

บูรณาการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับการสร้างแบบจำลองอุทกวิทยา
เพื่อการวิเคราะห์และทำแผนที่น้ำหลาก : กรณีศึกษาลุ่มน้ำเพชรบุรี



นางสาวปิยาอร เวชชี

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอักษรศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาภูมิศาสตร์ ภาควิชาภูมิศาสตร์

คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-4010-7

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

INTEGRATING THE GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM WITH HYDROLOGIC MODELING FOR
FLOOD ANALYSIS AND MAPPING : A CASE STUDY OF PHETCHABURI BASIN

Miss Piyaorn Wechsri

สถาบันวิทยบริการ

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Arts in Geography

Department of Geography

Faculty of Arts

Chulalongkorn University

Academic Year 2003

ISBN 974-17-4010-7

หัวข้อวิทยานิพนธ์	บูรณาการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับการสร้างแบบจำลองอุทกวิทยา เพื่อการวิเคราะห์และทำแผนที่น้ำหลาก :กรณีศึกษาลุ่มน้ำเพชรบุรี
โดย	นางสาวปิยาอร เวชชี
สาขาวิชา	ภูมิศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ศรีสอาด ตั้งประเสริฐ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	นายสนิท พิริยะพงษ์พันธ์

คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัย
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีคณะอักษรศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ม.ร.ว. กัลยา ติงศรัทีย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร.ดุษฎี ชาญลิขิต)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ศรีสอาด ตั้งประเสริฐ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(นายสนิท พิริยะพงษ์พันธ์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์นโรดม ปาลกะวงศ์ ณ อยุธยา)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรศักดิ์ ศิริไพบูลย์สินธ์)

ปิยาอร เวชชี : บัณฑิตการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับการสร้างแบบจำลองอุทกวิทยา
 เพื่อการวิเคราะห์และทำแผนที่น้ำหลาก : กรณีศึกษาลุ่มน้ำเพชรบุรี (INTEGRATING
 THE GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM WITH HYDROLOGIC MODELING
 FOR FLOOD ANALYSIS AND MAPPING : A CASE STUDY OF PHETCHABURI
 BASIN) อ. ที่ปรึกษา : รศ. ศรีสอาด ตั้งประเสริฐ อ. ที่ปรึกษาร่วม : นายสนิท พิริยะพงษ์
 พันธ 124 หน้า ISBN 974-17-4010-7

งานวิจัยนี้นำเสนอการบูรณาการการใช้แบบจำลองอุทกวิทยา/ชลศาสตร์ และแบบจำลอง
 ทางพื้นที่ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของน้ำหลาก คำนวณระดับน้ำ
 และจัดทำแผนที่แสดงพื้นที่และความลึกของน้ำหลาก บริเวณลุ่มน้ำเพชรบุรี ตั้งแต่เขื่อนเพชรจนถึง
 จุดออกทะเล ในรอบปีการเกิด 2 ปี 5 ปี และ 10 ปี

การจำลองการเคลื่อนที่ของน้ำหลากใช้แบบจำลอง HEC-HMS และใช้แบบจำลอง
 HEC-RAS ในการจำลองระดับน้ำ ซึ่งการปรับเทียบแบบจำลองทั้งสอง ได้ใช้ข้อมูลพื้นฐานของทาง
 น้ำที่คำนวณโดยโปรแกรม ArcView 3.2 extension HEC-GeoHMS และ HEC-GeoRAS สถิติน้ำท่า
 จากกรมชลประทาน และค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ n จากงานวิจัยทางอุทกวิทยา ผลที่ได้จาก
 การจำลองเหตุการณ์ด้วย HEC-HMS คือ ชลภาพน้ำท่า ณ จุดน้ำไหลออก ของแต่ละช่วงลำน้ำ
 และนำไปใช้กับแบบจำลอง HEC-RAS เพื่อคำนวณค่าระดับน้ำ จากนั้นสร้างเป็นแผนที่น้ำหลาก
 บริเวณที่ราบน้ำท่วมถึง ด้วยการวิเคราะห์ทางพื้นที่

งานวิจัยนี้ได้ใช้ HEC-GeoHMS และข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลขแบบกริด จำลองทิศทาง
 การไหลของน้ำในบริเวณที่ราบจากแนวคันกั้นน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีจนถึงแนวชายฝั่งทะเล ส่วนการ
 ทำแผนที่แสดงบริเวณน้ำท่วมและระดับความลึก ได้ใช้แบบจำลองสามมิติประกอบกับแผนที่น้ำ
 ท่วมที่ได้จากการสำรวจขณะเกิดน้ำหลากของกรมชลประทาน พบว่า น้ำหลากที่มีความถี่ต่ำ
 (ขนาดใหญ่) ทำให้พื้นที่น้ำท่วมขยายไปทางทิศใต้และตะวันตก

ภาควิชา	ภูมิศาสตร์	ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชา	ภูมิศาสตร์	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา	2546	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4380178622 : MAJOR GEOGRAPHY

KEYWORD : GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM / GIS / DIGITAL ELEVATION MODEL / DEM / FLOOD MAPPING / PHETCHABURI BASIN.

PIYAORN WECHSRI : INTEGRATING THE GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM WITH HYDROLOGIC MODELING FOR FLOOD ANALYSIS AND MAPPING : A CASE STUDY OF PHETCHABURI BASIN. THESIS ADVISOR : SRISARD TANGPRASERT, THESIS CO-ADVISOR : MR. SANIT PIRIYAPONGPUN. 124 pp. ISBN 974-17-4010-7

This research presents an integrated approach using computer hydrologic/hydraulic process modeling and spatial modeling provided by the Geographic Information System. The objectives of this project were to do flood-routing analysis, calculate water surface profiles and construct maps showing flood inundation area and flood depth in the Phetchaburi river, from the Phet dam to the sea. Flood events of 2 years, 5 years and 10 years were selected for simulations.

HEC-HMS and HEC-RAS models were used, for each event, to simulate flood-routing and flood elevation profile respectively. Data used in model calibration were river morphology derived from ArcView 3.2 extension HEC-GeoHMS and HEC-GeoRAS software, recorded hydrographs and hydrologic parameters (Manning n) from previous studies. Results from HEC-HMS, flood hydrographs at outflow of each reach, were used as inputs to HEC-RAS to calculate water surface profiles, which then were georeferenced to create a flood map in the floodplain area within river embankments.

HEC-GeoHMS was used a grid model to simulate flow direction for the flooded area sloping from the embankment to the sea. Flood maps of this area created by overlaying terrain model with inundation maps surveyed by the Royal Irrigation Department. It was noticeable that low frequency (large) flood resulted in the expansion of flooded area towards the south and west.

Department	GEOGRAPHY	Student's signature.....
Field of study	GEOGRAPHY	Advisor's signature.....
Academic year	2003	Co-advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างยิ่งของ รศ.ศรีสอาด ตั้งประเสริฐ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์สนิท พิริยะพงษ์พันธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย และคอยดูแลการทำวิจัยมา โดยตลอด

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่สำนักอุทกวิทยา กรมชลประทาน คุณวิโรจน์ คึกครื้นจิต โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเพชรบุรี คุณอรอนงค์ พิณีวัฒนานนท์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูล คุณบุญทรง ปิตานนท์ชัย และเจ้าหน้าที่การไฟฟ้าฝ่ายผลิต ที่ได้ให้คำแนะนำต่างๆ ระหว่างการทำวิจัย ครั้งนี้

ทำยนี้ขอขอบพระคุณคุณพ่อ-คุณแม่ พี่และน้องทุกคน ที่ให้กำลังใจมาโดยตลอด และขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ สำนักธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี ที่ได้ให้คำแนะนำ คอยช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจตลอดเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ปิยอร เวชชี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา.....	2
1.4 แนวเหตุผล.....	2
1.5 การดำเนินการวิจัย.....	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 การวิเคราะห์ความถี่ของน้ำหลาก.....	4
2.2 การวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของน้ำหลาก.....	5
2.2.1 การคำนวณการเคลื่อนที่ของน้ำหลากด้วยวิธีทางอุทกวิทยา.....	5
2.2.2 การคำนวณการเคลื่อนที่ของน้ำหลากด้วยวิธีชลศาสตร์.....	7
2.2.3 แบบจำลอง HEC-HMS.....	9
2.3 การคำนวณระดับผิวน้ำตามแนวลำน้ำ.....	10
2.3.1 แบบจำลอง HEC-RAS.....	10
2.4 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....	12
2.4.1 แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข.....	12
2.5 การเชื่อมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับแบบจำลอง.....	14
2.6 การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์คำนวณค่าข้อมูลสำหรับงานอุทกวิทยา.....	16
2.7 การศึกษาด้านอุทกวิทยาและพื้นที่เสี่ยงต่ออุทกภัยในพื้นที่ศึกษา.....	18

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3. พื้นที่ศึกษา.....	20
3.1 ที่ตั้งและอาณาเขตติดต่อ.....	20
3.2 ลักษณะภูมิประเทศ.....	20
3.3 ลักษณะทางธรณีสังฐาน.....	22
3.4 การใช้ประโยชน์ที่ดิน.....	25
3.5 สภาพฝน.....	25
3.6 ระบบแม่น้ำและโครงการชลประทาน.....	30
3.7 สภาพน้ำท่า.....	32
3.8 สภาพน้ำหลาก.....	34
4. การจำลองขนาด การเคลื่อนที่ของน้ำหลาก และระดับน้ำ.....	35
4.1 การจัดทำแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model).....	38
4.1.1 สร้างแผ่นข้อมูลกราฟิก.....	38
4.1.2 สร้างกริดระดับความสูง	39
4.1.3 สร้างโครงข่ายสามเหลี่ยมแบบไม่สม่ำเสมอ.....	39
4.2 การปรับเทียบแบบจำลอง (Model Calibration).....	41
4.2.1 สัมประสิทธิ์ความขรุขระ n	42
4.2.2 ชุดข้อมูลที่ใช้ในการปรับเทียบแบบจำลอง.....	43
4.3 การจำลองขนาดและการเคลื่อนที่ของน้ำหลาก.....	43
4.3.1 การคำนวณค่าพารามิเตอร์ให้กับแบบจำลอง HEC-HMS	44
4.3.2 การปรับเทียบแบบจำลอง HEC-HMS.....	48
4.3.3 การจำลองขนาดและการเคลื่อนที่ของน้ำหลากจากปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น	50
4.3.4 ชลภาพน้ำหลาก.....	51
4.4 การจำลองระดับน้ำ.....	55
4.4.1 การคำนวณค่าพารามิเตอร์ให้กับแบบจำลอง HEC-RAS.....	55
4.4.2 การปรับเทียบแบบจำลอง HEC-RAS.....	57
4.4.3 การจำลองระดับน้ำจากปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น.....	58
4.4.4 ระดับน้ำนองสูงสุด.....	60

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5. การทำแผนที่แสดงพื้นที่น้ำหลาก.....	63
5.1 การจัดทำแผนที่แสดงพื้นที่น้ำหลาก จากข้อมูลระดับน้ำของแบบ จำลอง HEC-RAS.....	64
5.2 การจัดทำแผนที่พื้นที่น้ำหลาก จากข้อมูลภาคสนามของกรมชลประทาน	71
5.3 แผนที่พื้นที่น้ำหลาก.....	71
5.4 การจัดทำแผนที่ระบบการไหลของน้ำ และบริเวณสะสมของน้ำในที่ต่ำ...	73
6. สรุปและข้อเสนอแนะ.....	85
6.1 สรุป.....	85
6.2 ข้อเสนอแนะ.....	87
รายการอ้างอิง.....	89
ภาคผนวก ก	93
ภาคผนวก ข	97
ภาคผนวก ค	106
ภาคผนวก ง	112
ภาคผนวก จ	118
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	124

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3-2	ปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่สถานีวัดปริมาณน้ำทในลุ่มน้ำเพชรบุรีที่รอบปีการเกิด ต่างๆ.....	34
4-1	ความลาดและความยาวของแม่น้ำเพชรบุรี.....	46
4-2	ช่วงเวลา ปริมาณน้ำหลากสูงสุด ปริมาตรน้ำหลาก ปริมาตรน้ำล้น ณ ตำแหน่ง ต่างๆบนลำน้ำเพชรบุรี ปี 2538 2539 2540 2542 และ 2546.....	53
4-3	ระดับน้ำ ณ ตำแหน่งต่างๆ บนลำน้ำเพชรบุรี ปี 2538 2539 2540 2542 และ 2546.....	60



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 แสดงลักษณะของปริมาตรกักเก็บปริซึมและรูปलि้มของลำน้ำ.....	6
2-2 โครงสร้างของโครงข่ายสามเหลี่ยมแบบไม่สม่ำเสมอ	13
2-3 ส่วนหนึ่งของแผนที่ลักษณะภูมิประเทศและโครงข่ายสามเหลี่ยมแบบไม่ สม่ำเสมอครอบคลุมพื้นที่บริเวณเดียวกัน	14
3-1 ลักษณะภูมิประเทศ ลุ่มน้ำเพชรบุรี.....	21
3-2 ลักษณะธรณีสังฐาน จังหวัดเพชรบุรี	24
3-3 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน บริเวณพื้นที่ประสบอุทกภัย จังหวัดเพชรบุรี.....	26
3-4 ทิศทางและช่วงเวลาของพายุและสมมรสุมในประเทศไทย	27
3-5 ตำแหน่งที่ตั้งสถานีวัดน้ำฝนและสถานีวัดน้ำท่า ลุ่มน้ำเพชรบุรี	28
3-6 แผนที่ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี ในรอบ 40 ปี ลุ่มน้ำเพชรบุรี	29
3-7 แผนที่ระบบแม่น้ำและโครงการชลประทาน	33
4-1 แผนผังการบูรณาการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับแบบจำลอง.....	36
4-2 พื้นที่วิเคราะห์การเคลื่อนที่ของน้ำหลากและระดับน้ำ	37
4-3 โครงข่ายสามเหลี่ยมแบบไม่สม่ำเสมอ บริเวณพื้นที่ทำการศึกษา.....	40
4-4 แสดงขั้นตอนการสอบเทียบแบบจำลอง (Model Calibration)	41
4-5 ลักษณะสังฐานรูปตัดขวางทางน้ำ 8 จุด.....	44
4-6 คำสั่ง Basin Characteristic, River Length และ River Slope โปรแกรม ArcView 3.2 Extension HEC-GeoHMS.....	45
4-7 ตัวอย่างรูปตัดขวางทางน้ำแม่น้ำเพชรบุรี จากโปรแกรม ArcView.....	47
4-8 หน้าต่างนำเข้าข้อมูล แบบจำลอง HEC-HMS.....	48
4-9 แบบจำลองแม่น้ำเพชรบุรีใน HEC-HMS.....	50
4-10 หน้าต่างกำหนดช่วงเวลาจำลองเหตุการณ์.....	51
4-11 ปริมาณน้ำหลากสูงสุดแต่ละตำแหน่งบนแม่น้ำเพชรบุรี นับเขื่อนเพชรที่ระยะ 0 กิโลเมตร ลงไปด้านท้ายน้ำ.....	52
4-12 หน้าต่างนำเข้าข้อมูลรูปตัดขวาง แบบจำลอง HEC-RAS.....	56
4-13 ตัวอย่างแนวการไหลของแม่น้ำเพชรบุรี และแนวรูปตัดขวางทางน้ำ.....	57
4-14 หน้าต่างรายละเอียดโครงการ แบบจำลอง HEC-RAS.....	58
4-15 หน้าต่างนำเข้าข้อมูลปริมาณการไหลของน้ำ.....	58

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-16 แปลนแม่น้ำเพชรบุรี แบบจำลอง HEC-RAS.....	59
4-17 ตัวอย่างรูปตัดขวาง แบบจำลอง HEC-RAS.....	59
4-18 ระดับน้ำ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ บนทางน้ำแม่น้ำเพชรบุรี นับเขื่อนเพชรที่ระยะ 0 กิโลเมตร ลงไปด้านท้ายน้ำ.....	61
5-1 แผนผังการบูรณาการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับแบบจำลอง HEC-RAS	63
5-2 ระดับน้ำรูปแบบโครงข่ายสามเหลี่ยมแบบไม่สม่ำเสมอ.....	64
5-3 ความลึกของน้ำรูปแบบกริด.....	65
5-4 ขอบเขตน้ำหลากรูปแบบ Shapfiles.....	65
5-5 แผนที่พื้นที่น้ำหลากและความลึกของน้ำ ปี 2538 จากข้อมูลระดับน้ำแบบ จำลอง HEC-RAS.....	66
5-6 แผนที่พื้นที่น้ำหลากและความลึกของน้ำ ปี 2539 จากข้อมูลระดับน้ำแบบ จำลอง HEC-RAS.....	67
5-7 แผนที่พื้นที่น้ำหลากและความลึกของน้ำ ปี 2540 จากข้อมูลระดับน้ำแบบ จำลอง HEC-RAS.....	68
5-8 แผนที่พื้นที่น้ำหลากและความลึกของน้ำ ปี 2542 จากข้อมูลระดับน้ำแบบ จำลอง HEC-RAS.....	69
5-9 แผนที่พื้นที่น้ำหลากและความลึกของน้ำ ปี 2546 จากข้อมูลระดับน้ำแบบ จำลอง HEC-RAS.....	70
5-10 แผนที่พื้นที่น้ำหลากและความลึกของน้ำ ปี 2538 บริเวณพื้นที่ทำการศึกษ.....	75
5-11 แผนที่พื้นที่น้ำหลากและความลึกของน้ำ ปี 2539 บริเวณพื้นที่ทำการศึกษ.....	76
5-12 แผนที่พื้นที่น้ำหลากและความลึกของน้ำ ปี 2540 บริเวณพื้นที่ทำการศึกษ.....	77
5-13 แผนที่พื้นที่น้ำหลากและความลึกของน้ำ ปี 2542 บริเวณพื้นที่ทำการศึกษ.....	78
5-14 แผนที่พื้นที่น้ำหลากและความลึกของน้ำ ปี 2546 บริเวณพื้นที่ทำการศึกษ.....	79
5-15 แผนที่อาณาเขตพื้นที่น้ำหลากรอบปีการเกิด 2 ปี 5 ปี และ 10 ปี.....	80
5-16 ระบบการไหลของน้ำและทิศทาง.....	81
5-17 แสดงบริเวณสะสมของน้ำท่วมในที่ต่ำถึงระดับความสูง 1 เมตร รทก.....	82
5-18 แสดงบริเวณสะสมของน้ำท่วมในที่ต่ำถึงระดับความสูง 2 เมตร รทก.....	83
5-19 แสดงบริเวณสะสมของน้ำท่วมในที่ต่ำถึงระดับความสูง 3 เมตร รทก.....	84

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

น้ำหลากนับว่าเป็นภัยจากธรรมชาติที่ได้สร้างความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สิน เป็นอย่างยิ่ง การควบคุมไม่ให้เกิดน้ำหลากทำได้ยาก อดีที่ดีที่สุดก็เป็นเพียงการบรรเทาเพื่อลด ความสูญเสีย ดังนั้นหากทราบลักษณะน้ำหลากและบริเวณที่จะเกิดน้ำหลากล่วงหน้า จะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการกำหนดแผนป้องกันและการจัดการลุ่มน้ำได้

การศึกษาทางอุทกวิทยาด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม HEC-HMS เป็นการนำสภาพทางอุทกวิทยาของพื้นที่ เช่น ฝน ลักษณะภูมิประเทศ สภาพดิน ชลศาสตร์ของลำน้ำ เพื่อจำลองการเคลื่อนตัวของน้ำหลากผ่านช่วงลำน้ำ สำหรับ HEC-RAS เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการประมาณความสูงของระดับน้ำ

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการรวบรวม จัดเก็บข้อมูลด้านภูมิศาสตร์ในระบบฐานข้อมูล ที่สามารถสร้างข้อมูลแผนที่ วิเคราะห์ คำนวณ และ แสดงผล โดยระบบจะปฏิบัติการวิเคราะห์ข้อมูลให้ได้สารสนเทศ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการตัดสินใจต่อไป (สรวิศ ใจ กลิ่นดาว, 2543.) ปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะการสร้างแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model) ที่สามารถใช้ในการวิเคราะห์เพื่อคำนวณค่าพารามิเตอร์ให้กับแบบจำลองอุทกวิทยา นอกจากนั้นยังสามารถแสดงผลลัพธ์เป็นแผนที่ ซึ่งง่ายต่อความเข้าใจและสะดวกต่อการนำไปใช้ในระดับปฏิบัติงานและระดับผู้บริหาร

แม่น้ำเพชรบุรีเป็นแม่น้ำสายหลักของจังหวัดเพชรบุรี ซึ่งมีต้นกำเนิดมาจากเทือกเขาตะนาวศรี มีความยาวของลำน้ำประมาณ 227 กิโลเมตร ลักษณะทางธรณีฐานของลุ่มน้ำมีความหลากหลาย โดยบริเวณทางทิศตะวันตกเป็นพื้นที่สูง และทางทิศตะวันออกของลุ่มน้ำเป็นพื้นที่ราบ อุทกภัยที่เกิดขึ้นในลุ่มน้ำมีสาเหตุหลักมาจากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ นอกจากนั้นลักษณะภูมิประเทศ กิจกรรมของมนุษย์ ยังเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความรุนแรงของอุทกภัย (อินทรีรา เศวตประวิษฐกุล, 2538. และ อรอนงค์ พินิจวัฒนานนท์, 2543.)

อินทรีรา(2538) ได้ทำการศึกษาสภาวะการเกิดน้ำหลากในลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนล่าง เพื่อศึกษาหาสาเหตุและวิเคราะห์ลักษณะน้ำหลากโดยการจำลองสภาพน้ำหลากด้วยโปรแกรม

HEC-1 อรอนงค์ (2543) ได้ศึกษาเพื่อจัดทำแผนที่ความเสี่ยงต่ออุทกภัยในบริเวณลุ่มน้ำเพชรบุรี ด้วยการใช้ข้อมูลทางอุทกวิทยาและแผนที่ธรณีสารสนเทศ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์จะผสมผสานแบบจำลองทางอุทกวิทยากับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์ลักษณะและการเคลื่อนที่ของน้ำหลาก โดยเลือกลุ่มน้ำเพชรบุรีเป็นพื้นที่ศึกษา เนื่องจากเป็นลุ่มน้ำหนึ่งที่ประสบกับปัญหาอุทกภัยบ่อยครั้ง และเป็นบริเวณที่มีความพร้อมของข้อมูลที่สำคัญสำหรับการนำมาวิเคราะห์ศึกษาลักษณะและการเคลื่อนที่ของน้ำหลาก และบริเวณที่จะได้รับผลกระทบ

1.2 วัตถุประสงค์

- 1) บรูณาการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับแบบจำลองอุทกวิทยาเพื่อจำลองขนาดการเคลื่อนที่ของน้ำหลาก และระดับน้ำ
- 2) ทำแผนที่แสดงพื้นที่น้ำหลาก

1.3 ขอบเขตการศึกษา

ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา คือ ลุ่มน้ำเพชรบุรี ตั้งอยู่ระหว่างเส้นละติจูด 12 องศา 38 ลิปดา ถึง 13 องศา 28 ลิปดา และเส้นลองจิจูด 99 องศา 6 ลิปดา ถึง 100 องศา 15 ลิปดา มีพื้นที่รับน้ำประมาณ 6,000 ตารางกิโลเมตร

1.4 แนวเหตุผล

การนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้ร่วมกับแบบจำลองอุทกวิทยา เป็นการเพิ่มมิติทางพื้นที่ให้กับผลลัพธ์ที่ได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.5 การดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยมีรายละเอียดเป็นขั้นตอนดังนี้

1. การดำเนินการเบื้องต้น
 - ศึกษาผลงานและเอกสารที่เกี่ยวข้อง
 - รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ สถิติปริมาณน้ำท่าและระดับน้ำ แผนที่ลักษณะภูมิประเทศ และข้อมูลการสำรวจบริเวณน้ำหลาก จากกรมชลประทาน และแผนที่แม่น้ำเพชรบุรี จากกรมเจ้าท่า
2. สำรวจภาคสนาม
 - ศึกษาสภาพพื้นที่และสอบถามผู้ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่และบริเวณใกล้เคียงน้ำหลาก
3. วิเคราะห์ข้อมูลและประมวลผล
 - ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์คำนวณค่าพารามิเตอร์ให้กับแบบจำลองทางอุทกวิทยา
 - เปรียบเทียบผลที่ได้จากแบบจำลองกับข้อมูลภาคสนาม และปรับแบบจำลอง
 - ใช้โปรแกรม HEC-HMS ในการวิเคราะห์เพื่อจำลองขนาด และการเคลื่อนที่ของน้ำหลาก ณ จุดต่างๆ ของลำน้ำ
 - ใช้โปรแกรม HEC-RAS ในการวิเคราะห์ระดับน้ำสูงสุด
 - วิเคราะห์และทำแผนที่แสดงพื้นที่น้ำหลากด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
4. สรุปผลการศึกษา
5. เขียนและพิมพ์วิทยานิพนธ์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) ทำให้เข้าใจถึงเทคนิคการบูรณาการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับแบบจำลองอุทกวิทยา
- 2) สามารถพยากรณ์พื้นที่น้ำหลากได้
- 3) สามารถนำข้อมูลแผนที่น้ำหลากไปใช้ในการวางแผนและการจัดการลุ่มน้ำเพชรบุรีได้
- 4) สามารถนำเทคนิคการวิจัยไปใช้กับพื้นที่อื่นได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎี แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยในเรื่องการบูรณาการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับการสร้างแบบจำลองทางอุทกวิทยา เพื่อวิเคราะห์และจัดทำแผนที่พื้นที่น้ำหลาก ซึ่งประกอบด้วย การวิเคราะห์ความถี่ของน้ำหลาก การวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของน้ำหลาก การคำนวณระดับผิวน้ำตามแนวลำน้ำ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ การเชื่อมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับแบบจำลองการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์คำนวณค่าข้อมูลสำหรับงานอุทกวิทยา และการวิจัยด้านอุทกวิทยาและพื้นที่เสี่ยงต่ออุทกภัยในพื้นที่ศึกษา

2.1 การวิเคราะห์ความถี่ของน้ำหลาก

การวิเคราะห์ความถี่มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์หรือค่ารอบปีการเกิดซ้ำทางอุทกวิทยา (Return Period) กับความน่าจะเป็นหรือโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์หรือค่าต่างๆ สำหรับปรากฏการณ์ทางอุทกวิทยาสุดขีด (Extreme Events) ทั้งค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด เช่น อัตราการไหลสูงสุด ฝนรายปีสูงสุด ปริมาณน้ำท่ารายปีสูงสุด ซึ่งมักเป็นปรากฏการณ์ที่ต้องมีการทำนายล่วงหน้า เพื่อประโยชน์ในการวางแผน การจัดการ และการออกแบบโครงสร้างต่างๆ (ประกอบ วิโรจน์ภูมิ, 2539) การแจกแจงความน่าจะเป็น (Probability Distribution) มีอยู่หลายชนิดด้วยกันที่อาจนำมาใช้ในการวิเคราะห์ทางอุทกวิทยา แต่การแจกแจงความน่าจะเป็นที่นิยมใช้สำหรับการวิเคราะห์น้ำหลากมี 4 อย่าง คือ ทฤษฎีแกมเบล (Gumbel Distribution) ทฤษฎีล็อกนอร์มอลแบบสองพารามิเตอร์ (Two-Parameter Lognormal) ทฤษฎีเพียร์สันประเภทสาม (Pearson Type III Distribution) และทฤษฎีล็อกเพียร์สันประเภทสาม (Log Pearson Type III Distribution) (วีระพล แต่สมบัติ, 2528)

สำหรับแม่น้ำในประเทศไทย ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีความเป็นไปได้ที่เหมาะสมในการวิเคราะห์น้ำหลากด้วยหลักสถิติ โดยทำการเปรียบเทียบทฤษฎีความเป็นไปได้ทั้ง 4 วิธีข้างต้น คือ ทฤษฎีแกมเบล ทฤษฎีล็อกนอร์มอลแบบสองพารามิเตอร์ ทฤษฎีเพียร์สันประเภทสามและทฤษฎีล็อกเพียร์สันประเภทสาม และสรุปผลการศึกษาว่า ทฤษฎีที่มี 2 พารามิเตอร์ โดยเฉพาะทฤษฎีแกมเบลมีความเหมาะสมกว่าทฤษฎีที่มี 3 พารามิเตอร์ และได้แนะนำให้ใช้วิธีทฤษฎีแกมเบลสำหรับแม่น้ำในประเทศไทย (วีระพล แต่สมบัติ, 2528)

2.2 การวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของน้ำหลาก

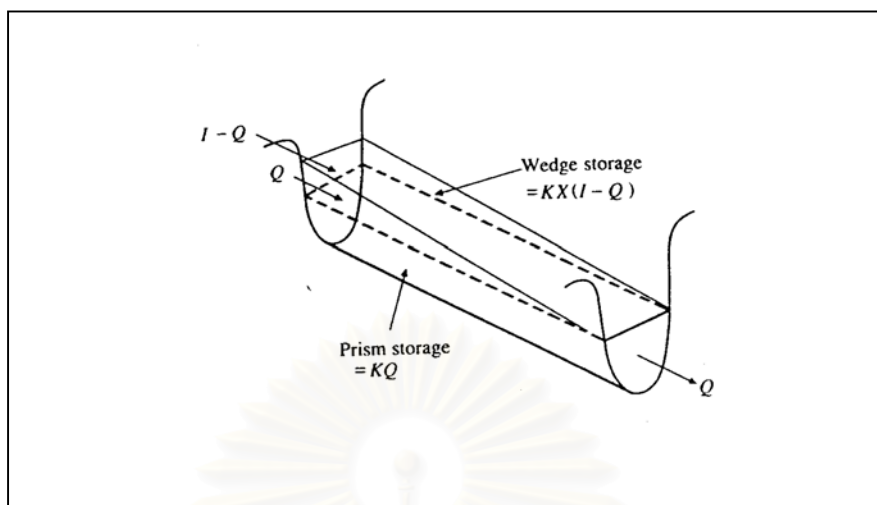
การวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของน้ำหลาก เป็นการคำนวณปริมาณและเวลาการเคลื่อนตัวของน้ำ ณ จุดหนึ่ง บนเส้นทางการไหลของน้ำที่ไหลมาจากจุดหนึ่งหรือหลายจุดที่อยู่เหนือน้ำขึ้นไปที่ทราบค่า หรือกล่าวได้ว่าเป็นวิธีการหาชลภาพน้ำไหลออก (Outflow Hydrograph) ซึ่งเป็นข้อมูลที่สำคัญต่อการนำไปใช้ในการศึกษาอุทกวิทยาและวางแผนการจัดการลุ่มน้ำ วิธีการวิเคราะห์ให้ใช้ได้ทั้งการจำลองการเคลื่อนที่ของน้ำหลากผ่านลำน้ำและอ่างเก็บน้ำ

วิธีการคำนวณการเคลื่อนที่ของน้ำหลากมี 2 ประเภทด้วยกัน คือ ประเภทแรกหาการเคลื่อนที่ของน้ำหลากทางอุทกวิทยา (Hydrologic Routing) เป็นการคำนวณโดยใช้สมการต่อเนื่อง (Continuity Equation) และความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรเก็บกักกับอัตราการไหลภายในระบบ ประเภทที่สองการคำนวณการเคลื่อนที่ของน้ำหลากทางชลศาสตร์ (Hydraulic Routing) จะใช้สมการต่อเนื่อง และ สมการโมเมนตัม (Momentum Equation)

2.2.1 การวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของน้ำหลากด้วยวิธีทางอุทกวิทยา

การวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของน้ำหลากด้วยวิธีการทางอุทกวิทยา เป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำไหลเข้า (Inflow) น้ำไหลออก (Outflow) และปริมาตรเก็บกัก โดยใช้สมการต่อเนื่อง และใช้ความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาตรเก็บกักกับอัตราการไหลของน้ำ (Storage-Discharge Relation) ซึ่งหมายถึง การไหลออก และปริมาตรเก็บกักในระบบ โดยยอดชลภาพ (Hydrograph) ที่ไหลออกจะลดลง และเกิดช้าลง เมื่อคลื่นน้ำหลากเคลื่อนตัวผ่านช่วงลำน้ำ เนื่องจากความเสียดทานในทางน้ำและความจุของการเก็บกัก

ปริมาตรการเก็บกักในช่วงทางน้ำสำหรับการไหลแบบคงตัว (Steady Flow) ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ไหลเข้าและปริมาณน้ำที่ไหลออก รูปร่างหน้าตัดทางน้ำ คุณสมบัติทางชลศาสตร์ของทางน้ำ และปัจจัยควบคุม ซึ่งหมายถึงการพิจารณาด้วยวิธีการทางอุทกวิทยา จะขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำเก็บกักกับปริมาณการไหลโดยไม่พิจารณาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงของความลาดผิว และการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำและปริมาณการเก็บกักในลำน้ำ จึงทำให้ได้ความถูกต้องพอประมาณและเหมาะกับทางน้ำทั่วไปที่มีความลาดน้อย



ที่มา : Chow, Maidment, Mays, 1988 อ้างถึงในประกอบ วิศวกรรม, 2539

ภาพที่ 2-1 แสดงลักษณะของปริมาตรกักเก็บปริซึมและรูปลิ้มของลำน้ำ

การไหลของน้ำในลำน้ำมีสองส่วน คือ ส่วนที่เป็นปริมาตรกักเก็บแบบปริซึม (Prism Storage) เป็นส่วนที่พื้นผิวหน้าตัดคงที่ตลอดช่วง และส่วนที่เป็นปริมาตรกักเก็บรูปลิ้ม (Wedge Storage) เป็นส่วนที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของคลื่น (ภาพที่ 2-1) ดังนั้นเมื่อคลื่นเคลื่อนที่เข้าลำน้ำจะทำให้การไหลเข้ามากกว่าการไหลออก และการไหลออกจะมากกว่าการไหลเข้าเมื่อคลื่นเคลื่อนที่ออกจากลำน้ำ และกรณีที่มีการไหลย้อนกลับจากท้ายน้ำขึ้นมา ก็อาจจะทำให้เกิดความยุ่งยากของระบบการไหลซึ่งการคำนวณในกรณีนี้จำเป็นต้องอาศัยวิธีการของทางชลศาสตร์

Muskingum Method เป็นวิธีการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของน้ำในลำน้ำที่นิยมที่สุด พัฒนาโดยใช้สมการต่อเนื่องและความสัมพันธ์ของการเก็บกักกับปริมาณน้ำไหล ซึ่งขึ้นอยู่กับทั้งปริมาณน้ำไหลเข้าและออก

อ่างเก็บน้ำเป็นระบบทางอุทกวิทยาที่มีปริมาตรการเก็บกักสูง ด้านหนึ่งของอ่างมีน้ำไหลเข้า (Inflow) แล้วไหลออก (Outflow) อีกด้านหนึ่ง ลักษณะผิวน้ำของอ่างเก็บน้ำจะมีพื้นที่ผิวน้ำ หากผิวน้ำอยู่ในแนวระดับทั่วทั้งอ่างเก็บน้ำจะทำให้ปริมาตรเก็บกัก (S) ขึ้นอยู่กับระดับน้ำ ซึ่งทำให้ปริมาตรเก็บกัก (S) มีความสัมพันธ์กับปริมาณการไหล (Q) ดังนั้นการคำนวณการเคลื่อนตัวของน้ำหลากผ่านอ่างเก็บน้ำ (Flood Routing Through Reservoir) จึงเป็นการแก้สมการโดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกักเก็บ (S) และ ปริมาณน้ำไหล (Q) ของอ่างเก็บน้ำ

2.2.2 การคำนวณการเคลื่อนที่ของน้ำหลากด้วยวิธีชลศาสตร์

การพิจารณาการไหลใช้เพื่อคำนวณการเคลื่อนที่ของน้ำหลากเป็นวิธีการอธิบายสภาพที่ประกอบด้วยสมการการไหลต่อเนื่อง การไหลจากสมการดิฟเฟอเรนเชียล และสมการโมเมนตัม (Momentum Equation) ของการไหลแบบไม่คงตัวในทางน้ำเปิด (Unsteady Open Channel Flow)

สมการชลศาสตร์ สามารถหาการเคลื่อนที่ของน้ำหลากในแม่น้ำที่ยาว หรือปริมาณน้ำหลากมาถึงจุดรวมของลำน้ำที่เกิดระลอกคลื่น (Surges) หรือปริมาณน้ำหลากถูกควบคุมด้วยเขื่อน ซึ่งสมการอุทกวิทยาใช้ไม่ได้

สมการพื้นฐานสำหรับการเคลื่อนที่โดยวิธีชลศาสตร์

สมการต่อเนื่องของการไหลไม่คงตัวในทางน้ำเปิดอธิบายได้จาก ปริมาณน้ำไหลเข้า (Inflow) ลบด้วยปริมาณน้ำไหลออก (Outflow) เท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงของปริมาตรเก็บกัก นอกจากนั้นยังรวมถึงสมการโมเมนตัม ได้จากสมดุลย์ของแรง โดยใช้กฎข้อที่สองของการเคลื่อนที่ของนิวตัน (Newton's Second Law of Motion) ซึ่งสมการเต็มรูปแบบของการอธิบายสภาพการไหลไม่คงตัวในทางน้ำเปิด เป็นการแก้สมการที่จะหาคำตอบทางตัวเลขมาช่วย โดยต้องใช้ข้อมูลด้านชลศาสตร์ของการไหลมากมาย ทำให้มีความซับซ้อน ซึ่งบางครั้งต้องมีการตัดองค์ประกอบบางตัวที่มีผลต่อสภาพการไหลทิ้ง เพื่อลดรูปสมการและง่ายต่อการใช้งาน

การแก้สมการด้วยวิธีตัวเลข

สมการพื้นฐานประกอบด้วย สมการต่อเนื่อง และ สมการโมเมนตัม สามารถแก้สมการเหล่านี้พร้อมกันด้วยวิธี

1) วิธี Characteristic Method เป็นการหาการเคลื่อนที่ของน้ำหลากโดยวิธีทางชลศาสตร์วิธีหนึ่งที่ยุ่งยากและสลับซับซ้อน ซึ่งเป็นวิธีที่ขึ้นอยู่กับวิธีของชุด characteristic equation ของการไหลแบบไม่คงตัว (Unsteady Flow)

2) Explicit Method การแก้สมการโดยการพิจารณาตัวแปรต่างๆ บนจุดตัดของตาข่าย (grid) บนระนาบระยะทางและเวลา ซึ่งเป็นการหาความเร็วและความลึกของการไหลที่จุดตัดตาข่ายที่ไม่ทราบค่า จากจุดตัดอื่นๆ ที่ทราบค่าแล้ว ส่วนข้อด้อยของวิธีนี้คือ ต้องวิเคราะห์โดยใช้ระยะเวลาสั้น เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาเสถียรภาพ

3) Implicit Method เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมเนื่องจากปัญหาเสถียรภาพ และช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์น้อยมาก การใช้วิธี Four-Point Implicit Method เพื่อแก้สมการ Nonlinear Simultaneous Finite-Difference Equations ได้ถูกเสนอโดย Amein และ Fang (1970) ด้วยการใช้นิวตัน Iteration Technique ในวิธีนี้มีสมการที่ต้องแก้ N สมการ และตัวแปรที่ไม่รู้ค่า N ตัว จากการเขียนสมการความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางและเวลา และเงื่อนไขขอบเขตทางด้านเหนือน้ำและทำนน้ำ

4) Diffusion Model & Muskingum-Cunge Method

เนื่องจากการแก้สมการเต็มรูปแบบของการไหลไม่คงตัวของทางน้ำเปิดตามวิธี Characteristic Method Explicit Method และ Implicit Method ข้างต้น มีความยุ่งยากและซับซ้อน ดังนั้นการลดรูปสมการโดยการละเลยตัวแปรขององค์ประกอบบางส่วน ยังคงสามารถให้คำตอบที่ดี โดยมีความแตกต่างของคำตอบจากสมการเต็มรูปแบบอย่างไม่มีนัยสำคัญ ซึ่งจะช่วยให้ง่ายต่อการแก้สมการต่อไป

สมการลดรูป (Simplified Equation) ที่รู้จักกันดี ได้แก่ สมการ Kinematic Wave Model และสมการ Diffusion Model

ประกอบ วิโรจนกูฏ (2539) ให้ความหมาย Kinematic Wave คือ การเคลื่อนที่ของน้ำโดยไม่คำนึงถึงผลของมวลและแรง ซึ่งได้ตัดทิ้งส่วนที่เกี่ยวกับแรงดัน และอัตราเร่งในสมการโมเมนตัม ใช้ได้ดีกับการเคลื่อนที่ของน้ำนองตามธรรมชาติ

Kinematic Wave Model เป็นสมการซึ่งละเลยองค์ประกอบผลของอินเนอร์เชียและควมดัน (Inertial and Pressure Effects) ที่มีผลต่อการไหล สามารถประยุกต์ใช้กับสภาพการไหลที่มีความลึกการไหลน้อยในน้ำตื้น และทางน้ำมีความลาดชันสูง หรือ สภาพการไหลที่คลื่นน้ำหลากที่มีช่วงเวลานาน

Diffusion Model ได้ละเลยเฉพาะองค์ประกอบของผลอินเนอร์เชีย (Inertial Effect) ได้มีการพิจารณาผลการหน่วงเหนี่ยวของคลื่นน้ำหลาก (Attenuation of Flood Wave) ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่มีความสำคัญกับลักษณะทางน้ำที่ยาวหรือบริเวณที่ราบลุ่มขนาดใหญ่ ในขณะที่ Kinematic Wave Model ไม่มีการพิจารณา Diffusion Model ซึ่งสามารถใช้ได้กับสภาพการไหลที่หลากหลายกว่า

Muskingum-Cunge Method เป็นรูปแบบหนึ่งของ Diffusion Model ที่นิยมใช้กันมาก โดยผสมผสานกับการใช้แนวทางในการพิจารณาความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ตามวิธีการที่ใช้ใน Muskingum ที่คำนวณจากสมการต่อเนื่องและความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรเก็บกับอัตราการไหล (Storage-Discharge)

2.2.3 แบบจำลอง HEC-HMS

แบบจำลอง HEC-HMS (Hydrologic Modeling System) เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนามาจากแบบจำลอง HEC-1 (Flood Hydrograph Package) โดยหน่วยงาน Hydrologic Engineering Center, U.S. Army Corps of Engineers. แบบจำลอง HEC-1 พัฒนาขึ้นในปี พ.ศ. 2511 และปรับปรุงจนกระทั่งปี พ.ศ. 2541 ซึ่งเป็นรุ่นล่าสุด โปรแกรมสามารถจำลองการตอบสนองของการไหลหลากบนพื้นผิว (Surface Runoff Response) ของลุ่มน้ำ ซึ่งเป็นระบบที่เชื่อมโยงหลักอุทกวิทยาและหลักชลศาสตร์ ในแบบจำลองใช้หลักการของกระบวนการของน้ำฝนและการไหลออก ผลที่ได้จากแบบจำลองคือชลภาพของน้ำท่า ณ จุดที่ต้องการ โดยส่วนประกอบของแบบจำลองสามารถใช้ในการจำลองได้ทั้งการไหลหลากบนพื้นผิว (Surface runoff) ผ่านลำน้ำและอ่างเก็บน้ำ

แบบจำลอง HEC-HMS มีประสิทธิภาพสูงกว่าจากแบบจำลอง HEC-1 ในด้านการจำลองการกระจายตัวและเลียนแบบการไหลอย่างต่อเนื่อง สามารถจำลองและวิเคราะห์ข้อมูลน้ำท่าจากน้ำฝนและพื้นที่รับน้ำให้เป็นน้ำท่า จำลองกราฟน้ำท่าในช่วงเวลานานๆ คำนวณการกระจายน้ำท่าในรูปแบบกริดเซลล์ (Grid-Cell) ของพื้นที่รับน้ำฝน การเคลื่อนที่ของน้ำท่าผ่านลำน้ำ และอ่างเก็บน้ำ และผลกระทบจากอาคารชลศาสตร์ในระบบแม่น้ำ แบบจำลอง HEC-HMS สามารถทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows มีส่วนต่อประสานกับกราฟิกกับผู้ใช้ (Graphical User Interface :GUI) ที่ใช้ง่ายและใช้เวลาเฉลี่ยน้อยลง

วงศ์สถิตย์ บุญธัญกรณ์ (2545) ได้ทำการศึกษาแบบจำลอง HEC-HMS เพื่อศึกษาคูณลักษณะทางอุทกศาสตร์ของลุ่มน้ำมูล โดยสรุปภาพรวมของแบบจำลอง HEC-HMS และความสามารถเดิมที่มีใน HEC-1 ไว้ดังนี้

- 1) คุณสมบัติการเลือกลักษณะของฝน ซึ่งสามารถอธิบายและตรวจสอบเหตุการณ์ความถี่ของฝน หรือเหตุการณ์ที่เป็นตัวแทนสูงสุดของฝนที่น้ำจะเกิดขึ้นได้จากสภาพที่กำหนด
- 2) แบบจำลองการสูญเสียน้ำท่า (Loss Model) สามารถคาดคะเนปริมาณน้ำท่า จากปริมาณน้ำฝน และคุณสมบัติของพื้นที่รับน้ำ (Watershed)

3) แบบจำลองการไหลทางชลศาสตร์ (Hydrologic Routing Model) จะแสดงพลังงานของการไหลของน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ

4) แบบจำลองการไหลผิวดิน (Direct Runoff Model) รวมถึงการแสดงผลการไหลบนผิวดิน การเก็บกัก และสูญเสียพลังงานของน้ำที่ไหลจากพื้นที่รับน้ำสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

5) แบบจำลองการไหลพื้นฐาน (Base Flow Model) แสดงถึงสภาพธรรมชาติที่เกิดขึ้นที่จุดบรรจบกันและการแตกสาขาของแม่น้ำ

6) แบบจำลองผลจากอาคารบังคับน้ำ รวมทั้งการเบี่ยงเบนอาคารบังคับน้ำและอ่างเก็บน้ำ

ส่วนที่เพิ่มมาใน HEC-HMS คือ

1) แบบจำลองการกระจายของการไหล ใช้กับข้อมูลการกระจายตัวของฝน ข้อมูลดังกล่าวสามารถนำมาจากกรเก็บข้อมูลอย่างละเอียดของเรดาร์วัดภูมิอากาศ

2) แบบจำลองแสดงความต่อเนื่องการเปลี่ยนแปลงของความชื้นในดิน ใช้สำหรับการคำนวณสภาพของพื้นที่รับน้ำในระยะยาว

2.3 การคำนวณระดับผิวน้ำตามแนวลำน้ำ

เมื่อเกิดปริมาณน้ำหลากสูงสุดในลำน้ำ ต้องมีการคำนวณระดับผิวน้ำหรือการวิเคราะห์หน้าข้างการไหลด้วย เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการแสดงพื้นที่น้ำนองและความลึกของน้ำ ซึ่งจะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการหาข้อเสนอแนะที่เหมาะสมสำหรับผืนดินที่ตั้งอยู่ในเขตน้ำหลาก โดยหน้าข้างการไหลยังมีผลต่อสะพานที่ก่อสร้างไว้และการออกแบบสะพาน นอกจากนี้ยังสามารถคำนวณความสูงของคันกั้นน้ำ และเขตประกันอุทกภัย (ไพโรจน์ เกรียงศิริ, 2538) ซึ่งการคำนวณระดับผิวน้ำตามแนวลำน้ำ (Water Surface Profile) สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งในทางน้ำและในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึง

2.3.1 แบบจำลอง HEC-RAS

แบบจำลอง HEC-RAS (River Analysis System) เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์พัฒนามาจากแบบจำลอง HEC-2 เพื่อให้ใช้งานได้ง่าย ในหลักการเดิม แบบจำลองทั้งสองพัฒนาโดยหน่วยงาน Hydrologic Engineering Center, U.S. Army Corps of Engineers. แบบจำลอง HEC-2 เขียนด้วยภาษาฟอร์แทรน ซึ่งมีความยุ่งยากด้านรูปแบบการรับเข้าของข้อมูล จึงได้มีการพัฒนาแบบจำลอง HEC-RAS ขึ้น เพื่อการใช้งานที่ง่ายขึ้น สามารถทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows

แบบจำลอง HEC-2 พัฒนาขึ้นในปี 2525 เพื่อคำนวณระดับผิวน้ำตามแนวลำน้ำ (Water Surface Profile) การคำนวณการเปลี่ยนแปลงของระดับผิวน้ำระหว่างรูปตัดข้างเคียง ใช้วิธีเชิงตัวเลข Standard Step โดยใช้พื้นฐานของการสูญเสียพลังงาน การคำนวณเริ่มจากปลายข้างหนึ่งของช่วงลำน้ำที่ศึกษาและเปลี่ยนจากรูปตัดขวางหนึ่งไปสู่อีกรูปตัดหนึ่ง จนถึงปลายสุดของช่วงลำน้ำ แบบจำลอง HEC-2 รองรับสิ่งกีดขวาง (Encroachment) เช่น การปรับปรุงช่องทาง การแบ่งการไหล และการไหลภายใต้ น้ำแข็งที่ปกคลุม ซึ่งสามารถใช้ในการคำนวณหน้าข้างการไหลของช่วงทางน้ำ การจำลองด้วยแบบจำลอง HEC-2 สามารถใช้ได้ทั้งในลำน้ำธรรมชาติหรือคลองที่มนุษย์สร้างขึ้นและ ลำน้ำที่มีอาคารติดตั้งอยู่ เช่น สะพาน ท่อลอด ฝาย เป็นต้น

เงื่อนไขของแบบจำลอง HEC-2 และแบบจำลอง HEC-RAS ที่ทำให้ได้ผลลัพธ์ เป็นที่น่าพึงพอใจมีดังนี้ เช่น การไหลแบบคงที่ (Steady Flow) การไหลผันแปรที่ละน้อย (Gradually Varied Flow) การไหลมิติเดียว การแผ่กระจายของความเร็วในแนวราบ ความลาดเอียงของช่วงทางน้ำมีค่าน้อย ความลาดเอียงของแรงเสียดทานคงที่ระหว่างรูปตัดที่ใกล้เคียงกัน และภาวะขอบเขตคงที่ (Rigid Boundary Conditions) ไม่มีการกัดเซาะและตกตะกอน (ไพโรจน์ เกรียงศิริ, 2538)

