



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ)
ปริญญา

วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ

วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ

สาขา

ภาควิชา

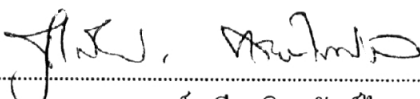
เรื่อง การศึกษาแนวทางบรรเทาอุทกภัยเมืองเพชรบูรณ์

The Study of Flood Alleviation of Petchaboon City Area

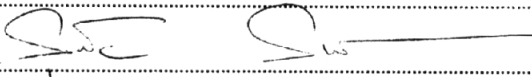
นามผู้วิจัย นายกานต์ โพธิ์คอกไม้

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

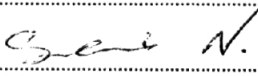
ประธานกรรมการ

()
รองศาสตราจารย์ชูเกียรติ ทรัพย์ไพศาล, M.Eng.

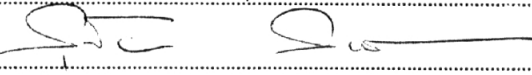
กรรมการ

()
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรัช ลิปิวัฒนาการ, M.Asc.

กรรมการ

()
รองศาสตราจารย์สุกกิจ นนทนันทน์, D.Eng.

หัวหน้าภาควิชา

()
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรัช ลิปิวัฒนาการ, M.Asc.

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

()
รองศาสตราจารย์วินัย อางคงหาญ, M.A.

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 2 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2550

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาแนวทางบรรเทาอุทกภัยเมืองเพชรบูรณ์

The Study of Flood Alleviation of Petchaboon City Area

โดย

นายกานต์ โพธิ์ดอกไม้

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ)

พ.ศ. 2550

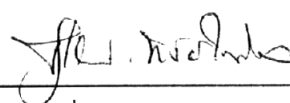
กานต์ โพธิ์ดอกไม้ 2550: การศึกษาแนวทางการบรรเทาอุทกภัยเมืองเพชรบูรณ์
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ) สาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ
ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ ปรธานกรรมการที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์ชูเกียรติ ทรัพย์ไพศาล,
M.Eng. 162 หน้า

จังหวัดเพชรบูรณ์เป็นจังหวัดที่มีสภาพภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่มแอ่งกระทะ พื้นที่ส่วนใหญ่ประกอบด้วยเนินเขา ป่า และที่ราบเป็นตอนๆสลับกันไป สภาพพื้นที่มีลักษณะลาดชันจากทิศเหนือไปทิศใต้ ขนาบด้วยเทือกเขาเพชรบูรณ์ขนานกันไปทั้งทางทิศตะวันตกและทิศตะวันออก ในบริเวณตอนกลางของพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์มีแม่น้ำป่าสัก ซึ่งมีความลาดชันเฉลี่ย 1:1,400 ไหลพาดผ่านจากทิศเหนือไปทิศใต้ทำให้มีผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อม ก่อให้เกิดอุทกภัยในเขตเมืองเพชรบูรณ์ ซึ่งเหตุการณ์อุทกภัย พ.ศ. 2545 เกิดจาก 2 สาเหตุหลัก คือน้ำท่วมเนื่องจากฝนตกหนักเฉพาะถิ่น และน้ำท่วมที่เกิดจากน้ำหลากล้นตลิ่งแม่น้ำป่าสัก สร้างความเสียหายทั้งชีวิตและทรัพย์สินเป็นจำนวนมาก

การจำลองสภาพการระบายน้ำของลำห้วยสาขาต่างๆที่ไหลลงแม่น้ำป่าสักตอนบนเหนือเขตเมืองเพชรบูรณ์ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ InfoWorks RS กับเหตุการณ์น้ำท่วม ปี พ.ศ.2545 ได้ผลการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ แม่น้ำ 2 ค่า คือจากคั่นน้ำกม.0+000 ถึงสถานีวัดน้ำท่า S4B.(อยู่ในเขตเมืองเพชรบูรณ์)กม.111+104 มีค่าเท่ากับ 0.055 และจากสถานีวัดน้ำท่า S4B.กม.111+104 ถึงสถานี TS.5 ที่กม.184+350 มีค่าเท่ากับ 0.045 โดยมีความแตกต่างของระดับน้ำสูงสุดในแบบจำลองและที่ตรวจวัดจริงเฉลี่ย 0.089 เมตร และค่าความแตกต่างสูงสุด 0.459 เมตร

ผลการศึกษาแนวทางการบรรเทาอุทกภัยเขตเมืองเพชรบูรณ์ด้วยแบบจำลองที่สร้างขึ้น ซึ่งให้เห็นว่าการแก้ไขอุทกภัยที่คาบอุบัติ 10 ปี (เหตุการณ์ปี พ.ศ.2545) 20 ปี และ 50 ปี ด้วยมาตรการบรรเทาอุทกภัย 3 มาตรการประกอบกัน คือ 1) ก่อสร้างอ่างเก็บน้ำอุมะทาด 2) ขุดลอกแม่น้ำป่าสักลึก 2.00 เมตร และ3) สร้างกันกั้นน้ำสูงประมาณ 0.60 เมตรในบริเวณเขตเมืองเพชรบูรณ์ สามารถบรรเทาอุทกภัยพื้นที่เขตเมืองเพชรบูรณ์ ได้ถึงน้ำท่าคาบอุบัติ 50 ปี โดยทำให้ระดับน้ำสูงสุดที่เกิดขึ้นอยู่ต่ำกว่าระดับตลิ่งของแม่น้ำป่าสักที่ไหลผ่านพื้นที่ระหว่าง 0.10 เมตร ถึง 0.20 เมตร


ลายมือชื่อนิสิต

 9 / 10 / 50
ลายมือชื่อประธานกรรมการ

Kan Potidokmai 2007: The Study of Flood Alleviation of Petchaboon City Area.

Master of Engineering (Water Resources Engineering), Major Field: Water Resources Engineering,

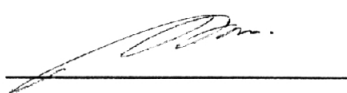
Department of Water Resources Engineering. Thesis Advisor: Associate Professor

Chukiat Sapphaisal, M.Eng. 162 pages.

The topography of Petchaboon province and its surrounding area is a valley type basin. The area is mountainous with alternating forest area and plain area. The main land slope direction is from north to south with Petchaboon mountain ranges running on both western and eastern sides. Pasak river runs along the center of the area with a bed slope of 1:1,400 passing through the province and creating flooding problems directly and indirectly. Major flood in 2002 was one of the examples. The flood was caused by both local heavy rainfall and floodwater spilled from Pasak river which caused a lot of damages.

The natural river and drainage system around the Petchaboon area was modeled by the InfoWork RS model to study the flood situation in 2002. The calibration results showed that the Manning roughness coefficients of the Pasak river have two values. For the range from km 0+000 to km 111+104, the n value was 0.055, and for the range from km 111+104 to km 184+350, the n value was 0.045. The difference between the simulated and observed water levels was average at 0.089 meters with the maximum difference being 0.459 meters.

Various flood mitigation plans to alleviate the flood problems for the return period of 10 year (2002 flood event), 20 years and 50 years, were modeled. The results indicated that the integration of 3 different measures, i.e. 2-m dredging of the Pasak river, the construction of river dike, and the construction of the Umkatard reservoir can alleviate the 50 years return period flood event with the maximum water level will be 0.10 to 0.20 m. lower than the river banks.



Student's signature



Thesis Advisor's signature

9, July 2007

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ รศ.ชูเกียรติ ทรัพย์ไพศาล, ประธานกรรมการที่ปรึกษา ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทั้งทางด้านวิชาการ หลักการดำเนินชีวิต หลักการทำงาน ความซื่อสัตย์สุจริตต่ออาชีพการงานและประเทศชาติ และนอกจากนี้ข้าพเจ้าก็ขอขอบพระคุณคณะกรรมการทุกท่าน ประกอบด้วย ผศ.สุรัช ลิขิตพัฒนาการ, กรรมการที่ปรึกษาวิชาเอก รศ.ศุภกิจ นนทนันทน์, กรรมการที่ปรึกษาวิชาการ อ.กชกร สุนาวรัตน์, ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำตลอดจนตรวจแก้ไข วิทยานิพนธ์ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้อย่างสมบูรณ์

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ ตลอดจนอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กรมชลประทาน เจ้าหน้าที่กรมอุตุนิยมวิทยาทุกท่าน ที่ได้เอื้อเฟื้อด้านข้อมูลรูปตัดคลอง ข้อมูลระดับน้ำ ข้อมูลฝน ขอขอบคุณ คุณอุทุมพร นิตยาคม คุณศรีสุณี วุฒิวงษ์โยธิน ตลอดจนเพื่อนนิสิตทุกท่าน เจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ และเจ้าหน้าที่บริษัทวอเตอร์ ดีเวลล์ฟเมนต์ คอนซัลแต้นส์ จำกัด ที่ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจ ในการทำวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ผู้ให้กำเนิด ให้สติปัญญาความสามารถ และความห่วงใย เป็นผู้ที่ทำให้ผู้วิจัยเกิดความสนใจ และความรักทางด้านวิศวกรรม รวมทั้งภรรยา บุตรสาวและบุตรชายของผู้วิจัย ที่อยู่เคียงข้างคอยเป็นกำลังใจและเป็นแรงผลักดันในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้อย่างสมบูรณ์

กานต์ โพธิ์ดอกไม้

เมษายน 2550

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์ในการศึกษา	3
ขอบเขตของการศึกษา	3
การตรวจเอกสาร	5
อุปกรณ์และวิธีการ	59
อุปกรณ์	59
วิธีการ	59
ผลและวิจารณ์	79
สรุปและข้อเสนอแนะ	109
สรุป	109
ข้อเสนอแนะ	112
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	113
ภาคผนวก	116

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	รายละเอียดของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยในพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักตอนบน จังหวัดเพชรบูรณ์	7
2	ค่าเฉลี่ยรายปี ช่วงพิสัยของค่าเฉลี่ยรายเดือนของตัวแปรภูมิอากาศในพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสัก	10
3	ช่วงพิสัยของพื้นที่รับน้ำและค่าปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่	12
4	แสดงพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยของแต่ละอำเภอในเขตลุ่มน้ำป่าสักตอนบน	22
5	สรุปสภาพน้ำท่วมในจังหวัดเพชรบูรณ์ ปี พ.ศ.2545	27
6	แนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมในเขตเทศบาลเมืองเพชรบูรณ์และอำเภอหล่มสัก	34
7	ผลการวิเคราะห์ค่าบัพติของปริมาณน้ำฝนโดยทฤษฎีแก้มเบล	69
8	ผลการวิเคราะห์ค่าบัพติของปริมาณน้ำท่าโดยทฤษฎีแก้มเบล	80
9	ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองในเบื้องต้น	84
10	ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระในลำน้ำ กรณีเปรียบเทียบแบบสถิตย์	84
11	ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระในลำน้ำ กรณีเปรียบเทียบแบบพลศาสตร์	85
12	ผลสรุปการทดสอบความไวของแบบจำลอง	91
13	ขีดความสามารถของมาตรการในการบรรเทาอุทกภัยในเขตเมืองเพชรบูรณ์	110

ตารางผนวกที่

1	ข้อมูลฝนสูงสุด 1 วันที่ใช้ในการวิเคราะห์	117
2	การวิเคราะห์ค่าบัพติต่างๆของฝนโดยทฤษฎีแก้มเบล	118
3	Rating curve สถานี S4B.	120
4	ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองในเบื้องต้น	121
5	ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระในลำน้ำ กรณีเปรียบเทียบแบบ Static	121
6	สรุปผลการเปรียบเทียบแบบจำลองคณิตศาสตร์ ที่สถานี S4B. แม่น้ำป่าสัก	123
7	ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระในลำน้ำ กรณีเปรียบเทียบแบบ Dynamic	127
8	สรุปผลการตรวจสอบแบบจำลองคณิตศาสตร์ ที่สถานี S4B. แม่น้ำป่าสัก	129
9	ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระในลำน้ำ กรณีตรวจสอบแบบจำลอง ปีพ.ศ.2544	133
10	สรุปผลการตรวจสอบแบบจำลองคณิตศาสตร์ ที่สถานี S4B. แม่น้ำป่าสัก	135
11	ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระในลำน้ำ กรณีตรวจสอบแบบจำลอง ปีพ.ศ.2543	137

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
12 ผลการทดสอบความไวของแบบจำลอง	139
13 ค่าระดับท้องคลอง ตลิ่งซ้าย และตลิ่งขวา ตามระยะทางตามลำน้ำ	143
14 ผลการจำลองแนวทางการบริหารจัดการน้ำทางเลือกที่ 1	147
15 ผลการจำลองแนวทางการบริหารจัดการน้ำทางเลือกที่ 3	151
16 ผลการจำลองแนวทางการบริหารจัดการน้ำทางเลือกที่ 5	155
17 ผลการจำลองแนวทางการบริหารจัดการน้ำทางเลือกที่ 6	159

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักตอนบน	6
2	พื้นที่ลุ่มน้ำย่อย เหนือเขตเมืองเพชรบูรณ์	8
3	แผนที่เส้นชั้นปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสัก	11
4	แผนที่เส้นชั้นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีต่อหน่วยพื้นที่ (ลิตร/วินาที/ตร.กม)	12
5	การใช้ประโยชน์ที่ดินปัจจุบันในลุ่มน้ำป่าสักตอนบน	14
6	การวิเคราะห์ค่าบัพติของฝนสูงสุด 1 วัน ของสถานีตรวจอากาศ อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์	25
7	พื้นที่น้ำท่วมของพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักตอนบนจากภาพถ่ายกลางอากาศ ณ วันที่ 25ส.ค.2545	28
8	พื้นที่น้ำท่วมในเขตอำเภอเมืองเพชรบูรณ์	29
9	ภาพถ่ายน้ำท่วมในเขตอำเภอเมืองเพชรบูรณ์	30
10	ภาพถ่ายน้ำท่วมในเขตอำเภอหล่มสัก	31
11	รูปสามเหลี่ยมกราฟน้ำท่าโดยวิธี SCS	43
12	x-t solution plane (Fred,1974a)	52
13	ลักษณะการแบ่งพื้นที่ของฝนอาณาบริเวณโดยวิธี Thiessen Polygon	62
14	ผังการจำลองสภาพการไหลของลำห้วยสาขาต่างๆของแม่น้ำป่าสักตอนบน	63
15	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนเฉลี่ยรายวันในพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักตอนบน กับปริมาณน้ำท่ารายวันของสถานี S4.B	65
16	การกระจายตัวของฝนของข้อมูลฝนเหนือสถานี S4.B ระหว่างวันที่ 21-24 ส.ค.2545	65
17	ลักษณะการแบ่งพื้นที่ระบายน้ำย่อยออกเป็น 28 ลุ่มน้ำย่อย	68
18	การวิเคราะห์ค่าบัพติของฝนสูงสุด 1 วัน ของสถานีวัดน้ำฝนในลุ่มน้ำป่าสัก	70
19	ผังแสดงแนวการขุดลอกและสร้างคันกั้นน้ำทั้งฝั่งซ้ายและขวาของแม่น้ำป่าสักตอนบน	75
20	ตัวอย่างลักษณะการขุดลอกและคันกั้นน้ำในแม่น้ำป่าสัก	76
21	ผังแสดงแนวการขุดลอกและสร้างคันกั้นน้ำเฉพาะในเขตเมืองเพชรบูรณ์	78
22	การวิเคราะห์ค่าบัพติของฝนสูงสุด 1 วัน ของสถานีวัดน้ำฝนในลุ่มน้ำป่าสัก ณ.เหตุการณ์น้ำท่วม ปี พ.ศ.2545	81
23	ตัวอย่างการวิเคราะห์ค่าบัพติของน้ำท่าในแม่น้ำป่าสัก	82
24	ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองแบบ Static ที่สถานี S4B.	86

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
25	ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองแบบ Dynamic ที่สถานี S4B.	88
26	ผลการตรวจสอบแบบจำลอง ที่สถานี S4B. ด้วยเหตุการณ์น้ำท่วม ปี พ.ศ.2544	89
27	ผลการตรวจสอบแบบจำลอง ที่สถานี S4B. ด้วยเหตุการณ์น้ำท่วม ปี พ.ศ.2543	90
28	ค่าระดับน้ำที่ได้จากการทดสอบความไวของแบบจำลอง	93
29	ค่าระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลอง (กรณีทางน้ำปกติ) ที่คาบอุบัติต่างๆ	95
30	ค่าระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลอง (กรณีทางน้ำปกติ) ที่คาบอุบัติต่างๆ ณ.บริเวณเมืองเพชรบูรณ์	96
31	ค่าระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลอง (กรณีทางน้ำขุดลอก 2.00 ม.) ที่คาบอุบัติต่างๆ	99
32	ค่าระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลอง (กรณีทางน้ำขุดลอก 2.00 ม.) ที่คาบอุบัติต่างๆ ณ.บริเวณเมืองเพชรบูรณ์	100
33	ค่าระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลอง (กรณีทางน้ำปกติมีการสร้างอ่างฯอุ้มกะทาด) ที่คาบอุบัติต่างๆ	101
34	ค่าระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลอง (กรณีทางน้ำปกติมีการสร้างอ่างฯอุ้มกะทาด) ที่คาบอุบัติต่างๆ ณ.บริเวณเขตเมืองเพชรบูรณ์	102
35	ค่าระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลอง (กรณีสร้างคันกั้นน้ำ สร้างอ่างฯอุ้มกะทาด และขุดลอก2.00 ม.) ที่คาบอุบัติต่างๆ	105
36.	ค่าระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลอง (กรณีสร้างคันกั้นน้ำ สร้างอ่างฯอุ้มกะทาด และขุดลอก2.00 ม.) ที่คาบอุบัติต่างๆ ณ.บริเวณเขตเมืองเพชรบูรณ์	106
37	ค่าระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลอง (กรณีสร้างคันกั้นน้ำเฉพาะตัวเมืองเพชรบูรณ์ สร้างอ่างฯอุ้มกะทาดและขุดลอก2.00 ม.) ที่คาบอุบัติต่างๆ	107
38	ค่าระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลอง (กรณีสร้างคันกั้นน้ำเฉพาะเขตเมืองเพชรบูรณ์ สร้างอ่างฯอุ้มกะทาดและขุดลอก2.00 ม.)ที่คาบอุบัติต่างๆณ.บริเวณเขตเมืองเพชรบูรณ์	108

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
1 การวิเคราะห์ค่าอุบัติเหตุของฝนสูงสุด 1 วัน ของสถานีตรวจอากาศ อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์	119
2 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองแบบ Static ที่สถานี S4B.	122
3 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองแบบ Dynamic ที่สถานี S4B.	128
4 ผลการตรวจสอบแบบจำลอง ที่สถานี S4B. ด้วยเหตุการณ์น้ำท่วม ปี พ.ศ.2544	134
5 ผลการตรวจสอบแบบจำลอง ที่สถานี S4B. ด้วยเหตุการณ์น้ำท่วม ปี พ.ศ.2543	138

การศึกษาแนวทางบรรเทาอุทกภัยเมืองเพชรบูรณ์

The Study of Flood Alleviation of Petchaboon City Area

คำนำ

จังหวัดเพชรบูรณ์เป็นจังหวัดที่มีสภาพภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่มแอ่งกระทะ พื้นที่ส่วนใหญ่ประกอบด้วยเนินเขา ป่า และที่ราบเป็นตอนๆสลับกันไป สภาพพื้นที่มีลักษณะลาดชันจากทิศเหนือไปสู่ทิศใต้ ขนาบด้วยเทือกเขาเพชรบูรณ์ชันนากันไปทั้งทางทิศตะวันตกและทิศตะวันออก ในบริเวณตอนกลางของพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์มีแม่น้ำป่าสัก ซึ่งมีความยาว 350 กิโลเมตร ไหลพาดผ่านจากเหนือไปใต้ โดยความยาวของแม่น้ำป่าสักส่วนที่ผ่านจังหวัดเพชรบูรณ์เท่ากับ 170 กิโลเมตร โดยประมาณ

จังหวัดเพชรบูรณ์เป็นจังหวัดที่มีจุดอ่อนต่อการเกิดอุทกภัยจากแม่น้ำป่าสัก และน้ำป่าไหลหลากเนื่องจากเป็นพื้นที่รับน้ำจากหลายแหล่งทั้งน้ำจากแม่น้ำพุง จังหวัดเลย น้ำจากห้วยขอนแก่น อำเภอหล่มสัก น้ำจากด้านอำเภอเขาค้อตลอดจนน้ำจากฝั่งตะวันออกด้านจังหวัดชัยภูมิ ส่งผลให้เกิดน้ำหลากเข้าท่วมพื้นที่แบบฉับพลัน ทั้งพื้นที่ทางการเกษตรและพื้นที่ในเขตเมืองทำให้เกิดความเสียหายทั้งชีวิตและทรัพย์สินตลอดจนพืชผลทางการเกษตร จากการศึกษาในเบื้องต้น พบว่า สาเหตุของน้ำท่วมเกิดจากถนนที่เป็นเส้นทางคมนาคมเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทิศทางการไหลของน้ำและเป็นที่กีดขวางการระบายน้ำทำให้เกิดน้ำท่วมฉับพลัน นอกจากนี้แล้วพบว่า จังหวัดเพชรบูรณ์ยังขาดแหล่งที่จะเก็บกักน้ำเพื่อชะลอการไหลของน้ำโดยมีปริมาณเขื่อนอ่างเก็บน้ำไม่เพียงพอ

ในการศึกษาครั้งนี้เน้นการศึกษาเพื่อหาแนวทางการบรรเทาอุทกภัยพื้นที่ฝั่งเมืองรวมเมืองเพชรบูรณ์จากเหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2545 โดยการจำลองสภาพการไหลในกลุ่มน้ำป่าสักด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อจำลองเหตุการณ์สภาพน้ำท่วมที่ไหลผ่านเขตฝั่งเมืองรวมเมืองเพชรบูรณ์ เพื่อวิเคราะห์หาแนวทางที่สามารถนำมาใช้ในการบรรเทาและป้องกันการเกิดปัญหาอุทกภัย เช่น การขุดลอกทางน้ำธรรมชาติ การขุดคลองผันน้ำ เพื่อเพิ่มความสามารถในการระบาย

น้ำหลาออกจากพื้นที่เมืองเพชรบูรณ์และอำเภอหล่มสัก เป็นต้น และตรวจสอบแบบจำลองโดยใช้ข้อมูลสภาพน้ำท่วมที่เคยเกิดขึ้นในอดีตคือ ข้อมูลสภาพน้ำท่วม ปี พ.ศ.2543 และ พ.ศ.2544

วัตถุประสงค์ในการศึกษา

1. เพื่อศึกษาสภาพกายภาพและสภาพน้ำท่วมที่เกิดขึ้นในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักตอนบน ช่วงเขตพื้นที่ผังเมืองรวมเมืองเพชรบูรณ์
2. เพื่อจำลองสภาพการไหลน้ำหลากของพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักตอนบนด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์
3. เพื่อหาแนวทางการแก้ไขน้ำท่วมพื้นที่ผังเมืองรวมเมืองเพชรบูรณ์โดยการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์
4. เพื่อเสนอแนะแนวทางการบริหารจัดการน้ำหลากพื้นที่ผังเมืองรวมเมืองเพชรบูรณ์ สำหรับใช้เป็นแนวทางการบรรเทาความเสียหายจากอุทกภัยที่เกิดขึ้น

ขอบเขตการศึกษา

1. รวบรวมข้อมูลและทบทวนผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับกายภาพของลุ่มน้ำป่าสักตอนบน และเหตุการณ์อุทกภัยบริเวณพื้นที่ผังเมืองรวมเมืองเพชรบูรณ์
2. รวบรวมข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา-อุทกวิทยา และข้อมูลรูปตัดตามยาวและรูปตัดตามขวางของลำน้ำสาขาและคลองต่างๆในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักตอนบน
3. สร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ของลำน้ำสาขา และแม่น้ำป่าสักตอนบนเหนือเขตพื้นที่ผังเมืองรวมเมืองเพชรบูรณ์เป็นต้นไป
4. จำลองเหตุการณ์น้ำท่วมที่เกิดขึ้นบริเวณพื้นที่ผังเมืองรวมเมืองเพชรบูรณ์ เดือนสิงหาคม พ.ศ.2545
5. วิเคราะห์หาแนวทางการแก้ไขน้ำท่วมพื้นที่ผังเมืองรวมเมืองเพชรบูรณ์

6. เสนอแนะมาตรการที่เหมาะสมในการบรรเทาสถานะการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ฝั่งเมือง
รวมเมืองเพชรบูรณ์

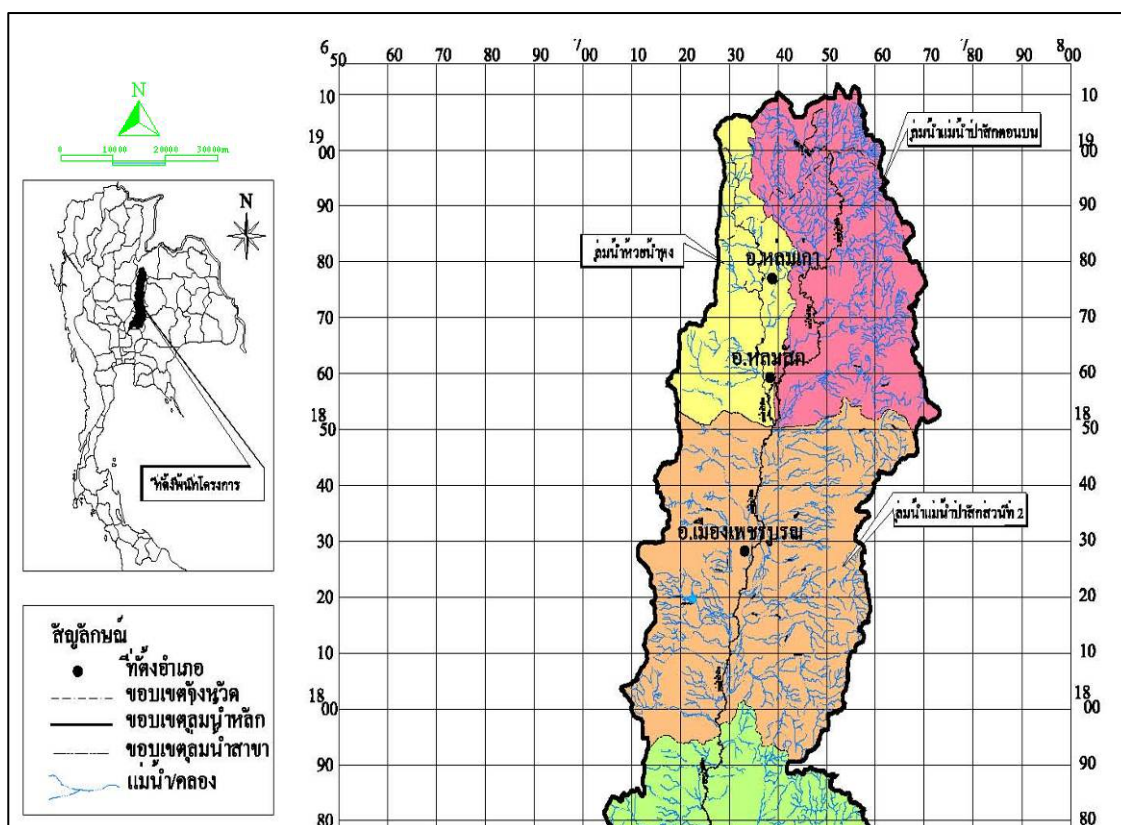
การตรวจเอกสาร

1. ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักตอนบน

1.1 ที่ตั้งและขอบเขตพื้นที่ศึกษา

ลุ่มน้ำป่าสักเป็นลุ่มน้ำลำดับที่ 12 จากลุ่มน้ำในประเทศไทย 25 ลุ่มน้ำ ตามการแบ่งของ คณะกรรมการอุทกวิทยาแห่งชาติ มีพื้นที่ลุ่มน้ำประมาณ 16,292 ตารางกิโลเมตร แต่พื้นที่ลุ่มน้ำที่ใช้ศึกษาแนวทางบรรเทาอุทกภัยเมืองเพชรบุรีนั้น จะครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักตอนบน ประมาณ 4,163.95 ตารางกิโลเมตร หรือ 2,602,469 ไร่ ซึ่งตั้งอยู่ทางตอนเหนือของจังหวัด เพชรบุรี โดยมีพื้นที่ลุ่มน้ำอยู่ในเขตอำเภอเมือง อำเภอเขาค้อ อำเภอนำหนาว อำเภอห่มสักร อำเภอห่มเกล้า จังหวัดเพชรบุรี และบางส่วนของอำเภอด่านซ้าย จังหวัดเลย ดังแสดงในภาพที่ 1 มีค่าพิกัดอยู่ใน ระหว่างละติจูดที่ $14^{\circ}15'$ ถึง $17^{\circ}20'$ เหนือ และลองจิจูดที่ $100^{\circ}30'$ ถึง $101^{\circ}30'$ ตะวันออก

สภาพภูมิประเทศของลุ่มน้ำป่าสักตอนบน มีรูปร่างคล้ายขนนก แคบเรียวยาวมีความกว้างประมาณ 45 กิโลเมตร และความยาวของลุ่มน้ำจนถึงอำเภอเมืองจังหวัดเพชรบุรีประมาณ 179.30 กิโลเมตร มีลักษณะเป็นเนินเขา และมีที่ราบเพียงเล็กน้อย มีเทือกเขาเพชรบุรีล้อมรอบทั้งสองด้าน และมีแม่น้ำป่าสักไหลอยู่ตอนกลาง โดยไหลจากทางเหนือลงสู่ทางใต้มีความลาดชันเฉลี่ยประมาณ 1:1,400 มีลำน้ำสาขาทางทิศตะวันออกและทิศตะวันตกเป็นจำนวนมาก แต่ลำน้ำสาขาส่วนใหญ่จะสั้น และพื้นที่รับน้ำมีขนาดเล็ก



ภาพที่ 1 ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักตอนบน
ที่มา: กรมทรัพยากรน้ำ (2546)

1.2 พื้นที่ลุ่มน้ำและลำน้ำสาขา

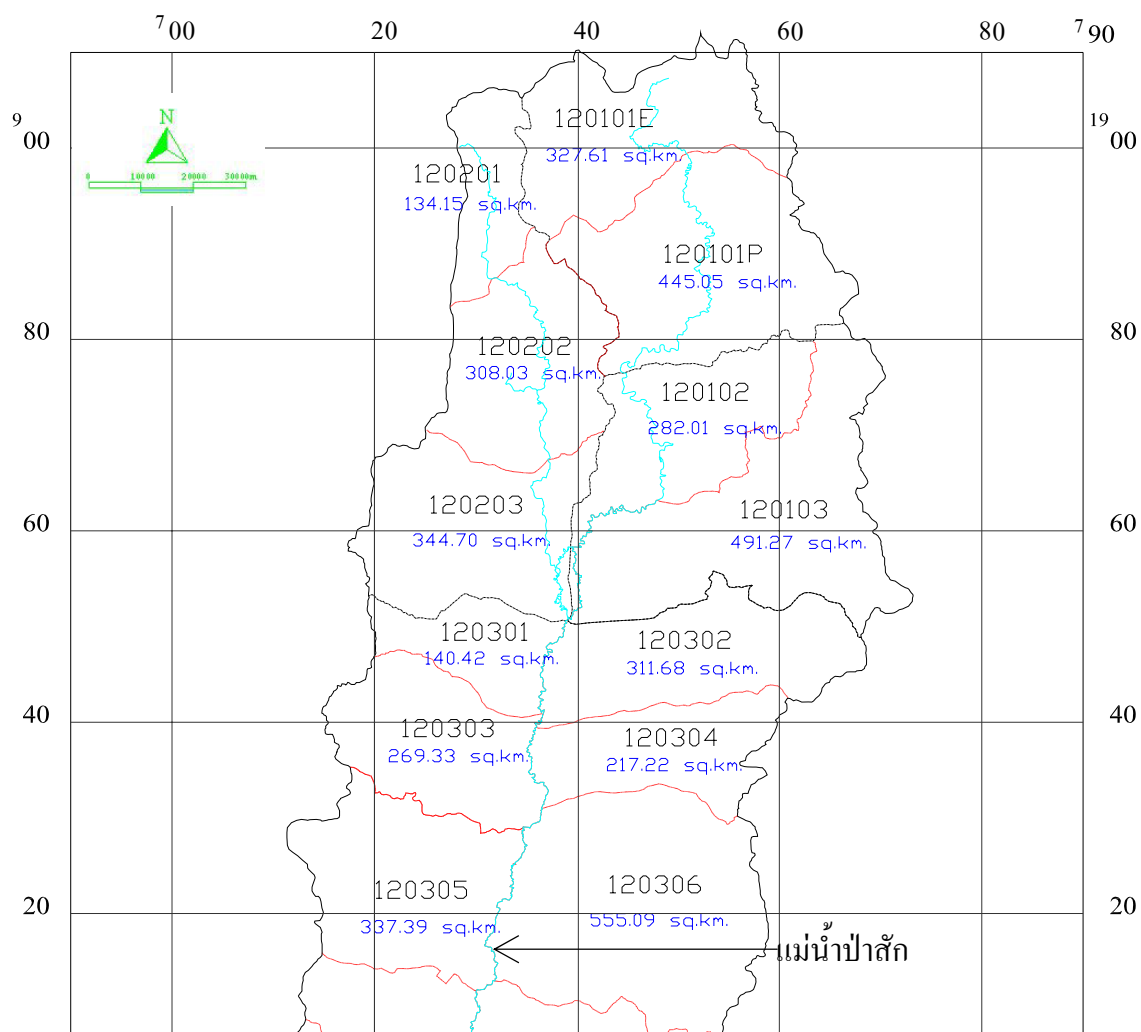
ลุ่มน้ำแม่น้ำป่าสักและลำน้ำสาขาส่วนใหญ่มีลักษณะพื้นที่ คล้ายขนนกและเป็นแบบผสม (ลุ่มน้ำแบบขนนกรวมกับลุ่มน้ำแบบวงกลม) ซึ่งมีทิวเขาด้านทิศตะวันตกและทิศตะวันออกเป็นขอบเขตลุ่มน้ำเรียงรายต่อเนื่องกันตลอดทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำ จึงมีลักษณะเป็นแอ่งรองรับน้ำแบบป็นทางน้ำหลาก

ลุ่มน้ำป่าสักตอนบนช่วงพื้นที่ที่ศึกษา มีพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย 13 ลุ่มน้ำย่อย ที่ไหลลงแม่น้ำป่าสักเหนืออำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ 3,271.47 ตารางกิโลเมตร หรือ 2,044,669 ไร่ ประกอบด้วย แม่น้ำป่าสักตอนบน ห้วยสีเสียด-ห้วยสะดวงใหญ่ ห้วยโป่ง น้ำพุ น้ำเหี่ย-น้ำก่อ-น้ำขุนใหญ่ ห้วยชำม่วง ห้วยน้ำคอก ห้วยน้ำเค็ม-ห้วยท่าพล ห้วยสวิง-ห้วยสีเสียด และพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย 2 ลุ่มน้ำย่อยที่ไหลลงแม่น้ำป่าสักทางตอนใต้ของตัวเมืองเพชรบูรณ์ประมาณ 892.48 ตารางกิโลเมตร หรือ 557,800 ไร่ ดังแสดงในภาพที่ 2 และตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยในพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักตอนบน จังหวัดเพชรบูรณ์

รหัส ลุ่มน้ำย่อย	ชื่อลุ่มน้ำย่อย	พื้นที่ลุ่มน้ำย่อย		ร้อยละ
		(ตร.กม.)	(ไร่)	
120101E	ป่าสักตอนบน 1	327.61	204,759	7.87
120101P	ป่าสักตอนบน 2	445.05	278,159	10.69
120102	ห้วยสีเสียด-ห้วยสะดวงใหญ่	282.01	176,256	6.77
120103	ห้วยโป่ง	491.27	307,043	11.8
120201	น้ำพุ 1	134.15	83,844	3.22
120202	น้ำพุ 2	308.03	192,518	7.40
120203	น้ำเฒ่า-น้ำก่อ-น้ำขุนใหญ่	344.70	215,434	8.28
120301	ห้วยชำม่วง	140.42	87,766	3.37
120302	ห้วยน้ำดุก	311.68	194,802	7.49
120303	ห้วยน้ำเค็ม-ห้วยท่าพล	269.33	168,329	6.47
120304	ห้วยสวิง-ห้วยสีเสียด	217.22	135,766	5.22
120305	ห้วยน้ำปน-ห้วยชัน	337.39	210,868	8.10
120306	คลองน้ำหลุม-ห้วยใหญ่	555.09	346,931	13.33
รวม		4,163.95	2,602,475	100

ที่มา: กรมทรัพยากรน้ำ (2546)



ภาพที่ 2 พื้นที่ลุ่มน้ำย่อย เหนือเขตเมืองเพชรบูรณ์
ที่มา: กรมทรัพยากรน้ำ (2546)

1.3 สภาพอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยา

1.3.1 สภาพภูมิอากาศ

ลุ่มน้ำป่าสักพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในภาคกลาง และมีพื้นที่บางส่วนทางตอนบนอยู่ในภาคเหนือของประเทศ มีสภาพภูมิอากาศอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และบางครั้งพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนจะได้รับอิทธิพลจากลมพายุจร เช่น พายุโซนร้อนและพายุดีเปรสชัน เป็นครั้งคราว ซึ่งจะเริ่มประมาณกลางเดือนพฤษภาคมจนถึงประมาณปลายเดือนตุลาคม ส่วนใน

ระยะระหว่างเดือนพฤศจิกายนจนถึงประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ จะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

จากอิทธิพลลมมรสุมดังกล่าว จึงสามารถแบ่งฤดูกาลของกลุ่มน้ำป่าสักได้เป็น 3 ฤดู ดังนี้

ฤดูฝน จะเริ่มประมาณกลางเดือนพฤษภาคมจนถึงเดือนตุลาคม ในระยะนี้จะมีฝนตกชุกเกือบทั่วไปในพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยจะมีปริมาณน้ำฝนมากในเดือนกันยายน

ฤดูหนาว จะเริ่มประมาณเดือนพฤศจิกายนจนถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ระยะนี้อากาศจะแห้ง และมีอุณหภูมิต่ำสุด

ฤดูร้อน จะเริ่มประมาณปลายเดือนกุมภาพันธ์จนถึงกลางเดือนพฤษภาคม ระยะนี้จะมีอากาศร้อน และมีฝนตกบ้างเป็นครั้งคราวในปริมาณน้อย อุณหภูมิสูงสุดประจำปีอยู่ในช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายน

การเกิดฝนบริเวณลุ่มน้ำป่าสักตอนบนจะอยู่ภายใต้ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งมีแหล่งกำเนิดมหาสมุทรอินเดียตอนใต้ โดยนำเอาไอน้ำจำนวนมากจากมหาสมุทรเข้าสู่แผ่นดินเมื่อเจอภูเขา มวลอากาศจะถูกยกตัวขึ้นทำให้เกิดฝนตกหนักบริเวณด้านหน้าภูเขาด้านประเทศพม่า ลมนี้จะพัดเข้าสู่ประเทศไทยในต้นเดือนพฤษภาคม จนถึงเดือนตุลาคมของทุกปี และฝนอีกส่วนหนึ่งเกิดจากลมพายุหมุนเขตร้อน ซึ่งมีถิ่นกำเนิดบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกทางด้านตะวันตก และบริเวณทะเลจีนใต้ เนื่องจากบริเวณดังกล่าวได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์มาก ทำให้เกิดมวลอากาศร้อนและลอยตัวสูงขึ้นเป็นบริเวณกว้าง ก่อให้เกิดเป็นหย่อมความกดอากาศต่ำ อากาศเย็นกว่าจะไหลเข้ามาแทนที่อย่างรวดเร็ว กลายเป็นพายุดีเปรสชัน พายุโซนร้อนและพายุไต้ฝุ่นในที่สุด จังหวัดเพชรบูรณ์มักจะได้รับอิทธิพลจากปลายพายุหมุนดังกล่าวซึ่งทำให้เกิดน้ำท่วมฉับพลัน และน้ำป่าไหลหลากได้ง่าย

รายละเอียดลักษณะภูมิอากาศของพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสัก ช่วงปี พ.ศ.2514-2543 ของสถานีตรวจอากาศต่างๆ ในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำและบริเวณใกล้เคียง กรมอุตุนิยมวิทยา จำนวน 2 สถานี ได้แก่ สถานีอำเภอหล่มสัก และสถานีจังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งพอสรุปช่วงพิสัยของค่าเฉลี่ยรายเดือนและค่าเฉลี่ยรายปีของตัวแปรภูมิอากาศที่สำคัญของทั้ง 2 สถานี ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยรายปี ช่วงพิสัยของค่าเฉลี่ยรายเดือนของตัวแปรภูมิอากาศในพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสัก

สถานีตรวจวัด สภาพภูมิอากาศ	ตัวแปรภูมิอากาศ	ช่วงพิสัยของค่าเฉลี่ย รายเดือน		ค่าเฉลี่ย รายปี
อำเภอหล่มสัก	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	23.5 (ธ.ค.)	ถึง 29.0 (เม.ย.)	26.7
	ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	63.0 (ก.พ.)	ถึง 84.0 (ก.ย.)	73.3
	ปริมาณการระเหยจากผิวดิน (มม.)	122.7 (ก.ย.)	ถึง 171.2 (เม.ย.)	1,660.1
	ความครึ้มของเมฆ (0-10 อ็อกต้า)	2.8 (ธ.ค.)	ถึง 8.9 (ส.ค.)	5.6
	ความเร็วลม (น็อต)	0.8 (ก.ย.)	ถึง 1.8 (มิ.ย.)	1.2
	ปริมาณฝน (มม.)	4.4 (ม.ค.)	ถึง 191.1 (ส.ค.)	1,044.3
จังหวัดเพชรบูรณ์	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	23.2 (ธ.ค.)	ถึง 29.8 (เม.ย.)	26.9
	ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	61.0 (มี.ค.)	ถึง 84.0 (ส.ค.)	73.0
	ปริมาณการระเหยจากผิวดิน (มม.)	105.2 (ก.ย.)	ถึง 184.3 (เม.ย.)	1,596.3
	ความครึ้มของเมฆ (0-10 อ็อกต้า)	2.7 (ธ.ค.)	ถึง 8.6 (ส.ค.)	5.4
	ความเร็วลม (น็อต)	1.3 (ก.ย.)	ถึง 2.5 (เม.ย.)	2.0
	ปริมาณฝน (มม.)	5.6 (ม.ค.)	ถึง 200.8 (ก.ย.)	1,079.1

ที่มา: กรมทรัพยากรน้ำ (2546)

1.3.2 ปริมาณน้ำฝน

ปริมาณฝนรายปีของพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสัก จากค่าปริมาณฝนเฉลี่ยของสถานีวัดน้ำฝนในจังหวัดเพชรบูรณ์ พบว่ามีค่าปริมาณฝนอยู่ระหว่าง 1,067 มม. ถึง 1,636 มม. ฝนตกส่วนใหญ่ในช่วงเดือนกรกฎาคม – ตุลาคม การกระจายตัวของฝนจะมีปริมาณฝนสูงบริเวณ เทือกเขาสองฝั่งของลุ่มน้ำ และลดลงบริเวณตอนกลางของพื้นที่ดังรายละเอียดแสดงด้วยเส้นชั้นปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักในภาพที่ 3

1.3.3 ปริมาณน้ำท่า

ปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักตอนบน จากข้อมูลสถานีวัดน้ำท่าในแม่น้ำป่าสักและลำน้ำสาขาที่มีช่วงการบันทึกข้อมูลตั้งแต่ 5 ปี ถึง 63 ปี สามารถสรุปช่วงพิสัยของพื้นที่รับน้ำและค่าปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่ โดยในแม่น้ำป่าสักมีค่าเฉลี่ย 4.84 ถึง 11.67 ลิตร/วินาที/ตารางกิโลเมตร และในลำน้ำสาขามีค่าเฉลี่ย 3.49 ถึง 14.88 ลิตร/วินาที/ตารางกิโลเมตร ดังแสดงในตารางที่ 3 และพบว่าความผันแปรของปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อพื้นที่ ตามลักษณะพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสัก ค่าดังกล่าวจะมากในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักตอนบนและตามบริเวณขอบลุ่มน้ำซึ่งเป็นพื้นที่ภูเขา และลดลงตามลำดับในพื้นที่ตอนกลางและตอนล่างของลุ่มน้ำ ดังรายละเอียดแสดงเส้นชั้นปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีต่อหน่วยพื้นที่ (ลิตร/วินาที/ตร.กม.) ในภาพที่ 4

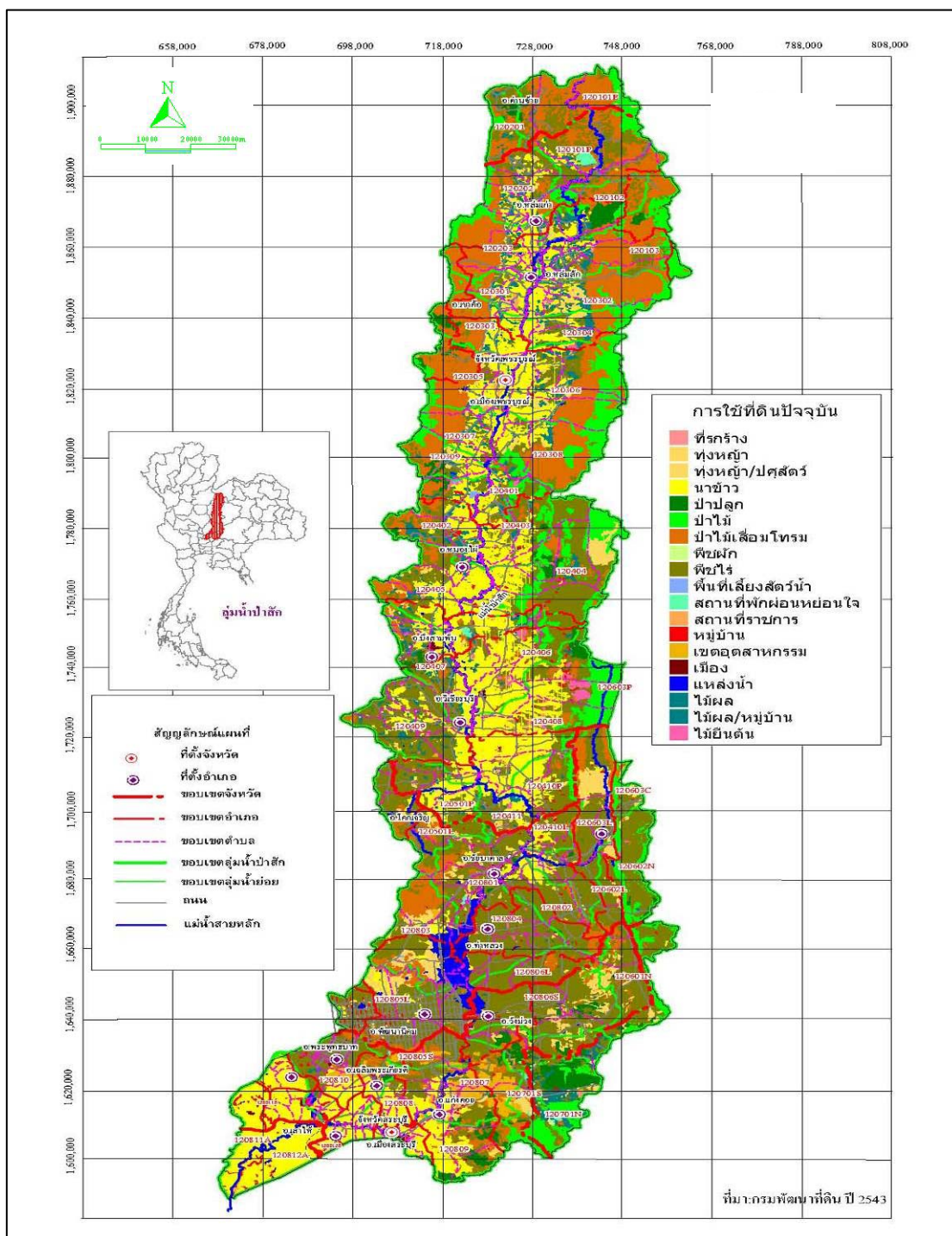
1.4 สภาพการใช้ที่ดินของกลุ่มน้ำป่าสัก

1.4.1 การใช้ที่ดินในปัจจุบัน

จากข้อมูลแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินปี 2543 และจากภาพถ่ายทางอากาศ สามารถจำแนกสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักออกได้เป็น 21 ประเภท ดังแสดงในภาพที่ 5 จะเห็นว่าลักษณะของการใช้ประโยชน์ที่ดินมากที่สุด 3 อันดับแรกคือ พืชไร่ อันดับต่อไปคือ นาข้าว และป่าไม้เสื่อมโทรม โดยคิดเป็นร้อยละเมื่อเทียบกับพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมดคือ 37.98 , 20.99 และ 17.81 ตามลำดับ และสามารถสรุปลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของกลุ่มน้ำป่าสักตอนบนที่อยู่ในเขตจังหวัดเพชรบูรณ์ และจังหวัดเลย มีรายละเอียดดังนี้ คือ

1) ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำป่าสักตอนบน พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่บริเวณตอนเหนือของลุ่มน้ำพื้นที่อยู่ในเขต 2 จังหวัดได้แก่จังหวัดเลยบางส่วนและจังหวัดเพชรบูรณ์ การใช้ประโยชน์ที่ดินที่พบมากเป็นป่าไม้เสื่อมโทรมมากกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ มีราษฎรบุกรุกเข้าทำประโยชน์โดยทำการปลูกพืชไร่ เช่น ข้าวโพดและเชิง และไม้ผล เช่น มะขามหวาน เป็นต้น พื้นที่ป่าไม้สมบูรณ์มีเหลือประมาณร้อยละ 10 พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นๆ ในลุ่มน้ำนี้ ได้แก่ พืชไร่ซึ่งส่วนใหญ่ได้แก่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ นาข้าว ส่วนใหญ่เป็นข้าวเจ้า ไม้ผลที่พบส่วนใหญ่ ได้แก่ มะขามหวาน และมะม่วง

2) ลุ่มน้ำสาขาห้วยแม่พุง พื้นที่อยู่ในเขต 2 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดเลยบางส่วนและจังหวัดเพชรบูรณ์ การใช้ประโยชน์ที่ดินที่พบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่พบมากเป็นป่าไม้เสื่อมโทรมประมาณร้อยละ 47 ป่าสมบูรณ์ประมาณร้อยละ 7 มีราษฎรเข้าทำประโยชน์โดยทำการปลูกพืชไร่ เช่น ข้าวโพดและเชิง และไม้ผล เช่น มะขามหวาน เป็นต้น พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นๆ ในลุ่มน้ำนี้ ได้แก่ พืชไร่ซึ่งส่วนใหญ่ ได้แก่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ นาข้าวส่วนใหญ่เป็นข้าวเจ้า ไม้ผลประมาณร้อยละ 6 ที่พบส่วนใหญ่ ได้แก่ มะขามหวาน และมะม่วง



ภาพที่ 5 การใช้ประโยชน์ที่ดินปัจจุบันในลุ่มน้ำป่าสักตอนบน
ที่มา: กรมทรัพยากรน้ำ (2546)

3) กลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำป่าสักส่วนที่ 2 พื้นที่อยู่ในเขตจังหวัดเพชรบูรณ์ การใช้ประโยชน์ที่ดินที่พบมากเป็นป่าไม้เสื่อมโทรมประมาณร้อยละ 18-48 มีราษฎรเข้าทำประโยชน์โดยการปลูกพืชไร่เช่น ข้าวโพดและจิง และไม้ผล เช่น มะขามหวาน เป็นต้น ป่าไม้สมบูรณ์ประมาณร้อยละ 4-23 พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นๆในกลุ่มน้ำนี้ได้แก่พืชไร่ ซึ่งส่วนใหญ่ได้แก่ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ นาข้าวส่วนใหญ่เป็นข้าวเจ้า ไม้ผลมีพื้นที่ประมาณ ร้อยละ 8-15 ที่พบส่วนใหญ่ได้แก่ มะขามหวาน และมะม่วง

4) กลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำป่าสักส่วนที่ 3 พื้นที่อยู่ในเขตจังหวัดเพชรบูรณ์ การใช้ประโยชน์ที่ดินที่พบมาก ได้แก่ พืชไร่ ที่พบส่วนใหญ่ ได้แก่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ นาข้าวส่วนใหญ่เป็นข้าวเจ้า ไม้ผลที่พบส่วนใหญ่ ได้แก่ มะขามหวาน ป่าเสื่อมโทรมมี ร้อยละ 2-24 ป่าไม้สมบูรณ์มีร้อยละ 0-18

5) กลุ่มน้ำสาขาห้วยเกาะแก้ว พื้นที่อยู่ในเขตจังหวัดเพชรบูรณ์ การใช้ประโยชน์ที่ดินที่พบการใช้ประโยชน์ที่ดินเกือบทั้งหมดเป็นพื้นที่เกษตร ได้แก่ พืชไร่ ที่พบส่วนใหญ่ได้แก่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ นาข้าวส่วนใหญ่เป็นข้าวเจ้า ไม้ผลที่พบส่วนใหญ่ ได้แก่ มะขามหวาน มะม่วง และน้อยหน่า ป่าไม้เหลือน้อยมาก

6) กลุ่มน้ำสาขาลำสนธิ เฉพาะพื้นที่อยู่ในเขตจังหวัดเพชรบูรณ์ การใช้ประโยชน์ที่ดินที่พบเป็นป่าไม้เกือบทั้งหมดเพราะเป็นที่สูง

1.4.2 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอนาคต

กรมทรัพยากรน้ำ (2546) ศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินของปี 2535 กับปี 2543 ของกลุ่มน้ำป่าสักพบว่าพื้นที่ที่ลดลงอย่างเห็นได้ชัด ได้แก่ ป่าไม้ ลดลงจากร้อยละ 11.38 เหลือเพียงร้อยละ 7.61 ของพื้นที่และพื้นที่พืชไร่ก็ลดลงเช่นเดียวกัน แต่ป่าเสื่อมโทรมและพื้นที่ปลูกไม้ผลรวมทั้งแหล่งน้ำเพิ่มขึ้น พื้นที่อุตสาหกรรมเพิ่มขึ้น 4,422 ไร่ ซึ่งเป็นการเพิ่มของนิคมอุตสาหกรรม

แนวโน้มของการใช้ที่ดินในอนาคตคาดว่าจะเปลี่ยนแปลงไปจากปี 2543 ไม่มากนัก เช่น พื้นที่ป่าไม้ เนื่องจากทางราชการโดยกรมป่าไม้มีนโยบายที่จะรักษาอย่างเข้มงวดโดยป้องกันการบุกรุกเข้าไปใช้ประโยชน์และมีมาตรการการปลูกป่าเพิ่ม ดังนั้นพื้นที่ป่าไม้จะมีขนาดพื้นที่ไม่เปลี่ยนแปลงไปทางที่น้อยลงแต่จะมีการเพิ่มบ้างแต่ไม่มากนัก พื้นที่การเกษตรซึ่งเป็นพื้นที่ส่วนใหญ่ของกลุ่มน้ำจะมีพื้นที่น้อยลงบ้างตามความเจริญของท้องถิ่นและการเพิ่มของประชากร หากไม่มีการวางแผนพื้นที่การเกษตรที่มีศักยภาพสูงอาจถูกนำมาใช้เป็นพื้นที่ชุมชนหรือแหล่งอุตสาหกรรมที่มีแนวโน้มการใช้ที่ดินอย่างเหมาะสมขยายเพิ่มมากขึ้น ถึงแม้ว่าจะเป็นพื้นที่ไม่มากนักแต่ก็ควรเลือกพัฒนาจากพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมต่อการทำการเกษตรแทน

ดังนั้นโดยสรุปแล้วการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินมีค่อนข้างน้อย ส่วนใหญ่จะเป็นการขยายตัวของชุมชนและแหล่งอุตสาหกรรมเข้าไปในพื้นที่เกษตรหรือที่รกร้างว่างเปล่า

2. พื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์

2.1 พื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งเป็นพื้นที่เป้าหมายในการบริหารจัดการน้ำท่วมมีรายละเอียด ดังนี้

2.1.1 ที่ตั้ง

จังหวัดเพชรบูรณ์มีพื้นที่ประมาณ 12,670 ตารางกิโลเมตร (7.9 ล้านไร่) แต่มีพื้นที่อยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักประมาณ 8,910 ตารางกิโลเมตร (5.6 ล้านไร่) ซึ่งเป็นพื้นที่ส่วนใหญ่ของ 7 อำเภอ ได้แก่ อำเภอหล่มเก่า อำเภอหล่มสัก อำเภอเมือง อำเภอหนองไผ่ อำเภอเบิ่งสามพัน อำเภอวิเชียรบุรี อำเภอศรีเทพ และพื้นที่บางส่วนของ 3 อำเภอ ได้แก่ อำเภอน้ำหนาว อำเภอเขาค้อ และอำเภอชนแดน โดยมีขอบเขตจังหวัดเพชรบูรณ์อยู่ในลุ่มน้ำป่าสักระหว่างละติจูดที่ 15 องศา 18 ลิปดา ถึง 17 องศา 7 ลิปดาเหนือ และลองจิจูดที่ 100 องศา 52 ลิปดา ถึง 101 องศา 35 ลิปดาตะวันออก โดยมีอาณาเขต ติดต่อกับพื้นที่ใกล้เคียงดังนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อ	อำเภอด่านซ้าย จังหวัดเลย
ทิศใต้	ติดต่อ	อำเภอชัยบาดาล และอำเภอลำสนธิ จังหวัดลพบุรี
ทิศตะวันออก	ติดต่อ	อำเภอกักคี่ชุมพล และอำเภอเทพสถิต จังหวัดชัยภูมิ
ทิศตะวันตก	ติดต่อ	พื้นที่ในเขตอำเภอชนแดนและอำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์

2.1.2 สภาพภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดเพชรบูรณ์ส่วนที่อยู่ในลุ่มน้ำป่าสัก ตอนบนจะเป็นบริเวณเทือกเขาเพชรบูรณ์ ซึ่งเป็นเทือกเขาสูงล้อมบริเวณด้านเหนือ ด้านตะวันตกและด้านตะวันออกระดับความสูงประมาณ 600-1,500 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง และมีพื้นที่ราบอยู่ตอนกลาง มีความสูงประมาณ 110-115 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง มีความลาดชันเฉลี่ยประมาณ 1:1,400 จากทิศเหนือลงไปทิศใต้ โดยมีแม่น้ำป่าสักเป็นแม่น้ำสายหลัก มีต้นน้ำอยู่บริเวณเทือกเขาคอนบนในเขตจังหวัดเลย ไหลจากทิศเหนือลงสู่ทางใต้ โดยไหลผ่านพื้นที่ของอำเภอหล่มเก่า อำเภอหล่มสัก อำเภอเมือง อำเภอหนองไผ่ อำเภอบึงสามพัน อำเภอวิเชียรบุรี อำเภอศรีเทพ ในจังหวัดเพชรบูรณ์ และไหลเข้าเขตจังหวัดลพบุรี ที่อำเภอชัยบาดาล รวมความยาวแม่น้ำป่าสักในเขตจังหวัดเพชรบูรณ์ประมาณ 375 กิโลเมตร โดยมีลำน้ำสาขาแยกไปทางตะวันตกและตะวันออก แต่ลำน้ำสาขาส่วนใหญ่จะสั้นและพื้นที่รับน้ำมีขนาดเล็ก โดยลำน้ำสาขาที่สำคัญได้แก่ ห้วยน้ำพุ ห้วยป่าแดง ห้วยขอนแก่น ห้วยสะดวงใหญ่ ห้วยเกลี้ยงดืบ ห้วยนา ห้วยเล็ง ลำกง ห้วยเกาะแก้ว เป็นต้น

ลุ่มน้ำป่าสักถูกแบ่งออกเป็น 8 ลุ่มน้ำสาขาโดยคณะกรรมการอุทกวิทยาแห่งชาติ ซึ่งลุ่มน้ำสาขาที่ครอบคลุมพื้นที่ของจังหวัดเพชรบูรณ์ มี 5 ลุ่มน้ำสาขา ได้แก่

(1) ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำป่าสักตอนบน มีพื้นที่ประมาณ 1,546 ตารางกิโลเมตร หรือ 966,217 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของอำเภอด่านซ้าย จังหวัดเลย อำเภอหล่มเก่า อำเภอน้ำหนาว และอำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

(2) ลุ่มน้ำสาขาห้วยน้ำพุ มีพื้นที่ประมาณ 786.88 ตารางกิโลเมตร หรือ 491,796 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของอำเภอเขาค้อ อำเภอหล่มเก่า และอำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

(3) กลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำป่าสักส่วนที่ 2 มีพื้นที่ประมาณ 2,552.1 ตารางกิโลเมตร หรือ 1,595,054 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของอำเภอเขาค้อ อำเภอหล่มสัก และอำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์

(4) กลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำป่าสักส่วนที่ 3 มีพื้นที่ประมาณ 4,257.9 ตารางกิโลเมตร หรือ 2,661,206 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของอำเภอเมือง อำเภอหนองไผ่ อำเภอวังสามพัน อำเภอวิเชียรบุรี อำเภอศรีเทพ จังหวัดเพชรบูรณ์ และอำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี

(5) กลุ่มน้ำสาขาห้วยเกาะแก้ว (รหัส* 1205) มีพื้นที่ประมาณ 500.5 ตารางกิโลเมตร หรือ 312,836 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของอำเภอศรีเทพ จังหวัดเพชรบูรณ์ อำเภอโคกเจริญ และอำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี

2.1.3 การคมนาคม

ระบบคมนาคมในพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักเขตจังหวัดเพชรบูรณ์ มีทั้งทางบกและทางอากาศ โดยเฉพาะการคมนาคมทางบก ซึ่งประกอบด้วยทางหลวงแผ่นดิน ทางหลวงจังหวัด และทางคมนาคมชนบท สามารถใช้เป็นโครงข่ายติดต่อภายในพื้นที่ลุ่มน้ำและพื้นที่โดยรอบ โดยมีรายละเอียดทางหลวงที่สำคัญคือ

(1) ทางหลวงหมายเลข 21 เป็นทางหลวงที่ตัดผ่านลุ่มน้ำป่าสักทางใต้ไปสู่ทางเหนือ ขนานกับแม่น้ำป่าสักจากอำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี และเข้าสู่อำเภอศรีเทพ อำเภอวังสามพัน อำเภอหนองไผ่ อำเภอเมืองเพชรบูรณ์ สิ้นสุดที่จุดบรรจบกับทางหลวงหมายเลข 12 อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

(2) ทางหลวงหมายเลข 12 ตัดผ่านลุ่มน้ำป่าสักแนวทิศตะวันตกไปทิศตะวันออก จากอำเภอหล่มสักไปสิ้นสุดที่เส้นแบ่งเขตลุ่มน้ำในอำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์

(3) ทางหลวงหมายเลข 203 แยกจากทางหลวงหมายเลข 21 บริเวณอำเภอหล่มสัก ขึ้นไปทางด้านทิศเหนือผ่านอำเภอหล่มเก่า ไปสิ้นสุดที่เส้นแบ่งเขตลุ่มน้ำในอำเภอด่านซ้าย จังหวัดเลย

(4) ทางหลวงหมายเลข 225 ตัดผ่านลุ่มน้ำป่าสักจากทิศตะวันตกไปทิศตะวันออก และตัดกับทางหลวงหมายเลข 21 บริเวณอำเภอบึงสามพัน จังหวัดเพชรบูรณ์ ไปสิ้นสุดที่เส้นแบ่งเขตลุ่มน้ำบริเวณพื้นที่อำเภอกักคิชุมพล จังหวัดชัยภูมิ

นอกจากนี้ยังมีการคมนาคมทางอากาศ โดยมีสนามบินพาณิชย์ภายในประเทศ 1 แห่ง ทางวิ่งยาวประมาณ 2,000 เมตร ตั้งอยู่ในตำบลลานป่า อำเภอลำสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

2.1.4 สภาพทั่วไปของแหล่งน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

การศึกษาสภาพพื้นฐานของทรัพยากรน้ำภายในลุ่มน้ำป่าสัก พ.ศ. 2544 ในพื้นที่บางส่วนของจังหวัดเพชรบูรณ์ ประกอบด้วย 89 ตำบล 7 อำเภอหลัก คือ อำเภอเมือง อำเภอวิเชียรบุรี อำเภอหนองไผ่ อำเภอบึงสามพัน อำเภอลำสัก อำเภอลำทะเมนชัย และ อำเภอศรีเทพ

2.1.4.1 แหล่งน้ำธรรมชาติ

(1) แม่น้ำ ห้วย คลอง ที่สำคัญ ได้แก่ แม่น้ำป่าสัก ห้วยขอนแก่น ห้วยเจียง ห้วยป่าแดง ห้วยนา ห้วยเล้ง ห้วยใหญ่ คลองลำกง ห้วยสะดวงใหญ่ ห้วยป่าเตา ห้วยน้ำจาง พื้นที่บางส่วนได้มีการพัฒนาเป็นโครงการชลประทานขนาดกลาง แต่บางส่วนยังไม่ได้รับการพัฒนารือชลลอก

(2) หนอง บึง ตามธรรมชาติส่วนใหญ่ตื้นเขิน มีพื้นที่หนอง บึง ทั้งหมดคิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 0.21 ของพื้นที่จังหวัดทั้งหมด บางส่วนได้รับการขุดลอกเพื่อให้สามารถกักเก็บน้ำได้ปริมาณมากขึ้น และบางส่วนกำลังอยู่ในระหว่างดำเนินการ

2.1.4.2 แหล่งน้ำสร้างขึ้น

(1) อ่างเก็บน้ำ อ่างเก็บน้ำทั้งหมดที่มีอยู่ในพื้นที่ของจังหวัดเพชรบูรณ์ เฉพาะบริเวณที่อยู่ภายในลุ่มน้ำป่าสัก มีขนาดความจุตั้งแต่ประมาณ 2,400 ลบ.ม. ไปจนถึงไม่เกิน 100.0 ล้านลบ.ม. โดยมากมีวัตถุประสงค์ในการใช้เป็นแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรกรรม อุปโภคบริโภค สำหรับราษฎรในเขตพื้นที่ต่าง ๆ และบางส่วนยังเป็นการรับน้ำเพื่อช่วยบรรเทาอุทกภัยที่เกิดขึ้น

ตัวอย่างเช่น โครงการอ่างเก็บน้ำห้วยป่าแดงที่ปิดกั้นลำน้ำห้วยป่าแดง ที่หมู่ 3 ต.ป่าเลา อ.เมือง กักเก็บน้ำปริมาณ 27.20 ล้าน ลบ.ม. โครงการอ่างเก็บน้ำห้วยขอนแก่นที่บ้านวังขอนแก่น ตำบลห้วยไร่ อำเภอหล่มสัก กักเก็บน้ำปริมาณ 33.22 ล้าน ลบ.ม. โครงการอ่างเก็บน้ำที่คลองเจดียงลับที่ปิดกั้นลำน้ำเจดียงลับที่บ้านโคก ตำบลบ้านโคก อำเภอเมือง เพชรบูรณ์ ปริมาณการเก็บกัก 7.58 ล้าน ลบ.ม. สร้างขึ้นโดยกรมชลประทาน แหล่งน้ำส่วนใหญ่ได้ก่อสร้างขึ้นในช่วงปี พ.ศ.2495-2537 ปัจจุบันอยู่ภายใต้การบำรุงดูแลรักษาขององค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) และ กรมชลประทาน และส่วนใหญ่มีสภาพที่สามารถใช้งานได้อยู่ในระดับดี อ่างเก็บน้ำบางแห่งจำเป็นต้องได้รับการบูรณะซ่อมแซม และ ขุดลอกให้มีความลึกเพิ่มขึ้น ป้องกันการไหลรั่วซึมของน้ำและการพังทลายของดินขอบอ่าง

(2) ฝายกั้นลำน้ำขนาดเล็ก การก่อสร้างฝายกั้นลำน้ำขนาดเล็กในพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักในจังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นการกักเก็บน้ำไว้ใช้ในการเพาะปลูกในฤดูแล้งสร้างเสร็จสิ้นไปแล้ว ตัวอย่างเช่น ฝายกั้นแม่น้ำป่าสัก ที่ อ.หล่มสัก มีการใช้ประโยชน์จากน้ำเพื่อการเกษตร ในฤดูฝน ฤดูแล้ง และเพื่อการอุปโภคบริโภค การส่งน้ำของโครงการฝายกั้นน้ำนี้ในฤดูฝน มีการส่งน้ำระหว่างเดือน กรกฎาคม ถึง พฤศจิกายน ของทุกปี ส่วนในฤดูแล้งน้ำในลำน้ำมีน้อย จนกระทั่งบางปีไม่มีน้ำเพื่อการเพาะปลูก

3. สภาพและสถานการณ์การเกิดอุทกภัยจังหวัดเพชรบูรณ์

3.1 สภาพของการเกิดอุทกภัยในเขตพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์

3.1.1 ลักษณะการเกิดอุทกภัย

จากการเกิดสถานการณ์อุทกภัยของจังหวัดเพชรบูรณ์ที่ผ่านมา พบว่าจะเกิดขึ้นในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงที่มีฝนตกหนัก ทำให้เกิดอุทกภัยในพื้นที่เป็นประจำทุกปี ซึ่งอุทกภัยที่เกิดขึ้นในพื้นที่มี 2 ลักษณะ คือ

1) น้ำล้นตลิ่งจากแม่น้ำป่าสัก เข้าท่วมพื้นที่ลุ่มสองฝั่งแม่น้ำ

เมื่อเกิดฝนตกหนักในบริเวณตอนเหนือของจังหวัด ซึ่งมีภูมิประเทศเป็นภูเขาสูง จะทำให้น้ำฝนซึ่งมีปริมาณมากไหลจากที่สูง ตามลำห้วย ลำคลองแล้วไหลลงสู่แม่น้ำป่าสัก ทำ

ให้น้ำในแม่น้ำป่าสักไหลล้นตลิ่งท่วมพื้นที่ลุ่มสองฝั่งแม่น้ำ เริ่มจากอำเภอหล่มเก่า อำเภอหล่มสัก อำเภอเมืองเพชรบูรณ์ อำเภอหนองไผ่ อำเภอบึงสามพัน อำเภอวิเชียรบุรี และอำเภอศรีเทพ

2) น้ำป่าไหลหลาก

เนื่องจากสภาพพื้นที่มีเทือกเขาล้อมรอบ เมื่อเกิดฝนตกหนัก ปริมาณน้ำฝนจำนวนมากจะไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำอย่างรวดเร็วและรุนแรง ทำให้เกิดความเสียหายแก่สิ่ง สาธารณะประโยชน์ พื้นที่เกษตรกรรม และทรัพย์สินของราษฎรในพื้นที่เขตอำเภอหล่มเก่า อำเภอหล่มสัก อำเภอเมืองเพชรบูรณ์ อำเภอหนองไผ่ อำเภอชนแดน อำเภอวังโป่ง อำเภอเขาค้อ และ อำเภอน้ำหนาว และในพื้นที่ที่มีภูเขาของบางอำเภอ

3.1.2 พื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยในเขตจังหวัดเพชรบูรณ์

กรมทรัพยากรน้ำ ทำการรวบรวมข้อมูลจากส่วนราชการที่เกี่ยวข้อง เช่น ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน กรมพัฒนาที่ดิน เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการกำหนดพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย โดยจัดลำดับพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย 4 ระดับ คือ พื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยสูง พื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยระดับปานกลาง พื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยระดับต่ำ พื้นที่ที่ไม่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาประกอบด้วย ปริมาณน้ำฝนสูงสุดเฉลี่ยรายปีเฉลี่ย 1 วัน ปริมาณน้ำฝนสูงสุดเฉลี่ยรายปีเฉลี่ย 3 วัน ความลาดชันของพื้นที่ ความหนาแน่นของแม่น้ำสาขา สิ่งกีดขวาง (เส้นทางคมนาคม) ขนาดพื้นที่ของกลุ่มน้ำ สภาพพื้นที่ที่รองรับปริมาณน้ำ (เขื่อน อ่างเก็บน้ำ) ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวจังหวัดเพชรบูรณ์มีพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย ดังแสดงในตารางที่ 4

จากข้อมูลพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์ พบว่า พื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยน้ำท่วมของจังหวัดเพชรบูรณ์นั้น จะอยู่ในรัศมีห่างจากบริเวณแม่น้ำป่าสักประมาณ 10-20 กิโลเมตร ซึ่งจะเป็นบริเวณพื้นที่ที่กว้างขวางมากขนานไปตามลำน้ำป่าสัก โดยเริ่มจากแม่น้ำพุงไหลผ่านมายังอำเภอหล่มเก่า เข้ามาทางอำเภอหล่มสัก บรรจบกับน้ำจากอ่างเก็บน้ำห้วยขอนแก่นไหลลงสู่แม่น้ำป่าสัก เข้าสู่เขตอำเภอเมืองเพชรบูรณ์ หนองไผ่ บึงสามพัน วิเชียรบุรี และอำเภอศรีเทพ ตามลำดับ สำหรับด้านอำเภอชนแดนและอำเภอวังโป่ง น้ำจะท่วมขังและไหลเข้าสู่แม่น้ำน่าน ในจังหวัดพิจิตร

ตารางที่ 4 พื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยของแต่ละอำเภอในเขตลุ่มน้ำป่าสักตอนบน

อำเภอ	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	ไม่เสี่ยง
เมือง เพชรบูรณ์	ดงมูลเหล็ก ท่าพล, นาไร่ ระวิง, น้ำร้อน นาป่า, ในเมือง สะเดียง, นามม	ตะเบาะ, ป่าเลา ห้วยใหญ่	บ้านโคก, วังชมภู ห้วยสะแก ซอนไพร	
หล่มเก่า หล่มสัก	นาแซง, นาเกาะ น้ำเฒ่า,หนองไขว่ บ้านกลาง ห้วยไร่	หินสาว, หล่มเก่า สักหลง หนองสว่าง ฝายนาแซง, วัดป่า ห้วยโศก	บ้านโพน ทำอัญญ, ช้างตะลุด บึงคล้า, ถานป่า	นาซำ, สีลา, วังบาน บ้านดิว, ปากช่อง น้ำชน, น้ำก่อ บึงน้ำเต้า

ที่มา: กรมทรัพยากรน้ำ (2546)

3.1.3 สภาพการเกิดอุทกภัยในพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักตอนบนจังหวัดเพชรบูรณ์ จากปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาเป็นจำนวนมากในพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักตอนบน ทำให้มีปริมาณน้ำไหลหลากเข้าสู่จังหวัดเพชรบูรณ์ ประกอบด้วยน้ำที่ไหลลงมาจากทางทิศเหนือ คือ แม่น้ำป่าสักจากเขตพื้นที่จังหวัดเลย และด้านทิศตะวันออกของภูเขาเพชรบูรณ์ทั้งสามด้านที่ติดกับจังหวัดชัยภูมิ และน้ำจากบริเวณเขาค้อถึงวังชมภูจนถึงอำเภอหนองไผ่ลงไปทางใต้และน้ำฝนที่ตกลงมาในพื้นที่โดยตรง ปริมาณน้ำทั้งสี่ช่องทางนั้นส่งผลให้เกิดอุทกภัยในเขตจังหวัดเพชรบูรณ์โดยจะเกิดน้ำท่วมในเขตอำเภอต่างๆ รวม 9 อำเภอ แต่จะกล่าวถึงเฉพาะในขอบเขตพื้นที่ที่ศึกษาเพียง 2 อำเภอเท่านั้น

1) อำเภอหล่มสัก สำหรับพื้นที่ในเขตเทศบาลเมืองหล่มสัก เป็นที่ราบลุ่มแบบแอ่งกระทะ มีภูเขาล้อมรอบทั้งทิศตะวันออกและทิศตะวันตก เมื่อถึงฤดูน้ำหลาก น้ำจะไหลเข้าท่วมพื้นที่เขตเทศบาลเมืองหล่มสัก ลึกประมาณ 0.80-1.20 เมตร ท่วมขังนานประมาณ 5 วัน จากเส้นทางน้ำ 2 เส้นทางด้วยกัน คือ

เส้นทางที่ 1 น้ำจากแม่น้ำป่าสักจะไหลล้นตลิ่งเข้าท่วมเขตเทศบาลเมืองหล่มสัก โดยฝั่งตะวันออกของแม่น้ำ น้ำจะไหลล้นตลิ่งเข้าท่วมตัวเมืองของเทศบาลหล่มสักโดยตรงตลอดแนวฝั่งแม่น้ำ ส่วนฝั่งตะวันตกของแม่น้ำ น้ำจะไหลล้นตลิ่งจากแม่น้ำป่าสักเข้าท่วมชุมชนวัดทุ่งจันทร์สมุทร และชุมชนท่ากกโพธิ์ทางทิศตะวันตกของชุมชนท่ากกโพธิ์โดยตรง และอีกทางหนึ่งจะไหลล้นตลิ่งเข้าท่วมตำบลตาลเดี่ยวลงสู่คลองชลประทาน และล้นคลองชลประทานเข้าท่วมชุมชนวัดทุ่งจันทร์สมุทร และชุมชนท่ากกโพธิ์ทางด้านทิศตะวันออกของชุมชน

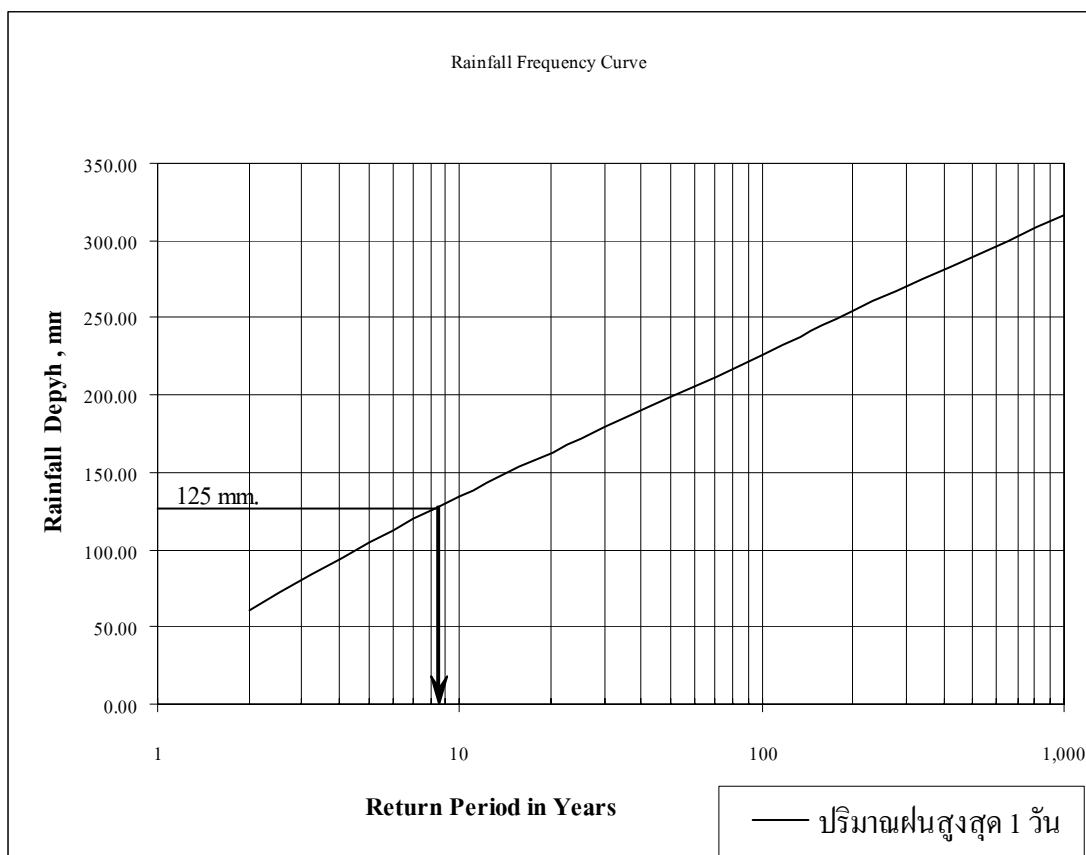
เส้นทางที่ 2 น้ำจากน้ำป่าบนภูเขาและคลองน้ำพุ จะไหลล้นตลิ่งเข้าท่วมตัวเทศบาลเมืองหล่มสักทางด้านทิศตะวันตกของเมือง โดยน้ำจากเส้นทางนี้จะล้นตลิ่งเป็นแนวยาวและไหลบ่าจากทิศตะวันตกและทิศตะวันตกเฉียงเหนือของเมืองหล่มสัก

2) อำเภอเมืองเพชรบูรณ์ สภาพทั่วไปของเทศบาลเมืองเพชรบูรณ์ เป็นที่ราบลุ่มแบบท้องกระทะ มีภูเขาโอบล้อมทั้งทางทิศตะวันออกและทิศตะวันตก มีแม่น้ำป่าสักไหลผ่านตอนกลางของจังหวัดจากทิศเหนือไปทางทิศใต้ ลักษณะการเกิดอุทกภัยในเขตพื้นที่ของเทศบาล ในปี 2545 น้ำป่าไหลหลากจากแนวเทือกเขาทางทิศตะวันตกของเทศบาล ปริมาณน้ำฝนส่วนหนึ่งจะไหลลงโครงการชลประทานขนาดกลาง อ่างเก็บน้ำห้วยป่าแดง ตำบลป่าเลา อำเภอเมืองเพชรบูรณ์ และปริมาณน้ำฝนที่ตกตามแนวเทือกเขาบริเวณห้วยท่า (ป่าเลา) เป็นลำน้ำขนาดเล็ก เนื่องจากภูมิประเทศบริเวณต้นน้ำมีความลาดชันมาก สภาพป่าถูกทำลาย การไหลของน้ำขึ้น-ลงเร็วเมื่อเกิดฝนตกหนัก น้ำจะไหลท่วมเข้ามาในเขตเทศบาลอย่างรวดเร็ว ประกอบกับแม่น้ำป่าสักมีปริมาณน้ำที่เพิ่มมากขึ้น น้ำที่ไหลบ่าจากคลองป่าเลา ไม่สามารถระบายลงไปได้ รวมทั้งปริมาณฝนตกหนักในบริเวณพื้นที่ ทำให้เกิดภาวะน้ำท่วมอย่างฉับพลัน

3.2 สรุปสถานการณ์อุทกภัยจังหวัดเพชรบูรณ์ ระหว่างวันที่ 23-31 สิงหาคม 2545 (ใช้เปรียบเทียบแบบจำลองน้ำท่วม)

จังหวัดเพชรบูรณ์ได้รับผลกระทบจากอิทธิพลของร่องความกดอากาศต่ำที่พัดผ่านภาคเหนือ ทำให้เกิดฝนตกติดต่อกันตั้งแต่วันที่ 19 สิงหาคม 2545 เป็นต้นมา ซึ่งในวันดังกล่าวนี้มีปริมาณฝนเฉลี่ยที่วัดได้ในพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักตอนบน เท่ากับ 125 มม. มีคาบอุบัติประมาณ 8-9 ปี ดังแสดงในภาพที่ 1 ซึ่งแสดงการวิเคราะห์หาคาบอุบัติของฝนสูงสุด 1 วันของสถานีตรวจวัดอากาศ อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ ช่วงเวลาที่ฝนตกมากที่สุดในช่วง 20:00 น. ถึง 00:00 น. ส่วนปริมาณน้ำในแม่น้ำป่าสักที่สถานีวัด S.4B อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ วัดปริมาณน้ำได้สูงสุด ณ วันที่ 25 สิงหาคม 2545 วัด

ได้ 226 ลบ.ม./วินาที ระดับน้ำสูงสุด +116.030 ม.(รทก.) โดยมีทิศทางของกระแสน้ำซึ่งก่อให้เกิด อุทกภัย ดังนี้ ช่วงกลางเดือนสิงหาคม 2545 ได้เกิดฝนตกหนัก ทำให้เกิดน้ำป่าไหลหลากจาก เทือกเขาทั้งทางทิศตะวันออก และทิศตะวันตกของจังหวัด ไหลลงมาตามลำห้วยต่างๆ เป็นจำนวนมาก และไหลหลากท่วมพื้นที่ตามแนวลำน้ำ จากนั้นได้ไหลลงสู่แม่น้ำป่าสัก ทำให้ระดับน้ำในแม่น้ำป่าสักเพิ่มสูงขึ้นและไหลล้นตลิ่งท่วมพื้นที่ริมฝั่งแม่น้ำป่าสัก ตั้งแต่อำเภอหล่มเก่า อำเภอหล่มสัก เทศบาลเมืองหล่มสัก อำเภอเมืองเพชรบูรณ์ และเข้าท่วมพื้นที่ในเขตเทศบาลเมืองเพชรบูรณ์ เมื่อวันที่ 23 สิงหาคม 2545



ภาพที่ 6 การวิเคราะห์ค่าสถิติของฝนสูงสุด 1 วัน ของสถานีตรวจอากาศ อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์

ในช่วงวันที่ 26-27 สิงหาคม 2545 น้ำในแม่น้ำป่าสักที่ท่วมพื้นที่อำเภอเมืองเพชรบูรณ์ ได้ลดระดับลง และน้ำได้ไหลไปท่วมพื้นที่อำเภอหนองไผ่ แต่ปรากฏว่า ในช่วงวันที่ 28 สิงหาคม 2545 เป็นต้นมา จังหวัดเพชรบูรณ์ได้รับผลกระทบจากอิทธิพลของร่องความกดอากาศต่ำกำลังแรง พาดผ่าน ทำให้ทุกพื้นที่ของจังหวัด มีฝนตกหนัก และเกิดน้ำป่าไหลหลากจากเทือกเขา ไหลบ่าเข้าท่วมพื้นที่เดิมอีกครั้งหนึ่ง นอกจากนี้ในช่วงปลายเดือนสิงหาคม 2545 น้ำป่าจากเทือกเขาในเขตอำเภอเขาค้อ ได้ไหลหลากตามลำห้วยและไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำห้วยป่าแดง ในเขตอำเภอเมืองเพชรบูรณ์ ทำให้ปริมาณน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยป่าแดงเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว จนกระทั่งเมื่อเวลา 10.00 น. ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยป่าแดงมีระดับเพิ่มสูงขึ้นจนล้นทางระบายน้ำล้น มีระดับสูงสุดถึง 1.05 เมตร ทำให้ต้องเปิดประตูระบายน้ำออกจากอ่างเก็บน้ำ เพื่อลดระดับน้ำในอ่างฯ ปริมาณน้ำจำนวนมากได้ไหลเข้าท่วมในเขตเทศบาลเมืองเพชรบูรณ์ดังแสดงในภาพที่ 7 , 8 , 9 , 10

ความเสียหายทั่วไป (ที่มา: ป้องกันจังหวัดเพชรบูรณ์ ข้อมูล ณ วันที่ 6 ก.ย.45) มีพื้นที่
ประสบอุทกภัย รวมทั้งสิ้น 10 อำเภอ 89 ตำบล 526 หมู่บ้าน ราษฎรได้รับความเดือดร้อน จำนวน
35,860ครัวเรือน 146,725 คน เสียชีวิต 9 คน แต่ไม่มีบ้านพังเสียหาย ส่วนความเสียหายด้าน
เกษตรกรรม ประกอบไปด้วย

ด้านพืช (ที่มา: สำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบูรณ์)

พื้นที่ประสบภัย จำนวน 9 อำเภอ 84 ตำบล 520 หมู่บ้าน พื้นที่ประสบภัย
557,563 ไร่ เป็นพื้นที่ข้าว 540,305 ไร่ พืชผัก 7,020 ไร่ พืชไร่ 8,118 ไร่ ไม้ผล 2,120 ไร่

ด้านปศุสัตว์ (ที่มา: สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดเพชรบูรณ์)

พื้นที่ประสบภัย จำนวน 3 อำเภอ 26 ตำบล 86 หมู่บ้าน จำนวนเกษตรกร
ผู้ประสบภัย 3,875 ราย จำนวนสัตว์ที่ได้ผลกระทบเป็นโค 4,222 ตัว กระบือ 17 ตัว สุกร 8,354 ตัว
เป็ด 20,784 ตัว และไก่ 747,638 ตัว

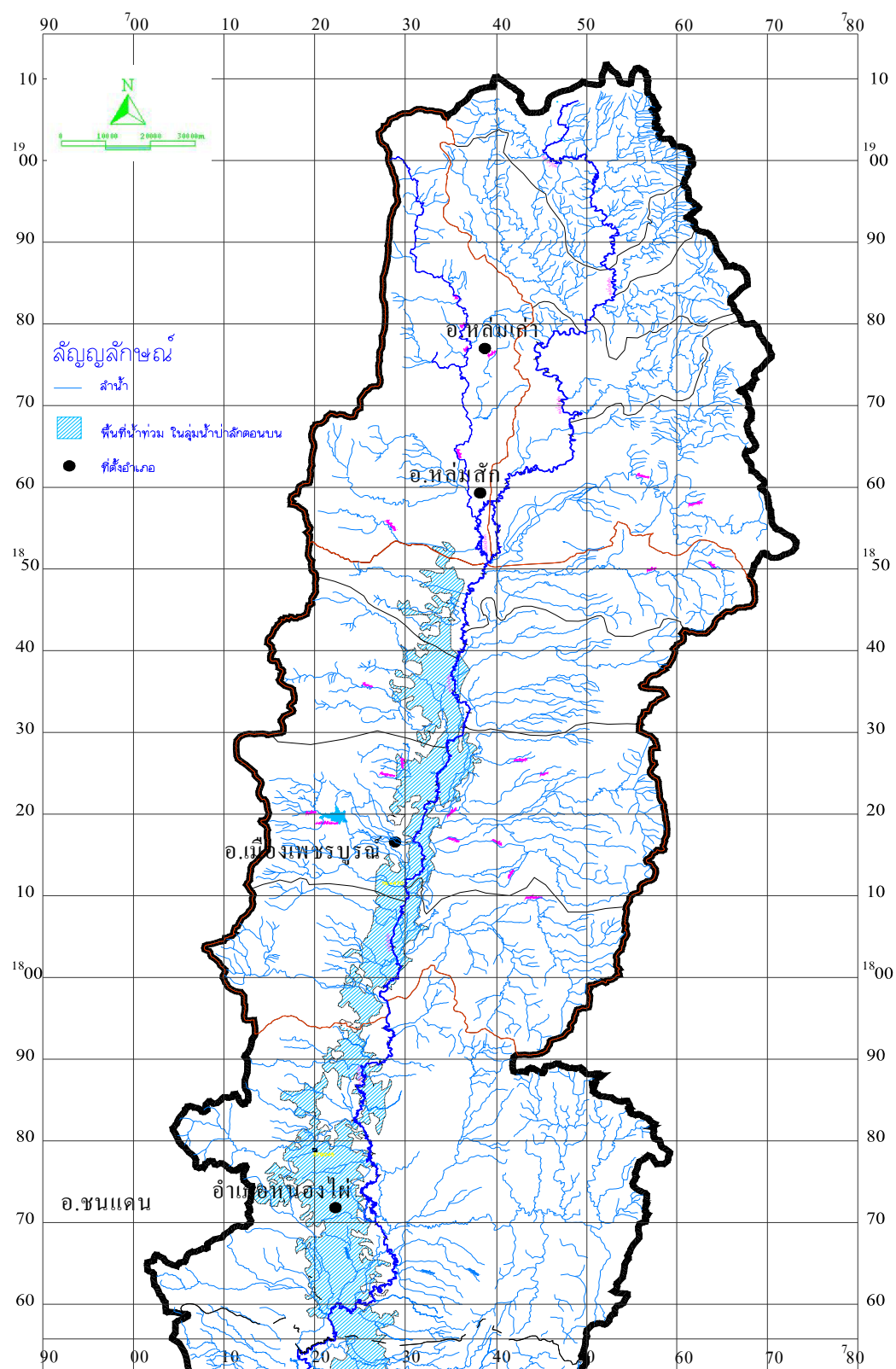
ด้านประมง (ที่มา: สำนักงานประมงจังหวัดเพชรบูรณ์)

พื้นที่ประสบภัย 7 อำเภอ 47 ตำบล 240 หมู่บ้าน เกษตรกรที่คาดว่าจะได้รับ
ความเสียหาย 3,379 ราย 4,498 บ่อ พื้นที่ 4,322.72 ไร่

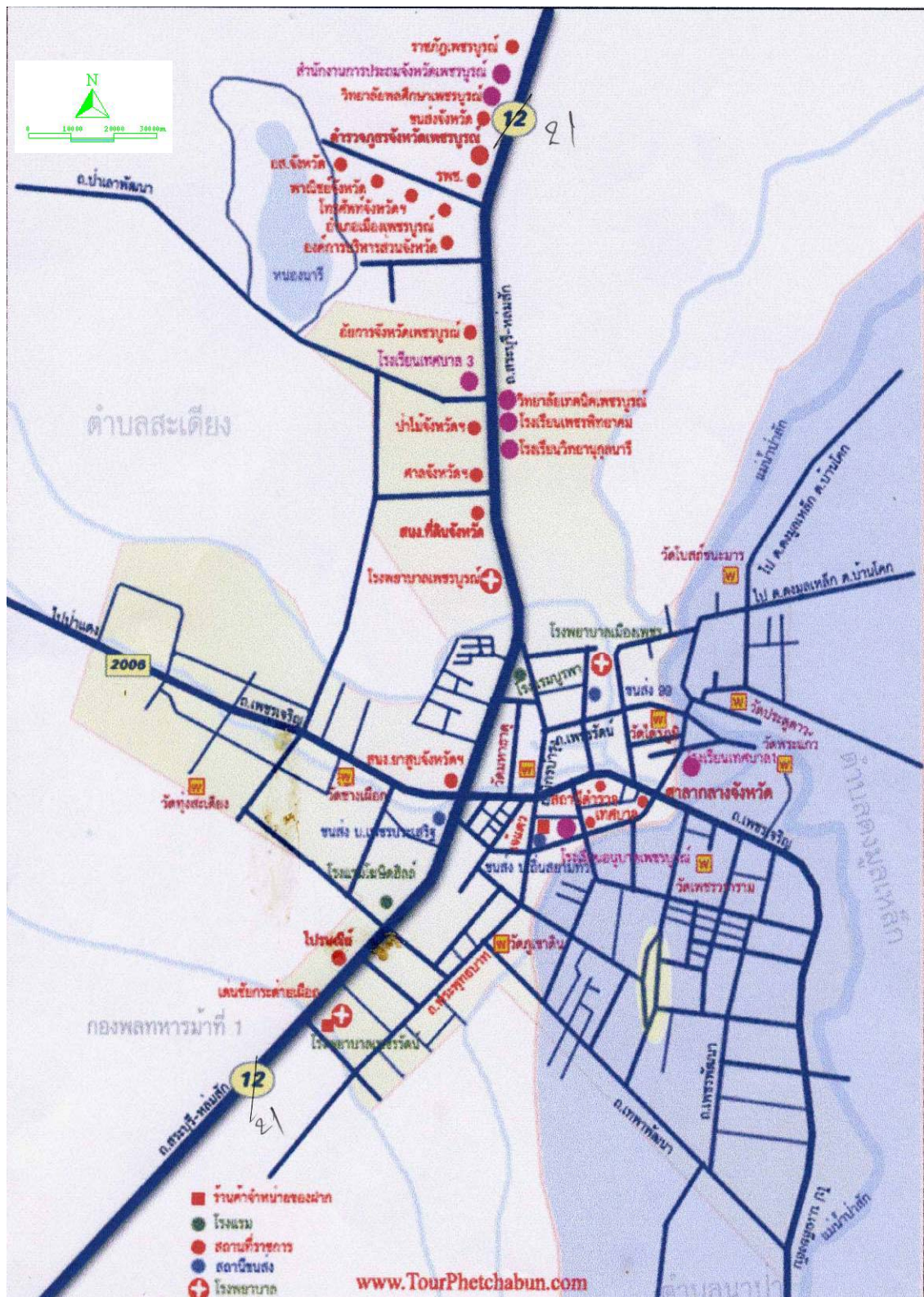
ตารางที่ 5 สรุปสภาพน้ำท่วมในจังหวัดเพชรบูรณ์ ปี พ.ศ.2545

ที่	อำเภอ	จำนวนตำบล หมู่บ้าน		จำนวน ครอบครัว	จำนวน ประชากร	เสียชีวิต	สูญ หาย	พื้นที่การเกษตร	
		ตำบล	หมู่บ้าน					ถูกท่วม (ไร่)	เสียหาย (ไร่)
1	หล่มเก่า	9	63	3,532	14,121	-	-	9,500	5,900
2	หล่มสัก	19	143	11,257	53,699	1	-	89,500	55,939
3	เมือง	16	135	13,403	53,612	4	-	146,157	127,160
4	หนองไผ่	10	55	3,325	6,913	-	-	124,890	114,152
5	บึงสามพัน	6	30	1,389	5,490	-	-	34,193	34,193
6	วิเชียรบุรี	7	62	5,031	25,505	2	-	95,643	88,147
7	ศรีเทพ	5	15	1,127	4,263	2	-	98,418	98,418
8	ชนแดน	9	50	1,992	7,301	-	-	12,662	12,662
9	วังโป่ง	5	24	618	2,598	-	-	15,000	15,000
รวม		86	577	41,674	173,502	9	-	625,963	551,571

ที่มา : กรมทรัพยากรน้ำ (2546)



ภาพที่ 7 พื้นที่น้ำท่วมของพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักตอนบนจากภาพถ่ายกลางอากาศ ณ วันที่ 25 ส.ค. 2545
ที่มา : จังหวัดเพชรบูรณ์ (2545)



ภาพที่ 8 พื้นที่น้ำท่วมในเขตอำเภอเมืองเพชรบูรณ์ ณ.วันที่ 25 ส.ค.2545
ที่มา : จังหวัดเพชรบูรณ์ (2545)



ภาพที่ 9 ภาพถ่ายน้ำท่วมในเขตอำเภอเมืองเพชรบูรณ์ ณ.วันที่ 25 ส.ค.2545
ที่มา: จังหวัดเพชรบูรณ์ (2545)



ภาพที่ 10 แสดงภาพถ่ายน้ำท่วมในเขตอำเภอหล่มสัก ณ.วันที่ 25 ส.ค.2545
ที่มา: จังหวัดเพชรบูรณ์ (2545)

3.3 สรุปสถานการณ์อุทกภัยจังหวัดเพชรบูรณ์ ระหว่างวันที่ 10-11 สิงหาคม 2544 (ใช้ตรวจสอบแบบจำลองน้ำท่วม)

จากอิทธิพลพายุ “อุซางิ” ทำให้มีฝนตกทั่วบริเวณของกลุ่มน้ำป่าสักริดเป็นปริมาณน้ำฝน 116 มม. ใน 1 วัน โดยฝนตกต่อเนื่องกันมา ตั้งแต่ วันที่ 2 สิงหาคม 2544 จนเมื่อคืนวันที่ 9 สิงหาคม 2544 มีฝนตกหนักตลอดทั้งคืน ทำให้ตอนเช้าวันที่ 10 สิงหาคม 2544 เกิดน้ำไหลหลากจากทางตอนเหนือของกลุ่มน้ำ ลงมาสู่แม่น้ำป่าสัก ทำให้ระดับน้ำในแม่น้ำป่าสัก มีระดับสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว จนสูงเกินระดับตลิ่งของแม่น้ำป่าสัก ทำให้น้ำท่วมอย่างฉับพลัน ก่อให้เกิดความเสียหายอย่างมาก

ความเสียหายจากอุทกภัย ในระหว่างวันที่ 10-11 สิงหาคม 2544 มีพื้นที่ประสบภัย 3 อำเภอ ได้แก่ อำเภอหล่มเก่า อำเภอหล่มสัก และอำเภอเมืองเพชรบูรณ์ รวม 15 ตำบล 101 หมู่บ้าน เป็นพื้นที่ 82,320 ไร่ เสียหายจำนวน 48,095 ไร่ แบ่งเป็น นาข้าว 44,160 ไร่ พืชผัก 2,530 ไร่ และไม้ผล 1,405 ไร่ มีราษฎรเสียชีวิต 129 คน (ชาย 48 คน หญิง 81 คน) สูญหาย 9 คน บาดเจ็บ จำนวน 78 คน ส่วนความเสียหายทางด้านสิ่งสาธารณะประโยชน์เสียหาย ได้แก่ น้ำท่วมถนน 36 สาย เหมือง/ฝาย 25 แห่ง สะพาน 1 แห่ง วัด 1 แห่ง สถานีอนามัย 1 แห่ง เป็นต้น

3.4 สรุปสถานการณ์อุทกภัยจังหวัดเพชรบูรณ์ ระหว่างวันที่ 10-12 กันยายน 2543 (ใช้ตรวจสอบแบบจำลองน้ำท่วม)

จากการที่พายุ หูว่ง ได้พัดผ่านประเทศไทยระหว่างวันที่ 10-12 กันยายน 2543 ทำให้มีปริมาณฝนตกอย่างต่อเนื่องและมีปริมาณมากในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างโดยเฉพาะจังหวัดเพชรบูรณ์พายุได้พัดผ่านอำเภอเขาค้อและมีฝนตกเป็นจำนวนมากถึง 110 มม. ต่อวันทำให้พื้นที่ที่เป็นภูเขาสูงชันเกิดการพังทลายลงมาสู่พื้นที่ตอนล่าง ตะกอนดินโคลนและซากพืชได้ทับถมถนนบ้านเรือน ในพื้นที่หมู่บ้านธารทิพย์ ตำบลบึงคล้า อำเภอหล่มสัก และหมู่บ้านโพธิ์งาม ตำบลท่าพล อำเภอเมืองเพชรบูรณ์ จากเหตุการณ์ดังกล่าวพบว่ามีตะกอนดินและโคลนที่ไหลลงมาทับถมพื้นที่จำนวน 14,690 ไร่ ปัจจัยที่เป็นสาเหตุแผ่นดินถล่มได้แก่ลักษณะภูมิประเทศมีความลาดชันสูง ดินมีการซึมซับน้ำได้น้อย ตลอดจนความหนาแน่นของปริมาณน้ำฝน ซึ่งเหตุการณ์ในครั้งนี้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินเป็นจำนวนมาก

3.5 แนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำในปัจจุบัน

จากสถานการณ์และสาเหตุการเกิดอุทกภัยของจังหวัดเพชรบูรณ์ ทำให้ทางจังหวัดเพชรบูรณ์ทำการจัดประชาคมระดมความคิดเห็นในการหามาตรการต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำ พบว่า แนวทางที่จะดำเนินการแก้ไขปัญหาน้ำอุทกภัยในพื้นที่บริเวณต้นน้ำควรดำเนินการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำ เพื่อชะลอการไหลบ่าของน้ำ ทุกซอกเขาทุกแห่งเพื่อเก็บกักน้ำไม่ให้ไหลบ่ามาท่วมและระบายน้ำในหน้าแล้ง เช่น อ่างเก็บน้ำน้ำขุน อ่างเก็บน้ำน้ำก่อ อ่างเก็บน้ำห้วยป่าเถา อ่างเก็บน้ำบ้านพล้า ฯลฯ ส่วนถนนซึ่งเห็นว่าเป็นที่กั้นขวางทางน้ำนั้นต้องดำเนินการก่อสร้างสะพาน วางท่อลอดเพิ่มเติมให้น้ำสามารถไหลผ่านได้สะดวก ปรับปรุง คู คลอง แม่น้ำป่าสัก ให้น้ำไหลผ่านได้สะดวก สำหรับพื้นที่ชนบทและพื้นที่การเกษตรการระบายน้ำไม่ให้ท่วมขังเป็นเวลานานด้วยการเพิ่มช่องระบายน้ำและกำจัดสิ่งกีดขวางทางน้ำทั้งหมด ในเขตเมือง ควรแก้ปัญหาโดยการปรับปรุงประตูระบายน้ำ การสร้างพนังกั้นน้ำและการขุดลอกคลองเพิ่มเติม ส่วนถนนที่กั้นขวางทางน้ำนั้นก็ควรวางท่อลอดเพื่อเพิ่มช่องทางการระบายน้ำให้ไหลได้สะดวกรวดเร็วขึ้น นอกจากนี้แล้วในระยะยาวก็ควรสร้างความตระหนัก และจิตสำนึกของประชาชนให้หันมาร่วมกันอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมให้มากขึ้น จากแนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำอุทกภัยที่กล่าวมาในข้างต้น สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แนวทางการแก้ไขปัญหาทั่วๆไปในเขตเทศบาลเมืองเพชรบูรณ์และอำเภอหล่มสัก

ยุทธศาสตร์	แนวทางการพัฒนา
1. ด้านเส้นทางคมนาคมที่กีดขวางทางระบายน้ำ	1. เปิดช่องทางคมนาคมที่กีดขวางทางระบายน้ำ 2. ก่อสร้างสะพานท่อเหลี่ยม ท่อระบายน้ำ Box Culvert ถนนน้ำล้น เพื่อเปิดช่องทางระบายน้ำให้มีการระบายน้ำได้สะดวกและรวดเร็วขึ้น
2. ด้านแหล่งเก็บกักน้ำ คู คลอง ระบายน้ำ	1. พัฒนาแหล่งเก็บกักน้ำประเภท อ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ ขนาดกลาง ขนาดเล็ก รวมทั้งพัฒนาแหล่งน้ำประเภทฝายน้ำล้น เพื่อเก็บกักน้ำและชะลอการไหลของน้ำ 2. พัฒนาปรับปรุงแหล่งน้ำ คู คลอง ที่ตื้นเขิน ให้มีปริมาตรที่ลึกและกว้าง ให้เพียงพอที่จะรองรับกระแสน้ำจากลำน้ำต่าง ๆ ให้ระบายได้รวดเร็ว
3. ด้านอื่น ๆ (นอกเหนือจาก ด้านที่ 1 และ 2)	1. จัดทำพังกันน้ำตามเส้นทางของกระแสน้ำตามอำเภอต่าง ๆ 2. ปลูกระบบไม้ในบริเวณต้นน้ำลำธาร และปลูกจิตสำนึกให้ราษฎรมีความรักป่าไม้

ที่มา : จังหวัดเพชรบูรณ์ (2546)

4. การศึกษาที่เกี่ยวข้อง

4.1 การศึกษาการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

การศึกษาการใช้แบบจำลองเพื่อจำลองสภาพการไหลของน้ำ และเปรียบเทียบแบบจำลองจากสภาพเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในอดีต หรือโดยการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระในลำน้ำ รวมทั้งการศึกษหาแนวทางบรรเทาอุทกภัยที่เกิดขึ้นในแต่ละลุ่มน้ำ ที่ได้เคยมีการศึกษาไว้ พอดีสรุปส่วนที่เกี่ยวข้อง ได้ดังนี้

ยิ่งปลิว(2535) ได้ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ “Hydrodynamic Model of Chao Phraya River System” ที่ได้พัฒนาขึ้นในปี 1975 โดย ดร.รัชชัย ในการจำลองแบบน้ำท่วมในลุ่มน้ำเจ้าพระยา โดยการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระในลำน้ำหลัก โดยใช้ข้อมูลน้ำท่วมในปี 1970 และ 1975

วัชร (2538) ทำการประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE11 ในการพยากรณ์ลุ่มน้ำอุทตะกาศ เพื่อทำการพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่วม ณ สถานีหาดใหญ่ โดยการปรับค่าตัวแปรต่างๆ ในลุ่มน้ำทั้งในส่วนของ NAM (NAM parameters) เพื่อคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำกับเวลา (hydrograph) และส่วนของ hydrodynamic ในการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของน้ำ จนกระทั่งระดับน้ำและปริมาณน้ำที่คำนวณจากแบบจำลอง มีค่าใกล้เคียงกับค่าสำรวจวัดมากที่สุด หลังจากนั้นนำค่าตัวแปรต่างๆ ที่ได้ไปทดลองใช้ในการพยากรณ์ จนกระทั่งผลการพยากรณ์ที่ได้เป็นที่ยอมรับสำหรับการพยากรณ์ประจำวัน

นุชนารถ (2540) ศึกษาสภาวะน้ำท่วมของลุ่มน้ำปิงตอนบน โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE11 เพื่อจำลองเลียนแบบสภาวะการเกิดอุทกภัยของตัวเมืองเชียงใหม่ และบริเวณใกล้เคียง โดยการศึกษาสภาวะน้ำท่วมนี้ได้วิเคราะห์เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายน พ.ศ.2537 จำนวน 2 เหตุการณ์ ซึ่งประกอบด้วยกราฟน้ำหลากขนาดเล็กที่มีการไหลเฉพาะในแม่น้ำ และกราฟน้ำหลากขนาดใหญ่ที่มีการไหลล้นตลิ่งลงสู่ทุ่งน้ำท่วม จากการสอบเทียบแบบจำลอง แสดงให้เห็นว่ากราฟน้ำหลากขนาดใหญ่ที่มีการไหลล้นตลิ่งลงสู่ทุ่งน้ำท่วมจากการสอบเทียบแบบจำลอง แสดงให้เห็นว่ากราฟน้ำหลากที่ได้จากการบันทึกข้อมูลเข้ากันได้ดีเป็นที่ยอมรับได้ กับกราฟน้ำหลากที่ได้จากการวิเคราะห์โดยแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE11 ผลการสอบเทียบแบบจำลองจะได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน Manning's n ทั้งในแม่น้ำและทุ่ง

น้ำท่วม ซึ่งนำไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาแนวทางป้องกันและแผนการบรรเทาอุทกภัยที่เหมาะสมต่อการเกิดอุทกภัยในแต่ละรอบปีการเกิดซ้ำต่าง ๆ สำหรับแนวทางป้องกันและแผนการบรรเทาอุทกภัยนั้นมีหลายทางเลือก เช่น การปรับปรุงสภาพแม่น้ำให้ลึกหรือกว้างขึ้นเพื่อเพิ่มความจุของแม่น้ำ การสร้างพนังกั้นน้ำเพื่อป้องกันการไหลล้นตลิ่ง และการผันน้ำ

กรมชลประทาน (2541) ได้จัดทำแผนรวมเพื่อการบรรเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำเจ้าพระยา โดยแบ่งพื้นที่สำหรับการพัฒนาและงานบรรเทาน้ำท่วมเป็น 4 ส่วนคือ ที่ราบภาคกลางตอนบน ทางเหนือของจังหวัดนครสวรรค์ (ระหว่างนครสวรรค์กับชัยนาท) ที่ราบสามเหลี่ยมปากแม่น้ำตอนบนในพื้นที่ราบภาคกลางตอนล่าง (ท้ายน้ำของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา) โดยมาตรการที่นำมาใช้ได้ประกอบด้วย มาตรการไม่ใช่สิ่งก่อสร้าง ได้แก่ การเสริมสร้างมาตรการควบคุมและการแนะนำการปรับปรุงการจัดการน้ำในอ่างเก็บน้ำ การตอบโต้ความเสียหายจากอุทกภัย การตอบสนองทางการเงิน การจัดการพื้นที่ลุ่มน้ำ กฎระเบียบและองค์กร และมาตรการด้านโครงสร้าง ได้แก่การปรับปรุงสภาพลำน้ำช่องผันน้ำ แอ่งชะลอการไหลของลำน้ำ (แบบธรรมชาติและแบบเสริมแต่ง) และการยกระดับคันกั้นน้ำในกรุงเทพมหานครให้สูงขึ้น

ยุพิน (2542) ได้นำแบบจำลองคณิตศาสตร์ MIKE11 ในการจำลองมีสภาพน้ำท่วมของลุ่มน้ำบางปะกง ได้ทำการเทียบมาตรฐาน ทั้งการจำลองสภาพน้ำฝน-น้ำท่า และการจำลองสภาพการไหลในแม่น้ำบางปะกงตอนกลางถึงตอนล่าง ซึ่งการศึกษาเทียบมาตรฐานแบบจำลองสภาพน้ำฝน-น้ำท่า พบว่าชลภาพน้ำท่าที่ได้จากการจำลองและที่เกิดขึ้นจริงที่สถานีวัดน้ำท่า KGT.3 สอดคล้องกันมากที่สุด และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) อยู่ในช่วง 0.76-0.97 ส่วนผลการเทียบมาตรฐานแบบจำลองการเคลื่อนตัวของน้ำท่วม พบว่ามีสภาพการไหลและระดับน้ำที่ได้จากการจำลองและที่เกิดขึ้นจริงในแม่น้ำนครนายกปราจีนบุรี และบางปะกง มีความสอดคล้องมากที่สุดเมื่อใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระเท่ากับ 0.033 หรือ manning number เท่ากับ 30 จากการศึกษาความอ่อนไหวของพารามิเตอร์ของแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (NAM MODEL) พบว่าความจุผิวดินสูงสุด (U_{max}) ค่าความจุในชั้นดินสูงสุด (L_{max}) ค่าสัมประสิทธิ์การไหลบนผิวดิน (CQ01) และค่าพารามิเตอร์ของการเคลื่อนตัวของน้ำ (CK_1 , CK_2) จะมีผลต่อการจำลองชลภาพน้ำท่าทั้งค่าอัตรา การไหลสูงสุดและปริมาณน้ำท่า โดยเฉพาะ CK_1 และ CK_2 จะมีผลต่อการเกิดน้ำท่าสูงสุด ส่วนผล การศึกษาความอ่อนไหวของพารามิเตอร์ของแบบจำลองการเคลื่อนตัวของน้ำท่วม (HD-MODEL) พบว่าการลดค่า manning number จะให้ค่าระดับน้ำในแม่น้ำสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ส่วนการเพิ่มค่า manning number จะทำให้ค่าระดับน้ำลดลงเพียงเล็กน้อย จากผลการทำนายระดับน้ำสูงสุดและ

อัตราการไหลสูงสุดในแม่น้ำบางปะกงสายหลักในกลุ่มน้ำตอนกลางและล่าง พบว่าตั้งแต่ที่คาบอับติ 25 ปีขึ้นไประดับน้ำสูงสุดจะล้นคันกันน้ำช่วงตั้งแต่อำเภอบางคล้าขึ้นไปจนถึงอำเภอเมืองปราจีนบุรีในกลุ่มน้ำทั้งในส่วนของ NAM (NAM parameters) เพื่อคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำกับเวลา (hydrograph) และส่วนของ Hydrodynamic ในการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของน้ำจนกระทั่งระดับน้ำและปริมาณน้ำที่คำนวณจากแบบจำลอง มีค่าใกล้เคียงกับสำรวจวัดมากที่สุด หลังจากนั้นนำค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่ได้ไปทดลองใช้ในการพยากรณ์ จนกระทั่งผลการพยากรณ์ที่ได้เป็นที่ยอมรับสำหรับการพยากรณ์ประจำวัน

อรรถพล (2543) เลือกใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ ISIS ซึ่งเป็นแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้จำลองสภาพการไหลในทางน้ำเปิด นำมาจำลองสภาพน้ำท่วมที่เกิดขึ้นในกลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างเพื่อศึกษาสภาพน้ำท่วมในแม่น้ำเจ้าพระยาและแม่น้ำต่าง ๆ และสืบหาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการไหลในแม่น้ำ โดยทำการเปรียบเทียบมาตรฐานแบบจำลองคณิตศาสตร์ ISIS กับข้อมูล ที่ตรวจวัดจากสนามด้วยเงื่อนไขของอุทกภัยที่เกิดขึ้นในช่วงวันที่ 1 กันยายน ถึง 30 พฤศจิกายน 2538 พร้อมทั้งศึกษาแนวทางบรรเทาอุทกภัยที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาเดียวกัน มีสามแนวทาง แนวทางที่หนึ่งคือการเสริมคันกันน้ำตลอดแนวแม่น้ำโดยบังคับไม่ให้ น้ำไหลล้นคันกันน้ำ พบว่าต้องเสริมคันกันน้ำของแม่น้ำตั้งแต่ 1.5 ถึง 5.0 เมตร ส่วนแนวทางที่สอง คือการสร้างทางผันน้ำจากบางไทรสู่อ่าวไทย ด้วยความจุ 1,500 ลูกบาศก์เมตร/วินาที และต้องเสริมคันกันน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยาเหนือบางไทรและแม่น้ำสาขา และแนวทางที่สาม คือการผันน้ำเข้าสู่พื้นที่เก็บน้ำชั่วคราว (แก้มลิง) ในทุ่งน้ำท่วมเหนือบางไทร โดยมีปริมาตรเก็บกักที่ไม่น้อยกว่า 4,200 ล้านลูกบาศก์เมตร จะเห็นว่าแนวทางบรรเทาอุทกภัยทั้งสามแนวทางนี้มีผลต่อการบรรเทาอุทกภัยในกลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างที่เหมือนกันแต่มีความแตกต่างกันในด้านราคาลงทุนด้านเศรษฐกิจและสังคม (โดยเฉพาะการยอมรับทางด้านสังคม)

นิพนธ์ (2544) ได้นำแบบจำลองคณิตศาสตร์ ISIS มาใช้ในการประมวลผล ทำการเปรียบเทียบแบบจำลองโดยวิธีสภาพน้ำท่วมปี 2538 และพิสูจน์แบบจำลองโดยใช้สภาพน้ำท่วมปี 2539 โดยใช้พื้นที่ที่คัดเลือกให้เป็นทุ่งน้ำท่วมส่วนใหญ่อยู่บริเวณเหนือจังหวัดพระนครศรีอยุธยาอยู่ในเขตโครงการทหารราช โคกกะเทียมเรียงราง ยางมณี และผักไห่ และศึกษาแนวทางการผันน้ำเข้าเก็บกักในทุ่งน้ำท่วม 4 แนวทางคือ 1. กรณีไม่มีการผันน้ำเข้าเก็บกักในทุ่ง 2. กรณีผันน้ำเข้าเก็บกักในทุ่งเท่ากับระดับน้ำสูงสุดของ ปตร. ที่ควบคุมระดับน้ำในทุ่ง 3. กรณีผันน้ำเข้าเก็บกักในทุ่งเต็มความจุของทุ่งและ 4. กรณีผันน้ำเข้าเก็บกักในทุ่งเต็มความจุของทุ่งและมีการก่อสร้างทุ่งน้ำท่วม

เพิ่มเติม การเปรียบเทียบแบบจำลองสภาพน้ำท่วมจะใช้ข้อมูลน้ำท่วมที่เคยเกิดรุนแรงในอดีต เช่น ข้อมูลสภาพน้ำท่วมปี พ.ศ.2538 และ 2539 เป็นต้น

4.2 การศึกษาแนวทางการแก้ไขน้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มน้ำ

กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2545) ได้จัดทำโครงการบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำคลองอู่ตะเภา จังหวัดสงขลา ที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาจัดทำแผนหลักการบริหารจัดการน้ำท่วม ที่ประกอบไปด้วยการศึกษาเพื่อเสนอแผนทางเลือกระบบป้องกันน้ำท่วมระบบระบายน้ำ และระบบคาดการณ์น้ำหลาก เพื่อการบรรเทาความเสียหายทางอุทกภัยที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ.2531 และปี พ.ศ.2543 ที่สอดคล้องกับสภาพการใช้ที่ดินในปัจจุบัน (ปี พ.ศ.2545) และอนาคต (ปี พ.ศ.2562) รวมไปถึงการจัดลำดับความสำคัญของโครงการในแผนหลัก และการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้นและวิธีการแก้ไข

กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2545) ได้จัดทำโครงการบรรเทาอุทกภัย จังหวัดจันทบุรี ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำแผนหลักของโครงการที่ประกอบด้วยระบบป้องกันน้ำท่วม ระบบระบายน้ำ และระบบคาดการณ์/เตือนภัย สำหรับชุมชนเมืองทุกแห่งทั่วทั้งจังหวัดจันทบุรีและพื้นที่จังหวัดใกล้เคียง โดยพิจารณาในภาพรวมระดับลุ่มน้ำเพื่อบรรเทาความเสียหายจากอุทกภัยในลุ่มน้ำ โดยคำนึงถึงการลดความเสียหายที่เกิดจากอุทกภัยโดยให้สอดคล้องกับสภาพการใช้ที่ดินในปัจจุบัน และให้สามารถรองรับอุทกภัยที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินและปัจจัยอื่นๆ รวมไปถึงจัดลำดับความสำคัญของโครงการ ศึกษาความเหมาะสมในส่วนที่เป็นแผนงานระยะเร่งด่วน ศึกษาวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมตาม พรบ.ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 และผลกระทบต่อเศรษฐกิจ-สังคม พร้อมทั้งแนวทางแก้ไขที่เหมาะสม ออกแบบเพื่อจัดทำ Tender Design drawing และจัดทำเอกสารประกวดราคาสำหรับส่วนงานที่มีความสำคัญสูง และพัฒนาแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อการบริหารจัดการและคาดการณ์อุทกภัย

4.3 การศึกษาแนวทางการบรรเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำป่าสักจนถึงปัจจุบัน

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักงานรัฐมนตรี (2537) ได้จัดทำโครงการศึกษาข้อมูลและศักยภาพการพัฒนาลุ่มน้ำป่าสัก โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลด้านต่างๆ เพื่อนำข้อมูลที่ได้รวบรวมมาไปใช้ในการศึกษาศักยภาพการพัฒนาแหล่งน้ำทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยแยกเป็นแผนพัฒนาทั้งระยะสั้นระหว่างปี พ.ศ.2537-พ.ศ.2539 และระยะยาวระหว่างปี พ.ศ.2540-พ.ศ.2549

วีระชัย (2530) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝน-น้ำท่า ของสถานีวัดน้ำท่าจำนวน 7 สถานี ภายในลุ่มน้ำป่าสัก มีพื้นที่ลุ่มน้ำไม่เกิน 1,000 ตารางกิโลเมตร โดยใช้แบบจำลองถัง (TANK MODEL) พบว่าแบบจำลองถังสามารถนำมาใช้ประมาณปริมาณน้ำท่าจากสถิติน้ำฝนได้ดี ค่าข้อมูลน้ำท่าจากการวัดและปริมาณน้ำท่าจากการคำนวณมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญความเชื่อมั่น 99.9 เปอร์เซนต์ และให้ข้อเสนอแนะว่าปัญหาสำคัญในการทำแบบจำลองถัง คือ การกำหนดค่าคงที่ในแบบจำลองให้เหมาะสมซึ่งค่าคงที่เหล่านี้มีจำนวนมากถึง 19 ตัว

กรมอุตุนิยมิวิทยา (2536) ได้ทำการศึกษาข้อมูลฝนที่ตกในบริเวณพื้นที่ลุ่มแม่น้ำป่าสักตามโครงการพระราชดำริตรวจวัดปริมาณน้ำฝนที่ตกในบริเวณพื้นที่ลุ่มแม่น้ำป่าสักมีการวางข่ายสถานีฝนเพิ่มเติมให้ตรงตามมาตรฐานความหนาแน่นของสถานีวัดน้ำฝนที่องค์การอุตุนิยมิวิทยาโลกได้กำหนดไว้ เพื่อให้ทราบปริมาณและการกระจายตัวของฝน โดยเริ่มทำการตรวจวัดตั้งแต่ปี พ.ศ.2533 เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้ประโยชน์ด้านการเกษตรและการจัดการทรัพยากรน้ำ พบว่า เมื่อมีการวางเครือข่ายสถานีวัดน้ำฝนเพิ่มเติมจะมีการกระจายของฝนหนาแน่น มีความถูกต้องมากขึ้น และมีการหาปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยบนพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักโดยวิธี Isohyets Method เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนและน้ำท่าโดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้นตรงโดยมีสถานีแก่งคอย จังหวัดสระบุรี เป็นสถานีวัดปริมาณน้ำที่ปลายทาง ได้ว่าปริมาณน้ำท่ามีค่าเป็น 40-48% ของปริมาณน้ำฝน

กรมทรัพยากรน้ำ (2546) ทำการศึกษาโครงการจัดทำแผนรวมการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสัก เพื่อใช้เป็นกรอบกำหนดระดับถึงแผนงานและรายละเอียดถึงวิธีการพัฒนาและแก้ไขปัญหาในแต่ละพื้นที่ โดยได้มีการศึกษาวิเคราะห์ศักยภาพทรัพยากรน้ำในแต่ละลุ่มน้ำย่อย มีการรวบรวมและวิเคราะห์ผลการศึกษา แผนงานโครงการที่ดำเนินการไว้โดยหน่วยงานต่าง ๆ มาจัดทำสรุปผลการดำเนินงานและแนวทางที่จะดำเนินการต่อไป พร้อมทั้งเสนอ

แนวทางการแก้ไขปัญหาด้านทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสัก ได้แก่ ด้านการพัฒนาแหล่งเก็บน้ำขนาดใหญ่และขนาดกลาง ด้านการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็ก และด้านการแก้ไขปัญหาอุทกภัยในพื้นที่ลุ่มน้ำ สำหรับด้านการแก้ไขปัญหาอุทกภัยนั้นได้เสนอแนวทางทั้งในมาตรการใช้สิ่งก่อสร้างและมาตรการไม่ใช้สิ่งก่อสร้างโดยพิจารณาแบ่งเป็นพื้นที่ด้านเหนือน้ำของเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ และพื้นที่ด้านท้ายน้ำเขื่อน แนวทางการแก้ไขโดยรวม ได้แก่

กรณีมาตรการใช้สิ่งก่อสร้าง

- 1) ก่อสร้างอ่างเก็บน้ำตามภูมิประเทศที่เหมาะสม
- 2) ขุดลอกลำน้ำ และการปรับปรุงอาคารระบายน้ำ
- 3) จัดตั้งสถานีวัดน้ำฝนให้ครอบคลุมพื้นที่ต้นน้ำ
- 4) ติดตั้งระบบพยากรณ์ฝนและน้ำท่วมเชื่อมกับระบบโทรมาตร
- 5) ก่อสร้างคันกันน้ำตามแนวริมฝั่งแม่น้ำป่าสักพร้อมติดตั้งระบบสูบน้ำออกจาก

พื้นที่

6) ปรับปรุงแม่น้ำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำ รวมถึงการขุดลอกช่องลัดบริเวณโค้งลำน้ำ และการป้องกันการกัดเซาะตลิ่ง

กรณีมาตรการไม่ใช้สิ่งก่อสร้าง

- 1) ฟื้นฟูสภาพป่าไม้บนพื้นที่ต้นน้ำลำธาร
- 2) กำหนดพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยแบบฉับพลันและพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม
- 3) กำหนดมาตรการปลูกพืชคลุมดินและมาตรการอนุรักษ์ดินที่เหมาะสม
- 4) เคลื่อนย้ายประชาชนและทรัพย์สินออกจากบริเวณพื้นที่เสี่ยงต่ออุทกภัยเป็นการ

ชั่วคราวในช่วงฤดูน้ำหลาก

- 5) ณรงค์ให้ประชาชนร่วมอนุรักษ์ดินและวางแผนทรัพยากรป่าไม้
- 6) การกำหนดและวางผังเมืองเพื่อกำหนดรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่าง

ถูกต้อง

- 7) กำหนดเขตลำนํ้าเพื่อป้องกันการรุกล้ำลำนํ้า
- 8) บริหารจัดการการปล่อยน้ำของเขื่อนป่าสักอย่างเหมาะสม
- 9) ประสานงานการควบคุมการปล่อยน้ำจากเขื่อนป่าสัก ร่วมกับการป้องกัน

บรรเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำเจ้าพระยาอย่างใกล้ชิดและต่อเนื่องในช่วงฤดูน้ำหลาก

5. แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

โปรแกรม InfoWorks RS เป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นโดยการรวมคุณสมบัติเด่นของการจำลองการไหลจากโปรแกรม ISIS, การทำงานของระบบภูมิประเทศ GIS และระบบของฐานข้อมูล จึงทำให้ผู้ใช้งานสามารถปฏิบัติงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจำลองสภาพทางชลศาสตร์ของระบบแม่น้ำได้อย่างรวดเร็ว และกำหนดส่วนประกอบและรายละเอียดต่างๆ ของระบบแม่น้ำและทางน้ำไหลได้อย่างแน่นอน เพื่อนำไปสู่การวางแผน จัดรูปแบบการจัดการน้ำ การตรวจสอบ ติดตามและดูแลรักษากระบวนการทำงานของแบบจำลองตั้งแต่ข้อมูลตั้งต้นไปจนถึงผลลัพธ์สุดท้าย การแสดงผลลัพธ์ของระบบแสดงได้ทั้งรูปแบบของแผนที่ภูมิศาสตร์ หน้าตัดตามยาว หน้าตัดตามขวาง พื้นที่น้ำท่วมถึง รวมทั้งจัดทำรายงาน ตารางและกราฟของผลการวิเคราะห์ทางชลศาสตร์

แบบจำลองสามารถจำลองระบบระบายน้ำฝนภายในพื้นที่ระบายน้ำย่อยแต่ละแห่ง สามารถนำเข้าสู่ระบบรวมของคลองหลัก สถานีสูบน้ำ พื้นที่เก็บน้ำ การไหลผ่านสะพาน ท่อระบายน้ำ และอาคารชลศาสตร์ต่าง ๆ การคำนวณในโปรแกรมสามารถคำนวณได้ทั้งกรณีการไหลในทางน้ำเปิด (Open Channel Flow) และพื้นที่น้ำท่วม (Flood Plain) ของโครงข่าย (Network) ซึ่งสามารถใช้สำหรับศึกษาปัญหาทางด้านวิศวกรรมชลศาสตร์ได้อย่างกว้างขวาง เช่น

- 1) การเคลื่อนตัวของคลื่นน้ำท่วมในทางน้ำ แม่น้ำ ที่ราบน้ำท่วมถึง และพื้นที่ชะลอน้ำ
- 2) การไหลที่มีผลกระทบจากระดับน้ำขึ้น น้ำลงทางด้านท้ายน้ำ
- 3) ผลกระทบทางชลศาสตร์ของอาคาร หรือโครงสร้างต่อระบบของน้ำ
- 4) การออกแบบปรับปรุงแก้ไขระบบระบายน้ำเดิมให้สอดคล้องกับความต้องการ
- 5) การออกแบบและการดำเนินการที่เหมาะสมของระบบชลประทานและระบบการระบายน้ำ
- 6) การออกแบบและการดำเนินการ การระบายน้ำเนื่องจากพายุฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำหรือพื้นที่ปิดล้อม

แบบจำลองคณิตศาสตร์จะใช้งานได้ผลดีก็ต่อเมื่อมีข้อมูลเพียงพอต่อการจำลองพฤติกรรมของระบบ รวมทั้งเงื่อนไขที่ครอบคลุมระบบ ข้อมูลที่โปรแกรมต้องการเพื่อนำไปสร้างแบบจำลองประกอบด้วย

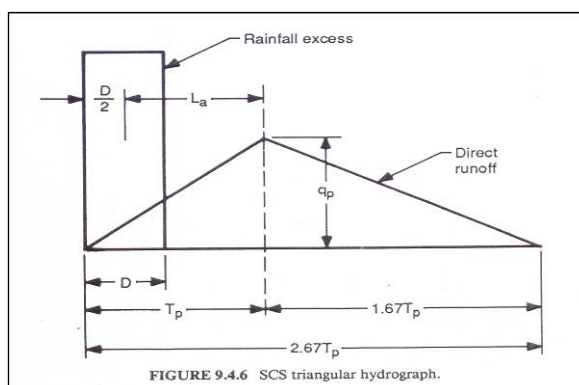
- 1) โครงข่ายของระบบระบายน้ำ ที่มีข้อมูลประกอบด้วยรูปตัดตามขวางของคลอง ซึ่งจะ ถูกกำหนดให้เป็นบัพ (node) ระยะระหว่างรูปตัดตามขวางคลอง ซึ่งถูกกำหนดให้เป็นช่วงลำน้ำ (link/reach) และอาคารทางชลศาสตร์ต่าง ๆ ซึ่งถูกกำหนดให้เป็น Hydraulic Unit
- 2) ข้อมูลพื้นที่รับน้ำซึ่งเป็นข้อมูลทางกายภาพของพื้นที่รับน้ำ สภาพพื้นผิว และข้อมูล การใช้พื้นที่
- 3) ข้อมูลฝน เป็นข้อมูลกระจายตัวของความลึกฝนที่เวลาต่าง ๆ (มม.)
- 4) ข้อมูลระดับน้ำที่จุดออกของระบบและข้อมูลปริมาณน้ำไหลเข้าระบบที่จุดรับน้ำ

5.1 คุณสมบัติของโปรแกรม InfoWorks RS โดยสรุปมีดังต่อไปนี้

5.1.1 ขอบเขตของแบบจำลอง (Boundary)

แบบจำลอง InfoWorks RS สามารถกำหนดรูปแบบของขอบเขต ทั้งขอบเขต ด้านบนและด้านล่าง (Upper and Lower Boundary) ได้หลายรูปแบบตามความเหมาะสม ดังนี้

- 1) การเปลี่ยนน้ำฝนเป็นน้ำท่า ในแบบจำลอง Infowork RS จะประกอบด้วย กระบวนการเปลี่ยนน้ำฝนเป็นน้ำท่าหลายวิธี เช่น FSSR16, SCS, FEH และPDM ในการศึกษาจะใช้แบบจำลองในส่วนของการเปลี่ยนน้ำฝนเป็นน้ำท่าโดยใช้วิธีการน้ำท่าหนึ่งหน่วยเชิงสังเคราะห์ (SCS synthetic unit hydrograph) ซึ่งถูกพัฒนาโดย U.S.Soil conservation Service โดยอาศัยข้อมูล พื้นฐานคล้ายกับวิธี Rational Method เช่น พื้นที่รับน้ำ, สัมประสิทธิ์การไหล ปริมาณฝน เป็นต้น กราฟน้ำท่าหรือกราฟน้ำหลากโดยวิธีของ SCS คำนวณจากกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าแบบไม่มีหน่วย (Dimensionless unit hydrograph) ที่พัฒนาขึ้นมาดังแสดงในภาพที่ 11 โดยสมมุติให้กราฟน้ำท่า ดังกล่าว มีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยม และคำนวณกราฟน้ำท่าจากปริมาณฝนส่วนเกิน (excess rainfall) ที่ตกภายในช่วงระยะเวลาเท่ากับ D (หน่วยเป็นชั่วโมง)



ภาพที่ 11 รูปสามเหลี่ยมกราฟน้ำท่าโดยวิธี SCS

จากภาพที่ 11 L_a คือ lag time หมายถึงระยะจากศูนย์กลางของช่วงเวลาฝนส่วนเกินจนถึงจุดสูงสุดของกราฟน้ำท่า L_a มีความสัมพันธ์กับเวลาเดินทางของน้ำจากจุดไกลที่สุดของพื้นที่ลุ่มน้ำจนถึงจุดออก (t_c) โดยสมมติให้ $L_a = 0.6t_c$ และ T_p คือเวลาการเกิดน้ำท่าสูงสุดคำนวณจาก

$$T_p = 0.5D + 0.6t_c \quad \text{มีหน่วยเป็นชั่วโมง} \quad (1)$$

ปริมาณน้ำท่าเท่ากับพื้นที่ $\frac{1}{2}q_p \times T_b$ เมื่อ T_b คือความยาวของฐานกราฟน้ำท่า
โดย

$$T_b = 2.67T_p \quad \text{มีหน่วยเป็นชั่วโมง} \quad (2)$$

Q คือ ปริมาณน้ำท่าซึ่งคำนวณได้จากปริมาณฝน เมื่อนำความสัมพันธ์เหล่านี้มาหาความสัมพันธ์และจัดรูปสมการใหม่จะได้สมการสำหรับคำนวณหาอัตราการไหลสูงสุด (q_p) ดังนี้

$$q_p = \frac{484AQ}{0.5D + 0.6t_c} \quad \text{ลบ.ฟุต / วินาที} \quad (3)$$

$$\text{หรือ} \quad = \frac{0.278AQ}{0.5D + 0.6t_c} \quad \text{ลบ.ม. / วินาที} \quad (4)$$

โดยที่ A คือ พื้นที่ลุ่มน้ำ มีหน่วยเป็น ตร.ไมล์ หรือ ตร. กม.

Q คือ ปริมาณน้ำท่า มีหน่วยเป็น นิ้ว หรือ มม.

D คือ ช่วงเวลาของฝนที่ตกเป็นปริมาณฝนส่วนเกิน มีหน่วยเป็น ชม.

t_c คือ time of concentration หมายถึง ระยะเวลาที่น้ำใช้ในการเคลื่อนตัวจากจุดไกลสุดของพื้นที่ลุ่มน้ำจนถึงจุดออกหรือจุดที่พิจารณา มีหน่วยเป็น ชม.

จะเห็นว่าการคำนวณค่า q_p จะขึ้นอยู่กับค่า t_c ดังนั้นในการคำนวณหากราฟน้ำท่า จึงขึ้นอยู่กับวิธีที่จะนำมาใช้ในการคำนวณค่า t_c ซึ่งมีวิธีการคำนวณต่างๆ เช่น วิธีของ Kirpich หรือวิธี Snyder เป็นต้น

โดยวิธีของ SCS ได้เสนอวิธีหาค่า t_c ตามลักษณะการไหลที่แบ่งเป็นประเภทการไหลแบบต่างๆ คือการไหลผ่านที่ราบ (Sheet flow) การไหลรวมผ่านที่ตื้น (Shallow flow) การไหลในทางน้ำเปิด (Open channel flow) แต่นักวิชาการบางส่วนแนะนำให้เลือกวิธีคำนวณค่า t_c ตามความเหมาะสมกับลักษณะภูมิประเทศของแต่ละพื้นที่นั้นๆ ดังนั้นการคำนวณค่า t_c จึงมีผลต่อการคำนวณหาอัตราการไหลสูงสุด (q_p)

กล่าวโดยสรุปคือการคำนวณกราฟน้ำท่าโดยวิธี SCS จะคำนวณจากกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า โดยในการคำนวณปริมาณการไหลโดยตรง (Direct runoff) ที่เกิดจากพายุฝนจะกระทำโดยใช้ค่า Curve Number (CN) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับลักษณะของดิน ชนิดดิน การใช้ที่ดิน ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่นั้นๆ นอกจากนี้ผลการคำนวณกราฟน้ำท่ายังขึ้นอยู่กับวิธีการเลือกวิธีที่เหมาะสมในการคำนวณหาเวลาที่น้ำใช้ในการเคลื่อนตัว (t_c) มีผลโดยตรงต่อเวลาการเกิดน้ำท่าสูงสุดตามสมการที่ (4) ซึ่งจะมีผลต่อการเกิดอัตราการไหลสูงสุดอีกด้วย เมื่อได้ค่า T_p และ q_p แล้ว ก็สามารถคำนวณหากราฟน้ำท่าได้โดยนำไปคูณกับอัตราส่วนของกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าแบบไร้มิติ (Dimensionless unit hydrograph)

2) การคำนวณการขึ้นลงของระดับน้ำทะเลจะใช้วิธี Harmonic Function

3) ข้อมูลอนุกรมเวลาของระดับน้ำและปริมาณการไหล

4) ความสัมพันธ์ของระดับน้ำและอัตราการไหล (Rating Curve)

5.1.2 การคำนวณทางชลศาสตร์

แบบจำลอง InfoWorks RS จะใช้สมการ St.Venant (สมการโมเมนตัม และสมการความต่อเนื่อง) ในการคำนวณการไหลในทางน้ำและพื้นที่น้ำท่วม ทั้งในระบบทางน้ำเดียวและระบบโครงข่ายทางน้ำ ส่วนการคำนวณการไหลผ่านอาคารชลศาสตร์ต่างๆ จะใช้สมการเฉพาะแยกในแต่ละชนิดของอาคารชลศาสตร์ โดยชนิดของอาคารชลศาสตร์สามารถแบ่งได้เป็น 8 กลุ่มดังนี้

1) กลุ่มของท่อลอด (Conduit/Culvert) ใช้เพื่อแสดงพฤติกรรมการไหลผ่านท่อลอดทั้งท่อกลม ท่อเหลี่ยมและท่อรูปแบบต่างๆ ที่สมมาตร

2) กลุ่มของการไหลล้น (Spill) และการพังทลายของคันกั้นน้ำ/เขื่อน (breach) ใช้นิยามการไหลล้นตลิ่งของลำน้ำหรือคลองไปสู่พื้นที่ลุ่มหรือลำน้ำลำคลองใกล้เคียง

3) กลุ่มของสะพาน (Bridge) ใช้เพื่อแสดงการไหลผ่านสะพานที่มีขอบบนเป็นเส้นโค้งของวงกลม

4) กลุ่มของการไหล Orifice ใช้เพื่อจำลองสถานะการไหลแบบออริฟิซ

5) กลุ่มของเครื่องสูบน้ำ (Pump) ใช้เพื่อแสดงการทำงานของเครื่องสูบน้ำที่อยู่ในระบบ

6) กลุ่มของฝาย (weir) ใช้แสดงการไหลผ่านอาคารน้ำล้น หรือฝายกั้นลำน้ำ

7) กลุ่มของประตูน้ำ (Sluice gate) ใช้นิยามถึงอาคารชลศาสตร์ ที่เป็นประตูระบายน้ำหรือทรายทั้งแบบที่เป็นบานตรงและบานโค้ง

8) กลุ่มของบึงพักน้ำ/พื้นที่น้ำท่วม หรือพื้นที่เก็บน้ำ (Storage/pond) ใช้แสดงบึงรับน้ำ หรือพื้นที่ลุ่มและใช้สำหรับในการคำนวณแบบไม่ทรงตัวมัน

5.1.3 การควบคุมอาคารชลศาสตร์

แบบจำลอง Infowork RS มีความยืดหยุ่นในการควบคุมการทำงานของอาคารชลศาสตร์ (ประตูระบายน้ำ และสถานีสูบน้ำ เป็นต้น) ซึ่งสามารถดำเนินการควบคุมตามเวลาที่กำหนด หรือควบคุมตามสภาพระดับน้ำหรือปริมาณน้ำได้ตามต้องการ โดยการกำหนดเงื่อนไขทางตรรกวิทยา

5.1.4 การจัดการฐานข้อมูล

แบบจำลอง infoWorks RS จะจัดการฐานข้อมูลโดยอาศัยโปรแกรม Microsoft JET ,SQL หรือ MSDE โดยแบ่งฐานข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน คือ

- 1) ฐานข้อมูลหลัก (Master Database) ทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลการจัดการโปรแกรมและแบบจำลองที่เกี่ยวข้อง
- 2) ฐานข้อมูลเฉพาะที่ (Local Root Directory) เป็นส่วนเก็บข้อมูลสำเนาการทำงานที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลอง ผลการจำลองและเพิ่มข้อมูลชั่วคราวต่างๆ

5.1.5 ด้านการแสดงผล

การแสดงผลสามารถแสดงผลผ่านจอคอมพิวเตอร์หรือเครื่องพิมพ์โดยผลคำนวณที่ได้จะอยู่ในรูปของกราฟ หรือตารางสรุป ทั้งนี้เมื่อใช้ร่วมกับระบบ GIS จะสามารถแสดงพื้นที่น้ำท่วม (Flood map) หน้าตัดของพื้นที่น้ำท่วม (Floodplain section) ที่เกิดขึ้นตามสถานที่และเวลาต่างๆ ได้พร้อมทั้งจัดทำรายงานสรุปเหตุการณ์น้ำท่วมตามตำแหน่งสำคัญต่างๆ ที่กำหนด โดยระบบ GIS ของโปรแกรม InfoWorks RS จะสามารถรองรับเพิ่มข้อมูลลักษณะภูมิประเทศจากโปรแกรม ArcInfo, ArcView, MapInfo หรือ AutoCAD ได้

นอกจากคุณสมบัติข้างต้น โปรแกรม InfoWorks RS ยังมีการรองรับการนำเข้าและการส่งผ่านข้อมูลออกของระบบ โดยสามารถนำเข้าข้อมูลได้จากโปรแกรม ISIS เชื่อมต่อข้อมูลกับ MapInfo Professional หรือ ArcView GIS นำเข้าข้อมูลจากไฟล์ .CSV และ ASCII และนำเข้า

ข้อมูล DTM ในรูปแบบที่สนับสนุนจาก TIN โดยข้อมูลสามารถส่งออกสู่ไฟล์ข้อมูลด้านเข้าของ ISIS หรือ FloodWorks, MapInfo Professional หรือ ArcView GIS และไฟล์ .CSV

5.2 พื้นฐานการทำงานและทฤษฎีเบื้องต้นของโปรแกรม InfoWorks RS

InfoWorks เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการจัดทำแบบจำลองของทางน้ำเปิด (open channel) และเป็นการไหลเคลื่อนที่ของโครงข่ายทางน้ำ ทั้งโครงข่ายทางน้ำแบบวงรอบ (loop) และแบบกิ่งก้านสาขาต่างๆ (branch) รวมไปถึงการจำลองสภาพชลศาสตร์ที่เกิดขึ้นในอาคารชลศาสตร์ประเภทต่างๆ

พื้นฐานการคำนวณของโปรแกรม Infoworks RS สามารถแยกได้เป็น 2 ส่วน คือ พื้นฐานของการคำนวณและเงื่อนไขขอบของแบบจำลอง ดังต่อไปนี้

5.2.1 พื้นฐานการคำนวณทางชลศาสตร์

โปรแกรม Infoworks RS สามารถคำนวณการไหลได้ทั้งการไหลแบบทรงตัวมัน (steady state flow) และการไหลแบบไม่ทรงตัวมัน (unsteady state flow) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การคำนวณการไหลแบบทรงตัวมัน (Steady state flow)

การคำนวณการไหลแบบทรงตัวมันมีจุดประสงค์เพื่อกำหนดค่าสถานะทางชลศาสตร์เริ่มต้น (Initial condition) ในทุกๆจุด (node) และทุกๆการต่อเชื่อม (link) ของแบบจำลองโครงข่ายทางน้ำก่อนที่จะนำไปสู่การจำลองสภาพชลศาสตร์ที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา (unsteady state flow) ในการจำลองการไหลแบบทรงตัวมันจะสามารถคำนวณได้ 2 วิธี คือ

1.1) Direct Method

วิธี Direct Method ถือเป็นวิธีการหลักในการหาผลลัพธ์ทาง steady state flow ซึ่งมีกระบวนการที่รวดเร็วและแน่นอนกว่า Pseudo-Timestepping และยังต้องการข้อมูลเริ่มต้นที่น้อยกว่า ในการคำนวณสภาพการไหลแบบ steady state อาศัยสมการ Saint-Venant ที่ลดรูปให้อยู่ในรูปของสมการอนุพันธ์ ซึ่งจะถูกใช้ในการควบคุมขนาดของช่วงห่างของหน้าตัดในการ

หาผลลัพธ์อย่างอัตโนมัติ และแสดงส่วนของหน้าตัดเสริมที่จำเป็นต้องจัดแทรกลงในแบบจำลองในรูปแบบที่เหมาะสม

ประเด็นหลักที่นำมาพิจารณาในการคำนวณหาผลลัพธ์ของโครงข่ายนั้นก็คือการพิจารณาตามกฎของ Kirchhoff (กฎทรงมวล) และกำหนดให้ระดับน้ำที่หน้าตัดทางน้ำที่จุดบรรจบ/จุดต่อเชื่อม (junction) มีระดับเท่ากัน ซึ่งกระบวนการคำนวณนี้จะทำซ้ำเพื่อปรับแก้ค่าอัตราการไหลและระดับน้ำที่จุดบรรจบของแม่น้ำ จนกว่าอัตราการไหลต่างในระบบจะมีการปรับแก้้น้อยกว่า 0.1% และผลต่างของระดับน้ำน้อยกว่า 1 มม. ที่จุดบรรจบ ความถูกต้องของการคำนวณจะขึ้นอยู่กับความถูกต้องและสอดคล้องของช่องว่างหรือระยะห่างระหว่าง 2 หน้าตัด ซึ่งในขณะที่เครื่องได้ทำการคำนวณเพื่อหาผลลัพธ์โดยใช้หน้าตัดเสริม (interpolated section) แทรกระหว่าง 2 หน้าตัดจริง เครื่องจะทำการตรวจสอบและทำการแจ้งหากต้องมีการเพิ่มหน้าตัดจากการสำรวจ หรือมีจำนวนของหน้าตัดเสริมถูกบรรจุอยู่ระหว่างหน้าตัดจริงมากเกินไป หรือความโค้งของทางน้ำที่มากจนเกินไป

วิธีนี้จะเร็วกว่า Pseudo-Timestepping เพราะสามารถเจาะจงตัวข้อมูลที่มีปัญหาหรือพื้นที่ส่วนที่มีผลกระทบในแบบจำลอง ซึ่งการชี้ถึงพื้นที่ปัญหภายในโดยอัตโนมัติจะเป็นข้อได้เปรียบที่สำคัญ

1.2) Pseudo-Timestepping Method

การคำนวณหาผลลัพธ์ด้วยวิธี Pseudo-timestepping จะกระทำโดยการประมาณค่าอัตราการไหลและระดับน้ำในแต่ละ node เป็นเงื่อนไขกำหนดเริ่มต้นซึ่งเงื่อนไขกำหนดเริ่มต้นเหล่านี้จะถูกใช้สำหรับการจำลองการไหลแบบ steady state โดยก้าวเวลา (time step) ที่ถูกกำหนดอยู่ในเงื่อนไขขอบอย่างคงที่เป็นสิ่งจำเป็นในการหาผลลัพธ์ด้วยวิธีการนี้

Timestep เริ่มต้นคือสิ่งที่สำคัญสำหรับการเริ่มต้นการทำงาน (run) โดยที่ค่า timestep จะต้องทำการเปลี่ยนแปลงหากสถานะเริ่มต้นมีการผันผวนมาก ซึ่งจะทำให้อัตราการไหลมีความไม่เสถียรมากขึ้น จึงจำเป็นต้องมีการกำหนด timestep ใหม่ (อาจใช้ได้จนต่ำกว่า 10 วินาที) โดยที่ค่า timestep สามารถเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้จนกระทั่งอัตราการไหลมีความไม่เสถียรน้อยที่สุด

แบบจำลองจะทำงานจนกระทั่งความผิดปกติและความไม่แน่นอนทั้งหมดในเงื่อนไขเริ่มต้นที่ประมาณไว้ถูกกระจายไปจนระบบของแบบจำลองมีความเสถียร ซึ่งขบวนการนี้จะต้องใช้เวลานาน โดยเฉพาะแบบจำลองที่มีอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ ซึ่งหน้าแสดงผลจะแสดงการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เมื่อค่าพารามิเตอร์เปลี่ยนแปลงน้อยมาก (ปกติจะน้อยกว่า 0.5×10^{-3}) และ timestep มากกว่า 200-500 วินาที แล้วการคำนวณ steady ก็จะสำเร็จ แต่บางครั้งเป็นการยากที่จะ Run แบบจำลองบางแบบจำลองที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลง timestep ซึ่งการเปลี่ยนแปลงค่า timestep ซึ่งการเปลี่ยนแปลงค่า timestep นั้นจะทำให้แบบจำลองเกิดการ diverge (การลู่ออกของตัวแปร) ได้

2) การคำนวณการไหลแบบไม่ทรงตัว (Unsteady state flow)

การจำลองระบบลุ่มน้ำของโปรแกรมนี้ประกอบด้วยการต่อเชื่อมกันของทางน้ำ สิ่งควบคุมการไหลภายนอก (เงื่อนไขที่ขอบเขต) และสิ่งควบคุมภายใน (สะพาน และอาคารชลศาสตร์ต่างๆ) การเคลื่อนที่ของน้ำในทางน้ำเปิดสามารถจำลองสภาพการไหลได้ด้วยสมการ St Venant ซึ่งแสดงอยู่ในรูปของกฎทรงมวลและกฎทรงโมเมนตัม สำหรับกฎทรงมวลจะนำสมการความต่อเนื่อง (continuity equation) มาใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำกับปริมาตรรูปลิ้มของช่วงลำน้ำที่พิจารณาซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากความลาดชันของผิวน้ำกับความลาดชันของท้องน้ำไม่เท่ากัน (wedge and prism storages) สำหรับในส่วนของการกฎทรงโมเมนตัมจะนำสมการพลศาสตร์ (dynamic equation) มาใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแรงต่างๆซึ่งประกอบด้วย แรงเนื่องจากความเฉื่อย แรงเนื่องจากการแพร่กระจาย แรงเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก

สมการความต่อเนื่องอยู่ในรูปดังต่อไปนี้

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q \quad (5)$$

โดย	Q	คือ	อัตราการไหล, ลบ.ม./วินาที
	A	คือ	พื้นที่หน้าตัดการไหล, ตร.ม.
	x	คือ	ความยาวของช่วงลำน้ำที่พิจารณา, ม.
	t	คือ	ช่วงเวลาที่พิจารณา, วินาที
	q	คือ	อัตราการไหลเข้าทางด้านข้าง, ลบ.ม./วินาที/ม.

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{\beta Q^2}{A} \right] + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gAS_f = 0 \quad (6)$$

สมการ โมเมนตัม (Momentum Equation) มีรูปสมการดังต่อไปนี้

โดย H คือ ความลึกการไหลเหนือพื้นท้องน้ำ, ม.

β คือ สัมประสิทธิ์ปรับแก้โมเมนตัม

g คือ อัตราการเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก, ม./วินาที²

S_f คือ ความลาดชันเสียดทาน (friction slope)

การเปลี่ยนแปลงของระดับผิวน้ำ จะกำหนดให้มีค่าเป็นบวกเมื่อระดับน้ำเพิ่มขึ้นจากด้านเหนือน้ำไปยังด้านท้ายน้ำ สำหรับความลาดชันเสียดทานสามารถคำนวณได้ดังสมการ

$$S_f = \frac{Q|Q|}{K^2} \quad (7)$$

โดย K คือ ครรชนีความจุของคลอง ซึ่งคำนวณได้จากสมการของแมนนิง ได้ดังนี้

$$K^2 = \frac{A^2 R^{4/3}}{N^2} \quad (8)$$

และ

$$R = \frac{A}{P} \quad (9)$$

โดย R คือ รัศมีชลศาสตร์, ม.

P คือ ความยาวเส้นขอบเปียก, ม.

N คือ สัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิง

การแก้ปัญหของสมการ Saint-Venant โดยตรง (Analytically Solution) มีความยุ่งยากมากและไม่มีความยืดหยุ่นในการคำนวณ ดังนั้นโปรแกรมแบบจำลองคณิตศาสตร์จึงใช้

วิธีทางตัวเลข (Numerical Solution) ในการแก้สมการ ซึ่งจะมีความเหมาะสมมากกว่าและให้ผลลัพธ์ที่มีความเชื่อถือสำหรับการทำงานในด้านวิศวกรรม โดยใช้วิธีของ Preissmann implicit หรือ Preissmann 4 Point ดังแสดงในภาพที่ 12 มาใช้ในการคำนวณโดยอาศัยลักษณะ x-t solution plane ซึ่งรูปแบบของ finite difference ของสมการเซนต์-วีแนนท์ จะถูกแก้สมการที่จำนวนของจุดที่แยกออกจากกัน (discreet number of point) โดยจัดให้อยู่ในรูปแบบของ rectangular grid สำหรับเส้นที่ขนานกับแกนเวลาเป็นตัวแทนของตำแหน่งตามแนวทงน้ำและเส้นที่ขนานกับแกนระยะทางเป็นตัวแทนของเวลา โดยมีสมการดังนี้

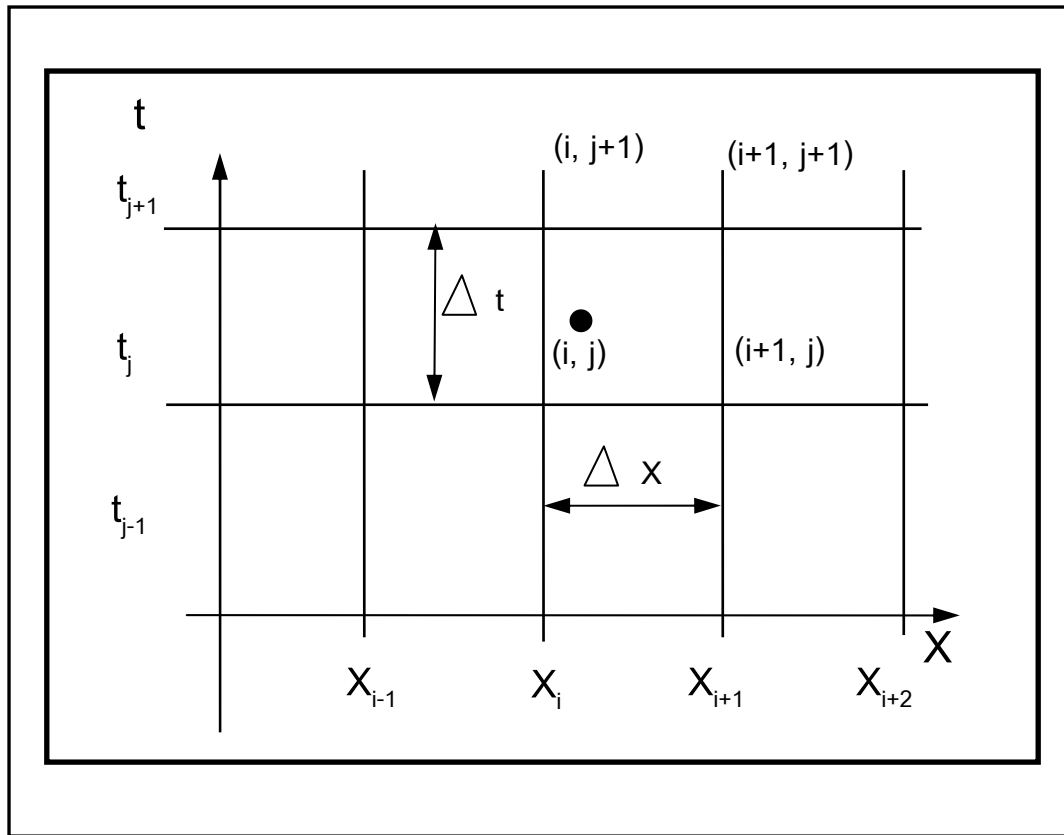
$$\frac{\partial f}{\partial x} = \frac{1}{2\Delta x} \theta \left(f_{i+1}^{j+1} - f_i^{j+1} \right) + (1-\theta) \left(f_{i+1}^j + f_i^j \right) \quad (10)$$

$$\frac{\partial f}{\partial t} = \frac{1}{2\Delta t} \left[\left(f_{i+1}^{j+1} - f_i^{j+1} \right) + \left(f_{i+1}^j + f_i^j \right) \right] \quad (11)$$

$$f(x, t) = \frac{1}{2} \theta \left(f_{i+1}^{j+1} \right) + (1 + \theta) \left(f_{i+1}^j + f_i^j \right) \quad (12)$$

เมื่อ f เป็น ฟังก์ชันของความลึกน้ำหรืออัตราการไหลที่จุด $(i + \frac{1}{2}, j + \theta)$

เมื่อ θ เป็นค่าถ่วงน้ำหนักมีค่าระหว่าง 0.5 ถึง 1.0



ภาพที่ 12 x-t solution plane (Fred,1974a)

จากการใช้วิธี Preissmann implicit ร่วมกับสมการ Saint-Venant สามารถเปลี่ยนรูปของสมการให้อยู่ในรูปของสมการเชิงเส้นดังต่อไปนี้

$$aQ_i^{j+1} + bH_{i+1}^{j+1} + cQ_{i+1}^{j+1} + dH_{i+1}^{j+1} = e \quad (13)$$

ค่าคงที่ a, b, c, d และ e จะถูกคำนวณใหม่ทุกๆ ครั้งของการทำซ้ำ ในแต่ละบัพ

วิธีการแบบ Implicit finite difference ใช้วิธีการถ่วงน้ำหนักของจุด 4 จุด (a weighted four-point method) ในระหว่างเส้นเวลาที่อยู่ใกล้เคียงกันที่จุด M ดังแสดงในภาพที่ 12 ถ้าในกรณีที่ตัวแปรคือการไหล (flow) เช่น อัตราการไหล (flow rate) หรือระดับผิวน้ำ โดยอนุพันธ์ของเวลาประมาณโดยค่าเฉลี่ยของ finite difference values ที่จุดของระยะทาง i และ i+1 โดยที่ค่า i th distance point คือ $(f_i^{j+1} - f_i^j) / \Delta t$ และที่ (i+1)th distance point คือ $(f_{i+1}^{j+1} - f_{i+1}^j) / \Delta t$ ซึ่งสามารถประมาณค่าได้ดังนี้

$$\frac{\partial f}{\partial t} \approx \frac{(f_i^{j+1} + f_{i+1}^{j+1}) - (f_i^j + f_{i+1}^j)}{2\Delta t} \quad (14)$$

ซึ่งเป็นการประมาณค่าที่จุด M ซึ่งอยู่ที่จุดกึ่งกลางระหว่าง i th และ (i+1)th distance point ในภาพที่ 12

วิธีการที่แตกต่างกันเล็กน้อยที่สามารถนำมาใช้ในการประมาณค่าอนุพันธ์ของสถานที่ $\partial f / \partial x$ และตัวแปร f สำหรับอนุพันธ์ของสถานที่นั้น เทอมของความแตกต่างที่ j th และ (j+1)th time lines คำนวณได้จาก $(f_{i+1}^j - f_i^j) / \Delta x$ และ $(f_{i+1}^{j+1} - f_i^{j+1}) / \Delta x$ ตามลำดับ ดังนั้นแฟกเตอร์ถ่วงน้ำหนัก θ ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้แสดงอนุพันธ์ของสถานที่ ได้ดังนี้

$$\frac{\partial f}{\partial x} \approx \theta \frac{f_{i+1}^{j+1} - f_i^{j+1}}{\Delta x} + (1 - \theta) \frac{f_{i+1}^j - f_i^j}{\Delta x} \quad (15)$$

และค่าเฉลี่ยของ f คำนวณได้ในทำนองเดียวกันดังนี้

$$\bar{f} \approx \theta \frac{f_{i+1}^{j+1} + f_{i+1}^j}{2} + (1 - \theta) \frac{f_i^{j+1} + f_i^j}{2} \quad (16)$$

ค่าของ $\theta = \Delta t' / \Delta t$ เป็นตัวกำหนดจุด M ซึ่งอยู่ในแนวคี่งในกลาง ในภาพที่ 12 สำหรับวิธีการที่ใช้ $\theta = 0.5$ จะเรียกว่า a box scheme ในกรณีที่ $\theta = 0$ แล้ว จุด M จะมาอยู่บน j th time line และวิธีการนี้เรียกว่า fully explicit และในกรณีที่ $\theta = 1$ แล้วจุด M จะมาอยู่บน (j+1)th time line ซึ่งเรียกว่า fully implicit สำหรับ implicit scheme เป็นกรณีที่ θ อยู่ระหว่าง 0.5-1.0 จากการใช่วิธี Preissmann implicit รวมกับสมการ Saint-Venant สามารถเปลี่ยนรูปของสมการให้อยู่ในรูปของ สมการเชิงเส้น

5.2.2 การนิยามขอบเขตของแบบจำลอง

ขอบเขตหรือเงื่อนไขขอบของแบบจำลองในโปรแกรม Infoworks RS จะแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังต่อไปนี้

1) ขอบเขตภายนอก (External Boundaries)

คุณลักษณะของสมการ Saint-Venant สามารถใช้แสดงได้ทั้งการเกิดสถานะการไหลต่ำกว่าวิกฤต (Sub-critical flow) และการไหลสูงกว่าวิกฤต (Super-critical flow) โดยการไหลต่ำกว่าวิกฤตจะเกิดคลื่นการไหลไปทางด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำ ส่วนการไหลสูงกว่าวิกฤตจะเกิดคลื่นการไหลไปทางด้านท้ายน้ำเพียงอย่างเดียว ซึ่งการเกิดสถานะการไหลต่ำกว่าวิกฤตจะเกี่ยวเนื่องจากเงื่อนไขขอบทางด้านเหนือน้ำและเงื่อนไขทางด้านท้ายน้ำ สำหรับการไหลสูงกว่าวิกฤตจะเกี่ยวข้องเฉพาะเงื่อนไขทางด้านเหนือน้ำเท่านั้น

การกำหนดรูปแบบของเงื่อนไขขอบจะกำหนดดังนี้

- อัตราการไหลเทียบกับเวลา
- ระดับน้ำเทียบกับเวลา
- ระดับน้ำเทียบกับอัตราการไหล

2) ขอบเขตภายใน (Internal Boundaries)

ในการแสดงโครงข่ายระบบทางน้ำแบบหนึ่งมิติ(one-dimensional) โครงข่ายจะถูกแบ่งออกเป็นช่วงๆด้วยขอบเขตภายใน ซึ่งอาจจะเป็นอาคารควบคุม, การสูญเสียพลังงาน, อ่างพักน้ำหรือบึงพักน้ำ และจุดต่อเชื่อม โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1) การไหลอิสระผ่านอาคารชลศาสตร์

สมการรูปทั่วไป คือ

$$Q = a h^b \quad (17)$$

โดย	h	คือ	ความลึกของน้ำ
	a	คือ	สัมประสิทธิ์ซึ่งขึ้นอยู่กับอาคาร
	b	คือ	ค่าซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของฝาย

2.2) อ่างเก็บน้ำ

สมการสำหรับดุลการไหล คือ

$$\frac{h_{\text{new}} - h_{\text{old}}}{\Delta t} = \frac{Q_{\text{net}}}{\text{Area}} \quad (18)$$

โดย	h_{new}	คือ	ระดับน้ำเมื่อเวลา t_2
	h_{old}	คือ	ระดับน้ำเมื่อเวลา t_1
	Q_{net}	คือ	อัตราการไหล
	Area	คือ	พื้นที่ผิวน้ำ
	Δt	คือ	$t_2 - t_1$

2.3) การสูญเสียพลังงาน

สมการการสูญเสียของ Bernoulli คือ

$$\Delta H = k \frac{v^2}{2g} \quad (19)$$

โดย k คือ สัมประสิทธิ์การสูญเสียพลังงาน

2.4) ปริมาณการไหลล้น สำหรับการจำลองทุ่งน้ำท่วม สมการการไหลล้นคันกั้นน้ำจะมีตัวแปรที่สำคัญ ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์การไหลล้น (C_d) และค่าระดับน้ำในแม่น้ำและทุ่งน้ำท่วม ซึ่งเป็นปัจจัยต่อปริมาณการไหลล้น

สำหรับปริมาณการไหลล้นคันกั้นน้ำสามารถแบ่งออกเป็น 3 กรณี ดังนี้

a) กรณีไม่มีการไหล

เงื่อนไข

ระดับน้ำด้านเหนือน้ำอยู่ต่ำกว่าหรือเท่ากับระดับคันกั้นน้ำ

สมการปริมาณการไหล คือ

$$q_s = 0 \quad (20)$$

โดย q_s คือ ปริมาณการไหลล้นคันกั้นน้ำด้านข้าง

b) กรณีมีการไหลแบบอิสระจากแม่น้ำสู่ทุ่งน้ำท่วม (Overbank spillage)
เงื่อนไข

$$\frac{y_{21} + y_{22}}{y_{11} + y_{12}} \leq m \quad (21)$$

สมการปริมาณการไหล คือ

โดย q_s คือ ปริมาณการไหลล้นคันกันน้ำด้านข้าง
 y_{11} คือ ระดับน้ำด้านเหนือน้ำของแม่น้ำ

$$q_s = \frac{2C_d b(y_{12}^2 \sqrt{y_{12}} - y_{11}^2 \sqrt{y_{11}})}{5(y_{12} - y_{11})} \quad (22)$$

y_{12} คือ ระดับน้ำด้านท้ายน้ำของแม่น้ำ

y_{21} คือ ระดับน้ำด้านเหนือน้ำของทุ่งน้ำท่วม

y_{22} คือ ระดับน้ำด้านท้ายน้ำของทุ่งน้ำท่วม

m คือ ค่าจำกัด Modular ในแบบจำลองกำหนดให้เท่ากับ 0.90

b คือ ความกว้างของหน้าตัดการไหลล้น

เงื่อนไขพิเศษ

ระดับน้ำอยู่สูงกว่าคันกันน้ำและขนานกับคันกันน้ำ ($y_{12} \approx y_{11}$)

สมการการไหล คือ

$$q_s = C_d b y_{11} \sqrt{y_{11}} \quad (23)$$

c) กรณีการไหลแบบจม จากแม่น้ำสู่ทุ่งน้ำท่วม (Overbank spillage)

เงื่อนไข

$$\frac{y_{21} + y_{22}}{y_{11} + y_{12}} > m \quad (24)$$

สมการปริมาณการไหลคือ

$$q_s = Ab \left\{ \frac{2}{3} y_k D - \frac{4}{15} y_i (dy_{22} + dy_{12}) \right\} \quad (25)$$

เมื่อ

$$D = y_{12} dy_{21} + y_{11} dy_{22} \quad (26)$$

$$A = \frac{-C_d}{y_k^2 \sqrt{(1-m)}} \quad (27)$$

และ

$$y_k = y_{12} - y_{11} - y_{22} + y_{21} \quad (28)$$

$$y_i = y_{12} - y_{11} \quad (29)$$

$$dy_{21} = (y_{12} - y_{22})^{3/2} \quad (30)$$

$$dy_{22} = (y_{12} - y_{22})^{5/2} \quad (31)$$

$$dy_{11} = (y_{11} - y_{21})^{3/2} \quad (32)$$

$$dy_{12} = (y_{11} - y_{21})^{3/2} \quad (33)$$

2.5) จุดต่อเชื่อม (Junctions)

ในกรณีของการจำลองโครงข่ายแบบวงรอบหรือแบบแขนง จุดต่อเชื่อม (Junction) จะต้องนำมาใช้เพื่อนำมาพิจารณาถึงระดับน้ำของบัพที่จุดต่อเชื่อม โดยใช้กฎทรงมวลและพัฒนาทฤษฎีของเคอร์ชอฟมาใช้กับอัตราการไหล

ผลกระทบจากปริมาตรเก็บกักของจุดต่อเชื่อมจะไม่นำมาพิจารณาแต่ถ้ามี
ผลกระทบจากปริมาตรเก็บกักก็สามารถแทนจุดต่อเชื่อมได้ด้วยจุดอ่างเก็บน้ำได้เช่นกัน

จุดต่อเชื่อมไม่สามารถต่อกับจุดต่อเชื่อมอื่นหรือจุดอ่างเก็บน้ำอื่น
ได้ และส่วนที่สามารถนำมาต่อกับจุดต่อเชื่อมมีได้สูงสุดได้ไม่เกินสิบการต่อเชื่อม

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ไมโครคอมพิวเตอร์
2. เครื่องพิมพ์
3. เครื่องวัดระยะทางและพื้นที่
4. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ Inforwork RS พร้อมคู่มือ
5. แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:250,000 และ 1:50,000 จัดทำโดยกรมแผนที่ทหาร
6. แผนที่ลุ่มน้ำป่าสัก มาตราส่วน 1:10,000 จัดทำโดยกรมทรัพยากรน้ำ
7. รูปตัดตัดตามยาวและรูปตัดตามขวางของแม่น้ำป่าสัก
8. ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลกับระดับน้ำของแม่น้ำป่าสัก
9. ข้อมูลลักษณะอาคารพร้อมหลักในการจัดการดำเนินงาน
10. ข้อมูลอุทกวิทยาและชลศาสตร์ ได้แก่ข้อมูลน้ำฝนรายชั่วโมง ข้อมูลระดับน้ำรายชั่วโมง

วิธีการ

การจำลองระบบระบายน้ำในลุ่มน้ำป่าสักเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างมากต่อความถูกต้องในการบริหารจัดการน้ำหลากที่เกิดขึ้นในพื้นที่ โดยความถูกต้องของการคาดการณ์จะขึ้นอยู่กับความละเอียดของแบบจำลองและความสอดคล้องกับสภาพธรรมชาติ (ความเป็นตัวแทนของธรรมชาติ) แต่ไม่ว่าจะทำการจำลองให้ละเอียดสักเพียงใดแบบจำลองก็ไม่สามารถแทนสภาพทางธรรมชาติได้ทุกกรณี ดังนั้นแบบจำลองที่จัดทำขึ้นจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นเครื่องมือประกอบในการพิจารณาการบริหารจัดการน้ำหลาก โดยจะทำหน้าที่ในการคำนวณสภาพทางชลศาสตร์ในแม่น้ำป่าสัก และการไหลหลากบนพื้นที่น้ำท่วมถึง ขณะเกิดเหตุการณ์น้ำหลาก ซึ่งแบบจำลองดังกล่าวจะนำมาใช้เพียงในส่วนของการพิจารณาการป้องกันและบริหารน้ำในกรณีที่เกิดเหตุการณ์น้ำหลากเท่านั้น ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการชลประทานหรือเพื่อการอุปโภค-บริโภคได้

การจัดทำแบบจำลองของระบบระบายน้ำลุ่มน้ำป่าสัก ผู้จัดทำได้จัดทำแบบจำลองในลักษณะของแม่น้ำหลักเท่านั้นคือแม่น้ำป่าสัก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณการทำงานในแบบจำลอง เนื่องจากแม่น้ำสาขาในลุ่มน้ำมีขนาดที่ไม่ใหญ่และยาวมาก ประกอบกับขนาดของกลุ่มน้ำย่อยมีขนาดเล็กทำให้ไม่ส่งผลกระทบต่อความผิดพลาดในการประเมินความเร็วในการเดินทางของน้ำในลุ่มน้ำย่อยและระยะการเคลื่อนตัวของน้ำท่ามากนัก

ขั้นตอนการศึกษาในครั้งนี้ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ การเก็บรวบรวมข้อมูล การตรวจสอบพายุฝนที่ทำให้เกิดน้ำท่วม การจำลองสภาพการไหลด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ INFOWORK RS การปรับเทียบแบบจำลองและการทดสอบแบบจำลอง การทดสอบความไวของแบบจำลอง การบริหารจัดการน้ำท่วม โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. เก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ประกอบการศึกษาในครั้งนี้จะประกอบด้วย ข้อมูลอุทกวิทยาชลศาสตร์ และข้อมูลทางกายภาพของระบบระบายน้ำในลุ่มน้ำและองค์ประกอบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

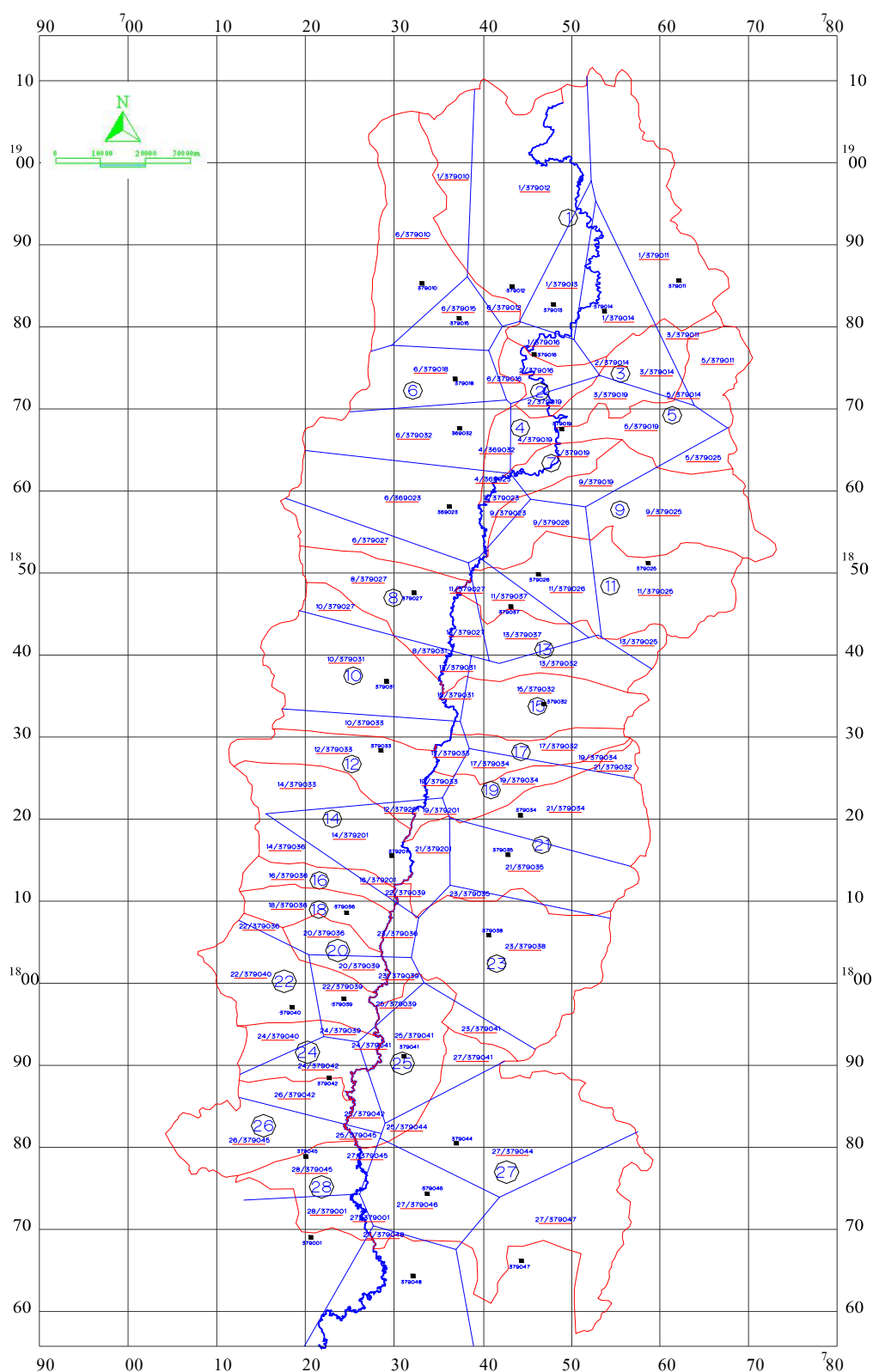
1.1 ข้อมูลฝนที่ได้จากสถานีตรวจวัดน้ำฝนทั้งของกรมอุตุนิยมวิทยาและกรมชลประทาน (บางส่วน) ซึ่งเป็นฝนแบบจุด (point rainfall) จะถูกจัดให้อยู่ในรูปแบบของฝนอาณาบริเวณ (catchment rainfall) กระจายลงสู่พื้นที่ระบายน้ำย่อยต่างๆ ภายในลุ่มน้ำสาขาของกลุ่มน้ำป่าสักโดยวิธี Thiessen Polygon ดังแสดงในภาพที่ 13 ข้อมูลฝนที่นำมาใส่ลงไปในแบบจำลอง เปลี่ยนน้ำฝนเป็นน้ำท่า SCS เป็นข้อมูลฝนรายชั่วโมง ส่วนสถานีวัดน้ำฝนที่มีข้อมูลฝนรายวัน จะถูกกระจายตัวด้วยการคูณด้วยแฟกเตอร์การกระจายตัวของฝนสูงสุด 1 วันในลุ่มน้ำป่าสักที่ศึกษาโดย สุภาพรรณสุคนธราช

1.2 ข้อมูลรูปตัดขวาง (cross-section) การจัดทำแบบจำลองของแม่น้ำสายหลัก (แม่น้ำป่าสัก) เพื่อพิจารณาระดับน้ำในบริเวณเมืองเพชรบูรณ์ จึงได้ใช้ข้อมูลหน้าตัดขวางแม่น้ำป่าสักในช่วงต้นน้ำของกลุ่มน้ำไปจนถึงสถานี TS.5 ซึ่งอยู่ด้านท้ายน้ำของเมืองเพชรบูรณ์เป็นระยะทางประมาณ 75 กิโลเมตร ซึ่งเป็นระยะทางที่ผลกระทบทางด้านท้ายน้ำส่งมาไม่ถึงพื้นที่ที่ทำการพิจารณาดำเนินการรูปตัดขวางแม่น้ำป่าสักในภาพที่ 14

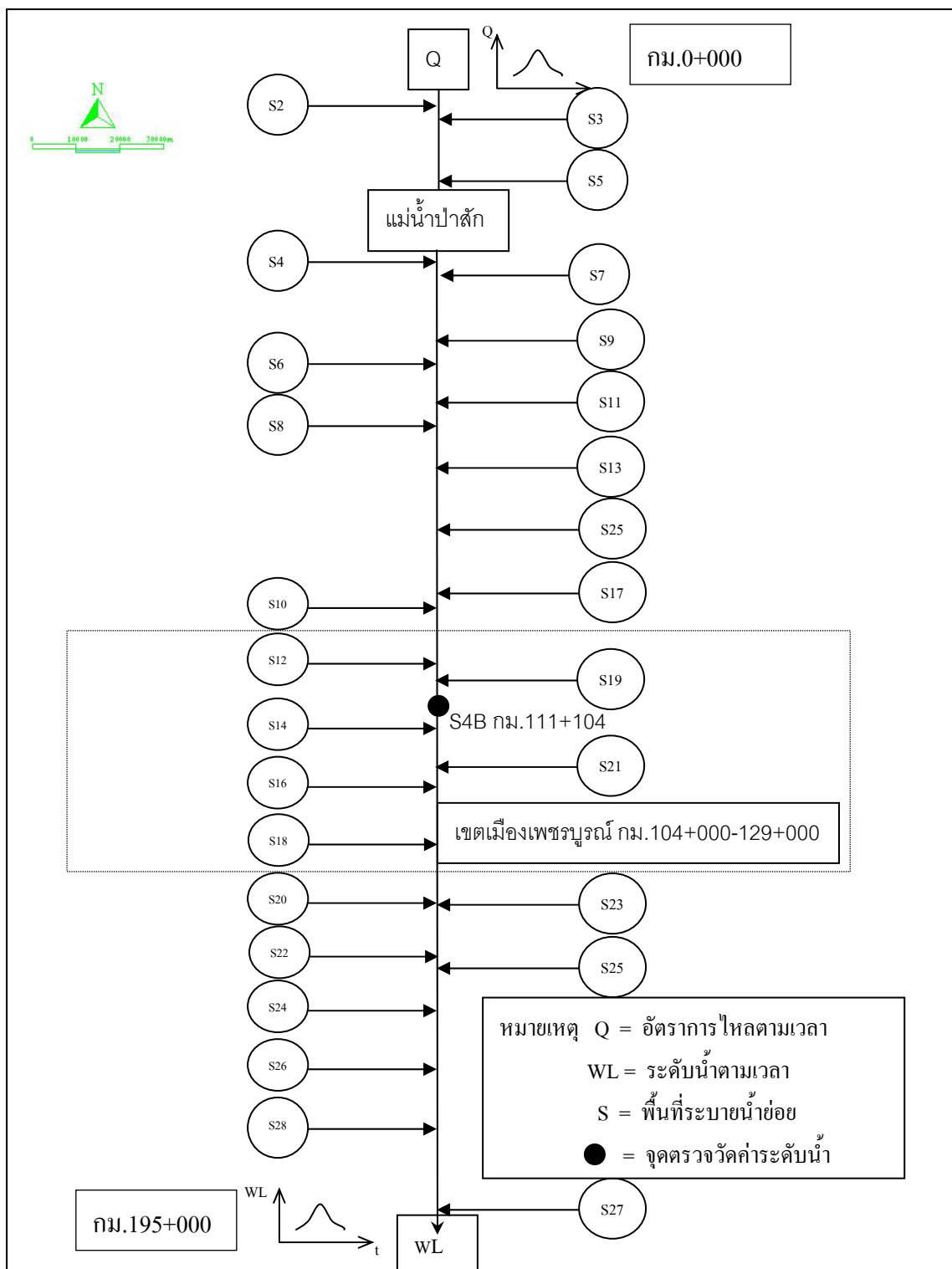
1.3 ข้อมูลระดับน้ำรายชั่วโมงของสถานี TS.5 กำหนดให้เป็นเงื่อนไขขอบทางด้านท้ายน้ำของแบบจำลอง

1.4 ข้อมูลการไหลของน้ำท่า สถานีวัดน้ำท่า S4B. ซึ่งได้ถูกปรับปรุงให้ระดับท้องแม่น้ำที่สถานี S4B มีระดับที่ตรงกับระดับของ cross-section ที่ใส่ลงในแบบจำลอง ซึ่งข้อมูลระดับน้ำและปริมาณการไหลของน้ำท่าที่ สถานี S4B. ใช้สำหรับการปรับเทียบแบบจำลองแบบ Static

1.5 ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินปัจจุบันในกลุ่มน้ำป่าสัก



ภาพที่ 13 ลักษณะการแบ่งพื้นที่ของฝนอาณาบริเวณ โดยวิธี Thiessen Polygon

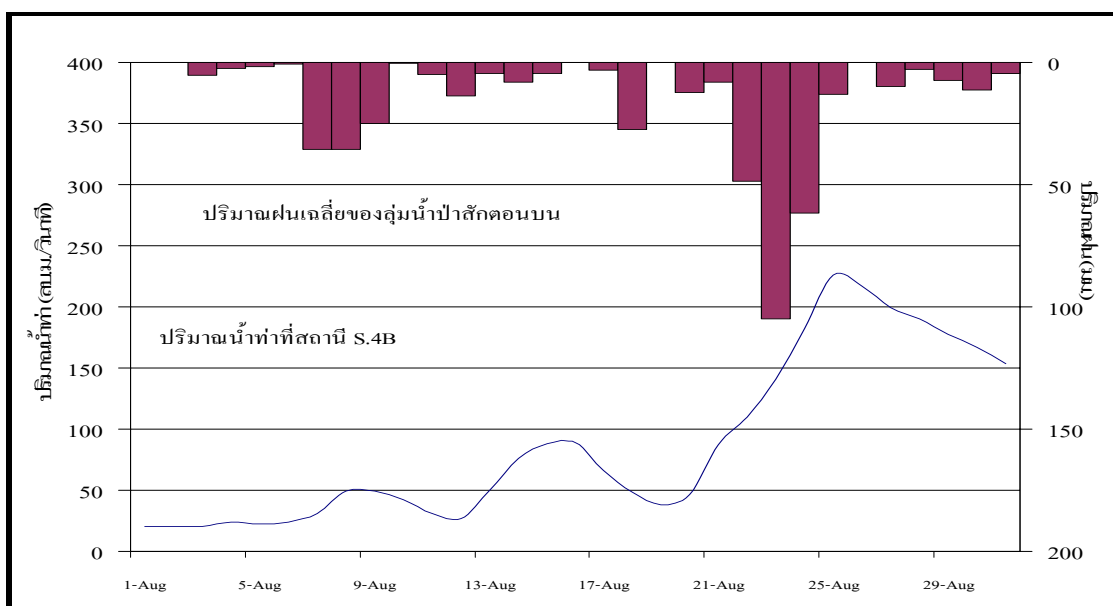


ภาพที่ 14 ฟังการจำลองสภาพการไหลของลำห้วยสาขาต่างๆของแม่น้ำป่าสักตอนบน

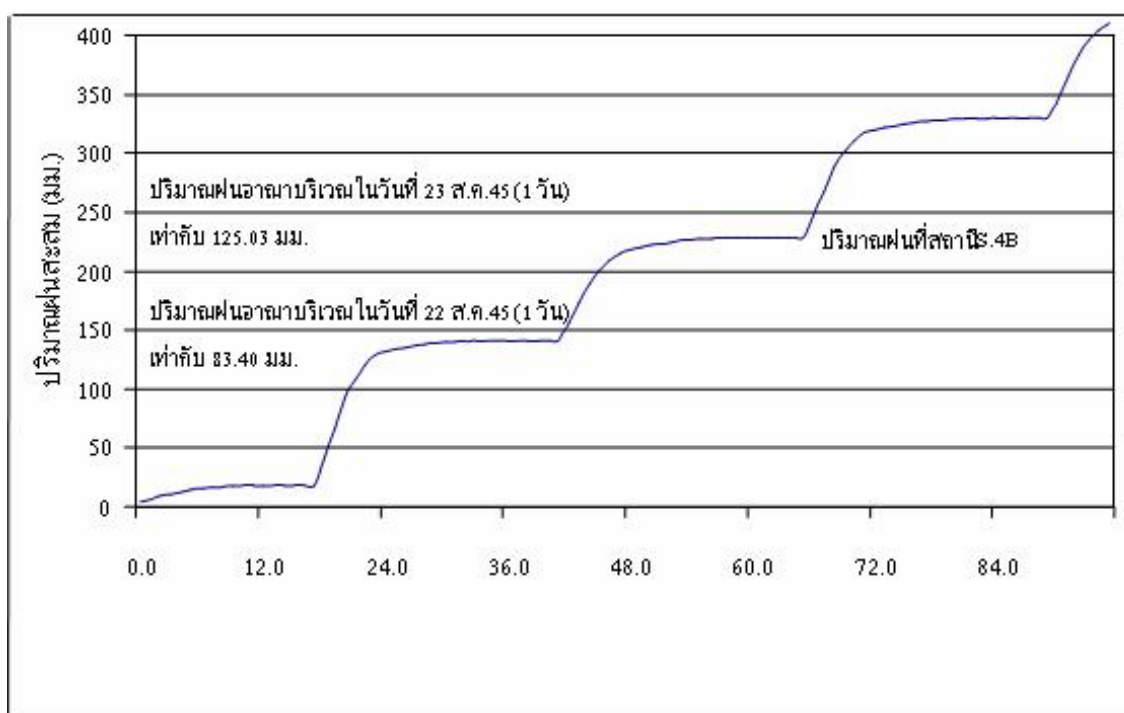
2. การตรวจสอบพายุฝนที่ทำให้เกิดน้ำท่วม

จากการตรวจสอบในเบื้องต้น พบว่าปริมาณน้ำที่ไหลบ่ามาจากทางตอนเหนือของกลุ่มน้ำ มีระยะเวลาการเดินทางจากต้นน้ำจนถึง อ.หล่มสักประมาณ 20 ชม. และจากต้นน้ำจนถึง อ.เมืองเพชรบูรณ์ ใช้ระยะเวลาการเดินทางประมาณ 35 ชม. ผู้ศึกษาจึงได้นำข้อมูลฝนรายชั่วโมง ตั้งแต่ วันที่ 19 สิงหาคม 2545 จนถึง วันที่ 31 สิงหาคม 2545 ของสถานีวัดน้ำฝนต่างๆ ที่มีอยู่ในพื้นที่ที่อยู่เหนือพื้นที่ที่ทำการศึกษามาเฉลี่ยโดยวิธี Thiessen Polygon แล้วนำข้อมูลที่ได้อามาพล็อตกราฟร่วมกับข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่วัดจากสถานี S.4B (อ.เมืองเพชรบูรณ์) พบว่า ฝนลูกที่ทำให้เกิดน้ำท่วมในตัว อ.หล่มสัก เป็นฝนที่ตกในวันที่ 22 สิงหาคม 2545 และฝนลูกที่ทำให้เกิดน้ำท่วมในตัว อ.เมืองเพชรบูรณ์ เป็นฝนที่ตกในวันที่ 23 สิงหาคม 2545 (ดังแสดงในภาพที่ 15) ดังนั้น ข้อมูลฝนที่นำมาเปรียบเทียบแบบจำลองจึงเป็นข้อมูลฝนตั้งแต่วันที่ 19 สิงหาคม 2545 ถึงวันที่ 31 สิงหาคม 2545

ลักษณะของฝนที่ทำให้เริ่มเกิดสภาพน้ำไหลล้นตลิ่งของแม่น้ำป่าสักและลำน้ำสาขาจะเป็นฝนที่มีการตกต่อเนื่องที่มีปริมาณฝนมากกว่า 105 มม. ใน 3 ชั่วโมง ส่วนฝนที่ทำให้เกิดอุทกภัยจะเป็นฝนที่ตกหนักอย่างต่อเนื่องมีปริมาณมากกว่า 105 มม. ดังเช่นฝนที่เคยเกิดขึ้นในปี พ.ศ.2545 ซึ่งในปีดังกล่าวจะมีฝนอาบบริเวณเฉลี่ยทั่วทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำเหนือสถานี S4B. เท่ากับ 125.03 มม.(ในระยะเวลา 1 วัน) ซึ่งจะเทียบเท่าคาบอุบัติประมาณ 10 ปี ดังแสดงในภาพที่ 16



ภาพที่ 15 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนเฉลี่ยรายวันในพื้นที่กลุ่มน้ำป่าสักตอนบน กับปริมาณน้ำทำรายวันของสถานี S.4B



ภาพที่ 16 การกระจายตัวของฝนของข้อมูลฝนเหนือสถานี S.4.B ระหว่างวันที่ 21-24 ส.ค.2545

3. การจำลองสภาพการไหลด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ INFOWORK RS

3.1 ขอบเขตของแบบจำลอง

ขอบเขตของแบบจำลองจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ขอบเขตของการคำนวณทางอุทกวิทยา และขอบเขตของการคำนวณทางชลศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 ขอบเขตของการคำนวณทางอุทกวิทยา

แบบจำลองทางอุทกวิทยาเป็นการจำลองกระบวนการของการเปลี่ยนปริมาณฝนเป็นปริมาณน้ำท่า ณ จุดออกของพื้นที่ระบายน้ำ ซึ่งได้จัดทำในทุกๆพื้นที่ระบายน้ำย่อยของคลองระบายน้ำสายรอง การกำหนดขอบเขตทางอุทกวิทยาจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1) การจัดแบ่งพื้นที่ระบายน้ำย่อยภายในลุ่มน้ำสาขา

การคำนวณทางอุทกวิทยาของการเปลี่ยนน้ำฝนเป็นน้ำท่า (rainfall-runoff) ของลุ่มน้ำจะเกี่ยวข้องกับค่าตัวแปรของระยะเวลาการเดินทางของน้ำจากจุดไกลสุดมายังจุดออกของพื้นที่ระบายน้ำ (T_c) ขนาดรูปร่างและความลาดชันของพื้นที่ระบายน้ำ และความชุ่มชื้นของพื้นดินในพื้นที่ระบายน้ำ ดังนั้น เพื่อเป็นการลดผลกระทบจากตัวแปรต่างๆ จึงควรแบ่งพื้นที่ระบายน้ำย่อยให้มีขนาดเล็กและเหมาะสมกับสภาพทางธรรมชาติของลุ่มน้ำและข้อมูลผลสำรวจที่มีในปัจจุบัน ดังแสดงในภาพที่ 17 ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 28 ลุ่มน้ำย่อย

2) ข้อมูลฝนจากสถานีตรวจวัดน้ำฝน

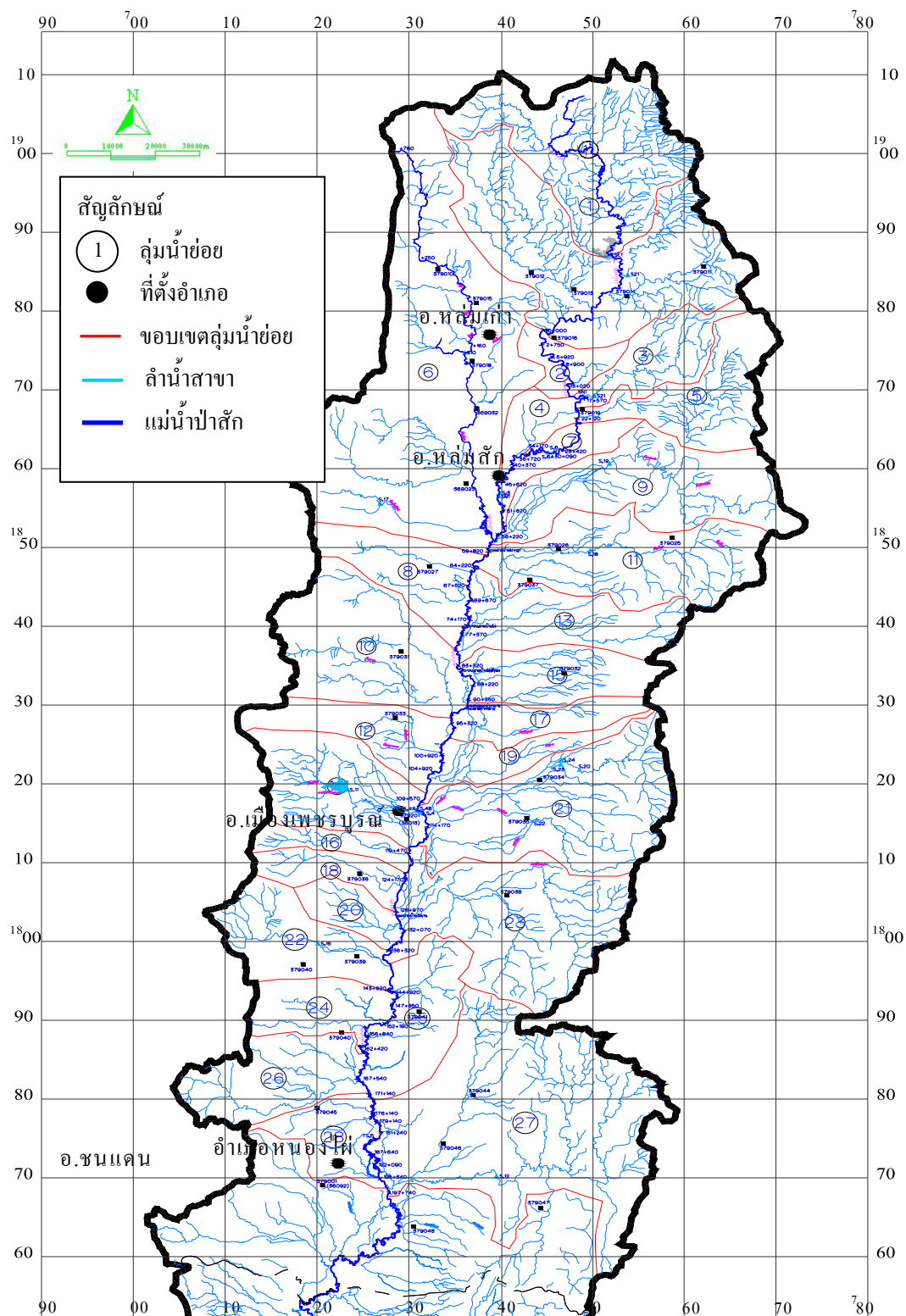
ข้อมูลฝนที่ได้จากสถานีตรวจวัดน้ำฝนทั้งของกรมอุตุนิยมวิทยาและกรมชลประทาน (บางส่วน) ซึ่งเป็นฝนแบบจุด (point rainfall) จะถูกจัดให้อยู่ในรูปแบบของฝนอาณาบริเวณ (catchment rainfall) กระจายลงสู่พื้นที่ระบายน้ำย่อย ต่างๆภายในลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำป่าสัก

3.1.2 ขอบเขตของการคำนวณทางชลศาสตร์

1) ในการจัดทำแบบจำลองของระบบระบายน้ำลุ่มน้ำป่าสัก ผู้ศึกษาได้จัดทำแบบจำลองในลักษณะของแม่น้ำหลักเท่านั้นคือแม่น้ำป่าสัก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณการทำงานในแบบจำลอง เนื่องจากขนาดของแม่น้ำสาขาในลุ่มน้ำมีขนาดที่ไม่ใหญ่และยาวมาก และขนาดของกลุ่มน้ำย่อยมีขนาดเล็กทำให้ไม่เกิดความคลาดเคลื่อนในการประเมินความเร็วในการเดินทางของน้ำในลุ่มน้ำย่อยและระยะการเคลื่อนตัวของน้ำท่ามากนัก

2) การจัดทำแบบจำลองของแม่น้ำสายหลัก (แม่น้ำป่าสัก) เพื่อพิจารณาระดับน้ำในบริเวณเมืองเพชรบูรณ์ ได้ใช้ข้อมูลหน้าตัดขวางจำนวน 50 รูปตัดขวางในช่วงต้นน้ำของกลุ่มน้ำไปจนถึงสถานี TS.5 ซึ่งอยู่ด้านท้ายน้ำของเมืองเพชรบูรณ์และใช้เป็นเงื่อนไขขอบของแบบจำลองทางด้านท้ายน้ำ ซึ่งมีระยะทางห่างจากบริเวณเมืองเพชรบูรณ์ซึ่งเป็นจุดพิจารณาสภาพน้ำที่ต้องการเป็นระยะทางประมาณ 75 กิโลเมตร ซึ่งเป็นระยะทางที่ผลกระทบทางด้านท้ายน้ำส่งมาไม่ถึงพื้นที่ที่ทำการพิจารณา รวมระยะทางตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงสถานี TS.5 ประมาณ 195 กิโลเมตร สำหรับสาขาที่ระบายน้ำลงสู่แม่น้ำป่าสักจะพิจารณาการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนเป็นน้ำท่าจากการคำนวณด้วย SCS ในแต่ละกลุ่มน้ำย่อย

3) การจัดทำอาคารชลศาสตร์ อาคารชลศาสตร์ทั้งที่อยู่ในแม่น้ำป่าสัก ได้ถูกนำมาจัดทำแบบจำลอง โดยใช้หน่วยการจำลองของอาคารชลศาสตร์ต่างๆ ที่มีอยู่ในโปรแกรม อาทิ เช่น ฝาย, ประตูบานโค้ง, ประตูบานตรง, และเครื่องสูบน้ำ เป็นต้น ทั้งนี้ในปัจจุบันอาคารชลศาสตร์ที่มีอยู่ในแม่น้ำป่าสักส่วนใหญ่จะเป็นฝายทดน้ำ ส่วนกรณีที่เกิดน้ำหลาก ฝายทดน้ำดังกล่าวจะส่งผลกระทบน้อยมาก ดังนั้นในเบื้องต้นนี้จึงได้จัดทำอาคารชลศาสตร์เฉพาะเท่าที่จำเป็นเท่านั้น อาคารชลศาสตร์ที่จัดทำในแบบจำลองประกอบด้วย ฝายบ้านวังจาน, ฝายท่ากกตาล, ฝายบ้านโพธิ์ทอง, ฝายบ้านไร่, ฝายบ้านปากดุก



ภาพที่ 17 ลักษณะการแบ่งพื้นที่ระบายน้ำย่อยออกเป็น 28 กลุ่มน้ำย่อย
ที่มา: กรมทรัพยากรน้ำ (2546)

4) เงื่อนไขขอบ ประกอบด้วย

- เงื่อนไขขอบทางด้านเหนือ : ปริมาณน้ำไหลผ่านที่หน้าตัด 0+000
- เงื่อนไขขอบทางด้านท้ายน้ำ : ระดับน้ำในแม่น้ำป่าสักที่สถานี TS.5
- เงื่อนไขขอบทางด้านข้าง : ปริมาณการระบายน้ำของพื้นที่ระบายน้ำริมแม่น้ำป่าสัก

น้ำป่าสัก

5) การจัดทำแบบจำลองจะทำให้ครอบคลุมถึงขอบเขตพื้นที่น้ำหลากและสอดคล้องกับสภาพน้ำหลากที่เกิดขึ้น

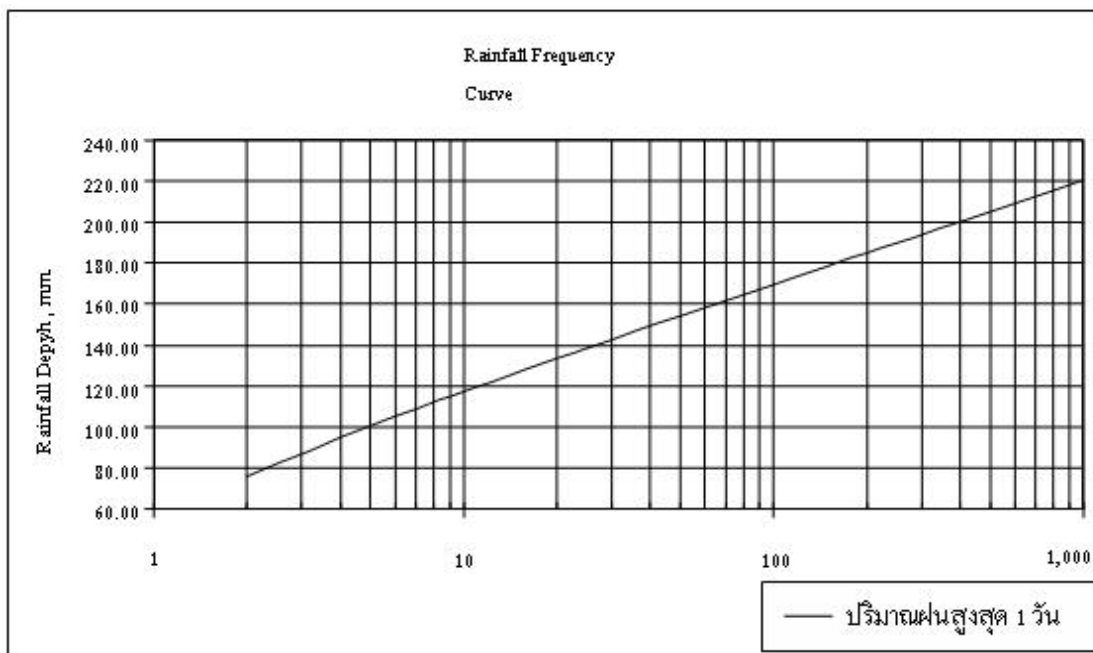
3.2 การวิเคราะห์กราฟน้ำท่วม

3.2.1 จากข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันของสถานีวัดน้ำฝนที่อยู่ในลุ่มน้ำป่าสักที่รวบรวมได้ตั้งแต่ปี พ.ศ.2495 ถึง พ.ศ.2545 เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าบอกระดับ 5, 10, 20, 25, 100 และ 200 ปี โดยทฤษฎีแกมเบล จะได้ผลดังแสดงในตารางที่ 7 และภาพที่ 18

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ค่าบอกระดับของปริมาณน้ำฝน โดยทฤษฎีแกมเบล

คาบอุบัติ (ปี)	ปริมาณน้ำฝน (มม.)
2	75.58
5	100.70
10	117.33
20	138.38
25	139.52
50	153.96
100	169.43
200	184.86

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา (2546)



ภาพที่ 18 การวิเคราะห์ค่าอุบัติเหตุของฝนสูงสุด 1 วัน ของสถานีวัดน้ำฝนในกลุ่มน้ำป่าสัก

3.2.2 ทำการวิเคราะห์กราฟน้ำท่วม (Flood Hydrograph) โดยใช้แบบจำลอง SCS ซึ่งเป็นแบบจำลองที่มีอยู่ในแบบจำลองคณิตศาสตร์ Inforwork RS เพื่อนำไปเป็นข้อมูลเข้าของแบบจำลองสภาพการระบายน้ำที่ไหลผ่านพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งข้อมูลนำเข้าของแบบจำลอง SCS ประกอบด้วย

1) ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง (model parameters) ได้แก่ ค่าดัชนีแสดงสภาพปกคลุมพื้นที่ (CN) ค่าเวลาการเกิดน้ำท่าสูงสุด (T_p) และขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ (A) เป็นต้น ซึ่งเป็นข้อมูลทางกายภาพของพื้นที่รับน้ำ สภาพพื้นผิว และข้อมูลการใช้พื้นที่

2) ข้อมูลฝน เป็นข้อมูลกระจายตัวของความลึกฝนที่เวลาต่าง ๆ มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร

4. การเปรียบเทียบแบบจำลองและการทดสอบแบบจำลอง

เพื่อให้แบบจำลองที่จัดทำขึ้นสามารถใช้เป็นตัวแทนของระบบระบายน้ำตามธรรมชาติของกลุ่มน้ำป่าสัก สำหรับใช้ในการบริหารจัดการน้ำหลากนั้น จะต้องมีการเปรียบเทียบแบบจำลองที่จัดทำขึ้นโดยทางผู้จัดทำได้มีการเปรียบเทียบแบบจำลองในลักษณะการเป็นตัวแทนของทางน้ำเพื่อพิจารณาสภาพน้ำที่เกิดขึ้นในบริเวณที่พิจารณาด้วยข้อมูลตรวจวัดที่มีอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งแบ่งรายละเอียดออกเป็น

4.1 การเปรียบเทียบแบบจำลองทางชลศาสตร์

การเปรียบเทียบแบบจำลองทางชลศาสตร์ได้ดำเนินการ 2 ส่วน อันได้แก่ การเปรียบเทียบกรณีการไหลเป็นแบบ Steady State และกรณีการไหลเป็นแบบ Unsteady State โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 การเปรียบเทียบกรณีการไหลเป็นแบบ Steady State หรือ การเปรียบเทียบแบบสถิตย์ (Static Calibration)

การเปรียบเทียบแบบจำลองในขั้นตอนนี้เป็นการเปรียบเทียบโดยการแก้ไขค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ "n" เพียงอย่างเดียวโดยจะกำหนดอัตราการไหลผ่านสถานีวัดน้ำต่าง ๆ ให้มีค่าคงที่ คือจะเป็นการพิจารณาเปรียบเทียบแบบจำลองพลศาสตร์โดยไม่นำการผันแปรของระดับน้ำและปริมาณน้ำมาพิจารณา เพื่อทำการตรวจสอบระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลองและจาก Rating Curve (ของกรมชลประทาน) ที่อัตราการไหลเดียวกันว่าใกล้เคียงกันหรือไม่ ทั้งนี้การเปรียบเทียบจะเลือกใช้กรณีเหตุการณ์ที่มีปริมาณน้ำไม่เกินกว่าเหตุการณ์น้ำท่วมปี 2545 มาใช้ในการเปรียบเทียบ (เพื่อลดผลกระทบจากการกีดขวางทางน้ำที่ยังไม่มีข้อมูล)

ทั้งนี้จากการเปรียบเทียบกรณีการไหลแบบ Steady State ทำให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของการไหลในทางน้ำที่อาจจะมีผลกระทบจากการกีดขวางทางน้ำที่ไม่ทราบข้อมูลรวมอยู่ด้วย แต่จะมีผลกระทบไม่มากนัก เนื่องจากการเลือกเหตุการณ์เปรียบเทียบจะเป็นช่วงที่มีน้ำมาก

4.1.2 การปรับเทียบกรณีการไหลเป็นแบบ Unsteady State หรือ การปรับเทียบแบบพลศาสตร์ (Dynamic Calibration)

การปรับเทียบแบบจำลองในขั้นตอนนี้เป็นการปรับเทียบโดยการปรับแก้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของการไหลหลาก สัมประสิทธิ์ของการไหลคืน และสัมประสิทธิ์ของการสูญเสียพลังงาน โดยอาศัยข้อมูลปริมาณน้ำท่า (ได้จากแบบจำลองอุทกวิทยา, SCS) ข้อมูลการผันแปรของระดับน้ำ ปริมาณน้ำและการควบคุมอาคารชลศาสตร์ตามเวลาต่าง ๆ มาใช้ในการปรับเทียบแบบจำลอง โดยในการปรับเทียบจะพิจารณาความสอดคล้องของการผันแปรข้อมูลระดับน้ำที่คำนวณได้กับข้อมูลระดับน้ำที่ตรวจวัดได้

4.2 การทดสอบแบบจำลอง

เพื่อพิสูจน์ว่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการปรับเทียบแบบจำลองมีความถูกต้อง โดยการนำแบบจำลองไปใช้ในการจำลองสภาพน้ำท่วมที่เกิดขึ้นในปีอื่นๆ โดยใช้พารามิเตอร์ที่ได้จากการปรับเทียบในการคำนวณ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้นำแบบจำลองไปใช้ในการจำลองสภาพน้ำท่วมระหว่างวันที่ 3 สิงหาคม 2544 ถึงวันที่ 15 สิงหาคม 2544 และระหว่างวันที่ 8 กันยายน 2543 ถึงวันที่ 14 กันยายน 2543

5. การทดสอบความไวของแบบจำลอง

การทดสอบความไวของแบบจำลอง จะพิจารณาให้มีการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของคลองแตกต่างจากที่ได้จากการปรับเทียบ โดยจะสมมติให้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของทางน้ำมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลง 20% เพื่อตรวจสอบความไวของการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในระบบระบายน้ำหลักก่อนตัดสินใจนำแบบจำลองไปใช้ในการบริหารจัดการน้ำท่วมต่อไป

6. การบริหารจัดการน้ำท่วม

เนื่องจากเหตุการณ์อุทกภัยในพื้นที่เมืองเพชรบูรณ์ ในปี พ.ศ.2543 , พ.ศ.2544 และ พ.ศ. 2545 (โดยเฉพาะในปี พ.ศ.2545 ได้เกิดน้ำท่วมใหญ่กว่าทุกปี) ก่อให้เกิดความเสียหายในชีวิตและทรัพย์สินของราษฎรและทางราชการเป็นจำนวนมาก ดังนั้นในการศึกษาแนวทางบรรเทาอุทกภัยพื้นที่เมืองเพชรบูรณ์ จึงได้นำแบบจำลองคณิตศาสตร์ InfoWorks RS มาจำลองสภาพน้ำท่วม และทำการศึกษานโยบายการบรรเทาปัญหาอุทกภัยที่ทำให้เกิดความเสียหายในชีวิตและทรัพย์สินของราษฎรและทางราชการ ด้วยมาตรการต่างๆ เช่น การชะลอการไหลของน้ำไว้ในอ่างเก็บน้ำเหนือพื้นที่เมืองเพชรบูรณ์ การขุดลอกแม่น้ำป่าสัก (ดังแสดงในภาพที่ 19) รวมถึงการสร้างคันกั้นน้ำ เป็นต้น ทั้งนี้ในการบริหารจัดการน้ำที่ทำให้เกิดปัญหาอุทกภัยเขตเมืองเพชรบูรณ์ จะกำหนดให้ทางเลือกต่างๆมีการทดสอบให้โครงข่ายทางน้ำสามารถรองรับปริมาณน้ำท่าที่คาบอุบัติ 10 ปี (ซึ่งเป็นปริมาณน้ำทำให้เกิดอุทกภัยในปี พ.ศ.2545) และตรวจสอบดูว่าในแต่ละทางเลือกยังสามารถรองรับน้ำท่าที่คาบอุบัติ 20 ปี และคาบอุบัติ 50 ปี ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นได้ในอนาคตได้หรือไม่ ดังแสดงรายละเอียดในแต่ละทางเลือก ดังนี้

1) ทางเลือกที่ 1: ขุดลอกแม่น้ำป่าสัก โดยเป็นการทดสอบโครงข่ายทางน้ำกรณีการไหลที่คาบอุบัติ 10 ปี, 20 ปี, และ 50 ปี ในกรณีที่มีการขุดลอกแม่น้ำป่าสักตั้งแต่ กม.0+000 – กม. 180+000 (แสดงในภาพที่ 19) โดยขุดลอกลึก 2.00 เมตร เป็นรูปร่างสี่เหลี่ยมคางหมู มีความลาดชันด้านข้าง 3 ค่า จากกันแม่น้ำถึงตลิ่ง คือ 1:10, 1:3.5 และ 1:2 (แสดงในภาพที่ 20) ซึ่งการขุดลอกแม่น้ำป่าสักนั้นเป็นทางเลือกที่ลงทุนไม่มากนัก ไม่ส่งผลกระทบต่อพื้นที่ทำกิน หรือพื้นที่อยู่อาศัยของราษฎรในพื้นที่ และนอกจากจะทำให้ทางน้ำมีหน้าตัดที่มากขึ้นแล้วการขุดลอกยังเป็นการกำจัดสิ่งกีดขวางทางน้ำให้น้ำสามารถได้ไหลอย่างสะดวกอีกด้วย จึงเป็นทางเลือกที่มีความเป็นไปได้ค่อนข้างสูง

2) ทางเลือกที่ 2: สร้างคันกั้นน้ำ โดยเป็นการทดสอบโครงข่ายทางน้ำกรณีการไหลที่คาบอุบัติ 10 ปี, 20 ปี, และ 50 ปี ในกรณีที่มีการสร้างคันกั้นน้ำตลอดแนว (แสดงในภาพที่ 19) ซึ่งในการพิจารณาว่าต้องสร้างคันกั้นน้ำสูงเท่าไร บริเวณไหนบ้าง จะต้องดูจากค่าระดับน้ำที่หน้าตัดต่างๆ หรือดูในกราฟว่าบริเวณไหนมีค่าระดับน้ำสูงกว่าระดับตลิ่งเท่าใด ก็จะพิจารณาสร้างคันกั้นน้ำสูงกว่านั้นเล็กน้อย การสร้างคันกั้นน้ำจะเป็นการเพิ่มหน้าตัดการไหลของทางน้ำให้มากขึ้น ทำให้สามารถรองรับระดับน้ำในแม่น้ำที่สูงขึ้นได้ แต่การสร้างคันกั้นน้ำจะทำให้ต้องเสียพื้นที่ริมตลิ่ง

อย่างน้อยข้างละ ประมาณ 6.00 เมตร(ขึ้นอยู่กับความสูงของคันกั้นน้ำ) ซึ่งอาจจะทำให้เกิดปัญหากับมวลชนได้ จึงจะต้องทำความเข้าใจกับราษฎรชี้แจงให้เห็นถึงความจำเป็นในการป้องกันการเกิดอุทกภัย

3) ทางเลือกที่ 3 : สร้างคันกั้นน้ำและสร้างอ่างเก็บน้ำทางตอนบนของกลุ่มน้ำป่าสัก โดยเป็นการทดสอบโครงข่ายทางน้ำกรณีการไหลที่คาบอุบัติ 10 ปี, 20 ปี, และ 50 ปี ในกรณีที่มีการสร้างคันกั้นน้ำตลอดแนว รวมทั้งมีการสร้างอ่างเก็บน้ำอุมะทาด อยู่เหนือ กม.0+000 ซึ่งเป็นอ่างเก็บน้ำที่กรมชลประทานได้มีการพิจารณารายละเอียดในเบื้องต้นไว้แล้ว ซึ่ง เป็นอ่างฯที่กั้นลำห้วยไผ่ พิกัดหัวงานอยู่ที่ พิกัด 523-868 ระหว่าง 5243 II แผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร และจากการพิจารณาผลกระทบจากอ่างเก็บน้ำบ้านอุมะทาดในเบื้องต้น จะได้ว่า

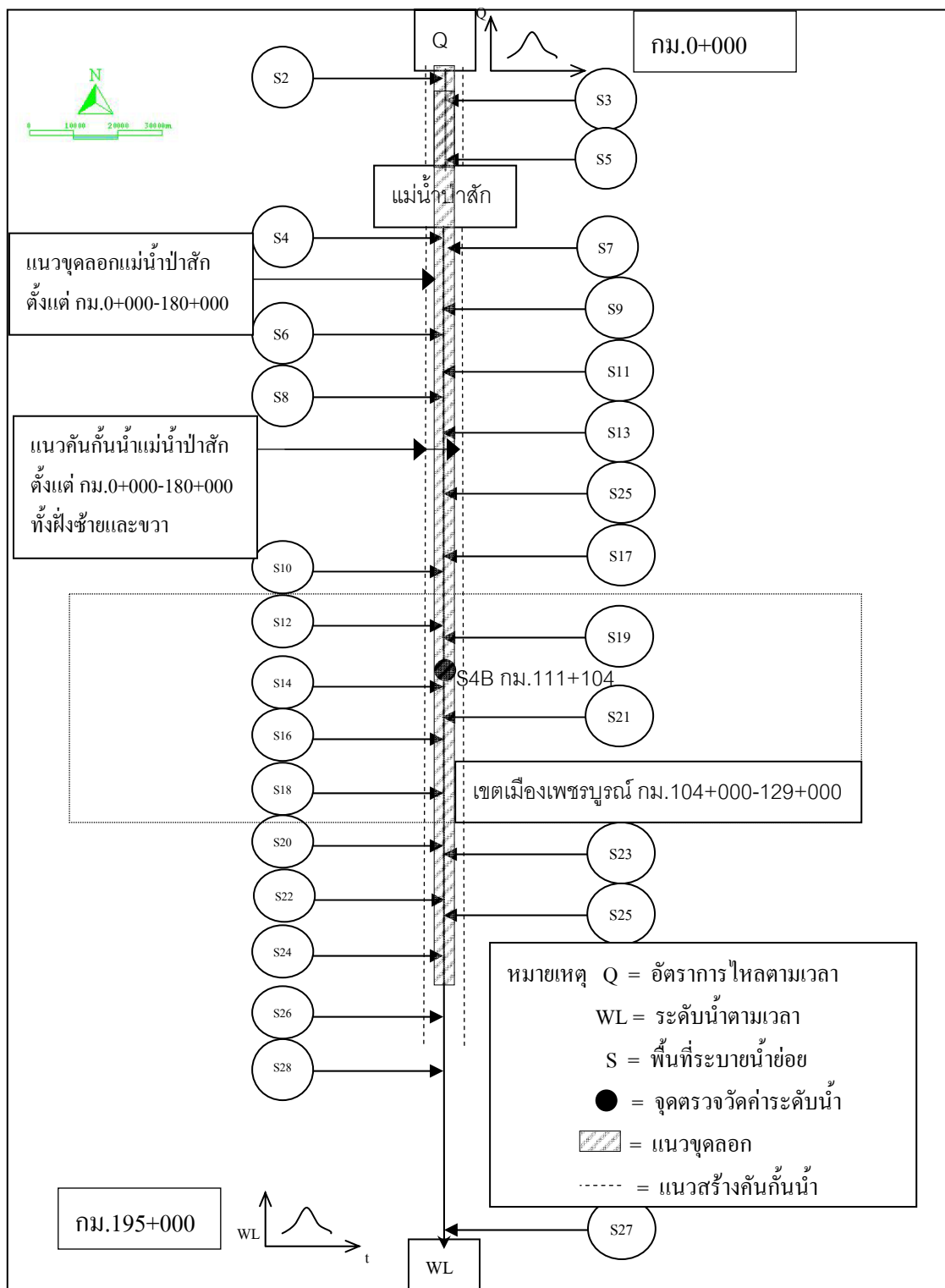
พื้นที่ลุ่มน้ำเหนือจังหวัดเพชรบูรณ์ประมาณ 3,271 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ลุ่มน้ำเหนืออ่างเก็บน้ำอุมะทาดประมาณ 335 ตารางกิโลเมตร (ประมาณ 10 เปอร์เซนต์) กรณีฝนตกสูงสุด 100 มม. ใน 1 วัน จะได้ปริมาณน้ำเข้าอ่างฯ 33.5 ล้านลูกบาศก์เมตร (คือน้ำท่าจากฝน 100 เปอร์เซนต์) จากปริมาณเก็บกักของอ่างฯ 53.49 ล้านลูกบาศก์เมตร (จากการพิจารณาเบื้องต้นของกรมชลประทาน) จะเห็นว่า แม้ว่าจะคำนวณโดยใช้ปริมาณฝนสูงถึง 100 มม. ใน 1 วัน และคือน้ำท่าถึง 100 เปอร์เซนต์จากน้ำฝน (คิดกรณีวิกฤต) จะพบว่าปริมาณเก็บกักของอ่างฯสามารถรับน้ำที่เกิดจากฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำเหนืออ่างฯได้ทั้งหมด (ถ้าหากมีการพร่องน้ำในอ่างฯ ไว้สำหรับรองรับช่วงน้ำหลาก) ดังนั้นในการศึกษากรณีที่มีการบริหารอ่างฯ จึงใช้ค่าปริมาณการไหลผ่าน กม.0+000ในแต่ละคาบอุบัติมาหักปริมาณน้ำที่จะเก็บในอ่างฯออก ดังนี้

คาบอุบัติ 10 ปี ปริมาณการไหลที่ใช้ศึกษา = 199.8 ลบ.ม./วินาที (เดิม 222 ลบ.ม./วิ)

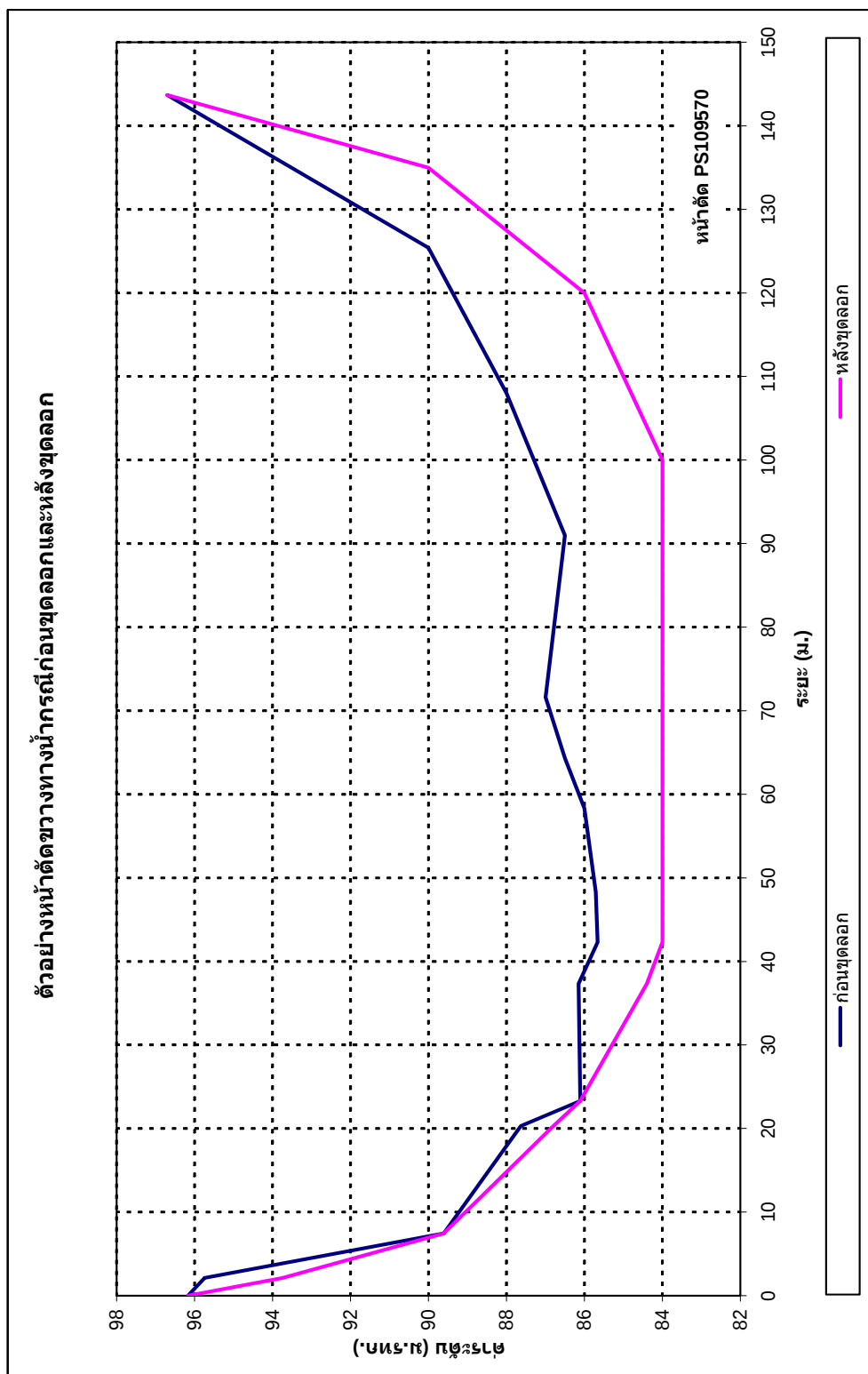
คาบอุบัติ 20 ปี ปริมาณการไหลที่ใช้ศึกษา = 223.2 ลบ.ม./วินาที (เดิม 248 ลบ.ม./วิ)

คาบอุบัติ 50 ปี ปริมาณการไหลที่ใช้ศึกษา = 247.5 ลบ.ม./วินาที (เดิม 275 ลบ.ม./วิ)

การสร้างอ่างเก็บน้ำจะช่วยให้ การสร้างคันกั้นน้ำมีระดับไม่สูงมากนัก ทำให้ไม่ต้องเสียพื้นที่ริมตลิ่งแม่น้ำมากจนเกินไป ลดปัญหามวลชนที่อาจจะเกิดขึ้นได้บ้าง และนอกจากนี้การสร้างอ่างเก็บน้ำนอกจากจะเป็นการชะลอน้ำท่าแล้ว ในหน้าแล้งยังสามารถนำน้ำที่เก็บกักไว้มาใช้ประโยชน์ทางด้านการเกษตร การอุปโภค บริโภค และการท่องเที่ยวได้อีกด้วย



ภาพที่ 19 ฟังแสดงแนวการชุดลอกและสร้างคันกันน้ำทั้งฝั่งซ้ายและขวาของแม่น้ำป่าสักตอนบน

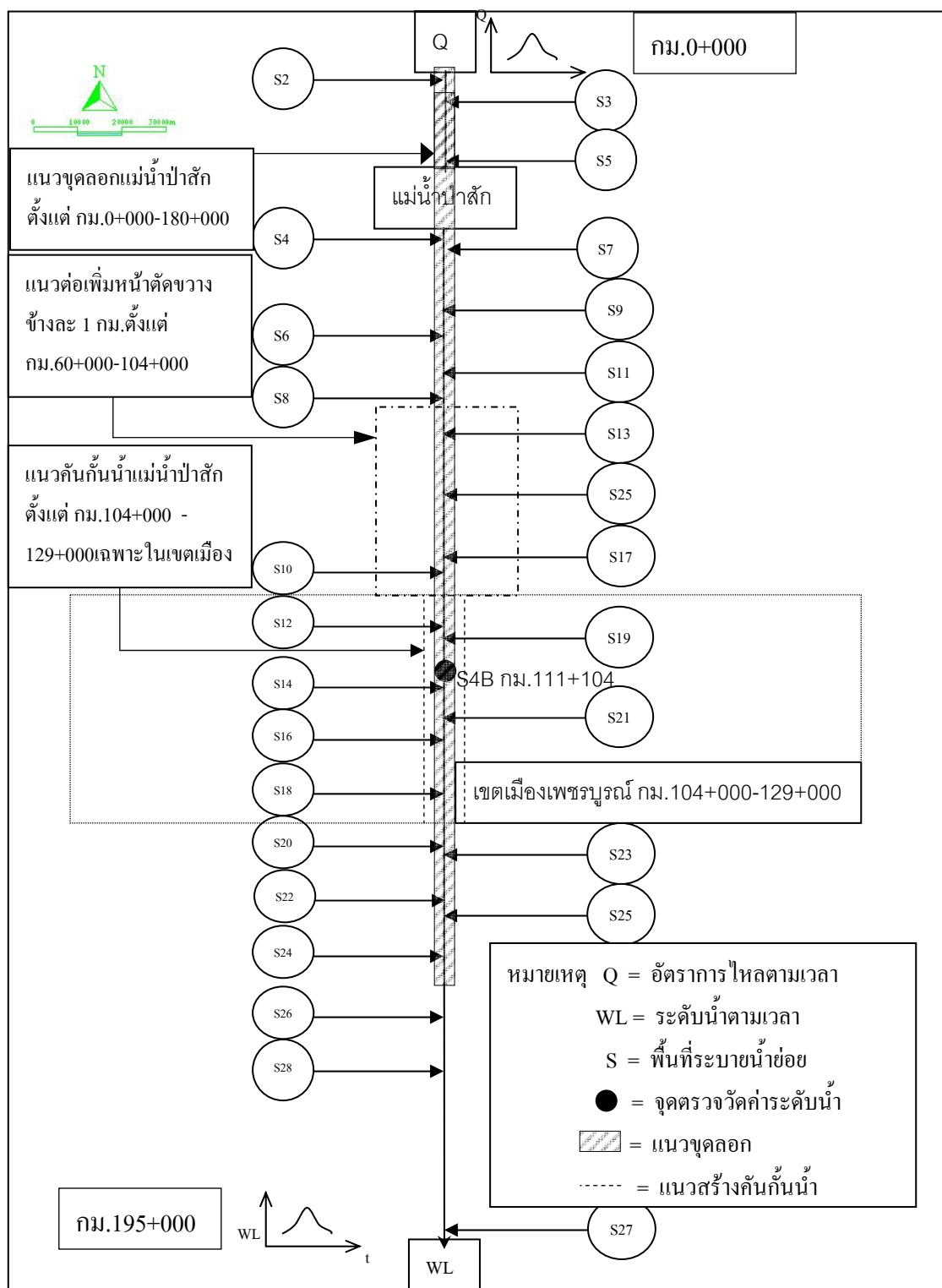


ภาพที่ 20 ตัวอย่างลักษณะการขุดลอกในแม่น้ำป่าสัก

4) ทางเลือกที่ 4 : สร้างคันกั้นน้ำและขุดลอก 2.00 ม. โดยเป็นการทดสอบโครงข่ายทางน้ำที่คาบอุบัติ 10 ปี, 20 ปี, และ 50 ปี กรณีที่มีการสร้างคันกั้นน้ำบริเวณตลิ่งของแม่น้ำป่าสักตลอดทั้งแนว รวมทั้งมีการขุดลอกทางน้ำลึกประมาณ 2.00 ม. ตลอดช่วงทางยาวของแม่น้ำป่าสัก การรวมทางเลือกที่ 1 และทางเลือกที่ 2 จะเป็นการทำให้แม่น้ำป่าสัก สามารถรองรับน้ำท่วมได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

5) ทางเลือกที่ 5 : สร้างคันกั้นน้ำ สร้างอ่างเก็บน้ำ และขุดลอก 2.00 ม. โดยเป็นการทดสอบโครงข่ายทางน้ำที่คาบอุบัติ 10 ปี, 20 ปี, และ 50 ปี กรณีที่มีการสร้างคันกั้นน้ำบริเวณตลิ่งของแม่น้ำป่าสักตลอดทั้งแนว บวกกับการสร้างอ่างเก็บน้ำอุ่มกะทาด รวมทั้งมีการขุดลอกทางน้ำลึกประมาณ 2.00 ม. ตลอดช่วงทางยาวของแม่น้ำ การรวมเอา 3 มาตรการ คือการสร้างคันกั้นน้ำ สร้างอ่างเก็บน้ำ และขุดลอกแม่น้ำลึก 2.00 ม.จะมีข้อดีเหมือนกับทางเลือกที่ 4 และยังสามารถลดระดับการสร้างคันกั้นน้ำลงได้อีก ซึ่งจะทำให้เสียพื้นที่ริมตลิ่งน้อยลงจากทางเลือกที่ 2 ,3 และ 4

6) ทางเลือกที่ 6 : สร้างคันกั้นน้ำเฉพาะตัวเมืองเพชรบูรณ์ สร้างอ่างเก็บน้ำ และขุดลอก 2 ม. โดยเป็นการทดสอบโครงข่ายทางน้ำที่คาบอุบัติ 10 ปี, 20 ปี, และ 50 ปี กรณีที่มีการสร้างคันกั้นน้ำบริเวณตลิ่งของแม่น้ำป่าสักเฉพาะบริเวณตัวเมืองเพชรบูรณ์(หน้าตัด กม.109+570-กม.114+170) ส่วนบริเวณด้านเหนือและท้ายเมืองให้มีการท่วมตลิ่ง โดยมีการต่อเพิ่มหน้าตัดขวางทางน้ำเดิมออกไปข้างละประมาณ 1 กิโลเมตร เพื่อเป็นพื้นที่น้ำหลาก บวกกับการสร้างอ่างเก็บน้ำอุ่มกะทาด รวมทั้งมีการขุดลอกทางน้ำลึกประมาณ 2.00 ม.ตลอดช่วงทางยาวของแม่น้ำป่าสัก ในทางเลือกนี้นั้น จะทำให้ประหยัดงบประมาณในการสร้างคันกั้นน้ำลงได้อีก เพราะจะสร้างคันกั้นน้ำเฉพาะในตัวเมืองเพชรบูรณ์เท่านั้น



ภาพที่ 21 แสดงแนวการขุดลอกและสร้างคันกันน้ำเฉพาะในเขตเมืองเพชรบูรณ์

ผลและวิจารณ์

1. ผลการวิเคราะห์ค่าบัพติของฝนที่ทำให้เกิดอุทกภัยในปี พ.ศ.2545 พ.ศ.2544 และพ.ศ.2543

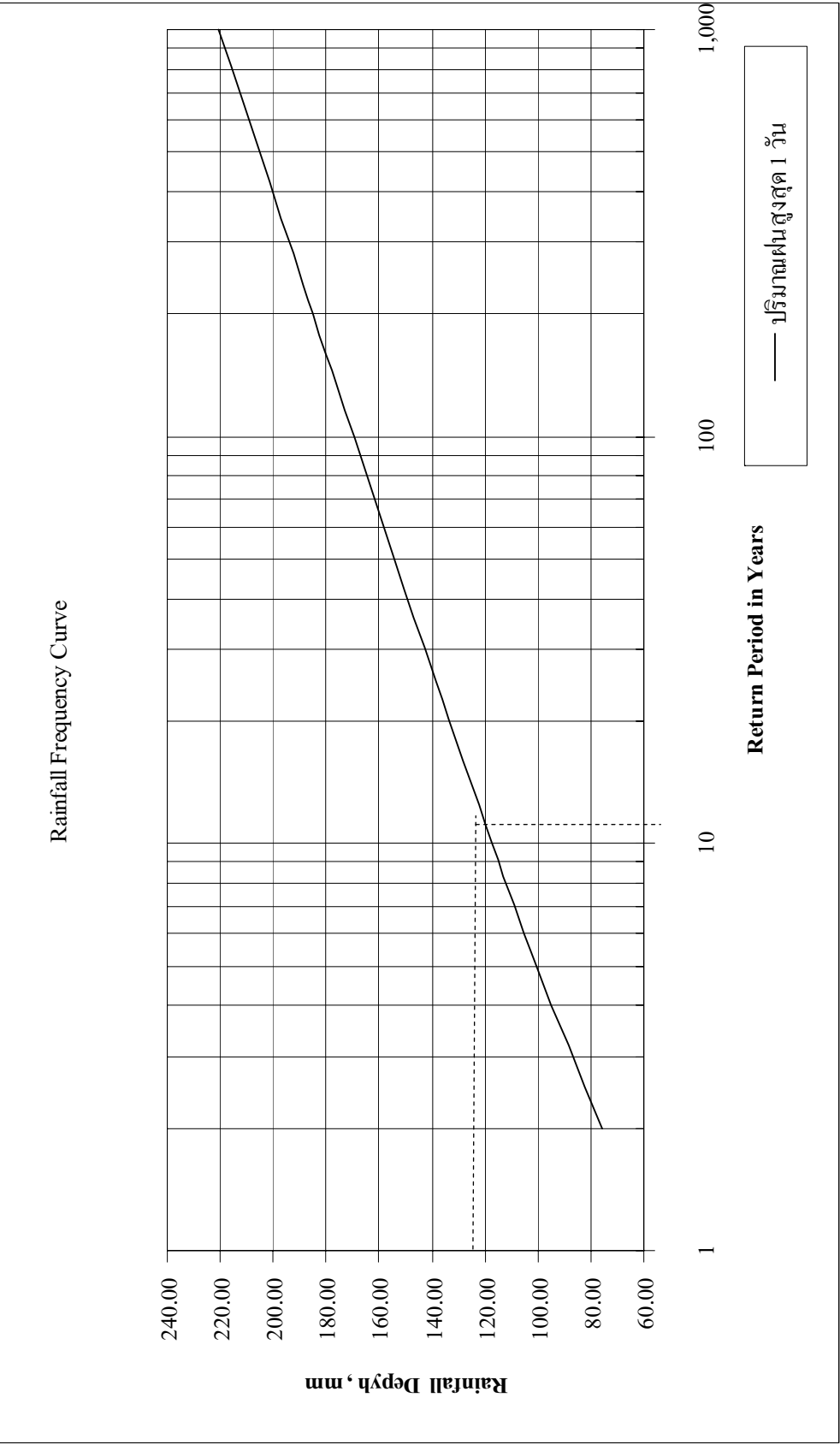
เหตุการณ์น้ำท่วมพื้นที่เขตเมืองเพชรบูรณ์ในช่วงเดือนสิงหาคม ปี พ.ศ.2545 เมื่อทำการวิเคราะห์ฝนที่ค่าบัพติต่างๆ พบว่าเหตุการณ์ดังกล่าวมีปริมาณฝนสูงสุด 1 วันเท่ากับ 125.03 มม. ซึ่งจะเทียบเท่าค่าบัพติประมาณ 10 ปี และเหตุการณ์น้ำท่วมในช่วงเดือนสิงหาคม ปี พ.ศ.2544 กับช่วงเดือนกันยายน ปี พ.ศ.2543 ซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบแบบจำลอง มีปริมาณฝนสูงสุด 1 วันเท่ากับ 122.3 มม. และ 121.2 มม. ตามลำดับ คิดเป็นฝนที่ค่าบัพติประมาณ 10 ปี ดังแสดงในภาพที่ 22

2. ผลการวิเคราะห์ค่าบัพติของน้ำท่าที่ทำให้เกิดอุทกภัยในปี พ.ศ.2545 พ.ศ.2544 และพ.ศ.2543

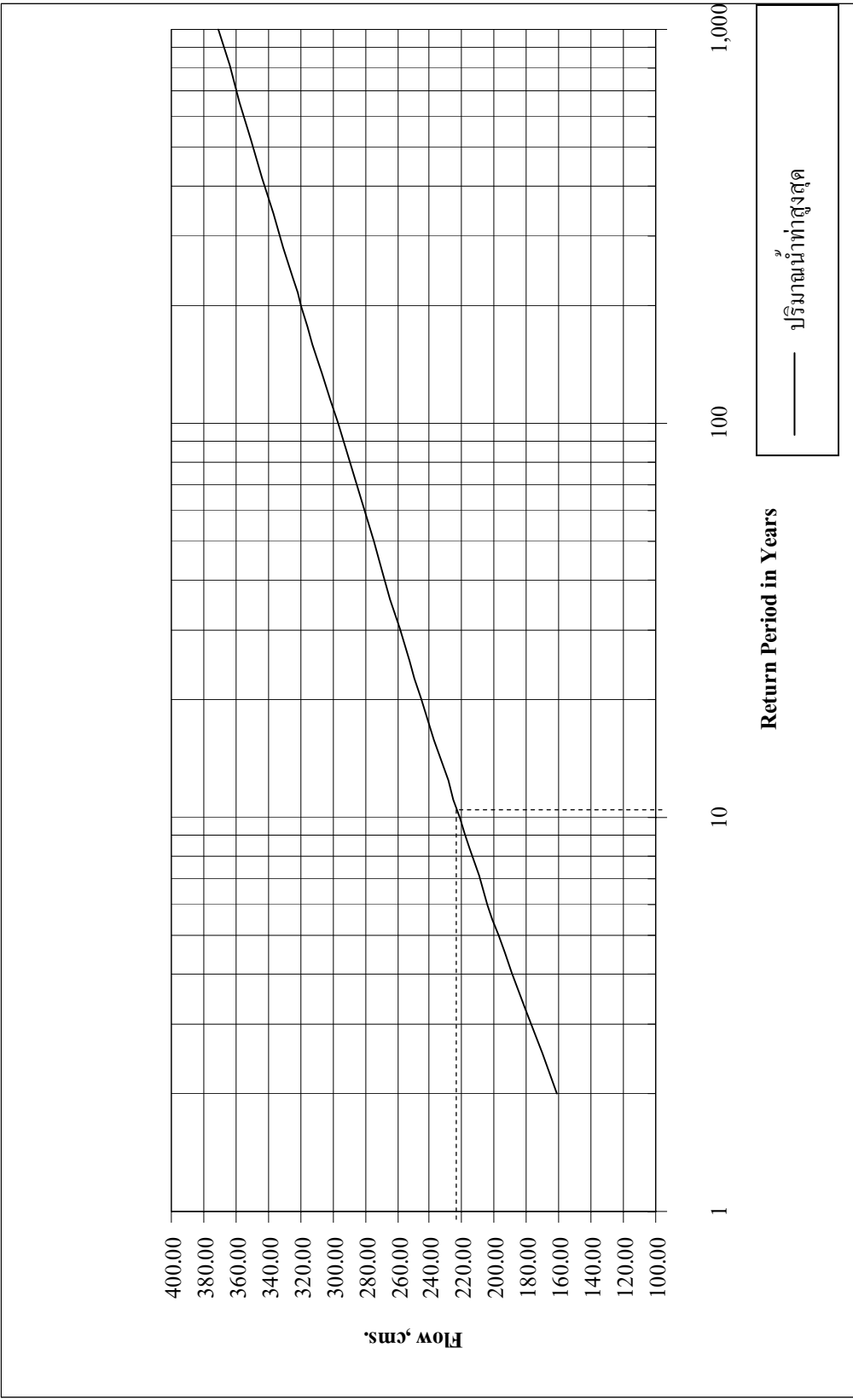
เหตุการณ์น้ำท่วมพื้นที่เขตเมืองเพชรบูรณ์ในช่วงเดือนสิงหาคม ปี พ.ศ.2545 สามารถวัดปริมาณน้ำในแม่น้ำป่าสักที่สถานีวัด S4B. อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ วัดปริมาณน้ำได้สูงสุด ณ วันที่ 25 สิงหาคม 2545 ได้ 226 ลบ.ม./วินาที เทียบเท่าค่าบัพติประมาณ 10 ปี และเหตุการณ์น้ำท่วมในช่วงเดือนสิงหาคม ปี พ.ศ.2544 กับช่วงเดือนกันยายน ปี พ.ศ.2543 ซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบแบบจำลอง มีปริมาณน้ำท่าเท่ากับ 201.5 ลบ.ม./วินาที และ 205 ลบ.ม./วินาที ตามลำดับ คิดเป็นน้ำท่าที่ค่าบัพติประมาณ 6 ปีดังแสดงในตารางที่ 8 และภาพที่ 23

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ค่าบัพติของปริมาณน้ำท่าโดยทฤษฎีแก้มเบล

คาบอุบัติ (ปี)	ปริมาณน้ำท่า (ลบ.ม./วินาที)
2	161.16
5	197.52
10	221.59
20	232.08
25	252.05
50	274.61
100	297.02
200	319.36



ภาพที่ 22 การวิเคราะห์ค่าบอกระดับของฝนสูงสุด 1 วัน ของสถานีวัดน้ำฝนในกลุ่มน้ำป่าสัก ณ.เหตุการณ์น้ำท่วม ปี พ.ศ.2545



ภาพที่ 23 การวิเคราะห์ค่าอุปบัติของน้ำท่าในแม่น้ำน้ำปาด

3. ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองและการทดสอบแบบจำลอง

เพื่อให้แบบจำลองที่จัดทำขึ้นสามารถใช้เป็นตัวแทนของระบบระบายน้ำตามธรรมชาติของกลุ่มน้ำป่าสัก สำหรับใช้ในการบริหารจัดการน้ำหลากนั้น จะต้องมีการปรับเทียบแบบจำลองที่จัดทำขึ้นโดยทางผู้จัดทำได้มีการปรับเทียบแบบจำลองในลักษณะการเป็นตัวแทนของทางน้ำเพื่อพิจารณาสภาพน้ำที่เกิดขึ้นในบริเวณที่พิจารณาด้วยข้อมูลตรวจวัดที่มีอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งแบ่งรายละเอียดออกเป็น

3.1 การปรับเทียบแบบจำลองทางชลศาสตร์

การปรับเทียบแบบจำลองทางชลศาสตร์ได้ดำเนินการ 2 ส่วน อันได้แก่ การปรับเทียบกรณีการไหลเป็นแบบ Steady State และกรณีการไหลเป็นแบบ Unsteady State โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 การปรับเทียบกรณีการไหลเป็นแบบ Steady State หรือ การปรับเทียบแบบสถิตย์ (Static Calibration)

การปรับเทียบแบบจำลองในขั้นตอนนี้เป็นการปรับเทียบโดยการแก้ไขค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ "n" เพียงอย่างเดียวโดยจะกำหนดอัตราการไหลผ่านสถานีวัดน้ำต่าง ๆ ให้มีค่าคงที่ คือจะเป็นการพิจารณาปรับเทียบแบบจำลองพลศาสตร์โดยไม่นำการผันแปรของระดับน้ำและปริมาณน้ำมาพิจารณา เพื่อทำการตรวจสอบระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลองและจาก Rating Curve (ของกรมชลประทาน) ที่อัตราการไหลเดียวกันว่าใกล้เคียงกันหรือไม่ ทั้งนี้การปรับเทียบจะเลือกใช้กรณีเหตุการณ์ที่มีปริมาณน้ำไม่เกินกว่าเหตุการณ์น้ำท่วมปี 2545 มาใช้ในการปรับเทียบ (เพื่อลดผลกระทบจากการกีดขวางทางน้ำที่ยังไม่มีข้อมูล)

ทั้งนี้จากการปรับเทียบกรณีการไหลแบบ Steady State ทำให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของการไหลในทางน้ำที่อาจจะมีผลกระทบจากการกีดขวางทางน้ำที่ไม่ทราบข้อมูลรวมอยู่ด้วย แต่จะมีผลกระทบไม่มากนัก เนื่องจากการเลือกเหตุการณ์ปรับเทียบจะเป็นช่วงที่มีน้ำมาก

ผลจากการปรับเทียบกรณีการไหลเป็นแบบ Steady State หรือ การปรับเทียบแบบสถิตย์ (Static Calibration) แสดงได้ดังตารางที่ 9 และภาพที่ 24 และค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ “n” แสดงได้ดังตารางที่ 10 ซึ่งผลจากการปรับเทียบนี้พบว่า ที่ปริมาณน้ำ 50 100 และ 150 ลบ.ม./วินาที ค่าระดับน้ำต่างกัน 0.10 0.19 และ 0.15 ม.ตามลำดับ และค่าสัมประสิทธิ์ “n” ที่ได้จากการปรับเทียบแบบจำลองมีอยู่ 2 ค่า คือ จากต้นน้ำกม.0+000 ถึงสถานีวัดน้ำท่า S4B.กม.111+104 มีค่าสัมประสิทธิ์ “n” เท่ากับ 0.055 จากการตรวจสอบกับสภาพภูมิประเทศจริง พบว่า สิ่งที่ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ “n” มีค่าสูงก็เนื่องมาจาก สภาพลำน้ำทางด้านต้นน้ำเป็นป่ารกชัฏที่ขึ้นอยู่ตามริมแม่น้ำ ความลาดชันของท้องน้ำมีค่าสูง รวมถึงในช่วงหน้าฝนจะพบว่าจะมีตะกอนลอยมาตามแม่น้ำเป็นจำนวนมาก ซึ่งล้วนแล้วแต่เป็นปัจจัยที่ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์มีค่าสูง และจากสถานีวัดน้ำท่า S4B.กม.111+104 ถึงสถานี TS.5 ที่กม.184+350 มีค่าสัมประสิทธิ์ “n” เท่ากับ 0.045 ซึ่งจะเห็นได้ว่า น้อยกว่าในช่วงต้นน้ำ ซึ่งมีสาเหตุมาจากสภาพลำน้ำในบริเวณตัวเมืองมีการปรับแต่งลำน้ำให้ราบเรียบขึ้น ความลาดชันก็มีค่าน้อยลง

ตารางที่ 9 ผลการปรับเทียบแบบจำลองในเบื้องต้น

ปริมาณน้ำในการปรับเทียบแบบ Static (ลบ.ม./วินาที)	ค่าระดับน้ำที่สถานี S4B. (ม.รทก.)	ค่าระดับน้ำจากแบบจำลอง (ม.รทก.)
50	91.38	91.48
100	91.56	93.75
150	95.64	95.79

ตารางที่ 10 ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระในลำน้ำ กรณีปรับเทียบแบบสถิตย์

ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระในลำน้ำ	n
ต้นน้ำ-สถานี S4B.	0.055
สถานีS4B.-สถานีTS.5	0.045

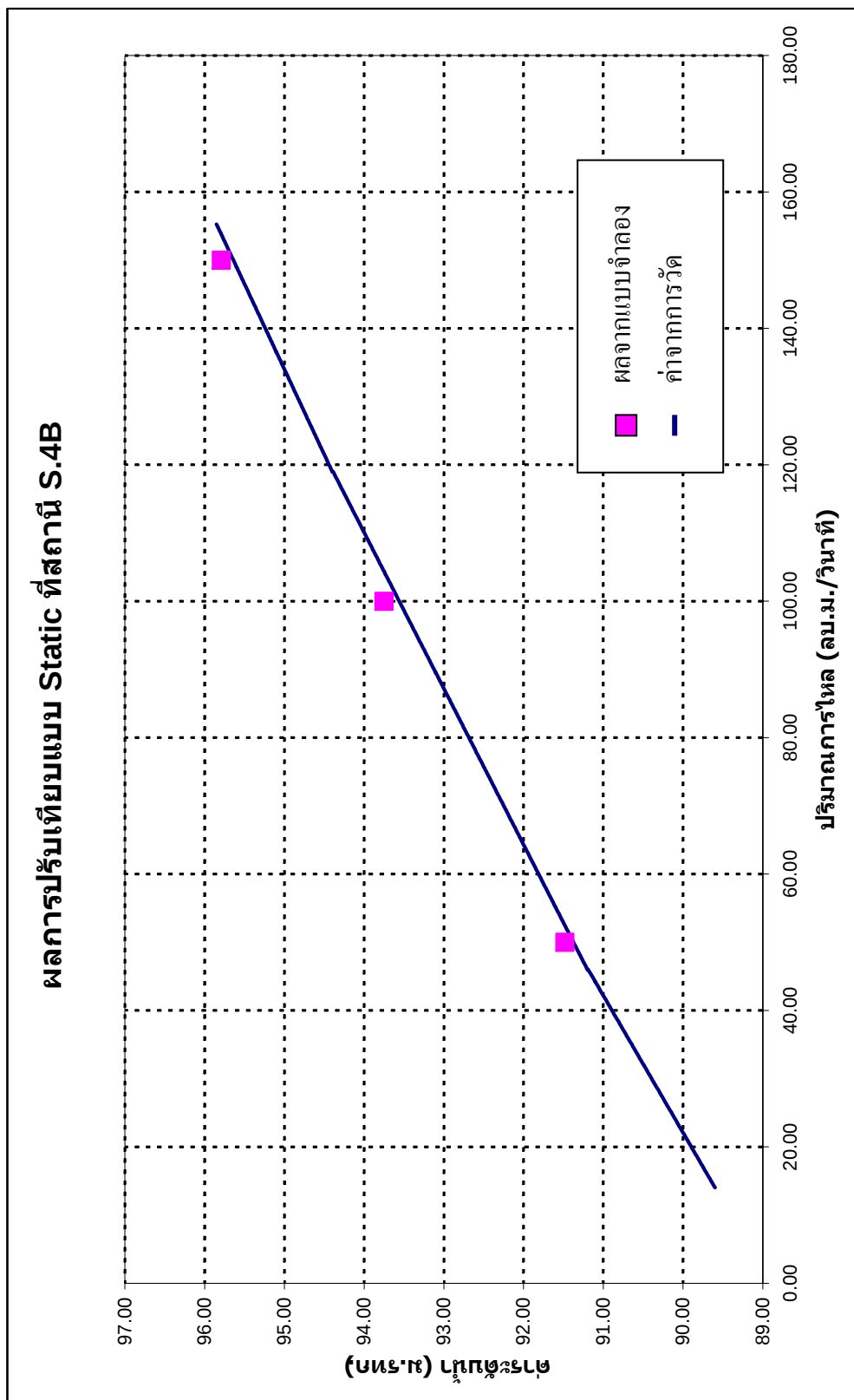
3.1.2 การปรับเทียบกรณีการไหลเป็นแบบ Unsteady State หรือ การปรับเทียบแบบพลศาสตร์ (Dynamic Calibration)

การปรับเทียบแบบจำลองในขั้นตอนนี้เป็นการปรับเทียบโดยการปรับแก้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของการไหล สัมประสิทธิ์ของการไหลสั้น และสัมประสิทธิ์ของการสูญเสียพลังงาน โดยอาศัยข้อมูลปริมาณน้ำท่า (ได้จากแบบจำลองอุทกวิทยา, SCS) ข้อมูลการผันแปรของระดับน้ำ ปริมาณน้ำและการควบคุมอาคารชลศาสตร์ตามเวลาต่าง ๆ มาใช้ในการปรับเทียบแบบจำลอง โดยในการปรับเทียบจะพิจารณาความสอดคล้องของการผันแปรข้อมูลระดับน้ำที่คำนวณได้กับข้อมูลระดับน้ำที่ตรวจวัดได้

ผลการปรับเทียบกรณีการไหลเป็นแบบ Unsteady State หรือ การปรับเทียบแบบพลศาสตร์ (Dynamic Calibration) แสดงได้ดังภาพที่ 25 และค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ “n” ในลำน้ำ แสดงได้ดังตารางที่ 11 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ “n” ในทุ่งน้ำท่วม(กรณีน้ำไหลสั้นคลื่น) มีค่า 0.090 ซึ่งค่าค่อนข้างสูงก็เนื่องมาจาก ในทุ่งน้ำท่วมสภาพภูมิประเทศเต็มไปด้วยสิ่งกีดขวางทางน้ำ เช่น ต้นไม้ เนินดิน เป็นต้น จากผลการปรับเทียบพบว่าค่าระดับน้ำ ณ สถานี S4B ที่ได้จากการตรวจวัดกับค่าระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลอง มีค่าความแตกต่างเฉลี่ย 0.089 ม. และค่าความแตกต่างสูงสุด 0.459 ม. ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์รับได้

ตารางที่ 11 ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระในลำน้ำ กรณีปรับเทียบแบบพลศาสตร์

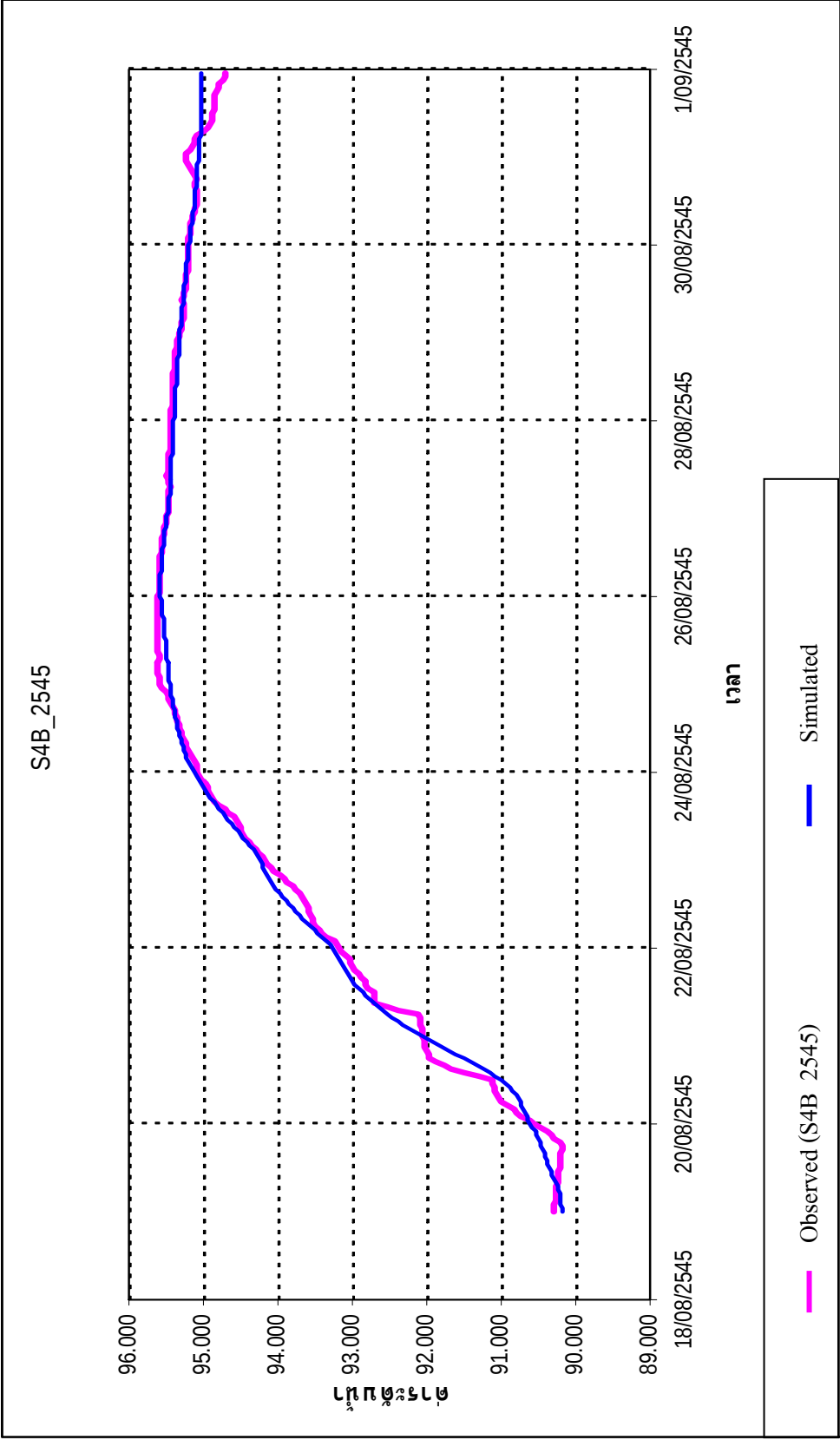
ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระในลำน้ำ	n	
	ทางน้ำ	ทุ่งน้ำท่วม
ต้นน้ำ-สถานี S4B.	0.055	0.090
สถานีS4B.-สถานีTS.5	0.045	0.090



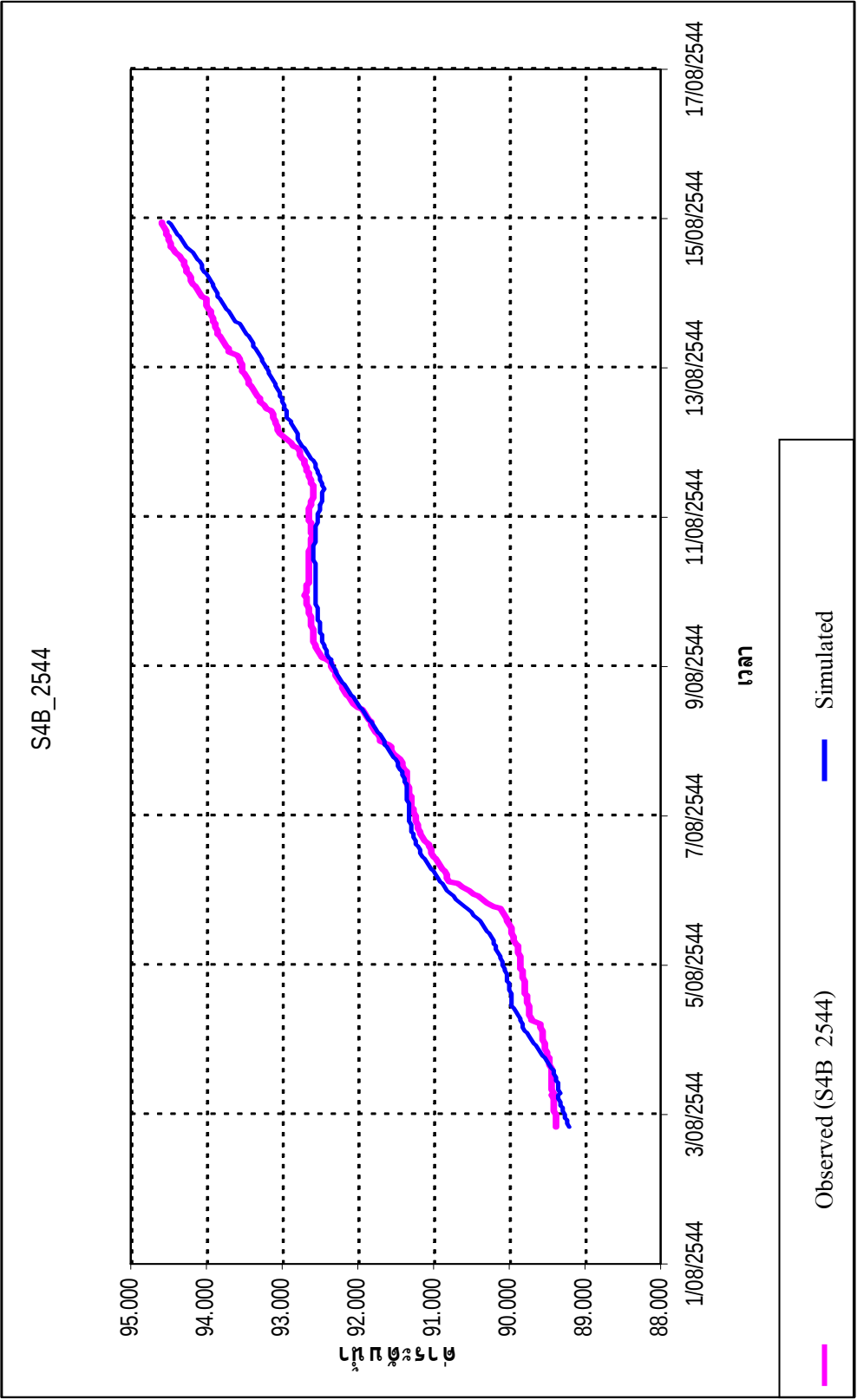
ภาพที่ 24 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองแบบ Static ที่สถานี S.4B.

