ลักษณะทางพื้นที่ของปริมาณน้ำของแม่น้ำในประเทศไทย

นาย ฉัตรชัย จันทร์แย้ม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอักษรศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาภูมิศาสตร์ ภาควิชาภูมิศาสตร์
คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2549

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

SPATIAL CHARACTERISTICS OF RIVER DISCHARGES IN THAILAND

Mr.Chatchai Janyam

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Arts Program in Geography

Faculty of Arts

Chulalongkorn University

Academic Year 2006

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ลักษณะทางพื้นที่ของปริมาณน้ำของแม่น้ำในประเทศไทย
โดย	นายฉัตรชัย จันทร์แย้ม
สาขาวิชา	ภูมิศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ศรีสอาด ตั้งประเสริฐ

คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.... คณบดีคณะอักษรศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.ธีระพันธ์ เหลืองทองคำ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรศักดิ์ ศิริไพบูลย์สินธ์)

.... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ศรีสอาด ตั้งประเสริฐ)

.... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ดุษฎี ชาญลิขิต)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ฉัตรชัย จันทร์แย้ม : ลักษณะทางพื้นที่ของปริมาณน้ำของแม่น้ำในประเทศไทยชื่อวิทยานิพนธ์. (SPATIAL CHARACTERISTICS OF RIVER DISCHARGES IN THAILAND) อ. ที่ปรึกษา : รศ. ศรีสอาด ตั้งประเสริฐ, 275หน้า.

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาลักษณะทางพื้นที่ของปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำชี มูล ปิง วัง ยม น่าน แม่กลอง จันทบุรี และตาปี โดยทำการเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณน้ำของลุ่มน้ำเหล่านี้ ในรูปแบบต่างๆ ได้แก่ การเปรียบเทียบปริมาณน้ำต่อพื้นที่ ปริมาณน้ำที่ต้นน้ำและปลายน้ำ ปริมาณน้ำที่สัดส่วนเวลาตางๆในรอบปี การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำในรอบปี ปริมาณน้ำในภาวะน้ำหลาก และภาวะน้ำแล้ง การวิเคราะห์การถดถอยระหว่างปริมาณน้ำกับตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยพบว่า ภูมิภาคทางภูมิศาสตร์มีอิทธิพลต่อลักษณะปริมาณน้ำ แม่น้ำในภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งได้แก่ ชี มูล มีความคล้ายคลึงกันอย่างชัดเจนในทุกเรื่องที่วิเคราะห์ แม่น้ำปิง วัง ยม น่าน ในภาคเหนือได้ผลการวิเคราะห์ที่มีความคล้ายคลึงเป็นกลุ่มเดียวกัน แต่มีความแตกต่างกันบ้าง อาจเนื่องจากอิทธิพลของเขื่อนที่ควบคุมปริมาณน้ำ

ถ้าเปรียบเทียบปริมาณน้ำเฉลี่ยต่อพื้นที่ลุ่มน้ำ กลุ่มที่มีปริมาณน้ำต่อพื้นที่สูง ได้แก่ จันทบุรี ตาปี น่านและแม่กลอง กลุ่มที่มีปริมาณน้ำต่อพื้นที่ต่ำกว่าได้แก่ ชี ปิง มูล ยมและวัง แม่น้ำชีและมูลมีปริมาณน้ำต่อพื้นที่เพิ่มขึ้นจากต้นน้ำไปทางด้านปลายน้ำ ส่วนแม่น้ำวังและ จันทบุรี มีปริมาณน้ำต่อพื้นที่ลดลงไปทางด้านปลายน้ำ และแม่น้ำสายอื่นๆมีปริมาณน้ำที่ต้นน้ำกับปลายน้ำไม่ต่างกันมาก

ในการเปรียบเทียบปริมาณน้ำที่สัดส่วนเวลาต่างๆในรอบปี แม่น้ำชี มูล และยมมีความแตกต่างด้านปริมาณน้ำในช่วงน้ำน้อยและช่วงน้ำมากสูงกว่าแม่น้ำสายอื่นๆ แม่น้ำจันทบุรีมีจังหวะของช่วงการขึ้นและลงของน้ำก่อนลุ่มน้ำอื่นๆ ส่วนแม่น้ำชี มูล และตาปีมีช่วงการขึ้นและลงของน้ำช้ากว่าลุ่มน้ำอื่นๆ

ปริมาณน้ำหลากที่คาบการเกิดซ้ำ 2 ปี และ 10 ปี ของแม่น้ำจันทบุรีและตาปี มีอัตราส่วนต่อค่าน้ำท่วมฐาน ระหว่าง 1.5 และ 5 เท่า แต่แม่น้ำ ชี มูล ยม มีอัตราส่วนสูง 3 และ 10 เท่าของน้ำท่วมฐาน ภาวะน้ำแล้งในแม่น้ำแม่กลองและวังมีระยะเวลานานที่สุด ส่วนแม่น้ำจันทบุรีและแม่น้ำตาปีสั้นที่สุด

ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำกับพื้นที่ลุ่มน้ำ ปริมาณฝน และความลาดชันของท้องน้ำ ได้ทำการวิเคราะห์สมการถดถอยทีละลุ่มน้ำ สมการเกือบทั้งหมดไม่มีนัยสำคัญ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก จำนวนสถานีของแต่ละลุ่มน้ำน้อยเกินไป หรือตำแหน่งสถานีไม่กระจายเท่าที่ควร สมการการถดถอยเชิงภูมิภาคของลุ่มน้ำชีมูลมีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจสูงถึง0.98 และสมการการถดถอยเชิงภูมิภาคของกลุ่มลุ่มน้ำปิง วัง ยม น่านมีค่าสัมประสิทธิการตัดสินใจ 0.74 แม้ว่าไม่อาจจะสรุปเกี่ยวกับลุ่มน้ำในภาคอื่นๆ ได้เนื่องจากมีข้อมูลจำกัด แต่คาดว่าแต่ละภาคน่าจะมีสมการการถดถอยที่แตกต่างกัน

ภาควิชา ภูมิศาสตร์ ลายมือชื่อนิสิต [signature]

สาขาวิชา ภูมิศาสตร์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา [signature]

ปีการศึกษา 2549

4680119922 : MAJOR GEOGRAPHY

KEY WORD: SPATIAL CHARACTERISTICS/SPATIAL CHARACTERISTICS OF RIVER DISCHARGES / IN THAILAND

CHATCHAI JANYAM : SPATIAL CHARACTERISTICS OF RIVER DISCHARGES IN THAILAND. THESIS ADVISOR :ASSO.PROF. SRISARD TANGPRASERT, 275 pp.

This research studied spatial characteristics of water discharges in the river basins of Chi, Mune, Ping, Wang, Yom, Nan, ChanthaBuri, MaeKlong and Tapi. Comparative studies had been done on various aspects of discharge data: discharges per drainage area , discharges in upstream and downstream reaches, flow duration curves, annual temporal changes, flood and low water discharges.

Differences in the results among river basins reflect geographical influences. The Chi and the Mune rivers of the northeastern regions are similar in every aspects of discharge analysis. The Ping, the Wang, the Yom, and the Nan of the northern region behave in the same trend with some differences which probably are due to water regulations in the reservoirs in the Ping and the Nan basins.

The ChanthaBuri, the Tapi, the Nan, and the MaeKlong have higher discharges per area comparing to the Chi, the Ping, the Mune and the Wang. Comparing discharges along the stream, discharges per area of the Chi and the Mune increase downstream whereas those of the ChanthaBuri and the Wang increase downstream. Others have more or less consistent flow rates.

The yearly curves of flow duration of the Chi and the Mune show the highest differences between high-flow and low-flow periods comparing to other rivers. Rises in water levels in the ChanthaBuri come earlier than other rivers while in the Chi, the Mune and the Tapi seasonal changes in water levels occur at the later times.

From flood frequency analyses, the ratio of flood at recurrence intervals of 2 and 10 years to the minimum flood of the ChanthaBuri and the Tapi are 1.5 to 5 while the ratios of the Chi, the Mune and the Yom are 3 to 10. Draught periods in the MaeKlong and the Wang are the longest and those the ChanthaBuri and the Tapi are among the shortest.

Regression analysis between mean annual discharge and drainage area, mean annual rainfall and slope were carried out for each river but most had insignificant correlations due to too few in numbers and the poor distribution of gage stations. The regional regreesion of the Chi and the Mune shows high correlation with the coefficients of determination of 0.98 and the regression line of the Ping, the Wang, the Yom, and the Nan has the coefficient of determination = 0.74. Regressions of the Maeklong, the ChanthaBuri and the Tapi could not be defined due to insufficient data, but expected to have their own characteristic curves.

Department.......GEOGRAPHY.............Student's signature..........................

Field of study.......GEOGRAPHY.............Advisor's signature..........................

Academic year.....2006.........

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของ รองศาสตราจารย์ศรีสอาด ตั้งประเสริฐ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาสละเวลาตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องวิทยานิพนธ์ รวมทั้งให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งประกอบด้วยผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรศักดิ์ ศิริไพบูลย์สินธ์ และอาจารย์ ดร.ดุษฎี ชาญลิขิต ที่สละเวลาตรวจทานและให้คำแนะนำแก้ไขในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนคณาจารย์ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ทางด้านภูมิศาสตร์แก่ผู้วิจัย เพื่อประกอบการทำวิทยา-นิพนธ์

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่มอบทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ สำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน สำนักจัดรูปที่ดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กรมควบคุมมลพิษ และกระทรวงมหาดไทย ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณอาจารย์ฐิติรัตน์ ปั้นบำรุงกิจ คุณไพรัตน์ ศักดิ์พิสุทธิพงศ์ คุณปิยาอร เวชยี และคุณอรรจน์ ศุทธากรณ์ ที่ช่วยให้คำแนะนำและสืบค้นข้อมูล รวมทั้งกำลังใจและความช่วยเหลือจากคณาจารย์ เพื่อนๆ และพี่ๆ ภาควิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้องๆ ชั้นปีที่ 4 ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ท้ายนี้ขอขอบคุณพระคุณ คุณพ่อ-คุณแม่ และบุคคลในครอบครัว ที่ให้กำลังใจมาโดยตลอดระยะเวลาจนสำเร็จการศึกษา

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 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.. 1

1.3 แนวเหตุผล.. 2

1.4 ขอบเขตการวิจัย.. 2

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย.. 3

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.. 4

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.. 5

2.1 ลักษณะของพื้นที่ลุ่มน้ำ.. 5

2.2 ปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ย.. 6

2.3 ปริมาณน้ำที่สัดส่วนต่างๆ.. 9

2.4 การเปรียบเทียบ Flow Duration Curve.. 13

2.5 การวิเคราะห์ความถี่ของน้ำหลาก.. 14

2.6 การกระจายความน่าจะเป็นที่เหมาะสม.. 25

2.7 การวิเคราะห์ด้วยสมการการถดถอยกับสมการความถี่น้ำหลากสูงสุด...... 26

2.8 การทำให้เป็นมาตรฐาน.. 28

2.9 สัมประสิทธิ์ความผันแปร.. 31

2.10 การกระจายของปริมาณน้ำในระดับภูมิภาค.. 32

2.11 สมการที่ใช้ในการปริมาณน้ำ.. 34

หน้า

2.10 กราฟอุทก.. 35
2.13 ลักษณะเฉพาะของการกักเก็บน้ำ.. 45
2.14 ช่วงเวลาที่เกิดภัยแล้ง.. 46
2.15 ภาพหน้าข้างตามยาว... 46
2.16 สมการความถี่น้ำหลากสูงสุด และการประมาณที่ถูกต้อง..................................... 52
2.17 การหาปริมาณฝนเฉลี่ยบนพื้นที่ด้วยวิธีของทิสเสน... 54
2.18 ช่วงเวลาที่เกิดภัยแล้ง.. 57
3. พื้นที่ศึกษา.. 59
3.1 ลุ่มน้ำชี... 59
3.2 ลุ่มน้ำมูล... 68
3.3 ลุ่มน้ำปิง... 77
3.4 ลุ่มน้ำวัง.. 86
3.5 ลุ่มน้ำยม.. 95
3.6 ลุ่มน้ำน่าน... 104
3.7 ลุ่มน้ำแม่กลอง.. 114
3.8 ลุ่มน้ำจันทบุรี.. 123
3.9 ลุ่มน้ำตาปี... 130
4. วิธีดำเนินการวิจัย... 138
4.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย... 138
4.2 สรุปการวิเคราะห์ข้อมูล... 139
4.3 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล... 141
4.4 สร้างสมการความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยปัจจัยที่เกี่ยวข้อง...... 159
5. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล... 163
5.1 รูปแบบทางพื้นที่ของปริมาณฝน.. 163
5.2 ความลาดชันของท้องน้ำแม่น้ำสายหลัก... 169
5.3 กราฟอุทกของปริมาณน้ำตลอดปี………………………………………. 173
5.4 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ย (21 ปี) ระหว่างลุ่มน้ำ.................. 192
5.5 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตามลำน้ำ..................... 194

หน้า

5.6 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำที่สัดส่วนเวลาต่างๆ.. 199
5.7 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำในรอบปี.......................... 202
5.8 ภาวะน้ำหลาก.. 214
5.9 ภาวะน้ำแล้ง.. 214
5.10 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ย
กับปัจจัยที่เกี่ยวข้อง……………………………………………...… 235
6. สรุปผลการวิจัยข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ.............. 238
6.1 สรุปผลการวิจัย... 238
6.2 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ.................….. 242
รายการอ้างอิง.. 243
ภาคผนวก... 249
ภาคผนวก ก.. 249
ภาคผนวก ข.. 252
ภาคผนวก ค.. 261
ภาคผนวก ง.. 267
ภาคผนวก จ.. 273
ภาคผนวก ฉ.. 274
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.. 275

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2-1 แผนภูมิแท่งแสดงปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยจากแม่น้ำ Acheron ที่ Taggerty.................. 7
ภาพที่ 2-2 ปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยแม่น้ำ Missouri ที่ Sioux City Iowa 8
ภาพที่ 2-3 ปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยแม่น้ำ Great Ruaha ที่ Msembe 8
ภาพที่ 2-4 ภาพที่ 2-4 Daily flow –duration curve แม่น้ำ Acheron ที่ Taggerty 10
ภาพที่ 2-5 Flow – Duration Curve สำหรับแม่น้ำยูเฟรติส ที่ฮิท...................................... 12
ภาพที่ 2-6 Flow – Duration Curve มาตรฐานสำหรับลำน้ำประเทศอังกฤษ........................... 13
ภาพที่ 2-7 Flow Duration Curve จากข้อมูลปริมาณน้ำเฉลี่ยรายปี แม่น้ำ Wood.................. 14
ภาพที่ 2-8 เส้นโค้งความถี่น้ำหลากสูงสุดที่แม่น้ำ Licking Tobaso Ohio............................ 16
ภาพที่ 2-9 Bulletin 17 B ความถี่ปริมาณน้ำหลากสูงสุด.. 18
ภาพที่ 2-10 ความน่าจะเป็นในการประมาณเปรียบเทียบความถี่ปริมาณน้ำหลากสูงสุด........... 19
ภาพที่ 2-11 Biswas and Fleming เปรียบเทียบเส้นโค้งของความถี่ปริมาณน้ำหลากสูงสุด...... 20
ภาพที่ 2-12 ความสัมพันธ์ของความถี่ปริมาณน้ำหลากสูงสุดกับพื้นที่รับน้ำของแม่น้ำ Menominee 23
ภาพที่ 2-13 ความสัมพันธ์ของความถี่ปริมาณน้ำหลากสูงสุดกับพื้นที่รับน้ำของแม่น้ำ Wisconsin 23
ภาพที่ 2-14 ความสัมพันธ์ของความถี่ปริมาณน้ำหลากสูงสุดกับพื้นที่รับน้ำของแม่น้ำ Chippewa 24
ภาพที่ 2-15 ความสัมพันธ์ของความถี่ปริมาณน้ำหลากสูงสุดกับพื้นที่รับน้ำของแม่น้ำ Flambeau 24
ภาพที่ 2-16 แผนภูมิแท่งแสดงความถี่น้ำหลากสูงสุดที่ แม่น้ำ Acheron แม่น้ำที่ Taggerty..... 26
ภาพที่ 2-17 การทำให้เป็นมาตรฐานด้วยปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่รอบการเกิดซ้ำ 10 ปี........... 29
ภาพที่ 2-18 การทำให้เป็นมาตรฐานด้วยปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่รอบการเกิดซ้ำ 50 ปี........... 30
ภาพที่ 2-19 ความผันแปรทางภูมิศาสตร์... 30
ภาพที่ 2-20 ความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความผันแปรของปริมาณน้ำเฉลี่ยรายปี........... 32
ภาพที่ 2-21 การกระจายทางพื้นที่ของ BESMAF.. 33
ภาพที่ 2-22 ปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยด้วยสมการ Budyko.. 35
ภาพที่ 2-23 กราฟอุทกน้ำหลากแม่น้ำ Acheron ที่ Taggerty... 36
ภาพที่ 2-24 กราฟอุทกจากเส้นแม่น้ำสายหลัก.. 37
ภาพที่ 2-25 ชลภาพที่เกิดจากฝนที่มีความเข้มฝนมากและความเข้มฝนน้อย......................... 38
ภาพที่ 2-26 ผลของการพัฒนาพื้นที่ที่มีผลต่อกราฟอุทก.. 39
ภาพที่ 2-27 ปริมาณน้ำสูงสุดของแม่น้ำ Wilson... 40
ภาพที่ 2-28 กราฟอุทกจากการเสนอให้มีการทดลองปล่อยน้ำ... 42

หน้า

ภาพที่ 2-29 กราฟอุทกที่ไหลออกจากพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีรูปร่างต่างกัน……………………….…… 43
ภาพที่ 2-30 รูปร่างของพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีความแตกต่างกันส่งผลต่อกราฟอุทก………..…….. 44
ภาพที่ 2-31 ความชันของแม่น้ำส่งผลต่อปัจจัยทำให้เกิดความผันแปรต่อรูปร่างของกราฟอุทก 45
ภาพที่ 2-32 กราฟอุทกที่เกิดจากบริเวณที่มีการกักเก็บน้ำและไม่มีการกักเก็บน้ำ………….…... 45
ภาพที่ 2-33 การกำหนดระดับปริมาณน้ำที่สูงกว่า 15.25 ลบ.ม. ต่อวินาที แม่น้ำ Acheron......... 46
ภาพที่ 2-34 ภาพหน้าข้างตามยาวของแม่น้ำสายหลักในลุ่มน้ำ Acheron Victoria Australia...... 47
ภาพที่ 2-35 การเปรียบเทียบระดับความสูง กับระยะทางของแม่น้ำ Slaty Fork…..………..… 48
ภาพที่ 2-36 การทับถมของตะกอนไปทางต้นน้ำ…………………………………………..…. 49
ภาพที่ 2-37 ภาพหน้าข้างตามยาวของพื้นท้องน้ำไม่เป็นลักษณะของขั้นบันได………….... 50
ภาพที่ 2-38 ภาพหน้าข้างตามยาวของพื้นท้องน้ำเป็นลักษณะของขั้นบันได…….…………..… 50
ภาพที่ 2-39 ความกว้างของร่องน้ำวัดจากภาพถ่ายดาวเทียม Lansat7-TM.................................... 52
ภาพที่ 2-40 วิธีการหาปริมาณฝนเฉลี่ยตามวิธีของทิสเสน……….………………….…..…. 55
ภาพที่ 2-41 กราฟแสดงให้เห็นการร่วมกันในอ่างเก็บน้ำ Connonvill Neversink……….…… 58
ภาพที่ 3-1 ลักษณะภูมิประเทศลุ่มน้ำชี……………………………………………………... 63
ภาพที่ 3-2 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำชี………………………………….…….. 65
ภาพที่ 3-3 แผนที่แสดงตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน น้ำท่า และระดับความสูงในลุ่มน้ำชี………… 66
ภาพที่ 3-4 แผนที่แสดงปริมาณน้ำฝนสูงสุดเฉลี่ยในรอบ 25 ปี ลุ่มน้ำชี……………….…. 67
ภาพที่ 3-5 ลักษณะภูมิประเทศลุ่มน้ำมูล………………………………………………...…… 72
ภาพที่ 3-6 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำมูล…………………………………….…… 74
ภาพที่ 3-7 แผนที่แสดงตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน น้ำท่า และระดับความสูงในลุ่มน้ำมูล…..….... 75
ภาพที่ 3-8 แผนที่แสดงปริมาณน้ำฝนสูงสุดเฉลี่ยในรอบ 25 ปี ลุ่มน้ำมูล…………………... 76
ภาพที่ 3-9 ลักษณะภูมิประเทศลุ่มน้ำปิง……………………………………………………. 81
ภาพที่ 3-10 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำปิง…………………………………..…. 83
ภาพที่ 3-11 แผนที่แสดงตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน น้ำท่า และระดับความสูงในลุ่มน้ำปิง……… 84
ภาพที่ 3-12 แผนที่แสดงปริมาณน้ำฝนสูงสุดเฉลี่ยในรอบ 25 ปี ลุ่มน้ำปิง…………….…..... 85
ภาพที่ 3-13 ลักษณะภูมิประเทศลุ่มน้ำวัง……………………………………………....…….. 90
ภาพที่ 3-14 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำวัง……………………………….…..…. 92
ภาพที่ 3-15 แผนที่แสดงตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน น้ำท่า และระดับความสูงในลุ่มน้ำวัง…...…. 93
ภาพที่ 3-16 แผนที่แสดงปริมาณน้ำฝนสูงสุดเฉลี่ยในรอบ 25 ปี ลุ่มน้ำวัง………………… 94

หน้า

ภาพที่ 3-17 ลักษณะภูมิประเทศลุ่มน้ำยม... 99
ภาพที่ 3-18 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำยม... 101
ภาพที่ 3-19 แผนที่แสดงตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน น้ำท่า และระดับความสูงในลุ่มน้ำยม.......... 102
ภาพที่ 3-20 แผนที่แสดงปริมาณน้ำฝนสูงสุดเฉลี่ยในรอบ 25 ปี ลุ่มน้ำยม.......................... 103
ภาพที่ 3-21 ลักษณะภูมิประเทศลุ่มน้ำน่าน.. 109
ภาพที่ 3-22 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำน่าน... 111
ภาพที่ 3-23 แผนที่แสดงตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน น้ำท่า และระดับความสูงในลุ่มน้ำน่าน....... 112
ภาพที่ 3-24 แผนที่แสดงปริมาณน้ำฝนสูงสุดเฉลี่ยในรอบ 25 ปี ลุ่มน้ำน่าน........................ 113
ภาพที่ 3-25 ลักษณะภูมิประเทศลุ่มน้ำแม่กลอง.. 118
ภาพที่ 3-26 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำแม่กลอง.. 120
ภาพที่ 3-27 แผนที่แสดงตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน น้ำท่า และระดับความสูงในลุ่มน้ำแม่กลอง.. 121
ภาพที่ 3-28 แผนที่แสดงปริมาณน้ำฝนสูงสุดเฉลี่ยในรอบ 25 ปี ลุ่มน้ำแม่กลอง................. 122
ภาพที่ 3-29 ลักษณะภูมิประเทศลุ่มน้ำจันทบุรี.. 126
ภาพที่ 3-30 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำจันทบุรี... 127
ภาพที่ 3-31 แผนที่แสดงตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน น้ำท่า และระดับความสูงในลุ่มน้ำจันทบุรี... 128
ภาพที่ 3-32 แผนที่แสดงปริมาณน้ำฝนสูงสุดเฉลี่ยในรอบ 25 ปี ลุ่มน้ำจันทบุรี.................. 129
ภาพที่ 3-33 ลักษณะภูมิประเทศลุ่มน้ำตาปี.. 133
ภาพที่ 3-34 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำตาปี... 134
ภาพที่ 3-35 แผนที่แสดงตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน น้ำท่า และระดับความสูงในลุ่มน้ำตาปี....... 135
ภาพที่ 3-36 แผนที่แสดงปริมาณน้ำฝนสูงสุดเฉลี่ยในรอบ 25 ปี ลุ่มน้ำตาปี........................ 136
ภาพที่ 3-37 ทิศทางและช่วงเวลาพายุและลมมรสุมในประเทศไทย..................................... 137
ภาพที่ 4-1 วิธีการประมาณค่าในช่วงแบบ Kriging.. 142
ภาพที่ 4-2 ผลจากการใช้วิธีการประมาณค่าในช่วงแบบ Kriging....................................... 142
ภาพที่ 4-3 สร้างเส้นชั้นความสูงโดยเลือกคำสั่ง Creat Contour....................................... 143
ภาพที่ 4-4 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าเฉลี่ยโปรแกรม Microsoft Excel............................. 144
ภาพที่ 4-5 วิธีการประมาณค่าแบบ IDW... 145
ภาพที่ 4-6 ผลจากการใช้วิธีการประมาณค่าในช่วงแบบ IDW... 145
ภาพที่ 4-7 สร้างเส้นชั้นความสูงโดยเลือกคำสั่ง Creat Contour....................................... 146
ภาพที่ 4-8 นำข้อมูลจากโปรแกรม Microsoft Excel เข้า โปรแกรม Spss............................. 147

หน้า

ภาพที่ 4-9 เลือกวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล... 147
ภาพที่ 4-10 การนำข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำกับปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยเข้า X-Y Pairs............................ 148
ภาพที่ 4-11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยกับพื้นที่ลุ่มน้ำ........................ 148
ภาพที่ 4-12 เปลี่ยนเป็นมาตราส่วนแบบล็อกกาลิทึมทั้งแกน X และแกน Y………………. 149
ภาพที่ 4-13 การคำนวณหาสัดส่วนร้อยละปริมาณน้ำรายวัน……………………………… 150
ภาพที่ 4-14 เปลี่ยนเป็นมาตราส่วนล็อกกาลิทึม.. 150
ภาพที่ 4-15 การสร้างกราฟความถี่สะสม... 151
ภาพที่ 4-16 คำนวณความถี่สะสมจากสูตร Weibul………………………………………… 152
ภาพที่ 4-17 การสร้างกราฟแบบการกระจาย... 153
ภาพที่ 4-18 เลือกมาตราส่วนลอการิทึม... 154
ภาพที่ 4-19 การแสดงสมการและค่า R-squareแผนภูมิ.. 154
ภาพที่ 4-20 สูตรของสมการ ด้วยโปรแกรม Excelได้ปริมาณน้ำสูงสุดที่คาบการเกิดซ้ำต่างๆ... 155
ภาพที่ 4-21 แสดงการลากเส้นตรงเพื่อกำหนดระดับน้ำในวันที่มีน้ำพอใช้ และขาดแคลนน้ำ.. 156
ภาพที่ 4-22 เส้นสีดำปริมาณน้ำรายวันที่ต่ำกว่าเส้นสีแดงเป็นวันที่ขาดแคลนน้ำ....................... 156
ภาพที่ 4-23 ผลจากการตัดขอบเขตตำบลในลุ่มน้ำ... 157
ภาพที่ 4-24 การเลือกตำบลที่ประสบภัยแล้ง... 158
ภาพที่ 4–25 การตัดเพื่อวัดระยะทางจากเส้นแม่น้ำสายหลัก... 159
ภาพที่ 4-26 ระยะทางร้อยละ 10 จากสถานีวัดน้ำที่สนใจ.. 160
ภาพที่ 4-27 ระยะทางร้อยละ 80 จากสถานีวัดน้ำที่สนใจ.. 160
ภาพที่ 4-28 การสร้างพื้นที่รูปหลายเหลี่ยมโดยใช้ Thiessen Extension................................. 161
ภาพที่ 4-29 พื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยมกับปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย.. 161
ภาพที่ 4-30 ตัวอย่างวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ... 162
ภาพที่ 5-1 เส้นชั้นน้ำฝนเท่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี 30 ปี.. 165
ภาพที่ 5-2 สัมประสิทธิ์ความแปรผันของข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย 30 ปี........................ 166
ภาพที่ 5-3-1 ภาพหน้าข้างตามยาวจากแม่น้ำสายหลัก ลุ่มน้ำชี มูล ปิง วัง ยม น่าน แม่กลอง จันทบุรี และตาปี…………………………………………… 170
ภาพที่ 5-3-2 ภาพหน้าข้างตามยาวจากแม่น้ำสายหลัก ลุ่มน้ำปิง วัง ยม น่าน......................... 171
ภาพที่ 5-3-3 ภาพหน้าข้างตามยาวจากแม่น้ำสายหลัก ลุ่มน้ำชี มูล แม่กลอง จันทบุรี และตาปี.. 172
ภาพที่ 5-4-1 กราฟอุทกของปริมาณน้ำตลอดปีลุ่มน้ำชี (E.20A)... 183

หน้า

ภาพที่ 5-4-2 กราฟอุทกของปริมาณน้ำตลอดปีลุ่มน้ำมูล (M.7).. 184
ภาพที่ 5-4-3 กราฟอุทกของปริมาณน้ำตลอดปีลุ่มน้ำปิง (P.17).. 185
ภาพที่ 5-4-5 กราฟอุทกของปริมาณน้ำตลอดปีลุ่มน้ำวัง (W.4A)... 186
ภาพที่ 5-4-6 กราฟอุทกของปริมาณน้ำตลอดปีลุ่มน้ำยม (Y.17).. 187
ภาพที่ 5-4-7 กราฟอุทกของปริมาณน้ำตลอดปีลุ่มน้ำน่าน (N.10A).. 188
ภาพที่ 5-4-8 กราฟอุทกของปริมาณน้ำตลอดปีลุ่มน้ำแม่กลอง (K.11)………………………… 189
ภาพที่ 5-4-9 กราฟอุทกของปริมาณน้ำตลอดปีลุ่มน้ำจันทบุรี (Z.13)………………………… 190
ภาพที่ 5-4-10 กราฟอุทกของปริมาณน้ำตลอดปีลุ่มน้ำตาปี (X.37A)....................................... 191
ภาพที่ 5-5-1 ปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยต่อพื้นที่ลุ่มน้ำของลุ่มน้ำที่ศึกษา... 193
ภาพที่ 5-5-2 ความสัมพันธ์ของพื้นที่ลุ่มน้ำกับปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยของลุ่มน้ำที่ศึกษา............ 195
ภาพที่ 5-6-1 Flow Duration Curve ปริมาณน้ำรายวัน 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำสูงสุดต่อพื้นที่ลุ่มน้ำ 200
ภาพที่ 5-6-2 Flow Duration Curve ปริมาณน้ำรายวัน 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำต่ำสุดพื้นที่ลุ่มน้ำชี (E.16A) มูล (M.16A) ลุ่มน้ำปิง (P.17) วัง (W.3A) ยม (Y.17) น่าน (N.10A) แม่กลอง จันทบุรี (Z.13) (K.37)ตาปี และ (X.37A).. 201
ภาพที่ 5-7-1 ความถี่สะสมของปริมาณน้ำรายเดือนเฉลี่ย 5 ปีที่มีปริมาณน้ำสูงสุดของลุ่มน้ำชี (E.16A) มูล (M.16A) ปิง (P.17) วัง (W.3A) ยม (Y.17) น่าน (N.10A) แม่กลอง (K.37) จันทบุรี (Z.13) และตาปี (X.37A)... 203
ภาพที่ 5-7-2 ความถี่สะสมของปริมาณน้ำรายเดือนเฉลี่ย 5 ปีที่มีปริมาณน้ำสูงสุดของลุ่มน้ำชี (E.16A) และมูล (M.16A)... 204
ภาพที่ 5-7-3 ความถี่สะสมของปริมาณน้ำรายเดือนเฉลี่ย 5 ปีที่มีปริมาณน้ำสูงสุดของลุ่มน้ำปิง (P.17) วัง (W.3A) ยม (Y.17) น่าน (N.10A)... 205
ภาพที่ 5-7-4 ความถี่สะสมของปริมาณน้ำรายเดือนเฉลี่ย 5 ปีที่มีปริมาณน้ำสูงสุดของลุ่มน้ำแม่กลอง (K.37) จันทบุรี (Z.13) และตาปี (X.37A)... 206
ภาพที่ 5-7-5 ความถี่สะสมของปริมาณน้ำรายเดือนเฉลี่ย 5 ปีที่มีปริมาณน้ำต่ำสุดลุ่มน้ำชี (E.16A) มูล (M.16A) ปิง (P.17) วัง (W.3A) ยม(Y.17) น่าน (N.10A) แม่กลอง (K.37) จันทบุรี (Z.13) และตาปี (X.37A)... 207
ภาพที่ 5-7-6 ความถี่สะสมของปริมาณน้ำรายเดือนเฉลี่ย 5 ปีที่มีปริมาณน้ำต่ำสุดลุ่มน้ำชี (E.16A) และมูล (M.16A)... 208

หน้า

ภาพที่ 5-7-7 ความถี่สะสมของปริมาณน้ำรายเดือนเฉลี่ย 5 ปีที่มีปริมาณน้ำต่ำสุดลุ่มน้ำปิง (P.17) วัง (W.3A) ยม(Y.17) น่าน (N.10A).. 209
ภาพที่ 5-7-8 ความถี่สะสมของปริมาณน้ำรายเดือนเฉลี่ย 5 ปีที่มีปริมาณน้ำต่ำสุดลุ่มน้ำแม่กลอง (K.37) จันทบุรี (Z.13) และตาปี (X.3)………………………………… 210
ภาพที่ 5-8-1 เส้นสีดำเป็นวันที่ขาดแคลนน้ำมีระดับปริมาณน้ำต่ำกว่า 5.76 ล.บ.ม./วินาที........ 217
ภาพที่ 5-8-2 เส้นสีดำเป็นวันที่ขาดแคลนน้ำมีระดับปริมาณน้ำต่ำกว่า 4.56 ล.บ.ม./วินาที........ 218
ภาพที่ 5-8-3 เส้นสีดำเป็นวันที่ขาดแคลนน้ำมีระดับปริมาณน้ำต่ำกว่า 14 ล.บ.ม./วินาที........... 219
ภาพที่ 5-8-4 เส้นสีดำเป็นวันที่ขาดแคลนน้ำมีระดับปริมาณน้ำต่ำกว่า 2.2 ล.บ.ม./วินาที.......... 220
ภาพที่ 5-8-5 เส้นสีดำเป็นวันที่ขาดแคลนน้ำมีระดับปริมาณน้ำต่ำกว่า 6 ล.บ.ม./วินาที............. 221
ภาพที่ 5-8-6 เส้นสีดำเป็นวันที่ขาดแคลนน้ำมีระดับปริมาณน้ำต่ำกว่า 8.6 ล.บ.ม./วินาที.......... 222
ภาพที่ 5-8-7 เส้นสีดำเป็นวันที่ขาดแคลนน้ำมีระดับปริมาณน้ำต่ำกว่า 2 ล.บ.ม./วินาที............. 223
ภาพที่ 5-8-8 เส้นสีดำเป็นวันที่ขาดแคลนน้ำมีระดับปริมาณน้ำต่ำกว่า 2.06 ล.บ.ม./วินาที........ 224
ภาพที่ 5-8-9 เส้นสีดำเป็นวันที่ขาดแคลนน้ำมีระดับปริมาณน้ำต่ำกว่า 30 ล.บ.ม./วินาที............ 225
ภาพที่ 5-9-1 แผนที่พื้นที่ประสบภัยแล้งในระดับตำบลลุ่มน้ำชี พ.ศ.2548................................ 226
ภาพที่ 5-9-2 แผนที่พื้นที่ประสบภัยแล้งในระดับตำบลลุ่มน้ำมูล พ.ศ.2548.............................. 227
ภาพที่ 5-9-3 แผนที่พื้นที่ประสบภัยแล้งในระดับตำบลลุ่มน้ำปิง พ.ศ.2548.............................. 228
ภาพที่ 5-9-4 แผนที่พื้นที่ประสบภัยแล้งในระดับตำบลลุ่มน้ำวัง พ.ศ.2548............................... 229
ภาพที่ 5-9-5 แผนที่พื้นที่ประสบภัยแล้งในระดับตำบลลุ่มน้ำยม พ.ศ.2548.............................. 230
ภาพที่ 5-9-6 แผนที่พื้นที่ประสบภัยแล้งในระดับตำบลลุ่มน้ำน่าน พ.ศ.2548.......................... 231
ภาพที่ 5-9-7 แผนที่พื้นที่ประสบภัยแล้งในระดับตำบลลุ่มน้ำแม่กลอง พ.ศ.2548..................... 232
ภาพที่ 5-9-8 แผนที่พื้นที่ประสบภัยแล้งในระดับตำบลลุ่มน้ำจันทบุรี พ.ศ.2548...................... 233
ภาพที่ 5-9-9 แผนที่พื้นที่ประสบภัยแล้งในระดับตำบลลุ่มน้ำตาปี พ.ศ.2548........................... 234

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2-1 สมการความถี่น้ำหลากสูงสุดที่แม่น้ำ Wisconsin…………………………….. 54

ตารางที่ 3-1 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำชี.. 59

ตารางที่ 3-2 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำมูล…………………………… 68

ตารางที่ 3-3 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำปิง... 77

ตารางที่ 3-4 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำวัง.. 86

ตารางที่ 3-5 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำยม... 95

ตารางที่ 3-6 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำน่าน.. 104

ตารางที่ 3-7 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง.. 114

ตารางที่ 3-8 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำจันทบุรี.. 124

ตารางที่ 3-9 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำตาปี.. 130

ตารางที่ 4-1 ข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล.. 139

ตารางที่ 5-1 สรุปค่าสถิติน้ำฝน.. 168

ตารางที่ 5-2-1 ปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ย พื้นที่ลุ่มน้ำ ความยาวของเส้นแม่น้ำ แม่น้ำชีและมูล........ 196

ตารางที่ 5-2-2 ปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ย พื้นที่ลุ่มน้ำ ความยาวของเส้นแม่น้ำ แม่น้ำปิง วังและยม..... 197

ตารางที่ 5-2-3 ปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ย พื้นที่ลุ่มน้ำ ความยาวของเส้นแม่น้ำ แม่น้ำน่าน แม่กลอง และตาปี…………………………………………………… 198

ตารางที่ 5-3-1 อัตราการไหลที่สถานีวัดปริมาณน้ำในลุ่มน้ำที่รอบการเกิดต่างๆและค่าน้ำท่วม ฐานลุ่มน้ำต่างๆ.. 212

ตารางที่ 5-3-2 อัตราการไหลที่สถานีวัดปริมาณน้ำในลุ่มน้ำที่รอบการเกิดต่างๆและค่าน้ำท่วม ฐานลุ่มน้ำต่างๆ (อัตราส่วน)... 213

ตารางที่ 5-4 สถิติภาวะน้ำแล้งของลุ่มน้ำหลัก.. 216

ตารางที่ 5-5-1 การวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุของปริมาณปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยลุ่ม ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ลุ่มน้ำชีและมูล)... 236

ตารางที่ 5-6-1 การวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุของปริมาณปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยลุ่ม ภาคเหนือ (ลุ่มน้ำปิง วัง ยม และน่าน)... 237

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กองอุตุนิยมวิทยาสรุปความเสียหายจากอุทกภัยในรอบ 33 ปีของประเทศไทย (พ.ศ. 2505 - พ.ศ. 2537) ของประเทศไทย ทำให้มีผู้เสียชีวิตไม่ต่ำกว่า 3,300 คน บ้านเรือนเสียหายมากกว่า 326,423 หลังประเมินความเสียหายเป็นเงินมากกว่า 80,000 ล้านบาท (เนชั่นสุดสัปดาห์, 2538) การประเมินความเสียหายจากอุทกภัยในประเทศไทยในปี 2540 2541 2542 2543 และ 2544 มีมูลค่าประมาณ 3,842.2 1,706 1381.6 10,032.9 และ 3,666.3 ล้านบาทตามลำดับ (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2545) ในเขตละติจูดกลาง การละลายของหิมะเพิ่มระดับน้ำในแม่น้ำที่มากเกินไปอย่างรวดเร็ว พื้นดินที่เย็นจัดลดการซึมของน้ำลงดิน จึงทำให้มีการเพิ่มปริมาณน้ำผิวดิน (Perry,2000)

ปริมาณน้ำท่าในประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมและพายุหมุนที่แตกต่างกันขึ้นกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์และลักษณะภูมิประเทศ อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำท่าไม่ได้ขึ้นกับปริมาณฝนเพียงอย่างเดียว Perry (2000) ระบุถึงปัจจัยที่ทีอิทธิพลต่อปริมาณฝนว่า ประกอบด้วย ความเข้มของฝน ลักษณะทางธรณีวิทยา ความชันของลุ่มน้ำ Walker and Krung (2003) แสดงถึงความสำคัญของพื้นที่ระบายน้ำ ความชันของร่องน้ำ ความสามารถในการเก็บน้ำ พืชคลุมดิน และดัชนีความหนาแน่นฝน

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ากับปัจจัยต่างๆ นั้น การวิเคราะห์ด้วยวิธีการ ทางสถิติ ได้แก่ สมการถดถอย เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถใช้ได้โดยมีความถูกต้องในระดับหนึ่ง แต่สมการถดถอยจะมีนัยสำคัญทางสถิติสูง ถ้าค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรไม่แตกต่างกันมากเกินไป สมการถดถอยจะใช้ประโยชน์ได้ดีกับภูมิภาคที่มีสภาพทางอุตวิทยาที่คล้ายคลึงกัน งานวิจัยนี้จะทำการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณน้ำในลุ่มน้ำสำคัญของประเทศไทย และทำการแบ่งกลุ่มภูมิภาคทางอุทกและทำการวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) วิเคราะห์ลักษณะทางพื้นที่ของปริมาณน้ำในลุ่มน้ำของประเทศไทย
2) สร้างสมการความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำสูงสุดกับปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

1.3 แนวเหตุผล

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำมีความแตกต่างกันในแต่ละภูมิภาค จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ลักษณะของปริมาณน้ำในแต่ละภูมิภาคแตกต่างกันด้วย

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตพื้นที่ศึกษา งานวิจัยนี้ได้เลือกศึกษาลุ่มน้ำสายหลักของประเทศ 9 ลุ่มน้ำ ได้แก่

ลุ่มน้ำชี ตั้งอยู่ระหว่างเส้นละติจูด 15 องศา 30 ลิปดาเหนือและระหว่างเส้นลองจิจูด 104 องศา 30 ลิปดาตะวันออก มีพื้นที่ 49,477 ตารางกิโลเมตร

ลุ่มน้ำมูล ตั้งอยู่ระหว่างเส้นละติจูด 17 องศา 7 ลิปดาเหนือ ถึง 16 องศา 20.75 ลิปดาเหนือ และระหว่างเส้นลองจิจูด 101 องศา 16.9 ลิปดาตะวันออก ถึงเส้นลองจิจูด 105 องศา 37.6 ลิปดาตะวันออก มีพื้นที่ 69,977 ตารางกิโลเมตร

ลุ่มน้ำปิง ตั้งอยู่ระหว่างเส้นละติจูด 15 องศา 24 ลิปดาเหนือ ถึง 19 องศา 49 ลิปดาเหนือ และระหว่างเส้นลองจิจูด 98 องศา 05 ลิปดาตะวันออก ถึง 105 องศา 37.6 ลิปดาตะวันออก มีพื้นที่ 69,977 ตารางกิโลเมตร

ลุ่มน้ำวัง ตั้งอยู่ระหว่างเส้นละติจูด 17 องศา 05 ลิปดาเหนือ ถึง 19 องศา 30 ลิปดาเหนือ และระหว่างเส้นลองจิจูด 98 องศา 05 ลิปดาตะวันออก ถึงเส้นลองจิจูด 105 องศา 37.6 ลิปดาตะวันออก มีพื้นที่ 10,791 ตารางกิโลเมตร

ลุ่มน้ำยม ตั้งอยู่ระหว่างเส้นละติจูด 17 องศา 05 ลิปดาเหนือ ถึง 19 องศา 30 ลิปดาเหนือ และระหว่างเส้นลองจิจูด 98 องศา 05 ลิปดาตะวันออก ถึงเส้นลองจิจูด 105 องศา 37.6 ลิปดาตะวันออก มีพื้นที่ 23,616 ตารางกิโลเมตร

ลุ่มน้ำน่าน ตั้งอยู่ระหว่างเส้นละติจูด 15 องศา 42 ลิปดา ถึง 19 องศา 37 ลิปดาและเส้นลองจิจูด ตั้งแต่ 99 องศา 51 ลิปดา ถึงเส้นลองจิจูด 101 องศา 21 ลิปดา มีพื้นที่ 33,930 ตารางกิโลเมตร

ลุ่มน้ำแม่กลอง ตั้งอยู่ระหว่างเส้นละติจูด 13 องศา 15 ลิปดา ถึง 16 องศา 15 ลิปดาและเส้นลองจิจูดตั้งแต่ 98 องศา 15 ลิปดา ถึง 100 องศา มีพื้นที่ 32,610 ตารางกิโลเมตร

ลุ่มน้ำจันทบุรี ลุ่มน้ำจันทบุรีเป็นลุ่มน้ำสำคัญในจังหวัดจันทบุรี จังหวัดจันทบุรีตั้งอยู่ระหว่าง เส้นละติจูด 12 องศา ถึง 13 องศาเหนือ และเส้นลองจิจูดตั้งแต่ 101 องศา ถึง 102 องศาตะวันออก ลุ่มน้ำจันทบุรีมีพื้นที่ 1,569.62 ตารางกิโลเมตร

ลุ่มน้ำตาปี ตั้งอยู่ระหว่างเส้นละติจูด 8 องศาเหนือ ถึง 9 องศา 30 ลิปดาเหนือ และระหว่างเส้นลองจิจูด 98 องศา 30 ลิปดาตะวันออก ถึงเส้นลองจิจูด 100 องศาตะวันออก มีพื้นที่ 13,200 ตารางกิโลเมตร

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยมีรายละเอียดเป็นขั้นตอนดังนี้

1) การดำเนินการเบื้องต้น

- ศึกษาผลงานและเอกสารที่เกี่ยวข้อง
- รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ แผนที่ภูมิประเทศ ตำแหน่งและที่ตั้งของสถานีไหลสูงสุดในรอบปี ปริมาณน้ำท่ารายวัน ปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ย ปริมาณน้ำสูงสุดในรอบปี ปริมาณน้ำต่ำสุดในรอบปี พื้นที่รับน้ำในแต่ละสถานีวัดน้ำของลุ่มน้ำ แผนที่ขอบเขตลุ่มน้ำ แผนที่การใช้ดิน แผนที่เส้นชั้นความสูง และเส้นแม่น้ำ

2) วิธีดำเนินการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลจะเป็นการศึกษาเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณน้ำของลุ่มน้ำต่างๆ เพื่อแสดงให้เห็นความแตกต่างและความคล้ายคลึงกันทางพื้นที่ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าและปัจจัยที่สำคัญ การวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย

ก. การวิเคราะห์ปริมาณน้ำและความแตกต่างทางพื้นที่

- ปริมาณน้ำในช่วงเวลาต่างๆ
- กรณีอุทกของปริมาณน้ำ
- สัมประสิทธิ์ความแปรผันของปริมาณน้ำ
- สภาพภัยแล้ง
- ทำแผนที่แสดงการกระจายของตัวแปร

ข. สร้างสมการถดถอย

3) สร้างสมการความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำสูงสุดกับปัจจัยที่เกี่ยวข้อง โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression) ด้วยโปรแกรม Statistical Package for Social Sciences (SPSS) version 15

4) สรุปผลการศึกษา

5) เขียนและพิมพ์วิทยานิพนธ์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ทำให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความแตกต่างทางพื้นที่ของปริมาณน้ำในลุ่มน้ำของประเทศไทย

2) ทราบปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำซึ่งจะช่วยให้สามารถประมาณค่าปริมาณน้ำได้อย่างกว้างๆ ในแหล่งที่ไม่มีสถานีวัดน้ำ

3) เป็นประโยชน์ต่อการวางแผนพัฒนาพื้นที่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎี แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเรื่องลักษณะทางพื้นที่ของปริมาณน้ำของแม่น้ำในประเทศไทย เพื่อวิเคราะห์ลักษณะทางพื้นที่ของปริมาณน้ำในแม่น้ำในประเทศไทย ซึ่งประกอบด้วย วิเคราะห์ปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยต่อพื้นที่ลุ่มน้ำ ความสัมพันธ์ของปริมาณรายปีเฉลี่ยกับพื้นที่ลุ่มน้ำ ความถี่สะสมของปริมาณน้ำรายเดือนเฉลี่ย 5 ปี สภาพน้ำหลาก ช่วงเวลาที่เกิดภัยแล้ง การวิเคราะห์สภาวะน้ำแล้ง สร้างสมการความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำสูงสุดกับปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งส่งผลต่อปริมาณน้ำมีความแตกต่างกันในแต่ละภูมิภาค จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ลักษณะของปริมาณน้ำในแต่ละภูมิภาคแตกต่างกัน

2.1 ลักษณะของพื้นที่ลุ่มน้ำ

Walker, J.F. and Krug, W.R. (2003) ศึกษาว่าลักษณะของพื้นที่รับน้ำหนึ่งๆพิจารณาจากการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยพหุคูณ อันประกอบด้วยตัวแปรต่างๆ ได้แก่ พื้นที่รับน้ำ ความลาดชันของพื้นที่ ความสามารถในการกักเก็บน้ำ พืชพรรณธรรมชาติ ดัชนีความหนาแน่นฝนที่รอบการเกิดซ้ำ 25 ปี ปริมาณหิมะในแต่ละปี และ ความสามารถในการให้น้ำไหลผ่าน (Permeability) ของดิน ปัจจัยดังกล่าวมีรายละเอียดดังนี้

1) พื้นที่รับน้ำ (A) ในหนึ่งตารางไมล์ หมายถึง พื้นที่รับน้ำจากน้ำไหลผิวดิน พื้นที่นี้ดูได้จากแผนที่ภูมิประเทศ (topographic map) หรือจากสถานีวัดน้ำที่รายงานมา

2) ความชันของแม่น้ำสายหลัก (S) ในหนึ่งฟุตต่อไมล์ หมายถึง ความลาดชันของกระแสน้ำระหว่างร้อยละ 10 – 85 จากความยาวทั้งหมดของเส้นทางน้ำ ตั้งแต่ต้นน้ำไปจนสุดพื้นที่ที่เป็นพื้นที่รับน้ำซึ่งจะดูได้จากแผนที่ภูมิประเทศ

3) พื้นที่ป่า (FOR) จะแสดงเป็นร้อยละของพื้นที่รับน้ำทั้งหมด ซึ่งอยู่ในแผนที่ USGS และใช้วิธี grid method หรือข้อมูลจากหน่วยบริการ (Soil Conservation Service) ค่าคงที่ที่ใช้ในสมการคือ 1 (เพื่อหลีกเลี่ยงค่า 0 ในสมการ)

4) ดัชนีความหนาแน่นฝนที่รอบการเกิดซ้ำ 25 ปี (I_{25}) ถูกคำนวณโดยลบ 4.2 ด้วย 25 (ฝน 25 ปี ตกตลอด 24 ชั่วโมงแสดงเป็นนิ้ว (Walker, J.F. and Krug, W.R., cite in Huff and Angel,

1992) ปริมาณน้ำฟ้าที่มากที่สุดใน 25 ปี จะเกิดซ้ำ ในอีก 25 ปี นั่นคือ การวัดปริมาณน้ำฝนตัวเลขปีที่ใช้คำนวณคือ 2, 10, 25, 50 และ100

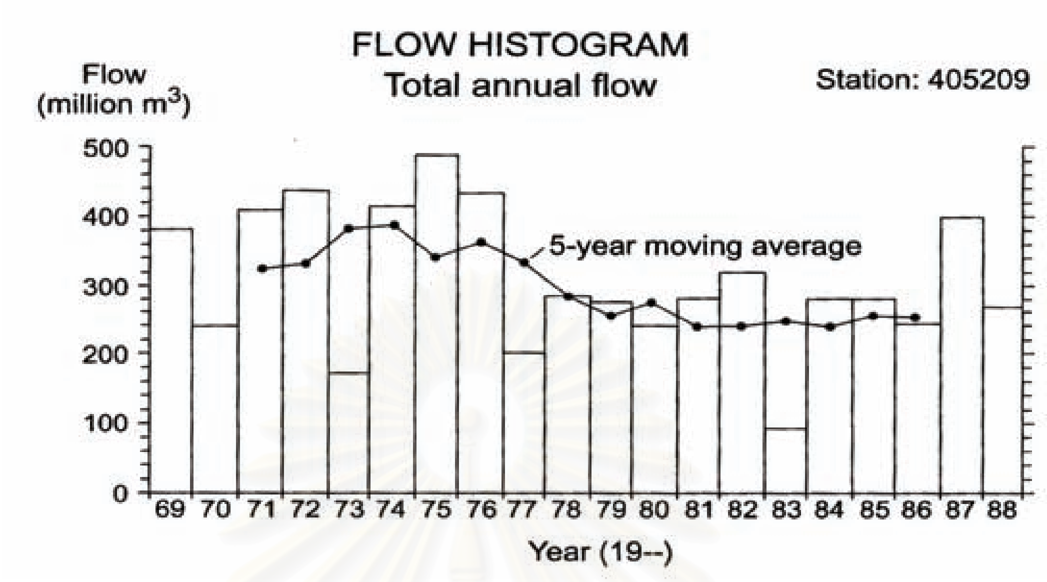
2.2 ปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ย

ปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยมีความสำคัญมาก (Gordon, N.D. and Mc Mahon, T.A. and Finlayson, B.L. cited in McMahon and Mein, (1986) ปีตามปฏิทินนั้นค่อนข้างที่จะเป็นมาตรฐาน และปริมาณหยาดน้ำฟ้าก็มักจะมีการรายงานตามปีปฏิทินอยู่แล้ว อย่างไรก็ดี ในทางการศึกษาเกี่ยวกับน้ำ มักจะใช้ช่วงที่เรียกว่า ปีน้ำ (water year) หรือปีอุทก (hydrological year) นั่นหมายถึง ช่วงเวลาที่เกิดน้ำท่วมจะไม่ถูกแยกออกระหว่างปีที่ต่อกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตที่มีการเหือดแห้งไปจากการที่หิมะละลายในฤดูหนาวซึ่งวัฏจักรที่หิมะสะสมและละลายไปจะอยู่ในช่วงหนึ่ง (interval)

ในประเทศสหรัฐอเมริกา และ อังกฤษ ช่วงเวลาน้ำหลากโดยปกติจะเริ่มตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม ถึง 30 กันยายน เช่น พ.ศ. 2533 การเก็บปริมาณน้ำตลอดทั้งปี จะสิ้นสุดลงในวันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2533 (Gordon, N.D. and Mc Mahon, T.A. and Finlayson, B.L. cited in McMahon and Mein, 1986) กล่าวว่าวิธีการที่ง่ายที่สุดในการกำหนดช่วงเวลาที่เริ่มต้น คือ ให้เริ่มจากเดือนที่มีค่ากลางต่ำที่สุด

ปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยภาพที่ 2-1 แสดงให้เห็นช่วงและการกระจายในช่วงเวลาหนึ่งซึ่งแบบรูปถูกกำหนดจากสภาพภูมิอากาศ ความชื้นของดิน และการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ค่าเฉลี่ยความผันผวนปริมาณน้ำ 5 ปี แสดงให้เห็นชัดเจนขึ้นในกราฟผลรวมของปริมาณน้ำไหลประจำปี (total annual flow) ซึ่งเส้นนี้คำนวณจากค่าเฉลี่ย จากปีที่สนใจกับ 2 ปีก่อนหน้า และ 2 ปีต่อไปซึ่งจะส่งผลกระทบต่อความผันแปรในระยะยาว

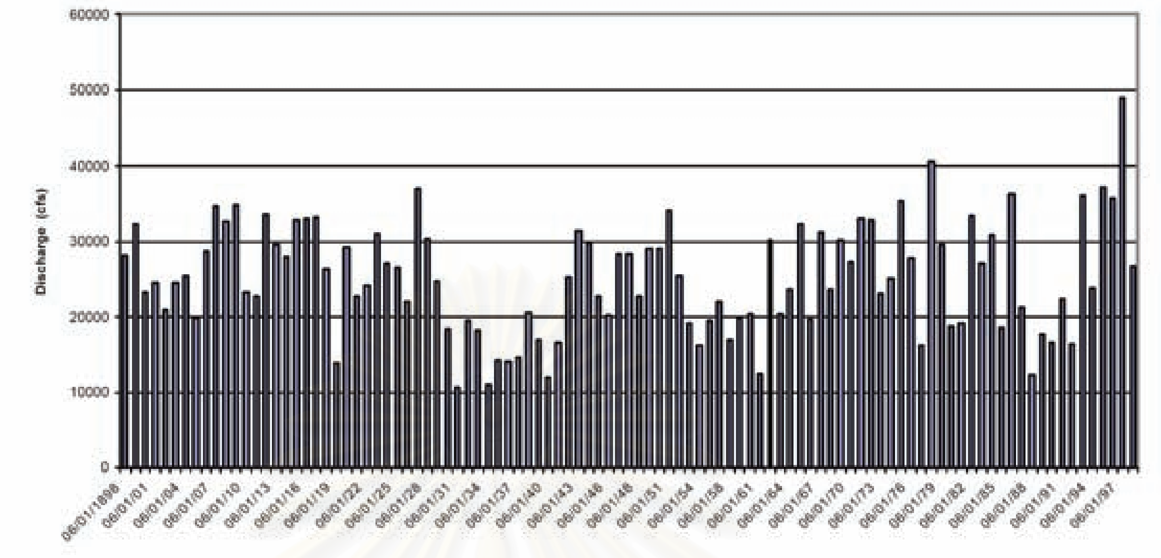
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



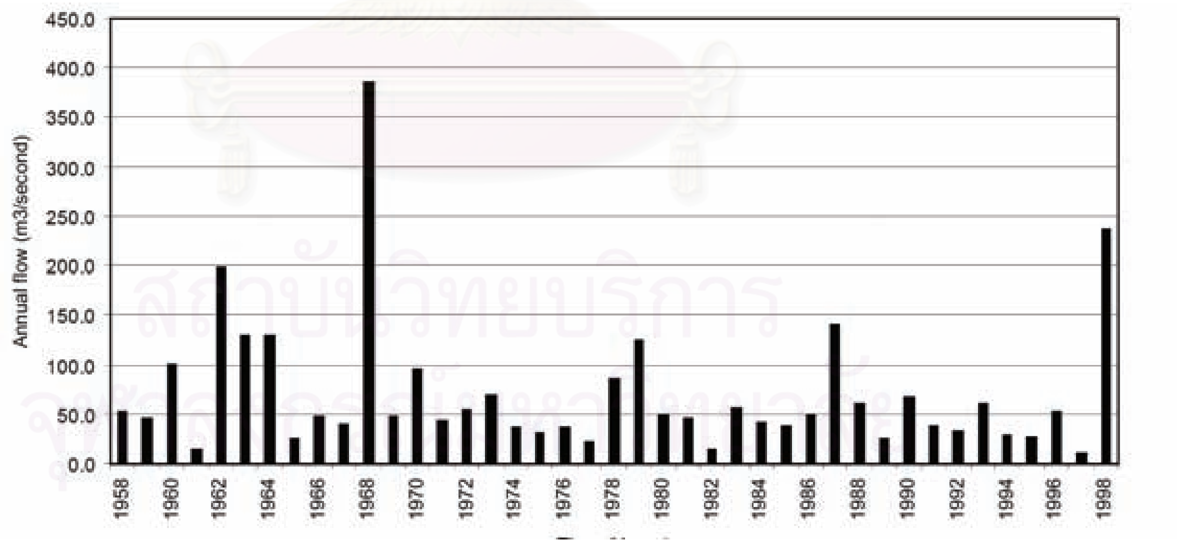
ภาพที่ 2-1 แผนภูมิแท่งแสดงปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยจากแม่น้ำ Acheron ที่ Taggerty

การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำเฉลี่ย 5 ปีเป็นการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงที่ราบเรียบในระหว่างปี Jorgensen, D.G. (2004) The USACE กับ USGS การปะติดปะต่อข้อมูลปริมาณน้ำจาก พ.ศ. 2441 ถึง พ.ศ. 2471 และจาก พ.ศ. 2474 ปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยช่วงเวลา 101 ปี จาก พ.ศ. 2441 ถึง 2541 มีหน่วยเป็นลูกบาศก์ฟุตต่อวินาทีที่ Sioux City แสดงในภาพที่ 2-32 ช่วงเวลาเกิดภัยแล้งมากที่สุดของลุ่มน้ำ upper Missouri ที่สามารถเห็นได้ชัด การปะติปะต่อข้อมูลที่มีการบันทึกในอดีตของแม่น้ำ Missouri มีการวางแผนตั้งแต่ พ.ศ. 2483 การบันทึกข้อมูลเริ่มใน พ.ศ. 2472 และความยาวของข้อมูลมากกว่า 30 ปี คงจะไม่ถูกบิดเบือนจนไม่สามารถเป็นต้นแบบของปริมาณน้ำในช่วงเวลาที่เกิดภัยแล้ง

Sustainable Management of the Usangu Wetland its Catchment (2001) มีแนวโน้มสำหรับรับที่น้ำหยุดไหลหลายเป็นปีแรก ๆ และระยะเวลาที่น้ำยุคไหลไม่ยาวนานมากกว่านี้ หมดระยะเวลาที่แห้งแล้งใน พ.ศ. 2541 ซึ่งเป็นฤดูกาลที่ฝนตกหนัก ซึ่งเกี่ยวข้องกับปรากฏการ el nino ภาพที่ 2-2 และ 2-3 แสดงปริมาณน้ำรายปี ส่วนใหญ่ฤดูแล้ง (เกิดขึ้นในเดือนมิถุนายน-พฤศจิกายน) การไหลของปริมาณน้ำที่ Msembe มีแนวโน้มที่ชัดเจนในการลดลงของปริมาณน้ำของแม่น้ำ Great Ruaha



ภาพที่ 2-2 ปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยแม่น้ำ Missouri ที่ Sioux City Iowa ข้อมูลจาก USACE และ USGS การปะติดปะต่อข้อมูลที่มีการบันทึกจาก พ.ศ. 2471 และจาก พ.ศ. 2474 – 2481



ภาพที่ 2-3 ปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยแม่น้ำ Great Ruaha ที่ Msembe

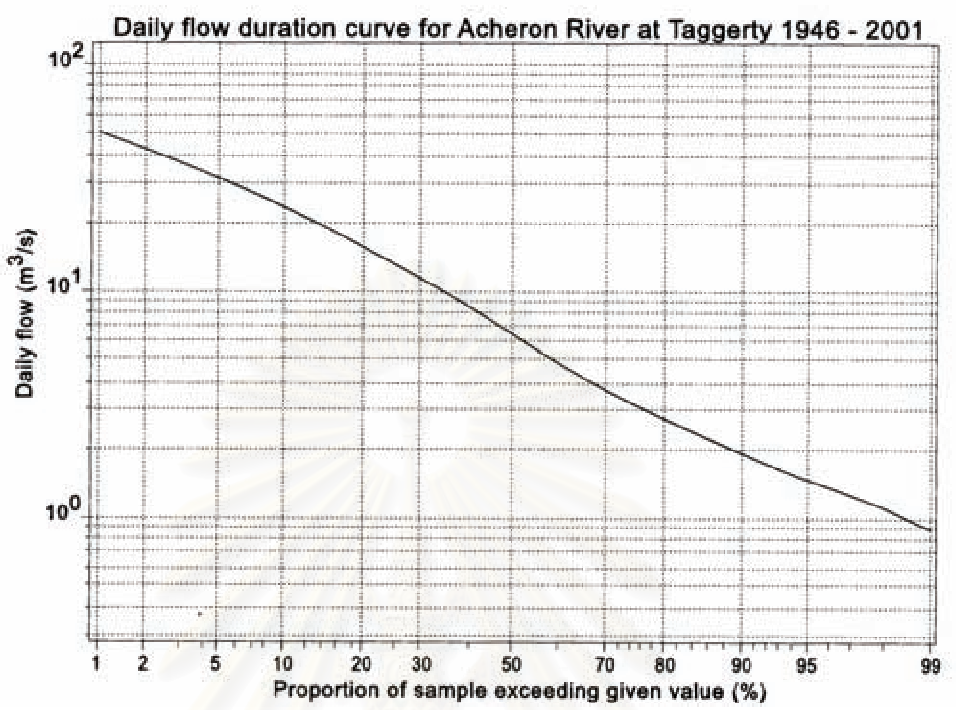
2.3 ปริมาณน้ำที่สัดส่วนต่าง ๆ

Gordon, N.D. and Thomas, A. and Mc Mahon, T.A. and Finlayson, B.L. (2004) กล่าวว่า แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลาการไหลของของกระแสน้ำ (flow duration) ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการไหลของกระแสน้ำและร้อยละของเวลาที่กระแสน้ำเอ่อท่วม มักถูกใช้สำหรับการประเมินร้อยละของเวลาที่กระแสน้ำเอ่อท่วมเพื่อจะได้หาวิธีการระบายน้ำออกได้ทัน รวมถึงการระบายน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมหรือสิ่งปฏิกูล นอกจากนี้ยังใช้เพื่อการประเมินค่าความเป็นไปได้ของโรงงานกระแสไฟฟ้าพลังน้ำและเพื่อสืบหาสภาพการไหลตามธรรมชาติของทางน้ำ โดยการประเมินจากความโค้ง ยกตัวอย่าง แม่น้ำ Acheron เมื่อ plot กราฟแล้วจะทำให้ทราบร้อยละของเวลาที่กระแสน้ำจะไหลผ่านแม่น้ำ Acheron ที่สูงกว่า 2 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที**ภาพที่ 2-4** และจากแผนภูมิโค้งใน จะเห็นได้ว่าประมาณร้อยละ 90 เป็นคำตอบที่ถูกต้อง ดังนั้น ภายในช่วงเวลาใน 1 ปี ประมาณ 329 วัน (0.9x365.25) น้ำจะหลากสูงกว่า 2 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และ 36 วัน น้ำจะหลากต่ำกว่า 2 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ซึ่งเรียกว่าปริมาณน้ำในเวลานี้ว่า Q_{90}

เมื่อเปรียบเทียบกับการวิเคราะห์ความถี่ของการเกิดน้ำท่วม หรือ การหลากอย่างช้านั้น เส้นโค้งแสดงช่วงเวลาของการหลากจะได้มาจากข้อมูลต่างๆมากกว่าที่จะสนใจเพียงค่าการไหลสูงหรือต่ำ การไหลของน้ำที่ได้จากการวิเคราะห์นั้นได้จากการวัดการไหล ณ ช่วงเวลาหนึ่ง เช่น 1 ชั่วโมง 1 วัน 10วัน 6 เดือน หรือ 1 ปี เป็นต้น ช่วงเวลาที่ถูกเลือกจะขึ้นกับช่วงของเวลาของข้อมูลที่มี ร่วมกับการใช้ เส้นโค้งพยากรณ์ช่วงเวลาของการไหล (duration curves)

เส้นโค้งในกราฟแบบรายวัน (Daily curve) จะแสดงรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลมากกว่าแบบรายเดือนหรือรายปี ในเส้นกราฟ ณ ระดับที่เกินจากจุดสูงสุดไปจะค่อนข้างราบเรียบซึ่งจะสัมพันธ์ไปกับค่าเฉลี่ย สำหรับการประเมินอื่นที่ไม่ทราบระยะเวลา เช่น การอพยพย้ายถิ่นของเป็ด การแตกหน่อของพืช ให้ระบุระยะเวลาที่เหมาะสม เช่น 3 วัน 10 วัน หรือ 2 เดือน ได้เช่นกัน

ข้อมูลเหล่านี้ โดยเฉพาะข้อมูลในช่วงเวลาสั้นๆ ควรมีความสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องกันมากกว่าที่จะเป็นอิสระจากกัน ไม่เช่นนั้นความน่าจะเป็นในการกระจายจะไม่พอดีกับข้อมูล นอกจากนั้น แผนภูมิช่วงเวลาของการไหล เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดที่แสดงการบันทึกข้อมูลเชิงประวัติศาสตร์ และ การให้ข้อมูลลักษณะแบบรูปการไหลของน้ำ



ภาพที่ 2-4 Daily flow –duration curve แม่น้ำ Acheron ที่ Taggerty ข้อมูลปีน้ำจาก พ.ศ. 2489-2544 คำนวณโดย AQUAPAK

สถิติที่บันทึกการไหลตามช่วงเวลารายปี (Annual flow-duration curve Statistic) ใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการไหลของน้ำและ ร้อยละของช่วงเวลาการไหลของน้ำที่เอ่อล้นพื้นที่รับน้ำ Annual flow-duration curve ที่ใช้ในรายงานนี้สร้างมาเพื่อการจัดลำดับค่ากลางในการปล่อยน้ำแบบรายวัน โดยเป็นการวิเคราะห์เป็นช่วงจากยาวที่สุดไปช่วงที่สั้นที่สุดและให้จุดที่สามารถระบุที่ตั้งของการหลากโดยใช้สูตร Weibull (David S. Armstrong, Gene W. Parker, Todd A. Richards., cite in Helsel and Hirch, 1992) ความน่าจะเป็นในการปล่อยออกในแต่ละครั้งจะเท่ากันหรือมากเกิน จะถูกระบุแน่นอน Annual flow-duration curve มีการลากเส้นปริมาณน้ำและการแสดงความน่าจะเป็นเป็นร้อยละของเวลาของการไหลของน้ำว่ามีค่าเท่ากันหรือมากกว่าช่วงเวลาที่เลือก

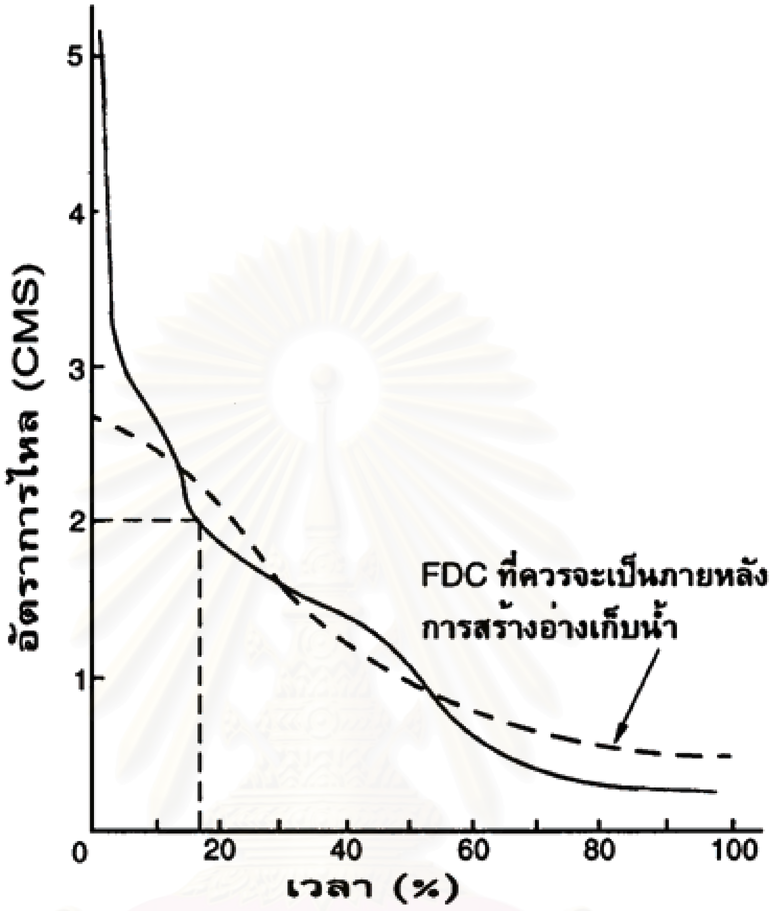
โดยปกติแล้วในการกระจายที่มีตัวชี้วัดมากกว่าจะดีกว่าเพราะมันจะพอดีกับชุดข้อมูลและจะมีความยืดหยุ่นเข้ากับข้อมูลหลายชุดได้ สำหรับจำนวนข้อมูลโดยปกติหากต้องการจะให้มีความน่าเชื่อถือต้องมีตัวชี้วัด 2 ตัวเป็นขั้นต่ำ ดังนั้นความยืดหยุ่นของการกระจายกับความน่าเชื่อถือของตัวชี้วัดต้องสัมพันธ์กัน (Gordon, N.D. and Thomas, A. and Mc Mahon, T.A. and Finlayson, B.L. (1977) การแสดงการกระจายใช้กันอย่างแพร่หลายในอุทกวิทยา ทำให้เกิดการวิพากษ์วิจารณ์กันมาก (Gordon, N.D. and Thomas, A. and Mc Mahon, T.A. and Finlayson, B.L. cite in

NERC,1975) และ (Gordon, N.D. and Thomas, A. and Mc Mahon, T.A. and Finlayson, B.L. cite in Rao and Hamed ,2000) ให้บทสรุปที่ครอบคลุมสำหรับข้อมูลเพิ่มเติม

ประกอบ วิโรจนกูฏ (2539) กล่าวว่า FDC สำหรับจุดใดจุดหนึ่งบนลำน้ำแสดงให้เห็นสัดส่วนของเวลาที่อัตราการไหลในลำน้ำที่จุดนั้นมีค่าเท่ากับหรือมากกว่าค่าใดค่าหนึ่ง FDC ที่ได้จากการใช้ข้อมูลระยะยาวบอกให้รู้ถึงลักษณะของลุ่มน้ำในการทำให้เกิดน้ำท่า และสามารถใช้เป็นประโยชน์สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณการไหลเพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ การกักเก็บน้ำเหนือจุดวัดน้ำขึ้นไปทางต้นน้ำเช่น การสร้างอ่างเก็บน้ำซึ่งควบคุมเปลี่ยนแปลงการไหลในลำน้ำท้ายน้ำลงไปจะเปลี่ยนลักษณะของ FDC เดิมของลำน้ำ การสร้าง FDC ส่วนใหญ่แล้วอาศัยข้อมูลน้ำท่ารายวันที่วัด ณ สถานีวัดน้ำท่าต่าง ๆ

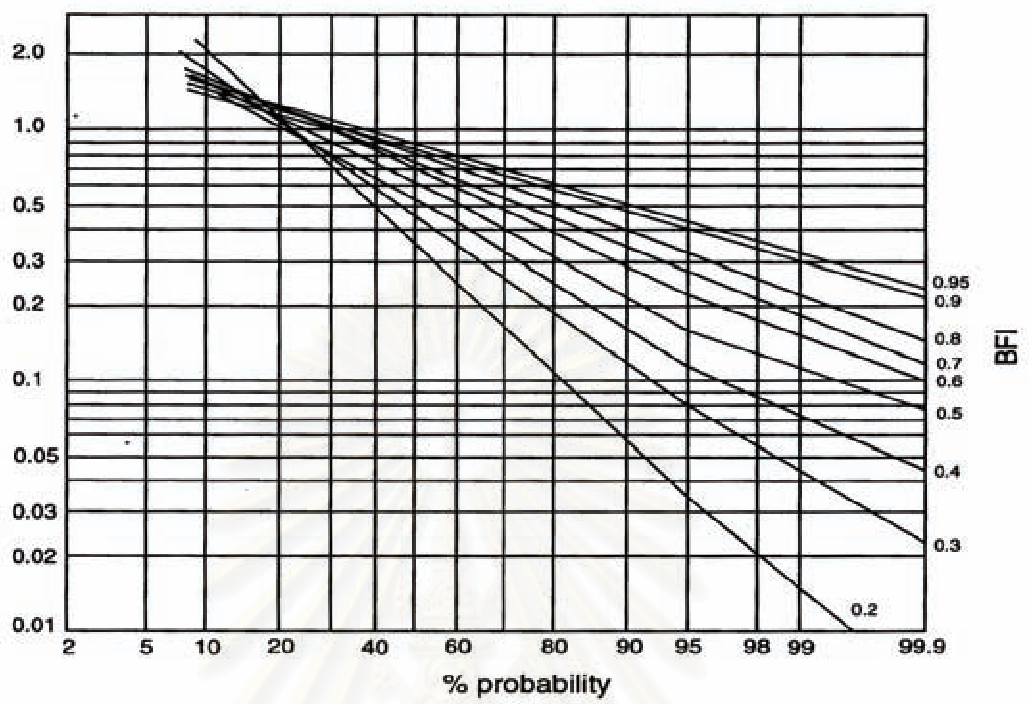
โดยทั่วไปอัตราการไหล Q จะมีค่าแตกต่างกันหลายสิบเท่า ด้วยเหตุนี้จึงนิยมพล๊อตค่า Q ในสเกลล็อค และสัดส่วนเวลาในสเกล normal probability ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะทำให้ได้ FDC เป็นเส้นตรงโดยประมาณ ทำให้ดูเปรียบเทียบกันได้ง่ายขึ้น และถ้าทำ FDC ให้เป็นมาตรฐานโดยการหาร Q ด้วยพื้นที่รับน้ำและปริมาณฝนเฉลี่ยต่อไปที่ตกลงบนพื้นที่รับน้ำ ก็จะได้ FDC มาตรฐานซึ่งใช้ประโยชน์ได้ดีในการเปรียบเทียบลักษณะการไหลในลำน้ำที่จุดต่าง ๆ ของลำน้ำสายหนึ่ง หรือเปรียบเทียบระหว่างลำน้ำหลาย ๆ สาย นอกจากนี้ก็ยังมีประโยชน์เพื่อการสังเคราะห์ FDC สำหรับลำน้ำที่ไม่มีข้อมูลการวัดที่มีลักษณะทางธรณีวิทยาและภูมิอากาศคล้ายคลึงกัน Wilson (1990) ได้รวบรวม FDC มาตรฐานสำหรับลำน้ำในประเทศอังกฤษเพื่อใช้เป็นประโยชน์โดยทั่วไปสำหรับลำน้ำที่ไม่มีข้อมูลการวัด ภาพที่ 2-5 ค่าอัตราการไหลเฉลี่ยรายวัน (Q_m) ของลุ่มน้ำที่ไม่มีข้อมูลการวัดน้ำท่าสามารถประมาณได้จากความแตกต่างระหว่างปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีที่ตกลงบนลุ่มน้ำและการระเหยที่เกิดขึ้นจริงทั้งปี แล้วเฉลี่ยเป็นอัตราการไหลรายวัน ส่วนค่าการซึมลง (infiltration) ที่ไม่ได้นำมาคิดในที่นี้ เนื่องจากในระยะยาวแล้วก็จะกลายเป็น baseflow ของการไหลในลำน้ำ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 2-5 Flow – Duration Curve สำหรับแม่น้ำยูเฟรติส ที่ฮิท โดยใช้ข้อมูลในช่วงเดือน กุมภาพันธ์ – กันยายน พ.ศ. 2538 (ประกอบ วิโรจนกูฏ, อ้างถึงใน Wilson,1990)

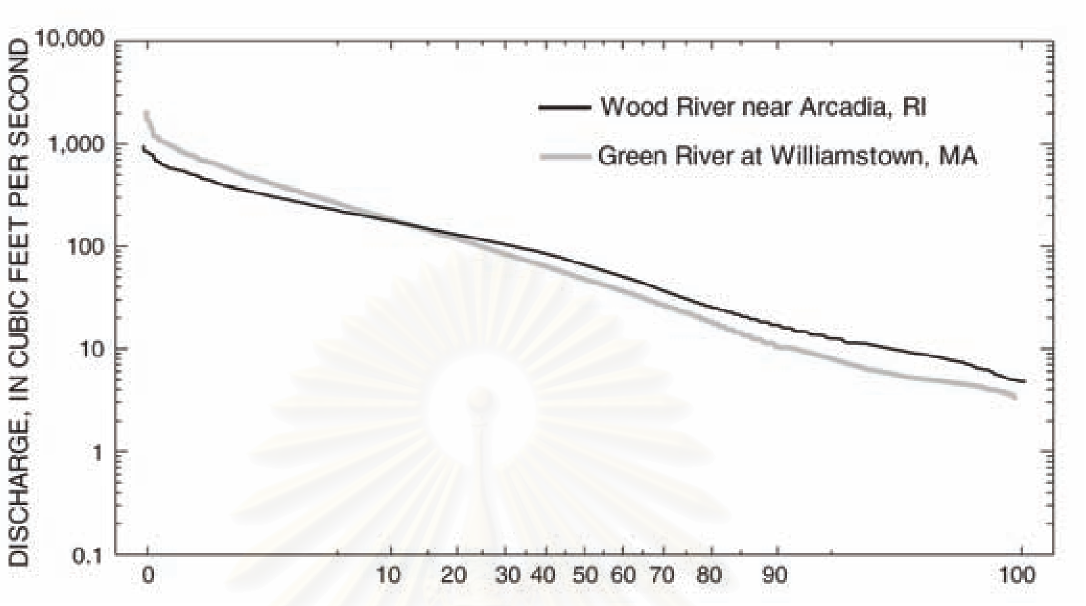
ถ้า FDC มีความลาดชันน้อยแสดงว่าลำน้ำมีโอกาสเกิดน้ำท่วมนอง (flood) น้อย และมีสัดส่วนของน้ำท่าที่ได้รับจากน้ำใต้ดินสูง แต่ถ้า FDC มีความลาดชันมากแสดงว่าลำน้ำมีช่วงเวลาที่เกิดน้ำท่วมนองบ่อย และในขณะเดียวกันก็มีช่วงเวลาขาดแคลนน้ำ (low flow) บ่อยเช่นกัน ซึ่งมักจะเกิดจากการที่มีสัดส่วนของน้ำใต้ดินน้อย



ภาพที่ 2-6 Flow – Duration Curve มาตรฐานสำหรับลำน้ำประเทศอังกฤษ
(ประกอบ วิโรจนกูฏ,อ้างถึงใน Wilson,1990)

2.4 การเปรียบเทียบ Flow Duration Curve

รูปร่างของ Flow Duration Curve ถูกกำหนดโดยลักษณะเฉพาะทางธรณีวิทยา กับปริมาณน้ำของลุ่มน้ำ เส้นโค้งของ Flow Duration Curve อาจจะใช้เปรียบเทียบลักษณะเฉพาะของลุ่มน้ำที่แตกต่างกัน เส้นโค้งที่มีความชันสูงจะมีน้ำท่วมบ่อย บ่งบอกถึงแม่น้ำที่มีน้ำท่วมฉับพลันซึ่งมีปริมาณน้ำสูงตามทิศทางของกระแสน้ำ เส้นโค้งที่มีความชันต่ำบ่งบอกถึงสัดส่วนของน้ำใต้ดินหรือการเก็บของน้ำผิวดินน้อย (ยกตัวอย่างเช่น ทะเลสาป หรือพื้นที่ชุ่มน้ำ) (Armstrong, D.S. and Parker, G.W. and Richard, T.A. cite in Gordon and Others (1992) Flow Duration Curve จากข้อมูลปริมาณน้ำรายปี มีการบันทึกข้อมูล 25 ปี (พ.ศ. 2519-2543) ในแต่ละสถานีวัดน้ำ เส้นโค้งจาก 2 สถานี คือ Wood River ใกล้กับ Arcadia สถานีวัดน้ำ RI (01117800) และ Green River ที่ Williamstown สถานีวัดน้ำ MA (01333000) มีการเปรียบเทียบในภาพที่ รูปร่างของ Flow Duration Curve แสดงให้เห็นความแตกต่างทางด้านธรณีวิทยาใน Wood ในพื้นที่มีการกระจายของทราย กับก้อนหินเล็ก ๆใน เปอร์เซนต์สูง ที่แม่น้ำ Green



ภาพที่ 2-7 Flow Duration Curve จากข้อมูลปริมาณน้ำเฉลี่ยรายปี แม่น้ำ Wood ใกล้ Acradia RI (01117800) และแม่น้ำ Green ที่ Williamstown MA (01333000) ใช้ข้อมูล พ.ศ. 2519-2543

2.5 การวิเคราะห์ความถี่ของน้ำหลาก

การวิเคราะห์ความถี่มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์หรือค่ารอบปีการเกิดซ้ำทางอุทกวิทยา (Return Period) และความน่าจะเป็นหรือโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์หรือค่าต่าง ๆ สำหรับปรากฏการณ์ทางอุทกวิทยาสุดขั้ว (Extreme Events) ทั้งค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด เช่น อัตราการไหลสูงสุด ฝนรายปีสูงสุด ปริมาณน้ำท่ารายปีสูงสุด มักเป็นปรากฏการณ์ที่ต้องมีการทำนายล่วงหน้า เพื่อประโยชน์ในการวางแผน การจัดการ และการออกแบบโครงสร้างต่าง ๆ (วิไล เวชษีอ้างถึงใน ประกอบ วิโรจน์กูฏ,2539)

วีระพล แต้สมบัติ (2528) กล่าวว่าทฤษฎีการแจกแจงความน่าจะเป็น (Probability Distribution) มีอยู่หลายชนิดด้วยกันที่อาจนำมาใช้ในการวิเคราะห์ทางอุทกวิทยา แต่ทฤษฎีความน่าจะเป็นที่นิยมใช้สำหรับการวิเคราะห์น้ำหลากด้วยหลักสถิติการเกิดมี 4 อย่างคือ ทฤษฎีกัมเบล (Gumbel Distribution) ทฤษฎีล็อกปรกติแบบสองพารามิเตรอร์ (Two-Parameter Lognormal) ทฤษฎีเพียร์ซันประเภทสาม (Pearson Type III distribution)และทฤษฎีล็อกเพีร์ซันประเภทสาม (Log Pearson Type III distribution)

สำหรับแม่น้ำในประเทศไทย ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีความเป็นไปได้ที่เหมาะสมในการวิเคราะห์น้ำหลากด้วยหลักสถิติ โดยทำการเปรียบเทียบทฤษฎีความเป็นไปได้ทั้ง 4 วิธีข้างต้น คือ ทฤษฎีกัมเบล ทฤษฎีล็อกนอร์มอลแบบสองพารามิเตอร์ ทฤษฎีเพียร์ซันประเภทสามและทฤษฎีล๊อกเพียร์ซันประเภทสาม และสรุปผลการศึกษาว่า ทฤษฎีที่มี 2 พารามิเตอร์ โดยเฉพาะทฤษฎีกัมเบลมีความเหมาะสมกว่าทฤษฎีที่มี 3 พารามิเตอร์ และได้แนะนำให้ใช้วิธีทฤษฎีกัมเบลสำหรับแม่น้ำในประเทศไทย (วิไล เวชยีอ้างถึงใน วีระพล แต้สมบัติ, 2528)

Morisawa, M. (1986) กล่าวว่าการวิเคราะห์ความถี่ของน้ำหลากโดยการใช้ข้อมูลที่ได้จากการวัดปริมาณน้ำและวิเคราะห์กราฟอุทกซึ่งมีการจดบันทึกไว้แล้ว จะได้รับความรู้เกี่ยวกับความรุนแรงและความถี่ของน้ำท่วมเป็นอย่างดี ทั้งนี้ในการวิเคราะห์ความถี่ของการเกิดน้ำท่วมควรจะใช้ทั้งข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดของแต่ละปี และปริมาณน้ำทั้งหมดซึ่งจะทำให้เห็นช่วงการเกิดซ้ำของความรุนแรงในการเกิดน้ำท่วม เช่น การเกิดขึ้นซ้ำกลับมาอีกในรอบ 25 ปีโดยดูจากสูตรต่อไปนี้

$$T = \frac{n+1}{m}$$

กำหนดให้

T หมายถึง ช่วงปีของการเกิดซ้ำ

n หมายถึง จำนวนปีที่เก็บข้อมูล

m หมายถึง ขนาดความรุนแรงของน้ำท่วมโดยกำหนดให้ m มีค่าเท่ากับ 1 ที่ระดับปริมาณน้ำสูงสุดที่วัดได้

ปริมาณน้ำท่วมในแต่ละปีจะถูกแทนลงในกราฟ บนแกนตั้ง ส่วนแกนนอนจะแทนด้วยช่วงปีของการเกิดซ้ำ เมื่อลงจุดข้อมูลลงในกราฟทั้งหมดแล้ว จะทำให้เห็นเส้นโค้งความถี่และความรุนแรงของการเกิดน้ำท่วม และจากกราฟจะสามารถทำนายการเกิดน้ำท่วมในรอบ 8 ปี ที่ปริมาณน้ำ 20,000 ลูกบาศก์เมตร/วินาที (ดังภาพที่ 2-8)

การที่จะทำความเข้าใจระบบของแม่น้ำได้มากยิ่งขึ้นต้องศึกษาและวิเคราะห์เกี่ยวกับภูมิอากาศ การวัดการไหลเวียนของสภาพลมฟ้าอากาศ และการวัดปริมาณน้ำใต้ดินร่วมด้วย ซึ่งข้อมูลเหล่านี้เมื่อนำมาบูรณาการร่วมกันในการแปลตีความจะทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการได้มากขึ้น รูปแบบวัฏจักรน้ำที่แตกต่างกันอาจมาจากความแปรปรวนของสภาพอากาศ ส่งผลให้ปริมาณหยาดน้ำฟ้า การระเหย การกลายเป็นไอ รวมถึงปริมาณน้ำที่ซึมลงดินเปลี่ยนแปลงไป เป็นต้น

Gumbel, (1941) ได้เสนอแนะการกระจายค่าสุดขั้ว (extreme value distribution) ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้หาฟังก์ชั่นการกระจายโอกาสที่จะเกิดค่าสุดขั้วในงานอุทกวิทยาและอุตุนิยมวิทยาหลายลักษณะงาน เช่น การคาดการณ์การเกิดน้ำท่วมสูงสุด และ ปริมาณฝนสูงสุด เป็นต้น Gumbel ได้พบว่า เมื่อนำข้อมูลอัตราการไหลสูงสุดที่เกิดขึ้นใน 365 วันเป็นจำนวนหลาย ๆ ปี มาวิเคราะห์ จะได้สมการในการหาโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ (probability of occurrence of an event) ที่เท่ากับ หรือมากกว่าค่า x_o ดังนี้ (กีรติ ลีวัจนกุล, 2543)

$$P(x/x_o) = 1-e^{e^{-y}}$$

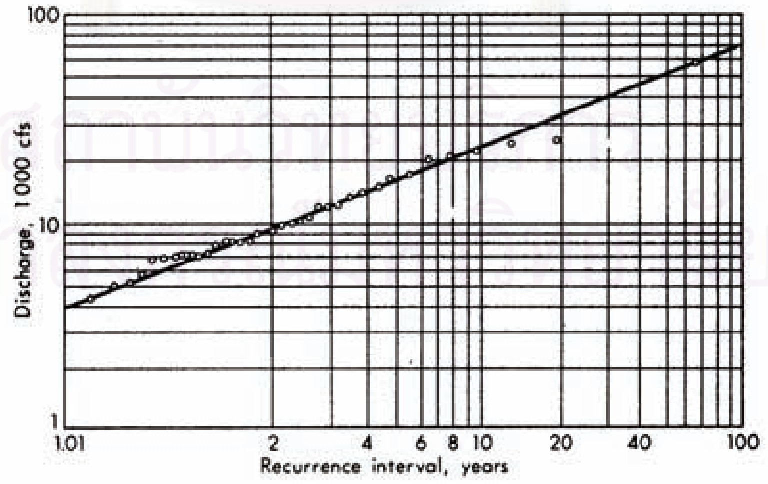
โดยที่ $y = \alpha(x-a)$

เมื่อ $a = \bar{x} - 0.45005\,\sigma_x$

และ $\alpha = \dfrac{1.2825}{\sigma_x}$

โดยที่ $\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ยของ x

และ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ x (standard deviation of the variate) แทนค่า a



ภาพที่ 2-8 เส้นโค้งความถี่น้ำหลากสูงสุดที่แม่น้ำ Licking Tobaso Ohio

(Marie Morisawa, cite in After Dalrymple,1960)

การเลือกค่าน้ำท่วมฐานของอนุกรมข้อมูล PDS เป็นการเลือกขนาดและจำนวนของข้อมูลในอนุกรม โดยในการศึกษาครั้งนี้เลือกพิจารณาค่าน้ำท่วมฐานจาก 4 วิธี จากนั้นจะพิจารณาเหมาะสมไปใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป โดยการเลือกค่าน้ำท่วมฐานทั้ง 4 วิธีคือ (วรภัต ธรรมประทีป, 2546)

1) การเลือกค่าน้ำท่วมฐานจากข้อมูล Annual Momentary Discharge ที่มีค่าน้อยที่สุด

2) การเลือกค่าน้ำท่วมฐานจากระดับน้ำแล้วสภาพทางกายภาพตลิ่ง

3) การเลือกค่าน้ำท่วมฐานจากวิธี R – Curve

การเลือกค่าน้ำท่วมฐานจากข้อมูล Annual Momentary Discharge ที่มีค่าน้อยที่สุดนั้นเมื่อได้กำหนดค่าน้ำท่วมฐานด้วยวิธีนี้แล้ว จะทำให้ค่าปริมาณการไหลส่วนใหญ่ในช่วงน้ำหลากมีค่ามากกว่าค่าน้ำท่วมฐานที่กำหนดขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงและตรงตามวัตถุประสงค์ในการกำหนดค่าน้ำท่วมฐานขึ้นมา คือการพิจารณาค่าปริมาณน้ำไหลในช่วงน้ำหลากไม่เฉพาะปริมาณการไหลสูงสุดเท่านั้น ค่ารองๆ ลงมาก็นำมาพิจารณาด้วย

ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น เปรียบเทียบกันในแต่ละด้าน ร่วมกันทั้งหมดแล้ว ในการศึกษานี้จึงเลือกการหาค่าน้ำท่วมฐานจากวิธีที่ 1 คือการเลือกค่าน้ำท่วมฐานจากข้อมูล Annual Momentary Discharge ที่มีค่าน้อยที่สุด ซึ่งเหมาะสมมากกว่าวิธีอื่นๆ สำหรับข้อมูลปริมาณน้ำท่าของสถานีต่างๆ ของน้ำท่วมฐานทั้ง 4

2.5.1 ความถี่ปริมาณน้ำหลากสูงสุดในอ่างเก็บน้ำ Howeel Ranch ถึงอ่างเก็บน้ำ Mackay

ความถี่ปริมาณน้ำหลากสูงสุดอ่างเก็บน้ำ Howeel Ranch ถึงอ่างเก็บน้ำ Mackay สถานีวัดน้ำที่ Howeel Ranch ภาพที่ 2-25 ถูกเลือกเป็นจุดเริ่มต้นในการวิเคราะห์ มีเหตุผลในการเลือกจุดเริ่มต้นคือ

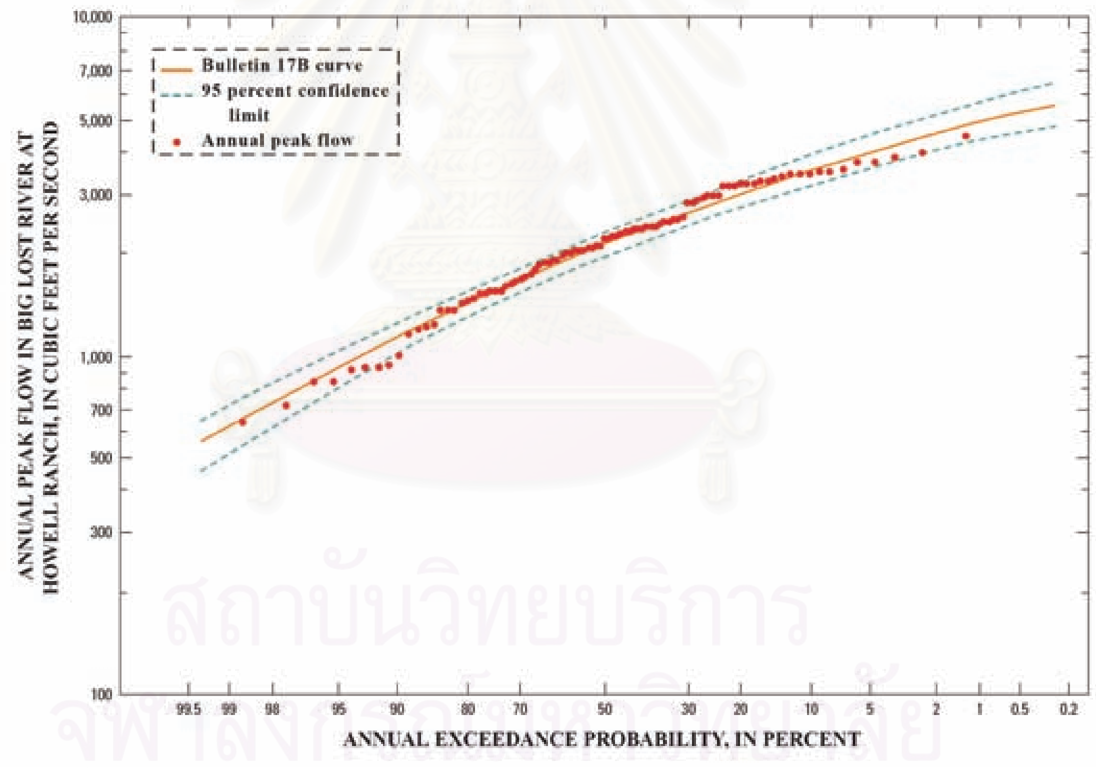
1) สามารถเป็นตัวแทนปริมาณน้ำมากกว่าครึ่งของปริมาณน้ำทั้งหมดในลุ่มน้ำ (Hortness, J.E. and Rousseau, J.P. cite in Crosthwaite and other (1970)

2) บันทึกข้อมูลเป็นเวลานานและต่อเนื่อง

3) ความถี่ของปริมาณน้ำหลากสูงสุดมีความถูกต้องสูง

นอกจากนั้นการไหลของน้ำในระดับที่สูงขึ้นจากสถานีวัดน้ำ Howeel Ranch ไม่มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านการชลประทาน หรือโครงสร้างในการเก็บน้ำระยะทางของเส้นไม่น้ำระหว่างสถานีวัดน้ำ Howell Ranch (13120500) และที่ตั้งสถานีวัดน้ำเหนืออ่างเก็บน้ำ Mackay (13123500, 13124000, 13124500 และ 13125000 ประมาณ 20 ไมล์ และพื้นที่รับน้ำ

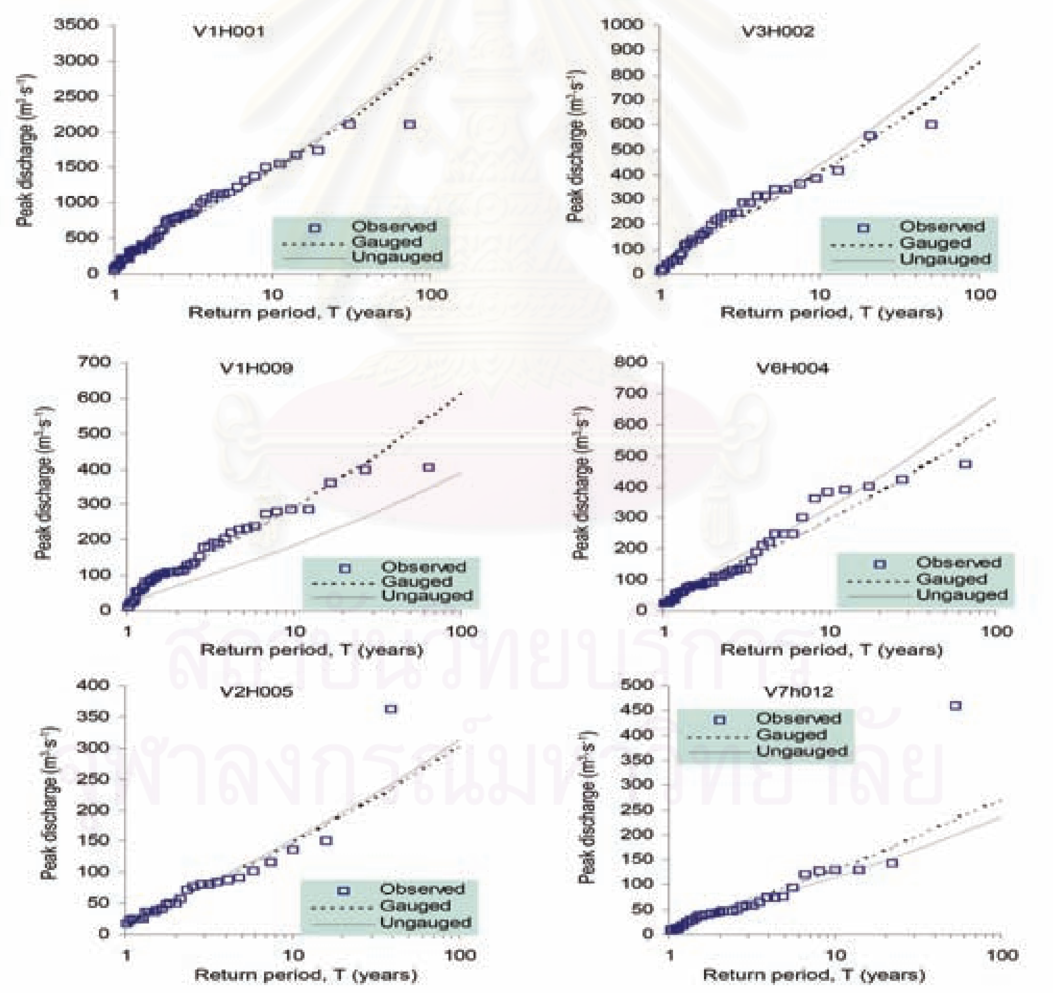
316 ตารางไมล์ จากการอภิปรายก่อนหน้านี้ จากข้อมูลทั้ง 4 สถานี เหนืออ่างเก็บน้ำ Mackay รวมทั้งในข้อมูลเกี่ยวกับสมมุติฐานสถานีวัดน้ำ การไหลของปริมาณน้ำไปยังอ่างเก็บน้ำ Mackay (13125500) เพราะว่าระหว่างเหตุการณ์ที่มีปริมาณน้ำหลากสูงสุด ปริมาณน้ำที่ไหลจากแม่น้ำ Big Lost สามารถไหลผ่านร่องน้ำของทั้ง 4 สถานีที่สูงขึ้นจากอ่างเก็บน้ำ Mackay สมมุติฐานข้อมูลปริมาณน้ำในสถานีวัดน้ำทำให้มีการวิเคราะห์ข้อมูลลดน้อยลง การไหลของปริมาณน้ำสูงสุดที่เป็นตัวอย่างของระยะเวลาที่ช้าลง การเข้าถึงสถานีวัดน้ำโดยประมาณ 24 ถึง 48 ชั่วโมง ตัวอย่างสำคัญที่ทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลลดน้อยลง เกิดขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ Chilly Sinks (ภาพที่ 2-9) ตั้งอยู่ 6 ถึง 8 ไมล์ เป็นระดับที่ต่ำลงตามเส้นแม่น้ำจากสถานีวัดน้ำ Howell Ranch (Hortness, J.E. and Rousseau, J.P. cite in Crosthwaite and other (1938)



ภาพที่ 2-9 Bulletin 17 B ความถี่ปริมาณน้ำหลากสูงสุด (การบันทึกข้อมูลน้ำหลาก 93 ครั้ง ความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ สำหรับแม่น้ำ Big Lost ที่ Howell Ranch (13120500)

2.5.2 ความถี่ปริมาณน้ำหลากสูงสุดในภูมิภาค

Kjeldsen, T.R. and Smithjers, J.c. and Schulze, R.E. (2003) กล่าวว่า การใช้วิธี Index-flood ในการประมาณค่าพื้นที่ที่ไม่ได้มีสถานีวัดน้ำ เป็นวิธีการที่สำคัญเพื่อให้ได้ค่าการประมาณของตัวแปรเสริมดัชนีน้ำท่วมในพื้นที่เหล่านั้น ในงานวิจัยของเขาพยายามที่จะหาความสัมพันธ์ระหว่างค่ากลางของน้ำท่วมประจำปีกับลักษณะของพื้นที่รับน้ำใน KwaZulu-Natal ใน แอฟริกาใต้ โดยการใช้การถ่วงน้ำหนักและ Least square method แบบจำลองตัวแปรเสริม ทั้งนี้เขายังพบปัญหาเกี่ยวกับการประมาณค่ากลางของน้ำท่วมประจำปี ในพื้นที่ชายฝั่งในภูมิภาคที่ศึกษาด้วย ภาพที่ 2-10



ภาพที่ 2-10 ความน่าจะเป็นในการประมาณเปรียบเทียบ ความถี่ปริมาณน้ำหลากสูงสุด ในตำแหน่งที่มีสถานีวัดน้ำและไม่มีสถานีวัดน้ำ

ใน พ.ศ. 2508 สาขาที่เกี่ยวข้องกับ “การป้องกันน้ำท่วม” มีการขยายทางด้านวิศวกรรม และ ICE ยึดการประชุมเกี่ยวกับปริมาณน้ำที่ทำให้เกิดน้ำท่วมในแม่น้ำที่จะกำหนดวิธีการศึกษามีความต้องการวิเคราะห์ความถี่น้ำหลากสูงสุดจะเกิดขึ้นเมื่อมีงบประมาณในโครงการมากเพียงพอที่ทำให้งานมีความถูกต้อง ในโครงการเล็กมีวิธีการที่หลากหลายในการประมาณปริมาณน้ำ วิธีการที่ไว้ใจได้และเป็นมาตรฐาน มีความต้องการการประยุกต์ใช้ทั้งโครงการขนาดใหญ่กับโครงการขนาดเล็ก

ในสหรัฐอเมริกา US Geological Survey มีการพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลความถี่ของปริมาณน้ำหลากสูงสุดในระดังภูมิภาคร่วมกับการบันทึกข้อมูลในกลุ่มสถานีที่มีการศึกษาเกี่ยวกับน้ำในพื้นที่ที่เหมือนกันที่จะบันทึกข้อมูลที่มีเวลานานมากกว่าและการลดกลุ่มตัวอย่างที่มีความผิดพลาด วิธีการนี้มีการยอมรับโดยทั่วไปในสหรัฐอเมริกา และการนำเสนอการปรับปรุงที่สำคัญที่จะวิเคราะห์ความเสี่ยงน้ำท่วมในสหราชอาณาจักรเส้น โค้งของความถี่ในระดับภูมิภาคทำในประเทศอังกฤษ แคว้น Wale (Fleming, G. cite in Cole (1965) และ Scotland เป็นส่วนหนึ่งของสหราชอาณาจักรอังกฤษอยู่ทางตอนเหนือของเกาะอังกฤษ

ระหว่าง พ.ศ. 2503 เป็นต้นมา เหตุการณ์น้ำท่วมที่สำคัญหลายเหตุการณ์เกิดขึ้นตลอดของประเทศอังกฤษ โดยเฉพาะเหตุการณ์น้ำท่วมใน พ.ศ. 2511 ในเขต Bristol และทางด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศอังกฤษ เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดความวุ่นวายและภัยพิบัติ เหตุการณ์นี้กระตุ้นให้รัฐบาลสั่งการให้มี Flood Studies Report (NERC) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการประมาณน้ำท่วมที่ใช้ในประเทศอังกฤษ

วัตถุประสงค์ที่สำคัญของรายงาน พ.ศ. 2518 เสนอแนะเทคนิคในการประมาณน้ำท่วมพื้นฐานของสถิติที่ได้มาจากข้อมูลการศึกษาเกี่ยวกับน้ำ อุตุนิยมวิทยา และภูมิประเทศ สำหรับการดำเนินการทางด้านวิศวกรรมที่จะสนใจพื้นที่รับน้ำและการป้องกันปัญหาน้ำท่วม วัตถุประสงค์อื่นเป็นการกำหนดแนวทางการป้องกันน้ำท่วมของลุ่มน้ำที่วางตัวในที่ราบต่ำซึ่งยังคงไม่มีการเตรียมเกี่ยวกับนโยบายซึ่งเกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของเขื่อน การใช้ประโยชน์ 2 อย่างมีการรับรองรายงานใน พ.ศ. 2518 คือ

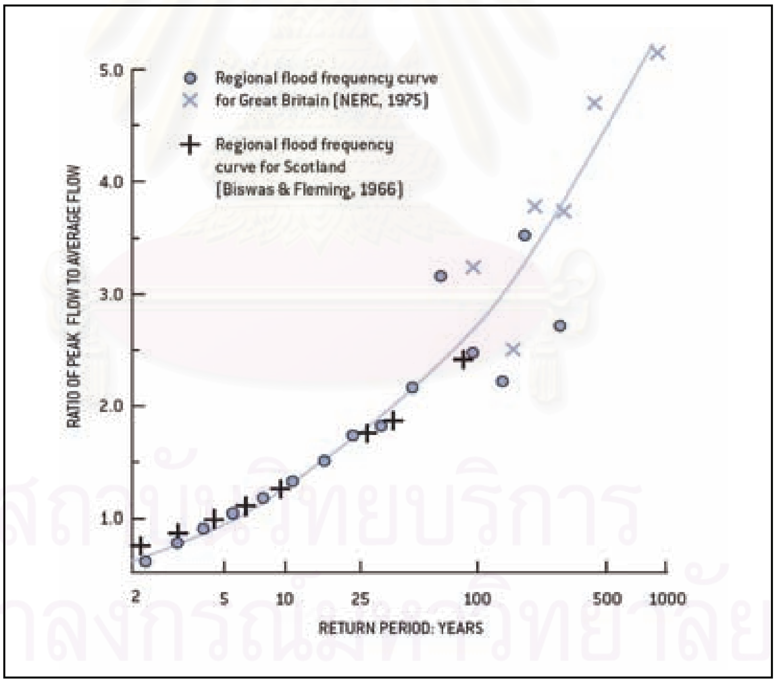
1) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ความถี่น้ำหลากสูงสุด

2) การพัฒนากราฟอุทกร่วมกับวัตถุประสงค์ซึ่งเกี่ยวข้องกับลักษณะเฉพาะของลุ่มน้ำและพายุ

ถ้ารายละเอียดเกี่ยวกับปริมาณน้ำและรูปแบบของน้ำท่วมหรือความต้องการประมาณปริมาณน้ำหลากสูงสุด มีการคัดค้านความเป็นไปได้ จึงมีการแนะนำให้มีการใช้ประโยชน์จากกราฟอุทก จุดอ่อนของรายงานใน พ.ศ. 2518 มีความเชื่อมั่นอย่างสูงเกี่ยวกับข้อมูลที่มีอยู่จริง และไม่

พยายามที่จะประมาณเหตุการณ์ที่เกินขอบเขตมากกว่านี้ นอกจากนี้ยังไม่มีรายงานการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ยกตัวอย่างเช่น ความสำคัญของเมืองใหญ่ ดังนั้นจึงมีการเสนอให้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงวิธีการประมาณปริมาณน้ำในขณะที่น้ำท่วม ภาพที่ 2-11 การวิเคราะห์ความถี่น้ำหลากสูงสุดในระดับภูมิภาค Biswas and Fleming เปรียบเทียบ พ.ศ. 2503 กับ พ.ศ. 2518

ในขณะที่ ICE กำลังเตรียมการนโยบายและการตีพิมพ์ Floods and Reservoir Safety an Engineering Guide พ.ศ. 2521 การเตรียมการนี้นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงในการออกกฎหมายโดย Reservoirs Act พ.ศ. 2518 ซึ่งการเปลี่ยนแปลงข้อบังคับตามกฎหมายสำหรับการยอมรับให้เขื่อนมีปริมาณน้ำเกิน 25 ล้านลิตร และพยายามที่จะลดการอธิบายนโยบายทางด้านวิศวกรรม พ.ศ. 2521 ของ ICE เป็นแนวทางในการกำหนดนโยบายทางด้านวิศวกรรมสำหรับการออกแบบและการดำเนินการเกี่ยวกับเขื่อนที่ไหนก็ตามในอังกฤษ ในขณะที่ พ.ศ. 2518 Flood Studies Report กำหนดนโยบายน้ำท่วมที่กำหนดออกมา



ภาพที่ 2-11 Biswas and Fleming เปรียบเทียบเส้นโค้งของความถี่ปริมาณน้ำหลากสูงสุดระดับภูมิภาค พ.ศ. 2503 เป็นต้นมา กับ พ.ศ. 2518

2.5.3 ความถี่ของปริมาณน้ำหลากสูงสุดต่อพื้นที่รับน้ำสถานีวัดน้ำที่มีการควบคุมปริมาณน้ำ

ลักษณะเฉพาะของความถี่ของปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่ไม่มีสถานีวัดน้ำในแม่น้ำที่มีการควบคุมปริมาณน้ำจะใช้การประมาณ โดยการใช้ลักษณะเฉพาะของความถี่น้ำหลากสูงสุดที่สถานีวัดน้ำที่มีการควบคุมปริมาณน้ำ และการปรับลักษณะเฉพาะเนื่องจากความสัมพันธ์ของพื้นที่รับน้ำกับปริมาณน้ำกราฟแสดงให้เห็นจุดสูงสุดของปริมาณน้ำในขณะที่เกิดน้ำท่วม ได้กำหนดคัดเลือกช่วงที่มีการเกิดขึ้นซ้ำต่อพื้นที่รับน้ำและแสดงให้เห็นในภาพ ตามแม่น้ำที่มีการควบคุมปริมาณน้ำที่สำคัญใน Wisconsin

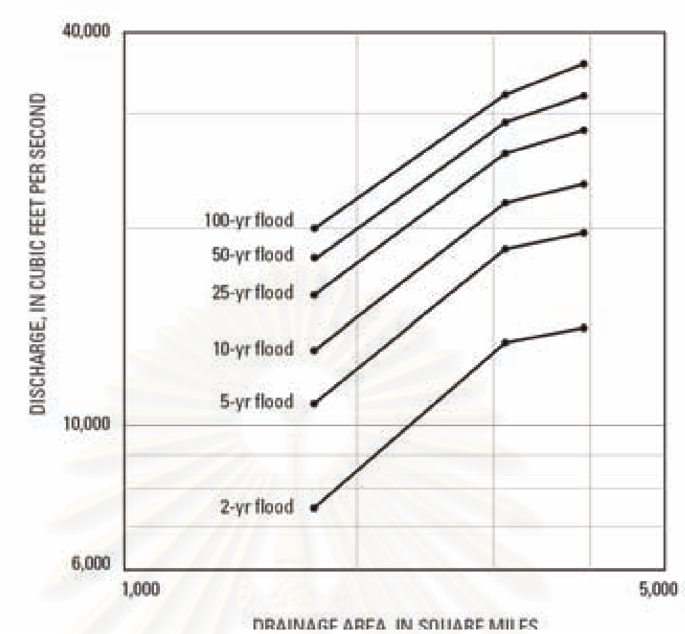
1) แม่น้ำ Menominee ระหว่าง Wisconsin and Michigan ภาพที่ 2 –12

2) แม่น้ำ Wisconsin จากยอดเขาถึง Rainbow ภาพที่ 2 - 13

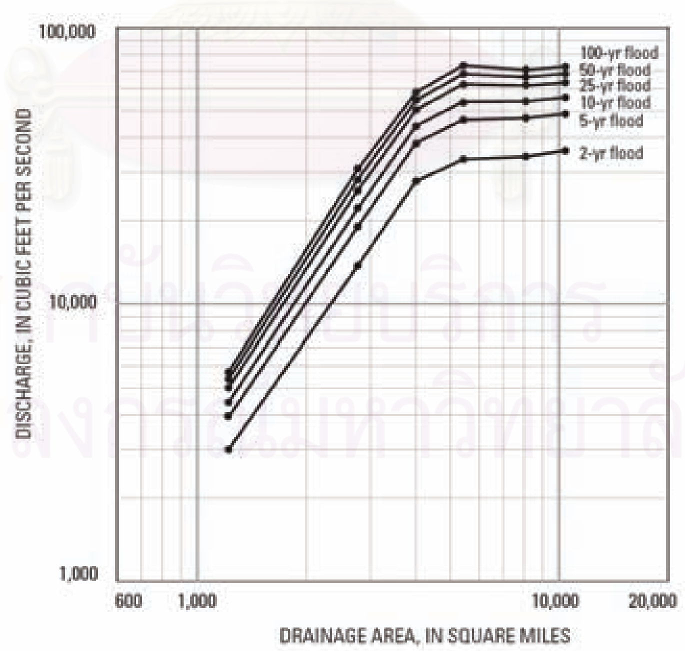
3) แม่น้ำ Chippewa จากยอดเขาถึง Lake Chippewa ใน Sawyer Country ภาพที่ 2 - 14

4) แม่น้ำ Flambeau จากภูเขาถึง Flambeau Flowage ตะวันออกเฉียงเหนือของ Park Falls ภาพที่ 2-15

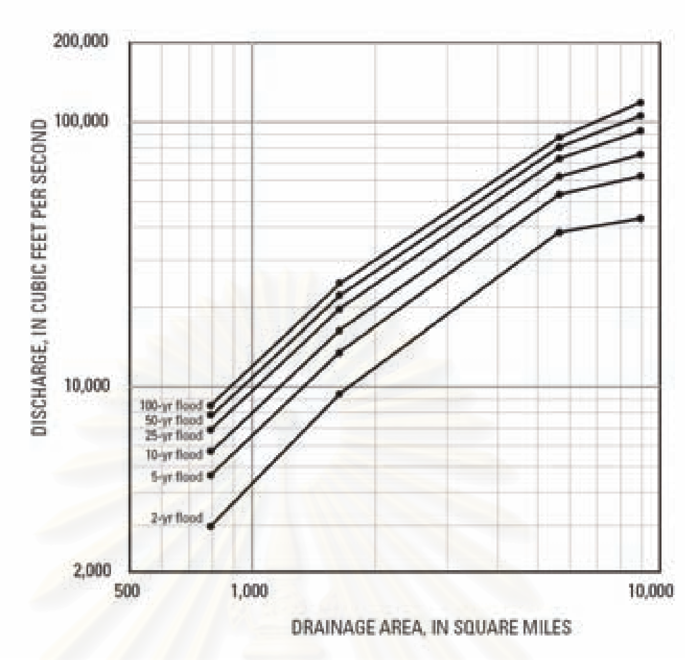
การกักเก็บน้ำในลุ่มน้ำเหล่านี้เป็นลักษณะเฉพาะของความถี่น้ำหลากสูงสุดที่สำคัญในตำแหน่งสถานีวัดน้ำ การวิเคราะห์ความถี่น้ำหลากสูงสุดแสดงให้เห็นความสำคัญของเส้นแม่น้ำในช่วงเวลาที่เริ่มต้นการบันทึกข้อมูล กับการทำให้สมบูรณ์เกี่ยวกับการกักเก็บปริมาณน้ำครั้งล่าสุดในอ่างเก็บน้ำในแต่ละลุ่มน้ำที่แม่น้ำ Menominee Chippewa และ Flambeau การวิเคราะห์เหล่านี้เป็นตัวอย่างการวิเคราะห์ความถี่ปริมาณน้ำหลากสูงสุดใน พ.ศ. 2543 รับที่สมบูรณ์สำหรับการกักเก็บน้ำปริมาณมากในแต่ละลุ่มน้ำดังต่อไปนี้คือ พ.ศ. 2484 แม่น้ำ Menomince พ.ศ. 2469 แม่น้ำ Flambeu และ พ.ศ. 2466 แม่น้ำ Chippawa สำหรับแม่น้ำ Wisconsin ปริมาณน้ำสูงสุดในขณะที่น้ำท่วมก่อนปี 1926-1926 มีการเลียนแบบการใช้แบบจำลองของระบบแม่น้ำ (J . F. Walker and W.R. Krug, 2003 cite in Krug and House, 1980) การสังเกตปริมาณน้ำสูงสุดในขณะที่น้ำท่วมมีการใช้กันหลัง พ.ศ. 2519