หลักการพลังงานของแบบจำลอง คือ

$$WS_2 + K_2 V_2^2 = \frac{WS_1 + K_1 V_1^2 + h_e}{2g}$$

$$h_e = \frac{LS_f + C(K_2 V_2^2 + K_1 V_1^2)}{2g}$$

$$WS_1 = \text{ระดับน้ำทางด้านเหนือน้ำ}$$

$$WS_2 = \text{ระดับน้ำทางด้านท้ายน้ำ}$$

$$V_1 = \text{ความเร็วของน้ำด้านเหนือน้ำ}$$

$$V_2 = \text{ความเร็วของน้ำด้านท้ายน้ำ}$$

$$K_1, K_2 = \text{สัมประสิทธิ์ความเร็วการไหล}$$

$$g = \text{ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก} = 9.81 \text{ ม./วินาที}^2$$

$$h_e = \text{energy head loss}$$

$$L = \text{ความยาวของช่วง}$$

$$S_f = \text{ความลาดของเส้นพลังงานเฉลี่ย}$$

$$C = \text{ค่าสัมประสิทธิ์ของการบีบและขยายทางน้ำ}$$

2.4 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System) หรือระบบสารสนเทศที่นำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดการข้อมูลทางด้านภูมิศาสตร์ มีองค์ประกอบดังนี้คือ การนำเข้าข้อมูล การจัดการข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการแสดงผลของข้อมูล การจัดเก็บข้อมูลทางภูมิศาสตร์ในรูปแบบฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นการจัดเก็บทั้งข้อมูลตำแหน่งและข้อมูลอธิบายคุณลักษณะของสิ่งนั้นๆ ในระบบคอมพิวเตอร์ การนำข้อมูลจากระบบไปใช้งานจะสามารถบ่งบอกตำแหน่งของข้อมูลเหล่านั้น และเชื่อมโยงกับข้อมูลอธิบายคุณลักษณะประจำ

โครงสร้างของข้อมูลเชิงตำแหน่งหรือเชิงพื้นที่ แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ ข้อมูลเวกเตอร์ (Vector Data) และข้อมูลแรสเตอร์ (Raster Data)

1) ข้อมูลเวกเตอร์ แสดงตำแหน่งของสิ่งต่างๆ บนพื้นผิวโลกจะถูกถ่ายโอนลงบนแผนที่โดยใช้ระบบพิกัด x, y ในลักษณะ 2 มิติ โดยแบ่งเป็น 3 ชนิด คือ จุด เส้น และพื้นที่ การแสดงผลของข้อมูลในรูปแบบที่สามารถแสดงได้ชัดเจนกว่าข้อมูลแรสเตอร์

2) ข้อมูลแรสเตอร์ เป็นการแสดงข้อมูลในรูปแบบตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัสต่อกันหรือเรียกว่าเซลล์ (Cell) โดยมีการกำหนดตัวเลขประจำแต่ละเซลล์ เพื่อบ่งบอกคุณลักษณะที่กิริตินั้นเป็นตัวแทน (สรรพชีใจ กลิ่นดาว, 2542) การอ้างอิงของข้อมูลอยู่ในระบบแถว (Row) และสดมภ์ (Column) ตารางสี่เหลี่ยมจะมีขนาดที่แสดงถึงความแยกต่าง (Resolution) ของภาพได้ หากขนาดของจุดภาพมีขนาดเล็ก แสดงว่ามีความแยกต่างสูง

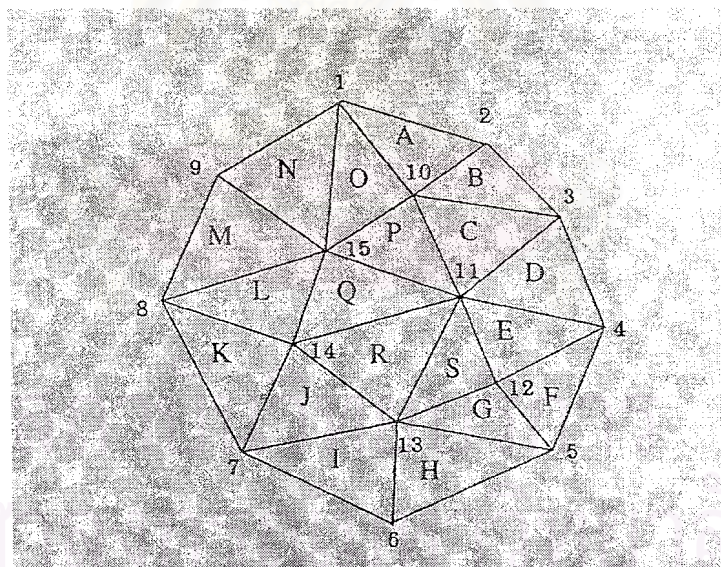
2.4.1 แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข

การศึกษาและพัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในบางงานวิจัย ข้อมูลสองมิติที่แสดงลักษณะพื้นผิวเฉพาะค่า x, y สำหรับข้อมูลเวกเตอร์ หรือสดมภ์และแถวสำหรับข้อมูลแรสเตอร์ อาจไม่เพียงพอต่อการนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เช่น การคำนวณปริมาตรของน้ำในอ่างเก็บน้ำ ในลำน้ำ ฯลฯ ดังนั้นการกำหนดค่าข้อมูลระดับความสูงเพิ่มเติมเป็นการเพิ่มประโยชน์ของข้อมูลมากขึ้น การบ่งบอกค่าของข้อมูล x, y, z สามารถนำมาวิเคราะห์ลักษณะภูมิประเทศ (Terrain Analysis) จากแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model : DEM) ซึ่งแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข สามารถสร้างได้ทั้งในรูปแบบเวกเตอร์และแรสเตอร์

เปลี่ยนแปลงของความลาดของแบบจำลอง เพื่อช่วยในการตัดสินใจ เช่น ทางด้านการก่อสร้าง อ่างเก็บน้ำ และด้านอื่นๆ หรือเหมาะต่อการแสดงผลที่ได้ดีกว่าการแสดงผลสองมิติ

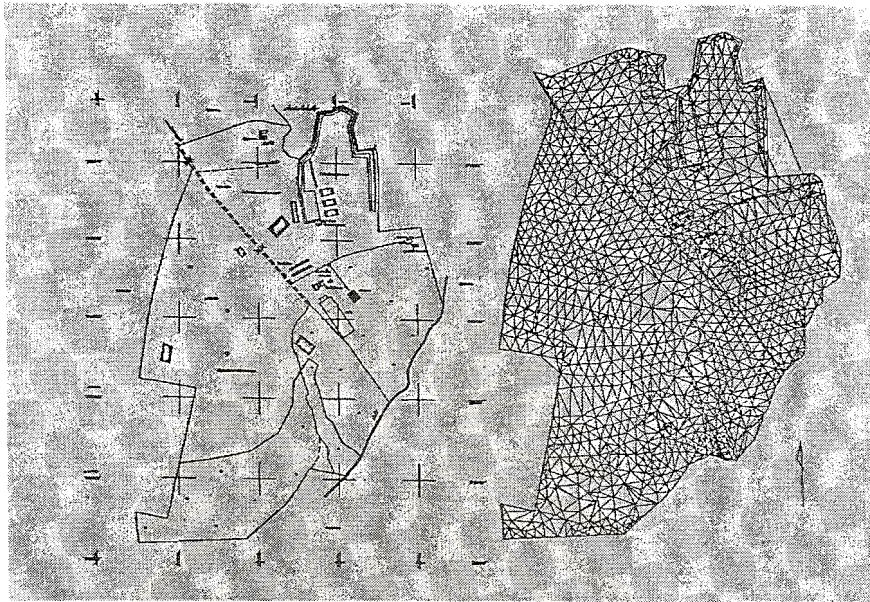
โครงข่ายสามเหลี่ยมแบบไม่สม่ำเสมอ (Triangulated Irregular Network : TIN) เป็นข้อมูลแสดงลักษณะพื้นผิวที่อยู่ในรูปแบบเวกเตอร์ โดยใช้ชุดของสามเหลี่ยม (Triangular) ที่เชื่อมต่อกันโดยที่ชุดสามเหลี่ยมจะมีค่าพิกัด x, y, z โครงสร้างของ TIN จะมีการกำหนดตัวอักษรกำกับแต่ละหน้าสามเหลี่ยมที่เกิดจากการประกอบจากจุด 3 จุด ซึ่งแต่ละจุดจะมีเลขกำกับไว้เช่นกัน (ภาพที่ 2-2) ภาพที่ 2-3 แสดงส่วนหนึ่งของแผนที่ลักษณะภูมิประเทศและโครงข่ายสามเหลี่ยมแบบไม่สม่ำเสมอครอบคลุมพื้นที่เดียวกัน

การใช้งานข้อมูลโครงข่ายสามเหลี่ยมแบบไม่สม่ำเสมอสามารถนำไปคำนวณลักษณะภูมิประเทศ เช่น ความลาด (Slope) ทิศของผิวลาด (Aspect) และคำนวณค่าปริมาตรของพื้นที่ได้ เป็นต้น โดยชนิดของข้อมูลที่สามารถนำมาสร้างโครงข่ายสามเหลี่ยม ได้แก่ จุด เส้น ที่แสดงระดับความสูง ฯลฯ



ที่มา : สรรคใจ กลินดาว, 2542

ภาพที่ 2-2 โครงสร้างของโครงข่ายสามเหลี่ยมแบบไม่สม่ำเสมอ



ที่มา : สรรคใจ กลิ่นดาว, 2542

ภาพที่ 2-3 ส่วนหนึ่งของแผนที่ลักษณะภูมิประเทศและโครงข่ายสามเหลี่ยมแบบไม่สม่ำเสมอครอบคลุมพื้นที่บริเวณเดียวกัน

กริดระดับความสูง เป็นอีกรูปแบบหนึ่งของแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข กริดประกอบด้วยเซลล์ (Cell) เรียงตัวในแนว x และ y โดยตำแหน่งแต่ละเซลล์ มีการอ้างอิงพิกัดแบบระบบเรขาคณิต แต่ละเซลล์ใช้แทนข้อมูลพื้นผิวที่มีความต่อเนื่องกัน ซึ่งค่าที่เก็บในเซลล์ของข้อมูลกริดเป็นได้ทั้งค่าไม่ต่อเนื่อง (Discrete) หรือต่อเนื่อง (Continuous) (ESRI, 1994)

2.5 การเชื่อมต่อระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับแบบจำลอง

รูปแบบการเชื่อมต่อ (Linkage) ระหว่างแบบจำลองและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แบ่งออกเป็น 2 แบบ ได้แก่ การเชื่อมต่อแบบหลวม (Loose Coupling) และการเชื่อมต่อแบบฝังตัว (Embedded Coupling) โดยวิธีการเชื่อมต่อแบบหลวม ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์ทางพื้นที่เพื่อเตรียมข้อมูลเข้าแบบจำลอง โดยจัดรูปแบบไฟล์ตามแบบจำลองสามารถนำไปใช้วิเคราะห์ได้ เมื่อได้ผลลัพธ์จากแบบจำลองแล้ว จะส่งกลับมายังระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แสดงผลในรูปแบบแผนที่ การทำงานของโปรแกรมทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และแบบจำลองอุทกวิทยาจะแยกส่วนกัน การประยุกต์ด้วยวิธีนี้เป็นการทำงานหลายขั้นตอนและการโอนย้ายข้อมูลอาจทำให้เกิดการผิดพลาดได้ สำหรับวิธีการเชื่อมต่อแบบฝังตัว เป็นการ

ปฏิบัติงานบนระบบเดียว ทำให้มีการโอนย้ายข้อมูลน้อยมาก และสามารถแสดงผลได้อย่างอัตโนมัติ (Stuart และ Stocks ,1993 และ De Roo ,1998)

De Roo (1998) ได้เปรียบเทียบการเชื่อมต่อทั้งสองแบบ โดยการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับแบบจำลองน้ำท่าและการกัดเซาะในพื้นที่ลุ่มน้ำ Catsop (South-Limburg, The Netherlands) แบบจำลองที่ใช้กับการเชื่อมต่อแบบหลวมคือ ANSWERS (Areal Non-point Source Watershed Environment Response Simulation) ทำการจำลองสภาพผิวการไหลและการกัดเซาะของดิน ผู้ใช้เป็นผู้ส่งต่อข้อมูลระหว่างแบบจำลองและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ทุกขั้นตอน ซึ่งต้องใช้เวลามากและอาจเกิดความผิดพลาดในการใส่ข้อมูล แต่วิธีนี้จะทำให้แบบจำลองไม่มีการเปลี่ยนแปลง สำหรับการเชื่อมต่อแบบถาวร De Roo เลือกใช้แบบจำลอง LISEM (Limburg Soil Erosion Model) จำลองน้ำท่าและการกัดเซาะร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ระบบ interactive ทำให้ไม่ต้องเขียนโปรแกรมทุกครั้งที่ถ่ายโอนข้อมูลกัน และผู้ใช้สามารถสร้าง GIS-based model ได้ตามต้องการ

วิภารัตน์ สฤณีชัยกุล (2542) ศึกษาการเชื่อมต่อกันระหว่างแบบจำลองชลศาสตร์ Hydroworks กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcView เพื่อจัดทำแผนที่น้ำท่วมทุกๆ ช่วง 15 นาที บริเวณพื้นที่สุขุมวิท เพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดทางเลือกในการดำเนินการระบายน้ำในเวลาจริง และศึกษาปรับปรุงระบบระบายน้ำ โดยใช้ฝนที่มีคาบการเกิด 2 ปี รูปแบบการเชื่อมต่อเป็นแบบหลวม โดยผู้ใช้เป็นผู้ส่งข้อมูลในทุกขั้นตอน โดยใช้แบบจำลองชลศาสตร์คำนวณค่าระดับน้ำที่จุดต่างๆ ในพื้นที่ศึกษา แล้วส่งมายังระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์ขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม และความลึกน้ำท่วม ทำการซ้อนทับแผนที่ภูมิประเทศเพื่อแสดงสภาพน้ำท่วมเป็นภาพได้ชัดเจน

Dunn (2000) ใช้ GeoHMS ซึ่งเป็นโปรแกรมทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แบ่งลุ่มน้ำออกเป็น 9 ลุ่มน้ำสาขา และเตรียมข้อมูลลักษณะทางกายภาพอื่นๆ ของลุ่มน้ำจากข้อมูลระดับสูงเชิงตัวเลข แล้วส่งต่อไปยัง HEC-HMS เพื่อใช้ในการคำนวณชลภาพน้ำท่าบริเวณแม่น้ำ Sacramento และ San Joaquin ซึ่งมีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 60,000 ตารางไมล์

Evan (2000) เสนอการใช้โปรแกรมในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์คือ GeoRAS สำหรับเป็นเครื่องมือทั้งก่อนและหลังการใช้แบบจำลอง HEC-RAS ซึ่งเป็นแบบจำลองชลศาสตร์ของทางน้ำมิติเดียวซึ่ง GeoRAS สามารถทำงานร่วมกับซอฟต์แวร์ทั้ง Arc/Info หรือ ArcView ในการสร้างแบบจำลองที่เชื่อมประสานแบบจำลองลักษณะภูมิประเทศกับข้อมูลเชิงพื้นที่อื่นๆ

อุตร ชนะศรีรัตนกุล (2543) ได้ศึกษาเพื่อทำนายนายการเกิดน้ำท่วมที่คาบการเกิดต่างๆ ตามหลักอุทกวิทยา ในบริเวณแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง และสร้างแบบจำลองทางชลศาสตร์ด้วยโปรแกรม HEC-RAS จากข้อมูลปริมาณน้ำรายวัน ปริมาณน้ำนองสูงสุด ข้อมูลรูปตัดขวางทางน้ำ เพื่อคำนวณระดับน้ำ จากนั้นนำผลที่ได้จากแบบจำลองทางชลศาสตร์ HEC-RAS เข้าสู่โปรแกรม MapInfo โดยให้ภาษา Map Basic และ Visual Basic เขียนโปรแกรมเชื่อมประสานเพื่อสร้างแผนที่แสดงน้ำท่วม

Sekuler และ Yingling (2001) ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ด้วยโปรแกรม ArcView ในการกำหนดขอบเขตน้ำท่วมจากการหลากของลำน้ำ ที่ได้จากการจำลองด้วยแบบจำลองชลศาสตร์ของแม่น้ำ Doan Brook ซึ่งไหลผ่านสถานที่สำคัญต่างๆ ลงสู่ทะเลสาบ Erie

2.6 การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์คำนวณค่าข้อมูลสำหรับงานอุทกวิทยา

การสร้างลุ่มน้ำและระบบทางน้ำ

จากอดีตการเตรียมข้อมูลลุ่มน้ำและทางน้ำโดยวิศวกร ต้องทำด้วยมือโดยการกำหนดขอบเขตลุ่มน้ำและวัดทางน้ำจากแผนที่เส้นชั้นความสูง ซึ่งเป็นงานที่ต้องใช้เวลา (Clarence Robbins และ Stephen P. Phipps, 1996) การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการสร้างขอบเขตลุ่มน้ำกระทำได้อย่างอัตโนมัติ ด้วยการใช้แบบจำลองสภาพภูมิประเทศ (Digital Terrain Model)

การกำหนดลุ่มน้ำและระบบทางน้ำจากแบบจำลองระดับสูงเชิงเลขแบบกริด แต่ละเซลล์มีเซลล์ล้อมรอบอยู่ 8 เซลล์ด้วยกัน การคำนวณเริ่มจากการสร้างกริดที่มีค่าความสูง เพื่อทำการคำนวณทิศการไหลและทิศการสะสมในแต่ละเซลล์ แล้วทำการคำนวณจำนวนของเซลล์ที่น้ำ จะได้เส้นทางน้ำที่เชื่อมต่อกัน โปรแกรมจะค้นหาเซลล์จุดน้ำไหลออกที่ต่ำสุด ซึ่งผู้ใช้สามารถกำหนดเองได้ เพื่อทำการสร้างขอบเขตลุ่มน้ำ ณ จุดน้ำไหลออกนั้นๆ

การสร้างรูปตัดขวางของลำน้ำ

การใช้ข้อมูลระดับสูงเชิงเลขที่มีรายละเอียดสูง เช่น 1 ฟุต หรือ 1 เมตร สามารถนำมาใช้ในการสร้างรูปตัดขวางของลำน้ำ ณ ตำแหน่งใดๆ เพื่อทำการประมาณค่าความกว้างก้นลำน้ำ ความกว้างขอบน้ำ และความลึกของร่องน้ำได้

การคำนวณค่าหมายเลขโค้งน้ำท่า SCS (SCS Runoff Curve Number)

หน่วยงานของสหรัฐอเมริกาได้พัฒนาวิธีคำนวณหาปริมาณการไหลออกจากพื้นที่ที่ไม่มีข้อมูลน้ำท่าแต่มีข้อมูลเกี่ยวกับดินและพืชปกคลุม โดยพัฒนาจากข้อมูลน้ำฝนและการไหลออกในเงื่อนไขของพืชปกคลุมและดินชนิดต่างๆ เป็นจำนวนมาก ซึ่งปริมาณการไหลออกจะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนและแหล่งเก็บกักบนผิวดิน (วิโรจน์ ชัยธรรม, 2528) เป็นการประมาณค่าน้ำฝนส่วนเกินจากค่าสะสมของปริมาณฝน สิ่งปกคลุมดิน การใช้ที่ดิน และความชื้นที่มีอยู่ในดิน

Yein (1966) และ Jirakajohnkool (1997) อาศัยเทคนิคการวางซ้อน (Overlay) ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ศึกษาหมายเลขโค้งน้ำท่า SCS โดยนำข้อมูลการใช้ที่ดิน ซ้อนกับชนิดดินทางอุทกศาสตร์ ทำให้ได้รูปหลายเหลี่ยมใหม่ จากนั้นสามารถคำนวณค่าหมายเลขโค้งน้ำท่า SCS ของแต่ละรูปหลายเหลี่ยมได้ ซึ่ง Yein ศึกษาบริเวณลุ่มน้ำย่อย Ruy-Fa ของลุ่มน้ำ Chi-Lung River ส่วน Jirakajohnkool S. ศึกษาบริเวณโครงการแม่ฮ่อง จังหวัดลำพูน จากค่าหมายเลขโค้งน้ำท่า SCS (SCS Runoff Curve Number) ที่ได้ นำมาใช้เป็นข้อมูลกับแบบจำลอง HEC-1 เพื่อสร้างชลภาพน้ำท่า

การคำนวณเวลาของการไหลรวมตัว (Time of Concentration)

เวลาของการไหลรวมตัว หมายถึง เวลาที่น้ำไหลออกจากจุดไกลที่สุดของลุ่มน้ำไปยังจุดออกจากลุ่มน้ำ ซึ่งข้อมูลที่จำเป็นในการคำนวณเวลาของการไหลรวมตัว ประกอบด้วย เส้นทางการไหล (Flow Path) ที่ประกอบด้วยชนิดของพื้นผิว ชนิดของการไหล และลักษณะภูมิประเทศ ซึ่งสิ่งเหล่านี้สามารถจัดทำเป็นฐานข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ด้วยการดิจิไทซ์ (Digitize) ทางน้ำจากแผนที่ภูมิประเทศ และใส่ข้อมูลเชิงบรรยายของแต่ละส่วนทางน้ำ ได้แก่ ชนิดของพื้นผิว ชนิดของการไหล ระดับสูงสุด ระดับต่ำสุด ความลาด เมื่อจัดเตรียมข้อมูลแล้วสามารถใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการคำนวณได้อย่างอัตโนมัติ (Clarence Robbins and Stephen P. Phipps, 1996)

คำนวณค่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี (Mean Annual Flow)

Maidement (1996) ได้เสนอการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้คำนวณค่าปริมาณน้ำท่า โดยการใช้ข้อมูลภูมิอากาศที่อยู่ในรูปกริดของแต่ละสถานีวัดน้ำ มาหาค่าหยาตน้ำฟ้าเฉลี่ยรายปี (Mean Annual Precipitation) ของแต่ละกริด แล้วนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีจากสมการ

$$Q = cP$$

โดยที่ Q คือ ค่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีของแต่ละหน่วยพื้นที่
P คือ ค่าหยาดน้ำฟ้ารายปีของแต่ละสถานี
c คือ ค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่า (runoff coefficient)

หลังจากที่ได้ค่าเฉลี่ยน้ำท่ารายปี ณ ตำแหน่งสถานีวัดน้ำต่างๆ แล้วสามารถใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการสร้างเป็นแผนที่เพื่อแสดงการกระจายปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี ด้วยเทคนิคการประมาณค่าในช่วง (Interpolate)

2.7 การศึกษาด้านอุทกวิทยาและพื้นที่เสี่ยงต่ออุทกภัยในพื้นที่ศึกษา

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (2537) ทำการศึกษาศักยภาพการพัฒนาลุ่มน้ำเพชรบุรี สรุปว่า สภาพน้ำหลากของแม่น้ำเพชรบุรี มีเขื่อนกั้นกระแสนควบคุมพื้นที่ลุ่มน้ำประมาณร้อยละ 40 ปริมาณน้ำหลากที่เคลื่อนตัวลงมาตามลำน้ำเพชรบุรีตอนล่าง บางส่วนถูกผันออกสู่ทุ่งราบ คู คลองระบายน้ำต่างๆ ทำให้ปริมาณน้ำหลากในลำน้ำเพชรบุรีที่ผ่านชุมชนตอนล่างลดปริมาณลงไปมาก อย่างไรก็ตามรายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณน้ำหลากในลำน้ำเพชรบุรี และส่วนที่ผันออกระหว่างทางก่อนถึงตัวเมืองเพชรบุรีไม่มีการศึกษา

อินทิตรา เศวตประชิดกุล (2538) จำลองสภาพน้ำหลากด้วยแบบจำลอง Flood Hydrograph Package HEC-1 รุ่น 4.0 ใช้ข้อมูลน้ำหลากจากข้อมูลน้ำท่ารายชั่วโมงจากสถานีวัดน้ำท่า การศึกษาการเคลื่อนที่ของน้ำหลากบนลำน้ำเลือกวิธีการของ Muskingum-Cunge ในการสร้างแบบจำลอง ซึ่งการศึกษาในสถานการณ์สองแบบ คือ สภาพปัจจุบัน มีเฉพาะอ่างเก็บน้ำแก่งกระจาน และสภาพอนาคต มีอ่างเก็บน้ำแก่งกระจาน ห้วยผากและห้วยแม่ประจันต์ การวิจัยพบว่าปริมาณน้ำหลากที่เกิดในลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนล่าง ส่วนมากมาจากห้วยแม่ประจันต์ สำหรับการจำลองสภาพในอนาคต ถ้ากำหนดให้มีการเก็บน้ำเต็มอ่างพบว่าทำให้สภาพน้ำหลากด้านท้ายน้ำเปลี่ยนแปลงน้อยมาก แต่หากกำหนดเงื่อนไขให้มีระดับเก็บกักต่ำสุด พบว่าเวลาการเคลื่อนที่ของน้ำหลากที่มาถึงตัวเมืองช้าลง 24 ชั่วโมง อัตราการไหลสูงสุดลดลง 40% เมื่อเทียบกับสถานการณ์ที่มีเฉพาะอ่างเก็บน้ำแก่งกระจาน

อรอนงค์ พินิจวัฒนานนท์ (2543) ศึกษาสาเหตุและลักษณะของน้ำหลาก และทำแผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงต่ออุทกภัย โดยแบ่งพื้นที่เสี่ยงภัยในพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรีออกเป็น 5 เขต คือ เขตแรกคือเนินตะกอนรูปพัดตอนบนหรือพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงต่อน้ำท่วมฉับพลัน น้ำหลากมีรอบการเกิด 2 ปี ระดับน้ำสูง 2 เมตรโดยประมาณ มีอัตราเพิ่มขึ้นรวดเร็ว ระยะเวลาท่วมขังสั้น เขตที่

สอง เนินตะกอนรูปพัดตอนล่างหรือเขตที่มีความเสี่ยงต่อน้ำท่วมฉับพลันปานกลาง มีลักษณะการเกิดอุทกภัยคล้ายกับเขตแรกแต่มีความรุนแรงน้อยกว่า เขตที่สาม ที่ราบชายฝั่งเป็นบริเวณที่มีความเสี่ยงต่อน้ำหลากที่มีความลึกปานกลาง (50 –80 เซนติเมตร) ระยะเวลาในการท่วมขังนาน 1 เดือนขึ้นไป เขตที่สี่ที่ราบน้ำทะเลท่วมถึง ลักษณะน้ำหลากคล้ายกับเขตที่สาม แต่เป็นบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากน้ำทะเลหนุนด้วย เขตที่ห้า ที่ราบดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำเก่า มีความเสี่ยงต่ำเพราะเป็นที่สูงและเป็นพื้นที่ที่มีการป้องกันน้ำหลาก



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

พื้นที่ศึกษา

บทนี้เป็นการศึกษาลักษณะทางภูมิศาสตร์ของกลุ่มน้ำเพชรบุรี ได้แก่ ที่ตั้งและอาณาเขต ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะทางธรณีฐาน การใช้ที่ดิน ลักษณะภูมิอากาศ สภาพฝน ระบบแม่น้ำและโครงการชลประทาน ปริมาณน้ำหลาก

3.1 ที่ตั้งและอาณาเขตติดต่อ

กลุ่มน้ำเพชรบุรีตั้งอยู่ระหว่างเส้นละติจูด 12 องศา 38 ลิปดา ถึง 13 องศา 28 ลิปดา เหนือ และเส้นลองจิจูด 99 องศา 6 ลิปดา ถึง 100 องศา 6 ลิปดา ตะวันออก มีพื้นที่ประมาณ 6,000 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในจังหวัดเพชรบุรี ซึ่งครอบคลุมร้อยละ 88 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด มีอาณาเขตติดต่อ ดังนี้ (ภาพที่ 3-1)

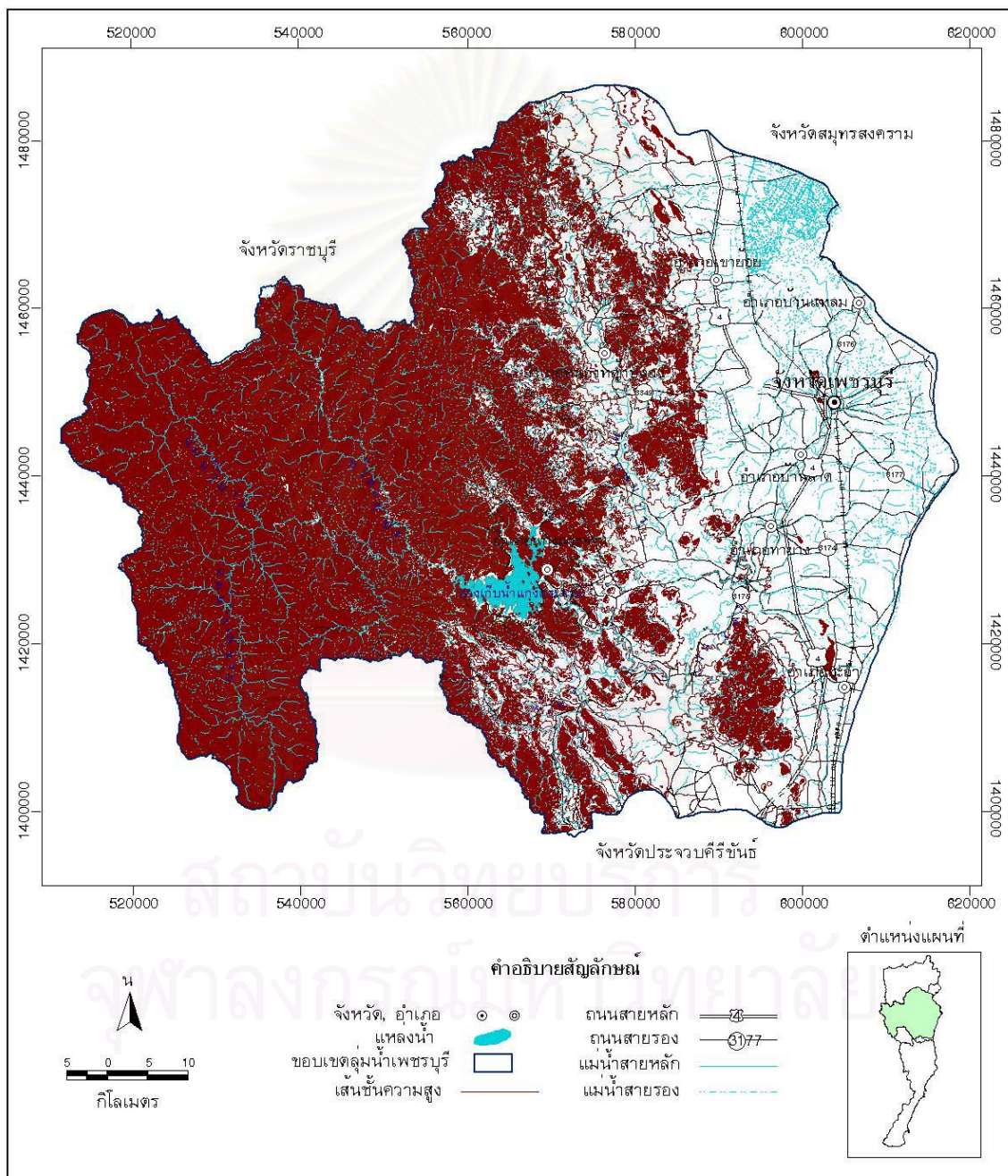
ทิศเหนือ	ติดต่อกับกลุ่มน้ำแม่กลองบริเวณ อำเภอปากท่อ จังหวัดราชบุรี และ อำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับเขาคะเนาวศรี สหภาพพม่า
ทิศตะวันออก	ติดกับชายฝั่งทะเลอ่าวไทย เริ่มตั้งแต่ปากอ่าวบางตะบูน อำเภอบ้านแหลมถึงสนามบินบ้านโป่งฝ้าย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์
ทิศใต้	ติดต่อกับกลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันตก (ลุ่มน้ำย่อยปราณบุรี) บริเวณ อำเภอหัวหิน

3.2 ลักษณะภูมิประเทศ

พื้นที่ส่วนใหญ่ของกลุ่มน้ำเพชรบุรี ประกอบด้วยที่สูงและที่ราบ มีระดับตั้งแต่ 1 เมตร ถึง 1500 เมตร (รทก.) สภาพภูมิประเทศแบ่งออกได้เป็น 3 เขต ดังนี้ (ภาพที่ 3-1)

เขตภูเขาและที่สูงทางด้านตะวันตก เป็นบริเวณที่สูงที่สุดของกลุ่มน้ำ ด้านตะวันตกติดกับประเทศสหภาพพม่า มีเทือกเขาเป็นแนวเขตลักษณะยาวจากเหนือมาใต้และเป็นต้นน้ำซึ่งเป็นต้นน้ำเพชรบุรี พื้นที่บริเวณถัดมาจะค่อย ๆ ลาดต่ำลงมาทางทิศตะวันออก เขตนี้อยู่ในอำเภอกำแพง อำเภอหนองหญ้าปล้องและกิ่งอำเภอแก่งกระจาน

เขตที่ราบลุ่มแม่น้ำ เป็นเขตที่อุดมสมบูรณ์ที่สุดของกลุ่มน้ำ เป็นเขตเกษตรกรรมของจังหวัดเพชรบุรี และมีประชากรอาศัยอยู่อย่างหนาแน่น มีแม่น้ำเพชรบุรีเป็นแม่น้ำสาย



ภาพที่ 3-1 ลักษณะภูมิประเทศ ลุ่มน้ำเพชรบุรี

หลัก มีแม่น้ำสายสั้นและลำธารหลายสาย มีเขื่อนแก่งกระจานเก็บกักน้ำเพื่อส่งน้ำให้ระบบชลประทาน จึงทำให้เขตที่ราบลุ่มนี้เป็นบริเวณที่เหมาะสมในการการเกษตรกรรม

เขตที่ราบชายฝั่งทะเล เขตนี้เป็นแหล่งเศรษฐกิจที่สำคัญยิ่งของกลุ่มน้ำเพชรบุรี อยู่ทางด้านตะวันออกของกลุ่มน้ำติดกับอ่าวไทย บริเวณที่ราบชายฝั่งทะเลตอนบนอยู่ในเขตอำเภอ บ้านแหลมซึ่งเป็นพื้นที่เหมาะสำหรับการประมง และมีการพัฒนาพื้นที่บริเวณที่ราบชายฝั่งทะเลตอนล่าง ให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวตั้งแต่แหลมผักเบี้ย อำเภอชะอำ ถึงอำเภอหัวหิน

3.3 ลักษณะทางธรณีสัณฐาน

ตามรายงานการสำรวจดินและแผนที่ดินจังหวัดเพชรบุรี กรมพัฒนาที่ดิน ปี 2525 สามารถจำแนกลักษณะทางธรณีสัณฐานได้ดังนี้ (อรอนงค์, 2543)(ภาพที่ 3-2)

เขตเขาและภูเขา (Mountain and Hill) มีเนื้อที่ประมาณร้อยละ 70 ของพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี ครอบคลุมพื้นที่ด้านทิศตะวันตกซึ่งเป็นภูเขาเกิดสลับซับซ้อนกันเป็นแนวยาวภูเขาเหล่านี้เป็นเทือกเขาตะนาวศรี ลักษณะภูมิประเทศมีระดับสูงชันจากบริเวณรอบ ๆ ตั้งแต่ 600 เมตร ขึ้นไป โดยทั่วไปมีความลาดมากกว่าร้อยละ 30 มีเทือกเขาเป็นแนวเขตทอดยาวจากเหนือมาใต้และเป็นสันปันน้ำของแม่น้ำเพชรบุรี และแม่น้ำปราณบุรี และเป็นต้นน้ำของแม่น้ำบางกลอย ห้วยแม่ประโดน ห้วยผาก และห้วยแม่ประจันต์ แม่น้ำเหล่านี้ไหลมาบรรจบกับแม่น้ำเพชรบุรี เขตเขาและภูเขานี้เป็นที่มาของน้ำป่าไหลหลาก ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดอุทกภัยในจังหวัดเพชรบุรี

ที่ลาดเชิงเขา (Foot Hill Slope) ลักษณะภูมิประเทศมีความลาดเทต่อเนื่องมาจากภูเขา มีความลาดน้อยกว่า 30 % เป็นลูกคลื่นลอนลาด และลูกคลื่นลอนชัน ที่เกิดจากการกัดเซาะลำน้ำย่อย ๆ ซึ่งมีต้นน้ำจากภูเขาตัดผ่าน ทำให้มีสภาพภูมิประเทศดังกล่าว

พื้นที่ผิวที่เหลือจากการกัดกร่อน (Erosion Surface) ลักษณะพื้นที่นี้เป็นที่ดอนเกิดจากการกัดกร่อนมาช้านานจนปรากฏให้เห็นสภาพพื้นที่ลอนลาด หรือลอนชัน มีความลาดชันสูง ดินที่เกิดในบริเวณนี้เป็นดินที่มีอายุค่อนข้างมาก มีการชะล้างสูงในระดับพื้นผิวน้ำดิน

ที่ราบน้ำท่วมถึงและตะพักลำนําระดับต่ำ (Flood Plain and Low Terrace) มีภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่ม เกือบราบเรียบ ส่วนใหญ่เป็นที่ราบน้ำท่วมถึง ซึ่งเกิดจากการทับถมของตะกอนลำนํ้า บางส่วนที่อยู่ไม่ห่างไกลจากทะเลมากนักเป็นพื้นที่น้ำทะเลท่วมถึง สภาพภูมิ

ประเทศส่วนใหญ่ในบริเวณนี้ เป็นตะพักลำนํ้าระดับต่ำ ภูมิภาคที่เหลื่อค่างของพื้นที่ที่เคยที่ราบน้ำท่วมถึงมาก่อนและถูกกัดกร่อนโดยลำนํ้า บริเวณทั้งหมดของพื้นที่นี้มีความลาดชันน้อยกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ พื้นที่ส่วนใหญ่ใช้ทำนา ซึ่งเป็นบริเวณตอนกลางของจังหวัด มีอาณาเขตแผ่กว้าง และยาวขนานไปกับแนวฝั่งทะเล

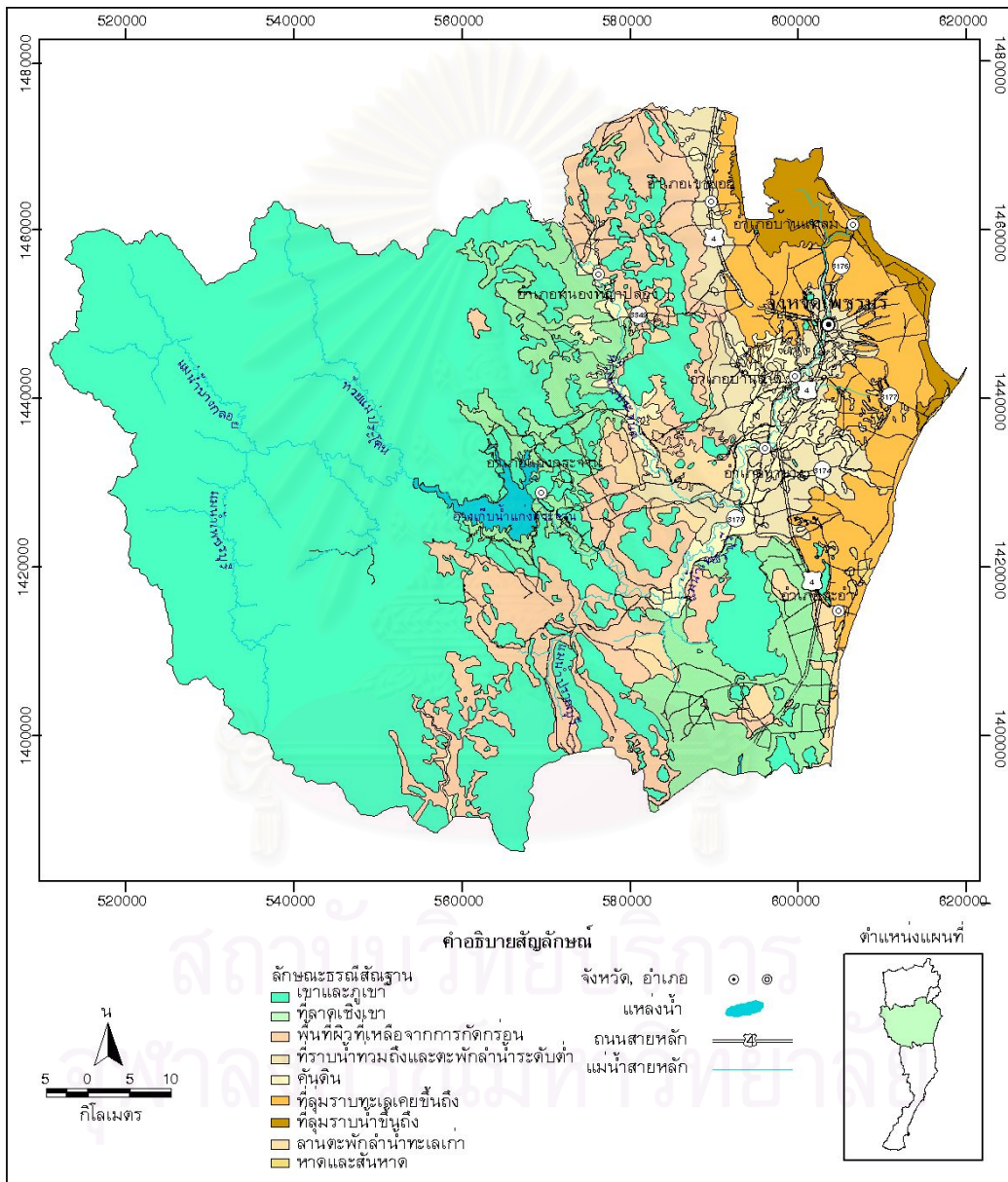
คันดิน (Levee) เป็นสันดินยาวขนานไปตามริมฝั่งน้ำ เกิดจากลำนํ้าพัดพาตะกอนมาทับถมริมฝั่ง ในฤดูน้ำหลาก เมื่อน้ำลดลงมีตะกอนตกค้างอยู่ และพื้นน้ำจะตื้นเขินขึ้น เมื่อน้ำท่วมไหลบ่า เกิดน้ำเชี่ยวจนน้ำล้นทะลุคันดิน ทำให้น้ำไหลท่วมคันดินอย่างรุนแรง ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้ลำนํ้าเปลี่ยนทิศทาง และเกิดลำนํ้าใหม่ คันดินนี้มีแนวทอดยาวขนานกับฝั่งลำนํ้าทั้งสองข้าง

ที่ลุ่มราบน้ำทะเลเคยขึ้นถึง (Former Tidal Flat) พบบริเวณพื้นที่รอบ ๆ ตัวจังหวัดเพชรบุรี และบางส่วนของพื้นที่ตามเส้นทางรถไฟ จากเพชรบุรีถึงอำเภอลำสนธิ ซึ่งอยู่ถัดจากที่ราบน้ำท่วมถึงเข้ามา วัตถุประสงค์กำเนิดดินที่พบในบริเวณนี้จะให้เนื้อดินเป็นดินเหนียวสีดำ ชั้นดินเหนียวสีดำเหล่านี้ อาจเกิดขึ้นจากการทับถมในน้ำกร่อย

ที่ลุ่มราบน้ำขึ้นถึง (Active Tidal Flat) สภาพพื้นที่มีน้ำทะเลท่วมถึงเสมอ ๆ มีระดับสูงจากระดับน้ำทะเลเล็กน้อย ได้แก่ บริเวณติดฝั่งทะเลอ่าวไทย บริเวณนี้จะมีวัตถุขนาดเล็ก อายุสั้น ที่ถูกพัดพาจากทะเลมาทับถมอยู่เสมอ ซึ่งทำให้เนื้อดินเหนียว หรือทรายแป้ง ทั้งจะมีปริมาณเกลือสูง

หาด (Beach) เป็นพื้นที่ระหว่างแนวน้ำขึ้นกับน้ำลง มีลักษณะเป็นแถบยาวไปตามริมฝั่ง เกิดขึ้นเนื่องจากการกระทำของคลื่นและกระแสน้ำในทะเล หรือทะเลสาบ หรือแม่น้ำ

สันหาด (Beach Ridge) เป็นสันที่เกิดจากคลื่นซัดเอากรวด ทรายหยาบ และเปลือกหอยต่างๆ ขึ้นไปกองสะสมไว้บริเวณเหนือหาด ทำให้เกิดเป็นสันหาดเดี่ยวๆ และแผ่กว้าง อาจเป็นสันเดี่ยว หรือหลายๆ สันขนานกันไปได้



ภาพที่ 3-2 ลักษณะธรณีสัณฐาน จังหวัดเพชรบุรี

3.4 การใช้ประโยชน์ที่ดิน

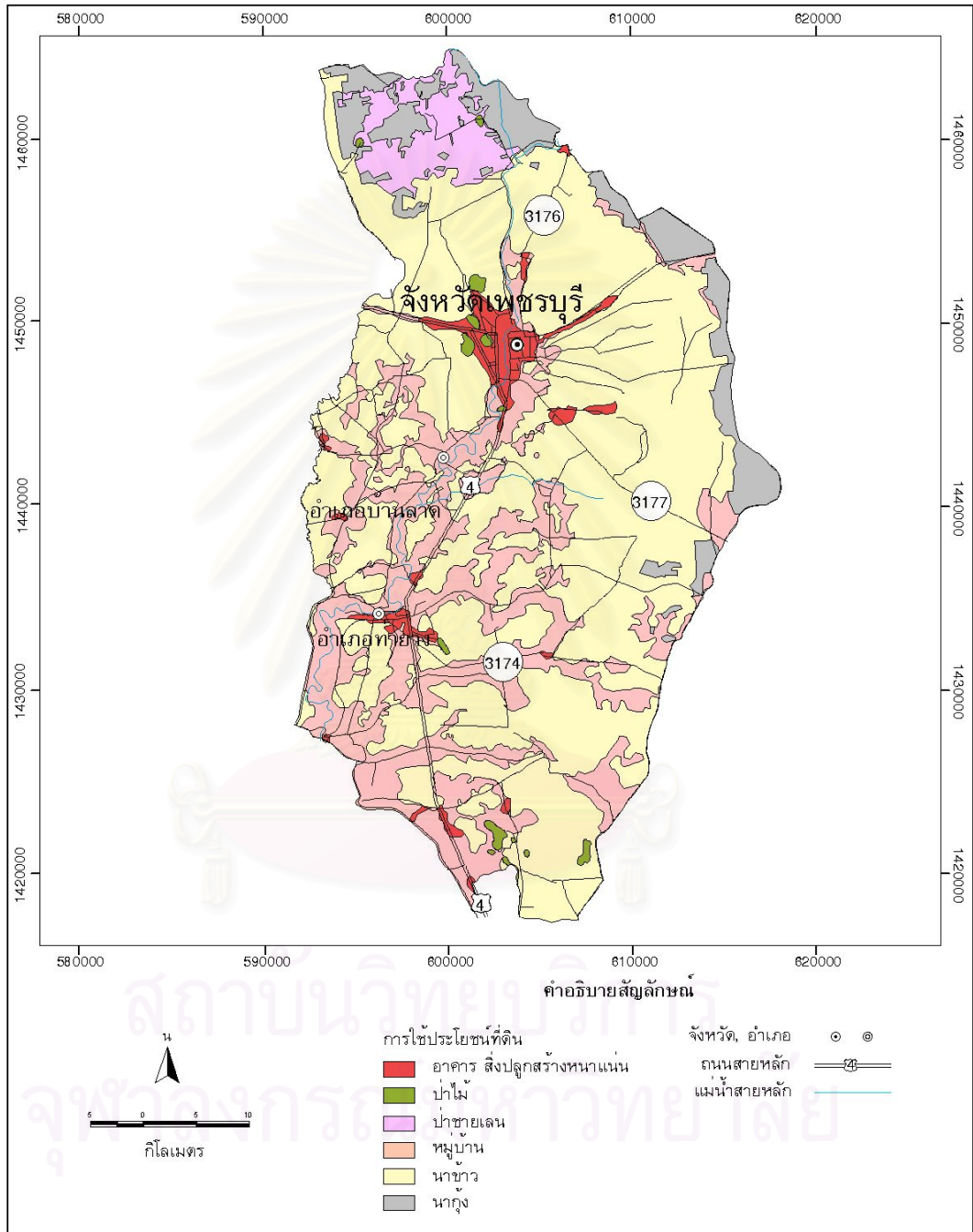
บริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำเพชรบุรีตั้งแต่ท้ายเขื่อนเพชรถึงอ่าวไทย เป็นพื้นที่ซึ่งมีอุทกภัยเป็นประจำ มีเนื้อที่ประมาณ 798.5 ตารางกิโลเมตร จำแนกเป็นพื้นที่ป่าไม้ 4.7 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณร้อยละ 0.6 ของพื้นที่ พื้นที่ที่ทำนาข้าว 494.6 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณร้อยละ 61.9 ของพื้นที่ พื้นที่ทำนาถั่ว 59.6 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณร้อยละ 7.45 ของพื้นที่ พื้นที่ป่าชายเลน 31.8 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณร้อยละ 3.9 ของพื้นที่ พื้นที่ชุมชน 23.2 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณร้อยละ 2.9 ของพื้นที่ และหมู่บ้าน 184.6 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณร้อยละ 23.2 ของพื้นที่ (ภาพที่ 3-3)

3.5 สภาพฝน

ในช่วงเดือนพฤษภาคมมีลมมรสุมพัดมาจากซีกโลกใต้ข้ามเส้นศูนย์สูตรมายังซีกโลกเหนือ เข้าสู่บริเวณทะเลและแผ่นดินของประเทศไทย มาเลเซีย และอินโดนีเซีย เมื่อพัดข้ามเส้นศูนย์สูตรมาแล้วจะเปลี่ยนทิศทางเป็นทิศตะวันตกเฉียงใต้ โดยลมมรสุมนี้จะมีกำลังแรงขึ้นเป็นระยะๆ หลังเดือนกรกฎาคมไปแล้วจะมีกำลังแรงขึ้นบ่อยครั้ง ประกอบกับร่องมรสุมพัดผ่าน จากการศึกษาประเทศไทยอยู่ในอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ เมื่อพัดมาปะทะกันทำให้เกิดร่องมรสุมแนวกว้าง ถ้าลมมรสุมทั้งสองด้านมีกำลังแรงขึ้นพร้อมๆ กันจะบีบให้แนวนี้แคบและมีความรุนแรงในการปะทะกันของอากาศทั้งสองกระแส ทำให้เกิดเมฆและฝนมาก ร่องมรสุมนี้จะเลื่อนขึ้นลงตามดวงอาทิตย์ และจะพัดผ่านบริเวณลุ่มน้ำเพชรบุรีช่วงเดือนพฤษภาคมและช่วงเดือนตุลาคม จึงเป็นสาเหตุทำให้ฝนตกหนักและอุทกภัยในลุ่มน้ำเพชรบุรี ในช่วงเวลาฤดูฝนของลุ่มน้ำ ภาพที่ 3-4 แสดงทิศทางและช่วงเวลาของพายุและลมมรสุมในประเทศไทย

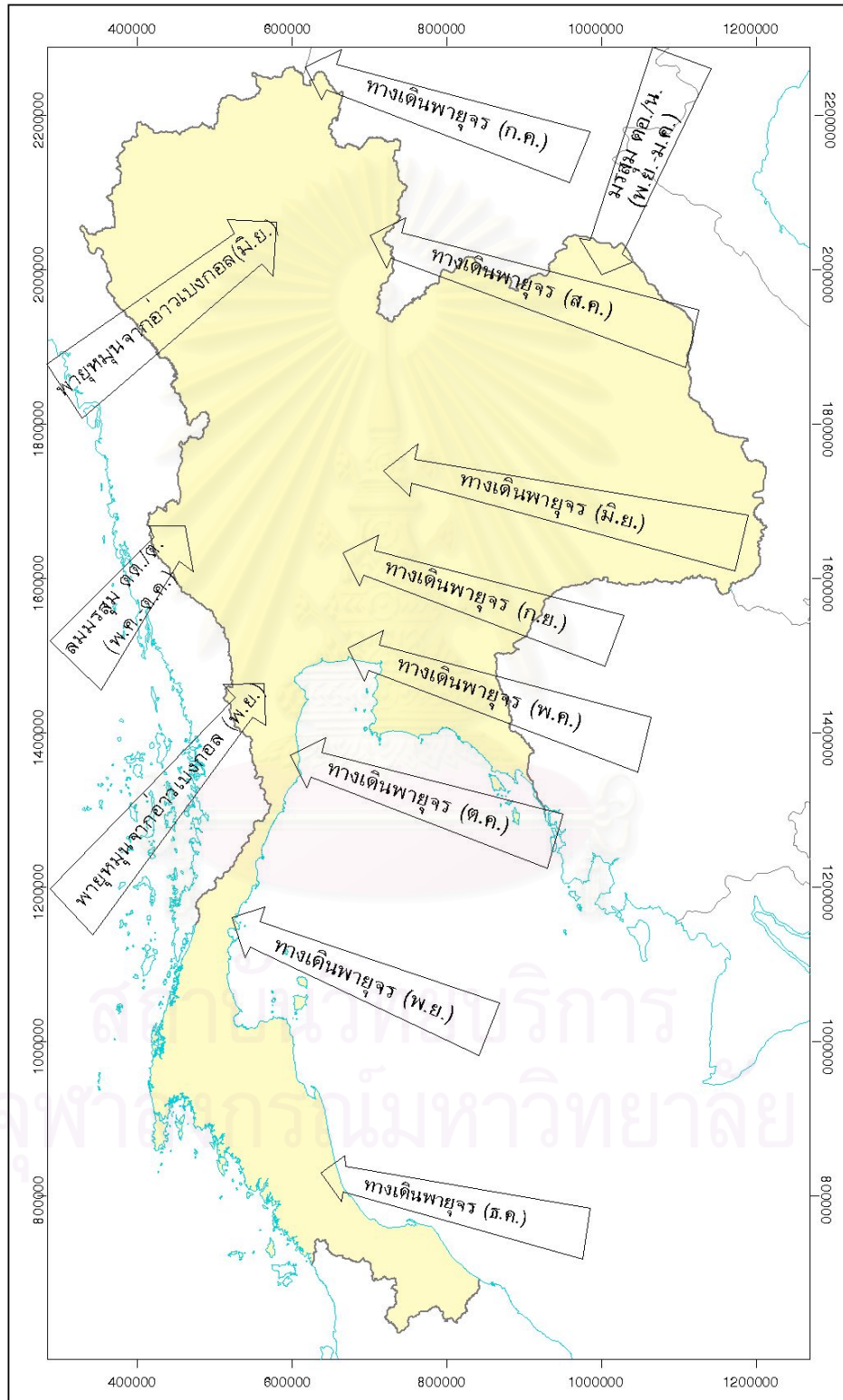
ลุ่มน้ำเพชรบุรีมีสถานีวัดน้ำฝนทั้งสิ้น 24 สถานี (ภาพที่ 3-5) มีอยู่ 3 สถานีที่มีการติดตั้งเครื่องมือวัดน้ำฝนชนิดอัตโนมัติ ได้แก่ สถานี 37101 37141 และ 37181 ทำการวัดปริมาณน้ำฝนทุกชั่วโมง สำหรับสถานีอื่นๆ ที่ไม่มีเครื่องมือวัดน้ำฝนชนิดอัตโนมัติจะทำการวัดปริมาณน้ำฝนวันละ 1 ครั้ง สถานีวัดน้ำฝนส่วนใหญ่จะอยู่ทางตอนล่างของพื้นที่ลุ่มน้ำ

จากข้อมูลปริมาณน้ำฝน พบว่าปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีลุ่มน้ำเพชรบุรี มีค่าประมาณ 1,000 มิลลิเมตร/ปี ซึ่งมีค่าน้อยกว่าฝนเฉลี่ยรายปีทั้งประเทศไทยประมาณ 200 มิลลิเมตร/ปี ช่วงฤดูฝนประมาณเดือน พฤษภาคม – พฤศจิกายน มีปริมาณฝนคิดเป็นร้อยละ 90 ของฝนรายปี (อินทิวรา, 2538) โดยมีฝนตกมากที่สุดในเดือนตุลาคม ภาพที่ 3-6 แสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีคาบ 40 ปี ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของลุ่มน้ำเพชรบุรีมีค่าสูงบริเวณลุ่มน้ำตอนบน และลดลงเรื่อยๆ ในทางทิศตะวันออกซึ่งเป็นที่ราบ



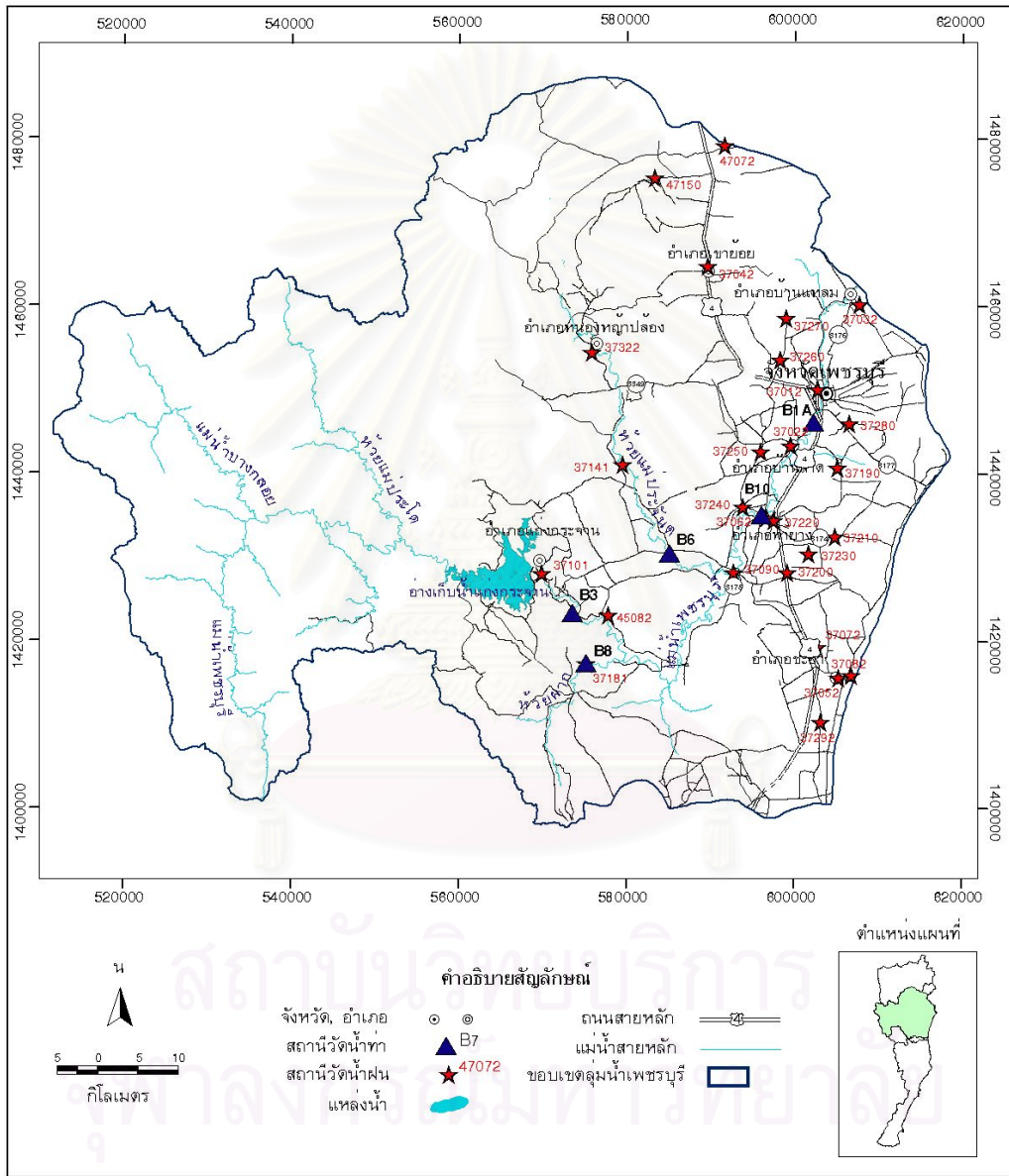
ที่มา : แปลความหมายจากภาพดาวเทียม LANDSAT พ.ศ. 2545

ภาพที่ 3-3 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน บริเวณพื้นที่ที่ประสบอุทกภัย จังหวัดเพชรบุรี



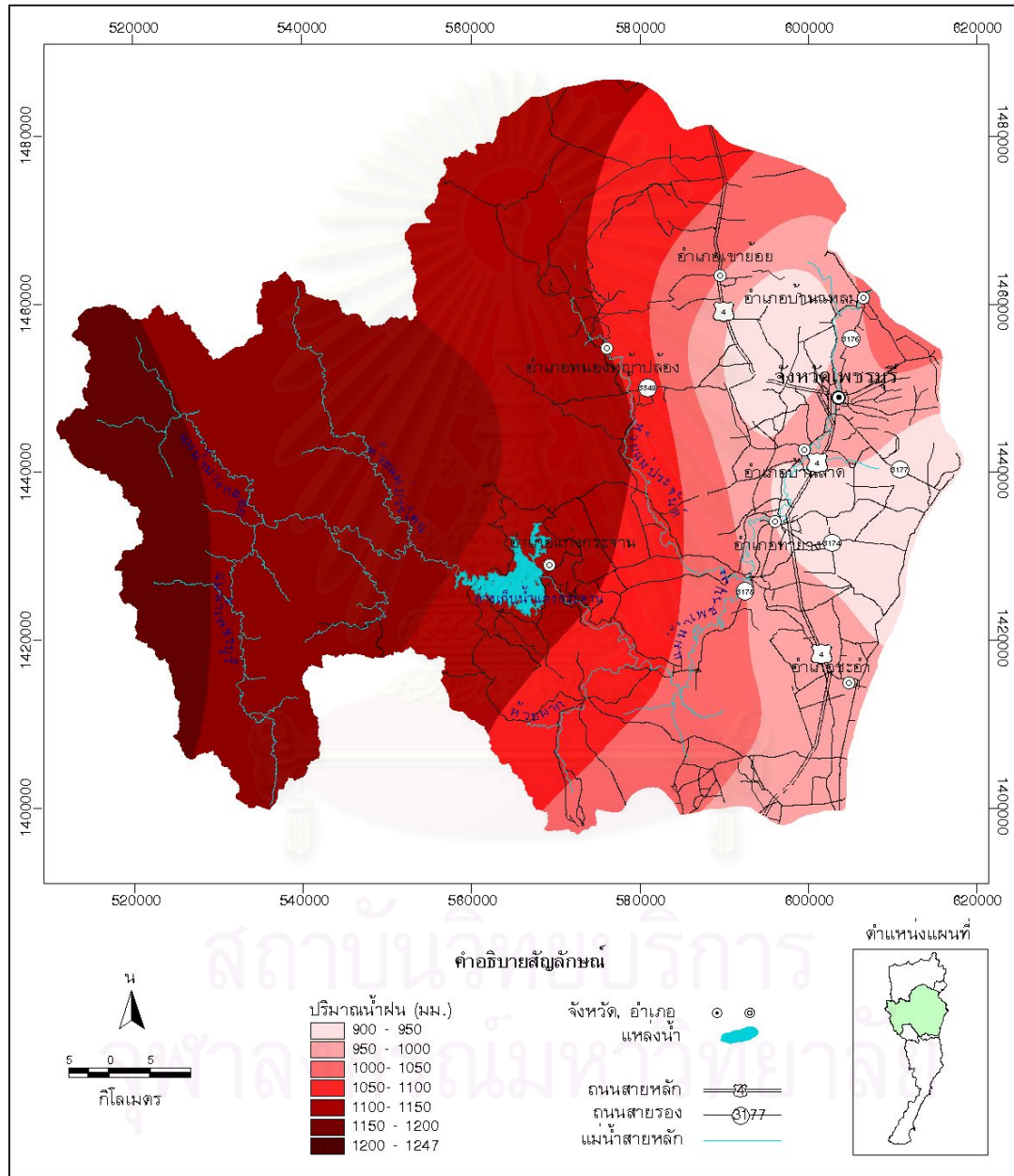
ที่มา : 92 ปีชดลประทาน พ.ศ. 2537

ภาพที่ 3-4 ทิศทางและช่วงเวลาของพายุและลมมรสุมในประเทศไทย



ที่มา : สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน

ภาพที่ 3-5 ตำแหน่งที่ตั้งสถานีวัดน้ำฝนและสถานีวัดน้ำท่า ลุ่มน้ำเพชรบุรี



ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2537

ภาพที่ 3-6 แผนที่ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีในรอบ 40 ปี ลุ่มน้ำเพชรบุรี

3.6 ระบบแม่น้ำและโครงการชลประทาน

3.6.1 แหล่งน้ำที่สำคัญ บริเวณลุ่มน้ำเพชรบุรี มี 5 สาย (ภาพที่ 3-7)

แม่น้ำเพชรบุรี เป็นแม่น้ำสายหลัก มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาตะนาวศรี ซึ่งเป็นทิวเขากั้นเขตแดนไทย – พม่า ไหลผ่านแกนกลางของลุ่มน้ำในแนวตะวันตก-ออก โดยผ่านอำเภอแก่งกระจาน อำเภอท่ายาง อำเภอบ้านลาด อำเภอเมือง ไหลลงสู่ทะเลที่ปากอ่าวอำเภอบ้านแหลม มีความยาวทั้งสิ้นประมาณ 227 กิโลเมตร

แม่น้ำเพชรบุรีแบ่งออกเป็นสองตอน คือ ตอนที่ 1 จากต้นน้ำถึงบ้านท่าซึก อำเภอท่ายางยาวประมาณ 165 กิโลเมตร เป็นช่องแม่น้ำไหลผ่านหุบเขา ชายเขาและที่สูง มีสาขาที่สำคัญ 2 สาย คือ ห้วยแม่ประจันต์ และ ห้วยผาก ตอนที่ 2 เมื่อแม่น้ำไหลผ่านบ้านท่าซึกแล้วจะไหลจากทางทิศใต้ขึ้นไปทางเหนือผ่านอำเภอท่ายาง บ้านลาด และตัวจังหวัดเพชรบุรี ซึ่งเป็นที่ราบไปลงทะเล ที่อำเภอบ้านแหลม แม่น้ำช่วงนี้ยาวประมาณ 62 กิโลเมตร

แม่น้ำบางกลอย เป็นแม่น้ำสายรอง มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาตะนาวศรีทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของลุ่มน้ำ ไหลมาบรรจบแม่น้ำเพชรบุรีที่ตำบลสองพี่น้อง อำเภอแก่งกระจาน มีความยาวของลำน้ำประมาณ 60 กิโลเมตร

แม่น้ำประโดน เป็นแม่น้ำสายรอง มีต้นน้ำเกิดจากเทือกเขาบริเวณเขตติดต่อระหว่างอำเภอปากท่อ จังหวัดราชบุรี กับอำเภอหนองหญ้าปล้อง ไหลมาบรรจบแม่น้ำเพชรบุรีที่บ้านประดู่ ตำบลแก่งกระจาน อำเภอแก่งกระจาน ความยาวของลำน้ำประมาณ 55 กิโลเมตร

ห้วยแม่ประจันต์ เป็นแม่น้ำสายรอง มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาในจังหวัดราชบุรี ไหลผ่านอำเภอหนองหญ้าปล้องมาบรรจบกับแม่น้ำเพชรบุรีบริเวณเหนือเขื่อนเพชรบริเวณบ้านท่าซึก ตำบลท่าแลง อำเภอท่ายาง มีความยาวลำน้ำประมาณ 56 กิโลเมตร

ห้วยผาก เป็นแม่น้ำสายรองอีกสายหนึ่ง มีต้นกำเนิดจากภูเขาอ่างแก้วและภูเขาน้ำหยดในบริเวณอำเภอแก่งกระจาน ไหลในแนวตะวันตกเฉียงใต้-ตะวันออกเฉียงเหนือ มารวมกับแม่น้ำเพชรบุรีที่บริเวณใต้อ่างเก็บน้ำแก่งกระจานในเขตบ้านวังมะละกอ ตำบลกุดดีหลวง อำเภอแก่งกระจานมีความยาวประมาณ 30 กิโลเมตร

3.6.2 โครงการชลประทาน ในพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรี มีโครงการชลประทานทั้งสิ้น 68 โครงการ จัดเป็นโครงการขนาดใหญ่และ ขนาดกลาง จำนวน 17 โครงการ และโครงการขนาดเล็ก จำนวน 51 โครงการ สำหรับโครงการชลประทานที่สำคัญๆ แสดงในภาพที่ 3-7 มีดังนี้

อ่างเก็บน้ำเขื่อนแก่งกระจาน เป็นเขื่อนเอนกประสงค์โครงการขนาดใหญ่ สร้างกันแม่น้ำเพชรบุรี ที่ตำบลสองพี่น้อง อำเภอแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี (ละติจูดที่ 12 องศา 54 ลิปดา เหนือ และลองจิจูดที่ 99 องศา 38 ลิปดา ตะวันออก) มีพื้นที่รับน้ำฝนเหนือเขื่อน 22,000 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เก็บกักน้ำ 31,000 ไร่ ความจุประมาณ 710 ล้านลูกบาศก์เมตร มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 19 เมกกะวัตต์ สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เฉลี่ยปีละ 71 ล้านกิโลวัตต์ต่อชั่วโมง มีทางระบายน้ำล้นอยู่ทางฝั่งขวาของแม่น้ำ สันทางระบายน้ำ อยู่ที่ระดับ 99.00 (รทก.) ยาว 110.00 เมตร สามารถระบายน้ำที่เกินความต้องการได้ 1,380 ลูกบาศก์เมตร / วินาที การไหลของแม่น้ำเพชรบุรีที่อยู่ท้ายเขื่อนจะมีการไหลแบบควบคุม (Regulated Flow)

เขื่อนเพชร เป็นเขื่อนทดน้ำหรือเขื่อนระบายน้ำขนาดกลาง สร้างกันแม่น้ำเพชรบุรี ที่ตำบลท่าคอย อำเภอท่ายาง จังหวัดเพชรบุรี (ละติจูดที่ 12 องศา 55 ลิปดา เหนือ และลองจิจูดที่ 99 องศา 51 ลิปดา ตะวันออก) เริ่มก่อสร้างเมื่อปี พ. ศ. 2485 เสร็จเมื่อปี พ. ศ. 2493 อยู่ห่างจากเขื่อนเก็บน้ำแก่งกระจาน ทางท้ายน้ำลงมา 66 กิโลเมตร มีแหล่งน้ำต้นทุนจาก เขื่อนแก่งกระจาน แม่น้ำเพชรบุรี ห้วยแม่ประจันต์ ห้วยผาก มีโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเพชรบุรีเป็นผู้รับผิดชอบใช้แหล่งน้ำจากอ่างเก็บน้ำแก่งกระจาน จัดสรรน้ำเพื่อการเกษตรด้วยระบบคลองส่งน้ำให้แก่พื้นที่อำเภอท่ายาง อำเภอชะอำ อำเภอบ้านลาด อำเภอเมือง อำเภอบ้านแหลม และพื้นที่อำเภอเขาชัยวันบางส่วน และส่งน้ำเพื่อการอุปโภค-บริโภคในเขตจังหวัดเพชรบุรี

การระบายน้ำของเขื่อนเพชร สามารถระบายน้ำจากเหนือเขื่อนสู่พื้นที่ในความรับผิดชอบของโครงการบำรุงและรักษาเพชรบุรีได้ 3 ทางด้วยกัน คือ ผ่านประตูเขื่อน คลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งขวา และคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้าย ประตูเขื่อนเพชรสามารถระบายน้ำได้สูงสุด 1400 ลูกบาศก์เมตร/วินาที คลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งขวา (ติดกับบริเวณตัวเขื่อน) สายใหญ่ 1 สายใหญ่ 2 และสายใหญ่ 3 มีความจุของคลองส่งน้ำ 10.6 5.9 และ 22.8 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ตามลำดับ ส่วนคลองส่งน้ำสายใหญ่ฝั่งซ้าย (อยู่ห่างจากเขื่อนเพชรไปทางเหนือน้ำประมาณ 1.4 กม.) มีความจุคลองส่งน้ำ 14.5 ลูกบาศก์เมตร/วินาที

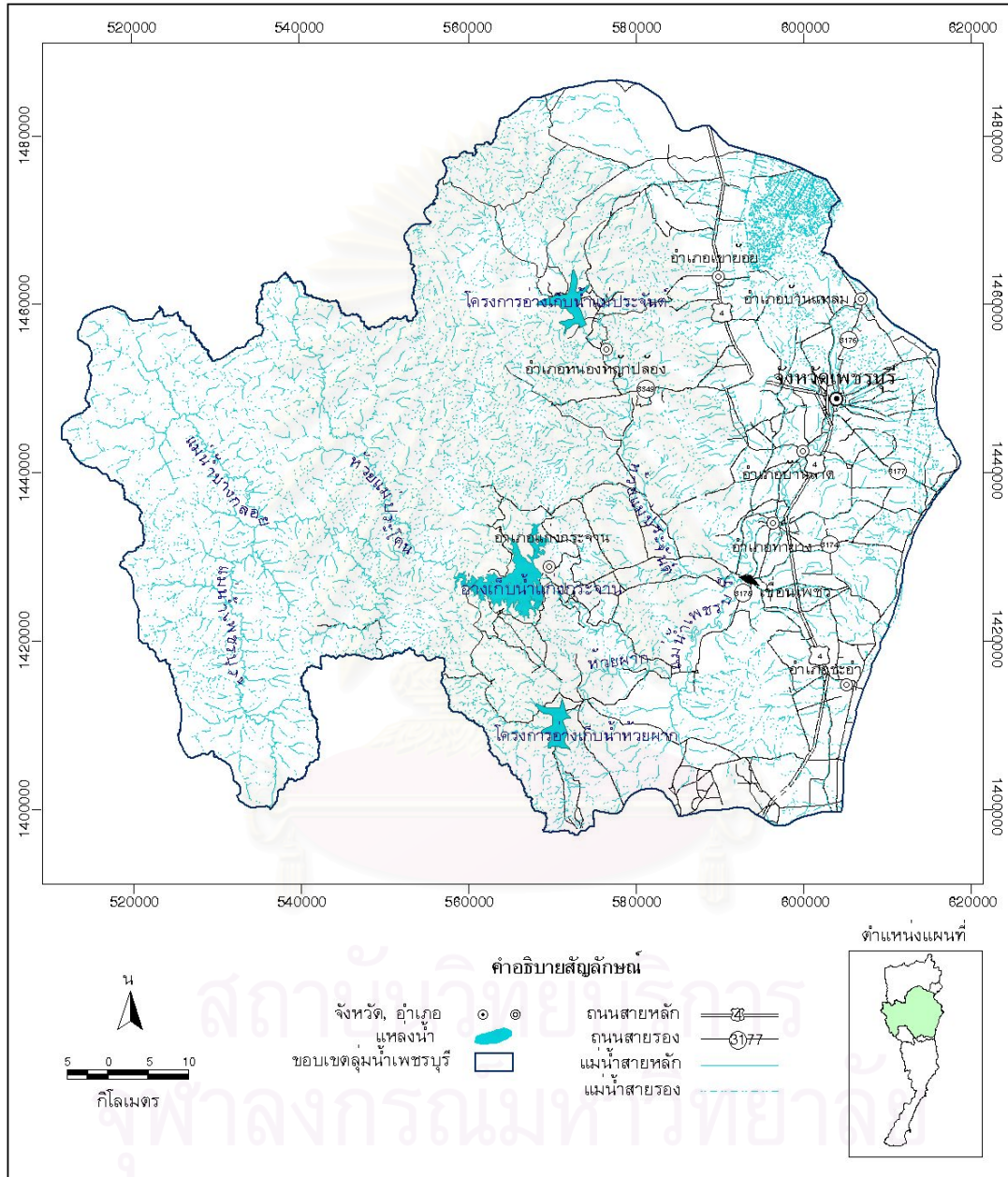
โครงการอ่างเก็บน้ำแม่ประจันต์ เป็นโครงการที่อยู่ในแผนของกรมชลประทาน ที่ตั้งอยู่บริเวณตำบลหนองหญ้าปล้อง อำเภอหนองหญ้าปล้อง กำหนดความจุเก็บกักไว้ประมาณ 40 ล้านลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 3-7)

โครงการอ่างเก็บน้ำห้วยผาก เป็นโครงการอยู่ในแผนของกรมชลประทาน มีที่ตั้งโครงการที่ตำบลกัลลัดหลวง อำเภอยาง่าง มีพื้นที่รับน้ำประมาณ 195 ตารางกิโลเมตร ความจุอ่างที่ระดับเก็บกัก 30 ล้านลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 3-7)

3.7 สภาพน้ำท่า

สถานีวัดน้ำท่าที่เปิดสำรวจระดับน้ำและปริมาณน้ำในลุ่มน้ำเพชรบุรีในปัจจุบัน มีทั้งหมด 5 สถานี ได้แก่ สถานี B1A B3 B6 B8 และ B10 สถานีวัดน้ำท่าที่ตั้งอยู่บนลำน้ำเพชรบุรี คือ สถานี B3 B10 และ B1A ส่วนสถานี B8 และ B6 ตั้งอยู่บนลำน้ำห้วยผาก และลำน้ำแม่ประจันต์ ตามลำดับ ภาพที่ 3-5 แสดงตำแหน่งที่ตั้งสถานีวัดน้ำท่าในลุ่มน้ำเพชรบุรี การสำรวจระดับน้ำและปริมาณน้ำมีอยู่ 2 ลักษณะคือ สถานี B6 และ B8 เป็นสถานีอัตโนมัติชนิดทุ่นลอยแบบสำรวจ 24 ชั่วโมง ส่วนสถานี B3 B10 และ B1A เป็นสถานีที่ใช้การสำรวจแบบเสาหลักธรรมดา ทำการสำรวจ 5 เวลาต่อวัน คือ เวลา 6.00 น. 9.00 น. 12.00 น. 15.00 น. และ 18.00 น

บนลำน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีมีการสร้างเขื่อนแก่งกระจานปี 2508 ทำให้การไหลบนลำน้ำเพชรบุรีเป็นการไหลแบบมีการควบคุม (Regulated Flow) อินทิวา (2538) ได้เปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนระหว่างก่อนและหลังมีเขื่อนแก่งกระจาน พบว่าก่อนสร้างเขื่อนแก่งกระจาน มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนธันวาคมประมาณร้อยละ 90 ของปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี ส่วนหลังสร้างเขื่อนแก่งกระจานในเวลาเดียวกันนี้มีประมาณร้อยละ 70 ของปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี



ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาและสังคมแห่งชาติ, 2537

ภาพที่ 3-7 แผนที่ระบบแม่น้ำและโครงการชลประทาน

3.8 สภาพน้ำหลาก

การเกิดน้ำหลากในพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรีส่วนมากเกิดในช่วงเดือน ตุลาคม – พฤศจิกายน ซึ่งมีสาเหตุมาจากฝนตกหนัก โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนและตอนล่างของเขื่อนแก่งกระจานติดต่อกัน ทำให้ปริมาณน้ำจากห้วยผากและห้วยแม่ประจัน ไหลหลากสู่แม่น้ำเพชรบุรี เขื่อนเพชร และพื้นที่ลุ่มริมแม่น้ำเพชรบุรีตามลำดับ นอกจากนี้สาเหตุจากธรรมชาติแล้วกิจกรรมของมนุษย์ก็มีส่วนต่อการเกิดสภาพน้ำหลากในพื้นที่ ได้แก่ เขื่อนแก่งกระจานและเขื่อนเพชร ซึ่งมีการควบคุมการไหลของน้ำ การสร้างถนน การบุกรุกพื้นที่บริเวณริมแม่น้ำลำคลอง

สถิติปริมาณน้ำหลากสูงสุดในรอบปีที่จัดเก็บโดยกรมชลประทาน พบว่าปริมาณน้ำหลากสูงสุดในรอบปี ณ สถานี B3 ที่วัดได้มีค่าสูงสุด 338 ลูกบาศก์เมตร/วินาที เมื่อวันที่ 17 ตุลาคม 2546 ค่าต่ำสุด 46 ลูกบาศก์เมตร/วินาที เมื่อวันที่ 23 ธันวาคม 2523 และค่าเฉลี่ย 155.58 ลูกบาศก์เมตร/วินาที สถานี B8 มีค่าสูงสุด 284 ลูกบาศก์เมตร/วินาที เมื่อวันที่ 8 พฤษภาคม 2529 ค่าต่ำสุด 2 ลูกบาศก์เมตร/วินาที เมื่อวันที่ 2 เมษายน 2525 ค่าเฉลี่ย 68.67 ลูกบาศก์เมตร/วินาที สถานี B6 มีค่าต่ำสุด 22 ลูกบาศก์เมตร/วินาที เมื่อวันที่ 3 ตุลาคม 2522 ค่าเฉลี่ย 334.53 ลูกบาศก์เมตร/วินาที สถานี B10 มีค่าสูงสุด 786 ลูกบาศก์เมตร/วินาที เมื่อวันที่ 17 ตุลาคม 2546 ค่าต่ำสุด 93 ลูกบาศก์เมตร/วินาที เมื่อวันที่ 12 พฤศจิกายน 2533 ค่าเฉลี่ย 368.6 ลูกบาศก์เมตร/วินาที สถานี B1A มีค่าสูงสุด 202 ลูกบาศก์เมตร/วินาที เมื่อวันที่ 7 ตุลาคม 2512 ค่าต่ำสุด 14 ลูกบาศก์เมตร/วินาที เมื่อวันที่ 18 ตุลาคม 2523 ค่าเฉลี่ย 135.74 ลูกบาศก์เมตร/วินาที การวิเคราะห์ความถี่การเกิดน้ำหลากของสถานีวัดน้ำท่าต่างๆ ด้วยวิธีกัมเบล แสดงผลในตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 ปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่สถานีวัดปริมาณน้ำในลุ่มน้ำเพชรบุรีในรอบปีการเกิดต่างๆ

สถานี	ช่วงข้อมูล	ความยาวข้อมูล	อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที) ที่รอบปีการเกิดต่างๆ						
			2 ปี	5 ปี	10 ปี	25 ปี	50 ปี	100 ปี	200 ปี
B3	2508-2546	39	102.9	184.3	238.1	306.2	356.8	406.9	456.9
B8	2516-2545	30	55.4	128.6	177.2	238.5	283.9	329.1	374.1
B6	2508-2546	39	278.1	585.1	788.3	1045.1	1235.6	1424.7	1613.1
B10	2528-2546	19	276.9	521.7	683.8	888.5	1040.4	1191.2	1341.4
B1A	2508-2540	33	129.8	169	194.9	252	227.7	276.1	300.1

บทที่ 4

การจำลองขนาด การเคลื่อนที่ของน้ำหลาก และระดับน้ำ

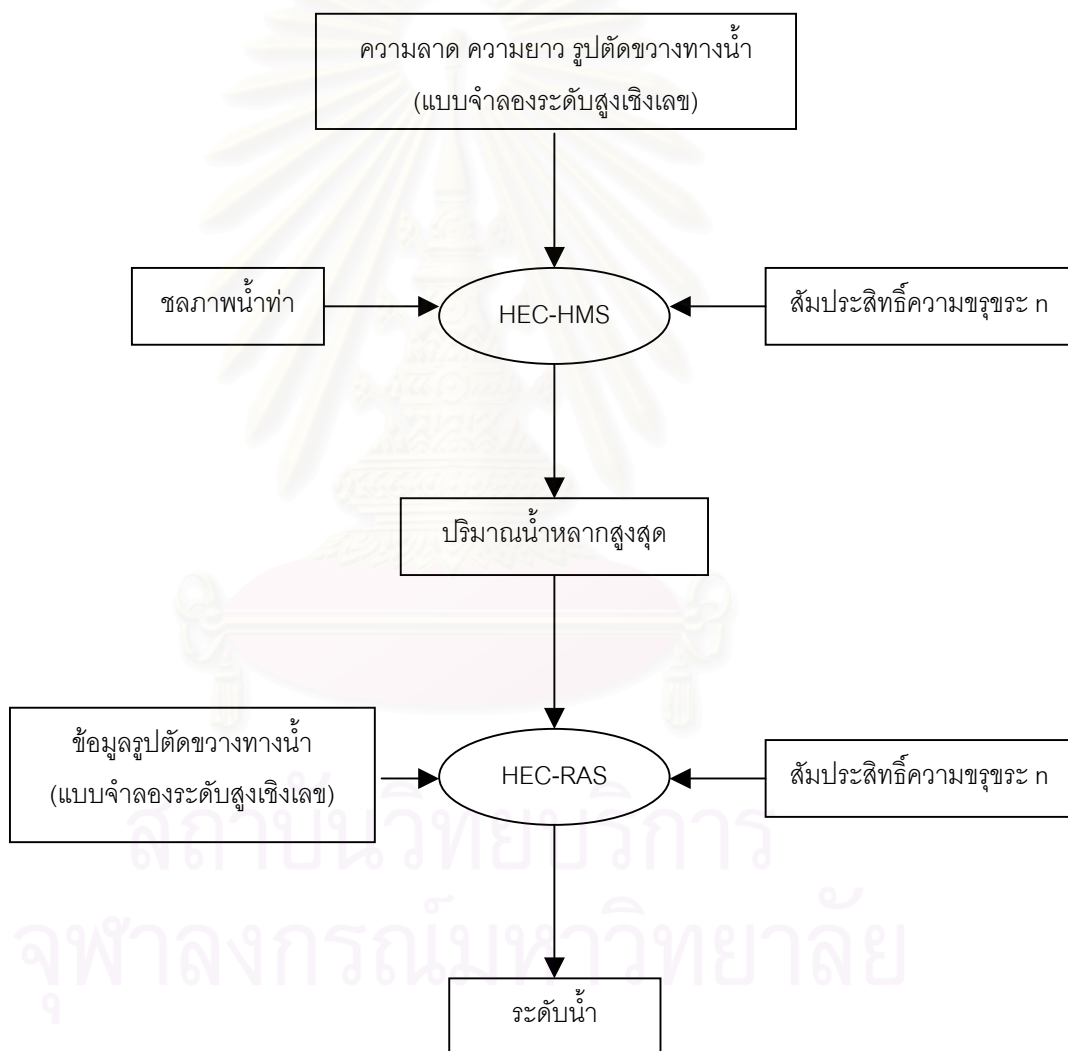
วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ได้แก่บูรณาการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับแบบจำลองอุทกวิทยา/ชลศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์ขนาด การเคลื่อนที่ของน้ำหลาก และระดับน้ำ ในพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรี แบบจำลองที่เลือกใช้ ได้แก่ แบบจำลอง HEC-HMS และแบบจำลอง HEC-RAS แบบจำลอง HEC-HMS ใช้วิเคราะห์การเคลื่อนที่ของน้ำหลาก และผลลัพธ์ที่ได้ คือ ชลภาพน้ำท่า ณ ตำแหน่งต่างๆ บนทางน้ำ จากนั้นนำปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่อ่านค่าได้จากชลภาพน้ำท่าดังกล่าว เป็นข้อมูลนำเข้าสู่แบบจำลอง HEC-RAS เพื่อคำนวณค่าระดับน้ำนองสูงสุด

ในการศึกษาขนาด การเคลื่อนที่ของน้ำหลาก และระดับน้ำ ด้วยแบบจำลอง HEC-HMS และแบบจำลอง HEC-RAS ต้องใช้พารามิเตอร์ทั้งทางด้านอุทกวิทยาและด้านลักษณะของทางน้ำ ค่าพารามิเตอร์ทางด้านอุทกวิทยาได้รวบรวมข้อมูลมาจากกรมชลประทาน ส่วนค่าพารามิเตอร์ด้านลักษณะของทางน้ำ ได้จากนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้ในการวิเคราะห์แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข ด้านเทคนิคการเชื่อมต่อระหว่างโปรแกรมทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับแบบจำลองทางอุทกวิทยา/ชลศาสตร์ ใช้การเชื่อมต่อแบบหลวม คือ การทำงานของโปรแกรมทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และแบบจำลองแยกส่วนกัน ผู้วิจัยจึงต้องถ่ายโอนข้อมูลระหว่างโปรแกรมด้วยตนเอง ภาพที่ 4-1 แสดงแผนผังการบูรณาการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับแบบจำลอง

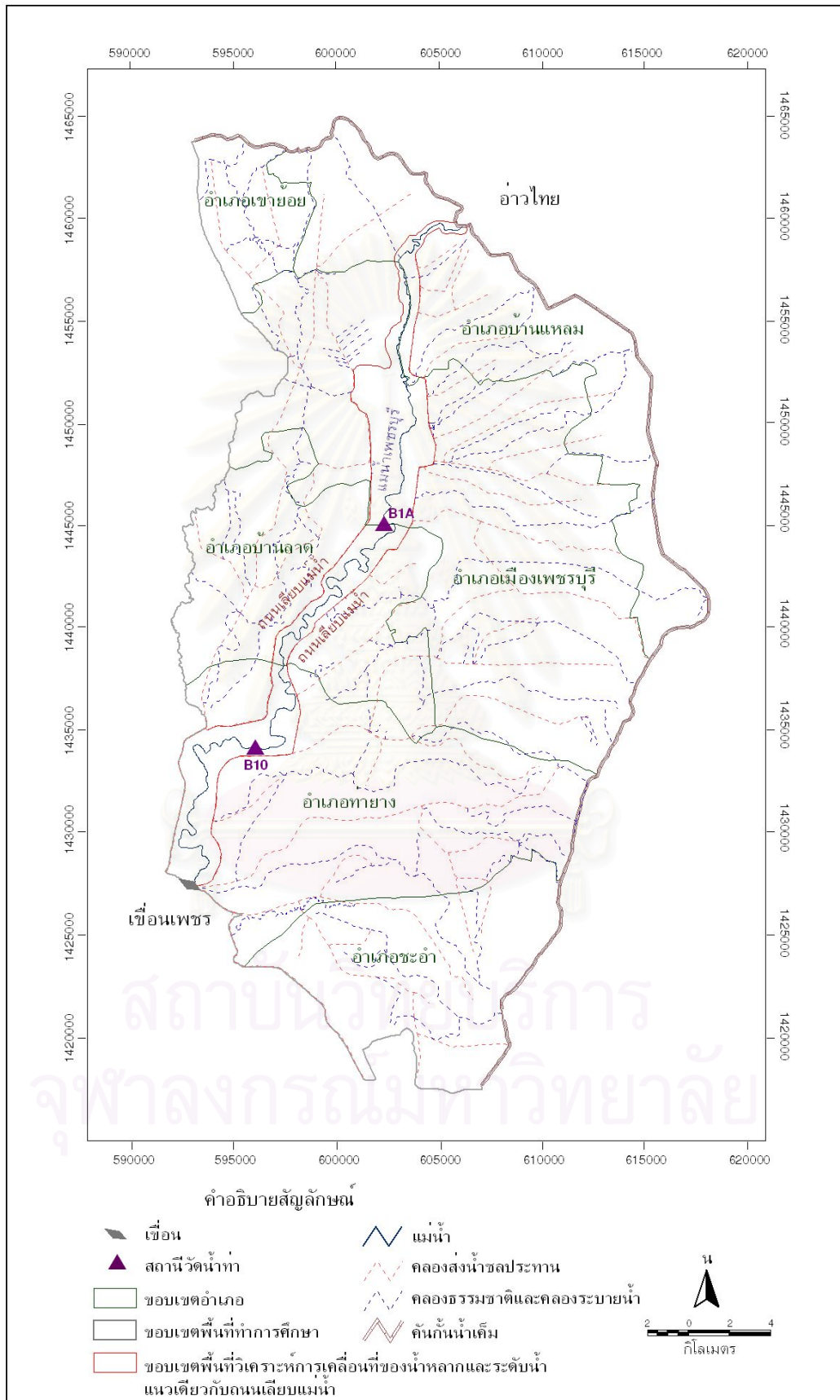
งานวิจัยนี้ได้เลือกกลุ่มน้ำเพชรบุรีเป็นพื้นที่ศึกษา แต่หลังจากที่ได้ศึกษาเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มน้ำเพชรบุรี และสอบถามประชาชนในพื้นที่แล้ว พบว่า บริเวณที่ประสบปัญหาอุทกภัยบ่อยครั้งของกลุ่มน้ำเพชรบุรี คือ บริเวณที่ราบลุ่มตั้งแต่ท้ายเขื่อนเพชรจนถึงคั่นกันน้ำเค็มบริเวณอ่าวไทย ครอบคลุมพื้นที่อำเภอเขาย้อย อำเภอบ้านแหลม อำเภอเมือง อำเภอบ้านลาด อำเภอท่ายาง และอำเภอชะอำ ดังนั้นจึงกำหนดพื้นที่ทำการศึกษาไปยังบริเวณดังกล่าว

อย่างไรก็ตามเมื่อได้ศึกษาและทดลองใช้งานแบบจำลอง HEC-HMS และแบบจำลอง HEC-RAS แล้ว ทำให้ทราบว่าแบบจำลองทั้งสองให้ผลลัพธ์ที่น่าพอใจกับพื้นที่ที่มีการไหลของน้ำในทิศทางเดียว การไหลในลำน้ำแม่น้ำเพชรบุรีจากท้ายเขื่อนเพชรไปยังอ่าวไทยมีทิศทางการไหลของน้ำจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ไปยังทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ในช่วงหน้าน้ำหลากจะมีปริมาณน้ำมากเกินความจุของลำน้ำ ทำให้น้ำไหลล้นตลิ่งเข้าท่วมพื้นที่ราบทั้งสองฝั่งแม่น้ำ ซึ่งน้ำยังคงไหลไปทิศทางเดียวกับน้ำในลำน้ำ เนื่องจากมีถนนเลียบบแม่น้ำเพชรบุรีขนานทั้งสองด้าน แต่หากระดับน้ำสูงกว่าระดับถนนเลียบบแม่น้ำ จะทำให้น้ำไหลบ่าข้ามถนนลงสู่ที่ราบซึ่งมีลักษณะพื้นที่

ลาดต่ำจากตลิ่งแม่น้ำเพชรบุรีและถนน ทิศทางการไหลบ่าของน้ำจะไหลกระจายในทิศทางต่างๆ ลงสู่คลองระบายน้ำและคลองธรรมชาติ และไหลลงสู่อ่าวไทย ดังนั้นในการจำลองขนาด การเคลื่อนที่ของน้ำหลาก และระดับน้ำ ของแม่น้ำเพชรบุรี ด้วยแบบจำลอง HEC-HMS และแบบจำลอง HEC-RAS จึงจำลองสถานการณ์เฉพาะบริเวณเส้นทางน้ำหลากสองฝั่งแม่น้ำเพชรบุรี คือ ตั้งแต่ถนนเลียบบแม่น้ำเพชรบุรีด้านฝั่งซ้าย จนถึงถนนเลียบบแม่น้ำเพชรบุรีด้านฝั่งขวา (ภาพที่ 4-2)



ภาพที่ 4-1 แผนผังการบูรณาการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับแบบจำลอง



ภาพที่ 4-2 พื้นที่วิเคราะห์การเคลื่อนที่ของน้ำหลาก และระดับน้ำ แม่น้ำเพชรบุรี

4.1 การจัดทำแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model)

ข้อมูลด้านฐานของทางน้ำที่ใช้ในการศึกษาการเคลื่อนที่ของน้ำหลากด้วยแบบจำลอง HEC-HMS และศึกษาระดับน้ำด้วยแบบจำลอง HEC-RAS ได้แก่ ความลาดและความยาวของร่องน้ำ และข้อมูลรูปตัดขวางทางน้ำ ข้อมูลดังกล่าวสามารถคำนวณได้จากแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข ด้วยโปรแกรม ArcView Extensiton HEC-GeoHMS และ HEC-GeoRAS โปรแกรม HEC-GeoHMS จะใช้แบบจำลองระดับสูงเชิงเลขแบบกริดและเส้นร่องแม่น้ำ คำนวณค่าความลาดและความยาวร่องน้ำ ส่วนโปรแกรม HEC-GeoRAS จะใช้โครงข่ายสามเหลี่ยมแบบไม่สม่ำเสมอและเส้นแนวการไหล (Flow Path) คำนวณเพื่อสร้างข้อมูลรูปตัดขวางของทางน้ำ ดังนั้นจึงได้จัดทำแบบจำลองระดับสูงเชิงเลขบริเวณพื้นที่ทำการศึกษา ทั้งในรูปแบบกริดระดับความสูงและโครงข่ายสามเหลี่ยมแบบไม่สม่ำเสมอ

ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข มีดังนี้

4.1.1 สร้างแผ่นข้อมูลกราฟิก

แผ่นข้อมูลกราฟิกที่นำมาใช้สร้างกริดระดับความสูงและโครงข่ายสามเหลี่ยมแบบไม่สม่ำเสมอ ได้แก่ แผ่นข้อมูลระดับความสูง ประกอบด้วย เส้นชั้นความสูงและจุดระดับสูง และแผ่นข้อมูลแม่น้ำ ประกอบด้วย แม่น้ำลำคลอง ร่องน้ำและขอบตลิ่งแม่น้ำเพชรบุรี

ข้อมูลแผนที่ที่นำมาใช้สร้างแผ่นข้อมูลระดับความสูง ได้ใช้ข้อมูลเส้นชั้นความสูงช่วงต่าง 1 เมตรและจุดระดับความสูงบริเวณพื้นดิน จากแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:10,000 ปี 2532 ของกรมชลประทาน และในร่องน้ำเพชรบุรีใช้ข้อมูลเส้นชั้นความสูงช่วงต่าง 1 เมตรและจุดระดับความสูง มาตราส่วน 1:4,000 ปี 2544 ของกรมเจ้าท่า

ข้อมูลแผนที่ที่นำมาใช้สร้างแผ่นข้อมูลแม่น้ำ ได้ใช้ข้อมูลแม่น้ำและลำคลอง จากแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:10,000 ปี 2532 ของกรมชลประทาน ส่วนแนวร่องน้ำและขอบตลิ่งแม่น้ำเพชรบุรีใช้จากแผนที่แม่น้ำเพชรบุรีมาตราส่วน 1:4,000 ปี 2544 ของกรมเจ้าท่า

การสร้างแผ่นข้อมูลกราฟิก มีวิธีการจัดทำดังนี้

- 1) แปลงแผนที่ให้เป็นข้อมูลเชิงเลขด้วยวิธีการถ่ายภาพ (Scanning)
- 2) กำหนดค่าพิกัดตั้งภาพ (Image Registration) และดัดแก้ (Warp) ข้อมูลที่ได้จากการถ่ายภาพ ด้วยค่าพิกัดยูทีเอ็ม (Universal Transverse Mercator, UTM) โดยใช้โปรแกรม ENVI

3) ดิจิไทซ์ข้อมูลทางหน้าจอบคอมพิวเตอร์ (Haed-up Digitizing) ด้วยโปรแกรม R2V ทั้งนี้การดิจิไทซ์ข้อมูลเมื่อนั้น ได้เริ่มต้นจากเหนือน้ำไปยังท้ายน้ำ

4) แปลง (Transform) ข้อมูลจากโปรแกรม R2V เป็นเพิ่ม coverage ในฟอร์แมตของโปรแกรม ArcInfo

4.1.2 สร้างกริดระดับความสูง

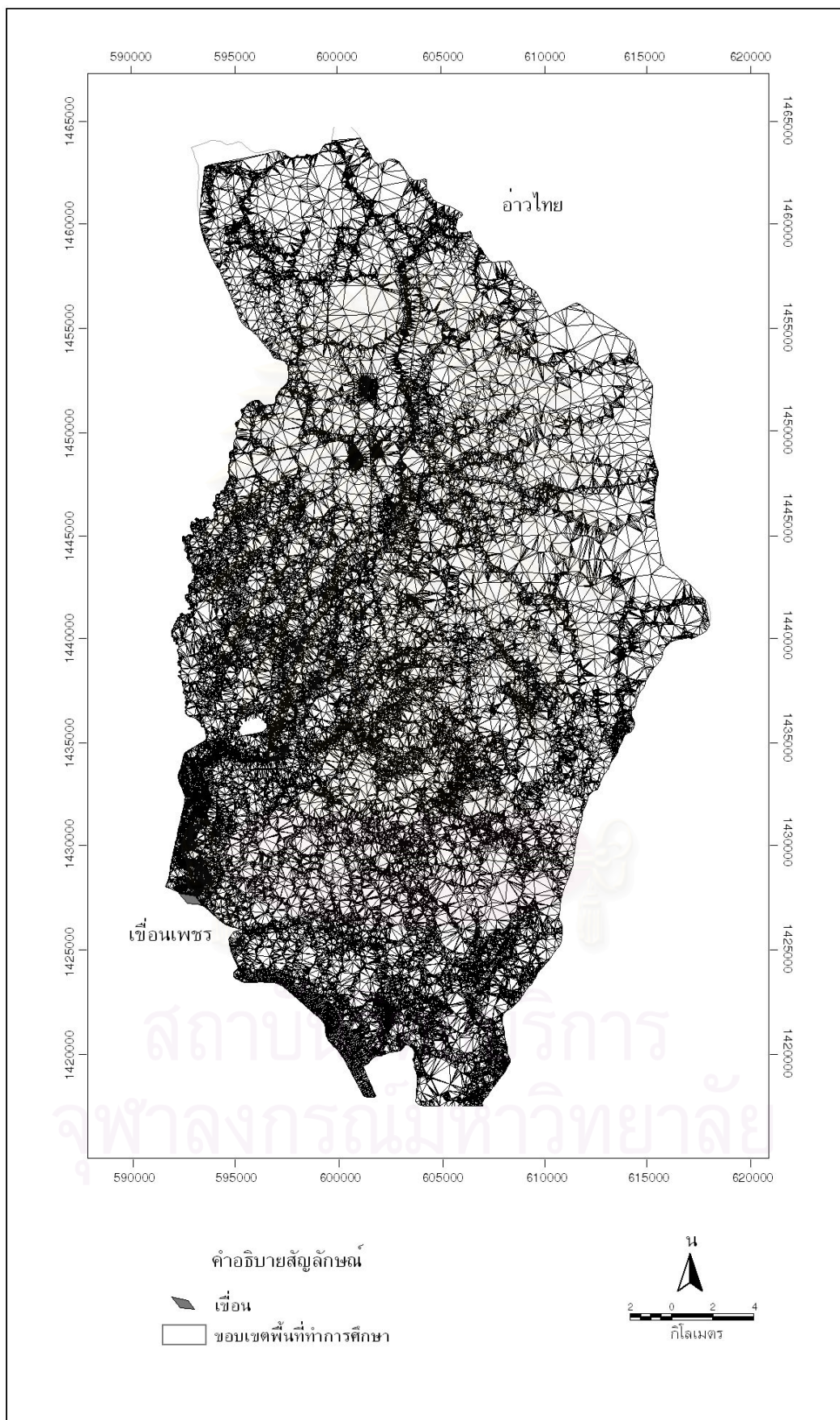
การสร้างกริดระดับความสูง ได้ใช้โปรแกรม ArcInfo 8.0 โดยกำหนดขนาดของกริดเท่ากับ 5 x 5 เมตร

4.1.3 สร้างโครงข่ายสามเหลี่ยมแบบไม่สม่ำเสมอ

การสร้างโครงข่ายสามเหลี่ยมแบบไม่สม่ำเสมอ ได้ใช้โปรแกรม ArcInfo 8.0 ภาพที่ 4-3 แสดงโครงข่ายสามเหลี่ยมแบบไม่สม่ำเสมอ ในบริเวณพื้นที่ทำการศึกษา



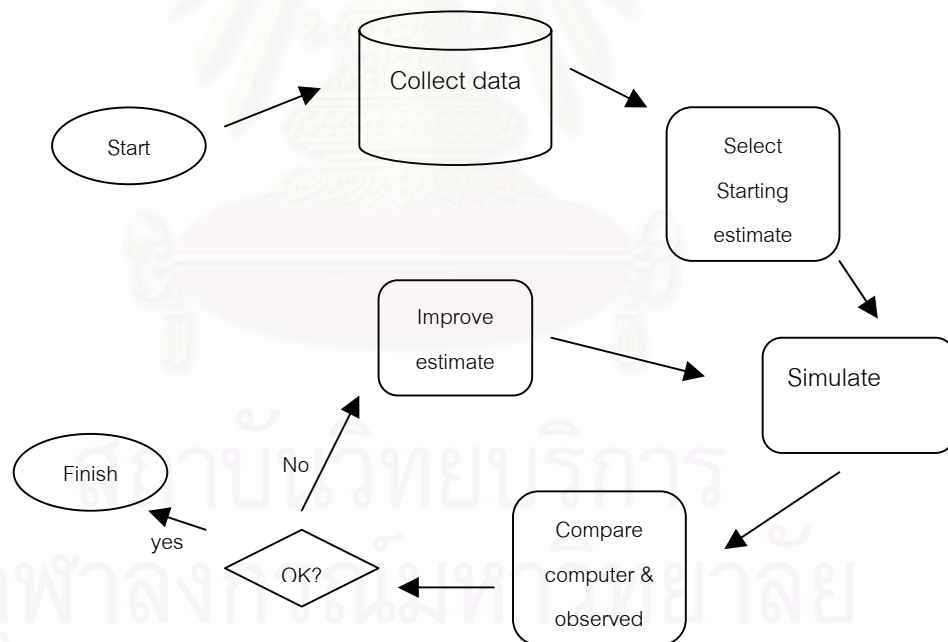
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4-3 โครงข่ายสามเหลี่ยมแบบไม่สม่ำเสมอ บริเวณพื้นที่ทำการศึกษา

4.2 การปรับเทียบแบบจำลอง (Model Calibration)

ในการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของน้ำหลากด้วยแบบจำลอง HEC-HMS และการวิเคราะห์หาระดับน้ำด้วยแบบจำลอง HEC-RAS นั้น จะต้องใช้พารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่ ชลภาพ น้ำท่า ปริมาณน้ำหลากสูงสุด ค่าความยาวและความลาดของร่องน้ำ ข้อมูลรูปตัดขวางทางน้ำ และค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ n ดังนั้นเพื่อให้ได้ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการนำใช้จำลองสถานการณ์ จึงได้ปรับเทียบแบบจำลองกับข้อมูลจริงด้วยวิธีลองผิดและทำใหม่ (Trial & Error) โดยมีการป้อนค่าพารามิเตอร์เข้าสู่โปรแกรมแบบจำลอง และปรับค่าพารามิเตอร์ที่ต้องการ จากนั้นนำผลลัพธ์จากแบบจำลองมาเปรียบเทียบกับข้อมูลจริง ทำการปรับค่าพารามิเตอร์จนทำให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณมีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลจริง ภาพที่ 4-4 แสดงขั้นตอนการปรับเทียบแบบจำลอง



ที่มา : HEC-HMS Technical Reference Manual (2000)

ภาพที่ 4-4 แสดงขั้นตอนการสอบเทียบแบบจำลอง (Model Calibration)

4.2.1 สัมประสิทธิ์ความขรุขระ n

ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ n หรือค่าการสูญเสียจากการเสียดทาน ซึ่งเป็นพารามิเตอร์ที่ต้องมีการปรับค่า นั้น ได้มีผู้ทำการศึกษาในพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรี คือ อินทรี (2538) ทำการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ n ของลำน้ำ ใช้ข้อมูลจากการสำรวจอัตราการไหล (Q) ที่ระดับน้ำต่างๆ ข้อมูลรูปตัดขวางทางน้ำที่สถานีต่างๆ และระยะห่างระหว่างสถานี ใช้หลักการคำนวณระดับน้ำตามแนวลำน้ำ (Water Surface Profile) ภายใต้เงื่อนไขการไหลแบบคงที่ (Steady Flow) การไหลทิศทางเดียว และการเปลี่ยนแปลงการไหลแบบช้าๆ ผลการศึกษาพบว่า ข้อมูลวัสดุท้องน้ำท้ายเขื่อนแก่งกระจาน ถึง เขื่อนเพชร เป็นหิน-กรวดใหญ่ มีค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ n จากสถานีวัดน้ำท่า B5-B3 ประมาณ 0.08 ช่วงท้ายเขื่อนเพชร ถึง อำเภอเมือง จากสถานี B2A-B1A (สถานี B2A อยู่ท้ายเขื่อนเพชรประมาณ 200 เมตร) มีวัสดุท้องน้ำเป็นกรวดขนาดประมาณ 3 เซนติเมตร - ทรายปนกรวด มีค่า n ประมาณ 0.065 ลำน้ำห้วยแม่ประจันต์ (B7-B6) วัสดุท้องน้ำเป็นทราย มีค่าประมาณ 0.07 ความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความขรุขระ n กับอัตราการไหลมีดังนี้

B5-B3	Q < 10 cms	=> n = 0.10
	10 < Q < 90 cms	=> n = 0.152 * Q ^{-0.19}
	Q > 90 cms	=> n = 0.050 - (1.56 * 10 ⁻⁴ * Q)
B10-B1A	n = 0.0595 + (9.68 * 10 ⁻⁵ * Q)	
B2A-B1A	n = 0.0595 + (9.68 * 10 ⁻⁵ * Q)	
B7-B6	Q < 10 cms	=> n = 0.10
	10 < Q < 100 cms	=> n = 0.229 * Q ^{-0.33}
	Q > 100 cms	=> n = 0.035 - (1.56 * 10 ⁻⁴ * Q)

ช่วงของแม่น้ำเพชรบุรีที่นำมาใช้ในการปรับเทียบแบบจำลอง คือ บริเวณตั้งแต่ท้ายเขื่อนเพชรจนถึงสถานี B1A ดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ n ที่ใช้ในการปรับเทียบแบบจำลอง ได้คำนวณค่าจากความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลและค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ n ด้วยสมการ n = 0.0595 + (9.68 * 10⁻⁵ * Q) โดยคำนวณค่า n จากปริมาณการไหลแต่ละชั่วโมง แล้วนำค่าเฉลี่ยมาเป็นค่าเริ่มต้นในการปรับเทียบแบบจำลอง

4.2.2 ชุดข้อมูลที่ใช้ในการเปรียบเทียบแบบจำลอง

ในขั้นตอนเปรียบเทียบแบบจำลองนั้น จะต้องใช้ข้อมูลจริง ได้แก่ ชลภาพน้ำท่าและระดับน้ำ ณ จุดน้ำไหลเข้าและจุดน้ำไหลออก เมื่อได้พิจารณาข้อมูลบริเวณพื้นที่ทำการศึกษา ซึ่งมีสถานีวัดน้ำท่าที่มีการสำรวจและจัดเก็บข้อมูล 3 ตำแหน่ง ได้แก่ เขื่อนเพชร สถานี B10 และสถานี B1A ซึ่งข้อมูลน้ำท่ารายชั่วโมงในช่วงน้ำหลากสูงสุดของปี ณ บริเวณเขื่อนเพชรรวบรวมได้ 2 ปี คือ ปี 2542 และปี 2546 ข้อมูล ณ สถานี B10 รวบรวมได้ถึงปี 2546 ส่วนข้อมูล ณ สถานี B1A รวบรวมได้ถึงปี 2541

จากข้อมูลชลภาพน้ำท่าและระดับน้ำที่รวบรวมมา ทำให้มีการแบ่งการเปรียบเทียบแบบจำลองออกเป็นสองช่วง ได้แก่ ช่วงแรก เริ่มตั้งแต่เขื่อนเพชรถึงสถานี B10 ใช้ข้อมูลปี 2542 และ 2546 มาเปรียบเทียบแบบจำลอง ซึ่งปี 2542 เป็นปีที่มีปริมาณน้ำหลากสูงสุด ณ สถานี B10 ในรอบ 5 ปี และปี 2546 เป็นปีที่มีปริมาณน้ำหลากสูงสุด ณ สถานี B10 ในรอบ 10 ปี ช่วงที่สอง เริ่มตั้งแต่สถานี B10 ถึงสถานี B1A ใช้ข้อมูลปี 2533 2534 2535 และ 2540 เป็นปีที่มีปริมาณน้ำหลากสูงสุดในรอบ ณ สถานี B10 ไม่ถึงปี 1 ปี 5 ปี และ 10 ปี ตามลำดับ

4.3 การจำลองขนาดและการเคลื่อนที่ของน้ำหลาก

ปัจจุบันสามารถศึกษาการเคลื่อนที่ของน้ำหลากบริเวณพื้นที่ทำการศึกษาได้จากข้อมูลชลภาพน้ำท่าของกรมชลประทาน ณ เขื่อนเพชร สถานีวัดน้ำท่า B10 และ B1A แต่หากต้องการศึกษาข้อมูลชลภาพน้ำท่า ณ ตำแหน่งต่างๆ ที่อยู่ระหว่างสถานีวัดน้ำท่า สามารถจำลองได้ด้วยแบบจำลอง ในงานวิจัยนี้ได้ใช้แบบจำลอง HEC-HMS วิเคราะห์การเคลื่อนที่ของน้ำหลากด้วยวิธี Muskingum Cunge 8 Point เนื่องจากเป็นวิธีคำนวณวิธีหนึ่ง ที่เหมาะสมกับลักษณะธรณีสัณฐานของพื้นที่ศึกษาที่เป็นที่ราบน้ำท่วมถึง (HEC, 2000) อย่างไรก็ตามแบบจำลองจำเป็นต้องใช้ข้อมูลรูปตัดขวางแต่ละช่วงลำน้ำ (Reach) เพื่อคำนวณและจำลองชลภาพน้ำท่า แต่ในบริเวณพื้นที่ทำการศึกษามีการสำรวจข้อมูลรูปตัดขวางของลำน้ำสองตำแหน่ง คือ ณ สถานี B10 และ สถานี B1A ซึ่งไม่สามารถใช้เป็นตัวแทนลักษณะของทางน้ำตั้งแต่เขื่อนเพชรถึงคันกั้นน้ำเค็มได้ตลอดเส้นทาง จึงนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้คำนวณค่ารูปตัดขวางของทางน้ำ รวมทั้งค่าความลาดและความยาวของร่องน้ำ โดยได้แบ่งลำน้ำออกเป็นช่วงๆ ละ 2 กิโลเมตร เพื่อจำลองชลภาพน้ำท่าทุกระยะ 2 กิโลเมตร

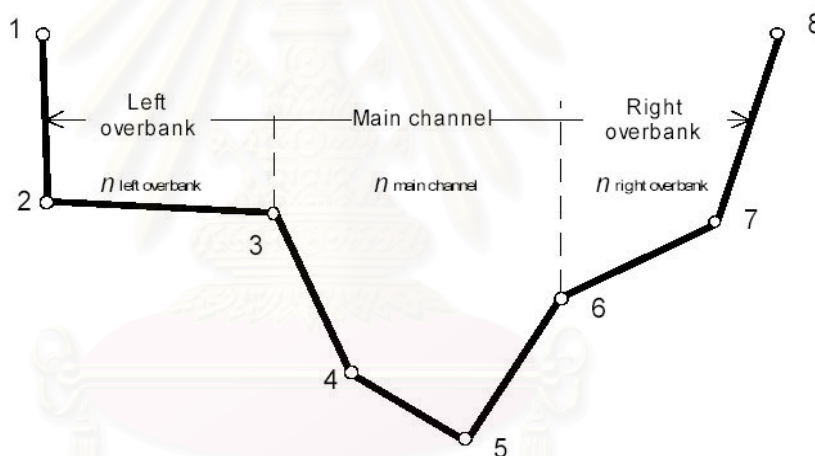
การผสมผสานการทำงานระหว่างระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับแบบจำลอง HEC-HMS ใช้เทคนิคการเชื่อมต่อแบบหลวม (Loose Linkage) กล่าวคือ ใช้ระบบสารสนเทศ

ภูมิศาสตร์คำนวณค่าความลาดและความยาวของร่องน้ำ และรูปตัดขวางของทางน้ำ แล้วนำค่าที่คำนวณได้กรอกในแบบจำลอง

ขั้นตอนการดำเนินการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของน้ำหลาก มีดังนี้

4.3.1 การคำนวณค่าพารามิเตอร์ให้กับแบบจำลอง HEC-HMS

พารามิเตอร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของน้ำหลาก ประกอบด้วย ชลภาพ น้ำท่า ความลาดและความยาวของร่องน้ำ พิกัดรูปตัดขวางทางน้ำ 8 จุด และสัมประสิทธิ์ความขรุขระ n ภาพที่ 4-5 แสดงลักษณะสัณฐานรูปตัดขวาง 8 จุด



ภาพที่ 4-5 ลักษณะสัณฐานรูปตัดขวางทางน้ำ 8 จุด

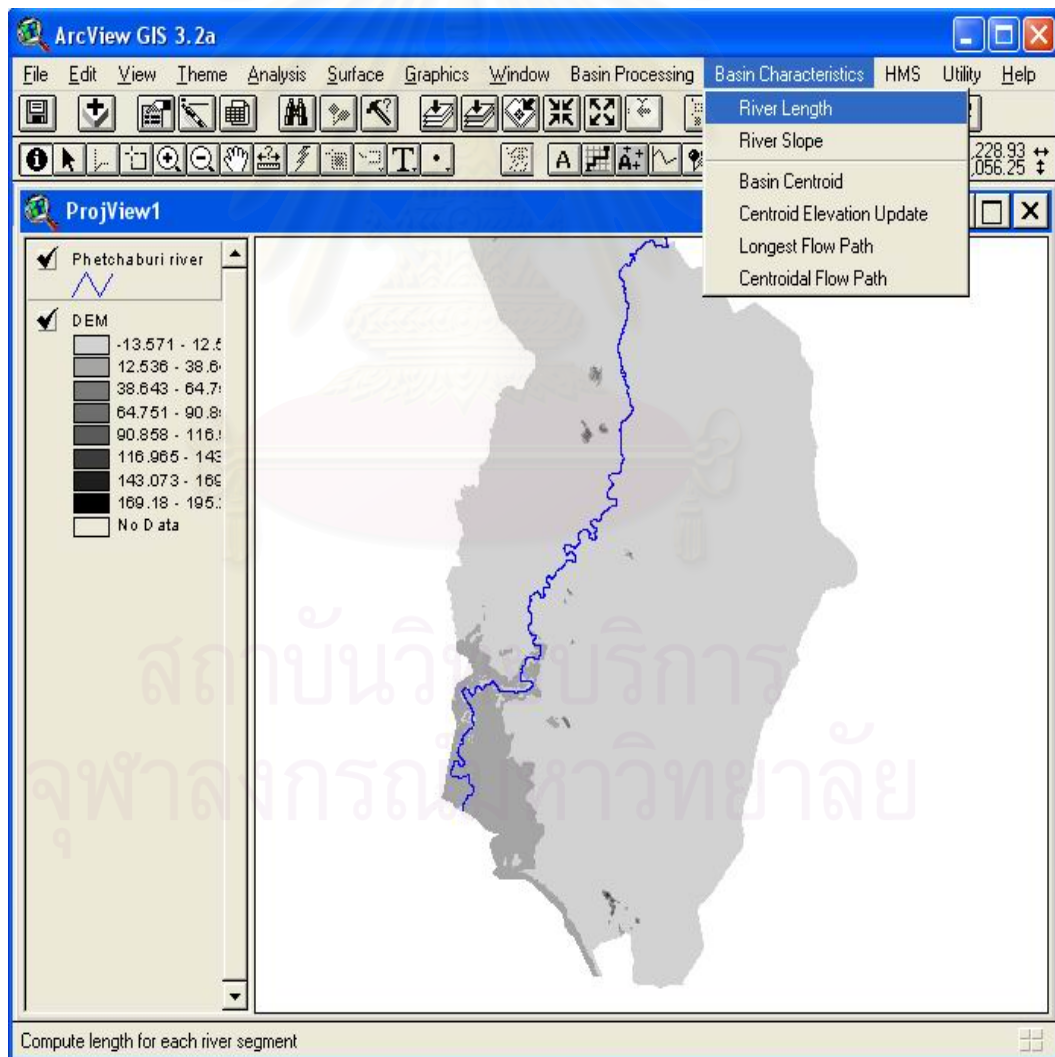
ข้อมูลชลภาพน้ำท่าหรือปริมาณน้ำไหลเข้า (Inflow) ที่นำมาใช้กับแบบจำลอง ได้ใช้ข้อมูลน้ำท่าราย 3 ชั่วโมง จากการเก็บข้อมูลโดยกรมชลประทาน ณ บริเวณเขื่อนเพชร ซึ่งเป็นข้อมูลเฉพาะช่วงเวลาที่เกิดคลื่นน้ำหลากสูงสุดของแต่ละปี ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ n จะใช้ค่าที่ได้จากการเปรียบเทียบแบบจำลอง ส่วนค่าความลาดและความยาวของร่องน้ำ และพิกัดรูปตัดขวางทางน้ำ ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานของทางน้ำในแต่ละช่วง (Reach) คำนวณค่าจากแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ขั้นตอนการปฏิบัติงานด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีดังต่อไปนี้

4.3.1.1 การคำนวณค่าความลาดและความยาวของร่องน้ำ จากข้อมูลกิริระดับความสูง ด้วยโปรแกรม ArcView 3.2 Extension HEC-GeoHMS มีดังนี้

1) แปลงแผ่นข้อมูลร่องน้ำซึ่งเดิมอยู่ในรูปแบบชั้นข้อมูลของโปรแกรม ArcInfo ให้อยู่ในรูปแบบ Shapefile ของโปรแกรม ArcView จากนั้นแบ่งช่วงของลำน้ำออกเป็นช่วงๆ ละ 2 กิโลเมตร พร้อมกำหนดรหัสประจำแต่ละช่วงลำน้ำ (Reach)

2) ใช้คำสั่ง Basin Characteristic , River Length และ River Slope (ภาพที่ 4-6) เพื่อสั่งการให้โปรแกรมคำนวณค่าความลาดและความยาวของร่องน้ำ จากกิริระดับความสูงและแผ่นข้อมูลร่องน้ำ



ภาพที่ 4-6 คำสั่ง Basin Characteristic , River Length และ River Slope
โปรแกรม ArcView 3.2 Extension HEC-GeoHMS

ค่าความลาดและความยาวของร่องน้ำแม่ น้ำเพชรบุรีที่คำนวณได้ แสดงในตาราง

ที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ความลาดและความยาวของแม่ น้ำเพชรบุรี

รหัสช่วงลำน้ำ	ความยาว (กม.)	ระยะห่างจาก เขื่อนเพชร (กม.)	ความลาด (%)
R53-51	2.10	2.10	0.0003
R51-49	3.44	5.54	0.0007
R49-47	2.53	8.07	0.0005
R47-45	3.67	11.74	0.0005
R45-43	2.69	14.43	0.0008
R43-41	3.10	17.53	0.0001
R41-39	1.87	19.41	0.0028
R39-37	2.45	21.86	0.0010
R37-35	2.17	24.03	0.0011
R35-33	2.36	26.39	0.0012
R33-31	1.86	28.25	0.0005
R31-29	2.21	30.46	0.0005
R29-27	1.95	32.40	0.0001
R27-25	3.05	35.45	0.0001
R25-23	2.86	38.30	0.0001
R23-21	2.04	40.35	0.0008
R21-19	2.13	42.48	0.0009
R19-17	2.23	44.71	0.0001
R17-15	2.82	47.53	0.0001
R15-13	2.32	49.85	0.0001
R13-11	2.01	51.86	0.0001
R11-9	1.94	53.80	0.0001
R9-7	2.08	55.88	0.0001
R7-5	1.33	57.21	0.0001
R5-3	2.83	60.04	0.0001

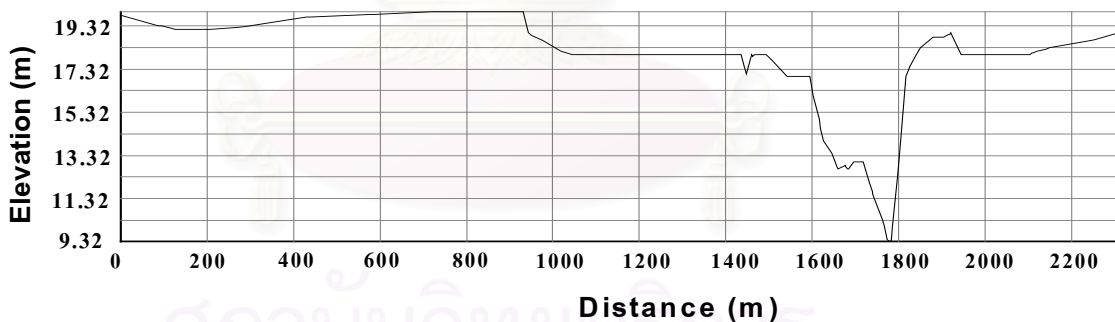
4.3.1.2 ประมาณค่าพิกัดรูปตัดขวางของทางน้ำ 8 จุด จากข้อมูลโครงข่ายสามเหลี่ยมแบบไม่สม่ำเสมอ ด้วยโปรแกรม ArcView 3.2 มีขั้นตอนดังนี้

1) กำหนดแนวที่ต้องการอ่านค่าพิกัดรูปตัดขวางของทางน้ำ บนข้อมูลสามเหลี่ยมแบบไม่สม่ำเสมอ สร้างทีละแนว เริ่มต้นสร้างจากถนนเลียบบแม่น้ำเพชรบุรีด้านฝั่งซ้าย ไปยังถนนเลียบบแม่น้ำเพชรบุรีด้านฝั่งขวา โดยเลือกกำหนดแนวรูปตัด ณ บริเวณที่สามารถเป็นตัวแทนของทางน้ำแต่ละช่วง (2 กิโลเมตร)

2) พล็อตรูปตัดขวางทางน้ำบนหน้าต่าง LayOut ครั้งละแนว (ภาพที่ 4-7)

3) ประมาณค่าพิกัดรูปตัดขวางของทางน้ำจำนวน 8 จุด จากรูปตัดขวางที่ได้

เมื่อคำนวณค่าพารามิเตอร์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แล้ว นำค่าข้อมูลทั้งความลาด ความยาว และค่าพิกัดรูปตัดขวางของทางน้ำ เข้าสู่แบบจำลอง HEC-HMS ด้วยวิธีการกรอกข้อมูลบนหน้าต่างนำเข้าดังภาพที่ 4-8



ภาพที่ 4-7 ตัวอย่างรูปตัดขวางทางน้ำแม่น้ำเพชรบุรี จากโปรแกรม ArcView

Reach Name : R53-51

Description :

Routing Method : Muskingum Cunge 8 Point

Reach Length (m) : 2098

Energy Slope (m/m) : 0.0003

Manning's N Values

Left Overbank	Channel	Right Overbank
0.19	0.11	0.19

Cross Section Coordinates

	Station (m)	Elevation (m)
1	0	20.5
2	999	20
3	1756	16.9
4	1777	12.9
5	1898	9.45
6	1931	19.16
7	2330	19.16
8	2500	18.5

Buttons: OK, Apply, Cancel

ภาพที่ 4-8 หน้าต่างนำเข้าข้อมูล แบบจำลอง HEC-HMS

4.3.2 การปรับเทียบแบบจำลอง HEC-HMS

ทำการปรับเทียบแบบจำลอง HEC-HMS เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้งาน โดยป้อนข้อมูลชลภาพน้ำท่า ค่าความลาดและความยาวของร่องน้ำ ข้อมูลพิกัดรูปตัดขวางทางน้ำ และค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ n เข้าสู่แบบจำลอง เมื่อได้ชลภาพน้ำท่าจากแบบจำลอง นำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลจริง ทดลองทำจนกระทั่งได้ชลภาพน้ำที่ ณ จุดน้ำไหลออก มีความใกล้เคียงกับข้อมูลจริงให้มากที่สุด โดยเริ่มพิจารณาจากปรับค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ n เป็นตัวแรก

นอกจากปรับค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ n แล้ว ยังนำลักษณะการไหลของแม่น้ำเพชรบุรีมาใช้พิจารณาปรับเทียบแบบจำลองครั้งนี้ด้วย เนื่องจากพบว่าช่วงที่เกิดน้ำหลากในปี 2535 2540 2542 และ 2546 ที่ได้เลือกมาใช้ในการปรับเทียบนั้น มีน้ำในลำน้ำมากกระทั่งล้นตลิ่งและมีปริมาณน้ำบางส่วนไหลบ่าข้ามถนนเลียบริมแม่น้ำเพชรบุรีทั้งสองข้าง ซึ่งเป็นถนนกั้นน้ำ จากนั้นน้ำที่ล้นถนน ได้หลากลงสู่ที่ราบฝั่งตะวันตกและฝั่งตะวันออกในทิศทางกระจาย กรณีที่น้ำไหลล้นถนนนี้ได้เกิดขึ้นหลายจุดจนกระทั่งบริเวณใกล้ตัวเมืองเพชรบุรี ดังนั้นเพื่อให้การปรับเทียบและ

การจำลองการไหลของน้ำเป็นไปตามลักษณะการไหลหลากของแม่น้ำเพชรบุรีในพื้นที่ทำการศึกษา จึงได้กำหนดพารามิเตอร์ขึ้นอีกหนึ่งตัวคือ ลักษณะน้ำไหลออกจากเส้นทางน้ำหลาก ซึ่งกำหนดเป็นความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำไหลเข้ากับปริมาณน้ำล้นแนวถนนออกนอกเส้นทางแม่น้ำเพชรบุรี ทั้งนี้ในการปรับเทียบค่าพารามิเตอร์ดังกล่าว ได้นำข้อมูลปริมาณน้ำหลากสูงสุด ณ สถานีวัดน้ำท่าต่างๆ ของปีที่จะจำลองสถานการณ์ มาร่วมพิจารณาด้วย

ชุดข้อมูลจริงที่นำมาใช้ปรับเทียบแบบจำลอง HEC-HMS ประกอบด้วยข้อมูลชลภาพน้ำท่าในช่วงน้ำหลากปี 2542 และปี 2546 ณ เขื่อนเพชรและสถานี B10 และข้อมูลชลภาพน้ำท่าช่วงน้ำหลากปี 2533 2534 2535 และ 2540 ณ สถานี B10 และ B1A ซึ่งได้ใช้ชุดข้อมูลนี้ดำเนินการปรับเทียบแบบจำลอง HEC-RAS ไปพร้อมๆ กับการปรับเทียบแบบจำลอง HEC-HMS

พารามิเตอร์ที่มีการปรับเทียบค่า ซึ่งนำไปใช้ในการจำลองสถานการณ์น้ำหลากที่รอบปีการเกิดต่างๆ มีดังนี้

1) ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ n

- ช่วงเขื่อนเพชร ถึง B10 ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ n บริเวณลำน้ำที่ใช้มีค่าน้อยกว่าค่าจากการคำนวณด้วยความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหล $n = 0.059 + (9.68 \times 10^{-5} \times Q)$ เฉลี่ยประมาณร้อยละ 10 (ร้อยละ 90 ของสมการ) ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ n ของตลิ่งฝั่งซ้ายและขวามีค่าประมาณร้อยละ 150 ของช่วงลำน้ำ

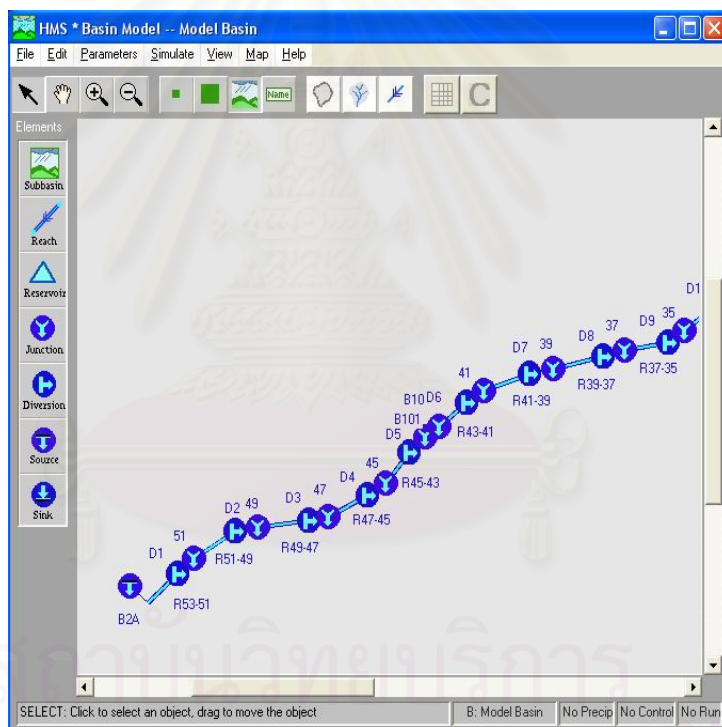
- ช่วงสถานี B10 ถึง B1A ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ n บริเวณลำน้ำที่ใช้มีค่ามากกว่าค่าจากการคำนวณด้วยความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหล $n = 0.059 + (9.68 \times 10^{-5} \times Q)$ เฉลี่ยประมาณร้อยละ 10 (ร้อยละ 110 ของสมการ) ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ n ของตลิ่งฝั่งซ้ายและขวามีค่าประมาณร้อยละ 200 ของช่วงลำน้ำ

2) ลักษณะน้ำไหลออกจากเส้นทางน้ำหลาก แสดงได้ตามความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำไหลเข้ากับปริมาณน้ำข้ามถนนในภาคผนวก ข

4.3.3 การจำลองขนาดและการเคลื่อนที่ของน้ำหลากจากปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น

ในการจำลองขนาดและการเคลื่อนที่ของน้ำหลากจากปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนั้น ได้นำข้อมูลน้ำท่าในช่วงที่เกิดน้ำหลากสูงสุดของปี 2538 2539 2540 2542 และ 2546 มาใช้วิเคราะห์ ซึ่งปี 2538 และ 2542 เป็นปีที่มีปริมาณน้ำหลากสูงสุด ณ สถานี B10 ในรอบ 2 ปีและ 5 ปี ตามลำดับ ส่วนปี 2539 2540 และ 2546 เป็นปีที่มีปริมาณน้ำหลากสูงสุดในรอบ 10 ปี ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการด้วยแบบจำลอง HEC-HMS ดังนี้

1) สร้างแบบจำลองลุ่มน้ำ (Basin Model) ตามภาพที่ 4-9 โดยแบ่งลำน้ำ ออกเป็นช่วงๆ ละ 2 กิโลเมตร รวมทั้งสิ้น 26 ช่วง (Reach)



ภาพที่ 4-9 แบบจำลองแม่น้ำเพชรบุรีใน HEC-HMS

2) กำหนดช่วงเวลาจำลองเหตุการณ์ เพื่อให้โปรแกรมแสดงผลลัพธ์ คือ ชลภาพน้ำท่า ณ ช่วงเวลานั้นๆ ซึ่งได้กำหนดช่วงเวลาเดียวกับข้อมูลชลภาพน้ำท่าที่นำมาใช้ (ภาพที่ 4-10)

3) กรอกค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่ ข้อมูลชลภาพน้ำท่า ค่าความลาดและความยาวของทางน้ำ ค่าพิกัดรูปตัดขวาง 8 จุด ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ n และลักษณะน้ำไหลออกจากเส้นทางน้ำหลาก ลงในหน้าต่างนำเข้าข้อมูลของแต่ละชนิด

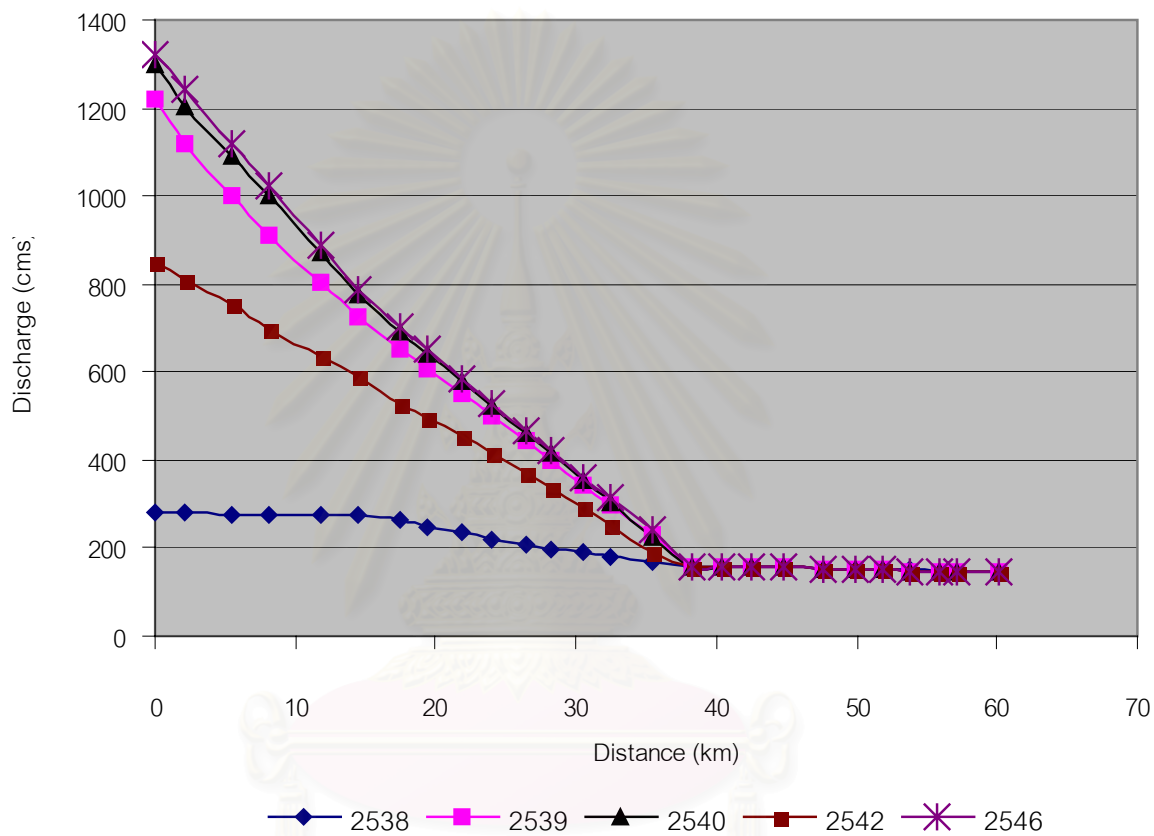


ภาพที่ 4-10 หน้าต่างกำหนดช่วงเวลาจำลองเหตุการณ์

การวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของน้ำหลากครั้งนี้ เป็นการจำลองชลภาพน้ำท่า ณ ตำแหน่งต่างๆ บนลำน้ำเพชรบุรี โดยคำนวณมาจากชลภาพน้ำท่า ณ เขื่อนเพชรซึ่งเป็นจุดน้ำไหลเข้าของการศึกษา แต่พบว่า ปี 2538 2539 และ 2540 เป็นปีที่สถิติปริมาณการไหลของน้ำ ณ เขื่อนเพชรไม่สมบูรณ์ ดังนั้นจึงประมาณค่าชลภาพน้ำท่ามาจากสถานี B10 แล้วใช้แบบจำลอง HEC-HMS ทดลองทำและปรับชลภาพน้ำท่าที่ประมาณค่าขึ้นมา จนกระทั่งทำให้ชลภาพน้ำไหลออกที่คำนวณได้มีค่าใกล้เคียงกับชลภาพน้ำท่าที่จุดสังเกต (B10)

4.3.4 ชลภาพน้ำหลาก

ผลจากการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของน้ำหลากด้วยแบบจำลอง HEC-HMS ได้ชลภาพน้ำท่า ณ ตำแหน่งต่างๆ บนลำน้ำแม่น้ำเพชรบุรี เริ่มต้นตั้งแต่เขื่อนเพชรถึงคันกั้นน้ำเค็มบริเวณอ่าวไทย ทุกระยะประมาณ 2 กิโลเมตร (แสดงตัวอย่างในภาคผนวก ค) เมื่อนำค่าปริมาณน้ำหลากสูงสุดของแต่ละตำแหน่งบนแม่น้ำเพชรบุรี สร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำหลากสูงสุดกับระยะทาง (นับเขื่อนเพชรที่ระยะ 0 กิโลเมตร ลงไปด้านท้ายน้ำ) แสดงได้ดังภาพที่ 4-11 ซึ่งได้นำค่าปริมาณน้ำหลากสูงสุดนี้ ไปใช้ในการคำนวณค่าระดับน้ำด้วยแบบจำลอง HEC-RAS นอกจากข้อมูลชลภาพน้ำท่า ณ ตำแหน่งต่างๆ แล้ว ยังทำให้ทราบถึงปริมาณน้ำที่ไหลข้ามถนนเลียบบนแม่น้ำเพชรบุรีทั้งสองข้างได้โดยประมาณ (ตารางที่ 4-2)



ภาพที่ 4-11 ปริมาณน้ำหลากสูงสุดแต่ละตำแหน่งบนแม่น้ำเพชรบุรี
นับเขื่อนเพชรที่ระยะ 0 กิโลเมตร ลงไปด้านท้ายน้ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4-2 ช่วงเวลา ปริมาณน้ำหลากสูงสุด ปริมาณน้ำหลาก ปริมาณน้ำล้น ณ ตำแหน่งต่างๆ บนลำแม่น้ำพชรบุรี ปี 2538 2539 2540 2542 และ 2546

ช่วงเวลาเกิดน้ำหลาก	เวลาเกิดน้ำหลากสูงสุด (ชั่วโมง)				ปริมาณน้ำสูงสุด (ลบ.ม/วิ)				ปริมาณน้ำหลาก (ล้าน ลบ.ม.)				ปริมาณน้ำล้น (ล้าน ลบ.ม.)		
	Start	B10	B1A	End	Start	B10	B1A	End	Start	B10	B1A	End	Strat-B10	B10-B1A	B1A-End
1-24 ตุลาคม 2538	279	297	306	378	282	273.8	156.6	133	336.4	335.5	228.3	213.0	0	101.8	10.1
25 กันยายน – 15 ตุลาคม 2539	150	162	168	393	1219	724	156	133	561.1	518.2	245.0	212.5	43.3	270.0	23.4
3-20 ตุลาคม 2540	72	78	78	183	1300	774	156	133	313.0	245.0	121.0	113.0	67.8	122.0	5.5
25 ตุลาคม – 13 พฤศจิกายน 2542	42	54	57	189	850	595.7	156	133	269.0	254.3	159.0	144.0	10.0	89.2	8.0
16-29 ตุลาคม 2546	24	36	36	312	1328	786.7	156	133	855.0	566.0	182.0	145.0	281.3	372.5	20.5

จุดเริ่มต้น (Start) บริเวณเขื่อนเพชร

จุดสุดท้าย (End) บริเวณคันกั้นน้ำเค็มอ่าวไทย

ชลภาพน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง แสดงคลื่นน้ำหลากเมื่อเคลื่อนผ่านเขื่อนเพชร มาตามลำน้ำเพชรบุรีสู่อ่าวไทย มีค่าปริมาณน้ำหลากสูงสุดลดลงอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากแม่น้ำเพชรบุรีช่วงนี้ไม่มีลำน้ำสาขาไหลเข้ามาบรรจบ มีการเสียดทานจากพื้นผิว ประกอบกับมีปริมาณน้ำบางส่วนไหลล้นถนนที่กั้นน้ำไว้ทั้งสองข้าง และพบว่ายอดชลภาพ ณ เขื่อนเพชรในปี 2538 ซึ่งเป็นปีที่มีปริมาณน้ำหลากสูงสุด ณ สถานี 10 ในรอบ 2 ปี มีค่าประมาณ 282 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ปี 2542 เป็นปีที่มีปริมาณน้ำหลากสูงสุด ณ สถานี 10 ในรอบ 5 ปี มีค่าประมาณ 850 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ปี 2539 2540 และ 2546 เป็นปีที่มีปริมาณน้ำหลากสูงสุด ณ สถานี 10 ในรอบ 10 ปี มีค่าประมาณ 1219 1300 และ 1328 ตามลำดับ

จากตารางที่ 4-2 พบว่า ยอดของคลื่นน้ำหลากในรอบ 2-10 ปี ใช้เวลาเคลื่อนตัวจากเขื่อนเพชรมาถึงสถานี B10 ประมาณ 6-18 ชั่วโมง โดยในรอบปีการเกิด 2 ปี เช่น ปี 2538 ใช้เวลาเคลื่อนตัวประมาณ 18 ชั่วโมง ยอดของคลื่นน้ำหลากในรอบ 5 ปี ใช้เวลาเคลื่อนตัวประมาณ 12 ชั่วโมงในปี 2542 สำหรับยอดคลื่นน้ำหลากในรอบ 10 ปี ใช้เวลาเคลื่อนตัวในปี 2539 ประมาณ 6 ชั่วโมง ปี 2540 ประมาณ 12 ชั่วโมง และ ปี 2546 ประมาณ 12 ชั่วโมง เมื่อนำเหตุการณ์น้ำหลากจริงในปี 2542 และ 2546 ซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่ใช้ในการปรับเทียบแบบจำลอง มาพิจารณาประกอบด้วย พบว่า แบบจำลองให้เวลาการเคลื่อนตัวช้ากว่าเวลาของเหตุการณ์จริงประมาณ 6 ชั่วโมง

ในบางปีมีปริมาณน้ำบางส่วนไหลออกจากแนวการไหลของแม่น้ำเพชรบุรี ล้นถนนเลียบบแม่น้ำทั้งสองข้าง แล้วไหลลงสู่ที่ราบฝั่งตะวันตกและฝั่งตะวันออก การไหลล้นถนนทั้งสองข้างมีเป็นระยะๆ โดยเฉพาะปีที่มีน้ำมากๆ อย่างปี 2539 2540 และ 2546 มีปริมาณน้ำไหลล้นถนนออกจากเส้นทางน้ำของแม่น้ำเพชรบุรี ลงสู่ที่ราบตั้งแต่บริเวณที่ไม่ไกลจากท้ายเขื่อนเพชรมากนัก ซึ่งพบว่า ช่วงทางน้ำที่มีปริมาณน้ำไหลล้นถนนมากที่สุด คือ ช่วงทางน้ำตั้งแต่สถานี B10 ถึงสถานี B1A ได้ส่งผลให้ชลภาพน้ำท่าบริเวณสถานี B1A แต่ละรอบปีการเกิด มีปริมาณน้ำหลากสูงสุดไม่แตกต่างกันนัก และมีปริมาณน้ำหลากสูงสุดค่อนข้างคงที่ในระยะเวลาหนึ่ง เมื่อเปรียบเทียบเวลาในการเกิดน้ำหลากสูงสุด ณ สถานี B10 และสถานี B1A พบว่า คลื่นน้ำหลากในรอบ 10 ปี ใช้เวลาเกิดน้ำหลากสูงสุด ณ สถานี B1A ใกล้เคียงกับสถานี B10 ส่วนคลื่นน้ำหลากในรอบปีการเกิด 5 ปี ใช้เวลาเกิดน้ำหลากสูงสุด ณ สถานี B1A ช้ากว่าสถานี B10 ประมาณ 3 ชั่วโมง และช้ากว่าประมาณ 6 ชั่วโมงในรอบปีการเกิดน้ำหลาก 2 ปี

เมื่อพิจารณาข้อมูลปริมาตรน้ำที่ไหลออกนอกเส้นทางน้ำของแม่น้ำเพชรบุรี พบว่า ในช่วงน้ำหลาก มีน้ำบางส่วนไหลออกนอกเส้นทางน้ำของแม่น้ำเพชรบุรี ซึ่งมีตั้งแต่เหตุการณ์เกิด

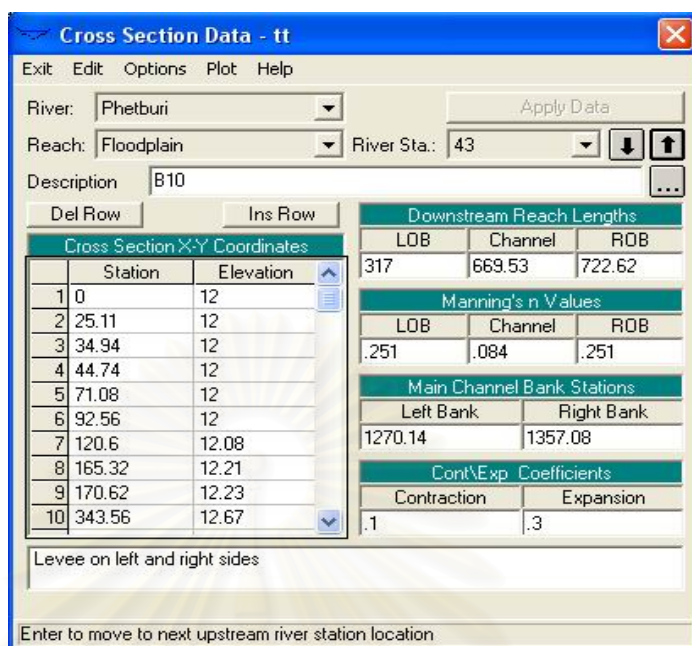
น้ำหลากในรอบ 2 ปีขึ้นไป หลังจากที่น่าปริมาณน้ำล้นส่วนนี้ มาเปรียบเทียบกับปริมาณของคลื่นน้ำที่ไหลผ่านเขื่อนเพชรมาตามลำน้ำเพชรบุรี ปรากฏว่า มีน้ำไหลออกนอกเส้นทางและล้นถนน เป็นปริมาณมากในช่วงทางน้ำตั้งแต่สถานี B10 ถึงสถานี B1A โดยปี 2538 มีน้ำล้นช่วงนี้ประมาณร้อยละ 30 ของปริมาณคลื่นน้ำที่ไหลผ่านเขื่อนเพชรมาตามลำน้ำเพชรบุรี ปี 2539 2540 2542 และ 2546 มีน้ำล้นประมาณร้อยละ 48 39 33 และ 44 ตามลำดับ ส่วนช่วงลำน้ำระหว่างเขื่อนเพชรและสถานี B10 มีน้ำไหลออกนอกเส้นทางเช่นกัน แต่จะมีเป็นจำนวนมากเฉพาะในรอบปีการเกิดน้ำหลากขนาดใหญ่ เช่น ปี 2546 และ ปี 2540 ซึ่งเป็นปีที่มีขนาดคลื่นน้ำหลากในรอบ 10 ปี นอกจากนั้นยังมีปริมาณน้ำไหลแผ่ออกนอกเส้นทางและล้นถนนอีกครั้ง บริเวณตั้งแต่ท้ายเมืองเพชรบุรี จนถึงคันกั้นน้ำเค็มบริเวณใกล้เคียงอ่าวไทย

4.4 การจำลองระดับน้ำ

ในการจำลองระดับน้ำบนทางน้ำแม่น้ำเพชรบุรี ได้ใช้แบบจำลอง HEC-RAS คำนวณภายใต้เงื่อนไขการไหลของน้ำในลำน้ำแบบคงที่ (Steady Flow) แบบจำลองจะจำลองระดับน้ำ ณ ตำแหน่งรูปตัดขวางต่างๆ แต่ในพื้นที่ทำการศึกษามีการสำรวจเก็บข้อมูลรูปตัดขวางของทางน้ำเป็นประจำทุกปีเฉพาะบริเวณสถานี B10 และสถานี B1A จึงได้นำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้คำนวณหาค่าข้อมูลรูปตัดขวางของทางน้ำทุกระยะประมาณ 1 กิโลเมตร เริ่มตั้งแต่ท้ายเขื่อนเพชรจนถึงคันกั้นน้ำเค็มบริเวณอ่าวไทย ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะคำนวณค่ารูปตัดขวางของทางน้ำ จากข้อมูลโครงข่ายสามเหลี่ยมแบบไม่สม่ำเสมอ จากนั้นจัดเก็บข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลที่แบบจำลอง HEC-RAS สามารถนำเข้า (import) เพิ่มข้อมูลดังกล่าว และนำไปใช้ในการคำนวณหาระดับผิวน้ำต่อไป ซึ่งการเชื่อมต่อระหว่างระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับแบบจำลอง HEC-RAS เพื่อจำลองระดับน้ำ ถือเป็น การเชื่อมต่อแบบหลวม

4.4.1 คำนวณค่าพารามิเตอร์ให้กับแบบจำลอง HEC-RAS

พารามิเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณค่าระดับน้ำ ประกอบด้วย ปริมาณน้ำหลากสูงสุด และข้อมูลรูปตัดขวางลำน้ำ โดยข้อมูลรูปตัดขวางประกอบด้วย ค่าระยะทางและค่าระดับดินเดิม, ระยะห่างระหว่างรูปตัดตามศูนย์กลางลำน้ำ ตามแนวตลิ่งซ้ายและตลิ่งขวา, ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ n , ค่าการขยายออกและสอบเข้า) ภาพที่ 4-12 แสดงหน้าต่งนำเข้าข้อมูลรูปตัดขวางของแบบจำลอง HEC-RAS



ภาพที่ 4-12 หน้าต่างนำเข้าข้อมูลรูปตัดขวาง แบบจำลอง HEC-RAS

ข้อมูลปริมาณน้ำหลากสูงสุด ณ ตำแหน่งต่างๆ บนทางน้ำของแม่น้ำเพชรบุรี ได้มาจากผลลัพธ์ของแบบจำลอง HEC-HMS ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ n ได้จากการปรับเทียบแบบจำลอง ส่วนข้อมูลรูปตัดขวางของทางน้ำได้ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์คำนวณค่าจากโครงข่ายสามเหลี่ยมแบบไม่สม่ำเสมอ ด้วยโปรแกรม ArcView Extension HEC-GeoRAS ขั้นตอนการทำงานมีดังต่อไปนี้

- 1) เรียกใช้งานข้อมูลโครงข่ายสามเหลี่ยมแบบไม่สม่ำเสมอ
- 2) จัดทำแผ่นข้อมูลร่องน้ำ (Center Stream Line) ขอบตลิ่งแม่น้ำ (Bank Station Lines) ที่เดิมอยู่ในรูปแบบชั้นข้อมูลของโปรแกรม ArcInfo แปลงให้อยู่ในรูปแบบ Shapefile ของโปรแกรม ArcView
- 3) สร้าง Shapefile เพื่อบรรจุข้อมูลแนวการไหลของทางน้ำ (Flow Path) ประกอบด้วย ข้อมูลร่องน้ำ ขอบตลิ่งแม่น้ำ ซึ่งสำเนามาจากข้อ 2) แล้วตัดจีทีแนวการไหลฝั่งซ้าย (Left Flow Path) และแนวการไหลฝั่งขวา (Right Flow Path) ของทางน้ำ ทางหน้าจอกอมพิวเตอร์ เริ่มต้นตัดจีทีจากต้นน้ำไปยังปลายน้ำ เส้นแนวการไหลฝั่งซ้ายและขวาของงานวิจัยนี้ คือ แนวถนนที่ขนานแม่น้ำเพชรบุรีทั้งสองข้าง

4) สร้าง Shapefile เพื่อบรรจุข้อมูลเส้นแนวรูปตัดขวางทุกระยะประมาณ 1 กิโลเมตร จำนวน 50 แนว ด้วยวิธีการดิจิทัลโทโพกราฟฟีทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ เริ่มต้นดิจิทัลโทโพกราฟฟีจากซ้ายไปขวา

ภาพที่ 4-13 แสดงตัวอย่าง shapefile แนวการไหลของแม่น้ำเพชรบุรี และแนวรูปตัดขวางทางน้ำ

5) ใช้คำสั่ง preRAS เพื่อจัดเก็บข้อมูลรูปตัดขวางให้อยู่ในรูปแบบแฟ้มข้อมูลเพื่อให้แบบจำลอง HEC-RAS นำไปใช้ในการวิเคราะห์หาระดับน้ำต่อไป

4.4.2 การเปรียบเทียบแบบจำลอง HEC-RAS

การเปรียบเทียบแบบจำลอง HEC-RAS ใช้วิธีการเดียวกับการเปรียบเทียบแบบจำลอง HEC-HMS โดยป้อนข้อมูลปริมาณน้ำหลากสูงสุด ข้อมูลรูปตัดขวาง และค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ n เข้าสู่โปรแกรมแบบจำลอง เมื่อได้ระดับน้ำจากแบบจำลอง นำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลจริง ทดลองทำโดยปรับค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ n จนทำให้ระดับน้ำ ณ จุดน้ำไหลเข้า ที่ได้จากแบบจำลอง มีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลจริงมากที่สุด ทั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลชุดเดียวกันและเปรียบเทียบพร้อมๆ กับแบบจำลอง HEC-HMS



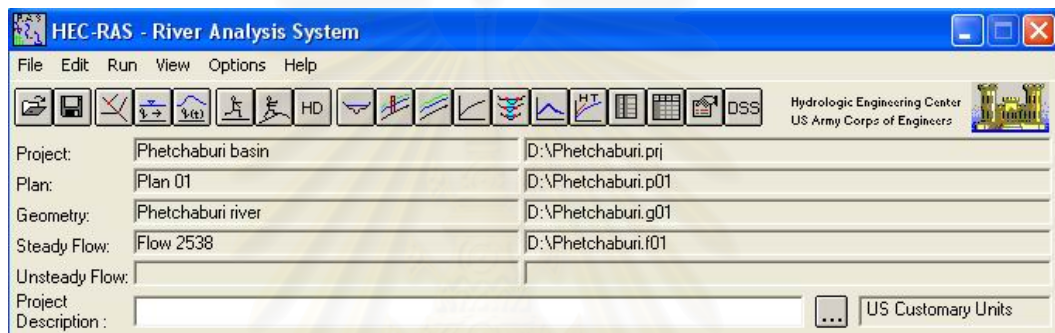
ภาพที่ 4-13 ตัวอย่างแนวการไหลของแม่น้ำเพชรบุรี และแนวรูปตัดขวางทางน้ำ

4.4.3 การจำลองระดับน้ำจากปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น

การจำลองระดับน้ำจากปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ได้ใช้ข้อมูลชุดเดียวกับที่ใช้จำลองขนาดและการเคลื่อนที่ของน้ำหลาก คือ ข้อมูลปี 2538 2539 2540 2542 และ 2546 ซึ่งปี 2538 และ 2542 เป็นปีที่มีปริมาณน้ำหลากสูงสุด ณ สถานี B10 ที่รอบการเกิด 2 ปี และ 5 ปี ตามลำดับ ส่วนปี 2539 2540 และ 2546 เป็นปีที่มีปริมาณน้ำหลากสูงสุด ณ สถานี B10 ที่รอบ 10 ปี

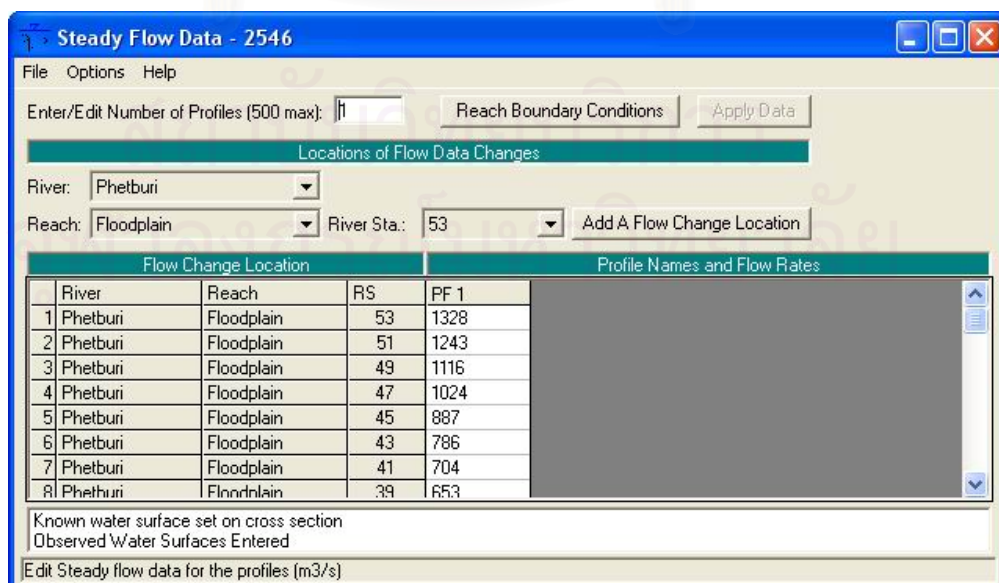
ขั้นตอนการดำเนินการวิเคราะห์ห้ระดับน้ำด้วยแบบจำลอง HEC-RAS มีดังนี้

- 1) สร้างโครงการ (project) พร้อมทั้งกรอกรายละเอียดต่างๆ ดังภาพที่ 4-14



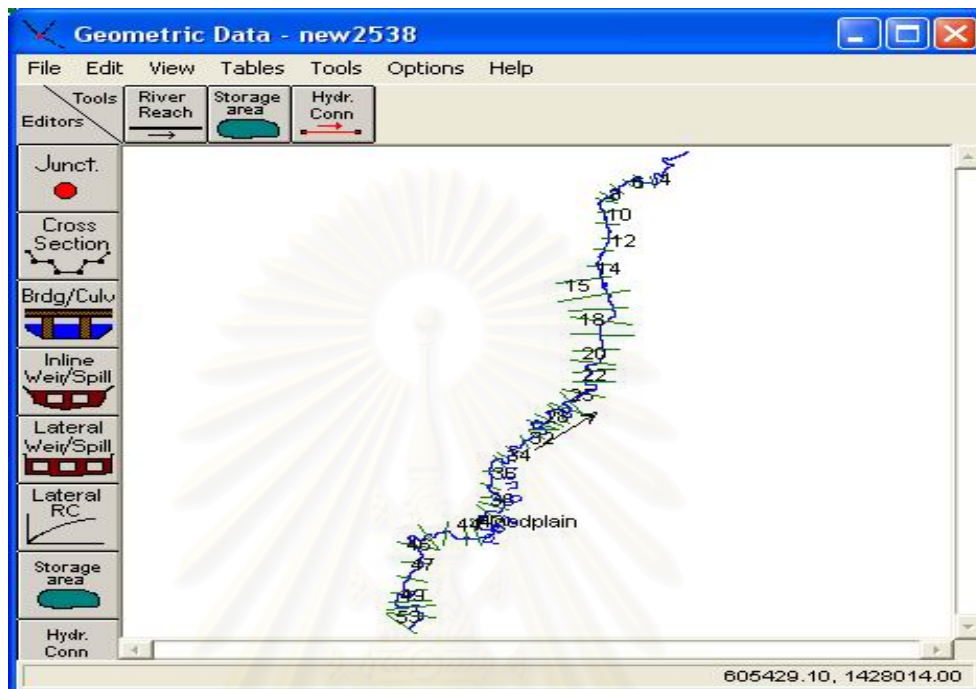
ภาพที่ 4-14 หน้าต่างรายละเอียดโครงการ แบบจำลอง HEC-RAS

- 2) นำเข้า (input) ข้อมูลปริมาณการไหลของน้ำ ด้วยการกรอกค่าปริมาณน้ำหลากสูงสุด ณ รูปตัดขวางที่รู้ค่า ในหน้าต่าปริมาณการไหลของน้ำในลำน้ำแบบคงที่ (Steady flow) (ภาพที่ 4-15)

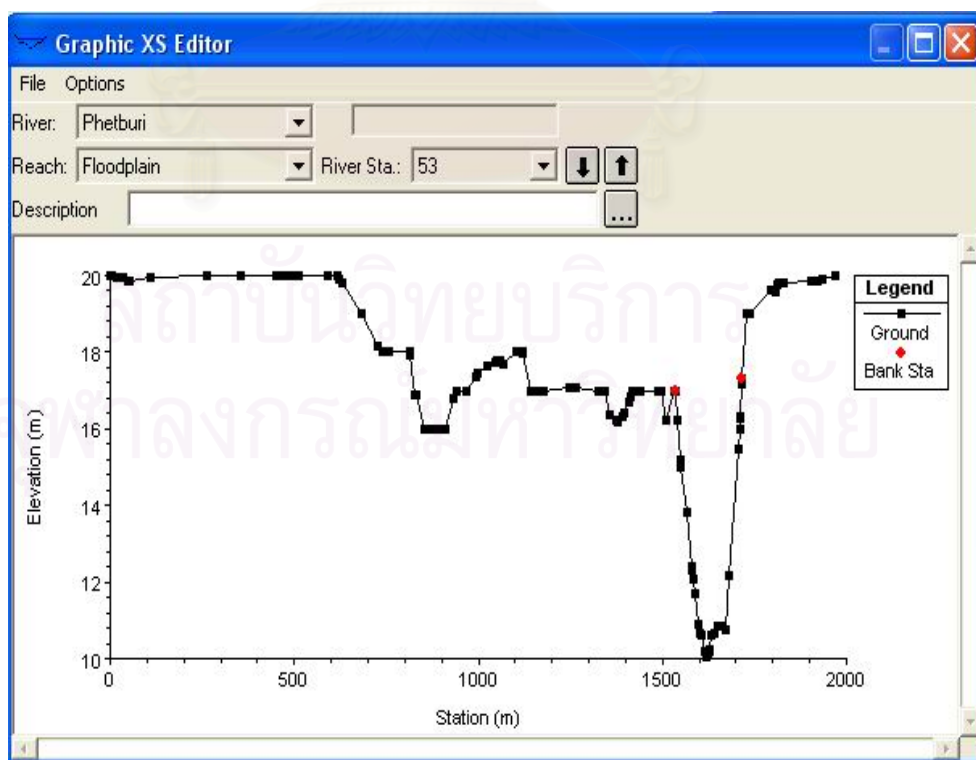


ภาพที่ 4-15 หน้าต่านำเข้าข้อมูลปริมาณการไหลของน้ำ

3) นำเข้า (Import) เพิ่มข้อมูลรูปตัดขวาง เข้าสู่แบบจำลอง ซึ่งเป็นเพิ่มข้อมูล ที่สร้างโดยโปรแกรม ArcView 3.2 Extension HEC-RAS จากนั้นแบบจำลองจะแสดงแปลน ของแม่น้ำเพชรบุรี ตามภาพที่ 4-16 และแสดงรูปตัดขวาง ตามตัวอย่างภาพที่ 4-17



ภาพที่ 4-16 แปลนของแม่น้ำเพชรบุรี แบบจำลอง HEC-GeoRAS



ภาพที่ 4-17 ตัวอย่างรูปตัดขวางทางน้ำ แบบจำลอง HEC-RAS

4) ปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ n ตามที่ได้ปรับเทียบไว้แล้ว ให้กับแต่ละรูปตัดขวาง

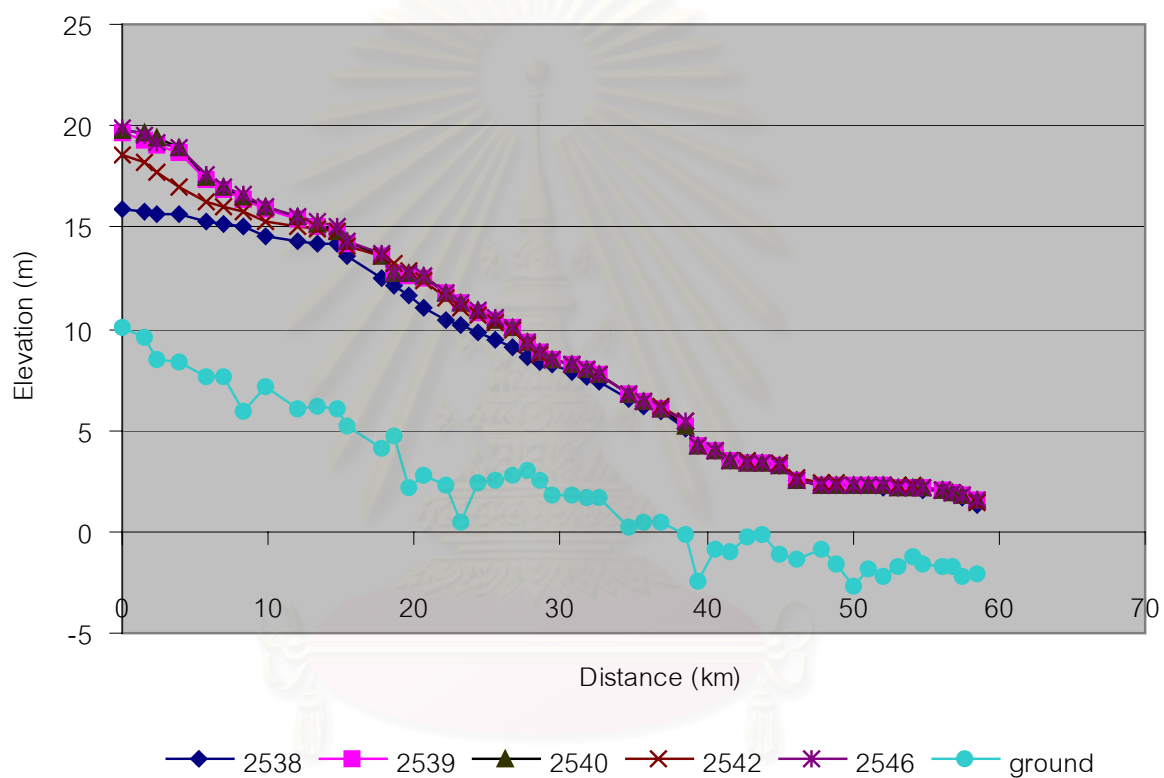
5) เมื่อแบบจำลองคำนวณระดับน้ำ ณ รูปตัดขวางต่างๆ แล้ว ส่งออก (Export) ข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบเพิ่มข้อมูล เพื่อโปรแกรม ArcView 3.2 Extension HEC-RAS นำไปใช้วิเคราะห์และสร้างเป็นแผนที่น้ำหลากต่อไป

4.4.4 ระดับน้ำนองสูงสุด

ผลจากการคำนวณระดับน้ำด้วยแบบจำลอง HEC-RAS ได้ค่าระดับน้ำ ณ ตำแหน่งรูปตัดขวาง ทุกระยะ 1 กิโลเมตร (แสดงตัวอย่างในภาคผนวก ง) ซึ่งค่าระดับน้ำ ณ ตำแหน่งต่างๆ บนแม่น้ำเพชรบุรี แสดงในตารางที่ 4-3 เมื่อนำค่าระดับน้ำแต่ละรูปตัดขวางสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับระยะทาง (นับเขื่อนเพชรที่ระยะ 0 กิโลเมตร) ปรากฏในภาพที่ 4-18

ตารางที่ 4-3 ระดับน้ำ ณ ตำแหน่งต่างๆ บนลำน้ำแม่น้ำเพชรบุรีปี 2538 2539 2540 2542 และ 2546

ปี	ระดับน้ำ (เมตร รทก.)		
	เขื่อนเพชร	B10	B1A
2538	15.90	14.20	5.10
2539	19.71	14.77	5.60
2540	19.82	14.85	5.20
2542	18.52	14.70	5.50
2546	19.88	15.00	5.50



สถาบันวิทยบริการ
 ภาพที่ 4-18 ระดับน้ำ ณ ตำแหน่งต่างๆ บนทางน้ำแม่น้ำเพชรบุรี
 นับเขื่อนเพชรที่ระยะ 0 กิโลเมตร ลงไปท้ายน้ำ

จากตารางที่ 4-3 และภาพที่ 4-18 แสดงระดับน้ำสูงสุดบนลำน้ำ ณ ตำแหน่งต่างๆ ตั้งแต่เขื่อนเพชรถึงคันกันน้ำเค็มบริเวณอ่าวไทยมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่อง และเมื่อพิจารณา ระดับน้ำสูงสุดบริเวณท้ายเขื่อนเพชรของแต่ละเหตุการณ์ พบว่า ในปี 2538 ซึ่งเป็นปีที่มีปริมาณน้ำหลากสูงสุดในรอบ 2 ปี มีระดับน้ำสูงสุดประมาณ 15.90 เมตร รทก. ปี 2542 เป็นปีที่มีปริมาณน้ำหลากสูงสุดในรอบ 5 ปี มีระดับน้ำสูงสุดท้ายเขื่อนเพชรประมาณ 18.52 เมตร รทก. ปี 2539 2540 และ 2546 เป็นปีที่มีปริมาณน้ำหลากสูงสุดในรอบ 10 ปี มีระดับน้ำสูงสุดท้ายเขื่อนเพชรประมาณ 19.71 เมตร 19.82 เมตร และ 19.88 เมตร รทก. ตามลำดับ และเมื่อเทียบระหว่างระดับน้ำของสูงสุดกับระดับสันอาคารระบายน้ำล้น ปรากฏว่าน้ำหลากในรอบ 2 ปี มีระดับน้ำของสูงสุดต่ำกว่าระดับสันอาคารระบายน้ำล้นประมาณ 2.10 เมตร น้ำหลากในรอบ 5 ปี มีระดับน้ำของต่ำกว่าระดับสันอาคารระบายน้ำล้นประมาณ 0.52 เมตร และมีระดับน้ำของสูงกว่าสันอาคารระบายน้ำล้นประมาณ 1.71-1.88 เมตร ในรอบปีน้ำหลาก 10 ปี

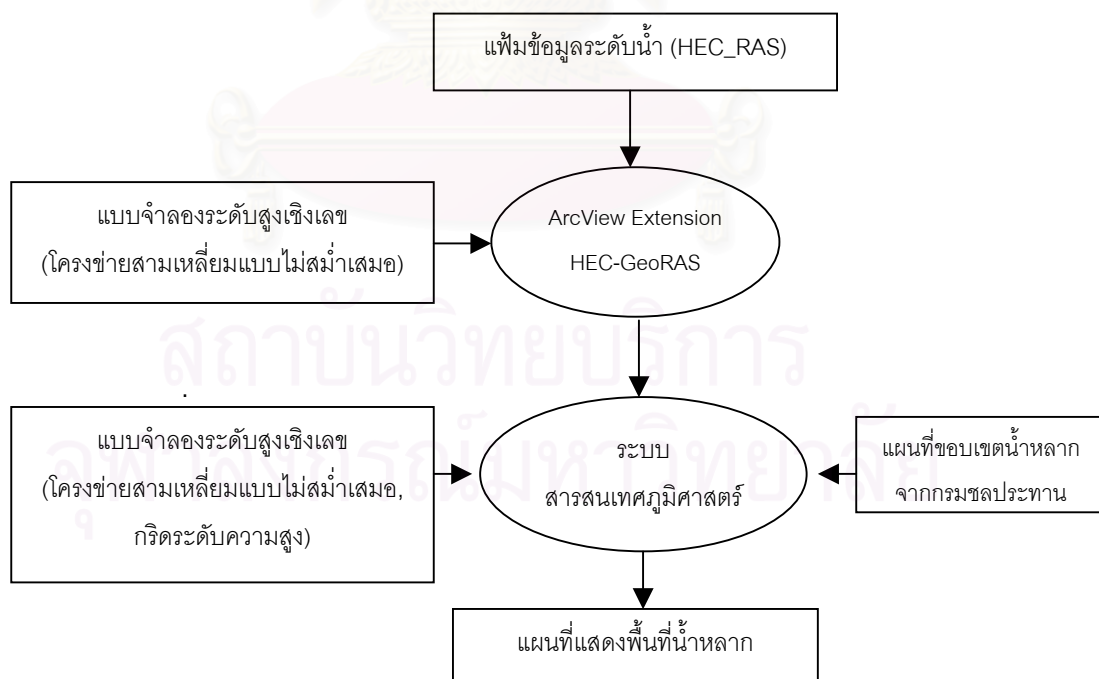


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

การทำแผนที่แสดงพื้นที่น้ำหลาก

การวิจัยในครั้งนี้ได้นำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้งานต่อจากแบบจำลอง HEC-RAS โดยนำเพิ่มข้อมูลระดับน้ำ ณ รูปตัดขวางแม่น้ำเพชรบุรี จากแบบจำลอง HEC-RAS ที่ได้ศึกษาไว้แล้วในบทที่ 4 มาจัดทำแผนที่แสดงแผนที่พื้นที่น้ำหลากบริเวณระหว่างถนนเลียบบแม่น้ำเพชรบุรีที่กั้นน้ำทั้งสองข้าง ในพื้นที่ส่วนที่เหลือ ได้แก่ บริเวณที่ราบจากถนนเลียบบแม่น้ำทั้งสองข้างออกไป ได้ใช้แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข วิเคราะห์ข้อมูลร่วมกับแผนที่ขอบเขตน้ำหลากซึ่งสำรวจโดยกรมชลประทาน เพื่อการแสดงผลพื้นที่น้ำหลากบริเวณนี้ ภาพที่ 5-1 แสดงแผนผังการบูรณาการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับแบบจำลอง HEC-RAS จัดทำแผนที่แสดงพื้นที่น้ำหลากบริเวณพื้นที่ศึกษา นอกจากนี้ยังใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จัดทำแผนที่แสดงระบบการไหลและทิศทางของน้ำในพื้นที่ และแผนที่แสดงพื้นที่สะสมของน้ำในที่ต่ำ ณ ระดับความสูงต่างๆ



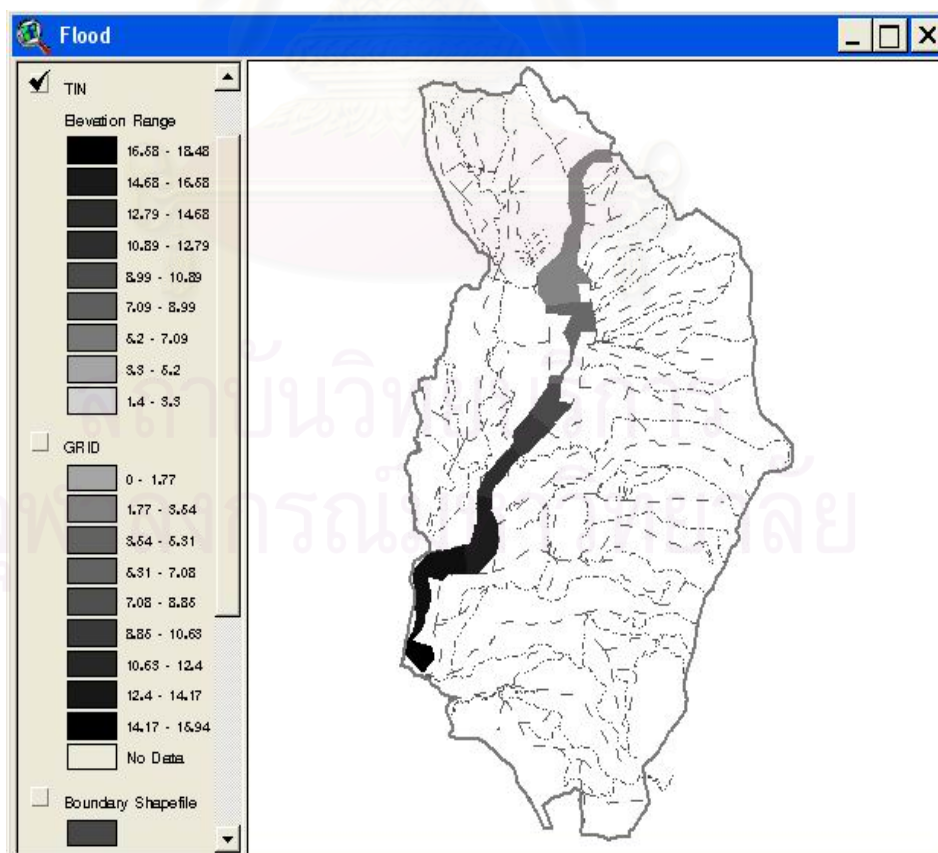
ภาพที่ 5-1 แผนผังการบูรณาการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับแบบจำลอง HEC-RAS

5.1 การจัดทำแผนที่แสดงพื้นที่น้ำหลาก จากข้อมูลระดับน้ำของแบบจำลอง HEC-RAS

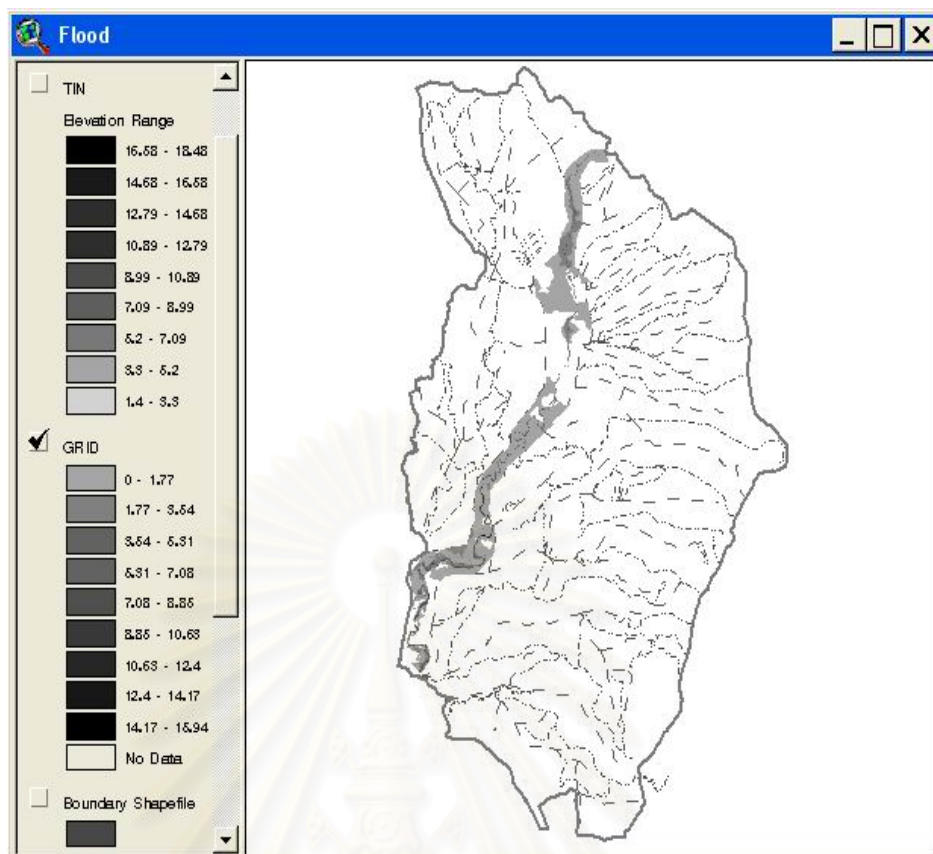
หลังจากวิเคราะห์หาระดับน้ำด้วยแบบจำลอง HEC-RAS แล้ว ได้ใช้โปรแกรม ArcView 3.2 Extension HEC-GeoRAS นำเข้า (import) เพิ่มข้อมูลระดับน้ำ เพื่อวิเคราะห์ร่วมกับโครงข่ายสามเหลี่ยมแบบไม่สม่ำเสมอ จากนั้นโปรแกรมสร้างเป็นแผนที่แสดงการกระจายของน้ำหลากและความลึกของน้ำได้อย่างอัตโนมัติ แผนที่ที่จัดทำในขั้นตอนนี้แสดงพื้นที่น้ำหลากของเหตุการณ์ปี 2538 2539 2540 2542 และ 2546 เฉพาะบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึงแม่น้ำเพชรบุรี ซึ่งอยู่ระหว่างถนนเลียบบแม่น้ำเพชรบุรีทั้งสองด้าน

การทำงานของโปรแกรม ArcView 3.2 Extension HEC-GeoRAS จะนำโครงข่ายสามเหลี่ยมแบบไม่สม่ำเสมอ และเพิ่มข้อมูลระดับน้ำ วิเคราะห์ร่วมกันเพื่อคำนวณค่าระดับน้ำและความลึกของน้ำ โดยโปรแกรมจะแสดงค่าระดับน้ำในรูปแบบโครงข่ายสามเหลี่ยมแบบไม่สม่ำเสมอ ดังตัวอย่างในภาพที่ 5-2 แสดงค่าความลึกของน้ำในรูปแบบกริด ตามตัวอย่างในภาพที่ 5-3 และแสดงเส้นขอบเขตน้ำหลากในรูป Shapefiles ดังปรากฏตามตัวอย่างในภาพที่ 5-4

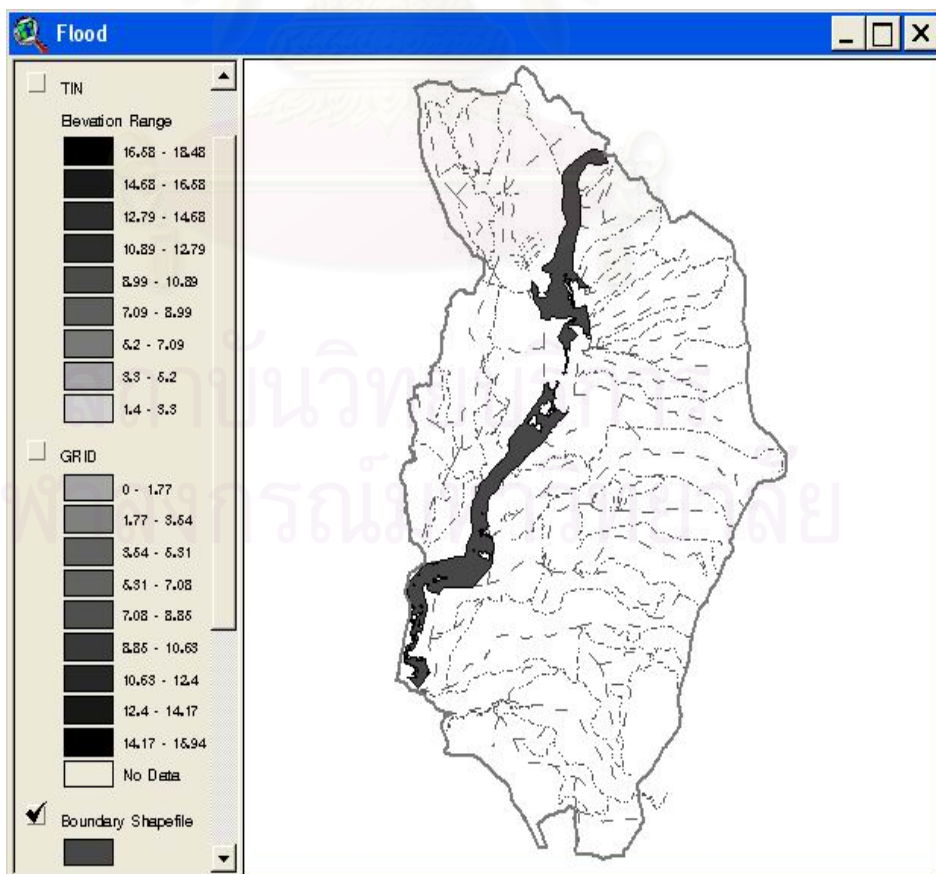
ภาพที่ 5-4 ถึง 5-9 แสดงแผนที่พื้นที่น้ำหลาก และความลึกของน้ำ จากเหตุการณ์น้ำหลากสูงสุดของปี 2538 2539 2540 2542 และ 2546 ตามลำดับ



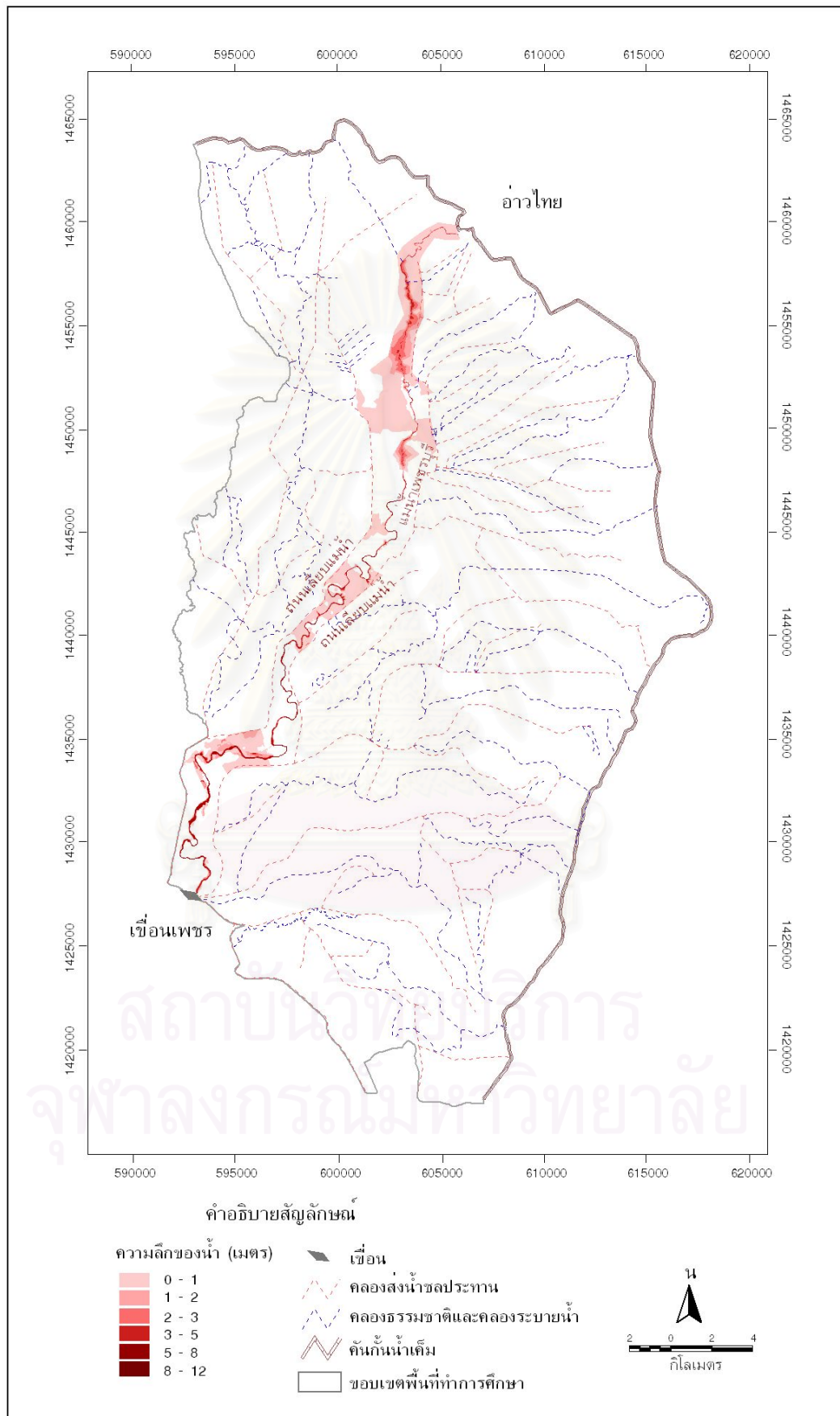
ภาพที่ 5-2 ระดับน้ำรูปแบบโครงข่ายสามเหลี่ยมแบบไม่สม่ำเสมอ



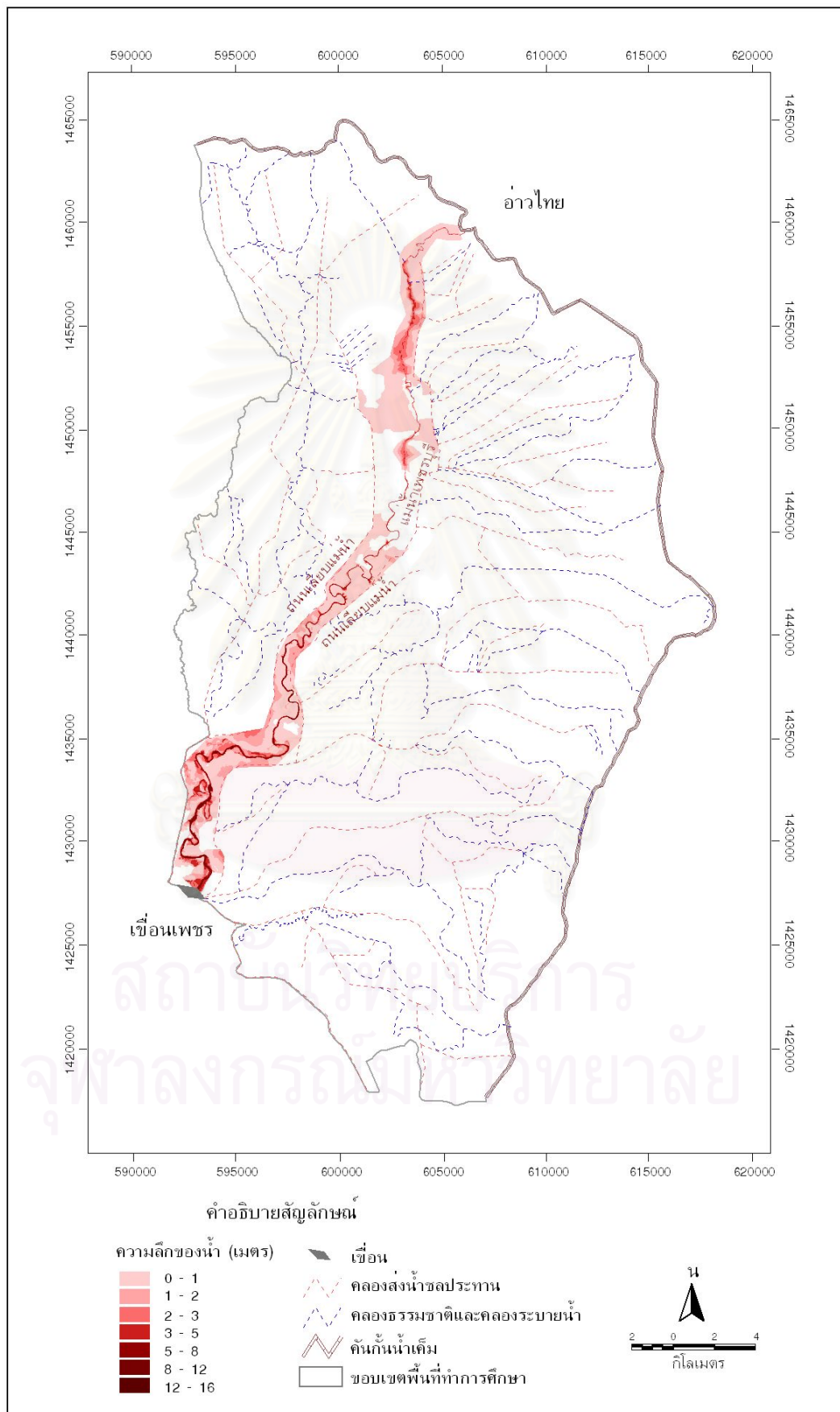
ภาพที่ 5-3 ความลึกของน้ำรูปแบบกริด



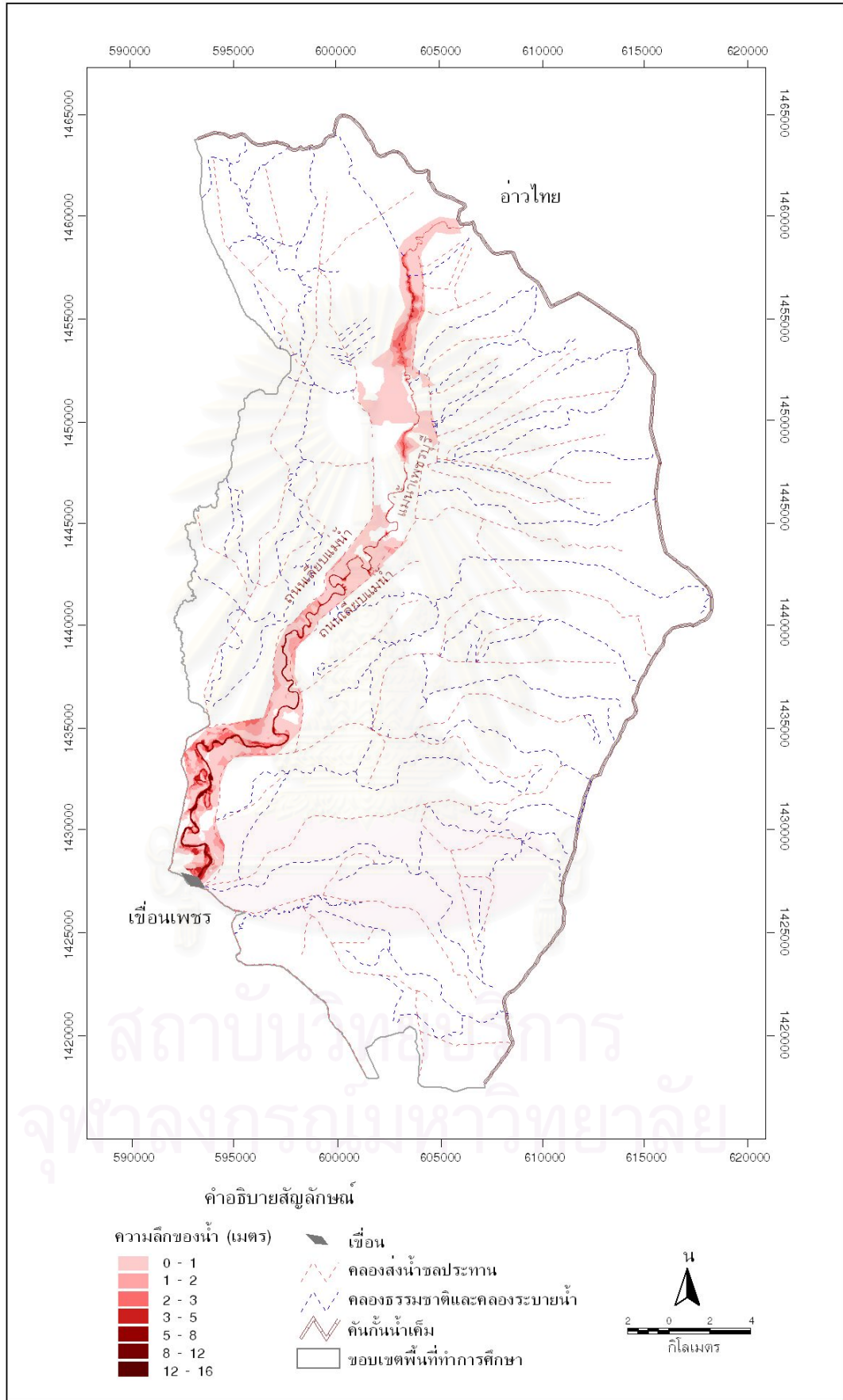
ภาพที่ 5-4 ขอบเขตน้ำหลากรูปแบบ Shapefiles



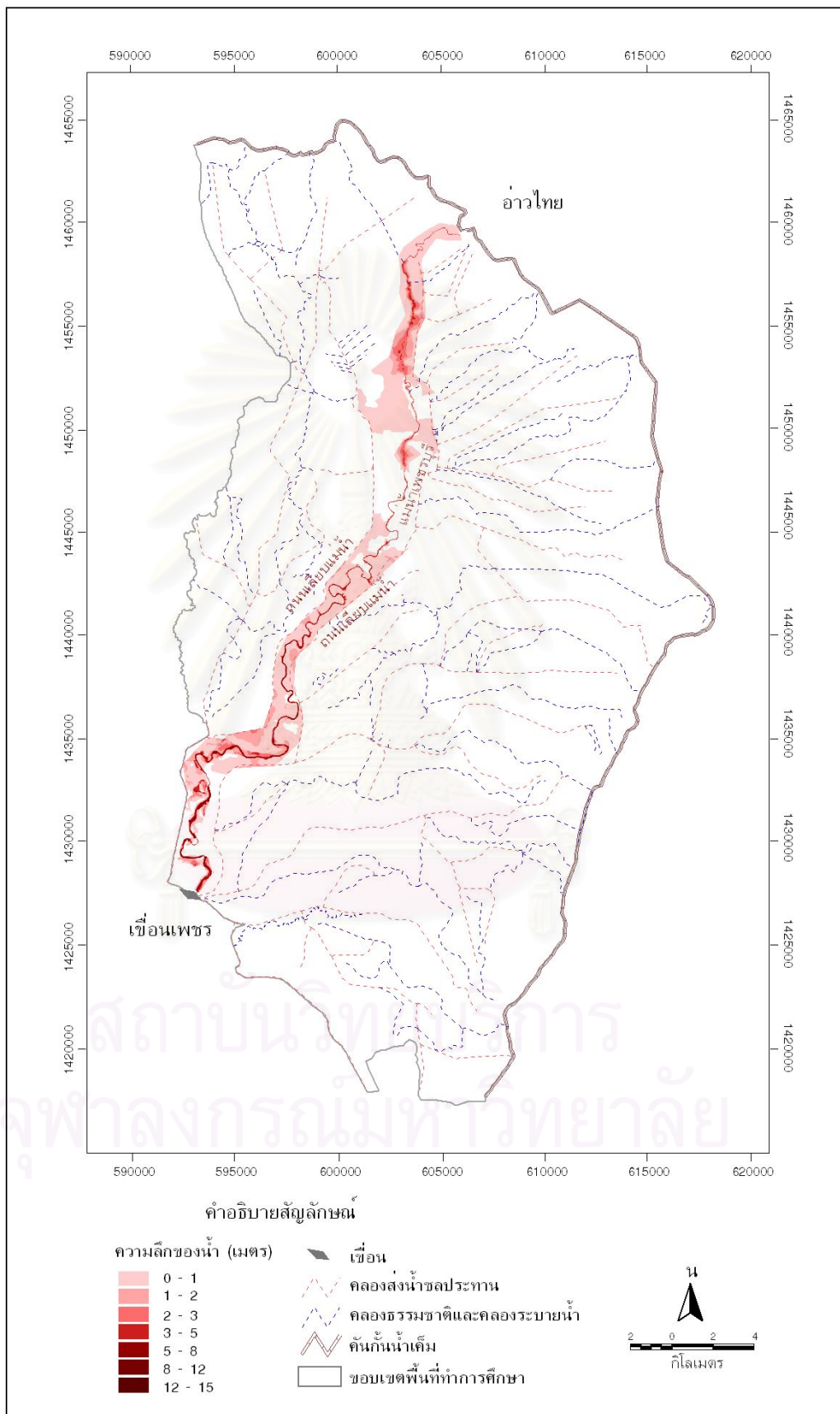
ภาพที่ 5-5 แผนที่พื้นที่น้ำหลากและความลึกของน้ำปี 2538 จากข้อมูลระดับน้ำแบบจำลอง HEC-RAS



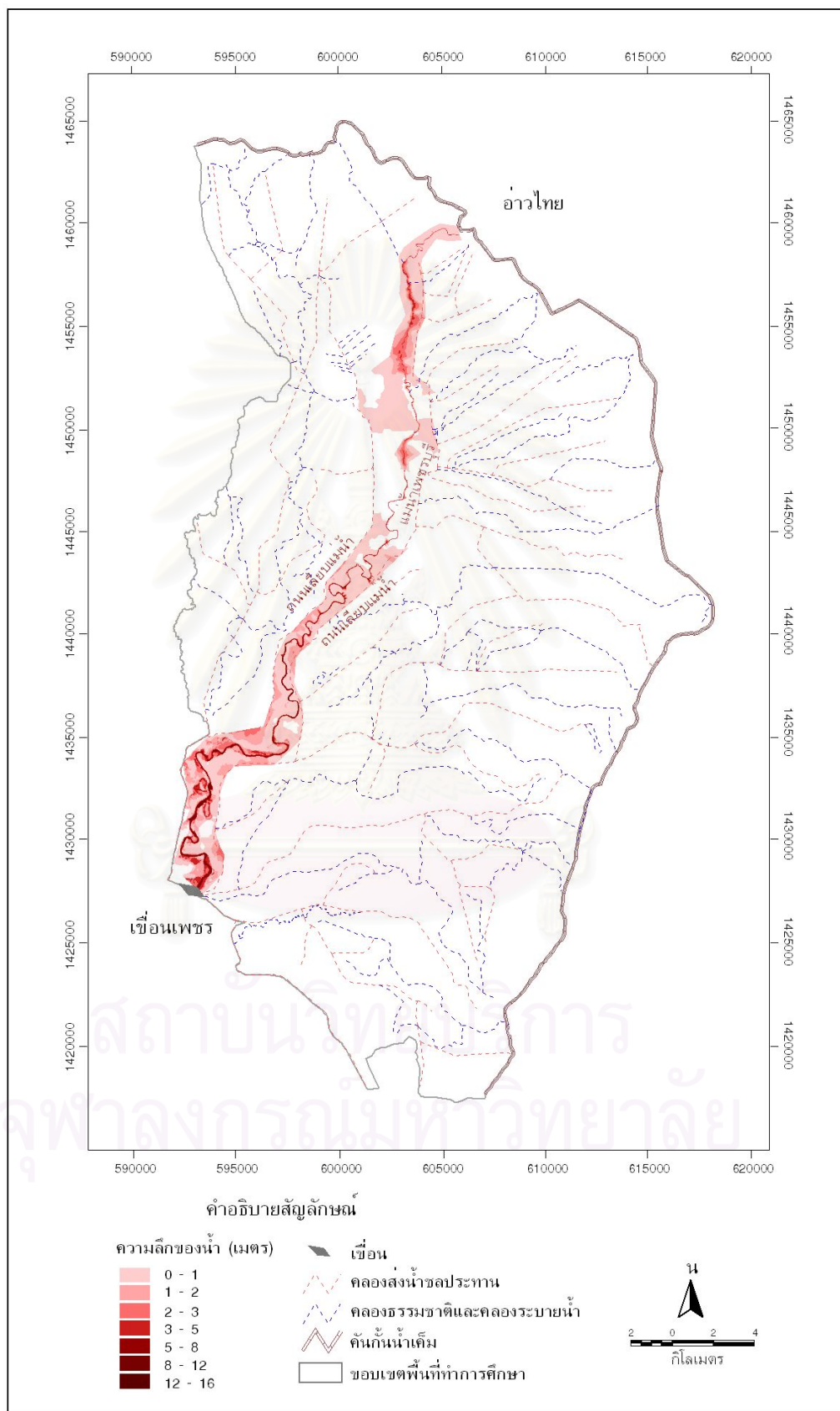
ภาพที่ 5-6 แผนที่พื้นที่น้ำหลากและความลึกของน้ำปี 2539 จากข้อมูลระดับน้ำแบบจำลอง HEC-RAS



ภาพที่ 5-7 แผนที่พื้นที่น้ำหลากและความลึกของน้ำปี 2540 จากข้อมูลระดับน้ำแบบจำลอง HEC-RAS



ภาพที่ 5-8 แผนที่พื้นที่น้ำหลากและความลึกของน้ำปี 2542 จากข้อมูลระดับน้ำแบบจำลอง HEC-RAS



ภาพที่ 5-9 แผนที่พื้นที่น้ำหลากและความลึกของน้ำปี 2546 จากข้อมูลระดับน้ำแบบจำลอง HEC-RAS

5.2 การจัดทำแผนที่พื้นที่น้ำหลาก จากข้อมูลภาคสนามของกรมชลประทาน

บริเวณที่ราบฝั่งตะวันตกและฝั่งตะวันออกของที่ราบน้ำท่วมถึงแม่น้ำเพชรบุรี เป็นพื้นที่ที่ประสบกับปัญหาน้ำท่วมเช่นเดียวกับพื้นที่ข้างเคียงแม่น้ำเพชรบุรี แต่การวิเคราะห์และสร้างแผนที่น้ำหลากด้วยโปรแกรม ArcView 3.2 Extension HEC-GeoRAS ยังไม่ครอบคลุมพื้นที่บริเวณนี้ จึงได้นำแผนที่แสดงขอบเขตน้ำท่วมสูงสุดที่สำรวจโดยกรมชลประทาน มาคำนวณร่วมกับแบบจำลองระดับสูงเชิงเลขแบบกริด เพื่อคำนวณความลึกของน้ำ ตั้งแต่แนวถนนกั้นน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีจนถึงแนวชายฝั่งทะเล

หลังจากที่นำแผนที่ขอบเขตน้ำท่วมสูงสุดของเหตุการณ์แต่ละปี มาวางทับกับกริดระดับความสูง ด้วยโปรแกรม ArcInfo มอดูล GRID โปรแกรมจะคำนวณค่าความลึกของน้ำ และแสดงผลในรูปแบบกริด

แผนที่ขอบเขตน้ำท่วมสูงสุดที่นำมาใช้ เป็นข้อมูลเหตุการณ์เดียวกันกับที่ใช้วิเคราะห์พื้นที่น้ำหลากจากระดับน้ำด้วยแบบจำลอง HEC-RAS คือ ปี 2538 2539 2540 2542 และ 2546 ในด้านการจัดทำแผนที่ข้อมูลแผนที่น้ำท่วมสูงสุด ได้นำแผนที่ปี 2542 และ 2546 สร้างเป็นแผนที่ข้อมูลกราฟิกด้วยวิธีการกราฟสำหรับข้อมูลปี 2538 2539 และ 2540 ได้รับความอนุเคราะห์จากนางสาวอรอนงค์ พิณีจิวฒนานนท์ รับผิดชอบงานในรูปแบบข้อมูลเชิงเลข

5.3 แผนที่พื้นที่น้ำหลาก

แผนที่น้ำหลากในข้อที่ 5.1 แสดงบริเวณที่มีน้ำหลากและความลึกของน้ำบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึงแม่น้ำเพชรบุรี หรือพื้นที่อยู่ระหว่างถนนเลียบบแม่น้ำเพชรบุรีทั้งสองข้าง ซึ่งใช้ข้อมูลระดับน้ำจากแบบจำลอง HEC-RAS ส่วนบริเวณที่ราบฝั่งตะวันออกและฝั่งตะวันตกของที่ราบน้ำท่วมถึงแม่น้ำเพชรบุรี ได้คำนวณความลึกของน้ำจากแผนที่น้ำท่วมของกรมชลประทานกับแบบจำลองระดับสูงเชิงเลขแบบกริด หลังจากนั้นได้ประกอบแผนที่ให้เป็นข้อมูลชุดเดียวกัน ด้วยมอดูล GRID ของโปรแกรม ArcInfo ซึ่งทำให้เห็นถึงการกระจายและความลึกของน้ำหลากต่อเนื่องทั้งพื้นที่ทำการศึกษา ดังแสดงในภาพที่ 5-10 ถึงภาพที่ 5-14

จากภาพที่ 5-5 ถึงภาพที่ 5-9 พิจารณาการกระจายน้ำหลากบริเวณพื้นที่ระหว่างถนนเลียบบแม่น้ำเพชรบุรีทั้งสองข้าง พบว่า ปี 2538 ซึ่งเป็นปีที่มีปริมาณน้ำหลากสูงสุด ณ สถานี B10 ในรอบ 2 ปี มีน้ำเริ่มล้นตลิ่งบริเวณที่อยู่ห่างจากเขื่อนเพชรประมาณ 12 กิโลเมตร และมีน้ำหลากกระจายโดยทั่วไป ครอบคลุมร้อยละ 49 ของพื้นที่ ปี 2542 เป็นปีที่มีปริมาณน้ำหลากสูงสุดในรอบ 5 ปี เริ่มมีน้ำล้นตลิ่งบริเวณที่อยู่ห่างจากเขื่อนเพชรประมาณ 7 กิโลเมตร โดยมีน้ำหลาก

กระจายหนาแน่นมากขึ้น ครอบคลุมร้อยละ 65 ของพื้นที่ ส่วนปี 2539 2540 และ 2546 เป็นปีที่มีปริมาณน้ำหลากสูงสุดในรอบ 10 ปี เริ่มมีน้ำล้นตลิ่งในระยะทางที่ห่างจากเขื่อนเพชรไม่มากนัก และมีน้ำหลากกระจายหนาแน่นยิ่งขึ้นจนครอบคลุมร้อยละ 75 ของพื้นที่

ภาพที่ 5-10 ถึงภาพที่ 5-14 แสดงพื้นที่น้ำหลากในรอบ 2-10 ปี ซึ่งมีปริมาณน้ำในแม่น้ำเพชรบุรีเป็นปริมาณมากเกินความจุของลำน้ำ ทำให้น้ำไหลล้นตลิ่งเข้าท่วมพื้นที่รอบข้าง แม่น้ำเพชรบุรีจนถึงถนนซึ่งเป็นแนวกันน้ำไว้ มีหลายจุดที่ระดับน้ำสูงกว่าระดับถนนทำให้น้ำไหลข้ามถนนลงสู่พื้นที่ด้านฝั่งตะวันตกและฝั่งตะวันออก แล้วไหลไปสะสมอยู่บริเวณคันกันน้ำเดิม เนื่องจากประตูระบายน้ำบริเวณคันกันน้ำเดิมไม่สามารถระบายน้ำออกสู่ทะเลได้ทัน และพบว่าปี 2538 ซึ่งมีปริมาณน้ำหลากสูงสุดในรอบ 2 ปี มีน้ำหลากข้ามถนนเรียบแม่น้ำเพชรบุรีด้านซ้าย ลงสู่ที่ราบฝั่งตะวันตกตั้งแต่บริเวณที่อยู่ห่างจากเขื่อนเพชรประมาณ 18 กิโลเมตร เนื่องจากบริเวณนี้มีลักษณะเป็นที่ลุ่ม น้ำหลากกระจายจากถนนเรียบแม่น้ำเพชรบุรีฝั่งซ้ายออกไปทางทิศตะวันตกถึงบริเวณที่ลุ่มคลองระบายน้ำและคลองธรรมชาติ สำหรับบริเวณที่ราบฝั่งตะวันออกของแม่น้ำเพชรบุรี มีน้ำหลากข้ามถนนเรียบแม่น้ำเพชรบุรีด้านขวา ตั้งแต่บริเวณที่อยู่ห่างจากเขื่อนเพชรประมาณ 25 กิโลเมตร น้ำหลากกระจายจากจุดน้ำไหลออก ไปตามคลองต่างๆ ที่ต่อเนื่องแล้วไหลลงสู่ทะเลจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ไปยังทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

ในรอบปีการเกิดน้ำหลาก 5 ปี เช่น ปี 2542 มีน้ำหลากข้ามถนนเรียบแม่น้ำเพชรบุรี ลงสู่ที่ราบฝั่งตะวันตกตั้งแต่บริเวณที่อยู่ห่างจากเขื่อนเพชรประมาณ 15 กิโลเมตร น้ำหลากกระจายจากถนนฝั่งซ้ายออกไปถึงบริเวณที่ลุ่มคลองระบายน้ำและคลองธรรมชาติ เช่นเดียวกับในรอบ 2 ปี และบางบริเวณมีน้ำหลากกระจายแผ่กว้างออกไปจนถึงถนนสาย 3204 สำหรับบริเวณที่ราบฝั่งตะวันออกของแม่น้ำเพชรบุรี มีน้ำหลากข้ามถนนฝั่งขวาตั้งแต่บริเวณที่อยู่ห่างจากเขื่อนเพชรประมาณ 7 กิโลเมตร น้ำหลากกระจายไปตามคลองต่างๆ ที่ต่อเนื่องจากจุดน้ำไหลออก แล้วไหลลงสู่ทะเลทิศทางเดียวกับรอบปีการเกิด 2 ปี

ในรอบปีการเกิดน้ำหลาก 10 ปี เช่น ปี 2539 2540 และ 2546 มีน้ำหลากข้ามถนนเรียบแม่น้ำเพชรบุรี ลงสู่ที่ราบฝั่งตะวันตกตั้งแต่บริเวณที่อยู่ห่างจากเขื่อนเพชรประมาณ 15 กิโลเมตร น้ำหลากกระจายจากถนนฝั่งซ้ายออกไปถึงบริเวณที่ลุ่มคลองระบายน้ำและคลองธรรมชาติ และกระจายแผ่กว้างออกไปจนถึงถนนสาย 3204 เช่นเดียวกับปี 2542 แต่ความลึกของน้ำหลากจะสูงกว่า สำหรับบริเวณที่ราบฝั่งตะวันออกของแม่น้ำเพชรบุรี มีน้ำหลากข้ามถนนฝั่งขวาตั้งแต่บริเวณที่อยู่ห่างจากเขื่อนเพชรประมาณ 16 กิโลเมตร 2 กิโลเมตร และ 7 กิโลเมตร ตามลำดับ น้ำหลากกระจายตามบริเวณคลองที่ต่อเนื่องจากจุดน้ำไหล และมีน้ำล้นคลองต่างๆ นอกจากนั้น

พบว่า ปี 2540 มีน้ำหลากกระจายมากบริเวณที่ลุ่มต่ำ จากถนนเลียบบคลองฝั่งซ้ายจนถึงคันกั้นน้ำ เค็มด้านอำเภอเขาย้อย

นอกจากบริเวณที่เกิดน้ำหลากจากปริมาณน้ำผ่านเขื่อนเพชรแล้ว ยังพบน้ำหลากกระจายอยู่บริเวณอำเภอชะอำ ซึ่งอยู่ทางทิศใต้ของพื้นที่ศึกษา บริเวณนี้เป็นพื้นที่ประสบกับปัญหาอุทกภัยจากปริมาณน้ำที่อยู่เหนือเขื่อนเพชร ไหลหลากไปตามคลองต่างๆ เพื่อลงสู่อ่าวไทย แต่ไม่สามารถระบายน้ำผ่านประตูระบายน้ำออกสู่ทะเลได้ทัน

เมื่อพิจารณาแผนที่น้ำหลากจากเหตุการณ์น้ำหลากในปี 2538 2539 2540 2542 และ 2546 ซึ่งเป็นปีที่มีปริมาณน้ำหลากสูงสุดในรอบ 2 ปี 5 ปี และ 10 ปี สามารถนำมาประมาณขอบเขตพื้นที่ที่จะเกิดน้ำหลากในรอบ 2 ปี 5 ปี และ 10 ปี ได้ตามภาพที่ 5-15

5.4 การจัดทำแผนที่ระบบการไหลของน้ำ และแผนที่บริเวณสะสมของน้ำในที่ต่ำ

แผนที่ระบบการไหลของน้ำเป็นแผนที่แสดงทิศทางการไหลของน้ำตามลักษณะภูมิประเทศ การจัดทำแผนที่ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลจากกริดระดับความสูง ด้วยโปรแกรม ArcView 3.2 Extension HEC-GeoHMS โปรแกรมคำนวณค่าทิศการไหล การสะสมการไหล และสร้างเป็นทางน้ำรูปแบบกริด และทางน้ำรูปแบบเวกเตอร์ตามลำดับ ภาพที่ 5-15 แสดงระบบการไหลของน้ำและทิศทาง

แผนที่ระบบการไหลของน้ำและทิศทาง แสดงทางน้ำสั้นๆ กระจายทั่วทั้งพื้นที่และเชื่อมต่อเนืองกัน พร้อมทั้งมีลูกศรทำให้รู้ว่าน้ำไหลมาจากทางไหน เมื่อพิจารณาทิศทางการไหลของทางน้ำสายหลักๆ พบว่า แม่น้ำเพชรบุรีมีทิศทางการไหลจากท้ายเขื่อนเพชรลงสู่อ่าวไทยในทิศตะวันตกเฉียงใต้ไปยังทิศตะวันออกเฉียงเหนือ กรณีมีปริมาณน้ำจากแม่น้ำเพชรบุรีไหลหลากข้ามถนนเลียบบแม่น้ำเพชรบุรีลงสู่ที่ราบฝั่งตะวันออก จะไหลกระจายสู่คลองธรรมชาติและคลองระบายน้ำที่อยู่ใกล้ และไหลลงสู่อ่าวไทยจากทิศตะวันตกไปยังทิศตะวันออก น้ำที่จะไหลลงสู่อ่าวไทยจะต้องผ่านประตูระบายน้ำบริเวณคันกั้นน้ำเค็ม หากระบายน้ำไม่ทัน จะทำให้ปริมาณน้ำบางส่วนไหลเอ่อลงสู่ที่ต่ำกว่าจากทิศใต้ไปยังทิศเหนือ สำหรับกรณีมีปริมาณน้ำจากแม่น้ำเพชรบุรีไหลหลากข้ามถนนเลียบบแม่น้ำลงสู่ที่ราบฝั่งตะวันตก จะมีทิศทางน้ำไหลหลากลงสู่คลองระบายน้ำและคลองธรรมชาติเช่นกัน ซึ่งคลองดังกล่าวมีทิศทางการไหลในทิศทางใกล้เคียงกับทิศทางการไหลของแม่น้ำเพชรบุรี และอยู่ห่างจากแม่น้ำเพชรบุรีประมาณ 1.5 กิโลเมตร

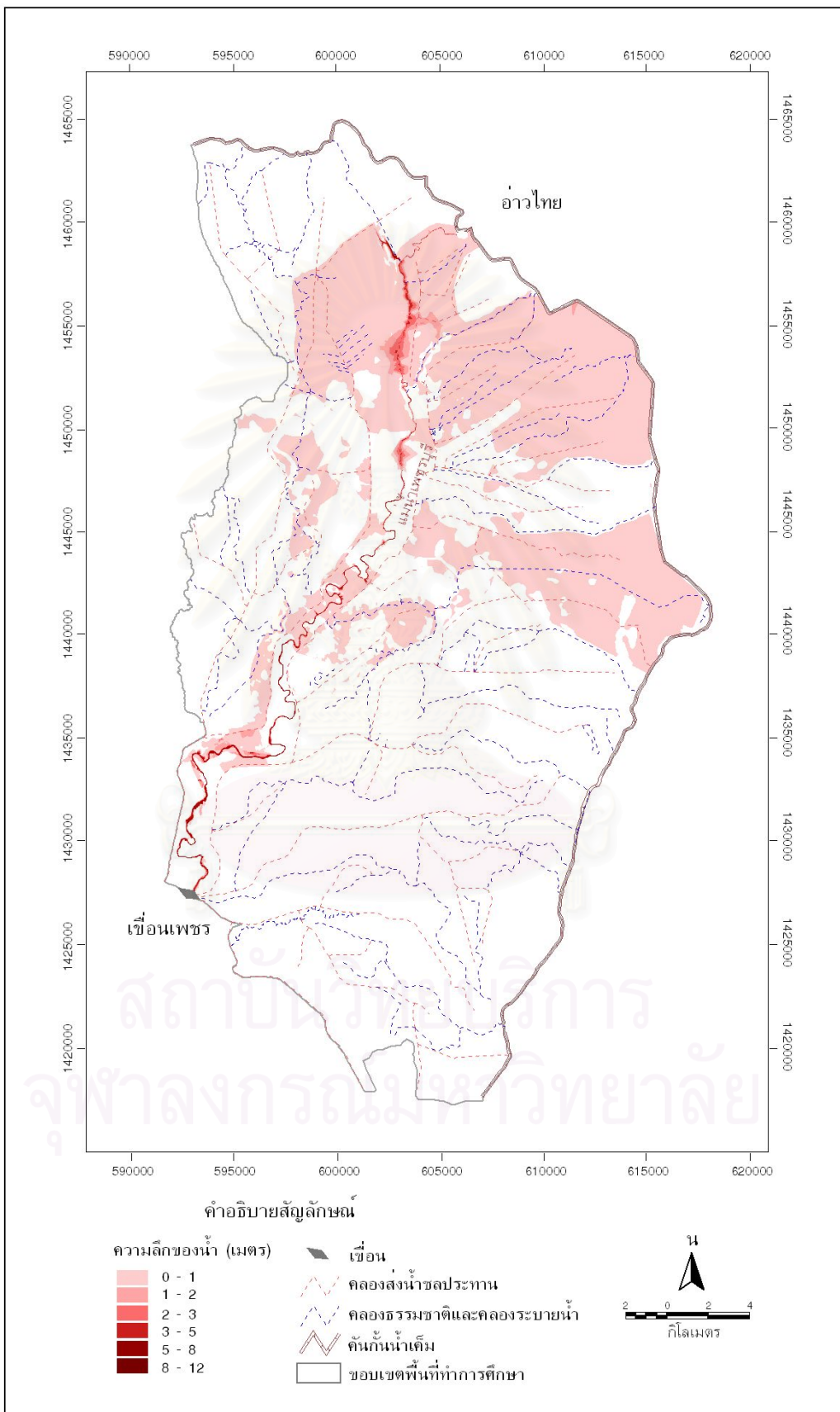
แผนที่บริเวณสะสมของน้ำท่วมในที่ต่ำจะทำให้ทราบบริเวณที่น้ำส่วนเกินไหลตามลักษณะภูมิประเทศ จากที่สูงมารวมกันในพื้นที่ต่ำกว่า การจัดทำแผนที่นี้ใช้การวิเคราะห์ข้อมูล

จากกริดระดับความสูงด้วยมอดูล GRID ของโปรแกรม ArcInfo เพื่อแสดงบริเวณสะสมของน้ำท่วมจนถึงระดับความสูง 1-3 เมตร รทก. ผลจากการวิเคราะห์ปรากฏดังภาพที่ 5-16 ถึง 5-18

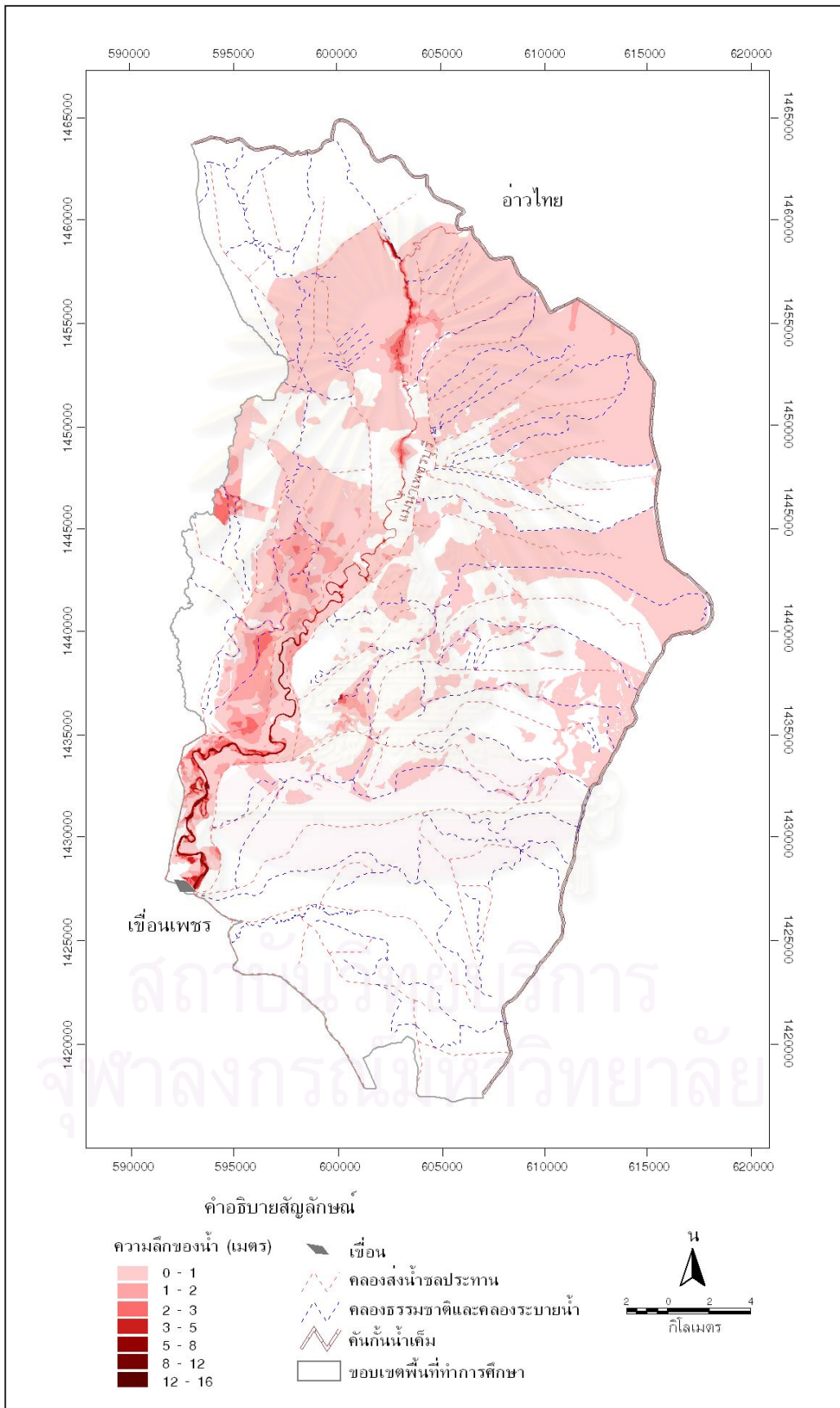
จากภาพที่ 5-16 ถึง 5-18 แสดงบริเวณสะสมของน้ำในที่ต่ำถึงระดับความสูง 1-3 เมตร รทก. ซึ่งเป็นบริเวณที่ต่ำสุดของพื้นที่ทำการศึกษา และเป็นแหล่งสะสมของปริมาณน้ำส่วนเกิน โดยปริมาณน้ำส่วนเกิน ประกอบด้วย น้ำฝนส่วนเกิน น้ำจากคลองส่งน้ำ และน้ำที่ล้นออกจากที่ราบน้ำท่วมถึงแม่น้ำเพชรบุรี เป็นต้น พบว่า บริเวณที่รวมของน้ำส่วนเกินหรือบริเวณที่ต่ำของพื้นที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ ครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของอำเภอบ้านแหลม และตลอดแนวคันกันน้ำเค็ม ซึ่งมีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นนาทุ่ง ป่าชายเลน และนาข้าว



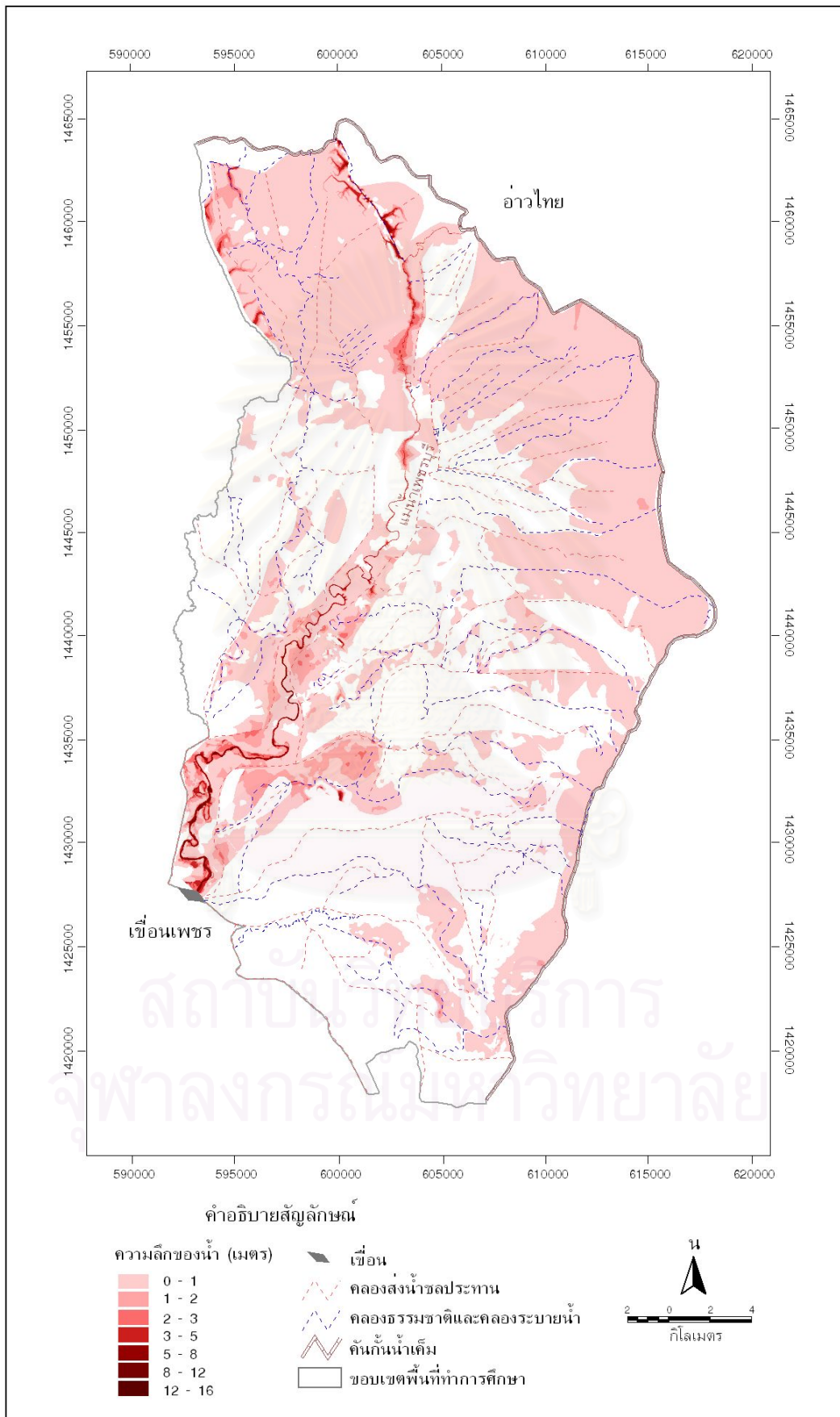
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



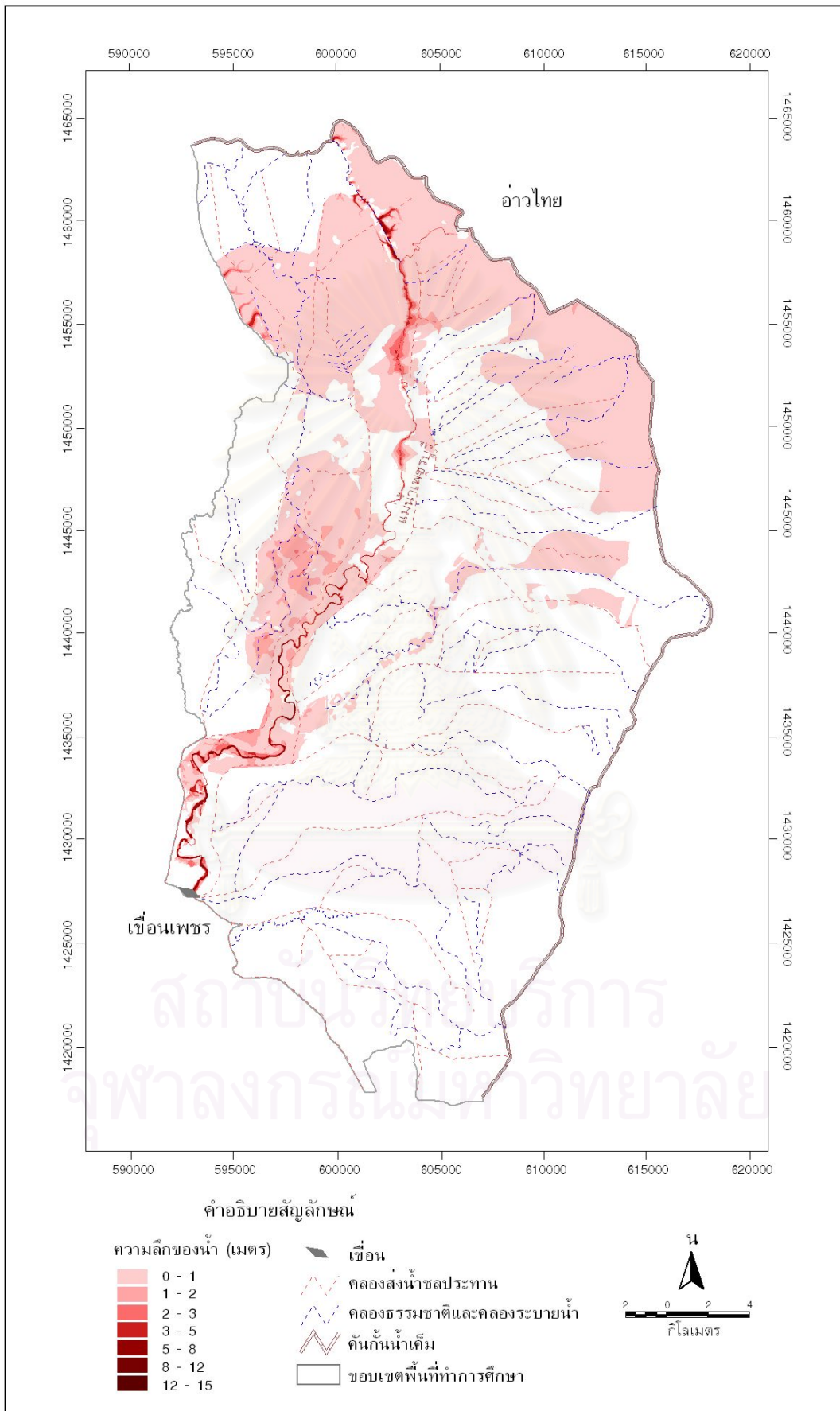
ภาพที่ 5-10 แผนที่พื้นที่น้ำหลากและความลึกของน้ำปี 2538 บริเวณพื้นที่ทำการศึกษา



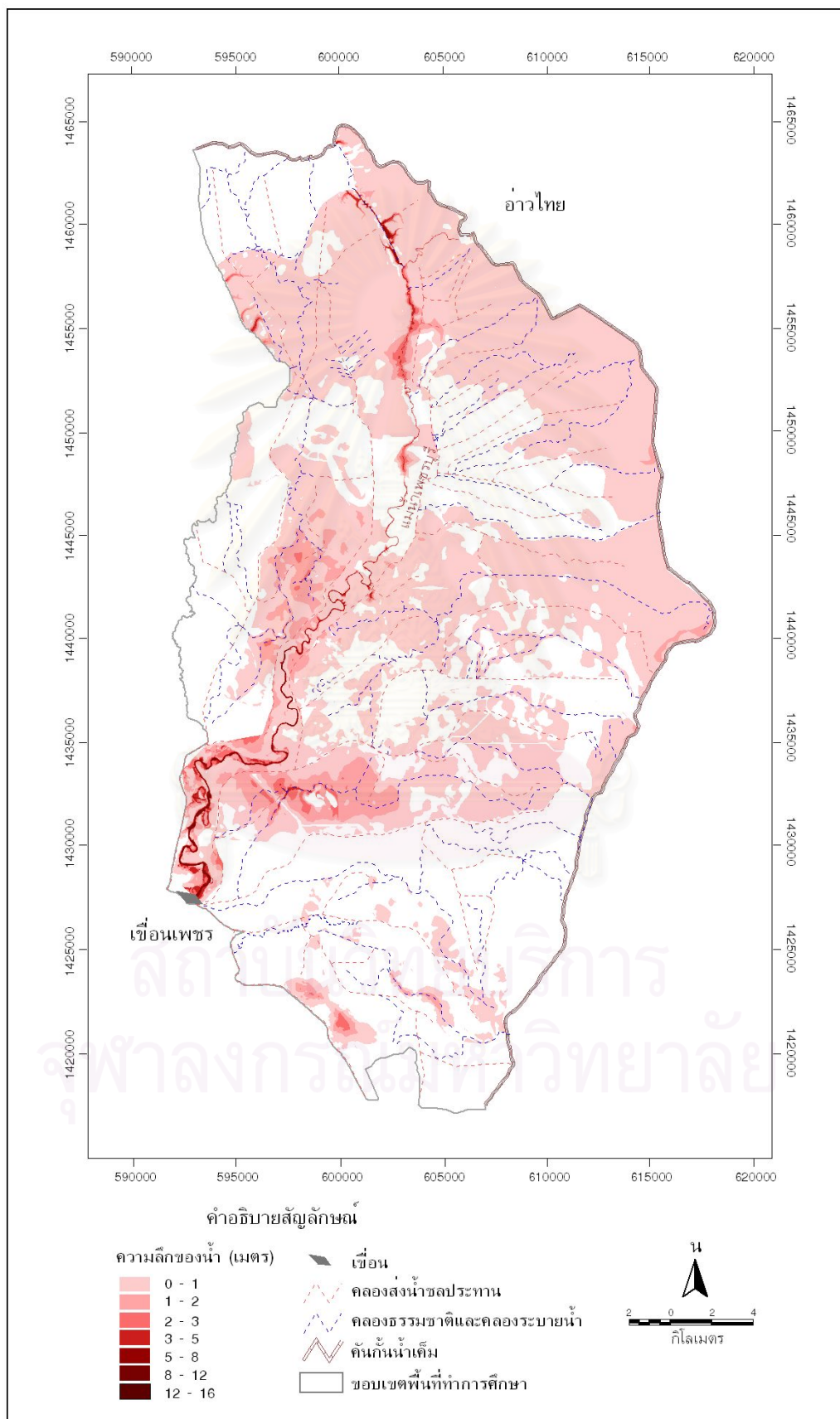
ภาพที่ 5-11 แผนที่พื้นที่น้ำหลากและความลึกของน้ำปี 2539 บริเวณพื้นที่ทำการศึกษา



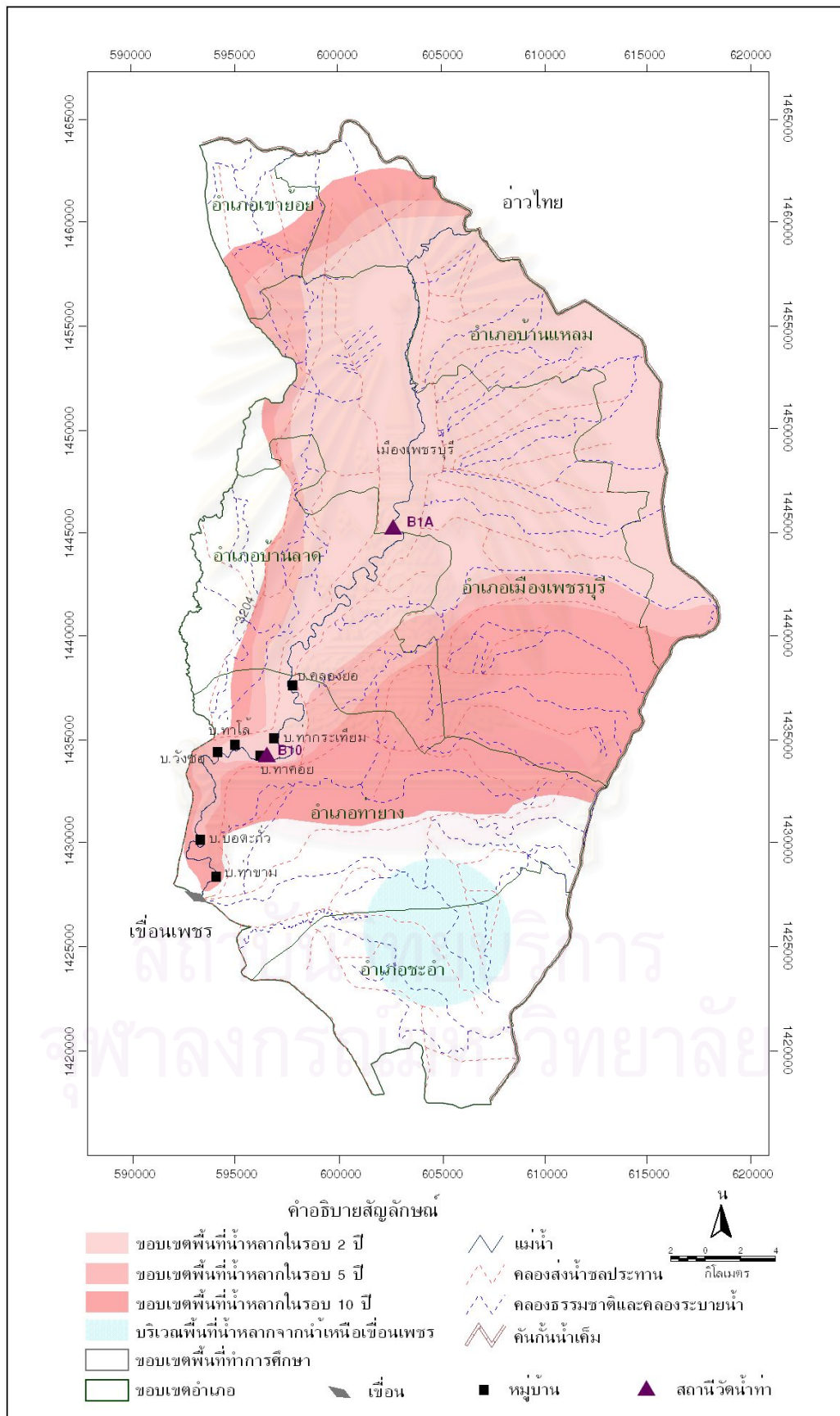
ภาพที่ 5-12 แผนที่พื้นที่น้ำหลากและความลึกของน้ำปี 2540 บริเวณพื้นที่ทำการศึกษา



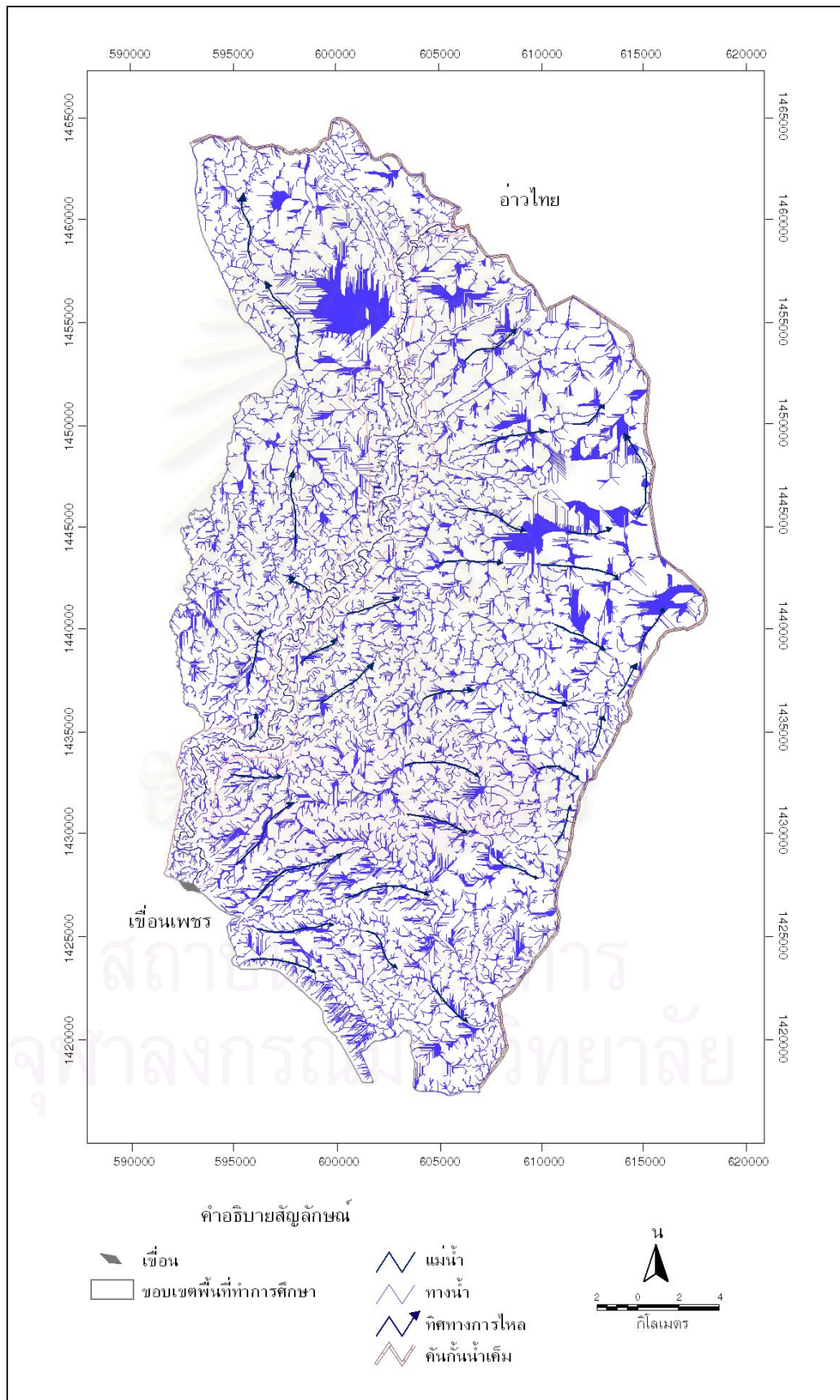
ภาพที่ 5-13 แผนที่พื้นที่น้ำหลากและความลึกของน้ำปี 2542 บริเวณพื้นที่ทำการศึกษา



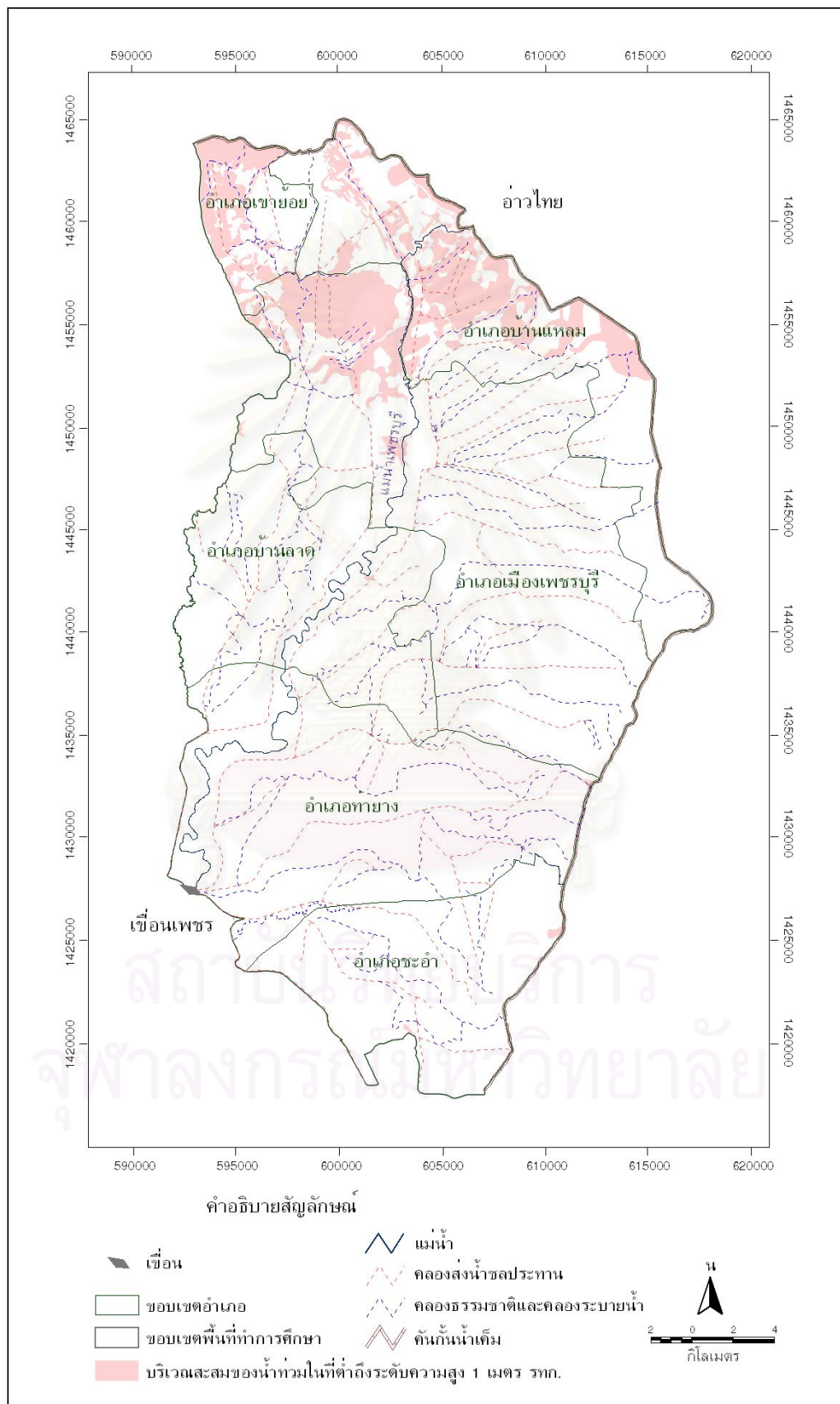
ภาพที่ 5-14 แผนที่พื้นที่น้ำหลากและความลึกของน้ำปี 2546 บริเวณพื้นที่ทำการศึกษา



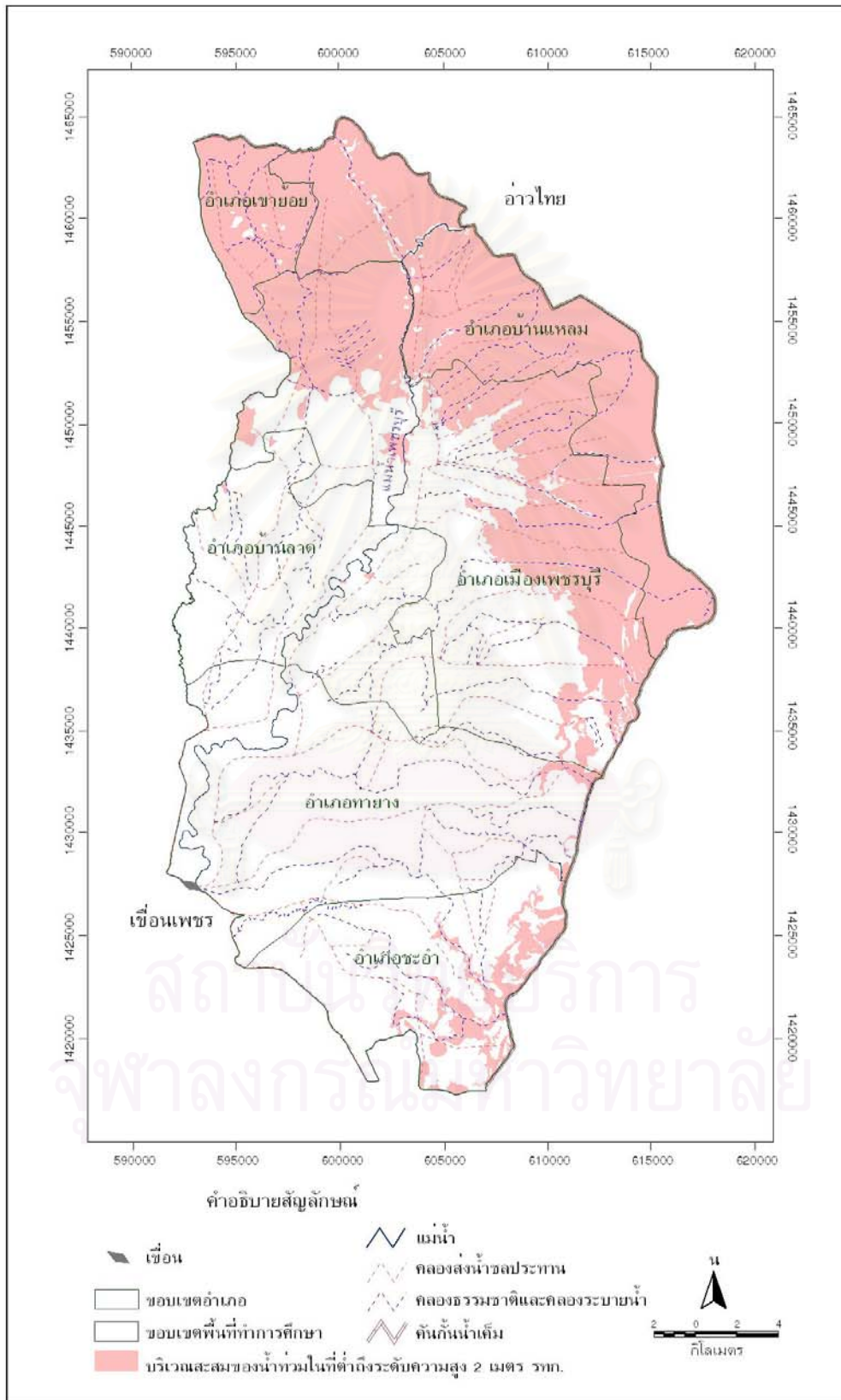
ภาพที่ 5-15 แผนที่อาณาเขตพื้นที่น้ำหลากรอบปีการเกิด 2 ปี 5 ปี และ 10 ปี



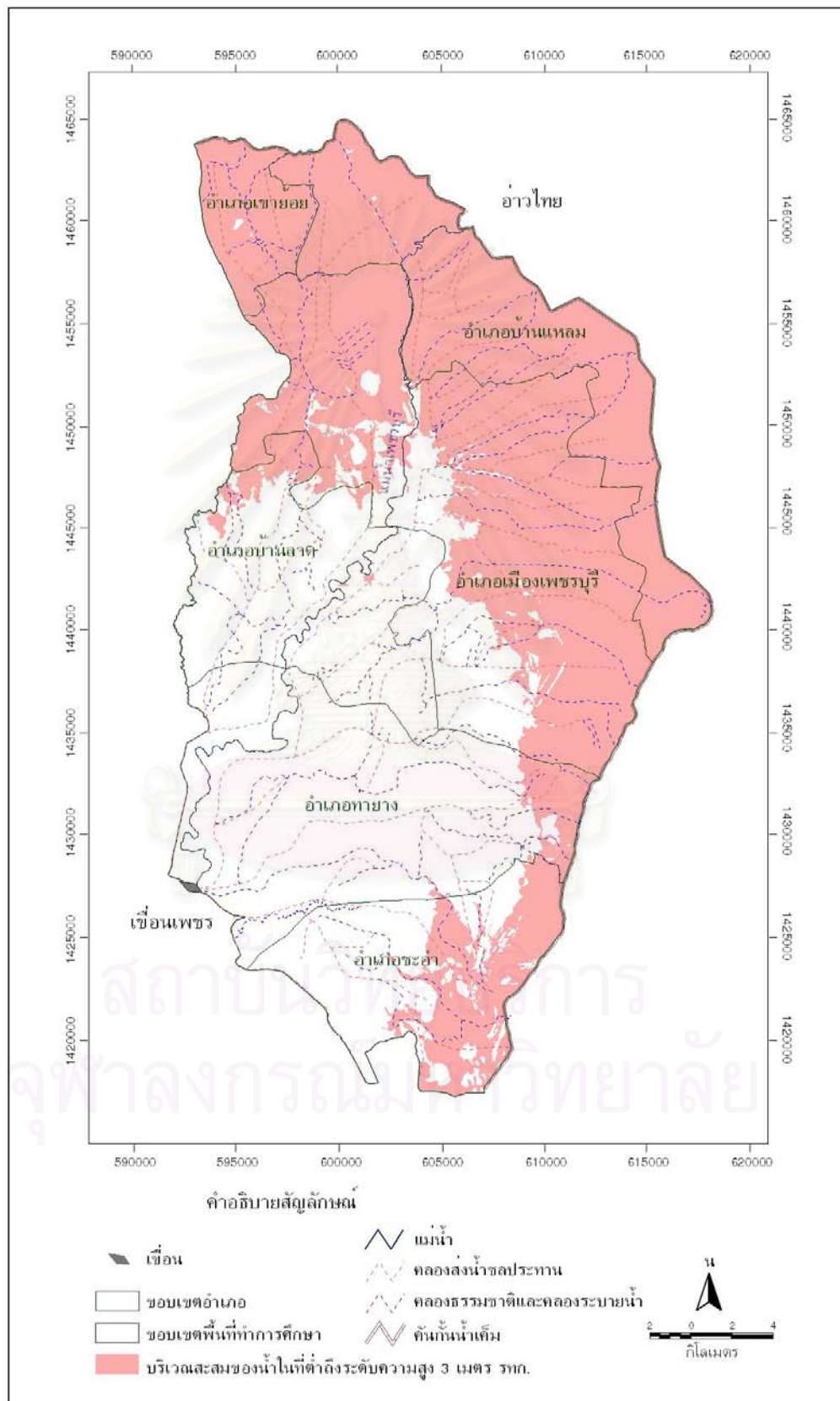
ภาพที่ 5-16 ระบบการไหลของน้ำและทิศทาง



ภาพที่ 5-17 บริเวณสะสมของน้ำท่วมในที่ต่ำถึงระดับความสูง 1 เมตร รทก.



ภาพที่ 5-18 บริเวณสะสมของน้ำท่วมในที่ต่ำถึงระดับความสูง 2 เมตร รทก.



ภาพที่ 5-19 บริเวณสะสมของน้ำในที่ต่ำถึงระดับความสูง 3 เมตร รทก.

บทที่ 6

สรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุป

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการบูรณาการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับแบบจำลองอุทกวิทยา/ชลศาสตร์ จำลองสถานการณ์น้ำหลากในลุ่มน้ำเพชรบุรี เพื่อศึกษาขนาดการเคลื่อนที่ของน้ำหลาก ระดับน้ำ และพื้นที่น้ำหลาก ในรอบปีการเกิด 2 ปี 5 ปี และ 10 ปี เหตุการณ์น้ำหลากที่นำมาจำลองสถานการณ์เป็นเหตุการณ์ที่เกิดน้ำหลากสูงสุดของปี 2538 2539 2540 2542 และ 2546 ซึ่งปี 2538 และ 2542 เป็นปีที่มีปริมาณน้ำหลากสูงสุด ณ สถานี B10 ในรอบ 2 ปี และ 5 ปี ตามลำดับ ส่วนปี 2539 2540 และ 2546 เป็นปีที่มีปริมาณน้ำหลากสูงสุดในรอบ 10 ปี ในการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของน้ำหลากใช้แบบจำลอง HEC-HMS และใช้แบบจำลอง HEC-RAS คำนวณค่าระดับน้ำ ทั้งนี้ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยโปรแกรม ArcView 3.2 Extension HEC-GeoHMS และ HEC-GeoRAS คำนวณค่าพารามิเตอร์พื้นฐานของทางน้ำให้กับแบบจำลองทั้งสอง รวมทั้งนำผลลัพธ์จากแบบจำลองมาแสดงพื้นที่เพื่อดูการกระจายของน้ำหลาก ด้านการเชื่อมต่อระหว่างระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับแบบจำลองเป็นการประกบแบบหลวม

การคำนวณค่าพารามิเตอร์พื้นฐานของทางน้ำด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นั้น ได้นำแบบจำลองสามมิติมาใช้กับ HEC-GeoHMS เพื่อคำนวณหาค่าความลาดและความยาวของร่องน้ำ และประมาณค่าพิกัดรูปตัดขวางของทางน้ำ มีการแบ่งทางน้ำออกเป็น 26 ช่วงๆ ละประมาณ 2 กิโลเมตร แล้วนำค่าที่คำนวณได้แต่ละช่วงทางน้ำมาใส่ในแบบจำลอง HEC-HMS เพื่อจำลองขนาดและการเคลื่อนที่ของน้ำหลาก ส่วนค่าพารามิเตอร์อื่นๆ ที่ต้องใช้กับแบบจำลอง HEC-HMS ได้รวบรวมข้อมูลมาจากกรมชลประทานและผลจากการปรับเทียบแบบจำลอง ส่วนค่าพารามิเตอร์ที่ต้องใช้กับแบบจำลอง HEC-RAS ได้มาจากผลลัพธ์ของแบบจำลอง HEC-HMS ผลจากการปรับเทียบแบบจำลอง และได้จากการใช้ HEC-GeoRAS คำนวณข้อมูลรูปตัดขวางของทางน้ำทุกระยะ 1 กิโลเมตร เพื่อส่งต่อไปยังแบบจำลอง HEC-RAS นำไปใช้จำลองระดับน้ำนองแต่ละรูปตัดขวาง หลังจากนั้น HEC-GeoRAS นำเพิ่มข้อมูลระดับน้ำจากแบบจำลอง HEC-RAS มาแสดงให้เห็นถึงการกระจายและความลึกของน้ำหลากบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึงแม่น้ำเพชรบุรี ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีถนนกั้นน้ำทั้งสองข้าง ในขั้นตอนการปรับเทียบแบบจำลองเพื่อหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการนำไปใช้งานนั้น ได้พยายามปรับค่าพารามิเตอร์จนทำให้ชลภาพน้ำท่าและระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลองทั้งสองมีความใกล้เคียงกับข้อมูลจริง โดยพารามิเตอร์ที่มีการปรับเทียบค่า ได้แก่

ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ n และลักษณะน้ำไหลออกจากเส้นทางน้ำหลัก (ที่ราบน้ำท่วมถึงแม่น้ำเพชรบุรี)

เมื่อจำลองสถานการณ์น้ำหลากของปี 2538 2539 2540 2542 และ 2546 ทำให้ทราบว่า ยอดของคลื่นน้ำหลากที่เกิดในรอบ 2 ปี 5 ปี และ 10 ปี ณ เขื่อนเพชร มีปริมาณน้ำหลากสูงสุดประมาณ 282 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที 850 บาศก์เมตรต่อวินาที และ 1282 บาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ และมีระดับน้ำนองประมาณ 15.9 เมตร รทก. 18.52 เมตร รทก. และ 19.8 เมตร รทก. ตามลำดับ คลื่นน้ำหลากที่เกิดในรอบ 2 ปี ยอดน้ำจะใช้เวลาเคลื่อนตัวจากเขื่อนเพชรถึงสถานี B10 นานกว่าคลื่นน้ำขนาดใหญ่กว่า ด้วยอัตราเร็วประมาณ 1.2 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ส่วนยอดของคลื่นน้ำหลากในรอบ 5 ปี มีการเคลื่อนตัวในอัตราเร็วประมาณ 2.4 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และเคลื่อนตัวด้วยอัตราเร็วประมาณ 3.6 กิโลเมตรต่อชั่วโมง สำหรับยอดของคลื่นน้ำหลากในรอบปีการเกิด 10 ปี ยอดคลื่นและระดับน้ำหลากสูงสุดบนทางน้ำ ณ ตำแหน่งต่างๆ ตั้งแต่เขื่อนเพชรจนถึงคันกั้นน้ำเค็ม ลดลงอย่างต่อเนื่อง เป็นผลมาจากมีการสูญเสียจากการเสียดทานและปริมาณน้ำบางส่วนได้ไหลออกนอกเส้นทาง โดยเฉพาะบริเวณช่วงทางน้ำตั้งแต่สถานี B10 ถึงสถานี B1A มีน้ำไหลออกนอกเส้นทางแม่น้ำเพชรบุรีประมาณร้อยละ 39 ของปริมาตรคลื่นน้ำที่ผ่านเขื่อนเพชรไหลมาตามลำน้ำ กรณีที่คลื่นน้ำหลากในรอบความถี่ต่ำ (ขนาดใหญ่) เมื่อไหลผ่านบริเวณสถานี B1A จะเกิดยอดน้ำและระดับน้ำสูงสุด ณ เวลาที่ใกล้เคียงกับสถานี B10 และคลื่นน้ำที่เคลื่อนตัวไปตามทางน้ำของแม่น้ำเพชรบุรี ได้ส่งผลให้มีน้ำหลากกระจายทั่วทั้งบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึงแม่น้ำเพชรบุรี ประมาณร้อยละ 49 65 และ 75 ของพื้นที่ ในรอบปีการเกิด 2 ปี 5 ปี และ 10 ปี ตามลำดับ

โปรแกรม ArcView3.2 Extension HEC-GeoRAS นำค่าระดับน้ำจากแบบจำลองมาแสดงพื้นที่น้ำหลากได้เฉพาะบริเวณพื้นที่ภายในแนวถนนที่ขนานแม่น้ำเพชรบุรีทั้งสองข้าง ส่วนพื้นที่ที่เหลือตั้งแต่ถนนทั้งสองข้างออกไป ได้อนุมานความลึกของน้ำหลากจากการวิเคราะห์สามมิติและแผนที่น้ำหลากที่กรมชลประทานสำรวจไว้ เมื่อพิจารณาทิศทางน้ำไหล จุดน้ำล้น และแผนที่อนุमानน้ำหลาก สรุปได้ว่า มีน้ำล้นหลายจุดไหลจากถนนฝั่งขวาของแม่น้ำไหลไปตามความลาดเพื่อลงสู่อ่าวไทย จากทิศตะวันตกไปยังทิศตะวันออก น้ำหลากบริเวณนี้แผ่กระจายตามคลองระบายน้ำที่อยู่ใกล้จุดน้ำล้นและตามเส้นทางน้ำที่มุ่งสู่อ่าวไทย ซึ่งพบพื้นที่น้ำหลากในรอบ 5 ปี และ 10 ปี ขยายแผ่กว้างไปทางทิศใต้มากขึ้นตามลำดับ ส่วนน้ำที่ล้นถนนฝั่งซ้ายของแม่น้ำไหลไปตามความลาดจากทิศใต้ไปยังทิศเหนือ น้ำหลากได้แผ่กระจายสู่ที่ลุ่มคลองธรรมชาติและคลองระบายน้ำ และพบพื้นที่น้ำหลากในรอบ 5 ปี และ 10 ปี แผ่กว้างจนถึงถนนสาย 3204

ปริมาณน้ำที่ไหลล้นถนนทั้งสองฝั่งได้ไหลไปสะสมอยู่บริเวณแนวคันกันน้ำเดิมบริเวณอ่าวไทย เนื่องจากไม่สามารถระบายน้ำผ่านประตูระบายน้ำบริเวณคันกันน้ำได้ทัน

จากการบูรณาการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับแบบจำลองอุทกวิทยา เพื่อจำลองชลภาพและระดับน้ำหลาก บริเวณพื้นที่ประสบอุทกภัยในลุ่มน้ำเพชรบุรี อาจสรุปได้ว่า การนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาใช้งานร่วมกับแบบจำลองทางอุทกวิทยา โดยอาศัยการวิเคราะห์สามมิติจากข้อมูลเส้นชั้นความสูงและระดับความสูงที่มีความละเอียด 1 เมตรหรือน้อยกว่า สามารถคำนวณค่าสัญญาณของทางน้ำ ณ ตำแหน่งต่างๆ ที่ต้องการได้และมีความถูกต้องกว่าการทำด้วยมือ นอกจากนี้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ยังช่วยแสดงผลจากแบบจำลอง HEC-RAS ได้ชัดเจนและเข้าใจได้ง่ายขึ้นในรูปแบบของแผนที่ เนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองจะแสดงเป็นตัวเลขหรือในรูปแบบที่ผู้ใช้ต้องมีความเข้าใจโปรแกรมเป็นอย่างดี และอาจใช้เวลานานในการแปลความหมาย ด้านแบบจำลองที่นำมาใช้นี้ สามารถจำลองชลภาพน้ำท่าและระดับน้ำ ณ ตำแหน่งต่างๆ บนทางน้ำเปิด โดยต้องมีข้อมูลครบตามที่แบบจำลองต้องการ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาลักษณะน้ำหลากในพื้นที่ที่ไม่มีสถานีวัดน้ำท่า ทั้งนี้การจำลองเหตุการณ์ด้วยแบบจำลอง จะต้องทำการปรับเทียบค่าพารามิเตอร์บางตัว ซึ่งขั้นตอนนี้ต้องใช้เวลาในการปฏิบัติงานนาน เนื่องจากน้ำหลากแต่ละเหตุการณ์ จะมีสาเหตุมาจากทั้งธรรมชาติที่ไม่อาจควบคุมได้และจากการกระทำของมนุษย์ เป็นผลให้แต่ละเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นมีความแตกต่างกันได้มาก ในการปรับเทียบแบบจำลองจึงต้องปรับและยอมรับค่าพารามิเตอร์ ที่ทำให้ผลลัพธ์จากการคำนวณมีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลจริงหลายๆ ปี ที่เลือกมาให้มากที่สุด

6.2 ข้อเสนอแนะ

1) จากการศึกษาและทดลองใช้แบบจำลอง HEC-HMS และแบบจำลอง HEC-RAS ทำให้ทราบว่าแบบจำลองทั้งสองจะให้ผลลัพธ์ที่น่าพอใจ เฉพาะพื้นที่ที่มีการไหลของน้ำในทิศทางเดียว ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของน้ำหลาก ระดับน้ำ และทำแผนที่น้ำหลากจากข้อมูลระดับน้ำ เฉพาะบริเวณสองฝั่งแม่น้ำเพชรบุรี ซึ่งประกอบด้วย แนวร่องน้ำของแม่น้ำเพชรบุรีและที่ราบน้ำท่วมถึงที่อยู่ภายในแนวถนนเลียบบแม่น้ำ ส่วนพื้นที่สองด้านจากแนวถนนเลียบบแม่น้ำออกไปนั้น มีน้ำหลากเคลื่อนที่ในลักษณะแผ่กระจายไปตามความลาดเทของลักษณะภูมิประเทศ ซึ่งเป็นการไหลในหลายทิศทาง ซึ่งไม่เหมาะที่จะใช้แบบจำลอง HEC-HMS และแบบจำลอง HEC-RAS งานวิจัยนี้ได้ทำแผนที่น้ำหลากในบริเวณนี้โดยใช้แผนที่ที่สำรวจจากพื้นที่จริง กับแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข ผลที่ได้จึงเป็นเพียงการอนุมานจากข้อมูลเท่าที่มีอยู่ แต่

การทำแผนที่น้ำหลากในบริเวณที่มีน้ำไหลในหลายทิศทาง อาจทำได้โดยใช้แบบจำลองชลศาสตร์สองมิติ ซึ่งต้องใช้ข้อมูลลักษณะของพื้นที่ที่มีรายละเอียดมาก

2) งานวิจัยนี้ใช้เทคนิคการเชื่อมต่อระหว่างระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับแบบจำลองอุทกวิทยา/ชลศาสตร์ เป็นการประกบแบบหลวม ทำให้ผู้วิจัยต้องเป็นผู้ถ่ายโอนข้อมูลระหว่างโปรแกรมด้วยตนเองทุกขั้นตอน ทั้งวิธีการกรอกค่าและการนำเข้า (import) ข้อมูล ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานหลายขั้นตอน และอาจเกิดความผิดพลาดในการกรอกข้อมูลได้ ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาการนำเทคนิคการเชื่อมต่อระหว่างระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และแบบจำลองแบบฝังตัว เช่น นำแบบจำลองฝังเข้าไปในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จะช่วยลดขั้นตอนการทำงานและลดความผิดพลาดในการถ่ายโอนข้อมูลได้

3) บริเวณที่ทำการศึกษาคือพื้นที่ที่ประสบปัญหาอุทกภัยเป็นประจำ โดยเฉพาะบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึงแม่น้ำเพชรบุรีซึ่งมีถนนขนานทั้งสองข้าง และบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงคันกั้นน้ำเดิมจะมีน้ำท่วมขังเป็นเวลานาน ปริมาณน้ำที่ทำให้เกิดน้ำไหลป่าและท่วมบริเวณที่ลุ่มนี้ส่วนใหญ่มาจากห้วยแม่ประจันต์และห้วยผาก ดังนั้นจำเป็นต้องมีการวางแผนและจัดการ เพื่อป้องกันน้ำท่วมตั้งแต่ด้านเหนือเขื่อนเพชร โดยลดขนาดน้ำที่จะไหลลงสู่ที่ราบลุ่ม มีการกักเก็บน้ำจากลำน้ำสาขาทั้งสอง ก่อนที่จะไหลมารวมกับแม่น้ำเพชรบุรี ส่วนพื้นที่ด้านท้ายเขื่อนเพชรซึ่งต้องประสบกับปัญหาน้ำไหลป่าเข้าท่วมพื้นที่ ซึ่งต้องมีการวางแผนป้องกันอุทกภัย เช่น ขุดลอกแม่น้ำเพชรบุรีและคูคลองต่างๆ ก่อนถึงหน้าฝน ขยายขนาดท่อลอดตามถนนต่างๆ และขยายประตูระบายน้ำและเร่งระบายน้ำบริเวณคันกั้นน้ำลงสู่อ่าวไทย เป็นต้น นอกจากนี้ควรนำแผนที่น้ำหลากจากหน่วยงานต่างๆ มาใช้ร่วมกับการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อลดความสูญเสียที่จะเกิดจากอุทกภัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมชลประทาน. 2537. 92 ปีกรมชลประทาน. กรมชลประทาน.

เกษม จันทร์แก้ว. 2526. หลักการจัดการลุ่มน้ำ. ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ

คณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, สำนักงาน. การศึกษาศักยภาพการพัฒนาลุ่มน้ำลุ่มน้ำเพชรบุรี. จัดทำโดย ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ สถาบันวิจัยและพัฒนา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2537.

โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเพชรบุรี. 2546. แผนงานการระบายในลุ่มน้ำเพชรบุรี. เพชรบุรี.

ประกอบ วิโรจนกุฎ. 2539. อุทกวิทยาของน้ำผิวดิน. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ประกอบ วิโรจนกุฎ. 2539. อุทกวิทยาของน้ำผิวดิน. (อ้างถึง Company, New York). มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ปราณี เจริญยิ่ง. 2542. การวิเคราะห์อุทกภัยและพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยบริเวณ อำเภอเมืองจังหวัดชุมพร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไพโรจน์ เกรียงศิริ. 2538. การประยุกต์ใช้โปรแกรม HEC-2 สำหรับวิศวกรรมโยธา และทรัพยากรน้ำ. หจก.สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซนเตอร์, กรุงเทพฯ.

ไพศาล ฉัตรวิริยาวงค์. 2538. การพัฒนาโปรแกรมสำหรับการใส่ค่าโปรแกรม HEC. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิภารัตน์ สถฤชัยกุล. 2542. การต่อเชื่อมระหว่างแบบจำลองชลศาสตร์กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิโรจน์ ชัยธรรม. 2528. อุทกวิทยา. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วีระพล แต่สมบัติ. 2528. อุทกวิทยาประยุกต์. ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วีระพล แต่สมบัติ. 2531. อุทกวิทยาประยุกต์. ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สรวิทย์ กลิ่นดาว. 2542. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ : หลักการเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

อินทิรา เศวตประชิดกุล. 2538. สภาวะการเกิดน้ำหลากในลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนล่าง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อรอนงค์ พิณจิวพัฒนานนท์. 2543. การทำแผนที่ความเสี่ยงต่ออุทกภัยในลุ่มน้ำเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาภูมิศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Bedient, P.B. and Huber, W.C., 1988. Hydrology and Floodplain Analysis. Addison-Wesley Publishing Co.

Chow, V.T., Maidment, D.R., Mays, L.W., 1988. Applied Hydrology. Mc Graw, Hill Book.

Dunn, C.N., 2000. Hydrologic Modeling for the Sacramento and San Joaquin Basins Using GeoHMS. Proceedings of the 20th ESRI International User Conference[Online]. Environmental System Research Institute, Inc. Available from: <http://www.esri.com/library/userconf/pro00/professional/papers/PAP733/p733.html> [2002, May 31]

Environmental System Research Institute, Inc., 1994. Cell-base Modeling with GRID. United States of America.

Environmental System Research Institute, Inc., 1997. Using ArcView 3D Analyst. United States of America.

Evans, T.A., 2000. Extending Hydraulic Engineering Applications of GIS: New Features in HEC-GeoRAS. Proceedings of the 20th ESRI International User Conference[Online]. Environmental System Research Institute, Inc. Available from: <http://www.esri.com/library/userconf/pro00/professional/papers/PAP737/p487.html> [2002, May 31]

Ginn-Yein, C. 1996. Integration of GIS, Remote Sensing and Hydrological Model for Runoff Simulation. AIT thesis. Asian Institute of technology Bangkok. Thailand.

Graeme, F. B., 1997. Geographic Information System for Geoscientists : Modeling with GIS. Geological Survey of Canada, Ottawa, Ontario, Canada.

- Halley, M., 2000. ArcView GIS Extension for Estimating Curve Numbers. Proceedings of the 20th ESRI International User Conference[Online]. Environmental System Research Institute, Inc. Available from: <http://www.esri.com/library/userconf/pro00/professional/abstracts/a657.html>[2002, May 31]
- HEC., 2000. Technical Reference Manual HEC-HMS Hydrologic Modeling System Version 2.0 , US Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center, U.S.A. 498 p.
- Huynen, S., 2001. Facilitating Watershed Coordination Through GIS in Southern California. Proceedings of the 21st ESRI International User Conference[Online]. Environmental System Research Institute, Inc. Available from: <http://www.esri.com/library/userconf/pro01/professional/papers/pap387/p387.html>[2002, May 31]
- Jennings, D.B. and Jarnagin, S.T., 2001. Using GIS and Aerial Photography to Determine a Historical Impervious Surface/Streamflow Relationship. Proceedings of the 21st ESRI International User Conference[Online]. Environmental System Research Institute, Inc. Available from: <http://www.esri.com/library/userconf/pro01/professional/abstracts/a555.html>[2002, May 31]
- Jirakajohnkool, S., 1997. Runoff Analysis for Weir Suitability Using Remote Sensing and Ginn-Yein, Ch. 1996. Integration of GIS, Remote Sensing and Hydrological Model for Runoff Simulation. AIT thesis. Asian Institute of technology Bangkok. Thailand.
- Maidment, D.R., 1996. GIS and Hydrologic Modeling – an Assessment of Progress. Presented at 3rd International Conference on GIS and Environmental Modeling[Online]. Civil Engineering, The University of Texas at Austin. Available from: <http://www.ce.utexas.edu/prof/maidment/gishydro/meetings/santafe/santafe.htm>. [2002 February, 23]
- Robbins, C. and Phipps, S.P. 1996. GIS/Water Resources Tools for Performing Floodplain Management Modeling Analysis. Proceedings of AWRA Symposium on GIS and Water Resources[Online]. American Water Resources Association. Available from: <http://www.awra.org/proceedings/gis32/woolprt3/>[2002, March 21]

- Sekuler, L. and Yingling, B., 2001. Stream Floodplain Delineation Using Three-Dimensional GIS. Proceedings of the 21st ESRI International User Conference[Online]. Environmental System Research Institute, Inc. Available from: <http://www.esri.com/library/userconf/pro01/professional/papers/pap525/p525.html> [2002, May 31]
- Stuart, N. and Stocks, C., 1993. Hydrological modelling within GIS: an Integrated approach. Proceedings of the Vienna Conference. April. P 319-329 <http://www.petris.com/news/documents/wpHydrologic.html>[2002, March 16]

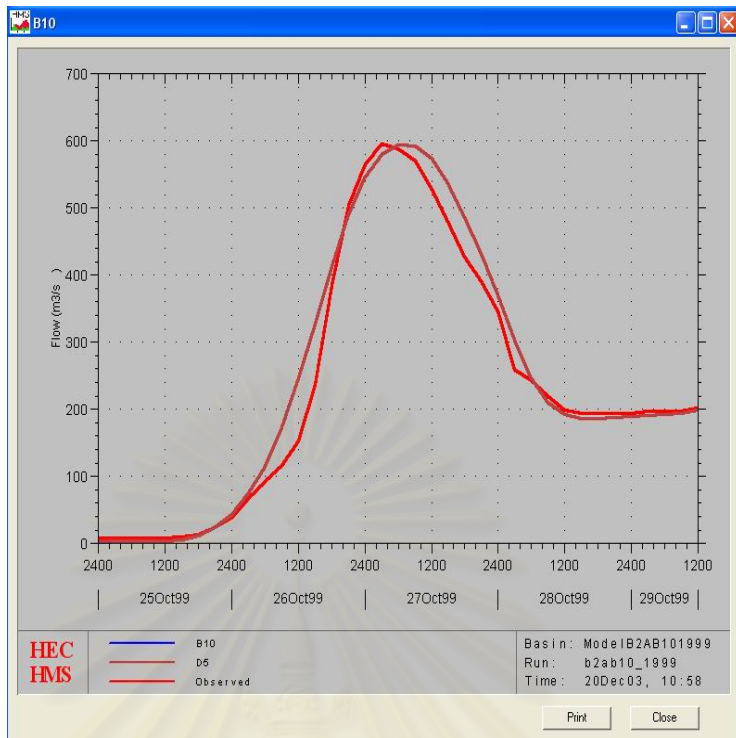


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

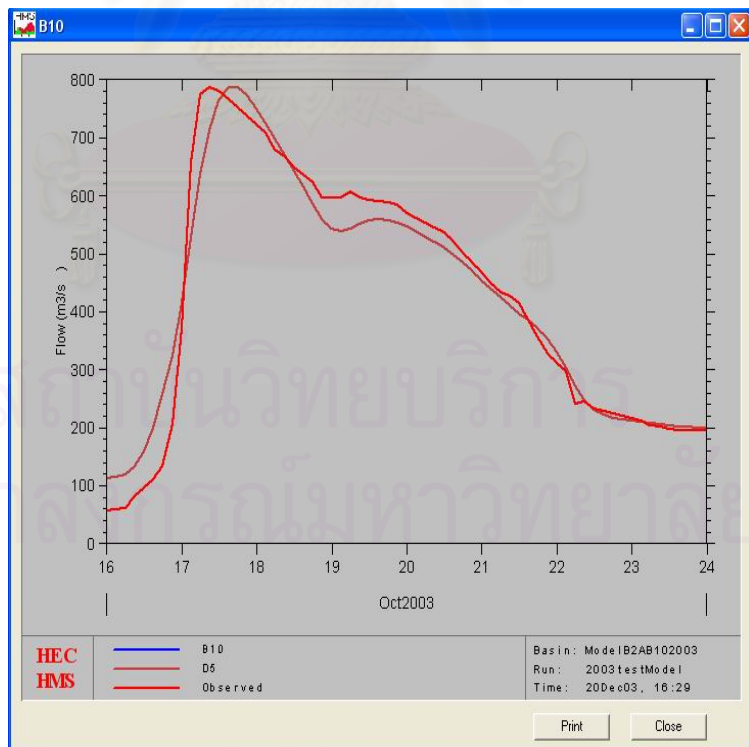


ภาคผนวก ก

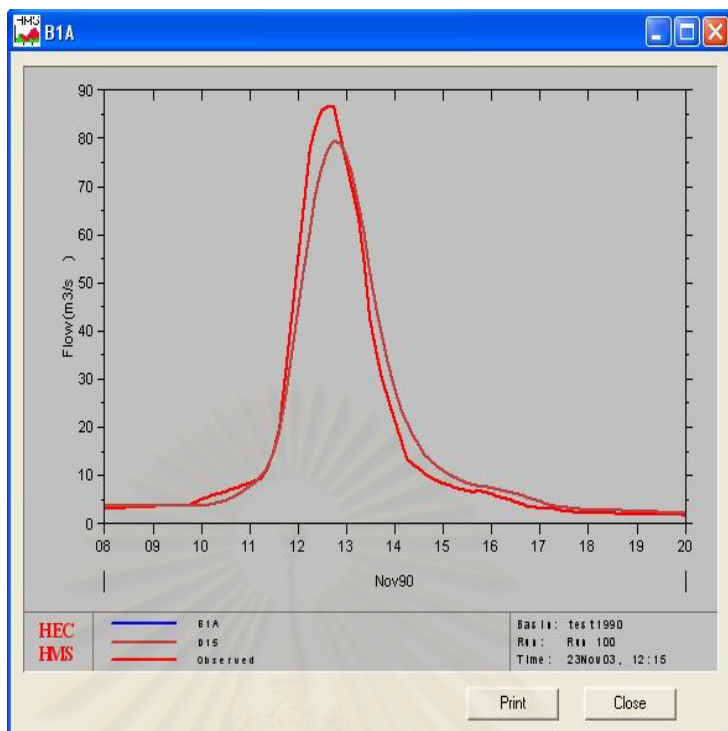
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



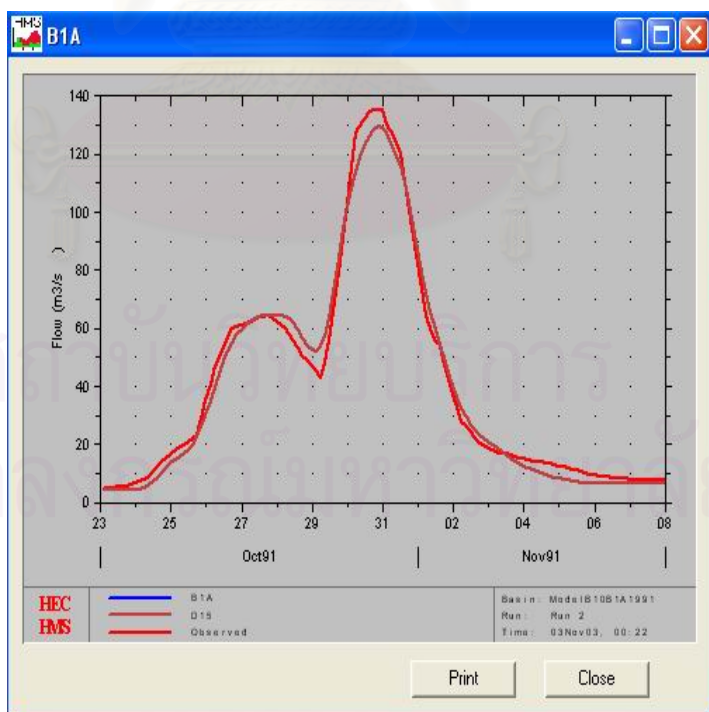
ภาพผนวก ก-1 เปรียบเทียบชลภาพน้ำท่าจากแบบจำลองกับข้อมูลจริง ณ สถานี B10
ช่วงเวลา 25 – 29 ตุลาคม 2542



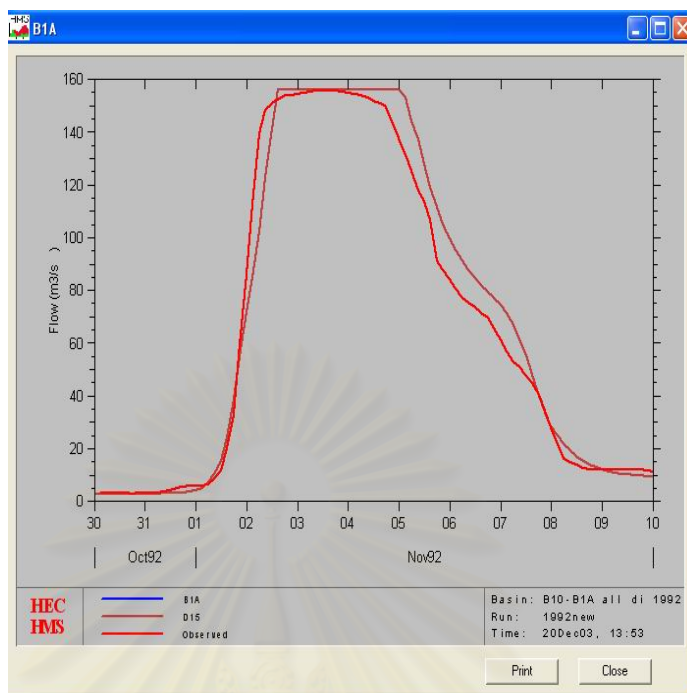
ภาพผนวก ก-2 เปรียบเทียบชลภาพน้ำท่าจากแบบจำลองกับข้อมูลจริง ณ สถานี B10
ช่วงเวลา 16 – 24 ตุลาคม 2546



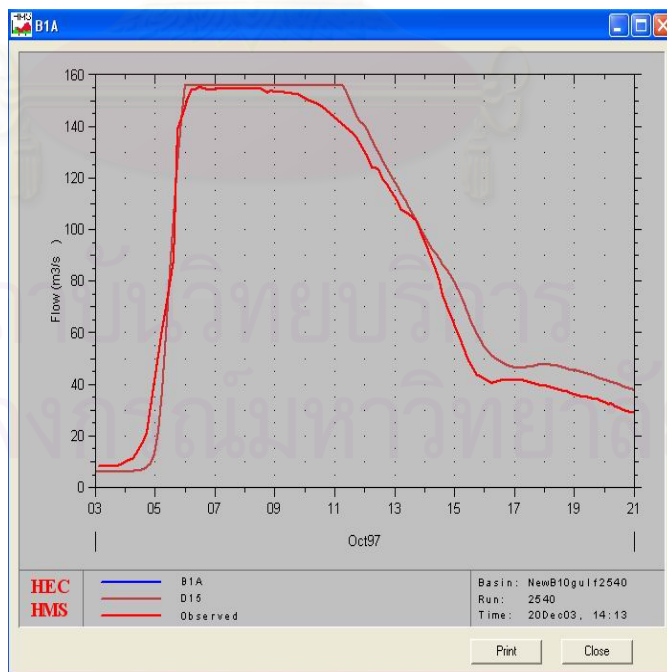
ภาพผนวก ก-3 เปรียบเทียบชลภาพน้ำท่าจากแบบจำลองกับข้อมูลจริง ณ สถานี B1A
ช่วงเวลา 8 - 19 ตุลาคม 2533



ภาพผนวก ก-4 เปรียบเทียบชลภาพน้ำท่าจากแบบจำลองกับข้อมูลจริง ณ สถานี B1A
ช่วงเวลา 23 ตุลาคม – 7 พฤศจิกายน 2534



ภาพผนวก ก-5 เปรียบเทียบชลภาพน้ำท่าจากแบบจำลองกับข้อมูลจริง ณ สถานี B1A
ช่วงเวลา 30 ตุลาคม – 9 พฤศจิกายน 2535

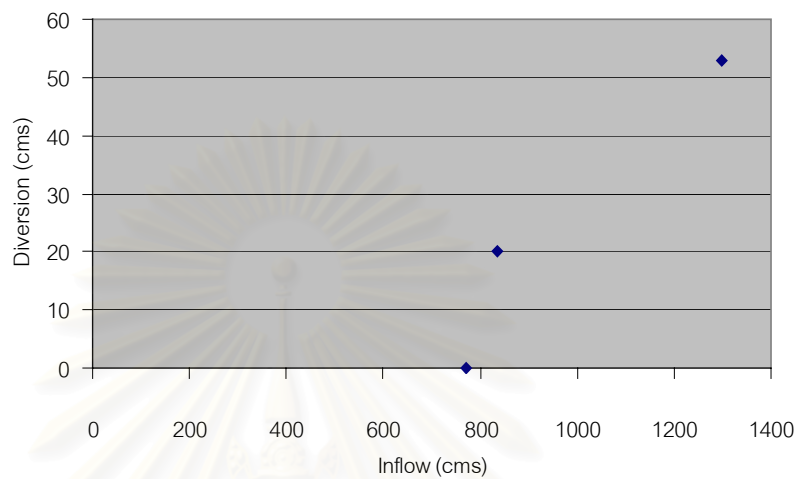


ภาพผนวก ก-6 1 เปรียบเทียบชลภาพน้ำท่าจากแบบจำลองกับข้อมูลจริง ณ สถานี B1A
ช่วงเวลา 3 – 20 ตุลาคม 2540

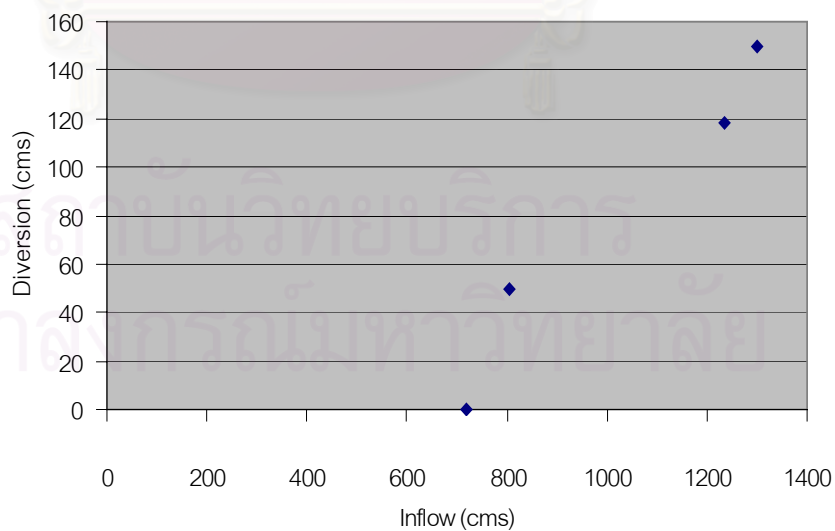


ภาคผนวก ข

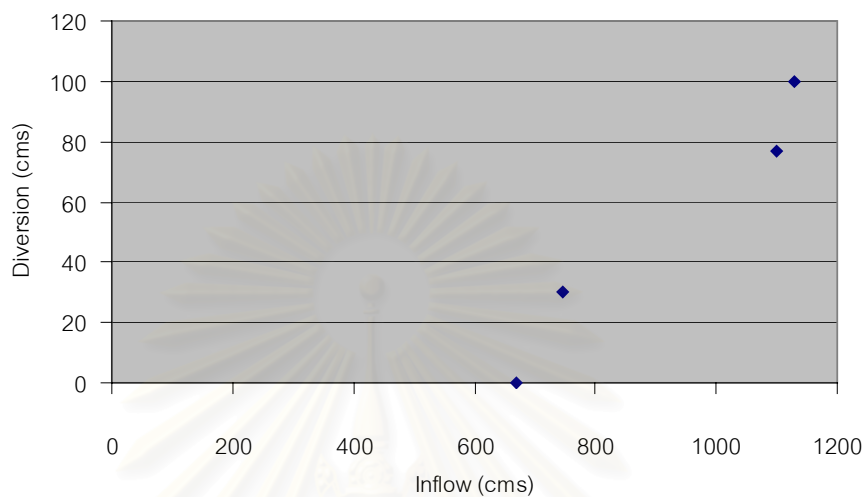
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



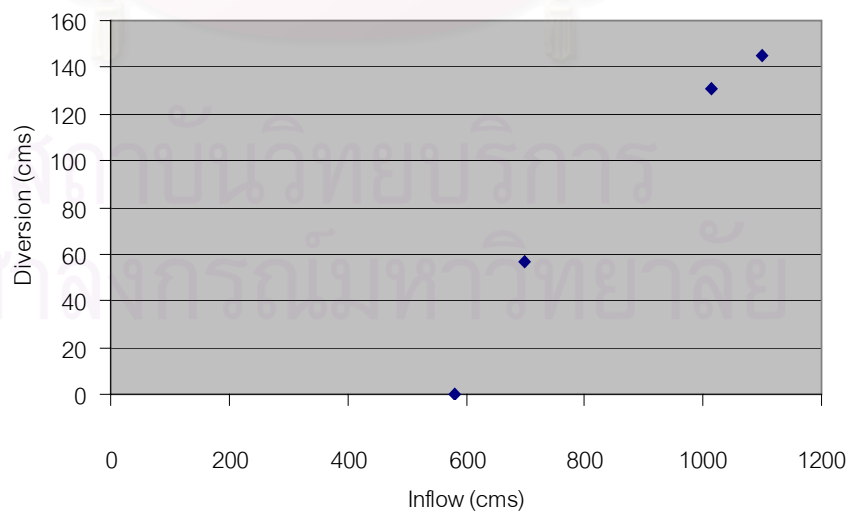
ภาพผนวก ข-1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำไหลเข้ากับปริมาณน้ำล้น ช่วงทางน้ำที่ 53-51



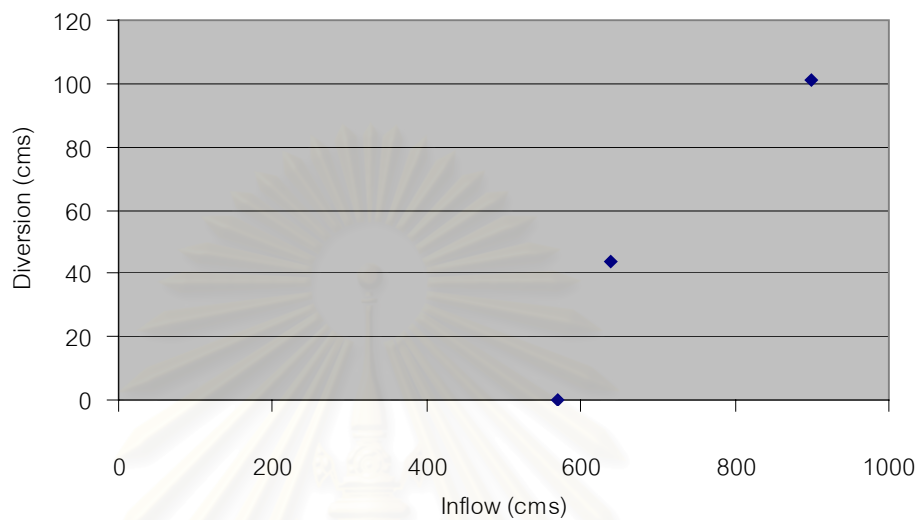
ภาพผนวก ข-2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำไหลเข้ากับปริมาณน้ำล้น ช่วงทางน้ำที่ 51-49



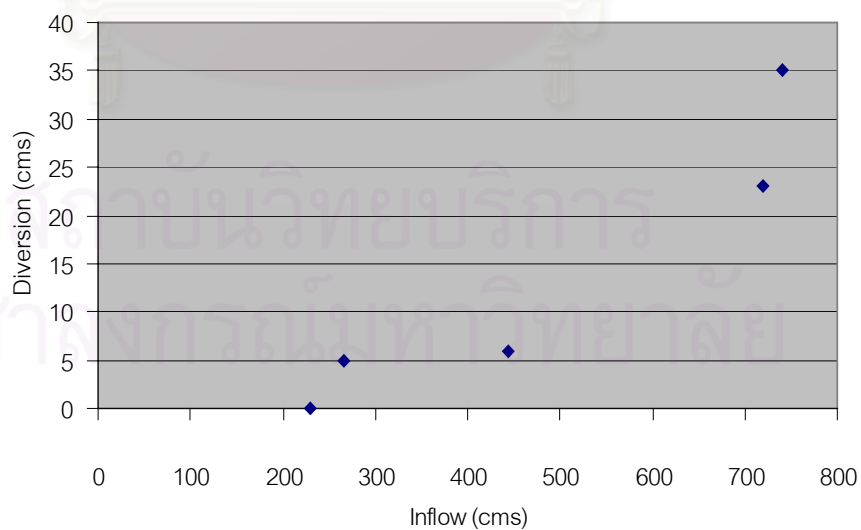
ภาพผนวก ข-3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำไหลเข้ากับปริมาณน้ำล้น ช่วงทางน้ำที่ 49-47



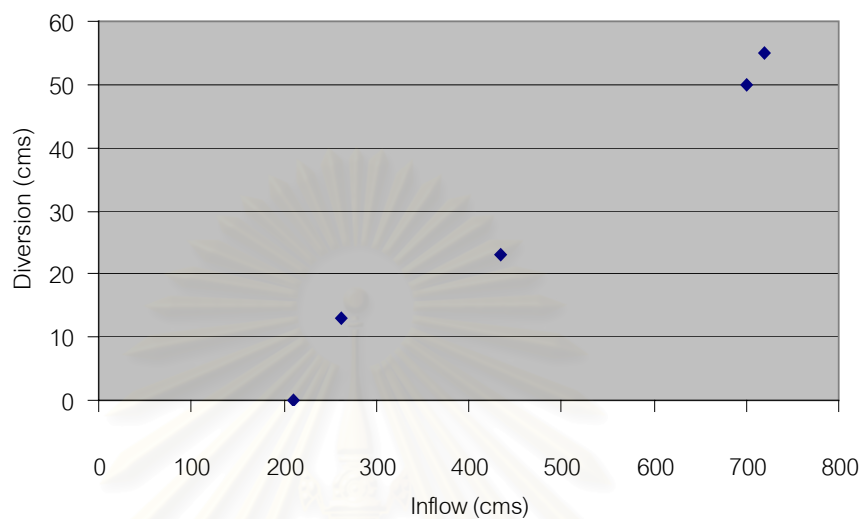
ภาพผนวก ข-4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำไหลเข้ากับปริมาณน้ำล้น ช่วงทางน้ำที่ 47-45



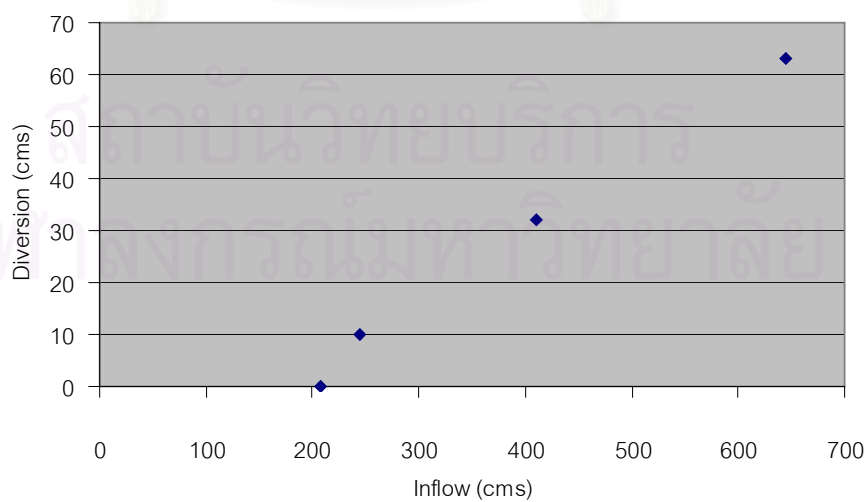
ภาพผนวก ข-5 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำไหลเข้ากับปริมาณน้ำล้น ช่วงทางน้ำที่ 45-43



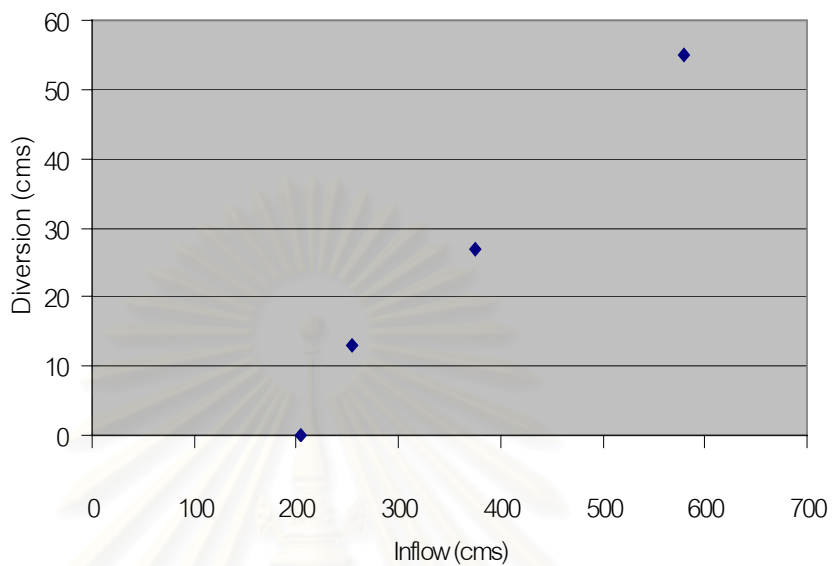
ภาพผนวก ข-6 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำไหลเข้ากับปริมาณน้ำล้น ช่วงทางน้ำที่ 43-41



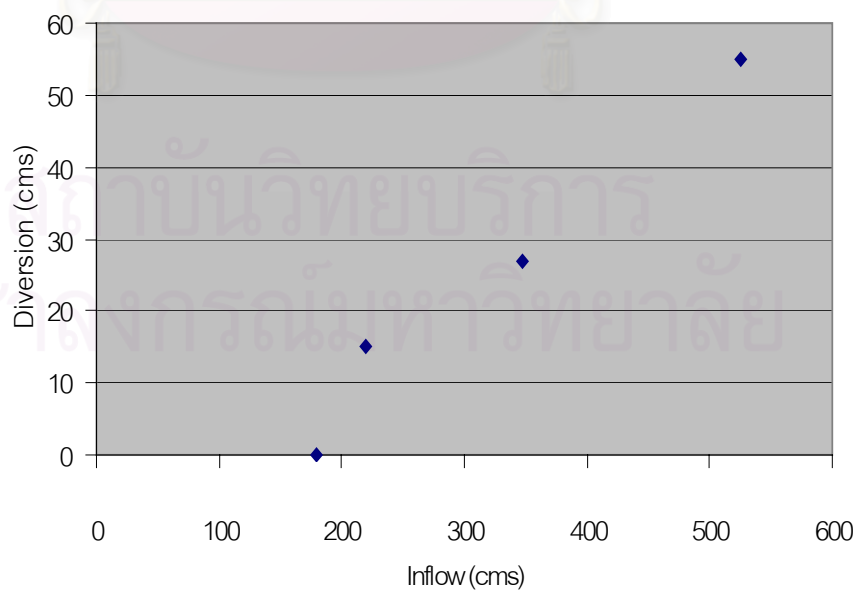
ภาพผนวก ข-7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำไหลเข้ากับปริมาณน้ำล้น ช่วงทางน้ำที่ 41-39



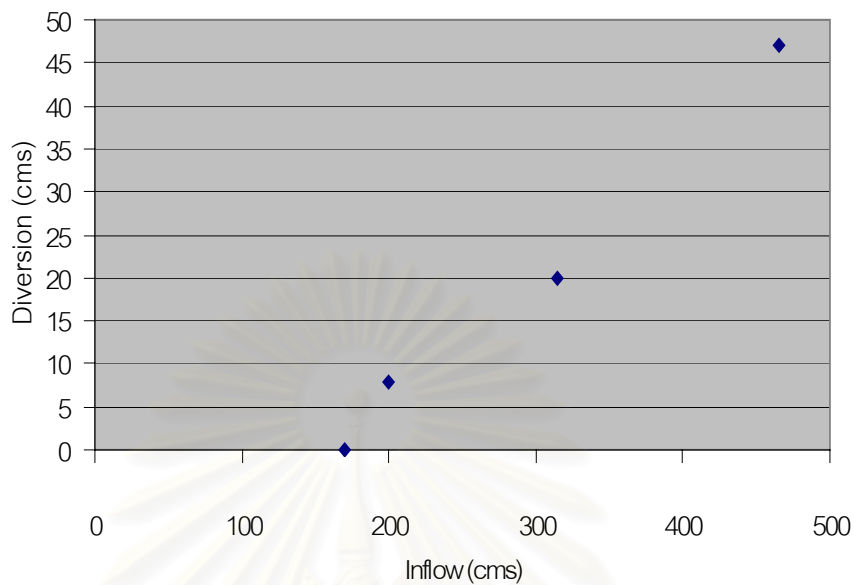
ภาพผนวก ข-8 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำไหลเข้ากับปริมาณน้ำล้น ช่วงทางน้ำที่ 39-37



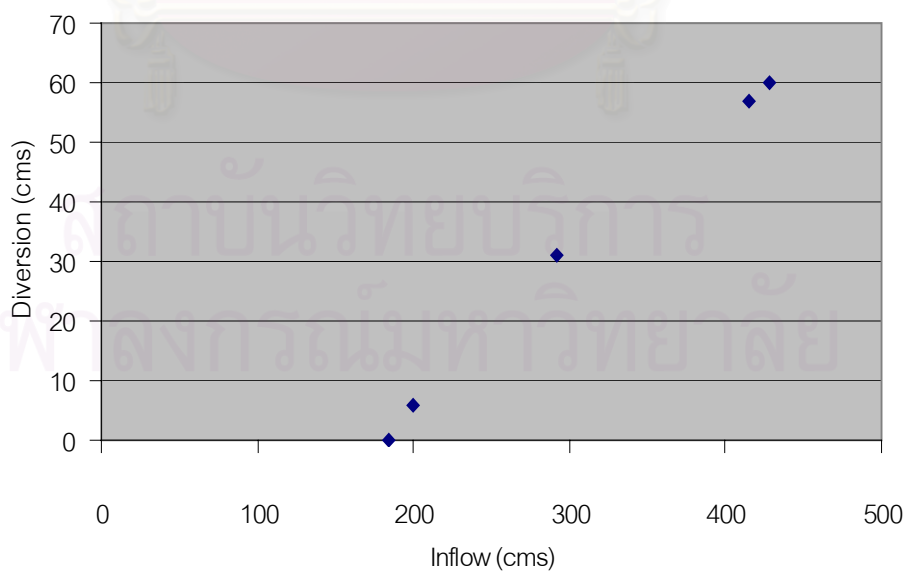
ภาพผนวก ข-9 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำไหลเข้ากับปริมาณน้ำผัน ช่วงทางน้ำที่ 37-35



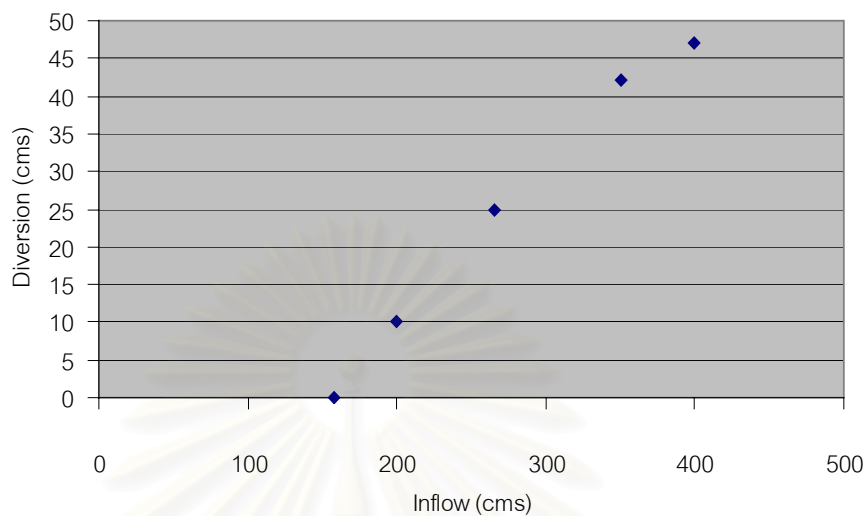
ภาพผนวก ข-10 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำไหลเข้ากับปริมาณน้ำผัน ช่วงทางน้ำที่ 35-33



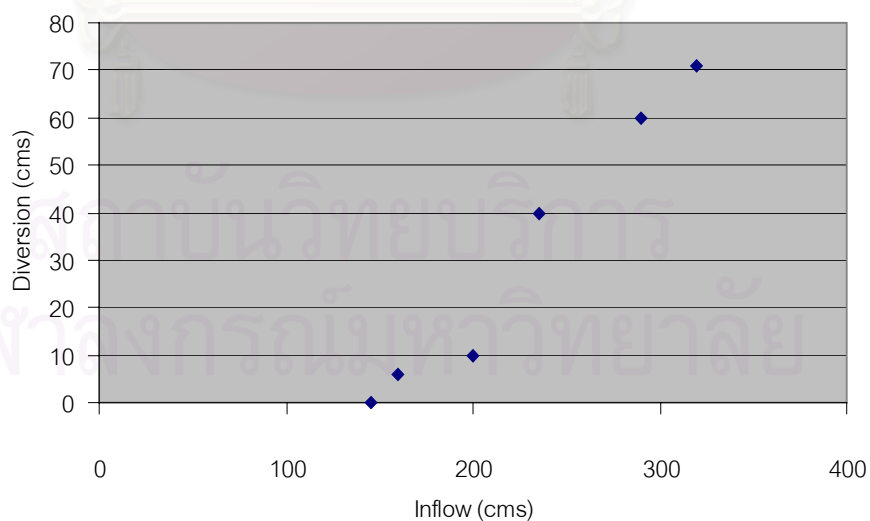
ภาพผนวก ข-11 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำไหลเข้ากับปริมาณน้ำล้น ช่วงทางน้ำที่ 33-31



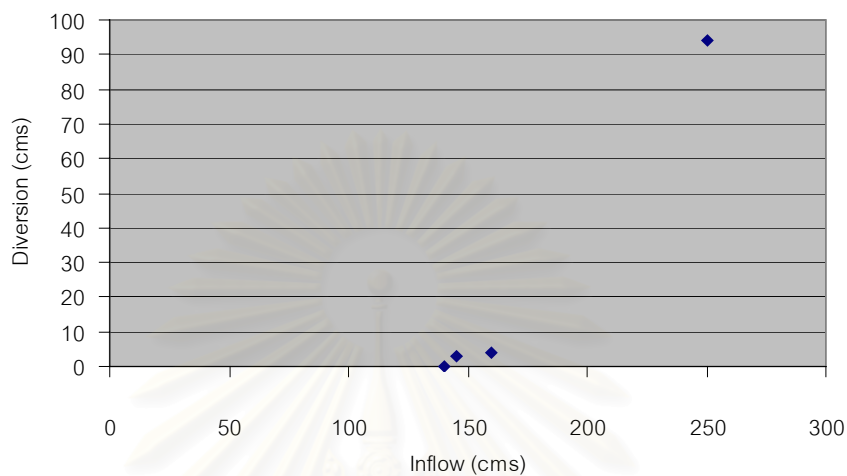
ภาพผนวก ข-12 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำไหลเข้ากับปริมาณน้ำล้น ช่วงทางน้ำที่ 31-29



ภาพผนวก ข-13 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำไหลเข้ากับปริมาณน้ำล้น ช่วงทางน้ำที่ 29-27



ภาพผนวก ข-14 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำไหลเข้ากับปริมาณน้ำล้น ช่วงทางน้ำที่ 27-25



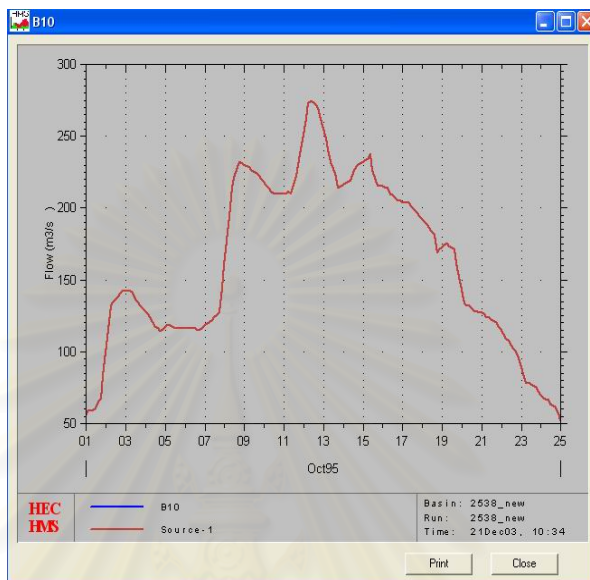
ภาพผนวก ข-15 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำไหลเข้ากับปริมาณน้ำล้น ช่วงทางน้ำที่ 25-23

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

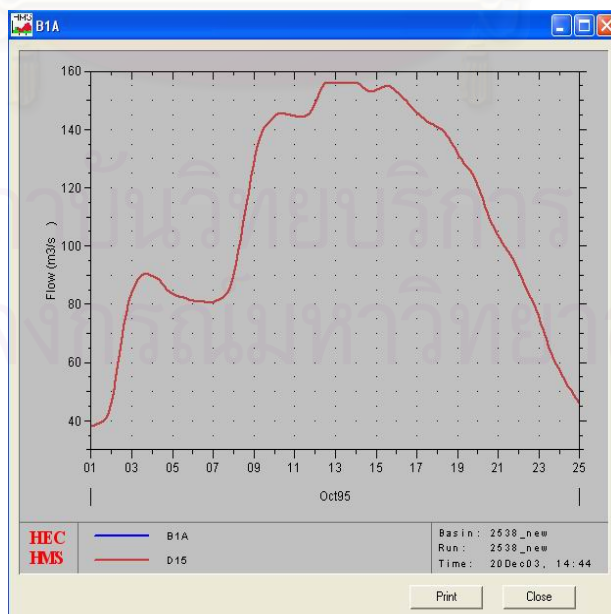


ภาคผนวก ค

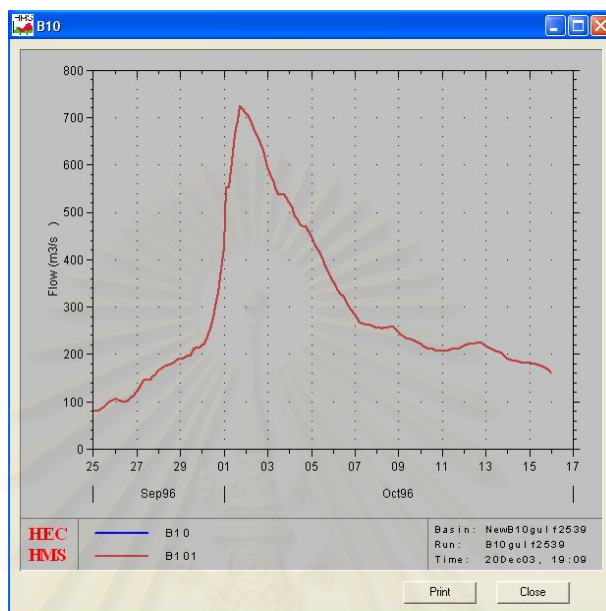
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



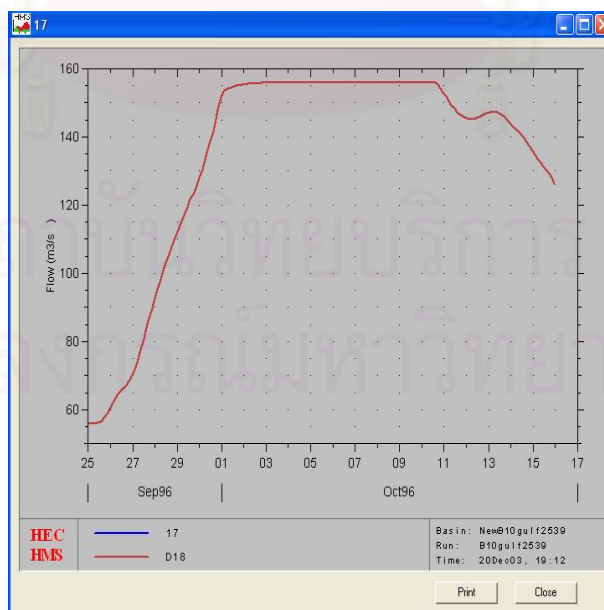
ภาพผนวก ค-1 ซลภาพน้ำหลาก ณ รูปตัดขวางที่ 43 (สถานี B10) ช่วงเวลา 1-24 ตุลาคม 2538



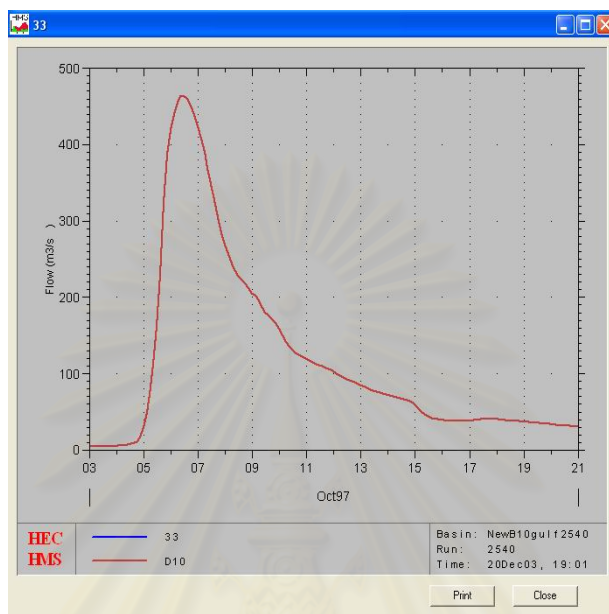
ภาพผนวก ค-2 ซลภาพน้ำหลาก ณ รูปตัดขวางที่ 23 (สถานี B1A) ช่วงเวลา 1-24 ตุลาคม 2538



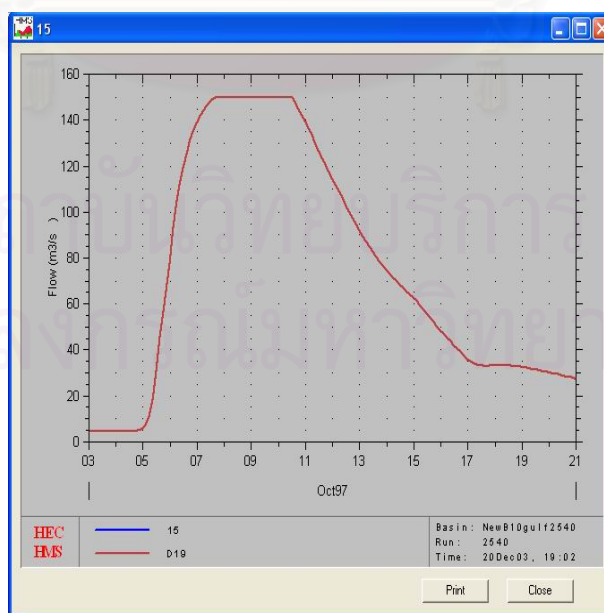
ภาพผนวก ค-3 ซลภาพน้ำหลาก ณ รูปตัดขวางที่ 43 (สถานี B10) ช่วงเวลา 25 กันยายน - 15 ตุลาคม 2539



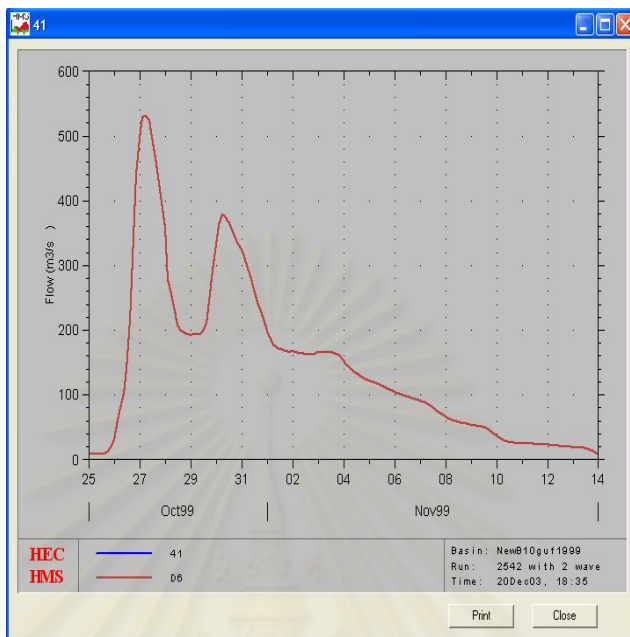
ภาพผนวก ค-4 ซลภาพน้ำหลาก ณ รูปตัดขวางที่ 17 (บ้านวัดสะพานยายนม)
ช่วงเวลา 25 กันยายน - 15 ตุลาคม 2539



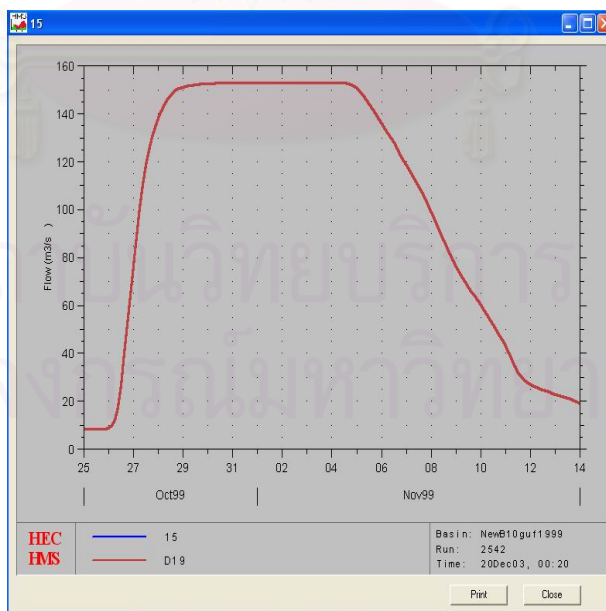
ภาพผนวก ค-5 ซลภาพน้ำหลาก ณ รูปตัดขวางที่ 33 (บ้านท่าศาลาเขื่อน) ช่วงเวลา 3-20 ตุลาคม 2540



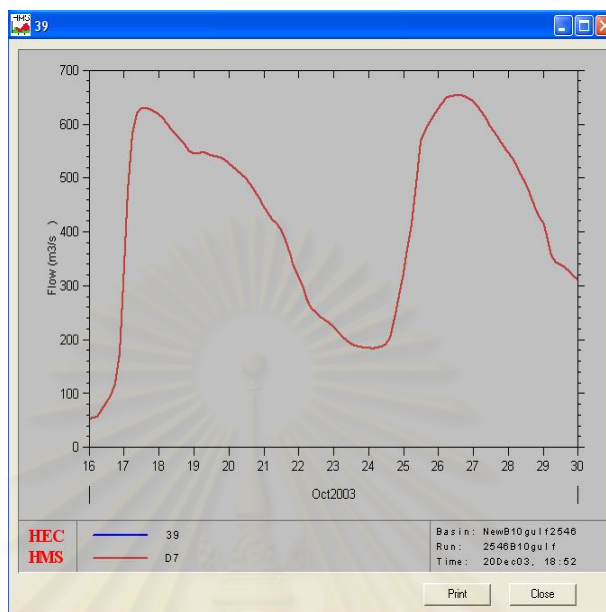
ภาพผนวก ค-6 ซลภาพน้ำหลาก ณ รูปตัดขวางที่ 15 (วัดบวรไธทอง) ช่วงเวลา 3-20 ตุลาคม 2540



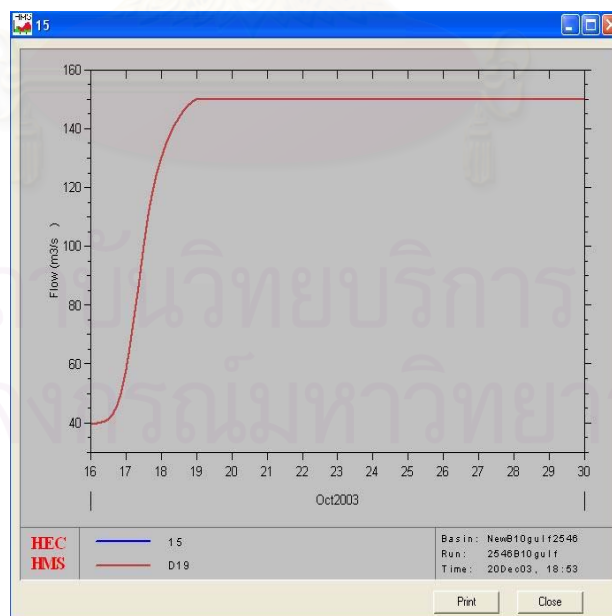
ภาพผนวก ค-7 ซลภาพน้ำหลาก ณ รูปตัดขวางที่ 41 (บ้านท่ากระเทียม)
ช่วงเวลา 25 ตุลาคม – 13 พฤศจิกายน 2542



ภาพผนวก ค-8 ซลภาพน้ำหลาก ณ รูปตัดขวางที่ 15 (วัดบวรไทรทอง)
ช่วงเวลา 25 ตุลาคม – 13 พฤศจิกายน 2542



ภาพผนวก ค-9 ซลภาพน้ำหลาก ณ รูปตัดขวางที่ 39 (บ้านไสคาน)
ช่วงเวลา 16-29 ตุลาคม 2546

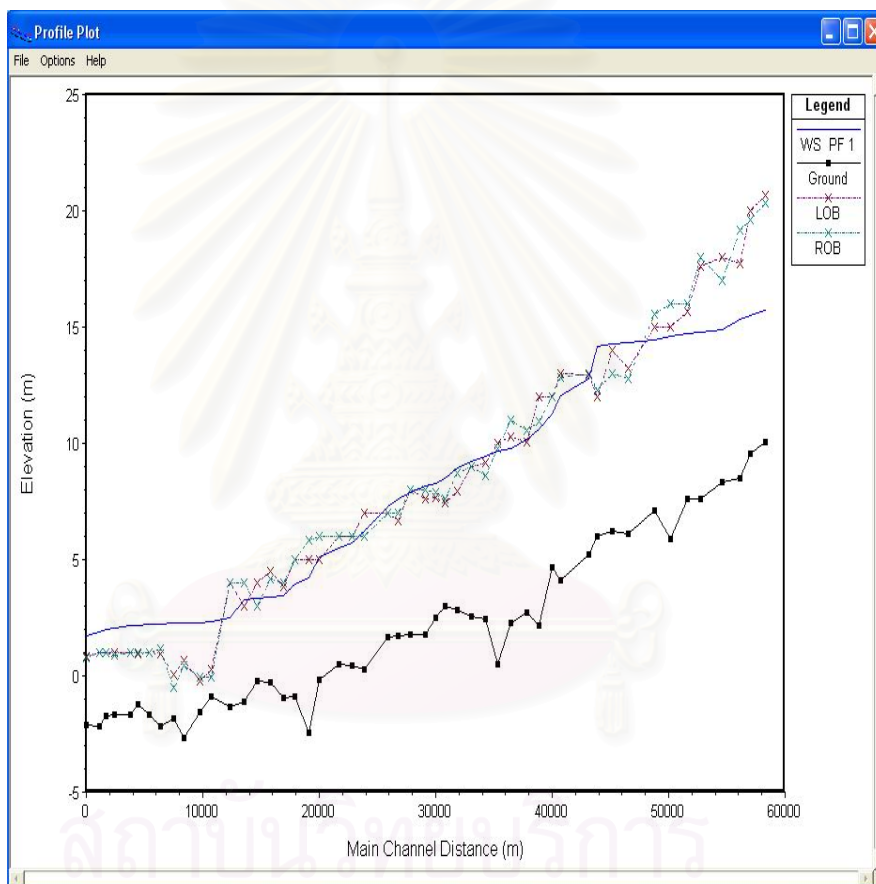


ภาพผนวก ค-10 ซลภาพน้ำหลาก ณ รูปตัดขวางที่ 15 (วัดบวรไคทอง)
ช่วงเวลา 16-29 ตุลาคม 2546

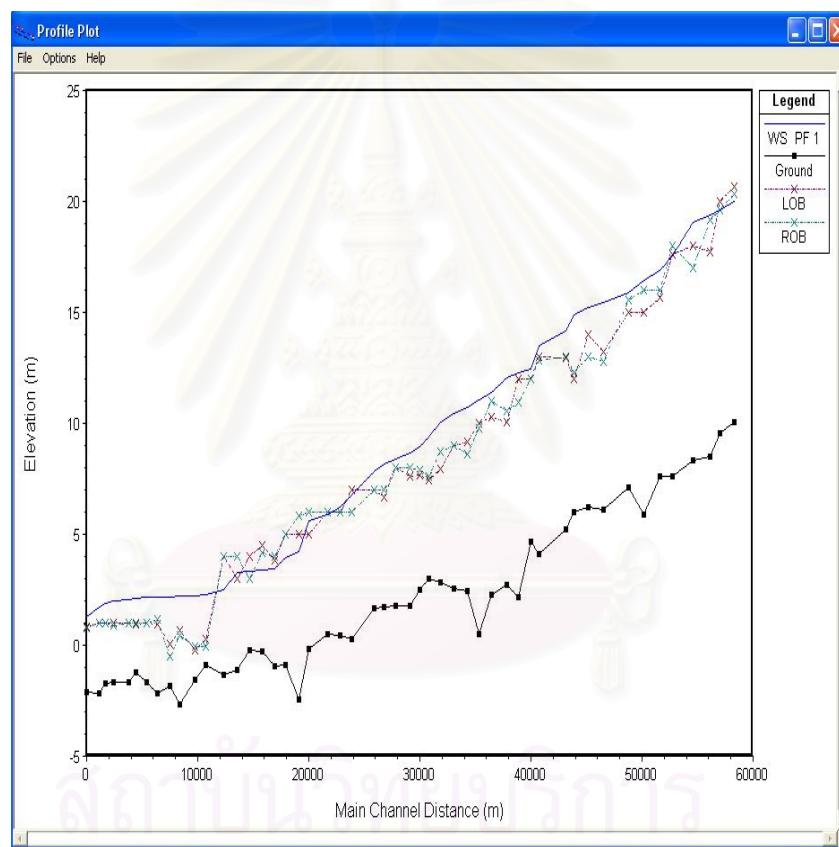


ภาคผนวก ง

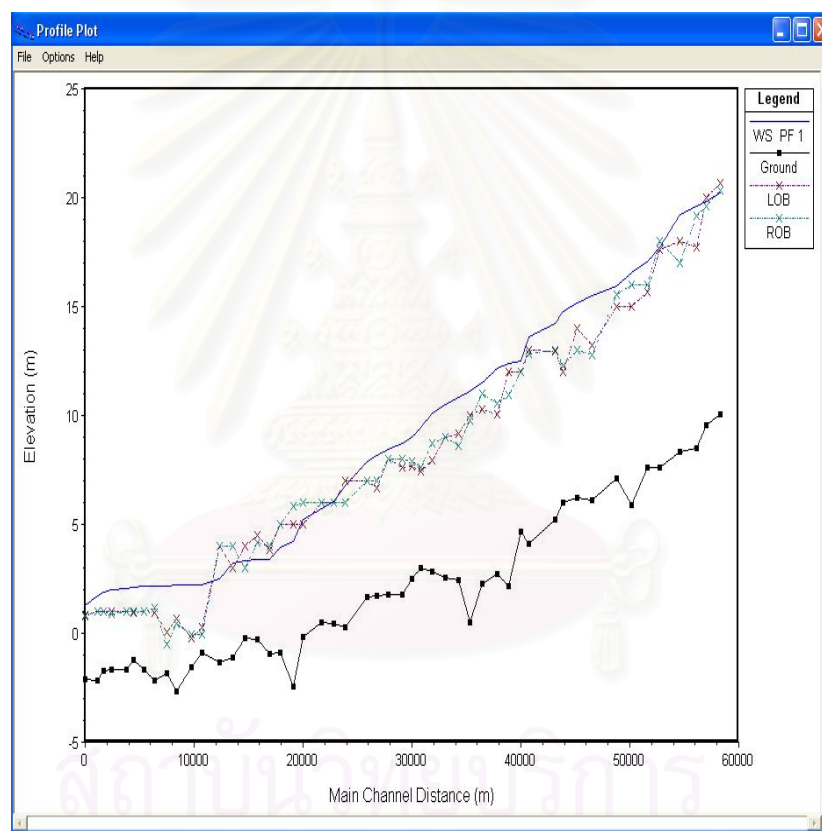
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



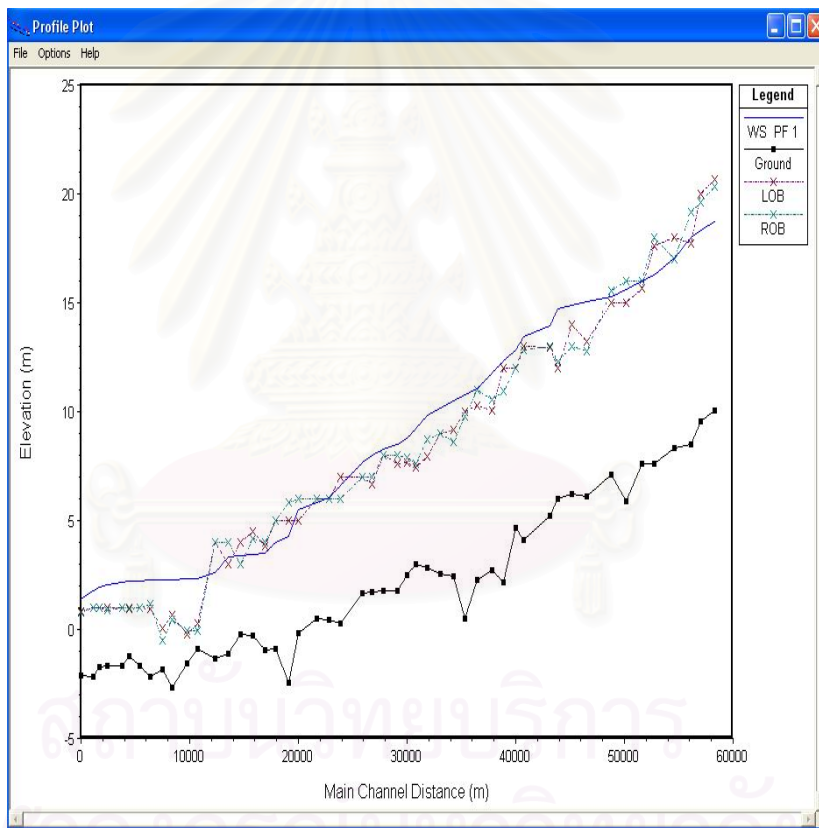
ภาพผนวก ง-1 รูปตัดตามยาวแม่น้ำเพชรบุรี และระดับน้ำสูงสุด
 ช่วงเวลา 1-24 ตุลาคม 2538



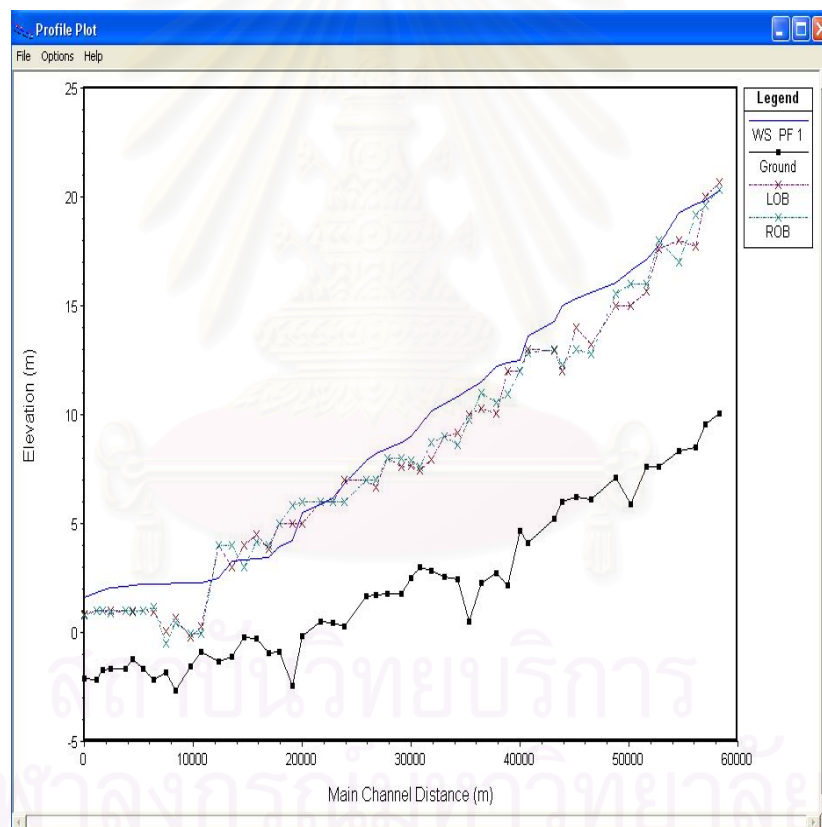
ภาพผนวก ง-2 รูปตัดตามยาวแม่น้ำเพชรบุรี และระดับน้ำสูงสุด
ช่วงเวลา 25 กันยายน - 15 ตุลาคม 2539



ภาพผนวก ง-3 รูปตัดตามยาวแม่น้ำเพชรบุรี และระดับน้ำสูงสุด
ช่วงเวลา 3-20 ตุลาคม 2540



ภาพผนวก ง-4 รูปตัดตามยาวแม่น้ำเพชรบุรี และระดับน้ำสูงสุด
 ช่วงเวลา 25 ตุลาคม - 13 พฤศจิกายน 2542

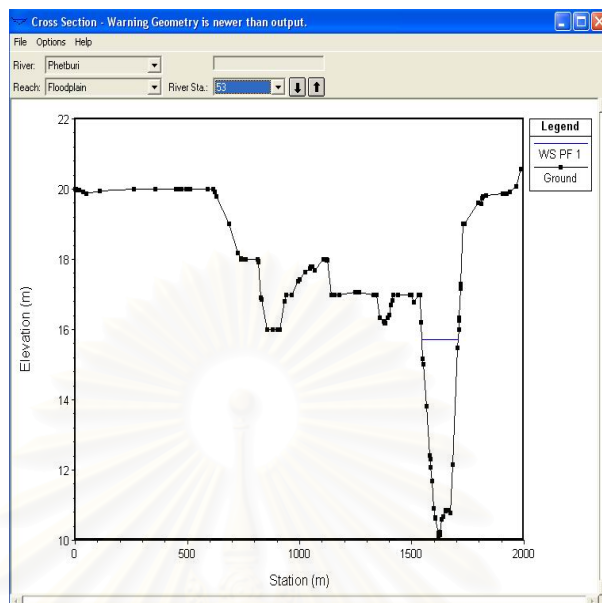


ภาพผนวก ง-5 รูปตัดตามยาวแม่น้ำเพชรบุรี และระดับน้ำสูงสุด
ช่วงเวลา 16-29 ตุลาคม 2546

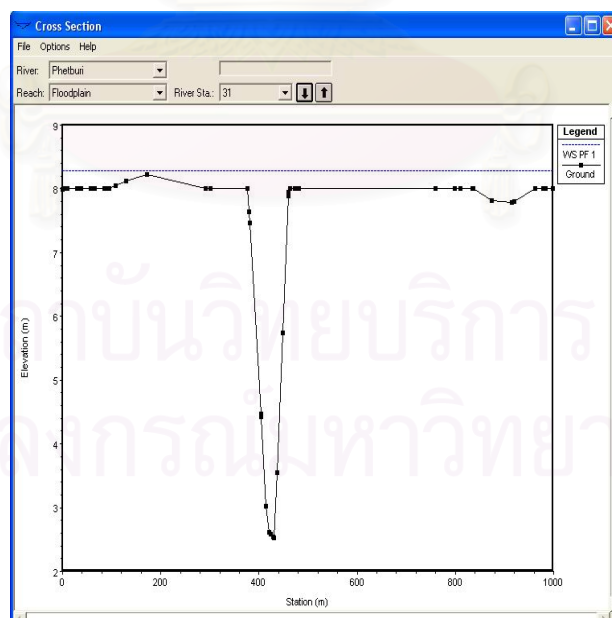


ภาคผนวก จ

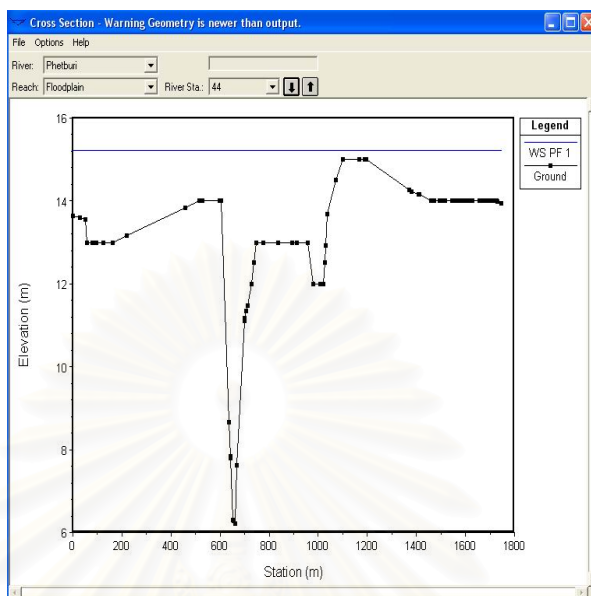
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



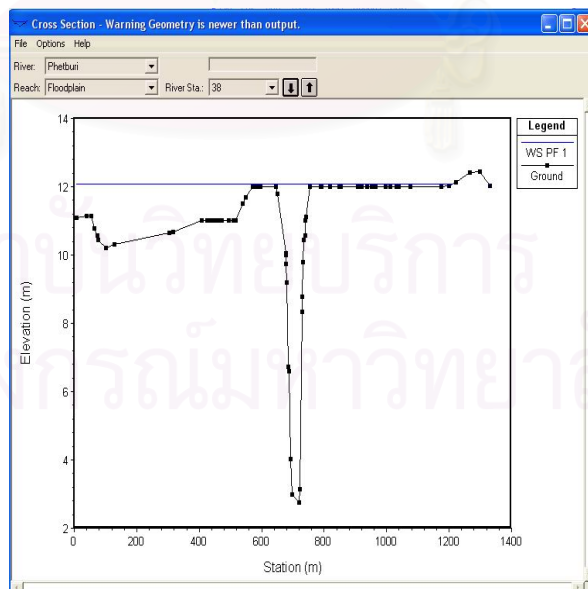
ภาพผนวก จ-1 ระดับน้ำสูงสุด ณ รูปตัดขวางที่ 53 (สถานี B2A) ช่วงเวลา 1-24 ตุลาคม 2538



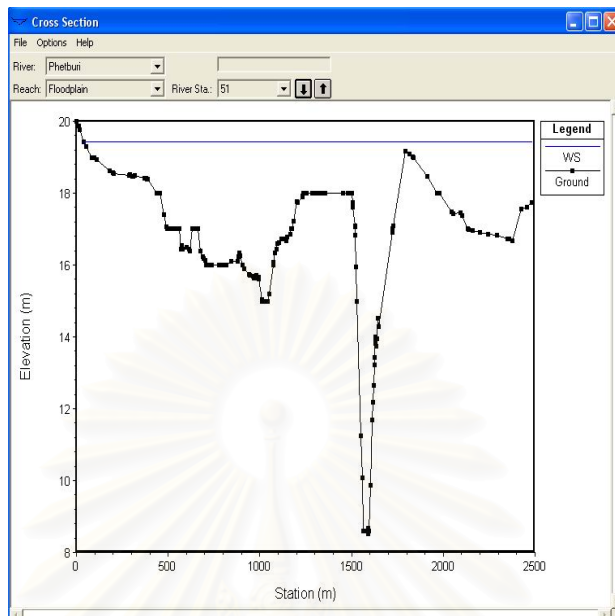
ภาพผนวก จ-2 ระดับน้ำสูงสุด ณ รูปตัดขวางที่ 31 ช่วงเวลา 1-24 ตุลาคม 2538



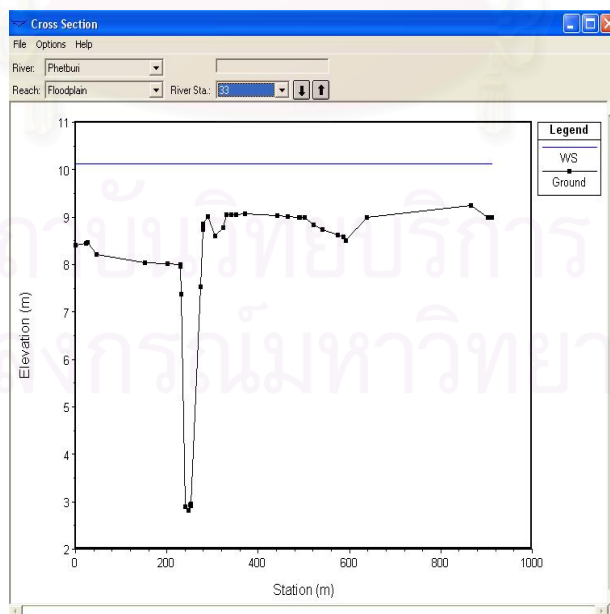
ภาพผนวก จ-3 ระดับน้ำสูงสุด ณ รูปตัดขวางที่ 44 (บ้านยางหย่อง)
ช่วงเวลา 25 กันยายน - 15 ตุลาคม 2539



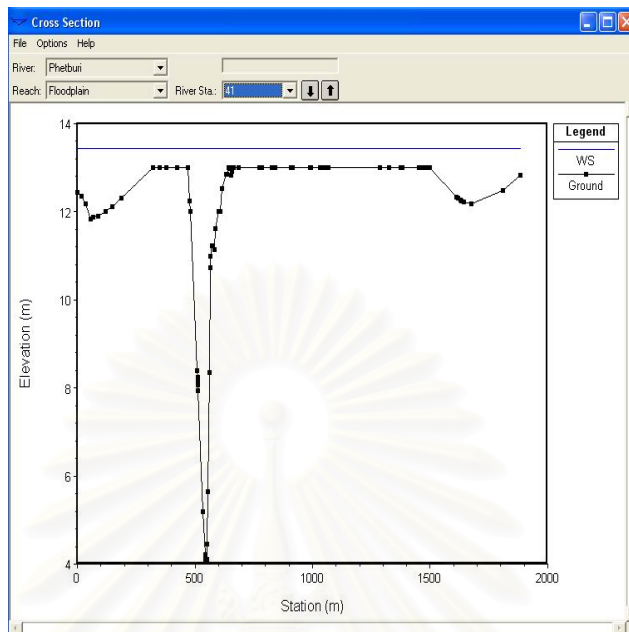
ภาพผนวก จ-4 ระดับน้ำสูงสุด ณ รูปตัดขวางที่ 38 (บ้านไสคาน)
ช่วงเวลา 25 กันยายน - 15 ตุลาคม 2539



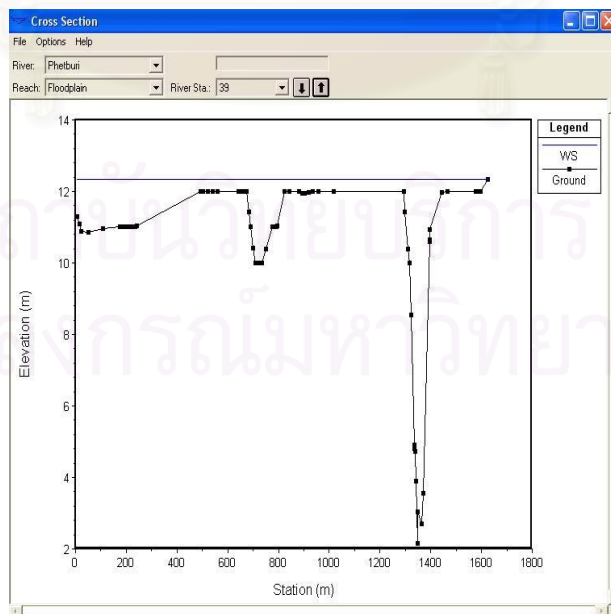
ภาพผนวก ๑-5 ระดับน้ำสูงสุด ณ รูปตัดขวางที่ 51 (บ้านยางหย่อง)
ช่วงเวลา 3 - 20 ตุลาคม 2540



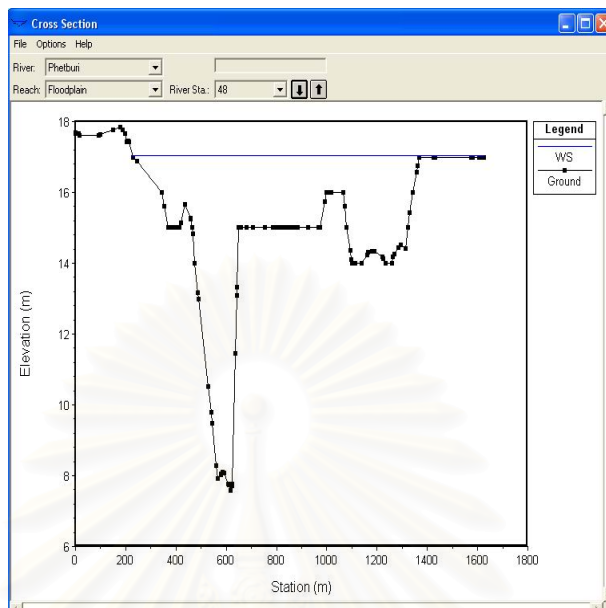
ภาพผนวก ๑-6 ระดับน้ำสูงสุด ณ รูปตัดขวางที่ 33 (บ้านท่าศาลาเขื่อน)
ช่วงเวลา 3 - 20 ตุลาคม 2540



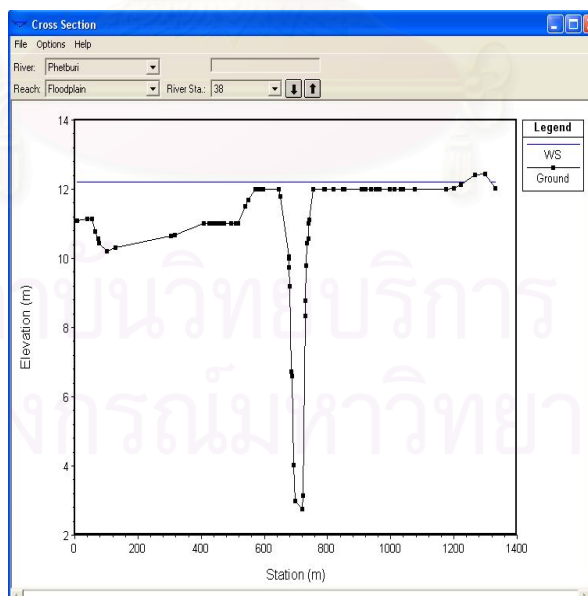
ภาพผนวก จ-7 ระดับน้ำสูงสุด ณ รูปตัดขวางที่ 41 (บ้านท่ากระเทียม)
ช่วงเวลา 25 ตุลาคม – 13 พฤศจิกายน 2542



ภาพผนวก จ-8 ระดับน้ำสูงสุด ณ รูปตัดขวางที่ 38 (บ้านไสคาน)
ช่วงเวลา 25 ตุลาคม – 13 พฤศจิกายน 2542



ภาพผนวก จ-9 ระดับน้ำสูงสุด ณ รูปตัดขวางที่ 48
ช่วงเวลา 16 - 29 ตุลาคม 2546



ภาพผนวก จ-10 ระดับน้ำสูงสุด ณ รูปตัดขวางที่ 38
ช่วงเวลา 16 - 29 ตุลาคม 2546

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวปิยาอร เวชชี เกิดวันที่ 6 สิงหาคม 2513 สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี
วิทยาศาสตร์บัณฑิต วิชาเอกภูมิศาสตร์ วิชาโทเศรษฐศาสตร์ ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคม
ศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ในปีการศึกษา 2535 และเข้าศึกษาในหลักสูตร
ศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาภูมิศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2543



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย