กรมทรัพยากรน้ำ
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

โครงการสำรวจติดตั้งระบบตรวจวัดสถานภาพน้ำทางไกลอัตโนมัติ ในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา และลุ่มน้ำมูลตอนกลาง

(การดำเนินการในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา)

รายงานฉบับสุดท้าย

รายงานสรุปฉบับผู้บริหาร

เสนอโดย

บริษัท ธารา คอนซัลแตนท์ จำกัด

บริษัท โปรเกรส เทคโนโลยี คอนซัลแท็นส์ จำกัด

บริษัท สยาม ทีซี เทคโนโลยี จำกัด

บริษัท ทรานส์ เอเชีย คอนซัลแตนท์ จำกัด

พฤษภาคม 2553

สารบัญ

		หน้า
สารบัญ		- ก -
สารบัญตาราง		- ค -
สารบัญรูป		- ง -
บทที่ 1 บทนำ		
1.1	ความเป็นมาของโครงการ	1-1
1.2	วัตถุประสงค์ของโครงการ	1-3
1.3	ขอบเขตการดำเนินงาน	1-4
บทที่ 2 ผลการศึกษารวบรวมข้อมูล		
2.1	ขอบเขตพื้นที่โครงการ	2-1
2.2	สภาพภูมิประเทศ	2-1
2.3	การแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำ	2-2
2.4	สภาพธรณีวิทยาและทรัพยากรดิน	2-6
2.5	สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน	2-6
2.6	สภาพอุตุนิยมวิทยา	2-9
2.7	สภาพทางอุทกวิทยาและระบบแหล่งน้ำ	2-14
2.8	สภาพน้ำท่วมที่เกิดขึ้นในอดีต	2-15
2.9	ปริมาณน้ำนองสูงสุด	2-16
2.10	ระดับน้ำสูงสุด	2-17
2.11	ปริมาณตะกอน	2-18
2.12	ระบบแหล่งน้ำ และลักษณะทางชลศาสตร์	2-19
2.13	ขอบเขตการปกครองและประชากร	2-20
2.14	การใช้ที่ดิน	2-23
2.15	คุณภาพน้ำ	2-24
2.16	การสำรวจ	2-25
บทที่ 3 องค์ประกอบของโครงการและภาพรวมของระบบ		
3.1	องค์ประกอบของโครงการ	3-1
3.2	ภาพรวมของระบบตรวจวัดฯ ของโครงการ	3-1
3.2.1	รายละเอียดและคุณสมบัติของระบบสื่อสาร	3-4
3.2.2	สถานีสนาม	3-4
3.2.3	สถานีหลัก และสถานีรอง	3-18
3.3	แบบจำลองคณิตศาสตร์	3-23

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
3.4	ระบบ SCADA ฐานข้อมูล และระบบนำเสนอข้อมูล / เตือนภัย / DSS ของโครงการ	3-30
3.5	การฝึกอบรม	3-33
3.6	การประชาสัมพันธ์	3-34
บทที่ 4	**การศึกษาแนวทางการบริหารจัดการน้ำและเตือนภัยในพื้นที่โครงการ**	
4.1	ทั่วไป	4-1
4.2	การบริหารจัดการน้ำในฤดูน้ำหลาก	4-2
4.2.1	การวิเคราะห์ระยะเวลาการเดินทางของน้ำในลำน้ำ	4-2
4.2.2	เกณฑ์การเตือนภัยน้ำท่วม	4-2
4.2.3	แนวทางการบริหารจัดการน้ำในฤดูน้ำหลาก	4-3
4.2.4	การวิเคราะห์คาบการเกิดของฝนสำหรับทรัพยากรณ์น้ำหลาก	4-4
4.3	การศึกษาด้านการบริหารจัดการคุณภาพน้ำ	4-4
4.3.1	การศึกษาปริมาณสารมลพิษ ณ แหล่งกำเนิด	4-5
4.3.2	สรุปปริมาณความสกปรกรวม	4-5
4.3.3	เกณฑ์การเตือนภัยคุณภาพน้ำ	4-6
4.3.4	แนวทางบริหารจัดการน้ำในด้านคุณภาพน้ำ	4-7
4.4	การบริหารจัดการน้ำในช่วงฤดูแล้ง	4-9
4.4.1	การศึกษาความต้องการน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา	4-9
บทที่ 5	**ข้อเสนอแนะด้านการดำเนินการและบำรุงรักษา**	
5.1	ข้อเสนอแนะด้านการดำเนินการและบำรุงรักษาระบบ	5-1
5.1.1	ระบบ SCADA ฐานข้อมูล และระบบนำเสนอข้อมูล	5-1
5.1.2	แบบจำลองทางชลศาสตร์/คุณภาพน้ำ	5-2
5.1.3	แบบจำลองด้านแหล่งน้ำ	5-2
5.1.4	แบบจำลอง ANN	5-3
5.1.5	สถานีสนาม	5-3
5.2	ประมาณการค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและบำรุงรักษา	5-4

สารบัญตาราง

			หน้า
ตารางที่	2.8-1	ปริมาณน้ำและระดับน้ำสูงสุดที่สถานีวัดน้ำท่า C.2 จังหวัดนครสวรรค์	2-16
ตารางที่	2.9-1	รายชื่อและสถิติปริมาณน้ำนองสูงสุดรายปีของสถานีวัดน้ำท่าในลุ่มน้ำเจ้าพระยาและข้างเคียง	2-17
ตารางที่	2.10-1	ผลการวิเคราะห์ระดับน้ำสูงสุดที่รอบปีการเกิดซ้ำต่าง ๆ ของสถานีวัดน้ำท่าในลุ่มน้ำเจ้าพระยาและลุ่มน้ำข้างเคียง	2-17
ตารางที่	2.11-1	ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายเดือนและรายปีเฉลี่ยในลุ่มน้ำเจ้าพระยาและลุ่มน้ำข้างเคียง	2-18
ตารางที่	2.12-1	โครงการพัฒนาแหล่งน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา	2-19
ตารางที่	2.13-1	จำนวนประชากรในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา	2-22
ตารางที่	2.13-2	การคาดประมาณประชากรระหว่างปี พ.ศ.2546 ถึง พ.ศ.2566 (แยกรายจังหวัด)	2-23
ตารางที่	3.2.2-1	สถานีในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา	3-14
ตารางที่	3.2.2-2	รายละเอียดของสถานีสนาม	3-15
ตารางที่	3.2.2-3	สรุปรายละเอียดระบบสื่อสารของเครือข่ายสถานีฯ	3-16
ตารางที่	3.2.3-1	แสดงรายละเอียดอุปกรณ์ที่จัดหาสำหรับสถานีหลัก	3-19
ตารางที่	3.2.3-2	รายละเอียดของแบบจำลอง และโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง	3-21
ตารางที่	3.3-1	รายละเอียดของแบบจำลอง และโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง	3-23
ตารางที่	4.4.1-1	ปริมาณความต้องการใช้น้ำตามกิจกรรมหลักต่าง ๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา	4-10
ตารางที่	4.4.1-2	ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชรายสัปดาห์ (K_c)	4-12
ตารางที่	4.4.1-3	ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETP) โดยวิธี Modified Penman	4-12
ตารางที่	5.2-1ก	สรุปผลการประมาณการค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและบำรุงรักษา	5-4
ตารางที่	5.2-1ข	ประมาณการค่าดำเนินการ และค่าใช้จ่ายรายเดือน	5-5
ตารางที่	5.2-1ค	ประมาณการอะไหล่ และค่าใช้จ่ายในการจัดหาอะไหล่	5-6
ตารางที่	5.2-1ง	ประมาณการค่าจ้างบุคลากรในการดำเนินการบำรุงรักษา	5-7

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 1.1-1	ขอบเขตพื้นที่โครงการครอบคลุมลุ่มน้ำเจ้าพระยา	1-2
รูปที่ 1.1-2	ขอบเขตพื้นที่โครงการครอบคลุมลุ่มน้ำเจ้าพระยา	1-2
รูปที่ 2.1-1	พื้นที่โครงการ	2-3
รูปที่ 2.2-1	ลักษณะสภาพภูมิประเทศของพื้นที่โครงการ	2-4
รูปที่ 2.3-1	ขอบเขตลุ่มน้ำหลักและลุ่มน้ำสาขาของพื้นที่โครงการ	2-5
รูปที่ 2.4-1	กลุ่มชุดดินในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา	2-7
รูปที่ 2.5-1	สภาพการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำเจ้าพระยา	2-8
รูปที่ 2.6-1	ช่วงพิสัยของการผันแปรตัวแปรสภาพภูมิอากาศที่สำคัญในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา	2-10
รูปที่ 2.6-2	การกระจายปริมาณฝนรายเดือนของสถานีวัดปริมาณฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาและลุ่มน้ำข้างเคียง	2-11
รูปที่ 2.6-3	การกระจายปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา	2-12
รูปที่ 2.6-4	แนวโน้มปริมาณฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา	2-13
รูปที่ 2.7-1	ตำแหน่งที่ตั้งของสถานีวัดน้ำท่าที่ใช้ในการวิเคราะห์ในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา	2-14
รูปที่ 2.7-2	สมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยกับพื้นที่รับน้ำฝน	2-15
รูปที่ 2.11-1	การกระจายปริมาณตะกอนแขวนลอยรายเดือนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาและลุ่มน้ำข้างเคียง	2-18
รูปที่ 2.13-1	ขอบเขตการปกครองในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา	2-21
รูปที่ 2.14-1	การใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา	2-26
รูปที่ 2.15-1	ตำแหน่งสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ (กรมควบคุมมลพิษ)	2-27
รูปที่ 2.16-1	ตำแหน่งสำรวจรูปตัดลำน้ำ	2-28
รูปที่ 3.1-1	แผนผัง Mind Map แสดงองค์ประกอบของระบบตรวจวัดสภาพน้ำอัตโนมัติทางไกลฯ ในลุ่มน้ำเจ้าพระยา	3-2
รูปที่ 3.1-2	ผังแสดงองค์ประกอบและกระบวนการทำงานของระบบเครือข่ายตรวจวัดสภาพน้ำอัตโนมัติทางไกลฯ	3-3
รูปที่ 3.2.1-1	แผนผังสรุประบบสื่อสารของระบบตรวจวัดฯ	3-4
รูปที่ 3.2.2-1	Configuration และลักษณะของสถานีอุทกวิทยา-อุตุนิยมวิทยา-คุณภาพน้ำ	3-5
รูปที่ 3.2.2-2	Configuration ของสถานีอุทกวิทยา-อุตุนิยมวิทยา	3-6
รูปที่ 3.2.2-3	แสดงผลสรุปการคัดเลือกสถานีโทรมาตรในลุ่มน้ำเจ้าพระยา จำนวน 15 สถานี	3-8
รูปที่ 3.2.2-4	ภาพแสดงสถานีอุตุ-อุทกวิทยา	3-11

สารบัญรูป (ต่อ)

			หน้า
รูปที่	3.2.2-5	การเชื่อมโยงข้อมูลภายในโครงการ การเชื่อมโยงกับงานข้อมูลภายใน/ภายนอกกรมฯ	3-17
รูปที่	3.2.3-1	สถานีรอง	3-22
รูปที่	3.3-1	ขั้นตอนการดำเนินการ และโปรแกรมที่เกี่ยวข้องในการทำงานของแบบจำลองทางชลศาสตร์ของโครงการ	3-24
รูปที่	3.3-2	ขั้นตอนการดำเนินการและโปรแกรมที่เกี่ยวข้องในการทำงานของแบบจำลองด้านคุณภาพน้ำของโครงการ	3-25
รูปที่	3.3-3	ขั้นตอนการดำเนินการ และโปรแกรมที่เกี่ยวข้องในการทำงานของแบบจำลองด้านแหล่งน้ำของโครงการ	3-26
รูปที่	3.3-4	ขั้นตอนการดำเนินการและโปรแกรมที่เกี่ยวข้องในการทำงานของระบบพยากรณ์แบบ ANN สำหรับการพยากรณ์ระดับน้ำ	3-27
รูปที่	3.3-5	ลักษณะของฐานข้อมูลและโปรแกรมที่เกี่ยวข้องในการทำงานกับระบบฐานข้อมูลของโครงการ	3-28
รูปที่	3.3-6	ลักษณะของแบบจำลองคณิตศาสตร์ของโครงการ	3-29
รูปที่	3.4-1	ลักษณะของงานระบบ SCADA และระบบนำเสนอฯ ของโครงการ	3-31
รูปที่	4.3.3-1	เกณฑ์คุณภาพน้ำที่ใช้ในการเตือนภัย	4-6
รูปที่	4.3.4-1	ขั้นตอนการ Update แบบจำลองชลศาสตร์และคุณภาพน้ำ ในการประเมินผลกระทบจากแหล่งกำเนิดมลพิษที่ทราบตำแหน่งแน่นอน	4-8

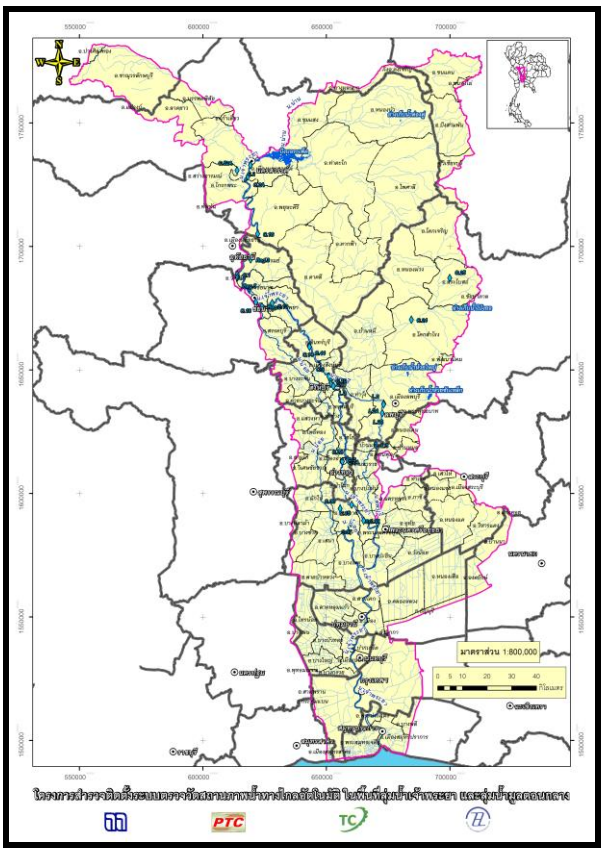
บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการ

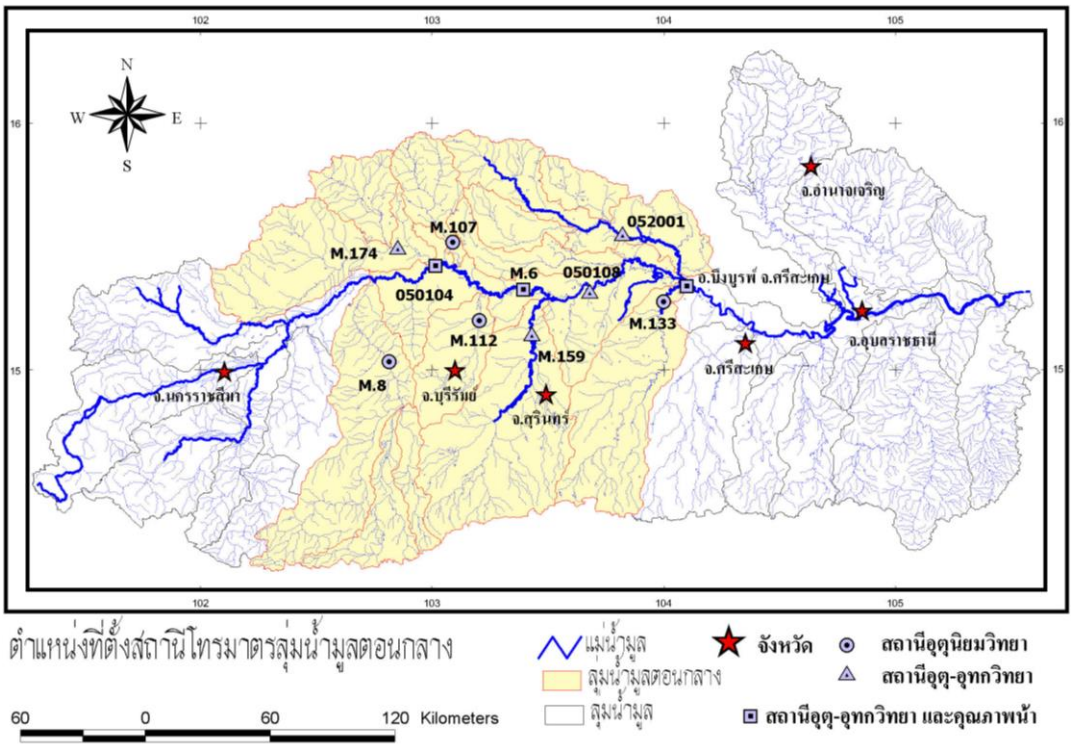
น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญของประเทศเพื่อการอุปโภคบริโภค อุตสาหกรรม และเกษตรกรรม การเปลี่ยนแปลงของน้ำที่มีอยู่ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพระหว่างช่วงเวลาต่างๆ ของปีและในระยะยาว ทำให้เกิดความไม่สมดุลของการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่ ซึ่งทำให้เกิดความเสียหายทั้งชีวิตและทรัพย์สินเป็นจำนวนมาก ตัวอย่างเช่น ปี 2549 พื้นที่ 47 จังหวัด ประสบภาวะน้ำท่วมได้รับความเสียหาย 6 ล้านไร่ และมีประชาชนเสียชีวิต 340 คน ใช้งบประมาณในการฟื้นฟู 22,468 ล้านบาท และสถานการณ์อุทกภัยตลอดปี 2545 ที่ทำให้เกิดความเสียหายรวม 72 จังหวัด คิดเป็นมูลค่าความเสียหายรวม 13,000 ล้านบาท นอกจากนี้ยังเกิดปัญหาภัยแล้ง พื้นที่บางส่วนของประเทศไทยต้องประสบปัญหาเช่นนี้ตลอดมา ดังเช่นในปี 2548 ปัญหาภัยแล้งก่อให้เกิดมูลค่าความเสียหาย 7,565 ล้านบาท นอกจากนี้การขาดแคลนน้ำดังกล่าวยังส่งผลกระทบต่อการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมในหลายพื้นที่ ทำให้อาจต้องหยุดการผลิตและสูญเสียรายได้นับเป็นมูลค่าหลายแสนล้านบาท ทั้งนี้ยังไม่นับรวมปัญหาคุณภาพน้ำที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและการอุปโภคบริโภค ซึ่งนับวันจะยิ่งทวีความรุนแรงมากขึ้นตามลำดับ

จากปัญหาและผลกระทบที่กล่าวข้างต้น สามารถป้องกันหรือแก้ไขให้บรรเทาความรุนแรงลงได้ โดยการบริหารจัดการน้ำอย่างเป็นระบบทั่วประเทศ ซึ่งข้อมูลปริมาณและคุณภาพน้ำนับเป็นข้อมูลพื้นฐานสำคัญลำดับต้นๆ ที่จะนำมาใช้ในการบริหารจัดการน้ำ การได้รับข้อมูลปริมาณและคุณภาพน้ำที่ถูกต้องและรวดเร็ว จะนำไปสู่การบริหารจัดการน้ำในการตัดสินใจแก้ไขและป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว ทันต่อเหตุการณ์ และมีประสิทธิภาพ เป็นการลดความสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สินในระดับจังหวัด ภูมิภาค และประเทศ

ดังนั้น เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา อุทกวิทยา และคุณภาพน้ำ ที่มีความถูกต้อง และรวดเร็วทันต่อเหตุการณ์ สามารถนำมาใช้เป็นฐานข้อมูลและเชื่อมต่อเป็นลักษณะเครือข่ายของระบบ โทรมาตรเพื่อการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาของลุ่มน้ำ รวมถึงการบริหารจัดการน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับความต้องการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม กรมทรัพยากรน้ำจึงได้จัดทำโครงการศึกษาสำรวจติดตั้งระบบโทรมาตรเพื่อการบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำ และเมื่อพิจารณาถึงความจำเป็นเร่งด่วนและปัจจัยด้านบุคลากรรวมถึงงบประมาณ จึงได้คัดเลือกพื้นที่ลุ่มน้ำที่เสี่ยงต่ออุทกภัยสูงและมีโอกาสเกิดขึ้นอยู่เสมอมาดำเนินงานก่อน ซึ่งในปีงบประมาณ 2552 กรมทรัพยากรน้ำ จะดำเนินการในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา และพื้นที่ลุ่มน้ำมูลตอนกลางดังแสดงในรูปที่ 1.1-1 และรูปที่ 1.1-2 ตามลำดับ



รูปที่ 1.1-1 ขอบเขตพื้นที่โครงการครอบคลุมลุ่มน้ำเจ้าพระยา



รูปที่ 1.1-2 ขอบเขตพื้นที่โครงการครอบคลุมลุ่มน้ำมูลตอนกลาง

โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้สามารถบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำทั้งสองได้แบบบูรณาการทั้งในด้านภัยแล้ง น้ำท่วม และคุณภาพน้ำ กรมทรัพยากรน้ำจึงได้จัดให้มีโครงการสำรวจติดตั้งระบบตรวจวัดสถานภาพน้ำทางไกลอัตโนมัติในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา และลุ่มน้ำมูลตอนกลางขึ้น โดยทำสร้างระบบโครงข่ายทั้งหมดในลุ่มน้ำเจ้าพระยา ลุ่มน้ำมูลตอนกลางรวมถึงการเชื่อมโยงและขยายขีดความสามารถของระบบให้ครอบคลุมลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลทั้งหมด

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการน้ำ ในพื้นที่ลุ่มเจ้าพระยา ทั้งด้านน้ำท่วม น้ำแล้ง และคุณภาพน้ำ รวมทั้งการเฝ้าระวัง พยากรณ์ และเตือนภัย ในช่วงวิกฤติน้ำ *โดยการจัดทำระบบโทรมาตรในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา* เพื่อใช้ข้อมูลจากระบบโทรมาตรทั้งหมดกับแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่จะพัฒนาขึ้นในการบริหารจัดการน้ำเป็นระบบลุ่มน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้การบริหารจัดการน้ำของลุ่มน้ำเป็นไปอย่างมีระบบแบบแผน และมีการบริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการอย่างมีประสิทธิภาพ

(1) พัฒนาระบบตรวจวัดข้อมูลทางไกลแบบอัตโนมัติ (ระบบโทรมาตรอุตุ-อุทกวิทยา และคุณภาพน้ำ) ทั้งนี้เป็นการตรวจวัดและเก็บรวบรวมข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา อุทกวิทยา และคุณภาพน้ำแบบต่อเนื่องตามเวลาจริง (Real-time Data Collection) ในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา

(2) พัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์ด้านทรัพยากรน้ำ สำหรับประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการน้ำตลอดทั้งปี (น้ำท่วม น้ำแล้ง และน้ำเสีย) ทั้งด้านการเฝ้าระวัง พยากรณ์ และเตือนภัย ในช่วงที่เกิดวิกฤติน้ำ โดยอาศัยข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา อุทกวิทยา และคุณภาพน้ำ แบบ Real-time Data Collection จากระบบโทรมาตร และ/หรือ จากการนำเข้าข้อมูลด้านอื่นๆ ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา รวมถึงการพัฒนาโปรแกรมในด้านการติดตามสถานการณ์น้ำแบบอัตโนมัติ และการนำเสนอในรูปแบบของแผนที่ด้านวิกฤติน้ำในช่วงเวลาต่างๆ นอกจากนั้นจะต้องจัดทำระบบการจัดทำรายงานสถานการณ์ของลุ่มน้ำเจ้าพระยาแบบอัตโนมัติสำหรับผู้บริหาร (Executive Summary)

(3) พัฒนาระบบฐานข้อมูลของพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ในด้านทรัพยากรน้ำ สำหรับเชื่อมโยงและถ่ายเทข้อมูลระหว่างที่ทำการส่วนภูมิภาค และส่วนกลางของกรมทรัพยากรน้ำได้อย่างรวดเร็ว มั่นคง และ มีประสิทธิภาพ ในการติดตามสภาพน้ำได้ทันต่อเหตุการณ์ และครอบคลุมทั้งลุ่มน้ำเจ้าพระยา

(4) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาให้เหมาะสม และทันต่อเหตุการณ์ ในการป้องกันและบรรเทาปัญหาวิกฤติน้ำ

(5) พัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์ด้านทรัพยากรน้ำ สำหรับประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการน้ำตลอดทั้งปี (น้ำท่วม น้ำแล้ง และน้ำเสีย) ทั้งด้านการเฝ้าระวัง พยากรณ์ และเตือนภัย ในช่วงที่เกิดวิกฤติน้ำ โดยอาศัยข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา อุทกวิทยา และคุณภาพน้ำ แบบ Real-time Data Collection จากระบบโทรมาตร และ/หรือ จากการนำเข้าข้อมูลด้านอื่นๆ ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา รวมถึงการพัฒนาโปรแกรมในด้านการติดตามสถานการณ์น้ำแบบอัตโนมัติ และการนำเสนอ ในรูปแบบของแผนที่ด้านวิกฤติน้ำในช่วงเวลาต่างๆ นอกจากนั้นจะต้องจัดทำระบบการจัดทำรายงานสถานการณ์ของ ลุ่มน้ำเจ้าพระยาแบบอัตโนมัติสำหรับผู้บริหาร (Executive Summary)

(6) พัฒนาระบบฐานข้อมูลของพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาในด้านทรัพยากรน้ำ สำหรับเชื่อมโยงและถ่ายเทข้อมูลระหว่างที่ทำการส่วนภูมิภาคและส่วนกลางของกรมทรัพยากรน้ำ ได้อย่างรวดเร็ว มั่นคง และมีประสิทธิภาพ ในการติดตามสภาพน้ำได้ทันต่อเหตุการณ์ และครอบคลุมทั้งลุ่มน้ำ

(7) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาให้เหมาะสม ทันต่อเหตุการณ์ ในการป้องกันและบรรเทาปัญหาวิกฤติน้ำ

1.3 ขอบเขตการดำเนินงาน

(1) ศึกษาและออกแบบสถานีสนามไม่น้อยกว่า 15 สถานี ซึ่งที่ตั้งของสถานีดังกล่าวต้องเป็นตัวแทนที่ดีของพื้นที่ตรวจวัดข้อมูลอุตุ-อุทกวิทยา ของพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา โดยอย่างน้อย 5 สถานีจะต้องมีการตรวจวัดข้อมูลปริมาณน้ำฝน ระดับน้ำ (ปริมาณน้ำ) และคุณภาพน้ำ และอย่างน้อยอีก 10 สถานีจะต้องมีการตรวจวัดข้อมูลปริมาณน้ำฝน และระดับน้ำ (ปริมาณน้ำ)

(2) จัดหาชุดเครื่องมือตรวจวัดสภาพน้ำแบบเคลื่อนที่ ไม่น้อยกว่า 5 ชุด โดยสามารถตรวจวัดข้อมูลคุณภาพน้ำและระดับน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

(3) ศึกษาและออกแบบ ระบบศูนย์บริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการของลุ่มน้ำเจ้าพระยา โดยมีสถานีหลักตั้งอยู่ที่ ศูนย์ป้องกันวิกฤติน้ำ กรมทรัพยากรน้ำ กรุงเทพฯ และมีสถานีรองตั้งอยู่ที่ ส่วนอุทกวิทยา สำนักงานทรัพยากรน้ำภาค 2 จังหวัดนครสวรรค์

(4) ศึกษาและออกแบบระบบรับส่งข้อมูล (Data Communication Networks) จากสถานีสนามมายังสถานีหลักและสถานีรองโดยเสนอระบบสื่อสารเป็นแบบสายหรือไร้สายที่เหมาะสม

(5) ศึกษาและพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์ รวมทั้งระบบช่วยในการตัดสินใจ (Decision Supporting System, DSS) ในการประยุกต์ใช้งานเพื่อการบริหารจัดการน้ำ เฝ้าระวัง พยากรณ์น้ำ และเตือนภัย รวมถึงการเสนอแนะทางเลือก (scenarios) ในการแก้ไขปัญหาด้านวิกฤติน้ำโดยการพัฒนาโปรแกรมระบบช่วยในการตัดสินใจ ในรูปแบบโปรแกรมสำเร็จรูป โดยมีระบบแสดงผลในรูปของแผนที่ ตารางสรุป กราฟ และรายงานสรุปผู้บริหาร แบบ Automatic และ/หรือ Manual Real-time Operation ครอบคลุมพื้นที่ 1) ลุ่มน้ำเจ้าพระยา

(6) จัดหา และติดตั้งสถานีสนาม ตามขอบเขตการดำเนินงานข้อ (1) ถึง (3)

(7) จัดทำรูปตัดลำน้ำโดยมีการสำรวจรูปตัดลำน้ำทุกๆ ระยะทางที่ไม่มากกว่า 5 กม. และตำแหน่งอื่นใดที่มีอาคารทางชลศาสตร์กีดขวางทางน้ำ และสำรวจจัดทำ Rating Curve ทุกตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องมือวัดระดับน้ำในสถานีสนาม

(8) จัดหา และติดตั้งระบบถ่ายทอดข้อมูล และบันทึกภาพ ณ ตำแหน่งที่ตั้งสถานีสนาม ที่มีการตรวจวัดค่าระดับน้ำ

(9) จัดหาข้อมูลพื้นผิวระดับ (DEM, Digital Elevation Model) ในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาที่ประสบภัยน้ำท่วมซ้ำซาก โดยต้องเลือกใช้ขนาดความละเอียดข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (DEM) ที่เหมาะสมต่อการคำนวณหาพื้นที่น้ำท่วมตามที่กรมทรัพยากรน้ำกำหนด

(10) จัดหาและติดตั้งอุปกรณ์เครื่องมือที่เป็น Hardware และ Software ที่สถานีหลัก สถานีรอง และสถานีสนาม รวมถึงการทดสอบระบบให้ใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ของโครงการ โดยเฉพาะลุ่มน้ำเจ้าพระยา ส่วนลุ่มน้ำมูลตอนกลางพิจารณาให้งาน facility เดิมของสถานีหลัก และสถานีรอง จากโครงการระบบโทรมาตรลุ่มน้ำชีตอนกลางและตอนล่าง

(11) พัฒนาระบบฐานข้อมูลและระบบนำเสนอข้อมูลผ่านเครือข่าย Internet ในลุ่มน้ำเจ้าพระยา และพัฒนาระบบฐานข้อมูลและระบบนำเสนอข้อมูลผ่านเครือข่าย Internet โดยให้บูรณาการระบบที่มีอยู่เดิมในลุ่มน้ำชีและมูล เข้ากับระบบใหม่ในพื้นที่ลุ่มน้ำมูลตอนกลาง (การดำเนินงานในส่วนของพื้นที่มูลตอนกลาง)โดยสามารถดำเนินการเป็นระบบเดียวกัน

(12) ปรับปรุง ระบบของศูนย์บริหารจัดการน้ำแบบบูรณาการของพื้นที่ลุ่มน้ำชีและมูล โดยมีสถานีหลักอยู่ที่ศูนย์ป้องกันวิกฤติน้ำ กรมทรัพยากรน้ำ กรุงเทพฯ และสถานีรองอยู่ที่สำนักงานทรัพยากรน้ำภาค 5 นครราชสีมา หรือตำแหน่งอื่นใดที่เหมาะสม (การดำเนินงานในส่วนของพื้นที่มูลตอนกลาง)

(13) ศึกษาและออกแบบระบบรับส่งข้อมูล (Data Communication Networks) จากสถานีสนามมายังสถานีหลักและสถานีรองโดยเสนอระบบสื่อสารเป็นแบบสายหรือไร้สายที่เหมาะสม

(14) ศึกษาและพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์ รวมทั้งระบบช่วยในการตัดสินใจ (Decision Supporting System, DSS) ในการประยุกต์ใช้งานเพื่อการบริหารจัดการน้ำ เฝ้าระวัง พยากรณ์น้ำ และเตือนภัย รวมถึงการเสนอแนะทางเลือก (scenarios) ในการแก้ไขปัญหาด้านวิกฤติน้ำโดยการพัฒนาโปรแกรมระบบช่วยในการตัดสินใจ ในรูปแบบโปรแกรมสำเร็จรูป โดยมีระบบแสดงผลในรูปของแผนที่ ตารางสรุป กราฟ และรายงานสรุปผู้บริหาร แบบ Automatic และ/หรือ Manual Real-time Operation ครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา

(15) จัดหา และติดตั้งสถานีสนาม ตามขอบเขตการดำเนินงานข้อ (1) ถึง (3)

(16) จัดทำรูปตัดลำน้ำโดยมีการสำรวจรูปตัดลำน้ำทุกๆ ระยะทางที่ไม่มากกว่า 5 กม. และตำแหน่งอื่นใดที่มีอาคารทางชลศาสตร์กีดขวางทางน้ำ และสำรวจจัดทำ Rating Curve ทุกตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องมือวัดระดับน้ำในสถานีสนาม

(17) จัดหา และติดตั้งระบบถ่ายทอดข้อมูล และบันทึกภาพ *ณ ตำแหน่งที่ตั้งสถานีสนามที่มีการตรวจวัดค่าระดับน้ำทุกสถานีในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา และ 1 สถานีในพื้นที่ลุ่มน้ำมูลตอนกลาง*

(18) จัดหาข้อมูลพื้นผิวระดับ (DEM, Digital Elevation Model) ในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาที่ประสบภัยน้ำท่วมซ้ำซาก โดยต้องเลือกใช้ขนาดความละเอียดข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (DEM) ที่เหมาะสมต่อการคำนวณหาพื้นที่น้ำท่วมตามที่กรมทรัพยากรน้ำกำหนด

(19) จัดหาและติดตั้งอุปกรณ์เครื่องมือที่เป็น Hardware และ Software ที่สถานีหลัก สถานีรอง และสถานีสนาม รวมถึงการทดสอบระบบให้ใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ของโครงการ โดยเฉพาะลุ่มน้ำเจ้าพระยา ส่วนลุ่มน้ำมูลตอนกลางพิจารณาให้งาน facility เดิมของสถานีหลัก และสถานีรอง จากโครงการระบบโทรมาตรลุ่มน้ำชีตอนกลางและตอนล่าง

(20) พัฒนาระบบฐานข้อมูลและระบบนำเสนอข้อมูลผ่านเครือข่าย Internet ในลุ่มน้ำเจ้าพระยา และพัฒนาระบบฐานข้อมูลและระบบนำเสนอข้อมูลผ่านเครือข่าย Internet โดยให้บูรณาการระบบที่มีอยู่เดิมในลุ่มน้ำชีและมูล เข้ากับระบบใหม่ในพื้นที่ลุ่มน้ำมูลตอนกลางโดยสามารถดำเนินการเป็นระบบเดียวกัน

(21) ปฏิบัติงานร่วมกับเจ้าหน้าที่ของกรมทรัพยากรน้ำที่ได้รับมอบหมายที่สถานีหลัก เพื่อเป็นการทดสอบระบบ และพัฒนาแนวทางปฏิบัติงาน รวมทั้งการปรับแต่งตามความเหมาะสม เป็นระยะเวลา 360 วันนับจากวันดำเนินการแล้วเสร็จ โดยมีการฝึกอบรมและถ่ายทอดเทคโนโลยีแบบ On the Job Training อย่างน้อยดังนี้

- ❑ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์
  - สามารถเข้าใจในหลักการทุกด้านที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองฯ
  - สามารถปรับเปลี่ยน Parameter ที่มีการเปลี่ยนแปลงได้
  - สามารถป้อนข้อมูลด้านเข้า และ Simulate แบบจำลองฯ ได้
  - สามารถสอบเทียบ และตรวจพิสูจน์ แบบจำลองได้
  - สามารถแปรผลลัพธ์จากแบบจำลองฯ และการประยุกต์ใช้แบบจำลองได้
- ❑ อุปกรณ์และระบบควบคุม รวมระบบโทรมาตร
  - สามารถตรวจสอบความถูกต้องของอุปกรณ์ได้
  - สามารถปรับเปลี่ยน เพิ่มเติมอุปกรณ์ได้
  - สามารถทราบแหล่งผลิต หรือจำหน่ายอุปกรณ์นั้น
  - สามารถทำการดูแลบำรุงรักษาระบบได้
  - สามารถดูแลและแก้ไขเหตุขัดข้องของระบบควบคุมการทำงาน (SCADA) ระบบโทรมาตร และระบบควบคุมที่เกี่ยวข้อง
  - บำรุงรักษาอุปกรณ์ภาคสนาม ทุกๆ ระยะเวลาอย่างน้อย 60 วัน พร้อมเจ้าหน้าที่ของกรมทรัพยากรน้ำที่ได้รับมอบหมาย และทุกครั้งที่อุปกรณ์มีการทำงานที่ผิดปกติ

(22) การประชาสัมพันธ์โครงการให้เจ้าหน้าที่และประชาชนในพื้นที่รับทราบถึงวัตถุประสงค์โครงการ ทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา และลุ่มน้ำมูลตอนกลาง

(23) รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทางด้านสาธารณูปโภคเป็นเวลา 360 วัน นับจากวันดำเนินการแล้วเสร็จ

(24) รับประกันผลงานและอุปกรณ์ไม่น้อยกว่า 720 วัน นับจากวันดำเนินการแล้วเสร็จ

บทที่ 2

ผลการศึกษารวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการโครงการได้มีการเก็บรวบรวม ศึกษา วิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่โครงการ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในพื้นที่โครงการและเพื่อนำไปใช้ประกอบการดำเนินการในส่วนที่เกี่ยวข้อง เช่น การพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์ การวางเครือข่ายสถานี ฯลฯ โดยข้อมูลที่เกี่ยวข้องสามารถแบ่งออกเป็นด้านต่างๆ ได้แก่ ขอบเขตพื้นที่โครงการ สภาพภูมิประเทศ สภาพธรณีวิทยาและปฐพีวิทยา สภาพทางอุตุนิยมวิทยา สภาพทางอุทกวิทยาและแหล่งน้ำผิวดิน ขอบเขตการปกครองและประชากร การใช้ที่ดิน คุณภาพน้ำ และการสำรวจข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ขอบเขตพื้นที่โครงการ

พื้นที่ติดตั้งระบบตรวจวัดสภาพน้ำทางไกลอัตโนมัติจะอยู่ในลุ่มน้ำเจ้าพระยา และมีการบูรณาการระบบฯที่ติดตั้งใหม่เข้ากับระบบฯเดิมที่มีอยู่ เพื่อให้ครอบคลุมทั้งลุ่มน้ำเจ้าพระยา

ดังแสดงในรูปที่ 2.1-1 สรุปได้ดังนี้ ได้แก่

ลุ่มน้ำ	จำนวนจังหวัด	รายชื่อจังหวัด
เจ้าพระยา	11	นครสวรรค์ ชัยนาท สิงห์บุรี ลพบุรี สระบุรี อ่างทอง พระนครศรีอยุธยา ปทุมธานี นนทบุรี สมุทรปราการ กรุงเทพมหานคร

สำหรับการแบ่งขอบเขตลุ่มน้ำในการศึกษานี้ ได้มีการทบทวนขอบเขตลุ่มน้ำของประเทศไทยและจัดทำแผนที่แสดงขอบเขตลุ่มน้ำเพื่ออ้างอิงในการใช้งานให้เป็นมาตรฐานเดียวกันทั้งประเทศ โดยกรมทรัพยากรน้ำตามโครงการศึกษา สำรวจ ออกแบบสถานีอุทกวิทยา 25 ลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย โดยกรมทรัพยากรน้ำได้มีการปรับปรุงอีกครั้งในปี 2550 ซึ่งคณะผู้ศึกษาจะใช้ข้อมูลจากโครงการดังกล่าวเพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป

2.2 สภาพภูมิประเทศ

ผลการรวบรวม ทบทวน และวิเคราะห์ข้อมูลสภาพภูมิประเทศ แสดงดังรูปที่ 2.2-1 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ตั้งอยู่ทางตอนกลางของประเทศไทย มีพื้นที่ลุ่มน้ำรวมทั้งสิ้น 20,266.50 ตร.กม. ลักษณะลุ่มน้ำวางตัวตามแนวเหนือ-ใต้ อยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 13° 30□ เหนือ ถึงเส้นรุ้งที่ 16° 05□

เหนือ และระหว่างเส้นแวงที่ 99° 30□ ตะวันออก ถึงเส้นแวงที่ 101° 00□ ตะวันออก ทิศเหนือติดกับลุ่มน้ำปิง

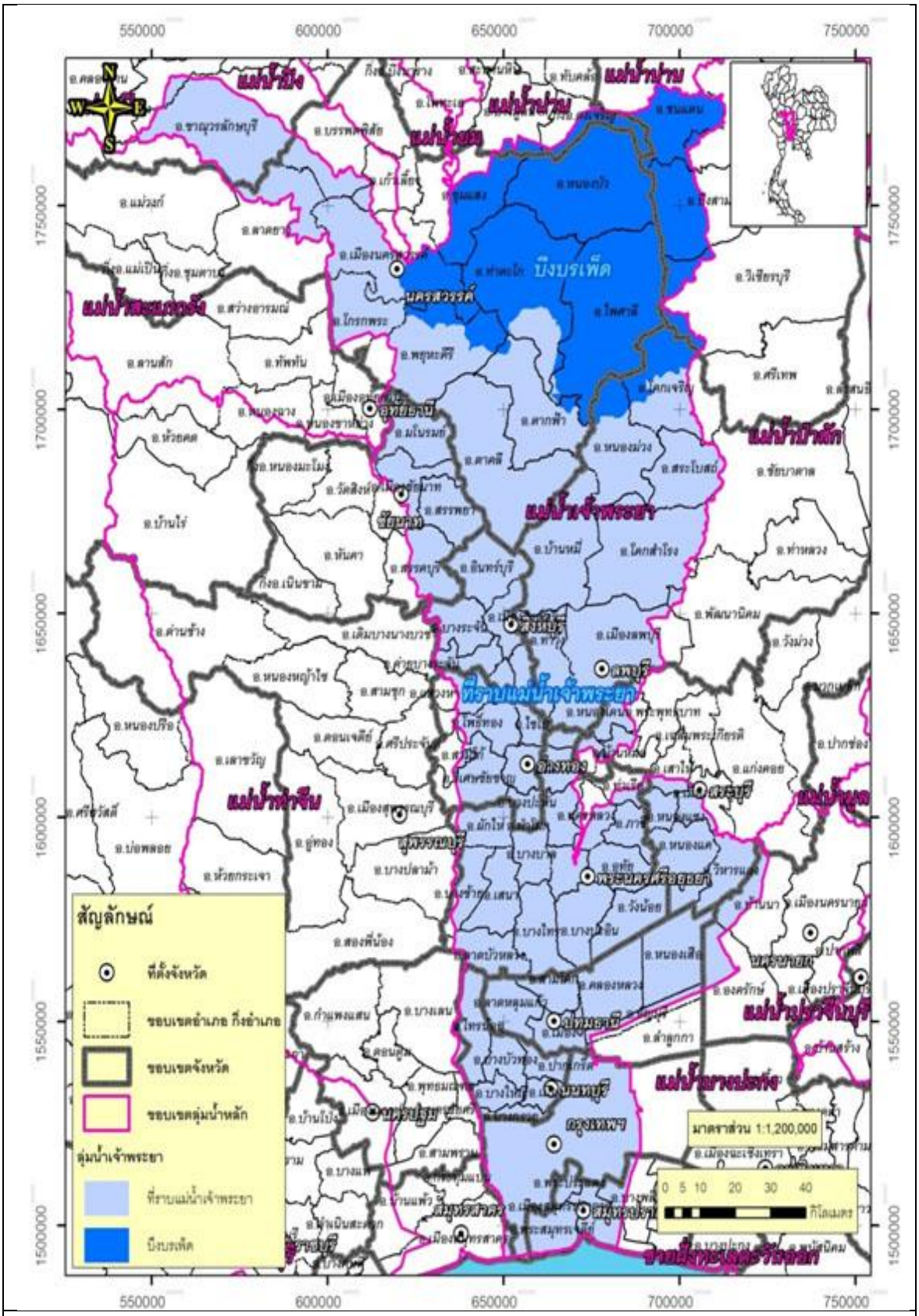
และน่าน ทิศใต้ติดกับอ่าวไทย ทิศตะวันตกติดกับลุ่มน้ำท่าจีนและสะแกกรัง และทิศตะวันออกติดกับลุ่มน้ำป่าสักและบางปะกง

แม่น้ำเจ้าพระยามีจุดกำเนิดอยู่ที่ตำบลปากน้ำโพ อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ ไหลจากทิศเหนือลงสอ่าวไทย ผ่านที่ราบภาคกลาง สภาพลุ่มน้ำทางฝั่งตะวันออกในเขตจังหวัดนครสวรรค์และลพบุรีเป็นที่ราบสูงมีเนินเขาเตี้ย ๆ เป็นสันปันน้ำกั้นระหว่างลุ่มน้ำเจ้าพระยาและลุ่มน้ำป่าสัก ส่วนทางตอนล่างลงมาซึ่งอยู่ในเขตจังหวัดสระบุรีและฉะเชิงเทราจะเป็นที่ราบลาดเขาลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยา และเป็นที่ราบชายฝั่งทะเลในเขตจังหวัดสมุทรปราการ สภาพลุ่มน้ำทางฝั่งตะวันตกของลุ่มน้ำเจ้าพระยา ตอนบนเป็นที่ราบและตอนล่างเป็นที่ราบลุ่ม ซึ่งมีอาณาเขตติดต่อกับลุ่มน้ำท่าจีนลาดลงไปจรดชายฝั่งทะเลด้านอ่าวไทย

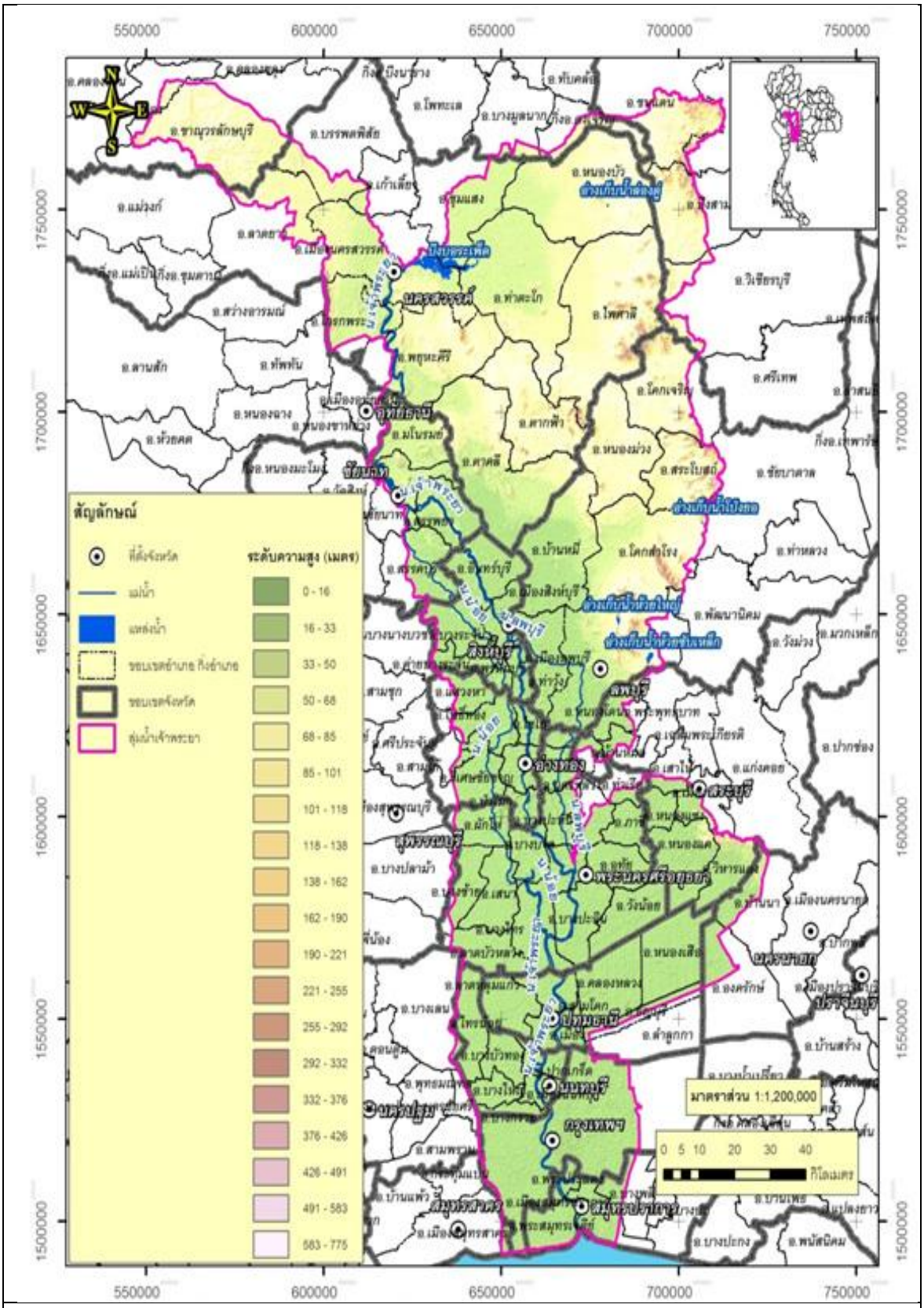
ลุ่มน้ำเจ้าพระยามีแม่น้ำสายหลัก คือ แม่น้ำเจ้าพระยา โดยมีแม่น้ำสะแกกรังไหลมาบรรจบเหนือเขื่อนเจ้าพระยา ลำน้ำสาขาที่สำคัญของแม่น้ำเจ้าพระยา ได้แก่ แม่น้ำน้อย แยกออกจากแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณจังหวัดชัยนาทแล้วไหลกลับเข้าแม่น้ำเจ้าพระยาอีกครั้งที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา แม่น้ำสุพรรณบุรีแยกออกจากแม่น้ำเจ้าพระยาและไหลขนานคู่กันไปจนออกสู่อ่าวไทย มีชื่อเรียกต่าง ๆ กันไป ตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปากแม่น้ำ คือ คลองมะขามเฒ่า แม่น้ำสุพรรณบุรี แม่น้ำนครชัยศรี และแม่น้ำท่าจีน คลองบางแก้วเป็นคลองสายสั้น ๆ แยกออกจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่จังหวัดอ่างทอง แล้วไหลไปบรรจบกับแม่น้ำลพบุรี ซึ่งแยกออกมาจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่จังหวัดสิงห์บุรีเช่นกันโดยจุดบรรจบอยู่ในเขตอำเภอมหาราช จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

2.3 การแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำ

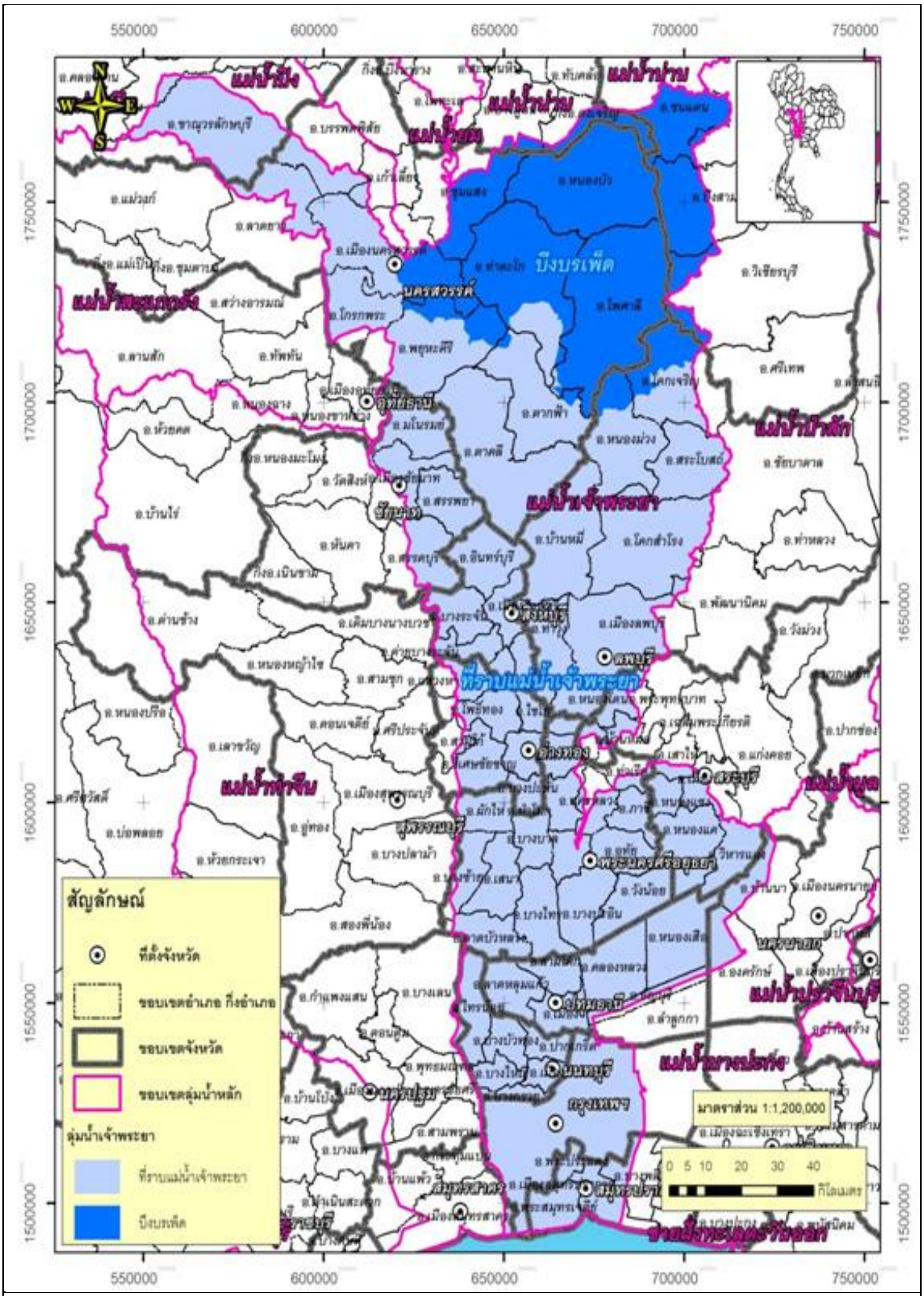
เมื่อปี พ.ศ. 2548 ได้มีการทบทวนขอบเขตลุ่มน้ำของประเทศไทย และจัดทำแผนที่แสดงขอบเขตลุ่มน้ำ เพื่ออ้างอิงในการใช้งานให้เป็นมาตรฐานเดียวกันทั้งประเทศ โดยกรมทรัพยากรน้ำ ตามโครงการศึกษา สำรวจ ออกแบบสถานีอุทกวิทยา 25 ลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย ซึ่งกลุ่มบริษัทฯ จะใช้ข้อมูลจากโครงการดังกล่าว เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป โดยข้อมูลลุ่มน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา แสดงดังรูปที่ 2.3-1



รูปที่ 2.1-1 พื้นที่โครงการ



รูปที่ 2.2-1 ลักษณะสภาพภูมิประเทศของพื้นที่โครงการ



รูปที่ 2.3-1 ขอบเขตลุ่มน้ำหลักและลุ่มน้ำสาขาของพื้นที่โครงการ

2.4 สภาพธรณีวิทยาและทรัพยากรดิน

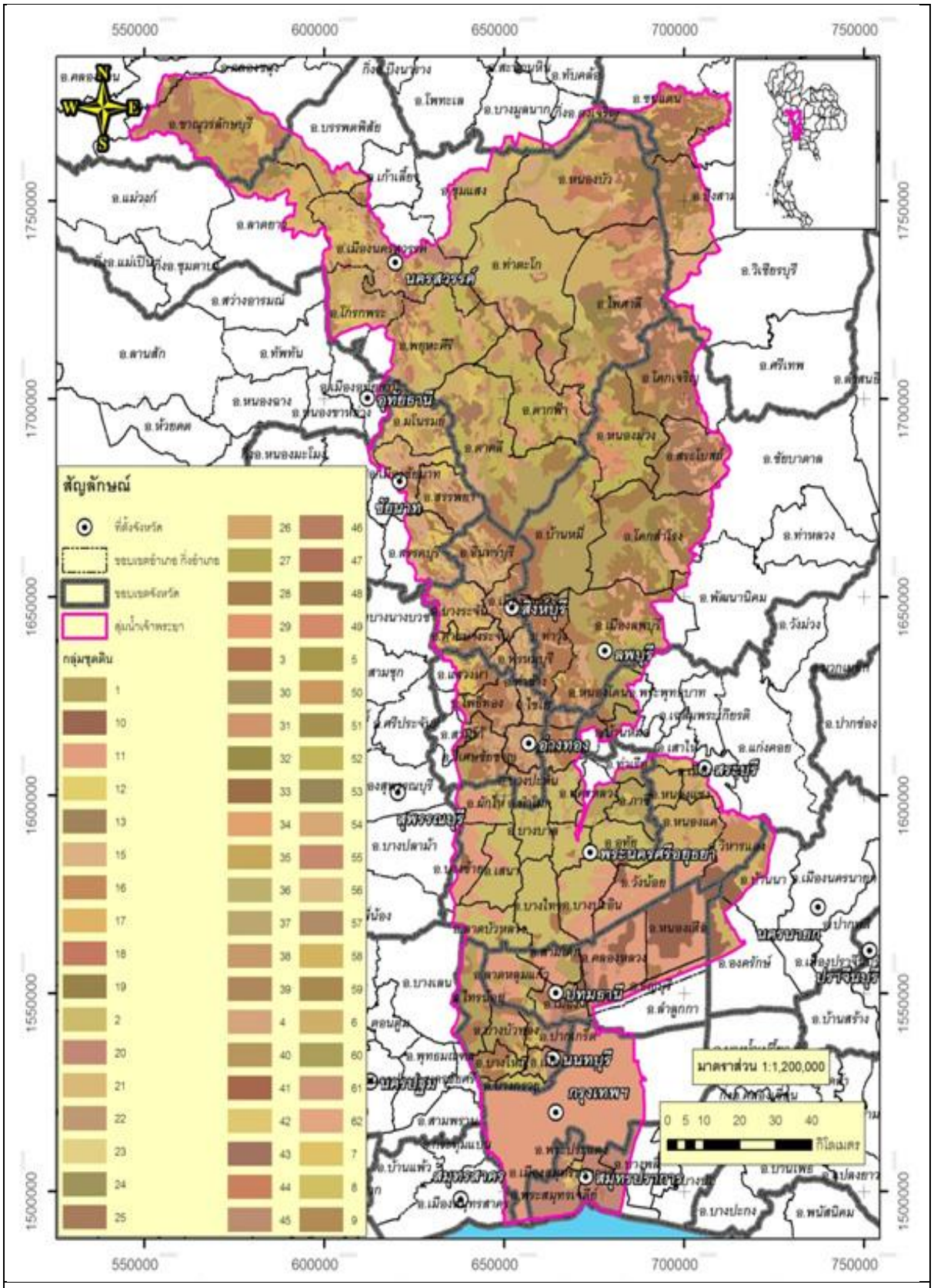
ที่ราบภาคกลาง ได้แก่ บริเวณที่ราบลุ่มน้ำตอนกลางและตอนล่างทั้งหมด ซึ่งประกอบด้วย แม่น้ำเจ้าพระยาและสาขาที่ไหลมาจากที่สูงโดยรอบแล้วไหลลงสู่อ่าวไทยที่อยู่ตอนใต้ของภาค ภูมิประเทศของที่ราบภาคกลาง เป็นที่ราบดินตะกอนที่หนาแน่นและกว้างขวางมากที่สุดของประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ราบดินตะกอนตอนล่าง มีบริเวณกว้างขวางมาก แต่ในบริเวณที่ราบนี้ยังมีที่ราบลูกฟูกและภูเขาโดดเหลืออยู่ โดยเฉพาะอาจเป็นภูเขาหินที่แข็งแกร่งหรือที่เคยเป็นเกาะมาก่อน สันนิษฐานว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของที่ราบภาคกลางในอดีตเคยอยู่ใต้ระดับน้ำทะเลต่อมาระดับน้ำทะเลลดต่ำลง ประกอบกับพื้นที่ดินยกสูงขึ้น รวมทั้งการกระทำของแม่น้ำหลายสายซึ่งมีทั้งการกัดเซาะ สึกกร่อนและทับถม พอกพูน จึงทำให้บริเวณนี้กลายเป็นที่ราบอันกว้างใหญ่และเป็นแหล่งเกษตรกรรมสำคัญของประเทศ

บริเวณภาคกลางของประเทศไทยเป็นแอ่งแผ่นดิน (Basin) ขนาดใหญ่เป็นที่สะสมของ ชั้นตะกอนอายุอ่อน คือ ชั้นหินมหายุคซีโนโซอิค (Cenozoic) ซึ่งประกอบด้วยชั้นตะกอนของยุคเทอร์เชียรี (Tertiary) และตอนบนของชั้นตะกอนเหล่านี้จะถูกปกคลุมทับถม ด้วยตะกอน กรวด หิน ของยุคควอเตอร์นารี (Quaternary)

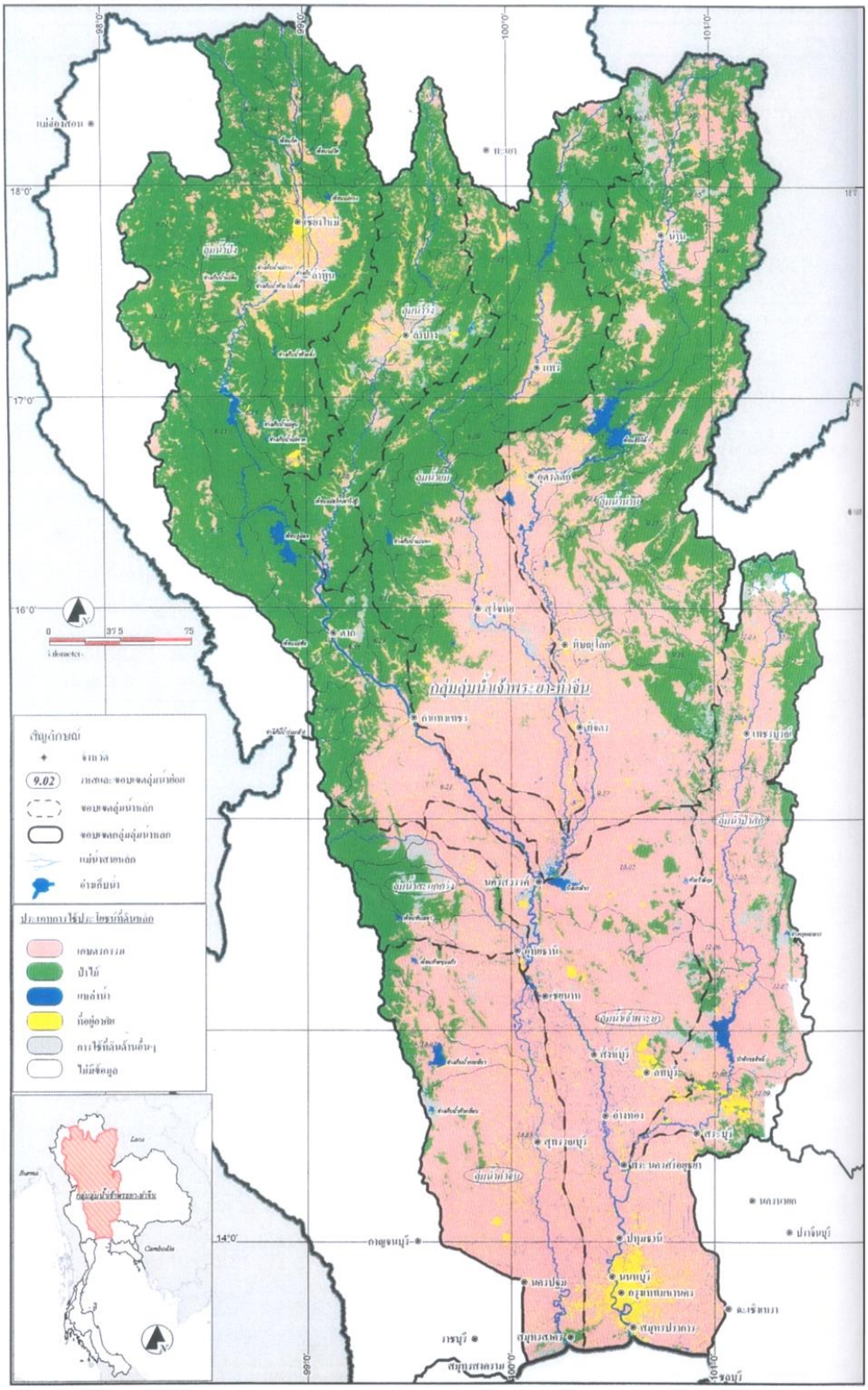
ในส่วนของทรัพยากรดินจากการรวบรวมข้อมูลและการจัดกลุ่มดิน และการทำแผนที่ดินของกรมพัฒนาที่ดิน พบว่าลักษณะดินที่พบในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา พื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ซึ่งประกอบด้วย 2 ลุ่มน้ำสาขา ได้แก่ ลุ่มน้ำสาขาบึงบอระเพ็ด และลุ่มน้ำสาขาที่ราบเจ้าพระยามีทั้งหมด 47 กลุ่มชุดดิน ได้แก่ กลุ่มชุดดินที่ 1-8, 10-13, 15-20, 21,22,24,25, 27-31, 33, 35-38, 40, 41, 44-49, 52, 54-56, 58-59, 62 โดยพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาบึงบอระเพ็ด มี 38 กลุ่มชุดดิน ได้แก่ กลุ่มชุดดินที่ 1-7, 15-20, 22, 24, 25, 28, 29, 31, 33, 35-38, 40, 41, 44, 46-49, 52, 54-56, 59, 62 และพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาที่ราบแม่น้ำเจ้าพระยามี 46 กลุ่มชุดดิน ได้แก่ กลุ่มชุดดินที่ 1-8, 10-13, 15-20, 22, 24, 25, 27-31, 33, 35-38, 40, 41, 44-49, 52, 54-56, 58-59, 62 ดังแสดงในรูปที่ 2.4-1

2.5 สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน

จากการศึกษาข้อมูลการใช้ที่ดินจากดาวเทียม LANDSAT ปี พ.ศ. 2543 ดังรูปที่ 3.3.2-1 ได้จัดกลุ่มประเภทการใช้ที่ดินออกเป็น 5 ลักษณะ คือ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ ป่าไม้ พื้นที่แหล่งน้ำ พื้นที่แหล่งน้ำ พื้นที่อยู่อาศัย และพื้นที่อื่นๆ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า ลุ่มน้ำเจ้าพระยามีพื้นที่ลุ่มน้ำ 157,925 ตารางกิโลเมตร มีพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในด้านเกษตรกรรมมากที่สุด คือมีพื้นที่ประมาณ 80,442 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 50.94) รองลงมาได้แก่พื้นที่ป่าไม้ 66,363 ตารางกิโลเมตร(ร้อยละ 42.02) ส่วนที่เหลือได้แก่พื้นที่แหล่งน้ำ ที่อยู่อาศัยและอื่นๆ ร้อยละ 1.06 3.39 และ 2.69 ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 2.5-1



รูปที่ 2.4-1 กลุ่มชุดดินในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา



ที่มา : โครงการศึกษา การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของชาติอย่างมีประสิทธิภาพ และการจัดการ 25 ลุ่มน้ำสำคัญของประเทศ, สำนักงานนโยบายสาธารณะ สำนักงานสภาที่ปรึกษาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2547

รูปที่ 2.5-1 สภาพการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำเจ้าพระยา

2.6 สภาพอุตุนิยมวิทยา

สภาพภูมิอากาศในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา โดยทั่วไปอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จึงทำให้เกิดฤดูกาล 3 ฤดูคือ ฤดูฝนตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงปลายเดือนตุลาคม ฤดูหนาวตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ และฤดูร้อนตั้งแต่ช่วงกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงต้นเดือนพฤษภาคม นอกจากนี้ยังได้รับอิทธิพลจากลมพายุดีเปรสชั่นจากมหาสมุทรอินเดียและทะเลจีนใต้เป็น ครั้งคราว สำหรับการวิเคราะห์สภาพอุตุนิยมวิทยาได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลของสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำจำนวน 5 สถานี ได้แก่

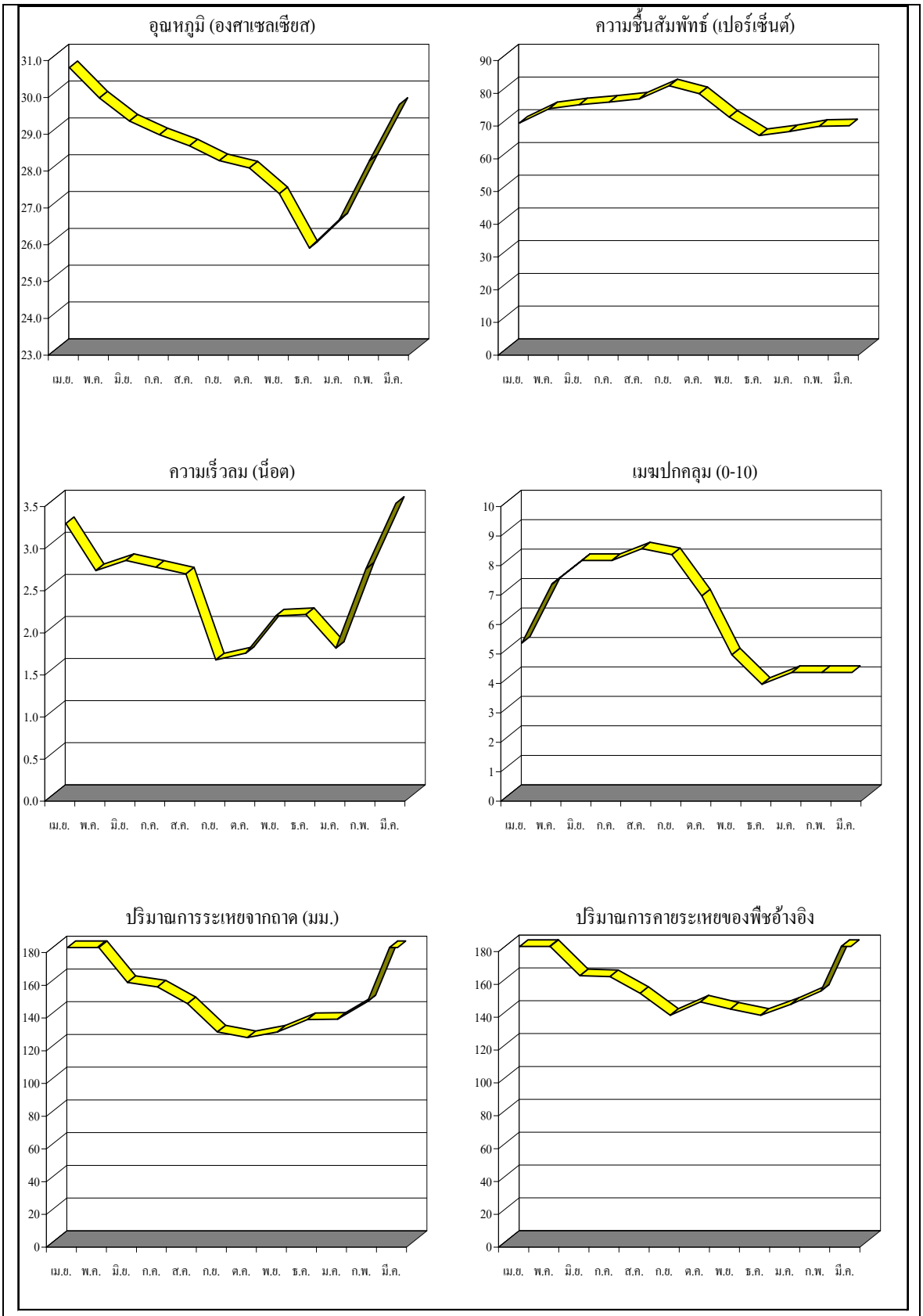
ลำดับที่	รหัส	ที่ตั้ง	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด
1	48400	นครสวรรค์	บางพระหลวง	เมืองนครสวรรค์	นครสวรรค์
2	48425	สุพรรณบุรี	ท่าระหัด	เมืองสุพรรณบุรี	สุพรรณบุรี
3	48426	ลพบุรี	ท่าหิน	เมืองลพบุรี	ลพบุรี
4	48455	กรุงเทพฯ	แขวงคลองเตย	เขตคลองเตย	กรุงเทพมหานคร
5	48456	ท่าอากาศยานดอนเมือง	แขวงสีกัน	เขตดอนเมือง	กรุงเทพมหานคร

ช่วงพิสัยของการผันแปรตัวแปรสภาพภูมิอากาศที่สำคัญในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา แสดงดังรูปที่ 2.6-1

สภาพภูมิอากาศของลุ่มน้ำเจ้าพระยา สรุปได้จากการศึกษาสถิติข้อมูลทั้งสิ้น 35 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ.2516–2550 จำนวน 16 สถานี โดยตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาจำนวน 4 สถานี และลุ่มน้ำข้างเคียงจำนวน 12 สถานี ได้แก่ สถานีอำเภอชุมแสง อำเภอลาดยาว อำเภอเมืองสิงห์บุรี อำเภอบางระจัน อำเภอวัดสิงห์ อำเภอมวกเหล็ก อำเภอชนแดน ที่ทำการไปรษณีย์อำเภอชัยบาดาล อำเภอพัฒนานิคม สอท.วิเชียรบุรี อำเภอหนองไผ่ อำเภอคลองขลุง อำเภอบรรพตพิสัย บ้านปางมะค่าอำเภอขาณุวรลักษณ์ อำเภอเมืองอุทัยธานี อำเภอสว่างอารมณ์

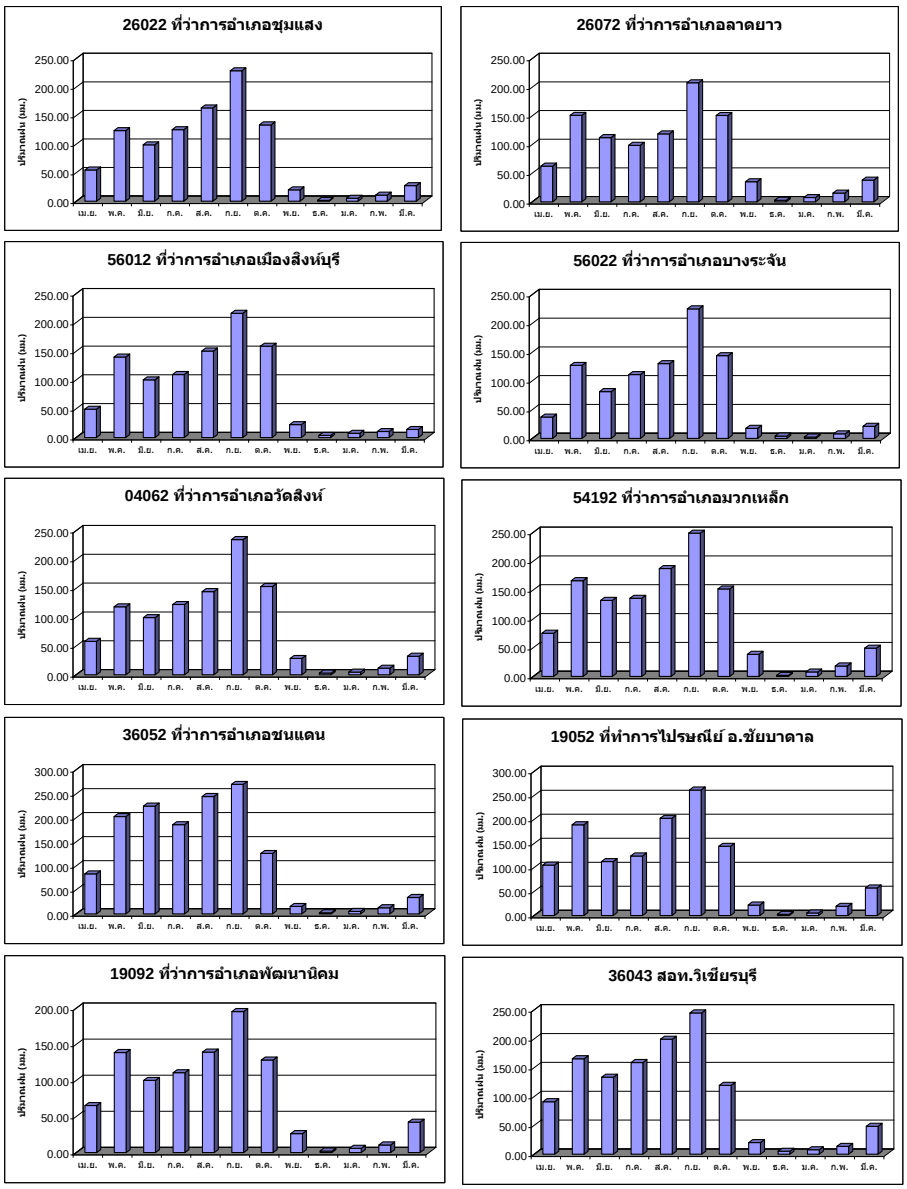
ปริมาณฝนสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาได้ทำการศึกษาการกระจายตัวของปริมาณฝนในเชิงพื้นที่ (Areal rainfall) โดยคัดเลือกสถานีวัดปริมาณฝนที่ตั้งอยู่ภายในลุ่มน้ำเจ้าพระยาจำนวน 4 สถานี และสถานีวัดปริมาณฝนที่ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำข้างเคียงจำนวน 12 สถานี รวมทั้งสิ้น 16 สถานี โดยข้อมูลปริมาณฝนทั้งหมดทุกสถานีที่รวบรวมได้อยู่ในช่วงปี พ.ศ. 2516-2550 (35 ปี) นอกจากนี้สถานีทั้งหมดยังใช้เป็นสถานีวัดปริมาณฝนตัวแทนเพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้าในการวิเคราะห์ฝนเชิงพื้นที่ด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE11 อีกด้วย

จากข้อมูลปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยของสถานีวัดปริมาณฝนจำนวน 16 สถานี ได้ทำการวิเคราะห์และสามารถนำมาสร้างแผนที่แสดงเส้นชั้นน้ำฝนรายปีเฉลี่ยดังแสดงในรูปที่ 3.4.2-2 โดยมีค่าปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยอยู่ในช่วงพิสัย 301.5 ถึง 2,101.6 มิลลิเมตร โดยมีค่าผันแปรต่ำที่สุด 903.5 มิลลิเมตร ที่สถานีที่ว่าการอำเภอบางระจัน ตำบลไม้ดัด อำเภอบางระจัน จังหวัดสิงห์บุรี และค่ามากที่สุด 1,413.8 มิลลิเมตร ที่สถานีที่ว่าการอำเภอชนแดน ตำบลพุทธบาท อำเภอชนแดน จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยสรุปปริมาณฝนในลุ่มน้ำเจ้าพระยา จะมีปริมาณฝนตกมากที่สุดบริเวณด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือของ ลุ่มน้ำ และมีปริมาณฝนตกน้อยที่สุดบริเวณตอนกลางของลุ่มน้ำ

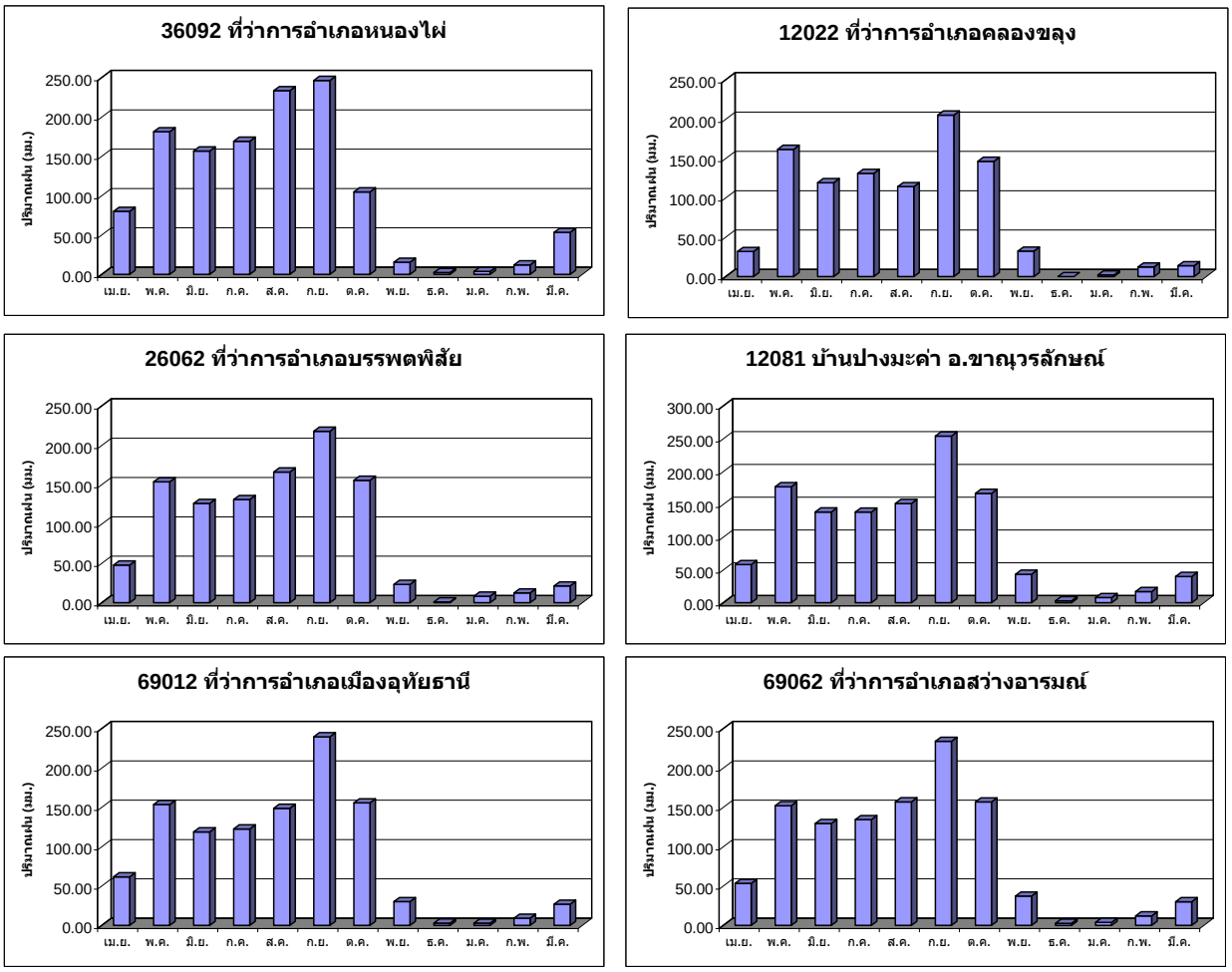


รูปที่ 2.6-1 ช่วงพิสัยของการผันแปรตัวแปรสภาพภูมิอากาศที่สำคัญในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา

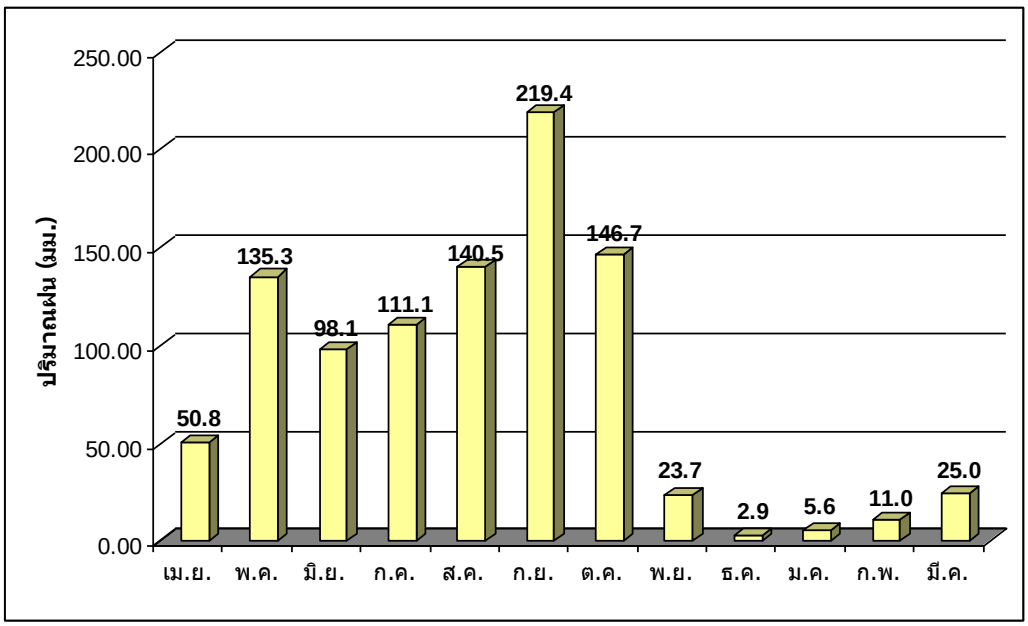
การวิเคราะห์ปริมาณฝนรายเดือนและรายปีเฉลี่ยของสถานีวัดน้ำฝนทุกสถานีพบว่าส่วนใหญ่มีปริมาณฝนตกมากที่สุดในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม โดยสามารถแสดงค่าการกระจายปริมาณฝนรายเดือนและรายปีเฉลี่ยดังรูปที่ 2.6-2 สำหรับการวิเคราะห์แนวโน้มของปริมาณฝนในลุ่มน้ำได้ทำการวิเคราะห์จากข้อมูลของสถานีวัดปริมาณน้ำฝนภายในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาจำนวน 4 สถานี โดยแสดงการกระจายรายเดือนเฉลี่ยและแนวโน้มการผันแปรรายปีดังรูปที่ 2.6-3 และรูปที่ 2.6-4 ตามลำดับ โดยพบว่ามีค่าปริมาณฝนเฉลี่ยสูงสุด 219.4 มิลลิเมตรในเดือนกันยายน และต่ำสุด 2.5 มิลลิเมตร ในเดือนธันวาคม ส่วนปริมาณฝนสะสมเฉลี่ยรายปีในลุ่มน้ำเจ้าพระยาอยู่ในพิสัย 639.9 ถึง 1,476.0 มิลลิเมตร โดยมีค่าเฉลี่ยในรอบ 35 ปี หรือตลอดช่วงปี พ.ศ. 2516-2550 เท่ากับ 969.7 มิลลิเมตร สำหรับแนวโน้มของปริมาณฝนที่ตกสะสมในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยามีค่าลดน้อยลง



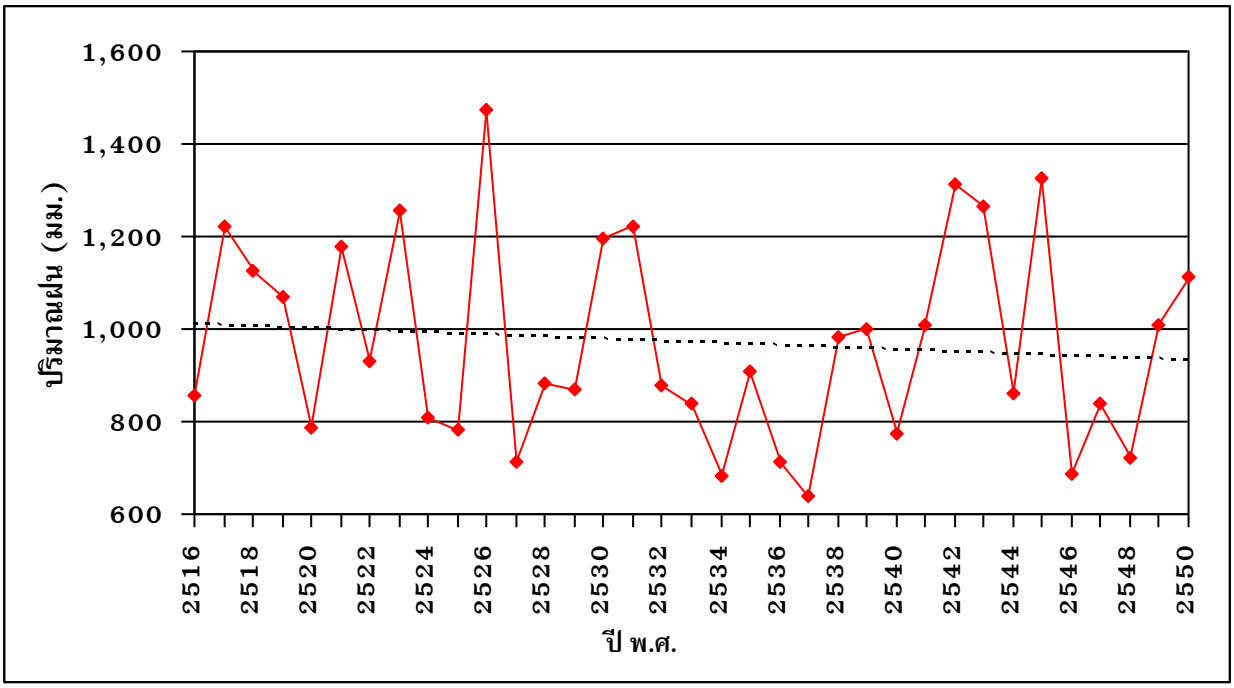
รูปที่ 2.6-2 การกระจายปริมาณฝนรายเดือนของสถานีวัดปริมาณฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาและลุ่มน้ำข้างเคียง



รูปที่ 2.6-2 การกระจายปริมาณฝนรายเดือนของสถานีวัดปริมาณฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาและลุ่มน้ำข้างเคียง (ต่อ)



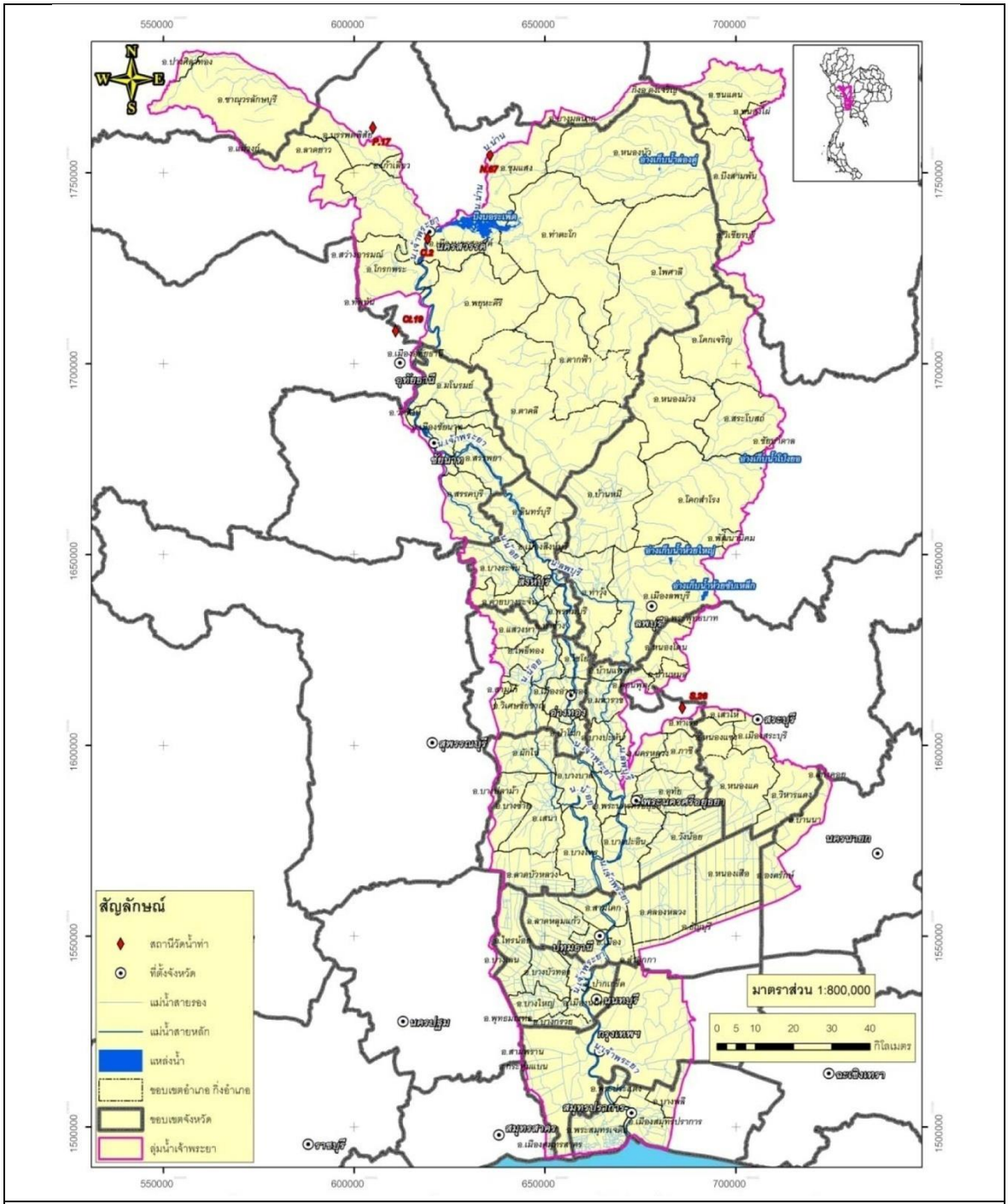
รูปที่ 2.6-3 การกระจายปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา



รูปที่ 2.6-4 แนวโน้มปริมาณฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา

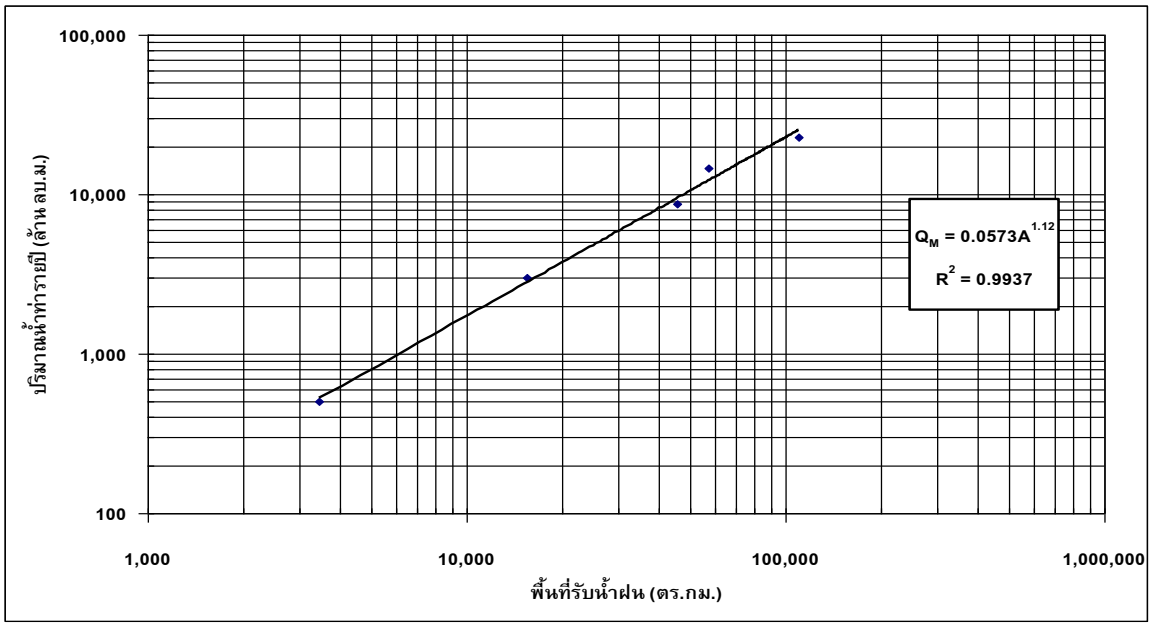
2.7 สภาพทางอุทกวิทยาและระบบแหล่งน้ำ

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่ารายปีสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาวิเคราะห์ได้จากข้อมูลที่ได้มีการตรวจบันทึกไว้ของสถานีวัดน้ำท่าที่อยู่ในลุ่มน้ำเจ้าพระยาและลุ่มน้ำข้างเคียงเพื่อศึกษาถึงลักษณะของปริมาณน้ำท่ารายปีที่ไหลเข้าสู่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา โดยมีสถานีที่ใช้ในการศึกษารวมทั้งหมดจำนวน 5 สถานี ได้แก่ สถานีบ้านท่างิ้ว สถานีบ้านเกยไชย สถานีบ้านคอนใหญ่ และสถานีบ้านท่างิ้ว ดังแสดงในรูปที่ 2.7-1



รูปที่ 2.7-1 ตำแหน่งที่ตั้งของสถานีวัดน้ำท่าที่ใช้ในการวิเคราะห์ในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา

ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ารายปีและพื้นที่รับน้ำฝนได้พิจารณาใช้ค่าบันทึกที่ตรวจวัดได้จากสถานีวัดน้ำท่าเช่นเดียวกันกับการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่ารายปี โดยแสดงกราฟความสัมพันธ์ดังรูปที่ 2.7-2



รูปที่ 2.7-2 สมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยกับพื้นที่รับน้ำฝน

สัดส่วนปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำสาขาในลุ่มน้ำเจ้าพระยาสายหลัก โดยลุ่มน้ำบึงบอระเพ็ดและที่ราบแม่น้ำเจ้าพระยามีสัดส่วนปริมาณน้ำท่าเท่ากับร้อยละ 44 และ 56 ของปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำเจ้าพระยาสายหลัก ตามลำดับ จากข้อมูลพื้นที่รับน้ำฝนและปริมาณน้ำท่าที่ตรวจสอบ/ประเมินได้ สรุปได้ว่าพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยามีพื้นที่รับน้ำทั้งหมด 20,125 ตารางกิโลเมตร จะมีปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติรายปีเฉลี่ยทั้งหมด 1,731.80 ล้าน ลบ.ม. โดยเป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน 1,657.0 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 95.68) ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย เป็นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง 74.8 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 4.32) ของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย และคิดเป็นปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำฝนเท่ากับ 2.73 ลิตร/วินาที/ตร.กม.

2.8 สภาพน้ำท่วมที่เกิดขึ้นในอดีต

การเกิดน้ำท่วมในลุ่มน้ำเจ้าพระยาสายหลักมีสาเหตุมาจากปริมาณน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยาได้รับอิทธิพลจากลมมรสุม และพายุจรในช่วงตั้งแต่เดือนพฤษภาคม-ตุลาคมของทุกปี แต่ช่วงที่เกิดสภาวะฝนชุกและก่อเหตุให้เกิดน้ำท่วมหลากจะอยู่ในช่วงเดือนสิงหาคม-ตุลาคม จากข้อมูลการตรวจวัดปริมาณน้ำท่ารายวันในแม่น้ำเจ้าพระยาที่จังหวัดนครสวรรค์ (สถานีวัดน้ำ C.2) ซึ่งถือเป็นสถานีต้นน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยาในรอบ 33 ปี (ปี พ.ศ. 2518 – 2550) พบว่า มีเหตุการณ์การเกิดน้ำท่วมครั้งสำคัญจำนวนทั้งสิ้น 8 ปี ดังแสดงสรุปปริมาณน้ำและระดับน้ำสูงสุดและเปรียบเทียบเป็นรอบปีการเกิดซ้ำได้ดังตารางที่ 2.8-1

ตารางที่ 2.8-1 ปริมาณน้ำและระดับน้ำสูงสุดที่สถานีวัดน้ำท่า C.2 จังหวัดนครสวรรค์ ในปีที่เกิดน้ำท่วมในแม่น้ำเจ้าพระยา

ลำดับที่	ปีน้ำท่วม (พ.ศ.)	ข้อมูลตรวจวัดที่สถานีวัดน้ำท่า C.2		รอบปีการเกิดซ้ำ (ปี)
		ปริมาณน้ำ (ลบ.ม./วินาที)	ระดับน้ำ (ม.รทก.)	
1	2518	4,355	25.60	25
2	2521	3,540	25.33	10
3	2523	4,350	25.77	25
4	2526	2,290	24.40	2
5	2538	4,820	26.12	50
6	2539	3,010	25.25	5
7	2545	3,997	26.07	20
8	2549	5,450	26.33	100

จากการตรวจวัดปริมาณน้ำท่าในแม่น้ำเจ้าพระยาที่จังหวัดนครสวรรค์ (สถานีวัดน้ำ C.2) จำแนกสภาพน้ำของลุ่มน้ำเจ้าพระยาได้ตามเกณฑ์โดยประมาณ ดังนี้

- **สภาวะน้ำปกติ** อัตราการไหลที่ตรวจวัดได้จะมีค่าอัตราการไหลสูงสุด (Peak Flow) อยู่ระหว่าง 2,000 – 2,500 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที หรือมีปริมาตรน้ำต่อปี (Annual Volume) ประมาณ 20,000 – 22,000 ล้านลูกบาศก์เมตร เช่น สภาพน้ำของปี พ.ศ. 2540 2542 และ 2543 เป็นต้น

- **สภาวะน้ำปีน้ำท่วม** อัตราการไหลที่ตรวจวัดได้จะมีค่าอัตราการไหลสูงสุดเกิน 2,500 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที หรือมีปริมาตรน้ำต่อปีมากกว่า 22,000 ล้านลูกบาศก์เมตร เช่น สภาพน้ำปี พ.ศ. 2538 และ 2549 เป็นต้น

- **สภาวะน้ำปีน้ำน้อย** อัตราการไหลตรวจวัดได้จะมีค่าอัตราการไหลสูงสุดต่ำกว่า 2,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที หรือมีปริมาตรน้ำต่อปีน้อยกว่า 20,000 ล้านลูกบาศก์เมตร เช่น สภาพน้ำปี พ.ศ. 2533-2536 เป็นต้น

2.9 ปริมาณน้ำนองสูงสุด

การวิเคราะห์แจกแจงความถี่ปริมาณน้ำนองสูงสุดได้ทำการวิเคราะห์โดยใช้ทฤษฎีกัมเบล จากข้อมูลที่ได้ตรวจบันทึกไว้ของสถานีวัดน้ำท่าจำนวน 5 สถานี ซึ่งเป็นสถานีเดียวกันกับที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่ารายปีโดยมีสถิติปริมาณน้ำนองสูงสุดรายปีแสดงดังตารางที่ 3.4.5-1 และผลจากการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 3.4.5-2

ตารางที่ 2.9-1 รายชื่อและสถิติปริมาณน้ำนองสูงสุดรายปีของสถานีวัดน้ำท่าในลุ่มน้ำเจ้าพระยาและข้างเคียง

ลำดับที่	รหัส	ที่ตั้ง	จังหวัด	ลุ่มน้ำหลัก	พื้นที่รับน้ำฝน (ตร.กม.)	ปริมาณน้ำนองสูงสุดรายปี (ลบ.ม./วินาที)		
						เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
1	P.17	บ้านท่างิ้ว	นครสวรรค์	แม่น้ำปิง	45,851	1,208.4	2,196.0	340.9
2	N.67	บ้านเกยไชย	นครสวรรค์	แม่น้ำน่าน	57,384	1,250.7	1,558.5	805.0
3	Ct.19	บ้านคอนใหญ่	อุทัยธานี	แม่น้ำสะแกกรัง	3,453	202.8	265.5	122.3
4	S.26	บ้านท่าเรือ	พระนครศรีอยุธยา	แม่น้ำป่าสัก	15,425	680.4	1,236.4	155.8
5	C.2	บ้านท่างิ้ว	นครสวรรค์	แม่น้ำเจ้าพระยา	110,569	2,267.5	5,450.5	972.9

ตารางที่ 2.9-2 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำนองสูงสุดที่รอบปีการเกิดซ้ำต่าง ๆ ของสถานีวัดน้ำท่าในลุ่มน้ำเจ้าพระยาและลุ่มน้ำข้างเคียง

ลำดับที่	รหัส	ปริมาณน้ำนองสูงสุดที่รอบปีการเกิดซ้ำต่าง ๆ (ลบ./ม./วินาที)									
		2	5	10	20	25	50	100	200	500	1,000
1	P.17	1,141.4	1,628.4	1,950.9	2,260.2	2,358.3	2,660.5	2,960.5	3,259.5	3,653.8	3,951.9
2	N.67	1,225.9	1,478.7	1,646.1	1,806.6	1,857.6	2,014.5	2,170.2	2,325.4	2,530.1	2,684.9
3	Ct.19	195.6	249.8	285.7	320.1	331.0	364.7	398.1	431.3	475.2	508.4
4	S.26	620.0	949.1	1,167.0	1,376.1	1,442.4	1,646.6	1,849.4	2,051.4	2,317.9	2,519.4
5	C.2	2,061.6	2,883.2	3,427.2	3,949.0	4,114.5	4,624.4	5,130.6	5,634.8	6,300.2	6,803.0

2.10 ระดับน้ำสูงสุด

จากข้อมูลระดับน้ำสูงสุดของสถานีวัดน้ำท่าในพื้ที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาและลุ่มน้ำข้างเคียงที่ได้มีการบันทึกไว้ได้นำมาวิเคราะห์แจกแจงความถี่ของค่าระดับน้ำสูงสุดด้วยทฤษฎีกัมเบล โดยใช้ข้อมูลของสถานีวัดน้ำท่าทั้งหมด 5 สถานี และแสดงผลการวิเคราะห์ระดับน้ำสูงสุดดังตารางที่ 2.10-1

ตารางที่ 2.10-1 ผลการวิเคราะห์ระดับน้ำสูงสุดที่รอบปีการเกิดซ้ำต่าง ๆ ของสถานีวัดน้ำท่าในลุ่มน้ำเจ้าพระยาและลุ่มน้ำข้างเคียง

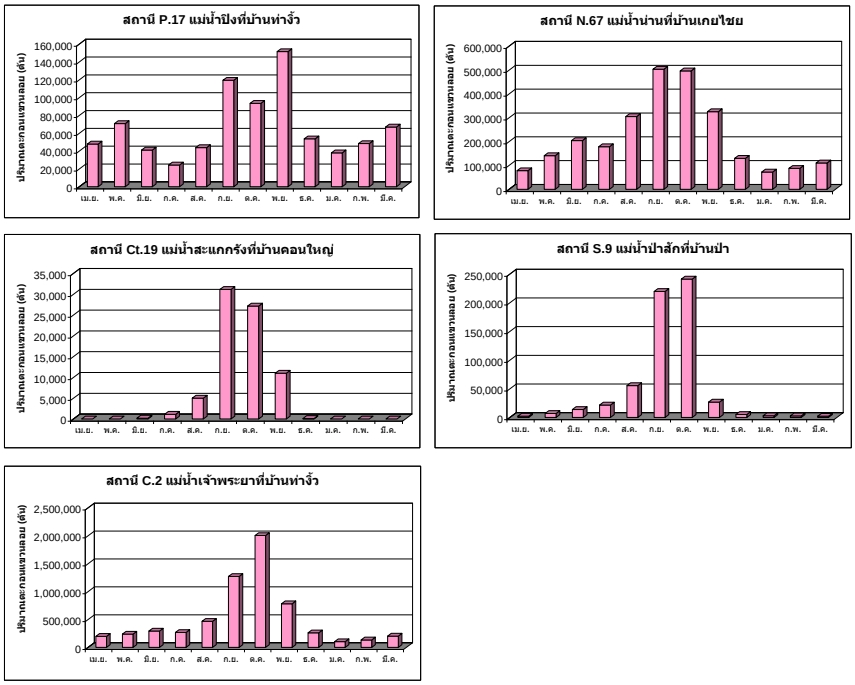
ลำดับที่	รหัส	ระดับ (ม.รทก.)			ระดับน้ำสูงสุดที่รอบปีการเกิดซ้ำต่าง ๆ (ม. รทก.)									
		ตลิ่งขวา	ตลิ่งซ้าย	ท้องน้ำ	2	5	10	20	25	50	100	200	500	1,000
1	P.17	38.17	37.77	30.57	37.1	38.1	38.7	39.4	39.6	40.2	40.8	41.4	42.2	42.8
2	N.67	27.40	28.98	12.55	25.5	32.6	37.3	41.8	43.3	47.7	52.0	56.4	62.2	66.5
3	Ct.19	24.35	24.36	16.71	22.9	23.4	23.8	24.1	24.2	24.6	24.9	25.2	25.7	26.0
4	S.26	14.56	14.47	-1.12	8.8	11.4	13.1	14.8	15.3	16.9	18.5	20.1	22.2	23.8
5	C.2	26.33	25.56	13.49	23.4	24.8	25.7	26.6	26.9	27.7	28.6	29.4	30.5	31.4

2.11 ปริมาณตะกอน

ทำการวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอยที่ไหลเข้าสู่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาสายหลัก โดยรวบรวมข้อมูลจากสถานีวัดตะกอนที่ตั้งอยู่ใกล้จุดบรรจบของลุ่มน้ำสาขากับลุ่มน้ำเจ้าพระยาจำนวน 4 สถานี และสถานีที่ตั้งอยู่บริเวณตอนต้นของลุ่มน้ำเจ้าพระยา 1 สถานี รายชื่อสถานีวัดปริมาณตะกอนและปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีเฉลี่ยได้แก่ สถานีบ้านท่างิ้ว สถานีบ้านเกยไชย สถานีบ้านคอนใหญ่ และสถานีบ้านท่างิ้ว จากข้อมูลของสถานีวัดปริมาณตะกอนจำนวน 5 ดังกล่าวนำมาวิเคราะห์ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายเดือนและรายปีเฉลี่ยแสดงดังตารางที่ 2.11-1 และการกระจายปริมาณตะกอนแขวนลอยรายเดือนเฉลี่ยแสดงดังรูปที่ 2.11-1 ซึ่งพบว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยมีปริมาณมากในช่วงเดือนกันยายนถึงเดือนพฤศจิกายน

ตารางที่ 2.11-1 ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายเดือนและรายปีเฉลี่ยในลุ่มน้ำเจ้าพระยาและลุ่มน้ำข้างเคียง

ลำดับที่	รหัส	ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายเดือนเฉลี่ย (ตัน)												ปริมาณตะกอนแขวนลอยรายปีเฉลี่ย (ตัน)
		เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	
1	P.17	47,871	70,850	41,104	24,368	43,813	119,394	93,485	151,518	53,681	37,945	48,362	66,947	799,336
2	N.67	78,129	141,161	204,551	178,913	305,412	504,087	497,077	325,759	130,051	72,436	87,801	110,629	2,636,006
3	Ct.19	-	-	194	1,124	5,015	31,148	27,152	11,010	106	-	-	-	76,299
4	S.9	2,254	7,079	13,940	21,682	55,597	219,746	241,375	26,886	5,170	2,916	2,719	2,207	601,570
5	C.2	197,776	238,686	292,700	267,969	467,786	1,271,507	2,005,679	782,645	260,655	103,014	134,062	202,307	6,224,786



รูปที่ 2.11-1 การกระจายปริมาณตะกอนแขวนลอยรายเดือนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาและลุ่มน้ำข้างเคียง

2.12 ระบบแหล่งน้ำ และลักษณะทางชลศาสตร์

ระบบแหล่งน้ำ

ในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาส่วนใหญ่ประกอบด้วย โครงการเขื่อนเพื่อเก็บกักน้ำไว้ใช้ในการชลประทานและการอุปโภคบริโภค โดยบางแห่งสามารถใช้ประโยชน์ด้านการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วย รายละเอียดของโครงการแหล่งน้ำขนาดใหญ่ โครงการแหล่งน้ำขนาดกลาง ขนาดเล็ก และสูบน้ำด้วยไฟฟ้าที่มีอยู่ในปัจจุบัน ดังแสดงในตารางที่ 2.12-1

ตารางที่ 2.12-1 โครงการพัฒนาแหล่งน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา

ประเภทโครงการ		จำนวนโครงการ	ความจุเก็บกัก (ล้าน ลบ.ม.)	พื้นที่รับประโยชน์ (ล้านไร่)
1.	โครงการขนาดใหญ่และขนาดกลาง	31	147.84	6.431
2.	โครงการขนาดเล็ก	304	15.80	0.779
3.	โครงการที่ดำเนินการโดย รพช.[1/]	11	0.97	0.009
4.	โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า	34	-	0.040
รวมโครงการทุกประเภท		380	164.61	7.259

หมายเหตุ : [1/] งานด้านพัฒนาแหล่งน้ำ เป็นงานในส่วนถ่ายโอนให้กับกรมทรัพยากรน้ำ

โครงการพัฒนาแหล่งน้ำต่าง ๆในลุ่มน้ำเจ้าพระยาที่รวบรวมได้ถึงปัจจุบันพบว่ามีการพัฒนาโครงการประเภทต่าง ๆ ไปแล้วทั้งสิ้นจำนวน 380 โครงการ มีปริมาตรความจุเก็บกัก 164.61 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีพื้นที่รับประโยชน์ (พื้นที่ชลประทาน/พื้นที่ส่งน้ำ) รวมกันทั้งสิ้น 7.259 ล้านไร่

ลักษณะทางชลศาสตร์ของลำน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยา

ลุ่มน้ำเจ้าพระยา มีพื้นที่รับน้ำฝนรวมทั้งสิ้น 20,125 ตารางกิโลเมตร แม่น้ำเจ้าพระยา เริ่มต้นที่ตำบลปากน้ำโพ อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ โดยมีแม่น้ำสะแกกรังไหลมาบรรจบทางฝั่งขวาที่บริเวณเหนือเขื่อนเจ้าพระยา และเมื่อผ่านที่ราบบริเวณเขตติดต่อระหว่างจังหวัดนครสวรรค์ อุทัยธานี และชัยนาทจะแยกสาขาออกเป็นแม่น้ำสุพรรณบุรี ซึ่งไหลขนานกับแม่น้ำเจ้าพระยาสายหลักไปออกทะเลที่อ่าวไทยบริเวณจังหวัดสมุทรสาคร (ซึ่งในช่วงตอนท้ายน้ำเรียกว่าแม่น้ำท่าจีนและแม่น้ำนครชัยศรี) และมีแม่น้ำน้อยแยกจากแม่น้ำเจ้าพระยาสายหลักบริเวณอำเภอสรรพยา จังหวัดชัยนาท ซึ่งแม่น้ำน้อยจะไหลกลับลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยาที่อำเภอเสนา จังหวัดรพระนครศรีอยุธยา ส่วนทางฝั่งตะวันออก แม่น้ำเจ้าพระยาสายหลักจะแยกเป็นแม่น้ำลพบุรีบริเวณอำเภอเมือง จังหวัดสิงห์บุรี ซึ่งแม่น้ำเจ้าพระยาจะไหลลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยาสายหลักบริเวณจังหวัดพระนครศรีอยุธยา นอกจากนั้นมีคลองบางแก้วซึ่งแยกออกจากแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณจังหวัดอ่างทอง ไหลรวมกับแม่น้ำลพบุรีที่อำเภอมหาราช จังหวัดพระนครศรีอยุธยาไหลผ่านกรุงเทพมหานครออกทะเลที่จังหวัดสมุทรปราการ ลุ่มน้ำเจ้าพระยามีลักษณะการวางตัวตามแนวเหนือ-ใต้

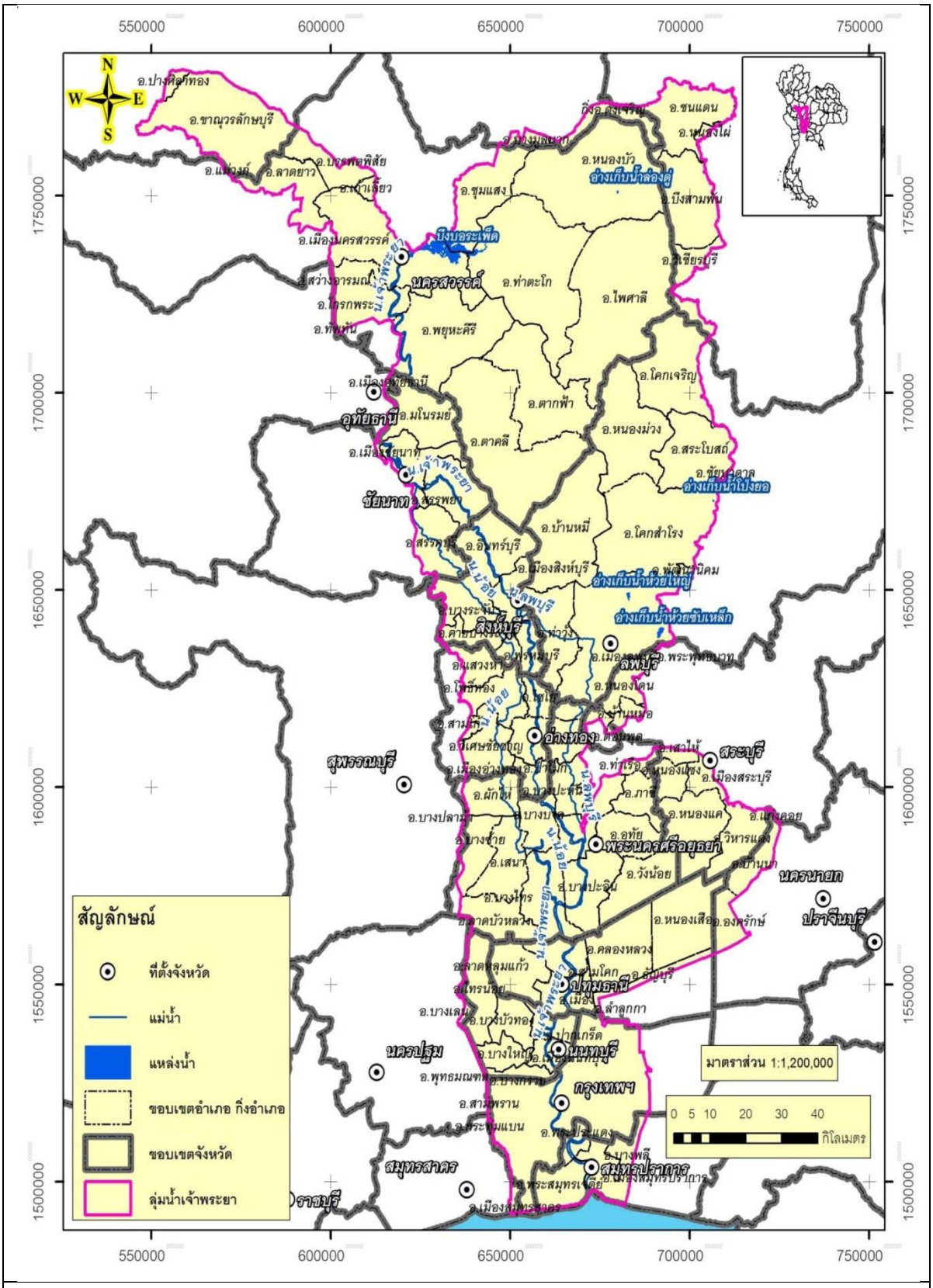
โดยมีระยะทางตามแนวเหนือใต้ประมาณ 280 กม. และมีความกว้างในแนวตะวันออก-ตะวันตกประมาณ 97 กม. ลักษณะของลุ่มน้ำลาดชันจากทิศเหนือลงสู่ทิศใต้ความลาดชันของพื้นที่ลุ่มน้ำประมาณ 1 : 18,400 ม./ม. เมื่อพิจารณาจากด้านต้นน้ำถึงด้านท้ายน้ำ พบว่ามีลักษณะทางชลศาสตร์ของลำน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยาก่อให้เกิดปัญหาอุทกภัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ขนาดของลำน้ำ ขนาดของลำน้ำเป็นตัวกำหนด อัตราการไหลของน้ำ อัตราการไหลของตัวลำน้ำ คือ ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านพื้นที่หน้าตัดของตัวลำน้ำในหนึ่งหน่วยเวลา ถ้าตัวลำน้ำมีขีดความสามารถเพียงพอที่จะรับน้ำที่ไหลบ่ามาจากพื้นที่ต้นน้ำ ความเสียหายจากอุทกภัยก็จะมีเพียงเล็กน้อย เพราะน้ำส่วนใหญ่จะไหลตามแม่น้ำลงสู่ทะเล แต่ในกรณีที่แม่น้ำมีความจุน้อย (ไม่มีขีดความสามารถเพียงพอที่จะรองรับน้ำไหลบ่าจากพื้นที่ต้นน้ำ) น้ำจะไหลล้นตลิ่งและเกิดการท่วมขังหรือไหลหลากได้ และในแม่น้ำมีบางช่วงที่ลำน้ำมีขนาดเล็กถึงเล็กมาก (คอขวด) ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดน้ำท่วม

2) ลักษณะของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยทางตอนบนซึ่งมีลักษณะเป็นหุบเขาทำให้น้ำท่วมไหลบ่าลงมาท่วมพื้นที่ลุ่มน้ำทางตอนล่างซึ่งเป็นที่ราบ
3) จุดที่ลำน้ำสาขามาบรรจบกัน ทำให้อัตราการไหลในแม่น้ำเจ้าพระยามีค่าสูง เช่น จุดบรรจบกับแม่น้ำป่าสักที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
4) พายุจรพัดผ่านทำให้ฝนตกหนักในบริเวณที่เกิดน้ำท่วม ซึ่งพายุจรส่วนใหญ่จะพัดผ่านในช่วงเดือนมิถุนายนและกันยายน ซึ่งเป็นเวลาที่ฝนจากลมมรสุมอยู่ในเกณฑ์ชุกมากแล้ว จึงทำให้ฝนในเดือนกันยายนมีปริมาณสูงสุด ซึ่งจะเห็นได้จากน้ำท่วมที่รุนแรงในอดีตส่วนใหญ่มักเกิดในช่วงเดือนกันยายนถึงพฤศจิกายน
5) น้ำทะเลหนุน แม่น้ำเจ้าพระยาไหลลงสู่อ่าวไทยที่จังหวัดสมุทรปราการซึ่งการระบายน้ำออกสู่ทะเลจะได้รับอิทธิพลน้ำขึ้นน้ำลงจากอ่าวไทยโดยในหนึ่งวันจะเกิดน้ำขึ้นน้ำลง 2 รอบ

2.13 ขอบเขตการปกครองและประชากร

พื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา มีพื้นที่ในเขตปกครองของจังหวัดต่าง ๆ ตามขอบเขตลุ่มน้ำ สาขา รวมทั้งสิ้น 11 จังหวัด โดยมีรายละเอียดของขอบเขตจังหวัดในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ดังรูปที่ 2.13-1 และเมื่อพิจารณาตามขอบเขตลุ่มน้ำลุ่มน้ำเจ้าพระยามีประชากร จำนวนทั้งสิ้นประมาณ 12,689,608คน โดยจังหวัดที่ประชากรอยู่ในลุ่มน้ำเจ้าพระยามากที่สุด คือ จังหวัดกรุงเทพมหานคร ในส่วนของลุ่มน้ำสาขา พบว่าที่ราบแม่น้ำเจ้าพระยามีประชากรประมาณ 11,562,689 คน และบึงบอระเพ็ดมีประชากรประมาณ 1,26,739 คน ดังแสดงในตารางที่ 2.13-1



รูปที่ 2.13-1 ขอบเขตการปกครองในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา

ตารางที่ 2.13-1

จำนวนประชากรในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา

ลุ่มน้ำสาขา	จังหวัด	จำนวนประชากร (คน)	ความหนาแน่นของประชากร (คน/ตร.กม.)
บึงบอระเพ็ด	นครสวรรค์	1,126,739	117
ที่ราบแม่น้ำเจ้าพระยา	ชัยนาท	349,216	141
	ลพบุรี	768,516	124
	สิงห์บุรี	222,728	271
	อ่างทอง	290,825	300
	สระบุรี	625,574	175
	อยุธยา	751,259	294
	ปทุมธานี	739,404	485
	นนทบุรี	924,890	1486
	กรุงเทพมหานคร	5,844,607	3726
	สมุทรปราการ	1,045,850	1042
รวม		**12,689,608**	**8,161**

ที่มา : กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย

การศึกษาด้านประชากรของพื้นที่โครงการ ทำการศึกษาภาพรวมของประชากรโดยทั่วไป ได้แก่ จำนวนประชากร ความหนาแน่นของประชากร จำนวนครัวเรือน และอัตราเฉลี่ยประชากรต่อครัวเรือน และการคาดการณ์ประชากรในอนาคต 5, 10 และ 20 ปี โดยจำแนกรายจังหวัดตามการแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำของกรมทรัพยากรน้ำ

จากการคาดการณ์ จำนวนประชากรในลุ่มน้ำเจ้าพระยาในอนาคต 5, 10 และ 20 ปี พบว่าในปี 2551, 2556 และ 2566 จะมีประชากรในพื้นที่ลุ่มน้ำ รวมทั้งสิ้น 11,095,669 คน 11,438,812 คน และ 12,259,952 คน ตามลำดับ โดยมีอัตราการเจริญเติบโตของทั้งลุ่มน้ำ ร้อยละ 0.94 ซึ่งสูงกว่าอัตราการเจริญเติบโตของประชากรในระดับประเทศ (ร้อยละ 0.73) และพบว่า จังหวัดที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด คือ จังหวัดปทุมธานี (ร้อยละ 2.81) และต่ำที่สุด คือ จังหวัดสิงห์บุรี (ร้อยละ 0.02)

ผลการคาดประมาณประชากร ปี พ.ศ. 2546–พ.ศ. 2566 ของแต่ละจังหวัดในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา แสดงไว้ในตารางที่ 2.13-2

ตารางที่ 2.13-2 การคาดประมาณประชากรระหว่างปีพ.ศ.2546 ถึง พ.ศ.2566 (แยกรายจังหวัด)

จังหวัด	จำนวนประชากร (คน)				อัตรา	ความหนาแน่น	จำนวน	อัตราเฉลี่ย	ขนาดพื้นที่ศึกษา
	ปี 2546	ปี 2551	ปี 2556	ปี 2566	การเจริญเติบโต	(คน/ตร.กม.)	ครัวเรือน	ครัวเรือน	(ตร.กม)
ลุ่มน้ำเจ้าพระยา									
1. กรุงเทพมหานคร*	4,551,098	4,580,239	4,625,522	4,716,086	0.20	4,043	1,512,451	3.01	1,125.56
2. สมุทรปราการ*	1,012,116	1,062,249	1,125,402	1,251,707	1.34	1,138	374,644	2.70	889.29
3. นนทบุรี	924,890	1,027,897	1,131,065	1,337,401	2.52	1,486	388,552	2.38	622.30
4. ปทุมธานี	703,426	790,216	877,006	1,050,586	2.81	461	324,932	2.16	1,525.86
5. ชัยนาท*	237,979	240,698	242,888	247,268	0.18	210	66,123	3.60	1,134.09
6. พระนครศรีอยุธยา	751,259	781,419	809,724	866,191	0.78	294	213,458	3.52	2,556.64
7. ลพบุรี*	633,402	653,466	672,458	710,442	0.62	102	184,110	3.44	6,199.75
8. สระบุรี*	452,884	480,399	514,744	583,434	1.64	306	131,360	3.45	1,480.74
9. สิงห์บุรี	224,165	224,413	224,660	225,154	0.02	273	61,095	3.67	822.48
10.อ่างทอง	290,825	294,135	296,918	302,485	0.19	300	76,491	3.80	986.37
11.นครสวรรค์*	951,235	960,538	963,425	969,198	0.06	127	273,814	3.47	7,500.53
รวมลุ่มน้ำเจ้าพระยา	**10,733,279**	**11,095,669**	**11,483,812**	**12,259,952**	**0.94**	**795**	**3,607,030**	**3.20**	**24,825.62**

* หมายถึงข้อมูลระดับพื้นที่
ที่มา: จากการศึกษาของโครงการจัดทำแผนรวมการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา สะแกกรัง และท่าจีน กรมทรัพยากรน้ำ (2549)

2.14 การใช้ที่ดิน

การรวบรวม ทบทวนและวิเคราะห์ข้อมูลการใช้ที่ดินจะเป็นการดำเนินการเพื่อใช้ประกอบการพิจารณาคัดเลือกตำแหน่งที่ตั้งสถานีและการศึกษาด้านความต้องการน้ำโดยการศึกษาในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาได้จัดกลุ่มประเภทการใช้ที่ดินเป็น 5 ลักษณะ คือ พื้นที่อยู่อาศัย พื้นที่การเกษตร พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่น้ำ และพื้นที่อื่น ๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.14-1 โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) พื้นที่ชุมชน

ในลุ่มน้ำเจ้าพระยามีทั้งหมด 1,389,106 ไร่ ส่วนใหญ่อยู่ในเขตชลประทาน 835,766 ไร่ และอยู่นอกเขตชลประทาน 553,340 ไร่ ลักษณะการใช้ที่ดินนี้เป็นตัวเมือง ย่านการค้า หมู่บ้าน สถานที่ราชการ สถานีคมนาคม สนามบิน นิคมอุตสาหกรรม สนามกอล์ฟ เป็นต้น

2) พื้นที่การเกษตร

ในลุ่มน้ำเจ้าพระยามีทั้งหมด 10,091,577 ไร่ อยู่ในเขตชลประทาน 5,620,881 ไร่ และนอกเขตชลประทาน 4,470,696 ไร่ การใช้ที่ดินนี้มีลักษณะเป็นนาร้าง นาหว่าน นาดำ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มันสำปะหลัง อ้อยโรงงาน ข้าวฟ่าง ฝ้าย ถั่วเขียว ยางพารา กระถิน นุ่น มะม่วง ส้มเขียวหวาน มะพร้าว ผักคะน้า ผักกวางตุ้ง นาบัว เป็นต้น

3) พื้นที่ป่าไม้

ในลุ่มน้ำเจ้าพระยามีทั้งหมด 372,227 ไร่ เป็นป่าไม้ที่อยู่นอกเขตชลประทาน 360,558 ไร่ และอยู่ในเขตชลประทาน 11,669 ไร่ การใช้ที่ดินนี้มีลักษณะเป็นป่าผลัดใบ ป่าเสื่อมโทรม ป่าเบญจพรรณ ป่าแดง ป่าดิบเขา สวนป่า ยูคาลิปตัส สนประดิพัทธ์ สัก ป่าชายเลน เป็นต้น

4) พื้นที่น้ำ

ในลุ่มน้ำเจ้าพระยามีทั้งหมด 203,315 ไร่ พบอยู่ในเขตชลประทาน 127,771 ไร่ และนอกเขตชลประทาน 75,544 ไร่ การใช้ที่ดินนี้ ได้แก่ แม่น้ำเจ้าพระยา บึง คลอง ห้วย และอ่างเก็บน้ำ เป็นต้น

5) พื้นที่อื่น ๆ

ในลุ่มน้ำเจ้าพระยามีทั้งหมด 219,216 ไร่ พบนอกเขตชลประทาน 172,404 ไร่ และในเขตชลประทาน 46,812 ไร่ ลักษณะการใช้ที่ดินนี้ ได้แก่ ที่ลุ่มชื้นแฉะ ทุ่งหญ้า ไม้พุ่ม ไผ่ บ่อดิน บ่อทราย ที่ทิ้งขยะ เหมืองแร่ นาเกลือ ที่หินโผล่ เป็นต้น

จากการรวบรวม ทบทวน และวิเคราะห์พบว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาเป็นพื้นที่การเกษตรมากที่สุด โดยพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่บริเวณที่ราบสองฝั่งลำน้ำ รองลงมาคือพื้นที่อยู่อาศัย และพื้นที่ป่าไม้

2.15 คุณภาพน้ำ

การศึกษาคุณภาพน้ำผิวดินในลุ่มน้ำต่าง ๆจะอาศัยค่าพารามิเตอร์ที่บ่งชี้ปัญหาคุณภาพน้ำ ได้แก่ การปนเปื้อนแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform Bacteria : FCB) การปนเปื้อนแบคทีเรียกลุ่ม โคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria : TCB) แอมโมเนีย (NH_3) ความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (Biochemical Oxygen Demand : BOD) และออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen : DO) เป็นพารามิเตอร์หลักในการประเมินคุณภาพน้ำในลุ่มน้ำ

ทางกลุ่มบริษัทฯ ได้ทำการรวบรวม ข้อมูลคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา โดยอาศัยแหล่งข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษ โดยสำนักจัดการคุณภาพน้ำ ร่วมกับสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 1-16 กระทรวงทัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ทำการติดตามตรวจวัดคุณภาพน้ำทุกๆ 3 เดือน โดยมีสถานีตรวจวัดทั้งสิ้น 18 สถานี ดังแสดงในรูปที่ 2.15-1 และจากผลการตรวจวัดจากสถานีดังกล่าว ทางกรมควบคุมมลพิษได้มีการกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำสำหรับแม่น้ำเจ้าพระยาขึ้นโดยแบ่งออกเป็น 3 ช่วง ครอบคลุมสถานการณ์คุณภาพน้ำในรอบ 10 ปี ที่ผ่านมา (พ.ศ. 2541-2550) สรุปได้คือ

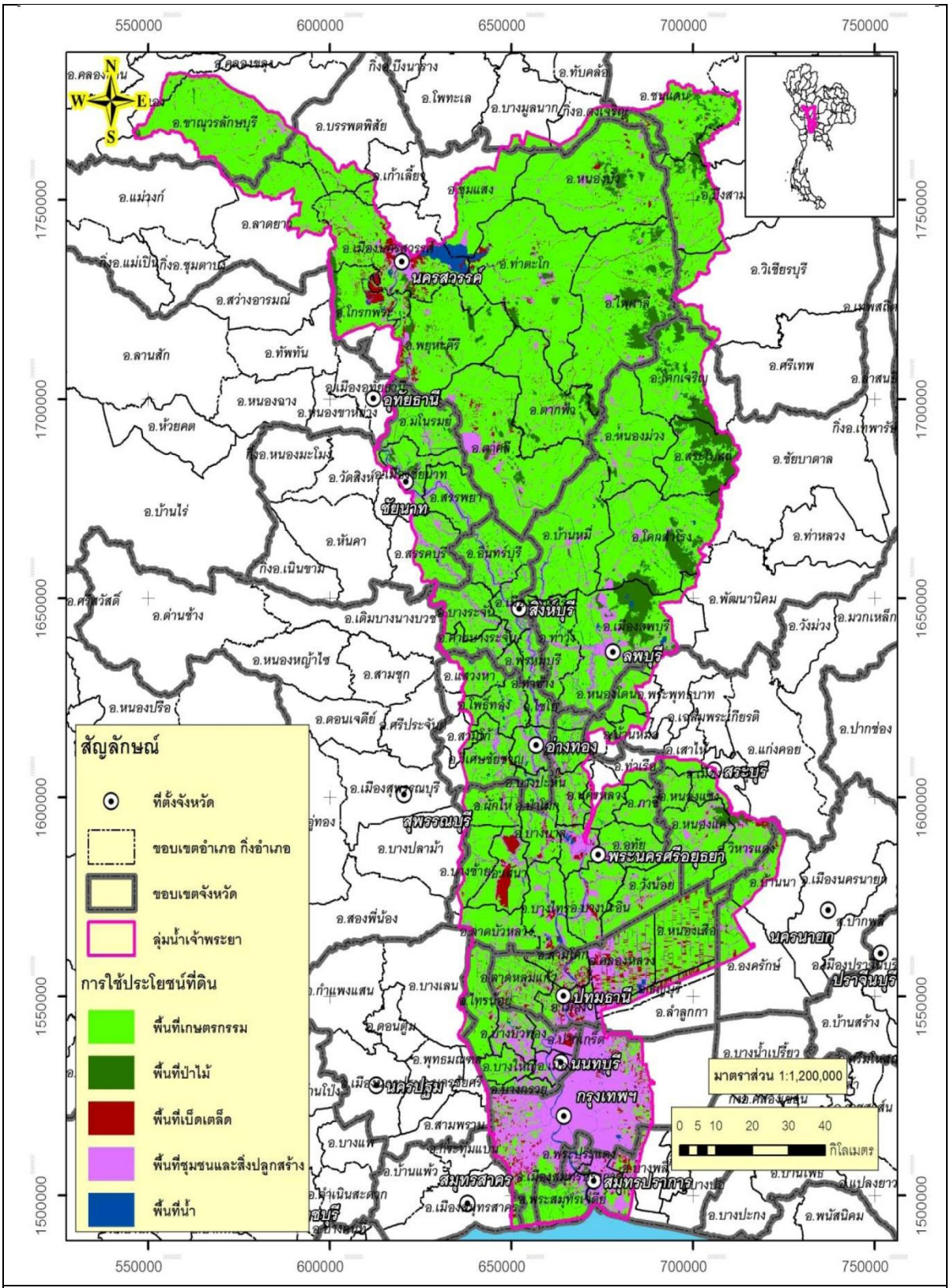
1) แม่น้ำเจ้าพระยาตอนบน (ตั้งแต่อำเภอเมือง จังหวัดนครสรรค์ ถึงอำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา) มีคุณภาพน้ำโดยรวมไม่เป็นไปตามมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินที่กำหนด ส่วนใหญ่มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์พอใช้หรือบางปีมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม
2) แม่น้ำเจ้าพระยาตอนกลาง (ตั้งแต่อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ถึงอำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี) มีคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมมาโดยตลอด แต่เริ่มดีขึ้นมาอยู่ในเกณฑ์พอใช้ในปี 2550
3) แม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง (ตั้งแต่อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี ถึงอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ) ที่ผ่านมามีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมมากมาโดยตลอด แต่เริ่มยกระดับดีขึ้นมาอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมตั้งแต่ปี 2549

จะเห็นได้ว่า คุณภาพน้ำแม่น้ำเจ้าพระยามีแนวโน้มดีขึ้น สำหรับบริเวณที่ยังมีปัญหาคุณภาพน้ำ อาทิเช่น อำเภอเมือง จังหวัดนครสรรค์ อำเภอเมือง จังหวัดชัยนาท อำเภอเมือง จังหวัดสิงห์บุรี อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง อำเภอบางปะอินและอำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา อำเภอเมืองและอำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี กรุงเทพมหานคร อำเภอพระประแดงและอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ เป็นต้น

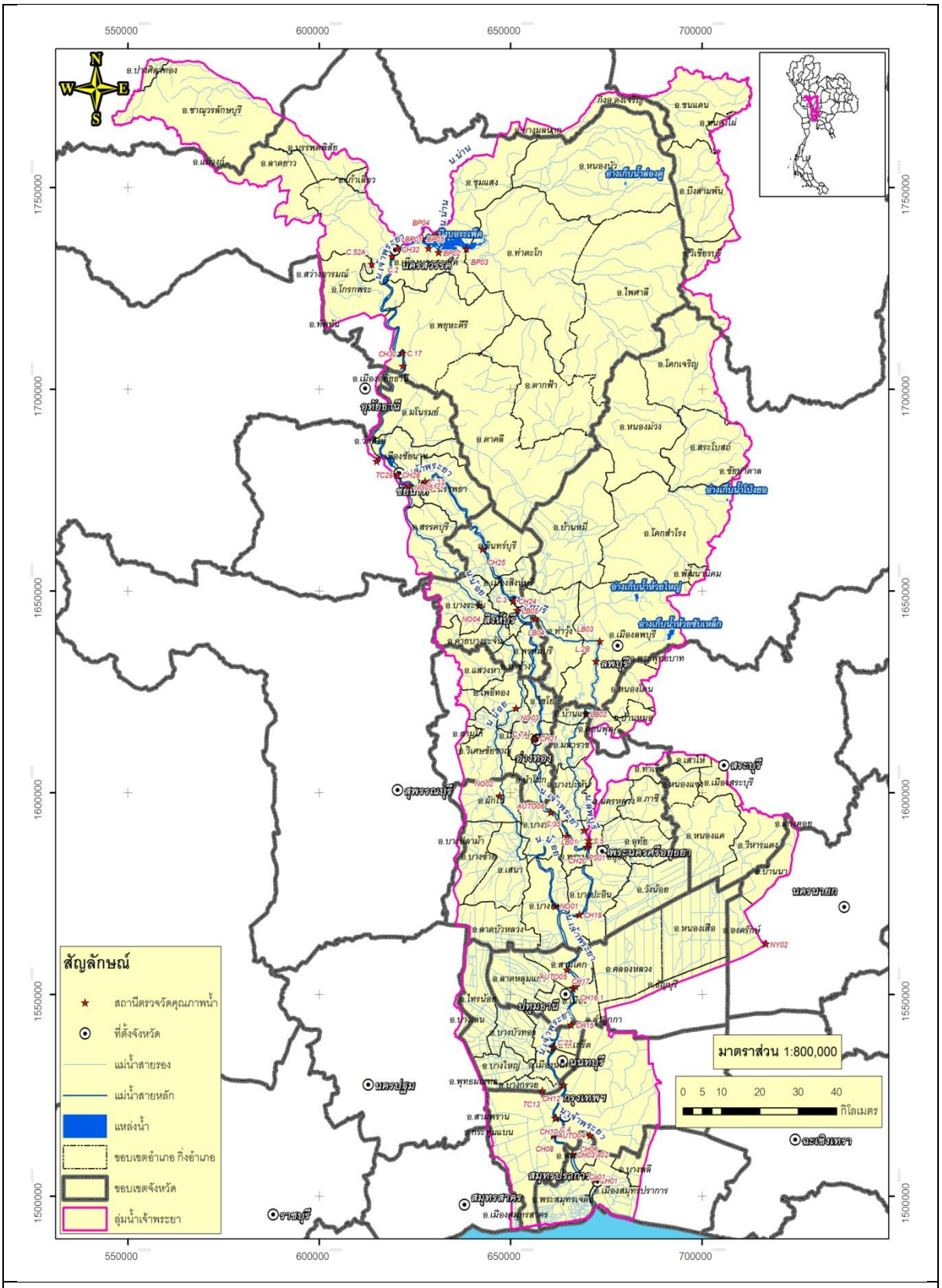
2.16 การสำรวจ

ในการดำเนินงานโครงการฯ ที่ปรึกษาฯได้ทำการสำรวจข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานหรือข้อมูลที่ใช้ในการสนับสนุนการศึกษาวิเคราะห์ด้านต่างๆ ที่จำเป็นตามรูปที่ 2.16-1 ซึ่งประกอบด้วย

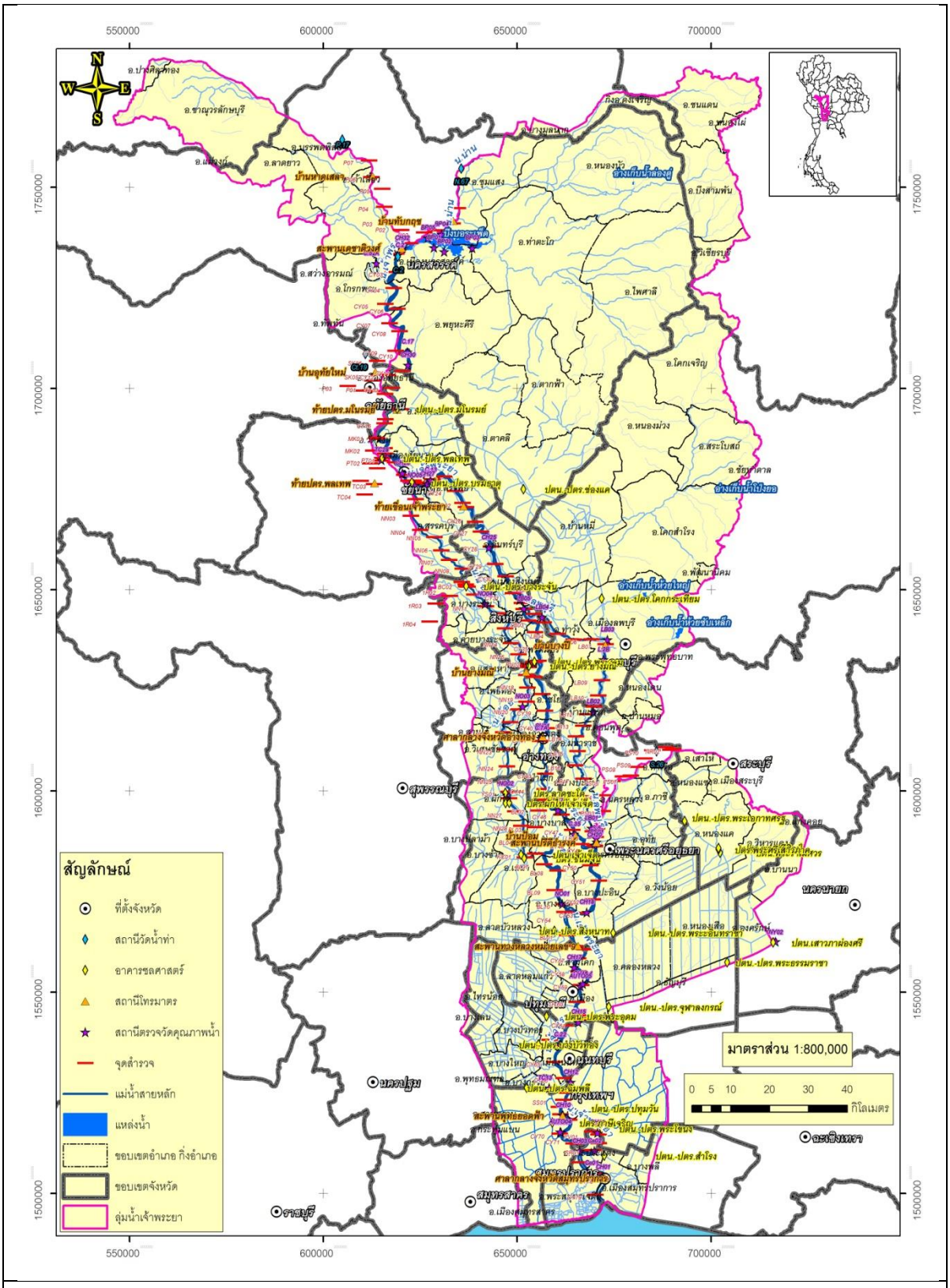
- การสำรวจรูปตัดลำน้ำและงานโยงระดับ 202 รูปตัด
- การสำรวจจัดทำ Rating Curve 15 สถานี
- การจัดหา DEM
- การจัดทำผังบริเวณ ทุกตำแหน่งสถานีสนาม



รูปที่ 2.14-1 การใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา



รูปที่ 2.15-1 แสดงตำแหน่งสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำ (กรมควบคุมมลพิษ)



รูปที่ 2.16-1 แสดงตำแหน่งสำรวจรูปตัดลำน้ำ

บทที่ 3

องค์ประกอบของโครงการและภาพรวมของระบบ

3.1 องค์ประกอบของโครงการ

จากวัตถุประสงค์และขอบเขตงานตามที่กล่าวถึงในบทที่ 1 สามารถแบ่งลักษณะงานหรือองค์ประกอบของโครงการออกได้ดังนี้

(1) งานพัฒนาระบบตรวจวัดสภาพน้ำทางไกลอัตโนมัติ โดยงานในส่วนนี้จัดเป็นงานฮาร์ดแวร์ ประกอบด้วย สถานีสนาม สถานีหลัก กรุงเทพมหานคร และสถานีรอง ตั้งอยู่ที่ ส่วนอุทกวิทยา สำนักงานทรัพยากรน้ำภาค 2 จังหวัดนครสวรรค์ โดยในส่วนของสถานีหลักจะเป็นที่ตั้งของระบบประมวลผลของงานพัฒนา

(2) งานพัฒนาระบบ SCADA ฐานข้อมูล และงานพัฒนาระบบนำเสนอข้อมูล / เตือนภัย / ช่วยตัดสินใจ

(3) งานพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์ ซึ่งครอบคลุมทั้งด้านชลศาสตร์ แหล่งน้ำ และคุณภาพน้ำ

(4) งานศึกษาเกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำและเกณฑ์เตือนภัยในพื้นที่

(5) งานรวบรวมและสำรวจข้อมูล

ภาพรวมขององค์ประกอบต่างๆ ของโครงการสามารถแสดงได้ตามรูปที่ 3.1-1 และ 3.1-2 โดย มีรายละเอียดโดยย่อของงานในแต่ละส่วนตามหัวข้อต่อไปนี้

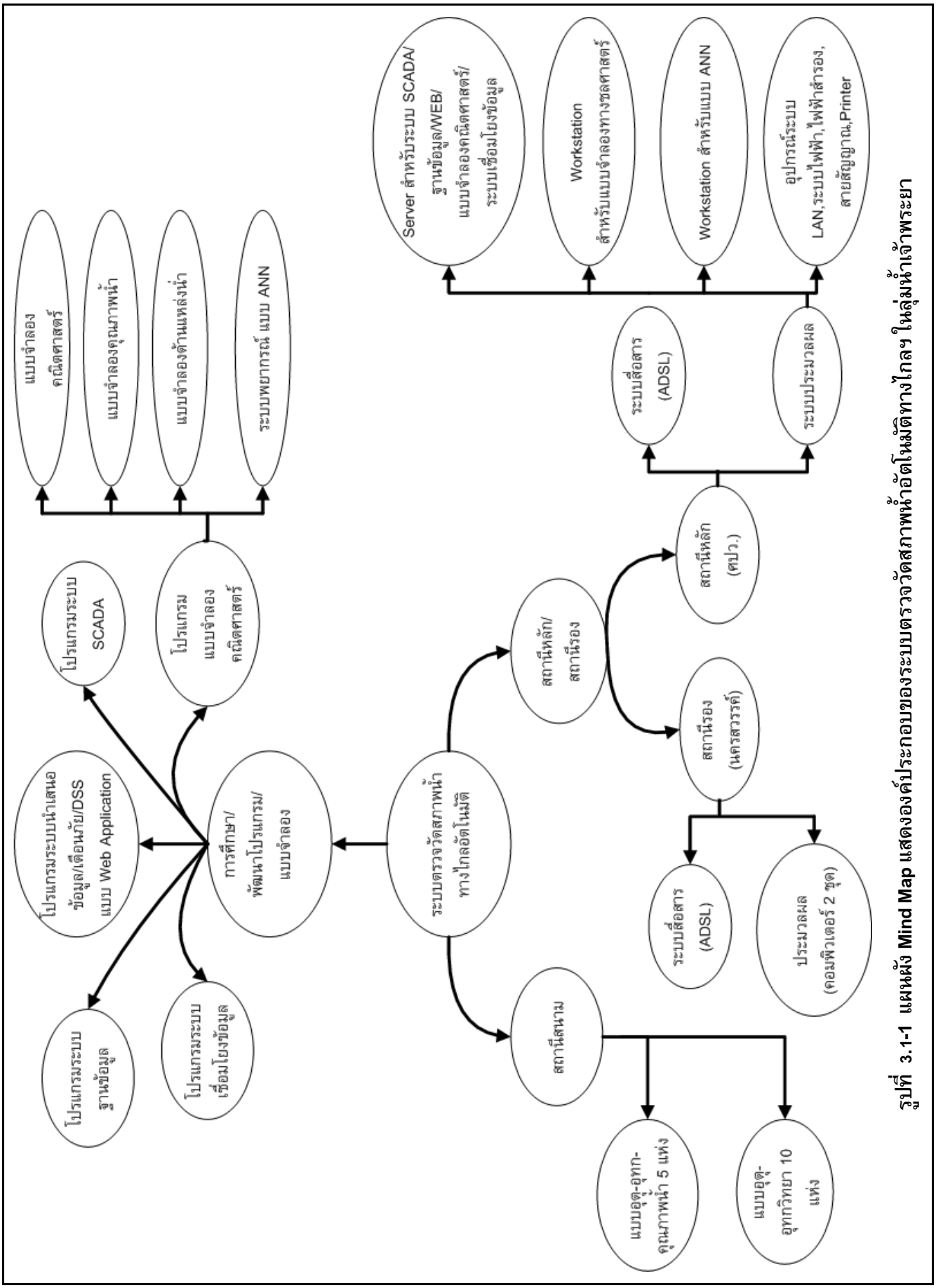
3.2 ภาพรวมของระบบตรวจวัดฯ ของโครงการ

งานส่วนนี้จะเป็นงานก่อสร้างหรืองานฮาร์ดแวร์ของโครงการ ซึ่งจะเป็นการพัฒนาระบบสถานีในลุ่มน้ำเจ้าพระยาเป็นหลัก โดยมีองค์ประกอบหลัก 3 ส่วน ได้แก่

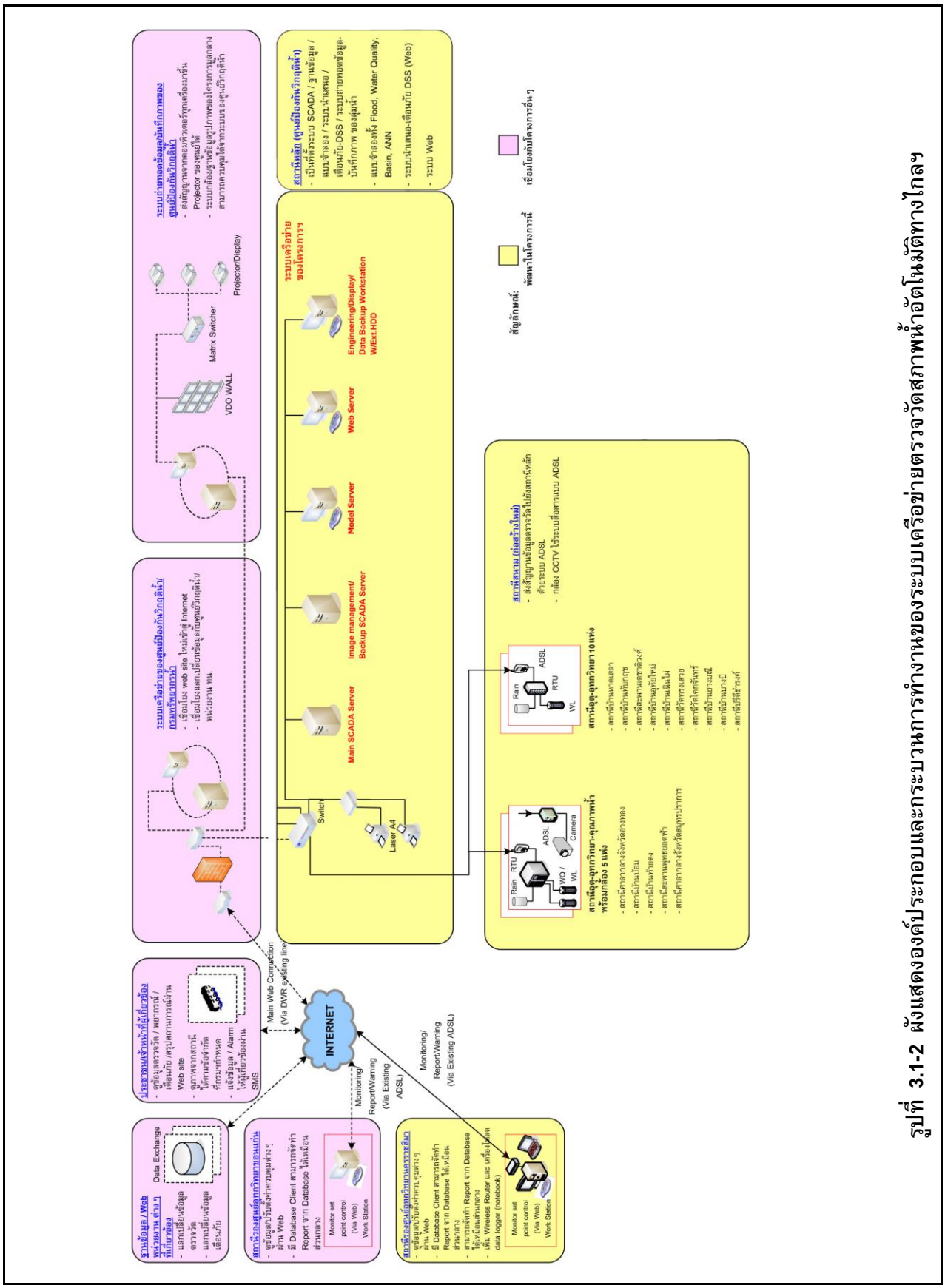
1) สถานีหลัก/สถานีรอง ประกอบด้วย

1.1) สถานีหลัก 1 สถานี โดยใช้พื้นที่ของศูนย์ป้องกันวิกฤติน้ำ ชั้น 11 อาคารกรมทรัพยากรน้ำ กรุงเทพมหานคร

1.2) สถานีรอง 1 สถานี ดำเนินการก่อสร้างโดยใช้พื้นที่ของส่วนอุทกวิทยา สำนักงานทรัพยากรน้ำภาค 2 จังหวัดนครสวรรค์



รูปที่ 3.1-1 แผนผัง Mind Map แสดงองค์ประกอบของระบบตรวจวัดสภาพน้ำอัตโนมัติทางไกลฯ ในลุ่มน้ำเจ้าพระยา



รูปที่ 3.1-2 ผังแสดงองค์ประกอบและกระบวนการทำงานของระบบเครือข่ายตรวจวัดสภาพน้ำอัตโนมัติทางไกลฯ

2) ***สถานีสนาม*** จำนวน 15 สถานี โดยแบ่งเป็น

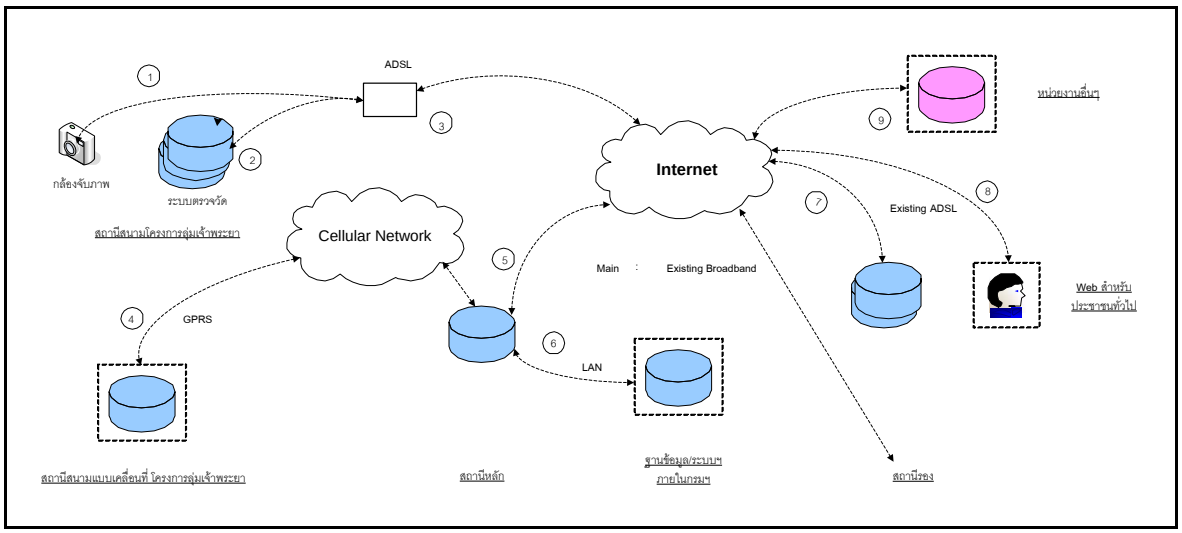
2.1) สถานีแบบติดตั้งเครื่องมือวัดคุณภาพน้ำ ระดับน้ำ และปริมาณน้ำฝน (สถานีอุทกวิทยา-อุตุนิยมวิทยา-คุณภาพน้ำ) พร้อมระบบกล้องจับภาพ จำนวน 5 สถานี

2.2) สถานีแบบติดตั้งเครื่องมือวัดระดับน้ำ และปริมาณน้ำฝน (สถานีอุทกวิทยา-อุตุนิยมวิทยา) จำนวน 10 สถานี

รายละเอียดขององค์ประกอบส่วนต่างๆ มีดังนี้

3.2.1 รายละเอียดและคุณสมบัติของระบบสื่อสาร

มีรายละเอียดสรุปได้ตามรูปที่ 3.2.1-1 และตารางที่ 3.2.1-1



รูปที่ 3.2.1-1 แผนผังสรุประบบสื่อสารของระบบตรวจวัดฯ

3.2.2 สถานีสนาม

ในโครงการฯได้มีการแบ่งสถานีสนามที่ก่อสร้างใหม่ออกเป็นประเภทตามเครื่องมือที่ติดตั้ง ประกอบด้วย

1) สถานีอุทกวิทยา-อุตุนิยมวิทยา-คุณภาพน้ำ

สถานีประเภทนี้จะติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดข้อมูลเกี่ยวกับสภาพของน้ำในทุกประเภท โดยมีองค์ประกอบของสถานี ดังนี้

(1) ระบบควบคุมและสื่อสาร

(2) ระบบไฟฟ้า ระบบไฟฟ้าสำรองและระบบป้องกันภัยต่างๆ เช่น Surge/Lightning Protection, Intrusion (Door) Detection

(3) ระบบงานอาคาร/โยธา/โครงสร้าง ได้แก่ ตู้ควบคุมแบบ Outdoor พร้อมฐานคสล. รั้ว และป้าย รวมทั้งองค์ประกอบอื่นๆ ที่จำเป็นเพื่อให้สถานีทำงานได้อย่างสมบูรณ์

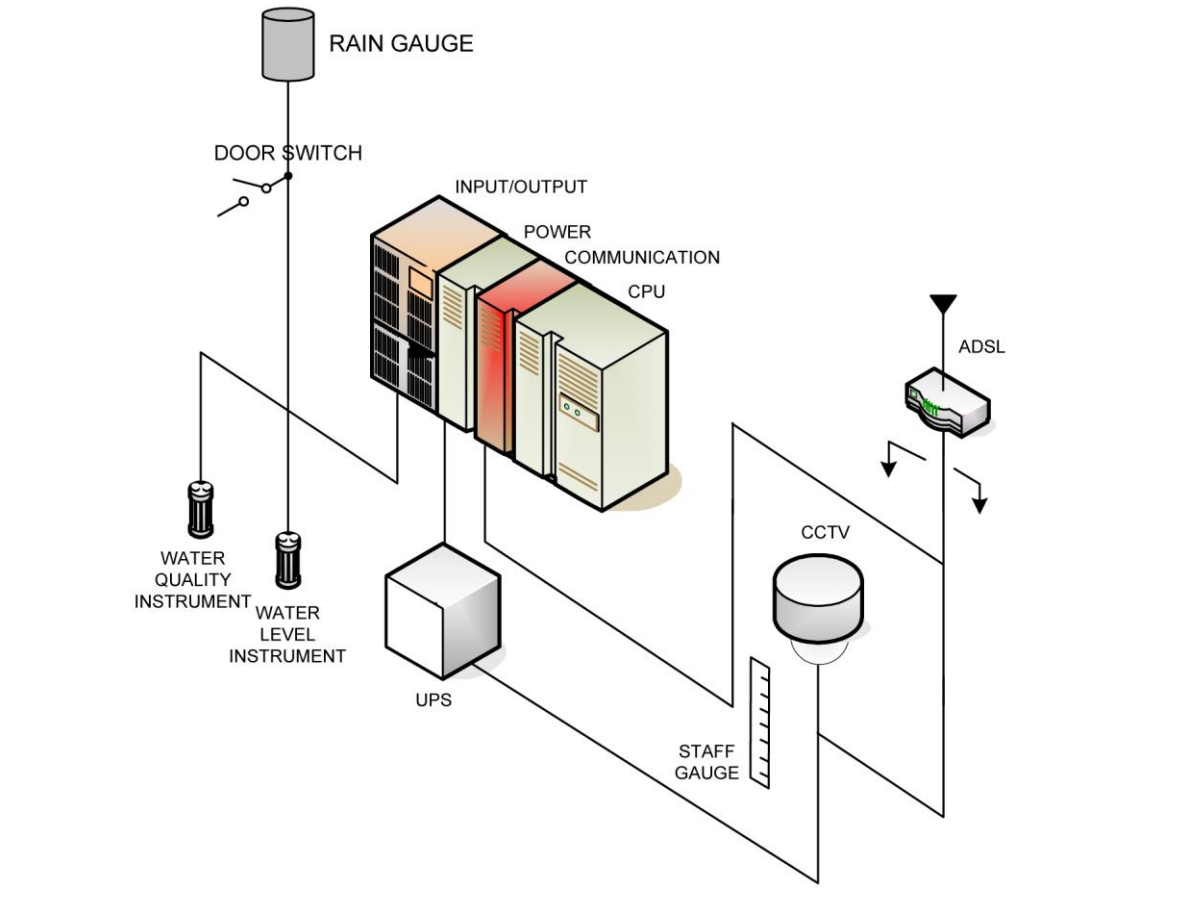
(4) ระบบเครื่องมือตรวจวัด โดยในสถานีประเภทนี้จะติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดครบทุกประเภท ได้แก่

(4.1) เครื่องวัดระดับน้ำ พร้อมไม้วัดระดับน้ำเพื่อใช้ตรวจวัดระดับ / ปริมาณน้ำ

(4.2) เครื่องวัดน้ำฝน เพื่อใช้ตรวจวัดระดับปริมาณฝนที่ตก

(4.3) เครื่องวัดคุณภาพน้ำ เพื่อใช้ตรวจวัดดัชนีคุณภาพน้ำที่สำคัญ 4 ค่า ได้แก่ ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity ; EC), อุณหภูมิ (Temperature), ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen ; DO)

(5) ระบบกล้องจับภาพ เพื่อใช้ติดตามสถานการณ์ระดับน้ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงวิกฤติ Configuration ของสถานีสามารถแสดงได้ตามรูปที่ 3.2.2-1 สถานีประเภทนี้จะติดตั้งในตำแหน่งที่มีความสำคัญสูง ในด้านการบริหารจัดการในด้านปริมาณน้ำ และการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำ



รูปที่ 3.2.2-1 Configuration และลักษณะของสถานีอุทกวิทยา-อุตุนิยมวิทยา-คุณภาพน้ำ

2) สถานีอุทกวิทยา-อุตุนิยมวิทยา

สถานีประเภทนี้จะติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณน้ำ โดยไม่มีการตรวจวัดคุณภาพน้ำ โดยมีองค์ประกอบของสถานี ดังนี้

(1) ระบบควบคุมและสื่อสาร

(2) ระบบไฟฟ้า ระบบไฟฟ้าสำรองและระบบป้องกันภัยต่างๆ เช่น Surge/Lightning Protection, Intrusion (Door) Detection

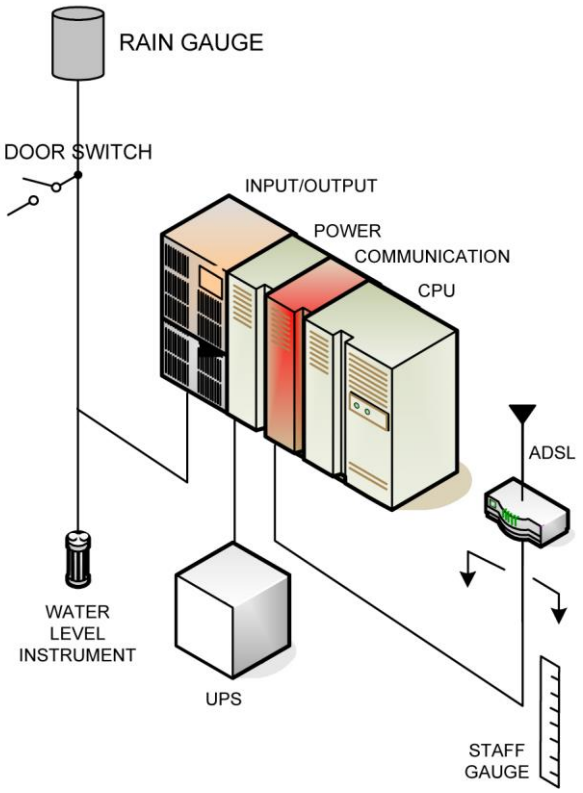
(3) ระบบงานอาคาร/โยธา/โครงสร้าง ได้แก่ ตู้ควบคุมแบบ Outdoor และป้าย รวมทั้งองค์ประกอบอื่นๆ ที่จำเป็นเพื่อให้สถานีทำงานได้อย่างสมบูรณ์

(4) ระบบเครื่องมือตรวจวัด โดยในสถานีประเภทนี้จะติดตั้งเครื่องมือตรวจวัด ดังต่อไปนี้

(4.1) เครื่องวัดระดับน้ำ พร้อมไม้วัดระดับน้ำเพื่อใช้ตรวจวัดระดับ / ปริมาณน้ำ

(4.2) เครื่องวัดน้ำฝน เพื่อใช้ตรวจวัดระดับปริมาณฝนที่ตก

Configuration ของสถานีสามารถแสดงได้ตามรูปที่ 3.2.2-2 สถานีประเภทนี้จะติดตั้งในจุดที่มีความสำคัญในการบริหารจัดการน้ำในด้านปริมาณน้ำ แต่ไม่อยู่ในจุดที่มีปัญหาด้านคุณภาพน้ำ



รูปที่ 3.2.2-2 Configuration ของสถานีอุทกวิทยา-อุตุนิยมวิทยา

จำนวน ตำแหน่งที่ตั้ง และองค์ประกอบของสถานีสนามที่ก่อสร้างในลุ่มน้ำเจ้าพระยาสามารถสรุปจำนวนสถานีที่มีความเหมาะสมในการตรวจวัดข้อมูลในลุ่มน้ำเจ้าพระยาทั้งสิ้น จำนวน 15 สถานี ดังแสดงในรูปที่ 3.2.2-3 ถึงรูปที่ 3.2.2-4 และตารางที่ 3.2.2-1 โดยแบ่งเป็น

สถานีอุทกวิทยา-อุตุนิยมวิทยา-คุณภาพน้ำ จำนวน 5 สถานี ดังแสดงในรูปที่ 3.2.2-3 เป็นสถานีสนามที่ติดตั้งเครื่องมือวัดคุณภาพน้ำ ระดับน้ำ และปริมาณน้ำฝน ได้แก่

- สถานีสนามแม่น้ำเจ้าพระยาที่ศาลากลางจังหวัดอ่างทอง อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง
- สถานีสนามแม่น้ำเจ้าพระยาที่บ้านป้อม อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
- สถานีสนามแม่น้ำเจ้าพระยาที่บ้านท้ายดง บริเวณสะพานทางหลวงหมายเลข 9 อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี
- สถานีสนามแม่น้ำเจ้าพระยาที่สะพานพระพุทธยอดฟ้า เขตธนบุรี กรุงเทพฯ
- สถานีสนามแม่น้ำเจ้าพระยาที่ศาลากลางจังหวัดสมุทรปราการ

สถานีอุทกวิทยา-อุตุนิยมวิทยา จำนวน 10 สถานี ดังแสดงในรูปที่ 3.2.2-4 เป็นสถานีสนามที่ติดตั้งเครื่องมือวัดระดับน้ำ และปริมาณน้ำฝน ได้แก่

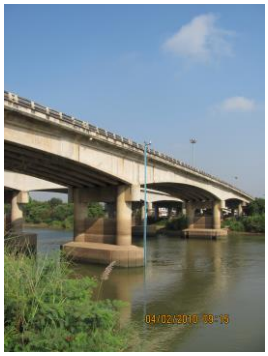
- สถานีสนามแม่น้ำปิงที่บ้านหาดเสลา จังหวัดนครสวรรค์
- สถานีสนามแม่น้ำน่านที่บ้านทับกฤช จังหวัดนครสวรรค์
- สถานีสนามแม่น้ำเจ้าพระยาที่สะพานเดชาติวงศ์ จังหวัดนครสวรรค์
- สถานีสนามแม่น้ำสะแกกรังที่บ้านอุทัยใหม่ จังหวัดอุทัยธานี
- สถานีสนามคลองชัยนาท-ป่าสักที่บ้านเนินไผ่ จังหวัดชัยนาท
- สถานีสนามแม่น้ำท่าจีนที่วัดทรงเสวย จังหวัดชัยนาท
- สถานีสนามแม่น้ำเจ้าพระยาที่วัดโคกจันทร์ จังหวัดชัยนาท
- สถานีสนามแม่น้ำน้อยที่บ้านยางมณี จังหวัดอ่างทอง
- สถานีสนามแม่น้ำลพบุรีที่บ้านบางปี จังหวัดลพบุรี
- สถานีสนามแม่น้ำป่าสักที่สะพานปรีดีธำรงค์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

จากการศึกษาความเหมาะสม ซึ่งครอบคลุมทั้งรูปแบบการก่อสร้าง และระบบการสื่อสารต่างๆ กลุ่มบริษัทฯ สามารถสรุปรายละเอียดของรูปแบบการก่อสร้างได้ดังตารางที่ 3.2.2-2 และระบบเครือข่าย/สื่อสาร ที่ใช้สำหรับระบบตรวจวัดข้อมูลทางไกลอัตโนมัติของโครงการได้ดังตารางที่ 3.2.2-3 และสำหรับข้อมูลในส่วนของค่าตรวจวัด แบบจำลอง ระบบนำเสนอ/เตือนภัย/DSS จะมีการเชื่อมโยงกันผ่านสถานีสนาม สถานีหลัก สถานีรอง และฐานข้อมูลและผู้เกี่ยวข้องต่างๆ นั้น สามารถสรุปได้ตามรูปที่ 3.2.2-5 จากรูปดังกล่าวจะเห็นว่าระบบที่สำคัญที่ใช้ขับเคลื่อนการรับส่งข้อมูลส่วนนี้จะประกอบด้วย

- ระบบ SCADA
- ระบบฐานข้อมูล
- ระบบเชื่อมโยงฐานข้อมูล
- ระบบนำเสนอ / เตือนภัย / DSS

รูปที่ 3.2.2-3 แสดงผลสรุปการคัดเลือกสถานีโทรมาตรในลุ่มน้ำเจ้าพระยา จำนวน 15 สถานี

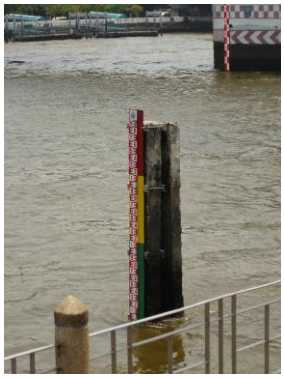
สถานีสนามแม่น้ำเจ้าพระยาที่ศาลากลางจังหวัดอ่างทอง



สถานีสนามแม่น้ำเจ้าพระยาที่บ้านป้อม

รูปที่ 3.2.2-3 ภาพแสดงสถานีอุตุ-อุทกวิทยา-คุณภาพน้ำ

สถานีสนามแม่น้ำเจ้าพระยาที่บ้านท้ายดง



สถานีสนามแม่น้ำเจ้าพระยาที่สะพานพระพุทธยอดฟ้า

รูปที่ 3.2.2-3 ภาพแสดงสถานีอุตุ-อุทกวิทยา-คุณภาพน้ำ(ต่อ)

สถานีสนามแม่น้ำเจ้าพระยาที่ศาลากลางจังหวัดสมุทรปราการ

รูปที่ 3.2.2-3 ภาพแสดงสถานีอุตุ-อุทกวิทยา-คุณภาพน้ำ(ต่อ)

สถานีสนามแม่น้ำปิงที่บ้านหาดเสลา

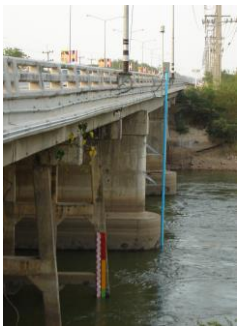
สถานีสนามแม่น้ำน่านที่บ้านทับกฤช

รูปที่ 3.2.2-4 ภาพแสดงสถานีอุตุ-อุทกวิทยา

สถานีสนามแม่น้ำเจ้าพระยาที่สะพานเดชาติวงศ์

สถานีสนามแม่น้ำสะแกกรังที่บ้านอุทัยใหม่

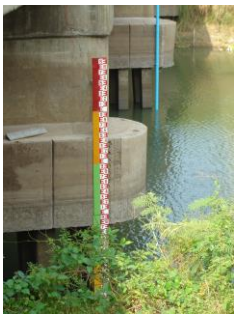
สถานีสนามคลองชัยนาท-ป่าสักที่บ้านเนินไผ่



สถานีสนามคลองชัยนาท-ป่าสักที่บ้านเนินไผ่

รูปที่ 3.2.2-4 ภาพแสดงสถานีอุตุ-อุทกวิทยา (ต่อ)

สถานีสนามแม่น้ำท่าจีนที่วัดทรงเสวย



สถานีสนามแม่น้ำเจ้าพระยาที่วัดโคกจันทร์

สถานีสนามแม่น้ำน้อยที่บ้านยางมณี

สถานีสนามแม่น้ำลพบุรีที่บ้านบางปี

รูปที่ 3.2.2-4 ภาพแสดงสถานีอุตุ-อุทกวิทยา (ต่อ)

ตารางที่ 3.2.2-1
สถานีในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา

สถานีในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา

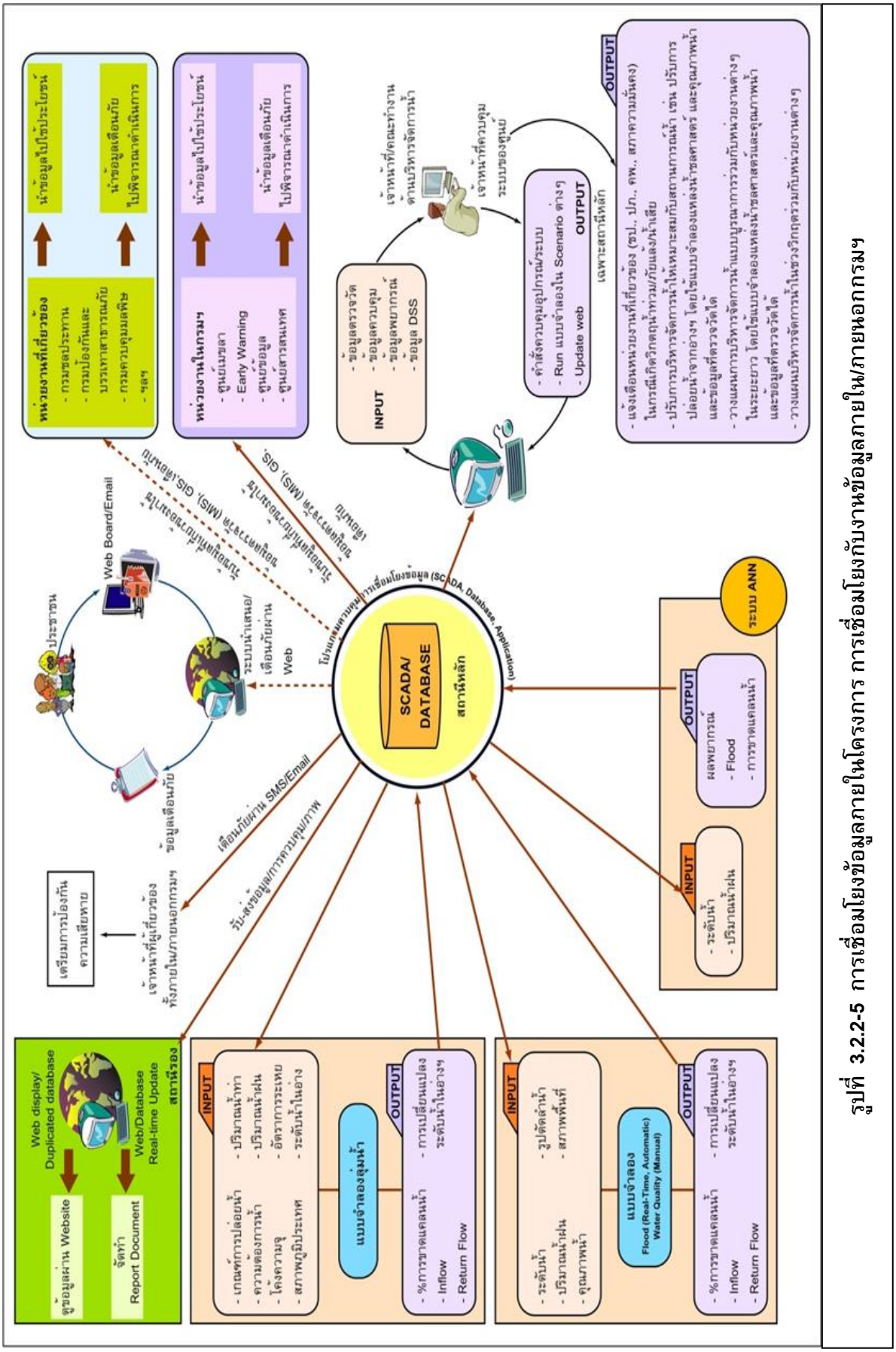
ลำดับ	ชื่อสถานี	ลำน้ำ	ที่ตั้ง			อุปกรณ์ตรวจวัด			ความสำคัญของสถานี
			รายละเอียด	UTM_E	UTM_N	ระดับน้ำ	น้ำฝน	คุณภาพน้ำ	
1	สถานีสนามแม่น้ำปิง ที่บ้านหาดเสลา	ปิง	บ้านหาดเสลา หมู่ 5 ต.หัวดง อ.เก้าเลี้ยว จ.นครสวรรค์	612,810.0	1,752,375.0	1	1	-	ใช้เป็นตัวแทนแม่น้ำปิงตรวจวัดระดับน้ำ และปริมาณน้ำฝน เพื่อการพยากรณ์น้ำหลากและแจ้งเตือนภัยน้ำท่วม และใช้เป็นขอบเขตด้านเหนือน้ำของแบบจำลองคณิตศาสตร์
2	สถานีสนามแม่น้ำน่าน ที่บ้านทับกฤช	น่าน	วัดทับกฤชใต้ บ้านทับกฤช หมู่ 7 ต.ทับกฤชใต้ อ.ชุมแสง จ.นครสวรรค์	633,824.0	1,741,312.0	1	1	-	ใช้เป็นตัวแทนของแม่น้ำน่าน-แม่น้ำยม ตรวจวัดปริมาณน้ำฝน และระดับน้ำเพื่อการแจ้งเตือนภัยน้ำท่วมและบริหารจัดการน้ำ และใช้เป็นขอบเขตด้านเหนือน้ำของแบบจำลองคณิตศาสตร์
3	สถานีสนามแม่น้ำเจ้าพระยา ที่สะพานเดชาติวงศ์	เจ้าพระยา	สะพานเดชาติวงศ์ ต.ปากน้ำโพธิ์ อ.เมือง จ.นครสวรรค์	620,685.0	1,734,570.0	1	1	-	ใช้เป็นตัวแทนของแม่น้ำเจ้าพระยา ตรวจวัดปริมาณน้ำฝน และระดับน้ำเพื่อการแจ้งเตือนภัยน้ำท่วมและบริหารจัดการน้ำ
4	สถานีสนามแม่น้ำสะแกกรัง ที่บ้านอุทัยใหม่	สะแกกรัง	ทางแยกวัดบางกุ้ง บ้านอุทัยใหม่ หมู่ 7 ต.สะแกกรัง อ.เมือง จ.อุทัยธานี	613,808.0	1,703,747.0	1	1	-	ใช้เป็นตัวแทนของแม่น้ำสะแกกรัง ตรวจวัดปริมาณน้ำฝน และระดับน้ำเพื่อการแจ้งเตือนภัยน้ำท่วมและบริหารจัดการน้ำ และใช้เป็นปริมาณการไหลเข้าด้านข้างของแบบจำลอง
5	สถานีสนามคลองชัยนาท-ป่าสัก ที่บ้านเนินไผ่	ชัยนาท-ป่าสัก	ด้านท้าย ปตร มโนรมย์ บ้านเนินไผ่ หมู่2 ต.วัดโคก อ.มโนรมย์ จ.ชัยนาท	619,382.0	1,694,504.0	1	1	-	ใช้เป็นตัวแทนของคลองชัยนาท-ป่าสัก ตรวจวัดปริมาณน้ำฝน และระดับน้ำเพื่อการแจ้งเตือนภัยน้ำท่วม และบริหารจัดการน้ำและการผันน้ำไปยังทุ่งฝั่งตะวันออก
6	สถานีสนามแม่น้ำท่าจีน ที่วัดทรงเสวย	ท่าจีน	วัดทรงเสวย ด้านท้าย ปตร.พลเทพ หมู่ 1 ต.หนองน้อย อ.วัดสิงห์ จ.ชัยนาท	613,595.0	1,676,192.0	1	1	-	ใช้เป็นตัวแทนของแม่น้ำท่าจีน ตรวจวัดปริมาณน้ำฝน และระดับน้ำเพื่อการแจ้งเตือนภัยน้ำท่วม และบริหารจัดการน้ำและการผันน้ำไปยังทุ่งฝั่งตะวันตก
7	สถานีสนามแม่น้ำเจ้าพระยา ที่วัดโคกจันทร์	เจ้าพระยา	วัดโคกจันทร์ หมู่ 5 ต.โพนางดำ อ.สรรพยา จ.ชัยนาท	636,526.0	1,670,383.0	1	1	-	ใช้เป็นตัวแทนของแม่น้ำเจ้าพระยา ตรวจวัดปริมาณน้ำฝน และระดับน้ำเพื่อการแจ้งเตือนภัยน้ำท่วมและบริหารจัดการน้ำ
8	สถานีสนามแม่น้ำน้อย ที่บ้านยางมณี	แม่น้ำน้อย	วัดสุวรรณาราชหงษ์ บ้านยางมณี หมู่ 5 ต.องค์รักษ์ อ.โพธิ์ทอง จ.อ่างทอง	652,659.0	1,629,206.0	1	1	-	ใช้เป็นตัวแทนของแม่น้ำน้อย ตรวจวัดปริมาณน้ำฝน และระดับน้ำเพื่อการแจ้งเตือนภัยน้ำท่วมและบริหารจัดการน้ำ
9	สถานีสนามแม่น้ำลพบุรี ที่บ้านบางปี	แม่น้ำลพบุรี	สะพานใกล้วัดโพธิ์งาม บ้านบางปี ต.โพธิ์เก้าต้น อ.เมือง จ.ลพบุรี	673,137.0	1,635,914.0	1	1	-	ใช้เป็นตัวแทนของแม่น้ำเจ้าพระยา ตรวจวัดปริมาณน้ำฝน และระดับน้ำเพื่อการแจ้งเตือนภัยน้ำท่วมและบริหารจัดการน้ำ
10	สถานีสนามแม่น้ำเจ้าพระยา ที่ศาลากลางจังหวัดอ่างทอง	เจ้าพระยา	ต.บางแก้ว อ.เมือง จ.อ่างทอง	656,924.0	1,613,181.0	1	1	1	ใช้เป็นตัวแทนของแม่น้ำเจ้าพระยา ตรวจวัดระดับน้ำ คุณภาพน้ำ และปริมาณน้ำฝน เพื่อการพยากรณ์น้ำหลาก การแจ้งเตือนภัยน้ำท่วม การติดตามเฝ้าระวังคุณภาพน้ำ และการบริหารจัดการน้ำ
11	สถานีสนามแม่น้ำเจ้าพระยา ที่บ้านป้อม	เจ้าพระยา	ติดสะพานวัดพระงาม บ้านป้อม ต.บ้านป้อม อ.พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา	665,446.0	1,588,554.0	1	1	1	ใช้เป็นตัวแทนของแม่น้ำเจ้าพระยา ตรวจวัดระดับน้ำ คุณภาพน้ำ และปริมาณน้ำฝน เพื่อการพยากรณ์น้ำหลาก การแจ้งเตือนภัยน้ำท่วม การติดตามเฝ้าระวังคุณภาพน้ำ และการบริหารจัดการน้ำ
12	สถานีสนามแม่น้ำป่าสัก ที่สะพานปรีดีธำรงค์	ป่าสัก	ต.หัวรอ อ.พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา	670,815.0	1,586,900.0	1	1	-	ใช้เป็นตัวแทนของแม่น้ำป่าสัก ตรวจวัดปริมาณน้ำฝน และระดับน้ำเพื่อการแจ้งเตือนภัยน้ำท่วมและบริหารจัดการน้ำ และใช้เป็นปริมาณการไหลเข้าด้านข้างของแบบจำลอง
13	สถานีสนามแม่น้ำเจ้าพระยา ที่บ้านท้ายดง	เจ้าพระยา	สะพานทางหลวงหมายเลข 9	666,121.0	1,561,194.0	1	1	1	ใช้เป็นตัวแทนของแม่น้ำเจ้าพระยา ตรวจวัดระดับน้ำ คุณภาพน้ำ และปริมาณน้ำฝน เพื่อการพยากรณ์น้ำหลาก การแจ้งเตือนภัยน้ำท่วม การติดตามเฝ้าระวังคุณภาพน้ำ และการบริหารจัดการน้ำ
14	สถานีสนามแม่น้ำเจ้าพระยา ที่สะพานพระพุทธยอดฟ้า	เจ้าพระยา	สำนักเทศกิจกรุงเทพฯ แขวงวัดกัลยาณ์ เขตธนบุรี กรุงเทพ	662,080.0	1,519,043.0	1	1	1	ใช้เป็นตัวแทนของแม่น้ำเจ้าพระยา ตรวจวัดระดับน้ำ คุณภาพน้ำ และปริมาณน้ำฝน เพื่อการพยากรณ์น้ำหลาก การแจ้งเตือนภัยน้ำท่วม การติดตามเฝ้าระวังคุณภาพน้ำ และการบริหารจัดการน้ำ
15	สถานีสนามแม่น้ำเจ้าพระยา ที่ศาลากลางจังหวัดสมุทรปราการ	เจ้าพระยา	ศาลากลางสมุทรปราการ อ.เมือง จ.สมุทรปราการ	673,017.0	1,503,568.0	1	1	1	ใช้เป็นตัวแทนของแม่น้ำเจ้าพระยา ตรวจวัดระดับน้ำ คุณภาพน้ำ และปริมาณน้ำฝน เพื่อการพยากรณ์น้ำหลาก การแจ้งเตือนภัยน้ำท่วม การติดตามเฝ้าระวังคุณภาพน้ำ และการบริหารจัดการน้ำ

ตารางที่ 3.2.2-2 รายละเอียดของสถานีสนาม

ลำดับ	องค์ประกอบ	คุณสมบัติ / ชนิด
1.	**<u>สถานีสนาม</u>**	โทรมาตรตามข้อกำหนด
1.1	โครงสร้าง	มีลักษณะเป็นตู้ outdoor ที่เหมาะสมกับลักษณะงาน พร้อมรั้ว และป้าย ตำแหน่งของตู้ จะติดตั้งให้สูงกว่าระดับน้ำสูงสุด ณ ตำแหน่งที่ตั้งสถานี ตามข้อกำหนด
1.2	ระบบควบคุม	ระบบ RTU ทำหน้าที่ควบคุมสถานีเชื่อมต่อกับศูนย์ปฏิบัติการและเป็น Data logger โดยมี CPU และส่วน Input / Output รวมทั้งคุณสมบัติอื่นๆ ตามข้อกำหนดทางวิชาการ
1.3	อุปกรณ์ระบบสื่อสาร	ADSL Modem
1.4	ระบบความปลอดภัย / ส่วนประกอบ	- รั้ว, ป้าย - ระบบ Surge protection ด้านสายไฟฟ้า และสายสัญญาณ - ระบบสายไฟ / สำรองไฟ ซึ่งมี Battery สำรองไฟได้ 48 ชั่วโมง - ระบบ Door Switch เพื่อตรวจสอบการเปิดประตูสถานี - แผ่นวัดระดับน้ำ (ในกรณีสถานีอุทกวิทยา)
1.5	เครื่องมือวัด	
1.5.1	เครื่องวัดระดับน้ำ	แบบใช้แรงดัน ตามข้อกำหนด
1.5.2	เครื่องวัดน้ำฝนอัตโนมัติ	แบบ Tipping Bucket ตามข้อกำหนด
1.5.3	เครื่องวัดคุณภาพน้ำ	แบบหลายตัวแปร ตามข้อกำหนด
1.6	ระบบตรวจจับภาพ	
1.6.1	อุปกรณ์ตรวจจับภาพ	กล้อง Network Dome Camera ตามข้อกำหนด
1.6.2	อุปกรณ์สื่อสารของระบบตรวจจับภาพ	ใช้ระบบ ADSL เพื่อให้ส่งสัญญาณภาพได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 3.2.2-3
สรุปรายละเอียดระบบสื่อสารของเครือข่ายสถานีฯ

การสื่อสารระหว่าง	ระบบที่ใช้
1) ระบบสื่อสารหลัก : สถานีสนาม กับสถานีหลัก	กรณี สถานีสนาม ใช้ระบบสื่อสาร แบบ ADSL เชื่อมต่อระหว่างสถานีหลักและสถานีสนาม ผ่านระบบ Cable ความเร็วสูงเป็นระบบที่มีเสถียรภาพสูง เนื่องจากเป็นบริการเครือข่ายสาธารณะ กรณี สถานีสนามแบบเคลื่อนที่ใช้ระบบ GPRS แบบ Fixed IP ของ DTAC หรือ AIS และเชื่อมต่อมาที่สถานีหลักผ่านระบบ Cellular GPRS
2) กล้องจับภาพ กับสถานีหลัก	ใช้ระบบ สื่อสาร แบบ ADSL และเชื่อมต่อมาที่สถานีหลักผ่านระบบ Cable ความเร็วสูง เช่นเดียวกับระบบสื่อสารในข้อ 1)
3) กล้องจับภาพ กับเครือข่าย Internet	ผ่านเครือข่าย Internet ทั่วไป กล้องสามารถเปิดใช้งานในแบบ Open to Public ได้กล่าวคือ ผู้ที่เชื่อมต่อ Internet ได้จะสามารถเชื่อมต่อกับกล้องได้ผ่าน Web browser ถ้าทราบ IP address ของกล้องนั้นๆ ซึ่งจะทำให้เจ้าหน้าที่สามารถเข้าดูภาพได้จากทุกที่ ส่วนการป้องกันการเข้าถึงโดยผู้ไม่เกี่ยวข้องนั้น จะใช้ระบบ Accesss Control ซึ่งเป็นคุณสมบัติมาตรฐานของกล้องที่เสนออยู่แล้ว
4) สถานีหลัก กับเครือข่าย Internet	ใช้ Broadband Connection เดิมที่กรมทรัพยากรน้ำมีอยู่ ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงและมีระบบ Security ที่ดีอยู่แล้ว ทั้งนี้เพื่อเป็นการใช้ทรัพยากรที่มีประโยชน์ คุ้มค่าที่สุด
5) สถานีหลัก กับฐานข้อมูล / ระบบฯ ภายในกรม เช่น ศูนย์ป้องกันวิกฤติน้ำ ฯลฯ	ใช้ระบบ LAN เชื่อมเข้ากับระบบเครือข่ายเดิมของกรมทรัพยากรน้ำ
6) สถานีหลัก กับสถานีรอง	ใช้ระบบ Intranet ของกรม
7) ศูนย์ปฏิบัติการ กับประชาชน/หน่วยงานอื่น	ผ่านเครือข่าย Internet ทั่วไป



รูปที่ 3.2.2-5 การเชื่อมโยงข้อมูลภายในโครงการ การเชื่อมโยงกับงานข้อมูลภายใน/ภายนอกกรมฯ

3.2.3 สถานีหลัก และสถานีรอง

สถานีหลัก และสถานีรอง ของโครงการจะมีรายละเอียดดังนี้

3.2.3.1 สถานีหลัก

ที่ตั้งของสถานีหลักจะใช้พื้นที่ของศูนย์ป้องกันวิกฤติน้ำ ชั้น 11 อาคารกรมทรัพยากรน้ำ กรุงเทพ-มหานคร โดยจัดวางในจุดที่กรมทรัพยากรน้ำได้จัดเตรียมไว้โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) งานอุปกรณ์และซอฟต์แวร์ ตามตารางที่ 3.2.3-1
2) งานแบบจำลองคณิตศาสตร์ตามตารางที่ 3.2.3-2 โดยแบบจำลองที่พัฒนาใหม่ตามโครงการนี้ จะครอบคลุมลุ่มน้ำเจ้าพระยา
3) งานระบบ SCADA และฐานข้อมูล ตามรายละเอียดในบทที่ 9 โดยมีขีดความสามารถของระบบดังนี้ คือ
   - ระบบ SCADA ของโครงการนี้ จะควบคุมสถานีสนามของโครงการโทรมาตรลุ่มน้ำเจ้าพระยาทั้งหมด
   - ระบบฐานข้อมูลของโครงการนี้ จะรวมผลการตรวจวัดของระบบโทรมาตรลุ่มน้ำเจ้าพระยามีการเชื่อมโยงข้อมูลจากฐานข้อมูลภายใน และภายนอกกรมฯ เพื่อนำข้อมูลมาประกอบการคำนวณ หรือประกอบการเฝ้าระวัง โดยใช้ระบบเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลนั้นโดยตรง ในกรณีมีการประสานขอใช้ข้อมูลได้ หรือดึงค่าจาก Web ของหน่วยงานนั้นๆ ที่เผยแพร่ต่อสาธารณะ
4) ระบบถ่ายทอดข้อมูลและบันทึกภาพ ตามรายละเอียดในบทที่ 9 โดยมีขีดความสารมารถของระบบ คือ
   - ใช้โปรแกรม Milestone Xprotect Enterprise ซึ่งสามารถเชื่อมโยงกับระบบถ่ายทอดข้อมูล/บันทึกภาพของศูนย์วิกฤติน้ำ (War room) ที่มีอยู่เดิมได้
   - สามารถเชื่อมโยงสัญญาณภาพ จากระบบคอมพิวเตอร์ของโครงการทุกเครื่องไปยังระบบฉายภาพของ War room ได้ทางระบบ LAN

ตารางที่ 3.2.3-1 แสดงรายการอุปกรณ์ที่จัดหาสำหรับสถานีหลัก

ลำดับที่	รายการอุปกรณ์	Serial Number	จำนวน
1	**อุปกรณ์ระบบประมวลผล**		
1.1	**เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายสำหรับแบบจำลองและระบบฐานข้อมูล**	-	1 ชุด
	ยี่ห้อ HP รุ่น DL 160 G6	CN7949004R	1
1.2	**เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายสำหรับถ่ายทอดสัญญาณภาพ**	-	1 ชุด
	ยี่ห้อ HP รุ่น DL 160 G6	CN7949004U	1
1.3	**เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายสำหรับระบบ Internet**	-	1 ชุด
	ยี่ห้อ HP รุ่น DL 160 G6	CN7949004T	1
1.4	**เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายสำหรับระบบบริหารจัดการ**	-	1 ชุด
	HP รุ่น DL 160 G6	CN7949004V	1
1.5	**เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายสำหรับระบบSCADA**	-	1 ชุด
	ยี่ห้อ HP รุ่น DL 160 G6	CN7949004X	1
1.6	**เครื่องคอมพิวเตอร์แบบ Workstation**	-	2 ชุด
	ยี่ห้อ HP รุ่น Z400	SGH951T6Z7	1
	ยี่ห้อ HP รุ่น Z400	SGH951T6Z9	1
1.7	**เครื่องคอมพิวเตอร์แบบNotebookพร้อมอุปกรณ์ประกอบครบชุด**	-	2 ชุด
	ยี่ห้อ HP รุ่น Pavilion dv4-1258TX	CND9422JS1	1
	ยี่ห้อ HP รุ่น Pavilion dv4-1258TX	CND9422JFB	1
2	**เครื่องพิมพ์ (Printer)**		
2.1	Color Laser Printer ขนาด A3 ความเร็วสูง	-	1 ชุด
	ยี่ห้อ Ricoh รุ่น SPC820DN	-	1
3	**ปรับปรุงระบบสำรองไฟฟ้า**		
3.1	ดำเนินการปรับปรุงระบบแบตเตอร์รี่ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถ Back up ได้ไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง	-	1 ชุด
3.2	เพิ่มระบบควบคุมและมอนิเตอร์สถานะภาพของระบบ UPS ให้เป็นแบบ Onlineสามารถส่งสถานะภาพต่างๆของระบบ UPS เข้ากับระบบคอมพิวเตอร์ได้	-	1 ชุด

ตารางที่ 3.2.3-1 แสดงรายการอุปกรณ์ที่จัดหาสำหรับสถานีหลัก (ต่อ)

ลำดับ	รายการอุปกรณ์	Serial Number	จำนวน
5	**SCADA Software**		
5.1	**ชุดคำสั่งประยุกต์สำหรับระบบควบคุมระยะไกล**	-	1 ชุด
	ยี่ห้อ Wizcon Supervisor รุ่น AS9.4 -AS-DEV-500/USB	-	1
7	**โปรแกรมฐานข้อมูล ระบบสำนักงาน ระบบความปลอดภัย**		
7.1	ชุดคำสั่งประยุกต์สำหรับงานบริหารจัดการฐานข้อมูล	-	1 ชุด
	ยี่ห้อ Microsoft office SQL		1
7.2	ชุดคำสั่งประยุกต์สำหรับงานด้านเอกสารสำนักงาน	-	2 ชุด
	ยี่ห้อ Microsoft office 2007	XQ48H-CQTW6-29H74-86Q8T-9KMYQ	1
	ยี่ห้อ Microsoft office 2007	XQ48H-CQTW6-29H74-86Q8T-9KMYQ	1
7.3	Software ระบบบริหารจัดการเครื่องคอมพิวเตอร์	-	1 ชุด
	ยี่ห้อ IT Pattana รุ่น The Enterprise Management system	-	1
7.4	KVM Switch	-	1 ชุด
	ยี่ห้อ Rexton	-	1
7.5	Antivirus Software	-	1 ชุด
	ยี่ห้อ Kaspersky	0D64-090804-081920	1
8	**Software ระบบถ่ายทอดข้อมูลและบันทึกภาพ**		
	ยี่ห้อ Milestone รุ่น Xprotec (Camera License)	-	1 ชุด
9	**ระบบสื่อสารข้อมูลและระบบควบคุมระยะไกล**		
9.1	GPRS Modem	-	1 ชุด
	ยี่ห้อ Sierra Wireless รุ่น at&t	-	1
9.2	อุปกรณ์สื่อสารข้อมูลและควบคุมทางไกล	-	1 ชุด
	ยี่ห้อ SIXNET รุ่น VT-UIPM-431-H	55348	1
10	**อุปกรณ์อื่น ๆ**		
10.1	ชุดอุปกรณ์สำนักงาน (โต๊ะ-เก้าอี้) สำหรับควบคุมระบบฯ	-	2 ชุด
10.2	Video Surveillance Joystick	-	1 ชุด
	ยี่ห้อ Axis รุ่น Axis 295	HW0050939123	1
10.3	Rack 2.2 M	-	1 ชุด

ตารางที่ 3.2.3-2 รายละเอียดของแบบจำลอง และโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง

ลำดับ	โปรแกรม	Software ที่ใช้	คุณสมบัติ / ขีดความสามารถ
1	แบบจำลองด้านชลศาสตร์ (Hydrodynamics / Flood Forceasting)	FloodWatch / Mike 11	- เชื่อมโยงกับฐานข้อมูลเพื่อรับข้อมูล Input แบบอัตโนมัติ ได้แก่ ระดับน้ำ ปริมาณน้ำฝน - ทำการพยากรณ์สภาพทางชลศาสตร์ในลำน้ำล่วงหน้าได้แบบ Auto - แสดงผลการคำนวณในรูปของระดับน้ำที่เวลาต่างๆ และพื้นที่น้ำท่วม (Flood Map) ที่สร้างจาก DEM - สามารถใช้วิเคราะห์ Scenario ต่างๆ เพื่อศึกษา วางแผน ตั้งเกณฑ์การเตือนภัย ตั้งเกณฑ์แนะนำการปฏิบัติการ (DSS) หรือหาแนวทางการแก้ปัญหาด้านชลศาสตร์ได้ - เชื่อมโยงผลการคำนวณเข้าไปยังระบบนำเสนอ / DSS / เตือนภัย
2	แบบจำลองด้านคุณภาพน้ำ	ECOlab / Mike 11	- เชื่อมโยงกับฐานข้อมูลเพื่อรับข้อมูล Input แบบอัตโนมัติ ได้แก่ ข้อมูลคุณภาพน้ำ - ทำงานพยากรณ์คุณภาพน้ำในลำน้ำได้แบบ Auto ภายใต้ปริมาณมลพิษลงสู่ลำน้ำที่กำหนดไว้ล่วงหน้า - ในกรณีที่ผู้ควบคุมพบว่าค่าคุณภาพน้ำจากที่วัดได้จริงแย่กว่าค่าที่ทำนาย แสดงว่ามีการปล่อยมลพิษลงสู่ลำน้ำมากกว่าที่กำหนดไว้ และสามารถใช้ Model ในการประมาณค่ามลพิษได้แบบ Manual - สามารถใช้วิเคราะห์ Scenario ต่างๆ ในการแก้ไข วางแผนด้านการควบคุมมลพิษได้
3	แบบจำลองด้านแหล่งน้ำ	MIKE BASIN	- เชื่อมโยงข้อมูลจากฐานข้อมูลมาทำการคำนวณได้ ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำท่า ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำ (จากกรมชลประทาน) แบบ Manual (หรือ Auto ถ้าประสานงานขอข้อมูลได้) - สามารถใช้วิเคราะห์ Scenario ต่างๆ ในการวางแผนบริหารจัดการน้ำ ตั้งเกณฑ์การเตือนภัย ตั้งเกณฑ์แนะนำการดำเนินการ (DSS) ได้ แบบ Manual - นำผลการศึกษาไปจัดทำเกณฑ์การเตือนภัยแล้งในระบบ ANN เพื่อให้สามารถเตือนภัยแล้งจากข้อมูลตรวจวัดได้
4	ระบบพยากรณ์แบบ ANN	Qnet2000	- ใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างค่าตรวจวัดกับผลลัพธ์ที่ต้องการ เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนกับความสูงของน้ำหลาก กล่าวคือเป็นการ Predict ผลลัพธ์จากข้อมูลในอดีตนั่นเอง - ใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างผลการพยากรณ์จากแบบจำลองหลักกับข้อมูลที่ใช้ประกอบการบริหารน้ำ เช่น พื้นที่ภัยแล้งจาก MIKE BASIN กับข้อมูลความเสียหายจากภัยแล้ง - สามารถเชื่อมโยงผลการคำนวณไปยังระบบนำเสนอ / DSS / เตือนภัย โดยในกรณีของการทำนายน้ำท่วมนั้น สามารถส่งผลลัพธ์ไปแสดงเป็น Flood Map ได้ในระบบนำเสนอ/เตือนภัย/DSS
5	ระบบเชื่อมโยงข้อมูลภายใน/ภายนอกกรมฯ	โปรแกรมประยุกต์ (เช่น VB, C++, ASP)	- ใช้ดึงข้อมูลจากหน่วยงานทั้งในและนอกกรมฯ ซึ่งอาจจะอยู่ใน Format ที่หลากหลาย ให้เข้ามาอยู่ในรูปที่ใช้งานในฐานข้อมูลโครงการได้ - ใช้เตรียมข้อมูลเพื่อส่งให้หน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องตามข้อตกลงระหว่างหน่วยงาน
6	ระบบบริหารจัดการเครื่องคอมพิวเตอร์	โปรแกรมประยุกต์ที่ทำงานเสริมกับ Windows	- สามารถบริหารจัดการเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ตามที่กำหนดใน TOR

3.2.3.2 สถานีรอง

ใช้พื้นที่ภายในบริเวณส่วนอุทกวิทยา สำนักงานทรัพยากรน้ำภาค 2 จังหวัดนครสวรรค์ ตามรูปที่ 3.2.3-1 ซึ่งกลุ่มบริษัทฯดำเนินการก่อสร้างใหม่

พร้อมทั้งจัดหาเครื่องคอมพิวเตอร์ลูกข่าย 2 ชุด ใช้เป็นเครื่อง Monitor/Set Point Control (via web) Workstation เชื่อมต่อกับเครือข่าย ADSL ของเดิม โดยเครื่องดังกล่าวจะมีขีดความสามารถดังนี้

– ดูข้อมูลและควบคุม/ปรับค่า Set point ต่างๆ ผ่านระบบนำเสนอ/เตือนภัย/DSS แบบ Web-based Application ที่พัฒนาขึ้น

– มีการต่อเชื่อมกับฐานข้อมูลสถานีหลักผ่าน ADSL เพื่อให้เจ้าหน้าที่ส่วนภูมิภาคสามารถ Query ข้อมูลเพื่อประกอบการจัดทำรายงานและบริหารจัดการน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อาคารสถานีรอง

การติดตั้งอุปกรณ์

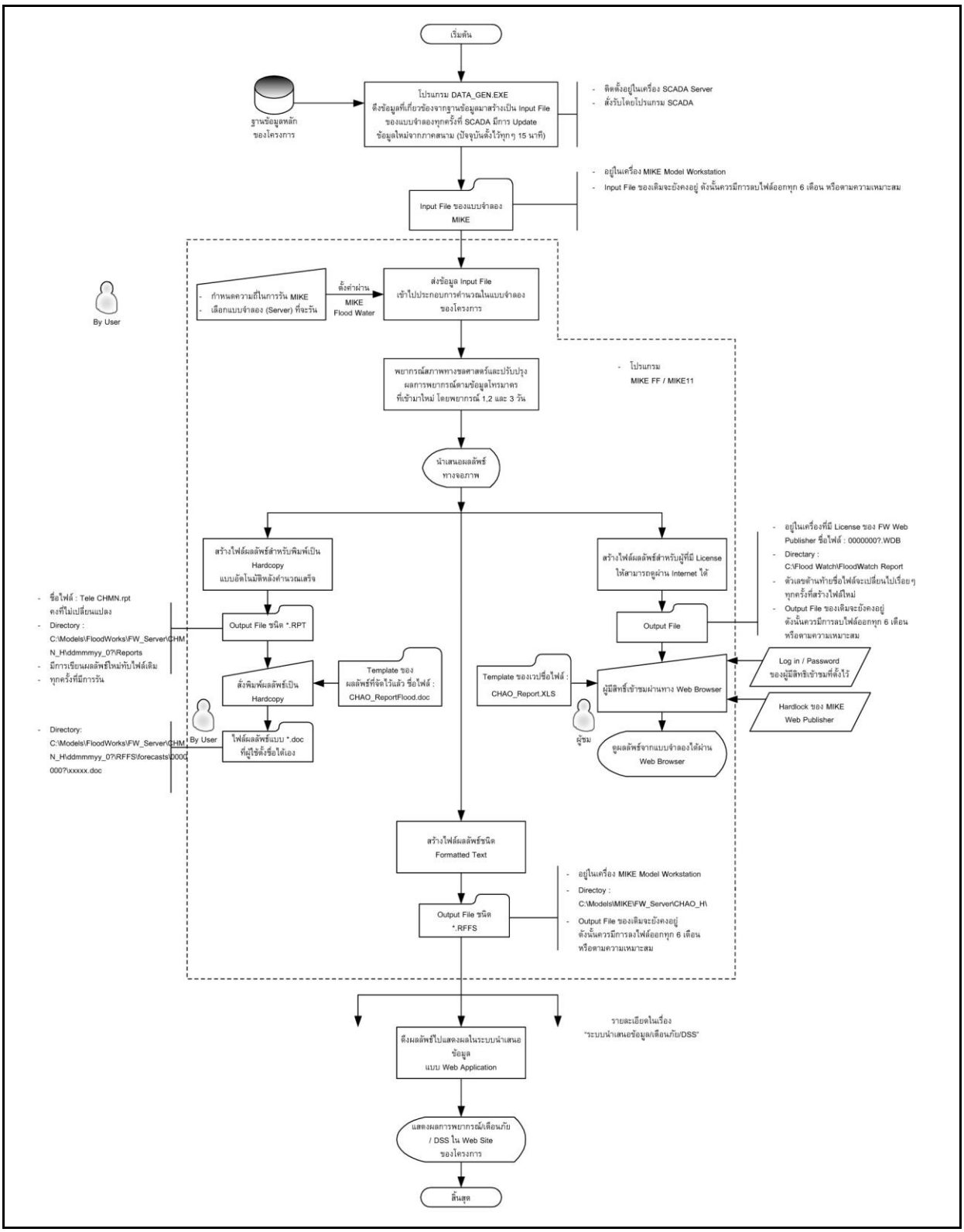
รูปที่ 3.2.3-1 สถานีรอง

3.3 แบบจำลองคณิตศาสตร์

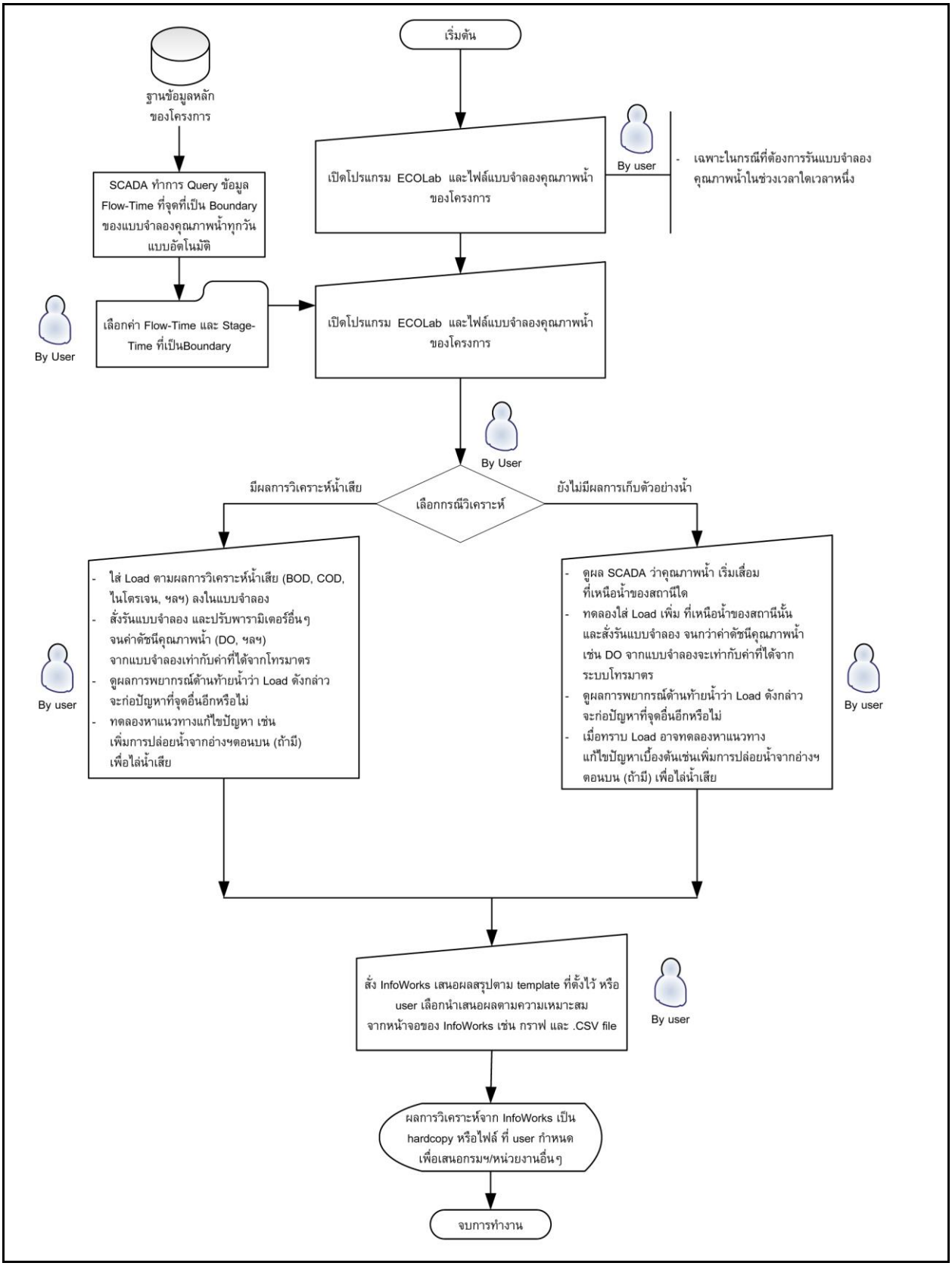
ลักษณะและขีดความสามารถของแบบจำลองคณิตศาสตร์ของโครงการและโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปได้ตามตารางที่ 3.3-1 และรูปที่ 3.3-1 ถึงรูปที่ 3.3-5 ลักษณะหน้าจอของแบบจำลองต่างๆ จะแสดงไว้ในรูปที่ 3.3-6

ตารางที่ 3.3-1 รายละเอียดของแบบจำลอง และโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง

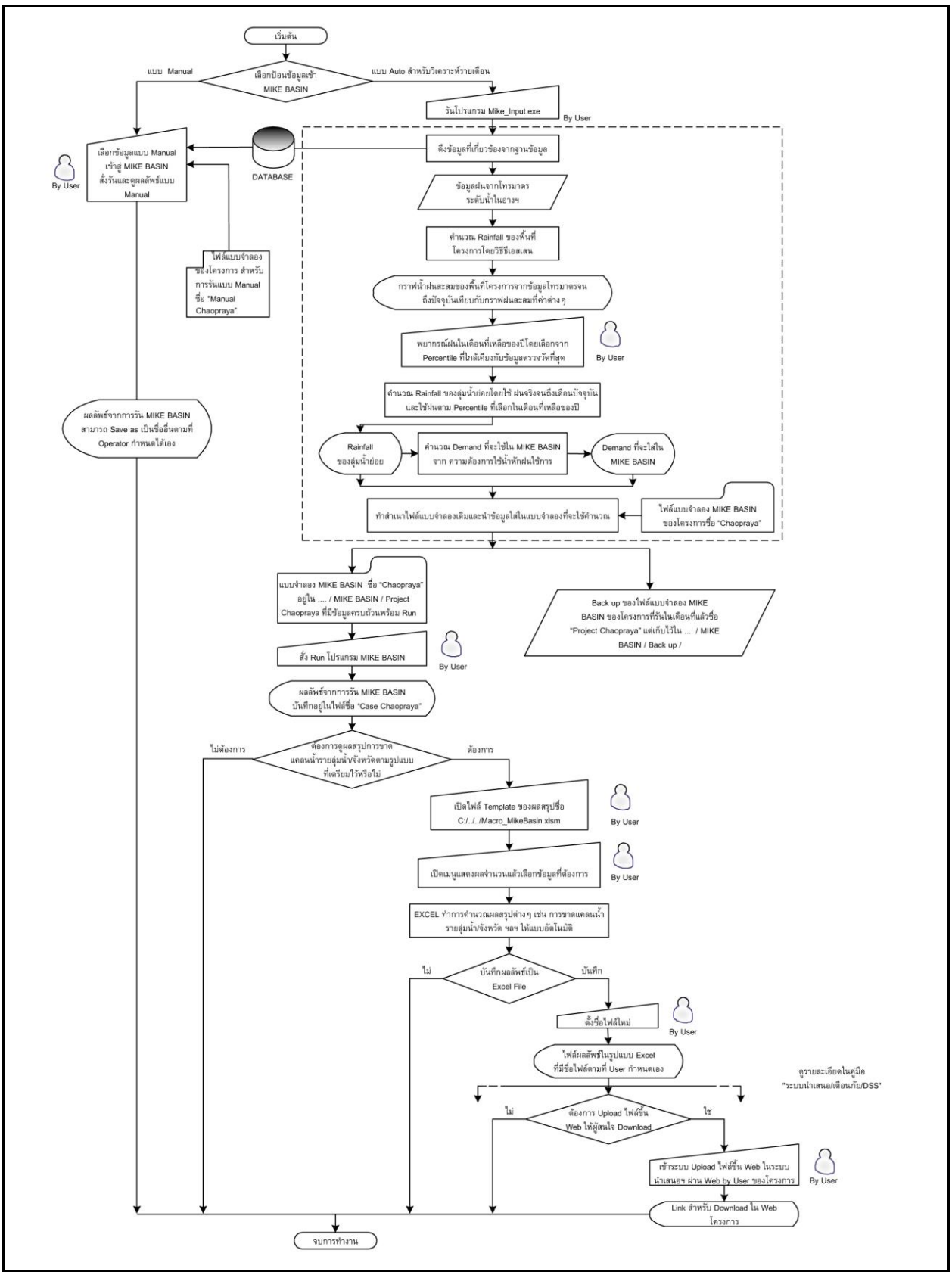
ลำดับ	โปรแกรม	Software ที่ใช้	คุณสมบัติ / ขีดความสามารถ
1	แบบจำลองด้านชลศาสตร์ (Hydrodynamics / Flood Forceasting) ของลุ่มน้ำเจ้าพระยา	Floodwatch / Mike 11	- เชื่อมโยงกับฐานข้อมูลเพื่อรับข้อมูล Input แบบอัตโนมัติ ได้แก่ ระดับน้ำ ปริมาณน้ำฝน - ทำการพยากรณ์สภาพทางชลศาสตร์ในลำน้ำล่วงหน้าได้แบบ Auto - แสดงผลการคำนวณในรูปของระดับน้ำที่เวลาต่างๆ และพื้นที่น้ำท่วม (Flood Map) ที่สร้างจาก DEM - สามารถใช้วิเคราะห์ Scenario ต่างๆ เพื่อศึกษา วางแผน ตั้งเกณฑ์การเตือนภัย ตั้งเกณฑ์แนะนำการปฏิบัติการ (DSS) หรือหาแนวทางการแก้ปัญหาด้านชลศาสตร์ได้ - เชื่อมโยงผลการคำนวณเข้าไปยังระบบนำเสนอ / DSS / เตือนภัย
2	แบบจำลองด้านคุณภาพน้ำของลุ่มน้ำเจ้าพระยา	Ecolab / Mike 11	- เชื่อมโยงกับฐานข้อมูลเพื่อรับข้อมูล Input แบบอัตโนมัติ ได้แก่ ข้อมูลคุณภาพน้ำ - ทำงานพยากรณ์คุณภาพน้ำในลำน้ำได้แบบ Auto ภายใต้ปริมาณมลพิษลงสู่ลำน้ำที่กำหนดไว้ล่วงหน้า - ในกรณีที่ผู้ควบคุมพบว่าค่าคุณภาพน้ำจากที่วัดได้จริงแย่กว่าค่าที่ทำนาย แสดงว่ามีการปล่อยมลพิษลงสู่ลำน้ำมากกว่าที่กำหนดไว้ และสามารถใช้ Model ในการประมาณค่ามลพิษได้แบบ Manual - สามารถใช้วิเคราะห์ Scenario ต่างๆ ในการแก้ไข วางแผนด้านการควบคุมมลพิษได้
3	แบบจำลองด้านแหล่งน้ำของลุ่มน้ำเจ้าพระยา	MIKE BASIN	- เชื่อมโยงข้อมูลจากฐานข้อมูลมาทำการคำนวณได้ ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำท่า ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำ (จากกรมชลประทาน) แบบ Manual (หรือ Auto ถ้าประสานงานขอข้อมูลได้) - สามารถใช้วิเคราะห์ Scenario ต่างๆ ในการวางแผนบริหารจัดการน้ำ ตั้งเกณฑ์การเตือนภัย ตั้งเกณฑ์แนะนำการดำเนินการ (DSS) ได้ แบบ Manual - นำผลการศึกษาไปจัดทำเกณฑ์การเตือนภัยแล้งในระบบ ANN เพื่อให้สามารถเตือนภัยแล้งจากข้อมูลตรวจวัดได้
4	ระบบพยากรณ์แบบ ANN ของลุ่มน้ำเจ้าพระยา	Qnet2000	- ใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างค่าตรวจวัดกับผลลัพธ์ที่ต้องการ เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนกับความสูงของน้ำหลาก กล่าวคือเป็นการ Predict ผลลัพธ์จากข้อมูลในอดีตนั่นเอง - ใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างผลการพยากรณ์จากแบบจำลองหลักกับข้อมูลที่ใช้ประกอบการบริหารน้ำ เช่น พื้นที่ภัยแล้งจาก MIKE BASIN กับข้อมูลความเสียหายจากภัยแล้ง - สามารถเชื่อมโยงผลการคำนวณไปยังระบบนำเสนอ / DSS / เตือนภัย โดยในกรณีของการทำนาย น้ำท่วมนั้น สามารถส่งผลลัพธ์ไปแสดงเป็น Flood Map ได้ในระบบนำเสนอ/เตือนภัย/DSS
5	ระบบเชื่อมโยงข้อมูลภายใน/ภายนอกกรมฯ	โปรแกรมประยุกต์ (เช่น VB, C++, ASP)	- ใช้ดึงข้อมูลจากหน่วยงานทั้งในและนอกกรมฯ ซึ่งอาจจะอยู่ใน Format ที่หลากหลาย ให้เข้ามาอยู่ในรูปที่ใช้งานในฐานข้อมูลโครงการได้ - ใช้เตรียมข้อมูลเพื่อส่งให้หน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องตามข้อตกลงระหว่างหน่วยงาน
6	ระบบบริหารจัดการเครื่องคอมพิวเตอร์	โปรแกรมประยุกต์ที่ทำงานเสริมกับ Windows	- สามารถบริหารจัดการเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ตามที่กำหนดใน TOR



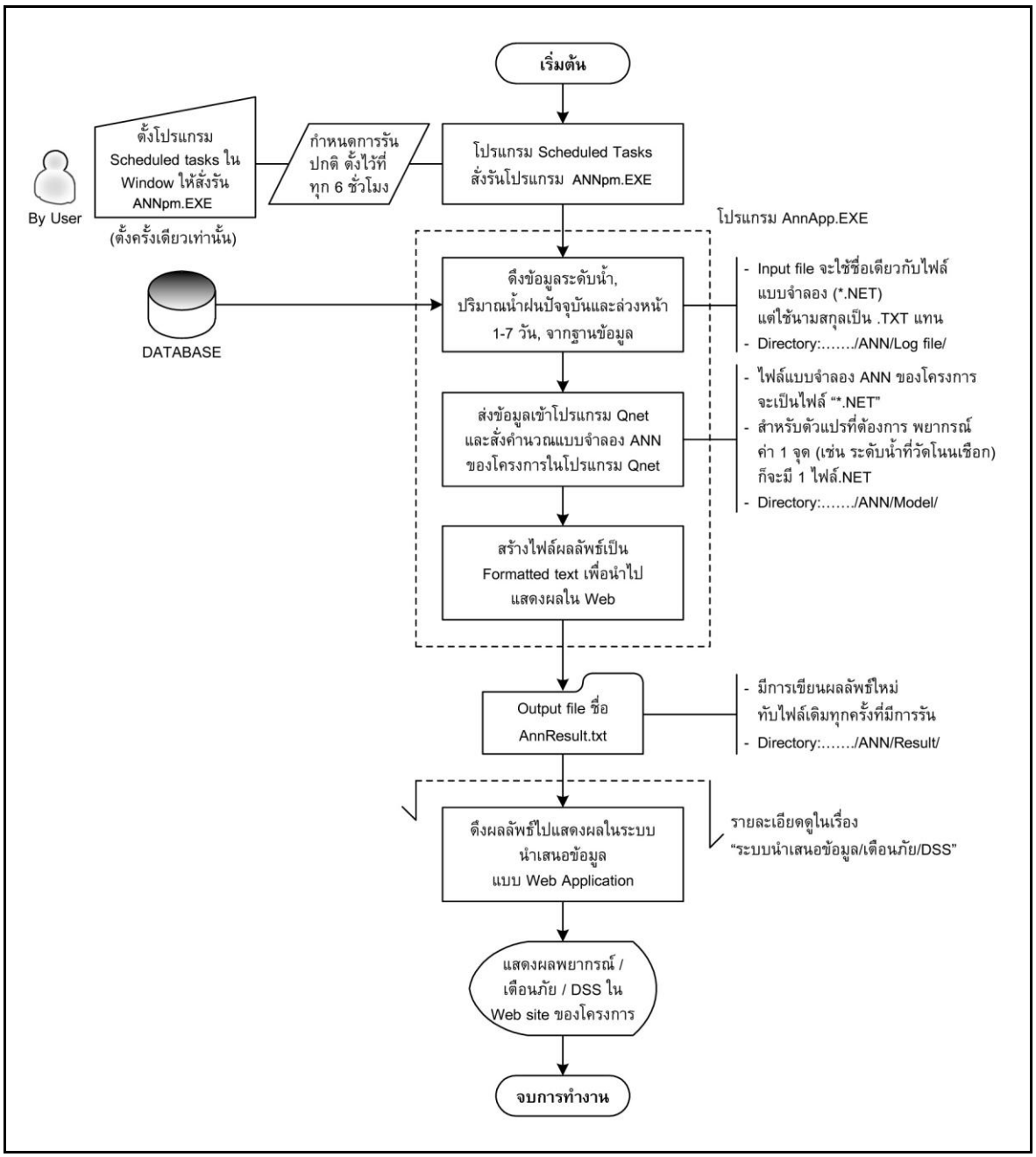
รูปที่ 3.3-1 ขั้นตอนการดำเนินการ และโปรแกรมที่เกี่ยวข้องในการทำงานของแบบจำลองทางชลศาสตร์ของโครงการ



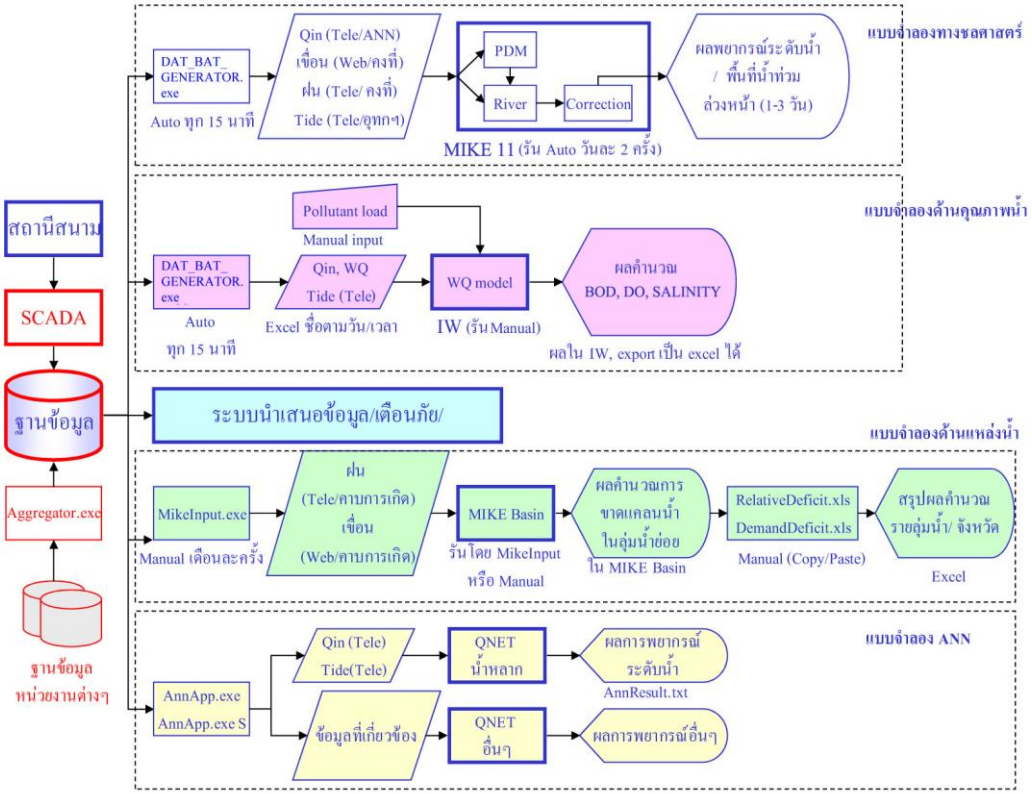
รูปที่ 3.3-2 ขั้นตอนการดำเนินการและโปรแกรมที่เกี่ยวข้องในการทำงานของแบบจำลองด้านคุณภาพน้ำของโครงการ



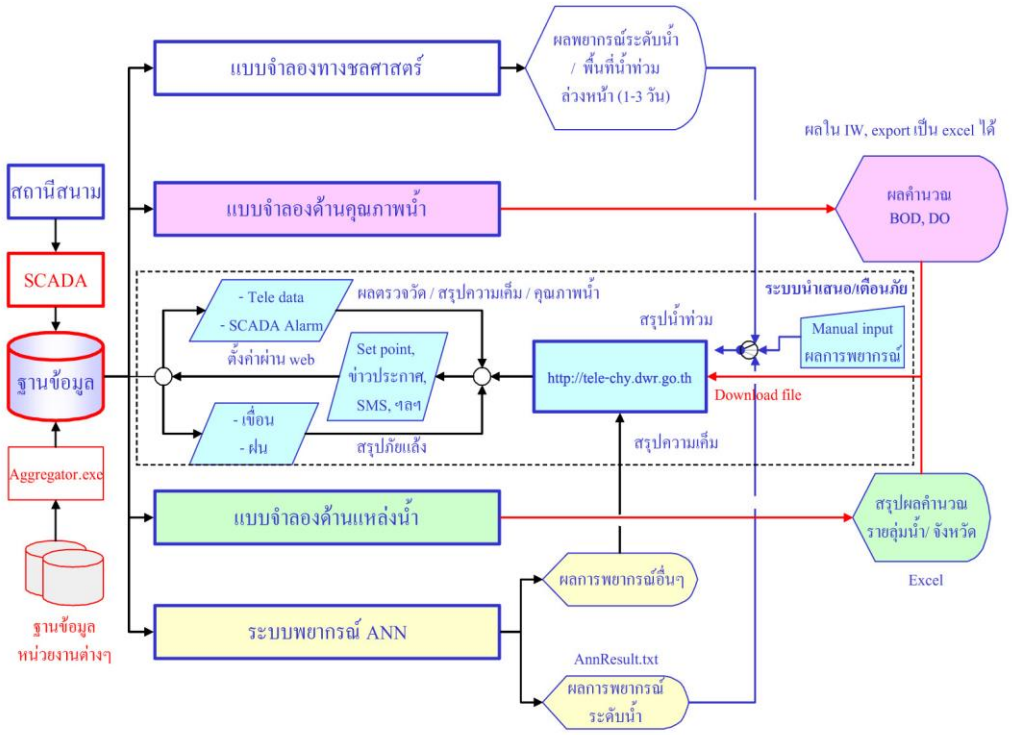
รูปที่ 3.3-3 ขั้นตอนการดำเนินการ และโปรแกรมที่เกี่ยวข้องในการทำงานของแบบจำลองด้านแหล่งน้ำของโครงการ



รูปที่ 3.3-4 ขั้นตอนการดำเนินการและโปรแกรมที่เกี่ยวข้องในการทำงานของระบบพยากรณ์แบบ ANN สำหรับการพยากรณ์ระดับน้ำ

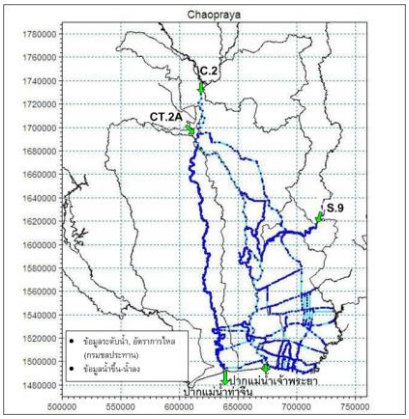


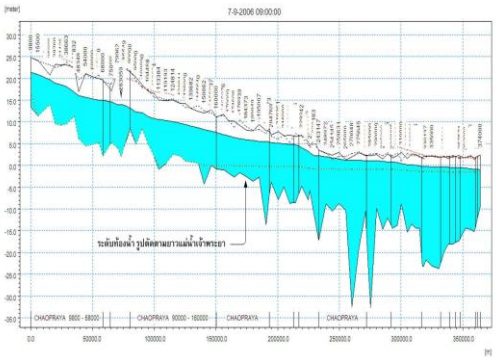
ระบบเชื่อมโยงกับแบบจำลองต่าง ๆ



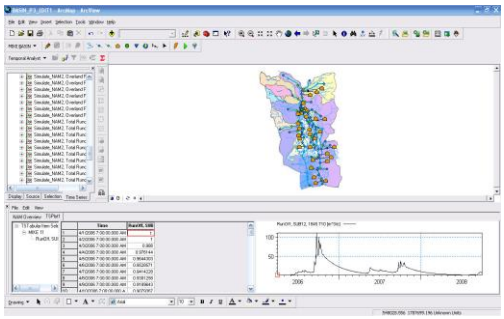
ระบบเชื่อมโยงกับระบบนำเสนอข้อมูล/เตือนภัย/DSS

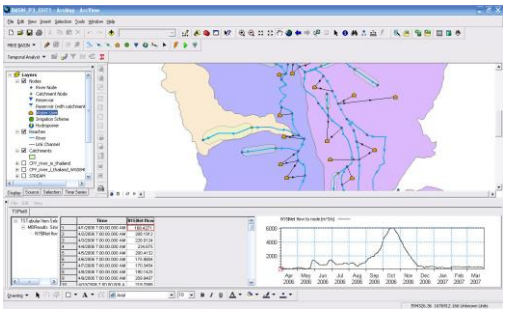
รูปที่ 3.3-5 ลักษณะของฐานข้อมูลและโปรแกรมที่เกี่ยวข้องในการทำงานกับระบบฐานข้อมูลของโครงการ



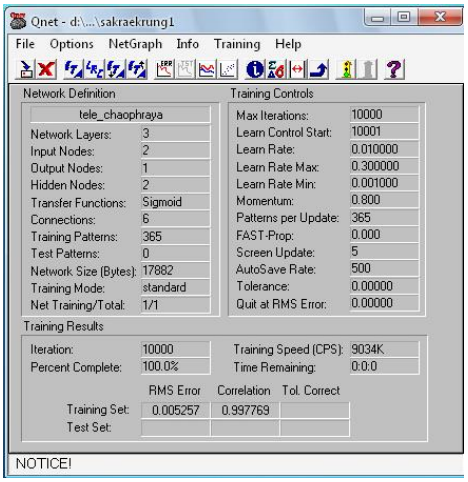


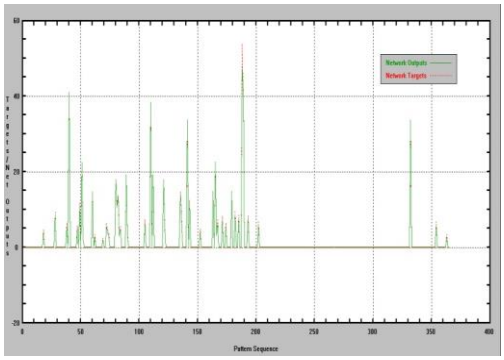
แบบจำลองทางชลศาสตร์





แบบจำลองด้านแหล่งน้ำ





ระบบพยากรณ์ ANN

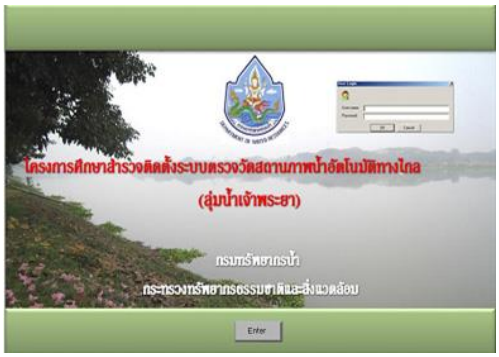
รูปที่ 3.3-6 ลักษณะของแบบจำลองคณิตศาสตร์ของโครงการ

3.4 ระบบ SCADA ฐานข้อมูล และระบบนำเสนอข้อมูล / เตือนภัย / DSS ของโครงการ

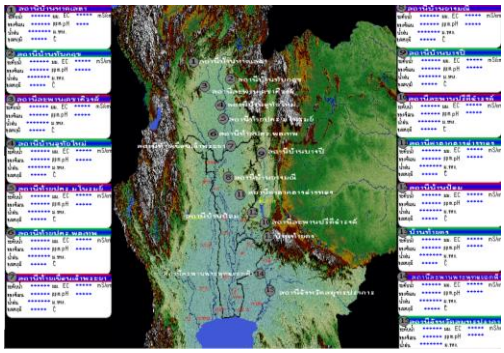
ระบบ SCADA ฐานข้อมูล และระบบนำเสนอข้อมูล/เตือนภัย/DSS ของโครงการเป็นระบบที่พัฒนาขึ้นให้ทำงานสอดคล้องกัน เพื่อเชื่อมโยงข้อมูล/ควบคุมสถานีสนามผ่านระบบสื่อสาร GPRS เชื่อมต่อกับแบบจำลองผ่านเครือข่าย LAN และเป็น Interface ในการติดต่อระหว่างระบบ Hardware/ Software ต่างๆ ของโครงการกับผู้ใช้งานผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ ทั้งภายในสถานีหลักและผ่านเครือข่าย Internet โดยมีการเชื่อมโยงกันระหว่างแต่ละระบบ ซึ่งประกอบด้วยระบบหลัก 6 ส่วน ได้แก่

- ระบบ SCADA
- ระบบฐานข้อมูลของโครงการ
- ระบบเชื่อมโยงข้อมูลกับแบบจำลองและโปรแกรมอื่นๆ
- ระบบเชื่อมโยงข้อมูลกับโครงการโทรมาตรในลุ่มน้ำเจ้าพระยา
- ระบบเชื่อมโยงข้อมูลกับศูนย์ป้องกันวิกฤติน้ำ
- ระบบจับภาพ ถ่ายทอดข้อมูล และบันทึกภาพ

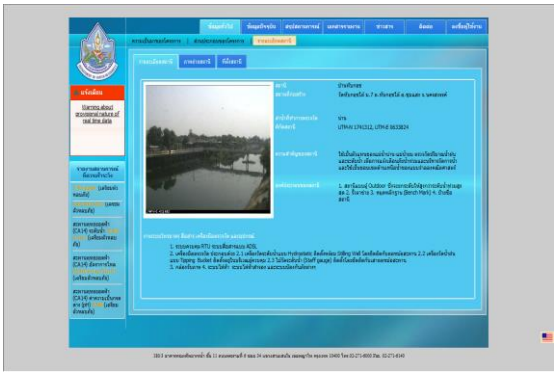
โดยแต่ละส่วนจะมีขีดความสามารถตามที่สรุปไว้ในตารางที่ 3.2.3-1 ร่วมกับ Hardware ที่ใช้ติดตั้งโปรแกรมดังกล่าว ส่วนลักษณะของ Interface ของระบบทั้งต่างๆ จะแสดงไว้ในรูปที่ 3.4-1



1) ระบบ Login (Username/Password)



2) หน้าหลัก

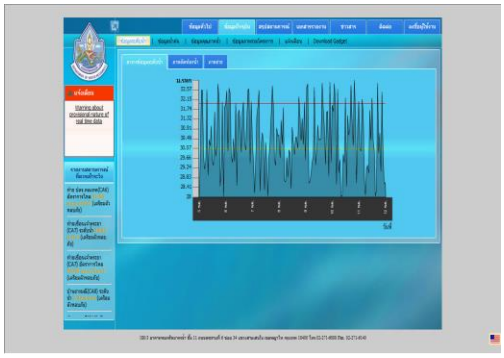


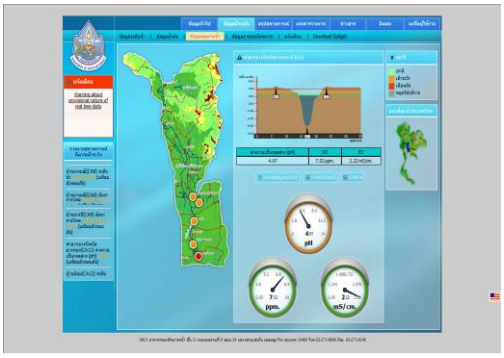
3) ข้อมูลสถานีสนาม

Date and Time	temperature	conductivity	do	pH	rain current	rainday
25/4/2010 16:24	32.6	0.31	-0.11	7.8	0	0
25/4/2010 16:39	32.62	0.31	-0.12	7.81	0	0
25/4/2010 16:54	32.51	0.31	-0.14	7.78	0	0
25/4/2010 17:09	32.34	0.31	-0.19	7.72	0	0
25/4/2010 17:24	32.3	0.31	-0.13	7.71	0	0
25/4/2010 17:39	32.03	0.31	-0.11	7.68	0	0
25/4/2010 17:54	32.17	0.31	-0.13	7.71	0	0
25/4/2010 18:09	32.21	0.31	0.82	7.72	0	0
25/4/2010 18:24	32.11	0.31	0.85	7.69	0	0
25/4/2010 18:39	32.07	0.31	0.89	7.69	0	0
25/4/2010 18:54	32.03	0.31	0.82	7.68	0	0
25/4/2010 19:09	32	0.31	0.87	7.68	0	0
25/4/2010 19:24	32.01	0.31	0.89	7.68	0	0
25/4/2010 19:39	32.01	0.31	0.81	7.67	0	0
25/4/2010 19:54	31.99	0.31	0.83	7.67	0	0
25/4/2010 20:09	31.97	0.31	0.87	7.68	0	0
25/4/2010 20:24	32.01	0.31	0.89	7.69	0	0
25/4/2010 20:39	32.01	0.31	0.81	7.69	0	0
25/4/2010 20:54	32.02	0.31	0.83	7.69	0	0
25/4/2010 21:09	32.05	0.31	0.85	7.7	0	0
25/4/2010 21:24	32.08	0.31	0.86	7.7	0	0
25/4/2010 21:39	32.12	0.31	0.88	7.71	0	0
25/4/2010 21:54	32.11	0.31	0.88	7.7	0	0
25/4/2010 22:09	32.14	0.31	0.8	7.71	0	0
25/4/2010 22:24	32.14	0.31	0.8	7.69	0	0
25/4/2010 22:39	32.12	0.31	0.81	7.69	0	0
25/4/2010 22:54	32.11	0.31	0.82	7.69	0	0
25/4/2010 23:09	32.06	0.31	0.83	7.69	0	0

4) การแสดงในรูปตาราง

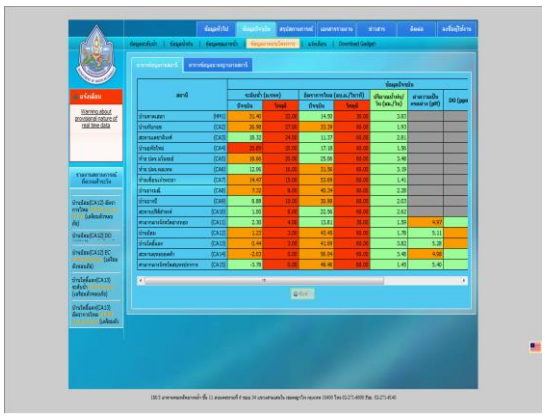
ระบบ SCADA





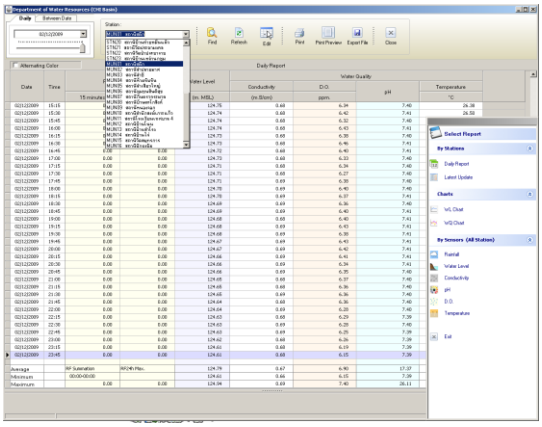
5) การแสดงผลในรูปกราฟ

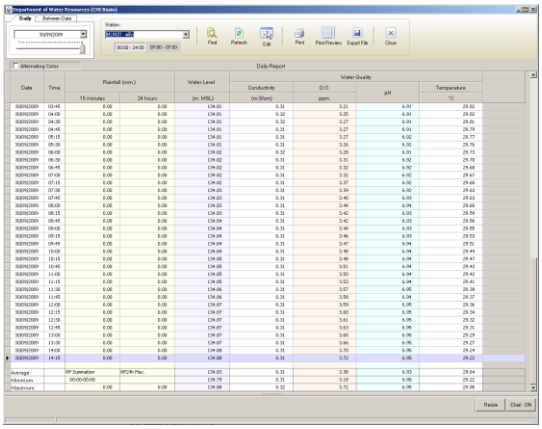
รูปที่ 3.4-1 ลักษณะของงานระบบ SCADA และระบบนำเสนอฯ ของโครงการ



6) Alarm/Event Summary

7) การตั้งค่าเตือนภัย





8) ระบบ Query ข้อมูล

รูปที่ 3.4-1 ลักษณะของงานระบบ SCADA และระบบนำเสนอฯ ของโครงการ (ต่อ)

3.5 การฝึกอบรม

หลังจากพัฒนา ทดสอบระบบต่างๆ ของโครงการแล้วเสร็จ ที่ปรึกษาฯได้จัดให้มีการฝึกอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับเจ้าหน้าที่กรมทรัพยากรน้ำ โดยแบ่งการดำเนินการออกเป็นกิจกรรมต่างๆ ได้ดังนี้

1) การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่กรมทรัพยากรน้ำ

ที่ปรึกษาฯได้จัดฝึกอบรมเจ้าหน้าที่กรมทรัพยากรน้ำขึ้น โดยมีเป้าหมายเพื่อให้เจ้าหน้าที่กรมฯ มีความเข้าใจลักษณะของระบบต่างๆ ของโครงการที่ได้พัฒนาขึ้น รวมทั้งสามารถใช้งาน ปรับแต่งและบำรุงรักษาระบบต่างๆ ต่อไปได้ ทั้งนี้ได้แยกการฝึกอบรมออกเป็นหัวข้อต่างๆ ดังนี้

1.1) การฝึกอบรมการใช้งานแบบจำลองทางชลศาสตร์, คุณภาพน้ำ และบำรุงรักษาอุปกรณ์เครื่องมือวัดและควบคุม ในวันที่ 19 พฤษภาคม 2553 ณ ส่วนอุทกวิทยา สำนักงานทรัพยากรน้ำภาค 2 จังหวัดนครสวรรค์ โดยมีการอบรมโปรแกรม MIKE11, โปรแกรม MIKE BASIN และ โปรแกรม Qnet2000 รวมถึงสาธิตการใช้งานและบำรุงรักษาจริงที่สถานีสนามด้วย

1.2) การฝึกอบรมการใช้งานแบบจำลองทางชลศาสตร์และคุณภาพน้ำ โปรแกรม MIKE11, โปรแกรม MIKE BASIN ในวันที่ 25 พฤษภาคม 2553 ณ. กรมทรัพยากรน้ำ กรุงเทพมหานคร

1.3) การฝึกอบรมการใช้งานระบบพยากรณ์แบบ ANN โปรแกรม Qnet2000 ในวันที่ 25 พฤษภาคม 2553 ณ. กรมทรัพยากรน้ำ กรุงเทพมหานคร

1.4) การฝึกอบรมการใช้งานระบบ SCADA ฐานข้อมูล ระบบนำเสนอข้อมูล / เตือนภัย / DSS ในวันที่ 25 พฤษภาคม 2553 ณ. กรมทรัพยากรน้ำ กรุงเทพมหานคร

2) การจัดทำคู่มือ

ในการฝึกอบรมทุกหัวข้อ ตามข้อ 1) ที่ปรึกษาฯได้มีการจัดทำคู่มือประกอบการใช้งานระบบ เพื่อประกอบการฝึกอบรมในหัวข้อนั้นๆ ด้วย โดยเจ้าหน้าที่กรมฯ สามารถนำคู่มือดังกล่าวไปใช้ประกอบการทำงานต่อไปในอนาคตได้

3.6 การประชาสัมพันธ์

ในช่วงการดำเนินงานโครงการ ได้มีการจัดการประชาสัมพันธ์โครงการขึ้น 2 ครั้ง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การประชาสัมพันธ์ปฐมนิเทศโครงการ

เป็นการประชาสัมพันธ์เพื่อนำเสนอวัตถุประสงค์ และรายละเอียดของโครงการ รวมทั้งรับฟังความคิดเห็นเกี่ยวกับโครงการจากหน่วยงานและประชาชนในพื้นที่ จัดขึ้นในวันที่ 3 กันยายน 2552 เวลา 09.00 ถึง 12.00 น. ณ โรงแรมอยุธยาแกรนด์ อำเภอเมือง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยมีการเชิญผู้เข้าร่วมประชุม 200 คน และมีผู้เข้าร่วมประชุม 156 คน

โดยในงานได้มีการจัดทำแผ่นพับพร้อมซองเอกสารประชาสัมพันธ์ เพื่อแจกให้กับผู้เข้าร่วมประชุม จำนวน 500 ชุด

2) การประชาสัมพันธ์ปิดโครงการ

เป็นการประชาสัมพันธ์เพื่อนำเสนอผลการดำเนินงานโครงการ และการแนะนำแนวทางการใช้ประโยชน์จากโครงการ จัดขึ้นในวันที่ 14 พฤษภาคม 2553 เวลา 09.00 ถึง 12.00 น. ณ ห้องกรุงศรีอยุธยา 1 โรงแรมกรุงศรีริเวอร์ อำเภอเมือง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยมีการเชิญผู้เข้าร่วมประชุม 200 คน และมีผู้เข้าร่วมประชุม 130 คน

โดยในงานได้มีการจัดทำแผ่นพับพร้อมซองเอกสารประชาสัมพันธ์ เพื่อแจกให้กับผู้เข้าร่วมประชุม จำนวน 500 ชุด

บทที่ 4
การศึกษาแนวทางการบริหารจัดการน้ำและเตือนภัยในพื้นที่โครงการ

4.1 ทั่วไป

นอกจากงานก่อสร้างและพัฒนาแบบจำลองรวมทั้งโปรแกรมต่างๆ แล้ว ในโครงการนี้ยังได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการบริหารจัดการน้ำและเกณฑ์การเตือนภัยในพื้นที่ โดยใช้แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นร่วมกับข้อมูลตรวจวัดและรายงานสภาพปัญหาด้านน้ำที่เกิดขึ้นจริงในพื้นที่ เพื่อให้กรมฯสามารถใช้เป็นแนวทาง ในการบริหารจัดการด้านทรัพยากรน้ำแบบบูรณาการ ทั้งด้านน้ำท่วม ภัยแล้ง และคุณภาพน้ำต่อไป โดยหัวข้อที่ทำการศึกษา ประกอบด้วย

1) การบริหารจัดการน้ำในฤดูน้ำหลาก

1.1) การวิเคราะห์ระยะเวลาการเดินทางของน้ำในลำน้ำ
1.2) เกณฑ์การเตือนภัยน้ำท่วม
1.3) แนวทางการบริหารจัดการน้ำในฤดูน้ำหลาก
1.4) การวิเคราะห์คาบการเกิดของฝนสำหรับพยากรณ์น้ำหลาก

2) การบริหารจัดการคุณภาพน้ำ

2.1) ปริมาณสารมลพิษจากแหล่งกำเนิด
2.2) การประเมินปริมาณสารมลพิษที่ลงสู่ลำน้ำ
2.3) ความสามารถในการรองรับสารมลพิษของลำน้ำ
2.4) เกณฑ์การเตือนภัยคุณภาพน้ำ
2.5) แนวทางการบริหารจัดการน้ำในด้านคุณภาพน้ำ

3) การบริหารจัดการน้ำในช่วงฤดูแล้ง

3.1) ความต้องการน้ำ
3.2) คาบการเกิดของฝน เพื่อประกอบการพิจารณาด้านการบริหารจัดการน้ำ
3.3) เปรียบเทียบผลการคำนวณกับรายงานความขาดแคลน/ความเสียหายจากภัยแล้งของหน่วยงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (ปภ.)

โดยมีรายละเอียดในแต่ละหัวข้อมีดังนี้

4.2 การบริหารจัดการน้ำในฤดูน้ำหลาก

การบริหารจัดการน้ำในฤดูน้ำหลาก จะแบ่งการศึกษาออกเป็น 4 ส่วนหลัก ได้แก่

1) ระยะเวลาการเดินทางของน้ำในลำน้ำ
2) เกณฑ์การเตือนภัยน้ำท่วม
3) แนวทางการบริหารจัดการน้ำในฤดูน้ำหลาก
4) การวิเคราะห์คาบการเกิดของฝนสำหรับพยากรณ์น้ำหลาก

รายละเอียดผลการศึกษาในแต่ละส่วน มีดังนี้

4.2.1 การวิเคราะห์ระยะเวลาการเดินทางของน้ำในลำน้ำ

เป็นการศึกษาหาระยะเวลาการเดินทางของน้ำในลำน้ำ โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาบริหารจัดการน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการเตรียมการรองรับสภาพ น้ำหลาก โดยพิจารณาจากอัตราการไหลที่วัดได้จากการตรวจวัดระดับน้ำที่สถานีโทรมาตรด้านต้นน้ำ ผู้บริหารจะสามารถประมาณได้ว่ามวลน้ำดังกล่าวจะไปถึงจุดที่สนใจด้านท้ายน้ำในเวลาเท่าไร

จากการวิเคราะห์หาสภาพการไหลในลำน้ำช่วงต่างๆ ของแม่น้ำเจ้าพระยา ที่อยู่ในพื้นที่โครงการ โดยใช้แบบจำลอง สามารถคำนวณหาระยะเวลาการเดินของน้ำที่ค่าอัตราการไหลในปริมาณสูง ปานกลาง และน้อย ทั้งนี้ค่าอัตราการไหลสูง ปานกลาง และน้อย พิจารณาจากเหตุการณ์น้ำหลากที่เกิดขึ้นในช่วงระหว่างวันที่ 1 สิงหาคม ถึง 30 พฤศจิกายน 2549 ซึ่งเป็นปีที่เกิดน้ำท่วมสูงในพื้นที่โครงการ

4.2.2 เกณฑ์การเตือนภัยน้ำท่วม

สภาพการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่โครงการฯ มี 2 ลักษณะ คือ (1) การเกิดน้ำท่วมเนื่องจากปริมาณน้ำในลำน้ำสูงมากจนเอ่อล้นตลิ่ง และ (2) การเกิดน้ำท่วมเนื่องจากปริมาณฝนตกมากในพื้นที่จนทำให้ไม่สามารถระบายน้ำออกจากพื้นที่ได้ทัน ดังนั้นในการศึกษาหาเกณฑ์การเตือนภัยน้ำท่วมของโครงการจึงได้มีการแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ลักษณะ คือ (1) การศึกษาเกณฑ์การเตือนภัยน้ำท่วมล้นตลิ่ง และ (2) การศึกษาเกณฑ์ปริมาณน้ำฝนเตือนภัยน้ำท่วมในพื้นที่ โดยผลการศึกษามีรายละเอียด ดังนี้

4.2.2.1 เกณฑ์การเตือนภัยน้ำท่วมล้นตลิ่ง

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลรูปตัดลำน้ำ ข้อมูลสภาวะน้ำท่วม ข้อมูลสถิติระดับน้ำจากสถานีวัดน้ำที่อยู่ภายในพื้นที่โครงการฯ ของหน่วยงานต่างๆ ข้อมูลการสำรวจสภาวะน้ำท่วมในอดีตที่รวบรวมได้ ข้อมูลรายงานสรุปสถานการณ์อุทกภัยภายในพื้นที่โครงการฯของกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยและจากรายงานข่าวสถานการณ์น้ำท่วมต่างๆ ประกอบกับการจำลองสภาพการไหลของน้ำหลากในแม่น้ำเจ้าพระยาด้วยแบบจำลองทางชลศาสตร์ ทำให้สามารถวิเคราะห์ระดับน้ำที่ทำให้เกิดน้ำท่วมของสถานีโทรมาตร และจากค่าระดับน้ำท่วมของสถานีโทรมาตรที่ได้ นำไปใช้ตั้งค่าที่ใช้เตือนภัยการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ริมแม่น้ำ ในช่วงต่างๆ โดยจะพิจารณาร่วมกับเกณฑ์การเตือนภัยของสถานีวัดท่าของกรมชลประทานด้าน

ต้นน้ำและท้ายน้ำของตำแหน่งสถานีโทรมาตรโครงการ ดังตารางที่ 4.2.2-1 เพื่อปรับให้เป็นเกณฑ์การเตือนภัยน้ำท่วม ณ ตำแหน่งสถานีโทรมาตรของโครงการตามที่สรุปเบื้องต้นได้ดังตารางที่ 4.2.2-2

4.2.2.2 เกณฑ์ปริมาณน้ำฝนเตือนภัยน้ำท่วมในพื้นที่

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลรูปตัดลำน้ำ ข้อมูลสภาวะน้ำท่วม ข้อมูลสถิติระดับน้ำจากสถานีวัดน้ำที่อยู่ภายในพื้นที่โครงการฯ ของหน่วยงานต่างๆ ข้อมูลการสำรวจสภาวะน้ำท่วมในอดีตที่รวบรวมได้ ข้อมูลรายงานสรุปสถานการณ์อุทกภัยภายในพื้นที่โครงการฯ ของกรมการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย และจากรายงานข่าวสถานการณ์น้ำท่วมต่างๆ ประกอบกับการจำลองสภาพการไหลของน้ำหลากในแม่น้ำเจ้าพระยาด้วยแบบจำลองทางชลศาสตร์ ทำให้สามารถวิเคราะห์ระดับน้ำที่ทำให้เกิดน้ำท่วมของสถานีโทรมาตร และจากค่าระดับน้ำท่วมของสถานีโทรมาตรที่ได้ นำไปใช้ตั้งค่าที่ใช้เตือนภัยการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ริมแม่น้ำ ในช่วงต่างๆ โดยจะพิจารณาร่วมกับเกณฑ์การเตือนภัยของสถานีวัดน้ำท่าของกรมชลประทานด้านต้นน้ำและท้ายน้ำของตำแหน่งสถานีโทรมาตรโครงการ เพื่อปรับให้เป็นเกณฑ์การเตือนภัยน้ำท่วม ณ. ตำแหน่งสถานีโทรมาตรของโครงการฯ โดยเกณฑ์เตือนภัยที่ตั้งแบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ

(1) ระดับวิกฤต (CRi) เป็นค่าระดับน้ำที่ทำให้เกิดน้ำท่วมล้นตลิ่งที่บริเวณพื้นที่ตั้งสถานี โดยใช้ค่าระดับน้ำที่ความสูง 90% ขอระดับพื้นที่ที่อยู่ด้านหลังตลิ่งฝั่งที่ต่ำที่สุด

(2) ระดับเตือนภัย (Hi) เป็นค่าระดับน้ำเตือนภัยล่วงหน้าก่อนที่จะเกิดน้ำท่วมล้นตลิ่ง โดยใช้ค่าระดับน้ำที่ความสูง 80% ขอระดับพื้นที่ที่อยู่ด้านหลังตลิ่งฝั่งที่ต่ำที่สุด

นอกจากนี้ ในโครงการนี้ยังได้ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับเหตุการณ์น้ำท่วมในพื้นที่ตำบลริมน้ำที่สามารถใช้ระดับน้ำจากสถานีโทรมาตรเป็นตัวแทนได้ทั้งนี้เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการเตือนภัยให้ครอบคลุมพื้นที่มากขึ้น ทั้งนี้ค่าเตือนภัยนี้สามารถทำการปรับเปลี่ยนใหม่ (Update) ให้เหมาะสมสอดคล้องกับเหตุการณ์น้ำท่วมที่จะเกิดขึ้นได้ในอนาคตและข้อมูลสถิติระดับน้ำจากสถานีโทรมาตรของโครงการฯ เมื่อสถานีถูกติดตั้งแล้วเสร็จ และได้จัดเก็บข้อมูลระดับน้ำ และเหตุการณ์น้ำท่วมไว้เพียงพอแล้ว (อย่างน้อย 1 ฤดูกาล)

4.2.3 เกณฑ์การเตือนภัยน้ำท่วม

จากผลการศึกษาระยะเวลาการเดินทางของน้ำในลำน้ำ และหาเกณฑ์การเตือนภัยน้ำท่วมทั้งเนื่องจากน้ำเอ่อล้นตลิ่งลำน้ำ และปริมาณฝนตกมากในพื้นที่ ดังกล่าวไว้ในหัวข้อที่ผ่านมา จะสามารถนำผลการศึกษานี้มาใช้ประกอบการบริหารจัดการน้ำหลากในพื้นที่โครงการฯ เพื่อบรรเทาปัญหาน้ำท่วม และลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนในพื้นที่ได้ ดังมีรายละเอียดดังนี้

1) จากผลการศึกษาระยะเวลาการเดินทางของน้ำในลำน้ำ และสามารถแสดงแผนผังเส้นทางการเดินทางของน้ำในพื้นที่โครงการฯ ระยะเวลาการเดินทาง ของน้ำ และอัตราการไหลเฉลี่ยในช่วงฤดูน้ำหลากตามลำน้ำ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้นอกจากจะเป็นประโยชน์ในการพยากรณ์หาระยะเวลาการเคลื่อนตัวของน้ำหลากจากทางด้านต้นน้ำมายังท้ายน้ำได้

2) ในกรณีที่มีปริมาณน้ำหลากมาเป็นจำนวนมาก จนก่อให้เกิดปัญหาน้ำท่วมขึ้น แม้ว่าจะใช้มาตรการบริหารจัดการน้ำในหัวข้อที่ 1) ข้างต้นแล้วก็ตาม มาตรการถัดมาที่จะนำมาใช้บรรเทาปัญหาอุทกภัยได้ ก็คือ การแจ้งเตือนภัยล่วงหน้าก่อนที่จะเกิดน้ำท่วมขึ้นในพื้นที่ส่วนต่างๆ ซึ่งมาตรการนี้จะต้องอาศัยทั้งข้อมูลตรวจวัดปริมาณน้ำฝนและระดับน้ำ ณ สถานี โทรมาตรของโครงการฯ ใช้ประกอบกับข้อมูลเกณฑ์เตือนภัยน้ำท่วมทั้งที่เกิดเนื่องจากระดับน้ำล้นตลิ่ง และปริมาณฝนตกมากในพื้นที่ ซึ่งในมาตรการนี้จะอาศัยระบบโทรมาตรของโครงการฯ ในการตรวจสอบค่าระดับน้ำ และปริมาณน้ำฝน ที่สถานีโทรมาตรต่างๆ เทียบกับเกณฑ์เตือนภัยระดับน้ำท่วมล้นตลิ่ง และปริมาณน้ำฝนเตือนภัยน้ำท่วมในพื้นที่ และระบบโทรมาตรก็จะทำหน้าที่แจ้งเตือนภัยในพื้นที่ที่จะเกิดน้ำท่วมได้อย่างอัตโนมัติเมื่อระดับน้ำในลำน้ำ หรือปริมาณน้ำฝนมีค่าถึงเกณฑ์เตือนภัย ซึ่งจะทำให้ประชาชนในพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมสามารถอพยพเคลื่อนย้ายทรัพย์สินออกนอกพื้นที่ได้อย่างทันท่วงที รวมทั้งระบุหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่ที่ควรแจ้งเตือนภัยเพื่อให้หน่วยงานดังกล่าวเตรียมพร้อมรับสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นต่อไป

4.2.4 การวิเคราะห์คาบการเกิดของฝนสำหรับพยากรณ์น้ำหลาก

ในการคำนวณโดยใช้ระบบพยากรณ์น้ำหลาก (Flood Forecast) นอกจากปริมาณฝนล่วงหน้าที่ดึงข้อมูลจาก WRF ในการทำงานแบบอัตโนมัติแล้ว ผู้ใช้งานยังสามารถระบุแนวโน้มและความสัมพันธ์ของชุดข้อมูลน้ำฝนได้เอง (Manual / User) หรือสามารถเลือกใช้ค่าฝนพยากรณ์จากฝนออกแบบที่วิเคราะห์ขึ้นในหัวข้อนี้ เพื่อพยากรณ์น้ำหลาก

ปริมาณฝนที่ตกในพื้นที่ถือเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมชลศาสตร์ในลำน้ำสายหลัก และขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม โดยเฉพาะในบริเวณพื้นที่ต้นน้ำ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงได้มุ่งเน้นวิเคราะห์ปริมาณฝนเพื่อนำไปใช้สำหรับพยากรณ์สถานการณ์น้ำล่วงหน้า อีกทั้งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในระบบ DSS ของโครงการ กล่าวคือ ผู้ใช้สามารถเลือกรัน Scenario ที่ปริมาณฝนต่างๆ เช่น ปริมาณฝนกรณีมีพายุเข้า เพื่อดูว่าสภาพน้ำท่วมจะเป็นอย่างไรได้ล่วงหน้าก่อนที่พายุจะเข้าจริง

การสังเคราะห์ปริมาณฝนที่คาบการเกิดต่างๆ เพื่อใช้ประกอบการวิเคราะห์น้ำหลากจะใช้วิธี Keifer and choo ซึ่งอาศัยข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน - ช่วงเวลาฝนตก - ความถี่การเกิด (IDF Curve) ของสถานีฝนในพื้นที่เป็นหลัก

4.3 การศึกษาด้านการบริหารจัดการคุณภาพน้ำ

ในการศึกษาด้านการบริหารจัดการคุณภาพน้ำจะมีงานศึกษาที่เกี่ยวข้องดังนี้คือ

1) การศึกษาปริมาณสารมลพิษที่ลงสู่ลำน้ำ ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองด้านคุณภาพน้ำ

2) การศึกษาปริมาณสารมลพิษจากแหล่งกำเนิด เพื่อเป็นข้อมูลในการเปรียบเทียบกับปริมาณสารมลพิษที่ลงสู่ลำน้ำ เพื่อพิจารณาภาพรวมในด้านการลดมลพิษจากแหล่งกำเนิดที่จะลงสู่ลำน้ำว่าเป็นอย่างไร

3) การศึกษาความสามารถในการรองรับสารมลพิษของลำน้ำ (Carrying Capacity) เป็นการศึกษาเพื่อประเมินว่าลำน้ำสามารถรองรับปริมาณสารมลพิษได้ถึงระดับใดจึงจะทำให้คุณภาพน้ำเสื่อมโทรมเกินกว่าค่ามาตรฐานที่ตั้งไว้ในกรณีที่ค่า Carrying Capacity มีค่าใกล้เคียงกับปริมาณสารมลพิษที่ลงสู่ลำน้ำ ในปัจจุบันก็ควรมีมาตรการฟื้นฟูคุณภาพน้ำในลำน้ำ เช่น การเร่งลดปริมาณสารมลพิษที่ลงสู่ลำน้ำ

ผลการศึกษาในแต่ละข้อจะมีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 การศึกษาปริมาณสารมลพิษ ณ แหล่งกำเนิด

ในการศึกษานี้แหล่งกำเนิดมลพิษทางน้ำสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1) แหล่งกำเนิดที่แน่นอน (Point Sources) ได้แก่ ชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม ฟาร์มเลี้ยงสุกร และพื้นที่ประมง
2) แหล่งกำเนิดที่ไม่แน่นอน (Non-Point Sources) ได้แก่ พื้นที่เกษตรกรรมต่าง ๆ อาทิ นาข้าว สวนผัก สวนผลไม้ ป่าไม้ ทุ่งหญ้า และพื้นที่ว่างเปล่า เป็นต้น

4.3.2 สรุปปริมาณความสกปรกรวม

ปัจจุบันปริมาณความสกปรกทั้งหมดที่เกิดขึ้นในลุ่มน้ำเจ้าพระยาประมาณ 370,296 กิโลกรัม/วัน เกิดจากแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทชุมชนมากที่สุดประมาณ 278,327 กิโลกรัม/วัน รองลงมาเป็นพื้นที่เกษตรกรรม โรงงานอุตสาหกรรม พื้นที่ประมง และฟาร์มเลี้ยงสุกร ประมาณ 44,586, 24,592, 12,649 และ 10,142 กิโลกรัม/วัน ตามลำดับ นอกจากนี้เมื่อพิจารณาลุ่มน้ำเจ้าพระยาออกเป็นลุ่มน้ำย่อย ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 49 ลุ่มน้ำย่อยดังที่ได้กล่าวไว้แล้ว พบว่าลุ่มน้ำย่อยที่มีความสกปรกในรูปภาระ บีโอดี มากที่สุด คือ ลุ่มน้ำย่อยที่ 26 (กรุงเทพมหานคร) ประมาณ 84,040 กิโลกรัม/วัน รองลงมา คือลุ่มน้ำย่อยที่ 24 และลุ่มน้ำย่อยที่ 28 ประมาณ 74,199 และ 24,434 กิโลกรัม/วัน ตามลำดับ

จากผลการรวบรวมข้อมูลปริมาณความสกปรกทั้งหมดจึงได้กำหนดระดับความสกปรกในรูปภาระ บีโอดี ลงในแผนที่ทางภูมิศาสตร์ (GIS) เป็นผังภาพระดับความสกปรกในรูปภาระ บีโอดี รวม (Total BOD Loading) ที่เกิดจากแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทต่าง ๆ ได้แก่ ชุมชน โรงงานอุตสาหกรรมฟาร์มเลี้ยงสุกร พื้นที่ประมง และพื้นที่เกษตรกรรม ในลุ่มน้ำเจ้าพระยา พร้อมทั้งแสดงผลเปรียบเทียบกับลุ่มน้ำในการศึกษาของโครงการ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551-2571 ดังแสดงในรูปที่ 4.3.3-2 เมื่อพิจารณาแนวโน้มปริมาณความสกปรกในรูปภาระบีโอดี ในอนาคตของลุ่มน้ำเจ้าพระยาเปรียบเทียบกับลุ่มน้ำอื่น ๆ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551-2571 พบว่า ลุ่มน้ำเจ้าพระยาจะมีปริมาณความสกปรกสูงเป็นอันดับ 1 และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตั้งแต่เจ้าพระยาตอนบนจนถึงเจ้าพระยาตอนล่าง โดยแหล่งกำเนิดมลพิษที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นที่เด่นชัด ได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรม เกษตรกรรม และพื้นที่ประมง มีอัตราการเพิ่มขึ้นของความสกปรกมีค่าเฉลี่ยประมาณร้อยละ 0.04 ต่อปี แม้ว่ากรมโรงงานอุตสาหกรรมจะมีประกาศ เรื่อง มาตรการควบคุมปริมาณความสกปรกของน้ำทิ้งจากภาคอุตสาหกรรม เพื่อฟื้นฟูคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา วันที่ 25 มิถุนายน พ.ศ. 2551 สำหรับโรงงานที่อยู่ในเขต 9 จังหวัด (จังหวัดนครสวรรค์ ชัยนาท สิงห์บุรี อ่างทอง พระนครศรีอยุธยา ปทุมธานี นนทบุรี สมุทรปราการ และกรุงเทพมหานคร) ให้มีการควบคุมไม่ให้มีการระบายน้ำทิ้งลงสู่แม่น้ำ

เจ้าพระยาทั้งทางตรงและทางอ้อม ซึ่งประกาศฉบับนี้มีผลบังคับใช้กับโรงงานที่ก่อตั้งใหม่เท่านั้น ส่วนโรงงานที่ดำเนินการอยู่แล้วก่อนประกาศจะไม่สามารถมีผลบังคับใช้ได้ ซึ่งเท่ากับว่าความสกปรกในรูปภาระบีโอดี จากโรงงานอุตสาหกรรมยังคงมีอยู่ไม่น้อยไปกว่าเดิมในปัจจุบัน ดังนั้นคุณภาพน้ำของลุ่มน้ำเจ้าพระยาในอนาคต (20 ปี) จึงมีความเป็นไปได้ที่คุณภาพน้ำจะเสื่อมโทรมลงหากยังไม่มีการจัดการด้วยวิธีที่เหมาะสม

4.3.3 เกณฑ์การเตือนภัยคุณภาพน้ำ

ระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำของโครงการจะประกอบด้วยชุดอุปกรณ์ตรวจวัดคุณภาพน้ำแบบต่อเนื่องสำหรับติดตามตรวจวัดดัชนีคุณภาพน้ำที่สำคัญที่สามารถสะท้อนถึงสถานภาพด้านคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำ ได้แก่ อุณหภูมิน้ำ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) และความนำไฟฟ้า (EC)

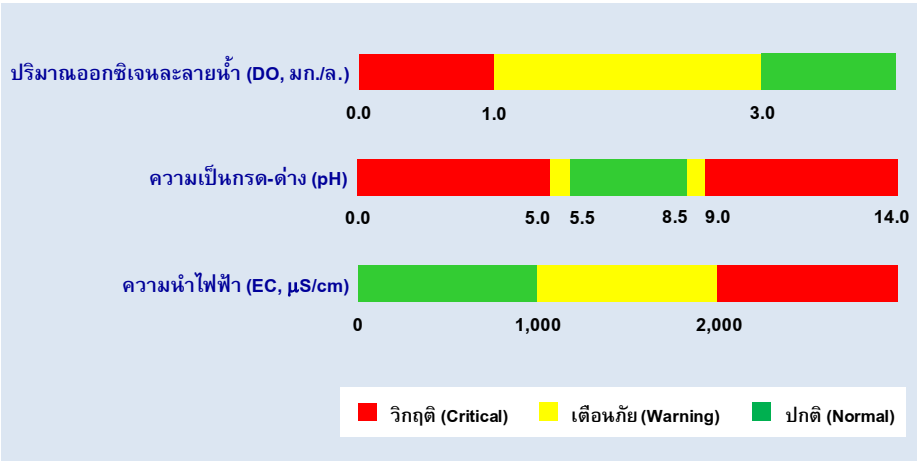
ในการกำหนดเกณฑ์การเตือนภัยคุณภาพน้ำในแต่ละดัชนีนั้น มีปัจจัยสำคัญที่นำมาพิจารณาประกอบกัน ได้แก่

(1) เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำ ตามประกาศกรมควบคุมมลพิษ เรื่อง กำหนดประเภทของแหล่งน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยา เป็น*แหล่งน้ำประเภท*ที่ 2, 3 และ 4

(2) สถานการณ์คุณภาพน้ำในปัจจุบัน โดยพิจารณาจากสถิติข้อมูลตรวจวัดคุณภาพน้ำที่ผ่านมาตามที่แสดงไว้ในบทที่ 2

(3) ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของดัชนีคุณภาพน้ำที่เกิดขึ้นโดยปกติในรอบวันหรือตามฤดูกาล เพื่อประเมินช่วงการผันแปรที่เหมาะสม และป้องกันการเกิดปัญหา False Alarm ในการปฏิบัติงานจริง

จากเกณฑ์การพิจารณาที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปเป็นเกณฑ์การเตือนภัยคุณภาพน้ำของโครงการได้ตามรูปที่ 4.3.3-1



รูปที่ 4.3.3-1 เกณฑ์คุณภาพน้ำที่ใช้ในการเตือนภัย

4.3.4 แนวทางบริหารจัดการน้ำในด้านคุณภาพน้ำ

จากผลการรวบรวมข้อมูลด้านการจัดการคุณภาพน้ำรวมทั้งการศึกษามลพิษลงสู่ลำน้ำและ Carrying Capacity ของลำน้ำในหัวข้อที่ผ่านมา คณะผู้ศึกษาสามารถสรุปแนวทางการดำเนินการในส่วนของกรมทรัพยากรน้ำในด้านคุณภาพน้ำได้ดังนี้

1. จากการมีระบบโทรมาตรของโครงการ จะทำให้กรมฯสามารถติดตามสถานการณ์คุณภาพน้ำในลำน้ำหลักของโครงการได้ และในกรณีที่ตรวจพบปัญหาก็สามารถแจ้งเตือนไปยังหน่วยงานที่รับผิดชอบด้านคุณภาพน้ำในพื้นที่ ซึ่งได้แก่ สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (ทสจ.) ในพื้นที่ เพื่อเตรียมรับสถานการณ์ได้

2. การนำแบบจำลองไปใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาคุณภาพน้ำในพื้นที่โครงการ นอกเหนือจากการแจ้งเตือนภัยตามข้อ 1 แล้ว เจ้าหน้าที่ของกรมฯ ยังสามารถนำแบบจำลองไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์แนวทางแก้ไขปัญหาด้านคุณภาพน้ำในลักษณะอื่นๆ ได้อีก กล่าวคือ

ในกรณีที่มีรายงานร้องเรียนปัญหาคุณภาพน้ำขึ้น และได้มีการตรวจสอบแหล่งที่มาของมลพิษแล้วว่ามาจากที่ใด รวมถึงได้มีการตรวจวัดค่า DO และ BOD ในลำน้ำบริเวณที่เกิดปัญหา ก็สามารถใช้แบบจำลองประเมินผลกระทบต่อคุณภาพน้ำที่จะตามมาทางด้านท้ายหรือเหนือจุดปล่อยมลพิษได้ โดยการกำหนด Pollution Source เพิ่มเติมในแบบจำลอง โดยเลือก Node ที่ใกล้เคียงกับแหล่งกำเนิดมลพิษมากที่สุด และใส่ปริมาณสารมลพิษ (ในรูป BOD) ตามที่ตรวจวัดในแบบจำลองเพื่อจำลองสภาพปัญหาที่ทำให้ค่า DO ในน้ำลดลง ได้ ซึ่งผลที่ได้จากแบบจำลองจะทำให้ทราบได้ว่าจะเกิดผลกระทบไปตามลำน้ำเป็นระยะทางเท่าไร ถ้าจะใช้น้ำจากต้นน้ำมาเจือจาง/ผลักดันจะต้องใช้ปริมาณเท่าไร และสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปแจ้งเตือนหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อเตรียมการรับสถานการณ์และแจ้งเตือนประชาชนที่อาจได้รับผลกระทบจากการใช้น้ำ โดยมีลำดับขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 11.3.5-1

สำหรับในกรณีที่ไม่ทราบ BOD ของน้ำในช่วงเกิดปัญหานั้น ผู้คำนวณก็สามารถประมาณค่ามลพิษลงสู่ลำน้ำในเบื้องต้นได้ 2 วิธี คือ

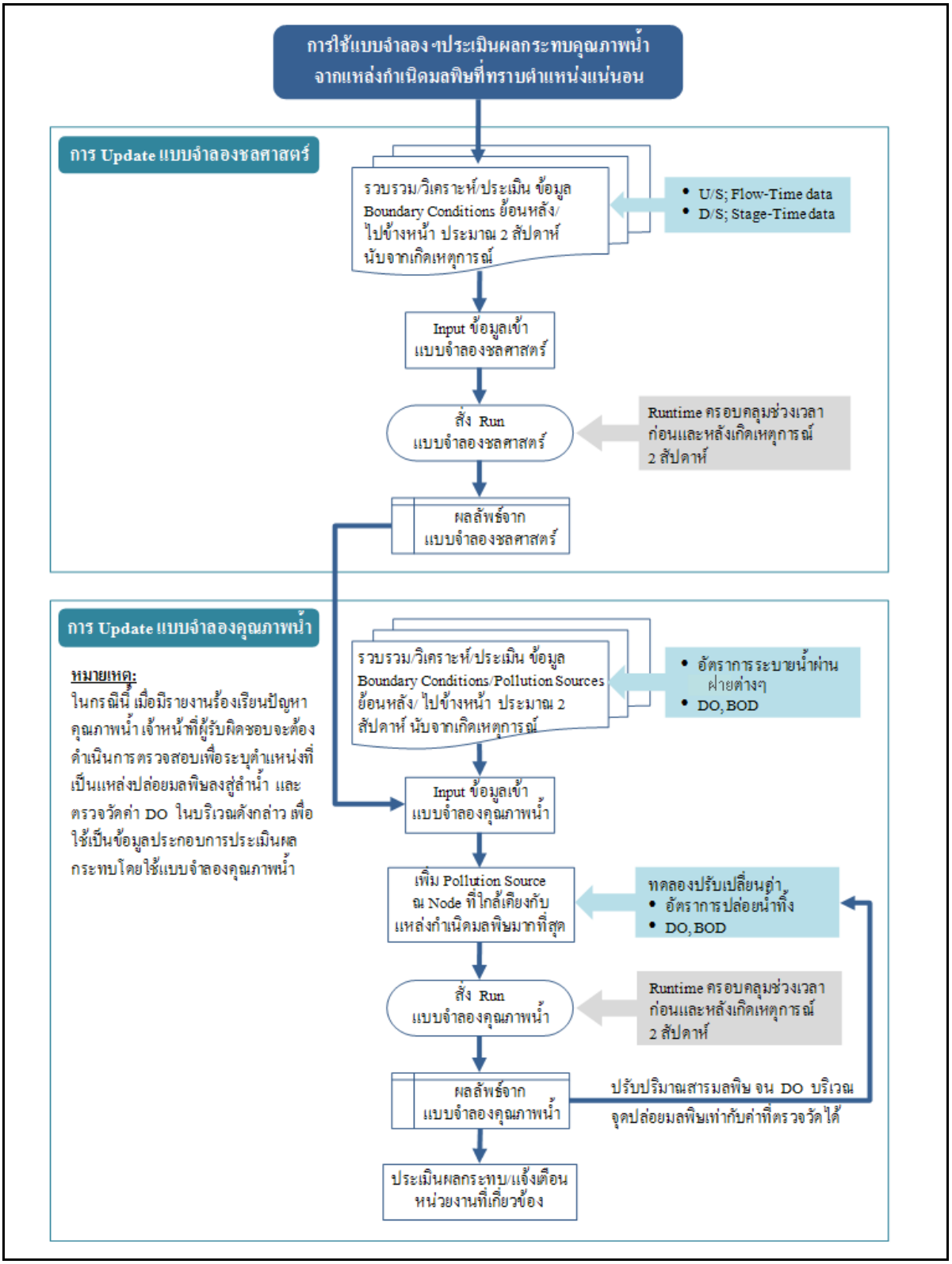
1) ใช้ค่า Carrying Capacity ที่ตำแหน่งสถานีโทรมาตรด้านเหนือน้ำของจุดที่เกิดปัญหาแทนค่ามลพิษ (BOD) ลงสู่ลำน้ำในช่วงที่เกิดปัญหาคุณภาพน้ำ โดยค่าดังกล่าวเป็นค่า BOD ที่ทำให้น้ำในแม่น้ำเสื่อมสภาพจนเกินระดับคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 3 (BOD $\leq$ 2 mg./l)

2) ประมาณค่าจากผลต่างของ DO ที่ต้นน้ำและท้ายน้ำของจุดที่เกิดปัญหา ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อมีมลพิษลงสู่ลำน้ำ แม่น้ำก็จะเพิ่มประบวนการทำความสะอาดตัวเองโดยใช้ออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ในลำน้ำมาย่อยสลายมลพิษ (หรือ BOD) ที่ลงสู่ลำน้ำ ดังนั้นในการประมาณขั้นต้นสามารถหาค่า BOD ลงสู่ลำน้ำได้จากสมการต่อไปนี้

$$BOD(kg/d) = 24/100 \times 60 \times 60\ [DO_{(\text{สถานีท้ายน้ำ, mg/l})} - DO_{(\text{สถานีต้นน้ำ, mg/l})}] \times [Q_{(\text{สถานีต้นน้ำ, m3/s})}] + Q_{(\text{สถานีท้ายน้ำ, m3/s})}]$$

BOD ที่ได้จากการประมาณทั้ง 2 วิธี หรือแม้แต่ BOD จากการเก็บตัวอย่างน้ำอาจมีความคลาดเคลื่อน โดยในกรณีหลังจะเกิดจากการเก็บตัวอย่างจะทำในช่วงที่เกิดปัญหาไปแล้ว ค่ามลพิษที่ลงสู่ลำน้ำในช่วงนี้จึงอาจไม่เท่ากับช่วงที่ก่อให้เกิดปัญหา ดังนั้นในเมื่อใส่ค่ามลพิษลงในแบบจำลองแล้ว จึงต้องมีการปรับค่าปริมาณสารมลพิษจน DO จากแบบจำลองเท่ากับหรือใกล้เคียงกับ DO ได้จากสถานีโทรมาตรตาม

รูปที่ 4.3.4-1 ก่อน จึงจะสามารถนำแบบจำลองไปวิเคราะห์หาแนวทางแก้ไขปัญหาคุณภาพน้ำ เช่น การระบายน้ำจากเขื่อนมาเจือจาง/ผลักดันน้ำเสียได้



รูปที่ 4.3.4-1 ขั้นตอนการ Update แบบจำลองชลศาสตร์และคุณภาพน้ำ ในการประเมินผลกระทบจากแหล่งกำเนิดมลพิษที่ทราบตำแหน่งแน่นอน

4.4 การบริหารจัดการน้ำในช่วงฤดูแล้ง

การศึกษาด้านการบริหารจัดการน้ำในช่วงฤดูแล้งในโครงการนี้ เป็นการศึกษาเพื่อนำข้อมูลไปใช้ประกอบการพัฒนาแบบจำลองด้านแหล่งน้ำเป็นหลัก โดยประกอบด้วยการศึกษา 3 ส่วนคือ

1) การศึกษาความต้องการน้ำ ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญที่ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองด้านแหล่งน้ำเพื่อนำไปใช้พิจารณาสภาวะการขาดแคลนน้ำของโครงการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูแล้ง

2) การศึกษาคาบการเกิดซ้ำของฝน เพื่อประกอบการพิจารณาบริหารจัดการน้ำโดยใช้เป็นตัวแทน ปริมาณน้ำฝนในอนาคตในรอบ 1 ปี เพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการประเมินสภาวะการขาดแคลนน้ำล่วงหน้าในปีนั้นๆ โดยแบบจำลองด้านแหล่งน้ำของโครงการ ผู้ควบคุมสามารถเลือกคาบการเกิดของฝนที่ใกล้เคียงกับค่าตรวจวัดฝนจริงในช่วงที่ผ่านมาของปีนั้นเพื่อใช้เป็นข้อมูลฝนในเดือนที่เหลือของปีได้

3) การศึกษาเปรียบเทียบผลการคำนวณจากแบบจำลองกับรายงานความขาดแคลน/ความเสียหายจากภัยแล้งของหน่วยงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (ปภ.) เพื่อทดสอบผลการคำนวณและหาความสัมพันธ์ในด้านต่างๆ สำหรับใช้ประมาณความเสียหายจากภัยแล้งในพื้นที่โครงการ ต่อไปในอนาคต

รายละเอียดของการศึกษาในแต่ละส่วนมีดังนี้

4.4.1 การศึกษาความต้องการน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา

ในการพัฒนาแบบจำลองด้านแหล่งน้ำ รวมทั้งการศึกษาการขาดแคลนน้ำและการบริหารจัดการน้ำในช่วงฤดูแล้ง จำเป็นจะต้องทราบถึงความต้องการใช้น้ำของโครงการ จากการรวบรวม ทบทวน และวิเคราะห์ข้อมูลด้านความต้องการน้ำ ทางกลุ่มบริษัทฯ ได้ประเมินปริมาณความต้องการใช้น้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ตามกิจกรรมการใช้น้ำด้านต่างๆ ที่สำคัญ ประกอบด้วย

- ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค
- ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการอุตสาหกรรม
- ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรกรรม
- ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการปศุสัตว์
- ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการผลิตไฟฟ้า
- ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการรักษาระบบนิเวศน์ท้ายน้ำ

โดยในการประเมินปริมาณความต้องการน้ำจะใช้ปีฐานในการวิเคราะห์คือ ปี พ.ศ.2551 และคาดการณ์ไปจนถึงปี พ.ศ.2571 ในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา สามารถสรุปปริมาณความต้องการน้ำได้ดังตารางที่ 4.4.1-1 มีรายละเอียดสามารถสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 4.4.1-1
ปริมาณความต้องการใช้น้ำตามกิจกรรมหลักต่าง ๆในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา

กิจกรรมหลัก	ความต้องการน้ำ (ล้าน ลบ./ปี)		
	ปัจจุบัน (พ.ศ. 2551)	อนาคต 10 ปี (พ.ศ. 2561)	อนาคต 20 ปี (พ.ศ. 2571)
ด้านอุปโภค และบริโภค	1,455.23	1,537.75	1,610.53
ด้านอุตสาหกรรม	931.95	1,222.60	1,576.80
ด้านปศุสัตว์	2.17	1.76	1.64
ด้านเกษตรกรรม	7,787.60	7,888.03	7,888.03
รวม	**10,176.95**	**10,650.14**	**11,077.00**

ที่มา : โครงการจัดทำแผนรวมการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา สะแกกรัง และท่าจีน กรมทรัพยากรน้ำ, 2549

จากการทบทวนรายงานการศึกษา “โครงการจัดทำแผนรวมการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา สะแกกรัง และท่าจีน” โดยกรมทรัพยากรน้ำ พ.ศ. 2549 สามารถสรุปได้ดังนี้

(1) ปริมาณการใช้น้ำด้านอุปโภคและบริโภค ในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาปัจจุบันประมาณ 1,455.23 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี และเพิ่มขึ้นในอนาคต 10 ปี (พ.ศ. 2561) และ 20 ปี (พ.ศ. 2571) ประมาณ 1,537.75 และ 1,610.53 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี ตามลำดับ

(2) ปริมาณการใช้น้ำด้านอุตสาหกรรม ในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาปัจจุบันประมาณ 931.95 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี และเพิ่มขึ้นในอนาคต 10 ปี (พ.ศ. 2561) และ 20 ปี (พ.ศ. 2571) ประมาณ 1,222.60 และ 1,576.80 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี ตามลำดับ

(3) ปริมาณการใช้น้ำด้านปศุสัตว์ ในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาปัจจุบันประมาณ 2.17 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี และเพิ่มขึ้นในอนาคต 10 ปี (พ.ศ. 2561) และ 20 ปี (พ.ศ. 2571) ประมาณ 1.76 และ 1.64 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี ตามลำดับ

(4) ปริมาณการใช้น้ำด้านเกษตรกรรม ในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาปัจจุบันประมาณ 7,787.6 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี และลดลงในอนาคต 10 ปี (พ.ศ. 2561) จนถึง 20 ปี (พ.ศ. 2571) ประมาณ 7,888.03 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี

4.4.1.1 ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรกรรม

การศึกษานี้ได้ทำการประเมินปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรกรรมออกเป็น 2 ประเภท คือ ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรกรรมในเขตพื้นที่ชลประทาน และปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการเกษตรกรรมนอกเขตพื้นที่ชลประทาน (พื้นที่เกษตรน้ำฝน) โดยมีรายละเอียดวิธีการประเมินความ

ต้องการน้ำ ซึ่งคำนวณจาก ปริมาณความต้องการน้ำพืช ฝนใช้การ ปริมาณน้ำสูญเสียต่างๆ รวมทั้งประสิทธิภาพชลประทาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ปริมาณความต้องการน้ำของพืช : การคำนวณปริมาณความต้องการน้ำของพืช ได้แบ่งวิธีการคำนวณตามลักษณะการปลูกและลักษณะการใช้น้ำของพืชที่แตกต่างกันเป็น 2 กรณี คือ ปริมาณความต้องการน้ำของข้าว และปริมาณความต้องการน้ำของพืชชนิดอื่นๆ เช่น พืชไร่ พืชผัก และ ไม้ผล ดังนี้

1.1 ปริมาณความต้องการน้ำของข้าว : ปริมาณความต้องการน้ำของข้าวขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ฤดูกาล วิธีการเพาะปลูก (นาดำ/นาหว่าน) ชนิดดิน พันธุ์ข้าว สภาพภูมิอากาศ ซึ่งแบ่งเป็นปริมาณความต้องการน้ำด้านต่างๆ ดังนี้

- น้ำใช้ในการเตรียมแปลง = 200-300 ม. กรณีปลูกข้าวแบบนาดำ ขึ้นกับพื้นที่ โดยมีระยะเวลาในการเตรียมแปลงประมาณ 3 สัปดาห์
- ความต้องการน้ำเพื่อการเจริญเติบโตของต้นข้าว (หลังจากปักดำหรือหว่าน) คำนวณได้จากสมการ

$$ET = K_c \times ET_p$$

โดย ET = ปริมาณความต้องการน้ำของข้าว (มม./วัน)
K_c = สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของข้าว
ET_p = ปริมาณความต้องการน้ำของพืชอ้างอิง (มม./วัน)

- ปริมาณน้ำที่ซึมลงไปในดิน (Percolation) เนื่องจากในการปลูกข้าวจำเป็นต้องมีน้ำขังอยู่ในแปลงนาในระดับที่เหมาะสม จึงมีปริมาณน้ำส่วนหนึ่งที่ซึมลึกลงไปในดินไม่สามารถนำมาใช้ได้ ซึ่งในการศึกษานี้กำหนดให้อัตราการซึมลึก เท่ากับ 1.5-3 มิลลิเมตรต่อวันขึ้นกับพื้นที่และผลการศึกษาที่ได้เคยมีการศึกษาไว้

1.2 ปริมาณความต้องการน้ำของพืชชนิดอื่น : การคำนวณปริมาณความต้องการน้ำของพืชชนิดอื่น จะคำนวณเฉพาะปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการเจริญเติบโต โดยใช้สมการดังนี้

$$ET = K_c \times ET_p$$

โดย ET = ปริมาณความต้องการน้ำของพืช (มม./วัน)
K_c = สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช
ET_p = ปริมาณความต้องการน้ำของพืชอ้างอิง (มม./วัน)

ค่าปริมาณการคายระเหยอ้างอิง (Potential Evapotranspiration) คำนวณโดยวิธี Modified-Penman ซึ่งใช้ข้อมูลภูมิอากาศจากสถานีตรวจวัดสภาพภูมิอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่อยู่ใกล้เคียงพื้นที่โครงการชลประทาน (ข้อมูลเฉลี่ยในรอบ 30 ปี ช่วง ปี พ.ศ.2519 – 2548) รายละเอียดค่า

สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชแต่ละชนิด (K_c) แสดงดังตารางที่ 4.4.1-2 และค่าปริมาณการคายระเหยอ้างอิง แสดงดังตารางที่ 4.4.1-3

ตารางที่ 4.4.1-2
ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชรายสัปดาห์ (K_c)

ระยะเวลา (สัปดาห์)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ข้าวพันธ์ กข (หว่าน) ฤดูฝน และฤดูแล้ง (1)	0.00	0.99	0.99	0.99	1.16	1.16	1.16	1.25	1.30	1.32	1.32	1.32	1.24
พืชไร่ (1)	0.53	0.53	0.30	0.30	0.70	0.70	0.90	1.20	1.00	1.00	0.70	0.50	0.50 (ถึงสัปดาห์ที่ 27)
ไม้ผล (2)	0.52	0.52	0.52	0.54	0.61	0.61	0.61	0.63	0.63	0.63	0.63	0.64	0.57 (ถึงสัปดาห์ที่ 52)

ที่มา : (1) การจัดการน้ำในประเทศไทย, ฉลอง เกิดพิทักษ์ (2538)
(2) งานวางแผนและวิจัยการใช้น้ำชลประทานของพืช, กรมชลประทาน (2539)

ตารางที่ 4.4.1-3
ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (ETP) โดยวิธี Modified Penman

ที่	สถานี	ปริมาณการใช้น้ำของพื้นที่อ้างอิง (ET_P) (มม./เดือน)											
		ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1.	พิษณุโลก	113	138	165	175	159	143	136	126	128	129	121	108
2.	เขื่อนภูมิพล	116	153	186	197	166	148	143	141	130	125	116	106
3.	นครสวรรค์	122	149	179	187	167	152	144	134	127	126	121	113
4.	ลพบุรี	131	152	177	179	161	148	141	132	131	133	131	128
5.	สุพรรณบุรี	129	147	174	182	168	155	149	142	134	132	128	121
6.	ปราจีนบุรี	132	147	161	162	152	136	132	158	127	131	134	128
7.	กรุงเทพฯ	120	136	153	156	144	136	132	126	123	120	119	113
8.	ดอนเมือง	130	148	169	170	158	150	145	133	132	131	126	119

ที่มา : คำนวณโดยวิธี Modified Penman และใช้สถิติข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ปี พ.ศ. 2519-2548

2) ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการชลประทาน : ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการชลประทาน หมายถึงปริมาณน้ำท่าที่ต้องส่งให้กับพื้นที่เพาะปลูกรวมถึงการสูญเสียในระบบส่งน้ำ โดยปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการชลประทานจะขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่ปลูก ชนิดดิน ฤดูกาล วิธีการเพาะปลูก ปริมาณฝน และประสิทธิภาพของระบบส่งน้ำ เป็นต้น

การคำนวณปริมาณน้ำต้องการเพื่อการชลประทานหลังจากทราบปริมาณความต้องการน้ำของพืชแล้ว ประกอบด้วยขั้นตอนหลักในการคำนวณดังนี้

2.1 ปริมาณฝนใช้การ (Effective Rainfall) : ปริมาณฝนใช้การ หมายถึง ปริมาณฝนที่สามารถใช้ประโยชน์โดยการทดแทนปริมาณน้ำชลประทานที่ต้องส่งให้แก่พืชได้ ปริมาณฝนใช้การสำหรับพืชแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันเนื่องจากวิธีการเพาะปลูกต่างกัน สำหรับการปลูกข้าว ปริมาณฝนใช้การเป็นปริมาณฝนที่ตกในแปลงนาแล้วไม่เกิดการไหลล้นออก การหาปริมาณฝนใช้การใช้แบบจำลอง Wusmo (Water Use Study Model) ที่พัฒนาโดยภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มาจำลองฝนใช้การและหาความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตร มีวิธีการคำนวณ ดังนี้

$St_n = St_{n-1}+R_n-a_m$

$St_n>STMAX, R_e = STMAX_{-am}-St_{n-1}, St_n = STMAX$

$St_n\leq STMAX, R_e = R_n, St_n = St_{n-1}+R_n-am$

$St_n<STMAX, R_e = R_n, St_n = STO$

เมื่อ STMIN = ระดับความลึกของน้ำต่ำสุดอาจใช้เพื่อกำจัดวัชพืชและเป็นระดับที่เริ่มให้น้ำชลประทานมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

STO = ระดับความลึกของน้ำ หลังจากมีการให้น้ำชลประทานมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

STMAX = ระดับความลึกของน้ำสูงสุด ก่อนเกิดน้ำล้นออกมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

R_n = ปริมาณฝนที่ตกในวันที่ n มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

R_e = ปริมาณฝนใช้การได้ มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

St_{n-1} = ระดับน้ำที่สิ้นสุดวันก่อน มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

a_m = ปริมาณความต้องการใช้ในแปลงนา สำหรับเดือนที่ปลูก m มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

a_m = $(K_c*ET_p+OR)/N$

K_e = สัมประสิทธิ์การใช้น้ำเฉลี่ยของเดือนที่ปลูก m

ET_p = ปริมาณการใช้น้ำโดยการคำนวณจากข้อมูลทางภูมิอากาศของเดือนที่ m มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

OR = ปริมาณน้ำที่ใช้ในการเตรียมแปลงและปริมาณน้ำที่รั่วซึมในเดือนที่ m มีหน่วยเป็นมิลลิเมตรต่อเดือน

N = จำนวนวันในเดือนที่ m

2.2 ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการชลประทาน : ปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อการชลประทาน สามารถคำนวณได้จากสมการ ดังนี้

$$\text{ประสิทธิภาพการชลประทาน} = \frac{\text{ปริมาณน้ำที่พืชต้องใช้ตามทฤษฎี} + \text{ปริมาณน้ำรั่วซึม} - \text{ปริมาณฝนใช้การ}}{\text{ปริมาณน้ำที่ส่ง}}$$

ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการชลประทานเป็นปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืชในแปลงเพาะปลูกที่รวมปริมาณการสูญเสียต่างๆ และถูกหักออกด้วยปริมาณฝนใช้การ (Effective Rainfall) โดยปริมาณความต้องการใช้น้ำของพืชจะถูกนำไปคูณกับประสิทธิภาพการชลประทานที่เหมาะสมในแต่ละโครงการ

4.4.1.2 ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อรักษาระบบนิเวศน์ท้ายน้ำ

ในการประเมินปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการรักษาระบบนิเวศท้ายน้ำพิจารณาจากปริมาณน้ำท่าในสภาพปัจจุบัน เนื่องจากอาคารชลประทานที่ก่อสร้างตามลำน้ำหลักและลำน้ำสาขาจะส่งผลกระทบต่อปริมาณการไหลตามธรรมชาติในเวลาที่มีการเก็บกักน้ำหน้าอาคารชลประทานเหล่านั้น โดยทำการประเมินความต้องการน้ำต่ำสุดจากปริมาณน้ำท่าที่ 90% Dependable Flow ของสถานีวัดน้ำท่าที่อยู่ใกล้กับอาคารชลประทานต่างๆ เพื่อรักษาสภาพการไหลในลำน้ำให้อยู่ในสภาพเดิม และไม่เกิดความเดือนร้อนต่อกลุ่มผู้ใช้น้ำด้านท้าย

บทที่ 5

ข้อเสนอแนะด้านการดำเนินการและบำรุงรักษา

จากขอบเขตงานที่ได้มีการพัฒนาขึ้นทั้งหมด สามารถสรุปข้อเสนอแนะด้านการดำเนินการและบำรุงรักษา และค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและบำรุงรักษาระบบฯ ของโครงการได้ดังนี้

5.1 ข้อเสนอแนะด้านการดำเนินการและบำรุงรักษาระบบ

ขอบเขตงานในการดำเนินการและบำรุงรักษาระบบต่างๆ ของโครงการสามารถสรุปได้ดังนี้

5.1.1 ระบบ SCADA ฐานข้อมูล และระบบนำเสนอข้อมูล

การดำเนินการ

1) การตรวจสอบสถานะการทำงานของอุปกรณ์จาก SCADA หรือ Web เมื่อเกิด Alarm

2) การตรวจสอบข้อมูลตรวจวัดและการกรองข้อมูลใน SCADA ซึ่งควรดำเนินการอย่างน้อยวันละ 1 ครั้ง

3) การตรวจสอบผลการพยากรณ์น้ำหลากในระบบนำเสนอฯ ซึ่งควรดำเนินการวันละ 2 ครั้ง ในช่วงน้ำหลาก

4) การตรวจสอบผลสรุปด้านภัยแล้ง ซึ่งควรดำเนินการทุกวันในช่วงฤดูแล้ง

5) การตรวจสอบสถานการณ์คุณภาพน้ำ ซึ่งควรดำเนินการทุกวัน

6) การแจ้งเตือนหรือประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เมื่อมีการเตือนภัยจากระบบฯ

7) การติดต่อประสานงานกับหน่วยงานหรือผู้สนใจที่ติดต่อเข้ามายังโครงการผ่านทาง Email และ Web board ซึ่งควรดำเนินการทุกวัน

8) การจัดทำรายงานสถานการณ์น้ำ ตามความเหมาะสม

9) การดูแลรักษาระบบคอมพิวเตอร์ เช่น การ Backup ฐานข้อมูล และจัดการไฟล์ข้อมูลเก่า ซึ่งควรดำเนินการอย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง

รายละเอียดการดำเนินการจะแสดงไว้ใน “คู่มือการใช้งานระบบ SCADA ฐานข้อมูลและระบบนำเสนอ”

ผู้รับผิดชอบ

- เจ้าหน้าที่ประจำสถานีหลัก
- เจ้าหน้าที่ส่วนภูมิภาคที่ได้รับมอบหมาย (ที่สถานีรองหรือใช้งานผ่านระบบนำเสนอ โดยเชื่อมต่อกับเครือข่าย Internet)

กำหนดการดำเนินการ

- เวลาทำการปกติ
- ช่วงเวลาที่เกิดเหตุการณ์ฉุกเฉิน

5.1.2 แบบจำลองทางชลศาสตร์/คุณภาพน้ำ

การดำเนินการ

1) การตรวจสอบผลการพยากรณ์ ซึ่งควรทำทุกครั้งหลังจากที่ FloodWatch ทำการคำนวณ (ปกติทำทุก 6 ชั่วโมง) หรืออย่างน้อยวันละ 2 ครั้งในช่วงเช้า (9.00 น.) และบ่าย (13.00 น.)

2) การสั่งประมวลผล FloodWatch แบบ Manual ในกรณีการรันอัตโนมัติในข้อแรกมีปัญหา

3) การสั่งประมวลผล FloodWatch แบบ Manual ในกรณีต้องการศึกษาและวิเคราะห์สภาพทางชลศาสตร์ในกรณีศึกษาอื่นๆ (Scenario) ตามที่ operator ต้องการ

4) การพยากรณ์โดยโปรแกรม MIKE11 ในกรณีเกิดปัญหาขึ้นในโปรแกรม FloodWatch หรือต้องการปรับแก้โครงข่ายลำน้ำ โดยดำเนินการตามความต้องการของ operator

5) การจัดทำผลลัพธ์ในรูปของรายงานสรุปสถานการณ์ตามความต้องการของ operator

รายละเอียดการดำเนินการจะแสดงไว้ใน “คู่มือการใช้งานแบบจำลองทางชลศาสตร์/คุณภาพน้ำ”

ผู้รับผิดชอบ

- เจ้าหน้าที่ประจำสถานีหลัก

กำหนดการดำเนินการ

- เวลาทำการปกติ
- ช่วงเวลาที่เกิดเหตุการณ์ฉุกเฉิน

5.1.3 แบบจำลองด้านแหล่งน้ำ

การดำเนินการ

1) วิเคราะห์ความขาดแคลนน้ำ โดยใช้แบบจำลอง MIKE BASIN ของโครงการทุกๆ ต้นเดือนๆ ละ 1 ครั้ง

2) พิจารณาผลลัพธ์ ปรับแก้แบบจำลองตามความจำเป็น รวมทั้งพิจารณานำเสนอผลลัพธ์สู่ Web site ตามความจำเป็น

3) วิเคราะห์กรณีศึกษาอื่นๆ ตามความจำเป็น

รายละเอียดการดำเนินการจะแสดงไว้ใน “คู่มือการใช้งานแบบจำลองแหล่งน้ำ”

ผู้รับผิดชอบ

- เจ้าหน้าที่ประจำสถานีหลัก

กำหนดการดำเนินการ

- เวลาทำการปกติ
- ช่วงเวลาที่เกิดเหตุการณ์ฉุกเฉิน

5.1.4 แบบจำลอง ANN

การดำเนินการ

1) ตรวจสอบการทำงานของระบบ ANN ทุกวัน
2) ปรับปรุง (Training) แบบจำลองด้วยข้อมูลโทรมาตรตามความเหมาะสม

รายละเอียดการดำเนินการจะแสดงไว้ใน “คู่มือการใช้งานระบบพยากรณ์แบบ ANN”

ผู้รับผิดชอบ

- เจ้าหน้าที่ประจำสถานีหลัก

กำหนดการดำเนินการ

- เวลาทำการปกติ
- ช่วงเวลาที่เกิดเหตุการณ์ฉุกเฉิน

5.1.5 สถานีสนาม

การดำเนินการ

1) ดำเนินการและบำรุงรักษาระบบตามแผนการบำรุงรักษา
2) แก้ไขตามเหตุชำรุดเป็นกรณีไป

รายละเอียดการดำเนินการจะแสดงไว้ใน “คู่มือดำเนินการและบำรุงรักษาอุปกรณ์และเครื่องมือวัด”

ผู้รับผิดชอบ

- เจ้าหน้าที่ซ่อมบำรุง ควรมีอย่างน้อย 2 ทีมๆ ละ 2 คน
- วิศวกรผู้ควบคุมงาน

กำหนดการดำเนินการ

- ตามแผนการซ่อมบำรุง
- ซ่อมแซมเมื่อเกิดมีอุปกรณ์ชำรุด

5.2 ประมาณการค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและบำรุงรักษา

ประมาณการค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและบำรุงรักษาเฉพาะสถานีโทรมาตรของพื้นที่เจ้าพระยา จะพิจารณาจากปฏิทินการบำรุงรักษาในหัวข้อ 5.1 ค่าใช้จ่ายรายเดือน ค่าจัดซื้ออุปกรณ์ และค่าซ่อมบำรุงต่างๆ จะใช้ราคาของปี 2552 อัตราค่าจ้างบุคลากร คิดเป็นการจ้างบริษัทเอกชนในการดำเนินการ โดยมีรายละเอียดตามตารางที่ 5.2-1 โดยในส่วนของเจ้าหน้าที่ส่วนกลางนั้น ถือว่าเป็นการใช้เจ้าหน้าที่เดิมของกรมฯ จึงไม่มีการคิดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้

ตารางที่ 5.2-1ก สรุปผลการประมาณการค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและบำรุงรักษา

ลำดับ	รายการ	จำนวนเงิน (บาท/ปี)
1	ค่าดำเนินการ รวมค่าใช้จ่ายรายเดือน	1,959,600
2	อะไหล่ และอุปกรณ์ที่ต้องเปลี่ยนตามเวลา	4,960,000
3	ค่าบุคลากร	1,596,000
	รวม	8,515,600

ตารางที่ 5.2-1ข ประมาณการค่าดำเนินการ และค่าใช้จ่ายรายเดือน

ลำดับ	รายการ	ค่าใช้จ่ายรายปี				
		ค่าบำรุงรักษาสถานี	ค่าส่งสัญญาน	ค่าไฟฟ้า	ค่าเดินทาง	รวม
1	**ค่าดำเนินการ และค่าใช้จ่ายรายเดือน**					
1.1	สถานีอุตุ-อุทกวิทยา และคุณภาพน้ำ และ CCTV	139,500	25,200	6,000	42,850	
	รวม 5 สถานี	**697,500**	**126,000**	**30,000**	**214,250**	**1,067,750**
1.2	สถานีอุตุ-อุทกวิทยา	53,500	6,000	3,600	21,450	
	รวม 10 สถานี	**535,000**	**60,000**	**36,000**	**214,500**	**845,500**
1.4	สถานีหลัก	32,500	-	-	9,600	41,850
	(ตรวจสอบระบบคอมพิวเตอร์)					
1.5	สถานีรอง	27,850	-	-	17,150	45,000
	(ตรวจสอบระบบคอมพิวเตอร์)					
	รวมข้อ 1	**1,292,850**	**186,000**	**66,000**	**455,500**	**1,959,600**

ตารางที่ 5.2-1ค ประมาณการอะไหล่ และค่าใช้จ่ายในการจัดหาอะไหล่

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย
2	**Spare Part อุปกรณ์**		
2.1	*ส่วน คอมพิวเตอร์*		
1)	Harddisk สำหรับ Server 500GB	3	ชุด
2)	Harddisk สำหรับ Workstation 160GB	3	ชุด
3)	Anti Virus Software	10	ชุด
2.2	*ระบบควบคุมและสื่อสารระยะไกล*		
1)	RTU/PLC System	3	ชุด
2)	GPRS Modem (RS232,USB,Ethernet port)	3	ชุด
3)	CCTV Speed Dome Lens and Control (ไม่รวม Outdoor Housing)	3	ชุด
2.3	*เครื่องมือวัดค่า ปริมาณน้ำฝน*	5	ชุด
2.4	*Hydrostatic LEVEL*	5	ชุด
2.5	*เครื่องวัดคุณภาพน้ำ Multi Parameter*		
1)	Display Analyzer YSI 6500	2	ชุด
2)	Sonde YSI 600 XL	2	ชุด
3)	YSI DO Probe	2	ชุด
4)	YSI pH sensor	3	ชุด
5)	YSI Conduct sensor	2	ชุด
2.6	*UPS and Batterry Backup*		
1)	UPS (No Batterry)	6	ชุด
2)	Battery Backup 150AH สนาม	6	ชุด
3)	Battery Backup 65AH สนาม	15	ชุด
2.7	*ค่าสารละลายมาตรฐาน, เยื่อ Membrane และอุปกรณ์ Calibrate & Maintanance*		
1)	สารละลาย pH 4.01 (500 ml.)	3	ขวด
2)	สารละลาย pH 7.00 (500 ml.)	3	ขวด
3)	สารละลาย Conductivity 2 mS/cm. (500 ml.)	3	ขวด
4)	สารละลาย Conductivity 20 mS/cm. (500 ml.)	3	ขวด
5)	สารละลาย ฟอร์มาซีน 800 NTU. (500 ml.)	3	ขวด
6)	เยื่อ Membrane สำหรับ DO Mobile	3	pack
	รวมค่าอะไหล่ต่อปี	**4,960,000**	**บาท**

หมายเหตุ :

1. จำนวนอะไหล่รายปี คิดตามสถิติอายุการใช้งานของอุปกรณ์ โดยจำนวนที่จัดซื้อรายปีคิดจาก จำนวนรวมของอุปกรณ์นั้นๆ หารด้วยอายุการใช้งานเฉลี่ย
2. อายุการใช้งานเฉลี่ยรายอุปกรณ์ใช้สมมติฐานดังนี้

ระบบควบคุม/สื่อสาร/กล้อง	10	ปี
เครื่องวัดระดับน้ำ	10	ปี
Transmitter ของเครื่องวัดคุณภาพน้ำ	10	ปี
หัวจับยึด Sensor ของเครื่องวัดคุณภาพน้ำ	10	ปี
Sensor ของเครื่องวัดคุณภาพน้ำ	4	ปี
เครื่องวัดปริมาณน้ำฝน	5	ปี

3. จำนวนอะไหล่ที่ใช้จริงอาจต่างจากจำนวนที่คาดการณ์ไว้ ทั้งนี้ขึ้นกับสภาพแวดล้อมในการทำงานของอุปกรณ์ในแต่ละที่
4. ค่าใช้จ่ายในด้านอะไหล่รายปี คิดจาก 10% ของค่าลงทุนก่อสร้างสถานีสนาม/หลัก/รอง ซึ่งมีมูลค่าประมาณ 49.6 ล้านบาท

ตารางที่ 5.2-1ง ประมาณการค่าจ้างบุคลากรในการดำเนินการบำรุงรักษา

ลำดับ	รายการ	จำนวน		คน-เดือน ต่อคน		ค่าจ้าง	
						ต่อหน่วย	รวม
3	**ค่าบุคลากร**						
3.1	วิศวกรภาคสนาม	1	คน	12	คน-เดือน	45,000	540,000
3.2	ช่างเทคนิค	4	คน	12	คน-เดือน	22,000	1,056,000
	รวมข้อ 3						**1,596,000**

หมายเหตุ : 1 อัตราจ้างบุคลากร ใช้ตามอัตราจ้างบริษัทที่ปรึกษา

รวม 8,515,600ประมาณการค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและบำรุงรักษาเฉพาะสถานีโทรมาตรของพื้นที่เจ้าพระยาลตอนกลาง จะพิจารณาจากปฏิทินการบำรุงรักษาในหัวข้อ 5.1 ค่าใช้จ่ายรายเดือน ค่าจัดซื้ออุปกรณ์ และค่าซ่อมบำรุงต่างๆ จะใช้ราคาของปี 2552 อัตราค่าจ้างบุคลากรคิดเป็นการจ้างบริษัทเอกชนในการดำเนินการ โดยมีรายละเอียดตามตารางที่ 5.2-1 โดยในส่วนของเจ้าหน้าที่ส่วนกลางนั้นถือว่าเป็นการใช้เจ้าหน้าที่เดิมของกรมฯ จึงไม่มีการคิดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้

ตารางที่ 5.2-1ก สรุปผลการประมาณการค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและบำรุงรักษา

ลำดับ	รายการ	จำนวนเงิน (บาท/ปี)
1	ค่าดำเนินการ รวมค่าใช้จ่ายรายเดือน	800,000
2	อะไหล่ และอุปกรณ์ที่ต้องเปลี่ยนตามเวลา	1,591,000
3	ค่าบุคลากร	1,596,000
	รวม	**3,987,000**

หมายเหตุ :

1	จากจำนวนสถานีโทรมาตร	10	สถานี
	คิดเป็นค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อ 1 สถานี =	398,700	บาท/ปี
		33,225	บาท/เดือน
2	จากจำนวนสถานีสนาม/หลัก/รอง	12	สถานี
	คิดเป็นค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อ 1 สถานี =	332,250	บาท/ปี
		27,687.5	บาท/เดือน
3	อัตราส่วนระหว่างค่าใช้จ่ายรายปีต่อค่าก่อสร้าง สถานีสนาม สถานีหลัก และรอง คิดเป็น	25.06	%

ตารางที่ 5.2-1ข ประมาณการค่าดำเนินการ และค่าใช้จ่ายรายเดือน

ลำดับ	รายการ	ค่าใช้จ่ายรายปี				
		ค่าบำรุงรักษาสถานี	ค่าส่งสัญญาน	ค่าไฟฟ้า	ค่าเดินทาง	รวม
1	**ค่าดำเนินการ และค่าใช้จ่ายรายเดือน**					
1.1	สถานีอุตุ-อุทกวิทยา และคุณภาพน้ำ และ CCTV	139,500	25,200	6,000	42,850	
	รวม 1 สถานี	**139,500**	**25,200**	**6,000**	**42,850**	**213,500**
1.2	สถานีอุตุ-อุทกวิทยา	53,500	6,000	3,600	21,450	
	รวม 4 สถานี	**214,000**	**24,000**	**14,400**	**85,800**	**338,200**
1.3	สถานีอุตุนิยมวิทยา	31,100	6,000	2,400	14,300	
	รวม 3 สถานี	**93,300**	**18,000**	**7,200**	**42,900**	**161,400**
1.4	สถานีหลัก	32,500	-	-	9,600	41,850
	(ตรวจสอบระบบคอมพิวเตอร์)					
1.5	สถานีรอง	27,850	-	-	17,150	45,000
	(ตรวจสอบระบบคอมพิวเตอร์)					
	รวมข้อ 1	**506,900**	**67,200**	**27,600**	**198,300**	**800,000**
	เฉลี่ยรายเดือนต่อ 1 สถานี (คิดเฉพาะสถานีโทรมาตรรวม 10 สถานี)	**4,654**	**700**	**288**	**1,787**	**7,429**

ตารางที่ 5.2-1ค ประมาณการอะไหล่ และค่าใช้จ่ายในการจัดหาอะไหล่

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย
2	**Spare Part อุปกรณ์**		
2.1	*ส่วน คอมพิวเตอร์*		
1)	Harddisk สำหรับ Server 500GB	2	ชุด
2)	Harddisk สำหรับ Workstation 160GB	2	ชุด
3)	Anti Virus Software	5	ชุด
2.2	*ระบบควบคุมและสื่อสารระยะไกล*		
1)	RTU/PLC System	1	ชุด
2)	GPRS Modem (RS232,USB,Ethernet port)	1	ชุด
3)	CCTV Speed Dome Lens and Control (ไม่รวม Outdoor Housing)	1	ชุด
2.3	*เครื่องมือวัดค่า ปริมาณน้ำฝน*	3	ชุด
2.4	*Hydrostatic LEVEL*	3	ชุด
2.5	*เครื่องวัดคุณภาพน้ำ Multi Parameter*		
1)	Display Analyzer YSI 6500	1	ชุด
2)	Sonde YSI 600 XL	1	ชุด
3)	YSI DO Probe	1	ชุด
4)	YSI pH sensor	2	ชุด
5)	YSI Conduct sensor	1	ชุด
2.6	*UPS and Batterry Backup*		
1)	UPS (No Batterry)	2	ชุด
2)	Battery Backup 150AH สนาม	2	ชุด
3)	Battery Backup 65AH สนาม	16	ชุด
2.7	*ค่าสารละลายมาตรฐาน, เยื่อ Membrane และอุปกรณ์ Calibrate & Maintanance*		
1)	สารละลาย pH 4.01 (500 ml.)	1	ขวด
2)	สารละลาย pH 7.00 (500 ml.)	1	ขวด
3)	สารละลาย Conductivity 2 mS/cm. (500 ml.)	1	ขวด
4)	สารละลาย Conductivity 20 mS/cm. (500 ml.)	1	ขวด
5)	เยื่อ Membrane สำหรับ DO Mobile	1	pack
	รวมค่าอะไหล่ต่อปี	**1,591,000**	**บาท**

หมายเหตุ :

1. จำนวนอะไหล่รายปี คิดตามสถิติอายุการใช้งานของอุปกรณ์ โดยจำนวนที่จัดซื้อรายปีคิดจาก จำนวนรวมของอุปกรณ์นั้นๆ หารด้วยอายุการใช้งานเฉลี่ย
2. อายุการใช้งานเฉลี่ยรายอุปกรณ์ใช้สมมติฐานดังนี้

ระบบควบคุม/สื่อสาร/กล้อง	10	ปี
เครื่องวัดระดับน้ำ	10	ปี
Transmitter ของเครื่องวัดคุณภาพน้ำ	10	ปี
หัวจับยึด Sensor ของเครื่องวัดคุณภาพน้ำ	10	ปี
Sensor ของเครื่องวัดคุณภาพน้ำ	4	ปี
เครื่องวัดปริมาณน้ำฝน	5	ปี

3. จำนวนอะไหล่ที่ใช้จริงอาจต่างจากจำนวนที่คาดการณ์ไว้ ทั้งนี้ขึ้นกับสภาพแวดล้อมในการทำงานของอุปกรณ์ในแต่ละที่
4. ค่าใช้จ่ายในด้านอะไหล่รายปี คิดจาก 10% ของค่าลงทุนก่อสร้างสถานีสนาม/หลัก/รอง ซึ่งมีมูลค่าประมาณ 15.91 ล้านบาท

ตารางที่ 5.2-1ง ประมาณการค่าจ้างบุคลากรในการดำเนินการบำรุงรักษา

ลำดับ	รายการ	จำนวน		คน-เดือน ต่อคน		ค่าจ้าง	
						ต่อหน่วย	รวม
3	**ค่าบุคลากร**						
3.1	วิศวกรภาคสนาม	1	คน	12	คน-เดือน	45,000	540,000
3.2	ช่างเทคนิค	4	คน	12	คน-เดือน	22,000	1,056,000
	รวมข้อ 3						**1,596,000**

หมายเหตุ : 1 อัตราจ้างบุคลากร ใช้ตามอัตราจ้างบริษัทที่ปรึกษา