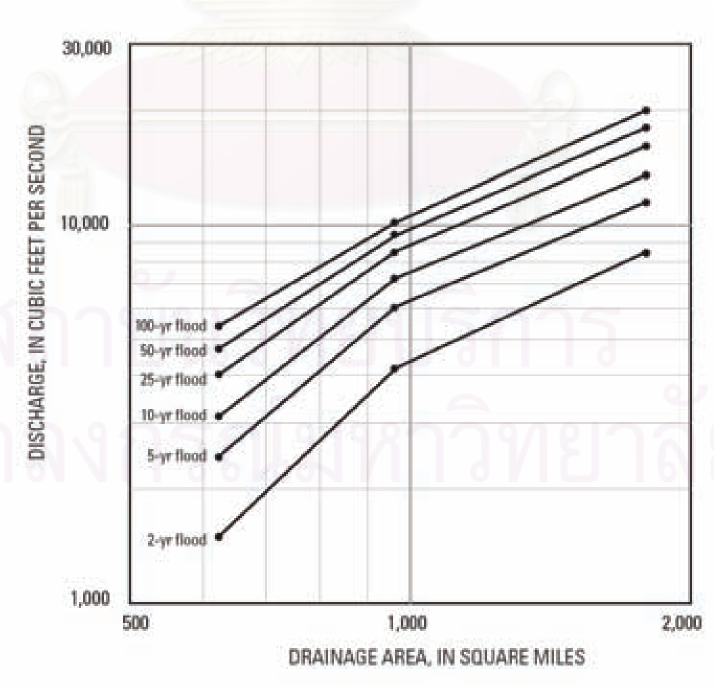
ภาพที่ 2-12 ความสัมพันธ์จองความถี่ปริมาณน้ำหลากสูงสุดกับพื้นที่รับน้ำของแม่น้ำสายหลักของแม่น้ำ Menominee, Wisconsin and Michigan



ภาพที่ 2-13 ความสัมพันธ์จองความถี่ปริมาณน้ำหลากสูงสุดกับพื้นที่รับน้ำของแม่น้ำสายหลักของแม่น้ำ Wisconsin,Wisconsin



ภาพที่ 2-14 ความสัมพันธ์ของความถี่ปริมาณน้ำหลากสูงสุดกับพื้นที่รับน้ำของแม่น้ำสายหลักของแม่น้ำ Chippewa, Wisconsin



ภาพที่ 2-15 ความสัมพันธ์ของความถี่ปริมาณน้ำหลากสูงสุดกับพื้นที่รับน้ำของแม่น้ำสายหลักของ แม่น้ำ Flambeau,Wisconsin

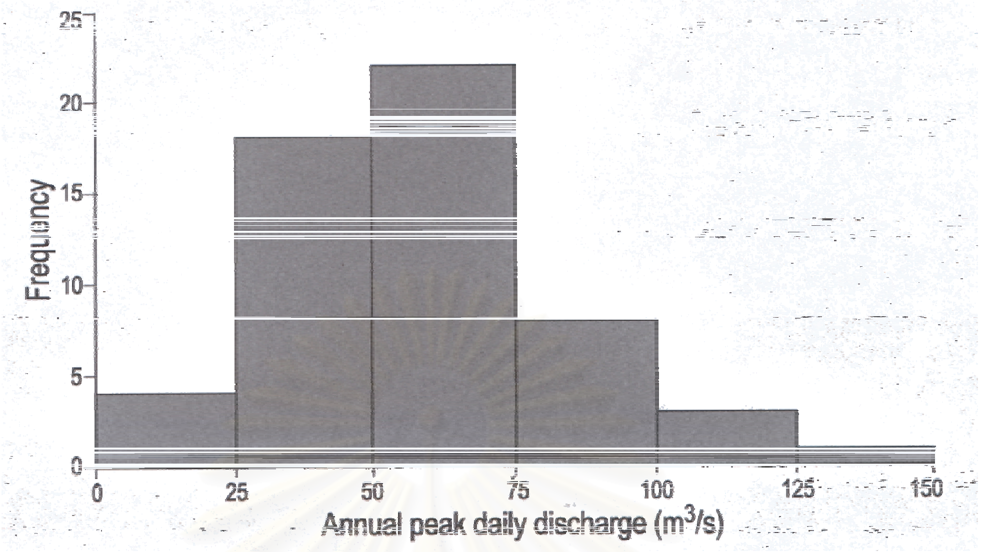
2.6 การกระจายความน่าจะเป็นที่เหมาะสม

Gordon, N.D. and Thomas, A. and Mc Mahon, T.A. and Finlayson, B.L. (2004) กล่าวว่า การวัดการกระจายแบบปกติ (Normal) หรือแบบเกาส์เซียน (Gaussian) เป็นที่คุ้นเคยกันดีในหมู่นักวิทยาศาสตร์และวิศวกร การกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูลน้ำท่วมสูงที่สุดเกือบจะใช้รูปแบบของกราฟรูปทรงระฆังคว่ำ ที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจาก 1) ข้อมูลน้ำท่วมถูกกำหนดให้มีค่าต่ำสุดเป็นค่าคงที่ซึ่งอาจจะเป็นศูนย์ หรือในกรณีอื่นๆอาจเป็นค่าต่ำสุดในทางทฤษฎีที่ใช้แสดงค่าที่ต่ำสุดของการเกิดน้ำท่วมในแต่ละปีหรือเป็นค่าที่ถูกเลือกมาใช้เพื่อจำกัดขอบเขตเพื่อการวิเคราะห์เฉพาะจุด เหตุ 2) คือ ข้อมูลที่ได้มักจะเอียงขวา (เอียงไปทางบวก) ด้วยค่าที่สูงสุดทำให้มีหางเรียบไปทางหนึ่ง ภาพที่ 2-16 แสดงความถี่ของการเกิดน้ำหลากที่แม่น้ำ Acheron

ความเป็นจริงที่ปรากฏในกฎทางคณิตศาสตร์คือ การปรากฏของข้อมูลน้ำท่วมที่แท้จริง ซึ่งเราสามารถที่จะตั้งข้อสังเกตได้ว่าข้อมูลมีการกระจายแบบสม่ำเสมอและเพื่อตรวจดูว่ากระจายอย่างไร ด้วยการนำทฤษฏีการกระจายมาใช้ในข้อมูลที่มีอยู่ ด้วยวิธีทางสถิติ เช่น ค่าเฉลี่ยความน่าเชื่อถือ และการทดสอบสมมติฐาน เพื่อนำมาช่วยในการแปลค่าโค้งความถี่ของการเกิดน้ำท่วมซึ่งจะอ้างอิงถึงการประมาณค่า โดยทั่วไปการกระจายความน่าจะเป็นนั้นจะได้ค่าที่ใกล้ความถูกต้องมากที่สุดซึ่งใกล้กับค่ามาตรฐานกลาง

แม้ว่าจะไม่มีรูปแบบการกระจายใด ๆ ที่จะเหมาะสมกับข้อมูลน้ำท่วมก็ตาม แต่การใช้และวิธีการเพื่อการกระจายต่างๆ จะทำให้ผู้ค้นคว้าสามารถได้ผลลัพธ์เหมือนกันจากชุดข้อมูลเดียวกัน ดังนั้นกระบวนการวิเคราะห์การกระจาย จะดูวัตถุประสงค์มากกว่าวิธีการทางสถิติและการใช้กราฟ ประโยชน์ที่ได้จากการวัดการกระจาย (Possibility Distribution) คือทำให้ได้ค่าที่ได้จากการประมาณพารามิเตอร์ต่างๆ สามารถนำมาสรุปได้ชัดเจนและเข้าใจง่าย และบ่อยครั้งที่พารามิเตอร์จะทำให้สัมพันธ์กับตัวแปรต่าง ๆ อีกทีหนึ่ง เช่น พื้นที่ลุ่มน้ำ ปริมาณฝนตก ภูมิประเทศและปัจจัยทางกายภาพอื่น ๆ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 2-16 แผนภูมิแท่งแสดงความถี่น้ำหลากสูงสุดที่ แม่น้ำ Acheron แม่น้ำที่ Taggerty (ข้อมูลจาก พ.ศ. 2489 – 2544 (56 ปี))

2.7 การวิเคราะห์ด้วยสมการการถดถอยกับสมการความถี่น้ำหลากสูงสุด

Walker, J.F. and Krug, W.R. (2003) ได้กล่าวถึง การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple regression) ใช้ในการประมาณค่าการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำหลาก ที่ได้จากการวิเคราะห์ความถี่กับลักษณะของพื้นที่รับน้ำ จากสถานีวัดน้ำประมาณ 200 สถานี (สำหรับในวิสคอนซิน)เพื่อมาใช้ในการวิเคราะห์ที่ตั้งที่เลือกมานี้เป็นที่ตั้งที่เคยเลือกใช้มาแล้วโดย Krug และคนอื่นๆ ซึ่งอยู่ในเขตชนบท และ ไม่ได้มีการควบคุม โดยมีการเก็บสถิติอย่างน้อย 10 ปีที่เป็นที่รู้กันดีว่าเป็นลักษณะของพื้นที่รับน้ำ เทคนิค สมการถดถอยพหุคูณ นี้ เป็นการหาค่ากลางของลักษณะการเกิดน้ำท่วมครั้งใหญ่ที่สุดจากที่ตั้งที่มีข้อมูลเพียงพอในการเลือกที่ตั้ง ความสัมพันธ์นี้ถูกแสดงโดยสูตรของความถี่ในการเกิดน้ำท่วม

การถดถอยพหุคูณ ใช้แสดงความสัมพันธ์ของลักษณะพื้นที่รับน้ำที่ใหญ่ที่สุด (ตัวแปรอิสระ) กับลักษณะ การเกิดน้ำท่วมสูงสุด (ตัวแปรตาม)

สูตร สามารถเขียนได้ดังนี้

$$Q_T = \alpha A^a B^b C^c \ldots M^m$$

โดย

Q	คือ	ปริมาณน้ำสูงสุด โดยมีหน่วยเป็นลูกบาศก์ฟุตต่อวินาที
T	คือ	ช่วงเวลาที่เกิดเหตุการณ์ซ้ำ (recurrence interval)
α	คือ	ค่าคงที่ aggression ที่ระบุโดยการวิเคราะห์ สมการถดถอย
A B C M	คือ	ลักษณะของพื้นที่รับน้ำ
a b c m	คือ	ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการที่ได้จากการวิเคราะห์

จากแบบจำลองด้านบนนี้ จะได้สมการเชิงเส้นแบบตัวแปรลอการิทึมวิธีการทั่วๆไปสำหรับการวิเคราะห์ คือgeneralized least square (GLS) ซึ่งถูกพัฒนาโดย Tasker และ คนอื่น ๆ ใน พ.ศ. 2529 และ Stedinger และ Taskerใน พ.ศ. 2528 ซึ่งวิธีนี้ใช้กันแพร่หลายเพราะมีข้อดีทางด้านทฤษฎีมากกว่าวิธี ordinary least squares (OLS) และ weighted least squares (WLS)

ในวิธี OLS ค่าทุกค่าจะถูกสมมติให้มีค่าเท่ากัน นั่นคือ T ของสถานีวัดระดับน้ำ จะถูกสมมติเท่ากันในทุกๆสถานี ในเชิงถดถอย โดยไม่คำนึงถึงเวลาในการเก็บสถิติ และความหลากหลายทางพื้นที่ ยิ่งไปกว่านั้นในวิธีนี้การเกิดน้ำท่วมครั้งใหญ่ร่วมกันในพื้นที่ต่างๆจะถูกสมมติให้เป็นแบบไม่สัมพันธ์กัน หรือเป็นการกระจายอย่างอิสระ

โดยปกติแล้ว 2 กรณีนี้จะไม่สามารถพบในบันทึกการเกิดน้ำท่วม ซึ่งความถูกต้องของค่า T จะถูกคำนวณจากระยะเวลาในการเก็บสถิติ และความหลากหลายของการเกิดน้ำท่วมในแต่ละปี

การเกิดน้ำท่วมร่วมกันในแต่ละปีใน พื้นที่จะเป็นแบบ cross correlated เพราะเนื่องจากสถานีในพื้นที่ต่าง ๆ เป็นสิ่งที่คล้ายคลึงกันในด้านสภาพภูมิอากาศ

ในวิธี GLS ความหลากหลายของความถูกต้องในการคำนวณค่า T และ cross relation ระหว่างสถานีจะถูกนำมาพิจารณา ในวิธีนี้ข้อมูลจะถูกจัดเพื่อการวิเคราะห์โครงข่ายของสถานีวัดน้ำ

2.8 การทำให้เป็นมาตรฐาน

International Association of Hydrological Sciences (1974) ศึกษาว่าลักษณะที่เด่นชัดของน้ำท่วม เช่น น้ำหลากในรอบ 10 ปี และความกว้างของร่องน้ำ ซึ่งสามารถพบข้อมูลเหล่านี้ได้จากสถานีวัดระดับน้ำแต่ละพื้นที่ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะใช้ในทางกายภาพ และทางคณิตศาสตร์ ในขณะที่ข้อมูลน้ำท่วมนั้นมีน้อยและเก็บในช่วงสั้นประมาณ 10 ปี วิธีการทางกายภาพเป็นที่ยอมรับมากกว่าเนื่องจากให้น้ำหนักเป็นข้อมูลที่เชื่อถือได้ ความกว้างของค่ากลางในภาพหน้าข้าง เปรียบเหมือนตัวชี้วัดที่สองที่แสดงเฉพาะประโยชน์จำเพาะ แต่มีตัวชี้วัดที่แสดงอัตราส่วนของความลึกต่อความกว้างซึ่งอธิบายถึงความหลากหลายของพื้นที่รับน้ำ ซึ่งมีรูปแบบที่หลากหลายต่างกันออกไป คล้ายกับความลาดชันซึ่งเป็นตัวแปรที่สำคัญเมื่อช่วงของความลาดชันมีสูง ทั้งนี้ปัจจัยด้านความลึกและพื้นที่ตัดขวาง มีความแปรปรวนในการคำนวณมากกว่าปัจจัยด้านความกว้าง ดังนั้นจึงมักนำปัจจัยด้านความกว้างมาทำดัชนีลักษณะการไหลของน้ำ เช่นความถี่ปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่รอบการเกิดซ้ำ10 ปี เป็นต้น ซึ่งพื้นของภาพหน้าข้างมีความเกี่ยวของกับการไหลของปริมาณน้ำ

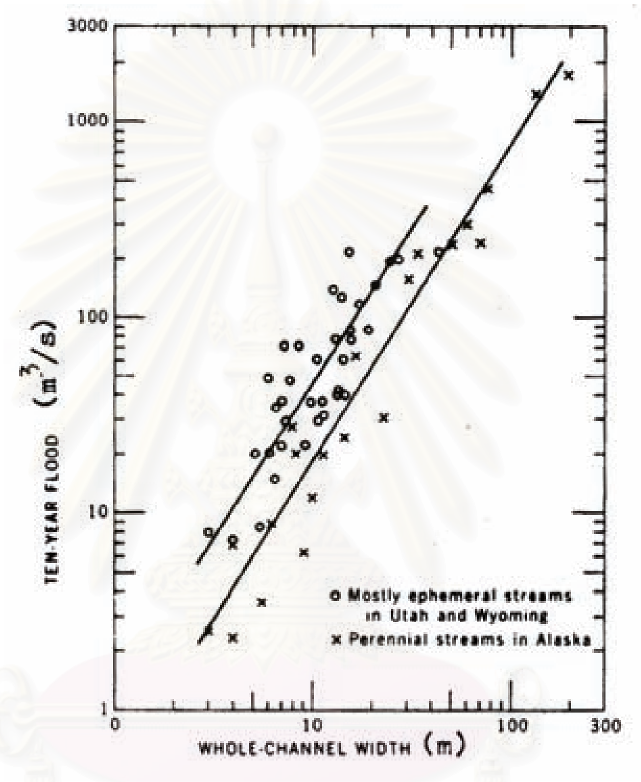
ผลที่ได้แสดงให้เห็นใน ภาพที่ 2-17 เป็นข้อมูลจากบริเวณอากาศกึ่งแห้งแล้งของ Utah กับ Wyoming ซึ่งแม่น้ำส่วนใหญ่เป็นธารน้ำชั่วคราว (2) เป็นข้อมูลจากบริเวณที่ธารน้ำไหลตลอดปีใน Alaska ความกว้างของร่องน้ำทั้งหมดเป็นร่องน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลง

ปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่รอบการเกิดซ้ำ 50 ปี มีความสัมพันธ์กับ ความกว้างของร่องน้ำทั้งหมดสำหรับแม่น้ำที่อยู่ทางทิศตะวันออกเหนือของสหรัฐอเมริกา และ Alaska ภาพที่ 2-18 ในแต่ละแม่น้ำเหล่านี้มีปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่รอบการเกิดซ้ำ 50 ปีไหลเพียงเล็กน้อย มีความชันของเส้นแม่น้ำสายหลักที่ใกล้เคียงกัน และมีพืชคลุมดินเล็กน้อย

ความสัมพันธ์ที่ใกล้เคียงกันในสองภูมิภาคแสดงให้เห็นในภาพที่ 2-5 ตามเส้นที่สัมพันธ์กันในภาพที่ 2-19 ภาพหน้าข้างของร่องน้ำ Kentucky กับ Kansas มีความแตกต่างกับแม่น้ำที่อยู่ทางทิศตะวันตกเหนือของสหรัฐอเมริกา และ Alaska นอกจากนั้น แม่น้ำที่ Kansas มีน้ำล้นตลิ่งที่ระดับความถี่ปริมาณน้ำหลากน้อยกว่า 50 ปี ความใกล้เคียงกันทางด้านอุทกวิทยา และการเก็บข้อมูลในภูมิภาคที่มีพื้นที่ใหญ่จำเป็นที่จะต้องระบุพื้นที่เพื่อหาความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำหลากสูงสุดกับร่องน้ำ

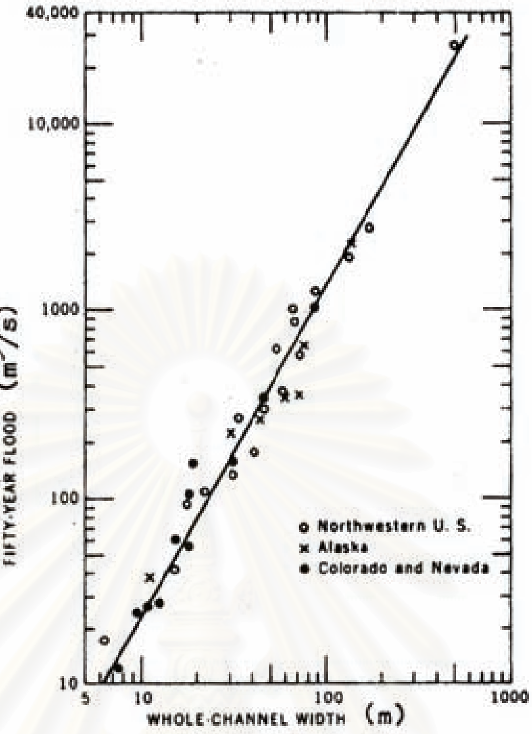
การประยุกต์ใช้ความกว้างของร่องน้ำโดยการทำให้เส้นโค้งเป็นมาตรฐานเดียวกันหรือเป็นสมการที่ใช้ในการประมาณลักษณะเฉพาะของปริมาณน้ำหลากสูงสุด โอกาสที่เหมาะสมในแต่ละช่วงของแม่น้ำที่ใกล้เคียงจุดที่น่าสนใจไม่มีอยู่จริง ดังนั้นจำเป็นที่จะต้องระบุลักษณะเฉพาะของปริมาณน้ำหลากในช่วงของลำน้ำที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ไข เพื่อปรับเปลี่ยนให้เป็นที่ตั้งที่น่าสนใจ

ความเป็นไปได้ของน้ำท่วมฉับพลันตัวแทนที่ดีกว่า คือปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่รอบการเกิดซ้ำ 100 ปี ปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่รอบการเกิดซ้ำ 100 ปีสามารถประมาณโดยผลคูณขอปริมาณน้ำหลากสูงสุด 10 ปี ผลคูณที่ได้จากการบันทึกปริมาณน้ำในแต่ละภูมิภาค

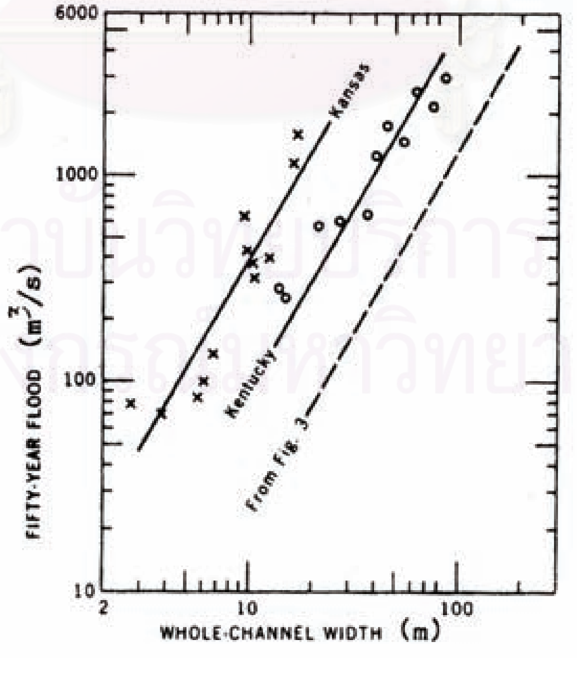


ภาพที่ 2-17 การทำให้เป็นมาตรฐานด้วยปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่รอบการเกิดซ้ำ 10 ปี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 2-18 การทำให้เป็นมาตรฐานด้วยปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่รอบการเกิดซ้ำ 50 ปี



ภาพที่ 2-19 ความผันแปรทางภูมิศาสตร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

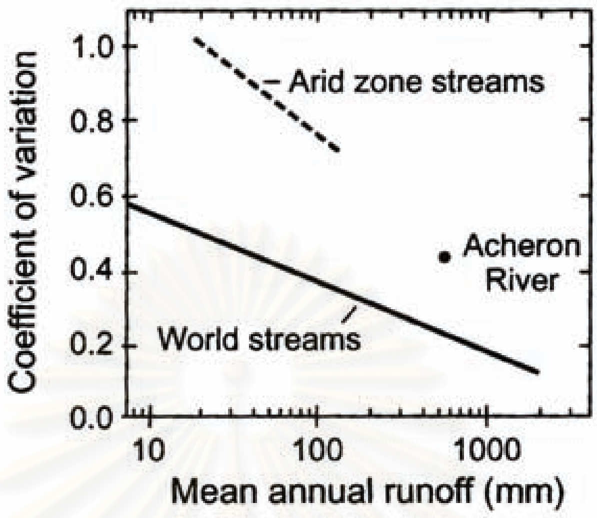
2.9 สัมประสิทธิ์ความผันแปร

ปริมาณน้ำเฉลี่ยรายปี (ปริมาณน้ำทั้งหมดหรือปริมาณน้ำเฉลี่ย) เป็นการบ่งบอกขนาดของลุ่มน้ำ ภูมิอากาศ และปริมาณการปล่อยน้ำ ปริมาณน้ำเฉลี่ยรายปีสามารถคำนวณจากปริมาณน้ำรายวันที่มีข้อมูลสมบูรณ์ในปีนั้น

ความผันแปรอย่างรวดเร็วของปริมาณน้ำสูง โดยเฉพาะสถิติที่น่าสนใจเป็นตัวบ่งบอกความผันแปรทางด้านอุทก หมายถึงความผันแปรของปริมาณน้ำเฉลี่ยรายปี (C_v) ผันแปรของปริมาณน้ำเฉลี่ยรายปี เป็นการบ่งบอกการพยากรณ์ความผันแปรในระดับสูง หรือต่ำ (Gordon, N.D. and Mc Mahon, T.A. and Finlayson, B.L. cite in Lake et al, 1985) ในการศึกษาแม่น้ำใน Tasmania ประเทศออสเตรเลีย(Gordon, N.D. and Mc Mahon, T.A. and Finlayson, B.L., cite in Davies, 1988) สรุปว่าความผันแปรระหว่างปริมาณน้ำเฉลี่ยรายปีเป็นปัจจัยสำคัญในการจำกัดความผันแปรในแม่น้ำ โดยทั่วไปแม่น้ำในเขตแห้งแล้ง กับกึ่งแห้งแล้งมีผลมาจากพายุหมุนเขตร้อนเป็นลักษณะเฉพาะที่ทำให้เกิดความผันแปรสูง

พื้นฐานการใช้งานของ (Gordon, N.D. and Mc Mahon, T.A. and Finlayson, B.L., cite in MacMahon,1982) ภาพที่ 2-20 แสดงให้เห็นการลงจุด C_vของของปริมาณน้ำเฉลี่ยรายปีตรงกันข้ามกับปริมาณน้ำเฉลี่ยรายปีสามารถเห็นการลดลงกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำรายปี (Gordon, N.D. and Mc Mahon, T.A. and Finlayson, B.L. cite in MacMahon et al,1987) แสดงให้เห็นสมประสิทธิ์ความผันแปรของปริมาณน้ำรายปี ใน Australia และ Southern Africa เกือบเป็น 2 เท่าของประเทศอื่น (Gordon, N.D. and Mc Mahon, T.A. and Finlayson, B.L., cite in MacMahon,1982 Finlayson and McMahon ,1988) กำหนดลักษณะทางอุทกในหลายเขตของแม่น้ำในโลก

การไหลเป็นระยะของธารน้ำชั่วคราวเป็นปริมาณที่น่าสนใจในการคำนวนปริมมาณน้ำในแม่น้ำแต่ละปี " แห้งแล้ง " แห้งแล้งหมายถึงการขาดน้ำผิวดินใต้ชั้นของร่องน้ำ ช่วงเวลาของน้ำใต้ดินมีความผันแปรขึ้นอยู่กับตำแหน่งของภูมิประเทศ และพื้นที่ทางด้านอุทกวิทยา เกี่ยวกับสถิติหรือตารางในการจัดการสามารถใช้คำนวณปริมาณน้ำต่ำสุดหรือการไหลที่มีค่าเป็นศูนย์ซึ่งแสดงให้เห็นปริมาณน้ำที่กำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ระหว่างปี



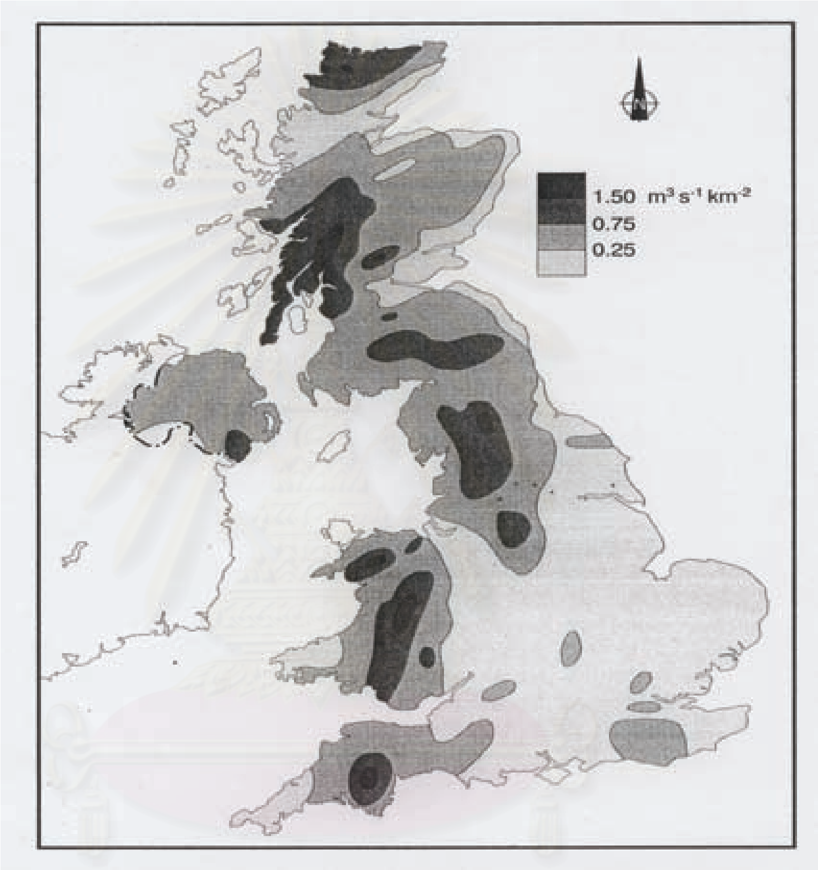
ภาพที่ 2-20 ความสัมพันธ์ระหว่างสัมประสิทธิ์ความผันแปรของปริมาณน้ำเฉลี่ยรายปีของแม่น้ำในโลก และแม่น้ำเขตแห้งแล้งจัด

2.10 การกระจายของปริมาณน้ำในระดับภูมิภาค

การคำนวณหาพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดน้ำท่วมในระดับมาตราส่วนที่ใหญ่กว่า ลุ่มน้ำในอังกฤษ เป็นตัวอย่างของการใช้การประมาณจากค่ากลางของน้ำท่วมประจำปี (BMSMAF) แสดงทิศทางโดยใช้ค่าจากปริมาณน้ำที่เกิน 1.50 m^3 s^{-1} km^{-2} ทางเหนือและทางตะวันตก จนกระทั่งถึงค่าที่ต่ำกว่า 0.25 m^3 s^{-1} km^{-2} ในทางทิศใต้และทิศตะวันออก ภาพที่ 2-21 และเนื่องจากว่าค่าเฉลี่ยทั่วโลกซึ่งไหลเร็ว เป็นเหตุให้เกือบ 2-3 ของการไหลของน้ำ กับค่าของการไหลระดับฐานแตกต่างกันอย่างมาก ในมาตราส่วนระดับทวีป ซึ่งหมายถึงว่า การไหลเร็วทำให้ปริมาณการไหลของน้ำทั้งหมดโดดเด่นมากขึ้นและมีอิทธิพลให้เกิดน้ำท่วมมากขึ้นในเอเชียและออสเตรเลีย (ประมาณร้อยละ 70 และร้อยละ75) มากกว่าในแอฟริกาและยุโรป (ประมาณ ร้อยละ 55 และ ร้อยละ57)

นอกจากนี้ อาจจะมีความแตกต่างมากขึ้นในระดับภูมิภาค ทั้งกระบวนการเกิดน้ำท่วมและรูปแบบของน้ำท่วมและอาจเป็นผลกระทบจากรูปแบบลุ่มน้ำที่แตกต่างกันก็มีผลต่อการเกิดน้ำท่วมด้วยในหนึ่งภูมิภาค จากประสบการณ์ของการเกิดน้ำท่วมทั้งภูมิภาคได้นำมาใช้ออกแบบ แผนที่แบ่งเขตภูมิอากาศ ค่าเฉลี่ยน้ำไหลผิวดินประจำปี ได้ภาพที่ 2-21 ตัวอย่างจากรูปด้านล่าง ลุ่มน้ำโดยใช้การประมาณเชิงภูมิศาสตร์ร่วมกับอุทกวิทยา ทางเหนือและทางใต้นั้นมีปริมาณฝนที่สูงกว่า ลักษณะหินจะไม่ยอมให้น้ำไหลผ่านและมีความลาดชันสูง ส่วนทางด้านใต้และตะวันออก มีปริมาณฝนตกน้ำน้อยกว่า ความลาดชันมีเพียงช่วงสั้นๆ และหินยอมให้น้ำไหลผ่านได้ดี

การทำในระดับภูมิภาคสามารถนำไปสู่การปรับปรุงทั้งในด้านความเข้าใจกระบวนการเกิดน้ำท่วมและการประมาณการเกิดน้ำท่วมในลุ่มน้ำที่ไม่มีการวัดค่าจริงด้วย (Smith, K. and Ward, R. 1998)



ภาพที่ 2-21 การกระจายทางพื้นที่ของ BESMAF (ปริมาณน้ำหลากเฉลี่ยที่เหมาะสมที่สุด) ได้รับอนุญาตจาก Institute of Hydrology

2.11 สมการที่ใช้ในการประมาณปริมาณน้ำ

สมการที่ใช้ในการประมาณปริมาณน้ำได้มีการพัฒนาโดย Budyko กับ Zubenok (Rees, G. and Cole, G. A cited in Dooge, 1989) เป็นพื้นฐานที่ง่ายระดับภูมิภาคในการวิเคราะห์ข้อมูล ตลอด 1,200 ภูมิภาคในก่อนหน้านี้ USSR มีการเขียนสมการในรูปแบบ

func { Runoff ~=~ AAR ~.~ e^{LEFT (-PE over AAR RIGHT)}}

USSR เขียนสมการจาก

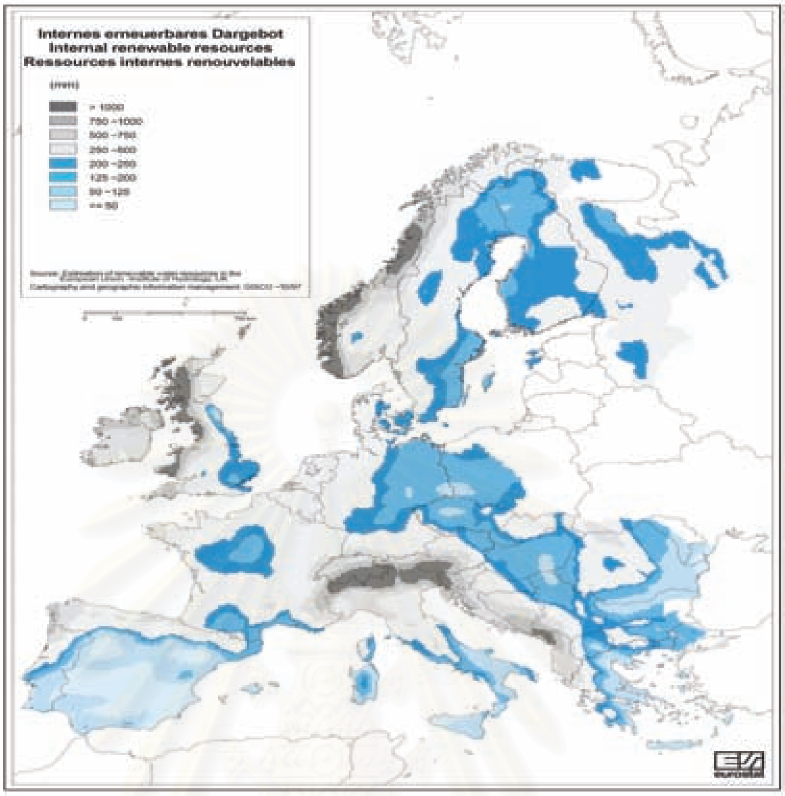
FUNC { AE ~=~ AAR over SQRT {1~+~LEFT (AAR over PE RIGHT)^2}}

การเปลี่ยนแปลงสมการเสนอโดย Turc ปี 1945 ปรับแก้โดย Pike ปี1964 การประมาณการระเหยจากฝนตกและความสามารถในการระเหยซึ่ง

FUNC { Runoff~=~AAR~-~AE}

สำหรับแบบจำลองทั้ง 2 เป็นการประมาณปริมาณน้ำซึ่งหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนรายปี กับความสามารถในการระเหย Dooge อ้างถึงอัตรา PE/AAR เนื่องจาก Budyko ดัชนีความแห้งแล้ง ดังนั้นเป็นมากกว่าคงจะเป็นความเหมาะสมของดินในการควบคุมการระเหย เพราะฉะนั้นอัตราส่วนที่ต่ำกว่าระหว่าง AE กับ PE ในทางตรงกันข้ามฝนที่ตกเพิ่มขึ้น การขาดแคลนความชื้นของดิน คงจะลดอัตราระหว่างความเป็นจริงกับแนวโน้มในการระเหย

ทั้งสองวิธีใช้เป็นข้อมูลเป็นเส้นฐานของอากาศตามฤดูกาลสนับสนุน Climate Research Unit ในการประมาณปริมาณน้ำและการประมาณซึ่งใกล้เคียงกับทั้ง 2 วิธีที่มีความสำคัญมากรวมทั้งการกระจายทางพื้นที่ของปริมาณน้ำ เส้นระดับปริมาณน้ำสามารถทำได้โดยใช้สมการ Budyko แสดงให้เห็นในภาพที่ 2-22



ภาพที่ 2-22 ปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยด้วยสมการ Budyko

2.12 กราฟอุทก

กราฟอุทกสามารถจำแนกออกเป็น 2 องค์ประกอบหลัก คือ

1) Direct runoff หรือ quickflow ปริมาณน้ำไหลผิวดินที่ได้มาจากน้ำฝนหรือหิมะละลาย

2) Baseflow ปริมาณน้ำใต้ดิน

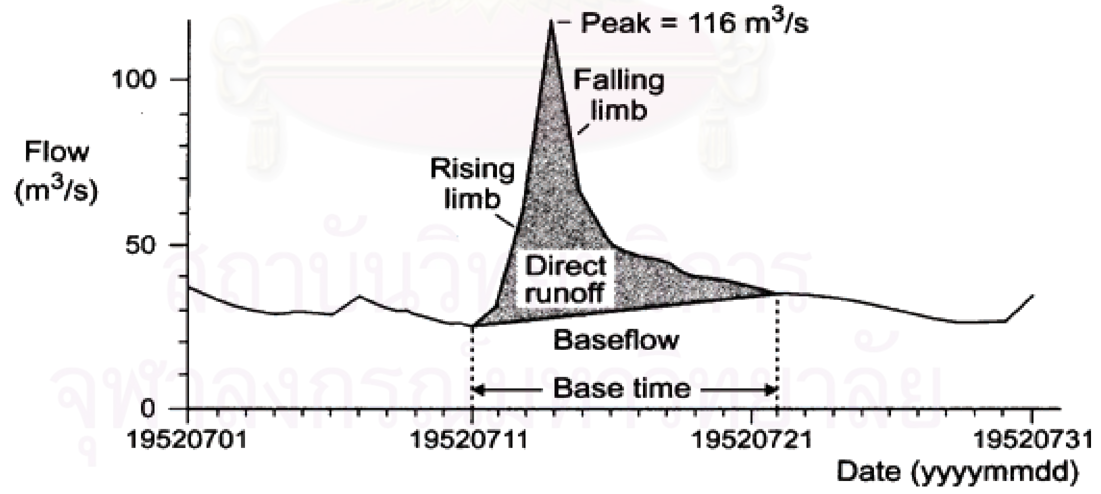
ปริมาณน้ำที่มีผลต่อ direct runoff และ baseflow จะแตกต่างกันไปในแต่ละเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้อง ในช่วงเวลาที่มีฝน ปริมาณน้ำไหลผิวดินสัมพันธ์กับปริมาณหยาดน้ำฟ้าที่ตกลงมาในบริเวณจุดตรวจวัด บางครั้งเราสามารถจำแนก direct runoff ได้เป็น น้ำผิวดิน (surface runoff) และน้ำในดิน (interflow)

วิธีการที่ที่นิยมในการจำแนกกราฟอุทก คือการสังเกตลักษณะของกราฟอุทก มากกว่าวิธีที่ดูจากจุดกำเนิด ดังนั้นบางครั้งการจำแนกก็ไม่แน่นอน เป็นการแบ่งตามอำเภอใจ การเลือกวิธีสำคัญน้อยมาก อย่างไรก็ดีผู้ใช้ก็ควรเลือกเพียงวิธีใดวิธีหนึ่ง (Gordon, N.D. and Mc Mahon, T.A. and Finlayson, B.L., cite in Linsley et.al.,1975) แนะนำว่า การลากเส้นตรงวัดจากจุดที่เริ่มสูงขึ้นไปอีก

จุดสิ้นสุด จะได้มุมที่ดีที่ถูกต้อง นอกจากนี้ยังมีวิธีการอื่นๆ อีก เช่น วิธีการของ (Gordon, N.D. and Mc Mahon, T.A. and Finlayson, B.L., cite in Nathan and Mcmahon ,1990) วิธีการที่ใช้ข้อมูลด้านคุณภาพของน้ำเป็นปัจจัยพื้นฐานในการจำแนกประเภทของ (Gordon, N.D. and Mc Mahon, T.A. and Finlayson, B.L., cite in Gregory and walling,1973) โปรแกรมสำหรับการแบ่งแยกประเภทกราฟอุทก คือของ Hysep ที่ให้บริการแบบ online ที่ 1 http://water.usgs.gov/cgi-bin/man_wrdapp?hysep ซึ่งตั้งบนพื้นฐานของวิธีการที่อธิบาย (Gordon, N.D., cite in Pettyjohn and Henning,1979)

เวลาพื้นฐาน (Base time) เป็นความกว้างของ direct runoff ที่ส่วนฐานของ กราฟอุทก ตัววัดพื้นฐานของกราฟอุทก คือจุดสูงสุดของสัดส่วนเวลาพื้นฐาน (Gregory and walling,1973) สำหรับ ภาพที่ 2-23 ค่ากราฟอุทก คือ 116/11 = 10.5 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาทีต่อวัน อัตราส่วนของมันหลากหลายไปตามหน่วยวัดที่ใช้ ดังนั้นหน่วยที่ใช้จึงควรขึ้นกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

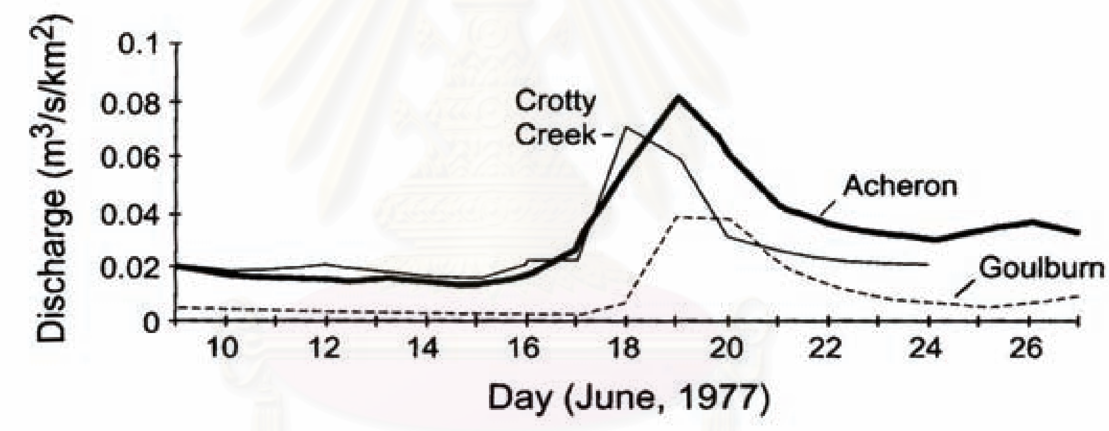
อัตราที่น่าสนใจอีกอัตราหนึ่งคืออัตราส่วนระหว่าง ปริมาณน้ำไหลผิวดินกับ Baseflow (ซึ่งแสดงข้อมูลเป็นปริมาณน้ำ อัตราส่วนนี้จะสูงขึ้นในกรณีน้ำท่วมฉับพลันในเขตพื้นที่แห้งแล้ง (arid land) และอัตราส่วนจะลดต่ำลงในพื้นที่หิมะค่อยๆ ละลาย



ภาพที่ 2-23 กราฟอุทกน้ำหลากแม่น้ำ Acheron ที่ Taggerty เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2495 โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำรายวัน

2.12.1 กราฟอุทกจากเส้นแม่น้ำสายหลัก ตามลำดับของพื้นที่รับน้ำ

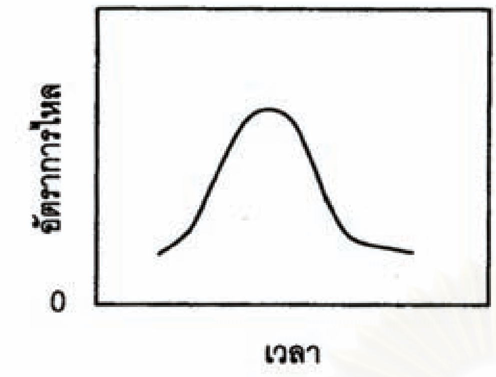
สิ่งที่สำคัญที่ควรนำมาพิจารณาด้วย คือ ส่วนของพื้นที่รับน้ำที่จะผลิตน้ำได้ทุกเวลา การเกิดน้ำท่วมมากที่สุดจะเพิ่มตามขนาดของพื้นที่รับน้ำ เนื่องมาจากความจริงที่ว่าพายุมีขอบเขตที่จำกัด ในภาพที่ 2-24 เป็นกราฟอุทก ไปทางเหนือน้ำและตามกระน้ำของแม่น้ำ Acheron โดยแสดงทั้งหมดในบริเวณที่เก็บได้ ในกรณีนี้กราฟอุทกของพื้นที่ทวนน้ำจะไม่แสดงตัวเลขที่มากที่สุดในแต่ละหน่วยพื้นที่เพราะหยาดน้ำฟ้าไม่ได้ตกรุนแรงในสถานีเก็บซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของสถานี Acheron รูปแบบที่ซับซ้อนของพายุและความหลากหลายของสถานีเก็บน้ำทำให้นำไปสู่กราฟอุทกแบบมีหลายยอด (Gordon, N.D. and Mc Mahon, T.A. and Finlayson, B.L., 2004)



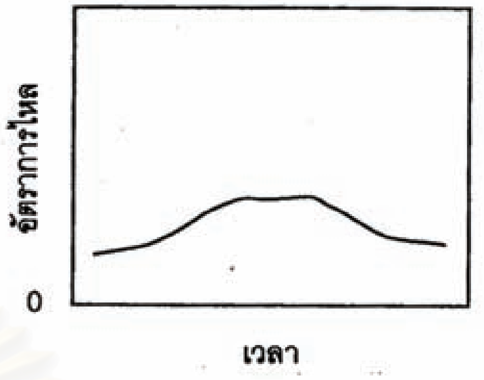
ภาพที่ 2-24 กราฟอุทกจากเส้นแม่น้ำสายหลัก ตามลำดับของพื้นที่รับน้ำ Cotty Creek เป็นลุ่มน้ำย่อยของแม่น้ำ Acheron และ Acheronไหลไปสู่ Goulbum เป็นข้อมูลปริมาณน้ำรายวันต่อพื้นที่รับน้ำ สามสถานีวัดน้ำ คือ 1.2 ตารางกิโลเมตร 619 ตารางกิโลเมตร 8,601 ตารางกิโลเมตร

2.12.2 การตอบสนองต่อฝนของกราฟอุทก

กีรติ ลีจวจนกุล (2543) กล่าวว่าความเข้มฝน (rainfall intensity) ความเข้มฝนมากจะมีชลภาพที่มีอัตราการไหลสูงและฐานแคบ ส่วนความเข้มฝนน้อยจะมีชลภาพที่มีอัตราการไหลต่ำและฐานกว้าง ภาพที่ 2-25



(ก) ความเข้มฝนมาก

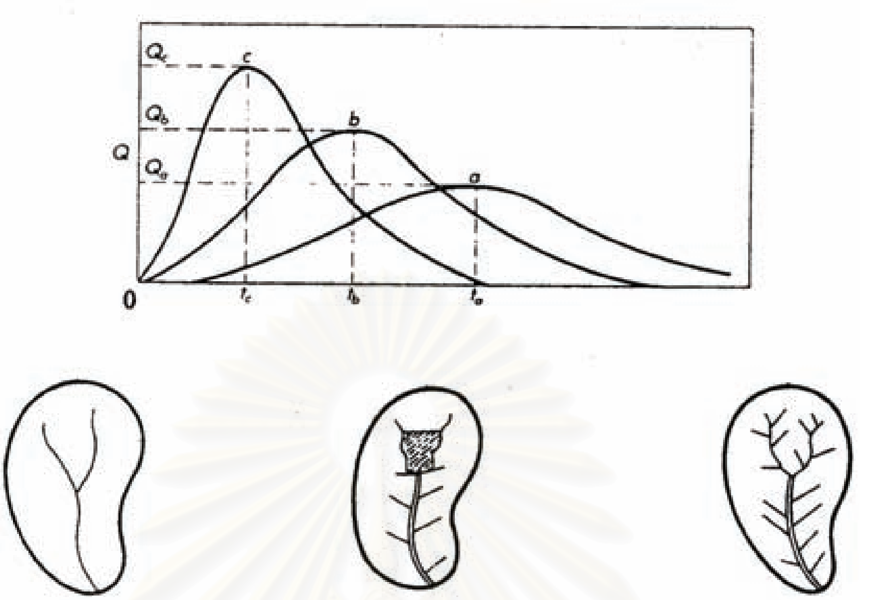


(ข) ความเข้มฝนน้อย

ภาพที่ 2-25 ชลภาพที่เกิดจากฝนที่มีความเข้มฝนมากและความเข้มฝนน้อย

2.12.3 การใช้พื้นที่ที่ส่งผลต่อกราฟอุทก

กีรติ ลีวัจนกุล (2543) กล่าวว่าการใช้พื้นที่ผลของการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่ การปรับปรุงแม่น้ำลำคลอง การสร้างอ่างเก็บน้ำ และการเปลี่ยนแปลงตัวแปรต่าง ๆ ภายในพื้นที่ที่พิจารณา จะมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงชลภาพดังเช่น ภาพที่ 2-26 (ก) เมื่อเป็นพื้นที่ธรรมชาติมีชลภาพการไหลมาจากพื้นที่เป็นโค้ง a โดยมีอัตราการไหลสูงสุด Q_a ที่เวลา t_a ต่อมาเมื่อมีผู้นคนเข้าอาศัยจะมีการพัฒนาพื้นที่บางส่วนเกิดขึ้น เช่น การสร้างอ่างเก็บน้ำ และการพัฒนาแม่น้ำทางด้านท้ายภาพที่ 2-26 (ข) มีผลทำให้ชลภาพเลื่อนมาเป็นเส้นโค้ง b ซึ่งมีอัตราการไหล Q_b มากกว่าที่เวลา t_b น้อยกว่า t_a ทั้งนี้ เนื่องจากในชุมชนมีพื้นที่คอนกรีตมากขึ้น และในแม่น้ำได้การปรับปรุงเป็นดาดด้วยผิวคอนกรีต ทำให้การสูญเสียเนื่องจากการซึมลงดินน้อยลงและไหลออกจากพื้นที่ได้สะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น และถ้าหากมีการพัฒนาเต็มพื้นที่ โดยไม่มีอ่างน้ำดังภาพที่ 2-26 (ค) จะพบว่าชลภาพเลื่อนมาเป็นเส้นโค้ง c ซึ่งมีอัตราการไหล Q_c มากกว่าที่เวลา t_c น้อยกว่า t_b

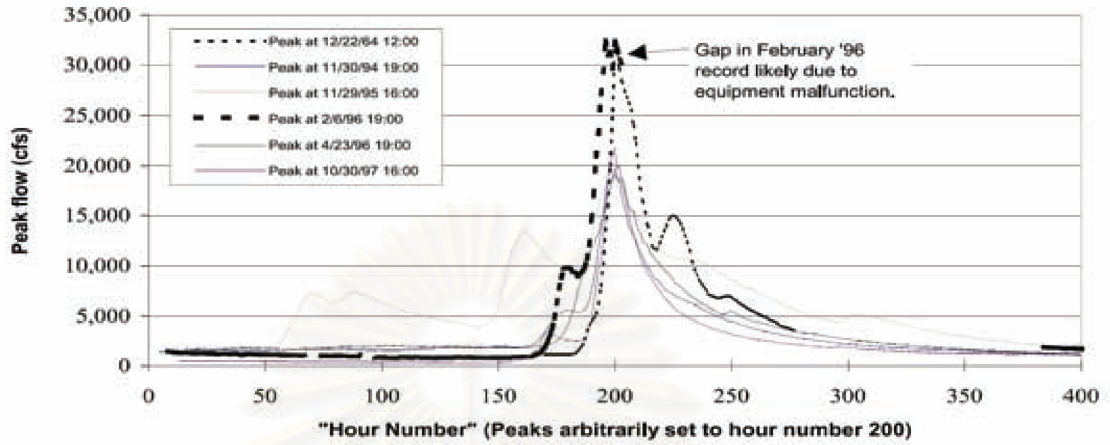


(ก) พื้นที่ธรรมชาติ (ข) พื้นที่พัฒนาบางส่วน (ค) พื้นที่พัฒนาทั้งหมด

ภาพที่ 2-26 ผลของการพัฒนาพื้นที่ที่มีผลต่อกราฟอุทก

2.12.4 การเปรียบเทียบกราฟอุทก

ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวันจากสถานีวัดน้ำของแม่น้ำ Wilson ได้รับจาก USGS จากเดือนตุลาคม พ.ศ. 2537 ตลอดถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2541 (เป็นข้อมูลที่เชื่อถือได้) ปริมาณน้ำสูงสุด 5 ครั้งที่เกิดน้ำท่วมครั้งใหญ่ถูกกำหนด และค่าปริมาณน้ำในขณะที่มีน้ำท่วมมีการคัดเลือกด้วยสายตาอย่างละเอียด ถูกปรับตามเวลาให้อยู่ในเส้นเดียวกัน (ปริมาณน้ำสูงสุดที่ 200 ลูกบาศก์เมตร/วินาที) ดังนั้นจึงสามารถเปรียบเทียบกราฟอุทก ระยะจากแกน x กับแกน y จึงสามารถเปรียบเทียบกราฟอุทกในขณะที่น้ำท่วมในรายงาน Grops post-flood (Kevin Coulton cite in Crops, 1972) ภาพที่ 2-27 แสดงให้เห็นการเปรียบเทียบกราฟอุทกสำหรับแม่น้ำ Wilson เหตุการณ์น้ำท่วมในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2507 เหตุการณ์น้ำท่วมเกิดขึ้นระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2537 และ เมษายน พ.ศ. 2539



ภาพที่ 2-27 ปริมาณน้ำสูงสุดของแม่น้ำ Wilson เดือนตุลาคม พ.ศ. 2537 เดือนเมษายน พ.ศ. 2541 และเดือนธันวาคม พ.ศ. 2537

2.12.5 กราฟอุทกตามลำดับของพื้นที่รับน้ำ

การทดลองปล่อยน้ำ 22 มีนาคม ถึงเมษายน พ.ศ. 2539 ส่งผลต่อกราฟอุทกในแม่น้ำ Colorado ตามลำดับของพื้นที่รับน้ำจากเขื่อน Glen Canyon ในส่วนของ Glen Canyon Environmental Studies การทดลองปล่อยน้ำท่วมจากเขื่อน Glen Canyon ปริมาณน้ำขึ้นสูงถึง 45,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที มีการวางแผนสำหรับการสั่งปล่อยน้ำใน พ.ศ. 2539 การเตรียมการช่วยเหลือสำหรับการปล่อยน้ำที่จะช่วยเหลือผู้วิจัยและคนแล่นเรือ ซึ่งกำลังทำงานและเดินทางบนแม่น้ำ Colorado จากงานที่มีการตีพิมพ์เสนอการประมาณเกี่ยวกับความก้าวหน้าในการปล่อยน้ำตามขั้นตอน ที่เป็นผลมาจากการผ่านระหว่างการไหลของปริมาณระดับสูงกับระดับต่ำ

การทดลองปล่อยประกอบด้วยการไหลของระดับน้ำปริมาณต่ำที่คงที่ การเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเป็นระดับสูงที่คงที่และลดลงสู่ปริมาณน้ำระดับต่ำที่คงที่ (S.M. Wiele cite in Wegner and Other, 1996) หลังจากปริมาณน้ำระดับต่ำที่คงที่ 8,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาทีใช้เวลา 96 ชั่วโมง ปริมาณน้ำที่เขื่อนอาจจะเพิ่มขึ้นถึง 45,000 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ปริมาณน้ำที่เขื่อนจะลดลงมากกว่า 46 ชั่วโมง จนกระทั่ง 8,000 ลูกบาศก์เมตร/วินาที อยู่ที่ระดับ 8,000 ลูกบาศก์เมตร/วินาที 88 ชั่วโมง ภาพที่ 1 สำหรับการคำนวณอธิบายปริมาณน้ำที่ต่ำกว่า ในระดับคงที่ 15,000 ลูกบาศก์เมตร/วินาที การไหลของปริมาณน้ำเพิ่มสู่การเริ่มต้นและสิ้นสุดการทดลองที่จะประมาณการผ่านของปริมาณน้ำระหว่างเขื่อนที่มีการดำเนินการตามปกติกับการทดลอง การเพิ่มขึ้นและลดลงของปริมาณน้ำใน

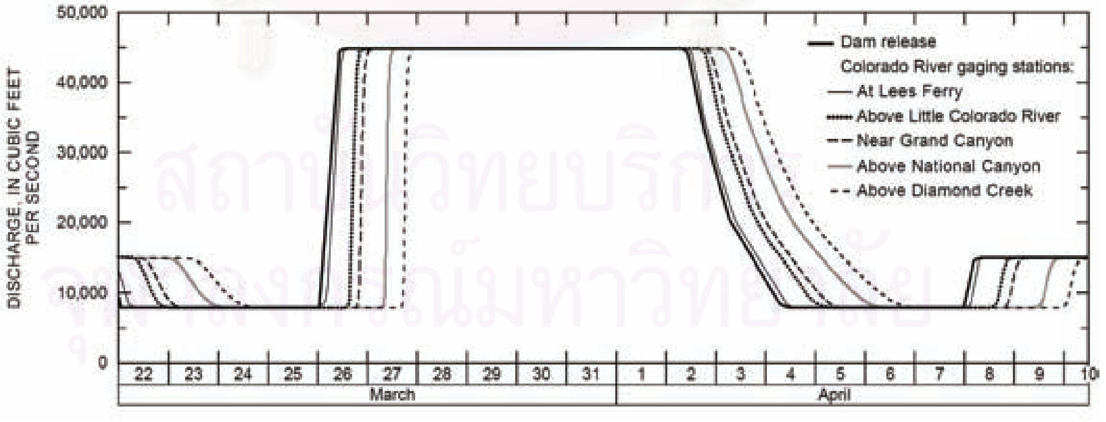
เขื่อนปล่อยตามกระแสน้ำเนื่องจากการไหลอย่างกะทันหันที่เคลื่อนที่เร็วมากกว่าความเร็วของน้ำ ปริมาณน้ำที่สูงเป็นส่วนที่มีการไหลอย่างกะทันหันมีการเคลื่อนที่เร็วกว่า ปริมาณน้ำที่ต่ำกว่าตามความราบเรียบในการผ่านของปริมาณน้ำที่ฉับพลันระหว่างที่มีปริมาณน้ำที่คงที่ และการลดลงของปริมาณน้ำซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดการเคลื่อนที่อย่างกะทันหันนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงรูปร่างตามกระแสน้ำ การเพิ่มส่วนโค้งของกราฟอุทกอย่างกะทันหัน คงจะมีความชันมากยิ่งขึ้นตามรอยของส่วนโค้งและคงจะถูกยืดออก

การคำนวณเกี่ยวกับการเพิ่มคลื่นมีการสร้างแบบจำลอง 1 มิติมีการพัฒนาสำหรับแม่น้ำ Colorado ระหว่างเขื่อน Glen Canyon และ Lake Mead (S.M. Wiele cited in Wicle and Smith, in press) มีการแสดงให้เห็นปริมาณน้ำที่ถูกต้อง ปริมาณน้ำสามารถขึ้นถึง 30,000 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ปริมาณน้ำที่มีระดับสูงสุดซึ่งมีการวัดจากความเร็ว ได้ความขรุขระของร่องน้ำ และรูปร่างของร่องน้ำสามารถใช้การได้ สำหรับการคำนวณแสดงให้เห็นความขรุขระและรูปร่างของร่องน้ำ มีปริมาณน้ำมากกว่า 30,000 ลูกบาศก์เมตร/วินาที มีการคาดการณ์ในการทำให้เกิดการพัฒนาจากข้อมูลที่ได้รับข้อมูลที่ต่ำกว่า 30,000 ลูกบาศ์เมตรา/วินาที การคาดการความขรุขระกับรูปร่างของร่องน้ำเป็นผลมาจากคลื่นทั้งหมด รวมทั้งส่วนของคลื่นที่ต่ำกว่า 30,000 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ดังนั้นความแม่นยำเกี่ยวกับการพยากรณ์กราฟอุทกลดลงเพราะว่าความไม่คงที่ของร่องน้ำ มีความเหมาะสมมีมีปริมาณน้ำสูงกว่า 30,000 ลูกบาศก์เมตร/วินาที การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองระหว่างการพัฒนาแสดงให้เห็นความผิดพลาดเฉลี่ยในการพยากรณ์โดยตลอดตามเวลาที่ Diamond Greek (240 ไมล์ตามกระแสน้ำจากเขื่อน) ระยะ 1.8 ถึง 4.6 เปอร์เซ็นต์ สำหรับคลื่นรายวันกับปริมาณน้ำสูงสุดน้อยกว่า 30,000 ลูกบาศก์เมตร/วินาที

แบบจำลองที่ใช้ในการคำนวณกราฟอุทกจากสถานีวัดน้ำจาก USGS แสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของคลื่น การเคลื่อนที่ของคลื่นตามระยะเวลาโดยประมาณ เวลาโดยประมาณซึ่งมีการไหลของปริมาณน้ำในระดับสูงกับต่ำภาพที่ 2-36 ส่วนโค้งที่เพิ่มขึ้นความชันของคลื่น (ภาพที่ 2-28) และการเพิ่มขึ้นจาก 10,000 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ถึง 40,000 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ใช้เวลา 7.5 ชั่วโมงที่เขื่อนใช้เวลาประมาณ 2 ชั่วโมงที่ National Canyon เป็นระยะทาง 181 ไมล์ตามทิศทางของกระแสน้ำ การเพิ่มส่วนโค้งของคลื่นคงจะทำให้กราฟอุทกอยู่ในระดับคงที่รอบ National Canyon คงจะมีการเพิ่มการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเนื่องจากการเคลื่อนที่ตามลำดับของพื้นที่รับน้ำ การลดลงของส่วนโค้งคงจะถูกยืดออกจากการศึกษาทั้งหมด ใช้เวลา 39 ชั่วโมงที่จะทำให้กราฟอุทกจาก 40,000 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ลดลงถึง 10,000 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ที่เขื่อนและประมาณ 63 ชั่วโมงที่จะลดลงมีจำนวนที่เท่ากันที่ Diamond Creek เป็นระยะทาง 240 ไมล์ใต้เขื่อน

ระยะเวลาการไหลคงจะเป็นความคงที่ของปริมาณน้ำระดับสูงกับต่ำคงจะลดลงลำดับของพื้นที่รับน้ำจากเขื่อน ผลที่ได้ของส่วนโค้งของกราฟขยายออกและความราบเรียบของคลื่นในตอนต้น (ภาพที่ 2-28) ที่เขื่อนปริมาณน้ำต่ำสุดครั้งแรกตามตารางใช้เวลา 96 ชั่วโมง คงจะใช้เวลาประมาณ 74 ชั่วโมงที่ Diamond Creek ที่เขื่อนปริมาณน้ำระดับสูงที่คงที่ใช้เวลา 167 ชั่วโมงและใช้เวลา 160 ชั่วโมงที่ Diamond Creek ลำดับที่สองที่เขื่อนปริมาณน้ำระดับต่ำใช้เวลา 88 ชั่วโมง ที่ Diamond Creek คงจะใช้เวลา 76 ชั่วโมงเวลาโดยประมาณสำหรับการเริ่มต้นและสิ้นสุดเกี่ยวกับปริมาณน้ำที่คงที่ที่สถานีวัดน้ำแสดงให้เห็นในตารางที่ 1 เพราะว่าความราบเรียบของคลื่นในตอนแรกเป็นสาเหตุที่ทำให้มีการไหลของปริมาณน้ำที่คงที่ที่ค่อย ๆ เกิดขึ้น ปริมาณน้ำ 2 เปอร์เซนต์สูงกว่าปริมาณน้ำระดับต่ำที่คงที่ (8,160 ลูกบาศก์เมตร/วินาที) และ 2 เปอร์เซนต์ต่ำกว่าระดับน้ำที่สูงในระดับคงที่ (44,100 ลูกบาศก์เมตร/วินาที) ใช้ในการกำหนดจุดที่มีการผ่าน

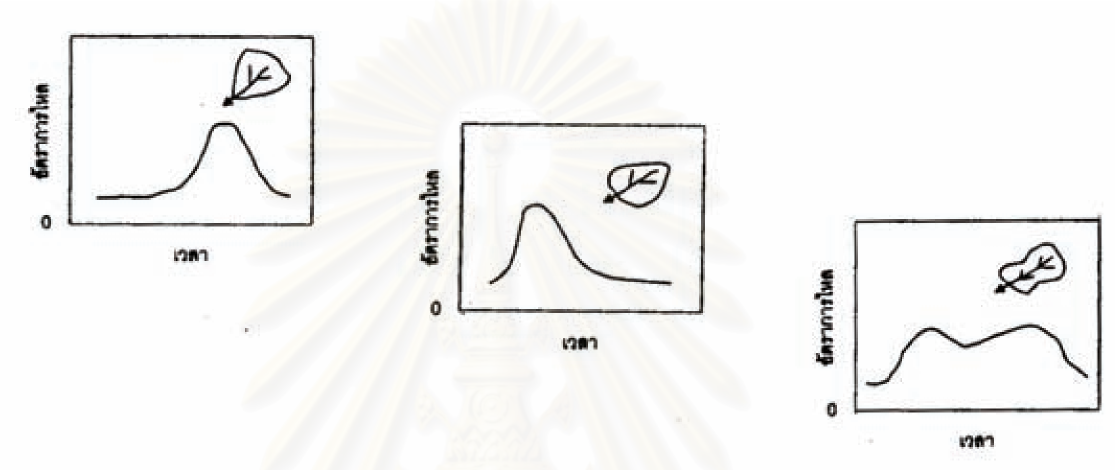
ระยะเวลาทั้งหมดที่มีการศึกษาคงจะเป็นระดับน้ำต่ำที่ขึ้นอยู่กับการปล่อยน้ำจากเขื่อนและการเคลื่อนที่ของคลื่นตามเวลา การไหลอยู่ที่ระดับคงที่ 8,000 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ส่วนเกินของแม่น้ำสายรองที่ไหลเข้ามา ตลอดช่วงเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการศึกษาตามระยะเวลาที่พร้อมกันประมาณ 1 วัน ก่อน (24 มีนาคม ที่ปริมาณ 1,500 ชั่วโมงถึง 26 มีนาคมประมาณ 100 ชั่วโมง) และหลังจาก (6 เมษายน ประมาณ 2,000 ชั่วโมง ถึง 8 เมษายนที่ประมาณ 0000 ชั่วโมง) ปริมาณน้ำระดับสูง



ภาพที่ 2-28 กราฟอุทกจากการเสนอให้มีการทดลองปล่อยน้ำ และคำนวณกราฟอุทกจากสถานีวัดน้ำ

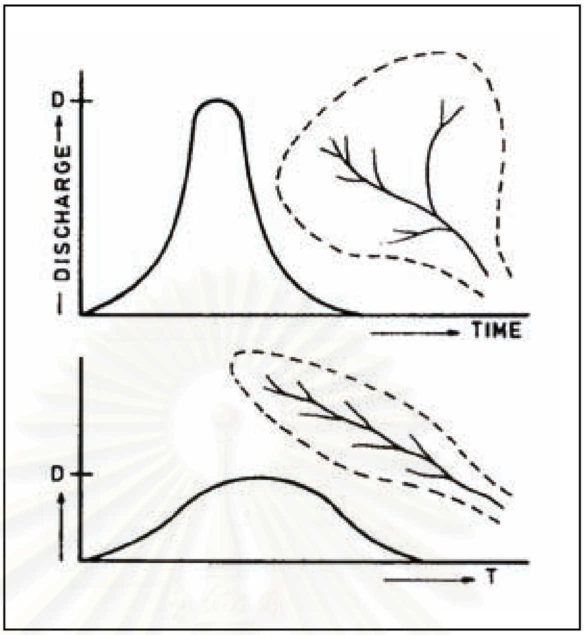
2.12.6 กราฟอุทกตามรูปร่างของและความชันของลุ่มน้ำ

กีรติ ลีจวจนกุล (2543) กล่าวว่ารูปร่างของพื้นที่ลุ่มน้ำ (shape of basin) ลุ่มน้ำที่มีรูปร่างต่างกันจะเกิดชลภาพการไหลออกจากพื้นที่ต่างกัน ภาพที่ 2-29



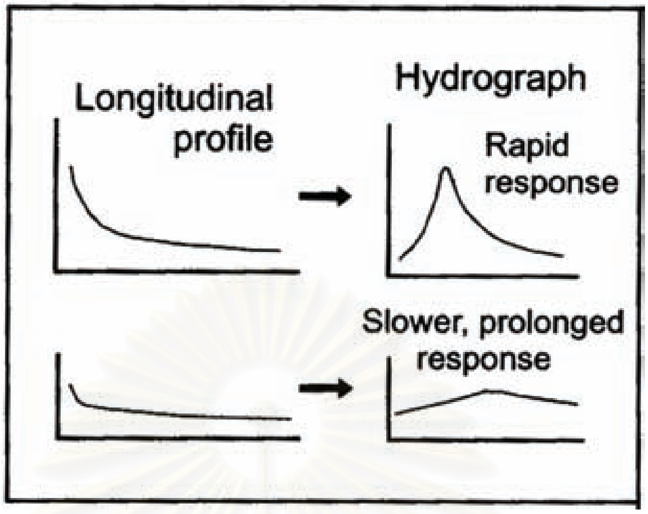
ภาพที่ 2-29 กราฟอุทกที่ไหลออกจากพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีรูปร่างต่างกัน

Verstappen, Herman Theodoo (1983) กล่าวว่าลักษณะรูปร่างของพื้นที่ลุ่มน้ำเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อปริมาณน้ำของแม่น้ำ ซึ่งจะเห็นชัดในเส้นโค้ง ที่ปรากฏในกราฟอุทก ภาพที่ 2-30 แสดงลักษณะลุ่มน้ำแบบยาว และเป็นวงกลมในขนาดที่เท่าๆกัน ซึ่งเส้นโค้งที่ปรากฏในกราฟอุทก ของลุ่มน้ำแบบยาวจะมีลักษณะราบเรียบซึ่งสามารถอธิบายได้จากเวลาที่ค่อยๆลดลงของการไหลของน้ำจากพื้นที่รับน้ำตอนบนมาถึงพื้นที่รับน้ำตอนล่างก่อนลงสู่แม่น้ำสายหลัก ในกรณีที่ลักษณะลุ่มน้ำเป็นวงกลม น้ำจากพื้นที่รับน้ำตอนล่าง ตอนกลางและตอนบนลงมาถึงทางระบายน้ำลงแม่น้ำสายหลักจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ใช้เวลาน้อยกว่าลุ่มน้ำแบบแรก และเป็นสาเหตุให้ปริมาณน้ำสูงขึ้นในช่วงเวลาสั้น ๆ



ภาพที่ 2-30 รูปร่างของพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีความแตกต่างกันส่งผลต่อกราฟอุทก น้ำที่เกิดจากพายุฝนในลุ่มน้ำ ที่มีลักษณะเรียวยาว (ภาพล่าง) ซึ่งน้ำไหลออกไปยังปากแม่น้ำไม่พร้อมกัน (T) ส่งผลทำให้มีปริมาณน้ำน้อยอย่างรวดเร็วมากกว่าปริมาณน้ำที่อยู่ภาพบน

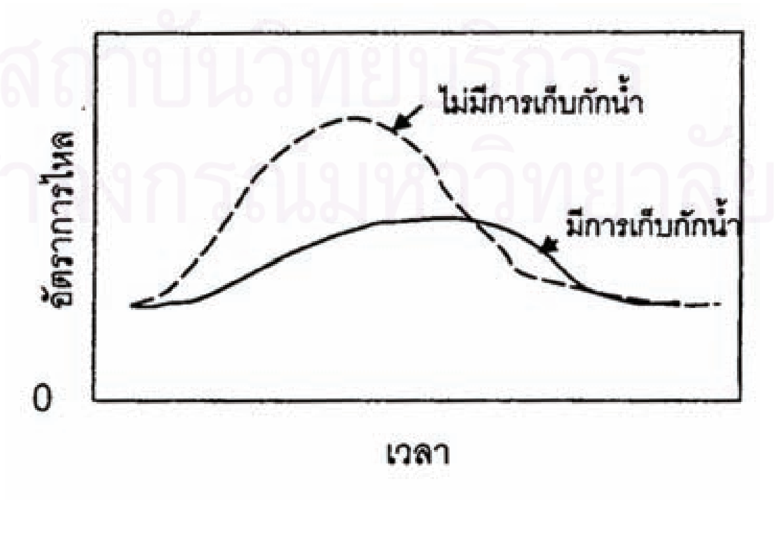
ความชันและภาพหน้าข้างตามยาว ของพื้นที่ลุ่มน้ำ อัตราการไหลของน้ำไปสู่แม่น้ำจะขึ้นกับประสิทธิภาพของการระบายน้ำผ่านความชันของภูมิประเทศ และประสิทธิภาพของการระบายน้ำขึ้นกับความลาดชัน และความยาวของพื้นผิวของภูมิประเทศ (Nancy D. Gordon,cited in Petts and Foster ,1985) ระบบของทางน้ำที่มีอัตราแบ่งเป็น 2 ส่วนไม่สมดุล มีจุดสูงสุดของกราฟสูงชัน มีแนวโน้มที่จะเกิดกราฟอุทกแบบน้ำท่วม ในขณะที่อัตราแบ่งเป็น 2 ส่วนอย่างสมดุลจะมีจุดสูงสุดของกราฟที่ต่ำกว่า ซึ่งจะใช้เวลาในการไหลที่ยาวนานกว่า (Gordon, N.D., cited in Beaumont, 1975) นอกจากนี้ลักษณะและรูปแบบของร่องน้ำ และพืชที่มีอยู่ตามทางน้ำจะมีอิทธิพลต่อ รูปร่างของกราฟอุทกด้วย ภาพที่ 2-31 ความชันของภาพหน้าข้างตายาวของร่องน้ำแสดงให้เห็นการตอบสนองของปริมาณน้ำที่รวดเร็ว และจะทำให้ปริมาณน้ำสูงสุดต่ำในระดับความชันที่ต่ำกว่า



ภาพที่ 2-31 ความชันของแม่น้ำสงผลต่อปัจจัยที่ทำให้เกิดความผันแปรต่อรูปร่างของกราฟอุทก แก้ไขโดย Gregory and Walling (1973) อ้างอิงมาจาก Schumm (1954) DeWiest (1965) Strhler (1964) โดยการอนุญาตจาก Hodder and Stoughton Ltd.

2.13 ลักษณะเฉพาะของการกักเก็บน้ำ

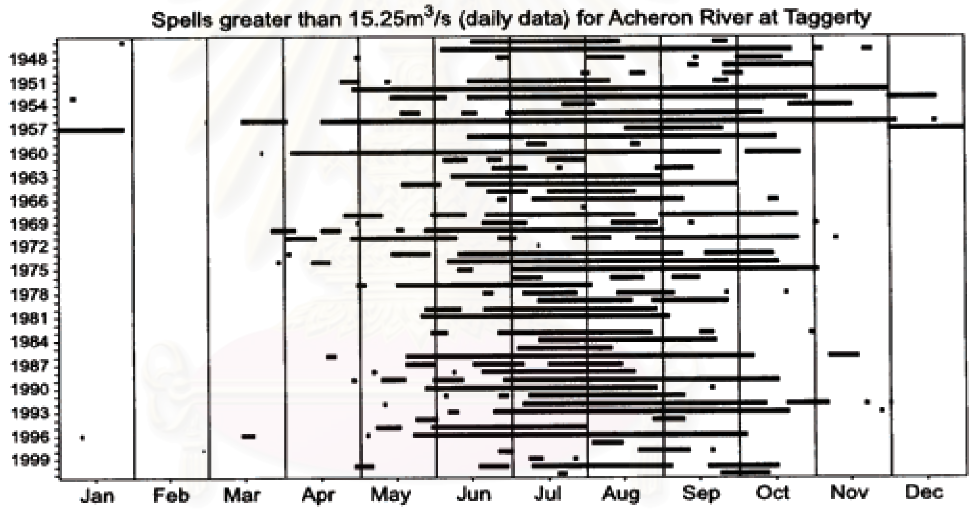
ลักษณะเฉพาะของการกักเก็บน้ำ (storage characteristics) ได้แก่ การสร้างอ่างเก็บน้ำ การมีสระ หนองน้ำ หรือบึงต่างๆ เช่นโครงการน้ำท่วมตามแนวพระราชดำริ “ แก้มลิง ” เป็นการชะลอและเก็บกักน้ำบางส่วน ทำให้กราฟอุทกไหลออกจากพื้นที่ลดลง ภาพที่ 2-32



ภาพที่ 2-32 กราฟอุทกที่เกิดจากบริเวณที่มีการกักเก็บน้ำและไม่มีการกักเก็บน้ำ

2.14 ช่วงเวลาที่เกิดภัยแล้ง

ใน AQUAPAK มีการกำหนดระดับปริมาณน้ำที่มีน้ำเพียงพอในการใช้ประโยชน์ และผลจากการวิเคราะห์จะถูกสร้างขึ้นเป็นแผนภูมิแบบแท่ง ซึ่งตัวอย่างคือภาพที่ 2-33 ซึ่งกราฟนี้จะใช้การพิจารณาสิ่งแวดล้อมร่วมด้วย ค่าที่น้อยที่สุดของปริมาณน้ำขึ้นในฤดูหนาว ระดับปริมาณน้ำที่มีน้ำเพียงพอในการใช้ประโยชน์ จะเริ่มที่ 15.25 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที (ร้อยละ 50 มีค่ามากกว่าปริมาณน้ำขึ้นรายวัน) จากนั้นมีการจำกัดการใช้ปั๊มน้ำในแม่น้ำในระยะเวลาที่กำหนดเมื่อมีปริมาณน้ำต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ผลที่ได้สามารถจัดทำเป็นตารางเพื่อนำไปวิเคราะห์ผล (Gordon, N.D. ,cited in Nathan and Mcmahon ,1990) แนะนำว่าการใส่ค่าล็อคปรกติ จะได้การกระจายระดับน้ำสูงสุดในวันที่ไม่ขาดน้ำ



ภาพที่ 2-33 การกำหนดระดับปริมาณน้ำที่สูงกว่า 15.25 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที แม่น้ำ Acheron ที่ Taggerty ปริมาณน้ำรายวันจากพ.ศ. 2489 - 2544

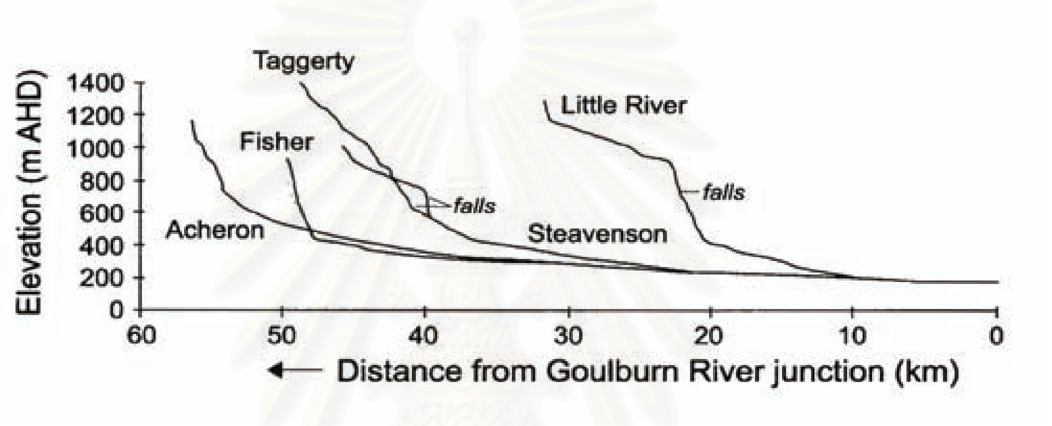
2.15 ภาพหน้าข้างตามยาว

ภาพหน้าข้างตามยาวของลำน้ำแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงระดับความสูงต่ำของลำน้ำตามระยะทาง เช่นในภาพ 2-34 แกน x แสดงระยะทางตามความยาวของลำน้ำ โดยเริ่มวัดจากจุดฝนตก (ต้นน้ำ)ไปพบจุดเปลี่ยน ห้วย ทะเลสาบ และมหาสมุทร

ภาพหน้าข้างตามยาวของลำน้ำส่วนมาก จะแสดงลักษณะรูปร่างมุมเว้าจากการลดลงของความชัน จากที่สูงซึ่งมีการกัดกร่อนมาก ไปสู่ที่ต่ำกว่าซึ่งพบการทับถมของตะกอนจำนวนมาก

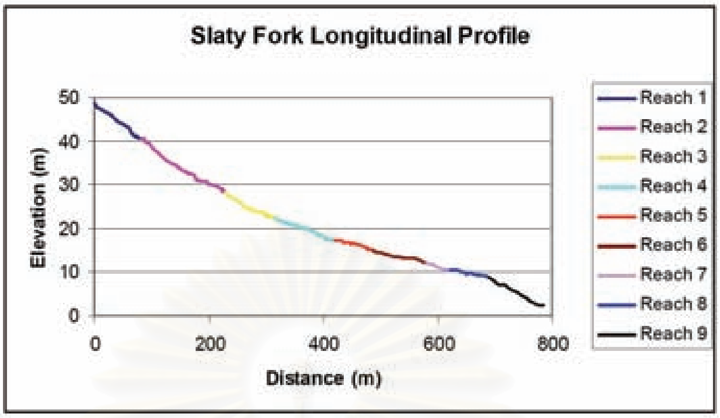
รูปร่างนี้ยังเกี่ยวข้องกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำและการลดลงของขนาดตะกอนตามลำน้ำด้วย (Gordon, N.D. ,cited in Shumm, 1977)

ในลุ่มน้ำที่มีปริมาณฝนมาก รูปร่างของมุมเว้านี้จะโดดเด่น เช่นในแม่น้ำไนล์ ภาพตัดขวางโดยทั่วไปจะเปลี่ยนแปลงไปตามภูมิประเทศ ลักษณะพื้นท้องน้ำ และวัตถุฐานบริเวณท้องน้ำและอื่นๆ โดยทั่วไป ภาพตัดขวางมีแนวโน้มจะชันมากขึ้นบนพื้นท้องน้ำที่เป็นหินแข็ง และจะราบเรียบบนพื้นท้องน้ำที่มีความต้านทานการกัดกร่อน

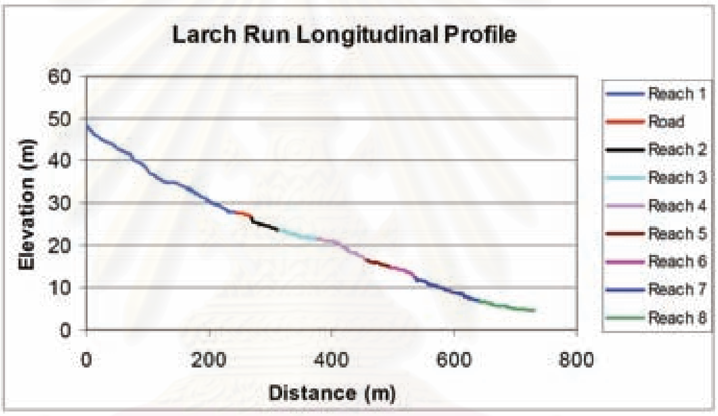


ภาพที่ 2-34 ภาพหน้าข้างตามยาวของแม่น้ำสายหลักในลุ่มน้ำ Acheron Victoria Australia
AHD = Australian Height Datum

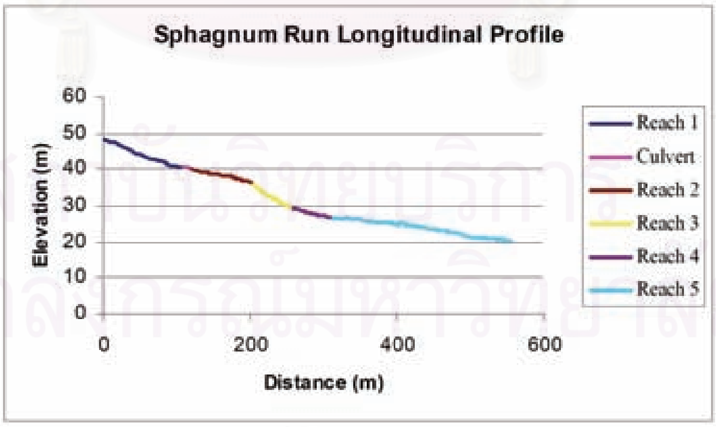
ระบบแม่น้ำที่สม่ำเสมอ ความชันที่สูงกว่าเกิดขึ้นในระดับที่สูงขึ้นของแม่น้ำ และการลดระดับในระดับที่ต่ำลงของแม่น้ำเป็นภาคตัดของที่นูนโค้ง ถ้าลักษณะทางธรณีวิทยาชั้นล่างเป็นแบบเดียวกัน (Wendy Dawn Igo, cited in Ritter et al., 2002) ความไม่คงที่ของแม่น้ำแสดงให้เห็นความลาดที่ต่างกัน ภาพที่ 2-35 a-c ถึงแม้ว่าความโค้งที่ใกล้เคียงกันสามารถสังเกตได้ ภาพหน้าข้างตามยาวของแม่น้ำมีความไม่สม่ำเสมออย่างสัมพันธ์กัน สัดส่วนของจุดเปลี่ยนลาดน้ำช่วงสั้น ระดับที่สูงขึ้นของภาพหน้าข้างตามยาว เกิดขึ้นในทั้ง 3 ภาพหน้าข้าง จุดเปลี่ยนลาดน้ำเกิดชั้นที่มีการทับถมของร่องน้ำมีการเปลี่ยนแปลงจากความต้านทานของวัสดุที่อ่อนกว่าจุดเปลี่ยนลาดน้ำอาจจะบ่งบอกว่าร่องน้ำมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ชั้นวัสดุที่ศึกษาเป็นชิ้นอ่อน ซึ่งสนับสนุนสมมุติฐานว่าเป็นการปรับร่องน้ำอย่างรวดเร็ว จุดเปลี่ยนลาดน้ำเกิดขึ้นระหว่างช่วงระยะทางหก เจ็ด แปด และเก้า ของ Slaty Took สาม สี่ หก และ เจ็ด ของ Larch Run สองกับสามของ Sphagnum Run ระยะทางที่สม่ำเสมอ ความชันส่งผลให้ร่องน้ำมีลักษณะที่แตกต่างกัน ความชันเกิดขึ้นในระดับความชันที่ต่ำกว่าและสูงขึ้นของแม่น้ำ



(a)



(b)

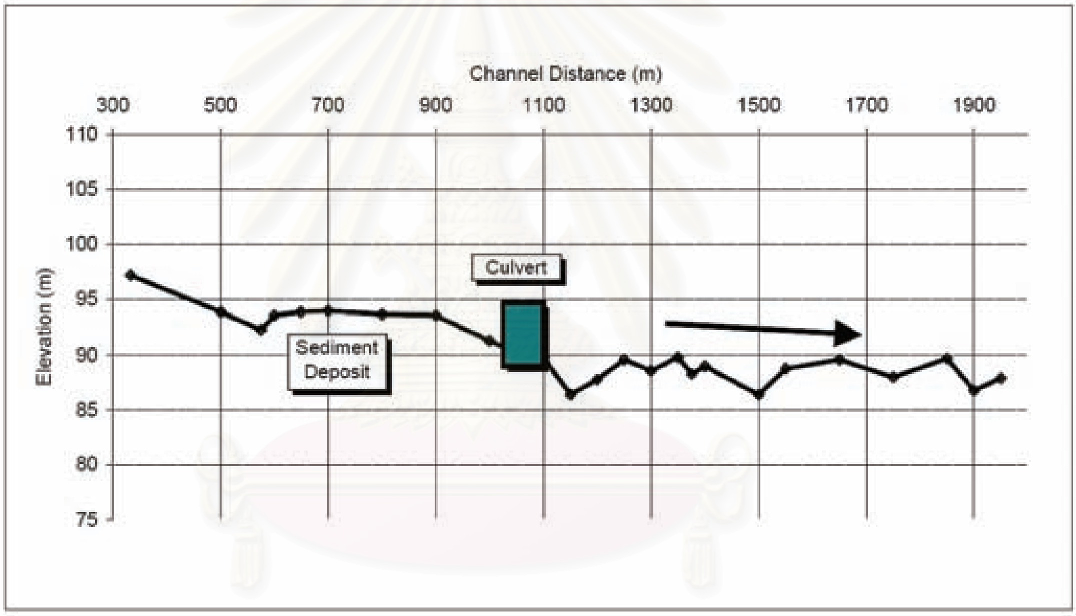


(c)

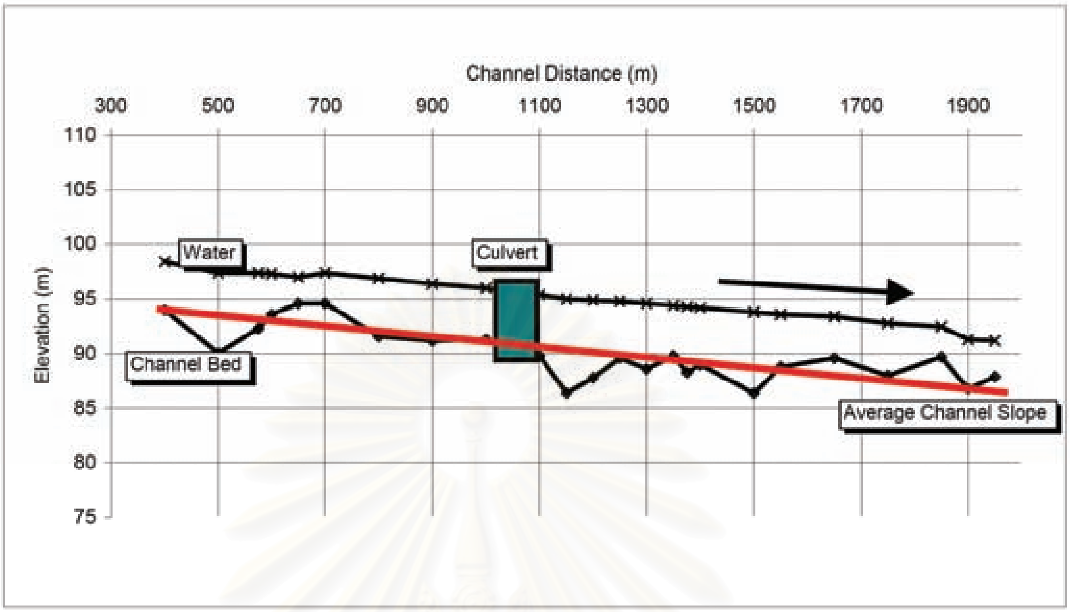
ภาพที่ 2-35 การเปรียบเทียบระดับความสูง กับระยะทางของแม่น้ำ Slaty Fork(a) Larch Run(b) และ Sphagnum Run (c)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

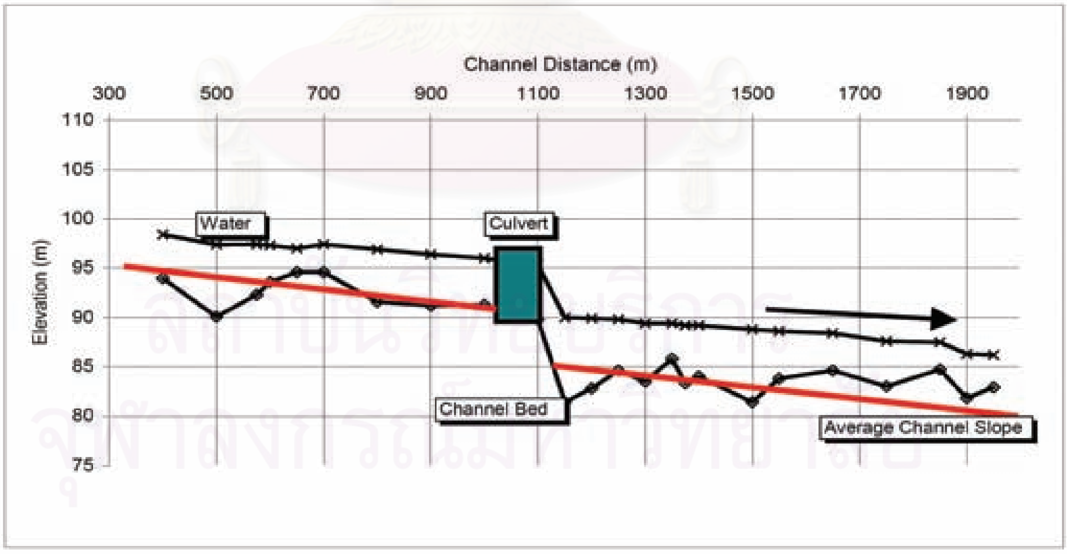
Castro, J. (2003) ภาพหน้าข้างตามยาวของแม่น้ำภาพที่ 2-24 แสดงให้เห็นระดับความสูงของร่องน้ำ รวมทั้งลักษณะภูมิประเทศที่สำคัญ ภาพหน้าข้างตามยาวของแม่น้ำเกี่ยวข้องกับกระแสน้ำตามระดับความสูง การบ่งชี้ปริมาณน้ำเต็มตลิ่ง ระดับความสูงของที่ราบน้ำท่วมถึงระดับความสูงที่เป็นขั้นบันได ความชันของร่องน้ำเฉลี่ยสามารถคำนวณจากภาพหน้าข้างตามยาวที่มีการสำรวจครอบคลุมเพียงพอ การสำรวจและสร้างภาพหน้าข้างตามยาว จำเป็นจะต้องกำหนดพื้นท้องน้ำการเพิ่มระดับความสูงที่มีการระบายน้ำของแม่น้ำ ยกตัวอย่างเช่นภาพหน้าข้างตามยาวที่เป็นระดับความสูง และตัดขวางตามยาวที่ไม่มีการเพิ่มระดับความสูง ภาพที่ 2-36 ถึง 2-38



ภาพที่ 2-36 การทับถมของตะกอนไปทางต้นน้ำ



ภาพที่ 2-37 ภาพหน้าข้างตามยาวของพื้นท้องน้ำไม่เป็นลักษณะของขั้นบันได

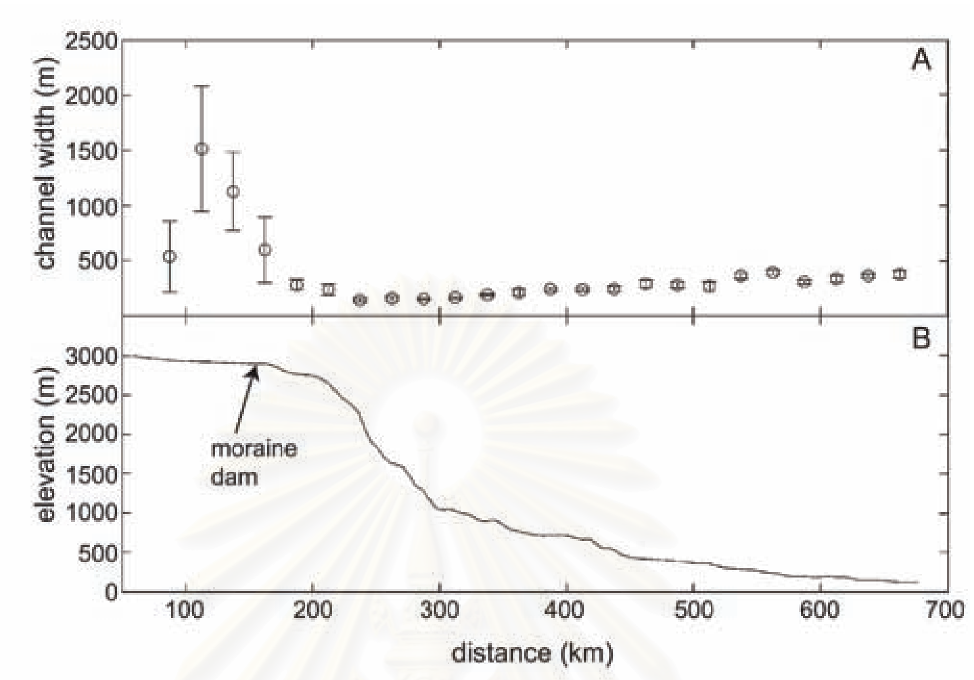


ภาพที่ 2-38 ภาพหน้าข้างตามยาวของพื้นท้องน้ำเป็นลักษณะของขั้นบันได

Montgomerya, D.R. and Halleta, B. and Yupingb, L. and Finnegana, N. and Andersa, A. and Gillespiea, A. and Greenberga, H.M. (2004) ได้ทำการสร้างความชันของแม่น้ำ Tsangpo และการไหลของน้ำในช่องแคบจากขอบของ Tibetan Plateau ตลอดถึง Himalaya ภาพที่ 2-39 a-b ความชันของร่องน้ำมีการกำหนดจาก 90-m DTED ระดับความชันที่สูงขึ้น 0.02 ตลอดความยาวของหุบเขา ยกเว้นจุดเปลี่ยนลาดลำน้ำที่สูงขึ้นซึ่งเกี่ยวข้องกับน้ำตกตลอดหุบเขา ความกว้างของร่องน้ำหินดานที่เป็นช่องแคบมากกว่า 500 เมตรที่จุดสูงสุดของช่องแคบระหว่าง 100 ถึง 200 เมตร โดยตลอดของหุบเขาส่วนใหญ่ และความกว้างที่ออกจากหุบเขามากกว่า 400 เมตร ตามกระแสน้ำจากเขื่อน Moralne

การกัดเซาะท้องธารและด้านข้างของหุบเขาอย่างมากมายมีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นระหว่างน้ำท่วม และยกตัวอย่างการอธิบายเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดน้ำตกขนาดใหญ่และจุดเปลี่ยนหน้าในหุบเขาเนื่องจากการกัดเซาะระหว่างการเกิดน้ำท่วมใหญ่อย่างไรก็ตามการค้นหาหลักฐานตามทิศทางของกระแสน้ำผลกระทบของน้ำท่วมหนีจากแอ่งเก็บน้ำลงสู่หุบเขา Tsangpo อาจจะคัดค้านการพิสูจน์เนื่องจากการเข้าถึงที่ยาก การไหลของตะกอนปริมาณมาก และความเป็นไปได้เล็กน้อยในการอนุรักษ์ตะกอนที่เป็นหลักฐานในหุบเขา ความเป็นไปได้ที่ดีที่สุดในการบันทึกทิศทางของตะกอนมีการไหลออกขณะน้ำท่วมจากหุบเขา Tsangpo อาจจะมีอยู่ที่บริเวณที่ราบน้ำท่วมถึงที่ราบแบบขั้นบันได และแม่น้ำสายรองเป็นหุบเขาในภูมิภาคระยะไกลทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศอินเดีย นอกจากนั้นยังไม่ชัดว่ามีหินจำนวนมาก แค่ไหนที่ถูกกัดเซาะรุนแรงในขณะที่มีน้ำท่วม เพราะว่าความเป็นไปได้น้ำเคลื่อนย้ายวัสดุ และการแตกของหินปราศจากการกัดเซาะลงไปลึกในหินดานที่เกิดขึ้นใหม่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 2-39 (A) ความผันแปรตามกระแสน้ำตามความกว้างของร่องน้ำ

(B) ระดับความสูงตลอดหุบเขา ของแม่น้ำ Tsangpo ความกว้างของร่องน้ำวัดจากภาพถ่ายดาวเทียม Lansat7-TM ความละเอียด 30 เมตร ขอบเขตที่แสดงให้เห็นเป็นค่าเฉลี่ยความกว้างเพียงอย่างเดียวมีการวัด 25 กิโลเมตรตามระยะทางและค่าผิดพลาด 150 ภาพหน้าข้างตามยาวมีการสร้างจาก Defense Mapping Agency's global 3-are-second เป็นแบบจำลองระดับความสูงของภูมิประเทศ

2.16 สมการความถี่น้ำหลากสูงสุด และการประมาณที่ถูกต้อง

สำหรับการศึกษา การรวมกันของการสมการถดถอย แบบ OLS และ GLS ใช้ถูกใช้เป็นสมการถดถอยที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการคำนวณพื้นที่ที่มีความถี่ของการเกิดน้ำท่วมในแต่ละพื้นที่ วิธีการแบบทีละขั้นของ OLS ถูกใช้เป็นเหมือนเครื่องมือคัดเลือกในการตัดสินชุดของตัวแปรที่ทำนายค่า T ของน้ำท่วมรายปีในแต่ละพื้นที่ วิธีการทีละขั้นตอนคือการเลือกซับเซตของตัวแปรจากกลุ่มของลุ่มน้ำที่สนใจทั้งหมด ตัวแปรจะถูกเลือก เมื่อค่าสัมประสิทธ์ถูกคำนวณให้ต่างจากศูนย์ ที่ระดับร้อยละ 5

เพื่อที่จะให้การเปรียบเทียบที่เป็นไปได้ของสมการถดถอยที่แตกต่างกับ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจะถูกนำมาใช้ เพราะสมการถดถอย จะคำนวณจากการใช้การแปลงรูปล็อกการิทึมของตัวแปรอิสระและไม่อิสระ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานจะถูกใช้วัดระดับความเชื่อมั่นของ

ล็อกการิทึมของปริมาณน้ำรายปีที่สนใจ ค่าที่เป็นจริงของปริมาณน้ำรายปีในสมการแบบล็อกจะอยู่ในระหว่างค่าบวกและค่าลบ ภายใต้ค่าความคลาดเคลื่อนหนึ่งของสมการถดถอย

$$ESE = \frac{10^{SE} - 10^{-SE}}{2}$$

ESE คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน ในร้อยละของปริมาณน้ำที่พยากรณ์ได้

SE คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของสมการล็อกการิทึมของปริมาณน้ำ

ESE ให้ผลลัพธ์ในระดับความเชื่อมั่นซึ่งเป็นช่วงกว้างเดียวกันกับระดับความเชื่อมั่นจริงใน 2-3 ของค่าที่ได้จากการพยากรณ์ ค่าสูงกว่าและต่ำกว่าเกณฑ์ของแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นจากการคำนวณด้วย ESE อาจจะไม่ถูกต้องเพราะความไม่สมดุลของระดับความเชื่อมั่น

ในพื้นที่ส่วนมาก การคำนวณจะให้ผลที่ต่างกันเล็กน้อยในชุดของตัวแปรอิสระของการคำนวณน้ำท่วมประจำปีต่างๆ เช่น 2 ปี 5 ปี และ 50 ปี เป็นต้น

เพื่อที่จะรักษาระดับความเที่ยงตรง ชุดของตัวแปรทั่วไปมักจะถูกนำมาใช้พยากรณ์การเกิดน้ำท่วมประจำปี ทั้งนี้ชุดของตัวแปรที่อธิบายความแปรปรวนสูงสุดของช่วงการเกิดซ้ำระยะยาวของน้ำท่วม เช่น 50 ปี หรือ 100 ปี จะถูกนำมาใช้ ซึ่งชุดของค่าความแปรปรวนเหล่านี้จะถูกนำมาใช้ประมาณค่าสมการถดถอยพหุคูณโดยใช้การคำนวณ จาก GLS การเลือกชุดของตัวแปรได้มาจากวิธีการแบบทีละขั้นตอนข้างต้น (OLS) อาจทำให้ได้ค่าความถูกต้องของการพยากรณ์เพื่อใช้ในสมการพหุคูณลดน้อยลง ทั้งนี้เพื่อจะให้เห็นความแตกต่างของความถูกต้องในแบบจำลอง ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานที่ได้จากการประมาณค่าใน log (การประมาณโดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนแบบจำลอง) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่าของการประมาณร้อยละ จะถูกนำมาใช้ในสมการพหุคูณที่แยกกัน 3 สมการคือ

1) ชุดของตัวแปรที่ได้จากการใช้การประมาณตามขั้นตอนของ OLS

2) ชุดของตัวแปรทั่วไปโดยใช้สมการถดถอยพหุคูณแบบ OLS

3) ชุดของตัวแปรทั่วไปที่ได้จากการใช้สมการถดถอยพหุคูณแบบ GLS (ตารางที่1)

โดยส่วนใหญ่การเพิ่มขึ้นของค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับชุดของตัวแปรทั่วไปจะค่อยข้างต่ำและบางครั้งจะถูกแก้ไขโดยการใช้การคำนวณ GLS

สมการความถี่ของการเกิดน้ำท่วมได้รับการพัฒนามาใช้ในแม่น้ำสายต่างๆในวิสคอนซิลโดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณการใน log space และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่าของการประมาณการร้อยละ ซึ่งแสดงใน ตารางที่ 2 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่าของการประมาณถูกแสดงให้เห็นเพื่อใช้เปรียบเทียบกับข้อมูลที่คล้ายคลึงกันซึ่งตีพิมพ์มาแล้วใน

งานวิจัยก่อนหน้านี้ (Walker, J.F. and Krug, W.R., cite in Conger, 1971 and 1981; Krug and others, 1992)

ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่าของการประมาณในสมการถดถอยพหุคูณที่ใช้ในการพยากรณ์น้ำท่วม 100 ปีจากรายงานของ (**Walker, J.F. and Krug, W.R.**, cite in Conger 1971)

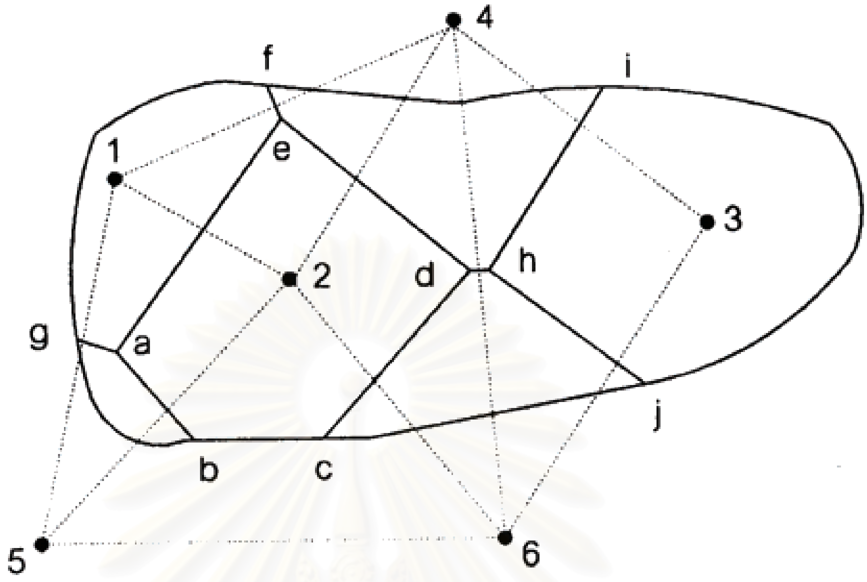
สมการถดถอยพหุคูณสามารถใช้กับแม่น้ำที่ไม่มีแม่น้ำการควบคุมปริมาณน้ำที่สำคัญ เป้าหมายในรายงานฉบับนี้ไม่มีการควบคุมปริมาณน้ำที่สำคัญในแม่น้ำนอกจากมีเขื่อนที่ควบคุมปริมาณในขณะที่น้ำท่วม

ตารางที่ 2-1 สมการความถี่น้ำหลากสูงสุดที่แม่น้ำ Wisconsin

Best-fit equation	**SE**	**ESE**
$Q_{25} = 38.1A^{0.876}\ S^{0.518}\ FOR^{-0.308}\ I_{25}^{7.16}$	0.1691	40
$Q_{50} = 38.1A^{0.884}\ S^{0.545}\ FOR^{-0.310}\ I_{25}^{7.36}$	0.01764	42

2.17 การหาปริมาณฝนเฉลี่ยบนพื้นที่ด้วยวิธีของทิสเสน

กีรติ ลีวัจนกุล (2543) กล่าวว่า การหาปริมาณฝนเฉลี่ยบนพื้นที่ด้วยวิธีของทิสเสนจะพิจารณาว่า ปริมาณฝนที่วัดได้จากสถานีวัดน้ำฝนแต่ละแห่ง จะมีอาณาบริเวณครอบคลุมพื้นที่รับน้ำฝนที่อยู่ล้อมรอบสถานีวัดน้ำฝนนั้น ๆ ซึ่งการกำหนดพื้นที่ที่ล้อมรอบสถานีวัดน้ำฝนจะกำหนดได้จากการแบ่งพื้นที่เป็นรูปหลายเหลี่ยมของทิสเสน (Thiessen polygon) เช่น เมื่อมีสถานีวัดน้ำฝน 6 แห่ง ภาพที่ 2-24 สามารถเขียนพื้นที่รูปหลายเหลี่ยมของทิสเสนได้ดังภาพที่ 2-40



ภาพที่ 2-40 วิธีการหาปริมาณฝนเฉลี่ยตามวิธีของทิสเสน

ภาพที่ 2-40 มีขั้นตอนในการแบ่งพื้นที่เป็นรูปหลายเหลี่ยมของทิสเสนดังนี้

1) กำหนดตำแหน่งที่ตั้งของสถานีวัดน้ำฝนทั้งในพื้นที่และที่อยู่รอบ ๆ พื้นที่ที่ต้องการหาปริมาณฝนเฉลี่ย

2) ลากเส้นตรง (เส้นประ) เชื่อมโยงระหว่างสถานีวัดน้ำฝน 2 แห่งที่อยู่ใกล้กัน โดยที่เส้นตรงเหล่านี้จะต้องไม่ตัดกัน จะได้รูปโครงข่ายสามเหลี่ยม (network of triangles)

3) ลากเส้นตรง (เส้นทึบ) แบ่งครึ่งและตั้งฉากกับด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยม จะได้รูปหลายเหลี่ยมของทิสเสนล้อมรอบสถานีวัดน้ำฝนแต่ละแห่ง ดังเช่นสถานีวัดน้ำฝนที่ 1 ล้อมรอบด้วยด้าน aefg และสถานีวัดน้ำฝนที่ 2 ล้อมรอบด้วยด้าน abcde เป็นต้น

4) วัดขนาดพื้นที่รูปหลายเหลี่ยมที่ครอบคลุมสถานีวัดน้ำฝนแต่ละรูป โดยอาจจะใช้วิธีนับจุดในกระดาษกราฟใสที่วางทับบนพื้นที่ หรือใช้เครื่องมือวัดพื้นที่ที่เรียกว่า พลานิมิเตอร์ (planimeter) จะได้พื้นที่รูปหลายเหลี่ยมของทิสเสนเป็น A_1, A_2, ….., A_6 จากนั้น จึงนำพื้นที่รูปหลายเหลี่ยมที่ได้นี้ไปคำนวณหาปริมาณฝนเฉลี่ยต่อไป

เมื่อกำหนดให้ P1, P2, …, P6 คือปริมาณน้ำฝนที่วัดได้จากสถานีที่ 1, 2, ..., 6 ตามลำดับ ดังนั้น

$$\text{ปริมาณฝนเฉลี่ย } P = \frac{P_1A_1+P_2A_2+\ldots+P_6A_6}{(A_1+A_2+\ldots+A_6)}$$

ในกรณีที่มีสถานีวัดน้ำฝน n สถานี สามารถเขียนสมการทั่วไปได้ดังนี้

$$\text{ปริมาณฝนเฉลี่ย } \overline{P} = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_iA_i}{\sum_{i=1}^{n} A_i}$$

$$= \frac{1}{A}\sum_{i=1}^{n} P_iA_i$$

โดยที่ $\overline{P}$ คือ ปริมาณฝนเฉลี่ย

P_i คือ ปริมาณฝนที่วัดได้จากสถานีวัดน้ำฝนที่ i (i = 1, 2, …, n)

A_i คือ พื้นที่รูปหลายเหลี่ยมที่ล้อมรอบสถานีวัดน้ำฝนที่ i

และ A คือ พื้นที่รับน้ำฝนรวมมีค่าเท่ากับ $\sum_{i=1}^{n} A_i$

การเลือกใช้วิธีของทิสเสน มีสิ่งที่ต้องพิจารณาประกอบการตัดสินใจ ดังนี้

1) วิธีของทิสเสน มีหลักการที่ดีกว่าวิธีเฉลี่ยทางคณิตศาสตร์ เพราะสามารถลดปัญหาที่เกิดจากการกระจายของสถานีวัดน้ำฝนแบบไม่สม่ำเสมอ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2) วิธีของทิสเสน เมื่อใช้กับพื้นที่ขนาดใหญ่ ถ้าหากวัดข้อมูลปริมาณฝนผิดพลาดจะมีผลทำให้ปริมาณฝนเฉลี่ยที่คำนวณได้คลาดเคลื่อนจากที่ควรจะเป็นมาก

3) การลากเส้นแบ่งเป็นรูปหลายเหลี่ยม ไม่ได้คำนึงถึงสภาพทางภูมิประเทศ เช่น อาจจะมีแนวภูเขาขวางกั้น หรือเป็นลักษณะที่ลุ่ม ๆ ดอน ๆ ก็จะทำให้ปริมาณฝนเฉลี่ยผิดพลาดได้

4) ถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงสถานีวัดน้ำฝน จะต้องสร้างรูปหลายเหลี่ยมใหม่ทุกครั้งนั่นคือไม่มีความยืดหยุ่นในการใช้งาน

2.18 ช่วงเวลาที่เกิดภัยแล้ง

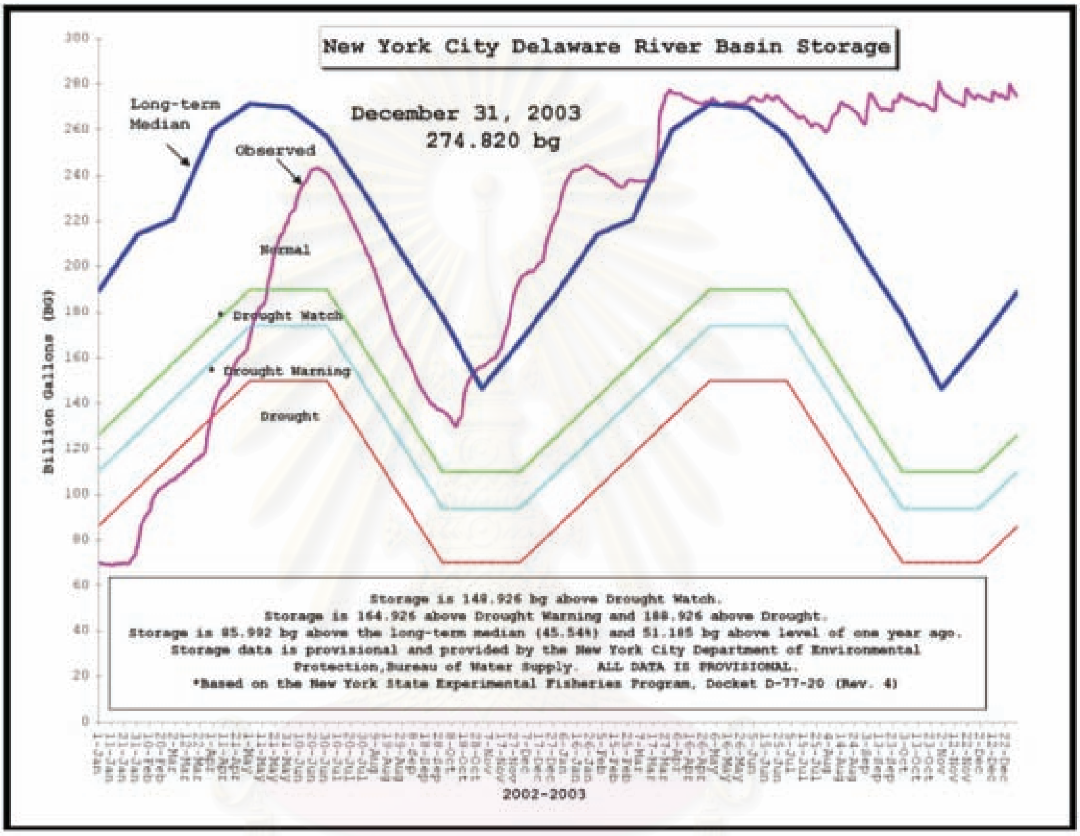
Delaware River Basin Commission (2002) กล่าวว่า ภัยแล้งของ DRBC มีการวางแผนในการกักเก็บน้ำประมาณ 43 พันล้านแกลอนในอ่างเก็บน้ำระหว่าง พ.ศ. 2544 ถึง พ.ศ. 2545 ภัยแล้งในฤดูร้อน พ.ศ. 2544 มีความต่อเนื่องยังไม่บรรเทาถึง พ.ศ. 2545 ในปีใหม่ เริ่มที่ลุ่มน้ำ Delaware จนกระทั่งมีการประกาศภัยแล้งฉุกเฉินได้ประกาศโดย DRBC ในวันที่ 18 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2544 รวมทั้งยังมีการประกาศสภาวะฉุกเฉินเนื่องจากภัยแล้งในลุ่มน้ำ

มีฝนตกน้อยต่อเนื่องตามปกติตลอดเดือนมากราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ เดือนมกราคมเป็นเดือนที่แห้งแล้งมีการบันทึกใน Philadelphia และ Allentown Pa. Much มีความจำเป็นที่จะต้องบรรเทาในต้นฤดูใบไม้ผล เมื่อมีฝนตกมากถึงปกติในลุ่มน้ำ มีปริมาณน้ำเพิ่มสูงขึ้นในอ่างเก็บน้ำในวันที่ 1 เดือนเมษายนมีการรวมกันของน้ำฝนกับการละลายของหิมะเป็นสาเหตุที่ทำให้อ่างเก็บน้ำ Delaware ที่เมือง New York เพิ่มระดับน้ำสูงกว่าระดับน้ำในสภาวะของภัยแล้งสำหรับครั้งแรกเริ่มในเดือนพฤศจิการยน พ.ศ. 2544 ผลจากการแก้เขการกักเก็บน้ำทำให้มีปริมาณน้ำตามวัตถุประสงค์ที่ Montague, N.J. และ Trenton, N.J. เช่นเดียวกับภายนอกลุ่มน้ำ ซึ่งมีความแตกต่างกับเมือง New York และทางเหนือของ New Jeasy เริ่มดีขึ้นในวันที่ 26 พฤษภาคม อย่างไรก็ตามการประกาศภัยแล้งในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2544 ของ DRBC ซึ่งคณะกรรมการได้รับมอบหมายหน้าที่ในการกักเก็บน้ำในเขื่อนทั้งหมด 69 พันล้านแกลอนซึ่งยังคงได้รับผลกระทบ

ถึงแม้ว่า DRBC Water Code ต้องการอนุญาติผู้ที่เป็นคณะกรรมการในการยกเลิกสภาวะฉุกเฉินภัยแล้งในเดือนกรกฎาคม คณะกรรมการหาโอกาสในการตัดสินใจที่จะประกาศสภาวะภัยแล้งฉุกเฉินในฤดูร้อน

ภัยแล้งได้หยุดชะงักในตอนต้นของฤดูใบไม้ร่วงและมีฝนตกอย่างเพียงพอในลุ่มน้ำ สิ้นสุดในเดือนกันยายน ถึงแม้ว่าสภาวะภัยแล้งมีการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น ช่วงเวลาอื่น ๆ ที่มีอากาศแล้งถูกขจัดออกไปอย่างง่าย ๆ โชคดีที่สภาวะภัยแล้งถูกเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้นตลอด

ฤดูใบไม้ร่วง เป็นผลมาจากการปรับปรุงทางด้านการชลประทาน ผู้ที่เป็นกรรมการมีการประกาศสิ้นสุดสภาวะภัยแล้งฉุกเฉินในวันที่ 25 พฤศจิกายน พ.ศ. 2545 ภาพที่ 2-41



ภาพที่ 2-41 กราฟแสดงให้เห็นการร่วมกันในอ่างเก็บน้ำ Connonvill Neversink และPrapacton ปลาย พ.ศ. 2546 แสดงให้เห็นการกักเก็บน้ำสังเกตใน พ.ศ. 2545-2546

บทที่ 3

พื้นที่ศึกษา

บทนี้เป็นการศึกษาลักษณะทางภูมิศาสตร์ของลุ่มน้ำชี ลุ่มน้ำมูล ลุ่มน้ำปิง ลุ่มน้ำวัง ลุ่มน้ำยม ลุ่มน้ำน่าน ลุ่มน้ำแม่กลอง ลุ่มน้ำจันทบุรี และลุ่มน้ำตาปี ได้แก่ที่ตั้ง อาณาเขต ลักษณะภูมิประเทศ การใช้ที่ดิน ลักษณะภูมิอากาศ สภาพฝน ระบบแม่น้ำและโครงการชลประทาน และปัญหาที่เกี่ยวข้องกับแหล่งน้ำ

3.1 ลุ่มน้ำชี

3.1.1 อาณาเขต

ลุ่มน้ำชีตั้งอยู่ระหว่างเส้นละติจูด 15 องศา 30 ลิปดาเหนือและระหว่างเส้นลองจิจูด 101 องศา 30 ลิปดา ตะวันออกถึงเส้นลองจิจูด 104 องศา 30 ลิปดา ตะวันออก มีพื้นที่ 49,477 ตารางกิโลเมตร (สถาบันแหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อม, 2537) (บริษัทปัญญาคอนซัลแตนท์ จำกัด, 2537) (ภาพที่ 3-1)

3.1.2 ลักษณะภูมิประเทศ

ลุ่มน้ำชีมีเนินเขาสูงทางด้านทิศเหนือ ทิศตะวันออกและทิศตะวันตกของลุ่มน้ำ พื้นที่ส่วนมากเป็นพื้นที่ราบถึงลูกคลื่นลอน และมีลาดสลับเนินเล็กน้อยทางด้านทิศใต้ ความสูงของพื้นที่ลุ่มน้ำสูงโดยเฉลี่ย 200 เมตรจากระดับน้ำทะเล มีแนวเทือกเขาสูงเพชรบูรณ์ซึ่งเป็นแนวแบ่งเขตลุ่มน้ำทางทิศตะวันตก เป็นแหล่งต้นกำเนิดของแม่น้ำพองและแม่น้ำชี แนวเทือกเขาภูพานซึ่งเป็นแนวแบ่งเขตทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือของลุ่มน้ำ เป็นแหล่งต้นกำเนิดของแม่น้ำ (บริษัทปัญญาคอนซัลแตนท์ จำกัด, 2537) (ภาพที่ 3-1)

3.1.3 การใช้ประโยชน์ที่ดิน

ตารางที่ 3-1 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำชี (ภาพที่ 3-2)

จำแนกตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	คิดเป็นร้อยละของพื้นที่
ทุ่งหญ้า	432.91	0.88
ทุ่งหญ้าและป่าผลัดใบ	4,772.67	9.71
ทุ่งหญ้าและป่าผลัดใบ	15.76	0.03

จำแนกตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	คิดเป็นร้อยละของพื้นที่
ทุ่งหญ้าและพืชไร่	382.14	0.78
ทุ่งหญ้าและไม้ผล	11.24	0.02
ทุ่งหญ้าและไม้ละเมาะ	188.82	0.38
ทุ่งหญ้าและไม้ละเมาะ	10.82	0.02
นาข้าว ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ	19,626.43	39.95
นาข้าว พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง	72.39	0.15
นาข้าว และป่าดิบ	40.13	0.08
นาข้าวในพื้นที่ลุ่ม	46.07	0.09
นาข้าวและป่าผลัดใบ	274.47	0.56
นาข้าวและพืชไร่	4,594.59	9.35
นาข้าวและไม้ยืนต้น	18.76	0.04
ป่าดิบ	103.33	0.21
ป่าดิบและนาข้าว	56.18	0.11
ป่าดิบและป่าผลัดใบ	1,128.95	2.30
ป่าผลัดใบ	1,987.52	4.05
ป่าผลัดใบ ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ	179.20	0.36
ป่าผลัดใบ เหมืองแร่ และบ่อขุด	21.74	0.04
ป่าผลัดใบและนาข้าว	274.09	0.56
ป่าผลัดใบและป่าดิบ	2,487.26	5.06
ป่าผลัดใบและพืชไร่	1,068.05	2.17
พืชไร่	7,512.40	15.29
พืชไร่ ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ	523.76	1.07
พืชไร่ พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง	7.32	0.01
พืชไร่และป่าดิบ	181.24	0.37
พืชไร่และป่าผลัดใบ	115.19	0.23
พืชไร่และไม้ผล	22.97	0.05
พืชไร่และไม้ยืนต้น	26.46	0.05
พื้นที่ชุมชน สิ่งปลูกสร้าง กับนาข้าว	54.24	0.11
พื้นที่ชุมชน สิ่งปลูกสร้าง และนาข้าว	28.76	0.06
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	435.99	0.89

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จำแนกตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	คิดเป็นร้อยละของพื้นที่
พื้นที่น้ำ	1,132.74	2.31
พื้นที่ลุ่ม	131.34	0.27
ไม้ผล	27.57	0.06
ไม้ผล พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง	36.06	0.07
ไม้ยืนต้น	9.41	0.02
เหมืองแร่และบ่อขุด	24.08	0.05

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2541

3.1.4 สภาพฝน

ปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ส่วนใหญ่มีค่าประมาณ 1,000 – 1,400 มิลลิเมตร/ปี หรือประมาณร้อยละ 85 – 92 ของปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี มีฝนตกในช่วงเดือนพฤษภาคม-ตุลาคมโดยมีฝนตกมากที่สุดในเดือนกันยายนมีค่าเฉลี่ยประมาณ 244 มิลลิเมตร ภาพที่ 3-4 แผนที่แสดงปริมาณน้ำฝนสูงสุดในรอบ 25 ปี ลุ่มน้ำชี มีฝนตกน้อยที่สุดในเดือนมกราคมมีค่าเฉลี่ยประมาณ 3.4 มิลลิเมตร

ลุ่มน้ำชีมีสถานีวัดน้ำฝนทั้งสิ้น 5 สถานี (ภาพที่ 3-3) ที่มีการวัดน้ำฝนได้แก่ ร้อยเอ็ด กมลาไสย โกสุมพิสัย ขอนแก่น ชัยภูมิ ทำการวัดน้ำฝนวันละ 1 ครั้ง สถานีวัดน้ำฝนส่วนใหญ่จะอยู่ทางตอนกลางของลุ่มน้ำทางด้านทิศใต้

3.1.5 ระบบแม่น้ำและโครงการชลประทาน

3.1.5.1 แหล่งน้ำที่สำคัญบริเวณลุ่มน้ำชีมี 5 สาย

1) น้ำพอง มีต้นกำเนิดจากภูกระดึง และเทือกเขาสันปันน้ำของลุ่มน้ำป่าสักกับลุ่มน้ำชี ไหลบรรจบกับแม่น้ำชี บริเวณอำเภอ อุบลรัตน์ มีการสร้างเขื่อนกั้นน้ำพอง เพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้าและการชลประทาน

2) ลำปาว มีต้นกำเนิดจากหนองหานกุมวาปี ท้ายน้ำได้มีการสร้างเขื่อนกั้นลำปาวทำให้เกิดอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่

3) น้ำเชิญ มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาสันปันน้ำของลุ่มน้ำป่าสักกับลุ่มน้ำชี และบรรจบกับน้ำพองท้ายน้ำของอำเภอเมืองจังหวัดขอนแก่น

4) น้ำพรม มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาสันปันน้ำของลุ่มน้ำป่าสักกับลุ่มน้ำชี แล้วไหลลงอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์

5) น้ำยัง มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาสันปันน้ำของลุ่มน้ำชีกับลุ่มน้ำสงคราม ไหลบรรจบกับแม่น้ำชีก่อนถึงอำเภอเมือง จังหวัดยโสธร

3.1.5.2 โครงการชลประทานลุ่มน้ำชี

ลุ่มน้ำชี ได้มีการพัฒนาโครงการประเภทต่างๆ ไปแล้วทั้งสิ้นจำนวน 4,047 โครงการ มีปริมาตรความจุเก็บกัก 4,954.27 ล้านลูกบาศก์เมตร และมีพื้นที่รับประโยชน์รวมกันทั้งสิ้น 2.618 ล้านไร่

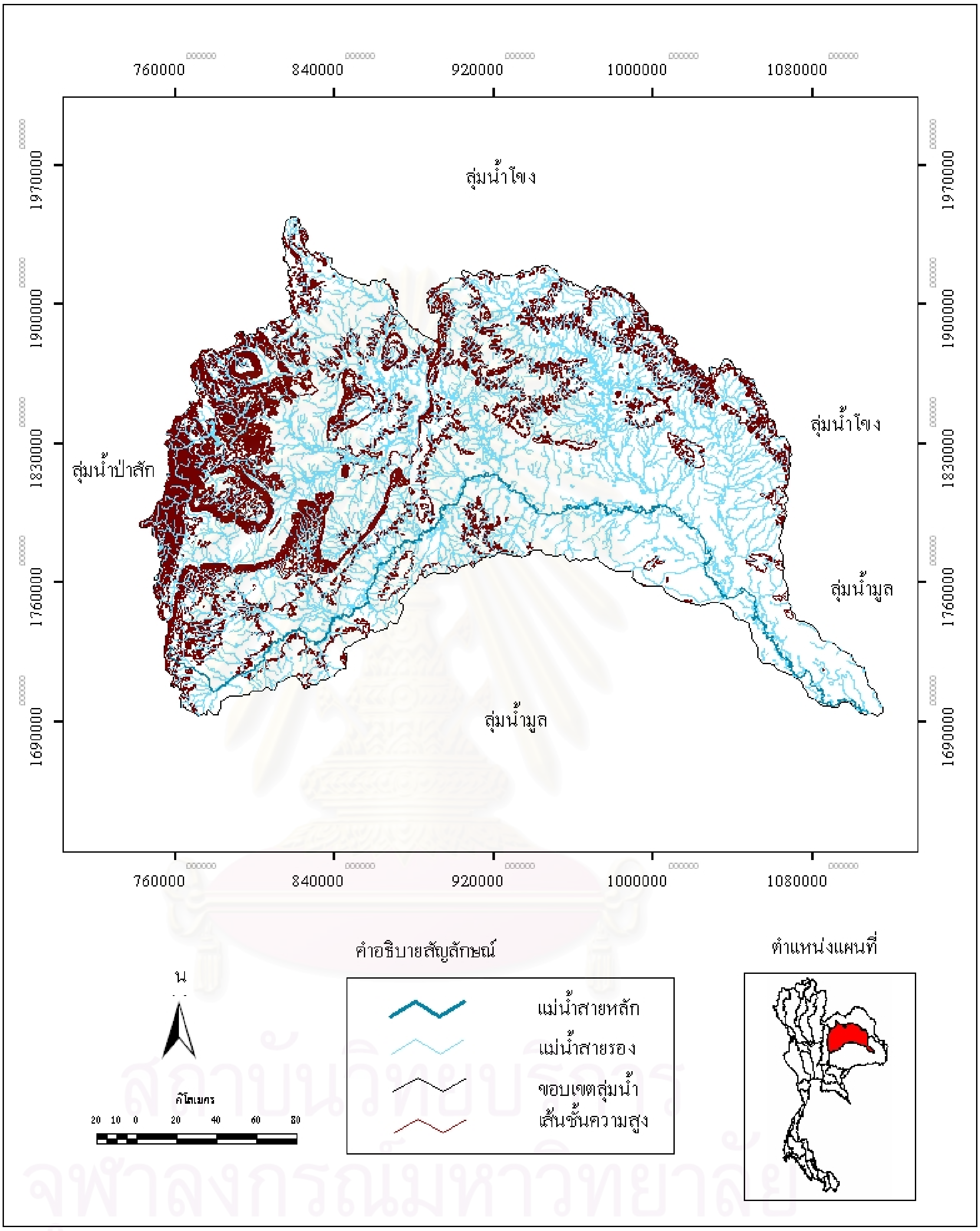
3.1.6 ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับแหล่งน้ำ

3.1.6.1 บริเวณตอนบนลุ่มน้ำชี โดยเฉพาะในเขตจังหวัดชัยภูมิและเลย มีสภาพเป็นพื้นที่สูงชัน ทำให้น้ำในลำน้ำไหลลงสู่พื้นที่ลุ่มอย่างรวดเร็ว ลำน้ำไม่สามารถกักเก็บน้ำได้ ทำให้ราษฎรในพื้นที่ดังกล่าวขาดแคลนน้ำทั้งเพื่อการเกษตรและอุปโภค-บริโภค

3.1.6.2 ลำน้ำและแหล่งน้ำในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำส่วนใหญ่ มีสภาพตื้นเขิน ทำให้เกิดภาวะขาดแคลนน้ำในฤดูแล้ง จึงมีความจำเป็นต้องมีการขุดลอกเพื่อให้ลำน้ำและแหล่งน้ำสามารถเก็บกักน้ำได้มากขึ้น

3.1.6.3 ราษฎรในเขตที่ลุ่มน้ำทำนาเป็นหลัก ซึ่งต้องใช้ปริมาณน้ำมากและต่อเนื่อง แต่เนื่องจากพื้นที่เหล่านั้นยังต้องอาศัยน้ำฝนเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งมีความแปรปรวนสูง ดังนั้นราษฎรในพื้นที่ดังกล่าว จึงต้องการให้มีการก่อสร้างแหล่งน้ำ เพื่อใช้เก็บกักน้ำไว้สำหรับเสริมการเกษตร

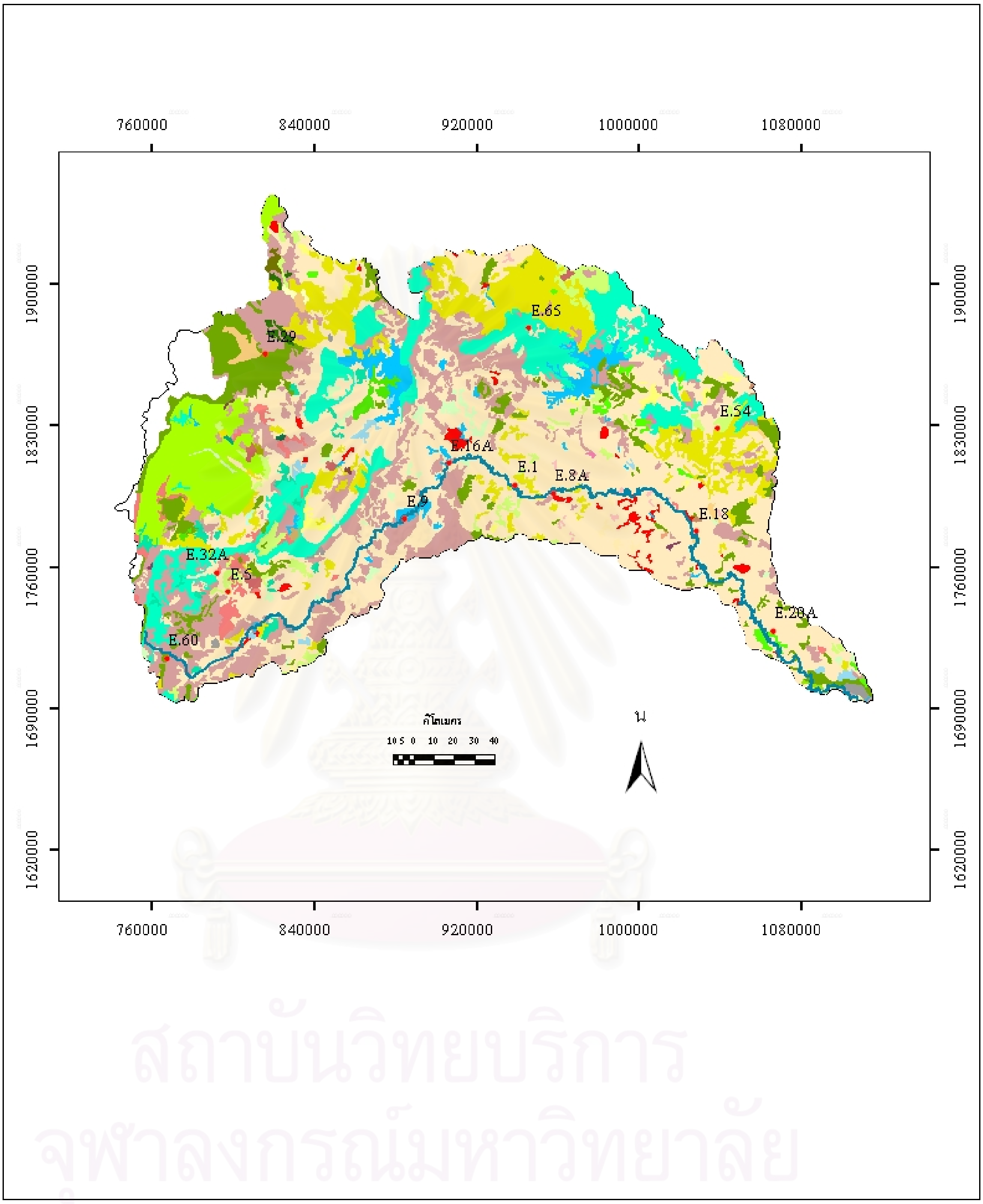
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ที่มา : กระทรวงมหาดไทย

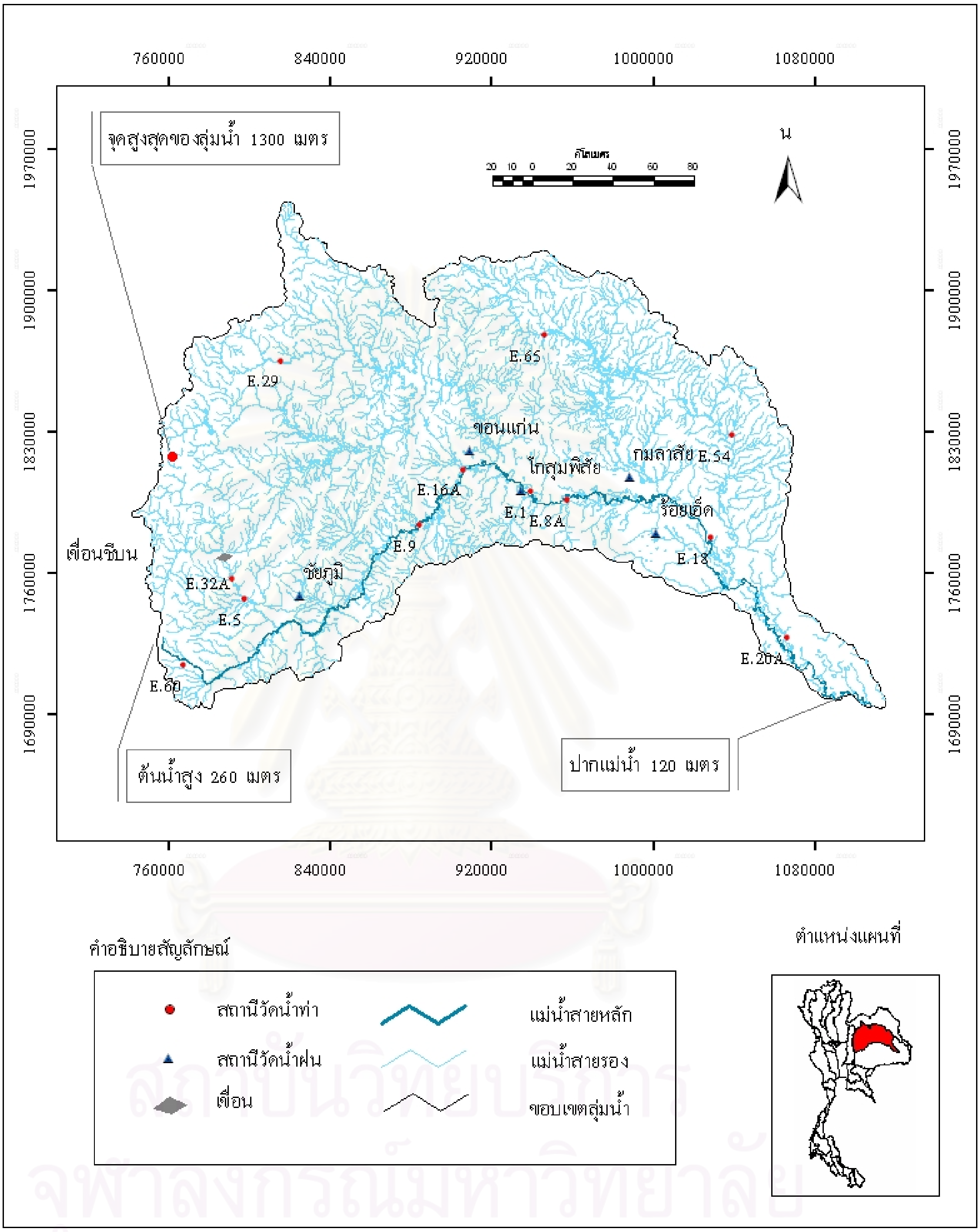
ภาพที่ 3-1 ลักษณะภูมิประเทศลุ่มน้ำชี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



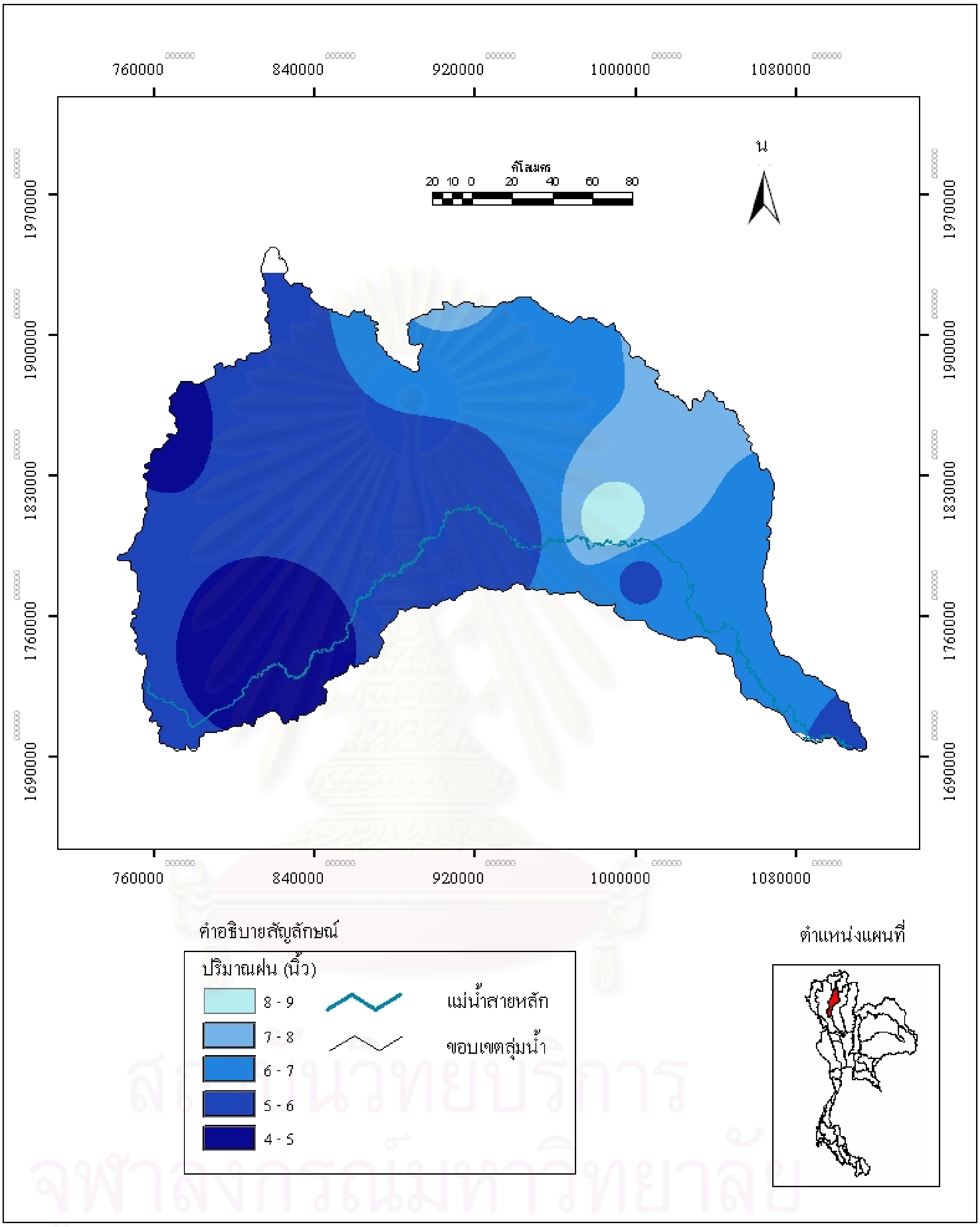
ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2541

ภาพที่ 3-2 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำชี



ภาพที่ 3-3 แผนที่แสดงตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน น้ำท่า และระดับความสูงในลุ่มน้ำชี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 3-4 แผนที่แสดงปริมาณน้ำฝนสูงสุดเฉลี่ยในรอบ 25 ปี ลุ่มน้ำชี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2 ลุ่มน้ำมูล

3.2.1 อาณาเขต

ลุ่มน้ำมูลตั้งอยู่ระหว่างเส้นละติจูด 17 องศา 7 ลิปดาเหนือ ถึงเส้นละติจูด 16 องศา 20.75 ลิปดาเหนือ และระหว่างเส้นลองติจูด 101 องศา 16.9 ลิปดาตะวันออก ถึงเส้นลองติจูด 105 องศา 37.6 ลิปดา ตะวันออก มีพื้นที่ 69,977 ตารางกิโลเมตร (สถาบันแหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อม, 2537) (ภาพที่ 3-5)

3.2.2 ลักษณะภูมิประเทศ

พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบสูง มีทิวเขาเป็นแนวยาวอย่างชัดเจนทางตอนใต้ พื้นที่ค่อยๆ ลาดต่ำลงมาทางทิศเหนือ ทิศตะวันออกเป็นที่ราบต่ำสุด สภาพพื้นที่โดยทั่วไปมีลักษณะเป็นที่ราบสลับเนินเขาเป็นส่วนใหญ่ยกเว้นบริเวณพื้นที่ในจังหวัดอุบลราชธานี ส่วนมากจะเป็นที่ราบลุ่มสลับลูกคลื่นลอนลาดถึงลูกคลื่นลอนชัน ความสูงของพื้นที่ ลุ่มน้ำ โดยเฉลี่ยสูง 200 เมตร จากระดับน้ำทะเล (บริษัทปัญญาคอนซัลแตนท์ จำกัด, 2537) (ภาพที่ 3-5)

3.2.3 การใช้ประโยชน์ที่ดิน

ตารางที่ 3-2 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำมูล (ภาพที่ 3-6)

จำแนกตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	คิดเป็นร้อยละของพื้นที่
ทุ่งหญ้า	726.45	1.04
ทุ่งหญ้าและป่าผลัดใบ	979.82	1.40
ทุ่งหญ้าและพืชไร่	1037.40	1.48
ทุ่งหญ้าและไม้ละเมาะ	1383.24	1.98
นาข้าว ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ	37100.26	53.02
นาข้าว พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง	208.11	0.30
นาข้าวในพื้นที่ลุ่ม	222.05	0.32
นาข้าวและป่าผลัดใบ	612.76	0.88
นาข้าวและพืชไร่	2505.67	3.58
ป่าดิบ	2731.49	3.90
ป่าดิบและพืชไร่	8.14	0.01
ป่าผลัดใบ	3624.64	5.18
ป่าผลัดใบ ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ	1133.86	1.62

จำแนกตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	คิดเป็นร้อยละของพื้นที่
ป่าผลัดใบ พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง	35.46	0.05
ป่าผลัดใบ เหมืองแร่ และบ่อขุด	1.08	0.00
ป่าผลัดใบและนาข้าว	1352.96	1.93
ป่าผลัดใบและพืชไร่	1861.61	2.66
ป่าผลัดใบและไม้ผล	15.77	0.02
พืชไร่	9608.67	13.73
พืชไร่ ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ	325.89	0.47
พืชไร่ พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง	50.82	0.07
พืชไร่ในพื้นที่ลุ่ม	34.09	0.05
พืชไร่และป่าผลัดใบ	1347.55	1.93
พืชไร่และไม้ผล	7.97	0.01
พื้นที่ชุมชน สิ่งปลูกสร้าง กับนาข้าว	4.70	0.01
พื้นที่ชุมชน สิ่งปลูกสร้าง และนาข้าว	100.82	0.14
พื้นที่ชุมชน สิ่งปลูกสร้างและไม้ยืนต้น	12.37	0.02
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	794.02	1.13
พื้นที่น้ำ	582.70	0.83
พื้นที่ลุ่ม	221.91	0.32
พื้นที่ลุ่มและป่าผลัดใบ	12.13	0.02
พื้นที่ลุ่มและพื้นที่น้ำ	5.41	0.01
ไม้ผล	16.25	0.02
ไม้ผล พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง	9.00	0.01
ไม้ยืนต้น	4.33	0.01
เหมืองแร่ บ่อขุด และนาข้าว	90.71	0.13
เหมืองแร่ บ่อขุด และป่าผลัดใบ	26.31	0.04
เหมืองแร่ บ่อขุด และพืชไร่	18.65	0.03
เหมืองแร่และบ่อขุด	15.26	0.02

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2541

3.2.4 สภาพฝน

ปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ส่วนใหญ่มีค่าประมาณ 1,000-1,400 มิลลิเมตร/ปี หรือประมาณร้อยละ 85-92 ของปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี มีฝนตกในช่วงเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม โดยมีฝนตกมากที่สุดในเดือนกันยายนมีค่าเฉลี่ยประมาณ 261.4 มิลลิเมตร ภาพที่ 3-8 แผนที่แสดงปริมาณน้ำฝนสูงสุดในรอบ 25 ปีลุ่มน้ำมูล มีฝนตกน้อยที่สุดในเดือนธันวาคมมีค่าเฉลี่ยประมาณ 1.9 มิลลิเมตร

ลุ่มน้ำมูลมีสถานีวัดน้ำฝนทั้งสิ้น 7 สถานี (ภาพที่ 3-7) ที่มีการวัดน้ำฝนได้แก่ อุบลราชธานี ท่าตูม สุรินทร์ บุรีรัมย์ นารอง โชคชัย นครราชสีมา ทำการวัดน้ำฝนวันละ 1 ครั้ง สถานีวัดน้ำฝนส่วนใหญ่จะอยู่ทางตอนกลางและทิศตะวันตกของลุ่มน้ำ

3.2.5 ระบบแม่น้ำและโครงการชลประทาน

3.2.5.1 แหล่งน้ำที่สำคัญบริเวณ ลุ่มน้ำมูล มี 8 สาย

1) ลำตะคอง มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาสันปันน้ำระหว่างลุ่มน้ำมูลและลุ่มน้ำนครนายกไหลมาบรรจบกับแม่น้ำมูลที่อำเภอเมืองจังหวัดนครราชสีมา ได้มีการสร้างเขื่อนกั้นน้ำลำตะคอง

2) ลำพระเพลิง มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาสันปันน้ำระหว่างลุ่มน้ำมูลและลุ่มน้ำนครนายกไหลมาบรรจบแม่น้ำมูลบริเวณ อำเภอโชคชัย จังหวัดนครราชสีมา ในลำพระเพลิงมีการสร้างเขื่อนเพื่อการชลประทาน

3) ลำปลายมาศ มีต้นกำเนิดจากบริเวณเทือกเขาพรมแดนติดต่อกับประเทศกัมพูชา ไหลผ่านอำเภอลำปลายมาศ จังหวัดบุรีรัมย์ไหลไปบรรจบแม่น้ำมูลที่อำเภอชุมพวง จังหวัดนครราชสีมา

4) ลำชี มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาบริเวณอำเภอบ้านกรวด จังหวัดบุรีรัมย์ ไหลมาบรรจบแม่น้ำมูลบริเวณเหนือน้ำ อำเภอท่าตูม จังหวัดสุรินทร์

5) ห้วยทับทัน มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาบริเวณอำเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์ ไหลมาบรรจบแม่น้ำมูลที่อำเภอราษีไศล จังหวัดศรีสะเกษ

6) ห้วยสำราญ มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาด้านใต้ของอำเภอขุขันธ์ จังหวัดศรีสะเกษ ไหลไปบรรจบกับห้วยแฮดที่อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ ก่อนที่จะไหลลงแม่น้ำมูล

7) ห้วยขะยุง มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาด้านใต้ของอำเภอกันทรลักษณ์ จังหวัดศรีสะเกษ ไหลผ่านอำเภอกันทรลักษณ์ ไหลบรรจบแม่น้ำมูลก่อนถึงสบชี-มูลเล็กน้อย

8) ลำโดมใหญ่ มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาด้านใต้ของอำเภอน้ำยืน จังหวัดอุบลราชธานีไหลมาบรรจบแม่น้ำมูลที่ด้านเหนือน้ำของอำเภอพิบูลมังสาหาร จังหวัดอุบลราชธานี

9) ลำโดมน้อย มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาชายแดนติดต่อกับประเทศกัมพูชาประชาธิปไตย ไหลผ่านอำเภอบุณฑริก จังหวัดอุบลราชธานี เล็กน้อยบนลำน้ำนี้ได้มีการสร้างเขื่อนสิรินธร เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าและส่งน้ำให้

10) ลำเชิงไกร มีต้นกำเนิกจากเทือกเขาสันปันน้ำระหว่างลุ่มน้ำมูลและลุ่มน้ำป่าสัก ไหลมาบรรจบแม่น้ำมูลก่อนถึงอำเภอพิมาย จังหวัดนครราชสีมา

11) ลำสะแทด มีต้นกำเนิดจากที่ราบสูงสันปันน้ำระหว่างลุ่มน้ำมูลและลุ่มน้ำชี มาลงมาบรรจบแม่น้ำมูลตอนใต้ของอำเภอพุทไธสง จังหวัดบุรีรัมย์

3.2.5.2 โครงการชลประทานลุ่มน้ำมูลมี

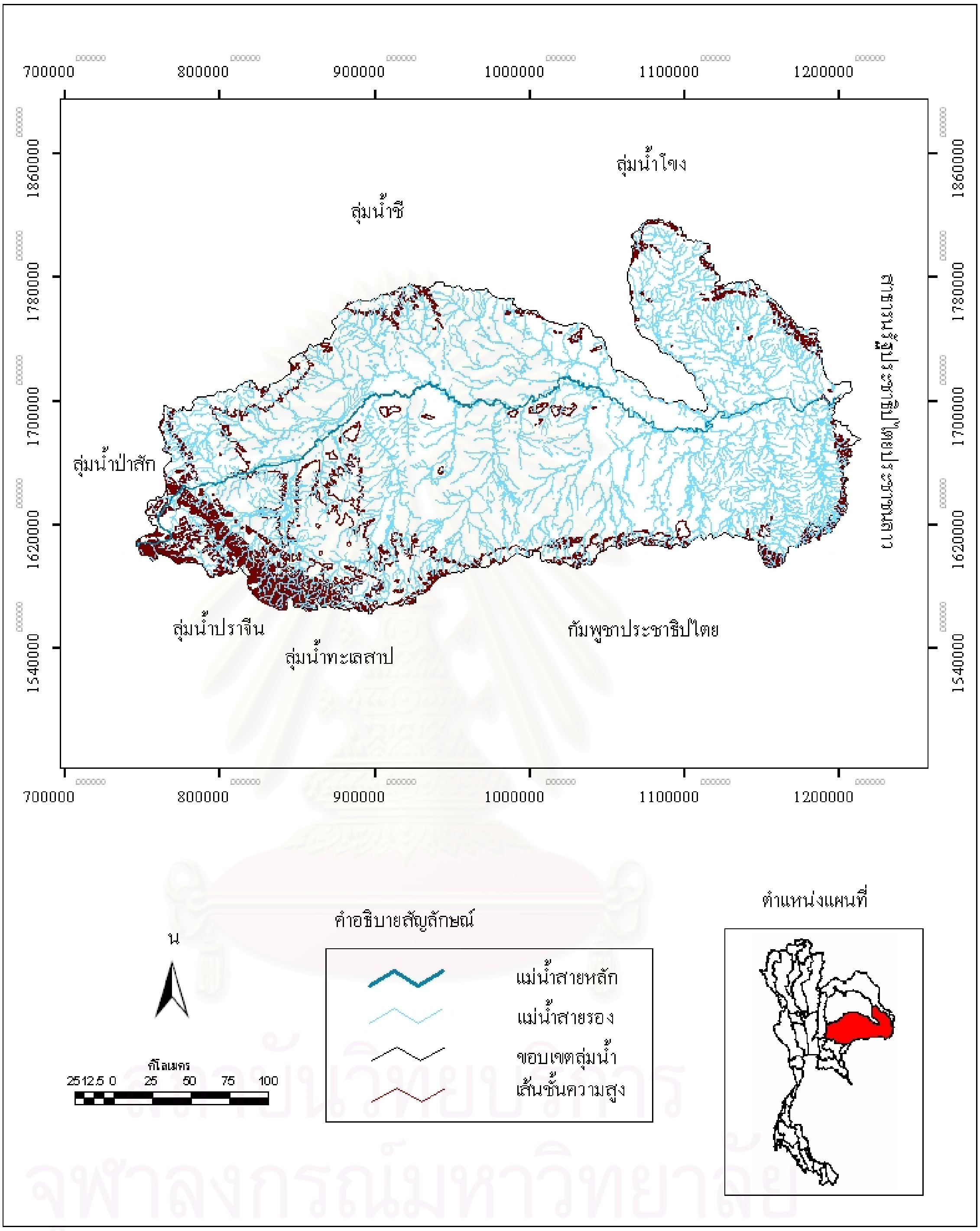
โครงการพัฒนาแหล่งน้ำต่าง ๆ ที่รวบรวมได้ถึงปัจจุบัน พบว่าในพื้นที่ลุ่มน้ำมูลได้มีการพัฒนาไปแล้วทั้งสิ้นจำนวน 2,484 โครงการ มีปริมาตรความจุเก็บกัก 4,054.23 ล้านลูกบาศก์เมตร รับประโยชน์ (พื้นที่ชลประทาน/พื้นที่ส่งน้ำ) รวมกันทั้งสิ้น 2.984 ล้านไร่

3.2.6 ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับแหล่งน้ำ

3.2.6.1 ลำน้ำและแหล่งน้ำที่มีอยู่ส่วนใหญ่อยู่ในสภาพตื้นเขิน กักเก็บน้ำได้น้อย ไม่เพียงพอต่อความต้องการ โดยเฉพาะพื้นที่ต้นน้ำในเขตพื้นที่อำเภอด่านขุนทด สีคิ้วและโนนไทย จังหวัดนครราชสีมา บางพื้นที่ไม่มีสภาพเป็นลำน้ำเหลืออยู่เลย เนื่องจากถูกราษฎรบุกรุก

3.2.6.2 แหล่งน้ำที่มีอยู่ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่ เนื่องจากเก็บกักน้ำได้น้อยและมีปัญหาน้ำเค็ม โดยเฉพาะบางพื้นที่ในลุ่มน้ำลำสะแทดในเขตอำเภอประทาย และอำเภอบัวใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา และพื้นที่ลุ่มน้ำเสียว อำเภอบรมือ นาเชือก และพยัคฆภูมิพิสัย จังหวัดมหาสารคาม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ที่มา : กระทรวงมหาดไทย

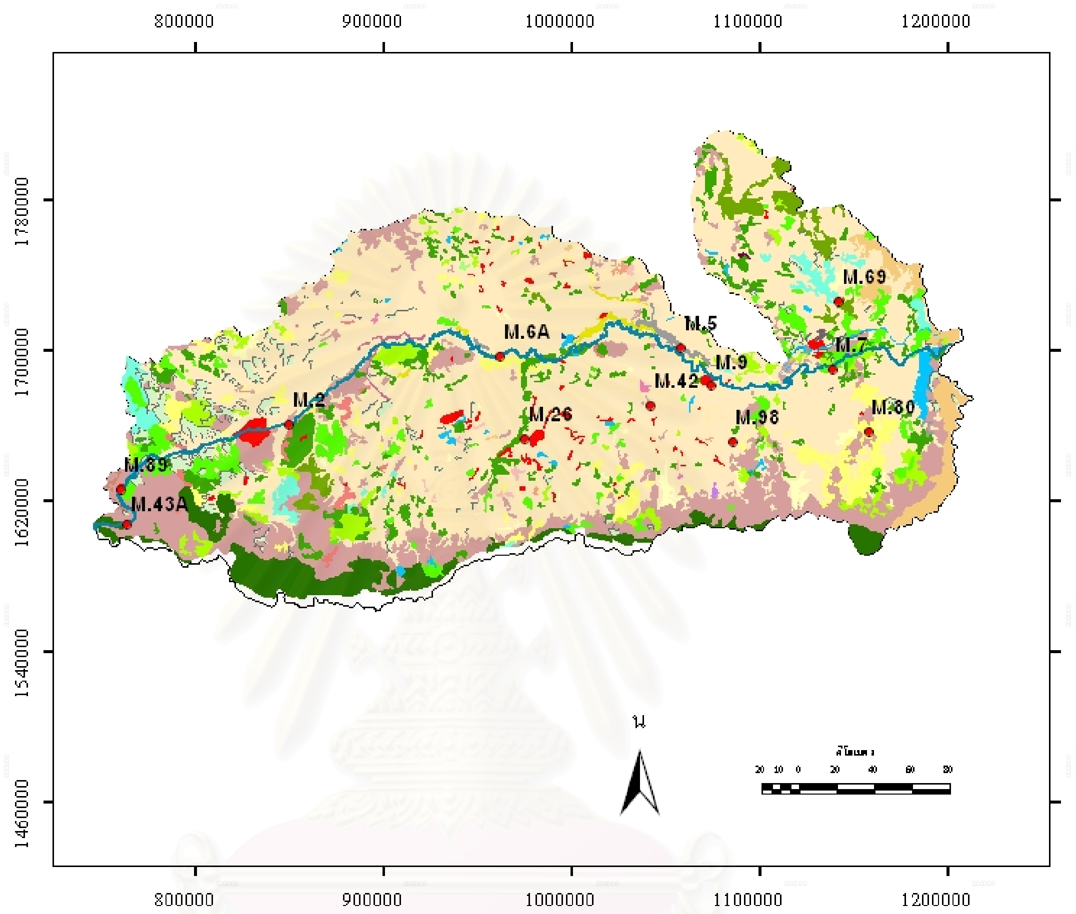
ภาพที่ 3-5 ลักษณะภูมิประเทศลุ่มน้ำมูล

คำอธิบายสัญลักษณ์

- สถานีวัดน้ำ
- แม่น้ำสายหลัก
- ขอบเขตลุ่มน้ำ

- พืชไร่ ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ
- พืชไร่ พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง
- พืชไร่และป่าผลัดใบ
- พืชไร่และไม้ผล
- พืชไร่ในพื้นที่ลุ่ม
- พื้นที่ชุมชน สิ่งปลูกสร้าง กับนาข้าว
- พื้นที่ชุมชน สิ่งปลูกสร้าง และนาข้าว
- พื้นที่ชุมชน สิ่งปลูกสร้างและไม้ยืนต้น
- พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
- พื้นที่น้ำ
- พื้นที่ลุ่ม
- พื้นที่ลุ่มและป่าผลัดใบ
- พื้นที่ลุ่มและพื้นที่น้ำ
- เหมืองแร่ บ่อขุด และนาข้าว
- เหมืองแร่ บ่อขุด และป่าผลัดใบ
- เหมืองแร่ บ่อขุด และพืชไร่
- เหมืองแร่และบ่อขุด
- ไม้ผล
- ไม้ผล พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง
- ไม้ยืนต้น
- ทุ่งหญ้า
- ทุ่งหญ้าและไม้ละเมาะ
- ทุ่งหญ้าและป่าผลัดใบ
- ทุ่งหญ้าและพืชไร่
- นาข้าว ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ
- นาข้าว พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง
- นาข้าวและป่าผลัดใบ
- นาข้าวและพืชไร่
- นาข้าวในพื้นที่ลุ่ม
- ป่าดิบ
- ป่าดิบและพืชไร่
- ป่าผลัดใบ
- ป่าผลัดใบ ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ
- ป่าผลัดใบ พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง
- ป่าผลัดใบ เหมืองแร่ และบ่อขุด
- ป่าผลัดใบและนาข้าว
- ป่าผลัดใบและพืชไร่
- ป่าผลัดใบและไม้ผล
- พืชไร่

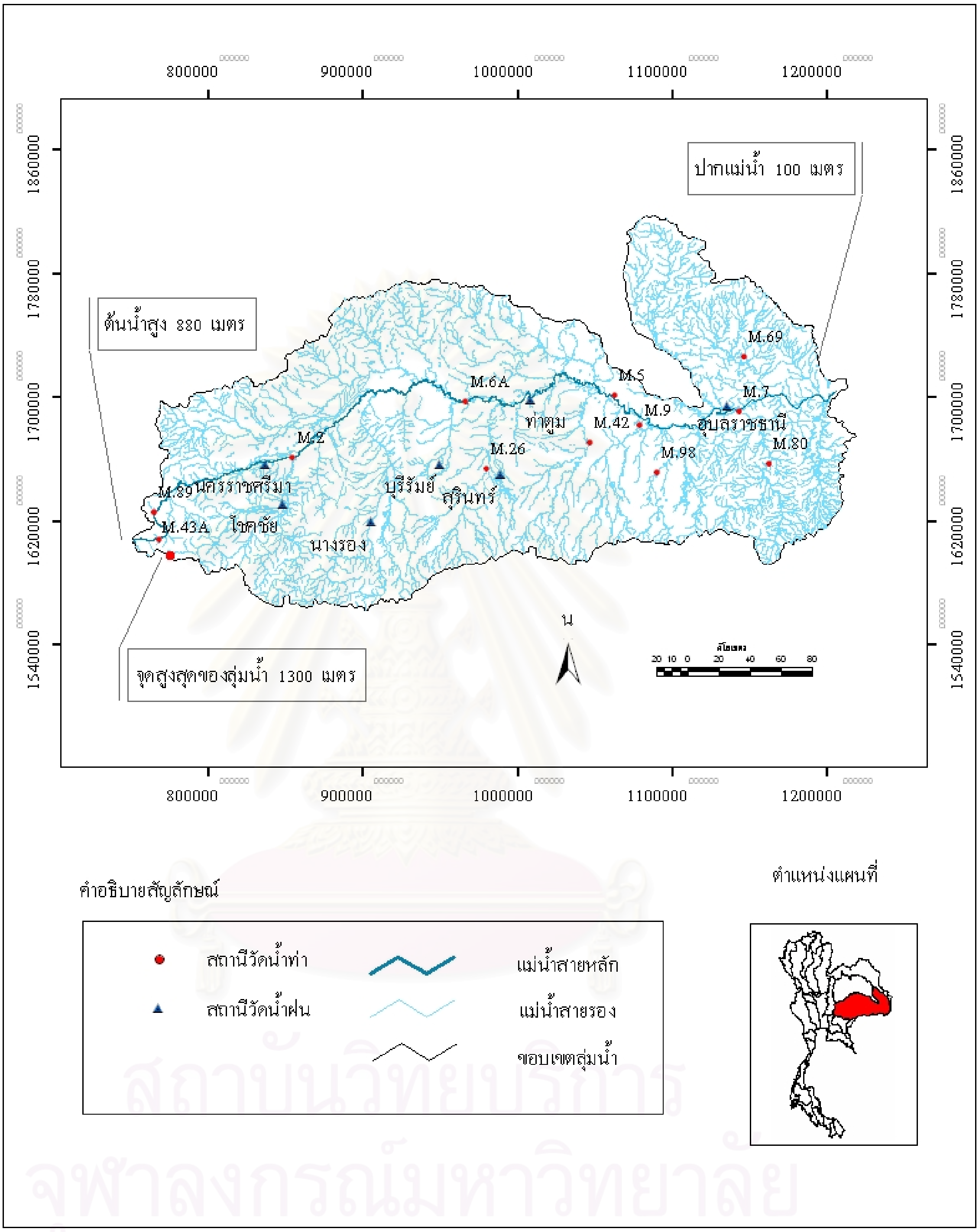
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2541

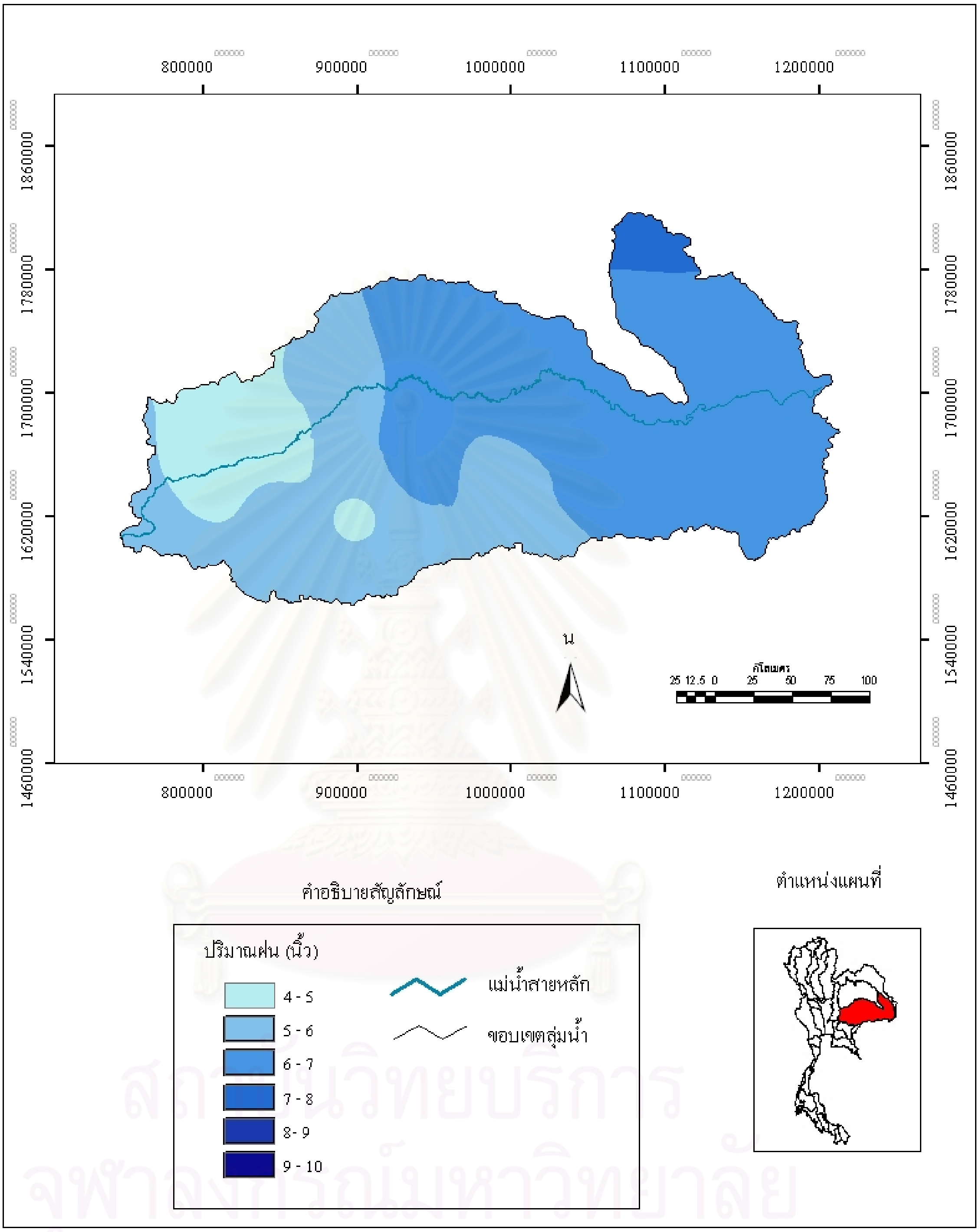
ภาพที่ 3-6 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำมูล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 3-7 แผนที่แสดงตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน น้ำท่า และระดับความสูงในลุ่มน้ำมูล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 3-8 แผนที่แสดงปริมาณน้ำฝนสูงสุดเฉลี่ยในรอบ 25 ปีลุ่มน้ำมูล

3.3 ลุ่มน้ำปิง

3.3.1 อาณาเขต

ลุ่มน้ำปิงตั้งอยู่ระหว่าง เส้นละติจูด 15 องศา 24 ลิปดา ถึง 19 องศา 49ลิปดา เหนือ และเส้นลองติจูด 98 องศา 05 ลิปดา ถึง 100 องศา 09 ลิปดาตะวันออก มีพื้นที่ 33,989 ตาราง กิโลเมตร (สถาบันแหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อม, 2537) (ภาพที่ 3-9)

3.3.2 ลักษณะภูมิประเทศ

สภาพภูมิประเทศตอนบน ลุ่มน้ำปิง เป็นเทือกเขาสลับซับซ้อนปกคลุมด้วยป่าไม้แม่น้ำปิงในเขตท้องที่อำเภอเชียงดาว อยู่ที่ระดับความสูงระหว่าง 500 – 1300 เมตร ระดับทะเลปานกลาง มีความลาดชันประมาณ 1 :40 แม่น้ำปิงไหลไปตามหุบเขาตอนบนของเขตอำเภอแม่แตง มีระดับความสูง ระหว่าง 320 – 500 เมตร ระดับทะเลปานกลาง มีความลาดชันประมาณ 1 : 50 แม่น้ำปิงไหลผ่านที่ราบในหุบเขา ในเขตอำเภอแม่แตง อำเภอแม่ริม อำเภอเมือง พื้นที่บริเวณแม่น้ำมีระดับความสูงระหว่าง 260 ถึง 300 เมตร ระดับทะเลปานกลาง ความลาดชันประมาณ 1: 1800 แม่น้ำจะไหลผ่านพื้นที่ราบในหุบเขาก่อนไหลลงอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล โดยจะมีความลาดชันในบริเวณนี้ประมาณ 1 : 1590 และมีระดับความสูงระหว่าง 140 – 260 เมตร ระดับทะเลปานกลาง พื้นที่ตอนล่างเขื่อนภูมิพล เป็นพื้นที่ราบในเขตจงหวัดตาก กำแพงเพชร และนครสวรรค์ มีระดับความสูงระหว่าง 25 – 140 เมตร ระดับทะเลปานกลาง และมีความสูงระหว่าง 25 – 140 เมตร ระดับทะเลปานกลาง และมีความลาดชันของลำน้ำในช่วงนี้ประมาณ 1 : 2300 (บริษัทปัญญาคอนซัลแตนท์ จำกัด, 2537) (ภาพที่ 3-9)

3.3.3 การใช้ประโยชน์ที่ดิน

ตารางที่ 3-3 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำปิง (ภาพที่ 3-10)

จำแนกตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	คิดเป็นร้อยละของพื้นที่
ทุ่งหญ้าและไม้ผล	23.18	0.07
ทุ่งหญ้าและนาข้าว	5.07	0.01
ทุ่งหญ้าและพืชไร่	466.61	1.34
ทุ่งหญ้าและป่าดิบ	8.66	0.02
ทุ่งหญ้าและไม้ผล	52.04	0.15
ทุ่งหญ้าและไม้ละเมาะ	120.93	0.35

จำแนกตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	คิดเป็นร้อยละของพื้นที่
ทุ่งหญ้าและไร่หมุนเวียน	28.43	0.08
นาข้าว	2810.71	8.07
นาข้าว กับไร่หมุนเวียน	188.52	0.54
นาข้าว ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ	111.51	0.32
นาข้าว ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ	47.37	0.14
นาข้าว พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง	144.46	0.41
นาข้าวและป่าดิบ	23.32	0.07
นาข้าวและป่าผลัดใบ	0.21	0.00
นาข้าวและพืชไร่	721.42	2.07
นาข้าวและไม้ผล	397.46	1.14
นาข้าวและไร่หมุนเวียน	22.83	0.07
นาข้าวและไร่หมุนเวียน	191.82	0.55
ป่าดิบ	3867.22	11.10
ป่าดิบ กับไร่หมุนเวียน	43.71	0.13
ป่าดิบและป่าผลัดใบ	2983.52	8.56
ป่าดิบและไร่หมุนเวียน	263.67	0.76
ป่าผลัดใบ	1023.16	2.94
ป่าผลัดใบ ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ	5809.91	16.68
ป่าผลัดใบและนาข้าว	4.64	0.01
ป่าผลัดใบและป่าดิบ	9350.75	26.84
ป่าผลัดใบและพืชไร่	90.32	0.26
ป่าผลัดใบและไร่หมุนเวียน	8.14	0.02
ป่าเลน	250.54	0.72
พืชไร่	1562.35	4.48
พืชไร่ กับไร่หมุนเวียน	9.00	0.03
พืชไร่ ทุ่งหญ้า และไม้ละเมา	7.34	0.02
พืชไร่ ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ	139.71	0.40
พืชไร่ พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง	54.19	0.16
พืชไร่และป่าผลัดใบ	12.02	0.03
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	580.39	1.67

จำแนกตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	คิดเป็นร้อยละของพื้นที่
พื้นที่น้ำ	438.53	1.26
พื้นที่ลุ่มและนาข้าว	1.55	0.00
ไม้ผล	33.44	0.10
ไม้ผล กับไร่หมุนเวียน	4.45	0.01
ไม้ผล ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ	9.91	0.03
ไม้ผล พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง	30.78	0.09
ไม้ผลและพืชไร่	333.95	0.96
ไม้ผลและไร่หมุนเวียน	26.92	0.08
ไม้ยืนต้น	7.57	0.02
ไร่หมุนเวียน	1188.17	3.41
ไร่หมุนเวียน กับป่าดิบ	801.71	2.30
ไร่หมุนเวียน กับผลัดใบ	25.24	0.07
ไร่หมุนเวียน ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ	110.05	0.32
ไร่หมุนเวียน พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง	18.21	0.05
ไร่หมุนเวียนและป่าดิบ	245.16	0.70
ไร่หมุนเวียนและพืชไร่	7.05	0.02

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2541

3.3.4 สภาพฝน

ปริมาณฝน ปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดฝนตกในประเทศไทย คือ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยลมมรสุมตะวันตะเฉียงใต้จะเริ่มพัดปกคลุมประเทศไทยในราวเดือนพฤษภาคม และไปสิ้นสุดในราวเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน มีระยะเวลาประมาณ 5 เดือน จากนั้นลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือก็จะเข้ามาแทนที่ทำให้ปริมาณฝนลดลง ภาพที่ 3-20 ทิศทางและช่วงเวลาพายุและลมมรสุมในประเทศไทยช่วงเวลานี้จึงเป็นช่วงฤดูแล้ง สำหรับปริมาณฝนในลุ่มน้ำแม่น้ำแม่ปิงนั้น จากข้อมูลปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยของสถานีต่างๆ ในลุ่มน้ำแม่น้ำปิงมีค่าแตกต่างกันไม่มากนัก เดือน ที่มีปริมาณฝนตกมากที่สุดได้แก่ เดือนกันยายน มีค่าเฉลี่ยประมาณ 212.6 มิลลิเมตร เดือนที่มีปริมาณฝนน้อยที่สุดได้แก่ เดือนกุมภาพันธ์ มีค่าเฉลี่ยประมาณ 6.9 มิลลิเมตร ปริมาณฝนที่ตกในช่วงฤดูฝน ในเดือนพฤษภาคม - ตุลาคมมีค่าเฉลี่ยประมาณ 930.1 มิลลิเมตร โดยมีฝนตกมากที่สุดในเดือนกันยายนมีค่าเฉลี่ยประมาณ 215.7 มิลลิเมตร ภาพที่ 3-12

แผนที่แสดงปริมาณน้ำฝนสูงสุดในรอบ 25 ปีลุ่มน้ำปิง ในขณะที่ปริมาณฝนในช่วงฤดูแล้งเดือนพฤศจิกายน – เมษายน มีค่าเฉลี่ยประมาณ 125.5 มิลลิเมตร ซึ่งคิดเป็น 88.1 และ 11.9 เปอร์เซ็นต์ มีฝนตกน้อยที่สุดในเดือนมกราคม มีค่าเฉลี่ยประมาณ 7.3 มิลลิเมตร สำหรับปริมาณน้ำฝนรวมทั้งปีเฉลี่ยของลุ่มน้ำแม่น้ำปิงมีค่าประมาณ 1,055.6 มิลลิเมตร

มีสถานีวัดน้ำฝนทั้งสิ้น 3 สถานี (ภาพที่ 3-11) ที่มีการวัดน้ำฝนได้แก่ เขื่อนภูมิพล ลำพูน เชียงใหม่ ทำการวัดน้ำฝนวันละ 1 ครั้ง สถานีวัดน้ำฝนจะอยู่ทางตอนกลางของลุ่มน้ำ และทิศเหนือของลุ่มน้ำ

3.3.5 ระบบแม่น้ำและโครงการชลประทาน

ลำน้ำสาขาที่สำคัญของแม่น้ำปิง ได้แก่

3.3.5.1 น้ำแม่งัด มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาแดนลาวทางตอนเหนือของลุ่มน้ำไหลมาบรรจบกับแม่น้ำปิงทางฝั่งซ้าย

3.3.5.2 น้ำแม่แตง ไหลจากเทือกเขาแดนลาวลงมาบรรจบแม่น้ำปิงทางฝั่งขวา แม่น้ำกวงไหลมาบรรจบแม่น้ำปิงทางฝั่งซ้ายที่จังหวัดลำพูน

3.3.5.3 แม่น้ำลี้ ไหลจากอำเภอลี้ขึ้นไปทางทิศเหนือบรรจบแม่น้ำปิงทางฝั่งซ้ายที่อำเภอจอมทอง

3.3.5.4 น้ำแม่แจ่ม ไหลจากเทือกเขาถนนธงชัยจากทิศตะวันตกเฉียงเหนือของลุ่มน้ำมาบรรจบแม่น้ำปิงทางฝั่งขวาที่อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่

3.3.5.5 โครงการชลประทานลุ่มน้ำ

1) โครงการชลประทานลุ่มแม่น้ำปิงตอนบน ครอบคลุมพื้นที่เหนือเขื่อนภูมิพล ประกอบด้วย โครงการชลประทานขนาดใหญ่ที่เป็นโครงการแบบอเนกประสงค์ และโครงการชลประทานขนาดใหญ่และขนาดกลาง เป็นเขื่อนเก็บกักน้ำ ฝาย เป็นต้น โดยมีโครงการสำคัญๆ คือ เขื่อนเก็บกักน้ำแม่งัดสมบูรณ์ชล เขื่อนเก็บกักน้ำแม่กก ฝายแม่แตง ฝายแม่กก ฝายแม่ปิงเก่า และเขื่อนเก็บกักน้ำภูมิพล

2) โครงการชลประทานลุ่มแม่น้ำปิงตอนล่าง เป็นโครงการชลประทานอยู่ท้ายเขื่อนภูมิพล เช่น โครงการท่อทองแดง โครงการวังบัว โครงการวังยาง โครงการหนองขวัญ เป็นต้น ในปัจจุบันโครงการต่างๆ ยังพัฒนาไม่สมบูรณ์สามารถส่งน้ำได้เพียงบางส่วนเท่านั้น

3.3.6 ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับแหล่งน้ำ

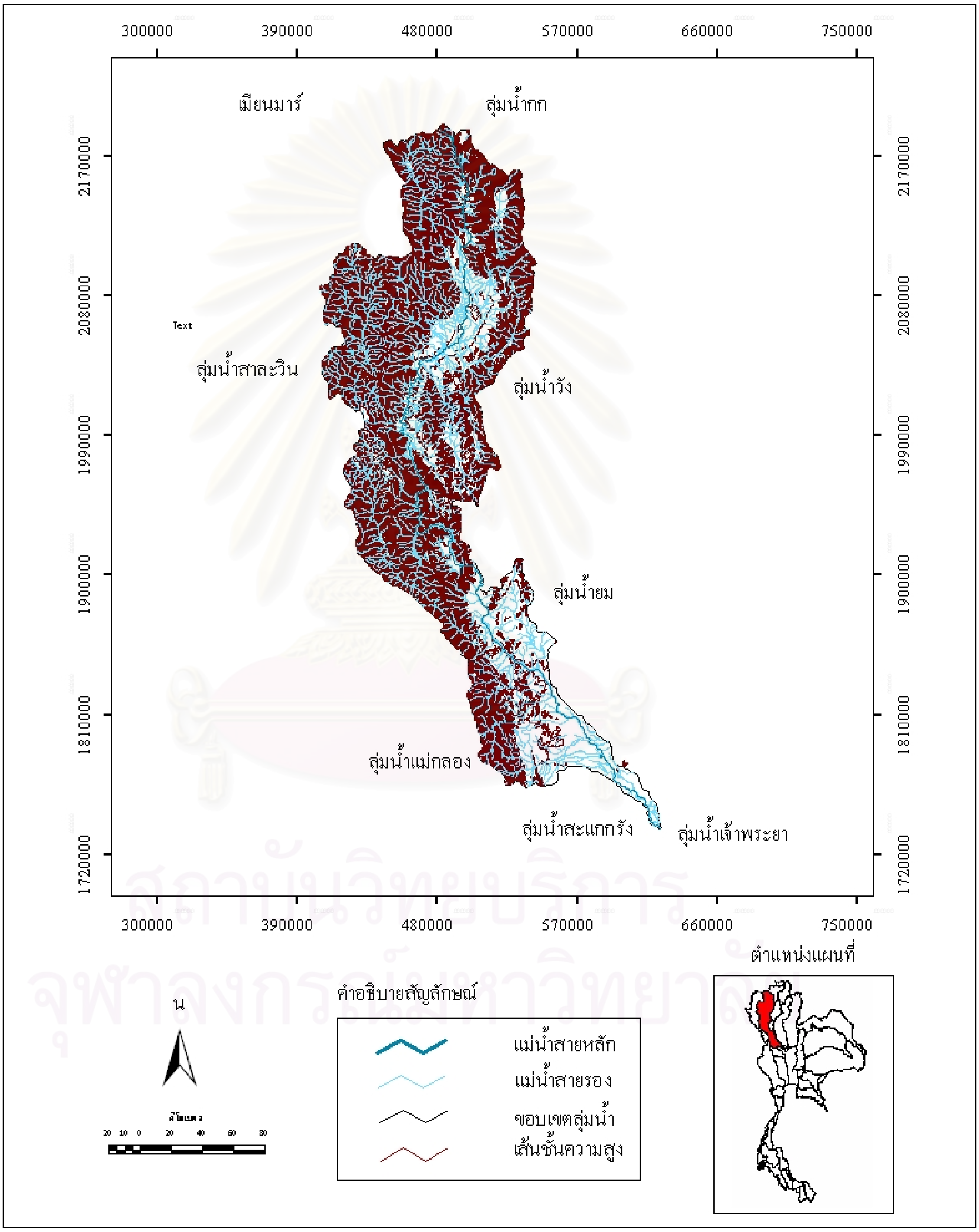
3.3.6.1 ลำน้ำส่วนใหญ่มีขนาดเล็กตื้นเขิน ดังนั้น จึงมีความจำเป็นต้องขุดลอกลำน้ำ

3.3.6.2 แหล่งน้ำที่มีอยู่ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่เนื่องจากมีขนาดเล็ก และตื้นเขิน ขาดระบบส่งน้ำและเครื่องสูบน้ำ

3.3.6.3 จำนวนแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรไม่เพียงพอ โดยเฉพาะในพื้นที่เขตใกล้ลำน้ำขนาดเล็ก

3.3.6.4 พื้นที่ที่ขาดแคลนแหล่งน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคในฤดูแล้งมีจำนวนมาก

3.3.6.5 แหล่งน้ำที่มีอยู่ไม่ได้รับการพัฒนา และปรับปรุงให้มีสมรรถภาพในการเก็บหรือการระบายน้ำ



ที่มา : กระทรวงมหาดไทย

ภาพที่ 3-9 ลักษณะภูมิประเทศลุ่มน้ำปิง

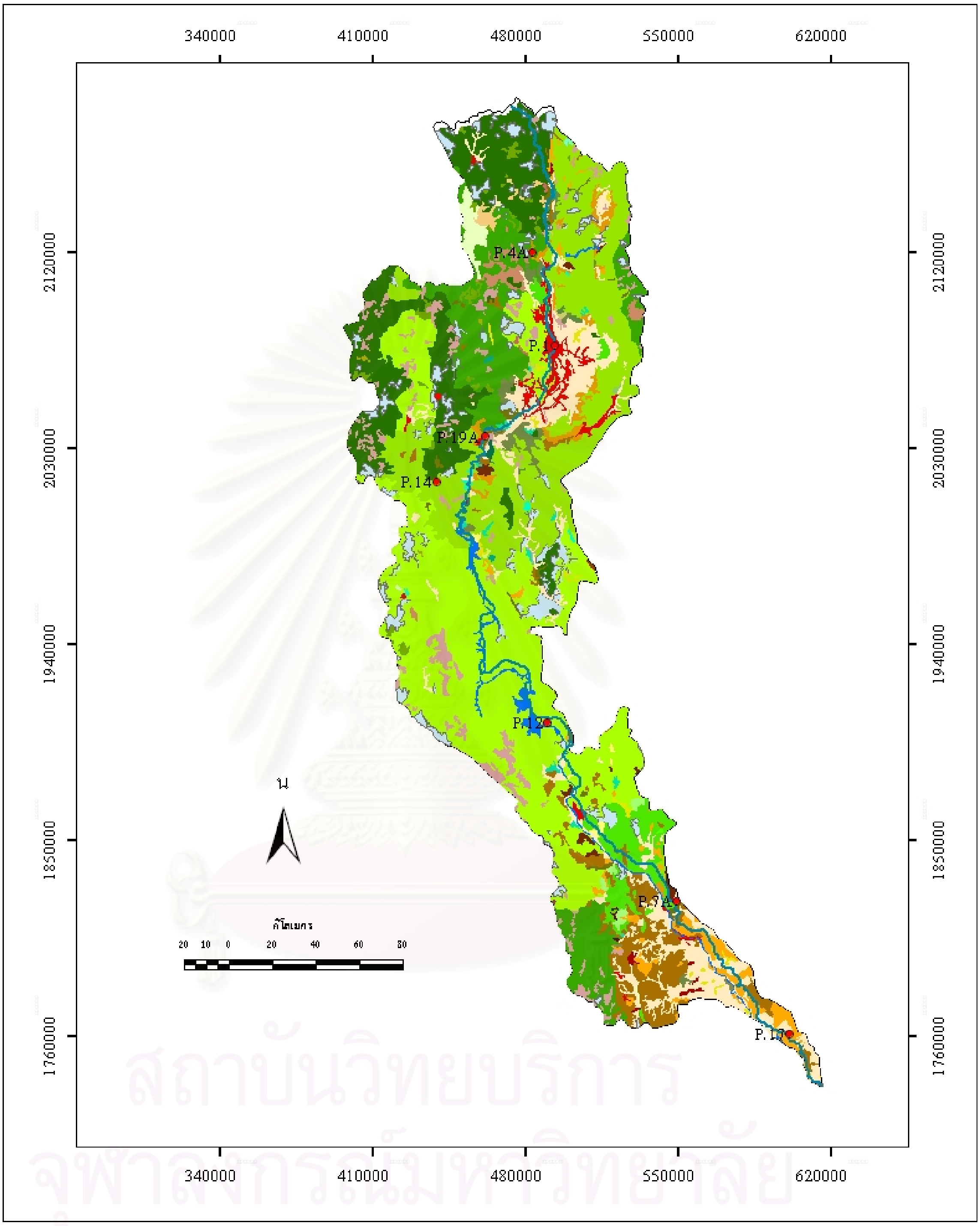
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำอธิบายสัญลักษณ์

●	สถานีวัดน้ำ
(เส้นสีน้ำเงิน)	แม่น้ำสายหลัก
(เส้นสีดำ)	ขอบเขตลุ่มน้ำ

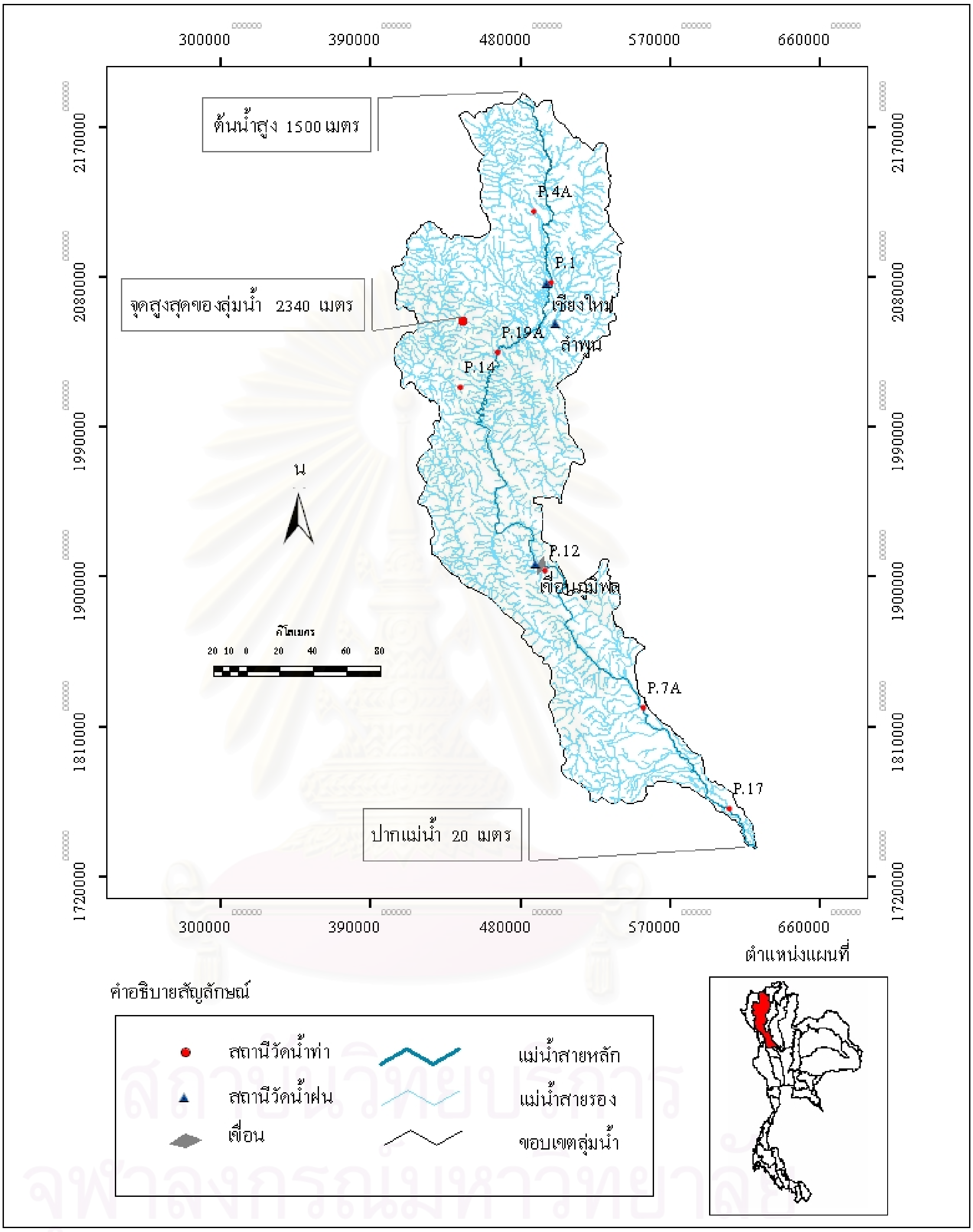
ทุ่งหญ้าและนาข้าว	ป่าผลัดใบและพืชไร่
ทุ่งหญ้าและพืชไร่	ป่าผลัดใบและไร่หมุนเวียน
ทุ่งหญ้าและป่าดิบ	ป่าเสน
ทุ่งหญ้าและไม้ผล	พืชไร่
ทุ่งหญ้าและไม้ละเมาะ	พืชไร่ กับไร่หมุนเวียน
ทุ่งหญ้าและไร่หมุนเวียน	พืชไร่ ทุ่งหญ้า และไม้ละเมา
ทุ่งหญ้และไม้ผล	พืชไร่ ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ
นาข้าว	พืชไร่ พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง
นาข้าว กับไร่หมุนเวียน	พืชไร่และป่าผลัดใบ
นาข้าว ทุ่งหญ้ และไม้ละเมาะ	พื้นที่ชุมชนและบสิ่งปลูกสร้าง
นาข้าว ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ	พื้นที่น้ำ
นาข้าว พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง	นาข้าวในพื้นที่ลุ่ม
นาข้าวและป่าดิบ	ไม้ผล
นาข้าวและป่าผลัดใบ	ไม้ผล กับไร่หมุนเวียน
นาข้าวและพืชไร่	ไม้ผล ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ
นาข้าวและไม้ผล	ไม้ผล พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง
นาข้าวและไร่หมุนเวีย	ไม้ผลและพืชไร่
นาข้าวและไร่หมุนเวียน	ไม้ผลและไร่หมุนเวียน
ป่าดิบ	ไม้ยืนต้น
ป่าดิบ กับไร่หมุนเวียน	ไร่หมุนเวียน
ป่าดิบและป่าผลัดใบ	ไร่หมุนเวียน กับป่าดิบ
ป่าดิบและไร่หมุนเวียน	ไร่หมุนเวียน กับผลัดใบ
ป่าผลัดใบ	ไร่หมุนเวียน ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ
ป่าผลัดใบ ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ	ไร่หมุนเวียน พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง
ป่าผลัดใบและนาข้าว	ไร่หมุนเวียนและป่าดิบ
ป่าผลัดใบและป่าดิบ	ไร่หมุนเวียนและพืชไร่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



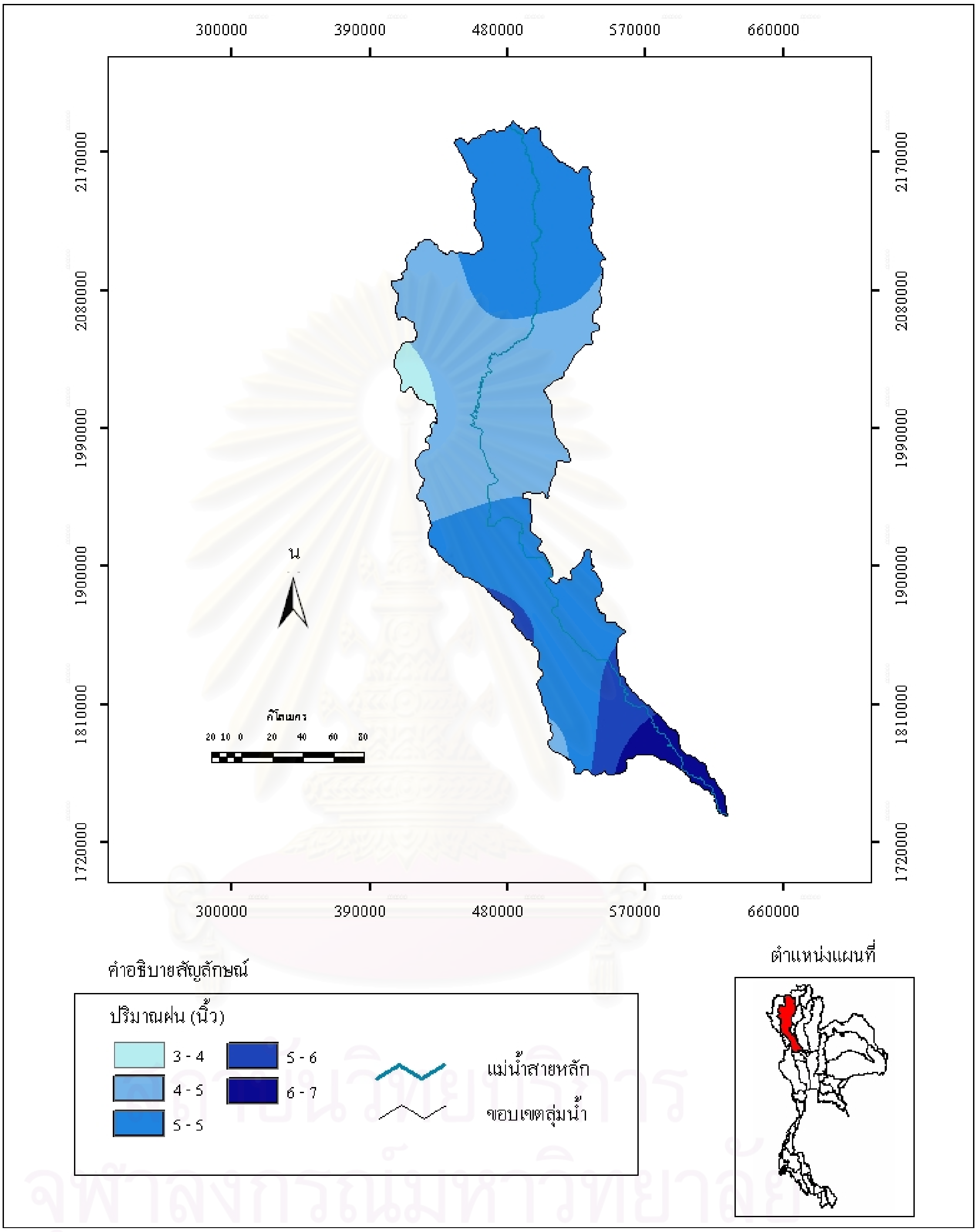
ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2541

ภาพที่ 3-10 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำปิง



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 3-11 แผนที่แสดงตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน น้ำท่า และระดับความสูงในลุ่มน้ำปิง



ภาพที่ 3-12 แผนที่แสดงปริมาณน้ำฝนสูงสุดเฉลี่ยในรอบ 25 ปีลุ่มน้ำปิง

3.4 ลุ่มน้ำวัง

3.4.1 อาณาเขต

ลุ่มน้ำวังตั้งอยู่ระหว่างเส้นละติจูด 17 องศา 05 ลิปดา ถึง 19 องศา 30 ลิปดา เหนือและเส้นละติจูด 98 องศา 54 ลิปดา และ 99 องศา 58 ลิปดา ตะวันออก มีพื้นที่ 10,791 ตารางกิโลเมตร (สถาบันแหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อม, 2537) (ภาพที่ 3-13)

3.4.2 ลักษณะภูมิประเทศ

ลุ่มน้ำวังมีต้นกำเนิดจากเทือกเขาในเขตอำเภอวังเหนือ โดยมีแม่น้ำสาขาที่สำคัญ คือ น้ำแม่สอย และน้ำแม่ตุ๋ย มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาทางด้านตะวันตก กั้นเขตแดนจังหวัดลำปางกับพื้นที่ จังหวัดเชียงใหม่ และจังหวัดลำพูน ส่วนน้ำแม่จาง มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาที่เป็นสันปันน้ำของลุ่มน้ำแม่น้ำวังกับลุ่มน้ำแม่น้ำยม

สภาพภูมิประเทศตอนบนของ ลุ่มน้ำวังเป็นเทือกเขาและป่าไม้ ความลาดชันประมาณ 1 : 60 ระดับพื้นที่ลุ่มน้ำมีลาดชันเป็น 1 : 360 เมื่อผ่านพื้นที่ตั้งอำเภอวังเหนือ และตอนบนในเขตอำเภอแจ้ห่ม โดยมีระดับความสูงระหว่าง 365-440 เมตร ระดับทะเลปานกลาง และจะมีความลาดชันลดลงเมื่อไหลใกล้อ่างเก็บน้ำเขื่อนกิ่วลม โดยมีความลาดชันเป็น 1 : 1,260 พื้นที่ตอนล่างของเขื่อนกิ่วลม เป็นพื้นที่ราบกว้างใหญ่อยู่ในเขตอำเภอเมืองลำปาง อำเภอเกาะคา อำเภอสบปราบ มีลำน้ำสาขาหลายสายไหลมาบรรจบกัน เช่น น้ำแม่จาง น้ำแม่ต๋ำ ก่อนที่จะไหลผ่านที่ราบแคบๆ ตามหุบเขา ในเขตอำเภอเถิน อำเภอแม่พริก และไหลเข้าสู่พื้นที่ราบในเขตจังหวัดตากไปบรรจบแม่น้ำปิงที่บ้านแม่บอน ตำบลตากออก อำเภอบ้านตาก โดยมีความลาดชันของลำน้ำ 1 : 1,990 และระดับความสูงของพื้นที่ประมาณ 130 เมตร (บริษัทปัญญาคอนซัลแตนท์ จำกัด, 2537) (ภาพที่ 3-13)

3.4.3 การใช้ประโยชน์ที่ดิน

ตารางที่ 3-4 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำปิง (ภาพที่ 3-14)

จำแนกตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	คิดเป็นร้อยละของพื้นที่
ทุ่งหญ้าและพืชไร่	230.56	2.21
ทุ่งหญ้าและป่าดิบ	6.42	0.06
ทุ่งหญ้าและไม้ผล	31.34	0.30
ทุ่งหญ้าและไม้ละเมาะ	21.88	0.21

จำแนกตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	คิดเป็นร้อยละของพื้นที่
ทุ่งหญ้าและไร่หมุนเวียน	6.07	0.06
นาข้าว	961.50	9.22
นาข้าว กับไร่หมุนเวียน	23.32	0.22
นาข้าว ทุ่งหญ้าและไม้ละเมา	19.97	0.19
นาข้าว ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ	1.17	0.01
นาข้าว พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง	0.42	0.01
นาข้าวและป่าดิบ	12.60	0.12
นาข้าวและพืชไร่	355.28	3.41
นาข้าวและไม้ผล	94.06	0.90
นาข้าวและไร่หมุนเวียน	120.06	1.15
ป่าดิบ	21.48	0.21
ป่าดิบ กับไร่หมุนเวียน	14.21	0.14
ป่าดิบ ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ	708.04	6.79
ป่าดิบและป่าผลัดใบ	153.89	1.48
ป่าดิบและพืชไร่	33.30	0.32
ป่าดิบและไร่หมุนเวียน	31.26	0.30
ป่าผลัดใบ	221.02	2.12
ป่าผลัดใบ ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ	1,635.43	15.68
ป่าผลัดใบและป่าดิบ	3685.51	35.34
ป่าผลัดใบและพืชไร่	52.15	0.50
พืชไร่	344.62	3.30
พืชไร่ ทุ่งหญ้า และไม้ละเมา	256.17	2.46
พืชไร่ ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ	334.98	3.21
พืชไร่และป่าดิบ	41.54	0.40
พืชไร่และป่าผลัดใบ	28.66	0.27
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	181.83	1.74
พื้นที่น้ำ	27.93	0.27
พื้นที่ป่าไมและพืชไร่	47.29	0.45
ไม้ผล พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง	31.90	0.31
ไม้ผลและพืชไร่	10.45	0.10

จำแนกตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	คิดเป็นร้อยละของพื้นที่
ไร่หมุนเวียน	405.21	3.89
ไร่หมุนเวียน กับป่าดิบ	95.42	0.91
ไร่หมุนเวียน กับผลัดใบ	27.82	0.27
ไร่หมุนเวียนและป่าดิบ	25.21	0.24
เหมืองแร่ บ่อขุด	129.87	1.25

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2541

3.4.4 สภาพฝน

ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะเริ่มพัดปกคลุมประเทศไทยในราวเดือนพฤษภาคม และไปสิ้นสุดในราวเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝนมีระยะเวลาประมาณ 5 เดือน จากนั้นลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือก็จะเข้ามาแทนที่ทำให้ปริมาณฝนลดลง ภาพที่ 3-20 ทิศทางและช่วงเวลาพายุและลมมรสุมในประเทศไทย ช่วงเวลานี้จึงเป็นช่วงฤดูแล้ง สำหรับปริมาณฝนในลุ่มน้ำแม่น้ำวังนั้น จากข้อมูลปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยของสถานีต่างๆ ในลุ่มแม่น้ำวังมีค่าแตกต่างกันไม่มากนัก เดือนที่มีปริมาณฝนตกมากที่สุดได้แก่ เดือนกันยายน มีค่าเฉลี่ยประมาณ 210.1 มิลลิเมตรโดยมีฝนตกมากที่สุดในเดือนกันยายนมีค่าเฉลี่ยประมาณ 477 มิลลิเมตร ภาพที่ 3-16 แผนที่แสดงปริมาณน้ำฝนสูงสุดในรอบ 25 ปีลุ่มน้ำวัง เดือนที่มีปริมาณฝนตกน้อยที่สุดได้แก่ เดือนกุมภาพันธ์ มีค่าเฉลี่ยประมาณ 6.0 มิลลิเมตร ปริมาณฝนที่ตกในช่วงฤดูฝนเดือนพฤศจิกายน - เมษายน มีค่าเฉลี่ยประมาณ 124.1 มิลลิเมตร ซึ่งคิดเป็น 88.2 และ 11.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับปริมาณฝนรวมทั้งปีเฉลี่ยของลุ่มแม่น้ำวัง มีค่าประมาณ 1,048 มิลลิเมตร

ลุ่มน้ำวังมีสถานีวัดน้ำฝนทั้งสิ้น 1 สถานี (ภาพที่ 3-15) ที่มีการวัดน้ำฝนได้แก่ ลำปาง ทำการวัดน้ำฝนวันละ 1 ครั้ง สถานีวัดน้ำฝนจะอยู่ทางตอนกลางของลุ่มน้ำ

3.4.5 ระบบแม่น้ำและโครงการชลประทาน

3.4.5.1 แหล่งน้ำที่สำคัญบริเวณลุ่มน้ำ

ลำน้ำสาขาที่สำคัญ ได้แก่ น้ำแม่ตุ๋ยและน้ำแม่สวย ซึ่งมีต้นกำเนิดจากเทือกเขาทางด้านตะวันตกของลุ่มน้ำแม่จางมีต้นกำเนิดจากดอยผาแดงในเทือกเขาผีปันน้ำ ซึ่งเป็นสันปันน้ำของลุ่มน้ำวังและลุ่มน้ำยมทางทิศตะวันออกของลุ่มน้ำ

3.4.5.2 โครงการชลประทานลุ่มน้ำขนาดใหญ่และขนาดกลาง

โครงการชลประทานขนาดใหญ่และขนาดกลาง โครงการขนาดใหญ่ที่เป็นโครงการแบบอเนกประสงค์ที่ได้ดำเนินการก่อสร้างแล้ว และอยู่ในความรับผิดชอบของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแหล่งประเทศไทย กรมชลประทาน และกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน โดยมีโครงการสำคัญๆ คือ เขื่อนเก็บกักน้ำกิ่วลม อ่างเก็บน้ำแม่เมาะ ฝายแม่วัง ฝายแม่ปุง อ่างเก็บน้ำห้วยแม่ทะ ฝายแม่วะ อ่างเก็บน้ำห้วยสมัย อ่างเก็บน้ำแม่อาบ อ่างเก็บน้ำห้วยแม่ยาว และอ่างเก็บน้ำแม่พริก

3.4.6 ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับแหล่งน้ำ

3.4.6.1 ลำน้ำส่วนใหญ่มีขนาดเล็กตื้นเขิน ดังนั้น จึงมีความจำเป็นต้องขุดลอก ลำน้ำ

3.4.6.2 แหล่งน้ำที่มีอยู่ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่เนื่องจากมีขนาดเล็ก และตื้นเขิน ขาดระบบส่งน้ำและเครื่องสูบน้ำ

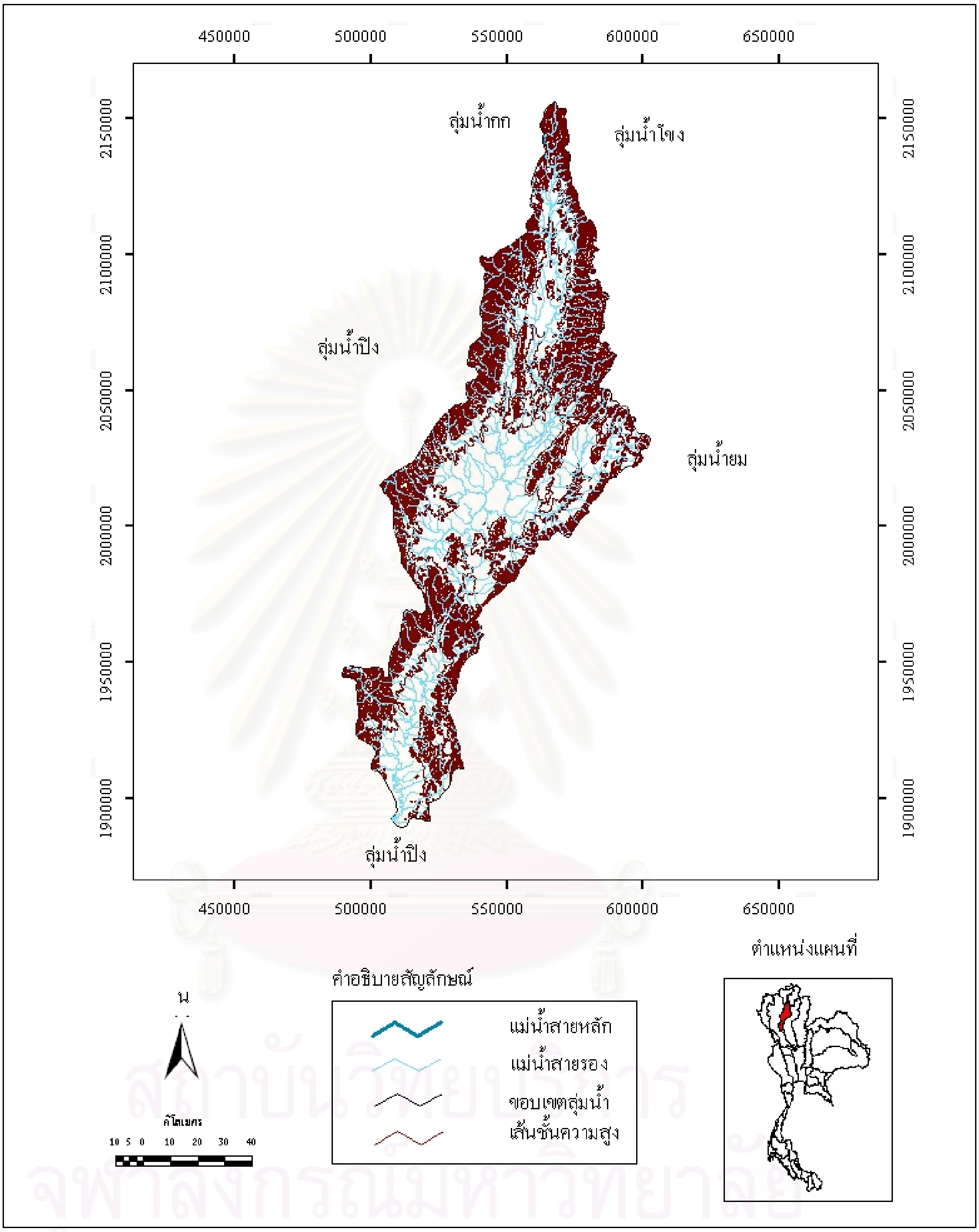
3.4.6.3 จำนวนแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรไม่เพียงพอ โดยเฉพาะในพื้นที่เขตใกล้ลำน้ำขนาดเล็ก

3.4.6.4 พื้นที่ที่ขาดแคลนแหล่งน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคในฤดูแล้งมีจำนวนมาก

3.4.6.5 แหล่งน้ำที่มีอยู่ไม่ได้รับการพัฒนา และปรับปรุงให้มีสมรรถภาพในการเก็บหรือการระบายน้ำ

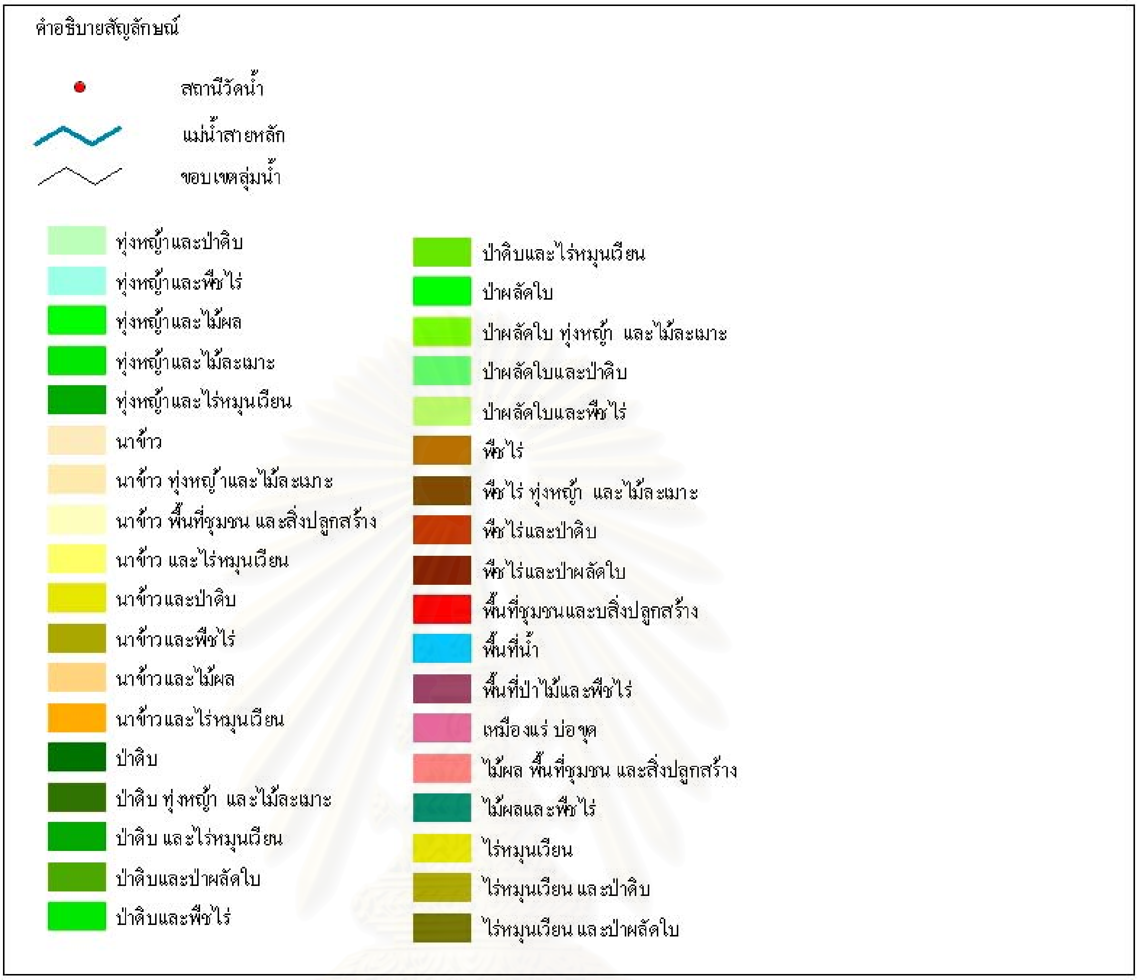
3.4.6.6 ปัญหาน้ำท่วมฉับพลัน ที่เกิดขึ้นในบางชุมชน เนื่องจากลำน้ำมีความลาดชันสูง ไม่มีแหล่งเก็บกักน้ำ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

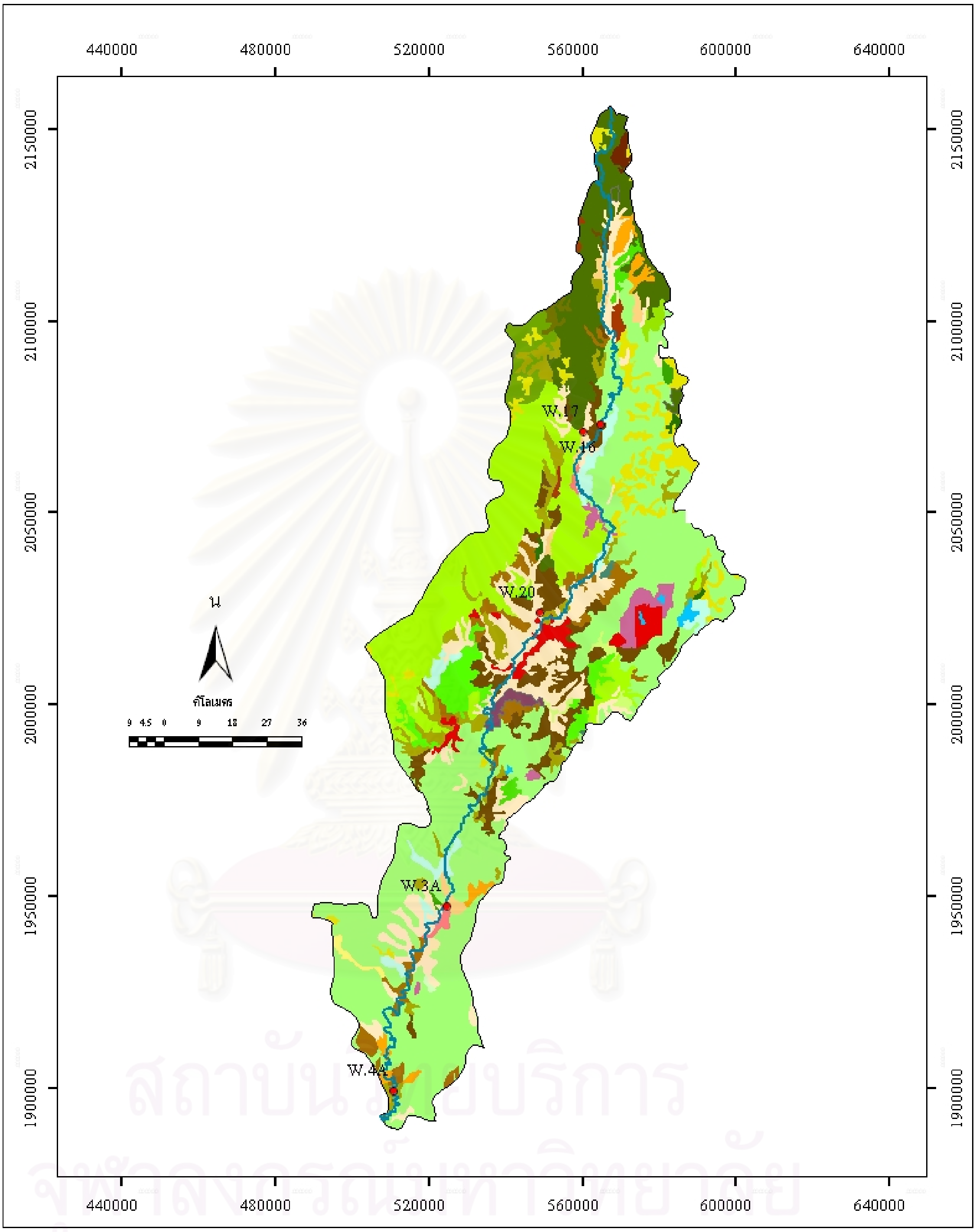


ที่มา : กระทรวงมหาดไทย

ภาพที่ 3-13 ลักษณะภูมิประเทศลุ่มน้ำวัง

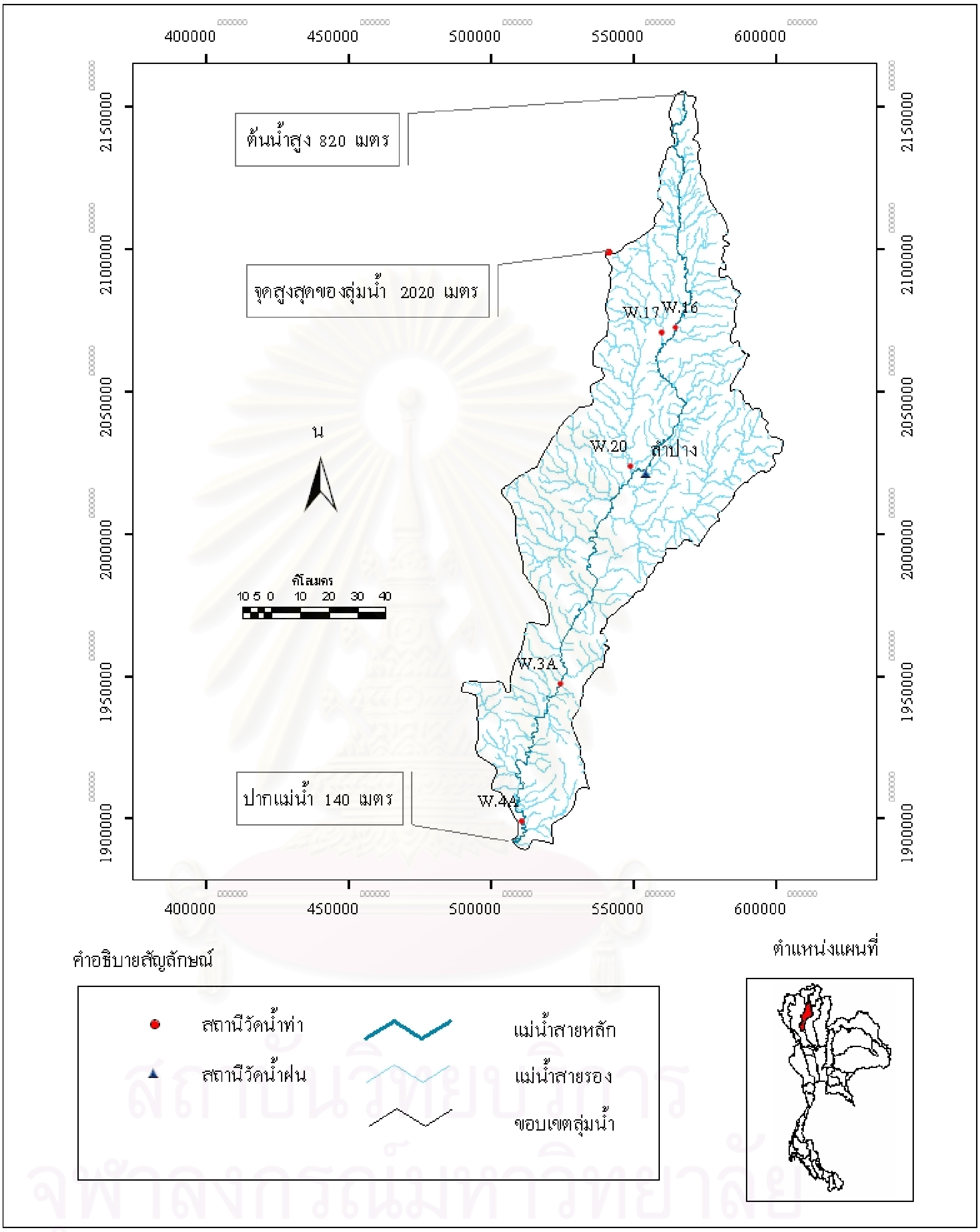


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

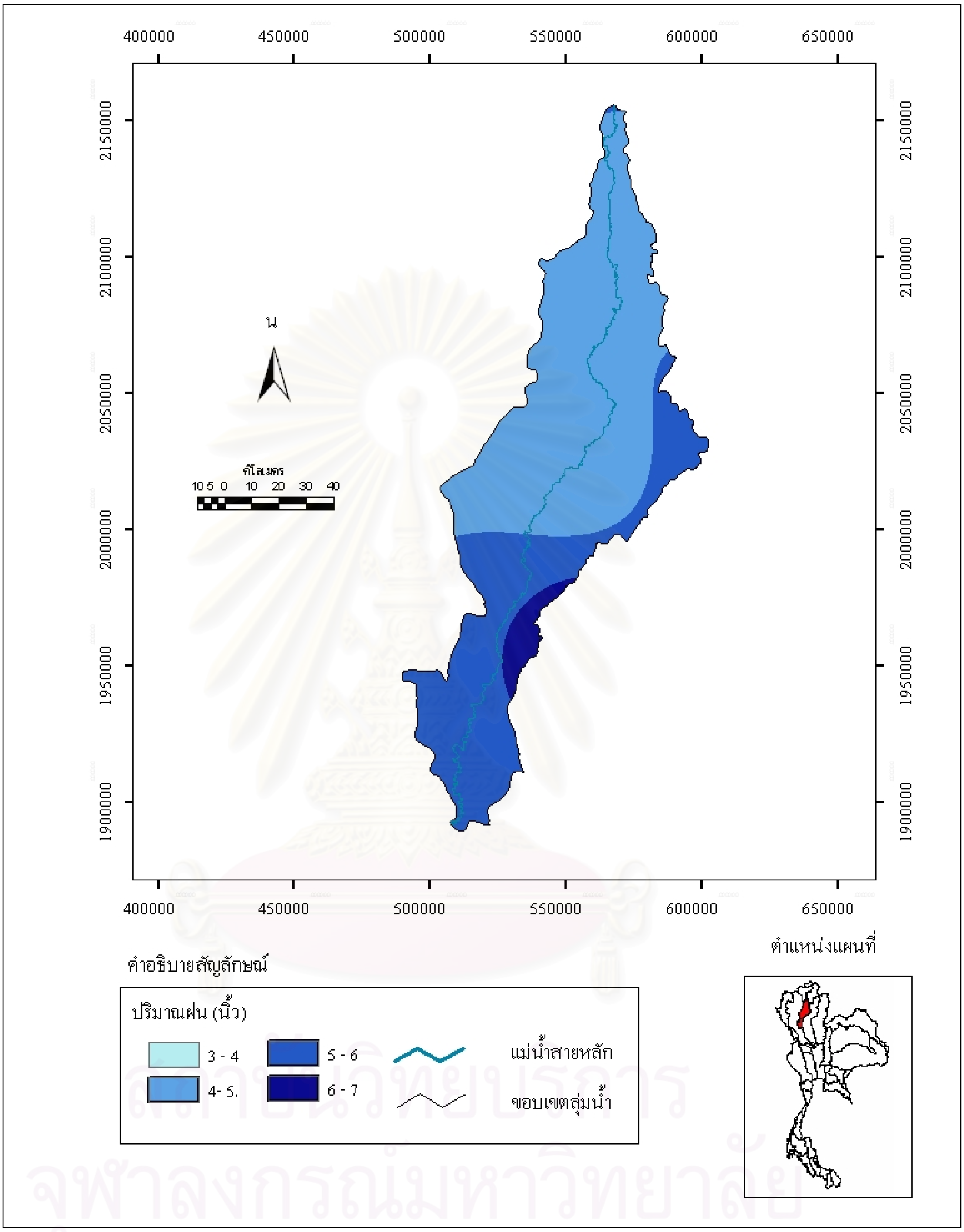


ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2541

ภาพที่ 3-14 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำวัง



ภาพที่ 3-15 แผนที่แสดงตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน น้ำท่า และระดับความสูงในลุ่มน้ำวัง



ภาพที่ 3-16 แผนที่แสดงปริมาณน้ำฝนสูงสุดเฉลี่ยในรอบ 25 ปีลุ่มน้ำวัง

3.5 ลุ่มน้ำยม

3.5.1 อาณาเขต

ลุ่มน้ำยมตั้งอยู่ระหว่างเส้นละติจูด 17 องศา 05 ลิปดา ถึง 19 องศา 30 ลิปดา เหนือ และเส้นละติจูด 98 องศา 54 ลิปดา และ 99 องศา 58 ลิปดา ตะวันออก มีพื้นที่ 23,616 ตารางกิโลเมตร (สถาบันแหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อม, 2537) (ภาพที่ 3-17)

3.5.2 ลักษณะภูมิประเทศ

สภาพภูมิประเทศลุ่มน้ำยม พื้นที่ตอนบนแม่น้ำยมในเขตอำเภอปง จังหวัดพะเยา มีสภาพเป็นเทือกเขาระดับสูงตามลำน้ำอยู่ระหว่าง 280-360 เมตร ระดับทะเลปานกลาง โดยมีความลาดชันประมาณ 1 : 310 ต่อจากนั้นแม่น้ำยมไหลผ่านที่ราบเชิงเขาในเขตอำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยาและอำเภอสอง จังหวัดแพร่ที่มีระดับความสูงที่ 180-280 เมตร ระดับทะเลปานกลาง ความลาดชันตามท้องน้ำประมาณ 1 : 1180 แม่น้ำยมไหลผ่านพื้นที่ราบในหุบเขาในเขตพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดแพร่และจังหวัดสุโขทัย ระดับความสูงของพื้นที่ริมฝั่งแม่น้ำอยู่ในระดับ 50-180 เมตร ระดับทะเลปานกลาง โดยมีความลาดชันประมาณ 1 : 2100 พื้นที่ตอนล่างแม่น้ำยมเป็นที่ราบในเขตอำเภอสวรรคโลก อำเภอศรีสำโรง อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก อำเภอสามง่าม อำเภอโพธิ์ประทับช้าง อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตรและพื้นที่อำเภอชุมแสง จังหวัดนครสวรรค์ มีระดับความสูงของพื้นที่อยู่ระหว่าง 20-50 เมตร ระดับทะเลปานกลาง ความลาดชันตามลำน้ำประมาณ 1 : 8500 (บริษัทปัญญาคอนซัลแตนท์ จำกัด, 2537) (ภาพที่ 3-17)

3.5.3 การใช้ประโยชน์ที่ดิน

ตารางที่ 3-5 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำยม (ภาพที่ 3-18)

จำแนกตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	คิดเป็นร้อยละของพื้นที่
ทุ่งหญ้าและพืชไร่	168.21	0.69
ทุ่งหญ้าและป่าดิบ	14.44	0.06
ทุ่งหญ้าและป่าผลัดใบ	10.21	0.04
ทุ่งหญ้าและไม้ผล	28.13	0.12
ทุ่งหญ้าและไม้ละเมาะ	56.34	0.23
นาข้าว	6597.03	27.04
นาข้าว กับไร่หมุนเวียน	52.28	0.21

จำแนกตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	คิดเป็นร้อยละของพื้นที่
นาข้าว ทุ่งหญ้าและไม้ละเมา	13.7	0.06
นาข้าว ทุ่งหญ้าและไม้ละเมาะ	267.56	1.1
นาข้าว ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ	51.7	0.21
นาข้าว พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง	108.04	0.44
นาข้าวในพื้นที่ลุ่ม	91.73	0.38
นาข้าวและป่าผลัดใบ	30.73	0.13
นาข้าวและพืชไร่	2364.02	9.69
นาข้าวและไม้ผล	288.6	1.18
นาข้าวและไม้ยืนต้น	37.92	0.16
นาข้าวและไร่หมุนเวียน	36.94	0.15
ป่าดิบ	99.84	0.41
ป่าดิบ กับไร่หมุนเวียน	1.05	0.1
ป่าดิบ ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ	1111.77	4.56
ป่าดิบและไร่หมุนเวียน	133.3	0.55
ป่าผลัดใบ	864.51	3.54
ป่าผลัดใบ ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ	122.95	0.5
ป่าผลัดใบและนาข้าว	11.37	0.05
ป่าผลัดใบและป่าดิบ	8282.53	33.95
ป่าผลัดใบและพืชไร่	68.17	0.28
ป่าผลัดใบและไร่หมุนเวียน	15.07	0.06
พืชไร่	1091.84	4.47
พืชไร่ ทุ่งหญ้า และไม้ละเมา	2.17	0.01
พืชไร่ ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ	325.69	1.33
พืชไร่และป่าผลัดใบ	3.88	0.02
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	97.07	0.4
พื้นที่น้ำ	4.84	0.02
พื้นที่ลุ่ม	6.51	0.03
ไม้ผล	46.27	0.19
ไม้ผล กับไร่หมุนเวียน	13.62	0.06
ไม้ผล ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ	10.62	0.04

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จำแนกตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	คิดเป็นร้อยละของพื้นที่
ไม้ผล พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง	198.7	0.81
ไม้ผลและพืชไร่	4.57	0.02
ไร่หมุนเวียน	1515.22	6.21
ไร่หมุนเวียน กับป่าดิบ	105.44	0.43
ไร่หมุนเวียน กับผลัดใบ	10.18	0.04
ไร่หมุนเวียน ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ	24.21	0.1
ไร่หมุนเวียนและป่าดิบ	1.61	0.01
ไร่หมุนเวียนและไม้ยืนต้น	8.83	0.04

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2541

3.5.4 สภาพฝน

ลุ่มน้ำยม สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดฝนตก ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออก เฉียงเหนือ โดยลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะเริ่มพัดปกคลุมประเทศไทนในราวเดือนพฤษภาคม และไปสิ้นสุดในราวเดือนตุลาคมซึ่งเป็นช่วงฤดูฝนมีระยะเวลาประมาณ 5 เดือน จากนั้นลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือก็จะเข้ามาแทนที่ทำให้ปริมาณฝนลดลงภาพที่ 3-20 ทิศทางและช่วงเวลาพายุและลมมรสุมในประเทศไทย ช่วงเวลานี้จึงเป็นช่วงฤดูแล้ง สำหรับปริมาณฝนในลุ่มน้ำแม่น้ำยม จากข้อมูลปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยของสถานีต่างๆ ในลุ่มแม่น้ำยมมีค่าแตกต่างกันไม่มากนัก เดือนที่มีปริมาณฝนน้อยที่สุดได้แก่เดือนธันวาคม มีค่าเฉลี่ยประมาณ 3.3 มิลลิเมตร ปริมาณฝนที่ตกในช่วงฤดูฝน เดือนพฤษภาคม-ตุลาคม โดยมีฝนตกมากที่สุดในเดือนกันยายนมีค่าเฉลี่ยประมาณ 227.4 มิลลิเมตร ภาพที่3-20 แผนที่แสดงปริมาณน้ำฝนสูงสุดในรอบ 25 ปีลุ่มน้ำยม มีค่าเฉลี่ยประมาณ 1,002.4 มิลลิเมตร ในขณะที่ปริมาณฝนในช่วงฤดูแล้ง (เดือนพฤศจิกายน-เมษายน) มีค่าเฉลี่ยประมาณ 116.0 มิลลิเมตร ซึ่งคิดเป็น 89.6 และ 10.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีฝนตกน้อยที่สุดในเดือนมกราคมมีค่าเฉลี่ยประมาณ 5.9 มิลลิเมตร สำหรับปริมาณฝนรวมทั้งปีเฉลี่ยของลุ่มน้ำแม่น้ำยมประมาณ 1,118.4 มิลลิเมตร

ลุ่มน้ำยมมีสถานีวัดน้ำฝนทั้งสิ้น 3 สถานี (ภาพที่ 3-19) ที่มีการวัดน้ำฝนได้แก่ กำแพงเพชร แพร่ ทำการวัดน้ำฝนวันละ 1 ครั้ง สถานีวัดน้ำฝนจะอยู่ทางด้านทิศใต้และตอนกลางของลุ่มน้ำ

3.5.5 ระบบแม่น้ำและโครงการชลประทาน

3.5.5.1 แหล่งน้ำที่สำคัญบริเวณลุ่มน้ำ

1) ลำน้ำงาว ไหลมาบรรจบกับแม่น้ำยมในเขตจังหวัดแพร่

2) แม่น้ำพิจิตรบรรจบกับแม่น้ำยมที่บ้านบางคลาน อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร

3.5.5.2 โครงการชลประทานลุ่มน้ำขนาดใหญ่และขนาดกลาง

โครงการชลประทานขนาดใหญ่และขนาดกลาง จากสถิติของกรมชลประทานพ.ศ. 2535 มีโครงการชลประทานขนาดใหญ่และขนาดกลางจำนวน 24 โครงการ มีปริมาตรอ่างเก็บน้ำ 54.72 ล้านลูกบาศก์เมตร และส่งน้ำให้พื้นที่การเกษตรรวม 465,145 ไร่โดยมีโครงการสำคัญๆ คือ ฝายแม่น้ำยม ประตูระบายน้ำ ยางซ้าย ฝายบ้านกง ฝายบาง ฝายบางพิจิตร อ่างเก็บน้ำคลองข้างใน และโครงการพัฒนาน้ำใต้ดินเพื่อการชลประทาน

3.5.5.2 โครงการชลประทานขนาดเล็ก

โครงการชลประทานขนาดเล็ก ที่รวบรวมได้จากข้อมูลของกรมชลประทาน ประกอบด้วย ฝาย อ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก จำนวน 220 แห่ง และมีพื้นที่ได้รับประโยชน์ทางด้านการชลประทาน จำนวน 487,290 ไร่

3.5.6 ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับแหล่งน้ำ

3.5.6.1 ลำน้ำส่วนใหญ่มีขนาดเล็กตื้นเขิน ดังนั้น จึงมีความจำเป็นต้องขุดลอก ลำน้ำ

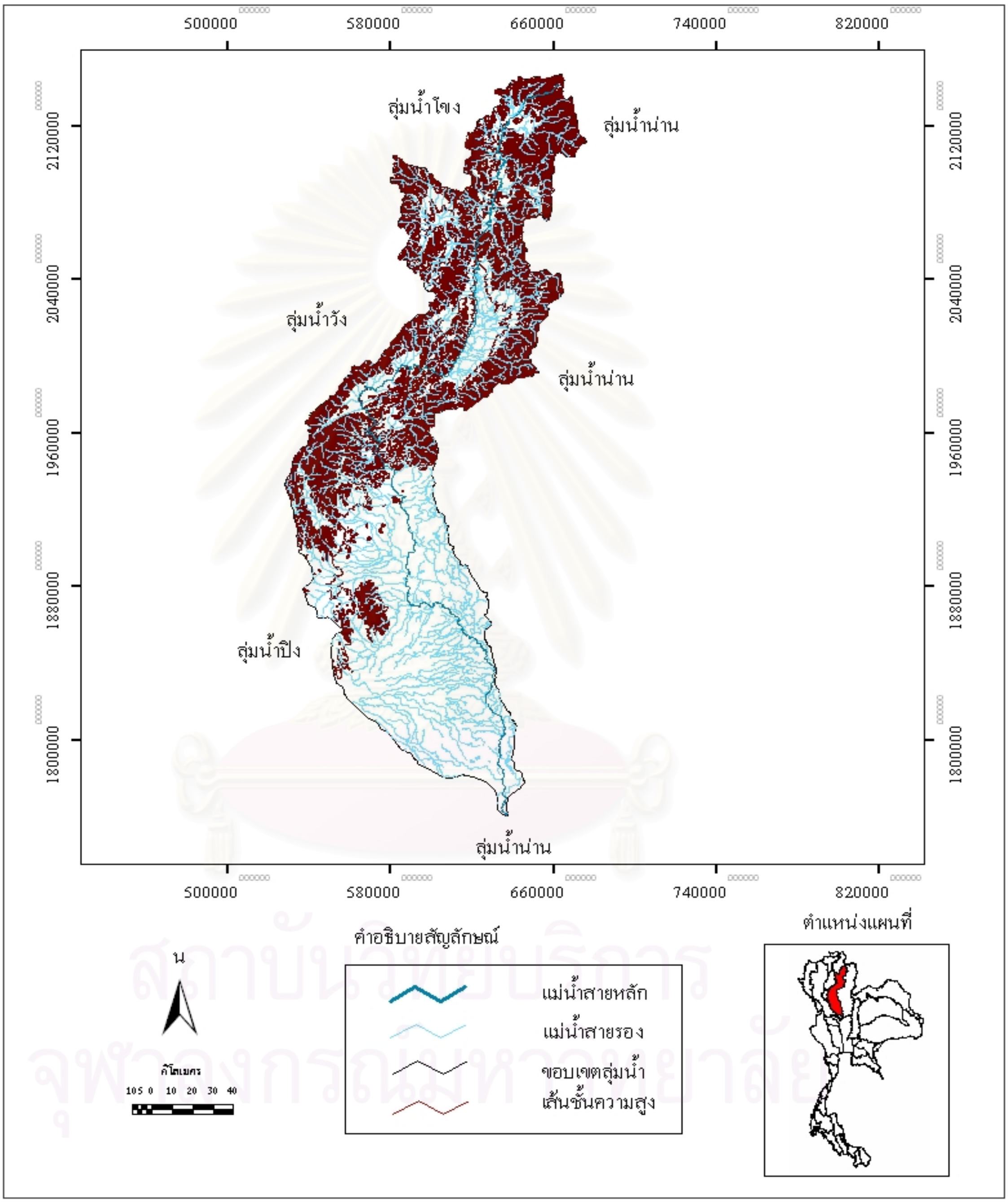
3.5.6.2 แหล่งน้ำที่มีอยู่ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างเต็มที่เนื่องจากมีขนาดเล็ก และตื้นเขิน ขาดระบบส่งน้ำและเครื่องสูบน้ำ

3.5.6.3 จำนวนแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรไม่เพียงพอ โดยเฉพาะในพื้นที่เขตใกล้ลำน้ำขนาดเล็ก

3.5.6.4 พื้นที่ที่ขาดแคลนแหล่งน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคในฤดูแล้งมีจำนวนมาก ในลุ่มน้ำแม่น้ำยมในช่วงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์-เมษายน แม่น้ำยมตั้งแต่ใกล้แก่งหลวง อำเภอศรีสัชนาลัยลงไปไม่มีน้ำไหล แต่จะมีน้ำขังอยู่ในลำน้ำเป็นช่วงๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแม่น้ำยมในเขตอำเภอกงไกรลาศ จังหวัดสุโขทัย และอำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก แม่น้ำยมจะแห้ง ด้วยเหตุดังกล่าวจึงมีการสร้างทำนบชั่วคราว ในบริเวณที่มีความเดือดร้อน เพื่อกักเก็บไว้ใช้ในฤดูแล้ง

3.5.6.5 แหล่งน้ำที่มีอยู่ไม่ได้รับการพัฒนา และปรับปรุงให้มีสมรรถภาพในการเก็บหรือการระบายน้ำ ก่อให้เกิดปัญหาน้ำท่วมในฤดูฝน และขาดแคลนน้ำในฤดูแล้ง เช่น พื้นที่ในเขตอำเภอ สวรรคโลก อำเภอศรีสำโรง อำเภอเมือง และอำเภอกงไกรจังหวัดสุโขทัย ประกอบกับปัจจุบันได้มีการตัดถนนในชนบทเพิ่ม มากขึ้นส่วนใหญ่จะไปปิดกั้นทางระบายน้ำธรรมชาติ ทำ

ให้น้ำระบายไม่ออก จึงบ่าท่วมอยู่นาน จนทำให้เกิดการเสียหายเพราะน้ำท่วม ในทางกลับกันหาก ที่ใดฝนแล้ง น้ำไม่ล้นตลิ่งเข้าไปท่วม ก็เกิดความเดือดร้อน เนื่องจากขาดแคลนน้ำ



ที่มา : กระทรวงมหาดไทย

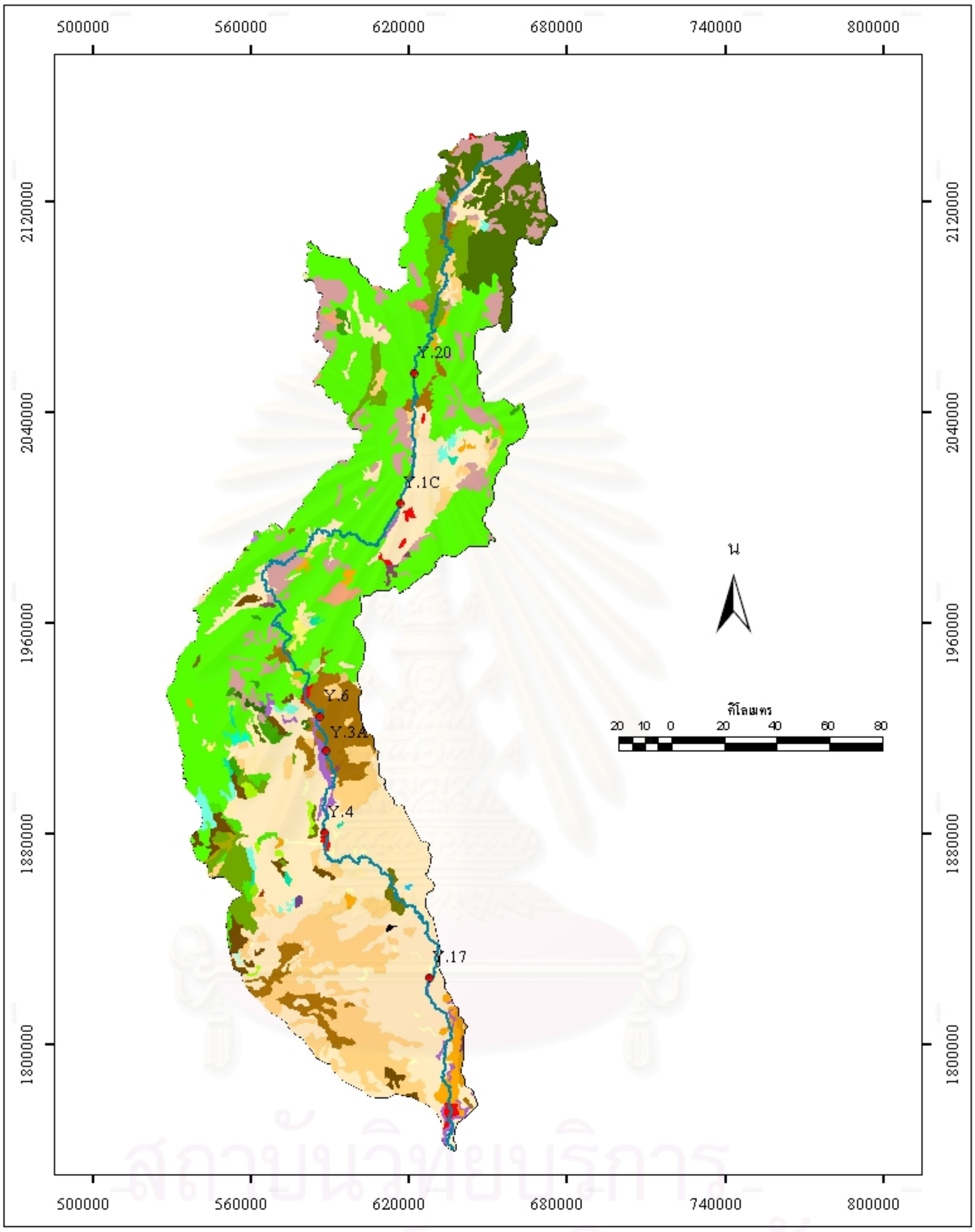
ภาพที่ 3-17 ลักษณะภูมิประเทศลุ่มน้ำยม

คำอธิบายสัญลักษณ์

- สถานีวัดน้ำ
- แม่น้ำสายหลัก
- ขอบเขตลุ่มน้ำ

- ทุ่งหญ้าและป่าดิบ
- ทุ่งหญ้าและป่าผลัดใบ
- ทุ่งหญ้าและพืชไร่
- ทุ่งหญ้าและไม้ผล
- ทุ่งหญ้าและไม้ละเมาะ
- นาข้าว
- นาข้าว ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ
- นาข้าว พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง
- นาข้าว และไร่หมุนเวียน
- นาข้าวและป่าผลัดใบ
- นาข้าวและพืชไร่
- นาข้าวและไม้ผล
- นาข้าวและไม้ยืนต้น
- นาข้าวและไร่หมุนเวียน
- นาข้าวในพื้นที่ลุ่ม
- ป่าดิบ
- ป่าดิบ ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ
- ป่าดิบและไร่หมุนเวียน
- ป่าผลัดใบ
- ป่าผลัดใบ ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ
- ป่าผลัดใบและนาข้าว
- ป่าผลัดใบและป่าดิบ
- ป่าผลัดใบและพืชไร่
- ป่าผลัดใบและไร่หมุนเวียน
- พืชไร่
- พืชไร่ ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ
- พืชไร่และป่าผลัดใบ
- พื้นที่ชุมชนและบสิ่งปลูกสร้าง
- พื้นที่น้ำ
- พื้นที่ลุ่ม
- ไม้ผล
- ไม้ผล ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ
- ไม้ผล พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง
- ไม้ผล และไร่หมุนเวียน
- ไม้ผลและพืชไร่
- ไร่หมุนเวียน
- ไร่หมุนเวียน ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ
- ไร่หมุนเวียน และป่าดิบ
- ไร่หมุนเวียน และผลัดใบ
- ไร่หมุนเวียนและป่าดิบ
- ไร่หมุนเวียนและไม้ยืนต้น

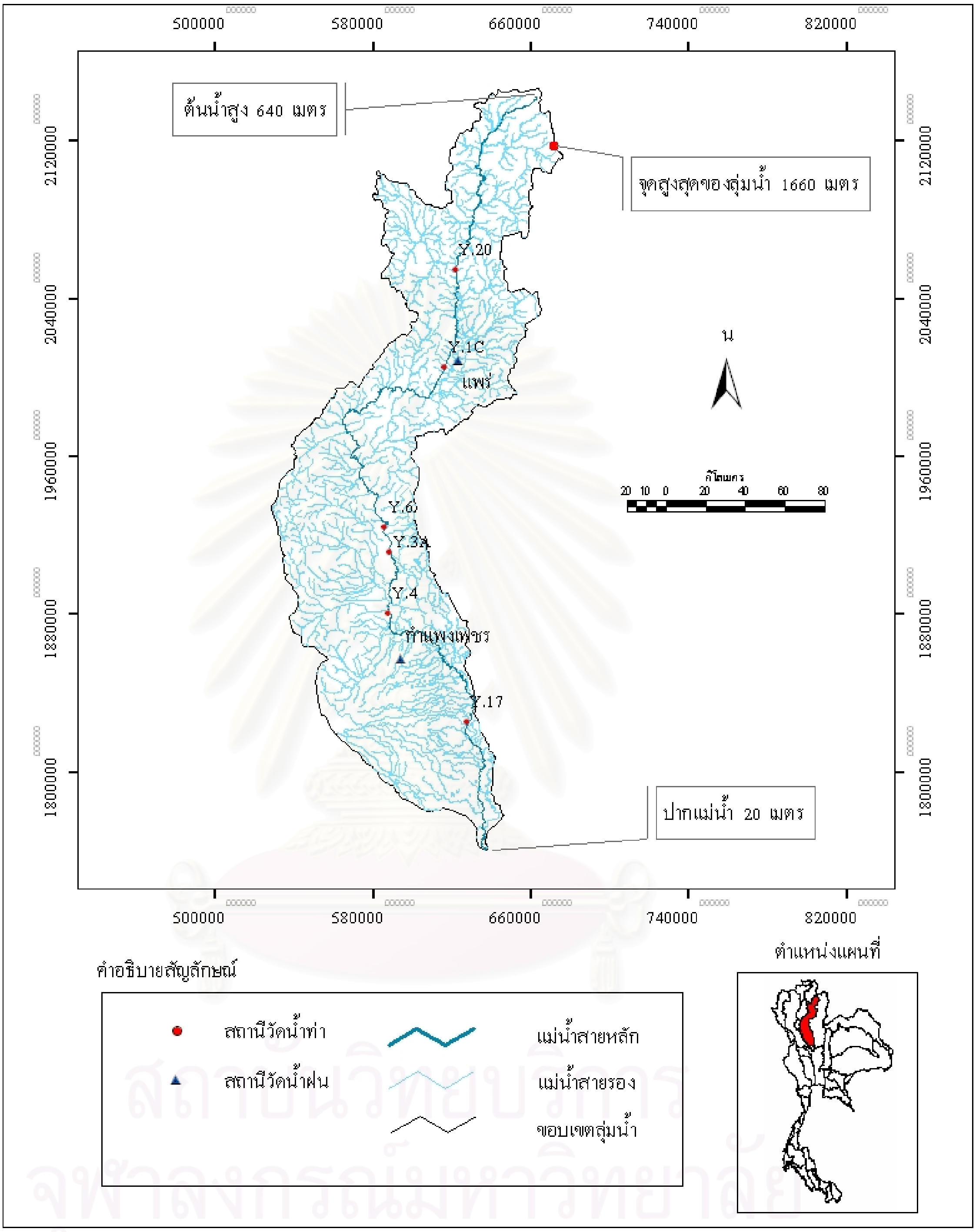
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



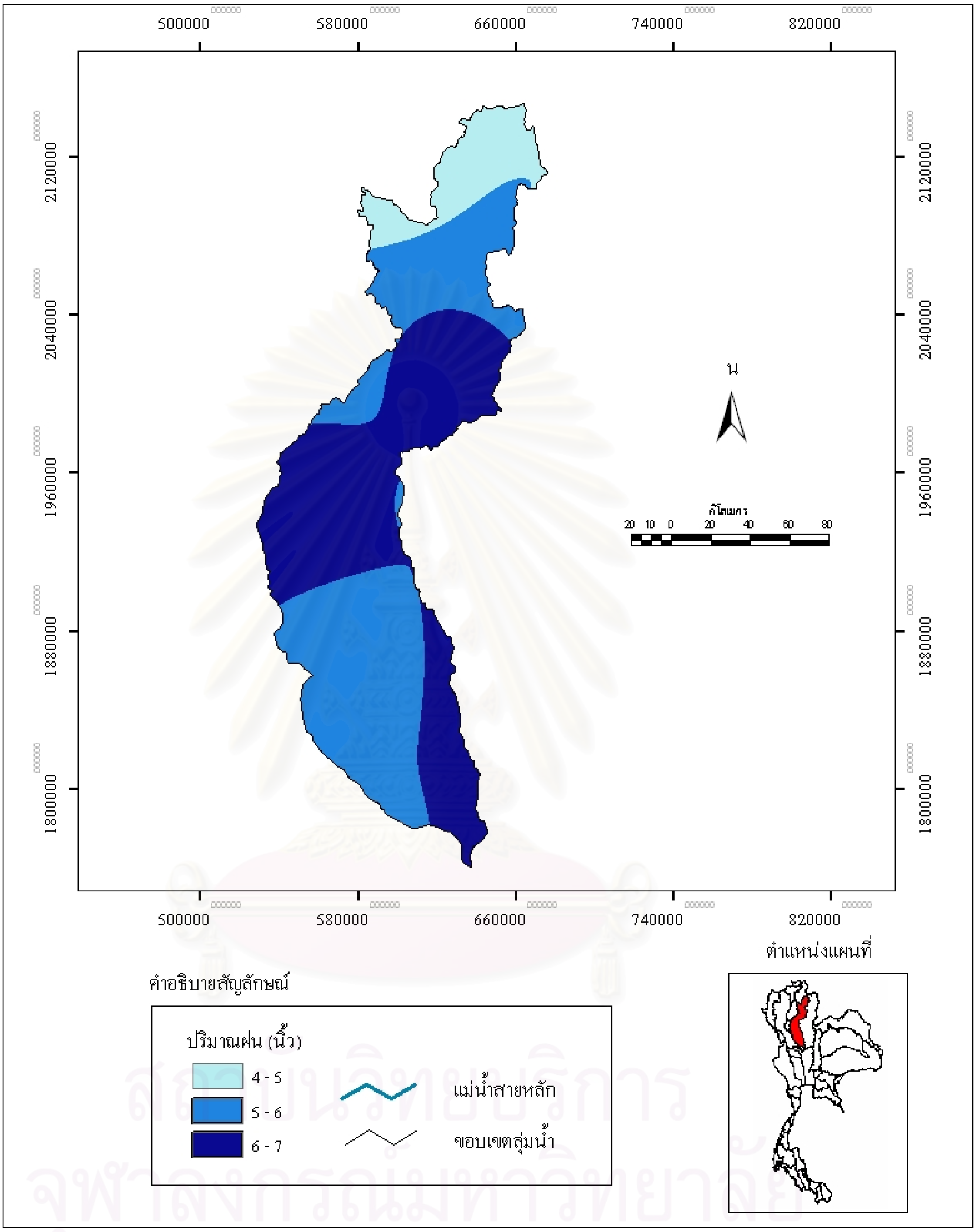
ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2541

ภาพที่ 3-18 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำยม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 3-19 แผนที่แสดงตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน น้ำท่า และระดับความสูงในลุ่มน้ำยม



ภาพที่ 3-20 แผนที่แสดงปริมาณน้ำฝนสูงสุดเฉลี่ยในรอบ 25 ปีลุ่มน้ำยม

3.6 ลุ่มน้ำน่าน

3.6.1 อาณาเขต

ลุ่มน้ำน่าน ตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 15 องศา 42 ลิปดา ถึง 19 องศา 37 ลิปดา และเส้นลองติจูด 99 องศา51 ลิปดา ถึง 101 องศา 21 ลิปดามีพื้นที่ มีพื้นที่ประมาณ 33,930 ตารางกิโลเมตร (สถาบันแหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อม, 2537) (ภาพที่ 3-21)

3.6.2 ลักษณะภูมิประเทศ

ลุ่มน้ำน่านมีต้นกำเนิดอยู่ทางตอนบนของประเทศไทย ซึ่งมีสภาพภูมิประเทศเป็นเทือกเขาสูงและมีการวางตัวในแนวเหนือ-ใต้ ดังนั้นภูมิประเทศของลุ่มน้ำจึงสามารถแบ่งออกได้อย่างกว้างๆ 3 ลักษณะ คือ (อุดม , 2537) (ภาพที่ 3-21)

1) ภูมิประเทศที่เป็นเทือกเขาสูง เป็นพื้นที่ที่ตอนบนของลุ่มน้ำและสันปันน้ำ ซึ่งมีสภาพเป็นเทือกเขาสูงของเทือกเขาผีปันน้ำ โดยมีระดับความสูงที่ไม่มากนักจนถึงภูเขาที่มีระดับความสูง 1,939 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง (ดอยดงหญ้าหวาย ระหว่างอำเภอปัว และอำเภอบ่อเกลือ) พื้นที่ภูเขาส่วนใหญ่มีระดับความสูงระหว่าง 400-1,000 เมตร กระจายตัวไปทางทิศตะวันออกในพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์ ด้านทิศตะวันตกและด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือของจังหวัดพิษณุโลก และทิศตะวันตกของจังหวัดเพชรบูรณ์

2) ภูมิประเทศลูกคลื่นลอนลาด-ลูกคลื่นลอนชัน มีเนื้อที่ประมาณ 44 ล้านไร่ (7,050 ตารางกิโลเมตร) หรือร้อยละ 20.5 เป็นภูมิประเทศที่ต่ำ-ปานกลาง ได้แก่บริเวณหรือพื้นที่ถูกกัดกร่อน พบเป็นบริเวณกว้างทั่วไปตั้งแต่ทางตอนล่างของจังหวัดน่านลงมา ได้แก่ ท้องที่อำเภอสา นาน้อย จังหวัดน่าน ท้องที่อำเภอบางทองแสนขัน ตรอน ท่าปลา น้ำปาด และอำเภอฟากท่า จังหวัดอุตรดิตถ์ ในพื้นที่จังหวัดพิษณุโลกจะพบภูมิประเทศลูกคลื่นลอนลาด-ลอนชันในท้องที่อำเภอวังทอง วัดโบสถ์ ชาติตระการ และอำเภอนครไทย ภูมิประเทศดังกล่าวเกือบทั้งหมดใช้ประโยชน์ทางด้านเกษตรกรรม โดยเฉพาะการปลูกพืชไร่ แต่เนื่องจากท้องที่ดังกล่าวนับว่าเป็นภูมิประเทศที่มีความลาดชัน กล่าวคือ จะมีความลาดชันระหว่าง 5-35 เปอร์เซ็นต์

3) ภูมิประเทศเป็นที่ราบ ลักษณะภูมิประเทศค่อนข้างราบเรียบเป็นภูมิสัณฐานของตะกอนลำน้ำเก่ามีระดับค่อนข้างต่ำ มีความลาดชันระหว่าง 2-5 เปอร์เซ็นต์ มีเนื้อที่ประมาณ 860 ตารางกิโลเมตร (538,026 ไร่) หรือร้อยละ 2.5 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ พบว่ามีการกระจายตัวทั่วไปในพื้นที่ลุ่มน้ำแต่พื้นที่จะไม่ต่อเนื่องกัน

4) ภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่มน้ำท่วมถึง ทีลักษณะภูมิประเทศที่ราบเรียบมีความลาดชัน 0-2 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในระดับที่ต่ำและโดยทั่วไปจะมีสภาพน้ำท่วมขังในฤดูน้ำหลาก ลักษณะที่พบ

จะปรากฏเป็นสภาพพื้นที่ต่อเนื่องเป็นบริเวณกว้างสองฝั่งริมแม่น้ำสายหลัก และพบมากในบริเวณตอนล่างของลุ่มน้ำน่านตั้งแต่อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์ ลงมาจนถึงพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ ที่ราบน้ำท่วมถึงมีเนื้อที่ประมาณ 5,575 ตารางกิโลเมตร (3,484,303 ไร่) หรือร้อยละ 16.2 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ

3.6.3 การใช้ประโยชน์ที่ดิน

ตารางที่ 3-6 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำน่าน (ภาพที่ 3-22)

จำแนกตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	คิดเป็นร้อยละของพื้นที่
ทุ่งหญ้าและไม้ผล	6.71	0.02
ทุ่งหญ้าและป่าดิบ	41.36	0.12
ทุ่งหญ้าและพืชไร่	59.7	0.18
ทุ่งหญ้าและป่าดิบ	15.53	0.05
ทุ่งหญ้าและไม้ผล	26.02	0.08
ทุ่งหญ้าและไม้ละเมาะ	443.47	1.31
นาข้าว	6232.88	18.37
นาข้าว ทุ่งหญ้าและไม้ละเมาะ	39.18	0.12
นาข้าว ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ	14.48	0.04
นาข้าว พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง	11.03	0.03
นาข้าวและป่าดิบ	21.07	0.06
นาข้าวและพืชไร่	1317.3	3.88
นาข้าวและไม้ผล	314.63	0.93
นาข้าวและไม้ยืนต้น	109	0.32
นาข้าวและไร่หมุนเวียน	19.59	0.06
ป่าดิบ	1193.26	3.52
ป่าดิบ กับไร่หมุนเวียน	249.85	0.74
ป่าดิบ ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ	5,322.74	15.69
ป่าดิบและป่าผลัดใบ	3378.05	9.96
ป่าดิบและไม้ผล	45.09	0.13
ป่าดิบและไร่หมุนเวียน	644.14	1.9
ป่าผลัดใบ	989.81	2.92

จำแนกตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	คิดเป็นร้อยละของพื้นที่
ป่าผลัดใบ ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ	1370.67	4.04
ป่าผลัดใบและป่าดิบ	1643.84	4.84
ป่าผลัดใบและพืชไร่	243.08	0.72
พืชไร่	2904	8.56
พืชไร่ ทุ่งหญ้า และไม้ละเมา	37.37	0.11
พืชไร่ ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ	951.27	2.8
พืชไร่ และป่าดิบ	140.52	0.41
พืชไร่และป่าดิบ	24.45	0.07
พืชไร่และป่าผลัดใบ	199	0.59
พื้นที่ชุมชนและบสิ่งปลูกสร้าง	145.99	0.43
พื้นที่น้ำ	305.22	0.9
พื้นที่ลุ่ม	17.16	0.05
พื้นที่ลุ่และบนาข้าว	23.46	0.07
ไม้ผล	128.18	0.38
ไม้ผล ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ	49.35	0.15
ไม้ผล พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง	43.24	0.13
ไม้ผลและป่าดิบ	263.29	0.78
ไม้ผลและพืชไร่	35.15	0.1
ไม้ผลและไร่หมุนเวียน	60.28	0.18
ไร่หมุนเวียน	3490.99	10.29
ไร่หมุนเวียน กับป่าดิบ	220.91	0.65
ไร่หมุนเวียน กับผลัดใบ	177.71	0.52
ไร่หมุนเวียนและป่าดิบ	637.83	1.88
ไร่หมุนเวียนและพืชไร่	17.77	0.05

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2541

3.6.4 สภาพฝน

สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดฝนตก ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะเริ่มพัดปกคลุมประเทศไทนในราวเดือนพฤษภาคม และไป

สิ้นสุดในราวเดือนตุลาคมซึ่งเป็นช่วงฤดูฝนมีระยะเวลาประมาณ 5 เดือน จากนั้นลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือก็จะเข้ามาแทนที่ทำให้ปริมาณฝนลดลง ภาพที่ 3-24 ทิศทางและช่วงเวลาพายุและลมมรสุมในประเทศไทย ช่วงเวลานี้จึงเป็นช่วงฤดูแล้ง สำหรับปริมาณฝนในลุ่มน้ำแม่น้ำน่าน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทั้งลุ่มน้ำ 1,242.7 มิลลิเมตรมีฝนตกในช่วงเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม ประมาณร้อยละ 85-92 ของปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี โดยมีฝนตกมากที่สุดในเดือนสิงหาคมมีค่าเฉลี่ยประมาณ 243.5 มิลลิเมตรภาพที่ 3-24 แผนที่แสดงปริมาณน้ำฝนสูงสุดในรอบ 25 ปีลุ่มน้ำน่านมีฝนตกน้อยที่สุดในเดือนธันวาคมมีค่าเฉลี่ยประมาณ 5.1 มิลลิเมตร

ลุ่มน้ำน่านมีสถานีวัดน้ำฝนทั้งสิ้น 3 สถานี (ภาพที่ 3-23) ที่มีการวัดน้ำฝน ได้แก่ พิษณุโลก อุตรดิตถ์ น่าน ทำการวัดน้ำฝนวันละ 1 ครั้ง สถานีวัดน้ำฝนจะอยู่ทางด้านทิศใต้ ตอนกลาง และทิศเหนือของลุ่มน้ำ

3.6.5 ระบบแม่น้ำและโครงการชลประทาน

3.6.5.1 แหล่งน้ำที่สำคัญบริเวณลุ่มน้ำ

ลำน้ำสาขาที่สำคัญของแม่น้ำน่านมีจำนวนทั้งหมด 17 ลำน้ำสาขา ซึ่งเนื้อที่ริมน้ำของลุ่มน้ำได้กำหนดเป็น 4 ส่วน

1) ลุ่มน้ำน่านสายหลัก ซึ่งเป็นลุ่มน้ำสาขาที่อยู่ตอนบนของลุ่มน้ำครอบคลุมพื้นที่อำเภอทุ่งช้าง เชียงกลาง มีเนื้อที่ประมาณ 5,600 ตารางกิโลเมตร

2) ลุ่มน้ำน่านส่วนที่สอง ครอบคลุมพื้นที่อำเภอท่าวังผา เชียงกลาง และอำเภอเมืองน่าน มีเนื้อที่ประมาณ 2,740 ตารางกิโลเมตร

3) ลุ่มน้ำน่านส่วนที่สาม ครอบคลุมพื้นที่อำเภอเมืองเวียงสาและอำเภอนาน้อย มีเนื้อที่ประมาณ 7,365 ตารางกิโลเมตร

4) ลุ่มน้ำส่วนที่สี่ ครอบคลุมพื้นที่อำเภอเมืองอุตรดิตถ์ ลับแล ท่าปลาน้ำปาดตรอน และอำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์ พื้นที่อำเภอเมือง วัด โบสถ์ ชาติตระการ นครไทย และอำเภอวังทอง

3.6.5.2 โครงการชลประทาน

1) โครงการเขื่อนทดน้ำอุตรดิตถ์ ปิดกั้นแม่น้ำน่านใกล้จังหวัดอุตรดิตถ์ส่งน้ำให้ พื้นที่ชลประทานฝั่งซ้ายและฝั่งขวาในเขตจังหวัดอุตรดิตถ์

2) โครงการเขื่อนทดน้ำพิษณุโลก ปิดกั้นแม่น้ำน่านเหนืออำเภอเมืองพิษณุโลกประมาณ 30 กิโลเมตร ส่งน้ำให้พื้นที่ชลประทานฝั่งซ้ายและฝั่งขวาในเขตจังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดพิจิตร

3) ก่อสร้างระบบชลประทาน เพื่อส่งน้ำให้พื้นที่ชลประทาน 1,551,100 ไร่ ในเขตโครงการชลประทานอุตรดิตถ์ พิษณุโลก และพิจิตร

4)โครงการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดใหญ่ ในลุ่มน้ำแม่น้ำน่าน กล่าวคือ โครงการเขื่อนแควน้อย จังหวัดพิษณุโลก

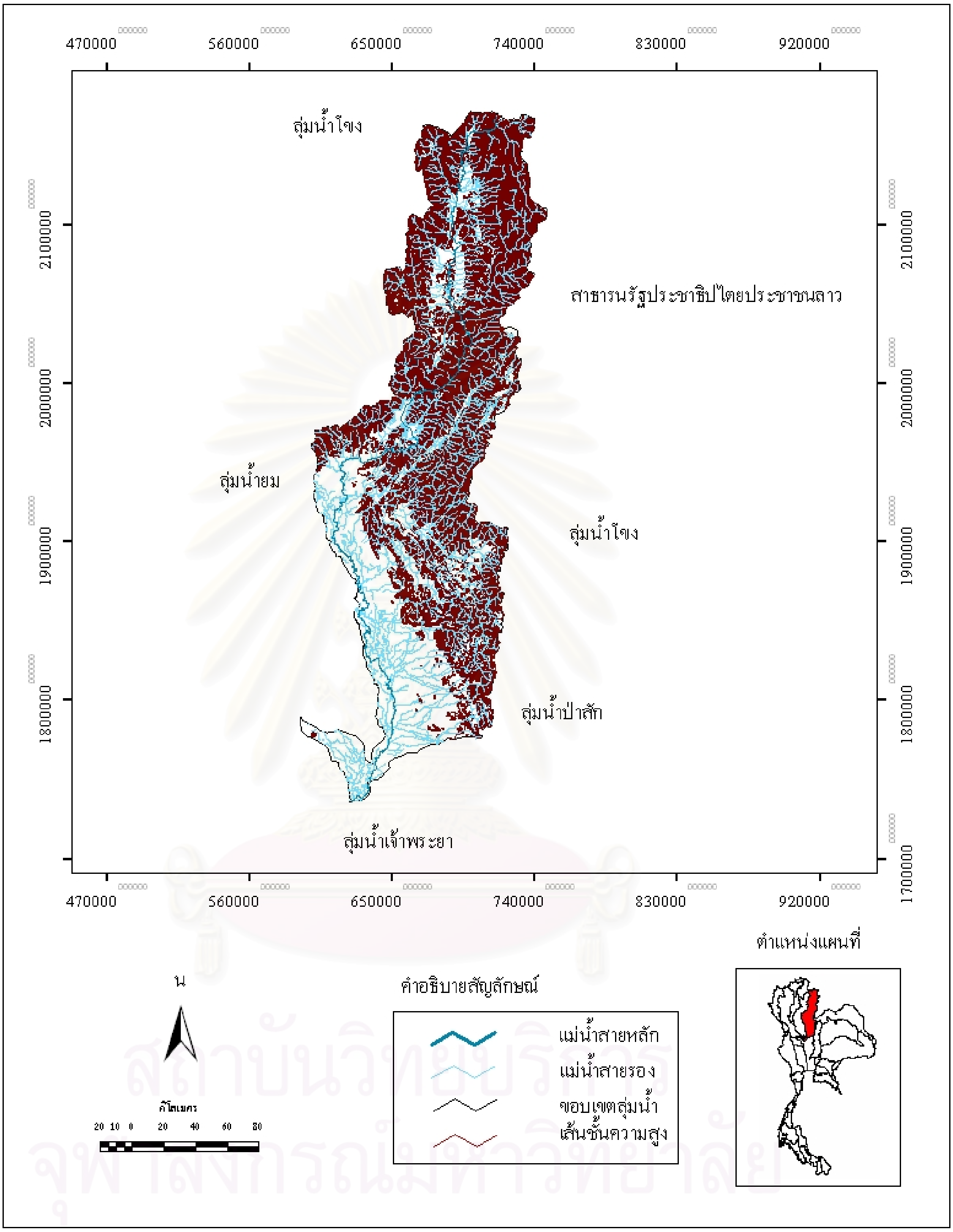
3.6.6 ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับแหล่งน้ำ

3.6.6.1 การขาดแคลนทรัพยากรน้ำและภาวะน้ำท่วม ปัญหานี้เกิดจากความไม่สม่ำเสมอของปริมาณน้ำในแต่ละช่วงของปี ปริมาณน้ำท่า เนื่องจากแหล่งเก็บกักน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติไม่เพียงพอ และบางปีฝนตกหนักเกิดอุทกภัยก่อให้เกิดความเสียหายรุนแรงในหลายพื้นที่ของจังหวัดน่าน อุตรดิตถ์ พิษณุโลก และพิจิตร ส่วนการขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตรที่รุนแรงที่สุด ได้แก่ ลุ่มน้ำแม่น้ำน่านตอนบน

3.5.6.2 ความเสื่อมโทรมของแหล่งเก็บกักน้ำ เป็นปัญหาอันเกิดจากแหล่งน้ำ ตื้นเขิน ทำให้ความสามารถในการเก็บกักน้ำลดน้อยลงและเกิดผลกระทบต่อเนื่อง ทำให้คุณภาพเสื่อมโทรมจนไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

3.5.6.3 การขาดแคลนปริมาณน้ำใต้ดินและคุณภาพน้ำใต้ดินเสื่อมโทรม เนื่องจากการใช้น้ำบาดาลมากเกินความสมดุลของธรรมชาติเป็นเวลานาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ที่มา : กระทรวงมหาดไทย

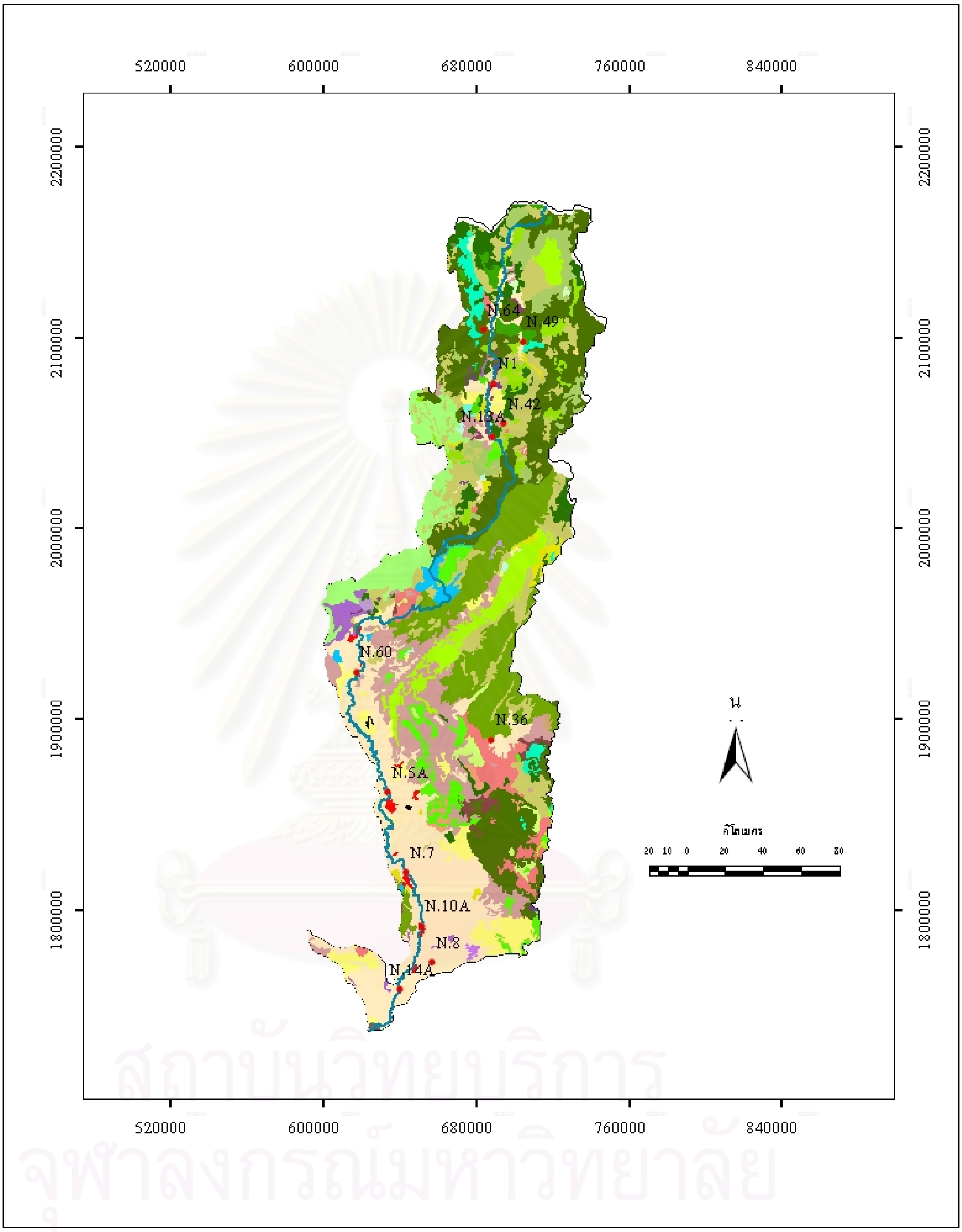
ภาพที่ 3-21 ลักษณะภูมิประเทศลุ่มน้ำน่าน

คำอธิบายสัญลักษณ์

- สถานีวัดน้ำ
- แม่น้ำสายหลัก
- ขอบเขตลุ่มน้ำ

- ทุ่งหญ้าและป่าดิบ
- ทุ่งหญ้าและพืชไร่
- ทุ่งหญ้าและไม้ผล
- ทุ่งหญ้าและไม้ละเมาะ
- ทุ่งหญ้และไม้ผล
- นาข้าว
- นาข้าว ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ
- นาข้าว พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง
- นาข้าวและป่าดิบ
- นาข้าวและพืชไร่
- นาข้าวและไม้ผล
- นาข้าวและไม้ยืนต้น
- นาข้าวและไร่หมุนเวียน
- ป่าดิบ
- ป่าดิบ ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ
- ป่าดิบ และไร่หมุนเวียน
- ป่าดิบและป่าผลัดใบ
- ป่าดิบและไม้ผล
- ป่าดิบและไร่หมุนเวียน
- ป่าผลัดใบ
- ป่าผลัดใบ ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ
- ป่าผลัดใบและป่าดิบ
- ป่าผลัดใบและพืชไร่
- พืชไร่
- พืชไร่ ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ
- พืชไร่ และป่าดิบ
- พืชไร่และป่าดิบ
- พืชไร่และป่าผลัดใบ
- พื้นที่ชุมชนและบสิ่งปลูกสร้าง
- พื้นที่น้ำ
- พื้นที่ลุ่ม
- พื้นที่ลุ่มและนาข้าว
- ไม้ผล
- ไม้ผล ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ
- ไม้ผล พื้นที่ชุมชน และสิ่งปลูกสร้าง
- ไม้ผลและป่าดิบ
- ไม้ผลและพืชไร่
- ไม้ผลและไร่หมุนเวียน
- ไร่หมุนเวียน
- ไร่หมุนเวียน และป่าผลัดใบ
- ไร่หมุนเวียนและป่าดิบ
- ไร่หมุนเวียนและพืชไร่

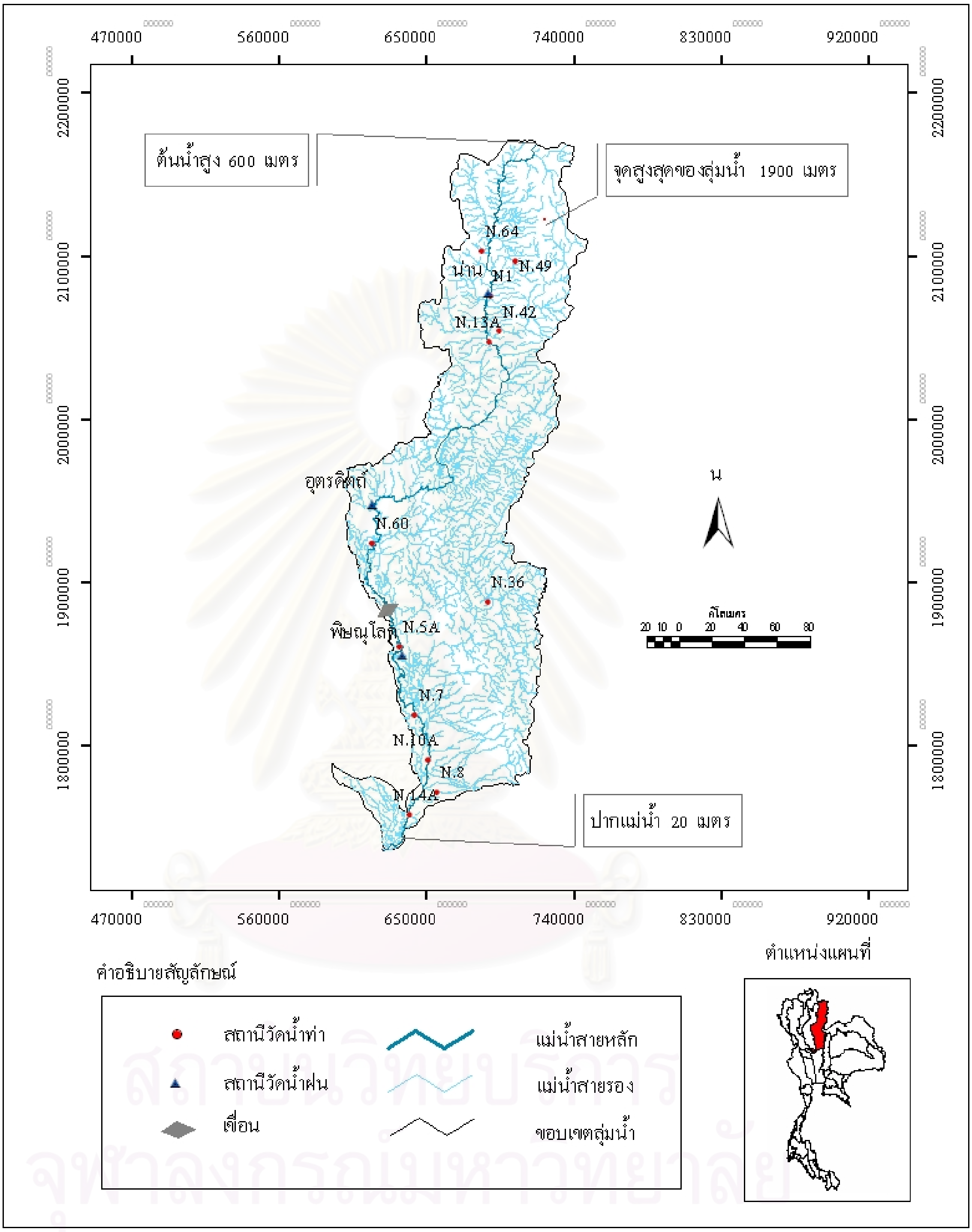
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



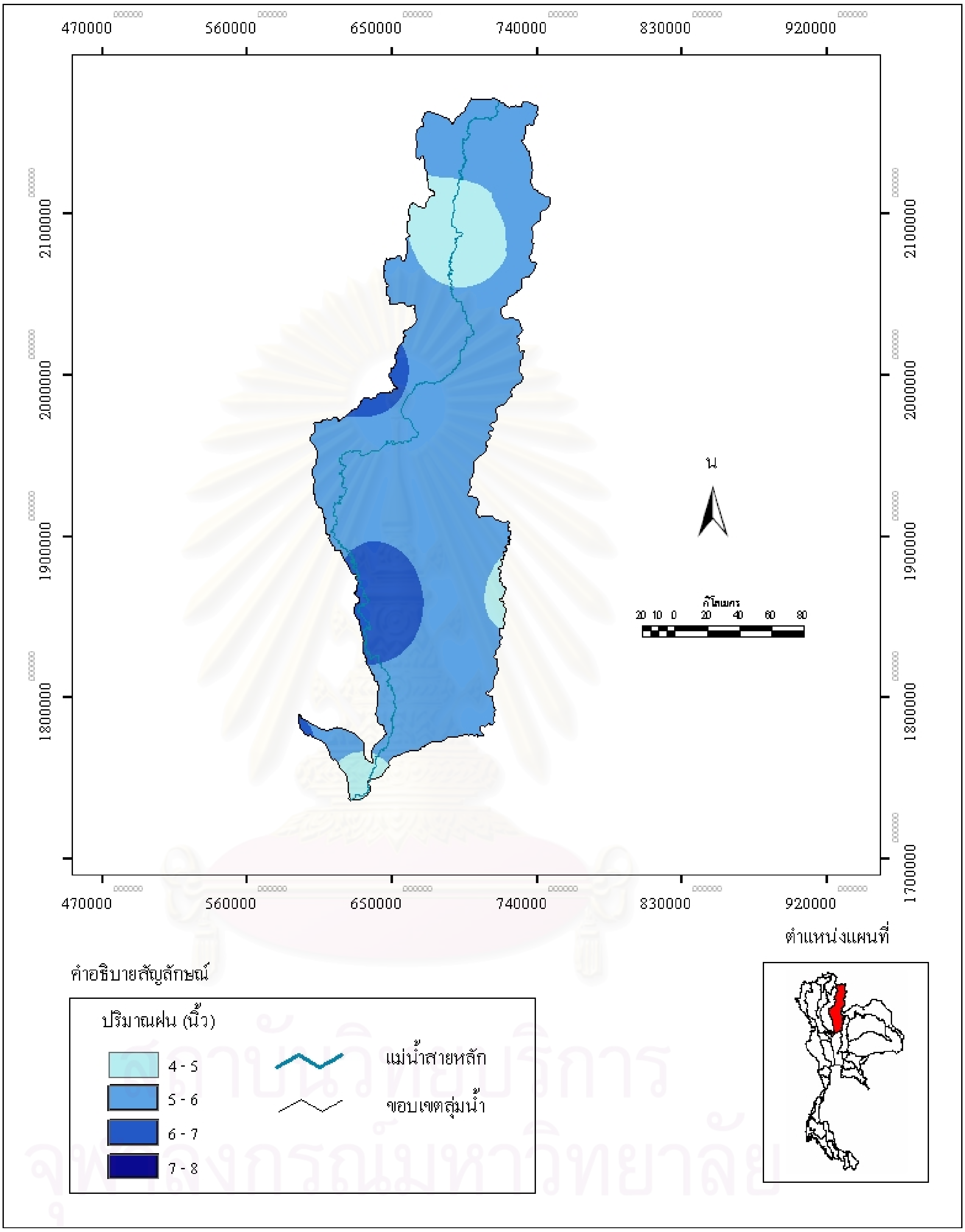
ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2541

ภาพที่ 3-22 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำน่าน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 3-23 แผนที่แสดงตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน น้ำท่า และระดับความสูงในลุ่มน้ำน่าน



ภาพที่ 3-24 แผนที่แสดงปริมาณน้ำฝนสูงสุดเฉลี่ยในรอบ 25 ปีลุ่มน้ำน่าน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.7 ลุ่มน้ำแม่กลอง

3.7.1 อาณาเขต

ลุ่มน้ำแม่กลองตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 13 องศา 15 ลิปดาถึง 16 องศา 15 ลิปดา และเส้นแวงตะวันออกตั้งแต่ 98 องศา 15 ลิปดา ถึง 100 องศา มีพื้นที่ 32,610 ตารางกิโลเมตร (สถาบันแหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อม, 2537) (ภาพที่ 3-25)

3.7.2 ลักษณะภูมิประเทศ

พื้นที่ลุ่มน้ำแม่น้ำแม่กลองอยู่ในช่วงความสูงตั้งแต่ 0 เมตร จนถึงประมาณ 2,100 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง แสดงได้ดังภาพที่ 3.4-1 โดยที่ราบส่วนใหญ่จะปรากฏอยู่ทางตอนล่าง ของพื้นที่ลุ่มน้ำ บริเวณจังหวัดสมุทรสงคราม จังหวัดราชบุรี และจังหวัดกาญจนบุรี สำหรับบริเวณตอนเหนือ ตอนกลาง และขอบด้านตะวันตกของพื้นที่ลุ่มน้ำมีลักษณะเป็นภูเขาและแนวเทือกเขา เป็นส่วนหนึ่งของเทือกเขาตะนาวศรี ซึ่งพื้นที่บางส่วนมีที่ราบระหว่างภูเจาแทรกอยู่บ้าง สำหรับบริเวณที่ต่ำที่สุดของพื้นที่ลุ่มน้ำอยู่บริเวณปากแม่น้ำแม่กลองในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ซึ่งเป็นพื้นที่ราบชายฝั่งที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเล ในขณะที่จุดที่สูงที่สุดของพื้นที่ลุ่มน้ำอยู่บริเวณตอนบนของพื้นที่ลุ่มน้ำในพื้นที่อำเภออุ้มผาง จังหวัดตาก ซึ่งมีความสูงประมาณ 2,100 เมตร (สิทธิชัย ตันธนะสฤษดิ์, 2547) (ภาพที่ 3-25)

3.7.3 การใช้ประโยชน์ที่ดิน

ตารางที่ 3-7 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง (ภาพที่ 3-26)

จำแนกตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	คิดเป็นร้อยละของพื้นที่
ทุ่งหญ้า	300.34	1
ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์และโรงเรือนเลี้ยงสัตว์	11.51	0.04
นาข้าว	1008.33	3.37
นาข้าวและพืชไร่	64.6	0.22
นาข้าวและพืชสวน	0.39	0.01
นาข้าวและพื้นที่เบ็ดเตล็ด	2.18	0.01
นาข้าวและไม้ผล	28.84	0.1
ป่าดิบและพืชไร่	6143.78	20.54
ป่าผลัด	516.96	1.73

จำแนกตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	คิดเป็นร้อยละของพื้นที่
ป่าผลัดใบและไร่หมุนเวียน	9.13	0.03
พืชน้ำ	8.14	0.03
พืชไร่	3944.36	13.18
พืชไร่ ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ	4.16	0.01
พืชไร่ ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ และโรงเรือนเลี้ยงสัตว์	1.31	0.01
พืชไร่และพืชสวน	3.07	0.01
พืชไร่และพื้นที่เบ็ดเตล็ด	92.35	0.31
พืชไร่และพื้นที่ป่าไม้	9.77	0.03
พืชไร่และไม้ผล	25.7	0.09
พืชไร่และไม้ยืนต้น	83.82	0.28
พืชไร่และและไร่หมุนเวียน	181.91	0.61
พืชสวนและพื้นที่เบ็ดเตล็ด	0.89	0.01
พื้นที่ชุมชน สิ่งปลูกสร้าง และนาข้าว	1.92	0.01
พื้นที่ชุมชน สิ่งปลูกสร้าง และพืชสวน	2.07	0.01
พื้นที่ชุมชน สิ่งปลูกสร้าง และไม้ผล	330.42	1.1
พื้นที่ชุมชนและพื้นที่เบ็ดเตล็ด	0.8	0.01
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	580.94	1.94
พื้นที่น้ำ	653.25	2.18
พื้นที่เบ็ดเตล็ด	548.3	1.83
พื้นที่ป่าไม้	12955.34	43.3
พื้นที่ป่าไม้และพื้นที่เบ็ดเตล็ด	8.42	0.03
ไม้ผล	642.64	2.15
ไม้ผลและพืชสวน	23.63	0.08
ไม้ผลและพื้นที่เบ็ดเตล็ด	13.81	0.05
ไม้ผลและสถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	11.82	0.04
ยืนต้น	985.97	3.3
ไม้ยืนต้นและพื้นที่เบ็ดเตล็ด	22.13	0.07
ไม้ยืนต้นและไม้ผล	11.71	0.04
ไร่หมุนเวียน	458.78	1.53
สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	63.37	0.21

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จำแนกตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	คิดเป็นร้อยละของพื้นที่
สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและพื้นที่เบ็ดเตล็ด	2.98	0.01

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2544

3.7.4 สภาพฝน

ประมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปีของลุ่มน้ำแควใหญ่และแควน้อยประมาณ 1,323 และ 1,785 มิลลิเมตรตามลำดับฝนตกในช่วงเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม โดยมีฝนตกมากที่สุดในเดือนกันยายนมีค่าเฉลี่ยประมาณ 247.6 มิลลิเมตร ภาพที่ 3-28 แผนที่แสดงปริมาณน้ำฝนสูงสุดในรอบ 25 ปีลุ่มน้ำแม่กลอง มีฝนตกน้อยที่สุดในเดือนมกราคมมีค่าเฉลี่ยประมาณ 4.4 มิลลิเมตร

ลุ่มน้ำแม่กลอง ลุ่มน้ำยมมีสถานีวัดน้ำฝนทั้งสิ้น 3 สถานี (ภาพที่ 3-27) ที่มีการวัดน้ำฝนได้แก่ กาญจนบุรี ทองผาภูมิ อุ้มผาง ทำการวัดน้ำฝนวันละ 1 ครั้ง สถานีวัดน้ำฝนจะอยู่ทางด้านทิศใต้ ตอนกลาง และทิศเหนือของลุ่มน้ำ

3.7.5 ระบบแม่น้ำและโครงการชลประทาน

3.7.5.1 แหล่งน้ำที่สำคัญบริเวณลุ่มน้ำ

แม่น้ำแควใหญ่นี้ยังประกอบขึ้นด้วยแม่น้ำสาขาย่อยๆ อีก ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงสาขาที่สำคัญสาขาเดียวดังนี้

1) แม่น้ำลำตะเพิน ตั้งอยู่ทิศตะวันออกของลุ่มน้ำแควใหญ่ โดยมีความยาว 188 กิโลเมตร ต้นกำเนิดของแม่น้ำนี้อยู่ทางเหนือของจังหวัดกาญจนบุรีไหลผ่านพื้นที่ราบปกคลุมไปด้วยพุ่มไม้กับนาข้าวและไหลมาบรรจบกับแม่น้ำแควใหญ่ที่หมู่บ้านท่าเสาตำบล ลาดหญ้า

2) แม่น้ำแควน้อยนี้เป็นแม่น้ำสาขาใหญ่อีกสาขาหนึ่งของแม่น้ำแม่กลอง ซึ่งตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกของแม่น้ำแควใหญ่ โดยมีต้นกำเนิดที่บริเวณเทือกเขาทางทิศเหนือของจังหวัดกาญจนบุรีไหลลงมาทางทิศใต้ผ่าน แม่น้ำแควน้อยนี้ยังประกอบขึ้นด้วยสาขาย่อยๆ อีก ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงสาขาที่สำคัญเพียงสาขาเดียว

3) แม่น้ำลำพาชี ตั้งอยู่ทางทิศใต้ของลุ่มน้ำใหญ่ของแควน้อย มีความยาวประมาณ 165 โดยมีต้นกำเนิดในบริเวณเทือกเขาภาคตะวันตกเฉียงใต้ของจังหวัดราชบุรี ไหลผ่านบริเวณที่ปกคลุมด้วยป่าไม้เขตร้อนไม่ผลัดใบ และผสมกับป่าไม้ประเภทผลัดใบ มันไหลผ่านบริเวณที่ปกคลุมไปด้วยพุ่มไม้ นาข้าว และพืชไร่ไหลมาบรรจบกับแม่น้ำแควน้อยประมาณ 38 กิโลเมตรก่อนถึงตัวเมืองจังหวัดกาญจนบุรี

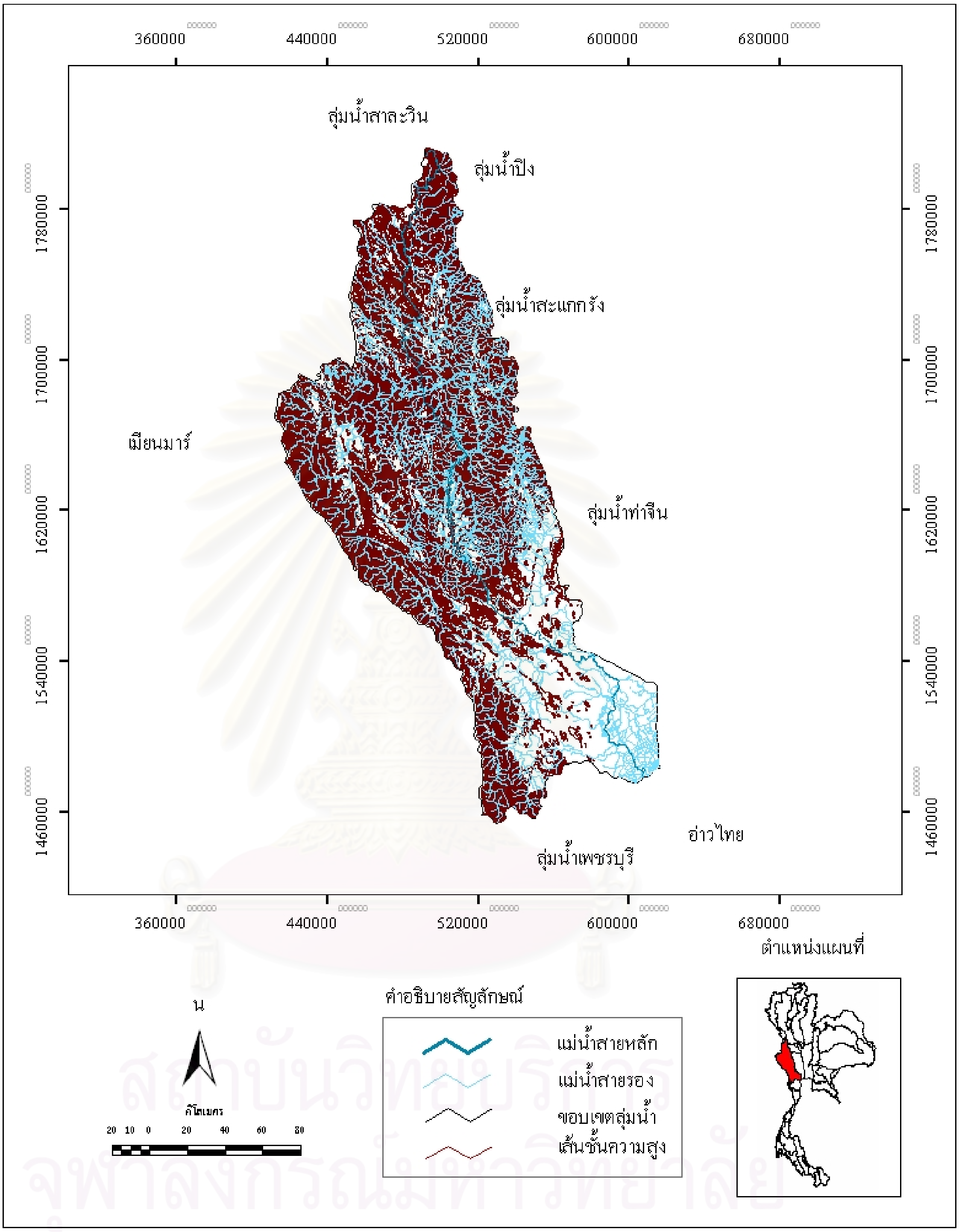
3.7.6 ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับแหล่งน้ำ

3.7.6.1 ปัญหาความเสื่อมโทรมของดิน ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ ดินมีหน้าดินเหลืออยู่น้อย ดินมีความเป็นทรายมากขึ้น ดินมีโครงสร้างแน่นทึบไม่เหมาะต่อการเจริญเติบโตของพืชเหล่านี้ เป็นต้น

3.7.6.2 พื้นที่ต้นน้ำลำธารถูกทำลายสิ่งปกคลุม มีสภาพเสื่อมโทรม สร้างปัญหาต่อการให้น้ำและการไหลบ่าของน้ำเป็นประจำทุกปี

3.7.6.3 ปัญหาน้ำท่วมและการขาดแคลนน้ำ เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศเสมอๆ และไม่แน่นอน บางปีอาจเกิดน้ำท่วมใหญ่บริเวณริมฝั่งแม่น้ำ แต่บางปีเกิดการขาดแคลนน้ำจนกระทั่งน้ำเค็มขึ้นมาถึงคลองดำเนินสะดวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ที่มา : กระทรวงมหาดไทย

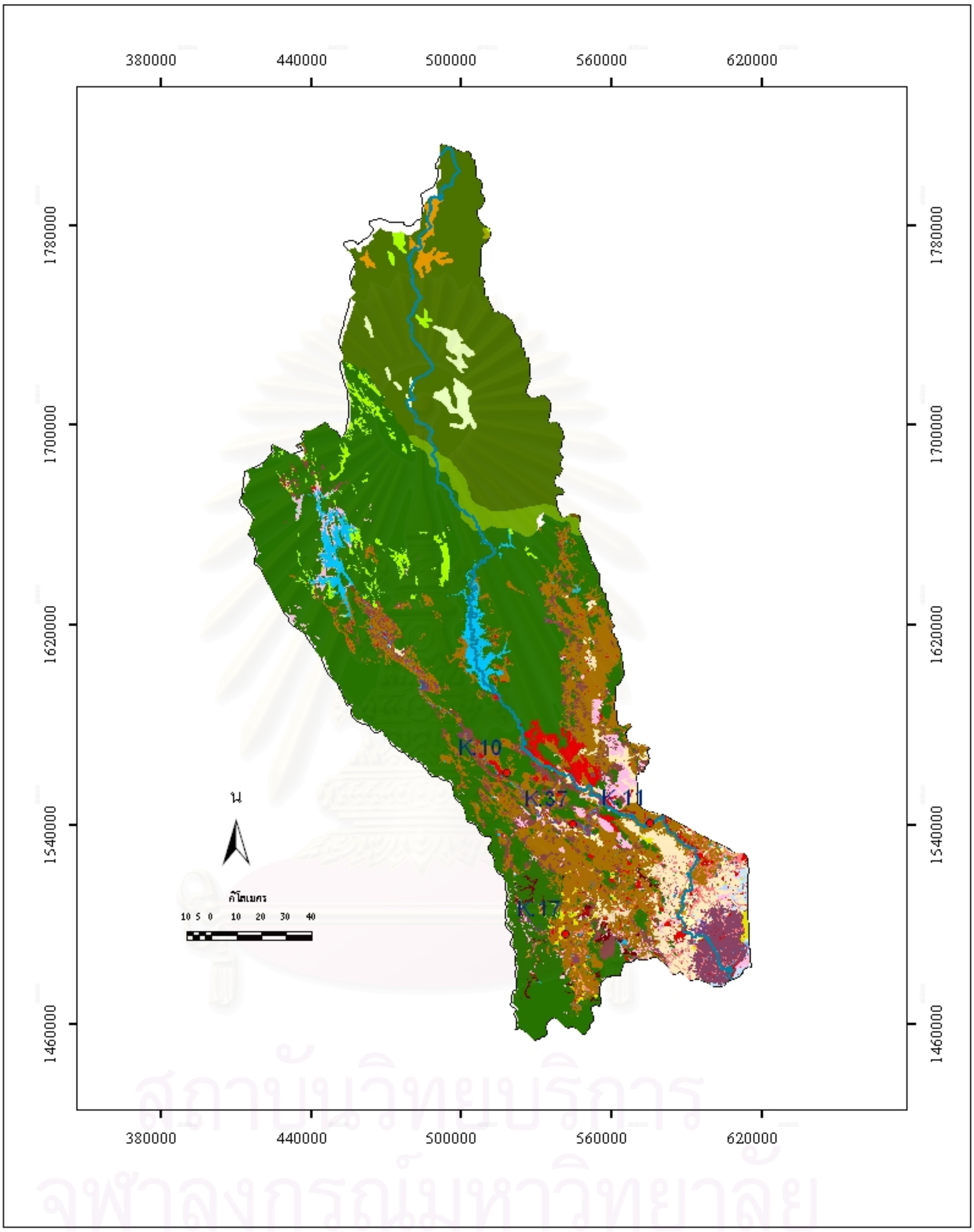
ภาพที่ 3-25 ลักษณะภูมิประเทศลุ่มน้ำแม่กลอง

คำอธิบายสัญลักษณ์

- สถานีวัดน้ำ
- แม่น้ำสายหลัก
- ขอบเขตลุ่มน้ำ

- ทุ่งหญ้า
- ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์และโรงเรือนเลี้ยงสัตว์
- นาข้าว
- นาข้าวและพืชสวน
- นาข้าวและพืชไร่
- นาข้าวและพื้นที่เบ็ดเตล็ด
- นาข้าวและไม้ผล
- ป่าดิบและพืชไร่
- ป่าผลัดใบ
- ป่าผลัดใบและไร่หมุนเวียน
- พืชน้ำ
- พืชสวนและพื้นที่เบ็ดเตล็ด
- พืชไร่
- พืชไร่ ทุ่งหญ้า และไม้ละเมาะ
- พืชไร่ ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ และโรงเรือนเลี้ยงสัตว์
- พืชไร่และพืชสวน
- พืชไร่และพื้นที่ป่าไม้
- พืชไร่และพื้นที่เบ็ดเตล็ด
- พืชไร่และและไร่หมุนเวียน
- พืชไร่และไม้ผล
- พืชไร่และไม้ยืนต้น
- พื้นที่ชุมชน สิ่งปลูกสร้าง และนาข้าว
- พื้นที่ชุมชน สิ่งปลูกสร้าง และพืชสวน
- พื้นที่ชุมชน สิ่งปลูกสร้าง และไม้ผล
- พื้นที่ชุมชนและพื้นที่เบ็ดเตล็ด
- พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง
- พื้นที่น้ำ
- พื้นที่ป่าไม้
- พื้นที่ป่าไม้และพื้นที่เบ็ดเตล็ด
- พื้นที่เบ็ดเตล็ด
- สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
- สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและพื้นที่เบ็ดเตล็ด
- ไม้ผล
- ไม้ผลและพืชสวน
- ไม้ผลและพื้นที่เบ็ดเตล็ด
- ไม้ผลและสถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
- ไม้ยืนต้น
- ไม้ยืนต้นและพื้นที่เบ็ดเตล็ด
- ไม้ยืนต้นและไม้ผล
- ไร่หมุนเวียน

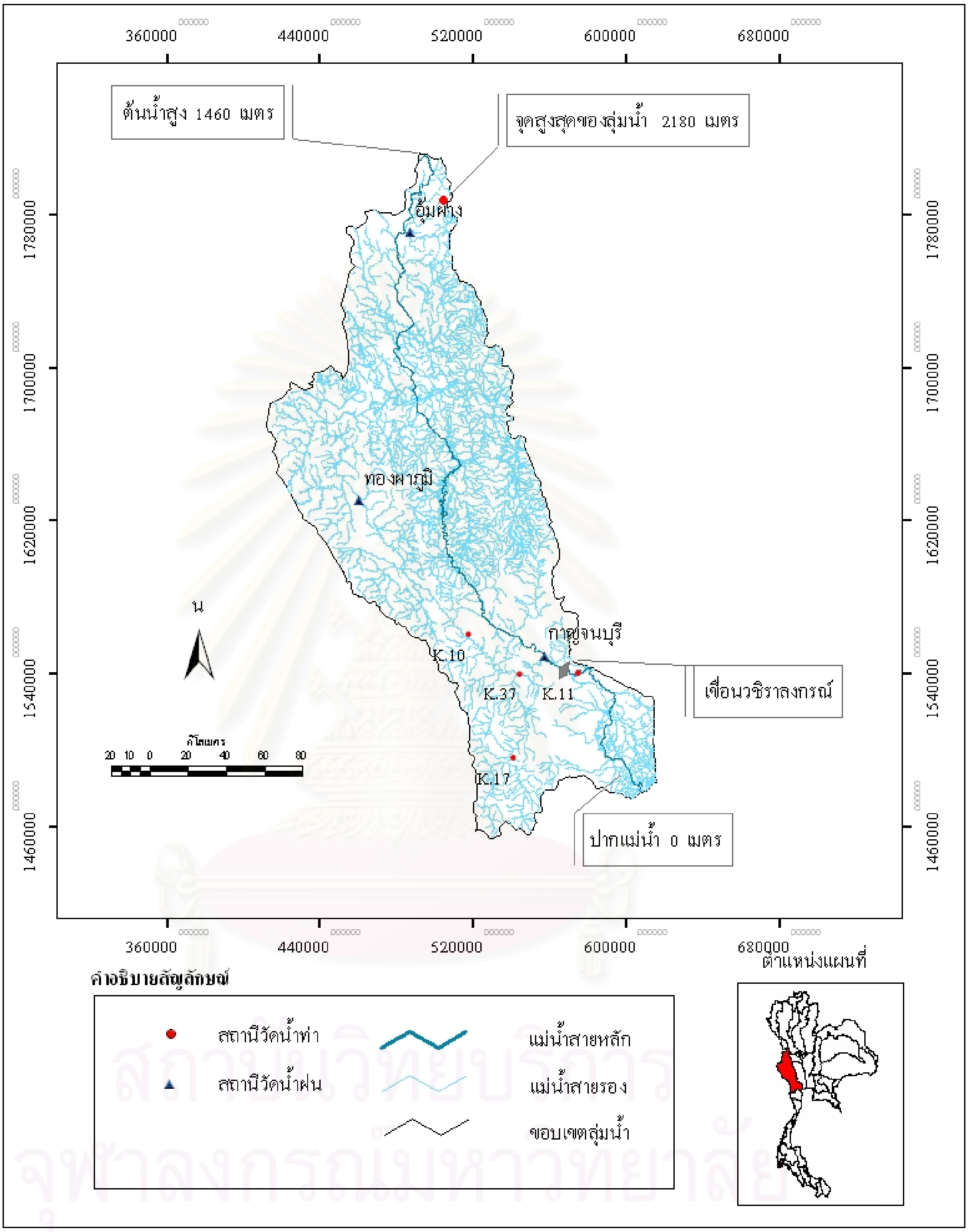
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2544

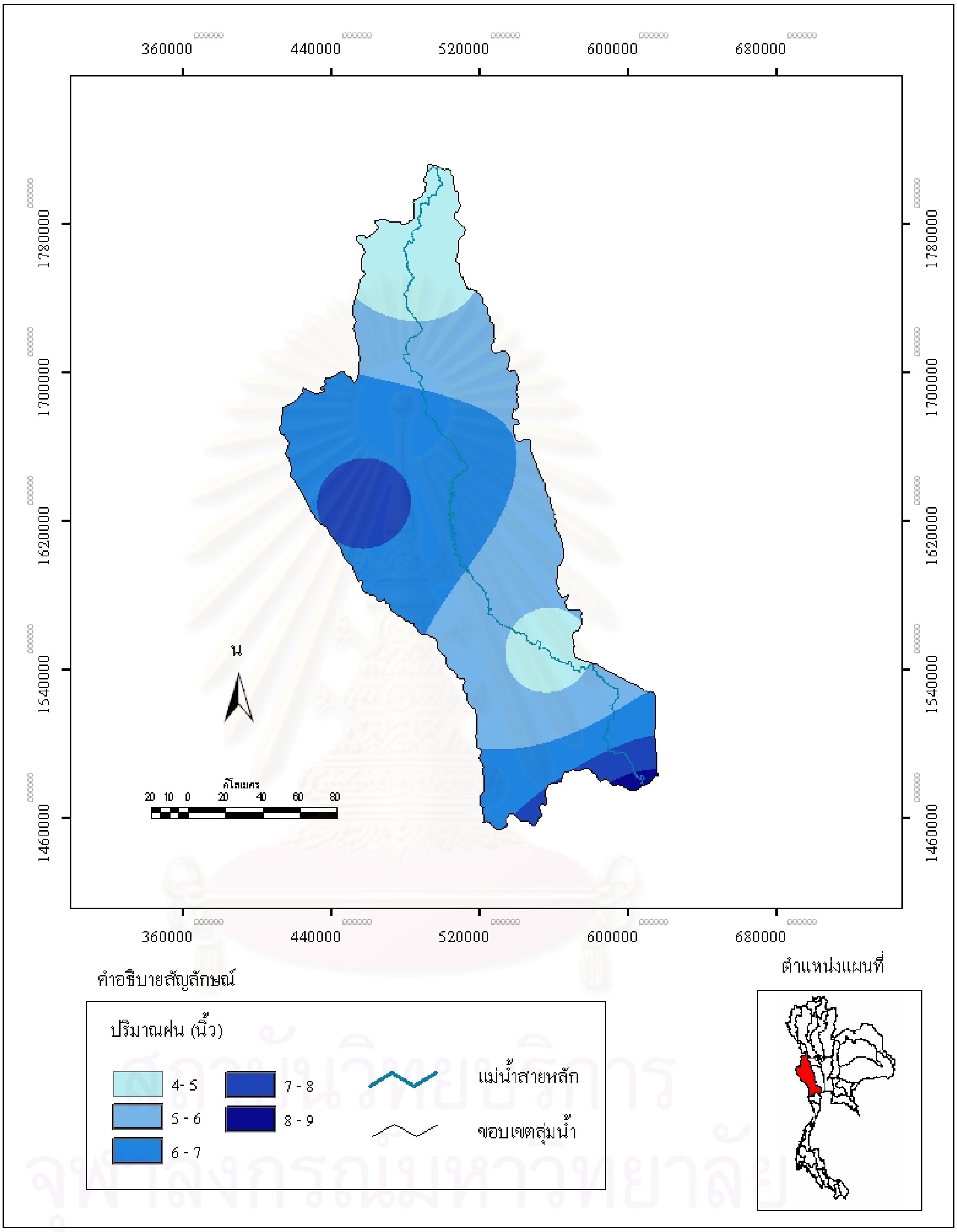
ภาพที่ 3-26 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำแม่กลอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 3-27 แผนที่แสดงตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน น้ำท่า และระดับความสูงในลุ่มน้ำแม่กลอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 3-28 แผนที่แสดงปริมาณน้ำฝนสูงสุดเฉลี่ยในรอบ 25 ปีลุ่มน้ำแม่กลอง

3.8 ลุ่มน้ำจันทบุรี

3.8.1 อาณาเขต

ลุ่มน้ำจันทบุรีเป็นลุ่มน้ำสำคัญในจังหวัดจันทบุรี จังหวัดจันทบุรีตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 12 องศาถึง 13 องศา องศาเหนือ และเส้นแวงตะวันออกตั้งแต่ 101 องศาถึง 102 องศาตะวันออก สำหรับขอบเขตของลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำจันทบุรีนี้อยู่ในเขตจังหวัดจันทบุรี โดยครอบคลุมพื้นที่เกือบทั้งหมดของอำเภอแหลมสิงห์ อำเภอเมือง อำเภอมะขาม ลุ่มน้ำจันทบุรีมีเนื้อมีพื้นที่ 1569.62 ตารางกิโลเมตร (สถาบันแหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อม, 2537) (ภาพที่ 3-29)

3.8.2 ลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปของพื้นที่ศึกษา ซึ่งพอจะแบ่งพื้นที่ตามลักษณะภูมิประเทศได้เป็น 3 ลักษณะดังนี้ (บริษัทพอลคอนซัลแตนท์ จำกัด, 2537) (ภาพที่ 3-29)

1) ที่ราบชายฝั่งทะเลและที่ราบลุ่มแม่น้ำ เริ่มต้นจากที่ราบลุ่มน้ำเจ้าพระยาและบางปะกงขนานไปกับชายฝั่งทะเลไปยังจังหวัดระยอง มีลักษณะเป็นที่ราบแคบๆ ชายฝั่งทะเล เกิดจากตะกอนน้ำเค็มและน้ำกร่อยและตะกอนจากแม่น้ำ มีภูเขาลูกเล็กๆ สลับอยู่ บางตอนชายฝั่งทะเลมีลักษณะเว้าแหว่ง บางแห่งเป็นปากแม่น้ำหรือที่ลุ่มน้ำทะเลท่วมถึงมีป่าชายเลนหรือป่าโกกางขึ้น เช่น ที่บริเวณปากแม่น้ำระยองและแม่น้ำประแสร์ บางแห่งเป็นหาดทรายสวยงาม อาทิเช่น หาดบางแสน หาดพัทยา และหาดจอมเทียน ในจังหวัดชลบุรี หาดแม่รำพึง หาดบ้านแพ และหาดแม่พิมพ์ ในจังหวัดระยอง

2) ที่ราบลูกคลื่นและเนินเขา เป็นส่วนที่อยู่สูงถัดจากที่ราบลุ่มแม่น้ำและที่ราบชายฝั่งทะเลขึ้นไป เป็นที่ราบลูกคลื่นและเนินเขาเตี้ยๆ สลับกันได้แก่ พื้นที่ด้านทิศตะวันออกของจังหวัดชลบุรี และตอนบนของจังหวัดระยอง ก่อนที่จะถึงบริเวณที่เป็นภูเขาสูงชัน

3) ที่สูงและภูเขา เป็นเขตที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 200 เมตรขึ้นไป ครอบคลุมอาณาบริเวณส่วนใหญ่ของพื้นที่ศึกษา มักจะทอดตัวในแนวเหนือใต้ สลับกับที่ราบ ยอดเขาที่สูง ได้แก่ เขาสอยดาวใต้มีความสูง 1,633 เมตร ภูเขาส่วนใหญ่เป็นภูเขาหินแกรนิต หินดาด โซฟิลไลท์และหินปูน

3.8.3 การใช้ประโยชน์ที่ดิน

ตารางที่ 3-8 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำจันทบุรี (ภาพที่ 3-30)

จำแนกตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	คิดเป็นร้อยละของพื้นที่
ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์และโรงเรือนเลี้ยงสัตว์	0.51	0.03
นาข้าว	67.29	4.29
พืชไร่	122.8	7.82
พืชไร่และไม้ผล	18.68	1.19
พืชสวน	1.27	0.08
พื้นที่ชุมชน สิ่งปลูกสร้าง และไม้ผล	49.23	3.14
พื้นที่ชุมชนและไม้ผล	8.06	0.51
พื้นที่เบ็ดเตล็ด	70.4	4.49
พื้นที่ป่าไม้	519.28	33.08
ไม้ผล	519.13	33.07
ไม้ยืนต้น	129.65	8.26
ไม้ยืนต้นและพื้นที่ป่าไม้	6.5	0.41
ไม้ยืนต้นและไม้ผล	9.26	0.59
สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	43.42	2.77

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2544

3.8.4 สภาพฝน

ฝนที่ตกในฤดูร้อนเป็นฝนที่เกิดจากอากาศลอยตัว ส่วนในฤดูฝนจะมีทั้งแบบที่เกิดจากอากาศลอยแบบฝนปะทะภูเขา และแบบพายุดีเปรสชั่นหรือไต้ฝุ่น ปริมาณฝนเฉลี่ยตลอดปีมีมากกว่า 1,500 มิลลิเมตร โดยมีฝนตกมากที่สุดในเดือนกันยายนมีค่าเฉลี่ยประมาณ 369.4 มิลลิเมตร ภาพที่ 3-32 แผนที่แสดงปริมาณน้ำฝนสูงสุดในรอบ 25 ปีลุ่มน้ำจันทบุรี มีฝนตกน้อยที่สุดในเดือนธันวาคมมีค่าเฉลี่ยประมาณ 8.7 มิลลิเมตร

ลุ่มน้ำจันทบุรี มีสถานีวัดน้ำฝนทั้งสิ้น 1 สถานี (ภาพที่ 3-31) ที่มีการวัดน้ำฝน ได้แก่ จันทบุรี ทำการวัดน้ำฝนวันละ 1 ครั้ง สถานีวัดน้ำฝนจะอยู่ทางด้านทิศใต้ ของลุ่มน้ำ

3.8.5 ระบบแม่น้ำและโครงการชลประทาน

3.8.5.1 แหล่งน้ำที่สำคัญบริเวณลุ่มน้ำจันทบุรี

1) คลองตารอง ประกอบด้วยคลองเส คลองทับมาก คลองย่านยาว คลองจก คลองดินสอ คลองบุญมาก ซึ่งมีต้นน้ำจากสันเขาจันทบุรีตอนบน บริเวณเขตติดต่อกับจังหวัดสระแก้ว น้ำส่วนหนึ่งไหลไปทางทิศเหนือไปบรรจบคลองพระสะทึง อีกส่วนหนึ่งไหลมาทางใต้ลงสู่ลุ่มน้ำจันทบุรี

2) ลำน้ำจันทบุรีไหลผ่านตัวเมืองจันทบุรี เมื่อถึงบ้านคลองน้ำใส ลำน้ำเริ่มคดเคี้ยวและแยกสาขา ออกจากกัน เกิดคลองลัดที่บ้านเกาะลอย คลองลำแพน มีขนาดใหญ่ แม่น้ำจันทบุรีน่าจะเป็นลำน้ำสายเดิมที่ไหลลงสู่ทะเลมาก่อน ปัจจุบันมีคลองชายเคือง และคลองบางจะกาเชื่อมลำน้ำทั้งสองสายนี้อยู่บริเวณใกล้ปากแม่น้ำ

3.8.5.2 โครงการชลประทาน

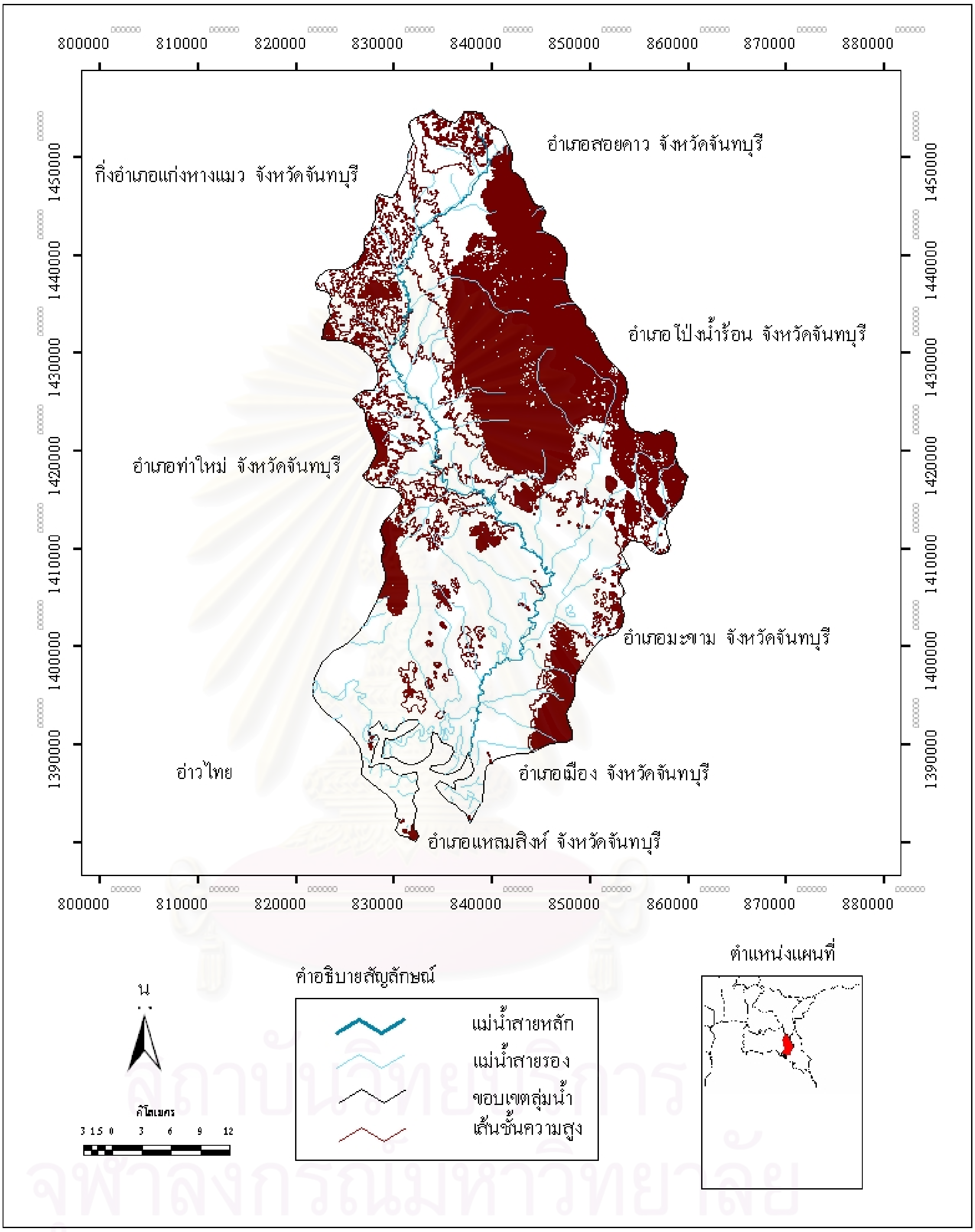
1) อ่างเก็บน้ำคลองตารอง อยู่ในเขตตำบลคลองพลู กิ่งอำเภอเขาคิชฌกูฏ มีความจุประมาณ 30 ล้านลูกบาศก์เมตรช่วยพื้นที่เกษตรประมาณ20,000ไร่

2) ฝายยางกั้นแม่น้ำจันทบุรี อยู่ที่บ้านท่าระม้า ตำบลท่าหลวง อำเภอมะขาม ช่วยพักเก็บน้ำในแม่น้ำจันทบุรี ไม่ให้ไหลลงทะเลเร็ว และเพื่อแก้ไขปัญหาน้ำเค็ม เอ่อเข้ามาในพื้นที่การเกษตร

3) เขื่อนทุ่งเพล อยู่ในตำบลพลวง และตำบลฉนัน อำเภอมะขาม เป็นเขื่อนเอนกประสงค์

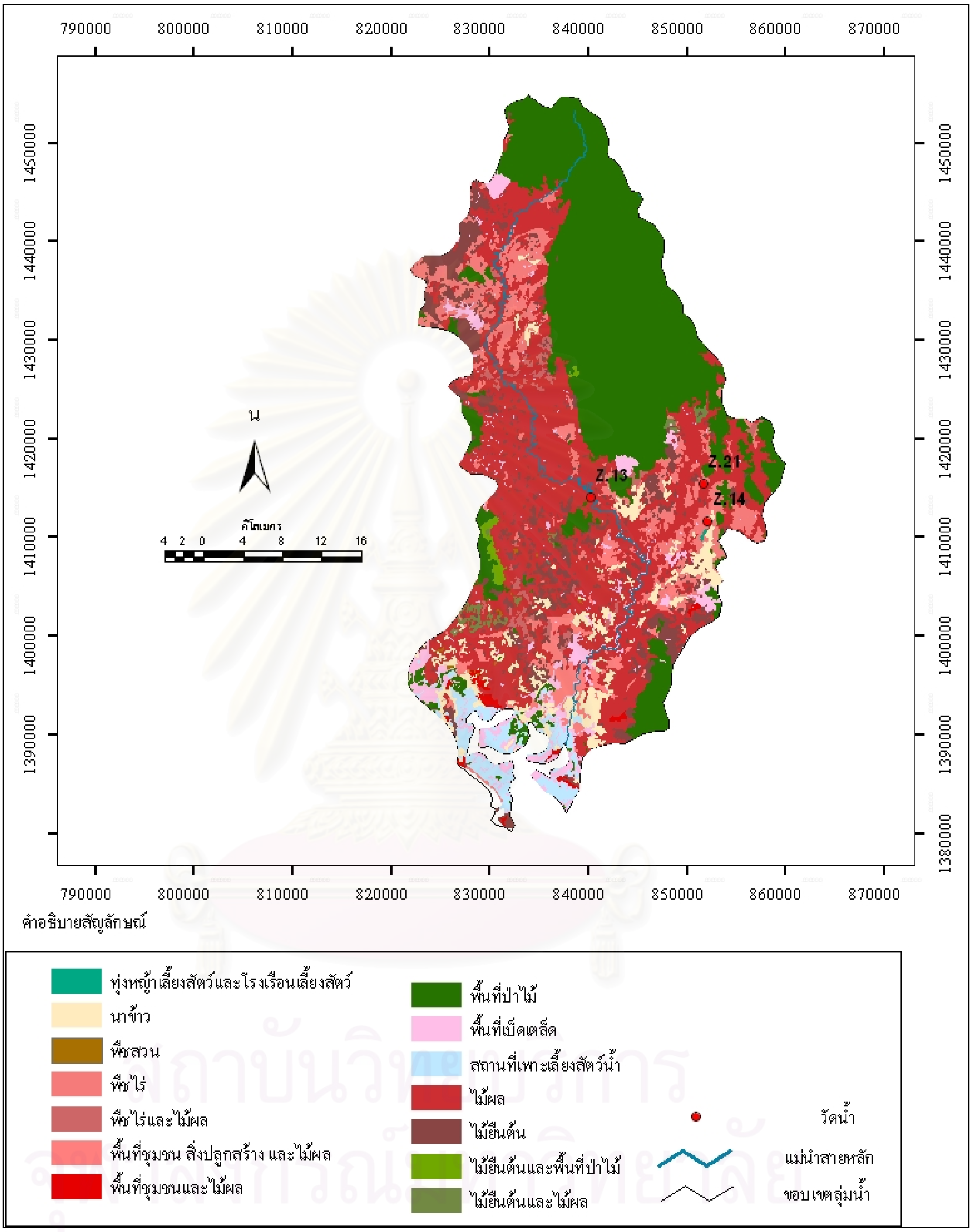
3.8.6 ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับแหล่งน้ำ

ปัญหาและอุปสรรคโดยทั่วไปในพื้นที่ลุ่มน้ำ ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแหล่งน้ำ อาจแบ่งออกเป็นประเด็นสำคัญได้ 5 ประการๆ ได้แก่ การขาดแคลนน้ำในช่วงฤดูแล้ง และในช่วงฤดูฝนที่ฝนทิ้งช่วง ปัญหาน้ำท่วมในช่วงฤดูฝน ปัญหาการรุกล้ำของน้ำเค็มเข้ามาตามลำน้ำทำให้เกษตรกรไม่สามารถใช้ประโยชน์จากน้ำได้ในช่วงฤดูแล้ง ปัญหาน้ำเสีย ปัญหาดินและการใช้ที่ดิน และปัญหาด้านการเกษตรกรรม



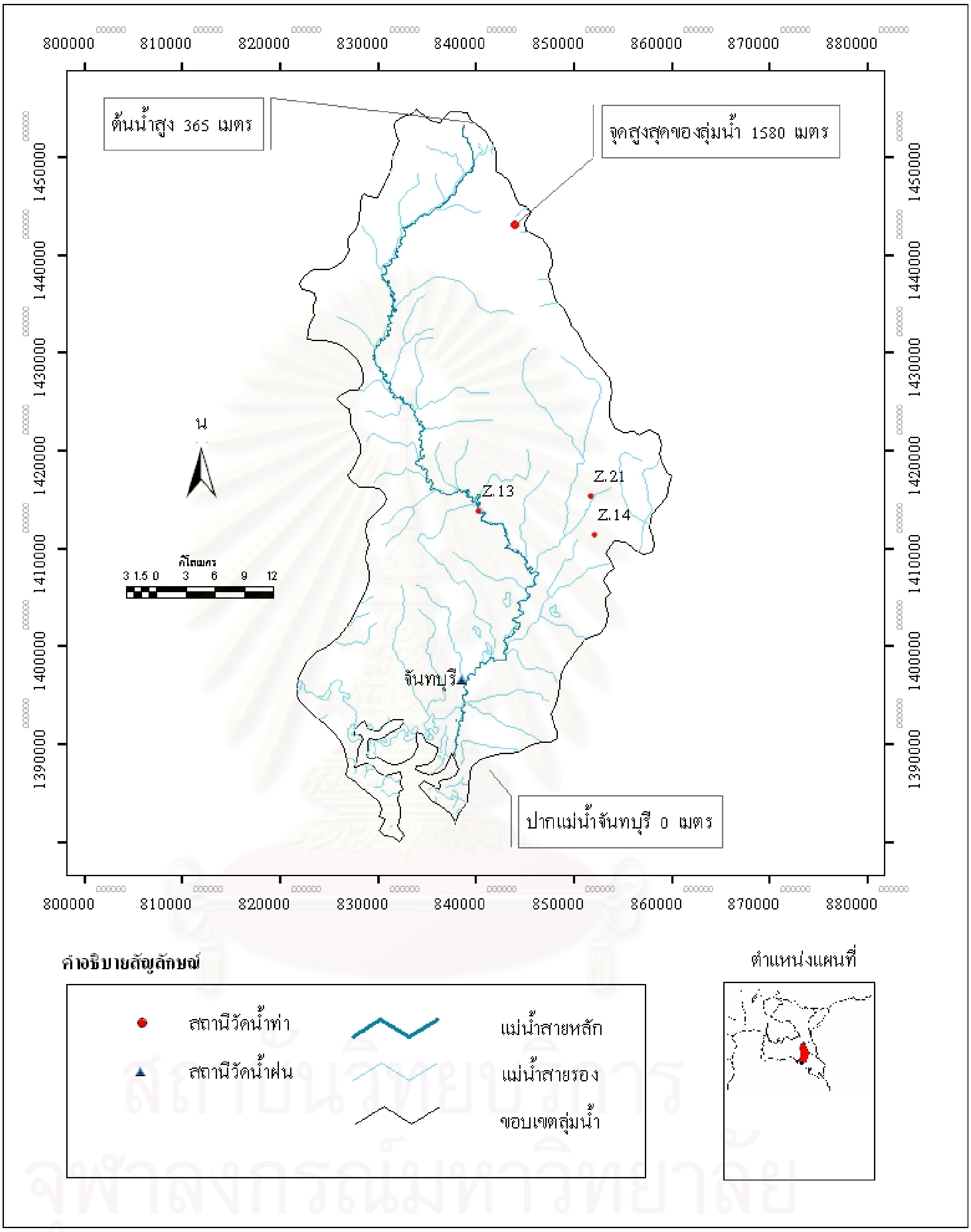
ที่มา : กระทรวงมหาดไทย

ภาพที่ 3-29 ลักษณะภูมิประเทศลุ่มน้ำจันทบุรี

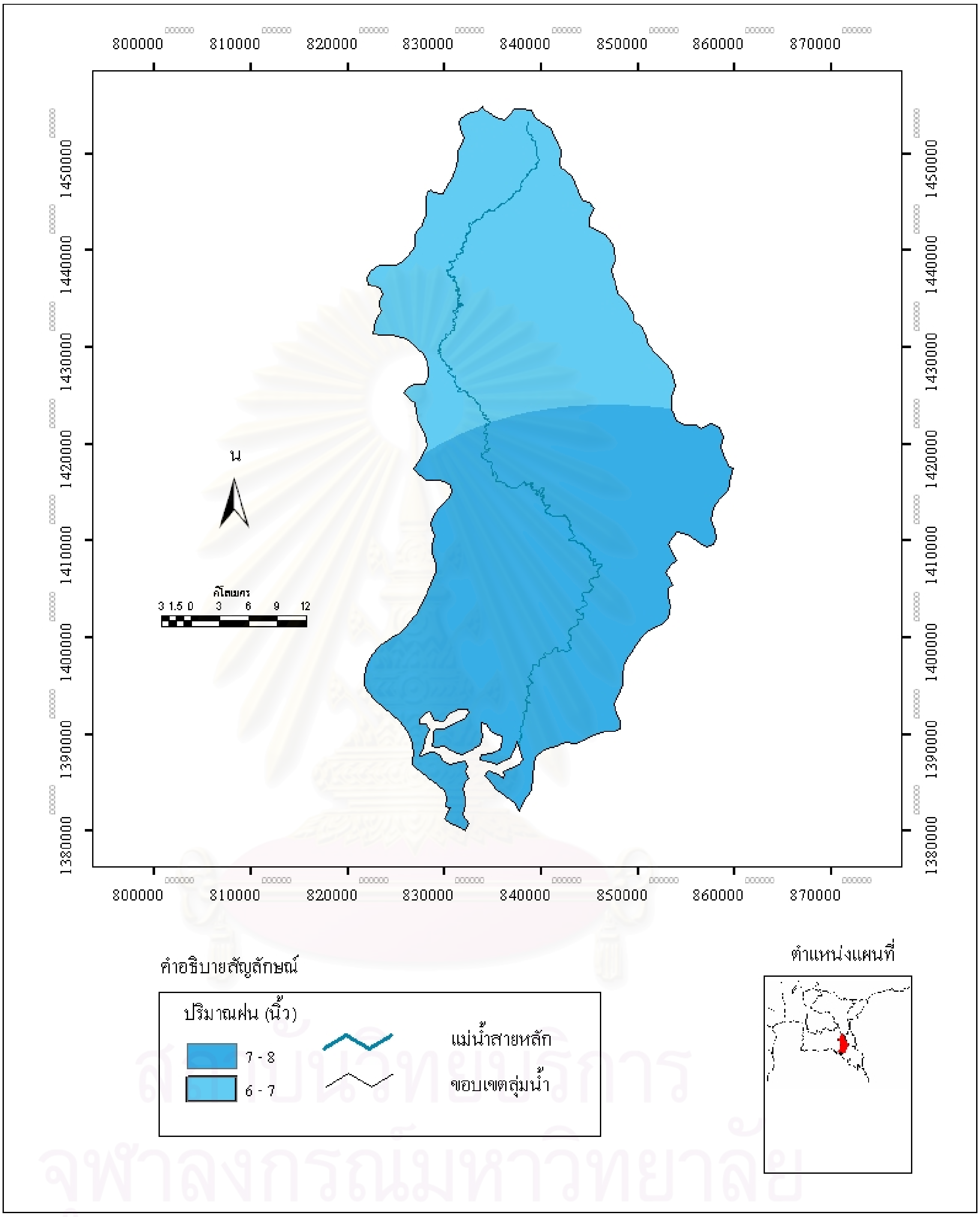


ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2541

ภาพที่ 3-30 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำจันทบุรี



ภาพที่ 3-31 แผนที่แสดงตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน น้ำท่า และระดับความสูงในลุ่มน้ำจันทบุรี



ภาพที่ 3-32 แผนที่แสดงปริมาณน้ำฝนสูงสุดเฉลี่ยในรอบ 25 ปีลุ่มน้ำจันทบุรี

3.9 ลุ่มน้ำตาปี

3.9.1 อาณาเขต

ลุ่มน้ำตาปีตั้งอยู่ระหว่างเส้นละติจูด 8 เหนือ ถึงเส้นละติจูด 9 องศา 30 ลิปดา เหนือ และระหว่าง เส้นลองติจูด 98 องศา 30 ลิปดา ตะวันออก ถึงเส้นลองติจูด 100 ตะวันออก มีพื้นที่ 1,320 ตารางกิโลเมตร (สถาบันแหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อม, 2537) (ภาพที่ 3-33)

3.9.2 ลักษณะภูมิประเทศ

ลุ่มน้ำตาปีมีต้นกำเนิดจากทิวเขาภูเก็ตและทิวเขา และทิวเขานครศรีธรรมราช ลำน้ำหลักแยกจากกัน 2 สาย คือ ซึ่งประกอบด้วย คลองจันดี คลองสินปูน และคลองอิปันเป็นลำน้ำสาขา ลำน้ำ อีกสายประกอบด้วย คลองสก คลองพระแสง และคลองพุมดวง ลำน้ำทั้งสองสายไหลมาบรรจบกันที่อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานีแล้วไหลลงสู่อ่าวไทย ลุ่มน้ำตาปี (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2541) (ภาพที่ 3-33)

3.9.3 การใช้ประโยชน์ที่ดิน

ตารางที่ 3-9 ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำตาปี (ภาพที่ 3-34)

จำแนกตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	คิดเป็นร้อยละของพื้นที่
นาข้าว	444.51	3.37
นาข้าวและไม้ยืนต้น	0.3	0.01
พื้นที่ชุมชน สิ่งปลูกสร้าง และไม้ผล	50.26	0.38
พื้นที่ชุมชน สิ่งปลูกสร้างและไม้ยืนต้น	0.34	0.01
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	154.59	1.17
พื้นที่เบ็ดเตล็ด	650.56	4.93
พื้นที่ป่าไม้	4088.06	30.97
ไม้ผล	396.42	3
ไม้ผลและพื้นที่เบ็ดเตล็ด	0.53	0.01
ไม้ยืนต้น	7400.93	56.07
ไม้ยืนต้นและพื้นที่ป่าไม้	3.58	0.03
ไม้ยืนต้นและไม้ผล	8.47	0.06
สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	0.98	0.01

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2541

3.9.4 สภาพฝน

ลุ่มน้ำตาปีได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดผ่านอ่าวไทย และลมมรสุม ตะวันออกเฉียงใต้จากมหาสมุทรอินเดีย ภาพที่ 3-36 ทิศทางและช่วงเวลาพายุและลมมรสุมในประเทศไทยจึงมีช่วงฤดูฝนยาวนานระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมกราคม มีปริมาณฝนตกเฉลี่ยทั้งปีประมาณ 1,910.4 มิลลิเมตร โดยมีฝนตกมากที่สุดในเดือนตุลาคมมีค่าเฉลี่ยประมาณ 276.9 มิลลิเมตรภาพที่ 3-36 แผนที่แสดงปริมาณน้ำฝนสูงสุดในรอบ 25 ปีลุ่มน้ำตาปี มีฝนตกน้อยที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์มีค่าเฉลี่ยประมาณ 24.1 มิลลิเมตร

ลุ่มน้ำตาปี มีสถานีวัดน้ำฝนทั้งสิ้น 3 สถานี (ภาพที่ 3-35) ที่มีการวัดน้ำฝนได้แก่ สุราษฎร์ธานี ป่าซาง ฉวาง ทำการวัดน้ำฝนวันละ 1 ครั้ง ตอนกลาง ตอนกลางและทิศเหนือ

3.9.5 ระบบแม่น้ำและโครงการชลประทาน

3.9.5.1 แหล่งน้ำที่สำคัญบริเวณลุ่มน้ำ

1) ลุ่มน้ำสาขาคลองพุมดวงตอนล่างพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นเทือกเขาสูง อยู่ทางทิศตะวันตกและเหนือซึ่งเป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร เทือกเขาทอดเป็นแนวเหนือใต้ พื้นที่ด้านตะวันออกและใต้เป็นพื้นที่ราบและที่ดอน ลำน้ำคลองพุมดวงสายหลักไหลจากทิศตะวันตกไปสู่ทิศตะวันออก ส่วนลำน้ำคลองยันไหลจากทิศเหนือลงสู่ทิศใต้ แล้วบรรจบกับคลองพุมดวงสายหลัก

2) ลุ่มน้ำสาขาคลองพระแสงพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นเทือกเขาสูงชัน ซึ่งเป็นแหล่งต้นน้ำลำธารโดยมีคลองพระแสงเป็นสายหลัก มีพื้นที่ราบเล็กน้อยบริเวณปลายลำน้ำและริมฝั่งคลอง ลำน้ำไหลจากทิศเหนือลงสู่ทิศใต้แล้วไหลไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ลงสู่คลองพุมดวงสายหลัก

3) ลุ่มน้ำสาขาคลองศก พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นเทือกเขาสูงชัน อยู่ทางทิศตะวันตกของพื้นที่ซึ่งเป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร ทางทิศตะวันออกเป็นพื้นที่ดอนและที่ราบลุ่ม ลำน้ำสายหลักได้แก่ คลองศกไหลจากทิศตะวันตกไปทางทิศตะวันออก และคลองพนมไหลจากทิศใต้ไปทางทิเหนือบรรจบกับคลองศกแล้วไหลลงสู่คลองพุมดวงสายหลัก

3.9.5.2 โครงการชลประทาน

1) โครงการขนาดกลาง จำนวน 1 โครงการ ได้แก่ อ่างเก็บน้ำบางทรายนวล เป็น เพื่อกักเก็บน้ำไว้ใช้ในการอุปโภคบริโภค และเพื่อการเกษตรโดยอ่างเก็บน้ำมีความจุ 2.20 ล้านลูกบาศก์เมตร มีระบบท่อส่งน้ำเพื่อช่วยเหลือพื้นที่เพาะปลูกได้ประมาณ 3,000 ไร่

2) โครงการขนาดเล็ก จำนวน 13 โครงการ ประกอบด้วย ลุ่มน้ำสาขาคลองพุมดวงตอนล่าง จำนวน 7 แห่ง พื้นที่ได้รับประโยชน์ 12,000 ไร่ ลุ่มน้ำสาขาคลองพระแสงจำนวน 1

แห่ง พื้นที่ได้รับประโยชน์ 1,500 ไร่ และลุ่มน้ำสาขาคลองศก จำนวน 5 แห่ง พื้นที่ได้รับประโยชน์ 1,630 ไร่

3) เขื่อนรัชประภา เป็นเขื่อนที่การไฟฟ้าฝ่ายผลิตสร้างปิดกั้นลำน้ำคลองแสงที่บ้านเชี่ยว ตำบลเขาพัง อำเภอบ้านตาขุน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ความจุ 5,638,8 ล้านลูกบาศก์เมตร พื้นที่อ่างเก็บน้ำ 185 ตารางกิโลเมตร เป็นเขื่อนอเนกประสงค์ซึ่งสามารถใช้ประโยชน์ได้ดังนี้คือ การชลประทาน การผลิตไฟฟ้า การประมง และแก้ไขน้ำเสียและผลักดันน้ำเค็ม

4) โครงการเขื่อนพักน้ำบ้านน้ำหัก เป็นโครงการชลประทานขนาดใหญ่ตั้งอยู่บ้านน้ำหัก ตำบลกุกใต้ อำเภอคีรีรัฐนิคม ลุ่มน้ำสาขาคลองพระแสง เพื่อช่วยเหลือพื้นที่การเพาะปลูกประมาณ 250,000 ไร่ และการเพาะปลูกในฤดูแล้งได้ 46,000 ไร่ มีพื้นที่ชลประทาน 140,794 ไร่ และความจุ 1,002.30 ล้านลูกบาศก์เมตร

5)โครงการอ่างเก็บน้ำคลองสีสุก เป็นโครงการชลประทานขนาดกลาง ตั้งอยู่ตำบลคลองชะอุ่น อำเภอพนม ลุ่มน้ำสาขาคลองศก โดยสามารถส่งน้ำให้สวนไม้ผล ไม้ยืนต้นตลอดปี 18,000 ไร่ และส่งน้ำให้พืชไร่ในฤดูแล้ง 2,500 ไร่ ความจุ 28.60 ล้านลูกบาศก์เมตร

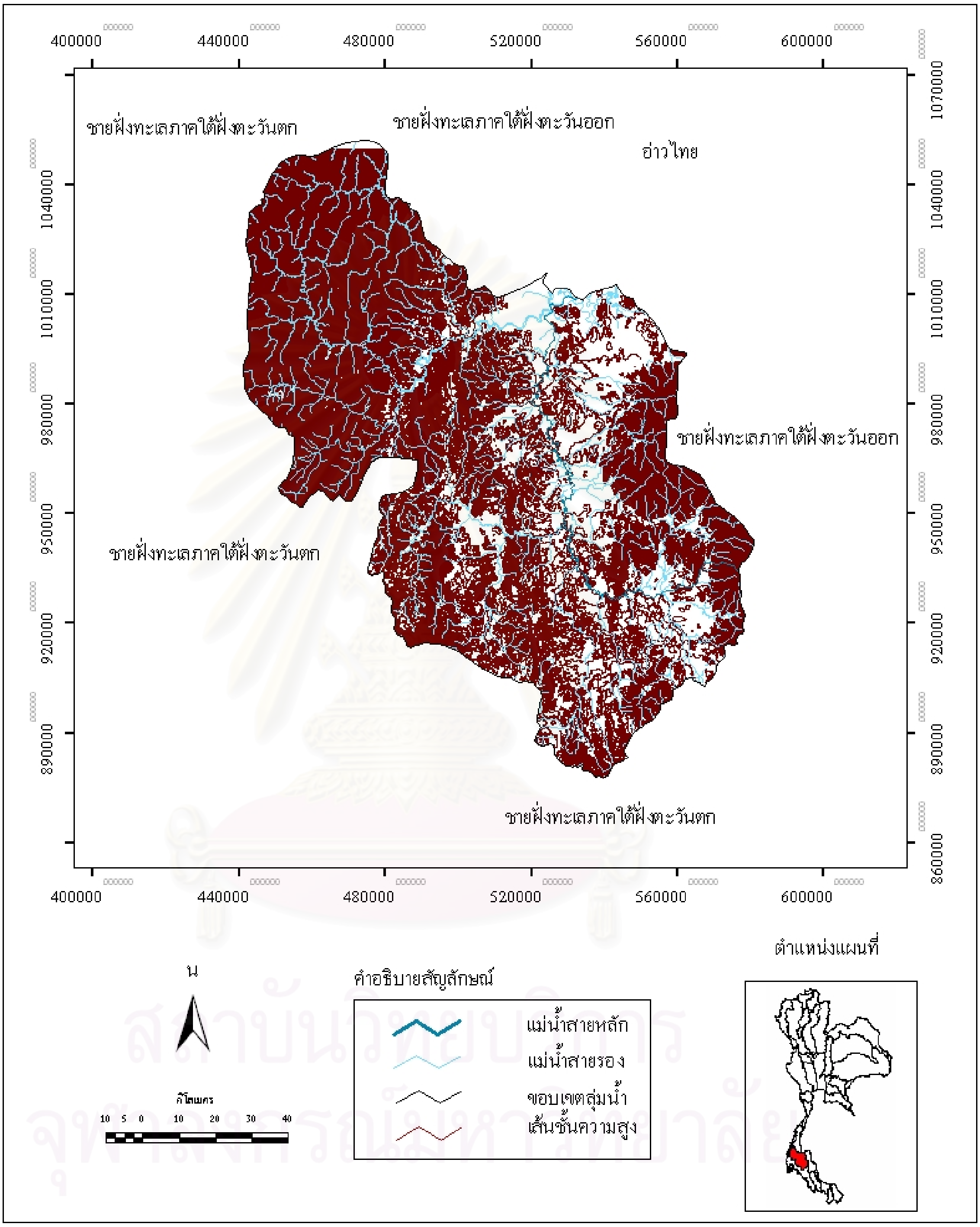
3.9.6 ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับแหล่งน้ำ

3.9.6.1 ความต้องการใช้น้ำเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากประชากรเพิ่มขึ้น และพื้นที่ที่ใช้ทำการเกษตรเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน แต่แหล่งน้ำมีจำกัด

3.9.6.2 การขาดแคลนทรัพยากรน้ำและภาวะน้ำท่วม ปัญหานี้เกิดจากความไม่สม่ำเสมอของปริมาณน้ำในแต่ละช่วงของปี ปริมาณน้ำท่า เนื่องจากแหล่งเก็บกักน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติมีไม่เพียงพอ และบางปีฝนตกหนักเกิดอุทกภัย ก่อให้เกิดความเสียหายรุนแรง

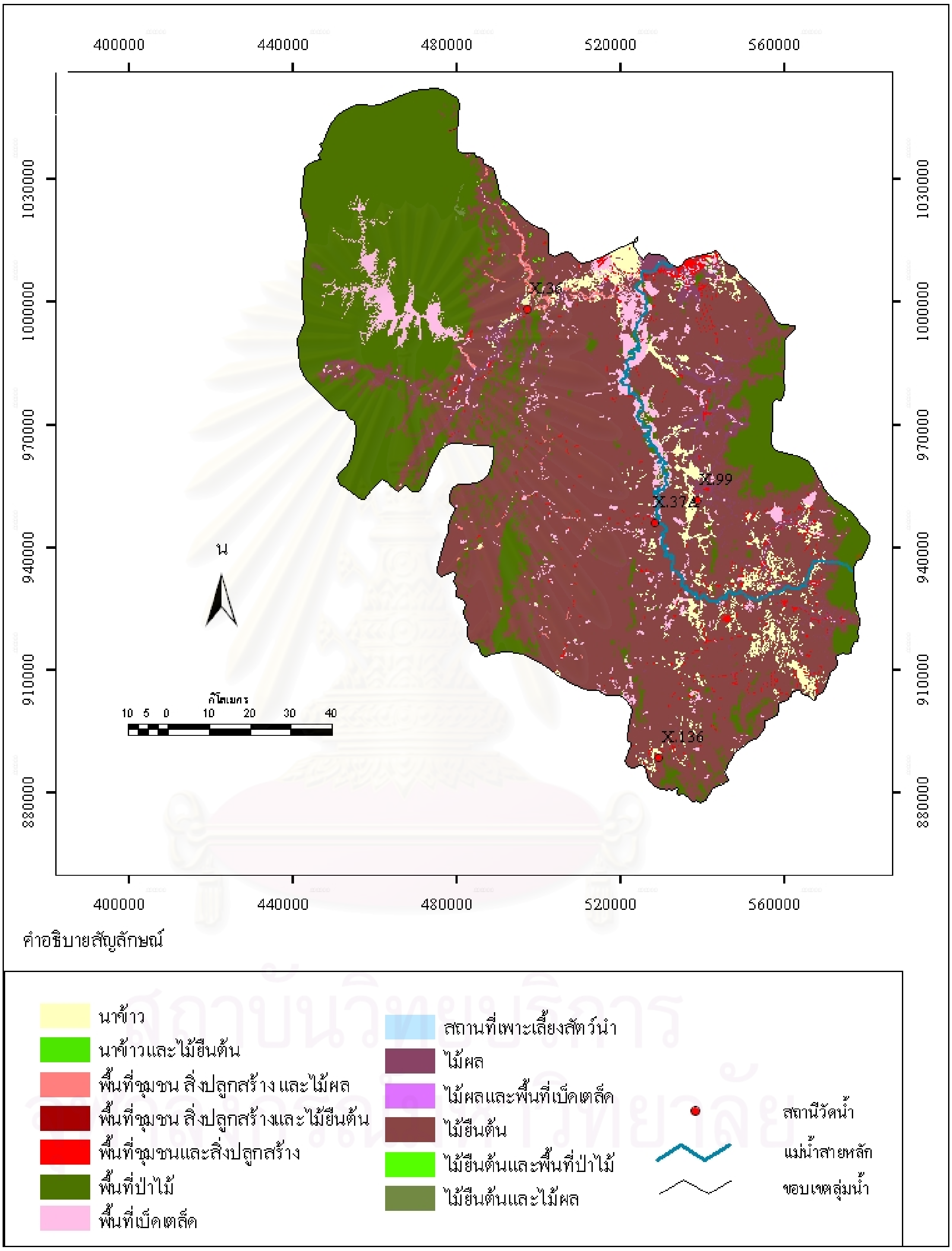
3.9.6.3 ความเสื่อมโทรมของแหล่งเก็บกักน้ำ เป็นปัญหาอันเกิดจากแหล่งน้ำตื้นเขิน ทำให้ความสามารถในการเก็บกักน้ำลดน้อยลง และเกิดผลกระทบต่อเนื่อง ทำให้คุณภาพเสื่อมโทรมจนไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ

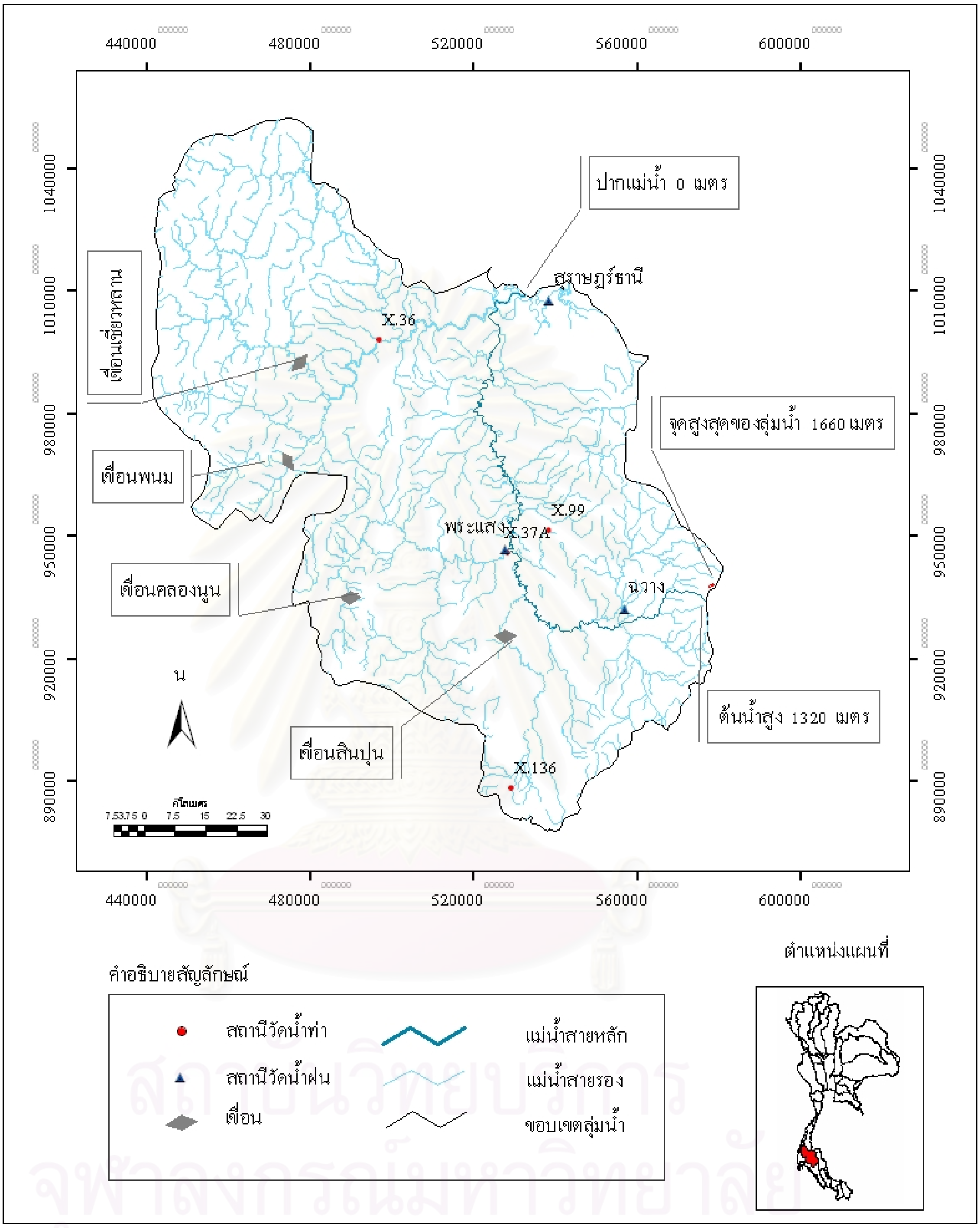
ภาพที่ 3-33 ลักษณะภูมิประเทศลุ่มน้ำตาปี



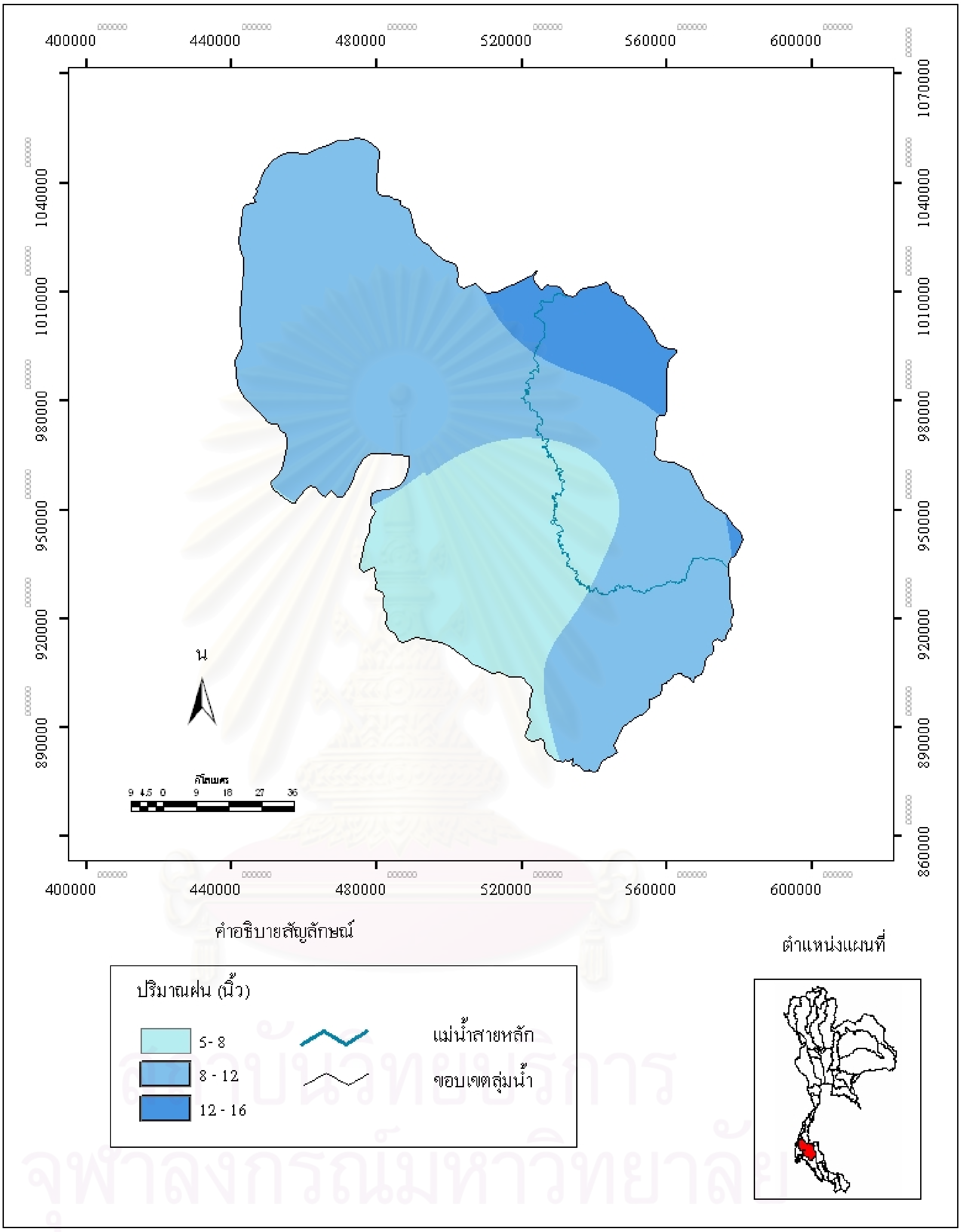
ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2541

ภาพที่ 3-34 แผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำตาปี

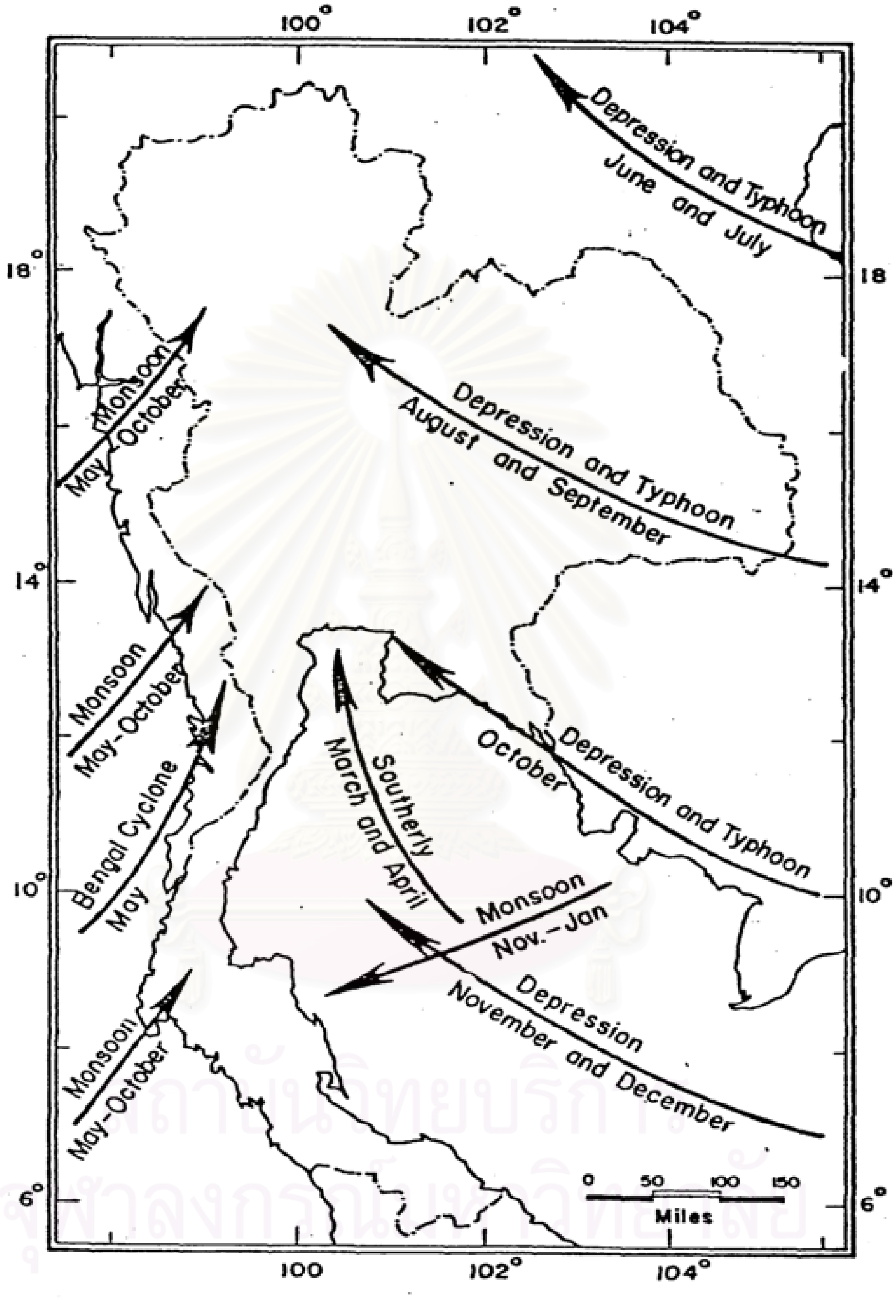
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 3-35 แผนที่แสดงตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน น้ำท่า และระดับความสูงในลุ่มน้ำตาปี



ภาพที่ 3-36 แผนที่แสดงปริมาณน้ำฝนสูงสุดเฉลี่ยในรอบ 25 ปีลุ่มน้ำตาปี



(Bhuiyan, Abdur Rahman, cited in Patramai,1973)

ภาพที่ 3-37 ทิศทางและช่วงเวลาพายุและลมมรสุมในประเทศไทย

บทที่ 4

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยกำหนดวัตถุประสงค์ไว้ 2 ข้อ ได้แก่ เพื่อวิเคราะห์ลักษณะทางพื้นที่ของปริมาณน้ำของแม่น้ำในประเทศไทยและเพื่อสร้างสมการความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำสูงสุดกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้แบ่งขั้นตอนการศึกษาออกเป็น 3 ขั้น

4.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ข้อมูลและแหล่งข้อมูล (Data and data source) ในการวิจัย เป็นข้อมูลเกี่ยวกับลุ่มน้ำ 9 ลุ่มน้ำ ได้แก่

4.1.1 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

1) ตำแหน่งของสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่ศึกษา 26 จุด

2) ปริมาณน้ำฝนรายวัน 30 ปี ระหว่างปี พ.ศ. 2518 – 2547

3) ข้อมูลที่เก็บอยู่ในรูปแบบ .txt ของ Notepad แปลงให้เป็น .xls ของ Excel

4) แปลงข้อมูลตำแหน่งของสถานีวัดน้ำฝนจากพิกัดภูมิศาสตร์เป็นพิกัด UTM

4.1.2 ข้อมูลอุทกวิทยา

1) ตำแหน่งของสถานีวัดน้ำท่า 64 แห่ง

2) ปริมาณน้ำท่ารายวัน (Daily Discharge) ระหว่างปี พ.ศ. 2527 – 2547 (กรมชลประทาน)

3) ปริมาณน้ำท่ารายปี (Annual Discharge) ระหว่างปี พ.ศ. 2527 – 2547 (กรมชลประทาน)

4) ปริมาณน้ำท่าสูงสุดรายปี (Annual Maximum Discharge) ระหว่างปี พ.ศ. 2527 – 2547 (กรมชลประทาน)

5) เก็บเข้าปริมาณน้ำท่าสู่คอมพิวเตอร์ข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบ DAT จะถูกแปลงให้อยู่ในรูปแบบของ Notepad (*.txt) และแปลงให้อยู่ในรูปแบบของ ซอฟต์แวร์ Microsoft Excel

6) แปลงตำแหน่งของสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่ศึกษาจากพิกัดภูมิศาสตร์เป็นพิกัด UTM

7) พื้นที่ลุ่มน้ำ (Drinage Area) ในแต่ละสถานีวัดน้ำของลุ่มน้ำ (กรมชลประทาน)

8) ข้อมูลของวันที่เริ่มเกิดภัยแล้งในแต่ละจังหวัด พ.ศ. 2546 – 2547 (สำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณะภัย)

4.1.3 แผนที่ภูมิประเทศ ลำดับชุด L 7017 มาตราส่วน 1 : 50,000 (กรมแผนที่ทหาร)

4.1.4 แผนที่ขอบเขตลุ่มน้ำ สำนักสำรวจดิน และวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งเป็นข้อมูลที่จัดเก็บในรูปแบบ Shapefile ของโปรแกรม Arc View

4.1.5 แผนที่แสดงตำแหน่งสถานีวัดน้ำท่าและขอบเขตลุ่มน้ำ มาตราส่วน 1 : 2,000,000 (สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ กรมชลประทาน)

4.1.6 แผนที่การใช้ที่ดิน (Digital landuse map) มาตราส่วน 1 : 50,000 รวบรวมข้อมูลโดยกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2541 และ พ.ศ. 2544

4.1.7 แผนที่เส้นชั้นความสูง และเส้นแม่น้ำเชิงเลข มาตราส่วน 1 : 50,000 (กรมควบคุมมลพิษ) และมาตราส่วน 1: 250,000 สำนักงานสารสนเทศ กระทรวงมหาดไทย

4.1.8 แผนที่ขอบเขตตำบล มาตราส่วน 1 : 50,000 (สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย)

4.2 สรุปการวิเคราะห์ข้อมูล

ตาราง 4.1 สรุปการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยนี้ โดยจำแนกตามประเภทของข้อมูล ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ข้อมูลลักษณะภูมิประเทศ ข้อมูลปริมาณน้ำท่า และข้อมูลปริมาณน้ำท่ากับตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลปริมาณฝน	
ปริมาณฝนรายเดือน	ปริมาณฝนรายปี
↓	↓
สถิติฝนเปรียบเทียบระหว่างลุ่มน้ำ	ปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย
	↓
	1. แผนที่น้ำฝนเท่า 2. แผนที่สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลปริมาณน้ำท่ากับตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

1. ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย
2. ค่าความลาดชันของท้องน้ำ
3. พื้นที่ลุ่มน้ำ
4. ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของลุ่มน้ำ

↓

สมการถดถอย แสดงความสัมพันธ์
ของปริมาณน้ำท่ารายปีกับตัวแปร

4.3 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

4.3.1 การสร้างแผนที่เส้นน้ำฝนเท่า ใช้ข้อมูลน้ำฝนรายปีเฉลี่ย 30 ปี (พ.ศ. 2518 - พ.ศ. 2547) จากตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนเป็นค่าละติจูด ลองจิจูด ได้แปลงเป็นพิกัดยูทีเอ็ม 81 แห่ง แล้วใช้โปรแกรม ArcGIS ในการสร้างเส้นน้ำฝนเท่า โดยใช้วิธีการประมาณค่าในช่วงแบบ Kriging ซึ่งมีมีวิธีการดังนี้

1) เรียก Extension มาใช้โดย View ⟶ Toolbars ⟶ 3D Aanalyst

2) ทำการ Interpolate to Raster เลือกคำสั่ง Kriging จะปรากฏกล่องข้อความ Kriging โดยเลือกดังนี้ (ภาพที่ 4-1 ถึง 4-2)

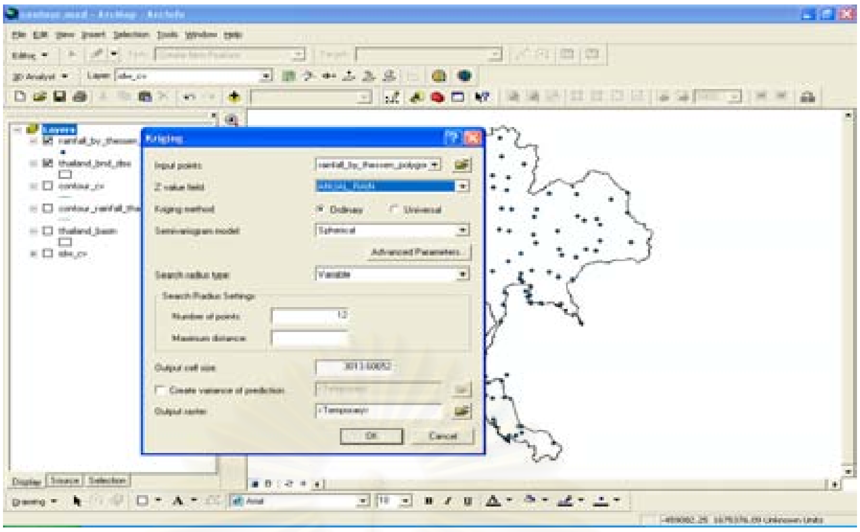
Input point : เป็นตำแหน่งสถานีวันดน้ำฝน

Z value field : ปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย 30 ปี

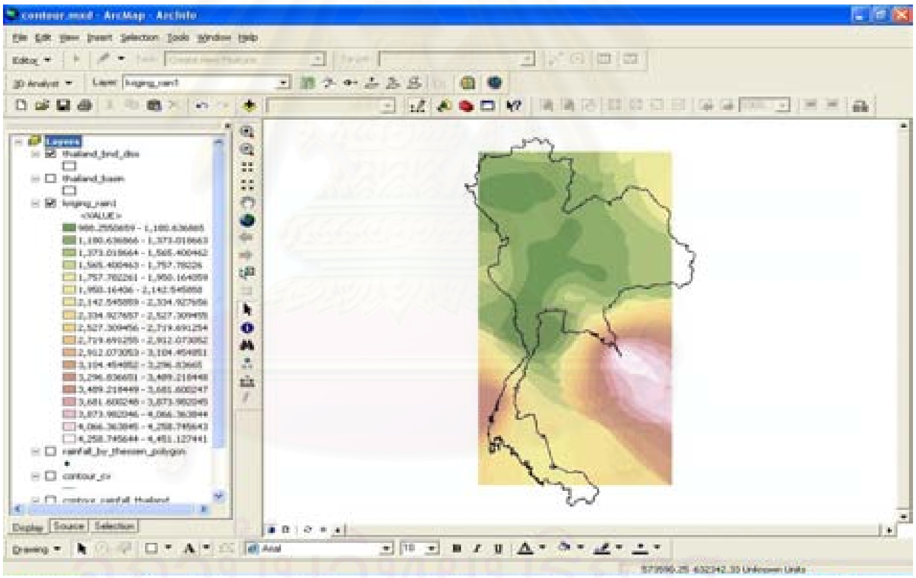
Semivariogrammodel : Spherical

Search radius type : Variable

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



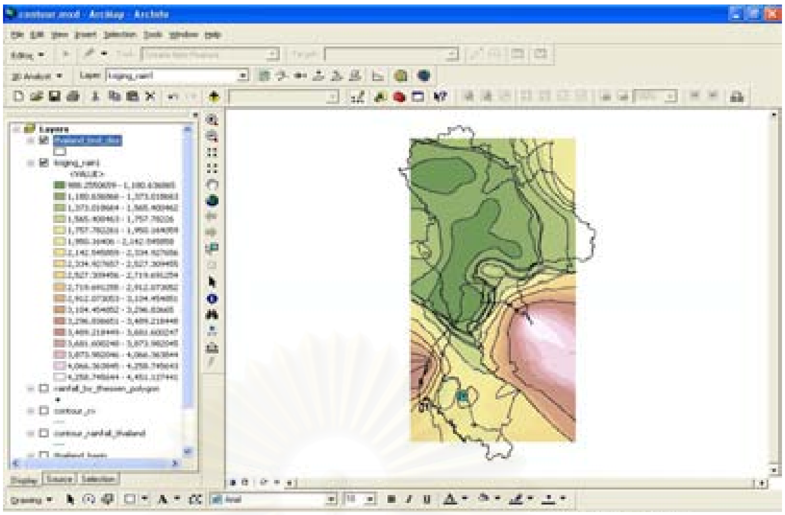
ภาพที่ 4-1 วิธีการประมาณค่าในช่วงแบบ Kriging



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 4-2 ผลจากการใช้วิธีการประมาณค่าในช่วงแบบ Kriging

3) สร้างเส้นชั้นความสูงโดยเลือกคำสั่ง Create Contour สร้างเส้นชั้นความสูง ดิจิไทซ์ (Digitize) เพิ่มเติมในส่วนที่ขาดหายไป จาก ArcToolbox ใช้คำสั่ง Feature to Polygon และทำเป็นแผนที่ (ภาพที่ 4-3)



ภาพที่ 4-3 สร้างเส้นชั้นความสูงโดยเลือกคำสั่ง Creat Contour

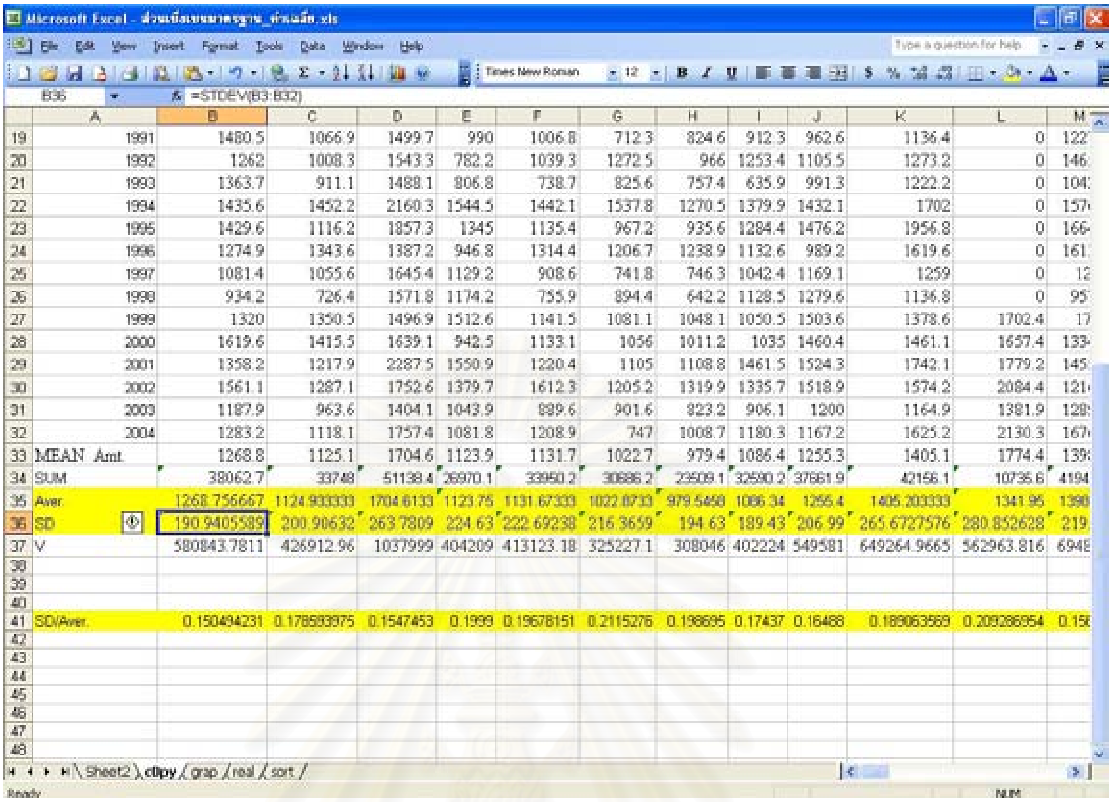
4.3.2 การสร้างแผนที่แสดงสัมประสิทธิ์ความแปรผัน สูตรสัมประสิทธิ์ความแปรผันได้แก่

$$C.V. = \frac{\text{ค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน}}{\text{ค่าเฉลี่ย}} \times 1000$$

หลังจากนั้นสร้างเส้นสัมประสิทธิ์ความแปรผันด้วยโปรแกรม ArcGIS ใช้วิธีการประมาณค่าแบบ IDW ซึ่งมีมีวิธีการดังนี้

1) ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปี 30 ปี 81 แห่ง เขียนสูตรในโปรแกรม Microsoft Excel เพื่อคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าเฉลี่ย (ภาพที่ 4-4)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
19	1991	1480.5	1066.9	1499.7	990	1006.8	712.3	824.6	912.3	962.6	1136.4	0	122
20	1992	1262	1008.3	1543.3	782.2	1039.3	1272.5	966	1253.4	1105.5	1273.2	0	146
21	1993	1363.7	911.1	1488.1	806.8	738.7	825.6	757.4	635.9	991.3	1222.2	0	104
22	1994	1435.6	1452.2	2160.3	1544.5	1442.1	1537.8	1270.5	1379.9	1432.1	1702	0	157
23	1995	1429.6	1116.2	1857.3	1345	1135.4	967.2	935.6	1284.4	1476.2	1956.8	0	166
24	1996	1274.9	1343.6	1387.2	946.8	1314.4	1206.7	1238.9	1132.6	989.2	1619.6	0	161
25	1997	1081.4	1055.6	1645.4	1129.2	908.6	741.8	746.3	1042.4	1169.1	1259	0	12
26	1998	934.2	726.4	1571.8	1174.2	755.9	894.4	642.2	1128.5	1279.6	1136.8	0	95
27	1999	1320	1350.5	1496.9	1512.6	1141.5	1081.1	1048.1	1050.5	1503.6	1378.6	1702.4	17
28	2000	1619.6	1415.5	1639.1	942.5	1133.1	1056	1011.2	1035	1460.4	1461.1	1657.4	133
29	2001	1358.2	1217.9	2287.5	1550.9	1220.4	1105	1108.8	1461.5	1524.3	1742.1	1779.2	145
30	2002	1561.1	1287.1	1752.6	1379.7	1612.3	1205.2	1319.9	1335.7	1518.9	1574.2	2084.4	121
31	2003	1187.9	963.6	1404.1	1043.9	889.6	901.6	823.2	906.1	1200	1164.9	1381.9	128
32	2004	1283.2	1118.1	1757.4	1081.8	1208.9	747	1008.7	1180.3	1167.2	1625.2	2130.3	167
33	MEAN Amt.	1268.8	1125.1	1704.6	1123.9	1131.7	1022.7	979.4	1086.4	1255.3	1405.1	1774.4	139
34	SUM	38062.7	33748	51138.4	26970.1	33950.2	30686.2	23509.1	32590.2	37661.9	42156.1	10736.6	4194
35	Aver.	1268.756667	1124.933333	1704.6133	1123.75	1131.67333	1022.8733	979.5458	1086.34	1255.4	1405.203333	1341.95	1390
36	SD	190.9405589	200.90632	263.7809	224.63	222.69238	216.3659	194.63	189.43	206.99	265.6727576	280.852628	219
37	V	580843.7811	426912.96	1037999	404209	413123.18	325227.1	308046	402224	549581	649264.9665	562963.816	6948
41	SD/Aver.	0.150494231	0.178583975	0.1547453	0.1999	0.19678151	0.2115276	0.198695	0.17437	0.16488	0.189063569	0.209286954	0.15

ภาพที่ 4-4 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าเฉลี่ยโปรแกรม Microsoft Excel

2) เรียก Extension มาใช้โดย View ⟶ Toolbars ⟶ 3D Aanalyst

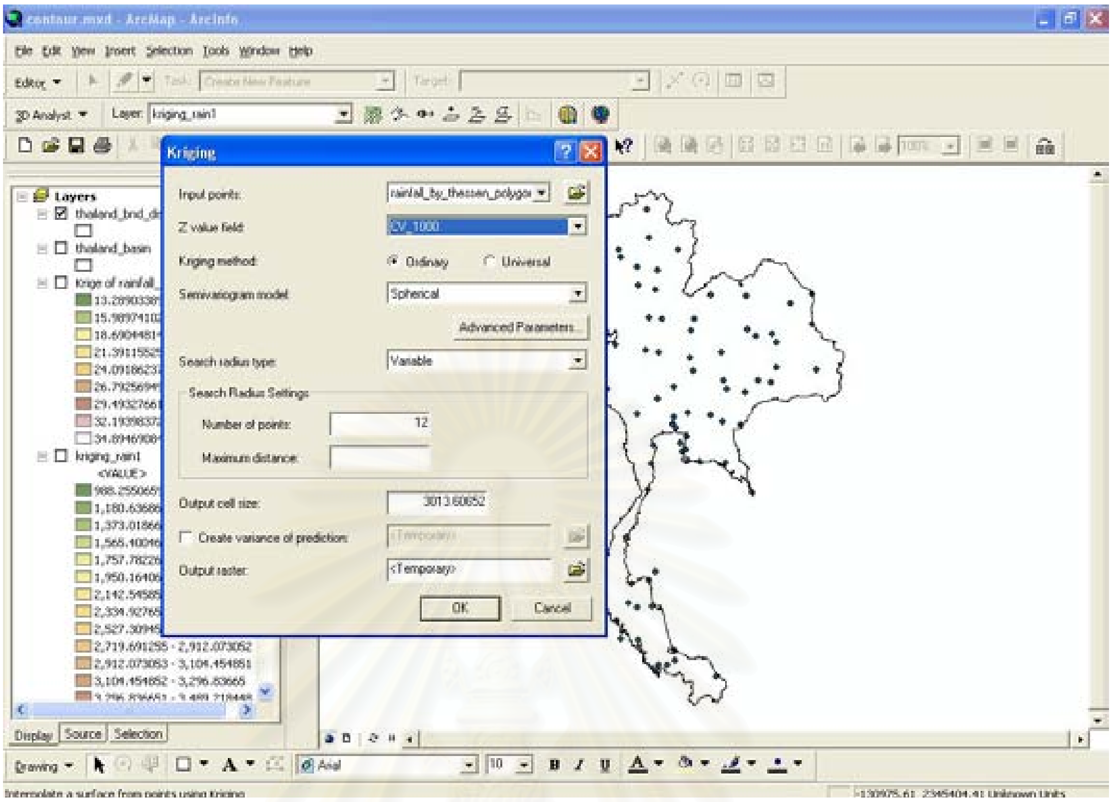
3) ทำการ Interpolate to Raster เลือกคำสั่ง Kriging จะปรากฏกล่องข้อความ Kriging โดยเลือกดังนี้ (ภาพที่ 4-5 ถึง 4-6)

Input point : เป็นตำแหน่งสถานีวันดน้ำฝน

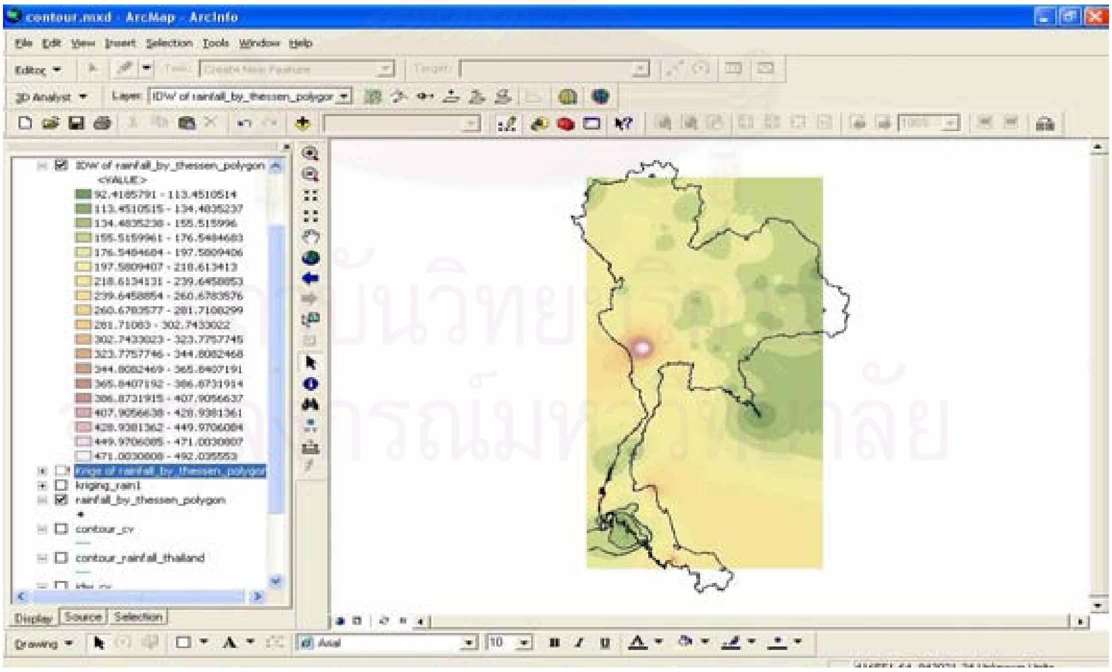
Z value field : สัมประสิทธิ์ความแปรปรวน

Semivariogrammodel : Spherical

Search radius type : Variable

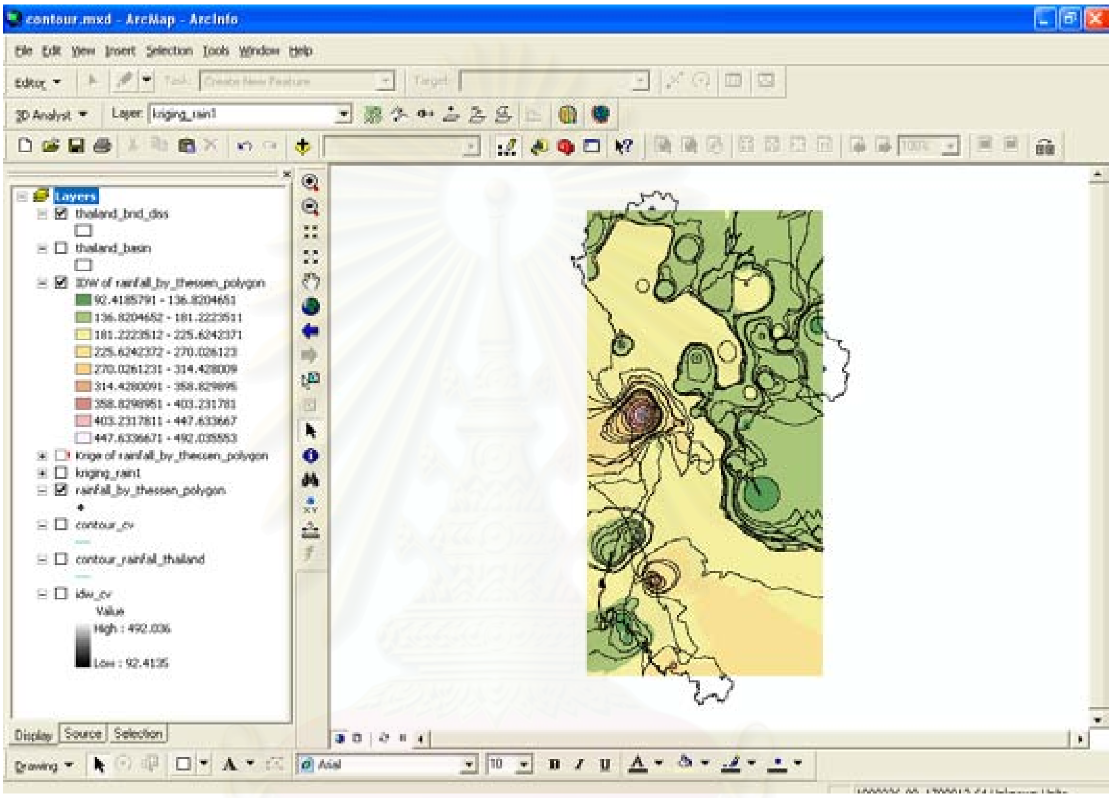


ภาพที่ 4-5 วิธีการประมาณค่าแบบ IDW



ภาพที่ 4-6 ผลจากการใช้วิธีการประมาณค่าในช่วงแบบ IDW

3) สร้างเส้นชั้นความสูงโดยเลือกคำสั่ง Create Contour สร้างเส้นชั้นความสูง ดิจิไทซ์ (Digitize) เพิ่มเติมในส่วนที่ขาดหายไป จาก ArcToolbox ใช้คำสั่ง Feature to Polygon และทำเป็นแผนที่ (ภาพที่ 4-7)



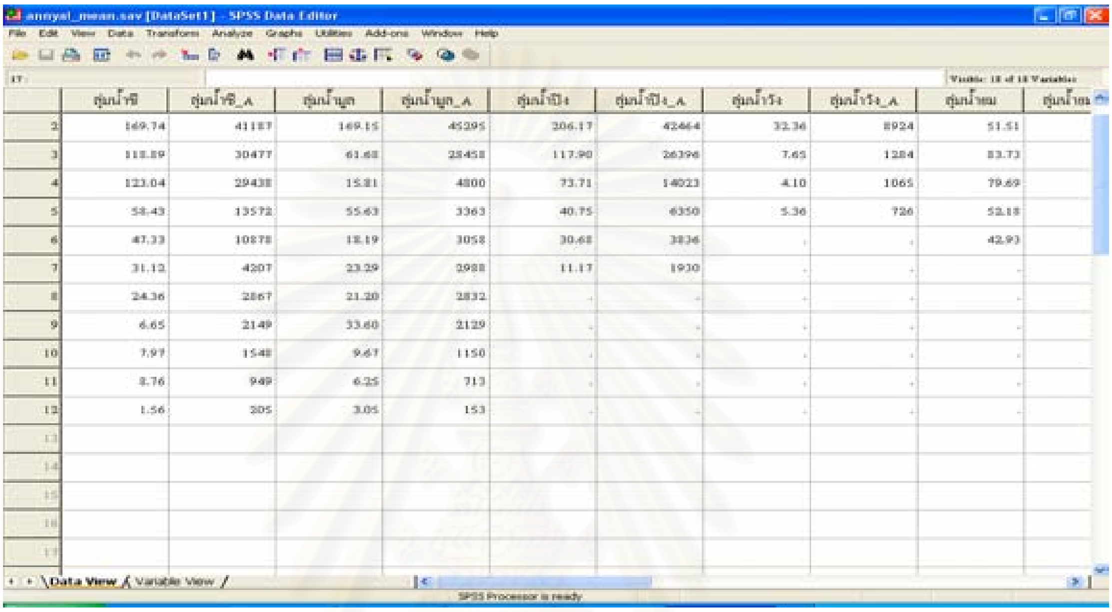
ภาพที่ 4-7 สร้างเส้นชั้นความสูงโดยเลือกคำสั่ง Creat Contour

4.3.3 คำนวณปริมาณน้ำเฉลี่ยรายปีต่อพื้นที่ลุ่มน้ำ ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำรายปี จาก พ.ศ. 2527 – 2547 ของแม่น้ำ ชี มูล ปิง วัง ยม และน่าน แม่น้ำแม่กลอง จันทบุรี และตาปี จากปริมาณน้ำของสถานีวัดน้ำท่าที่อยู่ทางล่างสุดของลุ่มน้ำ แล้วนำมาแสดงเป็นกราฟแท่ง

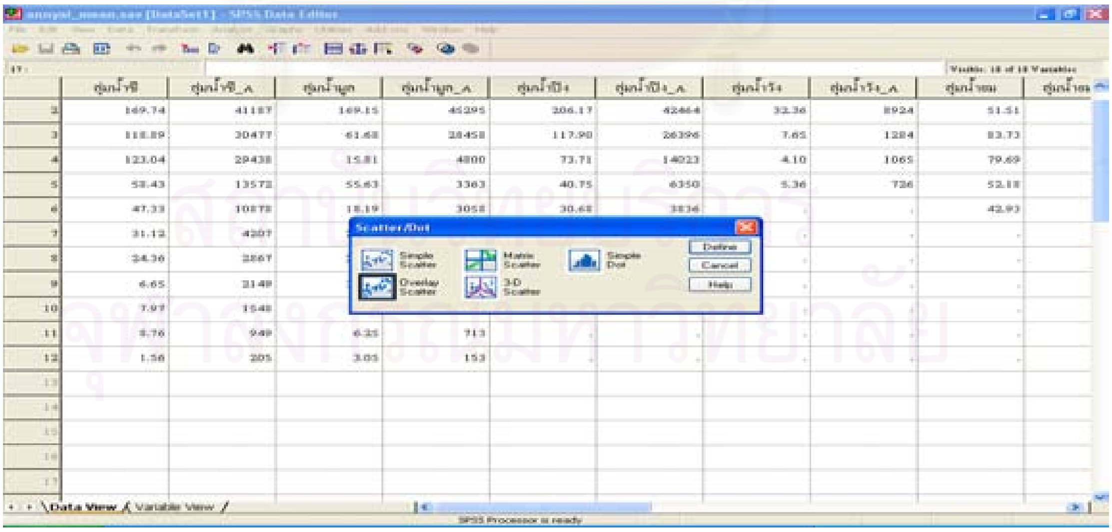
4.3.4 สร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยกับพื้นที่ลุ่มน้ำของสถานีวัดน้ำในแต่ละลุ่มน้ำ โดยแกน X และแกน Y มีมาตราส่วนแบบล็อกกาลิทึม ซึ่งมีมีวิธีการดังนี้

1) นำข้อมูลปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยกับพื้นที่ลุ่มน้ำจากโปรแกรม Microsoft Excel เข้า โปรแกรม SPSS (ภาพที่ 4-8)

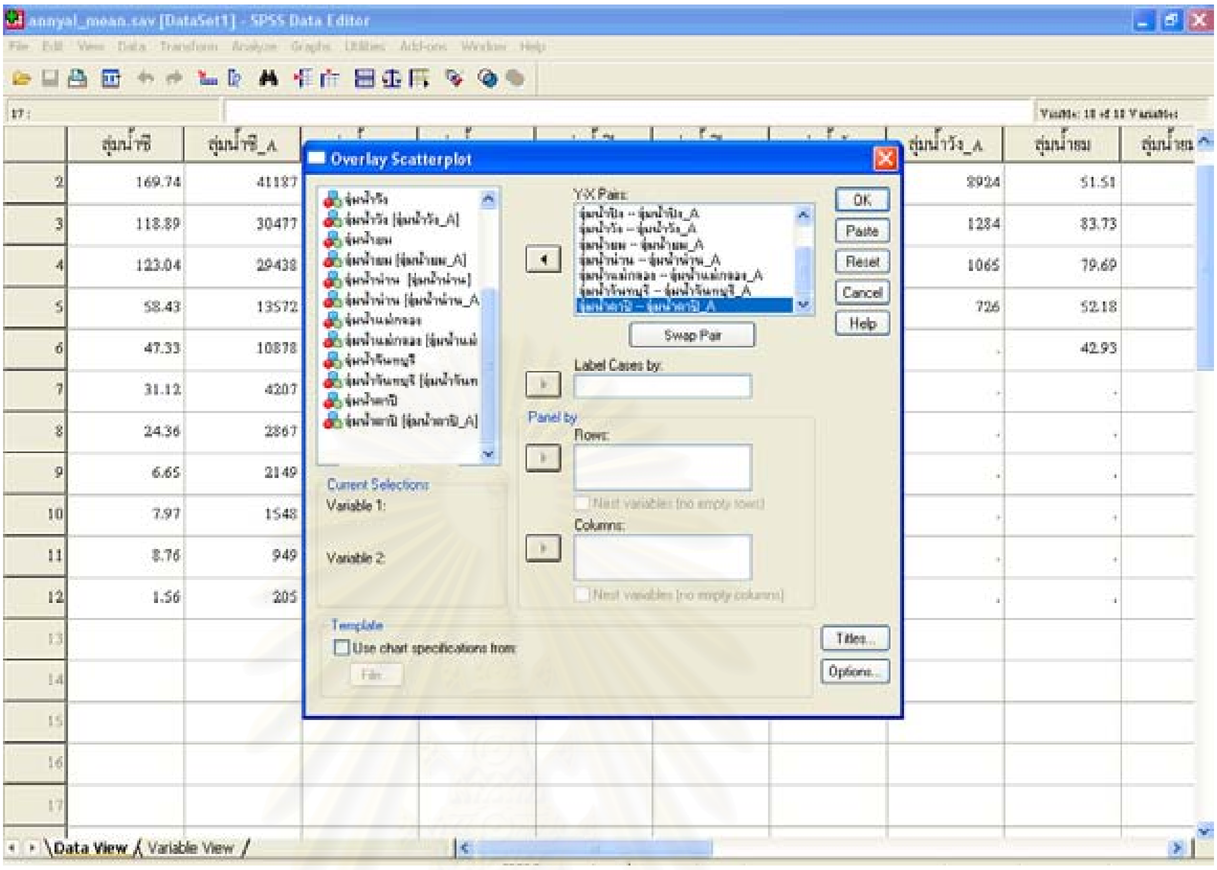
2) ทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยกับพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยเลือกเมนูคำสั่ง Graph ⟶ Interactive ⟶ Scatter/Dot เลือก Overlay Scatter ⟶ define นำข้อมูลปริมาณน้ำกับพื้นที่ลุ่มน้ำเข้า X-Y Pairs ที่ละคู่ (ภาพที่ 4-9 ถึง 4-10) ได้กราฟแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยกับพื้นที่ลุ่มน้ำ (ภาพที่ 4-11)



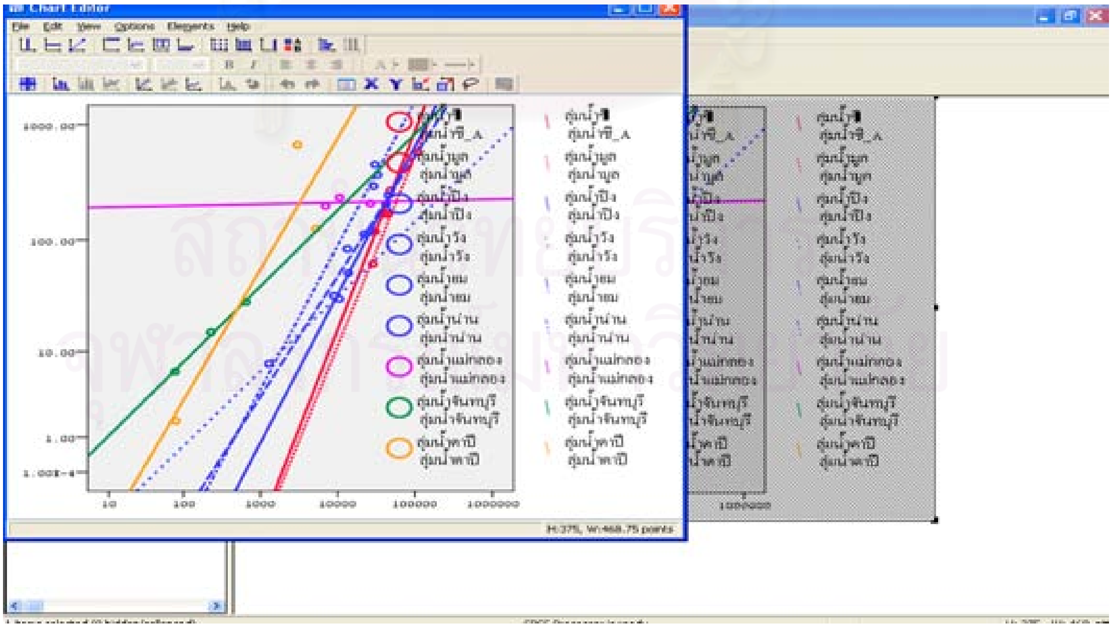
ภาพที่ 4-8 นำข้อมูลจากโปรแกรม Microsoft Excel เข้า โปรแกรม Spss



ภาพที่ 4-9 เลือกวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

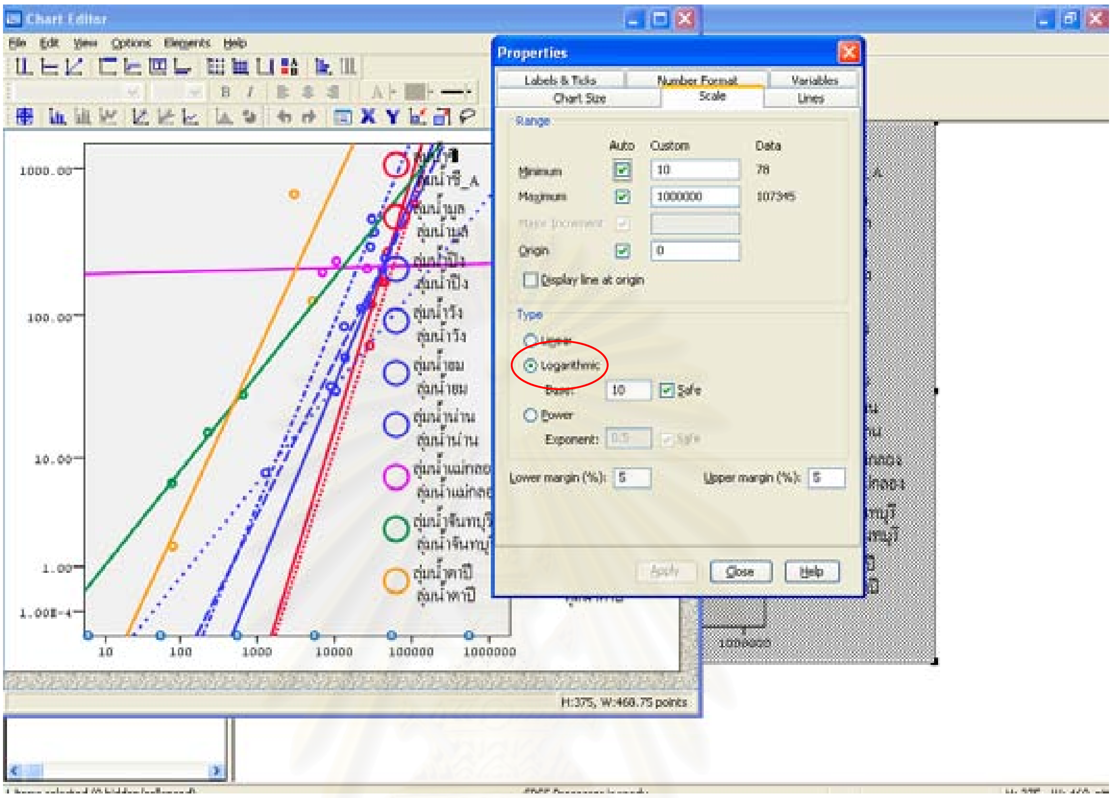


ภาพที่ 4-10 การนำข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำกับปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยเข้า X-Y Pairs



ภาพที่ 4-11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยกับพื้นที่ลุ่มน้ำ

3)เปลี่ยนเป็นมาตราส่วนแบบล็อกกาลิทึมทั้งแกน X และแกน Y (ภาพที่ 4-12)

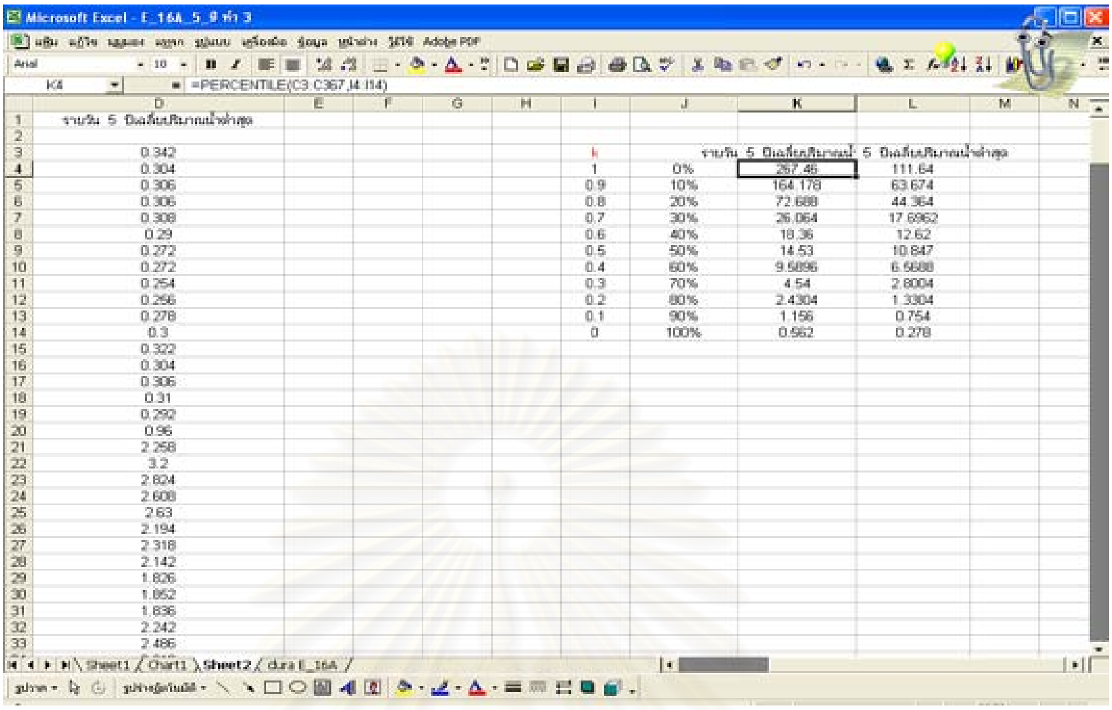


ภาพที่ 4-12 เปลี่ยนเป็นมาตราส่วนแบบล็อกกาลิทึมทั้งแกน X และแกน Y

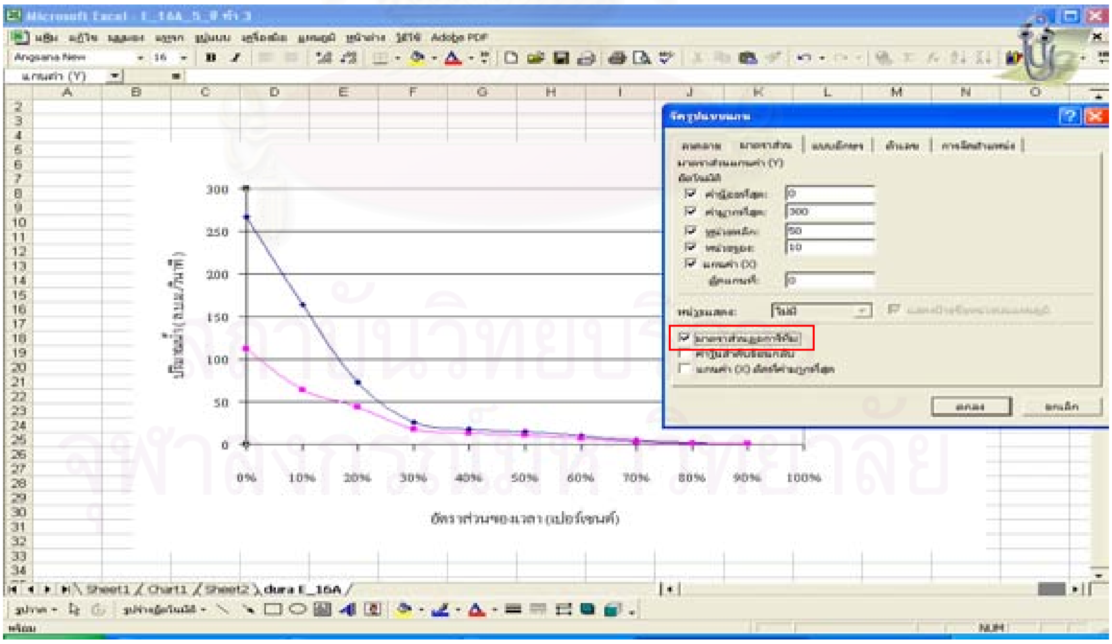
4.3.5 สร้าง Flow Duration Curve ใช้ข้อมูลค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำรายวันในปีที่มีปริมาณน้ำรายปีสูงสุด 5 ปี ปริมาณน้ำรายปีต่ำสุด 5 ปีเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย แล้วคำนวณหาสัดส่วนร้อยละของตัวอย่างที่มีค่าเท่ากับหรือมากกว่าค่านั้นๆ หลังจากนั้น นำข้อมูลทั้งสองมาพล็อตโดยให้ค่าปริมาณน้ำแสดงในมาตราส่วนล็อกกาลิทึม และค่าอัตราส่วนร้อยละเป็นมาตราส่วนแบบเลขคณิต ซึ่งมีมีวิธีการดังนี้

1) เรียงลำดับจากมากไปหาน้อยคำนวณหาสัดส่วนร้อยละ โดยการเขียนสูตรเปอร์เซ็นไทล์ โดยโปรแกรม Microsoft Excel (ภาพที่ 4-13)

2) เปลี่ยนเป็นมาตราส่วนล็อกกาลิทึม (ภาพที่ 4-14)

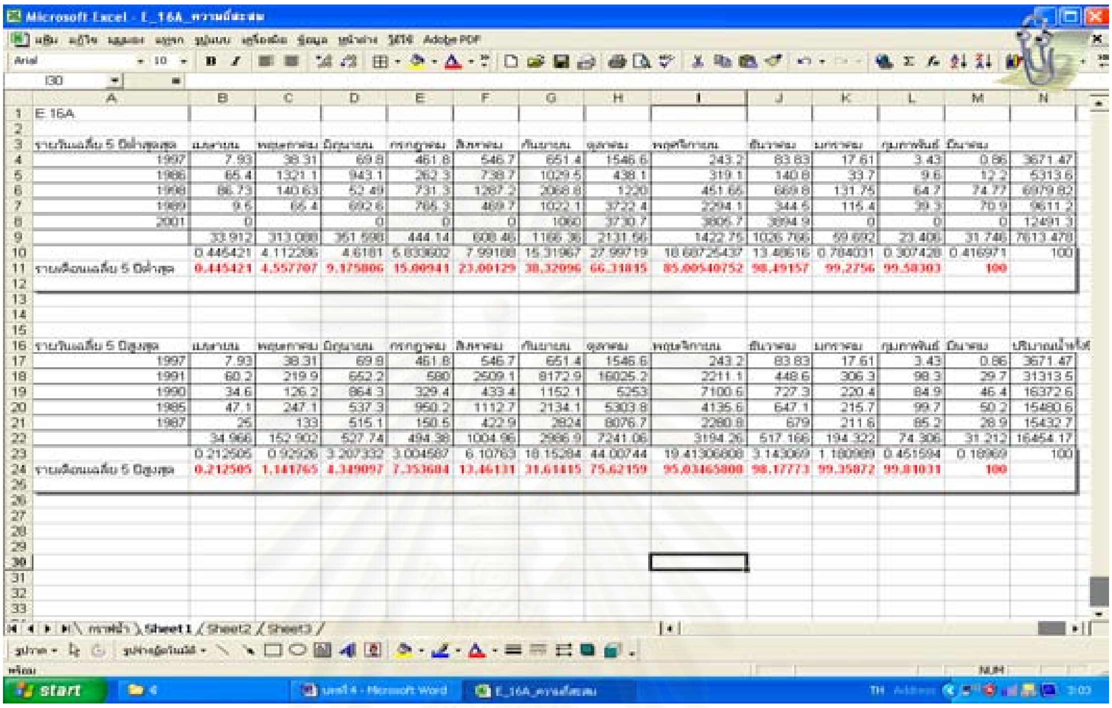


ภาพที่ 4-13 การคำนวณหาสัดส่วนร้อยละปริมาณน้ำรายวันในปีที่มีปริมาณน้ำรายปีสูงสุด 5 ปี ปริมาณน้ำรายปีต่ำสุด 5 ปี



ภาพที่ 4-14 เปลี่ยนเป็นมาตราส่วนล็อกกาลิทึม

4.3.6 การสร้างกราฟความถี่สะสมของข้อมูลปริมาณน้ำรายเดือนของปีที่มีปริมาณน้ำรายปีสูงสุด 5 ปี และปีที่มีปริมาณน้ำรายปีต่ำสุด 5 ปี ในช่วงปี พ.ศ. 2527 – 2547 (ภาพที่ 4-15)



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	E 16A													
2														
3	รายวันเฉลี่ย 5 ปีต่ำสุด	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	
4	1997	7.93	38.31	69.8	461.8	546.7	651.4	1546.6	243.2	83.83	17.61	3.43	0.86	3671.47
5	1986	65.4	1321.1	943.1	262.3	738.7	1029.5	438.1	319.1	140.8	33.7	9.6	12.2	5313.6
6	1998	86.73	140.63	52.49	731.3	1287.2	2068.8	1220	451.65	669.8	131.75	64.7	74.77	6979.82
7	1989	9.5	65.4	692.6	765.3	469.7	1022.1	3722.4	2294.1	344.5	115.4	39.3	70.9	9611.2
8	2001	0		0	0	0	1060	3730.7	3805.7	3894.9	0	0	0	12491.3
9		33.912	313.088	351.598	444.14	608.46	1166.36	2131.56	1422.75	1026.786	59.692	23.406	31.746	7613.478
10		0.445421	4.112286	4.6181	5.833602	7.99188	15.31967	27.99719	18.68725437	13.48616	0.784031	0.307428	0.416971	100
11	รายเดือนเฉลี่ย 5 ปีต่ำสุด	0.445421	4.557707	9.175806	15.00941	23.00129	38.32096	66.31815	85.00540752	98.49157	99.2756	99.58303	100	
12														
13														
14														
15														
16	รายวันเฉลี่ย 5 ปีสูงสุด	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	ปริมาณน้ำทั้งปี
17	1997	7.93	38.31	69.8	461.8	546.7	651.4	1546.6	243.2	83.83	17.61	3.43	0.86	3671.47
18	1991	60.2	219.9	652.2	580	2509.1	8172.9	16025.2	2211.1	448.6	306.3	98.3	29.7	31313.5
19	1990	34.6	126.2	864.3	329.4	433.4	1152.1	5253	7100.6	727.3	220.4	84.9	46.4	16372.6
20	1985	47.1	247.1	537.3	950.2	1112.7	2134.1	5303.8	4135.6	647.1	215.7	99.7	50.2	15480.6
21	1987	25	133	515.1	150.5	422.9	2824	8076.7	2280.8	679	211.6	85.2	28.9	15432.7
22		34.966	152.902	527.74	494.38	1004.96	2986.9	7241.06	3194.26	517.166	194.322	74.306	31.212	16454.17
23		0.212505	0.92926	3.207332	3.004587	6.10763	18.15284	44.00744	19.41306808	3.143069	1.180989	0.451594	0.18969	100
24	รายเดือนเฉลี่ย 5 ปีสูงสุด	0.212505	1.141765	4.349097	7.353684	13.46131	31.61415	75.62159	95.03465808	98.17773	99.35872	99.81031	100	

ภาพที่ 4-15 การสร้างกราฟความถี่สะสม

4.3.7 การวิเคราะห์ภาวะน้ำหลาก เนื่องจากข้อมูลน้ำหลากสูงสุดได้จากสถานีวัดน้ำที่อยู่ท้ายเขื่อนทั้งหมด ยกเว้นสถานี P.4A และ N.1 การที่ค่าเป็นปริมาณน้ำเหล่านี้ถูกควบคุมโดยเขื่อน จึงไม่สามารถนำมาใช้ในการสร้างสมการความน่าจะเป็นใดๆ ได้ ด้วยเหตุนี้เฉพาะข้อมูลสถานีเหนือเขื่อนเท่านั้นที่นำมาใช้ในการสร้างฟังก์ชั่นความหนาแน่น ความน่าจะเป็นแบบกัมเบล เพื่อคำนวณปริมาณน้ำสูงสุดรายปีที่คาบการเกิด 2 , 3 , 5 , 10 และ 25 ปี สำหรับสถานีท้ายเขื่อน ได้ค่าปริมาณน้ำสูงสุดรายปี ที่คาบการเกิดต่างๆ จากการอ่านกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณน้ำสูงสุดกับคาบการเกิดซ้ำที่ได้คำนวณจากสูตร Weibul

4.3.7.1 ฟังก์ชั่นความหนาแน่นความน่าจะเป็นแบบกัมเบล

งานวิจัยนี้เลือกใช้ทฤษฎีกัมเบล ในการวิเคราะห์ความถี่น้ำหลาก และใช้วิธีความน่าจะเป็นสูงสุด (Maximum likelibored) ในการคำนวณค่าพารามิเตอร์ของฟังก์ชั่น โดยวิธีทั้งสอง สุกฤษฎิ์ ทองบุญฤทธิ์ (2542) ได้วิเคราะห์แล้วว่าเป็นฟังก์ชั่นที่มีความเหมาะสมกับข้อมูลน้ำหลากในลุ่มน้ำปิง วัง ยม และน่าน เมื่อเทียบกับฟังก์ชั่นอื่นๆ เนื่องจากมีความเหมาะสมกับข้อมูลและมีความเสถียรเป็นอย่างดี

โปรแกรม Smada เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณค่าปริมาณน้ำที่คาบการเกิดน้ำหลากที่ความถี่ต่างๆ

4.3.7.2 สมการความถี่สะสมแบบ Weibul เป็นสมการที่ใช้ในการคำนวณความถี่สะสมของคาบการเกิดซ้ำต่างๆ ขั้นตอนมีดังนี้

1) จัดเรียงข้อมูลน้ำหลากรายปีสูงสุดจากมากไปน้อย

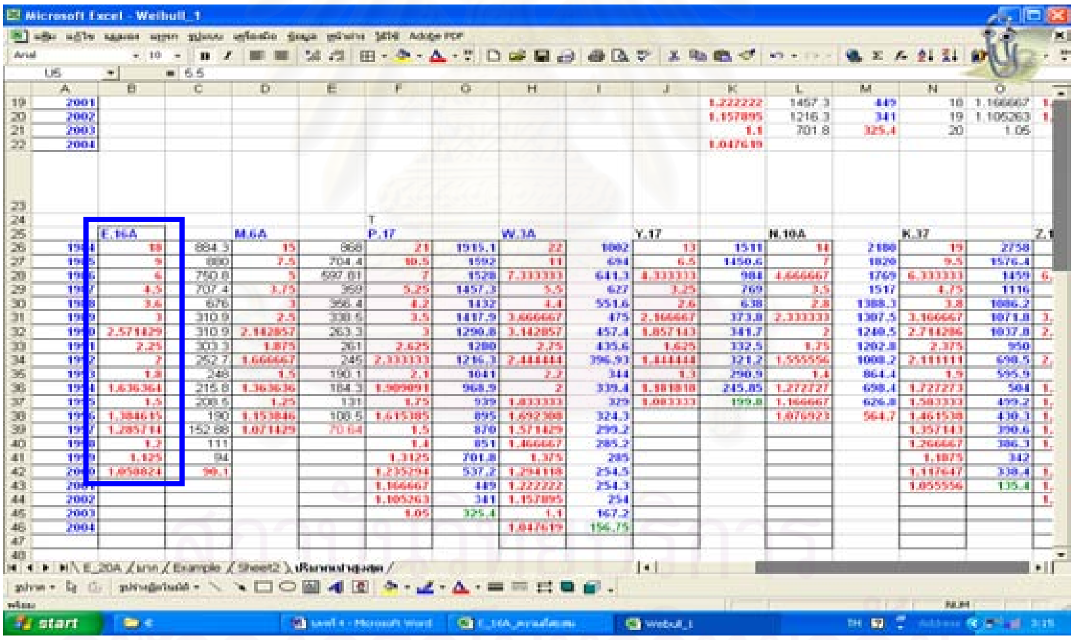
2) คำนวณจากสูตร Weibul (ภาพที่ 4-16)

$$F = \frac{m}{N+1}$$

m = อันดับของข้อมูล

n = จำนวนข้อมูล

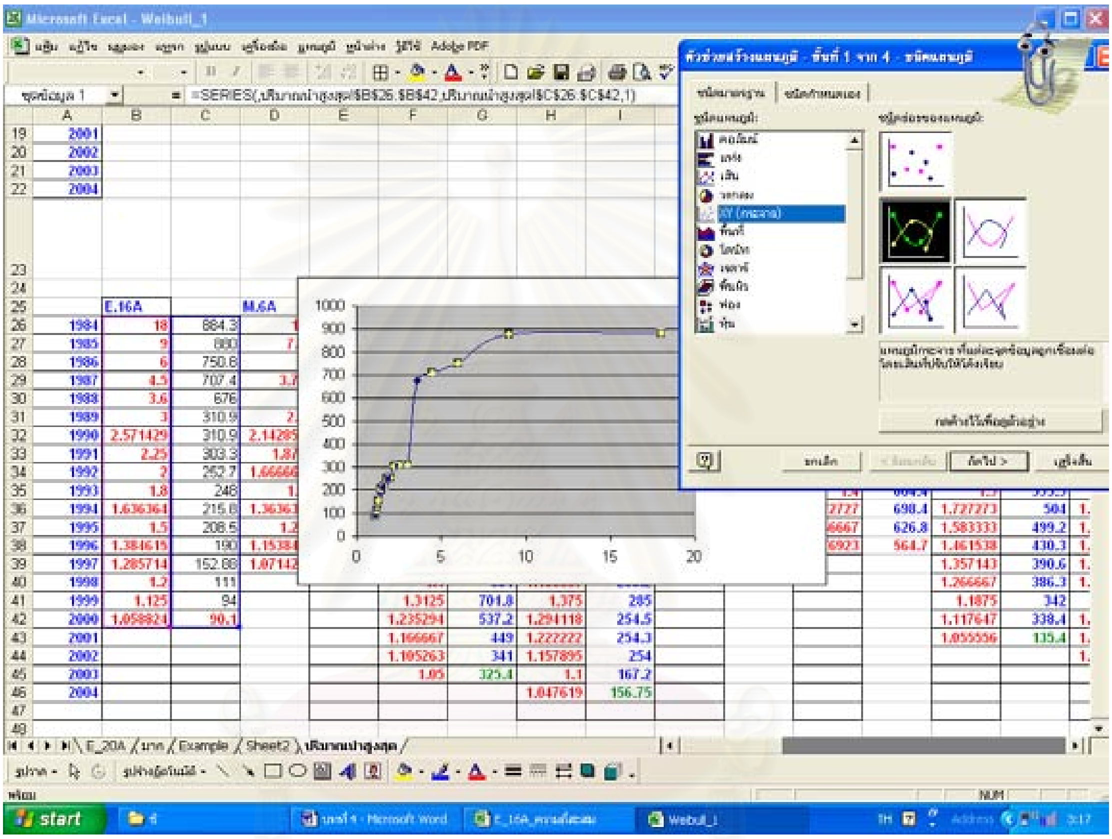
คาบการเกิดซ้ำ $T = \frac{n+1}{m}$



ภาพที่ 4-16 คำนวณความถี่สะสมจากสูตร Weibul

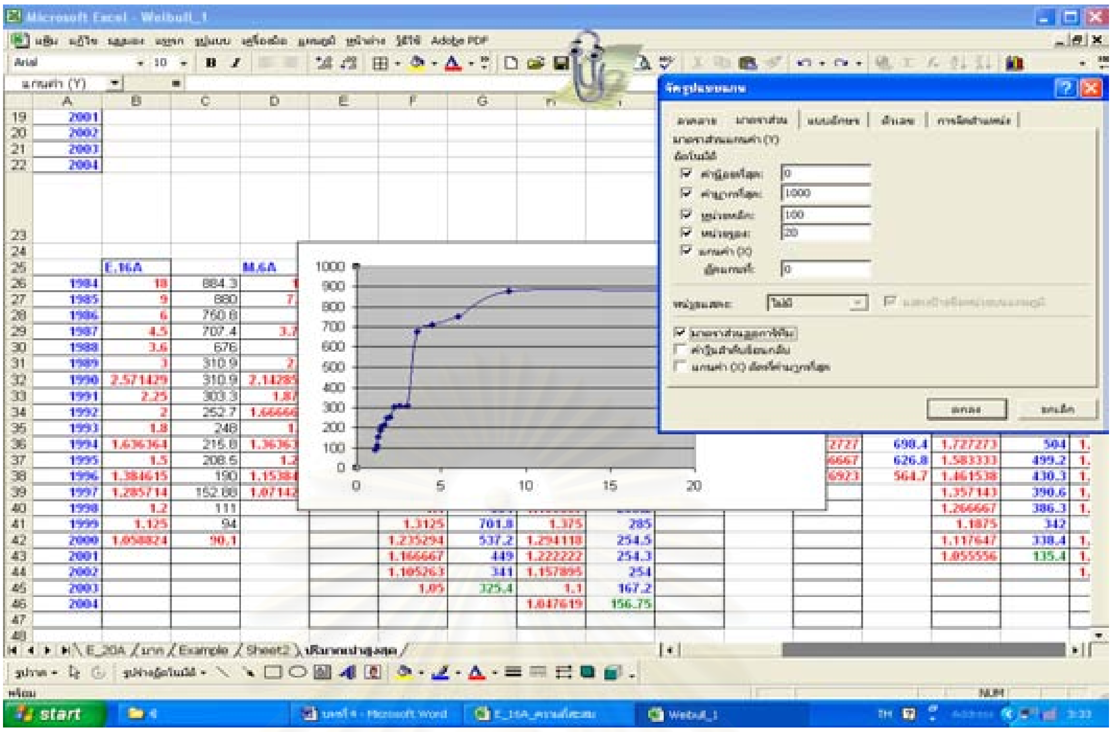
3) สร้างกราฟเส้นแบบกระจายและเลือกกราฟเส้น เลือกมาตราส่วนลอการิทึม ──► ลอการิทึม ──► เพิ่มเส้นแนวโน้ม──► ตัวเลือก──► เลือกแสดงสมการบนแผนภูมิ และแสดงค่า R-squareแผนภูมิ (ภาพที่ 4-17 ถึง 4-19)

4) ได้สมการของสถานีวัดน้ำในแต่ละสถานีเขียน สูตรของสมการ ด้วยโปรแกรม Excelได้ปริมาณน้ำสูงสุดที่คาบการเกิดซ้ำต่างๆ (ภาพที่ 4-20)

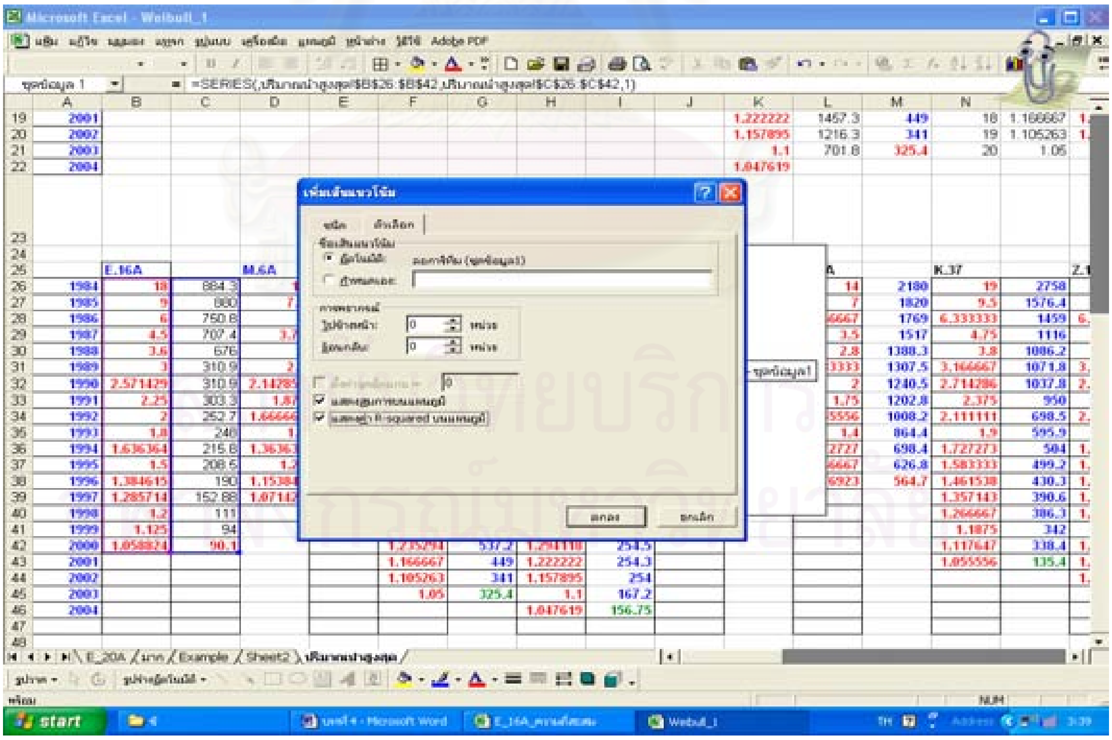


ภาพที่ 4-17 การสร้างกราฟแบบการกระจาย

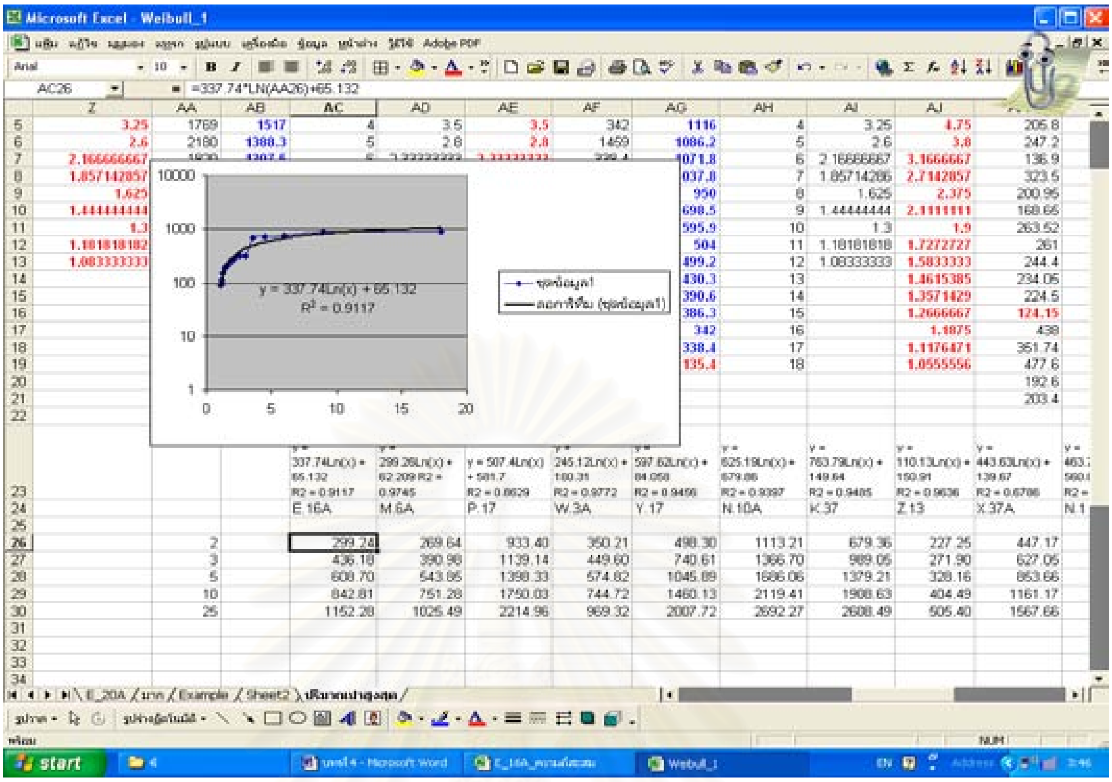
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4-18 เลือกมาตราส่วนลอการิทึม



ภาพที่ 4-19 การแสดงสมการและค่า R-squareแผนภูมิ



ภาพที่ 4-20 สูตรของสมการ ด้วยโปรแกรม Excelได้ปริมาณน้ำสูงสุดที่คาบการเกิดซ้ำต่างๆ

5) พล็อตค่าคาบการเกิดซ้ำกับปริมาณน้ำหลากสูงสุดบนกราฟ log – log ด้วยโปรแกรม Excel

4.3.8 วิเคราะห์ภาวะน้ำแล้ง เป็นการแสดงวันที่ขาดแคลนน้ำและมีน้ำเพียงพอซึ่งมีวิธีการดังนี้ คือ

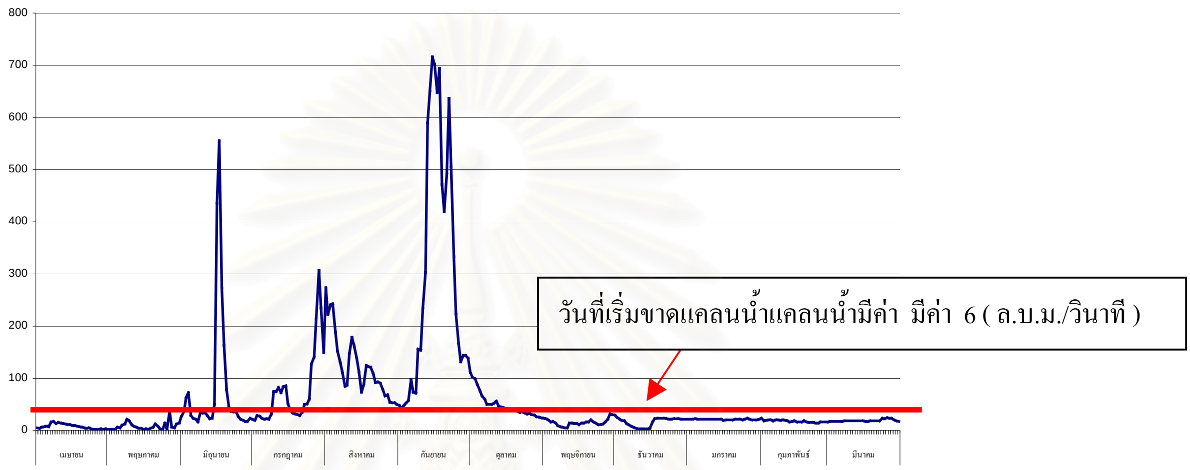
4.3.8.1 กำหนดระดับน้ำจากปริมาณน้ำรายวัน ตำแหน่งสถานีวัดน้ำ และข้อมูล วัน เดือน ปีที่เริ่มเกิดภัยแล้งจากสำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธรณภัย ใช้ในการกำหนดปริมาณน้ำวันที่เริ่มเกิดภัยแล้ง

4.3.8.2 สร้างกราฟเส้นเพื่อกำหนดปริมาณน้ำรายวันจากวันที่เริ่มเกิดภัยแล้ง โดยเลือกข้อมูลปริมาณน้ำรายวันที่ตรงกับวัน เดือน ปีที่ตรงกับปีที่เริ่มเกิดภัยแล้ง สร้างกราฟเส้นจากข้อมูลปริมาณน้ำต่ำสุด 3 เดือนในรอบปี โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ลากเส้นตรงในวัน เดือนที่เริ่มเกิดภัยแล้งจะได้ระดับน้ำในวันที่เริ่มเกิดภัยแล้งที่เส้นสีแดง (ดังภาพที่ 4-21)

4.3.8.3 ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำตลอดทั้งปี จากปี 2527 – 2547 สร้างเป็นกราฟเส้นโดยโปรแกรมMicrosoft Excel ลากเส้นตรงโดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำในวันที่เริ่มเกิดภัยแล้งซึ่งเป็นวันที่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประชาชนมีน้ำไม่เพียงพอ ในการปลูกพืช หรือเลี้ยงสัตว์ สร้างกราฟแสดงช่วงเวลาที่เกิดภัยแล้ง ปริมาณน้ำต่ำกว่าเส้นสีแดงขาดแคลนน้ำ ส่วนที่ระบายทึบในช่วงสีดำเป็นวันที่มีน้ำพอใช้ปริมาณน้ำที่ได้เป็นปริมาณน้ำรายวันของพ.ศ.2547 สามารถใช้ได้กับข้อมูลปริมาณน้ำรายวันของทุกปีในสถานีวัดน้ำเดียวกัน (ดังภาพที่ 4-22)



ภาพที่ 4-21 แสดงการลากเส้นตรงเพื่อกำหนดระดับน้ำในวันที่มีน้ำพอใช้ และขาดแคลนน้ำ

ภาพที่ 4-22 เส้นสีดำปริมาณรายวันน้ำรายวันที่ต่ำกว่าเส้นสีแดงเป็นวันที่ขาดแคลนน้ำ ช่องว่างเป็นวันที่มีปริมาณรายวันน้ำรายวันสูงกว่าเส้นสีแดงเป็นวันที่ขาดแคลนน้ำมีน้ำพอใช้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3.9 การทำแผนที่การกระจายของพื้นที่ที่ประสบภัยแล้งในพื้นที่ลุ่มน้ำ ซอฟต์แวร์ Arc View 3.2 ใช้ข้อมูลขอบเขตลุ่มน้ำ ตัดเฉพาะขอบเขตตำบลในแต่ละลุ่มน้ำเลือกพื้นที่ประสบภัยแล้งในแต่ละตำบลจากข้อมูลเชิงคุณลักษณะ ทำเป็นแผนที่ประสบภัยแล้งมีขั้นตอนดังนี้

1) เรียก Extension มาใช้โดย File ⟶ Extension ⟶ Geoprocessing

2) เรียก View ⟶ Geoprocessing Wizard ⟶ Clip one theme base on another โดยจะปรากฏกล่องข้อความเลือกดังนี้

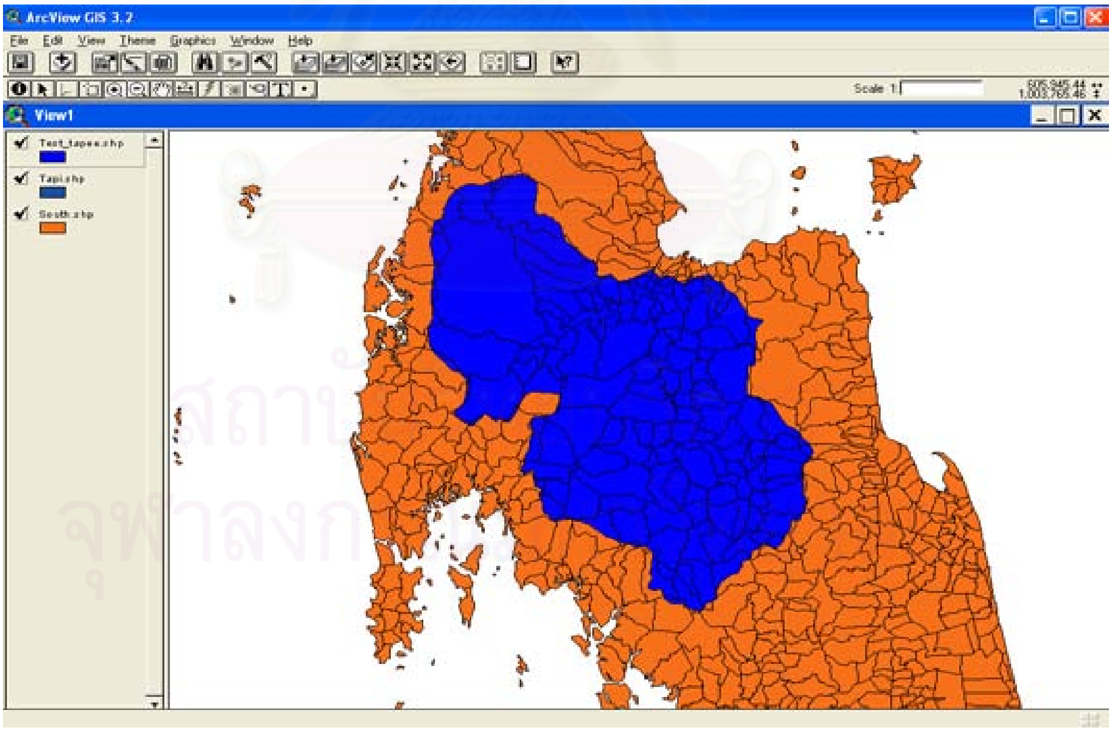
Select input theme to clip : ข้อมูลขอบเขตตำบล

Select Polygon overlay theme : ข้อมูลขอบเขตลุ่มน้ำที่ใช้ตัดขอบเขตตำบล

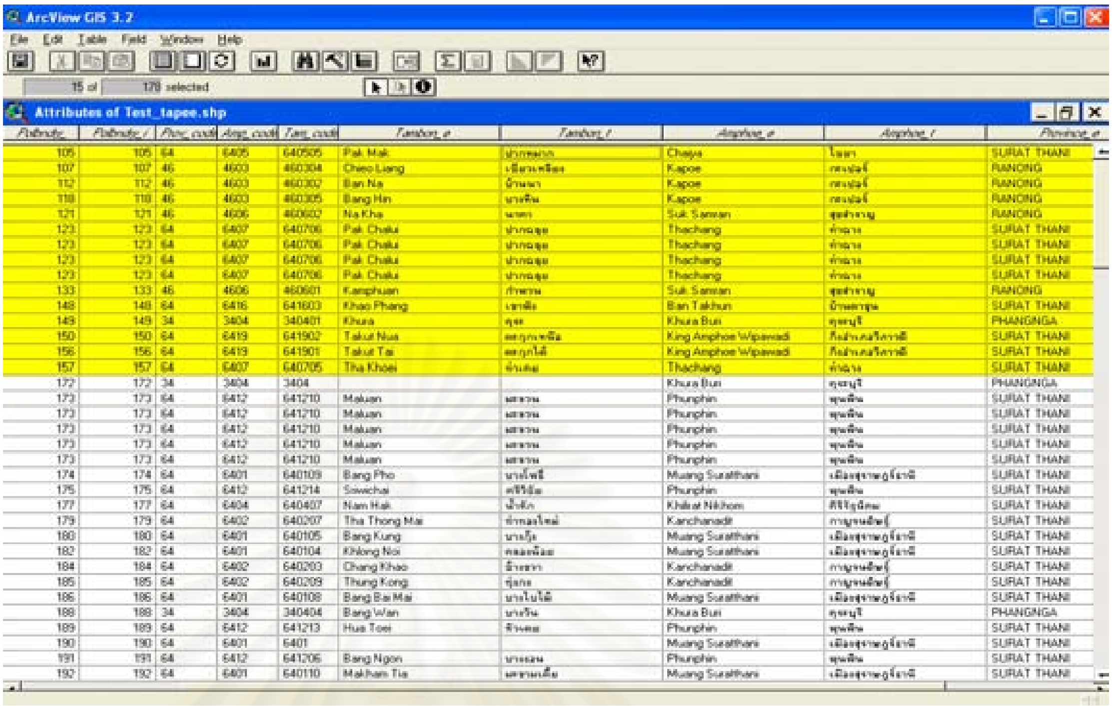
Specify the output file : เลือกแฟ้มข้อมูลในการบันทึก

ได้ข้อมูลขอบเขตตำบลในลุ่มน้ำต่างๆ (ภาพที่ 4-23)

3) เลือกตำบลที่ประสบภัยแล้งในข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (attribute) โดยใช้ข้อมูลจากสำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย พ.ศ.2538 ทำเป็นแผนที่พื้นที่ประสบภัยแล้งในระดับตำบลลุ่มน้ำต่างๆ (ภาพที่ 4-24)

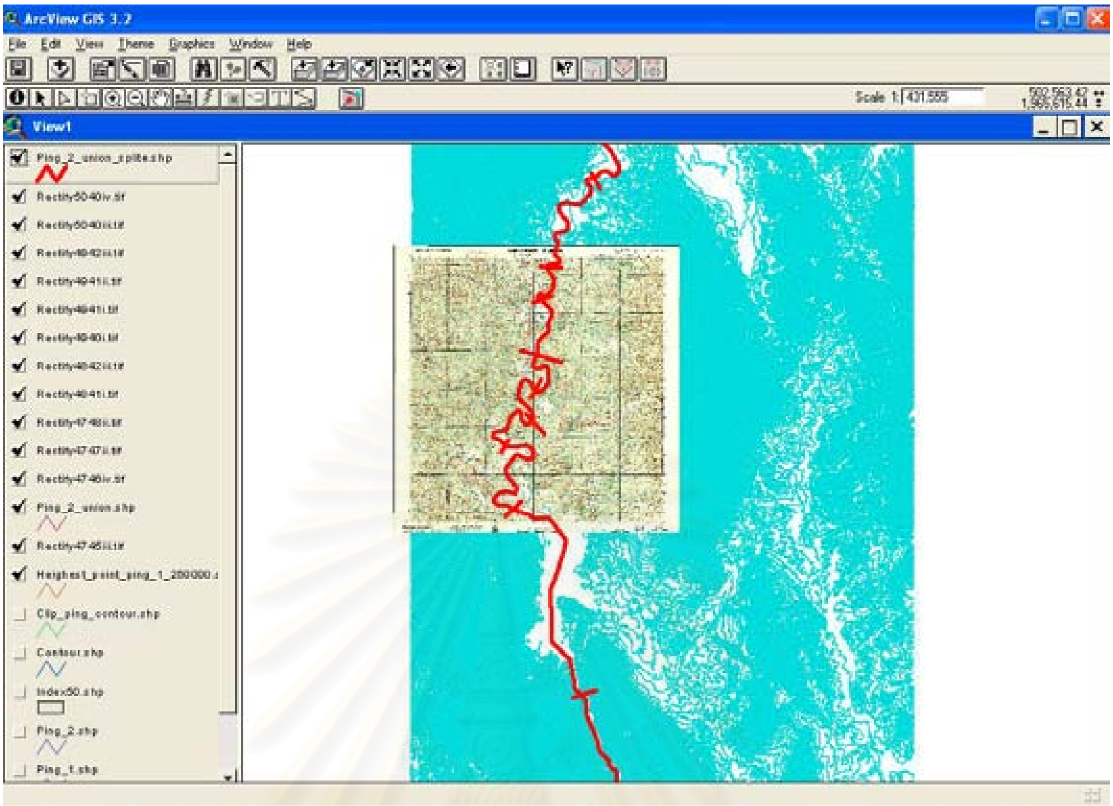


ภาพที่ 4-23 ผลจากการตัดขอบเขตตำบลในลุ่มน้ำ



ภาพที่ 4-24 การเลือกตำบลที่ประสบภัยแล้ง

4.3.10 การสร้างภาพหน้าข้างตามยาว (longitudinal profile) ของเส้นแม่น้ำสายหลัก เป็นการแสดงการเปลี่ยนแปลงระดับความสูงตามระยะทางของเส้นแม่น้ำสายหลัก ใช้ข้อมูลเส้นแม่น้ำสายหลัก แผนที่เส้นชั้นความสูง และแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1 : 50,000 มีวิธีการ คือ ใช้โปรแกรม Arc View 3.2 ฟังก์ชั่น Split ในการตัดเส้นแม่น้ำสายหลัก (ภาพที่ 4–25) เพื่อวัดระยะทางมีหน่วยเป็นเมตร ระดับ ระดับความสูงมีหน่วยเป็นเมตรจากระดับทะเลปานกลาง กรอกข้อมูลเข้าโปรแกรมMicrosoft Excel ข้อมูลระยะทางจากหน่วยเป็นเมตรหารด้วย 1,000 เพื่อแปลงหน่วยเป็นกิโลเมตร สร้างกราฟภาพตัดขวางตามยาวของเส้นแม่น้ำสายหลัก ด้วยโปรแกรม Excel



ภาพที่ 4–25 การตัดเพื่อวัดระยะทางจากเส้นแม่น้ำสายหลัก

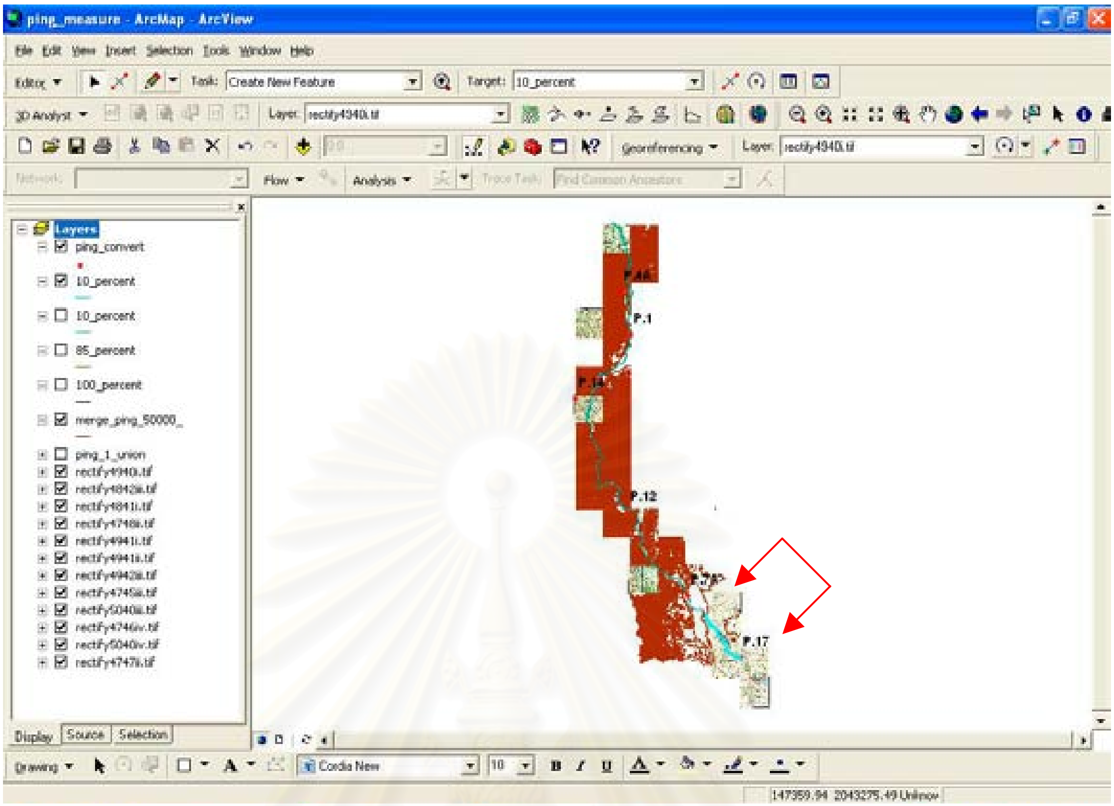
4.4 สร้างสมการความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

4.4.1   ได้สร้างสมการ สมการถดถอยเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ย กับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี ค่าความลาดชันของท้องน้ำของแม่น้ำสายหลัก และพื้นที่ลุ่มน้ำ

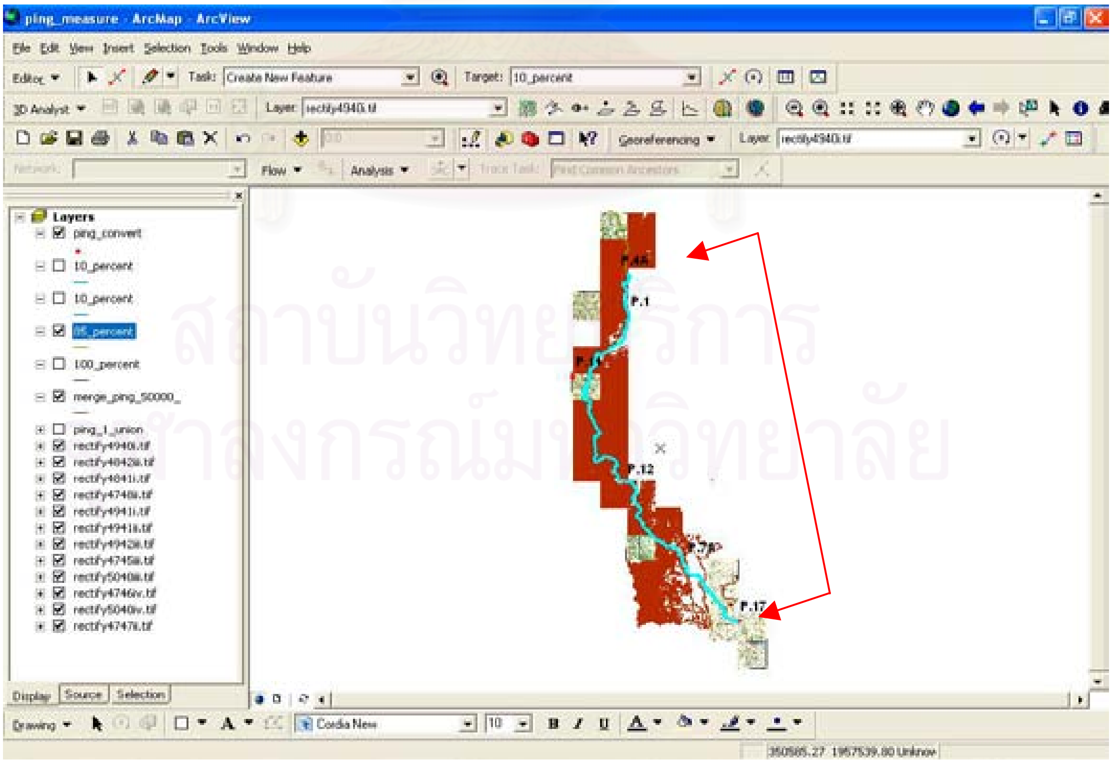
4.4.1.1 คำนวณความชัน (S) ของท้องน้ำแม่น้ำสายหลัก โดยข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ เส้นชั้นความสูง และเส้นแม่น้ำมาตราส่วน 1 : 50,000 มีขั้นตอนดังนี้ คือ

1)   ความยาวของแม่น้ำสายหลัก ใช้ ArcGIS คำนวณความยาวของแม่น้ำที่ตำแหน่งเหนือสถานีวัดน้ำร้อยละ 10 และร้อยละ 80 ของความยาวทั้งหมดที่วัดจากต้นน้ำถึงสถานีวัดน้ำ (ภาพที่ 4–26 ถึง 4-27)

2) อ่านค่าระดับความสูงจากแผนที่เส้นชั้นความสูงเท่า ที่ตำแหน่งทั้งสองเพื่อคำนวณค่าแตกต่างของระดับความสูง



ภาพที่ 4-26 ระยะทางร้อยละ 10 จากสถานีวัดน้ำที่สนใจ

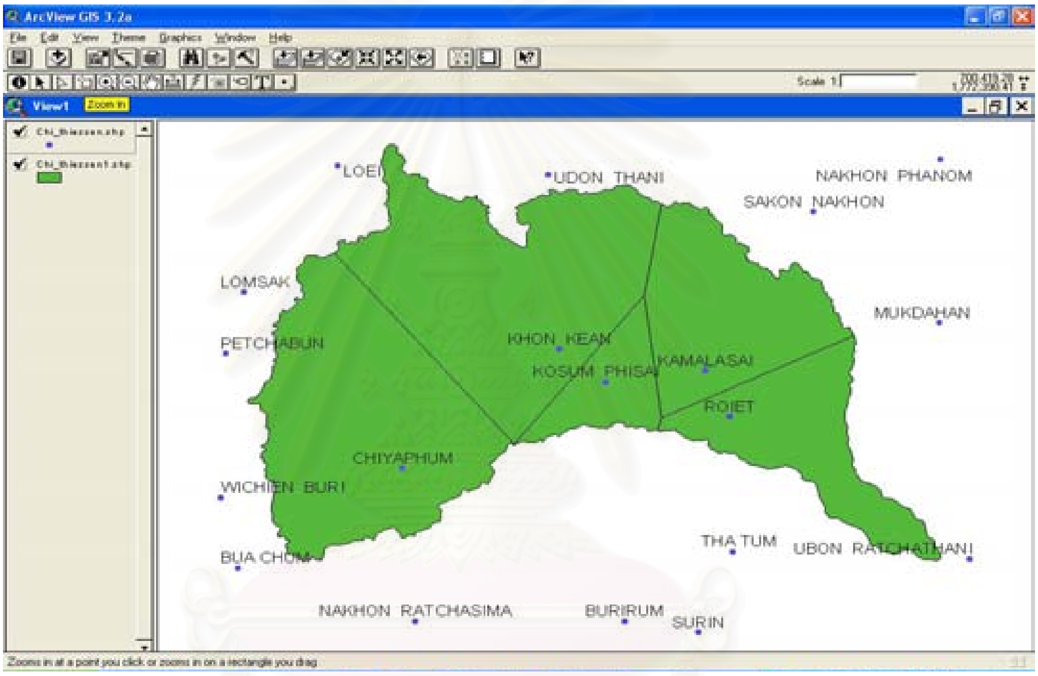


ภาพที่ 4-27 ระยะทางร้อยละ 80 จากสถานีวัดน้ำที่สนใจ

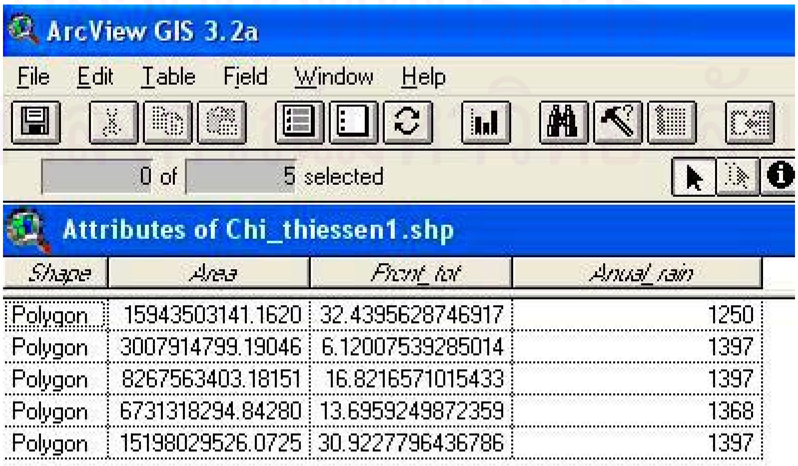
4.4.2 การคำนวน ปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยโดยวิธีของทิสเสนมีขั้นตอนดังน้ำคือ

1) จากแผนที่แสดงตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำที่ศึกษา นำข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี จากตาราง Excel เชื่อมกับข้อมูลจุดของถานีวัดน้ำฝน ด้วยคำสั่ง Join ของ Arc View 3.2 (ภาพที่ 4–29)

2) สร้าง Thiessen polygons ด้วยโปรแกรม Thiessen Extension ของ Arc View 3.2 แล้วคำนวณค่าน้ำฝนเฉลี่ยของแต่ละลุ่มน้ำ โดยการคูณค่าปริมาณน้ำฝนกับพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม แล้วหารด้วยพื้นที่ทั้งหมด (ภาพที่ 4–28)



ภาพที่ 4-28 การสร้างพื้นที่รูปหลายเหลี่ยมโดยใช้ Thiessen Extension


ArcView GIS 3.2a
File Edit Table Field Window Help
0 of 5 selected
Attributes of Chi_thiessen1.shp

Shape	Area	Front_tot	Anual_rain
Polygon	15943503141.1620	32.4395628746917	1250
Polygon	3007914799.19046	6.12007539285014	1397
Polygon	8267563403.18151	16.8216571015433	1397
Polygon	6731318294.84280	13.6959249872359	1368
Polygon	15198029526.0725	30.9227796436786	1397

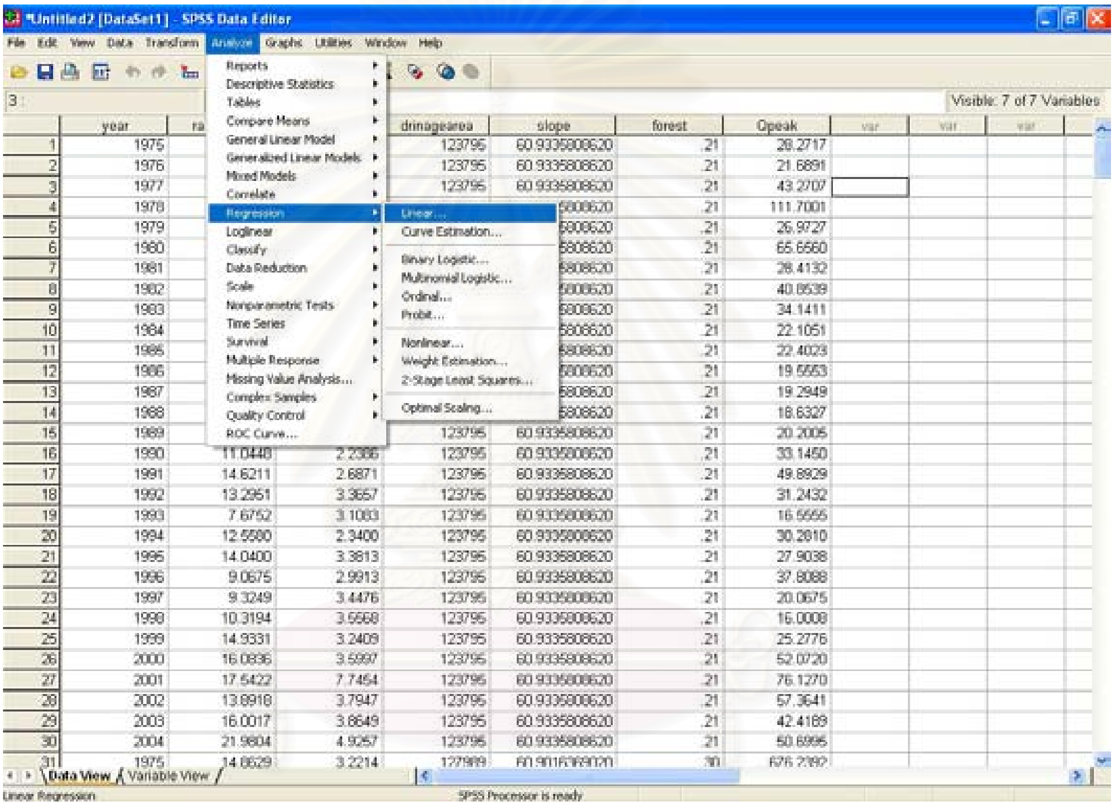
ภาพที่ 4-29 พื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยมกับปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย

4.4.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำกับปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

4.4.3.1 ทำการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูโดยเลือกที่เมนูคำสั่ง

Analyze → Regression → Linear (ดังภาพที่ 4-30)

4.4.3.2 เลือกข้อมูลหน้าต่างโต้ตอบ Linear regression โดยเลือก Dependent = ตัวแปรตาม (y) และ Independent (s) = ตัวแปรอิสระ ($x_1 - x_4$) เลือก Method = Enter และทำการประมวลผลโดยกดปุ่ม O.K



ภาพที่ 4-30 ตัวอย่างวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

4.4.4 โปรแกรมทำการประมวลผลหลังจากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้ไปสร้างสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษาลุ่มน้ำชี มูล ปิง วัง ยม น่าน แม่กลอง จันทบุรี และตาปี เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ไว้ 2 ข้อ ได้แก่ การวิเคราะห์ลักษณะทางพื้นที่ของปริมาณน้ำของแม่น้ำของประเทศไทย และเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำสูงสุดกับปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้นอกจากจะวิเคราะห์ปริมาณน้ำในรูปแบบต่างๆ แล้ว ได้เลือกจะศึกษาวิเคราะห์ตัวแปรที่จัดว่าเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำ 3 ตัว ได้แก่ ปริมาณฝน ความลาดชัน และพื้นที่ป่าด้วย แต่เนื่องจากข้อมูลแผนที่ป่าไม่ค่อยสมบูรณ์ จึงได้ทำการวิเคราะห์เฉพาะข้อมูลปริมาณฝนและความลาดชันของร่องน้ำ ทั้งนี้นอกจากจะนำมาใช้ในการวิเคราะห์สมการถดถอยแล้ว ตัวแปรที่สองจัดเป็นตัวแปรทางสภาพแวดล้อมที่สามารถนำมาใช้เปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำที่มีอิทธิพลทำให้ปริมาณน้ำในลุ่มน้ำมีความแตกต่างกัน การวิเคราะห์ลักษณะทางพื้นที่ของปริมาณน้ำในพื้นที่ต่างๆ ก็เพื่อสรุปหารูปแบบทางพื้นที่ของปริมาณน้ำ ซึ่งในงานวิจัยได้เลือกลุ่มน้ำที่สำคัญ และเป็นตัวแทนของภาคต่างๆ เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปแบบทางพื้นที่ของปริมาณน้ำของประเทศ

การเปรียบเทียบปริมาณน้ำระหว่างลุ่มน้ำ ได้ทำการวิเคราะห์ในแบบต่างๆ ประกอบด้วย การเปรียบเทียบปริมาณน้ำต่อพื้นที่ กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาน้ำกับพื้นที่ การเปรียบเทียบปริมาณน้ำในสัดส่วนเวลาต่างๆ การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในรอบปี ปริมาณน้ำและความถี่ของภาวะน้ำหลากและภาวะน้ำแล้ง และท้ายที่สุดได้เปรียบเทียบลุ่มน้ำโดยวิเคราะห์จากเส้นถดถอยที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำกับตัวแปรที่เกี่ยวข้อง

5.1 รูปแบบทางพื้นที่ของปริมาณฝน

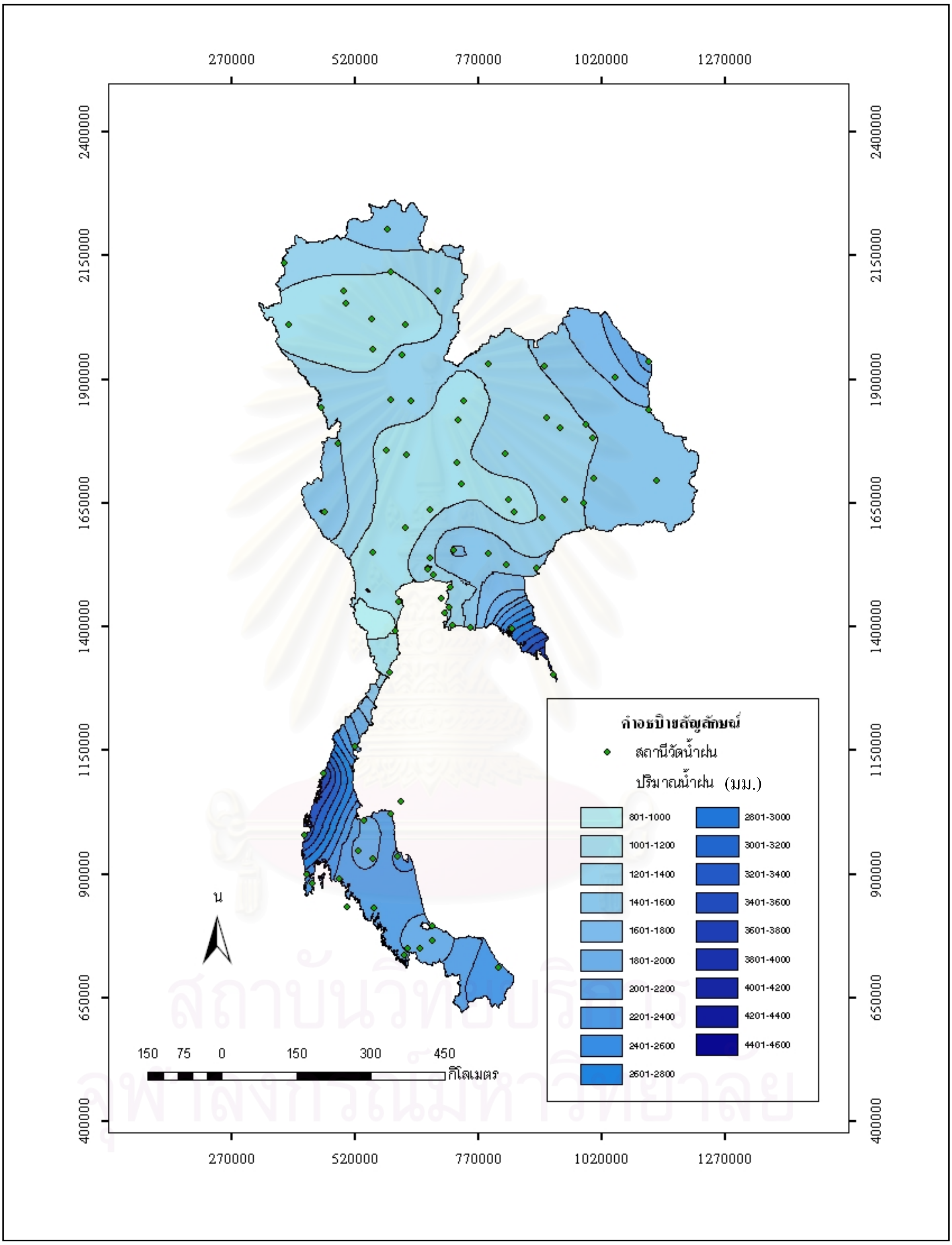
5.1.1 ปริมาณฝนรายปี

จากสถิติปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยช่วง 30 ปี พ.ศ. 2518 ถึง พ.ศ. 2547 ที่สถานีวัดน้ำฝน 81 สถานี ซึ่งได้นำมามาวิเคราะห์ ด้วยวิธีธิสเสนแล้วแสดงเป็นแผนที่น้ำฝนเท่า (ภาพที่ 5-1) สรุปได้ว่า ภาคตะวันตก ตอนกลางของภาคเหนือและภาคกลางมีปริมาณฝนรายปีต่ำที่สุด 1000 – 1300 มม.ต่อปี เนื่องจากมีเทือกเขาสูงด้านตะวันตกกำบังลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยเพิ่มขึ้นตามลำดับจากภาคกลางไปจนถึงชายแดนด้านตะวันออกของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (1200-2000) เนื่องจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้รับฝนปริมาณมากจากลมพายุหมุนที่เคลื่อนจาก

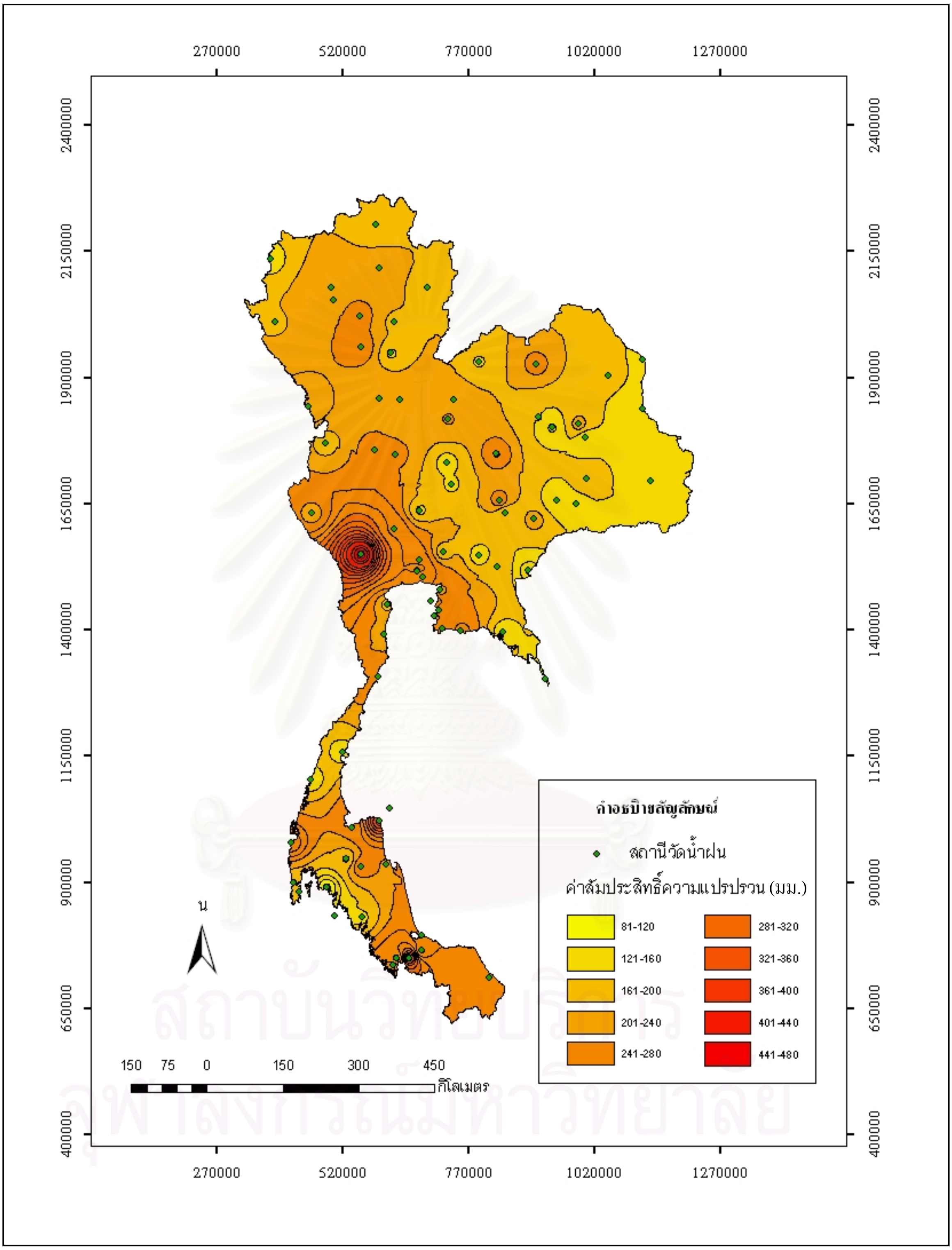
ทะเลจีนใต้ทางตะวันออก ภาคที่รับฝนจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งพัดผ่านพื้นน้ำของทะเลอันดามันและอ่าวไทย บริเวณที่ได้รับน้ำฝนมากที่สุดในประเทศได้แก่ ภาคใต้โดยเฉพาะฝั่งตะวันตกและภาคตะวันออก (2000 – 2500) เนื่องจากได้รับฝนเป็นจำนวนมากจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดผ่านพื้นน้ำของทะเลอันดามันและอ่างไทย

5.1.2 ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผัน (coefficients of variation)

ค่าสัมประสิทธความแปรผันของปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยจากแผนที่ในภาพ 5-2 แสดงว่าความแปรปรวนของฝนรายปีในรอบข้อมูล 30 ปี มีความสัมพันธ์ทางพื้นที่กับปริมาณฝนอย่างชัดเจน บริเวณที่มีฝนรายปีต่ำมีความไม่แน่นอนของปริมาณฝนรายปีสูงกว่าบริเวณที่มีปริมาณฝนสูง ความแปรปรวนสูงจะพบเป็นบริเวณกว้างเหนือลุ่มน้ำแม่กลอง และพื้นที่เล็กๆ ของภาคใต้ฝั่งตะวันออก ความแปรปรวนปานกลางพบในภาคเหนือ ภาคกลางและภาคใต้ส่วนใหญ่ฝนมีความแปรปรวนต่ำในบริเวณที่มีปริมาณฝนสูง ได้แก่ ฝั่งตะวันตกของภาคใต้ และด้านตะวันออกของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ



ภาพที่ 5-1 เส้นชั้นน้ำฝนเท่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี 30 ปี



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 5-2 สัมประสิทธิ์ความแปรผันของข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย 30 ปี

5.1.3 ค่าสถิติน้ำฝนในลุ่มน้ำ

สถิติน้ำฝนในตารางที่ 5-1 วิเคราะห์จากข้อมูลของสถานีวัดน้ำฝนที่อยู่กลางลุ่มน้ำ ลุ่มน้ำจันทบุรีมีปริมาณน้ำฝนรายปีสูงสุด (2,893 ม.ม.) ในบรรดาลุ่มน้ำทั้ง 9 ถัดมาคือลุ่มน้ำตาปี (1,628 มม.) ลุ่มน้ำที่อยู่ในกลุ่มที่ ได้รับปริมาณฝนปานกลาง คือ ลุ่มน้ำมูล (1,407 มม.) น่าน (1,255 มม.) ชี (1,299 มม.) ลุ่มน้ำที่รับปริมาณน้ำฝนค่อนข้างน้อย คือ ลุ่มน้ำยม (1,086 มม.) ลุ่มน้ำวัง (1,023 มม.) แม่น้ำแม่กลอง (1,020 มม.) และแม่น้ำปิง (1,003 มม.) (ตารางที่ 5-1)

ลุ่มน้ำจันทบุรี ได้รับปริมาณฝนเฉลี่ยสูงสุดในเดือนมิถุนายน ซึ่งอยู่ในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ลุ่มน้ำยมและน่าน มีฝนเฉลี่ยสูงสุดในเดือนสิงหาคม ซึ่งเป็นช่วงที่ร่องความกดอากาศต่ำพาดผ่านทางตอนเหนือและได้รับฝนจากลมตะวันตกเฉียงใต้ และลมใต้จากอ่าวไทย ส่วนลุ่มน้ำปิง วัง ชี มูล และแม่กลอง แตกต่างจากลุ่มน้ำยมและน่าน ได้รับปริมาณฝนสูงสุดเดือนกันยายน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากในช่วงเดือนกันยายน ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้รับฝนจากพายุหมุนซึ่งพัดมาจากด้านตะวันออก ลุ่มน้ำปิง วัง และแม่กลอง มีเทือกเขาสูงทางตะวันตกจึงได้รับฝนมากกว่าลุ่มน้ำยมและน่านซึ่งอยู่ด้านอับลมของเทือกเขาสูงทางตะวันออก ลุ่มน้ำตาปีมีฝนสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน เนื่องจากมีร่องมรสุมพาดผ่านในช่วงนี้ ได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและพายุหมุนที่อาจผ่านเข้ามา ลุ่มน้ำต่างๆ ได้รับปริมาณฝนต่ำสุดในเดือนธันวาคมและมกราคม ยกเว้นลุ่มน้ำตาปี ได้รับฝนต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5-1 สรุปค่าสถิติน้ำฝน

	ลุ่มน้ำ	ปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย (มม.)	ช่วงพิสัยปริมาณน้ำฝนรายปี (มม.)		จำนวนวันที่ฝนตก	เดือนที่ฝนตกมากที่สุด		เดือนที่ฝนตกน้อยที่สุด		ปริมาณฝนในฤดูฝน (มม.)	ปริมาณฝนในฤดูแล้ง (มม.)
			สูงสุด	ต่ำสุด		เดือน / ปริมาณ(มม.)		เดือน / ปริมาณ(มม.)		พ.ค. - ต.ค.	พ.ย. - เม.ย.
1	ชี	1,229.3	1,572.8	988.8	102	กันยายน	235	มกราคม	2.8	1,059.7	169.6
2	มูล	1,406.6	2,027.7	997.5	111	กันยายน	278	ธันวาคม	0.7	1,240.5	166.2
3	ปิง	1,002.8	1,550.9	719.6	105	กันยายน	208	มกราคม	4.7	859.1	143.7
4	วัง	1,022.9	1,555.4	718.7	110	กันยายน	206	มกราคม	6.0	892.8	130.1
5	ยม	1,086.3	1,324.7	653.4	111	สิงหาคม	207	มกราคม	6.8	939.3	147.1
6	น่าน	1,255.4	1,537.5	951.8	118	สิงหาคม	266	ธันวาคม	7.8	1,080.1	175.3
7	แม่กลอง	1,019.6	1,288.8	882.1	151	กันยายน	217	ธันวาคม	5.7	837.9	181.7
8	จันทบุรี	2,892.6	4,170.7	2,358.4	165	มิถุนายน	522	ธันวาคม	6.2	2,616.5	276.1
9	ตาปี	1,627.7	2,491.0	1,269.2	150	พฤศจิกายน	328	กุมภาพันธ์	7.9	1,039.9	587.8

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

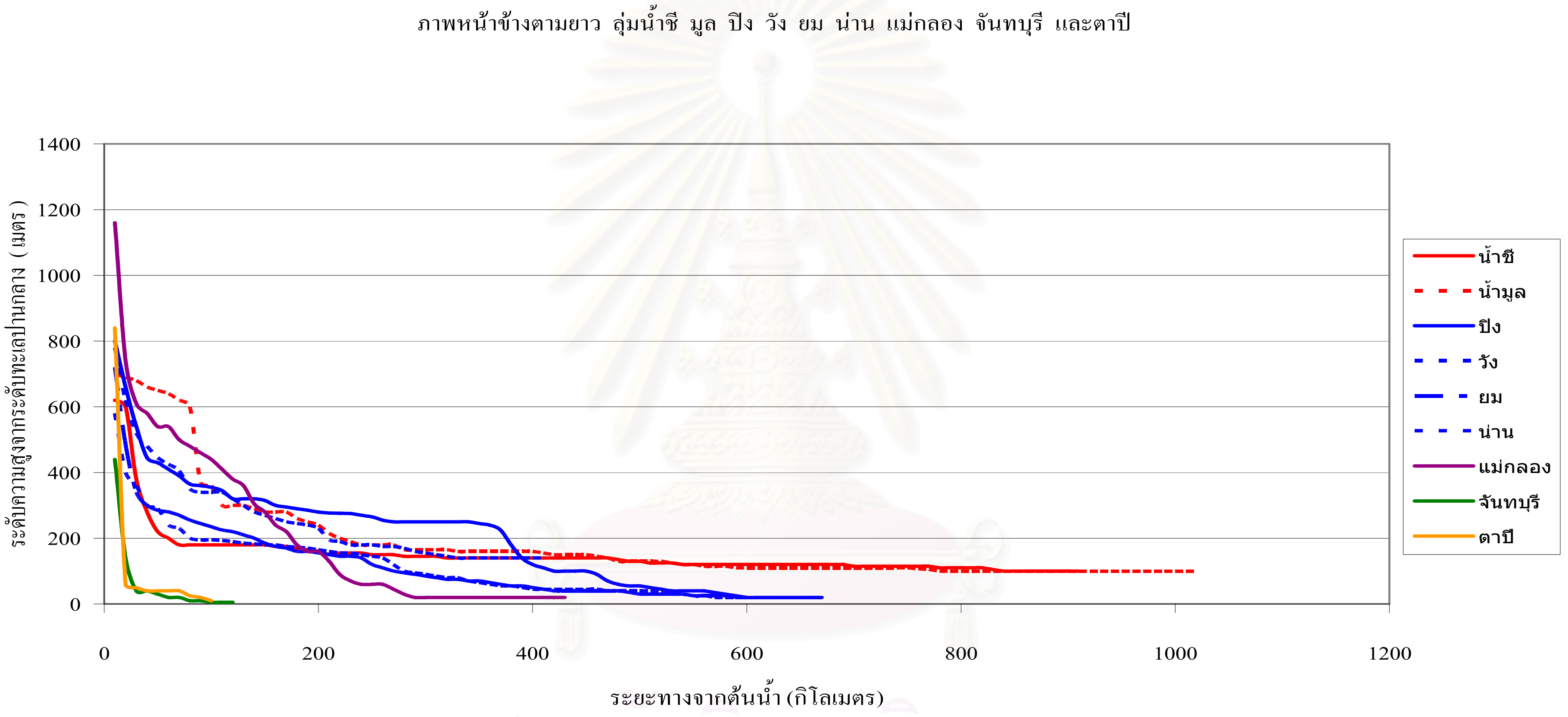
5.2 ความลาดชันของท้องน้ำแม่น้ำสายหลัก

อิทธิพลของธรณีวิทยาสะท้อนให้เห็นได้รูปตัดขวางตามยาวของธารน้ำ ซึ่งมีผลต่อปริมาณน้ำไหล ไม่ว่าจะในทางด้านปริมาณและความเร็วของธารน้ำ ภาพตัดขวางตามยาวของแม่น้ำสายต่างๆ ที่ทำการศึกษา แสดงให้เห็นการแบ่งกลุ่มทางภูมิภาคค่อนข้างชัดเจน (ภาพที่ 5-3-1 ถึง 5-3-3)

แม่น้ำปิง วัง ยม และน่าน มีความลาดชันของท้องน้ำคล้ายคลึงกัน แต่ท้องน้ำของแม่น้ำปิงและแม่น้ำวัง อยู่ในระดับสูงกว่า อาจเป็นเพราะในทางธรณีวิทยา มีการยกตัวของแผ่นดินทางด้านตะวันตกของภาคเหนือในยุคเทอร์เชียรี ซึ่งเป็นผลกระทบจากการก่อตัวของเทือกเขาหิมาลัย

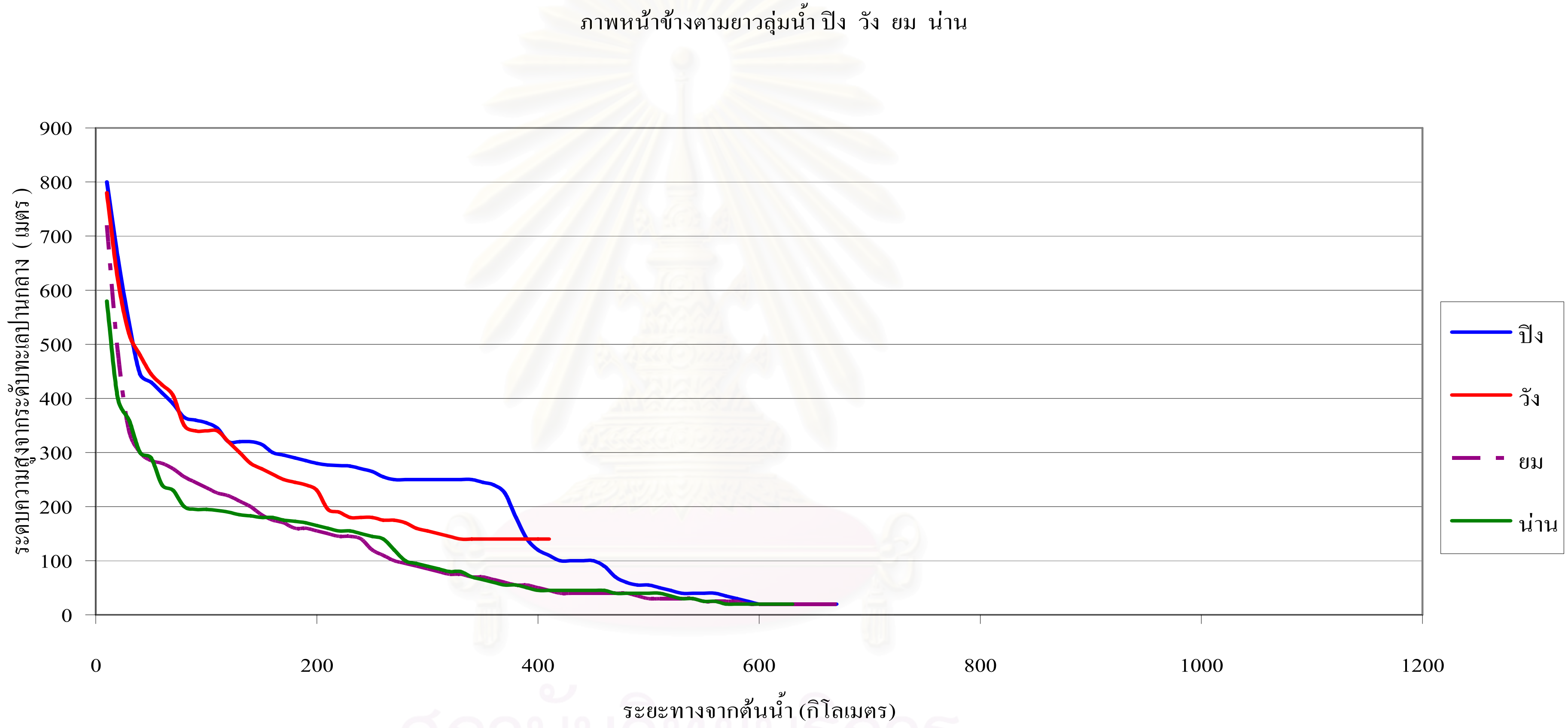
แม่น้ำแม่กลอง มีรูปตัดขวางตามยาวที่แตกต่างจากธารน้ำสายอื่นๆ โดยเริ่มต้นจากภูเขาสูงชันและก่อนที่จะไหลลงสู่ที่ราบตอนล่าง แม่น้ำสายนี้ไหลบนเนินเขารูปพัดขนาดใหญ่ที่อยู่ระหว่างเทือกเขาสูงและที่ราบ ส่วนแม่น้ำจันทบุรีและแม่น้ำตาปี มีลุ่มน้ำขนาดค่อนข้างเล็กเมื่อเปรียบเทียบกับแม่น้ำแม่กลอง ต้นน้ำของแม่น้ำทั้งสองสายเป็นเทือกเขาสูง มีการเปลี่ยนแปลงอย่างทันทีทันใดของความลาดชันของร่องน้ำจากบริเวณเทือกเขาสูงทางต้นน้ำกับที่ราบชายฝั่งทะเลค่อนข้างชัดเจน แม่น้ำชี มูลและสาขาไหลอยู่บนที่ราบสูง ท้องน้ำจึงราบเรียบเป็นส่วนใหญ่ ยกเว้นบริเวณต้นน้ำที่เป็นเทือกเขาสูงแคบๆ ทางด้านตะวันตก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



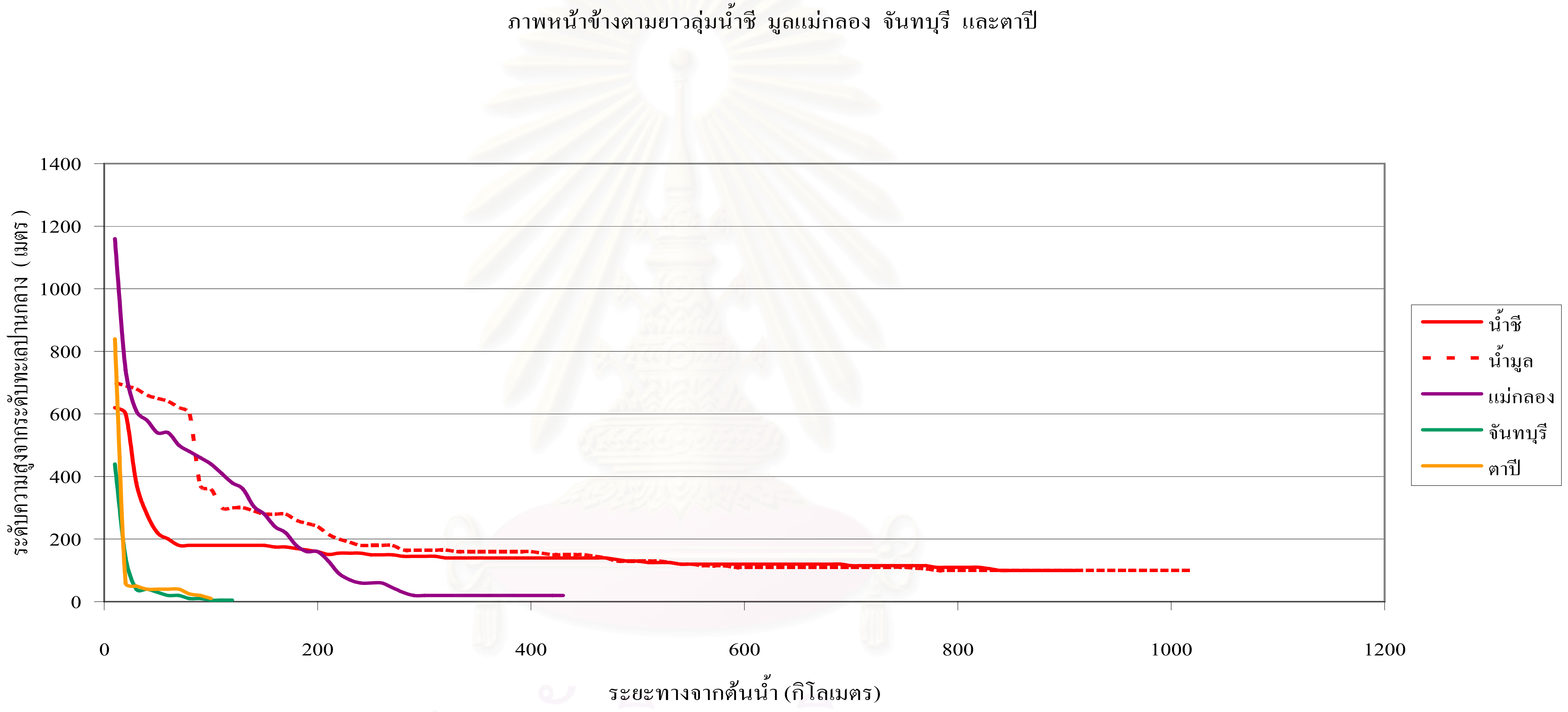
ที่มา : สร้างจากแผนที่มาตราส่วน 1:50,000

แผนภาพที่ 5-3-1 ภาพหน้าข้างตามยาวจากแม่น้ำสายหลัก ลุ่มน้ำชี มูล ปิง วัง ยม น่าน แม่กลอง จันทบุรี และตาปี



ที่มา : สร้างจากแผนที่มาตราส่วน 1:50,000

แผนภาพที่ 5-3-2 ภาพหน้าข้างตามยาวจากแม่น้ำสายหลัก ลุ่มน้ำ ปิง วัง ยม น่าน



ที่มา : สร้างจากแผนที่มาตราส่วน 1:50,000

แผนภาพที่ 5-3-3 ภาพหน้าข้างตามยาวจากแม่น้ำสายหลัก ลุ่มน้ำ ชี มูล แม่กลอง จันทบุรี และตาปี

5.3 กราฟอุทกของปริมาณน้ำตลอดปี

กราฟอุทกของปริมาณน้ำรายวันตลอดปีที่มีปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยสูงสุด ต่ำสุด และปริมาณน้ำรายวันเฉลี่ยใน 5 ปีจากปีที่มีปริมาณน้ำรายวันเฉลี่ยสูงสุดรองลงมา 5 ปีระหว่าง พ.ศ. 2527 - 2547

5.3.1 ลุ่มน้ำชี ในช่วงของข้อมูล 21 ปี(ภาพที่ 5-5-1)สถานีวัดน้ำ E.20A กราฟอุทกจากปีที่มีปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยสูงสุด พ.ศ. 2543 ปริมาณน้ำรายวันมีระดับต่ำในต้นเดือนเมษายนเริ่มมีระดับที่สูงขึ้นกลางเดือนเมษายนจนถึงปลายเดือนพฤษภาคม ปริมาณน้ำคงที่จนถึงกลางเดือนมิถุนายน ปริมาณน้ำสูงขึ้นจนถึงต้นเดือนกรกฎาคมมีระดับน้ำไม่คงที่ในกลางเดือนกรกฎาคมเพิ่มเป็นระดับสูงสุดในรอบปีในวันที่ 24 กรกฎาคม มีค่า 1,840 ลูกบาศก์เมตรวินาที ปริมาณน้ำลดลงในจนถึงปลายเดือนสิงหาคม และเพิ่มระดับอย่างไม่คงที่สูงขึ้นถึงปลายเดือนกันยายน ปริมาณน้ำลดลงในระดับที่คงที่จนถึงปลายเดือน พฤศจิกายน เพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อยในต้นเดือนธันวาคมและลดลงซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำขึ้นๆลงๆเล็กน้อย

กราฟอุทกจากปีที่มีปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยต่ำสุด พ.ศ. 2541 มีปริมาณน้ำรายวัยต่ำในต้นเดือนตั้งแต่ต้นเดือนเมษายนระดับที่ไม่คงที่จถึงปลายเดือนมิถุนายนปริมาณน้ำเริ่มมีระดับที่สูงขึ้นถึงปลายเดือนกรกฎาคมปริมาณน้ำลดต่ำลงเพิ่มสูงขึ้นในต้นเดือยสิงหาคมลดต่ำลง และเพิ่มสูงขึ้นในปลายเดือนสิงหาคมลดต่ำลงในต้นเดือนกันยายนเพิ่มระดับสูงสุดในรอบปีวันที่ 19 กันยายน มีค่า 555.8 ลูกบาศก์เมตรวินาที ลดลงในต้นเดือนตุลาคมปริมาณน้ำลดลงอย่างไม่คงที่จนถึงปลายเดือนตุลาคม และลดลงในระดับที่คงที่จนถึงสิ้นเดือนมีนาคม

กราฟอุทกปริมาณน้ำรายวันเฉลี่ยใน 5 ปีจากปีที่มีปริมาณน้ำรายวันเฉลี่ยสูงสุดมีปริมาณน้ำระดับต่ำในต้นเดือนเมษายนค่อยๆเพิ่มระดับที่สูงขึ้นจนถึงต้นเดือนสิงหาคมมีระดับน้ำที่คงที่จนถึงปลายเดือนสิงหาคม ปริมาณน้ำเพิ่มสูงขึ้นเป็นปริมาณน้ำสูงสุดในรอบปีในวันที่ 13 กันยายน ปริมาณน้ำลดลงจนถึงกลางเดือนธันวาคมปริมาณน้ำอยู่ในระดับคงที่จนถึงสิ้นเดือนมีนาคม

กราฟอุทกของปริมาณน้ำรายวันตลอดปีที่มีปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยสูงสุด พ.ศ. 2543 มีปริมาณน้ำรายวันสูงสุดในปลายเดือนกรกฎาคมปีที่มีปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยต่ำสุด พ.ศ. 2541 มีปริมาณน้ำรายสูงสุดในกลางเดือน กันยายน ปริมาณน้ำรายวันเฉลี่ยใน 5 ปี มีปริมาณน้ำรายวันสูงสุดในกลางเดือนกันยายน พ.ศ. 2543 มีปริมาณน้ำสูงสุดเร็วกว่า พ.ศ. 2541 เป็นระยะเวลา

ประมาณ 2 เดือน ปริมาณน้ำรายวันสูงสุดในปี พ.ศ. 2541 กับปริมาณน้ำรายวันเฉลี่ยใน 5 ปี เกิดขึ้นในเดือนเดียวกันคือเดือนกันยายน

5.3.2 ลุ่มน้ำมูลในช่วงของข้อมูล 21 ปี(ภาพที่ 5-5-2)สถานีวัดน้ำ M.7 กราฟอุทกจากปีที่มีปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยสูงสุด พ.ศ. 2543 ปริมาณน้ำรายวันมีระดับต่ำในต้นเดือนเมษายนมีระดับที่สูงขึ้นเล็กน้อยในกลางเดือนเมษายน เพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอจนถึงต้นเดือนพฤษภาคม เพิ่มขึ้นระดับสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในปลายเดือนพฤษภาคม มีระดับน้ำลดลงสูงขึ้นและลดลงในกลางเดือนมิถุนายน เพิ่มขึ้นระดับสูงขึ้นอย่างคงที่จนถึงปลายเดือนกรกฎาคม ลดลงอย่างรวดเร็วถึงปลายเดือนสิงหาคม และเพิ่มสูงขึ้นเป็นปริมาณน้ำที่สูงสุดในรอบปีในวันที่ 16 กันยายน มีค่า 4,356 ลูกบาศก์เมตรวินาที ปริมาณน้ำลดลงอย่างสม่ำเสอมจนถึงปลายเดือนธันวาคมมีปริมาณน้ำระดับต่ำที่คงที่จนถึงสิ้นเดือนมีนาคม

กราฟอุทกจากปีที่มีปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยต่ำสุด พ.ศ. 2532 มีปริมาณน้ำรายวันต่ำในต้นเดือนเมษายนมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำมามากนัก ปริมาณน้ำรายวันเพิ่มสูงขึ้นและลดลง เล็กน้อยในปลายเดือนพฤษภาคม ปริมาณน้ำเพิ่มระดับอย่างคงที่ถึงกลางเดือนสิงหาคม และลดลงอย่างไม่สม่ำเสมอจนถึงกลางดือนกันยายนเพิ่มระดับเป็นปริมาณน้ำสูงสุดในรอบปีวันที่ 25 กันยายนมีค่า 1,610 ลูกบาศก์เมตรวินาที ปริมารน้ำลดลงในกลางเดือนตุลาคม เพิ่มสูงขึ้นในปลายเดือนตุลาคมและลดลงอย่างสม่ำเสมอจนถึงปลายเดือนธันวาคมปริมาณน้ำตำในระดับคงที่จนถึงสิ้นเดือนมีนาคม

กราฟอุทกปริมาณน้ำรายวันเฉลี่ยใน 5 ปีจากปีที่มีปริมาณน้ำรายวันเฉลี่ยสูงสุดมีปริมาณน้ำรายวันต่ำในต้นเดือนเมษายน ปริมาณน้ำเพิ่มระดับสูงขึ้นในปลายเดือนพฤษภาคม ปริมาณน้ำมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเพิ่มสูงขึ้น จากกลางเดือนมิถุนายนในระดับที่สม่ำเสมอจนถึงกลางเดือนกรกฎาคมเพิ่มขึ้นอย่างไม่สม่ำเมอจนถึง กลางเดือนสิงหาคมเพิ่มระดับอย่างสม่ำเป็นปริมาณน้ำสูงสุดในรอบปีวันที่ 26 กันยายน มีค่า 3699.2 ลูกบาศก์เมตรวินาที ปริมาณน้ำลดลงอย่างสม่ำเสมอจนถึงปลายเดือนธันวาคมปริมาณน้ำมีระดับคงที่จนถึงสินเดือนมีนาคม

กราฟอุทกของปริมาณน้ำรายวันตลอดปีที่มีปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยสูงสุดพ.ศ. 2543 ปีที่มีปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยต่ำสุด พ.ศ.2532 และมีปริมาณน้ำรายวันเฉลี่ย 5 ปี มีปริมาณน้ำสูงสุดในเดือนเดียวกันคือเดือนกันยายน

กราฟอุทกของปริมาณน้ำรายวันตลอดปีที่มีปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยสูงสุด พ.ศ.2543 มีปริมาณน้ำรายวันสูงสุดในกลางเดือนกันยายนปีที่มีปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยต่ำสุด พ.ศ.2532 มีปริมาณ

น้ำรายสูงสุดในปลายเดือน กันยายน ปริมาณน้ำรายวันเฉลี่ยใน 5 ปี มีปริมาณน้ำรายวันสูงสุดในปลายเดือนกันยายน ปริมาณน้ำสูงสุดเกิดขึ้นในเดือนเดียวกันคือเดือนกันยายน

5.3.3 ลุ่มน้ำปิงในช่วงของข้อมูล 21 ปี(ดังภาพที่ 5-5-3)สถานีวัดน้ำ P.17 กราฟอุทกจากปีที่มีปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยสูงสุด พ.ศ. 2539 ปริมาณน้ำรายวันมีระดับที่ไม่คงที่มีระดับที่สูงขึ้นในปลายเดือนสิงหาคม ลดลงในต้นเดือนกันยายนมีระดับน้ำที่ไม่คงที่จนถึงปลายเดือนกันยายนมีปริมาณน้ำสูงขึ้นอย่างรวดเร็วเป็นปริมาณน้ำสูงสุดในรอบปีวันที่ 29 กันยายน มีค่า 1,915.1 ลูกบาศก์เมตรวินาที ปริมาณน้ำลดลงอย่างไม่คงที่ในต้นเดือนตุลาคมจนถึงปลายเดือนตุลาคมและสูงขึ้นอย่างไม่คงที่ในต้นเดือนพฤศจิกายนจนถึงกลางเดือนปริมาณน้ำลดลงอย่างไม่คงที่จนถึงสิ้นเดือนมีนาคม

กราฟอุทกจากปีที่มีปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยต่ำสุด พ.ศ. 2536 ปริมาณน้ำรายวันมีระดับที่ไม่คงที่ตั้งแต่ต้นเดือนเมษายนปริมาณน้ำสูงสุดในรอบปีวันที่ 10 พฤษภาคม มีค่า 341 ลูกบาศก์เมตรวินาทีมีการเปลี่ยนแปลงของปริมารน้ำอย่างไม่คงที่จนถึงสิ้นเดือนมีนาคม

กราฟอุทกปริมาณน้ำรายวันเฉลี่ยใน 5 ปีจากปีที่มีปริมาณน้ำรายวันเฉลี่ยสูงสุดมีปริมาณน้ำรายวันระดับต่ำที่ไม่คงที่ตั้งแต่ต้นเดือนเมษายนจนถึงต้นเดือนกันยายนปริมาณ้ำสูงขึ้นอย่างไม่คงที่จนมีปริมาณน้ำสูงสุดในรอบปีวันที่ 29 กันยายน มีค่า 1,072.72 ลูกบาศก์เมตรวินาทีปริมาณน้ำลดลงอย่างไม่คงที่จนถึงสิ้นเดือนตุลาคม มีระดับน้ำที่สูงขึ้นในต้นเดือนพฤศจิกายน ลดระดับอย่างไม่คงที่จนถึงสินเดือนธันวาคม และเพิ่มขึ้นในระดันที่ไม่คงที่จนถึงสิ้นเดือนมีนาคม

กราฟอุทกของปริมาณน้ำรายวันตลอดปีที่มีปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยสูงสุด พ.ศ.2539 มีปริมาณน้ำรายวันสูงสุดในปลายเดือนกันยายนปีที่มีปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยต่ำสุด พ.ศ.2536 มีปริมาณน้ำรายสูงสุดในต้นเดือนพฤษภาคม ปริมาณน้ำรายวันเฉลี่ยใน 5 ปี มีปริมาณน้ำรายวันสูงสุดในปลายเดือนกันยายน พ.ศ.2536 มีปริมาณน้ำสูงสุดเร็วกว่า พ.ศ. 2539 เป็นระยะเวลาประมาณ 4 เดือน ปริมาณน้ำรายวันสูงสุดในปี พ.ศ. 2539 กับปริมาณน้ำรายวันเฉลี่ยใน 5 ปี เกิดขึ้นในเดือนเดียวกันคือเดือน กันยายน

5.3.4 ลุ่มน้ำวังช่วงของข้อมูล 21 ปี(ภาพที่ 5-5-4)สถานีวัดน้ำ W.4A กราฟอุทกจากปีที่มีปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยสูงสุด พ.ศ. 2545 ปริมาณน้ำรายวันมีระดับต่ำตั้งแต่ต้นเดือนเมษายนจนถึงกลางเดือนพฤษภาคมปริมาณน้ำมีระดับสูงขึ้นอย่างรวดเร็วลดตำลงและเพิ่มสูงขึ้นในปลายเดือนพฤษภาคม ปริมาณน้ำลดลงอย่างไม่สม่ำเสมอจากต้นเดือนมิถุนายนจนถึงต้นเดือนกรกฎาคม ปริมาณน้ำเริ่มมีระดับที่ สูงขึ้นอย่างไม่คงที่จากกลางเดือนกรกฎาคม ปริมาณน้ำสูงขึ้นในต้นเดือนสิงหาคมและลดลงในปลายเดือนสิงหาคม เพิ่มระดับสูงขึ้นและลดลงในปลายเดือนสิงหาคม

ปริมาณน้ำสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ในวันที่ 15 กันยายน มีค่า 454 ลูกบาศก์เมตรวินาที ลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 19 กันยายน ปริมาณน้ำสูงขึ้นอย่างรวดเร็วปริมาณน้ำสูงสุดในรอบปี มีค่า 460 ลูกบาศก์เมตรวินาที ในวันที่ 25 กันยายน ซึ่งปริมาณน้ำสูงสุดในวันที่ 15 กันยายน กับ วันที่ 29 กันยายน มีปริมาณที่ไม่ต่างกันมาก หลังจากนั้นปริมาณน้ำลดลงอย่างรวดเร็ว ปริมาณน้ำสูงขึ้นเล็กน้อยในปลายเดือนตุลาคม ปริมาณน้ำลดลง ปริมาณน้ำสูงขึ้นอย่างไม่คงที่ในต้นเดือนพฤศจิกายน ปริมาณน้ำลดลงเพิ่มขึ้นและลดลงในปลายเดือนพฤศจิกายน ปริมาณน้ำเพิ่มสูงขึ้นและลดลงในต้นเดือนธันวาคม ปริมาณน้ำลดลงอย่างไม่คงที่จนสิ้นเดือนมีนาคม

กราฟอุทกจากปีที่มีปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยต่ำสุด พ.ศ. 2536 ปริมาณน้ำรายวันมีระดับต่ำที่คงที่ตั้งแต่ต้นเดือนเมษายน - ปลายเดือนสิงหาคม ปริมาณน้ำเริ่มเพิ่มระดับสูงขึ้นในปลายเดือนสิงหาคม ปริมาณน้ำเพิ่มสูงขึ้นในกลางเดือนกันยายน ลดลงและเพิ่มระดับสูงขึ้นในปริมาณน้ำสูงขึ้นอย่างรวดเร็วปริมาณน้ำสูงสุดในรอบปีวันที่ 25 กันยายน มีค่า 148 ลูกบาศก์เมตรวินาที ปริมาณน้ำลดลงอย่างรวดเร็วถึงในวันที่ 2 ตุลาคม มีค่า 146.5 ลูกบาศก์เมตรวินาที ซึ่งปริมาณน้ำในวันที่ วันที่ 25 กันยายน และ วันที่ 8 ตุลาคม มีปริมาณน้ำไม่แตกต่างกันมาก ปริมารน้ำลดลงอย่างไม่คงที่จนถึงปลายเดือนตุลาคม และปริมาณน้ำลดลงอย่างสม่ำเสมอจนถึงปลายเดือนมกราคม ปริมาณน้ำเพิ่มสูงขึ้นในต้นเดือนกุมภาพันธ์อยู่ในระดับคงที่จนถึงกลางเดือนมีนาคมหลังจากนั้นปริมาณน้ำลดลง และเพิ่มขึ้นในปลายเดือนมีนาคมเล็กน้อย

กราฟอุทกปริมาณน้ำรายวันเฉลี่ยใน 5 ปีจากปีที่มีปริมาณน้ำรายวันเฉลี่ยสูงสุดมีปริมาณน้ำรายวันระดับต่ำที่คงที่จากต้นเดือนเมษายน จนถึงต้นเดือนพฤษภาคมมีปริมาณน้ำในระดับที่สูงขึ้นและลดลงในระดับที่ไม่คงที่จนถึงต้นเดือนสิงหาคมปริมาณน้ำเริ่มสูงขึ้นและลดลงในปลายเดือนสิงหาคมและเพิ่มขึ้นอย่างไม่คงที่เป็นปริมาณน้ำสูงสุดในรอบปีวันที่ 16 กันยายน มีค่า 232.53 ลูกบาศก์เมตรวินาที ปริมาณน้ำลดลงอย่างไม่คงที่จนถึงปลายเดือนตุลาคม และเพิ่มระดับที่สูงขึ้นในต้นเดือนพฤศจิกายน ปริมาณน้ำลดลงอย่างคงที่จนถึงปลายเดือนพฤศจิกายน และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในต้นเดือนธันวาคม ปริมารน้ำลดลงอย่างสม่ำเสมอจนถึงปลายเดือนมีนาคม

กราฟอุทกของปริมาณน้ำรายวันตลอดปีที่มีปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยสูงสุด พ.ศ.2545 มีปริมาณน้ำรายวันสูงสุดในปลายเดือน กันยายน ปีที่มีปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยต่ำสุด พ.ศ. 2536 มีปริมาณน้ำรายสูงสุดในปลายเดือน กันยายน ปริมาณน้ำรายวันเฉลี่ยใน 5 ปี มีปริมาณน้ำรายวันสูงสุดในกลางเดือนกันยายน มีปริมาณน้ำสูงสุดในเดือนเดียวกันคือเดือนกันยายน

5.3.5 ลุ่มน้ำยมในช่วงของข้อมูล 15 ปี(ภาพที่ 5-5-5)สถานีวัดน้ำ Y.17 กราฟอุทกจากปีที่มีปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยสูงสุด พ.ศ. 2544 ปริมาณน้ำรายวันมีระดับต่ำตั้งแต่ต้นเดือนเมษายนเริ่ม

สูงขึ้นในต้นเดือนพฤษภาคมอย่างรวดเร็วปริมาณน้ำมีการขึ้นลงไม่สม่ำเสมอสูงขึ้นในต้เดือนมิถุนายน ปริมาณน้ำลดลงในต้นเดือนกรกฎาคมปริมาณน้ำมีระดับสูงขึ้นอย่างไม่คงที่ ในกลางเดือนกรกฎาคมมีปริมาณน้ำสูงสุดในรอบปีวันที่ 26 กันยายน มีค่า 638 ลูกบาศก์เมตรวินาที ปริมาณน้ำลดลงอย่างไม่สม่ำเสมอจนถึงต้นเดือนพฤศจิกายน ปริมาณน้ำลดลงอย่างสม่ำเสมอในต้นเดือนมกราคมมีปริมาณน้ำเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อย และค่อยๆลดลง มีปริมาณน้ำเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในปลายเดือนกุมภาพันธ์มีระดับสม่ำเสมอจนถึงปลายเดือนมีนาคม

กราฟอุทกจากปีที่มีปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยต่ำสุด พ.ศ. 2536 ปริมาณน้ำรายวันมีระดับต่ำตั้งแต่ต้นเดือนเมษายนเริ่มสูงขึ้น ในปลายเดือนพฤษภาคมในลักษณะของขั้นบรรไดจนถึงต้นเดือนมิถุนายน ปริมาณน้ำอยู่ในระดับคงที่ลดลงเล็กน้อยในปลายเดือนมิถุนายน ปริมาณน้ำเพิ่มระดับสูงขึ้นตั้งต้นเดือนจนถึงปลายปลายเดือนกรกฎาคมปริมาณน้ำลดลงเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อย ปริมาณน้ำลดลงอย่างสม่ำเสมอเล็กน้อยจนถึงกลางเดือนสิงหาคม ปริมาณน้ำค่อยๆสูงขึ้นจนถึงปลายเดือน กันยายน ลดลงเล็กน้อยในต้นเดือนตุลาคม มีปริมาณน้ำสูงสุดในรอบปีวันที่ 7-8 ตุลาคม มีค่า 199.8 ลูกบาศก์เมตรวินาที ปริมาณน้ำเพิ่มขึ้นลดลงและเพิ่มขึ้นเล็กเล็กน้อย ปริมาณน้ำค่อยๆลดระดับลงอย่างคงที่จนถึงต้นเดือนพฤศจิกายนปริมาณน้ำมีค่าเป็น 0 ลูกบาศก์เมตรวินาที จนสินเดือนมีนาคม

กราฟอุทกปริมาณน้ำรายวันเฉลี่ยใน 5 ปีจากปีที่มีปริมาณน้ำรายวันเฉลี่ยสูงสุดมีปริมาณน้ำรายวันระดับต่ำมีระดับที่สูงขึ้นในต้นเดือนพฤาภาคมมีระดที่ค่อนข้างคงที่มีการปรับระดับเพิ่มสูงขึ้นในเดือนมิถุนายน ปริมาณน้ำมีระดับลดลงเล็กน้อยในกลางเดือนกรกฎาคม ปริมาณน้ำมีระดับสูงขึ้นเป็นปริมาณน้ำสูงสุดในรอบปีวันที่ 20 กันยายน มีค่า 937.36 ลูกบาศก์เมตรวินาที ปริมารน้ำค่อยๆลดลงจนมีระดับต่ำถึงปลายเดือนมกราคม การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำอยู่ในระดับที่ค่อนข้างคงที่จนถึงสิ้นเดือนมีนาคม

กราฟอุทกของปริมาณน้ำรายวันตลอดปีที่มีปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยสูงสุด พ.ศ. 2544 มีปริมาณน้ำรายวันสูงสุดในปลายเดือนกันยายนปีที่มีปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยต่ำสุด พ.ศ.2536 มีปริมาณน้ำรายสูงสุดในต้นเดือนกันยายน ปริมาณน้ำรายวันเฉลี่ยใน 5 ปี มีปริมาณน้ำรายวันสูงสุดในกลางเดือนกันยายน มีปริมาณน้ำสูงสุด เกิดขึ้นในเดือนเดียวกันคือเดือนกันยายน

5.3.6 ลุ่มน้ำน่านในช่วงของข้อมูล 16 ปี(ภาพที่ 5-5-6)สถานีวัดน้ำ N.10A กราฟอุทกจากปีที่มีปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยสูงสุด พ.ศ. 2538 ปริมาณน้ำรายวันมีระดับต่ำที่ไม่สม่ำเสมอที่จนถึงปลายเดือนมิถุนายนปริมาณน้ำเริ่มสูงขึ้นมีปริมาณน้ำสูงสุดในรอบปีวันที่ 18-20 กันยายน มีค่า 2,180 ลูกบาศก์เมตรวินาที ปริมาณน้ำลดลงเล็กน้อย และปริมาณน้ำมีระดับสูงขึ้นวันที่ 24

กันยายน มีค่า 2,180 ลูกบาศก์เมตรวินาที ปริมาณน้ำลดลงจนถึงกลางเดือนธันวาคม ปริมาณน้ำมีการลดลงอย่างไม่สม่ำเสมอลดลงในกลางเดือนกุมภาพันธ์ และมีการเพิ่มขึ้นอย่างไม่สม่ำเสมอจนสิ้นเดือนมีนาคม

กราฟอุทกจากปีที่มีปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยต่ำสุด พ.ศ. 2535 ปริมาณน้ำรายวันมีระดับต่ำที่ไม่สม่ำเสมอในต้นเดือนเมษายนจนถึงปลายเดือนกรกฎาคม ระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้นจนถึงกลางเดือนสิงหาคม ปริมาณน้ำลดลงในปลายเดือนสิงหาคมเพิ่มสูงขึ้นในต้นเดือนกันยายน และลดลงเล็กน้อยในกลางเดือนกันยายน เพิ่มสูงขึ้นในปลายเดือนกันยายน ปริมาณน้ำลดลงเล็กน้อยและเพิ่มสูงขึ้น ปริมาณน้ำสูงสุดในรอบปีวันที่ 5 ตุลาคม มีค่า 564.7 ลูกบาศก์เมตรวินาที ปริมาณน้ำลดลงในกลางเดือนตุลาคมเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และลดลงในปลายเดือนตุลาคม ปริมาณน้ำมีการเปลี่ยนแปลงในระดับที่ไม่คงที่ ปริมาณน้ำเริ่มมีระดับที่สูงขึ้นในต้นเดือนธันวาคม ปริมาณน้ำมีการเปลี่ยนแปลงในระดับที่ไม่คงที่จนถึงสิ้นเดือนมีนาคม

กราฟอุทกปริมาณน้ำรายวันเฉลี่ยใน 5 ปีจากปีที่มีปริมาณน้ำรายวันเฉลี่ยสูงสุดมีปริมาณน้ำรายวันระดับต่ำที่ไม่สม่ำเสมอในต้นเดือนเมษายนจนถึงปลายเดือนกรกฎาคมปริมาณน้ำมีระดับที่สูงขึ้นอย่างไม่สม่ำเสมอ ปริมาณน้ำสูงสุดในรอบปีวันที่ 20 กันยายน มีค่า 1494.34 ลูกบาศก์เมตรวินาที และปริมาณน้ำลดลงอย่างสม่ำเสมอจนถึงสิ้นเดือนธันวาคม มีระดับที่เพิ่มสูงึ้นอย่างไม่สม่ำเสมอจนถึงสิ้นเดือนมีนาคม

กราฟอุทกของปริมาณน้ำรายวันตลอดปีที่มีปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยสูงสุดพ.ศ.2538 มีปริมาณน้ำรายวันสูงสุดในกลางเดือนกันยายนปีที่มีปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยต่ำสุด พ.ศ.2535 มีปริมาณน้ำรายสูงสุดในต้น.เดือนตุลาคม ปริมาณน้ำรายวันเฉลี่ยใน 5 ปี มีปริมาณน้ำรายวันสูงสุดในกลางเดือนกันยายน พ.ศ. 2538 มีปริมาณน้ำสูงสุดเร็วกว่า พ.ศ. 2538 เป็นระยะเวลาประมาณ 1 เดือน ปริมาณน้ำรายวันสูงสุดในปี พ.ศ. 2538 กับปริมาณน้ำรายวันเฉลี่ยใน 5 ปี เกิดขึ้นในเดือนเดียวกันคือเดือนกันยายน

5.3.7 ลุ่มน้ำแม่กลองในช่วงของข้อมูลลุ่ม 7 ปี(ภาพที่ 5-5-7)สถานีวัดน้ำ K.11 กราฟอุทกจากปีที่มีปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยสูงสุด พ.ศ. 2529 ปริมาณน้ำไม่คงที่ในต้นเดือนเมษายนตลอดทั้งปีจนถึงสินเดือนมีนาคม ปริมาณน้ำมีระดับต่ำในต้นเดือนพฤษภาคมมีปริมาณน้ำสูงอย่างไม่คงที่ ปริมาณน้ำสูงสุดในรอบปีวันที่ 10 พฤษภาคม มีค่า 873.2 ลูกบาศก์เมตรวินาที ปริมาณน้ำลดลงอย่างไม่สม่ำเสมอในปลายเดือนพฤษภาคม ปริมาณน้ำเพิ่มระดับสูงขึ้นในต้นเดือนมิถุนายน ระดับน้ำมีการเปลี่ยนแปลงไม่แตกต่างกันมากจนถึงปลายเดือนมิถุนายนปริมยณน้ำลดต่ำลงในต้นเดือนกรกฎาคมอย่างรวดเร็วในต้นเดือนจนถึงกลางเดือนกรกฎาคม และลดลงอย่างรวดเร็วในปลายเดือน

กรกฎาคม ปริมาณน้ำสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในต้นเดือนสิงหาคม ปริมาณน้ำลดลงและเพิ่มขึ้นอย่างไม่สม่ำเสมอ ปริมาณน้ำลดลงและเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในต้นเดือนตุลาคม ปริมาณน้ำลดลงอย่างไม่สม่ำเสมอจนถึงกลางเดือนพฤศจิกายนระดับน้ำมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนักจนถึงสิ้นเดือนพฤศจิกายนปริมาณน้ำเพิ่มสูงขึ้นในต้นเดือธันวาคมปลายเดือนธันวาคม และต้นเดือนมกราคม ปริมาณน้ำมีระดับลดลงที่อย่างไม่คงที่ไม่คงจนสิ้นเดือนมีนาคม

กราฟอุทกจากปีที่มีปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยต่ำสุด พ.ศ. 2529 ปริมาณน้ำมีระดับที่ไม่คงที่ในต้นเดือนเมษายนตลอดทั้งปีจนสิ้นเดือนมีนาคม ปริมาณน้ำสูงสุดในรอบปีวันที่ 4 พฤษภาคม มีค่า 303.7 ลูกบาศก์เมตรวินาที ปริมาณน้ำลดลงในเดือนพฤษภาคม ปริมาณน้ำลดลงในกลางเดือนมิถุนายน ปริมษรน้ำเพิ่มสูงขึ้นจากกลางเดือนมิถุนายนจนถึงต้นเดือนกรกฎาคม ปริมาณน้ำลดระดับต่ำลง เพิ่มสูงขึ้นกลางเดือนสิงหาคม ปริมาณน้ำลดต่ำลงและเพิ่มสูงขึ้นในปลายเดือนสิงหาคม ปริมาณน้ำมีระดับที่สูงขึ้นในต้นเดือนกันยายนลดระดับต่ำลงในต้นเดือนตุลาคมและเริ่มสูงขึ้นในปลายเดือนพฤศจิกายน ลดระดับต่ำลงในกลางเดือนธันวาคมและปริมาณน้ำมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไม่คงที่จนถึงสิ้นเดือนมีนาคม

กราฟอุทกปริมาณน้ำรายวันเฉลี่ยใน 5 ปีจากปีที่มีปริมาณน้ำรายวันเฉลี่ยสูงสุดมีปริมาณน้ำรายวันไม่คงที่จากต้นเดือนเมษายนตลอดทั้งปีจนสิ้นเดือนมีนาคม ปริมาณน้ำมีปริมาณน้ำลดต่ำลงและระดับที่สูงขึ้น ในต้นเดือนพฤษภาคม การเปลี่ยนปลงของปริมาณน้ำไม่สม่ำเสมอจนถึงกลางเดือนมีปริมาณน้ำลดต่ำลง และเพิ่มขึ้นอย่างไม่สม่ำเสมอ จนถึงวันที่มีปริมาณน้ำสูงสุดในรอบปีวันที่ 9 ตุลาคม มีค่า 862.1 ลูกบาศก์เมตรวินาที ปริมาณน้ำลดลงอย่างไม่คงที่จนถึงปลายเดือนพฤศจิกายน ปริมาณน้ำเพิ่มอย่างไม่คงที่ในต้นเดือนธันวาคมถึงปลายเดือนธันวาคมและลดระดับต่ำลงและเพิ่มสูงขึ้นในต้นเดือนมกราคม ปริมาณน้ำลดระดับอย่างไม่คงที่จนถึงสิ้นเดือนมีนาคม

กราฟอุทกของปริมาณน้ำรายวันตลอดปีที่มีปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยสูงสุด พ.ศ. 2529 มีปริมาณน้ำรายวันสูงสุดในต้นเดือนพฤษภาคม ปีที่มีปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยต่ำสุด พ.ศ. 2527 มีปริมาณน้ำรายสูงสุดในต้นเดือน ตุลาคม ปริมาณน้ำรายวันเฉลี่ยใน 5 ปี มีปริมาณน้ำรายวันสูงสุดในต้นเดือน ตุลาคม พ.ศ.2529 มีปริมาณน้ำสูงสุดเร็วกว่า พ.ศ. 2527 เป็นระยะเวลาประมาณ 5 เดือน ปริมาณน้ำรายวันสูงสุดในปี พ.ศ.2527 กับปริมาณน้ำรายวันเฉลี่ยใน 5 ปี เกิดขึ้นในเดือนเดียวกันคือเดือนตุลาคม

5.3.8 ลุ่มน้ำลุ่มน้ำจันทบุรีในช่วงของข้อมูล 18 ปี(ภาพที่ 5-5-8)สถานีวัดน้ำ Z.13 กราฟอุทกจากปีที่มีปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยสูงสุด พ.ศ. 2543 ปริมาณน้ำมีระดับต่ำในต้นเดือนเมษายน

ปริมาณน้ำมีระดับน้ำที่เพิ่มขึ้นและลดลงเล็กน้อยในจากกลางเดือนเมษายนจนถึงต้นเดือนมิถุนายน ระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ววันที่มีปริมาณน้ำสูงสุดในรอบปีวันที่ 4 มิถุนายน มีค่า 351.74 ลูกบาศก์เมตรวินาที ปริมาณน้ำลดลงอย่างรวดเร็วในกลางเดือนมิถุนายนมีการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำที่ไม่คงที่มีปริมาณที่เพิ่มสูงขึ้นในกลางเดือนกรกฎาคม ปริมาณน้ำลดลงและเพิ่มสูงขึ้นในปลายเดือนกรกฎาคม ปริมาณน้ำลดลงอย่างไม่สม่ำเสมอจนและเพิ่มสูงขึ้นในกลางเดือนสิงหาคม หลังจากนั้นปริมาณน้ำเพิ่มสูงขึ้นในต้นเดือนกันยายนและลดลงอย่างไม่สม่ำเสมอจากปลายเดือนกันยายนถึงต้นเดือนตุลาคม ปริมาณน้ำสูงขึ้นในกลางเดือนตุลาคม ปริมาณน้ำลดลงค่อนข้างคงที่จนถึงกลางเดือนธันวาคม หลังจากเดือนธันวาคมปริมาณน้ำมีระดับต่ำมาก ปริมาณน้ำเพิ่มสูงขึ้นในต้นเดือนมกราคม ลดต่ำลงในเดือนกุมพันธ์ มีปริมาณน้ำระดับต่ำจนถึงสิ้นเดือนมีนาคม

กราฟอุทกจากปีที่มีปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยต่ำสุด พ.ศ. 2527 ตั้งแต่ต้นเดือนเมษายนจนถึงกลางเดือนพฤษภาคมมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ปริมษณน้ำเพิ่มสูงขึ้นและลดระดับลงอย่างไม่สม่ำเสมอจนถึงต้นเดือนกรกฎาคมปริมาณน้ำเพิ่มระดับสูงขึ้นอย่างรวดเร็วเป็นวันที่มีปริมาณน้ำสูงสุดในรอบปีวันที่ 9 กรกฎาคม มีค่า 477.6 ลูกบาศก์เมตรวินาที ปริมาณน้ำลดลงอย่างรวดเร็วในกลางเดือนกรกฎาคม ปริมาณน้ำมีระดับที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างไม่คงที่จนถึงกลางเดือนสิงหาคม ปริมาณน้ำเพิ่มสูงขึ้นและลดระดับลงเล็กน้อย ในปลายเดือนสิงหาคม ปริมาณน้ำมีระดับที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างไม่คงที่จนถึงสิ้นเดือนตุลาคมปริมาณน้ำลดระดับลงอย่างสม่ำเสมอที่จนถึงสิ้นเดือนมีนาคม

กราฟอุทกปริมาณน้ำรายวันเฉลี่ยใน 5 ปีจากปีที่มีปริมาณน้ำรายวันเฉลี่ยสูงสุดมีปริมาณน้ำรายวันในระดับที่คงที่จนถึงต้นเดือนพฤษภาคม ปริมาณน้ำมีระดับเพิ่มขึ้นอย่างไม่สม่ำเสมอเป็นวันที่มีปริมาณน้ำสูงสุดในรอบปีวันที่ 2 สิงหาคม มีค่า 142.164 ลูกบาศก์เมตรวินาที ปริมาณน้ำลดระดับลงอย่างไม่สม่ำเสมอจนถึงกลางเดือนพฤศจิกายน ปริมาณน้ำลดระดับลงอย่างคงที่จนถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ปริมษณน้ำลดระดับลงอย่างรวดเร็ว และมีปริมาณน้ำระดับต่ำอย่างคงที่จนถึงสิ้นเดือนมีนาคม

กราฟอุทกของปริมาณน้ำรายวันตลอดปีที่มีปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยสูงสุด พ.ศ. 2543 มีปริมาณน้ำรายวันสูงสุดในต้นเดือนมิถุนายนปีที่มีปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยต่ำสุด พ.ศ.2527 มีปริมาณน้ำรายสูงสุดในต้นเดือน กรกฎาคม ปริมาณน้ำรายวันเฉลี่ยใน 5 ปี มีปริมาณน้ำรายวันสูงสุดในต้นเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2543 มีปริมาณน้ำสูงสุดเร็วกว่า พ.ศ.2527 เป็นระยะเวลาประมาณ 1 เดือน ปริมาณน้ำรายวันสูงสุดในปี พ.ศ. 2543 มีปริมาณน้ำสูงสุดเร็วกว่าปริมาณน้ำรายวันเฉลี่ยใน 5 ปี 2 เดือน พ.ศ.2527 มีปริมาณน้ำสูงสุดเร็วกว่า 1 ดือน

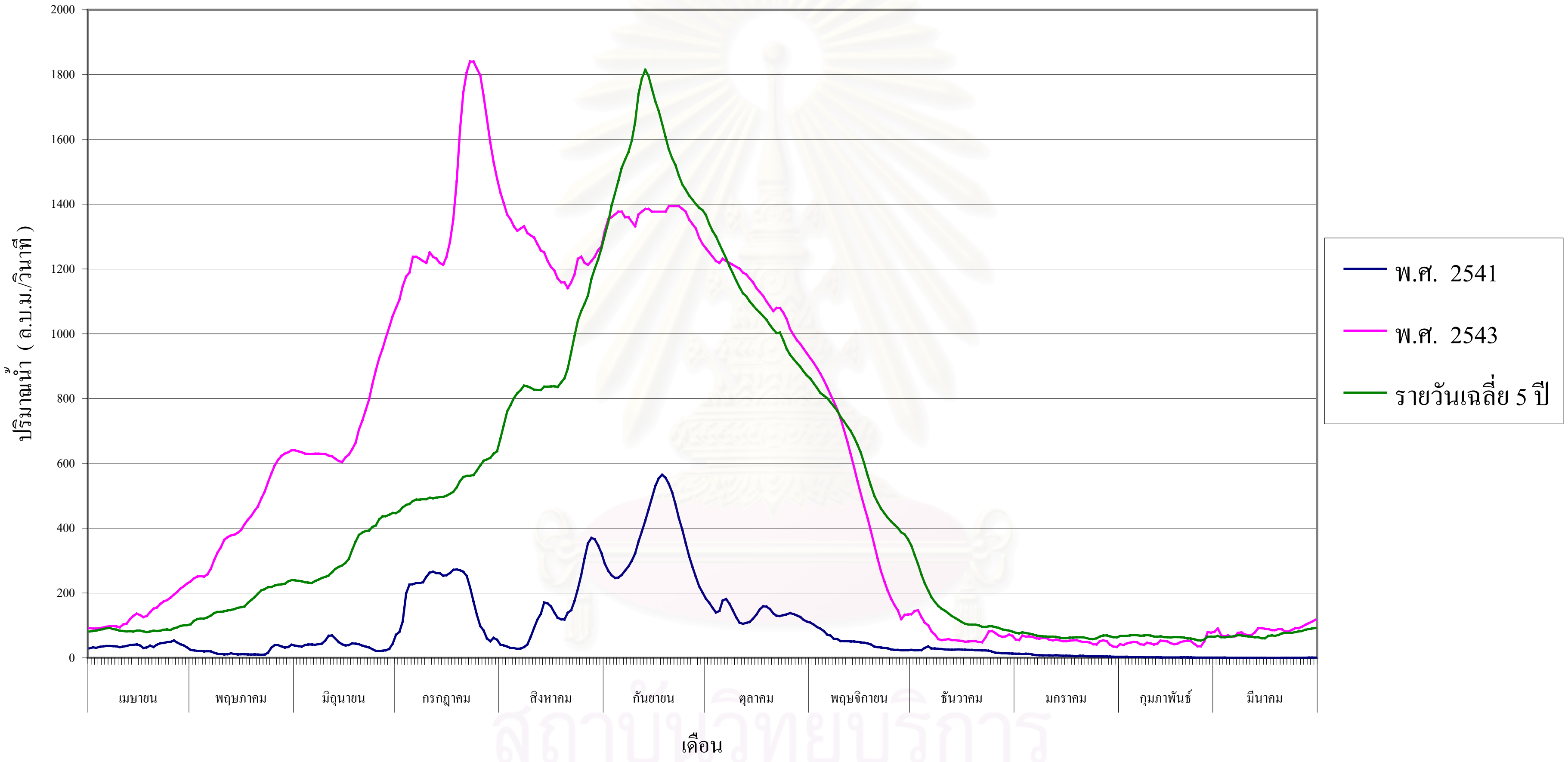
5.3.9 ลุ่มน้ำลุ่มน้ำตาปีในช่วงของข้อมูล 19 ปี(ภาพที่ 5-5-8)สถานีวัดน้ำ X.37A กราฟอุทกจากปีที่มีปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยสูงสุด พ.ศ. 2542 ปริมาณน้ำรายวันจากต้นเดือนเมษายน ลดระดับอย่างไม่สม่ำเสมอถึงต้นเดือนพฤษภาคม ปริมาณน้ำมีระดับสูงขึ้นอย่างไม่สม่ำเสมอจนถึงกลางเดือนมิถุนายน และลดลงในปลายเดือน มิถุนายน ปริมาณน้ำเพิ่มระดับอย่างไม่คงที่จนถึงปลายเดือนกรกฎาคม ปริมาณน้ำลดลงในกลางเดือนสิงหาคม ปริมาณน้ำเพิ่มสูงขึ้นและลดลงเล็กน้อยในปลายเดือนสิงหาคม ปริมาณน้ำเพิ่มสูงขึ้นในต้นเดือนกันยายน และลดลงในกลางเดือน ปริมาณน้ำเพิ่มสูงขึ้นในต้นเดือนตุลาคม ปริมาณน้ำเพิ่มสูงขึ้นเป็นวันที่มีปริมาณน้ำสูงสุดในรอบปีวันที่ 1 พฤศจิกายน มีค่า 417.7 ลูกบาศก์เมตรวินาที ปริมาณน้ำลงลงและเพิ่มสูงขึ้นในปลายเดือนพฤศจิกายน ปริมาณน้ำลงระดับลงในต้นเดือนธันวาคม และเพิ่มสูงขึ้นในกลางเดือนธันวาคม ปริมาณน้ำมีระดับที่ลดลงค่อนข้างสม่ำเสมอจนถึงปลายเดือนมกราคม ปริมาณน้ำเพิ่มระดับสูงขึ้นเล็กน้อยและลดลงระหว่างเดือนมกราคม และกุมภาพันธ์ ปริมาณน้ำมีระดับที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย และลดลงในปลายเดือนกุมภาพันธ์ มีระดับสูงขึ้นในต้นเดือนมีนาคม ปริมาณน้ำลดลงอย่างไม่สม่ำเสมอและเพิ่มสูงขึ้นในปลายเดือนมีนาคม

กราฟอุทกจากปีที่มีปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยต่ำสุด พ.ศ. 2535 ปริมาณน้ำมีระดับต่ำที่คงที่ตั้งแต่ต้นเดือนเมษายน ปริมาณเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อยในกลางเดือนพฤษภาคม และมีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำเล็กน้อยจนถึงปลายเดือนกรกฎาคม ปริมาณน้ำมีระดับเพิ่มขึ้นและลดลงอย่างไม่สม่ำเสมอ และเพิ่มระดับที่สูงขึ้นในต้นเดือนกันยายน และลดระดับลงกลางเดือนกันยายน ปริมาณน้ำเพิ่มสูงขึ้นเป็นวันที่มีปริมาณน้ำสูงสุดในรอบปีวันที่ 15 ตุลาคม มีค่า 319 ลูกบาศก์เมตรวินาที และลดลงในปลายเดือนตุลาคม ปริมาณน้ำเพิ่มสูงขึ้นและลดลงในต้นเดือนพฤศจิกายน ปริมาณน้ำเพิ่มระดับสูงขึ้นในต้นเดือนพฤศจิกายน ปริมาณน้ำลดลงและเพิ่มสูงขึ้นในปลายเดือนธันวาคม ปริมาณน้ำค่อยๆลดลงในเดือนมกราคม ปริมาณน้ำเพิ่มระดับสูงขึ้นและลดระดับลงเล็กน้อยระหว่างเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ ปริมาณน้ำมีระดับที่คงที่และเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อยในปลายเดือนมีนาคม

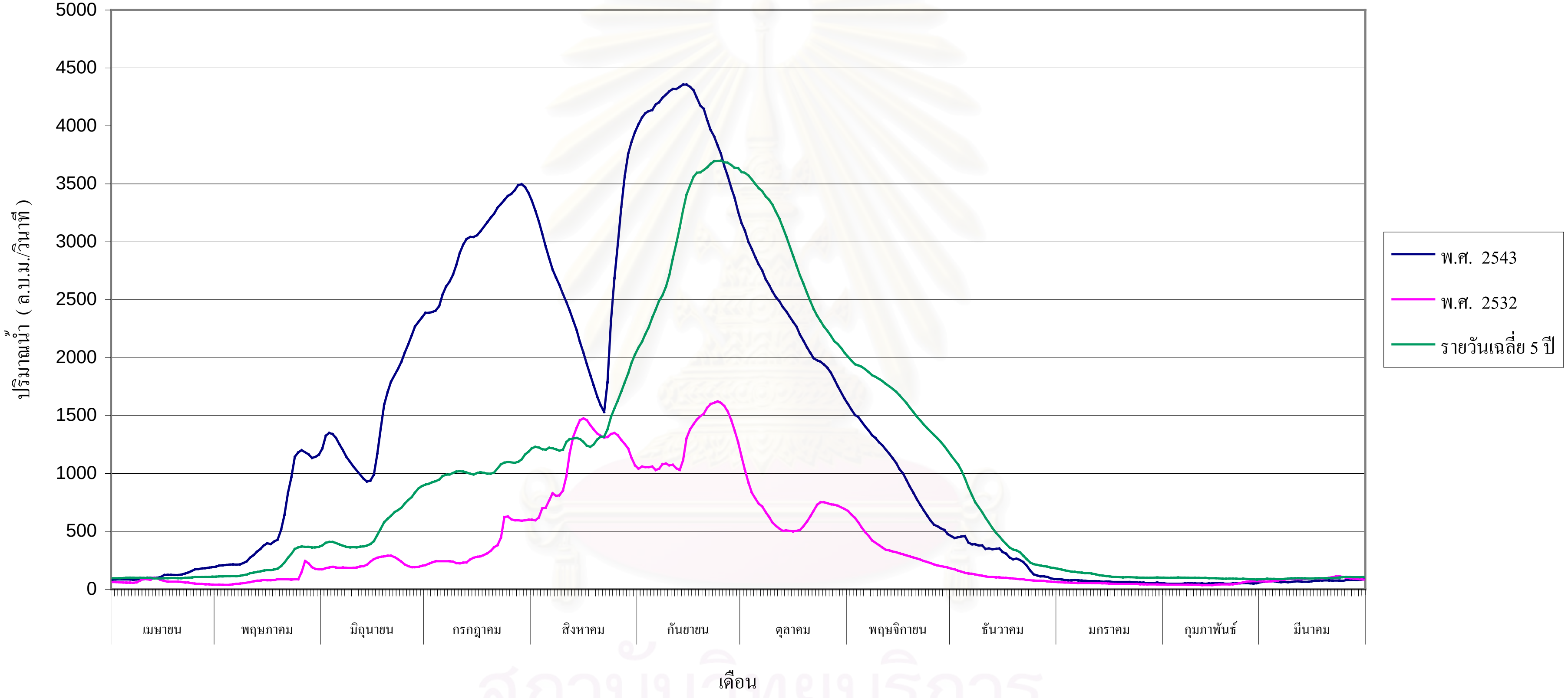
กราฟอุทกปริมาณน้ำรายวันเฉลี่ยใน 5 ปีจากปีที่มีปริมาณน้ำรายวันเฉลี่ยสูงสุด ปริมาณน้ำมีการเปลี่ยนแปลงสม่ำเสมอที่ในต้นเดือนเมษายนจนถึงสิ้นเดือน ปริมาณน้ำมีระดับสูงขึ้นเล็กน้อยอย่างไม่สม่ำเสมอจนถึงกลางเดือนกรกฎาคมปริมาณน้ำเพิ่มระดับสูงขึ้นและลดลงเล็กน้อย ปริมาณน้ำเพิ่มระดับขึ้นลงไม่สม่ำเสมอลงลงเล็กน้อยในต้นเดือนสิงหาคม กันยายนเพิ่มระดับสูงขึ้นลดระดับลงเล็กน้อยในปลายเดือนพฤศจิกายนปริมาณน้ำเพิ่มระดับสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว เป็นวันที่มีปริมาณน้ำสูงสุดในรอบปีวันที่ 6 พฤศจิกายน มีค่า 719.56 ลูกบาศก์เมตรวินาที ปริมาณน้ำลดลงอย่างรวดเร็วในปลายเดือนธันวาคมปริมาณน้ำลดระดับลงอย่างไม่คงที่จนถึงสิ้นเดือนมีนาคม

กราฟอุทกของปริมาณน้ำรายวันตลอดปีที่มีปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยสูงสุด พ.ศ. 2542 มีปริมาณน้ำรายวันสูงสุดในต้นเดือนพฤศจิกายน ปีที่มีปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยต่ำสุด พ.ศ.2535 มีปริมาณน้ำรายสูงสุดในกลางเดือน ตุลาคม ปริมาณน้ำรายวันเฉลี่ยใน 5 ปี มีปริมาณน้ำรายวันสูงสุดในต้นเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2542 มีปริมาณน้ำสูงสุดช้ากว่า พ.ศ. 2535 เป็นระยะเวลาประมาณ 1 เดือน ปริมาณน้ำรายวันสูงสุดในปี พ.ศ. 2542 กับปริมาณน้ำรายวันเฉลี่ยใน 5 ปี เกิดขึ้นในเดือนเดียวกันคือเดือนพฤศจิกายน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

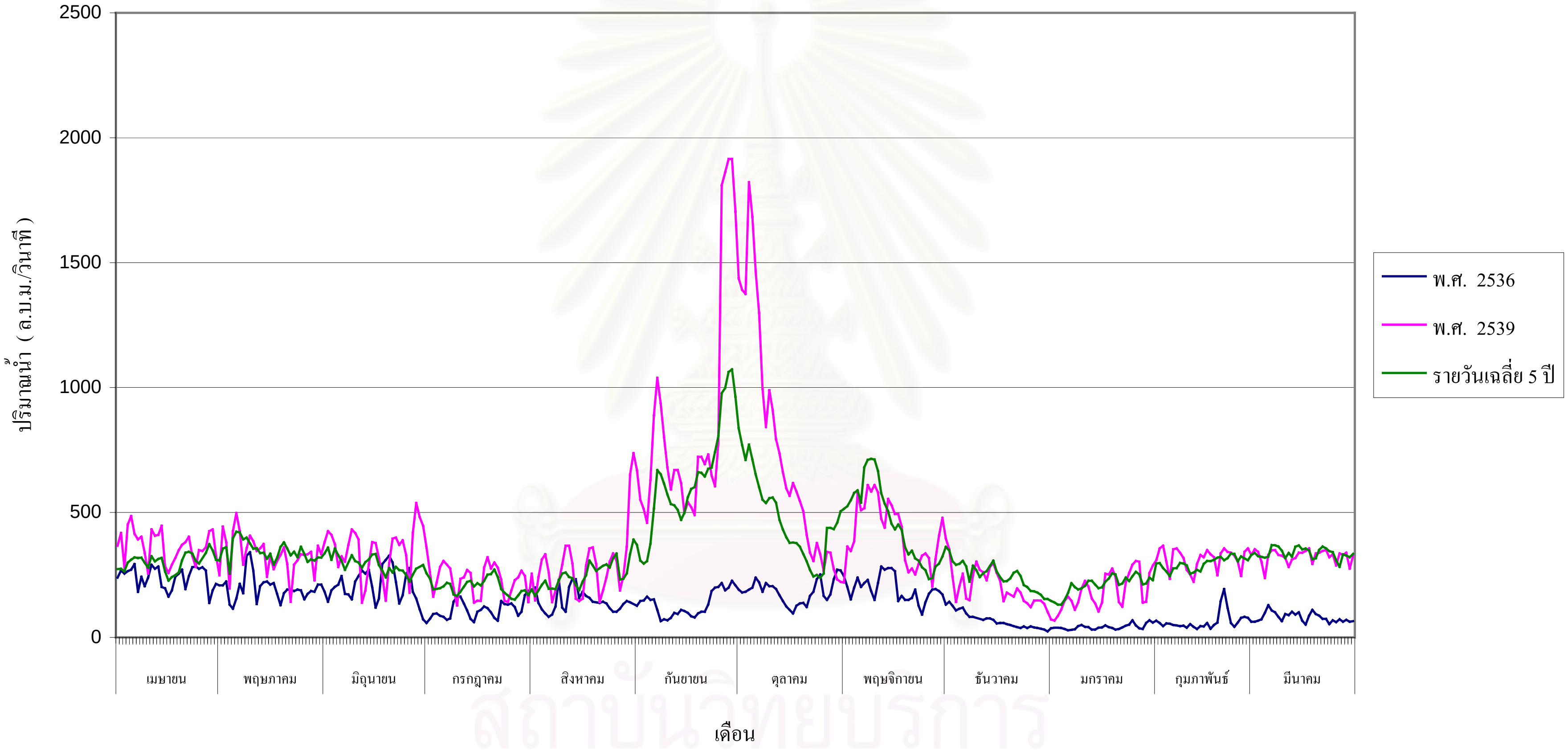


ภาพที่ 5-4-1 กราฟอุทกของปริมาณน้ำตลอดปีลุ่มน้ำชี (E.20A)

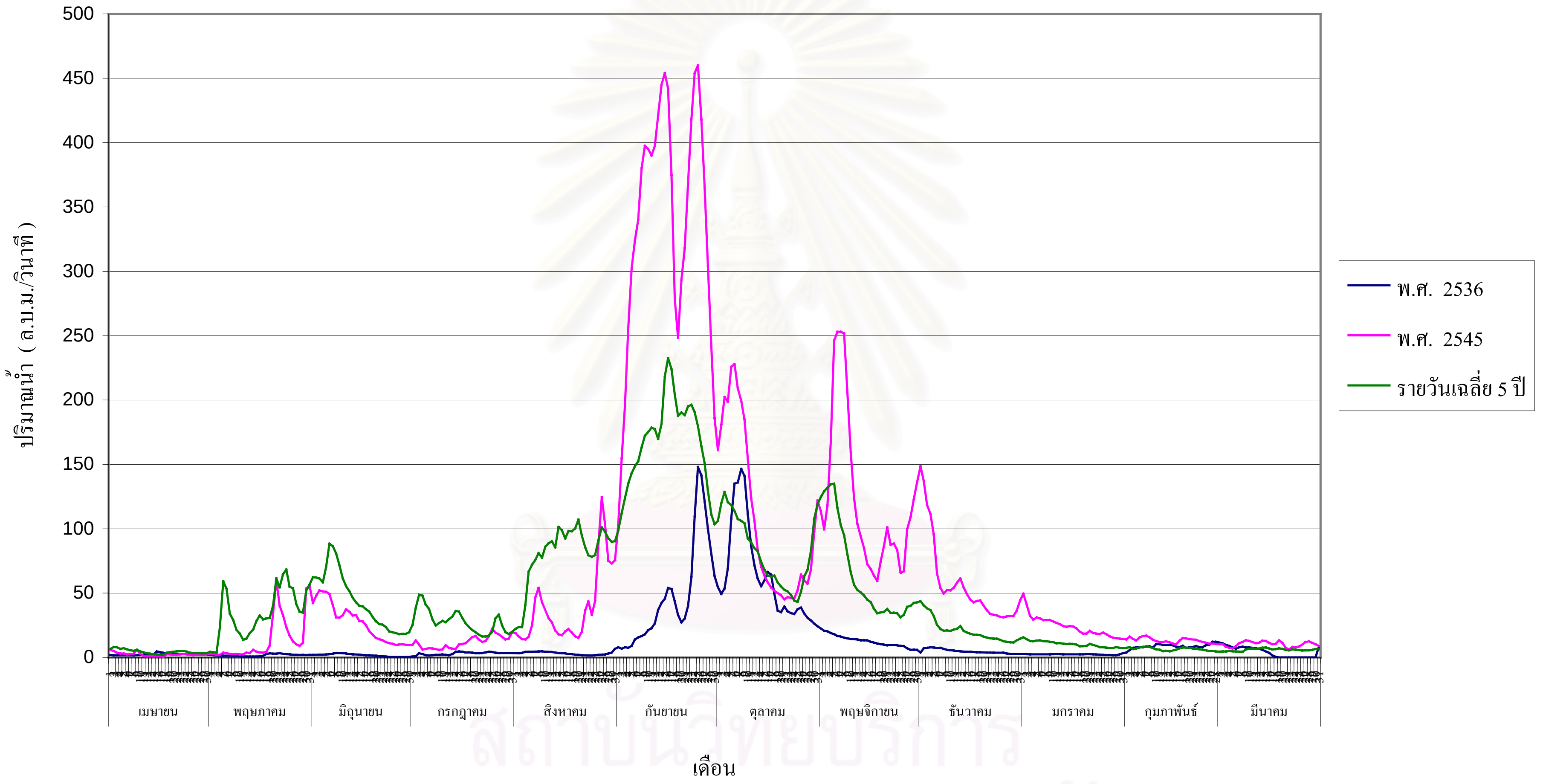


ภาพที่ 5-4-2 กราฟอุทกของปริมาณน้ำตลอดปีลุ่มน้ำมูล (M.7)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

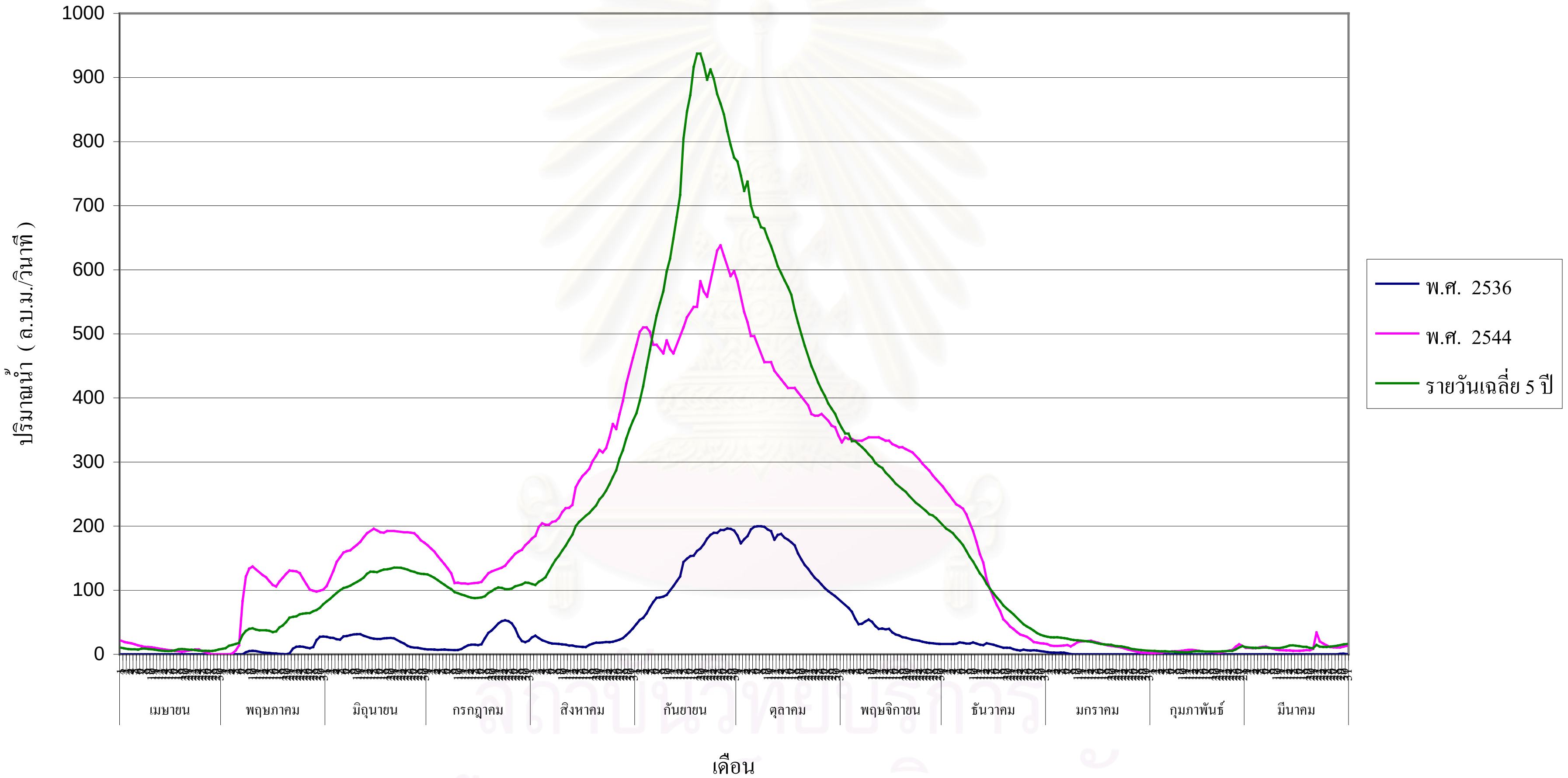


ภาพที่ 5-4-3 กราฟอุทกของปริมาณน้ำตลอดปีลุ่มน้ำปิง(P.17)

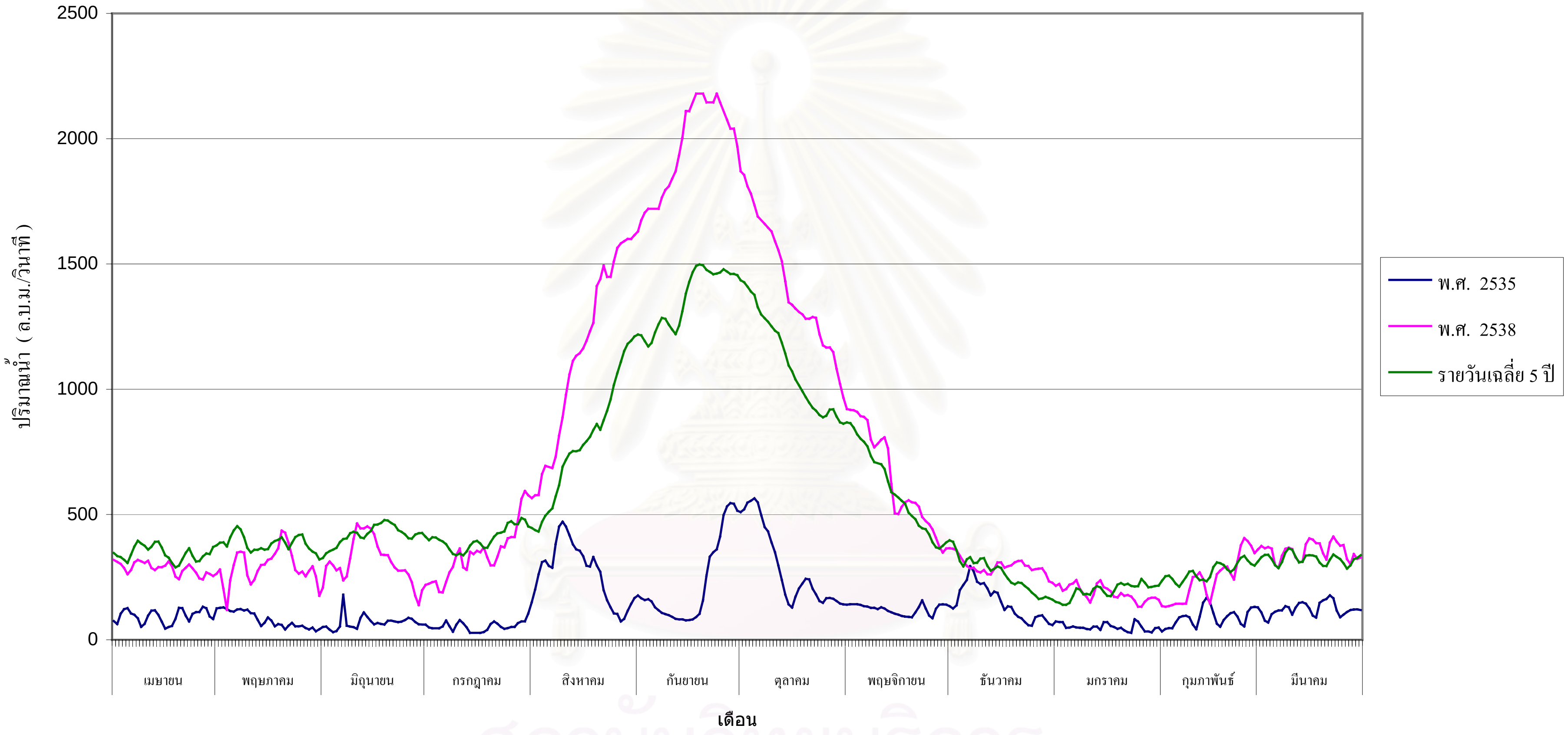


ภาพที่ 5-4-4 กราฟอุทกของปริมาณน้ำตลอดปีลุ่มน้ำวัง (W.4A)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

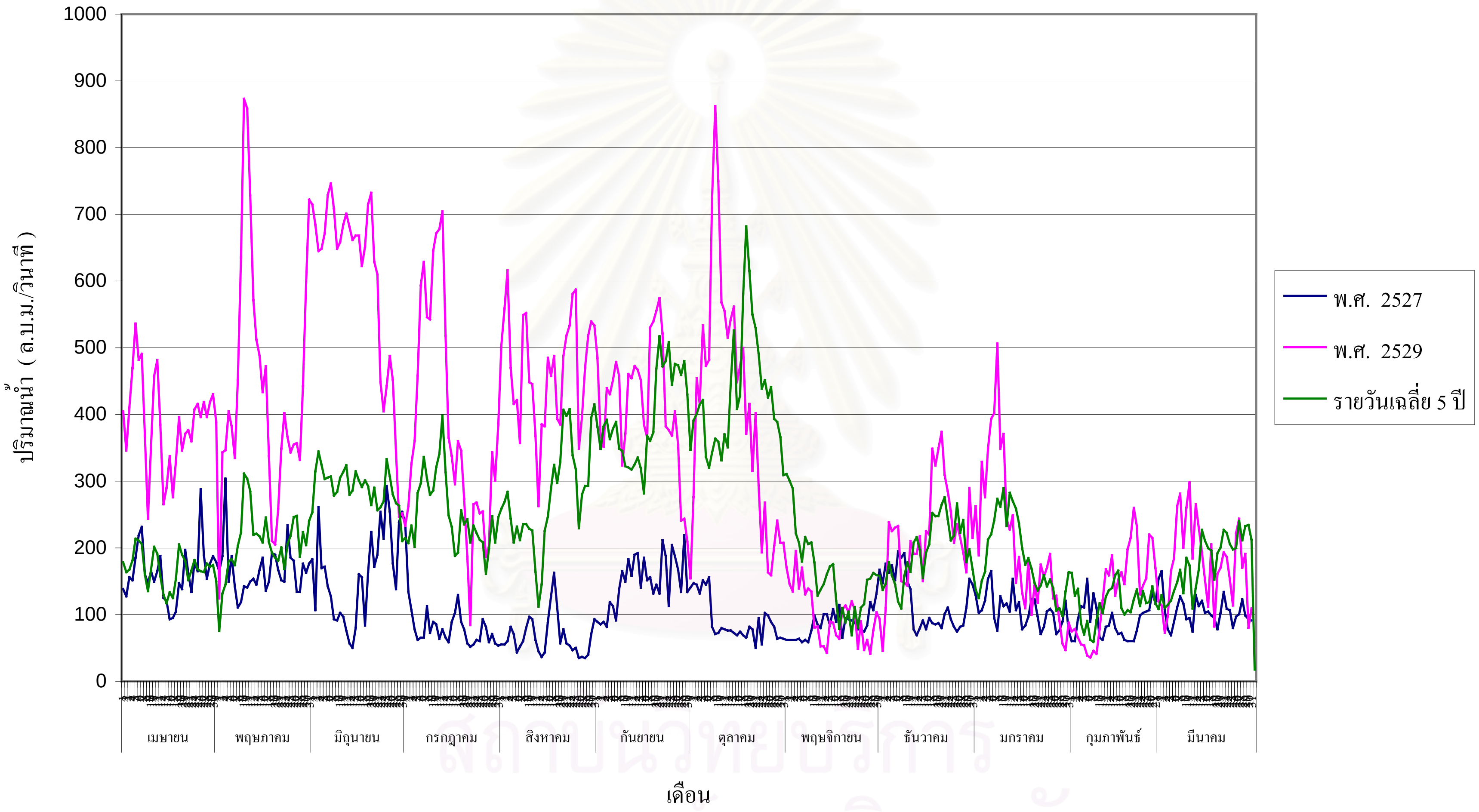


ภาพที่ 5-4-5 กราฟอุทกของปริมาณน้ำตลอดปีลุ่มน้ำยม (Y.17)

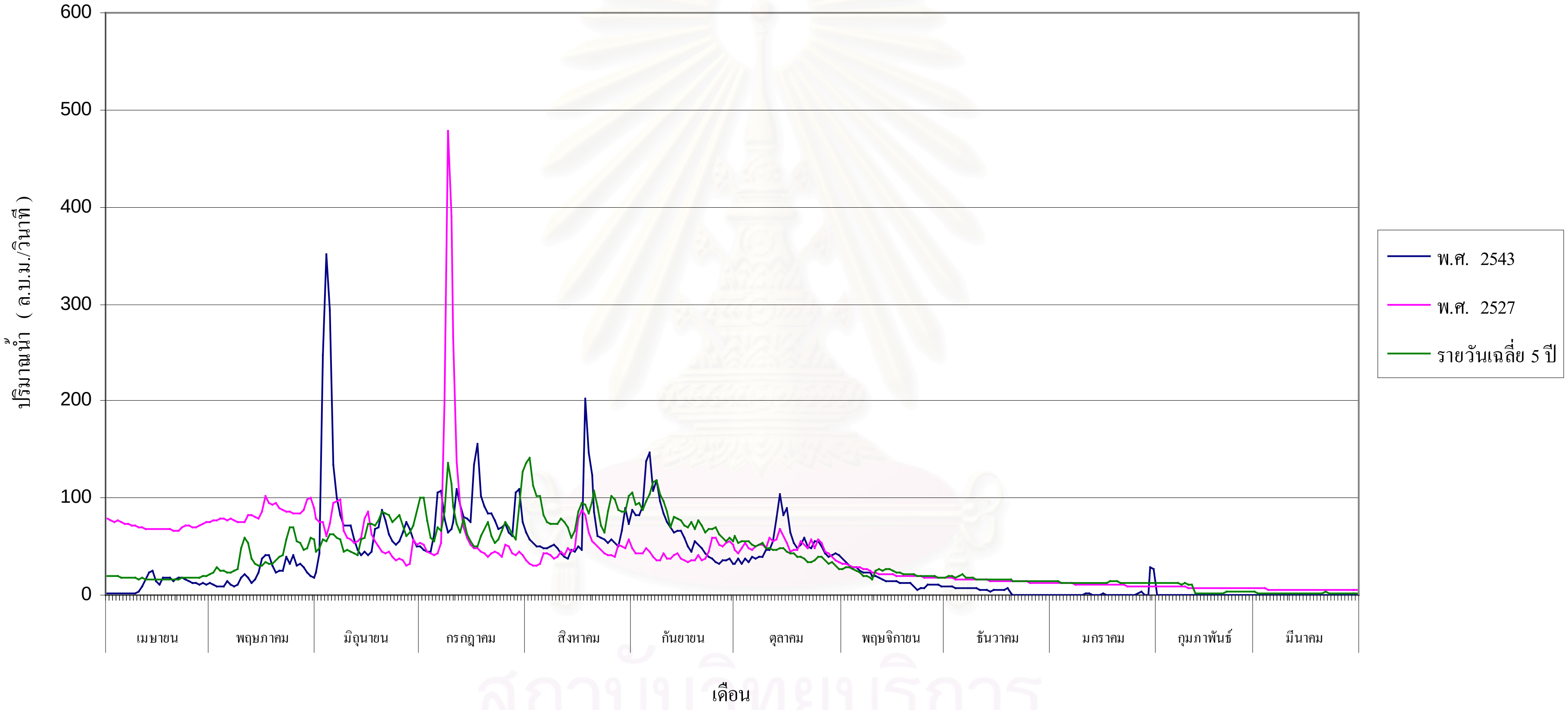


ภาพที่ 5-4-6 กราฟอุทกของปริมาณน้ำตลอดปีลุ่มน้ำน่าน (N.10A)

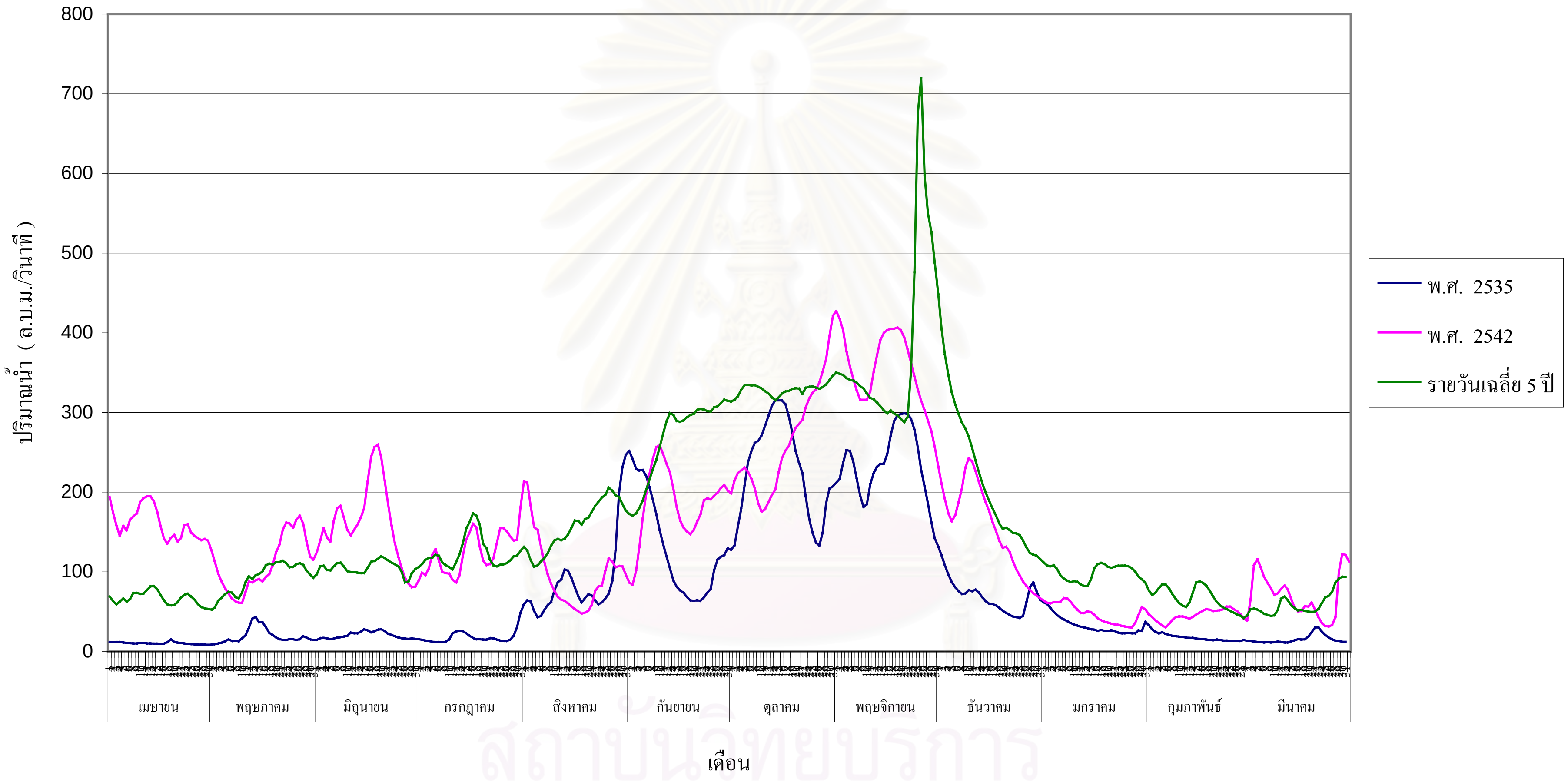
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 5-4-7 กราฟอุทกของปริมาณน้ำตลอดปีลุ่มน้ำแม่กลอง (K.11)



ภาพที่ 5-4-8 กราฟอุทกของปริมาณน้ำตลอดปีลุ่มน้ำจันทบุรี (Z.13)

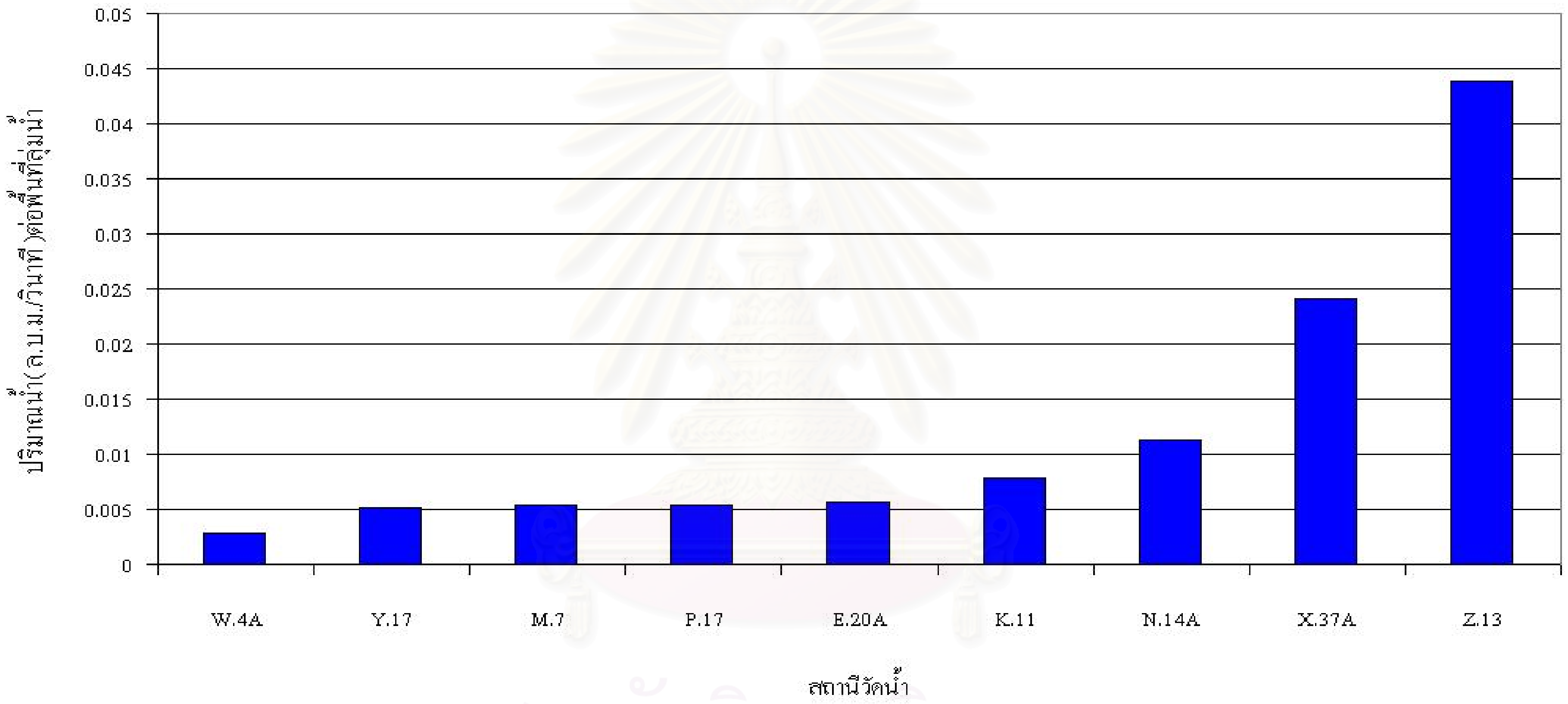


ภาพที่ 5-4-9 กราฟอุทกของปริมาณน้ำตลอดปีลุ่มน้ำตาปี (X.37A)

5.4 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ย (21 ปี) ระหว่างลุ่มน้ำ

การเปรียบเทียบปริมาณน้ำรายปีระหว่างลุ่มน้ำ ได้ใช้ข้อมูลจากสถานีที่อยู่ล่างสุดของลุ่มน้ำเท่าที่สามารถหาข้อมูลได้ และเพื่อให้เปรียบเทียบระหว่างลุ่มน้ำได้จึงใช้ข้อมูลปริมาณน้ำเฉลี่ยต่อพื้นที่ ถ้าพิจารณาค่าปริมาณน้ำต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ พบว่าแม่น้ำจันทบุรีมีปริมาณน้ำสูงสุด รองลงมาคือ แม่น้ำตาปี แม่น้ำน่าน และแม่น้ำแม่กลองตามลำดับ ส่วนแม่น้ำชี ปิง มูล ยม มีปริมาณน้ำใกล้เคียงกันมากโดยลดหลั่นกันตามลำดับ แม่น้ำจันทบุรีมีปริมาณน้ำต่อพื้นที่มากกว่าแม่น้ำวังถึง 9 เท่าา (ภาพที่ 5-4-1)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



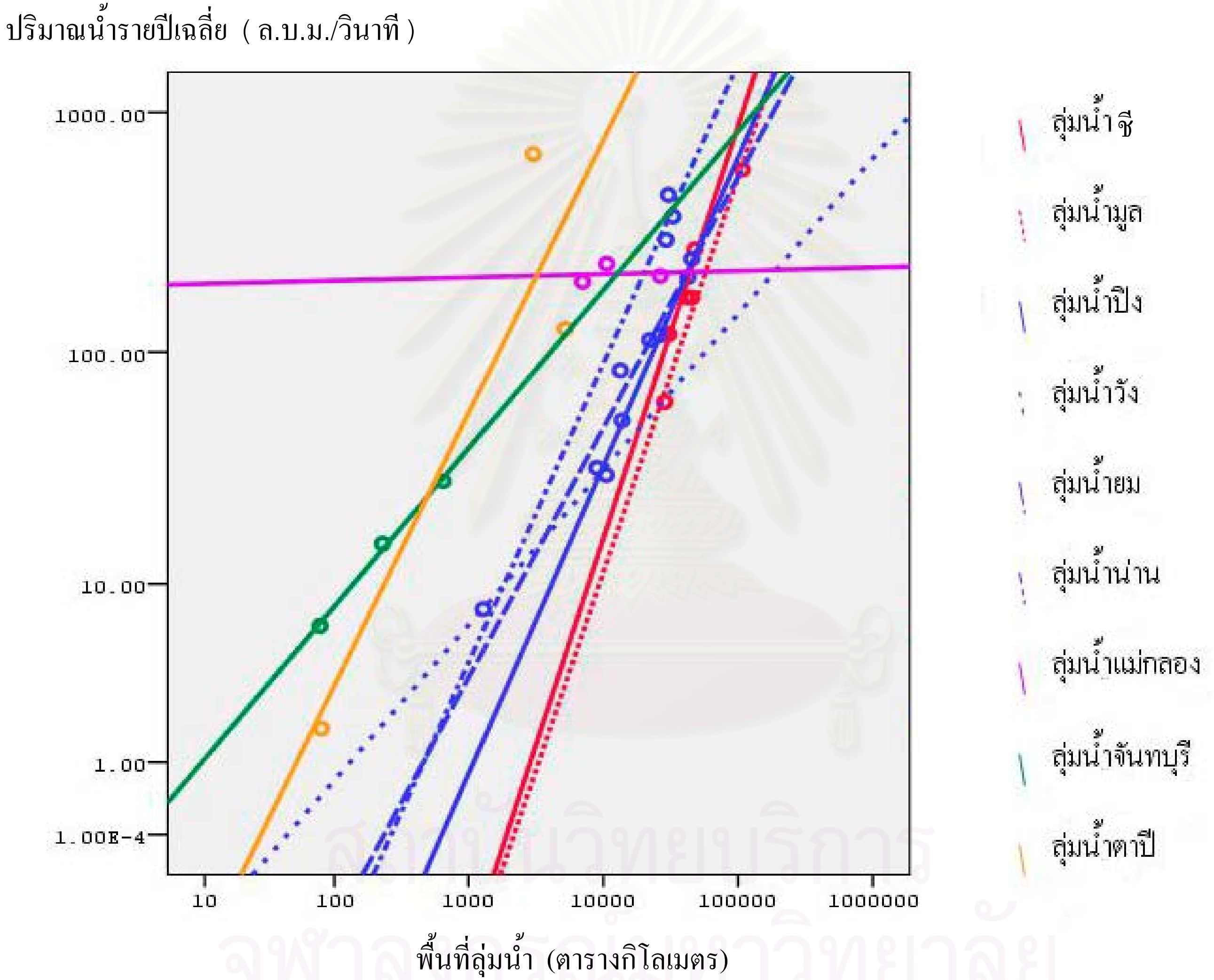
ภาพที่ 5-5-1 ปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยต่อพื้นที่ลุ่มน้ำของลุ่มน้ำวัง (W.4A) ยม (Y.17) มูล (M.7) ปิง (P.17) ชี (E.20A) แม่กลอง (K.11) น่าน(N.14A) ตาปี(X.37A) และ จันทบุรี(Z.13)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.5 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำตามลำน้ำ

การเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าจากต้นน้ำไปทางด้านปลายน้ำระหว่างแม่น้ำสายต่างๆ(ภาพที่ 5-4-2) พบว่า แม่น้ำชีและมูลมีอัตราการเพิ่มขึ้นปริมาณน้ำเร็วกว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ลุ่มน้ำ หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งว่า ปริมาณน้ำต่อหน่วยพื้นที่ทางด้านต้นน้ำต่ำกว่าทางด้านปลายน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับการที่ปริมาณฝนเพิ่มขึ้นทางด้านปลายน้ำ แม่น้ำปิง ยม น่านมีอัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำใกล้เคียงกับอัตราการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ลุ่มน้ำ หรือกล่าวได้ว่ามีปริมาณน้ำท่าต่อพื้นที่ค่อนข้างคงที่จากต้นน้ำไปยังปลายน้ำ แม่น้ำจันทบุรีและแม่น้ำวังมีปริมาณน้ำต่อพื้นที่ลดลงไปทางด้านปลายน้ำ อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบที่ปลายน้ำ ที่พื้นที่เท่าๆกัน แม่น้ำจันทบุรีมีปริมาณน้ำสูงกว่าแม่น้ำสายอื่นๆ ในขณะที่แม่น้ำวังมีปริมาณน้ำน้อยกว่า อาจกล่าวโดยสรุปว่า ทางด้านต้นน้ำ ที่ขนาดลุ่มน้ำ 2000 – 5000 ตารางกิโลเมตร แม่น้ำชีมูลมีปริมาณน้ำต่อพื้นที่ต่ำที่สุด ถัดขึ้นไปเป็น ปิง วัง ยม น่าน แม่กลอง และ ตาปีตามลำดับ แต่ทางด้านปลายน้ำที่ขนาดลุ่มน้ำ ประมาณ 30,000 ถึง 40,000 ตารางกิโลเมตรขึ้นไป ยกเว้นลุ่มน้ำขนาดเล็ก แม่น้ำชีมูลมีปริมาณน้ำต่อพื้นที่ใกล้เคียง กับแม่น้ำสายอื่น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 5-5-2 ความสัมพันธ์ของพื้นที่ลุ่มน้ำกับปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ย ลุ่มน้ำชี มูล ปิง วัง ยม น่าน แม่กลอง จันทบุรี และตาปี

ตารางที่ 5-2-1 ปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ย พื้นที่ลุ่มน้ำ ความยาวของเส้นแม่น้ำสายหลักแม่น้ำชี และมูล

ลุ่มน้ำ	สถานีวัดน้ำ	ช่วงข้อมูล (พ.ศ.)	ความยาวข้อมูล (ปี)	ปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ย (ลบ.ม./วินาที)	พื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)	ความยาวของแม่น้ำสายหลัก (กิโลเมตร)
ชี	E.20A	2527 - 2547	21	269.01	47,800	947.9
	E.18	2527 - 2547	21	169.74	41,187	
	E.8A	2527 - 2546	20	118.89	30,477	
	E.1	2527 - 2547	20	123.04	29,438	
	E.16A	2527 - 2542	16	58.43	13,572	
	E.9	2527 - 2546	20	47.33	10,878	
	E.5	2527 - 2547	21	31.12	4,207	
	E.32A	2527 - 2547	21	24.36	2,867	
	E.65	2527 - 2547	20	6.65	2,149	
	E.54	2527 - 2547	21	7.97	1,548	
	E.29	2527 - 2547	21	8.76	949	
	E.60	2527 - 2537	11	1.56	205	
มูล	M.7	2527- 2547	21	577.73	107,345	958.7
	M.5	2527- 2547	21	169.15	45,295	
	M.6A	2527- 2547	18	61.68	28,458	
	M.2	2527- 2539	13	15.81	4,800	
	M.80	2527- 2542	15	55.63	3,363	
	M.26	2527- 2546	20	18.19	3,058	
	M.9	2532- 2547	15	23.29	2,988	
	M.42	2527- 2547	16	21.2	2,832	
	M.69	2527 - 2543	15	33.6	2,129	
	M.98	2527 - 2547	21	9.67	1,150	
	M.89	2527- 2547	14	6.25	713	
	M.43A	2533 - 2547	18	3.05	153	

ตารางที่ 5-2-2 ปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ย พื้นที่ลุ่มน้ำ ความยาวของเส้นแม่น้ำสายหลักแม่น้ำปิง วัง และยม

ลุ่มน้ำ	สถานีวัดน้ำ	ช่วงข้อมูล (พ.ศ.)	ความยาวข้อมูล (ปี)	ปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ย (ลบ.ม./วินาที)	พื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)	ความยาวของแม่น้ำสายหลัก (กิโลเมตร)
ปิง	P.17	2527 - 2547	15	245.23	45,297	713.61
	P.7A	2527 - 2547	9	206.17	42,464	
	P.12	2527 - 2533	7	117.9	26,396	
	P.19A	2527 - 2535	9	73.71	14,023	
	P.1	2527 - 2547	21	40.75	6,350	
	P.14	2527 - 2547	21	30.68	3,836	
	P.4A	2527 - 2547	21	11.17	1,930	
วัง	W.4A	2527 - 2547	21	30.16	10,493	430.88
	W.3A	2527 - 2547	20	32.36	8,924	
	W.16	2527 - 2547	11	7.65	1,284	
	W.20	2536 - 2547	12	4.1	1,065	
	W.17	2527 - 2547	20	5.36	726	
ยม	Y.17	2533-2547	15	112.34	22,034	659.11
	Y.4	2533 - 2540	8	51.51	13,731	
	Y.3A	2527 - 2547	20	83.73	13,331	
	Y.6	2527 - 2547	21	79.69	12,769	
	Y.1C	2527 - 2547	21	52.18	7,749	
	Y.20	2527 - 2547	21	42.93	5,394	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5-2-3 ปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ย พื้นที่ลุ่มน้ำ ความยาวของเส้นแม่น้ำสายหลักแม่น้ำน่าน แม่กลอง และตาปี

ลุ่มน้ำ	สถานีวัดน้ำ	ช่วงข้อมูล (พ.ศ.)	ความยาวข้อมูล (ปี)	ปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ย (ลบ.ม./วินาที)	พื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)	ความยาวของแม่น้ำสายหลัก (กิโลเมตร)
น่าน	N.14A	2524 - 2547	13	368.52	32,826	741.77
	N.10A	2529 - 2547	16	453.41	30,328	
	N.7	2527 - 2543	16	294.32	29,153	
	N.5A	2527 - 2547	21	226.77	25,039	
	N.8	2534 - 2547	10	312.36	23,878	
	N.60.	2530 - 2547	18	180.1	18,477	
	N.13A	2531 - 2545	15	213.17	8,106	
	N.1	2527- 2547	21	93.88	4,560	
	N.64	2537- 2545	9	84.9	3,476	
	N.42	2527 - 2547	19	58.89	2,099	
	N.36	2527 - 2547	21	24.84	1,710	
	N.49	2527 - 2547	19	9.32	155	
แม่กลอง	K.11	2527 - 2547	7	208.29	26,449	579.33
	K.37	2527 - 2547	20	234.17	10,557	
	K.10	2527 - 2547	19	196.98	6,991	
	K.17	2527 - 2547	18	8.5	1,344	
จันทบุรี	Z.13	2527- 2546	18	28.39	647	117.3
	Z.14	2529- 2545	17	15.17	229	
	Z.21	2527- 2546	18	6.36	78	
ตาปี	X.37A	2527- 2545	19	125.16	5,200	213.72
	X.36	2532- 2547	16	670.36	3,012	
	X.136	2529-2532	4	1.76	80	
	X.99	2527- 2530	3	2.42	62	

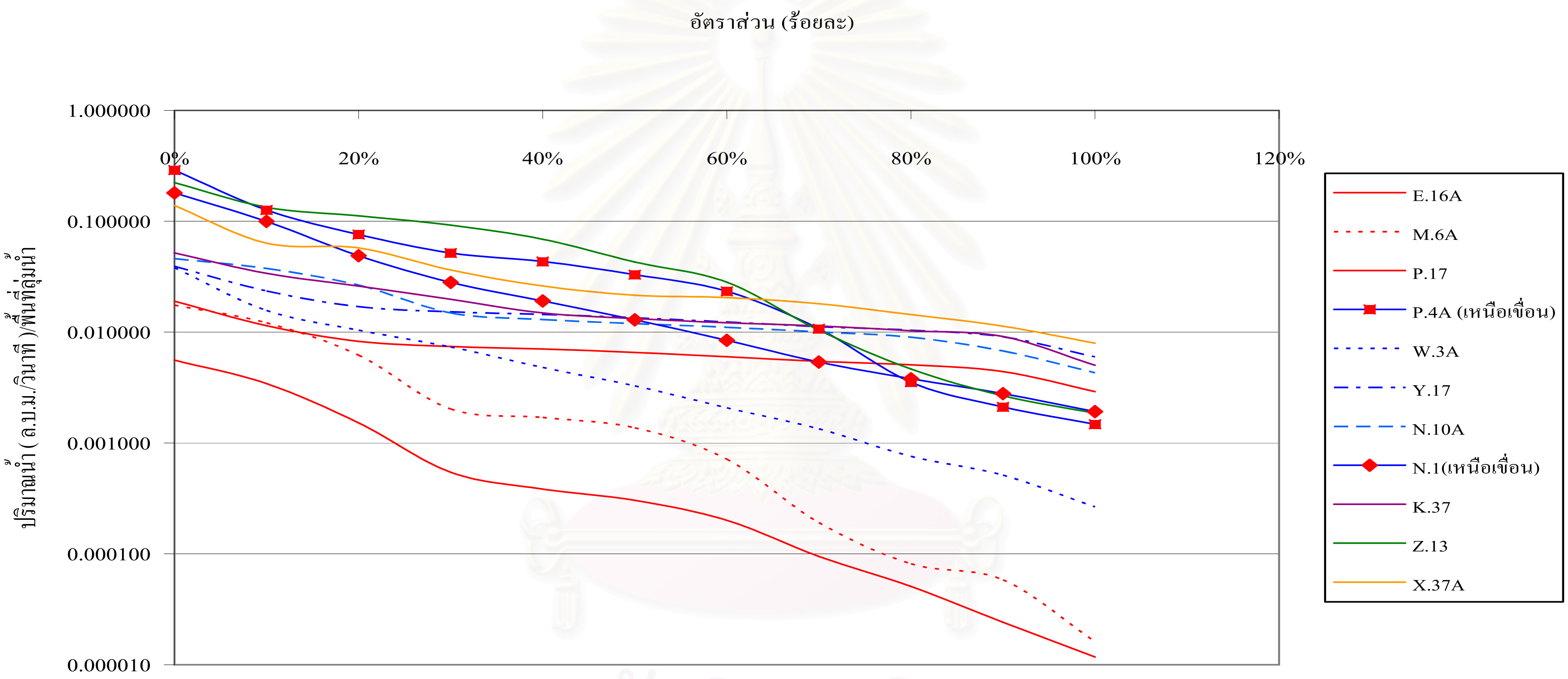
5.6 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำที่สัดส่วนเวลาต่างๆ

การวิเคราะห์สัดส่วนของเวลาที่ปริมาณน้ำของแม่น้ำจะมีค่าเท่ากับหรือมากกว่าค่าใดค่าหนึ่งในช่วงเวลา (duration) หนึ่งๆ เรียกว่า การวิเคราะห์ช่วงเวลาน้ำไหล แสดงด้วย เส้นโค้งช่วงน้ำไหล (Flow Duration Curve,FDC) การวิเคราะห์ FDC มีประโยชน์ต่อการวางแผนการใช้น้ำ เช่น การวิเคราะห์ที่ช่วงเวลาหนึ่งว่าในแม่น้ำจะมีปริมาณเพียงพอที่จะเจือจางมลพิษ หรือผลักดันน้ำเค็มที่รุกล้ำหรือไม่ หรือการประเมินความเป็นไปได้ที่จะติดตั้งสถานีไฟฟ้าพลังน้ำ หรือการวิเคราะห์ความเพียงพอของปริมาณน้ำในช่วงเวลาการวางไข่ของสัตว์น้ำตามที่กำหนด ดังนั้นการวิเคราะห์ FDC จึงใช้ช่วงเวลาของข้อมูลที่แตกต่างกัน ขึ้นกับช่วงเวลาของความต้องการใช้น้ำอาจเป็นในช่วงสองสัปดาห์ สองสามเดือน หรือความยาวเป็นปี

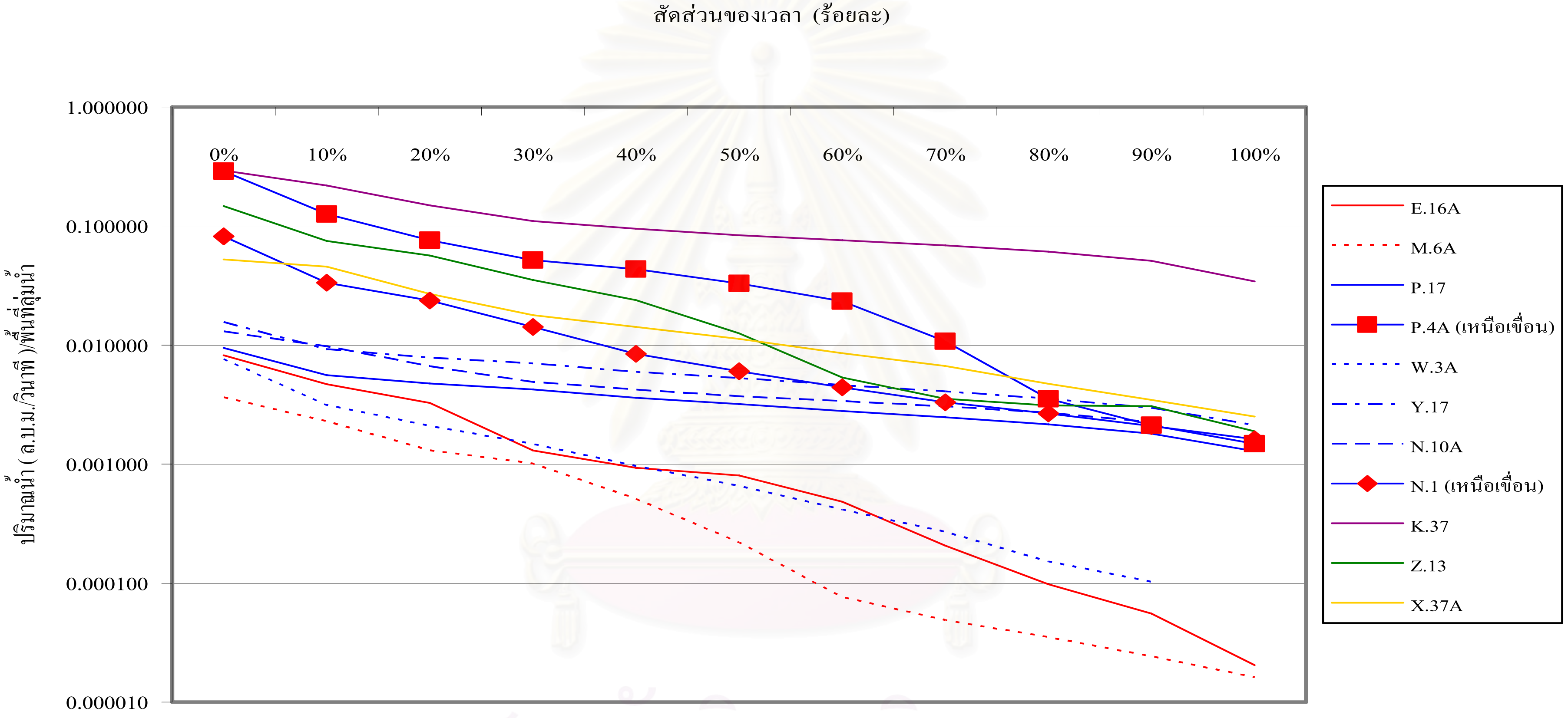
งานวิจัยนี้ ได้สร้างกราฟ FDC ทั้งหมด 11 สถานี มี 2 สถานี ที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากเขื่อน คือ P.4A สถานีในแม่น้ำปิง และ N.1 สถานีในแม่น้ำน่าน และมีอีก 9 สถานี ที่อยู่ท้ายเขื่อนและเป็นสถานีล่างสุดที่มีข้อมูล ช่วงเวลาการวิเคราะห์มีระยะ 1 ปี ในแต่ละสถานีใช้ข้อมูลปริมาณรายวันต่อพื้นที่เฉลี่ย 5 ปี ที่มีปริมาณน้ำรายปีสูงสุด และ 5 ปี ที่มีปริมาณน้ำรายปีต่ำสุดในช่วง 30 ปี (พ.ศ. 2518 – 2547) จากข้อมูลปริมาณน้ำรายวัน ได้คำนวณปริมาณน้ำรายวันที่ทุกๆ 20 เปอร์เซ็นไทล์ แล้วจึงคำนวณหาปริมาณน้ำรายวันต่อพื้นที่

ถ้าเปรียบเทียบเส้นโค้ง FDC สำหรับปีน้ำมากกับปีน้ำน้อยของแม่น้ำสายเดียวกัน เส้นโค้งมีลักษณะขนานกันค่อนข้างสม่ำเสมอ แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของน้ำตามสัดส่วนเวลาที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับในปีน้ำมากและปีน้ำน้อย อย่างไรก็ตามแม่น้ำแม่กลองมีเส้น FDC ในปีน้ำมากและปีน้ำน้อยค่อนข้างห่างกันมาก โดยที่น้ำในปีน้ำมากมีปริมาณสูงกว่าน้ำในปีน้ำน้อยค่อนข้างมาก(ภาพที่ 5-6-1 และ 5-6-2)

ภาพที่ 5-6-1 และ 5-6-2 มีลักษณะการแบ่งแยกทางภูมิภาคค่อนข้างชัดเจน เมื่อเปรียบเทียบกราฟ FDC ของลุ่มน้ำต่างๆ ในปีที่มีน้ำมากและปีที่มีน้ำน้อยตามลำดับ ลุ่มน้ำชี มูล และวัง มีลักษณะเส้นโค้งคล้ายคลึงกัน คือ เส้นกราฟFDC ค่อนข้างชัน Q_{90} และมีปริมาณน้ำค่อนข้างต่ำกว่าลุ่มน้ำอื่นๆ ที่มีพื้นที่ลุ่มน้ำเท่าๆ กัน ลุ่มน้ำจันทบุรี ตาปี และสถานีวัดน้ำในแม่น้ำปิงและแม่น้ำน่านที่อยู่เหนือเขื่อน มีความชันน้อยกว่ากลุ่มชี มูล และวัง แต่สูงกว่ากลุ่มแม่น้ำปิง ยม น่าน และแม่กลอง ซึ่งมีปริมาณน้ำในรอบปีแตกต่างกันน้อยเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น กล่าวโดยสรุปในรอบปี แม่น้ำชี มูล และวัง น้ำลดระดับต่ำลงในช่วงหน้าแล้งมากเมื่อเทียบแม่น้ำสายอื่นๆ อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ FDC จะมีประโยชน์มาก ทำให้ทราบปริมาณความต้องการใช้น้ำในช่วงเวลาต่างๆ



ภาพที่ 5-6-1 Flow Duration Curve ปริมาณน้ำรายวัน 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำสูงสุดต่อพื้นที่ลุ่มน้ำ น้ำ ชี (E.16A) มูล (M.16A) ลุ่มน้ำปิง (P.17) วัง (W.3A) ยม(Y.17) น่าน (N.10A)แม่กลอง จันทบุรี (Z.13) (K.37)ตาปี และ (X.37A)



ภาพที่ 5-6-2 Flow Duration Curve ปริมาณน้ำรายวัน 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำต่ำสุดพื้นที่ลุ่มน้ำ ชี (E.16A) มูล (M.16A) ลุ่มน้ำปิง (P.17) วัง (W.3A) ยม(Y.17) น่าน (N.10A)แม่กลอง จันทบุรี (Z.13) (K.37)ตาปี และ (X.37A)

5.7 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำในรอบปี

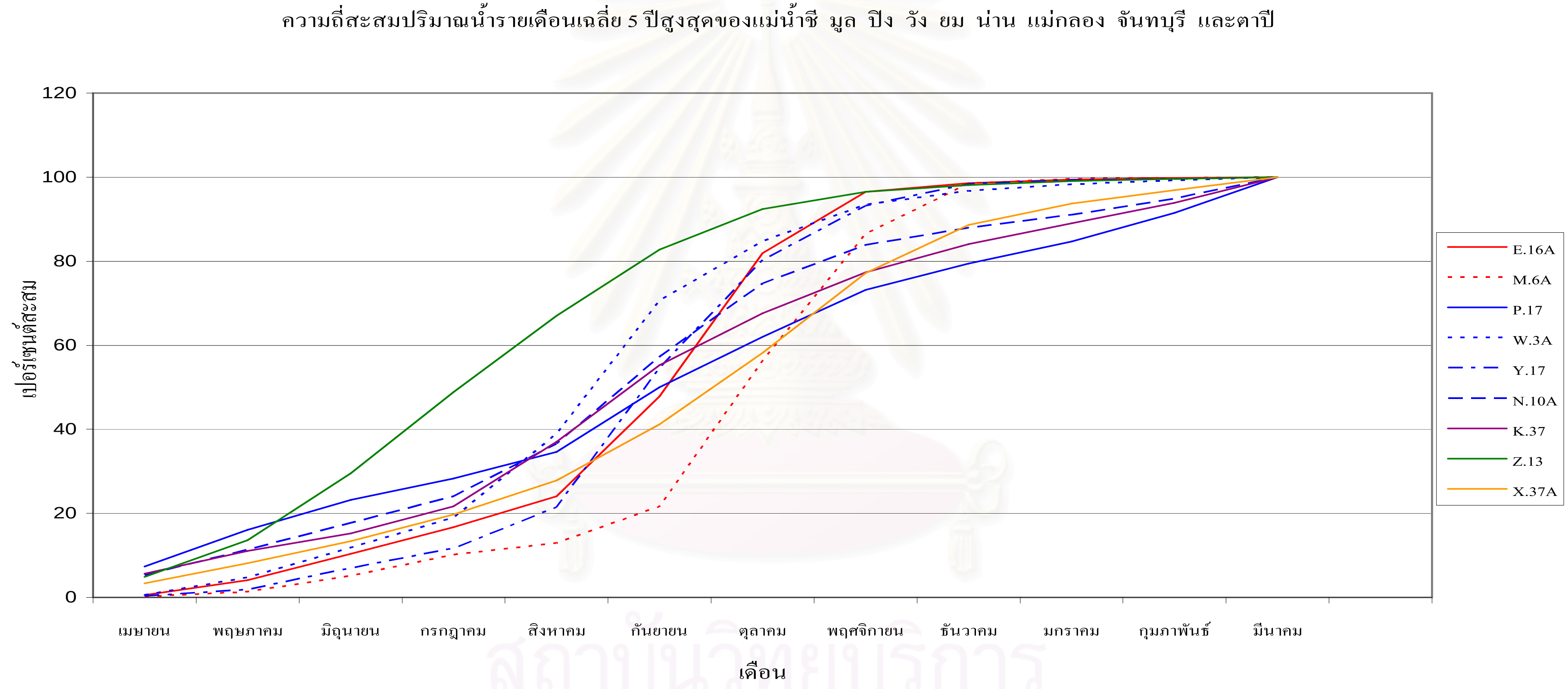
การเปรียบเทียบลุ่มน้ำในด้านการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำรายเดือนในรอบปี ได้ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำรายเดือนเฉลี่ย 5 ปีของปีที่มีน้ำท่ารายปีสูงสุด กับค่าเฉลี่ย 5 ปี ของปีที่มีน้ำท่ารายปีต่ำสุด

ลุ่มน้ำชี มูล มีเส้นโค้งการเปลี่ยนแปลงที่ใกล้เคียงกันอย่างชัดเจน แต่ปริมาณน้ำในแม่น้ำชีเริ่มสูงขึ้นก่อนแม่น้ำมูลประมาณหนึ่งเดือน คือ เพิ่มขึ้นประมาณกลางเดือนสิงหาคม ขณะที่แม่น้ำมูลระดับน้ำเพิ่มสูงขึ้นประมาณกลางเดือนกันยายน

แม่น้ำ ปิง วัง ยม และน่าน มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำในรอบปี จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน (ภาพที่ 5-7-1) แลักษณะของเส้นกราฟของแม่น้ำวังและยมคล้ายคลึงกัน แต่แม่น้ำวังมีปริมาณน้ำเพิ่มขึ้นเร็วกว่า คือกลางเดือนกรกฎาคม ขณะที่แม่น้ำยมเพิ่มสูงขึ้นกลางเดือนสิงหาคม ส่วนหนึ่งอาจเป็นเพราะสถานีวัดน้ำของแม่น้ำวังมีตำแหน่งที่ระยะทางจากต้นน้ำสั้นกว่า แม้จะได้เลือกสถานีที่อยู่ล่างสุดแล้วก็ตาม เพราะเป็นลุ่มน้ำขนาดเล็ก กราฟของแม่น้ำปิงและแม่น้ำน่านเพิ่มขึ้นค่อนข้างอย่างสม่ำเสมอโดยเฉพาะกราฟของปีที่มีปริมาณน้ำต่ำสุด 5 ปี (ภาพที่ 5-7-5) แสดงถึงอิทธิพลของเขื่อนที่ควบคุมปริมาณน้ำ และมีผลให้ปีน้ำน้อย น้ำในแม่น้ำ ไม่ลดต่ำลงมากเกินไป

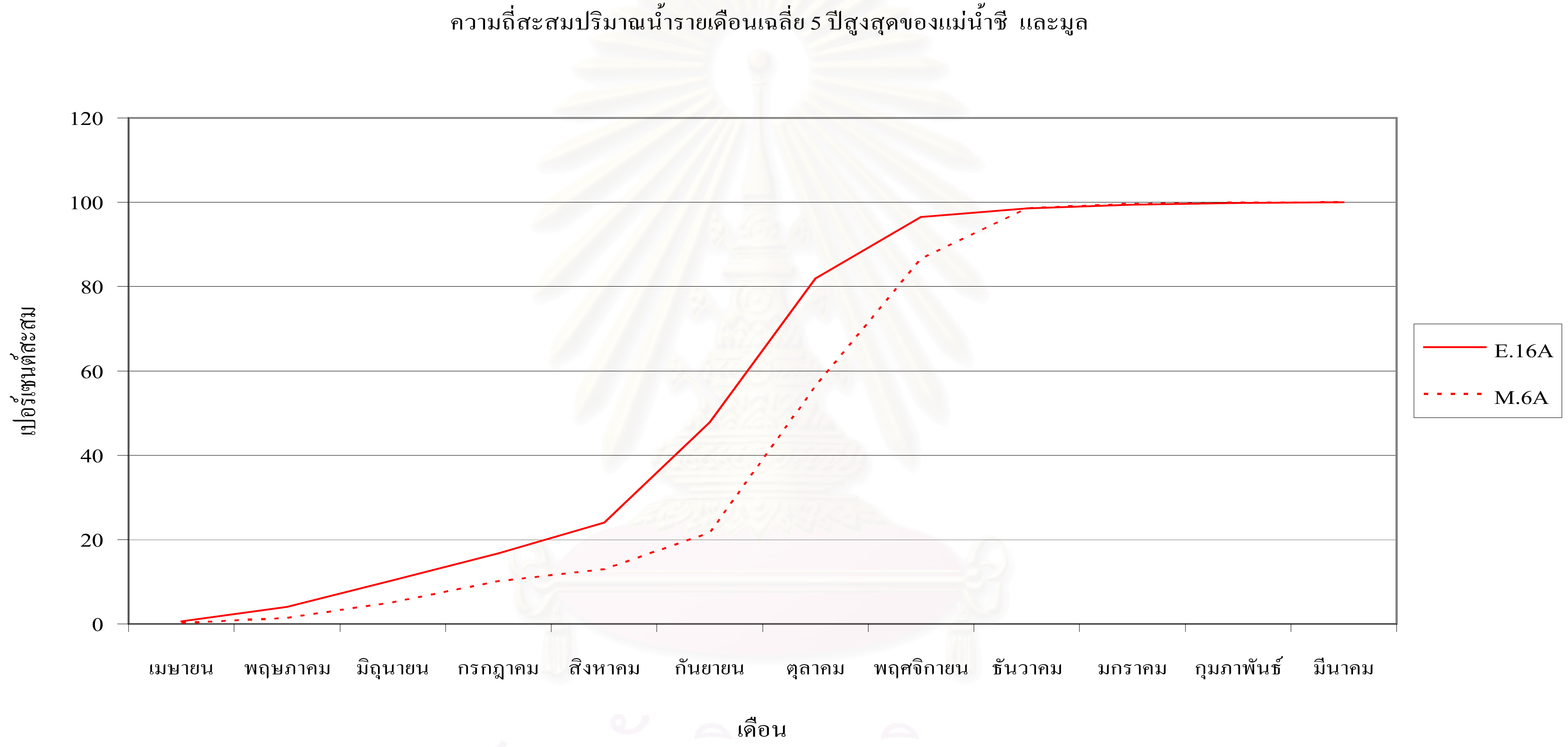
ถ้าพิจารณาเปรียบเทียบปริมาณน้ำสะสม ในช่วงจังหวะที่น้ำในแม่น้ำกำลังเพิ่มสูงขึ้น (เปอร์เซนต์สะสม 40 ถึง 80) แม่น้ำจันทบุรีจะมีปริมาณน้ำเพิ่มขึ้นก่อนสายอื่นในต้นเดือนกรกฎาคมถึงต้นเดือนกันยายน ถัดมาคือกลุ่มของแม่น้ำปิง วัง ยม น่าน อยู่ในช่วงกลางเดือนสิงหาคมถึงกลางเดือนตุลาคม ที่น่าสังเกตคือแม่น้ำปิง มีกราฟสะสมที่เพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ กลุ่มแม่น้ำชี มูล มี ช่วงเวลาที่น้ำเพิ่มขึ้นช้าที่สุด ในแม่น้ำมูลน้ำเพิ่มขึ้นหลังสุด คือ กลางเดือนกันยายนถึงต้นเดือนพฤศจิกายน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

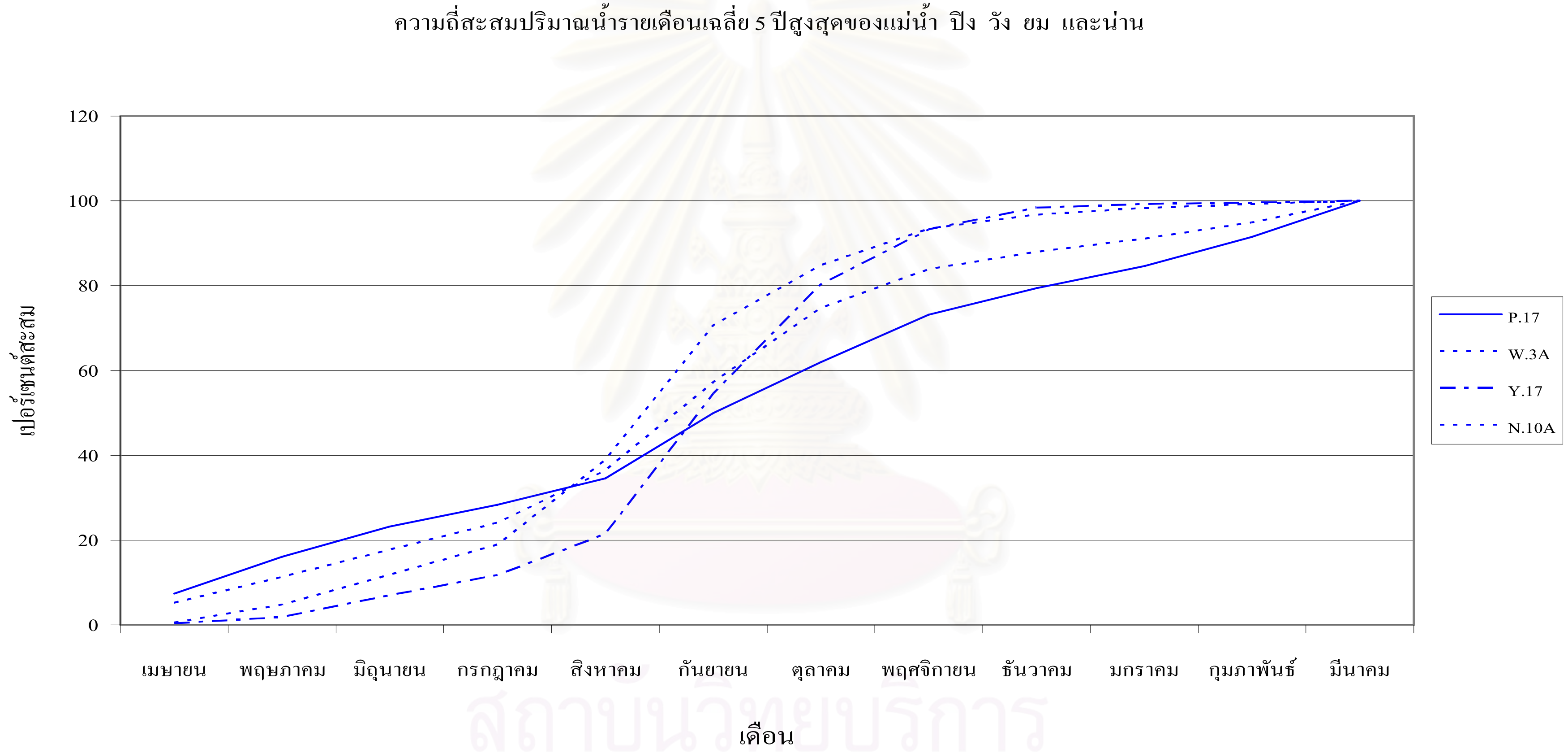


ภาพที่ 5-7-1 ความถี่สะสมของปริมาณน้ำรายเดือนเฉลี่ย 5 ปีที่มีปริมาณน้ำสูงสุดของลุ่มน้ำชี (E.16A) มูล (M.16A) ปิง (P.17) วัง (W.3A) ยม(Y.17) น่าน (N.10A) แม่กลอง (K.37) จันทบุรี (Z.13) และตาปี (X.37A)

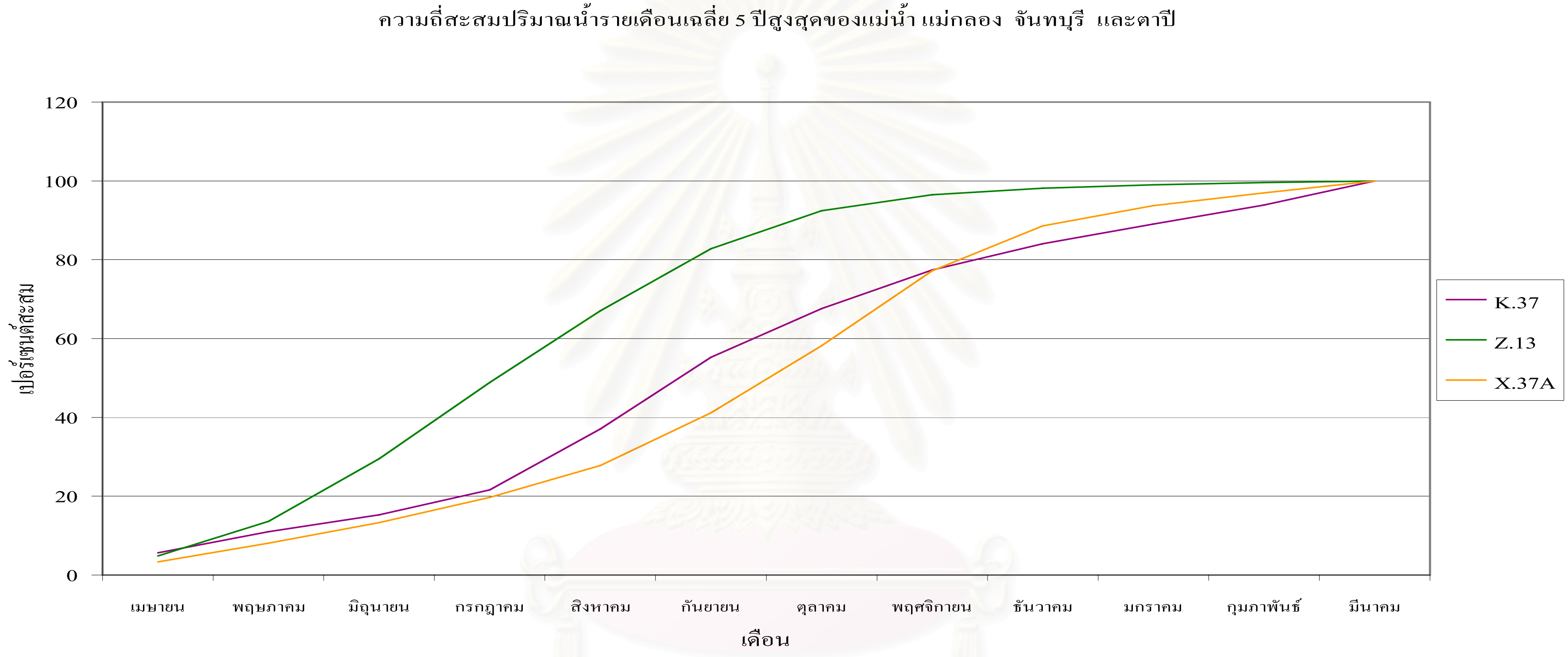
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 5-7-2 ความถี่สะสมของปริมาณน้ำรายเดือนเฉลี่ย 5 ปีที่มีปริมาณน้ำสูงสุดของลุ่มน้ำชี (E.16A) และมูล (M.16A)

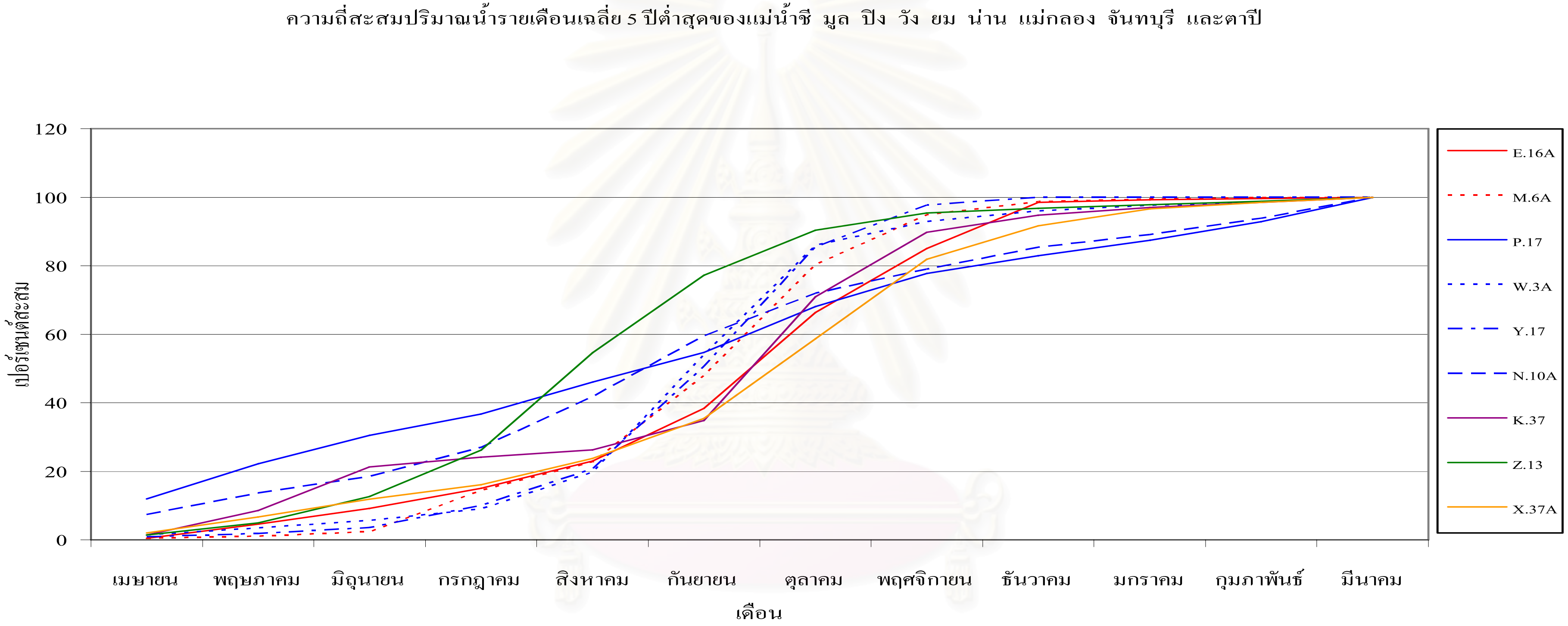


ภาพที่ 5-7-3 ความถี่สะสมของปริมาณน้ำรายเดือนเฉลี่ย 5 ปีที่มีปริมาณน้ำสูงสุดของลุ่มน้ำปิง(P.17) วัง (W.3A) ยม(Y.17) น่าน (N.10A)

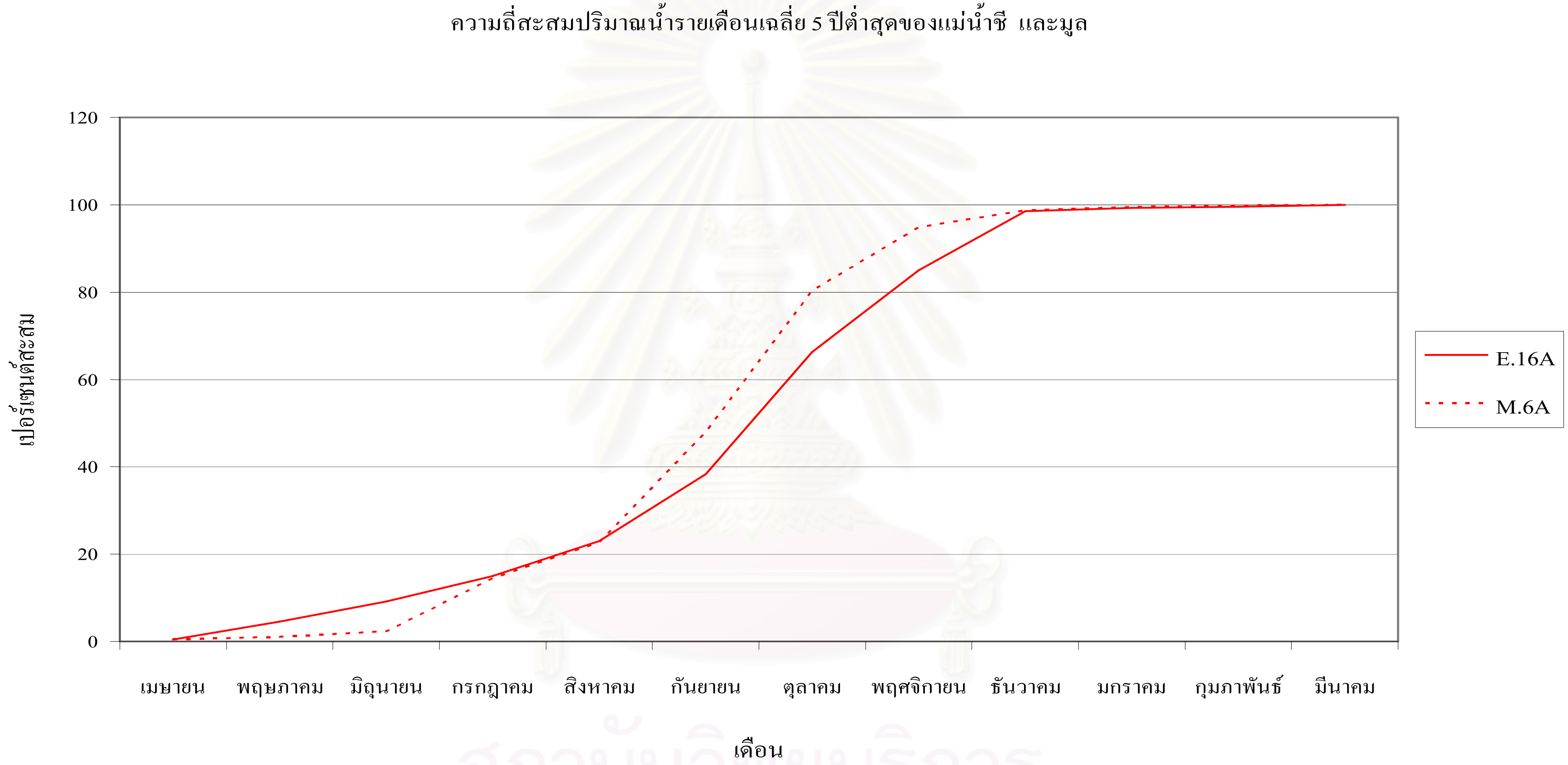


ภาพที่ 5-7-4 ความถี่สะสมของปริมาณน้ำรายเดือนเฉลี่ย 5 ปีที่มีปริมาณน้ำสูงสุดของลุ่มน้ำ แม่กลอง (K.37) จันทบุรี (Z.13) และตาปี (X.37A)

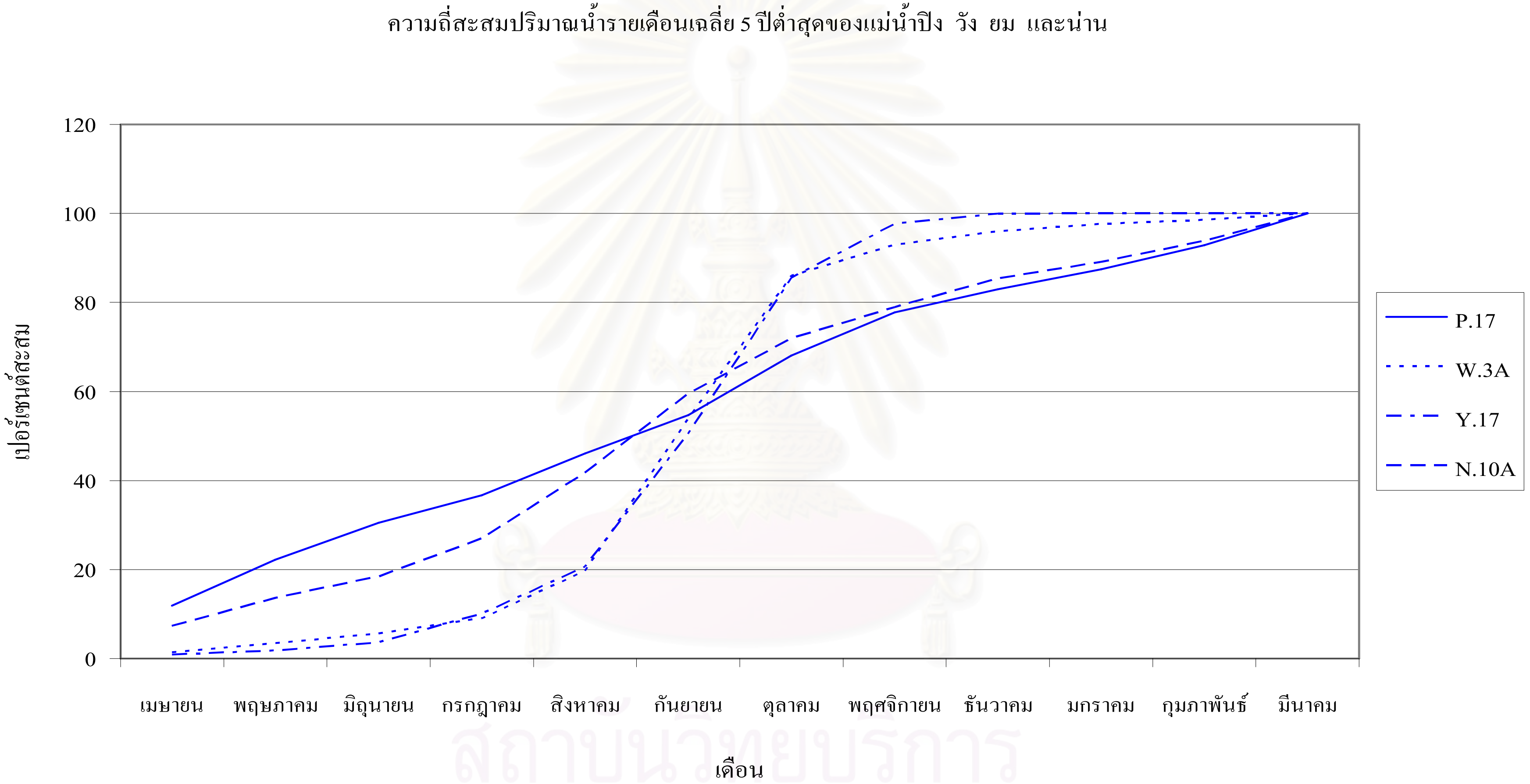
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



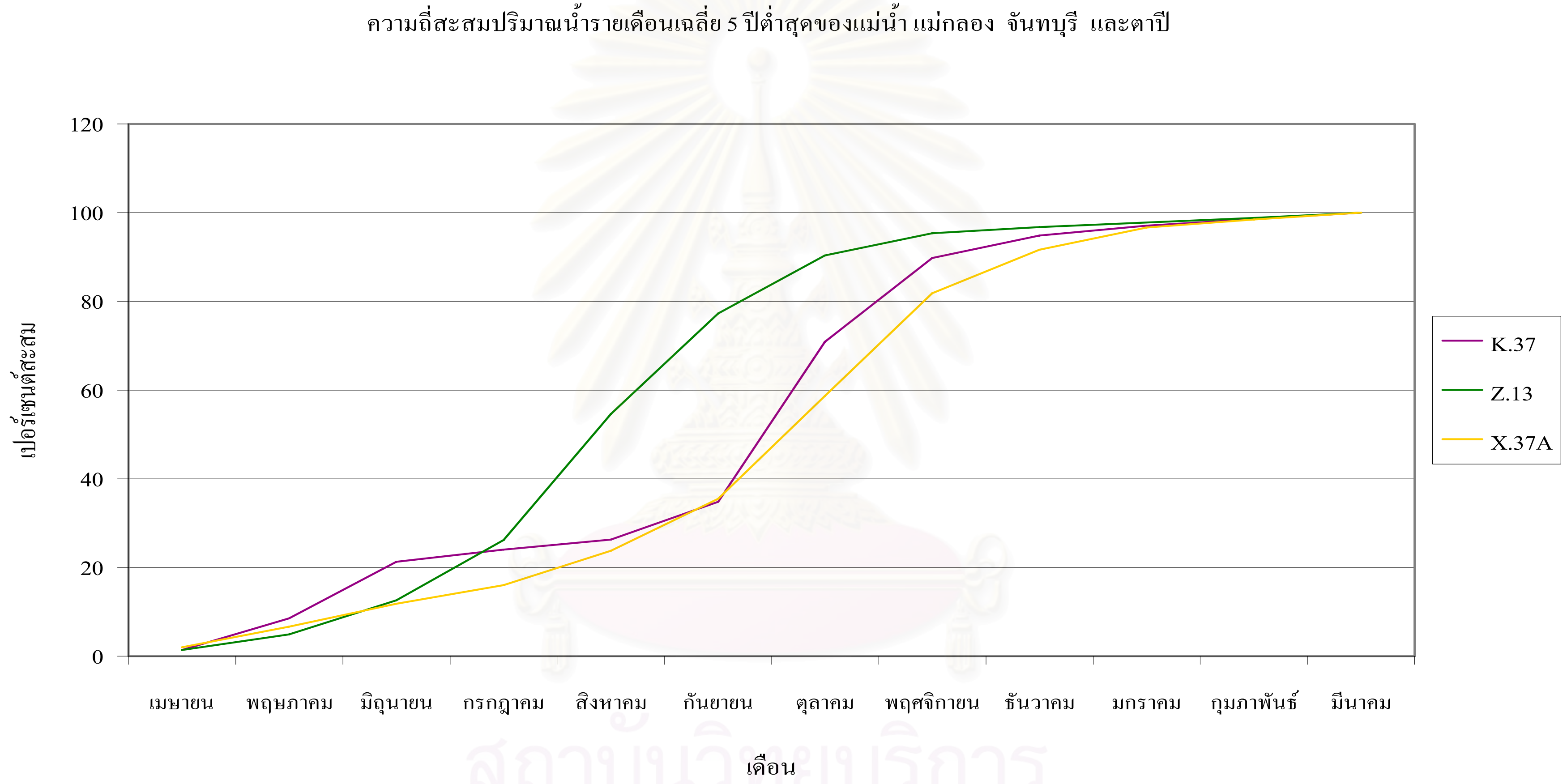
ภาพที่ 5-7-5 ความถี่สะสมของปริมาณน้ำรายเดือนเฉลี่ย 5 ปีที่มีปริมาณน้ำต่ำสุดลุ่มน้ำชี (E.16A) มูล (M.16A) ปิง (P.17) วัง (W.3A) ยม(Y.17) น่าน (N.10A) แม่กลอง (K.37) จันทบุรี (Z.13) และตาปี (X.37A)



ภาพที่ 5-7-6 ความถี่สะสมของปริมาณน้ำรายเดือนเฉลี่ย 5 ปีที่มีปริมาณน้ำต่ำสุดลุ่มน้ำชี (E.16A) และมูล (M.16A)



ภาพที่ 5-7-7 ความถี่สะสมของปริมาณน้ำรายเดือนเฉลี่ย 5 ปีที่มีปริมาณน้ำต่ำสุดลุ่มน้ำปิง (P.17) วัง (W.3A) ยม(Y.17) น่าน (N.10A)



ภาพที่ 5-7-8 ความถี่สะสมของปริมาณน้ำรายเดือนเฉลี่ย 5 ปีที่มีป มาณน้ำต่ำสุดลุ่มน้ำแม่กลอง (K.37) จันทบุรี (Z.13) และตาปี (X.3

5.8 ภาวะน้ำหลาก

การวิเคราะห์ภาวะน้ำหลากใช้ข้อมูลน้ำหลากสูงสุดจากกรมชลประทานในช่วงข้อมูล 12 – 21 ปี สถานีที่ใช้ในการวิเคราะห์ เป็นสถานีที่อยู่ล่างสุดเท่าที่มีข้อมูล เนื่องจากสถานีที่ใช้ในการวิเคราะห์น้ำหลากเกือบทั้งหมด ยกเว้น P4A และ N 1 เป็นสถานีที่อยู่ท้ายเขื่อน เก็บกักน้ำ ค่าน้ำหลากสูงสุดเป็นค่าที่ได้รับผลกระทบจากการควบคุมปริมาณน้ำในเขื่อน จึงหลีกเลี่ยงการใช้สมการความน่าจะเป็นในการคำนวณค่าน้ำหลากที่คาบการเกิดซ้ำต่าง ๆ เส้นกราฟที่ใช้ในการอ่านค่าปริมาณน้ำหลากที่คาบการเกิดซ้ำต่างๆ ได้จากการใช้สูตร Weibul ในการกำหนดค่าจุดตำแหน่งของคาบการเกิดซ้ำบนเส้นกราฟ การเขียนกราฟปริมาณน้ำหลากสูงสุดกับคาบการเกิดซ้ำใช้โปรแกรม Excel สมการลอกการิทึม มีความเหมาะสมกับลักษณะการกระจายของจุดมากที่สุด และมีค่า R^2 สูง การพล็อตโดยให้ค่าปริมาณน้ำหลากสูงสุดอยู่ในมาตราส่วนแบบล็อกการิทึม ได้เส้นกราฟที่ค่อนข้างตรงสามารถประมาณค่านอกช่วง (entropolate) ได้ในระดับหนึ่ง แต่ก็จำกัดอยู่ที่คาบการเกิดใกล้เคียงกับความยาวของข้อมูล สำหรับสถานีต้นน้ำที่อยู่เหนือเขื่อน P 4 A และ N 1 ใช้สมการความน่าจะเป็นแบบกัมเบล (ตาราง5-3-2)

การเปรียบเทียบน้ำหลากระหว่าง ลุ่มน้ำ ได้ใช้ค่าอัตราส่วนของปริมาณน้ำหลากต่อค่าน้ำท่วมฐาน โดยที่ค่าน้ำท่วมฐานเป็นน้ำหลากสูงสุดที่มีค่าต่ำที่สุดในช่วงปีของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา แม้ว่าการใช้ค่าน้ำท่วมฐาน อาจมีผลทำให้ค่าอัตราส่วนค่อนข้างสูงในกรณีที่ในช่วงข้อมูลอาจมีปีที่ข้อมูลน้ำหลากสูงสุดมีค่าต่ำมากเป็นพิเศษ แต่การใช้ค่าน้ำท่วมฐานช่วยให้สามารถเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างน้ำปีที่มีหลากต่ำสุดกับน้ำหลากที่คาบการเกิดต่าง ๆ ได้ชัดเจน

น้ำหลากที่คาบการเกิดซ้ำสองปี มีค่าประมาณ 2 ถึง 3 เท่าของค่าน้ำท่วมฐาน แม่น้ำชีและมูลมีปริมาณน้ำหลากที่ค่อนข้างสูงกว่าลุ่มน้ำอื่นที่คาบการเกิดซ้ำเดียวกันคือระหว่าง 3-4 เท่า รองลงมาคือ แม่น้ำยมเปรียบเทียบระหว่างสถานีที่อยู่เหนือเขื่อนและท้ายเขื่อน ค่าน้ำหลากที่คาบการเกิดซ้ำต่างๆ ไม่แตกต่างกันมากนัก แต่สถานีท้ายเขื่อนโดยทั่วไปมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำหลากต่ำกว่าสถานีเหนือเขื่อนและมีปริมาณน้ำเพิ่มขึ้นตามคาบการเกิดซ้ำที่สม่ำเสมอกว่า แม่น้ำแม่กลองมีค่าสัดส่วนระหว่างน้ำท่วมพื้นฐานกับน้ำหลากในคาบการเกิดซ้ำต่างๆ ค่อนข้างสูงอย่างผิดปกติ แต่ถ้าพิจารณาที่ค่าน้ำหลากก็ไม่ต่างจากแม่น้ำสายอื่นมากนัก อาจเป็นเพราะค่าน้ำท่วมฐานมีค่าที่ต่ำมาก

ตารางที่ 5-3-1 อัตราการไหลที่สถานีวัดปริมาณน้ำในลุ่มน้ำที่รอบการเกิดต่างๆและค่าน้ำท่วมฐานลุ่มน้ำต่างๆ

ลุ่มน้ำ	สถานี	ช่วงข้อมูล (พ.ศ.)	ความยาวข้อมูล (ปี)	อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที) ที่รอบการเกิด x ปี					สมการ	R^2	ค่าน้ำท่วมฐาน (ลบ.ม./วินาที)	วันที่ที่เกิด
				2 ปี	3 ปี	5 ปี	10 ปี	25 ปี				
ชี	E.16A	2527 - 2543	17	299.2	436.17	608.70	842.80	1152.27	y = 337.74Ln(x) + 65.132	0.9117	90.1	18 พ.ค.29
มูล	M.6A	2527 - 2539	14	269.6	390.97	543.84	751.28	1025.48	y = 299.26Ln(x) + 62.209	0.9745	70.64	11 ต.ค.38
ปิง	P.17	2527 - 2547	21	933.4	1139.13	1398.32	1750.03	2214.95	y = 507.4Ln(x) + 581.7	0.8629	325.4	24 พ.ค.41
ปิง *	P.4A	2527 - 2547	21	114.3	148.11	190.70	248.49	324.88	y = 83.371Ln(x) + 56.525	0.9861	45.93	9 ก.ย. 41
วัง	W.3A	2527 - 2547	11	350.2	449.60	574.81	744.71	969.32	y = 245.12Ln(x) + 180.31	0.9772	156.75	25 ก.ย.33
ยม	Y.17	2527-2538	12	498.2	740.61	1045.89	1460.12	2007.722	y = 597.62Ln(x) + 84.058	0.9456	199.8	7ต.ค.27
น่าน	N.10A	2534 - 2547	14	1113.	1366.70	1686.06	2119.41	2692.26	y = 625.19Ln(x) + 679.86	0.9397	564.7	5ต.ค.35
น่าน*	N.1	2528 - 2547	21	881.5	1069.61	1306.53	1628	2052.97	y = 463.79Ln(x) + 560.09	0.9478	416	26ส.ค.34
แม่กลอง	K.37	2527 - 2547	21	679.3	989.04	1379.21	1908.63	2608.48	y = 763.79Ln(x) + 149.64	0.9485	135.4	10ต.ค.27
จันทบุรี	Z.13	2527- 2545	15	227.2	271.9	328.15	404.49	505.40	y = 110.13Ln(x) + 150.91	0.9636	124.15	29ส.ค.32
ตาปี	X.37A	2527 - 2547	21	447.1	627.04	853.66	1161.16	1567.65	y = 443.63Ln(x) + 139.67	0.6786	300.1	7พ.ย.33

หมายเหตุ * หมายถึง สถานีวัดน้ำเหนือเขื่อน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5-3-2 อัตราการไหลที่สถานีวัดปริมาณน้ำในลุ่มน้ำที่รอบการเกิดต่างๆและค่าน้ำท่วมฐานลุ่มน้ำต่างๆ (อัตราส่วน)

ลุ่มน้ำ	สถานี	ช่วงข้อมูล (พ.ศ.)	ความยาวข้อมูล (ปี)	อัตราการไหล (ลบ.ม./วินาที) ที่รอบการเกิด x ปี					ค่าน้ำท่วมฐาน (ลบ.ม./วินาที)	วันที่เกิด
				2 ปี	3 ปี	5 ปี	10 ปี	25 ปี		
ชี	E.16A	2527 - 2543	17	3.32	4.84	6.76	9.35	12.79	90.1	18 พ.ค.29
มูล	M.6A	2527 - 2539	14	3.82	5.53	7.70	10.64	14.52	70.64	11 ต.ค.38
ปิง	P.17	2527 - 2547	21	2.87	3.50	4.30	5.38	6.81	325.4	24 พ.ค.41
ปิง *	P.4A	2527 - 2547	21	2.49	3.22	4.15	5.41	7.07	45.93	9 ก.ย. 41
วัง	W.3A	2527 - 2547	11	2.23	2.87	3.67	4.75	6.18	156.75	25 ก.ย.33
ยม	Y.17	2527-2538	12	2.49	3.71	5.23	7.31	10.05	199.8	7-ต.ค.27
น่าน	N.10A	2534 - 2547	14	1.97	2.42	2.99	3.75	4.77	564.7	5-ต.ค.35
น่าน*	N.1	2528 - 2547	21	2.12	2.57	3.14	3.91	4.94	416	26-ส.ค.34
แม่กลอง	K.37	2527 - 2547	21	5.02	7.30	10.19	14.10	19.26	135.4	10-ต.ค.27
จันทบุรี	Z.13	2527- 2545	15	1.83	2.19	2.64	3.26	4.07	124.15	29-ส.ค.32
ตาปี	X.37A	2527 - 2547	21	1.49	2.09	2.84	3.87	5.22	300.1	7-พ.ย.33

หมายเหตุ * หมายถึง สถานีวัดน้ำเหนือเขื่อน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.9 ภาวะน้ำแล้ง

พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทย ยกเว้นภาคใต้และภาคตะวันออกอยู่ในเขตภูมิอากาศที่มีช่วงฝนแล้งเป็นเวลานานประมาณ 6 เดือนในรอบหนึ่งปี ประกอบกับการที่ภาคเกษตรกรรมมีความพยายามเพิ่มผลผลิตโดยการเพาะปลูกในช่วงฤดูแล้ง และข้าวนาปรังเป็นที่นิยมปลูกกันมาก ข้าวนาปรังเป็นสาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาขาดแคลนน้ำเพราะการปลูกข้าวนาปรังมีช่วงฤดูการเพาะปลูกที่ยาวนาน และมีความต้องการน้ำมากกว่าพืชฤดูแล้งอื่นๆ การขาดแคลนน้ำในช่วงฤดูแล้งจึงมักจะเกิดขึ้นเป็นประจำทุกปี โดยเฉพาะในปีที่มีฝนน้อย น้ำในแม่น้ำลำธารลดระดับต่ำและน้ำในเขื่อนมีไม่เพียงพอที่จะจ่ายน้ำให้ได้อย่างทั่วถึง

การกระจายของพื้นที่ที่ประสบภัยแล้ง จากรายชื่อตำบลที่ประกาศเป็นพื้นที่ประสบภัยแล้งในปี พ.ศ. 2548 ของกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย ผู้วิจัยได้นำมาแสดงเป็นแผนที่บริเวณที่เกิดภัยแล้งในลุ่มน้ำที่ศึกษา ลุ่มน้ำทุกแห่งยกเว้นลุ่มน้ำจันทบุรี มีพื้นที่ประสบภัยมากกว่าร้อยละ 50 โดยเฉพาะลุ่มน้ำชี มูล ยม และแม่กลอง ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่ของลุ่มน้ำถูกจัดเป็นพื้นที่ประสบภัยแล้ง (ภาพที่5-9-1 ถึง 5-9-9)

ในการวิเคราะห์ช่วงเวลาที่แม่น้ำสายต่างๆ อยู่ในสภาวะน้ำแล้ง งานวิจัยนี้ ใช้ค่าปริมาณน้ำรายวัน ณ วันที่กรมการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย ประกาศให้พื้นที่ในลุ่มน้ำนั้นเป็นพื้นที่ประสบภัยแล้งเป็นดัชนีชี้วัด ค่าปริมาณน้ำรายวันนี้ เรียกว่า “ค่าปริมาณน้ำแล้งวิกฤต” ในการวิเคราะห์ได้นำค่าปริมาณน้ำแล้งวิกฤตมาเปรียบเทียบกับสถิติปริมาณน้ำรายวันปี พ.ศ. 2536 ถึง พ.ศ. 2547 เพื่อแสดงวันที่สถานีวัดน้ำที่ศึกษามีปริมาณน้ำเท่ากับหรือต่ำกว่าค่าปริมาณน้ำวิกฤต

ในการวิเคราะห์ช่วงเวลาที่แม่น้ำสายต่างๆ อยู่ในสภาวะน้ำแล้ง งานวิจัยนี้ ใช้ค่าปริมาณน้ำรายวัน ณ วันที่กรมการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย ประกาศให้พื้นที่ในลุ่มน้ำนั้นเป็นพื้นที่ประสบภัยแล้งเป็นดัชนีชี้วัด ค่าปริมาณน้ำรายวันนี้ เรียกว่า “ค่าปริมาณน้ำวิกฤต” หลังจากนั้นได้นำมาใช้ตรวจสอบกับสถิติปริมาณน้ำรายวันปี พ.ศ. 2536 ถึง พ.ศ. 2547 เพื่อแสดงวันที่สถานีวัดน้ำที่ศึกษามีปริมาณน้ำเท่ากับหรือต่ำกว่าค่าปริมาณน้ำวิกฤต

(ภาพที่ 5-8-1ถึง5-8-9) เป็นกราฟแสดงวันที่ระดับน้ำในแม่น้ำเท่ากับหรือต่ำกว่าปริมาณน้ำวิกฤต (ตารางที่5-4) แสดงจำนวนวันเฉลี่ยในแต่ละรายเดือนที่แม่น้ำมีปริมาณน้ำต่ำกว่าปริมาณวิกฤต จากการวิเคราะห์พบว่าช่วงเวลาของภาวะน้ำแล้งในลุ่มน้ำปิง วัง ยม น่าน ชี และมูลคล้ายคลึงกัน โดยภาวะน้ำแล้งจะเริ่มต้นในช่วงต้นหรือกลางเดือนธันวาคม ถึงต้นหรือกลางเดือนพฤษภาคม ลุ่มน้ำจันทบุรีและลุ่มน้ำตาปี จะมีช่วงแล้งสั้นกว่าลุ่มน้ำอื่นๆ คือช่วงแล้งอยู่ระหว่างต้นเดือนธันวาคมถึงสิ้นเดือนเมษายน ลุ่มน้ำแม่กลองและลุ่มน้ำวังมีช่วงภาวะแล้งนานกว่าลุ่มน้ำอื่นๆ ลุ่มน้ำวังมีช่วงแล้งตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกรกฎาคม ลุ่มน้ำแม่กลองมีภาวะน้ำแล้งตั้ง

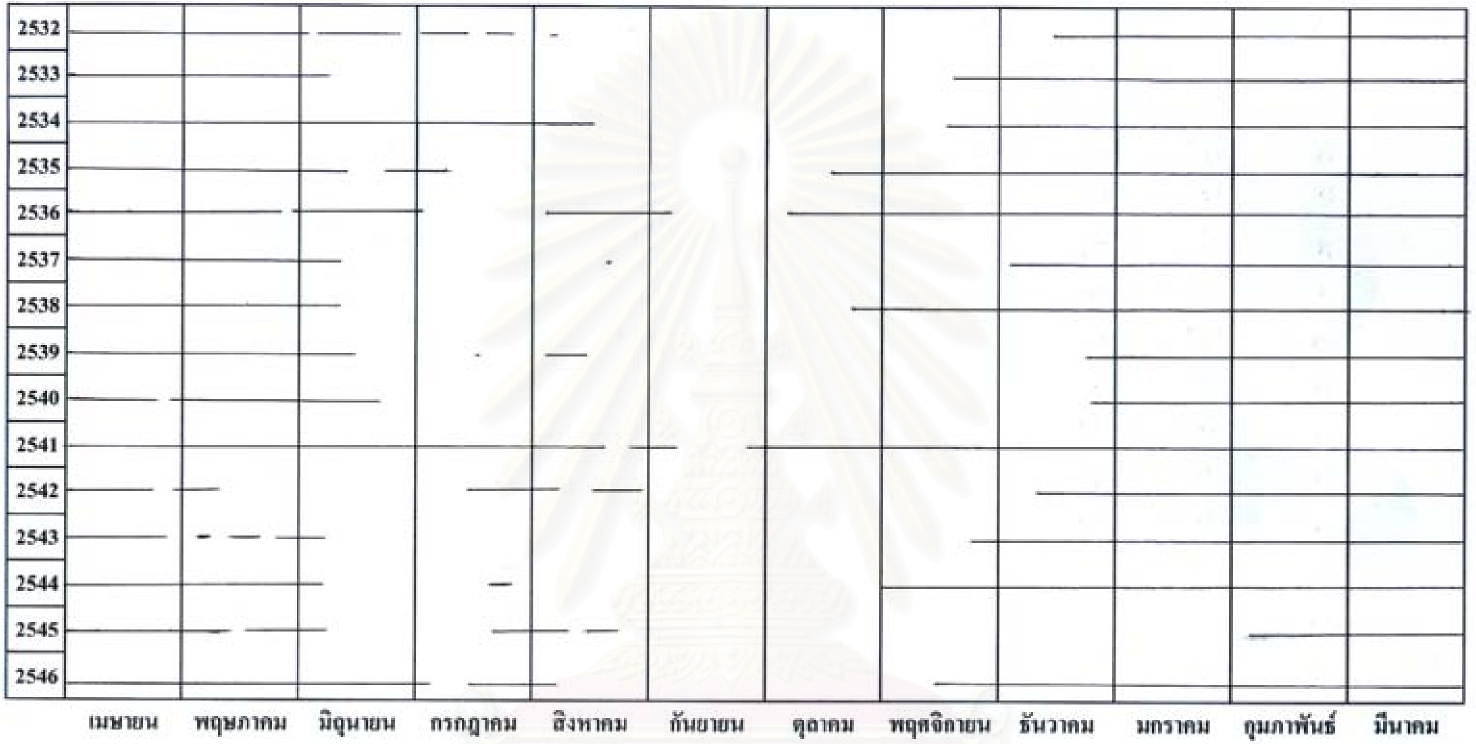
แต่เดือนธันวาคมถึงเดือนสิงหาคม อย่างไรก็ตามในบางปีภาวะแล้งอาจเริ่มต้นก่อนหรือสิ้นสุดช่วงน้ำแล้งล่าช้ากว่าที่กล่าวข้างต้นประมาณหนึ่งเดือน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5-4 สถิติภาวะน้ำแล้งของลุ่มน้ำหลัก

ลุ่มน้ำ	สถานี	ช่วงข้อมูล (พ.ศ.)	จำนวนวันที่ระดับน้ำต่ำของลุ่มน้ำต่างๆ จำแนกเป็นรายเดือน											
			เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
ชี	E.16 A	2532-2546	30	30	17	11	10	1	5	12	24	33	28	31.00
มูล	M.89	2530-2547	29	12	9	8	5	3	3	8	16	20	18	20
ปิง	P.14	2532-2547	30.00	23	19	14	2			2	13	27	2	7
วัง	W.20	2536-2546	30.00	29	28	29	16	8	14	23	29	31	28	30
ยม	Y.20	2536-2547	26	18	17	15	2			5	22	28		30
น่าน	N.64	2537-2547	26	8	7						3	9	16	23
แม่กลอง	K.37	2533-2547	29	22	24	26	23	17	2	12	27	31	29	30
จันทบุรี	Z.14	2536-2546	24	12	3					1	24	31	28	24
ตาปี	X.37A	2536-2547	21	17	11	6	1					8	120	22

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

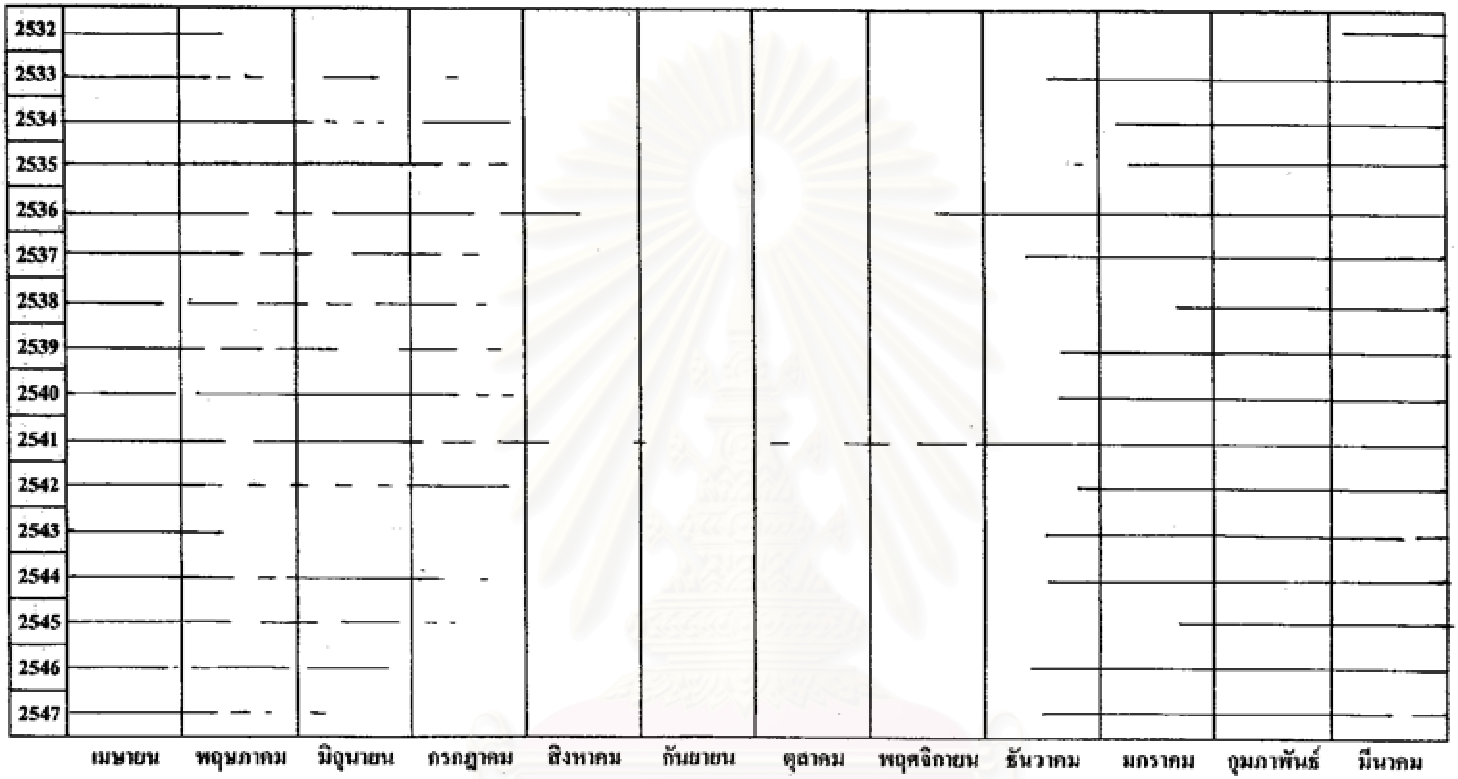


ภาพที่ 5-8-1 เส้นสีดำเป็นวันที่ขาดแคลนน้ำมีระดับปริมาณน้ำต่ำกว่า 5.76 ล.บ.ม./วินาที ช่องว่างเป็นวันที่มีน้ำพอใช้ แม่น้ำชี(E.16A)

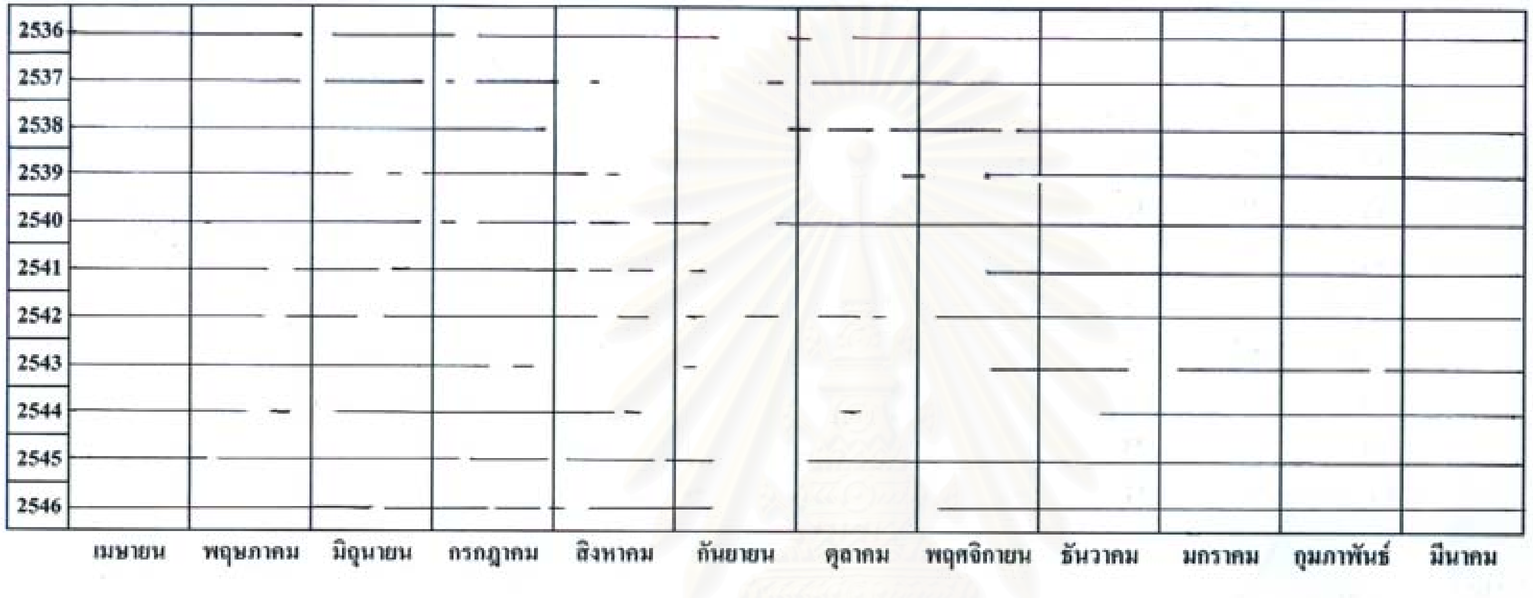
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 5-8-2 เส้นสีดำเป็นวันที่ขาดแคลนน้ำมีระดับปริมาณน้ำต่ำกว่า 4.56 ล.บ.ม./วินาที ช่องว่างเป็นวันที่มีน้ำพอใช้ แม่น้ำมูล(M.89)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 5-8-3 เส้นสีดำเป็นวันที่ขาดแคลนน้ำมีระดับปริมาณน้ำต่ำกว่า 14 ล.บ.ม./วินาที ช่องว่างเป็นวันที่มีน้ำพอใช้ แม่น้ำปิง(P.14)



ภาพที่ 5-8-4 เส้นสีดำเป็นวันที่ขาดแคลนน้ำมีระดับปริมาณน้ำต่ำกว่า 2.2 ล.บ.ม./วินาที ช่องว่างเป็นวันที่มีน้ำพอใช้ แม่น้ำวัง (W.20)

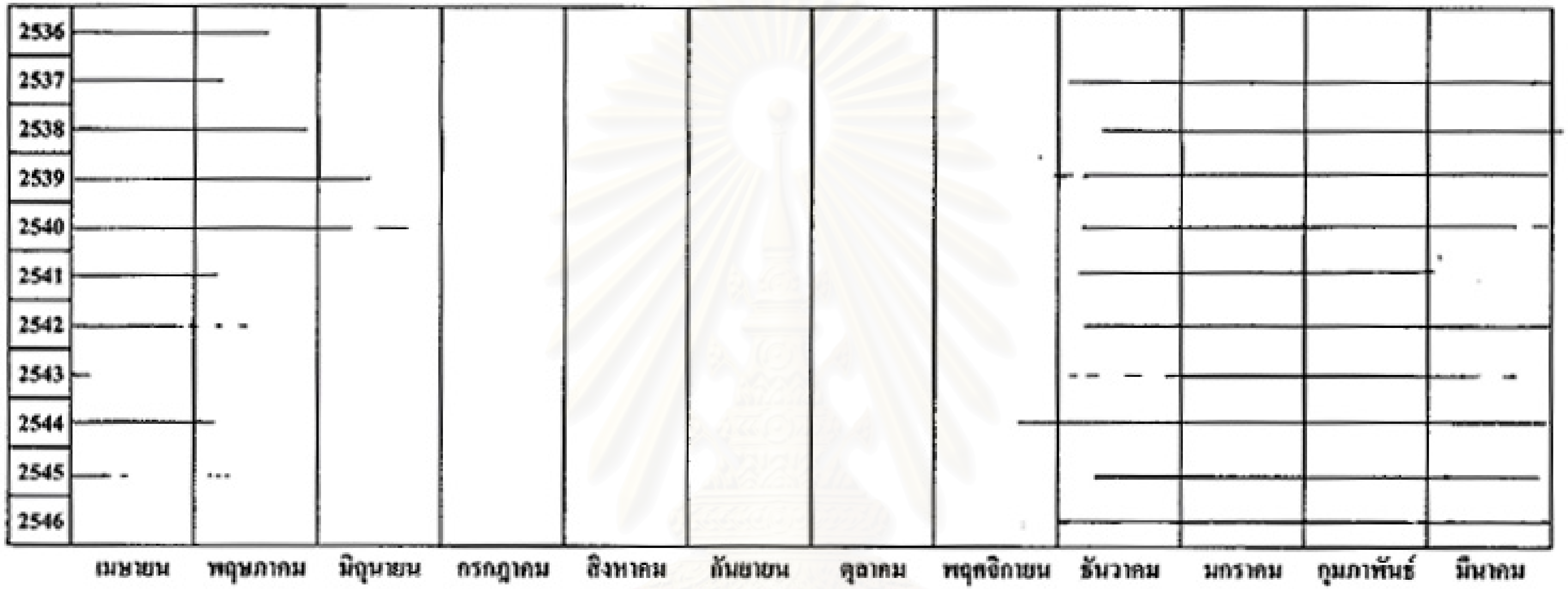
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 5-8-5 เส้นสีดำเป็นวันที่ขาดแคลนน้ำมีระดับปริมาณน้ำต่ำกว่า 6 ล.บ.ม./วินาที ช่องว่างเป็นวันที่มีน้ำพอใช้ แม่น้ำยม (Y.20)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

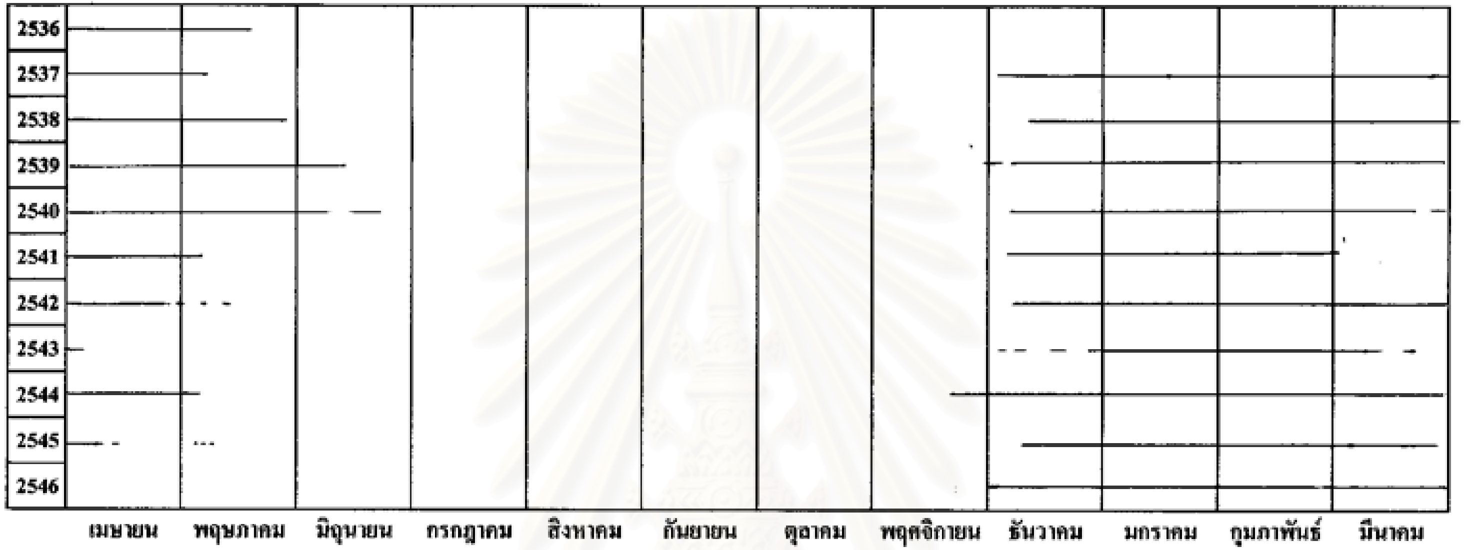
ภาพที่ 5-8-6 เส้นสีดำเป็นวันที่ขาดแคลนน้ำมีระดับปริมาณน้ำต่ำกว่า 8.6 ล.บ.ม./วินาที ช่องว่างเป็นวันที่มีน้ำพอใช้ แม่น้ำน่าน (N.64)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



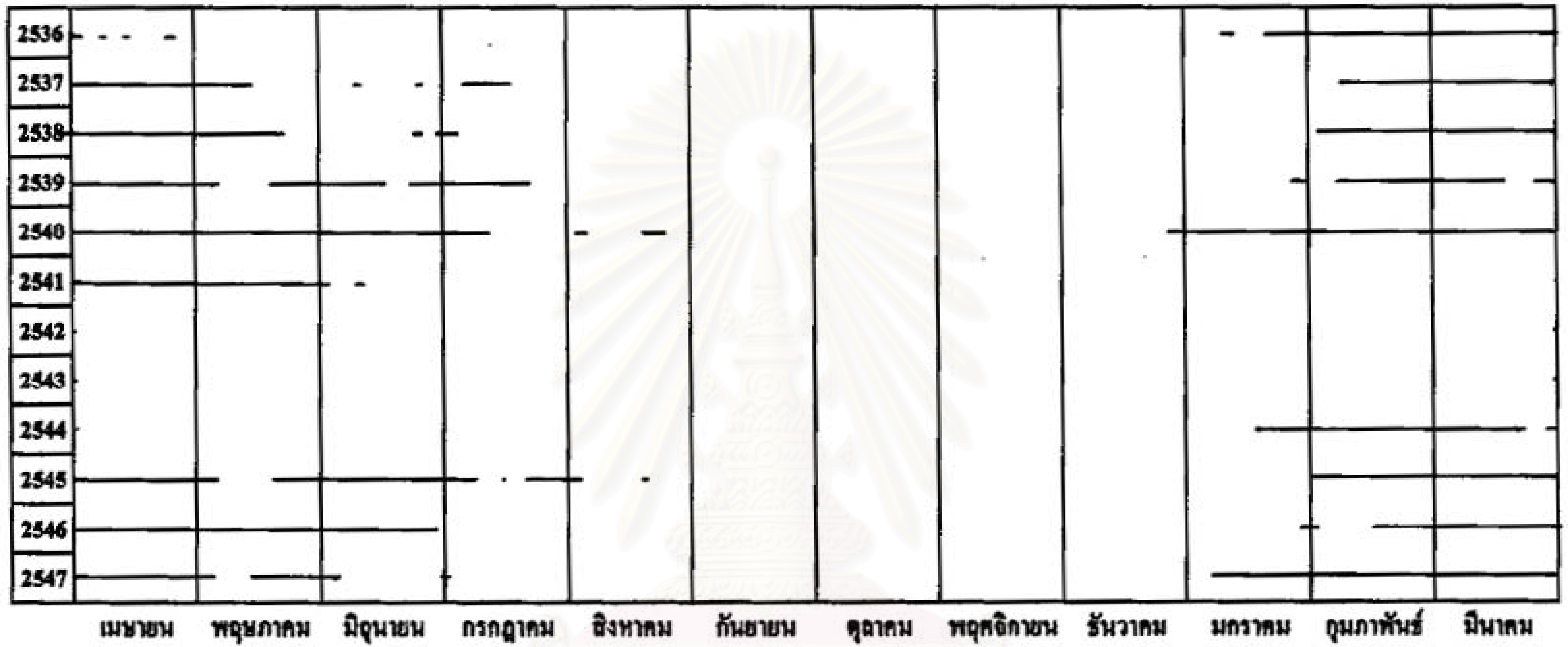
ภาพที่ 5-8-7 เส้นสีดำเป็นวันที่ขาดแคลนน้ำมีระดับปริมาณน้ำต่ำกว่า 2 ล.บ.ม./วินาที ช่องว่างเป็นวันที่มีน้ำพอใช้ ลุ่มน้ำแม่กลอง (K.17)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



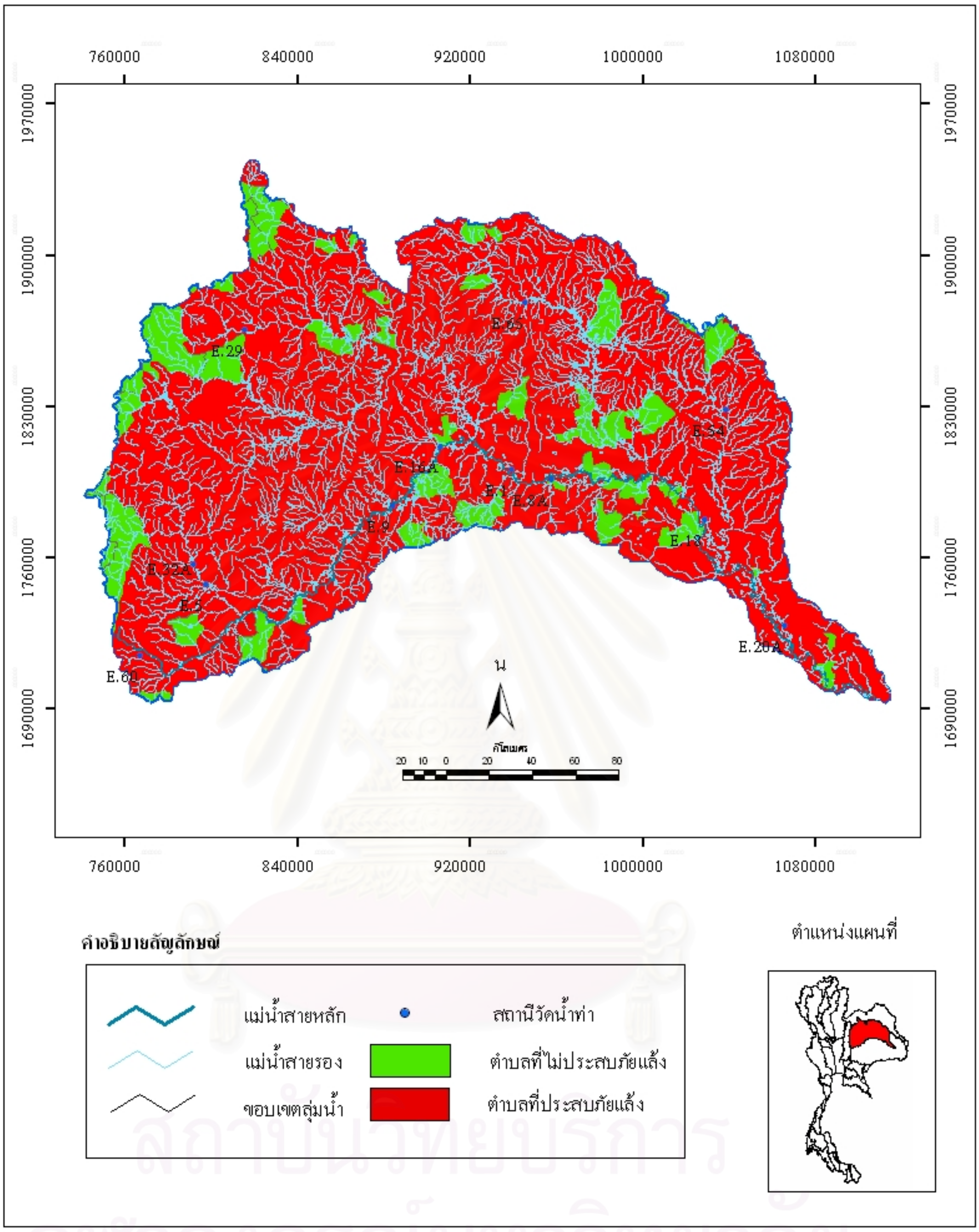
ภาพที่ 5-8-8 เส้นสีดำเป็นวันที่ขาดแคลนน้ำมีระดับปริมาณน้ำต่ำกว่า 2.06 ล.บ.ม./วินาที ช่องว่างวันที่มีน้ำพอใช้ แม่น้ำจันทบุรี (Z.14)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

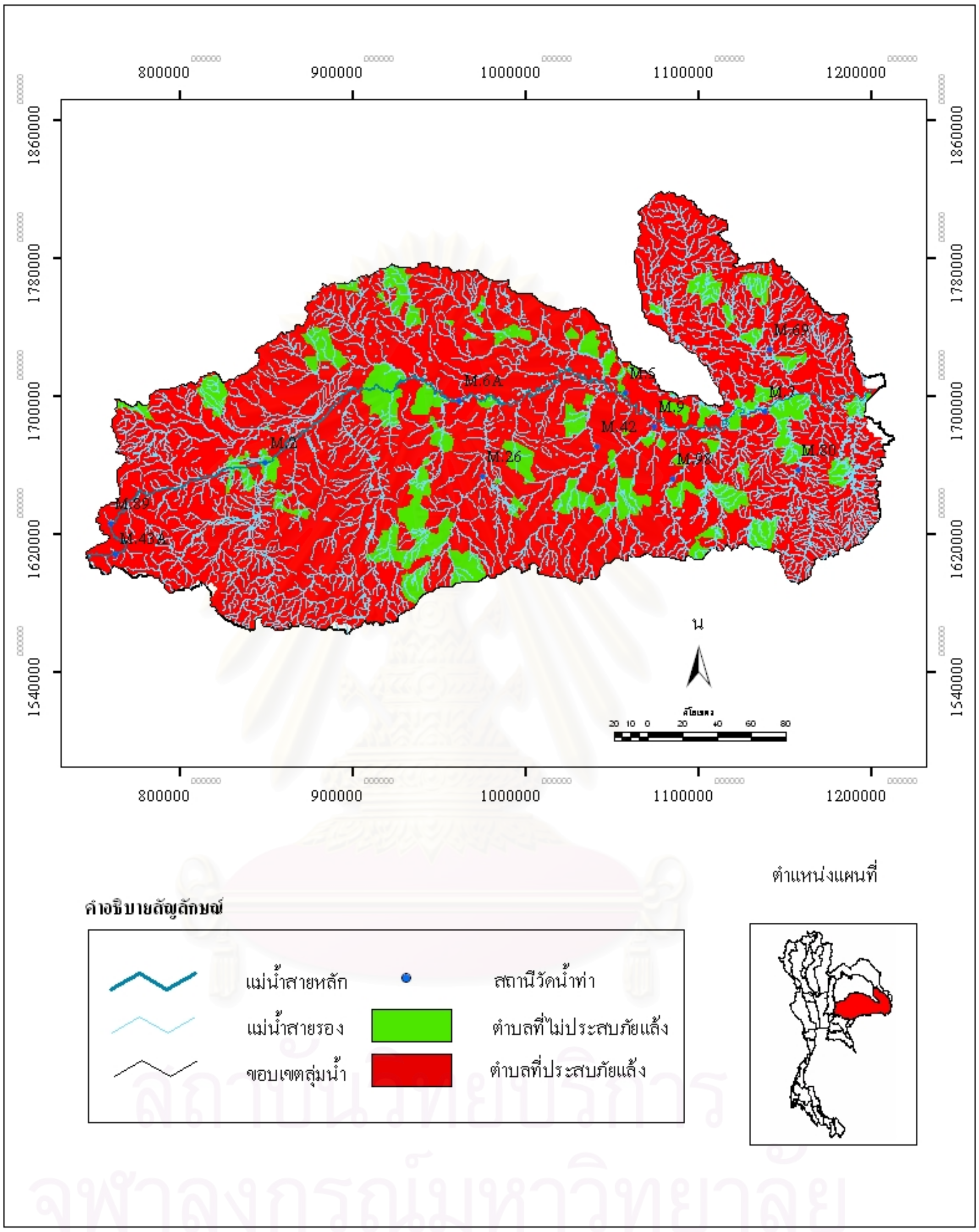


ภาพที่ 5-8-9 เส้นสีดำเป็นวันที่ขาดแคลนน้ำมีระดับปริมาณน้ำต่ำกว่า 30 ล.บ.ม./วินาที ช่องว่างวันที่มีน้ำพอใช้ แม่น้ำตาปี(X.37A)

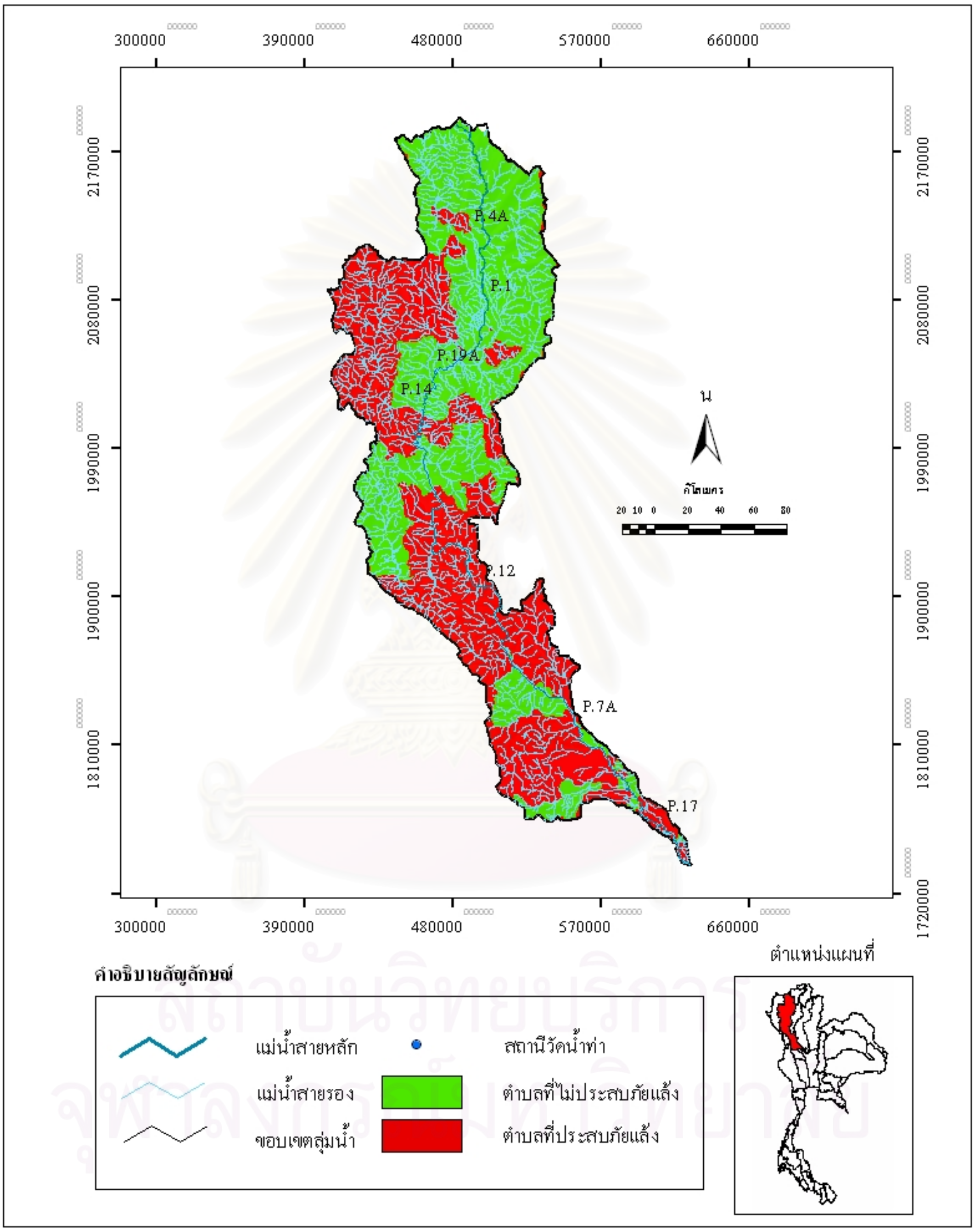
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



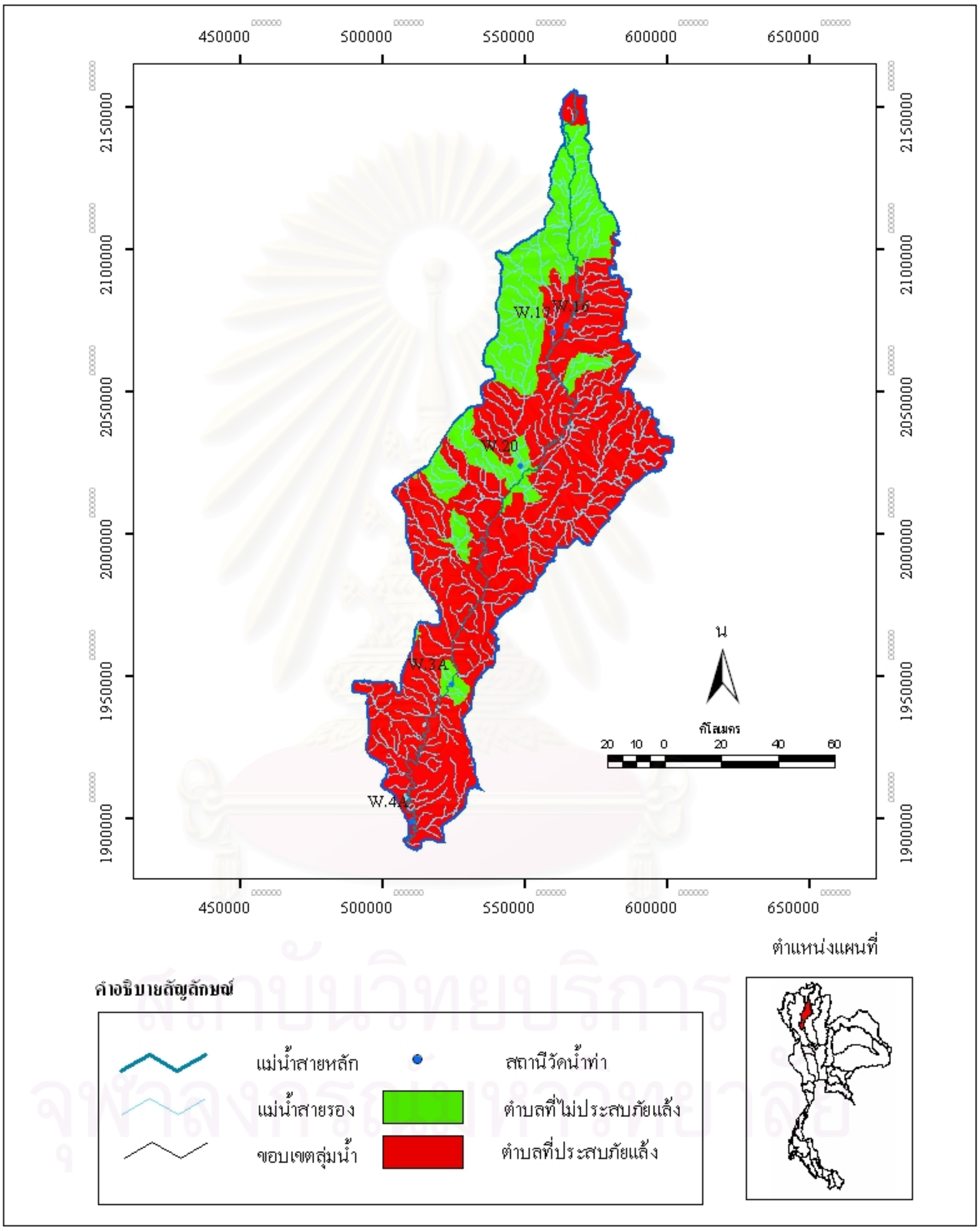
ภาพที่ 5-9-1 แผนที่พื้นที่ประสบภัยแล้งในระดับตำบลลุ่มน้ำชี พ.ศ.2548



ภาพที่ 5-9-2 แผนที่พื้นที่ประสบภัยแล้งในระดับตำบลลุ่มน้ำมูล พ.ศ.2548

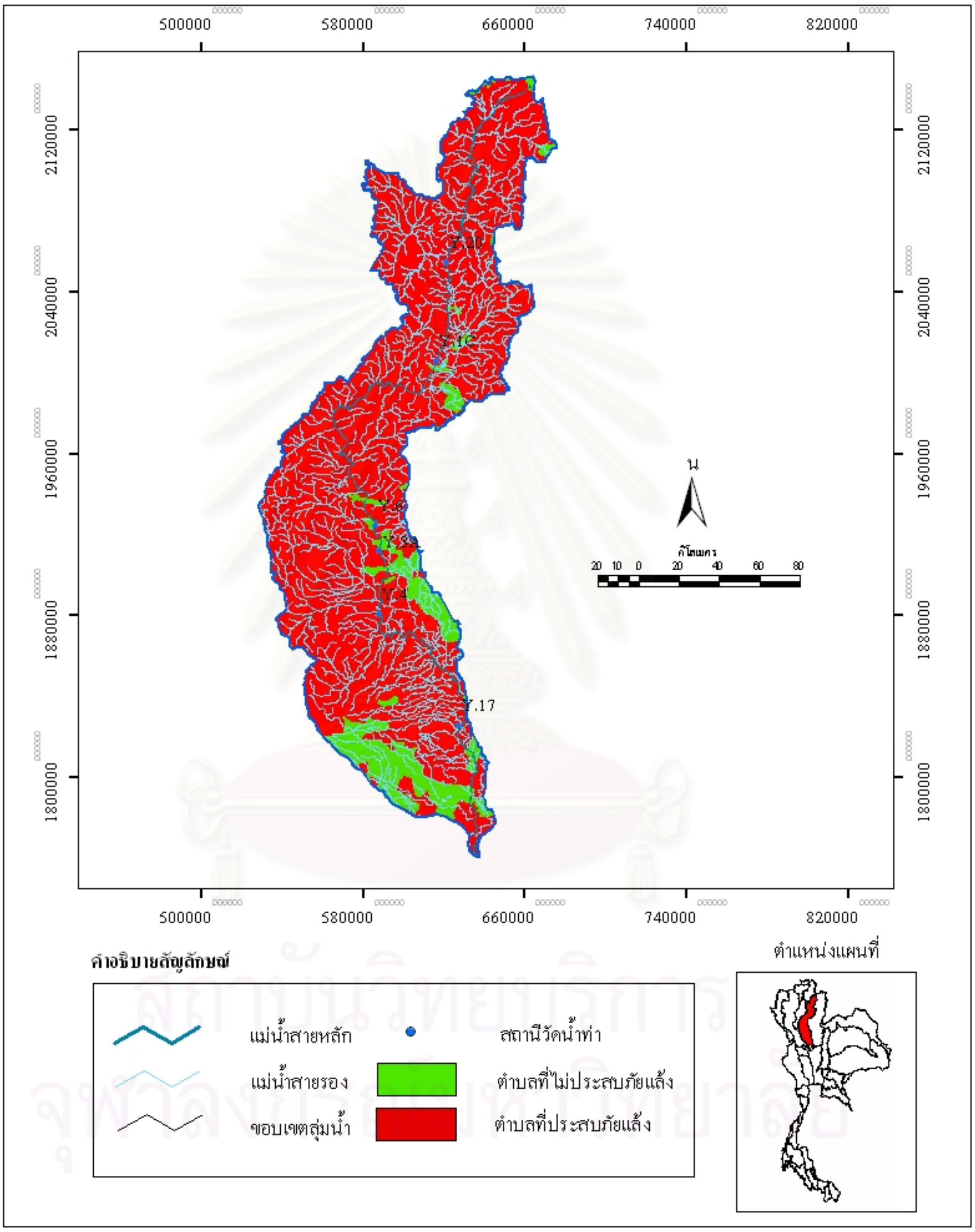


ภาพที่ 5-9-3 แผนที่พื้นที่ประสบภัยแล้งในระดับตำบลลุ่มน้ำปิง พ.ศ.2548

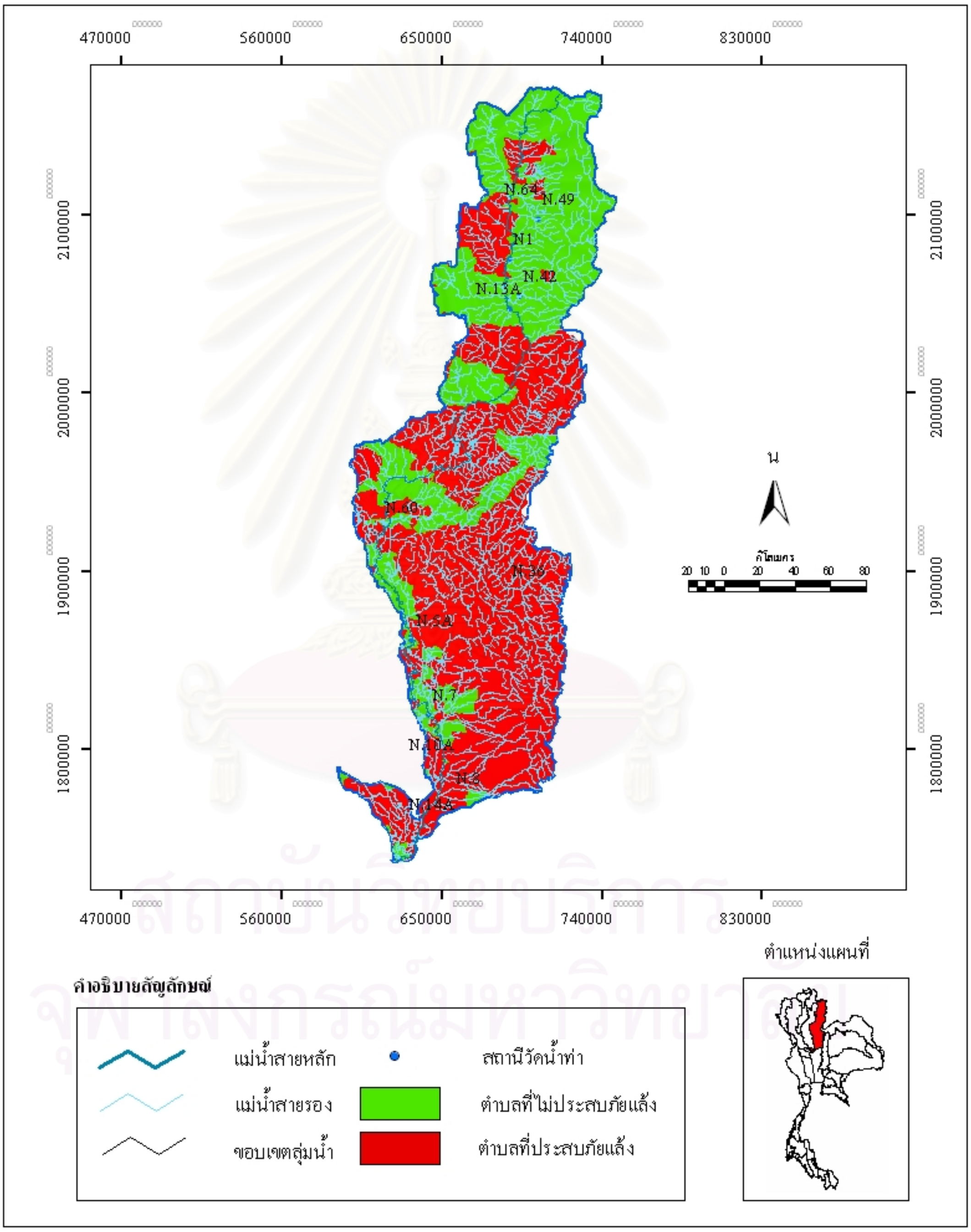


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

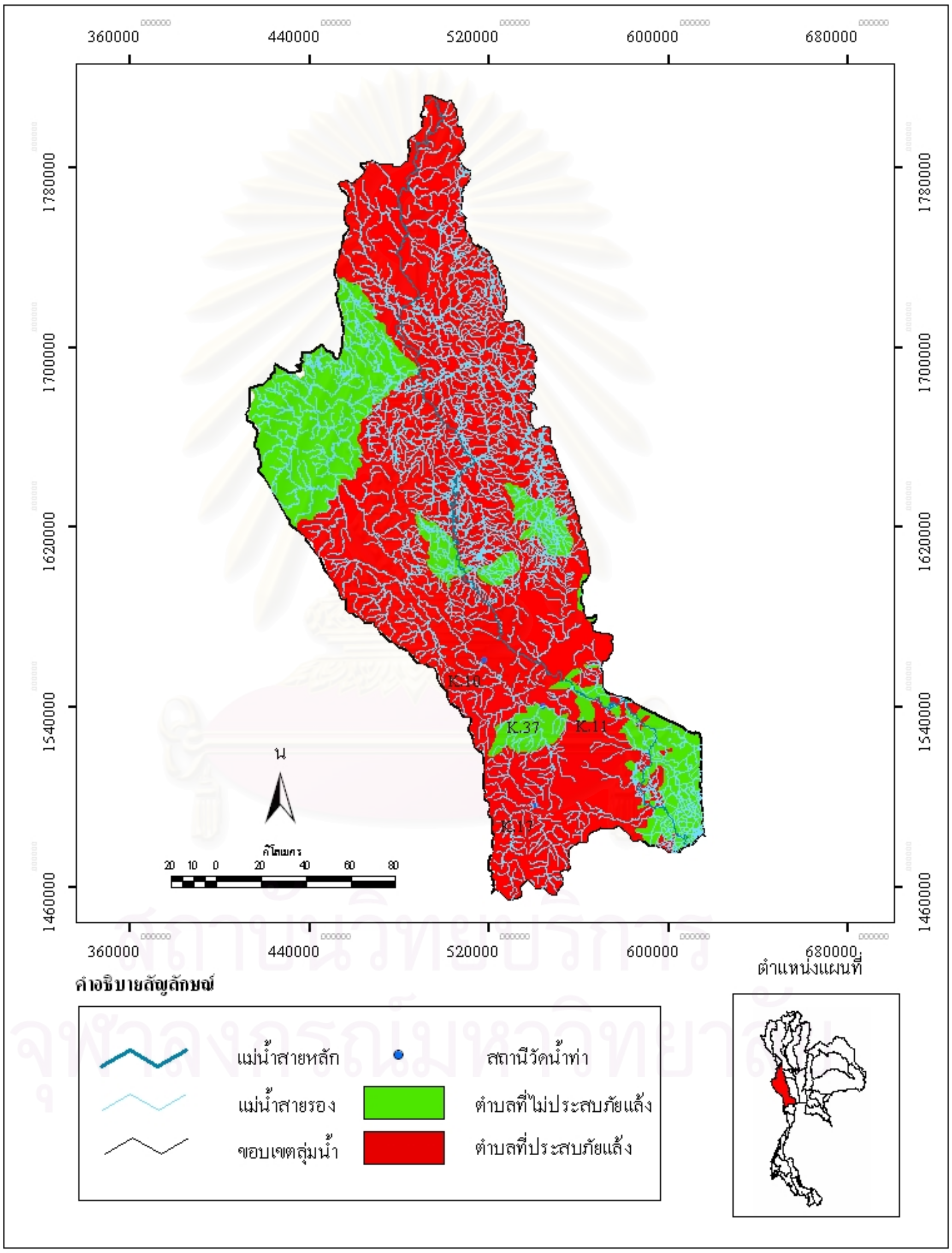
ภาพที่ 5-9-4 แผนที่พื้นที่ประสบภัยแล้งในระดับตำบลลุ่มน้ำวัง พ.ศ.2548



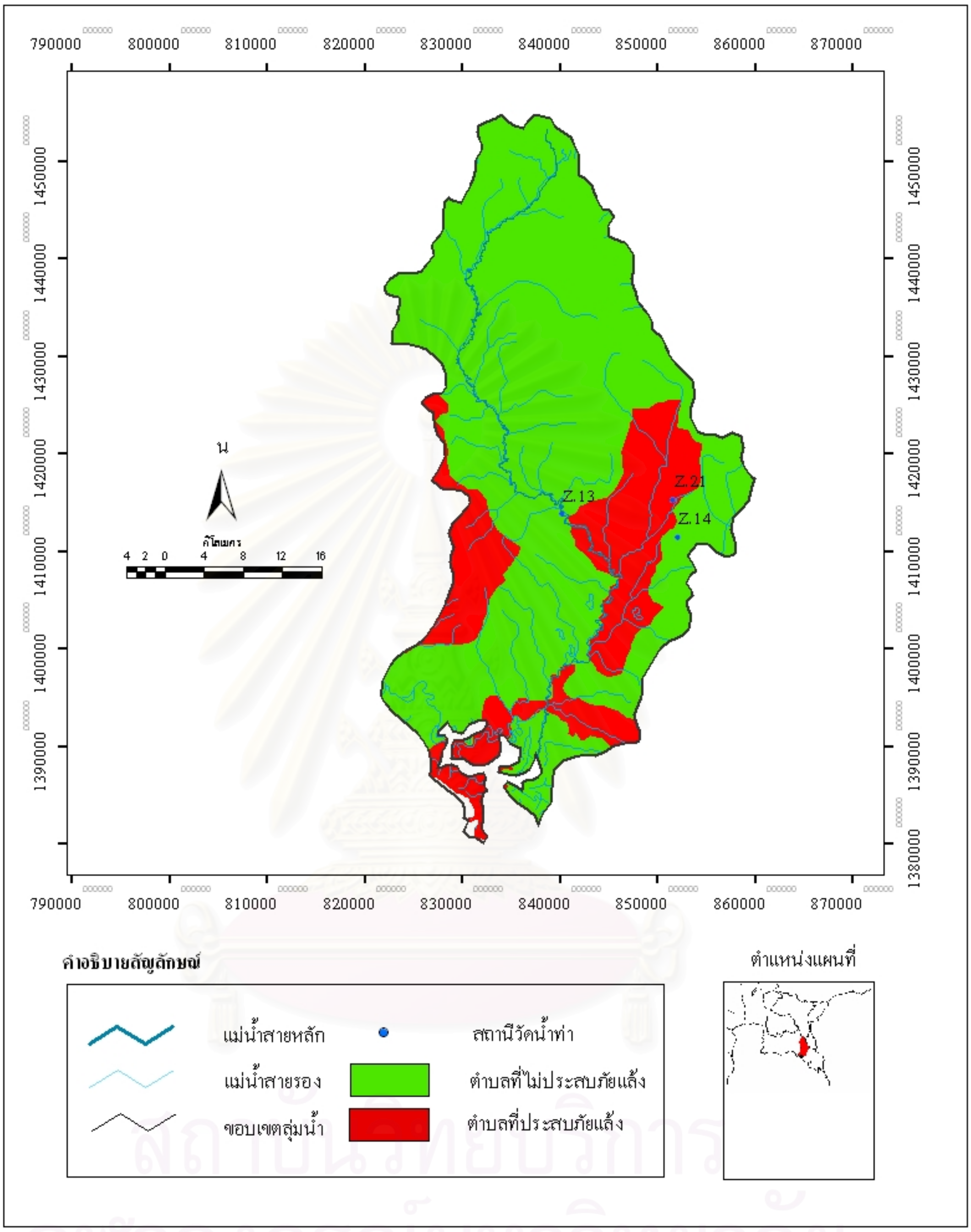
ภาพที่ 5-9-5 แผนที่พื้นที่ประสบภัยแล้งในระดับตำบลลุ่มน้ำยม พ.ศ.2548



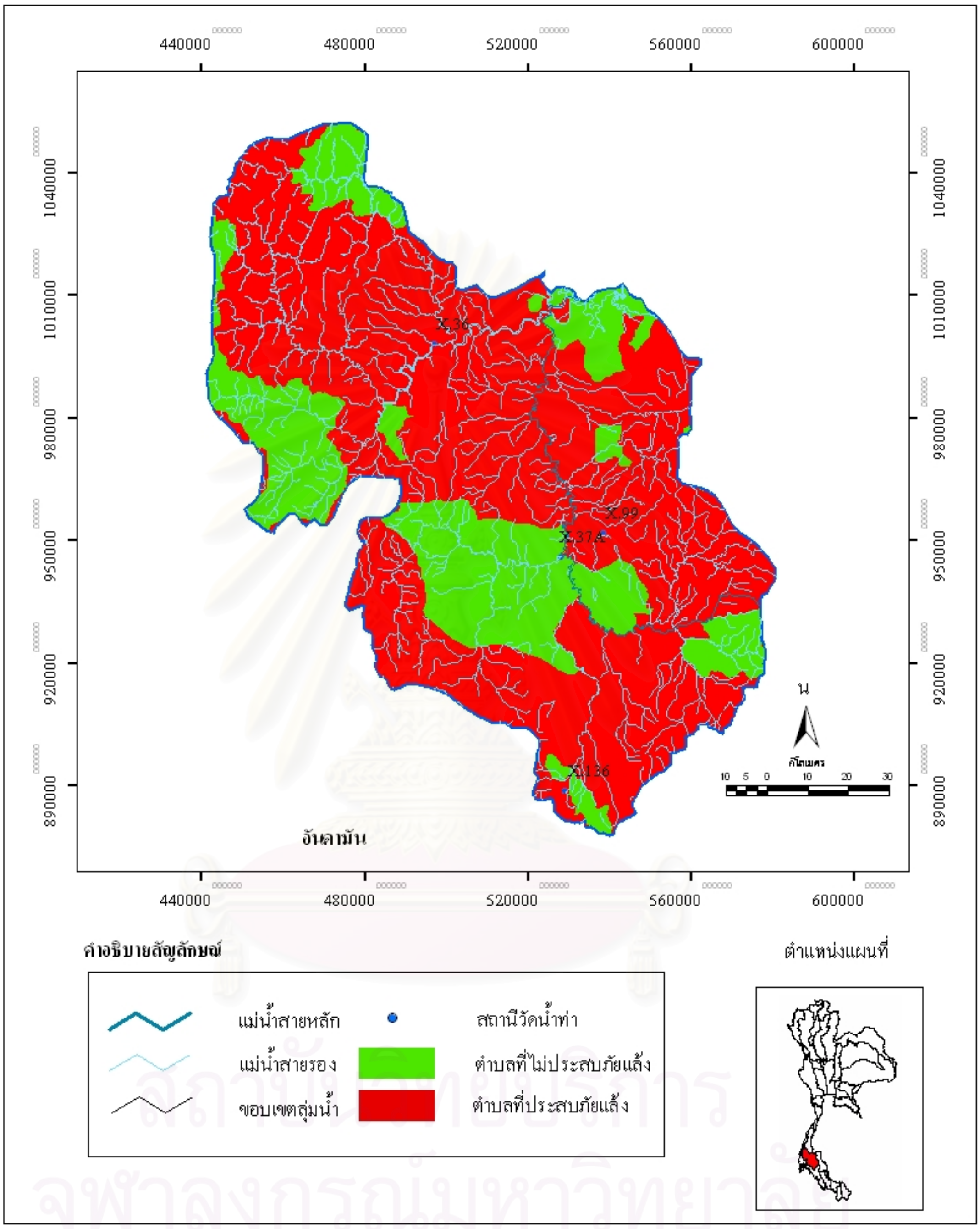
ภาพที่ 5-9-6 แผนที่พื้นที่ประสบภัยแล้งในระดับตำบลลุ่มน้ำน่าน พ.ศ.2548



ภาพที่ 5-9-7 แผนที่พื้นที่ประสบภัยแล้งในระดับตำบลลุ่มน้ำแม่กลอง พ.ศ.2548



ภาพที่ 5-9-8 แผนที่พื้นที่ประสบภัยแล้งในระดับตำบลลุ่มน้ำจันทบุรี พ.ศ.2548



ภาพที่ 5-9-9 แผนที่พื้นที่ประสบภัยแล้งในระดับตำบลลุ่มน้ำตาปี พ.ศ.2548

5.10 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยกับปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

การสร้างสมการถดถอยเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำสูงสุดกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องไม่สามารถทำได้เนื่องจากปริมาณน้ำสูงสุดที่วัดได้จากสถานีวัดน้ำต่างๆ ได้รับอิทธิพลจากการควบคุมปริมาณน้ำของเขื่อน งานวิจัยนี้จึงใช้ข้อมลปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยแทนปริมาณน้ำสูงสุดรายปี จากการวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยกับข้อมูลของลุ่มน้ำทีละลุ่มน้ำพบว่าตัวแปรอิสระ 3 ตัว ได้แก่ พื้นที่ลุ่มน้ำ ปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย และความชันของแม่น้ำสายหลัก ในแต่ละลุ่มน้ำไม่สามารถอธิบายความผันแปรของปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะข้อมูลที่ใช้มีจำนวนน้อยเกินไป

การสร้างสมการความถดถอยเชิงภูมิภาค เป็นวิธี หนึ่งที่ช่วยแก้ปัญหาการมีข้อมูลของแต่ละลุ่มน้ำไม่เพียงพอ การสร้างสมการความถดถอยเชิงภูมิภาค หมายถึง การใช้สมการความถดถอยในการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่สนใจร่วมกันในระหว่างพื้นที่ที่มีความคล้ายคลึงกันในเรื่องที่ศึกษา ในการวิเคราะห์ปริมาณน้ำของลุ่มน้ำ อาจเป็นการแบ่งลุ่มน้ำให้เป็นลุ่มน้ำย่อยที่มีความเป็นเอกพันธ์ (homogeneous) เพื่อให้การพยากรณ์ด้วยสมการความถดถอยแม่นยำมากขึ้น ในทางตรงกันข้ามอาจใช้สมการความถดถอยเพียงเส้นเดียวกับลุ่มน้ำมากกว่าหนึ่งลุ่มน้ำที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันก็ได้ ทั้งนี้การใช้สมการความถดถอยร่วมกันระหว่างลุ่มน้ำมากกว่าหนึ่งลุ่มน้ำเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถใช้ในการวิเคราะห์หารูปแบบทางพื้นที่ของตัวแปรที่สนใจด้วยการรวมกลุ่มทางภูมิภาค

5.10.1 สมการความถดถอยเชิงภูมิภาคของลุ่มน้ำชีและมูล

การวิเคราะห์สมการถดถอยระหว่างปริมาณน้ำท่ากับตัวแปรอิสระซึ่งได้แก่ พื้นที่ลุ่มน้ำ ปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย และความลาดชันของร่องน้ำ พบว่าสามารถอธิบายความแปรผันของปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยได้ร้อยละ 97.8 และสมการถดถอยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.000 (ดูตาราง 5.5.1) ค่าสัมประสิทธ์ความถดถอยของพื้นที่ลุ่มน้ำและปริมาณน้ำฝนรายปี มีนัยสำคัญที่ 0.00 และ 0.03 ตามลำดับ สามารถแสดงความสัมพันธ์ด้วยสมการเส้นโค้ง ดังนี้

$$Q = -7\,A^{.79}\,R^{1.8}$$

Q : ปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ย

A : พื้นที่ลุ่มน้ำ

R : ปริมาณฝนรายปี

ปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยและสามารถอธิบายการแปรผันของปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ 0.13โดยตัวแปร 2 ตัวคือพื้นที่ลุ่มน้ำสามารถอธิบายการแปรผันของปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ย (ß =0.943) รองลงมา คือปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย (ß = 0.146) ส่วนตัวแปรความชันเฉลี่ยของแม่น้ำสายหลักสามารถอธิบายการแปรผันของปริมาณปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยได้น้อยที่สุด(ß = 0.002)

ตารางที่ 5- 5-1 การวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุของปริมาณปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยลุ่มภาคตะวันออกเฉียงเหนือ(ลุ่มน้ำชีและมูล)

ตัวแปรอิสระ	B	*t*	Sig
พื้นที่ลุ่มน้ำ	0.786	11.715	0.000
ปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย	1.78	2.630	0.027
ความชันของแม่น้ำสายหลัก	0.03	0.297	0.773
R = 0.989 R^2 = 0.978 F = 135.41 *			Standard Error=0.13

หมายเหตุ * หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.10.2 สมการความถดถอยเชิงภูมิภาคของลุ่มน้ำปิง วัง ยม และน่าน

การวิเคราะห์สมการถดถอยระหว่างปริมาณน้ำท่า กับตัวแปรอิสระทั้งสาม สำหรับลุ่มน้ำปิง วัง ยม และน่าน พบว่า สามารถอธิบายความแปรผันของปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยได้ร้อยละ 73.3 โดยสมการถดถอยมีนัยสำคัญที่ 0.05 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานเท่ากับ 0.28 ตัวแปรอิสระนี้ ค่าสัมประสิทธ์ความถดถอยมีนัยสำคัญทางสถิติ มีเพียงตัวเดียว คือ พื้นที่ลุ่มน้ำ(0.008) (ดูตาราง 5-6-1) สมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยและพื้นที่ลุ่มน้ำแสดงด้วยสมการถดถอย ได้แก่

$$Q = -6 A^{1.12}$$

อาจสรุปได้ว่า การวิเคราะห์ความถดถอยระหว่างปริมาณน้ำกับตัวแปรอิสระ 3 ตัวได้แก่พื้นที่ลุ่มน้ำ ปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ความลาดชัดของร่องน้ำ แสดงถึงลักษณะทางภูมิภาคของปริมาณน้ำซึ่งอาจแบ่งได้ เป็น 2 กลุ่ม คือ 1) ลุ่มน้ำชี และมูล 2) ลุ่มน้ำปิง วัง ยม และน่าน พื้นที่ลุ่มน้ำและปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย สามารถอธิบายความแปรปรวนของปริมาณน้ำในลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำ

มูลร่วมกัน ถึง ร้อยละ 97.8 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนลุ่มน้ำปิง วัง ยม และน่าน ปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยมีความสัมพันธ์กับพื้นที่ลุ่มน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอย มีนัยสำคัญที่ 0.008

ตารางที่ 5-6-1 การวิเคราะห์การถดถอยแบบพหุของปริมาณปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยลุ่มภาคเหนือ(ลุ่มน้ำปิง วัง ยม และน่าน)

ตัวแปรอิสระ	B	*t*	Sig
พื้นที่ลุ่มน้ำ	1.118	2.989	0.008
ปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย	1.153	1.070	0.298
ความชันของแม่น้ำสายหลัก	0.03	0.524	0.606
R = 0.862 R^2 = 0.742 F = 18.27 *			Standard Error=0.28

หมายเหตุ * หมายถึง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

บทที่ 6

สรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาปรากฏการณ์ทางภูมิศาสตร์เป็นเป้าหมายสำคัญของวิชาภูมิศาสตร์ ปรากฏการณ์ทางภูมิศาสตร์ หมายถึง ปรากฏการณ์ที่แสดงถึงความแตกต่างทางพื้นที่อย่างมีความหมายหรือนัยสำคัญ เป็นความแตกต่างที่เกิดจากคุณลักษณะของปัจจัยที่เป็นองค์ประกอบของพื้นที่นั้นๆที่เรียกว่า ปัจจัยทางภูมิศาสตร์ (geographical factors)

การศึกษาลักษณะทางพื้นที่ของปริมาณน้ำของงานวิจัยนี้คือการศึกษาปรากฏการณ์ทางภูมิศาสตร์แบบหนึ่ง โดยได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณน้ำในรูปแบบต่าง ๆในลุ่มน้ำที่ทำการศึกษา เพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับความเหมือนและความแตกต่างระหว่างลุ่มน้ำ ซึ่งจะนำไปสู่การจัดแบ่งภูมิภาคทางปริมาณน้ำ หรือที่เรียกว่าการกำหนดรูปแบบทางพื้นที่ (geographical pattern) ของปริมาณน้ำในลุ่มน้ำหลักของประเทศไทย การกำหนดรูปแบบทางพื้นที่เป็นการศึกษาขั้นพื้นฐานซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการทำความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางภูมิศาสตร์ ซึ่งหมายถึงการศึกษทำความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการที่มีผลต่อปริมาณน้ำ และเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนพัฒนาพื้นที่ด้วย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาลักษณะทางพื้นที่ ความแตกต่างและความคล้ายคลึงของปริมาณน้ำในลุ่มน้ำหลัก ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยเป็นข้อมูลปริมาณน้ำรายวัน รายเดือน รายปี และข้อมูลปริมาณน้ำสูงสุดของลุ่มน้ำ 9 แห่ง ได้แก่ ลุ่มน้ำชี มูล ปิง วัง ยม น่าน แม่กลอง จันทบุรี และตาปี ข้อมูลปริมาณน้ำได้จากสถานีวัดของกรมชลประทาน ในลุ่มน้ำชี มี 12 สถานี ลุ่มน้ำมูล มี 12 สถานี ลุ่มมน้ำปิงมี 7 สถานี ลุ่มน้ำวังมี 5 สถานี ลุ่มน้ำยมมี 6 สถานี ลุ่มน้ำน่านมี 12 สถานี ลุ่มน้ำแม่กลองมี 4 สถานี ลุ่มน้ำจันทบุรี 3 สถานี และลุ่มน้ำตาปี 4 สถานี สถานีวัดน้ำ เหล่านี้เป็นสถานีที่อยู่ท้ายเขื่อน มีเพียง 2 สถานี ได้แก่ ปิง P.4 A และน่าน N.1 ในแม่น้ำ ที่อยู่เหนือเขื่อน ซึ่งหมายถึงสถานีทั้งสองปริมาณน้ำเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติไม่ได้ถูกควบคุม

การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลช่วงปัจจุบันย้อนหลังไปประมาณ 20 ปี เพื่อให้เข้าใจถึงลักษณะของปริมาณน้ำที่เป็นอยู่จริงในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นข้อมูลไม่มีความเป็น “อิสระ” เนื่องจากอิทธิพลของเขื่อนที่มีอยู่ทุกลุ่มน้ำ จึงหลีกเลี่ยงการใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็น กับการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้แบ่งการวิเคราะห์เป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นการวิเคราะห์เชิงพื้นที่เกี่ยวกับปริมาณน้ำท่าในเชิงเปรียบเทียบระหว่างลุ่มน้ำ ส่วนที่สองวิเคราะห์สมการถดถอยระหว่างปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยกับตัวแปรที่เกี่ยวข้องแต่ละลุ่มน้ำและแต่ละภูมิภาคเพื่อเปรียบเทียบสมการความถดถอย และสรุปหาสมการที่เหมาะสมที่สุด

6.1.1 การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ สรุปได้ว่าลักษณะการกระจายของน้ำฝนมีความแตกต่างที่สามารถแบ่งได้กว้างๆ เป็น 3 ภูมิภาค ได้แก่ ภาคตะวันออกและภาคใต้เป็นเขตปริมาณฝนสูง ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นเขตที่มีปริมาณฝนปานกลาง และภาคตะวันตกส่วนที่อยู่อับลมหลังเขาเป็นเขตที่มีฝนน้อย การวิเคราะห์ความแปรปรวนของฝนในช่วงปี ข้อมูลแสดงว่าในบริเวณที่มีปริมาณฝนรายปีสูง ซึ่งได้แก่ ภาคภาคตะวันตกและภาคใต้จะมีความแปรปรวนของปริมาณฝนน้อยกว่าภาคอื่นๆ ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนรายปีต่ำกว่า

การวิเคราะห์ความลาดชันของท้องน้ำ แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของภูมิประเทศระหว่างภูมิภาคทางภูมิศาสตร์ ซึ่งสามารถแบ่งกลุ่มได้ชัดเจน กลุ่มลุ่มน้ำในภาคเหนือ ปิง วัง ยม น่าน ความลาดชันใกล้เคียงกันแต่ท้องน้ำของปิงและวัง อยู่ในระดับสูงกว่ายมและน่าน ลุ่มน้ำทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ลุ่มน้ำชีและมูล ท้องน้ำส่วนใหญ่แบนราบ ทางด้านปลายน้ำระดับท้องน้ำจะอยู่ในระดับสูงกว่า ปิง วัง ยม น่าน แม่กลองมีต้นน้ำเป็นภูเขาสูงและปลายน้ำเป็นที่ราบต่ำคั่นด้วยเนินตะกอนรูปพัดขนาดใหญ่มีความลาดชันปานกลาง จันทบุรีและตาปีมีลุ่มน้ำขนาดเล็ก มีการเปลี่ยนแปลงความชันของร่องน้ำชัดเจนตรงบริเวณรอยต่อระหว่างภูเขาสูงต้นน้ำกับที่ราบชายฝั่งทะเล

ปริมาณน้ำเฉลี่ยต่อพื้นที่ลุ่มน้ำ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นกลุ่มที่มีปริมาณน้ำต่อพื้นที่สูงตามลำดับจากมากไปหาน้อย ได้แก่ จันทบุรี ตาปี น่าน และแม่กลอง กลุ่มที่สองมีปริมาณน้ำน้อยกว่าและมีปริมาณที่ใกล้เคียงกัน ได้แก่ ชี ปิง มูล ยม ตามลำดับจากมากไปน้อย และมีวังที่มีปริมาณน้อยมากถ้าเปรียบเทียบกับลุ่มน้ำอื่น

ตามธรรมชาติ ปริมาณน้ำต่อพื้นที่ลุ่มน้ำจะลดลงทางด้านปลายน้ำ เนื่องจากลุ่มน้ำมีขนาดใหญ่ขึ้น โอกาสการสูญเสียน้ำด้วยสาเหตุต่างๆ เช่น การซึม การระเหย มีมากขึ้น จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำรายปีกับพื้นที่ลุ่มน้ำในแต่ละลุ่มน้ำ พบว่า ในลุ่มน้ำชี มูล ปริมาณน้ำมีอัตราการเพิ่มที่สูงกว่าอัตราการเพิ่มของพื้นที่ ซึ่งหมายความว่า ปริมาณน้ำต่อพื้นที่ลุ่มน้ำเพิ่มสูงขึ้นทางด้านปลายน้ำ ทั้งนี้น่าจะเป็นเพราะปริมาณฝนในลุ่มน้ำทั้งสองเพิ่มขึ้นทางด้านปลายน้ำ ลุ่มน้ำปิง ยม น่าน มีปริมาณน้ำต่อพื้นที่ค่อนข้างคงที่จากต้นน้ำไปทางด้านปลายน้ำ ส่วนแม่น้ำวัง และแม่น้ำจันทบุรี มีปริมาณน้ำต่อพื้นที่ทางด้านต้นน้ำสูงกว่าทางด้านปลายน้ำ

การเปรียบเทียบปริมาณน้ำที่สัดส่วนของเวลาต่างๆในรอบปี พบว่าในปีที่มีน้ำมากและน้ำน้อย เส้นกราฟมีลักษณะคล้ายคลึงกัน แสดงว่าสัดส่วนของปริมาณน้ำในหน้าแล้งและหน้าน้ำของแม่น้ำแต่ละสายไม่แตกต่างกันในปีที่มีน้ำมากและปีที่มีน้ำน้อย ในรอบปีหนึ่งๆ ประมาณครึ่งปี (50%) ที่อยู่ในช่วงน้ำน้อย ปริมาณน้ำต่อพื้นที่ของชี มูล ยม มีค่าต่ำกว่าแม่น้ำสายอื่นๆ ค่อนข้างมาก แต่อีกครึ่งหนึ่งของปี ความแตกต่างของปริมาณน้ำต่อพื้นที่ในแม่น้ำชี มูลและยม เมื่อเทียบกับแม่น้ำสายอื่นลดลง แสดงว่าปริมาณน้ำในช่วงน้ำน้อยกับช่วงน้ำมากในแม่น้ำชี มูลและยม มีความแตกต่างกันมากกว่าแม่น้ำสายอื่นๆ

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าสะสม เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำในช่วงเดือนต่างๆในรอบปี แสดงให้เห็นลักษณะการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำในแม่น้ำชีและมูลที่มีความคล้ายคลึงกันมาก แต่จังหวะเวลาที่ปริมาณน้ำเพิ่มสูงขึ้นในแม่น้ำชีเกิดขึ้นเร็วกว่า แม่น้ำมูลประมาณหนึ่งเดือน ถ้าเปรียบเทียบกับลุ่มน้ำอื่นๆ การเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำในลำน้ำชี มูลและตาปี การเกิดขึ้นช้ากว่าที่สุด ลุ่มน้ำปิง วัง ยม และน่าน มีตำแหน่งกราฟที่จัดเป็นกลุ่มเดียวกันได้ แต่ความชันของเส้นกราฟแตกต่างกัน ซึ่งหมายถึงจังหวะเวลาที่น้ำขึ้นและลงใกล้เคียงกัน แต่อัตราการเพิ่มขึ้นของน้ำในลำน้ำต่างกัน โดยลักษณะกราฟของแม่น้ำปิงและน่านจะมีความชันเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ แสดงถึงอิทธิพลของเขื่อนขนาดใหญ่ที่ควบคุมปริมาณน้ำในลุ่มน้ำทั้งสอง ในปีที่น้ำมาก แม่น้ำจันทบุรีมีจังหวะการขึ้นและลงของน้ำก่อนลุ่มน้ำอื่น แต่ในปีที่น้ำน้อย เห็นได้ชัดว่า เขื่อนในลุ่มน้ำปิงและน่าน ส่งผลให้ แม่น้ำปิงและน่านมีสัดส่วนปริมาณน้ำต่อปริมาณน้ำทั้งหมดในเดือนเมษายน ซึ่งเป็นช่วงน้ำแล้งสูงกว่าแม่น้ำสายอื่นๆ รวมทั้งแม่น้ำจันทบุรี

การวิเคราะห์ภาวะน้ำหลากพบว่า ถ้าเทียบกับปริมาณน้ำท่วมฐานหรือ ปริมาณน้ำสูงสุดรายปีที่มีค่าต่ำสุดในช่วงปีข้อมูล น้ำหลากที่คาบการเกิดซ้ำ 2 ปี มีอัตราส่วนต่อน้ำท่วมฐานอยู่ระหว่าง 1.5 ถึง 4 เท่า และน้ำหลากในคาบการเกิดซ้ำ 10 ปี มีปริมาณน้ำสูงกว่าน้ำท่วมฐาน ตั้งแต่ 4 เท่า ถึง 10 เท่า แม่น้ำชีและมูล มีอัตราส่วนระหว่างปริมาณน้ำหลากที่คาบการเกิดซ้ำต่างๆ กับน้ำท่วมฐานที่สูงกว่าลุ่มน้ำอื่นๆ คือประมาณเกือบ 4 เท่าสำหรับคาบการเกิดซ้ำ 2 ปี และ10 เท่าสำหรับคาบการเกิดซ้ำ 10 ปีส่วนแม่น้ำจันทบุรี และแม่น้ำตาปี มีอัตราส่วนต่อน้ำท่วมฐานต่ำที่สุด คือ ประมาณ 1.5 เท่า ในคาบการเกิดซ้ำ 2 ปี และ 4 เท่าในคาบการเกิดซ้ำ 10 ปี

ช่วงเวลาของภาวะน้ำแล้งในลุ่มน้ำปิง วัง ยม น่าน ชี และมูล คล้ายคลึงกัน โดยภาวะน้ำแล้งจะเริ่มต้นในช่วงต้นหรือกลางเดือนธันวาคม ถึงต้นหรือกลางเดือนพฤษภาคม ลุ่มน้ำจันทบุรีและลุ่มน้ำตาปี จะมีช่วงแล้งสั้นกว่าลุ่มน้ำอื่นๆ คือช่วงแล้งอยู่ระหว่างต้นเดือนธันวาคมถึงสิ้นเดือนเมษายน ลุ่มน้ำ

แม่กลองและลุ่มน้ำวังมีช่วงภาวะแล้งนานกว่าลุ่มน้ำอื่นๆ ลุ่มน้ำวังมีช่วงแล้งตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกรกฎาคม ลุ่มน้ำแม่กลองมีภาวะน้ำแล้งตั้งแต่เดือนธันวาคมถึงเดือนสิงหาคม

6.1.2 การสร้างสมการปริมาณน้ำกับปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำสูงสุดกับปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ไม่สามารถวิเคราะห์ได้ เนื่องจากสถานีวัดน้ำที่ใช้ในการวิเคราะห์เกือบทั้งหมดอยู่ท้ายเขื่อน จากการวิเคราะห์ค่าความสหสัมพันธ์ถดถอยระหว่างปริมาณน้ำรายปีเฉลี่ยกับพื้นที่ลุ่มน้ำ ปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยและ ความลาดชันของท้องน้ำ พบว่าถ้าทำการวิเคราะห์ทีละลุ่มน้ำ ค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอยสำหรับหลายลุ่มน้ำไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอาจเนื่องมาจากสถานีวัดน้ำ มีจำนวนน้อยและรวมอยู่ในพื้นที่ส่วนหนึ่งของลุ่มน้ำ ไม่กระจายเท่าที่ควร

การวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงภูมิภาคให้ผลที่ดีสำหรับลุ่มน้ำชีและลุ่มน้ำมูลซึ่งมีความคล้ายคลึงกับทางอุทกวิทยา ภูมิอากาศและภูมิประเทศ มีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ที่สูง ตัวแปรอิสระที่มีนัยสำคัญได้แก่ พื้นที่ลุ่มน้ำ และปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย ส่วนสมการถดถอยของลุ่มน้ำปิง วัง ยม และน่าน ตัวแปรอิสระที่มีนัยสำคัญ คือ พื้นที่ลุ่มน้ำซึ่งสามารถอธิบายความแปรปรวนปริมาณน้ำได้ร้อยละ 74

กล่าวโดยสรุป การวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าในรูปแบบต่างๆ แสดงถึง อิทธิพลของภูมิภาคทางภูมิศาสตร์ ที่มีต่อปริมาณน้ำท่า แม่น้ำชีและมูลซึ่งอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีความคล้ายคลึงกันมากที่สุดในทุกด้านที่ศึกษา แม่น้ำปิง วัง ยม และน่าน มีความคล้ายคลึงกันโดยทั่วไป ดังจะเห็นได้จากกราฟการวิเคราะห์ปริมาณน้ำในด้านต่างๆ มีลักษณะที่เป็นกลุ่ม แม้ว่าลักษณะของกราฟจะแตกต่างกันไปบ้าง เช่น ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำในรอบปี ลักษณะเป็นกลุ่มของการเส้นกราฟของลุ่มน้ำปิง วัง ยม แบะน่าน แสดงถึงจังหวะการขึ้นลงของน้ำในจังหวะที่สอดคล้องกัน แต่ความชันของกราฟ จะแตกต่างกัน แม่น้ำปิงและแม่น้ำน่าน มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำที่ค่อนข้างสม่ำเสมอซึ่งสะท้อนถึงอิทธิพลของเขื่อนเก็บกักน้ำขนาดใหญ่ ซึ่งได้แก่ เขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์ตามลำดับ ในขณะที่แม่น้ำยม และแม่น้ำวัง เส้นกราฟสะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งอย่างชัดเจน แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำจันทบุรี และแม่น้ำตาปี ไม่อาจวิเคราะห์อย่างละเอียดได้ เนื่องจากข้อมูลมีจำกัด แต่จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีอยู่ แม่น้ำทุกสายมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันไป ทั้งกลุ่มแม่น้ำในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

6.2 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ

1. การวิเคราะห์ลักษณะทางพื้นที่ของปริมาณน้ำในการศึกษาครั้งนี้ ยังไม่ครอบคลุมทุกลุ่มน้ำที่สำคัญ ควรจะมีการศึกษาลักษณะทางพื้นที่ของปริมาณน้ำในลุ่มน้ำอื่นเพิ่มขึ้น

2. ในการศึกษาครั้งนี้ ไม่สามารถวิเคราะห์สมการถดถอยกับกับข้อมูลน้ำหลากสูงสุดได้เนื่องจากข้อมูลปริมาณน้ำมีอิทธิพลจากเขื่อนซึ่งมีการควบคุมปริมาณน้ำ

3. ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้ในบางลุ่มน้ำยังไม่เพียงพอ ผลที่สรุปจากการวิจัยจึงไม่สมบูรณ์ อาจคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง

4. งานวิจัยนี้เป็นเพียงการสรุปรูปแบบทางพื้นที่ของปริมาณน้ำ ควรมีการศึกษาถึงกระบวนการที่เกี่ยวข้องต่อไปด้วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กีรติ ลีวัจนกุล. 2543. อุทกวิทยา. ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยรังสิต,.

คณะกรรมการพัฒนาการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, สำนักงาน. งานศึกษาข้อมูลและศักยภาพการพัฒนาลุ่มน้ำชายทะเลฝั่งตะวันออก. จัดทำโดยบริษัท พอล คอลซัลแตนท์ จำกัด, 2537.

คณะกรรมการพัฒนาการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, สำนักงาน. งานศึกษาข้อมูลและศักยภาพการพัฒนาลุ่มน้ำแม่น้ำชี. จัดทำโดยบริษัท พอล คอลซัลแตนท์ จำกัด, 2537.

คณะกรรมการพัฒนาการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, สำนักงาน. งานศึกษาข้อมูลและศักยภาพการพัฒนาลุ่มน้ำแม่น้ำน่าน. จัดทำโดยบริษัท ปัญญาคอนซัลแตนท์จำกัด, 2537.

คณะกรรมการพัฒนาการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, สำนักงาน. งานศึกษาข้อมูลและศักยภาพการพัฒนาลุ่มน้ำแม่น้ำปิง. จัดทำโดยบริษัท ปัญญาคอนซัลแตนท์จำกัด, 2537.

คณะกรรมการพัฒนาการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, สำนักงาน. งานศึกษาข้อมูลและศักยภาพการพัฒนาลุ่มน้ำแม่น้ำมูล. จัดทำโดยบริษัท ปัญญาคอนซัลแตนท์จำกัด, 2537.

คณะกรรมการพัฒนาการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, สำนักงาน. งานศึกษาข้อมูลและศักยภาพการพัฒนาลุ่มน้ำแม่น้ำยม. จัดทำโดยบริษัท ปัญญาคอนซัลแตนท์จำกัด, 2537.

คณะกรรมการพัฒนาการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, สำนักงาน. งานศึกษาข้อมูลและศักยภาพการพัฒนาลุ่มน้ำแม่น้ำวัง. จัดทำโดยบริษัท ปัญญาคอนซัลแตนท์จำกัด, 2537.

คณะกรรมการพัฒนาการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, สำนักงาน. โครงการศึกษาศักยภาพของการพัฒนาแหล่งน้ำในระดับลุ่มน้ำ : สำหรับลุ่มน้ำตาปี. จัดทำโดยบริษัท ทีม คอนซัลติ้ง เอนจิเนียร์ จำกัด, บริษัท แอสดีคอน คอร์ปอเรชั่น จำกัด, บริษัท เอทีที คอนซัลแทนส์ จำกัด, 2537.

ชลประทาน, กรม. 2546. โครงการเพื่อทำแผนหลักรองรับการพัฒนาแหล่งน้ำและปรับปรุงโครงการชลประทาน:รายงานสถานภาพลุ่มน้ำ 25 ลุ่มน้ำลุ่มน้ำชี. กรุงเทพมหานคร : กรมชลประทาน,

ชลประทาน, กรม. 2546. โครงการเพื่อทำแผนหลักรองรับการพัฒนาแหล่งน้ำและปรับปรุงโครงการชลประทาน:รายงานสถานภาพลุ่มน้ำ 25 ลุ่มน้ำลุ่มน้ำปิง. กรุงเทพมหานคร : กรมชลประทาน,

ชลประทาน, กรม. 2546. โครงการเพื่อทำแผนหลักรองรับการพัฒนาแหล่งน้ำและปรับปรุงโครงการชลประทาน:รายงานสถานภาพลุ่มน้ำ 25 ลุ่มน้ำลุ่มน้ำมูล. กรุงเทพมหานคร : กรมชลประทาน,

ชลประทาน, กรม. 2546. โครงการเพื่อทำแผนหลักรองรับการพัฒนาแหล่งน้ำและปรับปรุงโครงการ

การชลประทาน:รายงานสถานภาพลุ่มน้ำ 25 ลุ่มน้ำลุ่มน้ำยม. กรุงเทพมหานคร : กรมชลประทาน,

ชลประทาน, กรม. 2546. โครงการเพื่อทำแผนหลักรองรับการพัฒนาแหล่งน้ำและปรับปรุงโครงการชลประทาน:รายงานสถานภาพลุ่มน้ำ 25 ลุ่มน้ำลุ่มน้ำวัง. กรุงเทพมหานคร : กรมชลประทาน,

ชูชาติ หิรัญรักษ์. 2550. จังหวัดจันทบุรี. กระทรวงกะลาโหม[Online].Available from: http://www.tv5.co.th/service/mod/heritage/nation/oldcity/chanthaburi1.htm[2550, มกราคม 21]

ดารณี ศรีสง่า วีรชัย กาญจนาลัย และสมศักดิ์ แจ้งเพียร. 2541. แผนการใช้ที่ดินลุ่มน้ำแม่น้ำ วังตอนที่1. กรุงเทพมหานคร: กรมพัฒนาที่ดิน,

เด่นชัย ธรรมประสาน. 2543. ผลกระทบของการตัดไม้ทำลายป่าที่มีต่อลักษณะทางอุทกวิทยาของลุ่มน้ำชี-มูล. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรมศาสตร์.

ธีระยุทธ จิตต์จำนง ประทุมพร ฟั่นเพ็งและวันเพ็ญ ติระพัฒน์. 2543. แผนการใช้ที่ดิน จังหวัดอุทัยธานี. กรุงเทพมหานคร :กรมพัฒนาที่ดิน,

นาวิก ดาราพงษ์ เอกชัย ศักดายิ่งยงศ์ สุชาติ กิตติชัยศรี และขนิษฐา ไฉยเอทย์ศิริกุล. 2538. ลุ่มน้ำแม่ปิงตอนล่าง. กรุงเทพมหานคร : กรมพัฒนาที่ดิน,

เนชั่น สุดสัปดาห์. 2538. 34 ปี อุทกภัยในไทย คนตายกว่า 3,300 คน เสียหายกว่า 80,000 ล้าน. เนชั่น สุดสัปดาห์ ปีที่4 (29 กันยายน - 5 ตุลาคม 2538).

ประกอบ วิโรจนกูฏ. 2539. อุทกวิทยาของน้ำผิวดิน. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น,

ประยงค์ โชขัด. 2536. ภูมิศาสตร์ภาคใต้. ปัตตานี : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี,

ปิยาอร เวชมี. 2546. บูรณาการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กับการสร้างแบบจำลองอุทกวิทยาเพื่อการวิเคราะห์และทำแผนที่น้ำหลาก : กรณีศึกษาลุ่มน้ำเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาอักษรศาสตร์มหาบัณฑิต คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พยุง กิมยงค์ และบพิต ธนานนท์. 2536. การสำรวจและการวิเคราะห์การใช้ที่ดิน ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำจันทบุรี. กรุงเทพมหานคร : กรมพัฒนาที่ดิน,

พัฒนาที่ดิน,กรม. ม.ป.ป. แผนการใช้ที่ดินจังหวัดกระบี่. กรุงเทพมหานคร : กรมพัฒนาที่ดิน,

พัฒนาที่ดิน,กรม. 2527. แผนการใช้ที่ดินจังหวัดชัยภูมิ. กรุงเทพมหานคร : กรมพัฒนาที่ดิน,

พัฒนาที่ดิน,กรม. 2527. แผนการใช้ที่ดินจังหวัดนครราชสีมา. กรุงเทพมหานคร: กรมพัฒนาที่ดิน,

พัฒนาที่ดิน,กรม. 2530. แผนการใช้ที่ดินจังหวัดบุรีรัมย์. กรุงเทพมหานคร : กรมพัฒนาที่ดิน,

พัฒนาที่ดิน,กรม. 2530. แผนการใช้ที่ดินจังหวัดระนอง. กรุงเทพมหานคร : กรมพัฒนาที่ดิน,

พัฒนาที่ดิน,กรม. 2527. แผนการใช้ที่ดินจังหวัดศรีสะเกษ. กรุงเทพมหานคร : กรมพัฒนาที่ดิน,

พัฒนาที่ดิน,กรม. 2538. แผนการใช้ที่ดินจังหวัดสุราษฎร์ธานี. กรุงเทพมหานคร : กรมพัฒนาที่ดิน,

พัฒนาที่ดิน,กรม. 2533. แผนการใช้ที่ดินจังหวัดสุรินทร์. กรุงเทพมหานคร : กรมพัฒนาที่ดิน,

พัฒนาที่ดิน,กรม. ม.ป.ป. แผนการใช้ที่ดินจังหวัดอุบลราชธานี. กรุงเทพมหานคร: กรมพัฒนาที่ดิน,

ไพทูรย์ คดีธรรม ดารณี ศรีส่ง วรพงษ์ วรามิตร และสมศักดิ์ ปิติธีรภาพ. 2542. แผนการใช้ที่ดินลุ่มน้ำสาขา ที่ราบแม่น้ำแม่กลอง. กรุงเทพมหานคร: กรมพัฒนาที่ดิน,

วัชรี วีระพันธ์. 2537. น้ำท่วมฉับพลันปี 2537. กรุงเทพมหานคร: กรมอุตุนิยมวิทยา,

สถิติแห่งชาติ,สำนักงาน. 2545. สถิติสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย พ.ศ. 2545. กรุงเทพมหานคร: สำนักนายกรัฐมนตรี,

ศูนย์สารสนเทศสิ่งแวดล้อม. 2550. ลุ่มน้ำตาปี. กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม[Online].Available from http://www.deqp.go.th/water/water_resource/Tapi.html[2550, กุมภาพันธ์ 5]

สารสนเทศภูมิศาสตร์ ปริมาณฝนและปริมาณน้ำท่า. 2550. ลุ่มน้ำน่าน. กรมชลประทาน [Online] Available from http://www.rid.go.th/b9-nan.htm 2550, มกราคม 5]

สุนทร สนทราพรพล. 2520. รูปหน่วยไฮโดรกราฟของลุ่มน้ำในแม่น้ำแม่กลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต แผนกวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

แหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อม,สถาบัน. 2537. โครงการศึกษาข้อมูลและศักยภาพการพัฒนาลุ่มน้ำมูล. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อนันต์ สุธีมีชัยกุล และชาลี นาวานุเคราะห์. 2540. แผนการใช้ที่ดินจังหวัดจันทบุรี. กรุงเทพมหานคร: กรมพัฒนาที่ดิน,

อุดม พนมเริงศักดิ์ แลน้อย ชินพงษานนท์. 2541.แผนการใช้ที่ดินลุ่มน้ำแม่น้ำยม. กรุงเทพมหานคร: กรมพัฒนาที่ดิน,

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาษาอังกฤษ

Bhuiyan, Abdur Rahman. 1982. Rainfall depth-duration-frequency analysis in Thailand. Bangkok : Asian Institute of Technology,

Charles A. Perry. 2004. Significant Flood in the United States During the 20th century of Flood virginia. U.S. Geological Survey[online] [Online].Available from : http://ks.water.usgs.gov/Kansas/pubs/fact-sheets/fs.024-00.html [2004, January 18]

David R. Montgomerya, Bernard Halleta, Liu Yupingb, Noah Finnegana, Alison Andersa, Alan Gillespiea, Harvey M. Greenberga. 2004. Evidence for Holocene megafloods down the southeastern Tibet. Science Direct [Online].Available from : http://gis.ess.washington.edu/grg/publications/pdfs/Tsangpo.pdf[2006, January 5]

David S. Armstrong, Gene W. Parker, Todd A. Richards. 2004. Evaluation of Streamflow Requirements for Habitat Protection by Comparison to Streamflow Characteristics at Index Streamflow-Gaging Stations in Southern New England. U.S. Geological Survey[online] [Online].Available from : http://pubs.usgs.gov/wri/wri034332/pdf/wrir034332_ver1.2.pdf [2006, January 5]

Delaware River Basin Commission. 2002. Hydrologic Summary: A Story of Extremes the Pennsylvania. Department of Conservation and Natural Resources [Online].Available from : http://www.state.nj.us/drbc/0203report/HydroSummary.pdf#search='low%20%20daily%20flow%20in%20%20basin%20%2Cpdf'[2006, January 5]

Department of the Army U.S. Army Corps of Engineer. 1993. Low-Flow Frequency Analysis US Army Crops of Engineers [Online].Available from : http://www.usace.army.mil/inet/usace-docs/eng-manuals/em1110-2-1415/c-4.pdf2006, January 28]

Donald G. Jorgensen. 2004. Missouri River Technical Committee Of the Siouxland. Committee Of the Siouxland Chamber of Commerce [Online].Available from : http://www.missouririvertechnicalgroup.com/pdf_reports/HydrographRept.pdf[2005, October 28]

GeorgG.Rees and G.A.Cole. 1997. Communities:Eurostat. Institute of Hydrology. Commission of the European [Online].Available from :

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

http://www.ice.org.uk/rtfpdf/iceflooding.pdf[2006, January 1]

George Fleming. 2001. Learning to live with rivers. Institution of Civil Engineers [Online].Available from : http://www.ice.org.uk/rtfpdf/iceflooding.pdf[2006, January 1]

International Association of Hydrological Sciences. 1974. Flash floods symposium : proceedings of the Paris Symposium, September 1974 : Crues brutales ; actes du colloque de Paris, September 1974. Washington : IAHS-UNESCO-WMO,

J.F. Walker and W.R. Krug. 2003. Flood-Frequency Characteristics of Wisconsin Streams U.S. Geological Survey [Online] Available from : http://water.usgs.gov/pubs/wri/wri034250/pdf/wrir-03-4250.pdf[2004,July 28]

Janine Castro. 2003. Geomorphologic Impacts of Culvert Replacement and Removal:Avoiding Channel Incision. Oregon Fish and Wildlife Office [Online] Available from : http://www.clfa.org/CulvertReplacementGuidelines21103.pdf[2006, January 1]

Jon E. Hortness and Joseph P. Rousseau. 2003. Estimating the Magnitude of the 100- year Peak Flow in the Big Lost River U.S. Department of Energy[Online]Available from : http://idaho.usgs.gov/PDF/wri024299/index.html[2004,July 28]

Kammerer, J.C. 2003. Geomorphologic Impacts of Culvert Replacement and Removal:Avoiding Channel Incision. US Geological Survey [Online] Available from : http://ga.water.usgs.gov/edu/riversofworld.html [2006, Decenber 1]

Keit Smith, Roy Ward. 1998. Floods : physical processes and human impacts Chichester. England : John Wiley,

Kevin Coulton. n.d. Flood Event Hydrographs. U.S. Evironmental Protection Agency River Hydrology [Online] Available from : http://yosemite.epa.gov/R10/ecocomm.nsf/0/321bbc6939c3a7f388256cc5005d4e53/$FILE/TIRMS_Ch06-3.pdf [2006, Decenber 1]

Morisawa, Marie. 1968. Streams : their dynamics and morphology. New York : McGraw-Hill,

Nancy D. Gordon Thomas A. Mc Mahon and Brain L. Finlayson. 2004. Rainfall depth-duration-frequency analysis in Thailand. 2nd. ed West Sussex : John Wiley & Sons,

S.M. Wiele. 1996. Calculated Hydrographs for the Colorado River Downstream from Glen Canyon Dam during the Experimental Release, March 22–April 8 U.S. Geological Survey [Online]Available from http://water.usgs.gov/wid/FS_083-96/FS_083-96.pdf

[2004,July 28]

Scott D. Waltemeyer. 2002. Analysis of the magnitude and frequency of the 4-day annual low flow and regression equations for stimating the 4-day, 3-year low-flow frequency at ungaged sites on unregulated stream in New Mexico. New Mexico Environment Department [Online] Available from : http://nm.water.usgs.gov/publications/abstracts/wrir01-4271.pdf [2006, Decenber 1]

TR Kjeldsen, JC Smithers,RE Schulze, Geomorphologist. 2003. Flood frequency analysis at ungauged sites in the KwaZulu-Natal Province:South Africa. Water Research Commission[Online] Available from : http://www.wrc.org.za/archives/watersa%20archive/2001/July/1368.pdf [2006, December 1]

Verstappen, Herman Theodoo. 1983. Applied geomorphology : geomorphological surveys for environmental development. Amsterdam : Elsevier,

Wendy Dawn Igo. 2003. Channel Development on Unreclaimed Surface Mines in the Beaver Creek Watershed, TuckerCounty:West Virginia. Department of Plant and Soil Sciences [Online] Available from : http://kitkat.wvu.edu:8080/files/3860/Igo_Wendy_thesis.pdf [2006, Decenber 1]

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก ตารางแสดงตำแหน่งสถานีวัดน้ำแม่น้ำต่างๆ

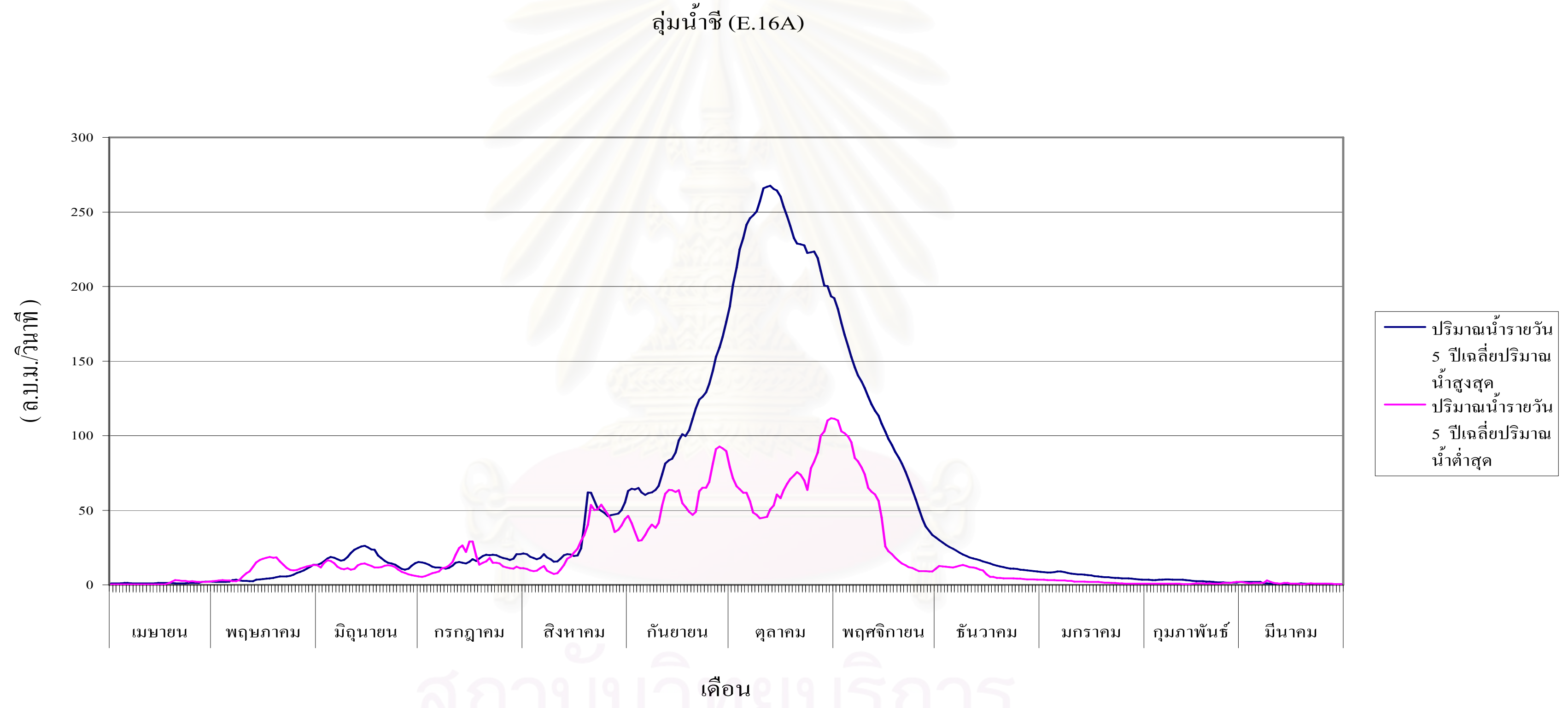
สถานี วัดน้ำท่า	แม่น้ำ	ธารน้ำ	ตำแหน่งสถานี หรือใกล้กับ	อำเภอ	จังหวัด
E.1	แม่น้ำชี	แม่น้ำชี	วัดใต้โกสุม	โกสุมพิสัย	มหาสารคาม
E.20A	แม่น้ำชี	แม่น้ำชี	สะพานรถยนต์	มหาชนะชัย	ยโสธร
E.18	แม่น้ำชี	แม่น้ำชี	บ้านท่าไคร้	เสลภูมิ	ร้อยเอ็ด
E.8A	แม่น้ำชี	แม่น้ำชี	บ้านดินดำ	เมือง	มหาสารคาม
E.16A	แม่น้ำชี	แม่น้ำชี	บ้านท่าพระ	เมือง	ขอนแก่น
E.9	แม่น้ำชี	แม่น้ำชี	บ้านโจด	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
E.5	แม่น้ำชี	แม่น้ำชี	บ้านโนนเปือย	บ้านเขว้า	ชัยภูมิ
E.32A	แม่น้ำชี	แม่น้ำชี	บ้านหนองอ้อ	บ้านเขว้า	ชัยภูมิ
E.65	แม่น้ำชี	ลำปาว	บ้านท่าไฮ	ศรีธาตุ	อุดรธานี
E.54	ลำน้ำชี	น้ำยัง	บ้านแก้งยาว	กุฉินารายณ์	กาฬสินธุ์
E.29	แม่น้ำชี	ลำน้ำพอง	บ้านผานกเค้า	ภูกระดึง	เลย
E.60	แม่น้ำชี	ลำคันฉู	บ้านโคกพงาด	บำเน็จณรงค์	ชัยภูมิ
M.7	แม่น้ำมูล	แม่น้ำมูล	สะพานเสรีประชาธิปไตย	เมือง	อุบลราชธานี
M.5	แม่น้ำมูล	แม่น้ำมูล	อ.ราษีไศล	ราษีไศล	ศรีสะเกษ
M.6A	แม่น้ำมูล	แม่น้ำมูล	อ.สตึก	สตึก	บุรีรัมย์
M.2	แม่น้ำมูล	แม่น้ำมูล	บ้านตะกุดขอน	จักราช	นครราชสีมา
M.80	แม่น้ำมูล	ลำโดมใหญ่	สะพานรถยนต์	เดชอุดม	อุบลราชธานี
M.26	แม่น้ำมูล	ลำชี	บ้านลำชี	เมือง	สุรินทร์
M.9	แม่น้ำมูล	ห้วยสำราญ	เมือง	เมือง	ศรีสะเกษ
M.42	แม่น้ำมูล	ห้วยทับทัน	บ้านห้วยทับทัน	ห้วยทับทัน	ศรีสะเกษ
M.69	แม่น้ำมูล	ลำเซบก	บ้านท่าบ่อแบง	ตระการพืชผล	อุบลราชธานี
M.98	ห้วยขยุง	ห้วยทา	บ้านอลาง	เมือง	ศรีสะเกษ
M.89	แม่น้ำมูล	ลำตะคอง	สถานีวัดซีนเซรุ่ม	ปากช่อง	นครราชสีมา
M.43A	แม่น้ำมูล	ลำตะคอง	บ้านท่ามะปรางค์	ปากช่อง	นครราชสีมา
P.17	แม่น้ำปิง	แม่น้ำปิง	อ.บรรพตพิสัย	บรรพตพิสัย	นครสวรรค์
P.7A	แม่น้ำปิง	แม่น้ำปิง	บ้านห้วยยาง	เมือง	กำแพงเพชร
P.12	แม่น้ำปิง	แม่น้ำปิง	วังกระเจา	สามเงา	ตาก
P.19A	แม่น้ำปิง	แม่น้ำปิง	บ้านท่าศาลา	จอมทอง	เชียงใหม่
P.1	แม่น้ำปิง	แม่น้ำปิง	สะพานนวรัตน์	เมือง	เชียงใหม่
P.14	แม่น้ำปิง	น้ำแม่แจ่ม	แก่งออบหลวง	ฮอด	เชียงใหม่
P.4	แม่น้ำปิง	แม่แตง	บ้านห้วยเหี้ย	แม่แตง	เชียงใหม่

สถานีวัดน้ำท่า	แม่น้ำ	ธารน้ำ	ตำแหน่งสถานีหรือใกล้กับ	อำเภอ	จังหวัด
P.4A	แม่น้ำปิง	แม่แตง	บ้านสันมหาพน	แม่แตง	เชียงใหม่
W.4A	แม่น้ำวัง	แม่น้ำวัง	บ้านวังหมัน	สามเงา	ตาก
W.3A	แม่น้ำวัง	แม่น้ำวัง	บ้านดอนชัย	เถิน	ลำปาง
W.16	แม่น้ำวัง	แม่น้ำวัง	บ้านไฮ	แจ้ห่ม	ลำปาง
W.20	แม่น้ำวัง	น้ำแม่ตุ๋ย	บ้านท่าล้อ	เมือง	ลำปาง
Y.4	แม่น้ำยม	แม่น้ำยม	ตลาดธานี	เมือง	สุโขทัย
Y.3A	แม่น้ำยม	แม่น้ำยม	สะพานสวรรคโลก	สวรรคโลก	สุโขทัย
Y.6	แม่น้ำยม	แม่น้ำยม	บ้านแก่งหลวง	ศรีสัชนาลัย	สุโขทัย
Y.1C	แม่น้ำยม	แม่น้ำยม	บ้านน้ำโค้ง	เมือง	แพร่
Y.20	แม่น้ำยม	แม่น้ำยม	บ้านงาวสัก	สอง	แพร่
Y.17	แม่น้ำยม	แม่น้ำยม	อ.สามง่าม	สามง่าม	พิจิตร
N.14A	แม่น้ำน่าน	แม่น้ำน่าน	วัดหลวงโพธิ์แก้ว	ชุมแสง	นครสวรรค์
N.10A	แม่น้ำน่าน	แม่น้ำน่าน	อ.ตะพานหิน	ตะพานหิน	พิจิตร
N.7	แม่น้ำน่าน	แม่น้ำน่าน	พิจิตร	เมือง	พิจิตร
N.5A	แม่น้ำน่าน	แม่น้ำน่าน	อ.เมือง	เมือง	พิษณุโลก
N.8	แม่น้ำน่าน	แม่น้ำน่าน	อ.บางมูลนาค	บางมูลนาค	พิจิตร
N.60	แม่น้ำน่าน	แม่น้ำน่าน	บ้านหาดสองแคว	ตรอน	อุตรดิตถ์
N.13A	แม่น้ำน่าน	แม่น้ำน่าน	บ้านบุญนาค	เวียงสา	น่าน
N.1	แม่น้ำน่าน	แม่น้ำน่าน	ที่ทำการป่าไม้	เมือง	น่าน
N.64	แม่น้ำน่าน	แม่น้ำน่าน	บ้านผาขวาง	เมือง	น่าน
N.42	แม่น้ำน่าน	น้ำว้า	บ้านหาดข้าวสาร	เวียงสา	น่าน
N.36	แม่น้ำน่าน	แม่น้ำแควน้อย	บ้านหนองกระท้าว	นครไทย	พิษณุโลก
N.49	แม่น้ำน่าน	น้ำยาว	บ้านน้ำยาว	ปัว	น่าน
N.14A	แม่น้ำน่าน	แม่น้ำน่าน	วัดหลวงโพธิ์แก้ว	ชุมแสง	นครสวรรค์
K.11	แม่น้ำแม่กลอง	แม่น้ำแม่กลอง	บ้านวังขนาย	ท่าม่วง	กาญจนบุรี
K.37	แม่น้ำแควใหญ่	แม่น้ำแควใหญ่	บ้านวังเย็น	เมือง	กาญจนบุรี
K.10	แม่น้ำแม่กลอง	แม่น้ำแควน้อย	บ้านลุ่มสุ่ม	ไทรโยค	กาญจนบุรี
K.17	แม่น้ำแควน้อย	ลำภาชี	บ้านบ่อ	สวนผึ้ง	ราชบุรี
Z.13	แม่น้ำจันทบุรี	แม่น้ำจันทบุรี	บ้านปึก	มะขาม	จันทบุรี
Z.14	แม่น้ำจันทบุรี	คลองพยาธิ	บ้านฉมัน	มะขาม	จันทบุรี
Z.21	แม่น้ำจันทบุรี	คลองหินดาษ	บ้านโรงเซ็น	มะขาม	จันทบุรี
Z.13	แม่น้ำจันทบุรี	แม่น้ำจันทบุรี	บ้านปึก	มะขาม	จันทบุรี

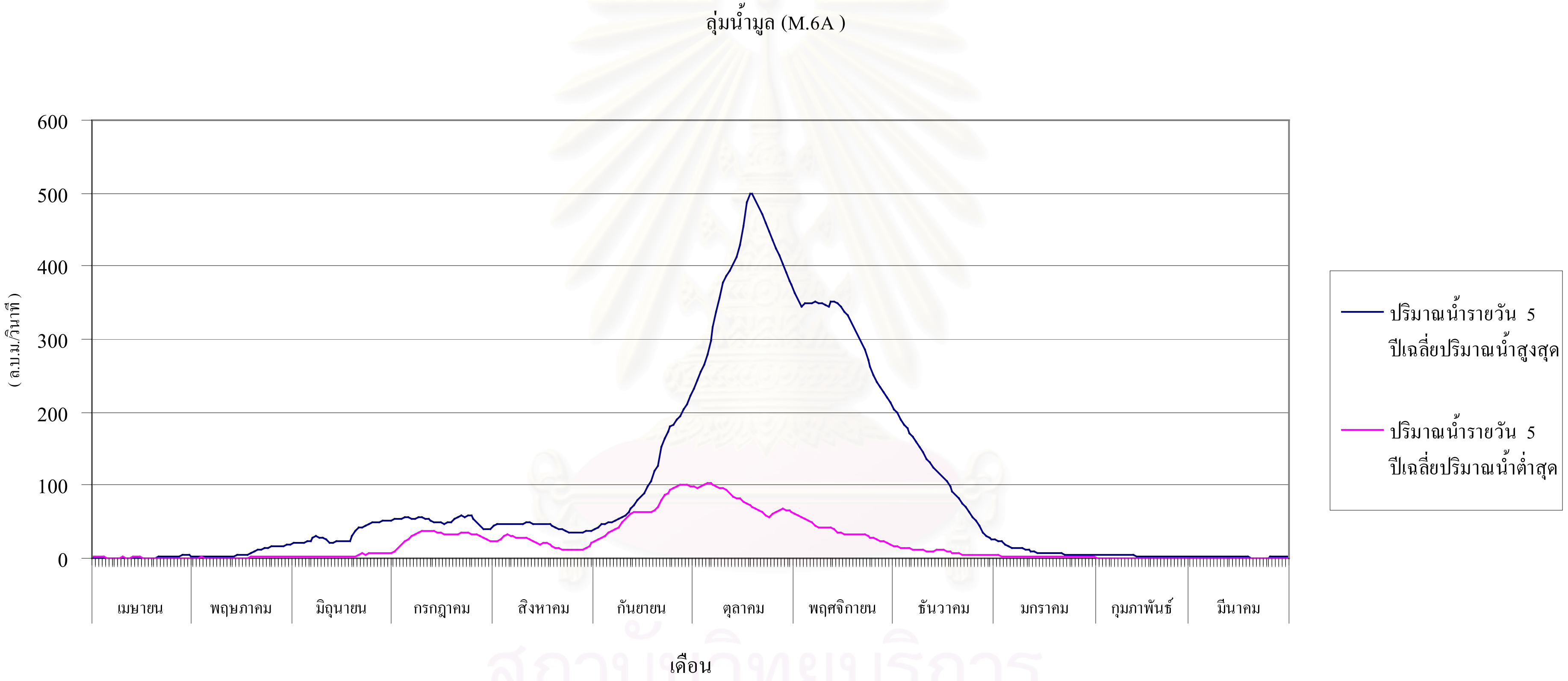
สถานีวัดน้ำท่า	แม่น้ำ	ธารน้ำ	ตำแหน่งสถานีหรือใกล้กับ	อำเภอ	จังหวัด
X.37A	แม่น้ำตาปี	แม่น้ำตาปี	อ.พระแสง	พระแสง	สุราษฎร์ธานี
X.36	แม่น้ำตาปี	คลองพุมดวง	อ.คีรีรัฐนิคม	คีรีรัฐนิคม	สุราษฎร์ธานี
X.136	แม่น้ำตาปี	คลองลำทับ	บ้านลำทับ	คลองท่อม	กระบี่
X.99	แม่น้ำตาปี	คลองตาล	ร.ร.บ้านเวียงสระ	เวียงสระ	สุราษฎร์ธานี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข กราฟอุทกของปริมาณน้ำรายวันตลอดปี 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำสูงสุดปริมาณน้ำรายวัน 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำต่ำสุด

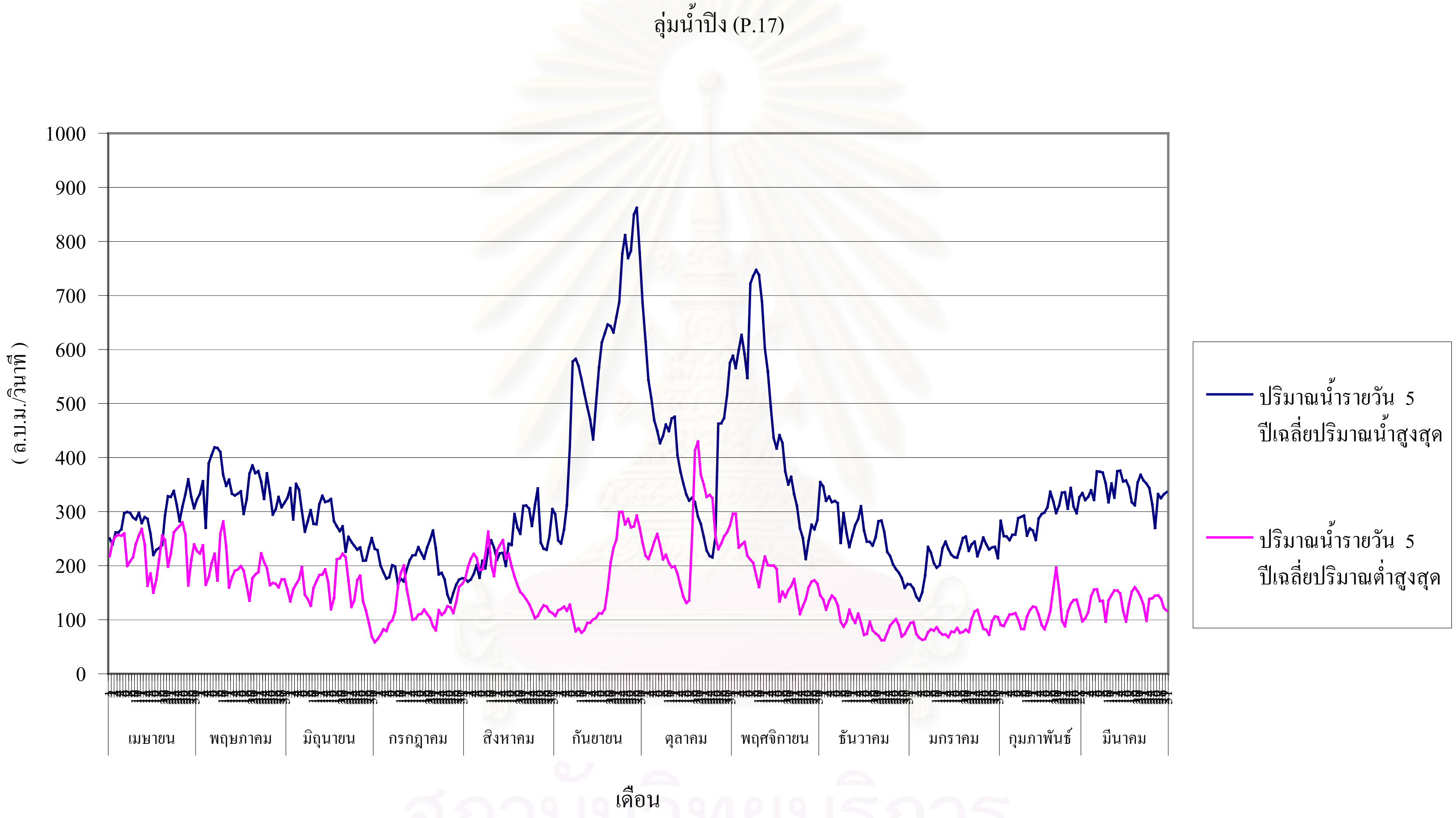


ภาพ กราฟอุทกของปริมาณน้ำรายวันตลอดปี 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำสูงสุดปริมาณน้ำรายวัน 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำต่ำสุด ลุ่มน้ำชี (E.16A)



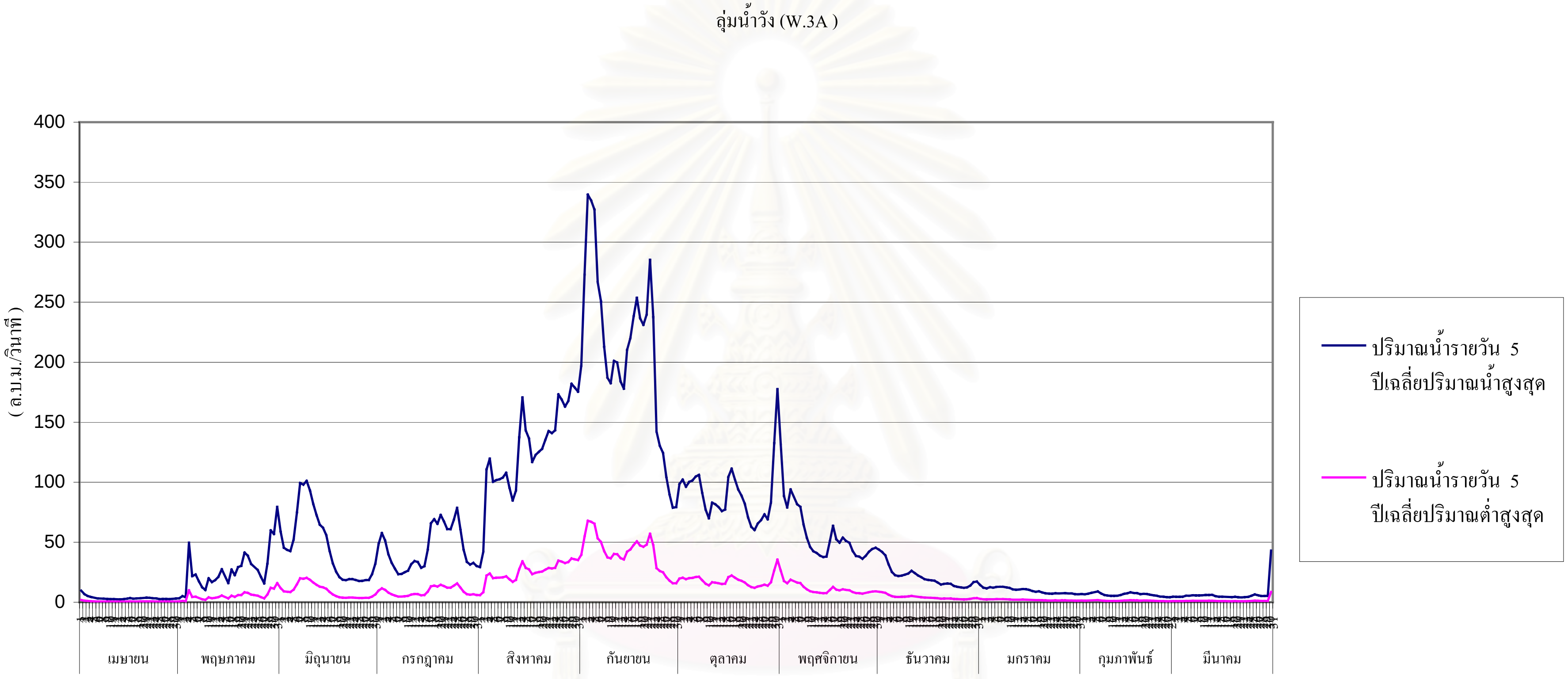
ภาพ กราฟอุทกของปริมาณน้ำรายวันตลอดปี 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำสูงสุดปริมาณน้ำรายวัน 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำต่ำสุด ลุ่มน้ำมูล (M.6A)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

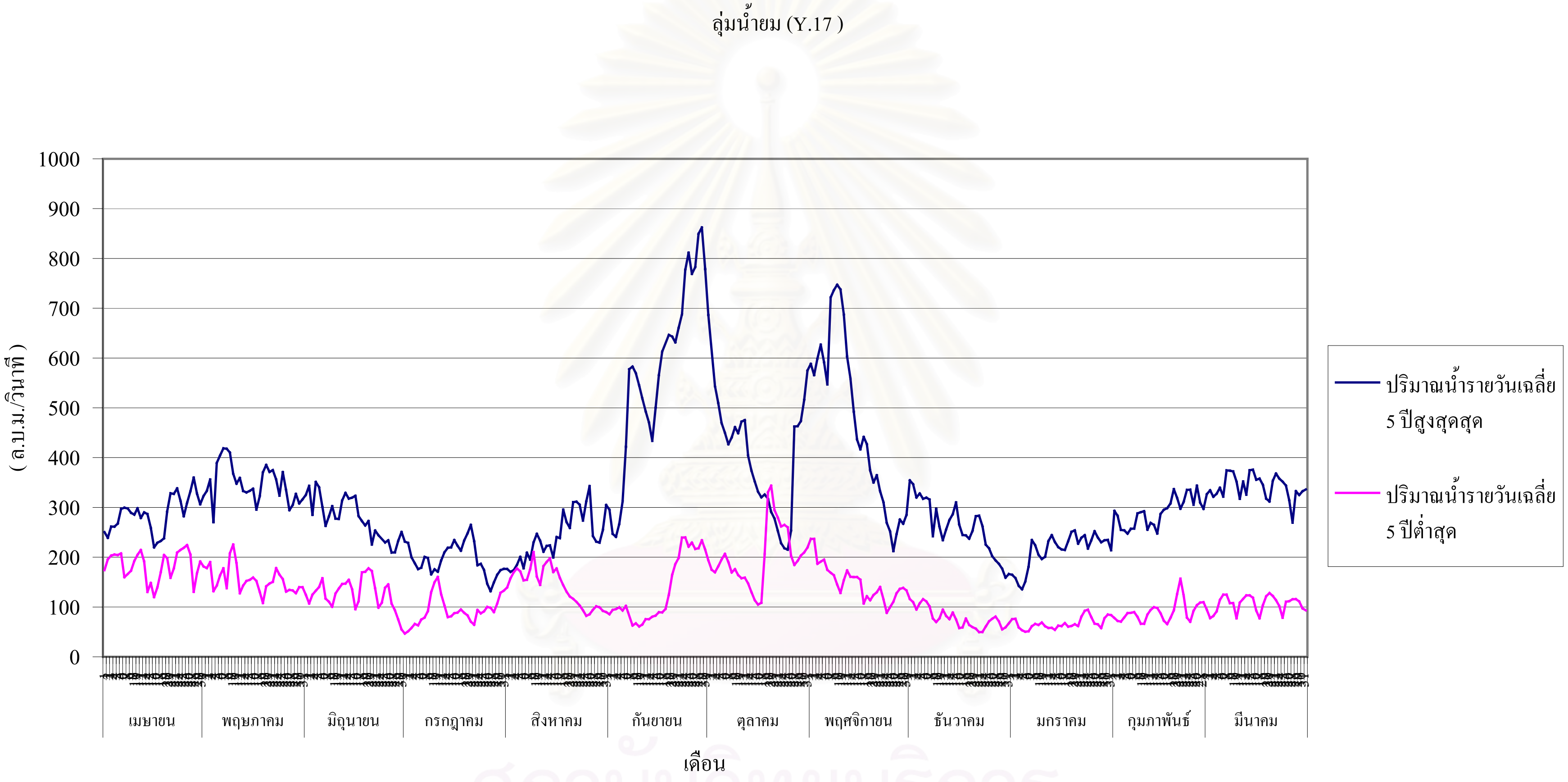


ภาพ กราฟอุทกของปริมาณน้ำรายวันตลอดปี 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำสูงสุดปริมาณน้ำรายวัน 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำต่ำสุด ลุ่มน้ำปิง (P.17)

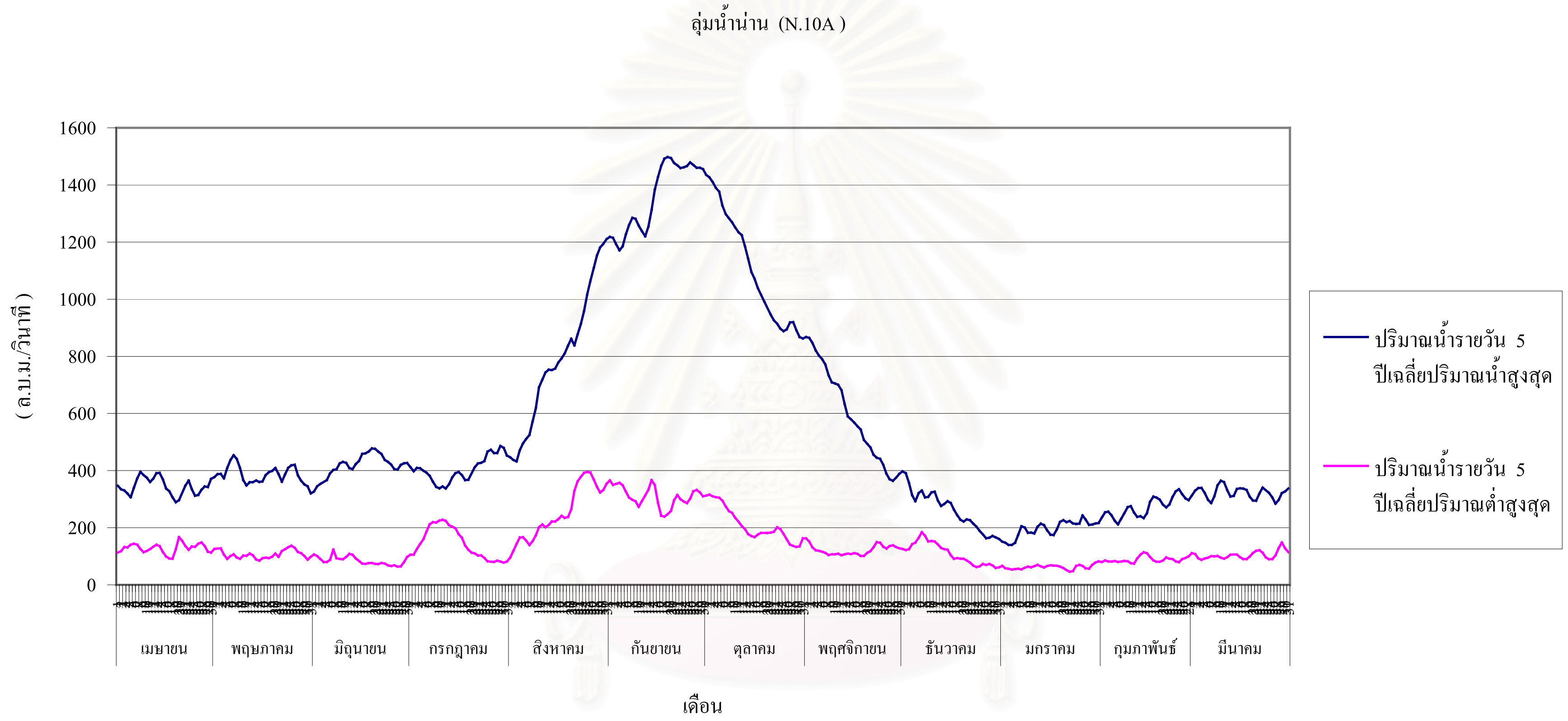
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



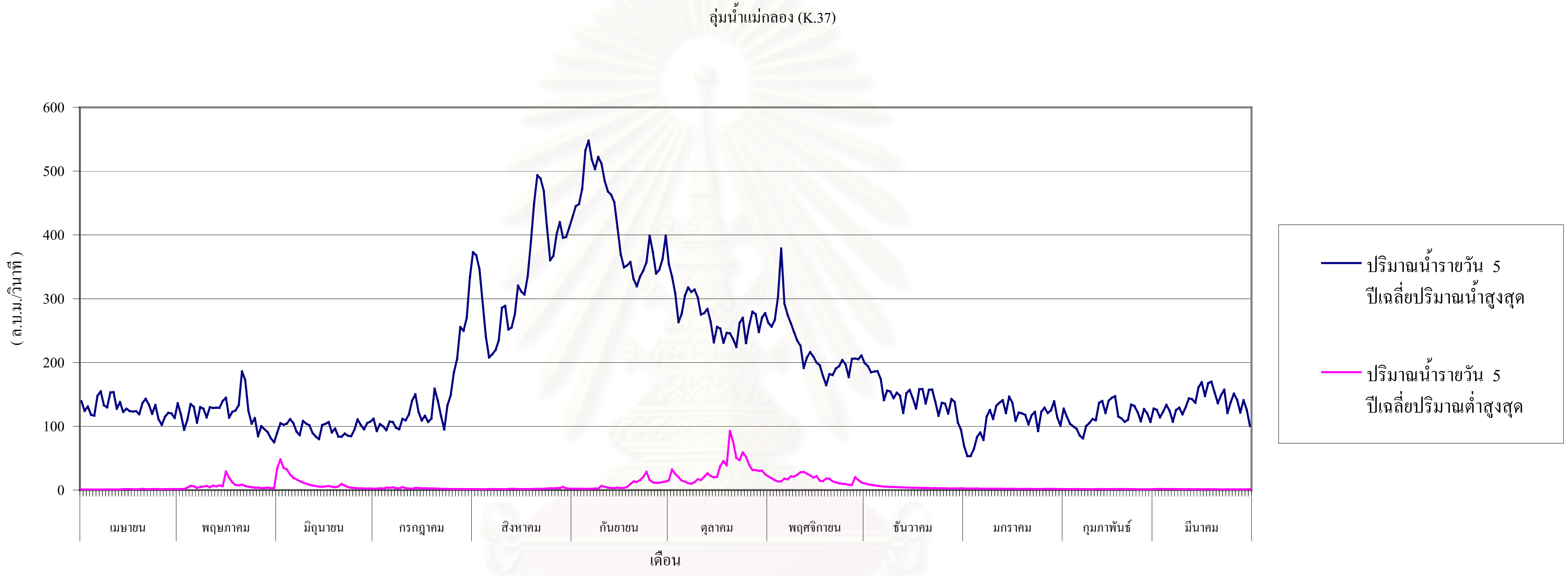
ภาพ กราฟอุทกของปริมาณน้ำรายวันตลอดปี 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำสูงสุดปริมาณน้ำรายวัน 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำต่ำสุด ลุ่มน้ำวัง (W.3A)



ภาพที่กราฟอุทกของปริมาณน้ำรายวันตลอดปี 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำสูงสุดปริมาณน้ำรายวัน 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำต่ำสุด ลุ่มน้ำยม(Y.17)

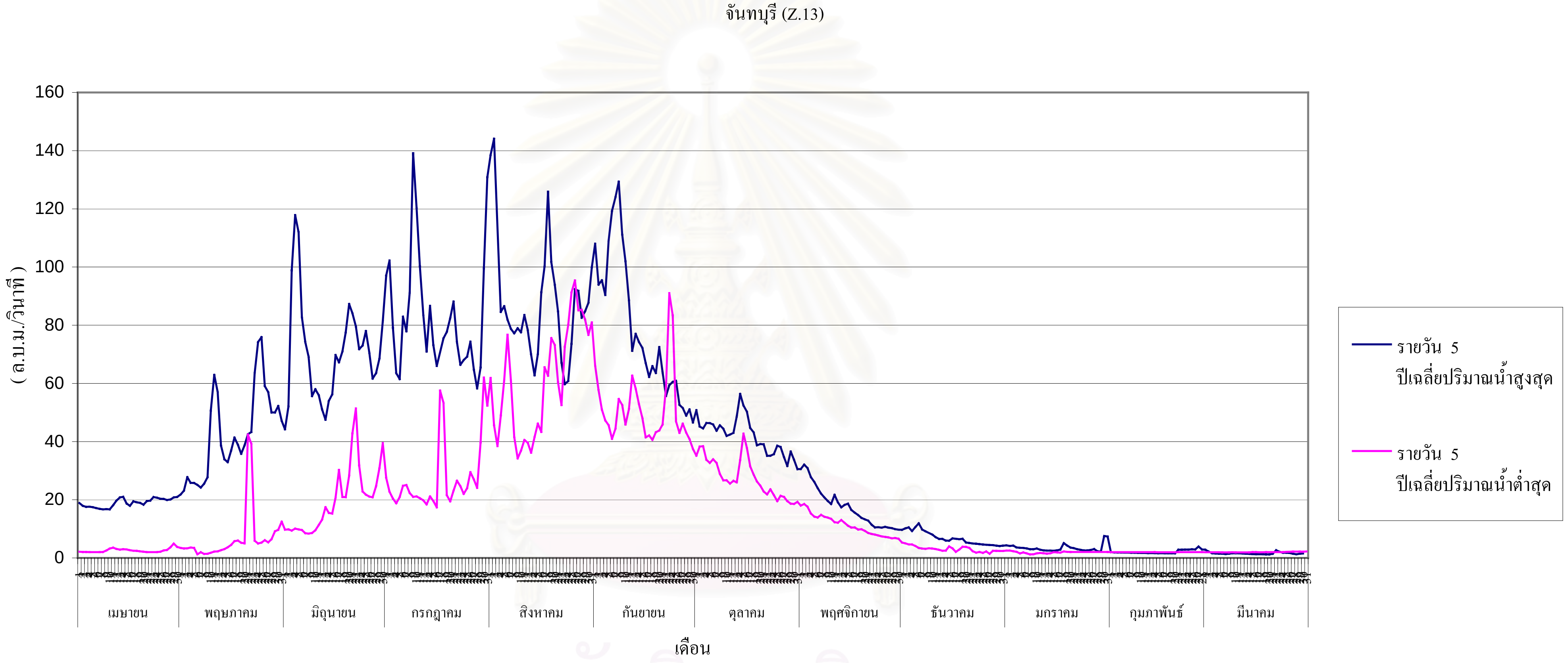


ภาพที่กราฟอุทกของปริมาณน้ำรายวัน 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำสูงสุดปริมาณน้ำรายวัน 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำต่ำสุด ลุ่มน้ำน่าน (N.10A)

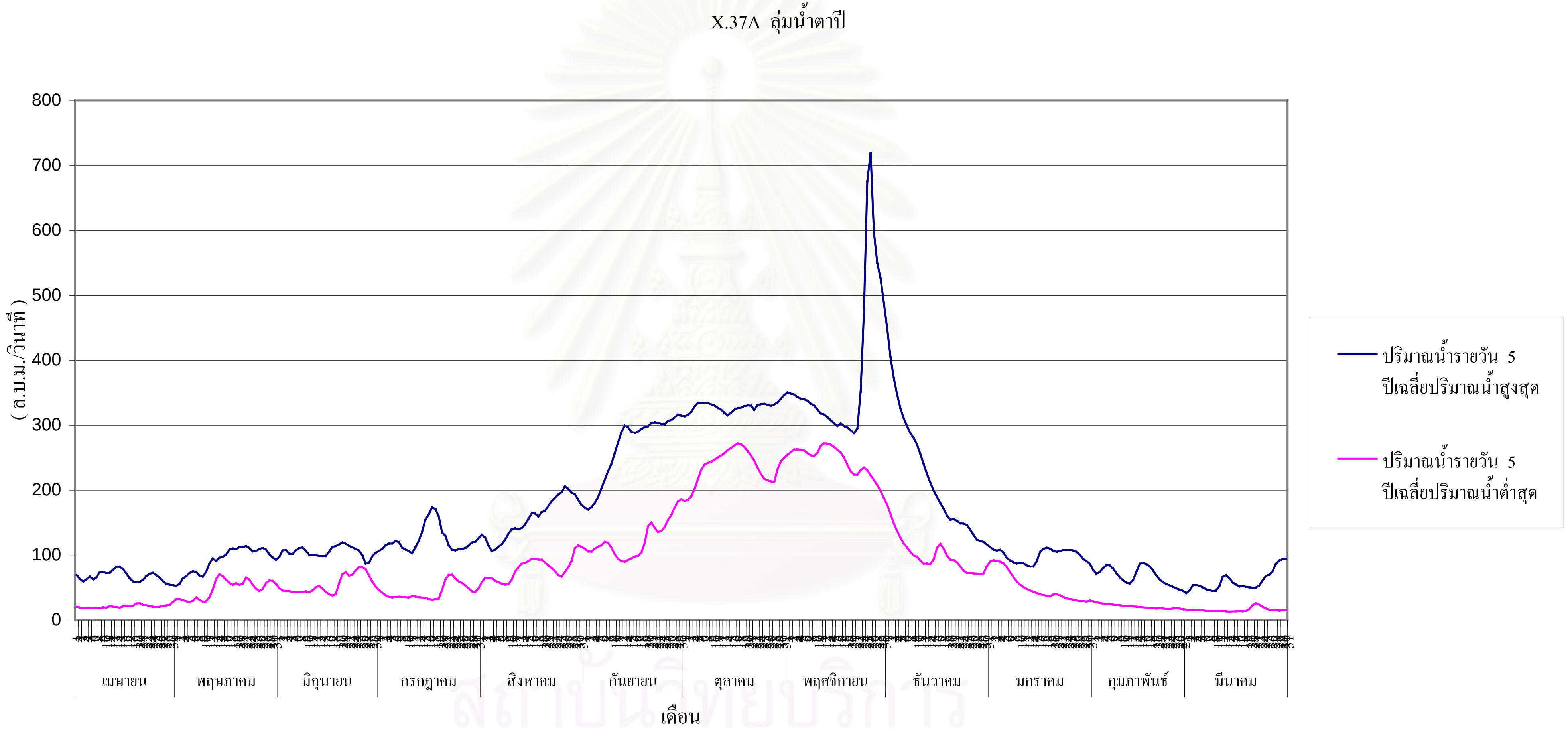


ภาพ กราฟอุทกของปริมาณน้ำรายวันตลอดปี 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำสูงสุดปริมาณน้ำรายวัน 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำต่ำสุด ลุ่มน้ำแม่กลอง (K.37)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



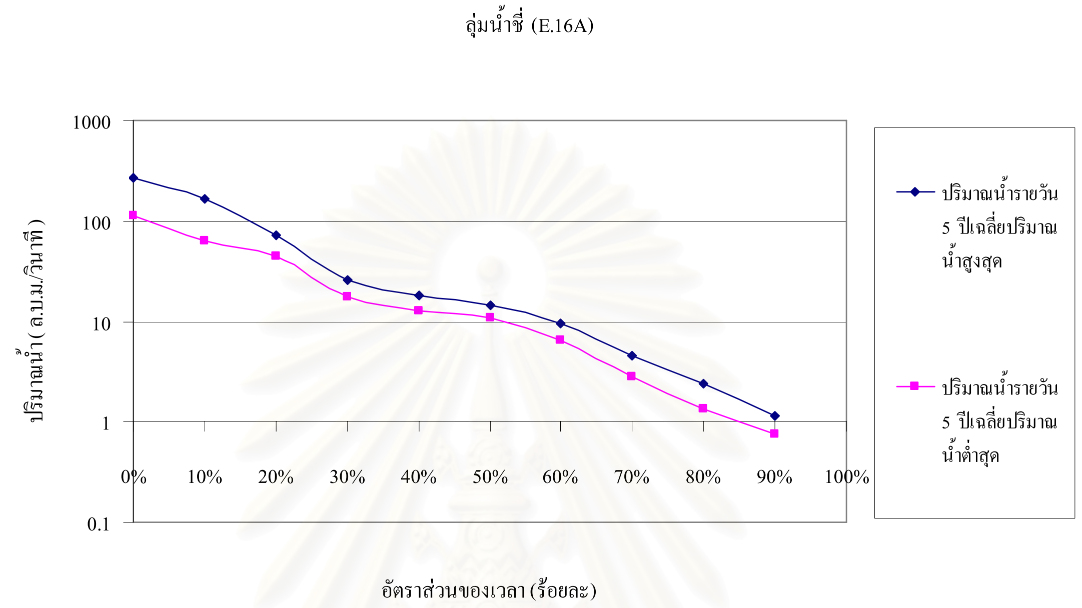
ภาพ กราฟอุทกของปริมาณน้ำรายวันตลอดปีตลอดปี 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำสูงสุดปริมาณน้ำรายวัน 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำต่ำสุด ลุ่มน้ำจันทบุรี (Z.13)



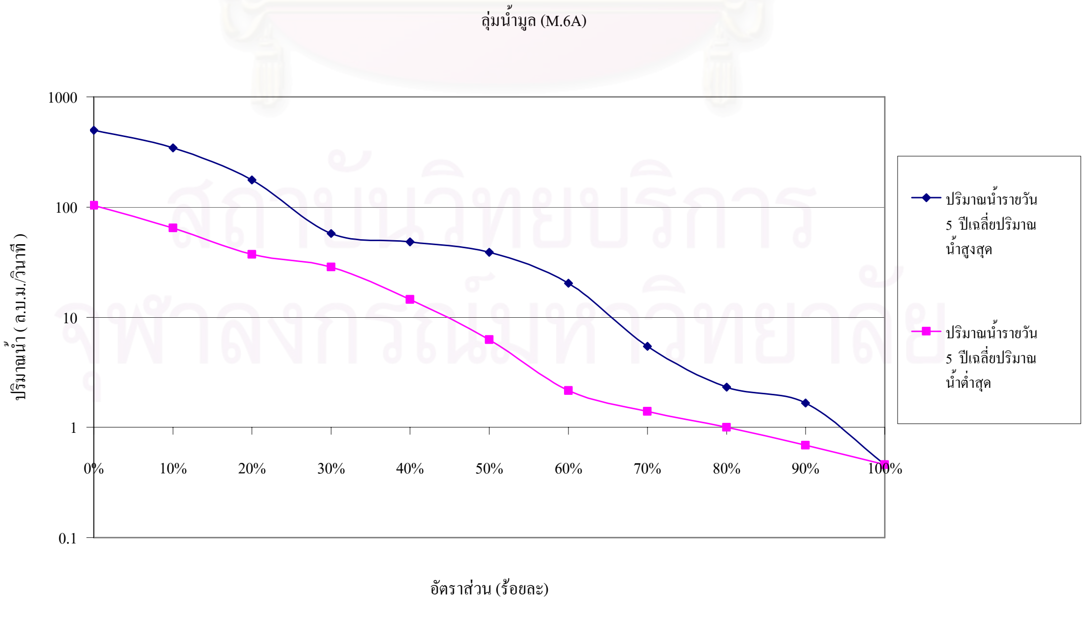
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพ กราฟอุทกของปริมาณน้ำรายวันตลอดปี 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำสูงสุดปริมาณน้ำรายวัน 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำต่ำสุด ลุ่มน้ำตาปี (X.37A)

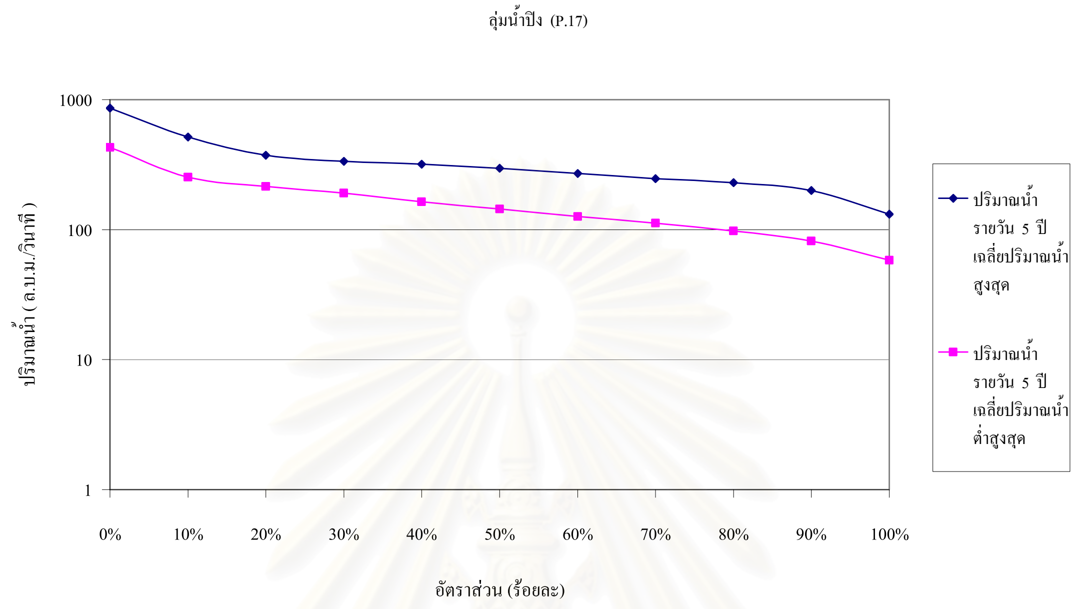
ภาคผนวก ค Daily Flow Duration Curveปริมาณน้ำรายวัน 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำสูงสุดปริมาณน้ำรายวัน 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำต่ำสุด



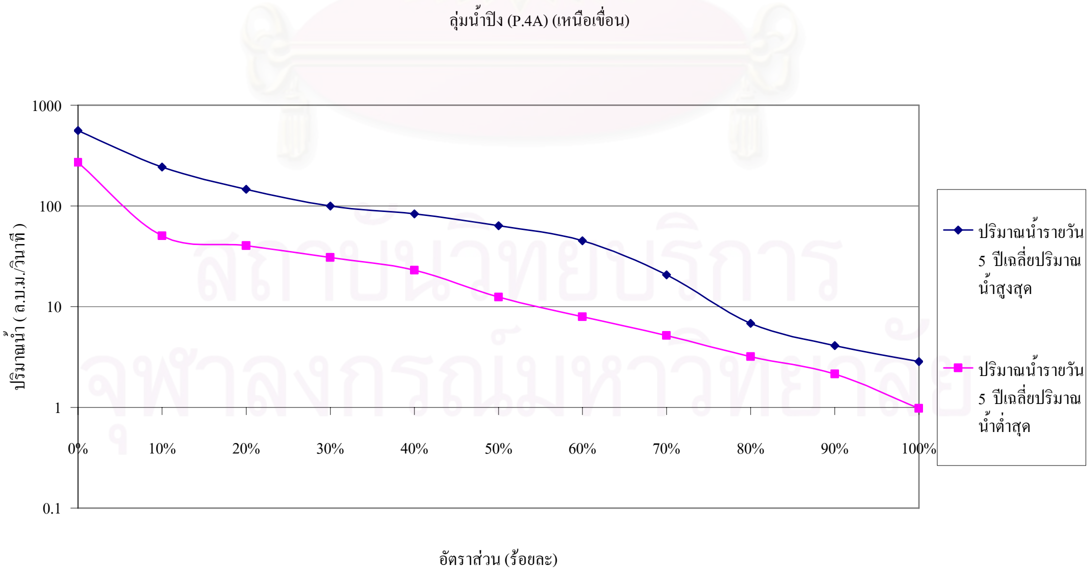
ภาพ Daily Flow Duration Curve ปริมาณน้ำรายวัน 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำสูงสุดปริมาณน้ำรายวัน 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำต่ำสุด ลุ่มน้ำชี (E.16A)



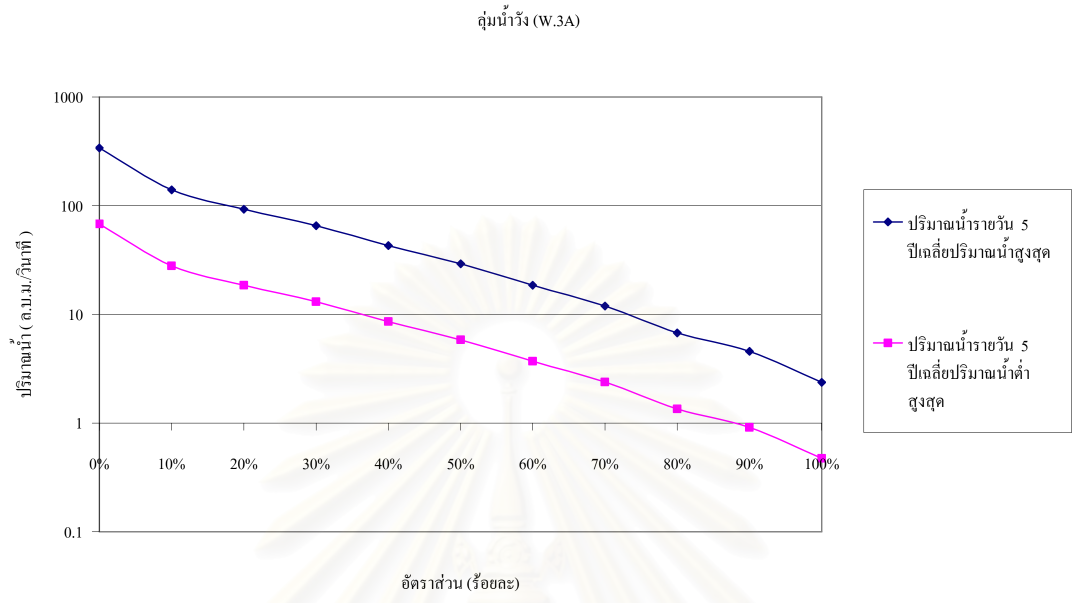
ภาพ Daily Flow Duration Curve ปริมาณน้ำรายวัน 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำสูงสุด ปริมาณน้ำรายวัน 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำต่ำสุด ลุ่มน้ำมูล (M.16A



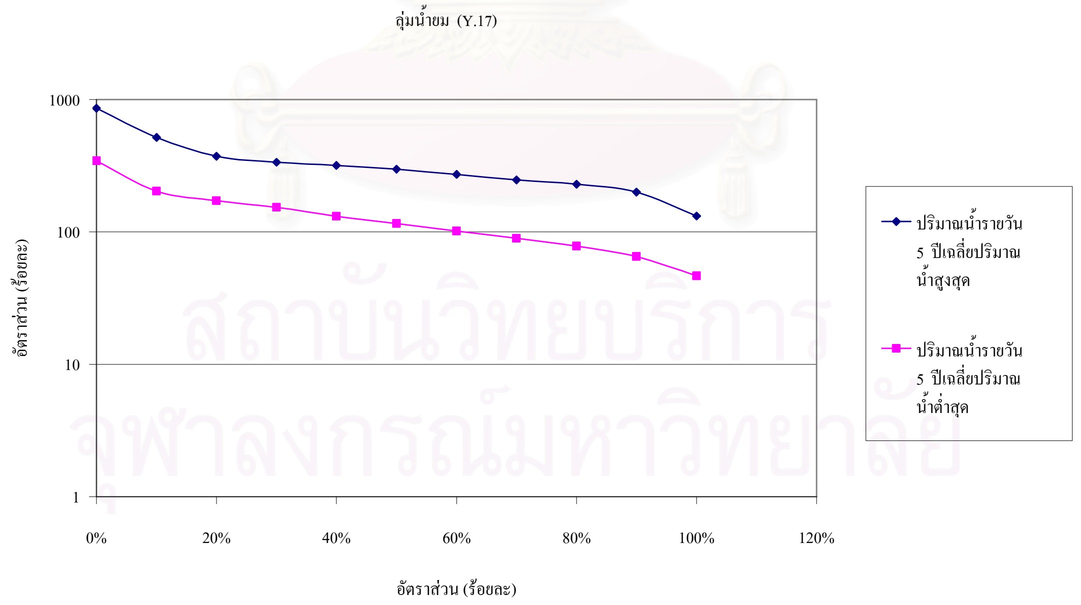
ภาพ Daily Flow Duration Curve ปริมาณน้ำรายวัน 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำสูงสุด ปริมาณน้ำรายวัน 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำต่ำสุด ลุ่มน้ำปิง (P.17)



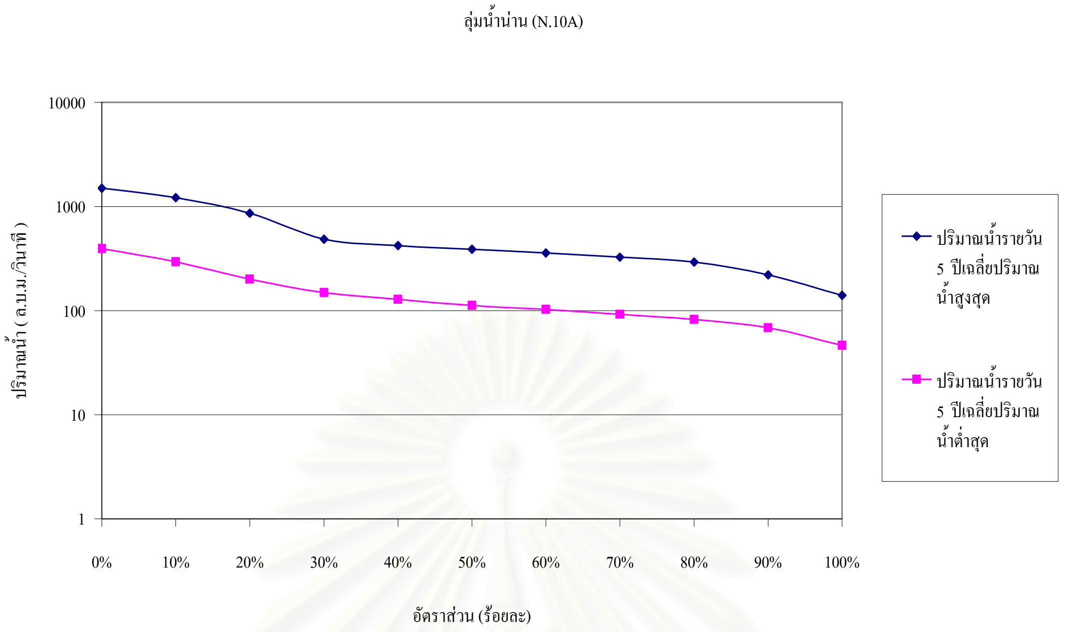
ภาพDaily Flow Duration Curve ปริมาณน้ำรายวัน 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำสูงสุด ปริมาณน้ำรายวัน 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำต่ำสุด ลุ่มน้ำปิง (P.4A) (เหนือเขื่อน)



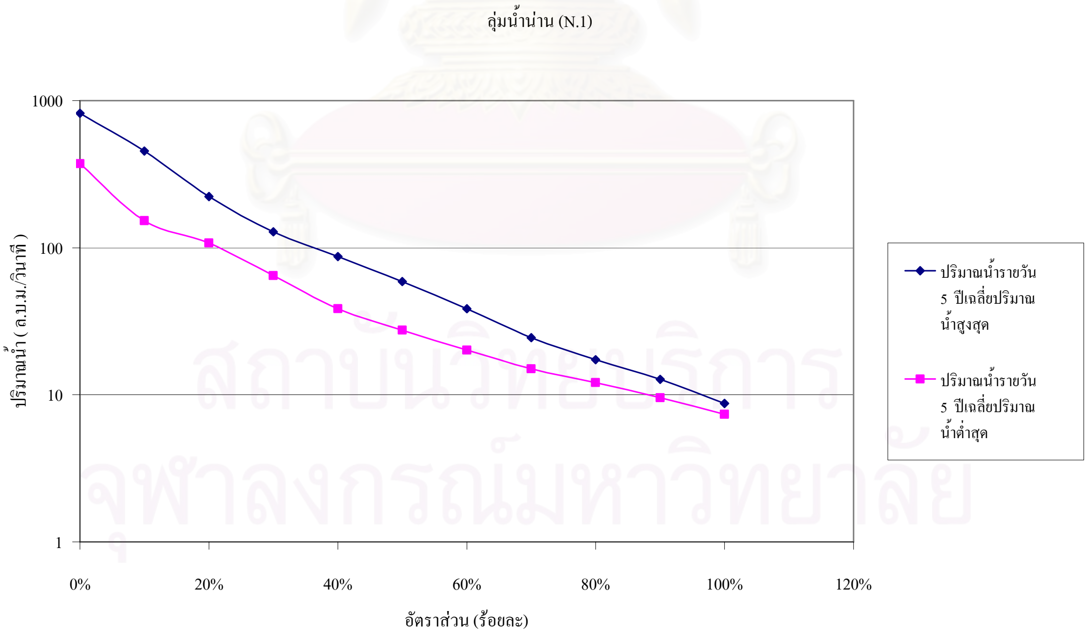
ภาพ Daily Flow Duration Curve ปริมาณน้ำรายวัน 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำสูงสุด ปริมาณน้ำรายวัน 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำต่ำสุด ลุ่มน้ำวัง (W.3A)



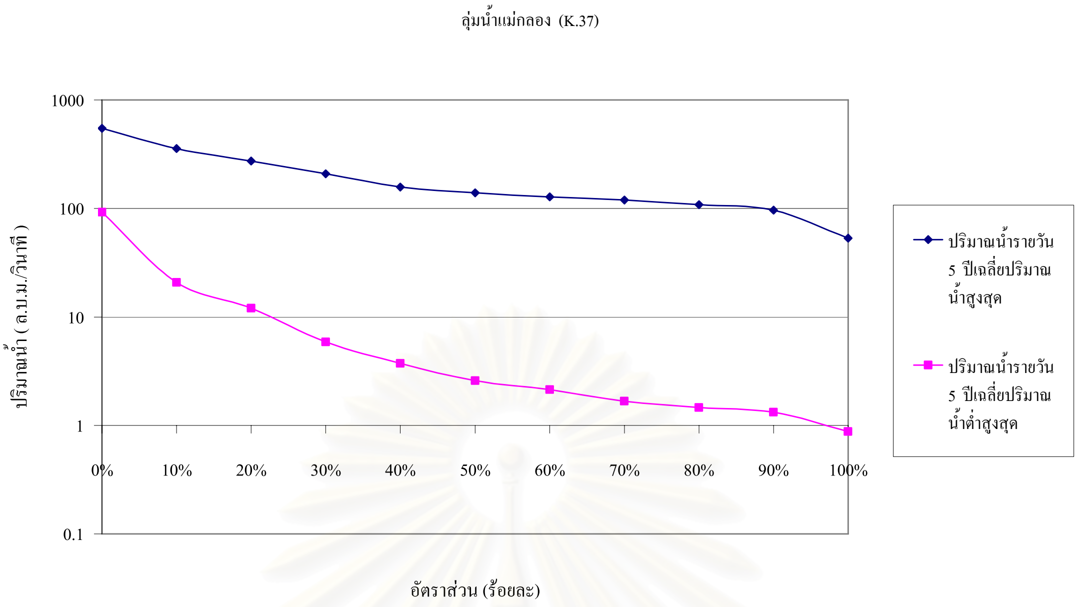
ภาพ Daily Flow Duration Curve ปริมาณน้ำรายวัน 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำสูงสุด ปริมาณน้ำรายวัน 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำต่ำสุด ลุ่มน้ำยม(Y.17)



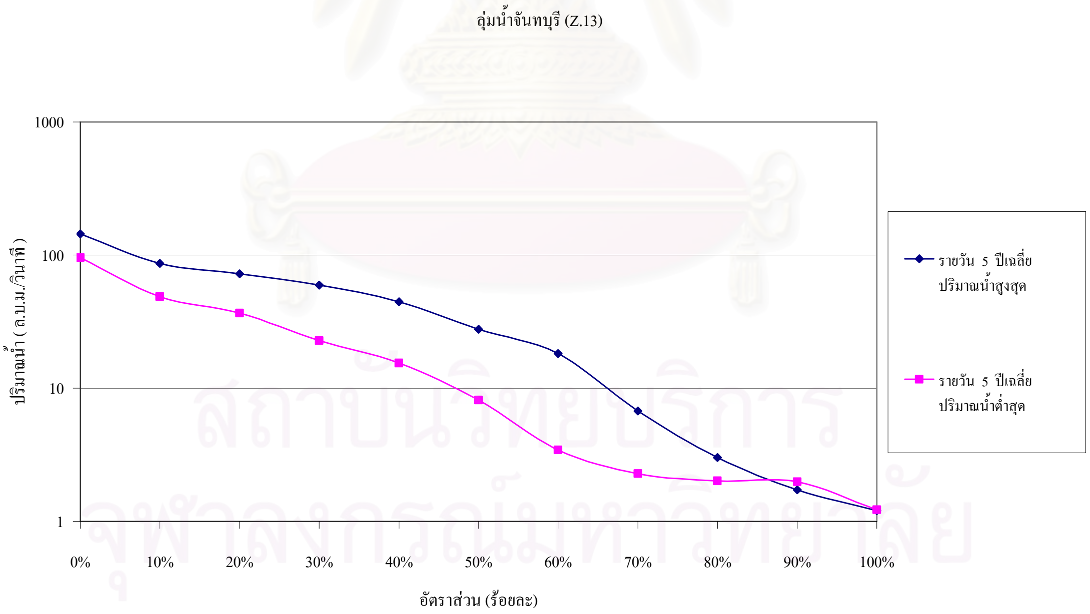
ภาพ Daily Flow Duration Curve ปริมาณน้ำรายวัน 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำสูงสุด ปริมาณน้ำรายวัน 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำต่ำสุด ลุ่มน้ำน่าน (N.10A)



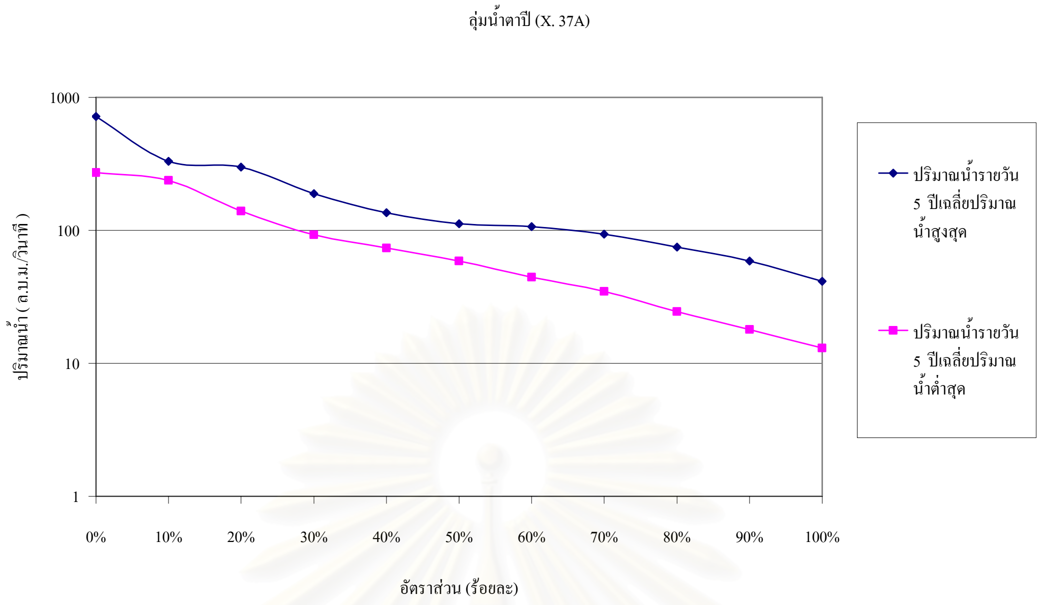
ภาพ Daily Flow Duration Curve ปริมาณน้ำรายวัน 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำสูงสุด ปริมาณน้ำรายวัน 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำต่ำสุด ลุ่มน้ำน่าน (N.1) (เหนือเขื่อน)



ภาพที่ Daily Flow Duration Curve ปริมาณน้ำรายวัน 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำสูงสุด ปริมาณน้ำรายวัน 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำต่ำสุด ลุ่มน้ำแม่กลอง (K.37)



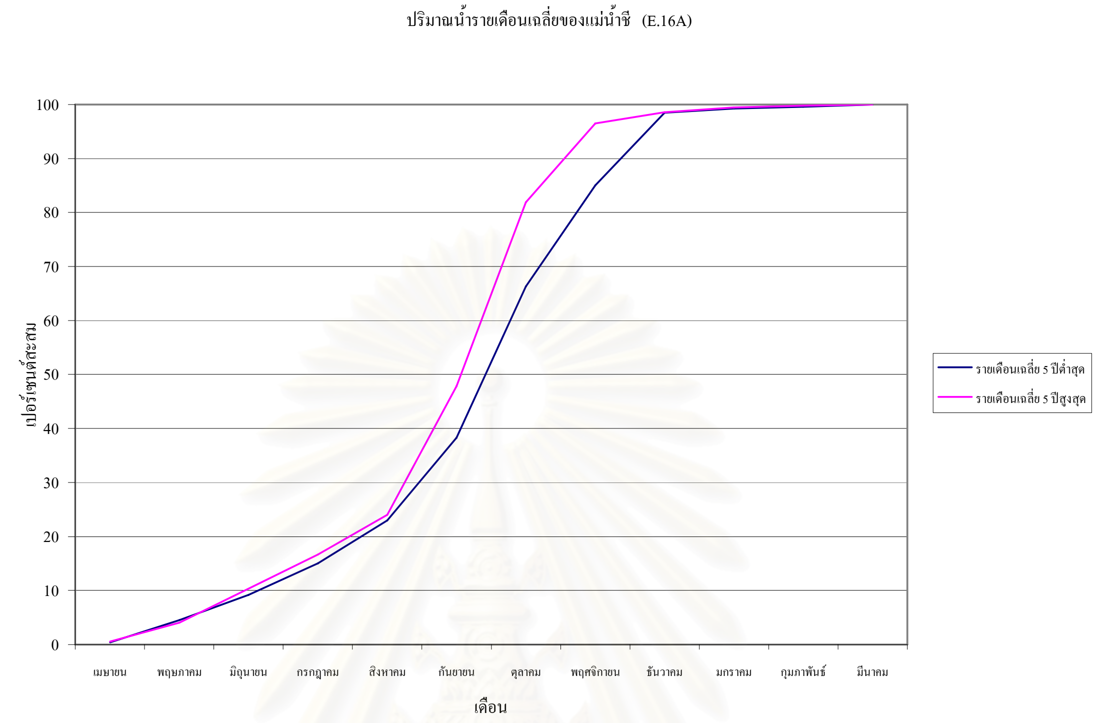
ภาพ Daily Flow Duration Curve ปริมาณน้ำรายวัน 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำสูงสุด ปริมาณน้ำรายวัน 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำต่ำสุด ลุ่มน้ำจันทบุรี (Z.13)



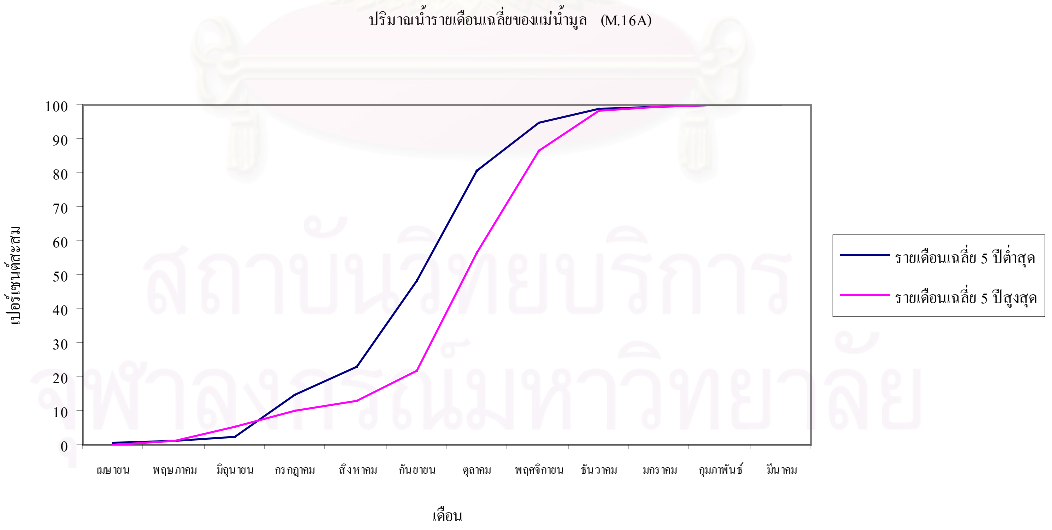
ภาพ Daily Flow Duration Curve ปริมาณน้ำรายวัน 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำสูงสุด ปริมาณน้ำรายวัน 5 ปีเฉลี่ยปริมาณน้ำต่ำสุด ลุ่มน้ำตาปี (X.37A)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

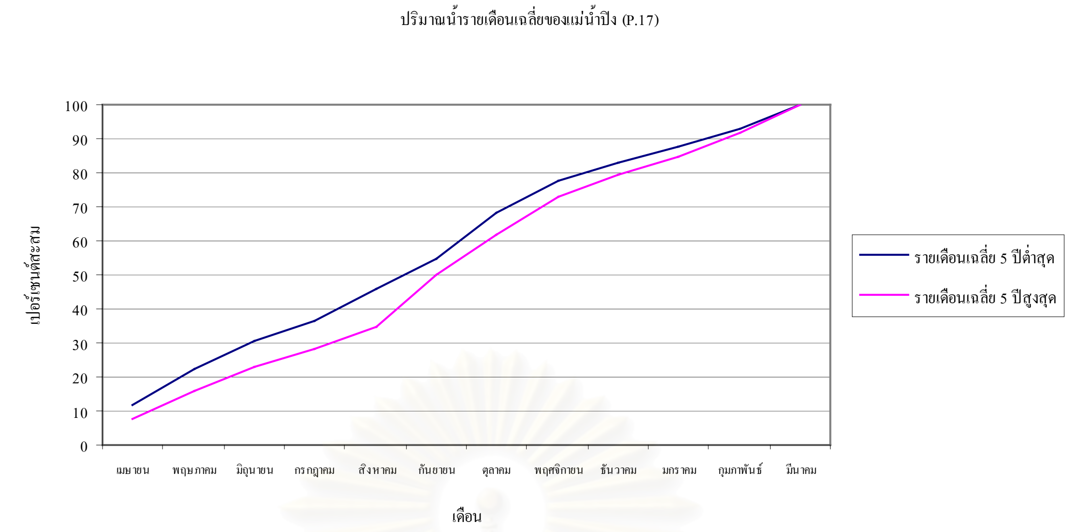
ภาคผนวก ง ความถี่สะสมของปริมาณน้ำรายเดือน 5 ปีเฉลี่ยที่มีปริมาณน้ำสูงสุด และต่ำสุด



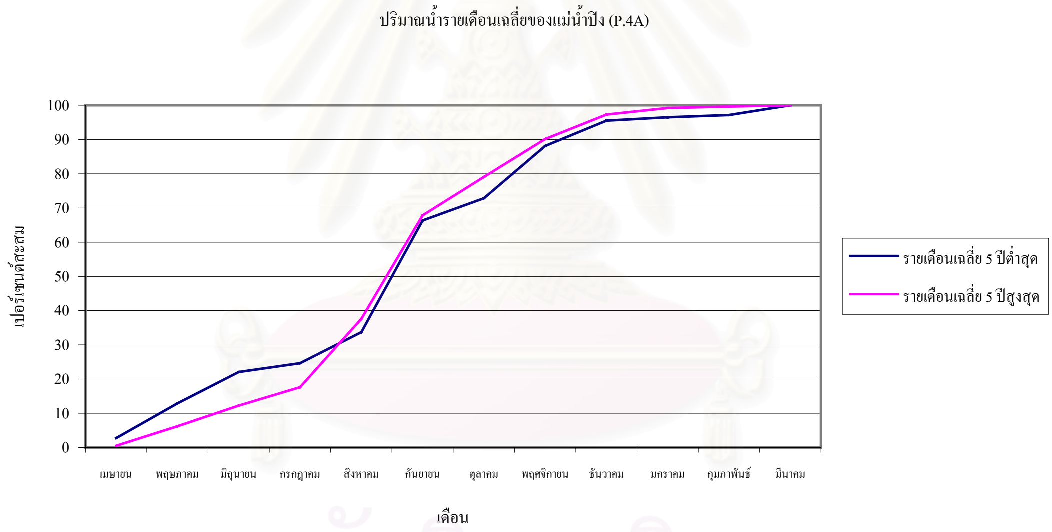
ภาพความถี่สะสมของปริมาณน้ำรายเดือน 5 ปีเฉลี่ยที่มีปริมาณน้ำสูงสุด และต่ำสุด ลุ่มน้ำปิง (E.16A)



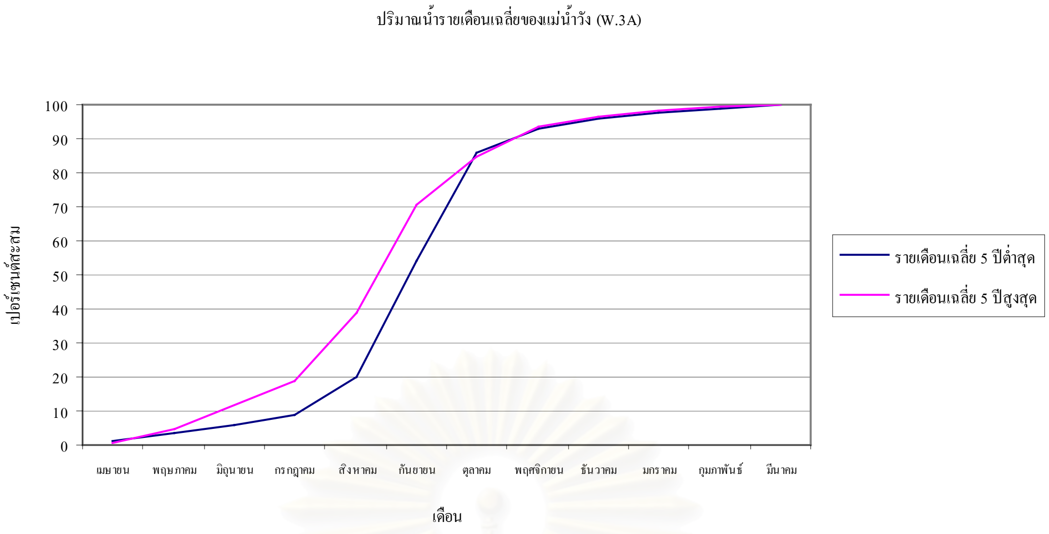
ภาพ ความถี่สะสมของปริมาณน้ำรายเดือน 5 ปีเฉลี่ยที่มีปริมาณน้ำสูงสุด และต่ำสุด ลุ่มน้ำมูล (M.6A)



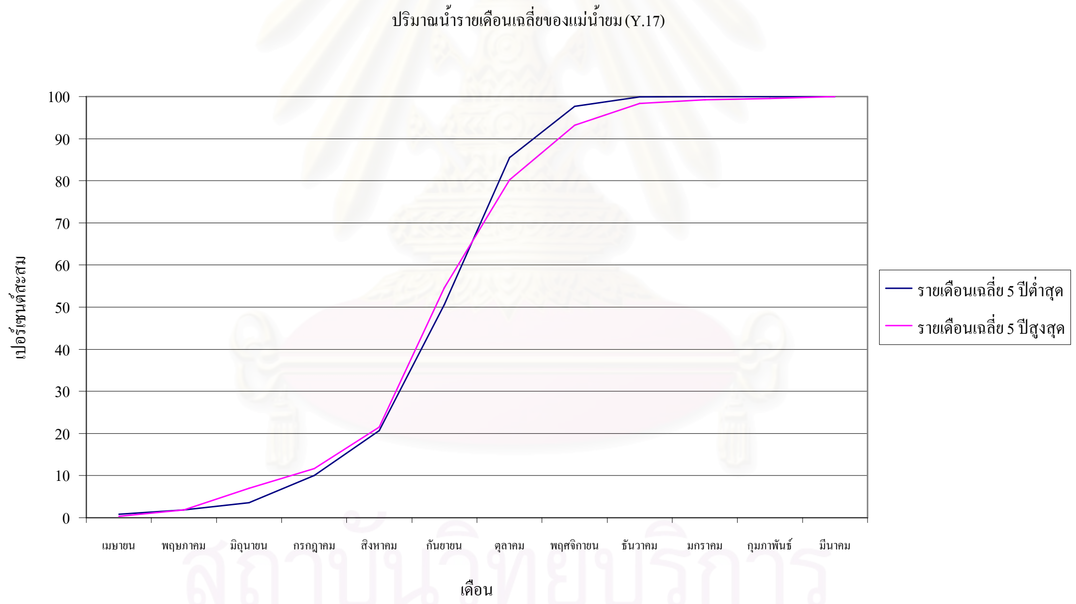
ภาพ ความถี่สะสมของปริมาณน้ำรายเดือน 5 ปีเฉลี่ยที่มีปริมาณน้ำสูงสุด และต่ำสุด ลุ่มปิง (P.17)



ภาพ ความถี่สะสมของปริมาณน้ำรายเดือน 5 ปีเฉลี่ยที่มีปริมาณน้ำสูงสุด และต่ำสุดลุ่มน้ำปิง (เหนือเขื่อน) (P.4A)

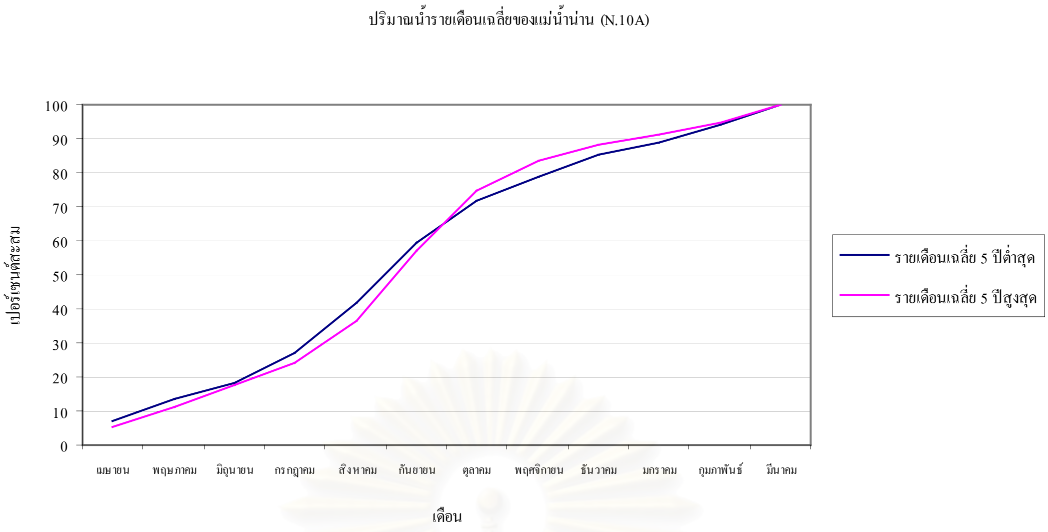


ภาพ ความถี่สะสมของปริมาณน้ำรายเดือน 5 ปีเฉลี่ยที่มีปริมาณน้ำสูงสุด และต่ำสุด ลุ่มน้ำวัง (W.3A)

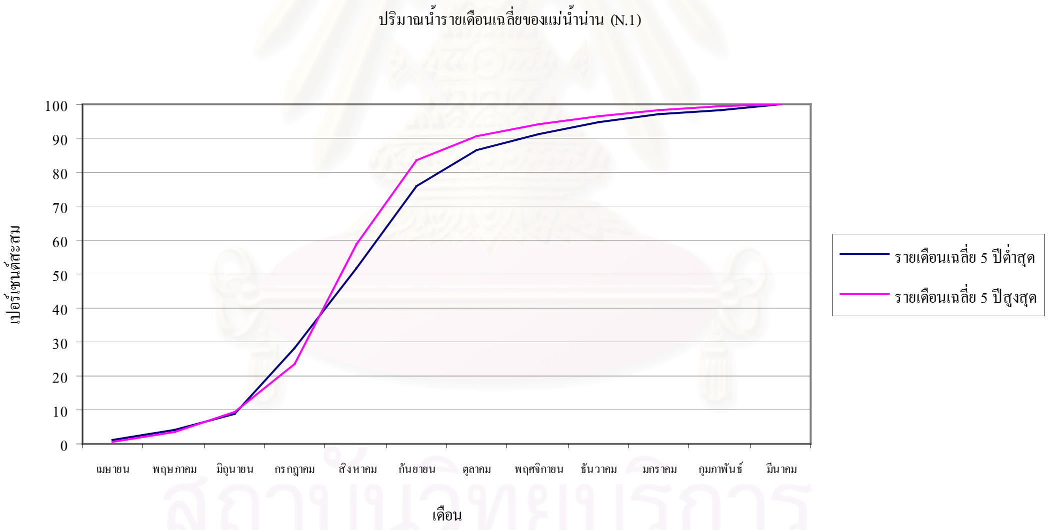


ภาพที่ความถี่สะสมของปริมาณน้ำรายเดือน 5 ปีเฉลี่ยที่มีปริมาณน้ำสูงสุด และต่ำสุด
ลุ่มน้ำยม (Y.17)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

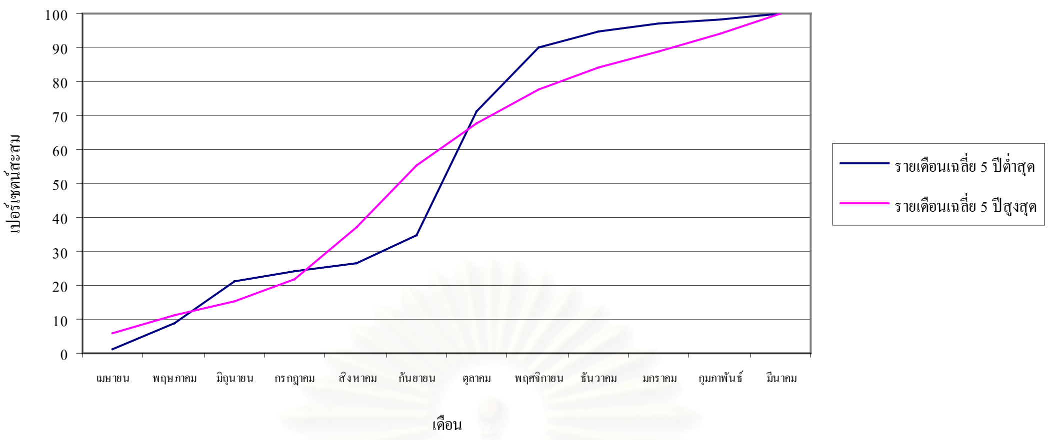


ภาพ ความถี่สะสมของปริมาณน้ำรายเดือน 5 ปีเฉลี่ยที่มีปริมาณน้ำสูงสุด และต่ำสุด ลุ่มน้ำน่าน (N.10A)



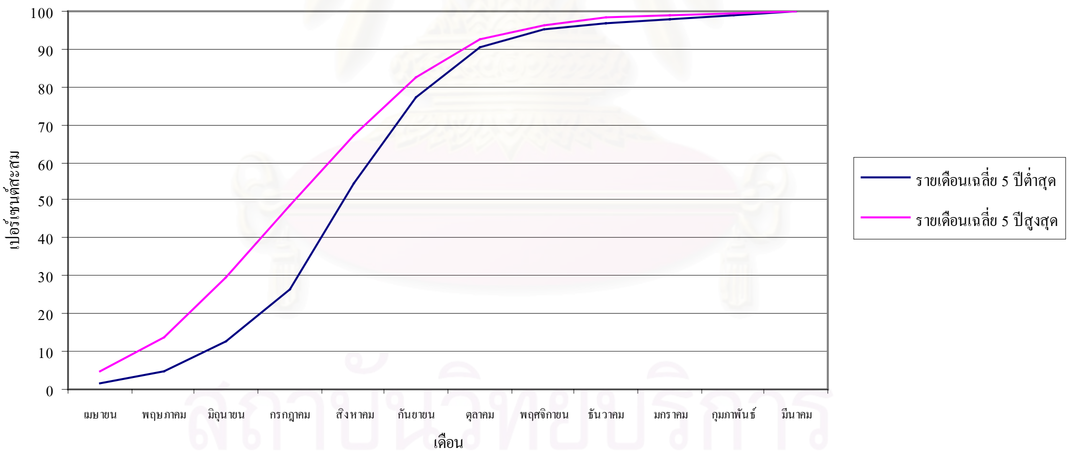
ภาพความถี่สะสมของปริมาณน้ำรายเดือน 5 ปีเฉลี่ยที่มีปริมาณน้ำสูงสุด และต่ำสุดลุ่มน้ำน่าน (เหนือเขื่อน) (N.1)

ปริมาณน้ำรายเดือนเฉลี่ยของแม่น้ำแม่กลอง (K.37)



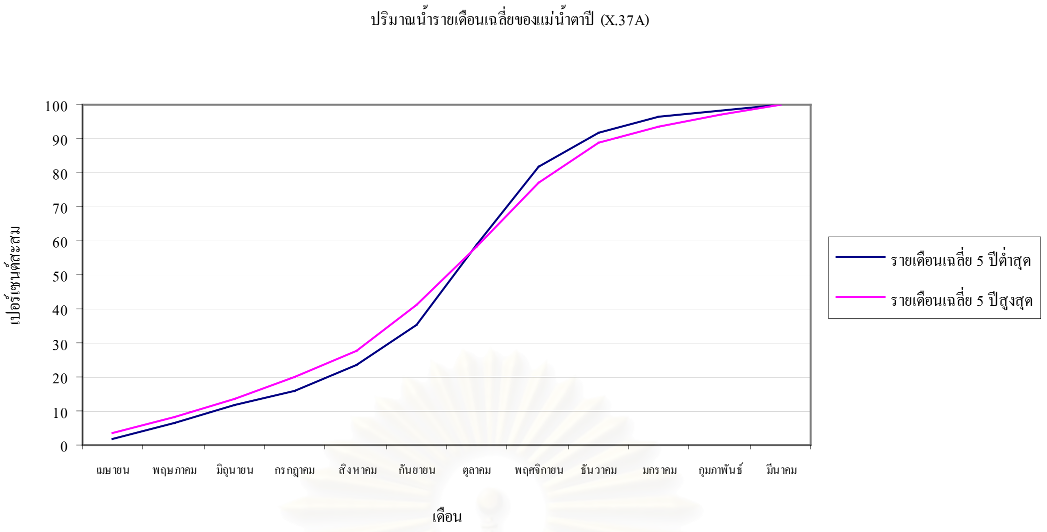
ภาพความถี่สะสมของปริมาณน้ำรายเดือน 5 ปีเฉลี่ยที่มีปริมาณน้ำสูงสุด และต่ำสุด ลุ่มน้ำแม่กลอง (K.37)

ปริมาณน้ำรายเดือนเฉลี่ยของแม่น้ำจันทบุรี (Z.13)



ภาพ ความถี่สะสมของปริมาณน้ำรายเดือน 5 ปีเฉลี่ยที่มีปริมาณน้ำสูงสุด และต่ำสุด ลุ่มน้ำจันทบุรี (Z.13)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพ ความถี่สะสมของปริมาณน้ำรายเดือน 5 ปีเฉลี่ยที่มีปริมาณน้ำสูงสุด และต่ำสุด ลุ่มน้ำตาปี (X.37A)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ ภาพต้นแม่น้ำปิง พ.ศ.2549

ภาพต้นแม่น้ำปิงบริเวณดอยเชียงดาว

ภาพต้นแม่น้ำปิงบริเวณดอยเชียงดาว

ภาคผนวก ฉ ภาพเขื่อนเก็บกักน้ำแม่งัดสมบูรณ์ชลแม่น้ำปิง

ชื่อ : เขื่อนแม่งัดสมบูรณ์ชล

ที่ตั้ง : ลำน้ำแม่งัด สาขาแม่น้ำปิง อำเภอ แม่แตง จังหวัด เชียงใหม่

ประเภทเขื่อน : เขื่อนดิน (Earthfill Dam)

ขนาด : สูง 59 เมตร ยาว 1,950 เมตร

(ปีที่สร้างเสร็จ) : 2528

ขนาดความจุอ่าง : 265 ล้านลูกบาศก์เมตร

กำลังการผลิตกระแสไฟฟ้า : 9 ล้านวัตต์

ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ปีละ : 29 ล้านกิโลวัตต์-ชั่วโมง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายฉัตรชัย จันทร์แย้ม เกิดวันที่ 16 ธันวาคม พ.ศ.2523 ที่จังหวัดตรัง สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนวิเชียรมาตุ จังหวัดตรัง แผนกอังกฤษ - คณิตศาสตร์ เมื่อพ.ศ. 2542 สำเร็จการศึกษาปริญญาศิลปศาสตรบัณฑิต สาขาภูมิศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี เมื่อ พ.ศ. 2545 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาอักษรศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาภูมิศาสตร์ ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยปีการศึกษา 2546

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย