

การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสร้างแบบจำลอง
บริหารจัดการน้ำหลากพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง ฝั่งตะวันออก

สารนิพนธ์
ของ
ศราวุธ สากล

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม

ตุลาคม 2553

การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสร้างแบบจำลอง
บริหารจัดการน้ำหลากพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง ฝั่งตะวันออก

สารนิพนธ์

ของ

ศราวุธ สากล

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม

ตุลาคม 2553

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสร้างแบบจำลอง
บริหารจัดการน้ำหลากพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง ฝั่งตะวันออก

บทคัดย่อ

ของ

ศรารุช สากล

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม

ตุลาคม 2553

ศราวุธ สากล. (2553). การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสร้างแบบจำลองบริหารจัดการน้ำ
หลากพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง ฝั่งตะวันออก. สารนิพนธ์ วศ.ม.

(การจัดการทางวิศวกรรม). กรุงเทพฯ:บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์: ผศ.ดร.นำคุณ ศรีสนิท.

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย เพื่อหารูปแบบหรือแนวทางในการบริหารจัดการพื้นที่รับ
น้ำนอง มุ่งเน้นการไม่ใช้สิ่งก่อสร้างในการแก้ไขปัญหาพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างฝั่ง
ตะวันออก โดยใช้ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์(GIS) ในการหาหลักเกณฑ์การใช้พื้นที่เกษตรกรรมเป็น
พื้นที่รับน้ำนองเพื่อชะลอน้ำในกรณีต่างๆ โดยไม่ให้เกิดผลกระทบกับราษฎรในพื้นที่ โดยแบ่งพื้นที่
ศึกษาออกเป็น 9 พื้นที่ปิดล้อมย่อย พร้อมใช้ข้อมูลปัจจัยที่มีผลต่อความเสียหายจากน้ำท่วม 5 ด้าน ทำ
การวิเคราะห์เพื่อจัดลำดับการใช้พื้นที่ปิดล้อมดังกล่าวในการรองรับปริมาณน้ำหลาก พัฒนาแบบจำลอง
คณิตศาสตร์ MIKE 11 NAM/HD โดยใช้หลักเกณฑ์การใช้พื้นที่ปิดล้อมในการรองรับปริมาณน้ำหลาก
ใน 4 กรณีศึกษา คือ กรณีที่ 1 สภาพปัจจุบันปี พ.ศ.2549 กรณีที่ 2 ใช้หลักเกณฑ์ที่ได้จากการศึกษา
เพื่อบริหารจัดการปริมาณน้ำหลาก กรณีที่ 3 มีการใช้พื้นที่ปิดล้อมเพื่อบริหารจัดการปริมาณน้ำหลากไม่
เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด(ใช้พื้นที่ตอนบนก่อน) กรณีที่ 4 เหมือนกรณีที่ 3 เพิ่มสถานีสูบน้ำ 4 แห่ง
เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการบรรเทาปัญหาน้ำท่วมกับสภาพปัจจุบัน ผลการวิจัยพบว่า

จากการแบ่งพื้นที่ศึกษาทั้งหมดเป็น 9 พื้นที่ปิดล้อม (CA1-9) ตามสภาพทางกายภาพของ
พื้นที่ และพื้นที่ที่เหมาะสมในการใช้เป็นพื้นที่รองรับน้ำอันดับแรกคือ พื้นที่ CA9 มีความเหมาะสมใน
การรับน้ำสูงเนื่องจากมีมูลค่าความเสียหายต่ำสุด และอันดับสุดท้ายคือพื้นที่ CA8 ซึ่งมีความเหมาะสม
น้อยที่สุดเพราะหากเกิดน้ำท่วมมูลค่าความเสียหายจะสูงที่สุด

การใช้เกณฑ์การจัดลำดับการใช้พื้นที่ปิดล้อมร่วมกับแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE11
RR/HD เพื่อบริหารจัดการน้ำหลากโดยกรณีศึกษาที่ 4 สามารถลดระดับน้ำท่วมในพื้นที่ได้สูงสุดทั้ง
ตอนบนและตอนล่างของพื้นที่ศึกษา แสดงให้เห็นว่าไม่สามารถใช้เกณฑ์ดังกล่าวในการบริหารจัดการ
น้ำหลากได้ใช้ประโยชน์เพื่อนำข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์มาประกอบการตัดสินใจว่าแต่ละพื้นที่ปิด
ล้อมสามารถรองรับน้ำได้เท่าใด ที่ค่าระดับความลึกของน้ำท่วมต่างๆ และผลกระทบจะเกิดกับพื้นที่
ใดบ้าง และพื้นที่ใดจะได้รับผลกระทบก่อน

สำหรับการแนวทางการบริหารจัดการน้ำหลากที่ผันเข้าพื้นที่ศึกษาเกินกว่าเกณฑ์ระบายน้ำ
ปกติ(100 ลบ.ม./วินาที) จะใช้พื้นที่ CA1, CA2 ,CA3 และ CA9 รองรับปริมาณน้ำส่วนเกินตามลำดับ
โดยที่อัตราการไหลสูงสุด 150 ลบ.ม./วินาที ระดับน้ำท่วมพื้นที่ทั้ง 4 จะไม่เกิน 50 ซม. ที่อัตราการไหล
สูงสุด 210 ลบ.ม./วินาที ระดับน้ำท่วมพื้นที่ทั้ง 4 จะไม่เกิน 75 ซม. และที่อัตราการไหลสูงสุด 250 ลบ.
ม./วินาที ระดับน้ำท่วมพื้นที่ทั้ง 4 จะไม่เกิน 100 ซม. ก็เพียงพอที่จะรองรับน้ำส่วนเกินทั้งหมด

GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM FOR FLOOD MANAGEMENT MODEL
IN LOWER EAST CHAOPHRAYA BASIN

AN ABSTRACT
BY
SARAWUT SAKOL

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master Degree of Engineering Management
at Srinakharinwirot University
October 2010

Sarawut Sakol (2010). *Geographic Information System for Flood Management Model in Lower East Chaophraya Basin*. Master's Project, M.E.M. (Information Technology and Communication). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Project Advisor: Asst. Prof. Namkhun Srisanit, Ph.D.

This research has objective concerned with flood management in Lower East Choapharya Basin by using GIS and MIKE 11 NAM/HD programs. The research has been used 2 criteria for making decision such as non-construction policy and no affect with agricultural area and domestic area by based on 9 polder areas (CA1-CA9) and 5 parameters. The research have been developed database by GIS and flow simulated by MIKE 11 NAM/HD for studying with 4 scenarios as follows: 1st scenario considered situation of water management in 2006 ,2nd scenario considered on policy of flood management ,3rd scenario considered by using upper polder area for storage and 4th scenario considered same as 3rd scenario but adding 4 pump stations

A comparison of result in this research have been found that CA9 was the first location to store excess water because there were less damages; on the other hands, CA8 should be the lasted location to store excess water because it will be get more damages.

From simulation of 4th scenario have been showed able to reduce water level in both of upper and lower part of Lower East Chaophraya Basinfor. Therefore, the results of study have been indicated present criterion was not suitable for solving flood management; however, providing a priority of inundated area (CA1-CA9) at any water level.

For flood management control by used polder area (CA1,CA2,CA3 and CA9) store excess water (more than 100 cms.).So the max discharge through Phanarai regulator is 150 cms. the water depth in 4 polder area not over 50 cm., the max discharge through Phanarai regulator is 210 cms.(design discharge) the water depth in 4 polder area not over 75 cm., the max discharge through Phanarai regulator is 250 cms. the water depth in 4 polder area not over 100 cm..

อาจารย์ที่ศึกษานิพนธ์ ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร และคณะกรรมการสอบ
ได้พิจารณาสารนิพนธ์เรื่อง การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสร้างแบบจำลองบริหารจัดการ
น้ำหลากพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง ฝั่งตะวันออก ของ สราวุธ สากล ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทาง
วิศวกรรม ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

อาจารย์ที่ศึกษานิพนธ์

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นำคุณ ศรีสนิท)

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปฐมทัศน์ จิระเดชะ)

คณะกรรมการสอบ

..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์ธนรัตน์ แด้ววัฒนา)

..... กรรมการสอบสารนิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นำคุณ ศรีสนิท)

..... กรรมการสอบสารนิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธนาถ คงสมบูรณ์)

อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(อาจารย์อารีย์ หาญสืบสาย)

วันที่.....เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2553

ประกาศคุณูปการ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความกรุณาเป็นอย่างสูงจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.นำคุณ ศรีสนิท ซึ่งได้เสียสละเวลาในการให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำที่มีคุณค่า รวมทั้งตรวจสอบแก้ไขเนื้อหาของสารนิพนธ์ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์เป็นอย่างดีมาโดยตลอด ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

พร้อมกันนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์ทุกท่านในหลักสูตรวิศวกรรมมหาบัณฑิต ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ปลุกฝังแนวความคิด ตลอดจนการมอบประสบการณ์ที่ดีด้วยความเมตตาให้แก่ผู้วิจัย และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่หลักสูตรทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ ประสานงานให้ ด้วยดีเสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณบุพการีและครอบครัว ผู้ซึ่งให้ความรัก ความห่วงใย และให้การสนับสนุนมาโดยตลอด ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่สุดในความสำเร็จของผู้วิจัย รวมถึงขอขอบคุณเพื่อนสนิท เพื่อน ที่ทำงาน ที่คอยห่วงใย เป็นกำลังใจให้อยู่เสมอตลอดระยะเวลาที่ศึกษา สุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อน นิสิต การจัดการทางวิศวกรรม วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต รุ่น 1 ทุกท่าน ที่ได้มีโอกาสมาร่วมแบ่งปัน และร่วมสร้างสรรค์ประสบการณ์ใหม่ ๆ มากมาย ตลอดระยะเวลา 2 ปี

คุณค่าและประโยชน์อันเกิดจากสารนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบคุณงามความดีทั้งหลายทั้งปวงให้แก่บุพการี ครอบครัว และคณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอน ชี้แนะแนวทางที่ดี และมีคุณค่าตลอดมา จนทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในการศึกษาได้ตามที่คาดหวังไว้

ท้ายสุดนี้ ผู้วิจัยดีใจและมีความภาคภูมิใจที่สุดที่ได้มีโอกาสเข้ามาศึกษาในรั้วเทาแดง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร แห่งนี้

ศราวุธ สากล

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
สภาพปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
ขอบเขตของการวิจัย.....	2
ระเบียบวิธีการวิจัย.....	3
ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	4
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
สภาพทั่วไปของพื้นที่โครงการ.....	5
สาเหตุของปัญหาน้ำท่วม.....	9
แนวทางแก้ไขปัญหในปัจจุบัน.....	10
ความเสียหายจากน้ำท่วม.....	11
ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS).....	13
ทฤษฎีของแบบจำลองคณิตศาสตร์ด้านน้ำท่วม.....	17
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	31
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	31
ทฤษฎีหรือแนวคิดที่นำมาใช้ในการวิจัย.....	35
ระยะเวลาในการดำเนินการ.....	35
4 ผลการวิจัย.....	36
การพิจารณาคัดเลือกพื้นที่ปิดล้อมเพื่อรองรับปริมาณน้ำหลาก.....	36
ปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าความเสียหาย.....	36

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 (ต่อ)	
เกณฑ์การพิจารณาจัดลำดับการใช้พื้นที่ปิดล้อมในการรองรับปริมาณน้ำหลาก...	37
การพิจารณาจัดลำดับพื้นที่ปิดล้อมเพื่อใช้รองรับปริมาณน้ำหลาก.....	47
การพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์.....	49
ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำและโครงข่ายลำน้ำในการพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์	49
ข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลอง.....	51
การพัฒนาและสอบเทียบแบบจำลองย่อย MIKE11 NAM และ MIKE11 HD....	55
กรณีศึกษาโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์.....	67
เกณฑ์ในการใช้พื้นที่ปิดล้อมย่อยในการบริหารจัดการน้ำหลาก.....	80
5 สรุปผลวิจัย และข้อเสนอแนะ	82
สรุปผลการวิจัย.....	82
ข้อเสนอแนะ.....	84
บรรณานุกรม	85
ภาคผนวก	88
ภาคผนวก ก	89
ภาคผนวก ข	95
ภาคผนวก ค	105
ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์	109

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ช่วงของค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลอง MIKE 11-RR (NAM Module).....	23
2 แสดงมูลค่าความเสียหายเฉลี่ยจากน้ำท่วมแบ่งตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน.....	37
3 แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทจำแนกตามพื้นที่ปิดล้อมย่อย.....	39
4 แสดงความสามารถในการรองรับปริมาณน้ำที่ระดับความลึก 1.00 ม.ของแต่ละพื้นที่ปิดล้อม.....	41
5 แสดงความสามารถของระบบระบายน้ำในแต่ละพื้นที่ปิดล้อม.....	43
6 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนเบื้องต้นตามปัจจัยด้านต่างๆที่มีผลต่อมูลค่าความเสียหายจากน้ำท่วม.....	46
7 แสดงผลการจัดลำดับพื้นที่ปิดล้อมเพื่อรองรับปริมาณน้ำหลากตามเกณฑ์ที่กำหนด.....	48
8 รายชื่อสถานีวัดน้ำฝนคัดเลือกของกรมอุตุฯที่ใช้ในแบบจำลอง.....	53
9 ค่าถ่วงน้ำหนักของรูปเหลี่ยมรีเอสเซนในแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย.....	57
10 แสดงค่าอัตราการคายระเหยเฉลี่ยรายเดือนสถานีตรวจวัดกรุงเทพมหานคร	58
11 ค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลอง NAM.....	58
12 ค่า Correlation Coefficient (R^2) ของข้อมูลตรวจวัดและคำนวณในปี พ.ศ.2549.....	66
13 แสดงศักยภาพการสูบน้ำและระดับน้ำควบคุมการสูบของแต่ละสถานีสูบน้ำ.....	68
14 แสดงศักยภาพการสูบน้ำและระดับน้ำควบคุมการสูบของสถานีสูบน้ำที่ดำเนินการแล้วเสร็จปี 2552	73
15 แสดงผลการเปรียบเทียบระดับน้ำสูงสุดและอัตราการไหลสูงสุดระหว่างช่วงคลองต่างๆกับกรณีที่ 1 (สภาพการไหลปี 2549).....	77
16 แสดงเกณฑ์ที่ใช้ในการบริหารจัดการน้ำหลากส่วนเกินที่อัตราการไหลสูงสุด 150 , 210 และ 250 ลบ.ม./วินาที.....	81

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 ลักษณะภูมิประเทศบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันออก.....	5
2 สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันออก.....	7
3 ลักษณะการทำงานของโปรแกรม MIKE 11 เพื่อการพยากรณ์น้ำท่วม.....	20
4 หลักการของการเกิดน้ำหลากของแบบจำลอง MIKE 11-RR.....	21
5 แผนผังแสดงแนวคิดของแบบจำลอง NAM.....	22
6 โครงสร้างของแบบจำลอง MIKE11-RR.....	24
7 หลักการของการเกิดน้ำหลากของแบบจำลอง MIKE 11-HD.....	26
8 โครงสร้างของแบบจำลอง MIKE 11-HD.....	28
9 ขั้นตอนการดำเนินงานศึกษาวิจัย.....	32
10 ขั้นตอนการศึกษาเพื่อกำหนดเกณฑ์ใช้พื้นที่ปิดล้อม.....	33
11 ลักษณะการทำงานของโปรแกรม MIKE 11 เพื่อการจำลองสภาพการไหล.....	34
12 แผนที่แสดงการแบ่งพื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่ปิดล้อมย่อย.....	38
13 กราฟแสดงสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินแยกจำแนกตามพื้นที่ปิดล้อมย่อย.....	40
14 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินแยกตามพื้นที่ปิดล้อมย่อย.....	42
15 แผนที่แสดงระบบระบายน้ำและอาคารบังคับน้ำภายในพื้นที่ศึกษา.....	44
16 แผนที่แสดงแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) ของพื้นที่ศึกษา.....	45
17 แสดงผลการจัดลำดับพื้นที่ปิดล้อมเพื่อรองรับปริมาณน้ำหลากตามเกณฑ์ที่ กำหนด.....	47
18 ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำและโครงข่ายเส้นคลองน้ำเข้าในแบบจำลอง.....	50
19 แสดงตำแหน่งที่ตั้งสถานีวัดน้ำฝนในแบบจำลอง.....	52
20 ตำแหน่งที่ตั้งสถานีสอบเทียบและสถานีขอบเขตในแบบจำลอง	54
21 รูปเหลี่ยมรีเอสเซนแบ่งตามสถานีวัดน้ำฝนทั้ง 13 สถานี.....	56
22 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนและน้ำท่าที่จำลองได้จาก NAM Model และคำนวณ ในปี พ.ศ.2549.....	60

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
23 เส้นคลองที่มีข้อมูลสำรวจรูปตัดลำน้ำ.....	61
24 โครงข่ายเส้นคลองในแบบจำลอง HD Model.....	62
25 ตำแหน่งขอบเขตเงื่อนไขในแบบจำลอง จำนวน 24 จุด.....	63
26 ตำแหน่งสอบเทียบข้อมูลระดับน้ำที่อาคารชลประทานในแบบจำลอง.....	65
27 ค่าระดับน้ำสูงสุดตามยาวแนวคลองชายทะเล จากการตั้งระดับของ เครื่องสูบน้ำ ที่สถานีสูบน้ำต่างๆ.....	69
28 ตำแหน่งอาคารที่ปรับแก้ในแบบจำลอง MIKE 11 กรณีศึกษาที่ 2.....	70
29 ตำแหน่งอาคารที่ปรับแก้ในแบบจำลอง MIKE 11 กรณีศึกษาที่ 3.....	71
30 ตำแหน่งสถานีสูบน้ำที่ดำเนินการแล้วเสร็จในปี 2552 จำนวน 4 แห่ง	72
31 เปรียบเทียบความสามารถในการลดระดับน้ำท่วมช่วงคลองระพีพัฒน์ช่วงกม. 0 ถึง กม.31.....	74
32 เปรียบเทียบความสามารถในการลดระดับน้ำท่วมช่วงเขตมีนบุรี หนองจอก ลาดกระบัง กรณีที่ 1 กับ กรณีที่ 3	74
33 เปรียบเทียบความสามารถในการลดระดับน้ำท่วมช่วงเขตมีนบุรี หนองจอก ลาดกระบัง กรณีที่ 1 กับ กรณีที่ 4	75
34 แปลนแสดงค่าระดับน้ำท่วมสูงสุดของสภาพปัจจุบัน (ปี 2549) กับกรณีที่ 3 และกรณีที่ 4.....	76
35 แสดงระดับน้ำสูงสุดที่ช่วงคลองต่างๆภายในพื้นที่ศึกษา แยกตามกรณีศึกษา.....	78
36 ผลภาพระดับน้ำที่ตำแหน่งคลองต่างๆ เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์สภาพปัจจุบัน กับกรณีที่ 2 กรณีที่ 3 และกรณีที่ 4.....	79

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ลุ่มน้ำเจ้าพระยาและสาขาเป็นลุ่มน้ำใหญ่ที่สุดในประเทศไทย มีพื้นที่ลุ่มน้ำประมาณ 157,925 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณร้อยละ 30 ของพื้นที่ประเทศ ลุ่มน้ำเจ้าพระยามีลักษณะกายภาพที่แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน ที่บริเวณจังหวัดนครสวรรค์ คือส่วนบนเป็นลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบน มีสภาพเป็นภูเขาสลับกับที่ราบริมน้ำ ประกอบด้วยแม่น้ำสาขาสำคัญ 4 สาขา คือ แม่น้ำปิง แม่น้ำวัง แม่น้ำยม และแม่น้ำน่าน ส่วนลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างมีสภาพเป็นที่ราบน้ำท่วมถึง ประกอบด้วยแม่น้ำสาขาสำคัญ 4 สาขา คือ แม่น้ำสะแกกรัง แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำป่าสัก และแม่น้ำเจ้าพระยา

พื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันออก มีลักษณะเป็นที่ลุ่มตอนล่างสุดของลุ่มน้ำ จึงเป็นทางผ่านของน้ำที่ไหลจากพื้นที่ตอนบนทั้งหมดก่อนออกสู่ทะเล จึงประสบปัญหาน้ำท่วมเป็นประจำ โดยคลองสายหลักที่ใช้ในการผันปริมาณน้ำหลากจากพื้นที่ตอนบนคือคลองระพีพัฒน์ รับน้ำจากแม่น้ำป่าสักที่บริเวณเขื่อนทดน้ำพระรามหกผ่านประตูระบายน้ำพระนารายณ์ ประกอบกับปัจจุบันพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันออก โดยเฉพาะทางตอนล่าง (กรุงเทพฯ และปริมณฑล) มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์อย่างรวดเร็ว จากพื้นที่เกษตร เป็นพื้นที่เพื่อปลูกสร้างที่พักอาศัย โรงงานอุตสาหกรรม เขตพาณิชย์ สนามบิน โดยไม่มีการวางผังเมืองที่ชัดเจน ทำให้เป็นอุปสรรคกีดขวางการไหลของน้ำ มีผลให้พื้นที่ที่มีศักยภาพการระบายน้ำลดลง เกิดสถานะน้ำท่วมขังอยู่เสมอในฤดูฝน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องดำเนินการแก้ไขปัญหาดังกล่าวอย่างเร่งด่วน

สภาพปัญหา

พื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันออก มีลักษณะเป็นที่ลุ่ม บางแห่งมีลักษณะเป็นแอ่งกระทะ อันเกิดจากการทรุดตัวของแผ่นดิน เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวใช้เป็นพื้นที่รองรับการขยายตัวจากความหนาแน่นของประชากรในเขตกรุงเทพมหานคร ทำให้มีการพัฒนาพื้นที่เป็น หมู่บ้านจัดสรร นิคมอุตสาหกรรม ตลาดร้านค้า มหาวิทยาลัย และที่ทำการของรัฐและเอกชน ทำให้มีการพัฒนาด้านต่างๆตามมาอย่างรวดเร็ว มีการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ที่ขาดการคำนึงถึงลักษณะทางภูมิประเทศที่เป็นที่ลุ่ม เช่นการสร้างทางด่วนกีดขวางทางน้ำ มีการสร้างท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ซึ่งทำให้สูญเสียพื้นที่รองรับน้ำ (แก้มลิง) กว่า 20,000 ไร่ มีการสร้างและขยายถนน มีการสูบน้ำบาดาลมาใช้เป็นต้น ส่งผลให้เกิดน้ำท่วมขังในพื้นที่บริเวณนี้ต่อเนื่องลึกเข้าไปสู่พื้นที่ชั้นกลาง และชั้นในของกรุงเทพมหานคร สาเหตุหลักที่สำคัญของการเกิดน้ำท่วม 2

ประการคือ น้ำล้นฝั่งจากแม่น้ำเข้าไปท่วมภายในพื้นที่และฝนตกหนักในพื้นที่ แม่น้ำที่สำคัญที่ทำให้เกิดน้ำล้นฝั่งมี 4 สาย ได้แก่แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำบางปะกง แม่น้ำนครนายก และแม่น้ำป่าสัก อีกสาเหตุคือปริมาณฝนที่ตกหนักในพื้นที่ สำหรับสาเหตุรองได้แก่ ความลาดเทของพื้นที่ตอนบนค่อนข้างมากจึงระบายน้ำลงสู่ด้านใต้ได้ดี ในขณะที่พื้นที่ตอนกลางลงสู่ตอนล่าง มีระดับต่ำกว่า ทำให้การระบายน้ำ ทำได้ไม่ทัน และยังมีสิ่งกีดขวางทางน้ำมาก เช่น สะพานข้ามคลองถนนสายบางนา-ตราด ซึ่งมีตอม่อ และเสาสะพาน กีดขวางทางน้ำ การตื้นเขินของคลอง รวมทั้งปัญหาวัชพืชทำให้เป็นอุปสรรคต่อการระบายน้ำ นอกจากนี้ยัง ได้รับอิทธิพลของน้ำทะเลหนุน ทำให้เกิดน้ำเอ่อบริเวณปากคลองและปากแม่น้ำที่ไหลลงสู่ทะเล ทำให้การระบายน้ำของคลองออกจากพื้นที่ช้าลง และบางช่วงเวลาระบายน้ำในคลองออกสู่ทะเลไม่ได้ จึงเป็นสาเหตุให้เกิด น้ำท่วมในพื้นที่ และสาเหตุอีกประการคือ ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

การดำเนินการแก้ไขปัญหาดังกล่าวที่ผ่านมา กระทำโดยการดำเนินโครงการเป็นพื้นที่ปิดล้อม (Polder) โดยการก่อสร้างแนวคันปิดล้อมพื้นที่สำคัญ ขุดลอกคลองเพื่อเร่งระบายน้ำ พร้อมก่อสร้างอาคารบังคับน้ำเพื่อควบคุมปริมาณน้ำเข้าออกจากพื้นที่ปิดล้อม ตัวอย่างเช่น กรุงเทพฯชั้นใน จะเห็นได้ว่าวิธีการดังกล่าวสามารถคำนวณ ออกแบบ และดำเนินการก่อสร้างตามหลักวิศวกรรมได้ง่าย แต่ก็มีข้อเสียคือ ค่าก่อสร้าง และบำรุงรักษามีราคาสูง การป้องกันและแก้ปัญหาทำได้ในระดับที่ได้ออกแบบขาดความยืดหยุ่น และในอนาคตจะดำเนินการได้ยากขึ้นเรื่อยเนื่องจากเป็นวิธีการที่ผลักปัญหาไปไว้ที่อื่น

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้เพื่อหารูปแบบหรือแนวทางในการบริหารจัดการพื้นที่รับน้ำนองแทนที่จะมุ่งเน้นใช้การก่อสร้าง โดยจะใช้ข้อมูลทางสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ในรูปของแผนที่ เพื่อใช้กำหนดพื้นที่เกษตรกรรมเป็นพื้นที่รับน้ำนองเพื่อชะลอน้ำในกรณีต่างๆ โดยไม่ให้เกิดผลกระทบกับราษฎรในพื้นที่ ในกรณีปกติ ซึ่งเกณฑ์การกำหนดขอบเขตดังกล่าวจะใช้จากข้อมูล (GIS) ที่มีอยู่และตรวจสอบข้อมูลที่ได้จัดเก็บจากพื้นที่ พร้อมทั้งเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่มีการใช้หลักเกณฑ์ดังกล่าว

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อหาหลักเกณฑ์ในการจัดลำดับการใช้พื้นที่ปิดล้อมย่อยเพื่อบริหารจัดการน้ำหลาก
2. เพื่อสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการบริหารจัดการน้ำหลาก

ขอบเขตการวิจัย

ทบทวนผลการศึกษาการจัดการน้ำหลากและการระบายน้ำบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันออก โดยการใช้สิ่งก่อสร้างเพื่อปรับปรุงค่าลงทุนโครงการให้สอดคล้องกับสภาพปัจจุบัน ทำการวางแผนบริหารจัดการน้ำส่วนเกินจากแม่น้ำเจ้าพระยาผ่านระบบคลองชลประทานที่กระจายอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกงและอ่าวไทย โดยพื้นที่ศึกษาครอบคลุม 7 จังหวัด 28 อำเภอ ได้แก่จังหวัด

พระนครศรีอยุธยา จังหวัดสระบุรี จังหวัดปทุมธานี จังหวัดนครนายก จังหวัดฉะเชิงเทรา จังหวัดสมุทรปราการ และกรุงเทพมหานคร โดยพื้นที่ทั้งหมดเป็นพื้นที่ชลประทานกระจายอยู่ในเขตโครงการชลประทานต่างๆ 7 โครงการ คือ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษานครหลวง โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาป่าสักใต้ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษานครนายก โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตเหนือ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้ โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาชลหารพิจิตร และโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาพระองค์ไชยานุชิต โดยใช้ข้อมูลจากแผนที่สารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เพื่อกำหนดขอบเขตพื้นที่รับน้ำหลาก ในเบื้องต้น ทำการตรวจสอบรายละเอียดจริงในสนาม เพื่อใช้ประกอบการปรับแก้ความถูกต้อง นำข้อมูลจาก GIS ไปวิเคราะห์หาเกณฑ์ที่ใช้ในการบริหารจัดการพื้นที่ปิดล้อมในรองรับปริมาณน้ำหลาก และใช้เกณฑ์ดังกล่าวเป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับ พัฒนาแบบจำลอง MIKE 11 RR/HD ทำการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง จำลองสภาพการไหลในสภาพปัจจุบัน(ปี 2549) เปรียบเทียบกับการบริหารจัดการน้ำหลากโดยใช้พื้นที่ปิดล้อมย่อย สรุปและวิเคราะห์ผลการศึกษา จัดทำรูปเล่ม ระยะเวลาการดำเนินงาน ประมาณ 6 เดือน

ระเบียบวิธีการวิจัย

ทบทวนเอกสารการจัดการน้ำหลากและการระบายน้ำบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง ฝั่งตะวันออกที่มีอยู่เดิมและทบทวนผลการศึกษาที่เกี่ยวข้อง เพื่อศึกษาแนวทางต่างๆที่ใช้ดำเนินการแก้ปัญหาน้ำท่วมในพื้นที่ จัดหาแผนที่สารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ที่นอกจากมีชั้นข้อมูลพื้นฐานทั่วไปแล้วยังต้องมีชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ชั้นข้อมูลระบบระบายน้ำและอาคารบังคับน้ำต่างๆ และชั้นข้อมูลระดับความสูงของพื้นที่ที่มีค่าความละเอียดสูง ในกรณีที่แผนที่ไม่สมบูรณ์ต้องดำเนินการจัดทำและตรวจสอบความถูกต้องของแผนที่สารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) แบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็นพื้นที่ปิดล้อมย่อยตามลักษณะทางกายภาพ พร้อมใช้ข้อมูลจากแผนที่สารสนเทศภูมิศาสตร์มาทำการวิเคราะห์เพื่อจัดลำดับการใช้พื้นที่ปิดล้อมในการรองรับปริมาณน้ำหลาก ทำการปรับปรุง พัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE 11 NAM/HD สำหรับการจำลองสภาพการไหลของปริมาณน้ำหลากในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง ฝั่งตะวันออก พร้อมดำเนินการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมในสนาม เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลเพื่อประกอบการวิเคราะห์และสรุปผลการศึกษา ใช้หลักเกณฑ์ในการใช้พื้นที่ปิดล้อมรองรับปริมาณน้ำหลากสร้างแบบจำลองเพื่อวิเคราะห์การไหล เปรียบเทียบกับสภาพปัจจุบัน

ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. แผนที่สารสนเทศภูมิศาสตร์ GIS พร้อมหลักเกณฑ์ในการจัดลำดับการใช้พื้นที่ปิดล้อมย่อยเพื่อรองรับปริมาณน้ำหลากจากพื้นที่ตอนบน
2. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ประกอบการบริหารจัดการน้ำหลากในพื้นที่

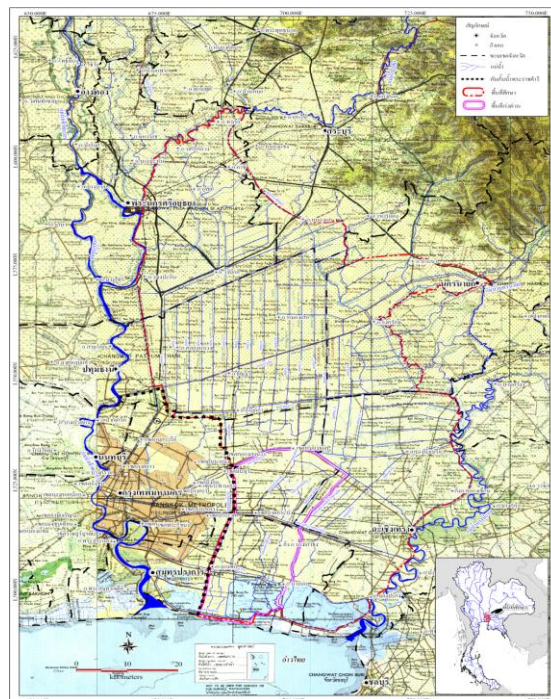
บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สภาพทั่วไปของพื้นที่โครงการ

สภาพภูมิประเทศ

พื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาดอนล่างฝั่งตะวันออก มีความลาดเทโดยทั่วไปจากเหนือไปได้ และจากตะวันออกไปสู่ตะวันตก ดังแสดงใน ภาพประกอบ 1 พื้นที่ตอนบนตั้งแต่บริเวณแม่น้ำป่าสักและแม่น้ำนครนายกลงมาถึงคลองรังสิต มีระดับพื้นที่ค่อนข้างสูง โดยมีระดับพื้นดินเฉลี่ยประมาณ +6.50 ม.รทก. ถึง +2.50 ม.รทก. ส่วนพื้นที่ตอนล่างตั้งแต่คลองรังสิตจนจรดชายทะเล มีระดับพื้นดินเฉลี่ยประมาณ +2.00 ม.รทก. ถึง +0.40 ม.รทก. โดยบริเวณที่มีพื้นที่ต่ำสุดอยู่ในช่วงระหว่างคลองประเวศบุรีรมย์ และคลองสำโรง หรือบริเวณข้างเคียงโดยรอบสนามบินสุวรรณภูมิ และระดับพื้นดินจะสูงขึ้นบริเวณชายทะเลเฉลี่ยประมาณ +0.90 ม.รทก.



ภาพประกอบ 1 ลักษณะภูมิประเทศบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาดอนล่างฝั่งตะวันออก

อุตุ-อุทกวิทยา

พื้นที่โครงการมีปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 1,290.7 มิลลิเมตร และจำนวนวันฝนตกรายปีเฉลี่ย 81 วัน ปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยกระจายตามพื้นที่ตั้งแต่ 1,000 มม. จนถึง 1,500 มม. โดยมีปริมาณฝนต่ำสุดบริเวณด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือบริเวณจังหวัดพระนครศรีอยุธยาและทางด้านตะวันออกเฉียงใต้บริเวณอำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา และมีปริมาณฝนมากที่สุดบริเวณทางด้านจังหวัดนครนายกที่ติดกับขอบเขตพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

จากสถิติการระบายน้ำออกสู่ทะเลตามสถานีสูบน้ำต่างๆ ได้แก่ สถานีสูบน้ำคำหลุ บางปลาঝা บางปลา เจริญราษฎร์ คลองด่าน 2 ชลหารพิจิตร และปตร.ชลหารพิจิตร ในช่วงปี พ.ศ. 2544-2547 มีปริมาณน้ำที่สูบน้ำออกสู่ทะเลเฉลี่ย 1,829.73 ล้าน ลบ.ม./ปี

การใช้ประโยชน์ที่ดิน

1. การใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบัน

จากแผนที่การใช้ที่ดินปี 2545 ของกรมพัฒนาที่ดิน พื้นที่โครงการซึ่งมีเนื้อที่ 2,881,098 ไร่ มีสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน ประกอบด้วย พื้นที่การเกษตร 2,301,215 ไร่ (ร้อยละ 80 ของพื้นที่ทั้งหมด) เป็นนาข้าว 1,845,357 ไร่ (ร้อยละ 64 ของพื้นที่ทั้งหมด) ไม้ผล 264,254 ไร่ (ร้อยละ 9 ของพื้นที่ทั้งหมด) พืชไร่/พืชผัก 15,260 ไร่ (ร้อยละ 0.6 ของพื้นที่ทั้งหมด) การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ 171,268 ไร่ (ร้อยละ 5.9 ของพื้นที่ทั้งหมด) โรงเลี้ยงสัตว์ 5,076 ไร่ (ร้อยละ 0.2 ของพื้นที่ทั้งหมด) นิคมอุตสาหกรรมและโรงงานอุตสาหกรรม 38,743 ไร่ (ร้อยละ 1.3 ของพื้นที่ทั้งหมด) ชุมชนเมืองและศูนย์การค้า 84,813 ไร่ (ร้อยละ 3 ของพื้นที่ทั้งหมด) ส่วนที่เหลือเป็นพื้นที่อื่น ๆ เช่น สนามบิน พื้นที่ลุ่มบ่อขุดและบริเวณที่เป็นน้ำ เป็นต้น (ภาพประกอบ 2)

2. การใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต

เมื่อมีการพัฒนาโครงการคาดว่า การใช้ประโยชน์ที่ดินจะมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ทั้งนี้เนื่องจากพื้นที่โครงการเป็นพื้นที่ชลประทานซึ่งส่วนใหญ่เป็นนาข้าวและสวนผลไม้และน้ำที่ผันผ่านพื้นที่โครงการในช่วงฤดูฝนจะไหลลงทะเลทั้งหมด การใช้ประโยชน์ที่ดินหลังมีโครงการจะเป็นการเกษตรเหมือนเดิม เพราะการผันน้ำไม่มีผลกระทบต่อเกษตรกรที่มีอยู่ อย่างไรก็ตามในอนาคตเมื่อความเจริญเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะเมื่อสนามบินสุวรรณภูมิเปิดใช้และเมืองสุวรรณภูมิก่อตั้งขึ้น พื้นที่เกษตรรอบ ๆ สนามบินสุวรรณภูมิซึ่งปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจะถูกเปลี่ยนไปใช้เพื่อกิจกรรมต่าง ๆ โดยเฉพาะพื้นที่ในเขตอำเภอบางพลี กิ่งอำเภอบางเสาธง อำเภอบางบ่อและอำเภอกลองด่าน จังหวัดสมุทรปราการ จะมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด โดยจะถูกเปลี่ยนไปใช้เพื่อกิจกรรมต่าง ๆ เช่น เปลี่ยนเป็นชุมชน สถานที่ราชการ แหล่งอุตสาหกรรมและเมือง เป็นต้น ส่วนพื้นที่เกษตรตอนบนบริเวณจังหวัดพระนครศรีอยุธยา สระบุรี ฉะเชิงเทรา นครนายก การเปลี่ยนแปลงจะมีน้อย

สภาพปัญหาทางการเกษตรที่สำคัญ ได้แก่ ฤดูกาลและแหล่งน้ำธรรมชาติต้นน้ำ ไม่สามารถกักเก็บน้ำไว้ใช้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้ตลอดปี ตลอดจนปัญหาน้ำเค็ม น้ำแห้งในฤดูแล้ง และน้ำท่วมในฤดูฝน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา และจังหวัดสมุทรปราการ การขยายตัวของชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็ว มีผลทำให้พื้นที่การเกษตรลดลง เกษตรกรยังใช้สารเคมีจำนวนมากในกระบวนการผลิต ทำให้ผลิตผลที่ได้มีสารปนเปื้อนสูง นอกจากนี้ยังพบว่า คุณภาพน้ำในพื้นที่โครงการ โดยเฉพาะในจังหวัดสมุทรปราการเริ่มเสื่อมโทรม เนื่องมาจากการระบายน้ำเสียจากชุมชนอุตสาหกรรม โดยไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ ทำให้การเกษตรหลายอย่างเสียหาย เช่น ข้าว และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ผลผลิตลดลง

ประชากร

พื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันออกครอบคลุมเขตการปกครอง 7 จังหวัด 28 อำเภอ 2 เทศบาลนคร 3 เทศบาลเมือง และ 18 เทศบาลตำบล ปี 2548 มีประชากรรายอำเภอในเขตพื้นที่โครงการรวมทั้งสิ้น 2,398,849 คน มีจำนวนบ้านทั้งหมด 860,239 หลังคาเรือน จำแนกเป็นประชากรนอกเขตเทศบาล 1,986,708 คน จำนวนบ้าน 711,749 หลังคาเรือน โดยมีขนาดครัวเรือนเฉลี่ย 2.8 คนต่อหลังคาเรือน และในเขตเทศบาล 412,141 คน จำนวนบ้าน 148,490 หลังคาเรือน และมีขนาดครัวเรือนเฉลี่ย 2.7 คนต่อหลังคาเรือน

จากสถิติประชากรของสำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย พบว่าในช่วงระยะเวลา 9 ปีที่ผ่านมา ก่อตั้งตั้งแต่ปี 2540-2548 มีอัตราการเพิ่มของประชากรรายจังหวัดในพื้นที่โครงการอยู่ในช่วงเฉลี่ยร้อยละ 0.15-3.96

สภาพเศรษฐกิจและสังคม

สภาพเศรษฐกิจ

ใน พ.ศ. 2547 จากรายงานสำนักงานคณะกรรมการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี พบว่า ผลิตภัณฑ์มวลรวมในพื้นที่โครงการ ณ ราคาปัจจุบัน รวมทั้งสิ้น 2,555,911 ล้านบาท โดยจังหวัดที่มีมูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมสูงที่สุด ได้แก่ กรุงเทพมหานคร 1,463,664 ล้านบาท (ร้อยละ 57) รองลงมาได้แก่ จังหวัดสมุทรปราการ 425,710 ล้านบาท (ร้อยละ 17) จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 279,374 ล้านบาท และจังหวัดฉะเชิงเทรา 122,458 ล้านบาท เมื่อพิจารณาผลิตภัณฑ์มวลรวมของจังหวัดในพื้นที่โครงการ จากราคาคงที่ โดยใช้ปี 2531 เป็นปีฐาน พบว่า ระหว่างปี 2540-2547 มีอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจโดยเฉลี่ย ร้อยละ 4.36 ต่อปี สาขาการผลิตที่สำคัญที่สุดของพื้นที่โครงการ ได้แก่ สาขาการผลิตอุตสาหกรรมมากที่สุดทุกจังหวัด โดยมีส่วนแบ่งในสัดส่วน ร้อยละ 22.0 รองลงมาเป็นสาขาการขนส่ง การขายปลีก การซ่อมแซมยานยนต์ จักรยานยนต์ ของใช้ส่วนบุคคล และของใช้ในครัวเรือนในสัดส่วนร้อยละ 7.6 สำหรับสาขาการเกษตรกรรมมีสัดส่วนเพียงร้อยละ 0.6 ประชากรมีรายได้เฉลี่ยต่อหัว 275,330 บาท/คน/ปี ณ ราคาปัจจุบัน สูงกว่ารายได้เฉลี่ยต่อหัวรวมทั้ง

ประเทศในปีเดียวกัน (รายได้เฉลี่ยต่อหัวรวมทั้งประเทศ 101,304 บาท) และเมื่อแยกพิจารณาเป็นรายจังหวัด พบว่า มีจังหวัดเดียวที่รายได้ต่อหัวต่ำกว่าทั้งประเทศ คือ จังหวัดนครนายก

สภาพสังคม

จากข้อมูล กชช.2 ก. (กรมพัฒนาชุมชน กระทรวงมหาดไทย, 2548) พบว่า การประกอบอาชีพของประชาชนในพื้นที่โครงการจำแนกรายอำเภอ 6 จังหวัด เป็นครัวเรือนเกษตรร้อยละ 20.1 จากครัวเรือนทั้งหมด (6 จังหวัด) และเป็นครัวเรือนทำนา โดยพบมากที่สุดที่จังหวัดฉะเชิงเทรา (ร้อยละ 40) รองลงมา จังหวัดสระบุรี (ร้อยละ 27.1) โดยมีรายได้เฉลี่ยจากการทำนาครัวเรือนละ 3,200 บาท/ไร่ จะเห็นได้ว่าการประกอบอาชีพของประชาชนได้เปลี่ยนจากเกษตรกรรมมาเป็นภาคนอกการเกษตร คือ อาชีพรับจ้าง ซึ่งรวมทั้งลูกจ้างรายวันและลูกจ้างบริษัทเอกชนหรือลูกจ้างในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ เป็นจำนวนที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย ร้อยละ 58 โดยพบมากที่สุดที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา สมุทรปราการ สระบุรี ปทุมธานี ฉะเชิงเทรา และนครนายก ตามลำดับ สำหรับกรุงเทพมหานครที่มี 3 เขต คือ เขตหนองจอก มีนบุรี และลาดกระบัง อยู่ในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่ประกอบอาชีพรับจ้างเช่นเดียวกัน

สาเหตุของปัญหาน้ำท่วม

พื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันออก มีลักษณะเป็นที่ลุ่ม บางแห่งมีลักษณะเป็นแอ่งกระทะ อันเกิดจากการทรุดตัวของแผ่นดิน เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวใช้เป็นพื้นที่รองรับการขยายตัวจากความหนาแน่นของประชากรในเขตกรุงเทพมหานคร ทำให้มีการพัฒนาด้านต่างๆอย่างรวดเร็ว เช่นหมู่บ้านจัดสรร นิคมอุตสาหกรรม ตลาด ร้านค้า มหาวิทยาลัย และที่ทำการของรัฐและเอกชน ทำให้มีการพัฒนาด้านต่างๆ ตามมาอย่างรวดเร็ว มีการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ที่ขาดการคำนึงถึงลักษณะทางภูมิประเทศที่เป็นที่ลุ่ม เช่น การสร้างทางด่วนกีดขวางทางน้ำ มีการสร้าง ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ซึ่งทำให้สูญเสียพื้นที่รองรับน้ำ (แก้มลิง) กว่า 20,000 ไร่ มีการสร้างและขยายถนน มีการสูบน้ำบาดาลมาใช้เป็นดิน ส่งผลให้เกิดน้ำท่วมขังในพื้นที่บริเวณนี้ ต่อเนื่องลึกเข้าไปสู่พื้นที่ชั้นกลาง และชั้นในของกรุงเทพมหานคร สาเหตุหลักที่สำคัญของการเกิดน้ำท่วม 2 ประการคือ น้ำล้นฝั่งจากแม่น้ำเจ้าพระยาไหลท่วมภายในพื้นที่และฝนตกหนักในพื้นที่ แม่น้ำที่สำคัญที่ทำให้เกิดน้ำล้นฝั่งมี 4 สาย ได้แก่แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำบางปะกง แม่น้ำนครนายก และแม่น้ำป่าสัก อีกสาเหตุคือปริมาณฝนที่ตกหนักในพื้นที่ สำหรับสาเหตุรองได้แก่ ความลาดเทของพื้นที่ตอนบนค่อนข้างมากจึงระบายน้ำลงสู่ด้านใต้ได้ดี ในขณะที่พื้นที่ตอนกลางลงสู่ตอนล่าง มีระดับต่ำกว่า ทำให้การระบายน้ำ ทำได้ไม่ทัน และยังมีสิ่งกีดขวางทางน้ำมาก เช่น สะพานข้ามคลองถนนสายบางนา-ตราด ซึ่งมีตอม่อ และเสาสะพานกีดขวางทางน้ำ การตื้นเขินของคลอง รวมทั้งปัญหาวัชพืชทำให้เป็นอุปสรรคต่อการระบายน้ำ นอกจากนี้ยังได้รับอิทธิพลของน้ำทะเลหนุน ทำให้เกิดน้ำเอ่อบริเวณปากคลองและปากแม่น้ำที่ไหลลงสู่ทะเล ทำให้การระบายน้ำของคลองออกจากพื้นที่ช้าลง และบางช่วงเวลาระบายน้ำในคลองออกสู่ทะเลไม่ได้ จึงเป็นสาเหตุให้เกิด น้ำท่วมในพื้นที่ และสาเหตุอีกประการคือ ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

การดำเนินการแก้ไขปัญหาดังกล่าวที่ผ่านมา กระทำโดยการดำเนินโครงการเป็นพื้นที่ปิดล้อม (Polder) โดยการก่อสร้างแนวคันปิดล้อมพื้นที่สำคัญ ขุดลอกคลองเพื่อเร่งระบายน้ำ พร้อมก่อสร้างอาคารบังค้ำน้ำเพื่อควบคุมปริมาณน้ำเข้าออกจากพื้นที่ปิดล้อม ตัวอย่างเช่น กรุงเทพฯชั้นใน จะเห็นได้ว่าวิธีการดังกล่าวสามารถคำนวณ ออกแบบ และดำเนินการก่อสร้างตามหลักวิศวกรรมได้ง่าย แต่ก็มีข้อเสียคือ ค่าก่อสร้าง และบำรุงรักษามีราคาสูง การป้องกันและแก้ปัญหาทำได้ในระดับที่ได้ออกแบบขาดความยืดหยุ่น และในอนาคตจะดำเนินการได้ยากขึ้นเรื่อยเนื่องจากเป็นวิธีการที่หลักปัญหาไปไว้ที่อื่น

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้เพื่อหารูปแบบหรือแนวทางในการบริหารจัดการพื้นที่รับน้ำนองแทนที่จะมุ่งเน้นใช้การก่อสร้าง โดยจะใช้ข้อมูลทางสารสนเทศภูมิศาสตร์(GIS)ในรูปของแผนที่ เพื่อใช้กำหนดพื้นที่เกษตรกรรมเป็นพื้นที่รับน้ำนองเพื่อชะลอน้ำในกรณีต่างๆโดยไม่ให้เกิดผลกระทบกับราษฎรในพื้นที่ ในกรณีปกติ ซึ่งเกณฑ์การกำหนดขอบเขตดังกล่าวจะใช้จากข้อมูล (GIS) ที่มีอยู่และตรวจสอบรายละเอียดจริงในสนาม พร้อมทั้งเปรียบเทียบผลจากการจำลองพฤติกรรมการไหลโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

แนวทางแก้ไขปัญหาน้ำในปัจจุบัน

จากการทบทวนรายงานโครงการศึกษาทบทวนโครงการระบายน้ำบริเวณสนามบินสุวรรณภูมิได้ข้อสรุป การพิจารณาขนาดการผันน้ำจากคลองระพีพัฒน์ 400 ลบ.ม./วินาที โดยทั้งนี้จำเป็นจะต้องปรับปรุงระบบระบายน้ำและแม่น้ำนอกตามความจำเป็น รวมถึงสถานีสูบน้ำบางแห่งด้วย จากแนวทางดังกล่าวจึงได้ทำการศึกษาทบทวนศักยภาพในการระบายน้ำที่เหมาะสม และเพื่อให้ระบบระบายน้ำที่ผันลงทางด้านแม่น้ำบางปะกงและอ่าวไทย สอดคล้องกับแผนพัฒนาติดตั้งสถานีสูบน้ำคลองหกวาสายล่าง สถานีสูบน้ำประตูระบายน้ำหนองจอกและประเวศบุรีรัมย์ ให้มากที่สุด โดยที่การปรับปรุงระบบระบายน้ำและสถานีสูบน้ำจะสามารถดำเนินการได้อย่างเป็นรูปธรรม หรือมีการเวนคืนที่ดินเท่าที่จำเป็น

อย่างไรก็ตามการเพิ่มขนาดการผันน้ำจากคลองระพีพัฒน์และมีการปรับปรุงคลอง/ลำน้ำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำไปลงทางแม่น้ำนครนายก แม่น้ำบางปะกง และออกสู่ทะเลได้มากขึ้นและเร็วขึ้นนั้น นอกจากจะเป็นผลดีในเรื่องของการผันน้ำจากแม่น้ำป่าสักผ่านทางคลองระพีพัฒน์เพื่อลดปริมาณน้ำที่จะไหลไปทางแม่น้ำเจ้าพระยาบางส่วนแล้ว ในกรณีที่มิฝนตกหนักในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันออก ระบบระบายน้ำและสถานีสูบน้ำที่จะมีการปรับปรุงขึ้นนั้น ก็จะสามารถรองรับปริมาณฝนในพื้นที่ได้มากขึ้น และรวมถึงการระบายน้ำออกจากพื้นที่น้ำท่วมขังได้เร็วขึ้นด้วย

ความเสียหายจากน้ำท่วม

(กรมโยธาธิการ 2540) ได้ว่าจ้างบริษัทที่ปรึกษาศึกษาโครงการสำรวจออกแบบรายละเอียดระบบป้องกันน้ำท่วม พื้นที่ชุมชนจังหวัดปทุมธานี และได้ศึกษาถึงการประเมินมูลค่าความเสียหายจากน้ำท่วม สรุปว่าความเสียหายจากน้ำท่วมมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของประชากร พื้นที่ที่มีประชากรอาศัยอยู่หนาแน่นย่อมมีผู้ได้รับความเสียหายมากกว่าพื้นที่ที่มีประชากรอาศัยอยู่น้อย หรืออาจกล่าวได้ว่ามูลค่าความเสียหายมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับลักษณะของการใช้ประโยชน์ของที่ดิน ดังนั้นในการประเมินมูลค่าความเสียหายจากน้ำท่วมจะแบ่งประเภทความเสียหายตามการใช้ประโยชน์ของที่ดินในปัจจุบัน เป็น 6 ประเภท คือ พื้นที่พาณิชยกรรม พื้นที่ที่อยู่อาศัย อุตสาหกรรมและคลังสินค้า พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่สาธารณประโยชน์ในเขตเทศบาล พื้นที่สาธารณประโยชน์ในเขตสุขาภิบาล และพื้นที่สาธารณประโยชน์นอกเขตเทศบาลและสุขาภิบาล

การประเมินความเสียหายของสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบัน โดยมูลค่าความเสียหายจะมีค่าตามการใช้ประโยชน์ของที่ดินแต่ละประเภท ขั้นตอนการประเมินความเสียหายของที่ดินทุกประเภทการใช้ประโยชน์จะมีขั้นตอนการประเมินที่เหมือนกัน มูลค่าความเสียหายจากน้ำท่วมจะขึ้นอยู่กับระดับความสูงของน้ำท่วม ซึ่งในแต่ละปีจะมีระดับความสูงของน้ำท่วมที่ไม่แน่นอน และไม่สามารถที่จะคาดหมายได้ว่าการเกิดน้ำท่วมจะมากน้อยเพียงไร เพียงแต่สามารถประเมินความน่าจะเป็นของความเสียหายที่จะเกิดขึ้นได้เช่น สามารถประเมินได้ว่าโอกาสที่จะเกิดความเสียหาย 1 ล้านบาท เป็นเท่าใด โดยทั่วไปแล้วความเสียหายของพื้นที่โครงการจะคำนวณมาจากการประเมินค่าเฉลี่ยของความเสียหายจากน้ำท่วมที่จะเกิดขึ้นในแต่ละปีโดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างความสูญเสียกับโอกาสที่จะเกิดความสูญเสีย โดยสรุปขั้นตอนการประเมินความเสียหายที่สำคัญมีดังนี้

กำหนดขอบเขตพื้นที่ปิดล้อมและคำนวณหาปริมาณพื้นที่แยกตามการใช้ประโยชน์ของที่ดินในแต่ละพื้นที่ปิดล้อม

ศึกษาสภาพน้ำท่วมในแต่ละพื้นที่ปิดล้อมเพื่อนำมาคำนวณหาระดับและโอกาสน้ำท่วมที่แตกต่างกัน

วิเคราะห์หาปริมาณทรัพย์สินที่จะถูกน้ำท่วมเมื่อน้ำท่วมที่ระดับต่างๆในโครงการนี้จะวิเคราะห์ทรัพย์สินตามการใช้ประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกัน

ประเมินหาความเสียหายต่อหน่วยของทรัพย์สินที่ถูกน้ำท่วมในแต่ละประเภทของการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ประเมินความสูญเสียของทรัพย์สินในแต่ละพื้นที่ตามการใช้ประโยชน์ของที่ดินจากความสูญเสียต่อทรัพย์สิน = ปริมาณทรัพย์สิน x ความเสียหายต่อหน่วย

ประเมินความเสียหายรวมของแต่ละพื้นที่ที่ปิดล้อม ณ ระดับน้ำท่วมที่ต่างกัน

หาค่าเฉลี่ยของความสูญเสียที่เกิดจากน้ำท่วม โดยคำนวณจากความสัมพันธ์ระหว่างมูลค่าความเสียหายรวมของแต่ละระดับน้ำท่วมกับโอกาสที่จะเกิดน้ำท่วมระดับนั้น

(กรมโยธาธิการ และผังเมือง 2547) ได้ทำการศึกษาเพื่อจัดทำแผนหลักการจัดทำแผนหลักการป้องกันน้ำท่วมและออกแบบก่อสร้างในพื้นที่ชุมชนจังหวัดสมุทรสาคร และได้ทำการประเมินความเสียหายจากน้ำท่วมเฉลี่ยต่อหน่วยของการใช้ประโยชน์ที่ดินต่างๆ ที่แตกต่างกัน เนื่องจากทุกพื้นที่ที่ปิดล้อมอยู่ในบริเวณเดียวกันและได้รับความเสียหายจากน้ำท่วมคล้ายคลึงกัน ดังนั้นการประเมินความเสียหายต่อหน่วยของการใช้ประโยชน์ที่ดินต่างๆจะประเมินความเสียหายในแต่ละการใช้ประโยชน์ที่ดินทั้งหมดของพื้นที่ที่ปิดล้อมแล้วเฉลี่ยเป็นความเสียหายต่อหน่วยเพื่อนำมาคำนวณหาความเสียหายรวมในแต่ละพื้นที่ที่ปิดล้อมต่อไป ความเสียหายที่จะประเมินต่อไปนี้เป็นผลมาจากการสำรวจสภาพเศรษฐกิจสังคมในพื้นที่โครงการในส่วนที่เกี่ยวข้องการเกิดน้ำท่วมในปี พ.ศ.2538 ซึ่งเป็นปีที่น้ำท่วมมีความรุนแรงมาก

จากการรวบรวมข้อมูลสถิติภูมิด้านความเสียหายจากน้ำท่วมที่เกิดขึ้นในจังหวัดสมุทรสาคร พบว่า การวิเคราะห์ความเสียหายจากภาวะน้ำท่วมในจังหวัดสมุทรสาครที่เกิดขึ้นตั้งแต่ พ.ศ.2520 ถึงปี พ.ศ.2546 มีดังนี้ โดย คัดเลือกเทศบาลสมุทรสาคร และเทศบาลเมืองอ้อมน้อย เป็นพื้นที่ศึกษาในการวางแผนหลักป้องกันน้ำท่วม การสำรวจได้แบ่งออกเป็น 3 พื้นที่ คือพื้นที่หนาแน่นมาก ได้แก่ เขตพาณิชย์กรรม พื้นที่หนาแน่นปานกลาง ได้แก่เขตการค้าและที่พักอาศัย และพื้นที่หนาแน่นน้อย ได้แก่เขตที่อยู่อาศัย

การสำรวจความเสียหายของครัวเรือน เนื่องจากปัญหาน้ำท่วมภายในชุมชนเทศบาลนครสมุทรสาคร พ.ศ.2538 และ 2539 ซึ่งเป็นปีที่เกิดน้ำท่วมรุนแรงที่สุด พบว่าครัวเรือนได้รับความเสียหายคิดเป็นมูลค่า 44,112 บาท ต่อครัวเรือน ซึ่งสามารถแบ่งประเภทความเสียหายตามสัดส่วนของมูลค่าความเสียหายได้ คือ รายได้ที่สูงสูญเสียร้อยละ 26.3 พื้นบ้านชั้นล่างร้อยละ 24.2 เฟอร์นิเจอร์ร้อยละ 13.7 ยานพาหนะร้อยละ 9.7 สินค้าภายในร้านร้อยละ 5.7 และข้าวสารร้อยละ 5.6 ในปี

(Preecha 2005) ได้สรุปส่วนประกอบหลักที่สำคัญของระบบบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ที่ปิดล้อมแบ่งตามพื้นที่ชนบท และพื้นที่ชุมชนไว้ดังนี้

พื้นที่ชนบท

- ระยะห่างระหว่างท่อระบายน้ำหรือคลองระบายน้ำ
- ความลึกของท่อระบายน้ำหรือคลองระบายน้ำ
- ความสามารถระบายน้ำของคลองระบายน้ำ
- เฟอร์เซ็นต์ของพื้นที่รองรับน้ำ
- ระดับน้ำใต้ดิน

- อัตราการสูบน้ำ
- พื้นที่ชุมชน
- ขนาดของท่อระบายน้ำ
- ระยะห่างระหว่างท่อระบายน้ำและคลองระบายน้ำ
- เพอร์เซ็นต์ของพื้นที่รองรับน้ำ
- ระดับน้ำใต้ดิน
- อัตราการสูบน้ำ

นอกจากปัจจัยต่างๆเหล่านี้ที่มีผลต่อการลดระยะเวลาในการท่วมขังของน้ำท่วมแล้ว การใช้พื้นที่ปิดล้อมเพื่อรองรับปริมาณน้ำหลากยังต้องคำนึงถึงลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ เช่น ความสามารถในการรองรับปริมาณน้ำหลากที่ระดับความลึกต่างๆ ความลาดชันของพื้นที่

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS)

ความหมายของคำว่า "ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System) GIS" ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หรือ Geographic Information System : GIS คือกระบวนการทำงานเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงพื้นที่ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ที่ใช้กำหนดข้อมูลและสารสนเทศ ที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ เช่น ที่อยู่ บ้านเลขที่ สัมพันธ์กับตำแหน่งในแผนที่ ตำแหน่ง เส้นรุ้ง เส้นแวง ข้อมูลและแผนที่ใน GIS เป็นระบบข้อมูลสารสนเทศที่อยู่ในรูปของตารางข้อมูล และฐานข้อมูลที่มีส่วนสัมพันธ์กับข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ซึ่งรูปแบบและความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่ทั้งหลาย จะสามารถนำมาวิเคราะห์ด้วย GIS และทำให้สื่อความหมายในเรื่องการเปลี่ยนแปลงที่สัมพันธ์กับเวลาได้ เช่น การแพร่ขยายของโรคระบาด การเคลื่อนย้าย ถิ่นฐาน การบุกรุกทำลาย การเปลี่ยนแปลงของการใช้พื้นที่ ฯลฯ ข้อมูลเหล่านี้ เมื่อปรากฏบนแผนที่ทำให้สามารถแปลและสื่อความหมาย ใช้งานได้ง่าย

GIS เป็นระบบข้อมูลข่าวสารที่เก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ แต่สามารถแปลความหมายเชื่อมโยงกับสภาพภูมิศาสตร์อื่นๆ สภาพการทำงานในระบบสัมพันธ์กับสัดส่วนระยะทางและพื้นที่จริงบนแผนที่ ข้อแตกต่างระหว่าง GIS กับ MIS นั้นสามารถพิจารณาได้จากลักษณะของข้อมูล คือ ข้อมูลที่จัดเก็บใน GIS มีลักษณะเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ที่แสดงในรูปของภาพ (graphic) แผนที่ (map) ที่เชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute Data) หรือฐานข้อมูล (Database) การเชื่อมโยงข้อมูลทั้งสองประเภทเข้าด้วยกัน จะทำให้ผู้ใช้สามารถที่จะแสดงข้อมูลทั้งสองประเภทได้พร้อมๆ กัน เช่นสามารถจะค้นหาตำแหน่งของจุดตรวจวัดควันท้า - ควันทาได้โดยการระบุชื่อจุดตรวจ หรือในทางตรงกันข้าม สามารถที่จะสอบถามรายละเอียดของ จุดตรวจจากตำแหน่งที่เลือกขึ้นมา ซึ่งจะต่างจาก MIS ที่แสดง ภาพเพียงอย่างเดียว โดยจะขาดการเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลที่เชื่อมโยงกับรูปภาพนั้น เช่นใน

CAD (Computer Aid Design) จะเป็นภาพเพียงอย่างเดียว แต่แผนที่ใน GIS จะมีความสัมพันธ์กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ คือค่าพิกัดที่แน่นอน ข้อมูลใน GIS ทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงบรรยาย สามารถอ้างอิงถึงตำแหน่งที่มีอยู่จริงบนพื้นโลกได้โดยอาศัยระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Geocode) ซึ่งจะสามารถอ้างอิงได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ข้อมูลใน GIS ที่อ้างอิงกับพื้นผิวโลกโดยตรง หมายถึง ข้อมูลที่มีค่าพิกัดหรือมีตำแหน่งจริงบนพื้นโลกหรือในแผนที่ เช่น ตำแหน่งอาคาร ถนน ฯลฯ สำหรับข้อมูล GIS ที่จะอ้างอิงกับข้อมูลบนพื้นโลกได้โดยทางอ้อมได้แก่ ข้อมูลของบ้าน (รวมถึงบ้านเลขที่ ซอย เขต แขวง จังหวัด และรหัสไปรษณีย์) โดยจากข้อมูลที่อยู่ เราสามารถทราบได้ว่าบ้านหลังนี้มีตำแหน่งอยู่ ณ ที่ใดบนพื้นโลก เนื่องจากบ้านทุกหลังจะมีที่อยู่ไม่ซ้ำกัน

องค์ประกอบของ GIS (Components of GIS)

องค์ประกอบหลักของระบบ GIS จัดแบ่งออกเป็น 5 ส่วนใหญ่ ๆ คือ อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ (Hardware) โปรแกรม (Software) ขั้นตอนการทำงาน (Methods) ข้อมูล (Data) และบุคลากร (People) โดยมีรายละเอียดของแต่ละองค์ประกอบดังต่อไปนี้

อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ คือ เครื่องคอมพิวเตอร์รวมถึงอุปกรณ์ต่อพ่วงต่าง ๆ เช่น Digitizer, Scanner, Plotter, Printer หรืออื่น ๆ เพื่อใช้ในการนำเข้าข้อมูล ประมวลผล แสดงผล และผลิตผลลัพธ์ของการทำงาน

โปรแกรม คือชุดของคำสั่งสำเร็จรูป เช่น โปรแกรม Arc/Info, MapInfo ฯลฯ ซึ่งประกอบด้วย ฟังก์ชัน การทำงานและเครื่องมือที่จำเป็นต่าง ๆ สำหรับนำเข้าและปรับแต่งข้อมูล, จัดการระบบฐานข้อมูล, เรียกค้น, วิเคราะห์ และ จำลองภาพ

ข้อมูล คือ ข้อมูลต่าง ๆ ที่จะใช้ในระบบ GIS และถูกจัดเก็บในรูปแบบของฐานข้อมูลโดยได้รับการดูแลจากระบบจัดการฐานข้อมูลหรือ DBMS ข้อมูลจะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญรองลงมาจากบุคลากร

บุคลากร คือ ผู้ปฏิบัติงานซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เช่น ผู้นำเข้าข้อมูล ช่างเทคนิค ผู้ดูแลระบบฐานข้อมูล ผู้เชี่ยวชาญสำหรับวิเคราะห์ข้อมูล ผู้บริหารซึ่งต้องใช้ข้อมูลในการตัดสินใจ บุคลากรจะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดในระบบ GIS เนื่องจากถ้าขาดบุคลากร ข้อมูลที่มีอยู่มากมายมหาศาลนั้น ก็จะเป็นเพียงขยะไม่มีคุณค่าใดเลยเพราะไม่ได้ถูกนำไปใช้งาน อาจจะกล่าวได้ว่า ถ้าขาดบุคลากรก็จะมีระบบ GIS

วิธีการหรือขั้นตอนการทำงาน คือ วิธีการที่องค์กรนั้น ๆ นำเอาระบบ GIS ไปใช้งานโดยแต่ละระบบแต่ละองค์กรย่อมมีความแตกต่างกันออกไป ฉะนั้นผู้ปฏิบัติงานต้องเลือกวิธีการในการจัดการกับปัญหาที่เหมาะสมที่สุดสำหรับของหน่วยงานนั้น ๆ เอง

หน้าที่ของ GIS (How GIS Works)

ภาระหน้าที่หลัก ๆ ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ควรมีอยู่ด้วยกัน 5 อย่างดังนี้

การนำเข้าข้อมูล (Input) ก่อนที่ข้อมูลทางภูมิศาสตร์จะถูกใช้งานได้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ข้อมูลจะต้องได้รับการแปลง ให้มาอยู่ในรูปแบบของข้อมูลเชิงตัวเลข (digital format) เสียก่อน เช่น จากแผนที่กระดาษไปสู่ข้อมูลใน รูปแบบดิจิทัลหรือเพิ่มข้อมูลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์ที่ใช้ในการนำเข้าเช่น Digitizer Scanner หรือ Keyboard เป็นต้น

การปรับแต่งข้อมูล (Manipulation) ข้อมูลที่ได้รับเข้าสู่ระบบบางอย่างจำเป็นต้องได้รับการปรับแต่งให้เหมาะสมกับงาน เช่น ข้อมูลบางอย่างมีขนาด หรือสเกล (scale) ที่แตกต่างกัน หรือใช้ระบบพิกัดแผนที่ที่แตกต่างกัน ข้อมูลเหล่านี้จะต้องได้รับการปรับให้อยู่ใน ระดับเดียวกันเสียก่อน

การบริหารข้อมูล (Management) ระบบจัดการฐานข้อมูลหรือ DBMS จะถูกนำมาใช้ในการบริหารข้อมูลเพื่อการทำงานที่มีประสิทธิภาพในระบบ GIS DBMS ที่ได้รับการเชื่อถือและนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางที่สุดคือ DBMS แบบ Relational หรือระบบจัดการฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์ (DBMS) ซึ่งมีหลักการทำงานพื้นฐานดังนี้คือ ข้อมูลจะถูกจัดเก็บ ในรูปของตารางหลาย ๆ ตาราง

การเรียกค้นและวิเคราะห์ข้อมูล (Query and Analysis) เมื่อระบบ GIS มีความพร้อมในเรื่องของข้อมูลแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การนำข้อมูลเหล่านี้มาใช้ให้เกิด ประโยชน์ เช่น

- ใครคือเจ้าของกรรมสิทธิ์ในที่ดินผืนที่ติดกับโรงเรียน ?
- เมืองสองเมืองนี้มีระยะห่างกันกี่กิโลเมตร ?
- ดินชนิดใดบ้างที่เหมาะสมสำหรับปลูกอ้อย ?

หรือ ต้องมีการสอบถามอย่างง่าย ๆ เช่น ชี้นำเมาส์ไปในบริเวณที่ต้องการแล้วคลิก (point and click) เพื่อสอบถามหรือเรียกค้นข้อมูล นอกจากนี้ระบบ GIS ยังมีเครื่องมือในการวิเคราะห์ เช่น การวิเคราะห์เชิงประมาณค่า (Proximity หรือ Buffer) การวิเคราะห์เชิงซ้อน (Overlay Analysis) เป็นต้น หรือ ต้องมีการสอบถามอย่างง่าย ๆ เช่น ชี้นำเมาส์ไปในบริเวณที่ต้องการแล้วคลิก (point and click) เพื่อสอบถามหรือเรียกค้นข้อมูล นอกจากนี้ระบบ GIS ยังมีเครื่องมือในการวิเคราะห์ เช่น การวิเคราะห์เชิงประมาณค่า (Proximity หรือ Buffer) การวิเคราะห์เชิงซ้อน (Overlay Analysis) เป็นต้น

การนำเสนอข้อมูล (Visualization) จากการดำเนินการเรียกค้นและวิเคราะห์ข้อมูล ผลลัพธ์ที่ได้จะอยู่ในรูปของตัวเลขหรือตัวอักษร ซึ่งยากต่อการตีความหมายหรือทำความเข้าใจ การนำเสนอข้อมูลที่ดี เช่น การแสดงชาร์ต (chart) แบบ 2 มิติ หรือ 3 มิติ รูปภาพจากสถานที่จริง ภาพเคลื่อนไหว แผนที่ หรือแม้กระทั่งระบบมัลติมีเดียสื่อต่าง ๆ เหล่านี้จะทำให้ผู้ใช้เข้าใจความหมายและมองภาพของผลลัพธ์ที่กำลังนำเสนอได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งยังเป็นการดึงดูดความสนใจของผู้ฟังอีกด้วย

แผนที่ และ ข้อมูลเชิงพื้นที่

แผนที่ คือ สิ่งที่แสดงลักษณะของผิวโลก ทั้งที่เป็นอยู่ตามธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้น โดยแสดงลงบนพื้นราบ อาศัยการย่อส่วนให้เล็กลงตามขนาดที่ต้องการและใช้เครื่องหมายหรือสัญลักษณ์แทนสิ่งที่ปรากฏอยู่ บนผิวโลก

ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) มีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ

ข้อมูลเชิงภาพ (Graphic data) สามารถแทนได้ด้วย 2 รูปแบบพื้นฐาน

ข้อมูลแบบเวกเตอร์ (Vector format)

ข้อมูลแบบแรสเตอร์ (Raster format)

ข้อมูลอรรถธิบาย (Attribute data) เป็นข้อความอธิบายที่มีความสัมพันธ์กับข้อมูลเชิงภาพเหล่านั้น เช่น ชื่อถนน, ลักษณะ พื้นผิว และจำนวนช่องทางวิ่งของเส้นถนนแต่ละเส้น เป็นต้น

ลักษณะข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

โลกมีความสลับซับซ้อนมากเกินกว่าที่จะเก็บข้อมูลทั้งหมดเกี่ยวกับโลกไว้ในรูปข้อมูลด้วยระบบคอมพิวเตอร์ จึงต้องเปลี่ยนปรากฏการณ์บน ผิวโลกจัดเก็บในรูปของตัวเลขเชิงรหัส (digital form) โดยแทนปรากฏการณ์เหล่านั้นด้วยลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่เรียกว่า Feature

ประเภทของ Feature

ลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่เป็นตัวแทนของปรากฏการณ์ทางภูมิศาสตร์บนโลกแผนที่กระดาษบันทึกตำแหน่งทางภูมิศาสตร์และแทนสิ่งต่างๆ บนโลกที่เป็นลายเส้นและพื้นที่ด้วยสัญลักษณ์แบบจุด เส้น พื้นที่และตัวอักษร ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะใช้ feature ประเภทต่างๆ ในการแทนปรากฏการณ์โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

- จุด (Point)
- เส้น (Arc)
- พื้นที่ (Polygon)

จุด (Point) ลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่มีตำแหน่งที่ตั้งเฉพาะเจาะจง หรือมีเพียงอย่างเดียวสามารถแทนได้ด้วยจุด (Point Feature) หมุดหลักเขต บ่อน้ำ จุดชมวิว จุดความสูง อาคาร ตึก สิ่งก่อสร้าง

ข้อพิจารณาเกี่ยวกับมาตราส่วน

มาตราส่วนแผนที่จะเป็นตัวกำหนดว่าจะแทนปรากฏการณ์บนโลกด้วยจุดหรือไม่

ตัวอย่างลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่เป็นจุด เช่น บนแผนที่โลก มาตราส่วนเล็กจะแทนค่าที่ตั้งของเมืองด้วยจุด แม้ว่าในความเป็นจริงเมืองนั้นจะครอบคลุมพื้นที่จำนวนหนึ่งก็ตาม ในขณะที่เดียวกันบนแผนที่มาตราส่วนที่ใหญ่ขึ้นเมืองดังกล่าวจะปรากฏเป็นพื้นที่และแต่ละอาคารจะถูกแทนค่าด้วยจุด

ข้อมูลค่าพิกัดของจุด

- ค่าพิกัด x, y 1 คู่ แทนตำแหน่งของจุด
- ไม่มีความยาวหรือพื้นที่

เส้น (Arc) ลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่วางตัวไปตามทางระหว่างจุด 2 จุด จะแทนด้วยเส้น (Arc Feature) ตัวอย่างลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่เป็นเส้น เช่น ลำน้ำ ถนน โครงข่ายสาธารณูปโภค เส้นชั้นความสูง

ข้อจำกัดเกี่ยวกับ Arc

Arc 1 เส้น มี Vertex ได้ไม่เกิน 500 Vertex โดย vertex ลำดับที่ 500 จะเปลี่ยนเป็น node และเริ่มต้น เส้นใหม่ด้วยการ identifier ค่าใหม่โดยอัตโนมัติ

ข้อมูลค่าพิกัดของ Arc

- Vertex (ค่าพิกัด x, y คู่หนึ่งบน arc) เป็นตัวกำหนดรูปร่างของ arc
- arc หนึ่งเส้นเริ่มต้นและจบลงด้าน Node
- arc ที่ตัดกันจะเชื่อมต่อกันที่ Node
- ความยาวของ arc กำหนดโดยระบบค่าพิกัด

พื้นที่ (Polygon) ลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่มีพื้นที่เดียวกันจะถูกล้อมรอบด้วยเส้นเพื่อแสดงขอบเขต ตัวอย่างข้อมูลที่เป็นพื้นที่ เช่น เขตตำบล อำเภอ จังหวัด ขอบเขตอุทยานแห่งชาติ เขตน้ำท่วม ข้อพิจารณาเกี่ยวกับมาตราส่วน

มาตราส่วนของแหล่งที่มาของข้อมูลจะเป็นตัวกำหนดการแทนปรากฏการณ์บนโลกแห่งความเป็นจริงด้วย point หรือ polygon ตัวอย่าง เช่น อาคารบนมาตราส่วนขนาดใหญ่ เช่น 1 : 4,000 เป็น polygon ที่ถูกกำหนดขึ้น โดยขอบเขตอาคาร บนแผนที่ 1 : 50,000 ที่มาตราส่วนเล็ก อาคารจะแสดงด้วยจุด

ข้อมูลค่าพิกัดของ Polygon

- polygon จะประกอบด้วย arc ตั้งแต่ 1 เส้นขึ้นไป แต่มี 1 Label point
- มี Label point 1 point อยู่ภายในพื้นที่ปิดและใช้ในการแยกแยะแต่ละ polygon

ออกจากกัน

เทคนิคและวิธีการนำเข้าข้อมูล

การนำเข้าข้อมูล (Input data) เป็นกระบวนการบันทึกข้อมูลเข้าสู่คอมพิวเตอร์ การสร้างฐานข้อมูลที่ละเอียดถูกต้อง เป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการปฏิบัติงานด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ซึ่งจำเป็นต้องมีการประเมินคุณภาพข้อมูล ที่จะนำเข้าสู่ระบบในเรื่องแหล่งที่มาของข้อมูล วิธีการสำรวจข้อมูลมาตราส่วนของแผนที่ ความถูกต้อง ความละเอียด พื้นที่ที่ข้อมูลครอบคลุมถึงและปีที่จัดทำข้อมูล เพื่อประเมินคุณภาพ และคัดเลือกข้อมูลที่จะนำเข้าสู่ระบบฐานข้อมูล

การนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่

สำหรับขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลเชิงพื้นที่ที่อาจทำได้หลายวิธี แต่ที่นิยมทำกันในปัจจุบันได้แก่ การดิจิไทซ์ (Digitize) และการกวาดตรวจ (Scan) ซึ่งทั้ง 2 วิธีต่างก็มีข้อดี และข้อด้อยต่างกันไปกล่าวคือ การนำเข้าข้อมูลโดยวิธีกวาดตรวจจะมีความรวดเร็วและ ถูกต้องมากกว่าวิธีการนำเข้าข้อมูลแผนที่โดย โต๊ะดิจิไทซ์และเหมาะสำหรับงานที่มีปริมาณมาก แต่การนำเข้าข้อมูลโดยการดิจิไทซ์จะสิ้นเปลือง ค่าใช้จ่ายน้อยกว่าและเหมาะสำหรับงานที่มีปริมาณน้อย

การใช้เครื่องอ่านพิกัด (Digitizer) เป็นการแปลงข้อมูลเข้าสู่ระบบโดยนำแผนที่มาตรึงบน โต๊ะ และกำหนดจุดอ้างอิง (control point) อย่างน้อยจำนวน 4 จุด แล้วนำตัวชี้ตำแหน่ง (Cursor) ลากไปตามเส้นของรายละเอียดบนแผนที่

การใช้เครื่องกวาดภาพ (Scanner) เป็นเครื่องมือที่วัดความเข้มของแสงที่สะท้อนจากลายเส้น บนแผนที่ ผลลัพธ์เป็นข้อมูลในรูปแบบแรสเตอร์ (raster format) ซึ่งเก็บข้อมูลในรูปของตารางกริด สีเหลี่ยม (pixel) ค่าความคมชัดหรือความละเอียดมีหน่วยวัดเป็น DPI : dot per inch แล้วทำการแปลง ข้อมูลแรสเตอร์ เป็นข้อมูลเวกเตอร์ ที่เรียกว่า Raster to Vector conversion ด้วยโปรแกรม GEOVEC for Microstation หรือ R2V

การนำเข้าข้อมูลเชิงบรรยาย

ข้อมูลเชิงบรรยายที่จำแนกและจัดหมวดหมู่แล้ว นำเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลด้วยแป้นพิมพ์ (Keyboard) สำหรับโปรแกรม PC ARC/INFO จะจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบของ dBASE ด้วยคำสั่ง Tables ส่วนโปรแกรมจัดการฐานข้อมูลแบบ Relational data base ทั่วๆ ไปบนเครื่อง PC เช่น Foxpro, Access หรือ Excel จำเป็นต้องแปลงข้อมูลให้เข้าอยู่ในรูปของ DBF file ก่อนการนำเข้าสู่ PC ARC/INFO

สุเพชร (2549) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System) เป็น เทคโนโลยีหนึ่งในระบบภูมิสารสนเทศ (Geo-Informatics) ที่ช่วยในการจัดเก็บ จัดการ เรียกค้น รวมถึง การวิเคราะห์ข้อมูลแผนที่และฐานข้อมูล ตลอดจนการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่างๆจนกระทั่งสามารถ เผยแพร่ข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และปัจจุบันรัฐบาลได้ส่งเสริมและมีการกระจายทรัพยากรใน หน่วยงานต่างๆ ที่มีศักยภาพในการจัดสร้างฐานข้อมูลเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการจัดการ วางแผน และดำเนินการทั้งในระดับรากหญ้า ซึ่งได้แก่ องค์การบริหารส่วนตำบล เทศบาล หน่วยงานระดับ จังหวัด จนกระทั่งระดับประเทศ ที่จะนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาช่วยในการจัดการและเป็น แนวทางสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการแก้ปัญหาของประเทศ

ทฤษฎีของแบบจำลองคณิตศาสตร์ด้านน้ำท่วม (Flood Forecasting Model Theory)

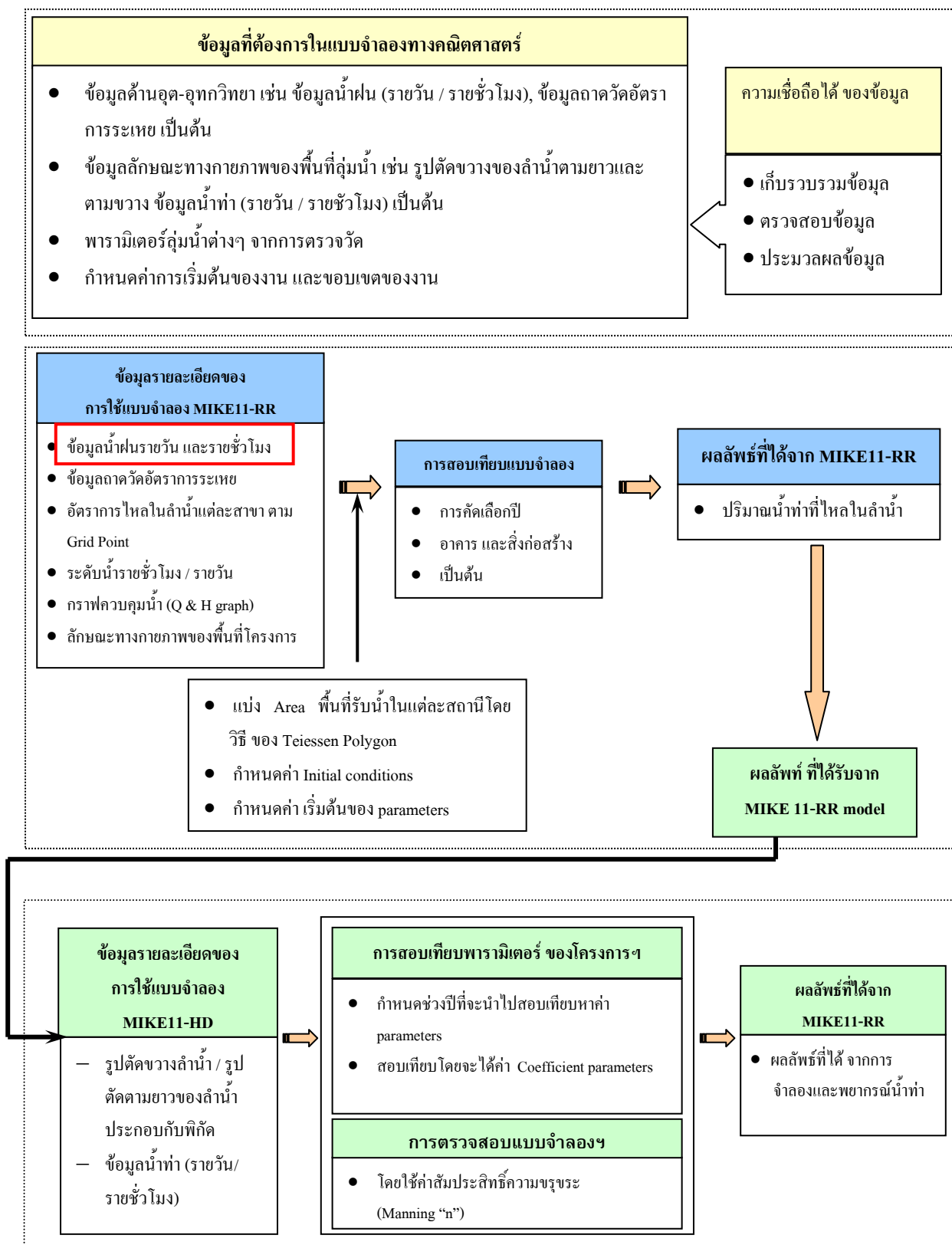
ปัจจุบันเครื่องมือหนึ่งที่สามารถบริหารจัดการน้ำหลาก (Flood Management) ได้ถูกต้อง รวดเร็ว และแม่นยำในระดับที่ยอมรับได้ และมีประสิทธิภาพ คือ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ใช้งานได้สะดวก อธิบายได้เข้าใจง่าย ดังนั้น เพื่อให้การดำเนินงานของโครงการฯ เป็นไปตามวัตถุประสงค์หลัก คือ ความสามารถในการคาดการณ์ สถานการณ์ น้ำในอนาคต

ดังนั้น การศึกษานี้จึงเลือกใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MIKE 11 ที่มีการใช้อย่างแพร่หลาย และมีความเหมาะสมกับสภาพพื้นที่โครงการ สามารถวิเคราะห์สภาพน้ำท่วม ได้สะดวก รวดเร็ว แม่นยำ แบบจำลอง MIKE 11 ที่เสนอใช้ในโครงการ เป็นแบบจำลองที่พัฒนาโดย Danish Hydraulic Institute ประเทศเดนมาร์ก ซึ่งประกอบด้วยโปรแกรมหลักคือ MIKE 11-RR, MIKE 11-HD, และ MIKE 11-GIS ซึ่งนับว่าเป็นเครื่องมือที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพ

การทำงานของโปรแกรมย่อยต่างๆ จะทำงานเชื่อมโยงกันเป็นระบบ โดยในการคำนวณกราฟ น้ำท่าที่จุดพิจารณาต่างๆ ในลุ่มน้ำสามารถใช้โปรแกรม MIKE 11-RR ที่เป็นแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (Rainfall-Runoff Model) เพื่อการวิเคราะห์จำลองการเกิดน้ำหลากและพยากรณ์การเกิดน้ำหลาก จากนั้น โปรแกรม MIKE 11-HD (Hydrodynamics Model) จะคำนวณการเคลื่อนตัวของกราฟน้ำหลากจาก ต้นน้ำไปทางท้ายน้ำ เพื่อคาดการณ์ปริมาณน้ำหลากและระดับน้ำในอนาคต ในช่วงเวลาที่กำหนด ผลการคำนวณระดับน้ำจะนำไปสร้างแผนที่น้ำท่วมคาดการณ์โดยใช้โปรแกรมย่อย MIKE 11-GIS ที่ปฏิบัติการภายใต้โปรแกรม ArcView GIS เช่นกัน การทำงานของแบบจำลองแสดงได้ดัง ภาพประกอบ 3

ข้อมูลจำเพาะของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MIKE 11

1. MIKE 11 เริ่มมีการพัฒนาขึ้นตั้งแต่ปี ค.ศ.1972 จนถึงในปัจจุบัน ค.ศ.2006
2. MIKE 11 เป็นโปรแกรมที่มี Dongle (หรือ Hard Lock) และ License
3. ลักษณะของแบบจำลอง MIKE 11 เป็นแบบ 1 มิติ (1 Dimension, 1D) ใช้สำหรับการคำนวณอัตราการไหล ระดับน้ำ การแพร่กระจาย คุณภาพน้ำ การตกตะกอน ในลำน้ำเปิด (Open Channel)
4. คุณสมบัติขั้นต่ำของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้งาน MIKE 11: Processor 400 MHz., RAM 64MB, Hard Disk 5 GB, Widows Operation System
5. MIKE 11 ในแต่ละ version ไม่สามารถนำมาใช้ต่าง version ได้ เช่น ข้อมูลที่ได้จาก ผลลัพธ์ของ MIKE 11(2002) ไม่สามารถนำไปใช้ร่วมกันกับ MIKE11(2003) ได้ ซึ่งจะทำให้ผลลัพธ์ที่ได้มีการผิดพลาด เนื่องจากในแต่ละ Version ที่มีการ update จะมีการปรับปรุงโปรแกรมให้มีความ เสถียรภาพมากยิ่งขึ้น และตรงกับสภาพที่ผู้ใช้งานต้องการอย่างเหมาะสม

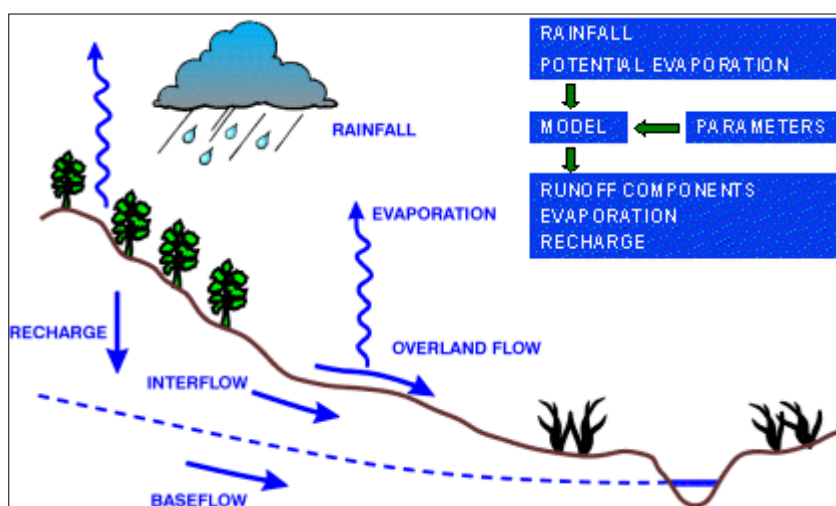


ภาพประกอบ 3 ลักษณะการทำงานของโปรแกรม MIKE 11 เพื่อการพยากรณ์น้ำท่วม

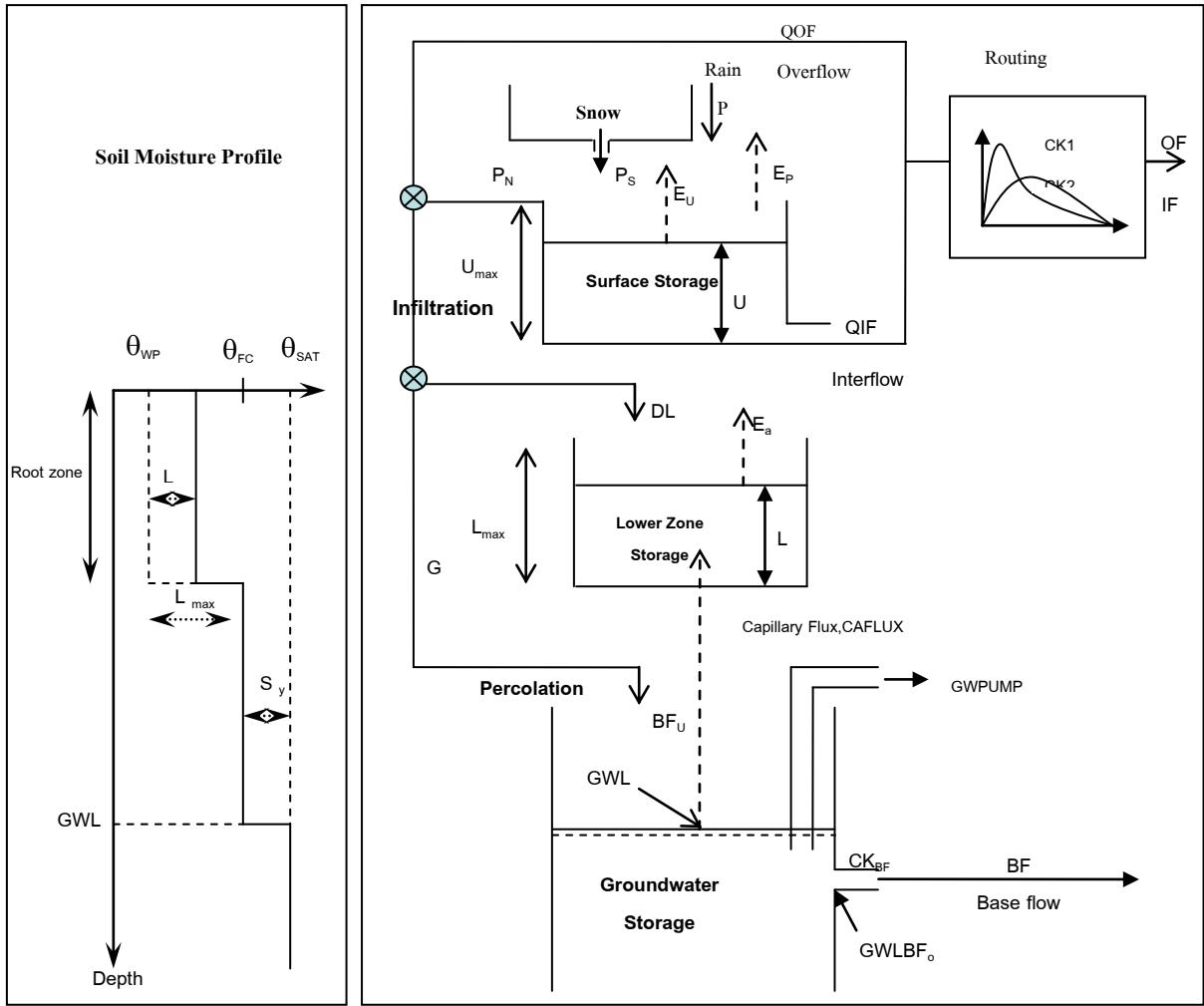
แบบจำลองทางด้านอุตุ-อุทกวิทยา (Hydrological Module) / แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (MIKE11 Rainfall-Runoff Module, RR)

NAM Model เป็นแบบจำลองที่ถูกพัฒนาขึ้นมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1973 Institute of Hydrodynamics and Hydraulic Engineering ประเทศเดนมาร์ก คำว่า NAM ย่อมาจากคำในภาษาเดนมาร์ก ว่า “Nedbor Afstromnings” ซึ่งแปลว่าจำแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (Rainfall-Runoff Model) NAM Model ถูกจำแนกเป็นแบบจำลองที่มีลักษณะเป็น Deterministic Conceptual และ Lumped ดังนั้น MIKE 11-RR Module (NAM Model) จึงเป็นแบบจำลองที่ใช้คำนวณปริมาณฝนน้ำท่า ณ จุดที่พิจารณา โดยใช้ข้อมูลอุทกวิทยาจากสถานีต่างๆ ซึ่งจะได้จากขั้นตอนการปรับเทียบแบบจำลอง (Calibrated Parameters) ใช้คำนวณปริมาณน้ำจากปริมาณน้ำฝนในรูปความสัมพันธ์ของ Rainfall-Runoff Relationship โดยจะจำลองพฤติกรรมทางกายภาพของกลุ่มน้ำ เพื่อคำนวณหาปริมาณน้ำท่าจากข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ได้จากการตรวจวัดของแต่ละสถานี แล้วคำนวณหาปริมาณน้ำฝนในกลุ่มน้ำย่อย (Areal Rainfall of Sub-basin)

การประยุกต์ใช้ NAM Module พื้นที่ จะถูกแบ่งเป็นกลุ่มน้ำย่อย ซึ่งแต่ละพื้นที่กลุ่มน้ำย่อยจะเป็นหนึ่งหน่วยอุทกวิทยา ดังนั้นค่าพารามิเตอร์หรือตัวแปรต่างๆ จะเป็นตัวแทนของพื้นที่กลุ่มน้ำย่อยนั้นๆ จะทำการแบ่งกลุ่มน้ำ ออกเป็นกลุ่มน้ำย่อยที่ไหลลงลำน้ำสายหลักที่จะทำการวิเคราะห์ทางด้านอุทกพลศาสตร์ ด้วยโปรแกรมย่อย MIKE 11-HD ต่อไป และทำการปรับเทียบและตรวจสอบ (Model Calibration and Variables) ที่เหมาะสมและเป็นค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มน้ำย่อย เช่น Area Rainfall Parameters, Time Concentration or Basin Lag และ Soil Moisture Profile เป็นต้น ดังแสดงลักษณะทั่วไปของแบบจำลองใน ภาพประกอบ 4 ซึ่งแนวคิดในการคำนวณแบบจำลอง NAM จะขึ้นอยู่กับข้อมูลอุทกวิทยาที่มีการบันทึกในอดีต เช่น ปริมาณฝน การระเหย ปริมาณน้ำท่า เป็นต้น ดังแสดงผังแนวความคิดใน ภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 4 หลักการของการเกิดน้ำหลากของแบบจำลอง MIKE 11-RR



ภาพประกอบ 5 แผนผังแสดงแนวคิดของแบบจำลอง NAM

แบบจำลอง NAM มีรายละเอียดของสมการที่ใช้คำนวณมีลักษณะเป็น Semi-Empirical ดังนี้

$$P_N = U - U_{\max} \quad (2.1)$$

$$QOF = P_N \times CQ_{OF} \frac{L/L_{\max} - TOF}{1 - TOF} \quad (2.2)$$

$$QIF = U \times \frac{1}{CK_{IF}} \times \frac{L/L_{\max} - TIF}{1 - TIF} \quad (2.3)$$

$$Inf. = P_N - Q_{OF} \quad (2.4)$$

$$G = (P_N - Q_{OF}) \times \frac{L/L_{\max} - TG}{1 - TG} \quad (2.5)$$

$$DL = (P_N - Q_{OF}) - G \quad (2.6)$$

$$BF = (GWLBF_o - GWL) \times \frac{S_y}{CK_{BF}} \quad (2.7)$$

$$Q_t = OF_t + IF_t + BF_t \quad (2.8)$$

เมื่อ

P_N	=	Excess water (mm.)
U	=	Water content in surface storage (mm.)
$U_{\max}$	=	Max. Water content in surface storage (mm.)
QOF	=	Overland flow (m^3/s)
CQ_{OF}	=	Overland flow runoff coefficient (0-1)
L	=	Water content in root zone storage (mm.)
$L_{\max}$	=	Max. Water content in root zone storage (mm.)
TOF	=	Root zone threshold value for overland flow (0-0.99)
QIF	=	Interflow (m^3/s)
CK_{IF}	=	Time constant for routing interflow (hr.)
TIF	=	Root zone threshold value for interflow (0-0.99)
$Inf.$	=	Infiltration
G	=	Percolation
TG	=	Portion of infiltration increase in root zone
BF	=	Baseflow (m^3/s)
CK_{BF}	=	Time constant for routing baseflow (hr.)
S_y	=	Specific yield of groundwater reservoir
$GWLBF_0$	=	Threshold groundwater depth for baseflow
GWL	=	Groundwater table below the ground surface

1. ค่า Default parameter ของแบบจำลอง MIKE 11-RR ดังแสดงในตาราง 1

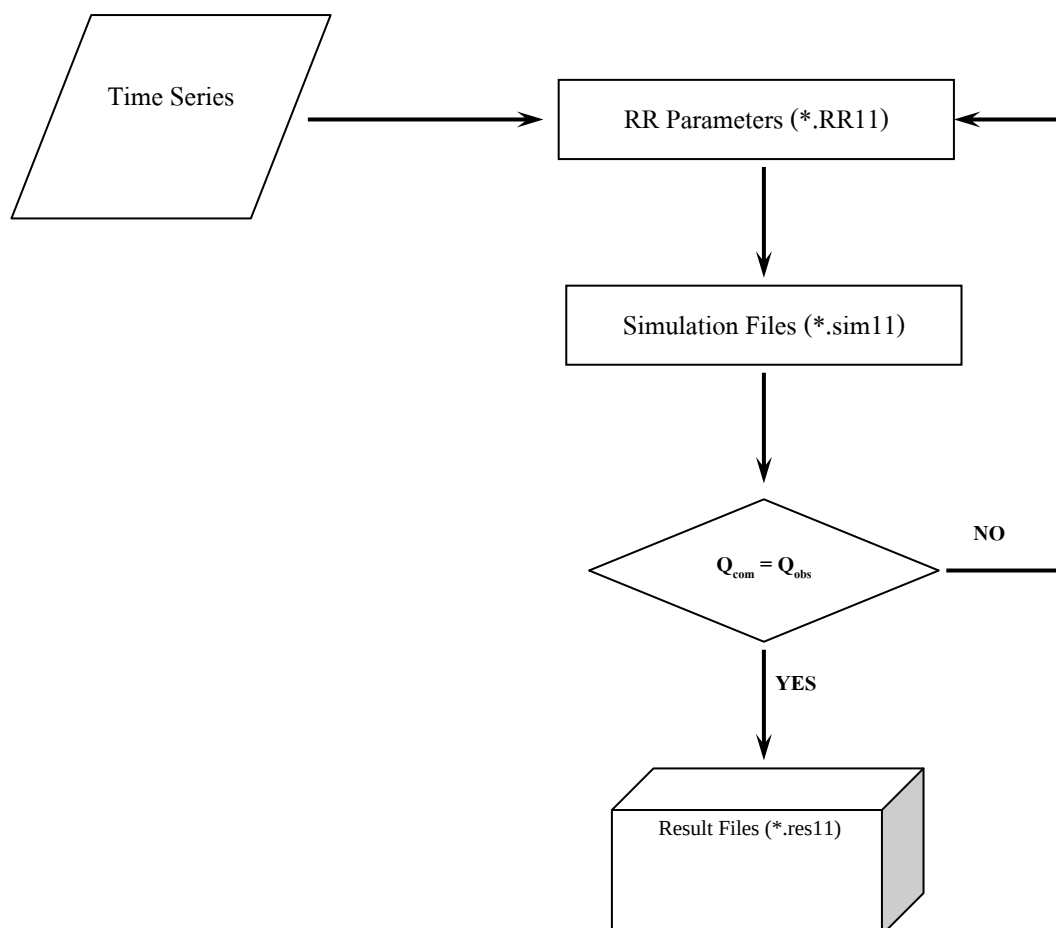
ตาราง 1 ช่วงของค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลอง MIKE 11-RR (NAM Module)

Parameter	Unit	Lower bound	Upper bound
$U_{\max}$	mm.	5	35
$L_{\max}$	mm.	50	400
$CQOF$	-	0	1
CK_{IF}	hours	200	2000
$CK_{1,2}$	hours	3	72
TOF	-	0	0.9
TIF	-	0	0.9
TG	-	0	0.9
CK_{BF}	hours	500	5000

Source: MIKE 11-Reference Manual-DHI Software (2002)

2. โครงสร้างของแบบจำลอง MIKE 11-RR

โครงสร้างของแบบจำลอง MIKE 11 - RR Module ประกอบด้วยข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series) RR Parameters Simulation File และ Result File ดังแสดงในภาพประกอบ 6 โดยข้อมูลที่ต้องใช้ในการวิเคราะห์มีความสอดคล้องกับองค์ประกอบต่างๆ ของแบบจำลองดังต่อไปนี้



ภาพประกอบ 6 โครงสร้างของแบบจำลอง MIKE11-RR

2.1 ขนาดพื้นที่รับน้ำ (Catchment Area) รูปภาพแสดงรูปร่างของพื้นที่รับน้ำพร้อมค่าพิกัด (UTM Coordinates) และพิกัดตำแหน่งของสถานีรับน้ำฝน ซึ่งจะต้องใช้ข้อมูลนำเข้า (Input) ในส่วน RR Parameters

2.2 ข้อมูล Time series (*.dfs0) ได้แก่ ปริมาณฝน การระเหย และปริมาณน้ำท่า ณ จุดที่ต้องการพิจารณา ซึ่งจะต้องสัมพันธ์กับพื้นที่รับน้ำและปริมาณน้ำฝนที่ตก

2.3 RR Parameters (*.RR11) เป็นไฟล์รวบรวมขนาดพื้นที่รับน้ำ ค่าสัมประสิทธิ์ต่างๆ ของแบบจำลอง ข้อมูลอนุกรมเวลา ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน การระเหย และปริมาณน้ำท่า หลังจากนั้นจึง

นำเข้า (Input) รูปพื้นที่รับน้ำ (*.bmp) แล้ว Digitize รูปร่างพื้นที่รับน้ำ แล้วนำเข้าสถานีพิกัดน้ำฝน แล้วจึงทำการคำนวณอัตราส่วนเฉลี่ย (Weighting average) ของปริมาณน้ำฝนจาก Thiessen Polygon

2.4 Simulation File (*.sim11) จะใช้เรียกไฟล์ RR Parameters (*.RR11) ใช้กำหนดเวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดการคำนวณ ระยะเวลาที่ใช้คำนวณ (Time Step) ชื่อและตำแหน่งเก็บไฟล์ผลการคำนวณ ตลอดจนควบคุมการคำนวณด้วย

2.5 Result File (*.res11) เป็นไฟล์ซึ่งจะเก็บผลการคำนวณของ MIKE 11-RR Module การดูผลการคำนวณจะต้องใช้โปรแกรม MIKE View

3. การเตรียมข้อมูลของแบบจำลอง MIKE 11-RR (NAM Module)

3.1 ข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series) เป็นข้อมูลปริมาณน้ำฝน (Rainfall) น้ำท่า (Runoff) และข้อมูลค่าอัตราการระเหย (Evapotranspiration, ETp) เป็น รายวัน / รายชั่วโมง

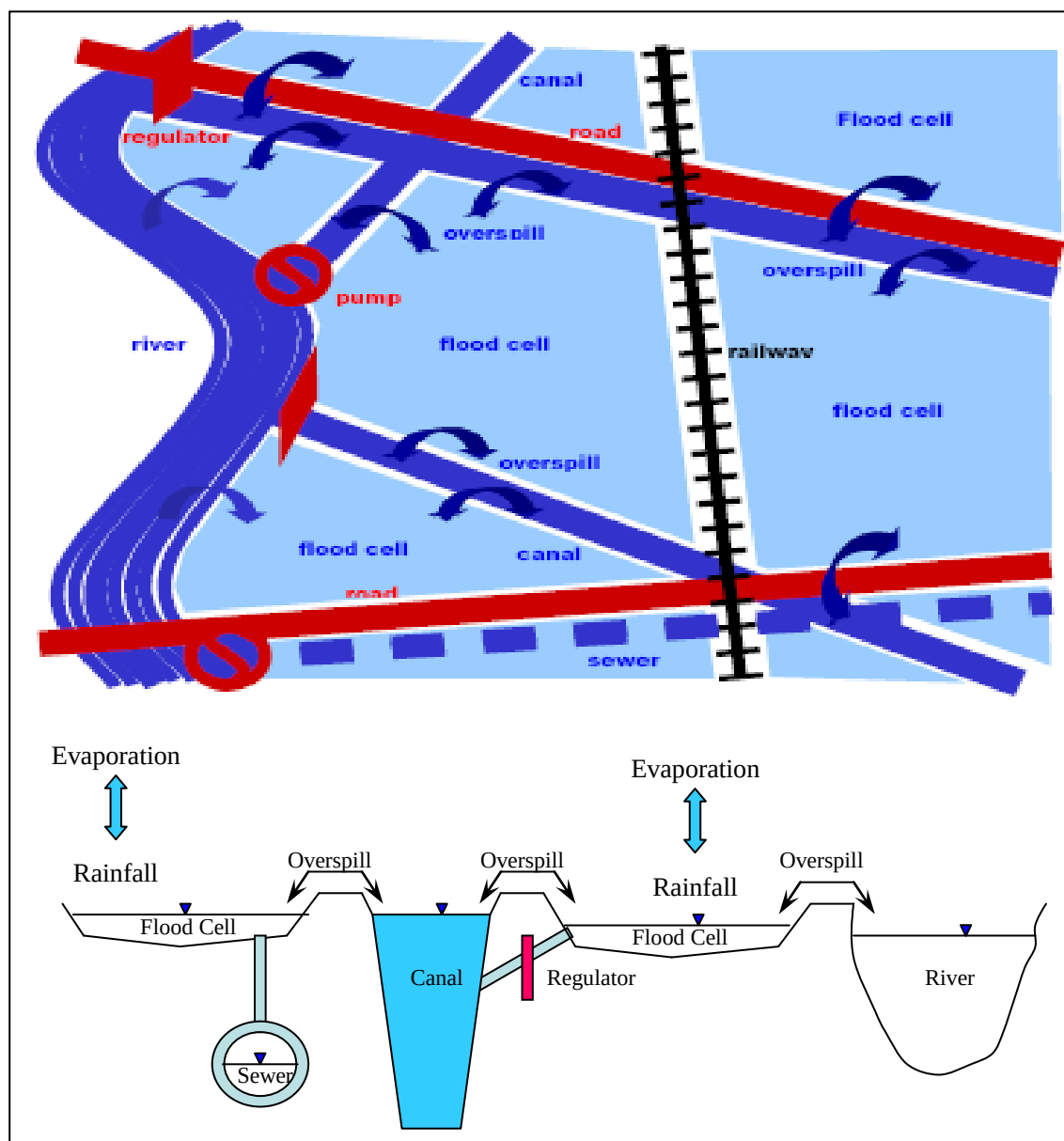
3.2 ข้อมูลแบบจำลอง MIKE 11-RR (NAM Module) พารามิเตอร์ โดยข้อมูลพารามิเตอร์ของแต่ละพื้นที่จะมีคุณลักษณะแตกต่างกัน หรืออาจมีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจาก ความแตกต่างของสภาพภูมิอากาศ และภูมิประเทศในพื้นที่

3.3 ข้อมูลภูมิประเทศ เป็นการแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำที่ศึกษาเป็นลุ่มน้ำย่อย

แบบจำลองทางด้านอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamics Module)

Hydrodynamics Module เป็นแบบจำลองที่ใช้คำนวณพฤติกรรมการไหลของน้ำที่เกิดขึ้นจากลุ่มน้ำย่อย ซึ่งสามารถคำนวณการไหลของน้ำในลำน้ำและที่ราบลุ่มแม่น้ำ (Flood Plain Area) ของตำแหน่งต่างๆ ที่ต้องการพิจารณา และรับข้อมูลปริมาณน้ำท่า ที่วิเคราะห์จากปริมาณน้ำฝน (จากแบบจำลอง MIKE 11-RR) นอกจากนั้นยังสามารถคำนวณการไหลของน้ำในบริเวณปากแม่น้ำที่ได้รับอิทธิพลจากทะเลหนุน

การประยุกต์ใช้ Hydrodynamics Module จะต้องมีข้อมูลรูปตัดลำน้ำ (Cross Sections) สภาพภูมิประเทศของร่องน้ำและที่ราบลุ่ม (Topography of River and Flood Plain) อาคารบังกั้นน้ำและข้อมูลการดำเนินการ ตลอดจนสภาพสิ่งก่อสร้าง เช่น เขื่อน ฝาย คลองระบายน้ำ เป็นต้น ดังแสดงผังแนวความคิดใน ภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 หลักการของการเกิดน้ำหลากของแบบจำลอง MIKE 11-HD

หลักการคำนวณของแบบจำลอง MIKE11-HD

MIKE 11-HD Module ใช้สำหรับจำลองสภาพการไหลของน้ำผ่านลำน้ำในลักษณะ Unsteady Non-uniform Flow โดยใช้สมการไหลของ เซนต์ วินนท์ (Saint Venant Equation) แบบมิติเดียว (One Dimension Flow) ซึ่งอัตราการไหล และระดับน้ำ สามารถคำนวณได้ในรูปฟังก์ชัน ของเวลาและระยะทาง สมการการไหลของ เซนต์ วินนท์ (Saint Venant Equation) ประกอบด้วย

สมการต่อเนื่อง (Continuity Equation) หรือสมการสมมูลมวล (Mass Conservation);

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q \quad (2.9)$$

สมการโมเมนตัม (Momentum Equation):

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{2Q}{A} \frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{Q^2}{A^2} \frac{\partial A}{\partial x} + gA \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{gn^2 Q |Q|}{AR^{4/3}} = 0 \quad (2.10)$$

เมื่อ	Q =	อัตราการไหล (Discharge)
	X =	ระยะทางของการไหล (Distance)
	A =	พื้นที่หน้าตัดการไหล (Cross Sectional Area)
	T =	เวลาการไหล (Time)
	q =	อัตราการไหลเข้าด้านข้างลำน้ำต่อหนึ่งหน่วยระยะทาง
	H =	ระดับน้ำ (Water Level) = h+z
	h =	ความลึกการไหล (Water Depth)
	z =	ระดับท้องน้ำ (Bed Elevation)
	R =	รัศมีชลศาสตร์ (Hydraulic Radius)
	g =	ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (Gravitational Acceleration)
	n =	สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของแมนนิง (Manning Roughness Coefficient)

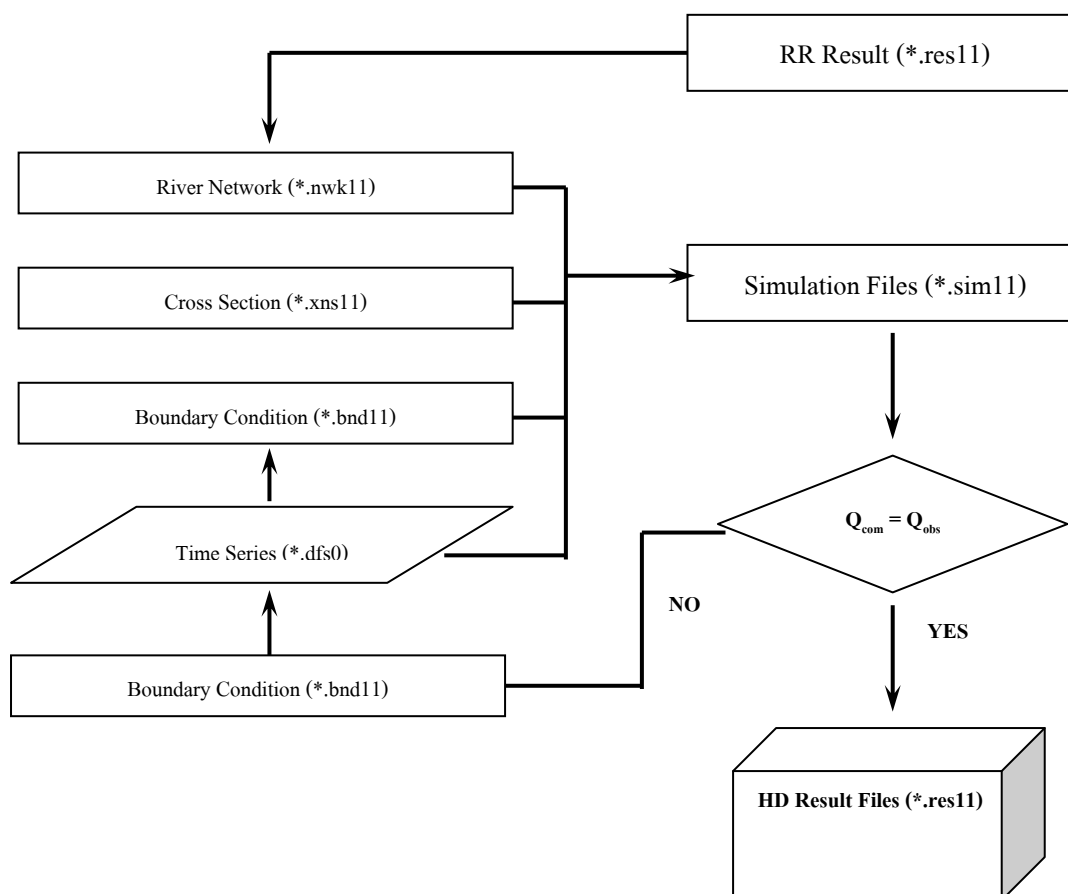
ในการสร้างสมการ Saint Venant มีสมมุติฐานดังต่อไปนี้

1. น้ำมีลักษณะที่ไม่สามารถถูกกดอัดได้ (Incompressible) และเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneous) แสดงว่าความหนาแน่นของน้ำไม่มีการเปลี่ยนแปลง
2. การไหลเป็นแบบหนึ่งมิติ (One Dimension Flow) โดยความลึกและความเร็วการไหลเปลี่ยนแปลงทิศทางตามยาวของลำน้ำ แสดงว่าความเร็วมีการไหลคงที่ และผิวน้ำอยู่ในระดับกับหน้าตัดใดๆ
3. ความลาดชันของท้องคลองมีค่าน้อยมาก ดังนั้นค่า Cosine ของมุมที่ทำกับแนวระดับจะมีค่าเข้าใกล้หนึ่ง
4. การเปลี่ยนแปลงหน้าตัดตามยาวของลำน้ำไม่มากนัก
5. ทิศทางในการไหลทุกๆ จุด จะมีทิศทางขนานกับท้องลำน้ำ แสดงว่าความเร่งในแนวดิ่งจะไม่ถูกนำมาพิจารณา

การแก้สมการต่อเนื่องและสมการโมเมนตัม จะใช้ An Implicit Finite Difference Scheme ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย Abbott and Ionescu (1967) โดย Computational Grid ของอัตราการไหล (Q) และระดับน้ำ (H) ตำแหน่ง(Q) point จะถูกสร้างขึ้นโดยอัตโนมัติโดยจะอยู่ระหว่าง H point ที่ติดกันและตำแหน่งที่มีอาคารชลศาสตร์ ขณะที่ H point จะอยู่ที่ตำแหน่งหน้าตัดลำน้ำ หรือในระหว่างกึ่งกลางของระยะทางระหว่างหน้าตัดลำน้ำใดๆ ที่ระยะห่างมากกว่า dx-max อัตราการไหลจะถูกกำหนดให้เป็นบวกตามระยะทางที่เพิ่มขึ้น (Increasing Chainages)

โครงสร้างทั่วไปของแบบจำลอง MIKE 11-HD

โครงสร้างของแบบจำลอง MIKE 11-HD Module ประกอบด้วยอนุกรมของข้อมูลเวลา (Time Series) โครงข่ายลำน้ำ (River Network) รูปตัดลำน้ำ (Cross Section) ขอบเขตข้อกำหนด (Boundary Condition) พารามิเตอร์ทางชลศาสตร์ (Hydrodynamic Parameters) เอกสารควบคุมการคำนวณ (Simulation Files) และ HD Result File ดังแสดงในภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 โครงสร้างของแบบจำลอง MIKE 11-HD

โดยข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการวิเคราะห์มีความสอดคล้องกับองค์ประกอบต่างๆ ของแบบจำลองดังต่อไปนี้

1. ข้อมูล Timeseries (*.dfs0) อัตราการไหล และระดับน้ำ จากสถานีวัดน้ำต่างๆ
2. โครงข่ายลำน้ำ (*.nwk11) จะประกอบด้วย เส้นแนวลำน้ำ (Branch and Node) อาณาเขตศาสตร์ (Control structure) และการต่อเชื่อมปริมาณน้ำท่าจาก MIKE 11-RR (NAM)
3. รูปตัดลำน้ำ (*.xns11) เป็นเอกสารที่รวบรวมข้อมูลลักษณะหน้าตัดลำน้ำที่ตำแหน่งต่างๆ ของลำน้ำ
4. ขอบเขตกำหนด (*.bnd11) เป็นเอกสารแสดงขอบเขตเงื่อนไขของลำน้ำ เช่น อัตราการไหลทางด้านต้นน้ำ ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำและอัตราการไหล (Rating Curve) ของด้านท้ายน้ำ และอัตราการไหลในแม่น้ำ เป็นต้น
5. พารามิเตอร์ทางชลศาสตร์ (*.hd11) เป็นเอกสารแสดงค่าพารามิเตอร์เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบแบบจำลอง เช่น ค่าเริ่มต้นการไหล ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน เป็นต้น
6. Simulation Files (*.sim11) จะใช้เรียกไฟล์ในหัวข้อ 2 3 และ 4 มารวมกัน แล้วกำหนดเวลาเริ่มต้น และสิ้นสุดการคำนวณ ระยะเวลาที่ใช้คำนวณ (Time Step) ชื่อและตำแหน่งที่เก็บไฟล์ผลการคำนวณ ตลอดจนควบคุมการคำนวณด้วย
7. HD Result Files (*.res11) เป็นเอกสารไฟล์ ซึ่งจะเก็บผลการคำนวณของแบบจำลอง MIKE 11-HD (เป็นไฟล์นามสกุลเดียวกันกับผลการคำนวณของแบบจำลอง MIKE 11-RR) การดูผลการคำนวณจะต้องใช้โปรแกรม MIKE View

การเตรียมข้อมูลของแบบจำลอง MIKE 11-HD

1. เตรียมข้อมูลอนุกรมเวลาของปริมาณน้ำท่า ที่มีจุดเชื่อมต่อกับลำน้ำ และมีจุดวัด Rating Curve โดยจะต้องทำการตรวจสอบข้อมูลก่อนการนำเข้าไว้ โดยพิจารณาใช้ข้อมูลรายวัน หรือรายชั่วโมง
2. สร้างโครงข่ายลำน้ำ (River Network)
3. สร้างรูปตัดลำน้ำ (Cross Section) ซึ่งสามารถนำเข้าข้อมูลได้จากไฟล์ *.txt
4. กำหนดขอบเขตข้อกำหนด (Boundary Condition) ทั้งด้านเหนือน้ำและด้านท้ายน้ำ
5. สร้างพารามิเตอร์ทางชลศาสตร์ (Hydrodynamic Parameters)
6. สร้างเอกสารควบคุมการคำนวณ (Simulation)

แบบจำลอง MIKE 11-RR และ MIKE 11-HD สามารถที่จะคำนวณต่อเนื่องกันโดยอัตโนมัติ ผลที่ได้จากการคำนวณคือ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ที่สามารถจำลองการไหลของน้ำในโครงข่ายลำน้ำ และสามารถคำนวณอนุกรมเวลาของปริมาณน้ำและระดับน้ำที่รูปตัดลำน้ำต่างๆ ตลอดทั้งพื้นที่

ศึกษา เมื่อทราบข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยเหนือพื้นที่และปริมาณน้ำที่ไหลเข้ามาในพื้นที่ ซึ่งจะสามารถทราบช่วงเวลาในระดับน้ำขึ้นน้ำลง รวมทั้งระดับน้ำสูงสุด ที่ตำแหน่งต่างๆ ของรูปตัดลำนน้ำได้

ดังนั้นจากผลการคำนวณจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MIKE 11-RR และ HD ที่ได้ จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับการพยากรณ์น้ำท่วม และการคาดการณ์สภาพทางชลศาสตร์ว่ามีผลกระทบอย่างไรจากในปัจจุบันในกรณีที่มีการใช้มาตรการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมต่างๆ และสามารถนำไปสู่การจัดทำแผนการพัฒนาโครงการบริหารจัดการและบรรเทาปัญหาอุทกภัยในพื้นที่ศึกษา

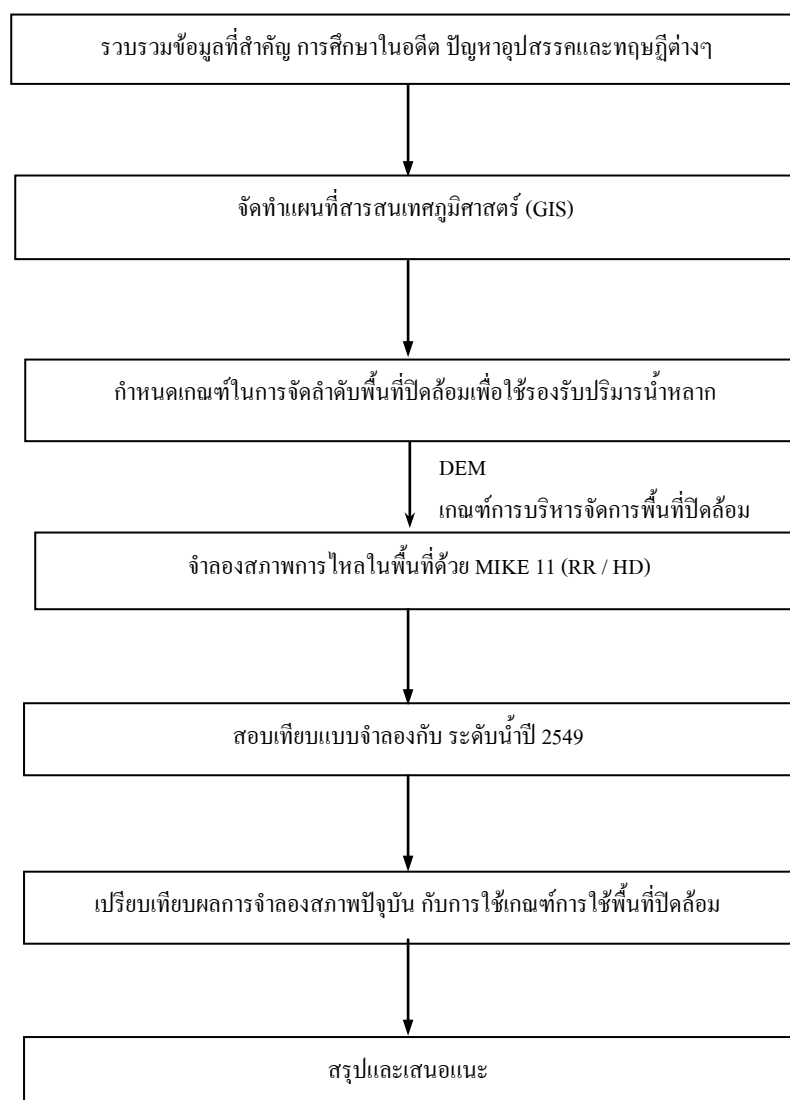
บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

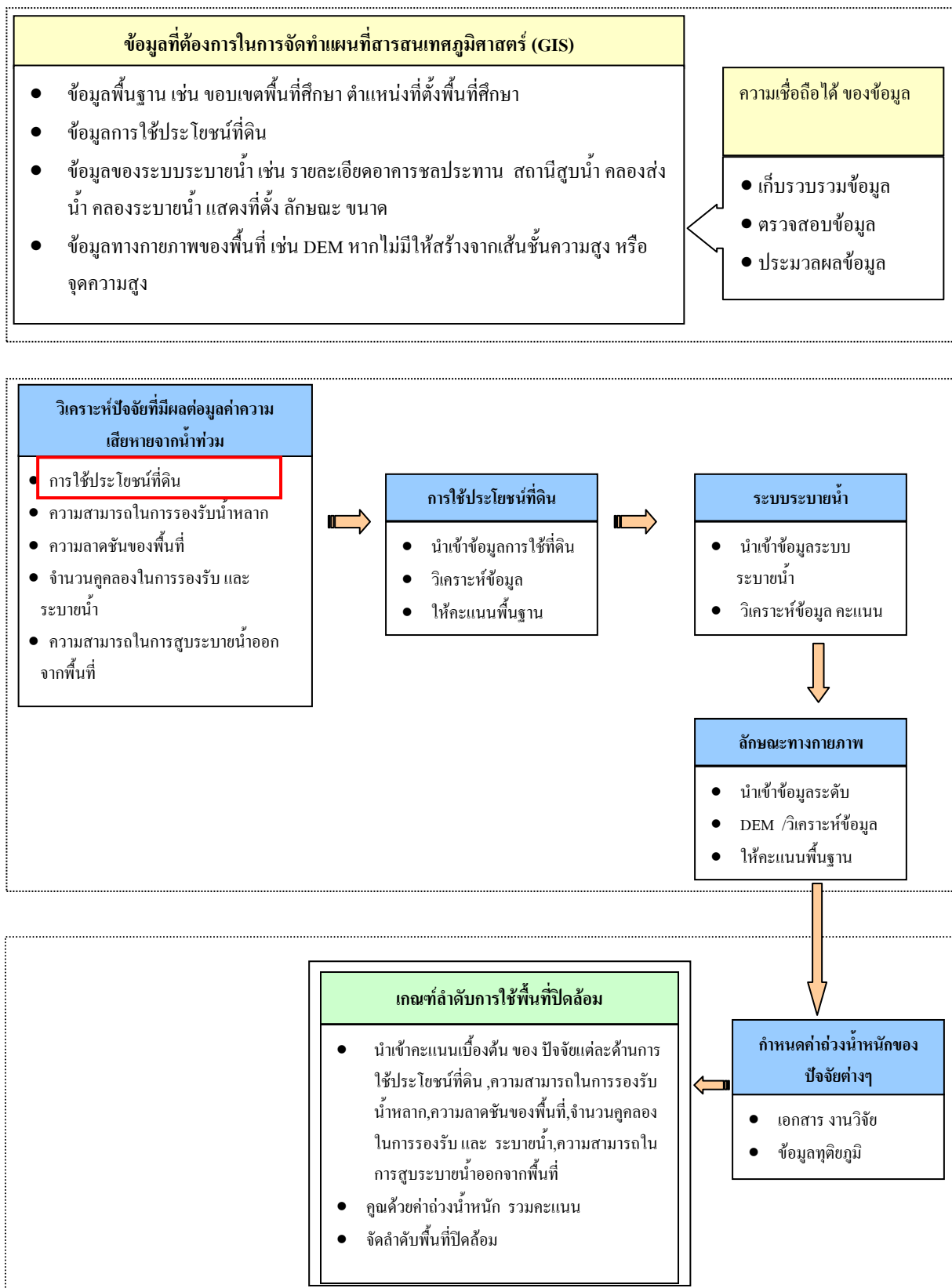
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1. ศึกษา ทบทวนงานวิจัยหรือการดำเนินการที่เกี่ยวข้อง เพื่อหาจุดอ่อน จุดแข็ง ของแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ใช้ดำเนินการในพื้นที่
2. จัดหาแผนที่สารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ที่นอกจากมีชั้นข้อมูลพื้นฐานทั่วไปแล้วยังต้องมีชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ชั้นข้อมูลระบบระบายน้ำและอาคารบังคับน้ำต่างๆ
3. เนื่องจากการดำเนินการใช้ฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์สภาพน้ำท่วมในชุมชนเมืองต้องใช้ข้อมูลที่มีความละเอียดของเส้นชั้นความสูง จึงต้องดำเนินการจัดสร้างชั้นใหม่
4. แบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็นพื้นที่ปิดล้อมย่อยตามลักษณะทางกายภาพ พร้อมใช้ข้อมูลจากแผนที่สารสนเทศภูมิศาสตร์มาทำการวิเคราะห์เพื่อจัดลำดับการใช้พื้นที่ปิดล้อมในการรองรับปริมาณน้ำหลาก
5. ดำเนินการจัดสร้างแบบจำลอง โดยใช้ MIKE 11-RR/HD ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้เปลี่ยนปริมาณน้ำฝนให้เป็นปริมาณน้ำท่าที่อยู่ในพื้นที่ เพื่อนำข้อมูลน้ำท่าดังกล่าวไปจำลองสภาพการไหลที่เกิดขึ้นจริงในพื้นที่
6. ทำการสอบเทียบผลการวิเคราะห์น้ำท่วมจากแบบจำลองโดยเปรียบเทียบกับระดับน้ำท่วมจริงในปีที่มีข้อมูล เช่น ปี 2549
7. เปรียบเทียบผลสภาพการไหลปัจจุบันกับเมื่อมีการใช้เกณฑ์การใช้พื้นที่ปิดล้อมบริหารจัดการน้ำหลาก
8. สรุปและวิเคราะห์ผลการใช้แบบจำลองดังกล่าว

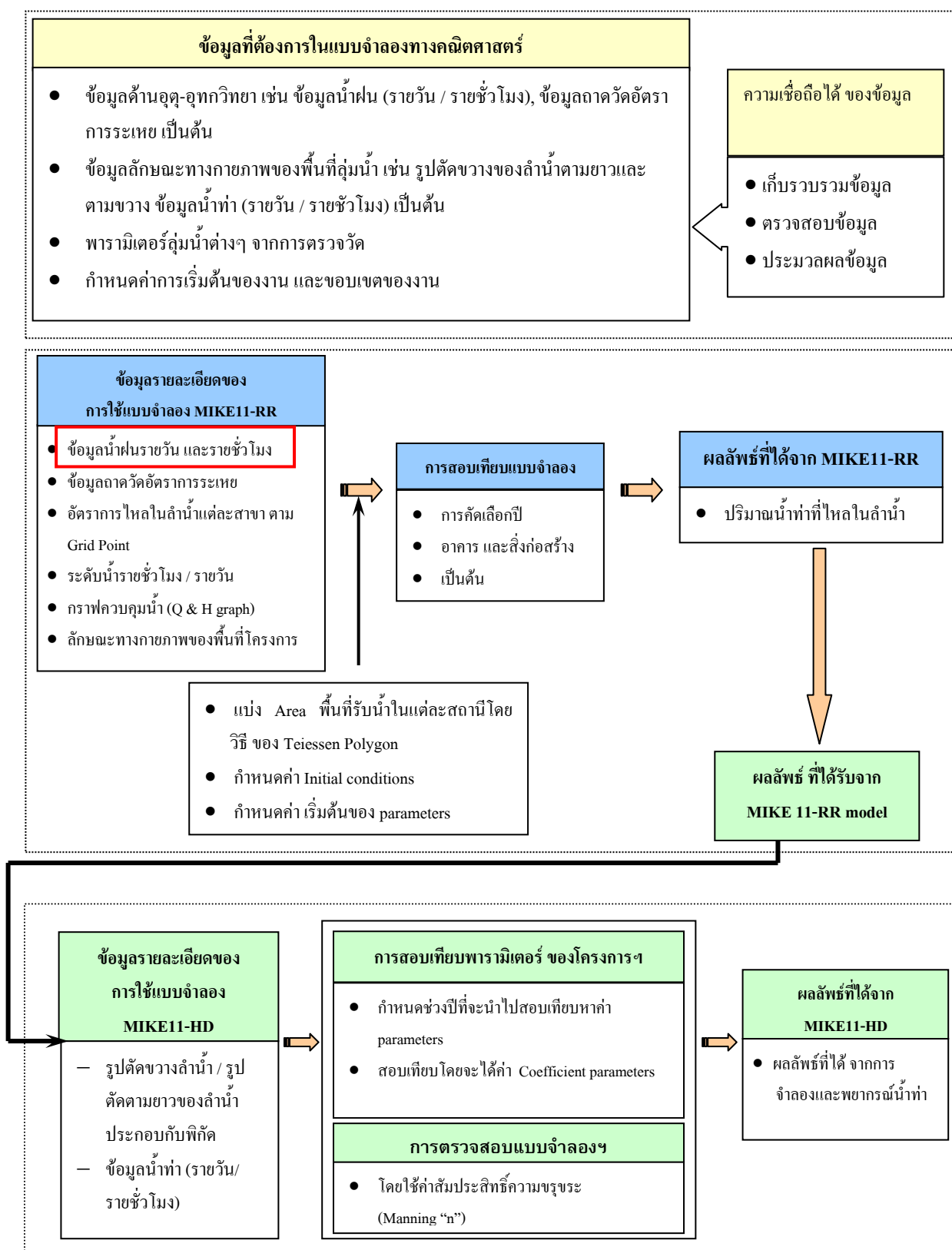
โดยขั้นตอนในการวิจัยแสดงดังภาพประกอบ 9



ภาพประกอบ 9 ขั้นตอนการดำเนินงานศึกษาวิจัย



ภาพประกอบ 10 ขั้นตอนการศึกษาเพื่อกำหนดเกณฑ์ใช้พื้นที่ปิดล้อม



ภาพประกอบ 11 ลักษณะการทำงานของโปรแกรม MIKE 11 เพื่อการจำลองสภาพการไหล

ทฤษฎีหรือแนวคิดที่นำมาใช้ในการวิจัย

การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เพื่อพัฒนาแบบจำลองในการบริหารจัดการน้ำ หลากพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง ฝั่งตะวันออก ใช้ทฤษฎีและแนวคิดสมัยใหม่มาประยุกต์กับงานวิจัย อาทิ

1. โปรแกรม ArcGIS สำหรับจัดการข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์
2. แบบจำลอง MIKE 11-HD เพื่อคำนวณหาปริมาณการไหลของน้ำ พร้อมจำลองสภาพการไหลของน้ำหลากในพื้นที่

ระยะเวลาในการดำเนินการ

พฤศจิกายน 2552 - กันยายน 2553

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การพิจารณาคัดเลือกพื้นที่ปิดล้อมเพื่อรองรับปริมาณน้ำหลาก

ปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าความเสียหาย

ผลจากการศึกษาโดยพิจารณาจากเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่ามูลค่าความเสียหายเนื่องจากภัยน้ำท่วมเกิดจากปัจจัยหลัก 2 ปัจจัย คือ

1. ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน เนื่องจากพื้นที่ศึกษามีขนาดใหญ่และคาบเกี่ยวกับพื้นที่กรุงเทพฯและปริมณฑล ซึ่งเป็นพื้นที่เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ โดยลักษณะการใช้ประโยชน์ของพื้นที่มีความหลากหลาย เป็นพื้นที่การเกษตรทางตอนบน เป็นเขตที่อยู่อาศัย พาณิชยกรรม สถานที่ราชการ สถานศึกษา ทางตอนกลาง และเขตอุตสาหกรรม และเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทางตอนล่าง โดยมูลค่าความเสียหายเกิดจากความเสียหายต่อทรัพย์สิน เช่นสินค้า ยานพาหนะ ผลผลิตทางการเกษตร การสูญเสียชีวิต ค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมทรัพย์สิน

จากข้อมูลชุดข้อมูลทำให้ทราบว่าสัดส่วนของมูลค่าความเสียหายที่แบ่งแยกตามลักษณะการใช้ที่ดินเพื่อการพาณิชยกรรม ที่อยู่อาศัย อุตสาหกรรม มีค่ามากกว่ามูลค่าความเสียหายของพื้นที่เกษตรกรรม ประมาณ 5-10 เท่า ตามตาราง 2

ตาราง 2 แสดงมูลค่าความเสียหายเฉลี่ยจากน้ำท่วมแบ่งตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน

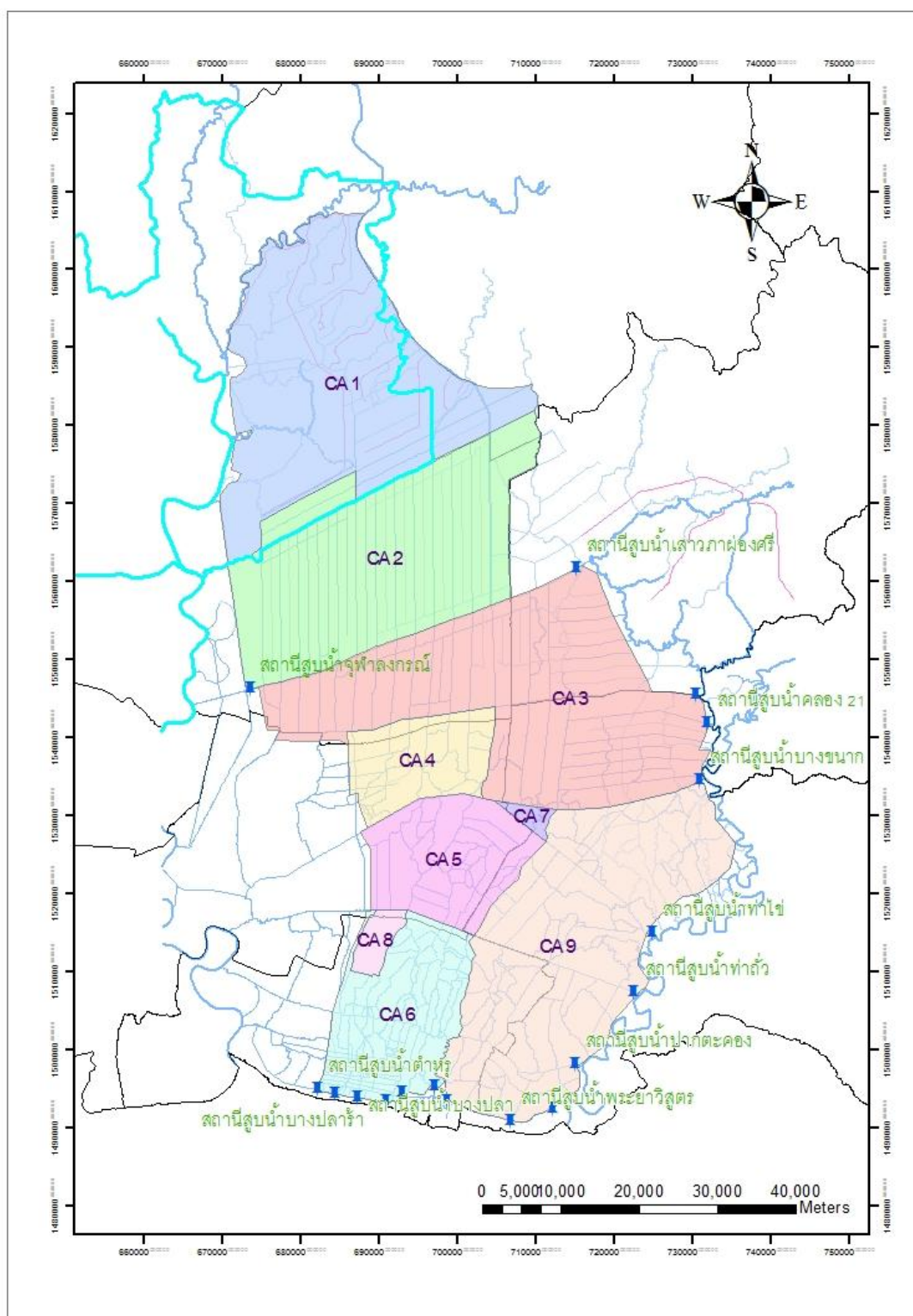
ลักษณะ ของการใช้ประโยชน์ที่ดิน	มูลค่าความ เสียหายจาก น้ำท่วม (บาท)	มูลค่าแปลง การเกษตรที่ เสียหาย (บาท)	ค่าใช้จ่ายใน การ ซ่อมแซม (บาท)	รวม (บาท)	ความ เสียหาย เฉลี่ย (บาท)
พื้นที่พาณิชยกรรม	334,900	-	378,042	712,942	47,529.47
พื้นที่ที่อยู่อาศัย อุตสาหกรรม และคลังสินค้า	1,638,760	-	2,747,801	4,386,561	23,711.14
พื้นที่เกษตรกรรม	1,356,100	4,630,000	1,020,085	7,006,185	4,163.24
พื้นที่สาธารณประโยชน์ในเขต เทศบาล	33,937,700	-	1,450,000	35,387,700	7,975.59
พื้นที่สาธารณประโยชน์ในเขต สุขาภิบาล	750,000	-	12,000,000	12,750,000	5,514.71
พื้นที่สาธารณประโยชน์นอก เขตเทศบาลและสุขาภิบาล	135,000,000	-	6,900,000	141,900,000	149.30

2. ระยะเวลาในการเกิดอุทกภัย โดยหากเกิดน้ำท่วมเป็นเวลานานย่อมส่งผลให้เกิดความเสียหายเพิ่มขึ้นเช่นผลผลิตทางการเกษตร การสูญเสียรายได้ การคมนาคมขนส่ง และการดำเนินธุรกิจต่างๆ ซึ่งการลดผลกระทบดังกล่าวพื้นที่ที่จะใช้รองรับปริมาณน้ำหลากต้องมีลักษณะทางกายภาพที่เหมาะสมระบบป้องกันมีความสมบูรณ์ สามารถในการระบายน้ำออกจากพื้นที่ได้อย่างรวดเร็ว

เกณฑ์การพิจารณาจัดลำดับการใช้พื้นที่ปิดล้อมในการรองรับปริมาณน้ำหลาก

การศึกษาครั้งนี้ได้พิจารณาแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็นพื้นที่ปิดล้อมย่อย 9 พื้นที่ตาม

ภาพประกอบ 12 โดยพิจารณาจากระบบคันธรรมชาติเช่นคลอง หรือคันที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่นถนนหรือคันกั้นน้ำ ซึ่งแต่ละพื้นที่ปิดล้อมย่อยก็มีลักษณะทางกายภาพต่างกัน โดยการพิจารณาคัดเลือกลำดับของพื้นที่ปิดล้อมเพื่อรองรับน้ำหลาก จะพิจารณาจากมูลค่าความเสียหายที่เกิดขึ้นในพื้นที่เพียงด้านเดียว โดยพิจารณาจากปัจจัยหลัก 2 ปัจจัย คือ ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน และระยะเวลาในการเกิดอุทกภัย โดยมีค่าการถ่วงน้ำหนัก อยู่ที่ 60 : 40



ภาพประกอบ 12 แผนที่แสดงการแบ่งพื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่ปิดล้อมย่อย

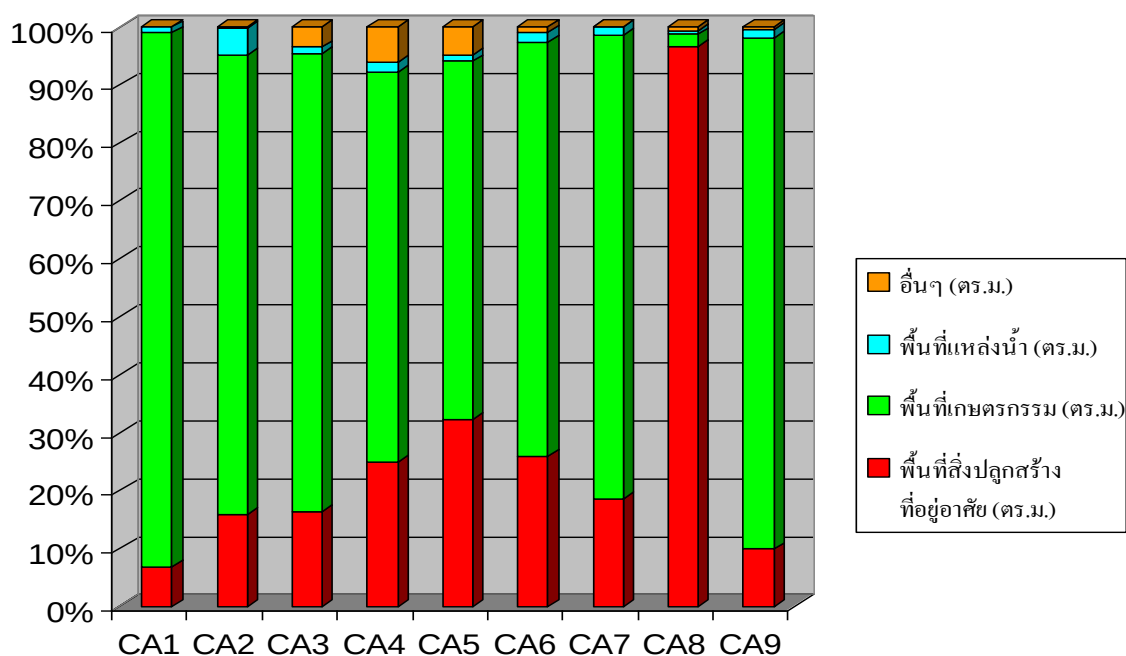
1. เกณฑ์การใช้ประโยชน์ที่ดิน จากข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ปี 2546 และ ปี 2551 ของพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันออก ได้แบ่งลักษณะการใช้พื้นที่เป็น 4 ลักษณะคือ พื้นที่สิ่ง

ปลูกสร้าง และที่อยู่อาศัย พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่แหล่งน้ำ และอื่นๆ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้พิจารณาให้คะแนนจากสัดส่วนของพื้นที่รองรับน้ำ(พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่แหล่งน้ำ) ต่อพื้นที่ทั้งหมดซึ่งจากการวิเคราะห์จากข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถแยกแยะการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทตามพื้นที่ปิดล้อมย่อยได้ผลตามตาราง 3 และแสดงสัดส่วนการใช้ที่ดินแต่ละประเภทตาม ภาพประกอบ 13

ตาราง 3 แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทจำแนกตามพื้นที่ปิดล้อมย่อย

พื้นที่	พื้นที่สิ่งปลูกสร้าง ที่อยู่อาศัย	พื้นที่เกษตรกรรม	พื้นที่แหล่งน้ำ	อื่นๆ	พื้นที่ทั้งหมด	อัตราส่วน พื้นที่ รองรับน้ำ ต่อพื้นที่ ทั้งหมด
	(ตร.ม.)	(ตร.ม.)	(ตร.ม.)	(ตร.ม.)	(ตร.ม.)	(%)
CA1	58,799,648.00	791,542,388.00	8,081,773.00	679,843.00	859,103,652.00	93.16
CA2	121,829,086.00	612,578,489.00	36,726,023.00	1,159,512.00	772,293,110.00	84.23
CA3	149,616,952.00	724,083,985.00	10,156,541.00	32,178,311.00	916,035,789.00	83.67
CA4	48,743,125.00	131,986,113.00	3,214,745.00	12,007,342.00	195,951,325.00	75.12
CA5	89,711,453.00	171,407,922.00	3,281,867.00	13,181,888.00	277,583,130.00	67.68
CA6	82,943,601.00	228,548,907.00	5,653,291.00	2,710,681.00	319,856,480.00	74.07
CA7	2,845,683.00	12,347,501.00	204,522.00	0.00	15,397,706.00	81.52
CA8	33,620,634.00	745,963.00	187,779.00	258,258.00	34,812,634.00	3.42
CA9	84,655,133.00	755,490,847.00	12,340,012.00	4,196,244.00	856,682,236.00	90.12

**กราฟแสดงสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินแยก
จำแนกตามพื้นที่ปิดล้อมย่อย**



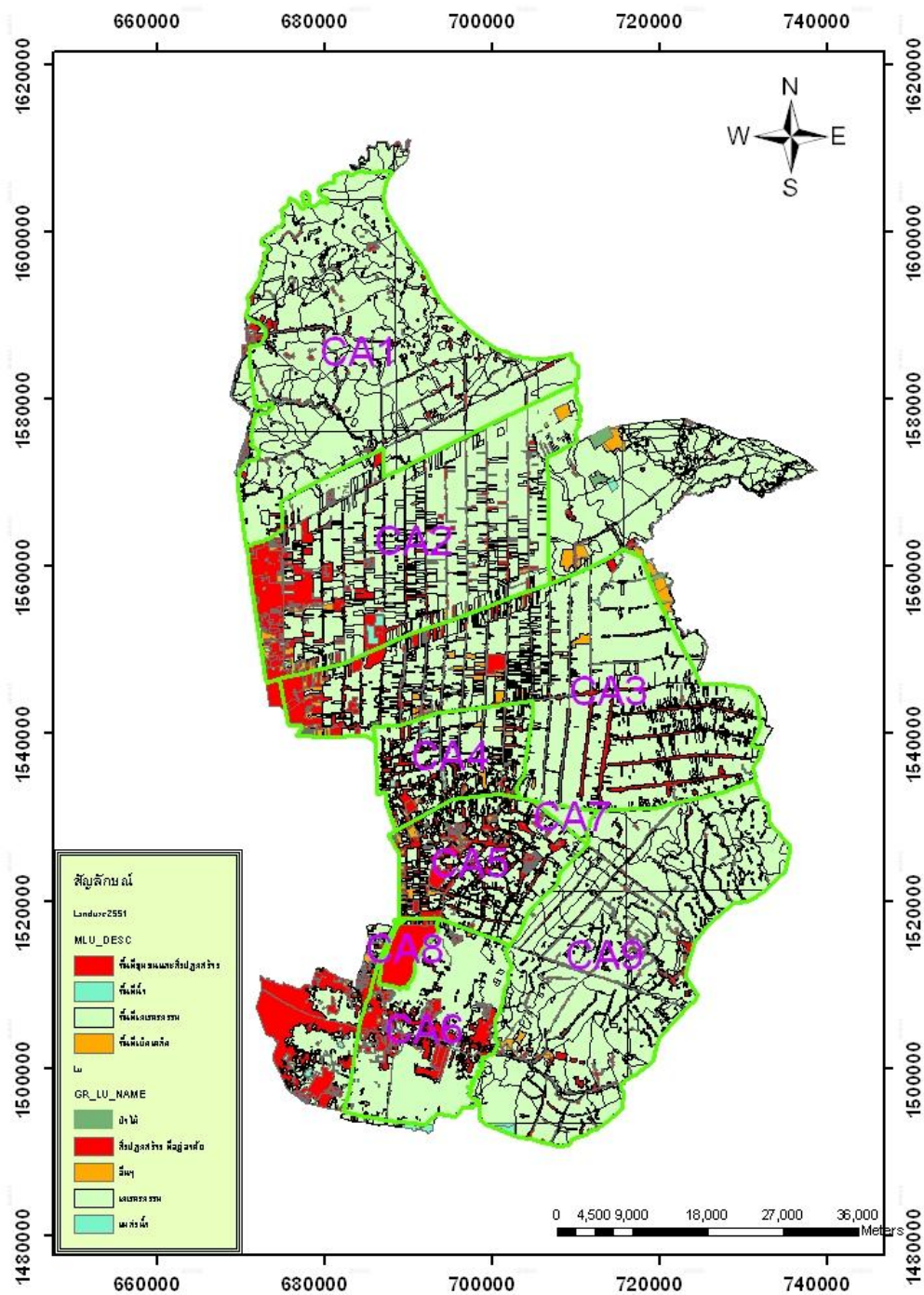
ภาพประกอบ 13 กราฟแสดงสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินแยกจำแนกตามพื้นที่ปิดล้อมย่อย

จากผลการศึกษาพบว่าพื้นที่ปิดล้อม CA1 มีอัตราส่วนพื้นที่รองรับน้ำต่อพื้นที่ทั้งหมดสูงสุดคือ 93.16% และพื้นที่ปิดล้อม CA8 (สนามบินสุวรรณภูมิ) มีอัตราส่วนพื้นที่รองรับน้ำต่อพื้นที่ทั้งหมดต่ำสุดคือ 3.42%

2. ศักยภาพของพื้นที่ในการระบายน้ำ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้อีกเป็น 2 ปัจจัย คือลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ที่มีผลต่อการรองรับน้ำหลากพิจารณาจากความสามารถในการรองรับปริมาณน้ำหลากที่ระดับ 1.00 ม. เหนือระดับต่ำสุดของพื้นที่ โดยคิดเป็นจำนวนวันที่พื้นที่สามารถรองรับปริมาณน้ำหลากด้วยอัตรา 100 ลบ.ม./วินาที มีค่าอยู่ต่ำสุด 0 วัน (ปริมาตร 3 ล้าน ลบ.ม.) ที่พื้นที่ CA1 และสูงสุด 37 วัน (ปริมาตร 318 ล้าน ลบ.ม.) ที่พื้นที่ CA3 และคุณสมบัติความลาดเอียงเสมือนของพื้นที่มีค่าระหว่าง 0.22 – 0.59 โดยผลที่ได้จากการศึกษาตามตาราง 4 รายละเอียดโค้งความจุแต่ละพื้นที่ปิดล้อมตามภาคผนวก ก ภาพประกอบ ก1 ถึง ก9

ตาราง 4 แสดงความสามารถในการรองรับปริมาณน้ำที่ระดับความลึก 1.00 ม.ของแต่ละพื้นที่ปิดล้อม

พื้นที่	ระดับพื้นดิน	ระดับพื้นดิน	พื้นที่	ระดับน้ำท่วม	พื้นที่ผิว 2 มิติ	พื้นที่ผิว 3 มิติ	ปริมาตรน้ำ	ความลึก	สามารถรองรับน้ำอัตร
ปิดล้อม	ต่ำสุด(ม.รทก.)	สูงสุด(ม.รทก.)	(ตร.กม.)	(ม.รทก.)	(ตร.กม.)	(ตร.กม.)	(ลบ.ม.)	เฉลี่ย (ม.)	100 ลบ.ม./วินาที (วัน)
CA1	2.11	10.64	859	3.11	10,063,967	10,063,969	3,694,173	0.367	0
CA2	1.79	5.47	772	2.79	223,579,042	223,579,049	54,115,367	0.242	6
CA3	1.64	4.51	916	2.64	659,792,885	659,792,892	318,364,563	0.483	37
CA4	1.04	3.16	196	2.04	56,590,161	56,590,163	25,929,367	0.458	3
CA5	0.1	2.22	278	1.1	172,084,172	172,084,174	66,531,918	0.387	8
CA6	-0.02	1.5	320	0.98	280,016,505	280,016,519	63,591,720	0.227	7
CA7	1.34	2.1	15	2.34	15,383,475	15,383,475	8,631,830	0.561	1
CA8	0.43	1.21	35	1.43	34,803,900	34,803,900	20,649,726	0.593	2
CA9	0.09	2.32	857	1.09	436,227,449	436,227,451	121,296,119	0.278	14



ภาพประกอบ 14 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินแยกตามพื้นที่ปิดล้อมย่อย

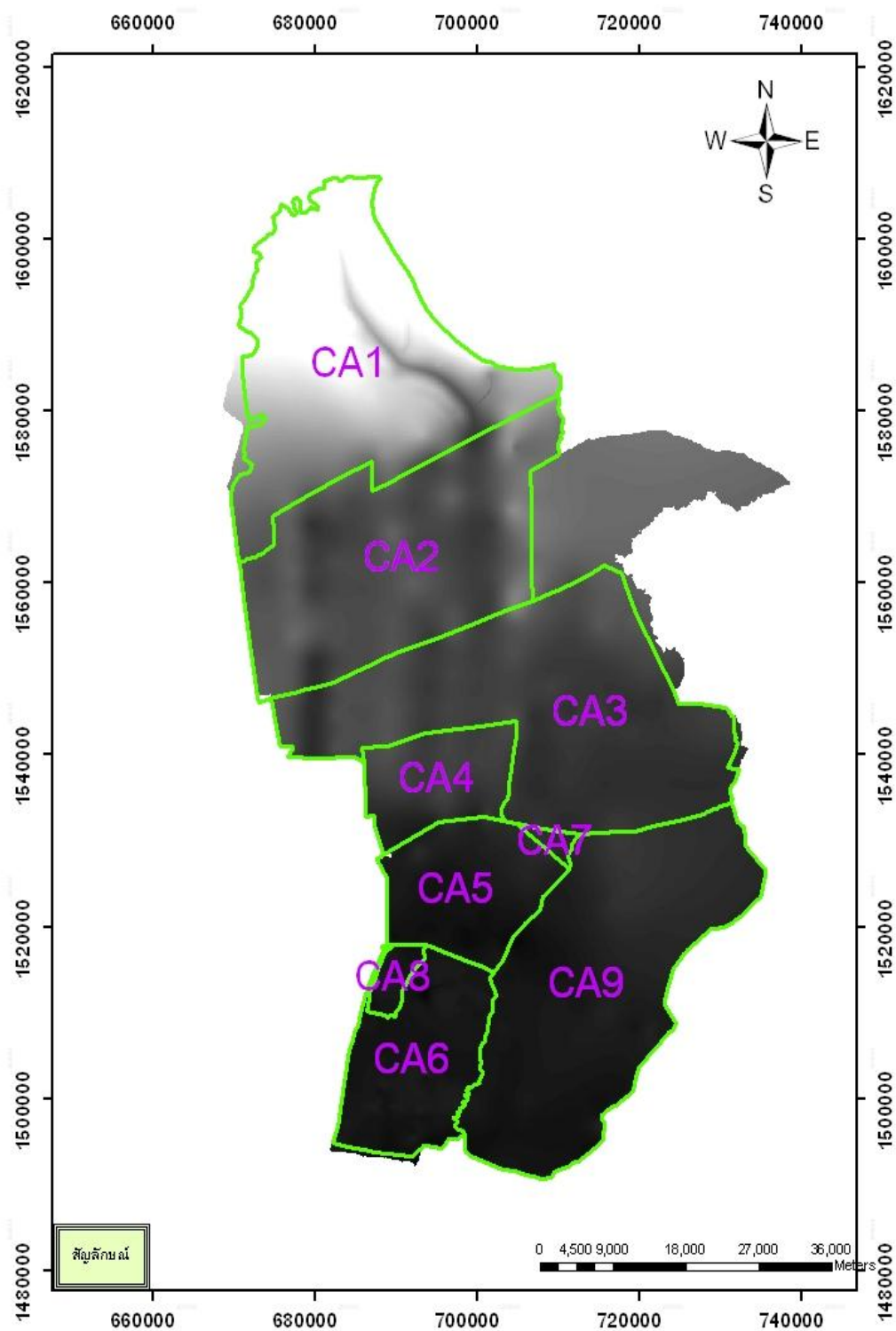
อีกปัจจัยคือความสามารถของระบบระบายน้ำในพื้นที่ปิดล้อมในการเร่งระบายน้ำออกจากพื้นที่โดยพิจารณาจากอัตราส่วนของความยาวคลองรับน้ำในพื้นที่ปิดล้อมต่อพื้นที่ทั้งหมดซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.91 กม./ตร.กม. ที่พื้นที่ CA1 ถึง 131 กม./ตร.กม. ที่พื้นที่ CA8 นอกจากนี้ยังพิจารณาถึงความสามารถในการสูบน้ำออกจากพื้นที่ตามศักยภาพของระบบโดยมีค่าต่ำสุด 2 วัน ที่พื้นที่ CA6 และสูงสุดคือระบุจำนวนวันไม่ได้เนื่องจากไม่มีสถานีสูบน้ำ ที่พื้นที่ CA1 และ CA7 รายละเอียดตาม ตาราง 5

ตาราง 5 แสดงความสามารถของระบบระบายน้ำในแต่ละพื้นที่ที่ปิดล้อม

พื้นที่	ขนาดพื้นที่ (ตร.กม.)	คลอง		ความยาว/พื้นที่ (กม./ตร.กม.)	เครื่องสูบน้ำ		ปริมาณน้ำ ที่ระดับ 1.00 ม. (ลบ.ม.)	เวลาที่ใช้ใน การสูบ(วัน)
		จำนวน	ความยาว (m)		จำนวน (เครื่อง)	อัตราการสูบ (ลบ.ม./วินาที)		
CA1	859	52	785435	914.36	0	0	3,694,172.59	-
CA2	772	42	1009230	1,307.29	12	36	54,115,367.16	17
CA3	916	92	1302520	1,421.97	18	54	318,364,562.88	68
CA4	196	35	496684	2,534.10	20	60	25,929,367.03	5
CA5	278	39	396038	1,424.60	20	60	66,531,917.93	13
CA6	320	98	691171	2,159.91	107	321	63,591,720.16	2
CA7	15	6	203922	13,594.80	0	0	8,631,830.20	-
CA8	35	7	131443	3,755.51	4	6	20,649,725.77	40
CA9	857	127	898535	1,048.47	26	78	121,296,119.16	18



ภาพประกอบ 15 แผนที่แสดงระบบระบายน้ำและอาคารบังคับน้ำภายในพื้นที่ศึกษา



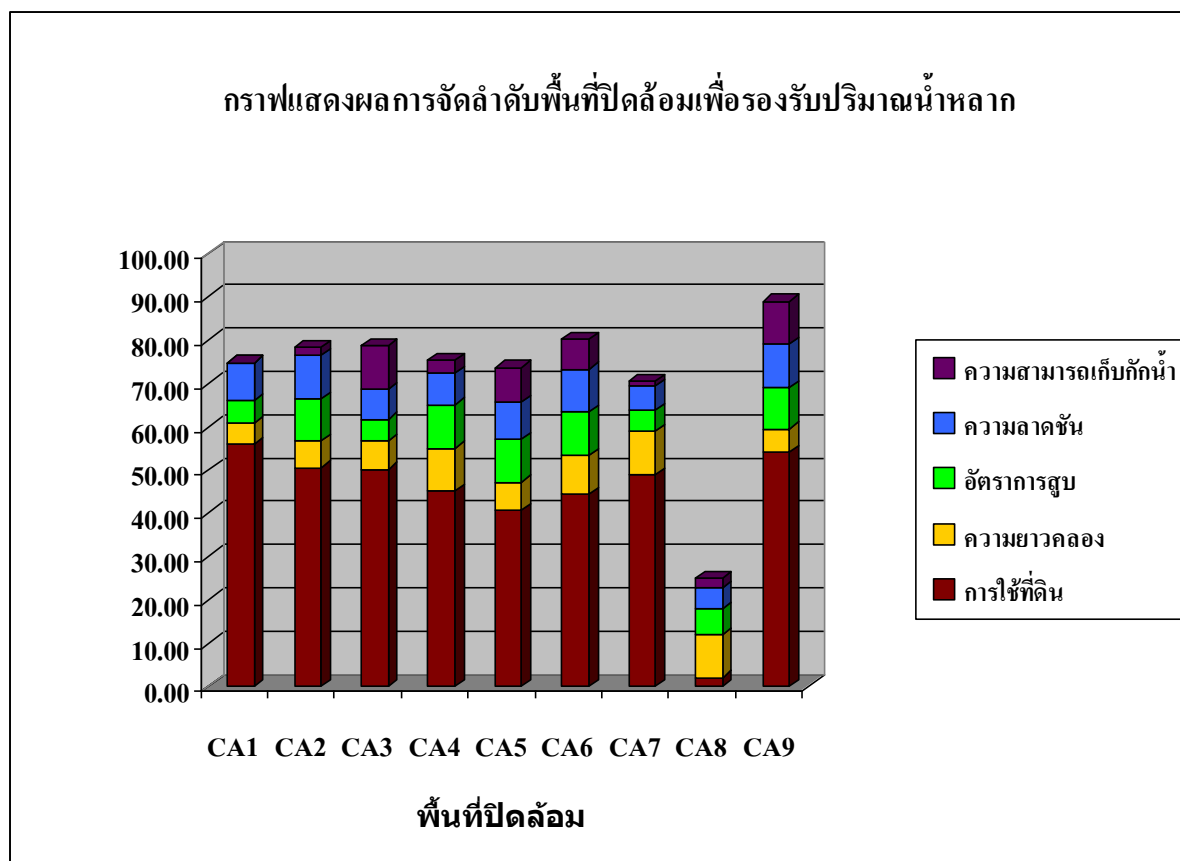
ภาพประกอบ 16 แผนที่แสดงแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) ของพื้นที่ศึกษา

จากปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้สามารถสรุปเป็นเกณฑ์ดังตาราง 6

ตาราง 6 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนเบื้องต้นตามปัจจัยด้านต่างๆที่มีผลต่อมูลค่าความเสียหายจาก น้ำท่วม

ลำดับที่	ปัจจัยในการพิจารณา	ค่าถ่วง น้ำหนัก	ช่วงผลจากการศึกษา		ช่วงคะแนน	
			ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด
1	อัตราส่วนของพื้นที่รับน้ำนอง/พื้นที่ ทั้งหมด	0.6	0	100	0	100
2	ความสามารถในการรองรับปริมาณ น้ำหลากส่วนเกินที่ อัตราการไหล 100 ลบ.ม./วินาที (วิน)	0.1	0	10	0	100
3	อัตราส่วนของความยาวคลอง/พื้นที่ ทั้งหมด (กม./ตร.กม.)	0.1	914	2534	50	100
4	ความลาดชันของพื้นที่	0.1	0.6	0.3	50	100
5	ความสามารถในการสูบน้ำ ท่วมในพื้นที่ที่ระดับ 1.00 ม. (วิน)	0.1	45	15	50	100

การพิจารณาจัดลำดับพื้นที่ปิดล้อมเพื่อใช้รองรับปริมาณน้ำหลาก
จากคุณลักษณะต่างๆของพื้นที่ปิดล้อมแต่ละแห่งผู้ศึกษาได้ให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด
ได้ผลสรุปการให้คะแนนตามตาราง 7



ภาพประกอบ 17 แสดงผลการจัดลำดับพื้นที่ปิดล้อมเพื่อรองรับปริมาณน้ำหลากตามเกณฑ์ที่กำหนด

จากผลการศึกษาพื้นที่เหมาะสมที่ในการใช้เป็นพื้นที่รองรับปริมาณน้ำหลากคือพื้นที่ CA9 ซึ่งได้คะแนนมากที่สุด 88.98 คะแนน แสดงว่ามีมูลค่าความเสียหายเนื่องจากน้ำท่วมต่ำสุดหากใช้รองรับปริมาณน้ำที่เท่ากัน หรือ เหมาะสมที่จะใช้ในการรองรับน้ำหลากมากที่สุด โดยมีพื้นที่ปิดล้อม CA6 ,CA3 ,CA2 ,CA4 ,CA1 ,CA5, CA7 เป็นอันดับถัดมาตามลำดับและพื้นที่ปิดล้อม CA8 เป็นอันดับสุดท้ายได้คะแนน 24.92 คะแนน แสดงว่ามีมูลค่าความเสียหายเนื่องจากน้ำท่วมสูงสุดไม่เหมาะสมที่จะใช้ในการรองรับ น้ำหลาก

ตาราง 7 แสดงผลการจัดลำดับพื้นที่ปิดล้อมเพื่อรองรับปริมาณน้ำหลากตามเกณฑ์ที่กำหนด

พ	ขนาดพื้นที่ (ตร.กม.)	การใช้ที่ดิน		ความสามารถของระบบระบายน้ำ				ลักษณะทางกายภาพ				รวม	ลำดับ
		น้ำหนัก	อัตราส่วน	น้ำหนัก	ความยาวคลอง	น้ำหนัก	อัตราการสูบ	น้ำหนัก	ความลาดชัน	น้ำหนัก	จำนวนวันที่สูบน้ำ		
CA1	859	0.6	93.16	0.1	50	0.1	50	0.1	88.6	0.1	0	74.75	6
CA2	772	0.6	84.23	0.1	62.13	0.1	96	0.1	100	0.1	20	78.35	4
CA3	916	0.6	83.67	0.1	65.67	0.1	50	0.1	68.9	0.1	100	78.66	3
CA4	196	0.6	75.12	0.1	100	0.1	100	0.1	73	0.1	30	75.37	5
CA5	278	0.6	67.68	0.1	65.75	0.1	100	0.1	85.2	0.1	80	73.7	7
CA6	320	0.6	74.07	0.1	88.45	0.1	100	0.1	100	0.1	70	80.29	2
CA7	15	0.6	81.52	0.1	100	0.1	50	0.1	55.5	0.1	10	70.46	8
CA8	35	0.6	3.42	0.1	100	0.1	58.61	0.1	50	0.1	20	24.92	9
CA9	857	0.6	90.12	0.1	54.14	0.1	95	0.1	100	0.1	100	88.98	1

การพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์

ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำและโครงข่ายลำน้ำในการพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์

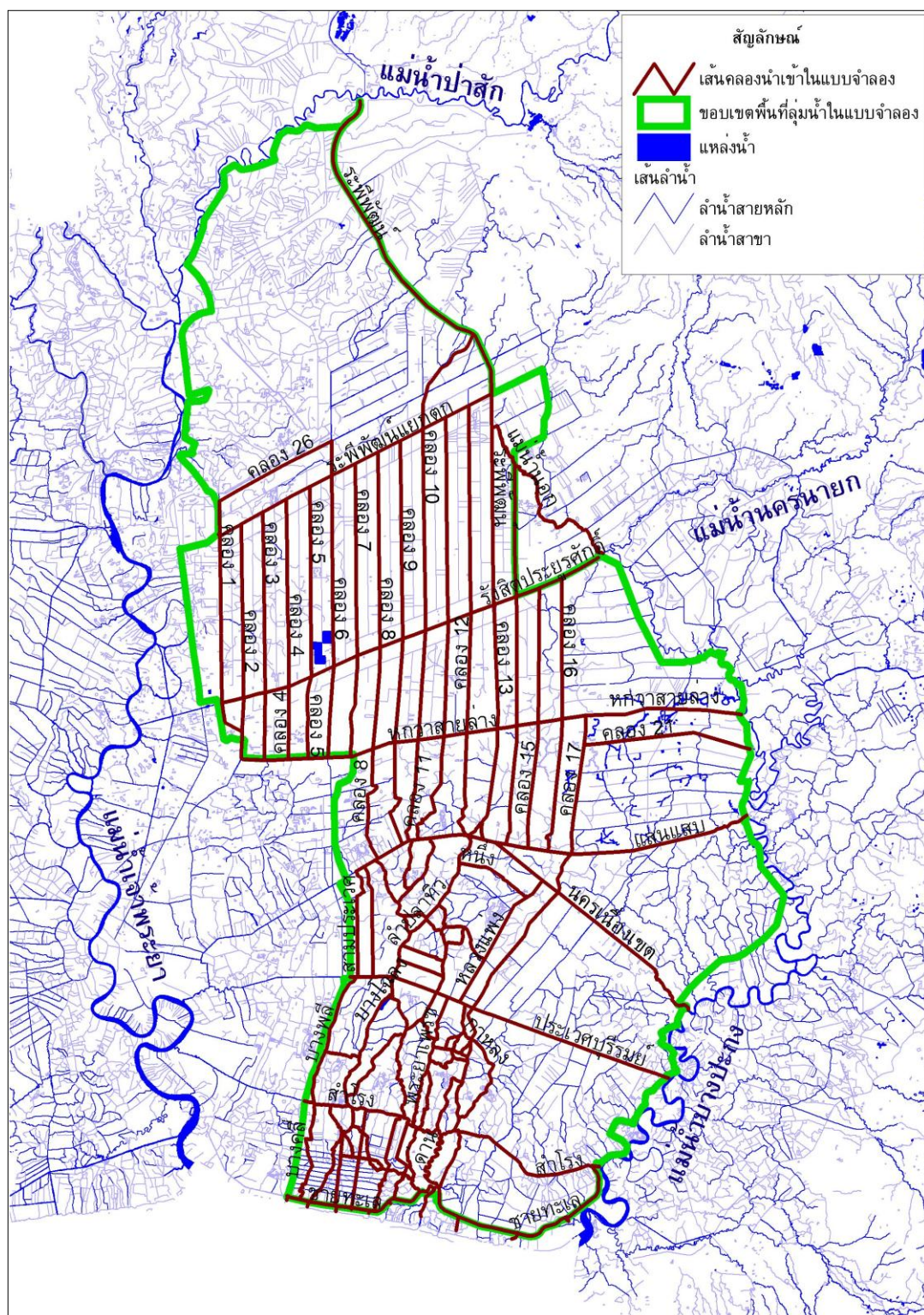
ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำและระบบโครงข่ายลำน้ำในการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากพื้นที่ที่ปิดล้อมด้วยคันกั้นน้ำ และตำแหน่งที่ตั้ง ปตร. หรือ ปตน. ที่ควบคุมการไหลน้ำ ได้ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำดังแสดงใน ภาพประกอบ 18 ในแนวนอนได้ ตั้งแต่ปากคลองระพีพัฒน์ริมแม่น้ำป่าสัก ถึง ก จ น ถึง ชายฝั่งอ่าวไทย ในแนวตะวันออก-ตก ตั้งแต่คันกั้นน้ำฝั่งขวาของแม่น้ำบางปะกงจนถึงถนนคันกั้นน้ำล้นฝั่งจากเจ้าพระยา มีขนาดพื้นที่ประมาณ 4,280 ตร.กม. คลองระบายน้ำที่มีอยู่ภายในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตเหนือ รังสิตใต้ และชลหารพิจิตร (คลองด่าน) จะนำมาใช้วิเคราะห์เกือบทั้งหมด และคัดเลือกเพียงเส้นคลองสายสำคัญในโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาป่าสักใต้ และพระองค์เจ้าไชยานุชิต

ดังแสดงโครงข่ายเส้นคลองที่ใช้แบบจำลอง จำนวน 92 เส้นคลอง รวมความยาว 1,333 กม.

การพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อจำลองการไหลของน้ำในระบบโครงข่ายลำน้ำ ใช้โปรแกรม MIKE 11 เวอร์ชัน 2007 SP2 ที่พัฒนาโดย Danish Hydraulic Institute (DHI) ประเทศเดนมาร์ก ซึ่งประกอบด้วย 2 แบบจำลองย่อย ได้แก่

1. แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (Rainfall-Runoff Model) MIKE 11 RR Module เพื่อจำลองการเกิดน้ำท่าจากปริมาณฝนที่ตกในพื้นที่รับน้ำ ใช้หลักการของแบบจำลอง NAM ที่เรียนแบบธรรมชาติในการเกิดน้ำท่า เริ่มต้นตั้งแต่ปริมาณฝนที่ตกลงในพื้นที่ และมีบางส่วนคายระเหยและซึมลงไปในดินเป็นน้ำใต้ดิน ที่เหลือจะเป็นปริมาณน้ำผิวดินที่บางส่วนถูกเก็บกักอยู่ตามพื้นผิวและแหล่งน้ำต่างๆ ส่วนที่เหลือจะเป็นปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงคลองระบายน้ำต่างๆ รวมทั้งปริมาณน้ำที่ไหลออกมาจากแหล่งน้ำใต้ดินด้วย

2. แบบจำลองการไหลของน้ำ (Hydrodynamic Model) MIKE 11 HD Module เป็นการจำลองลักษณะการไหลของน้ำในระบบลำน้ำ ซึ่งสามารถจำลองการไหลของน้ำผ่านอาคารควบคุมต่างๆ ตามข้อกำหนดได้ เช่น ประตูระบายน้ำ และ ฝาย เป็นต้น และสามารถใช้อัตราการไหลของน้ำที่เข้าไปในระบบตามที่กำหนด รวมทั้งปริมาณน้ำท่าที่เกิดจากปริมาณฝนในพื้นที่รับน้ำจากแบบจำลอง NAM ด้วย



ภาพประกอบ 18 ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำและโครงข่ายเส้นคลองน้ำเข้าในแบบจำลอง

ข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลอง

ประกอบด้วย ข้อมูลนำเข้าเพื่อการพัฒนาแบบจำลอง RR Model และ HD Model มีด้วยกัน 3 ชนิด ได้แก่

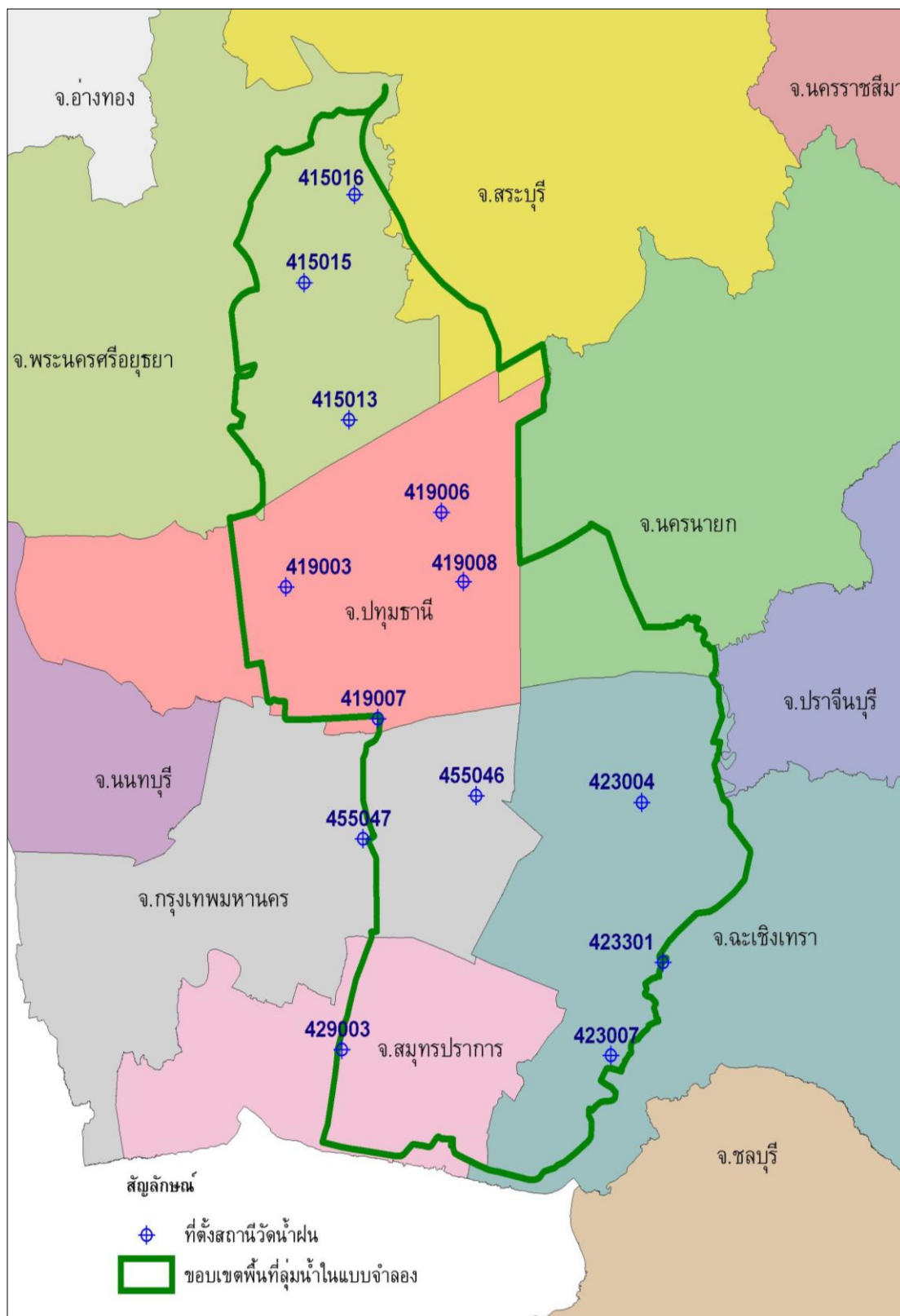
1. ข้อมูลบันทึกน้ำฝนรายวันและน้ำท่ารายวันที่ตำแหน่งสถานี
2. ข้อมูลรูปตัดคลองระบายน้ำ
3. ข้อมูลอาคารทางชลศาสตร์และสะพานขวางทางน้ำ

ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ข้อมูลบันทึกน้ำฝนรายวันและน้ำท่ารายวันที่ตำแหน่งสถานี

สถานีวัดน้ำฝนคัดเลือกภายในพื้นที่ลุ่มน้ำและบริเวณใกล้เคียงของหน่วยงานกรมอุตุนิยมวิทยาที่มีการบันทึกข้อมูลประจำวัน จำนวน 13 สถานี ตามภาพประกอบ 19 แสดงที่ตั้งของสถานีวัดน้ำฝนที่ใช้ศึกษารายชื่อสถานีวัดน้ำฝนแสดงไว้ใน ตาราง 8 ตำแหน่งที่ตั้งของสถานีน้ำฝน

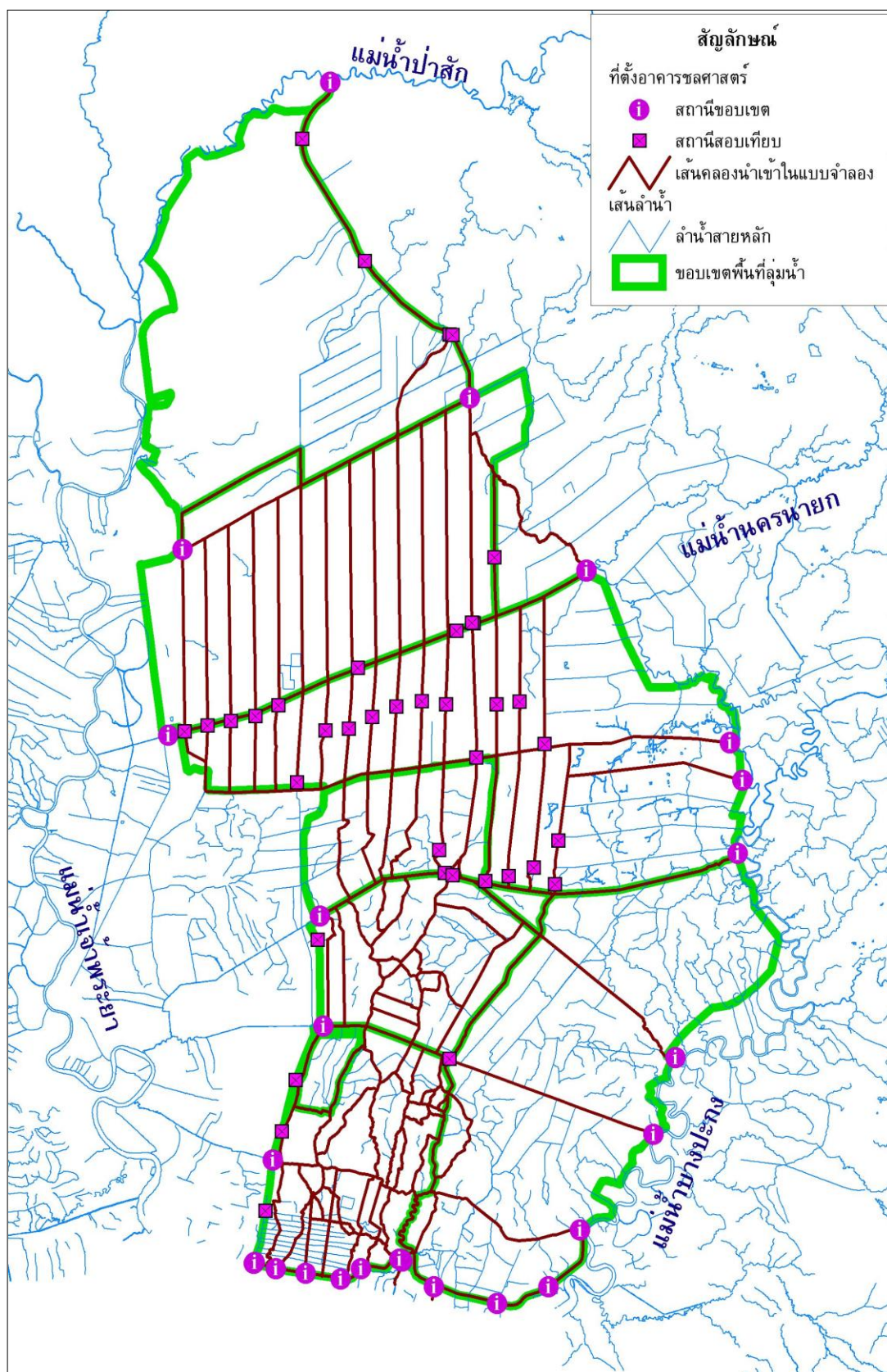
ข้อมูลน้ำท่าได้จากข้อมูลบันทึกค่าระดับน้ำรายวันและอัตราการไหลรายวัน ที่ผ่านอาคารทางชลประทานต่างๆ ภายในและโดยรอบพื้นที่ลุ่มน้ำ ตำแหน่งที่ตั้ง ปตร. ปตน. ไซฟ่อน และสถานีสูบน้ำที่คัดเลือก เพื่อนำเข้าเป็นข้อมูลเงื่อนไขขอบเขต (Boundary Condition) และข้อมูลสำหรับสอบเทียบแบบจำลอง แสดงไว้ใน ภาพประกอบ 20 มีจำนวนทั้งสิ้น 68 แห่ง



ภาพประกอบ 19 แสดงตำแหน่งที่ตั้งสถานีวัดน้ำฝนในแบบจำลอง

ตาราง 8 รายชื่อสถานีวัดน้ำฝนคัดเลือกของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ในแบบจำลอง

ที่	ชื่อสถานี	รหัสสถานี	ที่ตั้ง			พิกัด	
			ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	ละติจูด	ลองจิจูด
1	ที่ว่าการอำเภอวังน้อย	415013	ลำตาเสา	วังน้อย	พระนครศรีอยุธยา	14-13-31	100-43-19
2	ที่ว่าการอำเภออุทัย	415015	อุทัย	อุทัย	พระนครศรีอยุธยา	14-21-40	100-40-16
3	สำนักงานเกษตรอำเภอ ภาชี	415016	ภาชี	ภาชี	พระนครศรีอยุธยา	14-26-50	100-43-48
4	ที่ว่าการอำเภอคลอง หลวง	419003	คลองสอง	คลองหลวง	ปทุมธานี	14-03-40	100-38-53
5	ที่ว่าการอำเภอหนอง เสือ	419006	บึงบา	หนองเสือ	ปทุมธานี	14-07-60	100-49-41
6	ที่ว่าการอำเภอลำลูกกา	419007	ลำลูกกา	ลำลูกกา	ปทุมธานี	13-55-50	100-45-11
7	ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี คลอง 6	419008	บึงสนั่น	ธัญบุรี	ปทุมธานี	14-04-00	100-51-00
8	ที่ว่าการอำเภอบางน้ำ เปรี้ยว	423004	บางน้ำ เปรี้ยว	บางน้ำ เปรี้ยว	ฉะเชิงเทรา	13-50-45	101-03-25
9	ที่ว่าการอำเภอบางปะ กง	423007	แสนภู ดาบ	บ้านโพธิ์	ฉะเชิงเทรา	13-35-47	101-01-08
10	สภ.ฉะเชิงเทรา	423301	หน้าเมือง	เมือง ฉะเชิงเทรา	ฉะเชิงเทรา	13-41-16	101-04-48
11	ที่ว่าการอำเภอบางพลี	429003	บางพลี ใหญ่	บางพลี	สมุทรปราการ	13-36-17	100-42-32
12	สำนักงานเขตหนอง จอก	455046	แขวง กระทุ่ม ราช	เขตหนอง จอก	กรุงเทพมหานคร	13-51-14	100-51-58
13	สำนักงานเขตมีนบุรี	455047	แขวงมีน บุรี	เขตมีนบุรี	กรุงเทพมหานคร	13-48-44	100-44-06



ภาพประกอบ 20 ตำแหน่งที่ตั้งสถานีสอบเทียบและสถานีขอบเขตในแบบจำลอง

2. ข้อมูลรูปตัดคลองระบายน้ำ

จากการรวบรวมข้อมูลสำรวจรูปตัดคลองระบายน้ำที่ได้กำหนดไว้ในแบบจำลอง ตั้งแต่ปี พ.ศ.2546 เป็นต้นมา มีความยาวรวม 1,015 กม. บางเส้นคลองที่มีข้อมูลชุดลอกปรับปรุงร่องน้ำ ได้ใส่เป็นข้อมูลใช้งานปัจจุบัน รูปตัดมีช่วงห่างทุกๆ 1 กม. ส่วนเส้นคลองที่ไม่มีข้อมูลสำรวจจะทำการสมมติขึ้น เพื่อให้การไหลเวียนของระบบน้ำมีความเสมือนจริง

3. ข้อมูลอาคารทางชลศาสตร์และสะพานขวางทางน้ำ

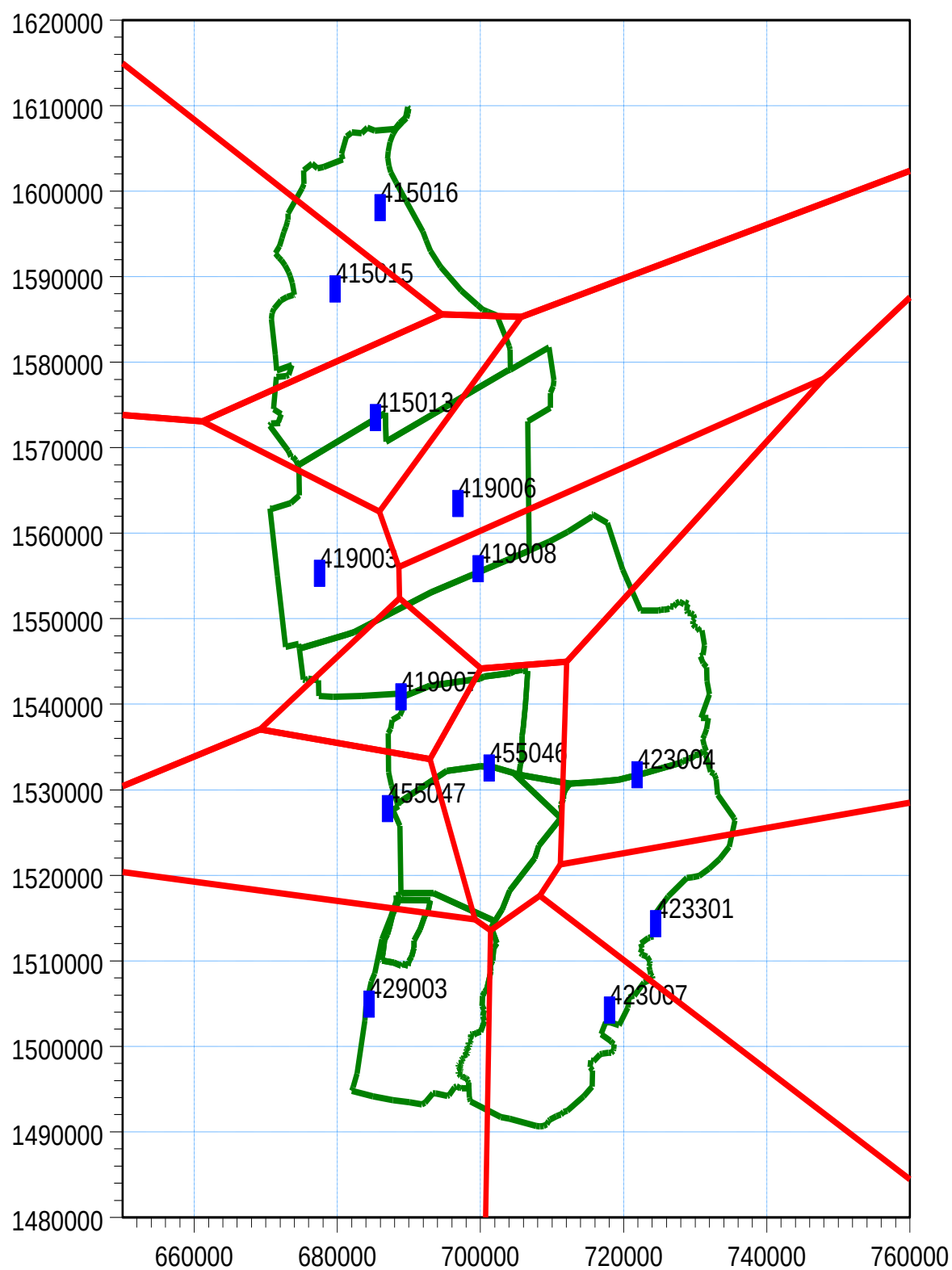
ข้อมูลนำเข้าของอาคารควบคุมน้ำ ได้แก่ จำนวนบานประตู ขนาดมิติต่างๆ และปริมาณการสูบของเครื่องสูบน้ำ เป็นต้น

การพัฒนาและสอบเทียบแบบจำลองย่อย MIKE11 NAM และ MIKE11 HD

1. การพัฒนาและสอบเทียบแบบจำลองย่อย MIKE11 NAM

การแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยในแบบจำลอง NAM Model โดยพิจารณาจากสภาพภูมิประเทศ ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน แนวเส้นคลองสายหลักรับน้ำ แนวคันกั้นน้ำ ซึ่งพบว่าสภาพพื้นที่โดยทั่วไปมีความกลมกลืนกัน ยกเว้นบริเวณสนามบินสุวรรณภูมิที่พื้นดินถูกเคลือบด้วยคอนกรีต แนวคันกั้นน้ำใช้เพื่อกำหนดขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำ และแนวเส้นคลองสายหลักรับน้ำซึ่งทางโครงการใช้กำหนดเป็นขอบเขตพื้นที่โครงการด้วยเช่นกัน อาทิ คลองระพีพัฒน์ คลองรังสิตประยูรศักดิ์ คลองหกวาสายล่าง คลองแสนแสบ คลองประเวศบุรีรมย์ คลองลำโรง คลองพระองค์ไชยานุชิตและคลองชายทะเล เป็นต้น ดังนั้น ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่ใช้ในแบบจำลอง NAM Model มีด้วยกัน 9 ลุ่มน้ำ แสดงในภาพประกอบ 12 ขนาดพื้นที่มีค่าดังต่อไปนี้

สถานีวัดน้ำฝนคัดเลือกของหน่วยงานกรมอุตุนิยมวิทยา จำนวน 13 สถานี นำเข้าในแบบจำลองตามระบบพิกัด WGS 84 ลงบนพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยในระบบพิกัดเดียวกัน จึงสามารถคำนวณค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนที่ตกลงในแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย โดยวิธี Thiessen Polygon ดังแสดง ในภาพประกอบ 21 ค่าถ่วงน้ำหนักของสถานีฝนแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำ แสดงใน ตาราง 9



ภาพประกอบ 21 รูปเหลี่ยมชีเอสเซนแบ่งตามสถานีวัดน้ำฝนทั้ง 13 สถานี

ตาราง 9 ค่าถ่วงน้ำหนักของรูปเหลี่ยมรีเอสเซนในแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย

ที่	รหัสสถานี	รหัสพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย								
		CA1	CA2	CA3	CA4	CA5	CA6	CA7	CA8	CA9
1	415013	0.273	-	-	-	-	-	-	-	-
2	415015	0.331	-	-	-	-	-	-	-	-
3	415016	0.378	0.148	-	-	-	-	-	-	-
4	419003	0.018	0.399	-	-	-	-	-	-	-
5	419006	-	0.338	0.024	-	-	-	-	-	-
6	419007	-	0.004	0.158	0.314	-	-	-	-	-
7	423004	-	-	0.090	0.558	0.657	0.009	0.947	-	0.045
8	423007	-	-	-	0.128	0.343	0.046	-	0.179	-
9	423301	-	-	-	-	-	0.938	-	0.821	0.036
10	429003	-	-	-	-	-	-	-	-	0.222
11	455046	-	-	0.386	-	-	-	0.053	-	0.239
12	455047	-	-	-	-	-	0.007	-	-	0.459
13	459004	-	0.111	0.341	-	-	-	-	-	-
รวม		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

หมายเหตุ : เครื่องหมาย “-” แทน 0.000

ค่าอัตราการคายระเหยใช้ข้อมูลเฉลี่ยรายเดือนของสถานีตรวจวัดกรุงเทพมหานคร โดยกรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งนำมากระจายเป็นค่าเฉลี่ยรายวันเท่ากันตลอดทั้งเดือนและใช้แฟกเตอร์ปรับค่า 0.50 (ได้จากการทำสมดุลน้ำในพื้นที่โครงการช่วงฤดูฝน) เพื่อปรับค่าตรวจวัดการระเหยจากถาดวัดการระเหยมาเป็นการคายระเหยเฉลี่ยในพื้นที่โครงการ สรุปได้ดังตาราง 10

ตาราง 10 แสดงค่าอัตราการคายระเหยเฉลี่ยรายเดือนสถานีตรวจวัดกรุงเทพมหานคร

รายการ	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
ค่าวัดการระเหย	183.3	173.7	151.4	150.3	151.3	128.6	122.8	124.4	133.6	135.6	143.6	183.6	1,782.2
การคายระเหย	91.7	86.9	75.7	75.2	75.7	64.3	61.4	62.2	66.8	67.8	71.8	91.8	891.1

หน่วย : มม.

การกำหนดค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลอง NAM นั้น เนื่องจากไม่มีข้อมูลตรวจวัดปริมาณน้ำท่าที่ไหลออกมาจากพื้นที่รับน้ำฝนที่จะนำมาใช้ในการสอบเทียบค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง NAM จึงพิจารณาคำหนดค่าจากสภาพทางกายภาพของพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยกำหนดให้แต่ละตัวแปรมีค่าเท่ากันเกือบทุกพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ยกเว้นพื้นที่สนามบินสุวรรณภูมิ (CA8) ซึ่งมีการปรับค่าอีกครั้งหนึ่งโดยใช้ผลสอบเทียบจากแบบจำลอง MIKE 11 HD ได้ค่าพารามิเตอร์ที่คัดเลือกสำหรับพื้นที่ศึกษาแสดงใน ตาราง 11 ดังนี้

ตาราง 11 ค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลอง NAM

ลุ่มน้ำย่อย	ค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลอง NAM								
	Umax	Lmax	CQOF	CKIF	CK1,2	TOF	TIF	TG	CKBF
CA1-CA7,CA9	12	120	0.65	750	25	0.35	0.6	0.5	2,500
CA8	3	1	0.98	3,000	5	0.99	0	.99	1

Umax คือ ระดับน้ำเก็บกักสูงสุดได้บนผิวดิน มีหน่วยเป็น มม. (Max.Water Content in Surface Storage)

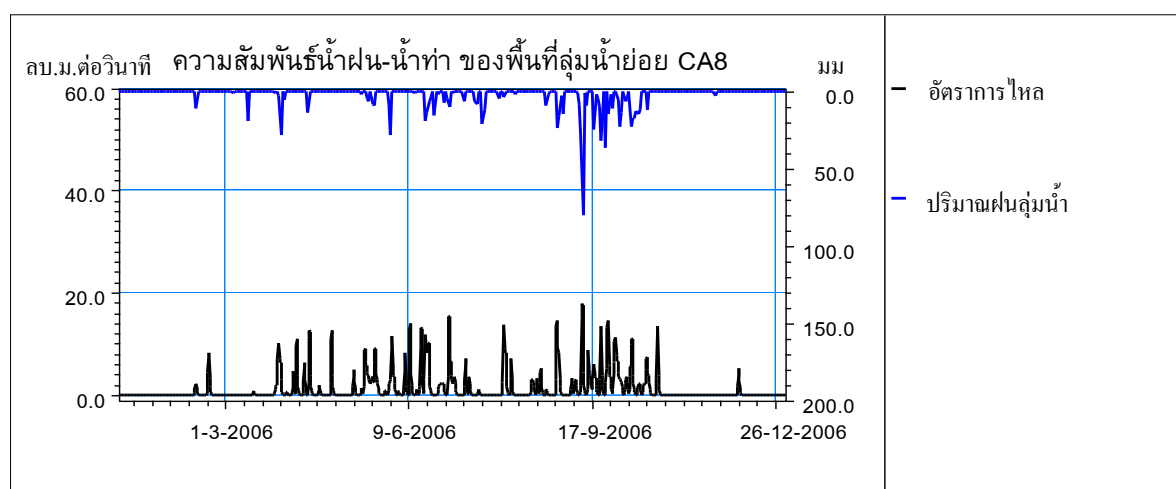
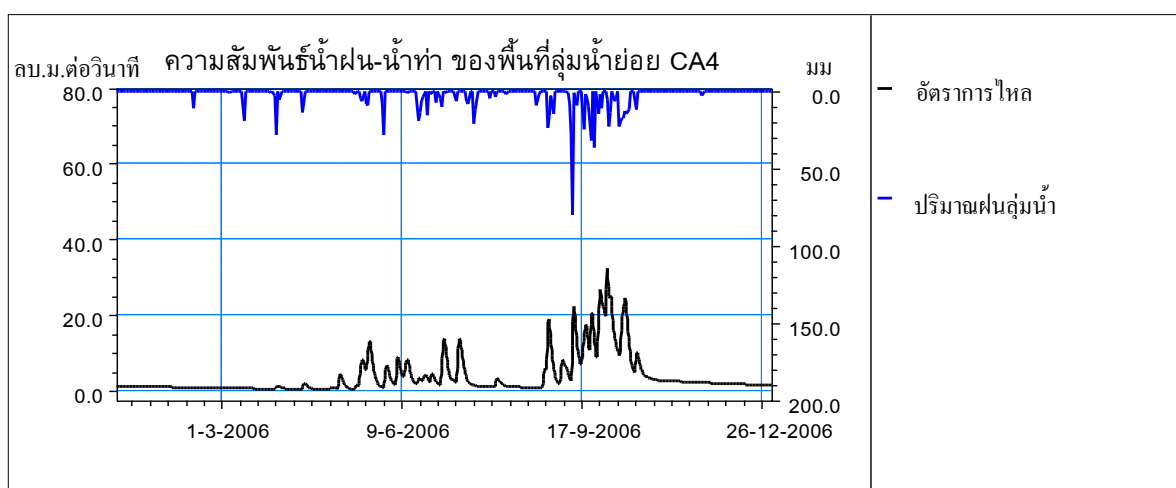
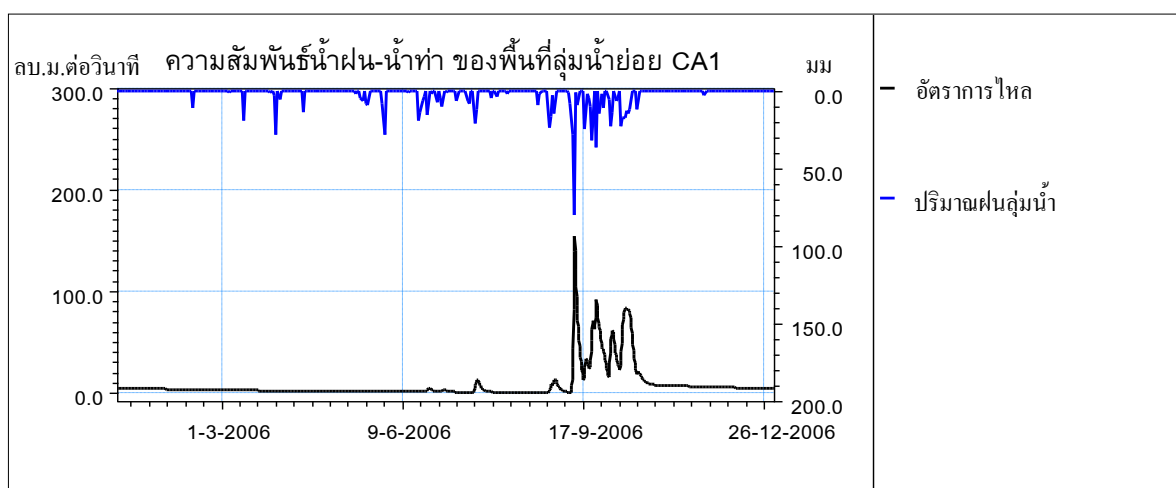
Lmax คือ ระดับน้ำเก็บกักสูงสุดได้ในเขตรากพืช มีหน่วยเป็น มม. (Max.Water Content in Root Zone Storage)

CQOF คือ ค่าสัมประสิทธิ์การเกิดน้ำผิวดิน (Overland Flow) จากปริมาณฝน (Overland Flow Runoff Coefficient)

CKIF คือ ค่าคงที่ของสมการคำนวณอัตราการเกิดน้ำซึมลงไปดิน มีหน่วยเป็น ชั่วโมง (Time Constant for Routing Interflow)

CK1,2 คือ ค่าคงที่ของสมการคำนวณอัตราการเกิดน้ำผิวดิน มีหน่วยเป็น ชั่วโมง (Time Constant for Routing Overland Flow)

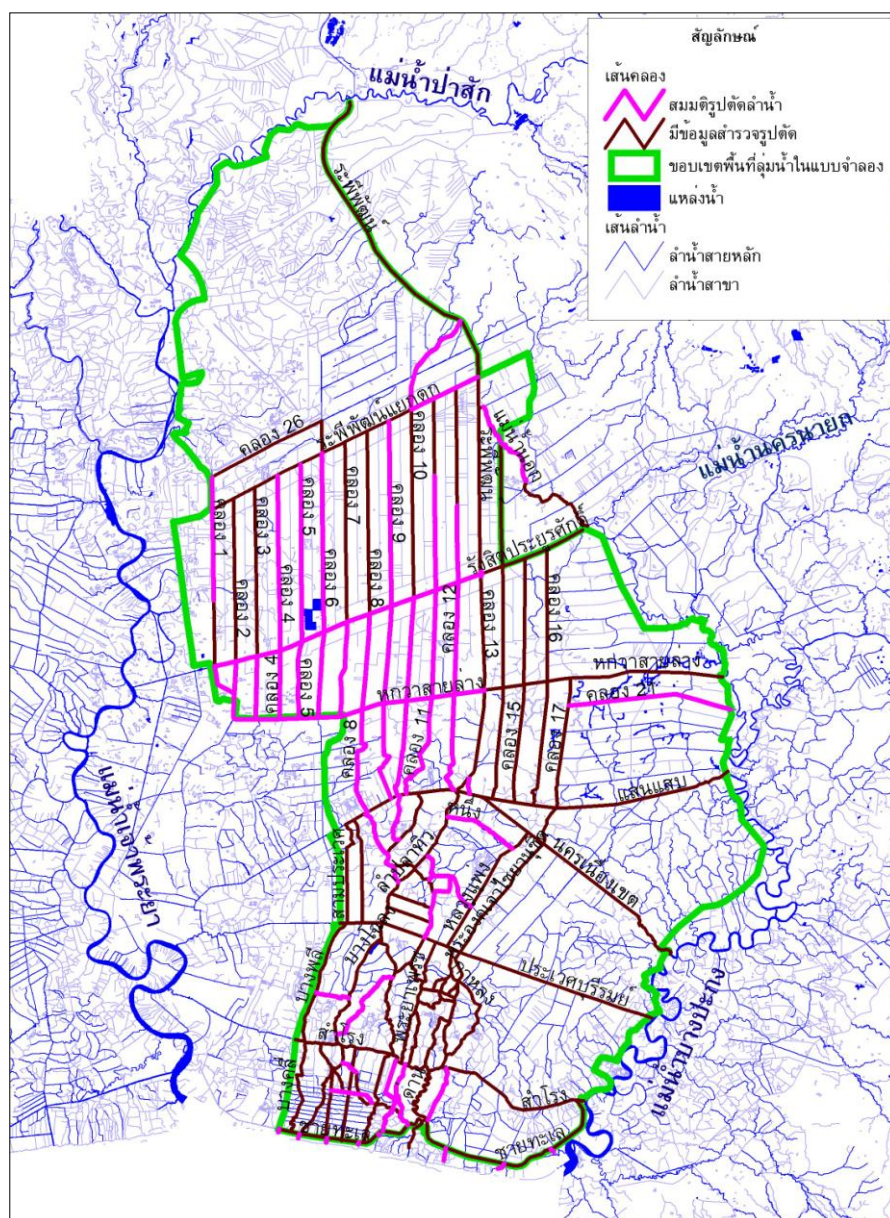
- TOF คือ ค่าสัมประสิทธิ์การเกิดน้ำผิวดินเทียบกับระดับน้ำเก็บกักในเขตรากพืช
(Root Zone Threshold Value for Overland Flow)
- TIF คือ ค่าสัมประสิทธิ์การเกิดน้ำท่าพื้นฐาน (Base Flow) จากน้ำเก็บกักในดินเทียบกับระดับน้ำเก็บกัก
ในเขตรากพืช (Root Zone Threshold Value for Interflow)
- TG คือ ค่าสัมประสิทธิ์การเกิดน้ำซึมลงไปได้ดินเทียบกับระดับน้ำเก็บกักในเขตรากพืช
(Root Zone Threshold Value for Ground Water Recharge)
- CKBF คือ ค่าคงที่ของสมการคำนวณอัตราการเกิดน้ำท่าพื้นฐาน มีหน่วยเป็นชั่วโมง
(Time Constant for Routing Base Flow)



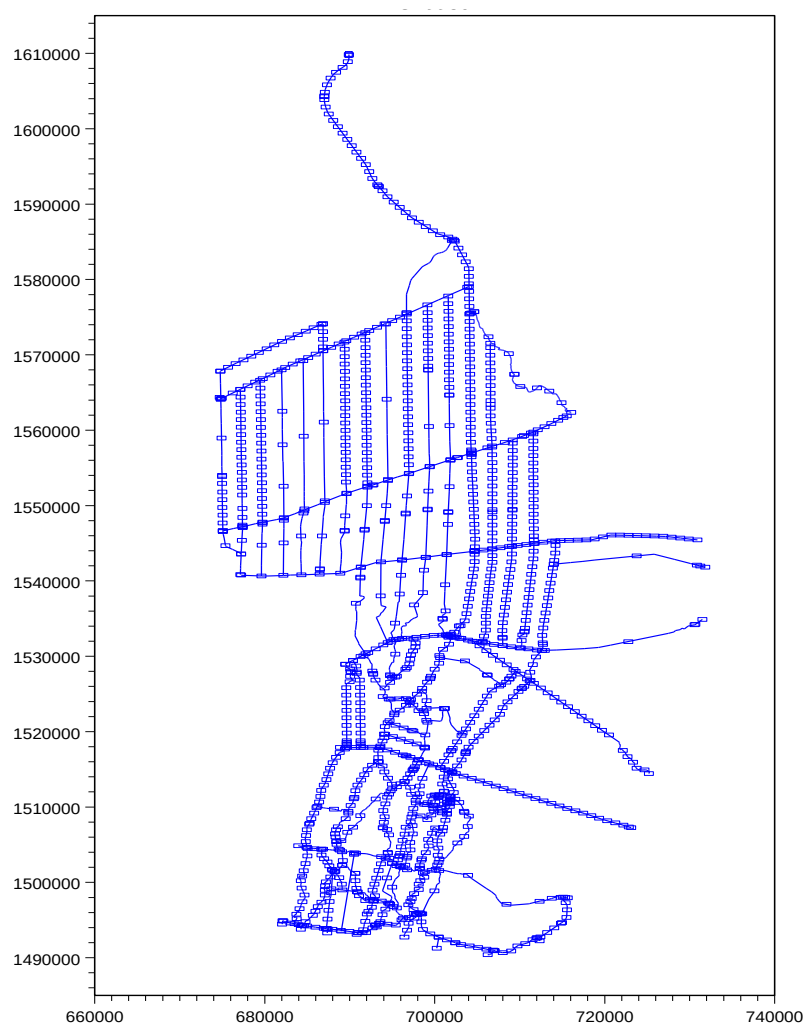
ภาพประกอบ 22 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนและน้ำท่าที่จำลองได้จาก NAM Model

2. การพัฒนาและสอบเทียบแบบจำลองย่อย MIKE11 HD

ระบบโครงข่ายเส้นคลองที่นำเข้าไปในแบบจำลอง HD Model ประกอบด้วย เส้นคลองจำนวน 92 สาย ข้อมูลรูปตัดลำน้ำอยู่ระหว่าง ปี พ.ศ.2546 ถึง ปี พ.ศ.2549 ช่วงห่าง 1,000 ม. ปรับปรุงหน้าตัดขุดลอกตามแผน ส่วนคลองที่ไม่มีข้อมูลจะสมมติรูปตัดขึ้น ดังแสดงเส้นคลองที่มีข้อมูลรูปตัดลำน้ำและสมมติขึ้น ใน ภาพประกอบ 23 รายชื่อเส้นคลองกับช่วงความยาวแสดง ใน ภาคผนวก ข ตาราง ข1 รวมความยาวทั้งสิ้น 1,333 กม. ภาพโครงข่ายเส้นคลองในแบบจำลอง แสดงไว้ ใน ภาพประกอบ 24



ภาพประกอบ 23 เส้นคลองที่มีข้อมูลสำรวจรูปตัดลำน้ำ

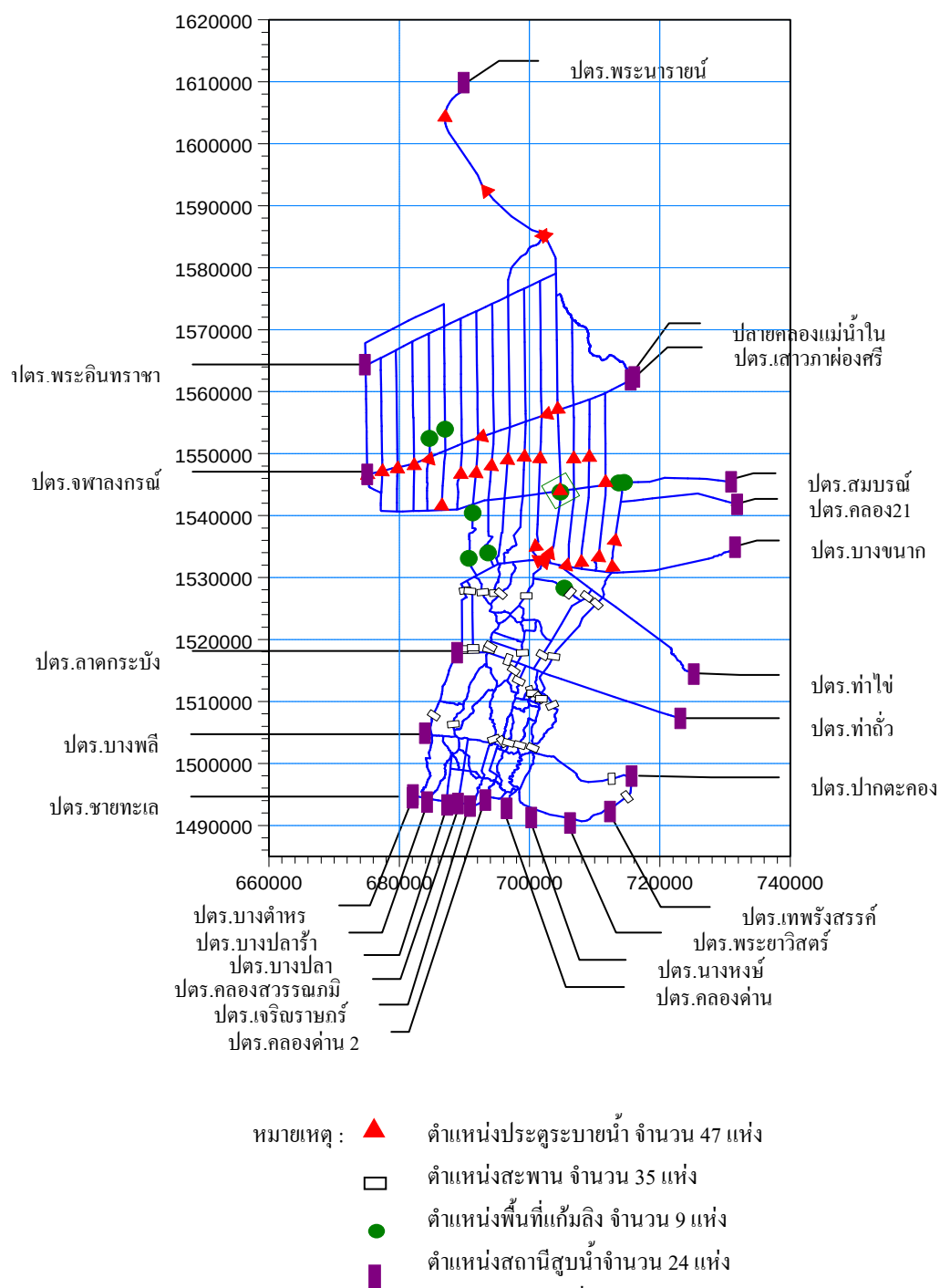


หมายเหตุ : □ แทน ตำแหน่งรูปตัดลำน้ำ

ภาพประกอบ 24 โครงข่ายเส้นคลองในแบบจำลอง HD Model

โครงสร้างในลำน้ำสำคัญที่นำเข้าไปในแบบจำลอง ประกอบด้วย ประตูระบายน้ำและไซฟอน ซึ่งในช่วงฤดูน้ำหลาก ส่วนใหญ่ประตูจะเปิดให้น้ำผ่านไปใต้สะพาน นำเข้าจำนวน 47 แห่ง โครงสร้างสะพานที่ตำแหน่งจุดตัดถนน/ทางรถไฟกับเส้นคลอง พิจารณาด้านหลัก 3 สาย ได้แก่ ถนนสุวินทวงศ์ (304) ถนนบางนา-ตราด (34) ถนนกรุงเทพ-ชลบุรี (มอเตอร์เวย์) (7) และทางรถไฟสายตะวันออก โดยประมาณค่าปิดกั้นทางน้ำคิดเป็นร้อยละ 10 ถึง 15 ของความกว้างคลอง มีจำนวน 35 ตัว นอกจากนี้ยังมีสระกักเก็บน้ำสำคัญในพื้นที่ อาทิ สระเก็บน้ำพระรามเก้า ที่รองรับน้ำจากคลอง 5 และคลอง 6 ได้นำเข้าจำนวน 9 บ่อ ดังแสดงตำแหน่งโครงสร้างชลศาสตร์และแก้มลิงเก็บกักน้ำที่นำเข้าไปในแบบจำลอง ในภาพประกอบ 25

ขอบเขตเงื่อนไขในแบบจำลอง (Boundary Condition) ที่จุดปลายคลองต่างๆ มีด้วยกัน 24 จุด ข้อมูลขอบเขตนํ้าไหลเข้าที่สำคัญ ได้แก่ ปตร.พระนารายณ์ ที่ต้นคลองระพีพัฒน์ ปตร.พระอินทราหา ที่ปลายคลองระพีพัฒน์แยกตก และ ปตร.จุฬาลงกรณ์ ที่ต้นคลองรังสิตประยูรศักดิ์ นอกนั้นใช้เป็นข้อมูลเงื่อนไขขอบเขตเป็นค่าระดับน้ำที่มีบันทึกไว้



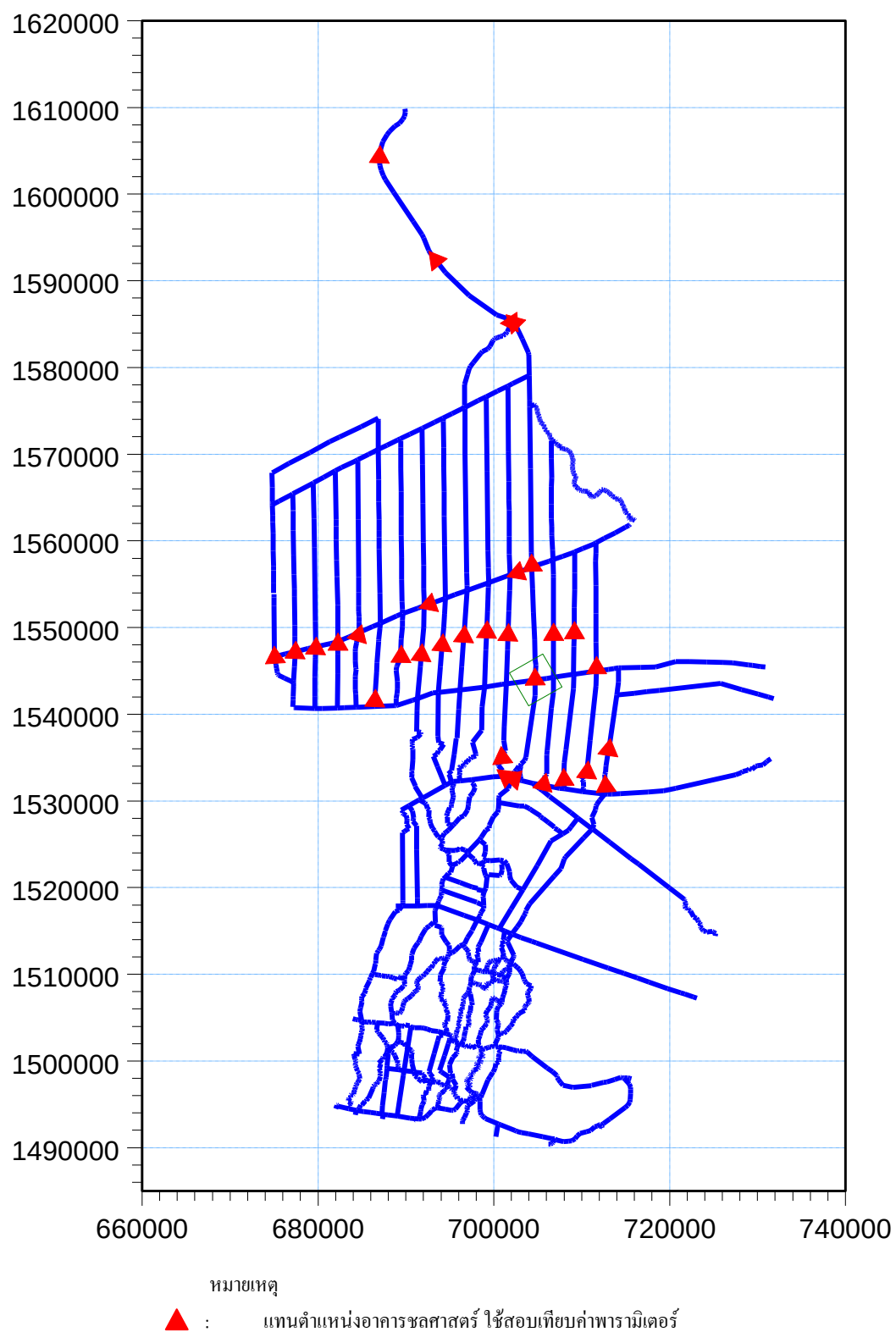
ภาพประกอบ 25 ตำแหน่งขอบเขตเงื่อนไขในแบบจำลอง จำนวน 24 จุด

การสอบเทียบแบบจำลอง MIKE 11 HD ใช้ช่วงข้อมูลที่มีการเก็บรวบรวมได้สมบูรณ์ทุกสถานีที่เป็นข้อกำหนดควบคุม (Boundary Conditions) คือ ในปี พ.ศ.2545 ถึง ปี พ.ศ.2548 ระหว่างช่วงเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนธันวาคม ซึ่งในแต่ละปีจะใช้แตกต่างกันไป ตามการบริหารจัดการประตุนระบายน้ำในช่วงน้ำหลาก ส่วนข้อมูลที่ขาดหายจะใช้การประมาณค่าเฉลี่ยเป็นข้อมูลใช้เดิม

การเทียบแบบจำลอง MIKE 11 HD ใช้ผลการคำนวณระดับน้ำรายวันเปรียบเทียบกับข้อมูลตรวจวัดที่ ปตร. ต่างๆ ในระบบคลองประมาณ 30 จุด ตำแหน่ง ปตร. ที่ใช้สำหรับสอบเทียบ แสดงในภาพประกอบ 26 โดยมีการปรับค่าความเสียดทานของคลองและพื้นที่น้ำท่วม ได้ค่าความเสียดทานในคลอง (Manning's n) เท่ากับ 0.033 และ 0.01 สำหรับการไหลบนพื้นที่ล้นตลิ่ง กราฟเปรียบเทียบค่าระดับน้ำ (Stage Hydrograph) ระหว่างข้อมูลตรวจวัดกับผลที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองของปี พ.ศ.2549 แสดงใน ภาคผนวก ข ภาพประกอบ ข2

สรุปค่าทางสถิติของการเปรียบเทียบข้อมูลข้างต้นด้วยค่าความสัมพันธ์ Correlation Coefficient (R^2) ของปี พ.ศ.2549 ของแต่ละ ปตร. ที่ใช้สอบเทียบ แสดงใน ตาราง 11 ซึ่งค่าเฉลี่ยความสัมพันธ์ระหว่างค่าข้อมูลตรวจวัดกับข้อมูลที่ได้จากการคำนวณของทั้ง 30 จุด มีค่า $R^2 = 0.97$ แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นมานี้ มีความถูกต้องเชื่อถือได้

สรุปค่าทางสถิติของการเปรียบเทียบข้อมูลข้างต้นด้วยค่าความสัมพันธ์ Correlation Coefficient (R^2) ของปี พ.ศ.2549 ในช่วงต้นและช่วงปลายของฤดูน้ำหลาก ระดับน้ำที่ตรวจวัดได้จะแตกต่างจากระดับน้ำที่คำนวณได้จากแบบจำลอง ทั้งนี้เนื่องจากการเลื่อนบานประตุนระบายน้ำลงในช่วงปลายฤดูน้ำหลากเพื่อเก็บกักน้ำเอาไว้ในคลองเพื่อนำไปใช้ในฤดูแล้ง และจะเปิดประตุนระบายน้ำในช่วงต้นฤดูน้ำหลากเพื่อระบายน้ำหลาก แต่เนื่องจากไม่มีข้อมูลรายละเอียดว่าเปิดและปิดประตุนระบายน้ำวันใด สูงเท่าใด ผลการคำนวณจึงเป็นกรณีเปิดทั้งหมดตลอดช่วงของการคำนวณ ดังนั้นในช่วงต้นและปลายของฤดูน้ำหลาก ระดับน้ำที่ตรวจวัดจะแตกต่างในระดับสูงกว่าระดับน้ำที่คำนวณได้จากแบบจำลอง อย่างไรก็ตามการศึกษานี้เป็นการศึกษาระบบระบายน้ำหลากที่พิจารณากระดับน้ำในช่วงที่เกิดน้ำท่วมเท่านั้น ดังนั้นผลของความแตกต่างดังกล่าวจึงไม่มีนัยสำคัญ



ภาพประกอบ 26 ตำแหน่งสอบเทียบข้อมูลระดับน้ำที่อาคารชลประทานในแบบจำลอง

ตาราง 12 ค่า Correlation Coefficient (R^2) ของข้อมูลตรวจวัดและคำนวณในปี พ.ศ.2549

ลำดับ ที่	ชื่อประตูละบายน้ำ	ด้านเหนือ-ท้าย	Correlation Coefficient (R^2)
1	พระมหินทร์	ท้าย	0.88
2	พระเอกาทศรถ	ท้าย	0.88
3	พระศรีเสาวภาค	ท้าย	-
4	ไซฟ่อนพระธรรมราชา	เหนือ	0.96
5	คลองรังสิต 8-9	เหนือ	0.97
6	คลองรังสิต 12-13	ท้าย	0.97
7	ไซฟ่อนหกวา	เหนือ	0.96
8	กลางคลองหกวาสายล่าง	เหนือ	0.98
9	ปลายคลอง 13 (สายล่าง)	เหนือ	0.99
10	คลอง 1	เหนือ	0.97
11	คลอง 2	เหนือ	0.97
12	คลอง 3	เหนือ	0.97
13	คลอง 4	เหนือ	0.97
14	คลอง 5	เหนือ	0.97
15	คลอง 6	เหนือ	0.97
16	กลางคลอง 7	เหนือ	0.97
17	กลางคลอง 8 (สายกลาง)	เหนือ	0.98
18	กลางคลอง 9 (สายกลาง)	เหนือ	0.98
19	กลางคลอง 10 (สายกลาง)	เหนือ	0.98
20	กลางคลอง 11 (สายกลาง)	เหนือ	0.98
21	คลอง 12 (ชั่วคราว)	เหนือ	0.98
22	กลางคลอง 12 (สายกลาง)	เหนือ	0.98
23	ปลายคลอง 12 (สายล่าง)	เหนือ	0.99
24	กลางคลอง 14 (สายกลาง)	เหนือ	-
25	ปลายคลอง 14 (สายล่าง)	เหนือ	0.99

ตาราง 12 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อประตูลอยน้ำ	ด้านเหนือ-ท้าย	Correlation Coefficient (R^2)
26	กลางคลอง 15 (สายกลาง)	เหนือ	-
27	ปลายคลอง 15 (สายล่าง)	เหนือ	0.98
28	คลอง 16 (สายกลาง)	เหนือ	0.97
29	ปลายคลอง 16 (สายล่าง)	เหนือ	0.98
30	คลอง 17	เหนือ	0.96
เฉลี่ยค่า R^2			0.97

หมายเหตุ : “-” หมายถึง ไม่มีข้อมูลบันทึกค่าระดับน้ำที่ประตูระบายน้ำนั้นๆ

กรณีศึกษาโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์

การศึกษา จะใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้พัฒนาขึ้นคำนวณหาผลที่ได้รับเมื่อมีการใช้หลักเกณฑ์ในการใช้พื้นที่ปิดล้อมรับน้ำหลากที่ได้จากการศึกษา และปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้พื้นที่ปิดล้อมดังกล่าวเพื่อหาหลักเกณฑ์ที่เหมาะสมในการใช้พื้นที่ดังกล่าวบริหารจัดการน้ำ โดยพิจารณาในแง่การแก้ปัญหาไม่ใช่สิ่งก่อสร้าง รวมถึงศึกษาพฤติกรรมการไหลหรือผลที่ได้จากการใช้สถานีสูบน้ำที่ดำเนินการแล้วเสร็จปี 2552 ในการระบายน้ำออกจากพื้นที่ มีแนวทางเบื้องต้นดังนี้

สรุปกรณีศึกษาด้านการระบายน้ำ ที่จะดำเนินการดังนี้

1. กรณีที่ 1 : สภาพปัจจุบันปี พ.ศ.2549 (มีการขุดลอกตามแผนงานแล้ว)
2. กรณีที่ 2 : มีการใช้พื้นที่ปิดล้อมเพื่อบริหารจัดการปริมาณน้ำหลากตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยใช้สถิติอุทกวิทยาปี 2549
3. กรณีที่ 3 : มีการใช้พื้นที่ปิดล้อมเพื่อบริหารจัดการปริมาณน้ำหลากไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด (ใช้พื้นที่ตอนบนก่อน) โดยใช้สถิติอุทกวิทยาปี 2549
4. กรณีที่ 4 : มีการใช้พื้นที่ปิดล้อมเพื่อบริหารจัดการปริมาณน้ำหลากร่วมกับสถานีสูบน้ำที่มีการดำเนินการก่อสร้างแล้วเสร็จจำนวน 4 แห่ง โดยใช้สถิติอุทกวิทยาปี 2549

กรณีที่ 1 สภาพปัจจุบัน ปี พ.ศ.2549

สภาพการเกิดน้ำหลากในพื้นที่ลุ่มน้ำ ปี พ.ศ.2549 เกิดจากปริมาณน้ำฝนเข้าพื้นที่โครงการที่ ปตร.พระนารายณ์ในปริมาณมาก เต็มศักยภาพความจุคลองระพีพัฒน์ ในช่วงวันที่ 25 กันยายน 2549 ถึง 5 พฤศจิกายน 2549 ค่าอัตราการไหลสูงสุด 213 ลบ.ม.ต่อวินาที (ในวันที่ 11 ตุลาคม 2549) ใกล้เคียงกับ อัตราการไหล ปี พ.ศ.2545

ข้อมูลเงื่อนไขขอบเขตด้านเหนือ ใช้ค่าอัตราการระบายผ่าน ปตร.พระนารายณ์ ส่วนขอบเขต ด้านใต้ด้านท้ายน้ำ ได้แก่ ประตุน้ำฝั้งตะวันตกติดกับแม่น้ำเจ้าพระยา ให้ปิดทั้งหมด อาทิ ปตร.พระอินทราชา ปตร.จุฬาลงกรณ์ ปตร.มินบุรี ปตร.ลาดกระบัง ปตร.บางพลี และ ปตร.ชายทะเล เป็นต้น ประตุน้ำฝั้ง ตะวันออกติดกับแม่น้ำบางปะกงและด้านใต้ติดชายทะเลกำหนดให้ระบายน้ำออกด้วยเครื่องสูบน้ำ ยกเว้นสถานีสูบน้ำบางขนาก ทำไข่ และทำถั่ว ต้องเพิ่มอัตราการระบายน้ำผ่านปตร.ด้วยเนื่องจากรองรับ น้ำปริมาณมาก ศักยภาพการสูบน้ำและระดับน้ำควบคุมการสูบของแต่ละสถานีมีค่าดังแสดงในตาราง ด้านล่าง

ตาราง 13 แสดงศักยภาพการสูบน้ำและระดับน้ำควบคุมการสูบของแต่ละสถานีสูบน้ำ

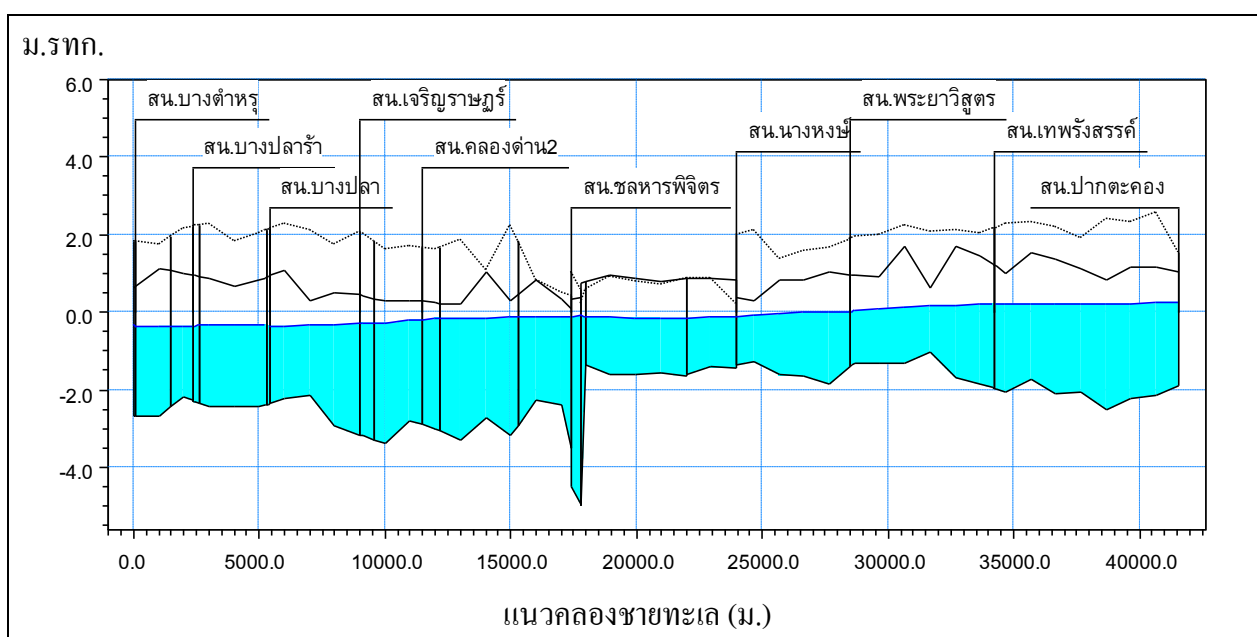
ที่	ชื่อสถานีสูบน้ำ	ศักยภาพการสูบน้ำสูงสุด (ลบ.ม.ต่อวินาที)	ระดับสูบ (ม.รทก.)
1	เสาวภาผ่องศรี	15	1.3
2	สมบุญ	15	0.8
3	คลอง 21	12	0.8
4	บางขนาก	12*	0.5
5	ทำไข่	12*	0.2
6	ทำถั่ว	18*	0.3
7	ปากตะกอง	12	0.2
8	เทพรังสรรค์	12	0.2
9	พระยาวิสูตร	12	0.0
10	นางหงษ์	12	-0.2
11	ชลหารพิจิตร	120	-0.2
12	คลองด่าน 2	24	-0.3

ตาราง 13 (ต่อ)

ที่	ชื่อสถานีสูบน้ำ	ศักยภาพการสูบน้ำสูงสุด (ลบ.ม.ต่อวินาที)	ระดับสูบน้ำ (ม.รทก.)
13	เจริญราษฎร์	75	-0.4
14	บางปลา	42	-0.4
15	บางปลาร้า	42	-0.5
16	บางตำหรุ	18	-0.4

หมายเหตุ : * แทน สถานีสูบน้ำที่มีการเพิ่มอัตราการระบายน้ำออกด้วยการเปิด ประตู ช่วย

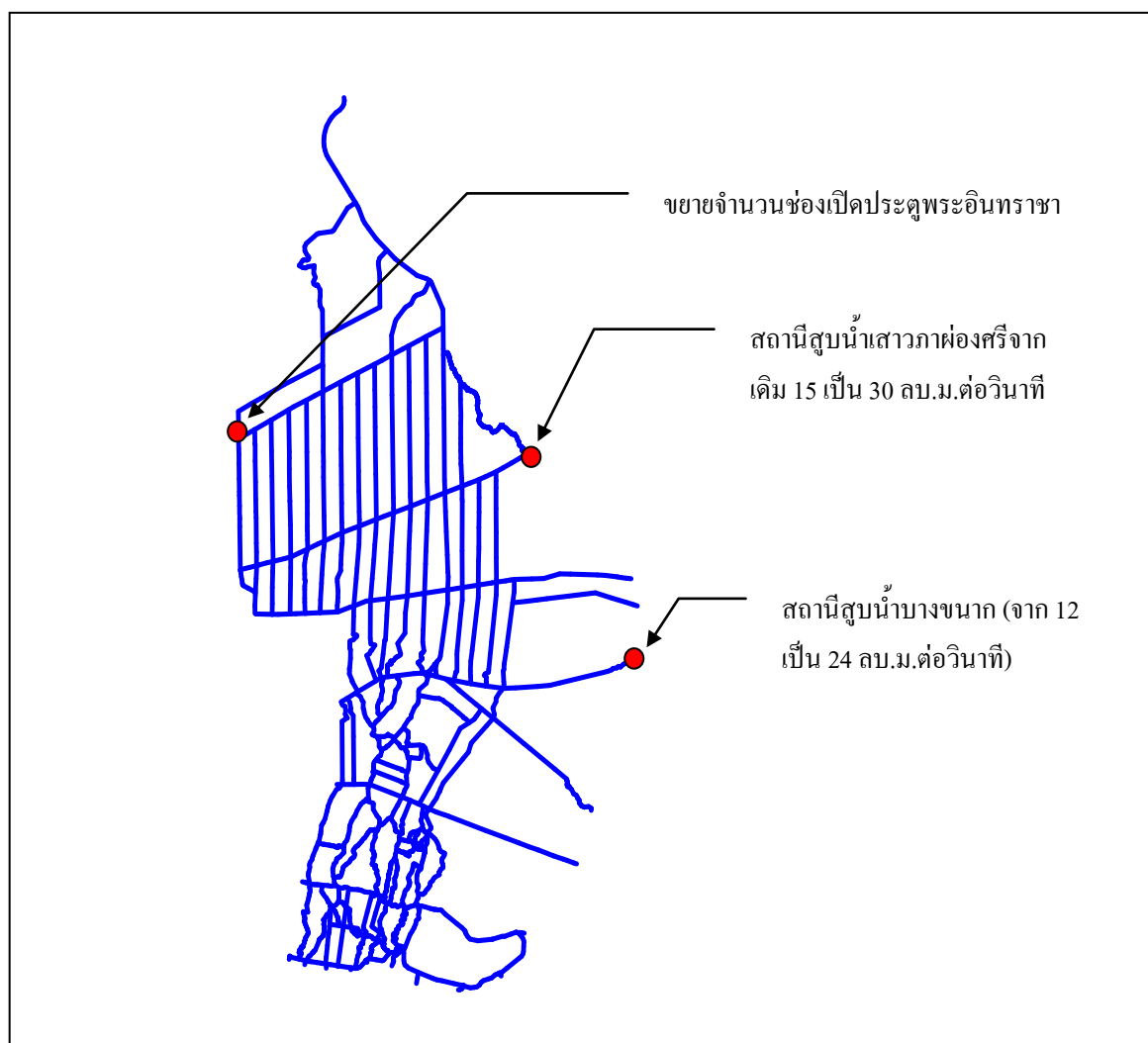
ค่าระดับน้ำควบคุมการสูบตามแนวคลองชายทะเล แสดงได้ดัง ภาพประกอบ 27 ผลการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำจากการคำนวณ โดยแบบจำลองกับข้อมูลบันทึกได้ที่ตำแหน่งประตูต่างๆ ของน้ำหลาก ปี พ.ศ.2549 แสดงได้ดังกราฟใน ภาคผนวก ข ภาพประกอบ ข2 พบว่ามีความสอดคล้องกันดี



ภาพประกอบ 27 ค่าระดับน้ำสูงสุดตามยาวแนวคลองชายทะเล จากการตั้งระดับสูบน้ำของเครื่องสูบน้ำที่สถานีสูบน้ำต่างๆ

กรณีที่ 2: มีการใช้พื้นที่ปิดล้อมเพื่อบริหารจัดการปริมาณน้ำหลากตามเกณฑ์ที่กำหนดโดยใช้สถิติอุทกวิทยาปี 2549

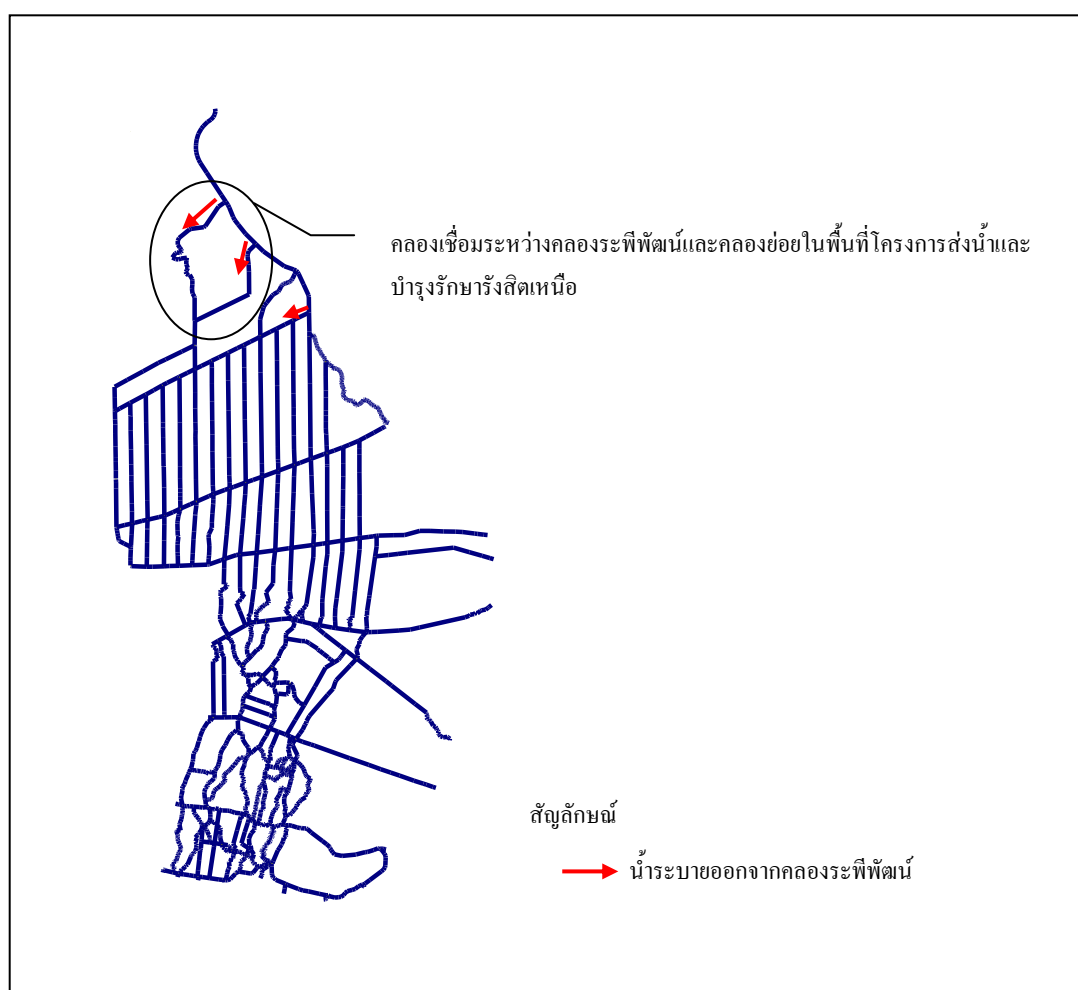
กำหนดระบบโครงข่ายเหมือนในกรณีที่ 1 แต่ใช้ผลการศึกษาการจัดลำดับการใช้พื้นที่ปิดล้อมเพื่อรองรับน้ำหลาก มาเป็นเงื่อนไขนำเข้าเพื่อปรับเปลี่ยนเงื่อนไขในการบริหารจัดการน้ำของอาคารต่างๆตามพื้นที่ โดยในลำดับแรกได้ใช้พื้นที่ CA9 เพื่อรองรับปริมาณน้ำหลาก จำลองการนำน้ำออกจากระบบลงสู่พื้นที่ โดยการเพิ่มความสามารถในการสูบน้ำของสถานีสูบน้ำบางขนากจากเดิม 12 ลบ.ม.ต่อวินาที เป็น 24 ลบ.ม.ต่อวินาที ใช้พื้นที่ CA3 โดยการเพิ่มความสามารถในการสูบน้ำของสถานีสูบน้ำบางขนากจากเดิม 15 ลบ.ม.ต่อวินาที เป็น 30 ลบ.ม.ต่อวินาที และ CA2 โดยการขยายช่องเปิดของประตูระบายน้ำพระอินทราชาจาก 2 ช่อง เป็น 4 ช่อง ดังภาพประกอบ 28



ภาพประกอบ 28 ตำแหน่งอาคารที่ปรับแก้ในแบบจำลอง MIKE 11 กรณีศึกษาที่ 2

กรณีที่3: มีการใช้พื้นที่ปิดล้อมเพื่อบริหารจัดการปริมาณน้ำหลากไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด (ใช้พื้นที่ตอนบนก่อน)โดยใช้สถิติอุทกวิทยาปี 2549

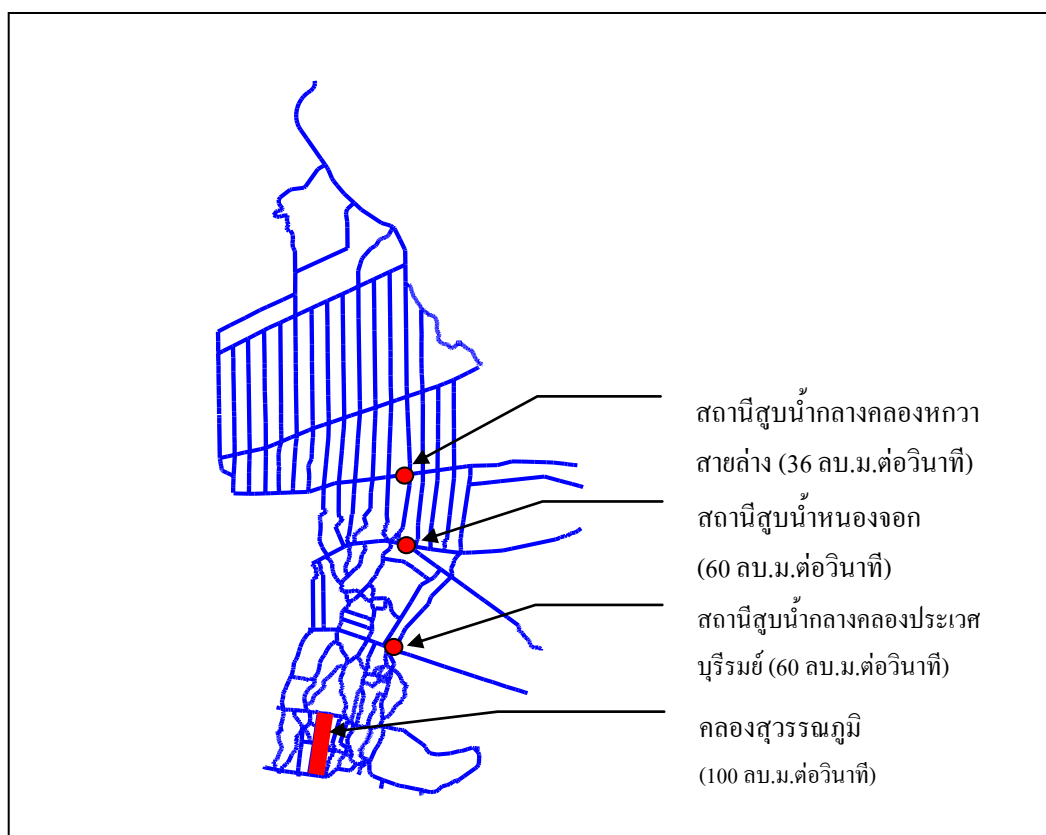
เนื่องจากระบบระบายน้ำที่มีอยู่เดิมมีสภาพเก่าและผ่านการใช้งานมาเป็นเวลานานทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ต่างๆเปลี่ยนแปลงไป ประสิทธิภาพของอาคารระบายน้ำต่ำลงการที่มีการผันน้ำเข้าพื้นที่ศึกษาที่ ปตร.พระนารายณ์ในปริมาณมาก เต็มศักยภาพความจุคลองระพีพัฒน์ ค่าอัตราการไหลสูงสุด 213 ลบ.ม.ต่อวินาที ซึ่งเป็นอัตราการไหลที่ออกแบบไว้ตั้งแต่เริ่มโครงการ ปริมาณน้ำดังกล่าวอาจทำให้เกิดการเอ่อไหลข้ามคันคลอง เนื่องจากคลองมีสภาพดินเงินจากตะกอน มีวัชพืชปกคลุม หรืออาคารบังคับน้ำในคลองไม่สามารถระบายน้ำปริมาณดังกล่าวได้ จึงได้เพิ่มเติมกรณีศึกษาี้โดยการใช้พื้นที่ตอนบนตัดยอดน้ำที่จะส่งผลกระทบต่อบริเวณทางตอนต้นของคลองสายหลัก โดยการเพิ่มช่องทางการผันน้ำดังภาพประกอบ 29



ภาพประกอบ 29 ตำแหน่งอาคารที่ปรับแก้ในแบบจำลอง MIKE 11 กรณีศึกษาที่ 3

กรณีที่ 4: มีการใช้พื้นที่ปิดล้อมเพื่อบริหารจัดการปริมาณน้ำหลากร่วมกับสถานีสูบน้ำที่มีการดำเนินการก่อสร้างแล้วเสร็จจำนวน 4 แห่งโดยใช้สถิติอุทกวิทยาปี 2549

หลังจากเกิดน้ำท่วมใหญ่เมื่อปี 2549 เป็นต้นมากรมชลประทานได้วางแผนการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมโดยมาตรการใช้สิ่งก่อสร้างหลายแห่งซึ่งในปี 2552 ได้ดำเนินการแล้วเสร็จจำนวน 4 โครงการ คือ สถานีสูบน้ำคลองสุวรรณภูมิ สร้างขึ้นเพื่อช่วยเร่งระบายน้ำออกจากพื้นที่ตอนล่าง เชื่อมต่อคลองลำโรงลงสู่ทะเล แนวคลองขนานระหว่างคลองบางปลาและคลองเจริญราษฎร์ ดังแสดงแนวเส้นคลองในปลายคลองติดตั้งสถานีสูบน้ำ ศักยภาพการระบายน้ำได้สูงสุด 100 ลบ.ม.ต่อวินาที และสถานีสูบน้ำตามคลองในแนวขวางเพื่อผันน้ำออกจากพื้นที่ กรุงเทพฯ จำนวน 3 แห่ง ได้แก่ สถานีสูบน้ำกลางคลองหกวาสายล่าง ตั้งอยู่ที่ ปตร.คลองหกวาสายล่าง อัตราการสูบได้สูงสุด 36 ลบ.ม.ต่อวินาที ประกอบด้วย เครื่องสูบน้ำอัตราสูบ 3 ลบ.ม.ต่อวินาที จำนวน 12 เครื่อง สถานีสูบน้ำหนองจอก ตั้งอยู่ที่ ปตร.หนองจอก กลางคลองแสนแสบ อัตราการสูบสูงสุด 60 ลบ.ม.ต่อวินาที ประกอบด้วย เครื่องสูบน้ำ 3 ลบ.ม.ต่อวินาที จำนวน 20 เครื่อง และสถานี สูบน้ำกลางคลองประเวศบุรีรัมย์ ตั้งอยู่ที่ ปตร.กลางคลองประเวศบุรีรัมย์ อัตราสูบสูงสุด 60 ลบ.ม.ต่อวินาที ประกอบด้วยเครื่องสูบน้ำ 3 ลบ.ม.ต่อวินาที จำนวน 20 เครื่อง จึงนำอาคารทั้ง 4 แห่ง เข้าสู่ระบบ เพื่อจำลองสภาพการไหลในพื้นที่ จุดที่ตั้งของสถานีสูบน้ำแสดงดังภาพประกอบ 30



ภาพประกอบ 30 ตำแหน่งสถานีสูบน้ำที่ดำเนินการแล้วเสร็จในปี 2552 จำนวน 4 แห่ง

การจำลองสถานีสูบน้ำทั้งสี่แห่ง กำหนดระดับน้ำควบคุมการสูบน้ำมีค่าดังนี้

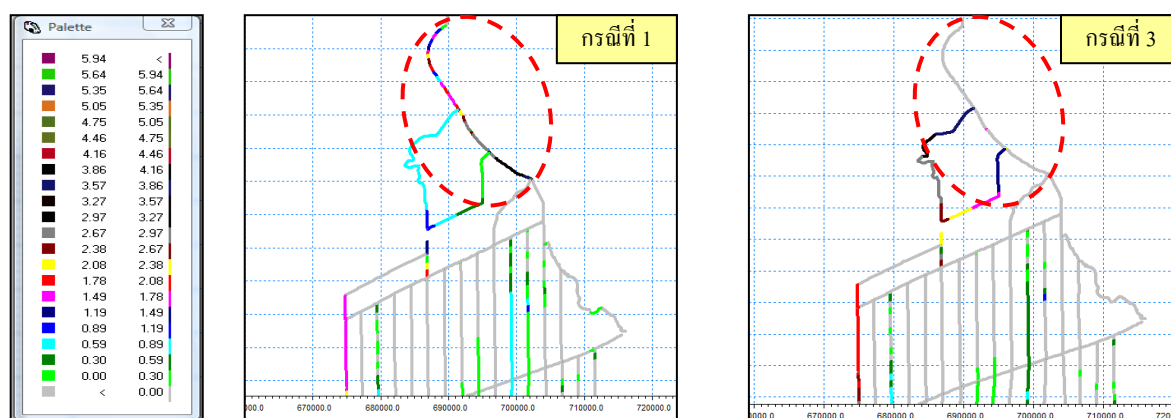
ตาราง 14 แสดงศักยภาพการสูบน้ำและระดับน้ำควบคุมการสูบน้ำของสถานีสูบน้ำที่ดำเนินการแล้วเสร็จ ปี 2552

สถานีสูบน้ำ	อัตราสูบได้สูงสุด (ลบ.ม.ต่อวินาที)	ระดับน้ำเริ่มสูบ (ม.รทก)
สถานีสูบน้ำคลองสุวรรณภูมิ	100	0
สถานีสูบน้ำกลางคลองหกวาสายล่าง	36	1
สถานีสูบน้ำหนองจอก	60	0.6
สถานีสูบน้ำกลางคลองประเวศบุรีรมย์	60	0

ปิดไซฟอนหกวา เพื่อบังคับน้ำไหลลงคลองหกวาสายล่างและไหลลงด้านล่างโดยใช้คลอง 14 (สายล่าง) ถึง คลอง 17 แทน พร้อมทั้ง ปิดประตู.บึงฝรั่ง (เชื่อมคลอง 13 (สายกลาง) และคลองแสนแสบ) ป้องกันน้ำไหลวนจากด้านท้ายสถานีสูบน้ำหนองจอก

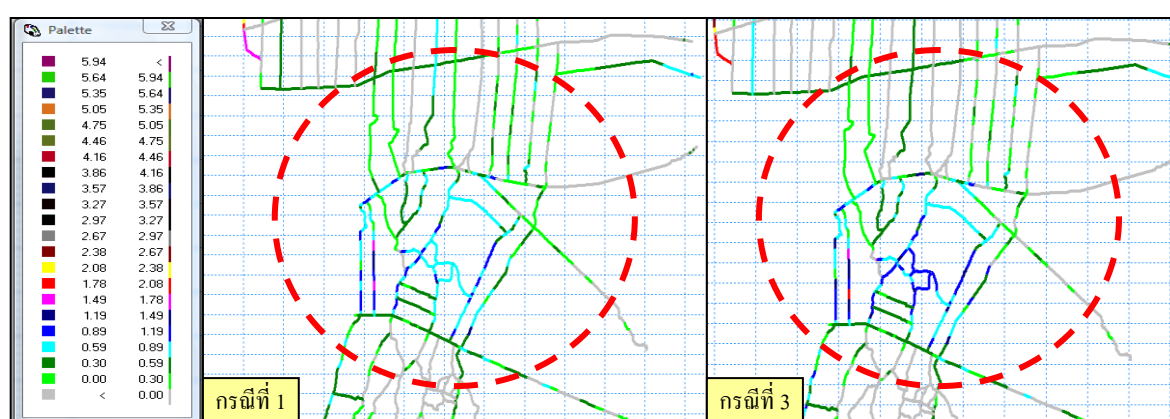
การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยใช้หลักเกณฑ์จากเกณฑ์บริหารจัดการพื้นที่ปิดล้อมที่ได้จากขั้นตอนแรกเพื่อแก้ปัญหาน้ำท่วม ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ใช้แบบจำลอง MIKE 11 โดยแบ่งกรณีศึกษาออกเป็น 4 กรณีศึกษา คือ กรณีที่ 1 สภาพปัจจุบันปี พ.ศ.2549 กรณีที่ 2 มีการใช้พื้นที่ปิดล้อมเพื่อบริหารจัดการปริมาณน้ำหลากตามเกณฑ์ที่กำหนดโดยใช้สถิติอุทกวิทยาปี 2549 กรณีที่ 3 มีการใช้พื้นที่ปิดล้อมเพื่อบริหารจัดการปริมาณน้ำหลากไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด(ใช้พื้นที่ตอนบนก่อน) โดยใช้สถิติอุทกวิทยา ปี 2549 กรณีที่ 4 มีการใช้พื้นที่ปิดล้อมเพื่อบริหารจัดการปริมาณน้ำหลากร่วมกับสถานีสูบน้ำที่มีการดำเนินการก่อสร้างแล้วเสร็จจำนวน 4 แห่งโดยใช้สถิติอุทกวิทยาปี 2549 โดยนอกจากจะนำเข้าสู่ข้อมูลในส่วนของ ข้อมูลบันทึกน้ำฝนรายวัน น้ำท่ารายวันที่ตำแหน่งสถานีต่างๆ ข้อมูลรูปตัดคลองระบายน้ำ และข้อมูลอาคารทางชลศาสตร์ ยังต้องใช้ข้อมูลเกณฑ์การบริหารจัดการน้ำจากขั้นตอนที่ 1 มาใช้เป็นเงื่อนไขในการพัฒนาแบบจำลอง

จากผลการศึกษาเมื่อใช้การบริหารจัดการน้ำหลากตามเกณฑ์ที่ได้ศึกษาไว้(กรณีที่ 2) โดยปรับแก้โครงข่ายลำน้ำเพื่อจำลองสถานการณ์การผันน้ำเข้าเก็บในพื้นที่ปิดล้อมย่อยโดยเริ่มจากพื้นที่ CA9 ที่ได้คะแนนมาเป็นอันดับแรก และอยู่ตอนล่างสุดของพื้นที่ศึกษา พบว่าไม่สามารถลดระดับน้ำของพื้นที่ตอนบนลงได้ ยังพบว่าในช่วงที่มีการผันน้ำเกินกว่า 150 ลบ.ม. ต่อ วินาที จะเกิดน้ำล้นตลิ่งในคลองระพีพัฒน์ช่วงกม. 0 ถึง กม.31 แม้ว่าจะเพิ่มการผันน้ำลงพื้นที่ CA3 และCA2 ก็ไม่มีผลต่อการลดระดับน้ำในช่วงดังกล่าว เนื่องจากข้อจำกัดที่ ประตูระบายน้ำพระศรีศิลป์ และประตูระบายน้ำพระศรีเสาวภาคไม่สามารถระบายน้ำลงสู่พื้นที่ตอนล่างได้ทัน



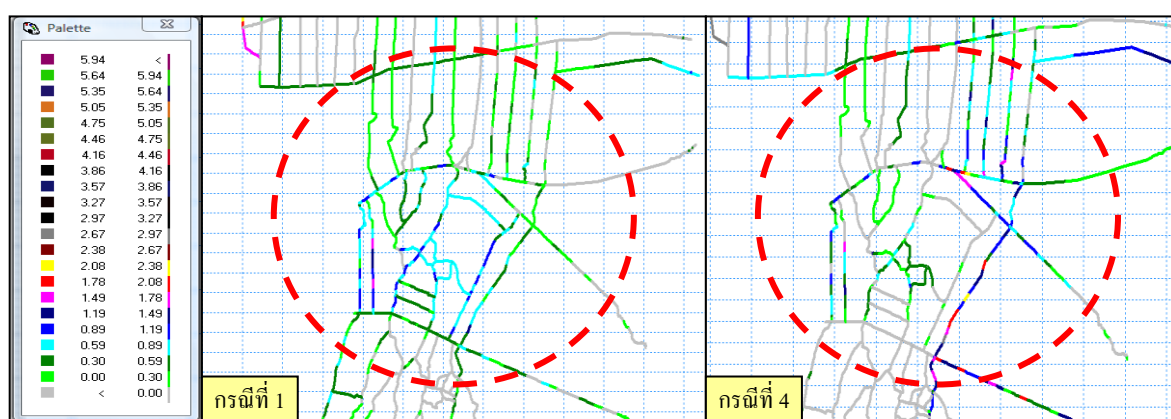
ภาพประกอบ 31 เปรียบเทียบความสามารถในการลดระดับน้ำท่วมช่วงคลองระพีพัฒน์ช่วงกม. 0 ถึง กม.31

สำหรับกรณีที่ 3 เนื่องจากพบว่าปริมาณน้ำไม่สามารถไหลลงมาสู่พื้นที่ตอนล่างได้สะดวกจึงมีแนวคิดที่จะตัดยอดน้ำทางตอนบนของพื้นที่โดยการเพิ่มคลองผันน้ำที่ กม.16 และ กม.24 เพื่อผันปริมาณน้ำส่วนเกินประมาณ 80 ลบ.ม. ต่อ วินาที เข้าพื้นที่ CA1 พบว่าสามารถลดระดับน้ำในคลองระพีพัฒน์ช่วง กม.0 ถึง กม. 31 ประมาณ 1 – 6 เมตร (ตามภาพประกอบ 31) แต่สำหรับพื้นที่ตอนล่างในเขตมินบุรี หนองจอก ลาดกระบัง (CA 5) และพื้นที่ทางด้านล่างของพื้นที่ศึกษาในเขตจังหวัดสมุทรปราการ(CA6) พบว่าระดับน้ำไม่แตกต่างกันทั้ง 3 กรณี (ตามภาพประกอบ 32) เนื่องจากลักษณะที่เป็นที่ลุ่มต่ำแอ่งกระทะ บางพื้นที่อยู่ต่ำกว่าคลองระบายน้ำจึงไม่สามารถระบายน้ำด้วยการไหลปกติได้ ต้องทำการยกกระต๊อบน้ำในพื้นที่ก่อนที่ลงระบบระบายน้ำที่มีอยู่เดิม



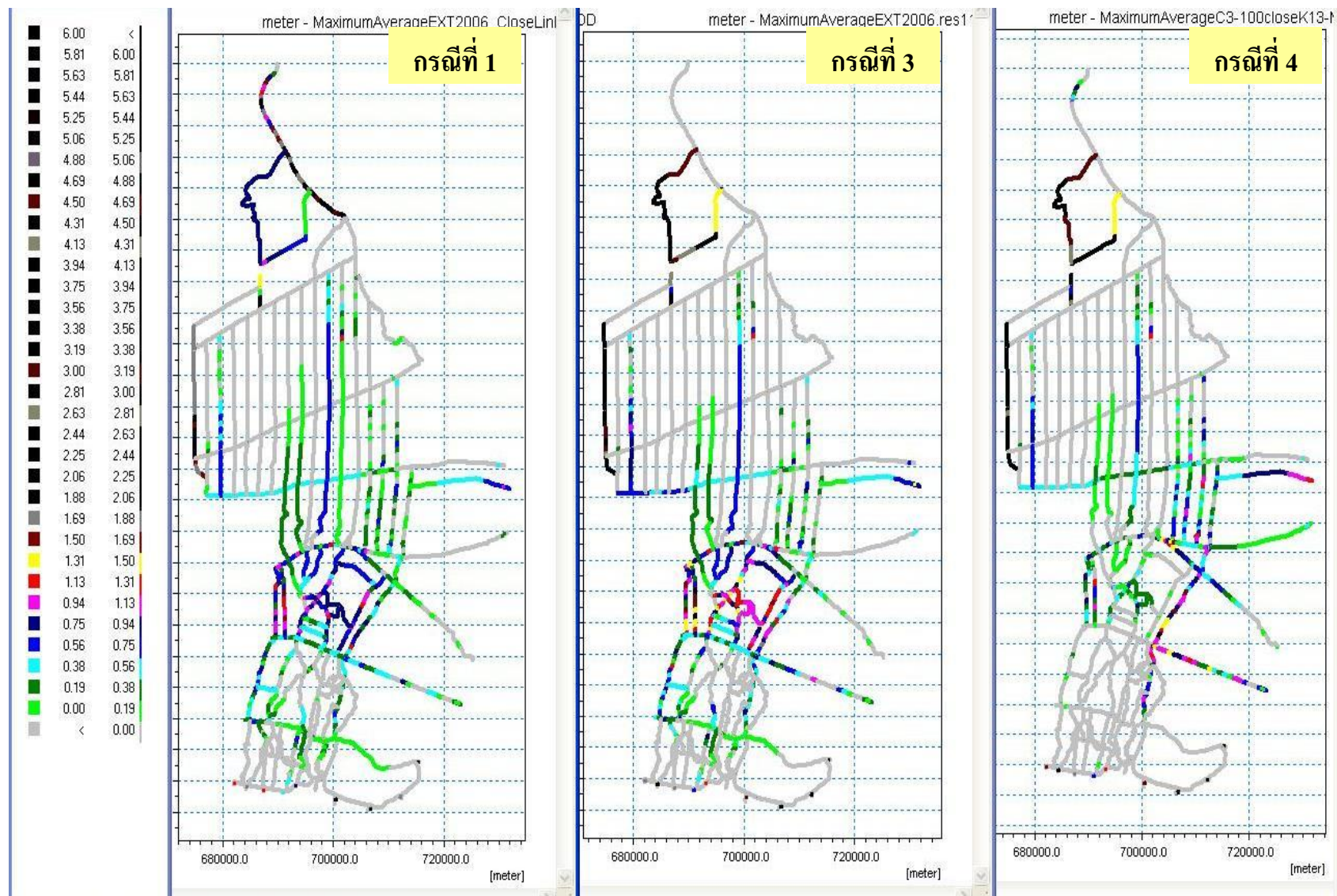
ภาพประกอบ 32 เปรียบเทียบความสามารถในการลดระดับน้ำท่วมช่วงเขตมินบุรี หนองจอก ลาดกระบัง กรณีที่ 1 และ กรณีที่ 3

ระดับน้ำในในเขตมินบุรี หนองจอก ลาดกระบัง (CA 5) ได้ประมาณ 0.70 – 0.80 ม. แต่ปริมาณน้ำที่สูบน้ำออกมาจะเพิ่มระดับน้ำบริเวณโดยรอบประมาณ 0.40 – 0.50 ม. เพราะระบบคลองระบาย และสถานีสูบน้ำที่ปลายพื้นที่ศึกษาไม่สามารถรองรับปริมาณน้ำเหล่านี้ได้ การลดผลกระทบดังกล่าวต้องดำเนินการปรับปรุงสภาพคลอง และเพิ่มจำนวนเครื่องสูบน้ำที่ปลายคลองเหล่านี้ สำหรับพื้นที่ทางด้านล่างของพื้นที่ศึกษาในเขตจังหวัดสมุทรปราการ (CA6) เมื่อมีการใช้สถานีสูบน้ำสุวรรณภูมิระดับน้ำพื้นที่โดยรอบจะลดลงประมาณ 0.10 – 0.20 ม.



ภาพประกอบ 33 เปรียบเทียบความสามารถในการลดระดับน้ำท่วมช่วงเขตมินบุรี หนองจอก ลาดกระบัง กรณีที่ 1 และ กรณีที่ 4

ผลจากการคำนวณ นำมาเปรียบเทียบค่าชลภาพระดับน้ำระหว่างกรณีสภาพปัจจุบัน (กรณีที่ 1) กับกรณีต่างๆ ด้วยภาพแปลนเฉดสีของค่าระดับน้ำท่วมสูงสุด แสดงดังใน ภาพประกอบ 34 แสดงให้เห็นว่าเมื่อมีการผันน้ำเข้าพื้นที่ที่ปิดล้อมตามเกณฑ์การบริหารจัดการ(กรณีที่ 2)ปรากฏว่าไม่มีผลทำให้ระดับน้ำในคลองลดลง ส่วนในกรณีที่ 3 มีการผันน้ำส่วนเกินเข้าพื้นที่ที่ปิดล้อม CA1 พบว่าสามารถลดระดับน้ำสูงสุดพื้นที่ตอนบนได้มาก แต่ไม่มีผลต่อพื้นที่ตอนล่าง ซึ่งเป็นที่ลุ่มต่ำไม่สามารถระบายน้ำได้ สำหรับกรณีที่ 4 ที่มีการใช้สถานีสูบน้ำ 4 แห่งระบายน้ำออกจากพื้นที่ CA5 CA6 และ CA7 พบว่าสามารถช่วยลดระดับน้ำจากพื้นที่ที่ได้ประมาณ 0.70 – 0.80 ม. แต่ปริมาณน้ำที่เร่งระบายออกนี้มีผลกระทบต่อพื้นที่ด้านท้ายน้ำของสถานีสูบน้ำทั้งสาม โดยเฉพาะคลองแสนแสบถึงคลองประเวศบุรีรมย์ ทำให้ระดับน้ำมีค่าเพิ่มสูงขึ้นโดยเฉลี่ย 0.40 – 0.50 ม. รายละเอียดตามตาราง 15 และผลการเปรียบเทียบดังกล่าวแสดงผลเป็นภาพเปรียบเทียบค่าระดับน้ำที่ตำแหน่งต่างๆ และกราฟชลภาพระดับน้ำที่ตำแหน่งต่างๆ ในพื้นที่เป้าหมายแสดงไว้ใน ภาพประกอบ 35 และ ภาพประกอบ 36



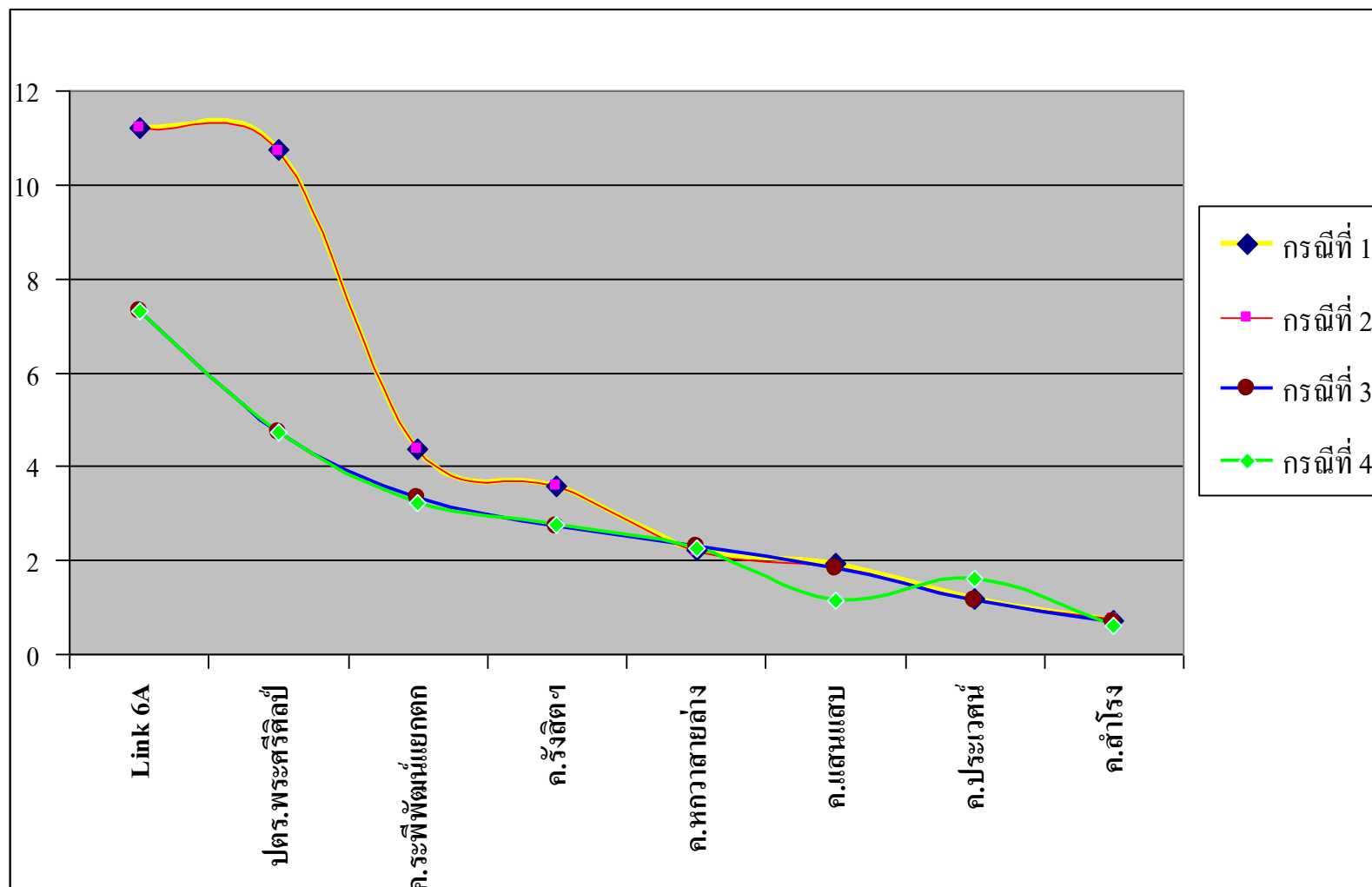
ภาพประกอบ 34 แผนแสดงค่าระดับน้ำท่วมสูงสุดของสภาพปัจจุบัน (ปี 2549) กับกรณีที่ 3 และกรณีที่ 4

ตาราง 15 แสดงผลการเปรียบเทียบระดับน้ำสูงสุดและอัตราการไหลสูงสุดระหว่างช่วงคลองต่างๆกับกรณีที่ 1 (สภาพ การไหลปี 2549)

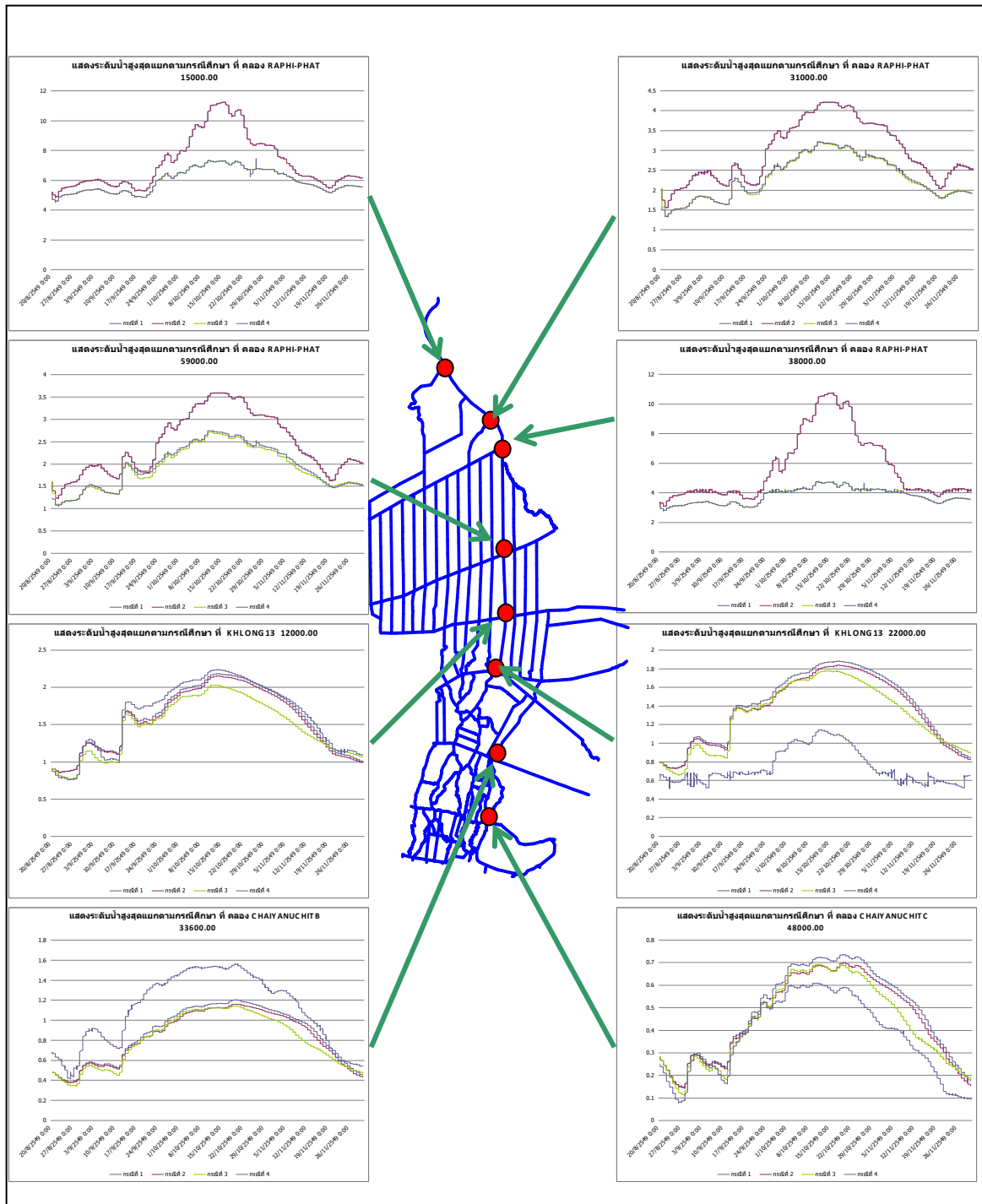
ชื่อคลอง	ช่วงคลอง	กรณีที่ 1		กรณีที่ 2			กรณีที่ 3				กรณีที่ 4			
		MaxWL	MaxWL	WL Diff.	MaxWL	WL Diff.	MaxDis	Dis Diff.	MaxDis	Dis Diff.	MaxWL	WL Diff.	MaxDis	Dis Diff.
		(ม.รทก.)	(ม.รทก.)	(ม.)	(ม.รทก.)	(ม.)	(cms)	(cms)	(cms)	(cms)	(ม.รทก.)	(ม.)	(cms)	(cms)
ระพีพัฒน์	Link 6A	11.200	206.00	11.200	206.00	0.000	7.310	3.890	213.00	-7.000	7.300	3.900	213.00	-7.000
	ปตร.พระศรีศิลป์	10.750	206.00	10.700	206.00	0.000	4.740	6.010	103.50	102.500	4.740	6.010	108.00	98.000
	ค.ระพีพัฒน์แยกตก	4.380	176.00	4.380	175.00	1.000	3.340	1.040	94.80	81.200	3.210	1.170	94.90	81.100
	ค.รังสิตฯ	3.580	64.50	3.580	64.50	0.000	2.710	0.870	38.70	25.800	2.750	0.830	38.50	26.000
คลอง 13	ค.หกวาสายล่าง	2.230	28.00	2.200	0.030	28.20	-0.200	2.300	-0.070	23.30	4.700	-0.010	9.80	18.200
	ค.แสนแสบ	1.920	2.20	1.860	0.060	29.20	-27.000	1.820	0.100	0.60	1.600	0.780	3.40	-1.200
คลองพระองค์ฯ	ค.ประเวศน์	1.200	37.10	1.160	0.040	33.70	3.400	1.140	0.060	33.50	3.600	-0.410	44.00	-6.900
	ค.ลำโรง	0.730	42.00	0.770	-0.040	39.00	3.000	0.690	0.040	38.00	4.000	0.120	66.40	-24.400

หมายเหตุ

- MaxWL คือ ระดับน้ำสูงสุดภายในคลอง
- MaxDis คือ อัตราการไหลสูงสุดภายในคลอง
- WL Diff. คือ ความแตกต่างระหว่างระดับน้ำสูงสุดเปรียบเทียบกับระดับน้ำสูงสุดกรณีที่ 1
- Dis Diff. คือ ความแตกต่างระหว่างอัตราการไหลสูงสุดเปรียบเทียบกับอัตราการไหลสูงสุดกรณีที่ 1
- กรณีที่ 1 คือ สภาพปัจจุบันปี พ.ศ.2549 (มีการขุดลอกตามแผนงานแล้ว)
- กรณีที่ 2 คือ มีการใช้พื้นที่ปิดล้อมเพื่อบริหารจัดการปริมาณน้ำหลากตามเกณฑ์ที่กำหนดโดยใช้สถิติอุทกวิทยาปี 2549
- กรณีที่ 3 คือ มีการใช้พื้นที่ปิดล้อมเพื่อบริหารจัดการปริมาณน้ำหลากไม่เกินไปตามเกณฑ์ที่กำหนด(ใช้พื้นที่ดอนบนก่อน)โดยใช้สถิติอุทกวิทยาปี 2549
- กรณีที่ 4 คือ มีการใช้พื้นที่ปิดล้อมเพื่อบริหารจัดการปริมาณน้ำหลากร่วมกับสถานีสูบน้ำที่มีการดำเนินการก่อสร้างแล้วเสร็จจำนวน 4 แห่ง โดยใช้สถิติอุทกวิทยาปี 2549



ภาพประกอบ 35 แสดงระดับน้ำสูงสุดที่ช่วงคลองต่างๆภายในพื้นที่ศึกษา แยกตามกรณีศึกษา



ภาพประกอบ 36 ชลภาพระดับน้ำที่ตำแหน่งคลองต่างๆ เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์สภาพปัจจุบันกับ
กรณีที่ 2 กรณีที่ 3 และกรณีที่ 4

เกณฑ์ในการใช้พื้นที่ปิดล้อมย่อยในการบริหารจัดการน้ำหลาก

จากการศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ พบว่าการใช้พื้นที่ปิดล้อมทางตอนบนในการรองรับปริมาณน้ำหลากจะให้ผลที่ดี ประกอบกับแนวโน้มในอนาคตพื้นที่ในเขตกรุงเทพฯ จะเป็นระบบปิดล้อมที่สมบูรณ์ จะไม่สามารถใช้รองรับปริมาณน้ำหลาก พื้นที่ปิดล้อมย่อยที่มีศักยภาพ ในการรองรับปริมาณน้ำหลากได้คือพื้นที่ CA1 ,CA2 ,CA3 และ CA9 ซึ่งจะใช้รองรับน้ำตามลำดับ โดยจะพิจารณาว่าในกรณีที่มีการผันน้ำจากพื้นที่ตอนบนเข้ามาในพื้นที่ศึกษาเกินกว่า 100 ลบ.ม./วินาที (เกณฑ์ปกติ) โดยใช้รูปแบบของการผันน้ำในปี 2549 เป็นต้นแบบ โดยกำหนดให้อัตราการไหลสูงสุดที่เข้าพื้นที่ศึกษา เท่ากับ 150, 210(ตามแบบ) และ 250 ลบ.ม./วินาที จะมีปริมาณน้ำที่ต้องผันเข้าพื้นที่เท่าใด และปริมาณน้ำนั้นจะต้องไม่ทำให้เกิดผลกระทบกับพื้นที่ (ระดับน้ำท่วมลึกไม่เกิน 1.00 ม.) เมื่อไม่มีปริมาณ ฝนตกในพื้นที่

จากเกณฑ์ดังกล่าวพบว่าเมื่อผันน้ำให้อัตราการไหลสูงสุด เท่ากับ 150, 210 (ตามแบบ) และ 250 ลบ.ม./วินาที จะมีปริมาณน้ำส่วนเกินที่ต้องผันเข้าพื้นที่ปิดล้อมย่อยเพื่อตัดยอดน้ำ ประมาณ 70 ,250 และ 370 ล้านลบ.ม. รายละเอียดตามภาคผนวก ก ตาราง ค1 และเมื่อมีการบริหารจัดการโดยใช้พื้นที่ CA1 ,CA2 ,CA3 และ CA9 ในการรองรับน้ำตามลำดับ ที่อัตราการไหลสูงสุด เท่ากับ 150 ลบ.ม./วินาที ผันน้ำเข้าพื้นที่ ทั้ง 4 ความลึกไม่เกิน 50 ซม. สามารถรองรับน้ำได้ 72 ล้าน ลบ.ม. ที่อัตราการไหลสูงสุด เท่ากับ 210 ลบ.ม./วินาที ผันน้ำเข้าพื้นที่ CA1, CA2 ความลึกไม่เกิน 100 ซม. และพื้นที่ CA3, CA9 ความลึกไม่เกิน 75 ซม. สามารถรองรับน้ำได้ 261 ล้าน ลบ.ม. และที่อัตราการไหลสูงสุด เท่ากับ 250 ลบ.ม./วินาที ผันน้ำเข้าพื้นที่ CA1, CA2 และ CA3 ความลึกไม่เกิน 100 ซม. สามารถรองรับน้ำได้ 376 ล้าน ลบ.ม. ตามตาราง 16 ซึ่งเพียงพอต่อการรองรับปริมาณน้ำหลากส่วนเกินทั้งหมด

ตาราง 16 แสดงเกณฑ์ที่ใช้ในการบริหารจัดการน้ำหลักส่วนเกินที่อัตราการไหลสูงสุด 150 ,210 และ 250 ลบ.ม./วินาที

อัตราการไหลเข้าพื้นที่สูงสุด (ลบ.ม./วินาที)	ปริมาตร (ล้าน ลบ.ม)	พื้นที่ CA1			พื้นที่ CA2			พื้นที่ CA3			พื้นที่ CA9			ปริมาตรรวม (ล้าน ลบ.ม.)
		ความลึกน้ำท่วม (ม.)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ปริมาตร (ล้าน ลบ.ม)	ความลึกน้ำท่วม (ม.)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ปริมาตร (ล้าน ลบ.ม)	ความลึกน้ำท่วม (ม.)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ปริมาตร (ล้าน ลบ.ม)	ความลึกน้ำท่วม (ม.)	พื้นที่ (ตร.กม.)	ปริมาตร (ล้าน ลบ.ม)	
150	70	0.250	1.066	0.109	0.250	5.059	0.592	0.250	130.385	7.260	0.250	3.222	0.333	8.294
		0.500	3.087	0.611	0.500	22.266	3.283	0.500	349.525	68.220				72.114
		0.750	5.940	1.720	0.750	94.330	16.979	0.500	349.525	68.220				86.919
		1.000	10.064	3.694	1.000	223.579	54.115	0.500	349.525	68.220				126.029
210	250	0.250	1.066	0.109	0.250	5.059	0.592	0.250	130.385	7.260	0.250	3.222	0.333	8.294
		0.500	3.087	0.611	0.500	22.266	3.283	0.500	349.525	68.220	0.500	38.524	3.400	75.514
		0.750	5.940	1.720	0.750	94.330	16.979	0.750	495.749	173.341	0.750	233.861	30.765	222.805
		1.000	10.064	3.694	1.000	223.579	54.115	0.750	495.749	173.341	0.750	233.861	30.765	261.915
250	370	0.250	1.066	0.109	0.250	5.059	0.592	0.250	130.385	7.260	0.250	3.222	0.333	8.294
		0.500	3.087	0.611	0.500	22.266	3.283	0.500	349.525	68.220	0.500	38.524	3.400	75.514
		0.750	5.940	1.720	0.750	94.330	16.979	0.750	495.749	173.341	0.750	233.861	30.765	222.805
		1.000	10.064	3.694	1.000	223.579	54.115	1.000	659.793	318.365				376.174

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหาน้ำท่วมในเขตลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันออกโดยใช้พื้นที่เกษตรในการรองรับปริมาณน้ำหลากส่วนเกินมาเก็บไว้ในพื้นที่ที่มีความลึกไม่เกิน 1.00 ม. โดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อกระแสน้ำไหลหลากในพื้นที่ และไม่ไหลไปท่วมพื้นที่ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจโดยรอบ จนกว่าการระบายน้ำจากตอนบนจะอยู่ในเกณฑ์ปกติ จึงลดระดับน้ำในพื้นที่ด้วยศักยภาพของระบบระบายน้ำที่มีอยู่ คล้ายกับการบริหารจัดการพื้นที่แก้มลิงธรรมชาติโดยในการศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งขั้นตอนออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. การใช้ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ในการวิเคราะห์เพื่อจัดลำดับการใช้พื้นที่ปิดล้อมในการรองรับปริมาณน้ำหลากโดยพิจารณาจากปัจจัยที่มีผลต่อมูลค่าความเสียหายจากน้ำท่วม 5 ปัจจัย คือการใช้ประโยชน์ที่ดิน ความสามารถในการเก็บกักน้ำ ความลาดชัน จำนวนคลองระบายน้ำ และอัตราการสูบน้ำออกจากพื้นที่โดยทำการให้คะแนน แต่ละปัจจัยโดยมีการถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 0.6, 0.1, 0.1, 0.1, 0.1 และ 0.1 ตามลำดับ ซึ่งนอกจากข้อมูลพื้นฐานเช่นขอบเขตพื้นที่ศึกษา ขอบเขตจังหวัด คุคลอง ฯลฯ ยังต้องใช้ชั้นข้อมูลที่สำคัญเพิ่มเติมคือ ข้อมูลเส้นชั้นความสูง หรือ จุดที่มีค่าระดับที่มีความละเอียดสูง เพื่อใช้ในการจัดทำ DEM ซึ่งจะเป็นข้อมูลสำคัญในการวิเคราะห์ปริมาณการเก็บกักที่ระดับความลึกต่างๆกัน นอกจากนี้ยังใช้เป็นข้อมูลในการนำเข้าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในขั้นตอนถัดไป

จากผลการศึกษาสามารถแบ่งพื้นที่ที่ศึกษาทั้งหมดเป็น 9 พื้นที่ปิดล้อม (CA1-9) ตามสภาพทางกายภาพของพื้นที่ และพื้นที่ที่เหมาะสมในการใช้เป็นพื้นที่รองรับน้ำอันดับแรกคือ พื้นที่ CA9 ซึ่งได้คะแนนสูงสุด 88.98 คะแนน แสดงว่ามูลค่าความเสียหายเนื่องจากน้ำท่วมต่ำสุดหากใช้รองรับปริมาณน้ำที่เท่ากันกับพื้นที่ปิดล้อมอื่นๆ และอันดับสุดท้ายคือพื้นที่ CA8 ได้ 24.92 คะแนน แสดงว่ามูลค่าความเสียหายเนื่องจากน้ำท่วมสูงสุดหากใช้รองรับปริมาณน้ำที่เท่ากันกับพื้นที่ปิดล้อมอื่นๆ โดยความสามารถในการรองรับน้ำทั้งหมดของพื้นที่ปิดล้อมที่ระดับ 1.00 ม.เท่ากับ 682 ล้าน ลบ.ม. หรือคิดเป็นอัตราการรับน้ำเข้าสูงสุด 200 ลบ.ม./วินาที เป็นเวลา 40 วัน

2. ผลการศึกษาพฤติกรรมการไหลของน้ำด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE11 RR/HD ร่วมกับการใช้เกณฑ์การจัดลำดับการใช้พื้นที่ปิดล้อม เพื่อบริหารจัดการน้ำหลากได้ผลการศึกษาดังนี้คือ เมื่อเปรียบเทียบค่าชลภาพระดับน้ำระหว่างกรณีสภาพปัจจุบัน (กรณีที่ 1) กับกรณีต่างๆ ด้วยภาพแปลนเจดสีของค่าระดับน้ำท่วมสูงสุด แสดงให้เห็นว่าเมื่อมีการผันน้ำเข้าพื้นที่ปิดล้อมตามเกณฑ์การบริหารจัดการ(กรณีที่ 2)ปรากฏว่าไม่มีผลทำให้ระดับน้ำในคลองลดลง ส่วนในกรณีที่ 3 มีการผันน้ำ

ส่วนเกินเข้าพื้นที่ปิดล้อม CA1 พบว่าสามารถลดระดับน้ำสูงสุดในคลองระพีพัฒน์ช่วงบนได้มาก แต่ในพื้นที่ตอนล่างมีผลค่อนข้างน้อย โดยเฉพาะพื้นที่ เขตมินบุรี เขตหนองจอก และเขตลาดกระบัง ซึ่งเป็นที่ลุ่มต่ำไม่สามารถระบายน้ำได้ สำหรับกรณีที่ 4 ที่มีการใช้สถานีสูบน้ำ 4 แห่งระบายน้ำออกจากพื้นที่ CA5 CA6 และ CA7 พบว่าสามารถช่วยลดระดับน้ำจากพื้นที่ได้ประมาณ 0.70 – 0.80 ม. แต่ปริมาณน้ำที่เร่งระบายออกนี้มีผลกระทบต่อพื้นที่ด้านท้ายน้ำของสถานีสูบน้ำทั้งสามแห่ง โดยเฉพาะคลองแสนแสบถึงคลองประเวศบุรีรมย์ ทำให้ระดับน้ำมีค่าเพิ่มสูงขึ้นโดยเฉลี่ย 0.40 – 0.50 ม.

สรุปผลการศึกษาได้ว่าการใช้เกณฑ์การจัดลำดับการใช้พื้นที่ปิดล้อมที่ได้จากการศึกษา ร่วมกับแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE11 RR/HD เพื่อบริหารจัดการน้ำหลากสามารถใช้ได้ในระดับหนึ่งเนื่องจากพื้นฐานของเกณฑ์ดังกล่าวพิจารณาจากการลดมูลค่าความเสียหายเพียงด้านเดียว การจะนำเกณฑ์นี้ไปใช้กับพื้นที่ใดๆ ต้องทำการวิเคราะห์ในภาพรวมของระบบระบายน้ำ และระบบป้องกันว่ามีความสมบูรณ์เพียงใด เช่นคลองมีสภาพตื้นเขิน หรือวัชพืชขึ้นปกคลุม อาคารบังคับน้ำมีสภาพทรุดโทรม ทำให้ไม่สามารถระบายน้ำได้ตามที่ออกแบบไว้ ประกอบกับต้องพิจารณาถึงลักษณะภาพรวมทางกายภาพของระบบ เช่นความสูงต่ำของแต่ละพื้นที่ที่ปิดล้อมย่อย ความสัมพันธ์ของโครงข่ายระบบคลองระบายน้ำ ซึ่งจะแล้วแต่กรณีไป การใช้ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์จึงช่วยให้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจว่าพื้นที่ปิดล้อมสามารถรองรับน้ำได้เท่าใด ที่ระดับน้ำท่วมต่างๆ และผลกระทบจะเกิดกับพื้นที่ใดบ้าง และพื้นที่ใดจะได้รับผลกระทบก่อน

3. สำหรับการแนวทางการบริหารจัดการน้ำหลากพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันออก ที่เกินกว่าเกณฑ์ระบายน้ำปกติ(100 ลบ.ม./วินาที) โดยมีการผันน้ำผ่านประตูระบายน้ำพระนารายณ์ ที่อัตราการไหลสูงสุด 150 ลบ.ม./วินาที จะมีปริมาณน้ำส่วนเกินที่ต้องผันออกจากระบบ ประมาณ 70 ล้าน ลบ.ม. ระบายน้ำที่อัตราการไหลสูงสุด 210 ลบ.ม./วินาที (ตามแบบ) จะมีปริมาณน้ำส่วนเกินที่ต้องผันออกจากระบบ ประมาณ 250 ล้าน ลบ.ม.ระบายน้ำที่อัตราการไหลสูงสุด 250 ลบ.ม./วินาที (ตามแบบ) จะมีปริมาณน้ำส่วนเกินที่ต้องผันออกจากระบบ ประมาณ 370 ล้าน ลบ.ม. โดยใช้พื้นที่ CA1, CA2 ,CA3 และ CA9 รองรับปริมาณน้ำดังกล่าวตามลำดับ โดยที่อัตราการไหลสูงสุด 150 ลบ.ม./วินาที ระดับน้ำท่วมขังในพื้นที่ทั้ง 4 จะไม่เกิน 50 ซม. โดยที่อัตราการไหลสูงสุด 210 ลบ.ม./วินาที ระดับน้ำท่วมขังในพื้นที่ทั้ง 4 จะไม่เกิน 75 ซม. และที่อัตราการไหลสูงสุด 250 ลบ.ม./วินาที ระดับน้ำท่วมขังในพื้นที่ทั้ง 4 จะไม่เกิน 100 ซม. ก็เพียงพอที่จะรองรับน้ำส่วนเกินทั้งหมด

ข้อเสนอแนะ

1. ในการกำหนดค่าการถ่วงน้ำหนักของปัจจัยแต่ละด้านในการศึกษาครั้งนี้ใช้จากข้อมูลจากเอกสาร บทความ รายงานการศึกษาต่างซึ่งมีน้อยอาจทำให้มีความคลาดเคลื่อนหากมีการเก็บข้อมูลปฐมภูมิจะทำให้ทราบความสัมพันธ์ของปัจจัยแต่ละตัวว่ามีความสัมพันธ์กับมูลค่าความเสียหายกับน้ำท่วมอย่างไรและนำไปวิเคราะห์หาค่าถ่วงน้ำหนักที่ละเอียดขึ้นได้

2. ในการศึกษาครั้งนี้เนื่องข้อมูลเส้นชั้นความสูง (Contour) 2 เมตรที่ได้รับความอนุเคราะห์จากสำนักสำรวจภูมิประเทศ ปฐพี และธรณีวิทยา กรมชลประทาน มีความละเอียดและความครบถ้วนไม่เพียงพอในการสร้าง DEM แม้จะแก้ไขด้วยการใช้ค่า ความสูงจากผลสำรวจลำน้ำที่มีระยะห่างกันอย่างน้อย 1.00 กม. ก็ยังให้ค่าที่ไม่ดีพอสำหรับการใช้ในการวิเคราะห์น้ำท่วมในเขตที่ราบลุ่มภาคกลาง หากมีการศึกษาในพื้นที่ลักษณะราบเช่นนี้ควรใช้ข้อมูลที่มีขนาดความละเอียดไม่เกิน 5x5 ม. หรือเส้นชั้นความสูงมีความละเอียดไม่เกิน 25 ซม.

3. การเก็บข้อมูลระดับน้ำ และสภาพน้ำท่วมในพื้นที่เพื่อใช้ในการจำลองสภาพการไหลด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ต้องใช้เครื่องมือวัดที่ทันสมัย ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา มีการเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องเพียงพอที่จะนำมาใช้ ปรับเทียบแบบจำลองได้อย่างถูกต้องและสะท้อนให้เห็นพฤติกรรมการไหลที่แท้จริง รวมถึงการจัดเก็บข้อมูลการเปิด-ปิด อาคารบังค้ำน้ำต่างๆด้วย

4. ในอนาคตพื้นที่กรุงเทพฯจะมีระบบปิดล้อมอย่างสมบูรณ์ ซึ่งจะทำให้เสียพื้นที่ในการรองรับน้ำไปบางส่วน ประกอบกับพื้นที่โดยรอบต้องรองรับปริมาณน้ำที่ระบายจากกรุงเทพฯออกมาภายนอก ส่งผลให้ระดับน้ำพื้นที่โดยรอบสูงขึ้น ควรเร่งดำเนินการศึกษาเพื่อวางแผนรองรับผลกระทบดังกล่าว ทั้งมาตรการใช้สิ่งก่อสร้าง และไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมชลประทาน. (2546). *โครงการศึกษาเพื่อทำแผนหลักรองรับการพัฒนาแหล่งน้ำและปรับปรุงโครงการชลประทาน สำหรับแผนฯ 9 รายงานสถานภาพลุ่มน้ำ 25 ลุ่มน้ำ*. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ: กรมชลประทาน.
- . (2547) . *โครงการศึกษาความเหมาะสมการพัฒนาพื้นที่ลุ่มต่ำน้ำท่วมเพื่อบรรเทา อุทกภัยในลุ่มน้ำเจ้าพระยา*. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ: กรมชลประทาน.
- . (2547) . *โครงการศึกษาทบทวนโครงการระบายน้ำบริเวณสนามบินสุวรรณภูมิ*. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ: กรมชลประทาน.
- . (2549) . *โครงการปรับปรุงสภาพลำน้ำและระบบระบายน้ำพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างฝั่งตะวันออกเพื่อผันน้ำลงสู่แม่น้ำบางปะกงและอ่าวไทย* . กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ: กรมชลประทาน.
- . (2552) . *โครงการปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการน้ำแบบมีส่วนร่วมเชิงบูรณาการรังสิตเหนือ รังสิตใต้ และคลองด่าน* . กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ: กรมชลประทาน.
- กรมโยธาธิการ. (2540) . *โครงการสำรวจออกแบบรายละเอียดระบบป้องกันน้ำท่วม พื้นที่ชุมชนจังหวัดปทุมธานี* . กรุงเทพฯ: กรมโยธาธิการ.
- กรมโยธาธิการและผังเมือง. (2547). *โครงการศึกษาทบทวนผลการศึกษาการจัดทำแผนหลักการป้องกันน้ำท่วมและออกแบบก่อสร้างในพื้นที่ชุมชนจังหวัดสมุทรสาคร* . กรุงเทพฯ: กรมโยธาธิการและผังเมือง.
- ธวัชชัย ดิงสัญชลี. (2546). *การพัฒนาแผนหลักการจัดการภัยธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับน้ำ: น้ำท่วม น้ำแล้ง และแผ่นดินถล่ม*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการสนับสนุนการวิจัย.
- . (2549). *การพัฒนาระบบการจัดการสถานะน้ำท่วมในลุ่มน้ำโดยการบริหารอ่างเก็บน้ำที่เหมาะสมและการพยากรณ์เตือนภัย ณ เวลาจริง : กรณีศึกษาลุ่มน้ำป่าสัก*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- พรรณวดี อารยวงศ์วาท (2544). *การประเมินพื้นที่น้ำท่วมโดยใช้ MIKE 11 และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ บริเวณ ลุ่มน้ำยม จังหวัดแพร่*. วิทยานิพนธ์ วท.ม.(เทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล. ถ่ายเอกสาร.
- สุรศักดิ์ คลังสุภาวิวัฒน์. (2543) . *การศึกษาวิธีการระบายน้ำแบบแก้มลิง สำหรับพื้นที่เจ้าพระยาฝั่งตะวันตกโดยใช้โปรแกรม MIKE11*. วิทยานิพนธ์ วศ.ม.(วิศวกรรมโยธา) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. ถ่ายเอกสาร.

สุเพชร จิรขจรกุล. (2549).ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการใช้โปรแกรม ArcGIS Desktop เวอร์ชัน 9.1.
นนทบุรี: บริษัท เอส อาร์ พรินติ้ง แมสโปรดักส์ จำกัด 2549.

สำนักผังเมือง. (2550) . การวางแผนพัฒนาพื้นที่อุทยานนครขานเมืองตะวันออกของกรุงเทพมหานคร .
กรุงเทพฯ : สำนักผังเมือง.

ไอศวรรย์ ชื่นกาญจน์ และคณะ. (2552) . การวิเคราะห์สภาพการไหลในคลองมหาชัยและคลองหลวง
จ.สมุทรสาคร. นครราชสีมา : การประชุมวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 14 . มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีสุรนารี.

Preecha W. (2005) . *Optimization of Water Management in Polder Areas*. Netherlands . Delf.

Bhaktikul, K . (2001). *The Development of a Genetic Algorithm for Real Time Water Allocation
and Water Scheduling in Complex Irrigation Systems*. The University of Edinburgh. UK.

DHI. (2003). *A Modelling System for Rivers and Channels Reference Manual*. Denmark: Hørsholm.

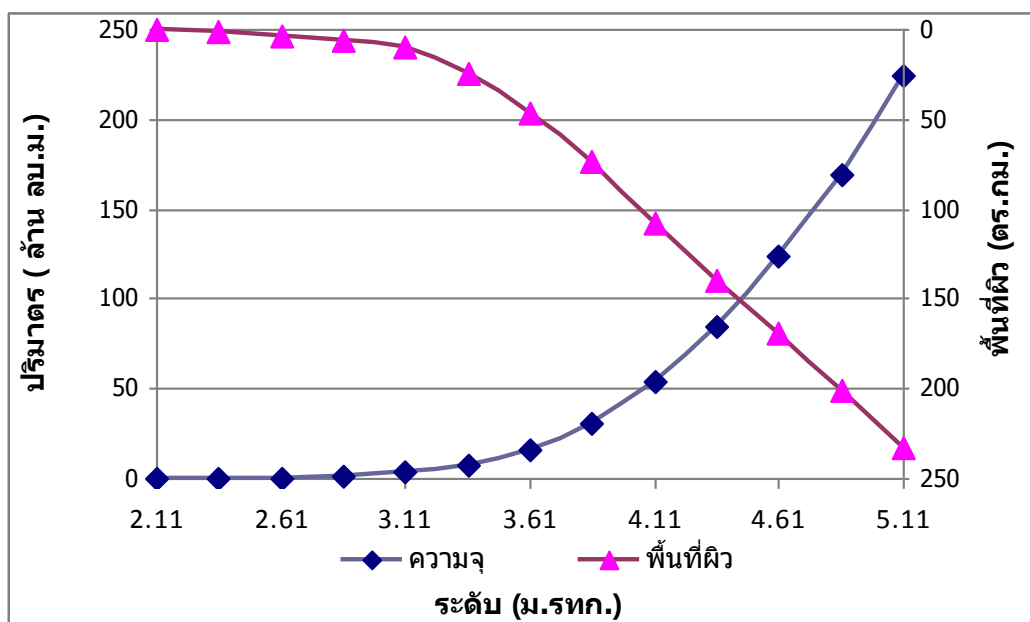
DHI. (2007). *MIKE11 A Modelling System for Rivers and Channels User Guide*. Denmark: Hørsholm.

Barchilón M., Restrepo P., & Jensen R.A. (1999). *Application of MIKE 11 within a decision support
system for watershed management : with annex : examples of application of the decision
support system*. Denmark: 3rd DHI Software Conference. Helsingør.

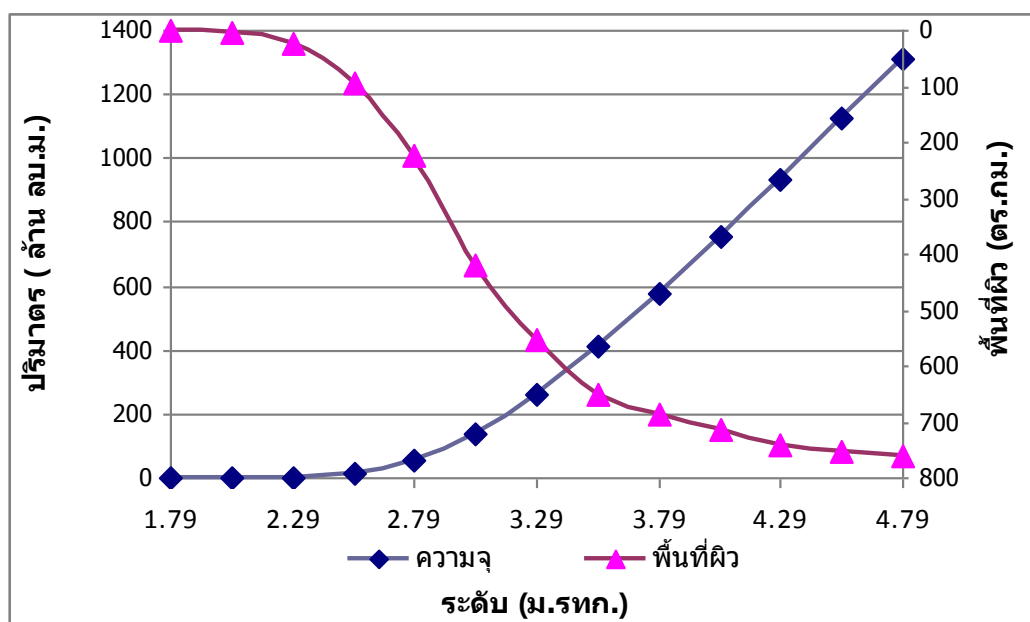
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

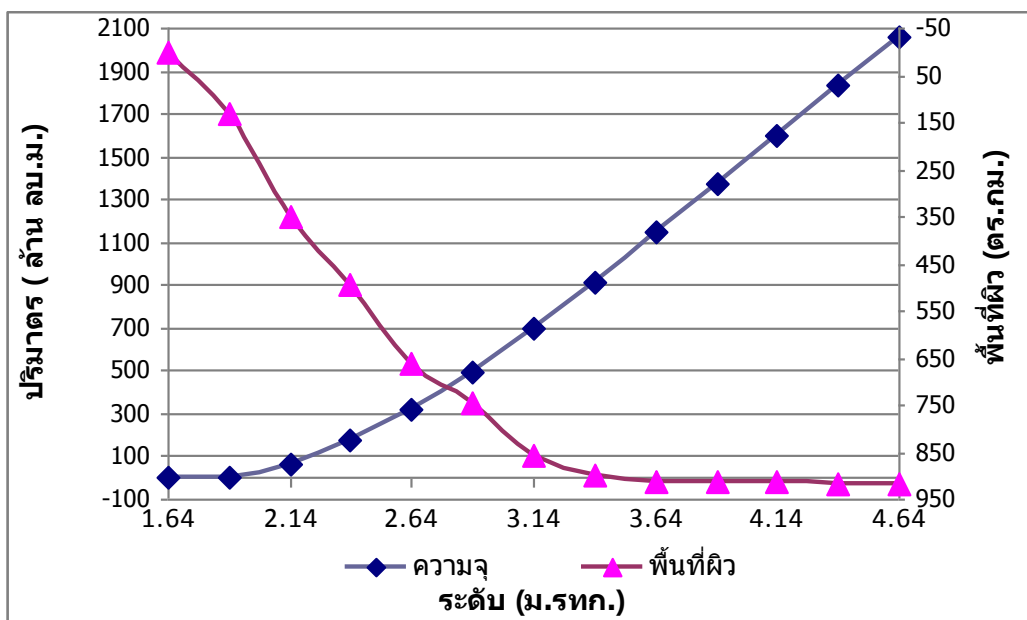
กราฟแสดงโค้งความจุพื้นที่ปิดล้อมย่อย



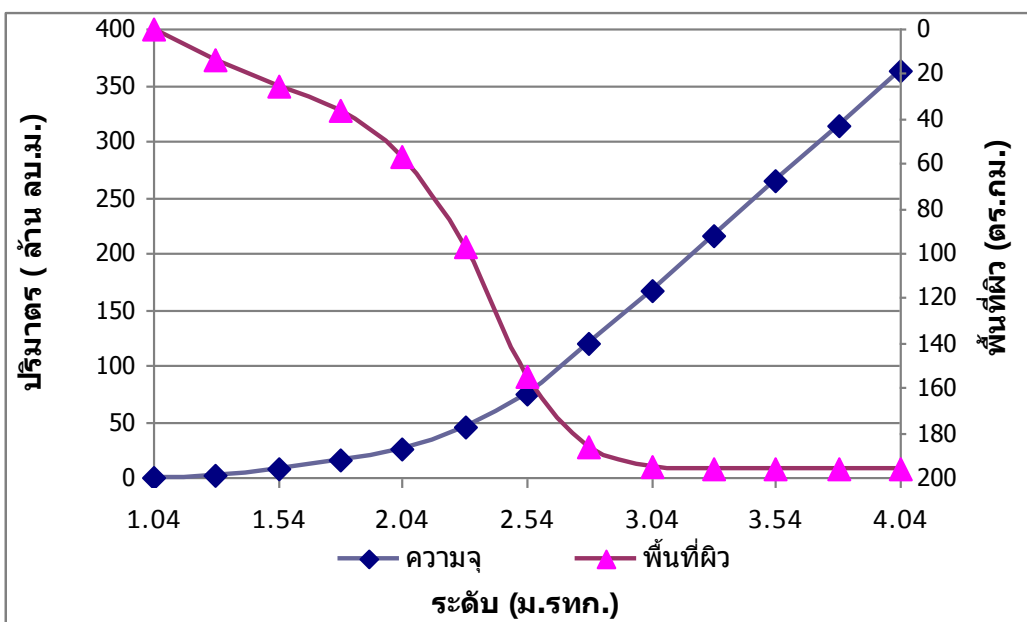
ภาพประกอบ ก1 กราฟแสดงโค้งความจุที่ระดับต่างๆพื้นที่ CA1



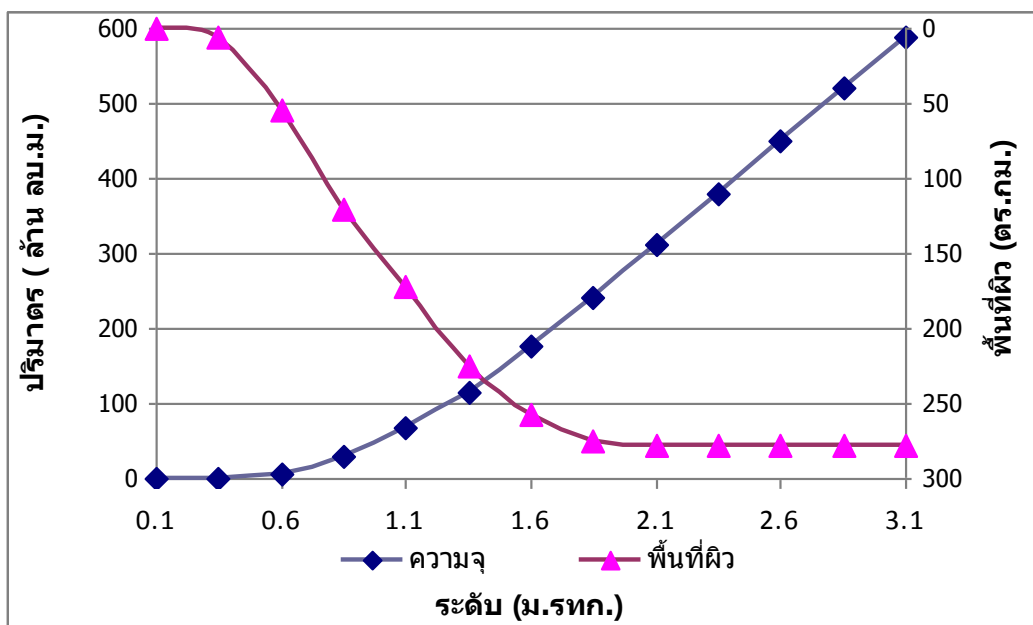
ภาพประกอบ ก2 กราฟแสดงโค้งความจุที่ระดับต่างๆพื้นที่ CA2



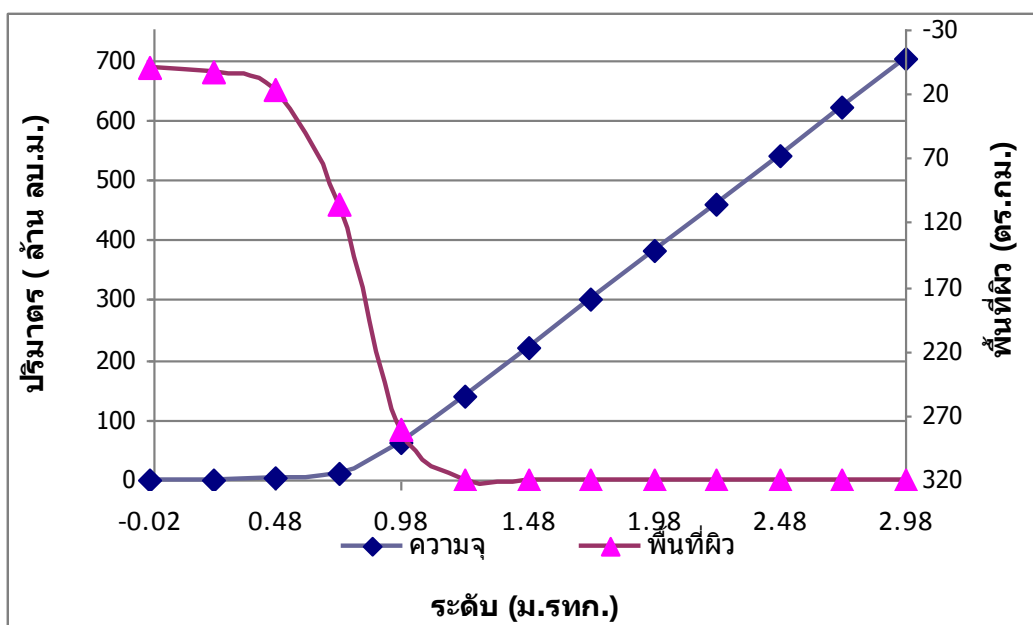
ภาพประกอบ ก3 กราฟแสดงโค้งความจุที่ระดับต่างๆพื้นที่ CA3



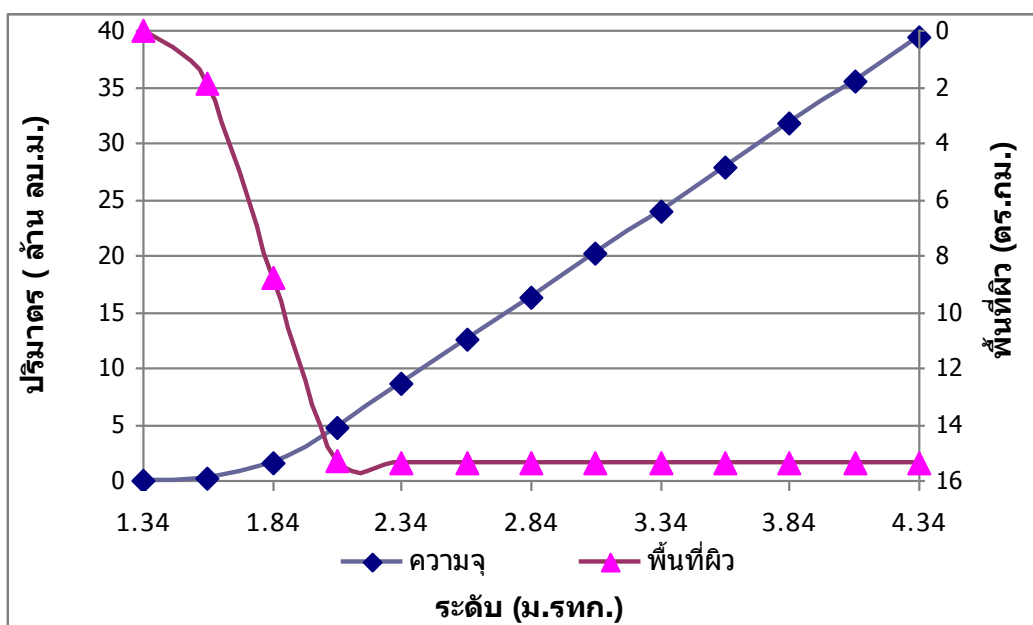
ภาพประกอบ ก4 กราฟแสดงโค้งความจุที่ระดับต่างๆพื้นที่ CA4



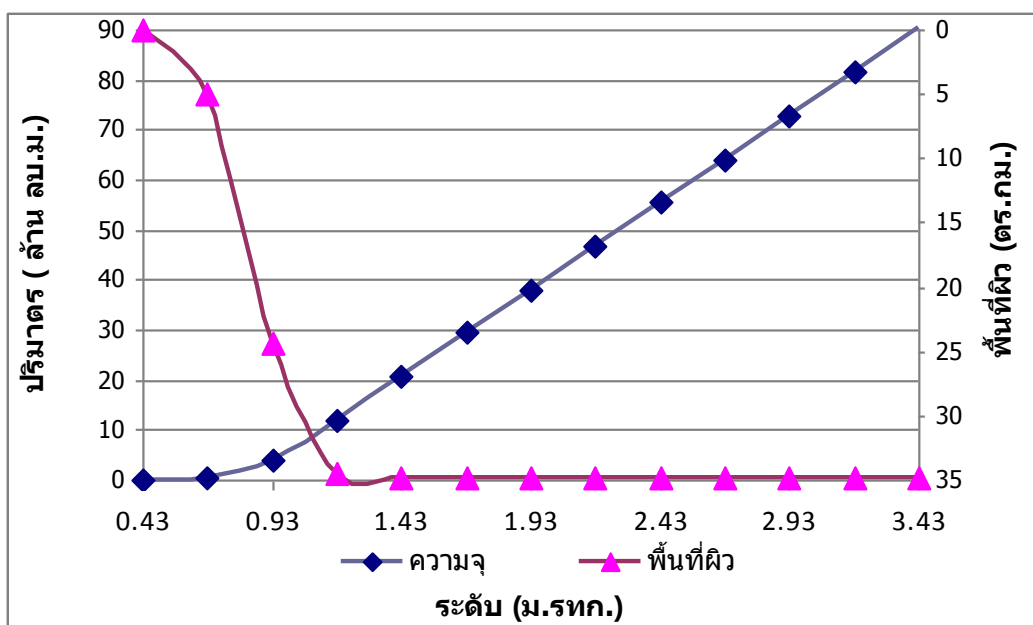
ภาพประกอบ ก5 กราฟแสดงโค้งความจุที่ระดับต่างๆพื้นที่ CA5



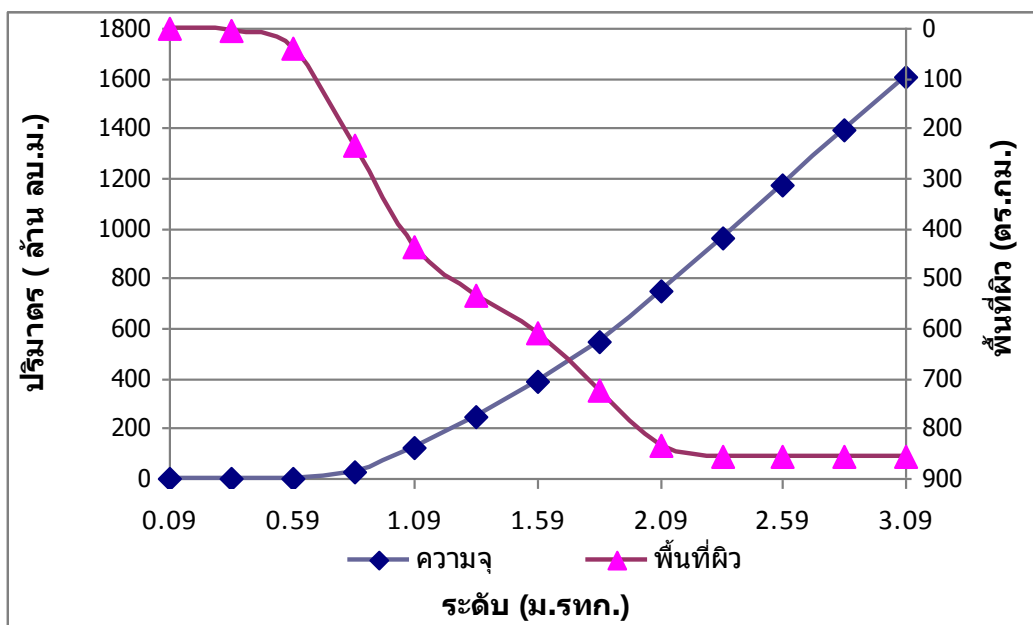
ภาพประกอบ ก6 กราฟแสดงโค้งความจุที่ระดับต่างๆพื้นที่ CA6



ภาพประกอบ ก7 กราฟแสดงโค้งความจุที่ระดับต่างๆพื้นที่ CA7



ภาพประกอบ ก8 กราฟแสดงโค้งความจุที่ระดับต่างๆพื้นที่ CA8

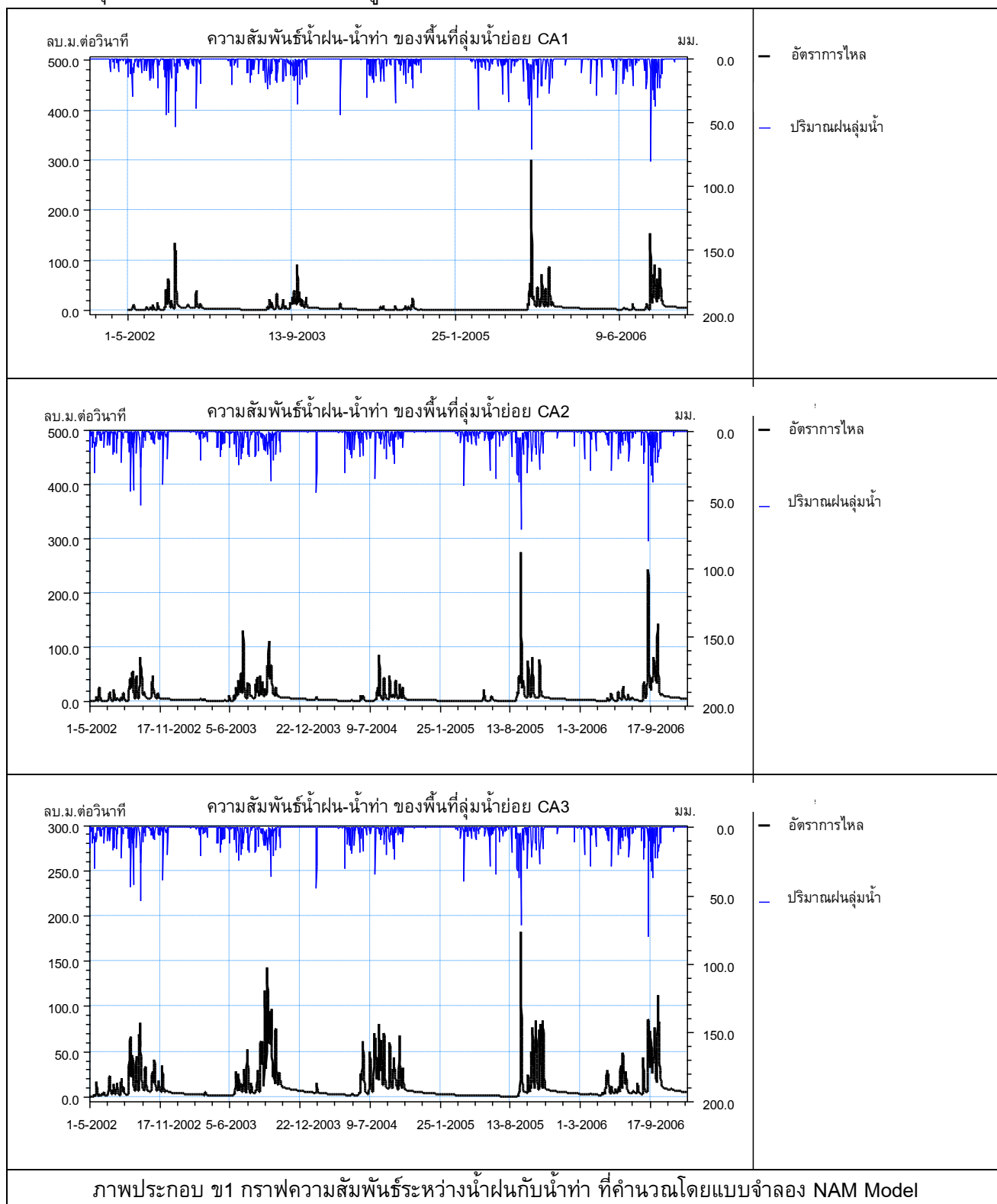


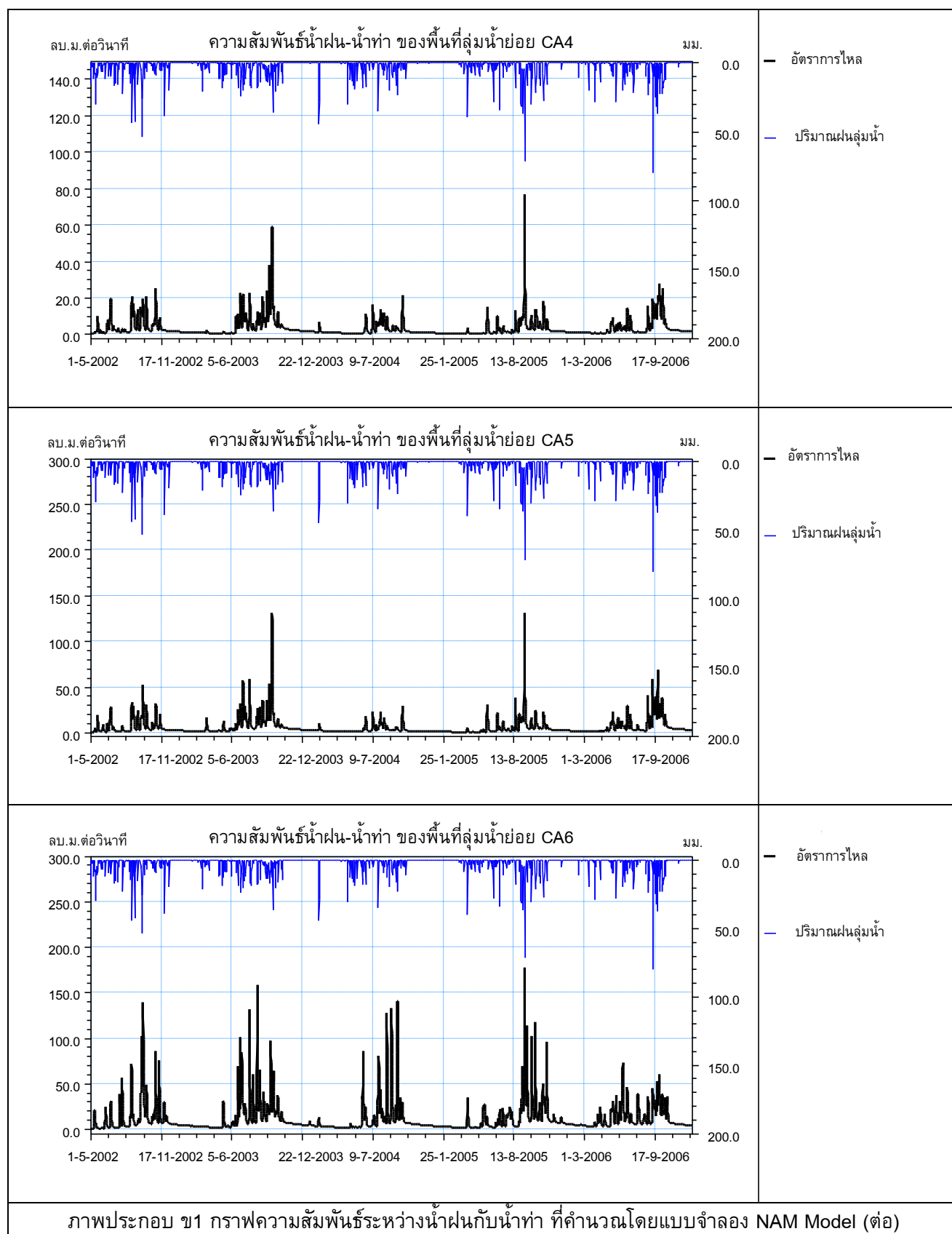
ภาพประกอบ ก9 กราฟแสดงโค้งความจุที่ระดับต่างๆพื้นที่ CA9

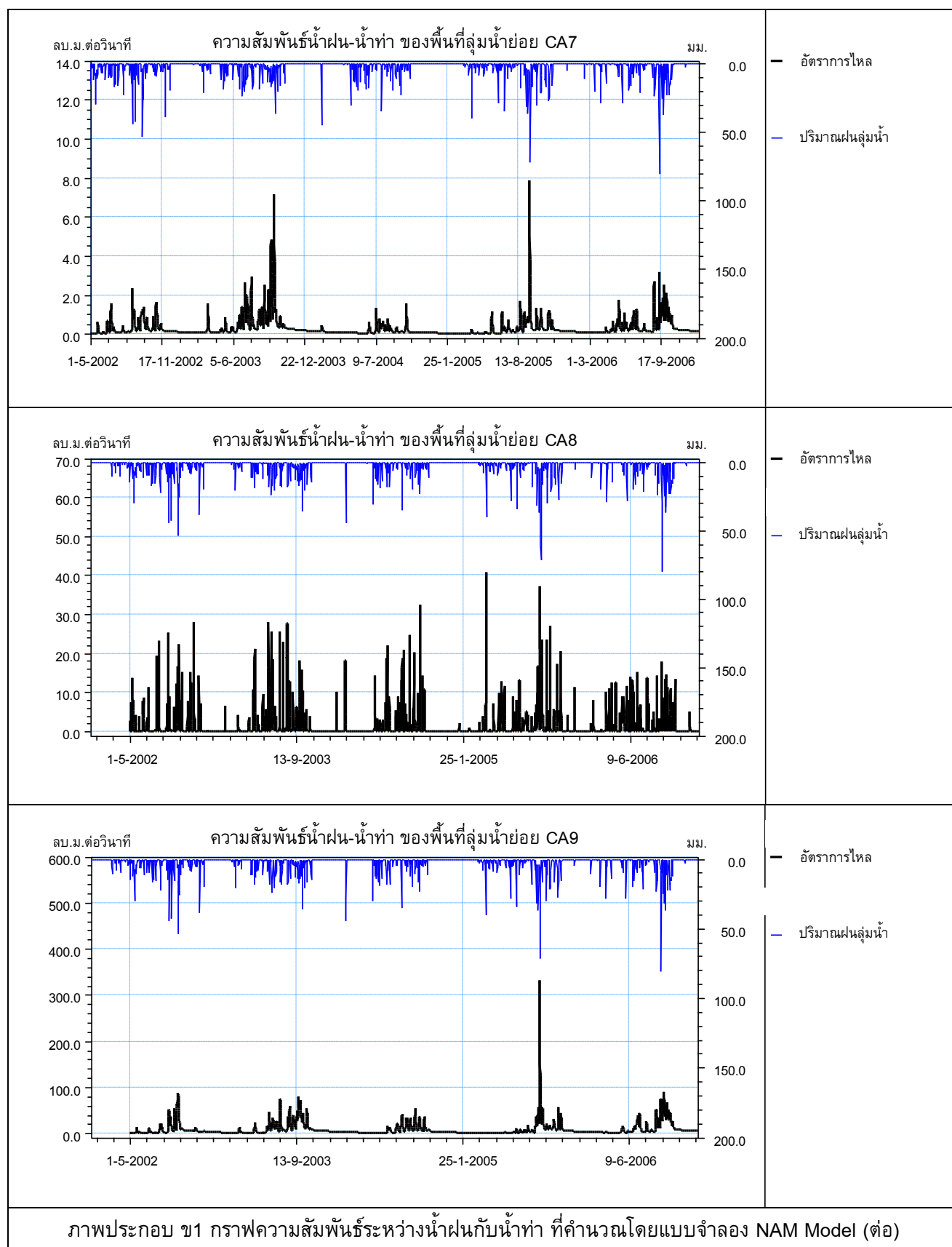
ภาคผนวก ข

ข แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนกับน้ำท่า ที่คำนวณโดยแบบจำลอง NAM Model ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย CA1 ถึง CA9 ช่วงข้อมูล ปี 2545 ถึง 2549 ดังแสดงใน ภาพประกอบ ข1







รายชื่อเส้นคลองและช่วงความยาว ที่นำเข้าไปใน MIKE HD Model ดังแสดงใน ตาราง ข1 ต่อไปนี้

ตาราง ข1 รายชื่อเส้นคลองระบายน้ำในแบบจำลอง HD Model

ที่	ชื่อเส้นคลอง	ชื่อเส้นคลองในแบบจำลอง	ปีสำรวจ	ช่วงความยาว (ม.)	
				เริ่ม	ถึง
1	บางโหลง	BANGCHALONG	2546	1	13,700
2	บางคลี	BANG-KHLI	2549(ขุดลอก)	0	11,760
3	บางกระเทียม	BANG-KRATHIAM	2547(ขุดลอก)	0	6,950
4	บางน้ำจืด	BANGNAMCHUET	สมมุติ	0	10,090
5	บางพลี	BANG-PHLI	2546	0	14,575
6	บางเพรียง	BANG-PHRIANG	2548	0	3,500
7	บางปลา	BANGPLA	2546	0	10,850
8	บึงด้วน	BUANGDUAN	สมมุติ	0	5,887
9	บึงใหญ่	BUANGYAI	สมมุติ	0	9,355
10	บึงฝรั่ง	BuengFarang	สมมุติ	0	1,772
11	ชายทะเล	CHAI-TALAE	2546	0	41,900
12	พระองค์ไชยานุชิต	CHAIYANUCHITA	2546	14,600	48,600
13	ช้างตายบน	CHANG-TAI-BON	2547(ขุดลอก)	0	1,600
14	ช้างตายล่าง	CHANG-TAI-LANG	2547(ขุดลอก)	0	3,880
15	เจริญราษฎร์	CHAROENRAD	2546	1	11,000
16	จรเข้น้อย	CHORAKHE-NOI	2546	0	5,246
17	จรเข้ใหญ่	CHORAKHE-YAI	2546	0	12,800
18	ชวดบัว	CHUAT-BUA	2547(ขุดลอก)	0	2,280
19	ชวดูเห่า	CHUAT-NGU-HAO	2547(ขุดลอก)	0	6,800
20	ชวดใหญ่	CHUAT-YAI	2547(ขุดลอก)	0	1,600
21	หกวาสายบน	HOKWA-SAI-BON2	สมมุติ	0	8,181
22	หกวาสายล่าง	HOKWA-SAI-LANG	สมมุติ	-27,450	26,000
23	หัวเกลือ	HUA-KLUEA	สมมุติ	1	6,042
24	กาหลง	KA-LONG	2547(ขุดลอก)	0	15,000
25	กันยา	KANYA	สมมุติ	0	6,385
26	คลอง 1	KHLONG 1	สมมุติ	0	25,143
27	คลอง 10	KHLONG 10	2547(ขุดลอก)	0	42,400
28	คลอง 11	KHLONG 11	2541(AD)(ขุดลอก)	0	45,900
29	คลอง 12	KHLONG 12	2547(ขุดลอก)	0	45,600
30	คลอง 13	KHLONG 13	2546	-500	24,940
31	คลอง 14	KHLONG 14	2546	0	40,560
32	คลอง 15	KHLONG 15A	2546	-450	26,985
33	คลอง 16	KHLONG 16A	2546	-245	29,000
34	คลอง 17	KHLONG 17	2546	0	14,600

ตาราง ข1 รายชื่อเส้นคลองระบายน้ำในแบบจำลอง HD Model (ต่อ)

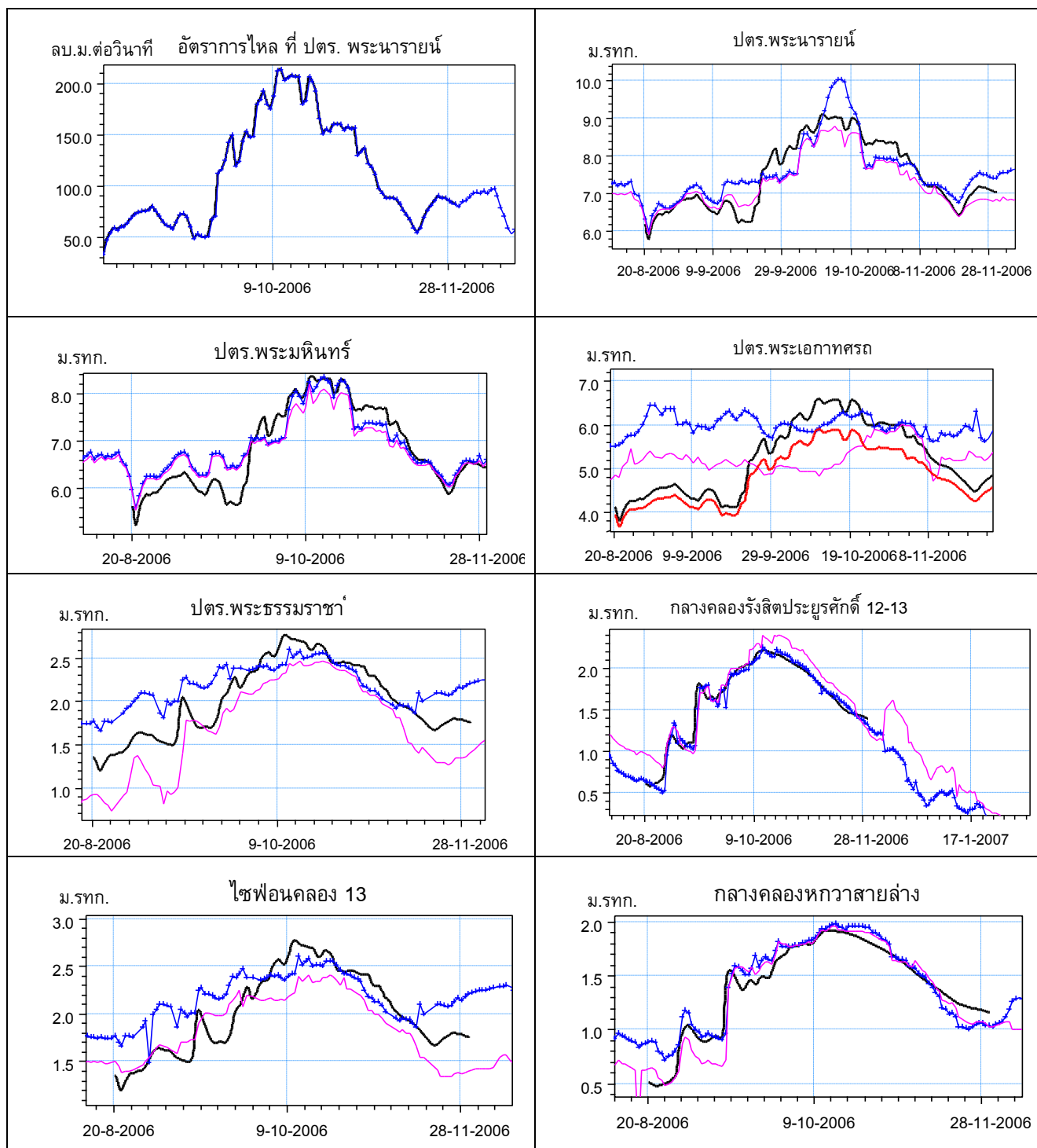
ที่	ชื่อเส้นคลอง	ชื่อเส้นคลองในแบบจำลอง	ปีสำรวจ	ช่วงความยาว (ม.)	
				เริ่ม	ถึง
35	คลอง 2	KHLONG 2	2544(ขุดลอก)	0	24,550
36	คลอง 21	KHLONG 21	สมมุติ	0	18,500
37	คลอง 26	KHLONG 26	(ขุดลอก)	26,800	40,000
38	คลอง 3	KHLONG 3	2547(ขุดลอก)	0	25,100
39	คลอง 33	KHLONG 33	2547(ขุดลอก)	0	550
40	คลอง 4	KHLONG 4	สมมุติ	0	27,300
41	คลอง 5	KHLONG 5	สมมุติ	0	28,200
42	คลอง 6	KHLONG 6	2548(ขุดลอก)	0	33,100
43	คลอง 7	KHLONG 7	2547(ขุดลอก)	0	31,300
44	คลอง 8	KHLONG 8	2547(ขุดลอก)	0	44,100
45	คลอง 9	KHLONG 9	สมมุติ	0	43,400
46	เจ็ก	KHLONG-CHEK	สมมุติ	0	3,200
47	เจ็ด	KHLONG-CHET	2547(ขุดลอก)	0	4,846
48	ด่าน	KHLONG-DAN-A	2546	49,600	63,600
49	ใหม่	KHLONG-MAI	2548	17,800	24,000
50	มอญ	KHLONG-MON	2547(ขุดลอก)	0	5,000
51	หนึ่ง	KHLONG-NUENG	สมมุติ	0	8,500
52	บางปลาฝั่งตะวันออก	KOA-BANG-PLA-E	สมมุติ	0	5,122
53	ลำกระทุ่ม	LAMKRATUM	สมมุติ	-2,650	2,000
54	ลำนกแขวก	LAMNOKKHWAEK	2540	0	7,986
55	ลำปลาทิว	LAMPATHIEW	2546	-200	17,900
56	ลำพระองค์	LAMPHRA-ONG	2548(ขุดลอก)	17,800	24,300
57	ลำตาคิน	LAM-TA-IN	สมมุติ	0	4,185
58	ลาดหวาย	LAT-WAI	สมมุติ	0	7,000
59	เชื่อมเส้นคลอง	LINK	สมมุติ	0	500
60	หลวงแพ่ง	LUANGPAENG	2546	-800	14,900
61	แม่น้ำใน	MAENAMNAI	2545	15,418	28,013
62	แม่น้ำนอก	MAENAMNOK	สมมุติ	0	10,980
63	นครเนื่องเขต	NAKHON-NUANG-KHET	2546	0	27,900
64	หนองคา	NONG-KHA	2547(ขุดลอก)	0	2,800
65	อ้อมบางปลา	OMBANGPLA	2546	0	3,785
66	บ้านหยางเปรียง	PANYA-BANGPHRIANG	สมมุติ	0	8,050
67	ประเวศบุรีรัมย์	PRAWET-BURI-ROM	2549(ขุดลอก)	-14,400	25,000
68	พระยาเพชร	PRAYAPET	2546	1	15,420
69	เครื่องสูบน้ำบางปลา*	PUMPBANGPLA	สมมุติ	0	1,000

ตาราง ข1 รายชื่อเส้นคลองระบายน้ำในแบบจำลอง HD Model (ต่อ)

ที่	ชื่อเส้นคลอง	ชื่อเส้นคลองในแบบจำลอง	ปีสำรวจ	ช่วงความยาว (ม.)	
				เริ่ม	ถึง
70	เครื่องสูบน้ำบางปลาสำ*	PUMPBANGPLALAR	สมมุติ	0	1,000
71	เครื่องสูบน้ำบางตำหรุ*	PUMPBANGTOMRU	สมมุติ	0	1,000
72	เครื่องสูบน้ำเจริญราษฎร์*	PUMPCHAROENRAD	สมมุติ	0	1,000
73	เครื่องสูบน้ำคลองด่าน 2*	PUMPKHLONGDAN2	สมมุติ	0	1,000
74	เครื่องสูบน้ำนางหงส์*	PUMPNANGHONG	สมมุติ	0	1,000
75	เครื่องสูบน้ำพระยาวิสูตร*	PUMPPHAYAWISUT	สมมุติ	0	1,000
76	เครื่องสูบน้ำเทพรังสรรค์*	PUMPTEPRANGSAN	สมมุติ	0	1,000
77	รังสิตประยูรศักดิ์	RANGSIT	2546	-7,343	-7,344
78	ระพีพัฒน์	RAPHI-PHAT	2547	0	60,400
79	ระพีพัฒน์แยกตก	RAPHI-PHAT-YAEK-TOK	2547(ขุดลอก)	12,000	11,916
80	สามประเวศ	SAMPRAWET	2546	-900	10,900
81	ลำโรง	SAMRONG	2546	1,000	36,400
82	สนามพลี	SANAM-PHLI	2547(ขุดลอก)	0	7,350
83	แสนแสบ	SANSAEB	2546	2,000	44,724
84	สี่ประเวศ	SI-PRAWET	2546	-800	10,900
85	เสาธง	SOATONG	2546	0	11,255
86	สุวรรณภูมิ	SUVARNNAPHUMI	2549	0	11,400
87	ทับยาว	TABYOAC	สมมุติ	3,500	12,130
88	ทawe	TAWA	สมมุติ	0	3,960
89	ยายปลิว	YAY-PEAW	2547	0	2,830
รวมความยาว (ม.)				1332,905	

หมายเหตุ * คลองชักน้ำเข้าเครื่องสูบน้ำ เพื่อระบายลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

กราฟชลภาพน้ำท่าและชลภาพระดับน้ำ จากผลการสอบเทียบแบบจำลอง MIKE11 HD Model
ในปี 2549 แสดง ใน ภาพประกอบ ข2



หมายเหตุ : ++ ค่ำระดับน้ำบันทึกด้านเหนือน้ำ/ปตร.

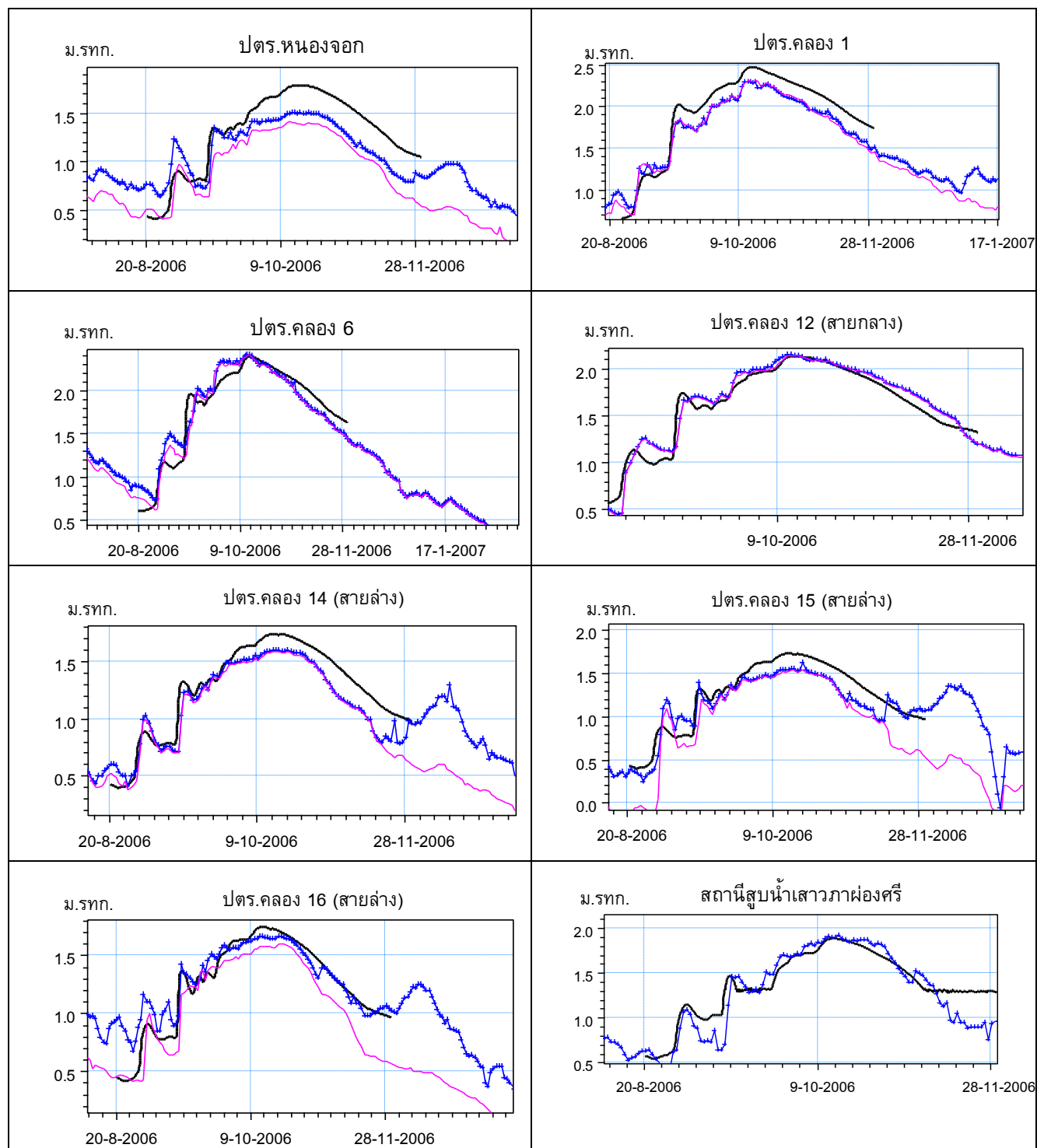
— ค่ำระดับน้ำบันทึกด้านท้ายน้ำ/ปตร.

— ผลการคำนวณค่ำระดับน้ำด้านเหนือน้ำโดยแบบจำลอง

— ผลการคำนวณค่ำระดับน้ำด้านท้ายน้ำโดยแบบจำลอง

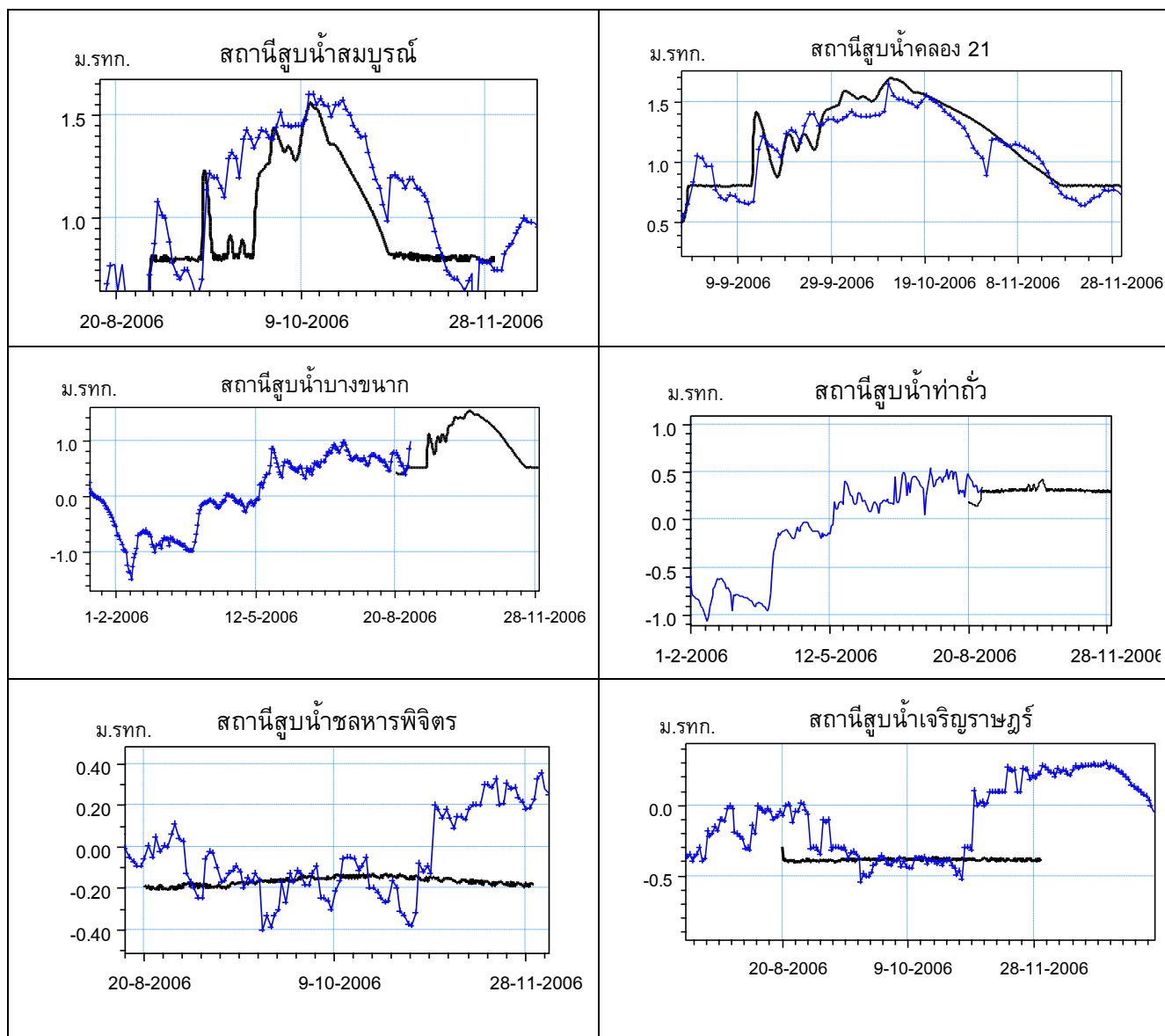
ภาพประกอบ ข2 กราฟเปรียบเทียบค่ำระดับน้ำที่มีการบันทึกทั้งด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำที่ตำแหน่ง

อาคารชลศาสตร์ กับผลที่คำนวณได้จากแบบจำลอง HD Model ข้อมูลน้ำหลาก ปี พ.ศ. 2549



หมายเหตุ : ++ ค่าระดับน้ำบันทึกด้านเหนือน้ำ/ปตร.
 — ค่าระดับน้ำบันทึกด้านท้ายน้ำ/ปตร.
 — ผลการคำนวณค่าระดับน้ำด้านเหนือน้ำโดยแบบจำลอง
 — ผลการคำนวณค่าระดับน้ำด้านท้ายน้ำโดยแบบจำลอง

ภาพประกอบ ข2 กราฟเปรียบเทียบค่าระดับน้ำที่มีการบันทึกทั้งด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำที่ตำแหน่ง
 อาคารชลศาสตร์ กับผลที่คำนวณได้จากแบบจำลอง HD Model ข้อมูลน้ำหลาก ปี พ.ศ. 2549 (ต่อ)



หมายเหตุ : +++ ค่าระดับน้ำบันทึกด้านเหนือน้ำ/ปตร.
 --- ค่าระดับน้ำบันทึกด้านท้ายน้ำ/ปตร.
 — ผลการคำนวณค่าระดับน้ำด้านเหนือน้ำโดยแบบจำลอง
 — ผลการคำนวณค่าระดับน้ำด้านท้ายน้ำโดยแบบจำลอง

ภาพประกอบ ข2 กราฟเปรียบเทียบค่าระดับน้ำที่มีการบันทึกทั้งด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำที่ตำแหน่ง
 อาคารชลศาสตร์ กับผลที่คำนวณได้จากแบบจำลอง HD Model ข้อมูลน้ำหลาก ปี พ.ศ. 2549 (ต่อ)

ภาคผนวก ค

ตาราง ค1 แสดงปริมาณน้ำส่วนเกินที่ต้องผันเข้าพื้นที่ปิดล้อม CA1, CA2, CA3 และCA9 ที่อัตราการไหลสูงสุด 150, 210 และ 250 ลบ.ม./วินาที

ลำดับ	Time	ปริมาณน้ำสูงสุด (150 ลบ.ม./วินาที)	อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)	ปริมาณน้ำ รายวัน(ลบ.ม.)	Time	ปริมาณน้ำสูงสุด (210 ลบ.ม./วินาที)	อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)	ปริมาณน้ำ รายวัน(ลบ.ม.)	Time	ปริมาณน้ำสูงสุด (250 ลบ.ม./วินาที)	อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)	ปริมาณน้ำรายวัน (ลบ.ม.)
1	27/9/2006 7:00	105.29295	5.29295	457,310.88	23/9/2006 7:00	112.95	12.95	1,118,880.00	23/9/2006 7:00	132.36325	32.36325	2,796,184.80
2	30/9/2006 7:00	101.49615	1.49615	129,267.36	24/9/2006 7:00	115.5	15.5	1,339,200.00	24/9/2006 7:00	135.3515	35.3515	3,054,369.60
3	1/10/2006 7:00	107.6484	7.6484	660,821.76	25/9/2006 7:00	124.78	24.78	2,140,992.00	25/9/2006 7:00	146.2265	46.2265	3,993,969.60
4	2/10/2006 7:00	103.35945	3.35945	290,256.48	26/9/2006 7:00	142.16	42.16	3,642,624.00	26/9/2006 7:00	166.59375	66.59375	5,753,700.00
5	3/10/2006 7:00	104.2101	4.2101	363,752.64	27/9/2006 7:00	149.75	49.75	4,298,400.00	27/9/2006 7:00	175.48825	75.48825	6,522,184.80
6	4/10/2006 7:00	126.31635	26.31635	2,273,732.64	28/9/2006 7:00	119.8	19.8	1,710,720.00	28/9/2006 7:00	140.39075	40.39075	3,489,760.80
7	5/10/2006 7:00	129.6774	29.6774	2,564,127.36	29/9/2006 7:00	123.5	23.5	2,030,400.00	29/9/2006 7:00	144.7265	44.7265	3,864,369.60
8	6/10/2006 7:00	135.58365	35.58365	3,074,427.36	30/9/2006 7:00	144.35	44.35	3,831,840.00	30/9/2006 7:00	169.16025	69.16025	5,975,445.60
9	7/10/2006 7:00	126.66795	26.66795	2,304,110.88	1/10/2006 7:00	153.1	53.1	4,587,840.00	1/10/2006 7:00	179.414	79.414	6,861,369.60
10	8/10/2006 7:00	123.3492	23.3492	2,017,370.88	2/10/2006 7:00	147	47	4,060,800.00	2/10/2006 7:00	172.26575	72.26575	6,243,760.80
11	9/10/2006 7:00	132.0609	32.0609	2,770,061.76	3/10/2006 7:00	148.21	48.21	4,165,344.00	3/10/2006 7:00	173.6835	73.6835	6,366,254.40
12	10/10/2006 7:00	149.5125	49.5125	4,277,880.00	4/10/2006 7:00	179.65	79.65	6,881,760.00	4/10/2006 7:00	210.52725	110.52725	9,549,554.40
13	11/10/2006 7:00	150.012	50.012	4,321,036.80	5/10/2006 7:00	184.43	84.43	7,294,752.00	5/10/2006 7:00	216.129	116.129	10,033,545.60
14	12/10/2006 7:00	142.5234	42.5234	3,674,021.76	6/10/2006 7:00	192.83	92.83	8,020,512.00	6/10/2006 7:00	225.97275	125.97275	10,884,045.60
15	13/10/2006 7:00	144.3516	44.3516	3,831,978.24	7/10/2006 7:00	180.15	80.15	6,924,960.00	7/10/2006 7:00	211.11325	111.11325	9,600,184.80
16	14/10/2006 7:00	145.8633	45.8633	3,962,589.12	8/10/2006 7:00	175.43	75.43	6,517,152.00	8/10/2006 7:00	205.582	105.582	9,122,284.80
17	15/10/2006 7:00	145.03365	45.03365	3,890,907.36	9/10/2006 7:00	187.82	87.82	7,587,648.00	9/10/2006 7:00	220.1015	120.1015	10,376,769.60
18	16/10/2006 7:00	145.2516	45.2516	3,909,738.24	10/10/2006 7:00	212.64	112.64	9,732,096.00	10/10/2006 7:00	249.1875	149.1875	12,889,800.00
19	17/10/2006 7:00	126.5625	26.5625	2,295,000.00	11/10/2006 7:00	213.35	113.35	9,793,440.00	11/10/2006 7:00	250.02	150.02	12,961,728.00
20	18/10/2006 7:00	128.81955	28.81955	2,490,009.12	12/10/2006 7:00	202.7	102.7	8,873,280.00	12/10/2006 7:00	237.539	137.539	11,883,369.60
21	19/10/2006 7:00	145.40625	45.40625	3,923,100.00	13/10/2006 7:00	205.3	105.3	9,097,920.00	13/10/2006 7:00	240.586	140.586	12,146,630.40
22	20/10/2006 7:00	141.8907	41.8907	3,619,356.48	14/10/2006 7:00	207.45	107.45	9,283,680.00	14/10/2006 7:00	243.1055	143.1055	12,364,315.20
23	21/10/2006 7:00	135.1266	35.1266	3,034,938.24	15/10/2006 7:00	206.27	106.27	9,181,728.00	15/10/2006 7:00	241.72275	141.72275	12,244,845.60
24	22/10/2006 7:00	116.91555	16.91555	1,461,503.52	16/10/2006 7:00	206.58	106.58	9,208,512.00	16/10/2006 7:00	242.086	142.086	12,276,230.40

ตาราง ค1 แสดงปริมาณน้ำส่วนเกินที่ต้องผันเข้าพื้นที่ปิดล้อม CA1, CA2, CA3 และCA9 ที่อัตราการไหลสูงสุด 150, 210 และ 250 ลบ.ม./วินาที (ต่อ)

ตาราง ค1 แสดงปริมาณน้ำส่วนเกินที่ต้องผันเข้าพื้นที่ปิดล้อม CA1, CA2, CA3 และCA9 ที่อัตราการไหลสูงสุด 150, 210 และ 250 ลบ.ม./วินาที (ต่อ)

ลำดับ	Time	ปริมาณน้ำสูงสุด (150 ลบ.ม./วินาที)	อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)	ปริมาณน้ำ รายวัน(ลบ.ม.)	Time	ปริมาณน้ำสูงสุด (210 ลบ.ม./วินาที)	อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)	ปริมาณน้ำ รายวัน(ลบ.ม.)	Time	ปริมาณน้ำสูงสุด (250 ลบ.ม./วินาที)	อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)	ปริมาณน้ำรายวัน (ลบ.ม.)
25	23/10/2006 7:00	105.80625	5.80625	501,660.00	17/10/2006 7:00	180	80	6,912,000.00	17/10/2006 7:00	210.9375	110.9375	9,585,000.00
26	24/10/2006 7:00	108.98445	8.98445	776,256.48	18/10/2006 7:00	183.21	83.21	7,189,344.00	18/10/2006 7:00	214.69925	114.69925	9,910,015.20
27	25/10/2006 7:00	107.66955	7.66955	662,649.12	19/10/2006 7:00	206.8	106.8	9,227,520.00	19/10/2006 7:00	242.34375	142.34375	12,298,500.00
28	26/10/2006 7:00	112.87965	12.87965	1,112,801.76	20/10/2006 7:00	201.8	101.8	8,795,520.00	20/10/2006 7:00	236.4845	136.4845	11,792,260.80
29	27/10/2006 7:00	112.21875	12.21875	1,055,700.00	21/10/2006 7:00	192.18	92.18	7,964,352.00	21/10/2006 7:00	225.211	125.211	10,818,230.40
30	28/10/2006 7:00	112.21875	12.21875	1,055,700.00	22/10/2006 7:00	166.28	66.28	5,726,592.00	22/10/2006 7:00	194.85925	94.85925	8,195,839.20
31	29/10/2006 7:00	108.7524	8.7524	756,207.36	23/10/2006 7:00	150.48	50.48	4,361,472.00	23/10/2006 7:00	176.34375	76.34375	6,596,100.00
32	30/10/2006 7:00	110.5383	10.5383	910,509.12	24/10/2006 7:00	155	55	4,752,000.00	24/10/2006 7:00	181.64075	81.64075	7,053,760.80
33	31/10/2006 7:00	109.4625	9.4625	817,560.00	25/10/2006 7:00	153.13	53.13	4,590,432.00	25/10/2006 7:00	179.44925	79.44925	6,864,415.20
34	1/11/2006 7:00	110.25	10.25	885,600.00	26/10/2006 7:00	160.54	60.54	5,230,656.00	26/10/2006 7:00	188.13275	88.13275	7,614,669.60
35					27/10/2006 7:00	159.6	59.6	5,149,440.00	27/10/2006 7:00	187.03125	87.03125	7,519,500.00
36					28/10/2006 7:00	159.6	59.6	5,149,440.00	28/10/2006 7:00	187.03125	87.03125	7,519,500.00
37					29/10/2006 7:00	154.67	54.67	4,723,488.00	29/10/2006 7:00	181.254	81.254	7,020,345.60
38					30/10/2006 7:00	157.21	57.21	4,942,944.00	30/10/2006 7:00	184.2305	84.2305	7,277,515.20
39					31/10/2006 7:00	155.68	55.68	4,810,752.00	31/10/2006 7:00	182.4375	82.4375	7,122,600.00
40					1/11/2006 7:00	156.8	56.8	4,907,520.00	1/11/2006 7:00	183.75	83.75	7,236,000.00
41					2/11/2006 7:00	130	30	2,592,000.00	2/11/2006 7:00	152.34375	52.34375	4,522,500.00
42					3/11/2006 7:00	133.64	33.64	2,906,496.00	3/11/2006 7:00	156.60925	56.60925	4,891,039.20
43					4/11/2006 7:00	137.08	37.08	3,203,712.00	4/11/2006 7:00	160.6405	60.6405	5,239,339.20
44					5/11/2006 7:00	122	22	1,900,800.00	5/11/2006 7:00	142.96875	42.96875	3,712,500.00
45					6/11/2006 7:00	117.82	17.82	1,539,648.00	6/11/2006 7:00	138.07025	38.07025	3,289,269.60
46					7/11/2006 7:00	111.16	11.16	964,224.00	7/11/2006 7:00	130.26575	30.26575	2,614,960.80
47									8/11/2006 7:00	113.74225	13.74225	1,187,330.40
48									9/11/2006 7:00	108.94925	8.94925	773,215.20

ตาราง ค1 แสดงปริมาณน้ำส่วนเกินที่ต้องผันเข้าพื้นที่ปิดล้อม CA1, CA2, CA3 และCA9 ที่อัตราการไหลสูงสุด 150, 210 และ 250 ลบ.ม./วินาที (ต่อ)

ลำดับ	Time	ปริมาณน้ำสูงสุด (150 ลบ.ม./วินาที)	อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)	ปริมาณน้ำ รายวัน(ลบ.ม.)	Time	ปริมาณน้ำสูงสุด (210 ลบ.ม./วินาที)	อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)	ปริมาณน้ำ รายวัน(ลบ.ม.)	Time	ปริมาณน้ำสูงสุด (250 ลบ.ม./วินาที)	อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)	ปริมาณน้ำรายวัน (ลบ.ม.)		
49									10/11/2006 7:00	103.30075	3.30075	285,184.80		
50									11/11/2006 7:00	103.30075	3.30075	285,184.80		
51									12/11/2006 7:00	103.59375	3.59375	310,500.00		
52									13/11/2006 7:00	101.39075	1.39075	120,160.80		
53									24/11/2006 7:00	100.3945	0.3945	34,084.80		
54									25/11/2006 7:00	105.961	5.961	515,030.40		
55									26/11/2006 7:00	102.65625	2.65625	229,500.00		
56									27/11/2006 7:00	102.7265	2.7265	235,569.60		
57									28/11/2006 7:00	100.42975	0.42975	37,130.40		
58									3/12/2006 7:00	100.35925	0.35925	31,039.20		
59									4/12/2006 7:00	104.17975	4.17975	361,130.40		
60									5/12/2006 7:00	108.5625	8.5625	739,800.00		
61									6/12/2006 7:00	109.922	9.922	857,260.80		
62									7/12/2006 7:00	108.8085	8.8085	761,054.40		
63									8/12/2006 7:00	111.2695	11.2695	973,684.80		
64									9/12/2006 7:00	108.79675	8.79675	760,039.20		
65									10/12/2006 7:00	112.73425	12.73425	1,100,239.20		
66									11/12/2006 7:00	114.621	14.621	1,263,254.40		
67									12/12/2006 7:00	105.539	5.539	478,569.60		
ปริมาณน้ำที่ต้องผันเข้าพื้นที่				70,131,942.72	ปริมาณน้ำที่ต้องผันเข้าพื้นที่				248,864,832.00	ปริมาณน้ำที่ต้องผันเข้าพื้นที่				371,287,497.60

ประวัติย่อผู้จัดทำสารนิพนธ์

ประวัติย่อผู้จัดทำสารนิพนธ์

ชื่อ ชื่อสกุล	นายศราวุธ สากล
วันเดือนปีเกิด	19 มีนาคม 2517
สถานที่เกิด	จังหวัดปราจีนบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	200/1636 ถ.ติวานนท์ ต.บางตลาด อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ.2535	มัธยมศึกษาปีที่ 6 จาก โรงเรียนปราจิณราษฎรอำรุง
พ.ศ.2541	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมชลประทาน จาก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
พ.ศ.2553	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการทางวิศวกรรม แขนงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