

รายงานการศึกษา

เรื่อง

การป้องกันและบรรเทาอุทกภัยกรุงเทพมหานครฝั่งตะวันออก
กรณีศึกษา กำแพงกั้นน้ำริมคลองรังสิตประยูรศักดิ์ จังหวัดปทุมธานี

โดย

นายพฤทธิพงษ์ ทัศนัญชลีกุล
ผู้อำนวยการโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้
กรมชลประทาน

เสนอ

คณะกรรมการหลักสูตรนักบริหาร

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการฝึกอบรมหลักสูตรนักบริหารมหานครระดับสูง รุ่นที่ ๕

ระหว่างวันที่ ๓ มิถุนายน – ๒๘ สิงหาคม ๒๕๕๖

คำนำ

รายงานการศึกษาเรื่องการป้องกันและบรรเทาอุทกภัยกรุงเทพมหานครฝั่งตะวันออก
กรณีศึกษา กำแพงกั้นน้ำริมคลองรังสิตประยูรศักดิ์ จังหวัดปทุมธานีฉบับนี้ เป็นการศึกษา
การบริหารจัดการน้ำภายหลังการก่อสร้างกำแพงกั้นน้ำแล้วเสร็จตามแผนงาน เนื่องจากพื้นที่
ป้องกันน้ำท่วมจังหวัดปทุมธานี จำนวน 87,400 ไร่ เป็นที่อยู่อาศัยชุมชนเมือง จำนวน 93,000
ครัวเรือน จะมีลักษณะเป็นพื้นที่ระบบปิด การป้องกันน้ำไม่ให้ไหลหลากเข้าท่วมพื้นที่เช่น
ปี 2554 ได้ตามวัตถุประสงค์เพียงมิตินั้นไม่เพียงพอ จำเป็นต้องคำนึงถึงการบริหารจัดการน้ำ
ในพื้นที่ซึ่งเกิดจากน้ำฝน และการระบายน้ำทิ้งจากการอุปโภคและบริโภคของประชาชนในพื้นที่
ดังนั้นการศึกษาวเคราะห์ร่วมกับความสามารถในการระบายน้ำโดยระบบชลประทานและการ
รับน้ำเข้าพื้นที่กรุงเทพมหานคร จึงมีผลต่อการบริหารจัดการน้ำของกรุงเทพมหานครโดยตรง
ในการป้องกันและบรรเทาอุทกภัยทั้งพื้นที่จังหวัดปทุมธานีและกรุงเทพมหานครฝั่งตะวันออก

ผู้ศึกษาวิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ผลการศึกษานี้จะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องใน
การเตรียมความพร้อมก่อน ระหว่างและหลังฤดูฝน นำไปใช้เป็นแนวทางการบริหารจัดการน้ำ
ร่วมกับกรุงเทพมหานครในการป้องกันและบรรเทาอุทกภัยต่อไป

พฤทธิพงศ์ ทศน์อัญชลีกุล

19 กันยายน 2557

บทคัดย่อ

จากการศึกษาปริมาณน้ำฝนและน้ำท่า ในพื้นที่ป้องกันน้ำท่วมตามแนวคันกั้นน้ำริมคลองรังสิต ประยูรศักดิ์ จังหวัดปทุมธานีที่เชื่อมต่อกับคันกั้นน้ำตามแนวพระราชดำริ พื้นที่ตอนบนของกรุงเทพมหานครฝั่งตะวันออกจะมีลักษณะเป็นพื้นที่ปดล้อม เป็นพื้นที่ 87,400 ไร่ เป็นที่อยู่อาศัยชุมชนเมือง จำนวน 93,000 ครัวเรือน การศึกษาใช้ปริมาณน้ำฝนที่สถานีสูบน้ำจุฬาลงกรณ์ย้อนหลัง 10 ปี พบว่าปริมาณฝนสูงสุดใน 1 วันในเดือนตุลาคม 2554 วัดได้ 67 มิลลิเมตร และปี 2552 วัดได้ 112.5 มิลลิเมตรมีค่าใกล้เคียงกับค่าความสามารถในการเกิดน้ำรอบ 10 ปี ในการศึกษาเพื่อป้องกันและบรรเทาอุทกภัย พิจารณาใช้ฝนสูงสุด ที่ 112.5 มิลลิเมตร เพื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าในระบบ ที่ค่าสัมประสิทธิ์การเกิดน้ำท่าแบบถ่วงน้ำหนัก ร้อยละ 52 มีค่าเท่ากับ 94.68 ลบ.ม./วินาที และการระบายน้ำทิ้งจากชุมชน มีค่าเท่ากับ 0.52 ลบ.ม./วินาทีเมื่อวิเคราะห์ร่วมกับความสามารถในการระบายน้ำโดยระบบชลประทานตามแนวคันกั้นน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้ กรมชลประทาน ที่อัตราการสูบน้ำออกจากระบบ 18 ลบ.ม./วินาที และการรับน้ำของกรุงเทพมหานครในเดือนตุลาคม 2554 จากประจักษ์ระบายน้ำต่างๆของกรุงเทพมหานครรับน้ำเข้าได้ 28.03 ลบ.ม./วินาที พบว่าการเกิดน้ำท่าสูงสุดในพื้นที่ตอนบนมากกว่าความสามารถในการระบายน้ำออกจากพื้นที่ 49.17 ลบ.ม./วินาที ซึ่งมีผลให้น้ำเอ่อท่วมพื้นที่ปดล้อมตอนบนเล็กน้อย ความสูงเฉลี่ย 3.04 เซนติเมตรเป็นเวลา 1 วันแต่อย่างไรก็ตามหากต้องระบายน้ำส่วนเกินออกจากระบบอย่างสมดุล ควรเพิ่มการระบายน้ำเข้าระบบระบายน้ำของกรุงเทพมหานครและเพิ่มสถานีสูบน้ำที่ประจักษ์ระบายน้ำคลอง 1 ถึงคลอง 7 ในการบริหารจัดการน้ำกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องร่วมกัน

สารบัญ

หน้า

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	4
1.3 ขอบเขตการศึกษา	4
1.4 นิยามศัพท์	4
1.5 วิธีการศึกษา	4
1.6 ประโยชน์ในการศึกษา	5

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 บันทึกเหตุการณ์มหาอุทกภัยปี 2554	6
2.2 ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดอุทกภัย	7
2.3 สาเหตุการเกิดอุทกภัย ปี 2554	9
2.4 การดำเนินการป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วมของกรุงเทพมหานคร	10
2.5 การก่อสร้างคันกั้นน้ำด้านตะวันออกของกรุงเทพฯ (คันกั้นน้ำตามแนวพระราชดำริ)	11
2.6 กรอบแนวคิด	14
2.7 การคำนวณน้ำฝน	14
2.8 การวิเคราะห์ความถี่	15
2.9 สัมประสิทธิ์การไหลนอง	15

บทที่ 3 เนื้อหา รายละเอียดของเรื่อง

3.1 การประเมินปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ศึกษา	17
3.2 การประเมินปริมาณน้ำทิ้ง	20
3.3 ปริมาณน้ำระบายออกจากพื้นที่ศึกษา	21
3.4 สมดุลน้ำในพื้นที่	23
3.5 แนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำล้นตลิ่ง	23

บทที่ 4 บทสรุป และข้อเสนอแนะ

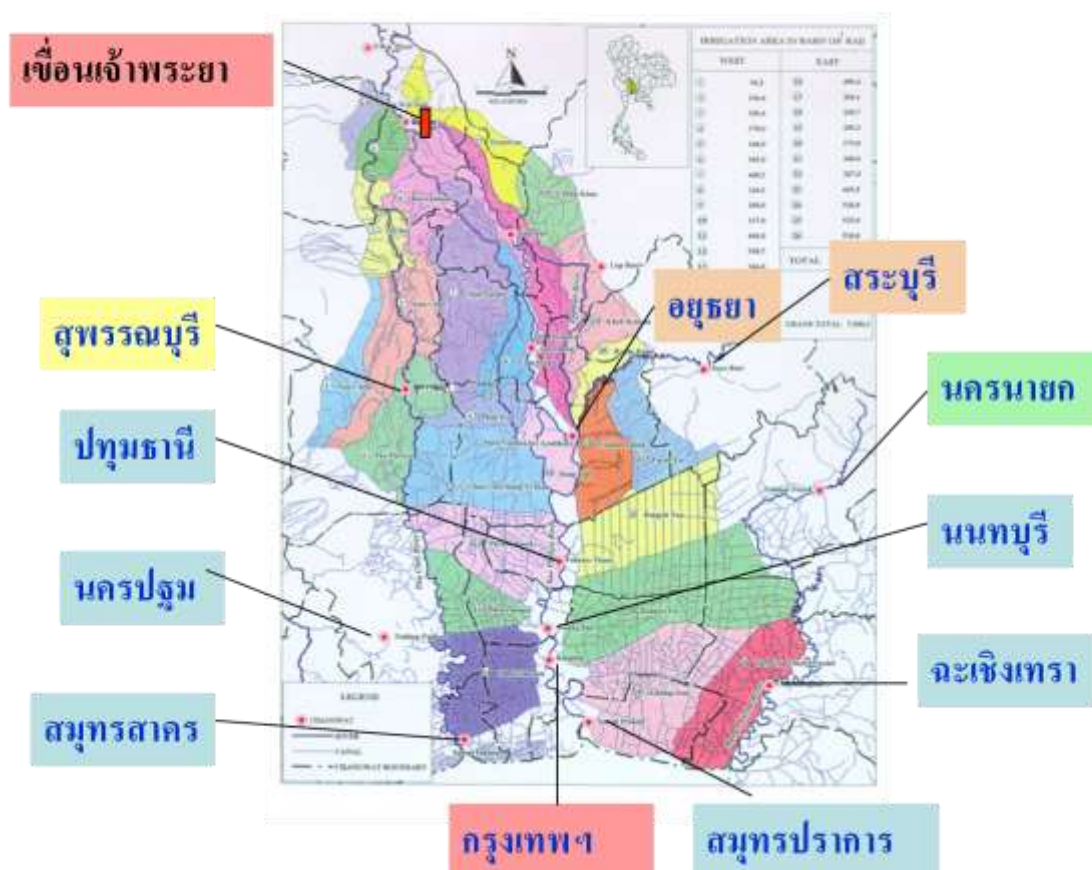
เอกสารอ้างอิง

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ขอบเขตการปกครองในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง



ประเทศไทยประสบกับสภาวะการเกิดอุทกภัยที่รุนแรงหลายครั้งซึ่งมูลค่าความเสียหายแต่ละปีหลักพันล้านถึงหลักหมื่นล้านโดยสถิติย้อนหลัง 20 ปีตั้งแต่ปี 2532-2553 ประเทศไทยได้รับความเสียหายจากน้ำท่วมเป็นมูลค่ารวม 1.3 แสนล้านบาทปีที่ได้รับ ความเสียหายมากที่สุดคือปี 2553 มูลค่า 16,338 ล้านบาท หรือเสียหายมากที่สุดในรอบ 20 ปีรองลงมาปี 2545 มูลค่า 13,385 ล้านบาทและปี 2532มูลค่า 11,739 ล้านบาทปี 2543 มูลค่า 10,032 ล้านบาท โดยความเสียหายครอบคลุมทั้งด้านชีวิตและทรัพย์สินอาทิราษฎรเดือดร้อน และเสียชีวิตอาคารโรงงานโรงเรียนพื้นที่การเกษตรได้รับความเสียหาย (กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย, 2554)

ในกลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างเคยประสบอุทกภัยครั้งรุนแรงหลายครั้งและเท่าที่มีการบันทึกข้อมูลพบว่าเหตุการณ์น้ำท่วมเมื่อปีพ.ศ. 2485 (สมัยรัชกาลที่ 7) มีระดับน้ำท่วมสูงสุดโดยวัดระดับที่สะพานพุทธยอดฟ้าจุฬาโลกได้ 2.3 เมตร รทก. ซึ่งในขณะนั้นยังไม่มีการสร้างอ่างเก็บน้ำต่างๆเช่นเขื่อนภูมิพล (พ.ศ. 2507) และเขื่อนสิริกิติ์(พ.ศ. 2514) ภายหลังมีการสร้างอ่างเก็บน้ำในพื้นที่ต้นน้ำแล้วยังมีเหตุการณ์น้ำท่วมครั้งสำคัญตามมาหลายครั้งได้แก่ในปีพ.ศ. 2521, 2523, 2526 และ 2538 โดยเฉพาะในปีพ.ศ.2526 และ 2538 มีปริมาณน้ำมากกว่าปีอื่นๆทำให้มีน้ำท่วมขังเป็นบริเวณกว้างโดยระดับน้ำที่สะพานพุทธฯวัดได้ประมาณ 2.13 และ 2.25 เมตร รทก.



กรุงเทพมหานคร เมืองหลวงและศูนย์กลางเศรษฐกิจของประเทศไทย ตั้งอยู่บนราบลุ่มตอนปลายของแม่น้ำเจ้าพระยา และอยู่ในอิทธิพลของการขึ้นลงของน้ำทะเล ในอดีตมีห้วย หนอง คลอง บึง และที่ว่างเป็นจำนวนมาก ประชาชนใช้น้ำเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตประจำวันและเพื่อประกอบอาชีพ ไม่มีปัญหาน้ำท่วมมากนัก สภาพน้ำในคูคลองยังใสสะอาด ปัจจุบันความเจริญของกรุงเทพมหานครเติบโตอย่างรวดเร็วเกินกว่าที่การวางผังเมือง การใช้ที่ดินและสาธารณูปโภค รวมทั้งมาตรการในการระบายน้ำ และการป้องกันน้ำท่วมที่วางไว้จะรับได้ ผนวกกับปัญหาการถมที่ เพื่อพัฒนาเมืองและแผ่นดินทรุด ทำให้น้ำท่วมทวีความรุนแรง

สาเหตุน้ำท่วมเกิดทั้งจากธรรมชาติและจากสาเหตุทางกายภาพ โดยสาเหตุจากธรรมชาติมาจากหลายกรณีทั้งจากน้ำฝน น้ำทุ่ง น้ำเหนือและน้ำทะเลหนุน พื้นที่กรุงเทพมหานครมีปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งปีประมาณ 1,500 มิลลิเมตร น้ำทุ่ง ได้แก่ น้ำฝนหรือน้ำเพื่อการการกสิกรรมที่มีในพื้นที่ใกล้เคียงไหลเข้ามาในพื้นที่ทั้งด้านเหนือและด้านตะวันออก ตามความลาดเอียงของระดับพื้นดิน ความรุนแรงตามระดับน้ำและความลาดเอียงของพื้นที่ น้ำเหนือ ได้แก่ น้ำฝนที่ตกในลุ่มน้ำเจ้าพระยา บางส่วนถูกกักเก็บโดยเขื่อนต่าง ๆ ส่วนที่เหลือประมาณร้อยละ 70 จะระบายลงแม่น้ำเจ้าพระยาไหลผ่านกรุงเทพฯ ในปีน้ำน้อยจะระบายด้วยความเร็วประมาณ 1,000 – 2,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ในปีน้ำมาก ประมาณ 4,000 – 5,500 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ทั้งนี้ แม่น้ำเจ้าพระยาสามารถรองรับน้ำได้ประมาณ 2,500 – 3,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ที่จะไม่ทำให้น้ำล้นตลิ่ง ในขณะที่น้ำทะเลหนุนจะส่งผลให้ระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาเคลื่อนไหวขึ้นลงตามกัน น้ำทะเลจะหนุนสูงสุดในช่วงเดือนตุลาคม – ธันวาคม ระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาในช่วงน้ำทะเลหนุนสูงสุด ปี 2526 2538 2539 2545 2551 และ 2553 มีค่าระดับสูงสุดวัดที่ปากคลองตลาด ใกล้สะพานพระพุทธยอดฟ้าจุฬาโลก ได้สูงถึง 2.13 2.27 2.14 2.12 2.22 2.17 และ 2.10 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลางตามลำดับ ส่วนสาเหตุทางกายภาพมาจากปัญหาทางผังเมือง การขยายตัวอย่างรวดเร็วของชุมชน ที่วางรับน้ำถูกถม หรือ แทนที่ด้วยคอนกรีต ทางระบายน้ำถูกถม ทำให้บางพื้นที่ระบายน้ำไม่ทัน ระดับพื้นผิวถนนและซอยไม่เท่ากัน ปัญหาระบบระบายน้ำเดิมมีขนาดเล็กไม่เพียงพอต่อการระบายน้ำ การรुक้าคูคลองและทางระบายน้ำสืบเนื่องจากการขยายตัวของชุมชน และปัญหาแผ่นดินทรุดทำให้การลงทุนระบบระบายน้ำในอดีต และที่จะเกิดขึ้นในอนาคตล้มเหลว หรือลดประสิทธิภาพลงได้

กรุงเทพมหานครได้ป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วมจากน้ำฝน น้ำทุ่ง น้ำเหนือ และน้ำทะเลหนุน ตามสภาพการณ์ข้างต้น ด้วยมาตรการก่อสร้าง (Structural Measure) และมาตรการไม่ใช้การก่อสร้าง (Non - Structural Measure)

ทั้งนี้ มาตรการด้านการก่อสร้างส่วนใหญ่ใช้ในพื้นที่ชุมชนหนาแน่น โดย

-การป้องกันน้ำภายนอกไหลเข้าพื้นที่ปิดล้อมโดยใช้พื้นดินเป็นคันกั้นน้ำ ทางรถไฟ เขื่อน ค.ส.ล. แนวป้องกันน้ำท่วมรูปแบบต่าง ๆ

- การระบายน้ำออกจากพื้นที่ปิดล้อม โดยระบบแบบธรรมชาติ เช่น ประตูระบายน้ำ ประตูท่อ และระบายออกโดยใช้เครื่องสูบ

- การระบายน้ำในพื้นที่ปิดล้อม โดยใช้ท่อระบายน้ำ คูคลองผ่านระบบท่อระบายน้ำออกจากอาคารบ้านเรือน และการใช้พื้นที่ชะลอน้ำเพื่อเก็บกักน้ำไว้ระยะหนึ่ง โดยคลอง สระ บึง ที่ลุ่มต่าง ๆ

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปริมาณน้ำฝนและน้ำท่า ในพื้นที่ป้องกันน้ำท่วมตามแนวคันกั้นน้ำริมคลองรังสิตประยูรศักดิ์ จังหวัดปทุมธานี
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการระบายน้ำโดยระบบชลประทานตามแนวคันกั้นน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้ กรมชลประทาน และการรับน้ำเข้าระบบระบายน้ำของกรุงเทพมหานคร

1.3 ขอบเขตการศึกษา

เป็นการศึกษาการป้องกันและบรรเทาอุทกภัยโดยระบบชลประทานในความรับผิดชอบของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้ กรมชลประทาน จากสถานการณ์อุทกภัยปี 2554 และผลกระทบที่เกิดจากที่อยู่อาศัยพื้นที่ชุมชนเมือง

1.4. นิยามศัพท์

กำแพงกั้นน้ำ หมายถึง อาคาร สิ่งก่อสร้างที่ใช้ในการป้องกันน้ำไม่ให้ไหลหลากเข้าพื้นที่จากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง รวมถึงการก่อสร้างเสริมคัน ถนน เพื่อวัตถุประสงค์ในการป้องกันน้ำหลาก

ปริมาณฝนรายวัน หมายถึง ปริมาณฝนที่วัดได้โดยเครื่องมือวัดน้ำฝน ในรอบ 24 ชั่วโมง

รอบการเกิดซ้ำ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของหน่วยเวลาในช่วงเวลาระหว่างการเกิดปรากฏการณ์ทางอุทกวิทยา (เช่น น้ำท่วม ฝนตก) เหตุการณ์หนึ่ง ไปจนถึงเหตุการณ์อื่นๆ ที่เกิดตามมา โดยเหตุการณ์เหล่านี้ให้ผลที่เกิดขึ้นมีค่าเท่ากับ หรือมากกว่าค่าที่กำหนดให้ มีหน่วยเวลาเป็นปี

1.5. วิธีการศึกษา

1. รวบรวมข้อมูลสถิติน้ำฝนรายสถานีย้อนหลัง 10 ปี ที่ครอบคลุมพื้นที่ป้องกันน้ำท่วม จังหวัดปทุมธานี โดยกำแพงกั้นน้ำริมคลองรังสิตประยูรศักดิ์
2. วิเคราะห์ปริมาณน้ำฝน แจกแจงความถี่ปริมาณฝนสูงสุดรายปี ที่คาบความถี่การเกิดต่างๆ เพื่อเปรียบเทียบกับปริมาณฝนสูงสุดปี 2554 เพื่อใช้ในการคำนวณการเกิดน้ำท่าในพื้นที่ป้องกันน้ำท่วมตอนบนของกรุงเทพมหานครฝั่งตะวันออก
3. การคำนวณปริมาณน้ำใช้และปริมาณน้ำทิ้งต่อวันในพื้นที่ป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ตอนบนของกรุงเทพมหานครฝั่งตะวันออก

4. รวบรวมข้อมูลการระบายน้ำโดยระบบชลประทานและประตูระบายน้ำในทางน้ำที่อยู่ในความรับผิดชอบของกรุงเทพมหานคร ที่เชื่อมโยงการระบายน้ำกับพื้นที่ป้องกันน้ำท่วมจังหวัดปทุมธานี ได้แก่ คลองสองสายใต้ คลองหม้อแตก พระยาสุเรนทร์(ตอนวัดหนองใหญ่) ลำแบน คลองสี่ตะวันตก คลองสามตะวันตก คลองสองตะวันตก และคลองสามวา

5. วิเคราะห์สมดุลน้ำระหว่างปริมาณน้ำท่าร่วมกับปริมาณน้ำทิ้งจากชุมชนเมือง กับความสามารถการระบายน้ำจากระบบชลประทานและความสามารถในการรับน้ำเข้าพื้นที่กรุงเทพมหานคร

6. วิเคราะห์ผลกระทบแนวทางการป้องกันและบรรเทาอุทกภัยที่มีผลต่อพื้นที่กรุงเทพมหานครฝั่งตะวันออก

1.6 ประโยชน์ในการศึกษา

1. ทำให้ทราบข้อมูลปริมาณน้ำท่าสูงสุดในรอบ 1 วัน สามารถนำไปใช้ในการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ร่วมกันระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กรมชลประทาน กรุงเทพมหานคร องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

2. ลดปัญหาความขัดแย้งในการรับน้ำและระบายน้ำระหว่างหน่วยงาน โดยการระบายน้ำให้มีความสัมพันธ์กับสถานการณ์น้ำและสภาพพื้นที่ปิดล้อมดอนบนและพื้นที่ภายในกรุงเทพมหานครฝั่งตะวันออกได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. เป็นข้อมูลในการเตรียมความพร้อมก่อน ระหว่าง และหลังอุทกภัย

4. ใช้ในการคาดการณ์ ประเมินการน้ำท่วม และการเตือนภัย

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 บันทึกเหตุการณ์มหาอุทกภัยปี 2554



ปี 2554 ประเทศไทยประสบปัญหาอุทกภัยครั้งรุนแรงที่สุดเป็นประวัติการณ์ตั้งแต่ต้นปีจนถึงปลายปี และมีพื้นที่ประสบภัยกระจายตัวในทุกภาคของประเทศ โดยเฉพาะพื้นที่ภาคเหนือและภาคกลางที่เกิดน้ำท่วมหนักเป็นระยะเวลานานยิ่งไปกว่านั้น พื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑลเป็นพื้นที่หนึ่งซึ่งเกิดน้ำท่วมหนักในรอบ 70 ปีหากนับจากเหตุการณ์น้ำท่วมกรุงเทพมหานครในปี 2485 อุทกภัยครั้งนี้ส่งผลให้เกิดความเสียหายอย่างหนักทั้งทางภาคการเกษตร อุตสาหกรรม เศรษฐกิจ สังคม และส่งผลกระทบเป็นลูกโซ่ไปยังภาคส่วนอื่นอีกเป็นจำนวนมาก พื้นที่ประสบอุทกภัยและมีการประกาศเป็นพื้นที่ภัยพิบัติกรณีฉุกเฉินตั้งแต่ปลายเดือนกรกฎาคม 2554 จนถึงเดือนพฤศจิกายน รวมทั้งสิ้น 65 จังหวัด ทั้งนี้ มีผู้เสียชีวิต 657 ราย สูญหาย 3 คน ราษฎรเดือดร้อน 4,039,459 ครัวเรือน 13,425,869 คน บ้านเรือนเสียหายทั้งสิ้น 2,329 หลัง บ้านเรือนเสียหายบางส่วน 96,833

หลังพื้นที่การเกษตรคาดว่าจะได้รับความเสียหาย 11.20 ล้านไร่ ถนน 13,961 สาย ท่อระบายน้ำ 777 แห่ง ฝาย 982 แห่ง ทำนบ 142 แห่ง สะพาน/คอสะพาน 724 แห่ง บ่อปลา/บ่อกุ้ง/หอย 231,919 ไร่ ปศุสัตว์ 13.41 ล้านตัว

2.2 ปัจจัยที่ส่งผลทำให้เกิดอุทกภัย

2.2.1 ปัจจัยธรรมชาติ

1. ฝนที่มากกว่าปกติและปริมาณฝนสะสมทั้งประเทศตั้งแต่เดือนมกราคม – ตุลาคม 2554 สูงกว่าค่าเฉลี่ย 35% เนื่องจาก

ปรากฏการณ์ลานีญาที่เกิดขึ้นในช่วงครึ่งแรกของปี 2554 โดยช่วงเดือนมกราคม ดัชนี ENSO เท่ากับ -1.6 ซึ่งเป็นลานีญาก่อนข้างแรงแต่สภาพลานีญาอ่อนตัวลงจนเข้าสู่สภาพเป็นกลาง (ดัชนี ENSO อยู่ระหว่าง -0.5 ถึง 0.5) ช่วงระหว่างเดือนมิ.ย.- ก.ย. และค่อยๆเริ่มกลับสู่สภาวะลานีญาอีกครั้งช่วงปลายปี ส่งผลให้ปี 2554 ฝนมากกว่าปกติตั้งแต่เดือนมีนาคม และมีปริมาณฝนมากกว่าปกติเกือบทุกเดือนโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเดือนมีนาคม และเดือนเมษายนมีปริมาณฝนสูงกว่าค่าเฉลี่ยถึงร้อยละ 277 และ 45 ตามลำดับ พายุปี 2554 ประเทศไทยได้รับอิทธิพลทั้งโดยตรงและโดยอ้อมจากพายุที่เคลื่อนตัวมาจากทะเลจีนใต้ทั้งหมด 5 ลูก ได้แก่ พายุโซนร้อนไหหม่า นกเตน ไห่ถาง เนสาด และนาลแกโดยพื้นที่ภาคเหนือเป็นพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบหนักสุด โดยช่วงปลายเดือนมิถุนายนมีพายุโซนร้อน "ไหหม่า" พัดถล่มพื้นที่ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่งผลให้ปริมาณน้ำในแม่น้ำยมเพิ่มขึ้นอย่างมาก ถัดมาในช่วงปลายเดือนกรกฎาคม น้ำในพื้นที่ภาคเหนือยังไม่ทันระบายได้หมด พายุ "นกเตน" ได้พัดถล่มซ้ำพื้นที่เดิมอีก ทำให้ปริมาณน้ำยิ่งเพิ่มสูงขึ้น หลังจากนั้นได้มีพายุที่ส่งผลกระทบอย่างต่อเนื่องอีกคือ พายุ "ไห่ถาง" ที่ส่งผลกระทบต่อภาคตะวันออกเฉียงเหนือบริเวณพื้นที่ริมแม่น้ำโขง ในช่วงวันที่ 27-29 กันยายน 2554 ต่อมาคือ พายุ "เนสาด" ได้ส่งผลกระทบต่อประเทศไทยต่อเนื่องจากพายุ "ไห่ถาง" บริเวณที่ได้รับผลกระทบยังคงเป็นพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและด้านตะวันออกของภาคเหนือส่วนพายุลูกสุดท้ายคือ พายุ นาลแกที่อิทธิพลของพายุส่งผลให้ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีกำลังแรงขึ้นและทำให้มีฝนมากในพื้นที่ภาคกลางและภาคตะวันออกช่วงวันที่ 5-7 ตุลาคม 2554

ร่องมรสุมและลมประจำท้องถิ่นช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม มีร่องมรสุมพาดผ่านบริเวณประเทศไทยอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะบริเวณตอนบนและตอนกลางของประเทศส่งผลให้เกิดฝนตกหนักและน้ำท่วมในหลายพื้นที่นอกจากนี้มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดบริเวณทะเลอันดามัน ประเทศไทย และอ่าวไทยมีกำลังค่อนข้างแรง เป็นปัจจัยที่เสริมให้ปริมาณฝนยิ่งเพิ่มทวีมากขึ้น

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาเฉพาะปริมาณฝนในพื้นที่กรุงเทพมหานคร ยังพบอีกว่าปี 2554 ปริมาณฝนสะสมตั้งแต่ต้นปีมีค่าสูงที่สุดเมื่อเทียบกับปริมาณฝนรายเดือนสะสมของสำนักการระบายน้ำเฉลี่ยคาบ 20 ปี

(2534-2553) และปริมาณฝนรายเดือนสะสมของกรมอุตุนิยมวิทยาเฉลี่ยคาบ 30 ปี (2524-2553) โดยในวันที่ 1 ธันวาคม 2554 มีปริมาณฝนสะสมตั้งแต่ต้นปีอยู่ที่ 2,257.5 มิลลิเมตรซึ่งปริมาณฝนรายเดือนสะสมเฉลี่ยคาบ 20 ปี ของสำนักงานการระบายน้ำ ลื่นเดือนพฤศจิกายนอยู่ที่ 1,654.4 มิลลิเมตร ส่วนปริมาณฝนรายเดือนสะสมเฉลี่ยคาบ 30 ปีของกรมอุตุนิยมวิทยา ลื่นเดือนพฤศจิกายน อยู่ที่ 1,973.5 มิลลิเมตร

2. ปริมาณน้ำไหลลงอ่างสะสมของเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์สูงสุดเป็นประวัติการณ์และมีข้อจำกัดในการระบายเนื่องจากสภาพน้ำท่วมในพื้นที่ท้ายเขื่อน

3. น้ำทะเลหนุนบริเวณอ่าวไทย ช่วงปลายเดือนตุลาคม กลางเดือนพฤศจิกายนและปลายเดือนพฤศจิกายน ทำให้การระบายน้ำเป็นไปอย่างล่าช้า

2.2.2 ปัจจัยทางกายภาพ

1. พื้นที่ต้นน้ำ มีป่าไม้รวมทั้งคุณภาพป่าไม้ลดลง
2. โครงสร้างน้ำไม่มีความยืดหยุ่นในการรับมือกับสถานการณ์ฝนในปัจจุบัน
3. ระบบโครงสร้างป้องกันน้ำท่วมมีประสิทธิภาพลดลง จากการทรุดตัวของพื้นที่ขาดการบำรุงรักษา และการใช้ประโยชน์ที่ดินที่เปลี่ยนไป
4. ในส่วนของพื้นที่กรุงเทพมหานครมีศักยภาพการป้อนน้ำเข้าสู่ระบบสูบและอุโมงค์ระบายน้ำไม่สอดคล้องกับศักยภาพของระบบสูบและอุโมงค์
5. สะพานหลายแห่งเป็นปัญหาต่อการระบาย จากขนาดตอม่อใหญ่ช่องสะพานขวางทางน้ำ
6. สิ่งปลูกสร้างรุกล้ำลำน้ำโดยเฉพาะในพื้นที่กรุงเทพมหานคร เช่น คลองเปรมประชากร และคลองลาดพร้าว

2.2.3 ปัจจัยทางด้านการบริหารจัดการน้ำ

1. พื้นที่หนองน้ำในภาคเหนือตอนล่างขาดการดูแลและถูกรุกกล้าทำให้ความจุหนองน้ำลดลง เช่น บึงบอระเพ็ด บึงสีไฟ
2. การผันน้ำออกทางฝั่งตะวันออกและฝั่งตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นไปอย่างไม่เต็มศักยภาพสูงสุด
3. ปริมาณน้ำระบายจากเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ ที่ไหลมายังเขื่อนพระรามหกไม่ได้ผันเข้าสู่คลองระพีพัฒน์แยกได้อย่างเต็มศักยภาพทำให้น้ำส่วนใหญ่ไหลเข้าสู่อำเภพระนครศรีอยุธยา

4. คลองระพีพัฒน์ไม่สามารถผันน้ำเข้าทุ่งตะวันออกได้ และในทางกลับกันเรือกสวนไร่นาในทุ่งตะวันออกกลับสูบน้ำเข้าสู่คลองระพีพัฒน์
5. ปัญหาการบริหารการระบายผ่านแนวรอยต่อที่มีหลายหน่วยงานรับผิดชอบ
6. ประชาชนและองค์กรส่วนย่อย สร้างพลังและกันของตัวเองทำให้การระบายในภาพรวมไม่สามารถดำเนินการได้

2.3 สาเหตุการเกิดอุทกภัยปี 2554

1. การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศส่งผลให้มีปริมาณฝนตกมากตั้งแต่เดือน มิถุนายน-ตุลาคม 2554 ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยประมาณ 39% ในพื้นที่ภาคเหนือและสูงกว่าค่าเฉลี่ยประมาณ 22% ในภาคกลางโดยได้รับอิทธิพลจากพายุโซนร้อนไหหม่าวกเดนไ้ทางเนสาดนาลแก และร่องความกดอากาศต่ำกำลังแรงที่พัดผ่านภาคเหนือ 3 ช่วงระหว่างวันที่ 10-12, 15-19 สิงหาคมและ8-12 กันยายน 2554

2. การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินเปลี่ยนแปลงไปจากอดีตอาทิพื้นที่ป่าไม้เปลี่ยนเป็นชุมชนพื้นที่เกษตรกรรมเปลี่ยนเป็นเขตอุตสาหกรรมและหมู่บ้านบ้านจัดสรรทำให้พื้นที่รองรับน้ำท่วมตามธรรมชาติหรือแก้มลิงซึ่งเป็นพื้นที่เกษตรกรรมมีไม่เพียงพอที่จะรองรับปริมาณน้ำจำนวนมากได้

3. ลักษณะทางกายภาพและสภาพภูมิประเทศ

3.1 สภาพพื้นที่ลุ่มน้ำภาคกลางส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมประกอบกับสภาพภูมิประเทศตอนบนของพื้นที่ลุ่มน้ำมีความลาดเทมากส่วนตอนล่างเป็นพื้นที่ลุ่มต่ำเอื้อต่อการเกิดน้ำท่วมขัง

3.2 สภาพลำน้ำตอนบนของพื้นที่ลุ่มน้ำมีความกว้างมากกว่าลำน้ำตอนล่างซึ่งไม่เอื้อต่อการระบายน้ำทำให้น้ำท่วมขังในพื้นที่ตอนกลางเป็นระยะเวลานาน

4. การสร้างระบบป้องกันตนเอง

4.1 บุคคล/ชุมชน/เมืองทำคันกันน้ำป้องกันตนเองตลอดช่วงลำน้ำน้ำจึงระบายได้ช้าและท่วมขังเป็นเวลานาน

4.2 การสูบน้ำออกจากพื้นที่ในแนวคันกันน้ำทำให้ไปเพิ่มปริมาณน้ำในพื้นที่อื่น

5. การขยายตัวของชุมชน/เศรษฐกิจ

5.1 สร้างชุมชนบนพื้นที่น้ำท่วมขังในอดีต

5.2 การขยายตัวของชุมชนมีการก่อสร้างระบบสาธารณูปโภคถนนรुक้าและกีดขวางทางน้ำและการไหลของน้ำตาธรรมชาติ

2.4 การดำเนินการป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วมของกรุงเทพมหานคร

กรุงเทพมหานครตั้งอยู่บนพื้นที่ลุ่มต่ำตอนปลายของแม่น้ำเจ้าพระยาใกล้อ่าวไทย ระดับความสูงเฉลี่ยประมาณ 0+0.00 เมตร ถึง +1.50 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง โดยบริเวณริมฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยา และพื้นที่ทางทิศเหนือมีระดับสูง +1.50 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ส่วนพื้นที่ตอนกลางด้านตะวันออกและด้านใต้มีระดับต่ำอยู่ระหว่าง +0.00 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง ถึง +0.50 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง บางพื้นที่มีระดับต่ำกว่าระดับน้ำทะเลปานกลาง เช่น บริเวณมหาวิทยาลัยรามคำแหง การระบายน้ำออกจากพื้นที่โดยใช้การไหลตามธรรมชาติ (Gravity Flow) ทำได้ยากลำบาก เนื่องจากระดับพื้นดินมีระดับต่ำกว่าระดับน้ำควบคุมในคลอง และในแม่น้ำเจ้าพระยา การระบายน้ำออกจากพื้นที่โดยขีดความสามารถของสถานีสูบน้ำและคลองระบายน้ำเป็นหลัก แต่ก็มีขีดจำกัดจากการไม่สามารถปรับปรุงขยายความกว้างของคลองได้ เนื่องจากปัญหาการรुक้าคูคลองสาธารณะ กรุงเทพมหานครจึงดำเนินการป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วมโดยใช้ระบบพื้นที่ปิดล้อม (Polder System) ด้วยการก่อสร้างแนวป้องกันน้ำท่วมล้อมรอบพื้นที่ เพื่อป้องกันน้ำจากพื้นที่ภายนอกไหลบ่าเข้าท่วมพื้นที่ ส่วนภายในพื้นที่ปิดล้อมและก่อสร้างระบบระบายน้ำ เพื่อระบายน้ำท่วมขังเนื่องจากฝนตกในพื้นที่ให้ระบายลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยา

กรุงเทพมหานครได้ประสบปัญหาน้ำท่วมใหญ่มาหลายครั้ง จากข้อมูลสถิติที่มีการบันทึกเหตุการณ์น้ำท่วมกรุงเทพมหานครที่ได้ประมวลไว้ในอดีต มีเหตุการณ์น้ำท่วมใหญ่ในปี 2460 2485 2518 2523 2526 2538 และในปี 2554 ระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำกรุงเทพมหานครได้น้อมนำพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ มาดำเนินการ ประกอบกับได้มีการศึกษา สำรวจ และจัดทำแผนแม่บทระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำ เพื่อดำเนินการก่อสร้างพัฒนาระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำมาเป็นลำดับ

กรุงเทพมหานครได้น้อมนำพระราชดำริและผลการศึกษา สำรวจ จัดทำแผนแม่บทที่ได้ดำเนินการศึกษาไว้ มาก่อสร้างพัฒนาระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำจนถึงปัจจุบัน กรุงเทพมหานครมีขีดความสามารถในการป้องกันน้ำหลาก และน้ำทะเลหนุนสูงจากแม่น้ำเจ้าพระยาได้ที่ระดับความสูง +2.50 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง (หรือคิดเป็นปริมาณน้ำประมาณ 3,000 – 3,500 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที) ส่วนขีดความสามารถในการระบายน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ป้องกัน สามารถระบายน้ำฝนที่ตกในพื้นที่ได้ไม่เกิน 60 มม./ชั่วโมง

1. การก่อสร้างระบบป้องกันน้ำท่วม โดยก่อสร้างคันกันน้ำตามแนวพระราชดำริ ด้านตะวันออก ความยาวรวม 72 กิโลเมตร แล้วเสร็จเมื่อ พ.ศ. 2528 และก่อสร้างแนวป้องกันน้ำท่วมริมแม่น้ำเจ้าพระยาฝั่งพระนคร ยาวประมาณ 27 กิโลเมตร ใกล้แล้วเสร็จ ส่วนที่เหลือบริเวณทำนักราชวงศ์ถึงทำน้ำสวัสดิ์ เขตสัมพันธวงศ์ จะแล้วเสร็จในปี 2555 แนวป้องกันน้ำท่วมริมแม่น้ำเจ้าพระยาสามารถป้องกันน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาที่ระดับความสูง + 2.50 เมตร รทก.

2. การก่อสร้างระบบระบายน้ำเพื่อเร่งระบายฝนตกในพื้นที่โดยก่อสร้างระบบระบายน้ำ ดังนี้
การก่อสร้างสถานีสูบน้ำ เพื่อระบายน้ำท่วมขังออกจากพื้นที่ มีขีดความสามารถในการระบายน้ำ 1,086 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

การปรับปรุงระบบระบายน้ำหลัก เช่น ก่อสร้างท่อระบายน้ำ บ่อสูบน้ำ เขื่อนกันดินริมคลองและขุดลอกคลองระบายน้ำสายสำคัญ

การก่อสร้างอุโมงค์ระบายน้ำขนาดใหญ่ เพื่อเร่งระบายน้ำท่วมขังในพื้นที่ให้ระบายน้ำลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยาโดยเร็ว ดำเนินการก่อสร้างแล้วเสร็จ จำนวน 7 แห่ง ความยาวรวม 19.13 กิโลเมตร มีประสิทธิภาพการระบายน้ำ 155.50 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และมีแผนจะก่อสร้างในปี 2554 – 2560 อีก 3 แห่ง ความยาวรวม 29.30 กิโลเมตร มีประสิทธิภาพระบายน้ำ 180 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

3. การจัดหาบึงสระ เพื่อเป็นที่รองรับและเก็บกักน้ำฝนชั่วคราวเพื่อป้องกันน้ำ (แก้มลิง) ปัจจุบันสามารถจัดหาได้ 20 แห่ง เก็บกักน้ำชั่วคราวเพื่อป้องกันน้ำท่วมได้ประมาณ 6.74 ล้านลูกบาศก์เมตร จะจัดหาเพิ่มเติมอีก 6 แห่ง โดยปรับปรุงแก้มลิงสาธารณะจึงมะขามเทศ บึงสะแกงามสามเดือน เขตคลองสามวา และประสานหมู่บ้านเอกชนในการปรับปรุง บึง สระ ในหมู่บ้าน จำนวน 5 แห่ง ได้แก่ บึงหมู่บ้านสัมมากร เขตสะพานสูง บึงหมู่บ้านเมืองทอง 2/2 บึงหมู่บ้านเมืองทองการ์เด็น เขตประเวศ บึงหมู่บ้านสุภาลัย 1 และ บึงหมู่บ้านสุภาลัย 2 เขตมีนบุรี สามารถเก็บกักน้ำชั่วคราวได้เพิ่มอีกประมาณ 759,800 ลูกบาศก์เมตร

4. การก่อสร้างระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำ พื้นที่ด้านตะวันออกนอกคันกันน้ำพระราชดำริ

พื้นที่ด้านตะวันออกนอกคันกันน้ำพระราชดำริ มีพื้นที่ประมาณ 469 ตารางกิโลเมตร สาเหตุที่ทำให้เกิดน้ำท่วมขังในพื้นที่นอกแนวคันกันน้ำในพื้นที่เขตคลองสามวา หนองจอก มีนบุรี และลาดกระบังเป็นเวลานาน สาเหตุหลักเกิดจากปริมาณฝนตกในพื้นที่ที่ไม่สามารถระบายออกจากพื้นที่ได้

การแก้ไขปัญหาความเดือดร้อนดังกล่าวข้างต้น จำเป็นต้องบริหารจัดการน้ำในพื้นที่อย่างเป็นระบบ โดยการประสานงานกันระหว่างกรุงเทพมหานครและกรมชลประทาน โดยมีแนวทางการดำเนินการของทั้งสองหน่วยงาน ดังนี้

กรมชลประทานดำเนินการก่อสร้างระบบระบายน้ำและระบบป้องกันน้ำท่วม โดยการปรับปรุงชุดลอกคลองสายหลัก เพื่อเร่งระบายน้ำลงทะเลและแม่น้ำบางปะกง ปรับปรุงคันกันน้ำตามแนวคลองพระองค์ไชยานุชิตฝั่งขวา และสร้างคลองระบายน้ำสายใหม่ จากคลองสำโรงลงสู่ทะเล เพื่อเร่งระบายน้ำจากพื้นที่สู่ทะเลให้เร็วขึ้น โดยเร่งดำเนินการ ดังนี้

บริหารจัดการน้ำด้านเหนือไหลเข้าพื้นที่กรุงเทพมหานคร โดยการควบคุมเปิด-ปิดประตูระบายน้ำชั่วคราวที่ คลอง 6 (คลองสามวา) คลอง 8 คลอง 9 คลอง 10 คลอง 11 และคลอง 12 รวม 6 แห่ง เพื่อบริหารจัดการน้ำที่จะไหลผ่านพื้นที่กรุงเทพมหานคร และก่อสร้างสถานีสูบน้ำที่คลองหกวาสายล่าง บริเวณคลอง 13 ขนาดความสามารถสูบน้ำได้ 36 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เพื่อช่วยระบายน้ำออกไปทางแม่น้ำบางปะกง

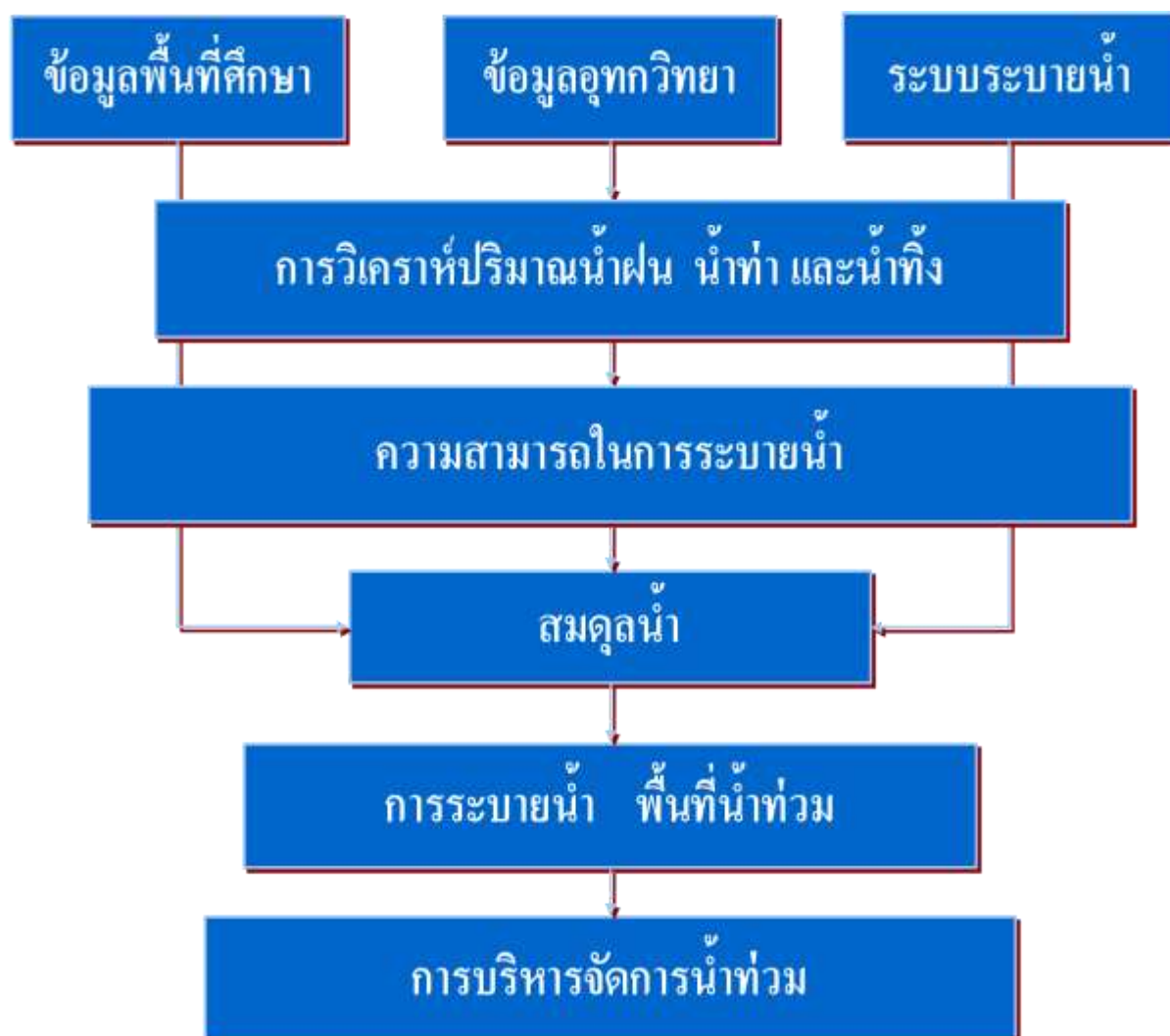
เพิ่มประสิทธิภาพระบบระบายน้ำ โดยสร้างสถานีสูบน้ำที่คลองแสนแสบบริเวณเขตหนองจอก และที่คลองประเวศบุรีรมย์ ตอนคลองพระองค์ไชยานุชิต ขนาดความสามารถสูบน้ำ แห่งละ 60 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เพื่อระบายน้ำออกไปแม่น้ำบางปะกงและทะเล

5. เพิ่มประสิทธิภาพระบบระบายน้ำคลองพระองค์ไชยานุชิต โดยชุดลอกและขยายเขตคลองให้ระบายน้ำได้ 200 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ลงสู่ทะเล กรุงเทพมหานครได้ดำเนินการก่อสร้างระบบป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำให้สอดคล้องกับการดำเนินการของกรมชลประทาน ดังนี้

ก่อสร้างระบบป้องกันน้ำท่วม โดยขยายแนวป้องกันน้ำท่วมจากคันกันน้ำพระราชดำริออกไป จนสุดเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร เพื่อบริหารจัดการน้ำจากภายนอกไหลเข้าสู่พื้นที่กรุงเทพมหานคร โดยการก่อสร้างทำนบกั้นน้ำตามแนวคลองแยกคลองนครเนื่องเขต จำนวน 6 แห่ง และก่อสร้างทำนบกั้นน้ำตามแนวคลองแยกคลองหลวงแพ่ง จำนวน 5 แห่ง พร้อมทำคันดินกั้นน้ำตามแนวคลองหลวงแพ่ง ในกรณีพื้นที่ด้านบนของกรุงเทพมหานคร จังหวัดปทุมธานี และด้านตะวันออกนอกคันกันน้ำพระราชดำริของเขตลาดกระบัง เขตมีนบุรี เขตคลองสามวา เขตหนองจอก และจังหวัดฉะเชิงเทรา ประสบปัญหาน้ำท่วมมีปริมาณสูง กรุงเทพมหานครจะช่วยระบายน้ำ โดยการควบคุมเปิด-ปิดประตูระบายน้ำตามแนวคันกันน้ำพระราชดำริ เช่น ที่ประตูระบายน้ำคลองสอง คลองพระยาสุเรนทร์ คลองหม้อแตก คลองสามวาคลองแสนแสบตอนมีนบุรี คลองประเวศบุรีรมย์ บริเวณลาดกระบัง ให้เข้ามาในพื้นที่ชั้นในของกรุงเทพมหานคร ระบายลงสู่คลองในพื้นที่และสูบน้ำผ่านอุโมงค์ระบายน้ำและสถานีสูบน้ำ ลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยาต่อไป โดยในการช่วยระบายน้ำเข้าสู่พื้นที่ จะต้องบริหารจัดการน้ำไม่ให้เกิดปัญหาน้ำท่วมในพื้นที่ชั้นในของกรุงเทพมหานครด้วย

ชุดลอกคลองระบายน้ำสายหลัก ตามแนวเหนือ-ใต้ ระหว่างคลองแสนแสบกับคลองประเวศบุรีรมย์และคลองตามแนวตะวันออก – ตะวันตก เพื่อช่วยเร่งระบายน้ำจากพื้นที่ตอนบนให้ลงสู่ทะเลให้เร็วขึ้น

2.6 กรอบแนวคิด



2.7 การคำนวณน้ำฝน

การเฉลี่ยความลึกน้ำฝนใช้วิธีรูปรีเอสเสนโพลีกอนกล่าวคือ หากในพื้นที่ภายในเส้นชั้นความลึกน้ำฝนที่พิจารณาประกอบด้วยพื้นที่รีเอสเสนโพลีกอน ของสถานีต่างๆ หลายรูป ก็ให้เฉลี่ยความลึกน้ำฝนภายในเส้นชั้นความลึกน้ำฝนนั้นด้วยการใช้ขนาดพื้นที่รีเอสเสน โพลีกอน เป็นตัวสัดส่วนการเฉลี่ย (weighting factors) กล่าวคือ หากภายในเส้นชั้นความลึกน้ำฝนที่พิจารณามีสถานีวัดน้ำฝนเพียงสถานีเดียว หรือประกอบด้วยพื้นที่รูปรีเอสเสน โพลีกอน สถานีเดียวก็ให้ใช้ข้อมูลจากสถานีนี้ได้เลย โดยไม่ต้องทำการเฉลี่ย เพราะครอบคลุมพื้นที่ในเส้นชั้นความลึกน้ำฝนที่พิจารณา 100 เปอร์เซ็นต์อยู่แล้ว ถ้าเป็นกรณีเส้นชั้นความลึกน้ำฝนที่คลุมพื้นที่รีเอสเสน โพลีกอน ตั้งแต่ 2 สถานีขึ้นไปก็ต้องหาค่าเฉลี่ยความลึกน้ำฝนตามเปอร์เซ็นต์พื้นที่ของรูปรีเอสเสน โพลีกอนนั้นๆ อย่างไรก็ตามหากภายในเส้นชั้นน้ำฝนที่พิจารณามีสถานีตั้งแต่ 6 สถานีขึ้นไป และที่ตั้งสถานีกระจายอย่างสม่ำเสมอทั่วพื้นที่พอสมควร ก็ให้คิดว่าแต่ละสถานีมีน้ำหนักการเฉลี่ยเท่ากันหมดหรือใช้วิธีเฉลี่ยเท่ากันหมดหรือใช้วิธีเฉลี่ยแบบคณิตศาสตร์ธรรมดาตนเอง

2.8 การวิเคราะห์ความถี่ (frequency analysis)

การวิเคราะห์ความถี่มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์หรือค่าต่าง ๆ (ค่าสูงสุดหรือค่าต่ำสุด) รอบปีการเกิดซ้ำ (return period) และความน่าจะเป็นหรือโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์หรือค่าต่าง ๆ (Probability) ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี แต่ในที่นี้จะกล่าวถึง 3 วิธีที่นิยมใช้งานกันทั่วไป คือ

1. วิธีการลงจุดความเป็นไปได้ (probability plotting position)
2. วิธีกระจายแบบ Gumbel
3. วิธีกระจายแบบ Log Pearson Type III

วิธีการกระจายแบบ Gumbel

ในปี พ.ศ. 2484 Gumbel ได้เสนอแนะการกระจายค่าสุดขั้ว (extreme value distribution) ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้หาฟังก์ชันการกระจายโอกาสที่จะเกิดค่าสุดขั้ว ในงานอุทกวิทยาและอุตุนิยมวิทยา หลายลักษณะงาน เช่น การคาดการณ์การเกิดน้ำท่วมสูงสุด ปริมาณฝนสูงสุดและความเร็วลมสูงสุด เป็นต้น Gumbel ได้พบว่า เมื่อนำข้อมูลอัตราการไหลสูงสุดที่เกิดขึ้นใน 365 วัน เป็นจำนวนหลายๆ ปี มาวิเคราะห์ จะได้สมการในการหาโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ (probability of occurrence of an event) ที่เท่ากับ หรือ มากกว่าค่า x_0 ดังนี้

$$\begin{aligned}
 P(x/x_0) &= 1 - e^{-e^{-(x-a)/\sigma_x}} \\
 \text{โดยที่ } y &= a(x-a) \\
 \text{เมื่อ } a &= \bar{x} - 0.45005 \sigma_x \\
 \text{และ } a &= \frac{1.2825}{\sigma_x} \\
 \text{โดยที่ } \bar{x} &= \text{ค่าเฉลี่ยของ } x
 \end{aligned}$$

และ σ_x คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ x (standard deviation of the variate)

2.9 สัมประสิทธิ์การไหลนอง (runoff coefficient)

สัมประสิทธิ์การไหลนองเป็นตัวแปรที่บอกถึงว่า เมื่อมีฝนตกลงมาบนพื้นที่รับน้ำหรือพื้นที่รับน้ำหรือพื้นที่ระบายน้ำ จะเกิดปริมาณน้ำนองบนพื้นผิวต่าง ๆ ที่หักการไหลซึมและปริมาณน้ำที่ตกค้างบนผิวออกแล้วเป็นเปอร์เซ็นต์ หรือสัดส่วนของปริมาณน้ำนองที่เทียบกับปริมาณน้ำฝนว่ามีมากน้อยเพียงใด ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ มากมาย เช่น สภาพพื้นที่ ความลาดชันของพื้นที่ ปริมาณความชื้นในดิน ชนิดของสิ่งปกคลุมพื้นที่ และความเข้มฝน เป็นต้น โดยได้มีหน่วยงานต่าง ๆ และผลการวิเคราะห์วิจัยที่ได้มีการศึกษาและเคยนำไปประยุกต์ใช้มาแล้วดังต่อไปนี้

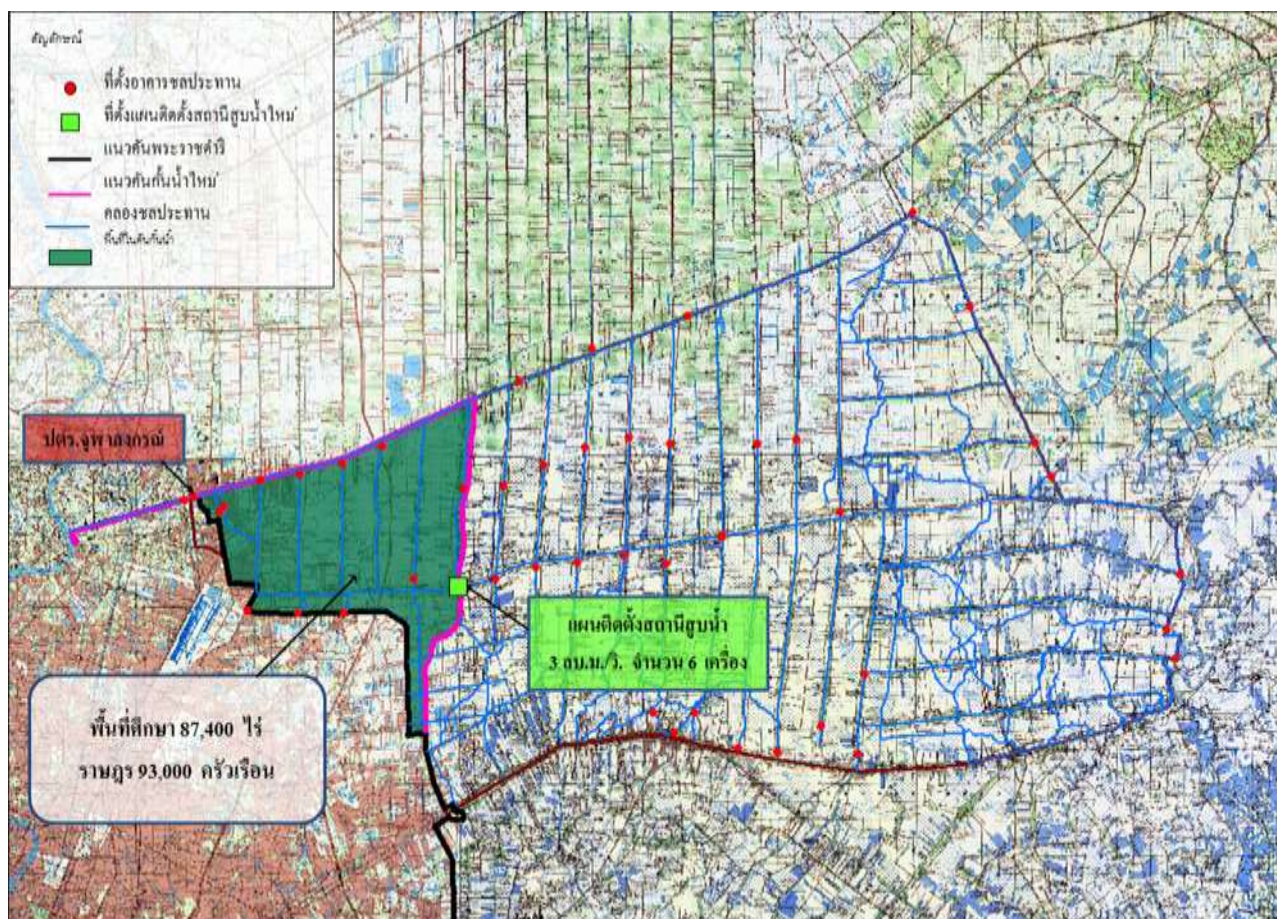
ASCE (American Society of Civil Engineers) ปี พ.ศ.2512 ได้เสนอแนะค่าสัมประสิทธิ์การไหลนองตามลักษณะการใช้พื้นที่ดังตารางที่ 10.2 นอกจากนี้ยังได้แนะนำค่าสัมประสิทธิ์การไหลนองตามลักษณะพื้นผิวต่าง ๆ ดังตารางที่ 10.3 โดยตารางทั้ง 2 นี้ ใช้สำหรับกรณีที่ฝนมีรอบปีการเกิดซ้ำ 5 ปี ถึง 10 ปี เท่านั้น

สัมประสิทธิ์การไหลนองตามลักษณะการใช้พื้นที่โดย ASCE พ.ศ.(2512)

ลักษณะการใช้พื้นที่	C
ย่านธุรกิจ	
ย่านธุรกิจหนาแน่น	0.70-0.95
ย่านธุรกิจร้านค้าย่อยในย่านที่พักอาศัย	0.50-0.70
ย่านที่พักอาศัย	
บ้านเดี่ยว	0.30-0.50
บ้านคู่หรือบ้านแฝด	0.40-0.60
ทาวน์เฮาส์	0.60-0.75
บ้านพักอาศัยอยู่นอกเมือง	0.25-0.40
อพาร์ทเมนต์ อาคารชุด	0.50-0.70
ย่านอุตสาหกรรม	
อุตสาหกรรมเบา	0.50-0.80
อุตสาหกรรมหนัก	0.60-0.90
สวนสาธารณะ	0.10-0.25
สนามเด็กเล่น และสนามกีฬา	0.20-0.35
บริเวณสถานีรถไฟหรือสถานีขนส่ง	0.20-0.35
ที่ว่างเปล่า ไม่ได้ใช้งาน	0.10-0.30

บทที่ 3

เนื้อหา รายละเอียดของเรื่อง



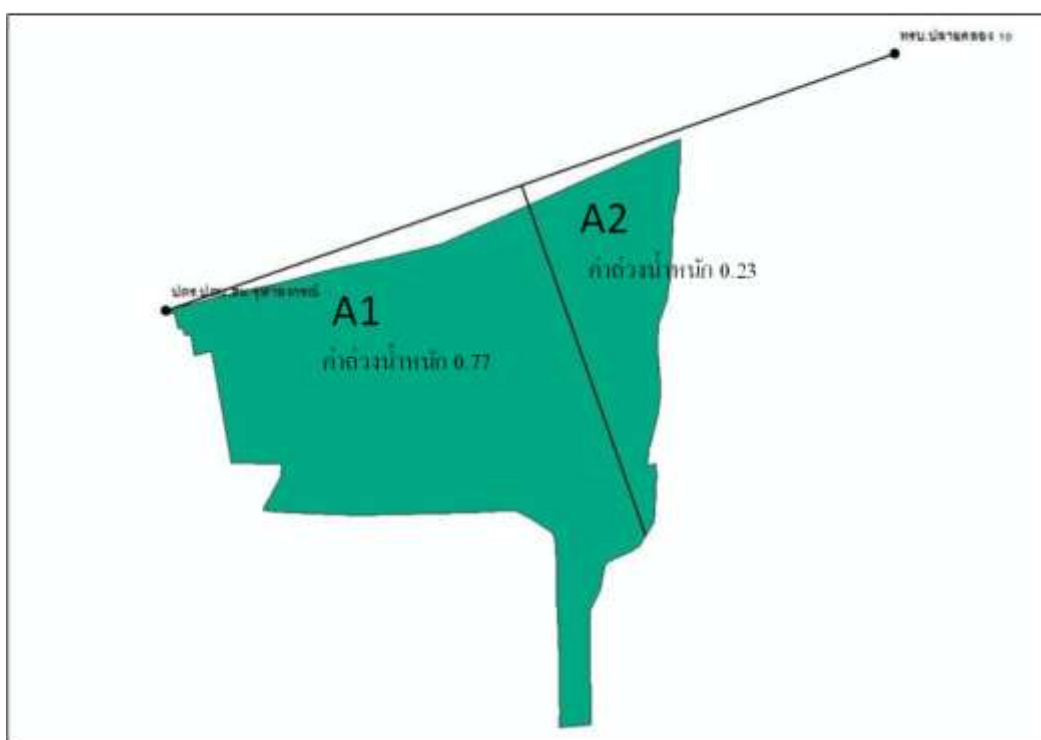
แผนที่แสดงพื้นที่ในคันกั้นน้ำ ริมคลองรังสิตฯเชื่อมต่อแนวคันพระราชดำริ

3.1 การประเมินปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ศึกษา

3.1.1 ปริมาณฝน

สถานีวัดน้ำฝนที่เลือกใช้คือสถานี ปตร.จุฬาลงกรณ์ มีค่าสถิติปริมาณน้ำฝนสูงสุดที่เคยเกิดเท่ากับ 112.5 มิลลิเมตร เมื่อวันที่ 22 ตุลาคม 2552

การถ่วงน้ำหนักปริมาณฝน โดยวิธีอีเอสเซนโพลิگون



ตารางที่ 1 ปริมาณฝนสูงสุดรายปี

สถานีวัดน้ำฝนปตร.จุฬาลงกรณ์ช่วงข้อมูล ปีพ.ศ. 2547 ถึง 2556

ปี พ.ศ.	ปริมาณฝนสูงสุด (มม.)		
	1 วัน	2 วัน	3 วัน
2547	47.0	56.0	56.0
2548	89.0	146.0	160.0
2549	86.0	89.0	107.0
2550	85.3	100.8	103.8
2551	87.5	87.5	91.1
2552	112.5	147.0	147.0
2553	62.8	119.6	139.6
2554	70.0	101.5	101.5
2555	56.5	111.6	124.1
2556	77.6	152.6	161.6
เฉลี่ย	77.4	111.2	119.2

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์แจกแจงความถี่ปริมาณฝนสูงสุดรายปี ที่ค่าความถี่การเกิดต่างๆ

ค่าความถี่ ของการเกิด	ปริมาณฝนสูงสุด (มม.)		
	1 วัน	2 วัน	3 วัน
2	74.98	107.19	112.73
5	96.45	142.15	149.24
10	110.66	165.30	173.41
20	124.29	187.51	196.60
25	128.61	194.55	203.95
50	141.93	216.25	226.61
100	155.15	237.79	249.10
200	168.33	259.25	271.51
500	185.71	287.56	301.07
1,000	198.85	308.96	323.41

หมายเหตุ : การคำนวณแบบกัมเบล

3.1.2 สัมประสิทธิ์การไหลนอง

วิเคราะห์จากสัดส่วนพื้นที่และค่าสัมประสิทธิ์การไหลของลักษณะการใช้ที่ดินต่าง ๆ ในพื้นที่ศึกษา

การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ไร่)	สัมประสิทธิ์การไหลนอง
1. พื้นที่เกษตรกรรม	32,800	0.25
2. ชุมชนสิ่งก่อสร้าง	41,500	0.70
3. พื้นที่อุตสาหกรรม	1,900	0.65
4. แหล่งน้ำ	2,400	1.00
5. พื้นที่เบ็ดเตล็ด	8,800	0.50
รวม	87,400	

$$\text{สัมประสิทธิ์การไหลนองเฉลี่ย} = \frac{\sum (A \times C)}{\sum A}$$

โดยที่ A = พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ

C = สัมประสิทธิ์การไหลนองของที่ดินแต่ละประเภท

แทนค่า

$$\begin{aligned} \text{สัมประสิทธิ์การไหลนองเฉลี่ย} &= [(32,800 \times 0.25) + (41,500 \times 0.70) + (1,900 \times 0.65) \\ &\quad + (2,400 \times 1.00) + (8,800 \times 0.50)] / 87,400 \\ &= 0.52 \end{aligned}$$

3.1.3 ปริมาณน้ำทำในพื้นที่ศึกษา

$$\begin{aligned} \text{ปริมาณน้ำทำในพื้นที่} &= \text{สัมประสิทธิ์น้ำทำ} \times \text{พื้นที่} \times \text{ปริมาณฝน} \\ &= 0.52 \times (87,400 \times 1,600) \times (112.5/1,000) \\ &= 8,180,640 \quad \text{ลบ.ม./วัน} \\ &= 94.68 \quad \text{ลบ.ม./วินาที} \end{aligned}$$

3.2 การประเมินปริมาณน้ำทิ้ง

ปริมาณน้ำใช้ต่อวัน

พื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่ชุมชนเมือง กำหนดอัตราการใช้น้ำที่ 200 ลิตร/คน/วัน

ประชากรรวม และประชากรแฝง	93,000	ครัวเรือน
จำนวนสมาชิกในครัวเรือนละ	3.00	คน
คิดเป็นประชากรทั้งหมด	279,000.00	คน
คิดเป็นอัตราการใช้น้ำ	55,800	ลบ.ม. / วัน

ปริมาณน้ำทิ้งต่อวัน

ข้อมูลกรมควบคุมมลพิษปริมาณน้ำทิ้งคิดเป็น ร้อยละ 80 ของปริมาณน้ำใช้ต่อวัน

ดังนั้นปริมาณน้ำทิ้ง เท่ากับ	44,640	ลบ.ม. / วัน
หรือ เท่ากับ	0.52	ลบ.ม. / วินาที

$$\text{รวมปริมาณน้ำทำในพื้นที่ศึกษา} = 94.68 + 0.52 = 95.20 \text{ ลบ.ม. / วินาที}$$

ตารางที่ 3 ปริมาณน้ำใช้และปริมาณน้ำทิ้งต่อวัน

ปริมาณน้ำใช้ต่อวัน

พื้นที่ศึกษาเป็นพื้นที่ชุมชนเมือง กำหนดอัตราการใช้น้ำที่ 200 ลิตร/คน/วัน		
ประชากรรวม และประชากรแฝง	93,000	ครัวเรือน
จำนวนสมาชิกในครัวเรือนละ	3.00	คน
คิดเป็นประชากรทั้งหมด	279,000.00	คน
คิดเป็นอัตราการใช้น้ำ	55,800	ลบ.ม. / วัน

ปริมาณน้ำทิ้งต่อวัน

ข้อมูลกรมควบคุมมลพิษปริมาณน้ำทิ้งคิดเป็น ร้อยละ 80 ของปริมาณน้ำใช้ต่อวัน		
ดังนั้นปริมาณน้ำทิ้ง เท่ากับ	44,640	ลบ.ม. / วัน
หรือ เท่ากับ	0.52	ลบ.ม. / วินาที

3.3 ปริมาณน้ำระบายออกจากพื้นที่ศึกษา

3.3.1 ปริมาณน้ำเข้าพื้นที่จังหวัดกรุงเทพฯ

คำนวณผลรวมปริมาณน้ำรายวัน 8 ปตร. ได้แก่ ปตร.คลองสองสายใต้, ปตร.หม้อแตก , ปตร.พระยาสุเรนทร์ (ตอนวันหนองใหญ่) , ปตร.ลำแบน , ปตร.คลองสี่ตะวันตก , ปตร.คลองสามตะวันตก , ปตร.คลองสองตะวันตก และ ปตร.คลองสามวา

ปริมาณน้ำเข้าพื้นที่จังหวัดกรุงเทพฯ เฉลี่ยรายวัน เดือนตุลาคม ปี 2554 มีค่าเท่ากับ 28.03 ลบ.ม. / วินาที

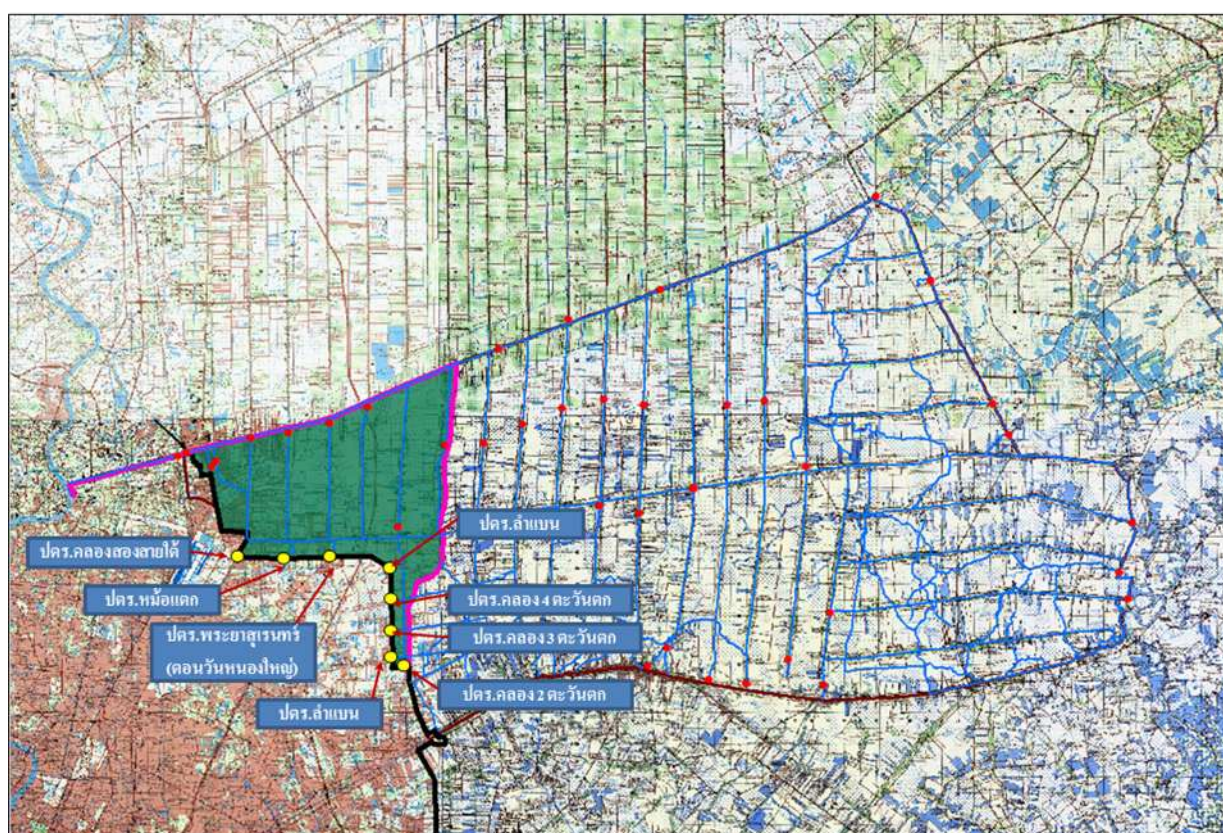
ตารางที่ 4 ปริมาณน้ำเข้าพื้นที่จังหวัดกรุงเทพ ปี 2554 เฉลี่ยรายวันในพื้นที่ศึกษา

วันที่	ปริมาณน้ำระบาย เฉลี่ยรายวัน ปี 2554 เข้าพื้นที่จังหวัดกรุงเทพฯ (ลบ.ม./วินาที)
ส.ค.	6.56
ก.ย.	10.45
ต.ค.	28.03
พ.ย.	37.73

หมายเหตุ :

คิดปริมาณที่ผ่านประตูระบายน้ำคลองสองสายใต้ , หม้อแตก , พระยาสุเรนทร์ (ตอนวันหนองใหญ่) , ลำเบน , คลองสี่ตะวันตก , คลองสามตะวันตก , คลองสองตะวันตก และ คลองสามวา

ประตูระบายน้ำที่รับน้ำจากพื้นที่ในคันกันน้ำ



3.3.2 ปริมาณน้ำสูบน้ำระบายตามแผนก่อสร้างสถานีสูบน้ำกลางคลองหกวา (7-8) แห่งใหม่

ขนาดเครื่องสูบน้ำ	3	ลบ.ม./วินาที
จำนวน	6	เครื่อง
อัตราการสูบน้ำระบายทั้งหมด	18	ลบ.ม./วินาที

$$\text{รวมปริมาณน้ำระบายออกจากพื้นที่ศึกษา} = 28.03 + 18.00 = 46.03 \text{ ลบ.ม. / วินาที}$$

3.4 สมดุลน้ำในพื้นที่

ปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ศึกษามีค่ามากกว่าปริมาณน้ำระบายออกจากพื้นที่ศึกษา

$$\begin{aligned} \text{คิดเป็นปริมาณน้ำส่วนเกิน} &= 95.20 - 46.03 = 49.17 \text{ ลบ.ม. / วินาที} \\ &= 4,248,288 \text{ ลบ.ม./วัน} \end{aligned}$$

ซึ่งปริมาณน้ำ 3,933,648 ลบ.ม. จะส่งผลกระทบให้เกิดสภาวะน้ำล้นตลิ่ง

$$\begin{aligned} \text{ค่าความสูงของระดับน้ำท่วมเฉลี่ย} &= \text{ปริมาณน้ำ / พื้นที่ศึกษา} \\ &= 4,248,288 / (87,400 \times 1,600) \\ &= 0.03038 \text{ ม.} \\ &= 3.04 \text{ ซม.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ระยะเวลาการน้ำท่วม} &= \text{ปริมาณน้ำท่วม / ปริมาณระบายออกจากพื้นที่(รับเข้า กทม. + สถานีสูบน้ำแห่งใหม่)} \\ &= 49.17 / 46.03 \\ &= 1.068 \text{ วัน} \quad \text{คิดเป็น 1.00 วัน} \end{aligned}$$

3.5 แนวทางการแก้ไขปัญหา น้ำล้นตลิ่ง

เพิ่มปริมาณการระบายน้ำเข้าพื้นที่จังหวัดกรุงเทพฯ จากเดิม 28.03 ลบ.ม./วินาที เป็น 77.20 ลบ.ม./วินาที เพื่อไม่ให้มีปริมาณน้ำส่วนเกินในพื้นที่ศึกษา

บทที่ 4

บทสรุป และข้อเสนอแนะ

บทสรุป

จากการศึกษาปริมาณน้ำฝนและน้ำท่า ในพื้นที่ป้องกันน้ำท่วมตามแนวคันกั้นน้ำริมคลองรังสิต ประยูรศักดิ์ จังหวัดปทุมธานีที่เชื่อมต่อกับคันกั้นน้ำตามแนวพระราชดำริ พื้นที่ตอนบนของกรุงเทพมหานครฝั่งตะวันออกจะมีลักษณะเป็นพื้นที่ปิดล้อม เป็นพื้นที่ 87,400 ไร่ เป็นที่อยู่อาศัยชุมชนเมือง จำนวน 93,000 ครัวเรือน การศึกษาใช้ปริมาณน้ำฝนที่สถานีสูบน้ำอุทกภัยนครชัยยะย้อนหลัง 10 ปี พบว่าปริมาณฝนสูงสุดใน 1 วันในเดือนตุลาคม 2554 วัดได้ 67 มิลลิเมตร และปี 2552 วัดได้ 112.5 มิลลิเมตร มีค่าใกล้เคียงกับค่าความถี่การเกิดซ้ำรอบ 10 ปี ในการศึกษาเพื่อป้องกันและบรรเทาอุทกภัย พิจารณาใช้ฝนสูงสุด ที่ 112.5 มิลลิเมตร เพื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าในระบบ ที่ค่าสัมประสิทธิ์การเกิดน้ำท่าแบบถ่วงน้ำหนัก ร้อยละ 52 มีค่าเท่ากับ 94.68 ลบ.ม./วินาที และการระบายน้ำทิ้งจากชุมชน มีค่าเท่ากับ 0.52 ลบ.ม./วินาที รวม 95.20 ลบ.ม./วินาที เมื่อวิเคราะห์ร่วมกับความสามารถในการระบายน้ำโดยระบบชลประทานตามแนวคันกั้นน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษารังสิตใต้ กรมชลประทาน ที่อัตราการสูบน้ำออกจากระบบ 18 ลบ.ม./วินาที และการรับน้ำของกรุงเทพมหานครในเดือนตุลาคม 2554 จากประตูละบายน้ำต่างๆของกรุงเทพมหานครรับน้ำเข้าได้ 28.03 ลบ.ม./วินาทีพบว่า การเกิดน้ำท่าสูงสุดในพื้นที่ตอนบนมากกว่าความสามารถในการระบายน้ำออกจากพื้นที่ 49.17 ลบ.ม./วินาทีซึ่งมีผลให้น้ำเอ่อท่วมพื้นที่ปิดล้อมตอนบนเล็กน้อย ความสูงเฉลี่ย 3.04 เซนติเมตรเป็นเวลา 1 วัน แต่อย่างไรก็ตามหากต้องระบายน้ำส่วนเกินออกจากระบบอย่างสมดุล ควรเพิ่มการระบายน้ำเข้าระบบระบายน้ำของกรุงเทพมหานครจาก 28.03 ลบ.ม./วินาที เป็น 77.20 ลบ.ม./วินาที และเพิ่มสถานีสูบน้ำที่ประตูละบายน้ำคลอง 1 ถึงคลอง 7 ในการบริหารจัดการน้ำกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องร่วมกัน

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ใช้เหตุการณ์อุทกภัยปี 2554 เป็นเกณฑ์การศึกษาวิเคราะห์ ซึ่งภายหลังเกิดอุทกภัย หน่วยงานภาครัฐ ได้แก่ กรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ กรมโยธาธิการและผังเมือง กรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท กรมเจ้าท่า และทั้งองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ในพื้นที่ที่ประสบ

อุทกภัย ได้มีการก่อสร้าง ปรับปรุงตามแนวทางน้ำต่างๆ และอาคารป้องกันน้ำท่วมหลากหลายรูปแบบ การขุดลอกทางน้ำ แก้มลิง พื้นที่ชะลอน้ำ ตั้งแต่ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ดังนั้นหากสถานการณ์น้ำฝนที่ตกในประเทศไทยเช่นเดียวกับปี2554 ลักษณะการไหลหลากของน้ำอาจเปลี่ยนแปลงไปได้ ควรมีการศึกษาทั้งระบบ โดยพิจารณาจากสถานการณ์น้ำปี 2554 และคาบการเกิดน้ำฝน น้ำท่าที่รอบปีการเกิดซ้ำต่างๆ เพื่อใช้ในการบริหารจัดการน้ำอย่างเป็นระบบ และมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

กิริติ ลีวัจนกุล.(2543).วิศวกรรมชลศาสตร์. ปทุมธานี:สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรังสิต.

กิริติ ลีวัจนกุล.(2543).อุทกวิทยา. ปทุมธานี:สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรังสิต.

กองสธารนิเทศระบายน้ำ สำนักการระบายน้ำ.(2557). แผนปฏิบัติการป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำท่วม

กรุงเทพมหานคร ประจำปี 2557 ในส่วนรับผิดชอบของสำนักระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร.

ชูเกียรติ ทรัพย์ไพศาล และ ไตรรัตน์ ศรีวัฒนา.(2529). การป้องกันน้ำท่วมและการระบายน้ำของมหานคร.

กรุงเทพฯ:งานสื่อสารศึกษา สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทองเปลว กองจันทร์.(2555). สรุปบทเรียนมหาอุทกภัย2554. กรมชลประทาน, (26 มกราคม 2555):

วีระพล แต่สมบัติ.(2531). อุทกวิทยาประยุกต์. กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์.

สำนักยุทธศาสตร์และประเมินผล กรุงเทพมหานคร (กองยุทธศาสตร์สาธารณะปโภค).(2555). รายงานการ

รวบรวมและประมวลเหตุการณ์เกี่ยวกับการแก้ไขและป้องกันปัญหาน้ำท่วมและการช่วยเหลือ

ผู้ประสบภัยในพื้นที่ กรุงเทพมหานคร พ.ศ.2554. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อุทัย เลหาวิเชียร และ สุวรรณิ์ แสงมหาชัย. (2557). รายงานการวิจัย การบริหารการป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำ

อุทกภัยในเขตกรุงเทพมหานคร.