



วิทยานิพนธ์

การศึกษาสภาพน้ำท่วมขังในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน
โดยการวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
ร่วมกับการใช้แบบจำลองลุ่มน้ำ

INUNDATION CHARACTERIZATION
IN THE CHIN RIVER BASIN BY GIS ANALYSIS
AND WATERSHED MODELING

นายณัฐพล เกิดสุข

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2551

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาสภาพน้ำท่วมขังในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน
โดยการวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับการใช้แบบจำลองลุ่มน้ำ

Inundation Characterization in Tha Chin River Basin
by GIS Analysis and Watershed Modeling

โดย

นายณัฐพล เกิดสุข

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมชลประทาน)

พ.ศ. 2551

ณัฐพล เกิดสุข 2551: การศึกษาสภาพน้ำท่วมขังในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีนโดยการวิเคราะห์
ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับการใช้แบบจำลองลุ่มน้ำ ปรินญาวิศวกรรม
ศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมชลประทาน) สาขาวิศวกรรมชลประทาน ภาควิชา
วิศวกรรมชลประทาน ปรธานกรรมการที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์เอกสิทธิ์
โหมสิตสกุลชัย, Dipl. Docteur 180 หน้า

การศึกษาสภาพน้ำท่วมขังในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน โดยการจำแนกขอบเขตและระดับความ
รุนแรงของน้ำท่วมขังใช้ข้อมูล MODIS ของดาวเทียม Terra/Aqua ที่ประมวลผลเป็นภาพประกอบ
15 วันของค่า NDWI (Normalized Difference Water Index) การประเมินปริมาณน้ำที่ไหลเข้าสู่
พื้นที่น้ำท่วมขังได้ใช้แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า GR (Genie Rural Model) สำหรับประเมินปริมาณ
น้ำหลากจากพื้นที่ธรรมชาตินอกเขตชลประทาน ส่วนปริมาณน้ำส่วนเกินจากพื้นที่ชลประทาน
ประเมินโดยใช้สมการน้ำด้วยแบบจำลอง WEAP ผลการศึกษาพบว่า พื้นที่ที่มีสภาพน้ำท่วมขังใน
ระดับรุนแรงอยู่บริเวณตอนกลางของที่ราบลุ่มน้ำท่าจีน ในเขตโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโพธิ์
พระยา โดยมีน้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่มากกว่าครึ่งหนึ่งของพื้นที่โครงการและยาวนานกว่า 3
เดือน น้ำที่ท่วมขังเป็นน้ำส่วนเกินที่ระบายจาก (1) พื้นที่ลาดชันนอกเขตชลประทาน ทางทิศ
ตะวันตกของลุ่มน้ำท่าจีน (2) พื้นที่โครงการชลประทานเจ้าพระยาฝั่งตะวันตกตอนบน และ (3)
พื้นที่โครงการชลประทานแม่กลองใหญ่ ปริมาณน้ำส่วนเกินทั้งหมดระบายลงสู่แม่น้ำท่าจีน ผ่าน
คลองสองพี่น้องซึ่งจากการประเมินด้วยแบบจำลอง WEAP พบว่า มีปริมาณเฉลี่ยมากกว่า 2,000
ล้าน ลบ.ม. ต่อปี โดยในช่วงฤดูแล้ง (มกราคมถึงพฤษภาคม) เป็นน้ำที่รับจากแม่น้ำแม่กลองผ่าน
คลองจะเข้สามพันส่วนช่วงฤดูฝน เป็นน้ำส่วนเกินที่ระบายจากพื้นที่ในเขตชลประทานและนอก
เขตชลประทาน เนื่องจากพื้นที่โครงการ โพธิ์พระยาเป็นที่ลุ่มต่ำ และต้องรับน้ำที่ระบายจากพื้นที่
รอบข้าง การแก้ปัญหาหน้าท่วมขังอย่างเด็ดขาดจึงทำได้ยาก ดังนั้นการประเมินความสามารถใน
การรับปริมาณน้ำของพื้นที่จึงเป็นเรื่องที่ควรพิจารณา เพื่อใช้เป็นแนวทางการจัดการสำหรับลด
ระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขัง

Natthaphon Gerdsuk 2008: Inundation Characterization in Tha Chin River Basin by GIS Analysis and Watershed Modeling. Master of Engineering (Irrigation Engineering), Major Field: Irrigation Engineering, Department of Irrigation Engineering. Thesis Advisor: Assistant Professor Ekasit Kositsakulchai, Dipl. Docteur 180 pages.

This research presented the study results of inundation characterization in Tha Chin River Basin. Extends of inundation and levels of severity were identified using time-series Normalized-Difference-Water-Index (NDWI) data, derived from Terra/Aqua MODIS images. The volume of excess water from unregulated area was estimated by Genie Rural (GR) rainfall-runoff model; from irrigation service area by Water Evaluation And Planning system (WEAP) model. It was found that zones of high inundation severity were located in central part of Tha Chin river basin, especially in Pho Phraya Irrigation Project. The inundated area was more than half of project area, and inundated period was longer than three consecutive months. Sources of inundation were excess water flowing from: (1) unregulated area in the west of Tha Chin basin (out of irrigation service area), (2) Upper part of the Chao Phraya West Bank Irrigation Project, and (3) the Greater Mae Klong Irrigation Project. All waters drained into Tha Chin river through Song Phi Nong (SPN) drainage canal. The annual volume of flow in SPN canal, estimated by WEAP model, was more than 2,000 Million m³. In dry season (January to May), water in SPN canal was diverted from Mae Klong river via Jorrakae Samphan canal. In wet season, excess water from irrigation service area and unregulated area accumulated in the canal. Since, Pho Phraya Project was situated in the lower area and received flow from its neighborhood; it is difficult to have an absolute solution for this area. Therefore, it is necessary to assess its flood storage capacity in order to prepare flood mitigation plan.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

/ /

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกสิทธิ์ โฆสิตสกุลชัย ประธาน
กรรมการที่ปรึกษา ที่ซึ่งได้ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือในการดำเนินงานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอ
กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.วราวุธ วุฒิวิเศษย์ กรรมการวิชาเอก รองศาสตราจารย์ ดร.
วีระพล แต่สมบัติ กรรมการวิชาการ และรองศาสตราจารย์ ดร.มงคล กวางวโรภาส ผู้แทนบัณฑิต
วิทยาลัย ที่ให้คำแนะนำเพิ่มเติม ตลอดจนช่วยเหลือแก้ไขในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไป
ด้วยดี

ขอขอบพระคุณสำนักชลประทานที่ 12 และ 13 กรมชลประทาน และกรมอุตุนิยมิวิทยา ที่
ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ ที่ใช้ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้และให้คำปรึกษาแก่
ข้าพเจ้า และขอขอบคุณรุ่นพี่ รุ่นน้อง และเพื่อน ๆ นิสิตปริญญาโทภาควิชาวิศวกรรมชลประทานที่
คอยเป็นกำลังใจและมีส่วนร่วมชี้แนะในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จด้วยดี

ด้วยความสำเร็จของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบแด่คุณพ่อชูชาติ คุณแม่อรวรรณ เกิดสุข
และญาติพี่น้อง ที่คอยช่วยเหลือให้กำลังใจสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ตลอดมา

ณัฐพล เกิดสุข

พฤษภาคม 2551

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
ตรวจเอกสาร	13
อุปกรณ์และวิธีการ	23
อุปกรณ์	23
วิธีการ	35
ผลและวิจารณ์	53
สรุปและข้อเสนอแนะ	93
สรุป	93
ข้อเสนอแนะ	95
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	96
ภาคผนวก	109
ภาคผนวก ก การสำรวจภาคสนาม	110
ภาคผนวก ข ข้อมูลและข้อกำหนดที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง ระบบทรัพยากรน้ำ	117
ภาคผนวก ค ผลการประเมินปริมาณน้ำท่า	142
ภาคผนวก ง การนำเสนอผลงาน	162
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	180

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ข้อมูลภูมิอากาศเฉลี่ยของสถานีตรวจอากาศสุพรรณบุรี	7
2	ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำไหลผ่านประตูระบายน้ำในแม่น้ำท่าจีน (พ.ศ.2516 ถึง 2548)	11
3	รายละเอียด MODIS	30
4	รายละเอียดความยาวช่วงคลื่นต่าง ๆ ของ MODIS	31
5	ข้อมูลภาพประกอบ 15 วัน ของ NDWI จากดาวเทียม Terra/Aqua MODIS	33
6	สถานะของพื้นที่ตามสภาพน้ำท่วมขังสามเดือน	43
7	เกณฑ์การจัดระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขัง	43
8	การแบ่งหน่วยพื้นที่ย่อยเขตชลประทานในพื้นที่คาบเกี่ยวกับลุ่มน้ำแม่น้ำท่าจีน	48
9	ค่าเฉลี่ยของปริมาณการระเหยอ้างอิง (reference evapotranspiration)	51
10	การแบ่งกลุ่มสถานีวัดน้ำฝน	51
11	ค่าเฉลี่ยรายเดือนของสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc)	52
12	การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ผิวน้ำช่วงฤดูฝนปี 2544 (ต.ค. 2544 ถึง เม.ย. 2545)	55
13	การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ผิวน้ำช่วงฤดูฝนปี 2545 (ต.ค. 2545 ถึง เม.ย. 2546)	56
14	การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ผิวน้ำช่วงฤดูฝนปี 2547 (ต.ค. 2547 ถึง เม.ย. 2548)	57
15	การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ผิวน้ำช่วงฤดูฝนปี 2548 (ต.ค. 2548 ถึง เม.ย. 2549)	58
16	ระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังรายโครงการ ช่วงฤดูฝนปี 2544	60
17	ระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังรายโครงการ ช่วงฤดูฝนปี 2545	63
18	ระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังรายโครงการช่วงฤดูฝนปี 2547	66
19	ระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังรายโครงการ ช่วงฤดูฝนปี 2548	69
20	พื้นที่นอกเขตชลประทาน	81
21	ผลการประเมินน้ำท่าด้วยแบบจำลอง GR2M ลุ่มน้ำกระเสียว	
	พ.ศ. 2516 ถึง พ.ศ. 2548	82
22	ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำในคลองสองพี่น้อง (ผลจากแบบจำลอง)	85

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ข1 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือน (พ.ศ. 2516 ถึง 2548)	119
ข2 ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือน (พ.ศ. 2525 ถึง 2544)	120
ข3 ข้อมูลปริมาณการระเหยเฉลี่ย	120
ข4 ค่าเฉลี่ยของปริมาณการระเหยอ้างอิง (reference evapotranspiration)	121
ข5 การแบ่งกลุ่มสถานีวัดน้ำฝน	122
ข6 สถานีตรวจวัดน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยาและกรมชลประทาน	123
ข7 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยของสถานีกลุ่มที่ 1	125
ข8 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยของสถานีกลุ่มที่ 2	126
ข9 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยของสถานีกลุ่มที่ 3	127
ข10 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยของสถานีกลุ่มที่ 4	128
ข11 พื้นที่ระบายน้ำย่อยของกลุ่มน้ำกระเสียว	129
ข12 ปริมาณน้ำระบายผ่าน ปตร.พลเทพ	130
ข13 ปริมาณน้ำระบายผ่าน ปตร.มะขามเต่า-อุ้มทอง	131
ข14 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของสัมประสิทธิ์การใช้ น้ำของพืช (Kc)	132
ข15 พื้นที่ของแต่ละโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา	133
ข16 พื้นที่เพาะปลูกของแต่ละโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา	134
ข17 การแบ่งหน่วยพื้นที่ย่อย	135
ข18 ข้อมูล โคน้ำลักษณะอ่างเก็บน้ำกระเสียว	139
ค1 ปริมาณน้ำท่ากลุ่มน้ำกระเสียว พ.ศ. 2516 ถึง พ.ศ. 2548 ผลจากแบบจำลอง GR2M	143
ค2 ปริมาณน้ำที่ผันจากแม่น้ำแม่กลองเข้าคลองจรเข้สามพัน (JKSP) ผลจากแบบจำลอง GR2M	144
ค3 ปริมาณน้ำท่าจากพื้นที่นอกเขตชลประทาน (KRS 05)	145
ค4 ปริมาณน้ำส่วนเกินจากพื้นที่ชลประทานคบ.พนมทวน(PNT1)	146
ค5 ปริมาณน้ำส่วนเกินจากพื้นที่ชลประทานคบ.พนมทวน (PNT2)	147
ค6 ปริมาณน้ำท่าจากพื้นที่นอกเขตชลประทาน (KRS 04)	148

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ค7	ปริมาณน้ำส่วนเกินจากพื้นที่ชลประทานคบ.สองพี่น้อง (SPN1)	149
ค8	ปริมาณน้ำส่วนเกินจากพื้นที่ชลประทานคบ.ดอนเจดีย์ (DJD)	150
ค9	ปริมาณน้ำท่าจากพื้นที่นอกเขตชลประทาน (KRS03)	151
ค10	ปริมาณน้ำท่าจากพื้นที่นอกเขตชลประทาน (KRS 02)	152
ค11	ปริมาณน้ำส่วนเกินจากพื้นที่ชลประทานคบ.ท่าโบสถ์ (THB5)	153
ค12	ปริมาณน้ำส่วนเกินจากพื้นที่ชลประทานคบ.ท่าโบสถ์ (THB6)	154
ค13	ปริมาณน้ำส่วนเกินจากพื้นที่ชลประทานคบ.สามชุก (SCH3)	155
ค14	ปริมาณน้ำส่วนเกินจากพื้นที่ชลประทานคบ.สามชุก (SCH4)	156
ค15	ปริมาณน้ำส่วนเกินจากพื้นที่ชลประทานคบ.สามชุก (SCH5)	157
ค16	ปริมาณน้ำส่วนเกินจากพื้นที่ชลประทานคบ.สองพี่น้อง (SPN 2)	158
ค17	ปริมาณน้ำส่วนเกินจากพื้นที่ชลประทานคบ.สองพี่น้อง (SPN3)	159
ค18	ปริมาณน้ำส่วนเกินจากพื้นที่ชลประทานคบ.บางเลน (BLN1)	160
ค19	ปริมาณน้ำส่วนเกินจากพื้นที่ชลประทานคบ.โพธิ์พระยา (PPY2)	161

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลุ่มน้ำท่าจีน	5
2	แสดงลักษณะภูมิประเทศของลุ่มน้ำท่าจีน	7
3	ปริมาณน้ำฝนรายปีในลุ่มน้ำท่าจีน	8
4	ปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน	8
5	ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนรายเดือนทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน	9
6	ปริมาณน้ำรายปีที่ระบายผ่านประตูระบายน้ำในแม่น้ำท่าจีน	11
7	ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำรายเดือนที่ไหลผ่านประตูระบายน้ำในแม่น้ำท่าจีน (ข้อมูลสถิติ พ.ศ. 2516 ถึง 2548)	12
8	แผนภาพแสดงการแบ่งชนิดของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์	15
9	แสดงความเชื่อมโยงระหว่าง GIS กับแบบจำลองอุทกวิทยา	17
10	โครงสร้างของแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า GR2M	27
11	การจำลองระบบทรัพยากรน้ำด้วยแบบจำลอง WEAP	29
12	การสะท้อนพลังงานของสิ่งปกคลุมพื้นผิวโลก (พืช ดินและน้ำ)	34
13	แผนภาพแสดงขั้นตอนดำเนินการวิจัย	36
14	การใช้ที่ดินของพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน (แปลจากข้อมูลดาวเทียม MODIS หลายช่วงเวลา)	39
15	กรอบที่ใช้วิเคราะห์ เพื่อจำแนกขอบเขตพื้นที่ผิวน้ำของลุ่มน้ำท่าจีน	40
16	ผังโครงข่ายระบบชลประทานในพื้นที่คาบเกี่ยวกับลุ่มน้ำแม่น้ำท่าจีน	50
17	แบบแผนการเพาะปลูก	52
18	การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ผิวน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน ช่วงฤดูฝนปี 2544	55
19	การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ผิวน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน ช่วงฤดูฝนปี 2545	56
20	การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ผิวน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน ช่วงฤดูฝนปี 2547	57
21	การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ผิวน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน ช่วงฤดูฝนปี 2548	58
22	ระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขัง ช่วงฤดูฝนปี 2544	61

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า	
23	ระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขัง ช่วงฤดูฝนปี 2545	64
24	ระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขัง ช่วงฤดูฝนปี 2547	67
25	ระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขัง ช่วงฤดูฝนปี 2548	70
26	คลองระบายน้ำสายหลักและพื้นที่ระบายน้ำลงสู่สองพี่น้อง	73
27	ปริมาณน้ำรายปี ปตร. ทั้ง 6 แห่ง ที่ระบายน้ำลงสู่แม่น้ำท่าจีน	74
28	ปริมาณน้ำรายเดือนเฉลี่ยที่ระบายน้ำลงสู่แม่น้ำท่าจีนรวม 6 ปตร.	74
29	ระบบคลองระบายน้ำและขนาดพื้นที่ระบายน้ำลงสู่สองพี่น้อง	76
30	ลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำท่าจีนส่วนที่อยู่นอกเขตชลประทาน	78
31	การปรับเทียบแบบจำลอง GR2M ด้วยข้อมูลรายเดือน พ.ศ. 2525 ถึง 2534	79
32	การปรับเทียบแบบจำลอง GR2M โดยการเปรียบเทียบผลการประเมินน้ำท่า (Qcal) กับข้อมูลจากการตรวจวัด (Qobs) ช่วงปีพ.ศ. 2525 ถึง 2534	79
33	การทวนสอบแบบจำลอง ด้วยข้อมูลรายเดือน พ.ศ. 2535 ถึง 2544	80
34	การทวนสอบแบบจำลอง โดยการเปรียบเทียบผลการประเมินน้ำท่า (Qcal) กับข้อมูลจากการตรวจวัด (Qobs) ช่วงปี พ.ศ. 2535 ถึง 2544	80
35	ปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลอง GR2M (พ.ศ. 2516 ถึง 2548)	83
36	การเปรียบเทียบผลการจำลองกับข้อมูลจริง ข้อมูลเฉลี่ยปี 2538-2548	84
37	ปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยจากพื้นที่ต่าง ๆ ที่ระบายลงคลองสองพี่น้อง	88
38	ปริมาณน้ำรายปีในคลองสองพี่น้อง (ผลจากแบบจำลอง)	89
39	ปริมาณน้ำรายเดือนเฉลี่ยที่จุดพิจารณาหลักในคลองสองพี่น้อง	89
40	ปริมาณน้ำรายปีที่ปตร. สองพี่น้อง (ผลจากแบบจำลอง)	90
41	สัดส่วนของปริมาณน้ำที่ระบายสู่คลองสองพี่น้องตามกลุ่มพื้นที่	92

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า	
ก1	ตำแหน่งของจุดที่ได้ทำการสำรวจในสนาม	111
ก2	ภาพถ่ายพื้นที่น้ำท่วม ต.บางใหญ่ อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี	112
ก3	ภาพถ่ายพื้นที่น้ำท่วมวันที่ 11 ธันวาคม พ.ศ. 2549	113
ก4	ภาพถ่ายพื้นที่น้ำท่วมวันที่ 20 ธันวาคม พ.ศ. 2549	115
ข1	ตำแหน่งของสถานีวัดน้ำฝนและสถานีตรวจอากาศที่ครอบคลุมบริเวณพื้นที่ศึกษา	124
ข2	แบบแผนการเพาะปลูก	132
ข3	ผังโครงข่ายระบบชลประทานในพื้นที่คาบเกี่ยวกับลุ่มน้ำแม่ น้ำท่าจีน	137
ข4	หน่วยพื้นที่ย่อยที่ระบายน้ำส่งสู่คลองสองพี่น้อง	141

การศึกษาสภาพน้ำท่วมขังในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน
โดยการวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับการใช้แบบจำลองลุ่มน้ำ

**Inundation Characterization in Tha Chin River Basin
by GIS Analysis and Watershed Modeling**

คำนำ

ลุ่มน้ำท่าจีนตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ราบลุ่มภาคกลางของประเทศไทย พื้นที่นี้เป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพสูงสำหรับการเพาะปลูก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปลูกข้าว โดยบางพื้นที่ในเขตชลประทานสามารถทำนาได้ถึงปีละ 3 ครั้ง ถึงกระนั้น สภาพน้ำท่วมขังในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีนนับได้ว่าเป็นปัญหาที่สำคัญอันหนึ่งที่เป็นข้อจำกัดของการดำเนินกิจกรรมในพื้นที่ สภาพน้ำท่วมขังเริ่มเกิดในช่วงปลายฤดูฝน ระหว่างเดือนตุลาคม ถึงมกราคม โดยเกิดขึ้นเป็นประจำทุกปี สภาพน้ำท่วมขังนี้ส่งผลกระทบต่อประชาชนในพื้นที่ทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ทำให้ไม่สามารถใช้ประโยชน์ที่ดินสำหรับประกอบอาชีพ ซึ่งมีผลกระทบต่อรายได้รวมทั้งทำให้เกิดการว่างงาน ดังนั้น การศึกษาวิเคราะห์ถึงสภาพปัญหาน้ำท่วมขังในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน จึงมีความจำเป็นและเร่งด่วน ทั้งขอบเขตของพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบและระดับความรุนแรง ทั้งนี้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการวางแผนและบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน รวมถึงพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาในภาพรวม

การศึกษาสภาพปัญหาน้ำท่วมขัง มีลักษณะวิธีการศึกษาที่แตกต่างกันหลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อมูล และสภาพพื้นที่ของแต่ละพื้นที่ศึกษา ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้เป็นเครื่องมือศึกษา เช่น ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือใช้ร่วมกันระหว่างระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับแบบจำลอง โดยในปัจจุบันได้มีประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดการน้ำท่วมเช่น การแสดงถึงพื้นที่น้ำท่วมและความเสียหายที่เกิดขึ้นและใช้สำหรับเตรียมข้อมูลให้กับแบบจำลองทางค้ำอุทกวิทยา

เนื่องจากสภาพน้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้าง ในการรวบรวมข้อมูลและการสำรวจภาคสนาม เพื่อศึกษาสภาพปัญหาน้ำท่วมขังนั้นจำเป็นต้องใช้ข้อมูลเป็นจำนวนมาก การรวบรวมข้อมูลให้ครบถ้วนและถูกต้องสมบูรณ์นั้นกระทำได้ยาก การสำรวจระยะไกลเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยแก้ปัญหาด้านข้อมูล โดยมีจุดเด่นที่ภาพถ่ายดาวเทียมครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้าง และมีความถี่ของสำรวจซ้ำในพื้นที่เดิมสูง จึงสามารถนำมาใช้ศึกษาติดตามการเปลี่ยนแปลงสภาพของพื้นที่ได้ อย่างไรก็ตามการสำรวจระยะไกลก็มีข้อจำกัดในเรื่องของต้นทุนในการจัดหาข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ดังนั้นการศึกษานี้ได้เลือกใช้ข้อมูล MODIS ของดาวเทียม Terra ซึ่งสามารถหาได้จากอินเทอร์เน็ต

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อหาแนวทางจัดการน้ำท่วมขังในเขตลุ่มน้ำท่าจีน โดยใช้ดัชนี NDWI จากข้อมูลดาวเทียม MODIS หลายช่วงเวลาในการจำแนกขอบเขตและกำหนดระดับความรุนแรงน้ำท่วมขัง ร่วมกับแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า GR2M และ แบบจำลอง WEAP ในการประเมินปริมาณน้ำที่ไหลเข้าสู่พื้นที่น้ำท่วมขัง

วัตถุประสงค์

การวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อศึกษาสภาพน้ำท่วมขังในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน โดยการวิเคราะห์ด้วยระบบภูมิสารสนเทศร่วมกับการใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์ โดยมีวัตถุประสงค์ของการดำเนินงาน ดังนี้

1. จำแนกขอบเขตของน้ำท่วมขังและกำหนดระดับความรุนแรงในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน โดยใช้ดัชนี NDWI จากการข้อมูลดาวเทียม
2. วิเคราะห์ระบบโครงข่ายลำน้ำในพื้นที่ซึ่งได้รับผลกระทบรุนแรงจากน้ำท่วมขัง
3. ประเมินปริมาณน้ำท่าที่หลากเข้าสู่พื้นที่โดยใช้แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า GR ร่วมกับแบบจำลองระบบลุ่มน้ำ WEAP
4. เพื่อเสนอแนวทางการจัดการน้ำท่วมขังในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน

ขอบเขตการศึกษา

การศึกษาแนวทางจัดการน้ำท่วมขังศึกษาสภาพน้ำท่วมขังในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน ในการวิเคราะห์ขอบเขตระดับความรุนแรงน้ำท่วมขังได้พิจารณาทั้งลุ่มน้ำท่าจีน โดยวิเคราะห์ในช่วงฤดูฝนของปี พ.ศ. 2544, 2545, 2547 และ ปีพ.ศ. 2548 ส่วนการประเมินปริมาณน้ำที่หลากเข้าท่วมขังได้พิจารณาเฉพาะพื้นที่ที่เกิดปัญหาน้ำท่วมขัง ซึ่งเป็นพื้นที่ฝั่งตะวันตกของแม่น้ำท่าจีนในเขตโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา (คบ.) สองพี่น้อง คบ. โพธิ์พระยา และคบ. บางเลน

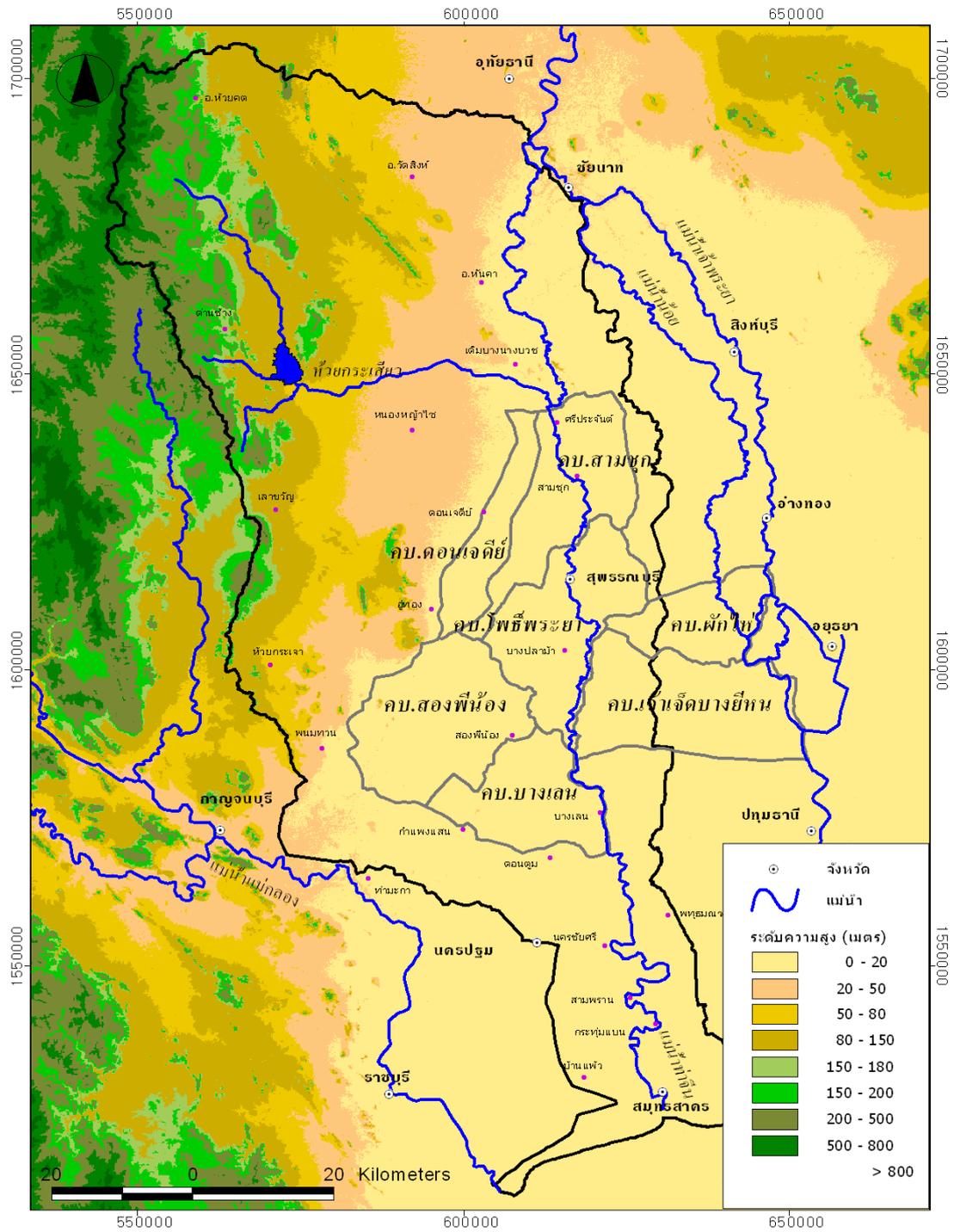
พื้นที่ศึกษา

ที่ตั้งและลักษณะทั่วไปของกลุ่มน้ำท่าจีน

กลุ่มน้ำท่าจีนตั้งอยู่บริเวณตอนล่างของที่ราบภาคกลาง มีพื้นที่ลุ่มน้ำรวม 13,681 ตร.กม. ลักษณะลุ่มน้ำวางตัวตามแนวทิศเหนือ-ใต้ อยู่ระหว่างละติจูด $13^{\circ}10' N$ และ $15^{\circ}30' N$ และลองจิจูด $98^{\circ}15' E$ และ $100^{\circ}10' E$ พื้นที่ลุ่มน้ำครอบคลุมพื้นที่ 7 จังหวัด ได้แก่ จ.อุทัยธานี จ.ชัยนาท จ.อ่างทอง จ.สุพรรณบุรี จ.กาญจนบุรี จ.นครปฐม และ จ.สมุทรสาคร อาณาเขตทิศเหนือติดกับลุ่มน้ำสะแกกรัง ทิศใต้ติดกับอ่าวไทย ทิศตะวันออกติดกับลุ่มน้ำเจ้าพระยา และทิศตะวันตกติดกับลุ่มน้ำแม่กลอง

สภาพภูมิประเทศในเขตลุ่มน้ำท่าจีนแบ่งออกได้ 2 ส่วน (บ.ทิม และคณะ, 2541) ได้แก่ ส่วนบนเป็นพื้นที่ทางทิศเหนือของ จ.สุพรรณบุรี ไปถึงเขต จ.ชัยนาทและ จ.อุทัยธานี และ ส่วนล่างเป็นพื้นที่ทางทิศใต้จังหวัดสุพรรณบุรีลงไปจรดอ่าวไทย (ภาพที่ 2) พื้นที่ส่วนบนทางซีกตะวันตกในเขต อ.บ้านไร่ จ.อุทัยธานี อ.ด่านช้าง จ.สุพรรณบุรี และ อ.เลาขวัญ จ.กาญจนบุรี ส่วนใหญ่เป็นภูเขาและป่าไม้ ลาดเทจากทิศตะวันตกไปทางทิศตะวันออก พื้นที่ส่วนบนซีกตะวันออกในเขต อ.วัดสิงห์ อ.หันคา และ อ.สรรคบุรี จ.ชัยนาท รวมทั้ง อ.เดิมบางนางบวช อ.หนองหญ้าไซ อ.สามชุก อ.ดอนเจดีย์ อ.ศรีประจันต์ จ.สุพรรณบุรี มีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่นา

พื้นที่ส่วนล่างทางซีกตะวันตกในเขต อ.พนมทวน จ.กาญจนบุรี อ.อุททอง จ.สุพรรณบุรี และ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม สภาพภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ดอน ส่วนพื้นที่ในเขต อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี และอำเภออื่น ๆ ของ จ.นครปฐม พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่นา สภาพภูมิประเทศลาดเทจากทิศตะวันตกไปทางทิศตะวันออก หรือลาดเทจากแม่น้ำแม่กลองสู่แม่น้ำท่าจีน ส่วนพื้นที่ทางฝั่งตะวันออกของแม่น้ำท่าจีนในเขต อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี อ.นครชัยศรี และ อ.สามพราน จ.นครปฐม รวมทั้งพื้นที่ในเขต จ.สมุทรสาครทั้งหมดเป็นพื้นที่ราบลุ่ม ลาดเทจากทิศเหนือลงใต้ มีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่นา สวนผัก สวนผลไม้ มีพื้นที่ชุ่มน้ำ และป่าชายเลนบริเวณที่น้ำทะเลขึ้นถึง



ภาพที่ 2 แสดงลักษณะภูมิประเทศของกลุ่มน้ำท่าจีน

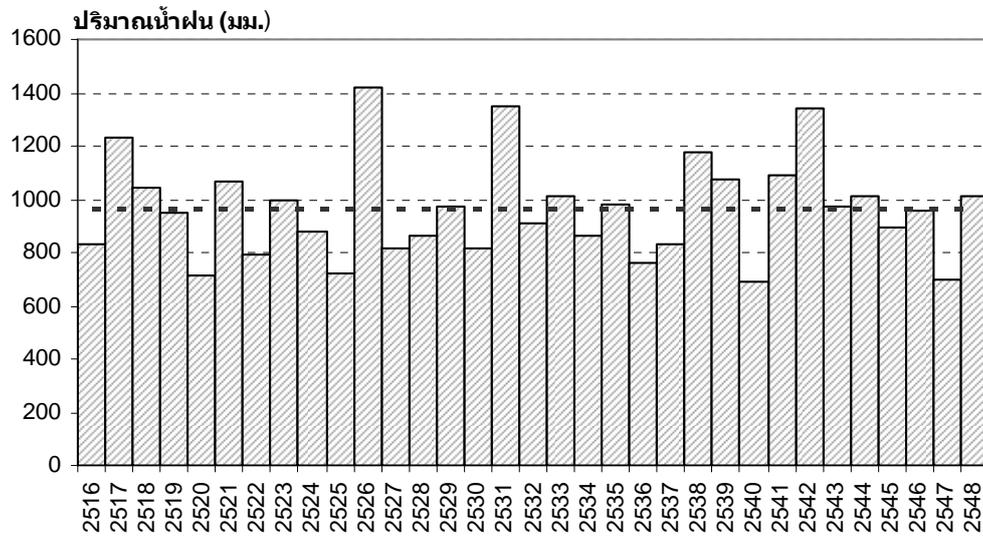
ตารางที่ 1 ข้อมูลภูมิอากาศเฉลี่ยของสถานีตรวจอากาศสุพรรณบุรี

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.	รายปี
อุณหภูมิ (°c)	25.4	27.2	28.9	30.3	29.8	29.1	28.6	28.4	28.1	27.8	26.4	24.6	27.9
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	70	71	71	70	73	73	75	76	80	80	75	70	73.7
การระเหย (มม.)	129.5	138.4	181.1	195.9	188.7	169	163.6	155.4	135.5	133	130	133.4	154.5
ปริมาณฝน (มม.)	6.5	7.3	18.3	59.1	120.6	100.2	106	127.2	253.9	209.3	42.2	9.3	1059.9

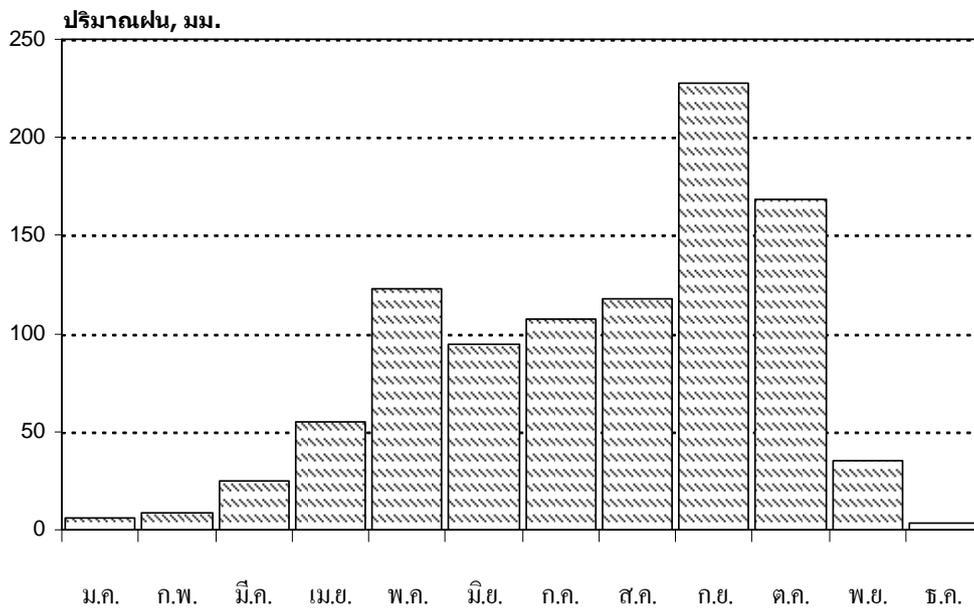
ลักษณะภูมิอากาศของกลุ่มน้ำท่าจินสามารถแบ่งได้เป็น 3 ฤดูกาล ประกอบด้วย ฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงต้นเดือนพฤษภาคม ได้รับอิทธิพลจากลมตะวันออกเฉียงเหนือและลมใต้ ฤดูฝนเริ่มตั้งแต่ปลายเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม โดยได้รับอิทธิพลจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และมักจะประสบภาวะฝนทิ้งช่วงในเดือนมิถุนายน กรกฎาคม ส่วนฤดูหนาวเริ่มตั้งแต่ปลายเดือนตุลาคม ไปจนถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ โดยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

ข้อมูลภูมิอากาศที่สถานีตรวจอากาศสุพรรณบุรี เป็นข้อมูลเฉลี่ย 30 ปี พ.ศ. 2514 ถึง พ.ศ. 2543 จากกรมอุตุนิยมวิทยาแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งเป็นสถานีตรวจวัดอากาศที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ศึกษา จากตารางดังกล่าวสามารถสรุปตัวแปรภูมิอากาศที่สำคัญดังนี้คือ มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปี ประมาณ 28 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิสูงสุดอยู่ในเดือนเมษายน และต่ำสุดในเดือนธันวาคม มีปริมาณการระเหยรวมทั้งปีประมาณ 1800 มม. ในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคม เป็นช่วงที่ค่าการระเหยสูงสุด โดยมีค่ามากกว่า 180 มม. ต่อเดือน ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ค่อนข้างจะคงที่ตลอดทั้งปี มีค่าอยู่ระหว่าง 70 ถึง 80 เปอร์เซ็นต์

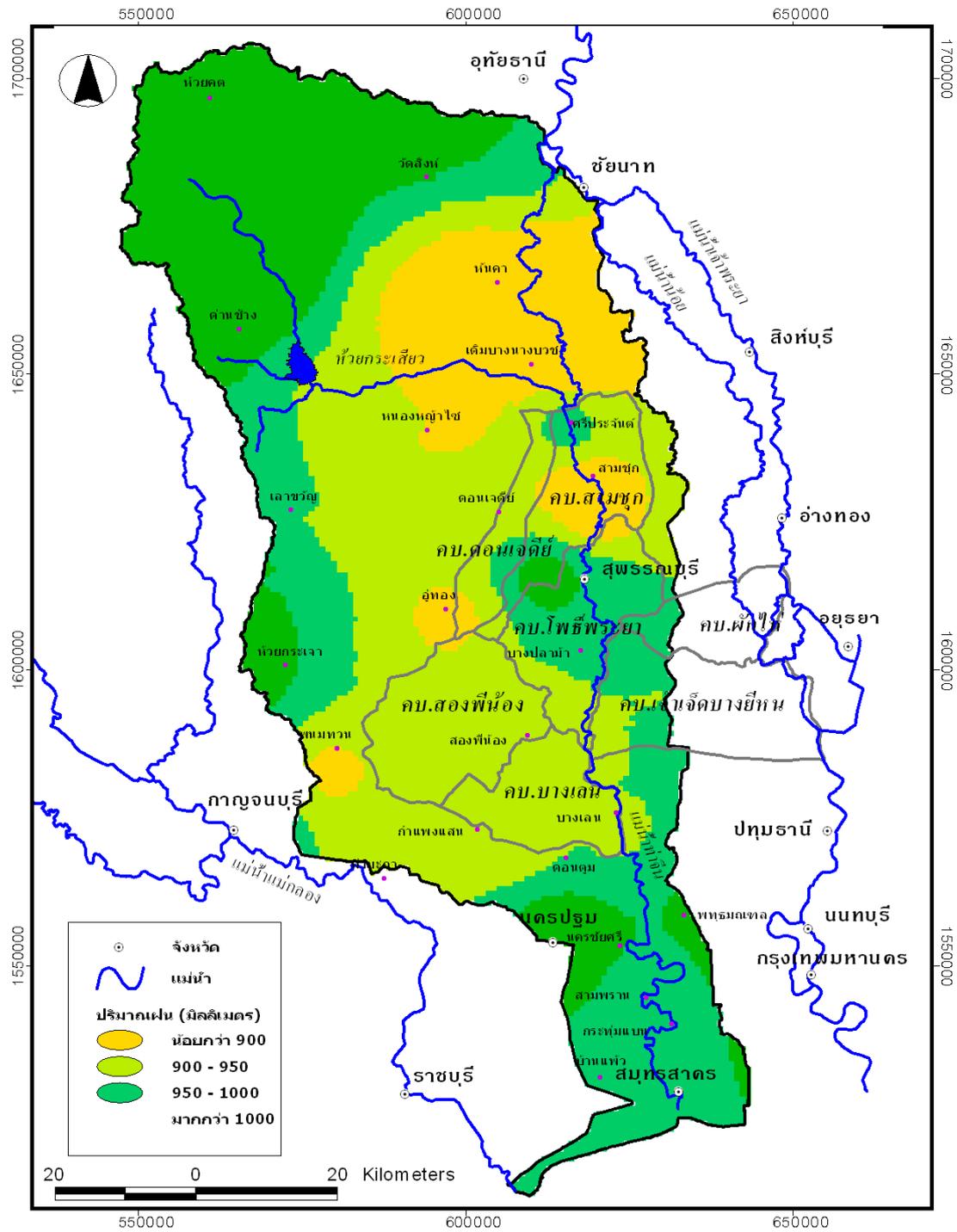
ปริมาณน้ำฝนกลุ่มน้ำท่าจิน โดยเฉลี่ยมีปริมาณน้อยกว่า 1,000 มม.ต่อปี โดยในช่วงฤดูฝน เป็นช่วงที่มีปริมาณน้ำฝนมากกว่า 100 มม. เป็นระยะเวลา 6 เดือนติดต่อกัน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม (ภาพที่ 4) โดยเดือนกันยายนมีปริมาณน้ำฝนมากที่สุด โดยมีปริมาณมากกว่า 200 มม. ส่วนช่วงที่มีฝนตกน้อยได้แก่ช่วงเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์มีปริมาณฝนเฉลี่ยน้อยกว่า 10 มม.ต่อเดือน เมื่อพิจารณาความแปรปรวนของฝนตามพื้นที่วิเคราะห์ด้วยวิธี Inverse Distance Weight (IDW) แสดงในภาพที่ 5 พบปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของกลุ่มน้ำมีปริมาณมากกว่า 1,000 มม. ต่อปี ซึ่งมีปริมาณฝนมากกว่าพื้นที่อื่น ส่วนในบริเวณพื้นที่ราบตอนล่างของกลุ่มน้ำซึ่งเป็นพื้นที่เกษตรกรรมมีปริมาณฝนค่อนข้างต่ำกว่า โดยมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 900 มม. ต่อปี



ภาพที่ 3 ปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน



ภาพที่ 4 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนรายเดือนทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน



ภาพที่ 5 ปริมาณน้ำฝนรายปีในลุ่มน้ำท่าจีน

ลำน้ำสายหลักของกลุ่มน้ำ คือแม่น้ำท่าจีน ซึ่งแยกจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่ ต.มะขามเต่า อ.วัดสิงห์ จ.ชัยนาท มีทิศทางการไหลจากทิศเหนือลงทิศใต้ขนานกับแม่น้ำเจ้าพระยา และออกสู่อ่าวไทยที่ จ.สมุทรสาคร ทั้งนี้กรมชลประทานได้พัฒนาแม่น้ำท่าจีน เป็นคลองส่งน้ำชลประทานของโครงการเจ้าพระยาใหญ่ โดยปริมาณน้ำที่ไหลในแม่น้ำท่าจีนส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับการระบายน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยา และถูกควบคุมด้วยประตูระบายน้ำที่กั้นแม่น้ำอยู่ 4 แห่ง คือ ประตูระบายน้ำพลเทพ (กม.318 จากปากแม่น้ำ) ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ (กม.290) ประตูระบายน้ำชลมารค์พิหารณ์ หรือประตูระบายน้ำสามชุก (กม.239) และประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา (กม.202) ความยาวรวมทั้งสิ้น 307 กิโลเมตร

จากข้อมูลปริมาณน้ำผ่านประตูระบายน้ำ (ปตร.) ในแม่น้ำท่าจีนจำนวน 4 แห่ง ข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2516 ถึง 2548 รวม 33 ปี แสดงในภาพที่ 6 พบว่า ปริมาณน้ำรายปีที่ผ่านมา ปตร.พลเทพ มีปริมาณเฉลี่ยประมาณ 2,350 ล้าน ลบ.ม. และเมื่อน้ำผ่าน ปตร. ในลำดับถัด ๆ ไปจะมีปริมาณลดลงจนกระทั่ง เมื่อน้ำผ่าน ปตร. โพธิ์พระยา ปริมาณลดลงเหลือ 1,330 ล้าน ลบ.ม. โดยแนวโน้มของปริมาณน้ำที่ไหลเข้าแม่น้ำท่าจีนมีแนวโน้มลดลง (ปริมาณน้ำที่ผ่าน ปตร.พลเทพในภาพที่ 6) โดยในปี พ.ศ.2542 มีปริมาณน้อยที่สุด น้อยกว่า 1,000 ล้าน ลบ.ม.

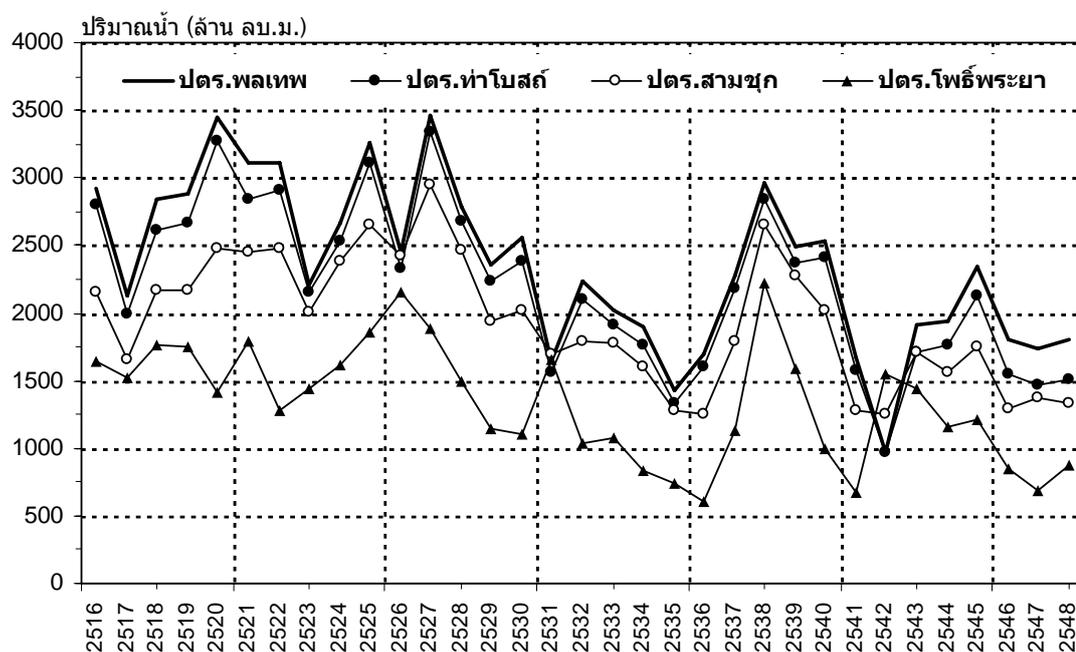
เมื่อพิจารณาข้อมูลรายเดือน (ในตารางที่ 2 และภาพที่ 7) พบว่า ปริมาณไหลเข้าแม่น้ำท่าจีนผ่าน ปตร.พลเทพ มีปริมาณใกล้เคียงกันในแต่ละเดือน ประมาณ 200 ล้าน ลบ.ม. โดยช่วงฝนมีปริมาณสูงกว่าช่วงแล้งเล็กน้อย เมื่อพิจารณา ปตร. ในลำดับถัดมา พบว่า ปริมาณน้ำจะลดลงเป็นลำดับ ยกเว้น ในช่วงเดือนกันยายน และตุลาคม ปริมาณน้ำที่ผ่าน ปตร.สามชุก และ ปตร. โพธิ์พระยา มีปริมาณมากกว่าน้ำที่ผ่าน ปตร.พลเทพ เนื่องจากได้รับน้ำเพิ่มเติมจากคลองระบาย

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำไหลผ่านประตูระบายน้ำในแม่น้ำท่าจีน (พ.ศ.2516 ถึง 2548)

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.	รายปี
ปตร.พลเทพ	108.4	151.6	220.9	228.5	203.3	195.7	176.5	206.1	225.5	280.8	226.9	125.6	2349.8
ปตร.ท่าโบสถ์	100.0	143.6	209.1	216.7	193.8	182.2	165.2	187.3	206.0	271.1	208.3	127.4	2,210.5
ปตร.สามชุก	79.4	110.7	155.6	167.3	163.5	158.5	141.8	154.1	213.4	306.6	198.5	115.2	1,964.4
ปตร.โพธิ์พระยา	47.3	52.1	63.0	70.8	85.5	84.5	81.0	97.5	203.3	300.1	168.6	85.2	1,338.7
รวม	334.1	458.1	650.4	685.4	646.6	619.0	563.6	639.8	842.4	1,169.6	801.1	460.1	7,870.2

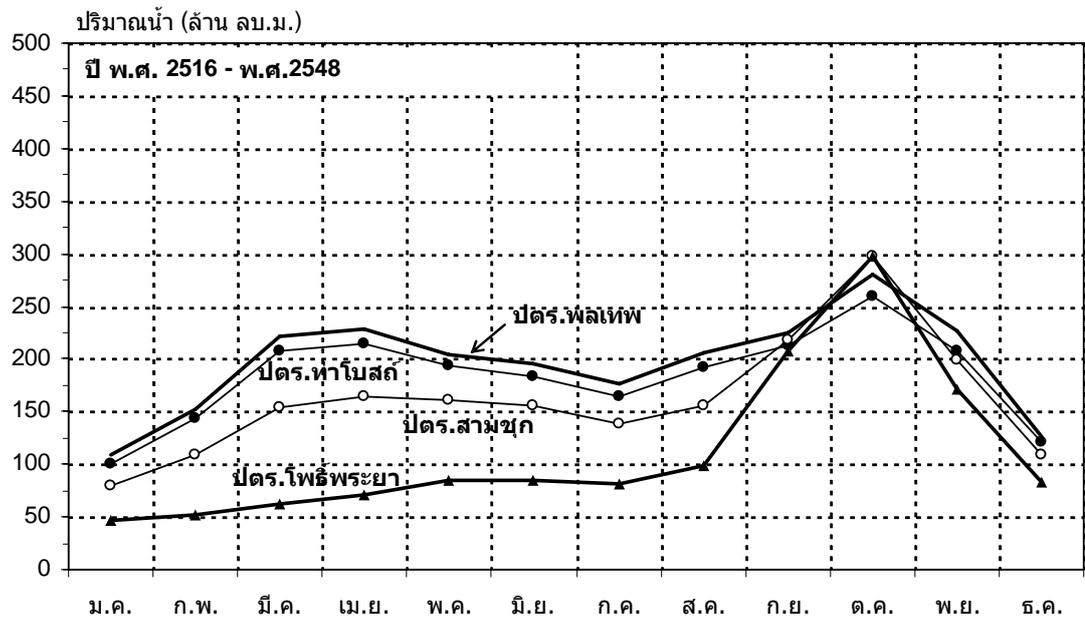
หน่วย: ล้าน ลบ.ม.

ที่มา: โครงการวิจัยเรื่องการวินิจฉัยการจัดการน้ำในลุ่มน้ำแม่น้ำท่าจีน (เอกสิทธิ์ และคณะ, 2550)



ภาพที่ 6 ปริมาณน้ำรายปีที่ระบายผ่านประตูระบายน้ำในแม่น้ำท่าจีน

ที่มา: เอกสิทธิ์ และคณะ (2550)



ภาพที่ 7 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำรายเดือนที่ไหลผ่านประตูระบายน้ำในแม่น้ำท่าจีน

ที่มา: เอกสิทธิ์ และคณะ (2550)

ตรวจเอกสาร

อุทกภัย

กรมอุตุนิยมติวิทยา (2522) ได้ให้ความหมายของคำว่าอุทกภัยว่า สภาวะที่น้ำล้นเอ่อฝั่งแม่น้ำ ลำธารหรือทางน้ำ ท่วมพื้นที่ซึ่งปกติมิได้อยู่ในระดับน้ำ หรือเกิดจากการสะสมน้ำบนพื้นที่ ซึ่งระบายออกไม่ทัน ทำให้พื้นที่ปกคลุมไปด้วยน้ำ และแบ่งลักษณะของอุทกภัยในประเทศไทย ออกเป็น 2 ลักษณะคือ

1. ลักษณะน้ำท่วมขัง (drainage floods) เป็นสภาวะน้ำท่วมที่เกิดขึ้นเนื่องจาก ระบบระบายน้ำไม่มีประสิทธิภาพ มักเกิดบริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำและบริเวณชุมชนเมืองใหญ่ ๆ มีลักษณะค่อยเป็นค่อยไป ส่วนใหญ่จะเกิดบริเวณท้ายน้ำ และมีลักษณะแผ่เป็นบริเวณกว้าง

2. ลักษณะน้ำท่วมฉับพลัน (flash floods) เป็นสภาวะน้ำท่วมที่เกิดขึ้นและลดลงอย่างฉับพลัน จะเกิดบริเวณพื้นที่ที่มีความลาดชันมากมีคุณสมบัติในการเก็บกักน้อย น้ำท่วมแบบฉับพลันมักเกิดขึ้นหลังฝนตกหนักไม่เกิน 6 ชั่วโมง

ลักษณะสาเหตุสภาพน้ำท่วมหรืออุทกภัย ที่เกิดขึ้นในประเทศไทยแบ่งเป็น 2 ลักษณะ (เล็ก, 2546) คือ สภาพน้ำท่วมอันเกิดจากเหตุการณ์ธรรมชาติ เช่น ปริมาณฝนที่ตกลงพื้นที่ที่มีความเข้มสูง น้ำป่าหลากจากเขาอย่างฉับพลัน น้ำล้นตลิ่งสองฝั่งลำน้ำ น้ำท่วมบริเวณปากแม่น้ำเนื่องจากน้ำทะเลหนุน ส่วนอีกลักษณะคือสภาพน้ำท่วมอันเกิดจากมนุษย์ทำขึ้น เช่น การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ไม่เหมาะสม การทำลายป่าต้นน้ำในพื้นที่ลาดชัน การรुकลำทางน้ำ การเข้าตั้งถิ่นฐานในเขตเสี่ยงภัยน้ำหลาก การก่อสร้างถนนกีดขวางทางน้ำ หรือแม้กระทั่งนโยบายการจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำที่ผิดพลาด

ลักษณะของน้ำท่วมที่เป็นปัจจัยสำคัญที่บ่งบอกถึงระดับความรุนแรง ได้แก่ (1) ความลึกของน้ำในการเกิดน้ำหลาก (2) ระยะเวลาที่ท่วมขัง (3) อัตราเร็วของน้ำหลาก (4) ความถี่ของการเกิดซ้ำ (5) ฤดูกาล หากน้ำหลากขณะอยู่ในฤดูเพาะปลูกจะทำให้เกิดความเสียหาย มีผลกระทบต่อพื้นที่เพาะปลูกสูงกว่าช่วงเวลาอื่น ๆ

เฉลิมชัย (2543) ได้รายงานการเกิดอุทกภัยที่สำคัญในปีต่าง ๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ตอนล่างและลุ่มน้ำท่าจีน ได้แก่ น้ำท่วมปี พ.ศ. 2518, 2521, 2523, 2526, 2538, 2539 พบว่าสาเหตุหลักเกิดจากพายุดีเปรสชันพัดผ่านพื้นที่ในช่วงเดือนมิถุนายนถึงตุลาคม ทำให้มีฝนตกหนักบริเวณตอนบนและหลากลงมาท่วมบริเวณด้านล่าง สำหรับเหตุการณ์น้ำท่วมที่ถือว่ารุนแรงและก่อความเสียหายมากที่สุดคือ น้ำท่วมปี พ.ศ. 2538 ซึ่งมีสาเหตุจากปริมาณน้ำฝนที่ตกติดต่อกันเป็นเวลาหลายเดือนทั่วภูมิภาคเป็นผลให้น้ำเหนือไหลบ่าลงมาสู่ที่ราบภาคกลาง ประกอบกับน้ำทะเลหนุน ทำให้ระดับน้ำในแม่น้ำสายหลักมีระดับสูงขึ้น การระบายน้ำจากพื้นที่ราบลุ่มสองฝั่งแม่น้ำเป็นไปด้วยความยากลำบาก จึงก่อให้เกิดน้ำท่วมขังเป็นบริเวณกว้าง

การจัดการน้ำท่วม

การจัดการที่ราบน้ำท่วม หมายถึง การรวบรวมวิธีการในแก้ปัญหาที่น้ำท่วมที่เกิดขึ้นในพื้นที่ เช่น การกำหนดระเบียบหรือข้อบังคับของการใช้ที่ดิน การป้องกันโดยการควบคุม การบรรเทาภัยจากเหตุการณ์น้ำท่วม รวมถึงการวิเคราะห์และการรวบรวมมาตรการต่าง ๆ ที่สามารถนำมาใช้เพื่อป้องกัน และลดความเสียหาย อันเกิดจากน้ำท่วม ควบคู่ไปกับการอนุรักษ์ธรรมชาติสิ่งแวดล้อม ประวัติศาสตร์ และวัฒนธรรม ในพื้นที่ราบน้ำท่วมนั้น

ในปัจจุบันมาตรการในการจัดการที่ราบน้ำท่วม ที่เป็นที่ยอมรับมี 3 มาตรการ คือ มาตรการแรกเป็นมาตรการใช้สิ่งปลูกสร้าง เช่น เขื่อน ฝาย คันกั้นน้ำ เป็นต้น มาตรการที่ 2 คือ ไม่ใช้สิ่งปลูกสร้าง เช่น การจัดแบ่งเขตการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ให้สอดคล้องกับอันตรายของน้ำท่วม การพัฒนาพื้นที่ให้เหมาะสมตามความต้องการของผู้ใช้ เป็นต้น ส่วนมาตรการสุดท้าย คือ การให้ความช่วยเหลือหากประสบปัญหา เช่นการประกันภัย ซึ่งการจะเลือกใช้มาตรการดี ควรจะมีการศึกษาความเป็นไปได้ของมาตรการต่าง ๆ และหาวิธีการใหม่ ๆ ที่สามารถนำมาใช้ โดยเลือกวิธีที่เหมาะสมต่อพื้นที่นั้น การจัดการถึงจะเกิดผลประโยชน์สูงสุด (นุชนารถ, 2545)

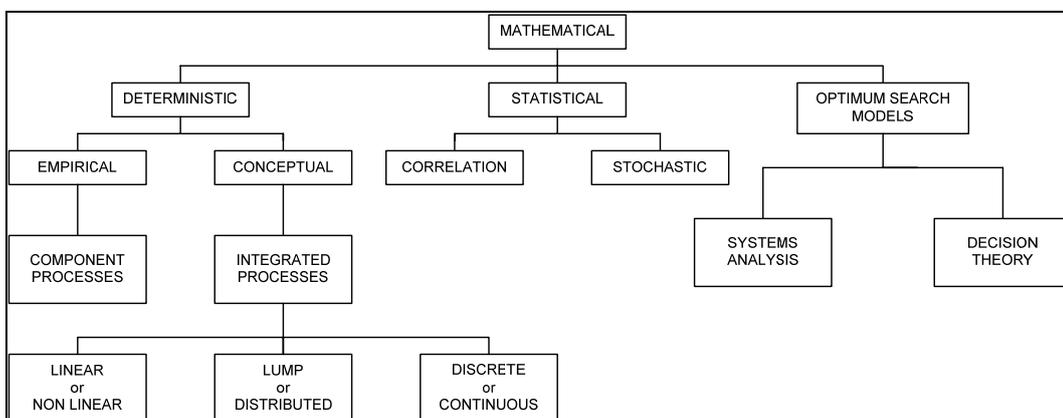
การกำหนดพื้นที่น้ำท่วมต่าง ๆ ในทั่วทุกภาคของประเทศไทย มีลักษณะวิธีการศึกษาที่แตกต่างกันออกไปบ้าง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อมูล และสภาพพื้นที่ของแต่ละพื้นที่ศึกษา ซึ่งส่วนใหญ่จะนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาเป็นเครื่องมือศึกษา เช่น ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือใช้ร่วมกันระหว่างระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ กับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

การประยุกต์เทคโนโลยีสารสนเทศสำหรับการจัดการน้ำท่วม

แบบจำลองคอมพิวเตอร์

แบบจำลอง (models) เป็นเสมือนเครื่องมือที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแทนของจริง ทั้งนี้อาจหมายถึงแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่แสดงระบบโดยการใช้รูปแบบของสมการต่าง ๆ อธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและค่าพารามิเตอร์ (Jorgensen, 1988) ซึ่งสอดคล้องกับ (DHI, 1988) ได้รายงานว่ แบบจำลองด้านทรัพยากรน้ำเป็นการพยายามใช้สมการต่าง ๆ มาอธิบายถึงลักษณะของแหล่งน้ำอันได้แก่ ลักษณะทางกายภาพ สภาพการไหลของน้ำ และคุณภาพน้ำให้มีความถูกต้องหรือใกล้เคียงมากที่สุด

การแบ่งชนิดของแบบจำลองคณิตศาสตร์นั้นสามารถแบ่งได้หลายชนิดตามวิธีการคำนวณ โดยแต่ละวิธีการจะแตกต่างกันทั้งตามลักษณะการใช้งานและความเหมาะสมดังแสดงในภาพที่ 8 และในปัจจุบันการพัฒนาแบบจำลอง ได้เชื่อมต่อกับระบบ GIS เป็นส่วนหนึ่งของแบบจำลอง เพื่อความถูกต้องของข้อมูลลักษณะของกลุ่มน้ำ และใช้ในการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์เริ่มต้น, การแบ่งลุ่มน้ำย่อย และ ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ลุ่มน้ำ



ภาพที่ 8 แผนภาพแสดงการแบ่งชนิดของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

ที่มา: คัดแปลงจาก Fleming (1979)

เนื่องจากสภาพปัจจุบันลุ่มน้ำบางพื้นที่ไม่มีการจดบันทึกข้อมูลปริมาณน้ำท่าหรือข้อมูลขาดหายเป็นช่วง ๆ ทำให้เป็นปัญหาอุปสรรคในการวางแผนการพัฒนาแหล่งน้ำ ดังนั้นการประเมินปริมาณน้ำท่าจึงใช้การประมาณการจากข้อมูลน้ำฝนซึ่งสามารถประเมินได้หลายวิธี วิธีหนึ่งซึ่งมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายคือ การประยุกต์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อจำลองระบบของลุ่มน้ำ (Beven, 1998)

แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าเป็นแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อหาความสัมพันธ์น้ำฝนและน้ำท่า โดยพิจารณาบนพื้นฐานของความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ เช่น ลักษณะภูมิประเทศ สภาพอุตุนิยมิวิทยา และลักษณะการใช้ที่ดิน เป็นต้น ซึ่งได้มีการพัฒนาแบบจำลอง น้ำฝน-น้ำท่าต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย เช่นแบบจำลอง Stanford Watershed Model (SWM) (Crawford and Linsley, 1996), SSARR (Rockwood, 1982) , TANK (Sugawara *et al.*, 1974), ARNO (Todini, 1996), NAM (DHI,1990), HEC-HMS (Feldman, 1981), RRL (Podger, 2004), Xinanjiang Model (Zhao *et al.*, 1980) , TOPMODEL (Beven, 1995), SHE (Bathurst *et al.*,1995) และ Genie Rural Model (Edijatno and Michel, 1989; Makhlof and Michel, 1994; Edijatno *et al.*, 1999) เป็นต้น

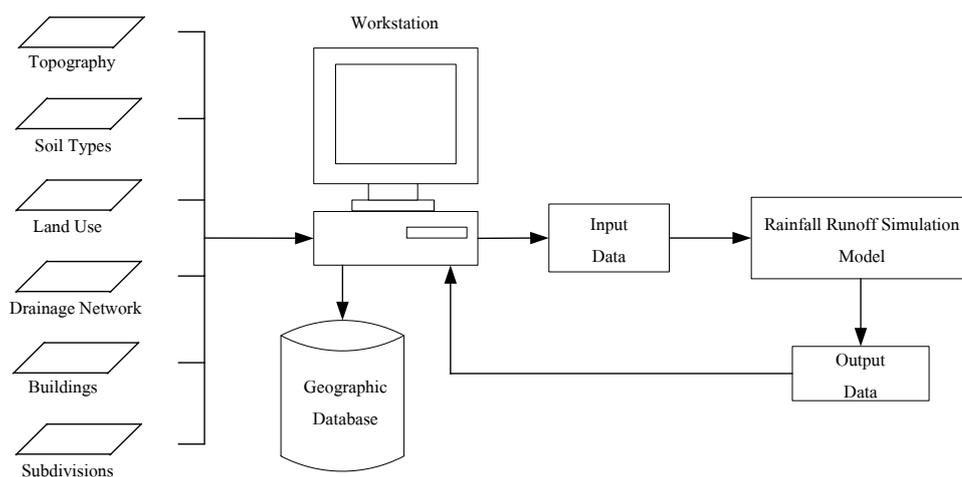
แบบจำลองการจัดการน้ำระดับลุ่มน้ำ อาทิ AQUATOOL (Andreu *et al.*, 1991, 1996), HEC-ResSim (USACE, 2003, USACE, 2007), MIKE-BASIN (DHI, 2005), NELUP (Dunn *et al.*, 1996), RIBASIM (Delft, 2004), TERRA (Reistima, 1996), WEAP (Stockholm Environment Institute, 2001, 2005; Yates *et al.*, 2005a)

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พิจารณากระบวนการทางอุทกวิทยา ดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้จาก Todini (2007), Singh (1995), Singh and Woolhiser (2002), Bouhton (2004, 2005), Vieux (2005), Singh and Frevert (2006)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) คือ กระบวนการทำงานเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงพื้นที่ (spatial data) ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ โดยการกำหนดข้อมูลเชิงบรรยาย (attribute data) และสารสนเทศ และมีความสามารถในรวบรวม จัดเก็บ จำแนก วิเคราะห์ และแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ เพื่อให้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การใช้งานด้านภูมิศาสตร์ โดยเฉพาะข้อมูลเชิงพื้นที่ ซึ่งรูปแบบและความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่ทั้งหลาย จะสามารถนำมาวิเคราะห์ด้วย GIS ให้สื่อความหมายในเรื่องการเปลี่ยนแปลงที่สัมพันธ์กับช่วงเวลาได้ (Heywood *et al.*, 1998; Worboys and Duckham, 2004)

Goodchild *et al.* (1996) กล่าวว่า GIS เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูง สำหรับรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลและการแสดงให้เห็นภาพ ในปัจจุบัน ได้มีประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดการน้ำท่วมเช่น การแสดงถึงพื้นที่น้ำท่วมและความเสียหายที่เกิดขึ้นและใช้สำหรับเตรียมข้อมูลให้กับแบบจำลองทางด้านอุทกวิทยา ซึ่งสอดคล้องกับ Vieux (2001) ได้กล่าวว่า ข้อมูลส่วนใหญ่ที่ใช้ในแบบจำลองทางด้านอุทกวิทยาได้จัดเก็บในรูปแบบของ GIS ตัวอย่างเช่น แผนที่ระดับ แผนที่ชุดดิน การใช้ที่ดิน ข้อมูลฝนและข้อมูลอากาศ โดยในภาพที่ 9 แสดงความเชื่อมโยงระหว่าง GIS กับแบบจำลองอุทกวิทยา



ภาพที่ 9 แสดงความเชื่อมโยงระหว่าง GIS กับแบบจำลองอุทกวิทยา

ที่มา: Quiroga *et al.* (1996)

ระบบ GIS เป็นเทคโนโลยีที่มีที่ศักยภาพสูงสำหรับการจัดการและการตัดสินใจ ในงานด้านต่าง ๆ อาทิ งานวิศวกรรม ธุรกิจ และการบริหาร ซึ่งโดยทั่วไปแล้วระบบ GIS จะถูกนำมาใช้ในการจัดการทรัพยากรเช่น แหล่งน้ำ ป่าไม้ การเกษตรและการใช้ที่ดิน สำหรับในงานด้านชลประทาน ระบบ GIS สามารถนำมาใช้ในการวางแผน ออกแบบ และการจัดการ (บัญชา, 2537) อาทิ

1) การพัฒนาแหล่งน้ำ ได้แก่ การก่อสร้างอ่างเก็บน้ำ การคำนวณความจุ และพื้นที่ผิวน้ำของแต่ละระดับความสูง ซึ่งสามารถทำได้ไม่ยากนักโดยใช้ระบบ GIS

2) การพัฒนาพื้นที่ชลประทาน เมื่อต้องการที่จะพิจารณาพื้นที่ในการดำเนินงานของโครงการชลประทาน สามารถประเมินการใช้พื้นที่โดยใช้ข้อมูลชนิดดิน ความลาดเท และการใช้พื้นที่ดินเดิม

3) การออกแบบระบบชลประทาน ระบบ GIS สามารถใช้ในการออกแบบระบบส่งน้ำ การวิเคราะห์ความต้องการน้ำ ตลอดจนในการวางระบบส่งน้ำและระบบระบายน้ำ

นอกจากนี้ ข้อมูลภูมิประเทศแบบดิจิทัล (Digital Terrain Model [DTM]) นับได้ว่าเป็นแหล่งข้อมูลที่นำมาใช้ร่วมกับแบบจำลองเชิงพื้นที่ (Beven and Moore, 1992; ASCE, 1999) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของแบบจำลอง อาทิ ข้อมูลคุณลักษณะของกลุ่มน้ำ, การแบ่งลุ่มน้ำย่อย โดยซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลภูมิประเทศแบบดิจิทัล อาทิ HEC-GeoHMS (USACE, 2000), Watershed Modeling System (WMS) (Birgham Young University, 2002), CatchSIM (Ryan, 2005)

สำหรับรายละเอียดของงานด้าน GIS และการประยุกต์นั้นอาจดูเพิ่มเติมได้จากงานวิจัยของ Gulter and Forrest (1987), Leipnik *et al.* (1993), Walsh (1993), Tsihrintzis *et al.* (1996), Colosimo and Mendicino (1996), Singh and Fiorentino (1996), ASCE (1999), Schumann *et al.* (2000), Wilson *et al.* (2000), Fortin *et al.* (2001a, 2001b)

การสำรวจระยะไกล (Remote sensing)

การสำรวจระยะไกล (remote sensing) มีผู้ให้คำจำกัดความหลากหลายลักษณะด้วยกัน ซึ่งโดยสรุปแล้ว การสำรวจระยะไกล หมายถึง ศาสตร์และศิลป์ของการได้มาซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุ สิ่งของ พื้นที่เป้าหมาย และปรากฏการณ์ โดยใช้การสำรวจจากเครื่องมือบันทึกข้อมูล โดยปราศจากการเข้าไปสัมผัสวัตถุ สิ่งของหรือเป้าหมายเหล่านั้นเลย ทั้งนี้อาศัยคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นสื่อในการได้มาของข้อมูล 3 ลักษณะคือ ช่วงคลื่น (spectral) รูปทรงสัญญาณของวัตถุบนพื้นโลก (spatial) และการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา (temporal) และนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์และจัดการเพื่อให้สามารถแปลความหมายได้สะดวกยิ่งขึ้น (กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม, 2536; สมพร, 2543; ศุทธิณี, 2543)

หน่วยงานที่ได้มีการรวบรวมข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ของกลุ่มน้ำสำหรับในประเทศไทย ได้แก่ กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กรมพัฒนาที่ดิน

สำหรับในประเทศไทยมีการประยุกต์ใช้ข้อมูลดาวเทียมกับการจัดการน้ำท่วม อาทิ JICA (1999) ได้กำหนดเขตพื้นที่น้ำท่วมในกลุ่มน้ำเจ้าพระยาโดยใช้ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT และ NOAA ปกรณ์ (2545) ได้ติดตามและประมาณการพื้นที่ที่ประสบอุทกภัยของประเทศไทย ในภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยการประยุกต์ใช้ข้อมูลดาวเทียม RADARSAT-1 และ LANDSAT ETM+ รัชภูมิ (2545) ศึกษาความสัมพันธ์ของข้อมูลดาวเทียม LANDSAT 5TM กับข้อมูลระดับน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง เซวาน์ และคณะ (2548) กำหนดเขตพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมในกลุ่มน้ำตาปีตอนล่าง จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยใช้ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT-7 ETM พิระพิทย์ และคณะ (2548) ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีจากดาวเทียมและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการกำหนดเขตพื้นที่น้ำท่วมในภาคใต้ฝั่งตะวันออกตอนบน สำหรับรายละเอียดของงานด้านการสำรวจระยะไกลกับการจัดการน้ำ นั้นดูเพิ่มเติมได้จากงานวิจัยของ Steven and Clark (1990), Bastiaanssen, (1998, 1999), Owe *et al.* (2001)

งานวิจัยศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน

การศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีนโดยตรงได้แก่ สนง.คณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติได้ศึกษาข้อมูลและศักยภาพการพัฒนาพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน (บ.ริชอส, 2537) เพื่อรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล สภาพทางอุทกวิทยา สภาพดินและการใช้ที่ดิน สภาพเศรษฐกิจและสังคม เพื่อนำข้อมูลเหล่านี้ไปศึกษาถึงศักยภาพการพัฒนาแหล่งน้ำ สำหรับใช้ประโยชน์ในด้านการเกษตร ชลประทาน การอุปโภค-บริโภค ด้านอุตสาหกรรม ตลอดจนการรักษาระบบนิเวศวิทยา ทั้งนี้ เพื่อให้เป็นที่แน่ใจว่า ได้มีการพัฒนาแหล่งน้ำอย่างถูกต้องเหมาะสมก่อให้เกิดผลประโยชน์สูงสุด และสามารถจัดลำดับความสำคัญก่อนหลังของการพัฒนาพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งในระยะสั้นและระยะยาว

ในปี 2539 สำนักงานจังหวัดสุพรรณบุรีได้ศึกษาโครงการพัฒนาพื้นที่ลุ่มน้ำสุพรรณบุรี (มหาวิทยาลัยมหิดล, 2539) เพื่อเสนอแผนการพัฒนา และปรับปรุงแม่น้ำสุพรรณบุรีให้เกษตรกรชาติสามารถใช้ประโยชน์ในด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การเกษตร การอุปโภค-บริโภค และสรุปประเด็นปัญหาทางด้านผลกระทบสิ่งแวดล้อม และแนวทางแก้ไข

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2542) ทำการศึกษาเพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยอุทกภัยและภัยธรรมชาติในเขตลุ่มน้ำภาคกลาง เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวางแผนและการบริหารจัดการ และได้ทบทวนการศึกษาแนวทางการบรรเทาอุทกภัยของหน่วยงานต่าง ๆ ที่เคยศึกษา และจัดทำมาตรการ แนวทางป้องกันและบรรเทาความเสียหายที่เกิดขึ้น

กรมชลประทาน (2546) ได้ศึกษาสถานะภาพของทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน โดยศึกษาทิศทางการพัฒนาพื้นที่ลุ่มน้ำที่ได้ดำเนินการไว้ในอดีต และประเมินความต้องการใช้น้ำสำหรับกิจกรรมต่าง ๆ ทั้งปัจจุบันและอนาคต รวมทั้งศึกษาสภาพปัญหาหลักโดยเฉพาะการเกิดอุทกภัยและภัยแล้ง และได้จัดทำแผนหลักรองรับการพัฒนาแหล่งน้ำให้สอดคล้องกับสภาพปัญหาและศักยภาพของทรัพยากรในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยและโครงการที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำในกลุ่มน้ำท่าจีน ซึ่งส่วนใหญ่ถูกผนวกไว้กับกลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง อาทิ กรมชลประทานได้ศึกษาโครงการประดูระบายน้ำแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง (บ.ทิม และคณะ, 2541) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสกัดกั้นการรुकล้าของน้ำเค็มมิให้ไหลเข้าไปทำความเสียหายพื้นที่เกษตรบริเวณสองฝั่งแม่น้ำท่าจีน การเก็บกักน้ำจืดด้านเหนือประตูไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ และการช่วยการระบายน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยา และในปีเดียวกันนี้กรมชลประทานได้ได้จัดทำรายงานวางโครงการสำรวจออกแบบและศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการแก้มลิง “คลองมหาชัย- คลองสนามชัย” (บ.ทิม และ บ.แอสดีคอน, 2541) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยระบายน้ำท่วมขังจากพื้นที่ตอนบน โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณฝั่งตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยา

ในปี 2542 กรมชลประทานได้ศึกษาเรื่องแผนรวมเพื่อการบรรเทาอุทกภัยในกลุ่มน้ำเจ้าพระยา (บ.ซีทีไอ และ บ.ไอเอ็นเอ, 2542) เพื่อจัดทำแผนแม่บทที่สมบูรณ์แบบ ในการบรรเทาอุทกภัยในกลุ่มน้ำเจ้าพระยา โดยพิจารณาถึงความเสียหายที่เกิดขึ้นจากอุทกภัย การอนุรักษ์ที่ดิน และได้ศึกษาความเป็นไปได้ในโครงการเร่งด่วนที่คัดเลือกจากแผนแม่บท ในปีเดียวกันกรมชลประทานได้จัดทำโครงการศึกษาการจัดการน้ำในกลุ่มน้ำเจ้าพระยา (บ.พอล และบ.ปัญญา, 2542) เป็นการศึกษาโครงการเกี่ยวกับการบริหารจัดการของกลุ่มน้ำเจ้าพระยาโดยการจัดทำแบบจำลองเพื่อใช้ในการวางแผนพัฒนาแหล่งน้ำและกำหนดนโยบายการจัดการน้ำที่เหมาะสมในอนาคต 10 ปีและ 20 ปี และในปีต่อมา JICA (1999) ได้กำหนดแผนแม่บท เพื่อใช้บริหารจัดการและบรรเทาความเสียหายเกิดขึ้นจากอุทกภัยในกลุ่มน้ำเจ้าพระยาให้ไปในทิศทางเดียวกัน และได้จัดลำดับความสำคัญของโครงการที่อยู่ในแผนแม่บท

สนง.ทรัพยากรน้ำส่วนพระมหากษัตริย์ (2544) ได้จัดทำกรอบและประสานการบริหารจัดการและพัฒนาทรัพยากรน้ำในกลุ่มน้ำเจ้าพระยา โดยการรวบรวมผลการศึกษา และแผนการดำเนินงานของหน่วยงานต่าง ๆ ที่ได้จัดทำไว้แล้วเช่น การอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ การบริหารจัดการน้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน น้ำท่วม และน้ำเสีย นำมาสรุปและ และในปีเดียวกันกรมชลประทานได้ศึกษาโครงการ Thailand Natural Resources Management Project: Irrigation Management Modernization Component (Panya *et al.*, 2001) เพื่อปรับปรุงการจัดการระบบชลประทานในกลุ่มน้ำเจ้าพระยาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

กรมทรัพยากรน้ำได้ศึกษาโครงการจัดทำแผนรวมการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา สะแกกรัง และท่าจีน (บ.ปัญญาและคณะ, 2548) เพื่อใช้เป็นกรอบนโยบายการดำเนินงานให้ไปในทิศทางเดียวกันโดยสอดคล้องกับทรัพยากรอื่น ๆ และกำหนดแผนแม่บทสำหรับการพัฒนาแหล่งน้ำ การป้องกันและบรรเทาภัยที่เกิดจากน้ำ รวมถึงการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ

สำหรับวิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน ที่ถูกศึกษาร่วมกับพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา อาทิ เฉลิมชัย (2543) ได้นำแนวทางแก้มลิงตามพระราชดำริมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาเพื่อบรรเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง โดยการผันน้ำในช่วงที่เกิดอุทกภัย มาเก็บกักน้ำบริเวณที่ราบลุ่มที่เตรียมไว้ เพื่อประโยชน์ในการลดยอดปริมาณน้ำนอง และ อุดร (2543) ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้แบบจำลองทางชลศาสตร์กับสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อใช้แสดงพื้นที่น้ำท่วมและพื้นที่ที่คาดว่าจะได้รับผลกระทบจากน้ำท่วม ณ คาบการเกิดต่าง ๆ ในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง ในปีเดียวกันอรรรถพล (2543) นำแบบจำลองแบบจำลองคณิตศาสตร์ ISIS มาจำลองสภาพน้ำท่วมในลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างเพื่อหาแนวทางบรรเทาอุทกภัย ต่อมานิพนธ์ (2544) ได้ศึกษาการบรรเทาอุทกภัยของลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างโดยใช้พื้นที่ทุ่งน้ำท่วมธรรมชาติ และ ธิพรหม (2546) ได้ศึกษาการบรรเทาอุทกภัยของลุ่มน้ำเจ้าพระยาโดยการศึกษาโครงการอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบน ซึ่งทั้งหมดนี้มีจุดประสงค์เพื่อป้องกันและบรรเทาอันตรายจากน้ำท่วม ปิยพร (2547) ได้พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการจัดการคุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีน

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

ในการการศึกษาสภาพน้ำท่วมขังในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน โดยการวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับการใช้แบบจำลองลุ่มน้ำ ได้รวบรวมเครื่องมือและข้อมูล รวมถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย ประกอบด้วย แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า GR2M, แบบจำลอง WEAP, ข้อมูลดาวเทียม MODIS, และค่าดัชนีน้ำ NDWI โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า GR (Genie Rural Model)

แบบจำลอง GR ถูกเสนอขึ้นเป็นครั้งแรกโดย Claude Michel แห่งสถาบัน CEMAGREF ประเทศฝรั่งเศส และมีการปรับปรุงพัฒนาต่อมาโดยลำดับ (Edijatno and Michel, 1989; Makhoulouf and Michel, 1994; Edijatno *et al.*, 1999) แบบจำลองนี้จัดอยู่ในกลุ่ม Lumped conceptual rainfall-runoff model โดยผู้พัฒนาแบบจำลอง GR มีแนวคิดในการพัฒนาแบบจำลองให้มีพารามิเตอร์น้อยที่สุด โดยแบบจำลองชื่อ GR2M (Mouelhi *et al.*, 2006) เป็นแบบจำลองน้ำฝนน้ำท่ารายเดือน และมีการสอบเทียบค่าพารามิเตอร์เพียง 2 ตัว ซึ่งเป็นที่มาของ 2M ที่ต่อท้าย GR โดยโครงสร้างหลักของแบบจำลองเป็นลักษณะของถัง หรืออ่างจำนวน 2 อ่าง โดยอ่างแรกใช้แทนสภาพความชื้นของดินที่มีผลกระทบต่อกระบวนการระเหย การซึมลงดิน และปริมาณน้ำท่า ส่วนอ่างที่สองใช้แทนสภาวะการหน่วงเวลาของการไหลของน้ำในลำน้ำ

ในการวิจัยครั้งนี้ได้เลือกใช้แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า GR2M ในการประเมินปริมาณน้ำท่า โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel[®] จำนวนตามขั้นตอนที่แสดงในภาพที่ 10 และสมการที่ (1) ถึงสมการที่ (8) และในขั้นตอนของการสอบเทียบแบบจำลองใช้ solver ซึ่งเป็นเครื่องมือของ Microsoft Excel[®] ในการหาค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุด

ในสมการที่ (1) เป็นการสมมูลความชื้นในดิน (อ้างที่ 1) โดยพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดิน เนื่องจากฝน จากค่าความชื้นเริ่มต้นค่าเป็นความชื้นในดิน S_1

$$S_1 = \frac{S + X_1 \varphi}{1 + \varphi \frac{S}{X_1}} \quad \text{เมื่อ} \quad \varphi = \tanh\left(\frac{P}{X_1}\right) \quad (1)$$

โดยที่ S_1 คือ ความชื้นที่เปลี่ยนไปจากฝนที่ตก [mm]
 S คือ ความชื้นในดิน [mm]
 P คือ ปริมาณฝน (rainfall) [mm]
 X_1 คือ พารามิเตอร์ซึ่งเป็นค่าความจุสูงสุดของดิน [mm]
 P_1 คือ ส่วนเกินของฝนจากการซึมลงดิน (rainfall excess) [mm]

สำหรับสมการที่ (2) เป็นการหาส่วนเกินของฝน (rainfall excess)

$$P_1 = P + S - S_1 \quad (2)$$

การคำนวณการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดิน จากความชื้น S_1 ไปเป็นความชื้น S_2 ซึ่งเป็นผลมาจากการคายระเหย โดยการคายระเหยนี้ประมาณจากค่าศักย์การคายระเหย (potential evaporation) ดังสมการที่ (3)

$$S_2 = \frac{S_1(1-\psi)}{1+\psi\left(1-\frac{S_1}{X_1}\right)} \quad \psi = \tanh\left(\frac{E}{X_1}\right) \quad (3)$$

โดยที่ E คือ ศักย์การคายระเหย [mm]

การหาปริมาณน้ำที่ไหลออกจาก storage (water releases from storage) สามารถคำนวณได้จากผลต่างของความชื้นในดิน S_2 ในเดือนนี้ กับความชื้นในดินในเดือนถัดไป S ดังสมการที่ (4)

$$P_2 = S_2 - S \quad \text{เมื่อ } S = \frac{S_2}{\left[1 + \left(\frac{S_2}{X_1}\right)^3\right]^{\frac{1}{3}}} \quad (4)$$

โดยที่ S คือ ความชื้นในดินในเดือนถัดไป [mm]

S_2 คือ ความชื้นในดิน S_2 [mm]

P_2 คือ water releases from storage [mm]

ปริมาณฝนสุทธิ (net rainfall) สามารถคำนวณได้จาก การนำส่วนเกินของน้ำฝน (rainfall excess) รวมกับปริมาณน้ำที่ปล่อยจาก storage ดังสมการที่ (5)

$$P_3 = P_1 + P_2 \quad (5)$$

โดยที่ P_3 คือ ปริมาณฝนสุทธิ [mm]

P_1 คือ ปริมาณฝนส่วนเกิน [mm]

P_2 คือ water releases from storage [mm]

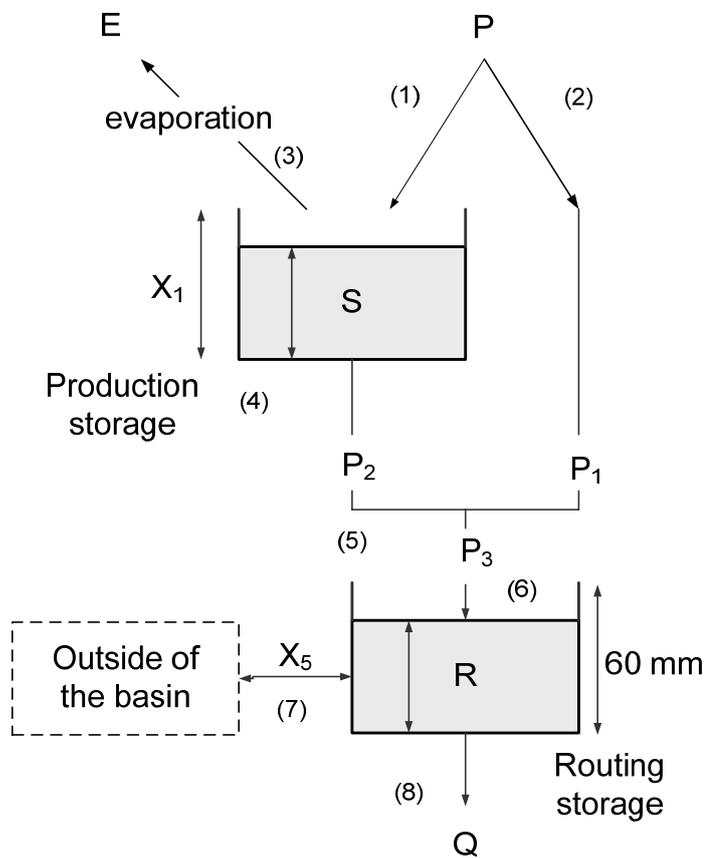
สภาวะการหน่วงเวลาของการไหลของน้ำสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (6) (7) และ (8)

$$R_1 = R + P_3 \quad (6)$$

$$R_2 = X_5 \times R_1 \quad (7)$$

$$Q = \frac{R_2^2}{R_2 + 60} \quad R = R_2 - Q \quad (8)$$

โดยที่ R_3 คือ routing storage [mm]
 X_5 คือ catchment area correction factor
 Q คือ ปริมาณน้ำท่า [mm]



ภาพที่ 10 โครงสร้างของแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า GR2M

ที่มา: Mouelhi *et al.* (2006)

2. แบบจำลอง WEAP

แบบจำลอง WEAP (Water Evaluation And Planning system) เป็นแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นสำหรับการประเมินและวางแผนการจัดการน้ำ พัฒนาโดยสถาบัน Stockholm Environmental Institute (SEI) สหรัฐอเมริกา

แบบจำลอง WEAP มีองค์ประกอบหลัก 4 กลุ่ม คือ องค์ประกอบเกี่ยวกับความต้องการน้ำ (demand sites), อุทกวิทยา (hydrology), ทรัพยากรน้ำและการจัดการแหล่งน้ำ (water resources and supply), และสิ่งแวดล้อม (environment) กระบวนการวิเคราะห์ระบบทรัพยากรน้ำของแบบจำลอง WEAP จะใช้หลักการสมดุลของน้ำ โดยการจำลองระบบการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำให้เหมาะสมกับปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ ปริมาณน้ำที่สูญเสียจากอ่าง และความต้องการน้ำเพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ

แบบจำลองที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้จากการดาวน์โหลดผ่านอินเทอร์เน็ตที่เว็บไซต์ <http://www.weap21.org> และในภาพที่ 11 แสดงตัวอย่างการจำลองระบบระบบทรัพยากรน้ำด้วยแบบจำลอง WEAP

3. ข้อมูลดาวเทียม

MODIS (Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer) ได้รับการติดตั้งบนดาวเทียม TERRA และดาวเทียม AQUA อยู่ในโครงการ ว่า EOS (Earth Observing System) ได้ออกสู่อวกาศเมื่อวันที่ 18 ธันวาคม พ.ศ. 2542 ออกแบบขึ้นเพื่อใช้ในการติดตามและตรวจสอบข้อมูลทรัพยากรธรรมชาติ โดย MODIS มีความกว้างของ swath ประมาณ 2,330 กิโลเมตร และสามารถบันทึกข้อมูล ครอบคลุมพื้นที่ทั่วโลกได้ภายใน 2 วัน

ข้อมูลที่ได้รับจาก MODIS ประกอบด้วย 36 ช่วงคลื่น ระหว่าง 0.4 ถึง 14 ไมโครเมตร โดยมีความละเอียดเชิงพื้นที่ที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงคลื่น ตั้งแต่ 250 เมตร จนถึง 1,000 เมตร สำหรับการบันทึกข้อมูลนั้น MODIS จะกวาดภาพจากด้านหนึ่งไปสู่อีกด้านหนึ่ง โดยมีมุมกวาดได้สูงสุดถึง 55 องศาในแต่ละด้าน สำหรับรายละเอียดของเครื่องวัดคลื่นสเปกตรัมและรายละเอียดความยาวช่วงคลื่นต่าง ๆ ของ MODIS แสดงในตารางที่ 3 และตารางที่ 4

ตารางที่ 3 รายละเอียด MODIS

Specifications	
Orbit:	705 km, 10:30 a.m. descending node (Terra) or 1:30 p.m. ascending node (Aqua), sun-synchronous, near-polar, circular
Scan Rate:	20.3 rpm, cross track
Swath Dimensions:	2330 km (cross track) by 10 km (along track at nadir)
Telescope:	17.78 cm diam. off-axis, afocal (collimated), with intermediate field stop
Size:	1.0 x 1.6 x 1.0 m
Weight:	228.7 kg
Power:	162.5 W (single orbit average)
Data Rate:	10.6 Mbps (peak daytime); 6.1 Mbps (orbital average)
Quantization:	12 bits
Spatial Resolution:	250 m (bands 1-2) 500 m (bands 3-7) 1000 m (bands 8-36)
Design Life:	6 years

ที่มา: คัดแปลงจาก [http:// modis.gsfc.nasa.gov](http://modis.gsfc.nasa.gov)

ตารางที่ 4 รายละเอียดความยาวช่วงคลื่นต่าง ๆ ของ MODIS

Primary Use	Band	Bandwidth ¹	Spectral Radiance ²	Required SNR ³
Land/Cloud/Aerosols	1	620 - 670	21.8	128
Boundaries	2	841 - 876	24.7	201
Land/Cloud/Aerosols	3	459 - 479	35.3	243
Properties	4	545 - 565	29.0	228
	5	1230 - 1250	5.4	74
	6	1628 - 1652	7.3	275
	7	2105 - 2155	1.0	110
Ocean Color/	8	405 - 420	44.9	880
Phytoplankton/	9	438 - 448	41.9	838
Biogeochemistry	10	483 - 493	32.1	802
	11	526 - 536	27.9	754
	12	546 - 556	21.0	750
	13	662 - 672	9.5	910
	14	673 - 683	8.7	1087
	15	743 - 753	10.2	586
	16	862 - 877	6.2	516
Atmospheric	17	890 - 920	10.0	167
Water Vapor	18	931 - 941	3.6	57
	19	915 - 965	15.0	250

ตารางที่ 4 (ต่อ)

Primary Use	Band	Bandwidth ¹	Spectral Radiance ²	Required NE[delta]T(K) ⁴
Surface/Cloud Temperature	20	3.660 - 3.840	0.45(300K)	0.05
	21	3.929 - 3.989	2.38(335K)	2.00
	22	3.929 - 3.989	0.67(300K)	0.07
	23	4.020 - 4.080	0.79(300K)	0.07
Atmospheric Temperature	24	4.433 - 4.498	0.17(250K)	0.25
	25	4.482 - 4.549	0.59(275K)	0.25
Cirrus Clouds	26	1.360 - 1.390	6.00	150(SNR)
Water Vapor	27	6.535 - 6.895	1.16(240K)	0.25
	28	7.175 - 7.475	2.18(250K)	0.25
Cloud Properties	29	8.400 - 8.700	9.58(300K)	0.05
Ozone	30	9.580 - 9.880	3.69(250K)	0.25
Surface/Cloud Temperature	31	10.780 - 11.280	9.55(300K)	0.05
	32	11.770 - 12.270	8.94(300K)	0.05
Cloud Top Altitude	33	13.185 - 13.485	4.52(260K)	0.25
	34	13.485 - 13.785	3.76(250K)	0.25
	35	13.785 - 14.085	3.11(240K)	0.25
	36	14.085 - 14.385	2.08(220K)	0.35

หมายเหตุ ¹ Bands 1 to 19 are in nm; Bands 20 to 36 are in μm

² Spectral Radiance values are (W/m² - μm -sr)

³ SNR = Signal-to-noise ratio

⁴ NE(delta)T = Noise-equivalent temperature difference

Performance goal is 30-40% better than required

ที่มา: ดัดแปลงจาก [http:// modis.gsfc.nasa.gov](http://modis.gsfc.nasa.gov)

ในการวิจัยนี้ได้เลือกข้อมูลดาวเทียม MODIS ซึ่งได้จากการดาวน์โหลดผ่านอินเทอร์เน็ตจาก WebMODIS ของ Institute of Industrial Science, University of Tokyo ที่เว็บไซต์ <http://webmodis.iis.u-tokyo.ac.jp> โดยที่เว็บไซต์นี้สามารถประมวลผลผ่านระบบเครือข่าย (online data processing) และส่งข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมมาทางอินเทอร์เน็ต ซึ่งเป็นข้อมูลประกอบ 15 วัน (15-day composite) ของดัชนี NDWI โดยภาพประกอบข้อมูลระยะเวลา 15 วัน (เลือกใช้ข้อมูลช่วงวันที่ 1 ถึง วันที่ 15 ของแต่ละเดือน) เป็นภาพที่ได้ตัดจุดภาพที่ไม่มีเมฆปกคลุมนำมาประกอบกัน โดยข้อมูลที่ใช้อยู่ระหว่างช่วงเดือนตุลาคมถึงเมษายน ในช่วงปี พ.ศ. 2544 ถึง พ.ศ. 2549

การเตรียมข้อมูลขั้นต้นได้ทำการปรับแก้พิกัดอ้างอิงแบบละติจูด-ลองจิจูด ขนาดจุดภาพ 15 พิลิปดา และทำการแปลงพิกัดของภาพ ให้เป็นพิกัด UTM Zone 47N ขนาดจุดภาพ 250 เมตร โดยข้อมูลที่เกี่ยวข้องมานั้น ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ข้อมูลภาพประกอบ 15 วัน ของ NDWI จากดาวเทียม Terra/Aqua MODIS

ปี	ดัชนีน้ำ (NDWI)												รวม
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	
2544	×	×	×	×	×	×	√	√	√	√	√	√	6
2545	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	12
2546	√	√	√	√	√	√	√	√	×	×	×	×	8
2547	√	√	√	×	×	×	√	√	√	√	√	√	9
2548	√	√	√	√	×	×	√	√	√	√	√	√	10
2549	√	√	√	√	√	√	√	√	×	×	×	×	8
รวม	5	5	5	4	3	3	6	6	4	4	4	4	53

หมายเหตุ √ คือ ข้อมูล NDWI ที่ประมวลผลได้, × คือ ข้อมูล NDWI ที่ประมวลผลไม่ได้

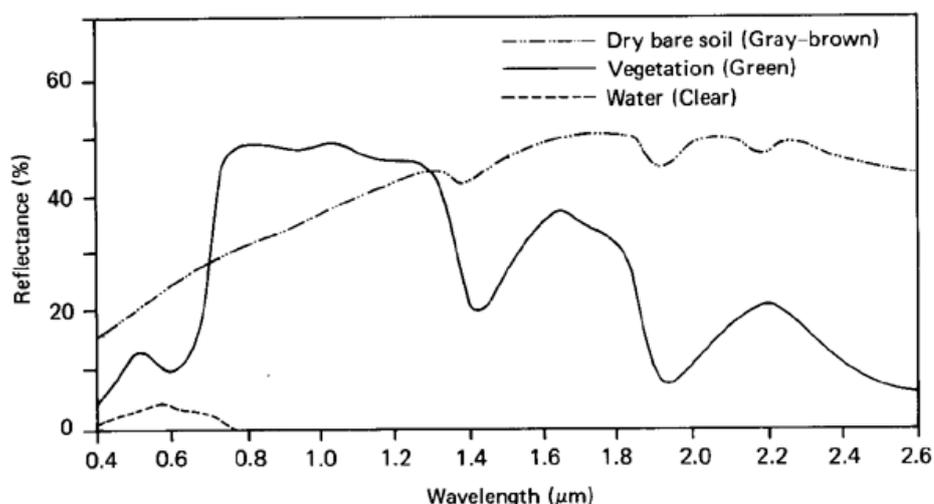
ดัชนีน้ำ (Water Index)

ดัชนีน้ำ (Water Index) เป็นค่าที่บอกถึงน้ำที่ปกคลุมพื้นผิว การคำนวณจะนำช่วงคลื่นที่เกี่ยวข้องกับน้ำมาทำสัดส่วนซึ่งกันและกัน โดยหาจากความแตกต่างของการสะท้อนของพื้นผิวระหว่างช่วงคลื่นที่ตามองเห็น (VIS) กับช่วงคลื่น short-wave infrared (SWIR) (Takeuchi, 2004) และเมื่อนำค่าผลบวกของการสะท้อนของช่วงคลื่นทั้งสองมาหารกับผลต่าง ดังสมการที่ 9 จะเป็นการปรับค่าของผลต่างให้อยู่ในช่วงระหว่าง -1 ถึง 1 ซึ่งช่วยให้แปลผลได้ง่ายขึ้น และดัชนีนี้เรียกว่า Normalized Difference Water Index

$$NDWI = \frac{VIS - SWIR}{VIS + SWIR} \quad (9)$$

โดย VIS คือ ค่าการสะท้อนของช่วงคลื่นที่ตามองเห็น (visible)
 SWIR คือ ค่าการสะท้อนของช่วงคลื่นช่วงอินฟราเรดคลื่นสั้น
 (short-wave infrared)

ค่า NDWI จะมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 เมื่อดัชนีมีค่ามากเข้าใกล้ 1 หมายถึงสิ่งปกคลุมพื้นผิวมีน้ำมาก



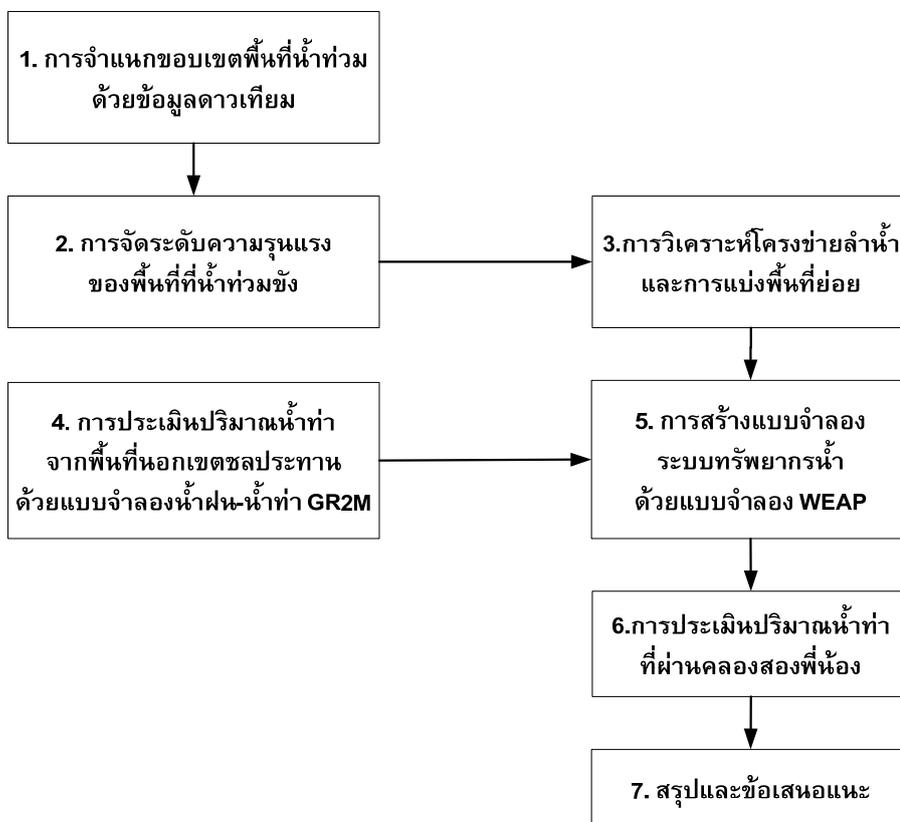
ภาพที่ 12 การสะท้อนพลังงานของสิ่งปกคลุมพื้นผิวโลก (พืช ดินและน้ำ)

ที่มา: สุทธิณี (2543)

วิธีการ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาสภาพน้ำท่วมขังในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน โดยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการสำรวจระยะไกล เพื่อจำแนกขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม และจัดกลุ่มพื้นที่ตามระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขัง และใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์ประเมินปริมาณน้ำที่หลากเข้าท่วมขังบริเวณพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงมาก โดยขั้นตอนการดำเนินงานแสดงในภาพที่ 13 ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนได้แก่

1. การจำแนกขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมด้วยข้อมูลดาวเทียม โดยใช้ค่าดัชนี NDWI เป็นเกณฑ์ในการจำแนกพื้นที่ผิวน้ำ เพื่อให้ทราบถึงขอบเขตและการเปลี่ยนแปลงพื้นที่น้ำท่วมในช่วงเดือนตุลาคมถึงเมษายน
2. การจัดระดับความรุนแรงของพื้นที่ที่น้ำท่วมขัง โดยการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพน้ำท่วมขังของเดือนตุลาคม ธันวาคม และกุมภาพันธ์ ซึ่งสภาพน้ำท่วมขังของแต่ละเดือนพิจารณาจากดัชนี NDWI ในขั้นตอนนี้สามารถระบุพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังมาก
3. การวิเคราะห์โครงข่ายลำน้ำของพื้นที่ประสบปัญหาน้ำท่วม และแบ่งพื้นที่ระบายน้ำย่อยตามสภาพการรับน้ำและการระบายน้ำ เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับประเมินปริมาณน้ำท่าด้วยแบบจำลอง GR2M และแบบจำลอง WEAP
4. การประเมินปริมาณน้ำท่าจากพื้นที่นอกเขตชลประทาน ประเมินด้วยแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า GR2M ซึ่งในส่วนนี้จะเป็นการนำผลการประเมินไปใช้ร่วมกับแบบจำลอง WEAP ในลำดับต่อไป
5. การสร้างแบบจำลองระบบทรัพยากรน้ำของกลุ่มน้ำท่าจีนด้วยแบบจำลอง WEAP นี้ เพื่อใช้ในการประเมินปริมาณน้ำที่หลากเข้าสู่ทุ่งสองพี่น้อง โดยการกำหนดขอบเขตของพื้นที่ศึกษาและการนำเข้าข้อมูลองค์ประกอบของระบบทรัพยากรน้ำของทุ่งสองพี่น้อง
6. การประเมินปริมาณน้ำท่าที่ผ่านคลองสองพี่น้อง โดยใช้แบบจำลองระบบทรัพยากรน้ำ WEAP ร่วมกับแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า GR2M



ภาพที่ 13 แผนภาพแสดงขั้นตอนดำเนินการวิจัย

การศึกษาสภาพน้ำท่วมขังในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน โดยการจัดระดับความรุนแรงและประเมินปริมาณน้ำที่ไหลเข้าท่วมขังในพื้นที่ เพื่อใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนในการแก้ปัญหาอุทกภัยในลุ่มแม่น้ำท่าจีน ซึ่งมีรายละเอียดการดำเนินการวิจัยในแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การจำแนกขอบเขตพื้นที่ผิวน้ำด้วยข้อมูลดาวเทียม MODIS

จากการวิเคราะห์การใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน ซึ่งแปลจากข้อมูลดาวเทียม MODIS หลายช่วงเวลา (เอกสิทธิ์ และคณะ, 2550) พบว่าบริเวณตอนกลางของลุ่มน้ำท่าจีน เขต อ.สองพี่น้อง อ.บางปลาหมอ อ.อู่ทอง และอ.เมือง จ.สุพรรณบุรี จัดเป็นพื้นที่ผิวน้ำ ดังนั้นในการศึกษาสภาพน้ำท่วมขังลุ่มน้ำท่าจีน จึงได้กำหนดกรอบการวิเคราะห์ให้ครอบคลุมพื้นที่ที่ประสบปัญหาน้ำท่วม โดยกรอบที่วิเคราะห์มีพื้นที่ 15.0 ล้านไร่ แสดงในภาพที่ 19

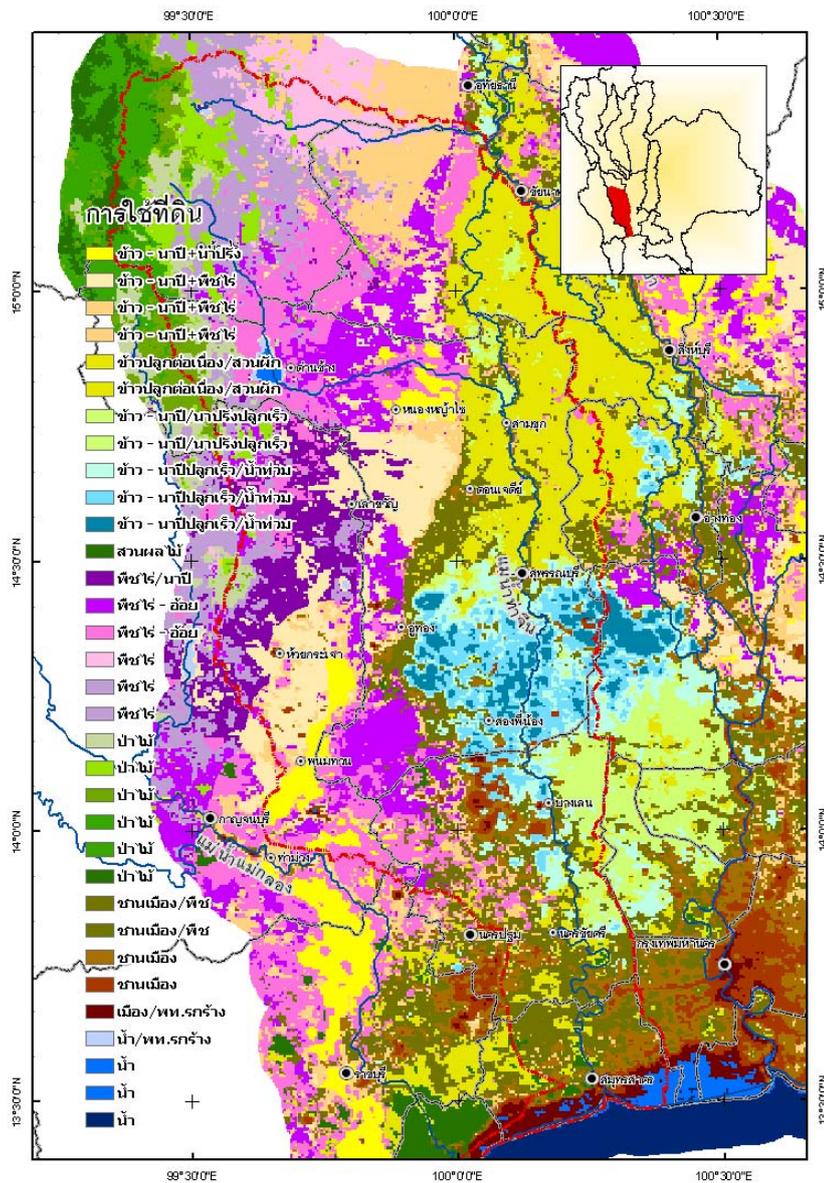
การจำแนกขอบเขตพื้นที่ผิวน้ำ ใช้ข้อมูลดาวเทียม MODIS ที่แปลงเป็นค่าดัชนี NDWI ประกอบกัน 15 วัน เป็นข้อมูลเดือนละหนึ่งภาพ โดยเลือกใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือนตุลาคมซึ่งตรงกับช่วงปลายฤดูฝน จนถึงเดือนเมษายนของปีถัดไป รวมระยะเวลาที่พิจารณา 7 เดือน ได้วิเคราะห์จำแนกพื้นที่ผิวน้ำแบ่งเป็น 4 ช่วงปี คือ

- 1) ช่วงฤดูฝนปี 2544/45 (ตุลาคม 2544 ถึงเมษายน 2545)
- 2) ช่วงฤดูฝน 2545/46
- 3) ช่วงฤดูฝนปี 2547/48
- 4) ช่วงฤดูฝนปี 2548/49

สำหรับช่วงฤดูฝน 2546/47 ไม่มีการวิเคราะห์ขอบเขตพื้นที่ผิวน้ำ เนื่องจาก WebMODIS ไม่สามารถประมวลผลดัชนี NDWI ช่วงเดือนกันยายนถึงเดือนธันวาคม ปีพ.ศ. 2546

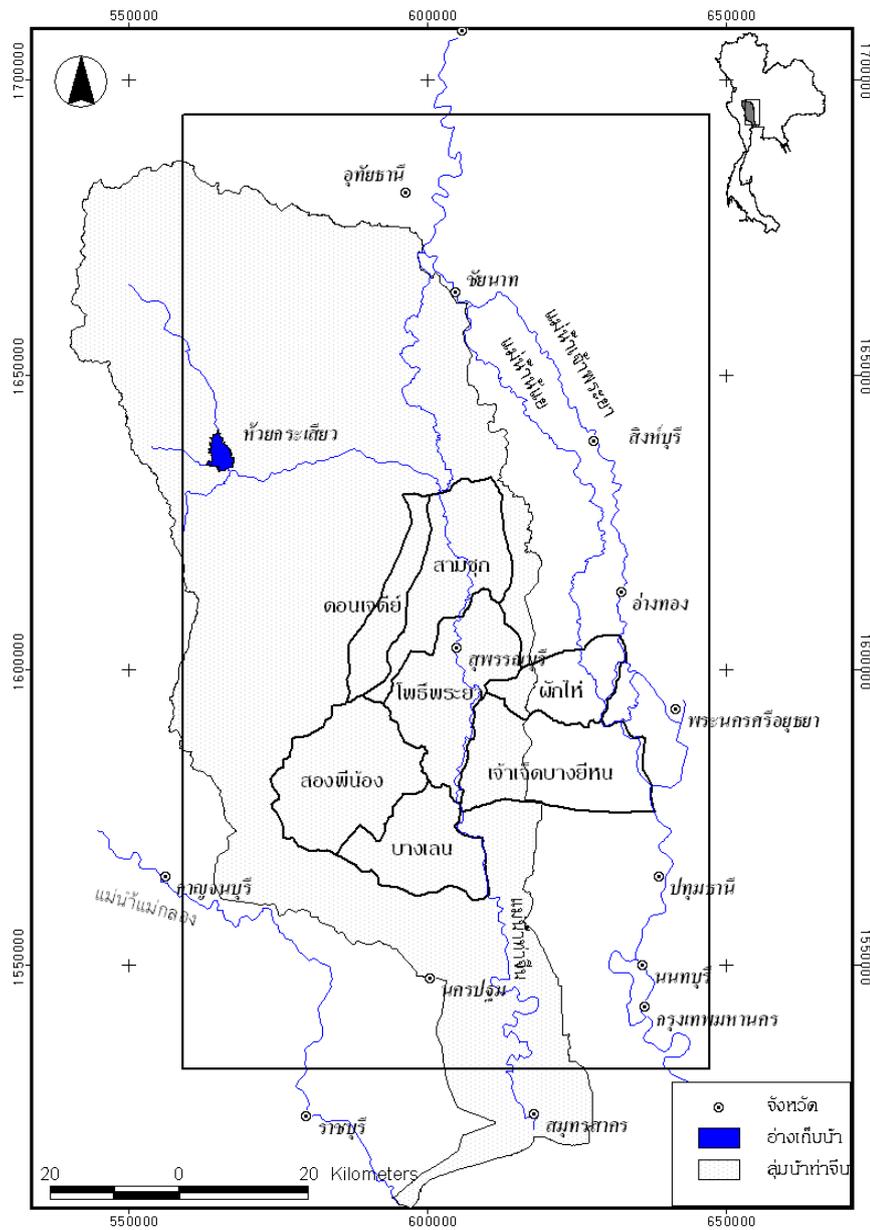
การวิเคราะห์ลักษณะสิ่งปกคลุมดินนั้น ได้จำแนกพื้นที่ที่คาดว่าเป็นผิวน้ำ โดยใช้ดัชนี NDWI ของแต่ละเดือน เกณฑ์การแยกพื้นผิวน้ำที่คาดว่าเป็นน้ำพิจารณาดัชนี NDWI ที่มากกว่า 0 โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ

- 1) ดัชนี NDWI มีค่าระหว่าง 0 ถึง 0.1
- 2) ดัชนี NDWI มีค่าระหว่าง 0.1 ถึง 0.2
- 3) ดัชนี NDWI มีค่าระหว่าง 0.2 ถึง 0.3
- 4) ดัชนี NDWI มีค่าระหว่าง 0.3 ถึง 0.4
- 5) ดัชนี NDWI มีค่ามากกว่า 0.4



ภาพที่ 14 การใช้ที่ดินของพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน (แปลจากข้อมูลดาวเทียม MODIS หลายช่วงเวลา)

ที่มา: เอกสิทธิ์ และคณะ (2550)



ภาพที่ 15 กรอบการวิเคราะห์ ข้อมูลดาวเทียม สำหรับจำแนกขอบเขตพื้นที่ผิวน้ำของกลุ่มน้ำท่าจีน

2. การจัดระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขัง

การจัดระดับความรุนแรงของพื้นที่น้ำท่วมขังมีจุดประสงค์ เพื่อให้ทราบถึงตำแหน่ง ขนาด พื้นที่ที่มีปัญหาน้ำท่วมขังรุนแรง รวมถึงระยะเวลาที่น้ำท่วมขังในแต่ละพื้นที่ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพน้ำท่วมขังตลอดช่วงที่เกิดน้ำท่วม คือช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ มีขั้นตอนการวิเคราะห์ เริ่มจากการพิจารณาสภาพน้ำท่วมขังของแต่ละเดือน ถัดมาเป็นการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพน้ำท่วมขัง ท้ายสุด เป็นการจัดระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขัง

2.1 การแบ่งกลุ่มตามสภาพน้ำท่วมขังของแต่ละเดือน

การแบ่งกลุ่มตามสภาพน้ำท่วมขังของแต่ละเดือน ใช้ข้อมูล NDWI จำนวน 3 เดือน (ตุลาคม ธันวาคม และ กุมภาพันธ์) มาพิจารณาค่า NDWI ของแต่ละเดือน เช่นเดียวกับการจำแนกพื้นที่ผิวน้ำ โดยแบ่งระดับให้น้อยกว่าเพื่อจำกัดจำนวนสถานะของพื้นที่ไม่ให้มากเกินไปเมื่อนำข้อมูลหลายเดือนมาวิเคราะห์ร่วมกัน โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

- 1) กลุ่ม A มีค่า NDWI ระหว่าง 0 ถึง 0.1 จัดเป็นพื้นที่ที่มีสภาพน้ำท่วมขังค่อนข้างน้อย
- 2) กลุ่ม B มีค่า NDWI ระหว่าง 0.1 ถึง 0.3 จัดเป็นพื้นที่ที่มีสภาพน้ำท่วมขังปานกลาง
- 3) กลุ่ม C มีค่าดัชนี NDWI มากกว่า 0.3 จัดเป็นพื้นที่ที่มีสภาพน้ำท่วมขังค่อนข้างมาก

2.2 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพน้ำท่วมขัง

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพน้ำท่วมขัง ได้พิจารณาการเปลี่ยนแปลงสภาพน้ำท่วมขัง ตั้งแต่ช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ รวมระยะเวลา 4 เดือน โดยพิจารณาข้อมูลสภาพน้ำท่วมขังห่างกันช่วงละ 2 เดือน รวม 3 สภาพน้ำท่วม (ตุลาคม, ธันวาคม, กุมภาพันธ์) โดยผลของการวิเคราะห์ข้อมูลสามช่วงเวลาร่วมกัน ให้ผลเป็นพื้นที่ที่มีลักษณะต่างกันเป็นอักษรสามตัว เช่น ถ้าผลของการพิจารณาเป็น BBA สามารถแปลความหมายโดย อักษรตัวขวาสุด (A) แทนสภาพน้ำท่วมขังในเดือนตุลาคมซึ่งค่อนข้างน้อย อักษรตัวกลาง (B) แทนสภาพน้ำท่วมขังเดือนธันวาคมซึ่งอยู่ในกลุ่มปานกลาง และอักษรตัวซ้ายสุด (B) แทนสภาพน้ำท่วมขังเดือนกุมภาพันธ์ยังคงมีน้ำท่วมขังปานกลางอยู่ ซึ่งให้ผลลัพธ์เป็นพื้นที่ที่มีลักษณะต่างกัน 27 รูปแบบ สรุปได้ในตารางที่ 6

2.3 การจัดกลุ่มระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขัง

การจัดกลุ่มระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขัง ใช้วิธีการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพน้ำท่วมขังตลอดช่วงระยะเวลาที่วิเคราะห์ร่วมกัน ใช้เกณฑ์การจัดระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขัง ดังแสดงในตารางที่ 7 ทำให้ทราบถึงระยะเวลาที่น้ำท่วมขัง ซึ่งสามารถจำแนกระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังออกเป็น 4 ระดับ ประกอบด้วย

- 1) ระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังน้อย
- 2) ระดับ ความรุนแรงของน้ำท่วมขังปานกลาง
- 3) ระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังค่อนข้างมาก
- 4) ระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังมาก

3. การวิเคราะห์โครงข่ายลำน้ำและการแบ่งพื้นที่ย่อย

การวิเคราะห์ระบบคลองระบายน้ำและการแบ่งพื้นที่ออกเป็นพื้นที่ย่อยตามสภาพการรับน้ำและการระบายน้ำ เพื่อจะใช้พิจารณาประกอบในการประเมินปริมาณน้ำท่าด้วยแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า GR2M และ การสร้างแบบจำลองระบบทรัพยากรน้ำของทั้งสองพื้นที่ด้วยแบบจำลอง WEAP ในลำดับต่อไป

การแบ่งพื้นที่พื้นที่ธรรมชาติไม่มีการควบคุมทางทิศตะวันตกของกลุ่มน้ำท่าจิน ได้แบ่งตามสภาพการระบายน้ำออกเป็นพื้นที่ย่อย ๆ โดยใช้แบบจำลองวิเคราะห์ข้อมูลภูมิประเทศแบบดิจิทัล วิเคราะห์ข้อมูล DEM (Digital Elevation Model) และพิจารณาพร้อมกับแผนที่ระดับ 1: 50000 ของกรมกรมแผนที่ทหาร สำหรับพื้นที่เขตชลประทาน การแบ่งพื้นที่ย่อย พิจารณาจากแผนที่แสดงแนวคลองส่งน้ำและคลองระบายน้ำของโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา

ตารางที่ 6 สถานะของพื้นที่ตามสภาพน้ำท่วมขังสามเดือน

คุณภาพพื้นที่	ชั้นความ	ฤดูกาล		
		A	B	C
A	A	AAA	AAB	AAC
	B	ABA	ABB	ABC
	C	ACA	ACB	ACC
B	A	BAA	BAB	BAC
	B	BBA	BBB	BBC
	C	BCA	BCB	BCC
C	A	CAA	CAB	CAC
	B	CBA	CBB	CBC
	C	CCA	CCB	CCC

ตารางที่ 7 เกณฑ์การจัดระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขัง

ระดับความรุนแรง	สถานะของพื้นที่
น้อย	AAA, AAB, ABA, ABB, BAA, BAB, BBA, BBB
ปานกลาง	AAC, ACA, BAC, BCA, BCB, CAA, CAB, CAC, CBA, CBB
ค่อนข้างมาก	ABC, ACB, ACC, BBC
มาก	BCC, CBC, CCA, CCB, CCC

4. การประเมินปริมาณน้ำท่าจากพื้นที่นอกเขตชลประทาน ด้วยแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า GR2M

การประเมินปริมาณน้ำท่าจากพื้นที่นอกเขตชลประทานที่หลากเข้าทุ่งสองพี่น้อง ประเมินด้วยแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า GR2M และเนื่องจากพื้นที่บริเวณนี้มีข้อมูลการตรวจวัด ปริมาณน้ำท่าไม่เพียงพอสำหรับการปรับเทียบแบบจำลอง การประเมินค่าพารามิเตอร์จึงใช้เทคนิค การประมาณค่าพารามิเตอร์จากซึ่งอยู่บริเวณใกล้เคียงกันคือลุ่มน้ำกระเสียว ซึ่งมีลักษณะเฉพาะของ ลุ่มน้ำที่คล้ายคลึงกัน โดยการประเมินปริมาณน้ำท่าด้วยแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า GR2M ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้ (1) ปรับเทียบและการทวนสอบแบบจำลอง (2) ประเมินปริมาณน้ำท่าที่ ลุ่มน้ำกระเสียว (3) ประเมินปริมาณน้ำท่าจากพื้นที่นอกเขตชลประทานที่หลากเข้าสู่ทุ่งสองพี่น้อง

4.1 การปรับเทียบและการทวนสอบแบบจำลอง (model calibration and validation)

การปรับเทียบและการทวนสอบแบบจำลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินค่าพารามิเตอร์ ของแบบจำลอง GR2M ซึ่งในการปรับเทียบแบบจำลอง ที่ลุ่มน้ำกระเสียว ใช้ข้อมูล 3 กลุ่ม ประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่าจากการตรวจวัด และข้อมูลการระเหย รายละเอียดของ ข้อมูลแสดงในภาคผนวก

1) ข้อมูลน้ำฝน ใช้ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยจากสถานีวัดน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยา ในเขตพื้นที่ศึกษาและพื้นที่ข้างเคียงเขตจังหวัดอุทัยธานี (69), ชัยนาท (04), สุพรรณบุรี (60) กาญจนบุรี (13) และนครปฐม (23) รวม 12 สถานี ประกอบด้วย 69052, 69032, 04062, 04052, 60112, 60072, 60052, 60013, 60022, 13102, 13013 และ 23052) เป็นข้อมูลรายเดือน 33 ปี ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2516 ถึง ปี พ.ศ.2548

2) ข้อมูลน้ำท่า ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือนจากการตรวจวัด ที่สถานีวัดน้ำท่าของ ลุ่มน้ำกระเสียว T.07 (พื้นที่รับน้ำฝน 607 ตร.กม.) กับปริมาณน้ำท่าไหลเข้าอ่างเก็บน้ำกระเสียว (พื้นที่รับน้ำฝน 1,200 ตร.กม.) ข้อมูลปี พ.ศ. 2525 ถึง พ.ศ. 2544 รวม 20 ปี

3) ข้อมูลการระเหย ใช้ข้อมูลการระเหยพืชอ้างอิง (ET_o) รายเดือนของสถานีตรวจวัด ภูมิอากาศ สถานีตรวจอากาศชัยนาท อุทอง และ สุพรรณบุรี

การทวนสอบแบบจำลอง ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือนจากการตรวจวัด ที่สถานีวัดน้ำท่า T.07 กับปริมาณน้ำท่าไหลเข้าอ่างเก็บน้ำกระเสียว ข้อมูลปี พ.ศ. 2535 ถึง พ.ศ. 2544 รวม 10 ปี เกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบและการทวนสอบแบบจำลองใช้ค่า The Nash and Sutcliff Efficiency ซึ่งแสดงดังสมการที่ 9

$$\text{The Nash and Sutcliff Efficiency} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Q_{cal_i} - Q_{obs_i})^2}{\sum_{i=1}^n (Q_{obs_i} - \overline{Q_{obs}})^2} \quad (9)$$

โดยที่ Q_{cal_i} คือ ปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลอง
 Q_{obs_i} คือ ปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด
 $\overline{Q_{obs}}$ คือ ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำท่ารายเดือนที่ได้จากการตรวจวัด

4.2 การประเมินปริมาณน้ำท่าลุ่มน้ำกระเสียว

การประเมินปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำกระเสียวด้วยแบบจำลอง GR2M ได้ประเมินน้ำท่ารายเดือน ในช่วงปี พ.ศ. 2516- 2548 รวม 33 ปี เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการประเมินปริมาณน้ำจากนอกเขตชลประทานที่หลากเข้าทุ่งสองพี่น้องในลำดับต่อไป

4.3 การประเมินปริมาณน้ำท่าจากพื้นที่นอกเขตชลประทาน

การประเมินปริมาณน้ำท่าจากพื้นที่นอกเขตชลประทาน ได้ และทำการประเมินปริมาณน้ำจากพื้นที่นอกเขตชลประทานที่หลากเข้าทุ่งสองพี่น้อง โดยใช้วิธีเทียบสัดส่วนพื้นที่เทียบกับพื้นที่ลุ่มน้ำกระเสียว ซึ่งในส่วนนี้จะเป็นการส่งผลการประเมินเข้าสู่แบบจำลอง WEAP

5. แบบจำลองระบบทรัพยากรน้ำของกลุ่มน้ำทำเงินด้วยแบบจำลอง WEAP

5.1 การสร้างแบบจำลอง

การสร้างแบบจำลองระบบทรัพยากรน้ำของทุ่งสองพี่น้อง ชั้นแรกเป็นการกำหนดขอบเขตของพื้นที่ศึกษาและนำเข้าข้อมูลข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ประกอบด้วย ขอบเขตของโครงการชลประทานแม่กลองใหญ่และโครงการเจ้าพระยาฝั่งตะวันตก แนวคลองส่งน้ำและคลองระบายน้ำสายหลัก

ลำดับต่อมาเป็นการแทนหนึ่งหน่วยพื้นที่ย่อย โดยพิจารณาจากการสภาพการรับน้ำชลประทานและการระบายน้ำเป็นแทนหนึ่ง node ในแบบจำลอง WEAP จากผลการวิเคราะห์ผังการไหลของน้ำในพื้นที่ ได้แบ่งหน่วยพื้นที่ออกเป็น 60 หน่วย แสดงในตารางที่ 8 และนำเข้าข้อมูลองค์ประกอบของระบบชลประทาน ประกอบด้วย องค์ประกอบ เกี่ยวกับความต้องการน้ำ (demand sites) อุทกวิทยา (hydrology) และทรัพยากรน้ำและการจัดการแหล่งน้ำ (water resources and supply)

การจำลองระบบระบบทรัพยากรน้ำของทุ่งสองพี่น้อง ได้แทนหน่วยพื้นที่ลงในแบบจำลอง และการเชื่อมโยงแต่ละหน่วยพื้นที่กับโครงข่ายการไหลของน้ำ ได้แก่ แม่น้ำ คลองผันน้ำ และ ทางระบายน้ำแสดงในภาพที่ 16

ข้อกำหนดและข้อมูลในแบบจำลอง WEAP ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองระบบทรัพยากรน้ำของทุ่งสองพี่น้อง เพื่อใช้ประเมินปริมาณน้ำส่วนเกินจากพื้นที่ชลประทาน ประกอบด้วย ข้อมูลภูมิอากาศ ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่า ปริมาณการใช้น้ำอ้างอิง พื้นที่เพาะปลูก สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ฝนใช้การ การรั่วซึม และข้อกำหนดเกี่ยวกับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ

1) ข้อมูลปริมาณการระเหยอ้างอิงโดยเลือกจากสถานีตรวจวัดอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่เป็นตัวแทนในเขตพื้นที่ศึกษา ได้แก่ สถานีตรวจอากาศเกษตร(สภษ.) ชัยนาท, สถานีตรวจวัดอากาศ (สตอ.) ลพบุรี, สตอ.สุพรรณบุรี, สภษ.อุททอง, สตอ.กาญจนบุรี, สภษ.กำแพงแสน, สตอ.เพชรบุรี และ, สตอ.ปทุมธานี โดยค่าเฉลี่ยของปริมาณการระเหยอ้างอิงแสดงในตารางที่ 9

2) ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ใช้ข้อมูลรายเดือน คาบ 33 ปี (พ.ศ. 2516 ถึง 2548) ที่คัดเลือกจากสถานีวัดน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยาในเขตพื้นที่ศึกษาและพื้นที่ใกล้เคียง จำนวน 47 สถานี และแบ่งเป็นกลุ่มจำนวน 4 กลุ่ม แสดงในตารางที่ 10 และทำการหาปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งพื้นที่โดยวิธี Thiessen Polygon

3) ข้อมูลปริมาณน้ำท่าผิวดิน พื้นที่ลุ่มน้ำท่าเงินได้รับน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยา และแม่น้ำแม่กลอง ปริมาณน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาใช้ข้อมูลปริมาณการไหล ที่ผ่าน ปตร.พลเทพ และ ปตร. ปากคลองมะขามเต่า-อุททอง ส่วนปริมาณน้ำท่าจากแม่น้ำแม่กลอง ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำไหลผ่าน ปตร.ปากคลอง Feeder ในการจำลองสถานการณ์ได้กำหนดให้ปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าเขื่อนแม่กลองมีปริมาณไม่จำกัด นอกจากนี้ ยังมีปริมาณน้ำท่าผิวดินจากพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนนอกเขตชลประทาน ประมาณโดยอ้างอิงกับปริมาณการไหลของห้วยกระเสียวที่คำนวณจากแบบจำลอง GR2M

4) องค์ประกอบด้านความต้องการน้ำประกอบด้วยสถิติพื้นที่เพาะปลูกของกรมชลประทาน ได้แก่ ข้าวนาปี ข้าวนาปรัง อ้อย ไม้ผล พืชไร่-พืชผัก และบ่อปลา-บ่อกุ้ง ดูรายละเอียดของข้อมูลในภาคผนวก และค่าเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) แสดงในตารางที่ 11 และแบบแผนการเพาะปลูกจากกรมชลประทาน โดยหาค่าเฉลี่ยตามแบบแผนการเพาะปลูกประกอบด้วย ข้าว พืชไร่-ผัก อ้อย ไม้ผล/ไม้ยืนต้น และบ่อปลา-กุ้ง แสดงในภาพที่ 17

5) ข้อมูลเกี่ยวกับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ประกอบด้วย ข้อมูลลักษณะอ่างเก็บน้ำกระเสียว ข้อมูล Operation อ่างเก็บน้ำกระเสียว ลำดับความสำคัญของแหล่งน้ำ และความต้องการน้ำปริมาณน้ำต่ำสุดในลำน้ำ รายละเอียดดูได้จากภาคผนวก

5.2. การประเมินปริมาณน้ำท่าที่ผ่านคลองสองพี่น้อง

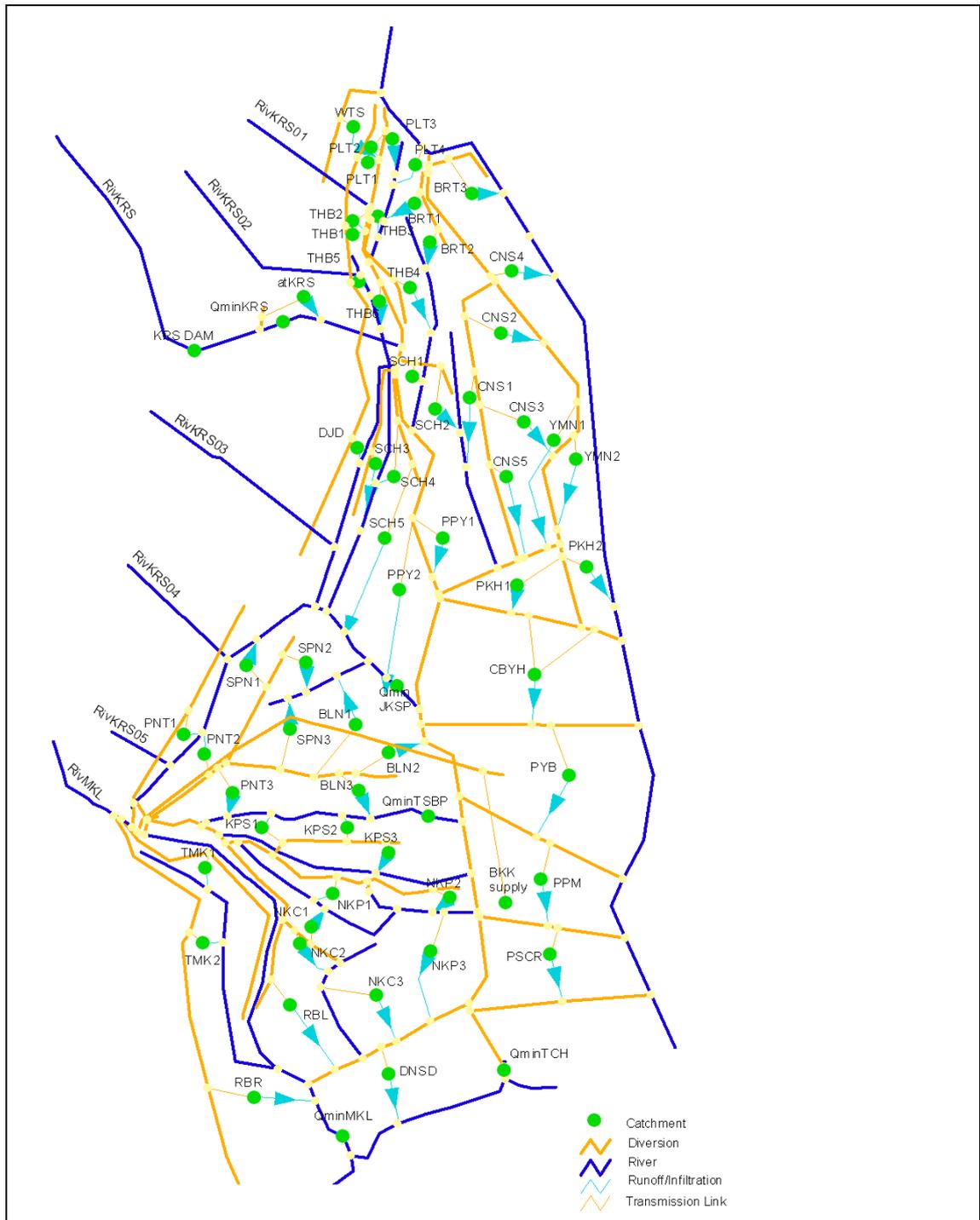
การประเมินปริมาณน้ำท่าที่ผ่านคลองสองพี่น้องโดยใช้แบบจำลองระบบทรัพยากรน้ำ WEAP ร่วมกับแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า GR2M เพื่อประเมินปริมาณน้ำท่าในคลองสายหลักที่ไหลลงสู่คลองสองพี่น้อง และปริมาณน้ำที่ผ่านประตูระบายสองพี่น้อง โดยประเมินเป็นรายเดือนช่วงปี พ.ศ. 2516 ถึง ปี พ.ศ. 2548 รวมระยะเวลา 33 ปี

ตารางที่ 8 การแบ่งหน่วยพื้นที่ย่อยเขตชลประทานในพื้นที่คาบเกี่ยวกับลุ่มน้ำแม่น้ำท่าจีน

รหัส	โครงการส่งน้ำ และบำรุงรักษา	หน่วยย่อย	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)	พื้นที่ไม่เพาะปลูก (ไร่)
atPLT1	พลเทพ	PLT1	14,235	1,000
atPLT2	พลเทพ	PLT2	14,235	1,000
atPLT3	พลเทพ	PLT3	39,859	2,800
atPLT4	พลเทพ	PLT4	27,912	1,961
atTHB1	ท่าโบสถ์	THB1	8,257	1,903
atTHB2	ท่าโบสถ์	THB2	8,257	1,903
atTHB3	ท่าโบสถ์	THB3	27,573	6,353
atTHB4	ท่าโบสถ์	THB4	98,052	22,592
atTHB5	ท่าโบสถ์	THB5	17,682	4,074
atTHB6	ท่าโบสถ์	THB6	17,682	4,074
atSCH1	สามชุก	SCH1	21,557	6,449
atSCH2	สามชุก	SCH2	110,235	32,979
atSCH3	สามชุก	SCH3	44,159	13,211
atSCH4	สามชุก	SCH4	44,159	13,211
atSCH5	สามชุก	SCH5	66,304	19,836
atPPY1	โพธิ์พระยา	PPY1	113,260	19,461
atPPY2	โพธิ์พระยา	PPY2	241,657	41,522
atDJD	ดอนเจดีย์	DJD	142,137	19,863
atBRT1	บรมธาตุ	BRT1	26,706	6,513
atBRT2	บรมธาตุ	BRT2	142,767	34,819
atBRT3	บรมธาตุ	BRT3	156,120	38,076
atCNS1	ชั้นสูตร	CNS1	47,039	10,785
atCNS2	ชั้นสูตร	CNS2	171,476	39,315
atCNS3	ชั้นสูตร	CNS3	123,169	28,239
atCNS4	ชั้นสูตร	CNS4	39,986	9,168
atCNS5	ชั้นสูตร	CNS5	47,039	10,785
atYMN1	ยางมณี	YMN1	58,984	22,654
atYMN2	ยางมณี	YMN2	109,865	42,197
atPKH1	ผักไห่	PKH1	76,739	89,843
atPKH2	ผักไห่	PKH2	24,470	28,649
atCBYH	เจ้าเจ็ด-บางยี่หน	CBYH	333,421	104,079
atPYB	พระยาบรรลือ	PYB	325,417	99,583
atPPM	พระพิมล	PPM	200,503	146,297
atPSCR	ภาษีเจริญ	PSCR	58,188	291,812
atKNK	ห้วยขุนแก้ว	KNK	29,600	20,400
atWTS	วัดสิงห์	WTS	61,449	18,551
atKRS	กระเสียว	KRS	112,351	17,649

ตารางที่ 10 (ต่อ)

รหัส	โครงการส่งน้ำ และบำรุงรักษา	หน่วยย่อย	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)	พื้นที่ไม่เพาะปลูก (ไร่)
akPNT 1	พนมทวน	PNT 1	101,826	22,910
akPNT 2	พนมทวน	PNT 2	44,964	10,116
akPNT 3	พนมทวน	PNT 3	143,335	32,249
akBLN1	บางเลน	BLN1	150,854	59,933
akBLN2	บางเลน	BLN2	73,909	29,363
akBLN3	บางเลน	BLN3	41,681	16,560
akSPN1	สองพี่น้อง	SPN1	90,728	20,039
akSPN2	สองพี่น้อง	SPN2	158,640	35,039
akSPN3	สองพี่น้อง	SPN3	54,432	12,022
akKPS1	กำแพงแสน	KPS1	34,525	11,668
akKPS2	กำแพงแสน	KPS2	85,411	28,867
akKPS3	กำแพงแสน	KPS3	111,011	37,518
akNKP1	นครปฐม	NKP1	99,354	47,870
akNKP2	นครปฐม	NKP2	56,599	27,270
akNKP3	นครปฐม	NKP3	147,459	71,048
akNKC1	นครปฐม	NKC1	52,625	41,352
akNKC2	นครปฐม	NKC2	19,069	14,984
akNKC3	นครปฐม	NKC3	93,500	73,470
akRBL	ราชบุรีฝั่งซ้าย	RBL	193,343	47,957
akDNSD	ดำเนินสะดวก	DNSD	100,367	57,193
akTMK1	ท่ามะกา	TMK1	173,798	67,697
akTMK2	ท่ามะกา	TMK2	72,331	28,174
akRBR	ราชบุรีฝั่งขวา	RBR	239,920	97,381



ภาพที่ 16 ผังโครงข่ายระบบชลประทานในพื้นที่คาบเกี่ยวกับลุ่มน้ำแม่ น้ำท่าจีน

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยของปริมาณการระเหยอ้างอิง (reference evapotranspiration)

สถานี	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
ชัยนาท	118	129	172	179	172	148	146	134	124	126	119	116	1,683
ลพบุรี	119	123	163	164	148	130	128	120	113	121	118	119	1,566
สุพรรณบุรี	114	120	161	167	155	139	137	128	117	121	113	113	1,585
อุทัย	109	119	164	167	157	131	136	128	116	117	113	111	1,568
กาญจนบุรี	109	118	157	164	149	127	130	124	114	115	108	107	1,522
กำแพงแสน	105	117	155	160	147	123	129	121	113	114	107	106	1,497
เพชรบุรี	109	121	157	158	147	125	127	120	112	113	106	103	1,498
ปทุมธานี	107	106	136	136	127	115	116	111	100	103	99	100	1,356

หน่วย: มิลลิเมตร

ตารางที่ 10 การแบ่งกลุ่มสถานีวัดน้ำฝน

กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4
13013*	32012	13013*	69012
13042	32022	13032	69022
23012	32062	13102	69032
23032	56012	13322	69042
23042	56022	60013	69052
23052	56032	60022	69062
31012	56042	60052	04180*
31052	01012	60062	04200*
31080	01042	60072	
47042	01062	60112	
47052	01110	60290	
	04022	60300	
	04032	04180*	
	04042	04200*	
	04052		
	04062		
	04072		

หมายเหตุ *สถานีวัดน้ำฝนที่อยู่สองกลุ่ม

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc)

เดือน	จำนวนปี	จำนวนปริง	อ้อย	พืชไร่	ผัก	ไม้ผล	บ่อกึ่ง/ปลา
ม.ค.	-	-	0.29	-	-	1.10	1.20
ก.พ.	-	0.23	0.29	0.10	-	1.10	1.20
มี.ค.	-	1.13	0.38	0.80	0.51	1.10	1.20
เม.ย.	-	1.26	0.66	1.07	0.69	1.10	1.20
พ.ค.	-	1.43	1.00	0.38	0.06	1.10	1.20
มิ.ย.	0.04	0.63	1.23	-	0.05	1.10	1.20
ก.ค.	0.54	-	1.33	0.10	0.60	1.10	1.20
ส.ค.	1.16	-	1.35	0.89	0.55	1.10	1.20
ก.ย.	1.32	-	1.25	1.07	-	1.10	1.20
ต.ค.	1.28	-	1.01	0.38	0.05	1.10	1.20
พ.ย.	0.47	-	0.82	-	0.69	1.10	1.20
ธ.ค.	0.03	-	0.52	-	0.55	1.10	1.20

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.
ข้าว			นาปริง				นาปริง					
อ้อย	อ้อย											
พืชไร่			พืชไร่			พืชไร่						
พืชผัก			พืชผัก		พืชผัก			พืชผัก				
ไม้ผล	ไม้ผล											
บ่อปลา-กึ่ง	บ่อปลา-กึ่ง											

ภาพที่ 17 แบบแผนการเพาะปลูก

ผลและวิจารณ์

การประเมินกลยุทธ์การจัดการน้ำหลาก ในทุ่งสองพี่น้องจังหวัดสุพรรณบุรี ได้นำเสนอผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังในลุ่มน้ำท่าจีน และปริมาณน้ำหลากเข้าทุ่งสองพี่น้อง

ระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังในลุ่มน้ำท่าจีน

1. ขอบเขตพื้นที่ผิวน้ำและการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่น้ำท่วมขัง

จากการวิเคราะห์ขอบเขตพื้นที่ผิวน้ำของลุ่มน้ำท่าจีนเป็นรายเดือน สามารถแสดงผลการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ผิวน้ำในช่วงฤดูน้ำหลากของปีต่าง ๆ จำนวน 4 ช่วงปี ได้แก่ (1) ช่วงฤดูฝนปี 2544/45 (ตุลาคม 2544 ถึงเมษายน 2545) (2) ช่วงฤดูฝน 2545/46 (3) ช่วงฤดูฝนปี 2547/48 และ (4) ช่วงฤดูฝนปี 2548/49 แสดงในภาพที่ 18 ถึงภาพที่ 21 ตามลำดับ และสรุปขนาดพื้นที่ผิวน้ำเป็นรายเดือน ตามช่วงค่าดัชนี NDWI ต่าง ๆ ในตารางที่ 12 ถึงตารางที่ 15 สำหรับช่วงฤดูฝน 2546/47 ไม่มีผลการวิเคราะห์ขอบเขตพื้นที่ผิวน้ำ เนื่องจาก WebMODIS ไม่สามารถประมวลผลดัชนี NDWI ช่วงเดือนกันยายนถึงเดือนธันวาคม ปีพ.ศ. 2546

โดยในช่วงฤดูฝนปี 2544/45 ภาพที่ 18 และในตารางที่ 12 พบว่า มีพื้นที่ที่คาดว่าเป็นผิวน้ำ ($NDWI > 0$) สูงสุดในเดือนตุลาคม โดยพื้นที่ผิวน้ำครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 1.6 ล้านไร่ หลังจากนั้นขอบเขตพื้นที่ผิวน้ำลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยในเดือนธันวาคมพื้นที่ผิวน้ำลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของเดือนตุลาคม และลดลงเหลือประมาณแสนไร่ ในเดือนกุมภาพันธ์ หลังจากนั้นในช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายน ขอบเขตพื้นที่ผิวน้ำเพิ่มขึ้นเป็น 1.5 แสนไร่

ช่วงปีฤดูฝน 2545/46 ภาพที่ 19 และตารางที่ 13 พบว่า มีพื้นที่ผิวน้ำ สูงสุดในช่วงเดือนตุลาคมและเดือนพฤศจิกายน โดยมีพื้นที่ผิวน้ำครอบคลุมพื้นที่ตอนกลางของแม่น้ำท่าจีน ประมาณ 1.6 ล้านไร่ หลังจากนั้น ขอบเขตของพื้นที่ผิวน้ำค่อย ๆ ลดลง ในเดือนธันวาคม และเหลือน้อยกว่า 1 ล้านไร่ ในเดือนมกราคม ท้ายสุด มีพื้นที่ที่คาดว่าเป็นผิวน้ำ ประมาณ 50,000 ไร่ ในเดือนเมษายน

ช่วงฤดูฝนปี 2547/48 ภาพที่ 20 และ ตารางที่ 14 พบว่า เดือนตุลาคมเป็นเดือนที่มีพื้นที่ผิวน้ำครอบคลุมมากที่สุด โดยมีพื้นที่ประมาณ 1.2 ล้านไร่ แต่พื้นที่น้ำท่วมขังจะลดลงเร็วกว่า โดยในเดือนพฤศจิกายนพื้นที่ผิวน้ำลดลงเหลือประมาณครึ่งหนึ่งของเดือนตุลาคม และพื้นที่ผิวน้ำค่อยลดลง หลังจากเดือนกุมภาพันธ์เป็นต้นไป มีพื้นที่ผิวน้ำมีน้อยกว่า 1 แสนไร่ และมีพื้นที่ผิวน้ำประมาณ 50,000 ไร่ ในเดือนเมษายน

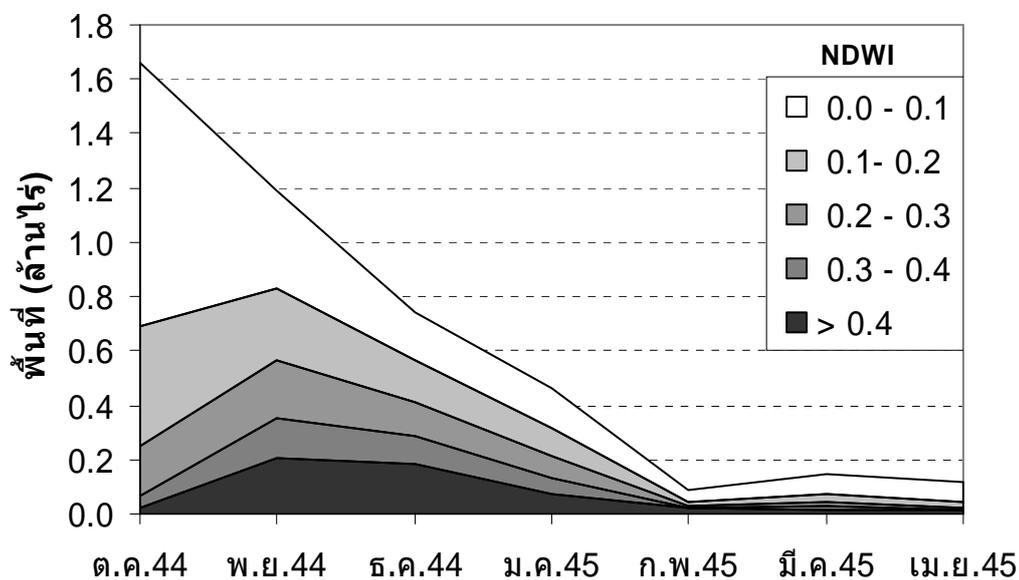
ช่วงฤดูฝนปี 2548/49 ภาพที่ 21 และ ตารางที่ 15 พบว่าในช่วงเดือนตุลาคมมีพื้นที่ผิวน้ำครอบคลุมพื้นที่ประมาณล้านไร่ และค่อย ๆ เพิ่มจนครอบคลุมพื้นที่สูงสุดประมาณ 1.4 ล้านไร่ ในเดือนพฤศจิกายน หลังจากนั้นขอบเขตพื้นที่ผิวน้ำค่อย ๆ ลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยในช่วงเดือนมกราคม พื้นที่ผิวน้ำครอบคลุมพื้นที่น้อยกว่า 5 แสนไร่ และท้ายสุดหลังจากเดือนกุมภาพันธ์เป็นต้นไป มีพื้นที่ผิวน้ำน้อยกว่าแสนไร่

จากการวิเคราะห์พื้นที่ผิวน้ำทั้ง 4 ช่วงปี สามารถสรุปได้ว่าพื้นที่ตอนกลางของแม่น้ำท่าจีนเป็นพื้นที่ที่มีปัญหาน้ำท่วมขังในช่วงตอนปลายฤดูฝน โดยในช่วงปี 2545/46 เป็นปีที่มีน้ำท่วมขังรุนแรงที่สุด โดยในช่วงเดือนตุลาคมถึงธันวาคม มีพื้นที่ผิวน้ำครอบคลุมพื้นที่มากกว่า 1 ล้านไร่

ตารางที่ 12 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ผิวน้ำช่วงฤดูฝนปี 2544 (ต.ค. 2544 ถึง เม.ย. 2545)

หน่วย :ไร่

เดือน	NDWI					รวม
	0.0 - 0.1	0.1- 0.2	0.2 - 0.3	0.3 - 0.4	> 0.4	
ต.ค.44	975,859	435,664	182,773	48,593	20,859	1,663,750
พ.ย.44	361,562	262,382	210,156	149,257	205,742	1,189,101
ธ.ค.44	179,453	155,351	125,234	101,367	181,601	743,007
ม.ค.45	148,007	105,351	80,703	54,218	76,289	464,570
ก.พ.45	47,226	15,625	5,507	4,648	18,828	91,835
มี.ค.45	74,453	30,468	15,039	12,031	16,953	148,945
เม.ย.45	75,000	18,750	6,640	4,062	13,085	117,539

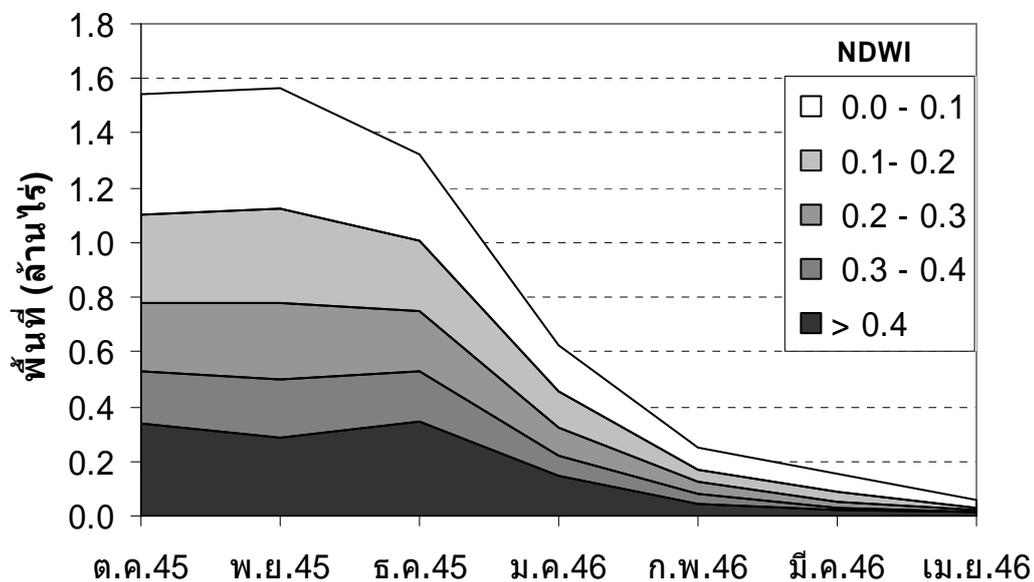


ภาพที่ 18 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ผิวน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน ช่วงฤดูฝนปี 2544

ตารางที่ 13 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ผิวน้ำช่วงฤดูฝนปี 2545 (ต.ค. 2545 ถึง เม.ย. 2546)

หน่วย :ไร่

เดือน	NDWI					รวม
	0.0 - 0.1	0.1- 0.2	0.2 - 0.3	0.3 - 0.4	> 0.4	
ต.ค.45	442,460	321,054	251,640	189,218	340,507	1,544,882
พ.ย.45	444,882	345,898	280,156	210,273	286,757	1,567,968
ธ.ค.45	317,343	259,453	219,765	178,671	348,710	1,323,945
ม.ค.46	166,914	133,789	103,789	73,867	143,593	621,953
ก.พ.46	80,078	47,851	44,101	32,890	45,507	250,429
มี.ค.46	68,828	35,078	20,781	10,351	21,015	156,054
เม.ย.46	27,773	10,898	3,554	1,132	13,906	57,265

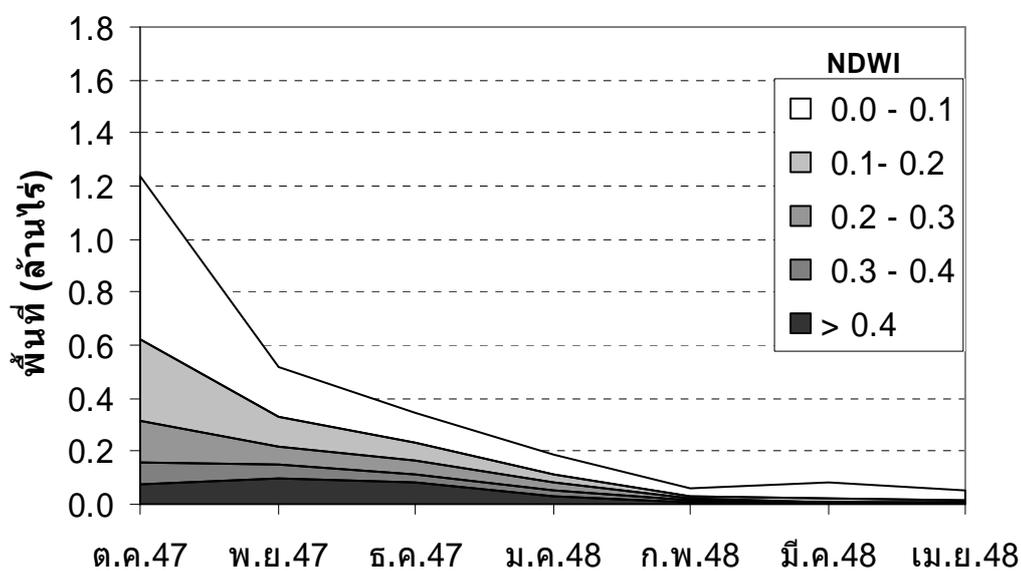


ภาพที่ 19 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ผิวน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน ช่วงฤดูฝนปี 2545

ตารางที่ 14 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ผิวน้ำช่วงฤดูฝนปี 2547 (ต.ค. 2547 ถึง เม.ย. 2548)

หน่วย :ไร่

เดือน	NDWI					รวม
	0.0 - 0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.3	0.3 - 0.4	> 0.4	
ต.ค.47	615,585	305,664	157,343	82,304	74,257	1,235,156
พ.ย.47	187,539	108,828	69,375	51,992	97,617	515,351
ธ.ค.47	116,914	64,062	50,781	35,507	80,546	347,812
ม.ค.48	73,828	33,945	26,679	22,500	29,687	186,640
ก.พ.48	30,273	12,148	6,992	2,773	9,492	61,679
มี.ค.48	61,210	15,898	4,296	3,593	1,210	86,210
เม.ย.48	36,250	9,335	1,953	1,367	5,625	54,531
						2,487,382

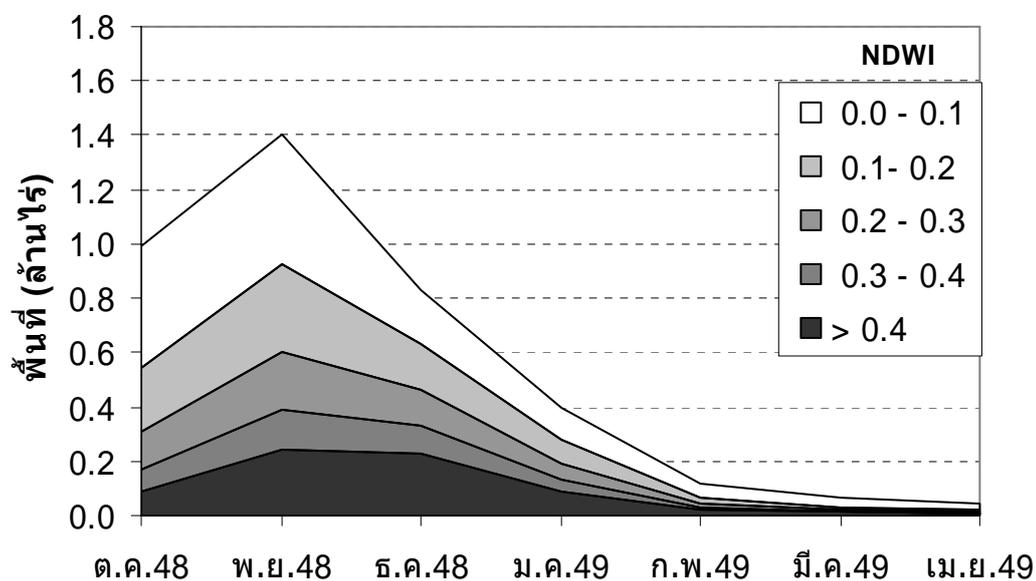


ภาพที่ 20 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ผิวน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน ช่วงฤดูฝนปี 2547

ตารางที่ 15 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ผิวน้ำช่วงฤดูฝนปี 2548 (ต.ค. 2548 ถึง เม.ย. 2549)

หน่วย :ไร่

เดือน	NDWI					รวม
	0.0 - 0.1	0.1- 0.2	0.2 - 0.3	0.3 - 0.4	> 0.4	
ต.ค.47	453,359	231,640	136,562	85,429	87,109	994,101
พ.ย.47	478,359	317,226	216,679	148,125	240,351	1,400,742
ธ.ค.47	203,906	167,148	132,187	105,625	224,726	833,593
ม.ค.48	122,851	82,539	60,898	42,890	89,453	398,632
ก.พ.48	54,257	22,851	13,515	7,500	19,687	117,812
มี.ค.48	32,304	10,625	4,726	2,187	14,257	64,101
เม.ย.48	24,375	6,250	2,070	2,187	8,554	43,437



ภาพที่ 21 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ผิวน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน ช่วงฤดูฝนปี 2548

2. ระดับความรุนแรงของพื้นที่น้ำท่วมขังในกลุ่มน้ำท่าจีน

จากการจัดกลุ่มระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังในกลุ่มน้ำท่าจีนสามารถจำแนกระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังออกเป็น 4 ระดับ ประกอบด้วย

- 1) ระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังน้อย
- 2) ระดับ ความรุนแรงของน้ำท่วมขังปานกลาง
- 3) ระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังค่อนข้างมาก
- 4) ระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังมาก

โดยในภาพที่ 22 ถึงภาพที่ 25 แสดงขอบเขตของพื้นที่น้ำท่วมขังที่ระดับความรุนแรงต่าง ๆ จำนวน 4 ช่วงปี ได้แก่ (1) ช่วงฤดูฝนปี 2544/45 (ตุลาคม 2544 ถึงเมษายน 2545) (2) ช่วงฤดูฝน 2545/46 (3) ช่วงฤดูฝนปี 2547/48 และ (4) ช่วงฤดูฝนปี 2548/49 ตามลำดับ และในตารางที่ 16 ถึงตารางที่ 19 แสดงขนาดของพื้นที่ที่ระดับความรุนแรงต่าง ๆ โดยสรุปแยกตามโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาของกรมชลประทานที่เกิดน้ำท่วมขัง จำนวน 7 โครงการ ได้แก่ โครงการสามชุกดอนเจดีย์ โพธิ์พระยา สองพี่น้อง บางเลน ผักไห้ และเจ้าเจ็ดบางยี่หน ซึ่งมีพื้นที่โครงการรวมทั้งหมดประมาณ 2.5 ล้านไร่

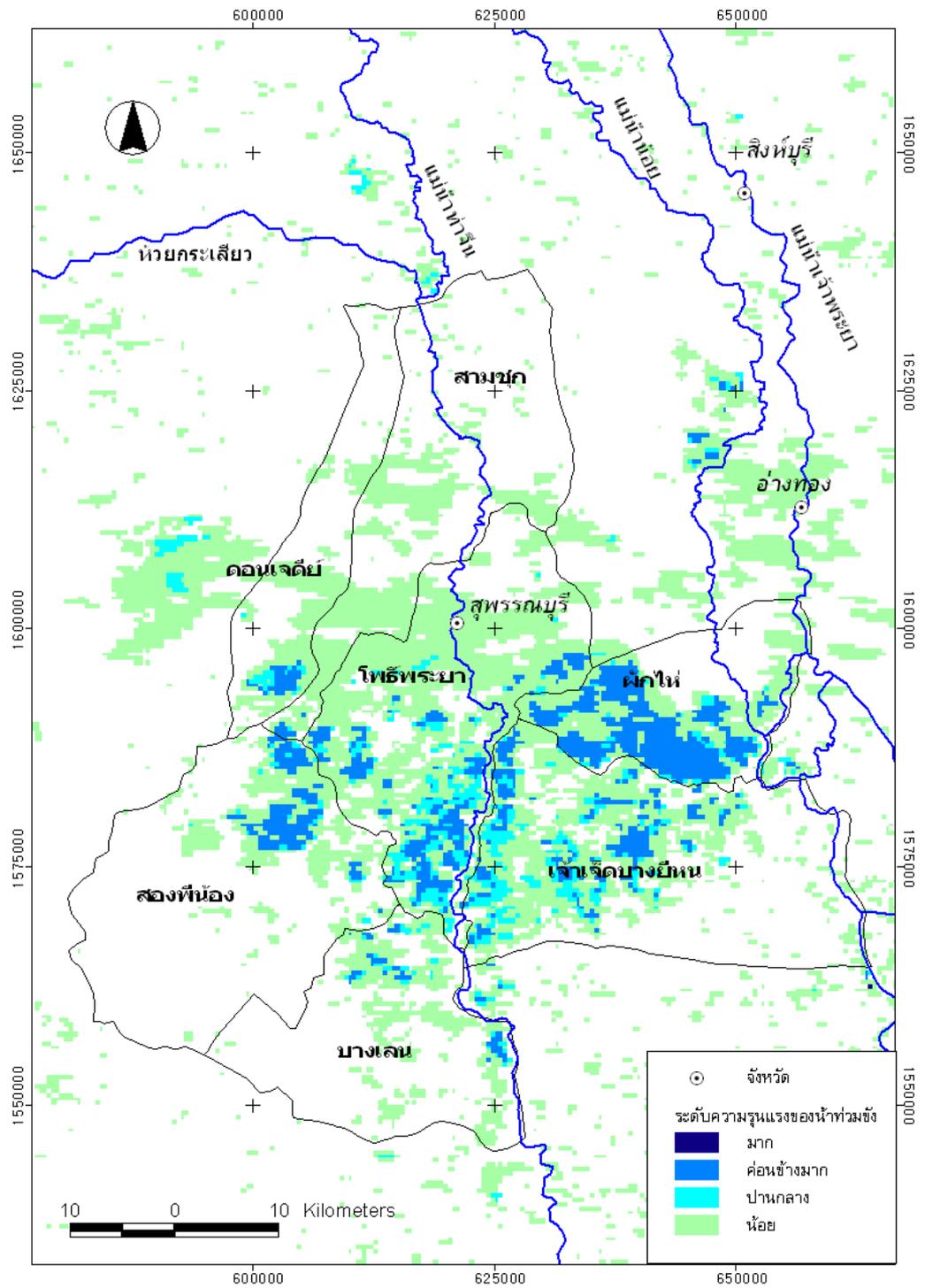
ระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขัง ช่วงฤดูฝนปี 2544/2545 แสดงในภาพที่ 22 และตารางที่ 16 พบว่ามีน้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่ รวมประมาณ 1 แสนไร่ คิดเป็นร้อยละ 40 ของพื้นที่รวมของโครงการทั้งหมด ไม่พบพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังมาก พื้นที่น้ำท่วมส่วนใหญ่ที่พบมีระดับความรุนแรงน้อยโดยมีระยะเวลาท่วมขังไม่นาน ซึ่งครอบคลุมพื้นที่สามในสี่ของพื้นที่น้ำท่วม ส่วนพื้นที่น้ำท่วมขังระดับความรุนแรงค่อนข้างมาก คือน้ำท่วมขังเป็นระยะเวลานานติดต่อกันประมาณสามเดือน ครอบคลุมพื้นที่เกือบสองแสนไร่ พบบริเวณตอนกลางของ คบ.ผักไห้ตอนล่างของคบ.โพธิ์พระยา และตอนบนของ คบ.สองพี่น้อง

ตารางที่ 16 ระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังรายโครงการ ช่วงฤดูฝนปี 2544

โครงการ	พื้นที่ทั้งหมด (ไร่)	พื้นที่น้ำท่วม (ไร่)	ความรุนแรงของน้ำท่วมขัง			
			น้อย	ปานกลาง	ค่อนข้างมาก	มาก
สามชุก	375,430	105,898	104,219	156	1,523	0
ดอนเจดีย์	184,023	59,883	51,016	3,477	5,391	0
โพธิ์พระยา	419,727	302,617	233,359	32,109	37,148	0
สองพี่น้อง	469,492	100,898	73,125	4,297	23,477	0
บางเลน	305,977	83,281	72,930	4,609	5,742	0
ผักไห่	225,000	146,055	68,672	7,383	70,000	0
เจ้าเจ็ดบางยี่หน	485,352	233,672	164,063	35,156	34,453	0
รวม	2,465,000	1,032,305	767,383	87,188	177,734	0

เมื่อพิจารณาแยกเป็นรายโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา พบว่า คบ.ที่น้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่มากกว่าครึ่งหนึ่งของพื้นที่โครงการ ได้แก่ คบ.โพธิ์พระยา และ คบ.ผักไห่ โดย คบ.โพธิ์พระยา มีน้ำท่วมขังประมาณ 3 แสนไร่ เป็นพื้นที่ระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังค่อนข้างมากเกือบ 4 หมื่นไร่ อยู่บริเวณตอนล่าง คบ.ผักไห่ มีน้ำท่วมขังประมาณ 1.5 แสนไร่ เป็นพื้นที่ระดับความรุนแรงค่อนข้างมากและปานกลางรวมประมาณ 8 หมื่นไร่ ซึ่งอยู่บริเวณตอนกลางและตอนล่างของโครงการ ส่วนคบ.ที่น้ำท่วมขังประมาณครึ่งหนึ่งของพื้นที่ ได้แก่ คบ.เจ้าเจ็ดบางยี่หน มีน้ำท่วมขังประมาณ 2 แสนไร่ มีระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังค่อนข้างมากเกือบ 7 หมื่นไร่

ส่วนคบ.ที่น้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่บางส่วน ประมาณหนึ่งในสี่ของโครงการ ได้แก่ คบ.ดอนเจดีย์ คบ.สามชุก คบ.บางเลน และคบ.สองพี่น้อง โดย คบ.ดอนเจดีย์ มีน้ำท่วมขังประมาณ 6 หมื่นไร่ ซึ่งส่วนใหญ่มีระดับความรุนแรงน้อย คบ.สองพี่น้อง มีน้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 1 แสนไร่ มีพื้นที่ระดับความรุนแรงค่อนข้างมากและปานกลางรวมเกือบ 3 หมื่นไร่ โดยจะอยู่บริเวณตอนบน ส่วนคบ.สามชุก มีน้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 1 แสนไร่ โดยส่วนใหญ่มีระดับความรุนแรงน้อยเกือบทั้งหมด และ คบ.บางเลน มีน้ำท่วมขังประมาณ 8 หมื่นไร่ โดยพื้นที่ส่วนใหญ่มีระดับความรุนแรงน้อยเกือบทั้งหมด



ภาพที่ 22 ระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขัง ช่วงฤดูฝนปี 2544

ระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังช่วงฤดูฝนปี 2545/46 แสดงในภาพที่ 23 และตารางที่ 17 พบว่า มีน้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่ รวมประมาณ 1 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 40 ของพื้นที่โครงการทั้งหมด โดยมีพื้นที่วิกฤตที่มีระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังมาก คือ มีสภาพน้ำท่วมขังค่อนข้างมากเป็นระยะเวลานานตลอดช่วงที่ทำการวิเคราะห์ (เดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์) โดยครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 7 หมื่นไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 7 ของพื้นที่น้ำท่วม พื้นที่วิกฤตครอบคลุมบริเวณตอนล่างของโครงการโพธิ์พระยา และตอนบนของโครงการสองพี่น้อง ในเขตอำเภอบางปลาม้า อำเภอสองพี่น้อง อำเภออุทุมพร จังหวัดสุพรรณบุรี เมื่อพิจารณาในภาพรวม พื้นที่น้ำท่วมประมาณครึ่งหนึ่งอยู่ในระดับความรุนแรงน้อย พื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงค่อนข้างมากประมาณ 3 แสนไร่ และระดับความรุนแรงปานกลาง มีประมาณ 1 แสนไร่

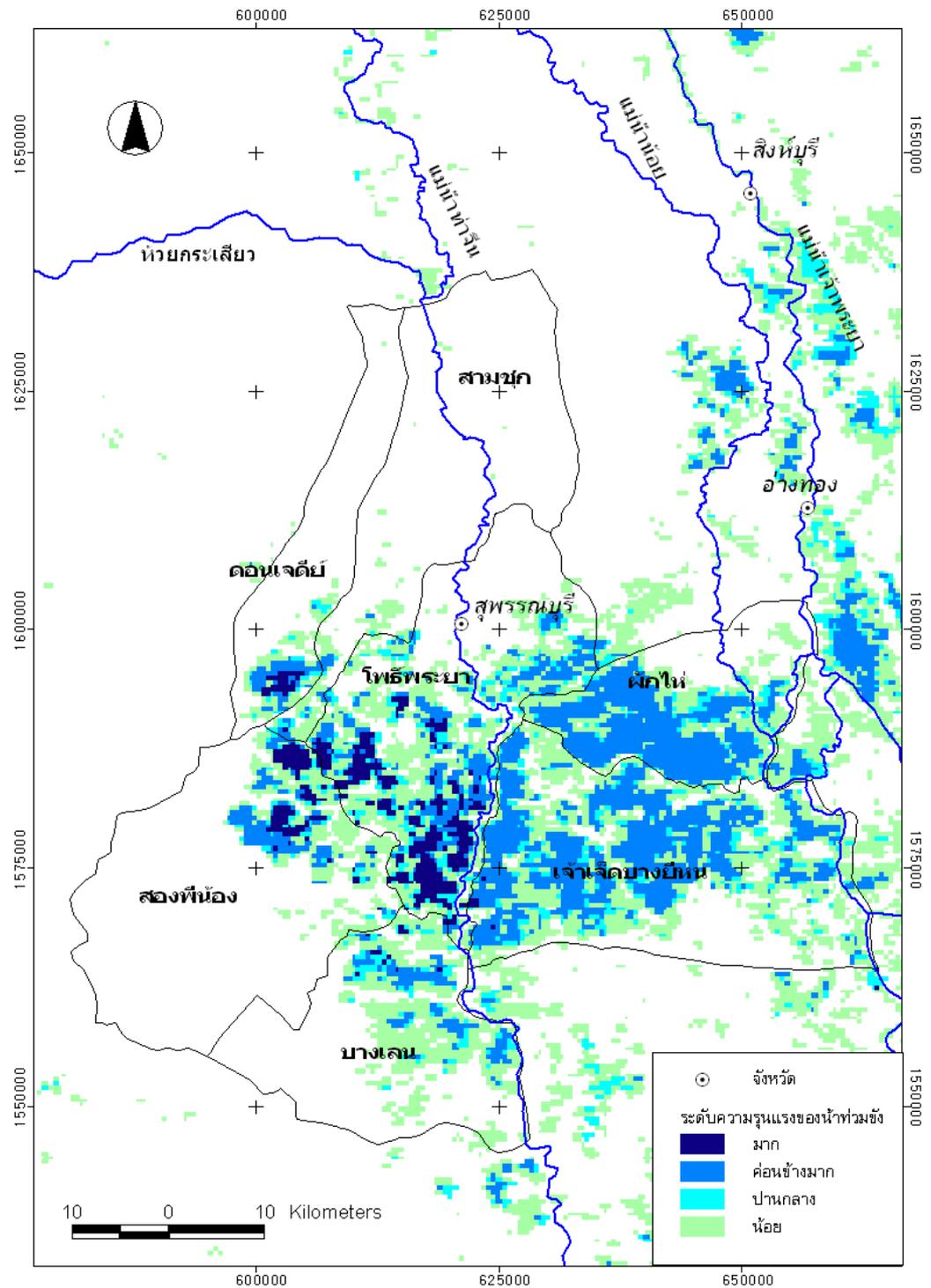
เมื่อพิจารณาเป็นรายโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา พบว่า โครงการที่น้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่มากกว่าครึ่งหนึ่งของพื้นที่โครงการ มีจำนวน 3 คบ. ได้แก่ คบ.เจ้าเจ็ดบางยี่หน คบ.ผักไห่ และ คบ.โพธิ์พระยา โดย คบ.เจ้าเจ็ดบางยี่หน มีน้ำท่วมขังประมาณ 3.5 แสนไร่ โดยเป็นพื้นที่ระดับความรุนแรงมากประมาณ 1 พันไร่ และระดับความรุนแรงค่อนข้างมากประมาณ 1.5 แสนไร่ ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่บริเวณตอนกลางและตอนล่างของโครงการ ส่วนคบ.ผักไห่ มีน้ำท่วมขังประมาณ 1.5 แสนไร่ เป็นพื้นที่ระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังค่อนข้างมากประมาณ 1 แสนไร่ อยู่บริเวณแนวริมฝั่งแม่น้ำท่าจีนและตอนกลางโครงการ และคบ.โพธิ์พระยา มีน้ำท่วมขังประมาณ 2.5 แสนไร่ เป็นพื้นที่ระดับความรุนแรงค่อนข้างมากจนถึงมากประมาณหนึ่งแสนไร่ อยู่บริเวณตอนกลางและตอนล่างของโครงการ

ส่วนโครงการที่น้ำท่วมขังบางส่วน โดยครอบคลุมพื้นที่มากกว่าร้อยละ 20 มี 2 โครงการ ได้แก่ โครงการสองพี่น้อง และ โครงการบางเลน โดยโครงการสองพี่น้องมีน้ำท่วมขังประมาณ 1 แสนไร่ โดยเป็นพื้นที่ระดับความรุนแรงค่อนข้างมากจนถึงมากประมาณ 4 หมื่นไร่ บริเวณตอนบนของโครงการ ส่วนโครงการบางเลนมีน้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่ประมาณแสนไร่ เช่นกันแต่เป็นพื้นที่ระดับความรุนแรงมากประมาณ 2 พันไร่ พื้นที่ระดับความรุนแรงค่อนข้างมาก 2 หมื่นไร่ และระดับความรุนแรงน้อยประมาณแสนไร่

ตารางที่ 17 ระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังรายโครงการ ช่วงฤดูฝนปี 2545

โครงการ	พื้นที่ทั้งหมด (ไร่)	พื้นที่น้ำท่วม (ไร่)	ความรุนแรงของน้ำท่วมขัง			
			น้อย	ปานกลาง	ค่อนข้างมาก	มาก
สามชุก	375,430	24,922	18,984	2,148	3,633	156
ดอนเจดีย์	184,023	32,031	15,938	3,633	8,320	4,141
โพธิ์พระยา	419,727	253,555	123,750	33,008	51,563	45,234
สองพี่น้อง	469,492	92,305	48,555	8,008	20,625	15,117
บางเลน	305,977	117,969	83,164	13,047	19,922	1,836
ผักไห่	225,000	157,813	53,750	11,523	92,539	0
เจ้าเจ็ดบางยี่หน	485,352	349,336	160,664	32,852	154,805	1,016
รวม	2,465,000	1,027,930	504,805	104,219	351,406	67,500

ท้ายสุด โครงการดอนเจดีย์ กับ โครงการสามชุกน้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่ค่อนข้างน้อย เมื่อเทียบกับพื้นที่โครงการ โดยโครงการดอนเจดีย์น้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 3 หมื่นไร่ บริเวณตอนล่างของโครงการ เป็นพื้นที่ระดับความรุนแรงมากประมาณ 5 พันไร่ ระดับความรุนแรงค่อนข้างมาก 8 พันไร่ ส่วนโครงการสามชุกน้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 2.5 หมื่นไร่ เป็นพื้นที่ระดับความรุนแรงมากและความรุนแรงค่อนข้างมากประมาณ 4 พันไร่ พื้นที่น้ำท่วมส่วนใหญ่มีระดับความรุนแรงน้อยประมาณ 2หมื่นไร่ บริเวณตอนล่างของโครงการ



ภาพที่ 23 ระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขัง ช่วงฤดูฝนปี 2545

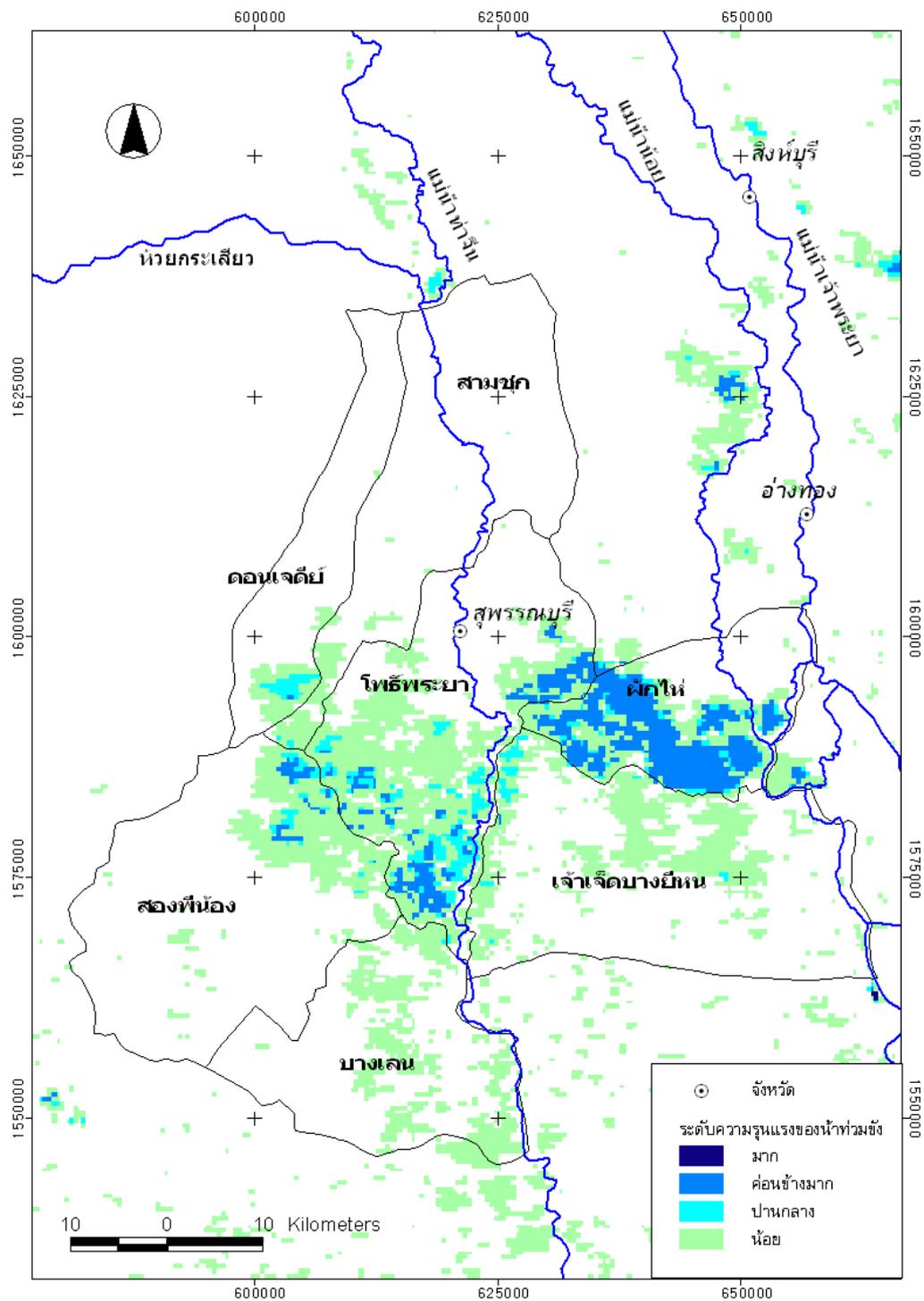
ระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขัง ช่วงปี 2547/48 แสดงในภาพที่ 24 และตารางที่ 18 พบว่า มีน้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่ รวมประมาณ 7 แสนไร่ คิดเป็นร้อยละ 30 ของพื้นที่รวมของโครงการ ทั้งหมด ไม่พบพื้นที่ระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังมาก พื้นที่น้ำท่วมส่วนใหญ่ที่พบมีระดับความรุนแรงน้อยโดยมีระยะเวลาท่วมขังไม่นาน ซึ่งครอบคลุมพื้นที่สามในสี่ของพื้นที่น้ำท่วม ส่วนพื้นที่น้ำท่วมขังระดับความรุนแรงค่อนข้างมาก คือท่วมขังเป็นระยะเวลานานติดต่อกันประมาณสามเดือน ครอบคลุมพื้นที่ประมาณแสนไร่ พบบริเวณตอนกลางของโครงการผักไห่และตอนล่างของโครงการโพธิ์พระยา

เมื่อพิจารณาแยกเป็นรายโครงการ พบว่า โครงการที่น้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่มากกว่าครึ่งหนึ่งของพื้นที่โครงการ ได้แก่ โครงการผักไห่ และโครงการโพธิ์พระยา โดยโครงการผักไห่ มีน้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 1.4 แสนไร่ เป็นพื้นที่ระดับความรุนแรงค่อนข้างมากประมาณ 8 หมื่นไร่ อยู่บริเวณแนวริมฝั่งของแม่น้ำท่าจีนและบริเวณตอนกลางของโครงการ ส่วนโครงการโพธิ์พระยา มีน้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 2 แสนไร่ เป็นพื้นที่ระดับความรุนแรงค่อนข้างมากและปานกลางรวมประมาณ 5 หมื่นไร่ ซึ่งอยู่บริเวณตอนกลางและตอนล่างของโครงการ

ส่วนโครงการที่น้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่บางส่วน ประมาณหนึ่งในสี่ของโครงการ ได้แก่ โครงการเจ้าเจ็ดบางยี่หน โครงการสองพี่น้องและโครงการบางเลน โดยโครงการเจ้าเจ็ดบางยี่หน มีน้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 1.2 แสนไร่ ซึ่งเป็นพื้นที่ระดับความรุนแรงน้อย อยู่บริเวณตอนกลางจนถึงตอนล่างของโครงการ ส่วนโครงการสองพี่น้องมีน้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 9 หมื่นไร่ เป็นพื้นที่ระดับความรุนแรงค่อนข้างมากและความรุนแรงปานกลาง รวมประมาณหมื่นไร่ โดยจะอยู่บริเวณพื้นที่ตอนบนของโครงการ และ โครงการบางเลนเป็นพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงน้อยเกือบทั้งหมด ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 8 หมื่นไร่

ตารางที่ 18 ระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังรายโครงการช่วงฤดูฝนปี 2547

โครงการ	พื้นที่ทั้งหมด (ไร่)	พื้นที่น้ำท่วม (ไร่)	ความรุนแรงของน้ำท่วมขัง			
			น้อย	ปานกลาง	ค่อนข้างมาก	มาก
สามชุก	375,430	21,211	20,664	547	0	0
ดอนเจดีย์	184,023	22,461	17,188	5,039	234	0
โพธิ์พระยา	419,727	219,336	165,078	23,867	30,391	0
สองพี่น้อง	469,492	88,984	77,734	5,430	5,820	0
บางเลน	305,977	81,836	81,680	156	0	0
ผักไห่	225,000	138,008	50,156	9,570	78,281	0
เจ้าเจ็ดบางยี่หน	485,352	121,133	114,961	5,703	469	0
รวม	2,465,000	692,969	527,461	50,313	115,195	0



ภาพที่ 24 ระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขัง ช่วงฤดูฝนปี 2547

ระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขัง ช่วงปี 2548/49 แสดงในภาพที่ 25 และ ตารางที่ 19 พบว่า มีน้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่ รวมประมาณ 8 แสนไร่ คิดเป็นร้อยละ 30 ของพื้นที่โครงการทั้งหมด โดยมีพื้นที่วิกฤตที่มีระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังมาก คือ มีสภาพน้ำท่วมขังค่อนข้างมากเป็น ระยะเวลาานตลอดช่วงที่ทำการวิเคราะห์ ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 1 พันไร่ พื้นที่วิกฤต ครอบคลุมบริเวณตอนล่างของโครงการ โพธิ์พระยา และตอนบนของโครงการบางเลน เมื่อพิจารณา ในภาพรวม พื้นที่น้ำท่วมประมาณ 5 แสนไร่ อยู่ในระดับความรุนแรงน้อย พื้นที่ที่มีระดับความ รุนแรงค่อนข้างมาก มีประมาณ 2.5 แสนไร่ และระดับความรุนแรงปานกลาง มีประมาณ 7 หมื่นไร่

เมื่อพิจารณาเป็นรายโครงการ พบว่า โครงการที่น้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่ประมาณ ครึ่งหนึ่งของพื้นที่โครงการ มีจำนวน 3 โครงการ ได้แก่ โครงการ โพธิ์พระยา โครงการผักไห่ และ โครงการเจ้าเจ็ดบางยี่หน โดยโครงการ โพธิ์พระยา มีน้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 2 แสนไร่ โดยเป็นพื้นที่ระดับความรุนแรงมากประมาณพันไร่ และมีระดับความรุนแรงค่อนข้างมาก ประมาณ 6 หมื่นไร่ พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่บริเวณตอนกลางและตอนล่างของโครงการ ส่วน โครงการผักไห่ มีน้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 1.4 แสนไร่ เป็นพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขัง ค่อนข้างมาก ประมาณ 9 หมื่นไร่ และโครงการเจ้าเจ็ดบางยี่หน มีน้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่ ประมาณ 2 แสนไร่ เป็นพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงค่อนข้างมากประมาณ 4 หมื่นไร่ และมีระดับ ความรุนแรงน้อยประมาณ 1.5 แสนไร่

ส่วนโครงการที่น้ำท่วมขังบางส่วน โดยครอบคลุมพื้นที่มากกว่าร้อยละ 20 มี 2 โครงการ ได้แก่ โครงการบางเลน และโครงการสองพี่น้อง โดยโครงการบางเลน น้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่ ประมาณแสนไร่ เป็นพื้นที่ที่มีความรุนแรงมากประมาณ 2 ร้อยไร่ บริเวณตอนบนของโครงการ มี ระดับความรุนแรงค่อนข้างมากเกือบหมื่นไร่ ส่วนโครงการสองพี่น้อง น้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่ ประมาณแสนไร่ เป็นพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงค่อนข้างมากประมาณ 3.5 หมื่นไร่ ซึ่งพื้นที่น้ำท่วม ส่วนใหญ่จะมีระดับความรุนแรงน้อยประมาณ 5 หมื่นไร่

ตารางที่ 19 ระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังรายโครงการ ช่วงฤดูฝนปี 2548

โครงการ	พื้นที่ทั้งหมด (ไร่)	พื้นที่น้ำท่วม (ไร่)	ความรุนแรงของน้ำท่วมขัง			
			น้อย	ปานกลาง	ค่อนข้างมาก	มาก
สามชุก	375,430	16,445	13,125	1,563	1,758	0
ดอนเจดีย์	184,023	23,516	11,055	3,125	9,336	0
โพธิ์พระยา	419,727	208,047	117,305	30,273	59,531	938
สองพี่น้อง	469,492	94,805	53,984	5,820	35,000	0
บางเลน	305,977	97,383	85,039	2,930	9,258	156
ผักไห่	225,000	138,633	46,602	6,797	85,234	0
เจ้าเจ็ดบางยี่หน	485,352	206,758	144,609	21,641	40,508	0
รวม	2,465,000	785,586	471,719	72,148	240,625	1,094

โครงการดอนเจดีย์ กับ โครงการสามชุกน้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่ค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับพื้นที่โครงการ โดยโครงการดอนเจดีย์ น้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 2 หมื่นไร่ เป็นพื้นที่มีระดับความรุนแรงค่อนข้างมากเกือบหมื่นไร่ ส่วนโครงการสามชุก น้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 1.6 หมื่นไร่ ซึ่งพื้นที่น้ำท่วมส่วนใหญ่จะมีระดับความรุนแรงน้อย

เมื่อพิจารณาผลการจัดระดับความรุนแรงของพื้นที่น้ำท่วมขังทั้ง 4 ช่วงปี สามารถสรุปได้ว่า พื้นที่บริเวณตอนกลางของกลุ่มน้ำท่าเงินเป็นพื้นที่ที่มีปัญหาน้ำท่วมขังในช่วงตอนปลายฤดูฝน ตั้งแต่เดือนตุลาคมเป็นต้นไป โดยเฉพาะในปีที่น้ำมาก (ปี 2545/46) มีพื้นที่น้ำท่วมขังยาวนานถึงเดือนธันวาคมครอบคลุมพื้นที่มากกว่า 1 ล้านไร่ โดยพื้นที่ในเขต คบ.โพธิ์พระยาเป็นพื้นที่ที่มีสภาพน้ำท่วมขังค่อนข้างรุนแรงทุกปี ส่วน คบ.เจ้าเจ็ดบางยี่หน คบ.ผักไห่ คบ.บางเลน คบ.สองพี่น้อง และ คบ.ดอนเจดีย์ เป็นโครงการที่มีปัญหาน้ำท่วมขังในระดับค่อนข้างรุนแรง เฉพาะในปีที่น้ำมาก และ คบ.สามชุกมีพื้นที่ที่มีปัญหาน้ำท่วมขังเช่นกันแต่มีระดับความรุนแรงไม่มาก

ปริมาณน้ำหลากเข้าทุ่งสองพี่น้อง

การประเมินปริมาณน้ำหลากเข้าทุ่งสองพี่น้อง ได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ส่วน โดยส่วนแรกเป็นการวิเคราะห์ระบบคลองระบายน้ำและพื้นที่ที่ระบายน้ำลงสู่ทุ่งสองพี่น้อง ส่วนที่สองเป็นปริมาณน้ำท่าจากพื้นที่นอกเขตด้วยแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า GR2M และท้ายสุดเป็นการประเมินปริมาณน้ำท่าที่ผ่านคลองสองพี่น้อง

1. ระบบโครงข่ายลำน้ำและการแบ่งพื้นที่ระบายน้ำของทุ่งสองพี่น้อง

1.1 ระบบโครงข่ายลำน้ำ

จากวิเคราะห์ระบบโครงข่ายลำน้ำ ทำให้ทราบทิศทางการไหลเข้าและไหลออกและความเชื่อมโยงของลำน้ำสายสำคัญของทุ่งสองพี่น้อง ดังแสดงในภาพที่ 26 และเนื่องจากพื้นที่ทุ่งสองพี่น้องตั้งอยู่บริเวณตอนกลางของกลุ่มน้ำท่าจีน และมีลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นที่ลุ่มต่ำ ทำให้เป็นจุดรับน้ำที่ระบายจากพื้นที่รอบข้างลงทุ่งสองพี่น้องและระบายสู่มแม่น้ำท่าจีน โดยในทุ่งสองพี่น้องนั้น มีคลองระบายน้ำเชื่อมโยงกันติดต่อหลายสาย ได้แก่

1) คลองจรเข้สามพัน เป็นคลองระบายน้ำสายใหญ่ มีต้นคลองเริ่มจากเขื่อนแม่กลอง ทำหน้าที่รับน้ำที่ระบายจากโครงการพนมทวน และโครงการสองพี่น้อง และได้ปรับปรุงเพื่อใช้ผันน้ำมายังแม่น้ำท่าจีนเพื่อการชลประทานในฤดูแล้งของโครงการเจ้าพระยาฝั่งตะวันตกตอนล่าง มีความยาวคลอง 76 กม ความจุ 90 ลบ.ม./วินาที

2) คลองระบายสามชุก 1 มีต้นคลองจาก จ.ชัยนาท ทำหน้าที่รับน้ำที่ระบายจากพื้นที่โครงการเจ้าพระยาฝั่งตะวันตก เขต คบ.ท่าโบสถ์ และคบ.สามชุก รวมความยาว 84 กม. ความจุ 53 ลบ.ม./วินาที

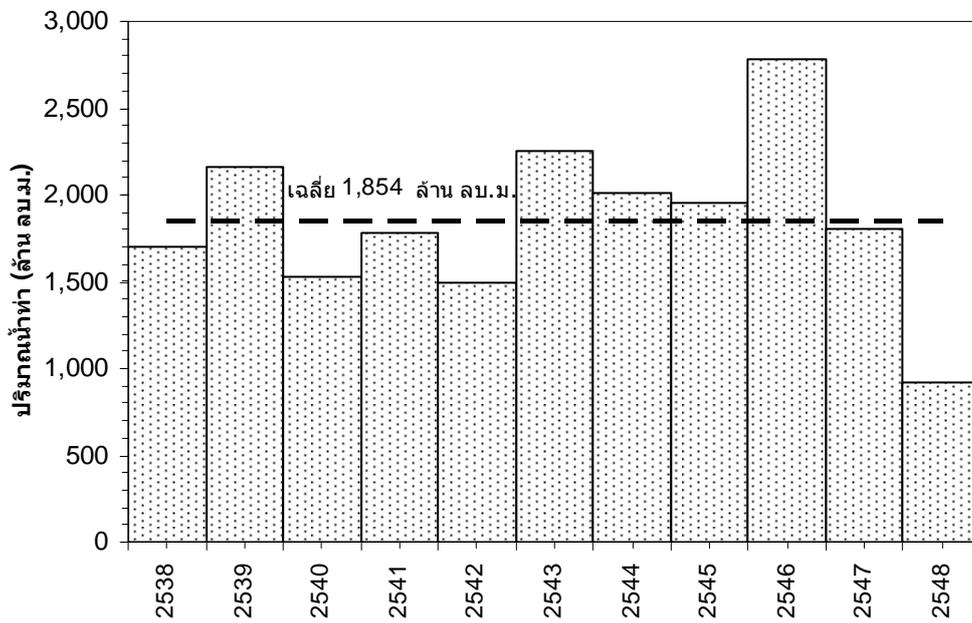
3) คลองระบายสามชุก 2 มีต้นน้ำจากบริเวณ อ.เลาขวัญ จ.กาญจนบุรี อ.หนองหญ้าไซ และ อ.อุ้มทอง จ.สุพรรณบุรี ทำหน้าที่รับน้ำท่าผิวดินที่ระบายจากนอกเขตชลประทาน และน้ำชลประทานส่วนเกินที่ระบายโครงการเจ้าพระยาฝั่งตะวันตก เขตโครงการดอนเจดีย์ รวมความยาวคลอง 54 กม. ความจุ 50 ลบ.ม./วินาที

4) คลองระบายใหญ่สองพี่น้อง ทำหน้าที่รับน้ำจากคลองจรเข้สามพัน คลองระบายสามชุก 1 และสามชุก 2 และระบายลงสู่แม่น้ำท่าจีนที่ประตูระบายน้ำสองพี่น้อง

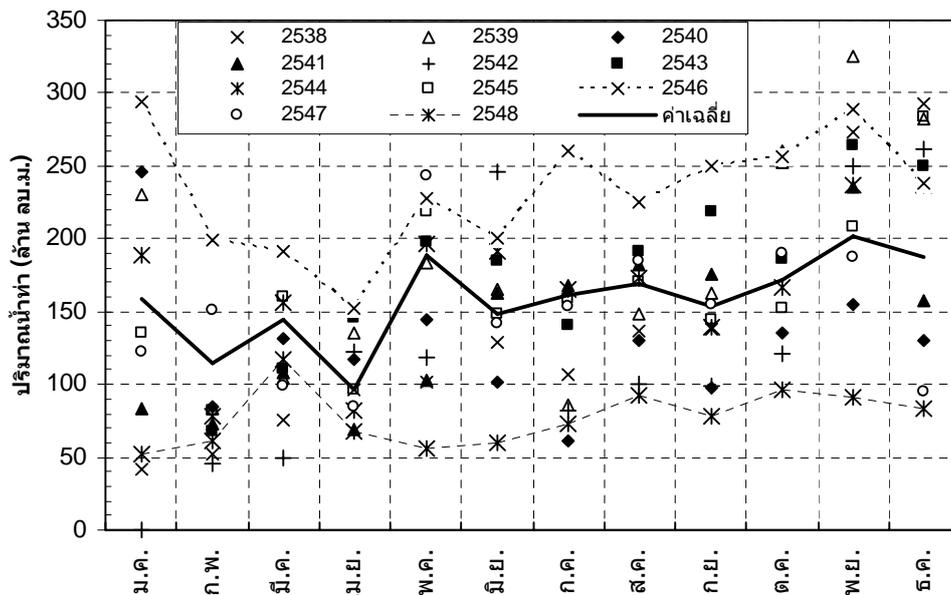
น้ำในพื้นที่ทุ่งสองพี่น้องสามารถระบายน้ำลงสู่แม่น้ำท่าจีน ทางประตูระบายน้ำที่อยู่ทางฝั่งขวาของแม่น้ำท่าจีน 6 แห่ง คือ

- ประตูสองพี่น้อง
- ประตูบางแม่หม้าย
- ประตูบ้านกุ่ม
- ประตูบางสะแก
- ประตูเกาะทะลาย
- ประตูบางหัวบ้าน

จากข้อมูลปริมาณน้ำผ่านประตูระบายน้ำสู่แม่น้ำท่าจีนรวม 6 ประตู ในช่วงปี พ.ศ. 2538 ถึง 2548 แสดงในภาพที่ 27 พบว่า ปริมาณน้ำรายปีที่ผ่าน รวม 6 ประตู มีปริมาณเฉลี่ย 1,854 ล้าน ลบ.ม. โดยในปี พ.ศ. 2546 มีปริมาณมากที่สุดประมาณ 2,800 ล้าน ลบ.ม. และมีปริมาณน้อยที่สุดประมาณ 1,000 ล้าน ลบ.ม. ในปี พ.ศ. 2548 สำหรับปีอื่น ๆ มีปริมาณน้ำใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ย และเมื่อพิจารณาข้อมูลรายเดือน แสดงในภาพที่ 28 พบว่า ข้อมูลปริมาณน้ำผ่านประตูระบายน้ำสู่แม่น้ำท่าจีนรายเดือน รวม 6 ประตู ปริมาณน้ำเฉลี่ยของแต่ละเดือนมีค่าอยู่ระหว่าง 100 ถึง 200 ล้าน ลบ.ม. โดยในเดือนพฤศจิกายนมีค่าสูงสุดประมาณ 200 ล้าน ลบ.ม. และในเดือนธันวาคม มกราคม และพฤษภาคมมีปริมาณน้ำน้อยกว่าเดือนที่สูงสุดเล็กน้อย โดยมีค่าประมาณ 180 ล้าน ลบ.ม. และในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายนเป็นช่วงที่ระบายน้ำสู่แม่น้ำท่าจีนน้อย โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 100 ถึง 140 ล้าน ลบ.ม. ต่อเดือน



ภาพที่ 27 ปริมาณน้ำรายปี ปตร.ทั้ง 6 แห่ง ที่ระบายน้ำลงสู่แม่น้ำท่าจีน



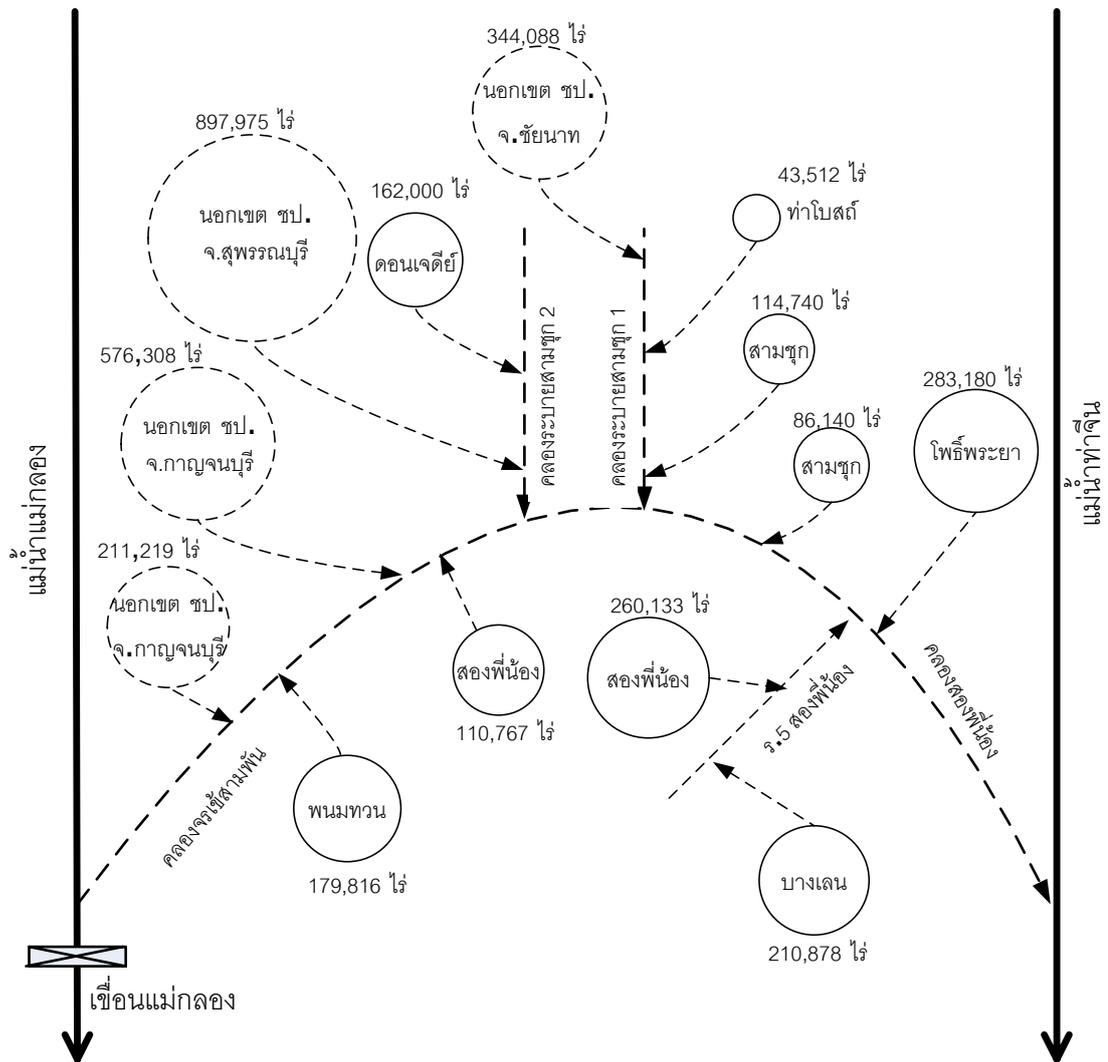
ภาพที่ 28 ปริมาณน้ำรายเดือนเฉลี่ยที่ระบายน้ำลงสู่แม่น้ำท่าจีนรวม 6 ปตร.

1.2 พื้นที่ระบายน้ำของทุ่งสองพี่น้อง

จากการวิเคราะห์ระบบคลองระบายน้ำและขนาดของพื้นที่ที่ระบายน้ำลงสู่ทุ่งสองพี่น้อง แสดงในภาพที่ 29 พบว่า ทุ่งสองพี่น้องมีพื้นที่ระบายน้ำรวมประมาณ 3.45 ล้านไร่ โดยแบ่งเป็น 2 พื้นที่หลัก ๆ ได้แก่

1) พื้นที่นอกเขตชลประทาน ซึ่งอยู่ทางด้านทิศตะวันตกของกลุ่มน้ำท่าจีน มีพื้นที่ระบายน้ำประมาณ 2 ล้านไร่ ประกอบด้วยพื้นที่นอกเขตชลประทานบริเวณ อ.หันคา จ.ชัยนาท ประมาณ 3 แสนไร่ ระบายลงสู่คลองสามชุก 1 พื้นที่เขตจังหวัดสุพรรณบุรีบริเวณ อ.หนองหญ้าไซ อ.ดอนเจดีย์ และ อ.อู่ทอง ประมาณ 9 แสนไร่ ระบายน้ำลงสู่คลองสามชุก 2 และพื้นที่เขต จ.กาญจนบุรีบริเวณ อ.พนมทวน อ.ห้วยกระเจาและ อ.เลาขวัญ ประมาณ 8 แสนไร่ ระบายน้ำลงสู่คลองจรเข้สามพัน

2) พื้นที่ในเขตชลประทาน ประกอบด้วยพื้นที่สองส่วนได้แก่ พื้นที่เขตโครงการเจ้าพระยาฝั่งตะวันตก และพื้นที่ในเขตโครงการชลประทานแม่กลองใหญ่ รวมพื้นที่ระบายน้ำเขตชลประทานประมาณ 1.45 ล้านไร่ โดยในส่วนแรกเป็นพื้นที่โครงการเจ้าพระยาฝั่งตะวันตก (คบ.ดอนเจดีย์ คบ.ท่าโบสถ์ คบ.สามชุก และคบ.โพธิ์พระยา) มีพื้นที่ระบายน้ำประมาณ 690,000 ไร่ ประกอบด้วย พื้นที่ในเขตคบ.ท่าโบสถ์ คบ.สามชุก ประมาณ 160,000 ไร่ ระบายน้ำลงสู่คลองสามชุก 1 พื้นที่คบ.ดอนเจดีย์ประมาณ 160,000 ไร่ ระบายน้ำลงสู่คลองสามชุก 2 และ พื้นที่ในเขตคบ.โพธิ์พระยาและบางส่วนของคบ.สามชุก ประมาณ 370,000 ไร่ ระบายลงสู่คลองสองพี่น้อง ส่วนที่สองเป็นพื้นที่โครงการชลประทานแม่กลองใหญ่ (คบ.พนมทวน คบ.สองพี่น้อง และ คบ.บางเลน) มีพื้นที่ระบายน้ำรวมประมาณ 760,000 ไร่ ประกอบด้วยพื้นที่ในเขต คบ.พนมทวนและบางส่วนของคบ.สองพี่น้อง ประมาณ 290,000 ไร่ ระบายลงสู่คลองจรเข้สามพัน และพื้นที่ในเขตสองพี่น้องและคบ.บางเลน ประมาณ 470,000 ไร่ ระบายลงสู่คลอง ร.5 สองพี่น้อง



ภาพที่ 29 ระบบคลองระบายน้ำและขนาดพื้นที่ระบายน้ำลงทุ่งสองพี่น้อง

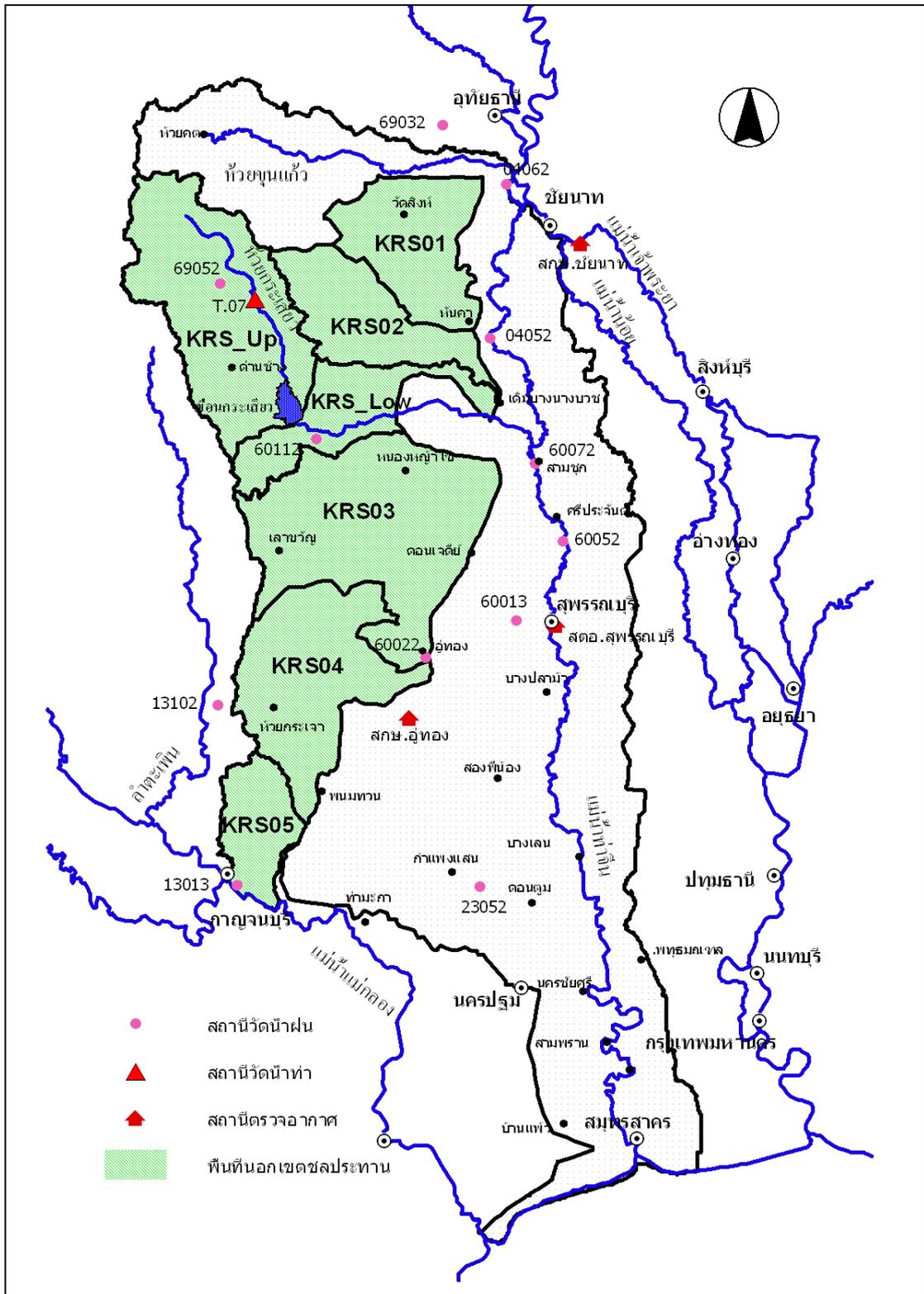
2. ปริมาณน้ำท่าจากพื้นที่นอกเขตชลประทาน

2.1 การเปรียบเทียบและการทวนสอบแบบจำลอง GR2M

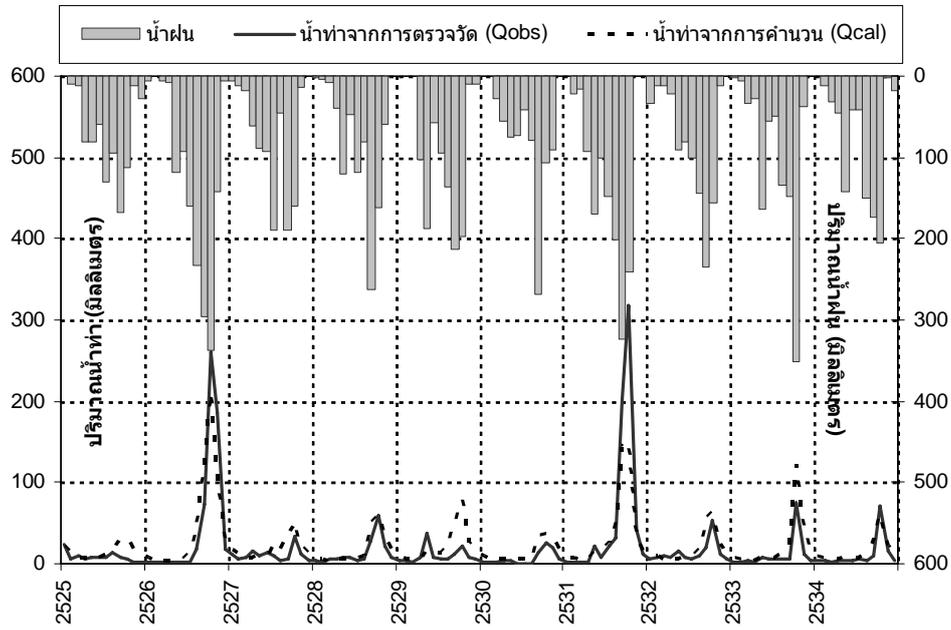
การประเมินปริมาณน้ำท่าจากพื้นที่นอกเขตชลประทาน ประเมินด้วยแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า GR2M แต่เนื่องจากพื้นที่บริเวณนี้มีข้อมูลการตรวจวัดปริมาณน้ำท่าไม่เพียงพอสำหรับการเปรียบเทียบแบบจำลอง ในการประเมินค่าพารามิเตอร์จึงใช้เทคนิคการประมาณค่าพารามิเตอร์จากกลุ่มน้ำใกล้เคียง ทั้งนี้ได้เลือกกลุ่มน้ำกระเสียวซึ่งอยู่ตอนบนของพื้นที่ศึกษา เพราะมีข้อมูลปริมาณน้ำตรวจวัดเพียงพอสำหรับการเปรียบเทียบแบบจำลอง โดยในภาพที่ 30 แสดงพื้นที่กลุ่มน้ำกระเสียว, ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน, สถานีวัดน้ำท่า และสถานีตรวจวัดภูมิอากาศ ที่ใช้สำหรับหาค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง GR2M

ในภาพที่ 31 แสดงผลการเปรียบเทียบแบบจำลอง GR2M ที่กลุ่มน้ำกระเสียว ด้วยข้อมูลรายเดือน พ.ศ. 2525 ถึง 2534 และภาพที่ 32 แสดงการเปรียบเทียบผลการประเมินน้ำท่า (Qcal) กับข้อมูลจากการตรวจวัด (Qobs) ในขั้นตอนของการการเปรียบเทียบแบบจำลอง ซึ่งผลจากการเปรียบเทียบแบบจำลอง GR2M ได้ค่าพารามิเตอร์ X_1 เท่ากับ 790.899 มม. และ ค่าพารามิเตอร์ $X_5 = 1.179$ มม. และคำนวณค่าประสิทธิภาพของ Nash ได้เท่ากับ 0.7

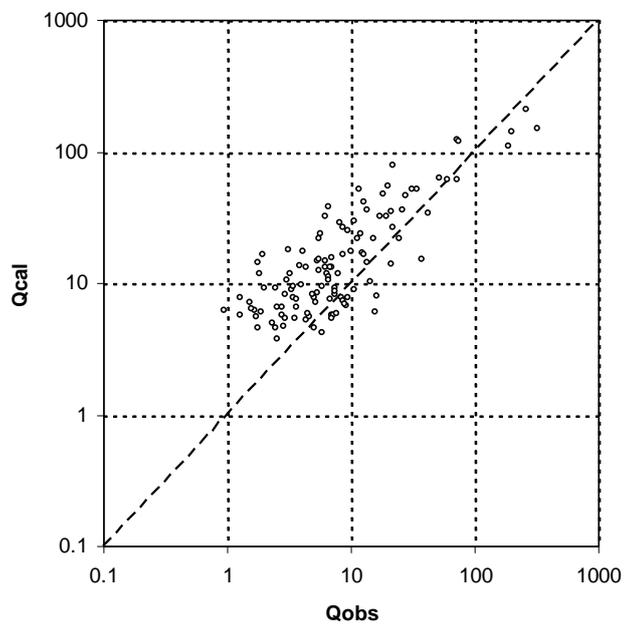
ในภาพที่ 33 แสดงการทวนสอบพารามิเตอร์ ด้วยข้อมูลรายเดือน พ.ศ. 2535 ถึง 2544 และภาพที่ 34 แสดงการทวนสอบพารามิเตอร์ โดยการเปรียบเทียบผลการประเมินน้ำท่า (Qcal) กับข้อมูลจากการตรวจวัด (Qobs) ช่วงปี พ.ศ. 2535 ถึง 2544 โดยคำนวณค่าประสิทธิภาพของ Nash ได้เท่ากับ 0.6



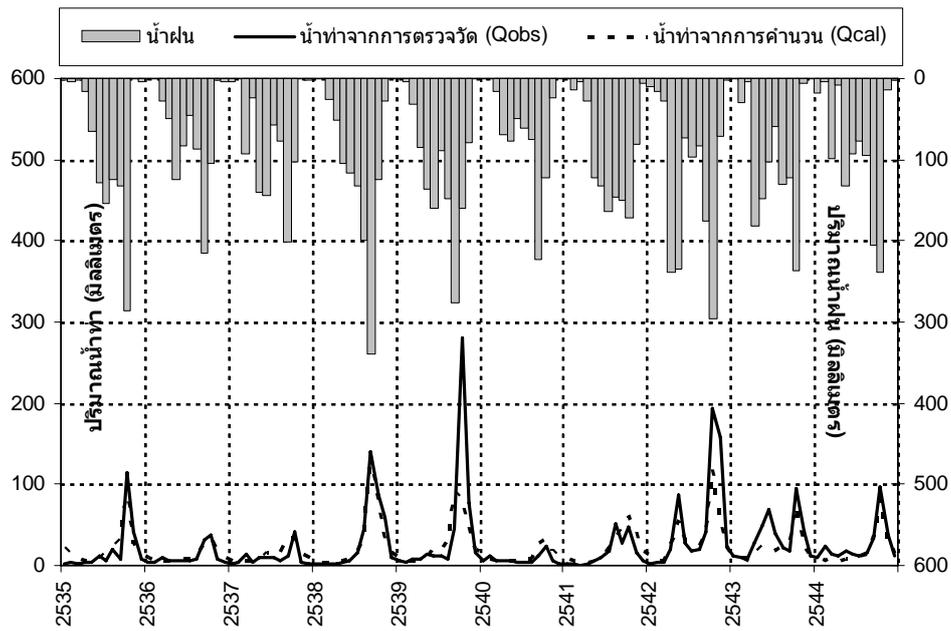
ภาพที่ 30 กลุ่มน้ำย่อยของกลุ่มน้ำท่าจีนส่วนที่อยู่นอกเขตชลประทาน



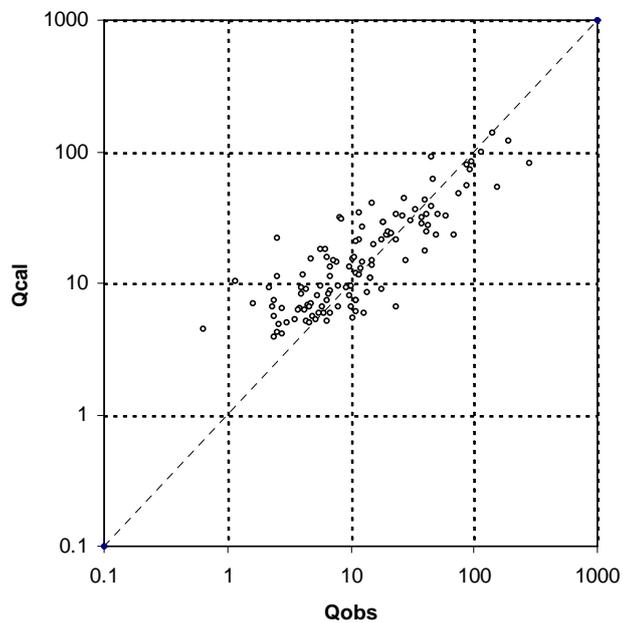
ภาพที่ 31 การเปรียบเทียบแบบจำลอง GR2M ด้วยข้อมูลรายเดือน พ.ศ. 2525 ถึง 2534



ภาพที่ 32 การเปรียบเทียบแบบจำลอง GR2M โดยการเปรียบเทียบผลการประเมินน้ำท่า (Qcal) กับข้อมูลจากการตรวจวัด (Qobs) ช่วงปีพ.ศ. 2525 ถึง 2534



ภาพที่ 33 การทวนสอบแบบจำลอง ด้วยข้อมูลรายเดือน พ.ศ. 2535 ถึง 2544



ภาพที่ 34 การทวนสอบแบบจำลอง โดยการเปรียบเทียบผลการประเมินน้ำท่า (Qcal) กับข้อมูลจากการตรวจวัด (Qobs) ช่วงปี พ.ศ. 2535 ถึง 2544

2.2 ปริมาณน้ำท่าจากจากพื้นที่นอกเขตชลประทาน

การประมาณน้ำท่าจากจากพื้นที่นอกเขตชลประทานที่หลากเข้าทุ่งสองพี่น้อง ประเมิน ด้วยวิธีเทียบสัดส่วนพื้นที่โดยเทียบกับลุ่มน้ำกระเสียว ในตารางที่ 20 แสดงสัดส่วนพื้นที่ ย่อย ๆ เทียบกับลุ่มน้ำกระเสียว ผลการวิเคราะห์ในส่วนนี้จะนำไปใช้ร่วมกับแบบจำลอง WEAP ต่อไป

ผลการประเมินปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำกระเสียวด้วยแบบจำลอง GR2M เป็นรายเดือน พ.ศ. 2516 ถึง 2548 รวม 33 ปี แสดงในตารางที่ 21 และภาพที่ 35 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 264 มม. และเมื่อพิจารณาปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี ที่ตกลงในลุ่มน้ำกระเสียว มีค่าเฉลี่ยประมาณ 988 มม. สามารถสรุปได้ว่าฝนตกลงมาในลุ่มน้ำเป็นน้ำท่า ประมาณร้อยละ 30

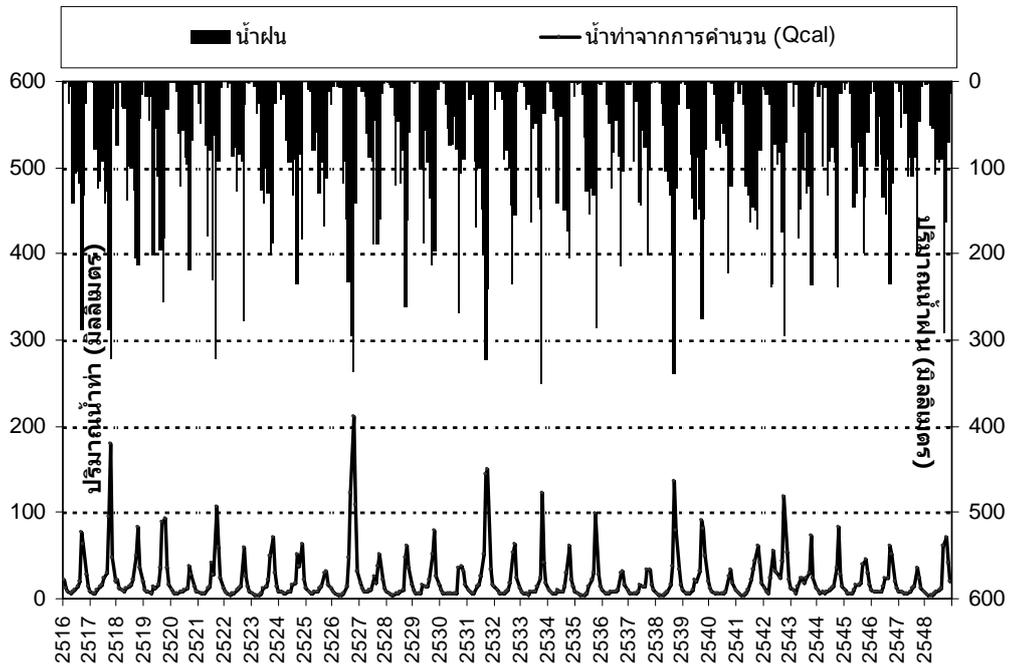
ตารางที่ 20 พื้นที่นอกเขตชลประทาน

หน่วยพื้นที่ย่อย	พื้นที่ระบายน้ำ (ตร.กม)	Factor
กระเสียวตอนบน (KRS Up)	1220.00	1.0000
กระเสียวตอนล่าง (KRS Low)	487.37	0.3995
ลุ่มน้ำกระเสียว (KRS 01)	614.29	0.5035
ลุ่มน้ำกระเสียว (KRS 02)	550.54	0.4513
นอกเขตชลประทาน (KRS 03)	1436.76	1.1777
นอกเขตชลประทาน (KRS 04)	922.09	0.7558
นอกเขตชลประทาน (KRS 05)	337.95	0.2770

ตารางที่ 21 ผลการประเมินน้ำท่าด้วยแบบจำลอง GR2M ลุ่มน้ำกระเสียว พ.ศ. 2516 ถึง พ.ศ. 2548

พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รายปี
2516	21.7	11.2	8.0	5.8	7.9	10.6	13.9	19.2	76.4	63.8	27.5	13.8	279.7
2517	8.7	6.2	6.9	10.4	14.2	15.2	23.6	29.6	94.4	180.2	47.6	20.3	457.3
2518	22.4	12.2	9.3	7.3	11.2	13.4	15.9	22.3	50.1	83.6	36.3	18.8	302.8
2519	10.7	8.0	7.3	5.7	14.1	12.1	15.5	35.9	87.9	91.8	35.4	16.5	341.0
2520	9.9	6.9	5.4	5.3	7.8	7.7	9.3	11.8	36.9	27.3	13.9	8.9	151.0
2521	7.1	6.7	5.1	5.4	12.6	13.5	41.5	26.8	107.5	58.5	23.2	12.4	320.3
2522	8.0	6.0	4.6	5.1	5.7	9.5	11.3	13.6	59.9	26.2	13.4	8.4	171.8
2523	6.0	4.7	4.3	3.8	5.5	10.9	14.6	22.0	49.1	71.5	28.8	14.2	235.5
2524	8.8	7.0	5.6	5.7	7.0	8.9	14.9	16.8	51.2	37.5	62.6	21.9	247.9
2525	11.9	8.2	6.2	6.6	7.4	7.2	11.7	14.3	29.3	32.3	16.4	11.7	163.3
2526	7.9	5.7	4.5	3.8	4.7	6.2	14.5	47.5	123.1	210.9	109.0	32.3	570.0
2527	17.1	11.3	8.3	8.0	8.9	10.4	25.3	17.4	37.9	52.2	22.0	11.8	230.8
2528	7.8	5.8	4.6	4.2	5.8	5.7	8.9	10.5	46.6	60.6	34.7	15.8	211.0
2529	9.5	6.6	5.0	6.0	15.3	13.1	14.7	22.1	52.3	78.3	26.5	14.8	264.1
2530	9.1	6.4	5.4	5.2	5.6	6.2	5.8	6.7	36.0	36.5	32.5	15.1	170.6
2531	9.1	7.1	5.6	6.5	13.9	16.4	26.4	51.9	143.1	150.5	33.9	16.5	481.0
2532	13.3	9.1	6.7	5.4	6.0	6.9	9.4	17.7	54.2	62.8	24.0	12.6	228.1
2533	8.2	6.1	5.4	4.6	8.7	8.4	7.8	13.1	23.8	121.4	41.1	17.9	266.5
2534	10.5	7.6	6.5	5.9	9.7	8.2	7.1	13.1	29.4	61.3	21.6	13.6	194.7
2535	8.7	6.2	4.8	4.0	4.0	6.2	14.2	21.6	30.5	97.8	27.0	14.4	239.4
2536	9.0	6.3	5.4	5.0	7.4	8.8	7.9	9.3	30.0	31.6	14.8	9.3	144.9
2537	6.5	5.0	5.8	4.9	8.0	15.0	13.1	13.3	34.1	33.4	15.3	9.3	163.9
2538	6.5	4.9	4.2	4.1	5.2	8.3	14.9	38.0	136.8	79.9	32.6	15.6	351.0
2539	9.5	6.7	5.8	6.6	10.8	21.0	20.7	30.9	90.3	81.9	48.4	19.4	352.0
2540	11.0	7.4	5.8	6.0	6.5	6.1	6.3	7.0	26.2	33.3	18.2	10.4	144.3
2541	7.0	5.5	4.4	3.9	5.2	9.3	21.3	32.8	44.2	61.6	40.9	18.2	254.2
2542	11.2	8.1	6.6	22.9	55.5	32.5	28.9	24.6	43.0	118.8	52.8	21.0	426.0
2543	11.7	9.5	6.6	14.7	23.4	23.3	17.6	23.6	29.1	72.4	24.3	12.7	268.8
2544	9.2	6.6	8.4	6.1	8.9	10.7	11.4	13.5	36.4	83.1	28.1	14.3	236.5
2545	9.5	6.6	5.2	5.5	9.8	15.8	14.9	17.2	40.3	45.5	28.9	15.6	214.7
2546	9.4	6.9	8.8	7.5	8.1	12.9	23.6	22.8	60.7	51.4	19.7	11.1	242.9
2547	8.0	7.7	5.7	5.0	6.4	8.0	11.6	13.6	36.2	23.0	12.6	8.1	145.8
2548	5.9	4.6	4.4	4.3	5.9	7.7	10.2	12.4	61.8	70.4	41.1	19.6	248.4
เฉลี่ย	10.0	7.1	6.0	6.4	10.2	11.4	15.4	21.0	57.2	72.5	32.0	15.0	264.2

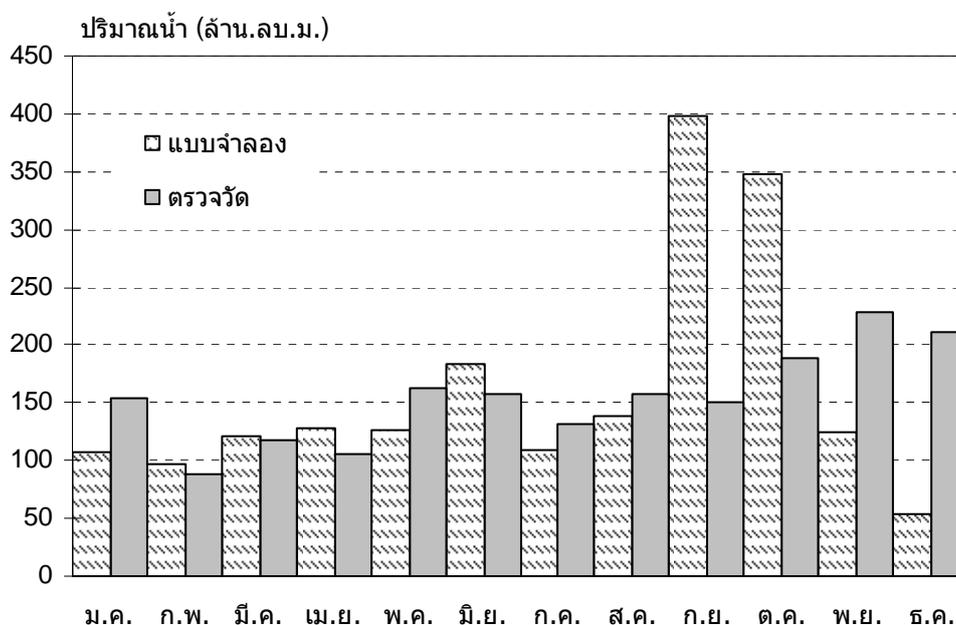
หน่วย: มิลลิเมตร



ภาพที่ 35 ปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลอง GR2M (พ.ศ. 2516 ถึง 2548)

3. ปริมาณน้ำท่าของทุ่งสองพี่น้อง

ปริมาณน้ำที่ระบายผ่านทุ่งสองพี่น้องวิเคราะห์จากผลการจำลองโดยแบบจำลองระบบทรัพยากรน้ำ WEAP ร่วมกับแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า GR2M (พ.ศ. 2516 ถึง 2548 รวม 33 ปี) ในภาพที่ 36 แสดงการเปรียบเทียบผลการจำลองกับสถิติจากการตรวจวัดของปตร. ที่ระบายน้ำสู่แม่น้ำท่าจีนจำนวน 6 แห่ง เป็นข้อมูลเฉลี่ยปี 2538-2548 พบว่า ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนสิงหาคม ปริมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองและจากการตรวจวัดมีค่าไม่แตกต่างกันมาก และค่อนข้างคงที่คือมีค่าประมาณ 100 ถึง 120 ล้าน ลบ.ม. ส่วนในเดือนกันยายนและตุลาคมปริมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองมีค่าประมาณ 400 ล้าน ลบ.ม. ซึ่งสูงกว่าที่ได้จากการตรวจวัดประมาณเท่าตัว เนื่องจากผลจากแบบจำลองเป็นการประเมินปริมาณน้ำไหลออกสู่แม่น้ำท่าจีนในเดือนนั้นๆ แต่จากสภาพความเป็นจริงจะมีปริมาณน้ำส่วนหนึ่งไม่สามารถระบายออกสู่แม่น้ำท่าจีนได้ เนื่องจากความสามารถในการระบายของปตร. ประกอบกับระดับน้ำในแม่น้ำท่าจีนมีระดับสูง และจะระบายออกในเดือนพฤศจิกายนและธันวาคม มีผลทำให้ปริมาณจากแบบจำลองมีค่าต่ำกว่าที่ได้จากการตรวจวัดประมาณเท่าตัวเช่นกัน และเมื่อพิจารณาปริมาณรวมทั้งปี ปริมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองมีค่าสูงกว่าผลตรวจวัดประมาณร้อยละ 10 ซึ่งค่าไม่แตกต่างกันมากนัก



ภาพที่ 36 การเปรียบเทียบผลการจำลองกับข้อมูลจริง ข้อมูลเฉลี่ยปี 2538-2548

ปริมาณน้ำที่ระบายผ่านคลองสองพี่น้องวิเคราะห์จากผลการจำลองโดยแบบจำลองระบบทรัพยากรน้ำของกลุ่มน้ำท่าจีน ได้พิจารณาปริมาณน้ำที่ระบายลงสู่คลองสองพี่น้อง (พ.ศ. 2516 ถึง 2548 รวม 33 ปี) โดยในตารางที่ 22 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำที่จุดควบคุมทั้งหมด 10 จุด ตลอดคลองสองพี่น้องโดยแยกเป็นรายเดือน

ตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำในคลองสองพี่น้อง (ผลจากแบบจำลอง)

จุดพิจารณา	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รายปี
1. ค.จระเข้สามพัน	73.4	72.1	102.0	90.4	43.7	3.2	3.8	0.0	0.0	0.1	9.4	1.9	400.0
2. ร.นอกเขต	76.8	74.5	104.0	92.5	47.2	7.1	9.0	7.1	19.3	24.5	20.2	7.0	489.3
3. ร.พนมทวน	77.1	74.8	104.5	94.8	53.7	20.8	17.7	17.3	49.1	46.5	23.6	7.4	587.3
4. ร.นอกเขต	86.3	81.3	110.0	100.7	63.1	31.4	31.9	36.7	101.9	113.3	53.1	21.3	830.9
5. ร.สองพี่น้อง	86.5	81.5	110.4	102.1	66.6	39.2	37.1	43.0	119.9	126.3	55.1	21.5	889.2
6. ค.สามชุก 2	100.9	91.8	119.0	112.2	84.7	75.8	66.1	81.6	225.6	246.2	103.7	43.7	1,351.4
7. ค.สามชุก 1	106.5	95.9	122.4	116.7	94.1	100.8	81.1	101.3	280.4	301.9	123.8	52.5	1,577.5
8. ร.สามชุก	106.5	96.0	122.5	117.3	96.0	110.0	84.5	105.5	293.2	310.5	125.1	52.7	1,619.7
9. ร.สองพี่น้อง	107.1	96.6	123.8	122.0	110.4	148.1	106.4	132.6	368.9	365.3	133.3	53.9	1,868.3
10.ร.โพธิ์พระยา	107.1	96.8	123.8	123.6	116.2	170.0	113.7	141.8	401.6	386.6	136.3	54.4	1,971.8
ปตร.สองพี่น้อง	107.1	96.8	123.8	123.6	116.2	170.0	113.7	141.8	401.6	386.6	136.3	54.4	1,971.8

หน่วย ล้าน ลบ.ม.

ในภาพที่ 37 แสดงปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยจากพื้นที่ต่าง ๆ ที่ระบายลงคลองสองพี่น้อง สำหรับภาพที่ 38 แสดงค่าทางสถิติของปริมาณน้ำรายปี ที่ปตร.ปากคลองจรเข้สามพัน จนถึง ปตร.สองพี่น้อง ซึ่งประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด เปอร์เซ็นไทล์ที่ 25 และที่ 75 ส่วนภาพที่ 39 แสดงปริมาณน้ำรายเดือนเฉลี่ยที่ ปตร.ปากคลองจรเข้สามพัน จุดที่น้ำในคลองสามชุก1 และสามชุก2 ระบายลงคลองสองพี่น้อง และที่ ปตร.สองพี่น้อง

ปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยที่จุดควบคุมหลักตลอดคลองสองพี่น้อง จำนวน 10 จุด (ตารางที่ 22) ประกอบด้วย

1) ปากคลองจรเข้สามพัน ปริมาณน้ำส่วนนี้เป็นที่ผันมาจากแม่น้ำแม่กลอง ประมาณ 400 ล้าน ลบ.ม. (ตารางที่ 22 และ ภาพที่ 38) โดยผันเฉพาะช่วงแล้งเดือนมกราคมถึงพฤษภาคม (ภาพที่ 39)

2) ระบายนอกเขตชลประทาน (ร.นอกเขต) เป็นจุดคลองจรเข้สามพันรับน้ำจากพื้นที่นอกเขตชลประทานเขต อ.พนมทวน จ.กาญจนบุรี (พื้นที่ระบายน้ำ 211,219 ไร่) ซึ่งมีค่าประมาณ 90 ล้าน ลบ.ม. (ภาพที่ 37) เป็นผลให้คลองจรเข้สามพัน ณ จุดพิจารณานี้มีปริมาณน้ำ 490 ล้าน ลบ.ม. (ตารางที่ 22)

3) ระบายพนมทวน เป็นจุดที่คลองจรเข้สามพันรับน้ำส่วนเกินจากพื้นที่ชลประทานเขตคบ.พนมทวน (179,816 ไร่) โดยระบายน้ำประมาณ 100 ล้าน ลบ.ม. ส่งผลให้คลองจรเข้สามพันที่จุดพิจารณานี้มีปริมาณน้ำ 590 ล้าน ลบ.ม.

4) ระบายนอกเขตชลประทาน เป็นจุดที่ปริมาณน้ำจากพื้นที่นอกเขตชลประทานเขต อ.ห้วยกระเจา จ.กาญจนบุรี (576,308 ไร่) ประมาณ 240 ล้าน ลบ.ม. ระบายน้ำลงคลองจรเข้สามพัน ทำให้คลองจรเข้สามพันจุดนี้มีปริมาณน้ำประมาณ 830 ล้าน ลบ.ม.

5) ระบายสองพี่น้อง เป็นจุดที่ปริมาณน้ำจากคบ.สองพี่น้อง (พื้นที่ 110,767 ไร่) ระบายน้ำลงคลองจรเข้สามพันประมาณ 60 ล้าน ลบ.ม. เป็นผลให้คลองจรเข้สามพันมีปริมาณน้ำประมาณ 890 ล้าน ลบ.ม.

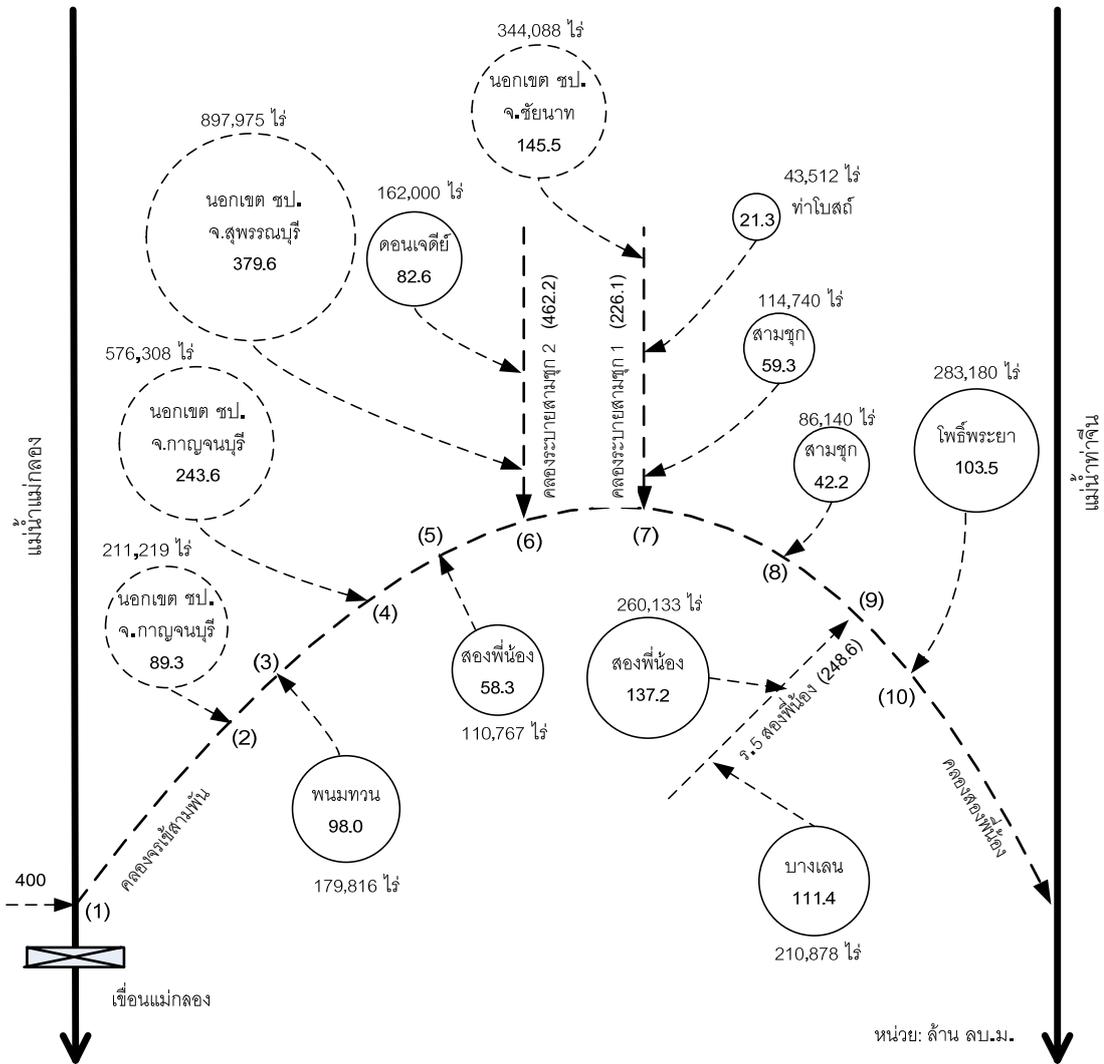
6) คลองสามชุก 2 เป็นจุดที่ปริมาณน้ำจากคลองระบายสามชุก 2 (1,059, 975 ไร่) ระบายน้ำลงคลองสองพี่น้องประมาณ 460 ล้าน ลบ.ม. ซึ่งเป็นปริมาณน้ำจาก 2 พื้นที่ โดยส่วนแรก ประมาณ 380 ล้าน ลบ.ม. จากพื้นที่นอกเขตชลประทานของจ.สุพรรณบุรี เขต อ.หนองหญ้าไซ อ.คอนเจดีย์ และ อ.อู่ทอง (897,975 ไร่) และส่วนที่สองมีค่าประมาณ 80 ล้าน ลบ.ม. จากคบ.คอนเจดีย์ (พื้นที่ 162,000 ไร่)

7) คลองสามชุก 1 เป็นจุดที่คลองสองพี่น้องรับน้ำจากคลองระบายสามชุก 1 (502,340 ไร่) โดยระบายน้ำลงคลองสองพี่น้องประมาณ 225 ล้าน ลบ.ม. ซึ่งเป็นปริมาณน้ำจาก 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนแรกประมาณ 145 ล้าน ลบ.ม. จากพื้นที่นอกเขตชลประทานบริเวณอำเภอหันคา จังหวัดชัยนาท (344,088 ไร่) และส่วนที่สองประมาณ 80 ล้าน ลบ.ม. ซึ่งเป็นปริมาณน้ำที่ระบายจากคบ.ท่าโบสถ์และคบ. สามชุก (158,252 ไร่) ปริมาณน้ำจากคลองสามชุก 1 ที่ไหลลงคลองสองพี่น้อง ส่งผลในปริมาณน้ำในคลองสองพี่น้องมีค่าประมาณ 1,580 ล้าน ลบ.ม.

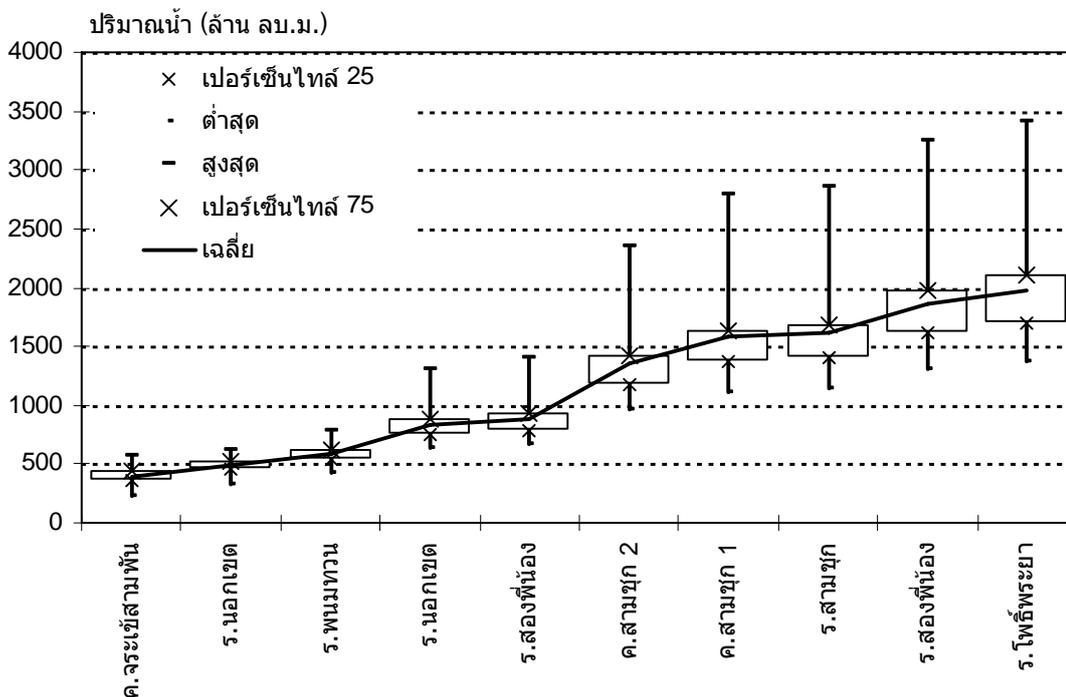
8) ระบายสามชุก เป็นจุดที่คลองสองพี่น้องรับน้ำส่วนเกินจากพื้นที่ชลประทานของคบ.สามชุก (86,140 ไร่) โดยระบายน้ำประมาณ 40 ล้าน ลบ.ม. ส่งผลให้คลองจระเข้สามพันที่จุดพิจารณานี้มีปริมาณน้ำ 1,620 ล้าน ลบ.ม.

9) ระบาย 5 สองพี่น้อง เป็นจุดที่คลองสองพี่น้องรับน้ำจากคลองระบาย 5 สองพี่น้อง (พื้นที่ระบายน้ำ 471,011 ไร่) โดยคลองระบาย 5 สองพี่น้อง ได้ระบายน้ำลงคลองสองพี่น้อง 250 ล้าน ลบ.ม. แบ่งเป็นปริมาณน้ำส่วนเกินจาก คบ.สองพี่น้อง (260,133 ไร่) ประมาณ 140 ล้าน ลบ.ม. และ จากพื้นที่ คบ.บางเลน (210,878 ไร่) ประมาณ 110 ล้าน ลบ.ม. ทำให้คลองสองพี่น้องที่จุดพิจารณานี้มีปริมาณน้ำ 1,870 ล้าน ลบ.ม.

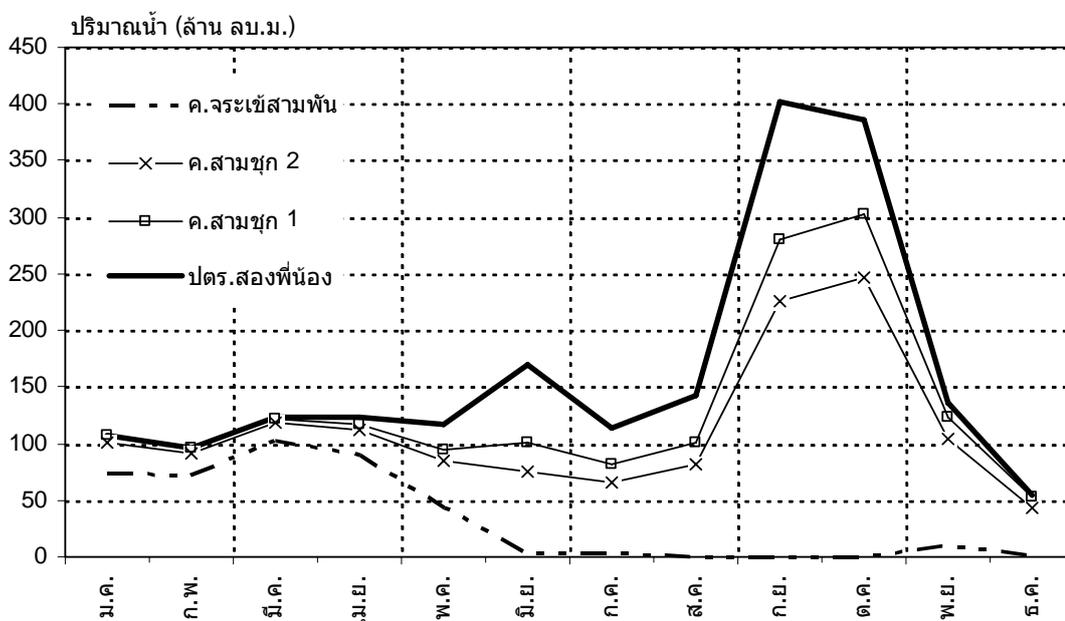
10) ระบายโพธิ์พระยา เป็นจุดที่คลองสองพี่น้องรับน้ำส่วนเกินจากพื้นที่ชลประทานของคบ.โพธิ์พระยา (283,180 ไร่) โดยระบายน้ำประมาณ 100 ล้าน ลบ.ม. ส่งผลให้คลองสองพี่น้องที่จุดพิจารณานี้มีปริมาณน้ำประมาณ 1,970 ล้าน ลบ.ม.



ภาพที่ 37 ปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยจากพื้นที่ต่าง ๆ ที่ระบายลงคลองสองพี่น้อง

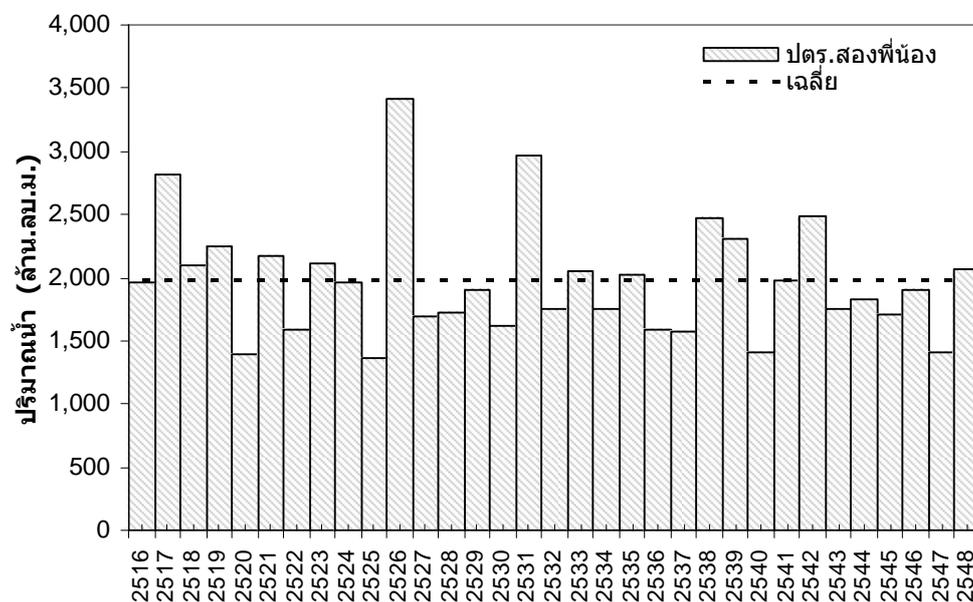


ภาพที่ 38 ปริมาณน้ำรายปีในคลองสองพี่น้อง (ผลจากแบบจำลอง)



ภาพที่ 39 ปริมาณน้ำรายเดือนเฉลี่ยที่จุดพิจารณาหลักในคลองสองพี่น้อง

ในภาพที่ 40 แสดงปริมาณน้ำรายปีที่ปตร.สองพี่น้องระบายลงสู่แม่น้ำท่าจีน (ผลจากแบบจำลอง) สามารถสรุปได้ดังนี้ ปริมาณน้ำที่ระบายผ่านคลองสองพี่น้องและไหลลงแม่น้ำท่าจีน มีปริมาณน้ำรวมทั้งปีระหว่าง 1,500 จนถึง 3,500 ล้าน ลบ.ม. โดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 2,000 (ภาพที่ 38) ล้าน ลบ.ม.และเมื่อพิจารณาปริมาณน้ำที่ระบายผ่าน ปตร.สองพี่น้องเป็นรายปี (ภาพที่ 40) พบว่าปีที่มีปริมาณน้ำสูงกว่าค่าเฉลี่ยค่อนข้างมาก ได้แก่ปี 2517, 2526, 2531 โดยในปี 2526 มีปริมาณน้ำสูงสุดประมาณ 3,500 ล้าน ลบ.ม. ส่วนปีที่มีปริมาณน้ำต่ำกว่าค่าเฉลี่ยค่อนข้างมากโดยมีปริมาณน้ำรายปีต่ำกว่า 1,500 ล้าน ลบ.ม. ได้แก่ปี พ.ศ. 2520, 2525, 2540 และ 2548



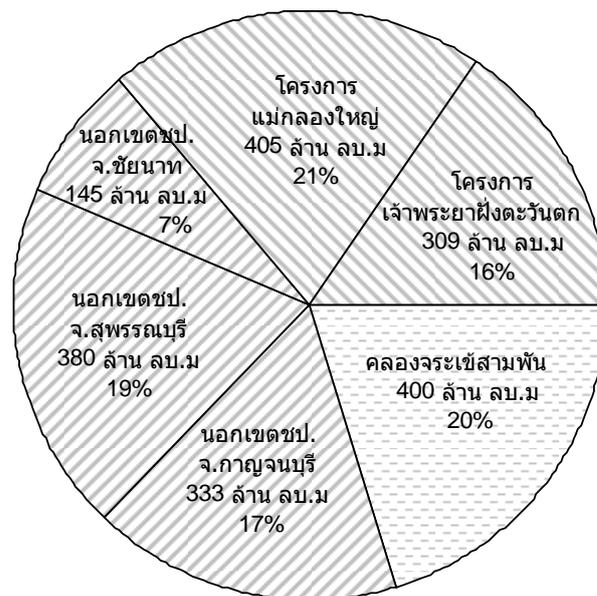
ภาพที่ 40 ปริมาณน้ำรายปีที่ปตร. สองพี่น้อง (ผลจากแบบจำลอง)

ในภาพที่ 41 แสดงสัดส่วนของปริมาณน้ำเข้าคลองจรเข้สามพัน ปริมาณน้ำจากพื้นที่นอกเขตและในเขตชลประทานที่ไหลลงสู่คลองสองพี่น้อง โดยสรุปสัดส่วนของปริมาณน้ำทำที่ไหลลงสู่คลองสองพี่น้องเป็น เป็น 3 ส่วน คือ 1) น้ำที่ผันมาจากแม่น้ำแม่กลองผ่านทางคลองจรเข้สามพัน 2) ปริมาณน้ำทำจากพื้นที่นอกเขตชลประทาน 3) ปริมาณน้ำส่วนเกินจากพื้นที่ชลประทาน มีรายละเอียดดังนี้

1) ปริมาณน้ำที่ผันมาจากแม่น้ำแม่กลองผ่านทางคลองจรเข้สามพัน ซึ่งมีปริมาณเฉลี่ย 400 ล้าน ลบ.ม. ต่อปี หรือคิดเป็นร้อยละ 20 ของปริมาณน้ำทั้งหมด

2) น้ำทำจากพื้นที่นอกเขตชลประทาน (2 ล้านไร่) มีปริมาณเฉลี่ย 858 ล้าน ลบ.ม. หรือคิดเป็นร้อยละ 43 ของปริมาณน้ำทั้งหมด ประกอบด้วยน้ำจากพื้นที่นอกเขตชลประทานบริเวณ อ.หันคา จ. ชัยนาท 145 ล้าน ลบ. ม. น้ำจากพื้นที่นอกเขตชลประทานบริเวณ อ.หนองหญ้าไซ อ.ดอนเจดีย์ และ อ. อุทุมพร จังหวัดสุพรรณบุรี ประมาณ 380 ล้าน ลบ.ม.และน้ำจากพื้นที่นอกเขตชลประทานบริเวณอ.เลาขวัญ อ.ห้วยกระเจา และ อ.พนมทวน จ.กาญจนบุรี 333 ล้าน ลบ.ม.

3) น้ำส่วนเกินจากพื้นที่ชลประทาน (1.5 ล้านไร่) มีปริมาณเฉลี่ย 714 ล้าน ลบ.ม. หรือคิดเป็นร้อยละ 37 ของปริมาณน้ำทั้งหมด ประกอบด้วยน้ำที่ระบายจากโครงการเจ้าพระยาฝั่งตะวันตกเขตคบ.ดอนเจดีย์ คบ.ท่าโบสถ์ คบ.สามชุก และคบ.โพธิ์พระยา (7 แสนไร่) 309 ล้าน ลบ.ม. และน้ำจากโครงชลประทานแม่กลองใหญ่เขต คบ.พนมทวน คบ.สองพี่น้อง และ คบ.บางเลน (8 แสนไร่) 405 ล้าน ลบ.ม.



ภาพที่ 41 สัดส่วนของปริมาณน้ำที่ระบายสู่คลองสองพี่น้องตามกลุ่มพื้นที่

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การวิจัยนี้ได้ศึกษาสภาพน้ำท่วมขังในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน ได้จำแนกขอบเขตของน้ำท่วมขัง และกำหนดระดับความรุนแรงในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีนด้วยค่าดัชนี NDWI วิเคราะห์ระบบโครงข่ายลำน้ำในพื้นที่ซึ่งได้รับผลกระทบรุนแรงจากน้ำท่วมขัง และประเมินปริมาณน้ำท่าที่หลากเข้าสู่พื้นที่ โดยใช้แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า GR ร่วมกับแบบจำลองระบบลุ่มน้ำ WEAP ซึ่งสามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

1. พื้นที่ตอนกลางของแม่น้ำท่าจีน เป็นพื้นที่ที่มีปัญหาน้ำท่วมขังในช่วงตอนปลายฤดูฝน ในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม มีพื้นที่ผิวน้ำครอบคลุมพื้นที่มากกว่า 1 ล้านไร่
2. พื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังมากคือ บริเวณทุ่งสองพี่น้อง เขตอ.สองพี่น้อง และ อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี (คบ.โพธิ์พระยาและคบ.สองพี่น้อง) โดยมีน้ำท่วมขังยาวนานกว่า 3 เดือน ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 7 หมื่นไร่
3. ทุ่งสองพี่น้อง มีพื้นที่ระบายน้ำรวมประมาณ 3.5 ล้านไร่ ทั้งนอกเขตชลประทาน และในเขตชลประทาน มีคลองจระเข้สามพัน คลองสามชุก 1 คลองสามชุก 2 และคลองระบายของโครงการแม่กลองใหญ่ เป็นคลองระบายสายหลัก ซึ่งคลองสายหลักเหล่านี้ได้ระบายลงคลองสองพี่น้องและไหลลงแม่น้ำท่าจีน เฉลี่ย 2,000 ล้าน ลบ.ม. โดยช่วงแล้งคิดเป็นร้อยละ 40 และช่วงฝนคิดเป็นร้อยละ 60
4. ปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงสู่คลองสองพี่น้องเป็น เป็นปริมาณน้ำ 3 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นปริมาณน้ำท่าจากพื้นที่นอกเขตชลประทาน ส่วนที่สองเป็นปริมาณน้ำส่วนเกินจากพื้นที่ชลประทาน และส่วนที่สามน้ำที่ผันมาจากแม่น้ำแม่กลองผ่านทางคลองจระเข้สามพัน

5. พื้นที่นอกเขตชลประทาน อยู่ทางด้านทิศตะวันตกของกลุ่มน้ำท่าจีน พื้นที่ 2 ล้านไร่ ระบายน้ำประมาณ 900 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 45) ลงสู่คลองสองพี่น้อง

6. พื้นที่ในเขตชลประทาน พื้นที่ 1.5 ล้านไร่ โดยเป็นพื้นที่โครงการเจ้าพระยาฝั่งตะวันตก 7 แสนไร่ และโครงการแม่กลองใหญ่ 8 แสนไร่ ระบายน้ำรวม 700 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 35) ลงสู่คลองสองพี่น้อง

7. ปริมาณน้ำที่ผันเข้าคลองจรเข้สามพัน เฉลี่ย 400 ล้าน ลบ.ม. (ร้อยละ 20) เป็นน้ำที่ผันเพื่อการชลประทานในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนตอนล่าง ในช่วงแล้ง (มกราคมถึงพฤษภาคม) ซึ่งปริมาณน้ำในส่วนนี้จึงไม่ส่งผลต่อปัญหาน้ำท่วมในฤดูน้ำหลาก

8. สถาน้ำท่วมขังในกลุ่มน้ำท่าจีน เกิดจากปริมาณน้ำฝนส่วนเกิน จากพื้นที่นอกเขตชลประทานและพื้นที่เขตชลประทาน

ข้อเสนอแนะ

1. พื้นที่ทุ่งสองพี่น้องมีลักษณะเป็นพื้นที่ลุ่มต่ำและรับน้ำที่ระบายจากพื้นที่รอบข้าง การแก้ปัญหาน้ำท่วมขังอย่างเด็ดขาดนั้นทำได้ยาก เนื่องจากในฤดูน้ำหลาก ระดับน้ำในแม่น้ำท่าจีนมีระดับสูง ทำให้ไม่สามารถระบายน้ำออกจากทุ่งสองพี่น้องได้
2. แนวทางสำหรับการลดระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังของทุ่งสองพี่น้อง คือควบคุมไม่ให้ระดับน้ำท่วมในทุ่งสูงจนเกิดความเสียหาย และควบคุมไม่ให้ระยะเวลาท่วมขังยาวนานเกินไป
3. การควบคุมไม่ให้ระดับน้ำท่วมในทุ่งสองพี่น้องสูงจนเกิดความเสียหาย โดยการสร้างอ่างเก็บน้ำ บริเวณพื้นที่นอกเขตชลประทานที่ยังไม่มีการพัฒนาแหล่งน้ำ เพื่อช่วยควบคุมน้ำไม่ให้หลากเข้าท่วมทุ่งสองพี่น้องในช่วงฤดูฝน
4. การควบคุมไม่ให้ระยะเวลาท่วมขังยาวนานเกินไป โดยการขุดลอกแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง เพื่อเร่งระบายน้ำออกสู่ทะเล ส่งผลให้การระบายน้ำในทุ่งสองพี่น้องกระทำได้ง่ายขึ้น เนื่องจากระดับน้ำในแม่น้ำท่าจีนมีระดับต่ำลง

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กรมชลประทาน. 2546. โครงการศึกษาเพื่อทำแผนหลักรองรับการพัฒนาแหล่งน้ำและปรับปรุงโครงการชลประทาน สำหรับแผนฯ 9. ลุ่มน้ำท่าจีน. กรมชลประทาน, กรุงเทพฯ.
- กรมอุตุนิยมวิทยา. 2522. นิยามศัพท์อุตุนิยมวิทยา. โรงพิมพ์กรมอุตุวิทยา, กรุงเทพฯ.
- กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม. 2536. การสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.
- คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2539. โครงการพัฒนาลุ่มน้ำสุพรรณบุรี. รายงานฉบับสุดท้าย. สำนักงานจังหวัดสุพรรณบุรี, สุพรรณบุรี.
- เฉลิมชัย บวรธรรมรัตน์. 2543. การศึกษาเพื่อจัดหาแนวผันน้ำและแหล่งเก็บกักน้ำบริเวณที่ราบลุ่มเพื่อบรรเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เชาวน์ ขงเฉลิมชัย และสุชาดา ขงสถิตศักดิ์. 2548. การประยุกต์ใช้ข้อมูลจากดาวเทียมและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการกำหนดเขตพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมในลุ่มน้ำตาปีตอนล่าง จังหวัดสุราษฎร์ธานี. วารสารสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์ 6(2): 27-42.
- ซีทีไอ เอ็นจิเนียริ่ง อินเตอร์เนชันแนล, บจก. และ ไอ. เอ็น. เอ, บจก. 2542. การศึกษาเรื่องแผนรวมเพื่อการบรรเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำเจ้าพระยา. กรมชลประทาน, กรุงเทพฯ.

ณัฐพล เกิดสุข และ เอกสิทธิ์ โสมิตสกุลชัย. 2550ก. การศึกษาสภาพน้ำท่วมขังในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีนโดยใช้ NDWI จากข้อมูลดาวเทียม MODIS. ใน การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 8. สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

ณัฐพล เกิดสุข และ เอกสิทธิ์ โสมิตสกุลชัย. 2550ข. การจัดการน้ำท่วมขังในทุ่งสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรีโดยการสำรวจระยะไกลร่วมกับแบบจำลอง. ใน การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 12. สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

ทิม คอนซัลติ้ง เอนจิเนียร์ และคณะ. 2541. โครงการประจักษ์บายน้ำแม่น้ำท่าจีน (ตอนล่าง) จังหวัดสุพรรณบุรี จังหวัดนครปฐม จังหวัดสมุทรสาคร. รายงานด้านความเหมาะสม. กรมชลประทาน, กรุงเทพฯ.

ทิม คอนซัลติ้ง เอนจิเนียร์, บจก. และ แอสดีคอน คอร์ปอเรชั่น, บจก. 2541. โครงการแก้มลิง "คลองมหาชัย - คลองสนามชัย" จังหวัดสมุทรสาคร-กรุงเทพมหานคร. รายงานวางโครงการ. กรมชลประทาน, กรุงเทพฯ.

ชิพรหม อวปรียา. 2546. การศึกษาการบรรเทาอุทกภัยของกลุ่มน้ำเจ้าพระยาโดยการศึกษาโครงการอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นปีทม คำพรหม. 2544. การศึกษาการบรรเทาอุทกภัยของกลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างโดยใช้พื้นที่ทุ่งน้ำท่วมธรรมชาติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นุชนารถ ศรีวงศิตานนท์. 2545. เอกสารประกอบวิชาการจำลองสถานะน้ำท่วม. ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

บัญชา ขวัญยืน. 2537. เอกสารประกอบการบรรยาย ในหัวข้อ GIS วิชาการจัดการเรื่องน้ำขั้นสูง. ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

ปกรณ์ เพ็ชรประยูร. 2545. การประยุกต์ใช้ข้อมูลดาวเทียมด้านอุทกภัย. วารสารสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์ 3(3): 31-39.

ปกรณ์ อึ้งชัยพงษ์ และ เอกสิทธิ์ โสมิตสกุลชัย. 2550. การติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและความต้องการน้ำในพื้นที่ชลประทานแม่กลองใหญ่ด้วยข้อมูลดาวเทียม MODIS หลายช่วงเวลา. ใน การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 12. สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

ปัญญา คอนซัลแตนต์, บจก. และคณะ. 2548. โครงการจัดทำแผนรวมการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา สะแกกรัง และท่าจีน. ร่างรายงานฉบับสุดท้าย. กรมทรัพยากรน้ำ, กรุงเทพฯ.

ปิยพร ปิยสาธิต. 2547. การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการจัดการคุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปิยภัทล ดัณฑโสภาส. 2549. ความสามารถใช้งานข้อมูลดาวเทียม MODIS/TERRA ความละเอียด 250x250 ตารางเมตรบนลุ่มน้ำแบบควบคุมการไหล (พื้นที่ศึกษา: เขื่อนลำปาว). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรพุดม นัทธี. 2532. การประเมินประสิทธิภาพระบบระบายน้ำปทุมภูมิของพื้นที่กรุงเทพเขตชั้นในด้วยแบบจำลอง SPIDA. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พอล คอนซัลแตนท์, บจก. และ ปัญญา คอนซัลแตนท์, บจก. 2542. **โครงการศึกษาการจัดการน้ำ
ในกลุ่มน้ำเจ้าพระยา.** กรมชลประทาน, กรุงเทพฯ.

พีระพิทย์ พีชมงคล, สุชาดา ยงสถิตศักดิ์ และอานันต์ คำภีระ. 2548. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี
จากดาวเทียมและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการกำหนดเขตพื้นที่น้ำท่วมในภาคใต้ฝั่ง
ตะวันออกตอนบน (จังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราช).

วารสารสมาคมสำรวจข้อมูลระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์ 6(2): 1-10.

มนตรี วิวัฒน์วงศ์เจริญ. 2542. **การประเมินประสิทธิผลของระบบระบายน้ำปลูมภูมิในพื้นที่
ชุมชนชานเมืองด้านตะวันออกของกรุงเทพมหานครด้วยแบบจำลอง RUBICON.**
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มหาวิทยาลัยมหิดล, คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์. 2539. **โครงการพัฒนากลุ่มน้ำ
สุพรรณบุรี. รายงานฉบับสุดท้าย.** สำนักงานจังหวัดสุพรรณบุรี, สุพรรณบุรี.

รัชภูมิ ชัยวิรัตน์. 2545. **การศึกษาสัมพันธภาพของกลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างด้วยแบบจำลอง
MIKE 11 และข้อมูลดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ริชอส เอนจิเนียร์ริง คอนซัลแตนท์, บจก. 2537. **โครงการศึกษาข้อมูลและศักยภาพการพัฒนากลุ่ม
น้ำท่าจีน.** สนง.คณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

เล็ก จินดาสงวน. 2546. **วิกฤตการณ์น้ำท่วมและภัยแล้งในประเทศไทย.**
ชลกร ฉบับวันชชาติ (2546): 10-127.

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2542. โครงการศึกษาเพื่อกำหนดพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยและภัยธรรมชาติ (ในเขตลุ่มน้ำภาคกลาง).

รายงานฉบับสมบูรณ์. สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

สมพร สว่างศ์. 2543. รัโอมทเซนซิ่งเบื้องต้นและกรณีการศึกษารัโอมทเซนซิ่ง. ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

สรรคัใจ กลิ่นดาว. 2542. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์: หลักการเบื้องต้น. คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานทรัพย์สินส่วนพระมหากษัตริย์. 2544. โครงการจัดทำกรอบและประสานการบริหารจัดการและพัฒนาทรัพยากรในลุ่มน้ำเจ้าพระยา. รายงานหลัก. สนง.ทรัพย์สินส่วนพระมหากษัตริย์, กรุงเทพฯ.

หรรษา วัฒนานุกิจ. 2535. การใช้ข้อมูลจากดาวเทียมด้านอุทกวิทยา. เอกสารใช้ในการฝึกอบรมการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

อรรถพล ชำนาญเวชกิจ. 2543. การศึกษาสภาพน้ำท่วมในลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ ISIS. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อวิรุทธ์ สุขสมอรรถ. 2538. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝน-น้ำท่าในลุ่มน้ำบางปะกงโดยใช้แบบจำลอง RIBAMAN. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อุดร ชนะศรีรัตนกุล. 2546. การประยุกต์ใช้แบบจำลองทางชลศาสตร์กับสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับงานน้ำท่วมในบริเวณแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- เอกสิทธิ์ โหมสิตสกุลชัย. 2546. การสร้างแบบจำลองสำหรับการจัดการน้ำที่ลุ่มน้ำ ตอนที่ 1 แนวคิดและวิธีการ. **วิศวกรรมสาร มก.** 48: 87-98.
- เอกสิทธิ์ โหมสิตสกุลชัย. 2547. การหาค่าการใช้ น้ำของพืชในโครงการชลประทานขนาดใหญ่โดยการสำรวจระยะไกล. **รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์.** สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. กรุงเทพฯ.
- เอกสิทธิ์ โหมสิตสกุลชัย และคณะ. 2550. การวินิจฉัยการจัดการน้ำในลุ่มน้ำแม่น้ำท่าจีน. **รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์.** สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Andreu, J., J. Capilla, and E. Sanchis. 1991. Aquatool : A Computer-Assisted Support System for Water Resources Research Management including Conjunctive Use. In : Loucks, D.P. & da Costa, J.R. (eds.). **Decision Support Systems : Water Resources Planning.** Springer-Verlag, Berlin. p 333-355.
- Andreu, J., J. Capilla, and E. Sanchis. 1996. AQUATOOL, a generalized decision-support system for water-resources planning and operational management. **Journal of Hydrology.** 177 : 269-291.
- ASCE Task Committee on GIS Modules and Distributed Models of the Watershed. 1999. **GIS Modules and Distributed Models of the Watershed.** American Society of Civil Engineering (ASCE), Reston, VA.
- Bastiaanssen, W.G.M. 1998. **Remote Sensing in Water Resources Management : The State of the Art.** International Water Management Institute (IWMI), Colombo.

Bastiaanssen, W.G.M. 1999. The use of remote sensing to improve irrigation water management in developing countries. In: Nieuwenhuis, G.J.A., R.A. Vaughan, and M. Molenaar (eds.). **Operational Remote Sensing for Sustainable Development**. A.A. Balkema, Rotterdam, The Netherlands.

Beck, P.S.A. et al. 2006. Improved monitoring of vegetation dynamics at very high latitudes: A new method using MODIS NDVI. **Remote Sensing of Environment**. 100: 321-334.

Beven, K.J. 1998. **Rainfall-Runoff Modelling The Primer**. John Wiley & Sons Ltd, England.

Beven, K.J. and I.D. Moore. 1992. **Terrain Analysis and Distributed Modelling in Hydrology**. John Wiley & Sons, Chichester.

Birham Young University. 2002. Watershed Modeling System. **WMS 7.0 Tutorials**. Environmental Modeling Research Laboratory, Birham Young University, Provo, Utah.

Boughton, W. 2004. The Australian water balance model. **Environmental Modelling & Software** 19:943-956.

Boughton, W. 2005. Catchment water balance modelling in Australia 1960-2004. **Agricultural Water Management**. 71:91-116.

Chompadist, C., F. Molle and S. Durongdet. 2000. Flood management and flood prone rice systems in the Chao Phraya delta, vol.1, pp 335-360. **In: Proceed. Int. Conf. The Chao Phaya Delta, December 2000**. Kasetsart University, Bangkok.

Colosimo, C and G. Mendicino. 1996. GIS for distributed rainfall-runoff modeling, pp. 195-235. In: Singh, V.P. and M. Fiorentino (eds). **Geographical Information Systems in Hydrology**. Kluwer, Dordrecht.

- Danish Hydraulic Institute (DHI). 1988. **Mike 11 users' guide**. DHI Group, Hørsholm, Denmark.
- Danish Hydraulic Institute (DHI). 1990. **NAM Documentation and User's Guide**. DHI Group, Hørsholm, Denmark.
- Danish Hydraulic Institute [DHI]. 2005. **MIKE BASIN**. DHI Group, Hørsholm, Denmark.
- Delft Hydraulics. 2004. RIBASIM Version 6.32. **User Manual**. WL Delft Hydraulics, The Netherlands.
- Dunn, S.M., R Mackay, R. Adams, and D.R. Oglethorpe. 1996. The hydrological component of the NELUP decision-support system : an appraisal. **Journal of Hydrology**. 177: 213-235.
- Edijatno, N. Nascimento, Z. Makhlof, and C. Michel. 1999. GR3J: a daily watershed model with three free parameters. **Hydrological Sciences Journal**. 44: 263-277.
- Fleming, G. 1979. **Deterministic models in hydrology**. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Fortin, J.-P., R. Turcotte, S. Massicotte, R. Moussa, J. Fitzback, and J.-P. Villeneuve. 2001. Distributed watershed model compatible with remote sensing and GIS Data. I: Description of model. **Journal of Hydrologic Engineering**. 6: 91-99.
- Fortin, J.P., R. Turcotte, S. Massicotte, R. Moussa, J. Fitzback, and J.-P. Villeneuve. 2001. Distributed watershed model compatible with remote sensing and GIS Data. II: Application to chaudière watershed. **Journal of Hydrologic Engineering**. 6: 100-108.
- Gao, B.C. 1996. NDWI-A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. **Remote Sensing of Environment**. 58: 257-266.

- Goodchild, M.F., Steyaert, L.T., Park, B.O., Johnston, C., Maidment, D., Crane, M., and Glendinning, S. **GIS and Environmental Modeling: Progress and Research Issues.** GIS World, Inc., Fort Collins, USA.
- Gulter, I. and D. Forrest. 1987. Use of geographical information systems (GIS) in river basin management. **Water Science and Technology.** 19(9): 81-86.
- Heywood, I. et al. 1998. **An Introduction to Geographical Information System.** Longman, New York, NY.
- Japan International Cooperation Agency (JICA). 1999. The study on integrated plan for flood mitigation in Chao Phraya river basin. **Final Report.** Royal Irrigation Department, Bangkok.
- Jain, S., R. Singh, M. Jain, and A. Lohani. 2005. Delineation of flood-prone areas using remote sensing techniques. **Water Resources Management.** 19: 333-347.
- Jorgensen, S.E. 1988. **Fundamentals of Ecological Modeling.** Elsevier. Amsterdam.
- Lee, D.J. and A. Dinar. 1995. Review of Integrated Approaches to River Basin Planning, Development and Management. World Bank Working Paper, WPS1446. The World Bank, Washington, D.C. 18 p.
- Lee, D.J. and A. Dinar. 1996. Integrated Models of River Basin Planning, Development, and Management. **Water International.** 21 : 213-222.
- Leipnik, M.R., K.K. Kemp and H.A. Loaiciga. 1993. Implementation of GIS for water resources Planning and management. **Journal of Water Resources Planning and Management** 119(2): 184-205.

- Levite, H., H. Sally and J. Cour. 2003. Testing water demand management scenarios in a water-stressed basin in South Africa: application of the WEAP model. **Physics and Chemistry of the Earth**. 28: 779-786.
- Maidment, D. and, D. Dojokic. 2000. **Hydrologic and Hydraulic Modeling Support with Geographic Information Systems**. Environmental System research Institute, Inc., Redland, California.
- Makhlouf, Z. and C. Michel. 1994. A two-parameter monthly water balance model for French watersheds. **Journal of Hydrology**. 162: 299-318.
- McKinney, D.C., X. Cai., M.W., Rosegrant, C. Ringler and C.A. Scott. 1999. Modeling water resources management at the basin level : **Review and Future Directions**. SWIM Paper, International Water Management Institute (IWMI), Colombo.
- Michel, C., 1983. Que peut-on faire en hydrologie avec un modèle conceptuel à un seul paramètre. **La Houille Blanche** 1: 39-44.
- Mouelhi, S., C. Michel, C. Perrin. and V. Andreassian. 2006. Stepwise development of a two-parameter monthly water balance model. **Journal of Hydrology**. 318: 200-214.
- Panya Consultants Co., Ltd, et al.. 2001. **Thailand Natural Resources Management Project: Irrigation Management Modernization Component**. Royal Irrigation Department, Bangkok.
- Podger, G. 2004. RRL-Rainfall Runoff Library. **User Guide**. CRC for Catchment Hydrology, Australia. URL: <http://www.toolkit.net.au/rrl>

- Quiroga, C.A., Singh, V.P. and Lam, N. 1996. Land-Use Hydrology, pp.389-414. In Singh, V. P. and Fiorentino, M. **Geographical Information Systems**. Kluwer Academic Publishers, London.
- Reitsma, R.F. 1996. Structure and support of water-resources management and decision-making. **Journal of Hydrology**. 177: 253-268.
- Ryan, C. 2005. CatchmentSIM - A stand-alone GIS based terrain analysis system. **User Guide**. CRC for Catchment Hydrology, Australia. Available source:
<http://www.toolkit.net.au/catchmentsim>
- Schumann, A.H., R. Funke, and G.A. Schultz. 2000. Application of a geographic information system for conceptual rainfall-runoff modeling. **Journal of Hydrology**. 240:45-61.
- Sieber, J., C. Swartz and A. Huber-Lee. 2005. **User guide. Water Evaluation And Planning System**. Available Sources: <http://www.weap21.org/index.asp?doc=08>, June10, 2005
- Simonovic, S.P., Z. Kundzewicz., D. Rosbjerg and K. Takeuchi (eds.). 1995. **Modelling and Management of Sustainable Basin-Scale Water Resource Systems**. IAHS Publication, N° 231. IAHS Press, Institute of Hydrology, Wallingford, Oxfordshire (UK). 434 p.
- Singh, V.P. (eds). 1995. **Computer Models of Watershed Hydrology**. Water Resources Publications, Highlands Ranch, CO.
- Singh, V.P. and M. Fiorentino (eds). 1996. **Geographical Information Systems in Hydrology**. Kluwer, Dordrecht.
- Singh, V.P., and D.K. Frevert (eds). 2006. **Watershed Models**. Taylor & Francis, Boca Raton, FL.

Singh, V.P., and D.A. Woolhiser. 2002. Mathematical modeling of watershed hydrology.

Journal of Hydrologic Engineering. 7:270-292.

Steven, M.D., and J.A. Clark (eds). 1990. **Applications of Remote Sensing in Agriculture.**

Butterworths, London.

Stockholm Environment Institute (SEI). 2001. WEAP: Water Evaluation And Planning System.

User Guide. Stockholm Environment Institute (SEI), Boston, MA. 109 p. Available source: <http://www.weap21.org/>

Stockholm Environment Institute (SEI). 2005. WEAP: Water Evaluation And Planning System.

User Guide for WEAP21. Stockholm Environment Institute (SEI), Boston, MA. 116 pp. Available source: <http://www.weap21.org/>

Takeuchi, W. and Y. Yasuoka. 2004. Development of normalized vegetation, soil and water

indices derived from satellite remote sensing data, pp. 859-864. **In 25th ARCS 2004.** Chiang Mai, Thailand.

Todini, E. 1988. Rainfall-runoff modeling - past, present and future. **Journal of Hydrology.**

100: 341-352.

Tsihrintzis, V.A., R. Hamid and H.R. Fuentes. 1996. Use of geographic information systems

(GIS) in water resources : A Review. **Water Resources Management**, 10: 251-277.

USACE. 2000. Geospatial Hydrologic Modeling Extension HEC-GeoHMS, **User's Manual.**

Hydrologic Engineering Center (HEC), US Army Corps of Engineers, Davis, CA.

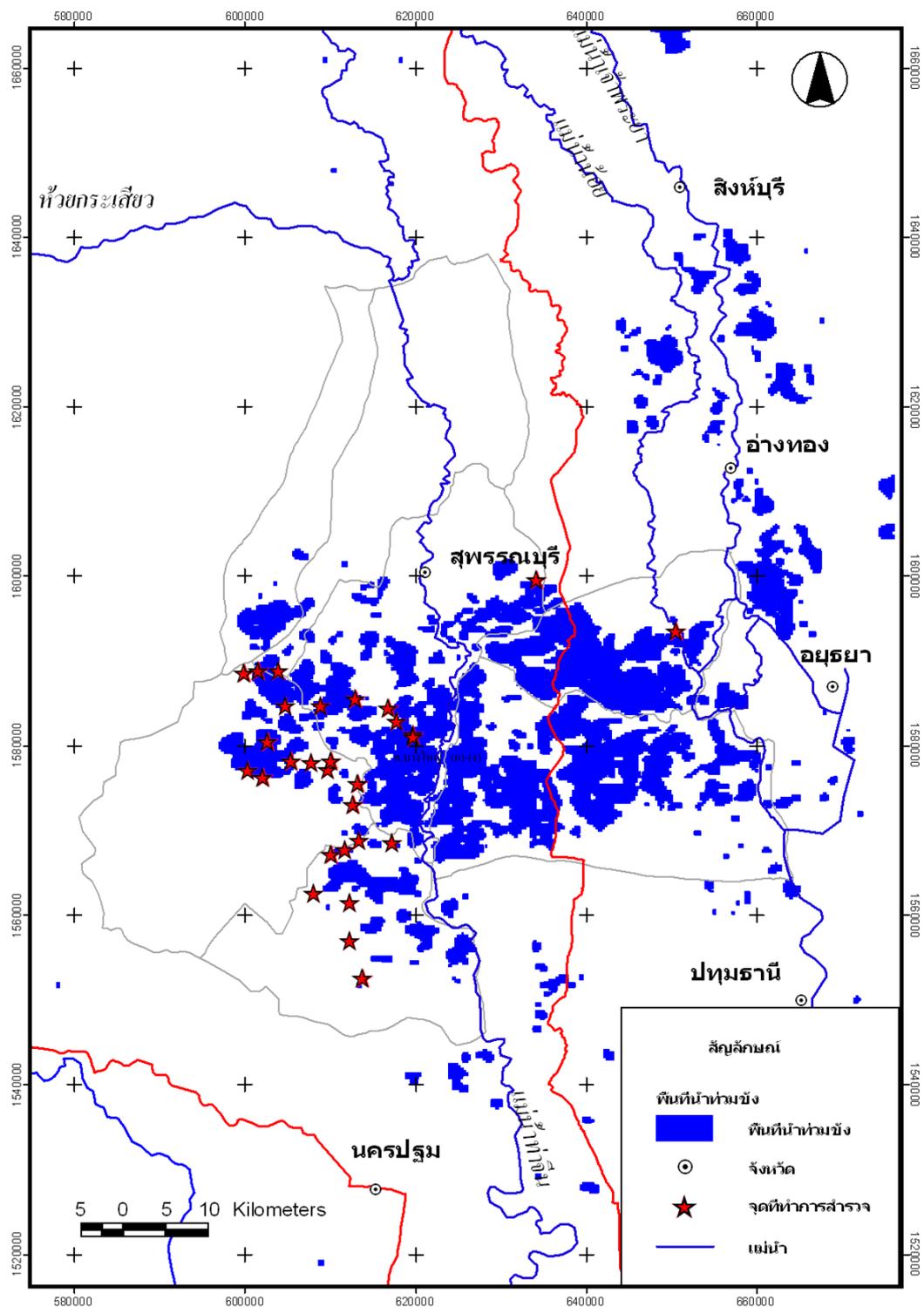
Vieux, B.E. 2001. **Distributed Hydrologic Modeling Using GIS.** Kluwer, New York, NY.

Vieux, B.E. 2005. Distributed Hydrologic Modeling Using GIS. 2nd ed. Kluwer, New York, NY.

- Walsh, M.R. 1993. Toward spatial decision support systems in water resources. **Journal of Water Resources Planning and Management.** 119(2): 158-169.
- Wilson, J.P., H. Mitasove, and D.J. Wright. 2000. Water resource applications of geographic information systems. **URISA Journal.** 12 (2): 61-79.
- Worboys, M.F. and M. Duckham. 2004. **GIS: A Computing Perspective. 2nd ed.** CRC Press, Boca Raton, FL. 426 pp.
- Xiao, X., S. Boles, J. Liu, D. Zhuang, S. Froking, C. Li, W. Salas and B. Moore III. 2005. Mapping paddy rice agriculture in southern China using multi-temporal MODIS images. **Remote Sensing of Environment.** 95: 480-492.
- Yates, D., J. Sieber, D. Purkey, and A. Huber-Lee. 2005a. WEAP21--A demand-, priority-, and preference-driven water planning model: part 1, Model characteristics. **Water International** 30: 487-500
- Zarco-Tejada, P.J. et al. 2003. Water content estimation in vegetation with MODIS reflectance data and model inversion methods. **Remote Sensing of Environment.** 85: 109-124.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การสำรวจภาคสนาม



ภาพผนวกที่ ก 1 ตำแหน่งของจุดที่ได้ทำการสำรวจในสนาม



(ก) วันที่ 17 สิงหาคม พ.ศ. 2549



(ข) วันที่ 12 ตุลาคม พ.ศ. 2549



(ค) วันที่ 11 ธันวาคม พ.ศ. 2549



(ง) วันที่ 23 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550

ภาพผนวกที่ 2 ภาพถ่ายพื้นที่น้ำท่วม ต.บางใหญ่ อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี



1) ต.สระพังลาน อ.อุทุมพร จ.สุพรรณบุรี



2) ต.บ้านคอน อ.อุทุมพร จ.สุพรรณบุรี



3) ต.บ้านคอน อ.อุทุมพร จ.สุพรรณบุรี



4) ต.อุทุมพร อ.อุทุมพร จ.สุพรรณบุรี



5) ต.เจดีย์ อ.อุทุมพร จ.สุพรรณบุรี



6) ต.วังน้ำเย็น อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี

ภาพผนวกที่ ก 3 ภาพถ่ายพื้นที่น้ำท่วมวันที่ 11 ธันวาคม พ.ศ. 2549



7) ต.วังน้ำเย็น อ.บางปลาหมอ จ.สุพรรณบุรี



8) ต.วัดโบสถ์ อ.บางปลาหมอ จ.สุพรรณบุรี



9) ต.บ้านแหลม อ.บางปลาหมอ จ.สุพรรณบุรี



10) ต.บางใหญ่ อ.บางปลาหมอ จ.สุพรรณบุรี



11) ต.บางใหญ่ อ.บางปลาหมอ จ.สุพรรณบุรี



12) ต.โคกโคเต่า อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี

ภาพผนวกที่ ก 3 (ต่อ) ภาพถ่ายพื้นที่น้ำท่วมวันที่ 11 ธันวาคม พ.ศ. 2549



1) ต.เนินพระปรารักษ์ อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี



2) ต.เนินพระปรารักษ์ อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี



3) ต.เนินพระปรารักษ์ อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี



4) ต.บางพลับ อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี



5) ต.บางพลับ อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี



6) ต.หัวโพธิ์ อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี

ภาพผนวกที่ ก 4 ภาพถ่ายพื้นที่น้ำท่วมวันที่ 20 ธันวาคม พ.ศ. 2549



7) ต.หัวโพธิ์ อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี



8) ต.หัวโพธิ์ อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี



9) ต.คอนมะเกลือ อ.อู่ทอง จ.สุพรรณบุรี



10) ต.คอนมะเกลือ อ.อู่ทอง จ.สุพรรณบุรี



11) ต.สระพัฒนา อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม



12) ต.สระพัฒนา อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม

ภาพผนวกที่ ก 4 (ต่อ) ภาพถ่ายพื้นที่น้ำท่วมวันที่ 20 ธันวาคม พ.ศ. 2549

ภาคผนวก ข

ข้อมูลและข้อกำหนดที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองระบบทรัพยากรน้ำ

ข้อมูลและข้อกำหนดที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองระบบทรัพยากรน้ำ

1. ข้อมูลที่ใช้สำหรับประเมินน้ำทำด้วยแบบจำลอง GR2M

ข้อมูลที่ใช้สำหรับประเมินน้ำทำด้วยแบบจำลอง GR2M ใช้ข้อมูล 3 กลุ่ม ประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่าจากการตรวจวัด และข้อมูลการระเหย มีรายละเอียดดังนี้

1) ข้อมูลน้ำฝน ใช้ปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยจากสถานีวัดน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยา ในเขตพื้นที่ศึกษาและพื้นที่ข้างเคียงเขตจังหวัดอุทัยธานี (69), ชัยนาท (04), สุพรรณบุรี (60) กาญจนบุรี (13) และนครปฐม (23) รวม 12 สถานี ประกอบด้วย 69052, 69032, 04062, 04052, 60112, 60072, 60052, 60013, 60022, 13102, 13013 และ 23052) เป็นข้อมูลรายเดือน 33 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2516 ถึง ปี พ.ศ.2548

2) ข้อมูลน้ำท่า ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือนจากการตรวจวัด ที่สถานีวัดน้ำท่าของกลุ่มน้ำกระเสียว T.07 (พื้นที่รับน้ำฝน 607 ตร.กม.) กับปริมาณน้ำท่าไหลเข้าอ่างเก็บน้ำกระเสียว (พื้นที่รับน้ำฝน 1,200 ตร.กม.) ข้อมูลปี พ.ศ. 2525 ถึง พ.ศ. 2544 รวม 20 ปี

3) ข้อมูลการระเหย ใช้ข้อมูลการระเหยพีชอ้างอิง (ET_o) รายเดือนของสถานีตรวจวัด ภูมิอากาศ สถานีตรวจอากาศชัยนาท อุ้มทอง และ สุพรรณบุรี

ตารางผนวกที่ ข1 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือน (พ.ศ. 2516 ถึง 2548)

พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รายปี
2516	0.1	0.2	26.1	5.8	141.6	106.9	104.9	118.7	288.0	131.9	25.3	0.1	949.6
2517	0.2	1.2	78.5	123.6	116.5	91.8	143.1	128.2	288.6	321.0	31.2	1.4	1,325.1
2518	75.4	1.9	28.8	31.6	138.7	99.5	100.5	127.1	205.8	213.2	44.0	15.8	1,082.2
2519	0.0	17.8	45.6	18.2	200.8	55.6	109.8	196.0	255.8	181.8	32.8	1.1	1,115.3
2520	1.0	2.2	11.8	61.9	122.2	57.5	89.1	96.2	218.9	68.3	4.7	4.5	738.3
2521	25.6	49.5	1.2	75.9	180.5	81.5	230.9	63.0	321.2	93.4	8.8	0.0	1,131.6
2522	0.0	7.4	0.1	87.0	77.0	128.2	84.3	92.6	278.9	27.0	1.3	0.0	783.6
2523	0.0	5.8	38.2	25.6	127.1	142.5	100.6	129.5	202.1	187.3	25.4	0.0	984.2
2524	0.0	22.3	15.8	69.5	95.6	95.5	131.9	91.4	235.1	85.6	183.7	0.5	1,027.0
2525	0.0	9.4	11.0	80.1	81.8	59.8	129.4	95.4	168.2	111.6	12.8	28.0	787.5
2526	5.9	0.0	5.3	8.3	118.2	93.1	160.3	232.2	295.7	337.9	142.0	6.2	1,404.9
2527	6.8	12.3	18.6	61.0	88.8	92.5	188.9	46.1	189.4	159.5	13.9	0.0	877.8
2528	2.4	4.6	8.8	40.3	121.0	47.5	118.0	80.8	261.5	162.7	60.0	0.0	907.6
2529	0.0	0.0	0.3	103.3	188.5	57.1	93.9	135.3	212.8	197.8	9.7	10.8	1,009.4
2530	0.1	0.0	28.6	56.2	75.0	73.4	41.1	78.4	268.7	107.3	91.0	0.0	819.7
2531	0.0	21.8	15.0	93.1	168.8	100.2	147.9	200.5	323.9	240.9	0.4	0.0	1,312.4
2532	33.1	11.3	11.5	20.7	91.2	81.2	100.9	145.0	234.3	156.9	11.3	0.0	897.4
2533	2.3	6.9	34.2	27.7	163.2	55.7	50.2	134.5	147.3	351.7	37.1	0.0	1,010.7
2534	0.2	11.9	31.3	46.3	141.4	41.0	40.9	149.9	173.8	205.2	1.5	18.4	861.9
2535	2.3	4.0	2.2	15.8	65.9	127.7	154.8	125.0	132.9	286.9	0.0	4.5	921.9
2536	0.7	0.0	27.7	49.0	125.1	82.7	46.2	86.3	214.4	104.4	1.4	4.5	742.3
2537	3.2	0.0	93.0	23.2	140.2	143.9	56.7	77.5	200.7	103.3	0.9	1.4	843.8
2538	0.0	0.0	26.0	51.7	104.3	116.1	132.4	200.0	339.8	123.8	28.2	0.0	1,122.3
2539	0.0	3.6	31.9	84.5	135.5	159.1	88.4	147.3	275.8	159.8	79.9	0.1	1,166.0
2540	0.0	0.7	16.1	69.9	77.8	49.7	60.9	74.6	223.2	121.7	23.6	0.2	718.4
2541	0.2	14.2	4.8	27.0	123.1	131.3	164.2	146.5	150.0	171.5	81.1	5.6	1,019.5
2542	9.2	15.1	27.4	238.0	234.3	73.6	96.8	83.6	174.9	295.6	70.7	2.2	1,321.2
2543	0.3	30.4	3.5	181.3	148.2	102.4	59.5	129.4	122.4	237.6	5.1	0.0	1,020.1
2544	18.2	3.9	97.9	7.8	131.6	93.6	76.5	94.5	206.2	239.3	13.4	2.0	985.0
2545	9.1	0.1	13.2	76.9	145.5	130.4	70.6	99.4	198.6	133.2	58.3	13.4	948.6
2546	0.5	12.1	98.7	41.1	84.0	134.3	154.1	90.3	234.6	117.5	0.5	0.5	968.4
2547	12.6	53.2	3.7	37.4	110.4	89.7	109.8	88.8	203.0	48.3	6.0	0.5	763.4
2548	3.6	1.0	51.8	55.9	108.2	91.0	94.8	90.1	291.3	164.2	70.5	13.0	1,035.3
เฉลี่ย	6.5	9.8	27.5	60.5	126.4	93.5	107.0	117.4	228.4	171.1	35.6	4.1	988.0

หน่วย: มิลลิเมตร

ตารางผนวกที่ ข2 ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือน (พ.ศ. 2525 ถึง 2544)

พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รายปี
2525	24.4	6.5	9.4	6.7	8.3	8.5	7.9	13.5	8.0	6.2	1.9	1.8	103.2
2526	1.3	1.3	1.8	2.5	2.9	1.6	1.7	18.0	72.6	260.6	186.1	17.2	567.6
2527	12.5	6.5	7.4	16.2	10.7	14.3	9.4	4.1	6.6	33.8	11.3	3.2	135.9
2528	3.4	2.8	5.0	5.8	7.1	7.2	3.3	6.6	27.7	59.7	20.8	7.0	156.4
2529	3.4	3.6	2.3	7.5	37.6	7.1	6.1	5.4	11.6	22.0	8.6	5.3	120.6
2530	2.4	1.6	2.9	4.3	4.6	0.9	0.0	0.0	13.4	26.3	19.5	5.5	81.4
2531	2.0	1.5	1.7	2.8	21.0	8.5	22.0	31.6	201.7	317.6	41.9	12.7	664.8
2532	6.7	7.3	9.3	6.9	15.5	8.9	5.8	10.1	20.0	52.5	11.8	5.4	160.2
2533	2.9	1.9	3.5	2.4	7.5	5.4	5.0	6.2	5.7	75.2	12.6	3.1	131.4
2534	3.0	3.6	2.5	4.5	3.9	4.8	5.1	4.3	10.5	71.5	15.2	3.8	132.9
2535	2.6	4.1	2.4	4.9	4.3	11.3	6.4	20.2	8.2	114.5	42.2	7.6	228.7
2536	4.4	3.9	10.5	6.5	6.4	6.8	5.4	8.0	31.0	38.2	7.4	4.0	132.4
2537	2.3	3.0	13.1	4.7	10.0	10.5	9.8	6.9	11.7	41.3	4.8	2.2	120.4
2538	2.8	2.6	2.6	2.8	3.6	6.7	15.0	45.1	140.2	87.1	59.6	10.8	378.9
2539	5.8	4.5	6.9	7.9	14.3	11.8	11.0	8.5	45.7	281.0	76.5	15.4	489.5
2540	6.8	11.2	6.0	5.6	5.9	3.8	4.2	4.8	12.4	23.3	5.7	1.2	90.9
2541	1.6	2.4	0.6	2.4	5.3	9.8	18.1	50.8	27.0	47.2	15.0	6.3	186.5
2542	2.6	3.9	4.7	19.7	87.2	26.7	18.7	20.5	40.6	192.8	157.7	23.6	598.8
2543	11.3	10.0	10.0	28.4	50.1	69.6	39.8	21.4	18.7	94.6	41.1	12.2	407.4
2544	9.3	23.6	13.8	11.2	18.2	14.5	11.9	14.9	33.6	97.4	38.1	12.5	299.0
เฉลี่ย	5.6	5.3	5.8	7.7	16.2	11.9	10.3	15.0	37.3	97.1	38.9	8.0	259.4

หน่วย: มิลลิเมตร

ตารางผนวกที่ ข3 ข้อมูลปริมาณการระเหยเฉลี่ย

สถานี	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รายปี
สกษ. ชัยนาท	118	129	172	179	172	148	146	134	124	126	119	116	1,683
สกษ. อุทอง	109	119	164	167	157	131	136	128	116	117	113	111	1,568
สตอ. สุพรรณบุรี	114	120	161	167	155	139	137	128	117	121	113	113	1,585
เฉลี่ย	113.7	122.7	165.7	171.0	161.3	139.3	139.7	130.0	119.0	121.3	115.0	113.3	1,612.0

หน่วย: มิลลิเมตร

2. ข้อมูลและข้อกำหนดที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองระบบทรัพยากรน้ำด้วย WEAP

ข้อกำหนดและข้อมูลในแบบจำลอง WEAP ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองระบบทรัพยากรน้ำของกลุ่มน้ำท่าจีน เพื่อใช้ประเมินปริมาณน้ำส่วนเกินจากพื้นที่ชลประทาน ประกอบด้วย ปริมาณการระเหย ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำท่า ปริมาณการใช้น้ำอ้างอิง พื้นที่เพาะปลูก สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc) ฝนใช้การ การรั่วซึม และข้อกำหนดเกี่ยวกับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ

2.1 ข้อมูลปริมาณการระเหย

ข้อมูลปริมาณการระเหยอ้างอิง เลือกจากสถานีตรวจวัดอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่เป็นตัวแทนในเขตพื้นที่ศึกษา ได้แก่

- สถานีตรวจอากาศเกษตรชัยนาท
- สถานีตรวจวัดอากาศลพบุรี
- สถานีตรวจวัดอากาศสุพรรณบุรี
- สถานีตรวจอากาศเกษตรอุทอง
- สถานีตรวจวัดอากาศกาญจนบุรี
- สถานีตรวจอากาศเกษตรกำแพงแสน
- สถานีตรวจวัดอากาศเพชรบุรี
- สถานีตรวจอากาศเกษตรปทุมธานี

ตารางผนวกที่ ข4 ค่าเฉลี่ยของปริมาณการระเหยอ้างอิง (reference evapotranspiration)

	หน่วย: มิลลิเมตร												
สถานี	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
ชัยนาท	118	129	172	179	172	148	146	134	124	126	119	116	1,683
ลพบุรี	119	123	163	164	148	130	128	120	113	121	118	119	1,566
สุพรรณบุรี	114	120	161	167	155	139	137	128	117	121	113	113	1,585
อุทอง	109	119	164	167	157	131	136	128	116	117	113	111	1,568
กาญจนบุรี	109	118	157	164	149	127	130	124	114	115	108	107	1,522
กำแพงแสน	105	117	155	160	147	123	129	121	113	114	107	106	1,497
เพชรบุรี	109	121	157	158	147	125	127	120	112	113	106	103	1,498
ปทุมธานี	107	106	136	136	127	115	116	111	100	103	99	100	1,356

2.2 ข้อมูลปริมาณน้ำฝน

ปริมาณน้ำฝน ใช้ข้อมูลรายเดือน คาบ 33 ปี (พ.ศ. 2516 ถึง 2548) ที่คัดเลือกจากสถานีวัดน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยาในเขตพื้นที่ศึกษาและพื้นที่ใกล้เคียง จำนวน 47 สถานี (ตารางผนวกที่ ข6) และ (ภาพผนวกที่ ข1) โดยแบ่งสถานีวัดน้ำฝนเป็น 4 กลุ่ม (ตารางผนวกที่ ข5) ซึ่งพิจารณาจากตำแหน่งที่ตั้งและรูปแบบการตกของฝนที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน และทำการหาปริมาณฝนเฉลี่ยทั้งพื้นที่โดยวิธี Thiessen Polygon โดยในตารางผนวกที่ ข7 ถึงตารางผนวกที่ ข10 แสดงปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยของแต่ละกลุ่ม

ตารางผนวกที่ ข5 การแบ่งกลุ่มสถานีวัดน้ำฝน

กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4
13013*	32012	13013*	69012
13042	32022	13032	69022
23012	32062	13102	69032
23032	56012	13322	69042
23042	56022	60013	69052
23052	56032	60022	69062
31012	56042	60052	04180*
31052	01012	60062	04200*
31080	01042	60072	
47042	01062	60112	
47052	01110	60290	
	04022	60300	
	04032	04180*	
	04042	04200*	
	04052		
	04062		
	04072		

หมายเหตุ *สถานีวัดน้ำฝนที่อยู่สองกลุ่ม

ตารางผนวกที่ ข6 สถานีตรวจวัดน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยาและกรมชลประทาน

ลำดับที่	รหัสสถานี	ชื่อสถานี	พิกัด	
			ละติจูด	ลองจิจูด
1	01012	อ.เมืองอ่างทอง	14°35'15"	100°27'26"
2	01042	อ.วิเศษชัยชาญ	14°35'19"	100°21'21"
3	01062	อ.แสวงหา	14°45'05"	100°19'41"
4	01110	อ.วิเศษชัยชาญ(NOI.13)	14°34'01"	100°20'46"
5	04022	อ.สรรพยา	15°08'06"	100°14'48"
6	04032	อ.มโนรมณ์	15°18'34"	100°05'08"
7	04042	อ.สรรคบุรี	15°02'43"	100°09'53"
8	04052	อ.หันคา	14°58'48"	100°01'02"
9	04062	อ.วัดสิงห์	15°15'24"	100°02'52"
10	04072	สถานีทดลองข้าวชัยนาท	15°21'00"	100°09'00"
11	04180	คลอง 2 ซ้าย มอ.(SUP.27)	15°01'32"	99°54'46"
12	04200	คลอง 2L-1L (SUP.29)	14°57'03"	99°54'40"
13	13013	อ.เมืองกาญจนบุรี	14°00'08"	99°33'12"
14	13032	อ.พนมทวน	14°07'38"	99°42'06"
15	13042	อ.ท่ามะกา	13°54'20"	99°46'10"
16	13102	อ.บ่อพลอย	14°19'26"	99°31'05"
17	13322	อุทยานแห่งชาติเขาสลอบ (เอราวัณ)	14°17'44"	99°22'33"
18	23012	อ.เมืองนครปฐม	13°49'02"	100°04'16"
19	23032	อ.สามพราน	13°43'20"	100°13'13"
20	23042	อ.บางเลน	14°01'25"	100°10'36"
21	23052	อ.กำแพงแสน	13°59'48"	99°59'40"
22	31012	อ.เมืองนนทบุรี	13°50'23"	100°29'44"
23	31052	อ.บางบัวทอง	13°55'01"	100°25'37"
24	31080	ปตร.พระอุดม	13°57'56"	100°27'20"
25	32012	อ.เมืองปทุมธานี	14°01'05"	100°32'12"
26	32022	อ.ลาดหลุมแก้ว	14°02'25"	100°25'20"
27	32062	อ.ลำลูกกา	13°55'50"	100°45'10"
28	47042	อ.บ้านโป่ง	13°48'45"	99°52'26"
29	47052	อ.โพธาราม	13°41'30"	99°51'25"
30	56012	อ.เมืองสิงห์บุรี	14°53'12"	100°24'29"
31	56022	อ.บางระจัน	14°53'25"	100°19'10"
32	56032	อ.พรหมบุรี	14°47'24"	100°27'22"
33	56042	อ.อินทร์บุรี	15°00'24"	100°19'46"
34	60013	อ.เมืองสุพรรณบุรี	14°28'10"	100°07'14"
35	60022	อ.อู่ทอง	14°22'24"	99°53'39"
36	60052	อ.ศรีประจันต์	14°37'02"	100°08'50"
37	60062	อ.เดิมบางนางบวช	14°50'35"	100°06'00"
38	60072	อ.สามชุก	14°45'15"	100°05'5"0
39	60112	อ.ด่านช้าง	14°48'03"	99°41'57"
40	60290	ปตร.สองพี่น้อง (SUP.35)	14°10'28"	100°06'51"
41	60300	ปตร.โพธิ์ค้อย (SUP.36)	14°26'16"	100°08'52"
42	69012	อ.เมืองอุทัยธานี	15°22'39"	100°01'41"
43	69022	อ.ทัพทัน	15°27'27"	99°53'34"
44	69032	อ.หนองขาหย่าง	15°21'45"	99°55'57"
45	69042	อ.หนองฉาง	15°23'18"	99°50'40"
46	69052	อ.บ้านไร่	15°04'48"	99°31'27"
47	69062	อ.สว่างอารมณ์	15°34'55"	99°51'49"

หมายเหตุ สถานีกำหนดรหัสตามฐานข้อมูลของกรมชลประทาน

ตารางผนวกที่ ข7 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยของสถานีกลุ่มที่ 1

พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
2516	0.5	0.2	46.4	0.9	132.2	153.5	113.9	115.1	257.9	141.9	39.9	2.1	1,004.6
2517	2.5	0.0	43.9	157.8	136.1	96.4	165.9	169.6	237.2	427.9	43.0	13.0	1,493.5
2518	44.5	0.3	37.1	27.4	200.5	125.9	137.7	184.2	274.3	233.0	37.5	17.0	1,319.5
2519	0.0	14.0	19.0	27.6	166.8	71.7	134.6	234.4	240.1	188.5	47.9	1.2	1,145.8
2520	3.7	17.5	9.6	44.4	171.3	71.1	80.5	83.9	202.9	79.5	8.3	2.4	775.2
2521	23.3	75.0	0.1	34.6	158.6	83.0	201.3	56.6	286.5	98.2	9.4	0.0	1,026.6
2522	0.7	4.2	0.1	24.1	83.1	132.1	86.6	72.1	270.0	46.9	8.7	0.0	728.6
2523	0.0	1.7	7.5	43.3	122.0	247.1	110.9	150.1	236.3	179.3	40.1	0.0	1,138.4
2524	0.0	9.9	7.3	50.3	132.1	87.3	118.8	107.4	258.7	94.5	186.7	0.0	1,053.0
2525	0.0	3.4	22.1	115.2	113.0	93.4	144.4	82.8	136.5	127.8	43.1	8.0	889.6
2526	6.2	0.0	0.1	8.3	144.0	90.5	177.5	256.4	230.9	260.3	143.7	5.9	1,323.8
2527	7.3	9.2	16.7	38.2	77.7	84.2	183.3	54.4	246.4	156.5	20.3	0.0	894.3
2528	13.9	0.4	7.3	45.4	131.0	62.3	135.3	87.2	181.4	202.7	54.1	0.0	921.1
2529	0.0	0.0	11.1	69.7	181.3	76.8	131.7	104.5	239.4	208.8	21.9	9.7	1,054.9
2530	0.0	1.1	8.9	46.2	87.2	81.9	58.9	68.3	181.2	144.0	91.5	0.0	769.2
2531	0.0	18.9	1.4	77.9	111.9	106.2	134.2	181.4	272.0	226.3	1.0	0.0	1,131.0
2532	45.8	6.9	8.0	17.5	103.5	88.0	98.5	130.3	216.6	138.7	18.6	0.0	872.4
2533	1.6	0.0	27.7	32.9	138.5	61.6	53.7	88.5	190.9	394.2	21.9	0.0	1,011.5
2534	0.3	14.7	16.1	26.1	140.4	80.3	60.5	107.6	158.7	155.0	4.4	25.6	789.6
2535	5.5	6.5	0.0	6.2	41.8	91.5	135.3	117.3	114.5	266.6	0.0	6.2	791.5
2536	2.7	0.5	31.8	39.7	97.4	72.2	60.1	172.8	255.4	161.8	1.3	6.0	901.8
2537	0.3	0.3	106.8	51.8	189.9	209.1	64.1	86.5	201.2	107.3	1.2	3.1	1,021.6
2538	1.8	6.9	19.9	80.5	105.5	111.8	173.8	252.3	317.6	143.6	12.7	0.0	1,226.3
2539	0.0	4.7	14.4	64.0	154.8	122.3	109.7	89.9	222.2	115.7	76.5	0.1	974.1
2540	0.0	1.8	11.2	32.2	76.0	33.5	60.5	76.6	261.9	141.6	29.8	0.5	725.7
2541	5.0	12.3	2.4	26.8	117.7	140.6	170.9	112.1	187.6	154.6	48.4	2.2	980.7
2542	3.4	22.8	14.8	202.7	193.6	61.3	90.8	78.8	162.5	213.7	44.3	0.8	1,089.6
2543	1.2	13.2	21.1	133.5	128.1	75.8	62.2	113.7	122.1	189.8	7.8	0.0	868.4
2544	25.9	2.5	122.3	12.9	128.9	102.6	58.6	85.5	200.7	245.6	19.0	7.9	1,012.5
2545	0.7	0.1	40.1	37.4	171.5	109.6	68.6	97.7	210.6	130.7	118.5	25.2	1,010.7
2546	1.5	6.3	84.6	39.3	137.1	181.7	154.9	97.0	236.8	111.5	1.5	1.0	1,053.3
2547	26.7	19.9	3.2	32.0	169.0	75.9	75.9	87.4	177.2	58.8	2.2	1.7	729.9
2548	4.2	1.5	49.5	41.1	91.1	67.1	87.0	73.3	229.0	267.6	54.5	24.4	990.4
เฉลี่ย	7.0	8.4	24.6	51.1	131.3	101.5	112.1	117.4	218.7	176.2	38.2	5.0	991.5

หน่วย: มิลลิเมตร

ตารางผนวกที่ ข8 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยของสถานีกลุ่มที่ 2

พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
2516	0.0	0.0	27.7	2.6	144.8	92.8	130.9	116.1	242.4	73.0	14.5	0.9	845.7
2517	3.2	8.8	40.9	135.9	127.1	114.0	178.2	120.2	258.6	326.6	37.1	2.1	1,352.7
2518	81.3	4.5	26.9	9.4	121.6	88.5	162.9	193.2	236.2	170.0	53.7	11.1	1,159.1
2519	0.0	6.2	39.6	25.5	220.9	77.7	151.9	210.4	269.5	183.6	29.6	3.9	1,218.7
2520	4.3	5.6	7.3	31.3	111.2	48.0	62.1	162.2	209.1	74.8	5.7	7.8	729.6
2521	7.5	78.3	0.0	43.3	181.0	96.9	242.7	66.2	336.5	90.4	2.1	0.0	1,144.9
2522	0.1	5.7	0.0	43.1	96.9	82.5	86.3	78.2	300.4	25.2	4.2	0.0	722.5
2523	0.0	4.6	18.7	28.1	115.9	207.0	156.1	179.5	274.7	167.0	29.3	0.0	1,180.9
2524	0.0	9.7	21.0	61.5	88.2	72.3	128.6	119.2	191.3	58.0	126.0	0.0	875.9
2525	0.0	17.2	8.5	110.6	97.6	81.2	106.3	125.4	175.0	147.7	31.9	8.5	909.9
2526	9.0	0.0	3.3	0.0	84.6	113.0	165.3	259.7	273.1	308.4	125.0	15.2	1,356.5
2527	5.8	13.4	18.7	37.3	81.7	64.7	175.1	84.2	160.0	107.0	1.4	0.0	749.3
2528	10.8	4.1	1.7	29.2	116.1	66.0	99.8	120.1	212.2	159.0	41.0	0.0	860.0
2529	0.0	0.5	0.0	80.3	188.2	74.6	119.7	188.1	190.3	125.6	1.4	3.7	972.4
2530	0.0	0.5	11.7	41.8	47.7	70.4	45.3	100.6	262.2	119.0	65.0	0.0	764.2
2531	0.0	5.1	16.8	84.8	152.3	129.2	134.7	194.5	242.7	243.7	0.0	0.0	1,203.7
2532	26.4	0.3	10.5	13.3	77.8	76.4	96.5	139.0	301.6	97.6	7.8	0.0	847.2
2533	0.4	0.1	45.8	23.7	123.0	70.3	69.5	120.5	165.2	400.6	23.7	0.0	1,042.9
2534	1.1	2.0	16.5	32.2	110.0	67.1	59.6	126.2	218.0	132.9	2.8	7.9	776.3
2535	1.6	4.8	0.0	6.7	67.0	119.9	151.0	107.7	140.1	209.6	0.1	3.1	811.7
2536	0.0	0.1	10.9	52.1	103.2	64.7	49.0	110.8	173.9	91.7	0.0	0.8	657.3
2537	0.5	0.8	138.4	19.5	135.5	163.3	31.1	89.0	163.8	72.8	0.1	0.0	814.8
2538	0.0	0.0	15.2	63.5	131.8	89.4	143.9	198.3	303.6	77.3	12.4	0.0	1,035.3
2539	0.2	2.8	20.0	80.4	129.8	107.0	95.6	92.7	280.8	110.4	68.1	0.0	987.8
2540	0.0	0.0	9.7	43.5	112.3	58.0	67.1	73.5	208.8	130.3	5.7	0.3	709.2
2541	1.0	17.9	3.2	38.6	107.2	141.3	151.8	127.0	167.4	113.2	33.8	7.6	909.9
2542	6.9	44.3	17.3	187.4	275.6	68.8	102.6	93.3	153.6	193.5	39.0	0.4	1,182.6
2543	0.0	3.0	4.2	126.0	140.0	84.0	72.9	132.2	112.6	154.0	2.9	0.0	831.9
2544	9.9	4.4	63.2	12.4	162.3	72.8	75.9	101.5	145.6	135.0	5.7	0.2	788.8
2545	2.5	0.7	5.5	26.0	121.1	124.6	57.6	127.4	197.9	73.6	40.4	19.3	796.7
2546	0.7	11.8	64.3	18.9	59.0	116.8	91.3	126.8	172.9	92.2	0.3	0.3	755.2
2547	5.5	47.3	3.4	13.1	78.0	93.1	146.6	109.4	151.7	38.5	0.3	0.3	687.2
2548	0.9	0.2	48.5	43.7	84.0	79.8	89.0	72.2	255.2	102.0	92.8	12.6	880.9
เฉลี่ย	5.4	9.2	21.8	47.5	121.0	93.2	112.0	129.2	216.6	139.5	27.4	3.2	926.1

หน่วย: มิลลิเมตร

ตารางผนวกที่ ข9 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยของสถานีกลุ่มที่ 3

พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
2516	0.1	0.1	22.8	7.0	122.9	96.8	92.1	110.4	248.4	131.1	26.1	0.1	857.9
2517	0.1	1.9	69.0	123.9	73.6	94.9	135.0	121.1	248.0	293.0	41.0	1.5	1,203.1
2518	68.3	0.6	31.9	17.7	160.8	93.3	97.5	128.5	191.5	215.5	42.9	15.7	1,064.2
2519	0.0	23.3	50.5	30.3	209.5	46.7	101.5	191.0	234.5	197.4	44.6	0.9	1,130.0
2520	2.6	0.0	18.3	59.9	102.9	46.9	98.2	87.9	224.4	74.4	5.4	9.1	729.9
2521	18.8	40.4	5.3	58.6	165.6	85.3	199.6	61.5	275.2	89.7	13.5	0.0	1,013.5
2522	0.3	2.8	0.1	52.0	59.8	136.3	96.8	72.5	255.6	40.3	1.2	0.0	717.8
2523	0.0	5.1	37.3	28.7	103.6	156.5	86.5	111.0	213.0	211.4	37.8	0.0	990.9
2524	12.7	20.5	22.1	58.8	111.4	77.2	132.0	88.4	221.4	78.4	181.9	0.5	1,005.3
2525	0.0	4.2	5.6	115.2	81.4	67.6	126.7	81.7	125.3	111.5	13.1	14.0	746.5
2526	7.6	0.0	8.3	3.0	100.2	103.0	146.8	197.9	250.4	324.5	133.7	5.2	1,280.7
2527	0.7	15.3	24.6	40.1	85.8	64.1	180.1	37.8	173.1	127.6	13.3	0.0	762.5
2528	10.5	0.1	10.6	42.3	98.4	44.9	109.6	73.1	222.4	159.7	60.5	0.0	832.2
2529	0.0	0.0	1.4	75.2	150.7	55.1	108.8	123.1	185.5	236.1	11.4	4.5	951.8
2530	0.1	1.1	24.3	48.0	75.7	51.9	30.4	77.1	278.8	90.5	134.7	0.0	812.6
2531	0.0	17.6	5.9	73.5	136.9	103.5	124.2	187.3	315.4	247.8	0.2	0.0	1,212.2
2532	23.8	3.8	8.7	12.7	83.4	80.7	89.7	104.8	207.1	158.2	12.8	0.0	785.6
2533	0.7	2.2	25.3	20.6	141.4	38.4	46.4	116.0	135.4	333.8	39.4	0.0	899.7
2534	0.0	10.9	35.2	35.3	111.0	44.8	45.0	134.0	169.3	214.9	1.4	25.1	826.8
2535	3.1	3.5	1.9	2.9	53.9	142.9	138.1	101.1	132.3	281.2	0.0	3.6	864.4
2536	0.0	0.0	20.2	53.2	117.6	106.8	32.7	74.0	191.7	111.1	0.1	4.9	712.3
2537	2.7	0.6	90.0	24.1	131.3	129.4	70.1	74.0	216.4	121.2	0.3	0.0	860.0
2538	0.3	0.0	8.6	31.5	88.0	82.1	119.6	184.0	349.0	116.7	11.6	0.0	991.5
2539	0.1	5.0	12.7	66.7	111.1	134.3	166.9	135.9	263.5	140.1	66.2	0.2	1,102.6
2540	0.0	0.7	12.1	38.6	85.8	26.5	63.4	84.4	212.4	111.9	27.9	0.2	663.7
2541	0.0	4.6	1.5	32.7	117.2	129.6	144.0	97.4	153.8	197.7	64.4	5.7	948.7
2542	11.2	12.1	37.0	223.4	218.6	55.5	95.3	81.0	136.6	310.2	68.4	2.7	1,251.8
2543	1.1	29.9	9.4	194.4	122.2	90.5	54.3	110.7	124.8	234.8	4.6	0.0	976.7
2544	13.1	0.0	94.1	1.2	151.3	93.4	53.5	85.0	186.9	241.4	17.4	1.8	939.2
2545	0.6	0.1	15.7	67.4	137.2	105.0	63.5	109.7	171.8	118.8	54.8	15.5	860.0
2546	0.7	12.9	88.4	37.9	78.3	113.9	155.2	83.5	258.1	114.0	0.8	0.7	944.5
2547	12.6	36.4	11.5	51.0	107.5	85.4	90.9	73.5	210.4	42.7	6.7	0.9	729.5
2548	5.0	2.1	29.6	58.5	89.7	85.9	90.8	79.9	338.3	144.9	92.6	16.0	1,033.3
เฉลี่ย	6.0	7.8	25.4	54.1	114.7	86.9	102.6	105.4	215.8	170.4	37.3	3.9	930.4

หน่วย: มิลลิเมตร

ตารางผนวกที่ ข10 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยของสถานีกลุ่มที่ 4

พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
2516	0.0	0.8	27.1	7.4	227.5	124.0	117.9	145.3	304.3	66.1	23.7	0.0	1,044.2
2517	0.0	4.3	34.7	80.3	178.6	93.1	179.8	128.8	299.5	266.2	44.9	2.0	1,312.0
2518	73.5	4.9	35.3	40.8	151.1	132.7	111.3	152.4	265.3	199.2	94.8	4.9	1,266.2
2519	0.0	0.6	44.0	40.9	258.7	91.3	139.2	252.9	227.3	185.8	22.3	0.0	1,263.0
2520	0.0	0.0	12.0	97.6	146.1	67.9	72.3	210.0	275.4	41.3	1.2	8.6	932.2
2521	3.5	35.2	0.5	114.5	211.1	139.3	307.5	77.5	330.1	65.7	0.3	0.0	1,285.2
2522	0.0	9.7	0.0	142.6	112.0	125.6	95.8	133.7	335.2	0.0	0.0	0.0	954.5
2523	0.0	12.8	36.7	36.3	101.1	105.6	128.2	181.0	242.7	193.1	34.3	0.0	1,071.7
2524	0.0	12.0	16.1	118.9	44.1	82.8	185.4	122.5	231.4	82.6	223.9	0.0	1,119.8
2525	0.0	9.3	10.7	47.8	77.5	25.3	107.7	119.1	264.0	113.1	29.5	17.3	821.2
2526	15.8	0.0	6.2	7.5	95.1	120.7	187.2	224.9	297.1	342.0	157.5	2.9	1,456.7
2527	4.2	6.7	16.4	106.7	101.0	116.5	212.9	43.5	161.9	125.7	4.2	0.0	899.5
2528	15.5	14.0	9.1	46.8	118.7	51.6	116.7	125.4	271.5	143.3	66.5	0.0	978.9
2529	0.0	0.0	0.2	121.2	232.6	92.4	65.6	143.8	199.4	107.8	25.4	19.9	1,008.3
2530	0.0	2.3	49.1	46.2	69.4	86.0	42.8	79.7	339.3	124.6	77.9	0.0	917.2
2531	0.0	10.2	50.2	91.2	180.2	131.0	211.4	236.7	329.3	238.7	0.8	0.0	1,479.4
2532	25.2	13.7	9.4	27.3	91.5	76.0	134.4	184.2	228.3	159.9	6.3	0.0	956.2
2533	0.4	26.0	46.2	11.0	131.0	85.3	47.7	127.1	188.2	258.9	24.3	0.0	946.1
2534	0.0	0.8	29.2	54.0	147.3	52.2	30.8	156.3	160.1	184.2	0.0	6.4	821.3
2535	4.3	3.4	0.0	24.7	81.0	153.8	161.8	143.7	217.3	258.2	0.0	5.5	1,053.7
2536	1.1	0.0	52.6	44.8	87.5	79.9	66.7	119.5	188.3	107.3	0.3	0.2	748.2
2537	0.0	0.0	102.3	11.6	173.6	161.7	45.0	98.7	206.5	109.0	0.9	2.0	911.4
2538	0.0	0.0	11.9	45.0	139.5	187.5	179.4	260.5	344.6	124.3	52.1	0.0	1,344.7
2539	0.2	14.0	36.3	77.9	211.5	178.1	99.0	121.8	219.5	148.1	146.8	0.0	1,253.1
2540	0.0	0.0	52.8	92.1	109.1	71.6	103.4	74.7	265.5	173.0	7.4	0.0	949.6
2541	0.0	32.9	6.1	40.3	174.0	230.9	199.0	186.2	156.3	158.6	63.1	8.3	1,255.6
2542	4.0	5.3	19.0	227.2	307.6	79.3	133.5	124.5	248.7	270.1	35.9	1.0	1,456.0
2543	0.0	33.4	1.6	162.6	149.6	148.6	69.1	177.2	139.5	231.1	4.3	0.0	1,116.9
2544	4.5	10.0	67.4	22.5	222.3	161.7	72.6	90.6	197.2	198.6	9.2	0.0	1,056.5
2545	15.2	0.0	28.8	41.9	100.5	185.3	76.1	110.4	258.5	194.3	31.9	15.1	1,058.0
2546	0.0	32.3	84.9	22.0	43.0	138.1	112.7	155.5	250.0	61.7	0.0	0.0	900.1
2547	2.3	53.1	0.8	9.8	159.9	85.1	140.6	116.9	262.9	25.8	0.6	0.2	858.2
2548	0.5	4.0	38.3	44.7	85.7	113.8	95.8	111.8	292.0	119.8	78.7	4.2	989.3
เฉลี่ย	5.2	10.7	28.4	63.8	143.0	114.4	122.7	143.5	248.4	153.9	38.5	3.0	1,075.3

หน่วย: มิลลิเมตร

2.3 ข้อมูลปริมาณน้ำท่าผิวดิน

พื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีนได้รับน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยา และแม่น้ำแม่กลอง ปริมาณน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาใช้ข้อมูลปริมาณการไหล ที่ผ่าน ปตร.พลเทพ (ตารางผนวกที่ ข12) และ ปตร.ปากคลองมะขามเต่า-อู่ทอง (ตารางผนวกที่ ข13) ส่วนปริมาณน้ำท่าจากแม่น้ำแม่กลอง ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำไหลผ่าน ปตร.ปากคลอง Feeder ในการจำลองสถานการณ์ได้กำหนดให้ปริมาณน้ำท่าที่ไหลเข้าเขื่อนแม่กลองมีปริมาณไม่จำกัด นอกจากนี้ ยังมีปริมาณน้ำท่าผิวดินจากพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนนอกเขตชลประทาน ประมาณ โดยอ้างอิงกับปริมาณการไหลของห้วยกระเสียวที่คำนวณจากแบบจำลอง GR2M (ตารางผนวกที่ ค1)

ตารางผนวกที่ ข11 พื้นที่ระบายน้ำย่อยของกลุ่มน้ำกระเสียว

หน่วยพื้นที่ย่อย	พื้นที่ระบายน้ำ (ตร.กม)	Factor
KRS Up	1220.00	1.0000
KRS Low	487.37	0.3995
KRS 01	614.29	0.5035
KRS 02	550.54	0.4513
KRS 03	1436.76	1.1777
KRS 04	922.09	0.7558
KRS 05	337.95	0.2770

ตารางผนวกที่ ข12 ปริมาณน้ำระบายผ่าน ปตร.พลเทพ

พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รายปี
2516	76.0	127.0	187.0	192.0	196.0	198.0	231.0	351.0	492.0	304.0	520.0	42.0	2916.0
2517	120.0	171.0	255.0	305.0	254.0	225.0	167.0	230.0	290.0	14.0	71.0	29.0	2131.0
2518	31.0	146.0	290.0	294.0	230.0	120.0	169.0	272.0	102.0	557.0	571.0	61.0	2843.0
2519	10.0	99.0	310.0	419.0	112.0	231.0	198.0	157.0	172.0	523.0	504.0	145.0	2880.0
2520	53.0	155.0	314.0	359.0	337.0	367.0	262.0	300.0	268.0	543.0	350.0	140.0	3448.0
2521	134.0	96.0	202.0	249.0	209.0	242.0	57.0	217.0	459.0	639.0	404.0	202.0	3110.0
2522	106.0	173.0	388.0	398.0	378.0	298.0	253.0	261.0	190.0	212.0	241.0	212.0	3110.0
2523	79.0	65.0	129.0	131.0	175.0	191.0	255.0	274.0	250.0	561.0	64.0	30.0	2204.0
2524	104.0	164.0	234.0	301.0	275.0	242.0	175.0	187.0	141.0	378.0	410.0	53.0	2664.0
2525	76.0	191.0	354.0	322.0	308.0	228.0	170.0	190.0	277.0	603.0	464.0	78.0	3261.0
2526	134.0	257.0	339.0	368.0	330.0	157.0	162.0	112.0	320.0	239.0	15.0	13.0	2446.0
2527	27.0	191.0	303.0	297.0	273.0	274.0	114.0	229.0	443.0	542.0	513.0	261.0	3467.0
2528	129.0	203.0	348.0	335.0	221.0	229.0	274.0	277.0	238.0	214.0	259.0	67.0	2794.0
2529	76.0	176.0	274.0	275.0	195.0	304.0	231.0	155.0	219.0	177.0	156.0	119.0	2357.0
2530	105.0	210.0	309.0	290.0	250.0	216.0	199.0	220.0	180.0	311.0	182.0	85.0	2557.0
2531	89.0	128.0	193.0	160.0	181.0	214.0	223.0	158.0	129.0	23.0	62.0	80.0	1640.0
2532	124.0	199.0	230.0	277.0	244.0	194.0	149.0	213.0	177.0	156.0	162.0	107.0	2232.0
2533	103.0	139.0	199.0	185.0	186.0	239.0	256.0	180.0	271.0	54.0	105.0	108.0	2025.0
2534	113.0	122.0	177.0	178.0	133.0	136.0	94.0	248.0	347.0	131.0	105.0	109.0	1893.0
2535	112.0	115.0	133.0	106.0	118.0	40.0	30.0	199.0	127.0	183.0	128.0	137.0	1428.0
2536	89.0	91.0	135.0	136.0	156.0	227.0	141.0	172.0	203.0	153.0	110.0	90.0	1703.0
2537	35.0	27.0	28.0	20.0	162.0	310.0	205.0	295.0	450.0	230.0	241.0	272.0	2275.0
2538	156.0	131.0	138.0	262.0	351.0	310.0	264.0	225.0	211.0	447.0	241.0	235.0	2971.0
2539	208.0	229.0	350.0	240.0	101.0	133.0	272.0	254.0	148.0	132.0	220.0	210.0	2497.0
2540	173.0	254.0	251.0	217.0	234.0	179.0	198.0	241.0	192.0	202.0	190.0	193.0	2524.0
2541	137.3	128.6	146.5	150.0	109.4	65.6	164.2	143.7	192.8	158.4	159.3	116.7	1672.4
2542	51.7	53.8	47.2	43.9	23.5	24.7	61.7	179.8	97.4	153.4	54.7	153.0	944.9
2543	101.7	170.5	152.3	111.6	205.4	119.9	130.5	131.0	137.4	189.8	208.5	144.7	1803.4
2544	174.8	172.8	184.7	250.0	172.8	90.4	158.8	146.1	126.4	145.7	176.3	133.9	1932.8
2545	165.5	171.1	185.8	203.6	143.4	174.8	171.2	153.4	303.0	500.4	66.0	103.0	2341.1
2546	187.1	157.5	160.5	201.4	203.5	141.6	66.0	93.7	79.3	145.5	211.9	153.9	1801.8
2547	145.5	153.1	166.9	138.7	101.4	113.4	148.2	130.7	75.9	215.2	176.9	159.3	1725.2
2548	157.6	153.9	165.2	124.6	140.2	225.0	154.2	192.9	65.4	194.5	123.1	102.1	1798.7
เฉลี่ย	108.6	152.1	220.6	228.5	203.3	195.7	175.9	205.7	223.4	279.7	226.2	125.6	2345.3

หน่วย: ล้าน ลบ.ม.

ตารางผนวกที่ ข13 ปริมาณน้ำระบายผ่าน ปตร.มะขามเต่า-อู่ทอง

พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รายปี
2516	0.0	14.1	23.7	21.8	31.2	36.6	51.7	59.4	73.7	41.3	70.3	5.0	428.8
2517	4.0	21.2	29.1	37.8	38.7	53.7	57.6	58.4	55.0	3.5	0.0	6.5	365.5
2518	0.0	14.6	67.2	77.9	43.8	36.3	56.3	68.4	19.5	5.7	19.6	0.0	409.3
2519	1.3	6.7	33.7	51.3	29.4	55.8	52.6	61.6	28.9	41.9	50.7	23.2	437.1
2520	1.5	11.3	69.5	57.9	61.9	40.1	44.8	55.6	45.5	76.6	63.3	42.8	570.8
2521	3.5	5.0	42.9	49.3	45.4	39.1	7.9	49.9	42.6	9.5	70.8	53.2	419.1
2522	8.7	21.8	58.4	59.5	55.7	65.1	50.6	58.5	47.7	49.2	54.5	46.7	576.4
2523	6.9	1.5	6.4	8.4	11.1	13.5	49.0	52.4	49.7	4.5	47.3	49.3	300.0
2524	11.0	8.8	29.2	65.5	79.5	88.0	45.3	46.7	53.6	87.6	52.8	35.0	603.0
2525	14.9	19.4	65.1	75.8	71.1	70.2	57.3	63.5	65.1	98.2	81.3	21.1	703.0
2526	10.6	33.0	69.1	75.3	69.6	44.8	42.8	17.7	37.7	1.8	0.0	17.6	420.0
2527	16.6	28.8	71.2	79.4	86.8	73.1	42.5	61.6	89.1	88.7	88.9	41.6	768.3
2528	22.2	26.9	63.4	67.0	49.2	49.3	47.9	88.8	54.0	79.5	54.7	37.9	640.8
2529	23.7	31.8	51.1	66.3	62.0	77.2	39.6	51.7	61.3	77.0	73.6	56.8	672.1
2530	25.5	21.6	45.4	77.0	73.8	65.1	32.1	71.4	45.7	86.2	77.5	42.5	663.8
2531	26.3	17.2	58.7	56.6	54.4	59.0	32.1	49.6	26.4	6.9	12.9	54.5	454.6
2532	35.2	49.1	58.9	69.2	66.1	41.1	44.2	62.8	64.4	66.5	45.9	44.6	648.0
2533	39.4	35.2	70.8	67.4	55.3	52.6	71.4	66.3	68.6	19.7	48.1	39.6	634.4
2534	15.8	37.0	68.1	45.5	29.9	20.1	1.5	54.0	51.2	28.1	61.5	31.3	444.0
2535	9.3	10.4	17.4	15.6	18.7	0.0	0.0	42.4	42.2	32.9	37.4	20.9	247.2
2536	17.4	16.7	37.8	27.8	23.8	26.5	24.7	30.0	40.3	24.9	28.9	22.0	320.8
2537	0.0	7.1	9.0	7.4	30.0	33.1	42.5	61.9	56.5	22.6	54.6	44.0	368.7
2538	26.4	25.9	58.3	43.6	45.2	41.8	42.7	45.6	13.7	19.9	30.3	62.0	455.4
2539	50.3	48.6	74.0	43.6	34.6	28.9	69.2	48.4	41.4	5.0	53.2	53.2	550.4
2540	67.7	61.7	67.9	65.8	54.0	43.5	66.5	72.0	49.1	43.5	63.8	65.6	721.1
2541	19.7	38.4	23.3	24.0	33.3	34.8	56.1	45.9	59.8	46.0	24.5	51.2	456.9
2542	25.6	22.9	20.3	15.5	3.7	24.6	63.4	63.0	28.2	39.6	7.4	76.6	390.7
2543	33.3	68.3	81.4	37.7	39.2	34.9	53.9	48.4	36.0	17.9	60.4	64.0	575.3
2544	76.1	65.2	47.5	50.4	66.0	50.0	67.0	45.7	47.5	33.4	55.3	65.8	669.9
2545	50.1	53.6	62.8	50.1	57.9	63.6	44.9	57.2	44.1	65.0	25.6	57.6	632.4
2546	49.6	50.2	50.8	44.9	68.7	78.8	46.6	51.9	28.2	24.7	51.4	33.7	579.7
2547	41.3	24.7	40.8	26.8	27.0	48.5	61.9	67.6	26.5	74.1	23.8	19.8	482.7
2548	15.9	45.8	22.5	15.8	29.1	45.6	45.5	63.2	28.6	55.6	52.0	51.7	471.4
เฉลี่ย	22.7	28.6	48.4	47.8	46.9	46.5	45.8	55.8	46.1	41.7	46.7	40.5	517.6

หน่วย: ล้าน ลบ.ม.

2.4 องค์ประกอบด้านความต้องการน้ำ

ตารางผนวกที่ ข14 ค่าเฉลี่ยรายเดือนของสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Kc)

เดือน	ข้าวนาปี	ข้าวนาปรัง	อ้อย	พืชไร่	ผัก	ไม้ผล	บ่อกึ่ง/ปลา
ม.ค.	-	-	0.29	-	-	1.10	1.20
ก.พ.	-	0.23	0.29	0.10	-	1.10	1.20
มี.ค.	-	1.13	0.38	0.80	0.51	1.10	1.20
เม.ย.	-	1.26	0.66	1.07	0.69	1.10	1.20
พ.ค.	-	1.43	1.00	0.38	0.06	1.10	1.20
มิ.ย.	0.04	0.63	1.23	-	0.05	1.10	1.20
ก.ค.	0.54	-	1.33	0.10	0.60	1.10	1.20
ส.ค.	1.16	-	1.35	0.89	0.55	1.10	1.20
ก.ย.	1.32	-	1.25	1.07	-	1.10	1.20
ต.ค.	1.28	-	1.01	0.38	0.05	1.10	1.20
พ.ย.	0.47	-	0.82	-	0.69	1.10	1.20
ธ.ค.	0.03	-	0.52	-	0.55	1.10	1.20

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.
ข้าว			นาปรัง					นาปรัง				
อ้อย	อ้อย											
พืชไร่			พืชไร่					พืชไร่				
พืชผัก			พืชผัก			พืชผัก					พืชผัก	
ไม้ผล	ไม้ผล											
บ่อปลา-กึ่ง	บ่อปลา-กึ่ง											

ภาพผนวกที่ ข2 แบบแผนการเพาะปลูก

ตารางผนวกที่ ข15 พื้นที่ของแต่ละโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา

โครงการชลประทาน	พื้นที่โครงการ (ไร่)	พื้นที่ชลประทาน (ไร่)	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)	พ.ท.ชล.ไม่มีการ เพาะปลูก (ไร่)
พลเทพ	103,000	96,300	96,240	6,760
ท่าโบสถ์	218,400	196,356	177,502	40,898
สามชุก	372,100	305,000	286,414	85,686
คอนเจดีย์	162,000	148,209	142,137	19,863
โพธิ์พระยา	415,900	370,000	354,917	60,983
บรมธาตุ	405,000	365,000	325,593	79,407
ชั้นสุคร	527,000	448,250	428,708	98,292
ยางมณี	233,700	210,321	168,849	64,851
ผักไห่	219,700	206,000	101,209	118,491
เจ้าเจ็ด-บางยี่หน	437,500	406,000	333,421	104,079
พระยาบรรลือ	425,000	358,650	325,417	99,583
พระพิมล	346,800	266,000	200,503	146,297
ภายีเจริญ	350,000	124,800	58,188	291,812
ห้วยขุนแก้ว	50,000	37,000	29,600	20,400
วัดสิงห์	80,000	67,744	61,449	18,551
กระเสียว	130,000	110,844	112,351	17,649
พนมทวน	355,400	332,300	290,125	65,275
บางเลน	372,300	316,350	266,444	105,856
สองพี่น้อง	370,900	311,750	303,800	67,100
กำแพงแสน	309,000	284,300	230,947	78,054
นครปฐม	449,600	377,800	303,412	146,188
นครชุม	295,000	259,900	165,194	129,806
ราชบุรีฝั่งซ้าย	241,300	191,900	193,343	47,957
ดำเนินสะดวก	157,560	130,000	100,367	57,193
ท่ามะกา	342,000	283,800	246,128	95,872
ราชบุรีฝั่งขวา	337,300	303,600	239,920	97,381

ตารางผนวกที่ ข16 พื้นที่เพาะปลูกของแต่ละโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษา

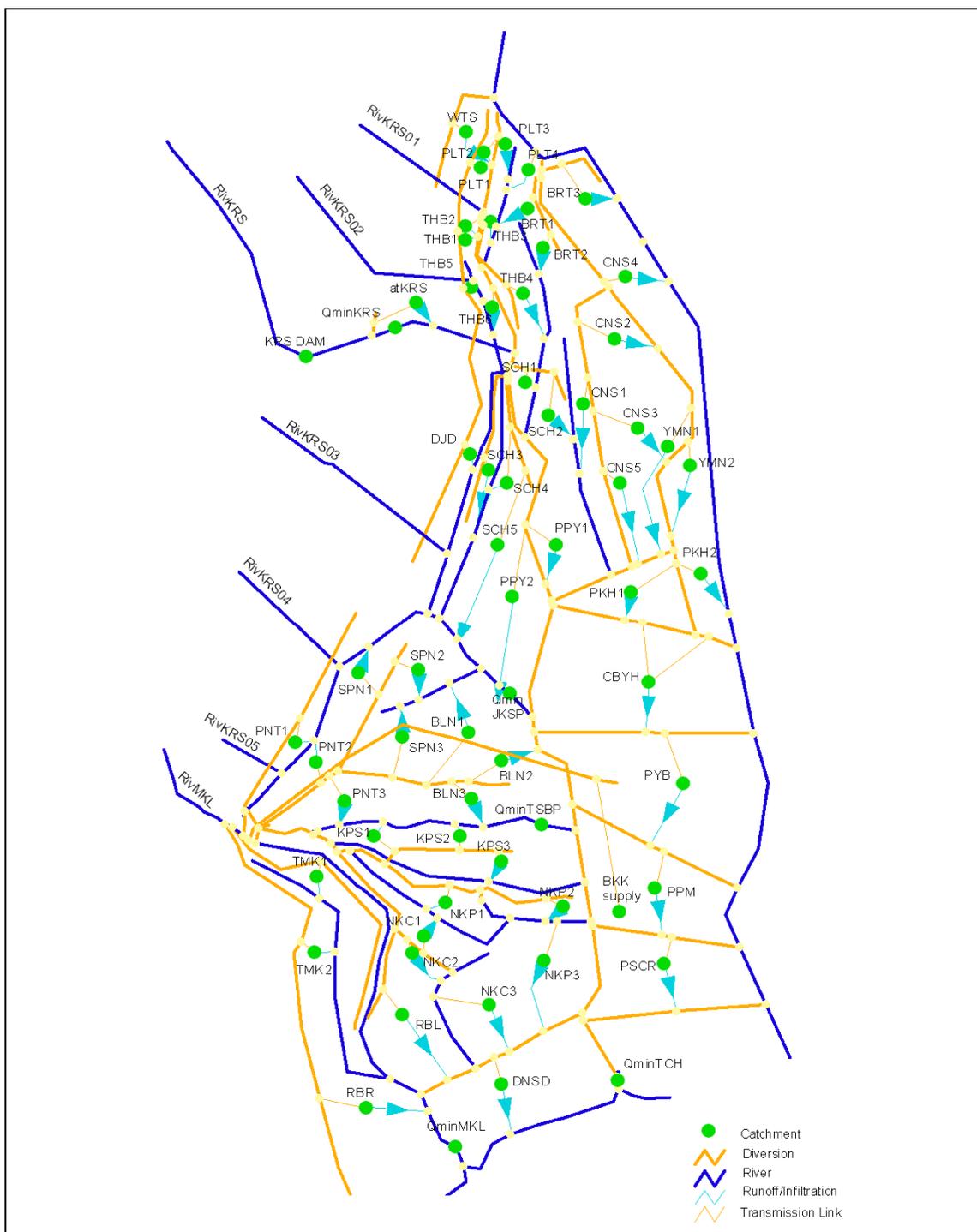
โครงการ ชลประทาน	ชนิดพืชที่ปลูก (%)					
	นาปี	นาปรัง	พืชไร่-ผัก	อ้อย	ไม้ยืนต้น	ปอปลากุ้ง
พลเทพ	97.963%	94.849%	0.033%	0.500%	1.353%	0.152%
ท่าโบสถ์	91.133%	87.518%	0.018%	4.006%	3.880%	0.963%
สามชุก	82.753%	80.317%	0.393%	10.452%	5.831%	0.572%
ดอนเจดีย์	89.375%	71.089%	1.445%	2.204%	5.551%	1.425%
โพธิ์พระยา	50.411%	76.191%	0.380%	0.000%	4.526%	18.903%
บรมธาตุ	97.155%	75.048%	0.198%	2.262%	0.000%	0.386%
ชั้นสูตร	84.128%	81.549%	0.036%	11.949%	3.461%	0.426%
ยางมณี	92.791%	57.177%	0.219%	0.166%	5.876%	0.948%
ผักไห่	85.919%	82.411%	1.000%	0.015%	8.036%	5.031%
เจ้าเจ็ด-บางยี่หน	44.353%	90.434%	1.001%	0.096%	3.812%	4.657%
พระยาบรรลือ	77.902%	87.799%	3.006%	0.000%	6.432%	2.763%
พระพิมล	63.949%	77.416%	5.844%	0.000%	16.169%	0.571%
ภายีเจริญ	21.661%	22.682%	6.058%	0.000%	61.843%	9.417%
ห้วยขุนแก้ว	75.000%	0.000%	0.000%	25.000%	0.000%	0.000%
วัดสิงห์	97.000%	26.300%	1.300%	2.300%	0.700%	0.000%
กระเสียว	45.774%	45.569%	0.093%	52.540%	1.537%	0.150%
พนมทวน	38.128%	38.128%	7.709%	49.890%	2.627%	1.645%
บางเลน	54.153%	41.598%	2.640%	23.591%	6.019%	13.597%
สองพี่น้อง	37.041%	37.041%	1.943%	57.154%	1.642%	2.220%
กำแพงแสน	43.288%	42.755%	15.388%	33.204%	4.634%	3.486%
นครปฐม	14.448%	10.776%	38.603%	9.981%	33.097%	3.871%
นครชุม	37.728%	9.249%	9.247%	10.105%	22.827%	20.093%
ราชบุรีฝั่งซ้าย	30.348%	3.641%	6.864%	2.964%	55.516%	4.308%
ดำเนินสะดวก	4.871%	4.871%	4.883%	0.000%	70.021%	20.225%
ท่ามะกา	84.417%	78.929%	3.549%	9.329%	2.154%	0.550%
ราชบุรีฝั่งขวา	64.770%	54.896%	2.071%	0.000%	30.116%	3.043%

ตารางผนวกที่ ข17 การแบ่งหน่วยพื้นที่ย่อย

รหัส	โครงการ	หน่วยย่อย	เพาะปลูก (ไร่)	ไม่เพาะปลูก (ไร่)	สถานี ตรวจอากาศ	กลุ่มฝน
atPLT1	PLT	PLT1	14,235	1,000	สภช.ชัยนาท	3
atPLT2	PLT	PLT2	14,235	1,000	สภช.ชัยนาท	3
atPLT3	PLT	PLT3	39,859	2,800	สภช.ชัยนาท	3
atPLT4	PLT	PLT4	27,912	1,961	สภช.ชัยนาท	3
atTHB1	THB	THB1	8,257	1,903	สภช.ชัยนาท	3
atTHB2	THB	THB2	8,257	1,903	สภช.ชัยนาท	3
atTHB3	THB	THB3	27,573	6,353	สภช.ชัยนาท	3
atTHB4	THB	THB4	98,052	22,592	สภช.ชัยนาท	3
atTHB5	THB	THB5	17,682	4,074	สภช.ชัยนาท	3
atTHB6	THB	THB6	17,682	4,074	สภช.ชัยนาท	3
atSCH1	SCH	SCH1	21,557	6,449	สตอ.สุพรรณบุรี	3
atSCH2	SCH	SCH2	110,235	32,979	สตอ.สุพรรณบุรี	3
atSCH3	SCH	SCH3	44,159	13,211	สตอ.สุพรรณบุรี	1
atSCH4	SCH	SCH4	44,159	13,211	สตอ.สุพรรณบุรี	3
atSCH5	SCH	SCH5	66,304	19,836	สตอ.สุพรรณบุรี	3
atPPY1	PPY	PPY1	113,260	19,461	สตอ.สุพรรณบุรี	3
atPPY2	PPY	PPY2	241,657	41,522	สตอ.สุพรรณบุรี	3
atDJD	DJD	DJD	142,137	19,863	สตอ.สุพรรณบุรี	3
atBRT1	BRT	BRT1	26,706	6,513	สภช.ชัยนาท	2
atBRT2	BRT	BRT2	142,767	34,819	สภช.ชัยนาท	2
atBRT3	BRT	BRT3	156,120	38,076	สภช.ชัยนาท	2
atCNS1	CNS	CNS1	47,039	10,785	สตอ.สุพรรณบุรี	2
atCNS2	CNS	CNS2	171,476	39,315	สตอ.ลพบุรี	2
atCNS3	CNS	CNS3	123,169	28,239	สตอ.สุพรรณบุรี	2
atCNS4	CNS	CNS4	39,986	9,168	สภช.ชัยนาท	2
atCNS5	CNS	CNS5	47,039	10,785	สตอ.สุพรรณบุรี	2
atYMN1	YMN	YMN1	58,984	22,654	สตอ.สุพรรณบุรี	2
atYMN2	YMN	YMN2	109,865	42,197	สตอ.ลพบุรี	2
atPKH1	PKH	PKH1	76,739	89,843	สตอ.สุพรรณบุรี	2
atPKH2	PKH	PKH2	24,470	28,649	สตอ.สุพรรณบุรี	2
atCBYH	CBYH	CBYH	333,421	104,079	สตอ.สุพรรณบุรี	2
atPYB	PYB	PYB	325,417	99,583	สภช.ปทุมธานี	2
atPPM	PPM	PPM	200,503	146,297	สภช.กำแพงแสน	3
atPSCR	PSCR	PSCR	58,188	291,812	สภช.กำแพงแสน	2
atKNK	KNK	KNK	29,600	20,400	สภช.ชัยนาท	4
atWTS	WTS	WTS	61,449	18,551	สภช.ชัยนาท	4
atKRS	KRS	KRS	112,351	17,649	สภช.ชัยนาท	3

ตารางผนวกที่ ข17 (ต่อ)

รหัส	โครงการ	หน่วยย่อย	เพาะปลูก (ไร่)	ไม่เพาะปลูก (ไร่)	สถานี ตรวจอากาศ	กลุ่ม ฝน
akPNT 1	PNT	PNT 1	101,826	22,910	สภ.อุททอง	3
akPNT 2	PNT	PNT 2	44,964	10,116	สทอ.กาญจนบุรี	3
akPNT 3	PNT	PNT 3	143,335	32,249	สภ.กำแพงแสน	1
akBLN1	BLN	BLN1	150,854	59,933	สภ.กำแพงแสน	1
akBLN2	BLN	BLN2	73,909	29,363	สภ.กำแพงแสน	1
akBLN3	BLN	BLN3	41,681	16,560	สภ.กำแพงแสน	1
akSPN1	SPN	SPN1	90,728	20,039	สภ.อุททอง	3
akSPN2	SPN	SPN2	158,640	35,039	สภ.อุททอง	3
akSPN3	SPN	SPN3	54,432	12,022	สภ.กำแพงแสน	3
akKPS1	KPS	KPS1	34,525	11,668	สภ.กำแพงแสน	1
akKPS2	KPS	KPS2	85,411	28,867	สภ.กำแพงแสน	1
akKPS3	KPS	KPS3	111,011	37,518	สภ.กำแพงแสน	1
akNKP1	NKP	NKP1	99,354	47,870	สภ.กำแพงแสน	1
akNKP2	NKP	NKP2	56,599	27,270	สภ.กำแพงแสน	1
akNKP3	NKP	NKP3	147,459	71,048	สภ.กำแพงแสน	1
akNKC1	NKC	NKC1	52,625	41,352	สภ.กำแพงแสน	1
akNKC2	NKC	NKC2	19,069	14,984	สภ.กำแพงแสน	1
akNKC3	NKC	NKC3	93,500	73,470	สภ.กำแพงแสน	1
akRBL	RBL	RBL	193,343	47,957	สภ.กำแพงแสน	1
akDNSD	DNSD	DNSD	100,367	57,193	สทอ.เพชรบุรี	1
akTMK1	TMK	TMK1	173,798	67,697	สภ.กำแพงแสน	1
akTMK2	TMK	TMK2	72,331	28,174	สภ.กำแพงแสน	1
akRBR	RBR	RBR	239,920	97,381	สทอ.เพชรบุรี	1



ภาพผนวกที่ ข3 ผังโครงข่ายระบบชลประทานในพื้นที่คาบเกี่ยวกับลุ่มน้ำแม่น้ำท่าจีน

2.5 ข้อมูลเกี่ยวกับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ

1) ข้อมูลลักษณะอ่างเก็บน้ำกระเสียว

- ความจุที่ระดับเก็บกักสูงสุด เท่ากับ 390 ล้าน ลบ.ม.
- ความจุเริ่มต้นของอ่างเก็บน้ำ เท่ากับ 173.3 ล้าน ลบ.ม.
- ปริมาณการระเหยของอ่างเก็บน้ำกระเสียว ประมาณโดยสมการต่อไปนี้

$$[ET_o \times 0.85] + \text{Seepage} - \text{Rain}$$

โดยที่ ET_o ใช้ค่าของ สกย.ชยันนาท

Seepage = 1.5 มม.ต่อวัน

Rain = ใช้ฝนกลุ่มที่ 3

- โฉมลักษณะของอ่างเก็บน้ำกระเสียวแสดงดังตารางผนวกที่ ข18

2) ข้อมูล Operation อ่างเก็บน้ำกระเสียว

- ความจุที่ระดับเก็บกักปกติ (87 เมตร) เท่ากับ 240 ล้าน ลบ.ม.
- Top of Buffer เท่ากับ 140 ล้าน ลบ.ม.
- ความจุที่ระดับเก็บกักต่ำสุด(78 เมตร) เท่ากับ 40 ล้าน ลบ.ม.
- Buffer Coef. เท่ากับ 0.5

ตารางผนวกที่ ข18 ข้อมูลโค้งลักษณะอ่างเก็บน้ำกระเสียว

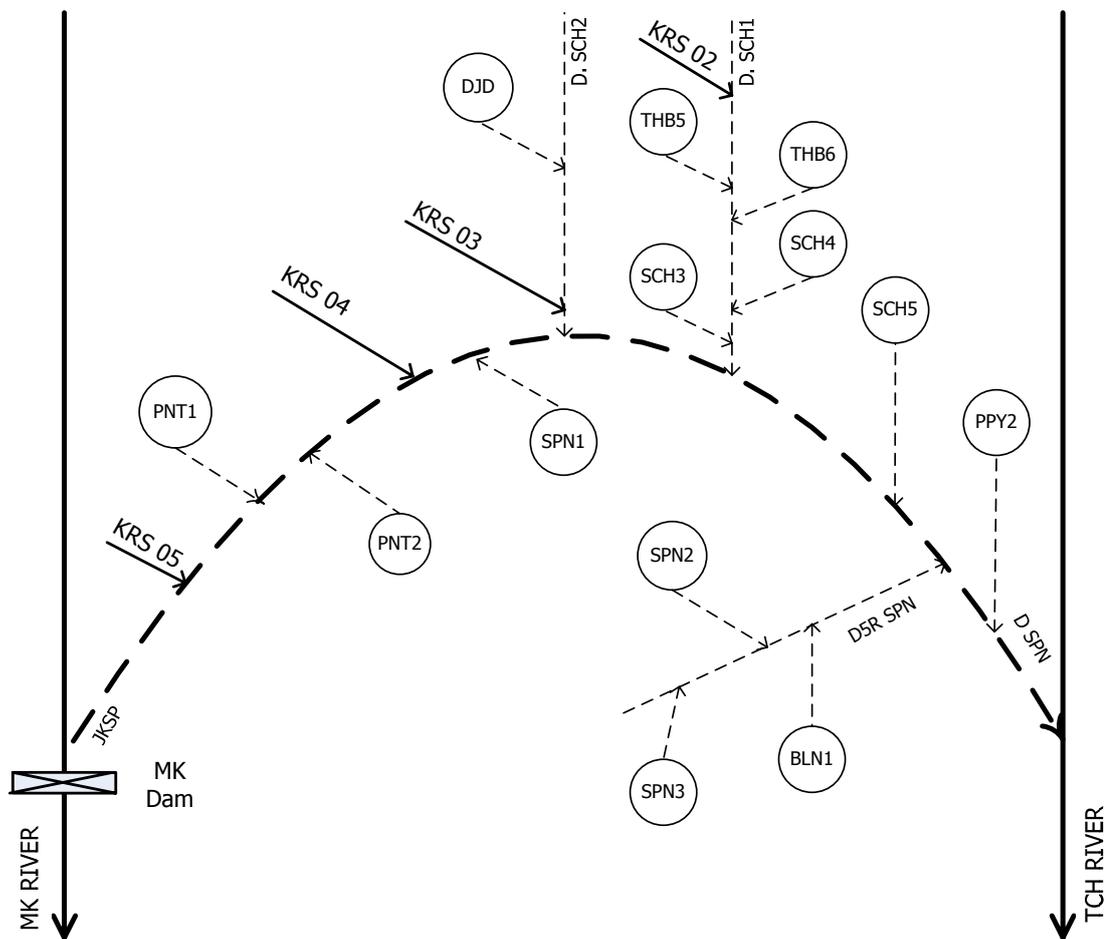
ระดับน้ำ (ม.รทก.)	พื้นที่ผิวน้ำ (ตร.กม.)	ปริมาณน้ำ (ล้าน ลบ.ม.)
69.0	2.0	0.1
74.0	3.8	10.0
75.0	5.0	16.0
76.0	6.5	22.0
77.0	8.0	28.0
78.0	10.4	38.0
79.0	12.9	50.0
80.0	15.2	64.0
81.0	17.9	82.0
82.0	20.6	100.0
83.0	23.2	122.0
84.0	26.2	146.0
85.0	28.6	172.0
86.0	32.0	202.0
87.0	35.0	240.0
88.0	37.8	270.0
89.0	40.6	306.0
90.0	43.8	351.0
91.0	48.0	400.0
92.0	54.2	450.0

3) ลำดับความสำคัญ (priority) ของแหล่งน้ำและความต้องการน้ำ

- หน่วยพื้นที่ย่อย (Catchment) Priority เท่ากับ 50
- หน่วยพื้นที่ย่อยของโครงการกระเสียว (Catchment atKRS) Priority เท่ากับ 20
- เขื่อนกระเสียว (KRS_Dam) Priority เท่ากับ 25
- คลองจรเข้-สามพัน (JKSP) Priority เท่ากับ 55
- คลองท่าสาร-บางปลา (TSBP) Priority เท่ากับ 55
- แม่น้ำแม่กลอง (MKL) Priority เท่ากับ 1
- แม่น้ำท่าจีน (TCH) Priority เท่ากับ 1
- ห้วยกระเสียว (KRS) Priority เท่ากับ 1

4) ปริมาณน้ำต่ำสุดในลำน้ำ (minimum flow requirement)

- คลองจรเข้-สามพัน (JKSP) เท่ากับ 40 ลบ.ม.ต่อวินาที
(ในช่วงแล้งเดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน)
- คลองท่าสาร-บางปลา เท่ากับ (TSBP) เท่ากับ 40 ลบ.ม.ต่อวินาที
(ในช่วงแล้งเดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน)
- แม่น้ำแม่กลอง (MKL) เท่ากับ 50 ลบ.ม.ต่อวินาที
- แม่น้ำท่าจีน (TCH) เท่ากับ 35 ลบ.ม.ต่อวินาที
- ห้วยกระเสียว (KRS) เท่ากับ 5 ลบ.ม.ต่อวินาที



ภาพผนวกที่ ๔ หน่วยพื้นที่ย่อยที่ระบายน้ำสู่คลองสองพี่น้อง

ภาคผนวก ค
ผลการประเมินปริมาณน้ำท่า

ผลการประเมินปริมาณน้ำท่า

ตารางผนวกที่ ค1 ปริมาณน้ำท่าลุ่มน้ำกระเสียว พ.ศ. 2516 ถึง พ.ศ. 2548

ผลจากแบบจำลอง GR2M

พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รายปี
2516	21.7	11.2	8.0	5.8	7.9	10.6	13.9	19.2	76.4	63.8	27.5	13.8	279.7
2517	8.7	6.2	6.9	10.4	14.2	15.2	23.6	29.6	94.4	180.2	47.6	20.3	457.3
2518	22.4	12.2	9.3	7.3	11.2	13.4	15.9	22.3	50.1	83.6	36.3	18.8	302.8
2519	10.7	8.0	7.3	5.7	14.1	12.1	15.5	35.9	87.9	91.8	35.4	16.5	341.0
2520	9.9	6.9	5.4	5.3	7.8	7.7	9.3	11.8	36.9	27.3	13.9	8.9	151.0
2521	7.1	6.7	5.1	5.4	12.6	13.5	41.5	26.8	107.5	58.5	23.2	12.4	320.3
2522	8.0	6.0	4.6	5.1	5.7	9.5	11.3	13.6	59.9	26.2	13.4	8.4	171.8
2523	6.0	4.7	4.3	3.8	5.5	10.9	14.6	22.0	49.1	71.5	28.8	14.2	235.5
2524	8.8	7.0	5.6	5.7	7.0	8.9	14.9	16.8	51.2	37.5	62.6	21.9	247.9
2525	11.9	8.2	6.2	6.6	7.4	7.2	11.7	14.3	29.3	32.3	16.4	11.7	163.3
2526	7.9	5.7	4.5	3.8	4.7	6.2	14.5	47.5	123.1	210.9	109.0	32.3	570.0
2527	17.1	11.3	8.3	8.0	8.9	10.4	25.3	17.4	37.9	52.2	22.0	11.8	230.8
2528	7.8	5.8	4.6	4.2	5.8	5.7	8.9	10.5	46.6	60.6	34.7	15.8	211.0
2529	9.5	6.6	5.0	6.0	15.3	13.1	14.7	22.1	52.3	78.3	26.5	14.8	264.1
2530	9.1	6.4	5.4	5.2	5.6	6.2	5.8	6.7	36.0	36.5	32.5	15.1	170.6
2531	9.1	7.1	5.6	6.5	13.9	16.4	26.4	51.9	143.1	150.5	33.9	16.5	481.0
2532	13.3	9.1	6.7	5.4	6.0	6.9	9.4	17.7	54.2	62.8	24.0	12.6	228.1
2533	8.2	6.1	5.4	4.6	8.7	8.4	7.8	13.1	23.8	121.4	41.1	17.9	266.5
2534	10.5	7.6	6.5	5.9	9.7	8.2	7.1	13.1	29.4	61.3	21.6	13.6	194.7
2535	8.7	6.2	4.8	4.0	4.0	6.2	14.2	21.6	30.5	97.8	27.0	14.4	239.4
2536	9.0	6.3	5.4	5.0	7.4	8.8	7.9	9.3	30.0	31.6	14.8	9.3	144.9
2537	6.5	5.0	5.8	4.9	8.0	15.0	13.1	13.3	34.1	33.4	15.3	9.3	163.9
2538	6.5	4.9	4.2	4.1	5.2	8.3	14.9	38.0	136.8	79.9	32.6	15.6	351.0
2539	9.5	6.7	5.8	6.6	10.8	21.0	20.7	30.9	90.3	81.9	48.4	19.4	352.0
2540	11.0	7.4	5.8	6.0	6.5	6.1	6.3	7.0	26.2	33.3	18.2	10.4	144.3
2541	7.0	5.5	4.4	3.9	5.2	9.3	21.3	32.8	44.2	61.6	40.9	18.2	254.2
2542	11.2	8.1	6.6	22.9	55.5	32.5	28.9	24.6	43.0	118.8	52.8	21.0	426.0
2543	11.7	9.5	6.6	14.7	23.4	23.3	17.6	23.6	29.1	72.4	24.3	12.7	268.8
2544	9.2	6.6	8.4	6.1	8.9	10.7	11.4	13.5	36.4	83.1	28.1	14.3	236.5
2545	9.5	6.6	5.2	5.5	9.8	15.8	14.9	17.2	40.3	45.5	28.9	15.6	214.7
2546	9.4	6.9	8.8	7.5	8.1	12.9	23.6	22.8	60.7	51.4	19.7	11.1	242.9
2547	8.0	7.7	5.7	5.0	6.4	8.0	11.6	13.6	36.2	23.0	12.6	8.1	145.8
2548	5.9	4.6	4.4	4.3	5.9	7.7	10.2	12.4	61.8	70.4	41.1	19.6	248.4
เฉลี่ย	10.0	7.1	6.0	6.4	10.2	11.4	15.4	21.0	57.2	72.5	32.0	15.0	264.2

หน่วย: มิลลิเมตร

ตารางผนวกที่ ค2 ปริมาณน้ำที่ผันจากแม่น้ำแม่กลองเข้าคลองจรเข้สามพัน (JKSP)
(ผลจากแบบจำลอง)

พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
2516	36.5	60.4	107.1	103.7	42.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.0	376.5
2517	78.9	76.5	97.3	45.4	35.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	333.4
2518	16.6	57.2	107.1	103.7	9.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	294.2
2519	72.3	66.4	89.2	91.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	319.3
2520	74.5	73.8	107.1	97.3	43.9	8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	405.1
2521	81.4	63.6	107.1	103.7	9.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	365.1
2522	81.0	76.7	107.1	78.7	69.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	414.6
2523	87.7	80.6	107.1	103.7	56.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	38.2	473.6
2524	77.0	70.3	107.1	95.6	48.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	398.9
2525	68.4	69.3	107.1	61.8	56.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	363.3
2526	80.5	78.2	107.1	103.7	58.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	428.3
2527	51.5	57.4	107.1	103.7	57.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	377.4
2528	80.2	77.9	107.1	103.7	56.2	19.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	444.8
2529	76.3	75.5	107.1	82.2	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	345.8
2530	77.6	75.9	107.1	103.7	93.4	4.2	8.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	470.0
2531	77.5	70.1	107.1	78.4	20.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	57.1	0.0	410.7
2532	59.8	66.4	107.1	103.7	68.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	405.9
2533	80.3	76.7	107.1	103.7	34.9	18.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	421.6
2534	73.0	69.8	107.1	103.7	39.7	6.8	68.1	0.0	0.0	0.0	76.9	0.0	545.2
2535	78.6	75.8	107.1	103.7	102.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	39.9	0.0	507.1
2536	77.9	76.3	107.1	103.7	47.5	0.0	48.8	0.0	0.0	0.0	103.7	0.0	565.0
2537	85.6	80.6	72.1	103.7	32.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	374.1
2538	86.1	80.6	107.1	103.7	62.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	439.8
2539	76.3	74.1	87.5	70.7	34.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	343.0
2540	71.3	72.6	107.1	103.7	60.2	48.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	463.2
2541	84.3	77.8	107.1	103.7	53.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	426.6
2542	69.3	67.8	107.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	244.2
2543	68.9	60.5	107.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	236.5
2544	75.1	75.4	61.1	103.7	31.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	347.2
2545	76.3	75.5	107.1	103.7	28.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	390.6
2546	76.5	72.1	64.7	103.7	73.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	390.7
2547	79.2	64.9	107.1	103.7	47.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.3	0.0	435.5
2548	87.3	81.5	107.1	103.7	63.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	442.7
เฉลี่ย	73.4	72.1	102.0	90.4	43.7	3.2	3.8	0.0	0.0	0.1	9.4	1.9	400.0

หน่วย: ล้าน ลบ.ม.

ตารางผนวกที่ ค3 ปริมาณน้ำท่าจากพื้นที่นอกเขตชลประทาน (KRS 05)

พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
2516	7.3	3.8	2.7	2.0	2.7	3.6	4.7	6.5	25.8	21.5	9.3	4.7	94.5
2517	2.9	2.1	2.3	3.5	4.8	5.2	8.0	10.0	31.9	60.9	16.1	6.9	154.6
2518	7.6	4.1	3.1	2.5	3.8	4.5	5.4	7.5	16.9	28.3	12.3	6.4	102.3
2519	3.6	2.7	2.5	1.9	4.7	4.1	5.2	12.1	29.7	31.0	12.0	5.6	115.2
2520	3.4	2.3	1.8	1.8	2.6	2.6	3.1	4.0	12.5	9.2	4.7	3.0	51.0
2521	2.4	2.3	1.7	1.8	4.3	4.6	14.0	9.1	36.3	19.8	7.8	4.2	108.2
2522	2.7	2.0	1.6	1.7	1.9	3.2	3.8	4.6	20.2	8.9	4.5	2.8	58.0
2523	2.0	1.6	1.5	1.3	1.9	3.7	4.9	7.4	16.6	24.2	9.7	4.8	79.6
2524	3.0	2.4	1.9	1.9	2.4	3.0	5.0	5.7	17.3	12.7	21.2	7.4	83.8
2525	4.0	2.8	2.1	2.2	2.5	2.4	3.9	4.8	9.9	10.9	5.5	4.0	55.2
2526	2.7	1.9	1.5	1.3	1.6	2.1	4.9	16.0	41.6	71.3	36.8	10.9	192.6
2527	5.8	3.8	2.8	2.7	3.0	3.5	8.6	5.9	12.8	17.6	7.4	4.0	78.0
2528	2.6	2.0	1.6	1.4	2.0	1.9	3.0	3.5	15.7	20.5	11.7	5.3	71.3
2529	3.2	2.2	1.7	2.0	5.2	4.4	5.0	7.5	17.7	26.5	9.0	5.0	89.2
2530	3.1	2.2	1.8	1.8	1.9	2.1	2.0	2.3	12.2	12.3	11.0	5.1	57.6
2531	3.1	2.4	1.9	2.2	4.7	5.6	8.9	17.5	48.4	50.9	11.5	5.6	162.5
2532	4.5	3.1	2.3	1.8	2.0	2.3	3.2	6.0	18.3	21.2	8.1	4.3	77.1
2533	2.8	2.1	1.8	1.6	2.9	2.8	2.6	4.4	8.1	41.0	13.9	6.1	90.1
2534	3.6	2.6	2.2	2.0	3.3	2.8	2.4	4.4	9.9	20.7	7.3	4.6	65.8
2535	2.9	2.1	1.6	1.4	1.3	2.1	4.8	7.3	10.3	33.1	9.1	4.9	80.9
2536	3.0	2.1	1.8	1.7	2.5	3.0	2.7	3.2	10.1	10.7	5.0	3.1	49.0
2537	2.2	1.7	2.0	1.7	2.7	5.1	4.4	4.5	11.5	11.3	5.2	3.1	55.4
2538	2.2	1.7	1.4	1.4	1.8	2.8	5.0	12.8	46.2	27.0	11.0	5.3	118.6
2539	3.2	2.3	2.0	2.2	3.7	7.1	7.0	10.5	30.5	27.7	16.3	6.6	119.0
2540	3.7	2.5	2.0	2.0	2.2	2.1	2.1	2.4	8.9	11.3	6.2	3.5	48.8
2541	2.4	1.9	1.5	1.3	1.8	3.2	7.2	11.1	14.9	20.8	13.8	6.2	85.9
2542	3.8	2.7	2.2	7.8	18.8	11.0	9.8	8.3	14.5	40.1	17.8	7.1	144.0
2543	4.0	3.2	2.2	5.0	7.9	7.9	5.9	8.0	9.8	24.5	8.2	4.3	90.8
2544	3.1	2.2	2.8	2.1	3.0	3.6	3.8	4.6	12.3	28.1	9.5	4.8	79.9
2545	3.2	2.2	1.8	1.9	3.3	5.4	5.0	5.8	13.6	15.4	9.8	5.3	72.5
2546	3.2	2.3	3.0	2.5	2.7	4.3	8.0	7.7	20.5	17.4	6.7	3.7	82.1
2547	2.7	2.6	1.9	1.7	2.2	2.7	3.9	4.6	12.2	7.8	4.3	2.7	49.3
2548	2.0	1.6	1.5	1.5	2.0	2.6	3.5	4.2	20.9	23.8	13.9	6.6	84.0
เฉลี่ย	3.4	2.4	2.0	2.2	3.5	3.9	5.2	7.1	19.3	24.5	10.8	5.1	89.3

หน่วย: ล้าน ลบ.ม.

ตารางผนวกที่ ค4 ปริมาณน้ำส่วนเกินจากพื้นที่ชลประทานคบ.พนมทวน (PNT1)

พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
2516	0.0	0.0	0.2	0.1	4.6	10.6	5.0	7.1	24.3	9.5	1.4	0.0	62.9
2517	0.0	0.0	0.7	2.6	2.6	10.4	7.7	7.8	24.2	31.1	2.2	0.1	89.2
2518	3.1	0.0	0.3	0.4	6.3	10.2	5.4	8.3	17.6	19.0	2.3	1.2	74.0
2519	0.0	0.7	0.5	0.6	10.4	4.9	5.6	14.8	22.6	16.7	2.4	0.0	79.2
2520	0.1	0.0	0.2	1.2	3.8	4.9	5.4	5.6	21.4	5.0	0.3	0.6	48.6
2521	0.4	1.2	0.1	1.2	6.7	9.3	15.6	3.9	27.5	6.1	0.7	0.0	72.6
2522	0.0	0.1	0.0	1.1	2.0	15.3	5.3	4.6	25.1	2.6	0.1	0.0	56.2
2523	0.0	0.1	0.4	0.6	3.8	18.3	4.7	7.1	20.1	18.3	2.0	0.0	75.5
2524	0.3	0.6	0.2	1.2	4.2	8.4	7.5	5.7	21.1	5.3	17.2	0.0	71.5
2525	0.0	0.1	0.1	2.4	2.9	7.3	7.2	5.2	9.7	7.6	0.7	1.1	44.3
2526	0.2	0.0	0.1	0.1	3.7	11.3	8.8	15.5	24.5	37.3	8.5	0.3	110.1
2527	0.0	0.4	0.2	0.8	3.1	6.9	12.8	2.4	15.4	9.2	0.7	0.0	52.0
2528	0.2	0.0	0.1	0.9	3.6	4.7	6.1	4.7	21.2	12.6	3.2	0.0	57.4
2529	0.0	0.0	0.0	1.6	5.8	5.9	6.1	7.9	16.8	22.2	0.6	0.2	67.0
2530	0.0	0.0	0.2	1.0	2.7	5.5	1.6	4.9	27.9	6.1	8.6	0.0	58.6
2531	0.0	0.5	0.1	1.5	5.2	11.4	7.0	14.4	33.3	24.0	0.0	0.0	97.3
2532	0.5	0.1	0.1	0.3	3.0	8.8	4.9	6.7	19.4	12.5	0.7	0.0	56.8
2533	0.0	0.0	0.2	0.4	5.4	4.0	2.5	7.4	10.9	39.2	2.1	0.0	72.2
2534	0.0	0.3	0.3	0.7	4.1	4.7	2.4	8.8	14.9	18.9	0.1	2.1	57.4
2535	0.1	0.1	0.0	0.1	1.8	16.3	7.9	6.5	10.6	29.2	0.0	0.2	72.6
2536	0.0	0.0	0.2	1.1	4.4	11.7	1.7	4.7	17.6	7.6	0.0	0.2	49.4
2537	0.1	0.0	2.4	0.5	5.0	14.3	3.7	4.7	20.5	8.5	0.0	0.0	59.7
2538	0.0	0.0	0.1	0.7	3.2	8.9	6.7	14.0	39.5	8.0	0.6	0.0	81.7
2539	0.0	0.1	0.1	1.4	4.1	15.0	10.9	9.0	26.1	10.5	3.6	0.0	80.8
2540	0.0	0.0	0.1	0.8	3.1	2.6	3.4	5.4	20.0	7.7	1.5	0.0	44.6
2541	0.0	0.1	0.0	0.7	4.4	14.3	8.5	6.2	13.1	16.7	3.5	0.3	67.9
2542	0.2	0.3	0.4	13.4	11.7	5.9	5.2	5.2	11.1	34.5	3.7	0.1	91.6
2543	0.0	0.9	0.1	9.4	4.6	9.9	2.9	7.1	9.7	22.0	0.2	0.0	66.8
2544	0.3	0.0	2.7	0.0	5.8	10.2	2.8	5.5	17.0	23.0	0.9	0.1	68.3
2545	0.0	0.0	0.2	1.4	5.2	11.5	3.4	7.0	15.2	8.2	2.9	1.2	56.3
2546	0.0	0.3	2.3	0.8	2.8	12.5	9.6	5.4	25.4	7.8	0.0	0.0	67.0
2547	0.3	1.1	0.1	1.1	4.0	9.3	5.0	4.7	19.8	2.7	0.4	0.0	48.4
2548	0.1	0.0	0.3	1.2	3.3	9.4	5.0	5.1	37.4	11.0	5.2	1.3	79.2
เฉลี่ย	0.2	0.2	0.4	1.5	4.5	9.5	6.0	7.1	20.6	15.2	2.3	0.3	67.8

หน่วย: ล้าน ลบ.ม.

ตารางผนวกที่ ค5 ปริมาณน้ำส่วนเกินจากพื้นที่ชลประทานคบ.พนมทวน (PNT2)

พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
2516	0.0	0.0	0.1	0.1	2.1	4.7	2.2	3.1	10.8	4.2	0.6	0.0	27.9
2517	0.0	0.0	0.4	1.1	1.2	4.6	3.5	3.4	10.7	13.9	1.0	0.0	39.8
2518	1.4	0.0	0.1	0.2	2.9	4.5	2.4	3.7	7.8	8.5	1.0	0.6	33.0
2519	0.0	0.3	0.2	0.3	5.0	2.2	2.5	6.6	10.0	7.4	1.0	0.0	35.6
2520	0.0	0.0	0.1	0.5	1.7	2.2	2.4	2.5	9.5	2.2	0.1	0.3	21.5
2521	0.2	0.5	0.0	0.5	3.1	4.1	7.1	1.7	12.2	2.7	0.3	0.0	32.5
2522	0.0	0.0	0.0	0.5	0.9	6.8	2.4	2.1	11.1	1.1	0.0	0.0	24.9
2523	0.0	0.0	0.2	0.3	1.7	8.2	2.1	3.1	8.9	8.2	0.9	0.0	33.6
2524	0.1	0.2	0.1	0.5	1.8	3.7	3.3	2.5	9.3	2.3	7.9	0.0	32.0
2525	0.0	0.0	0.0	1.1	1.3	3.2	3.2	2.3	4.3	3.4	0.3	0.5	19.6
2526	0.1	0.0	0.0	0.0	1.6	5.0	4.0	6.9	10.9	16.7	3.9	0.1	49.2
2527	0.0	0.2	0.1	0.4	1.4	3.1	5.8	1.1	6.8	4.1	0.3	0.0	23.2
2528	0.1	0.0	0.0	0.4	1.6	2.1	2.7	2.1	9.4	5.6	1.4	0.0	25.4
2529	0.0	0.0	0.0	0.7	2.6	2.6	2.7	3.5	7.5	9.9	0.3	0.1	29.8
2530	0.0	0.0	0.1	0.4	1.2	2.4	0.7	2.2	12.4	2.7	3.9	0.0	26.1
2531	0.0	0.2	0.0	0.7	2.3	5.0	3.1	6.4	14.9	10.7	0.0	0.0	43.3
2532	0.2	0.0	0.0	0.1	1.3	3.9	2.2	3.0	8.6	5.5	0.3	0.0	25.2
2533	0.0	0.0	0.1	0.2	2.4	1.8	1.1	3.3	4.9	17.5	0.9	0.0	32.1
2534	0.0	0.1	0.2	0.3	1.8	2.1	1.1	4.0	6.6	8.4	0.0	0.9	25.6
2535	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	7.3	3.6	2.9	4.7	13.0	0.0	0.1	32.4
2536	0.0	0.0	0.1	0.5	2.0	5.2	0.8	2.1	7.8	3.4	0.0	0.1	21.9
2537	0.0	0.0	1.2	0.2	2.2	6.4	1.6	2.1	9.1	3.8	0.0	0.0	26.6
2538	0.0	0.0	0.0	0.3	1.4	4.0	3.0	6.3	17.6	3.6	0.3	0.0	36.4
2539	0.0	0.0	0.1	0.6	1.8	6.7	5.0	4.0	11.5	4.7	1.6	0.0	36.1
2540	0.0	0.0	0.1	0.4	1.4	1.2	1.5	2.4	8.9	3.4	0.7	0.0	19.8
2541	0.0	0.0	0.0	0.3	1.9	6.4	3.9	2.8	5.8	7.4	1.5	0.1	30.2
2542	0.1	0.1	0.2	6.0	5.6	2.6	2.3	2.3	4.9	15.4	1.6	0.1	41.3
2543	0.0	0.4	0.0	4.3	2.0	4.4	1.3	3.1	4.3	9.8	0.1	0.0	29.8
2544	0.1	0.0	1.3	0.0	2.6	4.5	1.3	2.4	7.5	10.3	0.4	0.0	30.5
2545	0.0	0.0	0.1	0.6	2.3	5.1	1.5	3.1	6.8	3.7	1.3	0.5	25.0
2546	0.0	0.1	1.1	0.3	1.2	5.5	4.4	2.4	11.3	3.4	0.0	0.0	29.8
2547	0.1	0.5	0.0	0.5	1.8	4.1	2.2	2.1	8.8	1.2	0.2	0.0	21.4
2548	0.0	0.0	0.1	0.5	1.4	4.1	2.2	2.3	16.7	4.9	2.3	0.6	35.2
เฉลี่ย	0.1	0.1	0.2	0.7	2.0	4.2	2.7	3.1	9.2	6.8	1.0	0.1	30.2

หน่วย: ล้าน ลบ.ม.

ตารางผนวกที่ ๑๖ ปริมาณน้ำท่าจากพื้นที่นอกเขตชลประทาน (KRS 04)

พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
2516	20.0	10.3	7.4	5.3	7.3	9.7	12.8	17.7	70.4	58.8	25.3	12.7	257.9
2517	8.0	5.7	6.4	9.6	13.1	14.1	21.8	27.3	87.0	166.1	43.9	18.7	421.7
2518	20.6	11.2	8.6	6.8	10.3	12.4	14.7	20.5	46.2	77.1	33.5	17.3	279.2
2519	9.9	7.4	6.7	5.3	13.0	11.2	14.3	33.1	81.1	84.7	32.7	15.2	314.4
2520	9.2	6.4	5.0	4.9	7.2	7.1	8.5	10.8	34.1	25.2	12.8	8.2	139.3
2521	6.5	6.2	4.7	4.9	11.6	12.5	38.2	24.7	99.1	54.0	21.4	11.5	295.3
2522	7.4	5.5	4.3	4.7	5.3	8.7	10.4	12.5	55.2	24.2	12.3	7.8	158.4
2523	5.5	4.4	4.0	3.5	5.1	10.1	13.5	20.3	45.3	65.9	26.6	13.1	217.1
2524	8.1	6.5	5.1	5.3	6.4	8.2	13.8	15.5	47.2	34.6	57.7	20.2	228.6
2525	11.0	7.6	5.7	6.1	6.8	6.7	10.8	13.2	27.0	29.8	15.1	10.8	150.6
2526	7.3	5.3	4.2	3.5	4.3	5.7	13.4	43.8	113.5	194.5	100.5	29.7	525.6
2527	15.7	10.4	7.7	7.4	8.3	9.6	23.4	16.1	35.0	48.2	20.3	10.9	212.8
2528	7.2	5.3	4.3	3.9	5.4	5.2	8.2	9.7	43.0	55.9	32.0	14.6	194.6
2529	8.8	6.1	4.6	5.5	14.1	12.0	13.6	20.4	48.2	72.2	24.4	13.7	243.5
2530	8.4	5.9	5.0	4.8	5.2	5.7	5.3	6.2	33.2	33.7	30.0	13.9	157.3
2531	8.4	6.6	5.2	6.0	12.8	15.2	24.3	47.8	132.0	138.8	31.3	15.2	443.5
2532	12.3	8.4	6.2	5.0	5.6	6.4	8.7	16.3	49.9	57.9	22.1	11.6	210.4
2533	7.6	5.6	4.9	4.3	8.0	7.8	7.2	12.0	22.0	112.0	37.9	16.5	245.7
2534	9.7	7.1	6.0	5.4	8.9	7.6	6.6	12.1	27.1	56.5	20.0	12.5	179.5
2535	8.0	5.8	4.4	3.7	3.7	5.7	13.1	20.0	28.1	90.2	24.9	13.2	220.7
2536	8.3	5.8	5.0	4.6	6.9	8.1	7.3	8.6	27.7	29.1	13.7	8.6	133.6
2537	6.0	4.6	5.4	4.6	7.4	13.9	12.1	12.3	31.4	30.8	14.1	8.6	151.1
2538	5.9	4.5	3.9	3.7	4.8	7.6	13.7	35.0	126.2	73.6	30.1	14.4	323.6
2539	8.8	6.2	5.4	6.1	10.0	19.3	19.1	28.5	83.2	75.5	44.6	17.9	324.6
2540	10.2	6.8	5.4	5.5	6.0	5.7	5.8	6.5	24.2	30.7	16.8	9.6	133.1
2541	6.5	5.1	4.1	3.6	4.8	8.6	19.6	30.2	40.7	56.8	37.7	16.8	234.4
2542	10.3	7.5	6.1	21.2	51.2	30.0	26.7	22.7	39.7	109.5	48.7	19.3	392.8
2543	10.8	8.8	6.1	13.5	21.5	21.5	16.2	21.8	26.8	66.7	22.4	11.7	247.9
2544	8.5	6.0	7.7	5.6	8.2	9.9	10.5	12.4	33.5	76.6	25.9	13.2	218.1
2545	8.7	6.0	4.8	5.1	9.0	14.6	13.7	15.9	37.1	41.9	26.6	14.4	197.9
2546	8.7	6.4	8.1	6.9	7.5	11.9	21.8	21.1	56.0	47.4	18.1	10.2	224.0
2547	7.3	7.1	5.2	4.6	5.9	7.4	10.7	12.5	33.3	21.2	11.6	7.4	134.4
2548	5.4	4.2	4.0	4.0	5.5	7.1	9.4	11.4	57.0	64.9	37.9	18.1	229.1
เฉลี่ย	9.2	6.6	5.5	5.9	9.4	10.5	14.2	19.4	52.8	66.8	29.5	13.9	243.7

หน่วย: ล้าน ลบ.ม.

ตารางผนวกที่ ๗ ปริมาณน้ำส่วนเกินจากพื้นที่ชลประทานคบ.สองพี่น้อง (SPN1)

พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
2516	0.0	0.0	0.2	0.1	3.6	8.8	4.4	6.3	21.0	8.1	1.2	0.0	53.8
2517	0.0	0.0	0.6	2.3	2.1	8.6	6.5	6.9	21.0	26.9	1.9	0.1	77.0
2518	3.1	0.0	0.3	0.3	4.9	8.4	4.7	7.4	15.3	16.1	2.0	1.1	63.6
2519	0.0	0.5	0.4	0.6	8.2	4.1	4.9	13.0	19.6	14.1	2.1	0.0	67.6
2520	0.1	0.0	0.2	1.1	3.0	4.1	4.7	5.0	18.6	4.3	0.3	0.6	41.9
2521	0.4	0.8	0.0	1.1	5.2	7.7	13.2	3.5	23.7	5.2	0.6	0.0	61.5
2522	0.0	0.1	0.0	1.0	1.7	12.6	4.6	4.1	21.8	2.3	0.1	0.0	48.3
2523	0.0	0.1	0.3	0.5	3.0	15.2	4.1	6.3	17.5	15.5	1.8	0.0	64.4
2524	0.3	0.4	0.2	1.1	3.3	6.9	6.4	5.1	18.3	4.5	14.8	0.0	61.3
2525	0.0	0.1	0.0	2.1	2.4	6.0	6.1	4.7	8.7	6.5	0.6	1.0	38.2
2526	0.2	0.0	0.1	0.1	2.9	9.3	7.5	13.6	21.2	32.4	7.1	0.2	94.7
2527	0.0	0.3	0.2	0.7	2.5	5.7	10.8	2.2	13.5	7.8	0.6	0.0	44.3
2528	0.2	0.0	0.1	0.8	2.9	3.9	5.3	4.2	18.4	10.7	2.9	0.0	49.3
2529	0.0	0.0	0.0	1.4	4.5	4.9	5.2	7.0	14.7	18.9	0.5	0.2	57.4
2530	0.0	0.0	0.2	0.9	2.2	4.6	1.4	4.4	24.1	5.3	7.3	0.0	50.4
2531	0.0	0.4	0.1	1.4	4.1	9.4	6.0	12.7	28.9	20.6	0.0	0.0	83.3
2532	0.5	0.1	0.1	0.2	2.4	7.3	4.3	6.0	16.9	10.6	0.6	0.0	48.9
2533	0.0	0.0	0.2	0.4	4.2	3.3	2.2	6.6	9.7	34.1	1.9	0.0	62.6
2534	0.0	0.2	0.3	0.7	3.3	3.9	2.1	7.9	13.1	16.0	0.1	1.9	49.4
2535	0.1	0.1	0.0	0.1	1.5	13.5	6.7	5.8	9.4	25.2	0.0	0.1	62.5
2536	0.0	0.0	0.2	1.0	3.5	9.7	1.6	4.2	15.3	6.5	0.0	0.2	42.1
2537	0.1	0.0	2.3	0.4	3.9	11.8	3.3	4.2	17.8	7.2	0.0	0.0	51.1
2538	0.0	0.0	0.1	0.6	2.6	7.4	5.8	12.4	34.4	6.8	0.6	0.0	70.5
2539	0.0	0.1	0.1	1.2	3.3	12.4	9.2	8.0	22.6	8.9	3.2	0.0	69.0
2540	0.0	0.0	0.1	0.7	2.5	2.2	3.0	4.8	17.4	6.5	1.3	0.0	38.6
2541	0.0	0.1	0.0	0.6	3.5	11.8	7.2	5.6	11.5	14.1	3.1	0.3	57.8
2542	0.2	0.2	0.3	12.4	9.4	4.9	4.6	4.6	9.8	29.9	3.3	0.1	79.7
2543	0.0	0.6	0.1	8.8	3.6	8.2	2.6	6.3	8.6	18.8	0.2	0.0	57.8
2544	0.3	0.0	2.7	0.0	4.5	8.4	2.5	4.9	14.9	19.7	0.8	0.1	58.8
2545	0.0	0.0	0.1	1.2	4.1	9.5	3.0	6.3	13.3	7.0	2.6	1.1	48.3
2546	0.0	0.3	2.2	0.7	2.3	10.4	8.1	4.8	22.0	6.6	0.0	0.0	57.4
2547	0.3	0.7	0.1	0.9	3.2	7.7	4.3	4.2	17.2	2.4	0.3	0.0	41.5
2548	0.1	0.0	0.3	1.1	2.6	7.7	4.3	4.6	32.5	9.3	4.5	1.1	68.2
เฉลี่ย	0.2	0.2	0.4	1.4	3.5	7.9	5.2	6.3	18.0	13.0	2.0	0.2	58.2

หน่วย: ล้าน ลบ.ม.

ตารางผนวกที่ ค8 ปริมาณน้ำส่วนเกินจากพื้นที่ชลประทานคบ.ดอนเจดีย์ (DJD)

พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
2516	0.0	0.0	0.0	0.1	3.5	22.6	5.8	8.6	27.5	10.7	1.6	0.0	80.4
2517	0.0	0.0	0.1	1.8	2.1	22.1	8.6	9.4	27.4	29.4	2.6	0.1	103.6
2518	0.4	0.0	0.1	0.3	4.8	21.7	6.2	10.0	20.3	20.1	2.7	2.6	89.1
2519	0.0	0.4	0.1	0.4	7.8	10.3	6.4	16.9	25.7	18.1	2.8	0.0	89.0
2520	0.0	0.0	0.0	0.9	2.9	10.3	6.2	6.8	24.5	5.8	0.3	1.2	59.1
2521	0.1	0.7	0.0	0.8	5.1	19.7	20.0	4.8	31.0	7.1	0.8	0.0	90.2
2522	0.0	0.0	0.0	0.8	1.6	32.2	6.1	5.6	28.4	3.1	0.1	0.0	78.1
2523	0.0	0.1	0.1	0.4	2.9	37.7	5.4	8.6	23.0	19.6	2.4	0.0	100.4
2524	0.1	0.3	0.0	0.9	3.2	17.8	8.4	6.9	24.1	6.2	21.1	0.0	88.9
2525	0.0	0.1	0.0	1.7	2.3	15.4	8.1	6.4	11.9	8.8	0.8	2.3	57.7
2526	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	24.1	9.7	17.7	27.7	36.3	9.2	0.4	128.1
2527	0.0	0.2	0.1	0.6	2.4	14.6	15.2	2.9	18.0	10.3	0.8	0.0	65.1
2528	0.0	0.0	0.0	0.6	2.8	9.9	6.9	5.7	24.2	13.9	3.8	0.0	67.8
2529	0.0	0.0	0.0	1.1	4.3	12.3	6.9	9.6	19.5	22.5	0.7	0.3	77.2
2530	0.0	0.0	0.1	0.7	2.1	11.6	1.9	6.0	31.5	7.1	9.4	0.0	70.4
2531	0.0	0.3	0.0	1.1	3.9	24.2	7.9	16.5	36.4	23.9	0.0	0.0	114.2
2532	0.1	0.1	0.0	0.2	2.3	18.6	5.7	8.2	22.3	13.7	0.8	0.0	71.9
2533	0.0	0.0	0.1	0.3	4.0	8.3	2.9	9.0	13.2	38.7	2.5	0.0	79.1
2534	0.0	0.2	0.1	0.5	3.2	9.8	2.8	10.6	17.5	20.0	0.1	4.6	69.4
2535	0.0	0.1	0.0	0.0	1.5	34.0	8.8	7.9	12.8	28.0	0.0	0.2	93.2
2536	0.0	0.0	0.0	0.8	3.3	25.0	2.1	5.8	20.3	8.8	0.0	0.3	66.4
2537	0.0	0.0	0.3	0.3	3.7	30.5	4.4	5.8	23.4	9.6	0.0	0.0	78.2
2538	0.0	0.0	0.0	0.5	2.5	19.0	7.6	16.2	43.0	9.2	0.7	0.0	98.6
2539	0.0	0.1	0.0	1.0	3.2	31.7	12.0	10.8	29.4	11.7	4.2	0.0	104.1
2540	0.0	0.0	0.0	0.6	2.4	5.3	4.0	6.6	22.9	8.8	1.8	0.0	52.4
2541	0.0	0.1	0.0	0.5	3.3	30.6	9.4	7.6	15.5	18.1	4.0	0.5	89.7
2542	0.1	0.2	0.1	5.6	8.4	12.4	6.0	6.3	13.4	32.6	4.3	0.1	89.5
2543	0.0	0.5	0.0	4.0	3.5	21.0	3.4	8.6	11.9	22.3	0.3	0.0	75.5
2544	0.1	0.0	0.3	0.0	4.3	21.7	3.4	6.6	19.7	23.1	1.1	0.1	80.4
2545	0.0	0.0	0.0	1.0	3.9	24.6	4.0	8.5	17.8	9.4	3.4	2.6	75.2
2546	0.0	0.2	0.3	0.5	2.2	26.7	10.5	6.5	28.7	9.0	0.1	0.0	84.8
2547	0.1	0.6	0.0	0.7	3.0	19.8	5.7	5.7	22.7	3.3	0.4	0.0	62.2
2548	0.0	0.0	0.1	0.8	2.5	19.9	5.7	6.2	40.3	12.2	5.9	2.7	96.4
เฉลี่ย	0.0	0.1	0.1	0.9	3.4	20.2	6.9	8.5	23.5	15.8	2.7	0.5	82.6

หน่วย: ล้าน ลบ.ม.

ตารางผนวกที่ ๑๑ ปริมาณน้ำท่าจากพื้นที่นอกเขตชลประทาน (KRS03)

พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
2516	31.2	16.1	11.5	8.3	11.3	15.2	20.0	27.6	109.7	91.6	39.5	19.8	401.9
2517	12.4	8.9	9.9	15.0	20.5	21.9	33.9	42.6	135.6	258.9	68.3	29.2	657.1
2518	32.1	17.5	13.3	10.6	16.1	19.3	22.9	32.0	71.9	120.1	52.2	27.0	435.0
2519	15.4	11.5	10.5	8.2	20.2	17.4	22.3	51.6	126.3	131.9	50.9	23.7	489.9
2520	14.3	9.9	7.8	7.6	11.2	11.0	13.3	16.9	53.1	39.2	20.0	12.7	217.0
2521	10.2	9.7	7.3	7.7	18.1	19.4	59.6	38.5	154.4	84.1	33.3	17.9	460.2
2522	11.5	8.6	6.7	7.4	8.3	13.6	16.3	19.5	86.0	37.6	19.2	12.1	246.8
2523	8.6	6.8	6.2	5.5	7.9	15.7	21.0	31.6	70.5	102.7	41.4	20.4	338.3
2524	12.7	10.1	8.0	8.2	10.0	12.7	21.4	24.1	73.6	53.9	89.9	31.5	356.2
2525	17.1	11.8	8.9	9.6	10.6	10.4	16.8	20.6	42.1	46.4	23.6	16.8	234.6
2526	11.3	8.2	6.5	5.4	6.7	8.9	20.8	68.2	176.8	303.0	156.6	46.4	818.9
2527	24.5	16.2	12.0	11.5	12.9	15.0	36.4	25.1	54.5	75.0	31.6	17.0	331.6
2528	11.2	8.3	6.7	6.0	8.3	8.2	12.7	15.1	66.9	87.1	49.9	22.7	303.2
2529	13.6	9.4	7.1	8.6	22.0	18.8	21.1	31.8	75.1	112.6	38.1	21.3	379.4
2530	13.1	9.1	7.8	7.5	8.1	8.9	8.3	9.6	51.8	52.5	46.7	21.6	245.0
2531	13.1	10.3	8.1	9.3	19.9	23.6	37.9	74.6	205.7	216.2	48.7	23.7	691.0
2532	19.1	13.1	9.7	7.8	8.7	9.9	13.5	25.4	77.8	90.2	34.5	18.1	327.8
2533	11.8	8.8	7.7	6.6	12.5	12.1	11.2	18.8	34.3	174.5	59.1	25.7	382.9
2534	15.1	11.0	9.3	8.5	13.9	11.8	10.2	18.9	42.3	88.1	31.1	19.5	279.7
2535	12.4	9.0	6.9	5.8	5.7	8.9	20.4	31.1	43.8	140.6	38.8	20.6	343.9
2536	12.9	9.1	7.7	7.2	10.7	12.6	11.4	13.4	43.1	45.3	21.3	13.3	208.2
2537	9.4	7.1	8.4	7.1	11.6	21.6	18.8	19.1	49.0	48.1	22.0	13.4	235.5
2538	9.3	7.0	6.1	5.8	7.5	11.9	21.4	54.5	196.6	114.7	46.9	22.4	504.2
2539	13.6	9.7	8.3	9.4	15.6	30.1	29.7	44.5	129.7	117.7	69.5	27.9	505.7
2540	15.9	10.6	8.4	8.6	9.4	8.8	9.0	10.1	37.7	47.9	26.2	14.9	207.3
2541	10.1	7.9	6.3	5.5	7.5	13.4	30.6	47.1	63.5	88.5	58.7	26.2	365.3
2542	16.1	11.7	9.5	33.0	79.8	46.7	41.5	35.3	61.8	170.7	75.9	30.1	612.1
2543	16.8	13.6	9.5	21.1	33.6	33.5	25.2	34.0	41.8	104.0	34.9	18.3	386.2
2544	13.2	9.4	12.0	8.8	12.7	15.4	16.3	19.4	52.3	119.4	40.3	20.5	339.8
2545	13.6	9.4	7.5	7.9	14.1	22.8	21.4	24.7	57.9	65.3	41.5	22.4	308.4
2546	13.5	9.9	12.6	10.8	11.6	18.5	33.9	32.8	87.2	73.9	28.3	15.9	349.0
2547	11.4	11.1	8.2	7.2	9.3	11.5	16.7	19.5	51.9	33.1	18.1	11.6	209.5
2548	8.5	6.6	6.3	6.2	8.5	11.1	14.7	17.8	88.8	101.2	59.0	28.2	356.9
เฉลี่ย	14.4	10.2	8.6	9.2	14.7	16.4	22.1	30.2	82.2	104.1	45.9	21.6	379.7

หน่วย: ล้าน ลบ.ม.

ตารางผนวกที่ 10 ปริมาณน้ำท่าจากพื้นที่นอกเขตชลประทาน (KRS 02)

พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
2516	12.0	6.2	4.4	3.2	4.3	5.8	7.7	10.6	42.0	35.1	15.1	7.6	154.0
2517	4.8	3.4	3.8	5.7	7.8	8.4	13.0	16.3	52.0	99.2	26.2	11.2	251.8
2518	12.3	6.7	5.1	4.0	6.2	7.4	8.8	12.3	27.6	46.0	20.0	10.4	166.7
2519	5.9	4.4	4.0	3.1	7.7	6.7	8.5	19.8	48.4	50.6	19.5	9.1	187.7
2520	5.5	3.8	3.0	2.9	4.3	4.2	5.1	6.5	20.3	15.0	7.7	4.9	83.2
2521	3.9	3.7	2.8	3.0	6.9	7.5	22.8	14.8	59.2	32.2	12.8	6.8	176.3
2522	4.4	3.3	2.6	2.8	3.2	5.2	6.2	7.5	33.0	14.4	7.4	4.6	94.6
2523	3.3	2.6	2.4	2.1	3.0	6.0	8.1	12.1	27.0	39.4	15.9	7.8	129.6
2524	4.9	3.9	3.1	3.1	3.8	4.9	8.2	9.2	28.2	20.6	34.5	12.1	136.5
2525	6.6	4.5	3.4	3.7	4.1	4.0	6.4	7.9	16.1	17.8	9.0	6.4	89.9
2526	4.3	3.1	2.5	2.1	2.6	3.4	8.0	26.1	67.8	116.1	60.0	17.8	313.8
2527	9.4	6.2	4.6	4.4	4.9	5.7	14.0	9.6	20.9	28.7	12.1	6.5	127.1
2528	4.3	3.2	2.6	2.3	3.2	3.1	4.9	5.8	25.6	33.4	19.1	8.7	116.2
2529	5.2	3.6	2.7	3.3	8.4	7.2	8.1	12.2	28.8	43.1	14.6	8.2	145.4
2530	5.0	3.5	3.0	2.9	3.1	3.4	3.2	3.7	19.8	20.1	17.9	8.3	93.9
2531	5.0	3.9	3.1	3.6	7.6	9.1	14.5	28.6	78.8	82.8	18.7	9.1	264.8
2532	7.3	5.0	3.7	3.0	3.3	3.8	5.2	9.7	29.8	34.6	13.2	6.9	125.6
2533	4.5	3.4	2.9	2.5	4.8	4.6	4.3	7.2	13.1	66.9	22.6	9.9	146.7
2534	5.8	4.2	3.6	3.3	5.3	4.5	3.9	7.2	16.2	33.7	11.9	7.5	107.2
2535	4.8	3.4	2.6	2.2	2.2	3.4	7.8	11.9	16.8	53.9	14.9	7.9	131.8
2536	4.9	3.5	3.0	2.8	4.1	4.8	4.4	5.1	16.5	17.4	8.2	5.1	79.8
2537	3.6	2.7	3.2	2.7	4.4	8.3	7.2	7.3	18.8	18.4	8.4	5.1	90.2
2538	3.6	2.7	2.3	2.2	2.9	4.6	8.2	20.9	75.3	44.0	18.0	8.6	193.2
2539	5.2	3.7	3.2	3.6	6.0	11.6	11.4	17.0	49.7	45.1	26.6	10.7	193.8
2540	6.1	4.1	3.2	3.3	3.6	3.4	3.4	3.9	14.4	18.3	10.0	5.7	79.4
2541	3.9	3.0	2.4	2.1	2.9	5.1	11.7	18.0	24.3	33.9	22.5	10.0	140.0
2542	6.2	4.5	3.6	12.6	30.6	17.9	15.9	13.5	23.7	65.4	29.1	11.5	234.5
2543	6.5	5.2	3.7	8.1	12.9	12.8	9.7	13.0	16.0	39.8	13.4	7.0	148.0
2544	5.1	3.6	4.6	3.4	4.9	5.9	6.3	7.4	20.0	45.8	15.4	7.9	130.2
2545	5.2	3.6	2.9	3.0	5.4	8.7	8.2	9.5	22.2	25.0	15.9	8.6	118.2
2546	5.2	3.8	4.8	4.1	4.5	7.1	13.0	12.6	33.4	28.3	10.8	6.1	133.7
2547	4.4	4.2	3.1	2.8	3.5	4.4	6.4	7.5	19.9	12.7	6.9	4.4	80.3
2548	3.2	2.5	2.4	2.4	3.3	4.3	5.6	6.8	34.0	38.8	22.6	10.8	136.8
เฉลี่ย	5.5	3.9	3.3	3.5	5.6	6.3	8.5	11.6	31.5	39.9	17.6	8.3	145.5

หน่วย: ล้าน ลบ.ม.

ตารางผนวกที่ ค11 ปริมาณน้ำส่วนเกินจากพื้นที่ชลประทานคบ.ท่าโบสถ์ (THB5)

พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
2516	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	2.9	0.7	1.1	3.7	1.3	0.2	0.0	10.3
2517	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	2.8	1.0	1.2	3.7	4.0	0.3	0.0	13.6
2518	0.1	0.0	0.0	0.0	0.6	2.8	0.8	1.2	2.7	2.7	0.3	0.3	11.5
2519	0.0	0.0	0.0	0.1	1.1	1.3	0.8	2.2	3.4	2.4	0.3	0.0	11.6
2520	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	1.3	0.8	0.8	3.2	0.7	0.0	0.2	7.6
2521	0.0	0.1	0.0	0.1	0.6	2.5	2.4	0.6	4.2	0.9	0.1	0.0	11.6
2522	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	4.1	0.8	0.7	3.8	0.4	0.0	0.0	10.1
2523	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	4.8	0.7	1.1	3.0	2.6	0.3	0.0	13.0
2524	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	2.3	1.0	0.9	3.2	0.8	2.7	0.0	11.4
2525	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	2.0	1.0	0.8	1.5	1.1	0.1	0.3	7.2
2526	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	3.1	1.1	2.3	3.7	4.8	1.1	0.0	16.6
2527	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	1.9	1.8	0.4	2.3	1.2	0.1	0.0	8.1
2528	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	1.3	0.9	0.7	3.2	1.8	0.5	0.0	8.7
2529	0.0	0.0	0.0	0.2	0.6	1.6	0.8	1.2	2.5	3.0	0.1	0.0	10.0
2530	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	1.5	0.2	0.7	4.2	0.9	1.1	0.0	9.1
2531	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	3.1	1.0	2.2	4.9	3.2	0.0	0.0	15.1
2532	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	2.4	0.7	1.0	2.9	1.7	0.1	0.0	9.2
2533	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.1	0.4	1.1	1.6	5.1	0.3	0.0	10.2
2534	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	1.3	0.3	1.3	2.2	2.7	0.0	0.6	8.9
2535	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	4.3	1.1	1.0	1.6	3.8	0.0	0.0	12.0
2536	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5	3.2	0.3	0.7	2.7	1.1	0.0	0.0	8.5
2537	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	3.9	0.5	0.7	3.1	1.2	0.0	0.0	10.0
2538	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	2.4	0.9	2.1	5.6	1.1	0.1	0.0	12.7
2539	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	4.1	1.4	1.3	4.0	1.4	0.5	0.0	13.3
2540	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.7	0.5	0.8	3.0	1.1	0.2	0.0	6.7
2541	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5	3.9	1.1	0.9	2.0	2.4	0.5	0.1	11.4
2542	0.0	0.0	0.0	0.8	1.1	1.6	0.7	0.8	1.7	4.3	0.5	0.0	11.6
2543	0.0	0.1	0.0	0.5	0.5	2.7	0.4	1.1	1.4	3.0	0.0	0.0	9.7
2544	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	2.8	0.4	0.8	2.6	3.1	0.1	0.0	10.5
2545	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5	3.2	0.5	1.1	2.3	1.1	0.4	0.3	9.6
2546	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	3.4	1.3	0.8	3.9	1.1	0.0	0.0	10.9
2547	0.0	0.1	0.0	0.1	0.4	2.5	0.7	0.7	3.0	0.4	0.1	0.0	8.0
2548	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	2.6	0.7	0.8	5.4	1.5	0.7	0.3	12.4
เฉลี่ย	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5	2.6	0.8	1.1	3.1	2.1	0.3	0.1	10.6

หน่วย: ล้าน ลบ.ม.

ตารางผนวกที่ ค12 ปริมาณน้ำส่วนเกินจากพื้นที่ชลประทานคบ.ท่าโบสถ์ (THB6)

พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
2516	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	2.9	0.7	1.1	3.7	1.3	0.2	0.0	10.3
2517	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3	2.8	1.0	1.2	3.7	4.0	0.3	0.0	13.6
2518	0.1	0.0	0.0	0.0	0.6	2.8	0.8	1.2	2.7	2.7	0.3	0.3	11.5
2519	0.0	0.0	0.0	0.1	1.1	1.3	0.8	2.2	3.4	2.4	0.3	0.0	11.6
2520	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	1.3	0.8	0.8	3.2	0.7	0.0	0.2	7.6
2521	0.0	0.1	0.0	0.1	0.6	2.5	2.4	0.6	4.2	0.9	0.1	0.0	11.6
2522	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	4.1	0.8	0.7	3.8	0.4	0.0	0.0	10.1
2523	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	4.8	0.7	1.1	3.0	2.6	0.3	0.0	13.0
2524	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	2.3	1.0	0.9	3.2	0.8	2.7	0.0	11.4
2525	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	2.0	1.0	0.8	1.5	1.1	0.1	0.3	7.2
2526	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	3.1	1.1	2.3	3.7	4.8	1.1	0.0	16.6
2527	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	1.9	1.8	0.4	2.3	1.2	0.1	0.0	8.1
2528	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	1.3	0.9	0.7	3.2	1.8	0.5	0.0	8.7
2529	0.0	0.0	0.0	0.2	0.6	1.6	0.8	1.2	2.5	3.0	0.1	0.0	10.0
2530	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	1.5	0.2	0.7	4.2	0.9	1.1	0.0	9.1
2531	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	3.1	1.0	2.2	4.9	3.2	0.0	0.0	15.1
2532	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	2.4	0.7	1.0	2.9	1.7	0.1	0.0	9.2
2533	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.1	0.4	1.1	1.6	5.1	0.3	0.0	10.2
2534	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	1.3	0.3	1.3	2.2	2.7	0.0	0.6	8.9
2535	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	4.3	1.1	1.0	1.6	3.8	0.0	0.0	12.0
2536	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5	3.2	0.3	0.7	2.7	1.1	0.0	0.0	8.5
2537	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	3.9	0.5	0.7	3.1	1.2	0.0	0.0	10.0
2538	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	2.4	0.9	2.1	5.6	1.1	0.1	0.0	12.7
2539	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	4.1	1.4	1.3	4.0	1.4	0.5	0.0	13.3
2540	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.7	0.5	0.8	3.0	1.1	0.2	0.0	6.7
2541	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5	3.9	1.1	0.9	2.0	2.4	0.5	0.1	11.4
2542	0.0	0.0	0.0	0.8	1.1	1.6	0.7	0.8	1.7	4.3	0.5	0.0	11.6
2543	0.0	0.1	0.0	0.5	0.5	2.7	0.4	1.1	1.4	3.0	0.0	0.0	9.7
2544	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	2.8	0.4	0.8	2.6	3.1	0.1	0.0	10.5
2545	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5	3.2	0.5	1.1	2.3	1.1	0.4	0.3	9.6
2546	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	3.4	1.3	0.8	3.9	1.1	0.0	0.0	10.9
2547	0.0	0.1	0.0	0.1	0.4	2.5	0.7	0.7	3.0	0.4	0.1	0.0	8.0
2548	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	2.6	0.7	0.8	5.4	1.5	0.7	0.3	12.4
เฉลี่ย	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5	2.6	0.8	1.1	3.1	2.1	0.3	0.1	10.6

หน่วย: ล้าน ลบ.ม.

ตารางผนวกที่ ค13 ปริมาณน้ำส่วนเกินจากพื้นที่ชลประทานคบ.สามชุก (SCH3)

พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
2516	0.0	0.0	0.1	0.0	1.4	11.3	2.3	2.8	10.6	4.0	0.8	0.0	33.3
2517	0.0	0.0	0.1	1.1	1.4	6.8	4.0	5.1	9.5	23.4	0.9	0.6	52.8
2518	0.1	0.0	0.0	0.2	3.1	8.9	2.8	5.7	11.5	8.2	0.8	0.9	42.2
2519	0.0	0.1	0.0	0.2	2.0	5.0	2.7	8.1	9.7	6.1	1.0	0.0	34.8
2520	0.0	0.1	0.0	0.3	2.1	4.9	1.6	2.1	7.8	2.0	0.2	0.0	21.1
2521	0.1	0.7	0.0	0.2	1.7	5.8	7.0	1.4	12.1	2.4	0.2	0.0	31.6
2522	0.0	0.0	0.0	0.1	0.9	9.4	1.7	1.8	11.2	1.2	0.2	0.0	26.5
2523	0.0	0.0	0.0	0.3	1.3	23.9	2.2	4.2	9.5	5.7	0.8	0.0	47.9
2524	0.0	0.1	0.0	0.3	1.4	6.1	2.4	2.7	10.6	2.3	7.8	0.0	33.6
2525	0.0	0.0	0.0	0.7	1.2	6.6	3.1	2.0	4.4	3.3	0.9	0.3	22.5
2526	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	6.3	5.0	9.1	9.2	9.7	4.0	0.2	45.0
2527	0.0	0.1	0.0	0.2	0.8	5.9	5.5	1.3	10.0	4.6	0.4	0.0	28.9
2528	0.0	0.0	0.0	0.3	1.4	4.3	2.7	2.2	6.7	6.8	1.1	0.0	25.4
2529	0.0	0.0	0.0	0.4	2.5	5.3	2.6	2.6	9.7	7.0	0.4	0.4	31.0
2530	0.0	0.0	0.0	0.3	0.9	5.7	1.2	1.7	6.7	4.1	1.8	0.0	22.4
2531	0.0	0.1	0.0	0.4	1.2	7.5	2.7	5.6	11.3	7.9	0.0	0.0	36.8
2532	0.1	0.0	0.0	0.1	1.1	6.2	2.0	3.3	8.5	3.8	0.4	0.0	25.5
2533	0.0	0.0	0.0	0.2	1.5	4.2	1.1	2.2	7.2	20.3	0.4	0.0	37.1
2534	0.0	0.1	0.0	0.2	1.5	5.6	1.2	2.7	5.6	4.6	0.1	1.4	22.8
2535	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	6.4	2.7	2.9	3.4	10.0	0.0	0.2	26.1
2536	0.0	0.0	0.0	0.2	1.0	5.0	1.2	5.2	10.5	4.9	0.0	0.2	28.3
2537	0.0	0.0	0.4	0.3	2.7	18.5	1.3	2.1	7.7	2.7	0.0	0.0	35.8
2538	0.0	0.0	0.0	0.5	1.1	7.9	4.7	8.9	13.8	4.0	0.3	0.0	41.3
2539	0.0	0.0	0.0	0.4	1.6	8.7	2.2	2.2	8.8	2.9	1.5	0.0	28.3
2540	0.0	0.0	0.0	0.2	0.8	2.1	1.2	1.9	10.8	4.0	0.6	0.0	21.6
2541	0.0	0.1	0.0	0.2	1.2	10.1	4.4	2.8	7.0	4.6	1.0	0.0	31.3
2542	0.0	0.1	0.0	2.4	2.9	4.2	1.8	1.9	5.8	7.3	0.9	0.0	27.3
2543	0.0	0.1	0.0	0.8	1.3	5.3	1.2	2.8	3.7	6.2	0.2	0.0	21.6
2544	0.1	0.0	0.5	0.1	1.4	7.2	1.2	2.1	7.7	8.9	0.4	0.3	29.8
2545	0.0	0.0	0.0	0.2	2.2	7.7	1.4	2.4	8.2	3.5	2.5	1.4	29.5
2546	0.0	0.0	0.2	0.2	1.4	14.7	3.5	2.4	9.5	2.8	0.0	0.0	34.8
2547	0.1	0.1	0.0	0.2	2.1	5.3	1.5	2.2	6.5	1.5	0.0	0.0	19.4
2548	0.0	0.0	0.1	0.2	1.0	4.6	1.7	1.8	9.1	10.0	1.1	1.3	31.0
เฉลี่ย	0.0	0.1	0.1	0.3	1.5	7.5	2.5	3.3	8.6	6.1	0.9	0.2	31.1

หน่วย: ล้าน ลบ.ม.

ตารางผนวกที่ 14 ปริมาณน้ำส่วนเกินจากพื้นที่ชลประทานคบ.สามชุก (SCH4)

พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
2516	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	6.8	1.8	2.7	10.1	3.5	0.5	0.0	26.8
2517	0.0	0.0	0.1	0.7	0.8	6.7	2.7	3.0	10.1	11.4	0.8	0.0	36.3
2518	0.3	0.0	0.0	0.1	1.8	6.5	2.0	3.2	7.2	7.4	0.9	0.8	30.2
2519	0.0	0.1	0.1	0.2	3.4	3.1	2.0	6.1	9.4	6.5	0.9	0.0	31.8
2520	0.0	0.0	0.0	0.3	1.1	3.1	2.0	2.2	8.9	1.8	0.1	0.4	19.9
2521	0.1	0.2	0.0	0.3	2.0	6.0	6.9	1.5	11.5	2.2	0.3	0.0	30.9
2522	0.0	0.0	0.0	0.3	0.6	9.7	1.9	1.8	10.5	1.0	0.0	0.0	25.9
2523	0.0	0.0	0.0	0.2	1.1	11.6	1.7	2.7	8.3	7.2	0.8	0.0	33.6
2524	0.0	0.1	0.0	0.3	1.2	5.4	2.7	2.2	8.7	1.9	7.3	0.0	29.9
2525	0.0	0.0	0.0	0.7	0.9	4.7	2.5	2.0	3.9	2.8	0.3	0.7	18.3
2526	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	7.3	3.2	6.4	10.2	13.9	3.1	0.1	45.3
2527	0.0	0.1	0.0	0.2	0.9	4.4	5.2	0.9	6.3	3.3	0.3	0.0	21.7
2528	0.0	0.0	0.0	0.2	1.0	3.0	2.2	1.8	8.8	4.8	1.2	0.0	23.1
2529	0.0	0.0	0.0	0.4	1.6	3.7	2.2	3.0	6.9	8.4	0.2	0.1	26.6
2530	0.0	0.0	0.0	0.3	0.8	3.5	0.6	1.9	11.7	2.2	3.2	0.0	24.3
2531	0.0	0.1	0.0	0.4	1.4	7.3	2.5	5.9	13.7	9.0	0.0	0.0	40.4
2532	0.1	0.0	0.0	0.1	0.9	5.6	1.8	2.6	8.0	4.7	0.3	0.0	24.0
2533	0.0	0.0	0.0	0.1	1.5	2.5	0.9	2.9	4.4	14.8	0.8	0.0	27.9
2534	0.0	0.1	0.0	0.2	1.2	3.0	0.9	3.4	6.1	7.3	0.0	1.4	23.6
2535	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	10.3	2.8	2.5	4.2	10.8	0.0	0.1	31.2
2536	0.0	0.0	0.0	0.3	1.2	7.5	0.7	1.8	7.2	2.8	0.0	0.1	21.7
2537	0.0	0.0	0.3	0.1	1.4	9.2	1.4	1.8	8.5	3.0	0.0	0.0	25.7
2538	0.0	0.0	0.0	0.2	0.9	5.7	2.4	5.7	16.2	2.9	0.2	0.0	34.3
2539	0.0	0.0	0.0	0.4	1.2	9.6	4.1	3.5	10.9	3.9	1.3	0.0	34.9
2540	0.0	0.0	0.0	0.2	0.9	1.6	1.3	2.1	8.3	2.8	0.6	0.0	17.7
2541	0.0	0.0	0.0	0.2	1.2	9.2	3.0	2.4	5.3	6.5	1.3	0.2	29.4
2542	0.0	0.1	0.0	3.1	3.7	3.8	1.9	2.0	4.4	12.6	1.4	0.0	33.1
2543	0.0	0.2	0.0	2.1	1.3	6.3	1.1	2.7	3.8	8.3	0.1	0.0	26.0
2544	0.0	0.0	0.3	0.0	1.6	6.6	1.1	2.1	7.0	8.7	0.3	0.0	27.7
2545	0.0	0.0	0.0	0.4	1.4	7.4	1.3	2.7	6.2	2.9	1.1	0.8	24.3
2546	0.0	0.1	0.2	0.2	0.8	8.1	3.5	2.1	10.6	2.8	0.0	0.0	28.4
2547	0.0	0.2	0.0	0.3	1.1	6.0	1.8	1.8	8.2	1.1	0.1	0.0	20.7
2548	0.0	0.0	0.0	0.3	0.9	6.0	1.8	2.0	15.2	4.1	1.9	0.8	33.1
เฉลี่ย	0.0	0.0	0.0	0.4	1.3	6.1	2.2	2.8	8.5	5.7	0.9	0.2	28.1

หน่วย: ล้าน ลบ.ม.

ตารางผนวกที่ 15 ปริมาณน้ำส่วนเกินจากพื้นที่ชลประทานคบ.สามชุก (SCH5)

พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
2516	0.0	0.0	0.0	0.1	1.9	10.2	2.8	4.1	15.2	5.2	0.8	0.0	40.3
2517	0.0	0.0	0.1	1.1	1.2	10.0	4.1	4.5	15.1	17.1	1.2	0.0	54.5
2518	0.5	0.0	0.1	0.2	2.7	9.8	2.9	4.8	10.8	11.0	1.3	1.2	45.3
2519	0.0	0.2	0.1	0.3	5.1	4.7	3.1	9.1	14.1	9.8	1.3	0.0	47.8
2520	0.0	0.0	0.0	0.5	1.6	4.7	3.0	3.3	13.3	2.8	0.2	0.6	29.9
2521	0.1	0.4	0.0	0.5	3.0	8.9	10.3	2.3	17.3	3.3	0.4	0.0	46.4
2522	0.0	0.0	0.0	0.5	0.9	14.6	2.9	2.7	15.7	1.5	0.0	0.0	38.9
2523	0.0	0.0	0.1	0.2	1.6	17.4	2.6	4.1	12.5	10.8	1.1	0.0	50.5
2524	0.1	0.2	0.0	0.5	1.8	8.0	4.0	3.3	13.1	2.9	11.0	0.0	44.9
2525	0.0	0.0	0.0	1.0	1.3	7.0	3.8	3.0	5.8	4.2	0.4	1.0	27.5
2526	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	10.9	4.7	9.6	15.3	20.9	4.7	0.2	68.0
2527	0.0	0.1	0.0	0.3	1.3	6.6	7.8	1.4	9.4	5.0	0.4	0.0	32.5
2528	0.0	0.0	0.0	0.4	1.5	4.5	3.3	2.7	13.2	7.2	1.8	0.0	34.7
2529	0.0	0.0	0.0	0.7	2.4	5.6	3.3	4.6	10.4	12.6	0.3	0.1	39.9
2530	0.0	0.0	0.0	0.4	1.2	5.2	0.9	2.9	17.6	3.4	4.8	0.0	36.4
2531	0.0	0.2	0.0	0.6	2.2	11.0	3.7	8.8	20.6	13.5	0.0	0.0	60.6
2532	0.1	0.0	0.0	0.1	1.3	8.4	2.7	3.9	12.0	7.1	0.4	0.0	36.1
2533	0.0	0.0	0.0	0.2	2.2	3.8	1.4	4.3	6.6	22.2	1.2	0.0	41.9
2534	0.0	0.1	0.1	0.3	1.7	4.5	1.4	5.2	9.2	11.0	0.0	2.0	35.4
2535	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	15.4	4.2	3.8	6.3	16.2	0.0	0.1	46.9
2536	0.0	0.0	0.0	0.5	1.9	11.3	1.0	2.7	10.9	4.1	0.0	0.2	32.6
2537	0.0	0.0	0.4	0.2	2.1	13.8	2.1	2.7	12.7	4.5	0.0	0.0	38.6
2538	0.0	0.0	0.0	0.3	1.4	8.6	3.6	8.6	24.3	4.3	0.3	0.0	51.5
2539	0.0	0.0	0.0	0.6	1.8	14.4	6.2	5.3	16.3	5.8	2.0	0.0	52.4
2540	0.0	0.0	0.0	0.3	1.3	2.4	1.9	3.1	12.4	4.2	0.8	0.0	26.6
2541	0.0	0.0	0.0	0.3	1.8	13.8	4.6	3.6	8.0	9.8	1.9	0.2	44.2
2542	0.0	0.1	0.1	4.6	5.6	5.6	2.9	3.0	6.7	18.9	2.1	0.1	49.7
2543	0.0	0.3	0.0	3.1	1.9	9.5	1.6	4.1	5.8	12.5	0.1	0.0	39.0
2544	0.1	0.0	0.4	0.0	2.4	9.8	1.6	3.2	10.5	13.0	0.5	0.0	41.6
2545	0.0	0.0	0.0	0.6	2.2	11.1	1.9	4.1	9.3	4.4	1.6	1.1	36.4
2546	0.0	0.1	0.4	0.3	1.2	12.1	5.3	3.1	15.9	4.2	0.0	0.0	42.7
2547	0.1	0.3	0.0	0.4	1.7	9.0	2.7	2.7	12.3	1.6	0.2	0.0	31.0
2548	0.0	0.0	0.1	0.5	1.4	9.0	2.7	3.0	22.8	6.2	2.8	1.2	49.7
เฉลี่ย	0.0	0.1	0.1	0.6	1.9	9.1	3.4	4.2	12.8	8.5	1.3	0.2	42.3

หน่วย: ล้าน ลบ.ม.

ตารางผนวกที่ 16 ปริมาณน้ำส่วนเกินจากพื้นที่ชลประทานคบ.สองพี่น้อง (SPN 2)

พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
2516	0.0	0.0	0.4	0.2	6.3	15.3	7.7	11.0	36.8	14.1	2.2	0.0	94.1
2517	0.0	0.1	1.1	4.0	3.7	15.0	11.4	12.1	36.7	47.0	3.4	0.1	134.6
2518	5.4	0.0	0.5	0.6	8.6	14.8	8.2	12.9	26.8	28.1	3.6	1.9	111.3
2519	0.0	0.8	0.8	1.0	14.4	7.1	8.5	22.7	34.3	24.7	3.7	0.1	118.1
2520	0.1	0.0	0.3	1.9	5.3	7.2	8.2	8.8	32.6	7.5	0.4	1.0	73.3
2521	0.7	1.4	0.1	1.9	9.1	13.4	23.0	6.2	41.5	9.1	1.1	0.0	107.5
2522	0.0	0.1	0.0	1.7	3.0	22.1	8.1	7.3	38.0	4.0	0.1	0.0	84.4
2523	0.0	0.2	0.6	0.9	5.3	26.5	7.2	11.1	30.6	27.1	3.1	0.0	112.7
2524	0.5	0.7	0.3	1.9	5.7	12.1	11.1	8.8	32.0	7.9	25.9	0.0	107.2
2525	0.0	0.1	0.1	3.7	4.1	10.6	10.7	8.2	15.2	11.3	1.1	1.7	66.8
2526	0.3	0.0	0.1	0.1	5.1	16.3	13.0	23.8	37.1	56.7	12.5	0.4	165.5
2527	0.0	0.5	0.4	1.3	4.4	10.0	18.9	3.8	23.6	13.6	1.1	0.0	77.5
2528	0.4	0.0	0.2	1.4	5.0	6.8	9.2	7.3	32.2	18.7	5.0	0.0	86.2
2529	0.0	0.0	0.0	2.4	7.8	8.5	9.1	12.3	25.7	33.1	0.9	0.3	100.4
2530	0.0	0.0	0.4	1.6	3.8	8.0	2.5	7.7	42.2	9.2	12.7	0.0	88.1
2531	0.0	0.6	0.1	2.4	7.1	16.4	10.5	22.1	50.5	36.0	0.0	0.0	145.7
2532	0.8	0.1	0.1	0.4	4.3	12.7	7.5	10.5	29.5	18.4	1.1	0.0	85.5
2533	0.0	0.1	0.4	0.7	7.3	5.8	3.9	11.6	16.9	59.6	3.3	0.0	109.5
2534	0.0	0.4	0.5	1.1	5.7	6.8	3.7	13.7	22.9	28.0	0.1	3.2	86.3
2535	0.1	0.1	0.0	0.1	2.7	23.5	11.8	10.1	16.4	44.1	0.0	0.2	109.2
2536	0.0	0.0	0.3	1.7	6.1	17.0	2.7	7.4	26.8	11.3	0.0	0.4	73.7
2537	0.1	0.0	4.1	0.8	6.8	20.7	5.8	7.4	31.2	12.6	0.0	0.0	89.4
2538	0.0	0.0	0.1	1.0	4.5	12.9	10.1	21.6	60.1	11.9	1.0	0.0	123.2
2539	0.0	0.2	0.2	2.2	5.7	21.7	16.1	14.0	39.4	15.6	5.5	0.0	120.6
2540	0.0	0.0	0.2	1.2	4.4	3.8	5.3	8.4	30.5	11.4	2.3	0.0	67.5
2541	0.0	0.1	0.0	1.1	6.0	20.7	12.6	9.7	20.2	24.7	5.4	0.5	101.1
2542	0.4	0.4	0.6	21.6	16.4	8.6	8.0	8.1	17.2	52.3	5.7	0.2	139.4
2543	0.0	1.1	0.1	15.4	6.3	14.3	4.5	11.1	15.1	32.8	0.4	0.0	101.1
2544	0.5	0.0	4.7	0.0	7.9	14.8	4.4	8.5	26.0	34.4	1.4	0.1	102.7
2545	0.0	0.0	0.2	2.2	7.1	16.7	5.3	11.0	23.3	12.2	4.6	1.9	84.4
2546	0.0	0.4	3.9	1.2	4.0	18.1	14.2	8.4	38.5	11.6	0.1	0.0	100.4
2547	0.4	1.3	0.2	1.6	5.5	13.5	7.6	7.4	30.1	4.3	0.6	0.1	72.5
2548	0.2	0.1	0.5	1.9	4.6	13.5	7.6	8.0	56.8	16.3	7.8	1.9	119.2
เฉลี่ย	0.3	0.3	0.6	2.5	6.2	13.8	9.1	11.0	31.4	22.7	3.5	0.4	101.8

หน่วย: ล้าน ลบ.ม.

ตารางผนวกที่ ค17 ปริมาณน้ำส่วนเกินจากพื้นที่ชลประทานคบ.สองพี่น้อง (SPN3)

พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
2516	0.0	0.0	0.1	0.1	2.2	5.3	2.6	3.8	12.7	4.9	0.7	0.0	32.4
2517	0.0	0.0	0.5	1.4	1.3	5.2	4.0	4.2	12.7	16.4	1.2	0.0	46.9
2518	1.9	0.0	0.2	0.2	3.1	5.1	2.8	4.6	9.3	9.9	1.2	0.7	38.9
2519	0.0	0.3	0.3	0.3	5.6	2.5	2.9	7.9	11.8	8.5	1.3	0.0	41.5
2520	0.0	0.0	0.1	0.7	1.8	2.5	2.8	3.0	11.2	2.6	0.2	0.3	25.2
2521	0.2	0.5	0.0	0.7	3.3	4.6	8.2	2.1	14.3	3.1	0.4	0.0	37.4
2522	0.0	0.0	0.0	0.6	1.0	7.7	2.8	2.5	13.1	1.4	0.0	0.0	29.2
2523	0.0	0.1	0.2	0.3	1.8	9.4	2.5	3.8	10.5	9.5	1.1	0.0	39.2
2524	0.2	0.2	0.1	0.7	2.0	4.2	3.9	3.0	11.1	2.7	9.4	0.0	37.4
2525	0.0	0.0	0.0	1.3	1.4	3.6	3.7	2.8	5.3	3.9	0.4	0.6	23.0
2526	0.1	0.0	0.0	0.0	1.8	5.6	4.6	8.3	12.8	19.8	4.5	0.1	57.7
2527	0.0	0.2	0.1	0.4	1.5	3.4	6.7	1.3	8.1	4.7	0.4	0.0	27.0
2528	0.1	0.0	0.1	0.5	1.7	2.4	3.2	2.5	11.1	6.5	1.7	0.0	29.7
2529	0.0	0.0	0.0	0.8	2.8	2.9	3.1	4.3	8.9	11.6	0.3	0.1	34.8
2530	0.0	0.0	0.1	0.5	1.3	2.8	0.9	2.6	14.5	3.2	4.6	0.0	30.5
2531	0.0	0.2	0.0	0.8	2.4	5.6	3.6	7.7	17.6	12.6	0.0	0.0	50.6
2532	0.3	0.0	0.0	0.1	1.5	4.4	2.6	3.6	10.2	6.4	0.4	0.0	29.5
2533	0.0	0.0	0.1	0.2	2.5	2.0	1.3	4.0	5.9	20.8	1.1	0.0	38.0
2534	0.0	0.1	0.2	0.4	2.0	2.4	1.3	4.8	7.9	9.8	0.0	1.1	30.0
2535	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	8.2	4.2	3.5	5.7	15.4	0.0	0.1	38.1
2536	0.0	0.0	0.1	0.6	2.1	5.8	0.9	2.5	9.3	3.9	0.0	0.1	25.4
2537	0.0	0.0	1.6	0.3	2.3	7.2	2.0	2.5	10.8	4.4	0.0	0.0	31.1
2538	0.0	0.0	0.0	0.3	1.5	4.4	3.5	7.6	21.0	4.1	0.3	0.0	42.9
2539	0.0	0.1	0.1	0.7	2.0	7.6	5.8	5.0	13.6	5.4	1.9	0.0	42.1
2540	0.0	0.0	0.1	0.4	1.5	1.3	1.8	2.9	10.5	3.9	0.8	0.0	23.3
2541	0.0	0.1	0.0	0.4	2.1	7.2	4.5	3.3	7.0	8.5	1.8	0.2	35.1
2542	0.1	0.1	0.2	7.8	6.3	3.0	2.7	2.8	5.9	18.3	2.0	0.1	49.3
2543	0.0	0.4	0.0	5.7	2.2	4.9	1.5	3.8	5.2	11.5	0.1	0.0	35.4
2544	0.2	0.0	1.8	0.0	2.8	5.1	1.5	2.9	9.0	12.0	0.5	0.0	35.8
2545	0.0	0.0	0.1	0.7	2.4	5.7	1.8	3.8	8.1	4.2	1.6	0.6	29.1
2546	0.0	0.2	1.5	0.4	1.4	6.2	5.0	2.9	13.3	4.0	0.0	0.0	34.8
2547	0.2	0.4	0.1	0.6	1.9	4.6	2.6	2.5	10.4	1.5	0.2	0.0	25.0
2548	0.1	0.0	0.2	0.6	1.6	4.7	2.6	2.7	19.9	5.7	2.7	0.7	41.4
เฉลี่ย	0.1	0.1	0.2	0.9	2.2	4.8	3.2	3.8	10.9	7.9	1.2	0.1	35.4

หน่วย: ล้าน ลบ.ม.

ตารางผนวกที่ 18 ปริมาณน้ำส่วนเกินจากพื้นที่ชลประทานคบ.บางเลน (BLN1)

พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
2516	0.0	0.0	0.4	0.0	5.2	30.7	8.4	10.2	41.3	15.6	2.9	0.1	114.7
2517	0.1	0.0	0.3	4.9	5.3	17.2	16.6	19.7	37.0	93.7	3.1	1.7	199.6
2518	1.1	0.0	0.3	0.6	13.5	22.9	11.0	22.4	44.8	33.7	2.7	2.3	155.4
2519	0.0	0.3	0.1	0.6	8.5	12.6	10.5	31.8	37.6	24.3	3.5	0.1	130.0
2520	0.1	0.4	0.1	1.0	9.1	12.5	5.8	7.4	30.1	7.1	0.6	0.1	74.4
2521	0.5	3.7	0.0	0.8	7.4	14.7	26.1	5.0	47.4	8.9	0.7	0.0	115.1
2522	0.0	0.1	0.0	0.5	3.2	24.7	6.3	6.4	43.9	4.2	0.6	0.0	89.8
2523	0.0	0.0	0.1	0.9	4.8	66.5	8.2	16.0	36.8	22.6	2.9	0.0	158.8
2524	0.0	0.2	0.1	1.1	5.2	15.5	8.8	9.5	41.5	8.5	28.8	0.0	119.1
2525	0.0	0.1	0.2	2.5	4.4	16.6	12.2	7.3	16.5	12.9	3.1	0.9	76.7
2526	0.1	0.0	0.0	0.2	5.7	16.1	19.7	36.2	35.7	39.9	15.7	0.5	169.9
2527	0.2	0.2	0.1	0.8	3.0	14.9	21.3	4.8	38.9	18.3	1.5	0.0	104.0
2528	0.3	0.0	0.1	1.0	5.1	10.9	10.6	7.7	25.7	27.0	3.9	0.0	92.2
2529	0.0	0.0	0.1	1.5	10.5	13.6	10.0	9.2	37.5	28.3	1.6	1.1	113.4
2530	0.0	0.0	0.1	1.0	3.4	14.5	4.2	6.0	25.6	15.9	6.7	0.0	77.6
2531	0.0	0.5	0.0	1.7	4.4	19.0	10.4	21.9	44.3	32.2	0.1	0.0	134.4
2532	1.2	0.2	0.1	0.4	4.0	15.6	7.2	12.4	32.8	15.0	1.3	0.0	90.2
2533	0.0	0.0	0.2	0.7	5.4	10.7	3.9	7.8	27.6	82.3	1.6	0.0	140.3
2534	0.0	0.4	0.1	0.6	5.5	14.2	4.4	9.5	21.1	18.0	0.3	3.7	77.7
2535	0.1	0.1	0.0	0.1	1.5	16.3	10.6	10.4	12.1	41.4	0.0	0.6	93.2
2536	0.1	0.0	0.2	0.9	3.8	12.7	4.3	20.3	40.8	19.3	0.1	0.5	103.0
2537	0.0	0.0	3.0	1.1	11.7	51.0	4.6	7.6	29.7	9.7	0.1	0.2	118.6
2538	0.0	0.2	0.2	1.8	4.1	20.0	18.7	35.4	55.2	15.9	0.9	0.0	152.3
2539	0.0	0.1	0.1	1.4	6.9	22.0	8.1	7.9	34.0	10.6	5.6	0.0	96.7
2540	0.0	0.0	0.1	0.7	2.9	5.5	4.4	6.8	42.1	15.5	2.2	0.0	80.2
2541	0.1	0.3	0.0	0.6	4.6	27.1	17.9	9.9	26.9	17.9	3.5	0.1	109.0
2542	0.1	0.6	0.1	12.3	12.2	10.7	6.6	7.0	21.8	29.4	3.2	0.0	104.0
2543	0.0	0.3	0.2	3.2	5.0	13.4	4.5	10.0	13.6	24.5	0.6	0.0	75.4
2544	0.5	0.1	3.9	0.3	5.1	18.3	4.2	7.5	29.6	36.6	1.4	0.9	108.4
2545	0.0	0.0	0.3	0.8	9.1	19.6	4.9	8.6	31.6	13.5	9.9	3.6	102.1
2546	0.0	0.1	1.6	0.9	5.4	40.9	14.0	8.6	36.9	10.1	0.1	0.1	118.7
2547	0.6	0.5	0.0	0.7	8.8	13.4	5.5	7.7	24.8	5.2	0.2	0.1	67.5
2548	0.1	0.0	0.4	0.9	3.5	11.8	6.3	6.5	35.4	41.6	3.9	3.5	113.9
เฉลี่ย	0.2	0.3	0.4	1.4	6.0	19.6	9.7	12.3	33.4	24.2	3.4	0.6	111.4

หน่วย: ล้าน ลบ.ม.

ตารางผนวกที่ 19 ปริมาณน้ำส่วนเกินจากพื้นที่ชลประทานคบ.โพธิ์พระยา (PPY2)

พ.ศ.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รวม
2516	0.0	0.0	0.0	0.2	5.7	24.4	5.7	8.5	39.8	11.5	1.6	0.0	97.4
2517	0.0	0.0	0.1	2.9	3.4	23.9	8.4	9.4	39.7	45.4	2.5	0.1	135.8
2518	0.4	0.0	0.1	0.4	8.2	23.4	6.1	10.0	27.2	28.8	2.7	2.5	109.8
2519	0.0	0.6	0.1	0.7	16.6	11.2	6.3	22.8	36.7	25.1	2.8	0.0	122.9
2520	0.0	0.0	0.0	1.4	4.7	11.2	6.1	6.8	34.5	5.8	0.3	1.2	72.1
2521	0.1	1.0	0.0	1.4	9.0	21.3	25.5	4.8	45.8	7.0	0.8	0.0	116.8
2522	0.0	0.1	0.0	1.2	2.7	34.8	6.0	5.6	41.3	3.1	0.1	0.0	95.0
2523	0.0	0.1	0.1	0.7	4.8	42.3	5.4	8.6	32.0	28.0	2.4	0.0	124.2
2524	0.1	0.5	0.0	1.4	5.1	19.2	8.3	6.8	33.8	6.1	27.1	0.0	108.4
2525	0.0	0.1	0.0	2.7	3.7	16.7	7.9	6.3	12.6	8.7	0.8	2.2	61.8
2526	0.0	0.0	0.0	0.1	4.6	26.0	10.4	24.2	40.2	55.3	11.0	0.4	172.3
2527	0.0	0.4	0.0	0.9	3.9	15.8	19.0	2.9	23.2	10.8	0.8	0.0	77.8
2528	0.1	0.0	0.0	1.0	4.5	10.7	6.8	5.6	34.0	17.4	3.8	0.0	84.0
2529	0.0	0.0	0.0	1.8	7.0	13.4	6.8	9.5	25.9	33.1	0.7	0.3	98.4
2530	0.0	0.0	0.0	1.1	3.5	12.6	1.9	6.0	46.6	7.0	11.3	0.0	90.1
2531	0.0	0.4	0.0	1.7	6.3	26.1	7.8	22.0	55.1	35.6	0.0	0.0	155.1
2532	0.1	0.1	0.0	0.3	3.8	20.1	5.6	8.1	30.7	17.1	0.8	0.0	86.7
2533	0.0	0.1	0.0	0.5	6.5	9.0	2.9	9.0	14.9	58.6	2.4	0.0	103.9
2534	0.0	0.3	0.1	0.8	5.1	10.7	2.8	11.1	22.3	28.7	0.1	4.4	86.4
2535	0.0	0.1	0.0	0.1	2.5	37.0	8.8	7.8	14.2	42.8	0.0	0.2	113.3
2536	0.0	0.0	0.0	1.3	5.4	27.0	2.0	5.7	27.3	8.6	0.0	0.3	77.7
2537	0.0	0.0	0.2	0.6	6.0	32.9	4.4	5.7	32.7	9.5	0.0	0.0	92.0
2538	0.0	0.0	0.0	0.7	4.0	20.5	7.5	21.4	65.0	9.1	0.7	0.0	128.9
2539	0.0	0.1	0.0	1.6	5.1	34.2	14.6	11.5	43.1	13.3	4.1	0.0	127.8
2540	0.0	0.0	0.0	0.9	3.9	5.9	3.9	6.5	31.8	8.7	1.7	0.0	63.5
2541	0.0	0.1	0.0	0.8	5.4	33.0	9.9	7.5	18.9	25.2	4.0	0.5	105.3
2542	0.1	0.3	0.1	12.6	18.2	13.5	5.9	6.3	15.1	50.3	4.3	0.1	126.7
2543	0.0	0.7	0.0	8.1	5.6	22.7	3.4	8.6	12.5	32.8	0.3	0.0	94.7
2544	0.1	0.0	0.2	0.0	7.0	23.5	3.3	6.6	26.2	34.2	1.1	0.1	102.2
2545	0.0	0.0	0.0	1.6	6.3	26.5	3.9	8.5	22.9	9.2	3.4	2.5	84.9
2546	0.0	0.3	0.2	0.9	3.6	28.9	12.0	6.5	41.9	8.9	0.0	0.0	103.2
2547	0.1	0.9	0.0	1.2	4.9	21.4	5.7	5.7	31.4	3.3	0.4	0.0	75.0
2548	0.0	0.0	0.1	1.4	4.1	21.5	5.7	6.2	61.2	14.3	5.8	2.6	122.8
เฉลี่ย	0.0	0.2	0.0	1.6	5.8	21.9	7.3	9.2	32.7	21.3	3.0	0.5	103.5

หน่วย: ล้าน ลบ.ม.

ภาคผนวก ง
การนำเสนอผลงาน

การนำเสนอผลงาน

1. การศึกษาสภาพน้ำท่วมขังในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน โดยใช้ NDWI จากข้อมูลดาวเทียม MODIS ในการประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 8
2. การจัดการน้ำท่วมขังในทุ่งสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี โดยการสำรวจระยะไกลร่วมกับแบบจำลองในการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 12

การศึกษาสภาพน้ำท่วมขังในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีนโดยใช้ NDWI จากข้อมูลดาวเทียม MODIS
Identification of Inundation Severity in Tha Chin River Basin using NDWI from MODIS Data.

ณัฐพล เกิดสุข¹ และเอกสิทธิ์ โขสิตสกุลชัย¹
Nathaphon Gerdasuk¹ and Ekasit Kositsakulchai¹

Abstract

This study investigated the inundation in the Tha Chin river basin. The extent of inundated area and the levels of severity were identified. Time-series NDWI (Normalized Difference Water Index) data, derived from Terra/Aqua MODIS images, were used for classifying the inundated area. The analysis of inundation conditions included two distinct periods: (1) year of 2002/2003 representing the wet period and (2) year of 2004/2005 representing the dry period. The major inundated areas were found in the central part of Tha Chin river basin. In the wet year, inundation began at the end of rainy season in October and ceased in February. In the dry year, inundation also occurred in October, it was gradually mitigated in December. Next, the 15-day composite NDWI data of 3 months (October, December and February) were selected for identifying the inundation severity. The result showed areas affected by different severity levels, which divided into 7 Irrigation Projects of the Royal Irrigation Department, located in the Tha Chin basin. The first group, Pho Phraya and Phak Hai projects had the highest level of inundation severity; more than half of project area was inundated longer than three consecutive months. The second group includes 4 projects: Chao Ched-Bang Yeehon, Bang Len, Song Phi Nong and Don Chedi; these projects suffered from severe inundation in the wet year. And the third group, Sam Chuk Project had a limited extent of inundation severity. In conclusion, study of inundation in large area could be achieved by the remote sensing method. Moreover, the Terra/Aqua satellites have high frequency of revisiting; it is subsequently possible to apply MODIS data for monitoring the dynamics of land surface.

Key words: Water management, Remote sensing, Terra/Aqua MODIS

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอผลการศึกษาสภาพน้ำท่วมขังในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีนโดยใช้ข้อมูลดาวเทียม Terra/Aqua MODIS ประมวลผลเป็นภาพประกอบ 15 วันของ NDWI (Normalized Difference Water Index) โดยเลือกช่วงปี พ.ศ.2545/46 เป็นตัวแทนของปีที่มีน้ำมากและช่วงปี พ.ศ.2547/48 เป็นตัวแทนของปีที่มีน้ำน้อย ผลการศึกษาพบว่า พื้นที่ที่มีสภาพน้ำท่วมขังอยู่บริเวณตอนกลางของที่ราบลุ่มน้ำท่าจีน โดยในปีที่มีน้ำมาก พื้นที่บริเวณนี้มีสภาพน้ำท่วมขังตั้งแต่ปลายฤดูฝนในเดือนตุลาคมจนถึงเดือนกุมภาพันธ์ ส่วนในปีที่มีน้ำน้อยมีสภาพน้ำท่วมขังในเดือนตุลาคมและลดลงในเดือนธันวาคม ขั้นตอนถัดมา ได้จำแนกระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังโดยใช้ภาพประกอบของ NDWI ในเดือนตุลาคม ธันวาคม และกุมภาพันธ์มาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ผิวน้ำร่วมกัน ผลการวิเคราะห์สามารถจำแนกโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาของกรมชลประทานที่อยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีนที่มีปัญหาน้ำท่วมขังจำนวน 7 โครงการ โดยโครงการที่มีสภาพน้ำท่วมขังค่อนข้างรุนแรง ได้แก่ โครงการโพธิ์พระยาและผักไห่ โดยมีน้ำท่วมขังนานกว่า 3 เดือน ครอบคลุมพื้นที่มากกว่าครึ่งหนึ่งของพื้นที่โครงการ ส่วนโครงการเจ้าเจ็ดบางยี่หนน, บางเลน, สองพี่น้อง และดอนเจดีย์ มีสภาพน้ำท่วมขังเฉพาะในปีที่มีน้ำมาก และโครงการสามชุก มีสภาพน้ำท่วมขังไม่มากนัก ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า

¹ ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140
Department of Irrigation Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaengsaen, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakhon Pathom 73140.

วิธีการสำรวจระยะไกลสามารถศึกษาสภาพน้ำท่วมซึ่งครอบคลุมพื้นที่บริเวณกว้าง นอกจากนี้ ข้อมูล MODIS ยังมีความดีในการสำรวจพื้นที่เดิมสูงสามารถนำมาใช้ติดตามการเปลี่ยนแปลงของพื้นผิวได้

คำสำคัญ : การบริหารจัดการน้ำ, การสำรวจระยะไกล, ภาพ MODIS ของดาวเทียม Terra/Aqua

คำนำ (Introduction)

พื้นที่ราบของลุ่มน้ำท่าจีนเป็นส่วนหนึ่งของที่ราบภาคกลางตอนล่าง พื้นที่นี้มีศักยภาพสูงสำหรับการเพาะปลูก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปลูกข้าวโดยในบางพื้นที่สามารถทำนาได้ปีละ 3 ครั้ง ถึงกระนั้น สภาพน้ำท่วมขังในพื้นที่นับได้ว่าเป็นปัญหาที่สำคัญอันหนึ่ง โดยเริ่มเกิดในช่วงปลายฤดูฝนเป็นประจำทุกปี สภาพน้ำท่วมขังนี้ส่งผลกระทบต่อประชาชนในพื้นที่ทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ทำให้ไม่สามารถใช้ประโยชน์ที่ดินสำหรับประกอบอาชีพ ซึ่งมีผลกระทบต่อรายได้และทำให้เกิดการว่างงาน ดังนั้น การศึกษาวิเคราะห์ถึงสภาพปัญหาน้ำท่วมขังทั้งขอบเขตของพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบและระดับความรุนแรง จึงมีความจำเป็นและเร่งด่วน ทั้งนี้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการวางแผนและบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน รวมถึงพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาในภาพรวม

เนื่องจาก สภาพของน้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้าง การรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาสภาพปัญหาจึงต้องใช้เวลามีค่าใช้จ่ายมาก การสำรวจระยะไกลเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยแก้ปัญหาด้านข้อมูล โดยการสำรวจระยะไกลนั้นมีจุดเด่นที่ภาพดาวเทียมครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้าง และมีความถี่ของสำรวจซ้ำในพื้นที่เดิมสูง จึงสามารถนำมาใช้ศึกษาติดตามการเปลี่ยนแปลงสภาพของพื้นที่ได้ อย่างไรก็ตาม ในช่วงเวลาที่ผ่านมากการสำรวจระยะไกลยังมีข้อจำกัดในการนำไปประยุกต์ใช้งานจริงทั้งในด้านเทคนิคที่ต้องใช้วิธีการวิเคราะห์ขั้นสูง และมีค่าใช้จ่ายสำหรับจัดหาภาพถ่ายดาวเทียม (เอกสิทธิ์, 2548)

การศึกษานี้จึงได้เลือกใช้ข้อมูลดาวเทียม Terra/Aqua MODIS ที่สามารถดาวน์โหลดได้จากอินเทอร์เน็ตโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย ซึ่งข้อมูล MODIS นั้นมีการประยุกต์ใช้งานที่เกี่ยวข้องกับการเกษตรอย่างแพร่หลาย อาทิ การจำแนกพื้นที่ทำนา (Xiao *et al.*, 2005) การติดตามการเปลี่ยนแปลงของพืชพรรณ (Beck *et al.*, 2006) การศึกษาสภาพของน้ำในพืช (Zarco-Tejada *et al.*, 2003) สำหรับการวิเคราะห์ติดตามการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ การใช้ภาพถ่ายดาวเทียมหลายภาพประกอบกันเป็นอนุกรมเวลาเป็นเทคนิคหนึ่งที่ยอมรับใช้ (ซูพันธ์, 2547, ซูพันธ์และเอกสิทธิ์, 2548, Moody and Johnson, 2001, Jonsson and Eklundh, 2004, Xiao *et al.*, 2005, Beck *et al.*, 2006)

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาสภาพน้ำท่วมขังของลุ่มน้ำท่าจีน โดยใช้ดัชนี NDWI (Normalize Difference Water Index) หลายช่วงเวลา ในการจำแนกขอบเขตและการเปลี่ยนแปลงของน้ำท่วมขัง รวมทั้งกำหนดระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน

พื้นที่ศึกษา

ลุ่มน้ำท่าจีนตั้งอยู่บริเวณที่ราบภาคกลางของประเทศไทย ซึ่งเป็นที่ราบเดียวกันกับที่ราบลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาทางฝั่งตะวันตก สภาพทั่วไปของลุ่มน้ำท่าจีน พื้นที่ตอนบนเป็นพื้นที่เชิงเขา ซึ่งมีระดับไม่สูงมาก ส่วนตอนกลางและตอนล่างเป็นที่ราบลุ่ม ดินเป็นดินเหนียว มีสภาพเหมาะสมต่อการเกษตร โดยเฉพาะการทำนา ลุ่มน้ำท่าจีนมีแม่น้ำสายหลักคือแม่น้ำท่าจีนซึ่งแยกออกมาทางฝั่งขวาของแม่น้ำเจ้าพระยาที่จังหวัดชัยนาท ไหลผ่านจังหวัดสุพรรณบุรี นครปฐม และออกสู่อ่าวไทยที่จังหวัดสมุทรสาคร ปัจจุบันแม่น้ำสายนี้ได้ใช้เป็นคลองส่งน้ำชลประทานของโครงการชลประทานเจ้าพระยาฝั่งตะวันตก

การศึกษาสภาพน้ำท่วมซึ่งในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน ได้กำหนดกรอบการวิเคราะห์ให้ครอบคลุมพื้นที่ราบของลุ่มน้ำท่าจีน โดยกรอบที่วิเคราะห์มีพื้นที่ 15.0 ล้านไร่

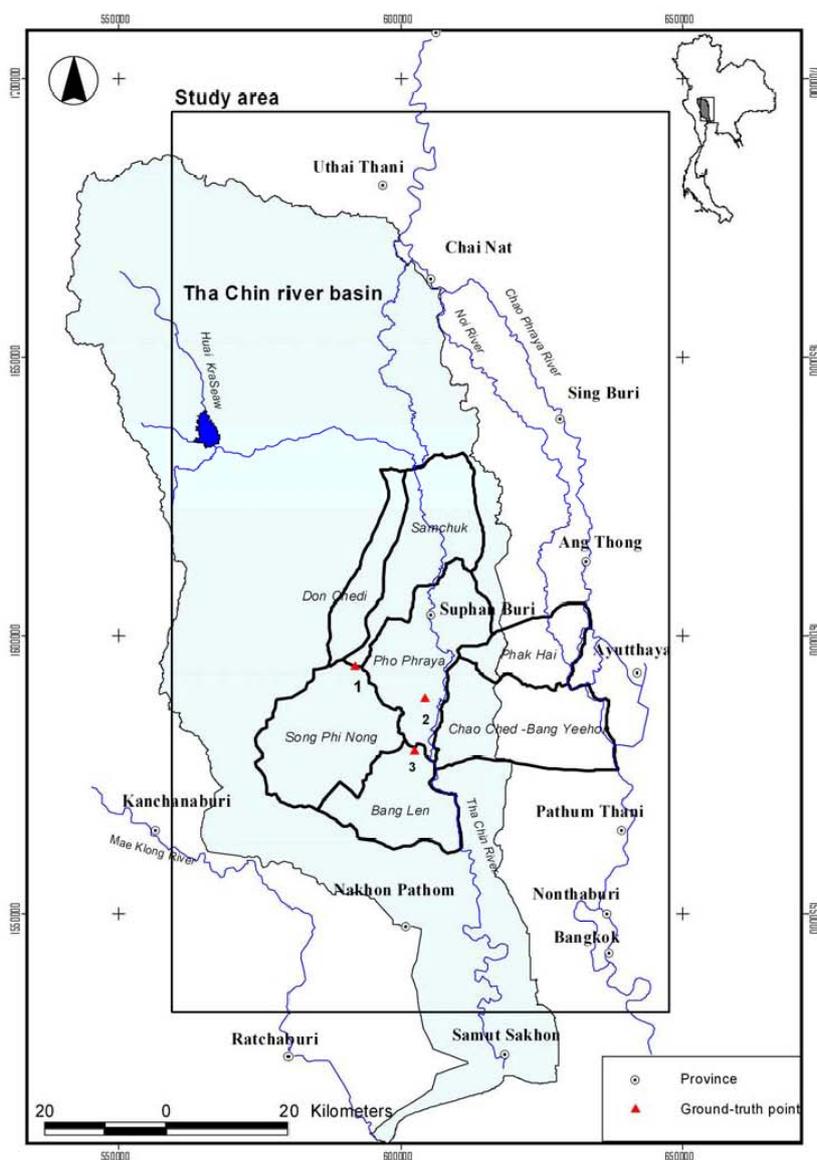


Figure 1 Tha Chin river basin

ข้อมูลและวิธีการ (Data and Methods)

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ข้อมูล MODIS- (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) ของดาวเทียม Terra/Aqua มีข้อมูลทั้งหมด 36 แบนด์ ครอบคลุมความยาวคลื่น 0.41 ถึง 14.39 ไมโครเมตร แบนด์ 1 (red) และ 2 (near infrared) มีขนาดของจุดภาพ 250 เมตร แบนด์ 3 ถึง 7 (visible and Infrared) มีขนาดของจุดภาพ 500 เมตร แบนด์ 8 ถึง 36 (hyper-spectral, reflected infrared, thermal infrared) มีขนาดของจุดภาพ 1000 เมตร

NDWI (Normalized Difference Water Index) - ดัชนี NDWI (Goa, 1996) เป็นตัวชี้วัดที่ปกคลุมพื้นผิว คำนวณได้ ดังนี้

$$NDWI = \frac{\rho(0.86\mu m) - \rho(1.24\mu m)}{\rho(0.86\mu m) + \rho(1.24\mu m)}$$

โดย $\rho(0.86\mu m)$ เป็นค่าการสะท้อนของช่วงคลื่นที่ตามองเห็น Visible (Band 1 ของ MODIS) ส่วน $\rho(1.24\mu m)$ เป็นค่าการสะท้อนของช่วงคลื่น short-wave infrared (Band 6 ของ MODIS)

NDWI มีค่าระหว่าง อยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 เมื่อค่าดัชนีมีค่ามากเข้าใกล้ 1 หมายถึง สิ่งปกคลุมพื้นผิวมีน้ำมาก เมื่อค่าดัชนีมีค่าน้อย หมายถึง สิ่งปกคลุมพื้นผิวมีน้ำอยู่น้อย นอกจากนี้ Takeuchi (2004) ได้ทำการศึกษา ดัชนี NDWI ร่วมกับดัชนี NDVI (พืชพรรณ) และดัชนี NDSI (ดิน) โดยเรียกรวมกันว่า ดัชนี NDXI และได้วิเคราะห์สิ่งปกคลุมพื้นผิวจากข้อมูล MODIS และ ASTER และสรุปว่าดัชนี NDWI จะมีค่าเป็นบวก เฉพาะพื้นผิวที่เป็นน้ำและหิมะ

วิธีการ

การจำแนกพื้นที่น้ำท่วมจากข้อมูลดาวเทียม ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก ประกอบด้วย การเตรียมข้อมูลภาพดาวเทียม การวิเคราะห์ลักษณะสิ่งปกคลุมดิน และการตรวจสอบผลลัพธ์ซึ่งเป็นการพิจารณาความสอดคล้องของข้อมูลทั้งในเรื่องของตำแหน่งและเวลาร่วมกับการออกสำรวจภาคสนาม

ในการวิจัยนี้ใช้ข้อมูลภาพประกอบ 15 วันของ MODIS จากเว็บไซต์ WebMODIS ของ Institute of Industrial Science, University of Tokyo (<http://webmodis.iis.u-tokyo.ac.jp>) ข้อมูลภาพประกอบ 15 วันของดัชนี NDWI (15-day composite NDWI data) เป็นภาพดาวเทียมที่ทำการตัดจุดภาพที่ไม่มีเมฆปกคลุมระยะเวลา 15 วัน (วันที่ 1 ถึง 15 ของแต่ละเดือน) นำมาประกอบกัน จากนั้น ได้ปรับแก้จุดภาพจากพิกัดอ้างอิงแบบละติจูด-ลองจิจูด ขนาดจุดภาพ 15 พิลิปดา เป็นพิกัดอ้างอิงระบบ UTM Zone 47N ขนาดจุดภาพ 250 เมตร ในการศึกษาเลือกใช้ข้อมูล 2 ช่วง คือ ช่วงปี 2545/46 ระหว่างเดือนตุลาคม 2545 ถึง เดือนเมษายน 2546 และข้อมูลช่วงปี 2547/48 ระหว่างเดือนตุลาคม 2547 ถึง เดือนเมษายน 2548

ขั้นตอนการวิเคราะห์ลักษณะสิ่งปกคลุมดิน เพื่อจำแนกข้อมูลพื้นผิวน้ำออกจากสิ่งปกคลุมดินประเภทอื่นแล้วทำการวิเคราะห์เพื่อจัดกลุ่มระดับความรุนแรงของพื้นที่น้ำท่วมซ้ำ การจำแนกพื้นที่ผิวน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน ใช้ข้อมูลภาพประกอบ 15 วันของดัชนี NDWI จำนวน 7 เดือน (ตุลาคมถึงเมษายน) และใช้ค่าดัชนี NDWI ที่มากกว่า 0 เป็นเกณฑ์ในการแยกพื้นผิวน้ำ

การจัดกลุ่มระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขัง ใช้วิธีการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงขนาดของพื้นที่น้ำท่วมขัง จากข้อมูล NDWI ที่ประกอบกัน จำนวน 3 เดือน นำมาวิเคราะห์พร้อมกัน โดยเลือกข้อมูลดัชนีของเดือนตุลาคม ธันวาคม และ กุมภาพันธ์ การวิเคราะห์ระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขัง ทำโดยนำข้อมูล NDWI ของแต่ละเดือนมาแบ่งกลุ่มใหม่เป็น 3 กลุ่มตามสภาพน้ำท่วมขัง ได้แก่ (1) กลุ่ม A มีค่าดัชนี NDWI ระหว่าง 0 ถึง 0.1 จัดเป็นพื้นที่ที่มีสภาพน้ำท่วมขังค่อนข้างน้อย (2) กลุ่ม B มีค่าดัชนี NDWI ระหว่าง 0.1 ถึง 0.3 จัดเป็นพื้นที่ที่มีสภาพน้ำท่วมขังปานกลาง และ (3) กลุ่ม C มีค่าดัชนี NDWI มากกว่า 0.3 จัดเป็นพื้นที่ที่มีสภาพน้ำท่วมขังค่อนข้างมาก

จากผลของการพิจารณาข้อมูลสามเดือนร่วมกัน ให้ผลเป็นพื้นที่ที่มีลักษณะต่างกันเป็นอักษรสามตัว เช่น ถ้าผลของการพิจารณาเป็น BBA สามารถแปลความหมายโดย อักษรตัวขวาสุด (A) แทนสภาพน้ำท่วมขังในเดือนตุลาคมซึ่งค่อนข้างน้อย อักษรตัวกลาง (B) แทนสภาพน้ำท่วมขังเดือนธันวาคมซึ่งอยู่ในกลุ่มปานกลาง และอักษรตัวซ้ายสุด (B) แทนสภาพน้ำท่วมขังเดือนกุมภาพันธ์ยังคงมีน้ำท่วมขังปานกลางอยู่ ซึ่งให้ผลลัพธ์เป็นพื้นที่ที่มีลักษณะต่างกัน 27 รูปแบบ

จากนั้น ได้ทำการแบ่งกลุ่มเป็นระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขัง โดยพิจารณาจากสภาพของน้ำท่วมขัง และระยะเวลาที่น้ำท่วมขัง ซึ่งแบ่งเป็น 4 ระดับ ประกอบด้วย ระดับที่ (1) ความรุนแรงของน้ำท่วมขังน้อย ประกอบด้วย กลุ่มพื้นที่ในกลุ่ม AAA, AAB, ABA, ABB, BAA, BAB, BBA, BBB ระดับที่ (2) ความรุนแรงของน้ำท่วมขังปานกลาง ประกอบด้วย กลุ่มพื้นที่ในกลุ่ม AAC, ACA, BAC, BCA, BCB, CAA, CAB, CAC, CBA, CBB ระดับที่ (3) ความรุนแรงของน้ำท่วมขังค่อนข้างมาก ประกอบด้วย กลุ่มพื้นที่ในกลุ่ม ABC, ACB, ACC, BBC และท้ายสุด ระดับที่ (4) ความรุนแรงของน้ำท่วมขังมาก ประกอบด้วย กลุ่มพื้นที่ในกลุ่ม BCC, CBC, CCA, CCB, CCC

ผลและวิจารณ์ผล (Results and Discussion)

ผลการศึกษาสภาพน้ำท่วมขังในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีนประกอบด้วย ผลการวิเคราะห์จำแนกพื้นที่จำแนกพื้นที่ผิวน้ำโดยใช้ข้อมูลดาวเทียมหลายช่วงเวลา และผลการจัดกลุ่มระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขัง เป็นรายพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาของกรมชลประทาน

การจำแนกพื้นที่ผิวน้ำ

การจำแนกพื้นที่ปกคลุมด้วยน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน ได้กำหนดกรอบการวิเคราะห์ให้ครอบคลุมลุ่มน้ำท่าจีน โดยกรอบที่วิเคราะห์มีพื้นที่ 15,061 ล้านไร่ (Figure 1) การวิเคราะห์แบ่งเป็น 2 ช่วง โดยช่วงแรก เป็นช่วงปี 2545/46 ซึ่งเป็นปีที่มีน้ำค่อนข้างมาก ได้ใช้ข้อมูลดาวเทียมระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2545 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2546 และช่วงที่สองเป็นช่วงปี 2547/48 เป็นปีที่มีน้ำค่อนข้างน้อย ได้ใช้ข้อมูลดาวเทียมระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2547 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2548

จากการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงปี 2545/46 (Figure 2) พบว่า มีพื้นที่คาดว่าผิวน้ำ (NDWI > 0) สูงสุดในช่วงเดือนตุลาคมและเดือนพฤศจิกายน โดยมีพื้นที่ผิวน้ำครอบคลุมพื้นที่ตอนกลางของแม่น้ำท่าจีน ประมาณ 1.6 ล้านไร่ หลังจากนั้นขอบเขตของพื้นที่ผิวน้ำค่อย ๆ ลดลง ในเดือนธันวาคม และเหลือน้อยกว่า 1 ล้านไร่ ในเดือนมกราคม ท้ายสุด มีพื้นที่คาดว่าผิวน้ำ ประมาณ 50,000 ไร่ ในเดือนเมษายน

ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงปี 2547/48 (Figure 3) พบว่า เดือนตุลาคมเป็นเดือนที่มีพื้นที่ผิวน้ำครอบคลุมมากที่สุด คล้ายกับในช่วงปี 2545/46 โดยมีพื้นที่ประมาณ 1.2 ล้านไร่ แต่พื้นที่น้ำท่วมขังจะลดลงเร็วกว่า โดยในเดือนพฤศจิกายน พื้นที่ผิวน้ำลดลงเหลือประมาณครึ่งหนึ่งของเดือนตุลาคม และพื้นที่ผิวน้ำค่อยลดลง หลังจากเดือนกุมภาพันธ์เป็นต้นไป มีพื้นที่ผิวน้ำมีน้อยกว่า 1 แสนไร่ และมีพื้นที่คาดว่าผิวน้ำ ประมาณ 50,000 ไร่ ในเดือนเมษายน

พื้นที่ตอนกลางของแม่น้ำท่าจีน เป็นพื้นที่ที่มีปัญหาน้ำท่วมขังในช่วงตอนปลายฤดูฝน โดยในปีที่ฝนตกชุก (ช่วงปี 2545/46) จะมีพื้นที่มากกว่า 1 ล้านไร่ ที่น้ำท่วมขังยาวนานถึงเดือนธันวาคม ในปีที่ฝนแล้ง (ช่วงปี 2547/48) จะเกิดน้ำท่วมขังในเดือนตุลาคม และสภาพปัญหาจะบรรเทาลงเมื่อสิ้นสุดเดือนธันวาคม

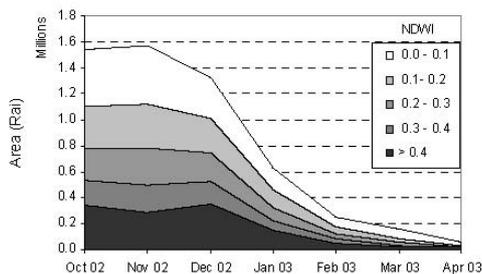


Figure 2 Area covered by water surface in 2002/03

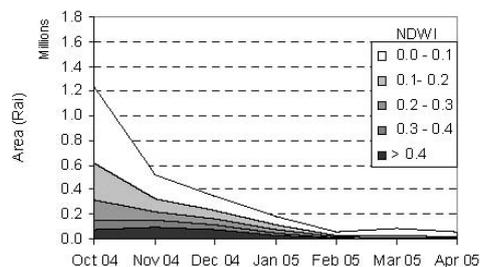


Figure 3 Area covered by water surface in 2004/05

จากการสำรวจภาคสนาม (Figure 1) และ (Figure 4) จุดที่ได้จำแนกว่าเป็นผิวน้ำ พบว่า จุดนั้นและบริเวณใกล้เคียง เป็นพื้นที่น้ำท่วมขัง โดยจุดที่ 1 อยู่บริเวณตอนล่างของโครงการสามชุกติดต่อกับโครงการโพธิ์พระยา (วันที่ 20 ตุลาคม 2549) จุดที่ 2 อยู่บริเวณตอนกลางของโครงการโพธิ์พระยา (วันที่ 12 ตุลาคม 2549) และจุดที่ 3 อยู่บริเวณตอนล่างของโครงการโพธิ์พระยาติดต่อกับโครงการบางเลน (วันที่ 12 ตุลาคม 2549)



(a) Point 1 :Oct, 20, 2006



(b) Point 2 :Oct, 12, 2006



(c) Point 3 :Oct, 12, 2006

Figure 4 Photographs of inundation areas from ground-truth survey.

การจัดกลุ่มความรุนแรงของน้ำท่วมขัง

การจัดกลุ่มระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขัง ได้สรุปผลตามโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาที่เกิดน้ำท่วมขัง จำนวน 7 โครงการ ได้แก่ โครงการสามชุก ดอนเจดีย์ โพธิ์พระยา สองพี่น้อง บางเลน ผักไห้ และเจ้าเจ็ดบางยี่หน ซึ่งพื้นที่โครงการ ทั้งหมดประมาณ 2.5 ล้านไร่

ผลการวิเคราะห์ ในช่วงปี 2545/46 (Figure 5 (a)) และ (Table (1)) พบว่า มีน้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่ รวม ประมาณ 1 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 40 ของพื้นที่โครงการทั้งหมด โดยมีพื้นที่วิกฤตที่มีระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังมาก คือ มีสภาพน้ำท่วมขังค่อนข้างมากเป็นระยะเวลานานตลอดช่วงที่ทำการศึกษาวิเคราะห์ (เดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์) โดยครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 7 หมื่นไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 7 ของพื้นที่น้ำท่วม พื้นที่วิกฤตครอบคลุมบริเวณตอนล่างของโครงการโพธิ์พระยา และตอนบนของโครงการสองพี่น้อง ในเขตอำเภอบางปลาม้า อำเภอสองพี่น้อง อำเภอกู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี เมื่อพิจารณา ในภาพรวม พื้นที่น้ำท่วมประมาณครึ่งหนึ่งอยู่ในระดับความรุนแรงน้อย พื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงค่อนข้างมาก มีประมาณ 3 แสนไร่ และระดับความรุนแรงปานกลาง มีประมาณ 1 แสนไร่

เมื่อพิจารณาเป็นรายโครงการ พบว่า โครงการที่น้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่มากกว่าครึ่งหนึ่งของพื้นที่โครงการ มีจำนวน 3 โครงการ ได้แก่ โครงการเจ้าเจ็ดบางยี่หน โครงการผักไถ่ และโครงการโพธิ์พระยา โดยโครงการเจ้าเจ็ดบางยี่หน มีน้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 3.5 แสนไร่ โดยเป็นพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงมากประมาณ 1 พันไร่ และมีระดับความรุนแรงค่อนข้างมาก ประมาณ 1.5 แสนไร่ พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่บริเวณตอนกลางและตอนล่างของโครงการ ส่วน โครงการผักไถ่ มีน้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 1.5 แสนไร่ เป็นพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังค่อนข้างมาก ประมาณ 1 แสนไร่ อยู่บริเวณแฉกริมฝั่งแม่น้ำท่าจีนและตอนกลางของโครงการ และโครงการโพธิ์พระยา มีน้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 2.5 แสนไร่ เป็นพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงค่อนข้างมากจนถึงมาก ประมาณ หนึ่งแสนไร่ ตั้งบริเวณตอนกลางและตอนล่างของโครงการ

ส่วนโครงการที่น้ำท่วมขังบางส่วน โดยครอบคลุมพื้นที่มากกว่าร้อยละ 20 มี 2 โครงการ ได้แก่ โครงการสองพี่น้อง และ โครงการบางเลน โดยโครงการสองพี่น้องมีน้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่ประมาณแสนไร่ โดยเป็นพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงค่อนข้างมากจนถึงมากประมาณ 4 หมื่นไร่ บริเวณตอนบนของโครงการ ส่วนโครงการบางเลนมีน้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่ประมาณแสนไร่ เช่นกันแต่เป็นพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงมากประมาณ 2 พันไร่ มีระดับความรุนแรงค่อนข้างมาก 2 หมื่นไร่ และมีระดับความรุนแรงน้อยประมาณแสนไร่

ท้ายสุด โครงการดอนเจดีย์ กับ โครงการสามชุกน้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่ค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับพื้นที่โครงการ โดยโครงการดอนเจดีย์น้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 3 หมื่นไร่ บริเวณตอนล่างของโครงการ เป็นพื้นที่ที่มีความรุนแรงมากประมาณ 5 พันไร่ มีระดับความรุนแรงค่อนข้างมาก 8 พันไร่ ส่วนโครงการสามชุกน้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 2.5 หมื่นไร่ เป็นพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงมากและความรุนแรงค่อนข้างมากประมาณ 4 พันไร่ พื้นที่น้ำท่วมส่วนใหญ่จะมีระดับความรุนแรงน้อยประมาณ 2 หมื่นไร่ บริเวณตอนล่างของโครงการ

Table 1 Level of inundation severity each irrigation project between 2002 and 2003.

Irrigation Project	Project area (Rai)	Inundation area (Rai)	Level of inundation severity			
			Low	Moderate	Slightly high	High
Samchuk	375,430	24,922	18,984	2,148	3,633	156
Don Chedi	184,023	32,031	15,938	3,633	8,320	4,141
Pho Phraya	419,727	253,555	123,750	33,008	51,563	45,234
Song Phi Nong	469,492	92,305	48,555	8,008	20,625	15,117
Bang-Len	305,977	117,969	83,164	13,047	19,922	1,836
Phak Hai	225,000	157,813	53,750	11,523	92,539	0
Chao Ched Bang Yeehon	485,352	349,336	160,664	32,852	154,805	1,016
Total	2,465,000	1,027,930	504,805	104,219	351,406	67,500

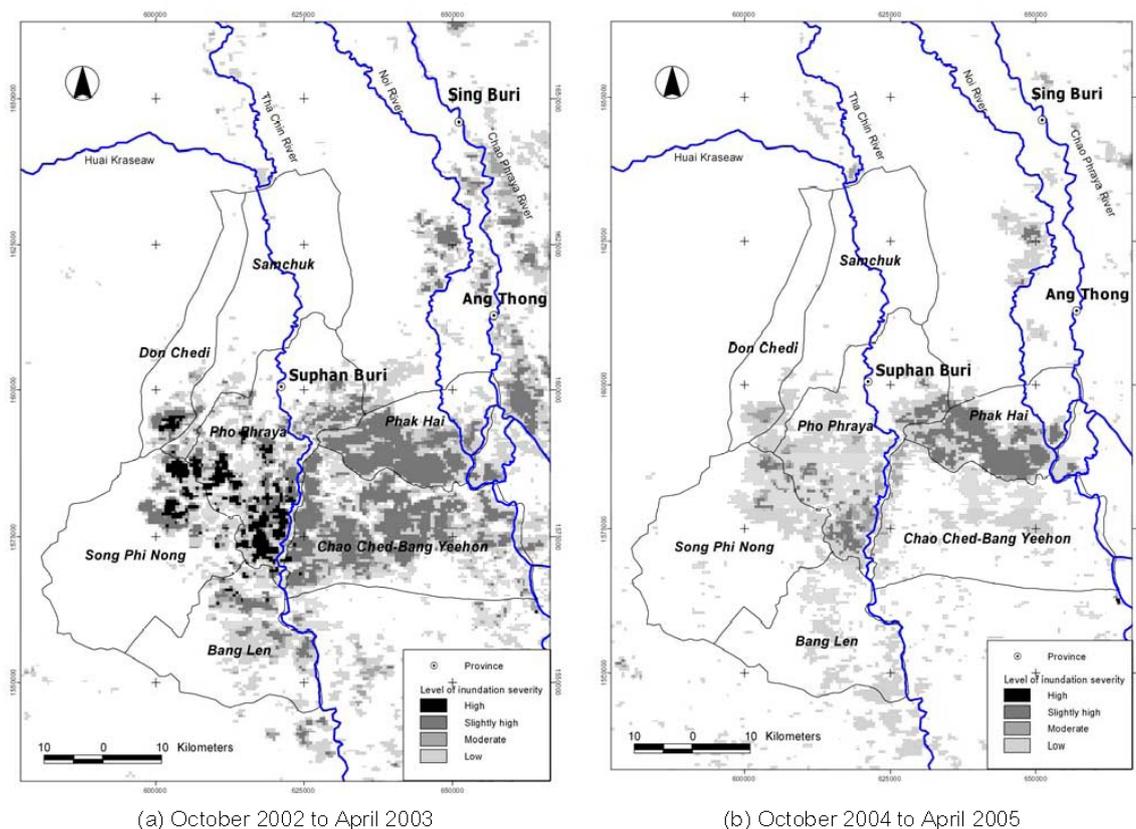


Figure 5 Levels of inundation severity in the Tha Chin basin

ส่วนผลการวิเคราะห์ ในช่วงปี 2547/48 แสดงใน (Figure 5 (B)) และ (Table 2) พบว่ามีน้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่รวมประมาณ 7 แสนไร่ คิดเป็นร้อยละ 30 ของพื้นที่รวมของโครงการทั้งหมด ไม่พบพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังมาก พื้นที่น้ำท่วมส่วนใหญ่ที่พบมีระดับความรุนแรงน้อยโดยมีระยะเวลาท่วมขังไม่นาน ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ตามโน้สของพื้นที่น้ำท่วม ส่วนพื้นที่น้ำท่วมขังระดับความรุนแรงค่อนข้างมาก คือท่วมขังเป็นระยะเวลานานติดต่อกันประมาณสามเดือน ครอบคลุมพื้นที่ประมาณแสนไร่ พบบริเวณตอนกลางของโครงการฝักไถ่และตอนล่างของโครงการโพธิ์พระยา

เมื่อพิจารณาแยกเป็นรายโครงการ พบว่า โครงการที่น้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่มากกว่าครึ่งหนึ่งของพื้นที่โครงการ ได้แก่ โครงการฝักไถ่ และโครงการโพธิ์พระยา โดยโครงการฝักไถ่ มีน้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 1.4 แสนไร่ เป็นพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังค่อนข้างมากประมาณ 8 หมื่นไร่ อยู่บริเวณแนวริมฝั่งของแม่น้ำท่าจีนและบริเวณตอนกลางของโครงการ ส่วนโครงการโพธิ์พระยา มีน้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 2 แสนไร่ เป็นพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงค่อนข้างมากและระดับความรุนแรงปานกลางรวมประมาณ 5 หมื่นไร่ ซึ่งอยู่บริเวณตอนกลางและตอนล่างของโครงการ

ส่วนโครงการที่น้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่บางส่วน ประมาณหนึ่งในสี่ของโครงการ ได้แก่ โครงการเจ้าเจ็ดบางยี่หน โครงการสองพี่น้องและโครงการบางเลน โดยโครงการเจ้าเจ็ดบางยี่หน มีน้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 1.2 แสนไร่ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงน้อย ซึ่งอยู่บริเวณตอนกลางจนถึงตอนล่างของโครงการ ส่วน โครงการสองพี่น้องมีน้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 9 หมื่นไร่ เป็นพื้นที่ที่มีความรุนแรงค่อนข้างมากและความรุนแรงปานกลาง รวมประมาณหมื่นไร่ โดยจะอยู่บริเวณพื้นที่ตอนบนของโครงการ และ โครงการบางเลนเป็นพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงน้อยเกือบทั้งหมด ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 8 หมื่นไร่

ท้ายสุด โครงการดอนเจดีย์และ โครงการสามชุก มีน้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่ค่อนข้างน้อย โครงการดอนเจดีย์น้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 2 หมื่นไร่ ซึ่งเป็นพื้นที่บริเวณตอนล่างของโครงการ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความรุนแรงปานกลางและน้อย ส่วน โครงการสามชุกเป็นพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงน้อยเกือบทั้งหมด ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 2 หมื่นไร่

จากผลการวิเคราะห์ระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขัง ในช่วงปี 2545/46 ซึ่งเป็นปีที่น้ำค่อนข้างมาก และในช่วงปี 2547/48 ซึ่งเป็นปีที่น้ำค่อนข้างน้อย พบว่า โครงการโพธิ์พระยา และโครงการผักไห่ เป็นโครงการที่มีปัญหาน้ำท่วมขังค่อนข้างจะรุนแรงทั้งสองช่วงปี ส่วนโครงการเจ้าเจ็ดบางยี่หนน โครงการบางเลน โครงการสองพี่น้อง และโครงการดอนเจดีย์ เป็นโครงการที่มีปัญหาน้ำท่วมขังในระดับค่อนข้างจะรุนแรง เฉพาะในปีที่น้ำมากเท่านั้น สำหรับโครงการสามชุกมีพื้นที่ที่มีปัญหาน้ำท่วมขังแต่มีระดับความรุนแรงไม่มาก

Table 2 Level of inundation severity each irrigation project between 2004 and 2005

Irrigation Project	Project area (Rai)	Inundation area (Rai)	Level of inundation severity (Rai)			
			Low	Moderate	Slightly high	High
Samchuk	375,430	21,211	20,664	547	0	0
Don Chedi	184,023	22,461	17,188	5,039	234	0
Pho Phraya	419,727	219,336	165,078	23,867	30,391	0
Song Phi Nong	469,492	88,984	77,734	5,430	5,820	0
Bang Len	305,977	81,836	81,680	156	0	0
Phak Hai	225,000	138,008	50,156	9,570	78,281	0
Chao Ched-Bang Yeehon	485,352	121,133	114,961	5,703	469	0
Total	2,465,000	692,969	527,461	50,313	115,195	0

สรุป (Summary)

การศึกษาขอบเขตและการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่น้ำท่วมขังในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน โดยใช้ข้อมูล MODIS ของดาวเทียม Terra/Aqua หลายช่วงเวลา ที่ได้ประมวลผลเป็นค่าดัชนี Normalized Difference Water Index (NDWI) เพื่อใช้ในการจำแนกพื้นที่ผิวน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีนและวิเคราะห์ระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขัง โดยแบ่งการวิเคราะห์เป็น 2 ช่วงปี แต่ละปีใช้ภาพประกอบของ NDWI จำนวน 7 ภาพ โดยในช่วงปี 2545/46 เป็นปีที่น้ำค่อนข้างมาก และช่วงปี 2547/48 เป็นปีที่น้ำค่อนข้างน้อย

การจำแนกพื้นที่ผิวน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน พบว่า พื้นที่บริเวณตอนกลางทั้งสองฝั่งของแม่น้ำท่าจีน เป็นพื้นที่ที่มีสภาพน้ำท่วมขัง ในช่วงตอนปลายฤดูฝนตั้งแต่เดือนตุลาคม โดยในปีที่น้ำค่อนข้างมาก (ช่วงปี 2545/46) มีพื้นที่มากกว่า 1 ล้านไร่ ที่น้ำท่วมขังยาวนานมากกว่า 3 เดือน ตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม ส่วนในปีที่น้ำค่อนข้างน้อย (ช่วงปี 2547/48) มีสภาพน้ำท่วมขังในเดือนตุลาคม และบรรเทาหลังจกสิ้นสุดฤดูฝน

การจำแนกความรุนแรงของน้ำท่วมขัง ใช้วิธีการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงดัชนีของภาพประกอบ NDWI มาวิเคราะห์ร่วมกัน โดยวิเคราะห์ผลแยกตามโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาที่มีสภาพน้ำท่วมขัง จำนวน 7 โครงการ ได้แก่ โครงการสามชุก ดอนเจดีย์ โพธิ์พระยา สองพี่น้อง บางเลน ผักไห่ และเจ้าเจ็ดบางยี่หนน ผลการวิเคราะห์ พบว่า โครงการที่มีสภาพน้ำท่วมขังค่อนข้างจะรุนแรง น้ำท่วมขังยาวนานมากกว่า 3 เดือน ได้แก่ โครงการโพธิ์พระยา และโครงการผักไห่

จากผลการศึกษา แสดงให้เห็นว่า ค่าดัชนี NDWI ที่คำนวณจากข้อมูล MODIS สามารถนำมาใช้ศึกษาขอบเขตและการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่น้ำท่วมขังได้ การใช้อุปกรณ์ภาพถ่ายดาวเทียมช่วยให้สามารถศึกษาพื้นที่บริเวณกว้างและให้รายละเอียดเชิงพื้นที่สูง นอกจากนี้ ข้อมูล MODIS ยังมีความถี่ในการถ่ายภาพในพื้นที่ที่เดิมสูง ช่วยให้ได้อุปกรณ์หลายช่วงเวลา ซึ่งสามารถนำมาใช้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ได้ และยังสามารถจัดทำได้จากอินเทอร์เน็ต ถึงกระนั้น ข้อมูลดาวเทียม Terra MODIS ยังข้อจำกัดในด้านของความละเอียดของจุดภาพ

คำขอบคุณ (Acknowledgements)

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัย โดยทุนอุดหนุนและส่งเสริมวิทยานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ทุนสนับสนุนจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และเป็นผลงานส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่อง การวินิจฉัยการจัดการน้ำในลุ่มแม่น้ำท่าจีน สถาบันวิจัยและพัฒนา มก.

เอกสารอ้างอิง (Literature Cited)

- ชูพันธุ์ ชมภูจันทร์. 2547. วิธีการสำรวจระยะไกลสำหรับประเมินการใช้น้ำในนาข้าว: กรณีศึกษาโครงการชลประทานเจ้าพระยามั่งตะวันตก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ชูพันธุ์ ชมภูจันทร์ และ เอกสิทธิ์ โสสิตสกุลชัย. 2548. การศึกษาปฏิบัติการเพาะปลูกข้าวฤดูแล้งในโครงการชลประทานเจ้าพระยามั่งตะวันตกโดยภาพถ่ายจากดาวเทียม NOAA/AVHRR. ใน: เรื่องเติมการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 43. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. น. 30-37.
- เอกสิทธิ์ โสสิตสกุลชัย. 2548. การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยวิธีการสำรวจระยะไกล กรณีศึกษาพื้นที่ราบภาคกลาง. วิทยาสารกำแพงแสน, 3(3) : 44-53.
- Beck, P.S.A., C. Atzberger, K.A. Hogda, B. Johansen, and A.K. Skidmore. 2006. Improved monitoring of vegetation dynamics at very high latitudes: A new method using MODIS NDVI. *Remote Sensing of Environment*.100: 321-334.
- Gao, B.C. 1996. NDWI-A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. *Remote Sensing of Environment*. 58: 257-266.
- Jonsson, P., and L. Eklundh. 2004. TIMESAT--a program for analyzing time-series of satellite sensor data. *Computers & Geosciences* 30:833-845.
- Moody, A., and D.M. Johnson. 2001. Land-Surface Phenologies from AVHRR Using the Discrete Fourier Transform. *Remote Sensing of Environment* 75:305-323.
- Takeuchi, W., Y. Yasuoka. 2004. Development of normalized vegetation, soil and water indices derived from satellite remote sensing data. 25th ARCS 2004. Chiang Mai, Thailand. pp.859-864.
- Xiao, X., S. Boles, J. Liu, D. Zhuang, S. Frolking, C. Li, W. Salas, and B. Moore III. 2005. Mapping paddy rice agriculture in southern China using multi-temporal MODIS images. *Remote Sensing of Environment* 95:480-492.
- Zarco-Tejada, P.J., C.A. Rueda, and S.L. Ustin. 2003. Water content estimation in vegetation with MODIS reflectance data and model inversion methods. *Remote Sensing of Environment* 85:109-124.



**การจัดการน้ำท่วมขังในทุ่งสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี
โดยการสำรวจระยะไกลร่วมกับแบบจำลอง
Flood Inundation Management in the Song Phi Nong Flood Prone, Suphan Buri:
Coupling Techniques of Remote Sensing and Modeling**

ณัฐพล เกิดสุข (Nathaphon Gerdsuk)¹
เอกสิทธิ์ โหมิตตสกุลชัย (Ekasit Kositsakulchai)²

¹นิสิตปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ g4665065@ku.ac.th
²ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ekasit.k@ku.ac.th

บทคัดย่อ : บทความนี้นำเสนอผลการศึกษา การจัดการน้ำท่วมขังในทุ่งสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี โดยการจำแนกขอบเขตและระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังใช้ข้อมูล MODIS ของดาวเทียม Terra/Aqua ที่ประมวลผลเป็นภาพประกอบ 15 วันของค่า NDWI (Normalized Difference Water Index) การประเมินปริมาณน้ำที่ไหลเข้าสู่พื้นที่น้ำท่วมขังได้ใช้แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า GR (Genie Rural Model) สำหรับประเมินปริมาณน้ำหลากจากพื้นที่ธรรมชาตินอกเขตชลประทาน ส่วนปริมาณน้ำส่วนเกินจากพื้นที่ชลประทานประเมินโดยใช้สมมูลน้ำด้วยแบบจำลอง WEAP ผลการศึกษาพบว่า พื้นที่ที่มีสภาพน้ำท่วมขังในระดับรุนแรงอยู่บริเวณตอนกลางของที่ราบลุ่มน้ำท่าจีน ในเขตโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโพธิ์พระยา โดยมีน้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่มากกว่าครึ่งหนึ่งของพื้นที่โครงการและยาวนานกว่า 3 เดือน น้ำที่ท่วมขังเป็นน้ำส่วนเกินที่ระบายจาก (1) พื้นที่ลาดชันนอกเขตชลประทาน ทางทิศตะวันตกของลุ่มน้ำท่าจีน (2) พื้นที่โครงการชลประทานเจ้าพระยาฝั่งตะวันตกตอนบน และ (3) พื้นที่โครงการชลประทานแม่กลองใหญ่ ปริมาณน้ำส่วนเกินทั้งหมดระบายสู่อ่างเก็บน้ำท่าจีน ผ่านคลองสองพี่น้องซึ่งจากการประเมินด้วยแบบจำลอง WEAP พบว่า มีปริมาณเฉลี่ยมากกว่า 2,000 ล้าน ลบ.ม. ต่อปี โดยในช่วงฤดูแล้ง (มกราคมถึงพฤษภาคม) เป็นน้ำที่รับจากแม่น้ำแม่กลองผ่านคลองจะเข้สามพันส่วนช่วงฤดูฝน เป็นน้ำส่วนเกินที่ระบายจากพื้นที่ในเขตชลประทานและนอกเขตชลประทาน เนื่องจากพื้นที่โครงการ โพธิ์พระยาเป็นที่ลุ่มต่ำ และต้องรับน้ำที่ระบายจากพื้นที่รอบข้าง การแก้ปัญหาน้ำท่วมขังอย่างเด็ดขาดจึงทำได้ยาก ดังนั้นการประเมินความสามารถในการรับปริมาณน้ำของพื้นที่จึงเป็นเรื่องที่ควรพิจารณา เพื่อใช้เป็นแนวทางการจัดการสำหรับลดระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขัง

ABSTRACT : This paper presented the study results of inundation management in the Song Phi Nong flood prone, Suphan Buri. Extends of inundation and levels of severity were identified using time-series Normalized-Difference-Water-Index (NDWI) data, derived from Terra/Aqua MODIS images. The volume of excess water from unregulated area was estimated by Genie Rural (GR) rainfall-runoff model; from irrigation service area by Water Evaluation And Planning system (WEAP) model. It was found that zones of high inundation severity were located in central part of Tha Chin river basin, especially in Pho Phraya Irrigation Project. The inundated area was more than half of project area, and inundated period was longer than three consecutive months. Sources of inundation were excess water flowing from: (1) unregulated area in the west of Tha Chin basin (out of irrigation service area), (2) Upper part of the Chao Phraya West Bank Irrigation Project, and (3) the Greater Mae Klong Irrigation Project. All waters drained into Tha Chin river through Song Phi Nong (SPN) drainage canal. The annual volume of flow in SPN canal, estimated by WEAP model, was more than 2,000 Million m³. In dry season (January to May), water in SPN canal was diverted from Mae Klong river via Jorrakae Samphan canal. In wet season, excess water from irrigation service area and unregulated area accumulated in the canal. Since, Pho Phraya Project was situated in the lower area and received flow from its neighborhood; it is difficult to have an absolute solution for this area. Therefore, it is necessary to assess its flood storage capacity in order to prepare flood mitigation plan.

KEYWORDS : Flood, Water management, NDWI, Terra/Aqua MODIS, rainfall-runoff

1. บทนำ

พื้นที่ราบของลุ่มน้ำท่าจีนเป็นส่วนหนึ่งของที่ราบภาคกลางตอนล่าง พื้นที่นี้มีศักยภาพสูงสำหรับการเพาะปลูก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำนาข้าว โดยในบางพื้นที่สามารถทำนาได้ปีละ 3 ครั้ง ถึงกระนั้น สภาพน้ำท่วมขังโดยเฉพาะบริเวณตอนกลางของพื้นที่ลุ่มน้ำนับได้ว่าเป็นปัญหาที่สำคัญอันหนึ่ง โดยเริ่มเกิดในช่วงปลายฤดูฝนเป็นประจำทุกปี สภาพน้ำท่วมขังนี้ส่งผลกระทบต่อประชาชนในพื้นที่ทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ทำให้ไม่สามารถใช้ประโยชน์ที่ดินสำหรับประกอบอาชีพ ซึ่งมีผลกระทบถึงรายได้และทำให้เกิดการว่างงาน ดังนั้น การศึกษาวิเคราะห์ถึงสภาพปัญหาน้ำท่วมขังทั้งขอบเขตของพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบและระดับความรุนแรง จึงมีความจำเป็นและเร่งด่วน ทั้งนี้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการวางแผนและบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน รวมถึงพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาในภาพรวม

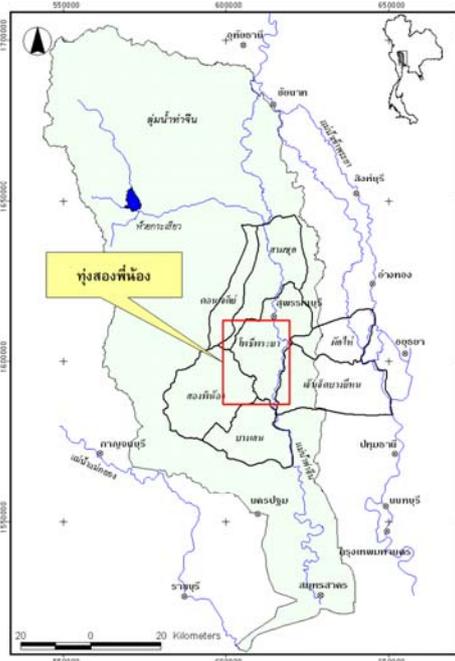
เนื่องจาก สภาพของน้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้าง การรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษาสภาพปัญหาน้ำท่วมขังจึงใช้เวลานานและมีค่าใช้จ่ายมาก การสำรวจระยะไกลเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยแก้ปัญหาด้านข้อมูลได้ [14] การศึกษานี้ได้เลือกใช้ข้อมูล MODIS ของดาวเทียม Terra/Aqua ที่หาได้จากอินเทอร์เน็ต ซึ่งข้อมูล MODIS นี้มีการนำมาใช้งานที่เกี่ยวข้องกับการเกษตรอย่างแพร่หลาย [26, 28] โดยดัชนี NDWI จากข้อมูลดาวเทียม MODIS สามารถจำแนกพื้นที่ผิวน้ำได้ [25] และมีการนำมาใช้จำแนกพื้นที่น้ำท่วม [18]

บทความนี้เป็นการศึกษาเพื่อหาแนวทางจัดการน้ำท่วมขังของทุ่งสองพี่น้องในเขตลุ่มน้ำท่าจีน โดยใช้ดัชนี NDWI จากข้อมูลดาวเทียม MODIS หลายช่วงเวลาในการจำแนกขอบเขตและกำหนดระดับความรุนแรงน้ำท่วมขัง ร่วมกับแบบจำลองน้ำผิวน้ำท่า GR และ แบบจำลอง WEAP ในการประเมินปริมาณน้ำที่ไหลเข้าสู่พื้นที่น้ำท่วมขัง

1.1 พื้นที่ศึกษา

ลุ่มน้ำท่าจีนตั้งอยู่บริเวณที่ราบภาคกลางของประเทศ พื้นที่ตอนบนของลุ่มน้ำเป็นพื้นที่เชิงเขา ซึ่งมีระดับไม่สูงมาก ส่วนตอนกลางและตอนล่างเป็นที่ราบลุ่ม ดินส่วนใหญ่เป็นดินเหนียว มีสภาพเหมาะสมต่อการเกษตร มีแม่น้ำสายหลักคือแม่น้ำท่าจีน ซึ่งแยกออกมาทางฝั่งขวาของแม่น้ำเจ้าพระยาที่จังหวัดชัยนาท ไหลผ่านจังหวัดสุพรรณบุรี นครปฐม และออกสู่อ่าวไทยที่จังหวัดสมุทรสาคร ปัจจุบันแม่น้ำสายนี้ได้ใช้เป็นคลองส่งน้ำชลประทานของโครงการชลประทานเจ้าพระยาฝั่งตะวันตก

ทุ่งสองพี่น้องอยู่บริเวณตอนกลางของลุ่มน้ำท่าจีนในเขตจังหวัดสุพรรณบุรี พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขตโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโพธิ์พระยา มีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่ม มีลำน้ำหลัก คือ คลองสองพี่น้อง ที่รับน้ำจากคลองระบายน้ำทั้งของโครงการเจ้าพระยาใหญ่และโครงการแม่กลองใหญ่ ได้แก่ คลองระบายน้ำสามชุก 1, สามชุก 2 และ คลองจรเข้สามพัน แล้วระบายลงสู่แม่น้ำท่าจีนที่ปตร.สองพี่น้อง



รูปที่ 1 ลุ่มน้ำท่าจีน และที่ตั้งของทุ่งสองพี่น้อง

ลุ่มน้ำท่าจีนนับได้ว่าเป็นพื้นที่ที่มีประวัติการพัฒนาแหล่งน้ำมาช้านาน การศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน โดยตรง ได้แก่ โครงการศึกษาข้อมูลและศักยภาพการพัฒนาลุ่มน้ำท่าจีน [10] การพัฒนาลุ่มน้ำสุพรรณบุรี [9] การศึกษาเพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยอุทกภัย และภัยธรรมชาติในเขตลุ่มน้ำภาคกลาง [11] การศึกษาเพื่อทำแผนหลักรองรับการพัฒนาแหล่งน้ำของลุ่มน้ำท่าจีน [1] และยังมีโครงการศึกษาที่ผนวกรวมอยู่กับลุ่มน้ำเจ้าพระยา อาทิ การปรับปรุงระบบชลประทานในลุ่มน้ำเจ้าพระยา [23] โครงการเกี่ยวกับการบริหารจัดการของลุ่มน้ำเจ้าพระยา [8] โครงการจัดทำแผนรวมการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา สะแกกรัง และท่าจีน [7]

โครงการที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันน้ำท่วม ได้แก่โครงการจัดทำกรอบและประสานการบริหารจัดการและพัฒนาทรัพยากรในลุ่มน้ำเจ้าพระยา [12] การศึกษาความเหมาะสมประจําระดับน้ำท่าจีน [3] โครงการแก้มลิง “คลองมหาชัย-คลองสนามชัย” [4]

2. วิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจัดการน้ำท่วม

การจัดการน้ำท่วม มี 3 แนวทาง คือ (1) การใช้สิ่งปลูกสร้าง เช่น เขื่อน ฝาย คันกั้นน้ำ (2) ไม่ใช้สิ่งปลูกสร้าง เช่น การจัดกลุ่มการใช้ประโยชน์ที่ดินให้สอดคล้องกับอันตรายของน้ำท่วม (3) การให้ความช่วยเหลือเมื่อประสบปัญหา ซึ่งการที่จะเลือกใช้มาตรการใด ในการจัดการควรมีการศึกษาความเป็นไปได้และหาวิธีการใหม่ ๆ โดยเลือกวิธีที่เหมาะสมต่อพื้นที่นั้น ๆ การจัดการก็จะเกิดประโยชน์สูงสุด [5]

2.2 ข้อมูลดาวเทียม MODIS

การศึกษาใช้ข้อมูล MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) ของดาวเทียม Terra/Aqua จาก WebMODIS (<http://webmodis.iis.u-tokyo.ac.jp>) ข้อมูล MODIS ประกอบด้วย 36 แบนด์ ครอบคลุมความยาวคลื่น 0.41 ถึง 14.39 ไมโครเมตร โดยแบนด์ 1 และ 2 มีขนาดของจุดภาพ 250 เมตร แบนด์ 3 ถึง 7 มีขนาด 500 เมตร แบนด์ 8 ถึง 36 มีขนาด 1000 เมตร ในการศึกษาได้ใช้ข้อมูลที่ประมวลผลเป็นภาพประกอบ 15 วัน (15-day composite) ของดัชนี NDWI โดยภาพประกอบนี้ข้อมูลระยะเวลา 15 วัน (วันที่ 1 ถึง 15 ของแต่ละเดือน) ที่ได้คือจุดภาพที่ไม่มีเมฆปกคลุมน้ำมาประกอบกัน สำหรับดัชนี NDWI (Normalized Difference Water Index) [17] เป็นตัวชี้วัดความเป็นน้ำ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 เมื่อมีค่าเข้าใกล้ 1 หมายถึงสิ่งที่ปกคลุมพื้นผิวมีความเป็นน้ำสูง การหาใช้แบนด์ 1 ของ MODIS ($\rho(0.86\mu\text{m})$) ซึ่งเป็นค่าการสะท้อนของช่วงคลื่นที่ตามองเห็นและแบนด์ 6 ($\rho(1.24\mu\text{m})$) ซึ่งเป็นค่าการสะท้อนช่วงคลื่น short-wave infrared ตามสมการ

$$NDWI = \frac{\rho(0.86\mu\text{m}) - \rho(1.24\mu\text{m})}{\rho(0.86\mu\text{m}) + \rho(1.24\mu\text{m})}$$

การศึกษาใช้ข้อมูลดาวเทียมระหว่างเดือนตุลาคมถึงเดือนเมษายน รวม 7 เดือน โดยได้ปรับพิกัดอ้างอิงแบบละติจูด-ลองจิจูด ขนาดจุดภาพ 15 พิลิปดา เป็นพิกัดอ้างอิงระบบ UTM Zone 47N ขนาดจุดภาพ 250 เมตร

2.2 การจำแนกและจัดระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขัง

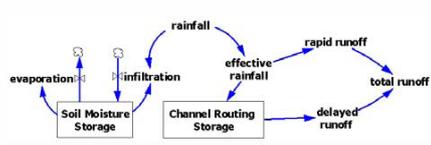
การจำแนกพื้นที่ผิวน้ำ ทำให้ทราบถึงขอบเขตของพื้นที่น้ำท่วมขังรวมทั้งการเปลี่ยนแปลงพื้นที่น้ำท่วมขัง โดยการจำแนกพื้นที่ผิวน้ำใช้วิธีการวิเคราะห์ ค่าดัชนี NDWI โดยพิจารณาจุดภาพที่ดัชนี NDWI มีค่ามากกว่า 0 ถือว่าเป็นพื้นที่ผิวน้ำที่คาดว่า เป็นผิวน้ำ ทั้งนี้ได้กำหนดกรอบการวิเคราะห์ให้ครอบคลุมกลุ่มน้ำตื้น ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 15 ล้านไร่ ส่วน การจัดระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขัง มีจุดประสงค์ เพื่อให้ทราบถึงตำแหน่งและขนาดของพื้นที่ที่มีปัญหาน้ำท่วมขังรุนแรง โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพน้ำท่วมขังตลอดช่วงระยะเวลาที่วิเคราะห์ร่วมกัน ทำให้ทราบถึงระยะเวลาที่น้ำท่วมขัง ซึ่งจำแนก ระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังออกเป็น 4 ระดับ ประกอบด้วย

ระดับที่ (1) ความรุนแรงของน้ำท่วมขังน้อย (2) ความรุนแรงของน้ำท่วมขังปานกลาง (3) ความรุนแรงของน้ำท่วมขังค่อนข้างมาก และระดับที่ (4) ความรุนแรงของน้ำท่วมขังมาก โดยรายละเอียดเพิ่มเติมของการวิเคราะห์สามารถดูได้จาก [2]

2.3 การประเมินปริมาณน้ำหลากด้วยแบบจำลอง

การประเมินปริมาณน้ำหลากเข้าสู่ทุ่งสองพี่น้องได้ใช้แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า GR (Genic Rural Model) สำหรับประเมินปริมาณน้ำหลากจากพื้นที่ธรรมชาตินอกเขตชลประทาน ส่วนปริมาณน้ำส่วนเกินจากพื้นที่ชลประทานประเมิน โดยใช้สมคูลน้ำด้วยแบบจำลอง WEAP

แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า GR (Genic Rural Model) วิจัยพัฒนาโดย Claude Michel [21] แห่งสถาบัน CEMAGREF ประเทศฝรั่งเศส และมีการปรับปรุงต่อมาโดยลำดับ [20, 16, 22] แบบจำลองนี้จัดอยู่ในกลุ่ม lumped conceptual rainfall-runoff model โดยผู้พัฒนาแบบจำลองมีแนวคิดในการพัฒนาแบบจำลองให้น้ำพารามิเตอร์น้อยที่สุด โดยแบบจำลองที่ใช้เป็นแบบจำลองน้ำฝนน้ำท่ารายเดือน ที่มีการสอบเทียบพารามิเตอร์เพียง 2 ตัว [22] โดยโครงสร้างหลักของแบบจำลองเป็นลักษณะของถัง หรืออ่าง 2 อ่าง (รูปที่ 2) โดยอ่างแรกใช้แทนสภาพความชื้นของดินที่มีผลกระทบต่อการระเหย การซึมลงดิน และปริมาณน้ำท่า ส่วนอ่างที่สองใช้แทนสถานการณ์ช่วงเวลาของการไหลของน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำ [13]



รูปที่ 2 กระบวนการเกิดน้ำท่าโดยแบบจำลอง GR [13]

แบบจำลอง WEAP [24] เป็นแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นสำหรับการประเมินและวางแผนการจัดการน้ำ โดยออกจาก Water Evaluation And Planning system แบบจำลองนี้พัฒนาโดยสถาบัน Stockholm Environmental Institute (SEI) สหรัฐอเมริกา มีองค์ประกอบหลัก 4 กลุ่ม คือ องค์ประกอบเกี่ยวกับความต้องการน้ำ, อุทกวิทยา, ทรัพยากรน้ำและการจัดการแหล่งน้ำ, และสิ่งแวดล้อม กระบวนการวิเคราะห์ระบบทรัพยากรน้ำของแบบจำลอง WEAP ใช้หลักสมคูลน้ำ โดยการจำลองการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำให้เหมาะสมกับปริมาณน้ำที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ ปริมาณน้ำที่สูญเสียจากอ่างและความต้องการน้ำเพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ โดยการประยุกต์แบบจำลอง WEAP อาทิ [6, 19, 27]

3. ผลการศึกษา

3.1 การจําแนกและจัดระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขัง

จากการวิเคราะห์ข้อมูล (รูปที่ 3) พบว่า มีพื้นที่ที่ความครอบคลุมพื้นที่ศึกษากว้างที่สุดในช่วงเดือนตุลาคมและเดือนพฤศจิกายน โดยครอบคลุมพื้นที่บริเวณตอนกลางของแม่น้ำท่าจีน คิดเป็นพื้นที่ 1.6 ล้านไร่ หลังจากนั้น ขอบเขตของพื้นที่ที่ท่วมขังค่อย ๆ ลดลง โดยในเดือนมกราคม มีพื้นที่ที่นํ้าท่วมขัง 1 ล้านไร่ และในเดือนเมษายนมีพื้นที่ที่นํ้าท่วมขังเหลือ ประมาณ 50,000 ไร่ ในการจัดกลุ่มระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขัง พบว่า โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมขัง มีจำนวน 7 โครงการ ได้แก่ โครงการสามชุก คอนเจคีย์ โพธิ์พระยา สองพี่น้อง บางเลน ตักไห้ และเจ้าเจ็ดบางยี่หนาน มีพื้นที่โครงการรวม 2.5 ล้านไร่

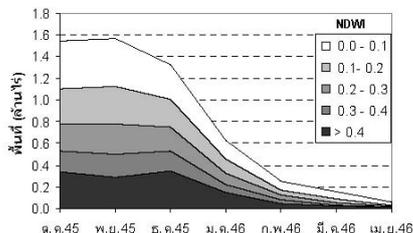
ผลการวิเคราะห์ (รูปที่ 4) พบว่า มีน้ำท่วมขังครอบคลุมพื้นที่รวมประมาณ 1 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 40 ของพื้นที่โครงการทั้งหมด โดยมีพื้นที่วิกฤตที่มีระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังมาก ประมาณ 7 หมื่นไร่ พื้นที่กลุ่มนี้มีสภาพน้ำท่วมขังเป็นระยะเวลานานตลอดช่วงที่วิเคราะห์ (เดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์) โดยครอบคลุมพื้นที่ บริเวณตอนกลางของโครงการโพธิ์พระยาและตอนบนของโครงการสองพี่น้อง ในเขตอำเภอบางปลาม้า อำเภอสองพี่น้อง อำเภอดูหลวง จังหวัดสุพรรณบุรี ส่วนพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงค่อนข้างมาก มีประมาณ 3 แสนไร่ และระดับความรุนแรงปานกลาง มีประมาณ 1 แสนไร่ และมีพื้นที่น้ำท่วมประมาณครึ่งหนึ่งอยู่ในระดับความรุนแรงน้อย

โดยสรุปโครงการโพธิ์พระยาซึ่งเป็นพื้นที่ของทุ่งสองพี่น้อง ในเขตอำเภอสองพี่น้องและบางปลาม้า จังหวัดสุพรรณบุรี เป็นพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังมากที่สุด ส่วนโครงการสองพี่น้อง ตักไห้ เจ้าเจ็ดบางยี่หนาน บางเลนและคอนเจคีย์ มีระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขังรองลงมา สำหรับโครงการสามชุกมีระดับความรุนแรงน้อย

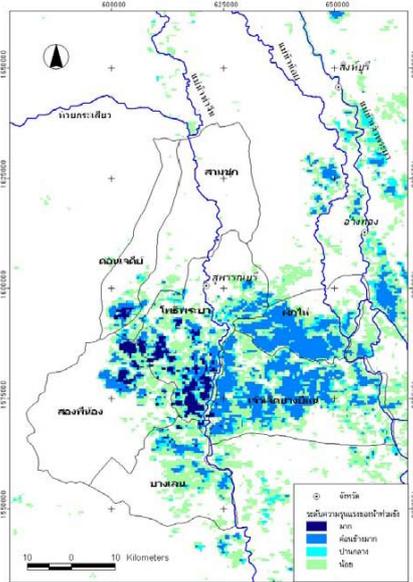
3.2 พื้นที่ระบายน้ำเข้าทุ่งสองพี่น้อง

พื้นที่ทุ่งสองพี่น้องตั้งอยู่ในบริเวณตอนกลางของแม่น้ำท่าจีน และมีลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นที่ลุ่มต่ำ ทำให้เป็นจุดรับน้ำที่ระบายจากพื้นที่รอบข้างลงคลองสองพี่น้องและระบายสู่อ่างเก็บน้ำท่าจีน ซึ่งแบ่งเป็น 3 พื้นที่หลัก ๆ (รูปที่ 5) ได้แก่

- (1) พื้นที่ธรรมชาตินอกเขตชลประทาน ทางทิศตะวันตกของกลุ่มน้ำท่าจีน มีพื้นที่ระบายน้ำประมาณ 1.7 ล้านไร่ น้ำท่าจากพื้นที่นี้ไหลลงคลองระบายสามชุก 1 และสามชุก 2 และคลองจรเข้สามพัน พื้นที่บริเวณนี้เป็นพื้นที่ซึ่งยังไม่มีการพัฒนาแหล่งน้ำมากนัก จึงทำให้ไม่สามารถควบคุมน้ำหลากในช่วงฤดูฝนได้ และเป็นพื้นที่หลักที่ระบายน้ำส่วนเกินสู่ทุ่งสองพี่น้อง
- (2) พื้นที่โครงการชลประทานเจ้าพระยาฝั่งตะวันตก มีพื้นที่ระบายน้ำประมาณ 7 แสนไร่ อยู่ในเขตโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาคอนเจคีย์ สามชุก และโพธิ์พระยา โดยปริมาณน้ำส่วนเกินจากพื้นที่ชลประทานนี้ จะระบายลงสู่คลองสองพี่น้องผ่านคลองระบายสามชุก 1 และคลองระบายสามชุก 2



รูปที่ 3 พื้นที่ปกคลุมด้วยน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน ช่วงปี 2545/46 [2]

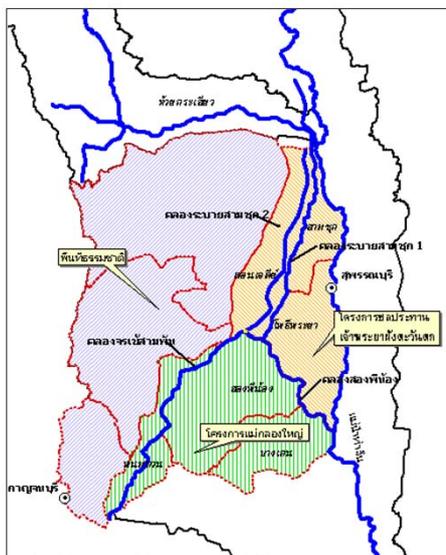


รูปที่ 4 ระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขัง ช่วงปี 2545/46 [2]

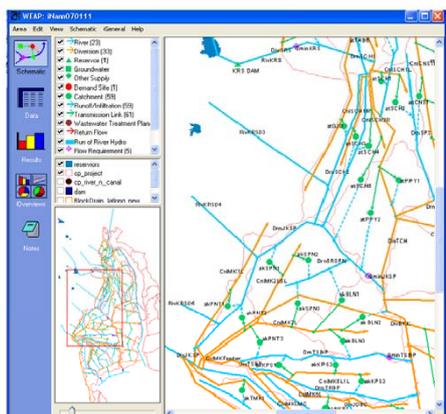
- (3) พื้นที่โครงการแม่กลองใหญ่ มีพื้นที่ระบายน้ำประมาณ 8 แสนไร่ อยู่ในเขตโครงการพนมทวน สองพี่น้อง และบางเลน ปริมาณน้ำส่วนเกินจากพื้นที่ชลประทานนี้ จะระบายผ่านทางคลองจรเข้สามพัน และคลองระบายน้ำของโครงการสองพี่น้องและบางเลน

3.3 การประเมินปริมาณน้ำหลาก

การประเมินปริมาณน้ำหลากเข้าทุ่งสองพี่น้อง ให้แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า GR ประเมินน้ำท่าผิวดินจากพื้นที่ธรรมชาติไม่มีการควบคุมทางทิศตะวันตกของกลุ่มน้ำท่าจีน และใช้แบบจำลอง WEAP ประเมินน้ำท่าผิวดินในพื้นที่เขตชลประทาน



รูปที่ 5 พื้นที่ระบบน้ำคลองสองพี่น้อง



รูปที่ 6 โครงข่ายการระบบน้ำโดยแบบจำลอง WEAP

การจำลองระบบด้วยแบบจำลอง WEAP ประกอบด้วย การแบ่งพื้นที่เป็นหน่วยย่อย (hydraulic units) ตามสภาพการรับน้ำชลประทานและการระบายน้ำ แล้วทำการวิเคราะห์ความเชื่อมโยงของแต่ละหน่วยจากนั้น จึงแทนหน่วยพื้นที่ลงในโปรแกรม WEAP (รูปที่ 6) การเปรียบเทียบพารามิเตอร์แบบจำลอง GR ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือนของกลุ่มน้ำกระเสียว ผลการประเมินปริมาณน้ำท่าดังแสดงในรูปที่ 7

ผลการวิเคราะห์เป็นปริมาณน้ำรายปีในคลองสองพี่น้องในรูปที่ 8 (ข้อมูล พ.ศ. 2516 ถึง 2548) และรูปที่ 9 เป็นปริมาณน้ำเฉลี่ยรายเดือน ซึ่งพบว่า ปริมาณน้ำที่ผ่านคลองสองพี่น้องและไหลลงแม่น้ำท่าจีน มีปริมาณน้ำรายปีระหว่าง 1,500 จนถึง 3,000 ล้าน ลบ.ม. โดยเฉลี่ยมีค่าประมาณ 2,000 ล้าน ลบ.ม. ในช่วงฤดูแล้งระหว่างเดือนมกราคมถึงพฤษภาคม น้ำในคลองสองพี่น้องเป็นน้ำที่ผันจากแม่น้ำแม่กลองมีปริมาณ 500 ล้าน ลบ.ม. ส่วนช่วงฤดูฝนน้ำในคลองสองพี่น้องเป็นน้ำท่าผิวดินที่ระบายจากพื้นที่ทางด้านทิศตะวันตกของกลุ่มน้ำท่าจีน โดยส่วนใหญ่ผ่านทางคลองระบายสามชุด 1 และนำส่วนเกินจากพื้นที่ชลประทาน

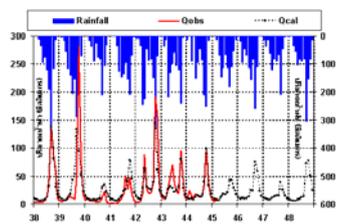
4. สรุปและเสนอแนะ

การจำแนกการจัดระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขัง โดยใช้ข้อมูล MODIS หลายช่วงเวลา ที่ได้ประมวลผลเป็นค่าดัชนี NDWI พบว่า พื้นที่บริเวณตอนกลางทั้งสองฝั่งของแม่น้ำท่าจีน มีปัญหาน้ำท่วมขัง โดยมีน้ำท่วมขังสูงสุดในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนพฤศจิกายน โดยพื้นที่ที่มีระดับความรุนแรงมากอยู่บริเวณทั้งสองพี่น้องในเขต โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาโพธิ์พระยา จากการประเมินปริมาณน้ำด้วยแบบจำลอง WEAP ร่วมกับแบบจำลอง GR ปริมาณน้ำผ่านคลองสองพี่น้องไหลลงแม่น้ำท่าจีน มีปริมาณเฉลี่ย ประมาณ 2,000 ล้าน ลบ.ม.

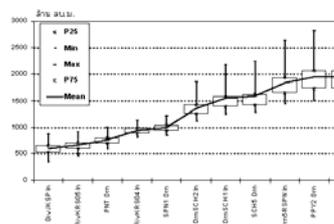
เนื่องจาก ทั้งสองพี่น้องมีลักษณะเป็นพื้นที่ลุ่มต่ำและรับน้ำที่ระบายจากพื้นที่รอบข้าง การแก้ปัญหาน้ำท่วมขังอย่างเด็ดขาดนั้นทำได้ยาก เพราะ ในฤดูน้ำหลากระดับน้ำในแม่น้ำท่าจีนมีระดับสูง ทำให้ไม่สามารถระบายน้ำออกจากทั้งสองพี่น้องได้ แนวทางแก้ไข คือควบคุมไม่ให้ระดับน้ำท่วมสูงจนเกิดความเสียหายและมีระยะเวลาท่วมขังยาวนานเกินไป อาทิ การควบคุมน้ำหลาก โดยการสร้างอ่างเก็บน้ำ การเร่งการระบายน้ำออกจากพื้นที่ โดยการขุดลอกแม่น้ำท่าจีน นอกจากนี้ ควรมีการประเมินความสามารถในการรับน้ำหลากของทั้งสองพี่น้อง ในแง่ของความสูงที่สุดที่จะรับได้และทราบสถานะปัจจุบันที่เป็นอยู่ เพื่อเป็นแนวทางการจัดการสำหรับลดระดับความรุนแรงของน้ำท่วมขัง และเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจกรณีที่มีการผันน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาเพื่อป้องกันน้ำท่วมพื้นที่กรุงเทพมหานคร

5. กิตติกรรมประกาศ

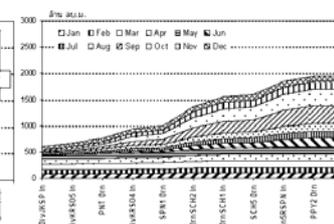
งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนโดย ทูสนสนับสนุนงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย ม.เกษตรศาสตร์, ทูสนสนับสนุนจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน ม.เกษตรศาสตร์ และเป็นผลงานส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่องการวินิจฉัยการจัดการน้ำในลุ่มแม่น้ำท่าจีน สถาบันวิจัยและพัฒนา มก.



รูปที่ 7 น้ำท่าห้วยคินประเมินจากแบบจำลอง GR



รูปที่ 8 ปริมาณน้ำรายปีในคลองสองพี่น้อง



รูปที่ 9 ปริมาณน้ำรายเดือนเฉลี่ยในคลองสองพี่น้อง

6. เอกสารอ้างอิง

[1] กรมชลประทาน, 2546. โครงการศึกษาเพื่อทำแผนหลักรองรับการพัฒนาแหล่งน้ำและปรับปรุงโครงการชลประทาน สำหรับแผนฯ 9. ลุ่มน้ำท่าจีน. กรุงเทพฯ:กรมชลประทาน.

[2] ณัฐพล เกิดสุข และ เอกสิทธิ์ โยสิตสกุลชัย, 2550. การศึกษาสภาพน้ำท่วมขังในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีนโดยใช้ NDWI จากข้อมูลดาวเทียม MODIS. การประชุมวิชาการประจำปี 2550 สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ:สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย.

[3] ทีม คอนซัลตติ้ง เอนจิเนียริ่ง และคณะ., 2541. โครงการประจักษ์บานน้ำแม่ท่าจีน (ตอนล่าง) จังหวัดสุพรรณบุรี จังหวัดนครปฐม จังหวัดสมุทรสาคร. รายงานสืบความเหมาะสม. กรุงเทพฯ:กรมชลประทาน.

[4] ทีม คอนซัลตติ้ง เอนจิเนียริ่ง, บจก. และ แอสติคอน คอร์ปอเรชั่น, บจก., 2541. โครงการแก้มลิง "คลองมหาชัย - คลองสนามชัย" จังหวัดสมุทรสาคร-กรุงเทพมหานคร. รายงานวางโครงการ. กรุงเทพฯ: กรมชลประทาน.

[5] นุชนารถ ศรีวงศ์ตานนท์, 2545. การจำลองสภาวะน้ำท่วม. กรุงเทพฯ: คณะวิศวกรรมศาสตร์, ม.เกษตรศาสตร์.

[6] ปกรณ์ อึ้งชัยพงษ์ และ เอกสิทธิ์ โยสิตสกุลชัย, 2550. การวิเคราะห์พฤติการณ์ใช้น้ำชลประทานในพื้นที่โครงการชลประทานแม่กลองใหญ่ โดยแบบจำลอง WEAP การประชุมวิชาการประจำปี 2550. ขอนแก่น. กรุงเทพฯ: สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย.

[7] ปัญญา คอนซัลแตนท์, บจก. และคณะ., 2548. โครงการจัดทำแผนรวมการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา สะแกกรัง และท่าจีน. รายงานฉบับสุดท้าย. กรุงเทพฯ:กรมทรัพยากรน้ำ.

[8] พลล คอนซัลแตนท์, บจก. และ ปัญญา คอนซัลแตนท์, บจก., 2542. โครงการศึกษาการจัดการน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยา. กรุงเทพฯ: กรมชลประทาน.

[9] มหาวิทยาลัยมหิดล, คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์, 2537. โครงการพัฒนาลุ่มน้ำสุพรรณบุรี. รายงานฉบับสุดท้าย. สุพรรณบุรี: สำนักงานจังหวัดสุพรรณบุรี.

[10] วิชิต อนุจิณทร์ และ คอนซัลแตนท์, บจก., 2537. โครงการศึกษาข้อมูลและศักยภาพการพัฒนาลุ่มน้ำท่าจีน. กรุงเทพฯ: สนง.คณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.

[11] สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2542. โครงการศึกษาเพื่อกำหนดพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยและภัยธรรมชาติ (ในเขตลุ่มน้ำภาคกลาง). รายงานฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพฯ: สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม.

[12] สำนักงานทรัพยากรน้ำส่วนพระมหากษัตริย์, 2544. โครงการจัดทำกรอบและประสานการบริหารจัดการและพัฒนาทรัพยากรน้ำในลุ่มน้ำเจ้าพระยา. รายงานหลัก. กรุงเทพฯ: สนง.ทรัพยากรน้ำส่วนพระมหากษัตริย์.

[13] เอกสิทธิ์ โยสิตสกุลชัย, 2546. การสร้างแบบจำลองสำหรับการจัดการน้ำทั้งลุ่มน้ำ ตอนที่ 1 แนวคิดและวิธีการ. วิศวกรรมสาร, 48 (ธ.ค. - มี.ค.): 87-98.

[14] เอกสิทธิ์ โยสิตสกุลชัย, 2548. การหาปริมาณการใช้ น้ำของพืชโดยวิธีการสำรวจระยะไกล กรณีศึกษาพื้นที่ราบภาคกลาง. วิทยาสารก้าวหน้าเกษตร, 3(3) : 44-53.

[15] Chompadit, C. *et al.*, 2000. Flood management and flood prone rice systems in the Chao Phraya delta, vol. 1, p 335-360. In: Proceed. Int. Conf. The Chao Phraya Delta, December 2000. Bangkok: Kasetsart University.

[16] Edijatno *et al.*, 1999. GR3J: a daily watershed model with three free parameters. Hydrological Sciences Journal, 44:263-277.

[17] Gao, B.C., 1996. NDWI-A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. Remote Sens. Environ., 58:257-266.

[18] Jain, S. *et al.*, 2005. Delineation of Flood-Prone Areas Using Remote Sensing Techniques. Water Resources Management, 19:333-347.

[19] Levite, II. *et al.*, 2003. Testing water demand management scenarios in a water-stressed basin in South Africa: application of the WEAP model. Physics and Chemistry of the Earth, 28: 779-786.

[20] Makhlof, Z. and C. Michel., 1994. A two-parameter monthly water balance model for French watersheds. J. Hydrol., 162:299-318.

[21] Michel, C., 1983. Que peut-on faire en hydrologie avec un modèle conceptuel à un seul paramètre?. La Houille Blanche, 1:39-44.

[22] Mouelhi, S. *et al.*, 2006. Stepwise development of a two-parameter monthly water balance model. Journal of Hydrology, 318:200-214.

[23] Panya Consultants Co., Ltd. *et al.*, 2001. Thailand Natural Resources Management Project. Irrigation Management Modernization Component. Bangkok: Royal Irrigation Department.

[24] Sieber, J., C. Swart., and A.II. Lee., 2005. WEAP2: User Guide for WEAP21. Boston, MA: Stockholm Environment Institute. 176 p.

[25] Takeuchi, W. and Y. Yasuoka., 2004. Development of normalized vegetation, soil and water indices derived from satellite remote sensing data. 25th ARCS 2004, Thailand: Chiang Mai, p.859-864.

[26] Xiao, X. *et al.*, 2005. Mapping paddy rice agriculture in southern China using multi-temporal MODIS images. Remote Sens. Environ., 95:480-492.

[27] Yates, D. *et al.*, 2005. WEAP21--A Demand-, Priority-, and Preference-Driven Water Planning Model: Part 2, Aiding Freshwater Ecosystem Service Evaluation. Water International, 30:487-500.

[28] Zarco-Tejada, P.J. *et al.*, 2003. Water content estimation in vegetation with MODIS reflectance data and model inversion methods. Remote Sens. Environ., 85:109-124.

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นายณัฐพล เกิดสุข
วัน เดือน ปี ที่เกิด	2 เดือนตุลาคม พ.ศ.2522
สถานที่เกิด	จังหวัดราชบุรี
ประวัติการศึกษา	วศ.บ. วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต (วิศวกรรมชลประทาน)
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนอุดหนุนและส่งเสริมวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์