่อย

แบบจำลอง InfoWorks CS ประกอบด้วยแบบจำลองย่อย ดังนี้

แบบจำลองชลศาสตร์ (Hydraulic Models) ใช้ในการคำนวณจำลองสภาพการไหลของน้ำแบบไม่ทรงตัวนั้นในระบบระบายน้ำ

แบบจำลองการเคลื่อนตัวของน้ำท่า (Runoff Routing Models) ใช้ในการคำนวณอัตราการไหลของน้ำท่าที่เคลื่อนตัวจากพื้นที่รับน้ำเข้าสู่ระบบระบายน้ำ

แบบจำลองปริมาณน้ำท่า (Runoff Volume Models) ใช้ในการคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝนและปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้นจากฝนตกบนพื้นที่ระบายน้ำย่อย

4.4.1 แบบจำลองชลศาสตร์ (Hydraulic Models)

แบบจำลองชลศาสตร์ที่ใช้ในแบบจำลอง InfoWorks CS แบ่งออกเป็น 2 แบบจำลองย่อยตามสภาพการไหลที่เกิดขึ้น ดังนี้

1) Conduit Model เป็นแบบจำลองสำหรับคำนวณการไหลในทางน้ำเปิดและท่อระบายน้ำที่มีน้ำไหลไม่เต็มท่อ มีสมการการไหล ดังนี้

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + gA \left(\cos \theta \frac{\partial y}{\partial x} - S_0 + \frac{Q|Q|}{K^2} \right) = 0$$

เมื่อ	Q	=	อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)
	A	=	พื้นที่หน้าตัดการไหล (ตร.ม.)
	g	=	แรงโน้มถ่วงของโลก (ม./วินาที ²)
	θ	=	มุมความลาดชันของทางน้ำ (องศา)
	S ₀	=	ความลาดชันของทางน้ำ

K = ครรชนีความจุของหน้าตัด

2) Pressurised Pipe Model เป็นแบบจำลองสำหรับคำนวณการไหลในกรณีที่น้ำไหลเต็มท่อระบายน้ำ มีสมการการไหล ดังนี้

$$\frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + gA \left(\cos \theta \frac{\partial y}{\partial x} - S_o + \frac{Q|Q|}{K^2} \right) = 0$$

เมื่อ Q = อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)
 A = พื้นที่หน้าตัดการไหล (ตร.ม.)
 g = แรงโน้มถ่วงของโลก (ม./วินาที²)
 θ = มุมความลาดชันของทางน้ำ (องศา)
 S_o = ความลาดชันของทางน้ำ
 K = ครรชนีความจุของหน้าตัด

4.4.2 แบบจำลองการเคลื่อนตัวของน้ำท่า (Runoff Routing Models)

แบบจำลองการเคลื่อนตัวของน้ำท่าที่สามารถเลือกใช้ได้ในแบบจำลอง InfoWorks CS ประกอบด้วย 5 แบบจำลองย่อย ดังนี้

- 1) Double Linear Reservoir (Wallingford) Model
- 2) Large Contributing Area Runoff Model
- 3) SPRINT Runoff Model
- 4) Desbordes Runoff Model
- 5) SWMM Runoff Model

ข้อมูลเบื้องต้นของแบบจำลองการเคลื่อนตัวของน้ำท่า แสดงดังตาราง

ตารางที่ 8 แบบจำลองการเคลื่อนตัวของน้ำท่า (Runoff Routing Models)

แบบจำลอง	ชนิดแบบจำลอง	ข้อมูลพื้นที่รับน้ำย่อยที่ต้องการ	แบบจำลองพัฒนาขึ้นสำหรับ
Double Linear Reservoir (Wallingford) Model	เป็นแบบจำลองแบบ Double Linear Reservoir (กำหนดเป็น Default)	ความลาดชันของพื้นที่	ระบบระบายน้ำในสหราชอาณาจักร ที่มีพื้นที่ ระบายน้ำย่อยแต่ละพื้นที่น้อยกว่า 10,000 ตร.ม.
Large Contributing Area Runoff Model	เป็นแบบจำลองแบบ Double Linear Reservoir	ความลาดชันและขนาดของพื้นที่ (ผู้กำหนด Catchment Length ของพื้นที่)	ระบบระบายน้ำในสหราชอาณาจักร ที่มีพื้นที่ ระบายน้ำย่อยแต่ละพื้นที่มากกว่า 10,000 ตร.ม. ไปจนถึง 1,000,000 ตร.ม.
SPRINT Runoff Model	เป็นแบบจำลองแบบ Single Linear Reservoir	ความลาดชันของพื้นที่	พื้นที่ระบายน้ำขนาดใหญ่ในประเทศภาคพื้นยุโรป ในโครงการ SPRINT
Desbordes Runoff Model	เป็นแบบจำลองแบบ Single Linear Reservoir	ความลาดชันและขนาดของพื้นที่ (ผู้กำหนด Catchment Length ของพื้นที่)	เป็นแบบจำลองน้ำท่ามาตรฐาน ที่ใช้กับระบบ ระบายน้ำในฝรั่งเศส
SWMM Runoff Model	เป็นแบบจำลองแบบ Non-Linear Reservoir	ความลาดชันและขนาดของพื้นที่ (ผู้กำหนด Catchment Width ของพื้นที่)	ระบบระบายน้ำในสหรัฐอเมริกา ใช้ร่วมกับ แบบจำลองปริมาณน้ำท่า Green-Ampt หรือ Horton สำหรับพื้นที่น้ำซึมผ่านได้ (Pervious)

ที่มา: Wallingford Software Co., Ltd. ,2007

4.4.3 แบบจำลองปริมาณน้ำท่า (Runoff Volume Models)

แบบจำลองปริมาณน้ำท่าที่สามารถเลือกใช้ได้แบบจำลอง InfoWorks CS ประกอบด้วย 7 แบบจำลองย่อย ดังนี้

- 1) Fixed Percentage Runoff Model
- 2) Wallingford Procedure (Fixed) Percentage Runoff Model
- 3) New UK (Variable) Percentage Runoff Model
- 4) USA Soil Conservation Service Method Model
- 5) Green-Ampt Model
- 6) Horton Infiltration Model
- 7) Constant Infiltration Model

ข้อมูลเบื้องต้นของแบบจำลองปริมาณน้ำท่า แสดงดังตารางที่ 9 ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้แบบจำลองปริมาณน้ำท่า โดยมีการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่า (Runoff Coefficient, c)

ตารางที่ 9 แบบจำลองปริมาณน้ำท่า (Runoff Volume Models)

แบบจำลอง	ชนิด	รายละเอียด
Fixed Percentage Runoff Model	กำหนดเฉพาะพื้นที่ (Individual)	เหมาะสำหรับพื้นที่รับน้ำที่สามารถกำหนดสัดส่วนของน้ำท่าคงที่กับปริมาณน้ำฝนสุทธิได้ค่อนข้างแม่นยำ
Wallingford Procedure (Fixed) Percentage Runoff Model	พื้นที่รับน้ำทั้งหมด (Total Catchment)	พัฒนาขึ้นสำหรับพื้นที่รับน้ำชุมชนเมืองหรือชนเมืองในสหราชอาณาจักร (กำหนดเป็น Default)
New UK (Variable) Percentage Runoff Model	พื้นที่รับน้ำทั้งหมด (Total Catchment)	พัฒนาขึ้นใหม่สำหรับพื้นที่รับน้ำชุมชนเมืองหรือชนเมืองในสหราชอาณาจักร เพื่อแก้ไขปัญหาค่าพื้นที่ที่รับน้ำชนิดน้ำซึมผ่านได้ (Pervious) ที่จะมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณการสูญเสียน้ำฝนในเหตุการณ์พายุฝนที่มีช่วงระยะเวลาต่อเนื่องยาวนาน
USA Soil Conservation Service Method Model	กำหนดเฉพาะพื้นที่ (Individual)	เหมาะสำหรับพื้นที่รับน้ำชนบท พื้นที่รับน้ำชนิดน้ำซึมผ่านได้ (Pervious) เป็นแบบจำลองที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในสหรัฐอเมริกา ฝรั่งเศส เยอรมัน ออสเตรเลีย
Green-Ampt Model	กำหนดเฉพาะพื้นที่ (Individual)	เหมาะสำหรับพื้นที่รับน้ำชนบท เป็นแบบจำลองปริมาณการซึมลงดินในพื้นที่รับน้ำชนิดน้ำซึมผ่านได้ (Pervious) และพื้นที่กึ่งทึบน้ำ (Semi-Pervious) สามารถใช้งานร่วมกับแบบจำลองการเคลื่อนตัวของน้ำท่า SWMM
Horton Infiltration Model	กำหนดเฉพาะพื้นที่ (Individual)	เหมาะสำหรับพื้นที่รับน้ำชนบท เป็นแบบจำลองปริมาณการซึมลงดินในพื้นที่รับน้ำชนิดน้ำซึมผ่านได้ (Pervious) และพื้นที่กึ่งทึบน้ำ (Semi-Pervious) สามารถใช้งานร่วมกับแบบจำลองการเคลื่อนตัวของน้ำท่า SWMM หรือ Desbordes
Constant Infiltration Model	กำหนดเฉพาะพื้นที่ (Individual)	ผู้ใช้สามารถกำหนดค่าอัตราการซึมลงดินจากพื้นผิวลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน เมื่อปริมาณการซึมเท่ากับค่าสูงสุด พื้นที่รับน้ำจะมีพฤติกรรมแบบการกำหนดสัดส่วนของน้ำท่าคงที่กับปริมาณน้ำฝนสุทธิ

ที่มา: Wallingford Software Co., Ltd. ,2007

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์
2. เครื่องพิมพ์
3. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ InfoWorks CS พร้อมคู่มือ
4. แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร
5. แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:4,000 ของกรมโยธาธิการและผังเมือง
6. แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:1,000 ของเทศบาลนครหาดใหญ่และข้างเคียง
7. แปลน รูปตัดตามยาวและรูปตัดตามขวางของคู คลอง และท่อระบายน้ำที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ศึกษา
8. ข้อมูลอุทุนิยมวิทยาและอุทกวิทยาที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ศึกษา
9. ข้อมูลแผนการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ศึกษา
10. ข้อมูลเอกสารและรายงานการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ศึกษา

วิธีการ

1. แนวทางและขั้นตอนการศึกษาวิจัย

ในการศึกษาการบรรเทาน้ำหลากกลับปล้นในพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่ สามารถสรุปในภาพรวมได้ดังนี้

1) ศึกษาและทบทวนผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับเหตุการณ์น้ำหลากกลับปล้นบริเวณพื้นที่ด้านตะวันออกของทางรถไฟไปปาดังเบซาร์ภายในพื้นที่ปิดล้อมเทศบาลนครหาดใหญ่ฝั่งขวาของคลองอุตะเถา

2) รวบรวมและทบทวนข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการศึกษา เช่น ข้อมูลสภาพภูมิประเทศ ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลแผนที่ แปลน รูปตัดตามยาวและรูปตัดตามขวางของระบบระบายน้ำ ข้อมูลอุทุนิยมวิทยา-อุทกวิทยา ข้อมูลชลศาสตร์ ข้อมูลสภาพน้ำท่วม เป็นต้น เพื่อทำการ

วิเคราะห์สภาพการเกิดน้ำท่วมบริเวณพื้นที่ด้านตะวันออกของทางรถไฟไปปาดังเบซาร์ภายในพื้นที่ปิดล้อมเทศบาลนครหาดใหญ่ฝั่งขวาของคลองอุตะเถา

3) วิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลที่เกี่ยวข้อง โดยทำการตรวจสอบความเชื่อถือได้ วิเคราะห์และประมวลผลเพื่อนำเข้าแบบจำลอง

4) สร้างแบบจำลองเลียนแบบสภาพการไหลน้ำหลากกลับพลันของระบบระบายน้ำเดิมบริเวณพื้นที่ด้านตะวันออกของทางรถไฟไปปาดังเบซาร์ภายในพื้นที่ปิดล้อมเทศบาลนครหาดใหญ่ฝั่งขวาของคลองอุตะเถาและพื้นที่ข้างเคียง

5) ปรับเทียบแบบจำลอง โดยทำการปรับค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลองเพื่อให้ผลของการเกิดสภาวะน้ำท่วมใกล้เคียงกับเหตุการณ์ที่เคยเกิดขึ้นในอดีต โดยใช้เหตุการณ์น้ำท่วมปี พ.ศ. 2543

6) จำลองสภาพการไหลน้ำหลากกลับพลันของระบบระบายน้ำเดิมในสภาพการใช้ที่ดินปัจจุบันด้วยพายุฝนออกแบบที่คาบอุบัติการเกิด 5 ปี

7) จำลองสภาพการไหลของน้ำหลากกลับพลันของระบบระบายน้ำที่เสนอแนะทางเลือกต่าง ๆ ในสภาพการใช้ที่ดินอนาคตด้วยพายุฝนออกแบบที่คาบอุบัติการเกิด 5 ปี

8) เสนอผลและวิจารณ์ผลการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากกลับพลัน และผลการจำลองแนวทางการแก้ไข

9) เสนอสรุปและข้อเสนอแนะ

2. การศึกษาและทบทวนการศึกษาที่เกี่ยวข้อง

จากการรวบรวม ศึกษา และทบทวนผลการศึกษาและการดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับปัญหาน้ำท่วมบริเวณพื้นที่ด้านตะวันออกของทางรถไฟไปปาดังเบซาร์ภายในพื้นที่ปิดล้อมเทศบาลนครหาดใหญ่ฝั่งขวาของคลองอุตะเถา มีผลการศึกษาที่สำคัญ คือ โครงการศึกษา สํารวจ ออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำในพื้นที่เขตเทศบาลนครหาดใหญ่ โดยเทศบาลนคร

หาดใหญ่ (ในปี พ.ศ.2541) และโครงการบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภา จังหวัดสงขลา โดยกรมชลประทาน (ในปี พ.ศ.2544) ประกอบกับได้มีการดำเนินการแก้ไขปัญหาทั่วมในระดับลุ่มน้ำของหน่วยงานต่าง ๆ เช่น กรมชลประทาน กรมทางหลวง เทศบาลนครหาดใหญ่ เป็นต้น และการแก้ไขปัญหาทั่วมในระดับพื้นที่ของหน่วยงานต่าง ๆ เช่น เทศบาลนครหาดใหญ่ องค์การบริหารส่วนตำบลต่าง ๆ เป็นต้น รายละเอียดดังกล่าวได้สรุปในการตรวจเอกสารนั้น ได้ถูกนำมาศึกษาและทบทวนในส่วนที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ศึกษาเพื่อให้ผลการศึกษานี้มีความถูกต้องตรงกับความ เป็นจริงมากที่สุด

3. การรวบรวมและทบทวนข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการศึกษา

การเก็บรวบรวมและทบทวนข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการศึกษาในครั้งนี้ เช่น ข้อมูลสภาพภูมิประเทศ ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลแผนที่ แปลน รูปตัดตามยาวและรูปตัดตามขวางของระบบระบายน้ำ ข้อมูลอุทกนิยมนิคมวิทยา-อุทกวิทยา ข้อมูลชลศาสตร์ ข้อมูลสภาพน้ำท่วม เป็นต้น มีรายละเอียดดังนี้

3.1 ข้อมูลสภาพภูมิประเทศ

1) รวบรวมและทบทวนข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร และแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:4,000 ของกรมโยธาธิการและผังเมือง เพื่อใช้ในการศึกษาสภาพภูมิประเทศ พื้นที่รับน้ำฝน การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าของพื้นที่รับน้ำฝน แนวโน้มทิศทางการไหลน้ำหลากกลับพลัน และเป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาทั่วม

2) รวบรวมและทบทวนข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:1,000 ของเทศบาลนครหาดใหญ่และข้างเคียง พร้อมทั้งแผนที่เขตเทศบาลนครหาดใหญ่ เพื่อใช้ในการศึกษาสภาพภูมิประเทศ สภาพชุมชน โครงข่ายถนน พื้นที่รับน้ำฝน การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าของพื้นที่รับน้ำฝน แนวโน้มทิศทางการระบายน้ำ และเป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาทั่วม

3.2 ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน

รวบรวมและทบทวนแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบัน และแผนที่ผังเมืองรวมเมืองหาดใหญ่ เพื่อใช้ในการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าของพื้นที่รับน้ำฝน สภาพการตั้งถิ่นฐานของชุมชนทั้งในปัจจุบันและที่กำหนดไว้ในอนาคต และเป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาทั่ว

3.3 ข้อมูลแผนที่ แปลน รูปตัดตามยาว และรูปตัดตามขวางของทางระบายน้ำ

รวบรวมและทบทวนข้อมูลแผนที่ แปลน รูปตัดตามยาว และรูปตัดตามขวางของทางระบายน้ำบริเวณพื้นที่ศึกษาที่จำเป็นต่อการศึกษาวិเคราะห์การบรรเทาน้ำหลากจลนพลันในพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่ โดยทำการรวบรวมข้อมูลแนว คู คลองและทางระบายน้ำหลัก และรวบรวมข้อมูลบึงพักน้ำ ท่อระบายน้ำ และรางระบายน้ำหลักภายในขอบเขตพื้นที่ศึกษา เพื่อใช้ในการจัดทำแบบจำลอง และกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาทั่ว

3.4 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา-อุทกวิทยา

รวบรวมและทบทวนข้อมูลอุตุนิยมวิทยา-อุทกวิทยา ของกรมอุตุนิยมวิทยา เพื่อใช้ในการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากจลนพลัน ปรับเทียบแบบจำลอง และกำหนดพายุฝนออกแบบ

3.5 ข้อมูลชลศาสตร์

รวบรวมและทบทวนข้อมูลชลศาสตร์ เพื่อใช้ในการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากจลนพลันและปรับเทียบแบบจำลอง

3.6 ข้อมูลสภาพน้ำท่วม

รวบรวมและทบทวนข้อมูลสภาพน้ำท่วม พร้อมทั้งทำการตรวจสอบสภาพการเกิดน้ำท่วมในอดีตที่ผ่านมาโดยการสอบถามเจ้าหน้าที่เทศบาล องค์การบริหารส่วนตำบล และประชาชนที่เกี่ยวข้องกับปัญหาน้ำท่วม เพื่อนำมาใช้ในการปรับเทียบแบบจำลอง และกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาทั่ว

3.7 ข้อมูลสภาพการระบายน้ำ

รวบรวมและทบทวนข้อมูลสภาพการระบายน้ำ พร้อมทั้งทำการตรวจสอบสภาพการระบายน้ำในปัจจุบัน โดยการสอบถามเจ้าหน้าที่เทศบาล องค์การบริหารส่วนตำบล และประชาชนที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการระบายน้ำ เพื่อนำมาใช้ในการเปรียบเทียบแบบจำลอง และกำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำท่วม

4. การวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

การวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เช่น ข้อมูลสภาพภูมิประเทศ ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ข้อมูลแผนที่ แพลน รูปตัดตามยาวและรูปตัดตามขวางของระบบระบายน้ำ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา-อุทกวิทยา ข้อมูลชลศาสตร์ ข้อมูลสภาพน้ำท่วม เป็นต้น โดยทำการตรวจสอบความเชื่อถือได้ วิเคราะห์และประมวลผลเพื่อนำเข้าแบบจำลอง

5. การสร้างแบบจำลองเลียนแบบสภาพการไหลน้ำหลากจับพลันของระบบระบายน้ำเดิม

โครงข่ายของระบบระบายน้ำบริเวณพื้นที่ศึกษาเป็นโครงข่ายระบบระบายน้ำที่มีความซับซ้อน นอกจากนี้ยังมีจุดรับน้ำและจุดทิ้งน้ำของระบบระบายน้ำหลายจุด ซึ่งการคำนวณสภาพทางชลศาสตร์ของระบบระบายน้ำจะมีความยุ่งยากและใช้เวลานาน ด้วยเหตุนี้จึงนำแบบจำลองมาใช้ในการคำนวณเพื่อศึกษาขีดความสามารถของระบบระบายน้ำเดิมและวิเคราะห์การออกแบบแก้ไขหรือปรับปรุงระบบระบายน้ำเดิม โดยแบบจำลองจะเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้มีความสะดวกและรวดเร็วในการที่จะประเมินขีดความสามารถและสภาพทางชลศาสตร์ของระบบระบายน้ำทั้งในระบบระบายน้ำเดิมและระบบระบายน้ำที่ทำการแก้ไขหรือปรับปรุงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.1 การสร้างแบบจำลองที่นำมาใช้ในการศึกษา

แบบจำลองนำมาใช้ คือ แบบจำลอง InfoWorks CS โดยแบบจำลองดังกล่าวจะประกอบด้วยแบบจำลองอุทกวิทยา (Hydrology Model) และแบบจำลองไฮโดรไดนามิก (Hydrodynamic Model) ซึ่งแบบจำลอง InfoWorks CS จะมีความเหมาะสมที่จะใช้ในการจำลองสภาพชลศาสตร์ของระบบระบายน้ำภายใต้เงื่อนไขการไหลแบบไม่ทรงตัวมัน (Unsteady Flow) นั้นหมายความว่าแบบจำลอง InfoWorks CS สามารถที่จะจำลองพฤติกรรมทางชลศาสตร์ของระบบ

ระบายน้ำบนสภาพเงื่อนไขต่าง ๆ ได้ นอกจากนั้นแบบจำลอง InfoWorks CS ยังมีความสะดวกในแง่ของการป้อนข้อมูลและการตรวจสอบผลลัพธ์อีกด้วย

5.1.1 ข้อมูลที่นำมาใช้กับแบบจำลอง

ข้อมูลที่นำมาใช้กับแบบจำลองประกอบด้วย 3 ข้อมูลหลัก ดังนี้

1) ข้อมูลพื้นฐานทางกายภาพ ประกอบด้วย

- ก) ข้อมูลของจุดรับน้ำ (Node) ประกอบด้วย ตำแหน่งทางราบ (X, Y) ระดับพื้นผิว พื้นที่รับน้ำ ลักษณะพื้นผิว ปริมาตรกักเก็บ
- ข) ข้อมูลการต่อเชื่อมระหว่างจุดรับน้ำ (Link) ประกอบด้วย รูปแบบ ขนาด ความยาว ระดับ สัมประสิทธิ์การไหลของทางระบายน้ำ อาคารควบคุม (การไหลตลอด การไหลสั้น) อาคารกั้นน้ำ (ไหลย้อนกลับ ไหลวน) สถานีสูบน้ำ ประตูระบายน้ำ
- ค) ข้อมูลพื้นที่รับน้ำ ประกอบด้วย ขนาดพื้นที่รับน้ำ ระดับพื้นผิวและลักษณะการใช้ที่ดิน

2) ข้อมูลฝนที่เป็นความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน (มม./ชม.) กับเวลา (วินาที) ของเหตุการณ์ฝนที่พิจารณา

3) ข้อมูลอัตราการไหลและข้อมูลระดับน้ำ เป็นความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที) หรือระดับน้ำ (เมตรเหนือระดับอ้างอิง) กับเวลา (วินาที) ของเหตุการณ์ที่พิจารณา

จากข้อมูลพื้นฐาน เช่น ข้อมูลทางระบายน้ำ ข้อมูลการเชื่อมต่อและข้อมูลพื้นที่รับน้ำ เป็นต้น ที่ป้อนเข้าไปสามารถตรวจสอบได้โดยดูจากการแสดงผลทางหน้าจอในรูปแบบของแปลนและรูปตัดตามยาวของการต่อเชื่อมทางระบายน้ำระหว่างจุดรับน้ำ ส่วนการจำลองพฤติกรรม การไหลจะต้องประกอบด้วย โครงข่ายระบบระบายน้ำกับข้อมูลฝนหรืออัตราการไหลหรือระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา ซึ่งผลจากการจำลองพฤติกรรมการไหลจะแสดงได้โดย

- ก) แพลนแสดงทิศทางการไหลและตำแหน่งน้ำท่วมในแต่ละลำดับของเวลา
- ข) รูปตัดตามยาวแสดงระดับน้ำตามแนวทางระบายน้ำที่ต้องการตรวจสอบตามลำดับของเวลา
- ค) ตารางสรุปผลการจำลอง กราฟอัตราการไหลและระดับน้ำในแต่ละกรณีของการจำลอง

5.1.2 การวิเคราะห์ผลการคำนวณจากแบบจำลอง

แบบจำลอง InfoWorks CS จะแบ่งการแสดงผลการจำลองพฤติกรรมทางชลศาสตร์ ที่ได้จากการคำนวณออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1) การแสดงพฤติกรรมที่จุดรับน้ำ (Node) จะแสดงผลในลักษณะของการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำที่เกิด ปริมาณน้ำท่วม ความลึกน้ำท่วม และระยะเวลา น้ำท่วม ทั้งนี้ในกรณีที่เกิดสถานะน้ำท่วม แบบจำลองจะจำลองสภาพน้ำท่วมที่ยกตัวขึ้นเหนือผิวดินในลักษณะของรูปกรวยโดยในขณะที่ปริมาณน้ำท่วมเพิ่มขึ้นหรือลดลงในแต่ละบัพจะไม่มี การเก็บกักหรือหน่วงเหนี่ยวในพื้นที่น้ำท่วมของบัพนั้น ๆ นอกจากนี้ขณะที่น้ำท่วมจะไม่มี การส่งผ่านปริมาณน้ำท่วมข้ามพื้นที่รับน้ำ

2) การแสดงพฤติกรรมที่ช่วงต่อเนื่อง (Link) จะแสดงผลของทิศทางการไหล อัตราการไหล ความเร็วการไหล ความลึกการไหล และ Hydraulic Gradient ที่เกิดขึ้นในทางระบายน้ำและอาคารควบคุม โดยค่าที่ได้จะขึ้นอยู่กับสมการและข้อกำหนดต่าง ๆ ที่ใช้ในแบบจำลอง

จากผลของแบบจำลองจะพบว่าการแสดงผลในรูปแบบของระยะเวลา น้ำท่วมที่เกิดขึ้นในแบบจำลองจะมีระยะเวลาน้อยกว่าในสภาพความเป็นจริง เนื่องจากในสภาพความเป็นจริงพื้นที่ที่น้ำท่วมจะมีระดับไม่เท่ากันจึงทำให้เกิดการชะลอและกีดขวางการไหลของน้ำที่ไหลกลับเข้าสู่จุดรับน้ำเดิมเป็นผลให้มีระยะเวลาน้ำท่วมที่เกิดขึ้นจริงนานกว่าระยะเวลาที่ได้จากแบบจำลอง

5.1.3 ค่าสัมประสิทธิ์ที่ใช้ในการคำนวณของแบบจำลองน้ำท่าและแบบจำลอง ชลศาสตร์

1) แบบจำลองน้ำท่า

แบบจำลองน้ำท่าจะทำหน้าที่แปลงความเข้มข้นในแต่ละช่วงเวลาจากข้อมูลฝนที่เลือกไปเป็นปริมาณน้ำท่าที่ระบายออกจากพื้นที่ระบายน้ำย่อยลงสู่จุดรับน้ำที่กำหนด ซึ่งการคำนวณความสัมพันธ์ดังกล่าวจะประกอบด้วย การคำนวณการสูญเสียในพื้นที่ย่อยและการคำนวณการเคลื่อนตัวของน้ำท่าบนพื้นผิว

สำหรับการสูญเสียในพื้นที่ย่อย แบบจำลอง InfoWorks CS มีวิธีการคำนวณหลายวิธีแต่วิธีที่นำมาใช้ คือ วิธีกำหนดค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่า เนื่องจากวิธีนี้มีความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่และสะดวกในการป้อนข้อมูล ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าที่นำมาใช้แสดงดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าที่ใช้ในแบบจำลอง

ลำดับที่	ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	ค่า c	
		ในปัจจุบัน	ในอนาคต
1	ที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย	0.40	0.45
2	ที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง	0.50	0.55
3	พาณิชยกรรมและที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก	0.70	0.75
4	อุตสาหกรรมเฉพาะกิจ	0.70	0.75
5	เกษตรกรรมและชนบท	0.15	0.15
6	ที่โล่ง เพื่อนันทนาการและคุณภาพสิ่งแวดล้อม	0.20	0.20
7	สถาบันการศึกษา	0.50	0.55
8	ที่โล่งเพื่อการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม	0.20	0.20
9	สถาบันศาสนา	0.50	0.55
10	สถาบันราชการ สาธารณูปโภคและสาธารณูปการ	0.50	0.55

2) แบบจำลองชลศาสตร์

แบบจำลองชลศาสตร์ จะทำหน้าที่คำนวณระดับน้ำ อัตราการไหล และความเร็วที่เกิดขึ้นในโครงข่ายของระบบระบายน้ำ ซึ่งจะเกิดได้ทั้งกรณีการไหลภายใต้แรงโน้มถ่วง และการไหลภายใต้แรงดัน สำหรับค่าคงที่ที่ใช้ในการหาความลาดเทพลังงาน จะเลือกใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของแมนนิง (Manning's n) ในการบ่งบอกคุณลักษณะของทางน้ำซึ่งมีค่าดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของแมนนิง (Manning's n)

ชนิดของทางน้ำ	ค่า n
- คลองระบายน้ำธรรมชาติ	0.025
- คลองระบายน้ำคาคอนกรีต	0.016
- คลองระบายน้ำที่มีเฉพาะเขื่อนกันตลิ่ง	0.020
- ท่อระบายน้ำ/รางระบายน้ำ	0.016

ทั้งนี้ค่าการสูญเสียที่จุดต่อและบ่อพักตั้งอยู่บนสมมติฐานของการสูญเสียปกติ ซึ่งใช้ตามค่ามาตรฐานของแบบจำลอง

5.2 การกำหนดพายุฝนเหตุการณ์และสภาพน้ำท่วม

ในการรวบรวม ทบทวนและตรวจสอบเหตุการณ์น้ำท่วมจากการไหลน้ำหลากฉับพลัน และจากฝนตกหนักในพื้นที่ศึกษาที่เคยปรากฏในอดีต โดยทำการรวบรวมและสอบถามแหล่งข้อมูล 3 ส่วน คือ ส่วนที่หนึ่งรวบรวมข้อมูลจากโครงการศึกษา สำรวจ ออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำ ในพื้นที่เขตเทศบาลนครหาดใหญ่ ส่วนที่สองสอบถามเจ้าหน้าที่เทศบาลนครหาดใหญ่ และส่วนที่สามสอบถามประชาชนในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ ซึ่งทั้งสามส่วนได้ให้ข้อมูลที่สอดคล้องกันเป็นส่วนใหญ่ในการระบุบริเวณที่เคยเกิดน้ำท่วมขัง แต่แตกต่างกันบ้างและไม่ชัดเจนในประเด็นเกี่ยวกับขนาดพื้นที่ ความลึกและระยะเวลาน้ำท่วมขัง โดยสรุปบริเวณพื้นที่น้ำท่วมเนื่องจากน้ำไหลบ่าจากลุ่มน้ำย่อยคลองเรียนและคลองเปด และบริเวณพื้นที่น้ำท่วมเนื่องจากฝนตกหนักในพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่ ดังแสดงในภาพที่ 33 35 และ 36

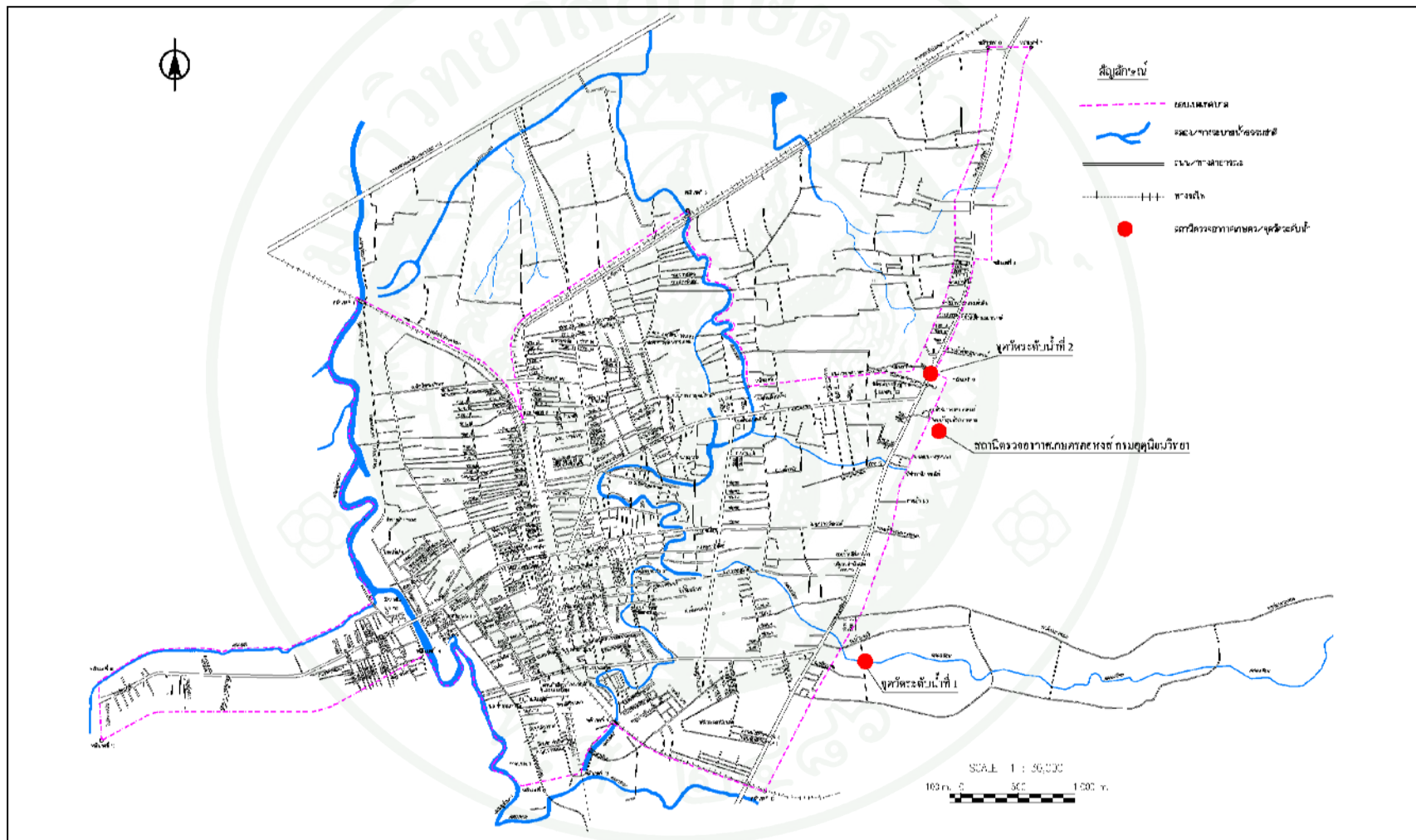
6. การเปรียบเทียบแบบจำลอง

จากการรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา วิเคราะห์ และตรวจสอบแบบจำลอง ประกอบด้วย

1) ข้อมูลฝนต่อเนื่องของสถานีตรวจอากาศเกษตรคองหงส์ระหว่างวันที่ 21 - 22 พฤศจิกายน 2543 เทียบเท่ากับคาบอุบัติการเกิด 70 ปี และในช่วงเวลาดังกล่าวมีลักษณะฝนตกดังแสดงในภาพที่ 38 เพื่อนำพายุฝนเหตุการณ์ดังกล่าวมาใช้ในการศึกษา วิเคราะห์และตรวจสอบแบบจำลอง

2) ข้อมูลปริมาณน้ำจากพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยคลองเรียนและคลองเปล เพื่อความเข้าใจพฤติกรรมและปริมาตรของน้ำในลุ่มน้ำย่อยคลองเรียนและคลองเปลที่ไหลเข้ามาในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่และเพื่อนำข้อมูลที่ตรวจวัดไปตรวจสอบกับผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำที่เกิดจากลุ่มน้ำย่อยดังกล่าว จึงทำการวัดระดับน้ำจำนวน 2 จุด คือ จุดวัดระดับน้ำที่ 1 ในลุ่มน้ำย่อยคลองเรียนที่ฝายทดน้ำในคลองเรียนบริเวณที่ตั้งองค์การบริหารส่วนตำบลคองหงส์ และจุดวัดระดับน้ำที่ 2 ในลุ่มน้ำย่อยคลองเปลที่ท่อลอดถนนกาญจนาภิเษยบริเวณสามแยกคองหงส์ โดยมีตำแหน่งและภาพถ่ายของจุดวัดระดับน้ำดังแสดงในภาพที่ 44 และ 45

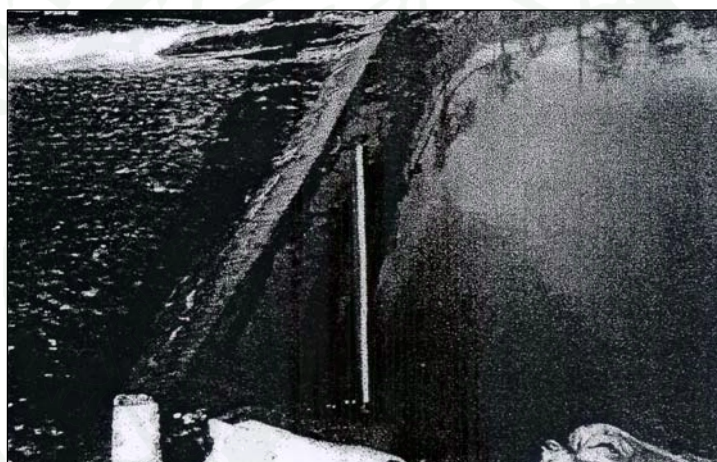
จากการตรวจสอบเหตุการณ์น้ำท่วมจากการไหลน้ำหลากจับพลันและจากฝนตกหนักในพื้นที่ศึกษาที่เคยเกิดขึ้นในอดีต พบว่า พายุฝนเหตุการณ์เมื่อวันที่ 21 พฤศจิกายน 2543 ซึ่งมีความลึกฝนสะสม 147 มิลลิเมตร ในเวลา 3 ชั่วโมง มีความใกล้เคียงกับพื้นที่น้ำท่วมที่ได้จากการรวบรวมและสอบถาม จึงเห็นควรให้นำพายุฝนเหตุการณ์ในวันดังกล่าวมาตรวจสอบความน่าเชื่อถือได้ของแบบจำลองดังกล่าว พร้อมทั้งทำการปรับค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลองเพื่อทำให้ผลของการเกิดสภาวะน้ำท่วมใกล้เคียงกับเหตุการณ์ที่เคยเกิดขึ้นในอดีต



ภาพที่ 44 ตำแหน่งสถานีตรวจอากาศเกษตรคองส์ และจุดวัดระดับน้ำบริเวณพื้นที่ศึกษา



สถานีตรวจอากาศเกษตรคองหงส์ ริมถนนกาญจนาภิเษย์



จุดวัดระดับน้ำที่ 1 บริเวณฝายทดน้ำของคลองเรียน ใกล้ที่ตั้ง อบต.คองหงส์



จุดวัดระดับน้ำที่ 2 บริเวณท่อลอดถนนกาญจนาภิเษย์ ใกล้สามแยกคองหงส์

ภาพที่ 45 ภาพถ่ายสถานีตรวจอากาศเกษตรคองหงส์และจุดวัดระดับน้ำบริเวณพื้นที่ศึกษา

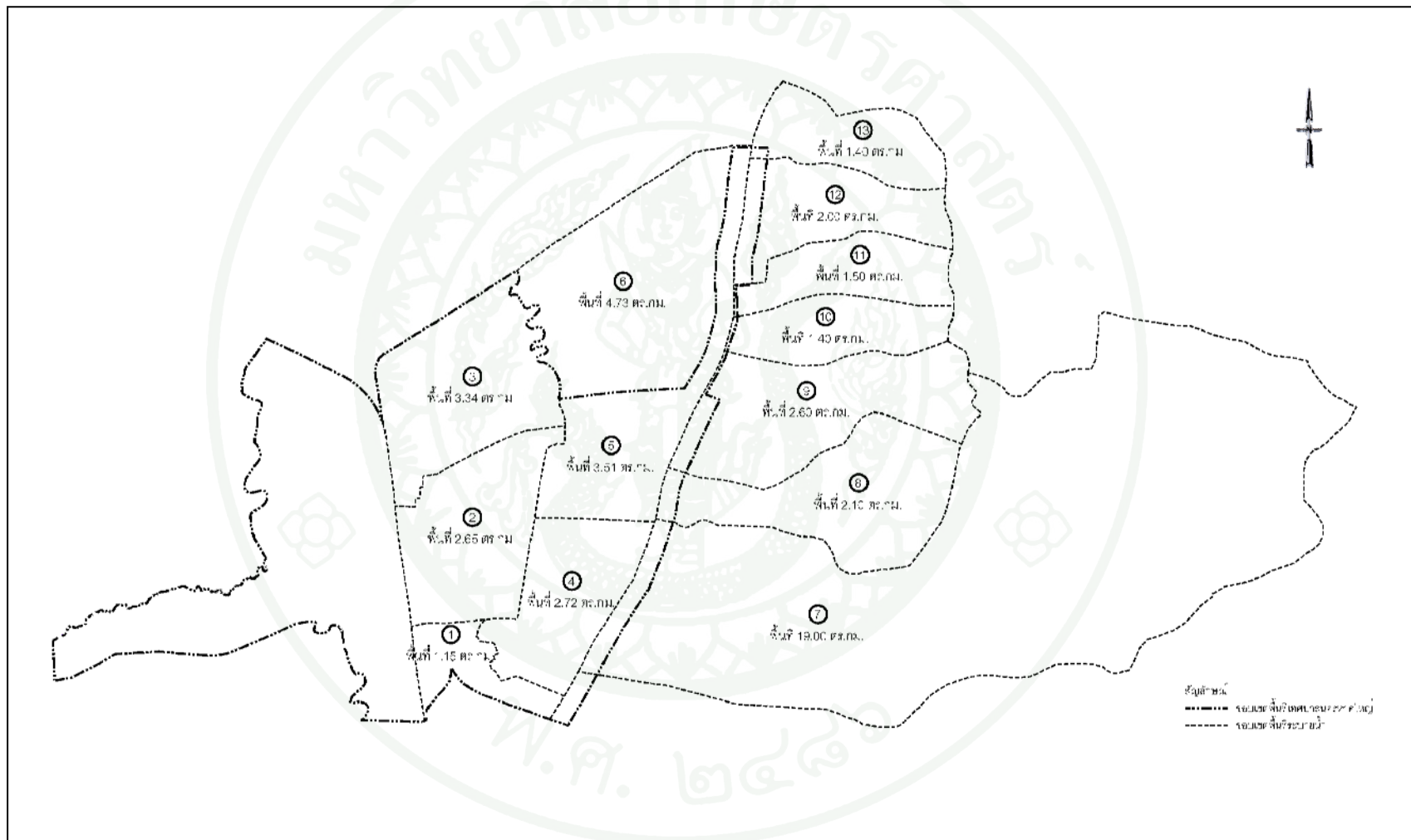
7. การจำลองสภาพการไหลน้ำหลากจับพลักของระบบระบายน้ำเดิมในสภาพการใช้ที่ดินปัจจุบันด้วยพายุฝนออกแบบที่ค่าอุบัติการณ์เกิด 5 ปี

7.1 การสร้างแบบจำลองของระบบระบายน้ำเดิม

ในการจำลองของระบบระบายน้ำเดิมของพื้นที่ศึกษาได้แบ่งพื้นที่ออกเป็น 13 พื้นที่ระบายน้ำย่อยตั้งแต่พื้นที่หมายเลข 1 จนถึงพื้นที่หมายเลข 13 โดยพื้นที่หมายเลข 1 ถึง 6 อยู่ระหว่างทางรถไฟกับบริเวณขอบเขตพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่ พื้นที่หมายเลข 7 ถึง 13 จะอยู่ระหว่างบริเวณขอบเขตพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่ถึงขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยคลองเรียนและคลองเปล การแบ่งพื้นที่เพื่อสร้างแบบจำลองของระบบระบายน้ำในสภาพปัจจุบันจะยึดตามทิศทางการไหลของระบบระบายน้ำในสภาพปัจจุบันเป็นหลัก โดยพื้นที่หมายเลข 1 ถึง 6 จะระบายน้ำลงคลองเตย ส่วนพื้นที่หมายเลข 7 ถึง 13 จะรับน้ำจากลุ่มน้ำย่อยคลองเรียนและคลองเปล ดังแสดงในภาพที่ 46 และ มีรายละเอียดพื้นที่ระบายน้ำย่อยของระบบระบายน้ำเดิมดังแสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 รายละเอียดพื้นที่ระบายน้ำย่อยของระบบระบายน้ำเดิมในสภาพปัจจุบัน

พื้นที่ระบายน้ำหมายเลข	พื้นที่ระบายน้ำ (ตร.กม.)	ค่าสัมประสิทธิ์น้ำเฉลี่ย (c)
1	1.15	0.42
2	2.65	0.57
3	3.34	0.48
4	2.72	0.44
5	3.51	0.46
6	4.73	0.45
7	19.00	0.28
8	2.10	0.30
9	2.60	0.30
10	1.40	0.30
11	1.50	0.30
12	2.00	0.30
13	1.40	0.30



ภาพที่ 46 การแบ่งพื้นที่ระบายน้ำย่อยของพื้นที่ศึกษาในสภาพปัจจุบัน

จากการแบ่งพื้นที่ของระบบระบายน้ำสามารถกำหนดเงื่อนไขขอบของแต่ละพื้นที่ โดยพื้นที่หมายเลข 1 ถึง 6 เงื่อนไขขอบจะเป็นระดับน้ำในคลองเตย ซึ่งในพื้นที่หมายเลข 4 ถึง 6 จะรับน้ำจากพื้นที่หมายเลข 7 ถึง 13 ของลุ่มน้ำย่อยคลองเรียนและคลองเปล

7.2 การกำหนดพายุฝนออกแบบ

จากการออกแบบพายุฝนที่คาบอุบัติ 2 และ 5 ปี โดยใช้ข้อมูลจากกราฟน้ำฝนของสถานีตรวจอากาศเกษตรคองหงส์ของกรมอุตุนิยมวิทยาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝนและช่วงเวลาฝนตก ประกอบกับการใช้ผลการวิเคราะห์จากวิทยานิพนธ์ เรื่องฝนสำหรับการออกแบบระบบระบายน้ำฝนชุมชนของจังหวัดสำคัญของประเทศไทย (สถานีหาดใหญ่) ของนางสาวเพลินพิศ สังข์พระเหวก (พ.ศ.2535) ในการพิจารณาลักษณะการกระจายตัวของพายุฝนซึ่งสรุปได้ว่าฝนที่หาดใหญ่จะมีระยะเวลาฝนตกประมาณ 3 ชม. และมีระยะเวลาที่ฝนมีความเข้มสูงสุดหลังจากฝนเริ่มตกประมาณ 30 นาที โดยมีการกระจายตัวของฝนดังแสดงในภาพที่ 47 จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมดังกล่าวข้างต้น จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างความลึกฝน ความเข้มฝนกับระยะเวลาฝนตกดังแสดงในภาพที่ 48 ซึ่งสามารถที่จะแทนได้ด้วยสมการ

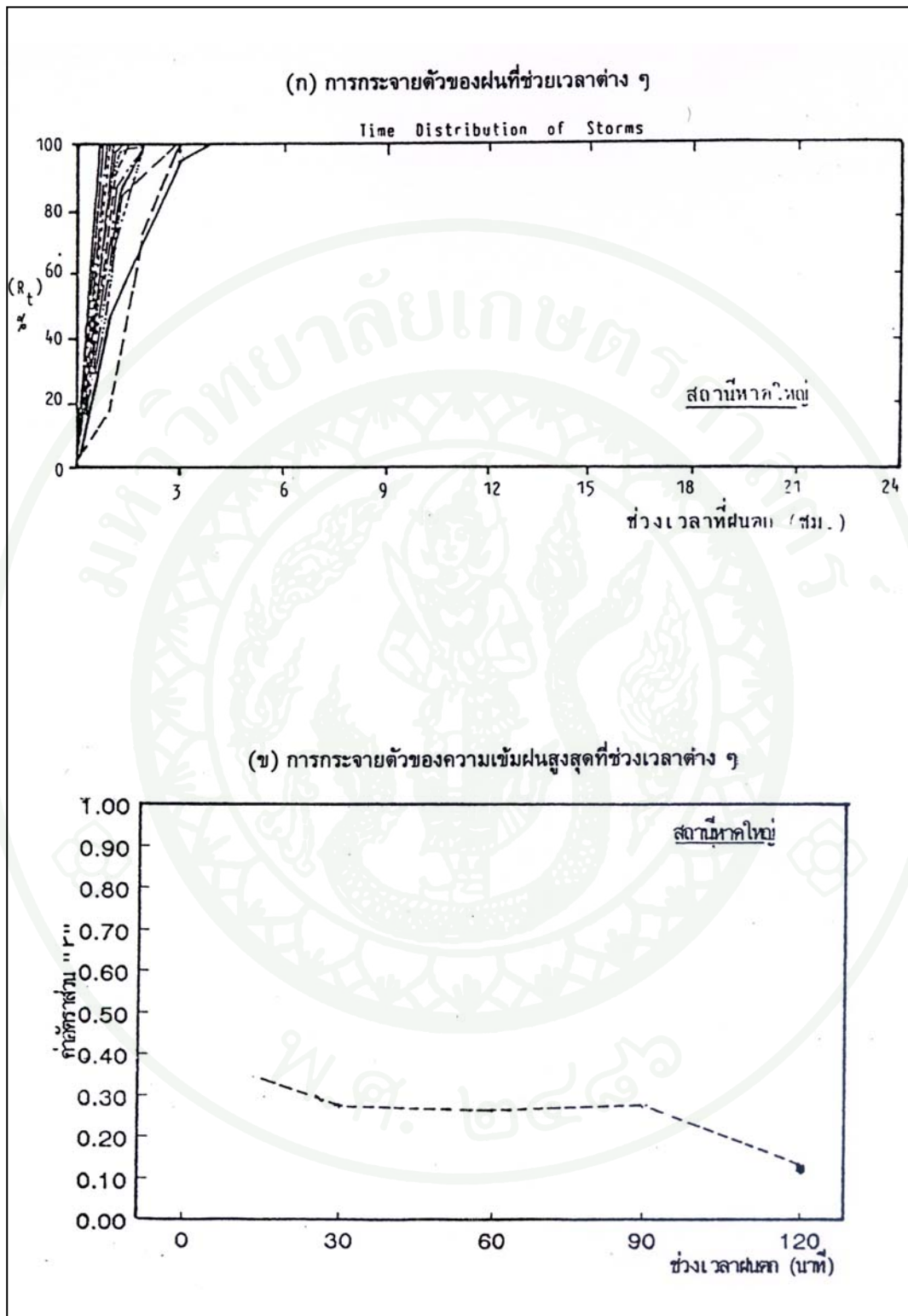
$$I = \frac{a}{(b+t)}$$

เมื่อ I = ความเข้มฝน (มม./ชม.)
 t = ระยะเวลาฝนตก (นาที)
 a, b, c = ค่าคงที่

จากการวิเคราะห์จะได้ค่าคงที่ a, b, c ในแต่ละคาบอุบัติดังแสดงในตารางที่ 13

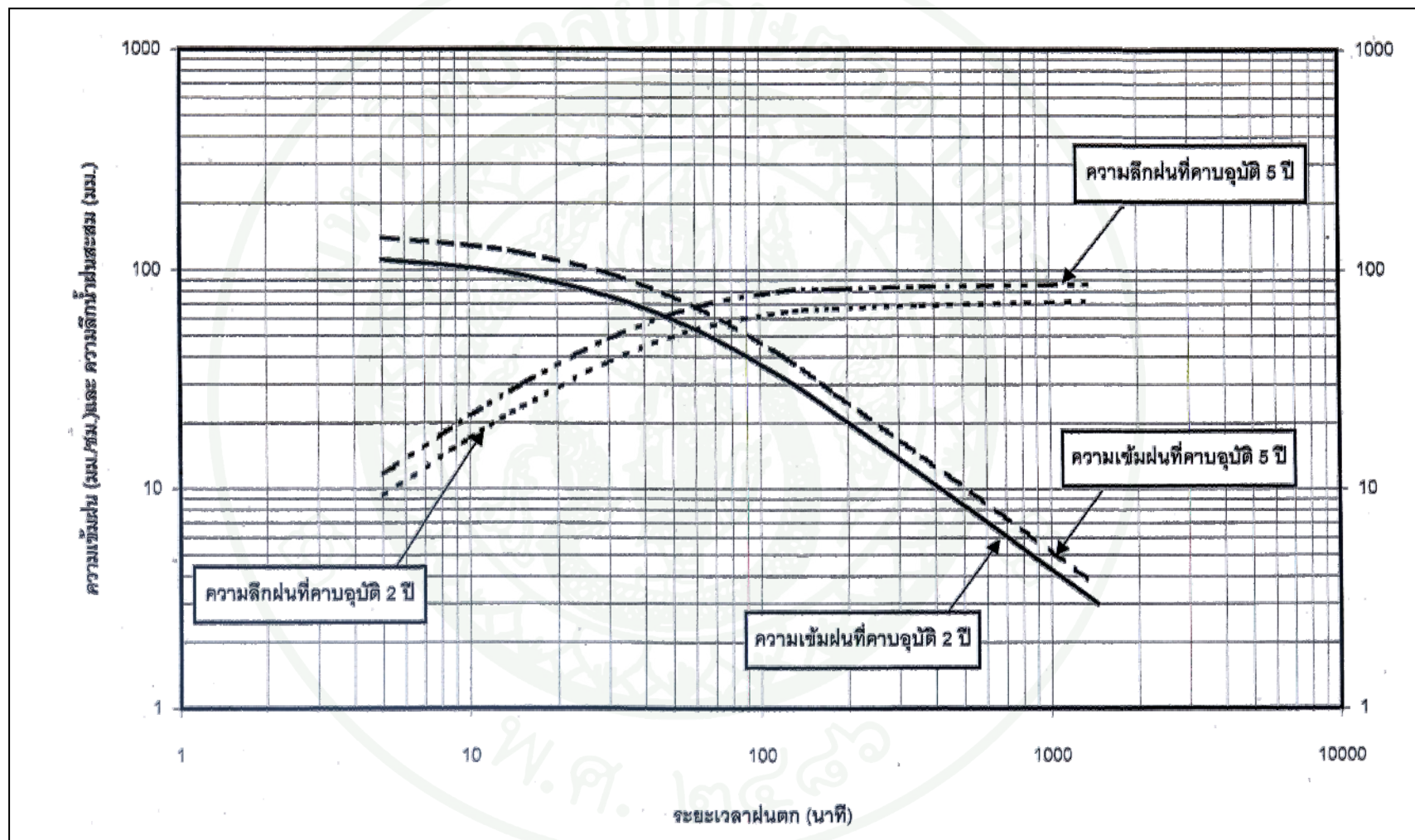
ตารางที่ 13 ค่าคงที่ a, b, c ที่คาบอุบัติการเกิด 2 และ 5 ปี

คาบอุบัติการเกิด (ปี)	ค่าคงที่		
	a	b	c
2	36897.76	70	1.3433
5	107845.00	82	1.4876



ภาพที่ 47 การกระจายตัวของปริมาณฝนในพื้นที่ศึกษา

ที่มา: วิทยานิพนธ์ของนางสาวเพลินพิศ สังข์พระแหวก, 2535



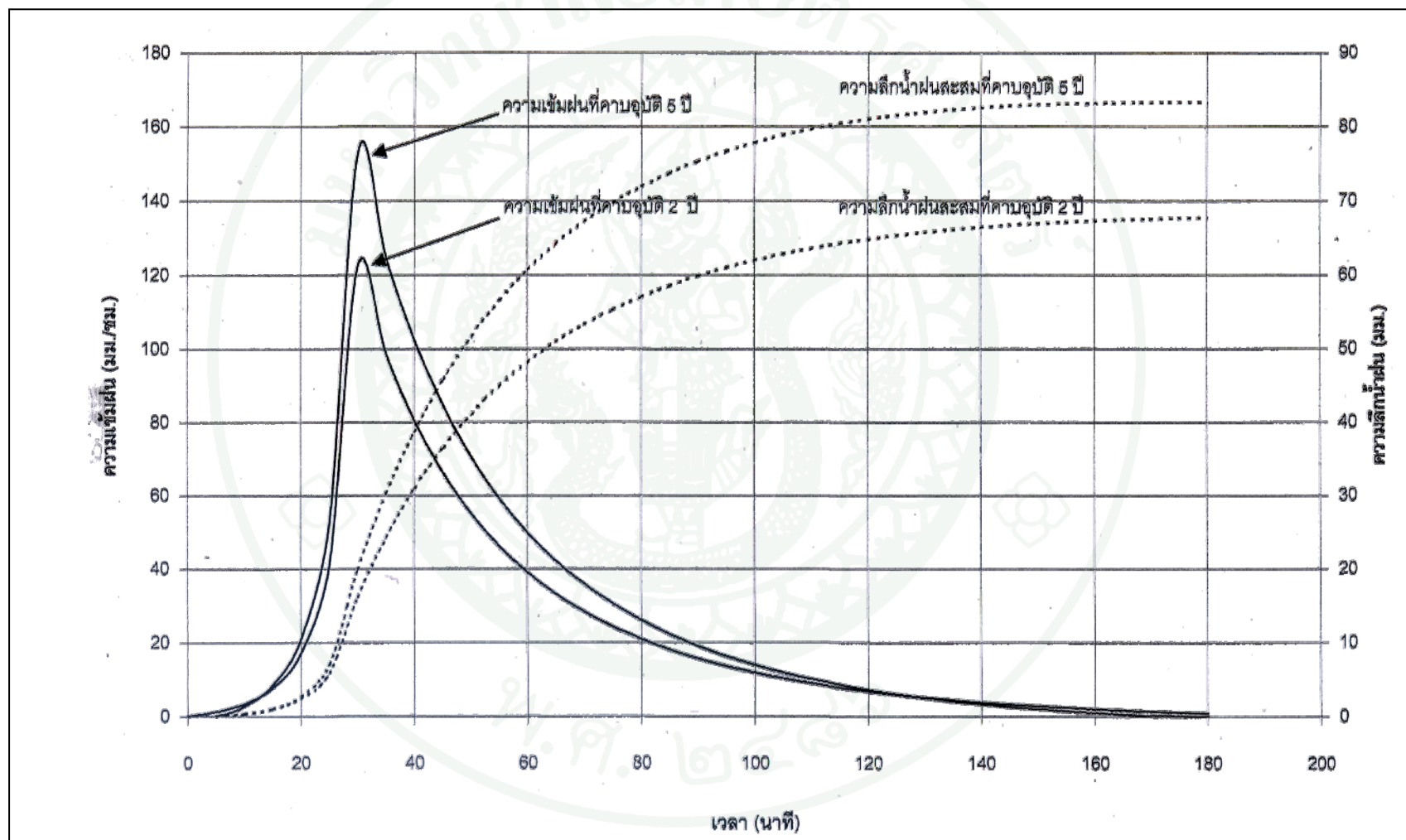
ภาพที่ 48 ความสัมพันธ์ระหว่างความลิกฝ่น-ความเพิ่มฝ่น-ระยะเวลาผ่นตกที่คาบอุบัติการเกิด 2 และ 5 ปี

ดังนั้นจึงใช้วิธีของคิฟเฟอร์และซูในการออกแบบพายุฝนเพื่อใช้ในแบบจำลอง
ดังแสดงในภาพที่ 49 และตารางที่ 14

ตารางที่ 14 สรุปความเข้มฝนและความลึกฝนสะสมของฝนออกแบบที่มีระยะเวลาฝนตก 3 ชม.

คาบอุบัติการเกิด (ปี)	ความเข้มฝนสูงสุด (มม./ชม.)	ความลึกฝนสะสม (มม.)	ความเข้มฝนเฉลี่ย (มม./ชม.)
2	122.597	67.75	21.98
5	153.395	83.21	27.00

โดยจากการตรวจสอบเหตุการณ์น้ำหลากฉับพลันปี พ.ศ.2531 และ พ.ศ.2543 กับพายุ
ฝนออกแบบแล้วเห็นควรให้นำพายุฝนออกแบบที่คาบอุบัติการเกิด 5 ปี มาใช้ในการจำลองสภาพ
การไหล



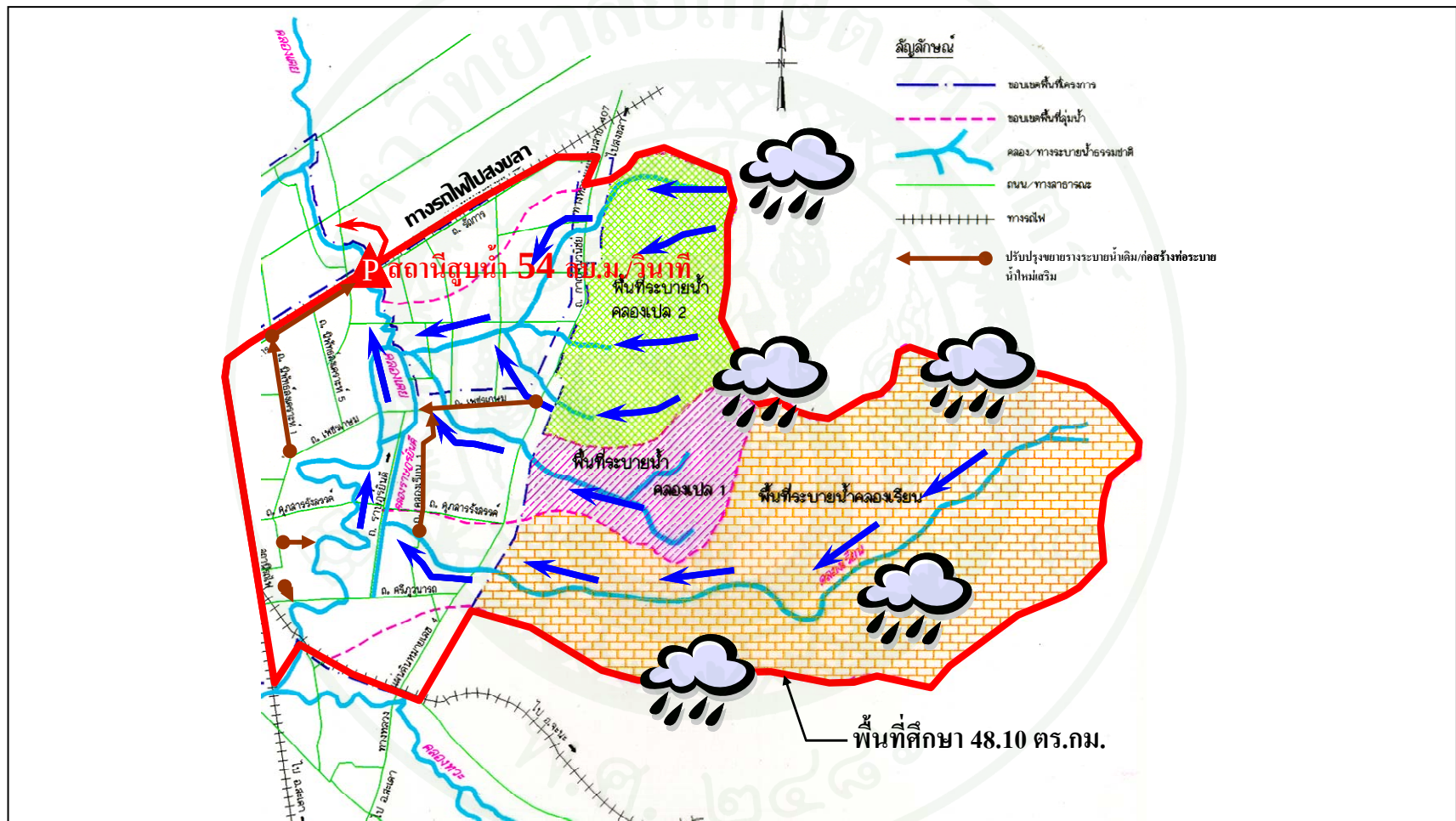
ภาพที่ 49 การกระจายตัวของพายุฝนออกแบบด้วยวิธีของคิฟเฟอร์และซู

8. การจำลองสภาพการไหลของน้ำหลากกลับพลันของระบบระบายน้ำที่เสนอแนะในสภาพการใช้ที่ดินอนาคตด้วยพายุฝนออกแบบที่คาบอุบัติการเกิด 5 ปี

การจำลองสภาพการไหลของน้ำหลากกลับพลันของระบบระบายน้ำที่เสนอแนะในสภาพการใช้ที่ดินอนาคตด้วยพายุฝนออกแบบที่คาบอุบัติการเกิด 5 ปี นั้น ดำเนินการโดยนำแบบจำลองของระบบระบายน้ำเดิมมาเสริมด้วยระบบระบายน้ำที่เสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อแก้ไขปัญหาน้ำท่วม ในสภาพการใช้ที่ดินอนาคตเพื่อรองรับการขยายตัวของชุมชน ในสถานการณ์พายุฝนออกแบบที่คาบอุบัติการเกิด 5 ปี และตรวจสอบกับเหตุการณ์น้ำหลากกลับพลันปี พ.ศ.2531 และ พ.ศ.2543 ทั้งนี้ได้กำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมไว้ 3 ทางเลือก ดังนี้

1) แนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมทางเลือกที่ 1 ปรับปรุงขยายรางระบายน้ำเดิม และก่อสร้างท่อระบายน้ำใหม่เสริม

ดำเนินการโดยก่อสร้างท่อระบายน้ำใหม่เสริมในถนนนิพัทธ์ภักดี เพื่อระบายน้ำจากชุมชนบริเวณถนนศรีภูวนารลงคลองเตย ก่อสร้างท่อระบายน้ำใหม่เสริมในถนนธรรมบุญวิถี เพื่อระบายน้ำจากชุมชนบริเวณถนนนิพัทธ์อุทิศ 1, 2 และ 3 ลงคลองเตย ปรับปรุงขยายรางระบายน้ำเดิมในถนนนิพัทธ์สงเคราะห์ 1 และถนนรัตการเพื่อระบายน้ำจากชุมชนบริเวณถนนประธานอุทิศ ถนนนิพัทธ์สงเคราะห์ 1 และถนนรัตการลงคลองเตย ก่อสร้างท่อระบายน้ำใหม่เสริมในถนนคลองเรียน 1 เพื่อผันน้ำจากคลองเรียนลงคลองเปล ทำให้ปริมาณน้ำที่ระบายลงคลองราษฎร์ยินดีลดลง ก่อสร้างท่อระบายน้ำใหม่เสริมในถนนเพชรเกษมเพื่อระบายน้ำจากบริเวณสามแยกคอกหงส์ลงคลองเตย รายละเอียดดังแสดงในภาพที่ 50 และตารางที่ 15



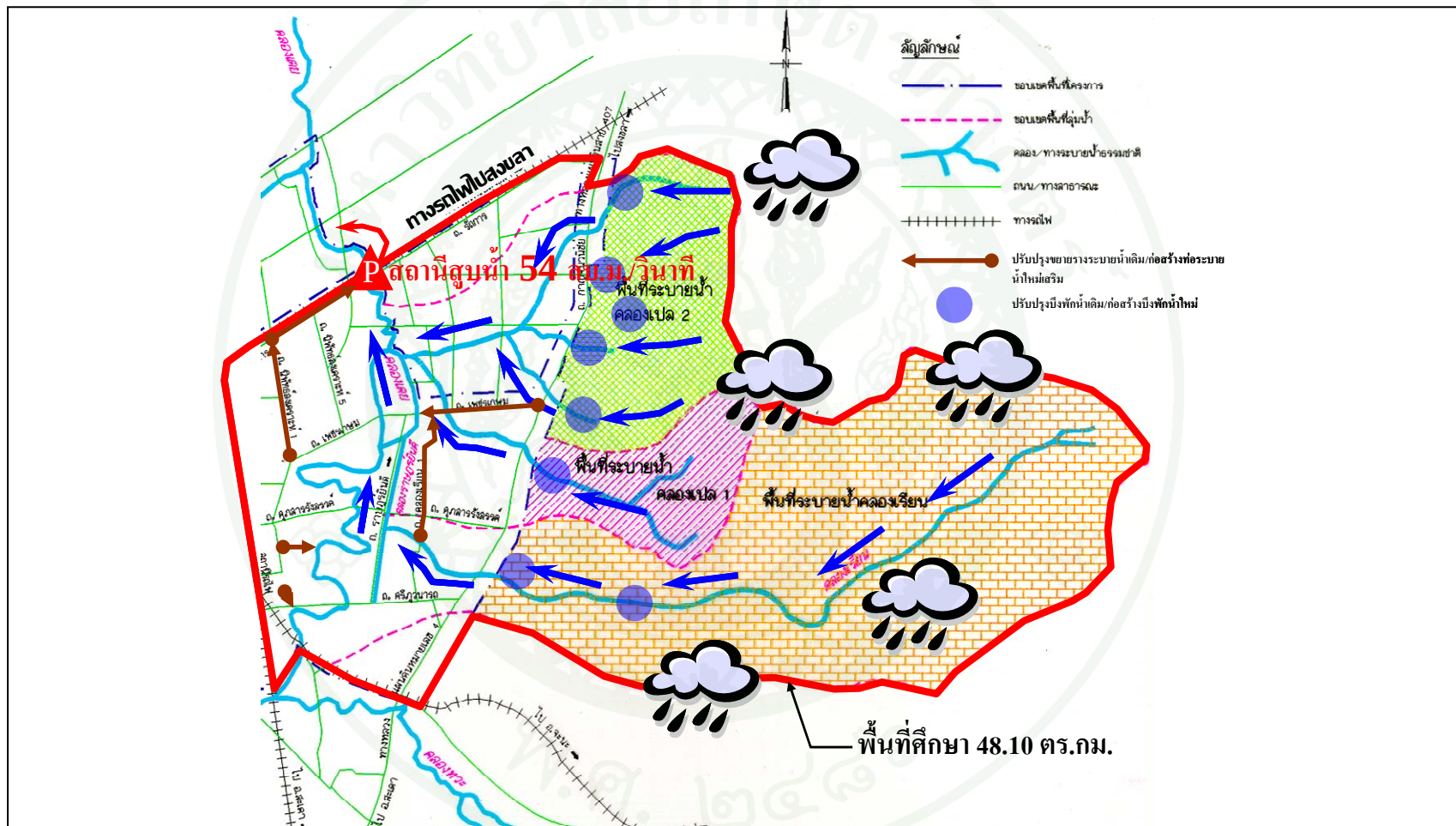
ภาพที่ 50 แนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมทางเลือกที่ 1

ตารางที่ 15 รายละเอียดองค์ประกอบแนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมทางเลือกที่ 1

ลำดับที่	องค์ประกอบ	บริเวณ
1	ก่อสร้างท่อระบายน้ำใหม่แทน	
1.1	ท่อระบายน้ำขนาด 2- ☒ 0.90 x 0.90 ม.	ถนนนิพัทธ์สงเคราะห์ 1
	2- ☒ 1.80x1.80 ม. และ 2- ☒ 2.10x2.10 ม.	และถนนรัชการ
2	ก่อสร้างท่อระบายน้ำใหม่เสริม	
2.1	ท่อระบายน้ำขนาด $\varnothing$ 0.80 ม.	ถนนนิพัทธ์รักษ์ดี
2.2	ท่อระบายน้ำขนาด ☒ 1.20 x 1.20 ม. และ	ถนนธรรมานุญูวิถี
	2- ☒ 1.50x1.20 ม.	
2.3	ท่อระบายน้ำขนาด ☒ 2.10 x 2.10 ม.	ถนนคลองเรียน 1
2.4	ท่อระบายน้ำขนาด 2- ☒ 1.50 x 1.50 ม.	ถนนเพชรเกษม

2) แนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมทางเลือกที่ 2 ปรับปรุงขยายรางระบายน้ำเดิม และก่อสร้างท่อระบายน้ำใหม่เสริม พร้อมทั้งปรับปรุงบึงพักน้ำเดิมและก่อสร้างบึงพักน้ำใหม่

ดำเนินการโดยปรับปรุงขยายรางระบายน้ำเดิมและก่อสร้างท่อระบายน้ำใหม่เสริมตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 1 และทำการปรับปรุงบึงพักน้ำเดิมบริเวณมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ศูนย์วิจัยยางสงขลา สนามกอล์ฟกลุ่มที่ 1 สนามกอล์ฟกลุ่มที่ 2 วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ และสวนสาธารณะ/เรือนเพาะชำเทศบาลนครหาดใหญ่ เพื่อชะลอน้ำจากลุ่มน้ำย่อยคลองเปลงสู่คลองเตย ปรับปรุงบึงพักน้ำเดิมบริเวณโรงพยาบาลค่ายเสนาณรงค์และก่อสร้างบึงพักน้ำใหม่บริเวณคลองเรียน เพื่อชะลอน้ำจากลุ่มน้ำย่อยคลองเรียนลงสู่คลองราษฎร์ยินดี รายละเอียดดังแสดงในภาพที่ 51 และตารางที่ 16



ภาพที่ 51 แนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมทางเลือกที่ 2

ตารางที่ 16 รายละเอียดองค์ประกอบแนวทางการแก้ไขปัญหาทั่วทางเลือกที่ 2

ลำดับที่	องค์ประกอบ	บริเวณ
1	ก่อสร้างท่อระบายน้ำใหม่แทน	
1.1	ท่อระบายน้ำขนาด 2- $\square$ 0.90 x 0.90 ม. 2- $\square$ 1.80x1.80 ม. และ 2- $\square$ 2.10x2.10 ม.	ถนนนิพัทธ์สงเคราะห์ 1 และถนนรักการ
2	ก่อสร้างท่อระบายน้ำใหม่เสริม	
2.1	ท่อระบายน้ำขนาด $\varnothing$ 0.80 ม.	ถนนนิพัทธ์ภักดี
2.2	ท่อระบายน้ำขนาด $\square$ 1.20 x 1.20 ม. และ 2- $\square$ 1.50x1.20 ม.	ถนนธรรมบุญวิถี
2.3	ท่อระบายน้ำขนาด $\square$ 2.10 x 2.10 ม.	ถนนคลองเรียน 1
2.4	ท่อระบายน้ำขนาด 2- $\square$ 1.50 x 1.50 ม.	ถนนเพชรเกษม
3	ปรับปรุงบึงพักน้ำเดิม	
3.1	บึงพักน้ำขนาด 85,000 ลบ.ม.	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
3.2	บึงพักน้ำขนาด 130,000 ลบ.ม.	ศูนย์วิจัยยางสงขลา
3.3	บึงพักน้ำขนาด 70,000 ลบ.ม.	สนามกอล์ฟกลุ่มที่ 1
3.4	บึงพักน้ำขนาด 70,000 ลบ.ม.	สนามกอล์ฟกลุ่มที่ 2
3.5	บึงพักน้ำขนาด 100,000 ลบ.ม.	วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่และ สวนสาธารณะ
3.6	บึงพักน้ำขนาด 70,000 ลบ.ม.	เรือนเพาะชำเทศบาลนคร หาดใหญ่
4	ก่อสร้างบึงพักน้ำใหม่	
4.1	บึงพักน้ำขนาด 50,000 ลบ.ม.	คลองเรียนตอนล่าง
4.2	บึงพักน้ำขนาด 400,000 ลบ.ม.	คลองเรียนตอนบน

3) แนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมทางเลือกที่ 3 ปรับปรุงขยายรางระบายน้ำเดิม และก่อสร้างท่อระบายน้ำใหม่เสริม พร้อมทั้งก่อสร้างคลองผันน้ำและท่อผันน้ำใหม่

ดำเนินการโดยปรับปรุงขยายรางระบายน้ำเดิมและก่อสร้างท่อระบายน้ำใหม่เสริมตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 1 และทำการก่อสร้างคลองผันน้ำใหม่เพื่อผันน้ำจากคลองเรียนลงคลองหว่า เพื่อให้ลดปริมาณน้ำที่จะระบายลงคลองราษฎร์อินดีและก่อสร้างท่อผันน้ำใหม่ เพื่อผันน้ำจากถนนกาญจนาภิเษยลงทางระบายน้ำข้างทางรถไฟไปสงขลาที่ระบายลงคลองเตย ทำให้ลดปริมาณน้ำบริเวณสามแยกคอหงส์ รายละเอียดดังแสดงในภาพที่ 52 และตารางที่ 17

ตารางที่ 17 รายละเอียดองค์ประกอบแนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมทางเลือกที่ 3

ลำดับที่	องค์ประกอบ	บริเวณ
1	ก่อสร้างท่อระบายน้ำใหม่แทน	
1.1	ท่อระบายน้ำขนาด 2- ☒ 0.90 x 0.90 ม. 2- ☒ 1.80x1.80 ม. และ 2- ☒ 2.10x2.10 ม.	ถนนนิพัทธ์สงเคราะห์ 1 และถนนรัชการ
2	ก่อสร้างท่อระบายน้ำใหม่เสริม	
2.1	ท่อระบายน้ำขนาด $\varnothing$ 0.80 ม.	ถนนนิพัทธ์รักษ์ดี
2.2	ท่อระบายน้ำขนาด ☒ 1.20 x 1.20 ม. และ 2- ☒ 1.50x1.20 ม.	ถนนธรรมานุญูวิถี
2.3	ท่อระบายน้ำขนาด ☒ 2.10 x 2.10 ม.	ถนนคลองเรียน 1
2.4	ท่อระบายน้ำขนาด 2- ☒ 1.50 x 1.50 ม.	ถนนเพชรเกษม
3	ก่อสร้างคลองผันน้ำ	
3.1	คลองผันน้ำขนาด กว้าง 10-20 ม. ลึก 3.00-3.50 ม.	คลองเรียน – คลองหว่า
4	ก่อสร้างท่อผันน้ำ	
4.1	ท่อผันน้ำขนาด ☒ 10.00 x 3.00 ม.	ถนนกาญจนาภิเษย – ทาง รถไฟไปสงขลา

9. เสนอผลและวิจารณ์ในการจำลองสภาพการไหลน้ำหลักนับพลัน

เมื่อได้ดำเนินการรวบรวม ทบทวน ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องแล้ว ทำการ สร้างแบบจำลอง ปรับเทียบแบบจำลอง จำลองสภาพการไหลน้ำหลักนับพลันของระบบระบายน้ำ เดิมในสภาพการใช้ที่ดินปัจจุบันและของระบบระบายน้ำที่เสนอแนะในสภาพการใช้ที่ดินอนาคต ด้วยพายุฝนออกแบบที่คาบอุบัติการณ์เกิด 5 ปี จะทำให้ทราบประสิทธิผลของการดำเนินการ ปัญหา และอุปสรรค และการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป



ผลและวิจารณ์

ผลการศึกษา

1. ผลการศึกษาสาเหตุ สภาพน้ำท่วม และความเสียหาย เนื่องจากรุน้ำหลากจับพลันในพื้นที่ศึกษา

จากการทบทวนเอกสารการศึกษาที่เกี่ยวข้อง การสอบถามเจ้าหน้าที่ท้องถิ่นและประชาชนในพื้นที่ พร้อมทั้งทำการตรวจสอบในสนาม สามารถสรุปผลการศึกษาปัญหารุน้ำหลากจับพลันดังนี้

1.1 สาเหตุ และความถี่การเกิดน้ำหลากจับพลัน

เนื่องจากสภาพภูมิประเทศของพื้นที่ศึกษามีลักษณะเป็นเทือกเขาสูงทางทิศตะวันออก (บริเวณแนวสันเขาลุ่มน้ำย่อยคลองเรียนและคลองเปล) ลาดเทลงสู่ทิศตะวันตก (บริเวณแนวถนนกาญจนวนิชย์) ประกอบกับการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำย่อยคลองเรียนและคลองเปลจากพื้นที่ป่าไม้เป็นพื้นที่เกษตรกรรม และจากพื้นที่เกษตรกรรมเป็นพื้นที่ชุมชนมากขึ้น ทำให้เมื่อเกิดฝนตกหนักบริเวณลุ่มน้ำย่อยคลองเรียนและคลองเปลจะเกิดน้ำป่าไหลหลาก ซึ่งมักจะเกิดเหตุการณ์น้ำหลากจับพลันเกือบทุกปี โดยมีความรุนแรงมากในปี พ.ศ.2531 และ พ.ศ.2543

1.2 สภาพน้ำท่วมจากน้ำหลากจับพลัน

จากสาเหตุการเกิดฝนตกหนักบริเวณลุ่มน้ำย่อยคลองเรียนและคลองเปล ทำให้เกิดน้ำหลากจับพลันเข้าท่วมพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่บริเวณคลองเรียน คลองราษฎร์ยินดี ถนนกาญจนวนิชย์ ถนนราษฎร์ยินดี และถนนเพชรเกษม โดยเกือบทุกปีจะท่วมเป็นหย่อม ๆ น้ำท่วมลึกประมาณ 0.10 – 0.30 เมตร นานประมาณ 1 – 3 ชั่วโมง แต่ในปีที่เกิดฝนตกหนักมากเช่น ปี พ.ศ. 2531 และ พ.ศ.2543 จะท่วมเป็นบริเวณกว้างลึกประมาณ 0.20 – 1.00 เมตร นานประมาณ 1 – 6 ชั่วโมง

1.3 ความเสียหายที่เกิดจากน้ำหลากจับพลัน

น้ำท่วมจากน้ำหลากจับพลันในเกือบทุกปีจะมีความเสียหายน้อยถึงปานกลาง ส่วนในปีที่เกิดฝนตกหนักมากเช่นปี พ.ศ.2531 และ พ.ศ.2543 จะมีความเสียหายปานกลางถึงมาก โดย

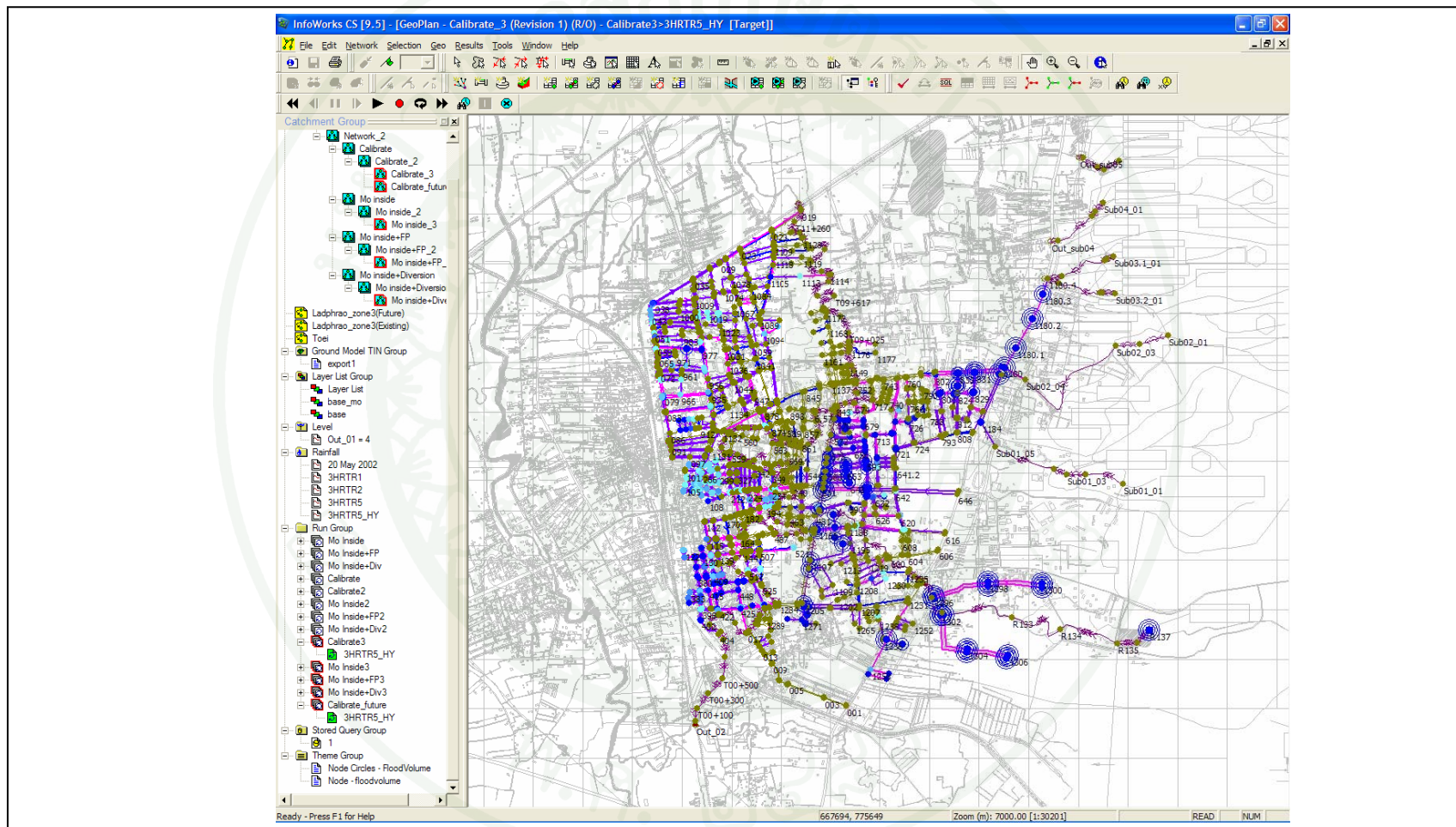
ความเสียหายในภาคเอกชน ประกอบด้วย ค่าซ่อมแซมอาคารบ้านเรือน ค่าซ่อมรถ ค่าถมดิน ค่าขาดรายได้ของผู้ประกอบการพาณิชย์กรรม อุตสาหกรรม เกษตรกรรมและการท่องเที่ยว ค่ารักษาพยาบาลประชาชน ผลกระทบทางสุขภาพจิต เป็นต้น ส่วนความเสียหายในภาครัฐ ประกอบด้วย ค่าซ่อมแซมสถานที่ราชการ ศาสนสถานและสถานศึกษา ค่าซ่อมแซมถนน สะพาน และทางสัญจร ค่าปรับปรุงระบบระบายน้ำ ค่าใช้จ่ายในการวางกระสอบทรายและสูบน้ำออก ค่าใช้จ่ายและค่าเสียเวลาในการบริหาร บริการฟื้นฟูสภาพ แก้ไขปัญหาน้ำท่วมและอื่น ๆ เป็นต้น

2. ผลการสร้างแบบจำลองสภาพน้ำหลากและการเปรียบเทียบแบบจำลอง

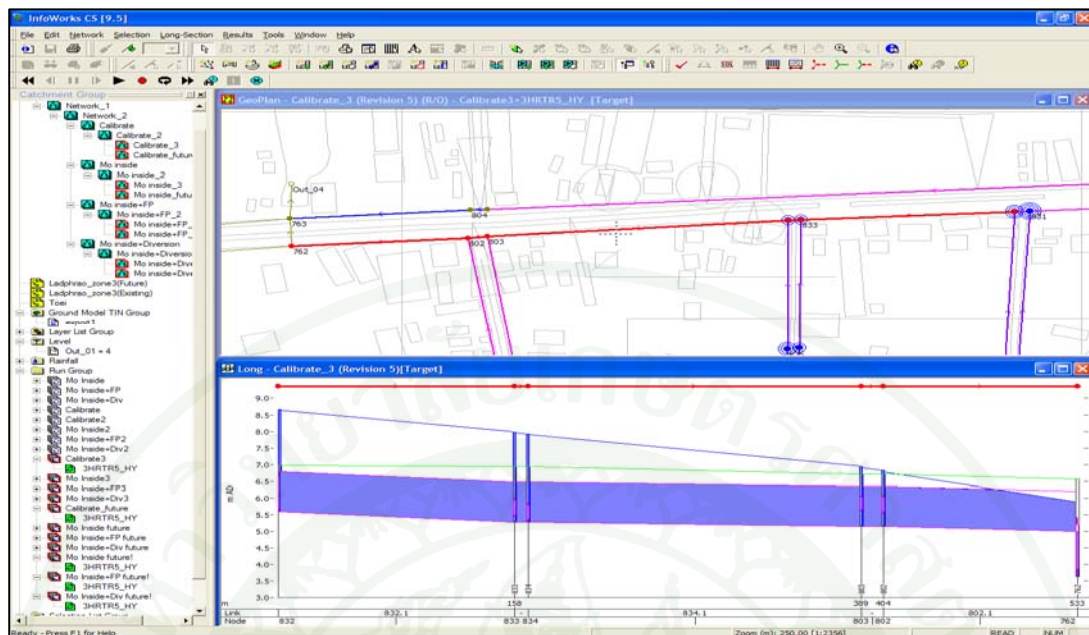
โดยแบบจำลองที่จัดทำขึ้นจะสามารถใช้เป็นตัวแทนของระบบระบายน้ำของพื้นที่ศึกษา สำหรับใช้ในการบริหารจัดการน้ำหลากนั้น จะต้องมีการเปรียบเทียบแบบจำลองที่จัดทำขึ้น โดยได้มีการเปรียบเทียบแบบจำลองในลักษณะการเป็นตัวแทนของทางระบายน้ำ เพื่อพิจารณาสภาพน้ำท่วมที่เกิดขึ้นในบริเวณที่พิจารณาด้วยข้อมูลตรวจวัดที่เคยมี ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1 ผลการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากกลับพลันของระบบระบายน้ำเดิมในสภาพการใช้ที่ดินปัจจุบันด้วยพายุฝนเหตุการณ์

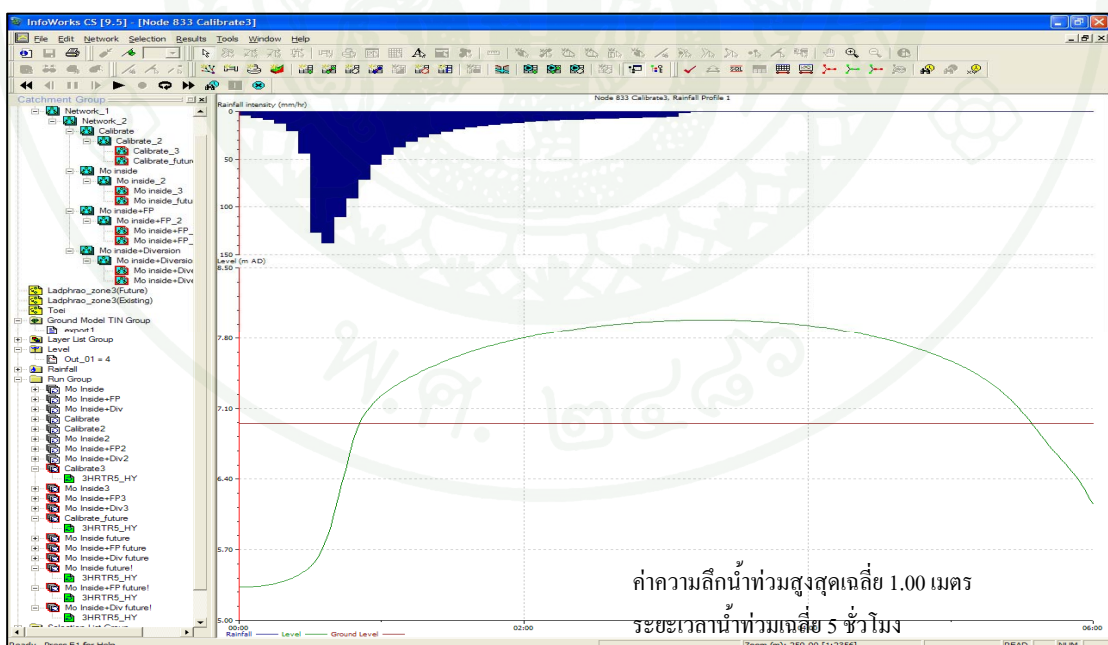
จากการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากกลับพลันและจากฝนตกหนักในพื้นที่ศึกษาที่เคยเกิดขึ้นในอดีต โดยจัดทำแบบจำลองของระบบระบายน้ำเดิม ในสภาพลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินปัจจุบันด้วยพายุฝนเหตุการณ์เมื่อวันที่ 21 พฤศจิกายน 2543 ซึ่งมีความลึกฝนสะสม 82 มิลลิเมตร ในเวลา 3 ชั่วโมง (จากการตรวจสอบโครงข่ายระบบระบายน้ำเดิมและลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินปัจจุบันมีสภาพโดยรวมใกล้เคียงกับในอดีตเมื่อวันที่ 21 พฤศจิกายน 2543 จึงสามารถนำมาเปรียบเทียบแบบจำลองได้) โดยกำหนดค่า c ระหว่าง 0.15 ถึง 0.70 และกำหนดค่า n ระหว่าง 0.016 ถึง 0.025 ผลการจำลองพบว่าเกิดน้ำท่วมขังบริเวณถนนนิพัทธ์อุทิศ 3 พื้นที่หน้าวัดถาวร ตลาดเทศบาล ถนนนิพัทธ์สงเคราะห์ 1 หน้าประชาสัมพันธ์เขต 10 หลังโรงเรียนช่างอุตสาหกรรมหาดใหญ่ ถนนกาญจนาภิเษย์ (ช่วงบึงศรีตรังถึงทางรถไฟไปสุไหงโกทิง) ถนนทุ่งเสา 2 ถนนคลองเรียน 2 ฟาร์มจระเข้เก่า ถนนธรรมบุญวิถี คลองราษฎร์ยินดี แนวร่องน้ำหลากข้างโรงเรียนโสตศึกษา คลองเปล สามแยกคอหงส์ หน้ามณฑลทหารบกที่ 42 หน้าค่ายเสนาณรงค์ หน้ากองพันทหารราบที่ 1 หน้าสนามกอล์ฟ สำนักงานขนส่งจังหวัด บึงน้ำหลังวัดหงส์ประดิษฐาราม และถนนภาสว่าง ดังแสดงในภาพที่ 53 รวมปริมาณน้ำท่วมขังประมาณ 117,900 ลบ.ม. และเกิดน้ำท่วมขังนานประมาณ 0.2-3.0 ชั่วโมง โดยมีตัวอย่างของผลการจำลองดังแสดงในภาพที่ 54



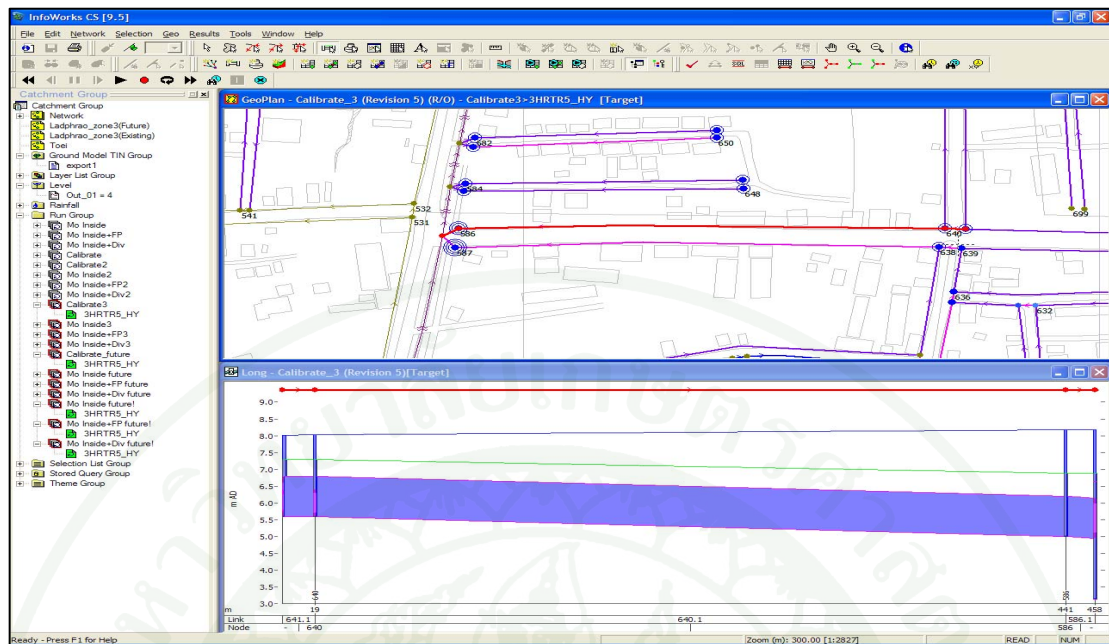
ภาพที่ 53 ผลการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากกลับป้นของระบบระบายน้ำเดิม ในสภาพการใช้ที่ดินปัจจุบัน ด้วยพายุฝนเหตุการณ์
วันที่ 21 พฤศจิกายน 2543



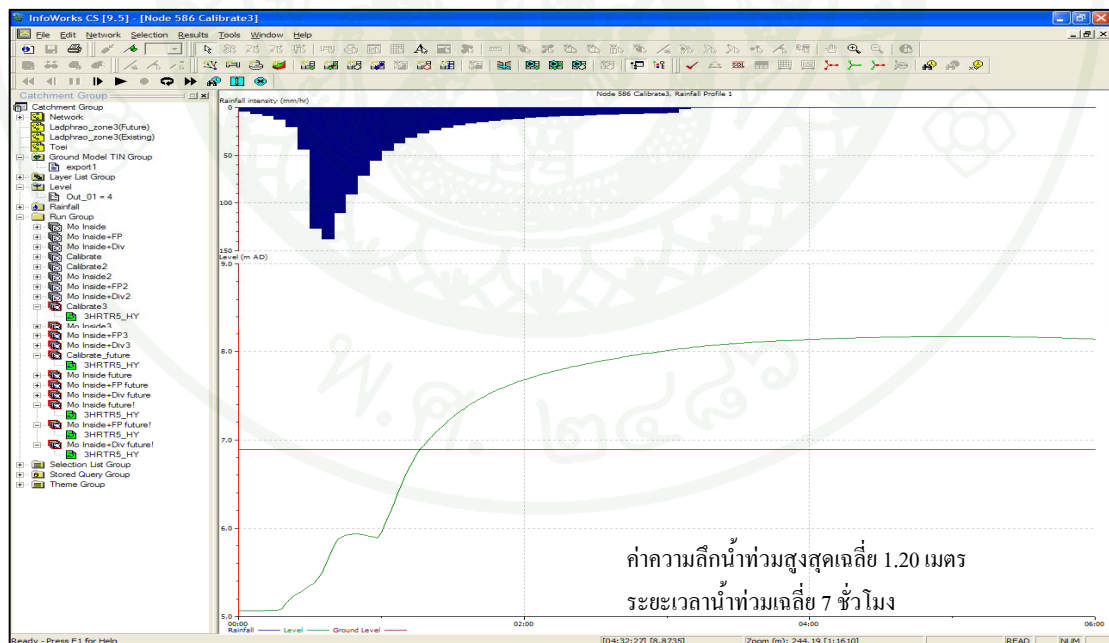
ภาพที่ 54 (ก) แปลนและรูปตัดตามยาวของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากกลับพลันของระบบระบายน้ำเดิม ในสภาพการใช้ที่ดินปัจจุบัน ด้วยพายุฝนเหตุการณ์ วันที่ 21 พฤศจิกายน 2543 บริเวณถนนเพชรเกษมใกล้สามแยกคอหงส์



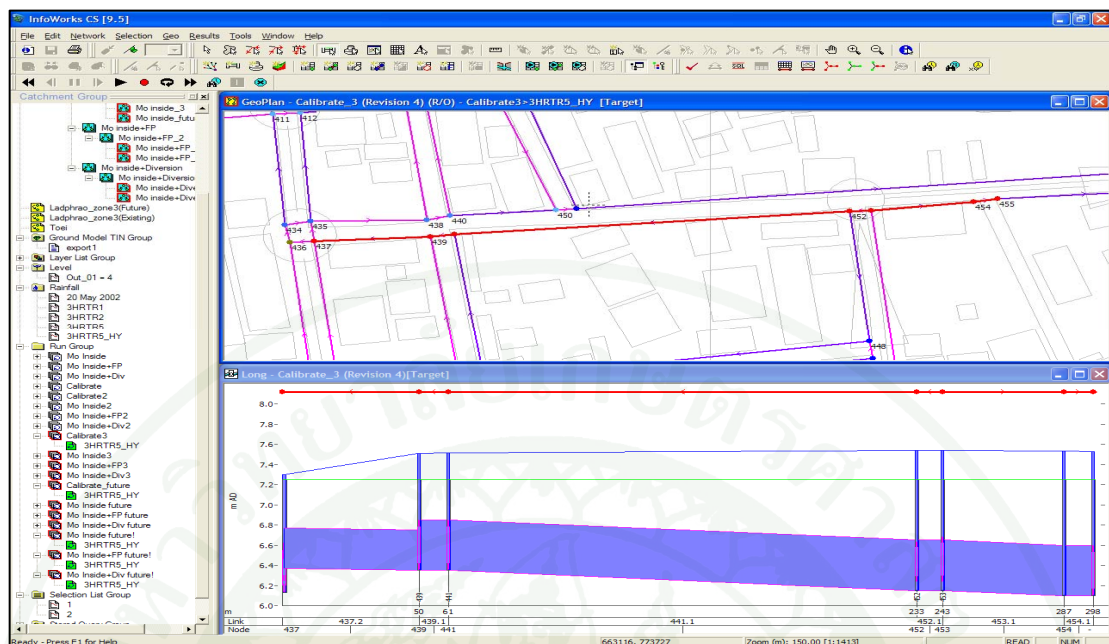
ภาพที่ 54 (ข) สภาพระดับน้ำของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากกลับพลันของระบบระบายน้ำเดิม ในสภาพการใช้ที่ดินปัจจุบัน ด้วยพายุฝนเหตุการณ์ วันที่ 21 พฤศจิกายน 2543 บริเวณถนนเพชรเกษมใกล้สามแยกคอหงส์



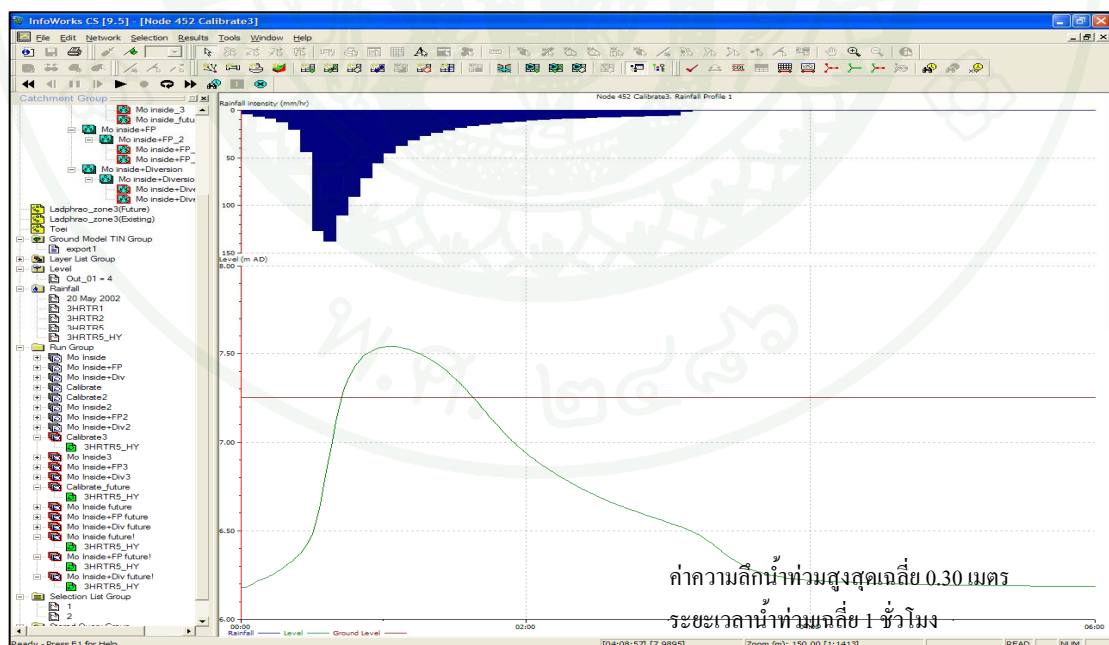
ภาพที่ 54 (ค) แปลนและรูปตัดตามยาวของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากกลับพลันของระบบระบายน้ำเดิม ในสภาพการใช้ที่ดินปัจจุบัน ด้วยพายุฝนเหตุการณ์ วันที่ 21 พฤศจิกายน 2543 บริเวณถนนสุขสารรังสรรค์ใกล้คลองราษฎร์นดี



ภาพที่ 54 (ง) สภาพระดับน้ำของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากกลับพลันของระบบระบายน้ำเดิม ในสภาพการใช้ที่ดินปัจจุบัน ด้วยพายุฝนเหตุการณ์ วันที่ 21 พฤศจิกายน 2543 บริเวณถนนสุขสารรังสรรค์ใกล้คลองราษฎร์นดี



ภาพที่ 54 (จ) แปลนและรูปตัดตามยาวของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากกลับพลันของระบบระบายน้ำเดิม ในสภาพการใช้ที่ดินปัจจุบัน ด้วยพายุฝนเหตุการณ์ วันที่ 21 พฤศจิกายน 2543 บริเวณถนนผดุงภักดีใกล้คลองเตย



ภาพที่ 54 (ฉ) สภาพระดับน้ำของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากกลับพลันของระบบระบายน้ำเดิม ในสภาพการใช้ที่ดินปัจจุบัน ด้วยพายุฝนเหตุการณ์ วันที่ 21 พฤศจิกายน 2543 บริเวณถนนผดุงภักดีใกล้คลองเตย

2.2 ผลการพิจารณาความน่าเชื่อถือได้ของแบบจำลอง

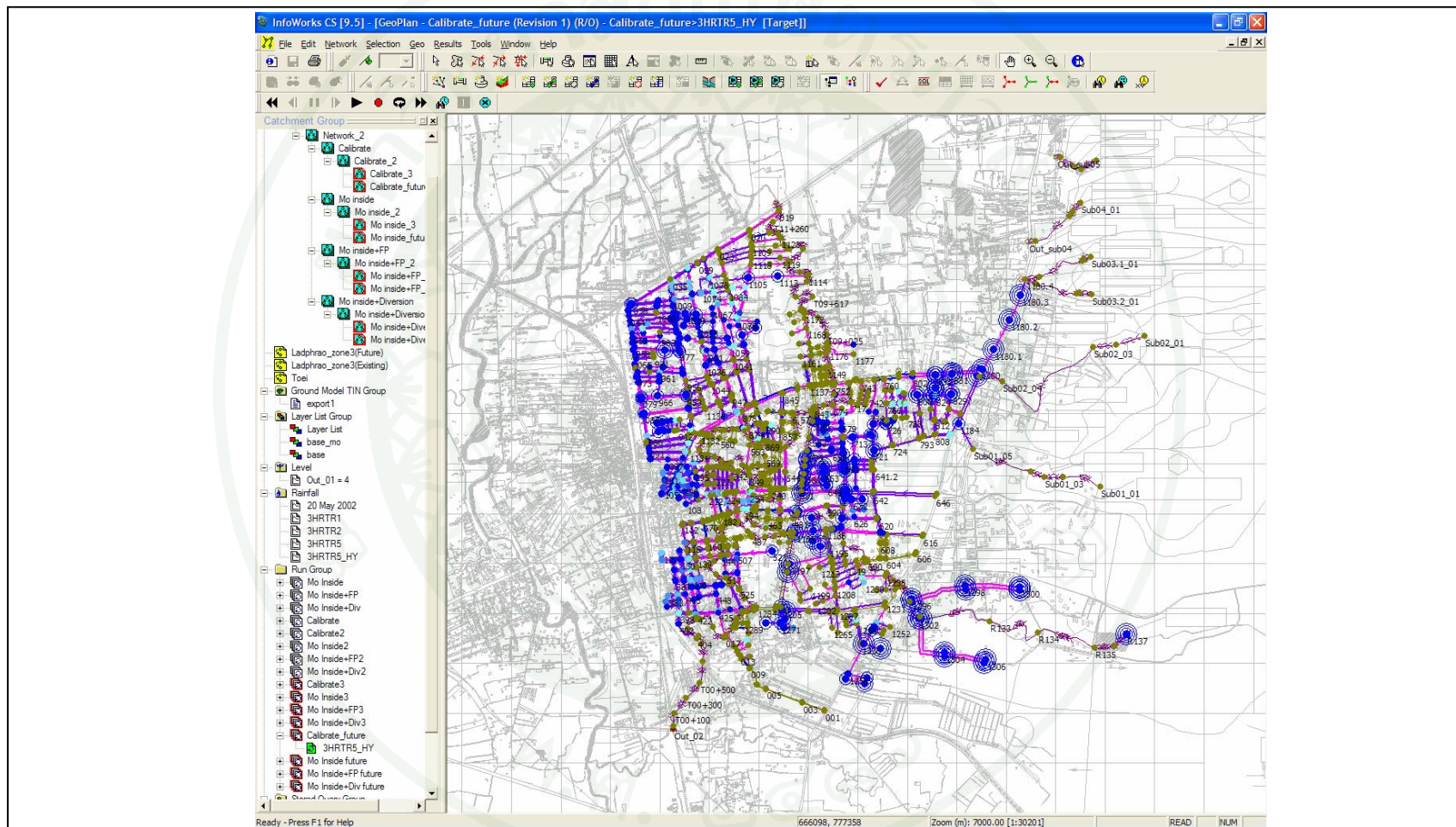
จากผลการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากจับพลันของระบบระบายน้ำเดิมในสภาพการใช้ที่ดินปัจจุบันด้วยพายุฝนเหตุการณ์เมื่อวันที่ 21 พฤศจิกายน 2543 มีความสอดคล้องกับผลการสอบถามเจ้าหน้าที่เทศบาลนครหาดใหญ่และประชาชนในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ ดังนั้นจึงสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบระบายน้ำเดิมด้วยฝนออกแบบ และใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบระบายน้ำที่เสนอแนะด้วยพายุฝนออกแบบต่อไปได้

3. ผลการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากจับพลันของระบบระบายน้ำเดิมในสภาพการใช้ที่ดินอนาคตด้วยพายุฝนออกแบบที่คาบอุบัติการเกิด 5 ปี

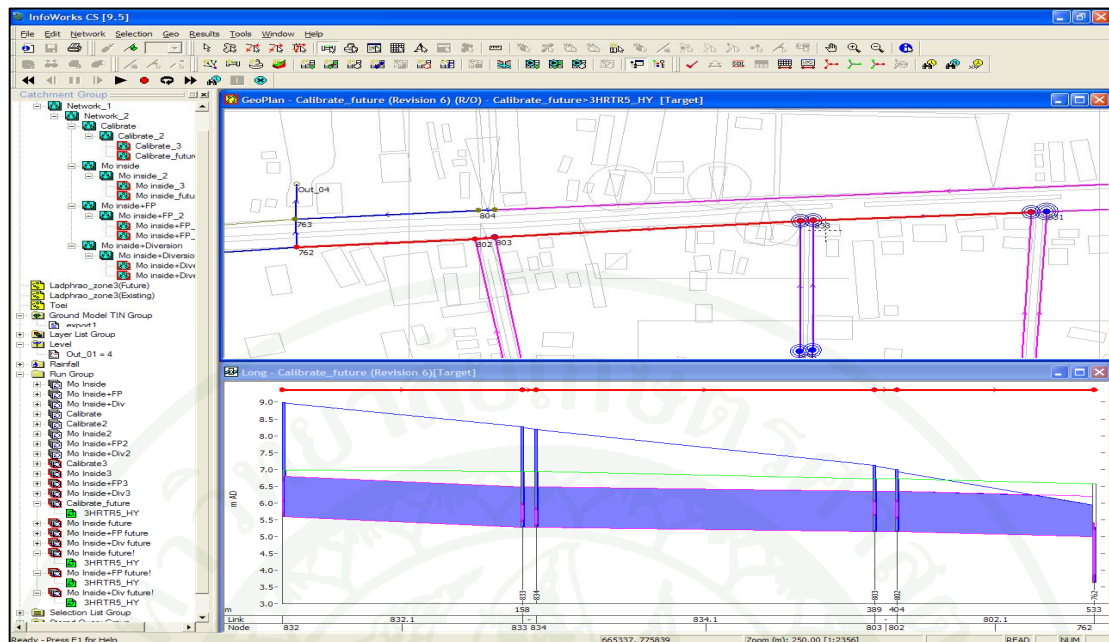
ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการระบายน้ำของโครงข่ายระบบระบายน้ำเดิม ด้วยพายุฝนออกแบบที่คาบอุบัติการเกิด 5 ปี (ความลึกฝนสะสม 83 มม. ในเวลา 3 ชั่วโมง) โดยทำการวิเคราะห์ในกรณีสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินอนาคต ผลการจำลองสภาพการไหลจะเกิดน้ำท่วมขังที่บริเวณต่าง ๆ ดังแสดงในภาพที่ 55 รวมปริมาณน้ำท่วมขังประมาณ 195,350 ลบ.ม. และเกิดน้ำท่วมขังนานประมาณ 0.3-4.5 ชั่วโมง โดยมีตัวอย่างของผลการจำลองดังแสดงในภาพที่ 56

4. ผลการจำลองสภาพการไหลของน้ำหลากจับพลันของระบบระบายน้ำที่เสนอแนะในสภาพการใช้ที่ดินอนาคตด้วยพายุฝนออกแบบที่คาบอุบัติการเกิด 5 ปี

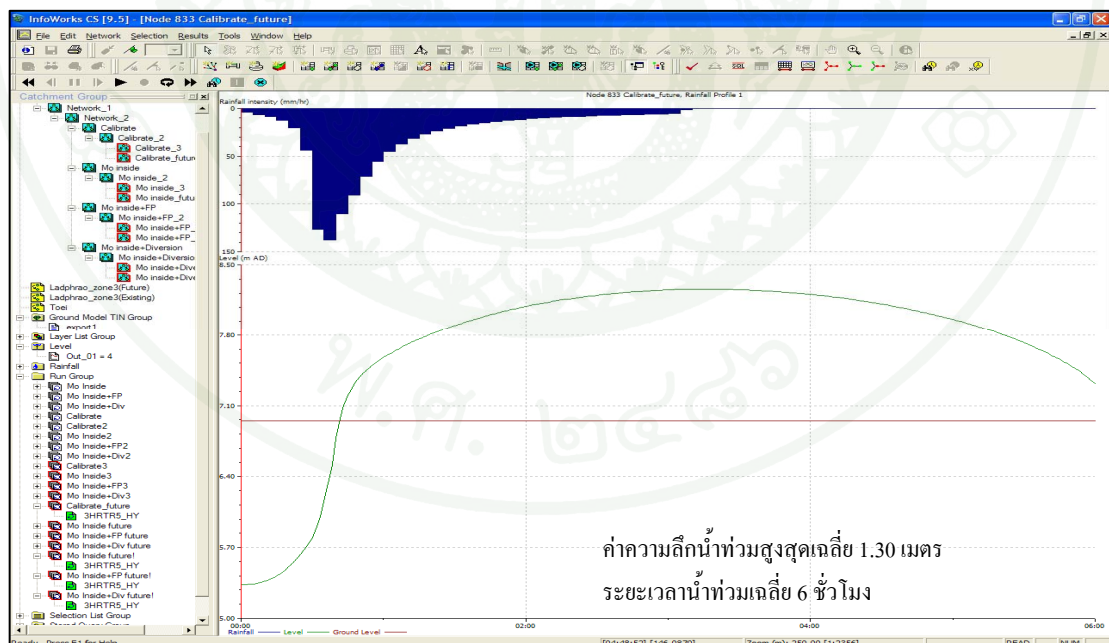
ภายหลังจากที่ได้ทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการระบายน้ำของโครงข่ายระบบระบายน้ำเดิมในสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินอนาคต โดยให้รองรับพายุฝนออกแบบที่คาบอุบัติการเกิด 5 ปี แล้ว เกิดสภาพน้ำท่วมดังแสดงในภาพที่ 55 แล้วนั้น จึงได้พิจารณาสาเหตุปัญหาน้ำท่วมมาประกอบการหาแนวทางปรับปรุงการระบายน้ำให้มีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการแก้ไขปัญหาน้ำหลากจับพลันในพื้นที่ศึกษา ซึ่งเสนอผลการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมในเขตชุมชนหนาแน่นของพื้นที่ศึกษา ดังนี้



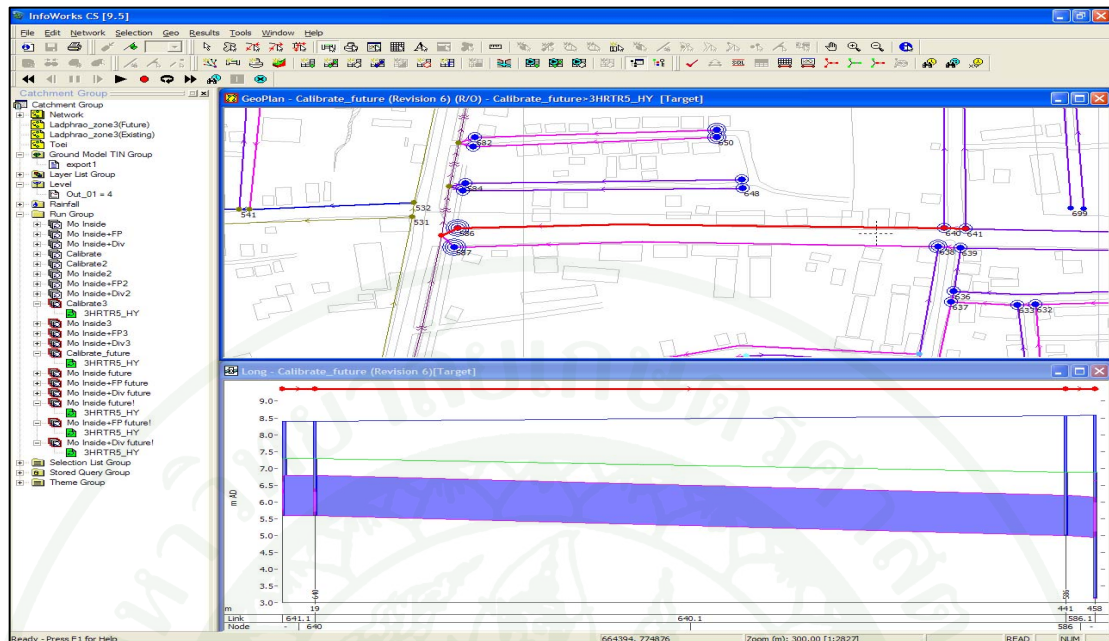
ภาพที่ 55 ผลการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากจับปล้นของระบบระบายน้ำเดิม ในสภาพการใช้ที่ดินอนาคต ด้วยพายุฝนออกแบบที่คาบอุบัติการเกิด 5 ปี



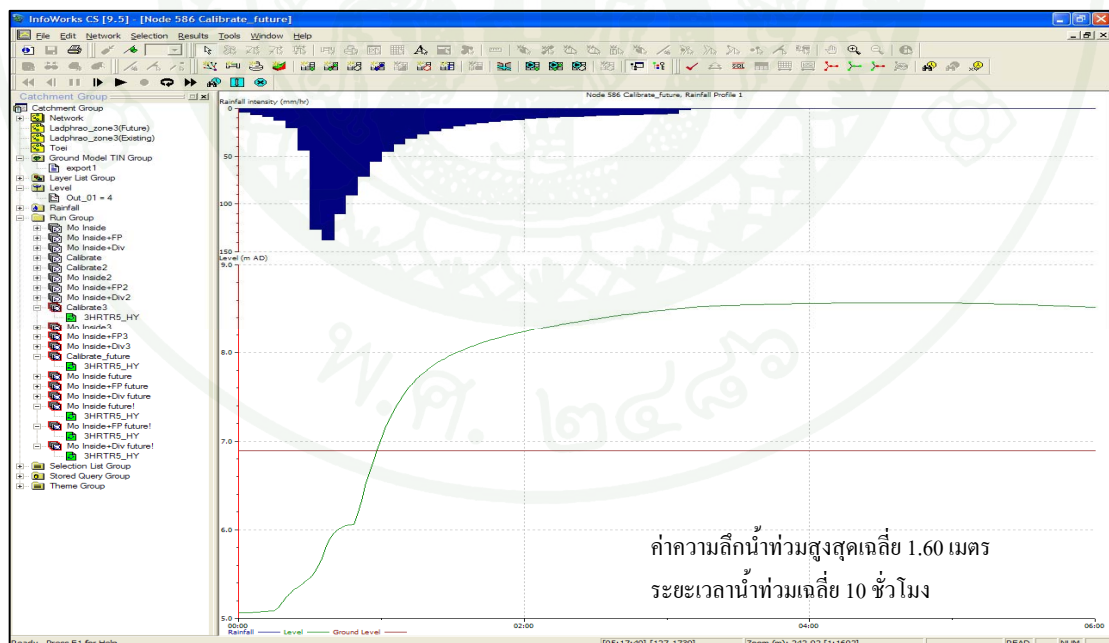
ภาพที่ 56 (ก) แปลนและรูปตัดตามยาวของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากล้นคันของระบบระบายน้ำเดิม ในสภาพการใช้ที่ดินอนาคต ด้วยพายุฝนนอกแบบที่คาบอุบัติการเกิด 5 ปี บริเวณถนนเพชรเกษมใกล้สามแยกคอหงส์



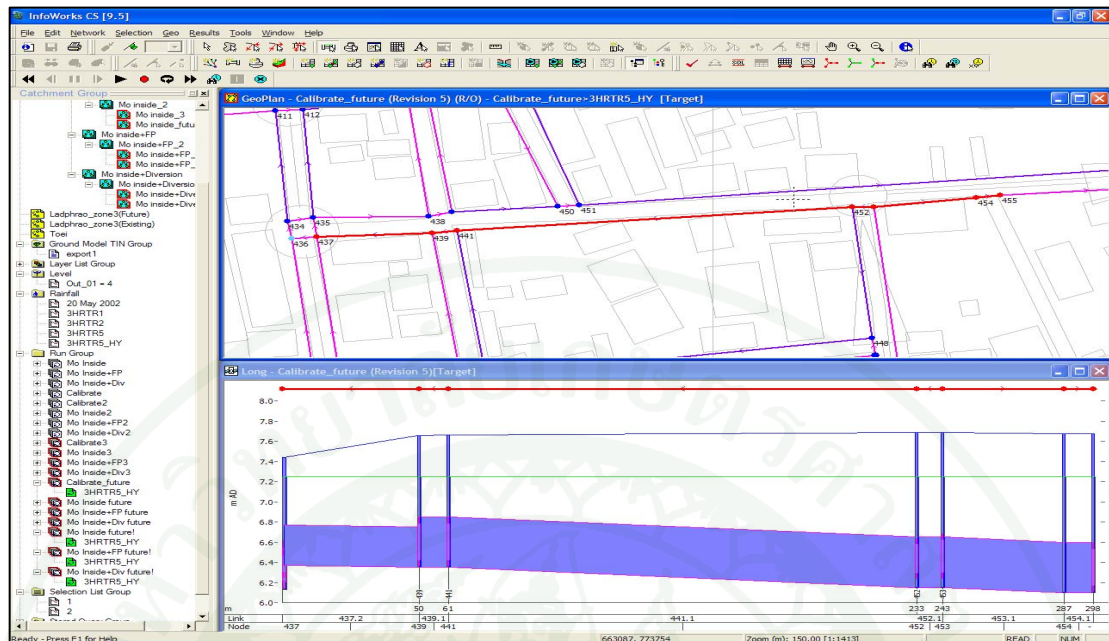
ภาพที่ 56 (ข) สภาพระดับน้ำของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากล้นคันของระบบระบายน้ำเดิม ในสภาพการใช้ที่ดินอนาคต ด้วยพายุฝนนอกแบบที่คาบอุบัติการเกิด 5 ปี บริเวณถนนเพชรเกษมใกล้สามแยกคอหงส์



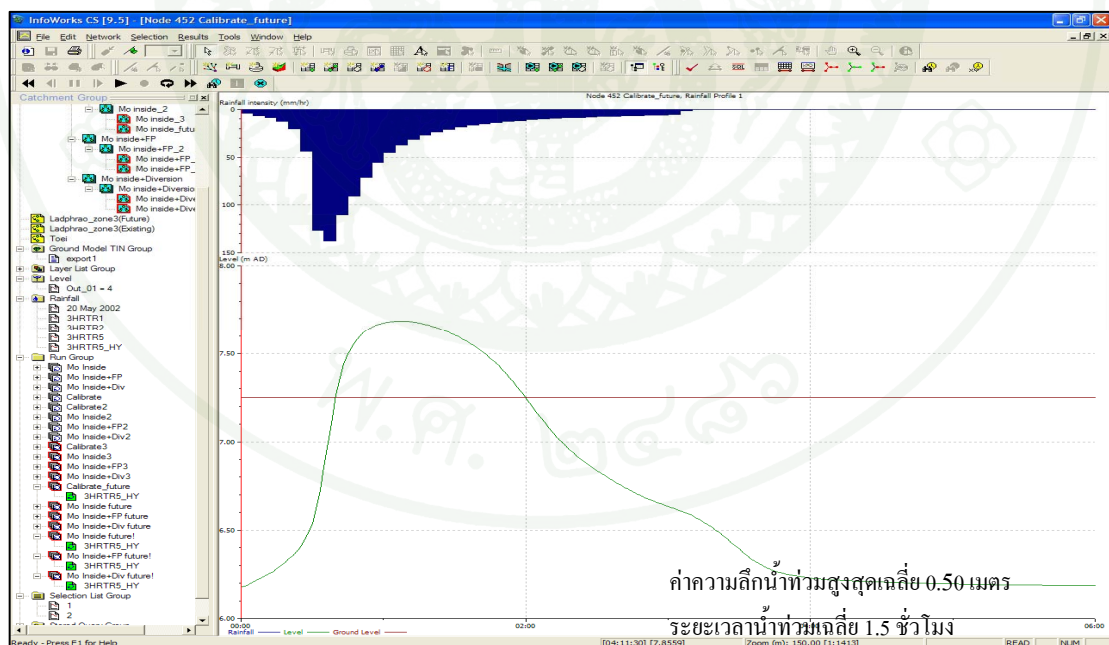
ภาพที่ 56 (ค) แปลนและรูปตัดตามยาวของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากน้บพล้นของระบบระบายน้ำเดิม ในสภาพการใช้ที่ดินอนาคต ด้วยพายุฝนออกแบบที่คาบอุบัติการเกิด 5 ปี บริเวณถนนสุขสารรังสรรค์ใกล้คลองราษฎร์นดี



ภาพที่ 56 (ง) สภาพระดับน้ำของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากน้บพล้นของระบบระบายน้ำเดิม ในสภาพการใช้ที่ดินอนาคต ด้วยพายุฝนออกแบบที่คาบอุบัติการเกิด 5 ปี บริเวณถนนสุขสารรังสรรค์ใกล้คลองราษฎร์นดี



ภาพที่ 56 (จ) แปลนและรูปตัดตามยาวของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากกลับพลันของระบบระบายน้ำเดิม ในสภาพการใช้ที่ดินอนาคต ด้วยพายุฝนออกแบบที่คาบอุบัติการเกิด 5 ปี บริเวณถนนผดุงภักดีใกล้คลองเตย



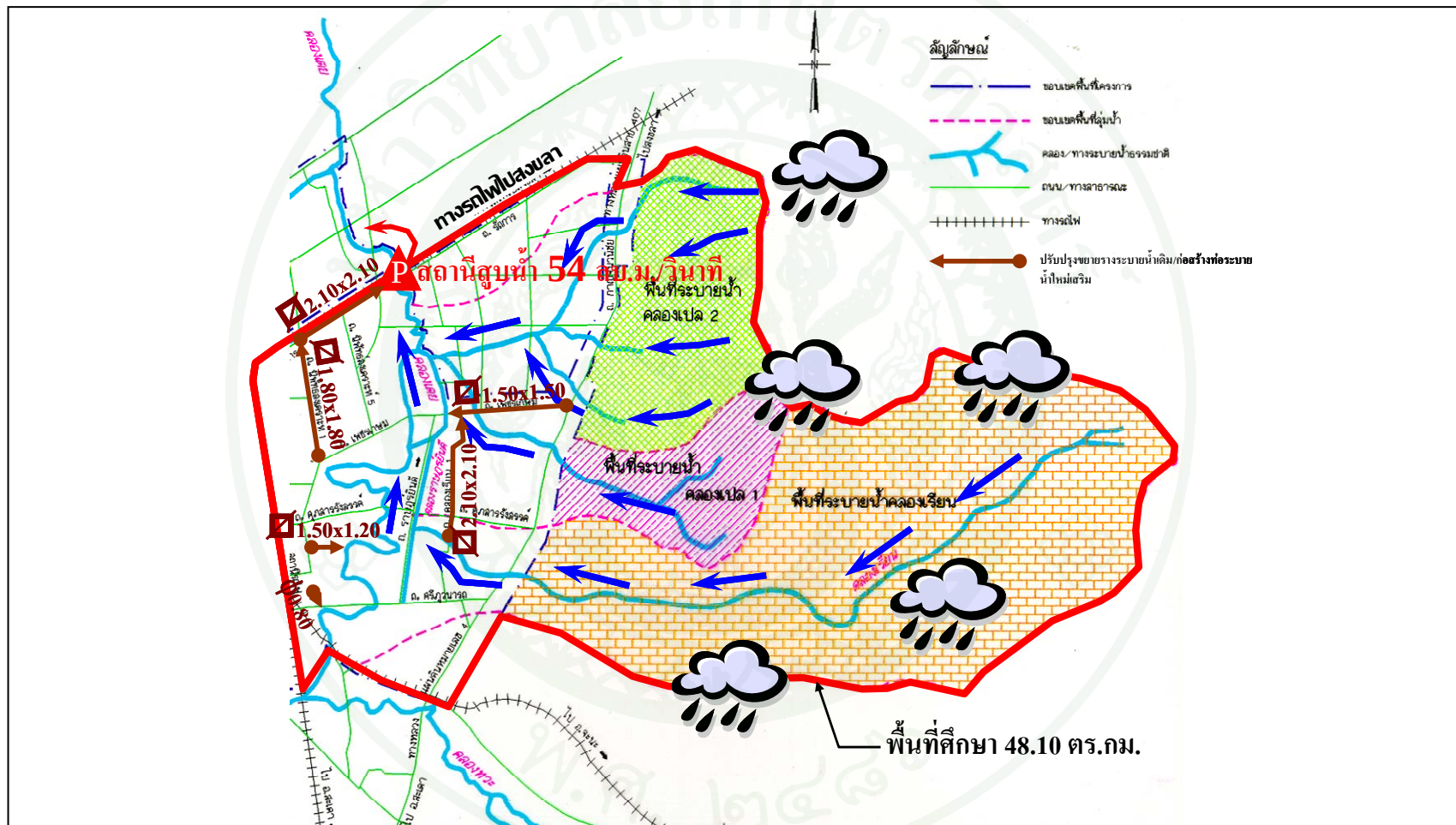
ภาพที่ 56 (ฉ) สภาพระดับน้ำของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากกลับพลันของระบบระบายน้ำเดิม ในสภาพการใช้ที่ดินอนาคต ด้วยพายุฝนออกแบบที่คาบอุบัติการเกิด 5 ปี บริเวณถนนผดุงภักดีใกล้คลองเตย

4.1 ผลการศึกษาทางเลือกที่ 1 : ปรับปรุงขยายทางระบายน้ำเดิมและก่อสร้างท่อระบายน้ำใหม่เสริม

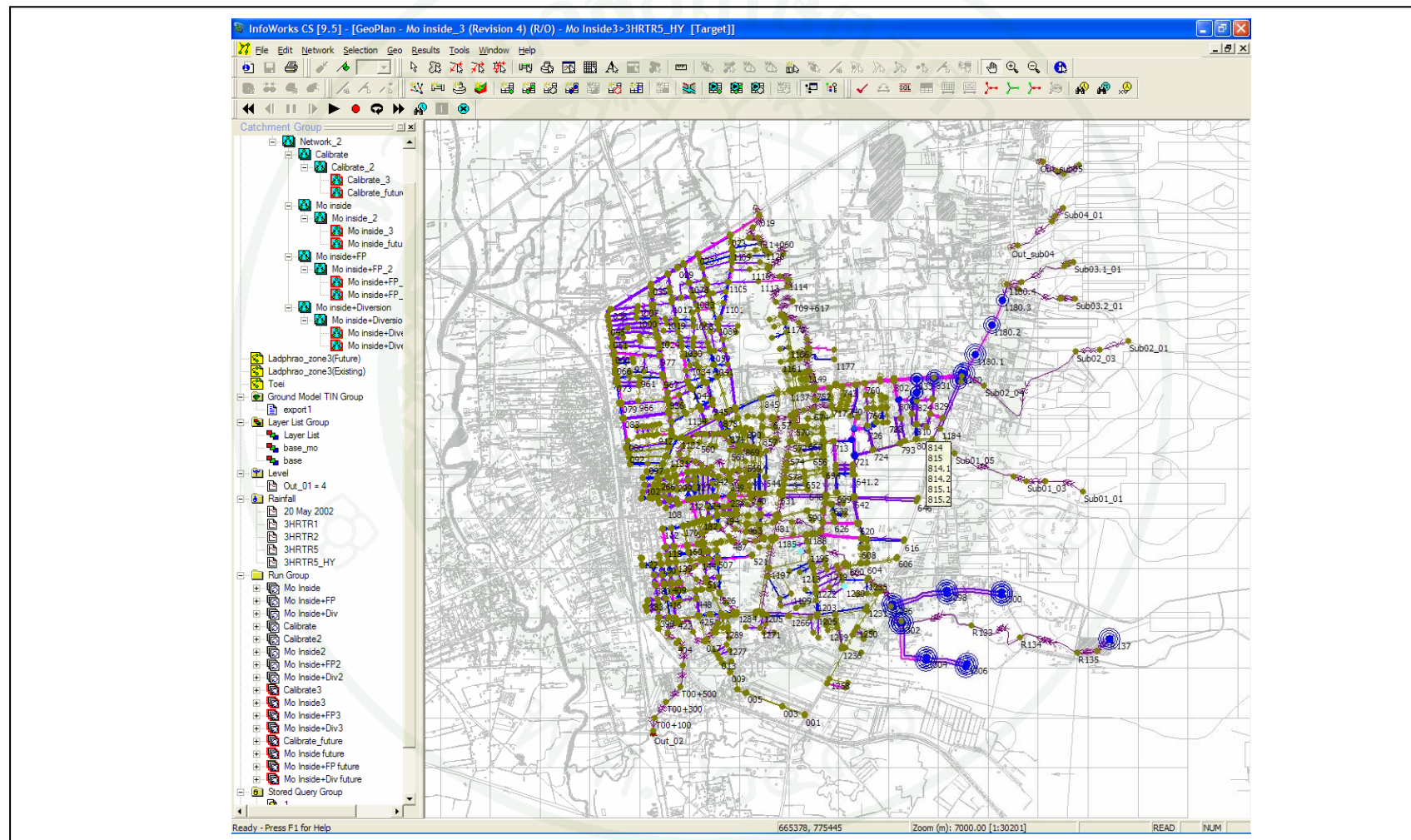
โดยเสนอก่อสร้างท่อระบายน้ำใหม่เสริมขนาด $\phi 0.80$ ม. ในถนนนิพัทธ์รักดีเพื่อระบายน้ำจากชุมชนบริเวณถนนศรีภูวนารถลงคลองเตย ก่อสร้างท่อระบายน้ำใหม่เสริมขนาด $2-\square 1.20 \times 1.20$ ม. และ $2-\square 1.50 \times 1.20$ ม. ในถนนธรรมบุญวิถียเพื่อระบายน้ำจากชุมชนบริเวณถนนนิพัทธ์อุทิศ 1, 2 และ 3 ลงคลองเตย ปรับปรุงขยายรางระบายน้ำเดิมโดยก่อสร้างท่อระบายน้ำใหม่แทนขนาด $2-\square 0.90 \times 0.90$ ม. $2-\square 1.80 \times 1.80$ ม. และ $2-\square 2.10 \times 2.10$ ม. ในถนนนิพัทธ์สงเคราะห์ 1 และถนนรัชการเพื่อระบายน้ำจากชุมชนบริเวณถนนประธานอุทิศ ถนนนิพัทธ์สงเคราะห์ 1 และถนนรัชการลงคลองเตย ก่อสร้างท่อระบายน้ำใหม่เสริมขนาด $\square 2.10 \times 2.10$ ม. ในถนนคลองเรียน 1 ฝัมน้ำจากคลองเรียนลงคลองเปลทำให้ปริมาณน้ำที่จะระบายลงคลองราษฎร์นิตลดลง ก่อสร้างท่อระบายน้ำใหม่เสริมขนาด $2-\square 1.50 \times 1.50$ ม. ในถนนเพชรเกษมเพื่อระบายน้ำจากบริเวณสามแยกคอกหงส์ลงคลองเตย ทำให้สามารถแก้ไขปัญหาน้ำท่วมในเขตชุมชนหนาแน่นได้ แต่ยังเกิดปัญหาน้ำท่วมบริเวณชุมชนใกล้คลองเรียน (ตามแนวเขตและนอกเขตเทศบาลนครหาดใหญ่) ถนนเพชรเกษม สามแยกคอกหงส์และถนนกาญจนาภิเษยหน้าค่ายทหาร ดังแสดงในภาพที่ 57 ซึ่งจะเหลือปริมาณน้ำท่วมขังประมาณ 88,250 ลบ.ม. และเวลาน้ำท่วมขังลดลงเหลือ 0.2-2.5 ชั่วโมง โดยมีตัวอย่างของผลการจำลองดังแสดงในภาพที่ 58 ดังนั้นจึงต้องนำแบบจำลองดังกล่าวมาทำการศึกษหาแนวทางการบรรเทาปัญหาน้ำท่วมบริเวณที่ยังไม่สามารถแก้ไขปัญหาก็ได้ โดยเสนอแนวทางแก้ไขเพิ่มเติม 2 ทางเลือก ดังนี้

4.2 ผลการศึกษาทางเลือกที่ 2 : ปรับปรุงขยายทางระบายน้ำเดิมและก่อสร้างท่อระบายน้ำใหม่เสริม พร้อมทั้งปรับปรุงบึงพักน้ำเดิมและก่อสร้างบึงพักน้ำใหม่

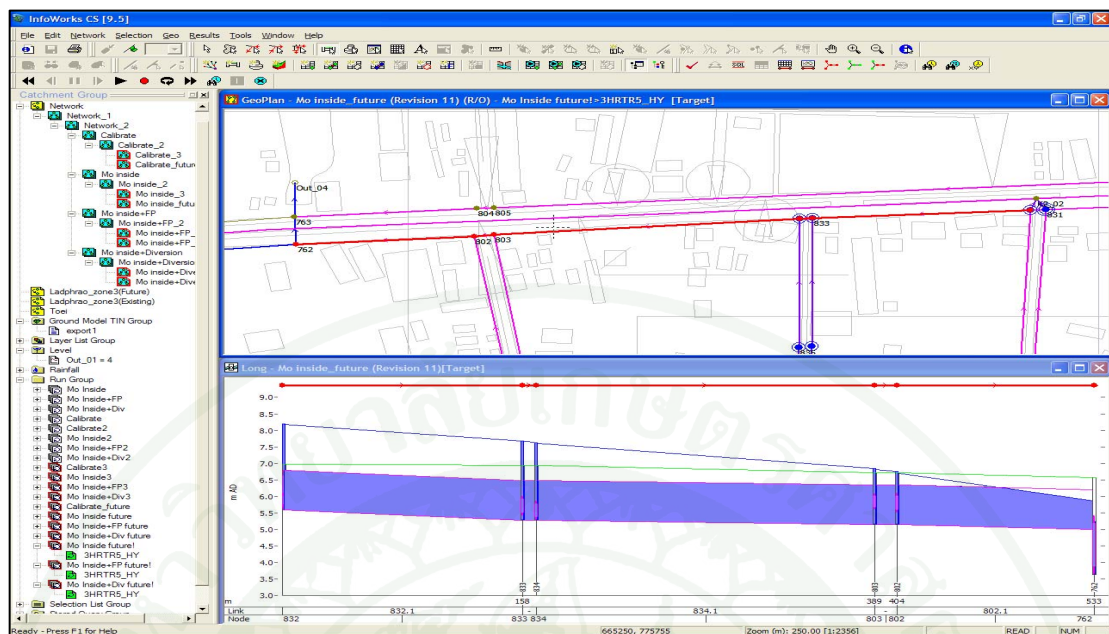
ผลการศึกษาทางเลือกที่ 2 ได้เสนอให้ปรับปรุงขยายรางระบายน้ำเดิมและก่อสร้างท่อระบายน้ำใหม่เสริมตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 1 ซึ่งสามารถแก้ไขปัญหาน้ำท่วมบริเวณพื้นที่ชุมชนในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ได้เป็นส่วนใหญ่ แต่ยังเกิดปัญหาน้ำท่วมในบริเวณอื่นดังกล่าว จึงได้เสนอปรับปรุงบึงพักเดิมบริเวณมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ศูนย์วิจัยยางสงขลา สนามกอล์ฟกลุ่มที่ 1 สนามกอล์ฟกลุ่มที่ 2 วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่และสวนสาธารณะ เรือนเพาะชำเทศบาลนครหาดใหญ่เพื่อชะลอน้ำจากลุ่มน้ำย่อยคลองเปลงสู่คลองเตย ปรับปรุงบึงพักน้ำเดิมบริเวณโรงพยาบาลค่ายเสนาณรงค์และก่อสร้างบึงพักน้ำใหม่บริเวณคลองเรียนเพื่อชะลอน้ำจากลุ่มน้ำย่อยคลองเรียนลงสู่คลองราษฎร์นิต ซึ่งผลของการวิเคราะห์ดังแสดงในภาพที่ 59 ซึ่งจะเหลือปริมาณน้ำท่วมขังประมาณ 9,000 ลบ.ม. และเวลาน้ำท่วมขังลดลงเหลือประมาณ 0.1-1.5 ชั่วโมง โดยมีตัวอย่างของผลการจำลองดังแสดงในภาพที่ 60



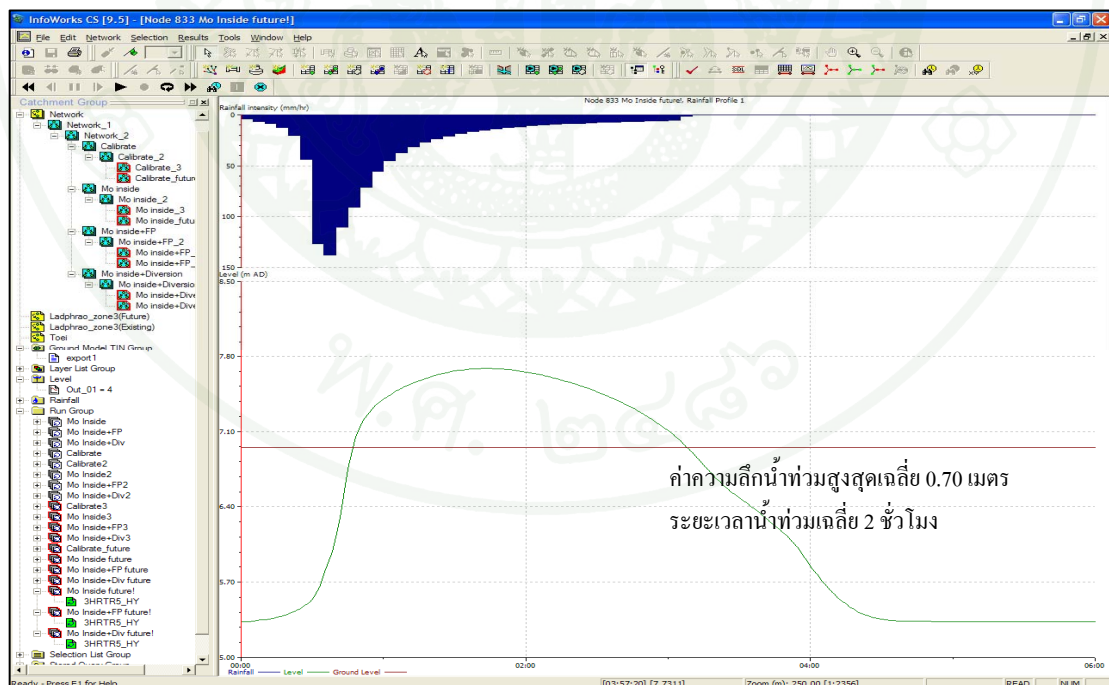
ภาพที่ 57 (ก) แนวทางการแก้ไขปัญหาหน้าหลาถน้ำที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 1



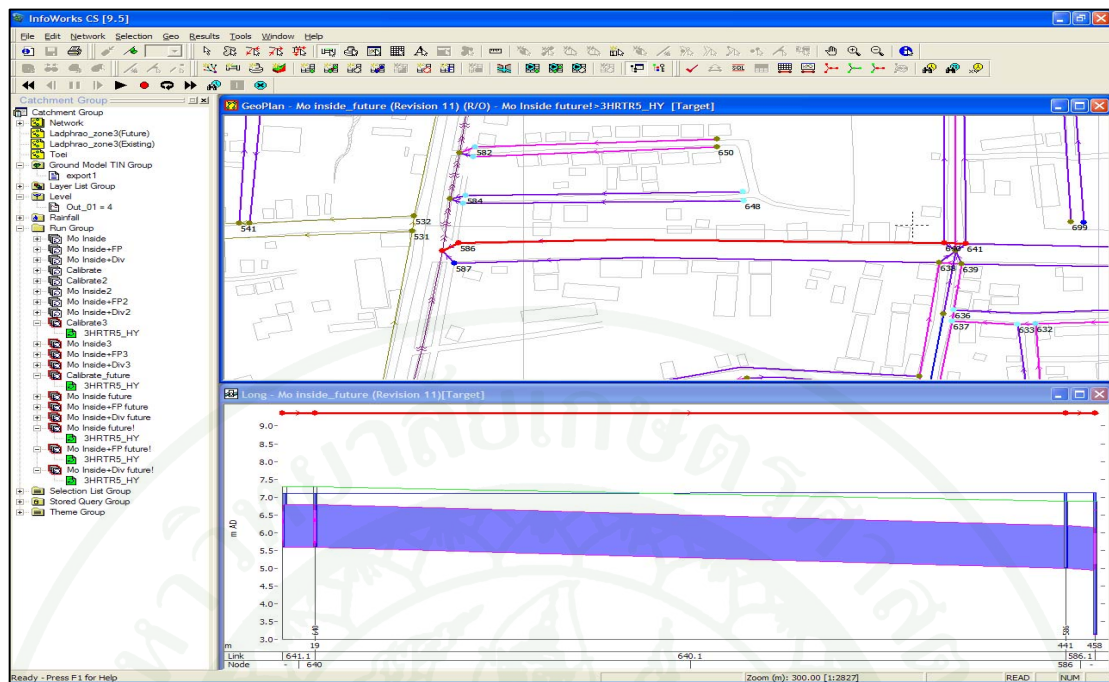
ภาพที่ 57 (ข) ผลการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากกลับป้อนของระบบระบายน้ำที่เสนอแนะ ตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 1



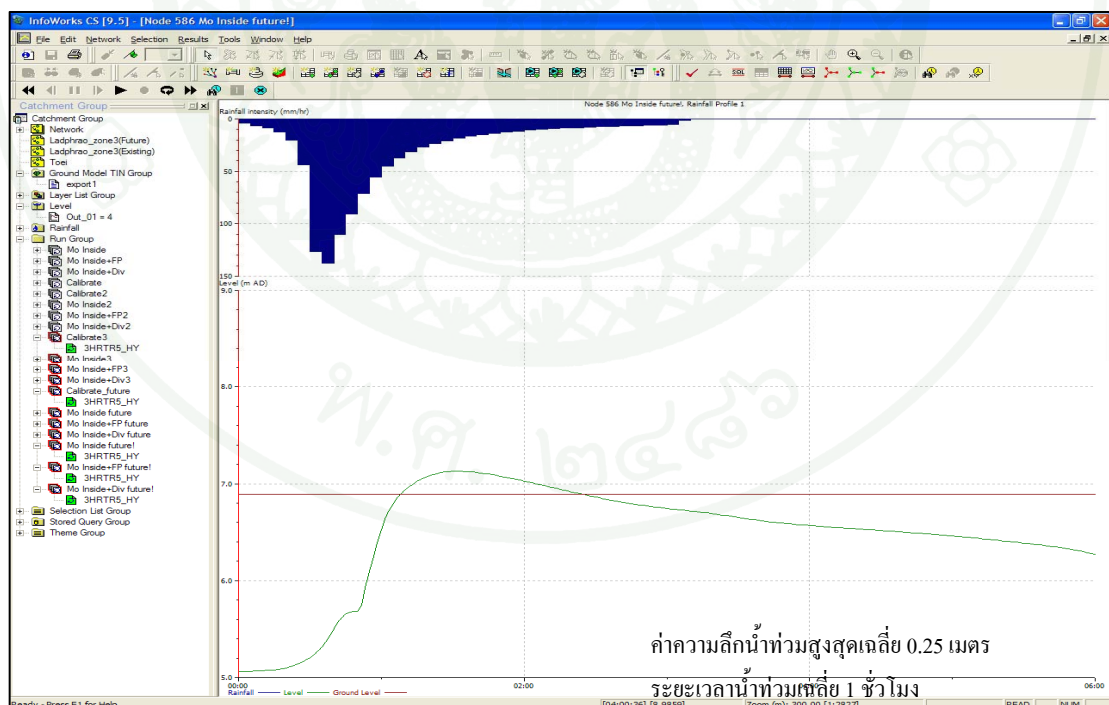
ภาพที่ 58 (ก) แผนและรูปตัดตามยาวของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากกลับพลันของระบบระบายน้ำที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 1 บริเวณถนนเพชรเกษมใกล้สามแยกคอหงส์



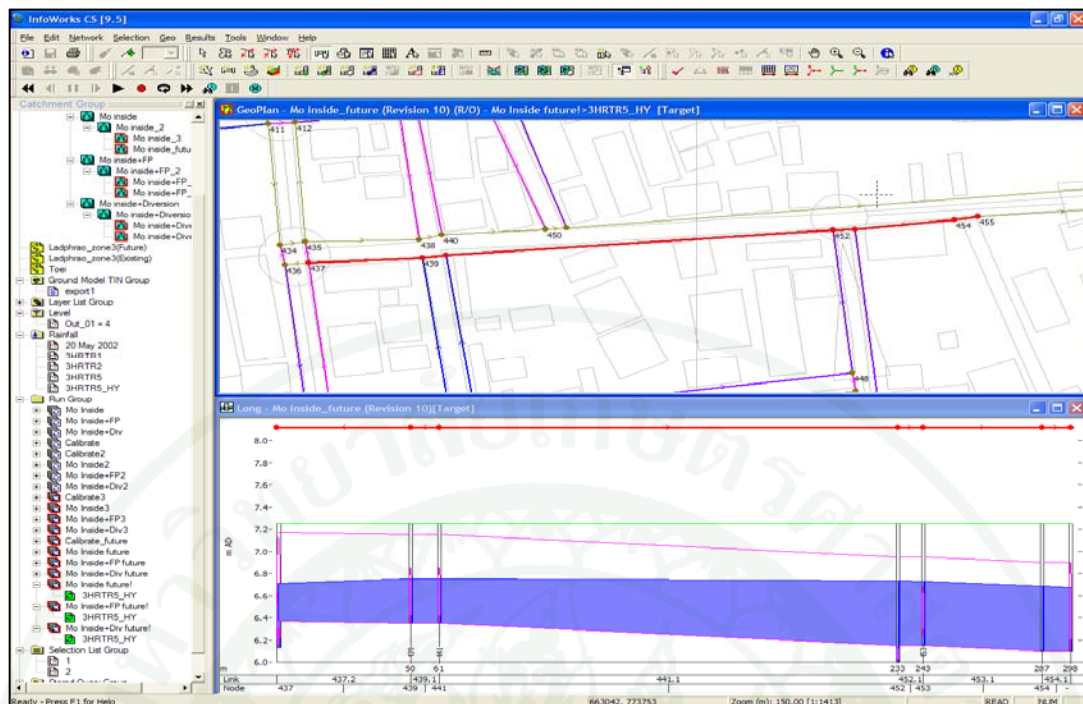
ภาพที่ 58 (ข) สภาพระดับน้ำของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากกลับพลันของระบบระบายน้ำที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 1 บริเวณถนนเพชรเกษมใกล้สามแยกคอหงส์



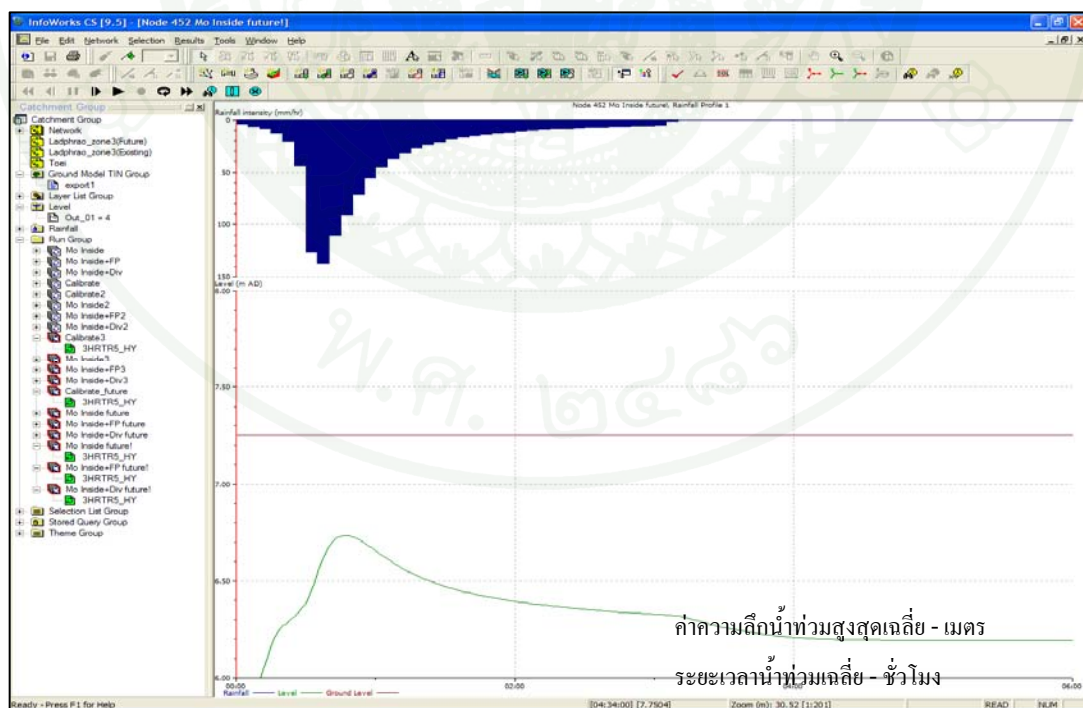
ภาพที่ 58 (ค) แปลนและรูปตัดตามยาวของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากฉบับพลันของระบบระบายน้ำที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 1 บริเวณถนนสุขสารรังสรรค์ใกล้คลองราษฎร์ขินดี



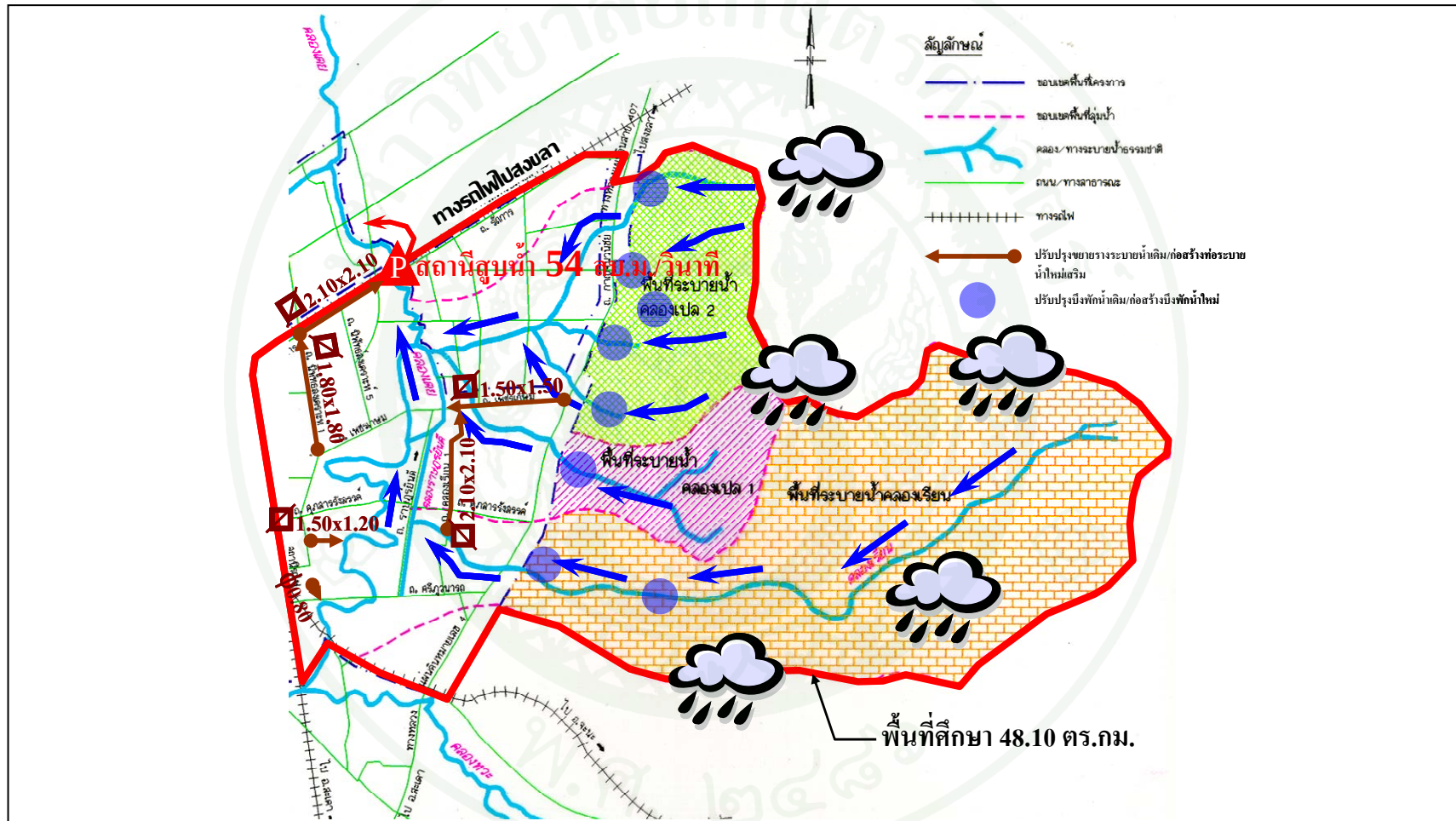
ภาพที่ 58 (ง) สภาพระดับน้ำของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากฉบับพลันของระบบระบายน้ำที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 1 บริเวณถนนสุขสารรังสรรค์ใกล้คลองราษฎร์ขินดี



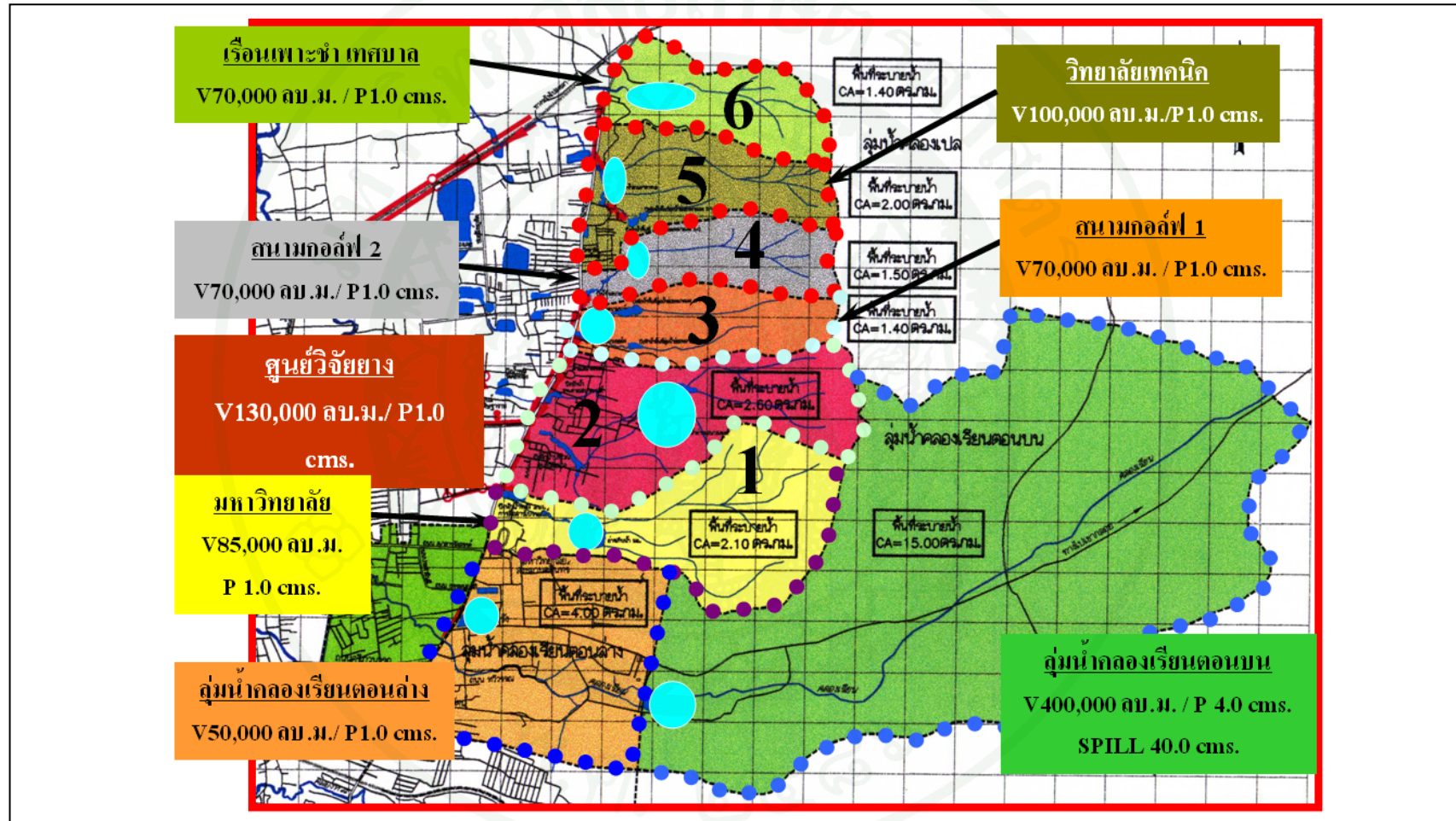
ภาพที่ 58 (จ) แผนและรูปตัดตามยาวของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากกลับพลันของระบบระบายน้ำที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 1 บริเวณถนนพดุงรักดีใกล้คลองเตย



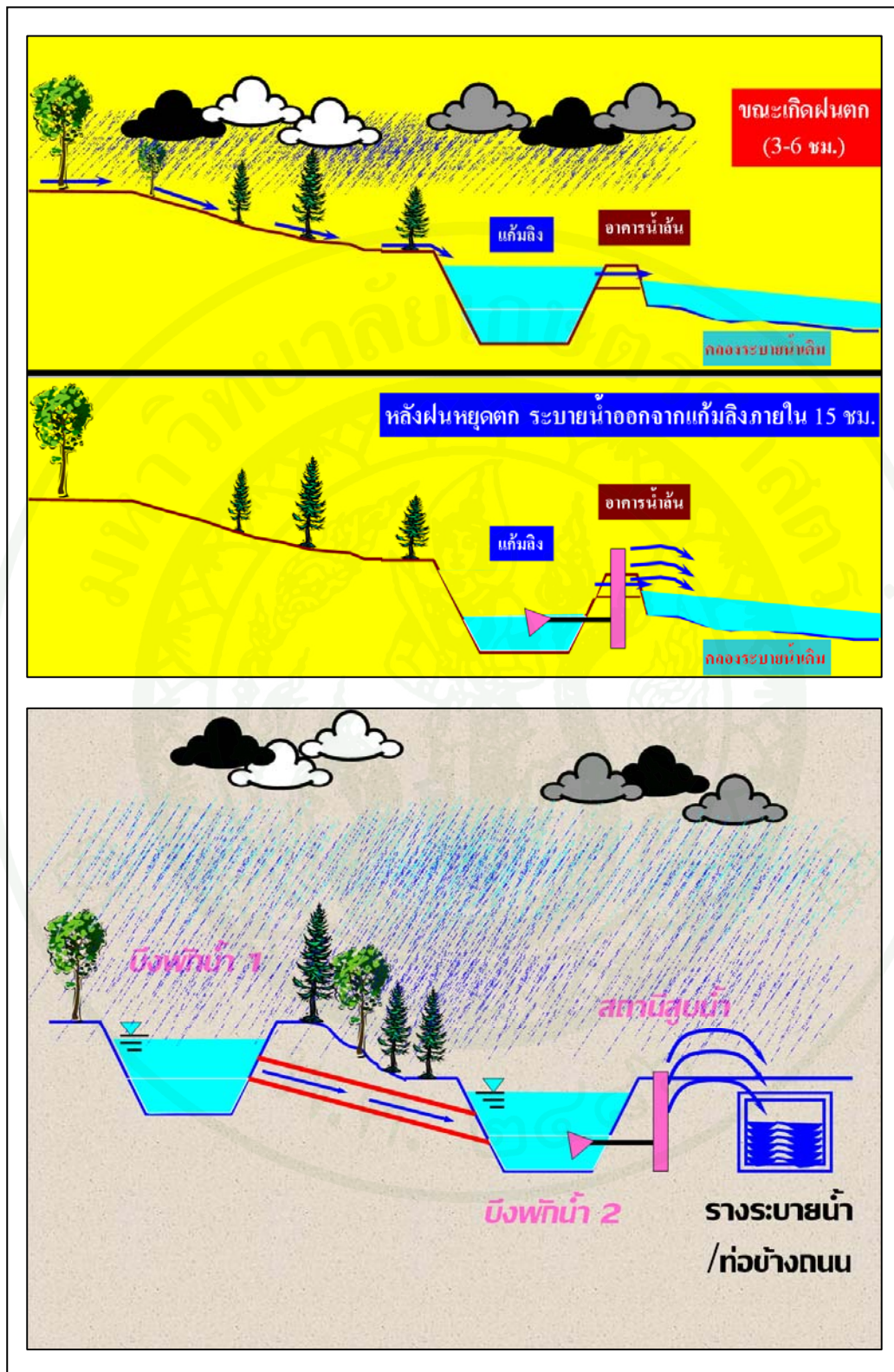
ภาพที่ 58 (ข) สภาพระดับน้ำของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากกลับพลันของระบบระบายน้ำที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 1 บริเวณถนนพดุงรักดีใกล้คลองเตย



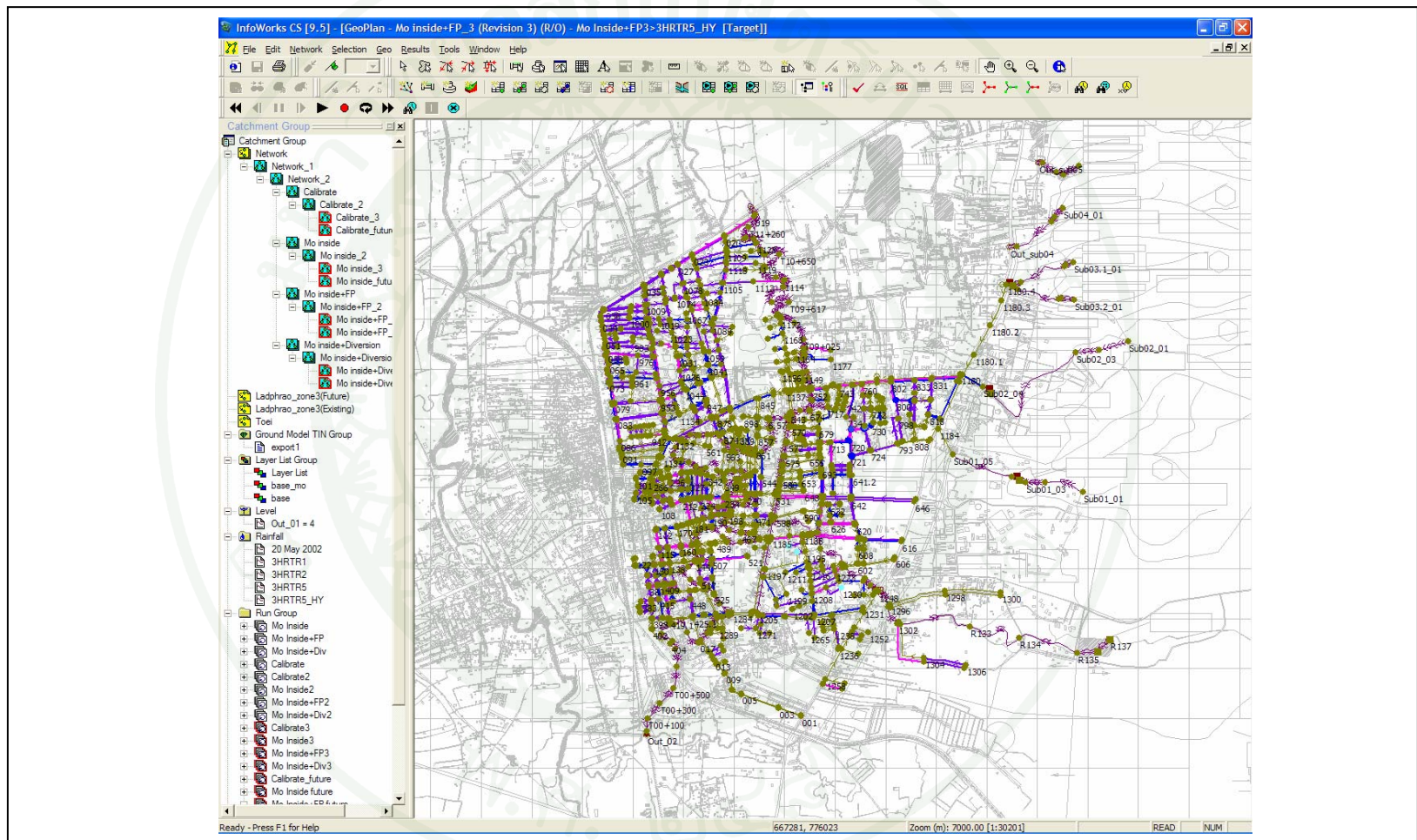
ภาพที่ 59 (ก) แนวทางการแก้ไขปัญหาหน้าหลาถักปล้นที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 2



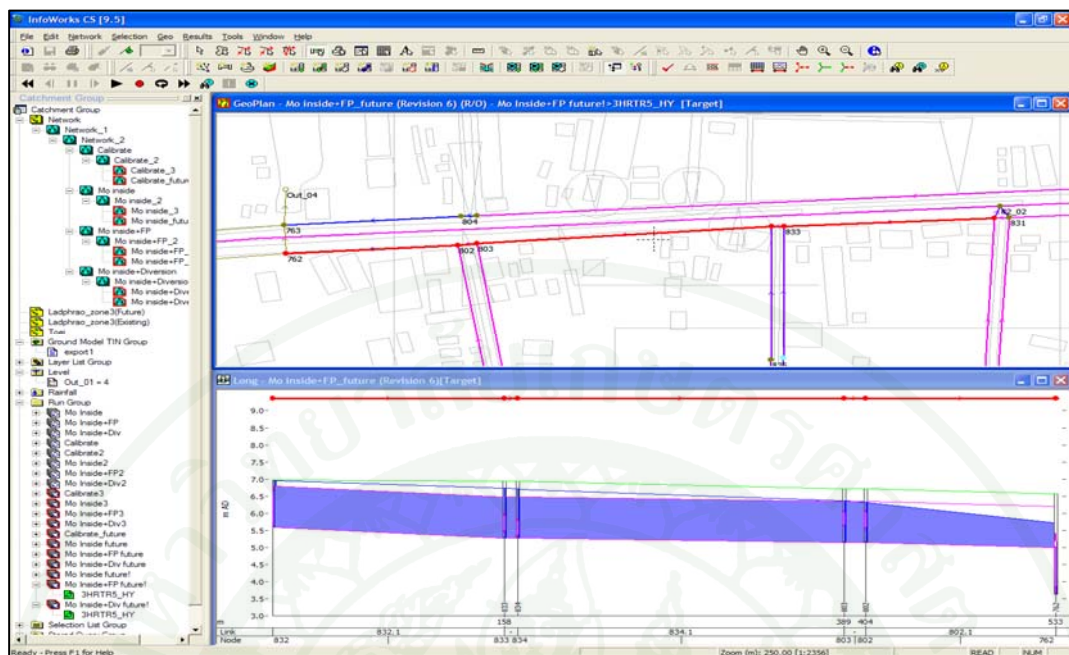
ภาพที่ 59 (ข) ตำแหน่งบึงพักน้ำในกลุ่มน้ำย่อยคลองเรียนและคลองเปดที่เสนอแนะตามผลการศึกษาลำน้ำที่ 2



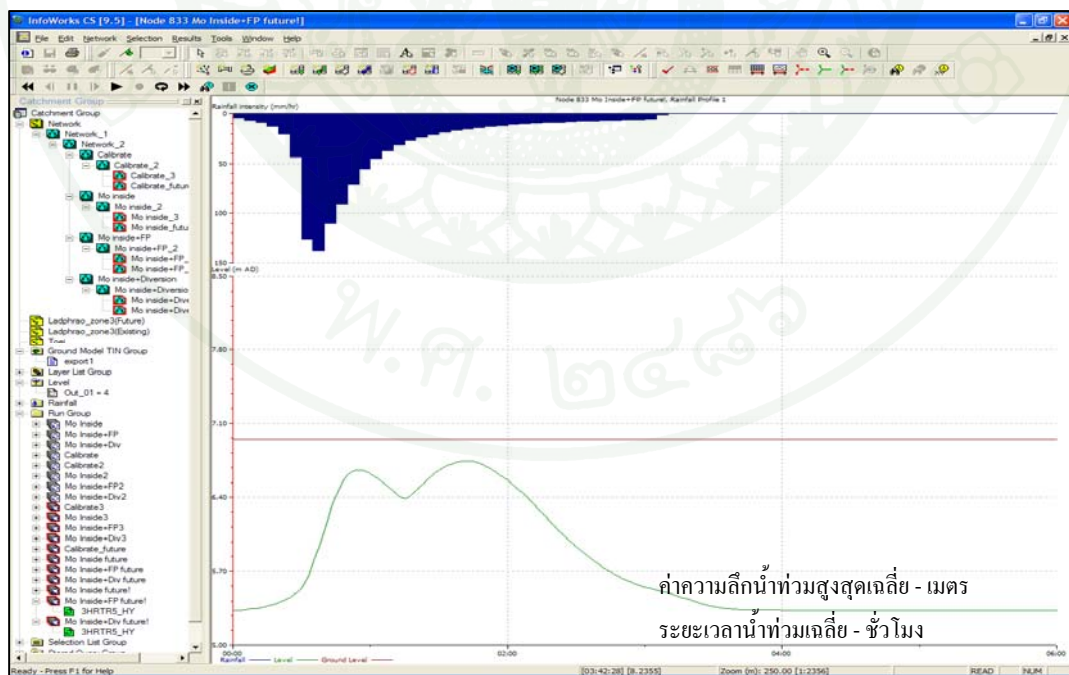
ภาพที่ 59 (ค) แนวความคิดในการทำงานของบึงพิกน้ำที่เสนอแนะตามผลการศึกษาลำเลียง
ที่ 2



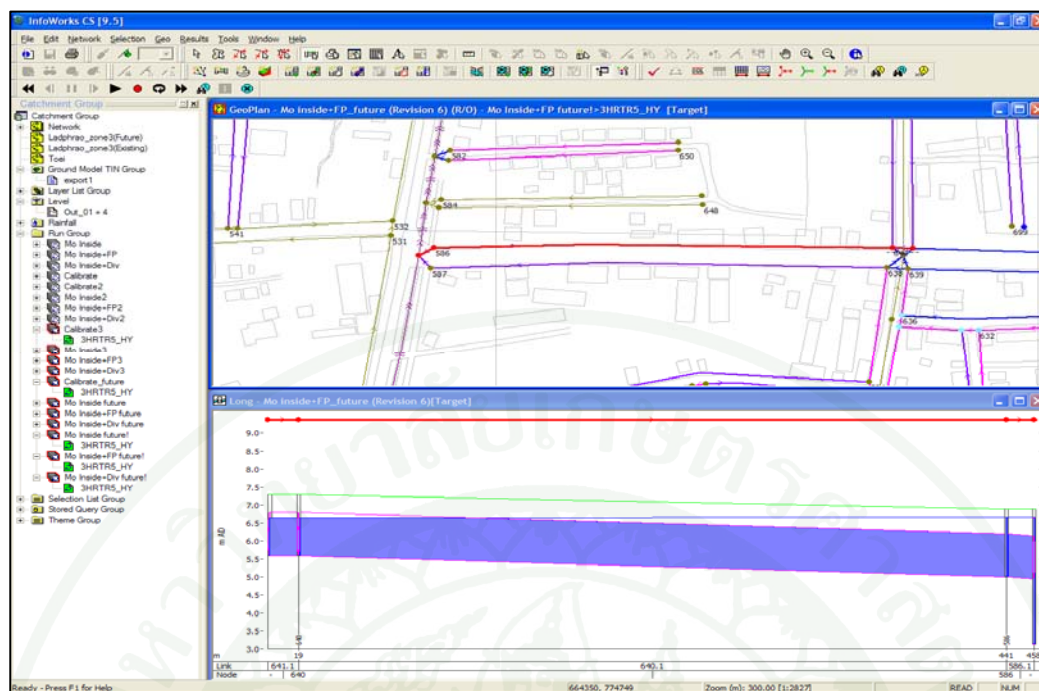
ภาพที่ 59 (ง) ผลการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากน้บพลันของระบบระบายน้ำที่เสนอแนะ ตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 2



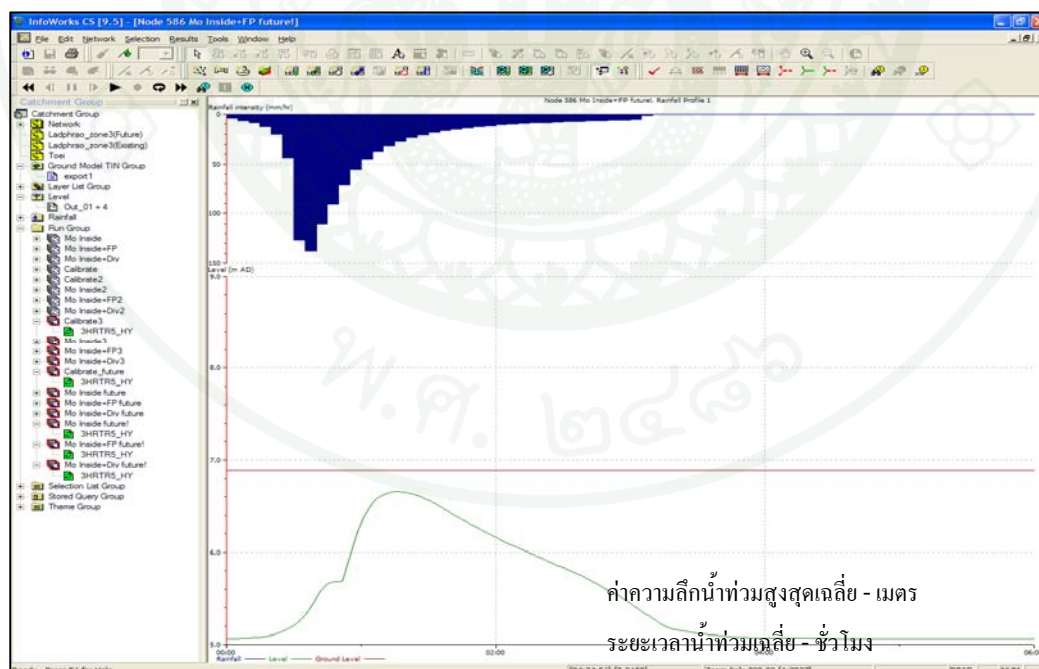
ภาพที่ 60 (ก) แผนและรูปตัดตามยาวของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากฉบับพัฒนของระบบระบายน้ำที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 2 บริเวณถนนเพชรเกษมใกล้สามแยกคอหงส์



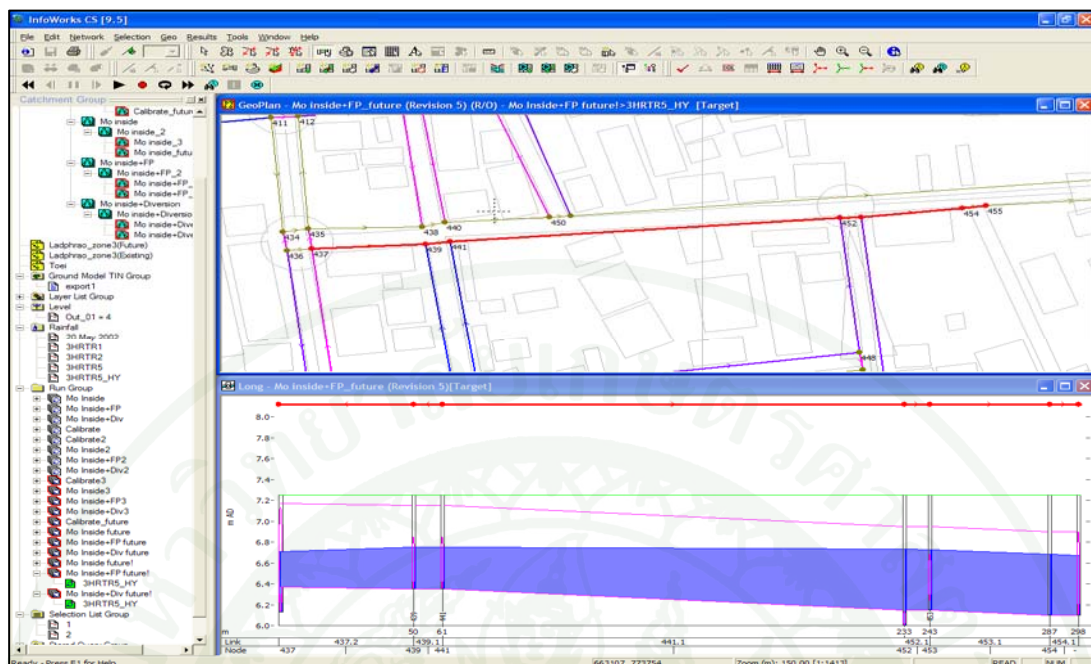
ภาพที่ 60 (ข) สภาพระดับน้ำของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากฉบับพัฒนของระบบระบายน้ำที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 2 บริเวณถนนเพชรเกษมใกล้สามแยกคอหงส์



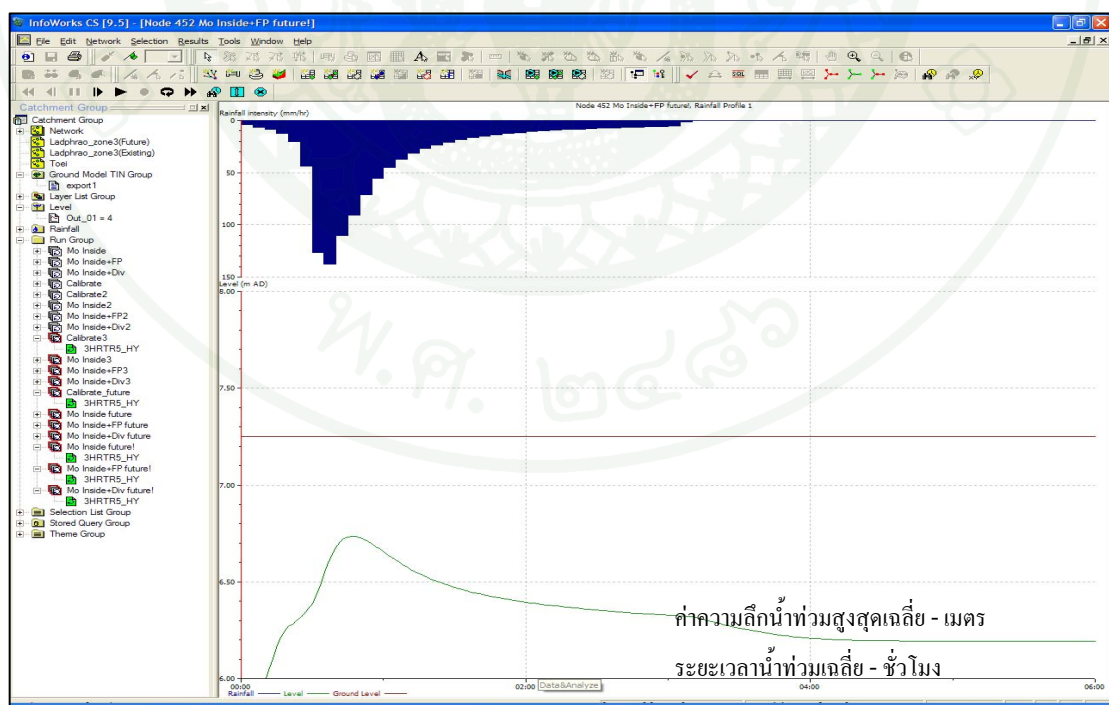
ภาพที่ 60 (ค) แปลนและรูปตัดตามยาวของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากกลับพลันของระบบระบายน้ำที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 2 บริเวณถนนสุขสารรังสรรค์ใกล้คลองราษฎร์ยินดี



ภาพที่ 60 (ง) สภาพระดับน้ำของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากกลับพลันของระบบระบายน้ำที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 2 บริเวณถนนสุขสารรังสรรค์ใกล้คลองราษฎร์ยินดี



ภาพที่ 60 (จ) แปลนและรูปตัดตามยาวของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากน้บพ้นของระบบระบายน้ำที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 2 บริเวณถนนพวงกดใต้ใกล้คลองเตย



ภาพที่ 60 (ฉ) สภาพระดับน้ำของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากน้บพ้นของระบบระบายน้ำที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 2 บริเวณถนนพวงกดใต้ใกล้คลองเตย

4.3 ผลการศึกษาทางเลือกที่ 3 : ปรับปรุงขยายรางระบายน้ำเดิมและก่อสร้างท่อระบายน้ำใหม่เสริม พร้อมทั้งก่อสร้างคลองผันน้ำ และท่อผันน้ำใหม่

ผลการศึกษาทางเลือกที่ 3 ได้เสนอให้ปรับปรุงขยายรางระบายน้ำเดิมและก่อสร้างท่อระบายน้ำใหม่เสริมตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 1 ซึ่งสามารถแก้ไขปัญหาน้ำท่วมบริเวณพื้นที่ชุมชนในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ได้เป็นส่วนใหญ่ แต่ยังเกิดปัญหาน้ำท่วมในบริเวณอื่นดังกล่าว จึงได้เสนอก่อสร้างคลองผันน้ำใหม่เพื่อผันน้ำจากคลองเรียนลงคลองหะ ทำให้ลดปริมาณน้ำที่จะระบายลงคลองราษฎร์นุ้ย และก่อสร้างท่อผันน้ำใหม่เพื่อผันน้ำจากถนนกาญจนาภิเษยลงทางระบายน้ำข้างทางรถไฟไปลงคลองที่เคยระบายลงคลองเตย ทำให้ลดปริมาณน้ำบริเวณสามแยกคอหงส์ ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังแสดงในภาพที่ 61 ซึ่งจะเหลือปริมาณน้ำท่วมขังประมาณ 7,150 ลบ.ม. และเวลาน้ำท่วมขังลดลงเหลือประมาณ 0.1-1.5 ชั่วโมง โดยมีตัวอย่างของผลการจำลองดังแสดงในภาพที่ 62

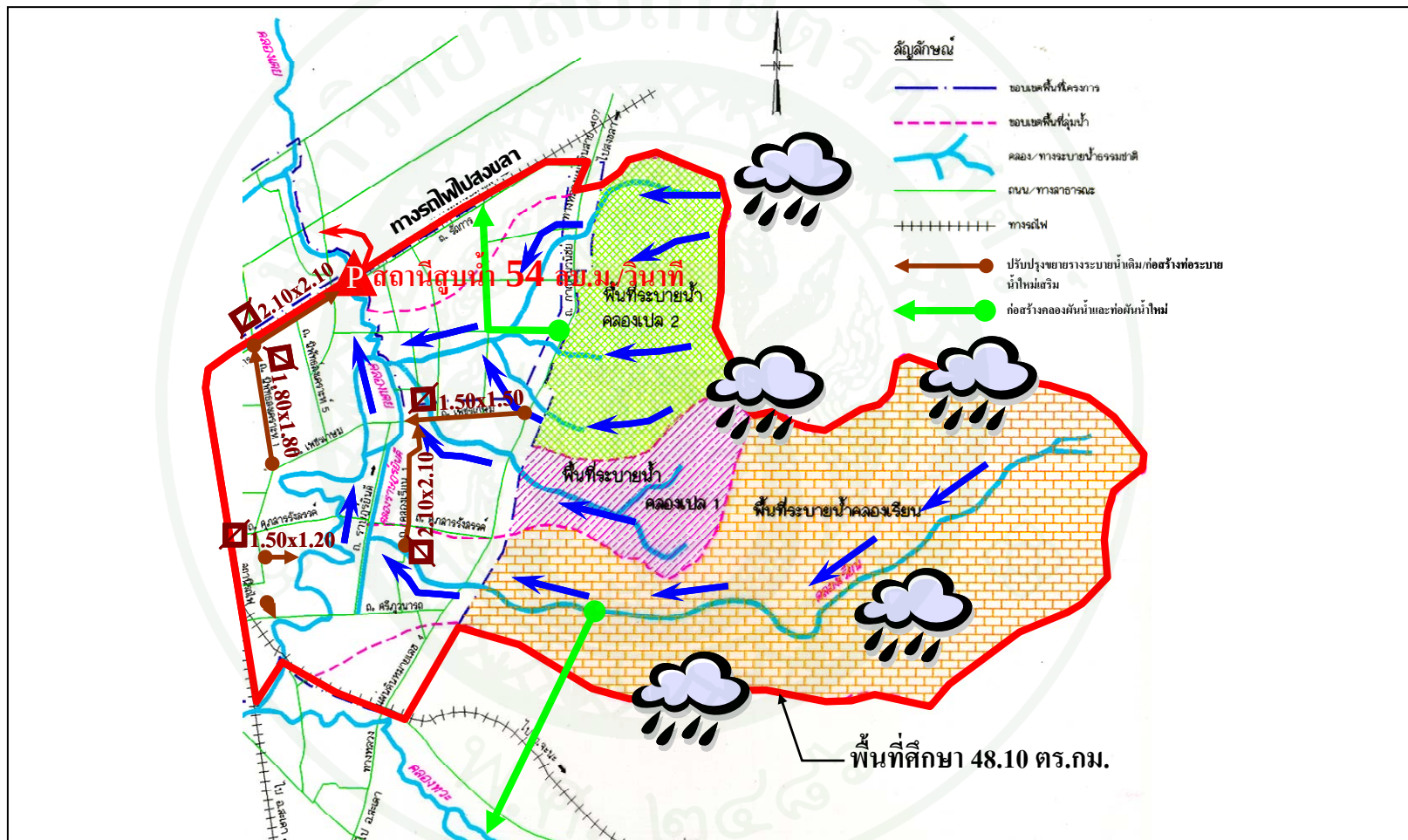
วิจารณ์ผลการศึกษา

จากแนวทางและวิธีการศึกษา และผลการศึกษาการบรรเทาน้ำหลากจับพลันในพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่ที่ได้ดำเนินการในครั้งนี้ สามารถวิจารณ์ได้ดังนี้

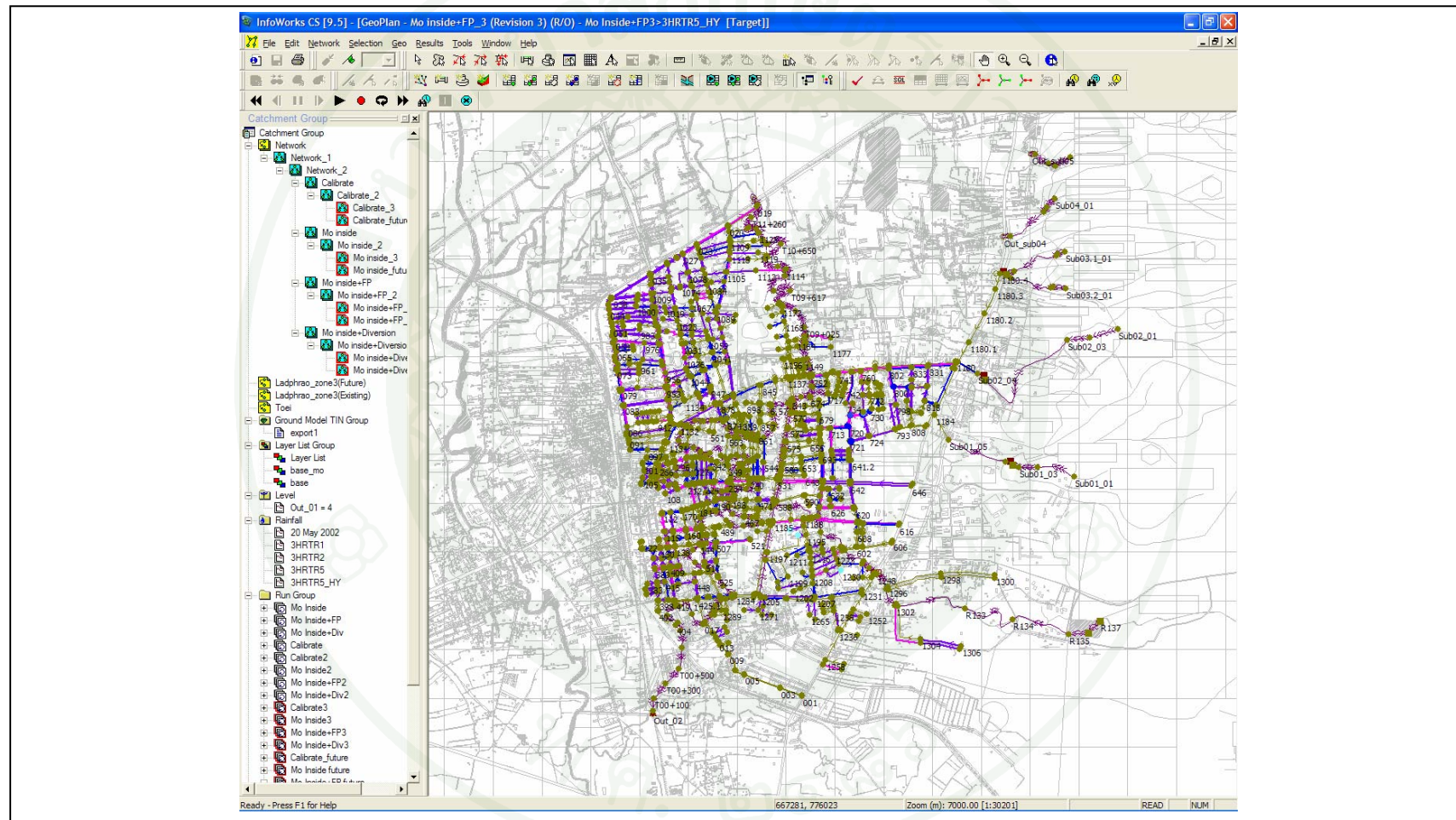
1. ความเพียงพอของข้อมูลและวิธีการที่ใช้ในการศึกษานั้น ข้อมูลมีจำกัด ส่วนวิธีการที่ใช้ในการศึกษามีขั้นตอนที่สามารถจำลองสภาพการไหลน้ำหลากจับพลันได้สมบูรณ์พอที่จะเป็นตัวแทนสภาพการระบายน้ำได้ ดังนั้นควรเก็บรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติม โดยเฉพาะข้อมูลฝนและข้อมูลสภาพน้ำท่วม

2. แม้ว่า การรวบรวมและตรวจสอบข้อมูลสภาพน้ำท่วมที่เคยเกิดขึ้นในอดีตมาทำการเปรียบเทียบแบบจำลองทำได้จำกัด แต่แบบจำลองน้ำหลากจับพลันที่สร้างขึ้นมีความใกล้เคียงและสามารถใช้เป็นตัวแทนสภาพการระบายน้ำจริงที่เคยเกิดขึ้นได้

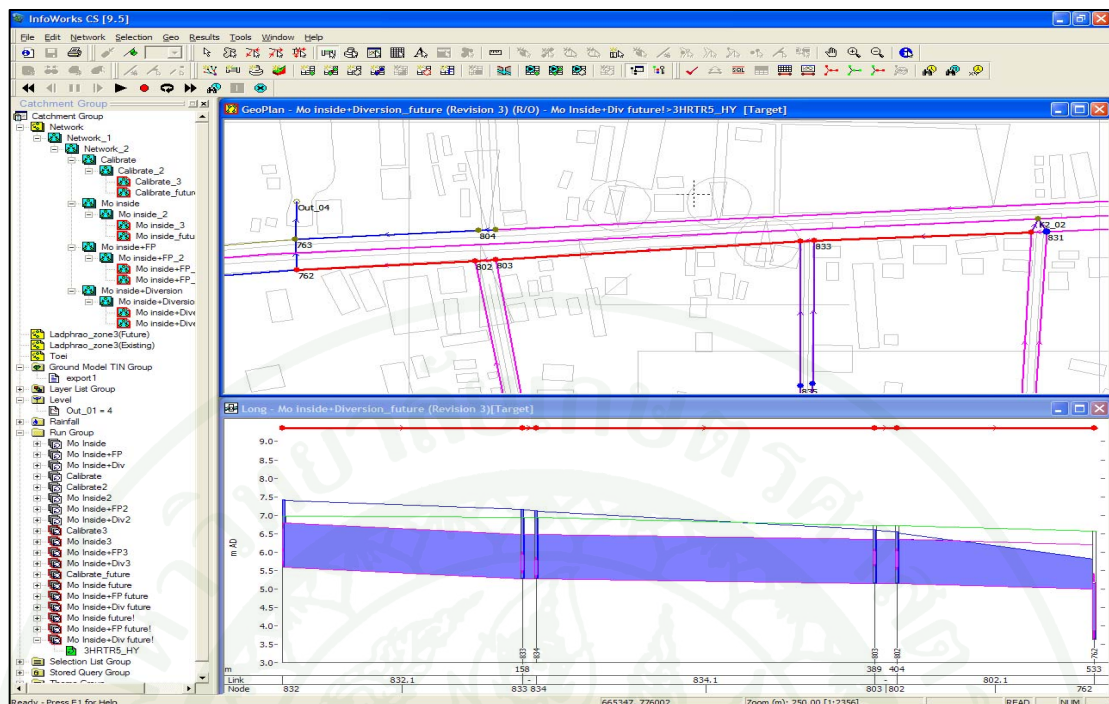
3. แนวทางการบริหารจัดการน้ำหลากจับพลันที่กำหนดขึ้นมีความสอดคล้องกับสภาพกายภาพ และสามารถนำไปปฏิบัติได้ ดังนั้น หากนำแนวทางดังกล่าวไปแก้ไขน้ำหลากจับพลันบริเวณพื้นที่โครงการ ก็จะสามารถบรรเทาและแก้ไขปัญหาน้ำหลากและอุทกภัยได้เกือบทั้งหมด



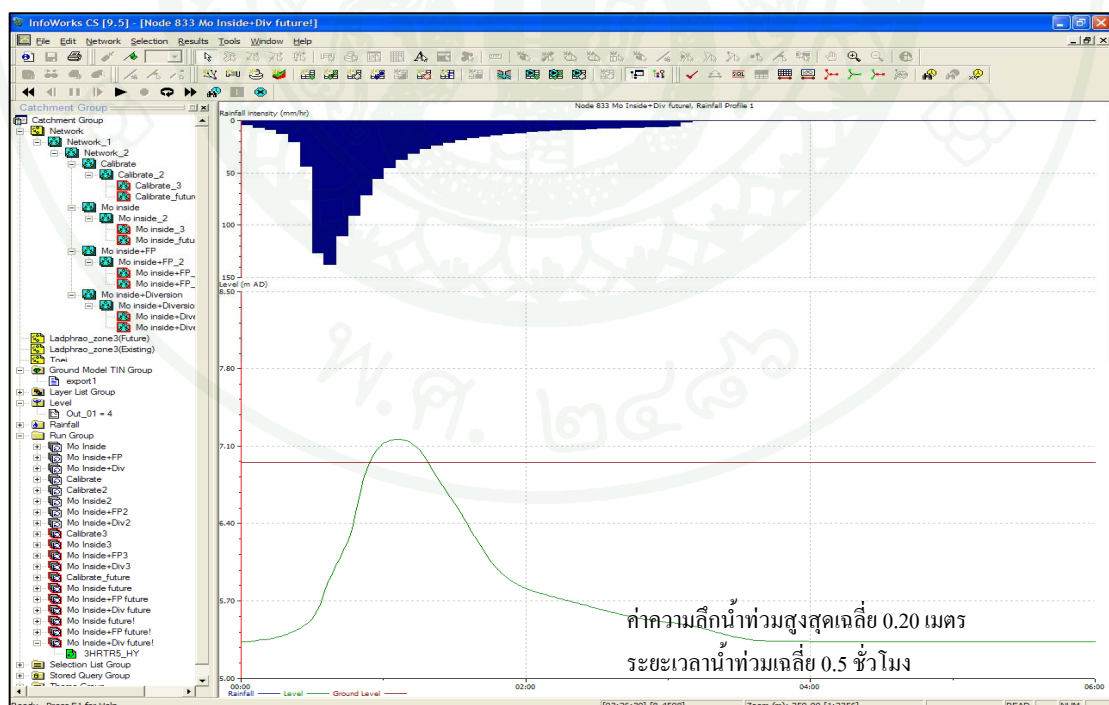
ภาพที่ 61 (ก) แนวทางการแก้ไขปัญหาหน้าหลกจับพลันที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 3



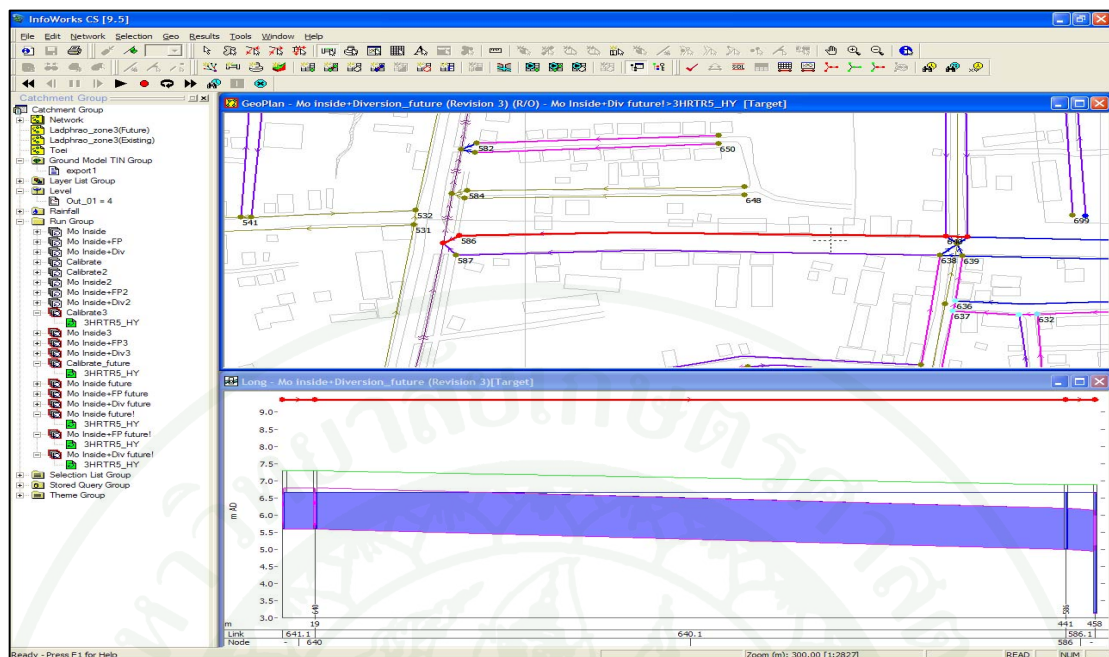
ภาพที่ 61 (ข) ผลการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากจับพลันของระบบระบายน้ำที่เสนอแนะ ตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 3



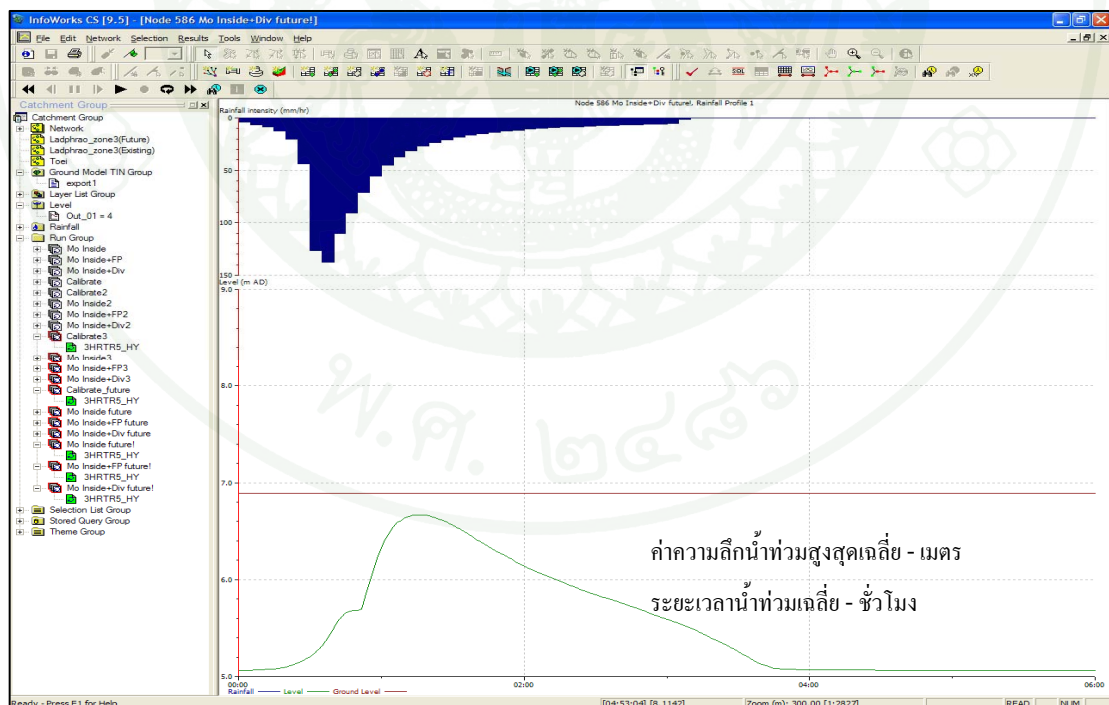
ภาพที่ 62 (ก) แปลนและรูปตัดตามยาวของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากกลับผันของระบบระบายน้ำที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 3 บริเวณถนนเพชรเกษมใกล้สามแยกคอหงส์



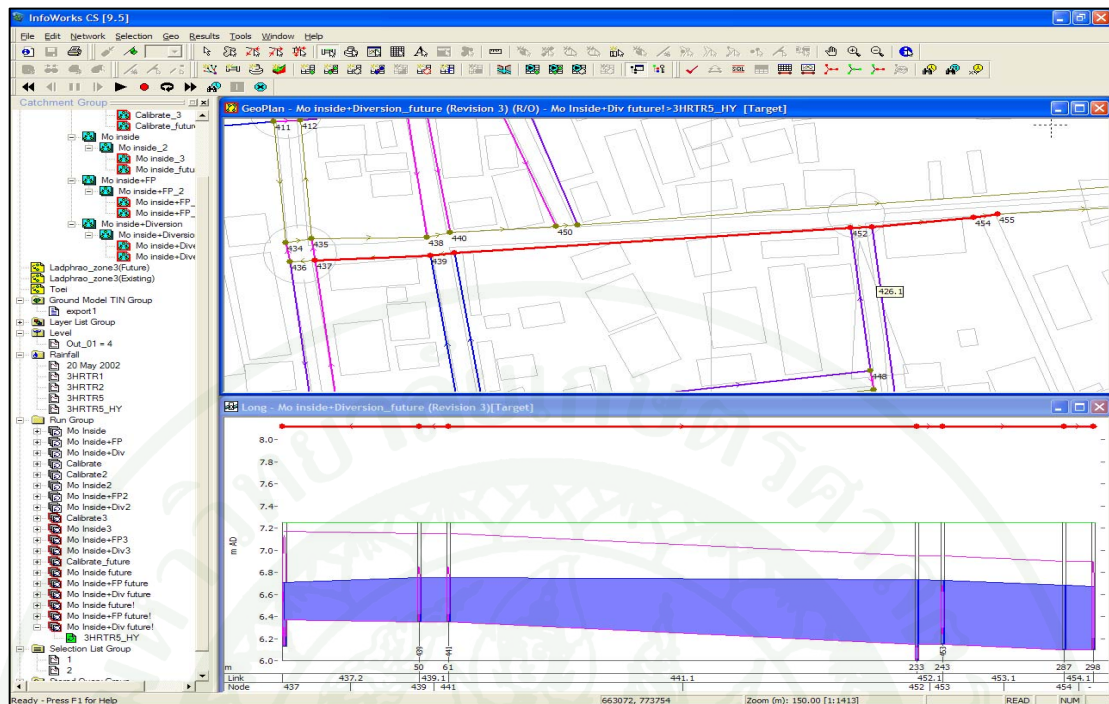
ภาพที่ 62 (ข) สภาพระดับน้ำของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากกลับผันของระบบระบายน้ำที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 3 บริเวณถนนเพชรเกษมใกล้สามแยกคอหงส์



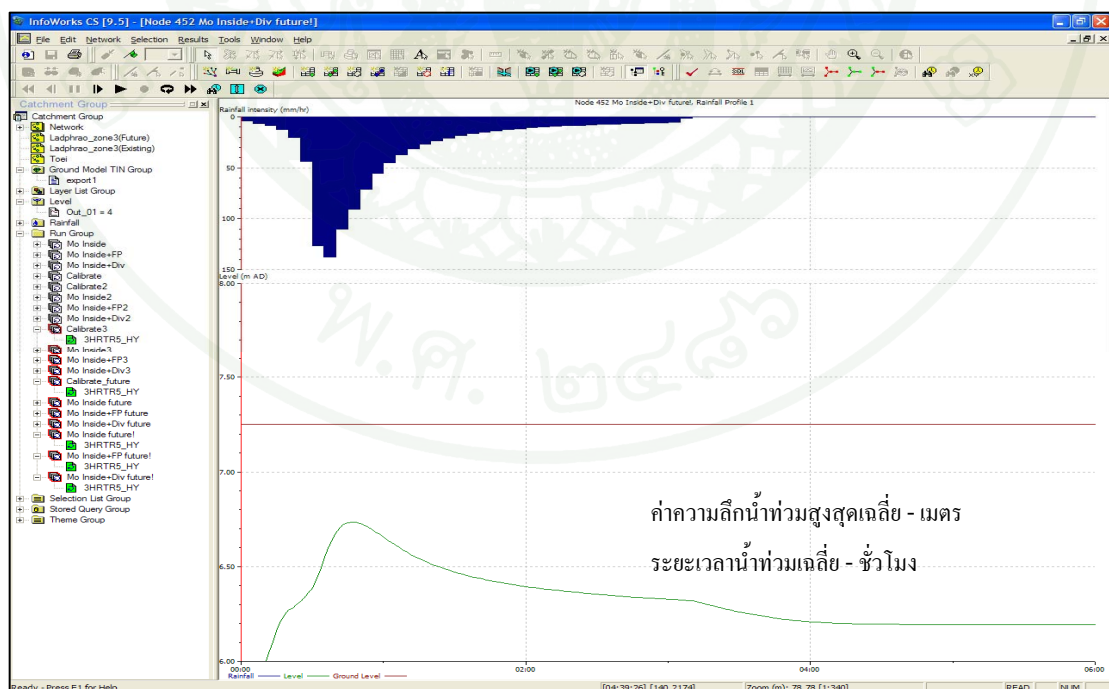
ภาพที่ 62 (ค) แปลนและรูปตัดตามยาวของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากกลับพลันของระบบระบายน้ำที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 3 บริเวณถนนสุขสารรังสรรค์ใกล้คลองราษฎร์ขินดี



ภาพที่ 62 (ง) สภาพระดับน้ำของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากกลับพลันของระบบระบายน้ำที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 3 บริเวณถนนสุขสารรังสรรค์ใกล้คลองราษฎร์ขินดี



ภาพที่ 62 (จ) แปลนและรูปตัดตามยาวของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากน้บพัตันของระบบระบายน้ำที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 3 บริเวณถนนผดุงภักดีใกล้คลองเตย



ภาพที่ 62 (ฉ) สภาพระดับน้ำของการจำลองสภาพการไหลน้ำหลากน้บพัตันของระบบระบายน้ำที่เสนอแนะตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 3 บริเวณถนนผดุงภักดีใกล้คลองเตย

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. พื้นที่ศึกษามีลักษณะเป็นเนินด้านทิศตะวันออก (ติดเขาคอหงส์) และลาดเทไปทางทิศตะวันตกเข้าหาตัวเมือง สำหรับแนวใต้-เหนือลาดเทจากบริเวณคลองหว่าลงสู่คลองแห ซึ่งในพื้นที่ศึกษาดังกล่าวได้มีการพัฒนาพื้นที่และสิ่งก่อสร้างอย่างรวดเร็วจนเป็นเมืองที่เป็นศูนย์กลางการค้าขายที่สำคัญในภาคใต้ ส่งผลให้มีการพัฒนาที่กีดขวางทางระบายน้ำธรรมชาติและคลองต่างๆ จนไม่สามารถระบายน้ำลงสู่ทะเลสาบสงขลาได้อย่างสะดวกและปลอดภัย เมื่อเกิดฝนตกหนักขนาดมากกว่า 80 มม. ในเวลา 3 ชั่วโมง จึงเป็นเหตุที่ก่อให้เกิดอุทกภัยครั้งใหญ่ เช่น ปี พ.ศ.2531 และ พ.ศ.2543 เกิดฝนตก 50 มม. และ 82 มม. ในเวลา 3 ชั่วโมง ตามลำดับ ทำให้เกิดน้ำท่วมเป็นบริเวณกว้าง ทำความเสียหายต่อทรัพย์สินเป็นจำนวนมาก เกิดผลกระทบทั้งสภาพเศรษฐกิจ-สังคม และสภาพความเป็นอยู่ของประชาชนในพื้นที่ศึกษา โดยอุทกภัยในปี พ.ศ.2543 ได้เกิดน้ำไหลหลากจากลุ่มน้ำย่อยคลองเรียนและคลองเปลเข้าท่วมบริเวณพื้นที่ด้านตะวันออกของทางรถไฟไปปาดังเบซาร์ภายในพื้นที่ปิดล้อมเทศบาลนครหาดใหญ่ฝั่งขวาของคลองอู่ตะเภาเป็นอันดับแรก ก่อนที่น้ำหลากจากคลองอู่ตะเภาจะหลากไหลบ่าเข้าท่วมพื้นที่ส่วนใหญ่ของเทศบาลนครหาดใหญ่ และข้างเคียงในเวลาต่อมาก่อให้เกิดความเสียหายเป็นบริเวณกว้างและแม้จะมีแนวความคิดในการแก้ไขปัญหาน้ำหลากจากลุ่มน้ำย่อยคลองเรียนและคลองเปล แต่ยังขาดการศึกษาวิเคราะห์แนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมหลากยับยั้งจากลุ่มน้ำย่อยคลองเรียนและคลองเปลอย่างเป็นระบบแบบบูรณาการ

2. ผลการพิจารณาความน่าเชื่อถือได้ของแบบจำลองสภาพการไหลน้ำหลากยับยั้งของระบบระบายน้ำเดิมในสภาพการใช้ที่ดินปัจจุบันด้วยแบบจำลอง InfoWork CS และพายุฝนเหตุการณ์เมื่อวันที่ 21 พฤศจิกายน 2543 (ความลึกฝนสะสม 82 มม. ในเวลา 3 ชั่วโมง) เมื่อกำหนดค่า c ระหว่าง 0.15 ถึง 0.70 และค่า n ระหว่าง 0.016 ถึง 0.025 จะมีความสอดคล้องกับผลการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ศึกษาจากการสอบถามเจ้าหน้าที่เทศบาลนครหาดใหญ่และประชาชนในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าระบบระบายน้ำเดิมที่ได้ทำการจำลองขึ้นมีความน่าเชื่อถือได้ และสามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบระบายน้ำเดิมด้วยพายุฝนออกแบบ (ที่คาบอุบัติการณ์เกิด 5 ปี ความลึกฝนสะสม 83 มม. ในเวลา 3 ชั่วโมง) และใช้ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบระบายน้ำที่เสนอแนะต่อไปได้

3. มาตรการบรรเทาผลกระทบจากฉนวนบริเวณพื้นที่ด้านตะวันออกของทางรถไฟไปป่าดงเบงกาลี ภายในพื้นที่ปิดล้อมเทศบาลนครหาดใหญ่ฝั่งขวาของคลองอุตะเกา จากผลการศึกษาเสนอให้แก้ไขปัญหาน้ำท่วมในพื้นที่ศึกษาตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 3 (ปรับปรุงขยายรางระบายน้ำเดิมและก่อสร้างท่อระบายน้ำใหม่เสริม พร้อมทั้งก่อสร้างคลองผันน้ำและท่อผันน้ำใหม่) โดยเสนอก่อสร้างท่อระบายน้ำใหม่เสริมขนาด $\phi 0.80$ ม. ในถนนนิพัทธ์ภักดีเพื่อระบายน้ำจากชุมชนบริเวณถนนศรีภูวนารถลงคลองเตย ก่อสร้างท่อระบายน้ำใหม่เสริมขนาด 1.20×1.20 ม. และ $2-1.50 \times 1.20$ ม. ในถนนธรรมบุญวิถีเพื่อระบายน้ำจากชุมชนบริเวณถนนนิพัทธ์อุทิศ 1, 2 และ 3 ลงคลองเตย ปรับปรุงขยายรางระบายน้ำเดิมโดยก่อสร้างท่อระบายน้ำใหม่แทน ขนาด $2-0.90 \times 0.90$ ม. $2-1.80 \times 1.80$ ม. และ $2-2.10 \times 2.10$ ม. ในถนนนิพัทธ์สงเคราะห์ 1 และถนนรัชการเพื่อระบายน้ำจากชุมชนบริเวณถนนประธานอุทิศ ถนนนิพัทธ์สงเคราะห์ 1 และถนนรัชการลงคลองเตย ก่อสร้างท่อระบายน้ำใหม่เสริมขนาด 2.10×2.10 ม. ในถนนคลองเรียน 1 เพื่อผันน้ำจากคลองเรียนลงคลองเปลาทำให้ปริมาณน้ำที่จะระบายลงคลองราษฎร์นุ้ยลดลง ก่อสร้างท่อระบายน้ำใหม่เสริมขนาด $2-1.50 \times 1.50$ ม. ในถนนเพชรเกษมเพื่อระบายน้ำจากบริเวณสามแยกคอกหงส์ลงคลองเตยรวมกับก่อสร้างคลองผันน้ำใหม่เพื่อผันน้ำจากคลองเรียนลงคลองหวัะ ทำให้ลดปริมาณน้ำที่จะระบายลงคลองราษฎร์นุ้ย และก่อสร้างท่อผันน้ำใหม่เพื่อผันน้ำจากถนนกาญจนาภิเษยลงทางระบายน้ำข้างทางรถไฟไปสงขลาที่ระบายลงคลองเตย ทำให้ลดปริมาณน้ำบริเวณสามแยกคอกหงส์ ซึ่งคาดว่าจะมีความเป็นไปได้ในการดำเนินการมากกว่าตามผลการศึกษาทางเลือกที่ 2 (ปรับปรุงขยายทางระบายน้ำเดิมและก่อสร้างท่อระบายน้ำใหม่เสริม พร้อมทั้งปรับปรุงบึงพักน้ำเดิมและก่อสร้างบึงพักน้ำใหม่ ส่วนผลการศึกษาทางเลือกที่ 1 (ปรับปรุงขยายทางระบายน้ำเดิมและก่อสร้างท่อระบายน้ำใหม่เสริม) นั้นสามารถแก้ไขปัญหาน้ำท่วมในเขตชุมชนหนาแน่นได้ แต่ยังเกิดปัญหาน้ำท่วมบริเวณชุมชนใกล้คลองเรียน (ตามแนวเขตและนอกเขตเทศบาลนครหาดใหญ่) ถนนเพชรเกษม สามแยกคอกหงส์และกาญจนาภิเษยหน้าค่ายทหาร

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการสำรวจรูปตัดทางน้ำและรวบรวมข้อมูลสิ่งกีดขวางทางน้ำในทางระบายน้ำให้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น เพื่อเพิ่มความถูกต้องของการจำลองลักษณะการไหล
2. ควรมีการติดตั้งสถานีวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัติในพื้นที่ศึกษาเพิ่มขึ้น เช่น บริเวณคลองเรียน เป็นต้น

3. ควรมีการติดตั้งจุดวัดระดับน้ำแบบอัตโนมัติในทางระบายน้ำหลากบริเวณพื้นที่ศึกษา เช่น บริเวณคลองเรียน และคลองเปล เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบแบบจำลองให้มีความถูกต้องยิ่งขึ้น

4. ควรมีการศึกษาแนวทางการจัดทำระบบช่วยในการตัดสินใจในการบริหารจัดการน้ำ ไหลทับล้น เพื่อเป็นเครื่องมือในการประกาศเตือนภัย อันนำไปสู่การลดความสูญเสียด้าน ต่าง ๆ



เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมชลประทาน. 2541. แผนรวมเพื่อการบรรเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำเจ้าพระยา. กรมชลประทาน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมชลประทาน. 2544. โครงการบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภา จังหวัดสงขลา. กรมชลประทาน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมชลประทาน. 2545. โครงการบรรเทาอุทกภัย จังหวัดจันทบุรี. กรมชลประทาน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมโยธาธิการและผังเมือง. 2549. โครงการศึกษาวางแผนหลัก ศึกษาความเหมาะสม และออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนจังหวัดเชียงใหม่. กรมโยธาธิการและผังเมือง, กระทรวงมหาดไทย, กรุงเทพฯ.

กรุงเทพมหานคร. 2549. โครงการสำรวจ ออกแบบ และจัดทำแผนแม่บทระบบระบายน้ำในพื้นที่เขตพญาไท ดินแดง และห้วยขวาง. กรุงเทพมหานคร, กระทรวงมหาดไทย, กรุงเทพฯ.

ชัยยุทธ เจียรพนินันท์. 2536. การประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำทุดิถีภูมิของพื้นที่กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ, คณะบัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชูเกียรติ ทรัพย์ไพศาล. 2544. น้ำท่วมพื้นที่เทศบาลนครหาดใหญ่และพื้นที่ชุมชนข้างเคียงระหว่างวันที่ 21 ถึง 25 พฤศจิกายน 2543 และแนวทางแก้ไขปัญหาแบบยั่งยืน. ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชูเกียรติ ทรัพย์ไพศาล และ ไตรรัตน์ ศรีวัฒนา. 2529. การป้องกันน้ำท่วมและระบายน้ำของมหานคร. ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เทศบาลนครหาดใหญ่. 2541. โครงการศึกษา สำรวจ ออกแบบระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำในพื้นที่เขตเทศบาลนครหาดใหญ่. เทศบาลนครหาดใหญ่, กระทรวงมหาดไทย, สงขลา.

นุชนารถ ศรีวงศิงานนท์. 2540. การศึกษาสถานะน้ำท่วมของกลุ่มน้ำปึงตอนบนโดยประยุกต์ใช้แบบจำลอง MIKE11. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ, คณะบัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

บริษัท เนเดโก้ คอนซัลแตนท์ จำกัด บริษัท วอเตอร์ ดีเวลลอปเม้นท์ คอนซัลเท็นส์ จำกัด และบริษัทสเปน จำกัด. 2539. โครงการศึกษา สำรวจ จัดทำแผนหลักระบบรองรับพื้นฐานและออกแบบเบื้องต้นระบบป้องกันน้ำท่วม ระบบระบายน้ำในพื้นที่ขานเมืองด้านตะวันออกของกรุงเทพมหานคร. กรุงเทพมหานคร, กระทรวงมหาดไทย, กรุงเทพฯ.

พรพุด นัทธี. 2533. การประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำปทุมภูมิของพื้นที่กรุงเทพมหานครเขตชั้นในด้วยแบบจำลอง SPIDA. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ, คณะบัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เพลินพิศ สังข์พระเหวก. 2535. การศึกษาฝนสำหรับการออกแบบระบบระบายน้ำชุมชนของจังหวัดสำคัญในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ, คณะบัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

มนตรี วิวัฒนวงศ์เจริญ. 2542. การประเมินประสิทธิผลของระบบระบายน้ำปทุมภูมิในพื้นที่ชุมชนขานเมืองด้านตะวันออกของกรุงเทพมหานครด้วยแบบจำลอง Rubicon. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ, คณะบัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วัชร วิระพันธ์. 2538. การจำลองน้ำท่วมในกลุ่มน้ำอุตะเถา. กรมอุตุนิยมวิทยา, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชียและกรมชลประทาน. 2539. การทำนายสภาวะน้ำท่วมอำเภอหาดใหญ่.
สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชียและกรมชลประทาน, กรุงเทพฯ.

สมจิต ปิยะศิลป์. 2547. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพและการปรับปรุงระบบระบายน้ำประจำถิ่นของ
พื้นที่เทศบาลตำบลสว่างแดนดิน จังหวัดสกลนคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิศวกรรม
ทรัพยากรน้ำ, คณะบัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมปอง มังคละวิรัช. 2544. การประเมินผลกระทบของการพัฒนาระบบพื้นที่ปิดล้อมย่อยต่อ
ประสิทธิผลของระบบระบายน้ำปฐมภูมิในพื้นที่ด้านตะวันออกของกรุงเทพมหานคร ด้วย
แบบจำลอง ISIS. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ, คณะบัณฑิต
วิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สราวุธ ชีวะประเสริฐ. 2535. แบบจำลองคณิตศาสตร์สำหรับระบบระบายน้ำปฐมภูมิใน
กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ, คณะบัณฑิต
วิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

สำนักงานทรัพย์สินส่วนพระมหากษัตริย์. 2543. โครงการจัดทำกรอบและประสานการบริหาร
จัดการและพัฒนาทรัพยากรน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยา. สำนักงานทรัพย์สินส่วน
พระมหากษัตริย์, สำนักนายกรัฐมนตรี, กรุงเทพฯ.

สุขสันต์ ยุทธเกษมสันต์. 2532. การออกแบบระบบระบายน้ำฝนในชุมชนเมืองโดยวิธีจลน์ศาสตร์.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ, คณะบัณฑิตวิทยาลัย,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.



ตารางผนวกที่ 1 ตัวอย่างรายละเอียดจุดเชื่อมต่อของแบบจำลอง

Node ID	Ground Level (m AD)	Flood Level (m AD)	Node Type	Chamber Floor Level (m AD)	Chamber Roof Level (m AD)	Chamber Plan Area (m2)	Shaft Plan Area (m2)	System Type
1	12.12	12.12	Manhole	11.5	12.1	1.5	1.5	storm
2	12.12	12.12	Manhole	11.5	12.1	1.5	1.5	storm
3	11.5	11.5	Manhole	9.5	10.1	1.5	1.5	storm
4	11.5	11.5	Manhole	9.5	10.1	1.5	1.5	storm
5	9.2	9.2	Manhole	8.25	8.85	1.5	1.5	storm
6	9.2	9.2	Manhole	8.25	8.85	1.5	1.5	storm
7	8.66	8.66	Manhole	7.59	8.19	1.5	1.5	storm
8	8.66	8.66	Manhole	7.59	8.19	1.5	1.5	storm
9	7.59	7.59	Manhole	6.85	7.45	1.5	1.5	storm
10	7.59	7.59	Manhole	6.85	7.45	1.5	1.5	storm
11	7.59	7.59	Manhole	6.58	7.38	1.9	1.9	storm
12	7.59	7.59	Manhole	6.44	7.24	1.9	1.9	storm
13	7.59	7.59	Manhole	6.494	7.294	1.9	1.9	storm
14	7.59	7.59	Manhole	6.402	7.202	1.9	1.9	storm
15	7.59	7.59	Manhole	6.39	7.19	1.9	1.9	storm
16	7.59	7.59	Manhole	6.352	7.152	1.9	1.9	storm
17	7.51	7.51	Manhole	6.272	7.072	1.9	1.9	storm
18	7.51	7.51	Manhole	6.272	7.072	1.9	1.9	storm
19	4.36	4.36	Manhole	1.5	4.6	6	6	storm
20	6.278	6.278	Manhole	4.357	4.957	1.5	1.5	storm
21	6.278	6.278	Manhole	4.357	4.957	1.5	1.5	storm
22	6.278	6.278	Manhole	1.8	4.957	6	6	storm
23	5.42	5.42	Manhole	3.664	4.765	2.4	2.4	storm
24	5.42	5.42	Manhole	2.3	4.765	2.4	2.4	storm
25	5.42	5.42	Manhole	2.055	4.664	6	6	storm
26	5.42	5.42	Manhole	2.5	4.45	2.4	2.4	storm
27	5.42	5.42	Manhole	2.5	4.75	2.4	2.4	storm
28	5.42	5.42	Manhole	2.5	4.5	6	6	storm
29	5.42	5.42	Manhole	2.55	3.15	1.5	1.5	storm
30	5.42	5.42	Manhole	2.55	3.15	1.5	1.5	storm
31	5.42	5.42	Manhole	2.55	4.55	6	6	storm
32	5.42	5.42	Manhole	2.7	4.508	3	3	storm
33	5.42	5.42	Manhole	2.7	3.95	3	3	storm
34	5.42	5.42	Manhole	2.7	4.7	6	6	storm
35	5.55	5.55	Manhole	3	4.706	3.3	3.3	storm

ตารางผนวกที่ 2 ตัวอย่างรายละเอียดช่วงทางระบายน้ำของแบบจำลอง

US Node ID	DS Node ID	System Type	Shape ID	Width (mm)	Height (mm)	Length (m)	US Invert Level (m AD)	DS Invert Level (m AD)
1	3	storm	OU	600	600	238.3	11.5	9.5
2	4	storm	OU	600	600	237.8	11.5	9.5
3	6	storm	OU	600	600	389.9	9.5	8.25
4	5	storm	OU	600	600	390.2	9.5	8.25
5	7	storm	OU	600	600	100.6	8.25	7.59
6	8	storm	OU	600	600	114.5	8.25	7.59
7	9	storm	OU	600	600	191.8	7.59	6.85
8	10	storm	OU	600	600	183.9	7.59	6.85
9	11	storm	OU	600	600	114	6.85	6.58
10	12	storm	OU	600	600	123.9	6.85	6.44
11	13	storm	OU	800	800	52.6	6.58	6.494
12	16	storm	OU	800	800	146.1	6.44	6.352
13	14	storm	OU	800	800	44.6	6.494	6.402
14	15	storm	OU	800	800	45.5	6.402	6.39
15	17	storm	OU	800	800	174.6	6.39	6.272
16	18	storm	OU	800	800	169.2	6.352	6.272
17	T01+750	storm	OU	800	800	5.7	6.272	6.272
18	T01+750	storm	OU	800	800	8.1	6.272	6.272
19	T11+460	storm	RECT	2000	2000	17.4	1.5	1.5
20	19	storm	OU	600	600	354.4	4.357	4
20	1129	storm	OU	600	600	66.1	4.357	4.257
20	22	storm	OU	600	600	15	4.357	4.357
21	20	storm	OU	600	600	10.5	4.357	4.357
21	1109	storm	OU	600	600	145.1	4.357	4.228
21	23	storm	OU	600	600	359.5	4.357	4.165
21	22	storm	OU	600	600	14.5	4.357	4.357
22	19	storm	RECT	2000	2000	356.1	1.8	1.5
23	25	storm	OU	1000	1000	11.8	3.664	3.664
24	23	storm	OU	600	600	12.4	4.165	4.165
24	25	storm	OU	1000	1000	15.3	3.664	3.664
25	22	storm	RECT	2000	2000	368.7	2.055	1.8
26	24	storm	OU	600	600	165	2.5	2.3
27	26	storm	OU	600	600	9.1	2.5	2.5
28	25	storm	RECT	2000	2000	177	2.5	2.3
29	27	storm	OU	600	600	60.8	2.55	2.5
30	29	storm	OU	600	600	13.7	2.55	2.55
31	28	storm	RECT	2000	2000	72.1	2.55	2.5
32	30	storm	OU	600	600	104.8	2.7	2.55

ตารางผนวกที่ 3 ตัวอย่างรายละเอียดพื้นที่รับน้ำย่อยของแบบจำลอง

Subcatchment ID	Node ID	System Type	Total Area (ha)
11	11	storm	0.344
12	12	storm	1.152
13	13	storm	1.008
14	14	storm	0.276
15	15	storm	0.627
16	16	storm	0.775
17	17	storm	0.556
18	18	storm	0.364
19	19	storm	1.012
20	20	storm	0.887
21	21	storm	1.214
22	22	storm	1.21
23	23	storm	0.967
24	24	storm	1.216
25	25	storm	0.785
26	26	storm	1.299
27	27	storm	0.497
28	28	storm	0.357
29	29	storm	0.826
31	31	storm	0.215
32	32	storm	1.11
33	33	storm	0.619
34	34	storm	0.38
35	35	storm	0.473
36	36	storm	0.79
37	37	storm	0.802
38	38	storm	1.454
39	39	storm	0.408
40	40	storm	1.378

ตารางผนวกที่ 4 สรุปข้อมูลการใช้ที่ดิน ประชากร และคุณภาพน้ำในแบบจำลอง

Land Use ID	Population Density (person/ha)	Wastewater Profile	Connectivity (%)	Pollution Index	Runoff Surface 1	Default Area 1 (%)
1	120	1	100	1	1	100
2	150	2	100	2	2	100
3	150	3	100	3	3	100
4	100	4	100	4	4	100
5	100	5	100	5	5	100
6	100	6	100	6	6	100
7	100	7	100	7	7	100
8	80	8	100	8	8	100
9	80	9	100	9	9	100
10	30	10	100	10	10	100

ตารางผนวกที่ 5 สรุปข้อมูลน้ำผิวดินในแบบจำลอง

Runoff Surface ID	Description	Runoff Routing Type	Runoff Volume Type	Surface Type	Routing Model	Fixed Runoff Coefficient
1	Residential	Rel	Fixed	Impervious	Wallingfrd	0.45
2	Commercial	Rel	Fixed	Impervious	Wallingfrd	0.55
3	Industrial	Rel	Fixed	Impervious	Wallingfrd	0.6
4	Warehouse	Rel	Fixed	Impervious	Wallingfrd	0.6
5	Government	Rel	Fixed	Impervious	Wallingfrd	0.31
6	Education	Rel	Fixed	Impervious	Wallingfrd	0.31
7	Region	Rel	Fixed	Impervious	Wallingfrd	0.31
8	Entertainment	Rel	Fixed	Impervious	Wallingfrd	0.25
9	Agriculture	Rel	Fixed	Impervious	Wallingfrd	0.2
10	Vacancy space	Rel	Fixed	Impervious	Wallingfrd	0.2