3.2 การทดสอบแบบจำลอง

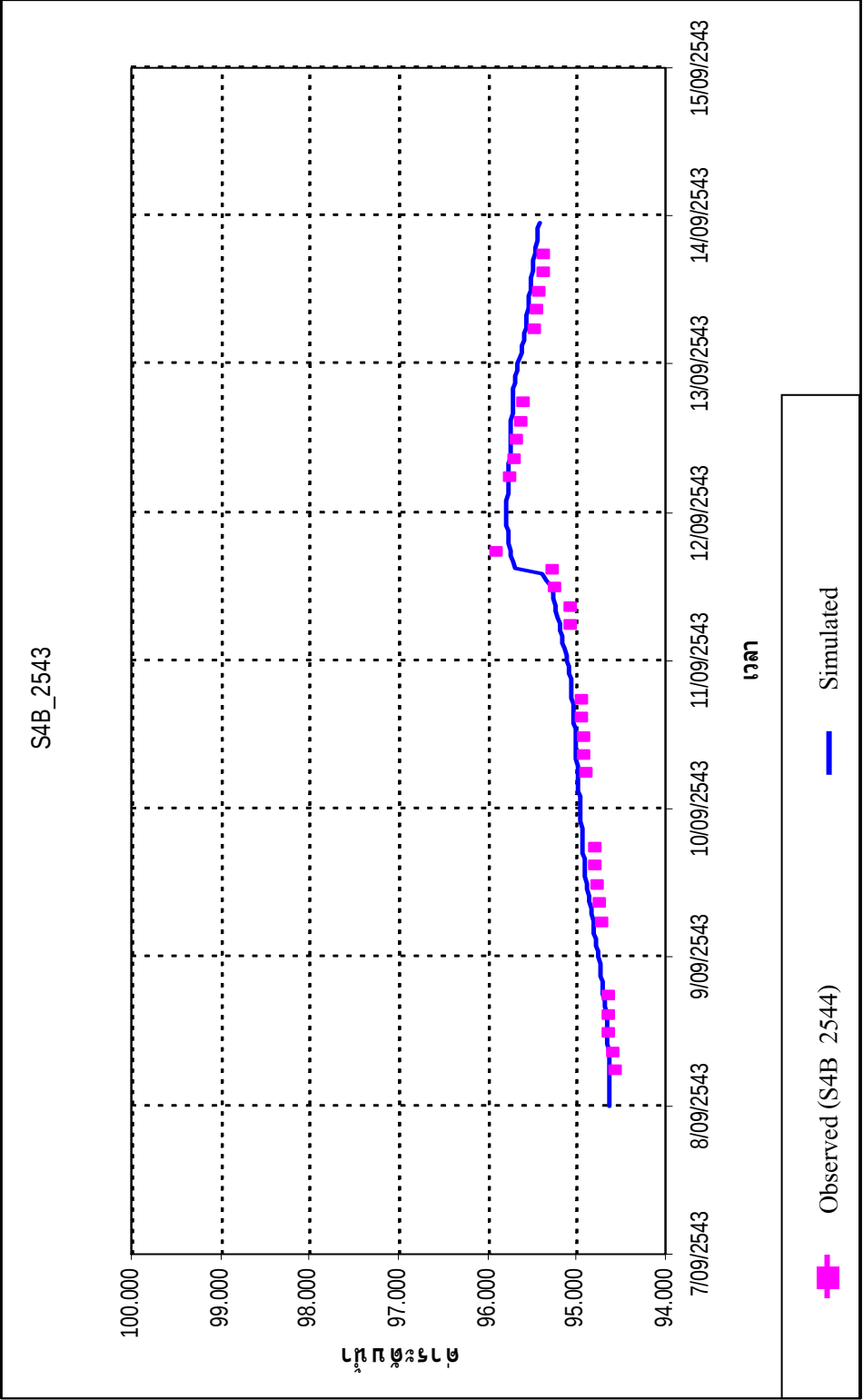
การทดสอบแบบจำลองเป็นการพิสูจน์ว่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการปรับเทียบแบบจำลองมีความถูกต้อง โดยการนำแบบจำลองไปใช้ในการจำลองสภาพน้ำท่วมที่เกิดขึ้นในปีอื่นๆ โดยใช้พารามิเตอร์ที่ได้จากการปรับเทียบในการคำนวณ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้นำแบบจำลองไปใช้ในการจำลองสภาพน้ำท่วม ระหว่างวันที่ 3 สิงหาคม 2544 ถึงวันที่ 15 สิงหาคม 2544 และระหว่างวันที่ 8 กันยายน 2543 ถึงวันที่ 14 กันยายน 2543 ผลการทดสอบแบบจำลองทั้ง 2 เหตุการณ์ แสดงได้ดังภาพที่ 26 และภาพที่ 27 ตามลำดับ ซึ่งจากผลการทดสอบแบบจำลองในปี 2544 พบว่าค่าระดับน้ำ ณ สถานี S4B ที่ได้จากการตรวจวัดกับค่าระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลอง มีค่าความแตกต่างเฉลี่ย 0.120 ม. และค่าความแตกต่างสูงสุด 0.448 ม. และการทดสอบแบบจำลองในปี 2543 พบว่าค่าระดับน้ำ ณ สถานี S4B ที่ได้จากการตรวจวัดกับค่าระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลอง มีค่าความแตกต่างเฉลี่ย 0.113 ม. และค่าความแตกต่างสูงสุด 0.420 ม.



ภาพที่ 25 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองแบบ Dynamic ที่สถานี S4B



ภาพที่ 26 ผลการตรวจสอบแบบจำลอง ที่สถานี S4B. ด้วยเหตุการณ์น้ำท่วม ปี พ.ศ.2544



ภาพที่ 27 ผลการตรวจสอบแบบจำลอง ที่สถานี S4B. ด้วยเหตุการณ์น้ำท่วม ปี พ.ศ.2543

4. ผลการทดสอบความไวของแบบจำลอง

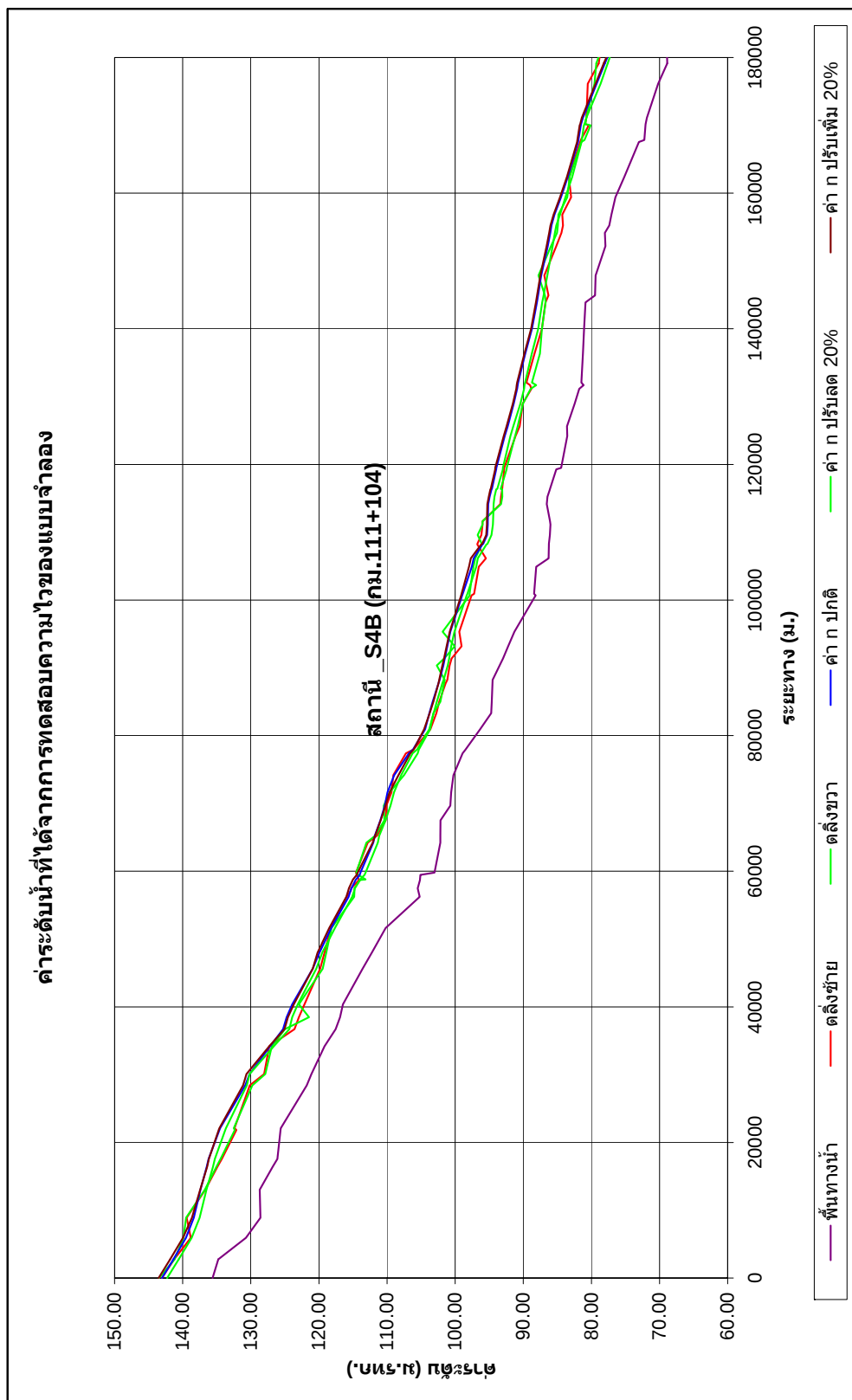
ในการศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการทดสอบความไวของแบบจำลอง โดยการพิจารณาให้มีการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของทางน้ำแตกต่างจากที่ได้จากการปรับเทียบ โดยจะสมมุติให้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของทางน้ำมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลง 20% เพื่อตรวจสอบความไวของการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในระบบระบายน้ำก่อนตัดสินใจนำแบบจำลองไปใช้ในการบริหารจัดการน้ำท่วม ซึ่งผลการทดสอบความไวของแบบจำลองได้ผลดังตารางที่ 12 และภาพที่ 28

ตารางที่ 12 ผลสรุปการทดสอบความไวของแบบจำลอง

ตำแหน่ง ที่พิจารณา	การเปลี่ยนแปลงของค่าระดับน้ำ (เมตร)					
	n เดิม	n ใหม่เมื่อ n ลดลง 20%	ผลการ พิจารณา	n เดิม	n ใหม่เมื่อ n เพิ่มขึ้น 20%	ผลการ พิจารณา
	(0.045)	(0.036)		(0.045)	(0.054)	
ตัวเมือง เพชรบูรณ์ (สถานี S4B)	95.21	94.47	-0.74	95.21	95.36	0.15

พิจารณาตารางที่ 12 จากการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของทางน้ำลดลง 20% มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำค่อนข้างมาก โดยค่าระดับน้ำลดลงประมาณ 0.74 ม. ในขณะที่ผลกระทบจากการเพิ่มค่า “n” 20% มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทำให้ค่าระดับน้ำเพิ่มขึ้นเพียง 0.15 โดยสาเหตุที่คาดว่าทำให้มีผลแตกต่างกันระหว่างการเพิ่มและลดค่า “n” เนื่องจากเป็นช่วงน้ำท่วม เมื่อลดค่า “n” จะทำให้น้ำบางส่วนไหลในทางน้ำ ไม่เกิดการท่วม ระดับน้ำจึงลดลงมาก ในขณะที่เมื่อเพิ่มค่า “n” จะทำให้น้ำท่วมมากขึ้น ซึ่งพื้นที่หน้าตัดการไหลมากขึ้นทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก

ในขณะที่การศึกษาเป็นการทำงานข้อมูลของปี พ.ศ.2545 ซึ่งในปัจจุบันหรือในอนาคต
กรณีมีการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่าซึ่งอาจมีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่า 20% ก็จะส่งผลต่อ
ความถูกต้องของแบบจำลอง จึงจำเป็นต้องมีการปรับเทียบแบบจำลองให้เหมาะสมกับข้อมูลที่เป็น
ปัจจุบันมากที่สุด



ภาพที่ 28 ค่าระดับน้ำที่ได้ออกมาจากการทดสอบความไวของแบบจำลอง

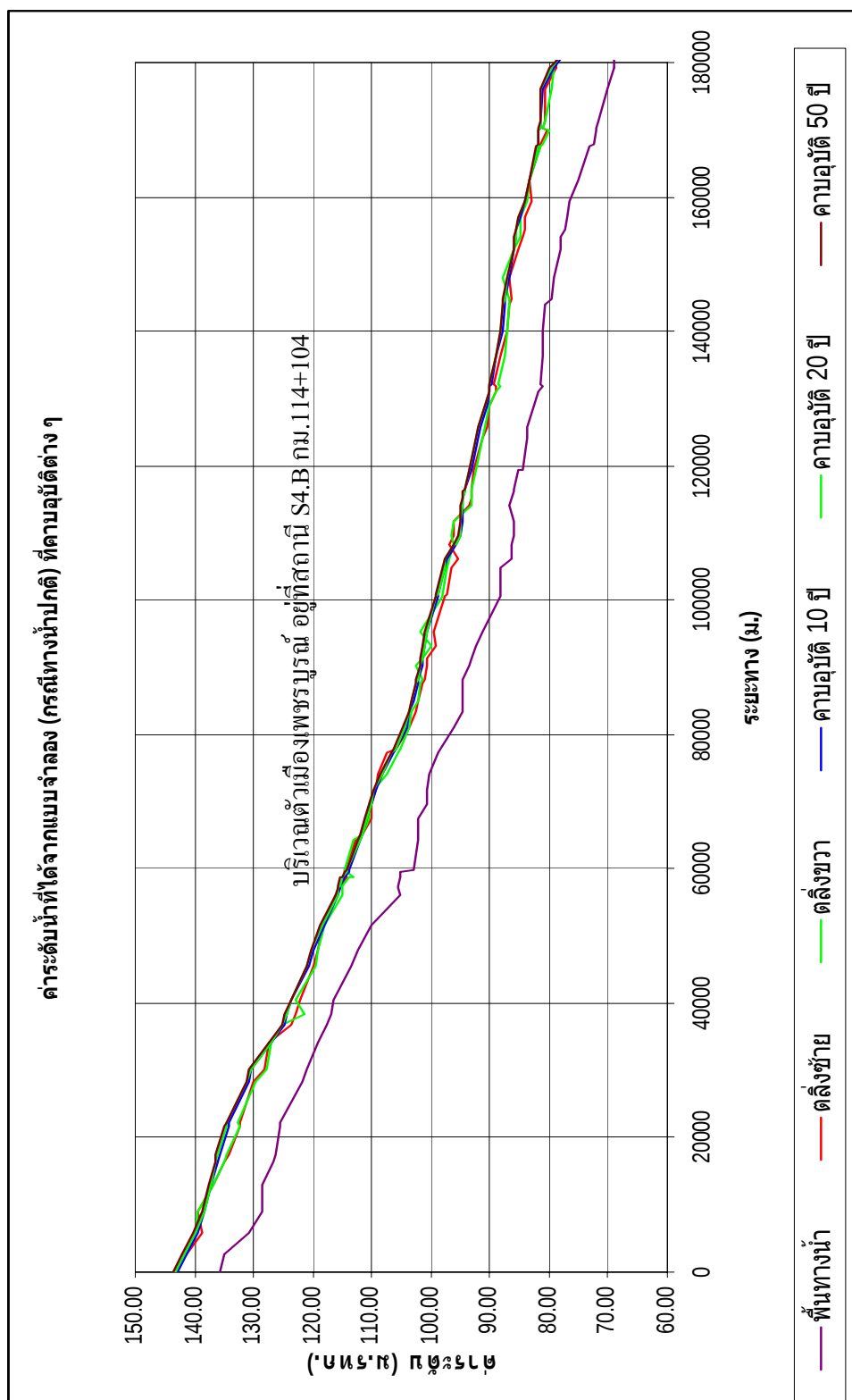
5. ผลการบริหารจัดการน้ำท่วม

ผลการศึกษาการบริหารจัดการน้ำท่วมเพื่อบรรเทาอุทกภัยในเขตเมืองเพชรบุรีที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ.2545 โดยการนำแบบจำลองคณิตศาสตร์ InfoWorks RS มาจำลองสภาพน้ำท่วมที่คาบอุบัติ 10 ปี (เหตุการณ์น้ำท่วมปี พ.ศ.2545) คาบอุบัติ 20 ปี และคาบอุบัติ 50 กรณีที่ยังไม่มีการบริหารจัดการ ผลการจำลองดังกล่าว แสดงได้ดังภาพที่ 29 และภาพที่ 30 ซึ่งจะเห็นได้ว่า ที่คาบอุบัติ 10 ปี ก็ทำให้เกิดน้ำล้นตลิ่งตั้งแต่ประมาณกม.15+000 เรื่อยมาจนถึง ประมาณกม.150+000 ซึ่งอยู่ทางด้านท้ายเขตเมืองเพชรบุรี ส่วนเขตตัวเมืองเพชรบุรี จากภาพที่ 29 จะเห็นได้ว่า ที่คาบอุบัติ 10 ปี มีน้ำล้นตลิ่งขึ้นมาประมาณ 1.00-1.50 ม.(เขตเมืองเพชรบุรีอยู่ที่ กม.109+000 ถึง ประมาณกม.125+000) ซึ่งระดับน้ำที่ล้นข้ามตลิ่งมานั้น สร้างความเดือดร้อนให้กับราษฎรที่อยู่ในเขตตัวเมืองมาก ดังนั้นจึงต้องนำแบบจำลองมาทำการศึกษาหาแนวทางการบรรเทาปัญหาอุทกภัยด้วยแนวทางแก้ไขที่เป็นทางเลือก ดังแสดงรายละเอียดผลการจำลองแนวทางเลือกต่างๆ ดังนี้

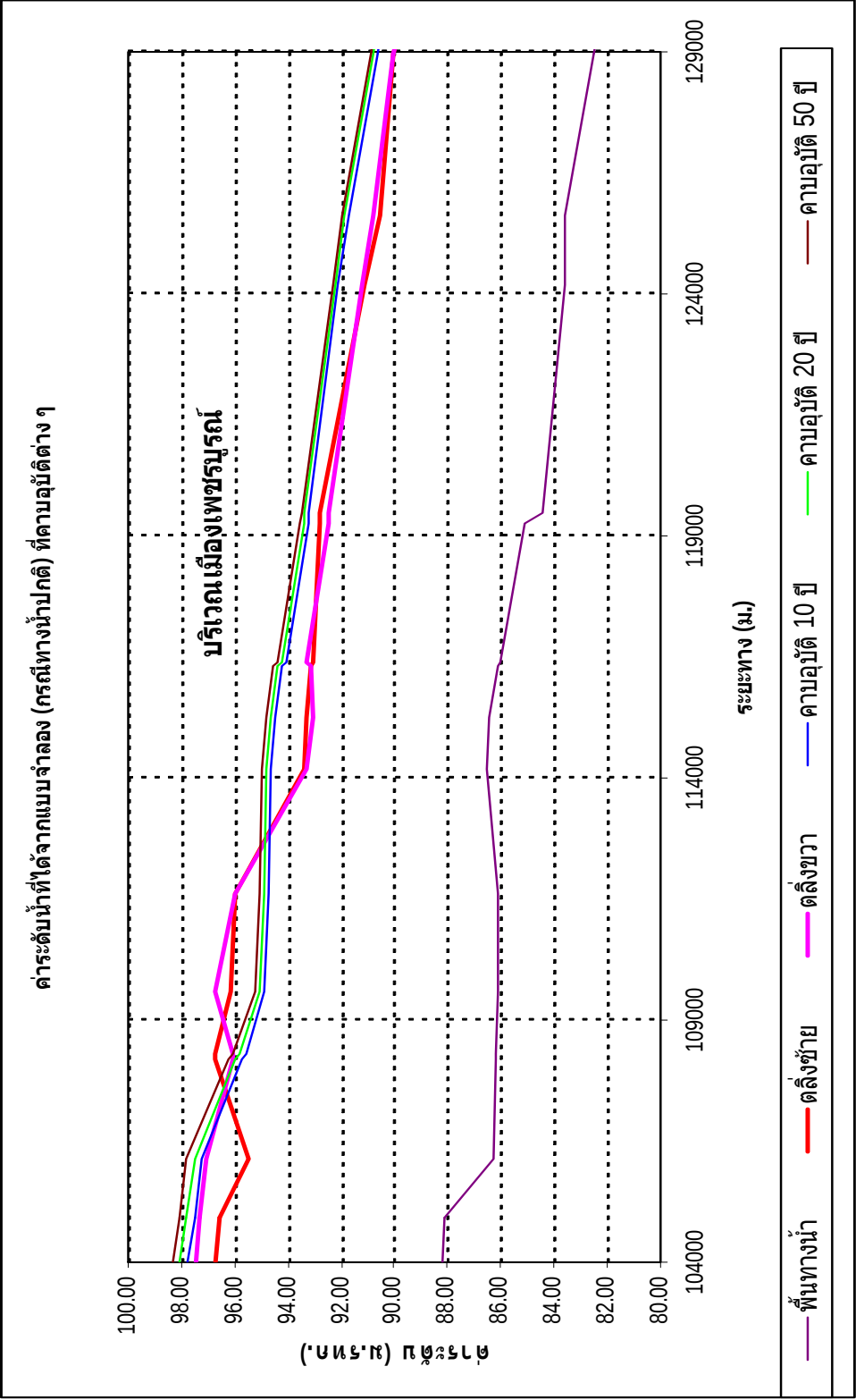
5.1 ผลการศึกษาทางเลือกที่ 1: กรณีที่มีการขุดลอกแม่น้ำป่าสัก

จากผลการจำลองสภาพน้ำท่วมของแม่น้ำป่าสักกรณีที่มีการขุดลอกแม่น้ำป่าสักตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงบริเวณ กม.180+000 ซึ่งอยู่ทางด้านท้ายตัวเมืองเพชรบุรี เป็นระดับขุดลอก 2.00 ม. จากระดับก้นแม่น้ำเดิม ผลการจำลองกรณีดังกล่าว แสดงได้ดังภาพที่ 31 และภาพที่ 32 ซึ่งจะเห็นว่ากรณี ที่คาบอุบัติ 10 ปี (เหตุการณ์น้ำท่วมปี 2545) หลังจากมีการขุดลอกแล้วนั้น จะสามารถป้องกันน้ำล้นตลิ่งได้ตั้งแต่ต้นน้ำ จนถึงบริเวณ กม.180+000 จะมีเพียงไม่กี่บริเวณตัวเมืองเพชรบุรีบางส่วน(ประมาณ กม.114+000)เท่านั้นที่มีระดับน้ำสูงกว่าตลิ่ง 0.30 ม. ซึ่งเป็นระดับที่ไม่สูงมากพอที่ทำให้เกิดปัญหาอุทกภัยรุนแรงได้ แต่ที่คาบอุบัติ 20 ปี และ 50 ปี พบว่าเฉพาะในบริเวณตัวเมือง จะมีระดับน้ำสูงกว่าตลิ่งประมาณ 0.60-1.00 ม. ดังภาพที่ 31 ซึ่งจะต้องหาทางแก้ไขปัญหาด้วยทางเลือกอื่นๆอีกต่อไป

กรณีที่หากมีน้ำท่าไหลมากกว่าคาบอุบัติ 10 ปี แต่ไม่เกินคาบอุบัติ 20 ปี ซึ่งกรณีนี้จะมีระดับน้ำสูงกว่าตลิ่งประมาณ 0.50-0.60 ม. ทางเลือกเพิ่มเติมจากการขุดลอกแม่น้ำป่าสัก ก็ควรเป็นการจัดหาพื้นที่ดินที่มีความสามารถในการพร่องน้ำให้ไหลเข้าไปท่วมขังได้ชั่วคราว โดยไม่สร้างความเดือดร้อนให้กับราษฎรมากนัก พอน้ำในแม่น้ำลดลงแล้ว ก็สามารถที่จะระบายน้ำกลับลงไปในแม่น้ำได้



ภาพที่ 29 ค่าระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลอง (กรณีทางน้ำปกติ) ที่คาบอุบัติต่าง ๆ



ภาพที่ 30 ค่าระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลอง (กรณีทางน้ำปกติ) ที่คาบอุบัติต่างๆ ณ.บริเวณเมืองเพชรบูรณ์

5.2 ผลการศึกษาทางเลือกที่ 2 : กรณีที่มีการสร้างคันกันน้ำ

ในการศึกษาทางเลือกที่ 2 นั้น จะต้องพิจารณาจากการจำลองในเหตุการณ์น้ำท่วม ที่คาบอุบัติต่างๆ กรณีที่ยังไม่มีการบริหารจัดการ จากภาพที่ 29 และภาพที่ 30 ถ้าจะต้องสร้างคันกันน้ำเพื่อป้องกันอุทกภัยในเหตุการณ์น้ำท่วมปี พ.ศ.2545 (คาบอุบัติ 10 ปี) นั้นจะต้องสร้างคันกันน้ำสูงประมาณ 2.00 ม.ขึ้นตลอดทั้งแนวลำน้ำ หรือถ้าหากเป็นการเปลี่ยนแปลงมากเกินไป อาจจะสร้างคันกันน้ำสูงประมาณ 2.00 ม. เฉพาะเขตเมืองเพชรบูรณ์เท่านั้นก็ได้ แต่กรณีที่คาบอุบัติ 20 ปี และ 50 ปี จะต้องสร้างคันกันน้ำสูงประมาณ 3.00 ม.ถึงจะเพียงพอที่จะป้องกันไม่ให้น้ำล้นตลิ่งมาท่วมพื้นที่ได้ ซึ่งอาจจะเป็น การลงทุนที่สูงเกินไป และที่ความสูงดังกล่าวจะเป็นการบดบังทัศนียภาพเป็นอย่างมาก ดังนั้น ในกรณีนี้อาจจะสร้างคันกันน้ำ เพียง 2.00 ม. แล้วนำทางเลือกอื่นๆมาช่วยเสริม

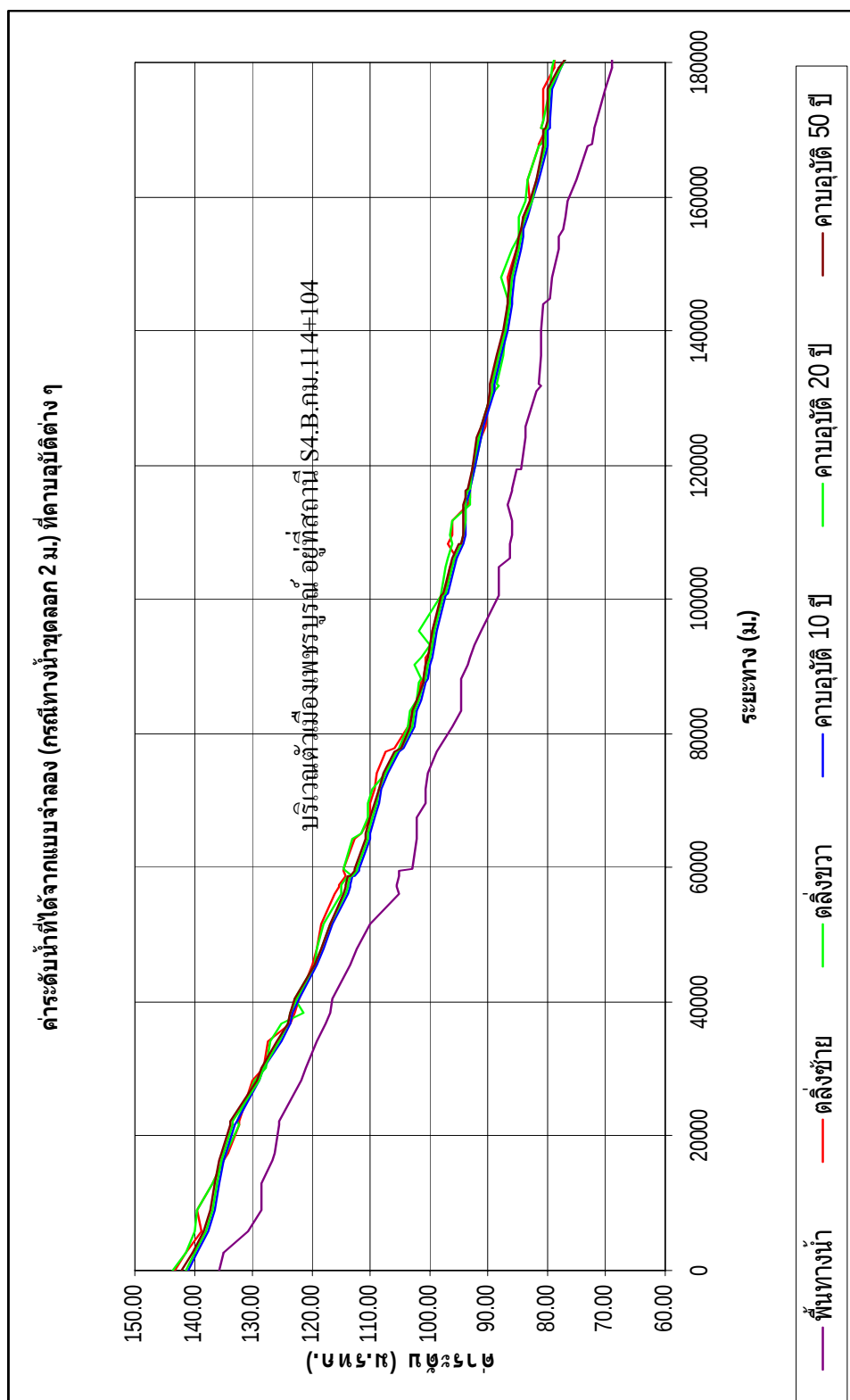
5.3 ผลการศึกษาทางเลือกที่ 3: กรณีที่มีการสร้างคันกันน้ำและสร้างอ่างเก็บน้ำทางตอนบนของกลุ่มน้ำ

จากผลการจำลองสภาพน้ำท่วมที่คาบอุบัติ 10 ปี (เหตุการณ์น้ำท่วมปี พ.ศ.2545) คาบอุบัติ 20 ปี และคาบอุบัติ 50 กรณีที่มีการสร้างอ่างเก็บน้ำอุมะทาด แสดงได้ดังภาพที่ 33 และภาพที่ 34 ซึ่งจะเห็นได้ว่า ในทุกคาบอุบัติ ระดับน้ำจะลดลงจากกรณีทางน้ำปกติ ประมาณ 0.20-0.30 ม. (พิจารณาเทียบกับ ภาพที่ 31 และภาพที่ 32) ดังนั้นถึงจะมีการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำอุมะทาดและมีการบริหารจัดการอ่างฯในช่วงหน้าฝนที่ดี ก็ยังไม่เพียงพอสำหรับการบรรเทาอุทกภัยที่เกิดขึ้นในเขตเมืองเพชรบูรณ์ ยังจำเป็นต้องมีการสร้างคันกันน้ำเหมือนในทางเลือกที่ 2 เพียงแต่ ระดับความสูงของคันจะลดลงมาเหลือประมาณ 1.70-1.80 ม. และที่คาบอุบัติ 20 ปีและ 50 ปียังต้องสร้างคันให้สูงถึง 2.70-2.80 ม.

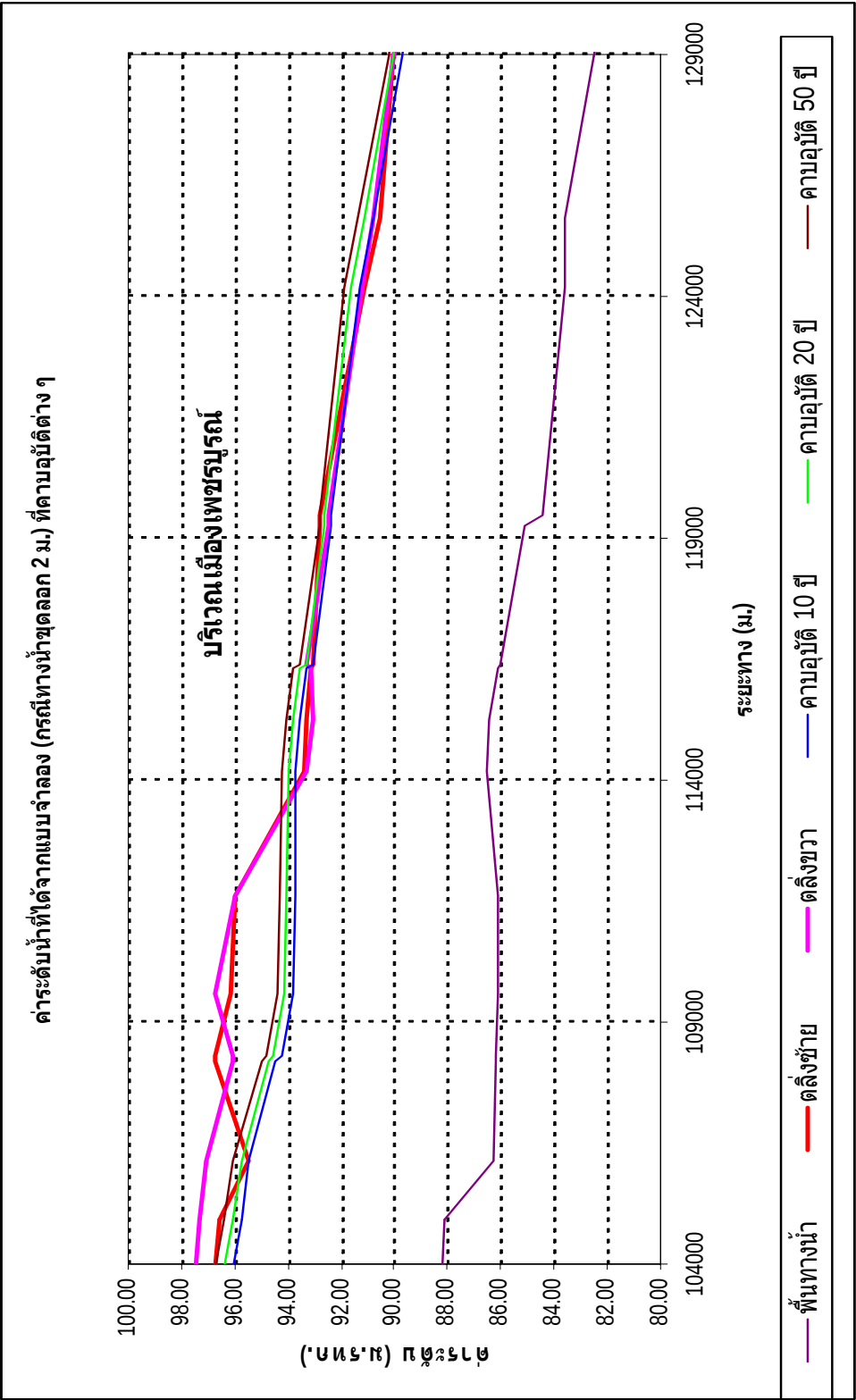
5.4 ผลการศึกษาทางเลือกที่ 4 : กรณีที่มีการขุดลอก 2.00 ม.และสร้างคันกันน้ำ

จากผลการจำลองสภาพน้ำท่วมของแม่น้ำป่าสักกรณีที่มีการขุดลอกแม่น้ำป่าสักตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงบริเวณ กม.180+000 ซึ่งอยู่ทางด้านท้ายตัวเมืองเพชรบูรณ์ เป็นระดับขุดลอก 2.00 ม. จากระดับกันแม่น้ำเดิม ผลการจำลองกรณีดังกล่าว แสดงได้ดังภาพที่ 31 และภาพที่ 32 ซึ่งจากทางเลือกที่ 1 พบว่า ที่คาบอุบัติ 10 ปี หากมีการขุดลอกแม่น้ำป่าสัก 2.00 ม. ก็จะสามารถป้องกันระดับน้ำล้นตลิ่งได้ เกือบตลอดทั้งลำน้ำที่พิจารณา ยกเว้นช่วงสั้นๆที่ระดับน้ำสูงกว่าตลิ่ง ประมาณ

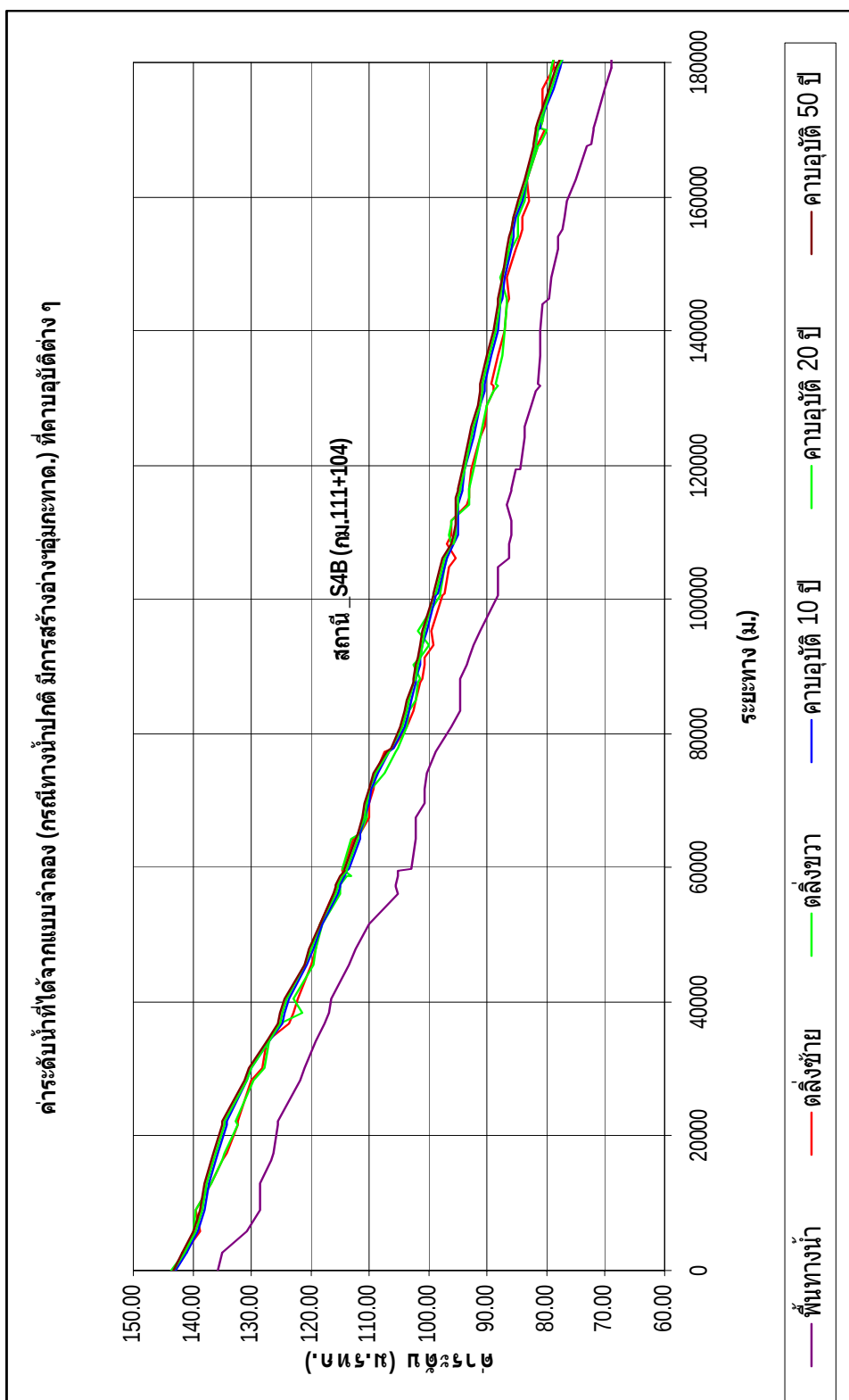
0.30 ม. แต่ที่ลุ่มอุบัติ 20 ปี และ 50 ปี ยังมีหลายๆช่วงที่ระดับน้ำยังสูงกว่าตลิ่งอยู่ประมาณ 0.60-1.00 ม. ดังนั้นหากมีการสร้างกันกั้นน้ำสูงประมาณ 1.00 ม. ก็จะสามารถช่วยป้องกันการเกิดน้ำท่วมได้ตลอดทั้งลำน้ำ



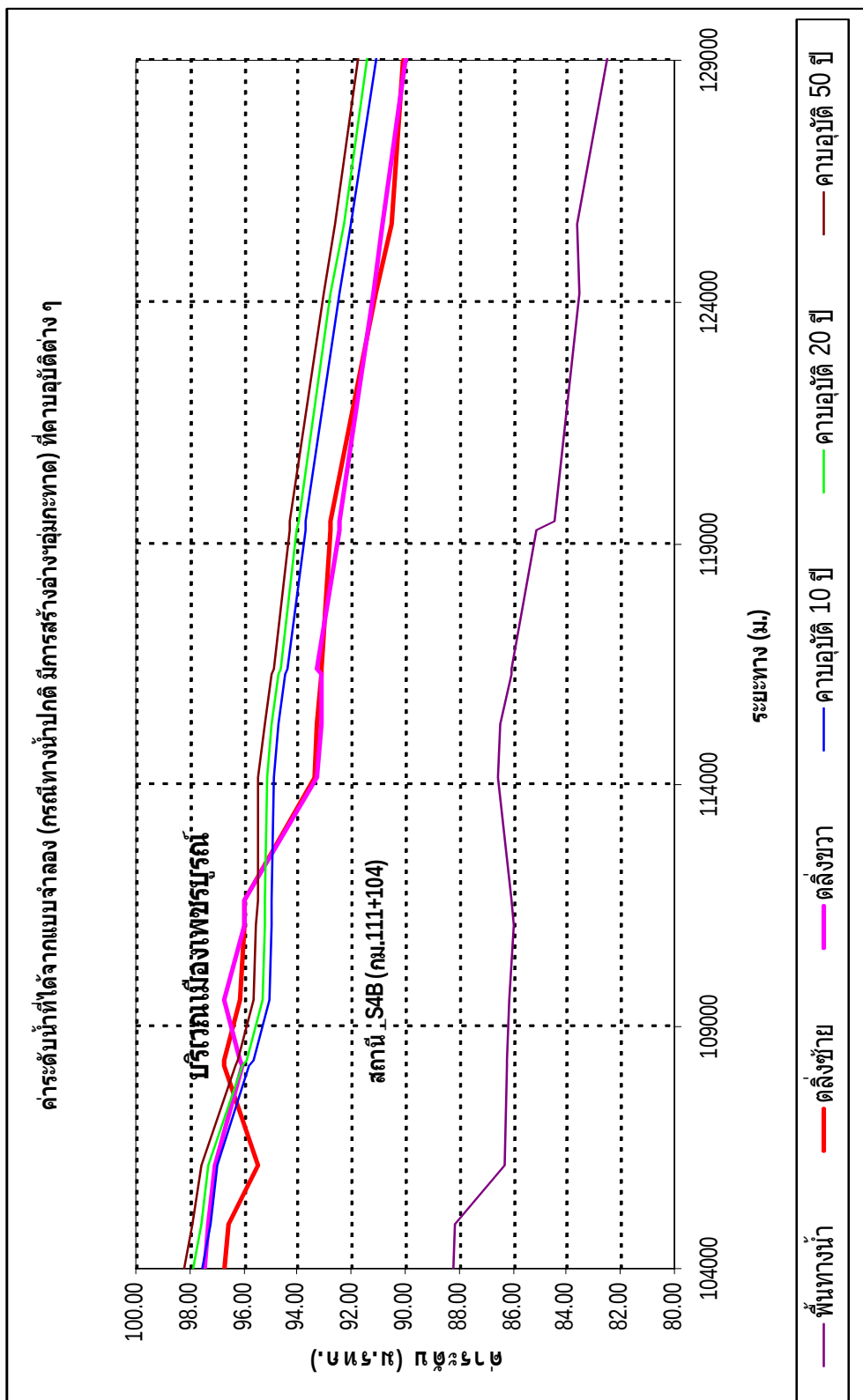
ภาพที่ 31 ค่าระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลอง (กรณีทางน้ำขุดลอก 2.00 ม.) ที่คาบอุบัติต่าง ๆ



ภาพที่ 32 ค่าระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลอง (กรณีทางน้ำขุดลอก 2.00 ม.) ที่คาบอุบัติต่าง ๆ ณ.บริเวณเมืองเพชรบูรณ์



ภาพที่ 33 ค่าระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลอง (กรณีทางน้ำปกติมีการสร้างอ่างอุ้มกะทาด) ที่คาบอุบัติต่างๆ



ภาพที่ 34 ค่าระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลอง (กรณีทางน้ำปกติมีการสร้างอ่างอุ้มกะทาด) ที่คาบอุบัติต่างๆ ณ.บริเวณเขตเมืองเพชรบุรี

5.5 ผลการศึกษาทางเลือกที่ 5: กรณีที่มีการขุดลอก 2.00 ม. สร้างอ่างเก็บน้ำ และสร้างคันกั้นน้ำ

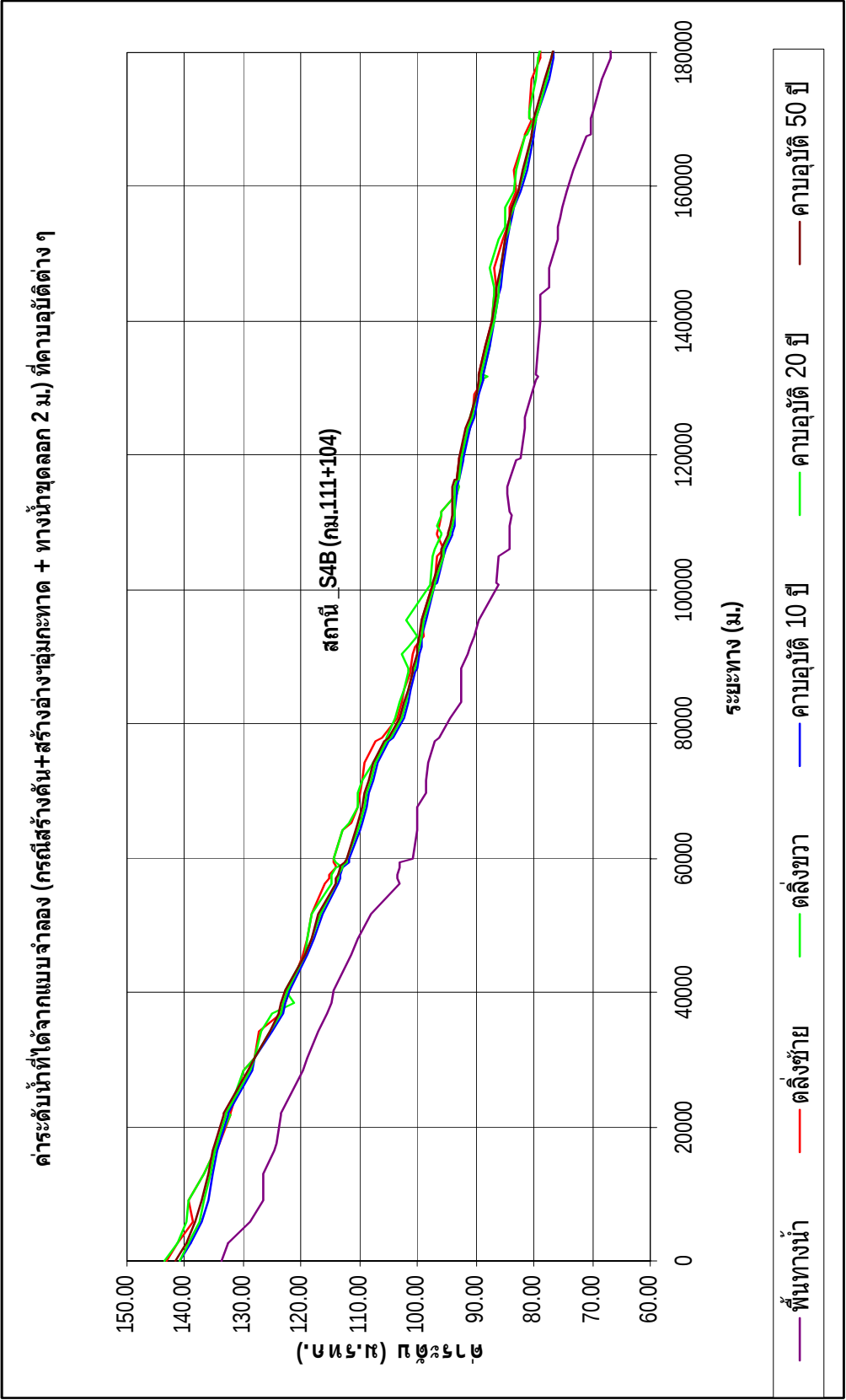
จากผลการจำลองสภาพน้ำท่วมของแม่น้ำป่าสักกรณีที่มีการขุดลอกแม่น้ำป่าสักตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงบริเวณ กม.180+000 ซึ่งอยู่ทางด้านท้ายตัวเมืองเพชรบูรณ์ เป็นระดับขุดลอก 2.00 ม. จากระดับก้นแม่น้ำเดิม และสร้างอ่างเก็บน้ำอุ้มกะทาดตรงบริเวณตอนบนของกลุ่มน้ำป่าสัก ผลการจำลองกรณีดังกล่าว แสดงได้ดังภาพที่ 35 และภาพที่ 36 ซึ่งเป็นภาพที่แสดงให้เห็นว่า ที่คาบอูบัตติ 10 ปี และคาบอูบัตติ 20 ปี น้ำมีระดับต่ำกว่าตลิ่งเกือบตลอดทั้งแนว ส่วนที่คาบอูบัตติ 50 ปี ก็ยังมีระดับน้ำสูงกว่าตลิ่งอยู่บ้าง ซึ่งหากมีการสร้างคันกั้นน้ำสูง ประมาณ 0.70-0.80 ม. ก็จะสามารถบรรเทาปัญหาอุทกภัยได้ถึงที่คาบอูบัตติ 50 ปีเลยทีเดียว

5.6 ผลการศึกษาทางเลือกที่ 6 : กรณีที่มีการขุดลอก 2.00 ม. สร้างอ่างเก็บน้ำ และสร้างคันกั้นน้ำเฉพาะที่เขตตัวเมืองเพชรบูรณ์

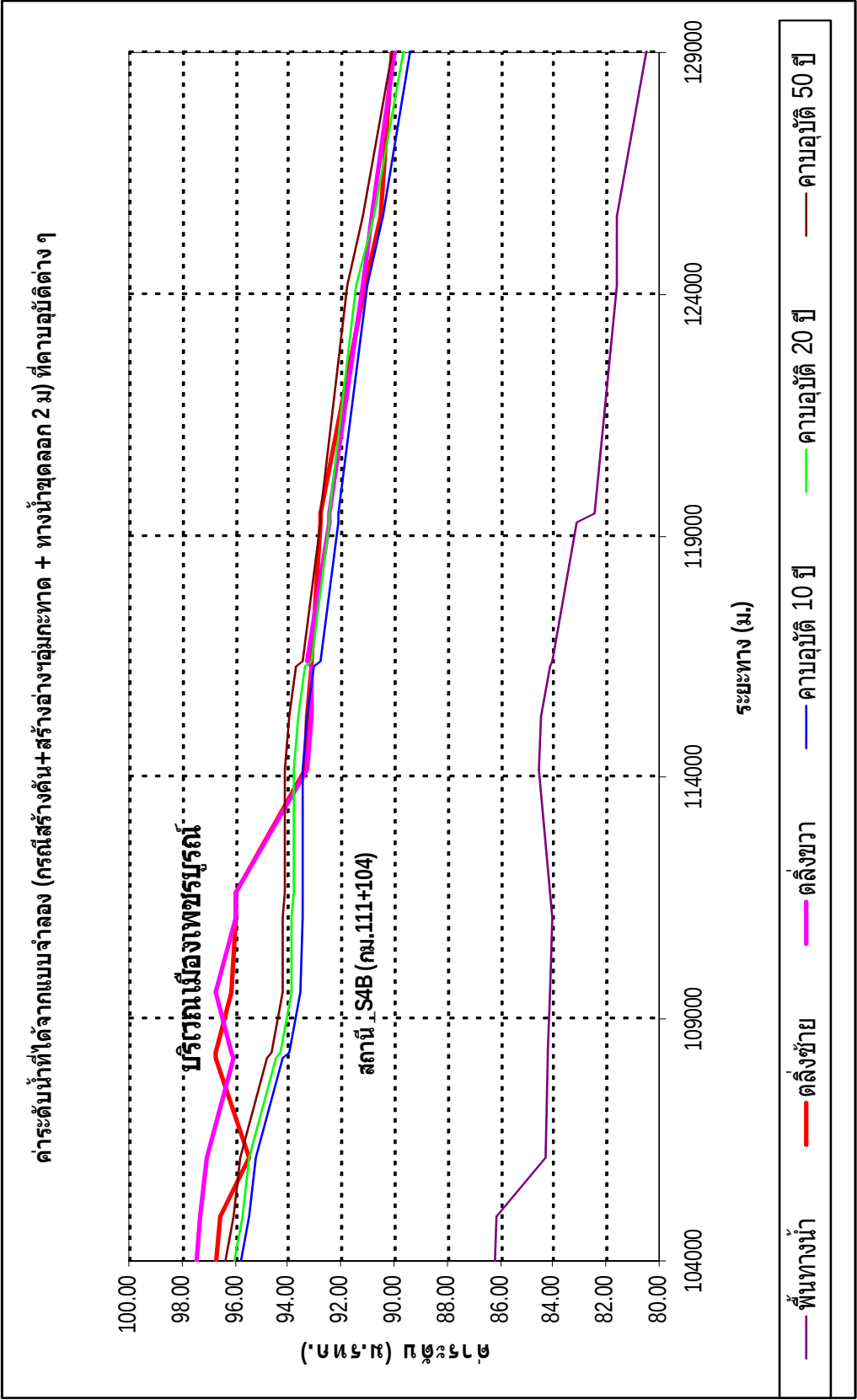
จากผลการจำลองสภาพน้ำท่วมของแม่น้ำป่าสักกรณีทางเลือกที่ 6 นี้ จะคล้ายๆกับกรณีทางเลือกที่ 5 แต่จะต่างกันตรงที่ว่าในส่วนบริเวณด้านเหนือและท้ายเมืองให้มีการยอมให้ท่วมตลิ่งได้ โดยมีการต่อเพิ่มหน้าตัดขวางทางน้ำเดิมออกไปข้างละประมาณ 1 กิโลเมตร เพื่อเป็นพื้นที่น้ำหลาก ซึ่งจะได้ผลการจำลองดังภาพที่ 37 และภาพที่ 38 ซึ่งจากภาพจะทำให้ทราบว่าเราสามารถจะสร้างคันกั้นน้ำสูงประมาณ 0.50-0.60 ม. เฉพาะที่เขตตัวเมืองเพชรบูรณ์ได้ ก็จะเพียงพอต่อการป้องกันอุทกภัยที่เกิดที่คาบอูบัตติ 50 ปีได้

จากผลการศึกษาทั้ง 6 ทางเลือก พบว่ามาตรการที่นำมาใช้เพื่อการป้องกันการเกิดอุทกภัยนั้น มี 3 มาตรการ คือ สร้างอ่างเก็บน้ำอุ้มกะทาด ขุดลอกแม่น้ำป่าสัก และสร้างคันกั้นน้ำ ซึ่งทั้งสามมาตรการหากจะนำมาใช้ให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด(รองรับน้ำท่าที่คาบอูบัตติ 50 ปีได้) จะต้องถูกนำมาใช้ร่วมกัน ดังเช่นทางเลือกที่ 5 และทางเลือกที่ 6 และจะต้องกำหนดขนาดให้อ่างเก็บน้ำ ความสูงของคันกั้นน้ำ และความลึกของการขุดลอกแม่น้ำป่าสักให้เหมาะสม นอกจากมาตรการ ทั้ง 3 มาตรการดังกล่าวซึ่งเป็นมาตรการการใช้สิ่งก่อสร้างเพื่อป้องกันอุทกภัยแล้วนั้น มาตรการไม่ใช้สิ่งก่อสร้างก็จำเป็นด้วยเหมือนกัน เช่นดังทางเลือกที่ 6 กรณีที่มีน้ำท่าไหลบ่ามาเป็นจำนวนมาก ราษฎรจะต้องมีความเข้าใจในเหตุจำเป็นที่จะต้องยินยอมให้น้ำท่วมตลิ่งได้ในเขตนอกเมือง ซึ่งจะต้องมีราษฎรบางส่วนได้รับความเดือดร้อนในเรื่องที่ดินทำกินจะต้องถูกน้ำท่วมขังเป็น

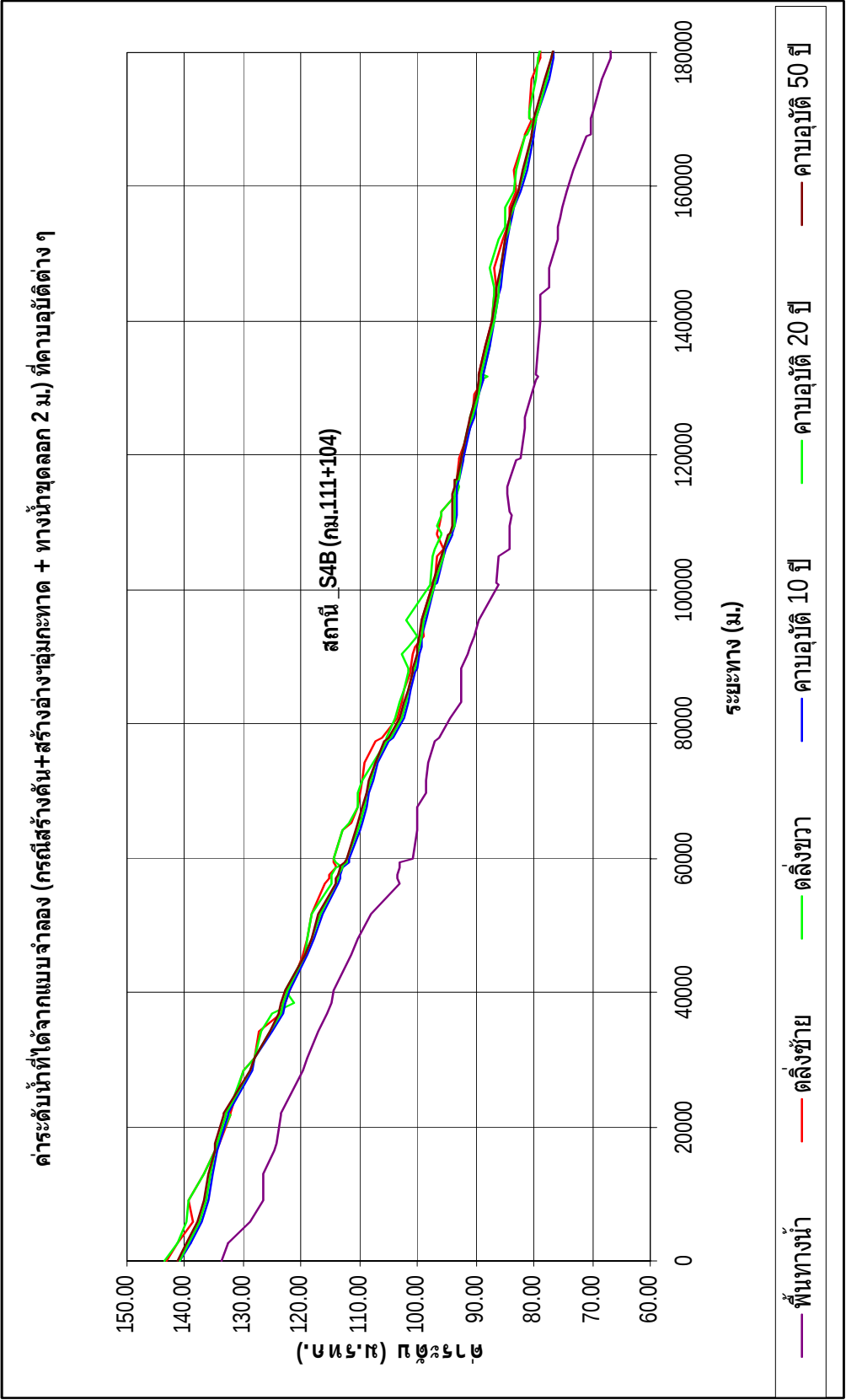
ระยะเวลาหนึ่ง และนอกจากนี้ยังต้องขอความร่วมมือ ไม่ให้ราษฎรสร้างสิ่งปลูกสร้างที่มี
ความสำคัญที่ไม่อาจให้ถูกน้ำท่วมขังได้ ในเขตพื้นที่ที่กั้นไว้สำหรับให้น้ำท่วมขังชั่วคราว



ภาพที่ 35 ค่าระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลอง (กรณีสร้างคันกันน้ำ สร้างอ่างขุมกะทาดและขุดลอก2.00 ม.) ที่คาบอุบัติต่างๆ

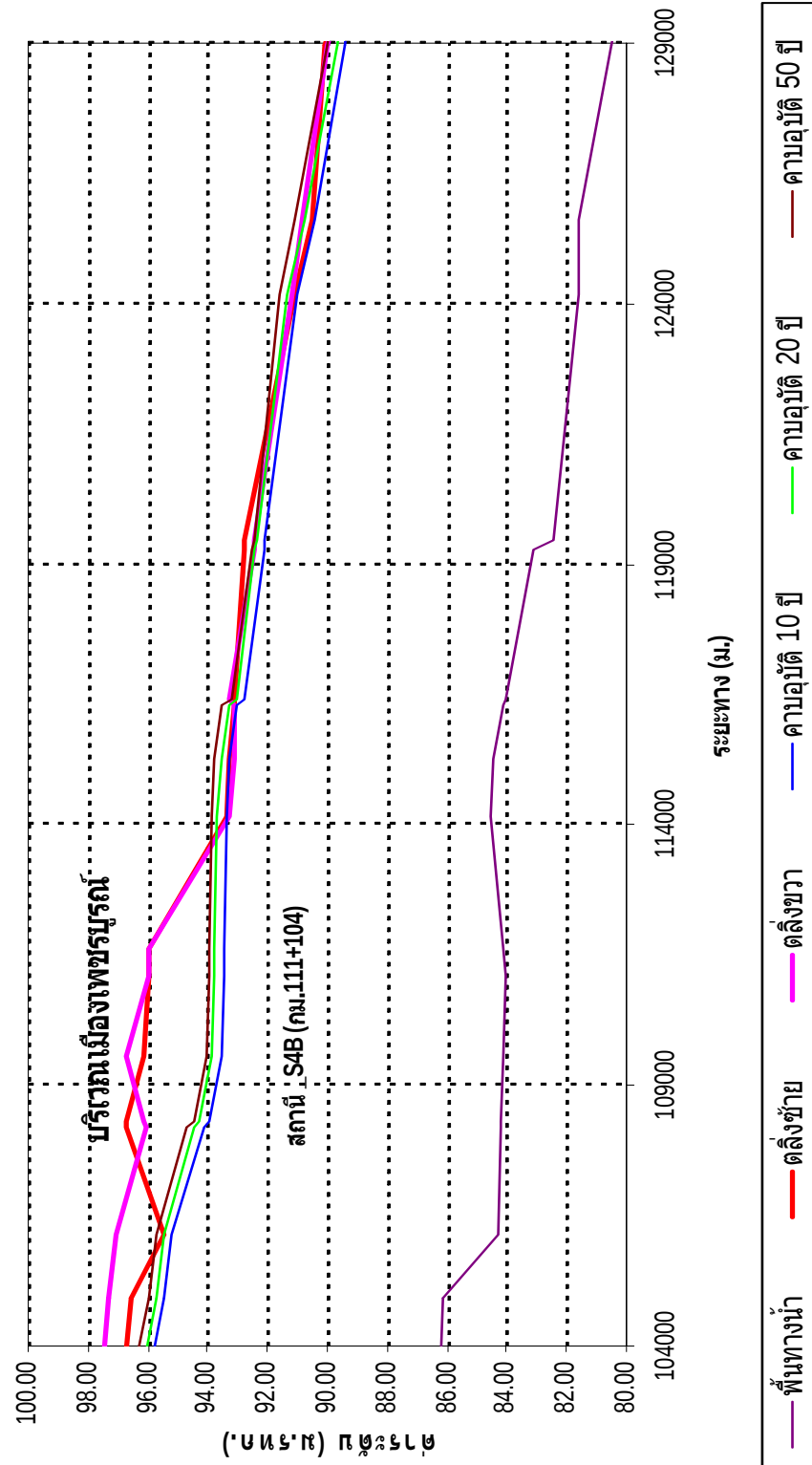


ภาพที่ 36 ค่าระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลอง (กรณีสร้างอ่างเก็บกักและขุดลอก 2.00 ม.) ที่คาบอุบัติต่างๆ ณ.บริเวณเขื่อนเมืองเพชรบุรี



ภาพที่ 37 ค่าระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลอง (กรณีสร้างคัน+เฉพาะตัวเมืองพรหมบุรี สร้างอ่างขุมกะทาดและขุดลอก 2.00 ม.) ที่คาบอุบัติต่าง ๆ

คาระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลอง (กรณีสร้างคัน+สร้างอ่างลุ่มกระทัด + ทางน้ำขุดลอก 2 ม) ที่คาบอุบัติต่าง ๆ



ภาพที่ 38 คาระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลอง (กรณีสร้างคัน+สร้างอ่างลุ่มกระทัดและขุดลอก 2.00 ม.) ที่คาบอุบัติต่าง ๆ
 ณ บริเวณ เขตเมืองเพชรบูรณ์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. จังหวัดเพชรบูรณ์เป็นจังหวัดที่มีจุดอ่อนต่อการเกิดอุทกภัยจากแม่น้ำป่าสัก และน้ำป่าไหลหลากทั้งน้ำจากแม่น้ำพุง จังหวัดเลย น้ำจากห้วยขอนแก่น อำเภอหล่มสัก น้ำจากด้านอำเภอเขาค้อตลอดจนน้ำจากฝั่งตะวันออกด้านจังหวัดชัยภูมิ ส่งผลให้เกิดน้ำหลากเข้าท่วมพื้นที่แบบฉับพลัน โดยมีสาเหตุหลัก 2 ประการ คือ ประการแรก ระดับน้ำในแม่น้ำป่าสักสูงกว่าระดับตลิ่ง ซึ่งมีผลมาจากเกิดฝนตกหนักติดต่อกันหลายวันทางตอนบนของกลุ่มน้ำ แล้วทำให้เกิดน้ำท่าปริมาณมากไหลมาตามแม่น้ำป่าสัก ที่มีหน้าตัดลำน้ำเล็กจนไม่เพียงพอที่จะระบายน้ำลงไปทางตอนล่างของแม่น้ำได้ทัน ทำให้ระดับน้ำสูงขึ้นจนล้นตลิ่งเข้าท่วมพื้นที่ทำกิน และพื้นที่อยู่อาศัยอย่างรวดเร็ว ประการที่สอง มีปริมาณน้ำท่าจำนวนมากไหลมาตามลำน้ำสาขาทั้งฝั่งซ้ายและฝั่งขวาของแม่น้ำป่าสักในช่วงบริเวณตัวเมือง ประกอบกับระดับน้ำในแม่น้ำป่าสักสูงกว่าตลิ่ง ทำให้น้ำที่ไหลมาตามลำน้ำสาขาไม่สามารถระบายลงแม่น้ำป่าสักได้ จึงเกิดน้ำไหลเข้าท่วมตัวเมืองอย่างฉับพลัน

2. ผลจากการจำลองสภาพน้ำท่วมและอุทกภัยในเขตเมืองเพชรบูรณ์ด้วยแบบจำลอง InfoWorks RS พบว่าระดับน้ำที่ได้จากการบันทึกและระดับน้ำที่ได้จากการปรับเทียบแบบจำลองมีค่าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระแม่น้ำป่าสัก จากต้นน้ำกม.0+000 ถึงสถานีวัดน้ำท่า S4B.กม.111+104 มีค่าสัมประสิทธิ์ “n” เท่ากับ 0.055 และจากสถานีวัดน้ำท่า S4B.กม.111+104 ถึงสถานี TS.5 ที่กม.184+350 มีค่าสัมประสิทธิ์ “n” เท่ากับ 0.045 และมีค่าสัมประสิทธิ์ “n” ของทุ่งน้ำท่วมตลอดแนวแม่น้ำป่าสักเท่ากับ 0.090 ซึ่งสอดคล้องกับสภาพลำน้ำจริง และเมื่อทำการทดสอบความไวของแบบจำลองพบว่าเมื่อทำการเปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแม่น้ำป่าสัก เพิ่มขึ้นและลดลง 20% คือค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระเท่ากับ 0.036 และ 0.054 ซึ่งจะทำให้ค่าระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลงอยู่ในช่วง 0.15 – 0.75 เมตร เท่านั้น ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าแบบจำลองที่จัดทำขึ้นสามารถใช้เป็นตัวแทนสภาพน้ำท่วมของกลุ่มน้ำป่าสักบนได้

3. มาตรการบรรเทาอุทกภัยในเขตเมืองเพชรบูรณ์นั้น จากทางเลือกต่างๆ จะเห็นได้ว่าทางเลือกที่ให้ประสิทธิภาพได้สูงที่สุดคือทางเลือกที่ 6 (ขุดลอกแม่น้ำป่าสัก 2.00 ม. สร้างอ่างเก็บน้ำอุมกะทาด และสร้างคันกั้นน้ำเฉพาะในเขตเมืองเพชรบูรณ์) ดังแสดงในตารางที่ 13 ซึ่งจะ

สามารถแก้ปัญหาน้ำท่วมได้ถึงที่คาบอุบัติ 50 ปี คั่นกันน้ำจะสูงเพียง 0.50-0.60 ม.ในระยะทางประมาณ 15 กิโลเมตรเท่านั้น รวมทั้งอ่างเก็บน้ำอุ้มกะทาดซึ่งเป็นอ่างเก็บน้ำขนาดกลางในเวลาปกติยังสามารถส่งน้ำให้กับเขตชลประทานได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย เพียงแต่ในกรณีทางเลือกนี้จะต้องทำความเข้าใจราษฎรที่มีพื้นที่ทำกินอยู่ริมสองฝั่งแม่น้ำป่าสักในเขตรศมีประมาณ 1 กิโลเมตรจากศูนย์กลางแม่น้ำป่าสัก ว่าในอนาคตหากมีปริมาณน้ำไหลบ่ามาเป็นจำนวนมากมากกว่า 270 ลบ.ม./วินาที (ประมาณคาบอุบัติ 50 ปี) พื้นที่ทำกินบางส่วนอาจจะต้องประสบปัญหาน้ำท่วมได้ ซึ่งทางราชการอาจจะต้องหาทางชดใช้ให้กับความเสียหายในส่วนนั้นด้วย

ตารางที่ 13 ชีคความสามารถของมาตรการในการบรรเทาอุทกภัยในเขตเมืองเพชรบูรณ์

แนวทาง (ทางเลือกที่)	มาตรการ			บรรเทาอุทกภัยที่คาบอุบัติ			หมายเหตุ
	ก	ข	ค	10 ปี	20 ปี	50 ปี	
1		*		✓	×	×	ขุดลอกลึก 2.00 ม.
2			*	✓	×	×	สร้างคันกันน้ำสูง 2.00 ม.
3	*		*	✓	×	×	สร้างคันกันน้ำสูง 1.70 ม.
4		*	*	✓	✓	✓	ขุดลอก 2.00 ม. สร้างคัน 1.00 ม.
5	*	*	*	✓	✓	✓	ขุดลอก 2.00 ม. สร้างคัน 0.70 ม.
6	*	*	*	✓	✓	✓	สร้างคันเฉพาะเขตเมือง

ก. = มาตรการสร้างอ่างเก็บน้ำอุ้มกะทาด

ข. = มาตรการขุดลอกแม่น้ำป่าสัก

ค. = มาตรการสร้างคันกันน้ำ

4. แนวทางการบริหารจัดการน้ำหลากในเขตพื้นที่เขตเมืองเพชรบูรณ์นั้น หากต้องการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด คือป้องกันการไหลหลากของน้ำท่าที่คาบอุบัติ 50 ปีได้นั้น จะต้องดำเนินการตามทางเลือกที่ 5 หรือ ทางเลือกที่ 6 แต่หากจะดำเนินการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมพร้อมกันทั้ง 3 มาตรการ อาจจะต้องใช้งบประมาณเป็นจำนวนมหาศาล จึงควรพัฒนาระบบการป้องกันอุทกภัยเป็นลำดับ โดยขั้นแรกควรจะต้องทำการขุดลอกแม่น้ำป่าสักที่มีความลึกประมาณ 2.00 เมตร ซึ่งจะทำให้สามารถรองรับน้ำท่วมที่คาบอุบัติ 10 ปี (เหตุการณ์น้ำท่วม ปี พ.ศ.2545) ได้ จากนั้นขั้นต่อไปก็ควรดำเนินศึกษาความเป็นไปได้ในการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำอุ้มกะทาด ซึ่งนอกจาก

จะช่วยชะลอน้ำบางส่วนไม่ให้เข้าท่วมพื้นที่เขตเมืองเพชรบูรณ์ อ่างเก็บน้ำดังกล่าวยังมีประโยชน์ในการส่งน้ำให้กับพื้นที่การเกษตรในช่วงหน้าแล้งได้อีกด้วย จากนั้นจึงควรดำเนินการในขั้นการสร้างคันกั้นน้ำ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่อาจจะส่งผลกระทบต่อมวลชนได้ จึงควรศึกษาถึงความเป็นไปได้ให้ได้อย่างชัดเจนเสียก่อนที่จะดำเนินการตามขั้นตอนนี้

ข้อเสนอแนะ

1. สำหรับแบบจำลองในการวิจัยในครั้งนี้ข้อมูลเกี่ยวกับอาคารชลศาสตร์ยังไม่ครบถ้วนมากนัก ควรมีการศึกษาและรวบรวมข้อมูลของอาคารชลศาสตร์ในแม่น้ำป่าสักให้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น เพื่อเพิ่มความถูกต้องของการจำลองลักษณะการไหล
2. ในอนาคตหากมีการนำผลการวิจัยไปใช้ในการบริหารจัดการน้ำท่วมจริงควรมีการสำรวจสภาพภูมิประเทศและรูปตัดแม่น้ำตลอดจนอาคารชลศาสตร์ต่างๆที่อาจจะมีเพิ่มเติมให้เป็นข้อมูลที่เป็ปัจจุบันมากที่สุด เพื่อเพิ่มความถูกต้อง ให้กับแบบจำลองมากยิ่งขึ้น
3. ควรมีการวางโครงการสำรวจ และออกแบบรายละเอียดโครงการอ่างเก็บน้ำอุ้มกะทาดเพื่อนำมาใช้ในการบริหารจัดการอ่างเก็บน้ำสำหรับรองรับเหตุการณ์น้ำท่วมได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด
4. ควรมีการติดตั้งสถานีวัดน้ำท่าและน้ำฝน แบบอัตโนมัติในลำห้วยสาขาต่างๆ ที่บริเวณต้นน้ำและท้ายน้ำของลำห้วยนั้นๆ รวมทั้งบริเวณลำน้ำในเขตเมืองเพชรบูรณ์ เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบแบบจำลองให้มีความถูกต้องยิ่งขึ้น
5. ควรมีการศึกษาแนวทางการพัฒนาระบบโทรมาตร ระบบเตือนภัย และระบบการบริหารจัดการน้ำหลากของทั้งลุ่มน้ำเพื่อเป็นแนวทางการบรรเทาอุทกภัยอย่างบูรณาการและยั่งยืนต่อไป

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2545. โครงการบริหารจัดการน้ำในลุ่มน้ำคลองอุตตะเกา จังหวัดสงขลา. ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2546. โครงการจัดทำแผนรวมการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสัก. กรมทรัพยากรน้ำ, กรุงเทพฯ.

กรมโยธาธิการ กระทรวงกระทรวงมหาดไทย. 2541. โครงการศึกษาจัดทำแผนหลัก การป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนจังหวัดเพชรบูรณ์. กรมโยธาธิการ, กรุงเทพฯ.

กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงคมนาคม. 2532. เอกสารวิชาการ กองภูมิอากาศและกองอุตุนิยมวิทยา-อุทก. กรมอุตุนิยมวิทยา, กรุงเทพฯ.

คณะกรรมการกำหนดแผนแม่บทป้องกันอุทกภัยน้ำท่วมและภัยแล้งจังหวัดเพชรบูรณ์. 2546. แผนแม่บทป้องกันอุทกภัยน้ำท่วมและภัยแล้งจังหวัดเพชรบูรณ์, จังหวัดเพชรบูรณ์, เพชรบูรณ์

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

ชูเกียรติ ทรัพย์ไพศาล และ ไตรรัตน์ ศรีวัฒนา. 2539. การป้องกันน้ำท่วมและระบบระบายน้ำของมหานคร. สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นุชนารถ ศรีวงศิงานนท์. 2540. การศึกษาสถานะน้ำท่วมของลุ่มน้ำปิงตอนบนโดยประยุกต์ใช้แบบจำลอง MIKE11. วิศวกรรมเกษตรศาสตร์ 12(35): น.113-145

นิปัทม์ คำพรหม. 2544. การศึกษาการบรรเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่างโดยใช้พื้นที่ทุ่งน้ำท่วมธรรมชาติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ยุพิน จันดา. 2542. การพยากรณ์สภาพน้ำท่วมในลุ่มน้ำบางปะกงโดยใช้แบบจำลอง MIKE 11. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วัชร วีระพันธ์. 2538. การจำลองน้ำท่วมในลุ่มน้ำอุตะเถา. ฝ่ายพยากรณ์อุทกนิยมหาวิทยาลัยอุทก, กรมอุทกนิยวิทยา, กรุงเทพฯ.

วีระชัย ชูพิศาลโยธิน. 2530. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝน-น้ำท่าในลุ่มน้ำป่าสักโดยใช้แบบจำลองถึง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุภาพรรณ สุคนธราช. 2532. การวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การแผ่กระจายของฝนสูงสุด 1 วัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักงานรัฐมนตรี. 2537. โครงการศึกษาข้อมูลและศักยภาพการพัฒนาลุ่มน้ำป่าสัก. สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2542. การศึกษาเพื่อกำหนดพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยและภัยธรรมชาติ. สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

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

AIT/RID. 2539. การทำนายสถานะน้ำท่วมอำเภอลำลูกเกดใหญ่. Asian Institute of Technology และกรมชลประทาน, กรุงเทพฯ.

Sir William Halcrow&Partners Ltd. and HR Wallingford Ltd. 1998. **InfoWorks RS and FloodWorks ISIS Flow User Manual**, UK.

Sir William Halcrow&Partners Ltd. and HR Wallingford Ltd. 2004. **InfoWorks RS and FloodWorks
ISIS Flow Release Notes**, UK.

ภาคผนวก

การศึกษาคาบอุบัติของฝนโดยใช้ข้อมูลฝนสูงสุด 1 วัน ซึ่งได้จากข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันของสถานีวัดน้ำฝนที่อยู่ในลุ่มน้ำป่าสักที่รวบรวมได้ตั้งแต่ปี พ.ศ.2495 ถึง พ.ศ.2545 ดังแสดงในตารางผนวกที่ 1

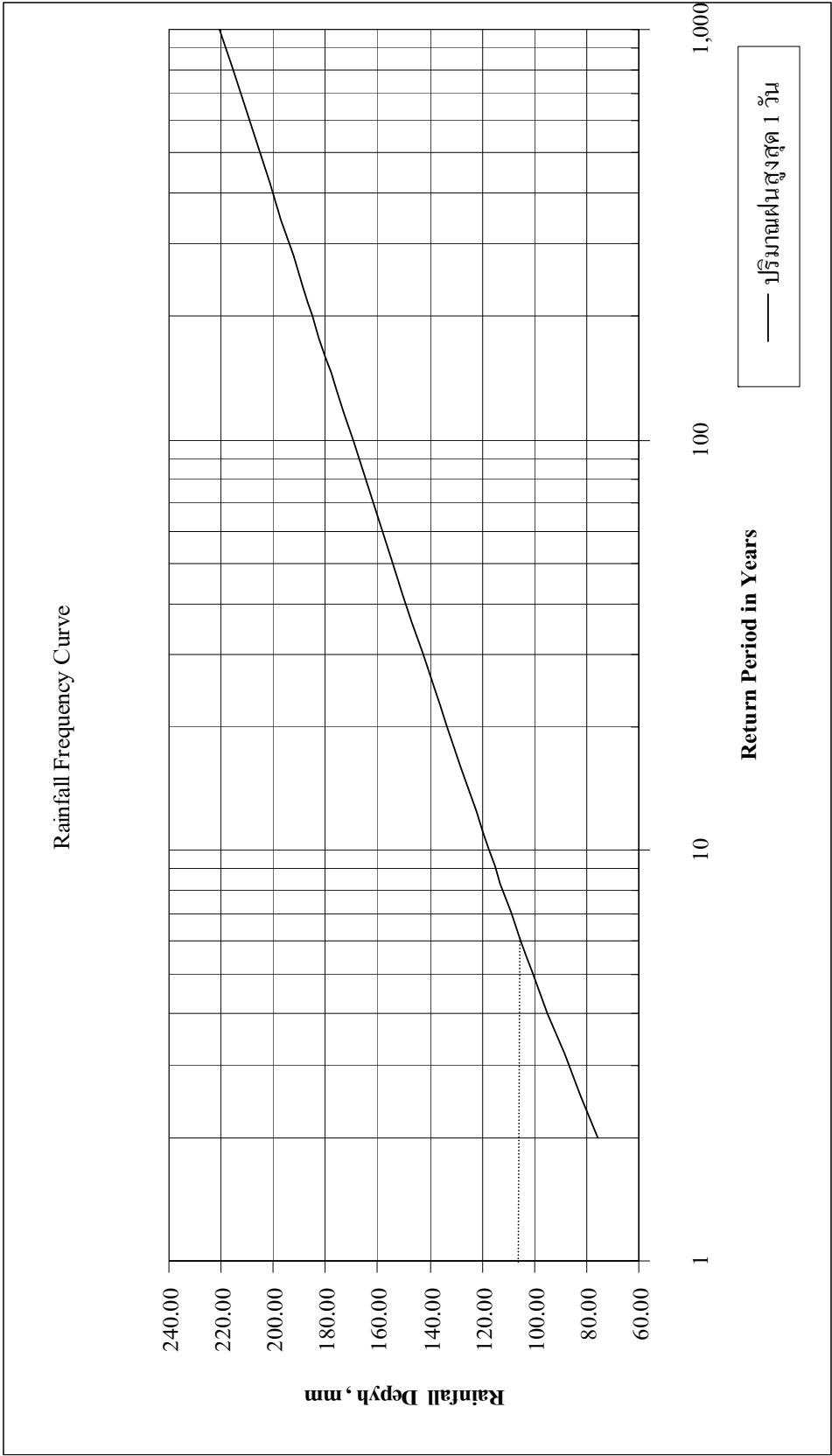
ตารางผนวกที่ 1 ข้อมูลฝนสูงสุด 1 วันที่ใช้ในการวิเคราะห์

ปี พ.ศ.	ปริมาณฝนสูงสุด 1 วัน (มม.)	ปี พ.ศ.	ปริมาณฝนสูงสุด 1 วัน (มม.)	ปี พ.ศ.	ปริมาณฝนสูงสุด 1 วัน (มม.)
2495	102.40	2514	84.10	2533	100.60
2496	62.20	2515	117.70	2534	110.20
2497	65.40	2516	83.10	2535	65.10
2498	64.30	2517	50.40	2536	73.80
2499	78.20	2518	34.10	2537	104.90
2500	67.20	2519	68.20	2538	63.70
2501	54.30	2520	88.10	2539	51.70
2502	88.70	2521	85.80	2540	78.40
2503	39.50	2522	54.80	2541	64.60
2504	64.30	2523	54.30	2542	67.10
2505	70.60	2524	96.40	2543	121.20
2506	107.20	2525	76.50	2544	122.30
2507	142.80	2526	44.10	2545	125.00
2508	94.40	2527	160.60		
2509	129.30	2528	50.90		
2510	72.00	2529	49.50		
2511	95.20	2530	71.90		
2512	89.00	2531	38.60		
2513	92.10	2532	142.00		

เมื่อทำการวิเคราะห์ค่าบัพติต่างๆของฝนโดยใช้ทฤษฎีแก้มเบล ได้ผลดังตารางผนวกที่ 2

ตารางผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ค่าบัพติต่างๆของฝนโดยทฤษฎีแก้มเบล

ค่าบัพติของฝน	ปริมาณน้ำฝน(มม.)
2	75.575
5	100.697
10	117.326
25	138.368
50	153.955
100	169.432
200	184.864
1000	220.584



ภาพผนวกที่ 1 การวิเคราะห์ค่าบัพัดของฝนสูงสุด 1 วัน ของสถานีตรวจอากาศอ.เมือง จ.เพชรบูรณ์

การเปรียบเทียบแบบจำลองทางชลศาสตร์ได้ดำเนินการ 2 ส่วน อันได้แก่ การเปรียบเทียบกรณีการไหลเป็นแบบ Steady State และกรณีการไหลเป็นแบบ Unsteady State แสดงผลการเปรียบเทียบแบบจำลอง ได้ดังต่อไปนี้

- กรณีการเปรียบเทียบแบบจำลองกรณีการไหลเป็นแบบ Steady State ที่สถานี S4B.

ตารางผนวกที่ 3 Rating curve สถานี S4B.

ค่าระดับน้ำ (ม.รทก.)	ค่าอัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)	ค่าระดับน้ำ (ม.รทก.)	ค่าอัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)
89.60	14.04	91.80	59.73
89.70	16.05	91.90	62.02
89.80	18.06	92.00	64.31
89.90	20.07	92.10	66.60
90.00	22.08	92.20	68.88
90.10	24.09	92.30	71.17
90.20	26.10	92.40	73.46
90.30	28.11	92.50	75.75
90.40	30.12	92.60	78.04
90.50	32.13	92.70	80.33
90.60	34.14	92.80	82.61
90.70	36.15	92.90	84.90
90.80	38.16	93.00	87.19
90.90	40.17	93.10	89.48
91.00	42.18	93.20	91.77
91.10	44.19	93.30	94.06
91.20	46.00	93.40	96.34
91.30	48.29	93.50	98.63
91.40	50.58	93.60	100.92
91.50	52.87	93.70	103.21

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ) Rating curve สถานี S4B.

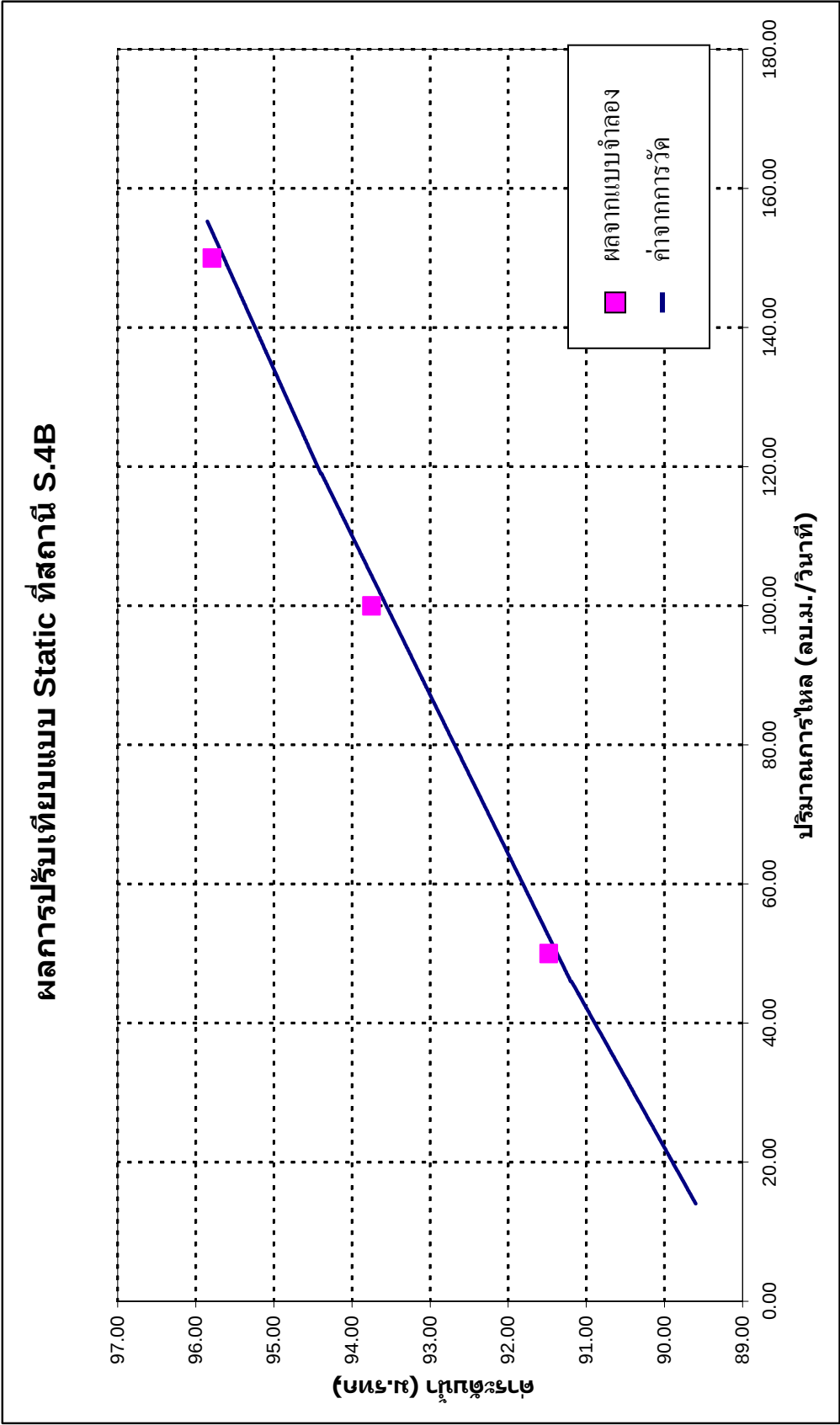
ค่าระดับน้ำ (ม.รทก.)	ค่าอัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)	ค่าระดับน้ำ (ม.รทก.)	ค่าอัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที)
91.60	55.15	93.80	105.50
91.70	57.44	93.90	107.79
94.00	110.08	95.00	134.00
94.10	112.36	95.10	136.50
94.20	114.65	95.20	139.00
94.30	116.94	95.30	141.50
94.40	119.00	95.40	144.00
94.50	121.50	95.50	146.50
94.60	124.00	95.60	149.00
94.70	126.50	95.70	151.50
94.80	129.00	95.80	154.00
94.90	131.50	95.85	155.25

ตารางผนวกที่ 4 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองในเบื้องต้น

ปริมาณน้ำในการเปรียบเทียบแบบ Static	ค่าระดับน้ำที่สถานี S4B.	ค่าระดับน้ำจากแบบจำลอง
50	91.38	91.48
100	91.56	93.75
150	95.64	95.79

ตารางผนวกที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระในลำน้ำ กรณีเปรียบเทียบแบบ Static

ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระในลำน้ำ	n
ต้นน้ำ-สถานี S4B.	0.055
สถานีS4B.-สถานีTS.5	0.045



ภาพผนวกที่ 2 ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองแบบ Static ที่สถานี S4B.

- กรณีการปรับเทียบแบบจำลองกรณีการไหลเป็นแบบ Unsteady State ที่สถานี S4B.

ตารางผนวกที่ 6 สรุปผลการปรับเทียบแบบจำลองคณิตศาสตร์ ที่สถานี S4B. แม่น้ำป่าสัก

วันเวลา	สถานี S4B		ค่าความแตกต่าง		
	ค่าระดับน้ำ	ค่าระดับน้ำจาก	ตามเวลา	สูงสุด	เฉลี่ย
	ตรวจวัด	แบบจำลอง			
19/8/2002 0:00	90.290	90.19	0.100	0.459	0.089
19/8/2002 3:00	90.270	90.195	0.075		
19/8/2002 6:00	90.260	90.23	0.030		
19/8/2002 9:00	90.250	90.291	0.041		
19/8/2002 12:00	90.220	90.358	0.138		
19/8/2002 15:00	90.200	90.411	0.211		
19/8/2002 18:00	90.180	90.457	0.277		
19/8/2002 21:00	90.330	90.518	0.188		
20/8/2002 1:00	90.620	90.638	0.018		
20/8/2002 4:00	90.830	90.7	0.130		
20/8/2002 7:00	91.020	90.773	0.247		
20/8/2002 10:00	91.095	90.893	0.202		
20/8/2002 13:00	91.280	91.08	0.200		
20/8/2002 16:00	91.770	91.328	0.442		
20/8/2002 19:00	91.970	91.603	0.367		
20/8/2002 22:00	92.030	91.875	0.155		
21/8/2002 1:00	92.070	92.144	0.074		
21/8/2002 4:00	92.090	92.391	0.301		
21/8/2002 7:00	92.380	92.593	0.213		
21/8/2002 10:00	92.710	92.766	0.056		

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ) สรุปผลการเปรียบเทียบแบบจำลองคณิตศาสตร์ ที่สถานี S4B. แม่น้ำป่าสัก

วันเวลา	สถานี S4B		ค่าความแตกต่าง		
	ค่าระดับน้ำ	ค่าระดับน้ำจาก	ตามเวลา	สูงสุด	เฉลี่ย
	ตรวจวัด	แบบจำลอง			
21/8/2002 13:00	92.790	92.916	0.126		
21/8/2002 22:00	93.080	93.219	0.139		
22/8/2002 1:00	93.220	93.308	0.088		
22/8/2002 4:00	93.410	93.456	0.046		
22/8/2002 7:00	93.520	93.612	0.092		
22/8/2002 10:00	93.590	93.759	0.169		
22/8/2002 13:00	93.660	93.897	0.237		
22/8/2002 16:00	93.760	94.015	0.255		
22/8/2002 19:00	93.910	94.111	0.201		
22/8/2002 22:00	94.100	94.193	0.093		
23/8/2002 1:00	94.210	94.27	0.060		
23/8/2002 4:00	94.350	94.376	0.026		
23/8/2002 7:00	94.460	94.496	0.036		
23/8/2002 10:00	94.530	94.621	0.091		
23/8/2002 13:00	94.690	94.744	0.054		
23/8/2002 16:00	94.850	94.865	0.015		
23/8/2002 19:00	94.930	94.98	0.050		
23/8/2002 22:00	95.020	95.07	0.050		
24/8/2002 1:00	95.090	95.156	0.066		
24/8/2002 4:00	95.160	95.222	0.062		
24/8/2002 7:00	95.240	95.273	0.033		
24/8/2002 10:00	95.280	95.315	0.035		

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ) สรุปผลการเปรียบเทียบแบบจำลองคณิตศาสตร์ ที่สถานี S4B. แม่น้ำป่าสัก

วันเวลา	สถานี S4B		ค่าความแตกต่าง		
	ค่าระดับน้ำ	ค่าระดับน้ำจาก	ตามเวลา	สูงสุด	เฉลี่ย
	ตรวจวัด	แบบจำลอง			
24/8/2002 13:00	95.330	95.352	0.022		
24/8/2002 16:00	95.370	95.384	0.014		
24/8/2002 19:00	95.430	95.412	0.018		
24/8/2002 22:00	95.510	95.436	0.074		
25/8/2002 1:00	95.600	95.458	0.142		
25/8/2002 4:00	95.610	95.475	0.135		
25/8/2002 7:00	95.580	95.489	0.091		
25/8/2002 10:00	95.630	95.503	0.127		
25/8/2002 13:00	95.630	95.518	0.112		
25/8/2002 16:00	95.630	95.534	0.096		
25/8/2002 19:00	95.626	95.549	0.077		
25/8/2002 22:00	95.614	95.565	0.049		
26/8/2002 1:00	95.602	95.577	0.025		
26/8/2002 4:00	95.590	95.578	0.012		
26/8/2002 7:00	95.590	95.572	0.018		
26/8/2002 10:00	95.580	95.561	0.019		
26/8/2002 13:00	95.570	95.547	0.023		
26/8/2002 16:00	95.560	95.531	0.029		
26/8/2002 19:00	95.520	95.513	0.007		
26/8/2002 22:00	95.490	95.492	-0.002		
27/8/2002 1:00	95.470	95.469	0.001		
27/8/2002 4:00	95.460	95.455	0.005		

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ) สรุปผลการเปรียบเทียบแบบจำลองคณิตศาสตร์ ที่สถานี S4B. แม่น้ำป่าสัก

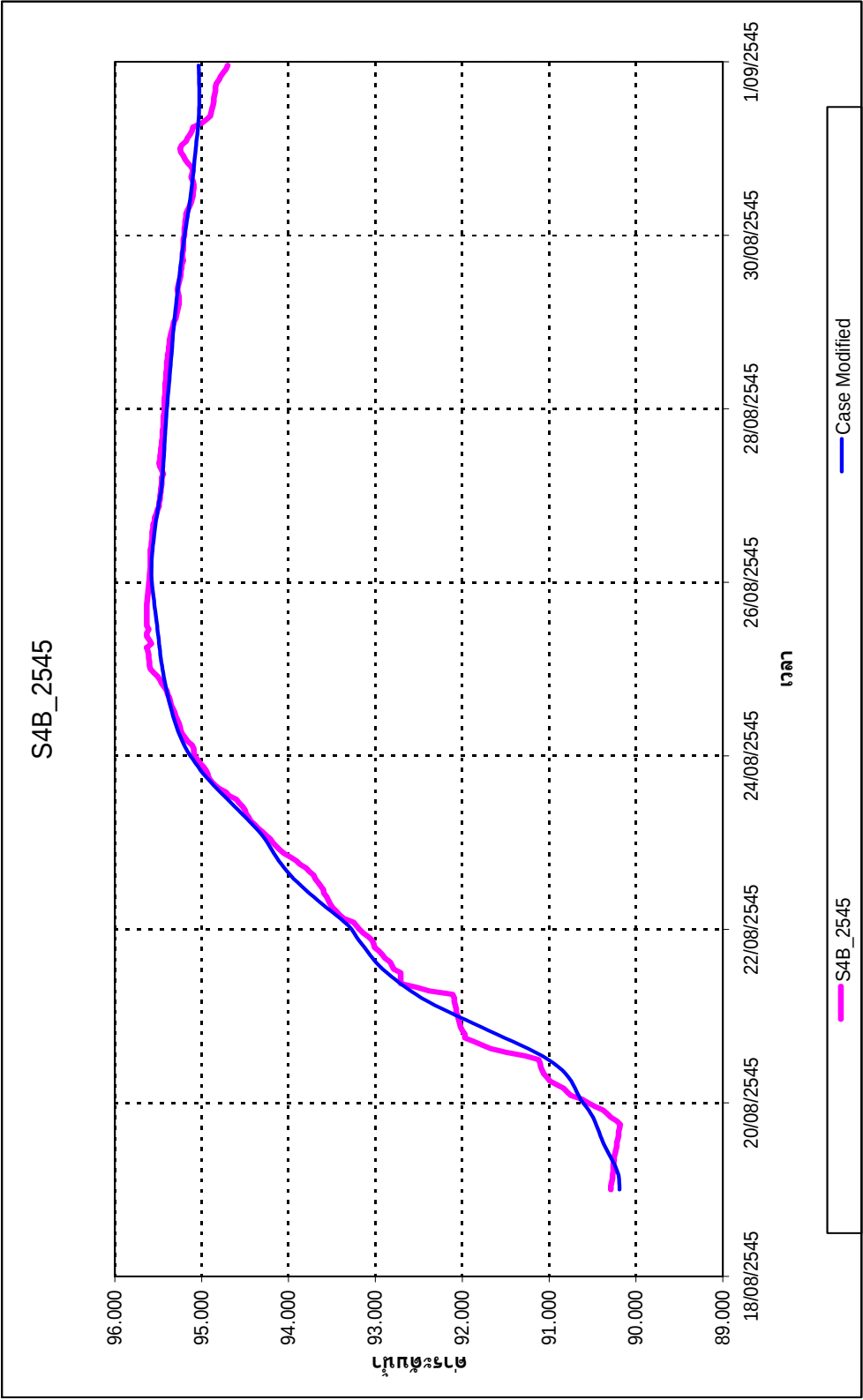
วันเวลา	สถานี S4B		ค่าความแตกต่าง		
	ค่าระดับน้ำ	ค่าระดับน้ำจาก	ตามเวลา	สูงสุด	เฉลี่ย
	ตรวจวัด	แบบจำลอง			
27/8/2002 7:00	95.460	95.445	0.015		
27/8/2002 10:00	95.480	95.437	0.043		
27/8/2002 13:00	95.470	95.43	0.040		
27/8/2002 16:00	95.450	95.423	0.027		
27/8/2002 19:00	95.440	95.416	0.024		
27/8/2002 22:00	95.440	95.407	0.033		
28/8/2002 1:00	95.430	95.397	0.033		
28/8/2002 4:00	95.420	95.386	0.034		
28/8/2002 7:00	95.420	95.375	0.045		
28/8/2002 10:00	95.410	95.364	0.046		
28/8/2002 13:00	95.400	95.354	0.046		
28/8/2002 16:00	95.380	95.344	0.036		
28/8/2002 19:00	95.370	95.335	0.035		
28/8/2002 22:00	95.340	95.324	0.016		
29/8/2002 1:00	95.300	95.312	0.012		
29/8/2002 4:00	95.270	95.298	0.028		
29/8/2002 7:00	95.260	95.284	0.024		
29/8/2002 10:00	95.270	95.27	0.000		
29/8/2002 13:00	95.240	95.255	0.015		
29/8/2002 16:00	95.230	95.24	0.010		
29/8/2002 19:00	95.220	95.225	0.005		
29/8/2002 22:00	95.210	95.208	0.002		

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ) สรุปผลการเปรียบเทียบแบบจำลองคณิตศาสตร์ ที่สถานี S4B. แม่น้ำป่าสัก

วันเวลา	สถานี S4B		ค่าความแตกต่าง		
	ค่าระดับน้ำ	ค่าระดับน้ำจาก	ตามเวลา	สูงสุด	เฉลี่ย
	ตรวจวัด	แบบจำลอง			
30/8/2002 1:00	95.200	95.19	0.010		
30/8/2002 4:00	95.190	95.17	0.020		
30/8/2002 7:00	95.160	95.15	0.010		
30/8/2002 10:00	95.110	95.132	0.022		
30/8/2002 13:00	95.090	95.115	0.025		
30/8/2002 16:00	95.120	95.102	0.018		
30/8/2002 19:00	95.120	95.089	0.031		
30/8/2002 22:00	95.210	95.077	0.133		
31/8/2002 1:00	95.230	95.063	0.167		
31/8/2002 4:00	95.130	95.05	0.080		
31/8/2002 7:00	95.000	95.039	0.039		
31/8/2002 10:00	94.890	95.03	0.140		
31/8/2002 13:00	94.860	95.027	0.167		
31/8/2002 16:00	94.840	95.027	0.187		
31/8/2002 19:00	94.800	95.03	0.230		
31/8/2002 22:00	94.720	95.033	0.313		

ตารางผนวกที่ 7 ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระในลำน้ำ กรณีเปรียบเทียบแบบ Dynamic

ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระในลำน้ำ	n
ต้นน้ำ-สถานี S4B.	0.055
สถานีS4B.-สถานีTS.5	0.045



ภาพผนวกที่ 3 ผลการปรับเปลี่ยนแบบจำลองแบบ Dynamic ที่สถานี S4B.

การทดสอบแบบจำลองเพื่อเป็นการพิสูจน์ว่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการปรับเทียบแบบจำลองมีความถูกต้อง ทำได้โดยการนำแบบจำลองไปใช้ในการจำลองสภาพน้ำท่วมที่เกิดขึ้นในปีอื่นๆ โดยใช้พารามิเตอร์ที่ได้จากการปรับเทียบในการคำนวณ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้นำแบบจำลองไปใช้ในการจำลองสภาพน้ำท่วม ระหว่างวันที่ 3 สิงหาคม 2544 ถึงวันที่ 15 สิงหาคม 2544 และระหว่างวันที่ 8 กันยายน 2543 ถึงวันที่ 14 กันยายน 2543

- กรณีตรวจสอบแบบจำลอง ด้วยข้อมูลน้ำท่วมระหว่างวันที่ 3 สิงหาคม 2544 ถึงวันที่ 15 สิงหาคม 2544

ตารางผนวกที่ 8 สรุปผลการตรวจสอบแบบจำลองคณิตศาสตร์ ที่สถานี S4B. แม่น้ำป่าสัก

วันเวลา	สถานี S4B		ค่าความแตกต่าง		
	ค่าระดับน้ำ	ค่าระดับน้ำจาก	ตามเวลา	สูงสุด	เฉลี่ย
	ตรวจวัด	แบบจำลอง			
2/8/2001 0:00	90.290	89.842	0.448	0.448	0.120
2/8/2001 3:00	90.270	89.834	0.436		
2/8/2001 6:00	89.470	89.137	0.333		
2/8/2001 9:00	89.460	89.14	0.320		
2/8/2001 12:00	89.440	89.15	0.290		
2/8/2001 15:00	89.430	89.168	0.262		
2/8/2001 18:00	89.400	89.194	0.206		
2/8/2001 21:00	89.380	89.228	0.152		
3/8/2001 0:00	89.390	89.268	0.122		
3/8/2001 3:00	89.410	89.313	0.097		
3/8/2001 6:00	89.430	89.364	0.066		
3/8/2001 9:00	89.430	89.351	0.079		
3/8/2001 12:00	89.440	89.382	0.058		
3/8/2001 15:00	89.450	89.451	0.001		

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ) สรุปผลการตรวจสอบแบบจำลองคณิตศาสตร์ ที่สถานี S4B. แม่น้ำป่าสัก

วันเวลา	สถานี S4B		ค่าความแตกต่าง		
	ค่าระดับน้ำ	ค่าระดับน้ำจาก	ตามเวลา	สูงสุด	เฉลี่ย
	ตรวจวัด	แบบจำลอง			
3/8/2001 18:00	89.480	89.54	0.060		
3/8/2001 21:00	89.520	89.63	0.110		
4/8/2001 0:00	89.550	89.72	0.170		
4/8/2001 3:00	89.570	89.79	0.220		
4/8/2001 6:00	89.700	89.845	0.145		
4/8/2001 9:00	89.740	89.92	0.180		
4/8/2001 12:00	89.760	89.966	0.206		
4/8/2001 15:00	89.780	89.984	0.204		
4/8/2001 18:00	89.790	90.01	0.220		
4/8/2001 21:00	89.820	90.044	0.224		
5/8/2001 0:00	89.850	90.084	0.234		
5/8/2001 3:00	89.860	90.129	0.269		
5/8/2001 6:00	89.890	90.18	0.290		
5/8/2001 9:00	89.940	90.239	0.299		
5/8/2001 12:00	89.980	90.317	0.337		
5/8/2001 15:00	90.030	90.419	0.389		
5/8/2001 18:00	90.120	90.552	0.432		
5/8/2001 21:00	90.350	90.693	0.343		
6/8/2001 0:00	90.520	90.811	0.291		
6/8/2001 3:00	90.780	90.913	0.133		
6/8/2001 6:00	90.850	91.002	0.152		
6/8/2001 9:00	90.930	91.086	0.156		

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ) สรุปผลการตรวจสอบแบบจำลองคณิตศาสตร์ ที่สถานี S4B. แม่น้ำป่าสัก

วันเวลา	สถานี S4B		ค่าความแตกต่าง		
	ค่าระดับน้ำ	ค่าระดับน้ำจาก	ตามเวลา	สูงสุด	เฉลี่ย
	ตรวจวัด	แบบจำลอง			
6/8/2001 12:00	91.020	91.162	0.142		
6/8/2001 15:00	91.070	91.227	0.157		
6/8/2001 18:00	91.170	91.275	0.105		
6/8/2001 21:00	91.220	91.308	0.088		
7/8/2001 0:00	91.250	91.325	0.075		
7/8/2001 3:00	91.280	91.334	0.054		
7/8/2001 6:00	91.300	91.342	0.042		
7/8/2001 9:00	91.330	91.358	0.028		
7/8/2001 12:00	91.350	91.389	0.039		
7/8/2001 15:00	91.370	91.437	0.067		
7/8/2001 18:00	91.450	91.503	0.053		
7/8/2001 21:00	91.550	91.58	0.030		
8/8/2001 0:00	91.700	91.659	0.041		
8/8/2001 3:00	91.770	91.735	0.035		
8/8/2001 6:00	91.820	91.813	0.007		
8/8/2001 9:00	91.900	91.898	0.002		
8/8/2001 12:00	92.050	91.991	0.059		
8/8/2001 15:00	92.140	92.089	0.051		
8/8/2001 18:00	92.220	92.184	0.036		
8/8/2001 21:00	92.280	92.262	0.018		
9/8/2001 0:00	92.340	92.329	0.011		
9/8/2001 3:00	92.470	92.384	0.086		

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ) สรุปผลการตรวจสอบแบบจำลองคณิตศาสตร์ ที่สถานี S4B. แม่น้ำป่าสัก

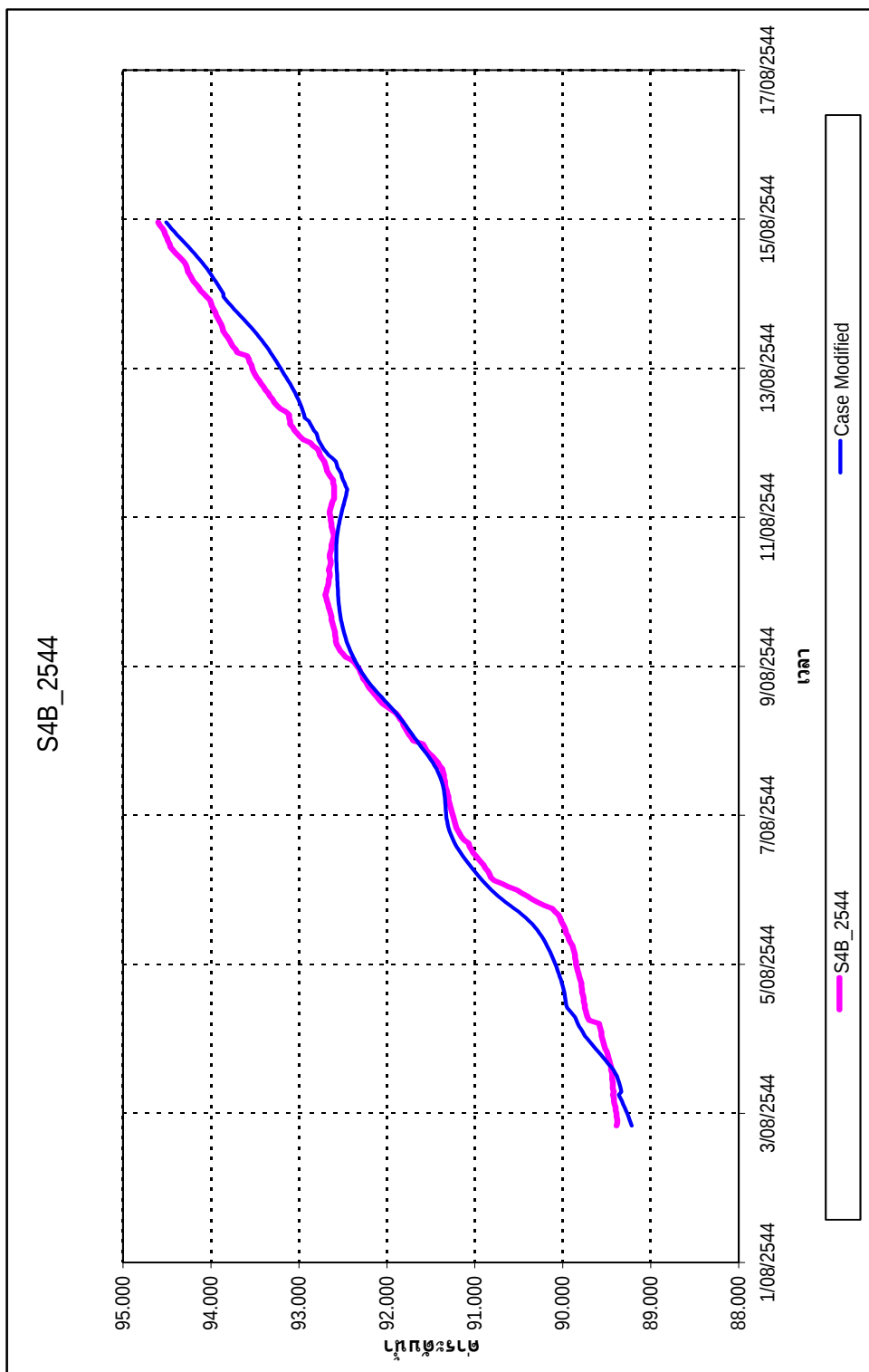
วันเวลา	สถานี S4B		ค่าความแตกต่าง		
	ค่าระดับน้ำจาก		ตามเวลา	สูงสุด	เฉลี่ย
	ค่าระดับน้ำตรวจวัด	แบบจำลอง			
9/8/2001 6:00	92.550	92.431	0.119		
9/8/2001 9:00	92.580	92.468	0.112		
9/8/2001 12:00	92.600	92.498	0.102		
9/8/2001 15:00	92.630	92.521	0.109		
9/8/2001 18:00	92.650	92.539	0.111		
9/8/2001 21:00	92.680	92.55	0.130		
10/8/2001 0:00	92.690	92.556	0.134		
10/8/2001 3:00	92.660	92.561	0.099		
10/8/2001 6:00	92.650	92.567	-0.083		
10/8/2001 9:00	92.640	92.573	0.067		
10/8/2001 12:00	92.650	92.576	0.074		
10/8/2001 15:00	92.630	92.574	0.056		
10/8/2001 18:00	92.600	92.566	0.034		
10/8/2001 21:00	92.630	92.55	0.080		
11/8/2001 0:00	92.640	92.528	0.112		
11/8/2001 3:00	92.640	92.502	0.138		
11/8/2001 6:00	92.600	92.474	0.126		
11/8/2001 9:00	92.600	92.449	0.151		
11/8/2001 12:00	92.610	92.5	0.110		
11/8/2001 15:00	92.680	92.54	0.140		
11/8/2001 18:00	92.710	92.58	0.130		
11/8/2001 21:00	92.770	92.69	0.080		

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ) สรุปผลการตรวจสอบแบบจำลองคณิตศาสตร์ ที่สถานี S4B. แม่น้ำป่าสัก

วันเวลา	สถานี S4B		ค่าความแตกต่าง		
	ค่าระดับน้ำ	ค่าระดับน้ำจาก	ตามเวลา	สูงสุด	เฉลี่ย
	ตรวจวัด	แบบจำลอง			
12/8/2001 0:00	92.870	92.76	0.110		
12/8/2001 3:00	93.020	92.8	0.220		
12/8/2001 6:00	93.100	92.87	0.230		
12/8/2001 9:00	93.110	92.943	0.167		
12/8/2001 12:00	93.250	92.977	0.273		
12/8/2001 15:00	93.330	93.024	0.306		
12/8/2001 18:00	93.400	93.08	0.320		
12/8/2001 21:00	93.480	93.144	0.336		
13/8/2001 0:00	93.530	93.209	0.321		
13/8/2001 3:00	93.570	93.275	0.295		
13/8/2001 6:00	93.720	93.345	0.375		
13/8/2001 9:00	93.790	93.422	0.368		
13/8/2001 12:00	93.860	93.509	0.351		
13/8/2001 15:00	93.900	93.604	0.296		
13/8/2001 18:00	93.950	93.703	0.247		
13/8/2001 21:00	94.000	93.799	0.201		

ตารางผนวกที่ 9 ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระในลำน้ำ กรณีตรวจสอบแบบจำลอง ปีพ.ศ.2544

ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระในลำน้ำ	n
ต้นน้ำ-สถานี S4B.	0.055
สถานีS4B.-สถานีTS.5	0.045



ภาพผนวกที่ 4 ผลการตรวจสอบแบบจำลอง ที่สถานี S4B. ด้วยเหตุการณ์น้ำท่วม ปี พ.ศ.2544

- กรณีตรวจสอบแบบจำลอง ด้วยข้อมูลน้ำท่วมระหว่างวันที่ 8 กันยายน 2543 ถึงวันที่ 13 กันยายน 2543

ตารางผนวกที่ 10 สรุปผลการตรวจสอบแบบจำลองคณิตศาสตร์ ที่สถานี S4B. แม่น้ำป่าสัก

วันเวลา	สถานี S4B		ค่าความแตกต่าง		
	ค่าระดับน้ำ	ค่าระดับน้ำจาก	ตามเวลา	สูงสุด	เฉลี่ย
	ตรวจวัด	แบบจำลอง			
8/9/2000 0:00		94.642		0.420	0.113
8/9/2000 3:00		94.634			
8/9/2000 6:00	94.550	94.637	0.087		
8/9/2000 9:00	94.580	94.64	0.060		
8/9/2000 12:00	94.620	94.65	0.030		
8/9/2000 15:00	94.620	94.668	0.048		
8/9/2000 18:00	94.630	94.694	0.064		
8/9/2000 21:00		94.728			
9/9/2000 0:00		94.752			
9/9/2000 3:00		94.785			
9/9/2000 6:00	94.700	94.818	0.118		
9/9/2000 9:00	94.730	94.851	0.121		
9/9/2000 12:00	94.750	94.882	0.132		
9/9/2000 15:00	94.770	94.916	0.146		
9/9/2000 18:00	94.790	94.93	0.140		
9/9/2000 21:00		94.945			
10/9/2000 0:00		94.96			
10/9/2000 3:00		94.975			
10/9/2000 6:00	94.870	94.989	0.119		

ตารางผนวกที่ 10 (ต่อ) สรุปผลการตรวจสอบแบบจำลองคณิตศาสตร์ ที่สถานี S4B. แม่น้ำ
ป่าสัก

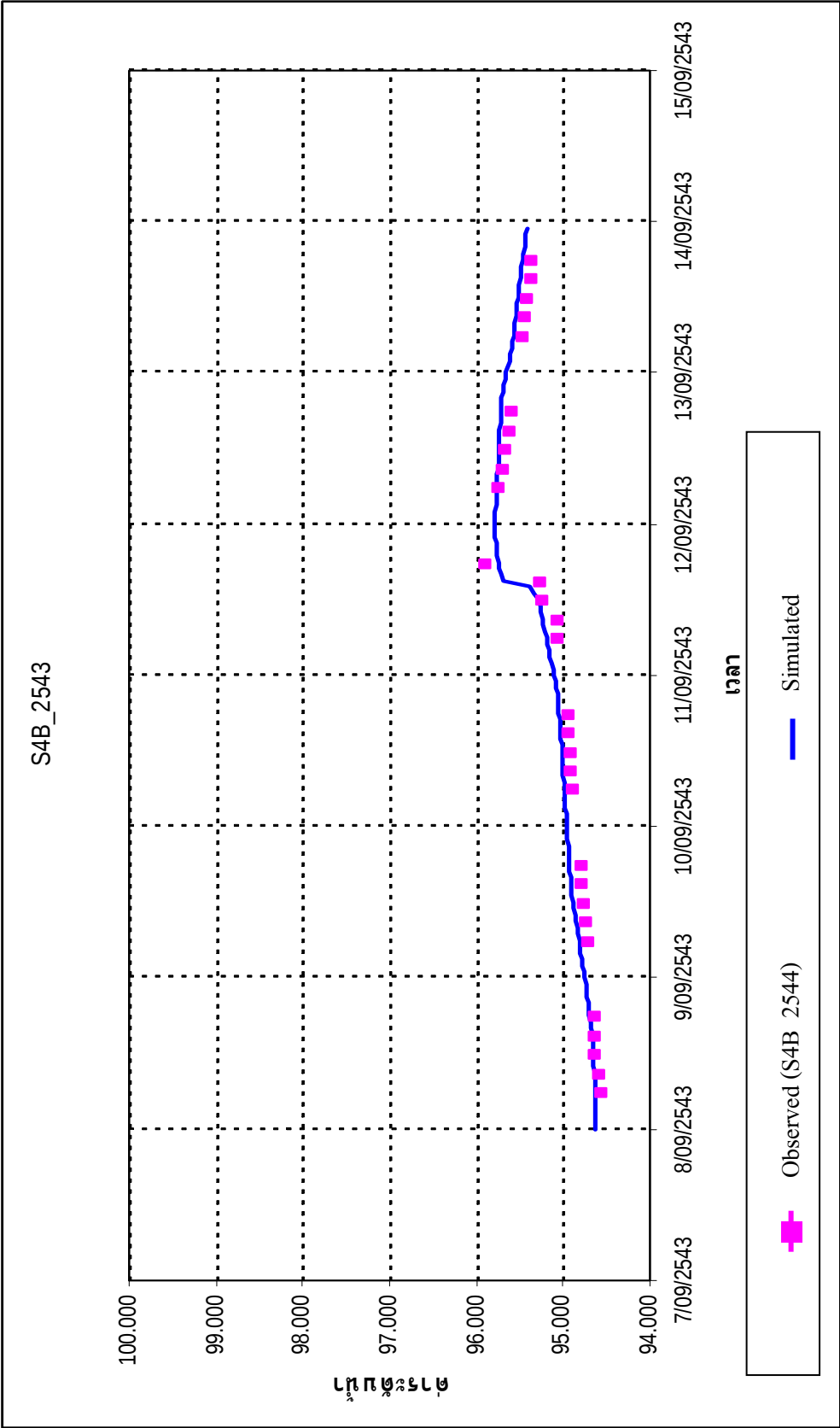
วันเวลา	สถานี S4B		ค่าความแตกต่าง		
	ค่าระดับน้ำ	ค่าระดับน้ำจาก	ตามเวลา	สูงสุด	เฉลี่ย
	ตรวจวัด	แบบจำลอง			
10/9/2000 9:00	94.900	95.001	0.101		
10/9/2000 12:00	94.910	95.013	0.103		
10/9/2000 15:00	94.930	95.031	0.101		
10/9/2000 18:00	94.940	95.049	0.109		
10/9/2000 21:00		95.067			
11/9/2000 0:00		95.103			
11/9/2000 3:00		95.148			
11/9/2000 6:00	95.050	95.193	0.143		
11/9/2000 9:00	95.060	95.238	0.178		
11/9/2000 12:00	95.230	95.29	0.060		
11/9/2000 15:00	95.270	95.69	0.420		
11/9/2000 18:00	95.890	95.742	0.148		
11/9/2000 21:00		95.772			
12/9/2000 0:00		95.79			
12/9/2000 3:00		95.774			
12/9/2000 6:00	95.730	95.762	0.032		
12/9/2000 9:00	95.690	95.75	0.060		
12/9/2000 12:00	95.660	95.738	0.078		
12/9/2000 15:00	95.620	95.727	0.107		
12/9/2000 18:00	95.590	95.712	0.122		
12/9/2000 21:00		95.697			
13/9/2000 0:00		95.652			

ตารางผนวกที่ 10 (ต่อ) สรุปผลการตรวจสอบแบบจำลองคณิตศาสตร์ ที่สถานี S4B. แม่น้ำ
ป่าสัก

วันเวลา	สถานี S4B		ค่าความแตกต่าง		
	ค่าระดับน้ำ	ค่าระดับน้ำจาก	ตามเวลา	สูงสุด	เฉลี่ย
	ตรวจวัด	แบบจำลอง			
13/9/2000 3:00		95.607			
13/9/2000 6:00	95.460	95.574	0.114		
13/9/2000 9:00	95.430	95.547	0.117		
13/9/2000 12:00	95.400	95.52	0.120		
13/9/2000 15:00	95.370	95.493	0.123		
13/9/2000 18:00	95.370	95.466	0.096		
13/9/2000 21:00		95.439			

ตารางผนวกที่ 11 ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระในลำน้ำ กรณีตรวจสอบแบบจำลอง ปีพ.ศ.2543

ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระในลำน้ำ	n
ต้นน้ำ-สถานี S4B.	0.055
สถานีS4B.-สถานีTS.5	0.045



ภาพผนวกที่ 5 ผลการตรวจสอบแบบจำลอง ที่สถานี S4B. ด้วยเหตุการณ์น้ำท่วม ปี พ.ศ.2543

การทดสอบความไวของแบบจำลอง

ผลการทดสอบความไวของแบบจำลอง สามารถแสดงได้ดังนี้

ตารางผนวกที่ 12 ผลการทดสอบความไวของแบบจำลอง

ระยะทาง	การทดสอบความไวของแบบจำลอง		
	ค่า n ปกติ	ค่า n ปรับลด 20%	ค่า n ปรับเพิ่ม 20%
0+000	143.03	142.28	143.53
2+750	141.37	140.59	141.84
5+920	139.53	138.67	139.96
8+900	138.38	137.54	138.66
13+020	137.39	136.51	137.43
16+397	136.48	135.55	136.58
17+570	136.19	135.28	136.26
21+819	134.59	133.75	134.7
22+120	134.49	133.64	134.6
28+420	130.85	130.58	131.15
30+090	130.20	130.19	130.62
34+170	127.15	126.61	127.3
36+720	125.26	124.35	125.39
38+498	124.76	123.92	124.91
40+370	123.94	123.12	124.06
45+620	120.90	120.41	121.03
48+000	119.93	119.53	120.18
51+620	118.18	117.63	118.51
56+220	115.64	115.12	115.98

ตารางผนวกที่ 12 (ต่อ) ผลการทดสอบความไวของแบบจำลอง

ระยะทาง	การทดสอบความไวของแบบจำลอง		
	ค่า n ปกติ	ค่า n ปรับลด 20%	ค่า n ปรับเพิ่ม 20%
57+115	115.36	114.84	115.72
57+480	115.25	114.71	115.61
58+700	114.62	113.98	115.03
58+800	114.56	113.92	114.98
59+467	114.02	113.30	114.44
59+820	113.89	113.17	114.3
64+220	112.05	111.36	112.11
65+218	111.80	111.14	111.88
67+520	110.98	110.22	111.09
69+670	110.34	109.49	110.48
71+650	109.93	108.99	110.03
74+170	108.95	107.93	109.07
77+370	106.82	106.27	106.97
77+945	106.19	105.58	106.28
80+924	104.44	103.80	104.54
83+320	103.76	103.16	103.88
85+000	103.29	102.71	103.39
87+717	102.44	101.87	102.47
88+220	102.29	101.70	102.36
90+350	101.73	101.11	101.86
91+367	101.52	100.90	101.63
93+179	101.16	100.57	101.28
95+320	100.71	100.12	100.8

ตารางผนวกที่ 12 (ต่อ) ผลการทดสอบความไวของแบบจำลอง

ระยะทาง	การทดสอบความไวของแบบจำลอง		
	ค่า n ปกติ	ค่า n ปรับลด 20%	ค่า n ปรับเพิ่ม 20%
100+672	98.98	98.29	99.12
100+920	98.89	98.22	99.06
104+920	97.55	96.92	97.95
106+147	97.28	96.66	97.68
108+200	96.03	95.40	96.19
108+300	95.89	95.24	96.03
109+570	95.30	94.67	95.45
111+104	95.21	94.47	95.36
111+604	95.20	94.44	95.36
114+170	95.13	94.37	95.28
115+257	94.93	94.22	95.06
116+300	94.68	93.98	94.82
116+400	94.60	93.82	94.73
119+263	93.99	93.02	94.12
119+470	93.97	92.99	94.08
124+170	92.73	91.90	92.086
125+631	92.29	91.48	92.41
128+970	91.39	90.42	91.52
131+160	90.89	89.89	91.02
131+706	90.82	89.82	90.95
132+070	90.75	89.75	90.88
136+320	89.70	88.76	89.83
139+998	88.70	87.81	88.8

ตารางผนวกที่ 12 (ต่อ) ผลการทดสอบความไวของแบบจำลอง

ระยะทาง	การทดสอบความไวของแบบจำลอง		
	ค่า n ปกติ	ค่า n ปรับลด 20%	ค่า n ปรับเพิ่ม 20%
143+920	88.00	87.21	88.13
144+920	87.84	87.04	87.98
147+850	87.35	86.47	87.49
152+190	86.42	85.68	86.58
154+140	86.05	85.34	86.21
155+240	85.87	85.16	86.03
156+840	85.42	84.62	85.58
159+400	84.46	83.82	84.62
162+420	83.44	82.81	83.48
167+540	81.95	81.45	81.98
167+844	81.91	81.41	81.93
170+000	81.57	81.09	81.61
170+200	81.50	81.02	81.55
171+140	81.26	80.72	81.41
176+140	79.24	78.66	79.69
179+140	78.02	77.61	78.36
180+560	77.43	77.14	77.67
181+240	77.13	76.93	77.30
181+240	76.00	76.00	76.00
ผลต่างจากค่าปกติสูงสุด		1.02	-0.02
ผลต่างจากค่าปกติต่ำสุด		0.01	-0.50
ผลต่างจากค่าปกติเฉลี่ย		0.69	-0.18

แนวทางการบริหารจัดการน้ำเพื่อบรรเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำป่าสักตอนบน

1. ทางเลือกที่ 1 ขุดลอกแม่น้ำป่าสัก ความลึก 2.00 ม. ตลอดแนวลำน้ำซึ่งรายละเอียดผลการจำลองแบบจำลองได้ดังนี้

ตารางผนวกที่ 13 ค่าระดับท้องคลอง ตลิ่งซ้าย และตลิ่งขวา ตามระยะทางตามลำน้ำ

ระยะทาง (ม.)	หน้าตัดขวางทางน้ำ		
	Bed Level (m AD)	Left Bank Level (m AD)	Right Bank Level (m AD)
0+000	135.61	143.06	143.47
2+750	134.79	141.26	141.19
5+920	130.72	138.83	139.87
8+900	128.60	139.44	139.49
13+020	128.68	136.66	136.76
16+397	126.77	134.89	135.03
17+570	126.10	134.27	134.42
21+819	125.63	132.13	132.36
22+120	125.61	132.39	132.49
28+420	121.80	130.14	129.79
30+090	121.11	128.05	127.88
34+170	119.17	127.31	126.91
36+720	117.55	123.59	125.00
38+498	116.90	122.96	121.45
40+370	116.49	122.12	122.94
45+620	113.60	119.81	119.45
48+000	112.23	119.18	118.93

ตารางผนวกที่ 13 (ต่อ)ค่าระดับท้องคลอง คลิ่งซ้าย และคลิ่งขวา ตามระยะทางตามลำน้ำ

ระยะทาง (ม.)	หน้าตัดขวางทางน้ำ		
	Bed Level (m AD)	Left Bank Level (m AD)	Right Bank Level (m AD)
51+620	110.20	118.24	118.17
56+220	105.20	115.96	114.82
57+115	105.41	115.34	114.80
57+480	105.50	115.26	114.79
58+700	105.19	114.09	113.99
58+800	105.16	114.15	113.16
59+467	105.10	114.45	114.20
59+820	103.02	114.54	114.52
64+220	102.19	112.85	113.02
65+218	102.17	111.49	111.73
67+520	102.14	110.20	110.42
69+670	100.72	110.09	110.48
71+650	100.57	109.35	109.63
74+170	100.25	109.08	107.51
77+370	98.90	107.26	105.50
77+945	98.48	106.13	105.32
80+924	96.33	103.63	103.69
83+320	94.71	102.74	103.19
85+000	94.64	102.36	102.19
87+717	94.52	101.40	101.65
88+220	94.50	101.15	101.53
90+350	93.49	100.81	102.69

ตารางผนวกที่ 13 (ต่อ)ค่าระดับท้องคลอง ตลิ่งซ้าย และตลิ่งขวา ตามระยะทางตามลำน้ำ

ระยะทาง (ม.)	หน้าตัดขวางทางน้ำ		
	Bed Level (m AD)	Left Bank Level (m AD)	Right Bank Level (m AD)
91+367	92.97	100.52	101.61
93+179	92.21	99.05	100.06
95+320	91.31	99.40	101.85
100+672	88.19	97.61	97.86
100+920	88.42	97.23	97.89
104+920	88.12	96.53	97.32
106+147	86.26	95.49	97.06
108+200	86.23	96.74	96.06
108+300	86.23	96.75	96.10
109+570	86.11	96.17	96.70
111+604	86.08	96.00	96.00
114+170	86.56	93.36	93.28
115+257	86.45	93.27	93.08
116+300	86.09	93.11	93.10
116+400	86.06	93.09	93.30
119+263	85.15	92.80	92.45
119+470	84.45	92.81	92.43
124+170	83.57	91.12	91.19
125+631	83.58	90.54	90.82
128+970	82.48	90.08	90.04
131+160	81.79	88.82	88.93
131+706	81.13	89.00	88.10

ตารางผนวกที่ 13 (ต่อ)ค่าระดับท้องคลอง ตลิ่งซ้าย และตลิ่งขวา ตามระยะทางตามลำน้ำ

ระยะทาง (ม.)	หน้าตัดขวางทางน้ำ		
	Bed Level (m AD)	Left Bank Level (m AD)	Right Bank Level (m AD)
132+070	81.49	89.53	88.72
136+320	81.24	88.34	87.57
139+998	81.06	87.25	87.25
143+920	80.88	86.74	86.70
144+920	79.49	86.29	86.80
147+850	79.39	86.91	87.77
152+190	77.95	85.15	85.93
154+140	78.01	84.41	85.04
155+240	77.38	84.18	84.91
156+840	77.05	84.27	84.85
159+400	76.50	82.96	83.54
162+420	75.16	83.32	83.19
167+540	73.03	81.64	81.49
167+844	72.25	81.55	81.02
170+000	72.06	80.40	80.11
170+200	72.03	80.92	80.90
171+140	71.85	80.73	80.74
176+140	70.19	80.54	79.54
179+140	68.87	78.93	79.27
180+560	68.91	78.74	78.76
181+240	68.93	78.63	78.36
181+240	68.39	78.07	78.13

ตารางผนวกที่ 14 ผลการจำลองแนวทางการบริหารจัดการน้ำทางเลือกที่ 1

ระยะทาง (ม.)	ค่าระดับน้ำ (ปกติ)			ค่าระดับน้ำ (ขุดลอก 2 ม.)		
	คาบอุบัติ	คาบอุบัติ	คาบอุบัติ	คาบอุบัติ	คาบอุบัติ	คาบอุบัติ
	10 ปี	20 ปี	50 ปี	10 ปี	20 ปี	50 ปี
0+000	143.02	143.35	143.61	141.08	141.50	141.91
2+750	141.34	141.68	141.93	139.45	139.89	140.31
5+920	139.43	139.78	140.06	137.65	138.08	138.49
8+900	138.20	138.50	138.77	136.57	136.99	137.38
13+020	137.04	137.31	137.56	135.68	136.09	136.44
16+397	136.05	136.32	136.57	134.85	135.24	135.60
17+570	135.78	136.06	136.32	134.57	134.98	135.35
21+819	134.30	134.58	134.84	132.94	133.39	133.81
22+120	134.20	134.48	134.73	132.83	133.28	133.70
28+420	130.90	131.07	131.23	128.83	129.06	129.32
30+090	130.42	130.56	130.69	128.09	128.27	128.48
34+170	126.99	127.19	127.37	125.23	125.50	125.76
36+720	124.75	124.97	125.17	123.53	123.89	124.20
38+498	124.27	124.47	124.65	123.09	123.45	123.77
40+370	123.46	123.63	123.79	122.28	122.64	122.97
45+620	120.68	120.88	121.04	119.08	119.32	119.63
48+000	119.91	120.14	120.31	117.92	118.21	118.51
51+620	118.15	118.38	118.57	116.47	116.72	116.96
56+220	115.60	115.86	116.08	113.79	114.13	114.47
57+115	115.32	115.58	115.83	113.55	113.90	114.24
57+480	115.20	115.47	115.73	113.45	113.81	114.16
58+700	114.56	114.89	115.20	112.95	113.33	113.69

ตารางผนวกที่ 14 (ต่อ) ผลการจำลองแนวทางการบริหารจัดการน้ำ

ระยะทาง (ม.)	ค่าระดับน้ำ (ปกติ)			ค่าระดับน้ำ (ซุดลอก 2 ม.)		
	คาบอุบัติ	คาบอุบัติ	คาบอุบัติ	คาบอุบัติ	คาบอุบัติ	คาบอุบัติ
	10 ปี	20 ปี	50 ปี	10 ปี	20 ปี	50 ปี
58+800	114.50	114.83	115.15	112.90	113.27	113.64
59+467	113.93	114.24	114.53	112.06	112.43	112.79
59+820	113.80	114.10	114.39	111.94	112.32	112.68
64+220	111.81	112.01	112.18	110.18	110.58	110.94
65+218	111.53	111.69	111.82	109.96	110.35	110.71
67+520	110.67	110.89	111.04	109.20	109.58	109.92
69+670	109.92	110.15	110.37	108.61	108.99	109.30
71+650	109.35	109.53	109.69	108.06	108.43	108.71
74+170	108.18	108.31	108.42	107.14	107.47	107.68
77+370	106.46	106.62	106.77	105.36	105.68	106.00
77+945	105.89	106.04	106.16	104.37	104.64	105.00
80+924	104.24	104.46	104.64	102.66	103.04	103.43
83+320	103.51	103.68	103.83	102.04	102.41	102.77
85+000	103.02	103.16	103.27	101.35	101.70	102.04
87+717	102.24	102.40	102.56	100.52	100.86	101.20
88+220	102.10	102.28	102.45	100.37	100.72	101.05
90+350	101.54	101.76	101.96	99.83	100.17	100.50
91+367	101.32	101.53	101.73	99.62	99.96	100.29
93+179	100.97	101.19	101.38	99.27	99.60	99.92
95+320	100.50	100.71	100.91	98.82	99.15	99.48
100+672	98.77	99.01	99.24	97.14	97.50	97.86
100+920	98.70	98.95	99.18	97.04	97.41	97.77

ตารางผนวกที่ 14 (ต่อ) ผลการจำลองแนวทางการบริหารจัดการน้ำ

ระยะทาง (ม.)	ค่าระดับน้ำ (ปกติ)			ค่าระดับน้ำ (ซุดลอก 2 ม.)		
	คาบอุบัติ	คาบอุบัติ	คาบอุบัติ	คาบอุบัติ	คาบอุบัติ	คาบอุบัติ
	10 ปี	20 ปี	50 ปี	10 ปี	20 ปี	50 ปี
104+920	97.50	97.79	98.06	95.71	96.04	96.37
106+147	97.23	97.52	97.79	95.44	95.76	96.07
108+200	95.77	96.00	96.22	94.45	94.74	95.02
108+300	95.60	95.82	96.03	94.26	94.54	94.80
109+570	94.86	95.04	95.22	93.83	94.11	94.36
111+604	94.71	94.88	95.04	93.76	94.03	94.28
114+170	94.63	94.79	94.95	93.71	93.97	94.22
115+257	94.47	94.64	94.79	93.56	93.82	94.07
116+300	94.22	94.40	94.57	93.31	93.58	93.83
116+400	94.09	94.26	94.40	93.03	93.28	93.53
119+263	93.26	93.42	93.55	92.42	92.62	92.80
119+470	93.22	93.37	93.51	92.40	92.60	92.78
124+170	92.10	92.22	92.32	91.33	91.65	91.86
125+631	91.72	91.85	91.96	90.76	91.14	91.38
128+970	90.65	90.78	90.89	89.67	90.01	90.24
131+160	90.06	90.18	90.28	89.18	89.52	89.77
131+706	89.99	90.10	90.20	89.11	89.48	89.72
132+070	89.92	90.03	90.13	89.04	89.40	89.65
136+320	88.91	89.01	89.10	87.93	88.30	88.58
139+998	88.00	88.13	88.24	86.89	87.26	87.59
143+920	87.53	87.70	87.86	86.16	86.53	86.88
144+920	87.41	87.60	87.76	85.97	86.34	86.68

ตารางผนวกที่ 14 (ต่อ) ผลการจำลองแนวทางการบริหารจัดการน้ำ

ระยะทาง (ม.)	ค่าระดับน้ำ (ปกติ)			ค่าระดับน้ำ (ซูดลอก 2 ม.)		
	คาบอุบัติ	คาบอุบัติ	คาบอุบัติ	คาบอุบัติ	คาบอุบัติ	คาบอุบัติ
	10 ปี	20 ปี	50 ปี	10 ปี	20 ปี	50 ปี
147+850	86.82	86.99	87.13	85.46	85.83	86.18
152+190	85.93	86.04	86.13	84.54	84.89	85.21
154+140	85.61	85.71	85.80	84.16	84.50	84.83
155+240	85.49	85.59	85.68	83.97	84.32	84.65
156+840	84.96	85.10	85.20	83.51	83.85	84.17
159+400	84.22	84.26	84.29	82.44	82.75	83.05
162+420	83.35	83.45	83.52	81.42	81.72	82.02
167+540	81.75	81.91	82.06	80.07	80.37	80.67
167+844	81.71	81.86	82.01	80.02	80.33	80.62
170+000	81.71	81.86	82.01	80.02	80.33	80.62
170+200	81.40	81.56	81.72	79.69	80.00	80.29
171+140	81.33	81.49	81.65	79.55	79.86	80.14
176+140	81.13	81.33	81.52	79.32	79.63	79.92
179+140	79.20	79.52	79.82	77.64	77.86	78.09
180+560	78.00	78.26	78.54	76.81	76.94	77.09
181+240	77.40	77.64	77.88	76.52	76.63	76.73
181+240	77.11	77.31	77.53	76.39	76.47	76.55

2. ทางเลือกที่ 2 สร้างคันกั้นน้ำตลอดแนวลำน้ำซึ่งรายละเอียดผลการจำลองแบบจำลองได้เช่นเดียวกับตารางที่ 14 ในกรณีทางน้ำปกติ ตามที่ได้อธิบายในหัวข้อผลและวิจารณ์แล้ว

3. ทางเลือกที่ 3 สร้างคันกั้นน้ำตลอดแนวลำน้ำและสร้างอ่างเก็บน้ำทางตอนบนของกลุ่มน้ำซึ่งรายละเอียดผลการจำลองแบบจำลองดังแสดงในตารางผนวกที่ 15

ตารางผนวกที่ 15 ผลการจำลองแนวทางการบริหารจัดการน้ำทางเลือกที่ 3

ระยะทาง	ค่าระดับน้ำ (กรณีมีคัน+อ่าง+อุโมงค์กั้น)		
	คาบอุบัติ 10 ปี	คาบอุบัติ 20 ปี	คาบอุบัติ 50 ปี
0+000	142.68	143.05	143.39
2+750	141.01	141.39	141.76
5+920	139.16	139.55	139.94
8+900	138.02	138.40	138.78
13+020	137.03	137.41	137.80
16+397	136.10	136.49	136.90
17+570	135.80	136.20	136.61
21+819	134.22	134.60	134.99
22+120	134.12	134.50	134.89
28+420	130.67	130.85	131.05
30+090	130.09	130.21	130.33
34+170	126.93	127.15	127.39
36+720	124.94	125.27	125.60
38+498	124.46	124.77	125.09
40+370	123.66	123.95	124.25
45+620	120.64	120.91	121.16
48+000	119.68	119.94	120.18

ตารางผนวกที่ 15 (ต่อ) ผลการจำลองแนวทางการบริหารจัดการน้ำทางเลือกที่ 3

ระยะทาง	ค่าระดับน้ำ (กรณีมีคัน+อ่างอุ้มกะทาด)		
	คาบอุบัติ 10 ปี	คาบอุบัติ 20 ปี	คาบอุบัติ 50 ปี
51+620	117.92	118.19	118.44
56+220	115.38	115.65	115.93
57+115	115.10	115.37	115.66
57+480	114.97	115.26	115.55
58+700	114.30	114.63	114.97
58+800	114.23	114.57	114.91
59+467	113.70	114.03	114.37
59+820	113.57	113.91	114.24
64+220	111.74	112.06	112.37
65+218	111.51	111.82	112.12
67+520	110.68	111.00	111.31
69+670	110.02	110.35	110.67
71+650	109.62	109.94	110.25
74+170	108.67	108.97	109.26
77+370	106.54	106.83	107.12
77+945	105.91	106.20	106.48
80+924	104.13	104.45	104.77
83+320	103.47	103.78	104.08
85+000	103.02	103.30	103.58
87+717	102.18	102.46	102.74
88+220	102.02	102.31	102.59
90+350	101.46	101.74	102.03
91+367	101.24	101.53	101.82

ตารางผนวกที่ 15 (ต่อ) ผลการจำลองแนวทางการบริหารจัดการน้ำทางเลือกที่ 3

ระยะทาง	ค่าระดับน้ำ (กรณีมีคัน+อ่างอุ้มกะทาด)		
	คาบอุบัติ 10 ปี	คาบอุบัติ 20 ปี	คาบอุบัติ 50 ปี
93+179	100.90	101.18	101.45
95+320	100.45	100.72	100.99
100+672	98.68	98.99	99.30
100+920	98.59	98.90	99.21
104+920	97.26	97.57	97.86
106+147	97.00	97.29	97.58
108+200	95.76	96.04	96.33
108+300	95.63	95.90	96.19
109+570	95.04	95.32	95.60
111+104	94.94	95.22	95.51
111+604	94.93	95.21	95.50
114+170	94.87	95.14	95.43
115+257	94.67	94.94	95.22
116+300	94.42	94.69	94.97
116+400	94.35	94.61	94.89
119+263	93.72	94.00	94.29
119+470	93.70	93.98	94.27
124+170	92.46	92.74	93.02
125+631	92.01	92.30	92.60
128+970	91.09	91.41	91.72
131+160	90.59	90.90	91.22
131+706	90.52	90.83	91.15
132+070	90.44	90.76	91.08

ตารางผนวกที่ 15 (ต่อ) ผลการจำลองแนวทางการบริหารจัดการน้ำทางเลือกที่ 3

ระยะทาง	ค่าระดับน้ำ (กรณีมีคัน+อ่างอุ้มกะทาด)		
	คาบอุบัติ 10 ปี	คาบอุบัติ 20 ปี	คาบอุบัติ 50 ปี
136+320	89.42	89.72	90.02
139+998	88.42	88.72	89.02
143+920	87.72	88.02	88.32
144+920	87.56	87.85	88.15
147+850	87.07	87.37	87.67
152+190	86.15	86.43	86.71
154+140	85.78	86.06	86.34
155+240	85.59	85.88	86.16
156+840	85.15	85.43	85.70
159+400	84.21	84.47	84.70
162+420	83.19	83.45	83.69
167+540	81.71	81.96	82.23
167+844	81.67	81.92	82.18
170+000	81.33	81.58	81.84
170+200	81.27	81.51	81.77
171+140	81.00	81.27	81.55
176+140	78.96	79.25	79.55
179+140	77.79	78.03	78.29
180+560	77.23	77.44	77.66
181+240	76.96	77.14	77.33
181+240	76.00	76.00	76.00

4. ทางเลือกที่ 4 ขุดลอก 2.00 เมตรตลอดทั้งแนวลำน้ำและสร้างคันกั้นน้ำ ตลอดแนวซึ่งรายละเอียดผลการจำลองแบบจำลองได้เช่นเดียวกับตารางที่ 14 ในกรณีทางน้ำขุดลอก 2.00 ม. ตามที่ได้อธิบายในหัวข้อผลและวิจารณ์แล้ว

5. ทางเลือกที่ 5 กรณีที่มีการขุดลอก 2.00 ม. สร้างอ่างเก็บน้ำ และสร้างคันกั้นน้ำตลอดแนวซึ่งรายละเอียดผลการจำลองแบบจำลองดังแสดงในตารางผนวกที่ 16

ตารางผนวกที่ 16 ผลการจำลองแนวทางการบริหารจัดการน้ำทางเลือกที่ 5

ระยะทาง	ค่าระดับน้ำ (มีคัน+อ่าง+อุโมงค์ทาด+ขุดลอก2ม.)		
	คาบอุบัติ 10 ปี	คาบอุบัติ 20 ปี	คาบอุบัติ 50 ปี
0+000	140.77	141.10	141.50
2+750	139.06	139.47	139.89
5+920	137.25	137.67	138.09
8+900	136.17	136.59	137.02
13+020	135.27	135.71	136.13
16+397	134.45	134.87	135.29
17+570	134.17	134.60	135.02
21+819	132.54	132.96	133.38
22+120	132.43	132.85	133.27
28+420	128.62	128.83	129.06
30+090	127.95	128.08	128.24
34+170	125.00	125.26	125.52
36+720	123.21	123.58	123.94
38+498	122.76	123.11	123.46
40+370	122.06	122.31	122.64
45+620	119.08	119.31	119.52

ตารางผนวกที่ 16 (ต่อ) ผลการจำลองแนวทางการบริหารจัดการน้ำทางเลือกที่ 5

ระยะทาง	ค่าระดับน้ำ (มีคัน+อ่างฯอุ้มกะทาด+ชุดลอก2ม.)		
	คาบอุบัติ 10 ปี	คาบอุบัติ 20 ปี	คาบอุบัติ 50 ปี
48+000	117.85	118.08	118.30
51+620	116.47	116.72	116.96
56+220	113.66	113.93	114.21
57+115	113.39	113.68	113.97
57+480	113.29	113.58	113.87
58+700	112.77	113.06	113.37
58+800	112.72	113.01	113.32
59+467	111.84	112.14	112.43
59+820	111.71	112.02	112.31
64+220	109.89	110.22	110.58
65+218	109.67	110.00	110.35
67+520	108.89	109.22	109.59
69+670	108.30	108.63	109.00
71+650	107.75	108.08	108.45
74+170	106.90	107.16	107.49
77+370	105.10	105.37	105.67
77+945	104.37	104.59	104.81
80+924	102.33	102.67	103.04
83+320	101.76	102.06	102.40
85+000	101.17	101.48	101.77
87+717	100.43	100.72	100.98
88+220	100.26	100.55	100.81
90+350	99.70	100.00	100.25

ตารางผนวกที่ 16 (ต่อ) ผลการจำลองแนวทางการบริหารจัดการน้ำทางเลือกที่ 5

ระยะทาง	ค่าระดับน้ำ (มีคัน+อ่างอุ้มกะทาด+ชุดลอก2ม.)		
	คาบอุบัติ 10 ปี	คาบอุบัติ 20 ปี	คาบอุบัติ 50 ปี
91+367	99.51	99.80	100.05
93+179	99.18	99.48	99.72
95+320	98.71	98.96	99.19
100+672	96.88	97.19	97.52
100+920	96.79	97.09	97.42
104+920	95.45	95.74	96.07
106+147	95.19	95.47	95.79
108+200	94.16	94.49	94.82
108+300	93.98	94.31	94.63
109+570	93.55	93.89	94.23
111+104	93.48	93.83	94.17
111+604	93.48	93.82	94.16
114+170	93.42	93.76	94.10
115+257	93.26	93.60	93.93
116+300	93.01	93.35	93.68
116+400	92.76	93.07	93.41
119+263	92.12	92.47	92.81
119+470	92.10	92.45	92.79
124+170	91.02	91.40	91.77
125+631	90.42	90.79	91.16
128+970	89.39	89.69	90.05
131+160	88.89	89.19	89.55
131+706	88.79	89.13	89.49

ตารางผนวกที่ 16 (ต่อ) ผลการจำลองแนวทางการบริหารจัดการน้ำทางเลือกที่ 5

ระยะทาง	ค่าระดับน้ำ (มีคัน+อ่างอุ้มกะทาด+ชุดลอก2ม.)		
	คาบอุบัติ 10 ปี	คาบอุบัติ 20 ปี	คาบอุบัติ 50 ปี
132+070	88.71	89.06	89.42
136+320	87.79	88.02	88.31
139+998	86.70	86.97	87.27
143+920	85.95	86.21	86.54
144+920	85.76	86.02	86.34
147+850	85.27	85.53	85.84
152+190	84.53	84.78	85.01
154+140	84.11	84.37	84.61
155+240	83.82	84.10	84.36
156+840	83.34	83.60	83.85
159+400	82.28	82.53	82.77
162+420	81.26	81.51	81.76
167+540	80.03	80.29	80.56
167+844	79.99	80.25	80.53
170+000	79.56	79.84	80.13
170+200	79.48	79.76	80.06
171+140	79.18	79.45	79.75
176+140	77.56	77.76	77.96
179+140	76.75	76.87	77.01
180+560	76.48	76.57	76.67
181+240	76.36	76.42	76.50
181+240	76.00	76.00	76.00

6. ทางเลือกที่ 6 กรณีที่มีการขุดลอก 2.00 ม. สร้างอ่างเก็บน้ำ และสร้างคันกั้นน้ำเฉพาะบริเวณเขตเมืองเพชรบูรณ์ซึ่งรายละเอียดผลการจำลองแบบจำลองดังแสดงในตารางผนวกที่ 17

ตารางผนวกที่ 17 ผลการจำลองแนวทางการบริหารจัดการน้ำทางเลือกที่ 6

ระยะทาง	ค่าระดับน้ำ (มีคันเฉพาะเมือง+อ่าง+อุ้มกะทาด+ขุดลอก2ม.)		
	คาบอุบัติ 10 ปี	คาบอุบัติ 20 ปี	คาบอุบัติ 50 ปี
0+000	140.77	141.10	141.49
2+750	139.06	139.46	139.86
5+920	137.25	137.66	138.03
8+900	136.17	136.57	136.91
13+020	135.27	135.67	135.95
16+397	134.45	134.82	135.04
17+570	134.17	134.58	134.85
21+819	132.54	132.95	133.36
22+120	132.43	132.84	133.26
28+420	128.63	128.81	128.96
30+090	127.96	128.10	128.23
34+170	124.99	125.24	125.49
36+720	123.19	123.54	123.81
38+498	122.76	123.09	123.41
40+370	122.06	122.31	122.59
45+620	119.08	119.31	119.52
48+000	117.85	118.08	118.30
51+620	116.47	116.72	116.96
56+220	113.66	113.93	114.21
57+115	113.39	113.68	113.97

ตารางผนวกที่ 17 (ต่อ) ผลการจำลองแนวทางการบริหารจัดการน้ำทางเลือกที่ 6

ระยะทาง	ค่าระดับน้ำ (มีคันเฉพาะเมือง+อ่าง+อุโมงค์ทาด+ชุดลอก2ม.)		
	คาบอุบัติ 10 ปี	คาบอุบัติ 20 ปี	คาบอุบัติ 50 ปี
57+480	113.29	113.58	113.88
58+700	112.77	113.07	113.38
58+800	112.72	113.01	113.32
59+467	111.84	112.14	112.43
59+820	111.71	112.02	112.31
64+220	109.90	110.23	110.54
65+218	109.68	110.00	110.31
67+520	108.90	109.22	109.54
69+670	108.30	108.63	108.95
71+650	107.75	108.07	108.39
74+170	106.90	107.16	107.44
77+370	105.11	105.36	105.64
77+945	104.37	104.59	104.81
80+924	102.33	102.66	103.00
83+320	101.76	102.05	102.36
85+000	101.17	101.48	101.77
87+717	100.43	100.72	100.98
88+220	100.26	100.55	100.81
90+350	99.70	100.00	100.25
91+367	99.51	99.80	100.05
93+179	99.18	99.48	99.72
95+320	98.71	98.96	99.19
100+672	96.88	97.19	97.47

ตารางผนวกที่ 17 (ต่อ) ผลการจำลองแนวทางการบริหารจัดการน้ำทางเลือกที่ 6

ระยะทาง	ค่าระดับน้ำ (มีคันเฉพาะเมือง+อ่างฯอุ้มกะทาด+ชุดลอก2ม.)		
	คาบอุบัติ 10 ปี	คาบอุบัติ 20 ปี	คาบอุบัติ 50 ปี
100+920	96.79	97.10	97.37
104+920	95.45	95.73	96.00
106+147	95.18	95.45	95.71
108+200	94.16	94.45	94.69
108+300	93.97	94.26	94.49
109+570	93.53	93.83	94.05
111+104	93.46	93.77	93.98
111+604	93.46	93.76	93.97
114+170	93.40	93.70	93.91
115+257	93.25	93.55	93.75
116+300	93.00	93.30	93.49
116+400	92.76	93.02	93.20
119+263	92.11	92.41	92.49
119+470	92.09	92.39	92.47
124+170	90.98	91.34	91.56
125+631	90.41	90.77	91.09
128+970	89.39	89.67	89.96
131+160	88.89	89.18	89.46
131+706	88.79	89.12	89.44
132+070	88.72	89.04	89.36
136+320	87.79	88.02	88.26
139+998	86.70	86.97	87.22
143+920	85.95	86.22	86.49

ตารางผนวกที่ 17 (ต่อ) ผลการจำลองแนวทางการบริหารจัดการน้ำทางเลือกที่ 6

ระยะทาง	ค่าระดับน้ำ (มีคันเฉพาะเมือง+อ่างฯอุ้มกะทาด+ชุดลอก2ม.)		
	คาบอุบัติ 10 ปี	คาบอุบัติ 20 ปี	คาบอุบัติ 50 ปี
144+920	85.76	86.03	86.30
147+850	85.27	85.54	85.79
152+190	84.53	84.78	85.01
154+140	84.11	84.37	84.61
155+240	83.82	84.10	84.36
156+840	83.34	83.60	83.85
159+400	82.28	82.53	82.77
162+420	81.26	81.51	81.76
167+540	80.03	80.29	80.56
167+844	79.99	80.25	80.53
170+000	79.56	79.84	80.13
170+200	79.48	79.76	80.06
171+140	79.18	79.45	79.75
176+140	77.56	77.76	77.96
179+140	76.75	76.87	77.01
180+560	76.48	76.57	76.67
181+240	76.36	76.42	76.50
181+240	76.00	76.00	76.00

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ	นายกานต์ โพธิ์ดอกไม้
เกิดวันที่	7 เมษายน พ.ศ. 2518
สถานที่เกิด	จ.สระบุรี
ประวัติการศึกษา	วศ.บ. (ชลประทาน) วิทยาลัยการชลประทาน สถาบันสมทบ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (พ.ศ. 2540)
ตำแหน่ง หน้าที่การงานปัจจุบัน	วิศวกรชลประทาน 6 ว
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	กลุ่มออกแบบ ส่วนวิศวกรรมบริหาร สำนักชลประทานที่ 10 ตำบลเขาพระงาม อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี