

น้ำหลาของแม่น้ำปิงช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่



นาย ธีรัฐติ เอี่ยมกาญจน์

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

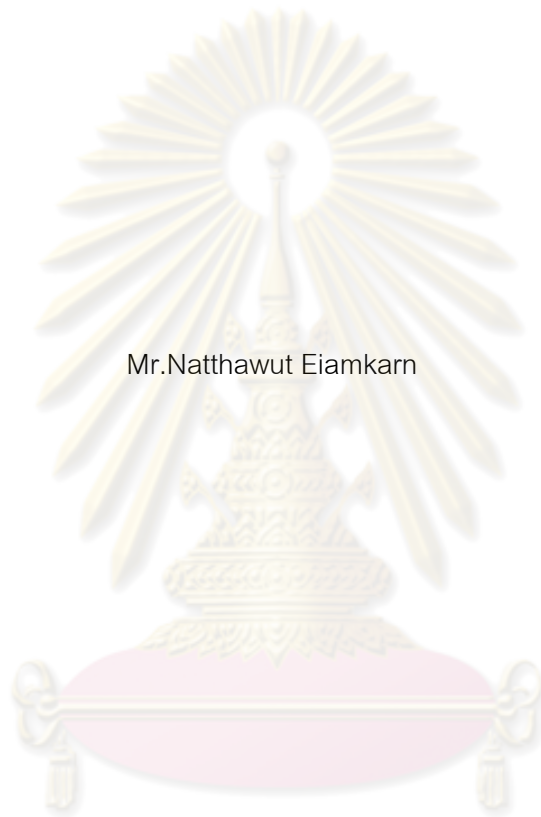
สาขาวิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2552

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

FLOODS OF THE PING RIVER IN THE VICINITY OF CHIANG MAI CITY



Mr.Natthawut Eiamkarn

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering Program in Water Resources Engineering

Department of Water Resources Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2009

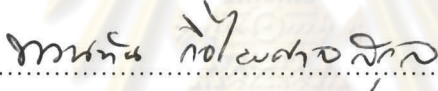
Copyright of Chulalongkorn University


หัวข้อวิทยานิพนธ์	น้ำหลากของแม่น้ำปิงช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่
โดย	นายณัฐภูมิ เขี่ยมกาญจน์
สาขาวิชา	วิศวกรรมแหล่งน้ำ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสรี จันทโรยธา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ ชัชวาลย์ ทักษะอุดม


คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต


  
..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์  
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศศิริวงษ์)


คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวนทัน กิจไพศาลสกุล)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสรี จันทโรยธา)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมและ  
(รองศาสตราจารย์ ชัชวาลย์ ทักษะอุดม) กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

  
..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยพันธุ์ ริกวิชัย)

  
..... กรรมการ  
(อาจารย์ ดร.อนุรักษ์ ศรีอริยวัฒน์)

ณัฐวุฒิ เขียมกาญจน์ : น้ำหลากของแม่น้ำปิงช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่. (Floods of the Ping River in the Vicinity of Chiang Mai City) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผศ.ดร. เสรี จันทรโยธา, อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม : รศ.ชัชวาล ทักษอุดม ,226 หน้า.

การศึกษานี้เพื่อหาผลของการเปลี่ยนแปลงสัณฐานวิทยาแม่น้ำปิงต่อการไหลของน้ำหลาก บริเวณพื้นที่เมืองเชียงใหม่ ช่วงลำน้ำระหว่างสถานีวัดน้ำ P.67 และP.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วยข้อมูลรูปลักษณะของแม่น้ำปิงทั้งในระนาบระดับและระนาบตั้ง รวมทั้งข้อมูลระดับน้ำและปริมาณการไหลที่มีการสำรวจและวัด ซึ่งรวบรวมจากกรมชลประทานและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสัณฐานของแม่น้ำปิงในปี 2540 และ 2550 พบว่า รูปตัดตามยาวของลำน้ำและรูปร่างในระนาบระดับมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก แต่พบการเปลี่ยนแปลงของรูปตัดหน้าตัดขวางอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีการเพิ่มขึ้นของปัจจัยหน้าตัดการไหลโดยเฉลี่ยประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ การจำลองสภาพน้ำหลากโดยแบบจำลอง HEC-RAS 4.0 ในสองกรณีคือ กรณีระดับน้ำเท่ากันและกรณีอัตราการไหลเท่ากัน จากการศึกษาพบว่า ที่ระดับน้ำเท่ากันเมื่อเทียบจากสถานี P.1(+304 ม.รทก.) องค์ประกอบการนำน้ำของหน้าตัดปี 2550 มากกว่าหน้าตัดปี 2540 ประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในกรณีอัตราการไหลเท่ากันโดยใช้เหตุการณ์น้ำหลากในปี 2549 พบว่าหน้าตัดปี 2550 มีระดับน้ำโดยเฉลี่ยต่ำกว่าหน้าตัดปี 2540 เท่ากับ 1.5 และ 0.6 เมตร สำหรับช่วงนอกเขตเมืองและช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่ตามลำดับ นอกจากนี้การศึกษานี้ยังได้จำลองการปรับปรุงสภาพลำน้ำใน 4 กรณีคือ ขยายหน้าตัดลำน้ำ ปรับความลาดชัน ปรับทางน้ำเป็นทางตรงในบางช่วง และกรณีผสมผสาน ผลการศึกษาพบว่า เมื่อทำการปรับปรุงลำน้ำกรณีผสมผสานจะสามารถลดระดับน้ำโดยเฉลี่ยช่วงนอกเมืองและช่วงเขตเมืองได้เท่ากับ 0.6 และ 0.8 เมตร ตามลำดับ เมื่อเทียบกับกรณีสภาพปัจจุบัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร

ในส่วนของการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงฝน/น้ำท่าและสภาพการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำปิงตอนบน พบว่าแนวโน้มของปริมาณน้ำหลากสูงสุดและปริมาณน้ำท่ารายปีที่สถานี P.20 และสถานี P.1 เพิ่มขึ้น โดยที่ปริมาณฝนช่วงสั้นสะสมสูงสุด 1-3 วัน และปริมาณฝนรายปีไม่เปลี่ยนแปลง อีกทั้งยังพบว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่คาบการเกิดต่างๆ สอดคล้องและกลับกันการลดลงของพื้นที่ป่าไม้

ภาควิชา.....วิศวกรรมแหล่งน้ำ.....ลายมือชื่อนิติ.....  
สาขาวิชา.....วิศวกรรมแหล่งน้ำ.....ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....  
ปีการศึกษา.....2552.....ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม.....





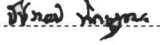
# # 4870293921 : MAJOR WATER RESOURCE ENGINEERING

KEYWORDS : RIVER MORPHOLOGY / FLOODS / HYDRAULIC ROUTING

NATTHAWUT EIAMKARN : FLOODS OF THE PING RIVER IN THE VICINITY OF CHIANGMAI CITY. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. SEREE CHANYOTHA, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR : ASSOC.PROF. CHATCHAWAN THAKSAUDOM, M Eng., 226 pp.

The aim of this research is to investigate the effects of the Ping River morphology changes on flood flow in the vicinity of Chiang Mai city between the RID stream flow gauging Stations P.67 and P.1. The data used in this study consisted of the Ping river configuration and geometry together with observed stage and discharge data collected from the Royal Irrigation Department (RID) and agencies concerned. The study showed the insignificant change of profile characteristics and plan form of the Ping River. However, it has been found the increase in the river section factor ( $AR^{2/3}$ ) by 40 percent, approximately. By using the HEC-RAS 4.0 to simulate the flood events of the same water level and the same discharge at Station P.1, the results indicated that the conveyance capacity of river estimated using 2007 river configuration data was greater than what estimated from 1999 river data by about 14 percent. In the case of using the same 2006 floods for channel capacity study , it was found that average water level of 2007 channel was lower than 1999 channel about 1.5 and 0.6 m. for out of and in the vicinity areas respectively. Moreover, this study also performed river configuration simulation on flood flows by modifying channel cross section, channel slope and channel cutoff and the combination of all above. The result showed that combined channel modification provided the optimum solution that yielded a decrease in water level approximately 0.6 and 0.8 m. for out of and in the vicinity areas, respectively.

The investigation of rainfall/runoff and land use change in the upper Ping river basin indicated an increase tendency in the maximum flood peak and annual runoff at P.1 station whereas, the maximum 1-3 day cumulative rainfall and the annual rainfall showed unchanged tendency. Additionally, an increased in flood peak was lightly and reciprocally related to the forest area reduction.

Department : <u>Water Resources Engineering</u>	Student's Signature <u></u>
Field of Study : <u>Water Resources Engineering</u>	Advisor's Signature <u></u>
Academic Year : <u>2009</u>	Co-Advisor's Signature <u></u>

## กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าใคร่ขอกราบขอบพระคุณ ท่านรองศาสตราจารย์ ดร.ทวนทัน กิจไพศาลสกุล ท่านรองศาสตราจารย์ ดร.ชัยพันธุ์ รักรวิชัย ท่านรองศาสตราจารย์ ชัชวาลย์ ทักษะอุดม และท่านอาจารย์ ดร.อนุรักษ์ ศรีอริยวัฒน์ ที่ได้กรุณาสละเวลาในการให้คำแนะนำ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสรี จันทโรยธาท ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ ข้อคิดเห็นต่างๆ ทั้งในด้านหลักวิชาการและหลักการปฏิบัติ ตลอดจนปรัชญาการใช้ชีวิตอันเป็นประโยชน์แก่ข้าพเจ้าอย่างเอาใจใส่มาโดยตลอด จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ทั้งนี้ข้าพเจ้าใคร่ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา และอบรมสั่งสอนข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาการศึกษา

ขอขอบคุณหน่วยงานต่างๆ ที่ให้ความกรุณาอนุเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาและอำนวยความสะดวกต่างๆ เป็นอย่างดียิ่งแก่ทำวิทยานิพนธ์ ทั้งกรมชลประทาน กรมโยธาธิการและผังเมือง กรมทรัพยากรน้ำ กรมเจ้าท่า และหน่วยงานอื่น ๆ ที่ได้กล่าวถึงในที่นี้

ข้าพเจ้าขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้การสนับสนุนเงินลงทุนบางส่วนเพื่อใช้ในการทำวิจัย และขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้การสนับสนุนในเรื่องสถานที่ และสาธารณูปโภคต่างๆ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ รวมทั้งพี่-น้อง ชาววิศวกรรมแหล่งน้ำทุกท่าน ที่อำนวยความสะดวกและให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี ตลอดจนเป็นกำลังใจให้ข้าพเจ้าขณะทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ของข้าพเจ้าผู้ซึ่งให้ความรัก ความเอาใจใส่ รวมทั้งอดทนต่อความเหน็ดเหนื่อย เพื่อให้การสนับสนุนการศึกษาแก่ข้าพเจ้ามาโดยตลอด รวมทั้งเป็นสิ่งยึดเหนี่ยว แรงบันดาลใจให้ข้าพเจ้าก้าวผ่านช่วงเวลาที่ยากลำบากได้ด้วยดี อันจะเป็นหนทางไปสู่ความสำเร็จในชีวิตของข้าพเจ้า ประโยชน์อันใดที่ก่อให้เกิดกุศลจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ หากพึงจะมี ข้าพเจ้าใคร่ขอมอบอุทิศให้แต่ พ่อ แม่ ครู อาจารย์ และผู้มีบรรดาพระคุณทั้งหลาย

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ขอบข่ายการศึกษา.....	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา.....	3
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ.....	4
บทที่ 2 หลักการและการศึกษาที่ผ่านมา.....	9
2.1 แบบจำลองการเคลื่อนตัวของน้ำหลาก.....	9
2.2 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงน้ำฝน/น้ำท่า.....	12
2.3 การศึกษาที่ผ่านมา.....	17
บทที่ 3 สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา.....	23
3.1 สภาพภูมิประเทศและสภาพลำน้ำแม่ น้ำปิง.....	23
3.2 สภาพภูมิอากาศ.....	26
3.3 สภาพฝน.....	30
3.4 สภาพน้ำท่า.....	30
3.5 สภาพดินและการใช้ที่ดิน.....	32
3.6 สภาพทางเศรษฐกิจและสังคม.....	32
3.7 สภาพปัญหาอุทกภัยและแนวทางแก้ไข.....	33

บทที่ 4 การจำลองสภาพน้ำหลากของแม่น้ำปิงช่วงเมืองเชียงใหม่.....	41
4.1 สัณฐานวิทยาของแม่น้ำปิง.....	41
4.2 การเปลี่ยนแปลงรูปตัดหน้าตัดขวางตามช่วงเวลา.....	52
4.3 การจำลองสภาพแม่น้ำปิงโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์.....	59
4.4 แนวทางการบรรเทาอุทกภัยจากสภาพล้นน้ำปัจจุบัน.....	88
บทที่ 5 การศึกษาเบื้องต้นของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงฝน/น้ำท่าและการใช้ที่ดิน.....	100
5.1 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำหลากจากชุดข้อมูลที่แบ่งเหลือมปีกัน	100
5.2 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดินที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำหลาก.....	102
5.3 การพิจารณาตัวแปรทางกายภาพที่มีผลต่อปริมาณน้ำหลาก.....	102
5.4 การพิจารณาผลของฝนสะสมช่วงสั้น 1-3 วันต่อปริมาณน้ำหลาก.....	108
5.5 การหาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและปริมาณน้ำหลาก.....	109
5.6 การวิเคราะห์ฝนช่วงสั้น ฝนรายปีและน้ำท่ารายปี.....	118
บทที่ 6 สรุปและเสนอแนะ.....	133
6.1 สรุปผลการศึกษา.....	133
6.2 ข้อเสนอแนะ.....	145
รายการอ้างอิง.....	146
ภาคผนวก.....	149
ภาคผนวก ก การเปลี่ยนแปลงสัณฐานวิทยาของแม่น้ำปิง.....	149
ภาคผนวก ข ผลการจำลองสภาพน้ำหลากในกรณีต่างๆ.....	181
ภาคผนวก ค ข้อมูลทางอุทกวิทยาและสภาพการใช้ที่ดิน.....	214
ภาคผนวก ง สรุปสัญลักษณ์ที่ใช้ในวิทยานิพนธ์.....	223
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	226



## สารบัญตาราง

ณ

หน้า

ตารางที่ 1-1 ข้อมูลสำรวจสภาพสภาพลำน้ำที่ใช้ในการศึกษานี้.....	5
ตารางที่ 2-1 รูปแบบทั่วไปของการกระจายที่ใช้ในอุทกวิทยา.....	16
ตารางที่ 2-2 การพิจารณาความน่าจะเป็น (Probability) ของค่าข้อมูลโดยวิธีลำดับตำแหน่ง (Plotting Position).....	17
ตารางที่ 3-1 สถิติภูมิอากาศในคาบ 30 ปี (พ.ศ.2514-2543) ที่สถานีตรวจอากาศเชียงใหม่	28
ตารางที่ 3-2 เหตุการณ์น้ำท่วมในเขตจังหวัดเชียงใหม่ ในปี พ.ศ.2548.....	33
ตารางที่ 3-3 พื้นที่ความเสียหายจากน้ำท่วมในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่.....	35
ตารางที่ 3-4 แผนงานหลักในการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมตัวเมืองเชียงใหม่และบริเวณริมแม่น้ำปิง	40
ตารางที่ 4-1 ข้อมูลสำรวจสภาพสภาพลำน้ำที่ใช้ในการศึกษานี้.....	46
ตารางที่ 4-2 ที่ตั้งสถานีน้ำท่าและช่วงเวลาที่ยกข้อมูล.....	62
ตารางที่ 4-3 เหตุการณ์น้ำหลากที่ใช้ในการเปรียบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง.....	74
ตารางที่ 4-4 ปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่คาบการเกิดต่างๆของสถานี P.1 จากการคำนวณ ด้วยวิธี Log Normal, Log Pearson Type3 และ Gumbel.....	84
ตารางที่ 4-5 จำนวนน้ำตัดและระดับน้ำท่วมสูงสุดที่คาบการเกิดต่างๆของชุดน้ำตัดลำน้ำปี 2540.....	87
ตารางที่ 4-6 จำนวนน้ำตัดและระดับน้ำท่วมสูงสุดที่คาบการเกิดต่างๆของชุดน้ำตัดลำน้ำปี 2550.....	87
ตารางที่ 4-7 เปรียบเทียบความแตกต่างของระดับน้ำสูงสุดที่คาบการเกิดต่างๆของชุดน้ำตัดลำน้ำปีในปี 2540 และ 2550.....	87
ตารางที่ 4-8 ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการปรับปรุงน้ำตัดลำน้ำ (ในกรณี A1-A4).....	93
ตารางที่ 4-9 ตำแหน่งของการปรับแนวการไหลของลำน้ำในปี 2550.....	93
ตารางที่ 4-10 สรุปกรณีศึกษาทั้งหมดของการปรับปรุงสภาพลำน้ำ.....	93
ตารางที่ 4-11 ความแตกต่างของระดับน้ำของชุดน้ำตัดในปี 2550 ที่มีการปรับปรุงสภาพ ลำน้ำในกรณีต่างๆ.....	98
ตารางที่ 4-12 ความแตกต่างของระดับน้ำของชุดน้ำตัดในปี 2550 ที่มีการปรับปรุงสภาพ ลำน้ำ แบบผสมผสานในกรณีต่างๆ.....	98
ตารางที่ 4-13 สรุปจำนวนน้ำตัดที่น้ำล้นตลิ่งจากการปรับปรุงสภาพลำน้ำกรณีต่างๆ	99
ตารางที่ 5-1 ค่าพื้นฐานทางสถิติของชุดข้อมูลที่มีความยาวช่วงละ 17 ปี ( Moving Average17 ).....	105

## สารบัญตาราง

ญ  
หน้า

ตารางที่ 5-2 เปรียบเทียบการทดสอบความเหมาะสมของฟังก์ชันการแจกแจงความถี่ของ สถานี P.20.....	106
ตารางที่ 5-3 ปริมาณน้ำหลากคาบการเกิดต่างๆที่สถานี P.20 ของชุดข้อมูลที่มีความยาว ช่วงละ 17 ปี .....	107
ตารางที่ 5-4 การใช้ที่ดินในลุ่มน้ำปิงตอนบนจนถึงสถานี P.1.....	108
ตารางที่ 5-5 ปริมาณน้ำหลากคาบการเกิดต่างๆที่สถานี P.1 ของชุดข้อมูลที่มีความยาว ช่วงละ 17 ปี.....	111
ตารางที่ 5-6 ปริมาณฝนช่วงสั้นสะสมสูงสุด 1 ถึง 3 วัน ที่คาบการเกิดต่างๆ ของแต่ละชุด ข้อมูลที่มีความยาวช่วงละ 17 ปี ของสถานี 07013.....	112
ตารางที่ 5-7 ปริมาณฝนช่วงสั้นสะสมสูงสุด 1 ถึง 3 วัน ที่คาบการเกิดต่างๆ ของแต่ละชุด ข้อมูลที่มีความยาวช่วงละ 17 ปี ของสถานี 07132.....	113
ตารางที่ 5-8 สภาพการใช้ที่ดินในปีต่างของพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบนจนถึงสถานี P.1 ที่จัดชุด ข้อมูลสอดคล้องกับชุดข้อมูลน้ำหลากที่สถานี P.1.....	117
ตารางที่ 5-9 ที่ตั้งสถานีฝนและช่วงเวลาที่มีการบันทึกข้อมูล.....	120
ตารางที่ 5-10 ค่าพื้นฐานทางทางสถิติของฝนช่วงสั้น 1 ถึง 3 วัน เปรียบเทียบช่วงเวลาก่อน และหลังปี 2528 ของสถานี 07013 , 07132และฝนเฉลี่ย 5 สถานีด้วยวิธี Thiessen Polygon.....	123
ตารางที่ 5-11 ปริมาณฝนช่วงสั้น 1 ถึง 3 วัน ที่คาบการเกิดต่างๆ เปรียบเทียบช่วงเวลาก่อน และหลังปี 2528 ของสถานี 07013 , 07132 และฝนเฉลี่ย 5 สถานีด้วยวิธี Thiessen Polygon.....	124
ตารางที่ 6-1 จำนวนหน้าตัดและระดับน้ำท่วมสูงสุดที่คาบการเกิดต่างๆชุดหน้าตัดลำน้ำปี 2540.....	139
ตารางที่ 6-2 จำนวนหน้าตัดและระดับน้ำท่วมสูงสุดที่คาบการเกิดต่างๆชุดหน้าตัดลำน้ำปี 2550.....	139
ตารางที่ 6-3 เปรียบเทียบความแตกต่างของระดับน้ำสูงสุดที่คาบการเกิดต่างๆของชุดหน้า ตัดลำน้ำปีในปี 2540 และ 2550.....	139

## สารบัญตาราง

๘  
หน้า

ตารางที่ 6-4 ความแตกต่างของระดับน้ำของชุดหน้าตัดในปี 2550 ที่มีการปรับปรุงสภาพลำน้ำในกรณีต่างๆ.....	140
ตารางที่ 6-5 ความแตกต่างของระดับน้ำของชุดหน้าตัดในปี 2550 ที่มีการปรับปรุงสภาพลำน้ำแบบผสมผสานในกรณีต่างๆ.....	140
ตารางที่ 6-6 สรุปจำนวนหน้าตัดที่น้ำล้นตลิ่งจากการปรับปรุงสภาพลำน้ำกรณีต่างๆ	141



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 1-1 ขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมช่วงตัวเมืองเชียงใหม่ซึ่งสัมพันธ์กับระดับน้ำที่สถานี P.1.....	5
รูปที่ 1-2 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา.....	6
รูปที่ 1-3 ผังจำลองการเชื่อมต่อของลำน้ำปิงสายหลักบริเวณลุ่มน้ำปิงตอนบน.....	7
รูปที่ 1-4 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา.....	8
รูปที่ 2-1 แผนภูมิของปริมาตรควบคุม (Control Volume) ของสมการความต่อเนื่องและ สมการโมเมนตัม.....	10
รูปที่ 2-2 แผนภูมิของการแก้สมการ โดย implicit finite difference	11
รูปที่ 3-1 พื้นที่ลุ่มน้ำปิง.....	24
รูปที่ 3-2 รูปตัดตามยาวลำน้ำแม่ น้ำปิง.....	25
รูปที่ 3-3 ขอบเขตพื้นที่การศึกษา.....	26
รูปที่ 3-4 ข้อมูลภูมิอากาศรายเดือนที่สถานีตรวจอากาศเชียงใหม่.....	29
รูปที่ 3-5 ฝนเฉลี่ยรายปีในพื้นที่ลุ่มน้ำปิง.....	31
รูปที่ 3-6 พื้นที่น้ำท่วมเชียงใหม่ ตามลำดับก่อนหลังจากสถิติข้อมูลน้ำท่วม ปี พ.ศ.2537, พ.ศ.2538 และ พ.ศ.2548.....	34
รูปที่ 3-7 กรอบภาพรวมโครงการแก้ไขปัญหา น้ำท่วมเมืองเชียงใหม่โดยกรมชลประทาน.....	39
รูปที่ 4-1 การเปลี่ยนแนวการไหลของแม่น้ำปิง ช่วงตำบลแม่แฝก อำเภอสันทราย จังหวัด เชียงใหม่.....	46
รูปที่ 4-2 แนวลำน้ำปิงช่วงเมืองเชียงใหม่จากการเปรียบเทียบภาพถ่ายทาง อากาศปี 2497 และปี 2545 (พื้นที่แวงคือส่วนที่เปลี่ยนแปลงจากปี 2497).....	47
รูปที่ 4-3 เปรียบเทียบระดับท้องน้ำเฉลี่ยบริเวณร่องน้ำของแม่น้ำปิงช่วงสถานี P.67 ถึง สถานี P.1 ในปี 2540 และ 2550.....	48
รูปที่ 4-4 เปรียบเทียบระดับตลิ่งและรูปตัดของแม่น้ำปิงช่วงสถานี P.67 ถึง สถานี P.1 ในปี 2540 และ 2550.....	49
รูปที่ 4-5 เปรียบเทียบค่า5 เปรียบเทียบค่าปัจจัยหน้าตัดการไหล ( $AR^{2/3}$ ) ของหน้าตัดลำน้ำ ปิงที่ตำแหน่งต่างๆของลำน้ำในปี 2540 และ2550.....	51
รูปที่ 4-6 รูปตัดหน้าตัดขวางที่สถานี P.67 และสถานี P.1 ในปีต่างๆ.....	54
รูปที่ 4-7 แสดงตัวแปรที่ใช้ในสมการพลังงาน.....	54
รูปที่ 4-8 ความสัมพันธ์ของสัมประสิทธิ์ความขรุขระ กับระดับน้ำและอัตราการไหล.....	56

## สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 4-9 ผลของการเปลี่ยนแปลงรูปตัดหน้าตัดขวางที่สถานี P.67 และ P.1.....	57
รูปที่ 4-10 ที่ตั้งของสถานีน้ำท่าที่ใช้ในแบบจำลอง.....	63
รูปที่ 4-11 ซลภาพน้ำหลากของแม่น้ำปิงที่สถานี P.67.....	64
รูปที่ 4-12 ซลภาพน้ำหลากของแม่น้ำปิงที่สถานี P.1.....	64
รูปที่ 4-13 ความสัมพันธ์ของระดับน้ำและอัตราการไหลที่สถานี P.67 ช่วงปี 2539-2551.....	65
รูปที่ 4-14 ความสัมพันธ์ของระดับน้ำและอัตราการไหลที่สถานี P.1 ช่วงปี 2539-2551.....	65
รูปที่ 4-15 รูปตัดหน้าตัดขวางที่สถานี P.67 , P.1a และ P.1 ในปีต่างๆ.....	66
รูปที่ 4-16 ความสัมพันธ์ของระดับน้ำและองค์ประกอบการนำน้ำ (AR <sup>2/3</sup> ) ที่สถานี P.67 ช่วง ปี 2537-2551.....	67
รูปที่ 4-17 ความสัมพันธ์ของระดับน้ำและอัตราการไหลที่สถานี P.67 (ปรับแก้แล้ว) ช่วงปี 2539-2551.....	67
รูปที่ 4-18 ความสัมพันธ์ของระดับน้ำและอัตราการไหลที่สถานี P.67(ปรับแก้แล้ว) ช่วงปี 2539-2541.....	68
รูปที่ 4-19 ความสัมพันธ์ของระดับน้ำและอัตราการไหลที่สถานี P.67 (ปรับแก้แล้ว) ช่วงปี 2544-2545.....	68
รูปที่ 4-20 ความสัมพันธ์ของระดับน้ำและอัตราการไหลที่สถานี P.67 (ปรับแก้แล้ว) ช่วงปี 2546-2551.....	69
รูปที่ 4-21 แผนผังการจำลองลักษณะการไหลในแม่น้ำปิง.....	71
รูปที่ 4-22 แผนผังขั้นตอนการหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในการปรับเทียบแบบจำลองน้ำหลาก ของแม่น้ำปิง.....	72
รูปที่ 4-23 ความอ่อนไหว (sensitivity) ของสัมประสิทธิ์ความขรุขระแม่น้ำของระดับน้ำที่ สถานี P.67 ในปี 2540 และ 2550.....	75
รูปที่ 4-24 ซลภาพน้ำหลากจากข้อมูลตรวจวัดและการคำนวณของหน้าตัดลำน้ำในปี 2540 (สัมประสิทธิ์ความขรุขระในลำน้ำหลัก 0.040).....	76
รูปที่ 4-25 ซลภาพน้ำหลากจากข้อมูลตรวจวัดและการคำนวณของหน้าตัดลำน้ำในปี 2550 (สัมประสิทธิ์ความขรุขระในลำน้ำหลัก 0.040).....	77
รูปที่ 4-26 เปรียบเทียบซลภาพน้ำหลากที่สถานี P.1 จากข้อมูลตรวจวัดและการคำนวณ กรณีพิจารณาและไม่พิจารณาการไหลเข้าด้านข้าง.....	79



## สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 4-27 เปรียบเทียบระดับน้ำของชุดหน้าตัดปี 2540 และ 2550 ที่เหตุการณ์น้ำหลากในปี 2539 (1-10 กย. 2539).....	81
รูปที่ 4-28 เปรียบเทียบระดับน้ำของชุดหน้าตัดปี 2540 และ 2550 ที่เหตุการณ์น้ำหลากในปี 2549 (31 มิย.- 6 สค. 2549).....	82
รูปที่ 4-29 เปรียบเทียบกราฟความถี่น้ำหลากสูงสุดที่คาบการเกิดต่างๆของสถานี P.1 จาก การคำนวณด้วยวิธี Log Normal, Log Pearson Type3 และ Gumbel.....	84
รูปที่ 4-30 เปรียบเทียบระดับน้ำของชุดหน้าตัดลำน้ำปี 2540 ที่คาบการเกิด 2, 5, 10, 25, 50 และ 100 ปี.....	85
รูปที่ 4-31 เปรียบเทียบระดับน้ำของชุดหน้าตัดลำน้ำปี 2550 ที่คาบการเกิด 2, 5, 10, 25, 50 และ 100 ปี.....	86
รูปที่ 4-32 ตัวอย่างการปรับปรุงหน้าตัดลำน้ำแบบสี่เหลี่ยมคางหมู.....	89
รูปที่ 4-33 สภาพของระดับน้ำที่สถานี P.1 กรณีหน้าตัดลำน้ำปกติในปี 2550 และกรณีปรับปรุงหน้าตัดลำน้ำแบบผสมผสาน (C1A3B1).....	92
รูปที่ 4-34 เปรียบเทียบระดับน้ำของชุดหน้าตัดลำน้ำปี 2550 กับการปรับปรุงสภาพลำน้ำกรณีปรับปรุงหน้าตัดลำน้ำ (A1-A4).....	94
รูปที่ 4-35 เปรียบเทียบระดับน้ำของชุดหน้าตัดลำน้ำปี 2550 กับการปรับปรุงสภาพลำน้ำกรณีการปรับความลาดชัน (B1-B3).....	95
รูปที่ 4-36 เปรียบเทียบระดับน้ำของชุดหน้าตัดลำน้ำปี 2550 กับการปรับปรุงสภาพลำน้ำกรณีการปรับปรุงแบบผสมผสาน (A3B1-A3B3).....	96
รูปที่ 4-37 เปรียบเทียบระดับน้ำของชุดหน้าตัดลำน้ำปี 2550 กับการปรับปรุงสภาพลำน้ำกรณีการปรับแนวการไหลของลำน้ำ (C1)และการปรับปรุงแบบผสมผสาน (C1A3B1).....	97
รูปที่ 5-1 ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ของปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่สถานี P.20.....	103
รูปที่ 5-2 แนวโน้มของปริมาณน้ำหลากสูงสุดเฉลี่ยของชุดข้อมูลค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 17 ปี ที่สถานี P.20.....	105
รูปที่ 5-3 แนวโน้มปริมาณน้ำหลากที่ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 17 ปี ของสถานี P.20 ที่คาบการเกิดต่างๆ.....	107

## สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 5-4 แนวโน้มปริมาณน้ำหลากที่ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 17 ปี ของสถานี P.1 ที่คาบการเกิด ต่าง ๆ.....	111
รูปที่ 5-5 อัตราส่วนของปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่สถานี P.1 ต่อปริมาณฝนรายวันสูงสุด ต่อเนื่อง 1-3 วัน สถานี 07013 ที่คาบการเกิดเดียวกันและค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 17 ปี...	114
รูปที่ 5-6 อัตราส่วนของปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่สถานี P.1 ต่อปริมาณฝนรายวันสูงสุด ต่อเนื่อง 1-3 วันของปริมาณฝนเฉลี่ยเชิงพื้นที่ ที่คาบการเกิดเดียวกันและค่าเฉลี่ย เคลื่อนที่ 17 ปี.....	115
รูปที่ 5-7 อัตราส่วนของปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่สถานี P.20 ต่อปริมาณฝนรายวันสูงสุด ต่อเนื่อง 1-3 วัน สถานี 07132 ที่คาบการเกิดเดียวกันและค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 17 ปี....	116
รูปที่ 5-8 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ที่ไม่ใช่ป่าไม้และปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่ คาบการเกิดต่างๆของสถานี P.1.....	117
รูปที่ 5-9 ตำแหน่งที่ตั้งสถานีฝนและน้ำท่า ของพื้นที่ลุ่มน้ำปึงตอนบนจนถึงสถานี P.1.....	120
รูปที่ 5-10 ปริมาณฝนช่วงสั้น 1-3 วัน ที่คาบการเกิดต่างๆ ของ สถานี 07013 เปรียบเทียบ ช่วงเวลาก่อนและหลังปี 2528 ( 2457-2527 และ 2528-2551).....	125
รูปที่ 5-11 ปริมาณฝนช่วงสั้น 1-3 วัน ที่คาบการเกิดต่างๆ ของ สถานี 07132 เปรียบเทียบ ช่วงเวลาก่อนและหลังปี 2528 ( 2495-2527 และ 2528-2551).....	126
รูปที่ 5-12 ปริมาณฝนช่วงสั้น 1-3 วัน ที่คาบการเกิดต่างๆ ของฝนเฉลี่ยด้วยวิธี Thiessen Polygon เปรียบเทียบช่วงเวลาก่อนและหลังปี 2528 (2495-2527 และ 2528- 2551).....	127
รูปที่ 5-13 แนวโน้มของน้ำหลากสูงสุดที่สถานี P.20 และแนวโน้มฝนสูงสุดราย 1-3 วันที่ สถานี 07132 ช่วงปี 2522-2551.....	128
รูปที่ 5-14 แนวโน้มของน้ำหลากสูงสุดที่สถานี P.1 และแนวโน้มฝนสูงสุดราย 1-3 วันที่สถานี 07013 ช่วงปี 2528-2551.....	129
รูปที่ 5-15 แนวโน้มของน้ำหลากสูงสุดที่สถานี P.1 และแนวโน้มฝนสูงสุดราย 1-3 วัน เฉลี่ย 5 สถานีด้วยวิธี Thiessen Polygon ช่วงปี 2528-2551.....	130
รูปที่ 5-16 แนวโน้มของน้ำท่ารายปีที่สถานี P.20 ช่วงปี 2522-2551.....	131
รูปที่ 5-17 แนวโน้มของฝนรายปีที่สถานี 07132 ช่วงปี 2495-2551.....	131
รูปที่ 5-18 แนวโน้มของน้ำท่ารายปีที่สถานี P.1 ช่วงปี 2528-2551.....	131

## สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 5-19 แนวโน้มของฝนรายปีที่สถานี 07013 ช่วงปี 2457-2551.....	132
รูปที่ 5-20 แนวโน้มของฝนรายปีเฉลี่ย 5สถานีด้วยวิธี Thiessen Polygon ช่วงปี 2495-2551.....	132



ศูนย์วิทยพัทยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 1

## บทนำ

บทนี้จะกล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการศึกษารวมทั้งองค์ประกอบที่สำคัญในด้านอื่น เช่น วัตถุประสงค์ของการศึกษา ขอบข่ายการศึกษา ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา รวมทั้งประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษาครั้งนี้

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สาเหตุของน้ำท่วมที่สำคัญประการหนึ่งก็คือปริมาณน้ำท่า มีปริมาณมากเกินกว่าที่จะไหลภายในลำน้ำ จนเกิดการไหลล้นตลิ่งเข้าท่วมที่ราบริมฝั่งแม่น้ำหรือบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึง (flood plain) ความสามารถการนำน้ำ (conveyance capacity) ของลำน้ำ นับว่าเป็นองค์ประกอบหลักอย่างหนึ่งต่อความรุนแรงของการเกิดน้ำท่วม จากอดีตจนถึงปัจจุบันแทบจะทุกภูมิภาคของประเทศไทยมักประสบกับปัญหาน้ำท่วมอยู่เสมอ

จังหวัดเชียงใหม่เป็นพื้นที่ซึ่งมีรายงานเกี่ยวกับปัญหาน้ำท่วมอยู่บ่อยครั้ง ดังจะเห็นได้จากเหตุการณ์น้ำท่วมในปี พ.ศ. 2537, 2538, 2544, 2546 โดยเฉพาะในปี 2548 เกิดเหตุการณ์น้ำท่วมถึง 4 ครั้ง ในช่วงเดือน สิงหาคม – ตุลาคม ก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก เรียกได้ว่าเป็นเหตุการณ์ที่รุนแรงที่สุดในรอบ 40 ปี ดังแสดงในรูปที่ 1-1 จากเหตุการณ์ที่ปรากฏดังกล่าวได้มีการตั้งข้อสังเกตถึงความรุนแรงและความถี่ของการเกิดน้ำท่วมในเขตเมืองเชียงใหม่ว่าเป็นผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอุทกวิทยาของพื้นที่หรือไม่ หรือเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงระบบระบายน้ำของพื้นที่เมืองเชียงใหม่ดังกล่าว แม่น้ำปิงที่วางทอดผ่านตัวเมืองเชียงใหม่ตามแนวทิศเหนือ-ใต้ นับได้ว่าเป็นทางระบายน้ำหลักของระบบระบายน้ำของเมืองเชียงใหม่ ความสามารถการนำน้ำ (conveyance capacity) ของลำน้ำปิง จึงมีผลต่อการเกิดสภาวะน้ำท่วมขังในบริเวณพื้นที่เมืองเชียงใหม่อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

ดังเป็นที่ทราบแล้วว่าความสามารถในการนำน้ำหรือขนถ่ายน้ำของลำน้ำนั้นขึ้นกับลักษณะทางกายภาพของลำน้ำ (river morphology) เป็นสำคัญ ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของลำน้ำ ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงรูปร่างในระนาบระดับ (channel configuration or plan form) รูปร่างทางเรขาคณิตในระนาบตั้งหรือรูปตัดหน้าตัดขวาง (channel geometry or cross-sectional shape) ตลอดจนรูปร่างของรูปตัดตามยาวของลำน้ำ (profile characteristics) และรูปแบบของท้องน้ำ (bed form) ย่อมส่งผลกระทบต่อพลศาสตร์การไหลของน้ำในลำน้ำ ดังนั้นการทราบถึงการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของลำน้ำจะทำให้สามารถทราบถึงการเปลี่ยนแปลงความสามารถใน

การนำน้ำซึ่งสัมพันธ์กับความรุนแรงของสภาพน้ำท่วมของพื้นที่ ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่สำคัญต่อการวางแผนและจัดการปัญหาน้ำท่วมในเขตเมืองเชียงใหม่ การศึกษานี้จึงมุ่งประเด็นไปที่การศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการนำน้ำของลำน้ำปิงช่วงผ่านเมืองเชียงใหม่และหาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงสัณฐานวิทยาของลำน้ำกับความสามารถในการนำน้ำของลำน้ำปิง รวมทั้งพิจารณาเบื้องต้นถึงการเปลี่ยนแปลงต่างๆอาจที่ส่งผลต่อสภาพน้ำท่วม/น้ำหลาก เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพอุตุ-อุทกวิทยา และการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดิน

ดังนั้นหากสามารถทราบถึงสาเหตุ รวมทั้งลักษณะการเปลี่ยนแปลงสภาพน้ำท่วมจากที่เคยเกิดขึ้นในอดีต จึงน่าจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาและวางแผนการป้องกันน้ำท่วม รวมไปถึงการบรรเทาอุทกภัยในบริเวณพื้นที่ดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1) ศึกษาถึงความสามารถของการนำน้ำหลากของลำน้ำปิงช่วงผ่านเมืองเชียงใหม่
- 2) ศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงลำน้ำปิงช่วงผ่านเมืองเชียงใหม่ต่อความสามารถในการนำน้ำหลาก
- 3) จำลองสภาพการเปลี่ยนแปลงลำน้ำปิงช่วงผ่านเมืองเชียงใหม่ต่อการนำน้ำหลากที่ปริมาณน้ำหลากต่างๆ
- 4) ศึกษาเบื้องต้นถึงการเปลี่ยนแปลงฝนและน้ำท่าของกลุ่มน้ำปิงตอนบนช่วงเหนือเมืองเชียงใหม่ ตลอดจนการศึกษาเบื้องต้นถึงการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในกลุ่มน้ำปิงตอนบนดังกล่าว

## 1.3 ขอบข่ายการศึกษา

1) การศึกษาความสามารถในการนำน้ำหลากของลำน้ำปิง จะมุ่งเน้นที่ลำน้ำปิงช่วงผ่านเมืองเชียงใหม่ ที่ถือว่ามี การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของลำน้ำ ที่อาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพน้ำท่วมบริเวณจังหวัดเชียงใหม่ และจะพิจารณาเฉพาะการเปลี่ยนแปลงในลำน้ำปิงสายหลักเท่านั้น ไม่พิจารณาการถึงเปลี่ยนแปลงในลำน้ำสาขา โดยขอบเขตของพื้นที่ศึกษานั้นจะครอบคลุมพื้นที่บริเวณตำบลชี้เหล็ก อำเภอแมริมจนถึงตำบลวัดเกต อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ โดยมีระยะทางตามแนวลำน้ำประมาณ 31.8 กิโลเมตร ซึ่งขอบเขตของพื้นที่ศึกษาดังแสดงในรูปที่ 1-2 และ รูปที่ 1-3

2) การศึกษานี้ใช้สถานี P.1 เป็นขอบเขตทางด้านท้ายน้ำ ซึ่งที่สถานีดังกล่าวมีผลจากอิทธิพลของน้ำเอ่อ (backwater effect) เนื่องจากฝ่ายทางด้านท้ายน้ำ (ฝ่ายท่าศาลา, ฝ่ายหนองผึ้งและฝ่ายท่าวังตาล) ดังนั้นผลการศึกษาก็จะครอบคลุมเฉพาะกรณีที่มีฝายเท่านั้น



3) ข้อมูลหลักที่ใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการนำน้ำหลากของลำน้ำปิง ประกอบไปด้วย ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของลำน้ำ เช่น ข้อมูลรูปตัดขวาง (cross section) ข้อมูลรูปตัดตามยาว (longitudinal profile) ที่ได้มีการสำรวจแล้วและสามารถรวบรวมได้จากกรมชลประทาน โดยรายละเอียดของสถานภาพข้อมูลหลักที่ใช้ในการศึกษา ดังสรุปในตารางที่ 1.1

4) ในการศึกษาความสามารถในการนำน้ำหลากที่เปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงลำน้ำ จะทำการศึกษาโดยการจำลองสภาพลำน้ำในกรณีต่างๆ โดยใช้โปรแกรม HEC-RAS ในการจำลองสภาพการเคลื่อนตัวของน้ำหลาก

5) การศึกษาการเปลี่ยนแปลงฝนและน้ำท่า จะเป็นการศึกษาเบื้องต้นเพื่อดูแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลง จากข้อมูลที่มีการบันทึกในลุ่มน้ำปิงตอนบนเหนือเมืองเชียงใหม่ ที่มีผลต่อน้ำหลากช่วงผ่านเมืองเชียงใหม่ โดยข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วยข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลสภาพภูมิประเทศ ข้อมูลน้ำท่า-น้ำฝน ข้อมูลการใช้ที่ดิน ซึ่งรวบรวมจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมชลประทาน กรมพัฒนาที่ดินและกรมทรัพยากรน้ำ

6) การปรับเทียบแบบจำลอง ( calibration ) จะใช้ปีที่มีสำรวจหน้าตัดลำน้ำครอบคลุมช่วงดังกล่าวและมีการบันทึกข้อมูลน้ำท่าคือในปี 2540 เปรียบเทียบกับช่วงปี 2550 และสอบทาน ( verification ) โดยใช้ข้อมูลเหตุการณ์อื่นที่ใกล้เคียงกับข้อมูลหน้าตัด เพื่อศึกษาถึงผลของการเปลี่ยนแปลงลำน้ำปิงช่วงผ่านเมืองเชียงใหม่ต่อความสามารถในการนำน้ำหลากที่ปริมาณน้ำหลากต่างๆ

#### 1.4 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา

1) ศึกษาหลักการ ทฤษฎีในการเคลื่อนตัวของน้ำหลาก รวมทั้งการจำลองสภาพลำน้ำต่อการนำน้ำหลาก ทบทวนการศึกษาที่ผ่านมา ด้านการเปลี่ยนแปลงแนวโน้มน้ำท่า/น้ำฝน การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และการศึกษาที่เกี่ยวข้องในพื้นที่

2) รวบรวมรายงาน เอกสารและข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องจากหน่วยงาน กรมชลประทาน กรมอุตุนิยมวิทยา กรมการขนส่งทางน้ำและพาณิชยนาวี กรมพัฒนาที่ดิน เช่น ข้อมูลน้ำฝน ข้อมูลน้ำท่า ระดับน้ำ กราฟความสัมพันธ์ระดับน้ำกับอัตราการไหล (stage-discharge rating curve) หน้าตัดลำน้ำ แผนที่ภูมิประเทศ แผนที่การใช้ที่ดิน เป็นต้น

3) ตรวจสอบ/วิเคราะห์ข้อมูลทางกายภาพ ความน่าเชื่อถือของข้อมูล ความครบถ้วนของข้อมูล โดยศึกษาสภาพพื้นที่จากแผนที่ต่างๆ และสำรวจภาคสนาม เพื่อเก็บข้อมูลเพิ่มเติม

4) จำลองสภาพลำน้ำโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ HEC-RAS เพื่อพิจารณาผลของการเปลี่ยนแปลงลำน้ำต่อความสามารถในการนำน้ำหลาก รวมทั้งหาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงลำน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงการนำน้ำหลากของลำน้ำ

5) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงฝนน้ำท่า รวมทั้งพิจารณาการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่บริเวณลุ่มน้ำปิงตอนบนช่วงเหนือเมืองเชียงใหม่

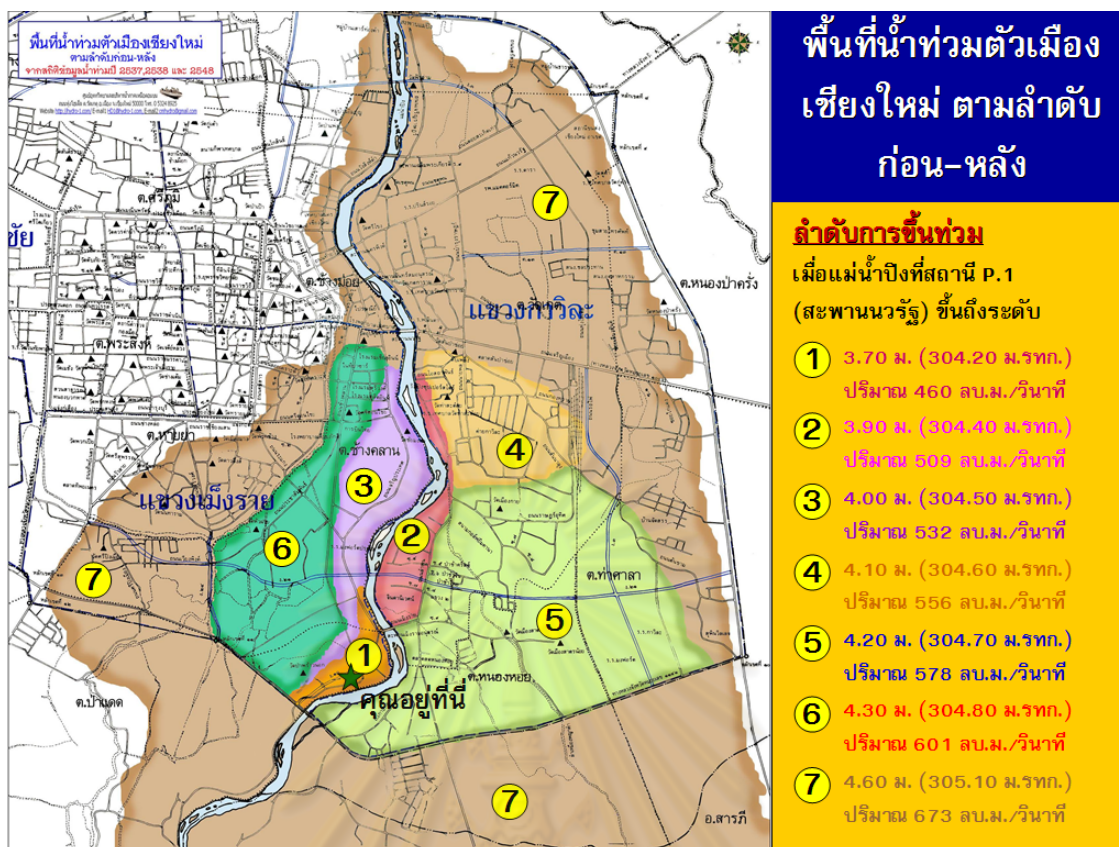
6) สรุปผลการศึกษาและจัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

ส่วนแผนผังลำดับขั้นตอนการศึกษาในดังแสดงในรูปที่ 1-4

### 1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

- 1) เข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงสถานการณ์วิทยาของแม่น้ำปิงช่วงสถานี P.67 ถึงสถานี P.1
- 2) ผลการเปลี่ยนแปลงแม่น้ำปิงต่อสภาพน้ำหลาก/น้ำท่วม ช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่
- 3) แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบต่างๆซึ่งสัมพันธ์กับสภาพน้ำท่วมในพื้นที่เมืองเชียงใหม่ เช่น สภาพอุตุ-อุทกวิทยา รวมทั้งการใช้ที่ดิน
- 4) สาเหตุของโดยรวมของการเปลี่ยนแปลงสภาพน้ำท่วมจากในอดีต รวมทั้งแนวทางในการบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

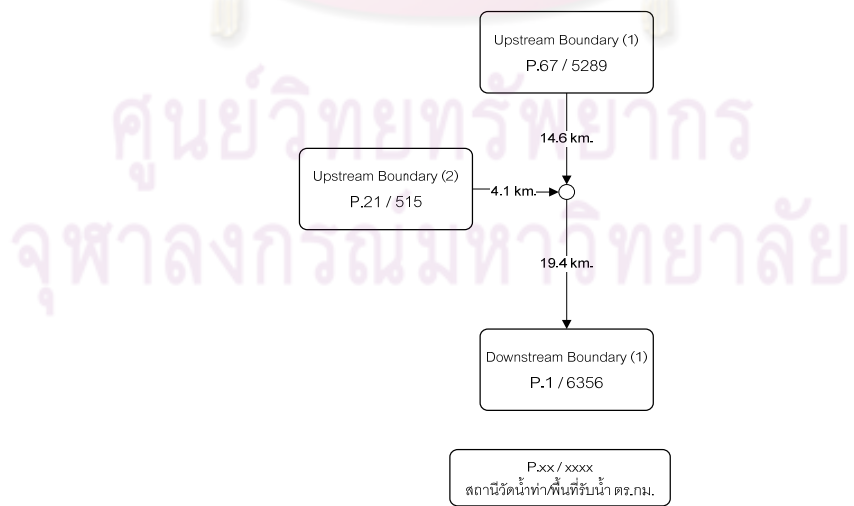
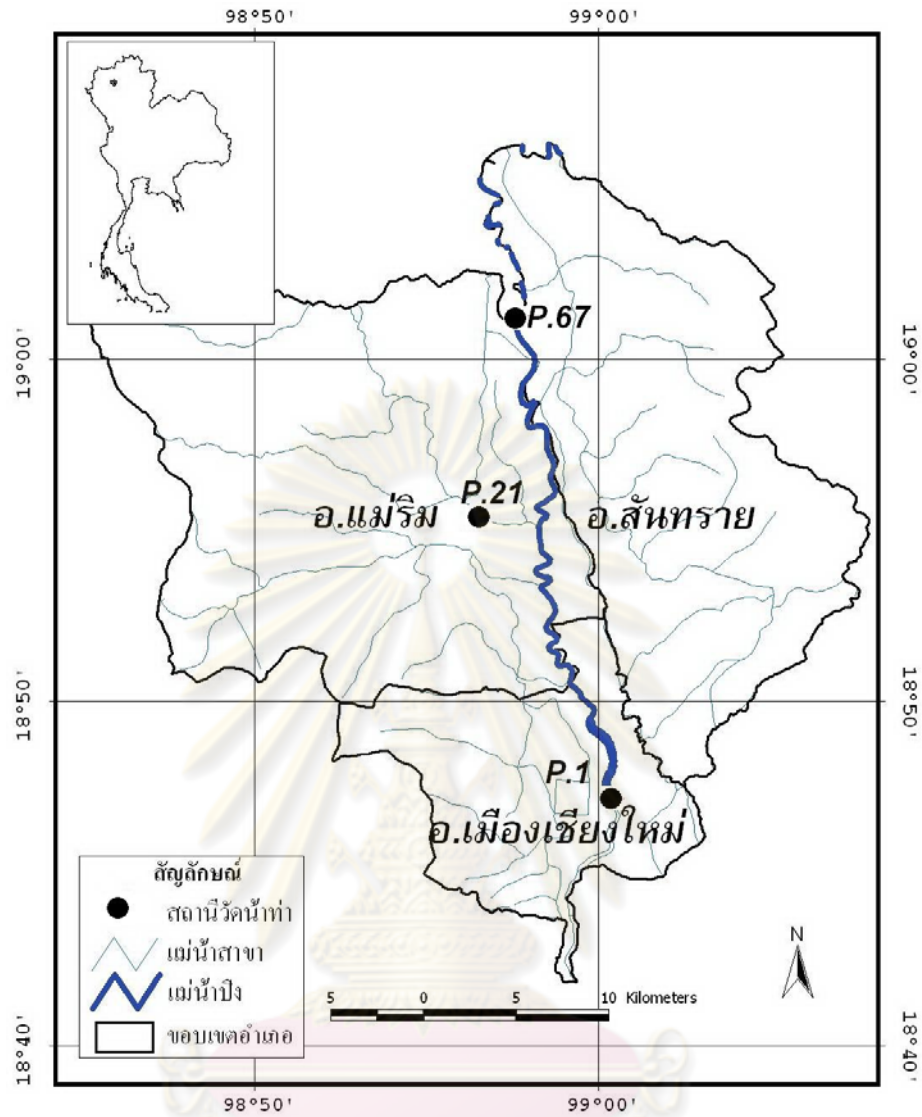


ที่มา : กรมชลประทาน (2550)

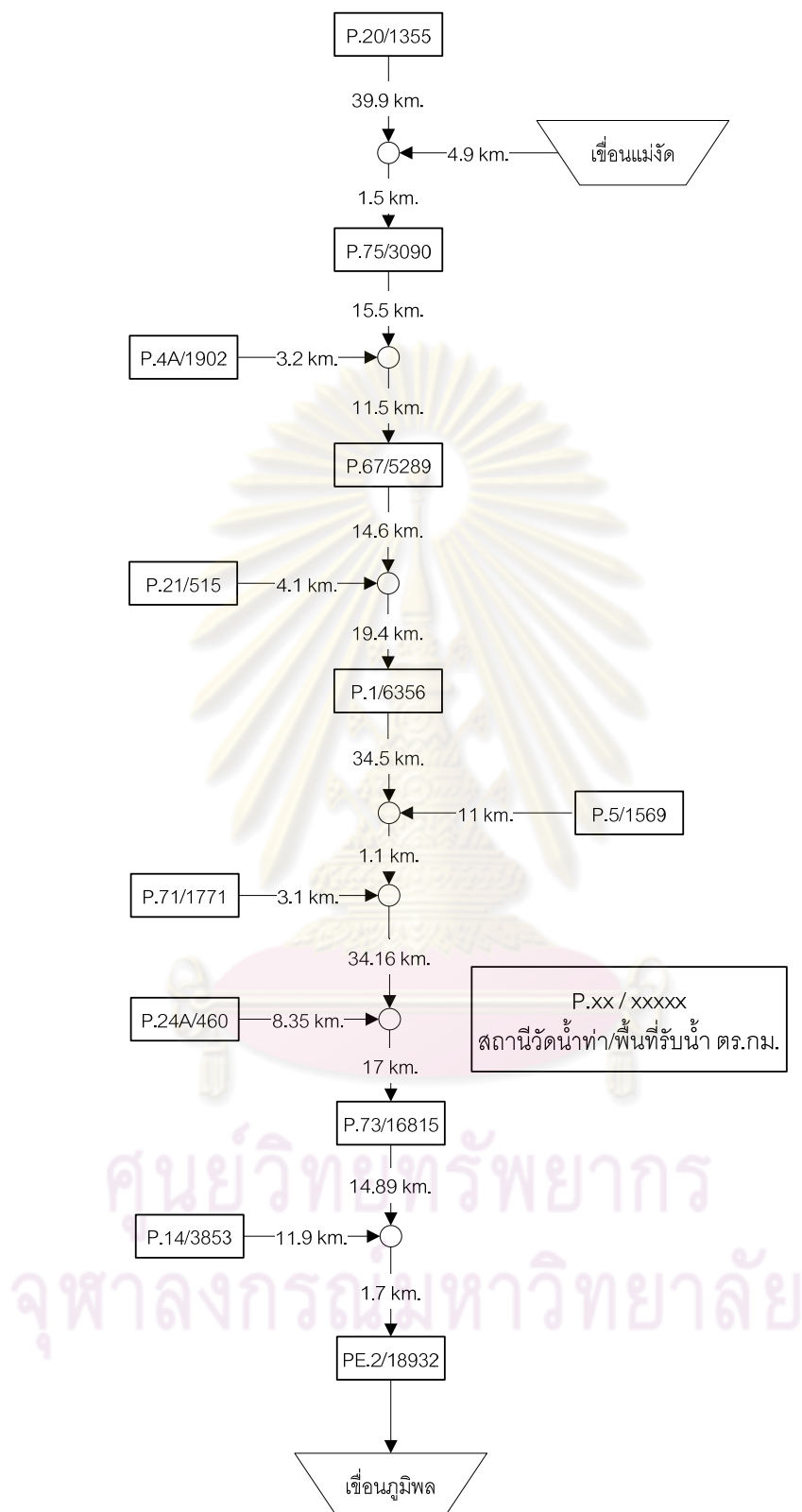
รูปที่ 1-1 ขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมช่วงตัวเมืองเชียงใหม่ซึ่งสัมพันธ์กับระดับน้ำที่สถานี P.1

ตารางที่ 1-1 ข้อมูลสำรวจสภาพสภาพลำนน้ำที่ใช้ในการศึกษานี้

ที่มา / ปีที่สำรวจ	รายละเอียดของข้อมูล
กรมชลประทาน , 2539	- รูปตัดตามขวางและรูปตัดตามยาวของแม่น้ำปิง ตั้งแต่บริเวณ อ.แม่แตง ถึง อ.จอมทอง จ.เชียงใหม่ ช่วงนอกเมือง ทำการสำรวจทุกช่วง 1 กม. บริเวณตัวเมืองเชียงใหม่ สำรวจ ช่วงละ 500 ม.
กรมชลประทาน , 2540	- สำรวจเพิ่มเติมจากหน้าตัดเดิม (ช่วงที่ห่าง 1 กม.) จนมีระยะห่างช่วงละ 500 ม.
กรมชลประทาน , 2549	- รูปตัดขวางและตามยาวของแม่น้ำปิง ตั้งแต่บริเวณ อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่ถึง อ.ป่าซาง จ.ลำพูน ทำการสำรวจทุก ช่วง 200 ม. บริเวณตัวเมืองเชียงใหม่ สำรวจช่วงละ 100 ม.
กรมชลประทาน , 2550	- สำรวจเพิ่มเติมจากหน้าตัดเดิม (ช่วงเมืองเชียงใหม่) จนมีระยะห่างช่วงละ 50 ม.

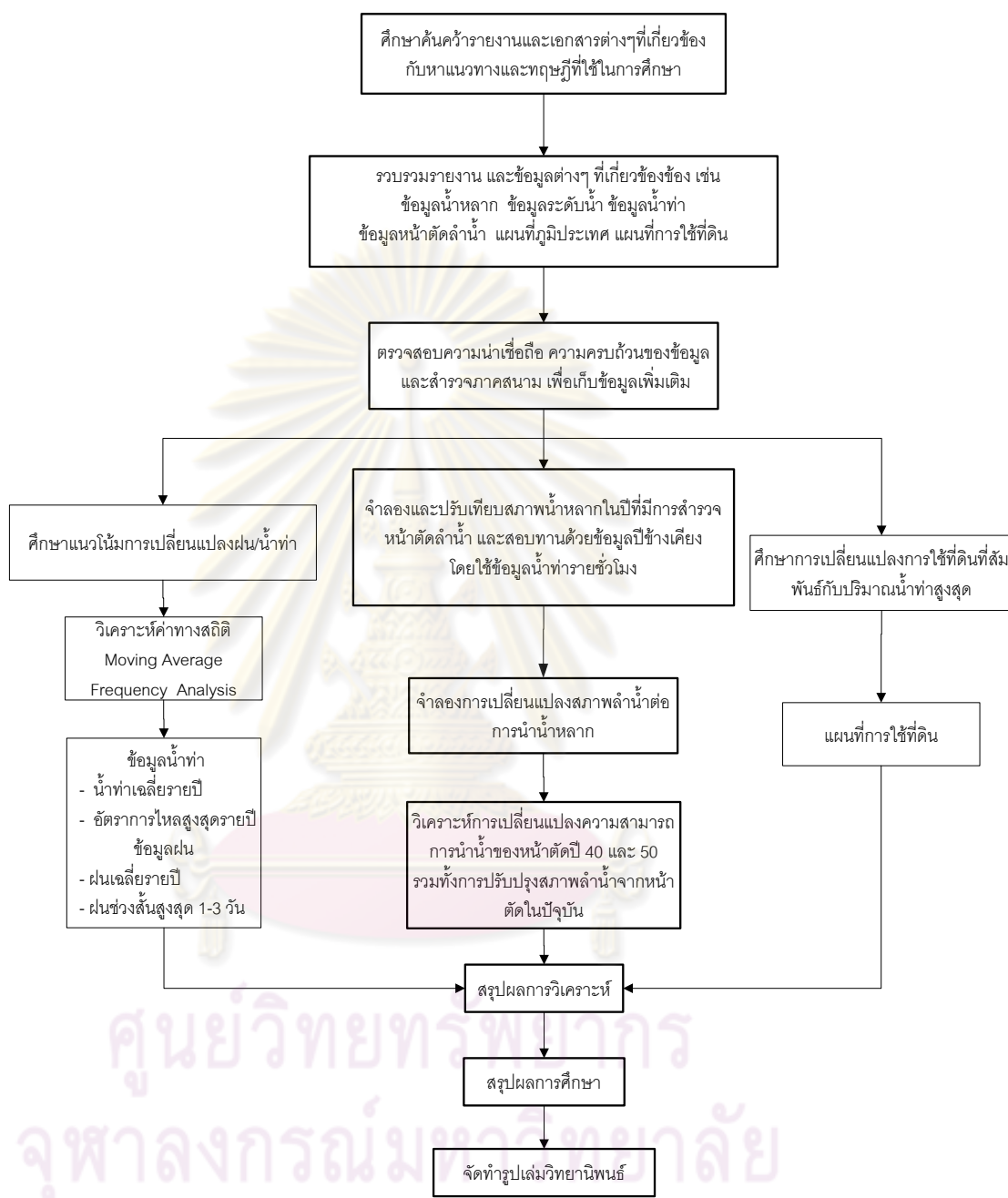


รูปที่ 1-2 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา



รูปที่ 1-3 ผังจำลองการเชื่อมต่อของลำน้ำปิงสายหลักบริเวณลุ่มน้ำปิงตอนบน





รูปที่ 1-4 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษา

## บทที่ 2

### หลักการและการศึกษาที่ผ่านมา

การศึกษาเกี่ยวกับการจำลองสภาพการเปลี่ยนแปลงลำน้ำที่มีผลต่อสภาพน้ำหลาก การเปลี่ยนแปลงแนวโน้มน้ำฝน/น้ำท่า รวมไปถึงการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน จำเป็นต้องเข้าใจถึงหลักการและสมมุติฐานต่างๆ ที่ใช้ โดยมีสาระสำคัญดังนี้

#### 2.1 แบบจำลองการเคลื่อนตัวของน้ำหลาก

แบบจำลองคณิตศาสตร์ HEC-RAS เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ซึ่งพัฒนาโดยหน่วยงาน U.S. Army, Corps of Engineers ซึ่งเผยแพร่ต่อสาธารณชนทั่วไป (freeware) ใช้สำหรับจำลองสภาพการไหลแบบคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงกับเวลา (steady flow) และแบบคงที่เปลี่ยนแปลงกับเวลา (unsteady flow) ในระบบของทางน้ำเปิดและทางน้ำปิดบางชนิด อาศัยหลักการของสมการ Saint Venant และการแก้สมการโดยวิธี implicit finite difference สามารถจำลองสภาพการเคลื่อนตัวของคลื่นน้ำหลากในแม่น้ำ การไหลบนที่ราบน้ำท่วมถึง (flood plain) ผลกระทบของอาคารหรือโครงสร้างในลำน้ำ การเปลี่ยนแปลงของตะกอน (กัดเซาะ/ทับถม) ในลำน้ำ รวมทั้งการศึกษาคุณภาพน้ำ สำหรับรายละเอียดเพิ่มเติมและโปรแกรมสามารถดาวน์โหลดได้ที่ <http://hec.usace.army.mil/>.

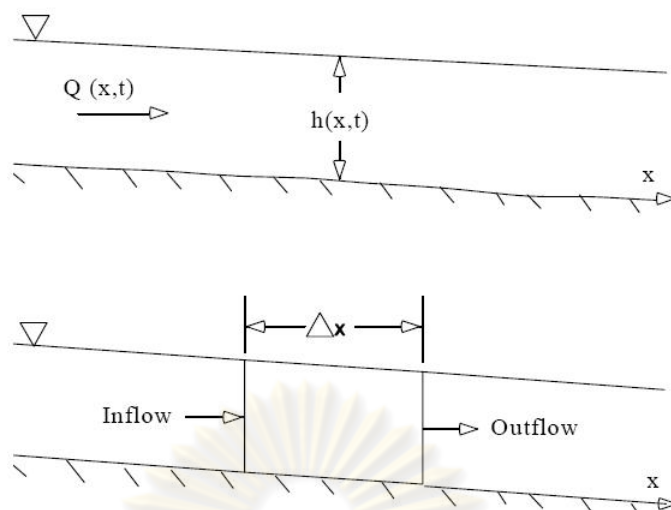
การศึกษานี้จะเน้นเรื่องการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงลำน้ำปึงต่อการนำน้ำหลากของลำน้ำ โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ HEC-RAS รุ่น 4.0 เพื่อจำลองการเคลื่อนตัวของน้ำหลาก สำหรับสมการที่ใช้ในแบบจำลอง มีรายละเอียดดังนี้

1) สมการการไหลในทางน้ำเปิดหรือแม่น้ำธรรมชาติ เป็นสมการที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการไหลในหนึ่งมิติ อธิบายได้ด้วยสมการของ Saint Venant ดังนี้

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q \quad (2.1)$$

โดยที่

- |   |     |   |
|---|-----|---|
| Q | คือ | ปริมาณการไหล (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)              |
| A | คือ | หน้าตัดการไหล (ตารางเมตร)                       |
| q | คือ | ปริมาณการไหลด้านข้าง (ลูกบาศก์เมตร/วินาที/เมตร) |



รูปที่ 2-1 แผนภูมิของปริมาตรควบคุม (Control Volume) ของสมการความต่อเนื่องและสมการ

โมเมนตัม

$x$  คือ ระยะทางตามแนวนราบ (เมตร)

$t$  คือ เวลา (วินาที)

สมการความต่อเนื่อง

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q \quad (2.1)$$

โดยที่

$Q$  = ปริมาณการไหล (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)

$A$  = หน้าตัดการไหล (ตร.ม.)

$q$  = ปริมาณการไหลด้านข้าง (ลูกบาศก์เมตร/วินาที/ม.)

$x$  = ระยะทางตามแนวนราบ (ม.)

$t$  = เวลา (วินาที)

สมการโมเมนตัม

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{\beta Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial H}{\partial x} - gAS_f = 0 \quad (2.2)$$

โดยที่

$H$  = ระดับน้ำเทียบจากระดับอ้างอิง (ม.)

$\beta$  = สัมประสิทธิ์ปรับแก้โมเมนตัม

g คือ ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (เมตร/วินาที<sup>2</sup>)

$S_f$  คือ ความลาดชันพลังงาน โดยมีความสัมพันธ์ดังนี้

$$S_f = \frac{Q|Q|}{K^2} \quad (2.3)$$

K คือ conveyance คือ องค์ประกอบการนำน้ำ และมีความสัมพันธ์ดังนี้

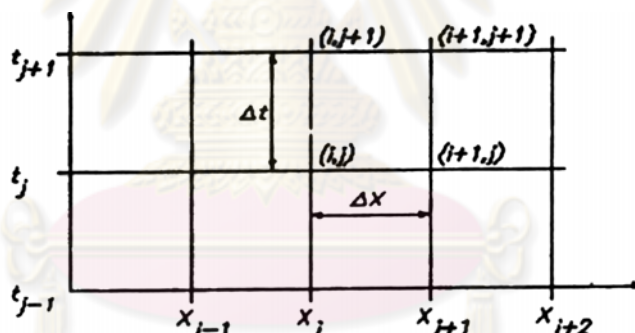
$$K^2 = \frac{A^2 R^{4/3}}{n^2} \quad (2.4)$$

โดยที่

n คือ สัมประสิทธิ์ความขรุขระ (Manning's roughness coefficient)

R คือ รัศมีชลศาสตร์ ( $R = A/P$  โดย  $A =$  พื้นที่  $P =$  ความยาวเส้นขอบเปียก)

2) การแก้สมการโดยวิธี implicit finite difference ซึ่งอ้างอิง 4 จุด บนตารางสี่เหลี่ยมดังแสดงในรูป 2-1 โดยที่  $f$  เป็นฟังก์ชันของความลึก หรือปริมาณการไหลที่จุด  $(i + \frac{1}{2}, j + \theta)$



รูปที่ 2-2 แผนภูมิของการแก้สมการโดย implicit finite difference

ค่าของ  $f$  หรืออนุพันธ์ความต่อเนื่องเทียบกับเวลาหรือระยะทาง อธิบายได้ดังนี้

$$f(x, t) = \frac{1}{2} [\theta(f_{i+1}^{j+1} + f_i^{j+1}) + (1 - \theta)(f_{i+1}^j + f_i^j)] \quad (2.5)$$

$$\frac{\partial f}{\partial x} = \frac{1}{2\Delta x} [\theta(f_{i+1}^{j+1} - f_i^{j+1}) + (1 - \theta)(f_{i+1}^j - f_i^j)] \quad (2.6)$$

$$\frac{\partial f}{\partial t} = \frac{1}{2\Delta t} [(f_{i+1}^{j+1} - f_{i+1}^j) + (f_i^{j+1} - f_i^j)] \quad (2.7)$$

ซึ่ง  $\theta$  เป็นตัวปรับน้ำหนัก จะมีค่าระหว่าง 0.5 และ 1 และ  $f_i^j$  เป็นค่าของ  $f$  ที่ได้มาจากจุด  $(x_i, t_j)$  เมื่อประยุกต์ใช้สมการของ Saint Venant และสมการข้างต้นเข้าด้วยกัน จะสามารถเปลี่ยนรูปเป็นสมการเชิงเส้นดังนี้

$$aQ_i^{j+1} + bH_i^{j+1} + cQ_{i+1}^{j+1} + dH_{i+1}^{j+1} = e \quad (2.8)$$

$a, b, c, d$  และ  $e$  เป็นค่าที่คำนวณได้จากการวนรอบในแต่ละรอบและในแต่ละจุดเชื่อมของทางน้ำเปิด และขึ้นอยู่กับตัวแปรที่คำนวณได้ในการวนรอบครั้งก่อน

## 2.2 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงน้ำฝน/น้ำท่า

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงน้ำฝน/น้ำท่าและการหาการกระจายความถี่ของตัวแปรทางอุทกวิทยา เช่น ความถี่ของน้ำหลากที่รอบปีการเกิดต่างๆ สามารถหาได้จากการคำนวณหาการกระจายความถี่ของตัวแปรทางอุทกวิทยาจากข้อมูลที่วัดได้ในสนาม ซึ่งเป็นขั้นตอนแรกในการพิจารณา โดยทั่วไปแล้วสามารถสรุปรูปแบบของการกระจายได้ดังตารางที่ 2-1 ซึ่งการวิเคราะห์ความถี่มี 2 วิธี คือ การวิเคราะห์ความถี่โดยกราฟ (graphical frequency analysis) และการวิเคราะห์ความถี่เชิงวิเคราะห์ (analytical frequency analysis)

### 1) การวิเคราะห์ความถี่โดยกราฟ (graphical frequency analysis)

วิธีกราฟเป็นวิธีที่สมมุติการกระจายความเป็นไปได้จากข้อมูลที่วัด และทำการจัดเรียงข้อมูลจากค่าน้อยที่สุดไปมากที่สุดหรือจากมากที่สุดไปน้อยที่สุด และกำหนดค่าลำดับที่  $m$  ให้ค่าแรก  $m = 1$  จนถึงค่าสุดท้าย  $m = N$  และลงจุดข้อมูลที่ได้ลำดับตำแหน่งแล้วบนกระดาษความน่าจะเป็น (probability paper) โดยสมการการลงจุดลำดับตำแหน่ง (plotting position) คือ

$$P_m = \frac{m - a}{N + b} \quad (2.9)$$

โดยที่

$P_m$	คือ	ค่าความน่าจะเป็นตามลำดับข้อมูล
$m$	คือ	ลำดับข้อมูล
$N$	คือ	จำนวนข้อมูล
$a, b$	คือ	ค่าคงที่

ค่า  $a$  และ  $b$  เป็นค่าคงที่ซึ่งขึ้นอยู่กับวิธีการลงจุดที่มีการพัฒนามาหลายรูปแบบแล้วแต่จะเลือกใช้โดยมีค่าแสดงค่าใน ตารางที่ 2-2 การลงจุดในกระดาษความน่าจะเป็นแบบใดขึ้นกับการ



สมมติการกระจายความเป็นไปได้ และลากเส้นผ่านจุดเหล่านั้น ถ้าสามารถเลือกกระดาษความน่าจะเป็นที่เหมาะสมได้ เส้นที่ลากผ่านจุดจะเป็นเส้นตรง

## 2) การวิเคราะห์ความถี่เชิงวิเคราะห์ ( analytical frequency analysis )

Chow V.T. (1988) ได้เสนอวิธีหาค่าดัชนีความถี่ในการวิเคราะห์ความถี่ทางอุทกวิทยาในการประเมินค่าเหตุการณ์ใดๆ ซึ่งสามารถหาได้ในรูปของสมการดังนี้

$$X = \bar{x} + \Delta x \quad (2.10)$$

โดยที่  $X$  แทนค่าของเหตุการณ์ใดๆ และ  $\Delta x$  คือค่าที่เบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ย โดยตั้งสมมติฐานว่า  $\Delta x$  มีค่าเท่ากับผลคูณของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard Deviation,  $S$ ) และค่าปัจจัยความถี่ (frequency factor,  $K_T$ ) ดังนั้นสมการความถี่ทั่วไปสำหรับการคำนวณค่าเหตุการณ์ที่รอบปีการเกิดต่างๆ เมื่อแทนค่าเหตุการณ์ของรอบปีนั้นด้วยสัญลักษณ์  $T$  และ  $x_T$  ตามลำดับคือ

$$x_T = \bar{x} + K_T S \quad (2.11)$$

และสมการที่ (2.11) สามารถจัดให้อยู่ในรูปแบบได้ดังนี้

$$x_T = \bar{x} + (1 + C_v K_T) \quad (2.12)$$

เมื่อ  $x_T$  คือ ปริมาณการไหลที่รอบปีการเกิดซ้ำ  $T$  ปี

$S$  คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่างข้อมูล

$\bar{x}$  คือ ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างข้อมูล

$C_v$  คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (coefficient of variation)

$K_T$  คือ ค่าปัจจัยความถี่ (frequency factor)

ค่าปัจจัยความถี่ (frequency factor,  $K_T$ ) ในแต่ละการแจกแจงมีการจัดทำไว้ในรูปของตาราง และสามารถที่จะประเมินจากฟังก์ชันของการแจกแจงความน่าจะเป็นได้ดังนี้ (Kite, 1977)

การแจกแจงแบบ Log-normal 2 parameter

$$K_T = \frac{\exp\left\{\left[\ln(1 + C_v^2)\right]^{1/2} t - \left[\ln(1 + C_v^2)/2\right]\right\} - 1}{C_v} \quad (2.13)$$

เมื่อ  $c_v$  คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน ( $= \frac{S}{x}$ )

ค่า  $t$  จากสมการ (2.13) คือ ค่าปัจจัยความถี่ของการแจกแจงแบบปกติ เท่ากับ standard normal deviate และ chow (1984) ได้แสดงตารางสำหรับหาค่า  $t$  จากค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ ( $C_s$ ) หรือจากค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนไว้ด้วย แต่ค่า  $K_T$  ที่ประเมินการแจกแจงแบบนี้ ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้,  $C_s=0$

การแจกแจงแบบ Pearson Type III

$$K_T \approx t + (t^2 - 1)t + t \frac{C_s}{6} + \frac{1}{3}(t^3 - 6t) \left(\frac{C_s^2}{6}\right) - (t^2 - 1) \left(\frac{C_s^3}{6}\right) + t \left(\frac{C_s^4}{6}\right) + \frac{1}{3} \left(\frac{C_s^5}{6}\right) \quad (2.14)$$

เมื่อ  $C_s$  คือ สัมประสิทธิ์ความเบ้ของตัวอย่างข้อมูล

$t$  คือ ค่า standard normal deviate

การแจกแจงแบบ Log Pearson Type III

ค่า  $K_T$  ของการแจกแจงนี้ ประเมินจากสมการเดียวกันกับการแจกแจงแบบ Pearson Type III สมการ (2.14) เพียงแต่ค่า  $C_s$  ประเมินจากข้อมูลที่จัดในรูป logarithm

การแจกแจงแบบ Gumbel

$$K_T = \frac{Y_T - \bar{Y}_n}{S_n} \quad (2.15)$$

โดยที่  $Y_T = -\ln[-\ln\{(T-1)/T\}]$  (2.16)

$$\bar{Y}_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_m \quad (2.17)$$

$$S_n = \left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_m - \bar{Y}_n)^2 \right]^{1/2} \quad (2.18)$$

เมื่อ  $n$  = จำนวนข้อมูล

$m$  = ลำดับข้อมูลซึ่งได้จากการจัดเรียง

$T =$  รอบปีการเกิดซ้ำ ในการศึกษานี้ประเมินจากสมการของ Weibull (1939) ซึ่งเท่ากับ  $(n+1)/m$

$$Y_n = \text{ค่าเฉลี่ยของอนุกรมข้อมูล } \times$$

ซึ่งจากสมการ (2.15) นี้ ถ้าค่า  $n \rightarrow \infty$  และแทนค่า  $\alpha, \beta$  จะได้ค่า  $K_T$  ดังนี้

$$K_T = -\{0.45 + 0.7797 \ln(-\ln[1 - 1/T])\} \quad (2.19)$$

3) การทดสอบความเหมาะสมโดยวิธีผลต่างกำลังสองน้อยที่สุด (sum of square of differences between calculated an observed events)

การทดสอบนี้เป็นทางเลือกหนึ่งของการทดสอบความเหมาะสม นอกเหนือจากการทดสอบแบบ Chi-square และ Kolmogorov-Smirnov โดยอาศัยหลักการของผลรวมของผลต่างกำลังสองระหว่างเหตุการณ์ที่ได้จากฟังก์ชันแจกแจงกับค่าที่ได้จากการสังเกตทุกค่าที่มีความน่าจะเป็นเท่ากัน โดยอาศัยหลักการกำลังสองน้อยที่สุด (least square) ซึ่งหาได้จากสมการดังนี้

$$SE = \left[ \sum_{i=1}^n \frac{(X_i - Y_i)^2}{n - p} \right]^{1/2} \quad (2.20)$$

เมื่อ SE คือ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error)  $X_i$  คือ ข้อมูลปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่จุดบันทึกไว้และมีการจัดเรียงข้อมูลในลำดับ  $i$ ,  $Y_i$  คือ ปริมาณน้ำหลากที่ประเมินจากฟังก์ชันการแจกแจงและสอดคล้องกับลำดับ  $i, p$  คือ จำนวนพารามิเตอร์ของฟังก์ชันการแจกแจงที่ทดสอบ และ  $n$  คือ จำนวนข้อมูล การทดสอบวิธีนี้มีข้อจำกัด คือ ผลที่ได้จากการคำนวณขึ้นอยู่กับวิธีของ plotting position ที่เลือกใช้ในการประมาณค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ต่างๆ ค่าของชุดข้อมูลที่บันทึกไว้ และการทดสอบวิธีนี้จะใช้เฉพาะการเปรียบเทียบความเหมาะสม ในแต่ละการแจกแจงเท่านั้น เกณฑ์ที่ใช้ในการทดสอบ คือ ฟังก์ชันการแจกแจงใดที่สามารถปรับเข้ากับข้อมูลได้ดีที่สุด จะมีค่าความแตกต่าง (SE) น้อยที่สุด

ตารางที่ 2-1 รูปแบบทั่วไปของการกระจายที่ใช้ในอุทกวิทยา

Distribution	Probability Density Function	Range	Mean	Variance
Binomial	$P(x) = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x}$	$0 \leq x \leq n$	$np$	$np(1-p)$
Geometric	$P(x) = pq^{x-1}, q = 1-p$	$1 \leq x \leq \dots$	$1/p$	$q/p^2$
Poisson	$P(x) = \frac{\lambda^x \exp(-\lambda)}{x!}$	$0 \leq x \dots$	$\lambda$	$\lambda$
Exponential	$f(x) = \lambda \exp(-\lambda x)$	$0 \leq x \leq \infty$	$1/\lambda$	$1/\lambda^2$
Gamma	$f(x) = \frac{\lambda^n x^{n-1}}{(n-1)!} \exp(-\lambda x)$	$0 \leq x \leq \infty$	$n/\lambda$	$n/\lambda^2$
Normal	$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right]$	$-\infty \leq x \leq \infty$	$\mu$	$\sigma^2$
Log - Normal	$f(x) = \frac{1}{\sigma_x\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{\left(\frac{\ln x - \mu_y}{y}\right)^2}{2\sigma_y^2}\right]$	$0 \leq x \leq \infty$	$\mu_y$	$\sigma_y^2$
Gumbel	$f(x) = \alpha \exp\{-\alpha(x-\beta) - \exp[-\alpha(x-\beta)]\}$	$-\infty \leq x \leq \infty$	$\mu + \gamma/\alpha$ $\gamma = 0.5772$	$n^2/6\alpha^2$
Pearson Type III	$f(x) = \frac{1}{a\Gamma(b)} \left(\frac{x-c}{a}\right)^{b-1} \exp\left(-\frac{x-c}{a}\right)$	$-\infty \leq x \leq \infty$	$a b + c$	$a^2 b$
Log Pearson Type III ( $y = \ln x$ )	$f(x) = \frac{1}{ax\Gamma(b)} \left(\frac{\ln x - c}{a}\right)^{b-1} \exp\left(-\frac{\ln x - c}{a}\right)$	$0 \leq x \leq \infty$	$\mu_y = c + ab$	$\sigma_y^2 = a^2 b$

ที่มา : V.P. Singh , (1992)

ตารางที่ 2-2 การพิจารณาความน่าจะเป็น (probability) ของค่าข้อมูลโดยวิธีลำดับตำแหน่ง (plotting position)

วิธี	สมการ $P_m(X > X_m)$	$P_m = \frac{m - a}{N + b}$	
		a	b
Hazen(1914)	$m-0.5/n$	0.5	0.0
California(1923)	$m/n$	1.0	0.0
Weibull(1939)	$m/(N+1)$	0.0	1.0
Beard(1943)	$(m-0.31)/(N+0.38)$	0.31	0.38
Chegodayev(1955)	$(m-0.3)/(N+0.4)$	0.3	0.4
Blom(1958)	$(m-0.375)/(N+0.25)$	0.375	0.25
Gringorten(1963)	$(m-0.44)/(N+0.12)$	0.44	0.12
Cunnane(1978)	$(m-0.4)/(N+0.2)$	0.4	0.2
Adamowski(1981)	$(m-0.25)/(N+0.5)$	0.25	0.5

ที่มา : V.P. Singh , (1992)

## 2.3 การศึกษาที่ผ่านมา

สำหรับในส่วนของการศึกษาที่ผ่านมาจะแยกเป็นสองส่วนตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง คือ ส่วนของการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการจำลองสภาพน้ำหลากรวมทั้งการเปลี่ยนแปลงสภาพลำน้ำ ซึ่งอีกส่วนคือ การศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพอุตุ/อุทกวิทยาที่มีผลต่อน้ำหลาก การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน รวมไปถึงการศึกษาที่เกี่ยวข้องในพื้นที่

### 2.3.1 การจำลองสภาพน้ำหลาก

Monadjemi (1994) เสนอรูปแบบสมการทั่วไปของหน้าตัดการไหลที่ดีที่สุดเชิงชลศาสตร์ (best hydraulics section) และการพิสูจน์สมการด้วยวิธีลากรองจ์ (Lagrange's) สำหรับกรณีสองตัวแปร (หน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมและสามเหลี่ยม) และสามตัวแปร (หน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมคางหมูและรูปสามเหลี่ยมปลายด้านล่างมน) โดยวิธีนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้กับการหาสมการของหน้าตัดการไหลที่ดีที่สุดเชิงชลศาสตร์ รูปแบบอื่นๆ ได้

อินทิวรา เศวตประวีชกุล (2538) ศึกษาสาเหตุการเกิดน้ำท่วม/อุทกภัย และวิเคราะห์สภาพน้ำหลากเชิงอุทกวิทยาของกลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนล่าง โดยแบบจำลอง HEC-1 รุ่น 4.0 ซึ่งดัดแปลง



บางส่วนเพื่อให้ค่าสัมประสิทธิ์ Manning 'n แปรผันตามอัตราการไหล จากการศึกษาพบว่า สภาพน้ำหลากที่เกิดในลุ่มน้ำตอนล่าง ส่วนใหญ่เป็นผลมาจากปริมาณน้ำจากห้วยแม่ประจันต์ สำหรับการจำลองสภาพอนาคตที่มีอ่างเก็บน้ำห้วยแม่ประจันต์ และอ่างเก็บน้ำห้วยผาก พบว่ากรณีที่สภาพเงื่อนไขเริ่มต้นของอ่างเก็บน้ำห้วยแม่ประจันต์มีระดับเก็บกักต่ำสุด เวลาในการเคลื่อนตัวของน้ำหลากมาถึงตัวเมืองช้ากว่าเดิม 24 ชั่วโมง และอัตราการไหลลดลง 40% เมื่อเทียบกับสภาพปัจจุบัน

กรมชลประทาน (2540) ศึกษาโครงการบรรเทาอุทกภัยและการขาดแคลนน้ำบริเวณลุ่มน้ำปิงตอนบน โดยใช้แบบจำลอง MIKE-11 เพื่อบรรเทาปัญหาอุทกภัยบริเวณตัวเมืองเชียงใหม่และลำพูน รวมทั้งแก้ไขปัญหาคารขาดแคลนน้ำบริเวณลุ่มน้ำแม่กว้งตอนล่าง ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบทางเลือกซึ่งมีศักยภาพในการพัฒนาดังแสดงในรูปที่ 2-2 ซึ่งประกอบด้วย

- ทางเลือกที่ 1 การผันน้ำจากเขื่อนแม่งัดไปยังเขื่อนแม่กวง
- ทางเลือกที่ 2 การผันน้ำจากแม่น้ำปิงไปยังน้ำแม่กวง
- ทางเลือกที่ 3 การผันน้ำจากน้ำแม่แตงมาแม่น้ำปิงที่หน้าฝายแม่แฝก
- ทางเลือกที่ 4 การปรับปรุงสภาพลำน้ำแม่ปิง
- ทางเลือกที่ 5 การสร้างเขื่อนกักเก็บน้ำในลำน้ำแม่แตง

จากผลการศึกษาพบว่า ฝาย 3 ตัวที่ตั้งอยู่ที่ท้ายสถานี P.1 ทั้งฝายท่าศาลา ฝายหนองผึ้ง และฝายท่าวังตาล ส่งผลให้ระดับน้ำสูงขึ้นประมาณ 0.38 เมตร และทำให้เกิดน้ำเอ่อไปทางด้านเหนือประมาณ 7 กิโลเมตร รวมทั้งยังเสนอแนวทางในการแก้ไข/บรรเทาปัญหาอย่างเหมาะสมทั้งปัญหาอุทกภัยและการขาดแคลนน้ำ ควรดำเนินการร่วมกัน 3 ทางเลือก โดยเรียงลำดับความสำคัญดังนี้

- ลำดับที่ 1 ทางเลือกที่ 4 การปรับปรุงสภาพลำน้ำแม่ปิง
- ลำดับที่ 2 ทางเลือกที่ 1 การผันน้ำจากเขื่อนแม่งัดไปยังเขื่อนแม่กวง
- ลำดับที่ 3 ทางเลือกที่ 2 การผันน้ำจากแม่น้ำปิงไปยังน้ำแม่กวง

ส่วนทางเลือกที่ 3 และ 5 ได้พิจารณาตัดออกไปเนื่องจากใช้ค่าการลงทุนสูง ควรมีการศึกษาอย่างละเอียดเฉพาะโครงการ รวมทั้งควรมีการศึกษาถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

Stover และ Montgomery (2001) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของลำน้ำและสภาพน้ำหลากของแม่น้ำ Skokomish ในช่วงปี ค.ศ. 1930-1997 โดยใช้ข้อมูลหน้าตัดและข้อมูลน้ำท่าซึ่งรวบรวมโดย USGS มาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางสถิติ จากผลการศึกษาพบว่า สภาพน้ำท่วมบริเวณ Skokomish เพิ่มขึ้นจากในอดีตเนื่องจากการลดลงของความสามารถนําน้ำของลำน้ำ โดยที่ไม่มีการเพิ่มขึ้นของอัตราการไหลสูงสุด

รัฐพันธุ์ ธีระมนัส (2547) ศึกษาประสิทธิภาพการบรรเทาอุทกภัยของอ่างเก็บน้ำแก่งเสือเต้นและผลที่เกิดจากการปรับขนาดความจุของอ่างเก็บน้ำ โดยจำลองสภาพน้ำหลากลำน้ำยมด้วยแบบจำลอง HEC-RAS ตั้งแต่ท้ายอ่างเก็บน้ำแก่งเสือเต้นจนถึง อ.โพทะเล จ.พิจิตร โดยสมมุติกรณีไม่มีอ่างเก็บน้ำและกรณีมีอ่างเก็บน้ำความจุ 400, 800, 1,200, 1,600 ล้าน ลูกบาศก์เมตร รวมทั้งกรณีอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่มาก (ไม่มีการระบายน้ำออกจากอ่างเลย) พบว่าอ่างเก็บน้ำแก่งเสือเต้นสามารถบรรเทาอุทกภัยได้ เมื่ออ่างเก็บน้ำมีขนาด 1,200 ล้าน ลูกบาศก์เมตร ซึ่งใกล้เคียงกับที่มีการศึกษาวางแผนไว้

Knebl และคณะ (2005) เสนอแนวทางการพัฒนาเทคนิคการสร้างแบบจำลองน้ำหลากเชิงภูมิภาค บริเวณพื้นที่ San Antonio โดยใช้ข้อมูล NEXTRAD rainfall ,GIS และแบบจำลอง HEC-HMS/RAS สำหรับเป็นต้นแบบเพื่อประยุกต์ใช้ในพื้นที่อื่นๆ

Tingsanchali และ Karim (2005) ทำการศึกษาถึงความเสียหายและประเมินความเสี่ยงที่เกิดจากน้ำท่วม แถบตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศบังกลาเทศ โดยใช้แบบจำลอง MIKE-11 จำลองสภาพน้ำท่วมในรอบความถี่ 100 ปี และใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมของสภาพน้ำท่วมในปี 1988 เพื่อหาช่วงเวลาของการเกิดน้ำท่วม จากผลการศึกษาพบว่าโดยพื้นที่ร้อยละ 54 อยู่ในส่วนของความเสียหายปานกลาง พื้นที่ร้อยละ 26 เสียหายมาก และพื้นที่ร้อยละ 20 เสียหายน้อย

Pappenberger และคณะ (2005) ทำการศึกษาถึงความไม่แน่นอน (uncertainty) ของค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (manning roughness coefficient) และค่าถ่วงน้ำหนัก ( weighting parameter ; $\theta$ ) ของแบบจำลอง HEC-RAS โดยใช้วิธีการประมาณค่าความความไม่แน่นอนสูงสุด (generalized likelihood uncertainty estimation ; GLUE ) และทำการปรับค่าค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระช่วงระหว่าง 0.001-0.9 และค่าถ่วงน้ำหนักช่วง 0.6-1 เทียบกับข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมและระดับน้ำที่สถานี พบว่าค่าค่าถ่วงน้ำหนัก ไม่มีผลกระทบกับผลลัพธ์จากการคำนวณของ HEC-RAS แต่มีผลกับเสถียรภาพ (stable) ของการคำนวณ อีกทั้งแนะนำให้ใช้ค่าถ่วงน้ำหนักเท่ากับ 1 และยังพบข้อสังเกตว่าผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณใกล้เคียงกัน ( problem of equifinality ) จากค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระหลายชุด

Tingsanchali และ Nguyen (2006) ทำการศึกษาและพัฒนาการจำลองสภาวะน้ำท่วม บริเวณลุ่มน้ำ Vu Gia และ Thu Bon ประเทศเวียดนามตอนกลาง โดยใช้แบบจำลอง HEC-HMS เพื่อใช้จำลองข้อมูลน้ำท่าบริเวณที่ไม่มีสถานีวัดน้ำ และใช้แบบจำลอง HEC-RAS เพื่อจำลองสภาวะการเกิดน้ำท่วมในปี 2004 โดยใช้ข้อมูลปี 1998 และ 1999 ในการปรับเทียบแบบจำลอง จากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้ไปจัดทำแผนที่น้ำท่วม โดยใช้ร่วมกันกับแบบจำลอง HEC-GEORAS

Hsu และคณะ (2006) พัฒนาแบบจำลองการเคลื่อนตัวของน้ำหลากโดยมีการปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระแบบทันที (real time) เมื่อเทียบกับข้อมูลระดับน้ำที่สถานี โดยใช้หลักการของ เกาส์-นิวตัน (Gauss-Newton) ในการปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ เพื่อใช้ในการคาดการณ์ (forecast) ค่าระดับน้ำล่วงหน้า บริเวณแม่น้ำ Tanshui ประเทศไต้หวันตอนเหนือ จากการศึกษาพบว่าการคาดการณ์ค่าระดับน้ำล่วงหน้าโดยมีการปรับปรุงค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ ให้ผลลัพธ์ดีขึ้นเมื่อเทียบกับกรณีค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระคงที่

กรมชลประทาน (2550) สำรวจและจัดทำรูปตัดลำน้ำของแม่น้ำปิง เพื่อการเตือนภัยน้ำท่วมเมืองเชียงใหม่ รวมทั้งมีการเสนอกรอบแนวคิดการแก้ไขปัญหาพื้นที่น้ำท่วมในแนวทางต่างๆ ดังนี้ ลดปริมาณน้ำที่ไหลเข้าสู่พื้นที่น้ำท่วม ระบายน้ำออกจากพื้นที่น้ำท่วมให้เร็วขึ้นและมากขึ้น การเปลี่ยนทิศทางการไหลให้ไปทางอื่นที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหาย สร้างคันกันน้ำเพื่อป้องกันพื้นที่ที่มีความสำคัญ แนวทางในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยอาศัยความร่วมมือกันระหว่างหน่วยงานของรัฐ เช่น กรมชลประทาน , กรมการขนส่งทางน้ำและพาณิชยนาวี , ศูนย์ป้องกันภัย เขต 10 จังหวัดเชียงใหม่ , กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช

กรมชลประทาน 2550 ศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหาพื้นที่น้ำท่วมในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้แบบจำลอง MIKE-11 จากการศึกษาได้เสนอแนวทางในการปรับปรุงสภาพลำน้ำร่วมกัน 3 รูปแบบคือ รื้อฝาย 3 แห่งในลำน้ำปิง (ฝายท่าศาลา, ฝายหนองผึ้งและฝายท่าวังตาล) ขุดขยายปากทางน้ำกว้าง 90 เมตร และปรับความลาดชันท้องน้ำเป็น 1:2,800 ซึ่งจะทำให้ระดับน้ำลดลง 0.4 ถึง 2.9 เมตร (กรณีรื้อฝาย 3 แห่ง ทำให้ระดับน้ำที่สถานี P.1 ลดลงประมาณ 0.6 เมตร) รวมทั้งได้เสนอให้มีการก่อสร้างประตูระบายน้ำบริเวณท้ายฝายท่าวังตาล ทดแทนฝายที่รื้อออกเพื่อยกระดับน้ำในช่วงหน้าแล้งให้อยู่เหนือระดับน้ำปกติ (+301.6 เมตร รทก.) และสามารถส่งน้ำเข้าสู่ลำเหมืองทั้งสามแห่งได้เช่นเดิม

Fan และคณะ (2008) ศึกษาถึงอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงลำน้ำของแม่น้ำ Jingjiang ต่อสภาพน้ำหลาก โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และใช้เทคนิคการคำนวณด้วยวิธี finite volume แบบ 2 มิติ โดยทำการจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพลำน้ำ 4 กรณี คือการลดปริมาตรลงของคลองผันน้ำ การทับถมของตะกอนในทะเลสาบ การเปลี่ยนแปลง rating curve และการเปลี่ยนแนวการไหลของลำน้ำ จากการศึกษาพบว่าการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำในแม่น้ำ Jingjiang สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงสภาพลำน้ำทั้ง 4 กรณี

ประดิษฐ์ เจียรกุลประเสริฐ (2551) ศึกษาการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำช่วงน้ำหลากเนื่องจากผลของสะพานและฝายในแม่น้ำปิง โดยใช้แบบจำลอง HEC-RAS จากการศึกษาพบว่าปัจจัยที่ทำให้ระดับน้ำในแม่น้ำปิงสูง ประกอบด้วย การรुकูล้ำน้ำ จำนวนตอม่อสะพาน ระดับท้องสะพาน และค่าระดับสันฝายทั้งสามแห่ง ซึ่งสะพานที่ส่งผลต่อระดับน้ำช่วงน้ำหลากคือ สะพานรัตนโกสินทร์ สะพานเม็งราย และสะพานป่าแดด และฝายที่ส่งผลต่อระดับน้ำช่วงน้ำหลากคือฝายท่าวังตาล จากผลการศึกษาในกรณีหรือฝาย 3 แห่ง โดยไม่มีการปรับปรุงสภาพลำน้ำ จะทำให้ระดับน้ำลดลงโดยเฉลี่ยประมาณ 0.54 เมตร รวมทั้งได้เสนอแนวทางการแก้ปัญหาน้ำท่วมโดยการขยายความกว้างของลำน้ำปิง การรื้อหรือการปรับปรุง สะพานรัตนโกสินทร์ สะพานเม็งราย และสะพานป่าแดด การรื้อหรือปรับปรุงฝายทั้งสามแห่ง โดยการสร้างประตูน้ำหรือฝายยางขึ้นทดแทน

### 2.3.2 การเปลี่ยนแปลงสภาพอุตุ/อุทกวิทยาที่มีผลต่อน้ำหลาก

สุदारัตน์ คำปลิว (2542) ศึกษาขนาดและความถี่ของน้ำหลากในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยใช้ฟังก์ชันการแจกแจงความถี่ 4 แบบคือ Log-Normal 2 Parameter , Pearson Type III , Log-Pearson Type III และ Gumbel ใช้วิธีการทดสอบแบบ Chi-Square , Kolmogorov-Sminov และ Least Square จากการศึกษาพบว่า เมื่อทดสอบแบบ Kolmogorov-Sminov ผลการแจกแจงแบบ Log-Pearson Type III ปรับเข้ากับข้อมูลน้ำหลากสูงสุดรายปีได้ดีที่สุด และความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำหลากในรอบปีการเกิด 2-100 ปี กับคุณลักษณะทางกายภาพของกลุ่มน้ำ คือพื้นที่ป่าไม้ที่เหลือและสภาพอุตุนิยมิวิทยาพบว่า ในพื้นที่ทั้งสองภูมิภาคมีลำดับของตัวแปรที่มีนัยสำคัญคล้ายกันคือ ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ ความยาวลำน้ำ ความลาดชันเฉลี่ยของลำน้ำ ปริมาณฝนสูงสุดรายวันที่สอดคล้องกับความถี่น้ำหลากและพื้นที่ป่าไม้ที่ปกคลุมในพื้นที่ลุ่มน้ำ

ศรีเลิศ ชาติพันธ์รัตน์ (2545) ศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดินต่อน้ำหลากในพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรี โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากพื้นที่ป่าไม้ไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม เพื่อวิเคราะห์หาค่าพื้นฐานทางสถิติ และวิเคราะห์ปริมาณน้ำหลากที่คาบการเกิดต่างๆ ของแต่ละชุดข้อมูล โดยใช้ฟังก์ชันการแจกแจงความถี่แบบ Log Pearson Type III แล้วหาความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของน้ำหลากและเปอร์เซ็นต์การลดลงของพื้นที่ป่าไม้พบว่า ขนาดของพื้นที่น้ำหลากสูงสุดในรอบปีสูงขึ้นในขณะที่พื้นที่ป่าไม้ลดลง โดยการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินมีผลกระทบต่อปริมาณน้ำหลากที่คาบการเกิดต่างๆ มากกว่าปริมาณน้ำหลากที่คาบการเกิดสูงๆ และปริมาณการไหลสูงสุดสูงขึ้นประมาณร้อยละ 10 ในทุกช่วงเวลา นอกจากนี้พบว่าปริมาณน้ำท่ารายปีเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 29 ซึ่งในการศึกษานี้ได้มุ่งถึงการ

เปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของกลุ่มน้ำเป็นหลัก และมีสมมติฐานว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพ  
อุทุนิยมวิทยาคือฝนที่เป็นตัวหลักไม่มีการเปลี่ยนแปลง

ศราวุฒิ โสภณพัฒนานกุล (2551) ประยุกต์ใช้แบบจำลองทางอุทกวิทยา SWAT เพื่อศึกษา  
ถึงอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงสภาพอุตุ-อุทกวิทยาและสภาพการใช้ที่ดินที่มีต่อการเกิดปริมาณ  
น้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน โดยใช้ข้อมูลอุตุ-อุทกวิทยา และการใช้ที่ดินในปี 2533, 2544 และ  
2549 จากการศึกษาพบว่ารูปแบบการใช้ที่ดินมีผลกระทบต่อปริมาณน้ำท่ารายปี แต่ไม่มี  
ผลกระทบที่ชัดเจนต่อปริมาณน้ำท่ารายเดือน เนื่องจากข้อมูลการใช้ที่ดินทั้ง 3 รูปแบบมีความ  
แตกต่างกันทางด้าการใช้ที่ดินแต่ละประเภทย่อยมาก จึงยังไม่อาจสรุปผลกระทบของการใช้ที่ดิน  
ที่ดินแต่ละประเภทที่มีต่อกระบวนการเกิดน้ำท่าได้ชัดเจน



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## บทที่ 3

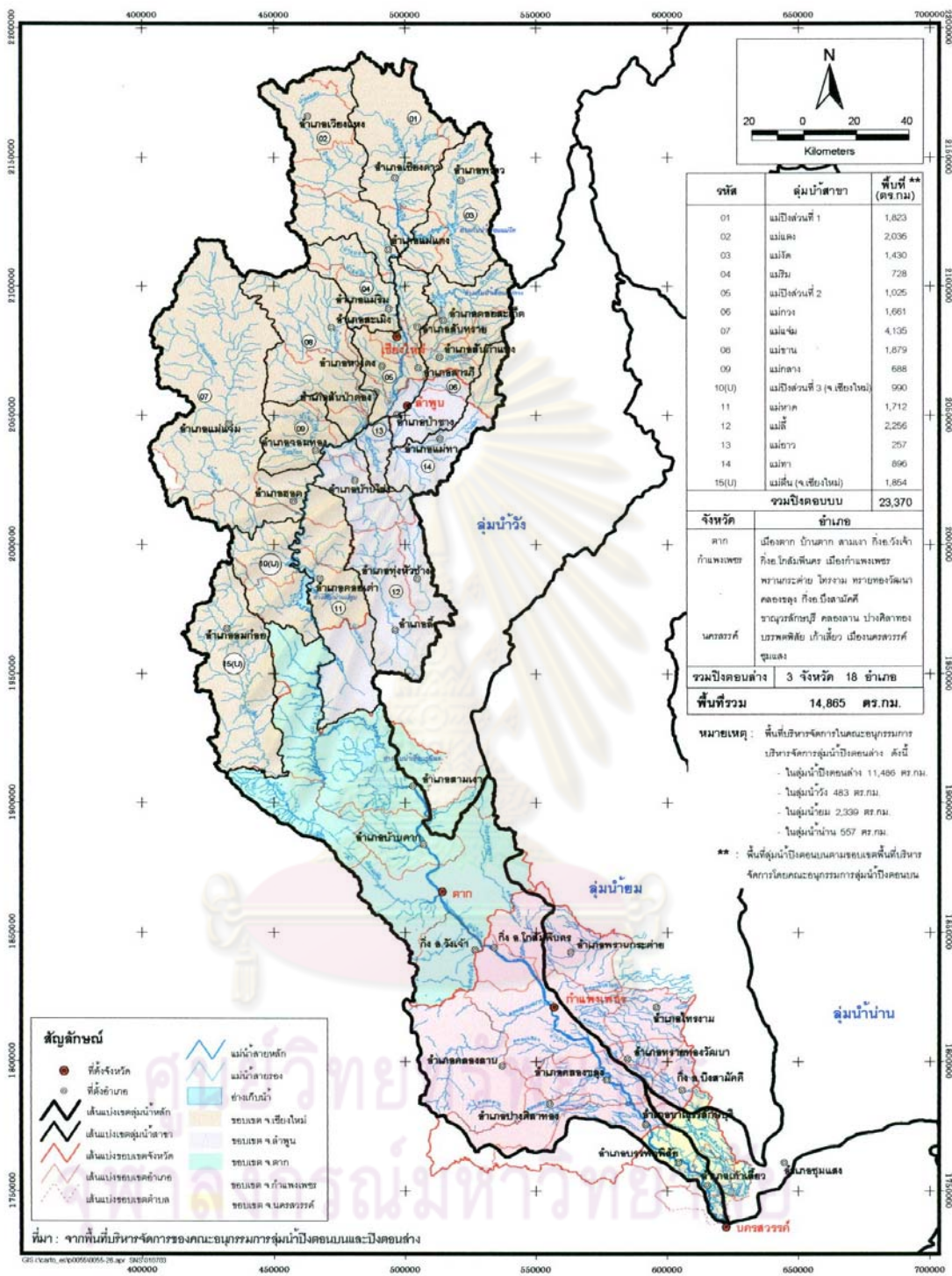
### สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

#### 3.1 สภาพภูมิประเทศและสภาพลำน้ำแม่น้ำปิง

ลุ่มน้ำปิงตั้งอยู่ทางทิศเหนือของประเทศไทย มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 34,856 ตารางกิโลเมตร โดยพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขต 5 จังหวัด ได้แก่ เชียงใหม่ ลำพูน ตาก กำแพงเพชร และนครสวรรค์ ลักษณะลุ่มน้ำเรียวยาววางตัวในแนวเหนือ-ใต้ อยู่ระหว่างละติจูดที่  $14^{\circ} 45'$  เหนือ ถึงละติจูดที่  $18^{\circ} 49'$  เหนือ และอยู่ระหว่างลองจิจูดที่  $98^{\circ} 05'$  ตะวันออก ถึง ลองจิจูดที่  $100^{\circ} 09'$  ตะวันออก มีทิศเหนือและทิศตะวันตกติดกับลุ่มน้ำสาละวินและลุ่มน้ำกก ทิศใต้ติดกับลุ่มน้ำสะแกกรังและลุ่มน้ำแม่กลอง และทิศตะวันออกติดกับลุ่มน้ำยมและลุ่มน้ำวัง อาณาเขตของพื้นที่ลุ่มน้ำปิงดังแสดงในรูปที่ 3-1

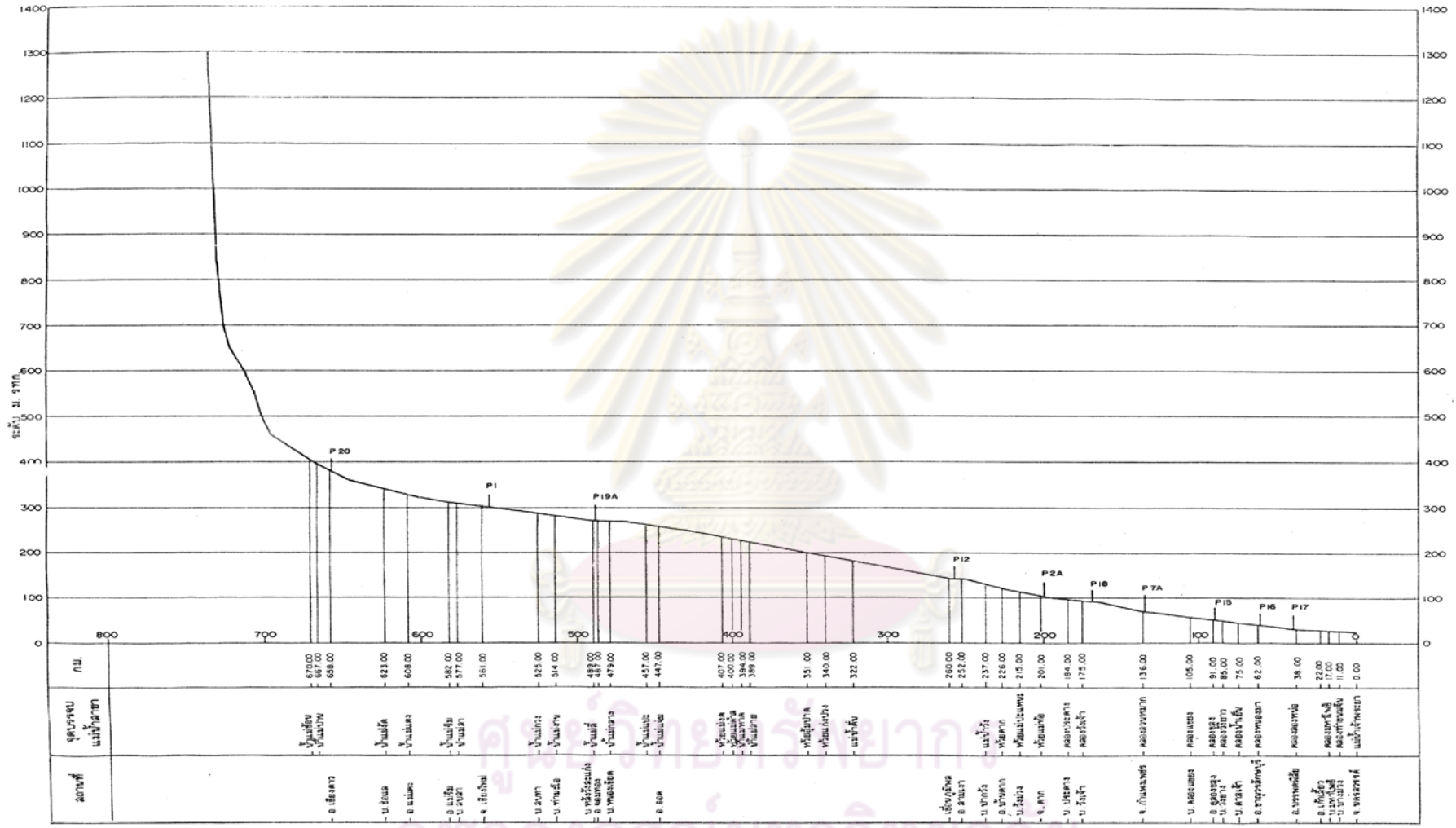
แม่น้ำปิงมีความยาวประมาณ 740 กิโลเมตร โดยมีสภาพความลาดชันของท้องน้ำตามสภาพภูมิประเทศ ดังแสดงในรูปที่ 3-2 สภาพภูมิประเทศตอนบนลุ่มน้ำแม่น้ำปิง เป็นเทือกเขาสลับซับซ้อนปกคลุมด้วยป่าไม้ แม่น้ำปิงในเขตท้องที่อำเภอเชียงดาวอยู่ที่ระดับความสูงระหว่าง 500-1300 เมตร (รทก.) มีความลาดชันประมาณ 1:40 แม่น้ำปิงไหลไปตามหุบเขาตอนบนของเขตอำเภอแม่แตง มีระดับความสูงระหว่าง 320-500 เมตร (รทก.) มีความลาดชันประมาณ 1:50 แม่น้ำปิงไหลผ่าที่ราบในหุบเขา ในเขตอำเภอแม่แตง อำเภอแมริม อำเภอเมือง พื้นที่บริเวณนี้มีระดับความสูงระหว่าง 260-300 เมตร (รทก.) ความลาดชันประมาณ 1:1,800 แม่น้ำจะไหลผ่านที่ราบในหุบเขาก่อนไหลลงอ่างเก็บน้ำเขื่อนภูมิพล โดยความลาดชันบริเวณนี้ประมาณ 1:1,590 และมีระดับความสูงระหว่าง 140-260 เมตร (รทก.) พื้นที่ตอนล่างเขื่อนภูมิพล เป็นพื้นที่ราบในเขตจังหวัดตาก กำแพงเพชรและนครสวรรค์ มีระดับความสูงระหว่าง 25-140 เมตร (รทก.) และมีความลาดชันของลำน้ำช่วงนี้ประมาณ 1:2,300

การศึกษานี้ได้พิจารณาศึกษาแม่น้ำปิงเฉพาะในพื้นที่ของจังหวัดเชียงใหม่ช่วงสถานี P.67 ถึงสถานี P.1 ซึ่งมีความยาวตามแนวลำน้ำประมาณ 31.8 กิโลเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3-3 ส่วนที่สำคัญอีกส่วนคือ บริเวณสถานี P.1 มีผลของอิทธิพลเนื่องจากน้ำเอ่อ (backwater effect) จากฝ่ายทางท้ายน้ำ ได้แก่ ฝ่ายท่าศาลา ฝ่ายหนองผึ้งและฝ่ายท่าวังตาล ซึ่งอยู่ห่างจากสถานี P.1 ประมาณ 1.3, 3.1 และ 4.9 กิโลเมตร ซึ่งผลจากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่าอิทธิพลของน้ำเอ่อจากฝ่ายทั้งสามมีผลไปทางเหนือประมาณ 7 กิโลเมตร (กรมชลประทาน 2540)



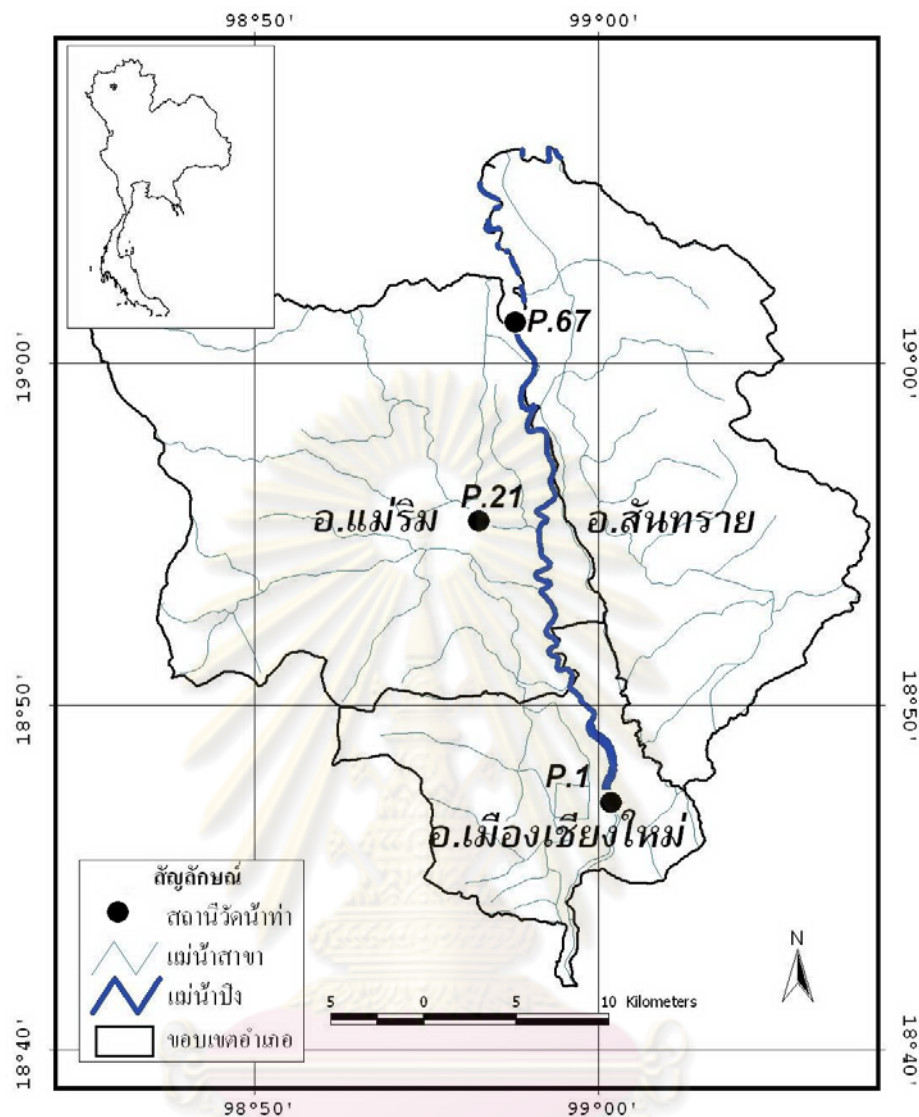
ที่มา : กรมทรัพยากรน้ำ 2546

รูปที่ 3-1 พื้นที่ลุ่มน้ำปิง



ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ 2537

รูปที่ 3-2 รูปตัดตามยาวลำน้ำแม่น้ำปิง



รูปที่ 3-3 ขอบเขตพื้นที่การศึกษา

### 3.2 สภาพภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศของพื้นที่ศึกษา อยู่ในเขตภูมิอากาศแบบเขตร้อนกึ่งทุ่งหญ้า แบ่งช่วงแล้ง และช่วงฝนชัดเจน มีช่วงกลางวันยาวในฤดูร้อน เนื่องจากอยู่ไกลจากทะเลและมีภูมิประเทศเป็นป่าเขาสลับซับซ้อน ทำให้ลักษณะอากาศในฤดูร้อนจะร้อนมาก และฤดูหนาวจะหนาวมาก สภาพอากาศ สามารถแบ่งออกเป็น 3 ฤดูกาล คือ

ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม เป็นระยะเวลาประมาณ 4 เดือน ระยะเวลานี้เป็นช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ที่พัดมาจากมหาสมุทรอินเดีย เป็นลมร้อนและมีความชื้นสูง ปริมาณน้ำฝนสูงสุดในเดือนสิงหาคมและกันยายน (ปี พ.ศ.2510 วัดได้ 529.6 มิลลิเมตร)



ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ เป็นระยะเวลา 4 เดือน ระยะเวลาที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นมวลอากาศเย็นที่เป็นลมหนาวและแห้งพัดมาจากประเทศจีน ฉะนั้นจึงมีอุณหภูมิต่ำลง เดือนมกราคมเป็นเดือนที่มีอุณหภูมิต่ำที่สุด ประมาณ 9.9 องศาเซลเซียส

ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเดือนมิถุนายน ระยะเวลาที่อุณหภูมิโดยทั่วไปจะสูงขึ้นทำให้อากาศร้อนกว่าปกติ ฟ้าหลัวแห้งและร้อนมากที่สุดในเดือนเมษายน ในระยะนี้จะมีพายุไซนร้อนเกิดขึ้นด้วยในบางครั้ง ทั้งนี้เนื่องจากอากาศเย็นจากประเทศจีนได้เคลื่อนตัวลงมาเป็นครั้งคราว ทำให้เกิดปะทะกับมวลอากาศร้อนที่ถองถิ่น เกิดแนวปะทะอากาศเย็นทำให้เกิดพายุฝนฟ้าคะนองขึ้น แต่มีระยะเวลาไม่นาน ฉะนั้นในช่วงฤดูร้อนจึงมีฝนตกบ้างประปรายอุณหภูมิสูงสุดในเดือนเมษายน ประมาณ 39.6 องศาเซลเซียส

จากข้อมูลที่สถานีอุตุนิยมวิทยาจังหวัดเชียงใหม่ ที่มีการเก็บข้อมูลสภาพอากาศต่อเนื่องที่ในคาบ 30 ปี (พ.ศ.2514 – 2543) โดยแสดงค่ารายเดือน ดังแสดงในตารางที่ 3-1 และรูปที่ 3-4 พบว่า มีอุณหภูมิโดยเฉลี่ยประมาณ 25.6 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อนเดือนเมษายน อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยประมาณ 28.8 องศาเซลเซียส และค่าที่สูงที่สุดประมาณ 41.5 องศาเซลเซียส (29 เมษายน 2503) ในฤดูหนาวเดือนธันวาคม อุณหภูมิจะต่ำสุดเฉลี่ยประมาณ 15.2 องศาเซลเซียส และค่าต่ำที่สุด 3.7 องศาเซลเซียส (2 มกราคม 2517) ระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนกันยายน เป็นช่วงที่มีอุณหภูมิสูงตลอด เฉลี่ยประมาณ 23.6 องศาเซลเซียส

ความเร็วลม มีทิศทางเปลี่ยนแปลงไปตามอิทธิพลลมมรสุมประจำปี ลมทางทิศใต้ 9 เดือนและทางทิศเหนือ 3 เดือน อัตราลมผิวพื้นมีพิสัยระหว่าง 1.6-3.3 น็อต

ความชื้นสัมพัทธ์ (RH) มีค่าเฉลี่ยประมาณ 71% และต่ำสุดเฉลี่ยในเดือนมีนาคม ประมาณ 31%

อัตราการระเหยของน้ำ จากถาดวัดการระเหย Class A Pan มีค่าเฉลี่ยประมาณ 1,639 มิลลิเมตรต่อปี สูงสุดในเดือนเมษายน ประมาณ 189.4 มิลลิเมตร ต่ำที่สุดเดือนธันวาคมประมาณ 98.3 มิลลิเมตร



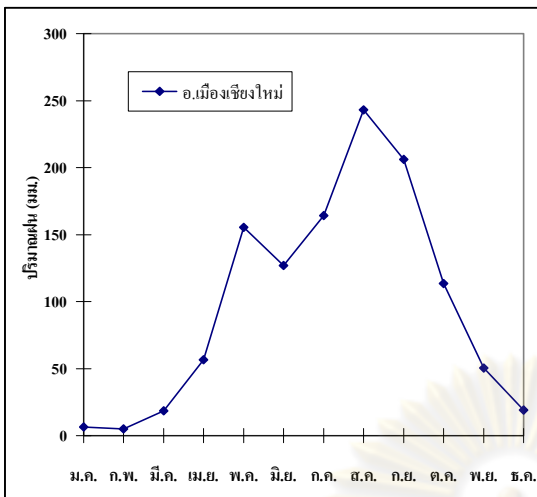
ตารางที่ 3-1 สถิติภูมิอากาศในคาบ 30 ปี (พ.ศ.2514-2543) ที่สถานีตรวจอากาศเชียงใหม่

สถานี	เชียงใหม่	ระดับของสถานีเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง	312	เมตร
รหัสสถานี	48327	ความสูงของบาโรมิเตอร์เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง	314	เมตร
ละติจูด	18 47 N	ความสูงของเทอร์โมมิเตอร์เหนือพื้นดิน	1.20	เมตร
ลองจิจูด	98 59 E	ความสูงของเครื่องวัดลมเหนือพื้นดิน	8.90	เมตร
		ความสูงของที่วัดน้ำฝน	0.80	เมตร

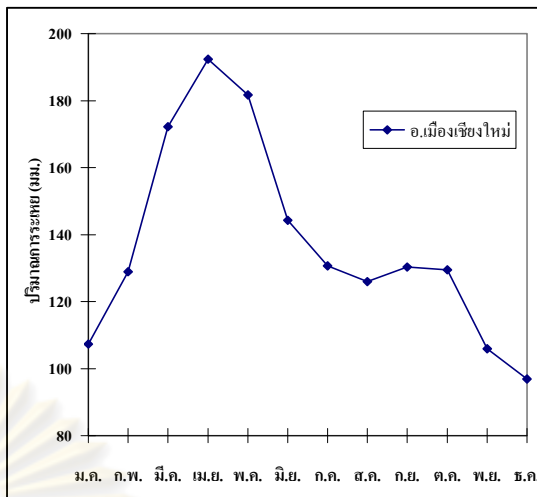
ข้อมูล	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รายปี
<b>ความกดอากาศ</b>													
เฉลี่ย	1013.6	1011.4	1009.1	1007.2	1006.1	1004.7	1004.8	1005.2	1007.6	1010.6	1013.3	1015.1	1009.1
สูงสุด	1025.8	1023.7	1025.1	1018.5	1014.3	1012.2	1012.1	1014.5	1015.4	1020.4	1024.9	1025.8	1025.8
ต่ำสุด	1002.9	1000.9	999.3	996.9	996.9	995.5	995.8	999.1	998.2	1001.0	1003.8	1003.9	995.1
พิสัยรายวันเฉลี่ย	6.4	6.8	6.9	6.6	5.5	4.5	4.3	4.4	5.0	5.3	5.4	5.9	5.6
<b>อุณหภูมิ (°C)</b>													
เฉลี่ย	20.9	23.3	26.7	28.8	28.1	27.6	27.1	26.7	26.6	25.9	23.8	21.1	25.6
เฉลี่ยสูงสุด	29.3	32.2	34.9	36.0	34.1	32.6	31.8	31.3	31.5	31.2	29.8	28.3	31.9
สูงที่สุด	34.1	37.7	39.2	41.4	40.1	39.3	37.5	36.5	36.1	37.9	34.5	33.4	41.4
ต่ำที่สุด	3.7	7.3	12.2	15.8	19.2	20.0	20.5	20.7	16.8	13.3	6.0	3.8	3.7
<b>ความชื้นสัมพัทธ์ (%)</b>													
เฉลี่ย	9.0	60.0	54.0	58.0	71.0	77.0	78.0	81.0	81.0	78.0	75.0	73.0	71.0
เฉลี่ยสูงสุด	91.0	84.0	78.0	80.0	88.0	91.0	91.0	93.0	93.0	93.0	92.0	92.0	89.0
เฉลี่ยต่ำสุด	39.0	32.0	31.0	37.0	51.0	58.0	61.0	63.0	62.0	57.0	52.0	45.0	49.0
ต่ำสุด	3.0	5.0	3.0	11.0	22.0	21.0	40.0	41.0	34.0	29.0	10.0	12.0	3.0
<b>จุดน้ำค้าง (°C)</b>													
เฉลี่ย	14.3	13.9	15.5	18.9	21.8	22.8	22.7	22.8	22.7	21.5	8.7	15.4	19.3
<b>อัตราการระเหยจากภาค (มม.)</b>													
เฉลี่ย-ภาค	108.1	128.7	171.7	189.4	178.6	143.7	129.6	126.3	128.8	129.0	106.8	98.3	1639.0
<b>ความครึ้มเมฆ(0-10)</b>													
เฉลี่ย	2.2	2.0	2.2	3.7	6.2	7.7	8.4	8.5	7.5	5.9	4.5	3.2	5.2
<b>ชั่วโมงที่มีแสงแดด</b>													
เฉลี่ย	273.3	262.8	268.2	255.2	254.7	169.5	141.5	128.6	164.5	211.0	218.9	243.5	2591.7
<b>ทัศนวิสัย (กม./เวลา)</b>													
เวลา 07.00 น.	5.9	6.2	5.3	7.5	11.0	12.1	11.9	11.7	10.5	8.7	7.5	6.2	8.7
เฉลี่ย	8.2	8.0	7.2	8.9	11.5	12.2	12.0	11.8	11.3	10.5	9.9	9.1	10.1
<b>ความเร็วลม (น็อต)</b>													
ความเร็วลมเฉลี่ย	1.3	2.0	2.6	3.3	3.3	3.1	2.7	2.5	2.3	2.2	1.8	1.6	-
ทิศทาง	S	S	S	S	S	S,SW	S,SW	S	S	N	N	N	-
ความเร็วลมสูงสุด	39.0	99.0	99.0	60.0	64.0	43.0	99.0	56.0	41.0	40.0	45.0	43.0	99.0
<b>จำนวนวันที่เกิด</b>													
เมฆหมอก	25.8	27.0	29.9	21.2	2.2	0.0	0.1	0.2	1.9	5.3	9.7	17.4	140.7
หมอก	1.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.8	1.0	3.4	7.9
ลูกเห็บ	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
ฟ้าคะนอง	0.1	0.3	2.1	7.0	11.1	6.4	5.3	8.3	9.8	5.8	0.8	0.2	56.9
พายุฝน	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา

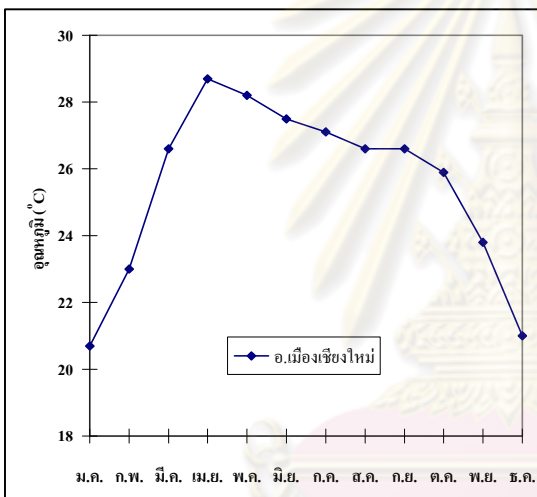
ปริมาณฝน



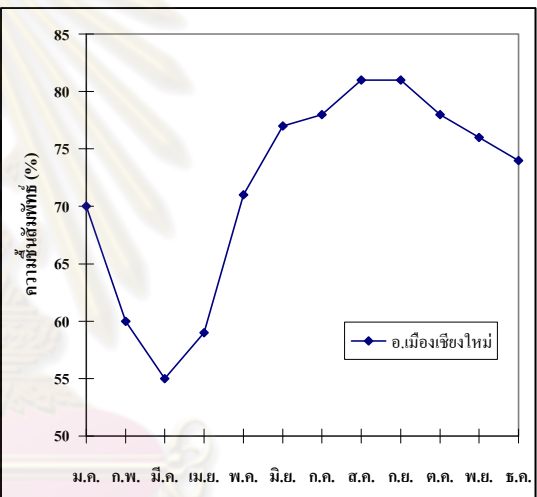
ปริมาณการระเหย



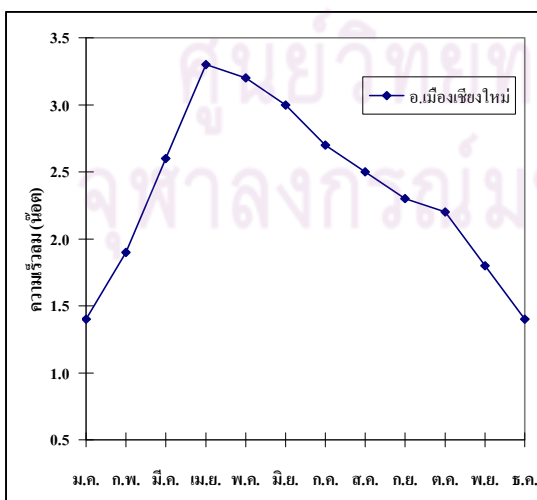
อุณหภูมิ



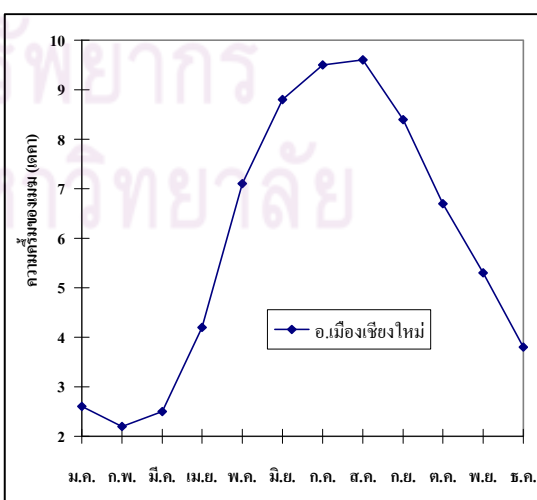
ความชื้นสัมพัทธ์



ความเร็วลม



ความชื้นของเมฆ



ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา

รูปที่ 3-4 ข้อมูลภูมิอากาศรายเดือนเฉลี่ยสถิติภูมิอากาศในคาบ 30 ปี (พ.ศ.2514-2543)

ที่สถานีตรวจอากาศเชียงใหม่

### 3.3 สภาพฝน

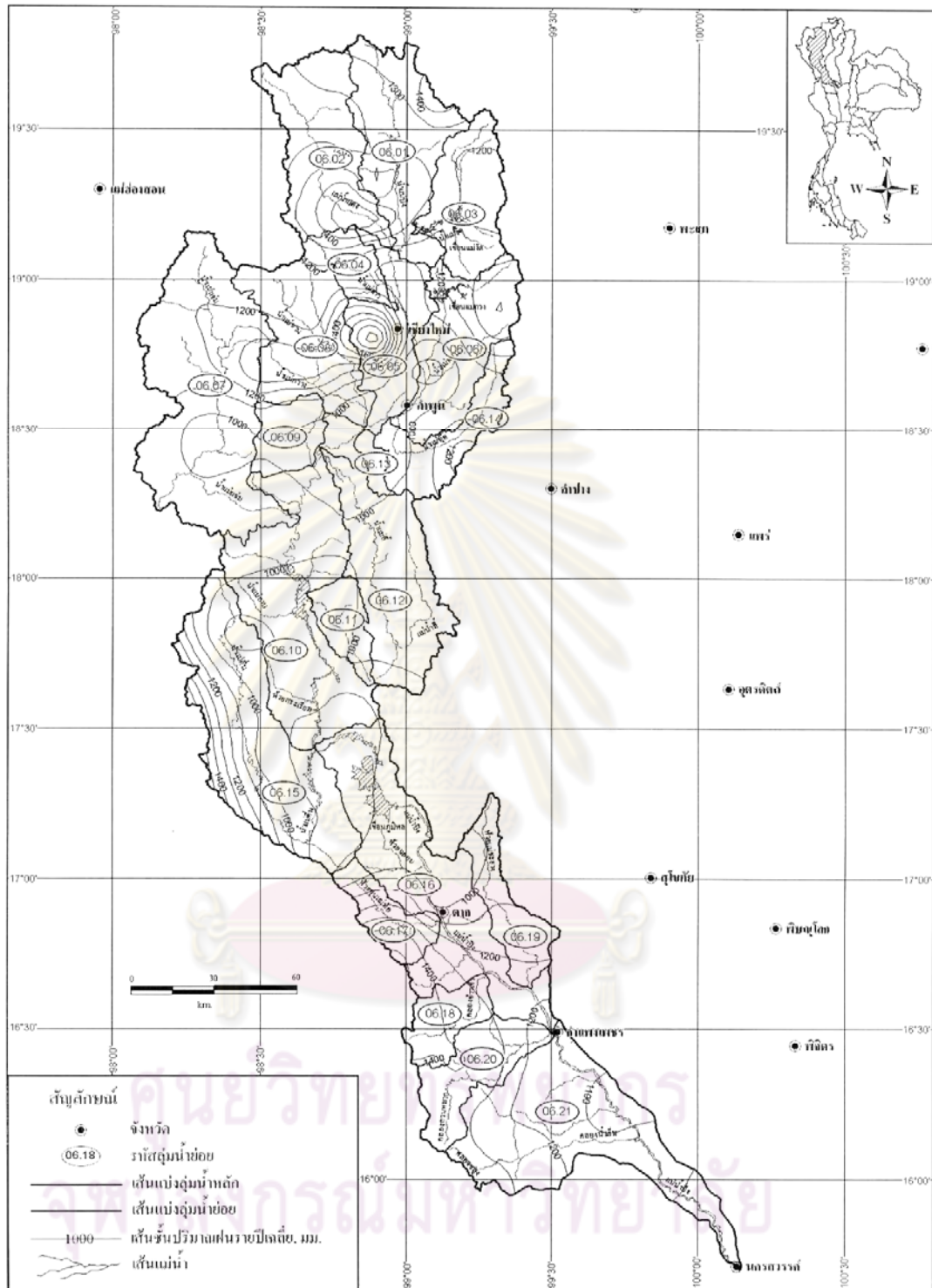
การเกิดฝนในพื้นที่ศึกษา อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งมีแหล่งกำเนิดในมหาสมุทรอินเดียตอนใต้ โดยนำเอาไอน้ำจำนวนมากจากมหาสมุทรเข้าสู่แผ่นดิน เมื่อเจอภูเขาหลวงอากาศจะถูกยกตัวขึ้น ทำให้เกิดฝนตกหนักบริเวณด้านหน้าภูเขา (เขตประเทศพม่า) ลมนี้จะพัดเข้าสู่ประเทศไทยในต้นเดือนมิถุนายนจนถึงเดือนกันยายนของทุกปี และฝนอีกส่วนหนึ่งเกิดจากลมพายุหมุนเขตร้อน (cyclonic storm) ซึ่งมีถิ่นกำเนิดบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกทางด้านตะวันตก และบริเวณทะเลจีนใต้ เนื่องจากบริเวณดังกล่าวได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์มาก ทำให้เกิดมวลอากาศร้อนและลอยตัวสูงขึ้นเป็นบริเวณกว้าง ก่อให้เกิดเป็นหย่อมความกดอากาศต่ำ อากาศเย็นกว่าจะไหลเข้ามาแทนที่อย่างรวดเร็วกลายเป็นพายุดีเปรสชัน พายุโซนร้อน และพายุไต้ฝุ่นในที่สุด มักได้รับอิทธิพลจากปลายพายุหมุนดังกล่าว ซึ่งทำให้เกิดน้ำท่วมฉับพลันและน้ำป่าไหลหลากได้ง่าย ปริมาณฝนในพื้นที่ ประกอบด้วย

- ปริมาณฝนเฉลี่ยในเขตพื้นที่ศึกษา มีค่าเฉลี่ยประมาณ 1,179 มิลลิเมตร
- ปริมาณฝนรายปีสูงสุด เท่ากับ 1,780.4 มิลลิเมตร เมื่อปี พ.ศ.2496
- ปริมาณฝนรายเดือนสูงสุด เท่ากับ 529.6 มิลลิเมตร เมื่อเดือนกันยายน พ.ศ.2510
- ปริมาณฝนตกสูงสุดใน 1 วัน วัดได้ 116.5 มิลลิเมตร เมื่อวันที่ 14 สิงหาคม พ.ศ.2511

และได้แสดงฝนเฉลี่ยรายปีดังแสดงในรูปที่ 3-6

### 3.4 สภาพน้ำท่า

สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา มีสภาพภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่มริมแม่น้ำ ซึ่งมีความเหมาะสมสำหรับการเกษตร ประชาชนได้ก่อสร้างบ้านเรือนและทำการเพาะปลูกบริเวณที่ราบลุ่มริมลำน้ำอย่างหนาแน่น ลำน้ำปิงที่ไหลผ่านอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ได้มีการติดตั้งสถานีวัดปริมาณน้ำ คือ สถานีวัดน้ำท่า P.1 (สะพานนวรัฐ) พื้นที่รับน้ำฝนของสถานีประมาณ 6,355 ตารางกิโลเมตร ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่รับน้ำฝน (Mean Annual Yield) มีค่าผันแปรจากต่ำสุด 2.3 จนถึง 25.2 ลิตร/วินาที/ตารางกิโลเมตร ค่าเฉลี่ยประมาณ 9.1 ลิตร/วินาที/ตารางกิโลเมตร มีน้ำไหลตลอดทั้งปี เดือนกันยายนเป็นเดือนที่มีน้ำไหลนองสูงสุด และเดือนเมษายนเป็นเดือนที่มีน้ำในลำน้ำน้อยที่สุด



ที่มา : วิเคราะห์จากสถิติข้อมูลปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยช่วงปี พศ.2503-2543

ที่มา : กรมทรัพยากรน้ำ 2546

รูปที่ 3-5 ฝนเฉลี่ยรายปีในพื้นที่ลุ่มน้ำปิง

### 3.5 สภาพดินและการใช้ที่ดิน

จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งอยู่บนพื้นที่ธรณีฐานเป็นเทือกเขาแนวเหนือใต้ 3 แนว ได้แก่ ทิวเขาถนนธงชัย แดนลาว และผีปันน้ำ สลับแอ่งต่ำระหว่างเทือกเขาและลำน้ำ ซึ่งลาดเทจากด้านเหนือลงใต้ ภูมิประเทศบรรจบด้วยพื้นที่ภูเขาร้อยละ 85 พื้นที่ลอนลาดและที่ราบลูกเนิน ร้อยละ 8 พื้นที่ราบริมน้ำและแอ่งต่ำ ร้อยละ 7 ทำให้เกิดลักษณะดินกลุ่มใหญ่ 4 กลุ่ม คือ กลุ่มดินนา ร้อยละ 10 กลุ่มดินไร่ ร้อยละ 10 กลุ่มดินต้น ร้อยละ 5 และกลุ่มดินภูเขา ร้อยละ 75

การใช้ที่ดินในพื้นที่ พบว่าพื้นที่เกษตรกรรมมีสัดส่วนพื้นที่มากที่สุด ร้อยละ 49.12 รองลงมาเป็นที่ป่าไม้ ร้อยละ 27.70 นอกจากนี้เป็นพื้นที่อยู่อาศัย พื้นที่อื่นๆ และพื้นที่แหล่งน้ำ ร้อยละ 22.00 0.62 และ 0.56 ของพื้นที่ทั้งหมด

### 3.6 สภาพทางเศรษฐกิจและสังคม

จากข้อมูลของรายงานสถิติจังหวัดเชียงใหม่ สำนักงานสถิติแห่งชาติ ปี 2546 สภาพทางเศรษฐกิจและสังคมในเขตพื้นที่โครงการ แยกเป็นรายอำเภอมีรายละเอียดดังนี้

- อำเภอแมริม แบ่งการปกครองออกเป็น 11 ตำบล 89 หมู่บ้าน (มี 1 เทศบาล และ 10 องค์การบริหารส่วนตำบล) มีประชากรทั้งหมด 79,427 คน มีจำนวนครัวเรือนทั้งสิ้น 26,237 ครัวเรือน ความหนาแน่นของประชากรเฉลี่ยต่อพื้นที่ประมาณ 180 คนต่อตารางกิโลเมตร

- อำเภอเมือง แบ่งการปกครองออกเป็น 16 ตำบล 76 หมู่บ้าน (มี 2 เทศบาล และ 8 องค์การบริหารส่วนตำบล) มีประชากรทั้งหมด มีประชากรทั้งหมด 247,672 คน มีจำนวนครัวเรือนทั้งสิ้น 110,303 ครัวเรือน ความหนาแน่นของประชากรเฉลี่ยต่อพื้นที่ประมาณ 1,489 คนต่อตารางกิโลเมตร

- อำเภอสารภี แบ่งการปกครองออกเป็น 12 ตำบล 105 หมู่บ้าน (มี 1 เทศบาล และ 11 องค์การบริหารส่วนตำบล) มีประชากรทั้งหมด 75,042 คน มีจำนวนครัวเรือนทั้งสิ้น 25,661 ครัวเรือน ความหนาแน่นของประชากรเฉลี่ยต่อพื้นที่ประมาณ 770 คนต่อตารางกิโลเมตร

- อำเภอหางดง แบ่งการปกครองออกเป็น 11 ตำบล 108 หมู่บ้าน (มี 2 เทศบาล และ 10 องค์การบริหารส่วนตำบล) มีประชากรทั้งหมด 68,816 คน มีจำนวนครัวเรือนทั้งสิ้น 25,554 ครัวเรือน ความหนาแน่นของประชากรเฉลี่ยต่อพื้นที่ประมาณ 262 คนต่อตารางกิโลเมตร

- อำเภอสันป่าตอง แบ่งการปกครองออกเป็น 11 ตำบล 118 หมู่บ้าน (มี 2 เทศบาล และ 11 องค์การบริหารส่วนตำบล) มีประชากรทั้งหมด 78,376 คน มีจำนวนครัวเรือนทั้งสิ้น 26,830 ครัวเรือน ความหนาแน่นของประชากรเฉลี่ยต่อพื้นที่ประมาณ 443 คนต่อตารางกิโลเมตร



### 3.7 สภาพปัญหาอุทกภัยและแนวทางแก้ไข

#### 3.7.1 สภาพปัญหาอุทกภัย

สภาพน้ำท่วมบริเวณตัวเมืองเชียงใหม่ตามแนวลำน้ำปิงทั้งสองฝั่ง เกิดจากระดับน้ำในแม่น้ำปิงขึ้นสูงจนล้นตลิ่ง ไปได้ท่วมพื้นที่บ้านเรือนในบริเวณใกล้เคียง โดยมีพื้นที่น้ำท่วมครอบคลุมตั้งแต่สะพานเม็งรายไปจนถึงถนนวงแหวน เป็นพื้นที่น้ำท่วมประมาณ 15 ตารางกิโลเมตร ซึ่งเป็นย่านการค้าและธุรกิจที่สำคัญของเมืองเชียงใหม่ จากการวิเคราะห์ความเสี่ยงภัยต่อการเกิดน้ำท่วม มีสาเหตุ 2 ประการ

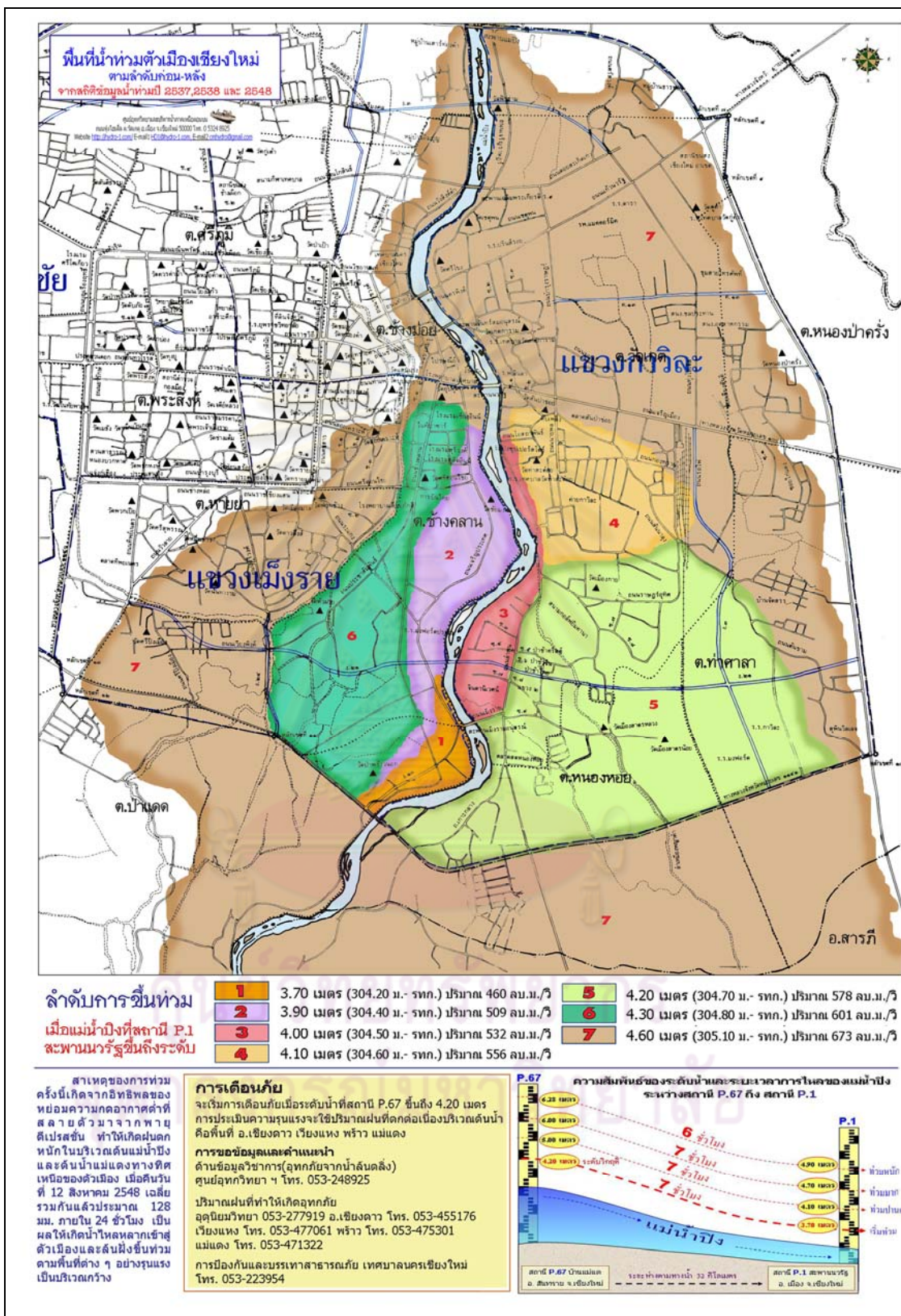
- สภาพของลำน้ำปิง มีสิ่งก่อสร้างรูกล้าลำน้ำ ทำให้ความสามารถในการระบายน้ำของลำน้ำปิงลดลง ปัจจุบันแม่น้ำปิงสามารถรองรับปริมาณน้ำในอัตราไหลสูงสุด 460 ลูกบาศก์เมตร/วินาที โดยไม่ก่อให้เกิดปัญหาน้ำท่วม

- ปริมาณน้ำหลากจากพื้นที่ตอนบนของลำน้ำปิง ซึ่งประกอบด้วย 2 ลำน้ำหลัก คือ ลำน้ำแม่แตงและลำน้ำปิง (ในเขตอำเภอเชียงดาว) มีปริมาณน้ำหลากรวมกันสูงกว่า 350 ลูกบาศก์เมตร/วินาที โดยลำน้ำแม่แตงมีความสามารถรองรับน้ำได้สูงสุด 210 ลูกบาศก์เมตร/วินาที และลำน้ำปิงก่อนจุดบรรจบน้ำแม่แตง สามารถรองรับน้ำได้สูงสุด 190 ลูกบาศก์เมตร/วินาที โดยเฉพาะวิกฤติการณ์น้ำท่วมในปี พ.ศ. 2548 ได้เกิดน้ำท่วมในเขตจังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 5 ครั้ง รายละเอียดแสดงในตารางที่ 3-2 โดยพื้นที่ความเสียหายที่เกิดจากน้ำท่วมในพื้นที่เขตอำเภอเมืองจังหวัดเชียงใหม่ สามารถแบ่งเป็นโซนพื้นที่ ได้ดังแสดงดังรูปที่ 3-6 และได้แสดงรายละเอียดของแต่ละโซนดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-2 เหตุการณ์น้ำท่วมในเขตจังหวัดเชียงใหม่ ในปี พ.ศ.2548

ครั้งที่	เมื่อวันที่	พื้นที่ที่ถูกรุน้ำท่วม	ปริมาณน้ำ (ลูกบาศก์เมตร/ วินาที)	ความลึกจากท้องน้ำ ณ สะพานนวรัฐ	อิทธิพลการเกิดน้ำท่วม
1	13-16 ส.ค.48	โซน 1-7	800	4.90	ดีเปรสชั่น
2	12-13 ก.ย.48	โซน 1	488	3.79	หย่อมความกดอากาศ
3	20-22 ก.ย.48	โซน 1-5	700	4.71	วีเซนใต้
4	29 ก.ย.-2 ต.ค.48	โซน 1-7	800	4.93	ดอมเรย์
5	1-3 พ.ย.48	โซน 1	483	3.79	แนวลมพัดสอบ

หมายเหตุ ระดับน้ำเริ่มท่วมเมื่อระดับน้ำในลำน้ำปิงที่สะพานนวรัฐสูงกว่าระดับ+304.2เมตร (รทก.)



ที่มา : กรมชลประทาน 2550

รูปที่ 3-6 พื้นที่น้ำท่วมเชียงใหม่ ตามลำดับก่อนหลัง จากสถิติข้อมูลน้ำท่วม ปี พ.ศ.2537, พ.ศ.2538 และ พ.ศ.2548

ตารางที่ 3-3 พื้นที่ความเสียหายจากน้ำท่วมในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

พื้นที่ หมายเลข	ระดับน้ำ (ม.) ที่สถานี P.1 สะพานนวรัฐขึ้นถึงระดับ วินาที	บริเวณที่น้ำท่วม
1	3.70 เมตร (304.20 ม.รทก.) ปริมาณ 460 ลูกบาศก์เมตร/ วินาที	<b>ตำบลป่าแดด</b> บ้านป่าพร้าวนอก โรงงานเหล็ก ร้านอาหารวังปลา ร้านอาหารท่าน้ำ ทางลอด ใต้สะพานไปป่าแดด
2	3.90 เมตร (304.40 ม.รทก.) ปริมาณ 509 ลูกบาศก์เมตร/ วินาที	<b>ตำบลช้างคลาน</b> ถนนเจริญประเทศ โรงเรียนมงฟอร์ตประถม ป่าไม้เขตเชียงใหม่ บ้านป่า พร้าวอก หมู่บ้านเวียงทอง บ้านป่าแดด
3	4.00 เมตร (304.50 ม.รทก.) ปริมาณ 532 ลูกบาศก์เมตร/ วินาที	<b>ตำบลหนองหอย</b> บ้านเด่น การไฟฟ้าบ้านเด่น หมู่บ้านจินดาภิเษก
4	4.10 เมตร (304.60 ม.รทก.) ปริมาณ 556 ลูกบาศก์เมตร/ วินาที	<b>ตำบลหนองหอยและตำบลสันป่าข่อย</b> ห้างริมปิงซูเปอร์สโตร์ วัดท่าสะอาด ตลาดทองคำ ค่ายกาวิละ ถนนกอง ทราย ตลาดสันป่าข่อย
5	4.20 เมตร (304.70 ม.รทก.) ปริมาณ 578 ลูกบาศก์เมตร/ วินาที	<b>ตำบลหนองหอย</b> ตลาดหนองหอย โรงเรียนมงฟอร์ต โรงเรียนกาวิละ หมู่บ้านปาล์มสปริง สนามกอล์ฟ ถนนราษฎร์อุทิศ
6	4.30 เมตร (304.80 ม.รทก.) ปริมาณ 601 ลูกบาศก์เมตร/ วินาที	<b>ตำบลช้างคลาน</b> ถนนประชาสัมพันธ์ ถนนช้างคลาน ไนท์บาร์ซาร์ แยกแสงตะวัน ถนนลอยเคราะห์ วัดห้วยฝ้าย เชียงใหม่แลนด์
7	4.60 เมตร (305.10 ม.รทก.) ปริมาณ 673 ลูกบาศก์เมตร/ วินาที	<b>ตำบลฟ้าฮ่าม, ตำบลวัดเกต, ตำบลท่าศาลา และตำบลสันป่าข่อย</b> โรงเรียนปรินส์รอยแยลวิทยาลัย ถนนทุ่งไฮเต็ล สถานีรถไฟเชียงใหม่ ตลาดวโรรส (กาดหลวง) ตลาดเมืองใหม่

### 3.7.2 แนวทางแก้ไข

กรมชลประทาน ได้กำหนดแนวทางในการแก้ไขปัญหาวิกฤตการณ์น้ำท่วมในภาคเหนือ  
บริเวณลุ่มน้ำปิงตอนบน แนวทางในการแก้ไขปัญหามี 4 แนวทางคือ

- ลดปริมาณน้ำที่ไหลเข้าสู่พื้นที่น้ำท่วม
- ระบายน้ำออกจากพื้นที่น้ำท่วมให้เร็วขึ้นและมากขึ้น
- เปลี่ยนทิศทางการไหลให้ไปทางอื่นที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหาย
- สร้างคันกั้นน้ำเพื่อป้องกันพื้นที่ที่มีความสำคัญ

จากแนวทางดังกล่าวสามารถนำมาพิจารณากำหนดมาตรการและโครงการแก้ไขปัญหาน้ำ  
ท่วมจังหวัดเชียงใหม่ 6 มาตรการ ดังแสดงในรูปที่ 3-7 รายละเอียดต่างๆ ประกอบด้วย



### 1) มาตรการฟื้นฟูและอนุรักษ์ป่าต้นน้ำ ประกอบด้วย

- โครงการปลูกป่า เพื่อรักษาพื้นที่บริเวณต้นน้ำ เป็นการช่วยชะลอน้ำในพื้นที่ต้นน้ำ
- โครงการเพาะกล้าไม้ โดยเพาะกล้าไม้ 2 ล้านกล้า และหญ้าแฝก 1 ล้านกล้า
- โครงการสร้างฝายต้นน้ำลำธาร จำนวน 1,340 แห่ง
- โครงการจัดการที่ดินป่าไม้ ในเขตพื้นที่ป่าต้นน้ำต่างๆ
- หน่วยงานที่รับผิดชอบ : กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช

### 2) มาตรการจัดระบบเตือนภัยล่วงหน้า ประกอบด้วย

- จัดทำแผนที่โดยใช้ภาพถ่ายระบบ LIDAR ในเขตเมืองเชียงใหม่ เป็นภาพถ่ายทางอากาศรายละเอียดสูง พื้นที่ 20 ตารางกิโลเมตร
- ติดตั้งระบบเตือนภัยน้ำท่วม 27 แห่ง ในเขต 5 อำเภอ ซึ่งมีการติดตั้งเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนและเครื่องเตือนภัย
- ติดตั้งเครื่องวัดน้ำฝนในพื้นที่ต้นน้ำ จำนวน 52 แห่ง
- ปรับปรุงระบบและห้องปฏิบัติการ เป็นการปรับปรุงระบบสื่อสารและเชื่อมโยงระบบการพยากรณ์ของกรมอุตุนิยมวิทยา
- ติดตั้งระบบโทรมาตรในลุ่มน้ำปิง (ระยะที่ 2) เป็นการสร้างสถานีตรวจวัดน้ำฝนและน้ำท่า 14 แห่ง
- การพยากรณ์ระดับน้ำเพื่อการเตือนภัยน้ำท่วมเพื่อพยากรณ์น้ำล่วงหน้าสำหรับใช้เป็นข้อมูลเตือนภัย
- สำรวจและจัดทำรูปตัดตามขวางและยาวของลำน้ำปิง โดยทำการสำรวจลำน้ำปิง ตั้งแต่สบน้ำแม่แตงถึงสบน้ำแม่กวง ระยะทางประมาณ 80 กิโลเมตร เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ศักยภาพของลำน้ำปิงช่วงต่าง ๆ และใช้เตือนภัยน้ำท่วมในพื้นที่เสี่ยง
- คู่มือเตรียมรับสถานการณ์น้ำท่วม โดยจัดทำคู่มือและ VCD เตือนภัยเพื่อใช้เผยแพร่ให้กับราษฎร
- จัดทำระบบแจ้งเตือนภัยพิบัติทางระบบสื่อสาร โดยทำบอร์ดิไฟวิ่งเตือนภัย 3 จุด และสื่ออื่น - จัดทำป้ายเตือนภัยระดับน้ำท่วม ทำป้ายเพื่อบอกระดับน้ำท่วม 7 โชน จำนวน 100 ป้าย
- หน่วยงานที่รับผิดชอบ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ กรมอุทยานแห่งชาติฯ กรมชลประทาน กรมอุตุนิยมวิทยา และศูนย์ป้องกันภัย เขต 10 จังหวัดเชียงใหม่

### 3) มาตรการลดปริมาณน้ำที่ไหลลงสู่แม่น้ำปิง ประกอบด้วย

- โครงการศึกษาและก่อสร้างอ่างเก็บน้ำปิงตอนบน โดยทำการศึกษามลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและออกแบบ เพื่อก่อสร้างอ่างเก็บน้ำ ขนาดความจุ 80 ล้านลูกบาศก์เมตร ในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำปิง ส่วนที่ 1 อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่

- โครงการศึกษาและก่อสร้างอ่างเก็บน้ำก๊าด โดยทำการศึกษาผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและออกแบบ เพื่อก่อสร้างอ่างเก็บน้ำ ขนาดความจุ 141.6 ล้านลูกบาศก์เมตร ในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แตงตอนล่าง อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่

- โครงการศึกษาและก่อสร้างอ่างเก็บน้ำแม่แตง โดยทำการศึกษาผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและออกแบบ เพื่อก่อสร้างอ่างเก็บน้ำ ขนาดความจุ 112 ล้านลูกบาศก์เมตร ในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แตงตอนบน อำเภอเวียงแหง จังหวัดเชียงใหม่

- โครงการสำรวจ ออกแบบ และก่อสร้างอุโมงค์ผันน้ำแม่แตง-แม่จัด-แม่กวง โดยก่อสร้างอุโมงค์ผันน้ำ ขนาด  $\phi$  4.00 เมตร ยาว 46.33 กิโลเมตร ผันน้ำจากลำน้ำแม่แตงที่บ้านแม่ตะมานไปลงเขื่อนแม่จัดสมบูรณ์ชลและเขื่อนแม่กวงอุดมธารา ในอัตราการผันน้ำ 28 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

- สร้างพื้นที่ชะลอน้ำ/แก้มลิง จำนวน 2 แห่ง คือ ชุดลอกหนองปู่เปรม ตำบลบ้านเป้า อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ และชุดลอกหนองสะลอม ตำบลบ้านกลาง อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่

หน่วยงานที่รับผิดชอบ : กรมชลประทาน และศูนย์ป้องกันภัย เขต 10 จังหวัดเชียงใหม่

#### 4) มาตรการเร่งระบายน้ำ ประกอบด้วย

- ชุดลอกขยายความกว้างของแม่น้ำปิง ในเขตเทศบาลเมืองเชียงใหม่ มีจุดที่ได้กำหนดไว้ 7 จุด คือ

จุดที่ 1 บริเวณสะพานป่าตันถึงวัดฟ้าฮ่าม มีความกว้างประมาณ 75 - 86 เมตร สภาพส่วนใหญ่เป็นตะกอนดิน ระยะที่จะดำเนินการมีความยาวประมาณ 1 กิโลเมตร

จุดที่ 2 บริเวณสะพานรัตนโกสินทร์ถึงหน้าเทศบาลนครเชียงใหม่ มีความกว้างประมาณ 52 - 84 เมตร สภาพส่วนใหญ่เป็นตะกอนดิน ไม่มีอาคารและสิ่งปลูกสร้าง ระยะทางที่จะดำเนินการมีความยาวประมาณ 500 เมตร

จุดที่ 3 บริเวณสะพานนครพิงค์ ถึงตลาดต้นลำไย มีความกว้างประมาณ 72 - 88 เมตร สภาพพื้นที่มีบ้านเรือนและตะกอนดิน ระยะทางมีความยาวประมาณ 500 เมตร

จุดที่ 4 บริเวณโรงแรมเพชรงามถึงสะพานเหล็ก อยู่ระหว่างการดำเนินคดียังไม่ถึงที่สุด มีบริเวณที่จะสามารถดำเนินการได้ระยะทางยาวประมาณ 40 - 50 เมตร

จุดที่ 5 บริเวณวัดชัยมงคลถึงฝายท่าศาลา มีความกว้างประมาณ 58 - 88 เมตร สภาพส่วนใหญ่เป็นตะกอนดิน ไม่มีสิ่งปลูกสร้างระยะทางมีความยาวประมาณ 500 เมตร

จุดที่ 6 บริเวณโรงเรียนมงฟอร์ตประถมถึงสะพานเม้งราย มีความกว้างประมาณ 54 - 86 เมตร ระยะทางที่จะดำเนินการมีความยาวประมาณ 1,300 เมตร



จุดที่ 7 บริเวณฝายหนองผึ่งถึงสะพานตำรวจภูธร ภาค 5 วัดเจดีย์เหลี่ยม มีความกว้างประมาณ 47 - 80 เมตร ระยะทางที่จะดำเนินการมีความยาวประมาณ 1,500 เมตร

- กำจัดขยะในลำน้ำปิงตลอดทางน้ำ
- ก่อสร้างอาคารประตูละบายน้ำท่าวังตาล ตำบลป่าแดด อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ขนาดกว้าง 12.50 เมตร สูง 6.00 เมตร จำนวน 6 ช่อง เพื่อเพิ่มศักยภาพในการระบายน้ำของลำน้ำปิง ก่อสร้างฝายวังปาน ตำบลหนองล่อง อำเภอเวียงหนองล่อง จังหวัดลำพูน เพื่อแก้ไขปัญหาอุทกภัยในเขตจังหวัดลำพูน

- ก่อสร้างอาคารประตูละบายน้ำสบทา ทดแทนฝายสบทา ในเขตตำบลปากบ่อง อำเภอป่าซาง จังหวัดลำพูน เพื่อเพิ่มศักยภาพการระบายน้ำในลำน้ำแม่กวง และเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการน้ำระหว่างลุ่มน้ำแม่กวงและลุ่มน้ำปิง

- ปรับปรุงอาคารระบายน้ำฝายหนองสลัก ตำบลบ้านเรือน อำเภอป่าซาง จังหวัดลำพูน เพื่อเพิ่มศักยภาพในการระบายน้ำในลำน้ำปิง และบรรเทาปัญหาการเกิดอุทกภัยในเขตอำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ และอำเภอเมือง จังหวัดลำพูน

- ก่อสร้างประตูละบายน้ำและประตูละบายทรายฝายพญาอุต เพื่อเพิ่มศักยภาพในการระบายน้ำในลำน้ำปิง

หน่วยงานที่รับผิดชอบ : กรมชลประทาน และกรมการขนส่งทางน้ำ

#### 5) มาตรการก่อสร้างพังกันน้ำป้องกันน้ำท่วมพื้นที่ชุมชนเมือง ประกอบด้วย

- โครงการป้องกันพื้นที่น้ำท่วมพื้นที่ชุมชนจังหวัดเชียงใหม่ โดยการก่อสร้างพังกันน้ำบริเวณริมแม่น้ำปิงทั้งสองฝั่ง ความยาว 14.88 กิโลเมตร และก่อสร้างระบบป้องกันน้ำท่วมริมแม่น้ำปิงและระบายน้ำหลักในเขตพื้นที่ฝั่งเมือง ความยาว 6.1 กิโลเมตร

- ติดตั้งเครื่องสูบน้ำเขตตำบลแม่ก้า อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 4 แห่ง

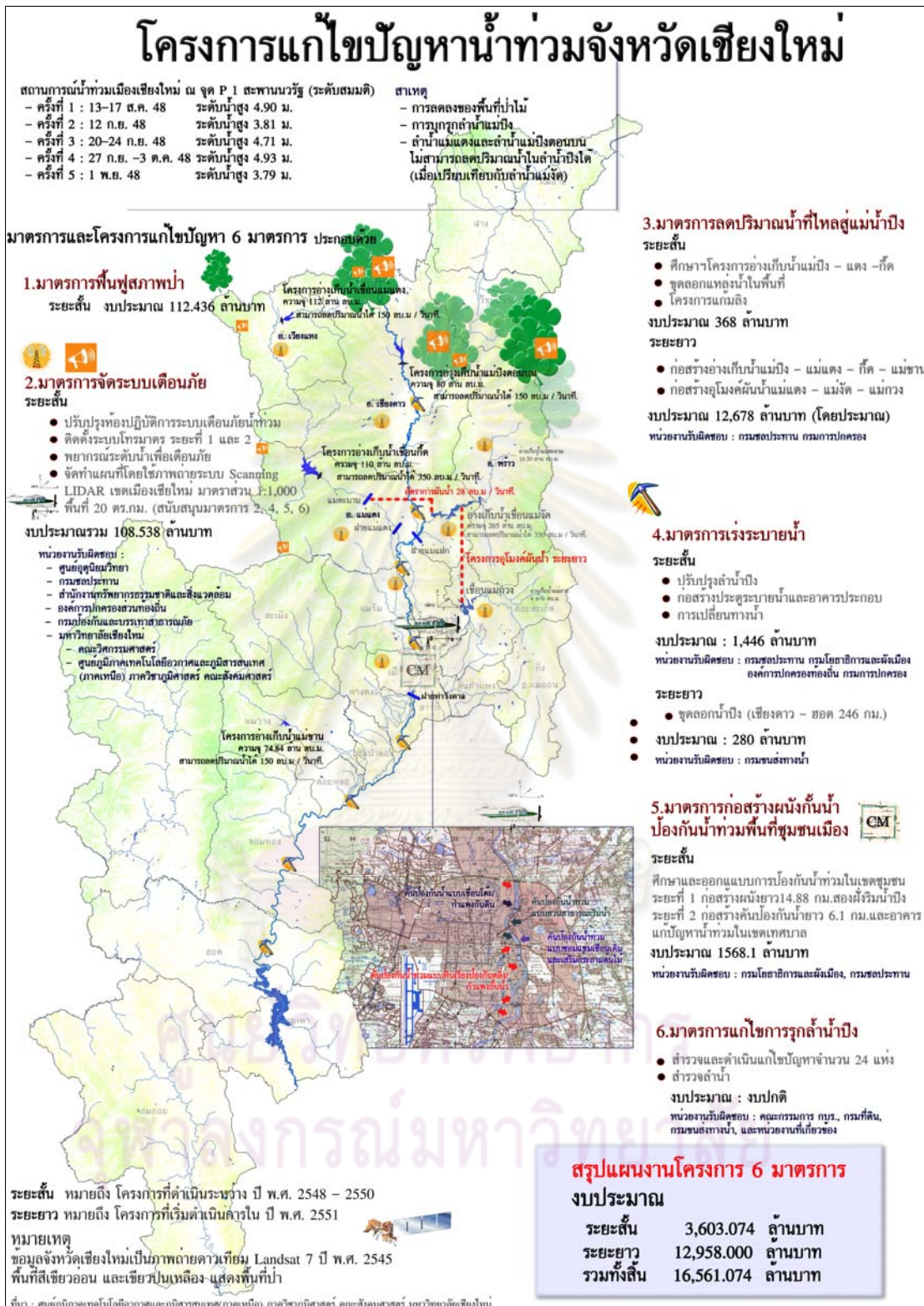
หน่วยงานที่รับผิดชอบ : กรมชลประทาน และกรมการขนส่งทางน้ำ

#### 6) มาตรการแก้ไขการรुकูล้ำน้ำปิง ประกอบด้วย

- การแก้ไขปัญหาการรुकูล้ำน้ำปิงในเขตเมืองเชียงใหม่ ระยะทาง 20 กิโลเมตร โดยสำรวจพื้นที่แปลงกรรมสิทธิ์ และฟ้องร้องเพื่อรื้อถอน

หน่วยงานที่รับผิดชอบ : กรมการขนส่งทางน้ำ

นอกจากมาตรการทั้ง 6 มาตรการที่กล่าวไว้ข้างต้นแล้ว ในการป้องกันปัญหาน้ำท่วมยังมีแผนงานในระยะต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 3 - 4



ที่มา : กรมชลประทาน 2550

รูปที่ 3-7 กรอบภาพรวมโครงการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมเมืองเชียงใหม่โดยกรมชลประทาน

ตารางที่ 3-4 แผนงานหลักในการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมตัวเมืองเชียงใหม่และบริเวณริมแม่น้ำปิง

แผนงาน ระยะ	ชื่อโครงการ	ผลที่ได้รับจากการดำเนินการ
ระยะสั้น	<p>1. ระบบเตือนภัยน้ำท่วม</p> <p>1.1 ดำเนินการจัดทำแผนที่สภาพแสดงชั้นความสูงของพื้นที่น้ำท่วมสองฝั่งแม่น้ำปิง</p> <p>1.2 ดำเนินการจัดทำรูปตัดขวางและรูปตัดตามยาว เพื่อออกแบบเพิ่มศักยภาพการระบายน้ำ ของลำน้ำปิงช่วงระหว่างสบแดง (อ.แม่แตง) ถึงสบทา (อ.ป่าซาง จ.ลำพูน)</p> <p>1.3 ติดตั้งระบบเตือนภัยน้ำท่วม (โทรมาตร)</p> <p>2. ก่อสร้างคันกันน้ำบริเวณตัวเมืองเชียงใหม่</p>	<p>ช่วยในการตัดสินใจบริหารจัดการ ลดความเสียหายจากอุทกภัยกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมที่ความสูงระดับต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ เพื่อสามารถลดความเสียหายจากน้ำท่วม</p> <p>เพื่อศึกษาปริมาณความจุของการระบายน้ำของลำน้ำปิงในหน้าตัดต่าง ๆ ตลอดลำน้ำ เพื่อปรับปรุงลำน้ำให้มีศักยภาพในการระบายน้ำสูงสุด พร้อมแนวทางในการเสริมคันกันน้ำปิงบางพื้นที่</p> <p>ช่วยในการตัดสินใจบริหารจัดการ ลดความเสียหายจากอุทกภัย</p> <p>การเสริมตลิ่งลำน้ำปิงที่ผ่านตัวเมืองเชียงใหม่ เพื่อเพิ่มความจุในการระบายน้ำและป้องกันน้ำล้นตลิ่งท่วมพื้นที่เขตเมือง</p>
ระยะกลาง	<p>3.ปรับปรุงฝายราษฎร์ชั่วคราวที่กันลำน้ำปิง</p> <p>4.ปรับปรุงสภาพลำน้ำปิง</p>	<p>ปรับปรุงฝายราษฎร์กันลำน้ำปิง 3 แห่ง เพื่อเร่งระบายน้ำให้เร็วขึ้นและมากขึ้น</p> <p>เพิ่มความสามารถระบายน้ำของลำน้ำปิง</p>
ระยะยาว	<p>5.เขื่อนกีดน้ำในลำน้ำแม่แตง</p> <p>6.เขื่อนแม่ปิงในลำน้ำปิงส่วนที่ 1</p> <p>7.เขื่อนแม่แตงในลำน้ำแม่แตง</p> <p>8.คูเมืองคั่นน้ำแม่แตง-แม่จัด-แม่กวง</p>	<p>ลดปริมาณน้ำหลากเข้าท่วมตัวเมืองเชียงใหม่</p> <p>ลดปริมาณน้ำหลากเข้าท่วมตัวเมืองเชียงใหม่</p> <p>ลดปริมาณน้ำหลากเข้าท่วมตัวเมืองเชียงใหม่</p> <p>ผันน้ำอ้อมเมืองและเปลี่ยนทิศทางการไหลให้ไปทางอื่นที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหาย</p>

ที่มา : กรมชลประทาน 2550



## บทที่ 4

### การจำลองสภาพน้ำหลากของแม่น้ำปิงช่วงเมืองเชียงใหม่

บทนี้จะกล่าวถึงสัจฐานวิทยาของแม่น้ำปิง จากข้อมูลการสำรวจซึ่งรวบรวมได้จากหน่วยงานต่างๆ และผลของการเปลี่ยนแปลงสัจฐานวิทยาของลำน้ำซึ่งส่งผลต่อลักษณะการไหลของน้ำหลาก รวมทั้งเสนอแนวทางในการบรรเทาปัญหาอุทกภัยในพื้นที่ โดยการปรับปรุงสภาพลำน้ำในกรณีต่างๆ จากสภาพลำน้ำในปัจจุบัน

#### 4.1 สัจฐานวิทยาของแม่น้ำปิง

สัจฐานวิทยาของแม่น้ำ (river morphology) เกี่ยวข้องกับโครงสร้างและรูปทรงของลำน้ำ อันประกอบไปด้วยองค์ประกอบในลักษณะต่างๆ เช่น รูปทรงของลำน้ำในระนาบราบ (plan form) รูปลักษณะลำน้ำตามยาว (longitudinal profile, profile characteristic) รูปทรงเลขาคณิตในระนาบตั้งหรือรูปตัดหน้าตัดขวาง (cross sectional shape) ลักษณะท้องน้ำ (bed form) โดยปรกติแล้วสัจฐานวิทยาของลำน้ำมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ทั้งสาเหตุจากธรรมชาติ อันได้แก่ ปริมาณการไหลของน้ำ การเคลื่อนตัวของตะกอน คุณลักษณะของตะกอน วัสดุบริเวณท้องน้ำและริมตลิ่ง รวมทั้งในส่วนซึ่งเกิดจากการกระทำของมนุษย์ อันได้แก่ การบุกรุกลำน้ำ การปรับปรุงสภาพลำน้ำ การขุดลอก การปรับปรุงตลิ่ง รวมทั้งปัจจัยอื่นๆ ที่อาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสัจฐานวิทยาของแม่น้ำ

ดังเป็นที่ทราบกันแล้วว่าการเปลี่ยนแปลงสัจฐานวิทยาของแม่น้ำย่อมส่งผลต่อลักษณะการไหลของน้ำในลำน้ำไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลง รูปทรงของลำน้ำในระนาบราบ รูปลักษณะลำน้ำตามยาว หรือรูปตัดหน้าตัดขวาง ซึ่งองค์ประกอบต่างๆ ที่กล่าวมาล้วนมีความเกี่ยวข้องกับความสามารถการนำน้ำของแม่น้ำทั้งสิ้น ดังนั้นหากสามารถทราบถึงการเปลี่ยนแปลงสัจฐานวิทยาของลำน้ำก็จะทราบถึงการเปลี่ยนแปลงความสามารถการนำน้ำซึ่งสัมพันธ์กับสภาพน้ำท่วมในพื้นที่ อันเป็นข้อมูลที่สำคัญและเป็นประโยชน์ต่อการวางแผน/จัดการปัญหาน้ำท่วมช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่อย่างมีประสิทธิภาพ

การศึกษาครั้งนี้เน้นศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงสัจฐานวิทยาของแม่น้ำปิงช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่ ช่วงสถานี P.67 ซึ่งตั้งอยู่ที่สะพานต้นขาม-แม่แต-หนองไหว อ.สันทราย จนถึง สถานี P.1 ซึ่งตั้งอยู่ที่สะพานนพรัตน์ อ.เมือง โดยข้อมูลหลักที่ใช้ในการศึกษาคือข้อมูลการสำรวจสภาพลำน้ำซึ่งตลอดทั้งช่วงดังกล่าว ซึ่งสำรวจโดยกรมชลประทานในปี 2540 และปี 2550 รายละเอียดของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาดังแสดงใน ตารางที่ 4.1

#### 4.1.1 รูปลักษณะลำน้ำในระนาบราบ (Plan form)

ลักษณะโดยทั่วไปของลำน้ำปิงช่วงสถานี P.67 จนถึงสถานี P.1 ลำน้ำในช่วงนี้มีความยาวประมาณ 31.8 กิโลเมตร แนวลำน้ำวางตัวอยู่ในที่ราบสูง มีการลดลงของความลาดชันจากทางต้นน้ำ ลักษณะของลำน้ำในช่วงนี้มีความคดเคี้ยว (sinuosity) และความโค้ง (meandering) ในบางช่วงของลำน้ำมีการเปลี่ยนแนวการไหลลักษณะเป็นช่องลัดทางน้ำ (river cutoff) ทำให้เกิดแนวลำน้ำใหม่ ส่วนแนวลำน้ำเดิมเกิดเป็นแอ่งน้ำรูปแอกว (oxbow lake) เมื่อแนวลำน้ำเข้าสู่ช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่จะเริ่มมีการลดลงของความลาดชัน แนวลำน้ำในช่วงนี้ไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงแนวการไหล เนื่องจากเป็นพื้นที่ชุมชนเมือง จึงมีโครงสร้างป้องกันบริเวณตลิ่ง ปัญหาที่พบส่วนมากคือการบุกรุกพื้นที่ทั้งสองฝั่งลำน้ำ ทำให้ความกว้างของลำน้ำแคบลงในบางช่วง ซึ่งในปัจจุบันได้มีหน่วยงานของรัฐกำลังหลายหน่วยงานที่เข้ามาจัดการแก้ไขปัญหาดังกล่าว

เมื่อเปรียบเทียบแผนที่ของรูปทรงลำน้ำในระนาบราบ (plan form) ซึ่งสำรวจโดยกรมชลประทาน ช่วงปี 2540 ขนาดมาตราส่วน 1:10,000 และช่วงปี 2550 ขนาดมาตราส่วน 1:4,000 พบว่าภาพรวมของแนวลำน้ำปิงช่วงสถานี P.67 ถึงสถานี P.1 มีลักษณะใกล้เคียงกัน มีการขยับแนวลำน้ำและมีการเปลี่ยนแปลงความกว้างในบางช่วงของลำน้ำ จากการข้อมูลการสำรวจรูปตัดหน้าตัดขวางของกรมชลประทานในปี 2540 และ 2550 พบว่าความกว้างของลำน้ำช่วงดังกล่าวในปี 2540 อยู่ในช่วง 46-150 เมตร ส่วนปี 2550 อยู่ในช่วง 56-192 เมตร เมื่อเปรียบเทียบความกว้างเฉลี่ยของลำน้ำโดยแบ่งเป็นช่วงนอกเมืองและช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่ พบว่าความกว้างเฉลี่ยของลำน้ำปิงในปี 2550 มากกว่า 8.6 และ 5.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยที่สัดส่วนของความกว้างต่อความลึกของทั้งสองช่วงเวลาต่างกัน -4.3 และ 13.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งรายละเอียดต่างๆของคุณสมบัติพื้นฐานของหน้าตัดลำน้ำปิง ดังแสดงใน ภาคผนวก ก ตารางที่ ก-1 ถึง ก-2 และรูปที่ ก-1 ถึง ก-2

ค่าของความคดเคี้ยว (sinuosity) ของลำน้ำปิงในปี 2540 อยู่ในช่วง 1.2-2.6 ส่วนลำน้ำในปี 2550 อยู่ในช่วง 1.1-2.9 ความคดเคี้ยวของลำน้ำในช่วงปี 2540 ถึง 2550 ปีการเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 14.6 เปอร์เซ็นต์ สัดส่วนของความโค้งต่อความกว้าง (meander width ratio) ของลำน้ำทั้งสองช่วงเวลามีค่า 3.3-6.1 และ 3.5-5.7 ตามลำดับ มีการลดลงโดยเฉลี่ย -17.2 เปอร์เซ็นต์ รายละเอียดดังแสดงใน ภาคผนวก ก ตารางที่ ก-3 (ค่าความคดเคี้ยวและสัดส่วนของความโค้งต่อความกว้าง ได้จากการวัดในแผนที่รูปทรงลำน้ำในระนาบราบ ซึ่งจัดทำโดยกรมชลประทานในปี 2540 และ 2550 )

ในส่วนของการเปลี่ยนแปลงแนวการไหลของลำน้ำ ( river cutoff ) มีการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวที่ชัดเจนในบริเวณ ต.แม่แฝก อ.สันทราย จ.เชียงใหม่ ดังแสดงในรูปที่ 4-1 และในภาคผนวก ก รูปที่ ก-1 และ ก-2 จากการเปลี่ยนแปลงแนวการไหลของแม่น้ำปิงช่วงดังกล่าว ส่งผล



ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระยะทาง ซึ่งทำให้ความยาวช่วงดังกล่าวของลำน้ำลดลงประมาณ 750 เมตร (เทียบจากแผนที่ซึ่งจัดทำโดยกรมชลประทานในปี 2540 และ 2550) หรือลดลง 2.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับระยะทางทั้งหมด

การเปลี่ยนแปลงลำน้ำและการบุกรุกลำน้ำบริเวณพื้นที่เมืองเชียงใหม่ แสดงในรูปที่ 4-2 จากการศึกษาของกรมพัฒนาที่ดิน (ประดิษฐ์ 2550) ซึ่งศึกษาโดยเปรียบเทียบภาพถ่ายทางอากาศในปี 2497, 2512, 2519, 2529, 2536, 2543, 2545 และ 2548 ช่วงอำเภอแมริมถึงอำเภอสารภี จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งสรุปได้ว่า สภาพการเปลี่ยนแปลงของลำน้ำปิง อำเภอสันทราย จนถึงอำเภอแมริม มีการเปลี่ยนแปลงทั้งเรื่องการกัดเซาะ การงอกของตลิ่งและลำน้ำในบางช่วง เปลี่ยนเป็นเนินทราย รวมไปถึงการบุกรุกบริเวณสองฝั่งลำน้ำ เมื่อพิจารณาเนื้อที่รวมทั้งหมดของลำน้ำปิงพบว่า พื้นที่ส่วนที่เป็นลำน้ำในปี 2497 เทียบกับปี 2548 ลดลงถึง 729 ไร่ หรือลดลงไปประมาณ 36.7 เปอร์เซ็นต์ รายละเอียดของการเปลี่ยนแปลงลำน้ำและการบุกรุกลำน้ำบริเวณพื้นที่เมืองเชียงใหม่ แสดงใน ภาคผนวก ก ตารางที่ ก-4

#### 4.1.2 รูปลักษณะลำน้ำตามยาว (Longitudinal profile)

จากข้อมูลการสำรวจหน้าตัดลำน้ำของแม่น้ำปิง ช่วงสถานี P.67 และสถานี P.1 ซึ่งสำรวจโดยกรมชลประทานในปี 2540 และ 2550 เพื่อนำมาใช้เปรียบเทียบถึงการเปลี่ยนแปลงของรูปลักษณะลำน้ำตามแนวยาวของทั้งสองช่วงเวลาดังกล่าว ซึ่งใช้ค่าเฉลี่ยของความลึกบริเวณร่องน้ำเพื่อเป็นค่าความลึกตัวแทนของหน้าตัดลำน้ำที่ตำแหน่งนั้น แทนค่าของระดับต่ำสุดของหน้าตัดลำน้ำ เพื่อที่จะลดความผันแปร (fluctuation) ของระดับท้องน้ำ ซึ่งระยะห่างระหว่างหน้าตัดลำน้ำโดยเฉลี่ยของทั้งสองชุดข้อมูลค่ามีใกล้เคียงกันที่ประมาณ 500 เมตร และใช้จำนวนหน้าตัดทั้งสองช่วงเวลาเท่ากันจำนวน 68 รูปตัด ข้อมูลของระดับท้องน้ำโดยเฉลี่ยบริเวณร่องน้ำและค่าระดับท้องน้ำต่ำสุดที่ตำแหน่งต่างๆ ทั้ง 68 รูปตัด ดังแสดงในภาคผนวก ก ตารางที่ ก-4

จากการศึกษาพบการเปลี่ยนแปลงของระดับท้องน้ำ ช่วงบริเวณพื้นที่นอกเมืองค่าระดับท้องน้ำเฉลี่ยและระดับท้องน้ำต่ำสุดลดลง 1.4 เมตรและ 1.5 เมตรตามลำดับ ส่วนช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่มีการเปลี่ยนแปลงน้อย ท้องน้ำเฉลี่ยและระดับท้องน้ำต่ำสุดลดลงประมาณ 0.4 และ 0.3 เมตรตามลำดับ แม้ว่าค่าระดับท้องน้ำมีการเปลี่ยนแปลงแต่รูปลักษณะลำน้ำตามแนวยาวของทั้งสองช่วงเวลามีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่าความลาดชัน (longitudinal slope) ช่วงพื้นที่นอกเมืองและพื้นที่เมืองเชียงใหม่เท่ากับ 1:1,400 และ 1:5,000 ตามลำดับ ส่วนความลาดชันโดยเฉลี่ยของลำน้ำปิงตลอดช่วงสถานี P.67 จนถึง สถานี P.1 มีค่าเท่ากับ 1 :1,1667 เมื่อพิจารณาจากความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงของความลึกเฉลี่ยบริเวณร่องน้ำ ค่าของระดับท้องน้ำที่ตำแหน่งต่างๆของทั้งสองช่วงเวลาดังแสดงใน รูปที่ 4-3

จากรูปที่ 4-3 แสดงค่าของระดับท้องน้ำเปรียบเทียบระหว่างปี 2540 และ 2550 ในบางตำแหน่งของชุดหน้าตัดปี 2550 มีการลดลงของความลึกเป็นอย่างมากเมื่อเทียบกับตำแหน่งข้างเคียง เช่นบริเวณตำแหน่งรูปตัดที่ 36, 19 และ 11 (ที่ระยะทาง 15903, 23454, 27476 เมตร เทียบจากสถานี P.67) เนื่องจากมีการอุดทรายในช่วงดังกล่าว และมีการเปลี่ยนแปลงของค่าความลาดชันที่ระยะประมาณ 20 กิโลเมตร จากสถานี P.67 ซึ่งเป็นช่วงบริเวณที่เริ่มเข้าสู่พื้นที่เมืองเชียงใหม่ การลดลงของความลาดชันในบริเวณดังกล่าว ส่งผลให้ระดับน้ำเมื่อเข้าสู่ช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่ยกระดับสูงขึ้น เมื่อพิจารณาที่อัตราการไหลเดียวกัน

#### 4.1.3 รูปตัดหน้าตัดขวาง ( cross sectional shape )

จากการข้อมูลการสำรวจของกรมชลประทานในปี 2540 และ 2550 ได้นำข้อมูลดังกล่าวมาหาค่าของปัจจัยหน้าตัดการไหล (section factor,  $AR^{2/3}$ ) โดยพิจารณาเลือกหน้าตัดที่ใกล้เคียงกันที่สุดจากข้อมูลทั้งสองชุด โดยพิจารณาจากตำแหน่งที่ทำการสำรวจ รูปทรงของหน้าตัด ลักษณะร่องน้ำและระดับตลิ่งเช่นเดียวกับที่ใช้ในหัวข้อ 4.1.2 การเปรียบเทียบลักษณะของรูปตัดทั้ง 68 ตำแหน่ง ของชุดหน้าตัดลำน้ำในปี 2540 และ 2550 ดังแสดงใน ภาคผนวก ก รูปที่ ก-3 โดยภาพรวมลักษณะของรูปตัดทั้งสองช่วงเวลามีรูปร่างใกล้เคียงกัน เพียงแต่ชุดของหน้าตัดในปี 2550 มีพื้นที่รูปตัดและระดับท้องน้ำต่ำกว่า ซึ่งจะทำให้การเปรียบเทียบค่าขององค์ประกอบการนำน้ำที่ตำแหน่งต่างๆตลอดทั้งช่วงลำน้ำของชุดหน้าตัดทั้งสองช่วงเวลา ตัวอย่างของการเปรียบเทียบระดับตลิ่งที่ตำแหน่งต่างๆของแนวลำน้ำและหน้าตัดลำน้ำที่ตำแหน่งต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 4-4

ในการหาค่าของปัจจัยหน้าตัดการไหล ที่เปลี่ยนไปของชุดหน้าตัดที่ระดับเดียวของทั้งสองช่วงเวลา โดยพิจารณาที่ระดับต่ำสุดของระดับตลิ่ง (ทั้งตลิ่งซ้ายและตลิ่งขวา) ซึ่งค่าขององค์ประกอบการนำน้ำที่ตำแหน่งต่างๆ ดังแสดงใน ภาคผนวก ก ตารางที่ ก-5 และ รูปที่ ก-2

รูปที่ 4-5 แสดงตัวอย่างของการเปรียบเทียบปัจจัยหน้าตัดการไหลของหน้าตัดที่ 57, 38 และ 6 ตามลำดับ (หน้าตัดที่ 58 และหน้าตัดที่ 1 อยู่ที่สถานี P.67 และสถานี P.1 ตามลำดับ) ซึ่งค่าองค์ประกอบการนำน้ำของหน้าตัดในปี 2550 มากกว่าหน้าตัดปี 2540 ในทุกระดับ เมื่อพิจารณาที่ระดับตลิ่งต่ำสุดของหน้าตัดทั้ง 3 ชุด ที่ระดับ 317.4, 310.2 และ 303.3 เมตร (รทก.) หน้าตัดในปี 2550 มีค่าองค์ประกอบการนำน้ำมากกว่าหน้าตัดในปี 2540 เท่ากับ 44, 51, และ 40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงโดยรวมตลอดทั้งช่วงลำน้ำซึ่งแบ่งเป็นช่วงนอกเมืองและช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่ ( ตั้งแต่หน้าตัดที่ 25 ลงไปเป็นช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่) พบว่ามีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของปัจจัยหน้าตัดการไหลของแม่น้ำปิง ค่าปัจจัยหน้าตัดการไหลของหน้าตัดในปี 2550 มากกว่าหน้าตัดปี 2540 ในทุกระดับ โดยมีการเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยช่วงนอกเมืองและช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่เท่ากับ 44 และ 32 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาตลอดช่วงสถานี

P.67 ถึง สถานี P.1 ปัจจัยหน้าตัดการไหลของหน้าตัดในปี 2550 มากกว่าหน้าตัดปี 2540 ประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ ส่วนหนึ่งของการเปลี่ยนแปลงของรูปตัดหน้าตัดขวางเนื่องจากการขุดลอกลำน้ำโดยกรมเจ้าท่าโดยปริมาณดินที่ขุดในช่วง อ.แม่แตง ถึง อ.เมือง ในปี 2546-2551 ประมาณ 4.98 ล้าน ลบ.ม ( แบ่งเป็นช่วง อ.เมือง 2.98 ล้าน ลูกบาศก์เมตร, อ.แม่แตง 0.22 ล้าน ลูกบาศก์เมตร , อ. แมริม อ.สารภี อ.เมือง อ.แม่แตง 1.78 ล้าน ลบ.ม ) นอกจากนี้ยังมีการดูุดทรายของเอกชนในบางช่วงของลำน้ำ โดยเฉพาะในช่วงหลังปี 2548 ซึ่งเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมครั้งใหญ่ ทางเทศบาลเมืองเชียงใหม่อนุญาตให้เอกชนสามารถดูุดทรายเพื่อจะขยายความจุของลำน้ำ

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงฐานนิเวศของแม่น้ำปิง ช่วงสถานี P.67 ถึงสถานี P.1 สรุปได้ว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญของรูปทรงของลำน้ำในระนาบราบ (plan form) และรูปลักษณะลำน้ำตามยาว (longitudinal profile) ส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงมากคือรูปตัดหน้าตัดขวาง (cross sectional shape) มีการเพิ่มขึ้นของค่าปัจจัยหน้าตัดการไหล (section factor,  $AR^{2/3}$ ) ช่วงนอกเมืองและช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่ เท่ากับ 44 และ 32 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบระหว่างลำน้ำปี 2540 และในปี 2550 ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลต่อสภาพชลศาสตร์การไหลของน้ำหลากในแม่น้ำปิง จึงจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาถึงผลของการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวทั้งการเปลี่ยนแปลงของรูปตัดหน้าตัดขวางบริเวณสถานี P.67 และสถานี P.1 รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงตลอดช่วงลำน้ำระหว่างสถานีดังกล่าว (เปรียบเทียบระหว่างหน้าตัดลำน้ำปี 2540 และปี 2550) ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



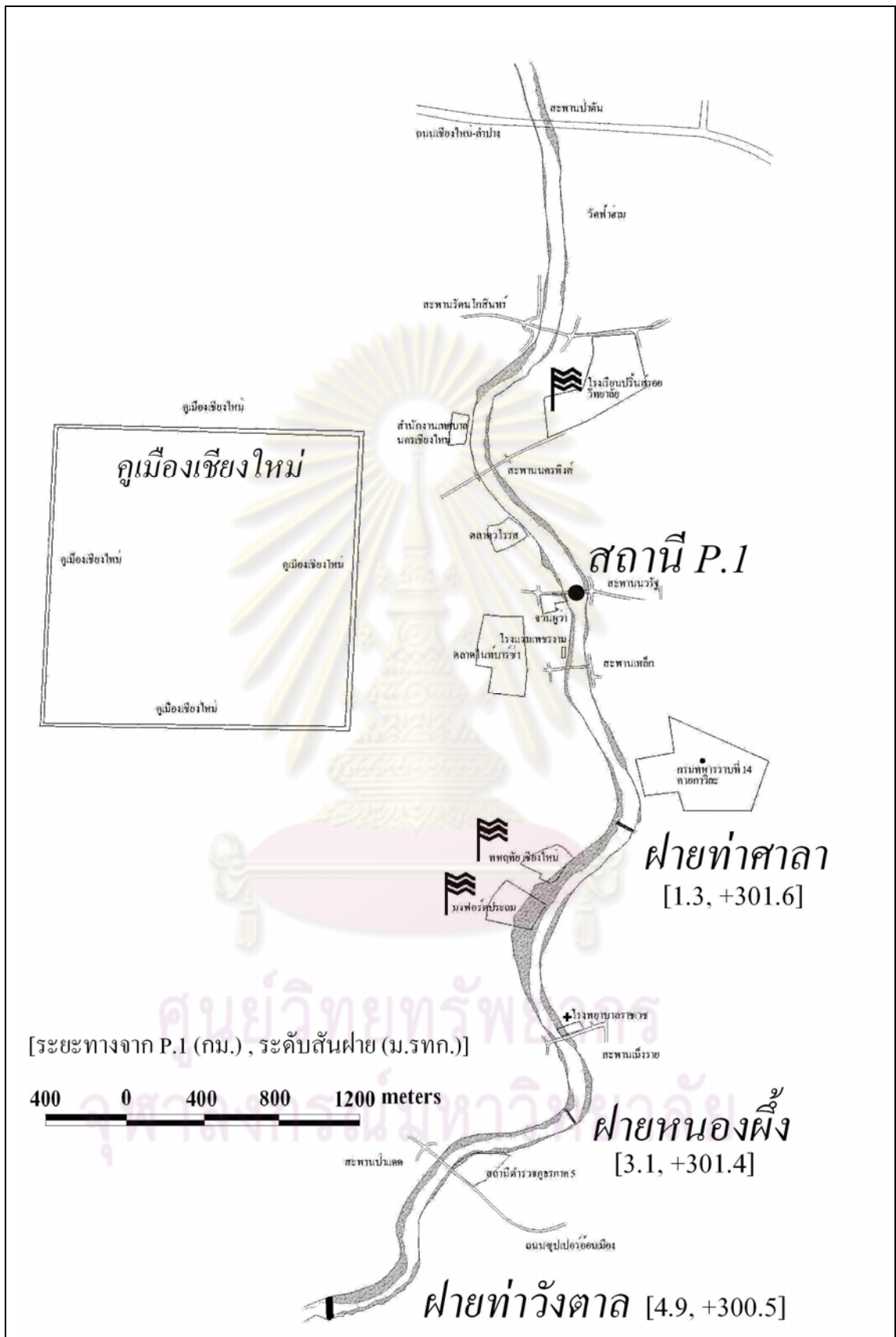
ที่มา: กรมที่ดิน 2545

รูปที่ 4-1 การเปลี่ยนแนวการไหลของแม่น้ำปิง ช่วงตำบลแม่แฝก อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลสำรวจสภาพสภาพลำน้ำที่ใช้ในการศึกษา

ที่มา / ปีที่สำรวจ	รายละเอียดของข้อมูล
กรมชลประทาน, 2539	- รูปตัดตามขวางและรูปตัดตามยาวของแม่น้ำปิง ตั้งแต่บริเวณ อ.แม่แตง ถึง อ.จอมทอง จ.เชียงใหม่ ช่วงนอกเมือง ทำการสำรวจทุกช่วง 1 กิโลเมตร บริเวณตัวเมืองเชียงใหม่ สำรวจช่วงละ 500 ม.
กรมชลประทาน, 2540	- สำรวจเพิ่มเติมจากหน้าตัดเดิม (ช่วงที่ห่าง 1 กิโลเมตร) จนมีระยะห่างช่วงละ 500 ม.
กรมชลประทาน, 2549	- รูปตัดขวางและตามยาวของแม่น้ำปิง ตั้งแต่บริเวณ อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่ถึง อ.ป่าซาง จ.ลำพูน ทำการสำรวจทุกช่วง 200 ม. บริเวณตัวเมืองเชียงใหม่ สำรวจช่วงละ 100 ม.
กรมชลประทาน, 2550	- สำรวจเพิ่มเติมจากหน้าตัดเดิม (ช่วงเมืองเชียงใหม่) จนมีระยะห่างช่วงละ 50 ม.

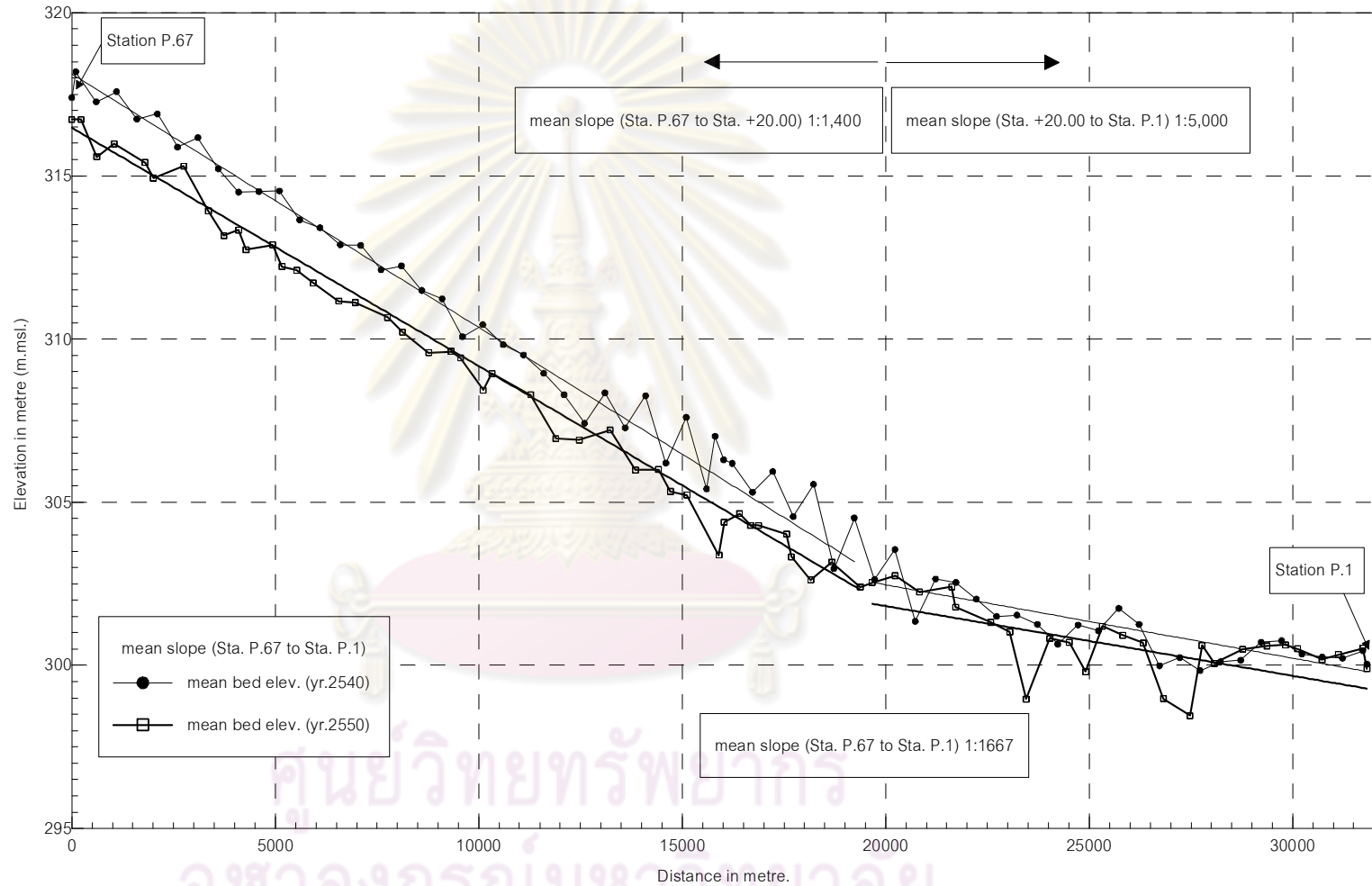




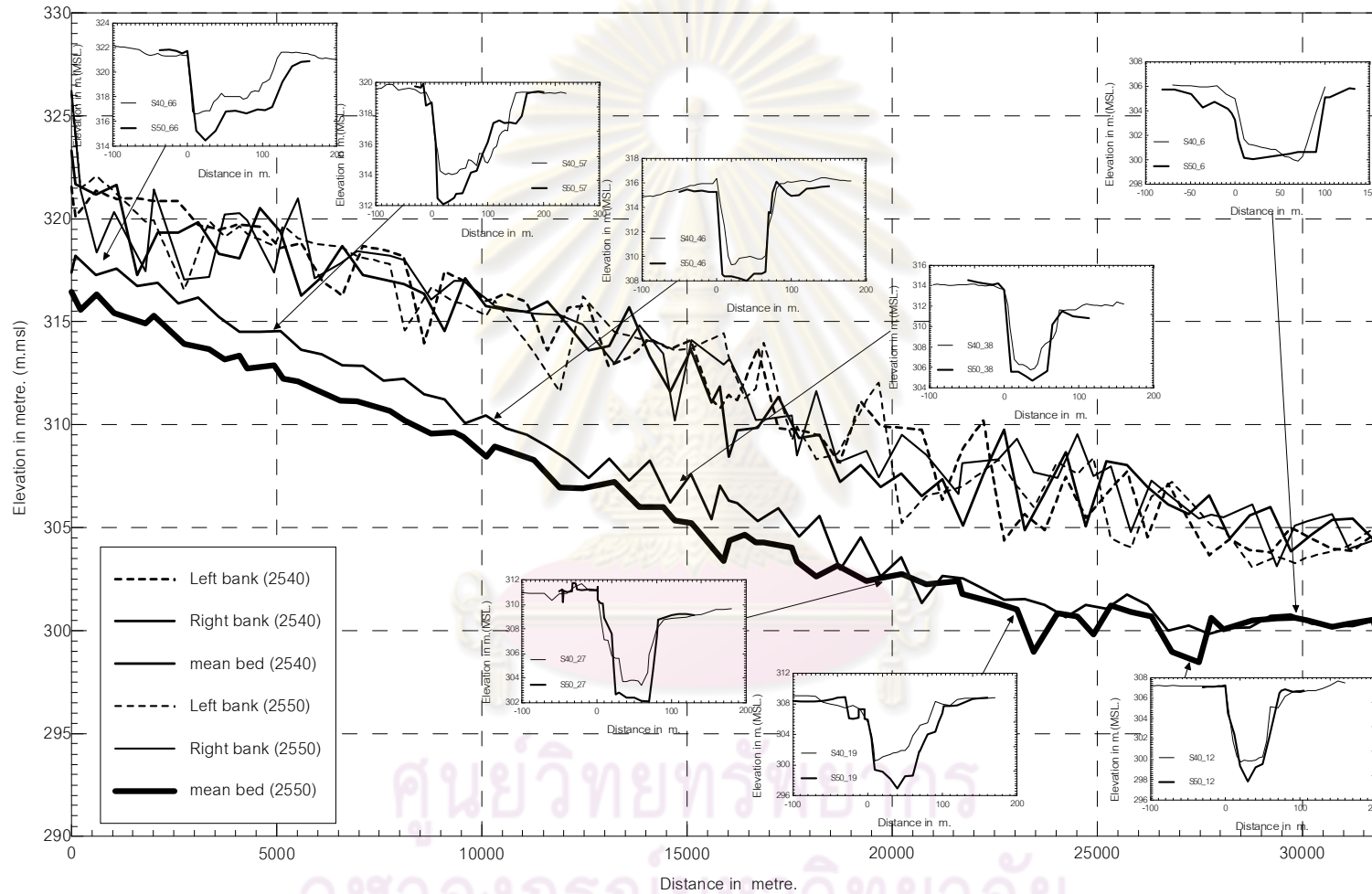
ที่มา: ประดิษฐ์ 2551

รูปที่ 4-2 แนวลำน้ำปิงช่วงเมืองเชียงใหม่จากการเปรียบเทียบภาพถ่ายทางอากาศปี 2497 และปี 2545 (พื้นที่แรเงาคือส่วนที่เปลี่ยนแปลงจากปี 2497)





รูปที่ 4-3 เปรียบเทียบระดับท้องน้ำเฉลี่ยบริเวณร่องน้ำของแม่น้ำปิงช่วงสถานี P.67 ถึง สถานี P.1 ในปี 2540 และ 2550



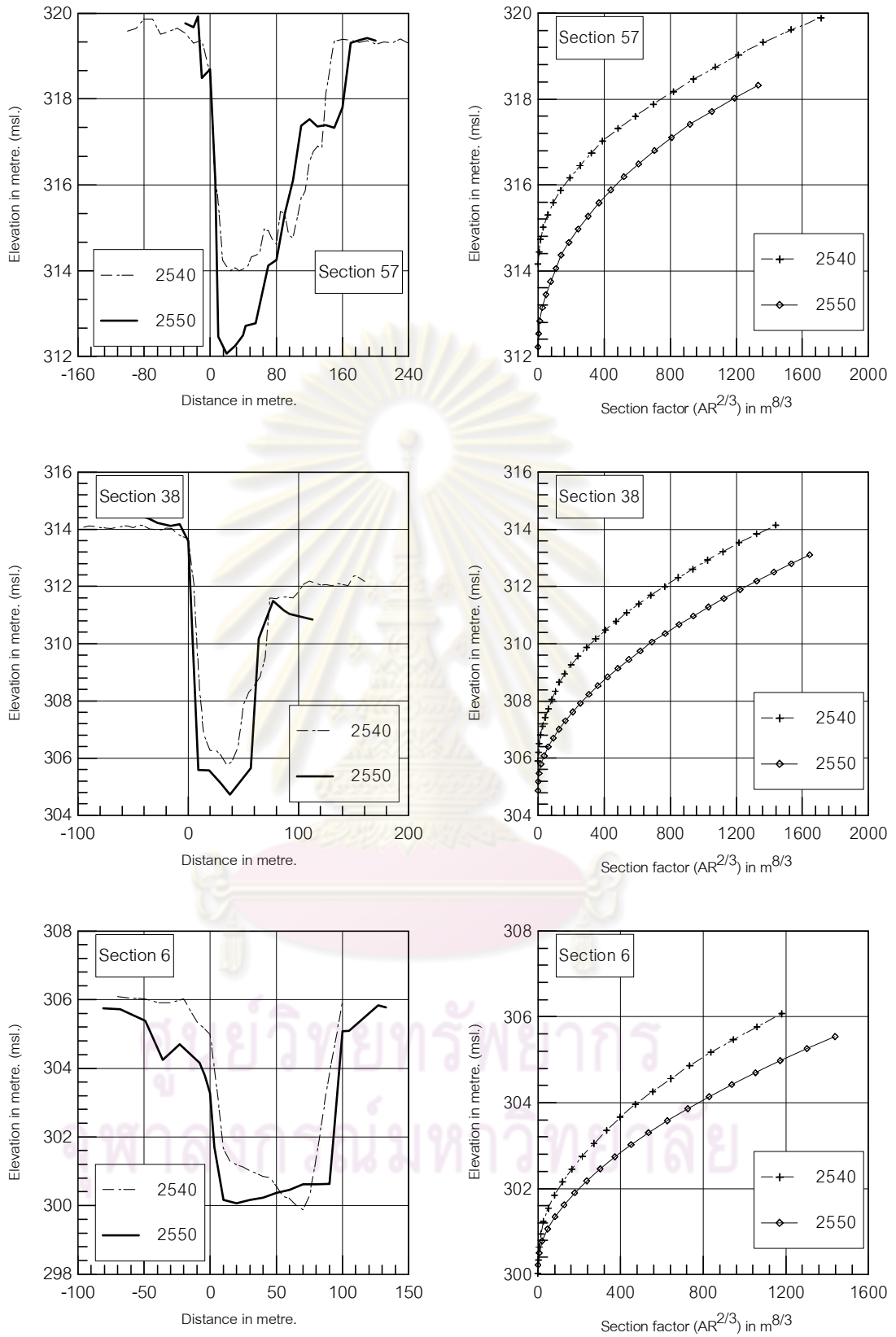
รูปที่ 4-4 เปรียบเทียบระดับตลิ่งและรูปตัดของแม่น้ำปิงช่วงสถานี P.67 ถึง สถานี P.1 ในปี 2540 และ 2550



ต้นฉบับไม่มีหน้านี้

NO THIS PAGE IN ORIGINAL

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4-5 เปรียบเทียบค่าปัจจัยหน้าตัดการไหล ( $AR^{2/3}$ ) ของหน้าตัดลำน้ำปิง ที่ตำแหน่งต่างๆของลำน้ำในปี 2540 และ 2550

## 4.2 การเปลี่ยนแปลงรูปตัดหน้าตัดขวางตามช่วงเวลา

ในหัวข้อนี้จะเป็นการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงรูปตัดหน้าตัดขวางที่เปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลา โดยใช้ข้อมูลการสำรวจรูปตัดที่สถานีซึ่งทำการสำรวจโดยกรมชลประทานระหว่างปี 2517- 2550 ร่วมกับข้อมูลการวัดระดับน้ำและอัตราการไหลที่สถานี P.67 และสถานี P.1 ซึ่งรูปตัดที่สถานีดังกล่าวแสดงในรูปที่ 4-6 เพื่อจะหาผลของการเปลี่ยนแปลงที่มีต่อระดับน้ำและอัตราการไหล โดยจะพิจารณาในกรณีการไหลคงที่ (steady flow) และไม่พิจารณาการไหลเข้าทางด้านข้าง (lateral inflow) ระหว่างช่วงสถานี รายละเอียดของการพิจารณามีดังนี้

### 4.2.1 การคำนวณการไหลในทางน้ำเปิด

กรณีการไหลแบบคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงกับเวลา และไม่เปลี่ยนแปลงกับระยะทาง (steady and uniform flow)

จากสมการแมนนิง (Manning formula)

$$Q = \frac{AR^{2/3}S^{1/2}}{n} \quad (4-1)$$

$$\text{หรือ } Q = KS^{1/2} \quad (4-2)$$

เมื่อ Q คือ อัตราการไหล

A คือ พื้นที่หน้าตัด

R คือ รัศมีชลศาสตร์ (hydraulic radius)  $[R=A/P]$

P คือ เส้นขอบเปียก (wetted perimeter)

n คือ สัมประสิทธิ์ความขรุขระของ Manning

S คือ ความลาดชันของพลังงาน

K คือ องค์ประกอบการนำน้ำ (conveyance factor)  $[K=AR^{2/3}/n]$

กรณีการไหลแบบคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงกับเวลา และเปลี่ยนแปลงกับระยะทาง (steady and non-uniform flow) ซึ่งใช้เฉพาะการไหลเปลี่ยนแปลงช้า (gradually varied flow)

$$WS.EL._1 + \frac{V_1^2}{2g} = WS.EL._2 + \frac{V_2^2}{2g} + h_f \quad (4-3)$$

$$h_f = \bar{S}_f \Delta x = \frac{S_{f1} + S_{f2}}{2} \Delta x \quad (4-4)$$

$$\bar{S}_f = \frac{n^2}{2} \left[ \frac{Q^2}{A_1 R_1^{4/3}} + \frac{Q^2}{A_2 R_2^{4/3}} \right] \quad (4-5)$$



แทนค่า (4-5) ใน (4-3) จะได้

$$WS.EL._1 + \frac{V_1^2}{2g} = WS.EL._2 + \frac{V_2^2}{2g} + \frac{n^2}{2} Q^2 \Delta x \left[ \frac{1}{A_1 R_1^{4/3}} + \frac{1}{A_2 R_2^{4/3}} \right] \quad (4-6)$$

เมื่อ WS.EL คือ ระดับน้ำที่สถานี

$\Delta x$  คือ ระยะทางระหว่างสถานี โดยพิจารณาเฉพาะการสูญเสียพลังงานเนื่องจากแรงเสียดทาน (friction loss) และไม่มีการไหลเข้าทางด้านข้าง (lateral inflow) ตลอดช่วงสถานี

- การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (Manning' n)

การคำนวณการไหลในทางน้ำเปิด ตัวแปรที่สำคัญคือค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (Manning' n) ในการศึกษาครั้งนี้ พิจารณาได้พิจารณาหาสัมประสิทธิ์ความขรุขระจากสองกรณี คือ กรณี steady and uniform flow ซึ่งประมาณค่าจากสมการแมนนิง (Manning formula) ดังนี้

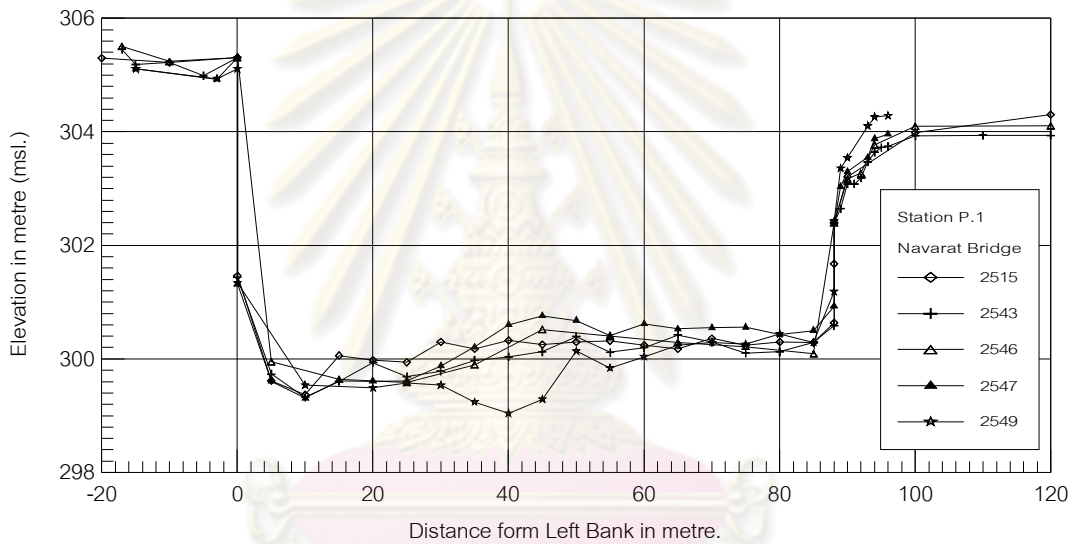
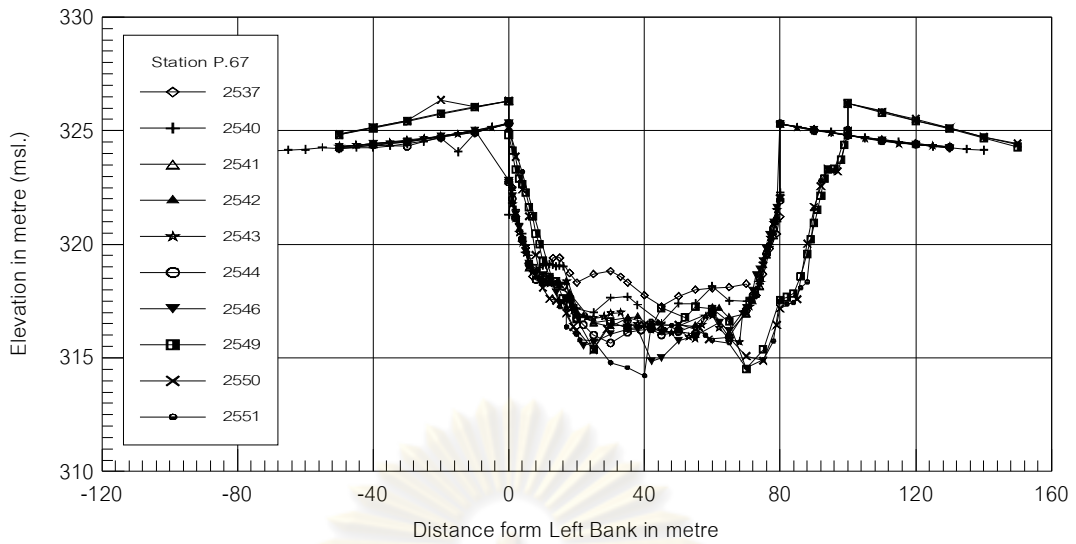
$$n = \frac{AR^{2/3}S^{1/2}}{Q} \quad (4-7)$$

สำหรับกรณีการไหลแบบ steady and non- uniform flow จากสมการ (4-6) เมื่อแทนค่า  $V = \frac{Q}{A}$  จะได้

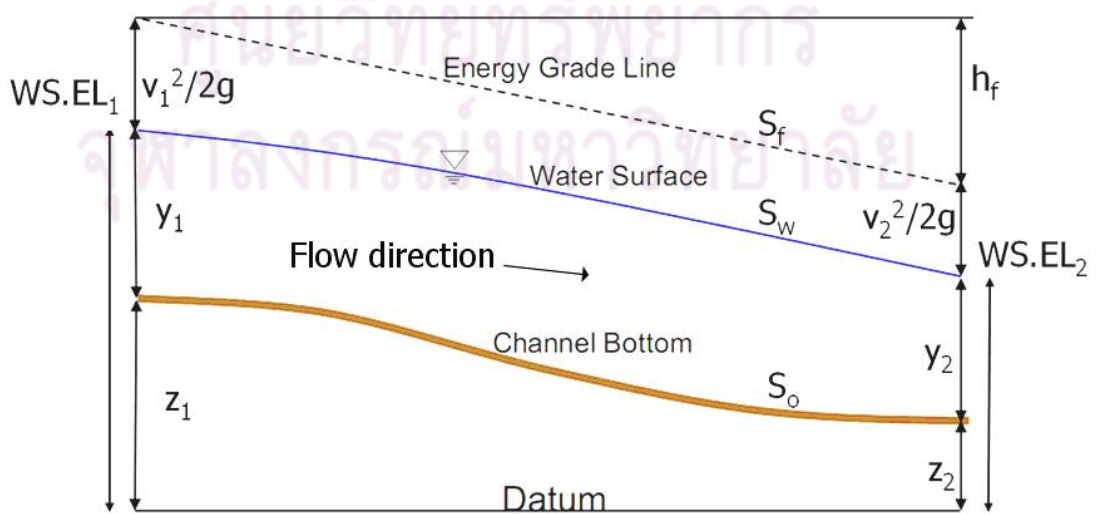
$$n = \left[ \frac{(WS.EL._1 - WS.EL._2) + \frac{Q^2}{2g} \left( \frac{1}{A_1^2} + \frac{1}{A_2^2} \right)}{\frac{\Delta x}{2} Q^2 \left( \frac{1}{A_1^2 R_1^{4/3}} + \frac{1}{A_2^2 R_2^{4/3}} \right)} \right] \quad (4-8)$$

#### 4.2.1 การประมาณค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (Manning' n)

การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสัมประสิทธิ์ความขรุขระกับอัตราการไหลและระดับน้ำ ในกรณี steady and uniform flow ดังแสดงภาคผนวก ก ตารางที่ ก-1 และรูปที่ 4-8 (ก) ค่า Manning' n มีความผันแปรตามระดับน้ำหรืออัตราการไหล (ค่าอัตราการไหลและระดับน้ำที่ใช้เป็นค่าที่จากการวัดข้อมูลที่สถานี) โดยมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราการไหลลดลงและจะเพิ่มขึ้นค่อนข้างมากที่อัตราการไหลต่ำๆ (< 200 ลูกบาศก์เมตร/วินาที) เมื่ออัตราการไหลมากกว่า 200 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ค่า Manning' n จะเริ่มคงที่ ทั้งบริเวณสถานี P.67 และ สถานี P.1 โดยมีค่าประมาณ 0.036 และ 0.037 ตามลำดับ ส่วนที่อัตราการไหลต่ำกว่านี้ ค่า Manning' n จะเริ่มมากขึ้นตามอัตราการไหลที่ลดลง ซึ่งที่สถานี P.67 มีค่า Manning' n อยู่ในช่วง 0.03-0.06 ส่วนสถานี P.1 มีความผันแปรของค่า Manning' n มากกว่า โดยอยู่ในช่วง 0.042-0.1



รูปที่ 4-6 รูปตัดหน้าตัดขวางที่สถานี P.67 และสถานี P.1 ในปีต่างๆ



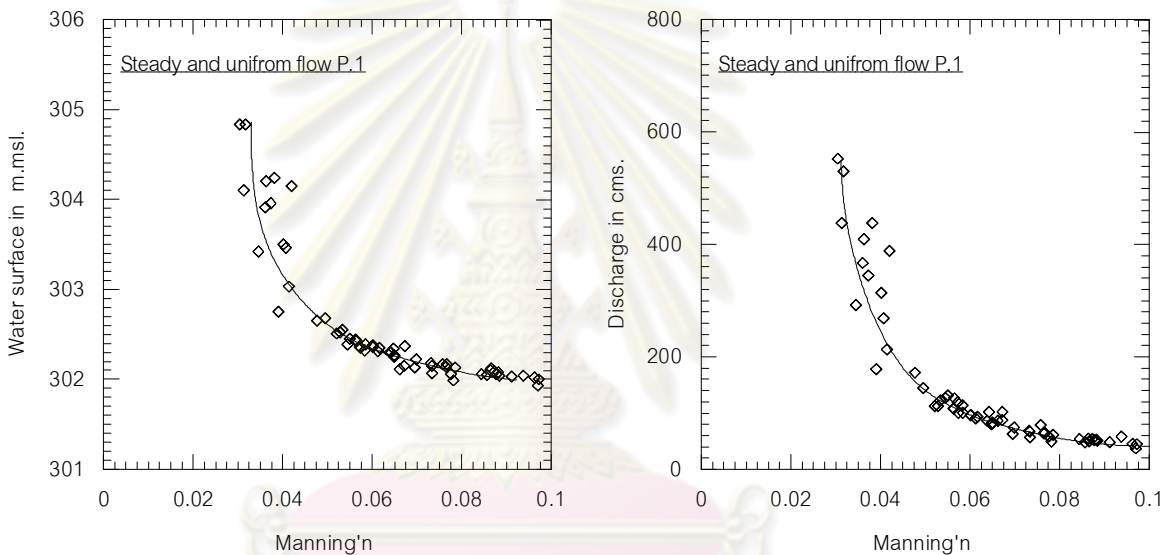
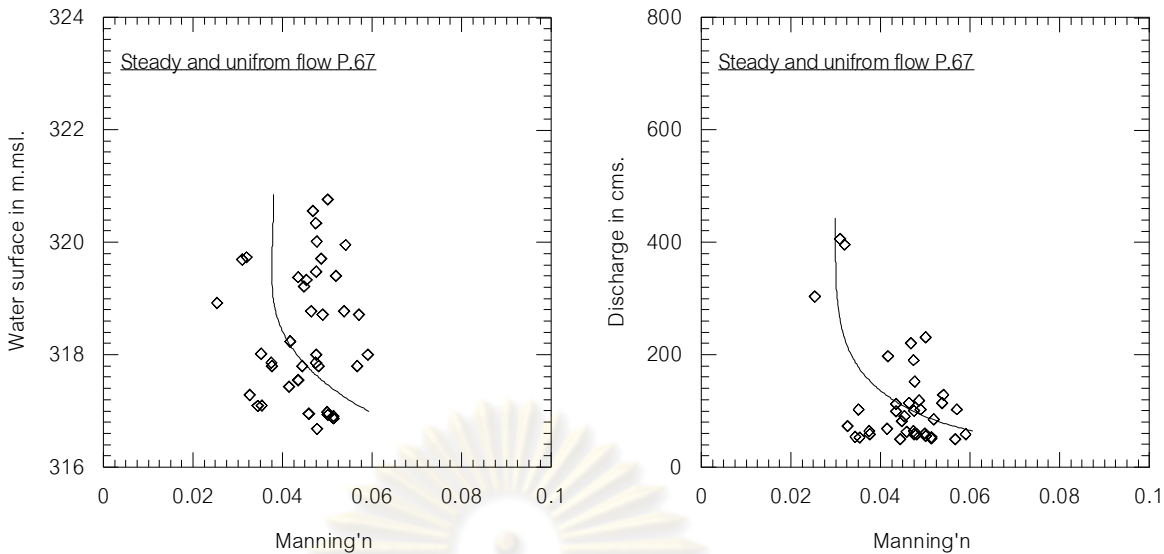
รูปที่ 4-7 แสดงตัวแปรที่ใช้ในสมการพลังงาน

ในกรณี steady and non-uniform flow จากรูปที่ 4-8 (ข) เห็นได้ว่าผลของ Manning' n มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงกับอัตราการไหลหรือระดับน้ำเหมือนกรณี steady and uniform flow เพียงแต่มีค่าต่ำกว่า โดยวิธีนี้ค่า Manning' n เริ่มคงที่ตั้งแต่อัตราการไหลประมาณ 100 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ขึ้นไป โดยมีค่าประมาณ 0.033 ส่วนที่อัตราการไหลต่ำกว่านี้ มีค่า Manning' n อยู่ในช่วง 0.04-0.06

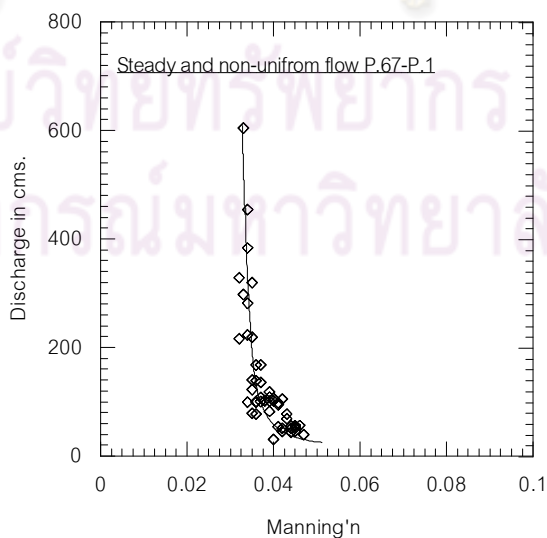
จากทั้งสองวิธีดังกล่าว แสดงถึงค่า Manning' n มีความผันแปรตามระดับน้ำหรืออัตราการไหล โดยจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราการไหลลดลงและจะเพิ่มขึ้นค่อนข้างมากที่อัตราการไหลต่ำๆ ค่า Manning' n ลดลงเมื่ออัตราการไหลเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการลดลงของผลของแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นมากบริเวณท้องน้ำและขอบด้านข้างของลำน้ำ ในการศึกษาที่พิจารณการไหลของน้ำหลากเป็นหลัก ดังนั้นจึงพิจารณาที่อัตราการไหลมากกว่า 200 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ขึ้นไป ซึ่งค่า Manning' n คงที่ทั้งสองกรณี ซึ่งผลจากการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาทั้งในประเทศและต่างประเทศ (Chow 1959, Peterson 1986, อินทวิธา 2538) โดยที่การศึกษานี้เลือกใช้ค่า Manning' n จากกรณี steady and non-uniform flow เนื่องจากสอดคล้องกับลักษณะการไหลทางน้ำในธรรมชาติมากกว่า

#### 4.2.2 การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบการนำน้ำ ( conveyance factor, $AR^{2/3}/n$ ; K )

จากรูปที่ 4-9 (ก) พิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงรูปตัดหน้าตัดขวาง (cross-sectional shape) ที่สถานี P.67 และ P.1 ซึ่งสำรวจในช่วงเวลาต่างๆ เพื่อหาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบการนำน้ำ ที่สถานี P.67 ค่า K มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามช่วงระหว่างปี 2537 จนถึงปี 2550 อัตราการเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยประมาณร้อยละ 7 ต่อปี ที่สถานี P.1 แนวโน้มมีลักษณะเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน แต่อัตราการเพิ่มขึ้นน้อยกว่า โดยเฉลี่ยประมาณร้อยละ 3 ต่อปี ซึ่งการเปลี่ยนแปลงความสามารถการนำน้ำที่ระดับต่ำจะมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่าที่ระดับสูง สังเกตได้จากที่สถานี P.67 ความชันของเส้นกราฟระดับ 319 เมตร (รทก.) แตกต่างจากที่ระดับอื่น โดยที่สถานี P.1 ก็เช่นเดียวกัน เพียงแต่มีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่า สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงที่ระดับต่ำเนื่องจาก ลักษณะของวัสดุท้องน้ำที่เป็นทราย ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้ ไม่ว่าจะเป็นการกัดเซาะหรือการทับถม ที่ระดับต่ำหรืออัตราการไหลน้อย มีโอกาสที่จะเกิดมากกว่า ระดับสูงซึ่งเกิดไม่กี่ครั้ง และแต่ละครั้งเกิดไม่นาน เมื่อเทียบกับอัตราการไหลน้อยซึ่งเกิดอยู่ตลอดเวลา จึงทำให้ลักษณะของท้องน้ำบริเวณนี้เกิดการเปลี่ยนแปลงมากกว่า อีกทั้งบริเวณ ระดับที่สูงจนถึงระดับตลิ่งยังในบางช่วงมีโครงสร้างป้องกันตลิ่ง หรือมีพังกันน้ำ ซึ่งทำให้บริเวณนั้นไม่เกิดการเปลี่ยนแปลง

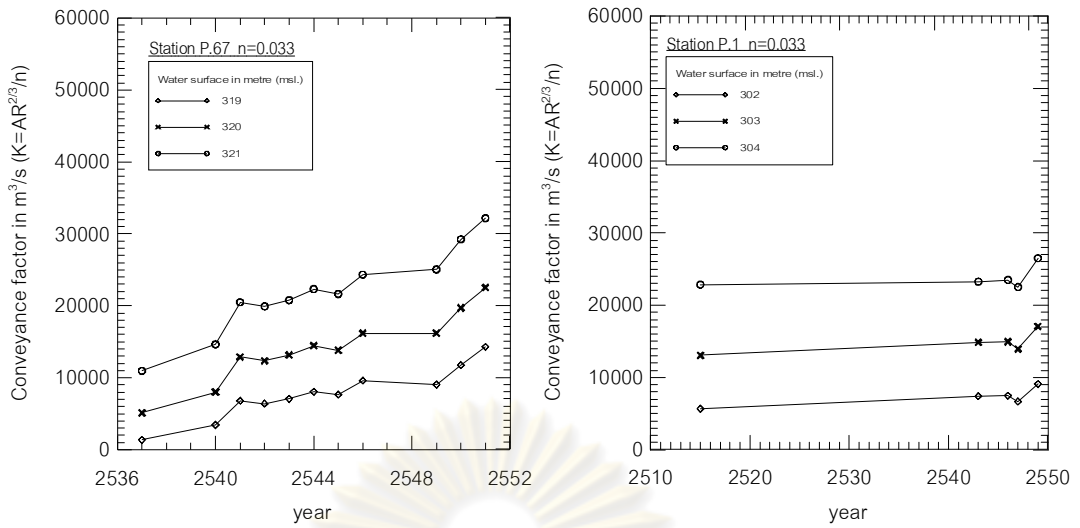


(ก) กรณีการไหลคงที่-สม่ำเสมอ

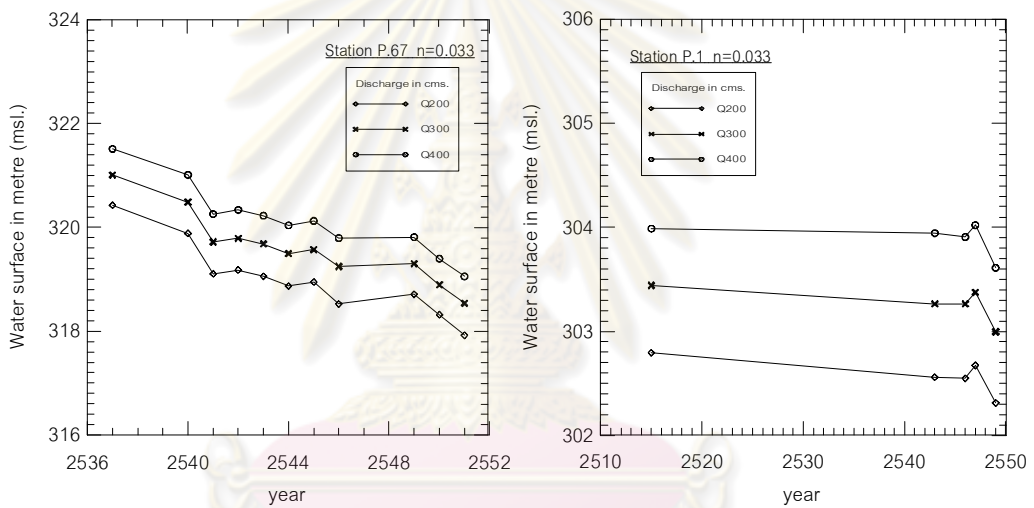


(ข) กรณีการไหลคงที่-ไม่สม่ำเสมอ

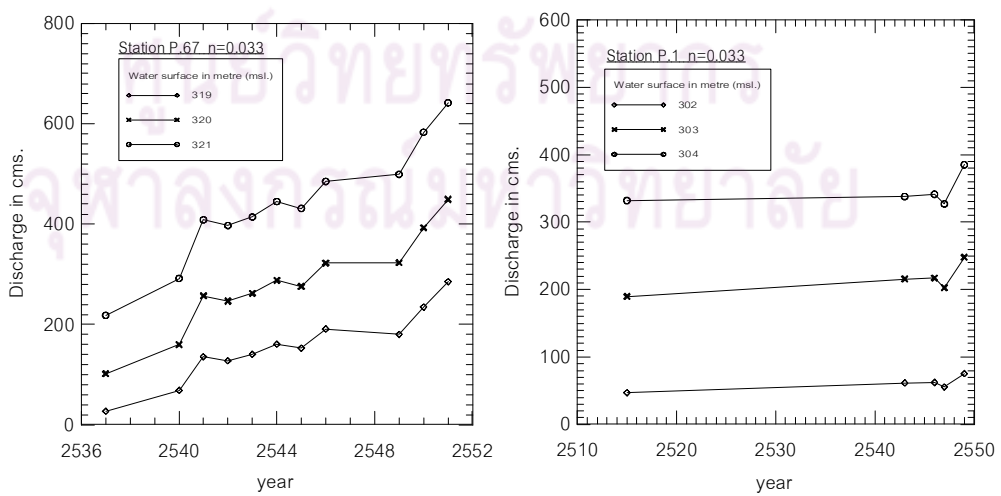
รูปที่ 4-8 ความสัมพันธ์ของสัมประสิทธิ์ความขรุขระ กับระดับน้ำและอัตราการไหล  
 # หมายถึง ค่าที่ใช้ในการคำนวณได้จากการสำรวจค่าระดับน้ำและอัตราการไหลที่สถานี



(ก) ผลต่อองค์ประกอบการนำน้ำ



(ข) ผลต่อระดับน้ำ



(ค) ผลต่ออัตราการไหล

รูปที่ 4-9 ผลของการเปลี่ยนแปลงรูปตัดหน้าตัดขวางที่สถานี P.67 และ P.1



#### 4.2.3 ผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ

จากรูปที่ 4-9 (ข) แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำกับเวลาที่อัตราการไหลต่างๆ บริเวณสถานี P.67 และสถานี P.1 จะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของความสามารถการนำน้ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ ที่อัตราการไหลเท่ากันแต่ระดับน้ำแตกต่างกัน แนวโน้มของเส้นในแต่ละอัตราการไหลขนานกัน เนื่องจากที่ระดับสูงแทบจะไม่มี การเปลี่ยนแปลงของรูปตัดหน้าตัดขวาง ดังนั้นความสามารถการนำน้ำจึงไม่เปลี่ยนแปลง ที่สถานี P.67 ในช่วงปี 2537 และ 2540 มีการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำที่อัตราการไหลเท่ากัน หลังจากนั้น จนถึงปี 2550 แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงลดลง โดยช่วงที่เกิดการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดคือช่วงปี 2540 ถึง 2541 มีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำโดยเฉลี่ยประมาณ 90 เซนติเมตร เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงตลอดช่วงเวลาพบว่ามีแนวโน้มลดลง 12 เซนติเมตร/ปี โดยเมื่อเปรียบเทียบระดับน้ำที่สถานี P.67 ในปี 2537 กับปี 2550 มีค่าแตกต่างกัน 1.86 เมตร

ที่สถานี P.1 ในช่วงปี 2517 ถึง 2545 มีการลดลงของระดับน้ำเล็กน้อย จากนั้นเพิ่มสูงขึ้นในปี 2546 และ 2547 แล้วลดลงต่ำที่สุดในปี 2549 โดยการเปลี่ยนแปลงมีน้อยกว่าที่ สถานี P.67 ช่วงที่เกิดการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดคือช่วงปี 2547 ถึงปี 2549 มี ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำโดยเฉลี่ยประมาณ 45 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบระดับน้ำที่สถานี P.1 ในปี 2515 กับปี 2549 มีค่าแตกต่างกันโดยเฉลี่ย 60 เซนติเมตร ซึ่งการเปลี่ยนแปลงบริเวณสถานี P.1 น้อยกว่าเนื่องจาก ที่สถานีนี้อยู่ในช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่ ซึ่งมีโครงสร้างป้องกันตลิ่ง ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่า

#### 4.2.4 ผลต่อการไหลหลากของน้ำ

จากรูปที่ 4-9 (ค) การเปลี่ยนแปลงรูปตัดหน้าตัดการไหล (cross sectional shape) ส่งผลต่อการไหลหลากของน้ำในแม่น้ำ จากรูปซึ่งแสดงความสัมพันธ์ของอัตราการไหลที่เปลี่ยนแปลงกับเวลาที่ระดับน้ำต่างๆ โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามเวลาที่ทั้งสถานี P.67 และสถานี P.1 ส่งผลให้ที่ระดับเดียวกันมีอัตราการไหลแตกต่างกัน โดยการเปลี่ยนแปลงเป็นลักษณะเดียวกับองค์ประกอบการนำน้ำที่เพิ่มขึ้นทั้งสองสถานี ที่สถานี P.67 อัตราการไหลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามช่วงเวลาระหว่างปี 2537 จนถึงปี 2550 อัตราการเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยประมาณร้อยละ 7 ต่อปี ที่สถานี P.1 แนวโน้มมีลักษณะเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน แต่อัตราเพิ่มขึ้นน้อยกว่า ประมาณร้อยละ 3 ต่อปี โดยที่จะพิจารณาเฉพาะกรณีการไหลในลำน้ำเท่านั้น หากพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของอัตราการไหลที่เปลี่ยนแปลงโดยเฉลี่ยต่อปีประมาณ 35.3 cms และ 1.1 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ที่สถานี P.67 และ P.1 ตามลำดับ

### 4.3 การจำลองสภาพน้ำหลากของแม่น้ำปิงโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

การพิจารณาในหัวข้อก่อนหน้าพิจารณาที่สถานี P.67 และสถานี P.1 เพื่อที่จะดูผลของการเปลี่ยนแปลงเฉพาะตำแหน่งสถานี เนื่องจากที่บริเวณสถานีวัดน้ำจะมีการสำรวจข้อมูลรูปตัดหน้าตัดขวางบ่อยครั้ง (ประมาณปีละครั้ง ยกเว้นที่สถานี P.1 มีการย้ายตำแหน่งการวัดอัตราการไหลไปที่สถานี P.1a ซึ่งอยู่ทางเหนือน้ำขึ้นไปประมาณ 1 กิโลเมตร) การจำลองสภาพลำน้ำโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นั้น เพื่อที่จะดูผลของการเปลี่ยนแปลงตลอดทั้งช่วงสถานี P.67 ถึงสถานี P.1 ใช้ข้อมูลสำรวจสภาพลำน้ำปิงซึ่งสำรวจโดยกรมชลประทานในปี 2540 และ 2550 โดยใช้ระยะห่างระหว่างหน้าตัดประมาณ 500 เมตร ( เนื่องจากข้อมูลในปี 2540 มีการสำรวจรูปตัดห่างกันช่วงละประมาณ 500 เมตร )

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ HEC-RAS รุ่น 4.0 ซึ่งเป็นแบบจำลองระบบทางน้ำ 1 มิติ พัฒนาขึ้นโดยหน่วยงาน USACE. (U.S. Army Corps of Engineers) เป็นแบบจำลองสาธารณะสิทธิ์ (freeware) สามารถจำลองสภาพการไหลแบบคงที่ (steady flow) และแบบไม่คงที่ (unsteady flow) ของทางน้ำเปิดในธรรมชาติ โดยอยู่บนพื้นฐานของสมการ Saint Venant equation สำหรับรายละเอียดเพิ่มเติมรวมทั้งโปรแกรมดังกล่าว สามารถศึกษารายละเอียดและดาวน์โหลดได้ที่ <http://hec.usace.army.mil/>.

การจำลองสภาพลำน้ำปิงในแต่ละช่วงเวลาทั้งในปี 2540 และ 2550 เพื่อหาความสามารถการนำน้ำของแม่น้ำปิงในแต่ละช่วงเวลา และเปรียบเทียบผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพลำน้ำต่อความสามารถการนำน้ำหลาก ที่ส่งผลต่อสภาพน้ำหลาก/น้ำท่วมบริเวณพื้นที่เมืองเชียงใหม่ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ในการวางแผน/บริหารจัดการปัญหาน้ำท่วมในพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในหัวข้อนี้จะขอกล่าวถึงรายละเอียดของข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลองและการตรวจสอบข้อมูล การปรับเทียบ (calibration) และตรวจพิสูจน์ (verification) แบบจำลอง ความอ่อนไหว (sensitivity) ของค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในแบบจำลอง การจำลองสภาพการไหลของแม่น้ำปิง รวมไปถึงแนวทางในบรรเทาปัญหาอุทกภัยในพื้นที่โดยการปรับการปรับปรุงสภาพลำน้ำในกรณีต่าง ๆ ซึ่งรายละเอียดมีดังนี้

#### 4.3.1 ข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลอง

1) ข้อมูลสำรวจสภาพลำน้ำปิงซึ่งสำรวจโดยกรมชลประทานในปี 2540 และ 2550 ช่วงสถานี P.67 ถึงสถานี P.1 มีระยะห่างระหว่างหน้าตัดประมาณ 500 เมตร จำนวนชุดละ 68 รูปตัด เช่นเดียวกับในหัวข้อ 4.1.2 และ 4.1.3 โดยรูปตัดลำน้ำทั้งหมดแสดงใน ภาคผนวก ก รูปที่ ก-3

2) ข้อมูลอัตราการไหลและระดับน้ำรายชั่วโมง ของสถานี P.67, P.21 และ P.1 ตำแหน่งที่ตั้งของสถานีและปีที่มีการบันทึกข้อมูลดังแสดงใน ตารางที่ 4-2 และรูปที่ 4-10 ในส่วนของข้อมูลปริมาณน้ำและระดับจะพิจารณาช่วงที่เกิดเหตุการณ์ในน้ำหลากในปี 2539, 2540 และ 2549 ซึ่งเป็นปีที่ใกล้เคียงกับปีที่มีการสำรวจข้อมูลรูปตัดลำน้ำ เพื่อที่จะลดผลของความคลาดเคลื่อนของระดับน้ำจากการสำรวจและคำนวณจากแบบจำลอง เนื่องลำน้ำในปี 2540 และ 2550 มีการเปลี่ยนแปลงของลำน้ำตลอดทั้งช่วง ดังที่ได้มีการศึกษาในหัวข้อ 4.1.3 ดังนั้นหากใช้ข้อมูลระดับน้ำและอัตราการไหลที่ใกล้เคียงกับช่วงที่มีการสำรวจข้อมูลสภาพลำน้ำ จะทำให้ผลการคำนวณที่ได้มีความถูกต้องและสามารถใช้ในการจำลองสภาพน้ำหลากได้อย่างเหมาะสม

ข้อมูลที่ระดับน้ำที่สถานี P.67 และ P.21 ในบางช่วงเวลามีการวัดระดับน้ำราย 3 ชั่วโมง เพื่อให้สอดคล้องกับสถานี P.1 ซึ่งวัดระดับน้ำรายชั่วโมง จึงใช้การประมาณค่าในช่วงแบบเชิงเส้น (linear interpolation) เพื่อประมาณค่าในช่วงที่ไม่มีการบันทึกข้อมูล ลักษณะของชลภาพน้ำหลากของแม่น้ำปิงช่วงในน้ำหลาก ดังแสดงใน รูปที่ 4-11 และ 4-12

3) ข้อมูลการสำรวจระดับน้ำ-อัตราการไหล กราฟความสัมพันธ์ของระดับน้ำและอัตราการไหล (stage discharge rating curve) และหน้าตัดลำน้ำที่สถานี P.67 และ P.1 ในช่วงปี 2539 ถึง 2551

4) แผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1:50,000 และภาพถ่ายทางอากาศมาตราส่วน 1:4,000 ของกรมแผนที่ทหาร สำหรับใช้พิจารณาแนวลำน้ำและสภาพภูมิประเทศโดยรอบ

5) ฐานข้อมูลทางภูมิศาสตร์ (GIS) รวบรวมโดยกรมทรัพยากรน้ำ ประกอบด้วย ชั้นข้อมูลเส้นลำน้ำ ชั้นข้อมูลแผนที่ลุ่มน้ำ ชั้นข้อมูลจังหวัด

#### 4.3.2 การตรวจสอบและปรับแก้ข้อมูล

ข้อมูลสำคัญสำหรับใช้ในแบบจำลองคือข้อมูลระดับน้ำและอัตราการไหล ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่ใช้เป็นเงื่อนไขขอบเขต (boundary condition) ทั้งทางด้านน้ำที่สถานี P.67 และทางท้ายน้ำที่สถานี P.1 จึงต้องมีการตรวจสอบโดยเฉพาะกราฟความสัมพันธ์ของระดับน้ำและอัตราการไหล (stage discharge rating curve หรือ rating curve) ของทั้งสองสถานี

จากการตรวจสอบกราฟความสัมพันธ์ของระดับน้ำและอัตราการไหล ของกรมชลประทาน ในช่วงปี 2539 ถึง 2551 ดังแสดงในรูปที่ 4-13 พบว่าที่สถานี P.67 มีการเปลี่ยนแปลงของ rating curve เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะบริเวณที่ระดับต่ำๆ เมื่อเปรียบเทียบ rating curve ที่ระดับต่ำสุดของปี 2539 กับปี 2551 พบว่ามีระดับแตกต่างกันประมาณ 1.9 เมตร โดยภาพรวมของ rating curve ที่สถานี P.67 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในปีต่างๆ แต่ในบางปีก็มีการลดลงเล็กน้อย

เมื่อทำการตรวจสอบจากหน้าตัดลำน้ำที่สถานี P.67 บริเวณสะพานต้นขาม-แม่แต, สถานี P.1A บริเวณสะพานนครพิงค์และสถานี P.1 บริเวณสะพานนวัตน์ ดังแสดงในรูปที่ 4-15 (ตั้งแต่ปี 2539 มีการย้ายตำแหน่งการวัดอัตราการไหลจากสถานี P.1 ไปที่ สถานี P.1A ซึ่งอยู่ทางต้นน้ำเหนือขึ้นไปประมาณ 800 เมตร โดยที่ค่าระดับน้ำยังคงตรวจวัดที่สถานี P.1 เช่นเดิม ) พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของหน้าตัดที่สถานี P.67 ทั้งความลึกและความกว้าง โดยที่สถานี P.1 และ P.1A แทบจะไม่มี การเปลี่ยนแปลงของหน้าตัด ซึ่งผลจากการเปลี่ยนแปลงของหน้าตัดที่สถานี P.67 เป็นสาเหตุให้ rating curve ที่สถานี P.67 มีการเปลี่ยนแปลงมาก โดยปกติแล้วบริเวณที่จะตั้งสถานีวัดระดับน้ำหรืออัตราการไหล จะตั้งอยู่ในช่วงลำน้ำที่อยู่ในแนวตรง ตำแหน่งที่ตั้งของหน้าตัดและบริเวณตลิ่งมั่นคง รวมทั้งต้องอยู่ในตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนแปลงของรูปตัดลำน้ำไม่มาก และด้วยเหตุที่หน้าตัดลำน้ำในแต่ละปีมีการเปลี่ยนแปลงมาก การที่จะใช้ rating curve จากความสัมพันธ์ทางสถิติของข้อมูลที่อาศัยแต่ความสัมพันธ์ทางสถิติแบบปีต่อปีเพียงอย่างเดียว โดยไม่พิจารณา ร่วมกับลักษณะทางกายภาพของหน้าตัดลำน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปกับเวลา จึงทำให้ rating curve ในแต่ละปีมีความแตกต่างกัน

ดังนั้นจึงพิจารณาปรับ rating curve โดยอาศัยการจัดกลุ่มของชุดข้อมูลสำรวจระดับน้ำและอัตราการไหลในปีต่างๆ ให้สัมพันธ์กับลักษณะของหน้าตัดลำน้ำในปีต่างๆ ซึ่งพิจารณาจากค่าปัจจัยหน้าตัดการไหล (section factor,  $AR^{2/3}$ ) ของหน้าตัดลำน้ำ เมื่อเปรียบเทียบปัจจัยหน้าตัดการไหลที่ระดับต่ำสุดระดับของตลิ่งในทุกปี (+325.2 เมตร (รทก.)) พบการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบการนำน้ำของหน้าตัดเมื่อเทียบกับหน้าตัดในปี 2551 เท่ากับ 37.3, 34.7, 29.9, 18.9, 18.5, 15.4, 11.2, 6.9 เปอร์เซนต์ ของหน้าตัดในปี 2537, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2546, 2549 และ 2550 ตามลำดับ โดยค่าปัจจัยหน้าตัดการไหลของหน้าตัดในปีต่างๆ ของสถานี P.67 ดังแสดงในรูปที่ 4-16 สำหรับการจัดกลุ่มชุดข้อมูลเพื่อปรับ rating curve ได้แบ่งเป็นข้อมูลออกเป็น 3 ช่วงดังนี้ 1. ช่วงปี 2539 ถึง 2541 2. ช่วงปี 2543 ถึง 2545 และ 3. ช่วงปี 2546 ถึง 2551 โดย rating curve ของสถานี P.67 ที่ได้ทำการปรับแก้แล้วดังแสดงใน รูปที่ 4-17 ถึง 4-20 ส่วนความสัมพันธ์ของ rating curve ในรูปของสมการยกกำลังของระดับความลึกการไหลที่ปรับค่าระดับท้องน้ำซึ่งเปลี่ยนแปลงตามผลการสำรวจหน้าตัด โดยสามารถแสดงได้ดังนี้

- ช่วงปี 2539 ถึง 2541  $Q = 19.85*(H-316.90)^{1.87}$
- ช่วงปี 2543 ถึง 2545  $Q = 24.55*(H-316.15)^{1.87}$
- ช่วงปี 2546 ถึง 2551  $Q = 30.05*(H-315.80)^{1.87}$

โดยที่  $Q$  คือ อัตราการไหล (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)  
 $H$  คือ ระดับน้ำ (เมตร (รทก.))



เมื่อทำการเปรียบเทียบ rating curve ที่ทำการปรับแก้แล้วกับข้อมูลจากการตรวจวัดที่สถานีพบว่า ลักษณะของข้อมูลจากการตรวจวัดที่ได้ทำการจัดกลุ่มใหม่ตามค่าปัจจัยหน้าตัดการไหลของหน้าตัด มีความสอดคล้องกันกับ rating curve ที่ทำการปรับแก้แล้วและมีความน่าเชื่อถือมากกว่าการใช้ rating curve ของข้อมูลที่อาศัยแต่ความสัมพันธ์ทางสถิติแบบปีต่อปีเพียงอย่างเดียว เมื่อพิจารณาลักษณะข้อมูลจากการตรวจวัดชุดแรกในช่วงปี 2539 ถึง 2541 พบการกระจายตัวของข้อมูลจากการตรวจวัดมากกว่าสองชุดที่เหลือ (ช่วงปี 2543 ถึง 2545 และ 2546 ถึง 2551) โดยเฉพาะในช่วงอัตราการการไหลต่ำหรือที่อัตราการไหลน้อยกว่า 100 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ส่วนช่วงที่มากกว่า 100 ลูกบาศก์เมตร/วินาที การกระจายตัวของข้อมูลจากการตรวจวัดลดลงและลักษณะของข้อมูลใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของหน้าตัดในช่วงระดับต่างๆ โดยเฉพาะบริเวณท้องน้ำซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด (ระดับท้องน้ำต่ำลง) ส่วนที่ระดับเหนือขึ้นมาบริเวณตลิ่งด้านข้างมีการเปลี่ยนแปลงน้อย สังเกตได้จากชุดข้อมูลจากการสำรวจมีลักษณะเกาะกลุ่มกัน ส่วนที่ช่วงเวลาอื่นๆ ทั้งช่วงปี 2543 ถึง 2545 และ ช่วงปี 2546 ถึง 2551 ลักษณะการกระจายตัวของข้อมูลจากการตรวจวัดลดลง ลักษณะของ rating curve ที่ทำการปรับแก้แล้วกับข้อมูลจากการตรวจวัดใกล้เคียงกัน โดยเฉพาะบริเวณระดับต่ำ

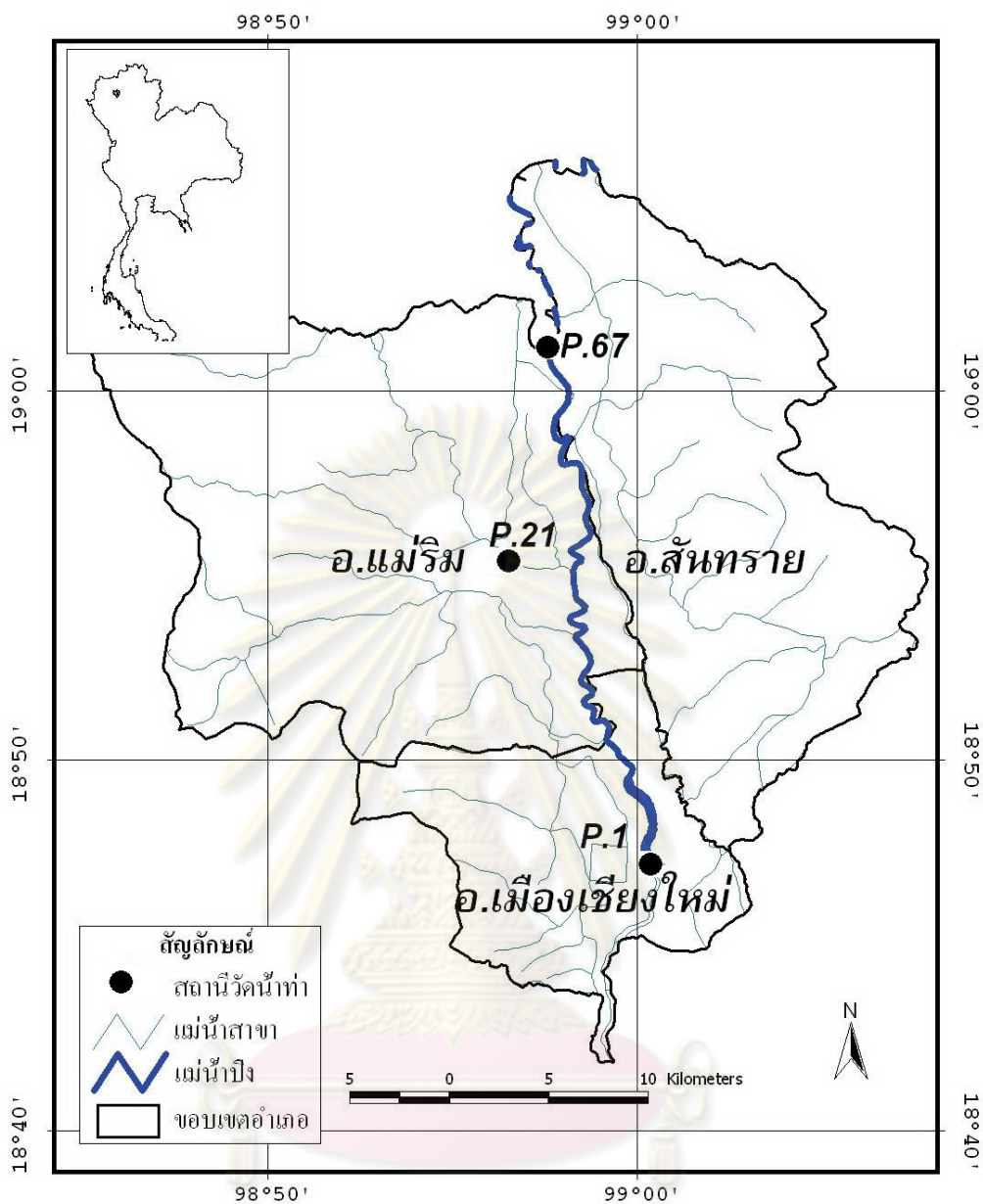
ส่วนที่สถานี P.1 ลักษณะของ rating curve ในปีต่างๆ ใกล้เคียงกันแทบจะไม่มีแตกต่างกัน ดังนั้นจึงพิจารณาใช้ rating curve ของกรมชลประทาน ดังแสดงในรูปที่ 4-14 ในการเลือกใช้ rating curve จะใช้ช่วงที่ใกล้เคียงกับปีที่มีการสำรวจสภาพลำน้ำและคลองคลุมอัตราการไหลในช่วงน้ำหลาก คือในปี 2539 และ 2549 ซึ่งเมื่อพิจารณา rating curve ร่วมกับรูปตัดหน้าตัดขวางที่สถานี P.1 ดังแสดงในรูปที่ 4-15 จะเห็นได้ว่า rating curve ดังกล่าวมีผลของน้ำเอ่อ (backwater effect) จากฝ่ายทางท้ายน้ำของสถานี P.1 โดยระดับท้องน้ำต่ำสุดของสถานี P.1 ในปีต่างๆ อยู่ในช่วง 299.3 -300.7 เมตร (รทก.) แต่ระดับที่น้ำเริ่มไหล (zero flow) ของ rating curve ในปีต่างๆ มีค่าอยู่ในช่วง 301-301.2 เมตร (รทก.) ซึ่งระดับดังกล่าวใกล้เคียงกับระดับสันฝายของฝายท่าศาลา 301.6 เมตร (รทก.) (ฝายอยู่ห่างจากสถานี P.1 ทางท้ายน้ำประมาณ 1.3 กิโลเมตร)

ตารางที่ 4-2 ที่ตั้งสถานีน้ำท่าและช่วงเวลาที่ยืนยันข้อมูล

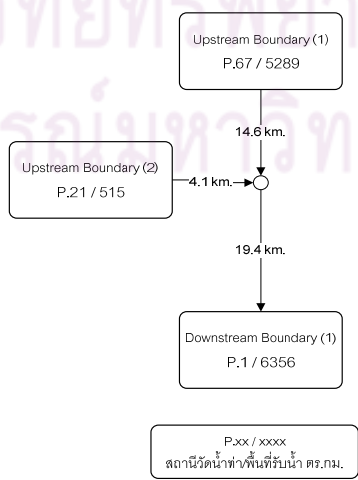
รหัสสถานี	แม่น้ำ	ที่ตั้ง	ตำแหน่งที่ตั้ง		พื้นที่รับน้ำ ตร.กม.	ช่วงเวลาวัดข้อมูล พศ.
			ละติจูด	ลองจิจูด		
P.67	ปิง	สะพานบ้านต้นขาม-แม่แต อ.สันทราย	19-01-11	98-57-42	5289	2539-ปัจจุบัน
P.21	แมริม	สะพานแมริม อ.แมริม	19-55-29	98-56-34	515	2497-ปัจจุบัน
P.1	ปิง	สะพานนรบุรี อ.เมือง	18-47-09	98-00-29	6356	2464-ปัจจุบัน

หมายเหตุ-เรียงลำดับสถานีตามตำแหน่งที่ตั้งนับจากต้นน้ำ

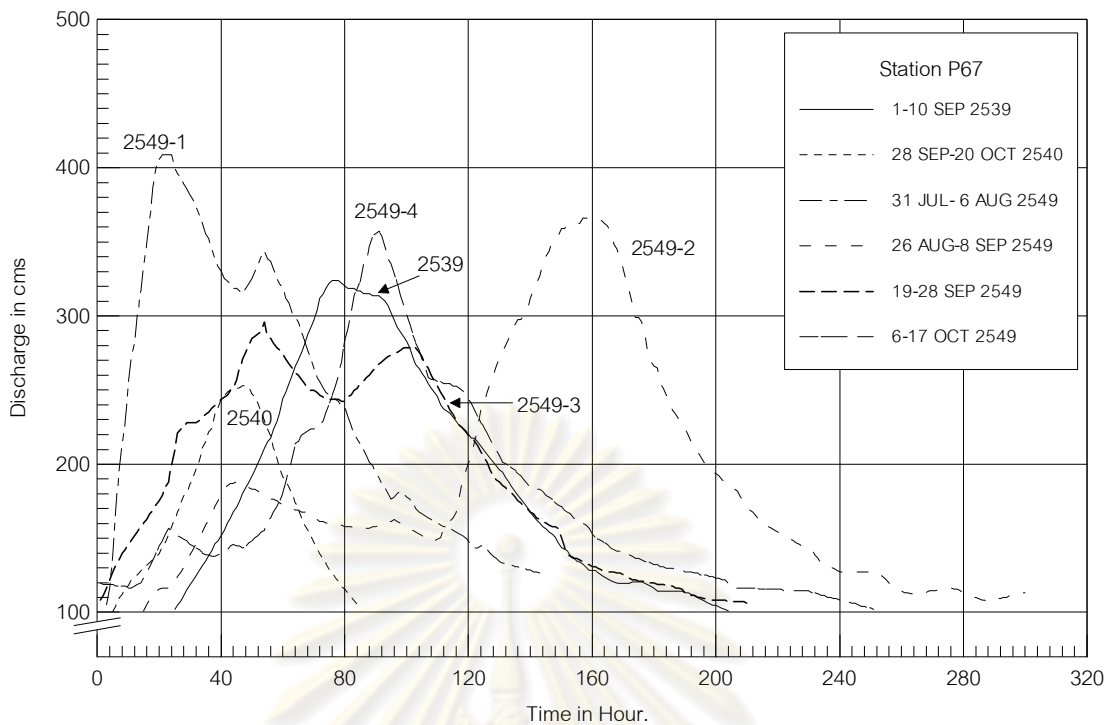




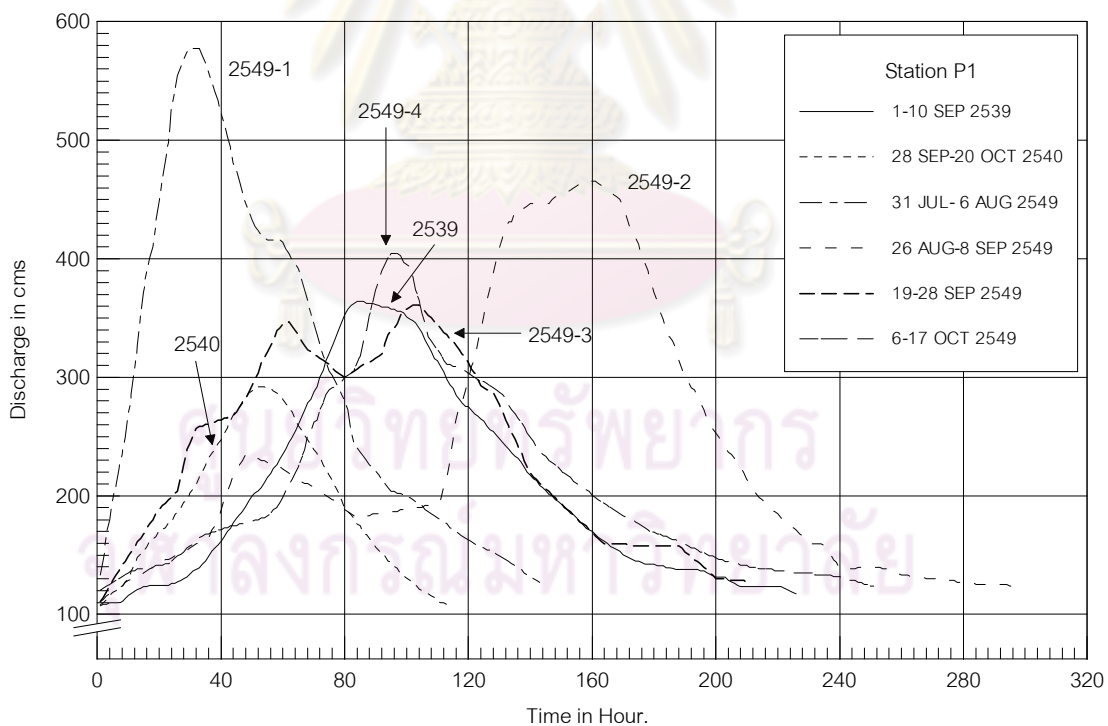
ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



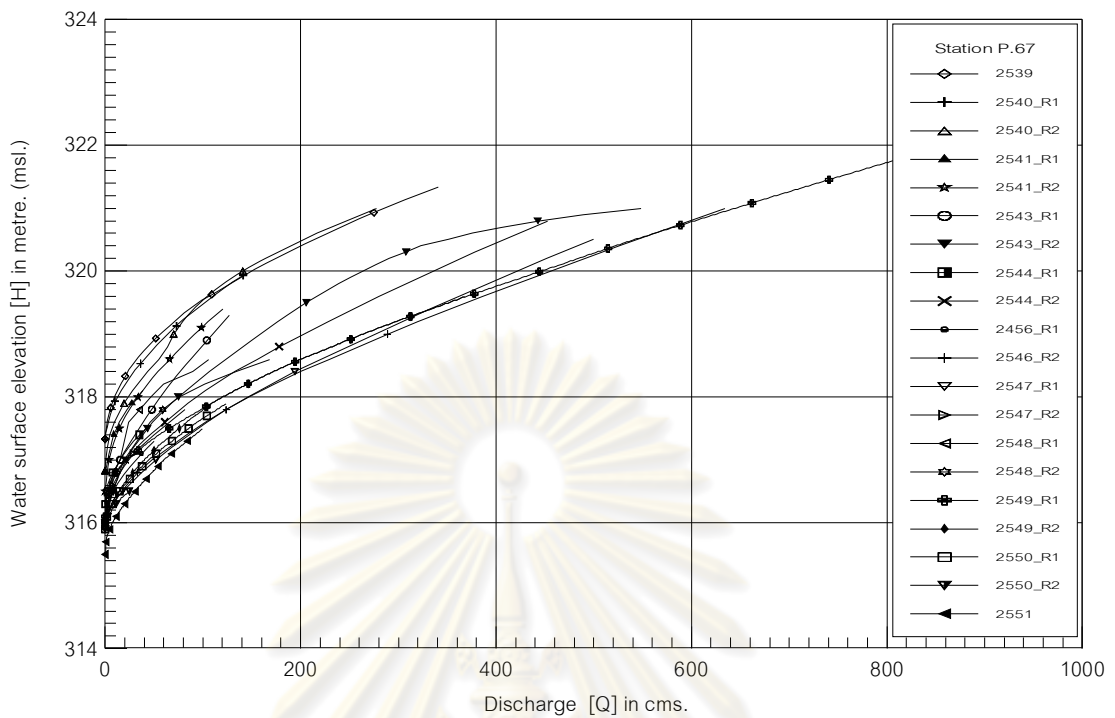
รูปที่ 4-10 ที่ตั้งของสถานีน้ำท่าที่ใช้ในแบบจำลอง



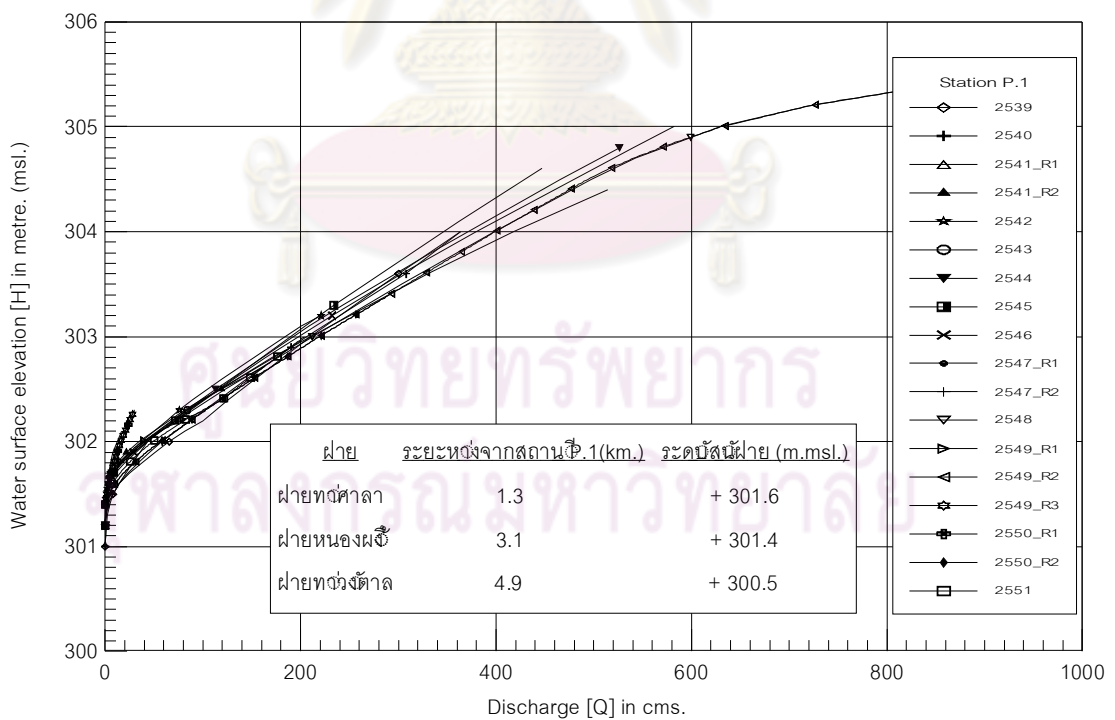
รูปที่ 4-11 ซดภาพน้ำหลากของแม่น้ำปิงที่สถานี P.67



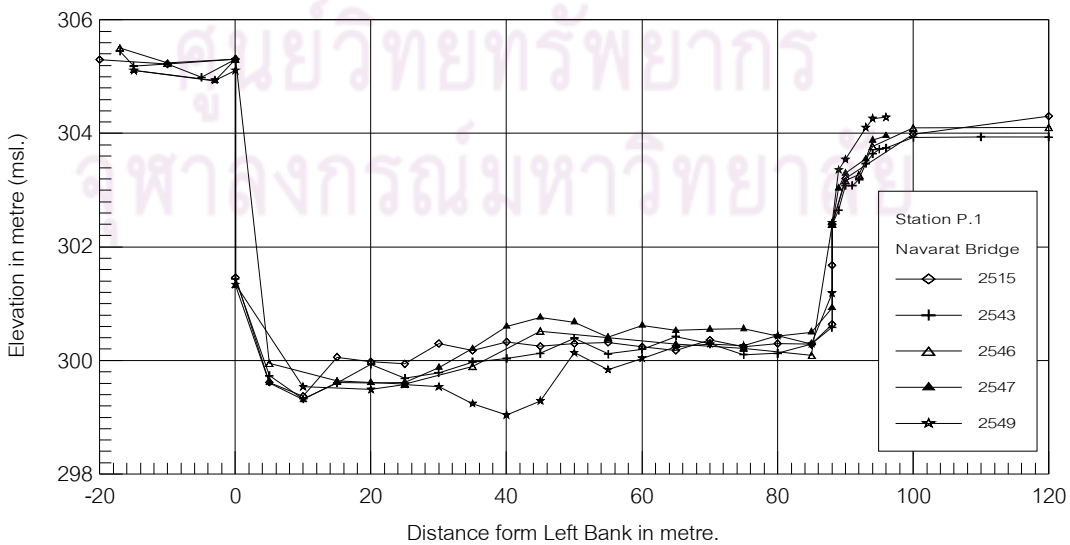
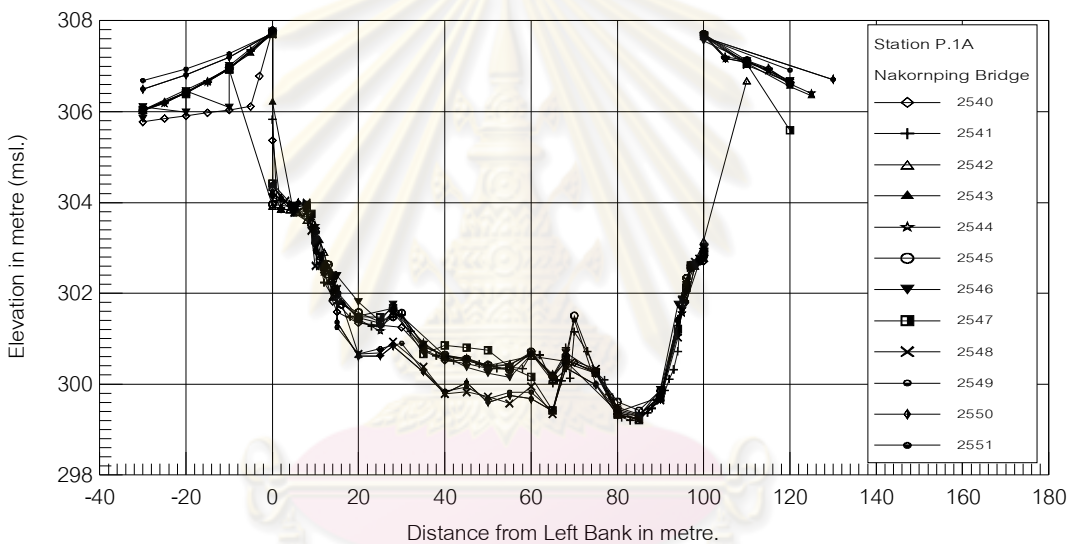
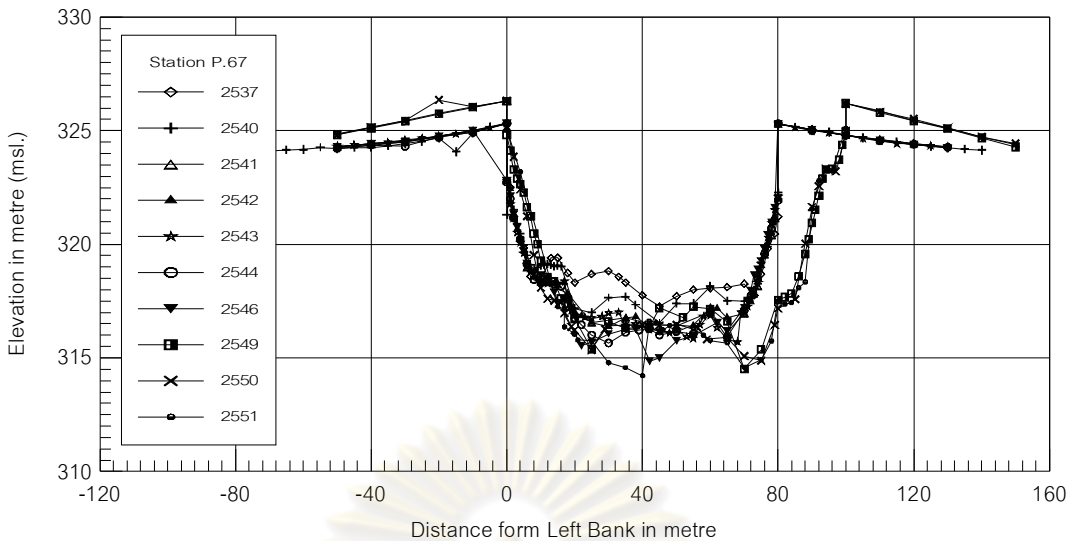
รูปที่ 4-12 ซดภาพน้ำหลากของแม่น้ำปิงที่สถานี P.1



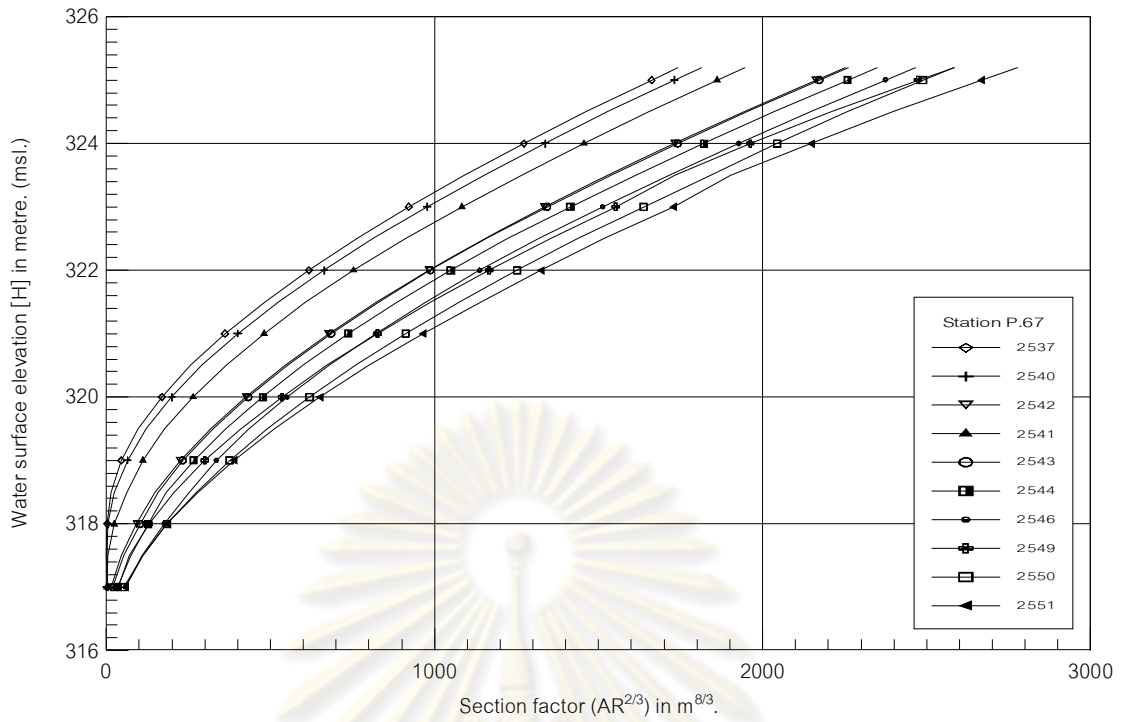
รูปที่ 4-13 ความสัมพันธ์ของระดับน้ำและอัตราการไหลที่สถานี P.67 ช่วงปี 2539-2551



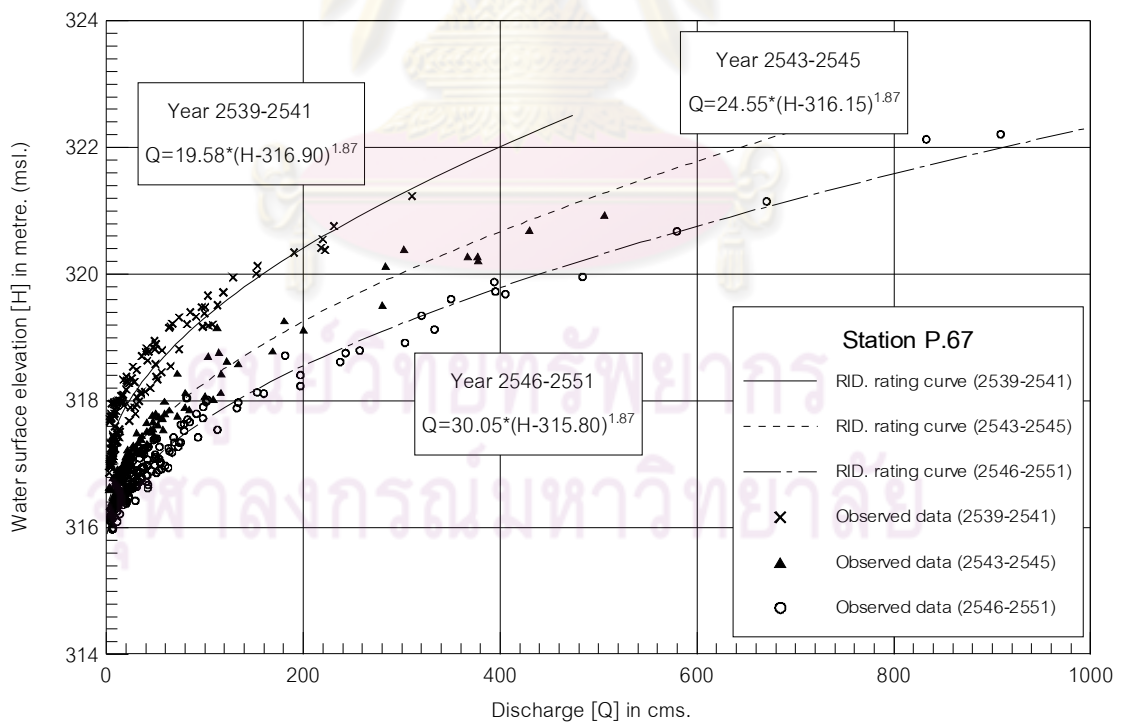
รูปที่ 4-14 ความสัมพันธ์ของระดับน้ำและอัตราการไหลที่สถานี P.1 ช่วงปี 2539-2551



รูปที่ 4-15 รูปตัดหน้าตัดขวางที่สถานี P.67 , P.1a และ P.1 ในปีต่างๆ

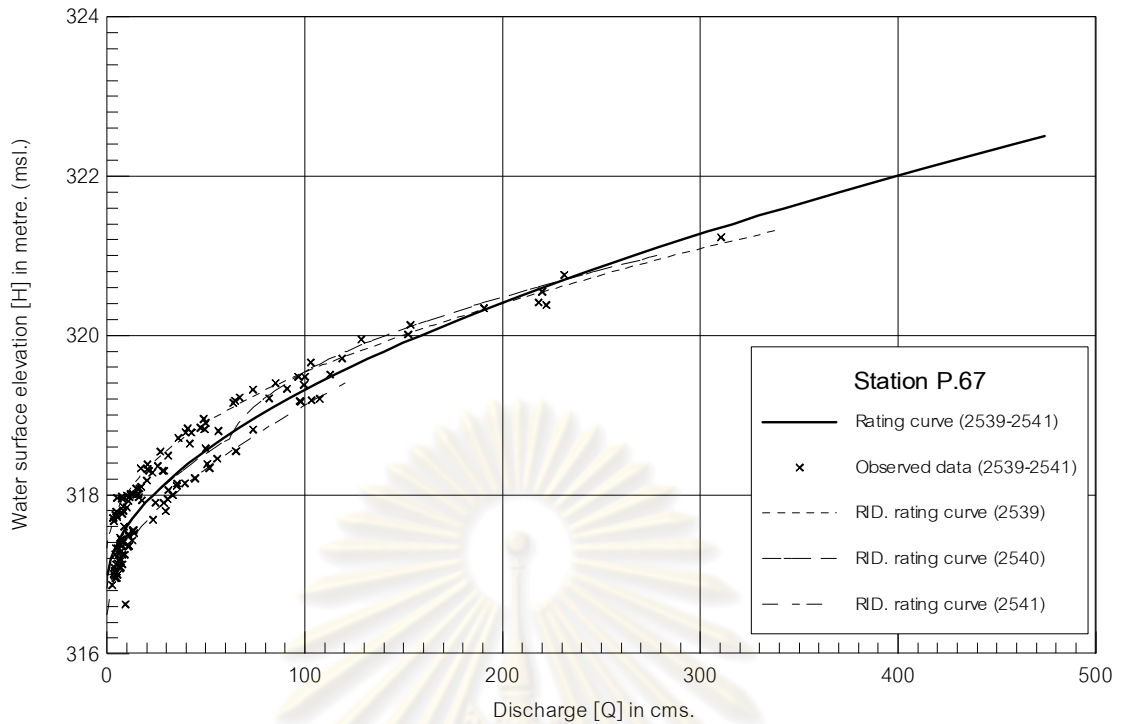


รูปที่ 4-16 ความสัมพันธ์ของระดับน้ำและปัจจัยหน้าตัดการไหล ( $AR^{2/3}$ )  
ที่สถานี P.67 ช่วงปี 2537-2551

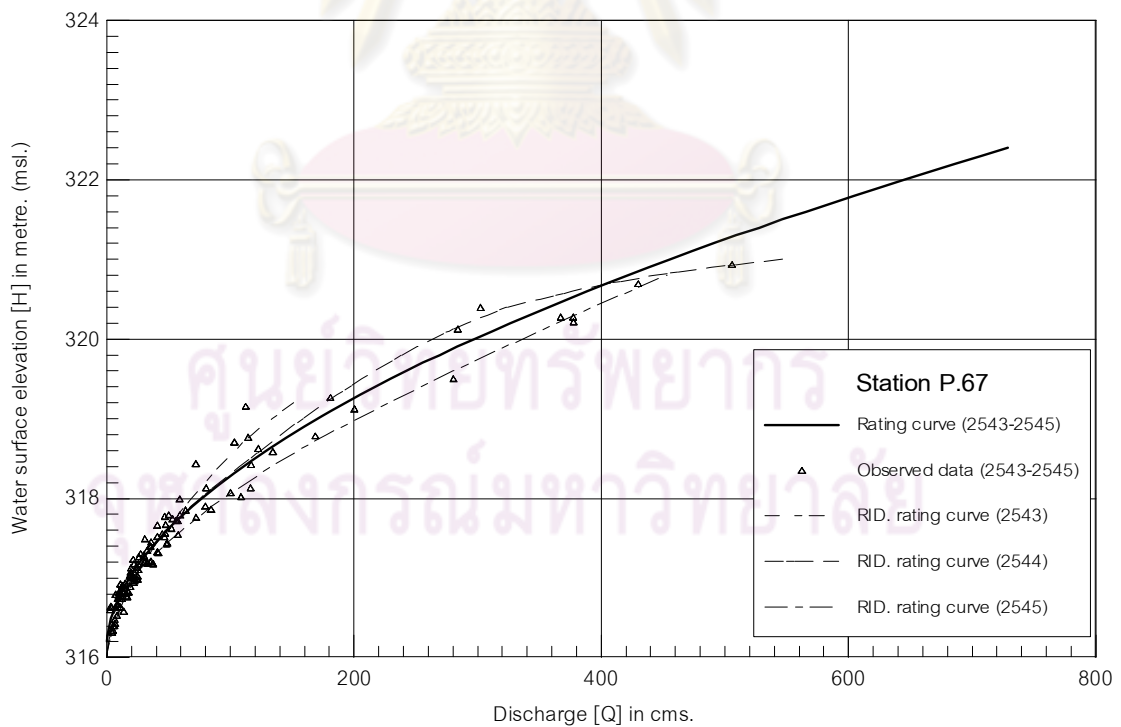


รูปที่ 4-17 ความสัมพันธ์ของระดับน้ำและอัตราการไหลที่สถานี P.67  
(ปรับแก้แล้ว) ช่วงปี 2539-2551

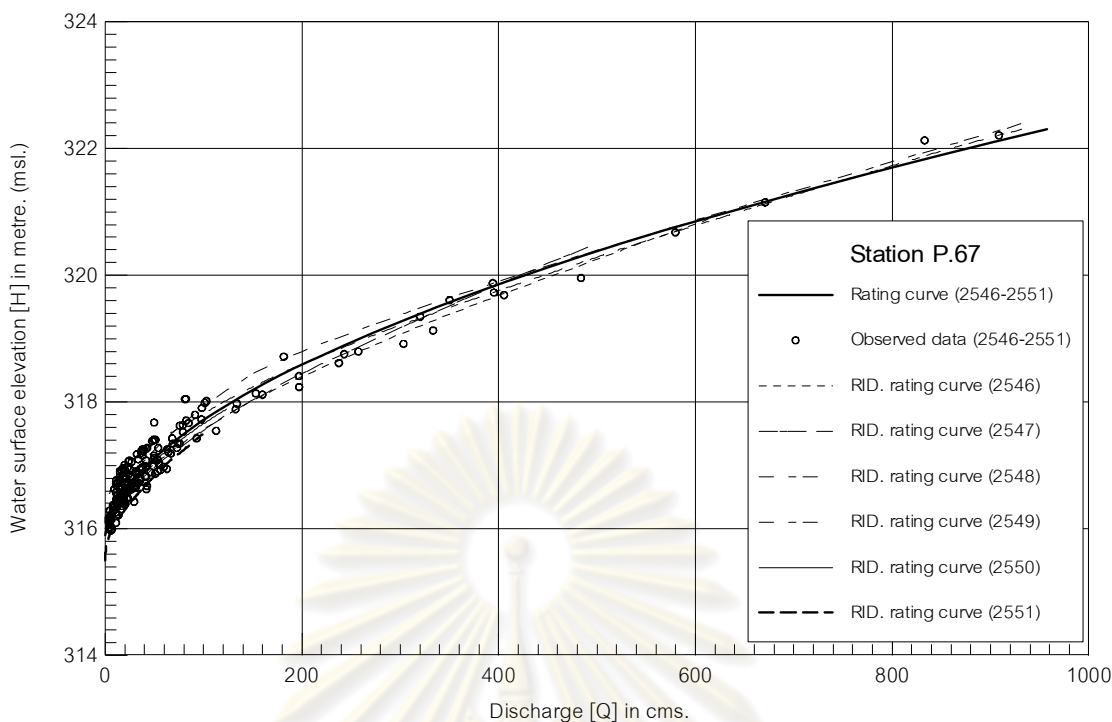




รูปที่ 4-18 ความสัมพันธ์ของระดับน้ำและอัตราการไหลที่สถานี P.67  
(ปรับแก้แล้ว) ช่วงปี 2539-2541



รูปที่ 4-19 ความสัมพันธ์ของระดับน้ำและอัตราการไหลที่สถานี P.67  
(ปรับแก้แล้ว) ช่วงปี 2544-2545



รูปที่ 4-20 ความสัมพันธ์ของระดับน้ำและอัตราการไหลที่สถานี P.67  
(ปรับแก้แล้ว) ช่วงปี 2546-2551

#### 4.3.3 การจำลองการไหลของน้ำหลากในแม่น้ำปิง

การจำลองการไหลของน้ำหลากในแม่น้ำปิงประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลักคือ การสร้างโครงข่ายลำน้ำ การกำหนดเงื่อนไขขอบเขต (boundary condition) และเงื่อนไขเริ่มต้น (initial condition) การรันโปรแกรมเพื่อคำนวณหาสภาพการไหลของน้ำหลาก ผลการคำนวณที่ได้คือ ค่าอัตราการไหล ระดับน้ำ ความสามารถการนำน้ำ ที่ตำแหน่งของรูปตัดลำน้ำต่างๆ ตลอดแนวลำน้ำ โดยแผนผังการจำลองลักษณะการไหลน้ำหลากในแม่น้ำปิงดังแสดงใน รูปที่ 4-21

1) การสร้างโครงข่ายลำน้ำของแม่น้ำปิง สิ่งจำเป็นสำหรับการสร้างโครงข่ายลำน้ำของแม่น้ำปิง คือ ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของลำน้ำ ได้แก่ เส้นแนวลำน้ำ ระยะทางตามแนวลำน้ำ ตำแหน่งและขนาดรูปตัดขวาง ตำแหน่งและระดับตลิ่ง ตำแหน่งบรรจบของแม่น้ำสาขา

2) การกำหนดเงื่อนไขขอบเขตและเงื่อนไขเริ่มต้น เป็นขั้นตอนในการกำหนดเงื่อนไขลักษณะการไหลให้กับแบบจำลอง แบ่งเป็น เงื่อนไขขอบเขต (boundary condition) และเงื่อนไขเริ่มต้น (initial condition) การศึกษาที่พิจารณาใช้เงื่อนไขขอบเขตด้านบน (upstream boundary condition) เป็นข้อมูลอัตราการไหลรายชั่วโมงที่สถานี P.67 ส่วนเงื่อนไขขอบเขตด้านล่าง (downstream boundary condition) เป็นกราฟความสัมพันธ์ของระดับน้ำและอัตราการไหล

(rating curve) ที่สถานี P.1 เงื่อนไขเริ่มต้นคือข้อมูลระดับน้ำและอัตราการไหลที่ตำแหน่งรูปตัดต่างๆ ซึ่งได้จากการคำนวณแบบ การไหลแบบคงที่ (steady flow) ของข้อมูลในช่วงเวลาแรก

3) การรันโปรแกรม HEC-RAS เพื่อคำนวณหาอัตราการไหลของน้ำ ระดับน้ำ ความเร็วการไหล และความสามารถการนำน้ำ ที่ตำแหน่งต่างๆของรูปตัดการไหลตลอดแนวลำน้ำช่วงที่ทำการศึกษาของหน้าตัดทั้งปี 2540 และ 2550

#### 4.3.4 การปรับค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลอง

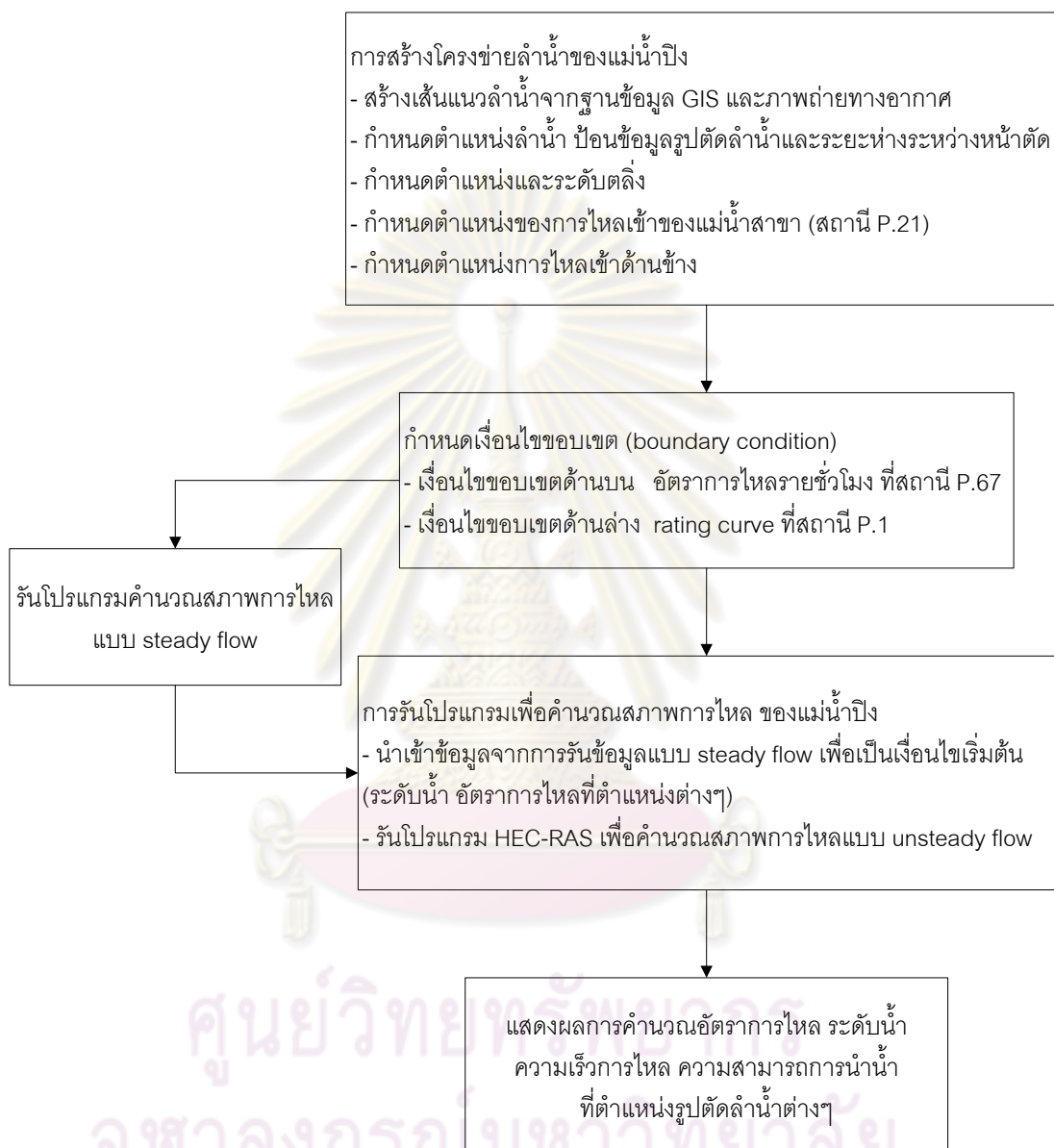
แบบจำลองสภาพลำน้ำของแม่น้ำปิงก่อนที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้งาน จำเป็นจะต้องมีการปรับเทียบ (calibration) และตรวจพิสูจน์ (verification) เพื่อให้มีค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม โดยพารามิเตอร์ที่สำคัญคือ สัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิ่งสำหรับลำน้ำหลัก (Manning 'n for main channel ;  $n_{ch}$ ) และสัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิ่งสำหรับพื้นที่น้ำท่วม (Manning 'n for flood plain ;  $n_{fp}$ ) ซึ่งตัวแปรดังกล่าวจะมีผลต่ออัตราการไหล รวมทั้งระดับน้ำที่ตำแหน่งต่างๆ การปรับพารามิเตอร์จะเริ่มปรับจาก สัมประสิทธิ์ความขรุขระของลำน้ำหลักก่อน จากนั้นค่อยปรับสัมประสิทธิ์ความขรุขระสำหรับพื้นที่น้ำท่วม ซึ่งจะทำการปรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ จนผลลัพธ์ของระดับน้ำที่ได้จากการคำนวณมีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลตรวจวัด แผนผังขั้นตอนการปรับค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง ดังแสดงในรูปที่ 4-22

การหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม จะพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับข้อมูลตรวจวัดที่สถานี โดยใช้ค่า RMSE (root mean square of error) เป็นเกณฑ์ ซึ่งค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมจะมีค่า RMSE น้อยที่สุด ซึ่งค่า RMSE มีสูตรการคำนวณดังนี้

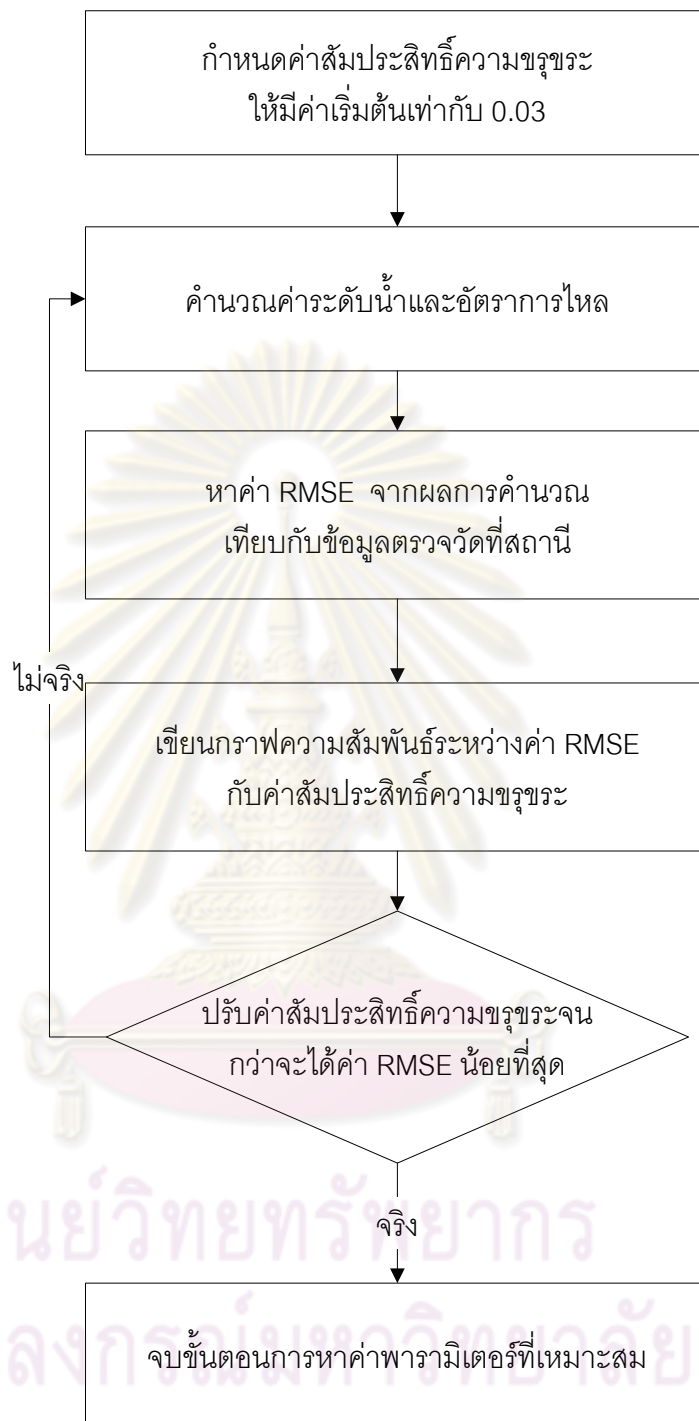
$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (Obs - Calc)^2}{N}} \quad (4-9)$$

โดยที่

Obs	คือ	ข้อมูลจากการวัดที่สถานี
Calc	คือ	ข้อมูลจากการคำนวณ
N	คือ	จำนวนข้อมูลทั้งหมด



รูปที่ 4-21 แผนผังการจำลองลักษณะการไหลในแม่น้ำปิง



รูปที่ 4-22 แผนผังขั้นตอนการหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในการปรับเทียบแบบจำลองน้ำหลากของแม่น้ำปิง



#### 4.3.5 การเปรียบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง

การเปรียบเทียบแบบจำลองของแม่น้ำปิงในปี 2540 และ 2550 ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิ่งสำหรับลำน้ำหลัก ( $n_{ch}$ ) 0.040 และ 0.038 สำหรับลำน้ำในปี 2540 และ 2550 ตามลำดับ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิ่งสำหรับพื้นที่น้ำท่วม ( $n_{fp}$ ) มีค่าเท่ากันทั้งสองชุดเท่ากับ 0.075 ค่าความอ่อนไหว (sensitivity) ของแบบจำลองดังแสดงใน รูปที่ 4-23 ซึ่งค่า RMSE ของสัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิ่งสำหรับลำน้ำหลักของระดับน้ำจากการคำนวณเมื่อเทียบกับระดับน้ำจากการตรวจวัดที่สถานี P.67 อยู่ในช่วง 0.096 ถึง 1.7 เมตร ส่วนค่า RMSE ของสัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิ่งสำหรับพื้นที่น้ำท่วมอยู่ในช่วง 0.12 ถึง 0.159 เมตร ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิ่งสำหรับลำน้ำหลักมีความผันแปรมาก แสดงว่ามีความสำคัญและมีผลต่อผลลัพธ์ของการคำนวณมากกว่า

การเปรียบเทียบแบบจำลอง จะใช้ข้อมูลน้ำหลากที่ใกล้เคียงกับปีที่มีการสำรวจสภาพลำน้ำมากที่สุด เพื่อลดความแตกต่างของระดับน้ำเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงหน้าตัดลำน้ำโดยเฉพาะที่สถานี P.67 ซึ่งเป็นสถานีที่ใช้เป็นเงื่อนไขขอบเขตด้านบน ส่วนการตรวจพิสูจน์จะใช้เหตุการณ์อื่นๆ น้ำหลากอื่นในช่วงเวลาใกล้เคียงกับที่มีการสำรวจสภาพลำน้ำ โดยจะต้องไม่ใช่เหตุการณ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบ เพื่อพิสูจน์ว่าค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดในแบบจำลองนั้น ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงในธรรมชาติและให้ผลการคำนวณที่ใกล้เคียงกับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจริงที่สถานี เหตุการณ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบและตรวจพิสูจน์ ดังแสดงในตารางที่ 4-3 ส่วนชลภาพน้ำหลากที่ใช้ในการเปรียบเทียบและตรวจพิสูจน์ ดังแสดง ใน รูปที่ 4-24 และ 4-25

การปรับค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิ่ง โดยเปรียบเทียบค่าระดับน้ำจากการตรวจวัดที่สถานี P.67 กับระดับน้ำจากการคำนวณของแบบจำลอง เนื่องจากไม่มีการบันทึกข้อมูลระดับน้ำระหว่างทางของช่วงลำน้ำดังกล่าว จากการปรับเทียบได้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระสำหรับลำน้ำหลัก ของลำน้ำในปี 2540 เท่ากับ 0.038 ส่วนลำน้ำปี 2550 มีค่า สัมประสิทธิ์ความขรุขระสำหรับลำน้ำหลัก 0.040 ซึ่งแตกต่างกันประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ โดยที่สัมประสิทธิ์ความขรุขระในพื้นที่น้ำท่วมถึงมีค่าเท่ากันทั้งสองช่วงเวลา เท่ากับ 0.075

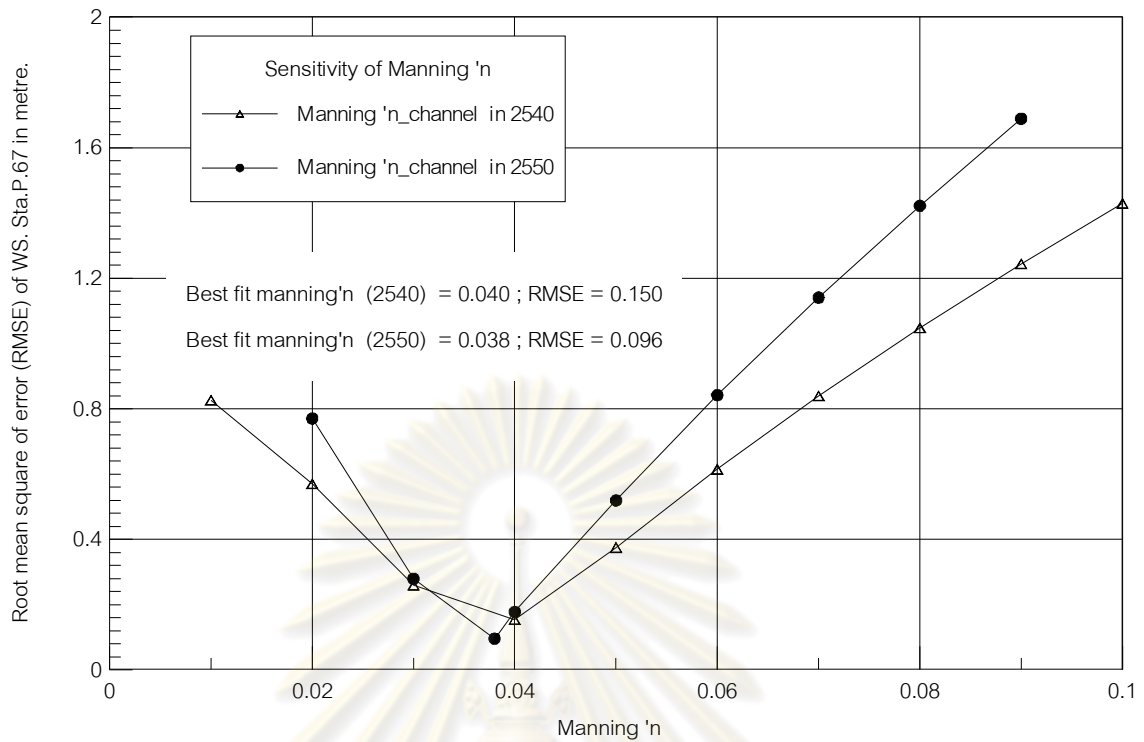
การปรับเทียบสัมประสิทธิ์ความขรุขระของลำน้ำในปี 2540 โดยใช้เหตุการณ์น้ำหลากช่วง 1-10 ก.ย. 2539 ในการปรับเทียบ ซึ่งค่า RMSE ของระดับน้ำจากการตรวจวัดและการคำนวณ เท่ากับ 0.154 เมตร ในการตรวจพิสูจน์โดยใช้เหตุการณ์น้ำหลากช่วง 28 ก.ย.-20 ต.ค. 2540 ได้ค่า RMSE เท่ากับ 0.228 เมตร ส่วนลำน้ำในปี 2550 ใช้เหตุการณ์น้ำหลากช่วง 31 มิ.ย.-6 ส.ค. 2549 ในการปรับเทียบ ซึ่งมีค่า RMSE ของระดับน้ำจากการตรวจวัดและการคำนวณเท่ากับ 0.094 เมตร การตรวจพิสูจน์โดยใช้เหตุการณ์น้ำหลากช่วง 28 ส.ค.-8 ก.ย. 2549, 19-28 ก.ย. 2549 และ 6-17

ต.ค. 2549 โดยมีค่า RMSE เท่ากับ 0.128, 0.112 และ 0.124 เมตร ตามลำดับ เหตุที่ไม่ใช้ปีอื่น ๆ ในการตรวจพิสูจน์เนื่องจากหน้าตัดลำน้ำในช่วงนี้มีการเปลี่ยนแปลงมาก เมื่อพิจารณาจากค่าองค์ประกอบการนำน้ำของหน้าตัดในปี 2540 และ 2550 พบว่าค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบการนำน้ำช่วงนอกเมืองและช่วงพื้นที่เมืองแตกต่างกัน 44 และ 32 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ซึ่งลักษณะของการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวย่อมส่งผลกระทบต่อระดับน้ำที่สถานี P.67 ซึ่งเป็นเงื่อนไขขอบเขตด้านบน ดังนั้นจึงเลือกใช้เหตุการณ์ที่ใกล้เคียงกับปีที่มีการสำรวจข้อมูลเพื่อจะลดความคลาดเคลื่อนดังกล่าว

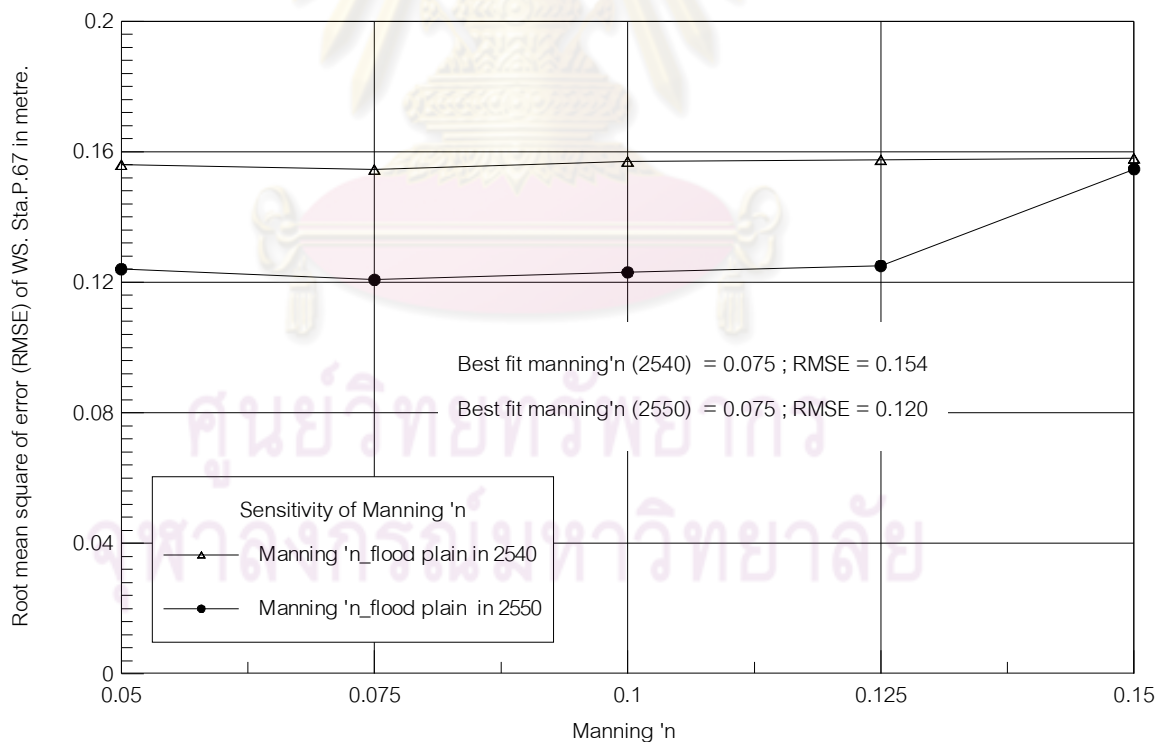
อีกส่วนที่สำคัญคือการพิจารณาการไหลเข้าด้านข้าง (lateral inflow) ระหว่างช่วงสถานี โดยเมื่อพิจารณาพื้นที่รับน้ำของสถานี P.67 สถานี P.21 และสถานี P.1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5289 , 515 และ 6356 ตารางกิโลเมตร พื้นที่รับน้ำระหว่างช่วงสถานี P.67 และ P.1 มีค่าเท่ากับ 552 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็น 10.4 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับพื้นที่รับน้ำของสถานี P.67 ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวมีค่าไม่มาก ดังนั้นจึงทำการพิจารณาให้ปริมาณการไหลเข้าด้านข้างเป็นสัดส่วนกับชลภาพการไหลเข้า (inflow hydrograph, Q at P.67) และมีลักษณะการไหลเข้าแบบสม่ำเสมอตลอดทั้งช่วงลำน้ำ ( อินทิตรา 2538 ) ซึ่งสัดส่วนของปริมาณการไหลเข้าด้านข้างคิดเป็น 10.4 เปอร์เซ็นต์ของชลภาพการไหลเข้าที่สถานี P.67 ได้พิจารณาในช่วงเหตุการณ์น้ำหลาก 6 เหตุการณ์ ดังนี้ 1-10 ก.ย. 2539, 28 ก.ย.-20 ต.ค. 2540, 31 มิ.ย.-6 ส.ค. 2549 , 28 ส.ค.-8 ก.ย. 2549, 19-28 ก.ย. 2549 และ 6-17 ต.ค. 2549 โดยชลภาพน้ำหลากและระดับน้ำจากการคำนวณและค่าตรวจวัดที่สถานีดังแสดงในรูปที่ 4-24 และ 4-25 ซึ่งค่าที่ได้จากการคำนวณมีลักษณะเข้ากันได้กับค่าจากการตรวจวัด (แต่ในช่วงเหตุการณ์ 31 มิ.ย.-6 ส.ค. 2549 ยังคงมีความคลาดเคลื่อนบางส่วน เนื่องจากปริมาณฝนที่ตกระหว่างช่วงสถานีมากกว่าเหตุการณ์อื่น สังเกตได้จากชลภาพการไหลที่สถานี P.21 ซึ่งมีลักษณะแตกต่างกับเหตุการณ์น้ำหลากอื่นอย่างเห็นได้ชัด ) ส่วนรูปที่ 4-26 แสดงการเปรียบเทียบของชลภาพน้ำหลากสถานี P.1 ในกรณีที่มิพิจารณาการไหลเข้าด้านข้าง

ตารางที่ 4-3 เหตุการณ์น้ำหลากที่ใช้ในการเปรียบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง

Section	Flood event	RMSE (m.)	Remark
2540	1-10 SEP 39	0.154	Calibration
	28 SEP-20 OCT 40	0.228	Verification
2550	31 JUL-6 AUG 49	0.094	Calibration
	28 AUG-8 SEP 49	0.128	Verification
	19-28 SEP 49	0.112	Verification
	6-17 OCT 49	0.124	Verification

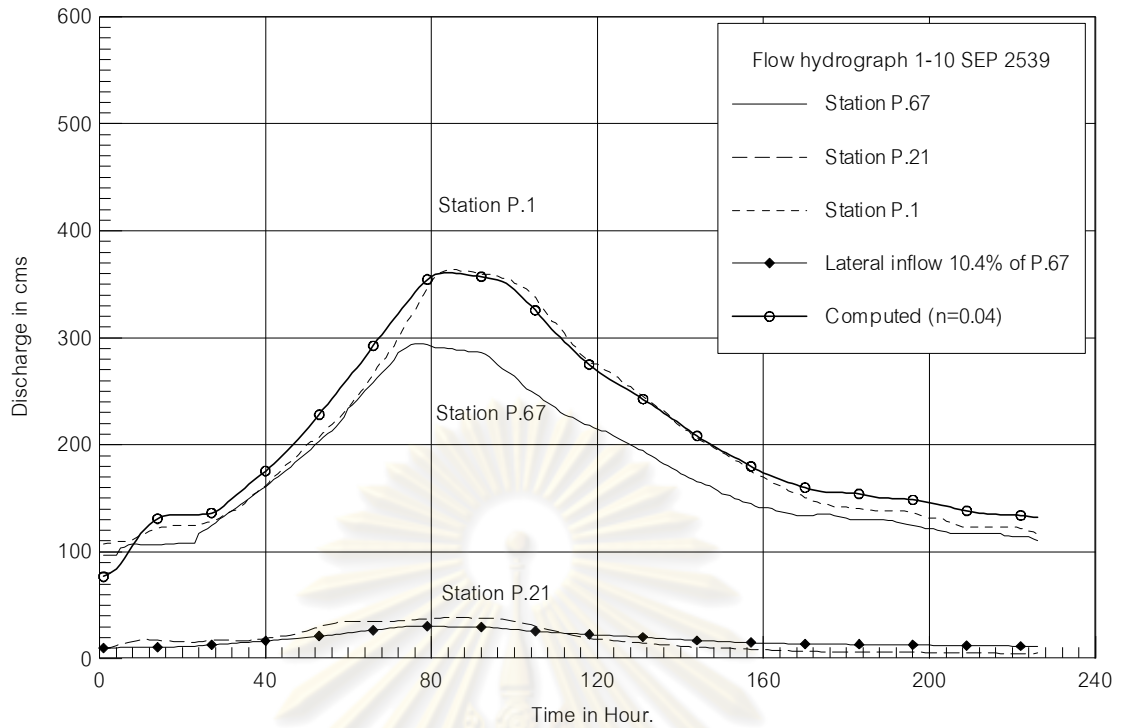


(ก) ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระในลำน้ำหลัก

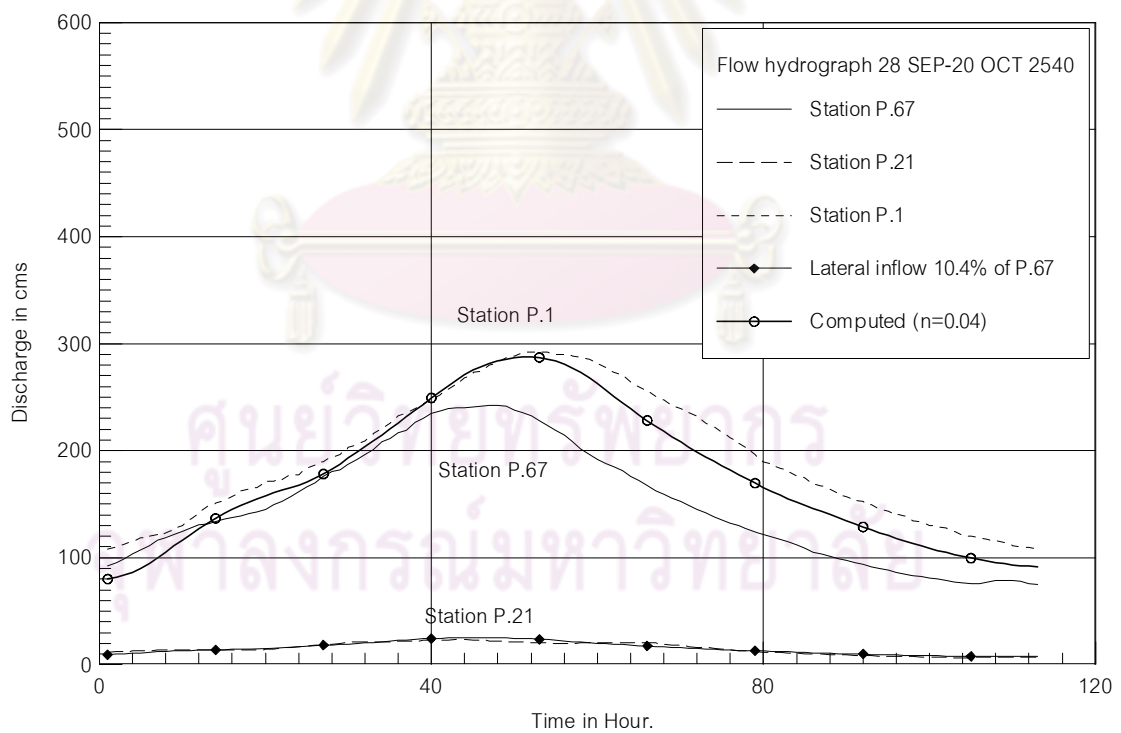


(ข) ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระในพื้นที่น้ำท่วมถึง

รูปที่ 4-23 ความอ่อนไหว (sensitivity) ของสัมประสิทธิ์ความขรุขระแมลงหนึ่งของระดับน้ำที่สถานี P.67 ในปี 2540 และ 2550

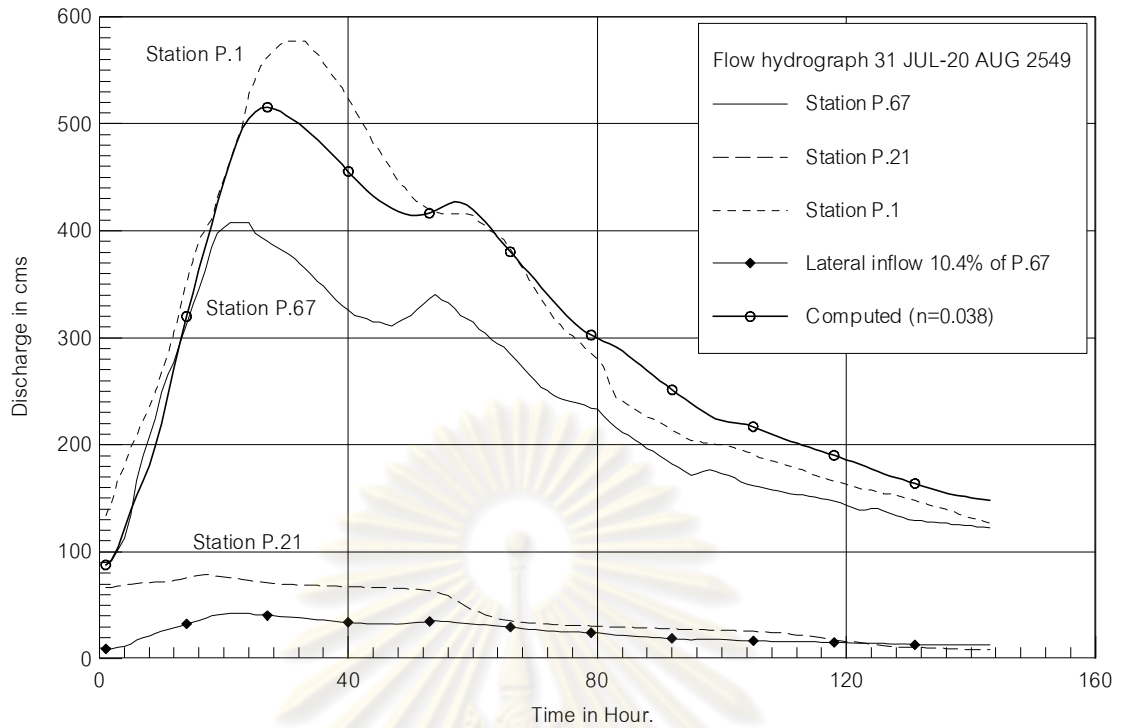


(ก) เหตุการณ์น้ำหลาก 1-10 ก.ย. 2539

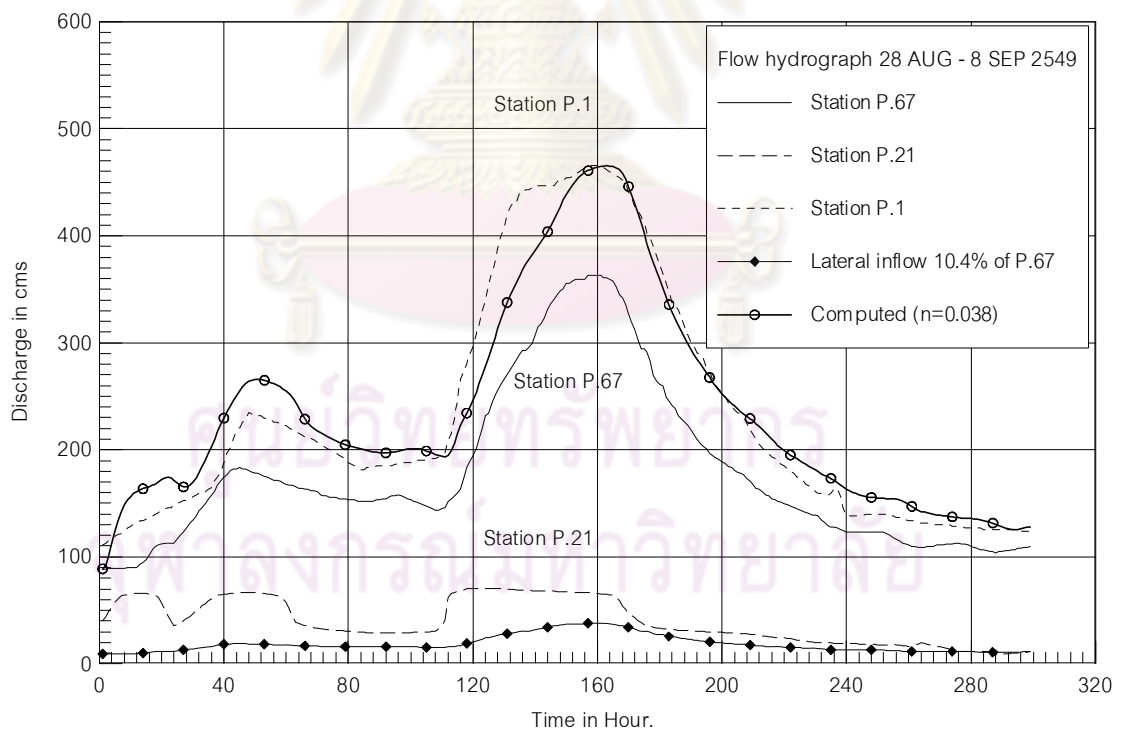


(ข) เหตุการณ์น้ำหลาก 28 ก.ย.- 20 ต.ค. 2540

รูปที่ 4-24 ซดภาพน้ำหลากจากข้อมูลตรวจวัดและการคำนวณของหน้าตัดลำน้ำในปี 2540  
(สัมประสิทธิ์ความขรุขระในลำน้ำหลัก 0.040)



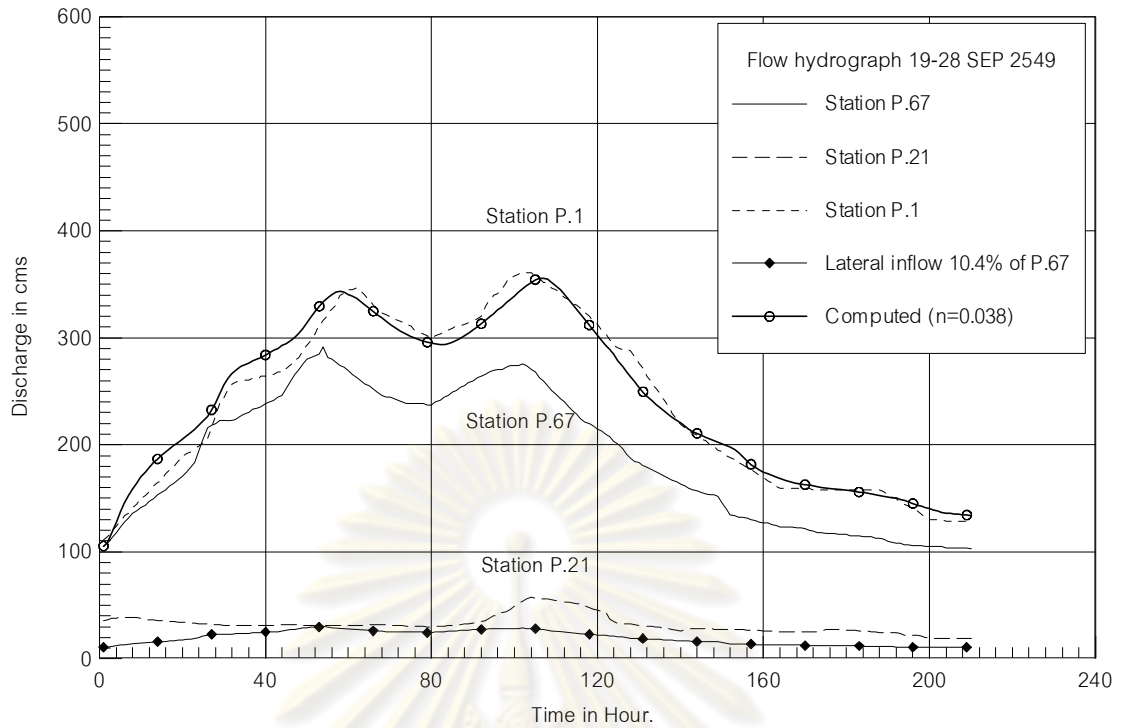
(ก) เหตุการณ์น้ำหลาก 31 มิ.ย.- 6 ส.ค. 2549



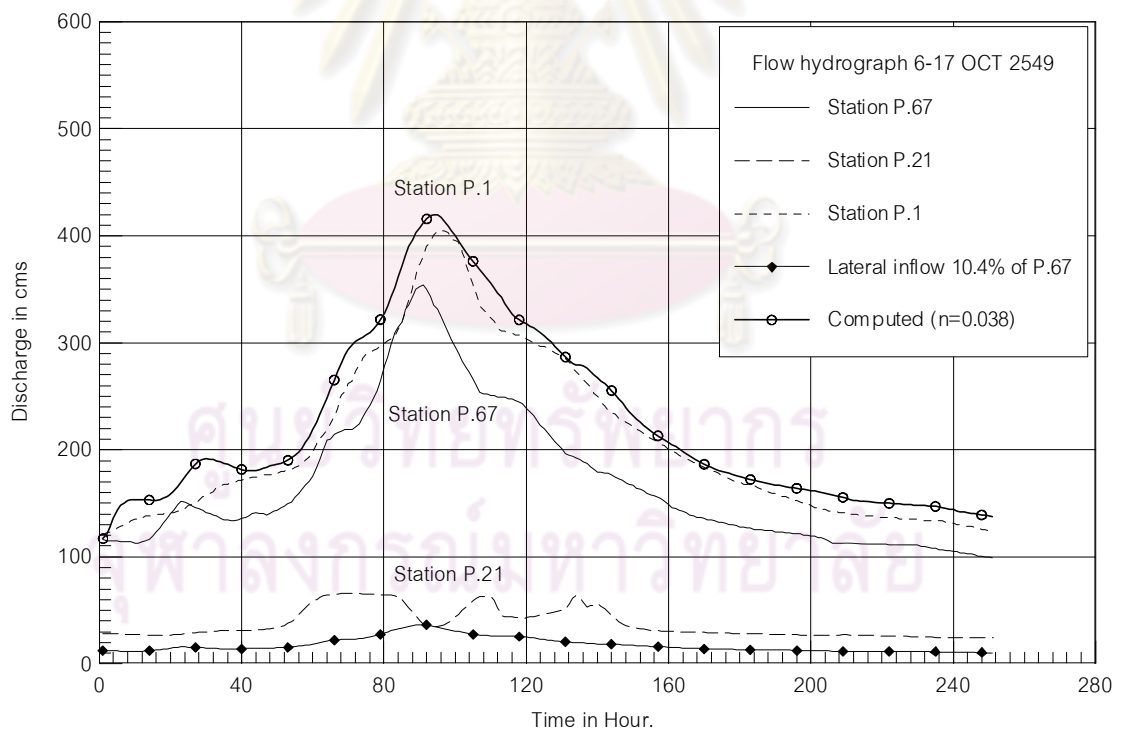
(ข) เหตุการณ์น้ำหลาก 28 ส.ค. - 8 ก.ย. 2549

รูปที่ 4-25 ซดภาพน้ำหลากจากข้อมูลตรวจวัดและการคำนวณของหน้าตัดลำน้ำในปี 2550  
(สัมประสิทธิ์ความขรุขระในลำน้ำหลัก 0.038)



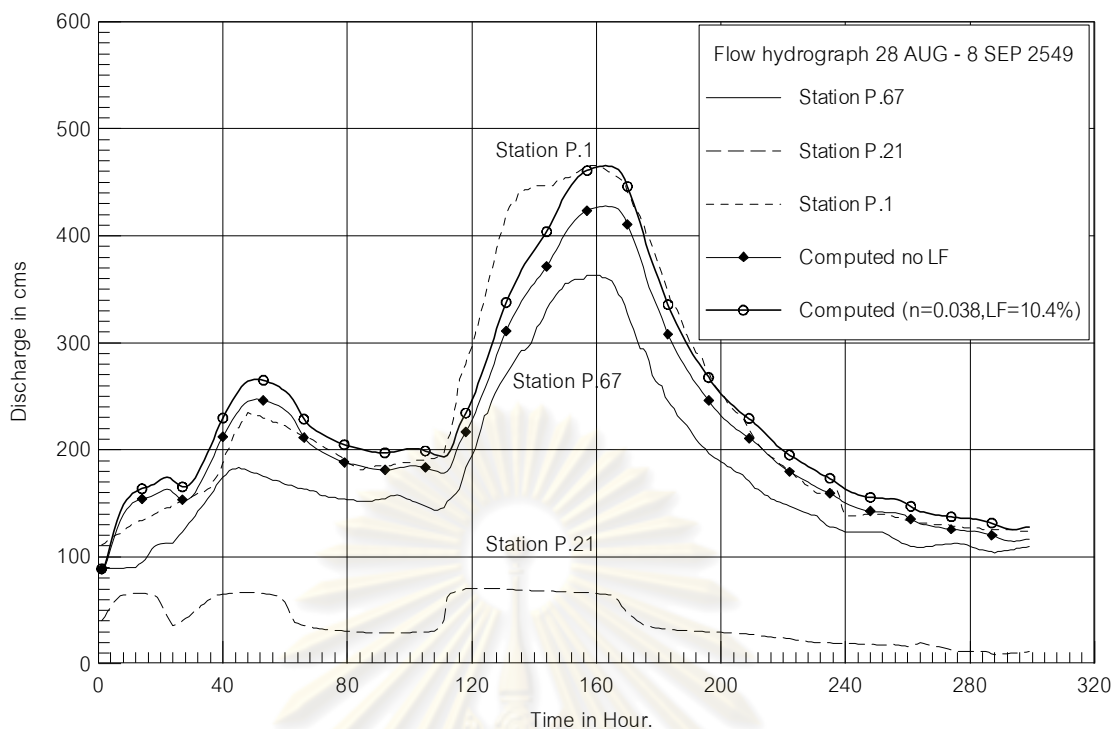


(ค) เหตุการณ์น้ำหลาก 19 - 28 ก.ย. 2549



(ง) เหตุการณ์น้ำหลาก 6 -17 ต.ค. 2549

รูปที่ 4-25 (ต่อ) ซลภาพน้ำหลากจากข้อมูลตรวจวัดและการคำนวณของหน้าตัดลำน้ำในปี 2550  
(สัมประสิทธิ์ความขรุขระในลำน้ำหลัก 0.038)



รูปที่ 4-26 เปรียบเทียบชลภาพน้ำหลากที่สถานี P.1 จากข้อมูลตรวจวัดและการคำนวณกรณีพิจารณาและไม่พิจารณาการไหลเข้าด้านข้าง

#### 4.3.6 ความสามารถการนำน้ำหลากของแม่น้ำปิงในแต่ละช่วงเวลา

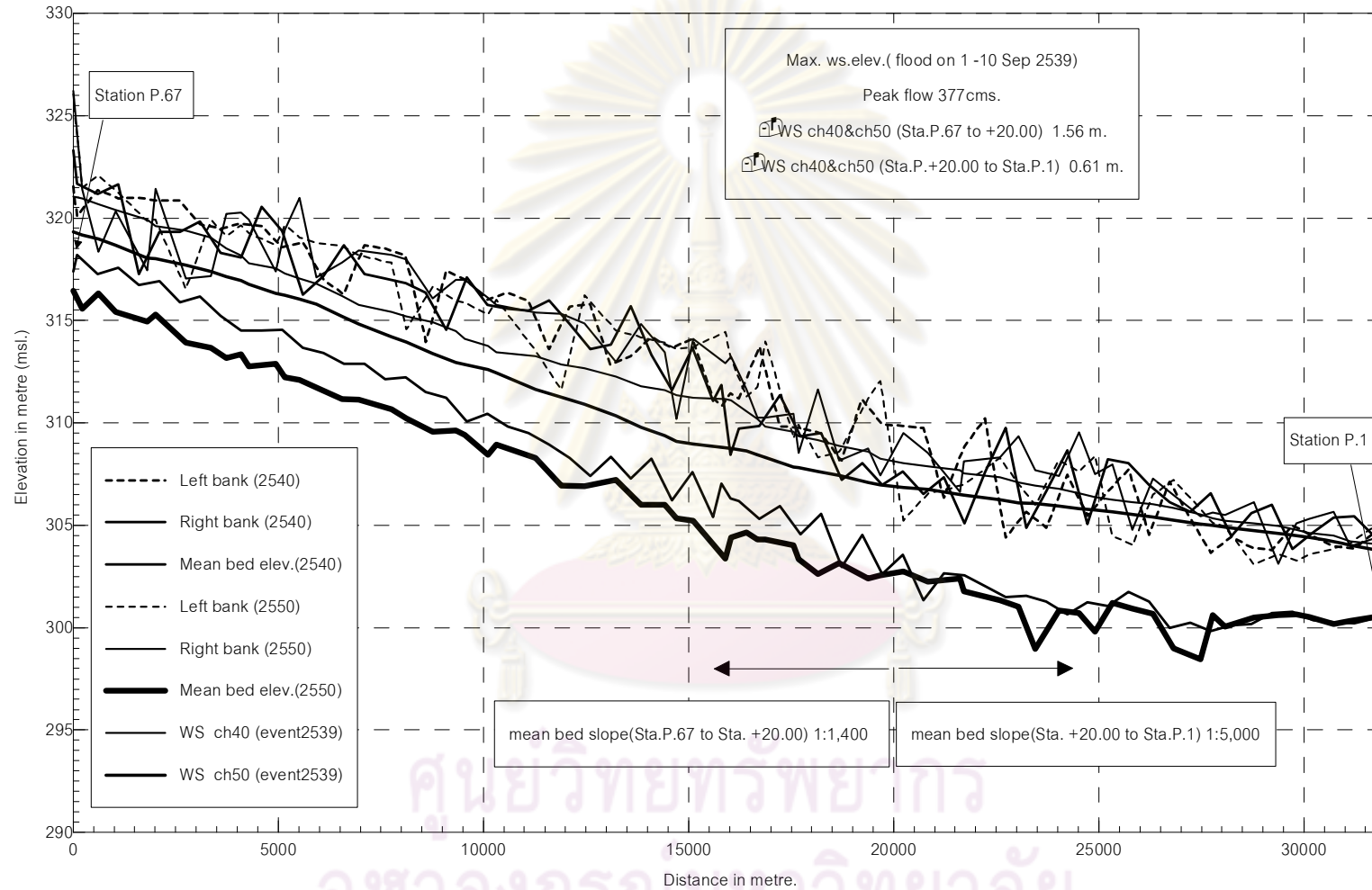
การพิจารณาเปรียบเทียบความสามารถการนำน้ำหลากของแม่น้ำปิงในปี 2540 และ 2550 จะเปรียบเทียบใน 2 กรณีคือ 1. กรณีอัตราการไหลเท่ากัน 2. กรณีระดับน้ำเท่ากัน (เทียบจากสถานี P.1) เนื่องจากตำแหน่งการวัดหน้าตัดของข้อมูลทั้งสองชุดอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกัน แต่ไม่ได้อยู่ตำแหน่งเดียวกัน จึงไม่สามารถเปรียบเทียบกันโดยตรงแต่ละตำแหน่งได้ ดังนั้นจึงทำพิจารณาเปรียบเทียบจากค่าระดับน้ำเฉลี่ยโดยแบ่งเป็นช่วงพื้นที่นอกเมือง และช่วงพื้นที่เมือง เชียงใหม่ (พิจารณาจากบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงความลาดชันของท้องน้ำ ช่วงระยะทางประมาณ 20+000 กิโลเมตร เมื่อเทียบจากต้นน้ำที่สถานี P.67) อีกทั้งยังทำการปรับระยะทางของชุดหน้าตัดในปี 2540 ให้ลดลงเท่ากับชุดหน้าตัดในปี 2550 ในช่วงที่มีการเปลี่ยนแนวการไหล (river cutoff) ที่ตำแหน่ง 15+903 ถึง 16+878 กิโลเมตร (เทียบจากชุดข้อมูลปี 2550) ซึ่งการปรับลดระยะทางดังกล่าวส่งผลต่อระดับน้ำในบริเวณนั้น แต่จะทำให้สามารถพิจารณาภาพรวมของระดับน้ำตลอดทั้งช่วงลำน้ำได้

1) กรณีอัตราการไหลเท่ากัน เพื่อพิจารณาผลของการเปลี่ยนแปลงหน้าตัดลำน้ำซึ่งส่งผลต่อระดับน้ำ โดยใช้ข้อมูลน้ำหลากในปี 2539 (1-10 ก.ย. 2539) และ 2549 (31 มิ.ย.- 6 ส.ค. 2549) ซึ่งมีปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่สถานี P.1 เท่ากับ 364 ลูกบาศก์เมตร/วินาที และ 515

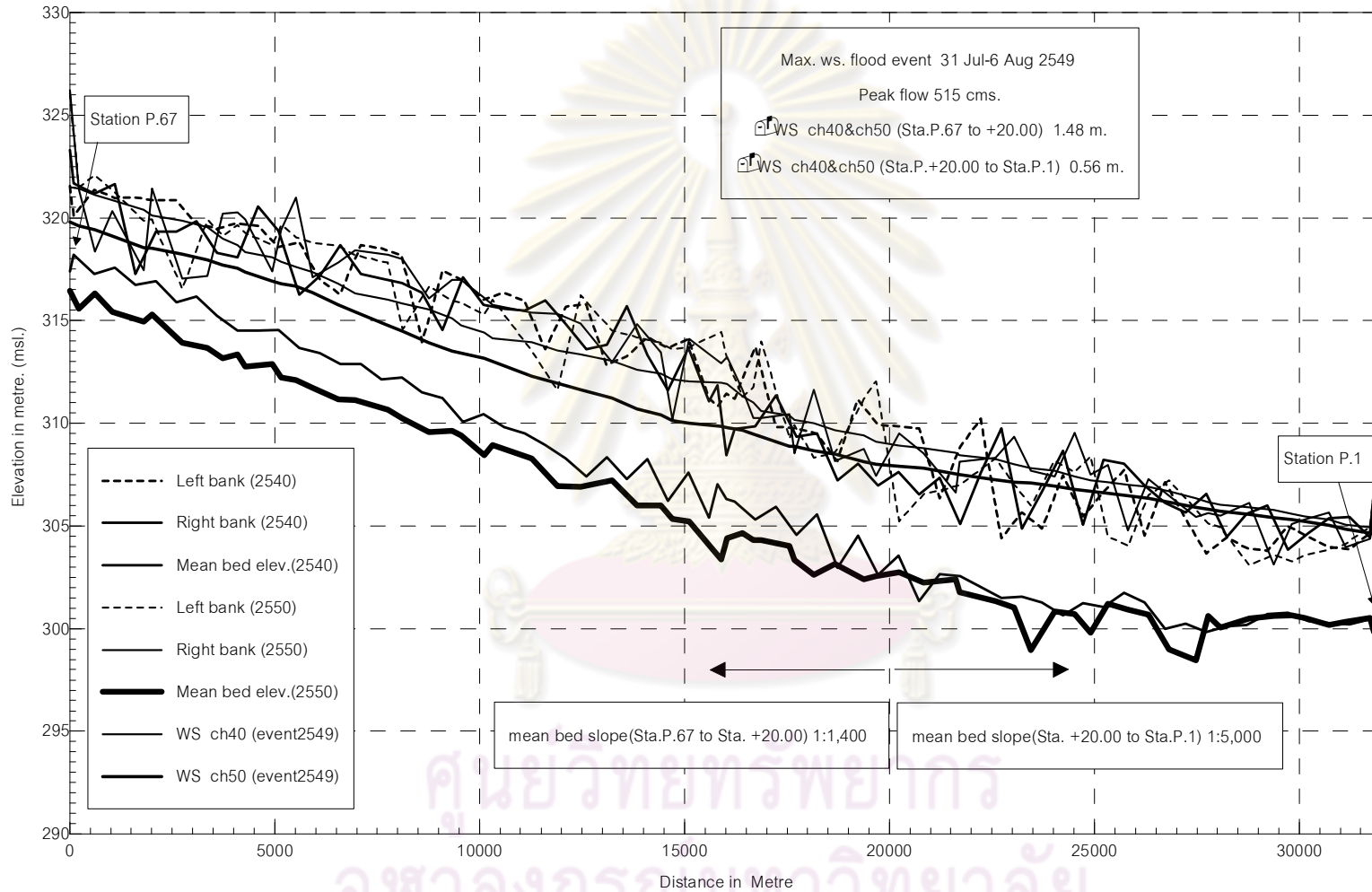
ลูกบาศก์เมตร/วินาที (ใกล้เคียงกับค่าบการเกิด 2 ปี และ 5 ปี) ตามลำดับ ทำการจำลองเหตุการณ์ดังกล่าวข้างต้นกับหน้าตัดลำน้ำทั้งสองช่วงเวลา ผลที่ได้ดังแสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-1 และ ข-2

จากผลการศึกษาเหตุการณ์น้ำหลากในปี 2539 ดังแสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-3 ชุดหน้าตัดในปี 2540 มีระดับน้ำสูงกว่าชุดหน้าตัดในปี 2550 ตลอดทั้งช่วงลำน้ำ ความแตกต่างของระดับน้ำค่อยๆ ลดลงเมื่อระยะทางเพิ่มมากขึ้น จนถึงบริเวณสถานี P.1 ซึ่งมีความแตกต่างกันน้อยที่สุด ( เนื่องจากสถานีนี้เป็น downstream boundary condition การคำนวณทั้งค่าอัตราการไหลและระดับน้ำจะเริ่มจากตำแหน่งนี้ ย้อนขึ้นไปจนถึงที่สถานี P.67 จากนั้นจึงเริ่มคำนวณใหม่ในช่วงเวลาถัดไป ) เมื่อพิจารณาที่สถานี P.67 และสถานี P.1 พบว่าระดับน้ำแตกต่างกัน 1.7 และ 0.16 เมตร ตามลำดับ ค่าระดับน้ำที่ตำแหน่งต่างๆ ตลอดแนวลำน้ำของดังแสดงรูปที่ 4-27 จากเหตุการณ์ดังกล่าวส่งผลให้เกิดระดับน้ำล้นตลิ่งชุดหน้าตัดในปี 2540 จำนวน 36 ตำแหน่ง เป็นการล้นตลิ่งขวา 22 ตำแหน่ง ตลิ่งซ้าย 20 ตำแหน่งและล้นทั้งสองตลิ่ง 6 ตำแหน่ง ส่วนชุดหน้าตัดในปี 2550 เกิดน้ำล้นตลิ่งจำนวน 15 ตำแหน่ง เป็นการล้นตลิ่งทางขวา 7 ตำแหน่ง ตลิ่งซ้าย 11 ตำแหน่งและล้นทั้งสองตลิ่ง 3 ตำแหน่ง ระดับน้ำท่วมสูงสุดเมื่อเทียบจากระดับตลิ่งทางขวา-ทางซ้ายเท่ากับ 2.68 , 2.7 เมตร ของชุดหน้าตัดในปี 2540 และ 1.46 ,1.65 เมตร ของชุดหน้าตัดในปี 2550 ตามลำดับ โดยที่ระดับน้ำโดยเฉลี่ยช่วงพื้นที่นอกเมือง (ระยะทาง < 20+000 กิโลเมตร) และช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่(ระยะทาง > 20+000 กิโลเมตร) มีระดับน้ำแตกต่างกันโดยเฉลี่ย 1.56 และ 0.61 เมตร ตามลำดับ

จากผลการศึกษาเหตุการณ์น้ำหลากในปี 2549 ดังแสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-4 ชุดหน้าตัดในปี 2540 มีระดับน้ำสูงกว่าชุดหน้าตัดในปี 2550 เช่นเดียวกับเหตุการณ์น้ำหลากในปี 2539 เมื่อพิจารณาที่สถานี P.67 และสถานี P.1 พบว่าระดับน้ำแตกต่างกัน 1.7 และ 0.3 เมตร ตามลำดับ ดังแสดงค่าระดับน้ำของทั้งสองชุดหน้าตัดใน รูปที่ 4-28 จากเหตุการณ์ดังกล่าวส่งผลให้เกิดน้ำล้นตลิ่งของชุดหน้าตัดในปี 2540 จำนวน 47 ตำแหน่ง เป็นการล้นตลิ่งขวา 34 ตำแหน่ง ตลิ่งซ้าย 29 ตำแหน่งและล้นทั้งสองตลิ่ง 16 ตำแหน่ง ชุดหน้าตัดในปี 2550 เกิดน้ำล้นตลิ่งจำนวน 27 ตำแหน่ง เป็นการล้นตลิ่งทางขวา 16 ตำแหน่ง ตลิ่งซ้าย 20 ตำแหน่งและล้นทั้งสองตลิ่ง 9 ตำแหน่ง ระดับน้ำท่วมสูงสุดเมื่อเทียบจากระดับตลิ่งทางขวา-ทางซ้ายเท่ากับ 3.33, 3.60 เมตร ของชุดหน้าตัดในปี 2540 และ 2.28 ,2.67 เมตร ของชุดหน้าตัดในปี 2550 โดยที่ระดับน้ำโดยเฉลี่ยช่วงพื้นที่นอกเมือง (ระยะทาง < 20+000 กิโลเมตร) และช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่ (ระยะทาง > 20+000 กิโลเมตร) มีระดับน้ำแตกต่างกันโดยเฉลี่ย 1.48 และ 0.56 เมตร ตามลำดับ



รูปที่ 4-27 เปรียบเทียบระดับน้ำของชุดหน้าตัดปี 2540 และ 2550 ที่เหตุการณ์น้ำหลากในปี 2539 (1-10 ก.ย. 2539)



รูปที่ 4-28 เปรียบเทียบระดับน้ำของชุดหน้าตัดปี 2540 และ 2550 ที่เหตุการณ์น้ำหลากในปี 2549 (31 มิ.ย.- 6 ส.ค. 2549)



2) กรณีระดับน้ำเท่ากัน เพื่อพิจารณาผลของการเปลี่ยนแปลงหน้าตัดลำน้ำซึ่งส่งผลต่อของค์ประกอบการนำน้ำ (conveyance factor ,  $AR^{2/3}/n ; K$  ) จะทำการจำลองให้หน้าตัดทั้งสองชุดให้มีระดับน้ำเริ่มต้นบริเวณสถานี P.1 เท่ากัน ที่ระดับ 302.5, 303, 303.5 และ 304 เมตร(รทก.) โดยจะทำการจำลองในกรณีการไหลแบบคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงกับเวลาและเปลี่ยนแปลงกับระยะทาง (steady and non-uniform flow) ซึ่งเป็นการคำนวณในช่วงเวลาเดียว เพื่อที่จะลดผลของการไหลเข้าระหว่างช่วงลำน้ำ ซึ่งผลการคำนวณของระดับน้ำและความสามารถการนำน้ำของลำน้ำที่ตำแหน่งต่างๆ ดังแสดงใน ภาคผนวก ข ตารางที่ ข-5 และ ข-6 จากผลการศึกษาพบว่าความสามารถการนำน้ำสะสมตลอดทั้งช่วงมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับน้ำที่สูงขึ้น ซึ่งชุดหน้าตัดลำน้ำปี 2550 มีค่ามากกว่าชุดหน้าตัดลำน้ำปี 2540 ในทุกระดับน้ำ โดยที่ระดับ 302.5 เมตร(รทก.) ซึ่งเป็นระดับต่ำที่สุดมีความแตกต่างระหว่างชุดหน้าตัดลำน้ำปี 2540 และ 2550 ประมาณ 8.4 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่ระดับอื่นๆ เช่น 303, 303.5 และ 304 เมตร(รทก.) ชุดหน้าตัดลำน้ำปี 2550 มีค่ามากกว่าชุดหน้าตัดลำน้ำปี 2540 ประมาณ 11.2, 14.5 และ 14.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

#### 4.3.7 การจำลองสภาพน้ำหลากของแม่น้ำปิงที่คาบการเกิดต่างๆ

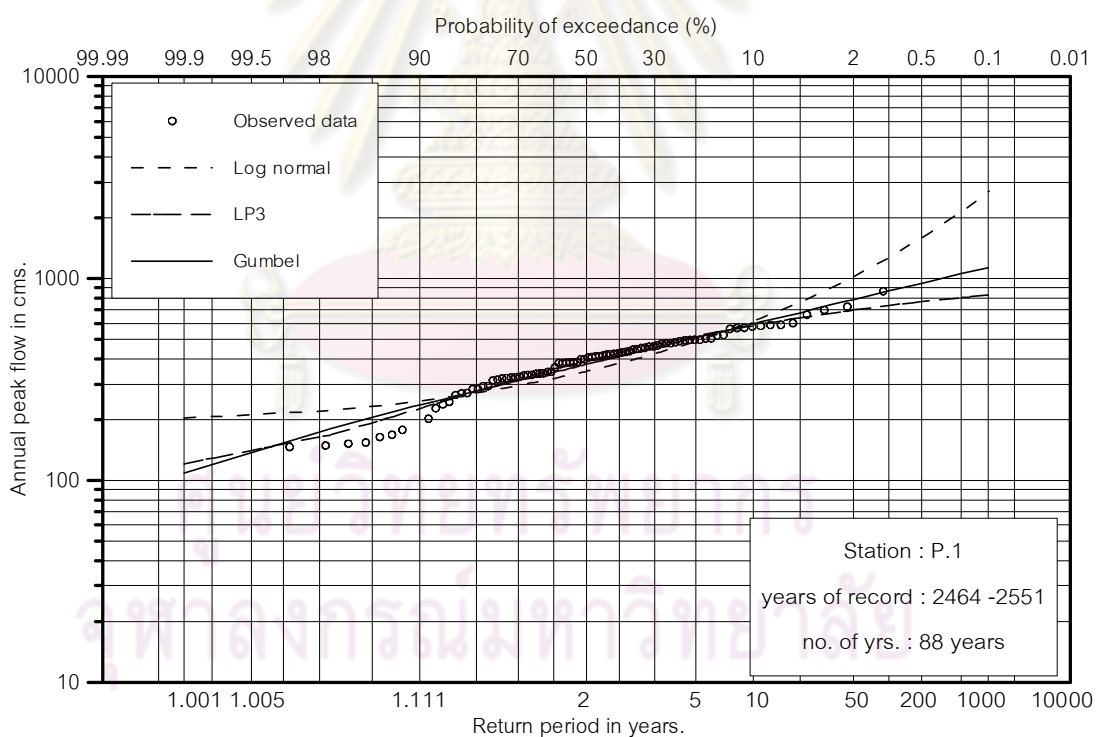
การจำลองสภาพน้ำหลากของแม่น้ำปิงที่คาบการเกิดต่างๆ เพื่อจะหาระดับน้ำสูงสุดที่และระดับน้ำท่วมที่อาจจะเกิดขึ้นที่คาบการเกิดต่างๆ เพื่อจะเป็นแนวทางในการเตรียมการป้องกันหรือบรรเทาปัญหาอุทกภัย ซึ่งค่าระดับน้ำท่วมในคาบการเกิดต่างๆ อาจจะใช้เป็นแนวทางเบื้องต้นในการพิจารณาสร้างคันป้องกันน้ำท่วมที่ตำแหน่งๆ ต่าง โดยจะทำการจำลองสภาพน้ำหลากในกรณีการไหลแบบคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงกับเวลาและเปลี่ยนแปลงกับระยะทาง (steady and non-uniform flow) ซึ่งจะกำหนดให้ค่าอัตราการไหลตลอดทั้งช่วงลำน้ำเท่ากับปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่คาบการเกิดต่างๆ โดยไม่พิจารณาอัตราการไหลเข้าทางด้านข้างตลอดทั้งช่วงลำน้ำ

การคำนวณปริมาณน้ำหลากที่คาบการเกิดต่างๆ ใช้ค่าระดับน้ำสูงสุดชั่วขณะในรอบปี (Instantaneous Peak Discharge) ของสถานี P.1 ในช่วงปี 2464 ถึง 2551 จำนวน 88 ปี โดยทำการเปรียบเทียบความเหมาะสมของพารามิเตอร์ระหว่างวิธี Log Normal (LN), Log Pearson Type 3 (LP3) และ Gumbel จากการศึกษาวิธี Gumbel เหมาะสมที่สุดสำหรับการหาค่าปริมาณน้ำหลากที่คาบการเกิดต่างๆ ปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่คาบการเกิดต่างๆ ของสถานี P.1 แสดงในตารางที่ 4-4 และ รูปที่ 4-29 ส่วนระดับน้ำสูงสุดที่คาบการเกิดต่างๆ ของหน้าตัดลำน้ำในปี 2540 และ 2550 แสดงในรูปที่ 4-30 และ 4-31 และระดับน้ำที่ตำแหน่งต่างๆ แสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-5 และ ข-6 ส่วนจำนวนหน้าตัดที่น้ำท่วม ระดับน้ำท่วมสูงสุด และผลต่างของระดับน้ำท่วมที่คาบการเกิดต่างๆ ดังสรุปในตารางที่ 4-5 ถึง 4-7

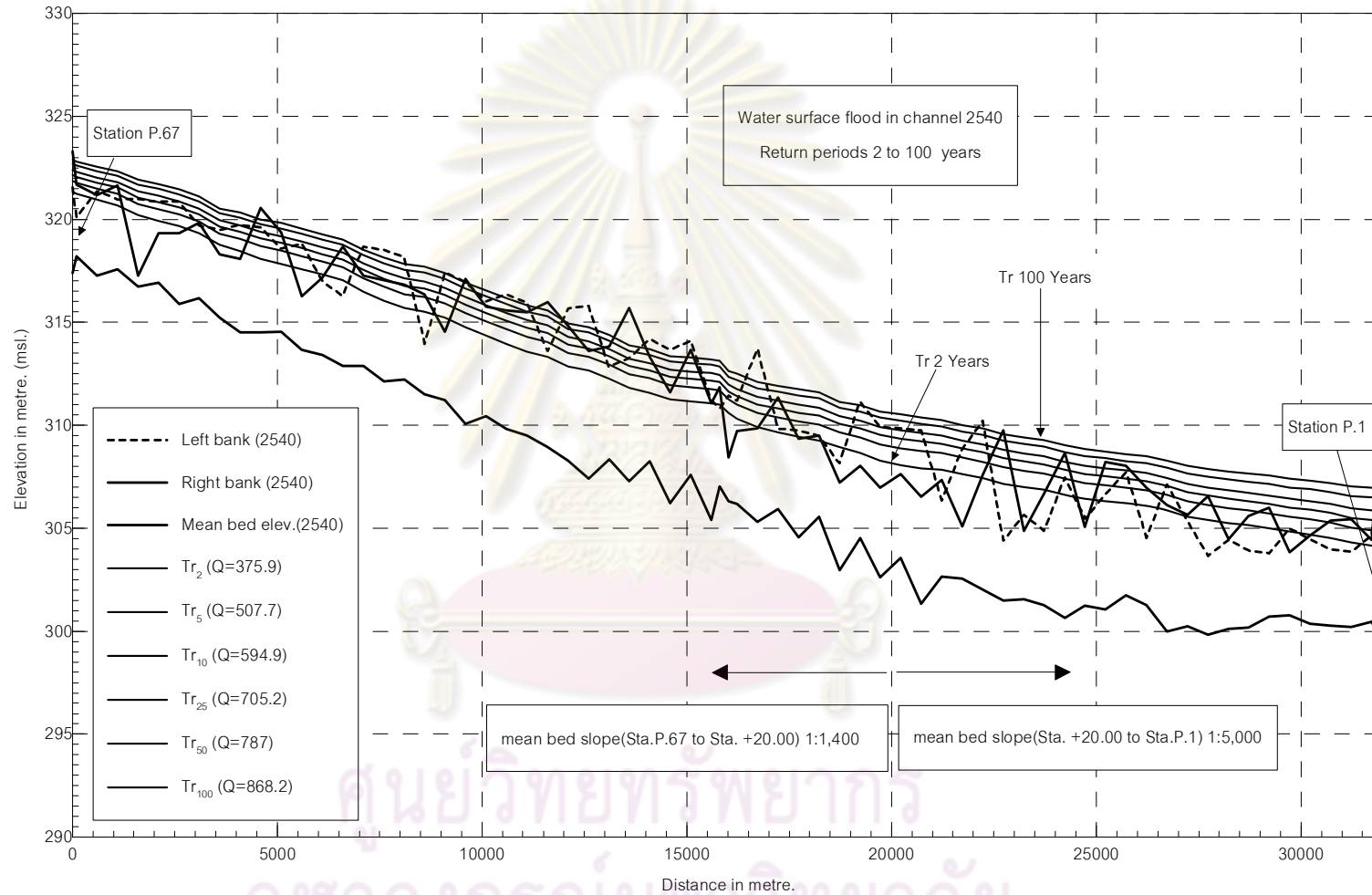
.ตารางที่ 4-4 ปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่คาบการเกิดต่างๆของสถานี P.1 จากการคำนวณด้วยวิธี Log Normal, Log Pearson Type3 และ Gumbel

Station P1 all year 2464-2551 (cms.)

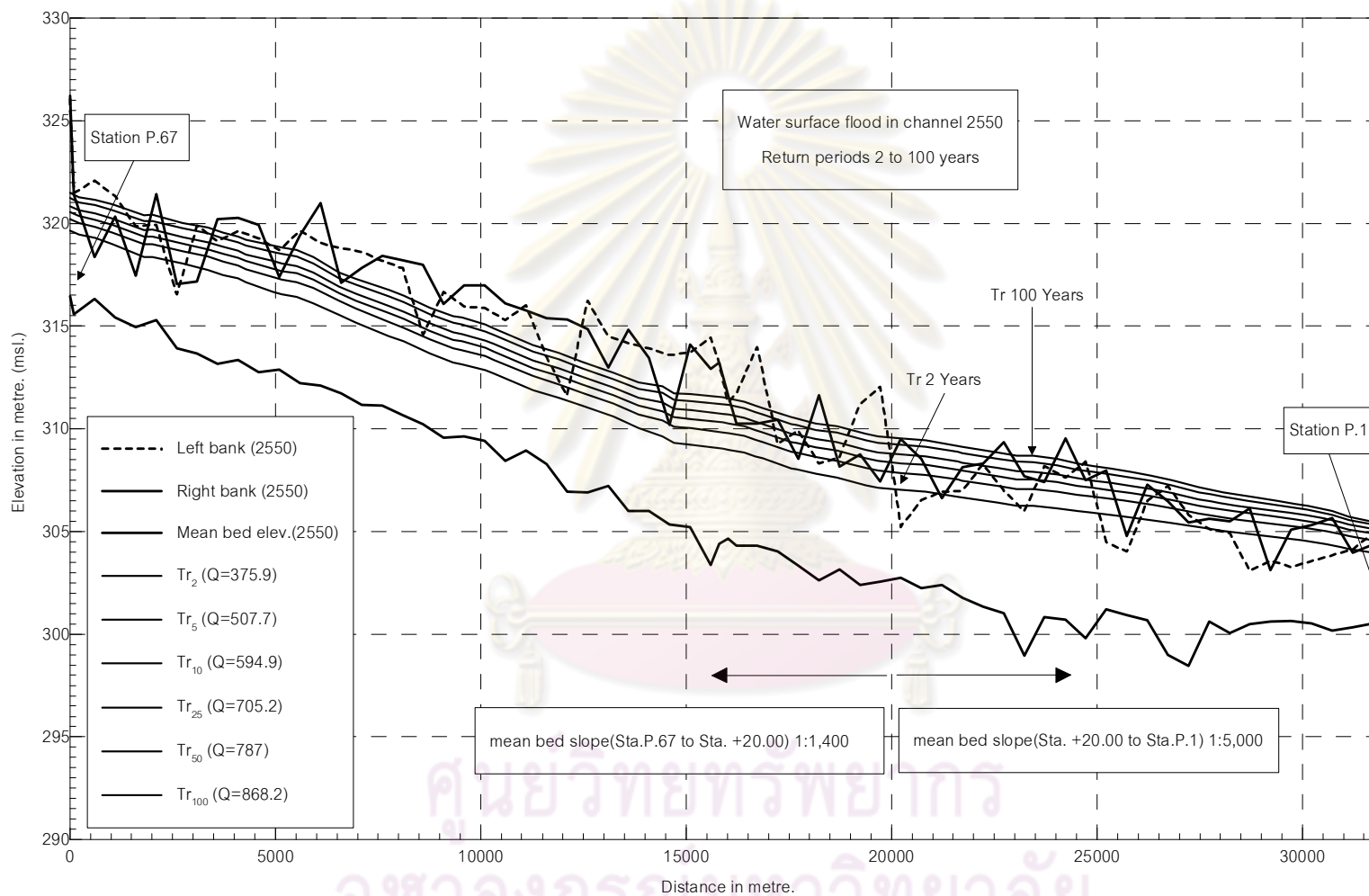
T	LN	LPS-III	Gumbel
2	347.5	390.8	375.9
5	489.4	517.4	507.7
10	615.1	584.4	594.9
25	822.5	654.1	705.2
50	1022.4	697.3	787.0
100	1272.2	734.4	868.2



รูปที่ 4-29 เปรียบเทียบกราฟความถี่น้ำหลากสูงสุดที่คาบการเกิดต่างๆ ของสถานี P.1 จากการคำนวณด้วยวิธี Log Normal, Log Pearson Type3 และ Gumbel



รูปที่ 4-30 เปรียบเทียบระดับน้ำของชุดหน้าตัดลำน้ำปี 2540 ที่คาบการเกิด 2, 5, 10, 25, 50 และ 100 ปี



รูปที่ 4-31 เปรียบเทียบระดับน้ำของชุดหน้าตัดลำน้ำปี 2550 ที่คาบการเกิด 2, 5, 10, 25, 50 และ 100 ปี

ตารางที่ 4-5 จำนวนหน้าตัดและระดับน้ำท่วมสูงสุดที่คาบการเกิดต่างๆ ชุดหน้าตัดลำน้ำปี 2540

T	Q (cms)	จำนวนหน้าตัดที่น้ำท่วม			ระดับน้ำท่วมสูงสุด(เทียบจากระดับตลิ่ง)	
		R	L	RL	Max R (m)	Max L (m)
2	375.9	26	20	38	2.95	2.76
5	507.7	36	33	51	3.49	4.87
10	594.9	46	40	56	3.81	4.01
25	705.2	49	46	59	4.15	4.41
50	787	59	52	64	4.6	4.87
100	868.2	61	53	66	4.91	5.19

ตารางที่ 4-6 จำนวนหน้าตัดและระดับน้ำท่วมสูงสุดที่คาบการเกิดต่างๆ ชุดหน้าตัดลำน้ำปี 2550

T	Q (cms)	จำนวนหน้าตัดที่น้ำท่วม			ระดับน้ำท่วมสูงสุด(เทียบจากระดับตลิ่ง)	
		R	L	RL	Max R (m)	Max L (m)
2	375.9	8	13	17	1.58	1.79
5	507.7	17	21	29	2.22	3.99
10	594.9	21	24	34	2.58	3.1
25	705.2	28	25	37	2.86	3.52
50	787	34	34	45	3.16	3.99
100	868.2	37	36	46	3.36	4.31

ตารางที่ 4-7 เปรียบเทียบความแตกต่างของระดับน้ำสูงสุดที่คาบการเกิดต่างๆ ของชุดหน้าตัดลำน้ำปีในปี 2540 และ 2550

T	ความแตกต่างโดยเฉลี่ยของระดับน้ำช่วงนอกอำเภอเมือง	ความแตกต่างโดยเฉลี่ยของระดับน้ำช่วงอำเภอเมือง
2	1.34	0.30
5	1.3	0.38
10	1.27	0.47
25	1.24	0.60
50	1.21	0.80
100	1.18	1.01



#### 4.4 แนวทางการบรรเทาอุทกภัยจากสภาพลำนํ้าปัจจุบัน

การปรับปรุงหน้าตัดลำนํ้าเพื่อบรรเทาปัญหาอุทกภัยในพื้นที่เมืองเชียงใหม่ ได้ทำการจำลองแนวทางในการปรับปรุงลำนํ้าในกรณีต่างจากสภาพในปัจจุบัน (ชุดหน้าตัดลำนํ้าปี 2550) โดยใช้เหตุการณ์น้ำหลากในปี 2549 (31 มิ.ย.- 6 ส.ค. 2549) เพื่อเปรียบเทียบผลความแตกต่างของการปรับปรุงสภาพลำนํ้าในแต่ละกรณีกับสภาพในปัจจุบัน ซึ่งการปรับปรุงสภาพลำนํ้าแบ่งเป็น 4 กรณี คือ การปรับปรุงหน้าตัดลำนํ้า, การปรับความลาดชัน, การขุดคลองลัดและการปรับปรุงแบบผสมผสาน รายละเอียดและวิธีการปรับปรุงในกรณีต่างๆ มีดังนี้

##### - การปรับปรุงหน้าตัดลำนํ้า

การปรับปรุงหน้าตัดลำนํ้าโดยการขุดลอกหน้าตัดลำนํ้า เพื่อขยายหน้าตัดเดิมในช่วงที่หน้าตัดแคบ โดยจะทำการขยายให้มีความกว้างอย่างน้อย 80 และ 90 เมตร ซึ่งสอดคล้องกับแผนการปรับปรุงสภาพลำนํ้าที่เสนอโดยกรมชลประทานในปี 2550 การปรับปรุงดังกล่าวเพื่อขยายความกว้างทางน้ำและขยายหน้าตัดลำนํ้าเท่านั้น โดยจะไม่มีเปลี่ยนแปลงระดับท้องน้ำ เพื่อให้คงค่าความลาดชันเดิมไว้ อีกทั้งไม่มีการเปลี่ยนแปลงระดับตลิ่ง ในการจะปรับปรุงหน้าตัดลำนํ้าจะทำการปรับปรุงให้ใกล้เคียงกับหน้าตัดการไหลที่ดีที่สุดเชิงพลศาสตร์ (best hydraulics section) ในรูปแบบสี่เหลี่ยมคางหมู (Chow 1959, Parviz 1994) ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 4-32 (สี่เหลี่ยมคางหมูคี่หน้าตัดเดิม สี่เหลี่ยมคางหมูคี่หน้าตัดที่ปรับปรุงใหม่ หากหน้าตัดเดิมมีค่าบางส่วนมากกว่าค่าจากสมการก็จะใช้หน้าตัดเดิมดังที่แสดงเป็นเส้นประสีอ่อน) โดยเมื่อกำหนดความกว้างของหน้าตัดและความลาดชันด้านข้าง จะได้ความลึกเฉลี่ยและความกว้างของท้องน้ำที่ใกล้เคียงกับหน้าตัดการไหลที่ดีที่สุดเชิงพลศาสตร์ ซึ่งมีรูปสมการดังนี้

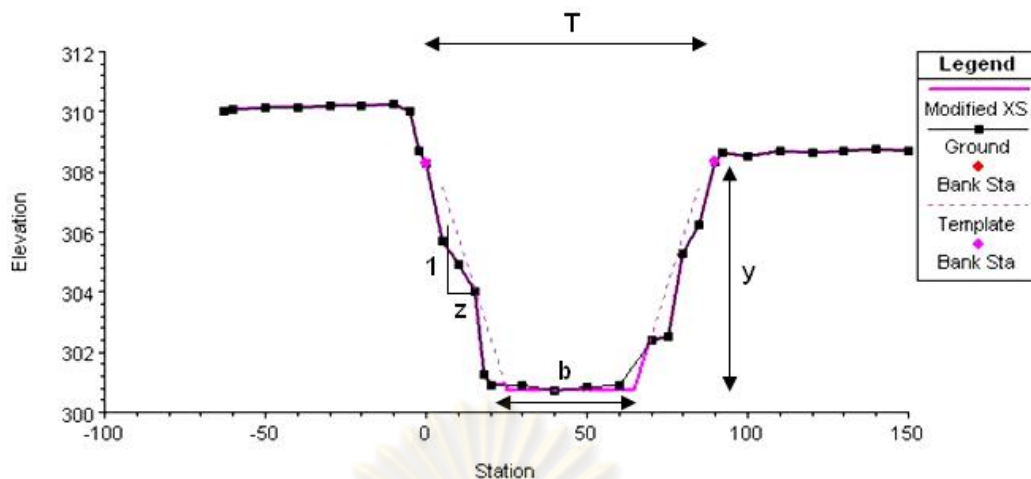
$$T = b + 2yz = 2y\sqrt{1 + z^2} \quad (4-9)$$

โดยที่ T คือ ความกว้างของหน้าตัด (เมตร)

Y คือ ความลึกเฉลี่ยของหน้าตัด (เมตร)

B คือ ความกว้างของท้องน้ำ (เมตร)

z คือ ความลาดชันด้านข้าง



รูปที่ 4-32 ตัวอย่างการปรับปรุงหน้าตัดลำน้ำแบบสี่เหลี่ยมคางหมู

ในการปรับปรุงหน้าตัดลำน้ำจะพิจารณาแบ่งเป็นช่วงพื้นที่นอกเมืองและช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่ เช่นเดียวกับในหัวข้อก่อนหน้านี้ เมื่อกำหนดค่าความกว้างของหน้าตัด ( $T$ ) ความลาดชันของตลิ่ง ( $z$ ) และความลึกโดยเฉลี่ยของช่วงลำน้ำ ค่าต่างพารามิเตอร์ที่ใช้ ในการปรับปรุงหน้าตัดลำน้ำ แสดงในตารางที่ 4.8 โดยจะแบ่งเป็น 4 กรณีการศึกษาดังนี้

1. ความกว้างอย่างน้อย 80 เมตร ตลอดทั้งช่วง (A1)
2. ความกว้างอย่างน้อย 80 เมตร ช่วงพื้นที่เมือง (A2)
3. ความกว้างอย่างน้อย 90 เมตร ตลอดทั้งช่วง (A3)
4. ความกว้างอย่างน้อย 90 เมตร ช่วงพื้นที่เมือง (A4)

#### - การปรับความลาดชัน

การปรับความลาดชันของหน้าตัดลำน้ำ จะทำการปรับความลาดชันโดยปรับปรุงความลึกของระดับท้องน้ำเฉพาะบริเวณร่องน้ำหลักเท่านั้น การปรับความลาดชันจะเริ่มตั้งแต่ช่วงระยะทางประมาณ 20+000 กิโลเมตร เป็นต้นไป เนื่องจากเป็นบริเวณที่เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงความลาดชันจาก 1:1,400 ลดลงเหลือ 1:5,000 ( ดังแสดงในรูปที่ 4-3) โดยที่การลดลงของความลาดชันส่งผลให้ระดับน้ำเมื่อเข้าสู่พื้นที่เมืองเชียงใหม่ มีการยกกระด้างสูงขึ้น (เมื่อเทียบกับอัตราการไหลที่เท่ากัน) ซึ่งการปรับความลาดชันจะพิจารณาใน 3 กรณีที่มีความเป็นไปได้และสอดคล้องกับแผนการดำเนินการของกรมชลประทานในปี 2550 ซึ่งจะทำให้การปรับปรุงให้มีความลาดชันประมาณ 1:2,800 โดยการปรับปรุงความลาดชันกรณีต่างๆ ที่พิจารณาในการศึกษาครั้งนี้ทั้ง 3 กรณีมีดังนี้ 1. ความลาดชัน 1:2,400 (B1) 2. ความลาดชัน 1:2,800 (B2) และ 3. ความลาดชัน 1:3,200 (B3)

### - การขุดคลองลัด

การขุดคลองลัดจะทำการปรับแนวลำน้ำเดิมในช่วงที่เป็นทางโค้งให้เป็นทางตรง (C1) จุดประสงค์เพื่อเร่งระบายน้ำออกจากพื้นที่เมืองเชียงใหม่ให้เร็วที่สุด และทำให้ช่วงเวลาของน้ำท่วมในพื้นที่เมืองเชียงใหม่ลดลง แต่ก็อาจจะส่งผลให้ชลภาพน้ำหลากและระดับน้ำสูงขึ้น ซึ่งตำแหน่งที่มีการปรับแนวการไหลของลำน้ำปิงทั้งหมด 4 ช่วง ดังแสดงในตารางที่ 4-9 ( รูปแนวลำน้ำช่วงที่มีการขุดคลองลัดแสดงในภาคผนวก ก รูปที่ ก-2) จากการปรับแนวการไหลของลำน้ำดังกล่าว จะทำให้ความยาวของลำน้ำลดลงจากเดิมประมาณ 2.6 กิโลเมตร หรือคิดเป็น 8.3 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบจากความยาวลำน้ำเดิมในปี 2550 โดยที่การปรับแนวการไหลของลำน้ำนั้น จะพิจารณาให้ความกว้างและขนาดหน้าตัดของแนวลำน้ำใหม่ ให้มีขนาดเท่ากับหน้าตัดเดิม ในช่วงที่ทำการเปลี่ยนแนวการไหล

### - การปรับปรุงแบบผสมผสาน

การปรับปรุงแบบผสมผสานเป็นการปรับปรุงหน้าตัดลำน้ำร่วมกันมากกว่า 1 กรณี ทั้งการปรับปรุงหน้าตัดลำน้ำ (A), การปรับความลาดชัน (B) รวมทั้งการปรับแนวการไหลของลำน้ำ (C) โดยกรณีศึกษาของการปรับปรุงสภาพลำน้ำในรูปแบบต่างๆ ทั้ง 4 รูปแบบรวมทั้งหมด 21 กรณี ดังสรุปในตารางที่ 4-10 การพิจารณาผลจากการปรับปรุงสภาพลำน้ำจะพิจารณาเปรียบเทียบกับชลภาพน้ำหลากกรณีสภาพในปัจจุบัน เพื่อดูผลจากการปรับปรุงดังกล่าวส่งผลต่อชลภาพน้ำหลากหรือไม่ รวมทั้งจากการปรับปรุงส่งผลต่อค่าระดับน้ำที่ตำแหน่งต่างๆ และระดับน้ำเฉลี่ยทั้งช่วงนอกพื้นที่เมืองและช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่อย่างไร

การปรับปรุงสภาพลำน้ำในกรณีต่างๆ ทั้งการปรับปรุงหน้าตัดลำน้ำ (A), การปรับความลาดชัน (B), การปรับแนวการไหลของลำน้ำ (C) และการปรับปรุงแบบผสมผสานร่วมกันในกรณีต่างๆ โดยใช้เหตุการณ์น้ำหลากในปี 2549 (31 มิ.ย.- 6 ส.ค. 2549) ในการเปรียบเทียบ เนื่องจากเป็นเหตุการณ์ที่มีอัตราการไหลสูงที่สุดประมาณ 515 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ใกล้เคียงกับปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่คาดการณ์การเกิด 5 ปี จากผลการศึกษาพบว่า การปรับปรุงสภาพลำน้ำดังกล่าว ในทุกกรณีไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงชลภาพน้ำหลากที่สถานี P.1 ซึ่งชลภาพน้ำหลากกรณีสภาพปกติ และกรณีการปรับปรุงลำน้ำแบบผสมผสาน (C1A3B1) แสดงในรูปที่ 4-33 จะเห็นได้ว่าชลภาพน้ำหลากที่สถานี P.1 กรณีหน้าตัดลำน้ำปกติในปี 2550 และกรณีปรับปรุงหน้าตัดลำน้ำแบบผสมผสาน (C1A3B1) ซึ่งเป็นกรณีที่มีการปรับปรุงสภาพลำน้ำมากที่สุด แทบจะไม่มี ความแตกต่างกัน ส่วนชลภาพน้ำหลากแบบจำลองเมื่อเทียบกับข้อมูลตรวจวัดจริงที่สถานี P.1 นั้นค่าของช่วงเวลาจนถึงยอดน้ำหลาก (time to peak) ต่างกัน 4 ชั่วโมง เนื่องจากข้อจำกัดของการประเมินการไหลด้านข้างที่พิจารณาให้ปริมาณการไหลเข้าด้านข้างเท่ากับสัดส่วนของพื้นที่รับน้ำระหว่างช่วงสถานี และเป็นสัดส่วนกับชลภาพการไหลของสถานี P.67 ซึ่งทำให้มีความ

คลาดเคลื่อนบางส่วน โดยค่า RMSE ของระดับน้ำที่สถานี P.1 กรณีหน้าตัดลำน้ำปกติในปี 2550 และกรณี C1A3B2 เท่ากับ 0.251 และ 0.247 เมตร ตามลำดับ

การปรับปรุงหน้าตัดลำน้ำกรณี (A1-A4) ค่าระดับน้ำที่ตำแหน่งต่างๆ ตลอดช่วงลำน้ำดังแสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-7 และในรูปที่ 4-34 จากผลการศึกษาพบว่าค่าระดับน้ำเฉลี่ยช่วงนอกพื้นที่เมือง (NV, Non Vicinity) ลดลง 0 ถึง 0.4 เมตร ส่วนระดับน้ำเฉลี่ยช่วงพื้นที่เมือง (V, Vicinity) ลดลง 0.2 ถึง 0.3 เมตร โดยที่กรณี A3 (ความกว้างอย่างน้อย 90 เมตร ตลอดทั้งช่วง) มีการลดลงของระดับน้ำมากที่สุด เท่ากับ 0.4 และ 0.3 เมตร สำหรับระดับน้ำเฉลี่ยนอกพื้นที่เมือง และระดับน้ำเฉลี่ยช่วงพื้นที่เมือง ตามลำดับ

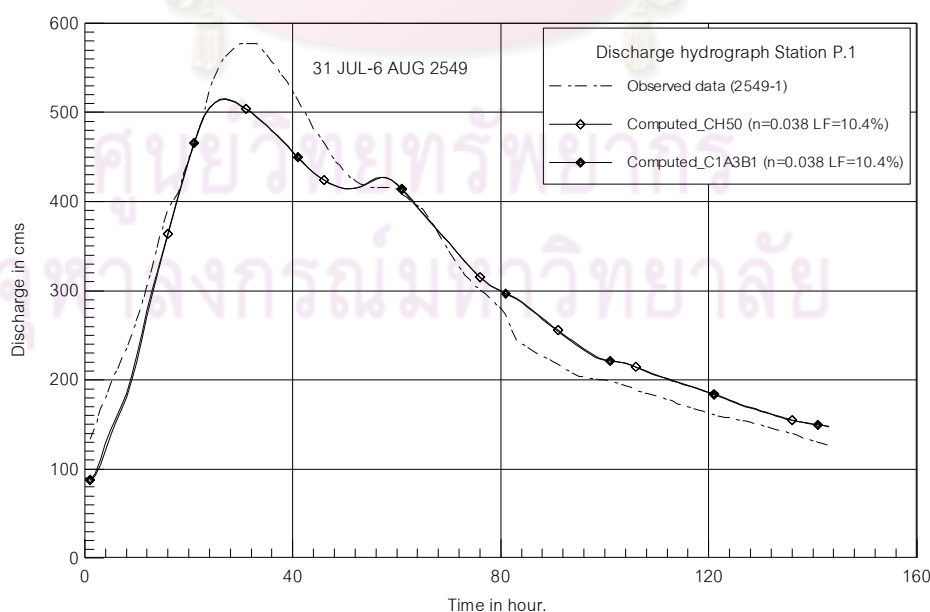
การปรับความลาดชันกรณี (B1-B3) ค่าระดับน้ำที่ตำแหน่งต่างๆ ตลอดช่วงลำน้ำดังแสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-8 และในรูปที่ 4-35 จากผลการศึกษาพบว่า ค่าระดับน้ำเฉลี่ยช่วงนอกพื้นที่เมืองแทบจะไม่เปลี่ยนแปลง (ลดลง 0 ถึง 0.1 เมตร) เนื่องจากเริ่มทำการปรับความลาดชันในช่วงที่เริ่มเข้าสู่พื้นที่เมืองเชียงใหม่ตั้งแต่ช่วง 20+000 กิโลเมตร ขึ้นไป ค่าระดับน้ำเฉลี่ยช่วงพื้นที่เมืองลดลง 0.1 ถึง 0.3 เมตร โดยที่กรณี B1 ซึ่งเป็นกรณีที่มีการปรับความลาดชันมากที่สุด (ปรับความลาดชันเป็น 1:2,400) มีการลดลงของระดับน้ำเฉลี่ยช่วงพื้นที่เมือง 0.3 เมตร

การปรับปรุงหน้าตัดลำน้ำแบบผสมผสาน (A1B1-A4B3) ค่าระดับน้ำที่ตำแหน่งต่างๆ ตลอดช่วงลำน้ำดังแสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-9, ข-10 และในรูปที่ 4-36 จากผลการศึกษาพบว่าค่าระดับน้ำเฉลี่ยช่วงนอกพื้นที่เมือง ลดลง 0.1 ถึง 0.4 เมตร ส่วนระดับน้ำเฉลี่ยช่วงพื้นที่เมือง ลดลง 0.3 ถึง 0.6 เมตร โดยที่ในกรณี A3B1 (ความกว้างอย่างน้อย 90 เมตร ตลอดทั้งช่วง และปรับความลาดชันช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่เป็น 1:2,400) มีการลดลงของระดับน้ำมากที่สุด เท่ากับ 0.4 และ 0.6 เมตร สำหรับระดับน้ำเฉลี่ยนอกพื้นที่เมือง และระดับน้ำเฉลี่ยช่วงพื้นที่เมือง ตามลำดับ

กรณีการขุดคลองลัด (C1และ C1A3B1) ค่าระดับน้ำที่ตำแหน่งต่างๆ ตลอดช่วงลำน้ำดังแสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-10 และในรูปที่ 4-38 ในกรณี C1 มีการลดลงของระดับน้ำในช่วง 10+000 ถึง 20+000 กิโลเมตร ซึ่งเป็นช่วงที่มีการปรับแนวการไหล สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำบริเวณดังกล่าวเนื่องจาก ในการปรับแนวการไหลของน้ำ เพื่อให้ง่ายต่อการพิจารณาจึงกำหนดให้แนวลำน้ำใหม่มีความกว้างและขนาดหน้าตัดเท่ากับหน้าตัดเดิมในตำแหน่งที่ทำการเปลี่ยนแนวลำน้ำ ซึ่งการกำหนดเงื่อนไขดังกล่าวก็เป็นการเพิ่มความจุของลำน้ำด้วย ดังนั้นผลของการเปลี่ยนแปลงของระดับช่วงน้ำดังกล่าวจึงไม่ได้เกิดจากการขุดคลองลัดเพียงอย่างเดียว โดยในช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่ค่าระดับน้ำเฉลี่ยลดลง 0.4 เมตร ส่วนกรณี C1A3B1 เป็นกรณีที่มีการปรับปรุงสภาพลำน้ำมากที่สุด ระดับน้ำเฉลี่ยช่วงนอกพื้นที่เมืองลดลง 0.6 เมตร ส่วนระดับน้ำเฉลี่ยช่วงพื้นที่เมืองลดลง 0.8 เมตร อย่างไรก็ตามการปรับปรุงสภาพลำน้ำในทุกกรณีจำเป็นต้องมี

การศึกษาความเหมาะสมและผลกระทบต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้น เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพลำน้ำ อาจทำให้เกิดการพังทลายของตลิ่ง รวมไปถึงการกัดเซาะ/ทับถม ในบริเวณดังกล่าว ทั้งช่วงเหนือ น้ำและท้ายน้ำ

จากการปรับปรุงสภาพลำน้ำในกรณีต่างๆ ทั้ง 21 กรณี ค่าระดับน้ำเฉลี่ยทั้งช่วงนอกพื้นที่ เมืองและช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่ ดังสรุปในตารางที่ 4-11 และ 4-12 รวมทั้งจำนวนหน้าตัดที่น้ำล้น ตลิ่งจากการปรับปรุงสภาพลำน้ำกรณีต่างๆ แสดงในตารางที่ 4-13 โดยที่ระดับน้ำล้นตลิ่งที่ ตำแหน่งต่างๆ ตลอดแนวลำน้ำช่วงสถานี P.67 ถึงสถานี P.1 ดังแสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-14 ถึง ข-18 ซึ่งการปรับปรุงสภาพลำน้ำเป็นหนึ่งในแนวทางในการบรรเทาปัญหาอุทกภัยเท่านั้น ถึงแม้การปรับปรุงในกรณี C1A3B1 ซึ่งลดระดับน้ำได้มากที่สุด หากเกิดเหตุการณ์น้ำหลาก แบบเดิมในปี 2549 (31 มิ.ย.- 6 ส.ค. 2549) ก็ยังคงเกิดน้ำท่วมอยู่ (ดูรูปที่ 4-37 ประกอบ) ซึ่งจากการปรับปรุงในกรณีดังกล่าวสามารถลดจำนวนหน้าตัดที่น้ำล้นตลิ่งลงได้ 10 ตำแหน่ง (กรณี สภาพลำน้ำปี 2550 : CH50=27 ตำแหน่ง,กรณี : C1A3B1=17 ตำแหน่ง) ดังนั้นควรที่จะมีการ ดำเนินในลักษณะอื่นควบคู่กันไปด้วย เช่น การเสริมคันป้องกันน้ำท่วมในช่วงที่ระดับตลิ่งต่ำมาก การผันน้ำออกบางส่วนเพื่อลดปริมาณน้ำหลากที่จะเข้าสู่พื้นที่เมืองเชียงใหม่ การสร้างเขื่อน/อ่าง เก็บน้ำหรือพัฒนาพื้นที่แก้มลิงที่มีศักยภาพสำหรับเก็บน้ำในช่วงน้ำหลาก รวมทั้งมาตรการอื่นๆ ที่ เหมาะสม อย่างไรก็ตามจะต้องมีการศึกษาความเหมาะสมและผลกระทบจากการดำเนินการต่างๆ ทั้งในมิติเชิงวิศวกรรม และมิติเชิงสังคม เพื่อที่จะลดข้อขัดแย้งของประชาชนในพื้นที่และทำให้ โครงการประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้



รูปที่ 4-33 ซลภาพน้ำหลากที่สถานี P.1 กรณีหน้าตัดลำน้ำปกติในปี 2550 และกรณีปรับปรุง หน้าตัดลำน้ำแบบผสมผสาน (C1A3B1)



ตารางที่ 4-8 ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการปรับปรุงหน้าตัดลำน้ำ (ในกรณี A1-A4)

Case	T (m.)	z	y <sub>NV</sub> (m.)	y <sub>V</sub> (m.)	b <sub>NV</sub> (m.)	b <sub>V</sub> (m.)
A1	80	3	5.94	-	44.36	-
A2	80	3	-	4.89	-	50.66
A3	90	3	5.94	-	54.36	-
A4	90	3	-	4.89	-	60.6

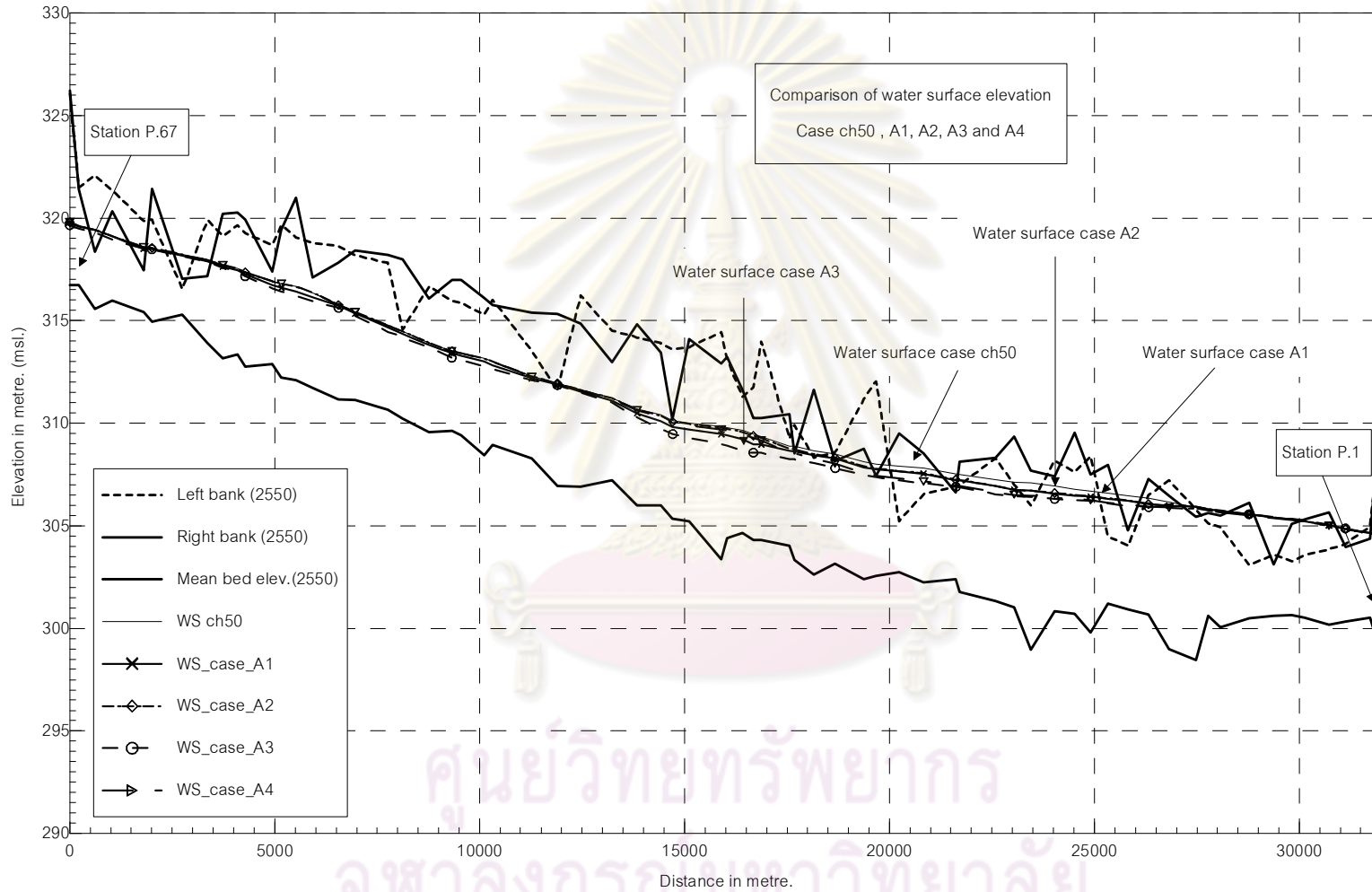
NV -Non Vicinity, V-Vicinity

ตารางที่ 4-9 ตำแหน่งของการปรับแนวการไหลของลำน้ำในปี 2550

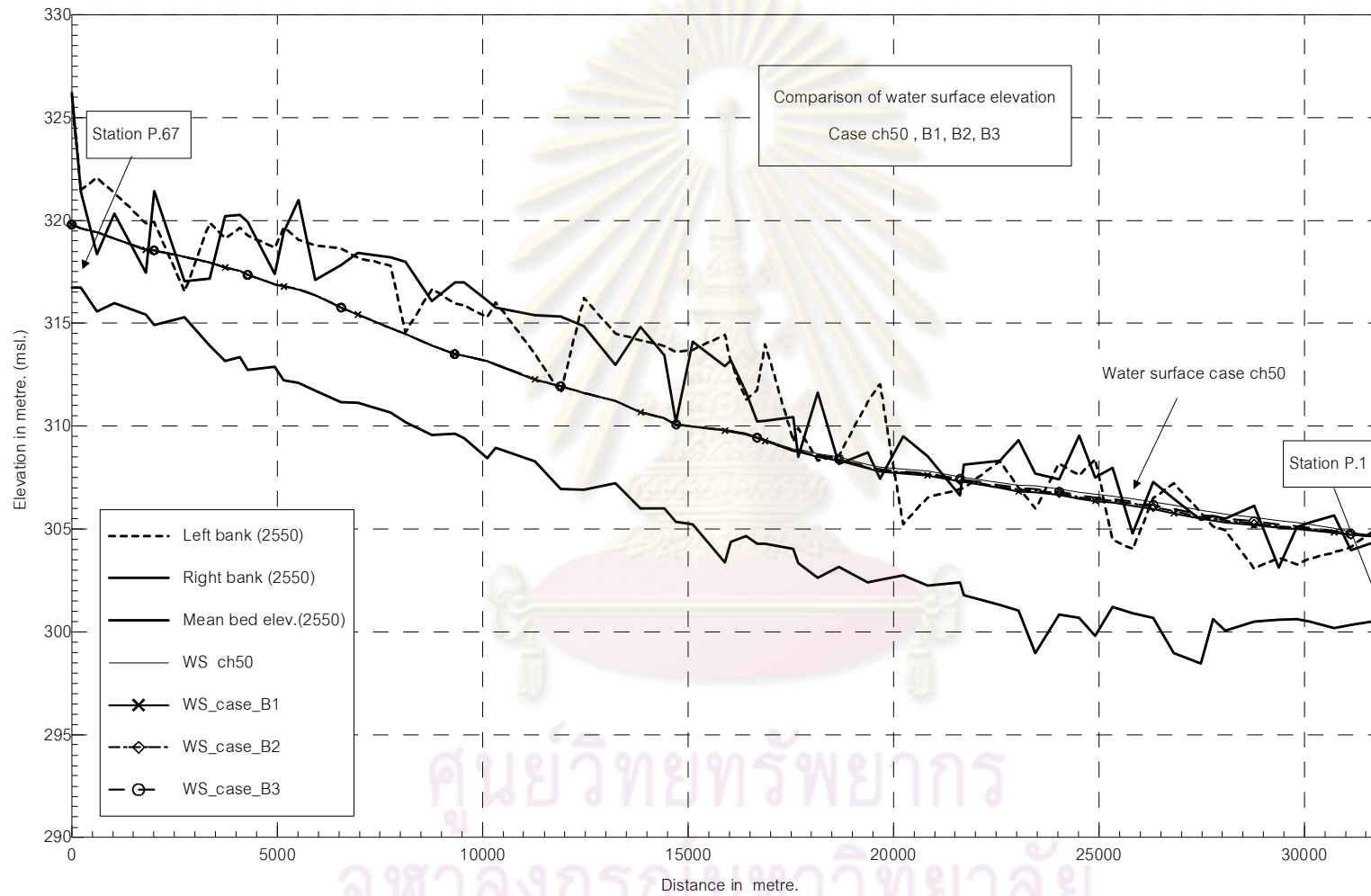
From Station (m)	To Station (m)	Distance (m)	Distance After adj (m)	Diff (m)	%Diff From Original
10692	13231	2539	1500	1039	3.3
18764	20442	1678	1350	328	1.0
20644	22124	1480	780	700	2.2
22205	23546	1341	800	541	1.7
			Σ	2608	8.3

ตารางที่ 4-10 สรุปกรณีศึกษาทั้งหมดของการปรับปรุงสภาพลำน้ำ

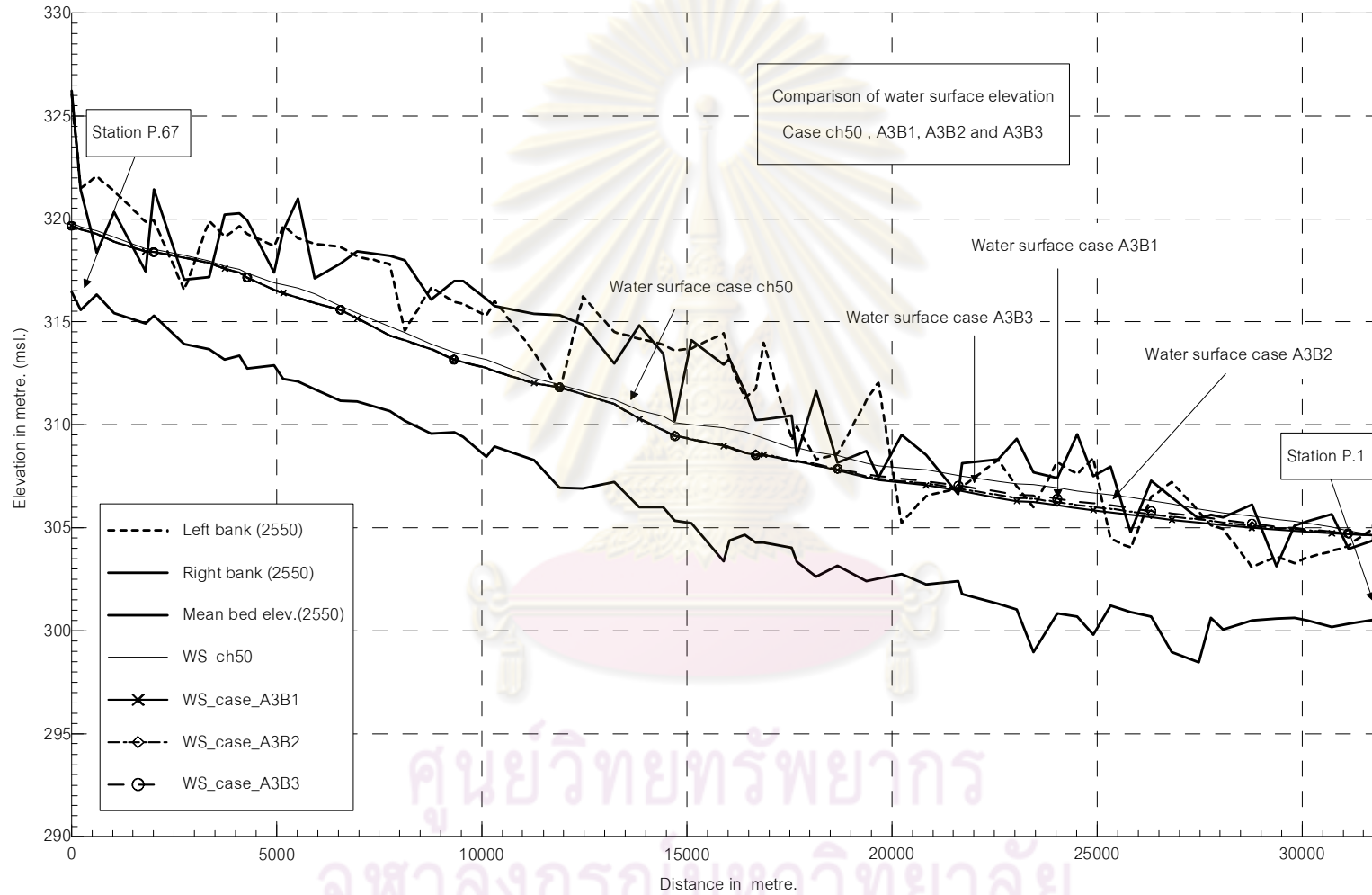
<u>การปรับปรุงหน้าตัดลำน้ำ</u>						
A1	A2	A3	A4			
T80 All	T80 V	T90 All	T90 V			
<u>การปรับความลาดชัน</u>						
B1	B2	B3				
1:2400	1:2800	1:3200				
<u>การขุดคลองลัด</u>						
C1						
ปรับแนวการไหลของลำน้ำ 4 ช่วง						
<u>การปรับปรุงแบบผสมผสาน</u>						
A1B1	A2B1	A1B2	A2B2	A1B3	A2B3	A3B1
A4B1	A3B2	A4B2	A3B3	A4B3	C1A3B2	



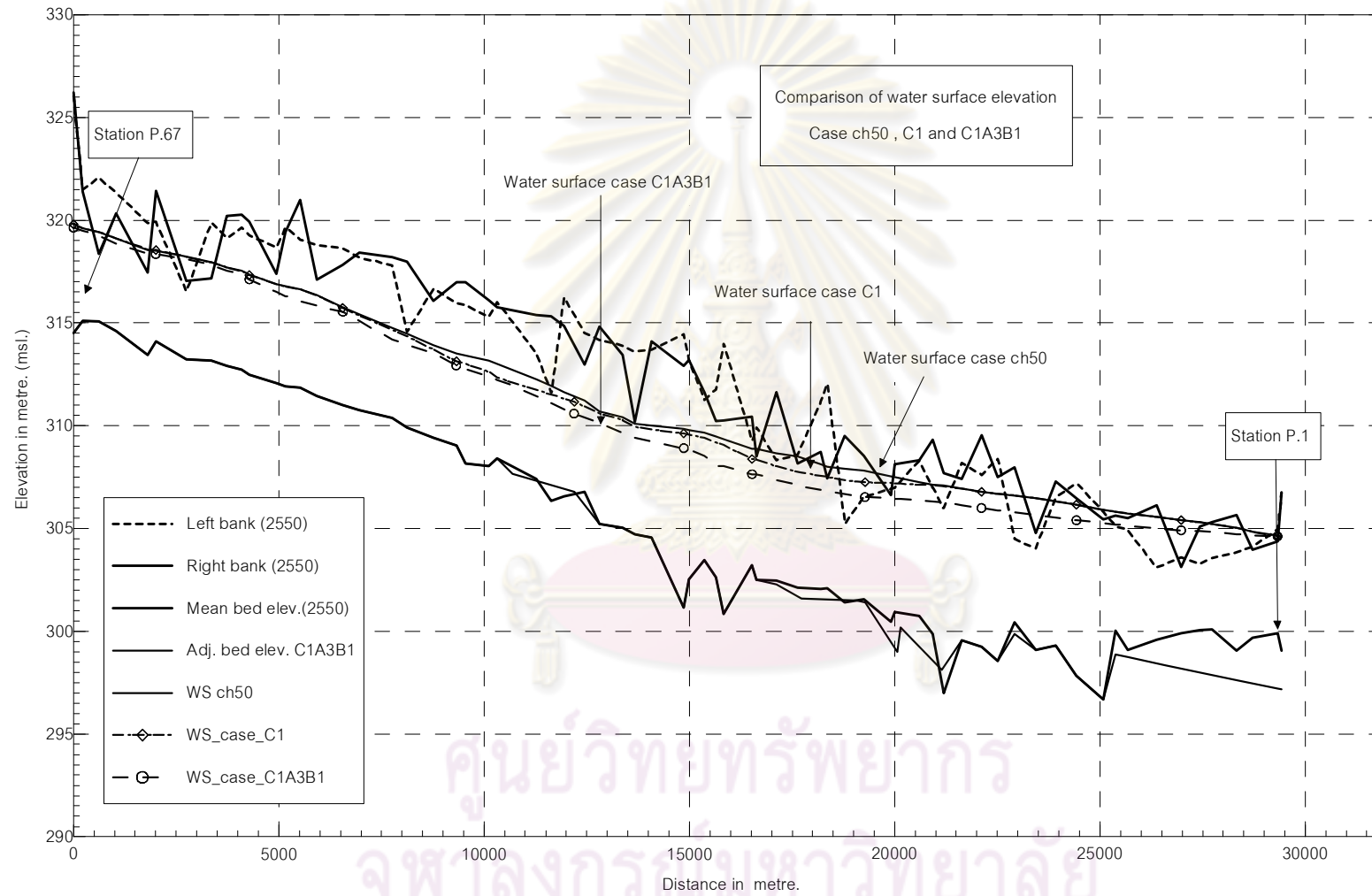
รูปที่ 4-34 เปรียบเทียบระดับน้ำของชุดหน้าตัดลำน้ำปี 2550 กับการปรับปรุงสภาพลำน้ำ กรณีปรับปรุงหน้าตัดลำน้ำ (A1-A4)



รูปที่ 4-35 เปรียบเทียบระดับน้ำของชุดหน้าตัดลำน้ำปี 2550 กับการปรับปรุงสภาพลำน้ำ กรณีการปรับความลาดชัน (B1-B3)



รูปที่ 4-36 เปรียบเทียบระดับน้ำของชุดหน้าตัดลำน้ำปี 2550 กับการปรับปรุงสภาพลำน้ำ กรณีการปรับปรุงแบบผสมผสาน (A3B1-A3B3)



รูปที่ 4-37 เปรียบเทียบระดับน้ำของชุดหน้าตัดลำน้ำปี 2550 กับการปรับปรุงสภาพลำน้ำ กรณีชุดคลองลัด (C1) และการปรับปรุงแบบผสมผสาน (C1A3B1)



ตารางที่ 4-11 ความแตกต่างของระดับน้ำของชุดหน้าตัดในปี 2550 ที่มีการปรับปรุงสภาพลำน้ำ  
ในกรณีต่างๆ ( หน่วย : เมตร )

	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	C1
$\max_{NV}$	0.5	0.2	1.0	0.6	0.2	0.1	0.1	0.0
$\min_{NV}$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
$Avg_{NV}$	0.2	0.0	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
$\max_V$	0.4	0.4	0.7	0.6	0.4	0.3	0.2	0.8
$\min_V$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$Avg_V$	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	0.4

ตารางที่ 4-12 ความแตกต่างของระดับน้ำของชุดหน้าตัดในปี 2550 ที่มีการปรับปรุงสภาพลำน้ำ  
แบบผสมผสานในกรณีต่างๆ ( หน่วย : เมตร )

	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3	A3B1	A3B2	A3B3	A4B1	A4B2	A4B3	C1A3B1
$\max_{NV}$	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	0.3	1.0	1.0	1.0	0.7	0.7	0.6	0.2
$\min_{NV}$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	1.5
$Avg_{NV}$	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.4	0.4	0.4	0.1	0.1	0.1	0.6
$\max_V$	0.7	0.5	0.4	0.7	0.5	0.4	0.9	0.7	0.5	0.9	0.7	0.6	1.4
$\min_V$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$Avg_V$	0.5	0.4	0.3	0.5	0.4	0.3	0.6	0.5	0.4	0.6	0.5	0.4	0.8

# หมายเหตุ NV = out of vicinity (ช่วงพื้นที่นอกเมือง) , V = in vicinity (ช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่)

ตารางที่ 4-13 สรุปจำนวนหน้าตัดที่น้ำล้นตลิ่งจากการปรับปรุงสภาพลำนน้ำกรณีต่างๆ

CASE	R	L	RL	CASE	R	L	RL
CH50	16	20	27	A2B1	11	17	23
A1	16	19	26	A2B2	13	18	26
A2	16	19	26	A2B3	13	18	26
A3	13	16	21	A3B1	9	15	20
A4	14	17	22	A3B2	9	15	20
B1	13	18	26	A3B3	10	16	23
B2	13	18	26	A4B1	9	15	20
B3	15	18	26	A4B2	9	15	20
A1B1	10	17	22	A4B3	12	17	24
A1B2	13	18	26	C1	13	19	19
A1B3	13	18	26	C1A3B1	9	12	17

# หมายเหตุ : กรณี CH50 คือสภาพลำนน้ำในปี 2550 ก่อนที่จะทำการปรับปรุง  
R และ L จำนวนหน้าตัดที่น้ำล้นตลิ่งทางขวา – ซ้าย  
RL (ที่เป็นตัวหนา) จำนวนหน้าตัดที่น้ำล้นตลิ่งอย่างน้อย 1 ด้าน

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## การศึกษาเบื้องต้นถึงการเปลี่ยนแปลงฝน/น้ำท่าและการใช้ที่ดิน

การศึกษาเบื้องต้นถึงการเปลี่ยนแปลงฝน/น้ำท่า และการเปลี่ยนแปลงลักษณะการใช้ที่ดิน บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน ช่วงเหนือสถานี P.1 ขึ้นไป เพื่อพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพทาง อุตุ/อุทกวิทยาในพื้นที่ ที่คาดว่าจะส่งผลกับปริมาณน้ำหลาก รวมทั้งสภาพน้ำท่วมในพื้นที่เมือง เชียงใหม่ โดยมีรายละเอียดการพิจารณาดังนี้

### 5.1 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำหลากจากชุดข้อมูลที่แบ่งเหลื่อมปีกัน

การวิเคราะห์เปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำหลาก โดยใช้สถานี P.20 อ.เชียงดาว ซึ่งอยู่ทางตอนบน ของลุ่มน้ำปิงเป็นสถานีตัวแทน เพื่อที่จะพิจารณาการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำหลากที่เข้าสู่พื้นที่เมือง เชียงใหม่ สาเหตุที่ใช้สถานี P.20 เนื่องจากเป็นสถานีเดียวในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบนที่ยังคงมีสภาพการ ไหลแบบธรรมชาติ ไม่มีสิ่งก่อสร้าง เช่น เขื่อนหรือฝาย มาควบคุมปริมาณการไหล การวิเคราะห์ ดังกล่าวโดยใช้ปริมาณน้ำหลากสูงสุดในรอบปี (instantaneous peak discharge) มาพิจารณา (ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ดังแสดงในภาคผนวก ค ตารางที่ ค-1) รวมทั้งหาความสัมพันธ์ของการ เปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำหลากสูงสุดกับสัดส่วนการใช้ที่ดิน ซึ่งข้อมูลการใช้ที่ดินก็จะจัดชุดในลักษณะที่ สอดคล้องกับชุดข้อมูลน้ำหลาก

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำหลากที่คาบการเกิดต่างๆ กับเวลาที่เปลี่ยนแปลงไปโดย ใช้การเฉลี่ยเคลื่อนที่ (moving average) เพื่อหาช่วงการเฉลี่ยเคลื่อนที่ซึ่งเหมาะสำหรับการวิเคราะห์ ความถี่ แล้วนำชุดข้อมูลที่ช่วงการเฉลี่ยเคลื่อนที่ดังกล่าวมาวิเคราะห์ความถี่โดยเปรียบเทียบฟังก์ชัน การแจกแจงความถี่ 3 รูปแบบ คือ Log Normal (LN), Log Pearson Type III (LP3) และ Gumbel รวมทั้งทดสอบความเหมาะสมของฟังก์ชันการแจกแจงความถี่ จากนั้นจะนำไปหาความสัมพันธ์ของ การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำหลากที่คาบการเกิดต่างๆ กับสภาพการใช้ที่ดินที่เปลี่ยนแปลงไป โดย ข้อมูลการใช้ที่ดินดังกล่าวจะจัดชุดข้อมูลให้สอดคล้องกับปริมาณน้ำหลากด้วย

การพิจารณาการเฉลี่ยเคลื่อนที่ของสถานี P.20 ในช่วง 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17 และ 19 ปี ดังแสดงในรูปที่ 5-1 จากการพิจารณาพบว่า ทุกค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นและค่าเฉลี่ย เคลื่อนที่ช่วง 17 ปี มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับการวิเคราะห์ความถี่น้ำหลาก เนื่องจากมีค่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $R^2$ ) สูงที่สุดคือ 0.3504 โดยสาเหตุที่ไม่ใช้ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ช่วง 19 ปี เนื่องจาก แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงแตกต่างจากช่วงค่าเฉลี่ยลดลงไปทั้ง 13, 15 และ 17 ปี ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.56, 1.91, 1.45 และ 3.2 ของช่วงค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 13, 15, 17 และ 19 ปี ตามลำดับ ดังนั้นจึงทำการ

แบ่งชุดข้อมูลน้ำหลากที่มีความยาวต่อเนื่องชุดละ 17 ปี จำนวนทั้งสิ้น 14 ชุดข้อมูล โดยที่ชุดแรกเริ่มที่ปี 2522-2528 ชุดที่สองเริ่มที่ปี 2523-2539 โดยที่ชุดสุดท้ายอยู่ในช่วงปี 2535-2551 ซึ่งทุกชุดจะมีจำนวนข้อมูลเท่ากับ 17 ปี และเหลื่อมกันชุดละ 1 ปี

ค่าพื้นฐานทางสถิติ เช่น ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณน้ำหลากสูงสุดของชุดข้อมูลที่มีความยาวช่วงละ 17 ปี ทั้งหมด 14 ชุด ดังแสดงในตารางที่ 5-1 ซึ่งค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำหลากอยู่ในช่วง 122.1 - 151.1 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในช่วง 245-503, 41 และ 74.2-116.5 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ตามลำดับ เมื่อพิจารณาแนวโน้มของค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำหลากสูงสุดของชุดข้อมูลทั้งหมด 14 ชุด พบว่าแนวโน้มเชิงเส้นตรงของค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำหลากสูงสุดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ประมาณ 1.16 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ต่อปี ดังแสดงในรูปที่ 5-2

การวิเคราะห์ปริมาณและความถี่น้ำหลากที่คาบการเกิดต่างๆ เพื่อหาฟังก์ชันการแจกแจงความถี่ที่เหมาะสมสำหรับปริมาณน้ำหลากสูงสุด โดยทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบฟังก์ชันการแจกแจงความถี่ทั้งหมด 3 รูปแบบ คือ Log Normal 2 Parameter (LN), Log Pearson Type III (LP3) และ Gumbel ซึ่งทั้ง 3 วิธีทำการหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ด้วยวิธีโมเมนต์ ส่วนการเปรียบเทียบความเหมาะสมของฟังก์ชันการแจกแจงความถี่ที่เหมาะสมด้วยวิธี Sum of Square Difference (สูตรार्ตน์ 2542) ซึ่งทำการเปรียบเทียบผลต่างกำลังสองน้อยที่สุดของปริมาณน้ำหลากที่คาบการเกิดต่างๆ ฟังก์ชันที่ปรับเข้ากับชุดข้อมูลได้ดีที่สุด จะมีค่าความแตกต่างน้อยที่สุด จากผลการศึกษสามารถเรียงลำดับฟังก์ชันการแจกแจงความถี่ที่เหมาะสมจากมากไปน้อยดังนี้ Gumbel, LP3 และ LN ซึ่งการเปรียบเทียบการทดสอบความเหมาะสมของฟังก์ชันการแจกแจงความถี่ของสถานี P.20 ดังแสดงในตารางที่ 5-2 โดยเปอร์เซ็นต์ความเหมาะสมพิจารณาจากชุดข้อมูลทั้งหมด 15 ชุด ซึ่งจัดชุดข้อมูลแตกต่างกัน (ชุดข้อมูลทั้งหมดช่วงปี 2522-2551, ชุดข้อมูลที่มีความยาวต่อเนื่องกัน 17 ปีและเหลื่อมกัน 1 ปี จำนวน 14 ชุด) ดังนั้นในการศึกษานี้จึงเลือกวิธี Gumbel ในการคำนวณปริมาณน้ำหลากที่คาบการเกิดต่างๆ ซึ่งปริมาณน้ำหลากที่คาบการเกิดต่างๆของชุดข้อมูลที่มีความยาวต่อเนื่องกัน 17 ปี ดังแสดงในตารางที่ 5-3

ปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่คาบการเกิด 2, 5, 10, 25, 50, 100 และ 200 ปี มีค่าอยู่ในช่วง 112.8-134.2, 182.8-260.8, 229.2 - 344.5, 287.7 - 450.4, 331.2 - 528.9, 374.3 - 606.8 และ 417.3 - 684.8 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ตามลำดับ โดยที่ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่คาบการเกิด 2, 5, 10, 25, 50, 100 และ 200 ปี เท่ากับ 124.3, 217.5, 279.1, 357.1, 414.9, 472.3 และ 529.4 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ตามลำดับ ส่วนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่คาบการเกิด 2, 5, 10, 25, 50, 100 และ 200 ปี เท่ากับ 5.9, 26.8, 41, 59.1, 72.6, 85.9 และ 99.2 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ตามลำดับ เมื่อพิจารณาแนวโน้มของปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่คาบการเกิดต่างๆ

ดังแสดงในรูปที่ 5-3 พบว่า ปริมาณน้ำหลากทุกคาบการเกิดมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ลักษณะของแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามคาบการเกิดที่สูงขึ้นโดยที่แนวโน้มของปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่คาบการเกิด 2 , 5 , 10, 25, 50, 100 และ 200 ปี มีค่าเพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.6 , 4.6 , 7.2, 10.6, 13, 15.6, และ 18 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ต่อปี

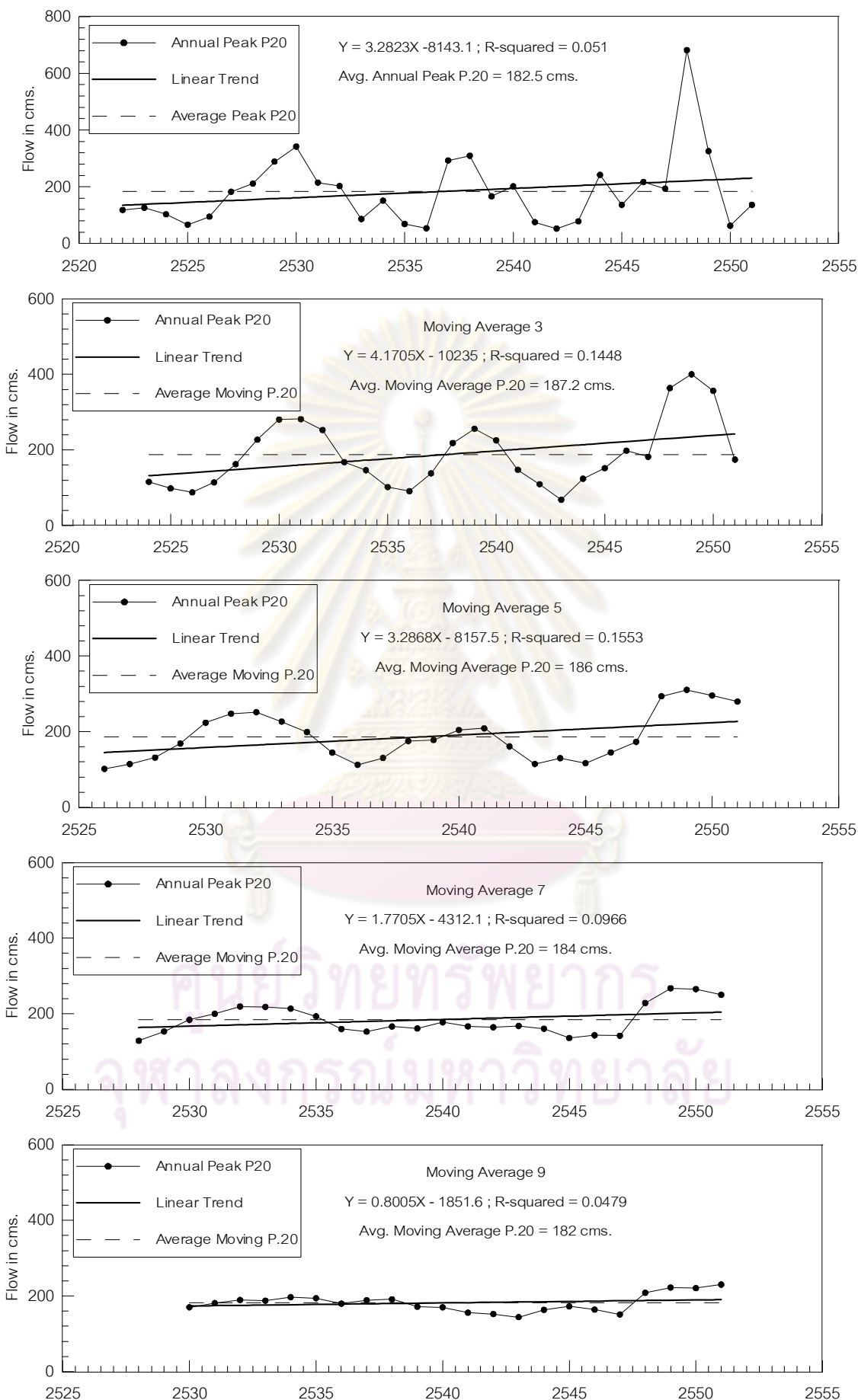
## 5.2 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดินที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำหลาก

เป็นการวิเคราะห์เบื้องต้นถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดินที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่คาบการเกิดต่างๆ โดยใช้ข้อมูลแผนที่การใช้ที่ดินประเภทต่างๆ ของพื้นที่ลุ่มน้ำปึงตอนบนจนถึงจุดทางออกของพื้นที่ลุ่มน้ำที่สถานี P.1 มีพื้นที่ประมาณ 6,356 ตารางกิโลเมตร ข้อมูลการใช้ที่ดินประเภทต่างๆ ซึ่งรวบรวมโดยกรมพัฒนาที่ดินในปี 2533, 2544 และ 2549 ดังแสดงใน ตารางที่ 5-4 และภาคผนวก ค รูปที่ ค-2 ถึง ค-4 เนื่องจากปริมาณข้อมูลที่มีอยู่จำกัดและไม่มีอย่างต่อเนื่องทุกปี ในการวิเคราะห์ครั้งนี้จึงตั้งสมมติฐานของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในช่วงที่ไม่มีข้อมูลว่ามีการเปลี่ยนแปลงเชิงเส้นตรง ข้อมูลในปีที่ไม่มีการบันทึกข้อมูลไว้ สามารถหาค่าได้จากการประมาณค่าในช่วงและนอกช่วงเชิงเส้นตรง (linear interpolate - extrapolate ) ของปีที่มีการบันทึกข้อมูล

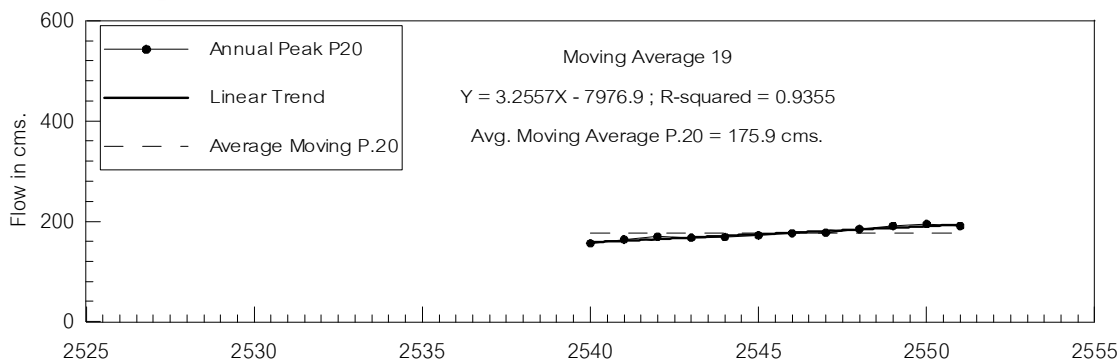
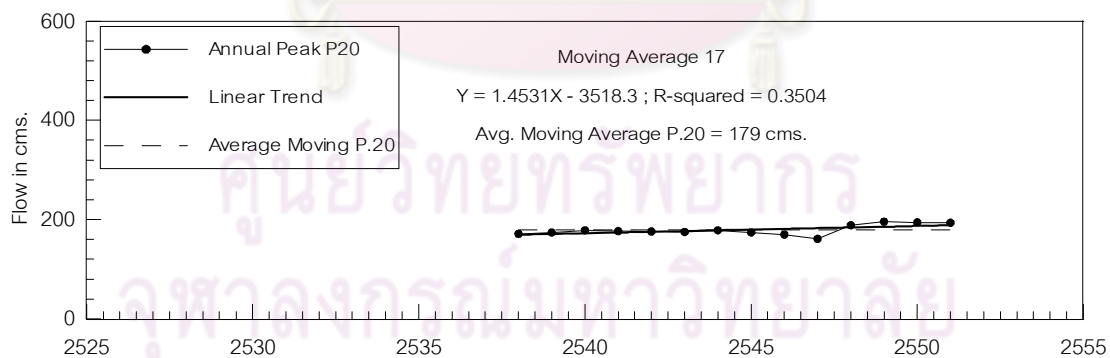
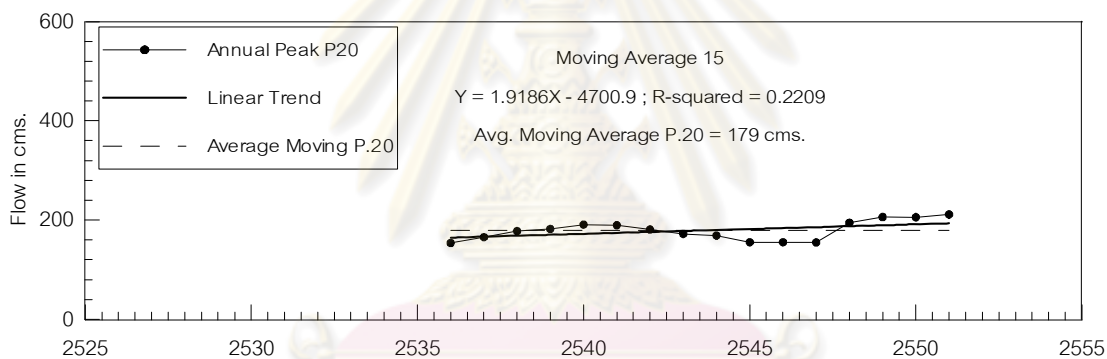
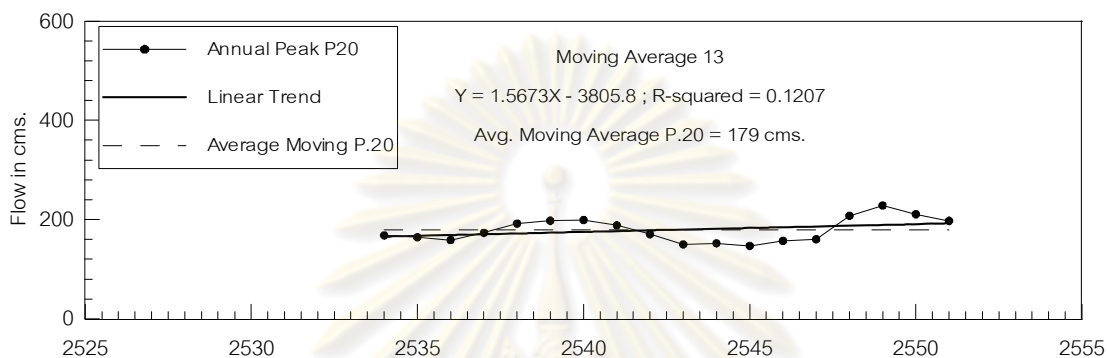
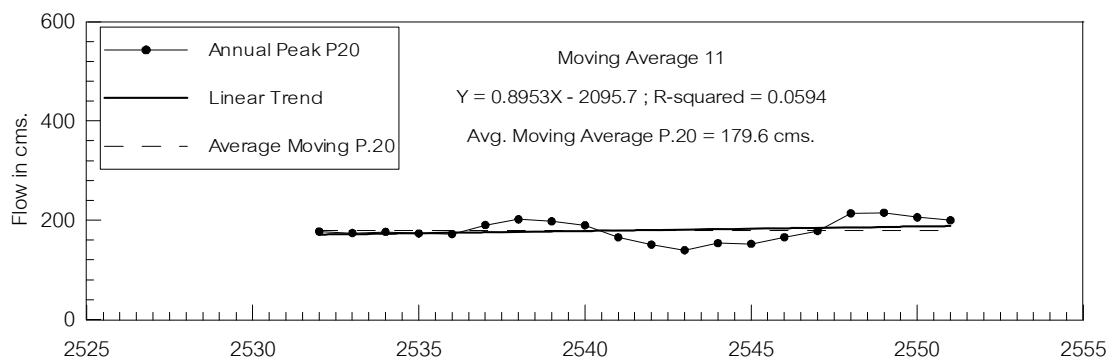
## 5.3 การพิจารณาตัวแปรทางกายภาพที่มีผลต่อปริมาณน้ำหลาก

ตัวแปรของลักษณะทางการภาพของลุ่มน้ำที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำหลากที่สำคัญ ประกอบด้วย ขนาดของพื้นที่ ความลาดชันของพื้นที่ ความลาดชันและความยาวของลำน้ำ ลักษณะดินและการปกคลุมดิน (สุदारตน์ 2542, ศรีเลิศ 2545) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงลักษณะตัวแปรทางกายภาพที่กล่าวมา แทบจะไม่มีเปลี่ยนแปลงหรือมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลงเห็นได้ชัดคือ การเปลี่ยนแปลงลักษณะการใช้ที่ดินจากพื้นที่ป่าไม้ ไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่เขตเมือง โดยพื้นที่ป่าไม้ลดลง 4 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงปี 2533 ถึง 2549 ใน การศึกษานี้จะพิจารณาหาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำหลากที่คาบการเกิดต่างๆ กับ เปอร์เซ็นต์การลดลงของพื้นที่ป่าไม้ เช่นเดียวกับที่มีการศึกษาในลุ่มน้ำเพชรบุรี (ศรีเลิศ 2545)





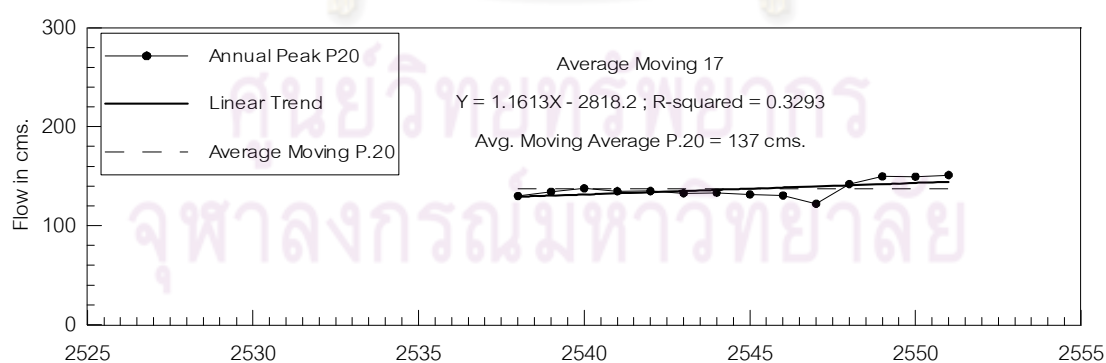
รูปที่ 5-1 ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ของปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่สถานี P.20



รูปที่ 5-1 ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ของปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่สถานี P.20 (ต่อ)

ตารางที่ 5-1 ค่าพื้นฐานทางสถิติของชุดข้อมูลที่มีความยาวช่วงละ 17 ปี ( moving average 17 )

Dataset	Period	Max	Min	Avg.	SD.
-	2522-2551	503.0	41.0	141.3	96.1
1	2522-2538	288.8	41.0	130.0	72.4
2	2523-2539	288.8	41.0	134.3	71.7
3	2524-2540	288.8	41.0	137.6	71.8
4	2525-2541	288.8	41.0	134.8	74.6
5	2526-2542	288.8	41.0	134.9	74.5
6	2527-2543	288.8	41.0	132.8	76.6
7	2528-2544	288.8	41.0	133.2	76.8
8	2529-2545	288.8	41.0	131.5	76.5
9	2530-2546	288.8	41.0	130.5	75.8
10	2531-2547	245.0	41.0	122.1	64.2
11	2532-2548	503.0	41.0	142.0	112.5
12	2533-2549	503.0	41.0	149.7	116.3
13	2534-2550	503.0	41.0	149.5	116.5
14	2535-2551	503.0	41.0	151.1	116.1



รูปที่ 5-2 แนวโน้มของปริมาณน้ำหลากสูงสุดเฉลี่ยของชุดข้อมูลที่มีความยาวช่วงละ 17 ปี  
ที่สถานี P.20

# หมายถึง ใช้ชุดข้อมูลน้ำหลากสูงสุดที่สถานี P.20 มาจัดเป็นชุดข้อมูลที่มีความยาว 17 ปีเท่ากัน และเหลือมกัน  
ช่วงละ 1 ปี จำนวนทั้งสิ้น 14 ชุด

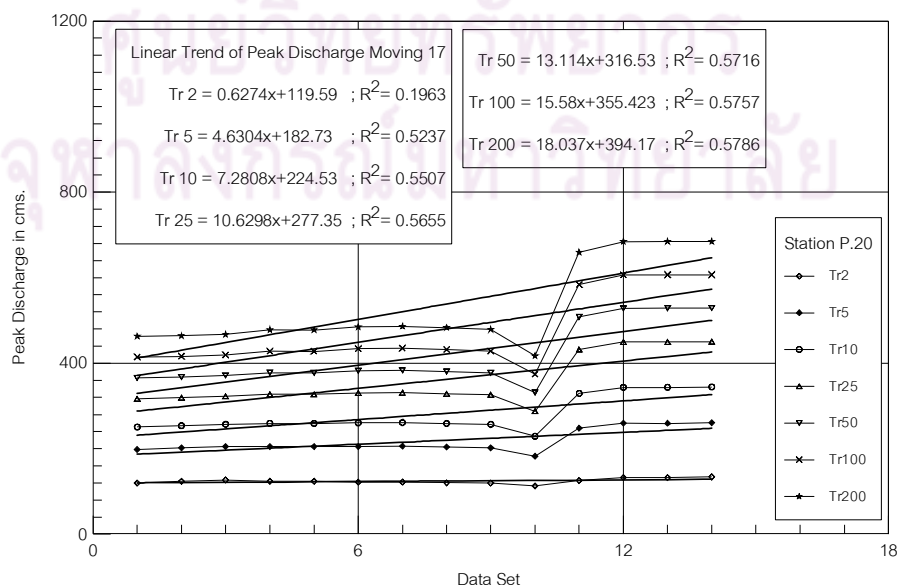
ตารางที่ 5-2 เปรียบเทียบการทดสอบความเหมาะสมของฟังก์ชันการแจกแจงความถี่ของสถานี P.20

Data set	Sum of Square Difference			Remarks
	LN	LPS-III	GUMBEL	
1	107.8	44.1	<b>28.7</b>	2522-2538
2	116.4	45.5	<b>31.0</b>	2523-2539
3	129.9	52.2	<b>44.3</b>	2524-2540
4	151.6	59.3	<b>56.9</b>	2525-2541
5	150.6	58.9	<b>56.3</b>	2526-2542
6	165.1	70.0	<b>68.6</b>	2527-2543
7	168.2	73.0	<b>72.2</b>	2528-2544
8	158.6	64.7	<b>61.8</b>	2529-2545
9	154.4	66.8	<b>64.1</b>	2530-2546
10	149.1	<b>67.5</b>	71.7	2531-2547
11	169.6	<b>157.0</b>	185.2	2532-2548
12	173.7	<b>135.7</b>	159.1	2533-2549
13	175.3	<b>135.5</b>	159.7	2534-2550
14	175.0	<b>140.7</b>	162.4	2535-2551
15	198.0	<b>197.4</b>	239.4	ข้อมูลทั้งหมด(2522-2551)
<b>Σ</b>	0	6	9	
%	0	40	60	

# หมายถึง การเปรียบเทียบความเหมาะสมโดยวิธีผลต่างกำลังสองน้อยที่สุด (sum of square difference) ฟังก์ชันที่มีค่าน้อยที่สุดของแต่ละวิธีคือมีความเหมาะสมกับชุดข้อมูลในแต่ละชุด ซึ่งฟังก์ชันที่เหมาะสมที่สุดคือมีผลรวมของแต่ละชุดข้อมูลสูงที่สุดหรือมีอัตราส่วนเมื่อเทียบกับชุดข้อมูลอื่นๆ มากที่สุด

ตารางที่ 5-3 ปริมาณน้ำหลากคาบการเกิดต่างๆ ที่สถานี P.20 ของชุดข้อมูลที่มีความยาวช่วงละ 17 ปี

Station P.20 Years	Data set	Annual Peak Flow in cms. (Gumbel)						
		2	5	10	25	50	100	200
2522-2538	1	119.5	198.4	250.7	316.8	365.8	414.4	462.9
2523-2539	2	123.8	202.0	253.8	319.2	367.8	415.9	463.9
2524-2540	3	127.2	205.4	257.2	322.6	371.2	419.4	467.4
2525-2541	4	124.0	205.3	259.2	327.3	377.8	427.9	477.9
2526-2542	5	124.1	205.3	259.1	327.1	377.5	427.6	477.4
2527-2543	6	121.6	205.2	260.5	330.4	382.2	433.7	485.0
2528-2544	7	122.1	205.8	261.2	331.2	383.1	434.7	486.0
2529-2545	8	120.4	203.8	259.0	328.8	380.5	431.9	483.1
2530-2546	9	119.5	202.2	256.9	326.1	377.4	428.3	479.1
2531-2547	10	112.8	182.8	229.2	287.7	331.2	374.3	417.3
2532-2548	11	125.6	248.3	329.5	432.0	508.2	583.7	659.0
2533-2549	12	132.8	259.6	343.5	449.5	528.2	606.3	684.1
2534-2550	13	132.5	259.5	343.6	449.8	528.6	606.8	684.8
2535-2551	14	134.2	260.8	344.5	450.4	528.9	606.8	684.4
	Max	134.2	260.8	344.5	450.4	528.9	606.8	684.8
	Min	112.8	182.8	229.2	287.7	331.2	374.3	417.3
	Avg	124.3	217.5	279.1	357.1	414.9	472.3	529.4
	SD	5.9	26.8	41.0	59.1	72.6	85.9	99.2



รูปที่ 5-3 แนวโน้มปริมาณน้ำหลากที่ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 17 ปี ของสถานี P.20 ที่คาบการเกิดต่างๆ



ตารางที่ 5-4 การใช้ที่ดินในลุ่มน้ำปิงตอนบนจนถึงสถานี P.1

ปีสภาพการ ใช้ที่ดิน	พื้นที่ (ตร.กม.)					สัดส่วนพื้นที่ (เปอร์เซ็นต์)				
	ป่าไม้	เกษตรกรรม	เขตเมือง	แหล่งน้ำ	อื่นๆ	ป่าไม้	เกษตรกรรม	เขตเมือง	แหล่งน้ำ	อื่นๆ
2533	5164.9	1076.6	68.3	16.1	33.1	81.2	16.9	1.1	0.3	0.5
2544	5065.0	1074.7	187.3	18.0	14.0	79.7	16.9	2.9	0.3	0.2
2549	4911.0	1160.0	219.0	35.0	34.0	77.2	18.2	3.4	0.6	0.5

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน

#### 5.4 การพิจารณาผลของฝนสะสมช่วงสั้น 1-3 วันต่อปริมาณน้ำหลาก

การพิจารณาผลของฝนสะสมช่วงสั้น ต่อขนาดน้ำปริมาณน้ำหลากสูงสุด โดยนำค่าฝนสะสมช่วงสั้นสูงสุดต่อเนื้อที่ 1 ถึง 3 วัน ที่ได้ทำการจัดเป็นชุดข้อมูลที่มีความยาวต่อเนื่องชุดละ 17 ปี ปริมาณฝนช่วงสั้นที่คาบการเกิดต่างๆ ของสถานี 07013 และ 07132 ดังแสดงในตารางที่ 5-5 และ 5-6 การพิจารณาผลของฝนช่วงสั้นต่อปริมาณน้ำหลากที่สถานี P.1 ซึ่งเป็นจุดออกของพื้นที่ลุ่มน้ำ อีกทั้งเพื่อให้สอดคล้องกับข้อมูลการใช้ที่ดินที่มีการบันทึกไว้โดยกรมพัฒนาที่ดินในปี 2533, 2544 และ 2549 (ช่วงพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบนจนถึงสถานี P.1) ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ดังแสดงในภาคผนวก ค ตารางที่ ค-1 และ ตารางที่ ค-2

ปริมาณน้ำที่สถานี P.1 ตั้งแต่ช่วงปี 2528 เป็นต้นไป ไม่เป็นลักษณะการไหลในธรรมชาติ เนื่องจากมีการใช้งานเขื่อนแม่จัดสมบูรณ์ชลที่สร้างปิดลำน้ำแม่จัด ช่วงบริเวณ อ.แม่แตง ซึ่งเป็นแม่น้ำสาขาของแม่น้ำปิงและอยู่ทางตอนบนของสถานี P.1 เขื่อนแม่จัดสมบูรณ์ชลเป็นโครงการชลประทานขนาดใหญ่มีปริมาตรเก็บกักประมาณ 267 ล้านลูกบาศก์เมตร หรือคิดเป็น 12 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีที่สถานี P.1 (ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยที่สถานี P.1 ช่วงปี 2464-2527 เท่ากับ 1,976.2 ล้านลูกบาศก์เมตร) ดังนั้นปริมาณน้ำบางส่วนจึงถูกกักไว้จากการดำเนินการของเขื่อน อีกทั้งยังไม่สามารถแยกอิทธิพลของการดำเนินการของเขื่อนออกจากปริมาณน้ำที่สถานี P.1 ได้ เนื่องจากไม่มีสถานีวัดปริมาณน้ำบริเวณท้ายบริเวณเขื่อนดังกล่าว ดังนั้นเพื่อจะลดผลของความแตกต่างของข้อมูลซึ่งต่างเงื่อนไขกัน จึงพิจารณาตัดข้อมูลก่อนปี 2528 (ช่วงปี 2464-2527) ออกเพื่อให้ข้อมูลที่เหลืออยู่ในเงื่อนไขเดียวกันทั้งหมด คือมีผลเนื่องจากการดำเนินการของเขื่อนเหมือนกัน ซึ่งปริมาณน้ำหลากสูงสุดจากชุดข้อมูลที่แบ่งเหลื่อมกันที่ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 17 ปี ของสถานี P.1 แสดงในตารางที่ 5-7

ปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่คาบการเกิด 2, 5, 10, 25, 50, 100 และ 200 ปี มีค่าอยู่ในช่วง 282.2-328.5, 436.8-548, 618.8-693.6, 777.2-877.7, 894.6-1,014.3, 1,011.2-1,149.8 และ

1,127.4-1,284.9 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ตามลำดับ โดยที่ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่คาบการเกิด 2, 5, 10, 25, 50, 100 และ 200 ปี เท่ากับ 304.2, 493.5, 618.8.1, 777.2, 894.6, 1,011.2 และ 1,127.4 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ตามลำดับ ส่วนค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่คาบการเกิด 2, 5, 10, 25, 50, 100 และ 200 ปี เท่ากับ 21.4, 52.1, 72.6, 96.6, 1,17.9, 137.1 และ 156.2 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ตามลำดับ เมื่อพิจารณาแนวโน้มของปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่คาบการเกิดต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 5-6 พบว่า ปริมาณน้ำหลากทุกคาบการเกิดมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ลักษณะของแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามคาบการเกิดที่สูงขึ้น โดยที่แนวโน้มของปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่คาบการเกิด 2, 5, 10, 25, 50, 100 และ 200 ปี มีค่าเพิ่มขึ้น 8.1, 19, 26.3, 35.4, 42.2, 48.9 และ 55.7 ลูกบาศก์เมตร/วินาที/ปี ตามลำดับ

จากการศึกษาแนวโน้มของฝนสะสมสูงสุดต่อเนื่อง 1 ถึง 3 วันของสถานี 07013 ที่มีต่อขนาดน้ำหลากที่คาบการเกิดเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ 5-5 พบว่าอัตราส่วนของปริมาณน้ำหลากสูงสุดต่อปริมาณฝนสะสมสูงสุด 1 ถึง 3 วัน มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในทิศทางเดียวกัน นอกจากนั้นยังพิจารณาเพิ่มเติมโดยใช้ปริมาณฝนเฉลี่ยเชิงพื้นที่จากฝน 5 สถานีที่อยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบนด้วยวิธี Thiessen Polygon (ดังแสดงในภาคผนวก ค รูปที่ ค-1) รวมทั้งยังพิจารณาถึงสถานีอื่น ในพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยใช้สถานี P.20 ที่อยู่ทางตอนบนของพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งจะเปรียบเทียบกับฝนที่สถานี 07132 อ.เชียงใหม่ ซึ่งอยู่บริเวณใกล้เคียงกัน แนวโน้มของฝนสะสมสูงสุดต่อเนื่อง 1 ถึง 3 วันของปริมาณฝนเฉลี่ยเชิงพื้นที่และฝนสถานี 07132 ที่มีต่อขนาดน้ำหลากที่คาบการเกิดเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ 5-6 และ 5-7 ซึ่งผลที่ได้เป็นไปในลักษณะเดียวกันกับการเปรียบเทียบโดยใช้ฝนสถานี 07013 คือมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในทิศทางเดียวกัน ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องพิจารณาต่อไปเพื่อที่จะหาว่าปริมาณน้ำหลากที่เพิ่มขึ้นเกิดจากการเปลี่ยนแปลงฝนหรือไม่ หรือมีผลเนื่องจากสาเหตุอื่นรวมอยู่ด้วย ซึ่งจะมีการวิเคราะห์เพิ่มเติมในหัวข้อถัดไป

## 5.5 การหาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและปริมาณน้ำหลาก

การศึกษานี้จะพิจารณาหาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำหลากที่คาบการเกิดต่างๆ กับเปอร์เซ็นต์การลดลงของพื้นที่ป่าไม้หรือเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของพื้นที่ที่ไม่ใช่ป่าไม้ (%NFA) โดยใช้แนวทางเดียวกับที่มีการศึกษาในลุ่มน้ำเพชรบุรี (ศรีเลิศ 2545) โดยที่ลักษณะความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำหลากที่คาบการเกิดต่างๆ และพื้นที่ที่ไม่ใช่ป่าไม้ มีความสัมพันธ์กันแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (exponential) ซึ่งมีรูปสมการดังนี้

$$Q_T = a_T e^{b_T (\%NFA)} \quad (5.1)$$

โดยที่  $Q_T$  คือ ปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่คาบการเกิด T ปี ,  
 $\% NFA$  คือ เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ที่ไม่ใช่ป่าไม้  
 $a_T$  และ  $b_T$  คือ ค่าคงที่ของสมการ

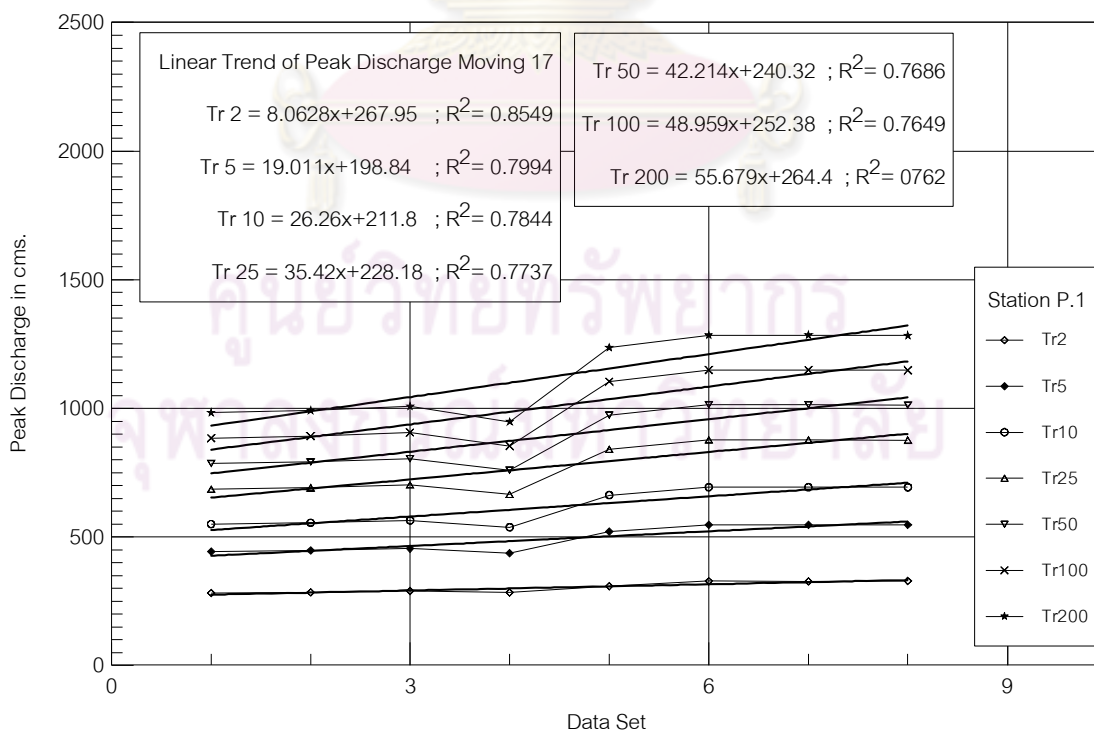
โดยเปอร์เซ็นต์การใช้ที่ดินในปีต่างๆได้ทำการจัดชุดข้อมูลให้สอดคล้องกับชุดข้อมูลน้ำหลากของสถานี P.1 ดังแสดงใน ตารางที่ 5-8 และรูปที่ 5-8 จะเห็นได้ว่าแนวโน้มของปริมาณน้ำหลากสูงสุดสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของพื้นที่ที่ไม่ใช่ป่าไม้ โดยที่แนวโน้มของความสัมพันธ์ดังกล่าวเพิ่มขึ้นในทุกคาบการเกิด อีกทั้งการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ส่งผลกับปริมาณน้ำหลากที่คาบ 2 ปีน้อยที่สุดประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนตั้งแต่คาบการเกิด 5-200 ปี มีค่าใกล้เคียงกันอยู่ในช่วง 8-10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสังเกตได้จากการเพิ่มขึ้นของค่าพารามิเตอร์  $b_T$  ซึ่งเพิ่มมากขึ้นตามคาบการเกิดที่สูงขึ้น จึงสามารถสรุปได้ว่าปริมาณการไหลสูงสุดที่คาบการเกิดต่างๆเพิ่มขึ้นตามพื้นที่ป่าไม้ที่ลดลง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของการใช้ที่ดินซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงของการใช้ที่ดินไม่มาก อีกทั้งค่าพื้นที่ป่าไม้ที่ลดลงอยู่ในช่วง 20-23.5 เปอร์เซ็นต์ จึงยังไม่สามารถอธิบายถึงลักษณะการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำหลากในแต่ละคาบการเกิดได้ครอบคลุมเหมือนในกลุ่มน้ำเพชรบุรี (มีการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ 14-61 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงระหว่างปี 2516-2534 )

โดยผลจากการศึกษานี้มีลักษณะสอดคล้องกับการศึกษาอื่นๆ ในพื้นที่ (สรารุณี 2551) ซึ่งได้สรุปไว้ดังนี้ รูปแบบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินส่งผลต่อปริมาณน้ำท่ารายปีที่สถานี P.1 แต่ไม่สามารถสรุปผลกระทบจากการใช้ที่ดินแต่ละประเภทที่ส่งผลต่อกระบวนการเกิดน้ำท่าได้ชัดเจน เนื่องจากสภาพการใช้ที่ดินที่ใช้ศึกษามีความแตกต่างของการใช้ที่ดินแต่ละประเภทน้อย

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5-5 ปริมาณน้ำหลากคาบการเกิดต่างๆ ที่สถานี P.1 ของชุดข้อมูลที่มีความยาวช่วงละ 17 ปี

Station P.1		Annual peak flow in cms .(Gumbel)						
Data set	Period	Return Period, yr						
		2	5	10	25	50	100	200
1	2528-2544	282.2	443.5	550.3	685.2	785.3	884.6	983.6
2	2529-2545	285.0	447.6	555.2	691.2	792.0	892.2	991.9
3	2530-2546	289.7	454.9	564.3	702.5	805.0	906.7	1008.1
4	2531-2547	284.2	436.8	537.8	665.5	760.2	854.1	947.8
5	2532-2548	308.3	521.6	662.7	841.1	973.4	1104.8	1235.7
6	2533-2549	328.0	547.9	693.5	877.4	1013.9	1149.3	1284.3
7	2534-2550	327.8	547.9	693.6	877.7	1014.3	1149.8	1284.9
8	2535-2551	328.5	548.0	693.3	876.9	1013.1	1148.3	1283.0
	Max	328.5	548.0	693.6	877.7	1014.3	1149.8	1284.9
	Min	282.2	436.8	537.8	665.5	760.2	854.1	947.8
	Avg	304.2	493.5	618.8	777.2	894.6	1011.2	1127.4
	SD	21.4	52.1	72.6	98.6	117.9	137.1	156.2



รูปที่ 5-4 แนวโน้มปริมาณน้ำหลากที่ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 17 ปี ของสถานี P.1 ที่คาบการเกิดต่างๆ

ตารางที่ 5-6 ปริมาณฝนช่วงสั้นสะสมสูงสุด 1 ถึง 3 วัน ที่คาบการเกิดต่างๆ ของแต่ละชุดข้อมูลที่มีความยาวช่วงละ 17 ปี ของสถานี 07013

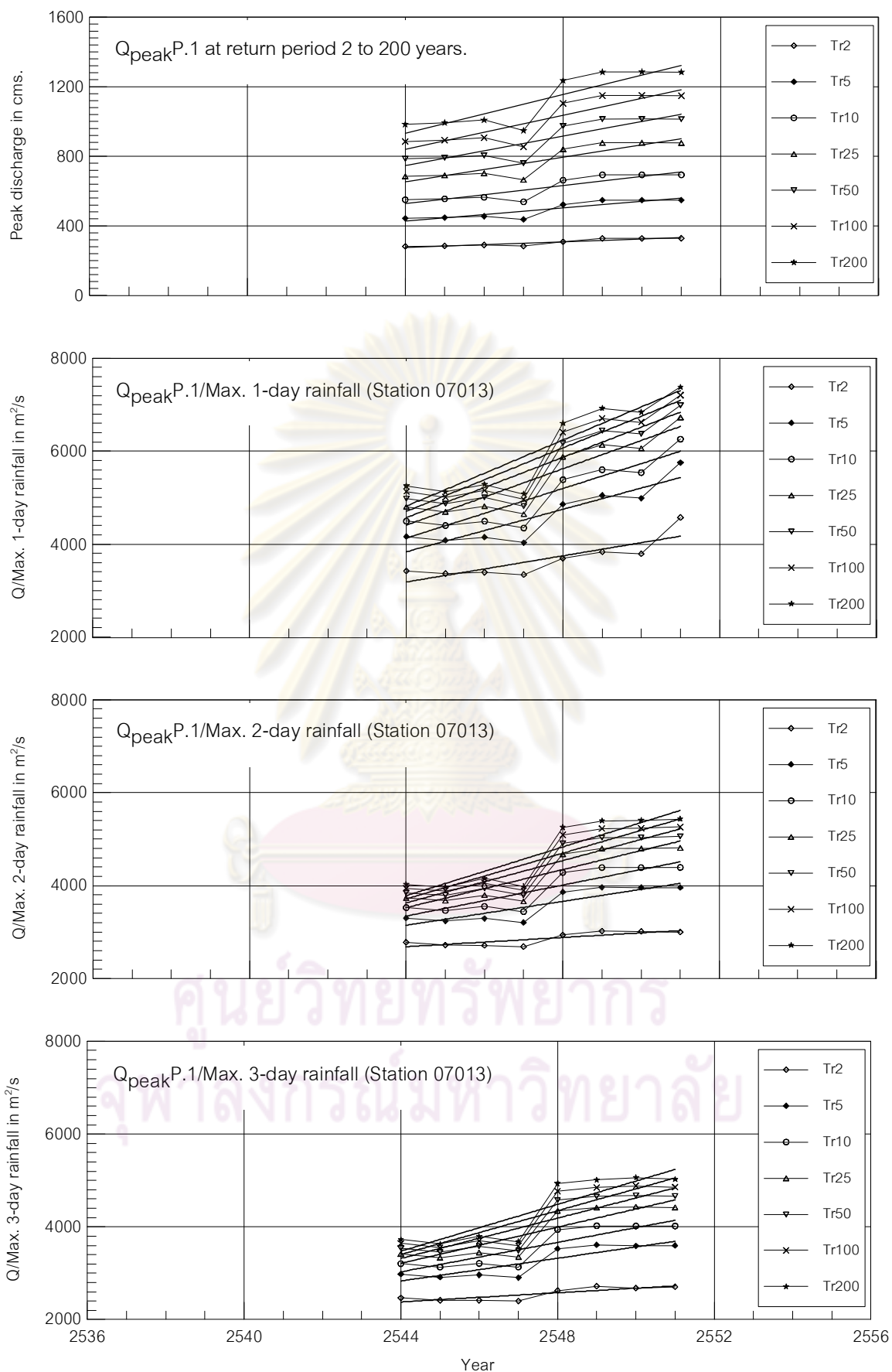
Station 07013		Max. 1-day rainfall in mm.(Gumbel)							Max. 2-day rainfall in mm.(Gumbel)							Max. 3-day Rainfall in mm.(Gumbel)						
Data set	Period	Return Period, yr							Return Period, yr							Return Period, yr						
		2	5	10	25	50	100	200	2	5	10	25	50	100	200	2	5	10	25	50	100	200
1	2528-2544	82.4	106.5	122.5	142.7	157.6	172.5	187.3	101.5	134.4	156.2	183.7	204.1	224.4	244.6	114.4	148.8	171.6	200.4	221.7	242.9	264.0
2	2529-2545	84.7	109.7	126.3	147.2	162.7	178.2	193.5	104.9	138.2	160.3	188.2	208.9	229.4	249.8	118.0	153.7	177.3	207.2	229.3	251.3	273.2
3	2530-2546	85.4	109.6	125.7	145.9	160.9	175.8	190.7	106.9	138.2	158.9	185.1	204.5	223.7	242.9	120.0	153.5	175.7	203.8	224.6	245.3	265.9
4	2531-2547	85.0	108.3	123.8	143.3	157.8	172.2	186.5	105.8	136.2	156.4	181.9	200.7	219.5	238.2	118.5	150.5	171.7	198.5	218.4	238.1	257.7
5	2532-2548	83.5	107.3	123.1	143.0	157.8	172.5	187.1	105.1	135.0	154.8	179.9	198.5	216.9	235.3	117.3	147.9	168.2	193.8	212.8	231.7	250.4
6	2533-2549	85.6	108.6	123.8	143.0	157.3	171.5	185.6	108.5	138.3	158.1	183.0	201.5	219.9	238.2	120.6	151.8	172.4	198.5	217.9	237.1	256.3
7	2534-2550	86.5	109.8	125.2	144.7	159.2	173.6	187.9	108.9	138.5	158.2	182.9	201.3	219.6	237.7	122.3	152.6	172.6	198.0	216.7	235.4	254.0
8	2535-2551	71.8	95.3	110.8	130.4	144.9	159.4	173.8	109.5	138.7	158.0	182.3	200.4	218.3	236.2	121.4	152.2	172.6	198.4	217.5	236.5	255.4
	Max	86.5	109.8	126.3	147.2	162.7	178.2	193.5	109.5	138.7	160.3	188.2	208.9	229.4	249.8	122.3	153.7	177.3	207.2	229.3	251.3	273.2
	Min	71.8	95.3	110.8	130.4	144.9	159.4	173.8	101.5	134.4	154.8	179.9	198.5	216.9	235.3	114.4	147.9	168.2	193.8	212.8	231.7	250.4
	Avg	83.1	106.9	122.6	142.5	157.3	171.9	186.5	106.4	137.2	157.6	183.4	202.5	221.5	240.4	119.1	151.4	172.8	199.8	219.9	239.8	259.6
	SD	4.7	4.8	5.0	5.2	5.3	5.5	5.8	2.7	1.7	1.7	2.4	3.2	4.1	5.0	2.5	2.1	2.8	4.1	5.2	6.3	7.5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

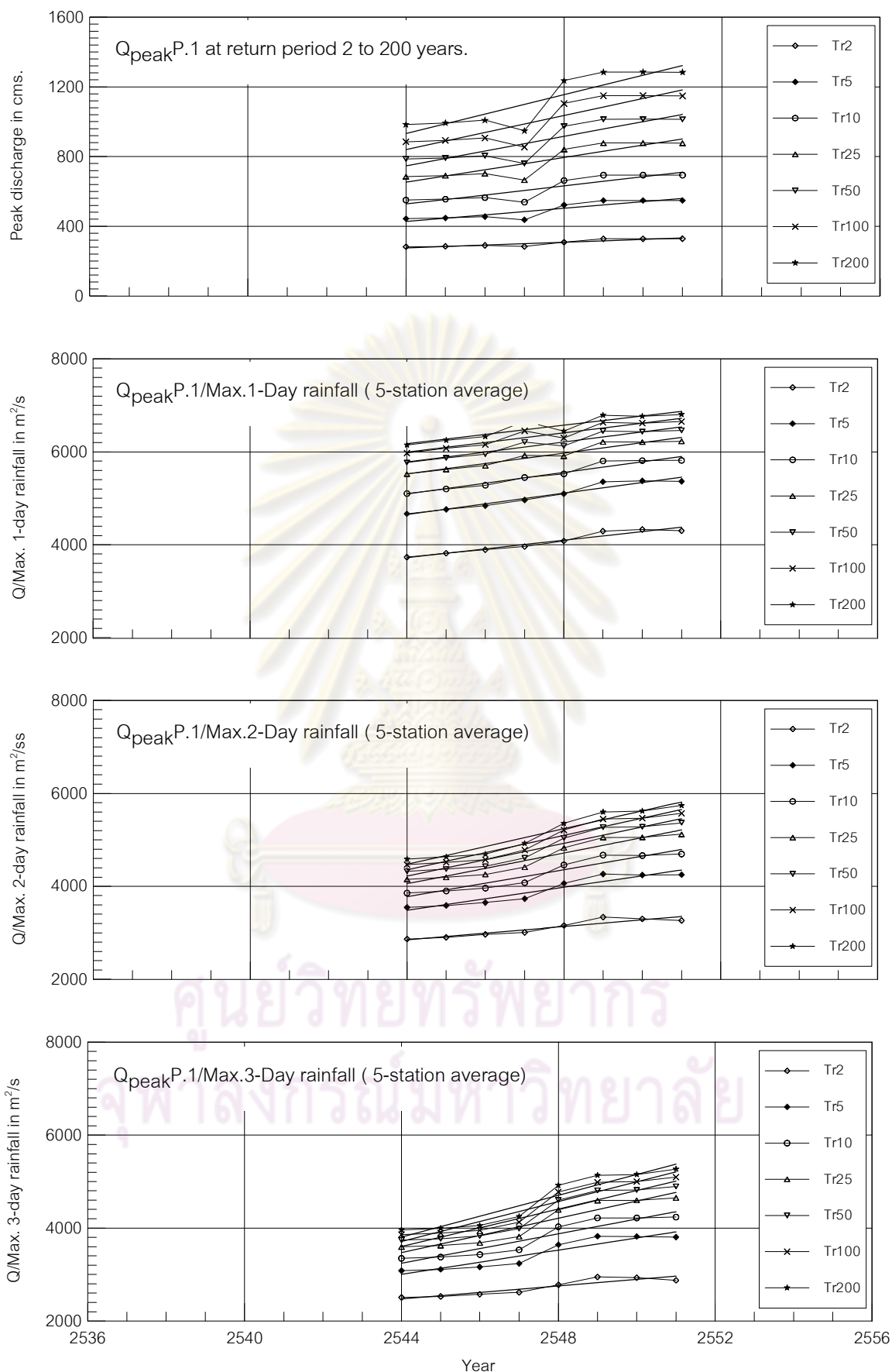


ตารางที่ 5-7 ปริมาณฝนช่วงสั้นสะสมสูงสุด 1 ถึง 3 วัน ที่คาบการเกิดต่างๆ ของแต่ละชุดข้อมูลที่มีความยาวช่วงละ 17 ปี ของสถานี 07132

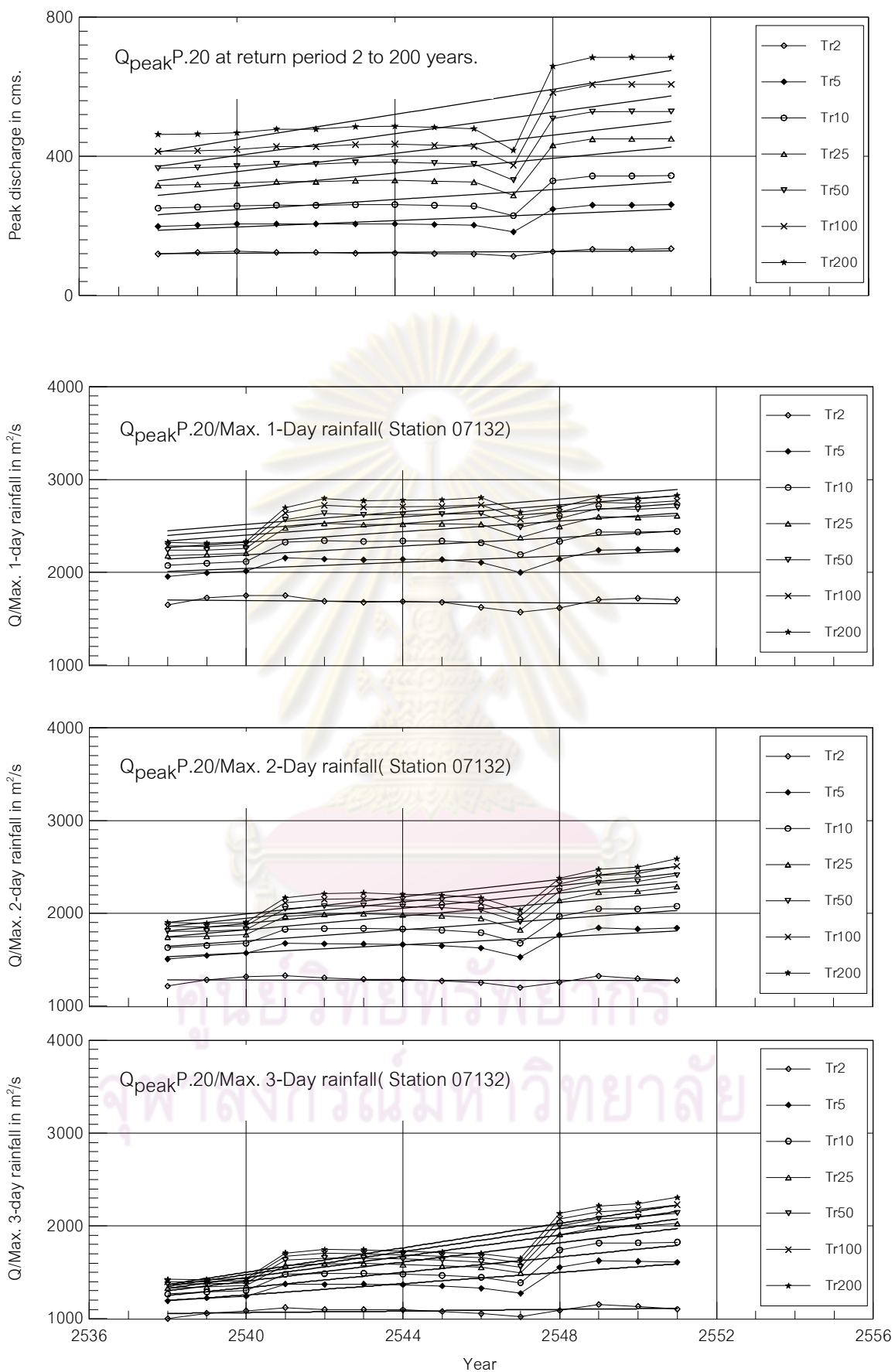
Station 07132		Max. 1-day rainfall in mm.(Gumbel)							Max. 2-day rainfall in mm.(Gumbel)							Max. 3-day rainfall in mm.(Gumbel)						
Data set	Period	Return Period, yr							Return Period, yr							Return Period, yr						
		2	5	10	25	50	100	200	2	5	10	25	50	100	200	2	5	10	25	50	100	200
1	2522-2538	72.4	101.6	120.9	145.3	163.4	181.4	199.3	98.2	131.7	153.8	181.8	202.5	223.1	243.6	119.3	166.7	198.1	237.7	267.1	296.3	325.4
2	2523-2539	71.8	101.4	121.0	145.7	164.1	182.3	200.5	96.5	130.8	153.5	182.1	203.4	224.6	245.6	116.8	165.1	197.1	237.5	267.5	297.2	326.9
3	2524-2540	72.7	102.1	121.5	146.1	164.4	182.5	200.6	96.5	130.8	153.5	182.2	203.5	224.6	245.6	117.0	165.3	197.2	237.6	267.6	297.3	327.0
4	2525-2541	70.8	95.3	111.5	132.0	147.2	162.2	177.3	93.3	122.5	141.9	166.3	184.5	202.5	220.5	110.7	149.5	175.2	207.6	231.7	255.6	279.4
5	2526-2542	73.5	95.9	110.7	129.4	143.3	157.1	170.8	95.1	122.9	141.3	164.5	181.7	198.9	215.9	113.0	149.9	174.4	205.3	228.2	251.0	273.6
6	2527-2543	72.5	96.1	111.7	131.4	146.0	160.5	175.0	94.3	122.9	141.8	165.7	183.4	201.0	218.5	110.7	149.3	174.9	207.1	231.1	254.8	278.5
7	2528-2544	72.5	96.1	111.7	131.4	146.1	160.6	175.0	94.7	123.6	142.7	166.9	184.8	202.6	220.4	111.4	150.5	176.4	209.1	233.3	257.4	281.4
8	2529-2545	71.8	95.3	110.8	130.4	144.9	159.4	173.8	94.6	123.5	142.6	166.7	184.6	202.4	220.1	111.5	150.7	176.6	209.4	233.7	257.8	281.9
9	2530-2546	73.7	96.0	110.8	129.5	143.4	157.1	170.9	95.4	124.3	143.5	167.6	185.6	203.4	221.1	113.4	152.1	177.7	210.1	234.1	258.0	281.7
10	2531-2547	71.8	91.5	104.6	121.1	133.4	145.5	157.6	94.0	119.6	136.5	157.9	173.8	189.5	205.2	110.6	143.4	165.1	192.5	212.8	233.0	253.1
11	2532-2548	77.7	115.9	141.2	173.2	196.9	220.4	243.9	100.0	140.7	167.7	201.7	227.0	252.1	277.1	115.4	159.8	189.2	226.4	253.9	281.3	308.5
12	2533-2549	77.9	116.0	141.2	173.0	196.6	220.1	243.5	100.2	140.8	167.7	201.6	226.8	251.8	276.7	115.2	159.8	189.2	226.5	254.1	281.6	308.9
13	2534-2550	77.0	115.6	141.2	173.5	197.4	221.2	244.9	102.2	141.8	167.9	201.0	225.6	249.9	274.2	117.1	160.4	189.0	225.2	252.1	278.7	305.2
14	2535-2551	78.8	116.3	141.2	172.6	195.9	219.0	242.1	104.9	141.6	165.9	196.6	219.4	242.0	264.5	121.8	162.1	188.7	222.4	247.4	272.2	296.9
	Max	78.8	116.3	141.2	173.5	197.4	221.2	244.9	104.9	141.8	167.9	201.7	227.0	252.1	277.1	121.8	166.7	198.1	237.7	267.6	297.3	327.0
	Min	70.8	91.5	104.6	121.1	133.4	145.5	157.6	93.3	119.6	136.5	157.9	173.8	189.5	205.2	110.6	143.4	165.1	192.5	212.8	233.0	253.1
	Avg	73.9	102.5	121.4	145.3	163.1	180.7	198.2	97.1	129.8	151.4	178.8	199.0	219.2	239.2	114.6	156.0	183.5	218.2	243.9	269.4	294.9
	SD	2.7	9.3	13.8	19.5	23.8	28.0	32.2	3.5	8.3	11.6	15.9	19.0	22.2	25.3	3.5	7.5	10.4	14.2	17.0	19.9	22.7



รูปที่ 5-5 อัตราส่วนของปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่สถานี P.1 ต่อปริมาณฝนรายวันสูงสุดต่อเนื่อง 1-3 วัน สถานี 07013 ที่คาบการเกิดเดียวกันและค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 17 ปี



รูปที่ 5-6 อัตราส่วนของปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่สถานี P.1 ต่อปริมาณฝนรายวันสูงสุดต่อเนื่อง 1-3 วันของปริมาณฝนเฉลี่ยเชิงพื้นที่ ที่คาบการเกิดเดียวกันและค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 17 ปี



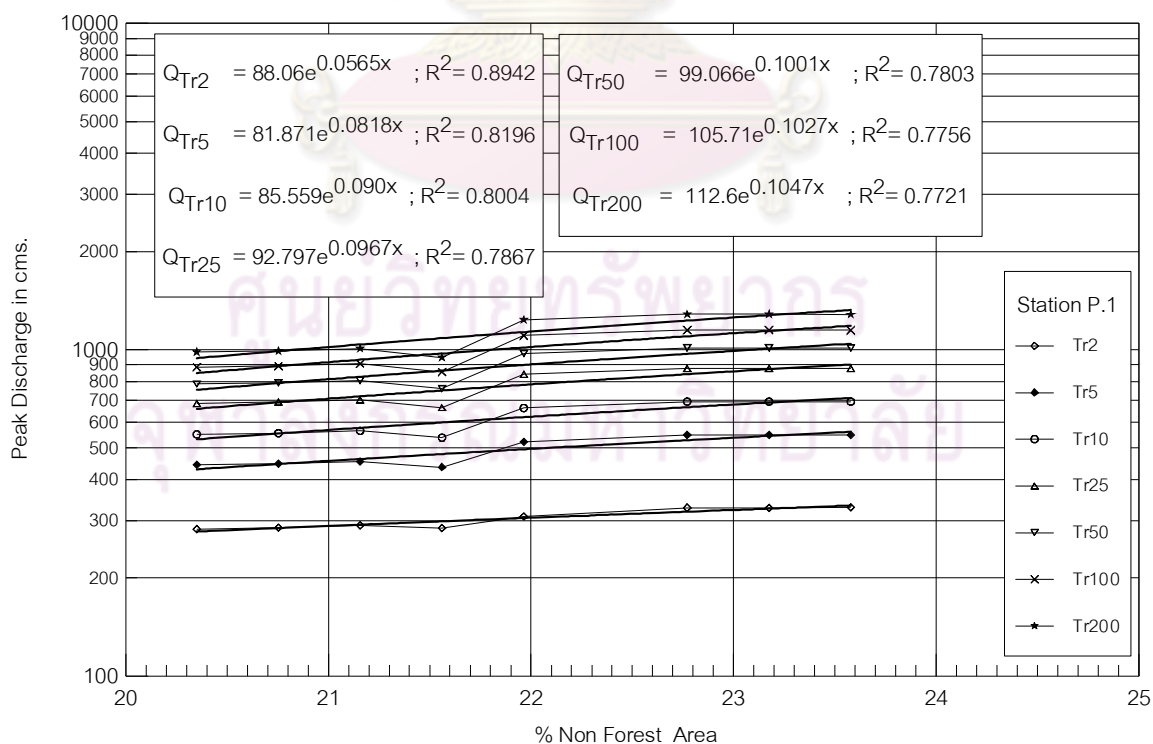
รูปที่ 5-7 อัตราส่วนของปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่สถานี P.20 ต่อปริมาณฝนรายวันสูงสุดต่อเนื่อง 1-3 วันสถานี 07132 ที่คาบการเกิดเดียวกันและค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ 17 ปี

ตารางที่ 5-8 สภาพการใช้ที่ดินในปีต่างของพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบนจนถึงสถานี P.1 ที่จัดชุดข้อมูล  
สอดคล้องกับชุดข้อมูลน้ำหลากที่สถานี P.1

ปี	% พื้นที่ป่าไม้ % FA	% พื้นที่ที่ไม่ใช่ป่าไม้ % NFA	Station P.1		Annual Peak flow in cms .(Gumbel)						
			Data set	Period	Return Period.						
					2	5	10	25	50	100	200
*2544	79.7	20.3	1	2528-2544	282.2	443.5	550.3	685.2	785.3	884.6	983.6
2545	79.2	20.8	2	2529-2545	285.0	447.6	555.2	691.2	792.0	892.2	991.9
2546	78.8	21.2	3	2530-2546	289.7	454.9	564.3	702.5	805.0	906.7	1008.1
2547	78.4	21.6	4	2531-2547	284.2	436.8	537.8	665.5	760.2	854.1	947.8
2548	78.0	22.0	5	2532-2548	308.3	521.6	662.7	841.1	973.4	1104.8	1235.7
*2549	77.2	22.8	6	2533-2549	328.0	547.9	693.5	877.4	1013.9	1149.3	1284.3
2550	76.8	23.2	7	2534-2550	327.8	547.9	693.6	877.7	1014.3	1149.8	1284.9
2551	76.4	23.6	8	2535-2551	328.5	548.0	693.3	876.9	1013.1	1148.3	1283.0

\* ปีที่มีข้อมูลจริงนอกนั้นเป็นการต่อเติมค่า โดยการประมาณค่าในช่วงและนอกช่วง

จากสมมติฐานของการเปลี่ยนแปลงที่เป็นเส้นตรง



รูปที่ 5-8 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ที่ไม่ใช่ป่าไม้และปริมาณน้ำหลากสูงสุด  
ที่คาบการเกิดต่างๆ ของสถานี P.1



## 5.6 การวิเคราะห์ฝนช่วงสั้น ฝนรายปีและน้ำท่ารายปี

ลักษณะตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาและสภาพภูมิอากาศ เป็นสาเหตุสำคัญที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพน้ำหลาก ในการศึกษาครั้งนี้จะพิจารณาปัจจัยซึ่งเกิดจากฝนเป็นหลัก โดยจะพิจารณาแยกออกเป็น 4 ลักษณะคือ การวิเคราะห์ค่าพื้นฐานทางสถิติ การวิเคราะห์ความถี่และแนวโน้มของฝนช่วงสั้น การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงฝนจากชุดข้อมูลที่แบ่งเหลื่อมกันและการวิเคราะห์แนวโน้มของฝน/น้ำท่ารายปี ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ดังแสดงในภาคผนวก ค ตารางที่ ค-1 ถึง ค-3

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงฝนจะใช้ ฝนที่สถานี 07013 บริเวณ อ.เมือง และ สถานี 07132 บริเวณ อ.เชียงดาว เนื่องจากสถานีทั้งสองอยู่ใกล้เคียงกับสถานี P.1 และ P.20 ซึ่งมีการบันทึกข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำ อีกทั้งยังพิจารณาเพิ่มเติมถึงฝนเฉลี่ยเชิงพื้นที่ซึ่งคาดว่าส่งผลต่อปริมาณน้ำหลากที่สถานี P.1 โดยใช้วิธี Thiessen Polygon ซึ่งหาค่าฝนเฉลี่ยเชิงพื้นที่จากการเทียบจากสัดส่วนพื้นที่ของฝนที่สถานีต่างๆในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน จำนวน 5 สถานี ได้แก่ สถานี 07132 บริเวณ อ.เมือง, สถานี 07132 บริเวณ อ.เชียงดาว สถานี 07062 บริเวณ อ.แมริม , สถานี 07112 บริเวณ อ.แม่แตง และสถานี 07122 บริเวณ อ.พร้าว ตำแหน่งที่ตั้งสถานีและช่วงเวลาการบันทึกข้อมูล ดังแสดงในตารางที่ 5-9 และรูปที่ 5-9

### 5.6.1 การวิเคราะห์ค่าพื้นฐานทางสถิติของฝนช่วงสั้น 1-3 วัน

การเปรียบเทียบค่าพื้นฐานทางสถิติของฝนช่วงสั้นสะสมสูงสุด 1-3 วัน ช่วงก่อนและหลังปี 2528 ของสถานี 07013 พบว่าค่าเฉลี่ยของฝน 1-3 วัน ของช่วงหลังปี 2528 มีค่าเพิ่มขึ้น 11.7, 7.7 และ 5.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนค่าสูงสุดของฝน 1-3 วัน มีค่าลดลง -35.4, -2.1 และ -27.1 เปอร์เซ็นต์ ค่าต่ำสุดของฝน 1-3 วัน มีค่าเพิ่มขึ้น 37.7, 26.1 และ 13.2 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝน 1-3 วัน มีค่าลดลง -35.4, -2.1 และ -27.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าพื้นฐานทางสถิติของฝนช่วงสั้นสะสมสูงสุด 1-3 วัน ดังแสดงในตารางที่ 5-10

ที่สถานี 07132 พบว่าค่าเฉลี่ยของฝนช่วงสั้นสะสมสูงสุด 1-3 วัน ของช่วงหลังปี 2528 มีค่าลดลง -12.1 , -14.1 และ -12.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนค่าสูงสุดของฝน 1 - 2 วัน มีค่าเพิ่มขึ้น 30.8 และ 11 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าสูงสุดของฝน 3 วัน มีค่าลดลง -9.5 เปอร์เซ็นต์ ค่าต่ำสุดของฝน 1 วัน มีค่าเพิ่มขึ้น 9.7 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าต่ำสุดของฝน 2 - 3 วัน มีค่าลดลง -22.9 และ -10.4 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝน 1-3 วัน มีค่าเพิ่มขึ้น 10.9, 15.1 และ 9.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ปริมาณฝนเฉลี่ยเชิงพื้นที่ด้วยวิธี Thiessen Polygon ของฝน 5 สถานีในลุ่มน้ำปิงตอนบน โดยที่ค่าเฉลี่ยของฝนเฉลี่ยช่วงสั้นสะสมสูงสุด 1-3 วัน ของช่วงหลังปี 2528 มีค่าลดลง -7.9, -8.5 และ -9.3

เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนค่าสูงสุดของฝนเฉลี่ย 1 - 2 วัน มีค่าเพิ่มขึ้น 12.2 และ 11.9 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าสูงสุดของฝนเฉลี่ย 3 วัน มีค่าลดลง -4.1 เปอร์เซ็นต์ ค่าต่ำสุดของฝนเฉลี่ย 1 วัน และ 3 วัน 15.3 และ 0.8 มิลลิเมตร ส่วนค่าต่ำสุดของฝนเฉลี่ย 2 วันไม่มีการเปลี่ยนแปลง โดยที่ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของฝนเฉลี่ย 1-3 วัน มีค่าเพิ่มขึ้น 6.8, 15.4 และ 11.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

### 5.6.2 การวิเคราะห์ความถี่และแนวโน้มของฝนช่วงสั้น 1-3 วัน

#### 1) การวิเคราะห์ความถี่ของฝนช่วงสั้น

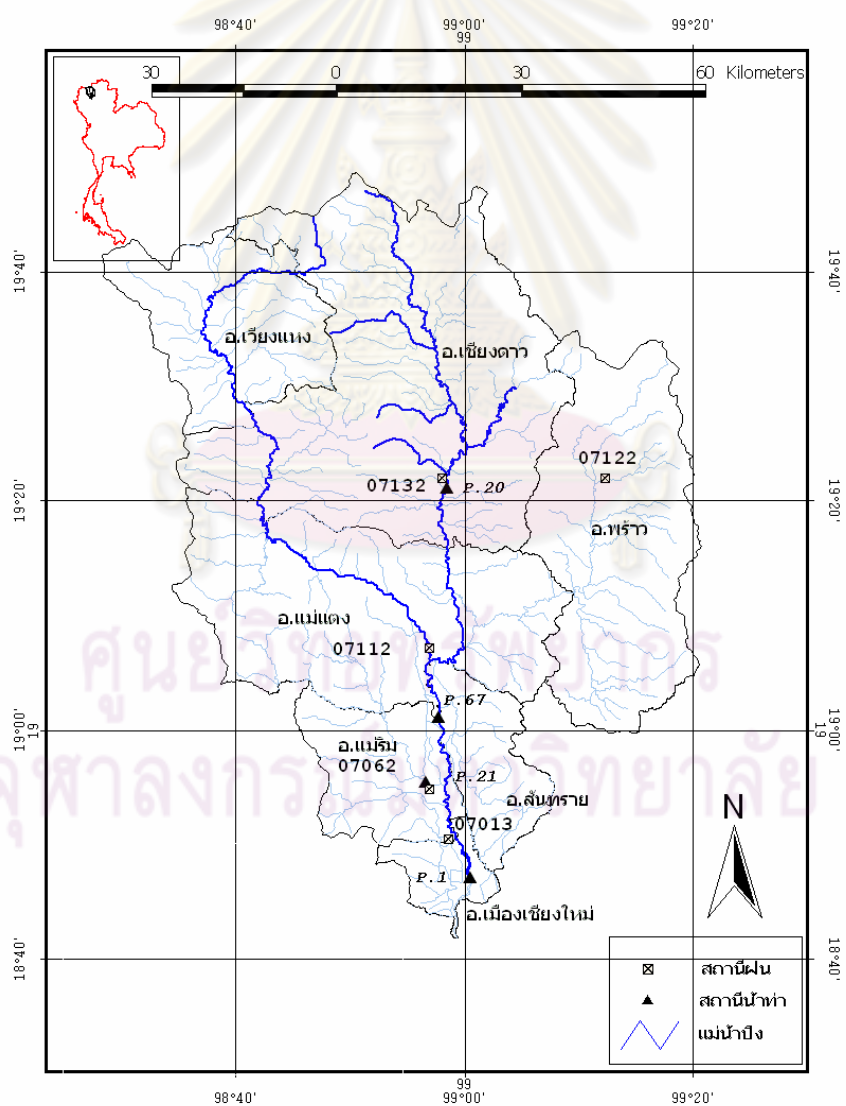
การวิเคราะห์ความถี่ของฝนช่วงสั้น 1-3 วัน ช่วงก่อนและหลังปี 2528 โดยการวิเคราะห์ขนาดและความถี่ฝนช่วงสั้นที่คาบการเกิดต่างๆ ซึ่งคำนวณโดยวิธี Gumbel แสดงในตารางที่ 5-11 และรูปที่ 5-10 ถึง 5-12

ที่สถานี 07013 ปริมาณฝนช่วงสั้น 1 วัน ช่วงหลังปี 2528 มีค่ามากกว่าในทุกคาบการเกิดเท่ากับ 14, 11, 9.7, 8.4, 7.6, 7 และ 6.5 เปอร์เซ็นต์ ที่คาบการเกิด 2, 5, 10, 25, 50, 100 และ 200 ปี ตามลำดับ ปริมาณฝนช่วงสั้น 2 วัน ช่วงหลังปี 2528 มีค่ามากกว่าในทุกคาบการเกิดเท่ากับ 8.4, 8.3, 8.3, 8.2, 8.2, 8.1 และ 8.1 เปอร์เซ็นต์ ที่คาบการเกิด 2, 5, 10, 25, 50, 100 และ 200 ปี เช่นเดียวกับปริมาณฝนช่วงสั้น 3 วัน ช่วงหลังปี 2528 มีค่ามากกว่าในทุกคาบการเกิดเท่ากับ 5.2, 4.2, 3.8, 3.4, 3.1, 2.9 และ 2.8 เปอร์เซ็นต์ ที่คาบการเกิด 2, 5, 10, 25, 50, 100 และ 200 ปี ตามลำดับปริมาณฝนช่วงสั้น 1-3 วัน ที่สถานี 07013 ช่วงหลังปี 2528 มีค่ามากกว่าช่วงก่อนปี 2528 ในทุกคาบการเกิด โดยที่ความแตกต่างจะมีค่าลดลงเมื่อคาบการเกิดและจำนวนวันมากขึ้น

ที่สถานี 07132 ปริมาณฝนช่วงสั้น 1 วัน ช่วงหลังปี 2528 มีค่าน้อยกว่า -13.5, -5.1 และ -1.9 เปอร์เซ็นต์ ที่คาบการเกิด 2, 5 และ 10 ปี นอกจากนั้นช่วงหลังปี 2528 มีค่ามากกว่า 0.9, 2.4, 3.6 และ 4.5 เปอร์เซ็นต์ ที่คาบการเกิด 10, 25, 50, 100 และ 200 ปี ตามลำดับ ปริมาณฝนช่วงสั้น 2 วัน ช่วงหลังปี 2528 มีค่าน้อยกว่า -15.4, -6.8 และ -3.2 เปอร์เซ็นต์ ที่คาบการเกิด 2, 5 และ 10 ปี นอกจากนั้นช่วงหลังปี 2528 มีค่ามากกว่า 0.1, 1.9, 3.4 และ 4.6 เปอร์เซ็นต์ ที่คาบการเกิด 10, 25, 50, 100 และ 200 ปี ตามลำดับ เช่นเดียวกับปริมาณฝนช่วงสั้น 3 วัน ช่วงหลังปี 2528 มีค่าน้อยกว่า -13.7, -7.1 และ -4.3, -1.8, -0.4 เปอร์เซ็นต์ ที่คาบการเกิด 2, 5, 10, 25 และ 50 ปี นอกจากนั้นช่วงหลังปี 2528 มีค่ามากกว่า 0.8 และ 4.6 เปอร์เซ็นต์ ที่คาบการเกิด 100 และ 200 ปี ตามลำดับ

ตารางที่ 5-9 ที่ตั้งสถานีฝนและช่วงเวลาที่มีการบันทึกข้อมูล

รหัสสถานี	ที่ตั้ง	ตำแหน่งที่ตั้ง		ช่วงเวลาวัดข้อมูล พศ.
		ละติจูด	ลองจิจูด	
07013	อ.เมือง	18-50-23	98-58-32	2457-ปัจจุบัน
07062	อ.แมริม	18-54-47	98-56-52	2464-ปัจจุบัน
07112	อ.แม่แตง	19-07-08	98-56-52	2464-ปัจจุบัน
07122	อ.พร้าว	19-21-52	99-12-17	2464-ปัจจุบัน
07132	อ.เชียงดาว	19-21-53	98-56-52	2464-ปัจจุบัน



รูปที่ 5-9 ตำแหน่งที่ตั้งสถานีฝนและน้ำท่า ของพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบนจนถึงสถานี P.1

เมื่อพิจารณาฝนเฉลี่ย 5 สถานี ด้วยวิธี Thiessen Polygon พบว่าปริมาณฝนช่วงสั้น 1 วัน ช่วงหลังปี 2528 มีค่าน้อยกว่า -8.4, -4, -2.1 และ -0.4 เปอร์เซ็นต์ ที่คาบการเกิด 2, 5, 10 และ 25 ปี นอกจากนั้นช่วงหลังปี 2528 มีค่ามากกว่า 0.6, 1.5 และ 2.1 เปอร์เซ็นต์ ที่คาบการเกิด 50, 100 และ 200 ปี ตามลำดับ ปริมาณฝนช่วงสั้น 2 วัน ช่วงหลังปี 2528 มีค่าน้อยกว่า -9.4, -3.4 และ -0.6 เปอร์เซ็นต์ ที่คาบการเกิด 2, 5 และ 10 ปี นอกจากนั้นช่วงหลังปี 2528 มีค่ามากกว่า 2, 3.5, 4.7 และ 5.7 เปอร์เซ็นต์ ที่คาบการเกิด 10, 25, 50, 100 และ 200 ปี ตามลำดับ เช่นเดียวกับปริมาณฝนช่วงสั้น 3 วัน ช่วงหลังปี 2528 มีค่าน้อยกว่า -10.1, -4.9 และ -2.5 เปอร์เซ็นต์ ที่คาบการเกิด 2, 5 และ 10 ปี นอกจากนั้นช่วงหลังปี 2528 มีค่ามากกว่า 1, 0.8 และ 4.6 เปอร์เซ็นต์ ที่คาบการเกิด 50, 100 และ 200 ปี ตามลำดับ

## 2) การวิเคราะห์แนวโน้มของฝนช่วงสั้น 1-3 วัน เปรียบเทียบกับแนวโน้มของน้ำหลากสูงสุด

พิจารณาแนวโน้มของปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่สถานี P.20 อ.เชียงดาว เปรียบเทียบกับแนวโน้มฝนสถานี 07132 ซึ่งอยู่บริเวณใกล้เคียงกัน ดังแสดงในรูปที่ 5.13 จะเห็นได้ว่าแนวโน้มของปริมาณน้ำหลากสูงสุดของสถานี P.20 ในช่วงปี 2522-2551 เพิ่มขึ้น 3.2 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ต่อปี โดยที่ปริมาณฝนช่วงสั้น 1 และ 2 วัน มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยประมาณ 0.22 และ 0.19 มิลลิเมตรต่อปี ส่วนปริมาณฝนช่วงสั้น 3 วัน มีค่าลดลง -0.015 มิลลิเมตร/ปี

พิจารณาแนวโน้มของปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่สถานี P.1 อ.เมือง เปรียบเทียบกับแนวโน้มฝนสถานี 07013 ซึ่งอยู่บริเวณใกล้เคียงกัน และปริมาณฝนเฉลี่ย 5 สถานีด้วยวิธี Thiessen Polygon ดังแสดงในรูปที่ 5.14 และ 5.15 เห็นได้ว่าแนวโน้มของปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่สถานี P.1 ในช่วงปี 2528-2551 เพิ่มขึ้น 4.9 ลูกบาศก์เมตร/วินาที/ปี โดยที่ปริมาณฝนช่วงสั้นที่สถานี 07013 ทั้ง 1 และ 2 วัน เพิ่มขึ้นเล็กน้อยประมาณ 0.54 และ 0.82 มิลลิเมตร/ปี ส่วนปริมาณฝนช่วงสั้น 3 วัน มีค่าลดลง -0.59 มิลลิเมตร/ปี อีกทั้งเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณปริมาณฝนเฉลี่ย 5 สถานีด้วยวิธี Thiessen Polygon ก็เป็นไปในลักษณะเดียวกันคือแทบจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนช่วงสั้น 1-3 วัน โดยที่ปริมาณฝนช่วงสั้น 1-3 วันมีค่าลดลงเล็กน้อยประมาณ -0.04, -0.13 และ -0.28 มิลลิเมตร/ปี ซึ่งเป็นข้อสนับสนุนเพิ่มเติมในเรื่องการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำหลากสูงสุด โดยที่แนวโน้มของฝนช่วงสั้นแทบไม่มีการเปลี่ยนแปลง

### 5.6.3 การวิเคราะห์ฝนรายปีและน้ำท่ารายปี

พิจารณาเปรียบเทียบฝนรายปีที่สถานี 07132 อ.เชียงดาว และปริมาณน้ำท่ารายปีสถานี P.20 ซึ่งอยู่บริเวณใกล้เคียงกัน แนวโน้มของปริมาณน้ำท่ารายปีและฝนรายปี ดังแสดงในรูปที่ 5.16 และ 5.17 จากการศึกษาดังกล่าวพบว่า ปริมาณน้ำท่ารายปีที่สถานี P.20 ช่วงปี 2522-2551 มีค่าเฉลี่ย 397.9 ล้าน ลูกบาศก์เมตร และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นประมาณ 3.39 ล้าน ลูกบาศก์เมตร/ปี ส่วนฝนรายปีที่

สถานี 07132 ในปี 2495-2551 มีค่าเฉลี่ย 1289.6 มิลลิเมตร โดยที่แนวโน้มของฝนรายปีมีค่าลดลงประมาณ -2.4 มิลลิเมตรต่อปีพิจารณาเปรียบเทียบฝนรายปีที่สถานี 07013 อ.เมือง กับปริมาณน้ำท่ารายปีสถานี P.1 ซึ่งอยู่บริเวณใกล้เคียงกัน และฝนรายปีเฉลี่ย 5 สถานี ดังแสดงในรูปที่ 5-18 ถึง 5-20 พบว่าในส่วนของคุณค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำท่ารายปีที่สถานี P.1 ช่วงปี 2528-2551 เท่ากับ 397.9 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยแนวโน้มของปริมาณน้ำท่ารายปีเพิ่มมากขึ้นประมาณ 22.35 ล้าน ลูกบาศก์เมตร / ปี เมื่อพิจารณาฝนรายปีที่สถานี 07013 ในปี 2457-2551 พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,170.8 มิลลิเมตร ส่วนแนวโน้มของฝนรายปีแทบไม่มีการเปลี่ยนแปลง โดยมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยประมาณ 0.04 มิลลิเมตร/ปี เมื่อพิจารณาฝนรายปีเฉลี่ย 5 สถานี พบว่าคุณค่าเฉลี่ยของฝนรายปีเฉลี่ย 5 สถานีเท่ากับ 1,205.7 มิลลิเมตร โดยที่แนวโน้มของฝนเฉลี่ย 5 สถานีมีแนวโน้มลดลง -2.87 มิลลิเมตร/ปี เมื่อพิจารณาภาพโดยรวมจะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำท่ารายปี ที่สถานี P.20 และสถานี P.1 มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น โดยที่ปริมาณฝนรายปีที่สถานี 07132, 07013 และฝนเฉลี่ย 5 สถานี ซึ่งอยู่ในตำแหน่งต่างๆ ทั่วพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน แทบจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่เพิ่มขึ้น โดยที่ปริมาณฝนช่วงสั้นไม่เปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกัน

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าปริมาณน้ำหลากสูงสุดและปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำปิงตอนบน จนถึงสถานี P.1 มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น โดยที่ปริมาณฝนช่วงสั้น 1-3 วัน รวมทั้งฝนรายปี ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำหลากสูงสุดนั้นสัมพันธ์กับการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ จากสาเหตุดังกล่าวมีส่วนทำให้ปริมาณน้ำหลากสูงสุดและปริมาณน้ำท่ารายปีเพิ่มมากขึ้น แม้ว่าปริมาณฝนไม่เปลี่ยนแปลง

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ 5-10 ค่าพื้นฐานทางทางสถิติของฝนช่วงสั้น 1 ถึง 3 วัน เปรียบเทียบช่วงเวลาก่อนและหลังปี 2528 ของสถานี 07013, 07132 และฝนเฉลี่ย 5 สถานีด้วยวิธี Thiessen Polygon

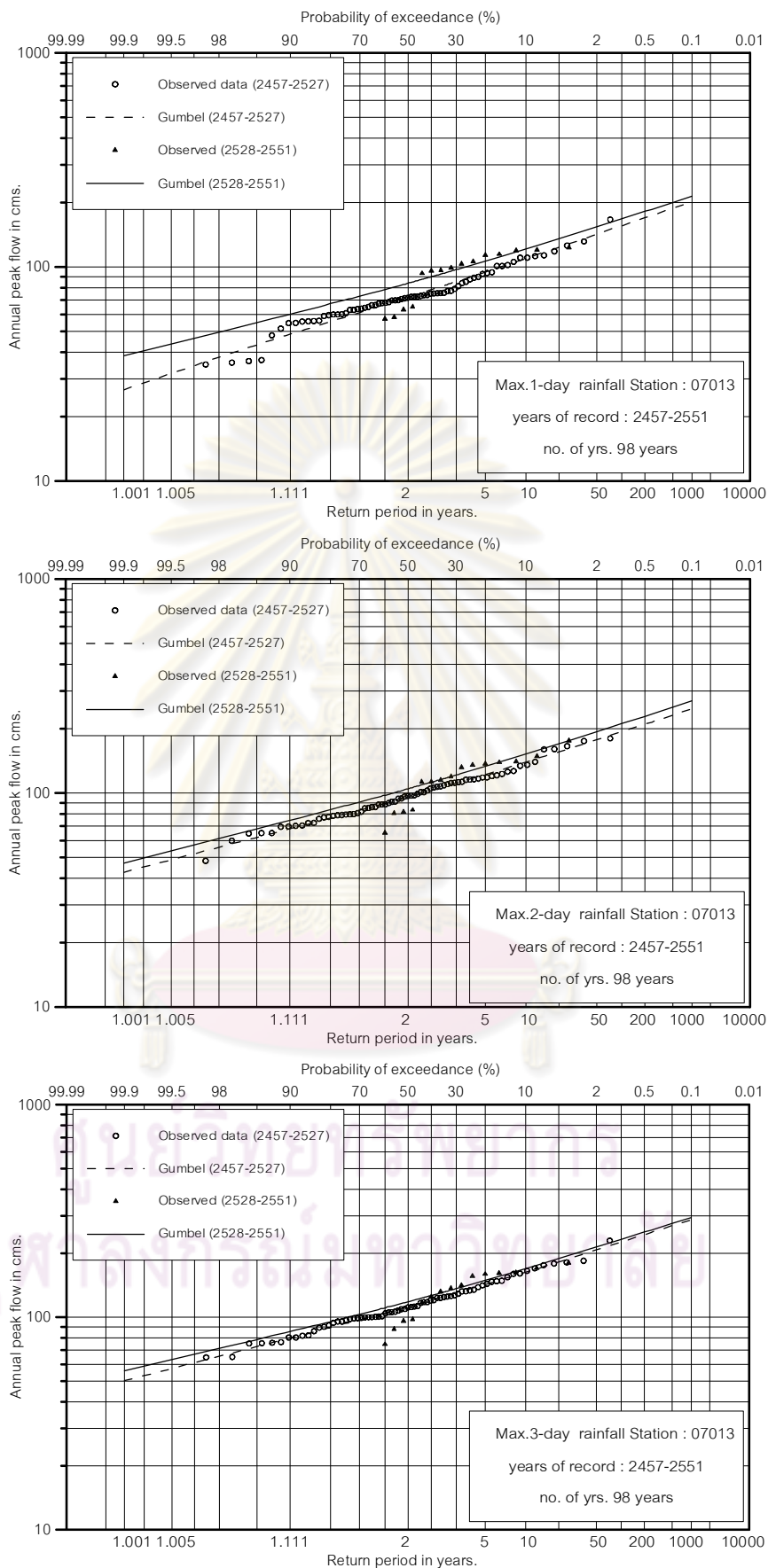
Data set	Station 07013	Rainfall in mm.				Station 07132	Rainfall in mm.				Thiessen	Rainfall in mm.			
	Period	Max	Min	Std	Avg	Period	Max	Min	Std	Avg	Period	Max	Min	Std	Avg
ก่อนปี 2528 1D	2457-2527	166.5	35.7	27.9	77.0	2495-2527	138.6	38.7	28.4	89.0	2495-2527	136.1	42.2	21.3	84.3
หลังปี 2528 1D	2528-2551	123.0	57.3	21.5	87.1	2528-2551	200.4	42.8	31.9	79.4	2528-2551	155.0	49.8	22.9	78.2
% ความแตกต่าง	(2-1)/2*100	-35.4	37.7	-29.7	11.7	(2-1)/2*100	30.8	9.7	10.9	-12.1	(2-1)/2*100	12.2	15.3	6.8	-7.9
ก่อนปี 2528 2D	2495-2527	180.0	48.2	33.0	100.4	2495-2527	195.0	63.8	28.4	119.8	2495-2527	154.6	64.1	22.4	111.0
หลังปี 2528 2D	2528-2551	176.3	65.2	27.3	108.8	2528-2551	219.1	51.9	33.5	105.0	2528-2551	175.6	64.1	26.5	102.3
% ความแตกต่าง	(2-1)/2*100	-2.1	26.1	-20.8	7.7	(2-1)/2*100	11.0	-22.9	15.1	-14.1	(2-1)/2*100	11.9	0.0	15.4	-8.5
ก่อนปี 2528 3D	2495-2527	229.5	64.7	37.6	115.8	2495-2527	249.8	72.2	34.9	138.2	2495-2527	191.6	71.8	25.7	127.4
หลังปี 2528 3D	2528-2551	180.6	74.5	29.4	122.6	2528-2551	228.1	65.4	38.4	122.6	2528-2551	184.0	72.4	29.0	116.5
% ความแตกต่าง	(2-1)/2*100	-27.1	13.2	-27.7	5.6	(2-1)/2*100	-9.5	-10.4	9.2	-12.7	(2-1)/2*100	-4.1	0.8	11.4	-9.3

#หมายเหตุ 1 ชุดข้อมูลช่วงก่อนปี 2528 , 2 ชุดข้อมูลช่วงหลังปี 2528  
1D, 2D, 3D ปริมาณฝนช่วงสั้นสะสมสูงสุด 1-3 วัน

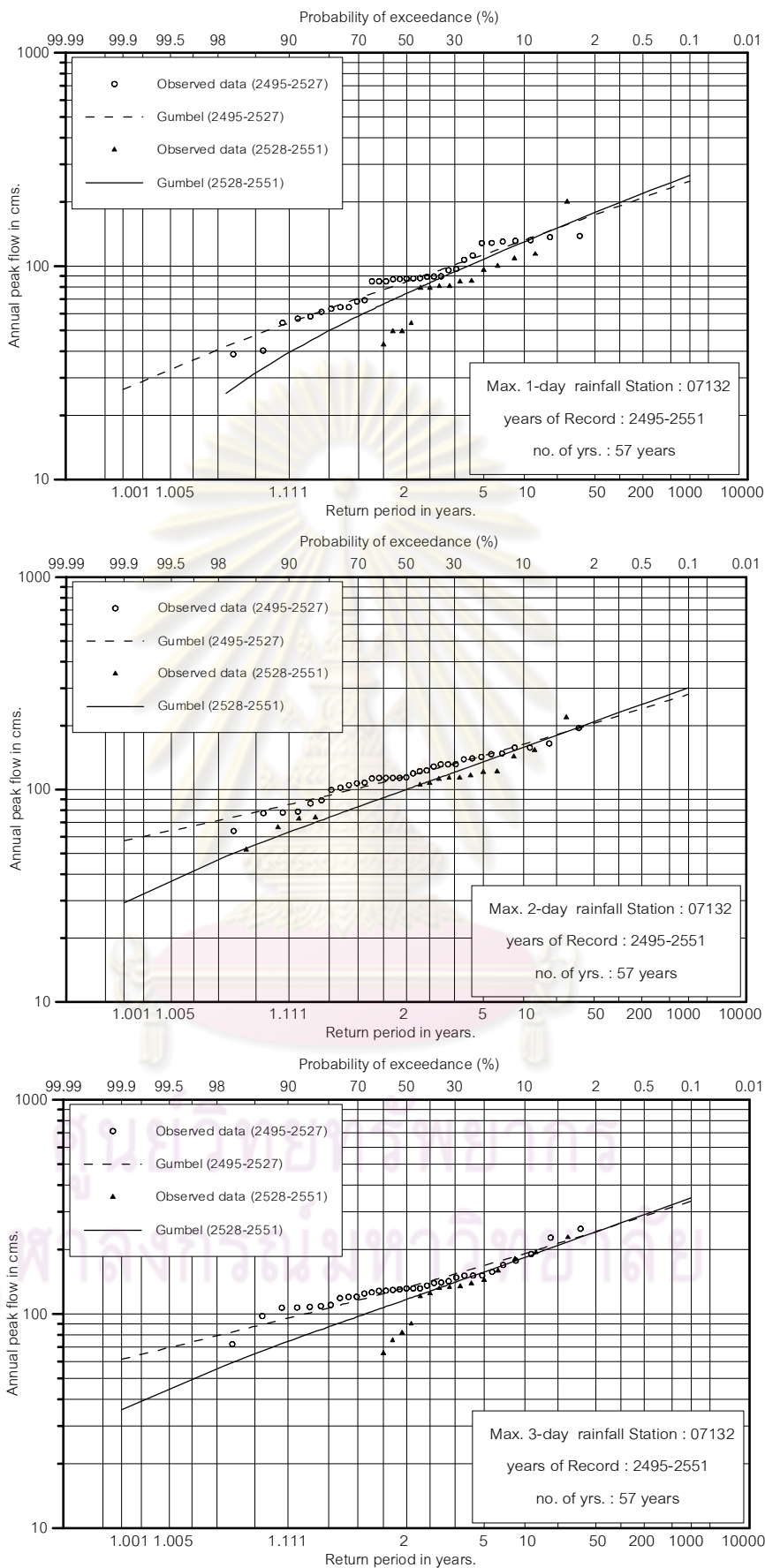
ตารางที่ 5-11 ปริมาณฝนช่วงสั้น 1 ถึง 3 วัน ที่คาบการเกิดต่างๆ เปรียบเทียบช่วงเวลาก่อนและหลังปี 2528 ของสถานี 07013, 07132 และฝนเฉลี่ย 5 สถานีด้วยวิธี Thiessen Polygon

Data set	Maximum rainfall in mm.(Gumbel) Station 07013							Maximum rainfall in mm.(Gumbel) Station 07132							Maximum rainfall in mm.(Gumbel) Thiessen						
	Return Period, yr							Return Period, yr							Return Period, yr						
	2	5	10	25	50	100	200	2	5	10	25	50	100	200	2	5	10	25	50	100	200
ก่อนปี 2528 1D	72.2	94.6	109.5	128.3	142.2	156.0	169.8	84.6	113.3	132.4	156.4	174.2	191.9	209.5	81.1	102.6	116.8	134.9	148.2	161.5	174.7
หลังปี 2528 1D	83.9	106.4	121.2	140.0	153.9	167.8	181.5	74.6	107.9	129.9	157.8	178.4	198.9	219.4	74.8	98.6	114.4	134.4	149.2	163.9	178.5
% ความแตกต่าง	14.0	11.0	9.7	8.4	7.6	7.0	6.5	-13.5	-5.1	-1.9	0.9	2.4	3.6	4.5	-8.4	-4.0	-2.1	-0.4	0.6	1.5	2.1
ก่อนปี 2528 2D	95.8	122.1	139.4	161.3	177.6	193.8	209.9	115.4	144.1	163.1	187.1	204.9	222.6	240.2	107.6	130.2	145.2	164.1	178.2	192.1	206.0
หลังปี 2528 2D	104.7	133.1	152.0	175.8	193.4	211.0	228.4	100.0	134.9	158.0	187.2	208.9	230.4	251.8	98.3	126.0	144.3	167.4	184.6	201.6	218.6
% ความแตกต่าง	8.4	8.3	8.3	8.2	8.2	8.1	8.1	-15.4	-6.8	-3.2	0.1	1.9	3.4	4.6	-9.4	-3.4	-0.6	2.0	3.5	4.7	5.7
ก่อนปี 2528 3D	112.1	142.6	162.7	188.2	207.2	226.0	244.7	132.9	168.1	191.4	220.9	242.7	264.4	286.0	123.5	149.4	166.5	188.2	204.3	220.3	236.2
หลังปี 2528 3D	118.2	148.8	169.2	194.8	213.9	232.8	251.6	116.9	156.9	183.5	217.0	241.8	266.5	291.1	112.2	142.4	162.4	187.7	206.4	225.0	243.6
% ความแตกต่าง	5.2	4.2	3.8	3.4	3.1	2.9	2.8	-13.7	-7.1	-4.3	-1.8	-0.4	0.8	1.7	-10.1	-4.9	-2.5	-0.3	1.0	2.1	3.0

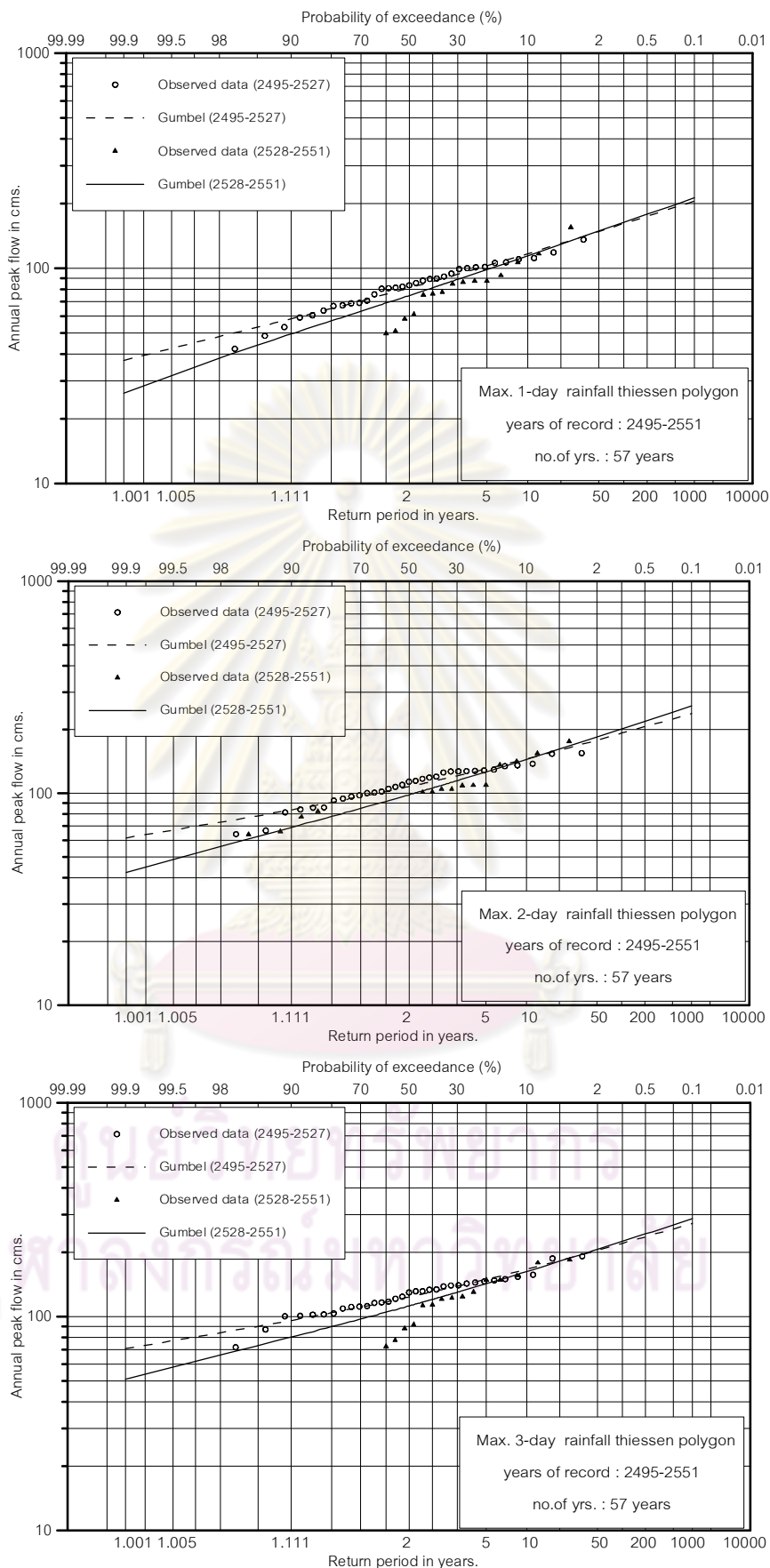
#หมายเหตุ 1D, 2D, 3D ปริมาณฝนช่วงสั้นสะสมสูงสุด 1-3 วัน



รูปที่ 5-10 ปริมาณฝนช่วงสั้น 1-3 วัน ที่คาบการเกิดต่างๆ ของ สถานี 07013 เปรียบเทียบ  
ช่วงเวลาก่อนและหลังปี 2528 (2457-2527 และ 2528-2551)

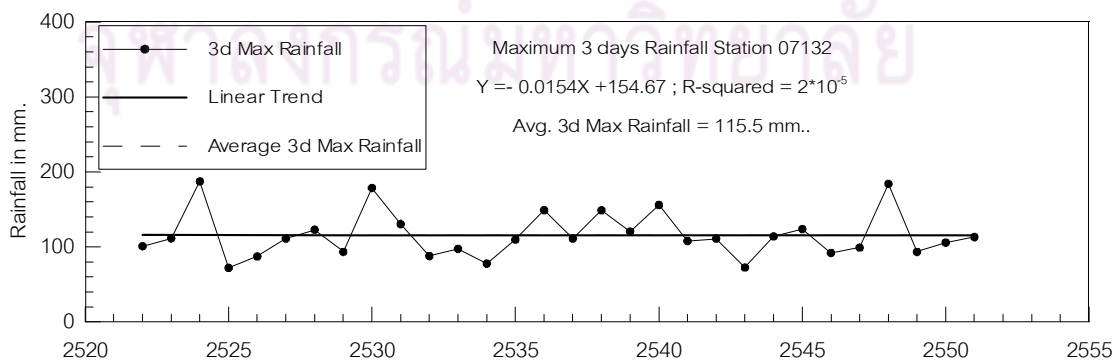
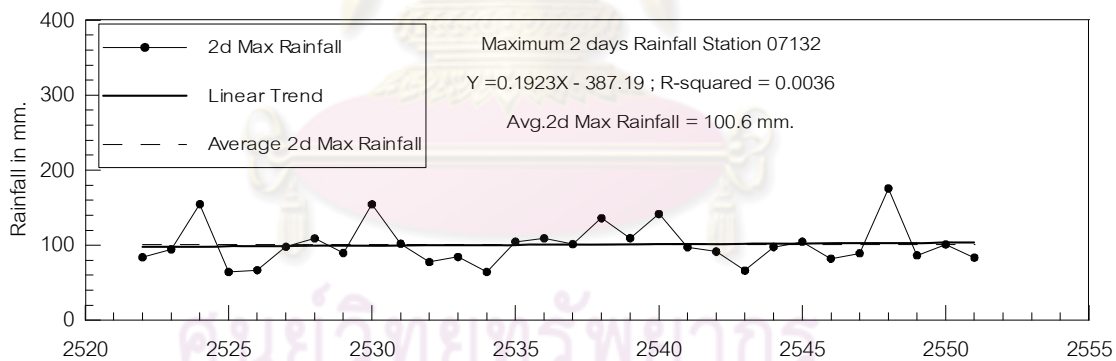
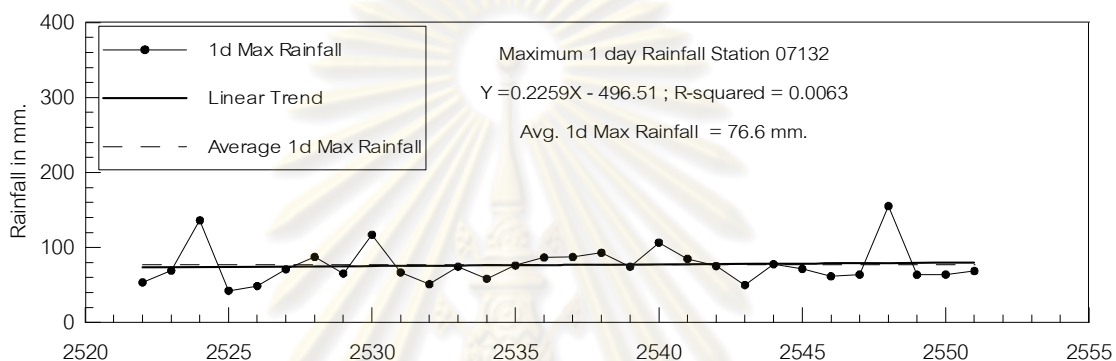
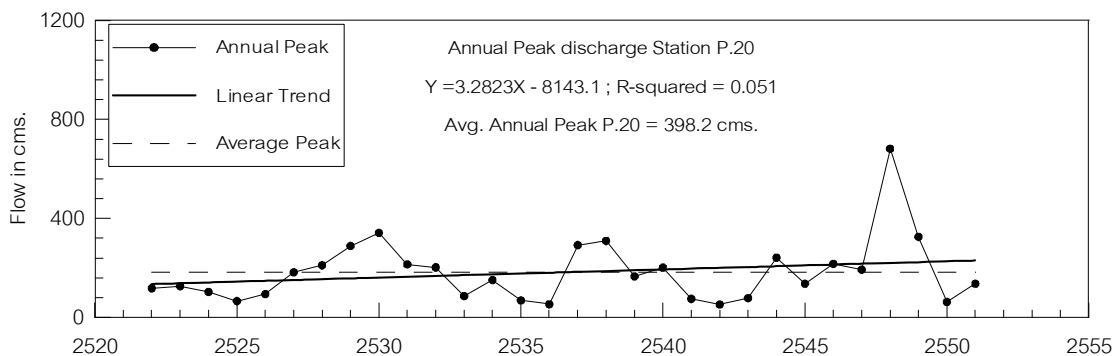


รูปที่ 5-11 ปริมาณฝนช่วงสั้น 1-3 วัน ที่คาบการเกิดต่างๆ ของ สถานี 07132 เปรียบเทียบ ช่วงเวลาก่อนและหลังปี 2528 (2495-2527 และ 2528-2551)

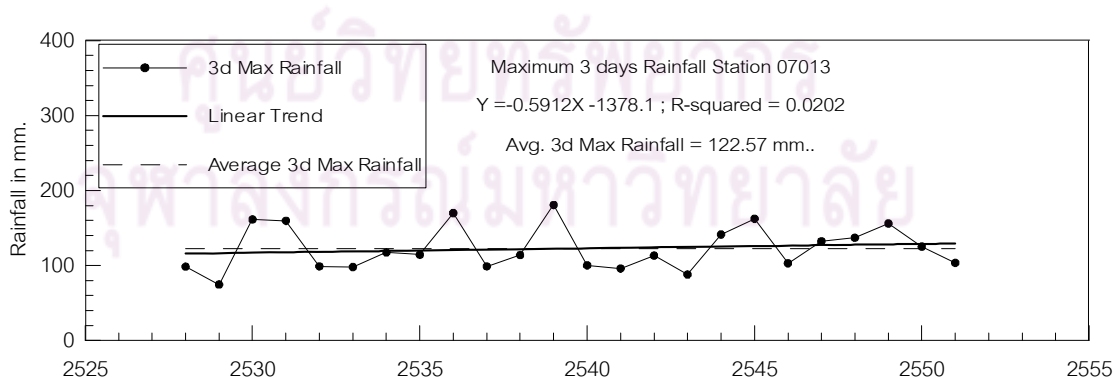
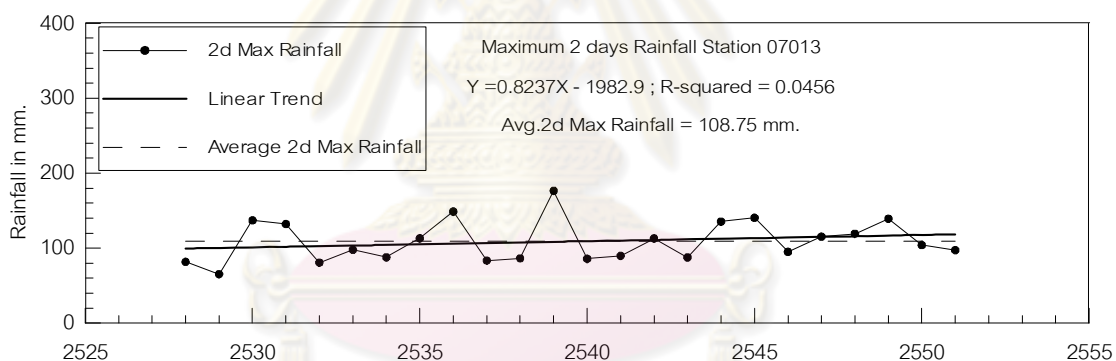
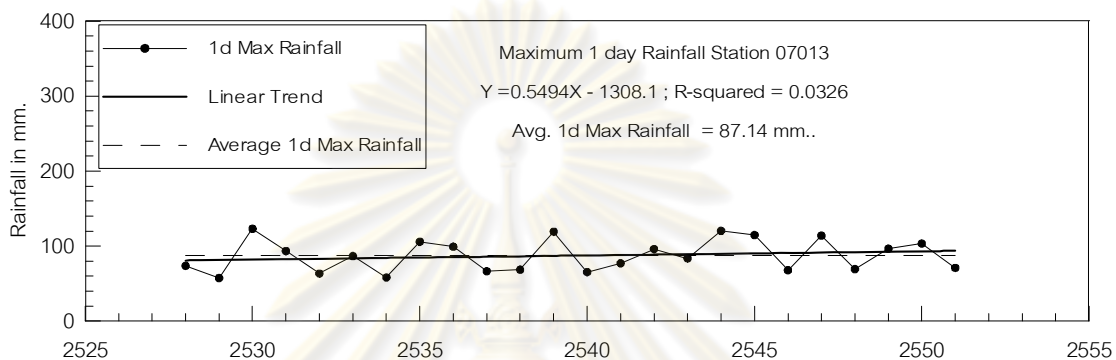
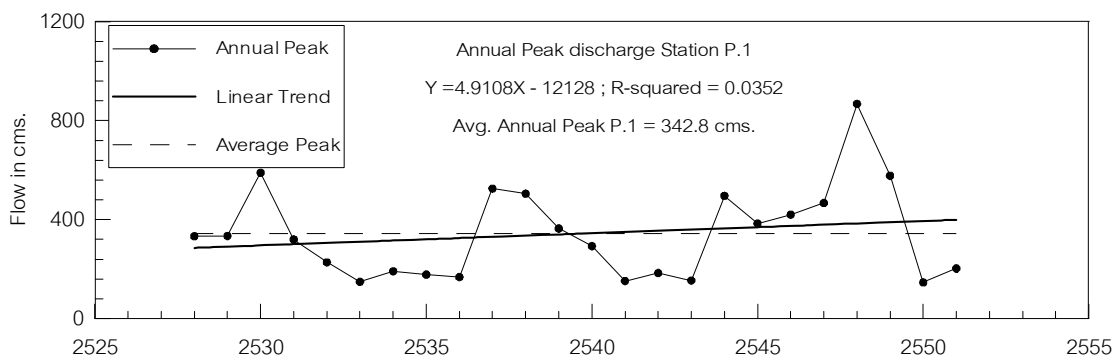


รูปที่ 5-12 ปริมาณฝนช่วงสั้น 1-3 วัน ที่คาบการเกิดต่างๆ ของฝนเฉลี่ยด้วยวิธี Thiessen Polygon  
เปรียบเทียบช่วงเวลาก่อนและหลังปี 2528 (2495-2527 และ 2528-2551)

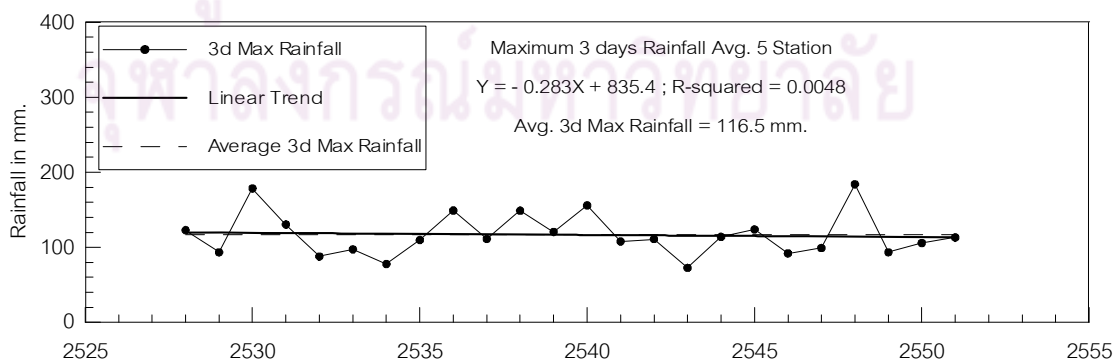
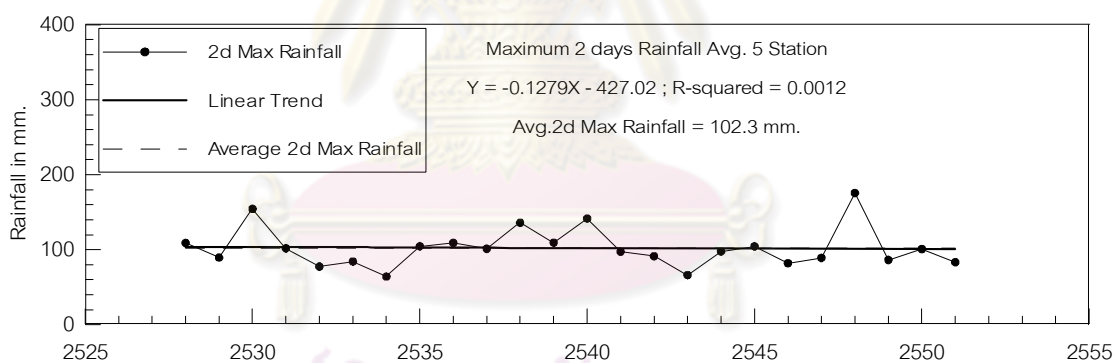
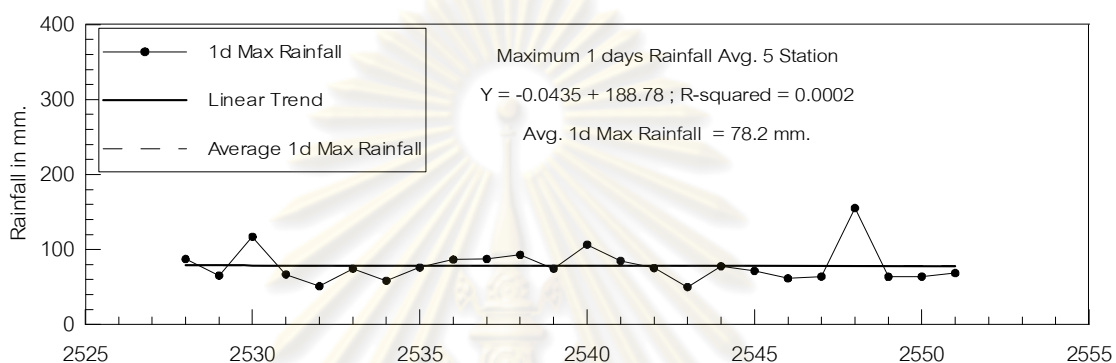
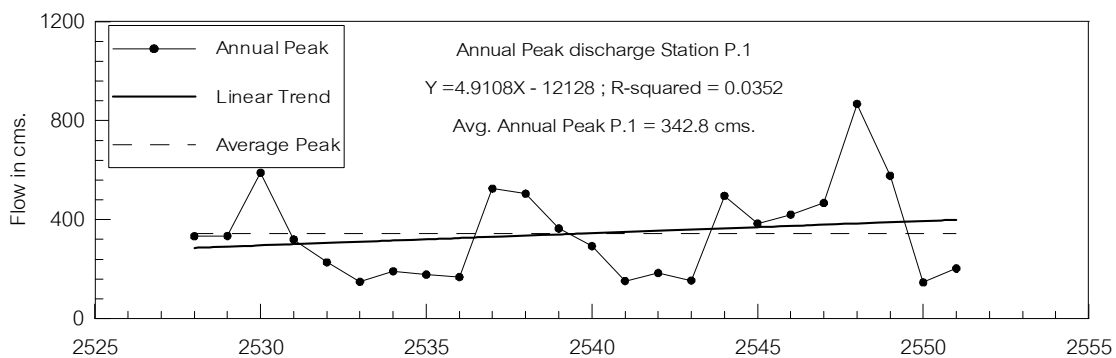




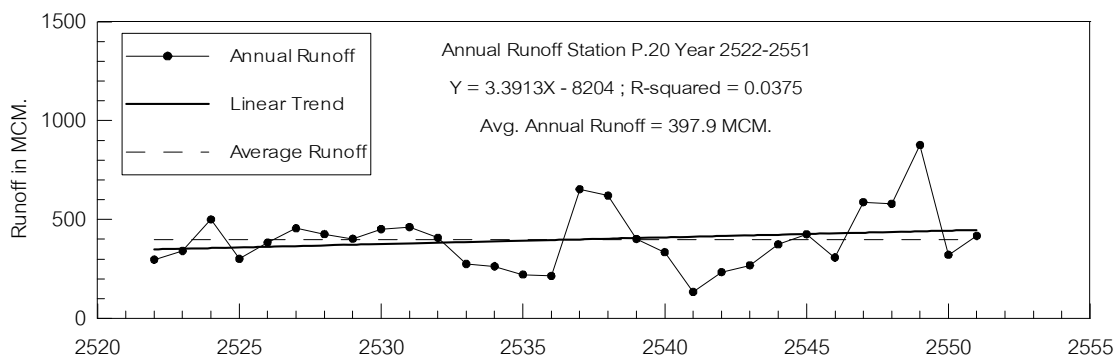
รูปที่ 5-13 แนวโน้มของน้ำหลากสูงสุดที่สถานี P.20 และแนวโน้มฝนสูงสุดราย 1-3 วัน ที่สถานี 07132 ช่วงปี 2522-2551



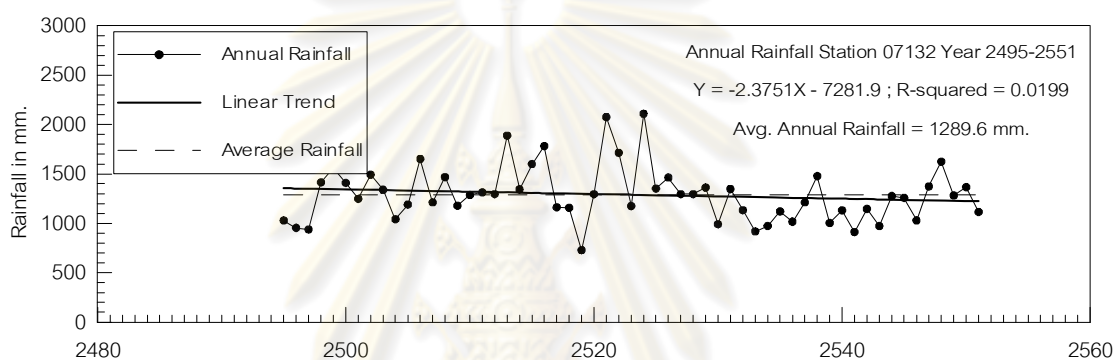
รูปที่ 5-14 แนวโน้มของน้ำหลากสูงสุดที่สถานี P.1 และแนวโน้มฝนสูงสุดราย 1-3 วัน  
ที่สถานี 07013 ช่วงปี 2528-2551



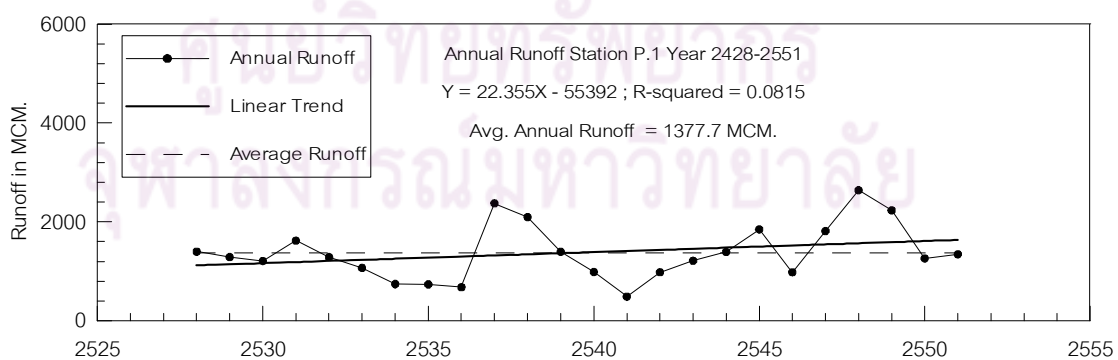
รูปที่ 5-15 แนวโน้มของน้ำหลากสูงสุดที่สถานี P.1 และแนวโน้มฝนสูงสุดราย 1-3 วัน เฉลี่ย 5 สถานีด้วยวิธี Thiessen Polygon ช่วงปี 2528-2551



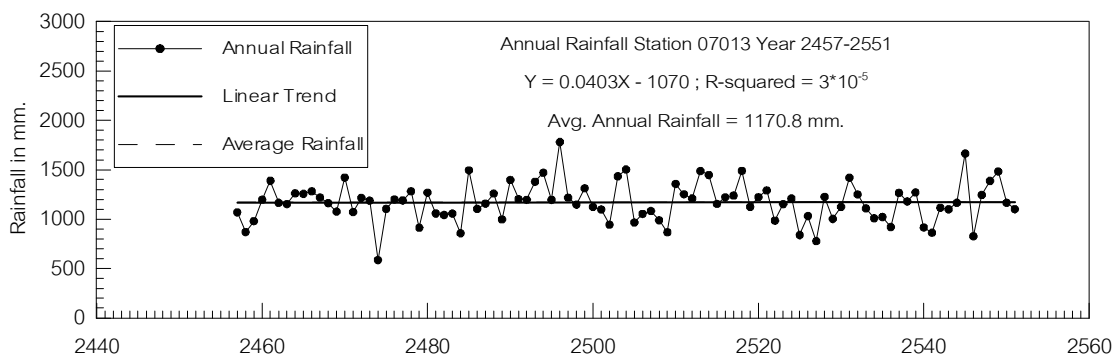
รูปที่ 5-16 แนวโน้มของน้ำท่ารายปีที่สถานี P.20 ช่วงปี 2522-2551



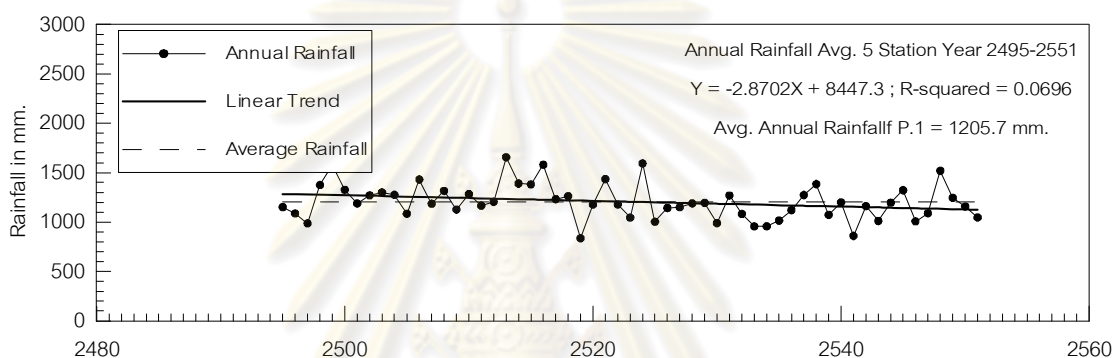
รูปที่ 5-17 แนวโน้มของฝนรายปีที่สถานี 07132 ช่วงปี 2495-2551



รูปที่ 5-18 แนวโน้มของน้ำท่ารายปีที่สถานี P.1 ช่วงปี 2528-2551



รูปที่ 5-19 แนวโน้มของฝนรายปีที่สถานี 07013 ช่วงปี 2457-2551



รูปที่ 5-20 แนวโน้มของฝนรายปีเฉลี่ย 5 สถานีด้วยวิธี Thiessen Polygon ช่วงปี 2495-2551

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## บทที่ 6

### สรุปและเสนอแนะ

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพน้ำหลากของแม่น้ำปิงช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่ ช่วงสถานี P.67 ถึง สถานี P.1 โดยเน้นที่ผลเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสัณฐานวิทยาของลำน้ำเป็นหลัก รวมทั้งยังทำการศึกษาเบื้องต้นถึงปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเกิดสภาวะน้ำท่วมในพื้นที่ เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพอุตุ/อุทกวิทยา การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน ซึ่งลักษณะต่างๆ ที่กล่าวมาทั้งหมด ส่งผลต่อสภาพน้ำหลากในพื้นที่เมืองเชียงใหม่ทั้งสิ้น หากสามารถเข้าใจถึงสภาพปัญหาและสาเหตุที่เกิดขึ้น ย่อมเป็นผลดีต่อการวางแผนในการบรรเทาปัญหาอุทกภัยในพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

#### 6.1 สรุปผลการศึกษา

##### 6.1.1 สัณฐานวิทยาของแม่น้ำปิง

จากการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงสัณฐานวิทยาของแม่น้ำปิงช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่ ช่วงสถานี P.67 ถึง สถานี P.1 โดยใช้ข้อมูลการสำรวจสภาพลำน้ำ ซึ่งสำรวจโดยกรมชลประทานในปี 2540 และปี 2550 เพื่อศึกษาถึงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสัณฐานวิทยาของลำน้ำ ผลการศึกษาในประเด็นต่างๆ สรุปได้ดังนี้

1) รูปทรงของลำน้ำในระนาบราบ เมื่อพิจารณาโดยรวมทั้งหมดสรุปได้ว่า ลำน้ำปิงช่วงสถานี P.67 และสถานี P.1 ในช่วงปี 2540 และ 2550 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญของรูปทรงของลำน้ำในระนาบราบ ลักษณะแนวลำน้ำของทั้งสองช่วงเวลาใกล้เคียงกัน มีการเปลี่ยนแปลงแนวการไหลช่วง ต.แม่แฝก ซึ่งจากการเปลี่ยนดังกล่าวส่งผลให้ระยะทางลดลง 2.5 เปอร์เซ็นต์ โดยปัญหาที่พบคือมีการบุกรุกพื้นที่สองฝั่งลำน้ำในช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่ ทำให้ความกว้างของลำน้ำลดลง ซึ่งในปัจจุบันมีหน่วยงานของรัฐ เช่น กรมเจ้าท่า กรมที่ดิน กรมชลประทาน กรมโยธาธิการและผังเมือง กำลังดำเนินการแก้ไขปัญหาดังกล่าว

2) รูปลักษณะลำน้ำตามยาว จากการศึกษพบการเปลี่ยนแปลงของระดับท้องน้ำ โดยช่วงบริเวณพื้นที่นอกเมืองค่าระดับท้องน้ำเฉลี่ยและระดับท้องน้ำต่ำสุดลดลง 1.4 เมตรและ 1.5 เมตรตามลำดับ ส่วนช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่า ค่าระดับท้องน้ำเฉลี่ยและระดับท้องน้ำต่ำสุดลดลง 0.4 และ 0.3 เมตรตามลำดับ แม้ว่าค่าระดับท้องน้ำมีการเปลี่ยนแปลงแต่รูปลักษณะลำน้ำตามแนวยาวของทั้งสองช่วงเวลามีค่าใกล้เคียงกัน โดยค่าความลาดชัน (slope) ช่วงพื้นที่นอกเมืองและพื้นที่เมืองเชียงใหม่เท่ากับ 1:1,400 และ 1:5,000

ตามลำดับ ส่วนความลาดชันโดยเฉลี่ยของลำน้ำปิงตลอดช่วงสถานี P.67 จนถึงสถานี P.1 มีค่าเท่ากับ 1:1,667 เมื่อพิจารณาภาพรวมของรูปลักษณะลำน้ำตามยาว สรุปได้ว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญของรูปลักษณะตามยาว แม้ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงของระดับท้องน้ำ แต่ลักษณะของการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเกิดขึ้นตลอดทั้งช่วง จึงทำให้ความลาดชันของลำน้ำทั้งสองช่วงเวลาใกล้เคียงกัน โดยที่ระหว่างช่วงลำน้ำมีการลดลงของความลาดชันเมื่อเข้าสู่พื้นที่เมืองเชียงใหม่ การลดลงของความลาดชันในบริเวณดังกล่าว ส่งผลให้ระดับน้ำเมื่อเข้าสู่ช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่ยกระดับสูงขึ้น เมื่อพิจารณาที่อัตราการไหลเท่ากัน

3) รูปตัดหน้าตัดขวาง จากข้อมูลการสำรวจของกรมชลประทานในปี 2540 และ 2550 ได้นำข้อมูลดังกล่าวมาหาค่าของปัจจัยหน้าตัดการไหล (conveyance factor,  $AR^{2/3}$ ) ของหน้าตัดต่างๆ ตลอดทั้งช่วงลำน้ำ จากการศึกษาพบว่า มีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของปัจจัยหน้าตัดการไหล เมื่อพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงโดยแบ่งเป็นช่วงนอกเมืองและช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่ พบว่า ค่าของปัจจัยหน้าตัดการไหลของหน้าตัดลำน้ำในปี 2550 มากกว่าหน้าตัดปี 2540 ทุกระดับ โดยมีการเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยทั้งช่วงนอกเมืองและช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่ประมาณ 44 และ 32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสันฐานวิทยาของแม่น้ำปิง ช่วงสถานี P.67 ถึงสถานี P.1 สรุปได้ว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญของรูปทรงของลำน้ำในระนาบราบ (plan form) และรูปลักษณะลำน้ำตามยาว (longitudinal profile) ส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงมากคือรูปตัดหน้าตัดขวาง (cross sectional shape) ซึ่งมีการเพิ่มขึ้นของปัจจัยหน้าตัดการไหล (conveyance factor,  $AR^{2/3}$ ) ช่วงนอกเมืองและช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่ 44 และ 32 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างหน้าตัดลำน้ำในปี 2540 และปี 2550 ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของค่าระดับท้องน้ำและรูปตัดหน้าตัดขวาง ส่วนหนึ่งเกิดจากการขุดลอกลำน้ำโดยกรมเจ้าท่า (จากข้อมูลพบว่าในปี 2546 ถึงปี 2552 มีการดูทรายในช่วง อ.แม่แตง ถึง อ.เมือง ประมาณ 4.98 ล้านลูกบาศก์เมตร) รวมทั้งมีการดูทรายของเอกชน ในบางช่วงของลำน้ำ

### 6.1.2 การเปลี่ยนแปลงรูปตัดหน้าตัดขวางที่สถานี

ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของลำน้ำจากกรณี steady uniform flow และกรณี steady non-uniform flow มีแนวโน้มใกล้เคียงกัน โดยที่สัมประสิทธิ์ความขรุขระจะลดลงเมื่ออัตราการไหลเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการลดลงของผลของแรงเสียดทานที่เกิดมากบริเวณท้องน้ำและขอบด้านข้างของลำน้ำ ทั้งยังพบว่าการประมาณค่า สัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning' n จากสมมติฐานการไหลในลำน้ำแบบ steady non-uniform flow ให้ผลที่ต่ำกว่า ในการศึกษาครั้งนี้พิจารณาการไหลในช่วงน้ำหลาก ( $Q > 200$  ลูกบาศก์เมตรวินาที) ซึ่งในช่วงดังกล่าวค่า

สัมประสิทธิ์ความขรุขระมีค่าคงที่ทั้งสองกรณี โดยพิจารณาใช้ค่า สัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning' n เท่ากับ 0.033

ผลการศึกษานี้ได้ชี้ให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงสัณฐานวิทยาของแม่น้ำปิงจากอดีตจนถึงปัจจุบันและผลจากการเปลี่ยนแปลงสัณฐานวิทยาของแม่น้ำปิงต่อการไหลของน้ำหลาก โดยแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบการนำน้ำเพิ่มขึ้นทั้งสองสถานี ด้วยอัตราประมาณร้อยละ 7 ต่อปีที่สถานี P.67 และร้อยละ 3 ต่อปีที่ สถานี P.1 จากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลให้ที่ระดับเดียวกันมีอัตราการไหลแตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบการนำน้ำ เนื่องจากการศึกษานี้มีสมมุติฐานความลาดชันคงที่ ดังนั้นความสามารถการนำน้ำหรืออัตราการไหลจึงขึ้นกับองค์ประกอบการนำน้ำเพียงอย่างเดียว ส่วนหนึ่งของการเปลี่ยนแปลงความสามารถการนำน้ำ เป็นผลมาจากในปี 2548 และปี 2549 เกิดน้ำท่วมครั้งใหญ่จึงทำให้มีโครงการปรับปรุงสภาพลำน้ำ เช่น การขุดลอกลำน้ำ การปรับปรุงรูปร่างของรูปตัดตามยาวของลำน้ำ เพื่อที่จะเร่งระบายน้ำออกจากพื้นที่ให้เร็วที่สุด จากการปรับปรุงดังกล่าวอาจส่งผลถึงการเพิ่มขึ้นของความสามารถการนำน้ำ ซึ่งสามารถบรรเทาปัญหาน้ำท่วมในพื้นที่เมืองเชียงใหม่ได้บ้าง ดังจะเห็นได้จากที่อัตราการไหลประมาณ 460 ลูกบาศก์เมตร/วินาที บริเวณสถานี P.1 ในปี 2545, 2546, 2549 ไม่เกิดการไหลล้นตลิ่ง ขณะที่ปี 2515, 2543, 2547 ในอัตราการไหลเท่ากันเกิดการไหลล้นตลิ่ง (เทียบจากระดับตลิ่ง 304 .2 เมตร (รทก.))

### 6.1.3 การจำลองสภาพน้ำหลากของแม่น้ำปิงโดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

การจำลองสภาพลำน้ำปิงในปี 2540 และ 2550 โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ HEC-RAS รุ่น 4.0 เพื่อหาความสามารถการนำน้ำของแม่น้ำปิงในแต่ละช่วงเวลา และเปรียบเทียบผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพลำน้ำต่อความสามารถการนำน้ำหลาก ที่ส่งผลต่อสภาพน้ำหลาก/น้ำท่วมบริเวณพื้นที่เมืองเชียงใหม่ ซึ่งกล่าวโดยสรุปได้ดังนี้

1) การปรับเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง การปรับเทียบแบบจำลองของแม่น้ำปิงในปี 2540 และ 2550 ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิ่งสำหรับลำน้ำหลัก ( $n_{cn}$ ) 0.040 และ 0.038 สำหรับลำน้ำในปี 2540 และ 2550 ตามลำดับ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิ่งสำหรับพื้นที่น้ำท่วม ( $n_{fp}$ ) มีค่าเท่ากับ 0.075 ทั้งสองชุดหน้าตัดลำน้ำ และพิจารณาให้การไหลเข้าด้านข้างปริมาณการไหลเข้าด้านข้างเป็นสัดส่วนกับชลภาพการไหลเข้า (inflow hydrograph, Q at P.67) และมีลักษณะการไหลเข้าแบบสม่ำเสมอตลอดทั้งช่วงลำน้ำ (อินทิตรา 2538) โดยที่สัดส่วนการไหลเข้าเท่ากับส่วนต่างของพื้นที่รับน้ำระหว่างช่วงสถานีซึ่งเท่ากับ 10.4 เปอร์เซ็นต์

2) ความสามารถในการนำน้ำหลากของแม่น้ำปิงในแต่ละช่วงเวลา จากการพิจารณาใน 2 กรณีคือ 1. กรณีอัตราการไหลเท่ากัน และ 2. กรณีระดับน้ำเท่ากัน (เมื่อเทียบจากสถานี P.1)

ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

กรณีอัตราการไหลเท่ากัน โดยใช้ข้อมูลน้ำหลากในปี 2539 (1-10 ก.ย. 2539) และ 2549 (31 มิ.ย.- 6 ส.ค. 2549) ซึ่งมีปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่สถานี P.1 เท่ากับ 364 ลูกบาศก์เมตร/วินาที และ 511 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ซึ่งใกล้เคียงกับคาบการเกิด 2 ปีและ 5 ปี ตามลำดับ จากผลการศึกษาเหตุการณ์น้ำหลากในปี 2539 ชุดหน้าตัดในปี 2540 มีระดับน้ำสูงกว่าชุดหน้าตัดในปี 2550 ตลอดทั้งช่วงลำน้ำ จากเหตุการณ์ดังกล่าวส่งผลให้เกิดระดับน้ำล้นตลิ่งชุดหน้าตัดในปี 2540 จำนวน 36 ตำแหน่ง เป็นการล้นตลิ่งขวา 22 ตำแหน่ง ตลิ่งซ้าย 20 ตำแหน่งและล้นทั้งสองตลิ่ง 6 ตำแหน่ง ส่วนชุดหน้าตัดในปี 2550 เกิดน้ำล้นตลิ่งจำนวน 15 ตำแหน่ง เป็นการล้นตลิ่งทางขวา 7 ตำแหน่ง ตลิ่งซ้าย 11 ตำแหน่งและล้นทั้งสองตลิ่ง 3 ตำแหน่ง ระดับน้ำท่วมสูงสุดเมื่อเทียบจากระดับตลิ่งทางขวา ,ทางซ้าย เท่ากับ 2.69, 2.63 เมตร ของชุดหน้าตัดในปี 2540 และ 1.46, 1.65 เมตรของชุดหน้าตัดในปี 2550 ตามลำดับ โดยที่ระดับน้ำโดยเฉลี่ยช่วงพื้นที่นอกเมือง (ระยะทาง < 20+000 กิโลเมตร) และช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่(ระยะทาง > 20+000 กิโลเมตร) มีระดับน้ำแตกต่างกันโดยเฉลี่ย 1.56 และ 0.61 เมตร ตามลำดับ

จากผลการศึกษาเหตุการณ์น้ำหลากในปี 2549 ชุดหน้าตัดในปี 2540 มีระดับน้ำสูงกว่าชุดหน้าตัดในปี 2550 จากเหตุการณ์ดังกล่าวส่งผลให้เกิดน้ำล้นตลิ่งของชุดหน้าตัดในปี 2540 จำนวน 47 ตำแหน่ง เป็นการล้นตลิ่งขวา 34 ตำแหน่ง ตลิ่งซ้าย 29 ตำแหน่งและล้นทั้งสองตลิ่ง 9 ตำแหน่ง ชุดหน้าตัดในปี 2550 เกิดน้ำล้นตลิ่งจำนวน 27 ตำแหน่ง เป็นการล้นตลิ่งทางขวา 16 ตำแหน่ง ตลิ่งซ้าย 20 ตำแหน่งและล้นทั้งสองตลิ่ง 9 ตำแหน่ง ระดับน้ำท่วมสูงสุดเมื่อเทียบจากระดับตลิ่งทางขวา ,ทางซ้าย เท่ากับ 3.33, 3.60 เมตร ของชุดหน้าตัดในปี 2540 และ 2.28, 2.67 เมตร ของชุดหน้าตัดในปี 2550 โดยที่ระดับน้ำโดยเฉลี่ยช่วงพื้นที่นอกเมือง (ระยะทาง < 20+000 กิโลเมตร) และช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่ (ระยะทาง > 20000 เมตร) มีระดับน้ำแตกต่างกันโดยเฉลี่ย 1.8 และ 1.2 เมตร ตามลำดับ

กรณีระดับน้ำเท่ากัน เพื่อพิจารณาผลของการเปลี่ยนแปลงหน้าตัดลำน้ำซึ่งส่งผลต่อองค์ประกอบการนำน้ำ (conveyance factor,  $AR^{2/3}/n ; K$ ) โดยจะทำการจำลองให้หน้าตัดทั้งสองชุดให้มีระดับน้ำเริ่มต้นบริเวณสถานี P.1 เท่ากัน ที่ระดับ 302.5, 303, 303.5 และ 304 เมตร (รทก.) จากผลการศึกษาพบว่าความสามารถการนำน้ำสะสมตลอดทั้งช่วงมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับน้ำที่สูงขึ้น ซึ่งชุดหน้าตัดลำน้ำปี 2550 มีค่าความสามารถการนำน้ำมากกว่าชุดหน้าตัดลำน้ำปี 2540 ในทุกระดับน้ำ โดยที่ระดับ 302.5 เมตร(รทก.)ซึ่งเป็นระดับต่ำที่สุดมีค่าความแตกต่างระหว่างชุดหน้าตัดลำน้ำปี 2540 และ 2550 ประมาณ 8.4 เปอร์เซนต์ ส่วนที่ระดับอื่นๆ เช่น 303, 303.5 และ 304 เมตร (รทก.) ชุดหน้าตัดลำน้ำปี 2550 มีค่ามากกว่าชุดหน้าตัดลำน้ำปี 2540 ประมาณ 11.2, 14.5 และ 14.2 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ



3) การจำลองสภาพน้ำหลากของแม่น้ำปิงที่คาบการเกิดต่างๆ โดยคำนวณปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่คาบการเกิด 2, 5, 10, 25, 50 และ 100 ปี ด้วยวิธี Gumbel ซึ่งได้ค่าปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่คาบการเกิดต่างๆ เท่ากับ 375.9, 507.7, 594.9, 705.2, 787 และ 868.2 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ตามลำดับ จากจำลองสภาพน้ำหลากของแม่น้ำปิงที่คาบการเกิดต่างๆ เพื่อจะหากระดับน้ำสูงสุดและระดับน้ำท่วมที่อาจจะเกิดขึ้น และจะเป็นแนวทางในการเตรียมการป้องกันหรือบรรเทาปัญหาอุทกภัย ซึ่งค่าระดับน้ำท่วมในคาบการเกิดต่างๆ อาจใช้เป็นแนวทางเบื้องต้นในการพิจารณาสร้างคันป้องกันน้ำท่วมที่ตำแหน่งๆต่าง จากผลการศึกษาแสดงถึง ระดับน้ำท่วมสูงสุด จำนวนหน้าตัดที่น้ำท่วม และผลต่างของระดับน้ำท่วมที่คาบการเกิดเดียวกันของหน้าตัดลำน้ำปี 2540 และ 2550 ซึ่งค่าต่างๆ ดังสรุปในตารางที่ 6-1 ถึง 6-3

### 6.1.3 แนวทางการบรรเทาอุทกภัยจากสภาพลำน้ำปัจจุบัน

การปรับปรุงหน้าตัดลำน้ำเพื่อบรรเทาปัญหาอุทกภัยในพื้นที่เมืองเชียงใหม่ ได้ทำการจำลองแนวทางในการปรับปรุงลำน้ำในกรณีต่างจากสภาพในปัจจุบัน (ชุดหน้าตัดลำน้ำปี 2550) โดยใช้เหตุการณ์น้ำหลากในปี 2549 (31 มิ.ย.- 6 ส.ค. 2549) การปรับปรุงสภาพลำน้ำแบ่งเป็น 4 กรณี คือ การปรับปรุงหน้าตัดลำน้ำ, การปรับความลาดชัน, การขุดคลองลัดและการปรับปรุงแบบผสมผสาน รายละเอียดและวิธีการปรับปรุงในกรณีต่างๆ มีดังนี้

1) การปรับปรุงหน้าตัดลำน้ำ โดยการขุดลอกหน้าตัดลำน้ำ เพื่อขยายหน้าตัดเดิมในช่วงที่หน้าตัดแคบ โดยจะทำการขยายให้มีความกว้างอย่างน้อย 80 และ 90 เมตร ซึ่งสอดคล้องกับแผนการปรับปรุงสภาพลำน้ำที่เสนอโดยกรมชลประทานในปี 2550 จากผลการศึกษาพบว่าค่าระดับน้ำเฉลี่ยช่วงนอกพื้นที่เมืองลดลง 0 ถึง 0.4 เมตร ส่วนระดับน้ำเฉลี่ยช่วงพื้นที่เมืองลดลง 0.2 ถึง 0.3 เมตร โดยที่กรณี A3 (ความกว้างอย่างน้อย 90 เมตร ตลอดทั้งช่วง) มีการลดลงของระดับน้ำมากที่สุด เท่ากับ 0.4 และ 0.3 เมตร สำหรับระดับน้ำเฉลี่ยนอกพื้นที่เมือง และระดับน้ำเฉลี่ยช่วงพื้นที่เมือง ตามลำดับ

2) การปรับความลาดชัน จะทำการปรับความลาดชันโดยปรับปรุงความลึกของระดับท้องน้ำเฉพาะบริเวณร่องน้ำหลัก การปรับความลาดชันกรณีต่างๆ ที่พิจารณาในการศึกษาคั้งนี้ทั้ง 3 กรณีคือ 1. ความลาดชัน 1:2,400 (B1) 2. ความลาดชัน 1:2,800 (B2) และ 3. ความลาดชัน 1:3,200 (B3) จากผลการศึกษาพบว่าค่าระดับน้ำเฉลี่ยช่วงนอกพื้นที่เมืองแทบจะไม่เปลี่ยนแปลง (ลดลง 0 ถึง 0.1 เมตร) ส่วนค่าระดับน้ำเฉลี่ยช่วงพื้นที่เมืองลดลง 0.1 ถึง 0.3 เมตร โดยที่กรณี B1 ซึ่งเป็นกรณีที่มีการปรับความลาดชันมากที่สุด (ปรับความลาดชันเป็น 1:2,400) มีการลดลงของระดับน้ำเฉลี่ยช่วงพื้นที่เมือง 0.3 เมตร



3) การขุดคลองลัด จะทำการปรับแนวลำน้ำเดิมในช่วงที่เป็นทางโค้งให้เป็นทางตรง (C1) จากการขุดคลองลัดทำให้ความยาวของลำน้ำลดลงจากเดิมประมาณ 2.6 กิโลเมตร หรือคิดเป็น 8.3 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบจากความยาวลำน้ำเดิมในปี 2550 ผลการศึกษาในกรณี C1 มีการลดลงของระดับน้ำ โดยในช่วงนอกพื้นที่เมืองและช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่ค่าระดับน้ำเฉลี่ยลดลง 0.1 และ 0.4 เมตร ตามลำดับ

4) การปรับปรุงแบบผสมผสานเป็นการปรับปรุงหน้าตัดลำน้ำร่วมกันมากกว่า 1 กรณี ทั้งการปรับปรุงหน้าตัดลำน้ำ (A), การปรับความลาดชัน (B), รวมทั้งการขุดคลองลัด (C), การปรับปรุงหน้าตัดลำน้ำแบบผสมผสาน (A1B1- C1A3B1) จากผลการศึกษาพบว่าค่าระดับน้ำเฉลี่ยช่วงนอกพื้นที่เมือง ลดลง 0.1 ถึง 0.6 เมตร ส่วนระดับน้ำเฉลี่ยช่วงพื้นที่เมือง ลดลง 0.3 ถึง 0.8 เมตร โดยที่ในกรณี A3B1 มีการลดลงของระดับน้ำมากที่สุด (เฉพาะกรณีที่ไม่ขุดคลองลัด) เท่ากับ 0.4 และ 0.6 เมตร สำหรับระดับน้ำเฉลี่ยนอกพื้นที่เมืองและระดับน้ำเฉลี่ยช่วงพื้นที่เมืองตามลำดับ ส่วนกรณี C1A3B1 เป็นกรณีที่มีการปรับปรุงสภาพลำน้ำมากที่สุด ระดับน้ำเฉลี่ยช่วงนอกพื้นที่เมืองและช่วงพื้นที่เมืองลดลง 0.6 และ 0.8 เมตร ตามลำดับ ซึ่งผลของการปรับปรุงสภาพลำน้ำในกรณีต่างๆ ดังสรุปในตารางที่ 6-4 และ 6-5

แต่เมื่อพิจารณาถึงจำนวนตำแหน่งที่น้ำล้นตลิ่งซึ่งแสดงใน ตารางที่ 6-6 เห็นได้ว่าในกรณีสภาพลำน้ำปรกติ (CH50) มีจำนวนหน้าตัดที่น้ำล้นตลิ่ง 27 ตำแหน่ง ส่วนกรณี C1A3B1 ซึ่งมีการปรับสภาพลำน้ำมากที่สุด แม้วาระดับน้ำเฉลี่ยช่วงนอกพื้นที่เมืองและช่วงพื้นที่เมืองลดลง 0.6 และ 0.8 เมตร แต่ก็ยังคงมีจำนวนหน้าตัดที่น้ำล้นตลิ่งถึง 17 ตำแหน่ง แสดงให้เห็นว่าการปรับปรุงลำน้ำเพียงอย่างเดียวยังไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้ ซึ่งควรที่จะมีการดำเนินการอย่างอื่นเพื่อที่ลดปริมาณน้ำหลากที่เข้าสู่พื้นที่เมืองเชียงใหม่ เช่น การสร้างอ่างเก็บน้ำ (แม่แตง-กีด-แม่ขาน) การผันน้ำเข้าพื้นที่แก้มลิงหรือการผันน้ำไปยังลุ่มน้ำอื่น (อุโมงค์ผันน้ำแม่แตง-กีด-แม่ขาน) อย่างไรก็ตาม การปรับปรุงสภาพลำน้ำหรือการที่จะลดปริมาณน้ำหลากที่จะเข้าสู่พื้นที่ จำเป็นต้องมีการศึกษาถึงความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของโครงการ ทั้งในแง่เศรษฐศาสตร์ (ความคุ้มค่าในการลงทุน) แง่ของความขัดแย้งกับชุมชนในพื้นที่ ซึ่งในปัจจุบันมีโครงการที่ไม่สามารถดำเนินการได้เนื่องจากความขัดแย้งกับชุมชนในพื้นที่ เช่น การทูปฝ่ายท่าวังตาล ฝ่ายท่าศาลาและฝ่ายหนองผึ่งแล้วสร้างฝายที่ปรับระดับได้ขึ้นทดแทน จากผลการศึกษาที่ผ่านมา (กรมชลประทาน 2550, ประดิษฐ์ 2551) สรุปว่าการทูปฝ่ายทั้งสามตัว จะทำให้ระดับน้ำที่สถานี P.1 ลดลงประมาณ 0.6 เมตร และส่วนสุดท้ายที่สำคัญก็คือผลกระทบต่างๆ ในแง่ของชลศาสตร์ ที่อาจจะเกิดขึ้น เช่น การปรับปรุงสภาพลำน้ำทำให้ระดับน้ำลดลง แต่ก็อาจส่งผลให้เกิดการพังทลายของตลิ่ง รวมทั้งอาจเกิดการกัดเซาะ/ทับถม ในบริเวณดังกล่าว ทั้งช่วงเหนือน้ำและท้ายน้ำ

ตารางที่ 6-1 จำนวนหน้าตัดและระดับน้ำท่วมสูงสุดที่คาบการเกิดต่างๆชุดหน้าตัดลำน้ำปี 2540

T	Q (cms.)	จำนวนหน้าตัดที่น้ำท่วม			ระดับน้ำท่วมสูงสุด(เทียบจากระดับตลิ่ง)	
		R	L	RL	Max R (m)	Max L (m)
2	375.9	26	20	38	2.95	2.76
5	507.7	36	33	51	3.49	4.87
10	594.9	46	40	56	3.81	4.01
25	705.2	49	46	59	4.15	4.41
50	787	59	52	64	4.6	4.87
100	868.2	61	53	66	4.91	5.19

ตารางที่ 6-2 จำนวนหน้าตัดและระดับน้ำท่วมสูงสุดที่คาบการเกิดต่างๆชุดหน้าตัดลำน้ำปี 2550

T	Q (cms.)	จำนวนหน้าตัดที่น้ำท่วม			ระดับน้ำท่วมสูงสุด(เทียบจากระดับตลิ่ง)	
		R	L	RL	Max R (m)	Max L (m)
2	375.9	8	13	17	1.58	1.79
5	507.7	17	21	29	2.22	3.99
10	594.9	21	24	34	2.58	3.1
25	705.2	28	25	37	2.86	3.52
50	787	34	34	45	3.16	3.99
100	868.2	37	36	46	3.36	4.31

ตารางที่ 6-3 เปรียบเทียบความแตกต่างของระดับน้ำสูงสุดที่คาบการเกิดต่างๆของชุดหน้าตัดลำน้ำปีในปี 2540 และ 2550

T	ความแตกต่างโดยเฉลี่ยของระดับน้ำช่วงนอกอำเภอเมือง	ความแตกต่างโดยเฉลี่ยของระดับน้ำช่วงอำเภอเมือง
2	1.34	0.30
5	1.3	0.38
10	1.27	0.47
25	1.24	0.60
50	1.21	0.80
100	1.18	1.01

ตารางที่ 6-4 ความแตกต่างของระดับน้ำของชุดหน้าตัดในปี 2550 ที่มีการปรับปรุงสภาพลำน้ำ  
ในกรณีต่างๆ (หน่วย : เมตร)

	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	C1
$\max_{NV}$	0.5	0.2	1.0	0.6	0.2	0.1	0.1	0.0
$\min_{NV}$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
$Avg_{NV}$	0.2	0.0	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
$\max_V$	0.4	0.4	0.7	0.6	0.4	0.3	0.2	0.8
$\min_V$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$Avg_V$	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	0.4

ตารางที่ 6-5 ความแตกต่างของระดับน้ำของชุดหน้าตัดในปี 2550 ที่มีการปรับปรุงสภาพลำน้ำ  
แบบผสมผสานในกรณีต่างๆ (หน่วย : เมตร)

	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3	A3B1	A3B2	A3B3	A4B1	A4B2	A4B3	C1A3B1
$\max_{NV}$	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	0.3	1.0	1.0	1.0	0.7	0.7	0.6	0.2
$\min_{NV}$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	1.5
$Avg_{NV}$	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.4	0.4	0.4	0.1	0.1	0.1	0.6
$\max_V$	0.7	0.5	0.4	0.7	0.5	0.4	0.9	0.7	0.5	0.9	0.7	0.6	1.4
$\min_V$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$Avg_V$	0.5	0.4	0.3	0.5	0.4	0.3	0.6	0.5	0.4	0.6	0.5	0.4	0.8

# หมายเหตุ Nv = Non Vicinity (ช่วงพื้นที่นอกเมือง) , V = Vicinity (ช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่)

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 6-6 สรุปจำนวนหน้าตัดที่น้ำล้นตลิ่งจากการปรับปรุงสภาพลำน้ำกรณีต่างๆ

CASE	R	L	RL	CASE	R	L	RL
CH50	16	20	27	A2B1	11	17	23
A1	16	19	26	A2B2	13	18	26
A2	16	19	26	A2B3	13	18	26
A3	13	16	21	A3B1	9	15	20
A4	14	17	22	A3B2	9	15	20
B1	13	18	26	A3B3	10	16	23
B2	13	18	26	A4B1	9	15	20
B3	15	18	26	A4B2	9	15	20
A1B1	10	17	22	A4B3	12	17	24
A1B2	13	18	26	C1	13	19	19
A1B3	13	18	26	C1A3B1	9	12	17

# หมายเหตุ : กรณี CH50 คือสภาพลำน้ำในปี 2550 ก่อนที่จะทำการปรับปรุง  
R และ L จำนวนหน้าตัดที่น้ำล้นตลิ่งทางขวา – ซ้าย  
RL (ที่เป็นตัวหนา) จำนวนหน้าตัดที่น้ำล้นตลิ่งอย่างน้อย 1 ด้าน

#### 6.1.4 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำหลาก

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำหลาก โดยใช้สถานี P.20 อ.เชียงดาว ซึ่งอยู่ทางตอนบนของกลุ่มน้ำปิงเป็นสถานีตัวแทน เพื่อที่จะพิจารณาการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำหลากที่เข้าสู่พื้นที่เมืองเชียงใหม่ เนื่องจากเป็นสถานีเดียวในพื้นที่กลุ่มน้ำปิงตอนบนที่ยังคงมีสภาพการไหลแบบธรรมชาติ ไม่มีสิ่งกีดขวาง เช่น เขื่อนหรือฝาย มาควบคุมปริมาณการไหล

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำหลาก จากชุดข้อมูลที่แบ่งเหลือมปีกัน ทุกชุดมีจำนวนข้อมูล 17 ปีเท่ากัน และเหลือมกันชุดละ 1 ปี จำนวนทั้งสิ้น 14 ชุดข้อมูล เมื่อพิจารณาแนวโน้มของค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำหลากสูงสุดของชุดข้อมูลทั้งหมด 14 ชุด พบว่าแนวโน้มเชิงเส้นตรงของค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำหลากสูงสุดเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ประมาณ 1.16 ลูกบาศก์เมตร/วินาที/ปี ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณและความถี่น้ำหลากที่คาบการเกิดต่างๆ เมื่อพิจารณาแนวโน้มของปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่คาบการเกิดต่างๆ พบว่าปริมาณน้ำหลากสูงสุดทุกคาบการเกิดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ตามคาบการเกิดที่สูงขึ้น โดยที่แนวโน้มของปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่คาบการเกิด 2, 5, 10, 25, 50, 100 และ 200 ปี มีค่าเพิ่มขึ้นเท่ากับ 0.6, 4.6, 7.2, 10.6, 13, 15.6, และ 18 ลูกบาศก์เมตร/วินาที/ปี

### 6.1.5 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสภาพการไ้ที่ดินที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำหลาก

เป็นการวิเคราะห์เบื้องต้นถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพการไ้ที่ดินที่ส่งผลต่อปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่คาบการเกิดต่างๆ โดยใช้ข้อมูลแผนที่การไ้ที่ดินของพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบนจนถึงจุดทางออกของพื้นที่ลุ่มน้ำที่สถานี P.1 ซึ่งกล่าวโดยสรุปได้ดังนี้

1) การพิจารณาตัวแปรทางกายภาพที่มีผลต่อปริมาณน้ำหลาก ตัวแปรของลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำหลากที่สำคัญ ประกอบด้วย ขนาดของพื้นที่ ความลาดชันของพื้นที่ ความลาดชันและความยาวของลำน้ำ ลักษณะดินและการปกคลุมดิน (สุดารัตน์ 2542 , ศรีเลิศ 2545) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงลักษณะตัวแปรทางกายภาพที่กล่าวมา แทบจะไม่มีเปลี่ยนแปลงหรือมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลงเห็นได้ชัดคือ การเปลี่ยนแปลงลักษณะการไ้ที่ดินจากพื้นที่ป่าไม้ ไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่เขตเมือง โดยพื้นที่ป่าไม้ลดลง 4 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงปี 2533 ถึง 2549 ในการศึกษาจะพิจารณาหาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำหลากที่คาบการเกิดต่างๆกับเปอร์เซ็นต์การลดลงของพื้นที่ป่าไม้ เช่นเดียวกับที่มีการศึกษาในลุ่มน้ำเพชรบุรี (ศรีเลิศ 2545)

2) การพิจารณาผลของฝนสะสมช่วงสั้น 1-3 วันต่อปริมาณน้ำหลาก โดยนำค่าฝนสะสมช่วงสั้นสูงสุดต่อเนื่อง 1 ถึง 3 วัน ที่จัดเป็นชุดข้อมูลที่มีความยาวต่อเนื่องชุดละ 17 ปี เช่นเดียวกับชุดข้อมูลน้ำหลาก โดยพิจารณาร่วมกับปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่สถานี P.1 เพื่อให้สอดคล้องกับข้อมูลการไ้ที่ดิน เมื่อพิจารณาแนวโน้มของปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่คาบการเกิดต่างๆ พบว่าปริมาณน้ำหลากทุกคาบการเกิดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามคาบการเกิดที่สูงขึ้น แนวโน้มของปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่คาบการเกิด 2, 5, 10, 25, 50, 100 และ 200 ปี มีค่าเพิ่มขึ้น 8.1, 19, 26.3, 35.4, 42.2, 48.9, และ 55.7 ลูกบาศก์เมตร/วินาที/ปี ตามลำดับ

จากการศึกษาแนวโน้มของฝนสะสมสูงสุดต่อเนื่อง 1 ถึง 3 วันของสถานี 07013 ที่มีต่อขนาดน้ำหลากที่คาบการเกิดเดียวกัน พบว่าอัตราส่วนของปริมาณน้ำหลากสูงสุดต่อปริมาณฝนสะสมสูงสุด 1 ถึง 3 วัน มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในทิศทางเดียวกัน นอกจากนั้นยังพิจารณาเพิ่มเติมโดยใช้ปริมาณฝนเฉลี่ยเชิงพื้นที่จากฝน 5 สถานีในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน รวมทั้งยังพิจารณาถึงสถานีอื่นในพื้นที่ลุ่มน้ำโดยใช้สถานี P.20 ที่อยู่ทางตอนบนของพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งจะเปรียบเทียบกับฝนที่สถานี 07132 อ.เชียงดาว ซึ่งอยู่บริเวณใกล้เคียงกัน ผลที่ได้เป็นไปในลักษณะเดียวกันกับฝนสถานี 07013 คือมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในทิศทางเดียวกัน ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องพิจารณาต่อไปเพื่อที่จะหาว่าปริมาณน้ำหลากที่เพิ่มขึ้นเกิดจากการเปลี่ยนแปลงฝนหรือไม่ หรือมีผลเนื่องจากสาเหตุอื่นรวมอยู่ด้วย



3) การหาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและปริมาณน้ำหลากกับเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของพื้นที่ที่ไม่ใช่ป่าไม้ (%NFA) เช่นเดียวกับที่มีการศึกษาในกลุ่มน้ำเพชรบุรี (ศรีเลิศ 2545) สามารถสรุปได้ว่าปริมาณการไหลสูงสุดที่คาบการเกิดต่างๆเพิ่มขึ้นตามพื้นที่ป่าไม้ที่ลดลง เพียงแต่ไม่สามารถอธิบายถึงความสัมพันธ์ดังกล่าวได้อย่างชัดเจน จึงสามารถสรุปได้ว่าปริมาณการไหลสูงสุดที่คาบการเกิดต่างๆเพิ่มขึ้นตามพื้นที่ป่าไม้ที่ลดลง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของการใช้ที่ดินซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงไม่มาก อีกทั้งค่าพื้นที่ป่าไม้ที่ลดลงอยู่ในช่วง 20-23.5 เปอร์เซ็นต์ จึงยังไม่สามารถอธิบายถึงลักษณะการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำหลากในแต่ละคาบการเกิดได้ครอบคลุมเหมือนในกลุ่มน้ำเพชรบุรี (มีการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ 14-61 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงระหว่างปี 2516-2534 )

### 6.1.6 การวิเคราะห์ฝนช่วงสั้น ฝนรายปีและน้ำท่ารายปี

การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงฝนจะใช้ ฝนที่สถานี 07013 บริเวณ อ.เมือง และ สถานี 07132 บริเวณ อ.เขียงดาว เนื่องจากสถานีทั้งสองอยู่ใกล้เคียงกับสถานี P.1 และ P.20 ซึ่งมีการบันทึกข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำ อีกทั้งยังพิจารณาเพิ่มเติมถึงฝนเฉลี่ยเชิงพื้นที่ในพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน ด้วยวิธี Thiessen Polygon จำนวน 5 สถานี ได้แก่ สถานี 07132 อ.เมือง, สถานี 07132 อ.เขียงดาว สถานี 07062 อ.แมริม , สถานี 07112 อ.แม่แตง และสถานี 07122 อ.พร้าว

1) การวิเคราะห์ค่าพื้นฐานทางสถิติของฝนช่วงสั้น 1-3 วัน การเปรียบเทียบค่าพื้นฐานทางสถิติของฝนช่วงสั้นสะสมสูงสุด 1-3 วัน ช่วงก่อนและหลังปี 2528 ของฝนที่สถานีต่างๆพบว่า ที่สถานี 07013 ค่าเฉลี่ยของฝน 1-3 วัน ช่วงหลังปี 2528 มีค่าเพิ่มขึ้น 11.7, 7.7 และ 5.6 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ที่สถานี 07132 ค่าเฉลี่ยของฝน 1-3 วัน ช่วงหลังปี 2528 มีค่าลดลง -12.1, -14.1 และ -12.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อปริมาณฝนเฉลี่ยเชิงพื้นที่ ค่าเฉลี่ยของฝนเฉลี่ยช่วงสั้นสะสมสูงสุด 1-3 วัน ของช่วงหลังปี 2528 มีค่าลดลง -7.9, -8.5 และ -9.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

2) การวิเคราะห์ความถี่และแนวโน้มของฝนช่วงสั้น 1-3 วัน

การวิเคราะห์ความถี่ของฝนช่วงสั้น ช่วงก่อนและหลังปี 2528 ซึ่งคำนวณโดยวิธี Gumbel ของฝนสถานีต่างๆ สรุปได้ดังนี้ ที่สถานี 07013 ปริมาณฝนช่วงสั้น 1-3 วัน ช่วงหลังปี 2528 มีค่ามากกว่าทุกคาบการเกิด โดยที่ความแตกต่างจะมีค่าลดลงเมื่อคาบการเกิดและจำนวนวันมากขึ้นที่สถานี 07132 พบว่าปริมาณฝนช่วงสั้น 1-3 วันช่วงหลังปี 2528 ที่คาบการเกิด 2 ถึง 25 ปี มีค่าลดลง -0.4 ถึง -15.4 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่คาบการเกิด 50 ถึง 100 ปี มีค่าเพิ่มขึ้น 0.1 ถึง 4.6 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาฝนเฉลี่ยเชิงพื้นที่ พบว่าปริมาณฝนช่วงสั้น 1-3 วันช่วงหลังปี 2528 ที่คาบการเกิด 2 ถึง 25 ปี มีค่าลดลง -0.4 ถึง -10.1 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่คาบการเกิด 50 ถึง 100 ปี มีค่าเพิ่มขึ้น 1 ถึง 5.7 เปอร์เซ็นต์

การวิเคราะห์แนวโน้มของฝนช่วงสั้น 1-3 วัน เปรียบเทียบกับแนวโน้มของน้ำหลากสูงสุด แนวโน้มของปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่สถานี P.20 ในช่วงปี 2522-2551 เพิ่มขึ้น 3.2 ลูกบาศก์เมตร/วินาที/ปี โดยที่ฝนช่วงสั้น 1 และ 2 วัน มีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยประมาณ 0.22 และ 0.19 มิลลิเมตร/ปี ส่วนปริมาณฝนช่วงสั้น 3 วัน มีค่าลดลง -0.015 มิลลิเมตร/ปี เมื่อพิจารณาแนวโน้มของปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่สถานี P.1 เปรียบเทียบกับแนวโน้มฝนสถานี 07013 และปริมาณฝนเฉลี่ยเชิงพื้นที่ เห็นได้ว่าแนวโน้มของปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่สถานี P.1 ในช่วงปี 2528-2551 เพิ่มขึ้น 4.9 ลูกบาศก์เมตร/วินาที/ปี โดยที่ฝนช่วงสั้น 1-2 วัน แทบไม่เปลี่ยนแปลง (เพิ่มขึ้นเล็กน้อยประมาณ 0.54 และ 0.82 มิลลิเมตร/ปี) ส่วนฝนช่วงสั้น 3 วัน มีค่าลดลง -0.59 มิลลิเมตร/ปี เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณฝนเฉลี่ยเชิงพื้นที่ ก็เป็นไปในลักษณะเดียวกันคือแทบจะไม่มี การเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนช่วงสั้น 1-3 วัน โดยที่ปริมาณฝนช่วงสั้น 1-3 วัน มีค่าลดลงเล็กน้อยประมาณ -0.04, -0.13 และ -0.28 มิลลิเมตร/ปี ซึ่งเป็นข้อสนับสนุนเพิ่มเติมในเรื่องการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำหลากสูงสุด โดยที่ปริมาณฝนช่วงสั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลง

3) การวิเคราะห์ฝนรายปีและน้ำท่ารายปี พิจารณาเปรียบเทียบฝนรายปีที่สถานี 07132 อ.เชียงดาว และปริมาณน้ำท่ารายปีสถานี P.20 ซึ่งอยู่บริเวณใกล้เคียงกันพบว่าปริมาณน้ำท่ารายปีที่สถานี P.20 ช่วงปี 2522-2551 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นประมาณ 3.39 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี ส่วนฝนรายปีที่สถานี 07132 ในปี 2495-2551 มีแนวโน้มลดลงประมาณ -2.4 มิลลิเมตร/ปี เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบฝนรายปีที่สถานี 07013 อ.เมือง กับปริมาณน้ำท่ารายปีสถานี P.1 และฝนรายปีเฉลี่ยเชิงพื้นที่ พบว่าแนวโน้มของปริมาณน้ำท่ารายปีเพิ่มขึ้นประมาณ 22.35 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี โดยที่แนวโน้มของฝนรายปีที่สถานี 07013 เพิ่มขึ้น 0.04 มิลลิเมตร/ปี และฝนรายปีเฉลี่ยเชิงพื้นที่ลดลง -2.87 มิลลิเมตร/ปี เมื่อพิจารณาภาพโดยรวมจะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำท่ารายปี ที่สถานี P.20 และสถานี P.1 มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น โดยที่ปริมาณฝนรายปีที่สถานี 07132, 07013 และฝนเฉลี่ย 5 สถานี ซึ่งอยู่ในตำแหน่งต่างๆ ทั่วพื้นที่ลุ่มน้ำปิงตอนบน แทบจะไม่มี การเปลี่ยนแปลง ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่เพิ่มขึ้น โดยที่ปริมาณฝนช่วงสั้นไม่เปลี่ยนแปลง

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบต่างดั่งที่กล่าวข้างต้น อาจสรุปได้ว่าปริมาณน้ำหลากสูงสุด และปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำปิงตอนบน จนถึงสถานี P.1 มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น โดยที่ปริมาณฝนช่วงสั้น 1-3 วัน รวมทั้งฝนรายปี ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ และการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่คาบการเกิดต่างๆยังสัมพันธ์กับการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ ซึ่งสาเหตุดังกล่าวน่าจะมีส่วนทำให้ปริมาณน้ำหลากสูงสุดและปริมาณน้ำท่ารายปีเพิ่มมากขึ้น แม้ว่าปริมาณฝนไม่เปลี่ยนแปลง

## 6.2 ข้อเสนอแนะ

1) ปัญหาข้อมูลทางด้านอุตุ-อุทกวิทยา นับได้ว่าเป็นปัญหาสำคัญในแง่การศึกษา/วิจัยทางด้านวิศวกรรมแหล่งน้ำ ไม่ว่าจะเป็นในแง่ของความถูกต้อง ความน่าเชื่อถือของข้อมูล ซึ่งจำเป็นจะต้องมีการตรวจสอบ ปรับปรุงเพื่อให้สามารถนำไปใช้งานได้ หรือในแง่ของความเพียงพอของข้อมูล ทั้งการกระจายของตำแหน่งสถานีตรวจวัดข้อมูล รวมทั้งความเหมาะสมของตำแหน่งที่ตั้งของสถานีวัดข้อมูลด้วย โดยทั่วไปที่ตั้งของสถานีวัดระดับ-ปริมาณน้ำ จะตั้งอยู่บริเวณที่หน้าตลิ่งน้ำมั่นคงแข็งแรง แทบจะไม่มีเปลี่ยนแปลง หรือมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก เมื่อหน้าตลิ่งน้ำช่วงนั้นมีการเปลี่ยนแปลงมาก ย่อมส่งผลกระทบต่อกราฟความสัมพันธ์ของระดับน้ำกับอัตราการไหล ซึ่งจะทำให้ข้อมูลของอัตราการไหลที่สถานีซึ่งคำนวณจากกราฟความสัมพันธ์ดังกล่าว มีความคลาดเคลื่อนด้วย ดังนั้นควรที่จะต้องมีการทบทวนถึงความเหมาะสมของตำแหน่งที่ตั้งสถานีต่างๆ และทำการปรับปรุง/แก้ไขเพื่อที่จะได้ข้อมูลที่มีคุณภาพและเหมาะสมสำหรับการใช้งาน

2) ในการศึกษาที่พิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพลำน้ำในช่วงสถานี P.67 ถึง สถานี P.1 เท่านั้น เนื่องจากข้อจำกัดของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา ซึ่งสถานีที่มีการสำรวจระดับน้ำและอัตราการไหลหลังจากสถานี P.1 ที่อยู่ในแม่น้ำปิงคือสถานี P.73 ซึ่งอยู่ห่างไปประมาณ 86 กิโลเมตร ซึ่งเมื่อระยะทางของลำน้ำเพิ่มขึ้น จะยิ่งทำให้ความคลาดเคลื่อนจากการประมาณการไหลเข้าทางด้านข้างระหว่างช่วงสถานีเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน ซึ่งอาจจะมีการพิจารณาใช้แบบจำลองน้ำฝน/น้ำท่าในการประมาณการไหลเข้าด้านข้าง เพียงแต่ต้องระวังในเรื่องของข้อมูลที่จะใช้ในการเปรียบเทียบ/สอบทานแบบจำลอง เนื่องจากสถานีวัดน้ำท่าในลุ่มน้ำย่อยที่มีอยู่จำกัด ซึ่งจะทำให้ผลลัพธ์ที่ได้มีความคลาดเคลื่อนมากขึ้น ( ส่วนที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากมีการใช้แบบจำลองน้ำฝน/น้ำท่า ซึ่งจะทำให้เพิ่มความคลาดเคลื่อนจากเดิม ที่มีเฉพาะแบบจำลองสภาพลำน้ำเพียงอย่างเดียว )

3) ในการศึกษาใช้แบบจำลอง HEC-RAS รุ่น 4.0 เป็นแบบจำลองทางน้ำใน 1 มิติ ซึ่งมีข้อจำกัดในการใช้งานบางประการ เช่น การประเมินการไหลเข้าทางด้านข้าง การปรับค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อจำกัดจากเทคนิคในการคำนวณของแบบจำลองเอง ในกรณีที่น้ำล้นตลิ่งลงสู่ที่ราบน้ำท่วมถึง ซึ่งพฤติกรรมการไหลจะไม่เป็นแบบ 1 มิติอีกต่อไป จึงสามารถคำนวณได้แค่ระดับน้ำท่วมสูงสุดเท่านั้น แต่ไม่สามารถประเมินขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมได้ ดังนั้นหากมีความเป็นไปได้ในเรื่องของข้อมูลสภาพภูมิประเทศหรือข้อมูลระดับความสูงเชิงเลข (digital elevation model ; DEM ) ที่มีความละเอียดสูงและข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในขณะที่เกิดเหตุการณ์น้ำท่วม ควรที่จะมีการศึกษาโดยใช้แบบจำลองอื่นๆ เช่น แบบจำลองทางน้ำใน 2 มิติ และ 3 มิติ โดยใช้รูปแบบและแนวทางวิเคราะห์จากในการศึกษาคั้งนี้

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

คณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, สำนักงาน. งานศึกษาข้อมูลและศักยภาพการพัฒนาลุ่มน้ำแม่ป่าปิง . 2537

ชลประทาน, กรม. โครงการบรรเทาอุทกภัยและการขาดแคลนน้ำบริเวณลุ่มน้ำปิงตอนบน. กรุงเทพมหานคร ,2540.

ชลประทาน, กรม. การศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำท่วม กรณีการระบายน้ำออกจากพื้นที่น้ำท่วมให้เร็วขึ้นและมากขึ้น ในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่. สำนักชลประทานที่1 ,2550.

ชลประทาน, กรม. โครงการสำรวจจัดทำรูปตัดขวางและยาวของลำน้ำปิงเพื่อการเตือนภัยน้ำท่วมตัวเมืองเชียงใหม่. สำนักชลประทานที่1 ,2550.

ทรัพยากรน้ำ, กรม. โครงการจัดทำแผนรวม (Integrated Plan) การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำปิง. กรุงเทพมหานคร, 2546

ประดิษฐ์ เจียรกุลประเสริฐ. ผลกระทบของสะพานและฝายต่อระดับน้ำท่วมในลำน้ำปิง ผ่านเมืองเชียงใหม่ .วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ คณะวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2551.

รัฐพันธุ์ ธิระมนัส. ประสิทธิภาพการบรรเทาอุทกภัยของอ่างเก็บน้ำแก่งเสือเต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ วิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

ศรีเลิศ โชติพันธ์รัตน์. ผลการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อน้ำหลากในลุ่มน้ำเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ วิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

สรวิชัย ไสภณพัฒนกุล. การเปลี่ยนแปลงสภาพอุทกวิทยาและการใช้ที่ดินและผลกระทบที่มีต่อโครงการอ่างเก็บน้ำในลุ่มน้ำปิงตอนบน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี, 2551.

สุดารัตน์ คำปลิว. ขนาดและความถี่ของน้ำหลากในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ วิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

อินทิรา เสวตประวิชกุล. สภาพการเกิดน้ำหลากในลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนล่าง . วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ วิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.



## ภาษาอังกฤษ

- Chow V. T. Open-Channel Hydraulics. Singapore : McGraw-Hill Book Company, 1959.
- Chow V. T. Applied Hydrology. Singapore : McGraw-Hill Book Company, 1988.
- Fan P. et al. Case Study : Influence of Morphological Changes on Flooding in Jingjiang River. Journal of Hydraulics Engineering ASCE, (2008).
- Henderson F.M. Open-Channel Hydraulics. Singapore : McGraw-Hill Book Company, 1966
- Hsu M.H. et al. Flood Routing with Real-Time Stage Correction Method for Flood Forecasting in the Tanshui River, Taiwan. Journal of Hydrology, Vol. 283, (2003).
- Knight D.W. Floods: Hydrological, Sedimentological and Geomorphological Implications. Hydraulics of Flood Channels : John Wiley & Sons Ltd , 1989
- Knebl M.R., Yang Z . L., Hutchison K., Maidment D.R . Regional Scale Flood Modeling Using NEXRAD Rainfall, GIS and HEC-HMS/RAS: a case study for the San Antonio River Basin Summer 2002 storm event. Journal of Environmental Management, 2005.
- Methods H. et.al. Floodplain Modeling using HEC-RAS .USA : Haestad Press, 2003.
- Monadjemi P. General Formulation of Best Hydraulic Channel Section . Journal of Irrigation and Drainage Engineering ASCE, Vol. 120, (1994).
- Pappenberger F. et al. Uncertainty in the Calibration of Effective Roughness Parameters in HEC-RAS Using Inundation and Downstream Level Observations. Journal of Hydrology, Vol. 302, (2005).
- Petersen M.S. River Engineering. Eaglewood Cliffs N.J : Prentice-Hall, 1986.
- Singh V.P. Elementary Hydrology. New Jersey : Prentice-Hill, 1992.
- Stover S.C. and Montgomery D.R. Channel Change and Flooding ,Skokomish River, Washington. Journal of Hydrology, (2001).
- Tingsanchali T. and Karim M.F. Flood Hazard and Risk Analysis in the Southwest Region of Bangladesh. Hydrological Process, ASCE, March, (2005).
- Tingsanchali T. and Nguyen S.H. Development of Flood Simulation and Inundation Model for Vu Gia-Thu Bon River Basin, Central Vietnam. APHW Conference, (2006).



U.S. Army Corps of Engineers, Institute. River Hydraulics(Technical Engineering and Design Guides as adapted from the U.S. Army Corps of Engineers, No. 18). New York: ASCE Press ,1996

U.S. Army Corps of Engineers, Institute. HEC-RAS River Analysis System. User's Manual, 2002.



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก การเปลี่ยนแปลงสถานการณ์วิทยาของแม่น้ำปิง



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-1 คุณสมบัติพื้นฐานของหน้าตัดลำน้ำปิงช่วงสถานี P.67 ถึง สถานี P.1 ในปี 2540

Section 2540										
Distance (m.)	Mean Bed	Min.Bed	Right Bank	Left Bank	Minimum	Top Width (m.)	Depth			
	Elevation (m.msl)	Elevation (m.msl)	Elevation (m.msl)	Elevation (m.msl)	LB&RB (m.msl)		Mean (m.)	Min (m.)	T/D <sub>Mean</sub>	T/D <sub>Min</sub>
0	317	316	323	322	322	80	4	5	19	15
100	318.2	317.9	321.7	320.1	320.1	86.0	1.9	2.2	45.0	39.1
600	317.3	316.6	321.2	321.4	321.2	120.0	3.9	4.6	30.7	26.2
1100	317.6	316.7	321.6	321.0	321.0	132.0	3.4	4.3	39.1	30.7
1600	316.7	316.1	317.3	321.0	317.3	70.0	0.5	1.1	137.3	61.4
2100	316.9	316.4	319.3	320.9	319.3	120.0	2.4	3.0	49.2	40.1
2600	315.9	316.4	319.3	320.9	319.3	90.0	3.5	3.0	26.0	30.1
3100	316.2	316.6	319.8	319.7	319.7	90.0	3.5	3.1	25.6	29.1
3600	315.2	314.9	318.3	319.5	318.3	63.6	3.1	3.4	20.6	18.9
4100	314.5	313.7	318.1	319.7	318.1	122.0	3.6	4.4	34.0	27.7
4600	314.5	314.3	320.5	319.6	319.6	100.0	5.1	5.3	19.7	19.0
5100	314.5	314.0	319.4	318.6	318.6	150.0	4.0	4.6	37.3	32.9
5600	313.7	313.0	316.3	318.8	316.3	82.0	2.6	3.3	31.5	25.2
6100	313.4	313.2	317.2	317.0	317.0	80.0	3.6	3.8	22.4	21.2
6600	312.9	312.4	318.7	316.3	316.3	80.0	3.4	3.9	23.7	20.7
7100	312.9	312.9	317.3	318.7	317.3	80.0	4.4	4.4	18.2	18.3
7600	312.1	311.6	317.0	318.5	317.0	80.0	4.9	5.4	16.3	14.8
8100	312.2	311.8	316.8	318.2	316.8	90.0	4.6	5.1	19.7	17.8
8600	311.5	310.4	316.4	314.0	314.0	96.0	2.5	3.6	38.9	26.8
9100	311.2	309.6	314.5	317.4	314.5	70.0	3.3	5.0	21.2	14.1
9600	310.1	309.7	317.1	316.9	316.9	80.0	6.9	7.3	11.7	11.0
10100	310.4	309.9	315.8	316.0	315.8	76.0	5.3	5.8	14.3	13.0
10600	309.8	309.0	315.6	316.4	315.6	80.0	5.7	6.6	13.9	12.2
11100	309.5	309.0	315.5	316.0	315.5	84.0	6.0	6.5	14.1	12.9
11600	309.0	308.0	316.0	313.6	313.6	92.0	4.7	5.6	19.8	16.4
12100	308.3	308.1	314.8	315.7	314.8	60.0	6.5	6.7	9.2	9.0
12600	307.4	306.0	313.6	315.8	313.6	90.0	6.2	7.6	14.6	11.8
13100	308.4	307.6	313.8	312.8	312.8	90.0	4.5	5.3	20.1	17.0
13600	307.3	306.7	315.7	313.3	313.3	66.0	6.0	6.6	11.0	10.0
14100	308.3	307.2	313.3	314.2	313.3	110.0	5.1	6.1	21.8	17.9
14600	306.2	305.8	311.6	313.7	311.6	74.0	5.4	5.9	13.7	12.6
15100	307.6	306.4	313.7	314.1	313.7	150.0	6.0	7.3	24.8	20.7
15600	305.4	304.6	311.1	311.2	311.1	112.0	5.7	6.5	19.8	17.3
16100	307.0	306.0	311.9	310.8	310.8	146.0	3.8	4.8	38.4	30.5
16600	306.3	304.8	308.4	311.4	308.4	55.0	2.1	3.6	25.8	15.2
17100	306.2	304.7	309.7	311.2	309.7	100.0	3.5	5.0	28.3	20.1
17600	305.3	303.3	309.8	313.7	309.8	70.0	4.5	6.6	15.5	10.7
18100	305.9	304.6	311.4	309.8	309.8	100.0	3.9	5.2	25.8	19.1
18600	304.6	303.7	309.4	309.8	309.4	80.0	4.8	5.7	16.7	14.1

ตารางที่ ก-1 (ต่อ) คุณสมบัติพื้นฐานของหน้าตัดลำน้ำปิงช่วงสถานี P.67 ถึงสถานี P.1 ในปี 2540

Section 2540 (ต่อ)										
Distance (m.)	Mean Bed	Min.Bed	Right Bank	Left Bank	Minimum	Top Width (m.)	Depth			
	Elevation (m.msl)	Elevation (m.msl)	Elevation (m.msl)	Elevation (m.msl)	LB&RB (m.msl)		Mean (m.)	Min (m.)	T/D <sub>Mean</sub>	T/D <sub>Min</sub>
19100	305.6	304.0	309.5	309.5	309.5	104.0	3.9	5.5	26.5	18.8
19600	303.0	302.1	307.2	308.2	307.2	46.0	4.3	5.2	10.8	8.9
20100	304.5	303.4	308.0	311.2	308.0	90.0	3.5	4.6	25.7	19.6
20600	302.6	302.2	307.0	309.9	307.0	56.0	4.4	4.8	12.9	11.7
21100	303.6	302.2	307.6	309.9	307.6	120.0	4.1	5.5	29.3	22.0
21600	301.4	297.5	306.5	309.7	306.5	70.0	5.2	9.0	13.5	7.8
22100	302.7	302.0	307.3	306.4	306.4	70.0	3.7	4.4	18.9	16.0
22600	302.5	301.8	305.1	308.9	305.1	70.0	2.6	3.3	27.3	21.2
23100	302.0	301.5	307.6	310.2	307.6	90.0	5.6	6.1	16.2	14.8
23600	301.5	300.4	309.7	304.4	304.4	40.0	2.9	4.0	13.8	10.1
24100	301.5	300.6	304.9	305.7	304.9	68.0	3.3	4.3	20.4	15.8
24600	301.3	300.6	306.7	304.9	304.9	66.0	3.6	4.3	18.2	15.4
25100	300.7	299.8	308.7	307.5	307.5	55.0	6.8	7.6	8.1	7.2
25600	301.2	300.5	305.1	305.5	305.1	70.0	3.8	4.6	18.4	15.4
26100	301.1	299.6	308.2	306.7	306.7	100.0	5.6	7.1	17.9	14.1
26600	301.8	299.9	308.0	307.7	307.7	100.0	6.0	7.9	16.7	12.7
27100	301.3	299.7	307.0	304.5	304.5	108.0	3.3	4.8	32.9	22.5
27600	300.0	297.5	306.1	307.1	306.1	60.0	6.1	8.6	9.8	7.0
28100	300.2	299.4	305.7	305.4	305.4	56.0	5.1	6.0	11.0	9.4
28600	299.8	298.5	306.6	303.7	303.7	64.0	3.8	5.2	16.8	12.4
29100	300.1	298.1	304.5	304.4	304.4	70.0	4.3	6.3	16.2	11.1
29600	300.2	299.6	305.6	303.9	303.9	90.0	3.8	4.3	23.9	20.8
30100	300.7	300.0	306.0	303.8	303.8	100.0	3.1	3.8	32.5	26.3
30600	300.8	299.9	303.8	305.0	303.8	90.0	3.1	4.0	29.2	22.7
31100	300.4	299.8	304.7	304.5	304.5	100.0	4.1	4.7	24.3	21.3
31600	300.3	299.4	305.4	304.0	304.0	90.0	3.7	4.6	24.3	19.5
32100	300.2	299.3	305.4	303.9	303.9	80.0	3.6	4.6	21.9	17.4
32600	300.5	299.9	304.4	304.7	304.4	126.0	4.0	4.6	31.7	27.7
32700	300.0	300.0	306.7	306.8	306.7	96.0	6.7	6.8	14.3	14.2
max_NV	318.2	317.9	323.3	321.5	321.5	150.0	6.9	7.6	137.3	61.4
min_NV	302.6	302.1	307.0	308.2	307.0	46.0	0.5	1.1	9.2	8.9
Avg_NV	310.5	309.8	315.2	315.8	314.7	90.5	4.2	5.0	25.8	20.449
max_V	303.6	302.2	309.7	310.2	307.7	126.0	6.8	9.0	32.9	27.692
min_V	299.8	297.5	303.8	303.7	303.7	40.0	2.6	3.3	8.1	6.9849
Avg_V	301.0	299.9	306.3	306.0	305.3	82.0	4.3	5.4	20.3	16.182

# หมายเหตุ NV = out of vicinity (ช่วงพื้นที่นอกเมือง) , V = in vicinity (ช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่)

หมายเหตุ : ความยาวของลำน้ำในปี 2540 มากกว่าปี 2550 ประมาณ 872 เมตร เนื่องจากลำน้ำในปี 2550 มีช่องลัดทางน้ำ (River Cutoff) ประมาณช่วงตำแหน่ง 15903 -16878 เมตรจากสถานี P.67



ตารางที่ ก-2 คุณสมบัติพื้นฐานของหน้าตัดลำน้ำปิงช่วงสถานี P.67 ถึง สถานี P.1 ในปี 2550

Section 2550										
Distance (m.)	Mean Bed	Min.Bed	Right Bank	Left Bank	Minimum	Top Width (m.)	Depth			
	Elevation (m.msl)	Elevation (m.msl)	Elevation (m.msl)	Elevation (m.msl)	LB&RB (m.msl)		Mean (m.)	Min (m.)	T/DMean	T/DMin
0	317	316	326	326	326	100	9	10	11	10
226	316.7	315.1	321.4	321.5	321.4	82.0	4.7	6.3	17.6	13.1
613	315.6	315.1	318.4	322.1	318.4	140.0	2.8	3.3	50.4	42.7
1042	316.0	314.6	320.3	321.3	320.3	130.0	4.3	5.7	30.0	22.7
1803	315.4	313.4	317.4	319.9	317.4	84.0	2.0	4.0	41.4	21.0
2003	314.9	314.1	321.4	319.9	319.9	192.0	5.0	5.8	38.4	33.0
2750	315.3	313.2	317.0	316.5	316.5	66.0	1.2	3.3	53.7	19.9
3360	313.9	313.2	317.2	319.9	317.2	110.0	3.3	4.0	33.8	27.5
3739	313.2	312.9	320.2	319.1	319.1	104.0	5.9	6.2	17.5	16.7
4100	313.3	312.7	320.3	319.6	319.6	105.0	6.3	6.9	16.7	15.2
4283	312.7	312.5	319.9	319.3	319.3	101.0	6.5	6.8	15.5	14.9
4939	312.9	312.1	317.4	318.7	317.4	110.0	4.5	5.3	24.5	20.7
5167	312.2	311.9	319.4	319.7	319.4	125.0	7.2	7.5	17.4	16.7
5530	312.1	311.9	321.0	319.0	319.0	117.0	6.9	7.2	16.9	16.3
5933	311.7	311.4	317.1	318.8	317.1	66.0	5.4	5.7	12.2	11.6
6561	311.2	311.0	317.8	318.6	317.8	61.0	6.7	6.8	9.2	8.9
6966	311.1	310.8	318.4	318.2	318.2	95.0	7.1	7.4	13.5	12.8
7761	310.7	310.4	318.2	317.8	317.8	96.0	7.1	7.4	13.4	12.9
8125	310.2	309.9	318.0	314.6	314.6	83.0	4.4	4.6	19.0	17.8
8774	309.6	309.4	316.1	316.7	316.1	70.0	6.5	6.7	10.8	10.5
9321	309.6	309.0	317.0	316.0	316.0	93.0	6.3	6.9	14.7	13.4
9553	309.4	308.2	317.0	315.9	315.9	102.0	6.4	7.7	15.8	13.2
10108	308.4	308.0	316.1	315.3	315.3	80.0	6.9	7.3	11.7	11.0
10323	308.9	308.4	315.8	316.0	315.8	80.0	6.8	7.3	11.7	10.9
11277	308.3	307.4	315.4	313.5	313.5	74.0	5.2	6.1	14.2	12.1
11901	307.0	306.4	315.3	311.6	311.6	85.0	4.7	5.2	18.3	16.2
12471	306.9	306.6	314.8	316.2	314.8	90.0	7.9	8.3	11.3	10.9
13231	307.2	306.8	313.0	314.5	313.0	102.0	5.8	6.2	17.7	16.5
13848	306.0	305.2	314.8	314.2	314.2	96.0	8.2	9.0	11.7	10.7
14418	306.0	305.0	313.4	313.9	313.4	177.0	7.4	8.4	23.8	21.1
14713	305.3	304.7	310.2	313.6	310.2	64.0	4.9	5.5	13.2	11.7
15119	305.2	304.6	314.1	313.7	313.7	116.0	8.5	9.1	13.7	12.7
15903	303.4	301.2	312.9	314.5	312.9	154.0	9.5	11.8	16.2	13.1
16032	304.4	302.5	313.2	313.2	313.2	162.0	8.8	10.6	18.5	15.2
16413	304.7	303.5	311.6	311.3	311.3	110.0	6.6	7.8	16.6	14.1
16681	304.3	302.6	310.2	311.8	310.2	86.0	5.9	7.6	14.5	11.3
16878	304.3	300.9	310.3	314.0	310.3	76.0	6.0	9.4	12.7	8.1
17567	304.0	303.2	310.5	309.3	309.3	70.0	5.2	6.0	13.4	11.6
17681	303.3	302.5	308.5	309.9	308.5	72.0	5.2	6.0	13.9	11.9

ตารางที่ ก-2 (ต่อ) คุณสมบัติพื้นฐานของหน้าตัดลำน้ำปิงช่วงสถานี P.67 ถึงสถานี P.1 ในปี 2550

Section 2550 (ต่อ)

Distance (m.)	Mean Bed	Min.Bed	Right Bank	Left Bank	Minimum		Depth			
	Elevation (m.msl)	Elevation (m.msl)	Elevation (m.msl)	Elevation (m.msl)	LB&RB (m.msl)	Top Width (m.)	Mean (m.)	Min (m.)	T/DMean	T/DMin
18161	302.6	302.5	311.6	308.3	308.3	75.0	5.7	5.9	13.2	12.8
18676	303.2	302.1	308.2	308.6	308.2	104.0	5.0	6.0	20.8	17.2
19379	302.4	302.1	308.7	311.2	308.7	82.0	6.3	6.7	12.9	12.3
19670	302.5	302.1	307.5	312.1	307.5	70.0	4.9	5.4	14.3	13.0
20236	302.8	301.4	309.5	305.2	305.2	120.0	2.5	3.8	48.4	31.4
20832	302.3	301.6	308.6	306.5	306.5	110.0	4.3	5.0	25.6	22.0
21622	302.4	300.5	306.6	306.9	306.6	83.0	4.2	6.1	19.7	13.5
21719	301.8	300.9	308.1	307.0	307.0	70.0	5.2	6.1	13.5	11.6
22586	301.3	300.8	308.3	308.3	308.3	90.0	7.0	7.5	12.9	11.9
23049	301.0	299.9	309.3	307.0	307.0	84.0	6.0	7.1	14.1	11.8
23454	299.0	297.0	307.7	306.0	306.0	102.0	7.0	9.0	14.5	11.3
24032	300.8	299.5	307.4	308.2	307.4	84.0	6.6	7.9	12.7	10.7
24513	300.7	299.2	309.5	307.6	307.6	70.0	6.9	8.4	10.1	8.4
24913	299.8	298.6	307.5	308.4	307.5	73.0	7.7	8.9	9.5	8.2
25326	301.2	300.4	308.0	304.5	304.5	92.0	3.3	4.1	28.0	22.7
25826	300.9	299.0	304.8	304.0	304.0	68.0	3.1	5.0	21.9	13.7
26326	300.7	299.3	307.3	306.5	306.5	82.0	5.8	7.2	14.1	11.4
26826	299.0	297.8	306.5	307.2	306.5	72.0	7.5	8.7	9.6	8.3
27476	298.5	296.7	305.5	305.8	305.5	56.0	7.0	8.8	8.0	6.4
27776	300.6	300.0	305.6	305.1	305.1	76.0	4.5	5.1	16.9	14.9
28076	300.1	299.1	305.5	304.9	304.9	70.0	4.9	5.9	14.4	11.9
28776	300.5	299.6	306.1	303.1	303.1	84.0	2.6	3.5	32.4	24.0
29376	300.6	299.9	303.1	303.6	303.1	88.0	2.5	3.2	34.8	27.2
29826	300.6	300.2	305.1	303.3	303.3	100.0	2.6	3.1	37.9	32.3
30126	300.5	300.1	305.3	303.6	303.6	98.0	3.1	3.5	32.1	28.3
30726	300.2	299.0	305.7	303.9	303.9	91.0	3.7	4.8	24.8	18.9
31126	300.3	299.7	304.0	304.1	304.0	82.0	3.6	4.3	22.6	19.1
31726	300.5	299.9	304.4	305.0	304.4	127.0	3.8	4.4	33.2	28.5
31828	299.9	300.0	306.7	306.8	306.7	94.0	6.8	6.8	13.7	13.9
max_NV	316.7	315.7	326.2	326.1	326.1	192.0	9.5	11.8	53.7	42.7
min_NV	302.4	300.9	307.5	308.3	307.5	61.0	1.2	3.3	9.2	8.1
Avg_NV	309.1	308.3	315.7	315.9	315.1	99.0	5.9	6.8	18.8	15.486
max_V	302.8	301.6	309.5	308.4	308.3	127.0	7.7	9.0	48.4	32.258
min_V	298.5	296.7	303.1	303.1	303.1	56.0	2.5	3.1	8.0	6.3781
Avg_V	300.6	299.6	306.6	305.7	305.5	86.6	4.9	5.9	21.0	16.89

#หมายเหตุ NV = out of vicinity (ช่วงพื้นที่นอกเมือง) , V = in vicinity (ช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่)

ตารางที่ ก-3 เปรียบเทียบค่าความคดเคี้ยวและสัดส่วนของความโค้งต่อความกว้าง ของแม่น้ำปิง  
ในปี 2540 และ 2550

Stations		2540		2550		% Difference	
Start	End	Sinosity	Meander Width Ratio	Sinosity	Meander Width Ratio	Sinosity	MW
4283	5167	1.3	4.0	2.9	3.8	55.4	-4.4
10692	13443	1.3	5.7	1.8	5.7	29.5	-0.5
13028	13848	1.2	3.3	1.1	3.6	-1.8	8.3
15903	16878	2.6	6.1	-	-	-	-
19173	21820	1.3	4.7	1.4	4.2	8.1	-12.9
21820	24032	1.4	4.7	1.3	3.9	-1.5	-19.6
26276	27876	1.2	5.6	1.2	4.4	-5.2	-28.2
29926	31276	1.3	5.3	1.2	3.5	-3.3	-52.7
Max		2.6	6.1	2.9	5.7	55.4	8.3
Min		1.2	3.3	1.1	3.5	-5.2	-52.7
Average		1.5	4.9	1.7	4.3	14.6	-17.2

ระยะทางอ้างอิงจากจุดข้อมูลปี 2550

$$\% \text{ Difference} = ((2550-2540)/2550)*100$$

ลำน้ำในปี 2550 มีช่องลัดทางน้ำ (River Cutoff) ประมาณช่วงตำแหน่ง 15903 -16878 เมตร

# หมายเหตุ : ค่าที่แสดงในตารางได้จากการวัดในแผนที่รูปลักษณะลำน้ำในระนาบราบ (plan form) ของกรมชลประทาน ในปี 2540 มาตรฐาน 1:10,000 และ ในปี 2550 มาตรฐาน 1:4,000

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-4 การเปลี่ยนแปลงลำน้ำของแม่น้ำปิงบริเวณพื้นที่เมืองเชียงใหม่  
(ช่วงปี 2497 ถึง 2519)

ลำดับ	บริเวณตำแหน่ง	ลักษณะการเปลี่ยนแปลงลำน้ำ
1	สะพานป่าตัน ถึงสะพานรัตนโกสินทร์ / ฝั่งขวา	เป็นตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดในช่วงปี 2497-2519 มีการการเปลี่ยนแนวการไหลและการงอกของเนินทราย ขนาดกว้างประมาณ 5 เมตร ความยาวประมาณ 900 เมตร
2	สะพานรัตนโกสินทร์ / ฝั่งซ้าย สะพานรัตนโกสินทร์ / ฝั่งซ้าย	มีการกัดเซาะของตลิ่งด้านฝั่งซ้ายของลำน้ำ ตลิ่งถูกกัดเซาะสูงสุดประมาณ 10 เมตร ตลอดความยาวประมาณ 900 เมตร
3	สะพานรัตนโกสินทร์ถึง สะพานนครพิงค์ / ฝั่งขวา	มีการงอกของหาดทรายในช่วงแรกยาวประมาณ 500 เมตร ส่วนที่งอกสูงสุดประมาณ 25 เมตร ช่วงถัดมามีการกัดเซาะของตลิ่งสูงสุดประมาณ 3 เมตร เป็นแนวยาวประมาณ 400 เมตร
4	สะพานรัตนโกสินทร์ ถึง สะพานนครพิงค์ / ฝั่งซ้าย	มีการกัดเซาะในช่วง 400 เมตรแรกหลังจากนั้น มีการงอกของหาดทราย เป็นแนวยาวประมาณ 500 เมตร
5	สะพานนครพิงค์ ถึง โรงแรมเพชรงาม / ฝั่งซ้าย	มีการงอกของหาดทราย สูงสุดประมาณ 10 เมตร เป็นแนวยาว ประมาณ 400 เมตร จากนั้น มีการกัดเซาะเล็กน้อย ช่วงก่อนถึง สะพานนวรัฐช่วงก่อนถึง สะพานนวรัฐ
6	สะพาน นครพิงค์ ถึง โรงแรม เพชรงาม/ฝั่งขวา	เกิดการกัดเซาะต่อเนื่องมาจากสะพานนครพิงค์จนถึงบริเวณตลาดวโรรส ช่วงหลังจากนั้นมีการงอกของเนินทรายสูงสุดประมาณ 30 เมตร บริเวณด้านหลังศูนย์บัญชาการการจราจรจังหวัดเชียงใหม่และมีการงอกของตลิ่งเล็กน้อย บริเวณด้านหลัง โรงแรมเพชรงามเป็นแนวยาวประมาณ 200 เมตร
7	โรงแรมเพชรงามถึงฝายพญาคำ(ท่าศาลา) / ฝั่งซ้าย	มีการงอกของตลิ่งสูงสุด ประมาณ 10 เมตร เป็นแนวยาวประมาณ 200 เมตร
8	โรงแรม เพชรงามถึงฝายพญาคำ/ฝั่งขวา	มีการกัดเซาะของตลิ่งในช่วง 200 เมตรแรกและมีการงอกของตลิ่งสูงสุดประมาณ 6 เมตรเป็นแนวยาวประมาณ 80 เมตร
9	ฝายพญาคำถึงโรงเรียนมงฟอร์ตประถม / ฝั่งซ้าย	มีการกัดเซาะของตลิ่งสูงสุดประมาณ 15 เมตร ตั้งแต่ท้ายฝายพญาคำถึงบริเวณฝั่งตรงข้ามโรงเรียนมงฟอร์ต ประถม รวมระยะทางประมาณ 500 เมตร หลังจากนั้นมีการงอกของตลิ่งเล็กน้อย
10	ฝายพญาคำ ถึง โรงเรียน มงฟอร์ตประถม / ฝั่งขวา	มีการงอกของหาดทรายสูงสุดประมาณ 100 เมตร ตลอดทั้งช่วงตั้งแต่ ฝายพญาคำจนถึงด้านหลังโรงเรียนมงฟอร์ตประถมคิดเป็นพื้นที่ ประมาณ 44 ไร่
11	โรงเรียน มงฟอร์ต ถึง ฝายหนองผึ้ง / ฝั่งซ้าย	มีการงอกของหาดทรายสูงสุดประมาณ 20 เมตร ยาวประมาณ 200 เมตร สิ้นสุดการงอก ของหาดทรายบริเวณโรงแรมเซวราตันในปัจจุบัน สำหรับช่วงหลังจากนี้ มีการกัดเซาะตลิ่ง สูงสุดประมาณ 25 เมตร ยาวประมาณ 100 เมตร จนถึง ฝายหนองผึ้ง
12	โรงเรียนมงฟอร์ต ประถม ถึง ฝายหนองผึ้ง / ฝั่งขวา	ในช่วงแรกมีการกัดเซาะของตลิ่ง สูงสุดประมาณ 5 เมตร เป็นระยะทางประมาณ 100 เมตร สลับกับการงอกของตลิ่งในบางช่วง ตั้งแต่บริเวณฝั่งตรงข้ามโรงแรมเซวราตัน จะมีการงอก
13	ฝายหนองผึ้ง ถึง สะพานป่าแดด / ฝั่งซ้าย	หลังฝายหนองผึ้งประมาณ 300 เมตร บริเวณสถานีตำรวจภูธร ภาค 5 มีการงอกของหาดทราย สูงสุดประมาณ 30 เมตร ยาวประมาณ 480 เมตร บริเวณฝั่งซ้ายของช่วงนี้ ไม่มีการกัดเซาะของตลิ่ง
14	ฝายหนองผึ้ง ถึง สะพานป่าแดด / ฝั่งขวา	ช่วงหลังสะพานป่าแดดประมาณ 60 เมตร มีการงอกของหาดทราย สูงสุดประมาณ 15 เมตร เป็นระยะทางประมาณ 200 เมตรและมีเนินทรายอกกลางลำน้ำปิง ขนาดกว้าง ประมาณ 20

ตารางที่ ก-4 (ต่อ) การเปลี่ยนแปลงลำน้ำของแม่น้ำปิงบริเวณพื้นที่เมืองเชียงใหม่  
(ช่วงปี 2519 ถึง 2543)

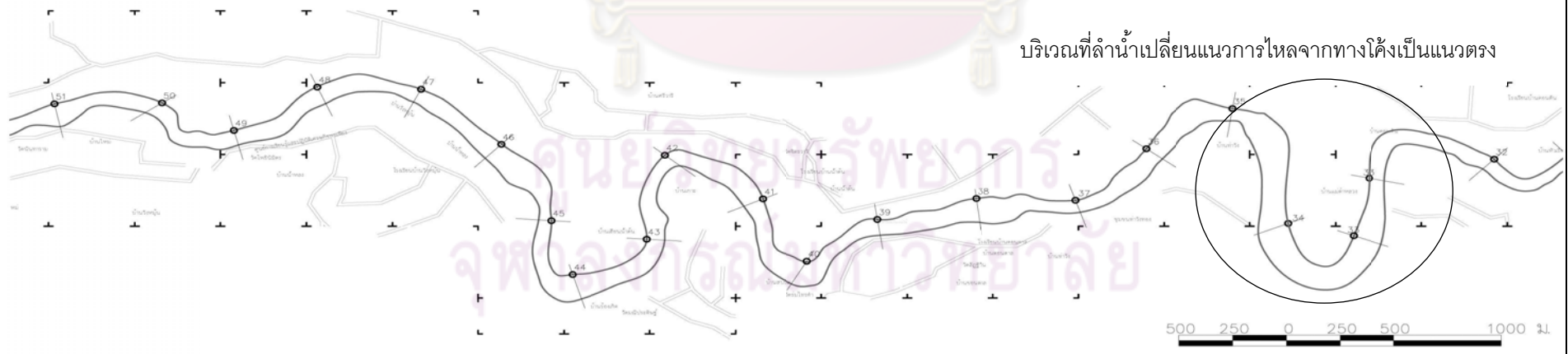
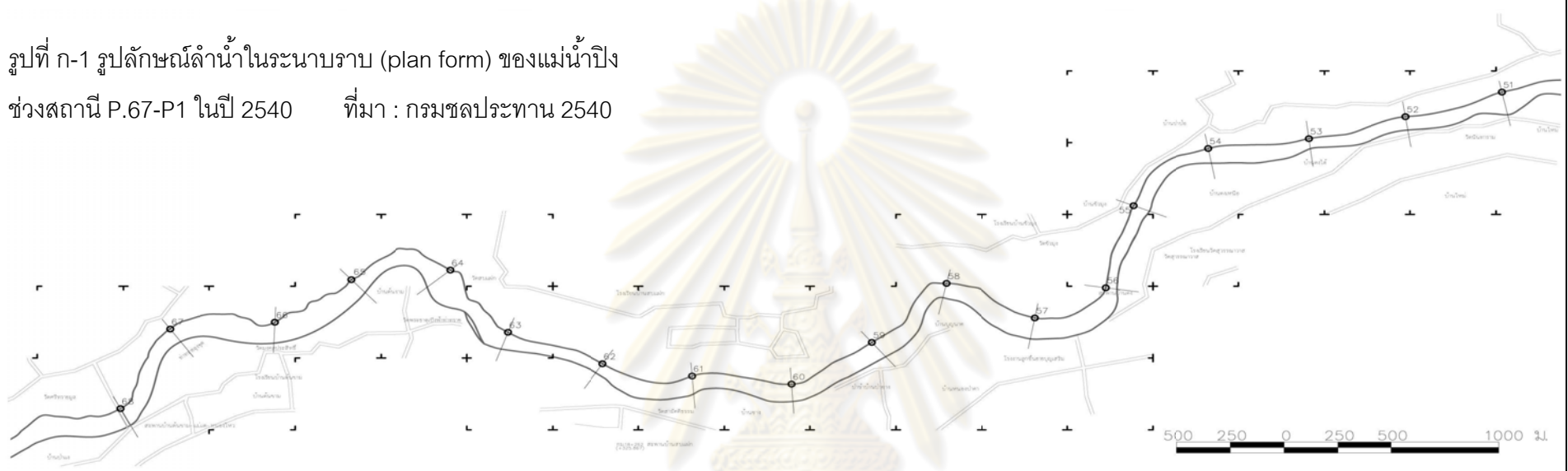
ลำดับ	บริเวณตำแหน่ง / ฝั่งแม่น้ำ	ลักษณะการเปลี่ยนแปลงลำน้ำ
1	สะพานป่าตัน ถึง สะพานรัตนโกสินทร์ / ฝั่งซ้าย	มีการกัดเซาะของตลิ่งอย่างต่อเนื่อง มีการเปลี่ยนแนวการไหล และวัดมีความโค้ง
2	สะพานป่าตัน ถึง สะพานรัตนโกสินทร์ / ฝั่งขวา	มีการงอกของเนินทรายเพิ่มขึ้นต่อเนื่องเล็กน้อยเป็นระยะทางประมาณ 900 เมตร
3	สะพานรัตนโกสินทร์ ถึง สะพานนครพิงค์ / ฝั่งซ้าย	มีการกัดเซาะของตลิ่งเล็กน้อยอัตราการกัดเซาะมีแนวโน้มลดลง และความกว้างของลำน้ำปิงในช่วงนี้ เพิ่มมากขึ้น
4	สะพานรัตนโกสินทร์ ถึง สะพานนครพิงค์ / ฝั่งขวา	มีการงอกของตลิ่งเล็กน้อย ยาวประมาณ 600 เมตร จนถึงช่วง บริเวณหน้าตลาดเมืองใหม่
5	สะพาน นครพิงค์ ถึง โรงแรมเพชรงาม / ฝั่งซ้าย	มีการงอกของตลิ่งเพิ่มขึ้นเป็นระยะทางประมาณ 900 เมตร
6	สะพาน นครพิงค์ ถึง โรงแรมเพชรงาม / ฝั่งขวา	มีการกัดเซาะของตลิ่ง เป็นระยะทางประมาณ 200 เมตร และ มีการงอกของเนินทรายเล็กน้อย บริเวณด้านหลังศูนย์บัญชาการการจราจร จังหวัดเชียงใหม่ การกัดเซาะบริเวณนี้ ทำให้ความโค้งของลำน้ำปิงบริเวณสะพานนครพิงค์ เพิ่มมากขึ้น
7	โรงแรม เพชรงาม ถึง ฝ่ายพญาคำ / ฝั่งซ้าย	ตลิ่งฝั่งซ้ายในช่วงนี้ มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากเมื่อเทียบกับช่วงปี 2497- 2519
8	โรงแรม เพชรงาม ถึง ฝ่ายพญาคำ / ฝั่งขวา	มีการงอกของตลิ่งบริเวณด้านหลัง โรงแรมเพชรงามสูงสุด ประมาณ 10 เมตร เป็นแนวยาวประมาณ 400 เมตร
9	ฝ่ายพญาคำ ถึง โรงเรียนมงฟอร์ต ประถม / ฝั่งซ้าย	มีการกัดเซาะตลิ่ง เพิ่มขึ้นเล็กน้อยบริเวณฝั่งตรงข้ามกับด้านหลังของโรงเรียนมงฟอร์ตประถม จากนั้นเกิดการงอกของตลิ่งสูงสุด ประมาณ 20 เมตร เป็นแนวยาวประมาณ 150 เมตร
10	ฝ่ายพญาคำ ถึง โรงเรียนมงฟอร์ต ประถม / ฝั่งขวา	มีการงอกของตลิ่งเพิ่มขึ้น ประมาณ 10 เมตร จากฝ่ายพญาคำ จนถึง โรงเรียนมงฟอร์ตประถม รวมพื้นที่งอกเพิ่มขึ้นประมาณ 10 ไร่
11	โรงเรียนมงฟอร์ต ประถม ถึง ฝ่ายหนองฝิ่ง / ฝั่งซ้าย	มีการงอกของเนินทรายเพิ่มขึ้น เป็นระยะทาง ประมาณ 300 เมตร คิดเป็นพื้นที่เพิ่มขึ้นประมาณ 2 ไร่
12	โรงเรียนมงฟอร์ตประถมถึงฝ่ายหนองฝิ่ง / ฝั่งขวา	มีการกัดเซาะของตลิ่งเพิ่มขึ้นและมีการงอกของตลิ่งออกไปทางด้านท้ายน้ำช่วงถัดลงมา
13	ฝ่ายหนองฝิ่งถึงสะพานป่าแดด / ฝั่งซ้าย	ฝั่งซ้ายของลำน้ำในช่วงบริเวณสถานีตำรวจภูธรภาค 5 เปลี่ยนแปลงน้อยมาก มีการงอกของตลิ่งเพิ่มขึ้นทางด้านท้ายน้ำ เป็นแนวยาวประมาณ 200 เมตร
14	ฝ่ายหนองฝิ่งถึงสะพานป่าแดด / ฝั่งขวา	มีการงอกของตลิ่งเล็กน้อย เป็นระยะทางประมาณ 200 เมตร



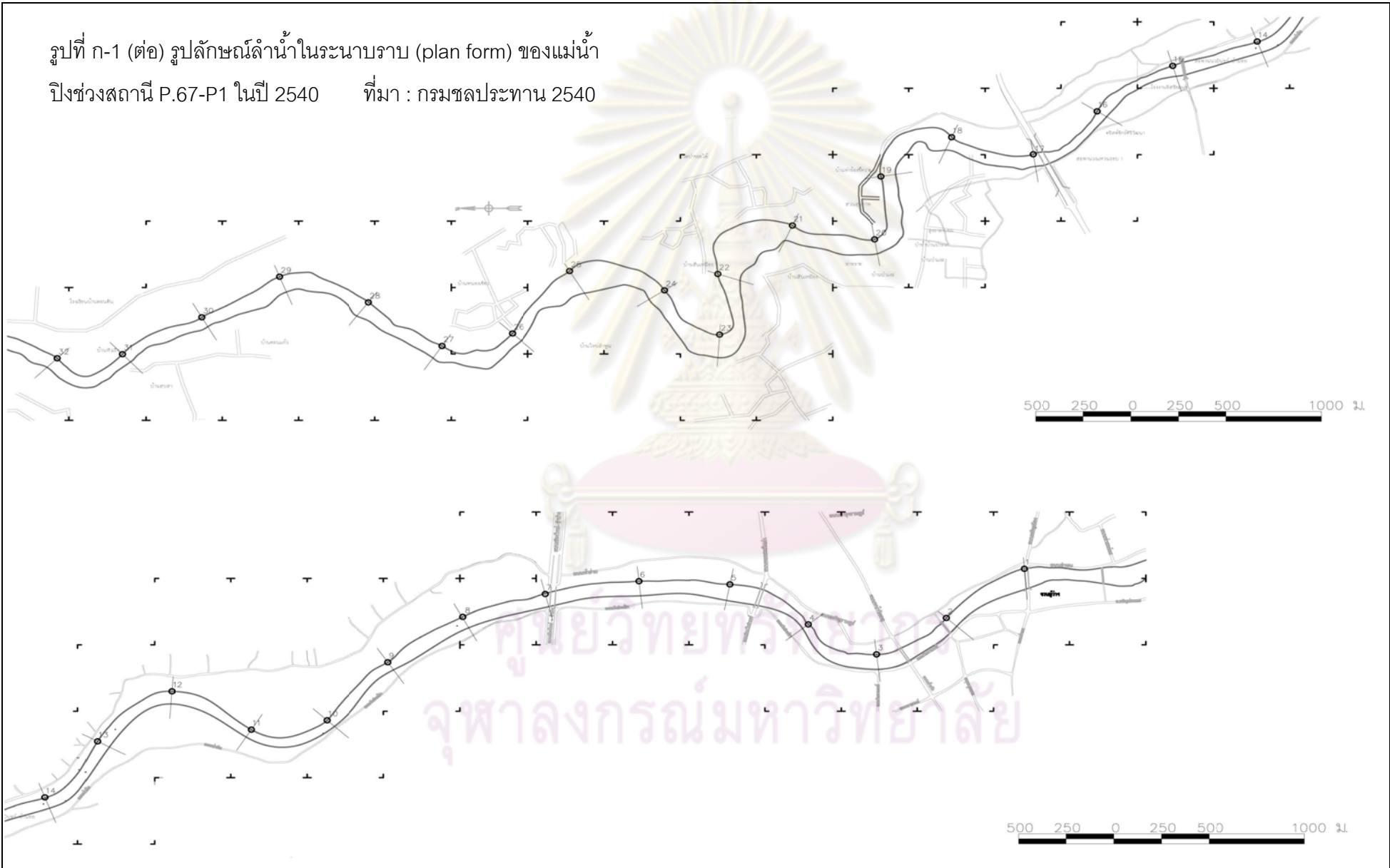
ตารางที่ ก-4 (ต่อ) การเปลี่ยนแปลงลำน้ำของแม่น้ำปิงบริเวณพื้นที่เมืองเชียงใหม่  
(ช่วงปี 2543 ถึง 2548)

ลำดับ	บริเวณตำแหน่ง / ฝั่งแม่น้ำ	ลักษณะการเปลี่ยนแปลงลำน้ำ
1	สะพานป่าตัน ถึง สะพานรัตนโกสินทร์ / ฝั่งซ้าย	การเปลี่ยนแปลงในช่วงนี้มาก มีการเพิ่มความสูงของตลิ่งบริเวณเหนือสะพานรัตนโกสินทร์
2	สะพานป่าตัน ถึง สะพานรัตนโกสินทร์ / ฝั่งขวา	มีการป้องกันการกัดเซาะของตลิ่งทางด้านฝั่งซ้ายของแม่น้ำทำให้ปัญหาเรื่องการกัดเซาะในช่วงนี้ลดลง
3	สะพานรัตนโกสินทร์ ถึง สะพานนครพิงค์ / ฝั่งซ้าย	ปัญหาการงอกของตลิ่งเริ่มลดลง ส่วนปัญหาการกัดเซาะตลิ่งบริเวณเขตเทศบาลนครเชียงใหม่ได้รับการแก้ไข โดยมีโครงสร้างป้องกันการกัดเซาะของตลิ่ง ทำให้แนวการไหลของลำน้ำในช่วงนี้แทบไม่เปลี่ยนแปลง
4	สะพานรัตนโกสินทร์ ถึง สะพานนครพิงค์ / ฝั่งขวา	มีโครงสร้างป้องกันการกัดเซาะของตลิ่ง ทำให้แนวการไหลรักษาสภาพเดิมจากช่วงเวลาก่อนหน้านี้
5	สะพาน นครพิงค์ ถึง โรงแรมเพชรงาม / ฝั่งซ้าย	การงอกของหาดทรายเริ่มคงที่และมีการป้องกันการพังของตลิ่ง
6	สะพานนครพิงค์ ถึง โรงแรมเพชรงาม / ฝั่งขวา	มีการป้องกันการกัดเซาะของตลิ่งตลอดลำน้ำช่วงนี้ทำให้ไม่มีปัญหาเรื่องการกัดเซาะของตลิ่ง แต่มีบุกรุกลำน้ำโดยการสร้างสิ่งก่อสร้างรุกล้ำเข้าไปในลำน้ำปิง บริเวณด้านหลังโรงแรมเพชรงามยาวประมาณ 200 เมตร
7	โรงแรม เพชรงาม ถึง ฝ่ายพญาค่า / ฝั่งซ้าย	ตลิ่งของลำน้ำปิงในช่วงนี้ติดกับถนนเชียงใหม่-ลำพูน ซึ่งมีการป้องกันการกัดเซาะของตลิ่ง
8	โรงแรม เพชรงาม ถึง ฝ่ายพญาค่า / ฝั่งขวา	มีการงอกของตลิ่งบริเวณสะพานเหล็กจนถึงด้านหลังโรงแรมเจดีย์เป็นระยะทางประมาณ 200 เมตร
9	ฝ่ายพญาค่า ถึง โรงเรียนมงฟอร์ตประถม/ฝั่งซ้าย	สภาพของลำน้ำทางฝั่งซ้ายของช่วงนี้ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
10	ฝ่ายพญาค่าถึงโรงเรียนมงฟอร์ตประถม / ฝั่งขวา	การงอกของตลิ่งบริเวณนี้เริ่มลดลงโดยมีการเพิ่มขึ้นของพื้นที่บริเวณนี้ประมาณ 2 ไร่ บริเวณด้านหลังโรงเรียนมงฟอร์ตประถม
11	โรงเรียนมงฟอร์ต ประถม ถึงฝ่ายหนองฝิ่ง / ฝั่งซ้าย	มีการงอกของเนินทรายมาก บริเวณโรงพยาบาลราชเวช ช่วงปี 2543 คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 10 ไร่ แต่ในปี 2548 มีการขุดลอกโดยกรมเจ้าท่าทำให้พื้นที่ส่วนนี้ลดลงเหลือเพียง 3 ไร่
12	โรงเรียนมงฟอร์ต ประถม ถึงฝ่ายหนองฝิ่ง / ฝั่งขวา	มีการป้องกันการกัดเซาะของตลิ่งในช่วงนี้และมีการขุดลอกลำน้ำปิงในบริเวณยื่นของหาดทรายด้านหลังกรมสรรพากรทำให้ความกว้างของลำน้ำปิงบริเวณที่เพิ่มมากขึ้น
13	ฝ่ายหนองฝิ่งถึงสะพานป่าแดด/ฝั่งซ้าย	มีการกัดเซาะของตลิ่งเล็กน้อยเป็นระยะทาง 100 เมตรเหนือสถานีตำรวจภูธรภาค 5 และในปี 2550 มีการขุดลอกโดยกรมเจ้าท่า
14	ฝ่ายหนองฝิ่งถึงสะพานป่าแดด / ฝั่งขวา	มีการกัดเซาะของตลิ่งบริเวณสะพานป่าแดด ระยะทางประมาณ 40 เมตร ส่วนการงอกของตลิ่งทางท้ายน้ำเริ่มลดลง

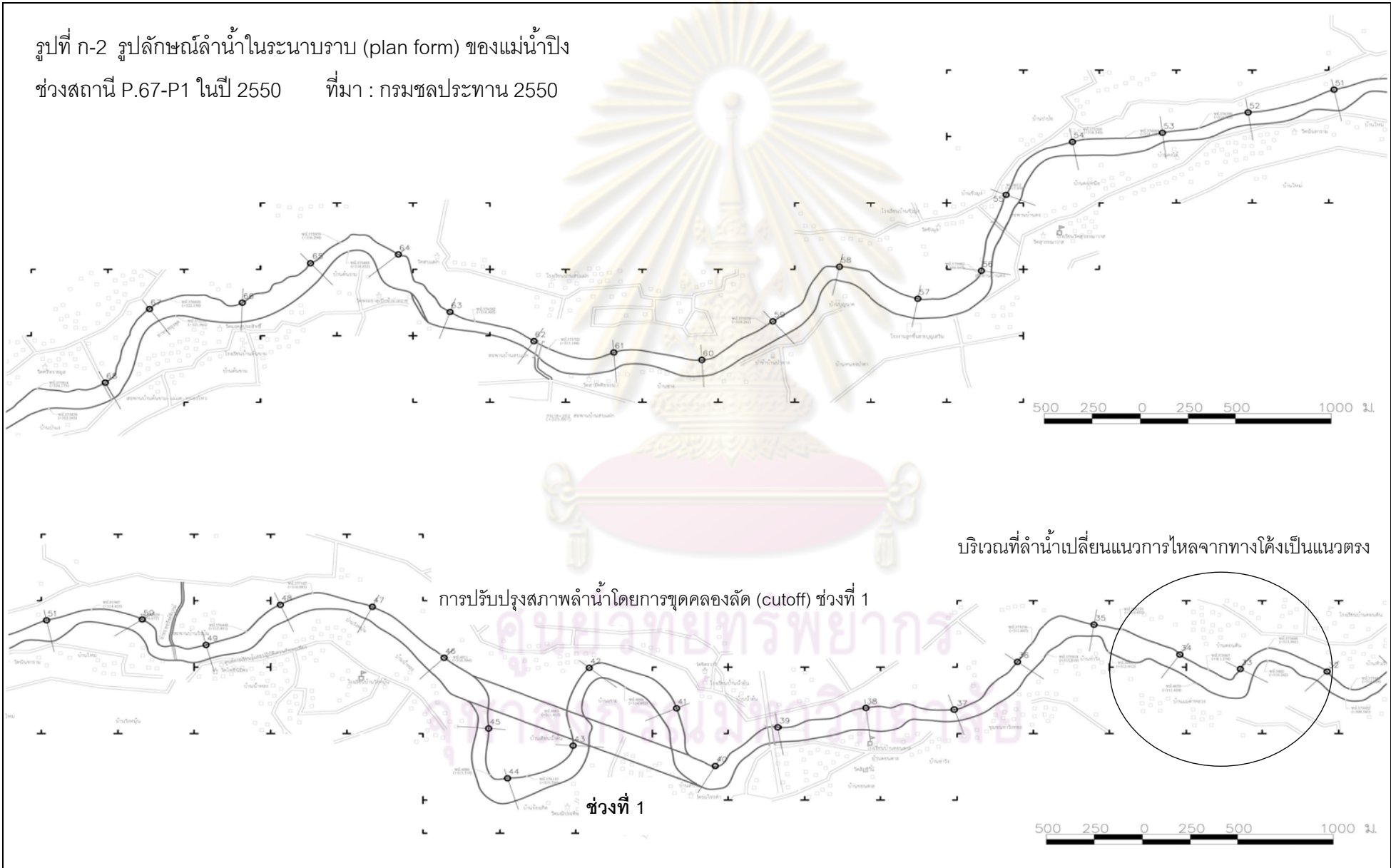
รูปที่ ก-1 รูปลักษณะลำน้ำในระนาบราบ (plan form) ของแม่น้ำปิง  
ช่วงสถานี P.67-P1 ในปี 2540 ที่มา : กรมชลประทาน 2540



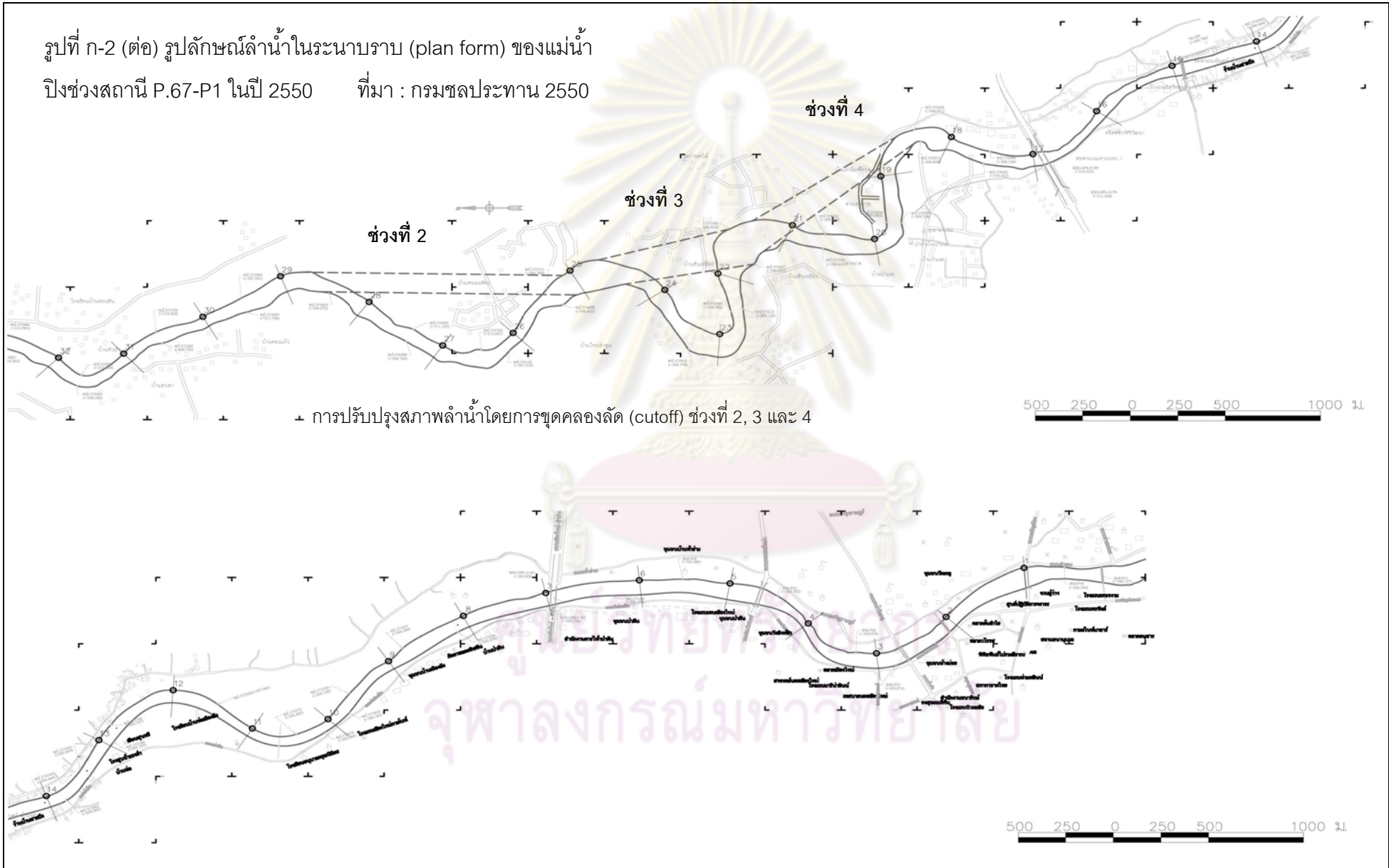
รูปที่ ก-1 (ต่อ) รูปลักษณะลำน้ำในระนาบราบ (plan form) ของแม่น้ำ  
ปิงช่วงสถานี P.67-P1 ในปี 2540 ที่มา : กรมชลประทาน 2540



รูปที่ ก-2 รูปลักษณะลำน้ำในระนาบราบ (plan form) ของแม่น้ำปิง  
ช่วงสถานี P.67-P1 ในปี 2550 ที่มา : กรมชลประทาน 2550

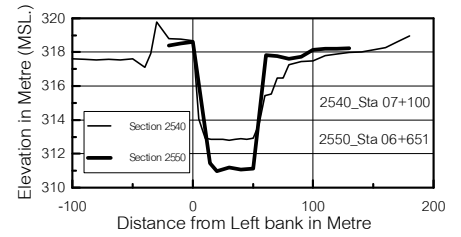
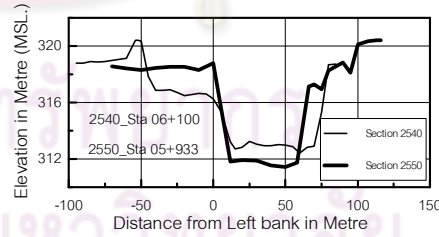
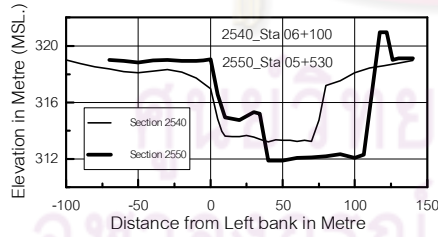
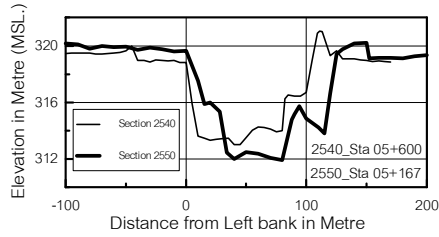
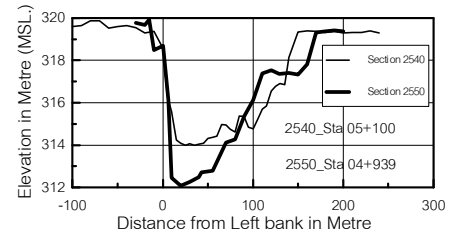
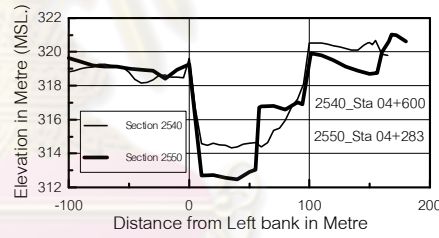
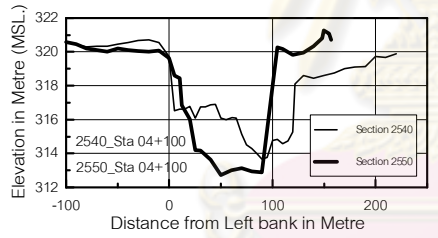
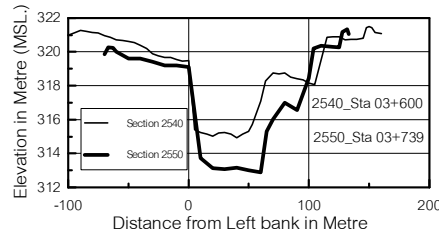
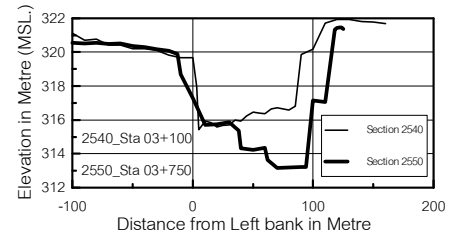
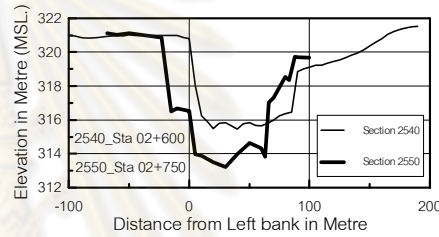
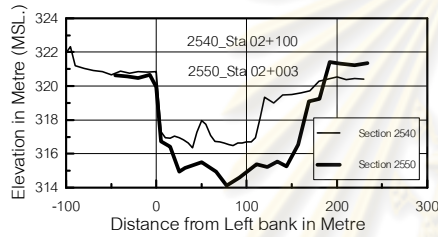
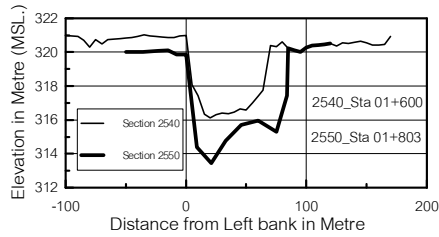
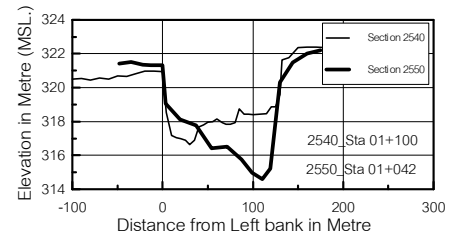
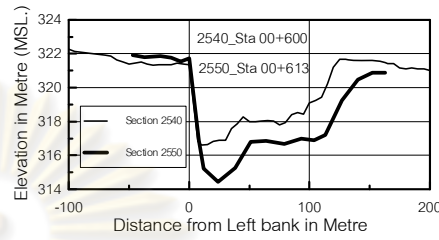
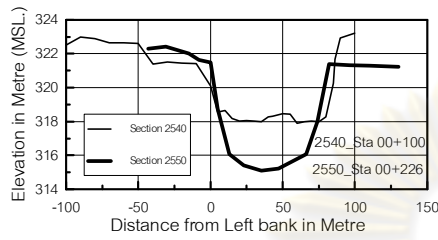
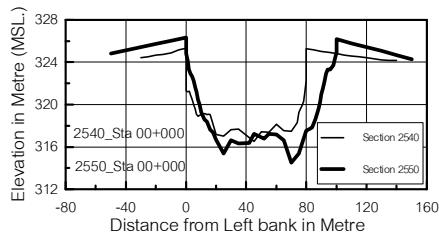


รูปที่ ก-2 (ต่อ) รูปลักษณะลำน้ำในระนาบราบ (plan form) ของแม่น้ำ  
ปิงช่วงสถานี P.67-P1 ในปี 2550 ที่มา : กรมชลประทาน 2550

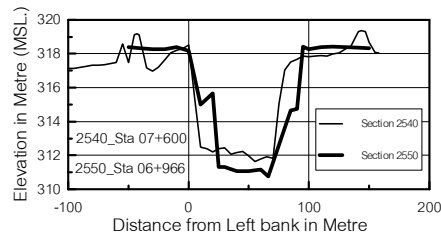


การปรับปรุงสภาพลำน้ำโดยการขุดคลองลัด (cutoff) ช่วงที่ 2, 3 และ 4

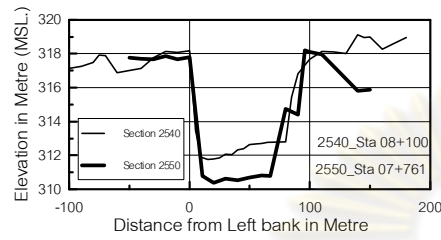




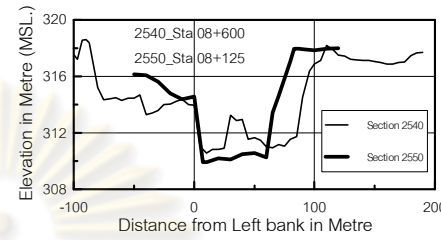
รูปที่ ก-3 เปรียบเทียบรูปตัดหน้าตัดขวาง(Cross Section) ของแม่น้ำปิงช่วงสถานี P.67 ถึงสถานี P.1 ในปี 2540 และ 2550



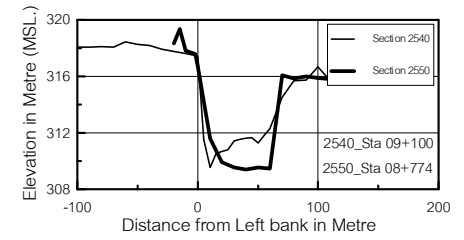
Section 52



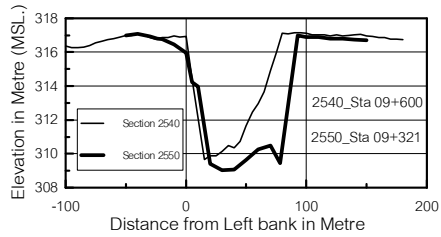
Section 51



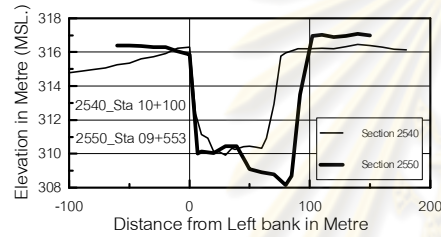
Section 50



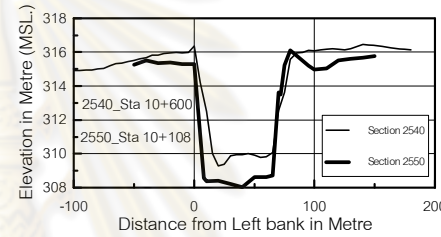
Section 49



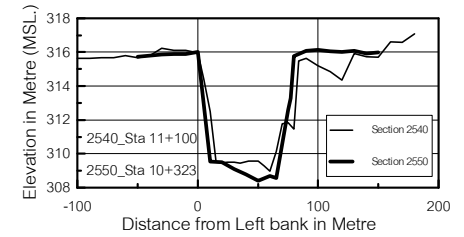
Section 48



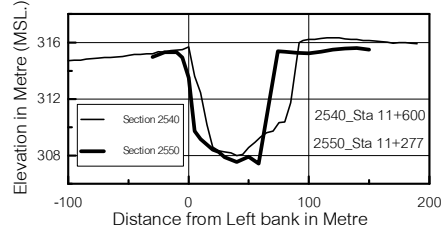
Section 47



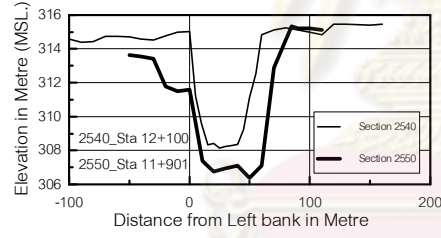
Section 46



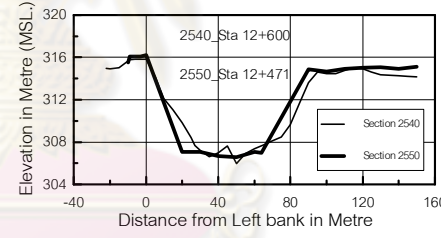
Section 45



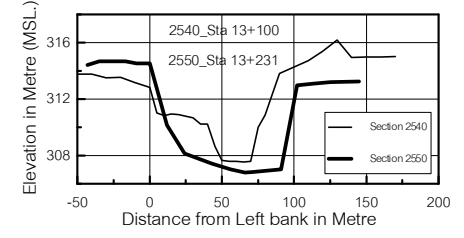
Section 44



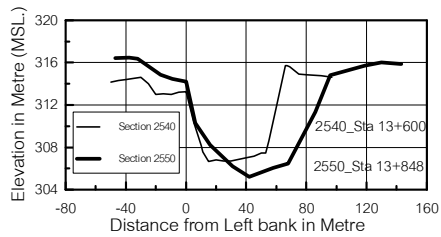
Section 43



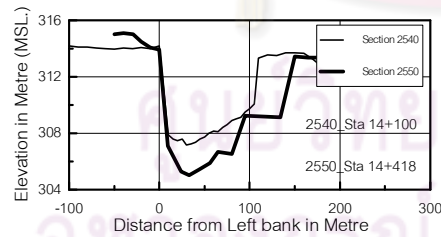
Section 42



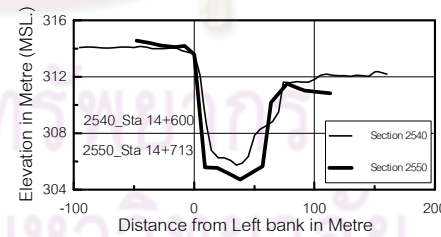
Section 41



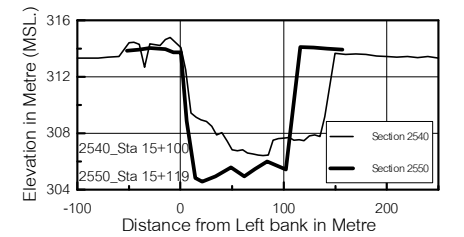
Section 40



Section 39

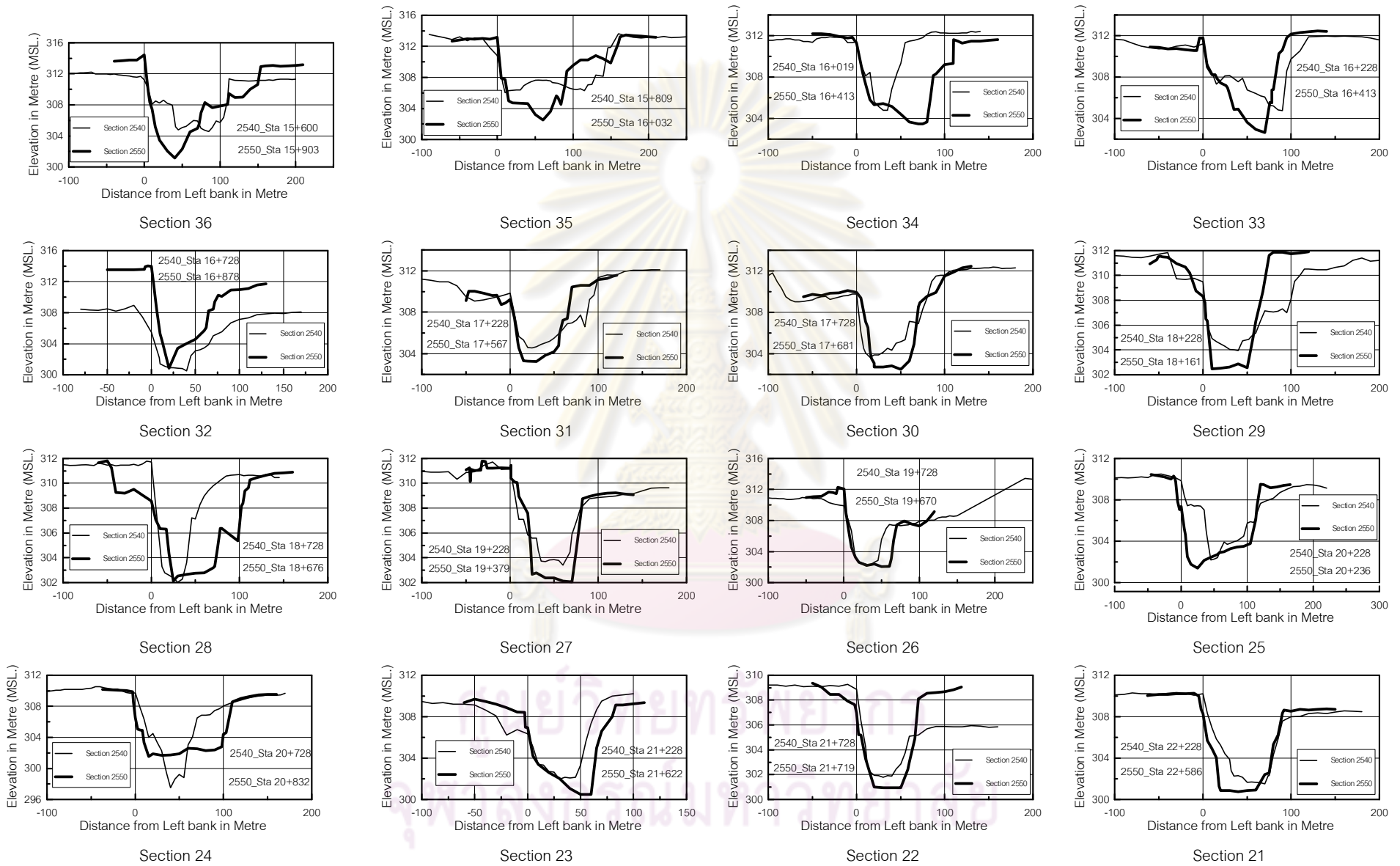


Section 38

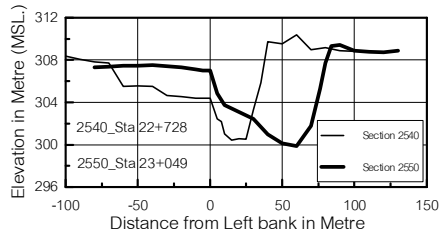


Section 37

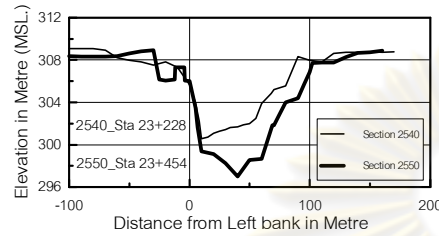
รูปที่ ก-3 (ต่อ) เปรียบเทียบรูปตัดหน้าตัดขวาง(Cross Section) ของแม่น้ำปิงช่วงสถานี P.67 ถึงสถานี P.1 ในปี 2540 และ 2550



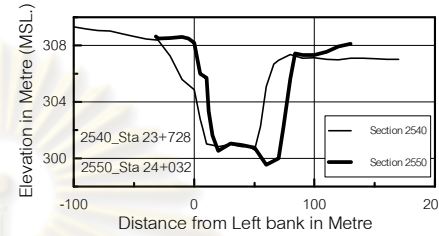
รูปที่ ก-3 (ต่อ) เปรียบเทียบรูปตัดหน้าตัดขวาง(Cross Section) ของแม่น้ำป่าสักช่วงสถานี P.67 ถึงสถานี P.1 ในปี 2540 และ 2550



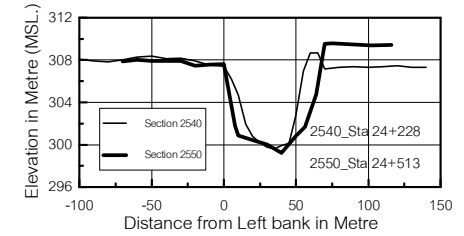
Section 20



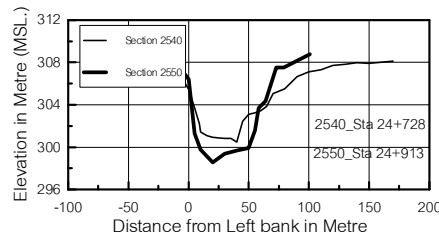
Section 19



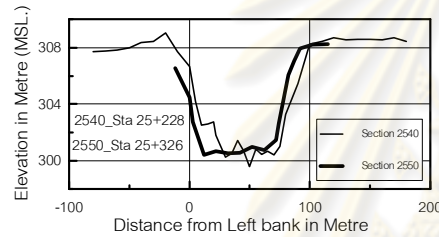
Section 18



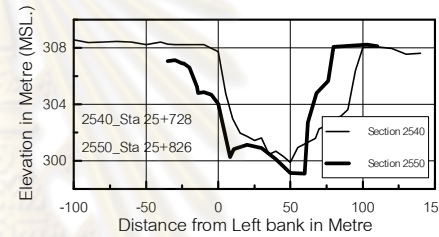
Section 17



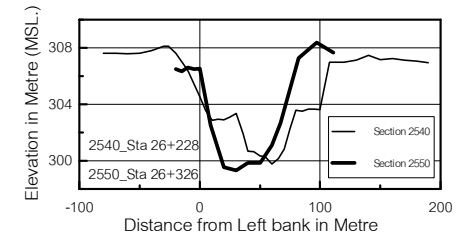
Section 16



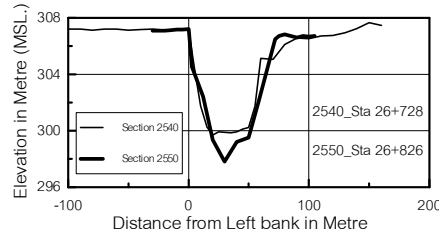
Section 15



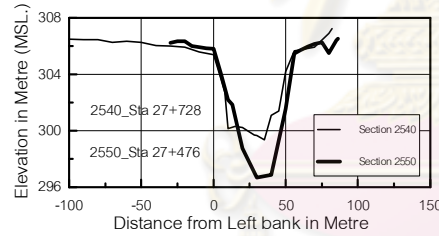
Section 14



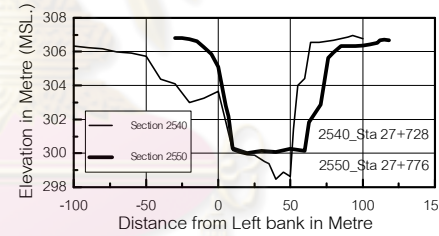
Section 13



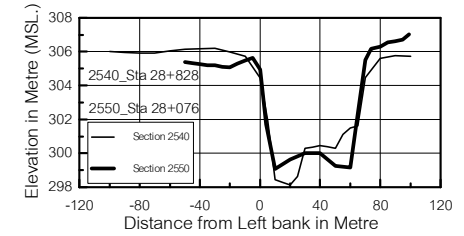
Section 12



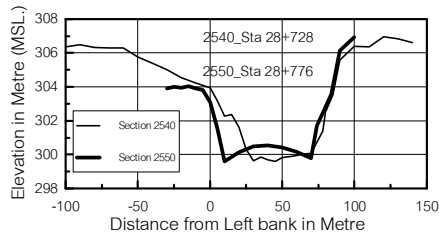
Section 11



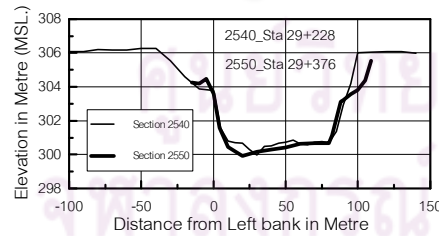
Section 10



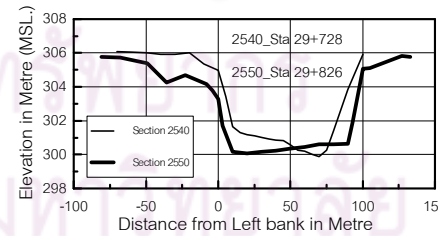
Section 9



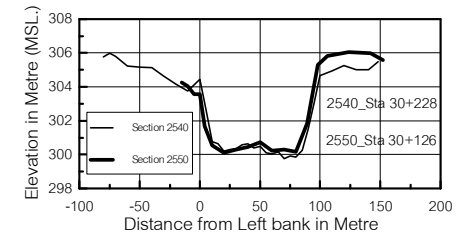
Section 8



Section 7

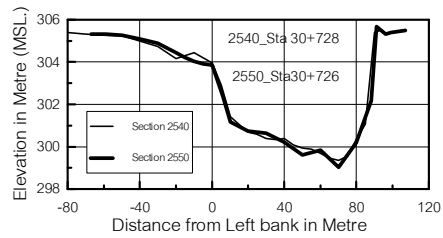


Section 6

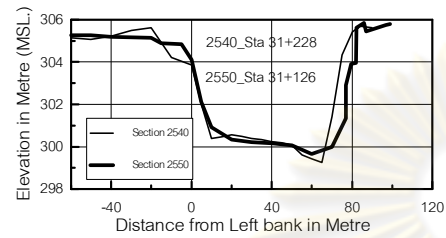


Section 5

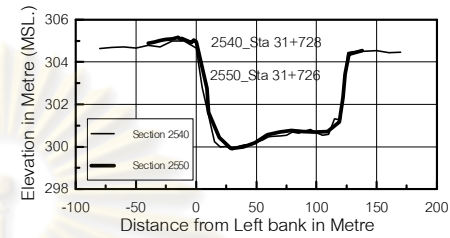
รูปที่ ก-3 (ต่อ) เปรียบเทียบรูปตัดหน้าตัดขวาง(Cross Section) ของแม่น้ำปิงช่วงสถานี P.67 ถึงสถานี P.1 ในปี 2540 และ 2550



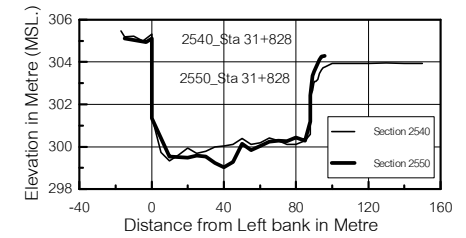
Section 4



Section 3



Section 2

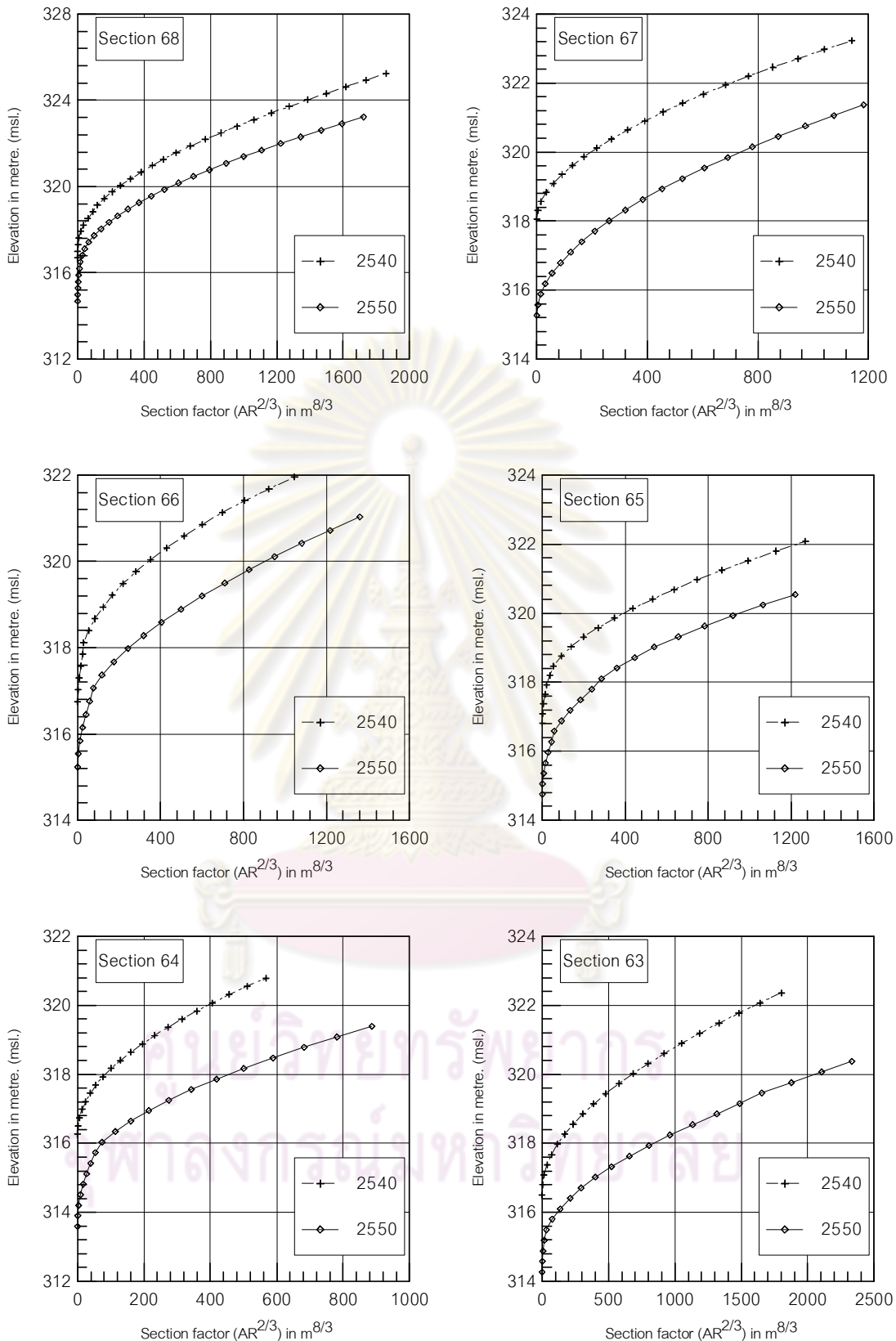


Section 1

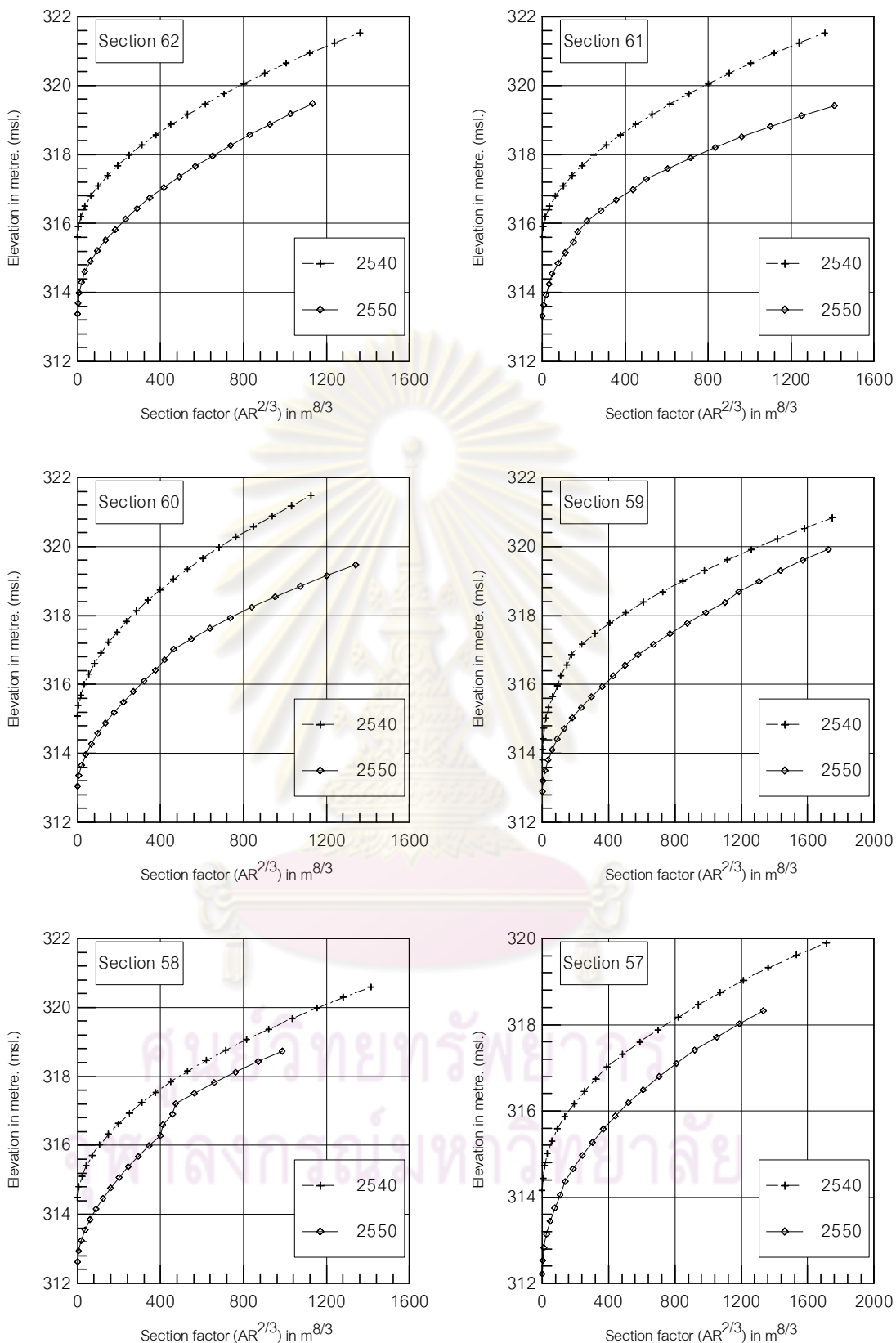
รูปที่ ก-3 (ต่อ) เปรียบเทียบรูปตัดหน้าตัดขวาง(Cross Section) ของแม่น้ำปิงช่วงสถานี P.67 ถึงสถานี P.1 ในปี 2540 และ 2550

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

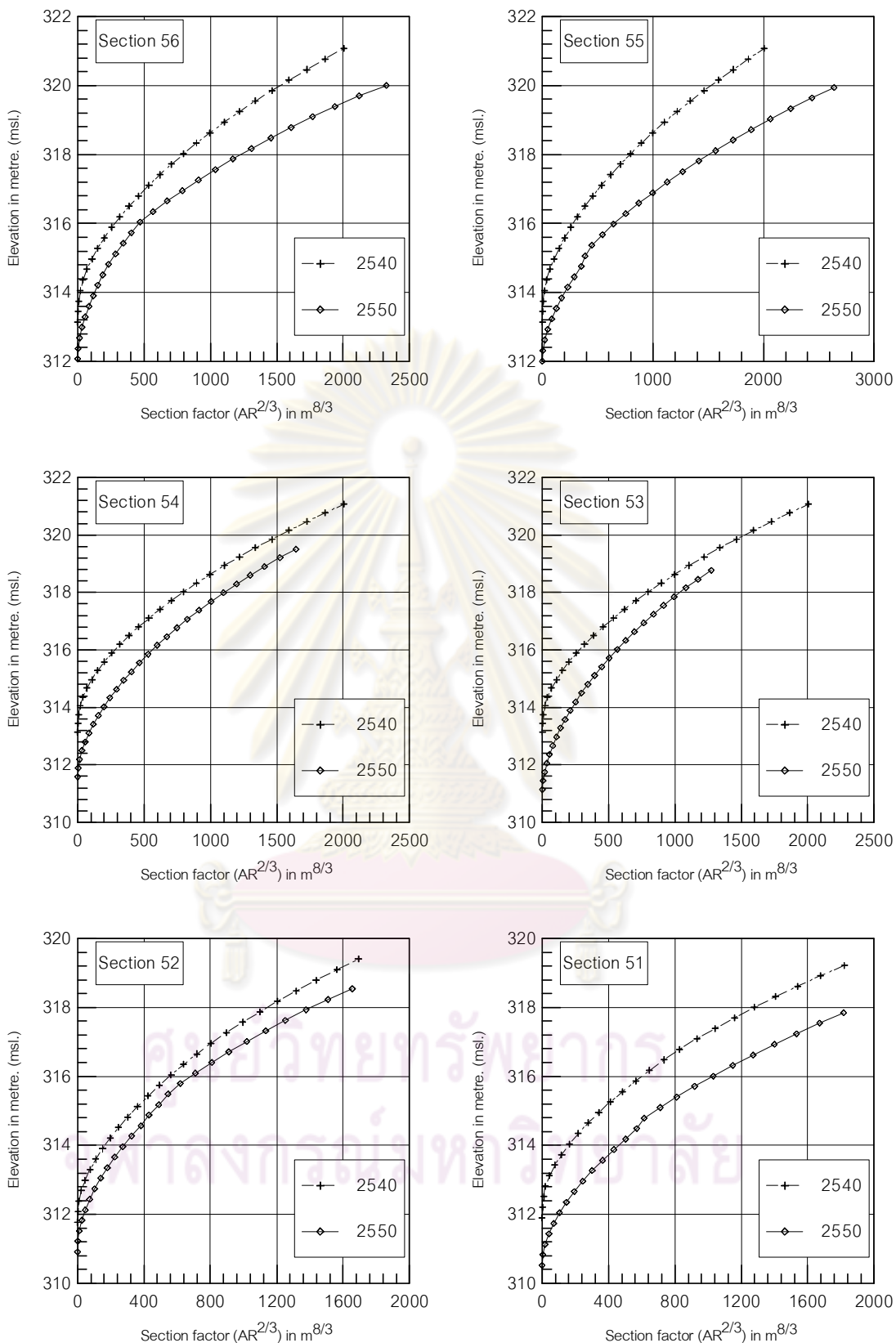




รูปที่ ก-4 (ต่อ) เปรียบเทียบค่าปัจจัยหน้าตัดการไหล ( $AR^{2/3}$ ) ของหน้าตัดลำน้ำปิงช่วงสถานี P.67 และ P.1 ในปี 2540 และ 2550

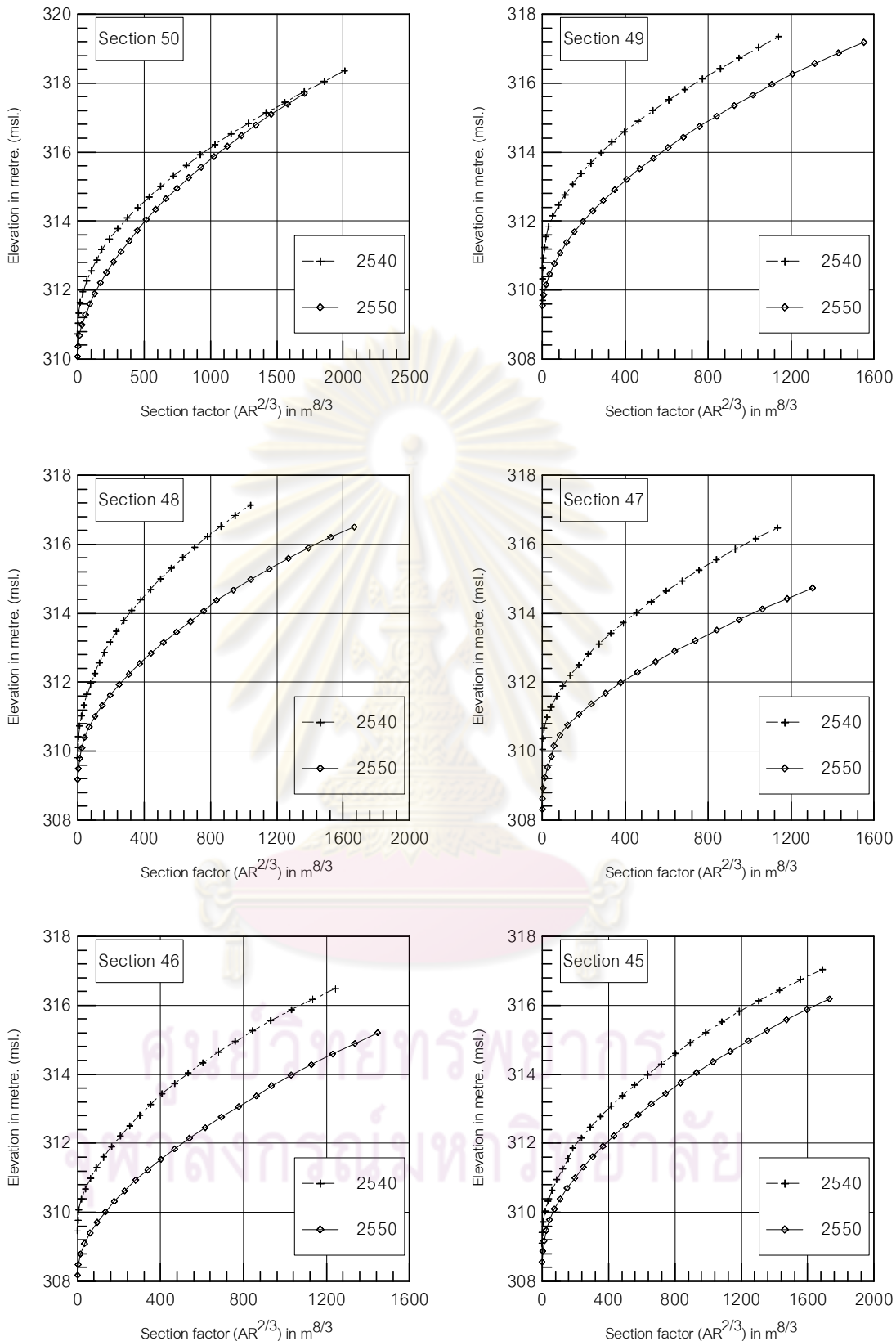


รูปที่ ก-4 (ต่อ) เปรียบเทียบค่าปัจจัยหน้าตัดการไหล (AR<sup>2/3</sup>) ของหน้าตัดลำน้ำปิงช่วงสถานี P.67 และ P.1 ในปี 2540 และ 2550



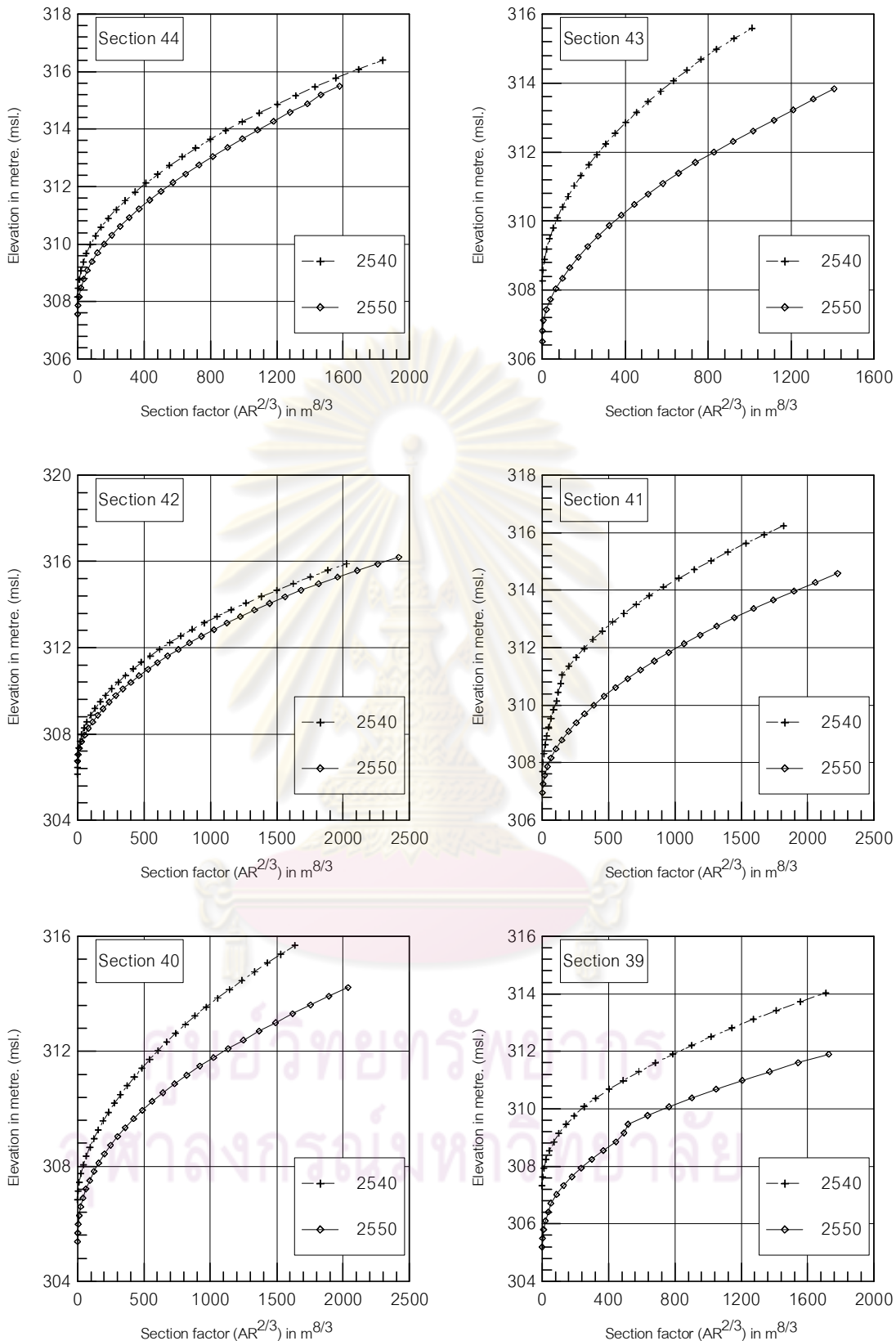
รูปที่ ก-4 (ต่อ) เปรียบเทียบค่าปัจจัยหน้าตัดการไหล ( $AR^{2/3}$ ) ของหน้าตัดลำน้ำปิงช่วงสถานี

P.67 และ P.1 ในปี 2540 และ 2550



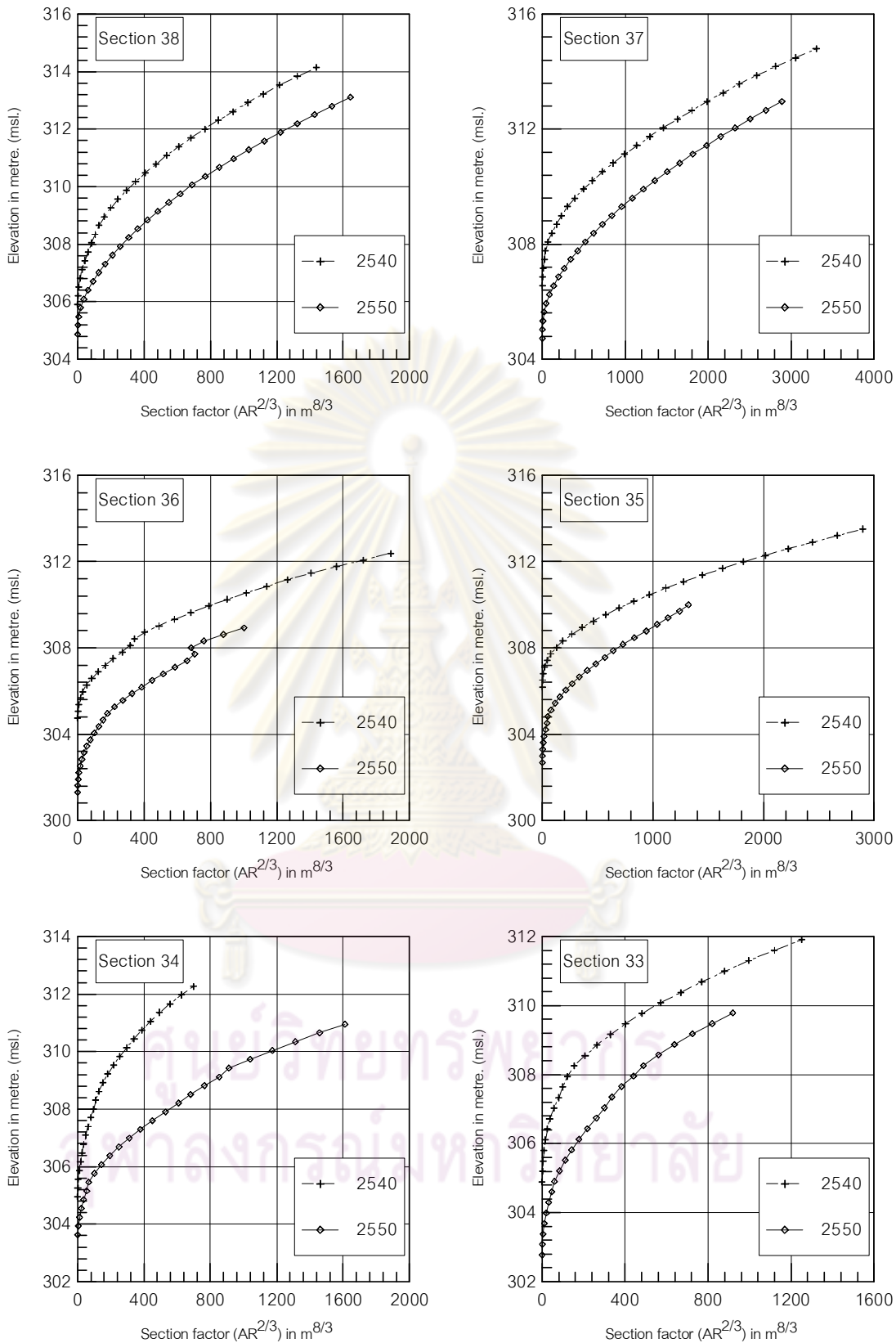
รูปที่ ก-4 (ต่อ) เปรียบเทียบค่าปัจจัยหน้าตัดการไหล (AR<sup>2/3</sup>) ของหน้าตัดลำน้ำปิงช่วงสถานี

P.67 และ P.1 ในปี 2540 และ 2550

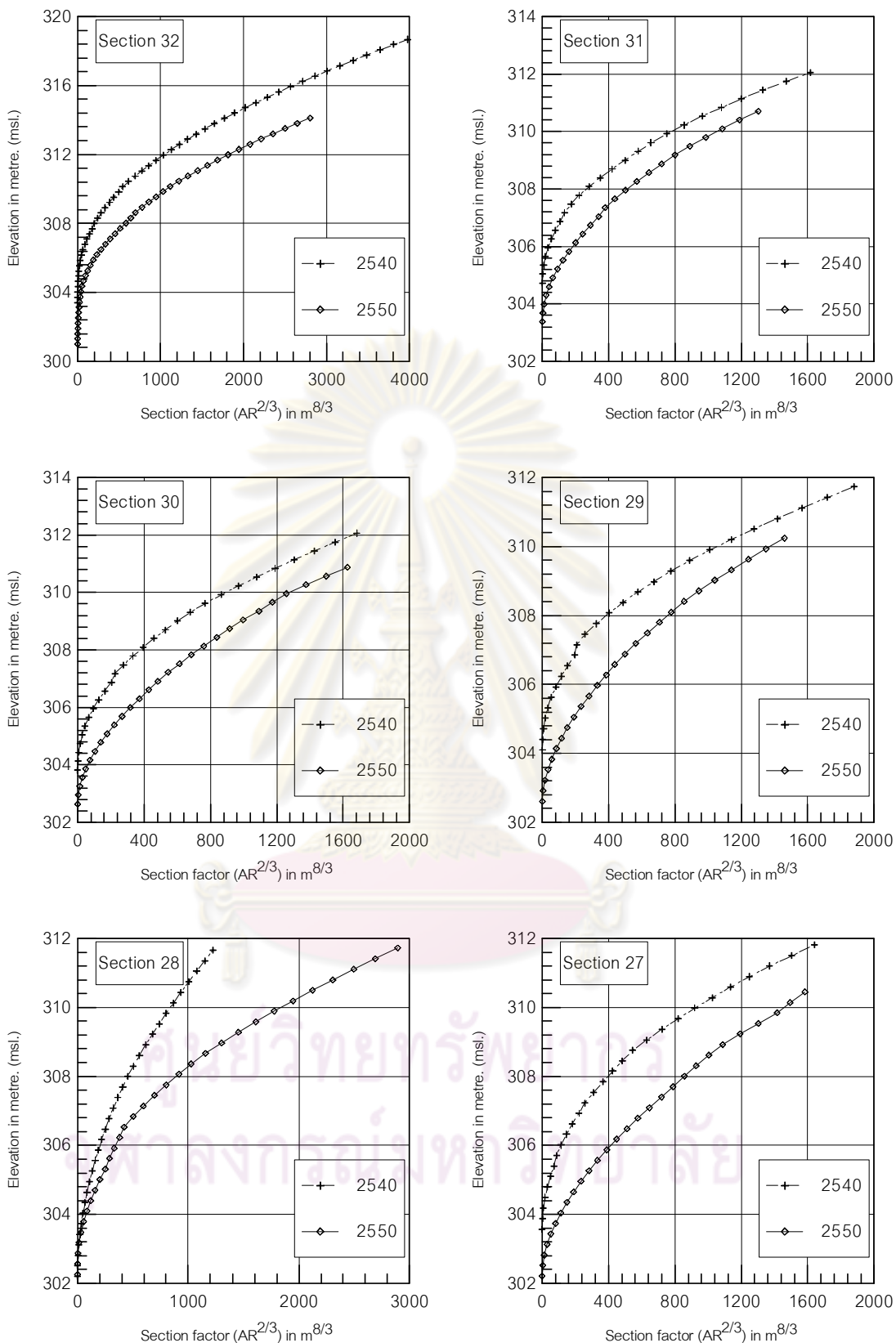


รูปที่ ก-4 (ต่อ) เปรียบเทียบค่าปัจจัยหน้าตัดการไหล ( $AR^{2/3}$ ) ของหน้าตัดลำน้ำปิงช่วงสถานี P.67 และ P.1 ในปี 2540 และ 2550



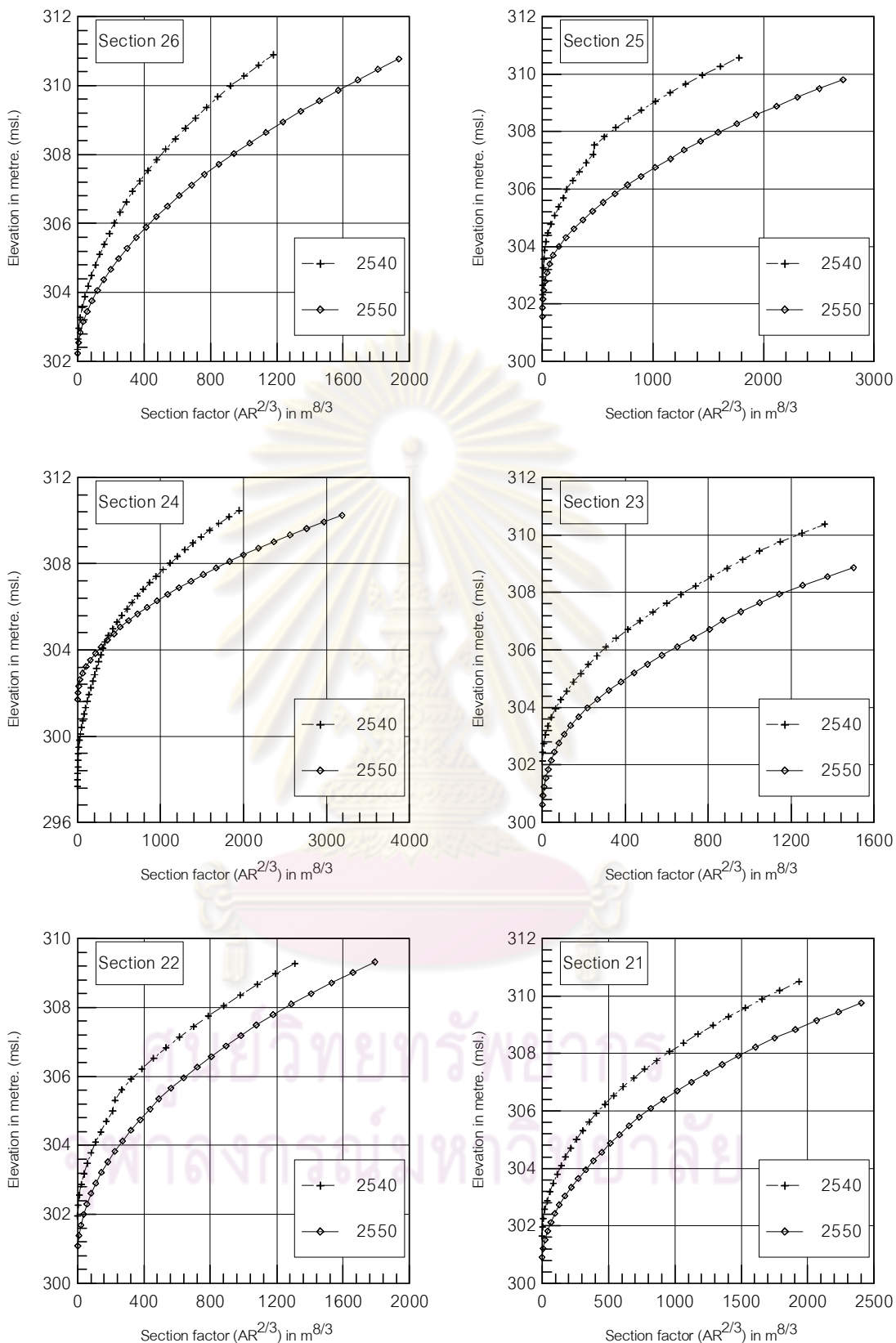


รูปที่ ก-4 (ต่อ) เปรียบเทียบค่าปัจจัยหน้าตัดการไหล ( $AR^{2/3}$ ) ของหน้าตัดลำน้ำปิงช่วงสถานี P.67 และ P.1 ในปี 2540 และ 2550

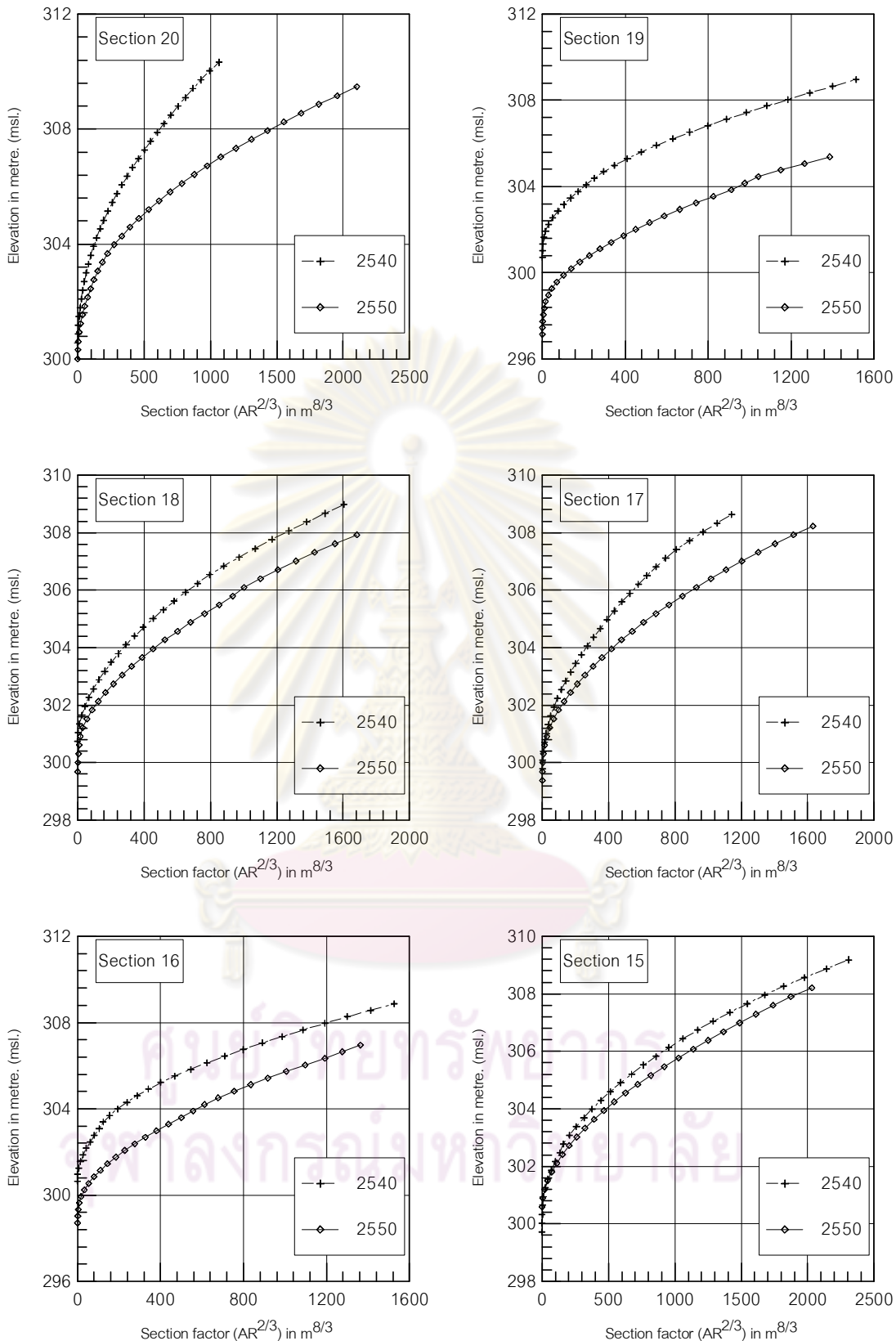


รูปที่ ก-4 (ต่อ) เปรียบเทียบค่าปัจจัยหน้าตัดการไหล ( $AR^{2/3}$ ) ของหน้าตัดลำน้ำปิงช่วงสถานี

P.67 และ P.1 ในปี 2540 และ 2550

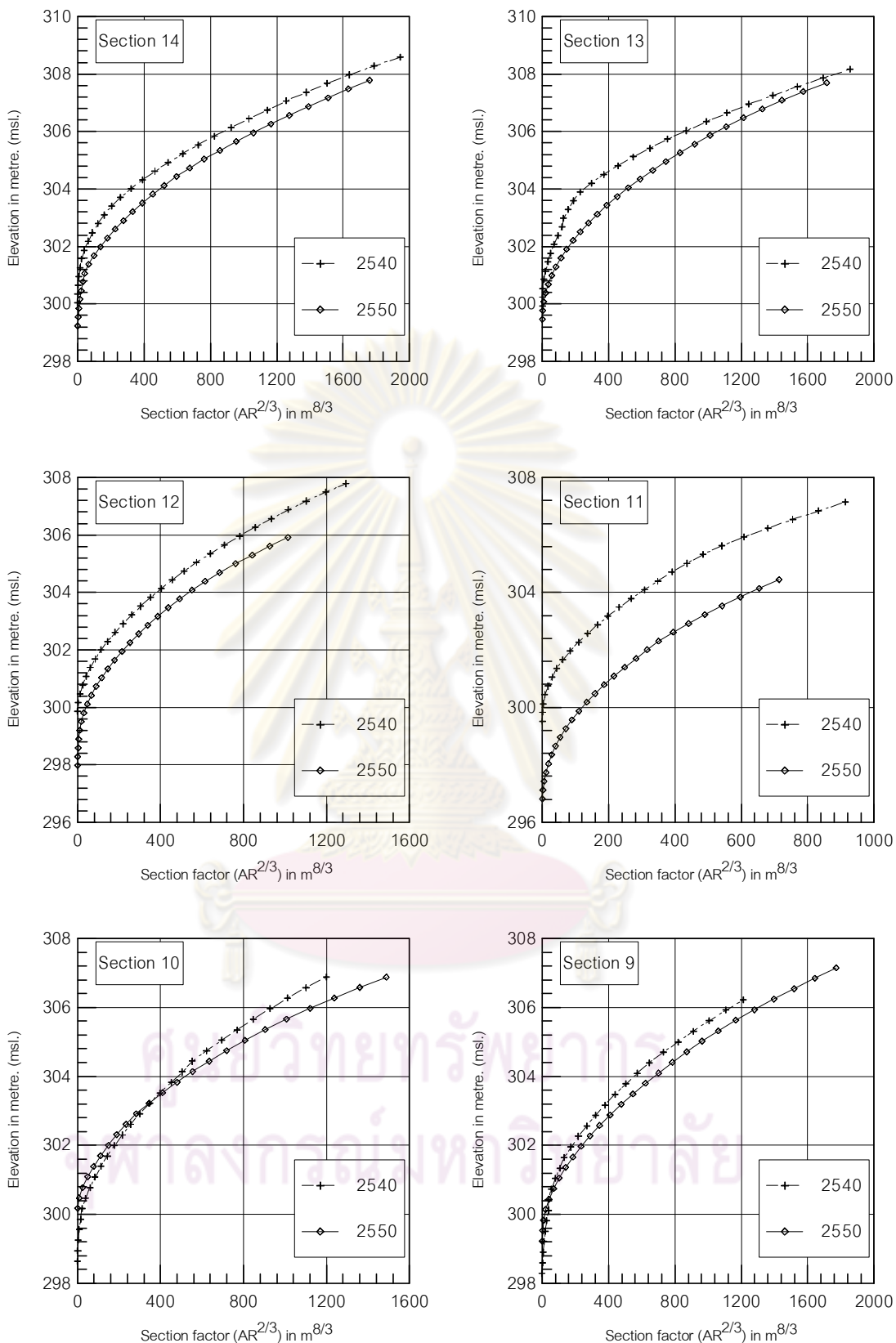


รูปที่ ก-4 (ต่อ) เปรียบเทียบค่าปัจจัยหน้าตัดการไหล ( $AR^{2/3}$ ) ของหน้าตัดลำน้ำปิงช่วงสถานี P.67 และ P.1 ในปี 2540 และ 2550



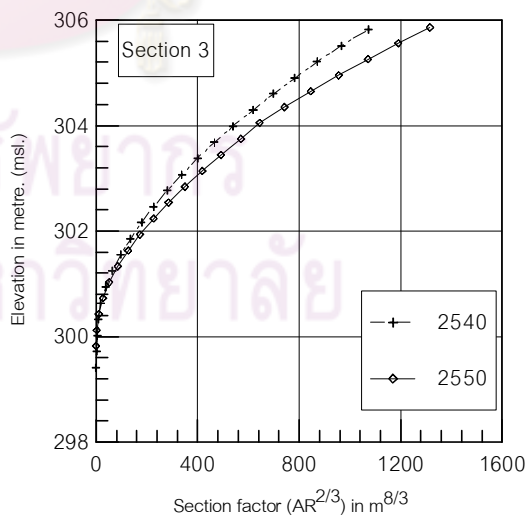
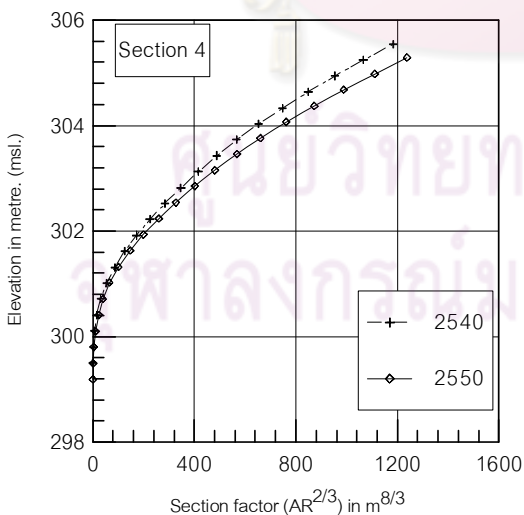
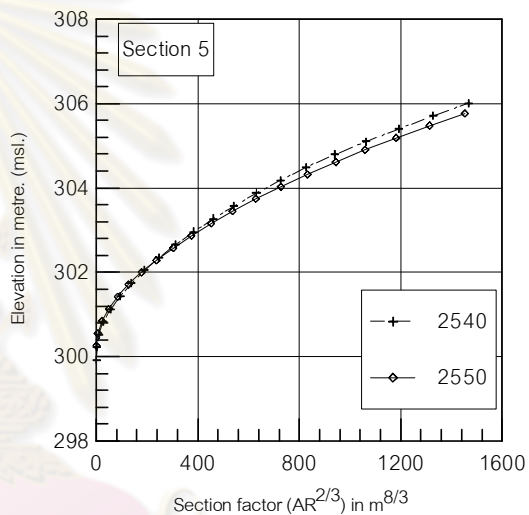
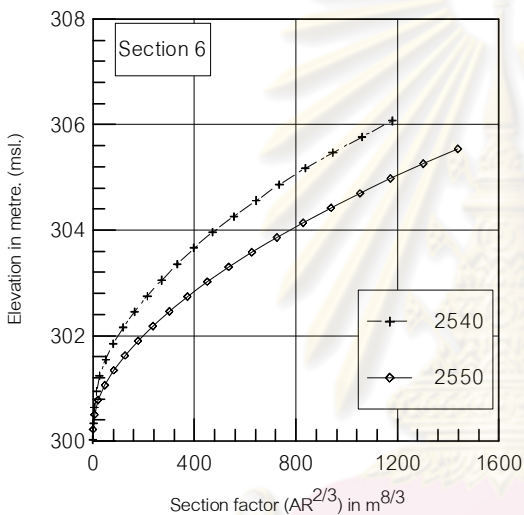
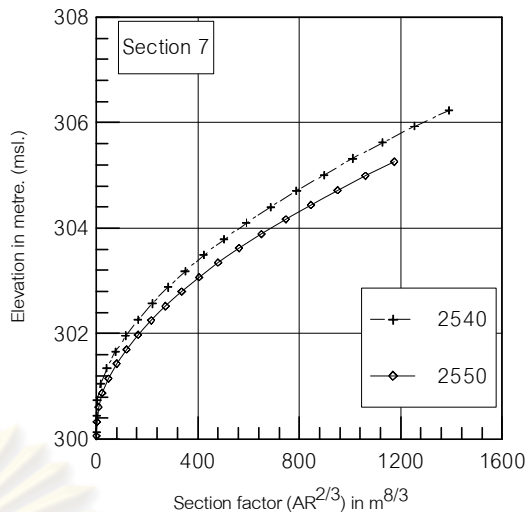
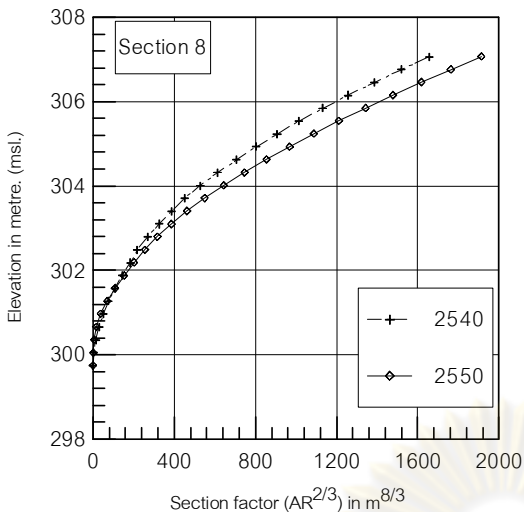
รูปที่ ก-4 (ต่อ) เปรียบเทียบค่าปัจจัยหน้าตัดการไหล ( $AR^{2/3}$ ) ของหน้าตัดลำน้ำปึงช่วงสถานี

P.67 และ P.1 ในปี 2540 และ 2550

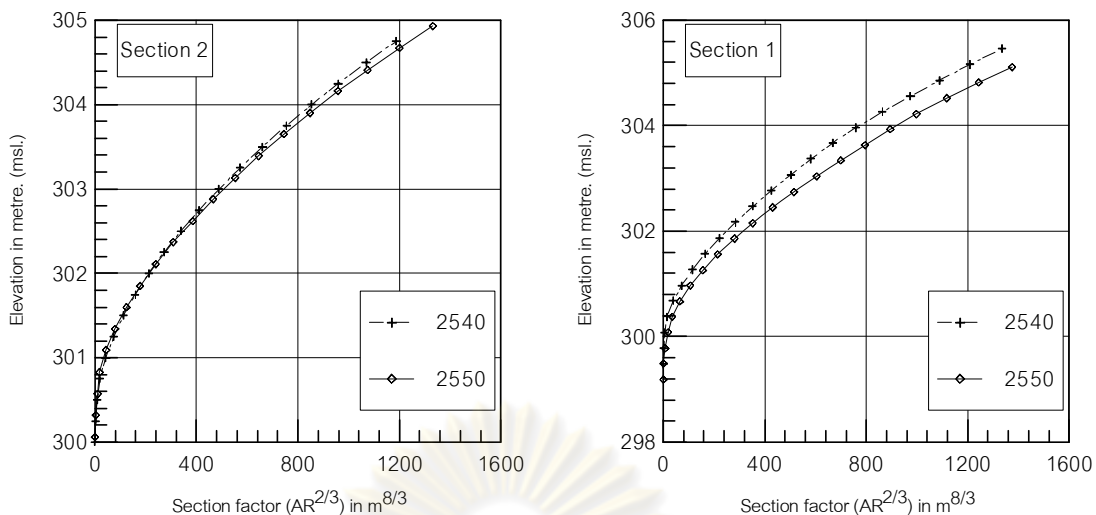


รูปที่ ก-4 (ต่อ) เปรียบเทียบค่าปัจจัยหน้าตัดการไหล ( $AR^{2/3}$ ) ของหน้าตัดลำน้ำปิงช่วงสถานี P.67 และ P.1 ในปี 2540 และ 2550





รูปที่ ก-4 (ต่อ) เปรียบเทียบค่าปัจจัยหน้าตัดการไหล ( $AR^{2/3}$ ) ของหน้าตัดลำน้ำปึงช่วงสถานี P.67 และ P.1 ในปี 2540 และ 2550



รูปที่ ก-4 (ต่อ) เปรียบเทียบค่าปัจจัยหน้าตัดการไหล ( $AR^{2/3}$ ) ของหน้าตัดลำน้ำปิงช่วงสถานี P.67 และ P.1 ในปี 2540 และ 2550

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-5 เปรียบเทียบค่าปัจจัยหน้าตัดการไหล ( $AR^{2/3}$ ) ของลำน้ำปิงช่วงสถานี P.67


ถึงสถานี P.1 ระหว่างปี 2540 และ 2550

Section	Right Bank	Left Bank	Minimum	Right Bank	Left Bank	Minimum	Minimum	$AR^{2/3}$	$AR^{2/3}$
	Elevation40 (m.msl)	Elevation50 (m.msl)	LB&RB40 (m.msl)	Elevation50 (m.msl)	Elevation50 (m.msl)	LB&RB50 (m.msl)	LB&RB (m.msl)	2540 ( $m^{4/3}$ )	2550 ( $m^{4/3}$ )
68	323	322	322	326	326	326	322	582.8	1051.8
67	321.7	320.1	320.1	321.4	321.5	321.4	320.1	213.6	765.1
66	321.2	321.4	321.2	318.4	322.1	318.4	318.4	49.4	339.7
65	321.6	321.0	321.0	320.3	321.3	320.3	320.3	499.8	1103.4
64	317.3	321.0	317.3	317.4	319.9	317.4	317.3	26.7	275.0
63	319.3	320.9	319.3	321.4	319.9	319.9	319.3	449.1	1586.7
62	319.3	320.9	319.3	317.0	316.5	316.5	316.5	36.7	305.9
61	319.8	319.7	319.7	317.2	319.9	317.2	317.2	111.6	475.6
60	318.3	319.5	318.3	320.2	319.1	319.1	318.3	312.8	861.2
59	318.1	319.7	318.1	320.3	319.6	319.6	318.1	507.9	988.7
58	320.5	319.6	319.6	319.9	319.3	319.3	319.3	881.4	1210.5
57	319.4	318.6	318.6	317.4	318.7	317.4	317.4	508.5	907.8
56	316.3	318.8	316.3	319.4	319.7	319.4	316.3	331.0	537.1
55	317.2	317.0	317.0	321.0	319.0	319.0	317.0	503.0	1035.5
54	318.7	316.3	316.3	317.1	318.8	317.1	316.3	335.2	625.0
53	317.3	318.7	317.3	317.8	318.6	317.8	317.3	579.8	844.7
52	317.0	318.5	317.0	318.4	318.2	318.2	317.0	828.0	1030.2
51	316.8	318.2	316.8	318.2	317.8	317.8	316.8	837.9	1348.8
50	316.4	314.0	314.0	318.0	314.6	314.6	314.0	343.6	498.9
49	314.5	317.4	314.5	316.1	316.7	316.1	314.5	382.9	705.6
48	317.1	316.9	316.9	317.0	316.0	316.0	316.0	714.2	1416.5
47	315.8	316.0	315.8	317.0	315.9	315.9	315.8	897.7	1722.1
46	315.6	316.4	315.6	316.1	315.3	315.3	315.3	852.5	1477.1
45	315.5	316.0	315.5	315.8	316.0	315.8	315.5	1067.0	1429.4
44	316.0	313.6	313.6	315.4	313.5	313.5	313.5	760.3	948.2
43	314.8	315.7	314.8	315.3	311.6	311.6	311.6	220.0	710.5
42	313.6	315.8	313.6	314.8	316.2	314.8	313.6	1097.2	1276.8
41	313.8	312.8	312.8	313.0	314.5	313.0	312.8	515.0	1348.8
40	315.7	313.3	313.3	314.8	314.2	314.2	313.3	893.1	1602.4
39	313.3	314.2	313.3	313.4	313.9	313.4	313.3	1359.2	2726.7
38	311.6	313.7	311.6	310.2	313.6	310.2	310.2	350.7	721.1
37	313.7	314.1	313.7	314.1	313.7	313.7	313.7	2429.8	3315.1
36	311.1	311.2	311.1	312.9	314.5	312.9	311.1	1227.0	1946.1
35	311.9	310.8	310.8	313.2	313.2	313.2	310.8	1142.5	1409.0
34	308.4	311.4	308.4	311.6	311.3	311.3	308.4	115.8	660.9
33	309.7	311.2	309.7	310.2	311.8	310.2	309.7	468.0	895.8
32	309.8	313.7	309.8	310.3	314.0	310.3	309.8	496.5	1025.3
31	311.4	309.8	309.8	310.5	309.3	309.3	309.3	562.8	819.8
30	309.4	309.8	309.4	308.5	309.9	308.5	308.5	486.1	858.5

ตารางที่ ก-5 (ต่อ) เปรียบเทียบค่าปัจจัยหน้าตัดการไหล ( $AR^{2/3}$ ) ของลำน้ำปิงช่วงสถานี P.67  
ถึงสถานี P.1 ระหว่างปี 2540 และ 2550

Section	Right Bank	Left Bank	Minimum	Right Bank	Left Bank	Minimum	Minimum	$AR^{2/3}$	$AR^{2/3}$
	Elevation40 (m.msl)	Elevation50 (m.msl)	LB&RB40 (m.msl)	Elevation50 (m.msl)	Elevation50 (m.msl)	LB&RB50 (m.msl)	LB&RB (m.msl)	2540 ( $m^{4/3}$ )	2550 ( $m^{4/3}$ )
29	309.5	309.5	309.5	311.6	308.3	308.3	308.3	471.6	831.3
28	307.2	308.2	307.2	308.2	308.6	308.2	307.2	340.7	619.8
27	308.0	311.2	308.0	308.7	311.2	308.7	308.0	401.0	858.8
26	307.0	309.9	307.0	307.5	312.1	307.5	307.0	336.7	653.4
25	307.6	309.9	307.6	309.5	305.2	305.2	305.2	129.3	458.3
24	306.5	309.7	306.5	308.6	306.5	306.5	306.5	725.2	1063.4
23	307.3	306.4	306.4	306.6	306.9	306.6	306.4	347.1	710.5
22	305.1	308.9	305.1	308.1	307.0	307.0	305.1	216.6	446.1
21	307.6	310.2	307.6	308.3	308.3	308.3	307.6	813.3	1347.9
20	309.7	304.4	304.4	309.3	307.0	307.0	304.4	156.2	353.3
19	304.9	305.7	304.9	307.7	306.0	306.0	304.9	327.0	1187.6
18	306.7	304.9	304.9	307.4	308.2	307.4	304.9	428.3	681.3
17	308.7	307.5	307.5	309.5	307.6	307.6	307.5	822.9	1354.7
16	305.1	305.5	305.1	307.5	308.4	307.5	305.1	367.5	815.9
15	308.2	306.7	306.7	308.0	304.5	304.5	304.5	487.4	610.6
14	308.0	307.7	307.7	304.8	304.0	304.0	304.0	323.3	497.4
13	307.0	304.5	304.5	307.3	306.5	306.5	304.5	379.4	638.1
12	306.1	307.1	306.1	306.5	307.2	306.5	306.1	819.1	1079.9
11	305.7	305.4	305.4	305.5	305.8	305.5	305.4	489.8	887.3
10	306.6	303.7	303.7	305.6	305.1	305.1	303.7	421.9	439.7
9	304.5	304.4	304.4	305.5	304.9	304.9	304.4	659.1	792.3
8	305.6	303.9	303.9	306.1	303.1	303.1	303.1	323.1	383.8
7	306.0	303.8	303.8	303.1	303.6	303.1	303.1	338.2	420.4
6	303.8	305.0	303.8	305.1	303.3	303.3	303.3	314.6	525.2
5	304.7	304.5	304.5	305.3	303.6	303.6	303.6	539.6	570.8
4	305.4	304.0	304.0	305.7	303.9	303.9	303.9	600.2	688.1
3	305.4	303.9	303.9	304.0	304.1	304.0	303.9	509.8	599.2
2	304.4	304.7	304.4	304.4	305.0	304.4	304.4	1005.8	1049.7
1	306.7	306.8	306.7	306.7	306.8	306.7	306.7	1931.0	2234.2
max_NV	323.3	321.5	321.5	326.2	326.1	326.1	326.1	2429.8	3315.1
min_NV	307.0	308.2	307.0	307.5	308.3	307.5	307.5	26.7	275.0
Avg_NV	315.2	315.8	314.7	315.7	315.9	315.1	315.1	593.7	1064.4
max_V	309.7	310.2	307.7	309.5	308.4	308.3	308.3	1931.0	2234.2
min_V	303.8	303.7	303.7	303.1	303.1	303.1	303.1	129.3	353.3
Avg_V	306.3	306.0	305.3	306.6	305.7	305.5	305.5	539.0	793.4

# หมายเหตุ NV = out of vicinity (ช่วงพื้นที่นอกเมือง) , V = in vicinity (ช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่)



ภาคผนวก ข ผลการจำลองสภาพน้ำหลากในกรณีต่างๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ ข-1 ตารางการคำนวณ Manning'n กรณีการไหลแบบ steady and uniform flow

Date	WS.EL.	Q.obs				Date	WS.EL.	Q.obs			
	at P.1	at P.1	AR2/3	Slope	Computed		at P.67	at P.67	AR2/3	Slope	Computed
	m.msl.	cms.	m <sup>8/3</sup>	m.	Manning'n		m.msl.	cms.	m <sup>8/3</sup>	m.	Manning'n
18-May-00	302.44	108.12	345.62	0.00031	0.056	23-Jul-97	319.40	85.17	162.50	0.00074	0.052
19-May-00	302.18	68.62	284.81	0.00031	0.073	24-Jul-97	319.95	128.60	255.48	0.00074	0.054
24-May-00	302.15	66.78	277.95	0.00031	0.073	25-Jul-97	319.71	118.86	212.40	0.00074	0.049
5-Jun-00	302.55	122.97	372.47	0.00031	0.053	26-Jul-97	319.21	81.96	135.05	0.00074	0.045
12-Jun-00	302.06	51.75	257.81	0.00031	0.088	29-Jul-97	319.48	100.05	174.61	0.00074	0.047
9-Jul-00	302.38	97.12	331.37	0.00031	0.060	29-Aug-97	319.33	91.09	151.92	0.00074	0.045
13-Jul-00	302.27	82.79	305.56	0.00031	0.065	2-Sep-97	320.01	152.32	266.71	0.00074	0.048
18-Jul-00	302.14	63.51	275.67	0.00031	0.076	10-Sep-97	318.30	28.13	44.54	0.00074	0.043
23-Jul-00	302.02	45.60	249.11	0.00031	0.096	22-Sep-97	318.58	49.79	70.19	0.00074	0.038
30-Jul-00	302.06	53.76	257.81	0.00031	0.084	26-Sep-97	319.38	99.64	159.50	0.00074	0.044
11-Aug-00	302.68	144.16	405.53	0.00031	0.050	17-May-00	318.71	103.11	185.51	0.00074	0.049
13-Aug-00	302.36	95.70	326.64	0.00031	0.060	23-May-00	317.78	46.77	79.69	0.00074	0.046
16-Aug-00	302.04	50.50	253.44	0.00031	0.088	7-Jun-00	318.44	71.99	147.48	0.00074	0.056
20-Aug-00	302.26	82.19	303.23	0.00031	0.065	9-Jun-00	318.00	58.91	102.89	0.00074	0.047
25-Aug-00	302.13	61.28	273.40	0.00031	0.079	15-Jun-00	317.35	32.42	41.60	0.00074	0.035
30-Aug-00	302.22	74.19	294.00	0.00031	0.070	29-Jun-00	317.24	21.31	33.52	0.00074	0.043
4-Sep-00	302.08	52.39	262.20	0.00031	0.088	7-Jul-00	318.77	114.39	194.93	0.00074	0.046
7-Sep-00	302.39	100.62	333.73	0.00031	0.058	10-Jul-00	317.67	40.78	68.98	0.00074	0.046
10-Sep-00	302.25	81.55	300.92	0.00031	0.065	26-Jul-00	317.46	35.79	50.35	0.00074	0.038
18-Sep-00	302.17	64.90	282.52	0.00031	0.077	15-Aug-00	317.41	34.84	46.28	0.00074	0.036
21-Sep-00	302.03	48.55	251.27	0.00031	0.091	24-Aug-00	317.40	35.32	45.49	0.00074	0.035
6-Oct-00	302.30	86.15	312.54	0.00031	0.064	28-Aug-00	317.86	63.76	87.90	0.00074	0.037
13-Oct-00	302.06	58.49	257.81	0.00031	0.078	31-Aug-00	317.80	59.13	81.70	0.00074	0.038
18-Oct-00	302.10	54.38	266.65	0.00031	0.086	12-Sep-00	317.80	50.05	81.70	0.00074	0.044
31-Oct-00	302.43	107.40	343.23	0.00031	0.056	10-Nov-00	317.52	46.58	55.41	0.00074	0.032
5-Jul-03	302.09	53.71	266.42	0.00031	0.087	17-May-00	318.71	103.11	216.22	0.00074	0.057
27-Jul-03	302.00	44.73	246.88	0.00031	0.097	23-May-00	317.78	46.77	102.16	0.00074	0.059
21-Aug-03	302.31	91.02	316.81	0.00031	0.061	9-Jun-00	318.00	58.91	127.82	0.00074	0.059
7-Sep-03	302.35	93.34	326.23	0.00031	0.062	15-Jun-00	317.35	32.42	60.35	0.00074	0.051
11-Sep-03	303.03	213.56	501.98	0.00031	0.041	7-Jul-00	318.77	114.39	226.24	0.00074	0.054
12-Sep-03	303.91	367.00	750.57	0.00031	0.036	10-Jul-00	317.67	40.78	90.82	0.00074	0.061
13-Sep-03	304.20	409.01	842.06	0.00031	0.036	26-Jul-00	317.46	35.79	70.30	0.00074	0.053
16-Sep-03	303.46	268.59	620.09	0.00031	0.041	15-Aug-00	317.41	34.84	65.70	0.00074	0.051
24-Sep-03	302.35	100.12	326.23	0.00031	0.057	28-Aug-00	317.86	63.76	111.19	0.00074	0.047
4-Jun-04	302.12	50.09	246.37	0.00031	0.087	31-Aug-00	317.80	59.13	104.36	0.00074	0.048
22-Jun-04	301.99	49.30	218.79	0.00031	0.078	12-Sep-00	317.80	50.05	104.36	0.00074	0.057
19-Jul-04	302.05	47.55	231.43	0.00031	0.086	20-Sep-00	317.20	30.58	47.83	0.00074	0.043
30-Jul-04	302.75	178.02	394.43	0.00031	0.039	25-Oct-00	317.33	40.87	58.61	0.00074	0.039
9-Aug-04	302.52	112.46	337.23	0.00031	0.053	25-Oct-00	317.32	41.56	57.75	0.00074	0.038
19-Aug-04	302.51	113.16	334.85	0.00031	0.052	10-Nov-00	317.52	46.58	76.03	0.00074	0.044
25-Aug-04	302.34	80.13	294.85	0.00031	0.065	19-May-46	316.91	30.91	47.85	0.00074	0.042
11-Sep-04	303.96	344.64	730.00	0.00031	0.037	3-Jun-03	316.97	37.23	52.60	0.00074	0.038
13-Sep-04	303.42	292.59	573.82	0.00031	0.035	1-Jul-03	317.12	49.97	65.26	0.00074	0.036
16-Sep-04	304.10	437.92	778.16	0.00031	0.031	12-Sep-03	319.69	405.34	461.19	0.00074	0.031
18-Oct-04	302.13	62.95	248.52	0.00031	0.070	18-Apr-06	317.41	49.29	62.77	0.00074	0.035
26-Oct-04	302.07	56.53	235.68	0.00031	0.073	10-May-06	317.27	41.54	49.94	0.00074	0.033
16-Nov-04	301.93	37.44	206.20	0.00031	0.097	28-Jul-06	318.02	102.83	132.85	0.00074	0.035
15-May-06	302.37	102.07	389.64	0.00031	0.067	1-Aug-06	319.73	395.13	464.97	0.00074	0.032
31-May-06	302.04	57.99	309.00	0.00031	0.094	11-Oct-06	318.92	303.20	282.78	0.00074	0.025
6-Jun-06	302.17	79.02	340.14	0.00031	0.076	8-May-07	316.95	35.74	53.60	0.00074	0.041
21-Jun-06	302.30	101.97	371.97	0.00031	0.064	15-May-07	317.43	68.18	104.07	0.00074	0.041
28-Jul-06	302.65	171.64	464.73	0.00031	0.048	5-Jun-07	317.09	48.55	67.59	0.00074	0.038
1-Aug-06	304.83	529.71	954.35	0.00031	0.032	15-Jun-07	317.10	52.84	68.63	0.00074	0.035
1-Aug-06	304.83	552.46	954.35	0.00031	0.030	27-Aug-07	317.28	72.94	87.68	0.00074	0.033
2-Aug-06	304.15	388.09	924.93	0.00031	0.042	5-Sep-07	317.09	53.43	67.59	0.00074	0.034
11-Aug-06	302.45	131.45	410.41	0.00031	0.055	6-May-08	316.73	40.22	79.78	0.00074	0.054
17-Aug-06	302.32	113.74	376.96	0.00031	0.058	6-Jun-08	316.91	53.36	100.78	0.00074	0.051
1-Sep-06	304.24	437.65	949.27	0.00031	0.038	13-Aug-08	316.98	59.61	109.50	0.00074	0.050
8-Sep-06	302.43	126.48	405.16	0.00031	0.056	18-Aug-08	316.93	55.98	103.23	0.00074	0.050
19-Sep-06	302.36	119.10	387.08	0.00031	0.057	20-Aug-08	316.87	50.81	95.95	0.00074	0.051
6-Oct-06	302.39	127.48	394.78	0.00031	0.055	7-Sep-08	318.24	197.11	302.28	0.00074	0.042
11-Oct-06	303.50	313.41	715.73	0.00031	0.040	17-Sep-08	317.55	112.75	180.15	0.00074	0.043
30-Oct-06	302.15	87.91	335.30	0.00031	0.067						
8-Nov-06	302.11	86.73	325.68	0.00031	0.066						

ตารางที่ ข-2 ตารางการคำนวณ Manning'n กรณีการไหลแบบ steady and non-uniform flow

Date	WS.EL.	Q.obs	Computed at Station P.67			WS.EL.	Q.obs	Computed at Station P.1			Q.avg	Computed Manning'n
	at P.67	at P.67	A	R	AR <sup>2/3</sup>	at P.1	at P.1	A	R	AR <sup>2/3</sup>		
	m.msl.	cms.	m <sup>2</sup>	m.	m <sup>8/3</sup>	m.msl.	cms.	m <sup>2</sup>	m.	m <sup>8/3</sup>		
23-Apr-96	318.8	41.7	62.2	1.1	64.4	301.8	40.1	139.3	1.6	187.4	102.1	0.038
25-Apr-96	318.6	33.0	53.6	0.9	51.0	301.7	30.0	132.3	1.5	172.5	77.9	0.036
24-May-96	318.7	40.5	61.1	1.0	62.8	301.8	32.5	134.1	1.5	176.2	78.7	0.035
6-Jun-96	318.8	44.1	64.6	1.1	67.7	301.8	35.0	135.8	1.5	179.9	51.2	0.044
14-Jun-96	319.5	99.0	112.6	1.6	153.0	302.2	105.2	176.2	1.9	274.3	54.4	0.045
15-Jun-96	319.2	72.0	90.4	1.3	108.2	302.1	83.8	164.8	1.8	246.3	55.9	0.044
19-Jun-96	319.2	73.5	91.8	1.3	110.0	302.1	83.8	164.8	1.8	246.3	53.7	0.041
26-Jun-96	319.0	53.3	73.7	1.2	82.0	301.9	49.2	145.4	1.6	200.9	45.4	0.045
27-Jun-96	319.0	55.4	75.5	1.2	85.1	301.9	53.5	148.1	1.7	206.9	44.0	0.044
28-Jun-96	319.0	55.4	75.5	1.2	85.1	301.9	56.5	149.8	1.7	210.9	68.8	0.043
29-Jun-96	319.0	54.0	74.3	1.2	83.0	301.9	53.5	148.1	1.7	206.9	122.2	0.035
30-Jun-96	318.8	44.1	64.6	1.1	67.7	301.9	46.6	143.7	1.6	197.0	167.3	0.036
1-Jul-96	318.8	45.3	65.7	1.1	69.4	301.8	42.7	141.1	1.6	191.2	216.3	0.032
5-Aug-96	319.2	70.5	89.1	1.3	106.4	302.0	67.2	156.0	1.7	225.3	319.4	0.035
22-Aug-96	319.7	103.0	122.5	1.7	174.3	302.5	141.4	200.1	2.2	336.5	297.5	0.033
26-Aug-96	320.1	154.0	155.6	2.1	255.0	302.8	180.6	225.2	2.4	407.0	30.6	0.040
3-Sep-96	320.4	221.0	171.8	2.3	298.0	303.0	211.5	245.1	2.6	460.5	135.6	0.037
4-Sep-96	321.2	310.0	238.3	3.0	498.0	303.8	328.8	319.0	3.1	678.1	98.0	0.041
5-Sep-96	320.9	275.0	215.3	2.8	424.0	303.8	320.0	323.0	3.1	690.4	99.2	0.036
28-May-97	318.3	23.8	47.8	0.8	42.6	301.8	37.5	141.4	1.6	191.9	50.7	0.045
25-Jul-97	319.7	120.1	138.3	1.9	213.4	302.6	151.0	212.9	2.3	371.9	100.4	0.037
26-Jul-97	319.2	80.0	104.3	1.5	137.0	302.4	116.0	191.6	2.1	314.1	82.5	0.039
29-Jul-97	319.4	89.6	112.5	1.6	154.3	302.4	108.8	187.2	2.1	302.7	100.3	0.036
1-Aug-97	318.6	37.3	63.1	1.1	66.8	302.0	64.1	159.9	1.8	234.7	139.1	0.036
28-Aug-97	319.4	90.5	115.9	1.7	161.9	302.4	110.2	188.1	2.1	305.0	101.5	0.039
31-Aug-97	319.1	72.1	92.4	1.4	117.9	302.2	92.8	177.5	2.0	277.5	222.9	0.034
29-Aug-97	319.4	87.5	112.5	1.6	154.3	302.4	113.1	189.8	2.1	309.5	328.6	0.032
3-Sep-97	319.8	116.6	140.4	1.9	218.5	302.7	161.5	219.2	2.4	389.9	219.3	0.035
26-Sep-97	319.2	81.2	105.0	1.5	138.4	302.4	121.8	195.1	2.1	323.3	383.3	0.034
30-Sep-97	320.3	175.3	179.4	2.4	321.1	303.4	270.6	280.6	2.8	561.4	604.0	0.033
16-Aug-05	319.5	327.2	214.8	2.7	413.0	303.8	330.0	332.3	3.2	727.2	454.0	0.034
17-Aug-05	318.8	206.8	162.5	2.1	266.5	303.1	231.8	264.0	2.8	525.5	56.4	0.046
12-Sep-05	319.7	359.1	228.1	2.8	454.0	304.1	407.5	353.2	3.4	793.4	39.6	0.047
20-Sep-05	321.1	665.0	345.5	4.0	870.1	304.7	543.0	388.1	3.7	926.0	56.4	0.045
22-Sep-05	320.1	436.0	259.0	3.1	555.5	304.4	472.0	386.1	3.7	918.1	77.2	0.043
31-May-06	317.3	49.8	80.7	1.2	90.6	302.0	63.0	188.5	2.1	308.9	45.4	0.042
9-May-06	317.2	37.5	71.3	1.1	74.1	302.0	41.6	186.8	2.1	304.1	51.4	0.042
31-May-06	317.3	49.8	80.7	1.2	90.6	302.0	63.0	188.5	2.1	308.9	140.4	0.035
6-Jun-06	317.6	71.8	95.6	1.4	119.0	302.2	82.5	200.0	2.2	340.1	105.0	0.042
15-Jun-06	317.2	38.4	72.0	1.1	75.3	302.0	52.5	182.4	2.0	292.3	118.0	0.039
19-Jun-06	317.3	42.8	75.3	1.1	81.0	302.0	60.0	186.8	2.1	304.1	94.4	0.041
28-Jul-06	318.0	121.3	126.4	1.8	186.7	302.7	159.5	242.2	2.7	464.1	99.0	0.034
7-Aug-06	317.8	95.8	110.6	1.6	151.0	302.4	114.2	217.6	2.4	389.9	106.2	0.040
11-Aug-06	317.9	109.0	118.8	1.7	169.1	302.5	127.0	224.6	2.5	410.5	102.0	0.038
17-Aug-06	317.7	82.6	102.4	1.5	133.0	302.3	106.2	213.2	2.4	377.4	168.1	0.037
8-Sep-06	317.7	83.7	103.0	1.5	134.5	302.4	114.2	217.6	2.4	389.9	107.7	0.037
30-Sep-06	317.7	87.0	105.1	1.5	139.1	302.4	125.4	223.7	2.5	407.9	108.7	0.039
6-Oct-06	317.7	88.1	105.8	1.5	140.6	302.4	115.8	218.4	2.4	392.5	102.0	0.040
13-Oct-06	318.1	137.5	135.5	1.9	208.7	302.9	198.6	262.5	2.9	529.1	281.3	0.034
19-Sep-06	317.8	98.0	111.9	1.6	154.1	302.4	117.4	219.3	2.4	395.0	107.7	0.033
28-Sep-06	317.7	90.3	107.1	1.6	143.5	302.5	127.0	224.6	2.5	410.5	108.7	0.035
6-Oct-06	317.7	88.1	105.8	1.5	140.6	302.4	115.8	218.4	2.4	392.5	102.0	0.034
11-Oct-06	318.9	246.4	188.6	2.6	352.6	303.5	316.2	321.2	3.4	727.9	281.3	0.034

ตารางที่ ข-3 เปรียบเทียบค่าระดับน้ำที่เหตุการณ์น้ำหลากในปี 2539 ( 1-10 กย. 2539 ) ของชุด  
ข้อมูลน้ำตัดในปี 2540 และปี 2550

Event 2539 (1-10 SEP 2539)

Channel 2540					Channel 2550				
*Dist .to D/S (m.)	Mean bed (m.msl)	Right Bank (m.msl)	Left Bank (m.msl)	Max. Ws. Elev. (m.msl)	*Dist .to D/S (m.)	Mean bed (m.msl)	Right Bank (m.msl)	Left Bank (m.msl)	Max. Ws. Elev. (m.msl)
0	318	323	322	321	0	317	326	326	319
100	317.7	321.7	320.1	321.0	226	316.7	321.4	321.5	319.2
600	318.2	321.2	321.4	320.7	613	315.6	318.4	322.1	319.0
1100	317.3	321.6	321.0	320.4	1042	316.0	320.3	321.3	318.7
1600	317.6	317.3	321.0	319.9	1803	315.4	317.4	319.9	318.1
2100	316.7	319.3	320.9	319.6	2003	314.9	321.4	319.9	318.0
2600	316.9	319.3	320.9	319.4	2750	315.3	317.0	316.5	317.7
3100	315.9	319.8	319.7	319.1	3360	313.9	317.2	319.9	317.4
3600	315.2	318.3	319.5	318.5	3739	313.2	320.2	319.1	317.1
4100	314.5	318.1	319.7	318.2	4100	313.3	320.3	319.6	316.9
4600	314.5	320.5	319.6	317.8	4283	312.7	319.9	319.3	316.8
5100	314.6	319.4	318.6	317.5	4939	312.9	317.4	318.7	316.3
5600	313.7	316.3	318.8	317.3	5167	312.2	319.4	319.7	316.2
6100	313.4	317.2	317.0	317.0	5530	312.1	321.0	319.0	316.1
6600	312.9	318.7	316.3	316.8	5933	311.7	317.1	318.8	315.8
7100	312.9	317.3	318.7	316.2	6561	311.2	317.8	318.6	315.2
7600	312.1	317.0	318.5	315.8	6966	311.1	318.4	318.2	314.8
8100	312.2	316.8	318.2	315.4	7761	310.7	318.2	317.8	314.2
8600	311.5	316.4	314.0	315.2	8125	310.2	318.0	314.6	313.9
9100	311.2	314.5	317.4	314.9	8774	309.6	316.1	316.7	313.4
9600	310.1	317.1	316.9	314.5	9321	309.6	317.0	316.0	313.0
10100	310.4	315.8	316.0	314.1	9553	309.4	317.0	315.9	312.9
10600	309.8	315.6	316.4	313.7	10108	308.4	316.1	315.3	312.6
11100	309.5	315.5	316.0	313.4	10323	308.9	315.8	316.0	312.4
11600	309.0	316.0	313.6	313.2	11277	308.3	315.4	313.5	311.6
12100	308.3	314.8	315.7	312.8	11901	307.0	315.3	311.6	311.3
12600	307.4	313.6	315.8	312.6	12471	306.9	314.8	316.2	310.9
13100	308.4	313.8	312.8	312.2	13231	307.2	313.0	314.5	310.3
13600	307.3	315.7	313.3	311.8	13848	306.0	314.8	314.2	309.8
14100	308.3	313.3	314.2	311.6	14418	306.0	313.4	313.9	309.4
14600	306.2	311.6	313.7	311.3	14713	305.3	310.2	313.6	309.1
15100	307.6	313.7	314.1	311.2	15119	305.2	314.1	313.7	309.0
15600	305.4	311.1	311.2	311.1	15903	303.4	312.9	314.5	308.8
15809	307.0	311.9	310.8	311.1	16032	304.4	313.2	313.2	308.7
16019	306.3	308.4	311.4	310.5	16413	304.7	311.6	311.3	308.6
16228	306.2	309.7	311.2	310.2	16681	304.3	310.2	311.8	308.4
16728	305.3	309.8	313.7	309.8	16878	304.3	310.3	314.0	308.3
17228	305.9	311.4	309.8	309.5	17567	304.0	310.5	309.3	307.8
17728	304.6	309.4	309.8	309.3	17681	303.3	308.5	309.9	307.8

ตารางที่ ข-3 (ต่อ) เปรียบเทียบค่าระดับน้ำที่เหตุการณ์น้ำหลากในปี 2539 ( 1-10 กย. 2539 )

ของชุดข้อมูลหน้าตัดในปี 2540 และปี 2550

Event 2539 (1-10 SEP 2539)

Channel 2540					Channel 2550				
*Dist .to D/S (m.)	Mean bed (m.msl)	Right Bank (m.msl)	Left Bank (m.msl)	Max. Ws. Elev. (m.msl)	*Dist .to D/S (m.)	Mean bed (m.msl)	Right Bank (m.msl)	Left Bank (m.msl)	Max. Ws. Elev. (m.msl)
18228	305.6	309.5	309.5	309.1	18161	302.6	311.6	308.3	307.6
18728	303.0	307.2	308.2	308.8	18676	303.2	308.2	308.6	307.4
19228	304.5	308.0	311.2	308.5	19379	302.4	308.7	311.2	307.1
19728	302.6	307.0	309.9	308.2	19670	302.5	307.5	312.1	307.0
20228	303.6	307.6	309.9	308.0	20236	302.8	309.5	305.2	306.8
20728	301.4	306.5	309.7	307.8	20832	302.3	308.6	306.5	306.8
21228	302.7	307.3	306.4	307.7	21622	302.4	306.6	306.9	306.5
21728	302.5	305.1	308.9	307.5	21719	301.8	308.1	307.0	306.5
22228	302.0	307.6	310.2	307.3	22586	301.3	308.3	308.3	306.3
22728	301.5	309.7	304.4	307.0	23049	301.0	309.3	307.0	306.1
23228	301.5	304.9	305.7	306.9	23454	299.0	307.7	306.0	306.1
23728	301.3	306.7	304.9	306.7	24032	300.8	307.4	308.2	306.0
24228	300.7	308.7	307.5	306.5	24513	300.7	309.5	307.6	305.8
24728	301.2	305.1	305.5	306.3	24913	299.8	307.5	308.4	305.7
25228	301.1	308.2	306.7	306.2	25326	301.2	308.0	304.5	305.7
25728	301.8	308.0	307.7	306.1	25826	300.9	304.8	304.0	305.5
26228	301.3	307.0	304.5	306.0	26326	300.7	307.3	306.5	305.4
26728	300.0	306.1	307.1	305.8	26826	299.0	306.5	307.2	305.3
27228	300.2	305.7	305.4	305.5	27476	298.5	305.5	305.8	305.1
27728	299.8	306.6	303.7	305.3	27776	300.6	305.6	305.1	305.0
28228	300.1	304.5	304.4	305.1	28076	300.1	305.5	304.9	304.9
28728	300.2	305.6	303.9	305.0	28776	300.5	306.1	303.1	304.7
29228	300.7	306.0	303.8	304.9	29376	300.6	303.1	303.6	304.6
29728	300.8	303.8	305.0	304.7	29826	300.6	305.1	303.3	304.5
30228	300.4	304.7	304.5	304.6	30126	300.5	305.3	303.6	304.4
30728	300.3	305.4	304.0	304.4	30726	300.2	305.7	303.9	304.2
31228	300.2	305.4	303.9	304.2	31126	300.3	304.0	304.1	304.0
31728	300.5	304.4	304.7	304.0	31726	300.5	304.4	305.0	303.8
31828	300.0	306.7	306.8	304.0	31828	299.9	306.7	306.8	303.8
max_NV	318.2	323.3	321.5	321.1	max_NV	316.7	326.2	326.1	319.3
min_NV	302.6	307.0	308.2	308.2	min_NV	302.4	307.5	308.3	307.0
Avg_NV	310.6	315.2	315.8	314.4	Avg_NV	309.1	315.7	315.9	312.9
max_V	303.6	309.7	310.2	308.0	max_V	302.8	309.5	308.4	306.8
min_V	299.8	303.8	303.7	304.0	min_V	298.5	303.1	303.1	303.8
Avg_V	301.0	306.3	306.0	305.9	Avg_V	300.6	306.6	305.7	305.3

# หมายเหตุ NV = out of vicinity (ช่วงพื้นที่นอกเมือง) , V = in vicinity (ช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่)

หมายเหตุ : \* มีการปรับลดระยะทางของชุดหน้าตัดปี 2540 ในช่วงที่ลำน้ำเปลี่ยนแนวการไหล (River Cutoff)

ลงไป 872 เมตร ช่วงระยะทาง 15809 –16019 เมตร. จากสถานี P.67

ตารางที่ ข-4 เปรียบเทียบค่าระดับน้ำที่เหตุการณ์น้ำหลากในปี 2549 ( 28 กย.-2ตค. 2549 ) ของ  
ชุดข้อมูลหน้าตัดในปี 2540 และปี 2550

Event 2549 (28 SEP-2OCT 2549)

Channel 2540					Channel 2550				
*Dist. to D/S (m.)	Mean bed (m.msl)	Right Bank (m.msl)	Left Bank (m.msl)	Max. Ws. Elev. (m.msl)	*Dist. to D/S (m.)	Mean bed (m.msl)	Right Bank (m.msl)	Left Bank (m.msl)	Max. Ws. Elev. (m.msl)
0	318	323	322	322	0	317	326	326	320
100	317.7	321.7	320.1	321.4	226	316.7	321.4	321.5	319.6
600	318.2	321.2	321.4	321.2	613	315.6	318.4	322.1	319.4
1100	317.3	321.6	321.0	320.9	1042	316.0	320.3	321.3	319.1
1600	317.6	317.3	321.0	320.4	1803	315.4	317.4	319.9	318.5
2100	316.7	319.3	320.9	320.2	2003	314.9	321.4	319.9	318.5
2600	316.9	319.3	320.9	319.9	2750	315.3	317.0	316.5	318.2
3100	315.9	319.8	319.7	319.6	3360	313.9	317.2	319.9	317.9
3600	315.2	318.3	319.5	319.1	3739	313.2	320.2	319.1	317.7
4100	314.5	318.1	319.7	318.8	4100	313.3	320.3	319.6	317.5
4600	314.5	320.5	319.6	318.4	4283	312.7	319.9	319.3	317.3
5100	314.6	319.4	318.6	318.2	4939	312.9	317.4	318.7	316.9
5600	313.7	316.3	318.8	318.0	5167	312.2	319.4	319.7	316.7
6100	313.4	317.2	317.0	317.7	5530	312.1	321.0	319.0	316.6
6600	312.9	318.7	316.3	317.5	5933	311.7	317.1	318.8	316.3
7100	312.9	317.3	318.7	316.9	6561	311.2	317.8	318.6	315.7
7600	312.1	317.0	318.5	316.5	6966	311.1	318.4	318.2	315.3
8100	312.2	316.8	318.2	316.2	7761	310.7	318.2	317.8	314.7
8600	311.5	316.4	314.0	316.0	8125	310.2	318.0	314.6	314.4
9100	311.2	314.5	317.4	315.7	8774	309.6	316.1	316.7	313.8
9600	310.1	317.1	316.9	315.3	9321	309.6	317.0	316.0	313.4
10100	310.4	315.8	316.0	314.9	9553	309.4	317.0	315.9	313.3
10600	309.8	315.6	316.4	314.6	10108	308.4	316.1	315.3	313.0
11100	309.5	315.5	316.0	314.3	10323	308.9	315.8	316.0	312.9
11600	309.0	316.0	313.6	314.0	11277	308.3	315.4	313.5	312.1
12100	308.3	314.8	315.7	313.6	11901	307.0	315.3	311.6	311.7
12600	307.4	313.6	315.8	313.3	12471	306.9	314.8	316.2	311.3
13100	308.4	313.8	312.8	312.9	13231	307.2	313.0	314.5	310.7
13600	307.3	315.7	313.3	312.5	13848	306.0	314.8	314.2	310.2
14100	308.3	313.3	314.2	312.3	14418	306.0	313.4	313.9	309.8
14600	306.2	311.6	313.7	312.1	14713	305.3	310.2	313.6	309.5
15100	307.6	313.7	314.1	312.0	15119	305.2	314.1	313.7	309.4
15600	305.4	311.1	311.2	311.9	15903	303.4	312.9	314.5	309.2
15809	307.0	311.9	310.8	311.8	16032	304.4	313.2	313.2	309.2
16019	306.3	308.4	311.4	311.3	16413	304.7	311.6	311.3	309.0
16228	306.2	309.7	311.2	311.0	16681	304.3	310.2	311.8	308.9
16728	305.3	309.8	313.7	310.6	16878	304.3	310.3	314.0	308.8
17228	305.9	311.4	309.8	310.3	17567	304.0	310.5	309.3	308.2
17728	304.6	309.4	309.8	310.1	17681	303.3	308.5	309.9	308.2

# หมายถึง NV = out of vicinity (ช่วงพื้นที่นอกเมือง) , V = in vicinity (ช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่)



ตารางที่ ข-4 (ต่อ) เปรียบเทียบค่าระดับน้ำที่เหตุการณ์น้ำหลากในปี 2549 ( 28 กย.-2ตค. 2549 )  
ของชุด ข้อมูลน้ำตัดในปี 2540 และปี 2550

Channel 2540					Channel 2550				
*Dist .to D/S (m.)	Mean bed (m.msl)	Right Bank (m.msl)	Left Bank (m.msl)	Max. Ws. Elev. (m.msl)	*Dist .to D/S (m.)	Mean bed (m.msl)	Right Bank (m.msl)	Left Bank (m.msl)	Max. Ws. Elev. (m.msl)
18228	305.6	309.5	309.5	310.0	18161	302.6	311.6	308.3	308.0
18728	303.0	307.2	308.2	309.7	18676	303.2	308.2	308.6	307.8
19228	304.5	308.0	311.2	309.4	19379	302.4	308.7	311.2	307.5
19728	302.6	307.0	309.9	309.1	19670	302.5	307.5	312.1	307.3
20228	303.6	307.6	309.9	309.0	20236	302.8	309.5	305.2	307.2
20728	301.4	306.5	309.7	308.8	20832	302.3	308.6	306.5	307.1
21228	302.7	307.3	306.4	308.7	21622	302.4	306.6	306.9	306.9
21728	302.5	305.1	308.9	308.5	21719	301.8	308.1	307.0	306.8
22228	302.0	307.6	310.2	308.3	22586	301.3	308.3	308.3	306.6
22728	301.5	309.7	304.4	308.1	23049	301.0	309.3	307.0	306.4
23228	301.5	304.9	305.7	307.9	23454	299.0	307.7	306.0	306.4
23728	301.3	306.7	304.9	307.8	24032	300.8	307.4	308.2	306.3
24228	300.7	308.7	307.5	307.5	24513	300.7	309.5	307.6	306.1
24728	301.2	305.1	305.5	307.3	24913	299.8	307.5	308.4	306.1
25228	301.1	308.2	306.7	307.2	25326	301.2	308.0	304.5	306.0
25728	301.8	308.0	307.7	307.1	25826	300.9	304.8	304.0	305.8
26228	301.3	307.0	304.5	307.0	26326	300.7	307.3	306.5	305.7
26728	300.0	306.1	307.1	306.8	26826	299.0	306.5	307.2	305.5
27228	300.2	305.7	305.4	306.4	27476	298.5	305.5	305.8	305.3
27728	299.8	306.6	303.7	306.2	27776	300.6	305.6	305.1	305.2
28228	300.1	304.5	304.4	306.1	28076	300.1	305.5	304.9	305.2
28728	300.2	305.6	303.9	305.9	28776	300.5	306.1	303.1	305.0
29228	300.7	306.0	303.8	305.8	29376	300.6	303.1	303.6	304.8
29728	300.8	303.8	305.0	305.6	29826	300.6	305.1	303.3	304.7
30228	300.4	304.7	304.5	305.5	30126	300.5	305.3	303.6	304.6
30728	300.3	305.4	304.0	305.3	30726	300.2	305.7	303.9	304.5
31228	300.2	305.4	303.9	305.0	31126	300.3	304.0	304.1	304.3
31728	300.5	304.4	304.7	304.9	31726	300.5	304.4	305.0	304.1
31828	300.0	306.7	306.8	304.8	31828	299.9	306.7	306.8	304.0
max_NV	318.2	323.3	321.5	321.5	max_NV	316.7	326.2	326.1	319.8
min_NV	302.6	307.0	308.2	309.1	min_NV	302.4	307.5	308.3	307.3
Avg_NV	310.6	315.2	315.8	315.1	Avg_NV	309.1	315.7	315.9	313.3
max_V	303.6	309.7	310.2	309.0	max_V	302.8	309.5	308.4	307.2
min_V	299.8	303.8	303.7	304.8	min_V	298.5	303.1	303.1	304.0
Avg_V	301.0	306.3	306.0	306.9	Avg_V	300.6	306.6	305.7	305.6

# หมายถึง NV = out of vicinity (ช่วงพื้นที่นอกเมือง) , V = in vicinity (ช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่)

ตารางที่ ข-5 เปรียบเทียบค่าความสามารถการนำน้ำ (Conveyance Capacity ; K) ของชุดหน้า  
ตัดลำน้ำในปี 2540 ที่ระดับน้ำต่างๆเทียบจากสถานี P.1

## Section 2540

*Distance to D/S (m.)	Mean bed elevation (m.msl)	Water Surface Elevation				Conveyance Capacity (K;AR <sup>2/3</sup> /m)			
		302.5 (m.msl)	303 (m.msl)	303.5 (m.msl)	304 (m.msl)	302.5 (cms.)	303 (cms.)	303.5 (cms.)	304 (cms.)
0	317	320.0	320.4	320.9	321.3	6430	8756	11148	13473
100	318.2	319.9	320.3	320.8	321.2	4583.5	6885.1	9389.3	12064.0
600	317.3	319.6	320.0	320.5	320.9	6149.3	9071.4	12278.9	15750.1
1100	317.6	319.2	319.7	320.2	320.6	4782.6	8014.0	11708.6	15686.1
1600	316.7	318.8	319.3	319.7	320.1	4695.5	6701.5	8805.4	10963.1
2100	316.9	318.4	318.9	319.4	319.8	5151.4	8528.2	12196.7	16174.8
2600	315.9	318.1	318.7	319.1	319.6	7434.9	10533.6	13785.7	17137.7
3100	316.2	317.9	318.4	318.8	319.3	4729.3	7306.4	10057.8	12899.8
3600	315.2	317.4	317.8	318.3	318.7	4443.3	6196.3	8063.4	10105.5
4100	314.5	317.0	317.5	317.9	318.4	5017.8	8259.4	11925.5	15826.7
4600	314.5	316.5	317.1	317.6	318.0	4793.8	7180.3	9940.3	12843.8
5100	314.5	316.1	316.7	317.2	317.7	4888.0	8352.8	12197.3	16828.3
5600	313.7	315.8	316.4	317.0	317.5	6494.6	9745.7	13222.3	16706.9
6100	313.4	315.6	316.2	316.7	317.2	5709.4	8697.8	11881.1	15124.2
6600	312.9	315.3	315.9	316.4	316.9	6314.9	9146.5	12265.7	15558.7
7100	312.9	314.8	315.4	315.9	316.4	3306.5	5180.9	6997.2	9217.3
7600	312.1	314.4	315.0	315.5	316.0	5889.9	8569.1	11352.3	14286.7
8100	312.2	314.0	314.6	315.1	315.6	3997.0	6811.0	9817.5	12996.8
8600	311.5	313.7	314.3	314.9	315.4	7453.1	11498.4	15615.3	19873.9
9100	311.2	313.4	314.1	314.6	315.1	5079.8	7736.1	10474.3	13542.5
9600	310.1	313.0	313.6	314.1	314.7	4498.0	6556.6	8853.4	11342.8
10100	310.4	312.5	313.1	313.7	314.2	4659.0	7368.1	10215.3	13232.6
10600	309.8	312.1	312.8	313.3	313.8	4972.1	7597.4	10146.2	12944.0
11100	309.5	311.6	312.3	312.9	313.5	4368.3	7021.9	10048.8	13284.3
11600	309.0	311.3	312.1	312.7	313.2	6775.4	10593.5	14213.1	17925.1
12100	308.3	310.9	311.7	312.2	312.7	3777.5	5980.3	7970.1	10087.1
12600	307.4	310.8	311.5	312.0	312.6	9739.9	13677.5	16989.6	20593.0
13100	308.4	310.4	311.1	311.6	312.2	3019.8	4102.0	6551.5	9329.2
13600	307.3	310.1	310.6	311.2	311.7	6759.3	9167.8	11620.2	14220.2
14100	308.3	309.8	310.4	310.9	311.5	5176.3	8602.8	12529.1	16883.0
14600	306.2	309.5	310.1	310.6	311.2	5982.0	8669.9	11502.2	14539.4
15100	307.6	309.3	309.9	310.5	311.0	7845.0	13061.5	18797.2	25058.5
15600	305.4	309.2	309.8	310.4	311.0	14351.9	19835.8	25330.7	31070.9
15809	307.0	309.1	309.8	310.3	310.9	11257.9	17461.0	23995.9	31064.6
16019	306.3	308.9	309.5	310.0	310.5	3921.0	5473.5	7241.4	9180.7
16228	306.2	308.4	309.0	309.6	310.2	4632.8	7901.6	11558.1	15955.5
16728	305.3	307.9	308.6	309.2	309.8	5051.5	7512.4	10043.0	12878.4
17228	305.9	307.6	308.3	308.9	309.5	4900.4	8670.1	12633.0	16771.7
17728	304.6	307.3	308.1	308.7	309.3	6215.4	10190.8	13897.5	17937.9

ตารางที่ ข-5 (ต่อ) เปรียบเทียบค่าความสามารถการนำน้ำ (Conveyance Capacity ; K) ของชุด  
หน้าตัดลำน้ำในปี 2540 ที่ระดับน้ำต่างๆเทียบจากสถานี P.1

Section 2540 (ต่อ)

*Distance to D/S (m.)	Mean bed elevation (m.msl)	Water Surface Elevation				Conveyance Capacity (K;AR <sup>2/3</sup> /n)			
		302.5 (m.msl)	303 (m.msl)	303.5 (m.msl)	304 (m.msl)	302.5 (cms.)	303 (cms.)	303.5 (cms.)	304 (cms.)
18228	305.6	307.0	307.8	308.5	309.1	5576.3	8966.2	13761.6	19110.9
18728	303.0	306.7	307.5	308.2	308.8	7370.1	10169.8	12859.5	15863.7
19228	304.5	306.4	307.2	307.9	308.6	4081.5	6746.4	10012.4	13202.9
19728	302.6	306.0	306.8	307.5	308.2	5843.0	8389.7	11115.2	14098.1
20228	303.6	305.7	306.6	307.3	307.9	5022.0	8532.5	12455.5	15732.6
20728	301.4	305.6	306.5	307.2	307.8	14142.0	18711.1	23175.8	27636.9
21228	302.7	305.6	306.4	307.1	307.7	13890.2	18346.5	22653.0	26987.9
21728	302.5	305.4	306.2	306.9	307.5	5602.4	8562.1	11744.0	15082.3
22228	302.0	305.2	306.0	306.7	307.3	7598.5	11253.7	15166.1	19329.2
22728	301.5	304.9	305.7	306.4	307.0	5437.8	7698.0	9983.8	12299.5
23228	301.5	304.8	305.6	306.2	306.9	8072.1	12228.4	16755.8	21397.5
23728	301.3	304.6	305.4	306.1	306.7	10078.5	14191.5	18240.3	22395.4
24228	300.7	304.5	305.3	305.9	306.5	8650.3	11354.9	14006.4	16641.7
24728	301.2	304.3	305.1	305.7	306.3	6396.9	9758.5	13627.3	17741.7
25228	301.1	304.2	305.0	305.6	306.2	11236.7	15929.9	20767.7	25775.5
25728	301.8	304.1	304.9	305.5	306.1	9175.5	13883.7	18820.6	23862.8
26228	301.3	304.0	304.7	305.4	306.0	6389.1	11247.7	16619.8	22181.8
26728	300.0	303.8	304.5	305.2	305.8	9133.0	12493.6	15838.9	19317.9
27228	300.2	303.6	304.3	304.9	305.5	6486.8	8820.0	11074.0	13438.0
27728	299.8	303.5	304.2	304.8	305.3	10328.6	13408.9	16413.0	19841.7
28228	300.1	303.4	304.1	304.6	305.2	11231.3	14920.5	18675.2	22768.2
28728	300.2	303.3	304.0	304.5	305.0	9728.5	13437.5	17670.9	22086.8
29228	300.7	303.2	303.8	304.4	304.9	9437.5	13529.7	17931.1	22610.5
29728	300.8	303.1	303.7	304.2	304.7	7174.9	10517.5	14212.0	18220.9
30228	300.4	302.9	303.5	304.1	304.6	9950.6	13921.9	18123.4	22657.8
30728	300.3	302.8	303.4	303.9	304.4	9177.3	12628.7	16296.2	20519.4
31228	300.2	302.7	303.2	303.7	304.2	6872.8	9475.8	12310.0	15547.3
31728	300.5	302.5	303.0	303.5	304.0	9049.5	13111.9	17723.1	22931.7
31828	300.0	302.5	303.0	303.5	304.0	9468.1	12807.2	16329.9	19881.1
max_NV	318.2	320.0	320.4	320.9	321.3	14351.9	19835.8	25330.7	31070.9
min_NV	302.6	306.0	306.8	307.5	308.2	3019.8	4102.0	6551.5	9180.7
Avg_NV	310.5	312.8	313.4	314.0	314.5	5770.2	8764.8	11976.9	15433.4
max_V	303.6	305.7	306.6	307.3	307.9	14142.0	18711.1	23175.8	27636.9
min_V	299.8	302.5	303.0	303.5	304.0	5022.0	7698.0	9983.8	12299.5
Avg_V	301.0	304.0	304.7	305.3	305.9	8789.2	12430.9	16264.6	20275.4

# หมายเหตุ NV = out of vicinity (ช่วงพื้นที่นอกเมือง) , V = in vicinity (ช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่)

หมายเหตุ : \* มีการปรับลดระยะทางของชุดหน้าตัดปี 2540 ในช่วงที่ลำน้ำเปลี่ยนแนวการไหล (River Cutoff)

ลงไป 872 เมตร ช่วงระยะทาง 15809-16019 เมตร. จากสถานี P.67

ตารางที่ ข-6 เปรียบเทียบค่าความสามารถการนำน้ำ (Conveyance Capacity ; K) ของชุดหน้า  
ตัดลำนํ้าในปี 2550 ที่ระดับนํ้าต่างๆเทียบจากสถานี P.1

Section 2550									
*Distance	Mean bed	Water Surface Elevation				Conveyance Capacity (K;AR <sup>2/3</sup> /h)			
to D/S	elevation	302.5	303	303.5	304	302.5	303	303.5	304
(m.)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(cms.)	(cms.)	(cms.)	(cms.)
0	317	318.1	318.7	319.3	319.7	3936	6529	9471	12289
226	316.7	318.0	318.6	319.1	319.6	6461.1	9380.4	12482.5	15356.3
613	315.6	317.8	318.4	318.9	319.4	5712.1	9757.8	14194.4	18401.5
1042	316.0	317.5	318.1	318.6	319.1	4467.4	6959.4	10488.1	14174.9
1803	315.4	316.7	317.3	318.0	318.5	4300.4	7226.5	11112.7	14751.9
2003	314.9	316.6	317.3	317.9	318.5	6573.4	12373.3	20021.4	27147.6
2750	315.3	316.2	316.9	317.6	318.1	6263.9	9670.3	13935.4	17621.7
3360	313.9	315.8	316.5	317.3	317.9	4314.5	8092.9	12541.8	17512.9
3739	313.2	315.5	316.3	317.0	317.6	5641.4	8744.7	11486.6	15845.1
4100	313.3	315.3	316.1	316.8	317.4	5850.4	9818.1	14001.0	18913.2
4283	312.7	315.2	315.9	316.6	317.2	5453.4	8392.8	11395.9	12093.8
4939	312.9	314.8	315.5	316.2	316.8	5113.4	9011.5	13375.9	17721.0
5167	312.2	314.6	315.4	316.1	316.7	4978.1	8438.1	12259.0	17239.1
5530	312.1	314.4	315.2	315.9	316.5	7057.8	10423.1	15770.5	21389.9
5933	311.7	314.2	315.0	315.7	316.3	5568.1	8722.7	12247.6	15626.2
6561	311.2	313.7	314.4	315.1	315.7	4714.4	7093.2	9779.6	12449.0
6966	311.1	313.4	314.0	314.7	315.3	4514.7	7157.3	10016.8	12786.5
7761	310.7	312.7	313.4	314.1	314.7	5102.5	8285.1	11988.1	14757.1
8125	310.2	312.5	313.2	313.8	314.4	5265.3	8315.9	11705.0	14842.5
8774	309.6	312.0	312.6	313.3	313.8	4849.3	7463.5	10455.9	13274.1
9321	309.6	311.5	312.2	312.8	313.4	4333.7	7327.2	10865.7	14261.9
9553	309.4	311.3	312.0	312.7	313.3	5690.4	9744.4	14439.1	18880.6
10108	308.4	311.1	311.8	312.4	313.0	7840.2	11373.4	15270.5	18855.8
10323	308.9	311.0	311.6	312.3	312.8	4785.9	7715.7	11122.9	14365.3
11277	308.3	310.1	310.8	311.5	312.0	4169.7	7107.4	10432.4	13572.5
11901	307.0	309.7	310.4	311.1	311.6	7466.6	10842.0	14536.5	18013.1
12471	306.9	309.5	310.1	310.7	311.3	5912.8	8655.0	11749.6	14756.8
13231	307.2	308.9	309.5	310.1	310.7	4057.1	6928.3	10494.8	14421.4
13848	306.0	308.2	308.8	309.5	310.2	4197.6	6639.7	9829.7	13417.1
14418	306.0	307.6	308.3	309.1	309.8	4409.2	8028.1	12843.9	16013.0
14713	305.3	307.3	308.0	308.8	309.5	3991.6	6859.0	10458.9	13795.2
15119	305.2	307.0	307.9	308.7	309.4	5503.2	11233.3	18220.1	24651.5
15903	303.4	306.8	307.7	308.5	309.2	12968.9	17772.9	20798.1	25666.6
16032	304.4	306.8	307.7	308.5	309.1	9137.7	14781.2	20732.7	26305.7
16413	304.7	306.6	307.5	308.3	309.0	5994.9	10762.1	15860.3	20395.1
16681	304.3	306.5	307.3	308.2	308.8	5504.3	8349.3	12035.8	15588.1
16878	304.3	306.4	307.2	308.1	308.7	6502.6	10413.8	14709.8	17890.2
17567	304.0	305.8	306.8	307.6	308.2	4109.4	7368.8	10524.9	14001.0
17681	303.3	305.8	306.7	307.5	308.2	7179.5	11299.8	15463.5	19349.0

ตารางที่ ข-6 (ต่อ) เปรียบเทียบค่าความสามารถการนำน้ำ (Conveyance Capacity ; K) ของชุด  
หน้าตัดลำน้ำในปี 2550 ที่ระดับน้ำต่างๆเทียบกับสถานี P.1

Section 2550 (ต่อ)

*Distance to D/S (m.)	Mean bed elevation (m.msl)	Water Surface Elevation				Conveyance Capacity (K;AR <sup>2/3</sup> /n)			
		302.5 (m.msl)	303 (m.msl)	303.5 (m.msl)	304 (m.msl)	302.5 (cms.)	303 (cms.)	303.5 (cms.)	304 (cms.)
18161	302.6	305.6	306.5	307.3	308.0	6884.3	10742.3	14944.3	18660.4
18676	303.2	305.4	306.3	307.1	307.8	6627.5	9647.7	14739.1	20299.8
19379	302.4	305.1	306.0	306.8	307.4	6370.9	10090.0	14256.5	18115.6
19670	302.5	305.0	305.8	306.6	307.3	6046.8	9885.7	14189.3	18211.5
20236	302.8	304.8	305.7	306.5	307.2	8100.6	14950.5	22896.0	30202.0
20832	302.3	304.6	305.6	306.4	307.1	10035.8	17008.6	25185.8	32770.1
21622	302.4	304.4	305.3	306.2	306.8	7157.7	11771.4	16662.8	20969.3
21719	301.8	304.4	305.3	306.1	306.8	7747.9	11945.2	17186.4	21904.1
22586	301.3	304.1	305.1	305.9	306.6	9112.7	13933.1	19072.3	24303.6
23049	301.0	304.0	304.9	305.7	306.4	6946.3	11615.6	16964.5	21912.5
23454	299.0	304.0	304.9	305.7	306.4	23751.9	29930.8	38191.9	45809.7
24032	300.8	303.9	304.8	305.6	306.3	11204.1	16633.0	22361.5	26558.6
24513	300.7	303.8	304.7	305.5	306.1	9856.5	14301.4	19162.9	23492.7
24913	299.8	303.8	304.6	305.4	306.1	13473.0	17779.5	22953.3	27545.1
25326	301.2	303.7	304.6	305.3	306.0	10378.3	15855.3	21988.3	27510.5
25826	300.9	303.6	304.5	305.2	305.8	10417.3	15119.5	20523.0	25505.7
26326	300.7	303.6	304.4	305.1	305.7	10396.3	14815.0	19646.7	24043.5
26826	299.0	303.5	304.2	305.0	305.5	10928.7	14559.5	18783.9	22727.3
27476	298.5	303.4	304.1	304.8	305.3	12929.5	16157.2	19527.2	22543.8
27776	300.6	303.3	304.0	304.7	305.2	9228.2	13232.7	17595.7	21618.8
28076	300.1	303.3	304.0	304.6	305.2	12531.5	16713.6	21150.5	25199.5
28776	300.5	303.2	303.8	304.5	305.0	10209.6	14728.3	19922.7	24699.8
29376	300.6	303.1	303.7	304.3	304.8	10139.9	14683.6	19920.5	24788.3
29826	300.6	303.0	303.6	304.2	304.7	11147.6	15926.7	21389.5	26496.2
30126	300.5	303.0	303.6	304.1	304.6	9959.2	14214.1	19239.5	23985.1
30726	300.2	302.8	303.4	304.0	304.5	9977.9	13726.1	18147.9	22598.8
31126	300.3	302.7	303.3	303.8	304.3	8184.2	11115.5	14579.8	17864.6
31726	300.5	302.6	303.1	303.6	304.1	9406.5	13233.0	18025.9	22854.4
31828	299.9	302.6	303.0	303.6	304.0	11735.0	15182.6	19286.7	23200.5
max_NV	316.7	318.1	318.7	319.3	319.7	12968.9	17772.9	20798.1	27147.6
min_NV	302.4	305.0	305.8	306.6	307.3	3935.8	6528.7	9471.1	12093.8
Avg_NV	309.1	311.2	312.0	312.7	313.3	5716.8	9195.9	13191.8	17062.3
max_V	302.8	304.8	305.7	306.5	307.2	23751.9	29930.8	38191.9	45809.7
min_V	298.5	302.6	303.0	303.6	304.0	6946.3	11115.5	14579.8	17864.6
Avg_V	300.6	303.6	304.3	305.0	305.6	10598.2	15165.3	20414.6	25244.2

# หมายเหตุ NV = out of vicinity (ช่วงพื้นที่นอกเมือง) , V = in vicinity (ช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่)



ตารางที่ ข-7 เปรียบเทียบค่าระดับน้ำที่คาบการเกิดต่างๆของชุดหน้าตัดลำน้ำปิงช่วงสถานี P.67  
ถึงสถานี P.1 ในปี 2540

Section 2540										
*Distance	Mean bed	Min. bed	Right Bank	Left Bank	WS. Elevation at Return Periods					
to D/S	Elevation	Elevation	Elevation	Elevation	2	5	10	25	50	100
(m.)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)
0	317	316.1	323.3	321.5	321	322	322	322	323	323
100	318.2	317.9	321.7	320.1	321.3	321.8	322.1	322.3	322.6	322.8
600	317.3	316.6	321.2	321.4	320.9	321.5	321.8	322.0	322.3	322.6
1100	317.6	316.7	321.6	321.0	320.7	321.2	321.5	321.8	322.1	322.3
1600	316.7	316.1	317.3	321.0	320.2	320.7	321.1	321.4	321.7	321.9
2100	316.9	316.4	319.3	320.9	319.9	320.5	320.8	321.1	321.5	321.7
2600	315.9	316.4	319.3	320.9	319.7	320.2	320.6	320.9	321.2	321.5
3100	316.2	316.6	319.8	319.7	319.3	319.9	320.2	320.5	320.9	321.1
3600	315.2	314.9	318.3	319.5	318.8	319.3	319.6	319.9	320.3	320.5
4100	314.5	313.7	318.1	319.7	318.5	319.0	319.4	319.7	320.1	320.3
4600	314.5	314.3	320.5	319.6	318.1	318.7	319.1	319.4	319.8	320
5100	314.5	314.0	319.4	318.6	317.8	318.5	318.9	319.2	319.6	319.8
5600	313.7	313.0	316.3	318.8	317.6	318.2	318.6	318.9	319.3	319.5
6100	313.4	313.2	317.2	317.0	317.3	317.9	318.3	318.6	319	319.3
6600	312.9	312.4	318.7	316.3	317.0	317.7	318.1	318.4	318.8	319
7100	312.9	312.9	317.3	318.7	316.5	317.1	317.5	317.9	318.3	318.5
7600	312.1	311.6	317.0	318.5	316.1	316.7	317.1	317.5	317.9	318.1
8100	312.2	311.8	316.8	318.2	315.7	316.4	316.8	317.1	317.5	317.8
8600	311.5	310.4	316.4	314.0	315.5	316.2	316.6	317.0	317.4	317.7
9100	311.2	309.6	314.5	317.4	315.2	315.9	316.3	316.7	317.1	317.4
9600	310.1	309.7	317.1	316.9	314.8	315.4	315.9	316.2	316.6	316.9
10100	310.4	309.9	315.8	316.0	314.3	315.0	315.5	315.8	316.3	316.5
10600	309.8	309.0	315.6	316.4	314.0	314.7	315.1	315.4	315.9	316.2
11100	309.5	309.0	315.5	316.0	313.6	314.3	314.7	315.1	315.5	315.8
11600	309.0	308.0	316.0	313.6	313.3	314.1	314.5	314.9	315.3	315.6
12100	308.3	308.1	314.8	315.7	312.8	313.5	313.9	314.3	314.7	315
12600	307.4	306.0	313.6	315.8	312.7	313.3	313.7	314.1	314.5	314.8
13100	308.4	307.6	313.8	312.8	312.3	312.9	313.3	313.7	314.1	314.4
13600	307.3	306.7	315.7	313.3	311.8	312.5	312.9	313.2	313.6	313.9
14100	308.3	307.2	313.3	314.2	311.6	312.3	312.7	313.0	313.4	313.7
14600	306.2	305.8	311.6	313.7	311.3	311.9	312.3	312.7	313.1	313.4
15100	307.6	306.4	313.7	314.1	311.2	311.9	312.3	312.6	313	313.3
15600	305.4	304.6	311.1	311.2	311.1	311.8	312.2	312.5	312.9	313.2
15809	307.0	306.0	311.9	310.8	311.0	311.7	312.1	312.5	312.9	313.1
16019	306.3	304.8	308.4	311.4	310.6	311.3	311.6	312.0	312.4	312.6
16228	306.2	304.7	309.7	311.2	310.3	311.0	311.4	311.8	312.2	312.5
16728	305.3	303.3	309.8	313.7	309.9	310.6	311.0	311.4	311.8	312.1
17228	305.9	304.6	311.4	309.8	309.7	310.4	310.8	311.2	311.6	311.9
17728	304.6	303.7	309.4	309.8	309.4	310.2	310.6	311.0	311.4	311.7

ตารางที่ ข-7 (ต่อ) เปรียบเทียบค่าระดับน้ำที่คาบการเกิดต่างๆของชุดหน้าตัดลำน้ำปิงช่วงสถานี

P.67 ถึงสถานี P.1 ในปี 2540

Section 2540 (ต่อ)

*Distance to D/S (m.)	Mean bed Elevation (m.msl)	Min. bed Elevation (m.msl)	Right Bank Elevation (m.msl)	Left Bank Elevation (m.msl)	WS. Elevation at Return Periods					
					2 (m.msl)	5 (m.msl)	10 (m.msl)	25 (m.msl)	50 (m.msl)	100 (m.msl)
18228	305.6	304.0	309.5	309.5	309.3	310.0	310.5	310.8	311.3	311.6
18728	303.0	302.1	307.2	308.2	309.0	309.7	310.1	310.4	310.9	311.1
19228	304.5	303.4	308.0	311.2	308.7	309.4	309.8	310.2	310.7	311
19728	302.6	302.2	307.0	309.9	308.3	309.1	309.5	309.9	310.4	310.7
20228	303.6	302.2	307.6	309.9	308.1	308.9	309.4	309.8	310.2	310.5
20728	301.4	297.5	306.5	309.7	307.9	308.7	309.2	309.6	310.1	310.4
21228	302.7	302.0	307.3	306.4	307.8	308.6	309.1	309.5	310	310.3
21728	302.5	301.8	305.1	308.9	307.6	308.4	308.9	309.3	309.7	310
22228	302.0	301.5	307.6	310.2	307.4	308.2	308.7	309.1	309.5	309.8
22728	301.5	300.4	309.7	304.4	307.2	308.0	308.4	308.8	309.3	309.6
23228	301.5	300.6	304.9	305.7	307.0	307.8	308.2	308.6	309.1	309.4
23728	301.3	300.6	306.7	304.9	306.9	307.7	308.1	308.5	309	309.3
24228	300.7	299.8	308.7	307.5	306.6	307.4	307.8	308.2	308.7	309
24728	301.2	300.5	305.1	305.5	306.4	307.2	307.6	308.0	308.5	308.8
25228	301.1	299.6	308.2	306.7	306.3	307.1	307.5	307.9	308.4	308.7
25728	301.8	299.9	308.0	307.7	306.2	307.0	307.4	307.8	308.3	308.6
26228	301.3	299.7	307.0	304.5	306.1	306.9	307.3	307.7	308.2	308.5
26728	300.0	297.5	306.1	307.1	305.9	306.6	307.1	307.5	307.9	308.3
27228	300.2	299.4	305.7	305.4	305.6	306.3	306.8	307.2	307.7	308
27728	299.8	298.5	306.6	303.7	305.4	306.1	306.6	307.0	307.5	307.9
28228	300.1	298.1	304.5	304.4	305.3	306.0	306.4	306.8	307.4	307.8
28728	300.2	299.6	305.6	303.9	305.1	305.9	306.3	306.7	307.3	307.7
29228	300.7	300.0	306.0	303.8	305.0	305.7	306.2	306.6	307.1	307.6
29728	300.8	299.9	303.8	305.0	304.8	305.6	306.0	306.4	307	307.4
30228	300.4	299.8	304.7	304.5	304.7	305.4	305.9	306.3	306.9	307.3
30728	300.3	299.4	305.4	304.0	304.5	305.3	305.7	306.2	306.8	307.2
31228	300.2	299.3	305.4	303.9	304.3	305.0	305.5	306.0	306.6	307
31728	300.5	299.9	304.4	304.7	304.2	304.9	305.4	305.9	306.5	307
31828	300.0	300.0	306.7	306.8	304.1	304.9	305.4	305.8	306.5	306.9
max_NV	318.2	317.9	323.3	321.5	321.3	321.9	322.1	322.4	322.7	323
min_NV	302.6	302.1	307.0	308.2	308.3	309.1	309.5	309.9	310.4	311
Avg_NV	310.5	309.8	315.2	315.8	314.6	315.3	315.6	316.0	316.4	317
max_V	303.6	302.2	309.7	310.2	308.1	308.9	309.4	309.8	310.2	311
min_V	299.8	297.5	303.8	303.7	304.1	304.9	305.4	305.8	306.5	307
Avg_V	301.0	299.9	306.3	306.0	306.0	306.8	307.2	307.6	308.2	309

# หมายเหตุ NV = out of vicinity (ช่วงพื้นที่นอกเมือง) , V = in vicinity (ช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่)

หมายเหตุ : \* มีการปรับลดระยะทางของชุดหน้าตัดปี 2540 ในช่วงที่ลำน้ำเปลี่ยนแนวการไหล (River Cutoff)

ลงไป 872 เมตร ช่วงระยะทาง 15809-16019 เมตร. จากสถานี P.67

ตารางที่ ข-8 เปรียบเทียบค่าระดับน้ำที่คาบการเกิดต่างๆของชุดหน้าตัดลำน้ำปิงช่วงสถานี P.67  
ถึงสถานี P.1 ในปี 2550

Section 2550										
Distance to D/S (m.)	Mean bed Elevation (m.msl)	Min. bed Elevation (m.msl)	Right Bank Elevation (m.msl)	Left Bank Elevation (m.msl)	WS. Elevation at Return Periods					
					2 (m.msl)	5 (m.msl)	10 (m.msl)	25 (m.msl)	50 (m.msl)	100 (m.msl)
0	316	315.7	326.2	326.1	320	320	321	321	321	321
226	315.6	315.1	321.4	321.5	319.5	320.0	320.4	320.7	321	321.3
613	316.3	315.1	318.4	322.1	319.3	319.8	320.2	320.5	320.9	321.2
1042	315.4	314.6	320.3	321.3	319.0	319.6	319.9	320.2	320.6	320.9
1803	314.9	313.4	317.4	319.9	318.4	319.0	319.4	319.7	320.1	320.4
2003	315.3	314.1	321.4	319.9	318.3	319.0	319.4	319.7	320.1	320.4
2750	313.9	313.2	317.0	316.5	318.0	318.6	319.0	319.3	319.8	320
3360	313.7	313.2	317.2	319.9	317.7	318.4	318.7	319.1	319.5	319.8
3739	313.2	312.9	320.2	319.1	317.5	318.1	318.5	318.9	319.3	319.6
4100	313.3	312.7	320.3	319.6	317.3	317.9	318.3	318.7	319.1	319.4
4283	312.7	312.5	319.9	319.3	317.1	317.8	318.2	318.5	318.9	319.2
4939	312.9	312.1	317.4	318.7	316.7	317.4	317.8	318.2	318.6	318.9
5167	312.2	311.9	319.4	319.7	316.6	317.3	317.7	318.1	318.5	318.8
5530	312.1	311.9	321.0	319.0	316.4	317.1	317.6	317.9	318.4	318.7
5933	311.7	311.4	317.1	318.8	316.1	316.8	317.3	317.6	318	318.4
6561	311.2	311.0	317.8	318.6	315.5	316.2	316.6	316.9	317.3	317.6
6966	311.1	310.8	318.4	318.2	315.2	315.9	316.2	316.6	317	317.3
7761	310.7	310.4	318.2	317.8	314.5	315.2	315.6	316.0	316.4	316.8
8125	310.2	309.9	318.0	314.6	314.2	314.9	315.3	315.7	316.2	316.5
8774	309.6	309.4	316.1	316.7	313.7	314.3	314.8	315.1	315.6	315.9
9321	309.6	309.0	317.0	316.0	313.2	313.9	314.3	314.7	315.2	315.5
9553	309.4	308.2	317.0	315.9	313.1	313.8	314.2	314.6	315.1	315.4
10108	308.4	308.0	316.1	315.3	312.9	313.5	313.9	314.3	314.7	315.1
10323	308.9	308.4	315.8	316.0	312.7	313.4	313.8	314.1	314.6	314.9
11277	308.3	307.4	315.4	313.5	311.9	312.6	312.9	313.3	313.8	314.1
11901	307.0	306.4	315.3	311.6	311.5	312.2	312.6	312.9	313.4	313.7
12471	306.9	306.6	314.8	316.2	311.1	311.8	312.2	312.5	312.9	313.2
13231	307.2	306.8	313.0	314.5	310.6	311.2	311.6	312.0	312.4	312.7
13848	306.0	305.2	314.8	314.2	310.0	310.7	311.1	311.5	311.9	312.3
14418	306.0	305.0	313.4	313.9	309.6	310.4	310.9	311.3	311.7	312.1
14713	305.3	304.7	310.2	313.6	309.3	310.1	310.6	311.0	311.4	311.7
15119	305.2	304.6	314.1	313.7	309.2	310.0	310.5	310.9	311.4	311.7
15903	303.4	301.2	312.9	314.5	309.0	309.8	310.3	310.7	311.2	311.5
16032	304.4	302.5	313.2	313.2	309.0	309.8	310.3	310.7	311.2	311.5
16413	304.7	303.5	311.6	311.3	308.9	309.7	310.1	310.5	311	311.3
16681	304.3	302.6	310.2	311.8	308.7	309.5	309.9	310.4	310.8	311.1
16878	304.3	300.9	310.3	314.0	308.6	309.4	309.8	310.2	310.7	311
17567	304.0	303.2	310.5	309.3	308.1	308.9	309.4	309.8	310.2	310.6
17681	303.3	302.5	308.5	309.9	308.0	308.9	309.3	309.7	310.2	310.5

ตารางที่ ข-8 (ต่อ) เปรียบเทียบค่าระดับน้ำที่คาบการเกิดต่างๆของชุดหน้าตัดลำน้ำปิงช่วงสถานี P.67 ถึงสถานี P.1 ในปี 2550

Section 2550 (ต่อ)

Distance to D/S (m.)	Mean bed Elevation (m.msl)	Min. bed Elevation (m.msl)	Right Bank Elevation (m.msl)	Left Bank Elevation (m.msl)	WS. Elevation at Return Periods					
					2 (m.msl)	5 (m.msl)	10 (m.msl)	25 (m.msl)	50 (m.msl)	100 (m.msl)
18161	302.6	302.5	311.6	308.3	307.8	308.6	309.1	309.5	310	310.3
18676	303.2	302.1	308.2	308.6	307.6	308.5	308.9	309.3	309.8	310.1
19379	302.4	302.1	308.7	311.2	307.3	308.1	308.6	309.0	309.4	309.8
19670	302.5	302.1	307.5	312.1	307.1	308.0	308.4	308.8	309.3	309.6
20236	302.8	301.4	309.5	305.2	307.0	307.9	308.3	308.8	309.2	309.5
20832	302.3	301.6	308.6	306.5	306.9	307.8	308.2	308.7	309.1	309.4
21622	302.4	300.5	306.6	306.9	306.7	307.5	308.0	308.4	308.9	309.2
21719	301.8	300.9	308.1	307.0	306.7	307.5	308.0	308.4	308.8	309.1
22586	301.3	300.8	308.3	308.3	306.4	307.2	307.7	308.1	308.6	308.9
23049	301.0	299.9	309.3	307.0	306.3	307.1	307.5	307.9	308.4	308.7
23454	299.0	297.0	307.7	306.0	306.2	307.1	307.5	307.9	308.4	308.7
24032	300.8	299.5	307.4	308.2	306.1	306.9	307.4	307.8	308.2	308.5
24513	300.7	299.2	309.5	307.6	306.0	306.8	307.2	307.6	308	308.3
24913	299.8	298.6	307.5	308.4	305.9	306.7	307.1	307.5	307.9	308.2
25326	301.2	300.4	308.0	304.5	305.8	306.6	307.0	307.4	307.8	308.1
25826	300.9	299.0	304.8	304.0	305.7	306.5	306.9	307.2	307.6	307.9
26326	300.7	299.3	307.3	306.5	305.6	306.3	306.7	307.1	307.5	307.7
26826	299.0	297.8	306.5	307.2	305.4	306.1	306.5	306.9	307.2	307.5
27476	298.5	296.7	305.5	305.8	305.2	305.9	306.3	306.6	306.9	307.1
27776	300.6	300.0	305.6	305.1	305.1	305.8	306.2	306.5	306.8	307
28076	300.1	299.1	305.5	304.9	305.0	305.7	306.1	306.4	306.7	306.9
28776	300.5	299.6	306.1	303.1	304.9	305.5	305.9	306.2	306.5	306.7
29376	300.6	299.9	303.1	303.6	304.7	305.4	305.7	306.0	306.3	306.5
29826	300.6	300.2	305.1	303.3	304.6	305.3	305.6	305.9	306.2	306.4
30126	300.5	300.1	305.3	303.6	304.5	305.2	305.5	305.8	306.1	306.3
30726	300.2	299.0	305.7	303.9	304.3	305.0	305.3	305.6	305.8	306
31126	300.3	299.7	304.0	304.1	304.2	304.8	305.1	305.3	305.6	305.7
31726	300.5	299.9	304.4	305.0	304.0	304.6	304.9	305.1	305.3	305.5
31828	299.8	300.0	306.7	306.8	303.9	304.5	304.8	305.1	305.3	305.4
max_NV	316.5	315.7	326.2	326.1	319.6	320.2	320.5	320.8	321.2	321.5
min_NV	302.4	300.9	307.5	308.3	307.1	308.0	308.4	308.8	309.3	309.6
Avg_NV	309.1	308.3	315.7	315.9	313.2	313.9	314.3	314.6	315.1	315.4
max_V	302.8	301.6	309.5	308.4	307.0	307.9	308.3	308.8	309.2	309.5
min_V	298.5	296.7	303.1	303.1	303.9	304.5	304.8	305.1	305.3	305.4
Avg_V	300.6	299.6	306.6	305.7	305.5	306.2	306.6	306.9	307.3	307.6

#หมายเหตุ NV = out of vicinity (ช่วงพื้นที่นอกเมือง) , V = in vicinity (ช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่)

ตารางที่ ข-9 เปรียบเทียบค่าระดับน้ำกรณีการปรับปรุงสภาพลำน้ำแบบ A1-A4 ที่ เหตุการณ์  
น้ำหลากในปี 2549 ( 28 กย.-2ตค. 2549 ) ของชุดข้อมูลหน้าตัดปี 2550

Section 2550													
Distance	Mean bed	Min. bed	Right bank	Left bank	WS. Elevation					Diff WS. Elevation			
to D/S	Elevation	Elevation	Elevation	Elevation	CH50	A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4
(m.)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.)	(m.)	(m.)	(m.)
0	316	315.7	326.2	326.1	319.8	319.8	319.8	319.7	319.8	0.0	0.0	0.1	0.0
226	315.6	315.1	321.4	321.5	319.6	319.6	319.6	319.5	319.6	0.0	0.0	0.1	0.0
613	316.3	315.1	318.4	322.1	319.4	319.4	319.4	319.3	319.4	0.0	0.0	0.1	0.0
1042	315.4	314.6	320.3	321.3	319.1	319.1	319.1	319.0	319.1	0.0	0.0	0.2	0.0
1803	314.9	313.4	317.4	319.9	318.6	318.5	318.6	318.5	318.6	0.1	0.0	0.1	0.0
2003	315.3	314.1	321.4	319.9	318.5	318.5	318.5	318.5	318.5	0.0	0.0	0.0	0.0
2750	313.9	313.2	317.0	316.5	318.2	318.2	318.2	318.2	318.2	0.0	0.0	0.1	0.0
3360	313.7	313.2	317.2	319.9	318.0	317.9	318.0	317.9	318.0	0.1	0.0	0.1	0.0
3739	313.2	312.9	320.2	319.1	317.7	317.6	317.7	317.6	317.7	0.1	0.0	0.1	0.0
4100	313.3	312.7	320.3	319.6	317.5	317.5	317.5	317.4	317.5	0.1	0.0	0.1	0.0
4283	312.7	312.5	319.9	319.3	317.4	317.3	317.4	317.2	317.4	0.1	0.0	0.2	0.0
4939	312.9	312.1	317.4	318.7	316.9	316.7	316.9	316.6	316.9	0.2	0.0	0.3	0.0
5167	312.2	311.9	319.4	319.7	316.8	316.6	316.8	316.4	316.8	0.2	0.0	0.4	0.0
5530	312.1	311.9	321.0	319.0	316.7	316.4	316.7	316.2	316.7	0.2	0.0	0.5	0.0
5933	311.7	311.4	317.1	318.8	316.4	316.2	316.4	316.0	316.4	0.2	0.0	0.4	0.0
6561	311.2	311.0	317.8	318.6	315.8	315.7	315.8	315.6	315.8	0.0	0.0	0.1	0.0
6966	311.1	310.8	318.4	318.2	315.4	315.4	315.4	315.2	315.4	0.1	0.0	0.2	0.0
7761	310.7	310.4	318.2	317.8	314.8	314.7	314.8	314.5	314.8	0.1	0.0	0.3	0.0
8125	310.2	309.9	318.0	314.6	314.5	314.4	314.5	314.2	314.5	0.1	0.0	0.3	0.0
8774	309.6	309.4	316.1	316.7	313.9	313.8	313.9	313.7	313.9	0.1	0.0	0.2	0.0
9321	309.6	309.0	317.0	316.0	313.5	313.4	313.5	313.2	313.5	0.1	0.0	0.3	0.0
9553	309.4	308.2	317.0	315.9	313.4	313.3	313.4	313.1	313.4	0.1	0.0	0.4	0.0
10108	308.4	308.0	316.1	315.3	313.2	313.0	313.2	312.8	313.2	0.2	0.0	0.4	0.0
10323	308.9	308.4	315.8	316.0	313.0	312.8	313.0	312.6	313.0	0.2	0.0	0.4	0.0
11277	308.3	307.4	315.4	313.5	312.3	312.2	312.3	312.1	312.3	0.1	0.0	0.2	0.0
11901	307.0	306.4	315.3	311.6	311.9	311.9	311.9	311.9	311.9	0.1	0.0	0.1	0.0
12471	306.9	306.6	314.8	316.2	311.6	311.5	311.6	311.5	311.6	0.1	0.0	0.1	0.0
13231	307.2	306.8	313.0	314.5	311.2	311.1	311.2	311.0	311.2	0.1	0.0	0.2	0.0
13848	306.0	305.2	314.8	314.2	310.7	310.5	310.7	310.3	310.6	0.2	0.0	0.4	0.1
14418	306.0	305.0	313.4	313.9	310.4	310.1	310.4	309.7	310.3	0.3	0.0	0.7	0.1
14713	305.3	304.7	310.2	313.6	310.1	309.8	310.1	309.5	310.0	0.3	0.1	0.6	0.1
15119	305.2	304.6	314.1	313.7	310.0	309.7	310.0	309.3	309.9	0.3	0.1	0.7	0.1
15903	303.4	301.2	312.9	314.5	309.8	309.5	309.8	309.0	309.7	0.4	0.1	0.9	0.1
16032	304.4	302.5	313.2	313.2	309.8	309.4	309.7	308.9	309.7	0.4	0.1	0.9	0.1
16413	304.7	303.5	311.6	311.3	309.7	309.2	309.6	308.6	309.5	0.4	0.1	1.0	0.2
16681	304.3	302.6	310.2	311.8	309.5	309.0	309.4	308.6	309.3	0.5	0.1	0.9	0.2
16878	304.3	300.9	310.3	314.0	309.4	309.0	309.3	308.6	309.2	0.4	0.1	0.8	0.2
17567	304.0	303.2	310.5	309.3	308.9	308.6	308.8	308.3	308.6	0.3	0.1	0.6	0.3
17681	303.3	302.5	308.5	309.9	308.9	308.6	308.7	308.2	308.5	0.3	0.1	0.6	0.3



ตารางที่ ข-9 (ต่อ) เปรียบเทียบค่าระดับน้ำกรณีการปรับปรุงสภาพลำนน้ำแบบ A1-A4 ที่ เหตุการณ์  
น้ำหลากในปี 2549 ( 28 กย.-2ตค. 2549 ) ของชุดข้อมูลน้ำตัดปี 2550

Section 2550 (ต่อ)

Distance to D/S (m.)	Mean bed	Min. bed	Right bank	Left bank	WS. Elevation				Diff WS. Elevation				
	Elevation (m.msl)	Elevation (m.msl)	Elevation (m.msl)	Elevation (m.msl)	CH50 (m.msl)	A1 (m.msl)	A2 (m.msl)	A3 (m.msl)	A4 (m.msl)	A1 (m.)	A2 (m.)	A3 (m.)	A4 (m.)
18161	302.6	302.5	311.6	308.3	308.7	308.5	308.5	308.1	308.3	0.2	0.2	0.6	0.4
18676	303.2	302.1	308.2	308.6	308.5	308.3	308.3	307.8	308.0	0.2	0.2	0.7	0.4
19379	302.4	302.1	308.7	311.2	308.1	307.9	307.9	307.5	307.6	0.3	0.2	0.7	0.6
19670	302.5	302.1	307.5	312.1	308.0	307.8	307.8	307.4	307.5	0.2	0.2	0.6	0.6
20236	302.8	301.4	309.5	305.2	307.9	307.7	307.7	307.2	307.3	0.3	0.2	0.7	0.6
20832	302.3	301.6	308.6	306.5	307.8	307.5	307.6	307.1	307.2	0.3	0.2	0.7	0.6
21622	302.4	300.5	306.6	306.9	307.5	307.2	307.3	306.9	307.0	0.3	0.3	0.6	0.6
21719	301.8	300.9	308.1	307.0	307.5	307.2	307.2	306.9	306.9	0.3	0.3	0.6	0.6
22586	301.3	300.8	308.3	308.3	307.3	307.0	306.9	306.5	306.6	0.3	0.3	0.7	0.6
23049	301.0	299.9	309.3	307.0	307.1	306.8	306.8	306.5	306.5	0.4	0.4	0.7	0.6
23454	299.0	297.0	307.7	306.0	307.1	306.7	306.7	306.4	306.5	0.4	0.4	0.7	0.6
24032	300.8	299.5	307.4	308.2	306.9	306.6	306.6	306.3	306.4	0.4	0.3	0.6	0.6
24513	300.7	299.2	309.5	307.6	306.8	306.5	306.5	306.3	306.3	0.3	0.3	0.5	0.5
24913	299.8	298.6	307.5	308.4	306.7	306.4	306.4	306.2	306.3	0.3	0.3	0.5	0.4
25326	301.2	300.4	308.0	304.5	306.6	306.3	306.3	306.1	306.1	0.3	0.3	0.5	0.5
25826	300.9	299.0	304.8	304.0	306.5	306.2	306.2	306.0	306.0	0.3	0.3	0.5	0.5
26326	300.7	299.3	307.3	306.5	306.3	306.1	306.1	305.9	305.9	0.3	0.3	0.4	0.4
26826	299.0	297.8	306.5	307.2	306.2	306.0	306.0	305.9	305.9	0.2	0.2	0.3	0.3
27476	298.5	296.7	305.5	305.8	305.9	305.9	305.9	305.8	305.8	0.0	0.0	0.1	0.1
27776	300.6	300.0	305.6	305.1	305.8	305.8	305.8	305.7	305.7	0.0	0.0	0.1	0.1
28076	300.1	299.1	305.5	304.9	305.7	305.7	305.7	305.7	305.7	0.0	0.0	0.0	0.1
28776	300.5	299.6	306.1	303.1	305.6	305.6	305.6	305.6	305.5	0.0	0.0	0.0	0.1
29376	300.6	299.9	303.1	303.6	305.4	305.4	305.4	305.4	305.4	0.0	0.0	0.0	0.0
29826	300.6	300.2	305.1	303.3	305.3	305.3	305.3	305.3	305.3	0.0	0.0	0.0	0.0
30126	300.5	300.1	305.3	303.6	305.2	305.2	305.2	305.3	305.2	0.0	0.0	0.0	0.0
30726	300.2	299.0	305.7	303.9	305.0	305.0	305.0	305.1	305.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31126	300.3	299.7	304.0	304.1	304.8	304.8	304.8	304.9	304.8	0.0	0.0	0.0	0.0
31726	300.5	299.9	304.4	305.0	304.7	304.7	304.7	304.6	304.7	0.0	0.0	0.0	0.0
31828	299.8	300.0	306.7	306.8	304.6	304.6	304.6	304.6	304.6	0.0	0.0	0.0	0.0
max_NV	316.5	315.7	326.2	326.1	319.8	319.8	319.8	319.7	319.8	0.5	0.2	1.0	0.6
min_NV	302.4	300.9	307.5	308.3	308.0	307.8	307.8	307.4	307.5	0.0	0.0	0.0	0.0
Avg_NV	309.1	308.3	315.7	315.9	313.6	313.4	313.6	313.2	313.5	0.2	0.0	0.4	0.1
max_V	302.8	301.6	309.5	308.4	307.9	307.7	307.7	307.2	307.3	0.4	0.4	0.7	0.6
min_V	298.5	296.7	303.1	303.1	304.6	304.6	304.6	304.6	304.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Avg_V	300.6	299.6	306.6	305.7	306.2	306.1	306.1	305.9	305.9	0.2	0.2	0.3	0.3

#หมายเหตุ NV = out of vicinity (ช่วงพื้นที่นอกเมือง) , V = in vicinity (ช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่)

ตารางที่ ข-10 เปรียบเทียบค่าระดับน้ำกรณีการปรับปรุงสภาพลำนน้ำแบบ B1-B3 ที่ เหตุการณ์ น้ำ  
หลากในปี 2549 ( 28 กย.-2ตค. 2549 ) ของชุดข้อมูลหน้าตัดปี 2550

Section 2550											
Distance to D/S (m.)	Avg. Bedfrom Elevation (m.msl)	Bedfrom Elevation (m.msl)	Right Bank Elevation (m.msl)	Left Bank Elevation (m.msl)	WS. Elevation in case				Diff WS. Elevation		
					CH50 (m.msl)	B1 (m.msl)	B2 (m.msl)	B3 (m.msl)	B1 (m.)	B2 (m.)	B3 (m.)
0	316	315.7	326.2	326.1	319.8	319.8	319.8	319.8	0.0	0.0	0.0
226	315.6	315.1	321.4	321.5	319.6	319.6	319.6	319.6	0.0	0.0	0.0
613	316.3	315.1	318.4	322.1	319.4	319.4	319.4	319.4	0.0	0.0	0.0
1042	315.4	314.6	320.3	321.3	319.1	319.1	319.1	319.1	0.0	0.0	0.0
1803	314.9	313.4	317.4	319.9	318.6	318.6	318.6	318.6	0.0	0.0	0.0
2003	315.3	314.1	321.4	319.9	318.5	318.5	318.5	318.5	0.0	0.0	0.0
2750	313.9	313.2	317.0	316.5	318.2	318.2	318.2	318.2	0.0	0.0	0.0
3360	313.7	313.2	317.2	319.9	318.0	318.0	318.0	318.0	0.0	0.0	0.0
3739	313.2	312.9	320.2	319.1	317.7	317.7	317.7	317.7	0.0	0.0	0.0
4100	313.3	312.7	320.3	319.6	317.5	317.5	317.5	317.5	0.0	0.0	0.0
4283	312.7	312.5	319.9	319.3	317.4	317.4	317.4	317.4	0.0	0.0	0.0
4939	312.9	312.1	317.4	318.7	316.9	316.9	316.9	316.9	0.0	0.0	0.0
5167	312.2	311.9	319.4	319.7	316.8	316.8	316.8	316.8	0.0	0.0	0.0
5530	312.1	311.9	321.0	319.0	316.7	316.7	316.7	316.7	0.0	0.0	0.0
5933	311.7	311.4	317.1	318.8	316.4	316.4	316.4	316.4	0.0	0.0	0.0
6561	311.2	311.0	317.8	318.6	315.8	315.8	315.8	315.8	0.0	0.0	0.0
6966	311.1	310.8	318.4	318.2	315.4	315.4	315.4	315.4	0.0	0.0	0.0
7761	310.7	310.4	318.2	317.8	314.8	314.8	314.8	314.8	0.0	0.0	0.0
8125	310.2	309.9	318.0	314.6	314.5	314.5	314.5	314.5	0.0	0.0	0.0
8774	309.6	309.4	316.1	316.7	313.9	313.9	313.9	313.9	0.0	0.0	0.0
9321	309.6	309.0	317.0	316.0	313.5	313.5	313.5	313.5	0.0	0.0	0.0
9553	309.4	308.2	317.0	315.9	313.4	313.4	313.4	313.4	0.0	0.0	0.0
10108	308.4	308.0	316.1	315.3	313.2	313.2	313.2	313.2	0.0	0.0	0.0
10323	308.9	308.4	315.8	316.0	313.0	313.0	313.0	313.0	0.0	0.0	0.0
11277	308.3	307.4	315.4	313.5	312.3	312.3	312.3	312.3	0.0	0.0	0.0
11901	307.0	306.4	315.3	311.6	311.9	311.9	311.9	311.9	0.0	0.0	0.0
12471	306.9	306.6	314.8	316.2	311.6	311.6	311.6	311.6	0.0	0.0	0.0
13231	307.2	306.8	313.0	314.5	311.2	311.2	311.2	311.2	0.0	0.0	0.0
13848	306.0	305.2	314.8	314.2	310.7	310.7	310.7	310.7	0.0	0.0	0.0
14418	306.0	305.0	313.4	313.9	310.4	310.4	310.4	310.4	0.0	0.0	0.0
14713	305.3	304.7	310.2	313.6	310.1	310.1	310.1	310.1	0.1	0.0	0.0
15119	305.2	304.6	314.1	313.7	310.0	310.0	310.0	310.0	0.1	0.0	0.0
15903	303.4	301.2	312.9	314.5	309.8	309.8	309.8	309.8	0.1	0.0	0.0
16032	304.4	302.5	313.2	313.2	309.8	309.7	309.8	309.8	0.1	0.0	0.0
16413	304.7	303.5	311.6	311.3	309.7	309.6	309.6	309.6	0.1	0.0	0.0
16681	304.3	302.6	310.2	311.8	309.5	309.4	309.4	309.4	0.1	0.1	0.0
16878	304.3	300.9	310.3	314.0	309.4	309.3	309.3	309.3	0.1	0.1	0.0
17567	304.0	303.2	310.5	309.3	308.9	308.8	308.8	308.8	0.1	0.1	0.1
17681	303.3	302.5	308.5	309.9	308.9	308.8	308.8	308.8	0.1	0.1	0.1

ตารางที่ ข-10 (ต่อ) เปรียบเทียบค่าระดับน้ำกรณีการปรับปรุงสภาพลำนน้ำแบบ B1-B3 ที่  
เหตุการณ์น้ำหลากในปี 2549 (28 กย.-2ตค. 2549) ของชุดข้อมูลหน้าตัดปี 2550

## Section 2550 (ต่อ)

Distance to D/S (m.)	Avg. Bedfrom Elevation (m.msl)	Bedfrom Elevation (m.msl)	Right Bank Elevation (m.msl)	Left Bank Elevation (m.msl)	WS. Elevation in case			Diff WS. Elevation			
					CH50 (m.msl)	B1 (m.msl)	B2 (m.msl)	B3 (m.msl)	B1 (m.)	B2 (m.)	B3 (m.)
18161	302.6	302.5	311.6	308.3	308.7	308.5	308.6	308.6	0.1	0.1	0.1
18676	303.2	302.1	308.2	308.6	308.5	308.3	308.4	308.4	0.2	0.1	0.1
19379	302.4	302.1	308.7	311.2	308.1	307.9	308.0	308.0	0.2	0.1	0.1
19670	302.5	302.1	307.5	312.1	308.0	307.8	307.9	307.9	0.2	0.1	0.1
20236	302.8	301.4	309.5	305.2	307.9	307.7	307.8	307.8	0.2	0.1	0.1
20832	302.3	301.6	308.6	306.5	307.8	307.6	307.7	307.7	0.2	0.1	0.1
21622	302.4	300.5	306.6	306.9	307.5	307.3	307.4	307.4	0.2	0.2	0.1
21719	301.8	300.9	308.1	307.0	307.5	307.3	307.3	307.4	0.2	0.2	0.1
22586	301.3	300.8	308.3	308.3	307.3	307.0	307.1	307.1	0.3	0.2	0.1
23049	301.0	299.9	309.3	307.0	307.1	306.8	306.9	307.0	0.3	0.2	0.1
23454	299.0	297.0	307.7	306.0	307.1	306.8	306.9	307.0	0.3	0.2	0.1
24032	300.8	299.5	307.4	308.2	306.9	306.7	306.7	306.8	0.3	0.2	0.1
24513	300.7	299.2	309.5	307.6	306.8	306.5	306.6	306.6	0.3	0.2	0.1
24913	299.8	298.6	307.5	308.4	306.7	306.4	306.5	306.5	0.3	0.2	0.1
25326	301.2	300.4	308.0	304.5	306.6	306.3	306.4	306.5	0.3	0.2	0.2
25826	300.9	299.0	304.8	304.0	306.5	306.1	306.2	306.3	0.4	0.3	0.2
26326	300.7	299.3	307.3	306.5	306.3	306.0	306.1	306.2	0.3	0.3	0.2
26826	299.0	297.8	306.5	307.2	306.2	305.8	305.9	306.0	0.4	0.3	0.2
27476	298.5	296.7	305.5	305.8	305.9	305.5	305.6	305.7	0.4	0.3	0.2
27776	300.6	300.0	305.6	305.1	305.8	305.4	305.5	305.6	0.4	0.3	0.2
28076	300.1	299.1	305.5	304.9	305.7	305.3	305.4	305.5	0.4	0.3	0.2
28776	300.5	299.6	306.1	303.1	305.6	305.2	305.3	305.4	0.4	0.3	0.2
29376	300.6	299.9	303.1	303.6	305.4	305.1	305.1	305.2	0.3	0.3	0.2
29826	300.6	300.2	305.1	303.3	305.3	305.0	305.1	305.1	0.3	0.3	0.2
30126	300.5	300.1	305.3	303.6	305.2	304.9	305.0	305.1	0.3	0.2	0.2
30726	300.2	299.0	305.7	303.9	305.0	304.8	304.9	304.9	0.2	0.2	0.1
31126	300.3	299.7	304.0	304.1	304.8	304.7	304.7	304.8	0.1	0.1	0.1
31726	300.5	299.9	304.4	305.0	304.7	304.6	304.6	304.6	0.0	0.0	0.0
31828	299.8	300.0	306.7	306.8	304.6	304.6	304.6	304.6	0.0	0.0	0.0
max_NV	316.5	315.7	326.2	326.1	319.8	319.8	319.8	319.8	0.2	0.1	0.1
min_NV	302.4	300.9	307.5	308.3	308.0	307.8	307.9	307.9	0.0	0.0	0.0
Avg_NV	309.1	308.3	315.7	315.9	313.6	313.6	313.6	313.6	0.0	0.0	0.0
max_V	302.8	301.6	309.5	308.4	307.9	307.7	307.8	307.8	0.4	0.3	0.2
min_V	298.5	296.7	303.1	303.1	304.6	304.6	304.6	304.6	0.0	0.0	0.0
Avg_V	300.6	299.6	306.6	305.7	306.2	306.0	306.0	306.1	0.3	0.2	0.1

#หมายเหตุ NV = out of vicinity (ช่วงพื้นที่นอกเมือง) , V = in vicinity (ช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่)

ตารางที่ ข-11 เปรียบเทียบค่าระดับน้ำกรณีการปรับปรุงสภาพลำน้ำแบบ A1B1-A2B3 ที่  
เหตุการณ์น้ำหลากในปี 2549 ( 28 กย.-2ตค. 2549 ) ของชุดข้อมูลหน้าตัดปี 2550

Section 2550																	
Distance	Avg. Bedfrom	Bedfrom	Right Bank	Left Bank	WS. Elevation in case								Diff WS. Elevation				
to D/S	Elevation	Elevation	Elevation	Elevation	CH50	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3
(m.)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.)	(m.)	(m.)	(m.)	(m.)	(m.)
0	316	315.7	326.2	326.1	319.8	319.8	319.8	319.8	319.8	319.8	319.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
226	315.6	315.1	321.4	321.5	319.6	319.6	319.6	319.6	319.6	319.6	319.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
613	316.3	315.1	318.4	322.1	319.4	319.4	319.4	319.4	319.4	319.4	319.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1042	315.4	314.6	320.3	321.3	319.1	319.1	319.1	319.1	319.1	319.1	319.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
1803	314.9	313.4	317.4	319.9	318.6	318.4	318.5	318.5	318.6	318.6	318.6	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
2003	315.3	314.1	321.4	319.9	318.5	318.4	318.4	318.4	318.5	318.5	318.5	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
2750	313.9	313.2	317.0	316.5	318.2	318.1	318.2	318.1	318.2	318.2	318.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
3360	313.7	313.2	317.2	319.9	318.0	317.9	317.9	317.9	318.0	318.0	318.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
3739	313.2	312.9	320.2	319.1	317.7	317.6	317.6	317.6	317.7	317.7	317.7	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
4100	313.3	312.7	320.3	319.6	317.5	317.4	317.4	317.4	317.5	317.5	317.5	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
4283	312.7	312.5	319.9	319.3	317.4	317.2	317.2	317.2	317.4	317.4	317.4	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
4939	312.9	312.1	317.4	318.7	316.9	316.7	316.7	316.7	316.9	316.9	316.9	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0
5167	312.2	311.9	319.4	319.7	316.8	316.5	316.5	316.5	316.8	316.8	316.8	0.3	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0
5530	312.1	311.9	321.0	319.0	316.7	316.3	316.3	316.3	316.7	316.7	316.7	0.3	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0
5933	311.7	311.4	317.1	318.8	316.4	316.1	316.1	316.1	316.4	316.4	316.4	0.3	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0
6561	311.2	311.0	317.8	318.6	315.8	315.7	315.7	315.7	315.8	315.8	315.8	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
6966	311.1	310.8	318.4	318.2	315.4	315.3	315.3	315.3	315.4	315.4	315.4	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
7761	310.7	310.4	318.2	317.8	314.8	314.6	314.6	314.6	314.8	314.8	314.8	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
8125	310.2	309.9	318.0	314.6	314.5	314.3	314.3	314.3	314.5	314.5	314.5	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0
8774	309.6	309.4	316.1	316.7	313.9	313.8	313.8	313.8	313.9	313.9	313.9	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
9321	309.6	309.0	317.0	316.0	313.5	313.4	313.4	313.4	313.5	313.5	313.5	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
9553	309.4	308.2	317.0	315.9	313.4	313.3	313.3	313.3	313.4	313.4	313.4	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0
10108	308.4	308.0	316.1	315.3	313.2	313.0	313.0	313.0	313.2	313.2	313.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0
10323	308.9	308.4	315.8	316.0	313.0	312.8	312.8	312.8	313.0	313.0	313.0	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0
11277	308.3	307.4	315.4	313.5	312.3	312.2	312.2	312.2	312.3	312.3	312.3	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
11901	307.0	306.4	315.3	311.6	311.9	311.9	311.9	311.9	311.9	311.9	311.9	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
12471	306.9	306.6	314.8	316.2	311.6	311.5	311.5	311.5	311.6	311.6	311.6	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
13231	307.2	306.8	313.0	314.5	311.2	311.1	311.1	311.1	311.2	311.2	311.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0
13848	306.0	305.2	314.8	314.2	310.7	310.4	310.4	310.4	310.6	310.7	310.7	0.3	0.3	0.3	0.1	0.1	0.0
14418	306.0	305.0	313.4	313.9	310.4	310.0	310.0	310.0	310.3	310.3	310.4	0.4	0.4	0.4	0.1	0.1	0.0
14713	305.3	304.7	310.2	313.6	310.1	309.7	309.8	309.8	310.0	310.0	310.1	0.4	0.4	0.3	0.1	0.1	0.1
15119	305.2	304.6	314.1	313.7	310.0	309.6	309.6	309.6	309.9	309.9	309.9	0.4	0.4	0.4	0.1	0.1	0.1
15903	303.4	301.2	312.9	314.5	309.8	309.3	309.4	309.4	309.7	309.7	309.8	0.5	0.5	0.4	0.1	0.1	0.1
16032	304.4	302.5	313.2	313.2	309.8	309.3	309.3	309.3	309.7	309.7	309.7	0.5	0.5	0.5	0.1	0.1	0.1
16413	304.7	303.5	311.6	311.3	309.7	309.1	309.1	309.2	309.5	309.5	309.6	0.6	0.5	0.5	0.1	0.1	0.1
16681	304.3	302.6	310.2	311.8	309.5	308.8	308.8	308.9	309.3	309.3	309.4	0.7	0.6	0.6	0.2	0.1	0.1
16878	304.3	300.9	310.3	314.0	309.4	308.8	308.9	308.9	309.2	309.2	309.3	0.6	0.5	0.5	0.2	0.1	0.1
17567	304.0	303.2	310.5	309.3	308.9	308.5	308.6	308.6	308.6	308.7	308.7	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2
17681	303.3	302.5	308.5	309.9	308.9	308.5	308.6	308.6	308.6	308.7	308.7	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2

ตารางที่ ข-11 (ต่อ) เปรียบเทียบค่าระดับน้ำกรณีการปรับปรุงสภาพลำน้ำแบบ A1B1-A2B3 ที่  
เหตุการณ์น้ำหลากในปี 2549 ( 28 กย.-2ตค. 2549 ) ของชุดข้อมูลหน้าตัดปี 2550

## Section 2550 (ต่อ)

Distance to D/S (m.)	Avg. Bedfrom Elevation (m.msl)	Bedfrom Elevation (m.msl)	Right Bank Elevation (m.msl)	Left Bank Elevation (m.msl)	WS. Elevation in case								Diff WS. Elevation				
					CH50 (m.msl)	A1B1 (m.msl)	A1B2 (m.msl)	A1B3 (m.msl)	A2B1 (m.msl)	A2B2 (m.msl)	A2B3 (m.msl)	A1B1 (m.)	A1B2 (m.)	A1B3 (m.)	A2B1 (m.)	A2B2 (m.)	A2B3 (m.)
18161	302.6	302.5	311.6	308.3	308.7	308.3	308.4	308.4	308.3	308.4	308.5	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2
18676	303.2	302.1	308.2	308.6	308.5	308.1	308.2	308.3	308.1	308.2	308.3	0.4	0.3	0.2	0.4	0.3	0.2
19379	302.4	302.1	308.7	311.2	308.1	307.7	307.8	307.8	307.6	307.8	307.8	0.5	0.4	0.3	0.5	0.4	0.3
19670	302.5	302.1	307.5	312.1	308.0	307.5	307.6	307.7	307.5	307.6	307.7	0.5	0.4	0.3	0.5	0.4	0.3
20236	302.8	301.4	309.5	305.2	307.9	307.4	307.5	307.6	307.4	307.5	307.6	0.5	0.4	0.3	0.5	0.4	0.3
20832	302.3	301.6	308.6	306.5	307.8	307.3	307.4	307.5	307.3	307.4	307.5	0.5	0.4	0.3	0.5	0.4	0.3
21622	302.4	300.5	306.6	306.9	307.5	307.0	307.2	307.3	307.0	307.2	307.3	0.5	0.4	0.3	0.5	0.4	0.3
21719	301.8	300.9	308.1	307.0	307.5	307.0	307.1	307.3	307.0	307.1	307.2	0.5	0.4	0.3	0.5	0.4	0.3
22586	301.3	300.8	308.3	308.3	307.3	306.7	306.8	307.0	306.7	306.8	307.0	0.6	0.4	0.3	0.6	0.4	0.3
23049	301.0	299.9	309.3	307.0	307.1	306.5	306.7	306.8	306.5	306.7	306.8	0.6	0.4	0.3	0.6	0.4	0.3
23454	299.0	297.0	307.7	306.0	307.1	306.5	306.6	306.8	306.5	306.6	306.8	0.6	0.4	0.3	0.6	0.5	0.3
24032	300.8	299.5	307.4	308.2	306.9	306.3	306.5	306.6	306.3	306.5	306.6	0.6	0.4	0.3	0.6	0.5	0.3
24513	300.7	299.2	309.5	307.6	306.8	306.1	306.3	306.5	306.1	306.3	306.5	0.6	0.5	0.3	0.6	0.5	0.3
24913	299.8	298.6	307.5	308.4	306.7	306.0	306.2	306.4	306.0	306.2	306.4	0.7	0.5	0.3	0.7	0.5	0.3
25326	301.2	300.4	308.0	304.5	306.6	305.9	306.1	306.3	305.9	306.1	306.3	0.7	0.5	0.3	0.7	0.5	0.3
25826	300.9	299.0	304.8	304.0	306.5	305.8	306.0	306.1	305.8	306.0	306.1	0.7	0.5	0.4	0.7	0.5	0.4
26326	300.7	299.3	307.3	306.5	306.3	305.6	305.8	306.0	305.6	305.8	305.9	0.7	0.5	0.4	0.7	0.5	0.4
26826	299.0	297.8	306.5	307.2	306.2	305.5	305.7	305.8	305.5	305.7	305.8	0.7	0.5	0.4	0.7	0.5	0.4
27476	298.5	296.7	305.5	305.8	305.9	305.3	305.5	305.6	305.3	305.5	305.6	0.6	0.4	0.3	0.6	0.4	0.3
27776	300.6	300.0	305.6	305.1	305.8	305.3	305.4	305.5	305.3	305.4	305.5	0.6	0.4	0.3	0.6	0.4	0.3
28076	300.1	299.1	305.5	304.9	305.7	305.2	305.3	305.4	305.2	305.3	305.4	0.6	0.4	0.3	0.6	0.4	0.3
28776	300.5	299.6	306.1	303.1	305.6	305.0	305.1	305.2	305.0	305.1	305.2	0.5	0.4	0.3	0.5	0.4	0.3
29376	300.6	299.9	303.1	303.6	305.4	305.0	305.0	305.1	305.0	305.0	305.1	0.5	0.4	0.3	0.5	0.4	0.3
29826	300.6	300.2	305.1	303.3	305.3	304.9	305.0	305.0	304.9	305.0	305.0	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.3
30126	300.5	300.1	305.3	303.6	305.2	304.8	304.9	305.0	304.8	304.9	305.0	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3
30726	300.2	299.0	305.7	303.9	305.0	304.8	304.8	304.8	304.8	304.8	304.8	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2
31126	300.3	299.7	304.0	304.1	304.8	304.7	304.7	304.7	304.7	304.7	304.7	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
31726	300.5	299.9	304.4	305.0	304.7	304.6	304.6	304.6	304.6	304.6	304.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31828	299.8	300.0	306.7	306.8	304.6	304.6	304.6	304.6	304.6	304.6	304.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
max_NV	316.5	315.7	326.2	326.1	319.8	319.8	319.8	319.8	319.8	319.8	319.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.4	0.3
min_NV	302.4	300.9	307.5	308.3	308.0	307.5	307.6	307.7	307.5	307.6	307.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Avg_NV	309.1	308.3	315.7	315.9	313.6	313.4	313.4	313.4	313.5	313.6	313.6	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0
max_V	302.8	301.6	309.5	308.4	307.9	307.4	307.5	307.6	307.4	307.5	307.6	0.7	0.5	0.4	0.7	0.5	0.4
min_V	298.5	296.7	303.1	303.1	304.6	304.6	304.6	304.6	304.6	304.6	304.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Avg_V	300.6	299.6	306.6	305.7	306.2	305.8	305.9	306.0	305.7	305.9	306.0	0.5	0.4	0.3	0.5	0.4	0.3

#หมายเหตุ NV = out of vicinity (ช่วงพื้นที่นอกเมือง) , V = in vicinity (ช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่)



ตารางที่ ข-12 เปรียบเทียบค่าระดับน้ำกรณีการปรับปรุงสภาพลำน้ำแบบ A3B1-A4B3 ที่  
เหตุการณ์น้ำหลากในปี 2549 ( 28 กย.-2ตค. 2549 ) ของชุดข้อมูลหน้าตัดปี 2550

Section 2550																	
Distance	Avg. Bedfrom	Bedfrom	Right Bank	Left Bank	WS. Elevation in case								Diff. WS. Elevation				
to D/S	Elevation	Elevation	Elevation	Elevation	CH50	A3B1	A3B2	A3B3	A4B1	A4B2	A4B3	A3B1	A3B2	A3B3	A4B1	A4B2	A4B3
(m.)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.)	(m.)	(m.)	(m.)	(m.)	(m.)
0	316	315.7	326.2	326.1	319.8	319.7	319.7	319.7	319.8	319.8	319.8	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
226	315.6	315.1	321.4	321.5	319.6	319.5	319.5	319.5	319.6	319.6	319.6	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
613	316.3	315.1	318.4	322.1	319.4	319.3	319.3	319.3	319.4	319.4	319.4	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
1042	315.4	314.6	320.3	321.3	319.1	318.9	318.9	318.9	319.1	319.1	319.1	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0
1803	314.9	313.4	317.4	319.9	318.6	318.4	318.4	318.4	318.6	318.6	318.6	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
2003	315.3	314.1	321.4	319.9	318.5	318.4	318.4	318.4	318.5	318.5	318.5	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
2750	313.9	313.2	317.0	316.5	318.2	318.1	318.1	318.1	318.2	318.2	318.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
3360	313.7	313.2	317.2	319.9	318.0	317.9	317.9	317.9	318.0	318.0	318.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
3739	313.2	312.9	320.2	319.1	317.7	317.6	317.6	317.6	317.7	317.7	317.7	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
4100	313.3	312.7	320.3	319.6	317.5	317.4	317.4	317.4	317.5	317.5	317.5	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
4283	312.7	312.5	319.9	319.3	317.4	317.2	317.2	317.2	317.4	317.4	317.4	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0
4939	312.9	312.1	317.4	318.7	316.9	316.6	316.6	316.6	316.9	316.9	316.9	0.3	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0
5167	312.2	311.9	319.4	319.7	316.8	316.4	316.4	316.4	316.8	316.8	316.8	0.4	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0
5530	312.1	311.9	321.0	319.0	316.7	316.2	316.2	316.2	316.7	316.7	316.7	0.5	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
5933	311.7	311.4	317.1	318.8	316.4	315.9	315.9	315.9	316.4	316.4	316.4	0.5	0.5	0.5	0.0	0.0	0.0
6561	311.2	311.0	317.8	318.6	315.8	315.6	315.6	315.6	315.8	315.8	315.8	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0
6966	311.1	310.8	318.4	318.2	315.4	315.2	315.2	315.2	315.4	315.4	315.4	0.3	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0
7761	310.7	310.4	318.2	317.8	314.8	314.3	314.3	314.3	314.8	314.8	314.8	0.4	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0
8125	310.2	309.9	318.0	314.6	314.5	314.1	314.1	314.1	314.5	314.5	314.5	0.4	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0
8774	309.6	309.4	316.1	316.7	313.9	313.7	313.7	313.7	313.9	313.9	313.9	0.3	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0
9321	309.6	309.0	317.0	316.0	313.5	313.2	313.2	313.2	313.5	313.5	313.5	0.3	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0
9553	309.4	308.2	317.0	315.9	313.4	313.0	313.0	313.0	313.4	313.4	313.4	0.4	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0
10108	308.4	308.0	316.1	315.3	313.2	312.8	312.8	312.8	313.2	313.2	313.2	0.4	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0
10323	308.9	308.4	315.8	316.0	313.0	312.6	312.6	312.6	313.0	313.0	313.0	0.4	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0
11277	308.3	307.4	315.4	313.5	312.3	312.0	312.0	312.0	312.3	312.3	312.3	0.3	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0
11901	307.0	306.4	315.3	311.6	311.9	311.8	311.8	311.8	311.9	311.9	311.9	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
12471	306.9	306.6	314.8	316.2	311.6	311.5	311.5	311.5	311.6	311.6	311.6	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
13231	307.2	306.8	313.0	314.5	311.2	311.0	311.0	311.0	311.2	311.2	311.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0
13848	306.0	305.2	314.8	314.2	310.7	310.3	310.3	310.3	310.6	310.6	310.6	0.4	0.4	0.4	0.1	0.1	0.1
14418	306.0	305.0	313.4	313.9	310.4	309.7	309.7	309.7	310.3	310.3	310.3	0.7	0.7	0.7	0.1	0.1	0.1
14713	305.3	304.7	310.2	313.6	310.1	309.5	309.5	309.4	310.0	310.0	310.0	0.7	0.6	0.7	0.1	0.1	0.1
15119	305.2	304.6	314.1	313.7	310.0	309.3	309.3	309.3	309.9	309.9	309.9	0.7	0.7	0.7	0.1	0.1	0.1
15903	303.4	301.2	312.9	314.5	309.8	309.0	309.0	309.0	309.7	309.7	309.7	0.9	0.8	0.9	0.2	0.2	0.1
16032	304.4	302.5	313.2	313.2	309.8	308.9	308.9	308.9	309.6	309.6	309.7	0.9	0.9	0.9	0.2	0.2	0.1
16413	304.7	303.5	311.6	311.3	309.7	308.6	308.7	308.6	309.5	309.5	309.5	1.0	1.0	1.0	0.2	0.2	0.2
16681	304.3	302.6	310.2	311.8	309.5	308.6	308.6	308.5	309.3	309.3	309.3	0.9	0.9	1.0	0.2	0.2	0.2
16878	304.3	300.9	310.3	314.0	309.4	308.6	308.6	308.5	309.1	309.1	309.2	0.8	0.8	0.8	0.2	0.2	0.2
17567	304.0	303.2	310.5	309.3	308.9	308.2	308.3	308.2	308.5	308.5	308.6	0.6	0.6	0.7	0.4	0.4	0.3
17681	303.3	302.5	308.5	309.9	308.9	308.2	308.3	308.2	308.5	308.5	308.6	0.6	0.6	0.7	0.4	0.4	0.3

ตารางที่ ข-12 (ต่อ) เปรียบเทียบค่าระดับน้ำกรณีการปรับปรุงสภาพลำน้ำแบบ A3B1-A4B3 ที่  
เหตุการณ์น้ำหลากในปี 2549 ( 28 กย.-2ตค. 2549 ) ของชุดข้อมูลหน้าตัดปี 2550

Section 2550 (ต่อ)																	
Distance	Avg. Bedfrom	Bedfrom	Right Bank	Left Bank	WS. Elevation in case										Diff WS. Elevation		
to D/S	Elevation	Elevation	Elevation	Elevation	CH50	A3B1	A3B2	A3B3	A4B1	A4B2	A4B3	A3B1	A3B2	A3B3	A4B1	A4B2	A4B3
(m.)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.msl)	(m.)	(m.)	(m.)	(m.)	(m.)	(m.)
18161	302.6	302.5	311.6	308.3	308.7	308.1	308.1	308.0	308.2	308.2	308.3	0.6	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4
18676	303.2	302.1	308.2	308.6	308.5	307.8	307.8	307.9	308.0	308.0	308.1	0.7	0.7	0.6	0.5	0.5	0.4
19379	302.4	302.1	308.7	311.2	308.1	307.5	307.5	307.6	307.4	307.5	307.6	0.7	0.6	0.5	0.7	0.7	0.6
19670	302.5	302.1	307.5	312.1	308.0	307.3	307.4	307.5	307.3	307.4	307.5	0.7	0.6	0.5	0.7	0.6	0.5
20236	302.8	301.4	309.5	305.2	307.9	307.2	307.3	307.4	307.2	307.3	307.4	0.7	0.6	0.5	0.7	0.6	0.5
20832	302.3	301.6	308.6	306.5	307.8	307.1	307.2	307.3	307.1	307.1	307.3	0.7	0.7	0.5	0.8	0.7	0.5
21622	302.4	300.5	306.6	306.9	307.5	306.8	306.9	307.1	306.8	306.9	307.0	0.7	0.6	0.5	0.7	0.6	0.5
21719	301.8	300.9	308.1	307.0	307.5	306.8	306.9	307.0	306.8	306.9	307.0	0.7	0.6	0.5	0.7	0.6	0.5
22586	301.3	300.8	308.3	308.3	307.3	306.5	306.6	306.7	306.4	306.6	306.7	0.8	0.7	0.5	0.8	0.7	0.5
23049	301.0	299.9	309.3	307.0	307.1	306.3	306.4	306.6	306.3	306.4	306.6	0.8	0.7	0.5	0.8	0.7	0.5
23454	299.0	297.0	307.7	306.0	307.1	306.3	306.4	306.6	306.2	306.4	306.5	0.8	0.7	0.5	0.8	0.7	0.5
24032	300.8	299.5	307.4	308.2	306.9	306.1	306.3	306.4	306.1	306.2	306.4	0.9	0.7	0.5	0.9	0.7	0.6
24513	300.7	299.2	309.5	307.6	306.8	306.0	306.1	306.3	305.9	306.1	306.2	0.8	0.7	0.5	0.8	0.7	0.5
24913	299.8	298.6	307.5	308.4	306.7	305.9	306.0	306.2	305.8	306.0	306.2	0.8	0.7	0.5	0.9	0.7	0.5
25326	301.2	300.4	308.0	304.5	306.6	305.8	305.9	306.1	305.7	305.9	306.1	0.8	0.7	0.5	0.9	0.7	0.5
25826	300.9	299.0	304.8	304.0	306.5	305.6	305.8	306.0	305.6	305.8	305.9	0.9	0.7	0.5	0.9	0.7	0.6
26326	300.7	299.3	307.3	306.5	306.3	305.5	305.7	305.8	305.5	305.6	305.8	0.8	0.7	0.5	0.8	0.7	0.6
26826	299.0	297.8	306.5	307.2	306.2	305.4	305.5	305.7	305.4	305.5	305.7	0.8	0.6	0.5	0.8	0.6	0.5
27476	298.5	296.7	305.5	305.8	305.9	305.3	305.4	305.6	305.2	305.4	305.5	0.6	0.5	0.3	0.7	0.5	0.4
27776	300.6	300.0	305.6	305.1	305.8	305.2	305.3	305.5	305.2	305.3	305.4	0.6	0.5	0.4	0.6	0.5	0.4
28076	300.1	299.1	305.5	304.9	305.7	305.1	305.3	305.4	305.1	305.2	305.3	0.6	0.5	0.4	0.6	0.5	0.4
28776	300.5	299.6	306.1	303.1	305.6	305.0	305.1	305.2	305.0	305.1	305.2	0.6	0.5	0.4	0.6	0.5	0.4
29376	300.6	299.9	303.1	303.6	305.4	304.9	305.0	305.1	304.9	305.0	305.1	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4
29826	300.6	300.2	305.1	303.3	305.3	304.9	304.9	305.0	304.9	304.9	305.0	0.5	0.4	0.3	0.5	0.4	0.3
30126	300.5	300.1	305.3	303.6	305.2	304.8	304.9	304.9	304.8	304.9	304.9	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3
30726	300.2	299.0	305.7	303.9	305.0	304.7	304.8	304.8	304.7	304.8	304.8	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2
31126	300.3	299.7	304.0	304.1	304.8	304.7	304.7	304.7	304.7	304.7	304.7	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1
31726	300.5	299.9	304.4	305.0	304.7	304.6	304.6	304.6	304.6	304.6	304.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
31828	299.8	300.0	306.7	306.8	304.6	304.6	304.6	304.6	304.6	304.6	304.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
max_NV	316.5	315.7	326.2	326.1	319.8	319.7	319.7	319.7	319.8	319.8	319.8	1.0	1.0	1.0	0.7	0.7	0.6
min_NV	302.4	300.9	307.5	308.3	308.0	307.3	307.4	307.5	307.3	307.4	307.5	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
Avg_NV	309.1	308.3	315.7	315.9	313.6	313.2	313.2	313.2	313.5	313.5	313.5	0.4	0.4	0.4	0.1	0.1	0.1
max_V	302.8	301.6	309.5	308.4	307.9	307.2	307.3	307.4	307.2	307.3	307.4	0.9	0.7	0.5	0.9	0.7	0.6
min_V	298.5	296.7	303.1	303.1	304.6	304.6	304.6	304.6	304.6	304.6	304.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Avg_V	300.6	299.6	306.6	305.7	306.2	305.6	305.7	305.9	305.6	305.7	305.8	0.6	0.5	0.4	0.6	0.5	0.4

# หมายถึง NV = out of vicinity (ช่วงพื้นที่นอกเมือง) , V = in vicinity (ช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่)

ตารางที่ ข-13 เปรียบเทียบค่าระดับน้ำกรณีการปรับปรุงสภาพลำน้ำแบบ C1 และ C1A3B1 ที่  
เหตุการณ์น้ำหลากในปี 2549 ( 28 กย.-2ตค. 2549 ) ของชุดข้อมูลหน้าตัดปี 2550

Section 2550						Modification Channel (Cutoff River)					
Channel 2550						Modification Channel (Cutoff River)					
Dist. to D/S (m.)	Avg. Bedfrom (m.msl)	Bedfrom (m.msl)	Right Bank (m.msl)	Left Bank (m.msl)	WS (m.msl)	Dist. to D/S (m.)	Adj. Bedfrom (m.msl)	Right Bank (m.msl)	Left Bank (m.msl)	WS C1 (m.msl)	WS C1A3B1 (m.)
0	316	315.7	326.2	326.1	320	0	315	326	326.05	319.8	319.6
226	315.6	315.1	321.4	321.5	319.6	226	315.1	321.4	321.48	319.6	319.5
613	316.3	315.1	318.4	322.1	319.4	613	315.1	318.4	322.07	319.4	319.3
1042	315.4	314.6	320.3	321.3	319.1	1042	314.6	320.3	321.33	319.1	318.9
1803	314.9	313.4	317.4	319.9	318.6	1803	313.4	317.4	319.86	318.6	318.4
2003	315.3	314.1	321.4	319.9	318.5	2003	314.1	321.4	319.93	318.5	318.4
2750	313.9	313.2	317.0	316.5	318.2	2750	313.2	317.0	316.53	318.2	318.1
3360	313.7	313.2	317.2	319.9	318.0	3360	313.2	317.2	319.89	317.9	317.8
3739	313.2	312.9	320.2	319.1	317.7	3739	312.9	320.2	319.12	317.7	317.6
4100	313.3	312.7	320.3	319.6	317.5	4100	312.7	320.3	319.64	317.5	317.4
4283	312.7	312.5	319.9	319.3	317.4	4283	312.5	319.9	319.26	317.3	317.1
4939	312.9	312.1	317.4	318.7	316.9	4939	312.1	317.4	318.69	316.9	316.5
5167	312.2	311.9	319.4	319.7	316.8	5167	311.9	319.4	319.65	316.8	316.3
5530	312.1	311.9	321.0	319.0	316.7	5530	311.9	321.0	319.04	316.6	316.1
5933	311.7	311.4	317.1	318.8	316.4	5933	311.4	317.1	318.79	316.3	315.8
6561	311.2	311.0	317.8	318.6	315.8	6561	311.0	317.8	318.62	315.7	315.5
6966	311.1	310.8	318.4	318.2	315.4	6966	310.8	318.4	318.18	315.4	315.1
7761	310.7	310.4	318.2	317.8	314.8	7761	310.4	318.2	317.81	314.7	314.2
8125	310.2	309.9	318.0	314.6	314.5	8125	309.9	318.0	314.57	314.4	313.9
8774	309.6	309.4	316.1	316.7	313.9	8774	309.4	316.1	316.67	313.7	313.5
9321	309.6	309.0	317.0	316.0	313.5	9321	309.0	317.0	315.95	313.1	312.9
9553	309.4	308.2	317.0	315.9	313.4	9553	308.2	317.0	315.87	313.0	312.8
10108	308.4	308.0	316.1	315.3	313.2	10108	308.0	316.1	315.29	312.6	312.4
10323	308.9	308.4	315.8	316.0	313.0	10323	308.4	315.8	316.00	312.4	312.2
11277	308.3	307.4	315.4	313.5	312.3	10692	307.7	316.0	315.19	312.1	312.0
11641	307.0	306.4	315.3	311.6	311.9	12192	306.8	313.0	314.51	311.2	310.6
11952	306.9	306.6	314.8	316.2	311.6	12809	305.2	314.8	314.18	310.6	310.1
12452	307.2	306.8	313.0	314.5	311.2	13379	305.0	313.4	313.90	310.3	309.7
12809	306.0	305.2	314.8	314.2	310.7	13674	304.7	310.2	313.59	309.9	309.4
13379	306.0	305.0	313.4	313.9	310.4	14080	304.6	314.1	313.71	309.8	309.2
13674	305.3	304.7	310.2	313.6	310.1	14864	301.2	312.9	314.45	309.6	308.9
14080	305.2	304.6	314.1	313.7	310.0	14993	302.5	313.2	313.16	309.6	308.8
14864	303.4	301.2	312.9	314.5	309.8	15374	303.5	311.6	311.27	309.4	308.5
14993	304.4	302.5	313.2	313.2	309.8	15642	302.6	310.2	311.75	309.2	308.0
15374	304.7	303.5	311.6	311.3	309.7	15839	300.9	310.3	313.99	309.1	308.0
15642	304.3	302.6	310.2	311.8	309.5	16528	303.2	310.5	309.25	308.4	307.6
15839	304.3	300.9	310.3	314.0	309.4	16642	302.5	308.5	309.92	308.4	307.6
16528	304.0	303.2	310.5	309.3	308.9	17122	302.3	311.6	308.32	308.0	307.4
16642	303.3	302.5	308.5	309.9	308.9	17725	301.6	309.2	308.18	307.7	307.1

ตารางที่ ข-13 (ต่อ) เปรียบเทียบค่าระดับน้ำกรณีการปรับปรุงสภาพลำน้ำแบบ C1 และ C1A3B1  
ที่เหตุการณ์น้ำหลากในปี 2549 ( 28 กย.-2ตค. 2549 ) ของชุดข้อมูลหน้าตัดปี 2550

Section 2550 (ต่อ)

Dist. to D/S (m.)	Channel 2550					Modification Channel (Cutoff River)					
	Avg. Bedfrom (m.msl)	Bedfrom (m.msl)	Right Bank (m.msl)	Left Bank (m.msl)	WS (m.msl)	Dist. to D/S (m.)	Adj. Bedfrom (m.msl)	Right Bank (m.msl)	Left Bank (m.msl)	WS C1 (m.msl)	WS C1A3B1 (m.)
17122	302.6	302.5	311.6	308.3	308.7	19075	301.5	308.7	0.13	307.3	306.6
17637	303.2	302.1	308.2	308.6	308.5	19277	301.4	308.5	0.16	307.3	306.5
18204	302.4	302.1	308.7	311.2	308.1	20067	299.0	308.2	0.19	307.2	306.5
18359	302.5	302.1	307.5	312.1	308.0	20148	300.2	308.0	0.19	307.2	306.4
18789	302.8	301.4	309.5	305.2	307.9	21148	298.1	308.0	0.19	307.1	306.3
19249	302.3	301.6	308.6	306.5	307.8	21634	299.5	307.9	0.20	306.9	306.1
19904	302.4	300.5	306.6	306.9	307.5	22115	299.2	307.6	0.22	306.8	306.0
20001	301.8	300.9	308.1	307.0	307.5	22515	298.6	307.6	0.22	306.7	305.9
20596	301.3	300.8	308.3	308.3	307.3	22928	299.9	307.3	0.26	306.6	305.8
20923	301.0	299.9	309.3	307.0	307.1	23428	299.1	307.2	0.26	306.5	305.7
21192	299.0	297.0	307.7	306.0	307.1	23928	299.3	307.2	0.27	306.3	305.5
21634	300.8	299.5	307.4	308.2	306.9	24428	297.8	307.0	0.27	306.2	305.4
22115	300.7	299.2	309.5	307.6	306.8	25078	296.7	306.9	0.29	305.9	305.3
22515	299.8	298.6	307.5	308.4	306.7	25378	298.9	306.8	0.30	305.8	305.2
22928	301.2	300.4	308.0	304.5	306.6	25678	298.7	306.7	0.30	305.7	305.1
23428	300.9	299.0	304.8	304.0	306.5	26378	298.4	306.6	0.31	305.6	305.0
23928	300.7	299.3	307.3	306.5	306.3	26978	298.2	306.4	0.32	305.4	304.9
24428	299.0	297.8	306.5	307.2	306.2	27428	298.0	306.2	0.35	305.3	304.9
25078	298.5	296.7	305.5	305.8	305.9	27728	297.9	305.9	0.36	305.2	304.8
25378	300.6	300.0	305.6	305.1	305.8	28328	297.6	305.9	0.35	305.0	304.7
25678	300.1	299.1	305.5	304.9	305.7	28728	297.5	305.8	0.35	304.8	304.7
26378	300.5	299.6	306.1	303.1	305.6	29328	297.2	305.6	0.33	304.6	304.6
26978	300.6	299.9	303.1	303.6	305.4	29430	297.2	305.5	0.29	304.6	304.6
27428	300.6	300.2	305.1	303.3	305.3						
27728	300.5	300.1	305.3	303.6	305.2						
28328	300.2	299.0	305.7	303.9	305.0						
28728	300.3	299.7	304.0	304.1	304.8						
29328	300.5	299.9	304.4	305.0	304.7						
29430	299.8	300.0	306.7	306.8	304.6						
max_NV	316.5	315.7	326.2	326.1	319.8	max_NV	319.8	319.8	0.19	319.8	319.6
min_NV	302.4	300.9	307.5	308.3	308.0	min_NV	307.9	308.0	0.00	307.2	306.4
Avg_NV	309.1	308.3	315.7	315.9	313.6	Avg_NV	313.7	313.7	0.03	313.2	312.8
max_V	302.8	301.6	309.5	308.4	307.9	max_V	307.9	308.0	0.36	307.1	306.3
min_V	298.5	296.7	303.1	303.1	304.6	min_V	304.9	304.9	0.00	304.6	304.6
Avg_V	300.6	299.6	306.6	305.7	306.2	Avg_V	306.2	306.4	0.25	305.8	305.3

# หมายถึง NV = out of vicinity (ช่วงพื้นที่นอกเมือง) , V = in vicinity (ช่วงพื้นที่เมืองเชียงใหม่)

# กรณี C1 และ C1A3B1 มีการขุดคลองลัด (River Cutoff) จากทางโค้งเป็นทางตรงทำให้ระยะทางลดลงไปประมาณ 2,488 เมตร ดังนั้นจึงทำการลดระยะทางของหน้าตัดกรณีปรกติลงเท่ากัน เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบระดับน้ำกันได้

ตารางที่ ข-14 เปรียบเทียบค่าระดับน้ำล้นตลิ่งกรณีสภาพลำนน้ำปกติ (CH50) และการปรับปรุงสภาพลำนน้ำแบบ A1-A4 ที่เหตุการณ์น้ำหลากในปี 2549 ( 28 กย.-2ตค. 2549 )

No. of Section	Distance to D/S (m.)	CH50			A1			A2			A3			A4		
		R	L	RL	R	L	RL	R	L	RL	R	L	RL	R	L	RL
68	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
67	226	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
66	613	1.1	0.0	1	1.1	0.0	1	1.1	0.0	1	0.9	0.0	1	1.1	0.0	1
65	1042	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
64	1803	1.1	0.0	1	1.1	0.0	1	1.1	0.0	1	1.1	0.0	1	1.1	0.0	1
63	2003	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
62	2750	1.2	1.7	2	1.2	1.7	2	1.2	1.7	2	1.1	1.6	2	1.2	1.7	2
61	3360	0.8	0.0	1	0.7	0.0	1	0.8	0.0	1	0.7	0.0	1	0.8	0.0	1
60	3739	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
59	4100	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
58	4283	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
57	4939	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
56	5167	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
55	5530	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
54	5933	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
53	6561	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
52	6966	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
51	7761	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
50	8125	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
49	8774	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
48	9321	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
47	9553	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
46	10108	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
45	10323	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
44	11277	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
43	11901	0.0	0.3	1	0.0	0.3	1	0.0	0.3	1	0.0	0.3	1	0.0	0.3	1
42	12471	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
41	13231	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
40	13848	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
39	14418	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
38	14713	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
37	15119	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
36	15903	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
35	16032	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
34	16413	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
33	16681	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
32	16878	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
31	17567	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
30	17681	0.4	0.0	1	0.1	0.0	1	0.2	0.0	1	0.0	0.0	0	0.0	0.0	1

หน่วย : เมตร

# หมายเหตุ : R และ L ระดับน้ำล้นตลิ่งทางขวา-ซ้าย ; ถ้า = 0 แสดงว่าตำแหน่งนั้นน้ำไม่ล้นตลิ่ง

RL (ที่เป็นตัวหนา) 0 น้ำไม่ล้นตลิ่ง ; 1 น้ำล้นตลิ่ง 1 ด้าน ; 2 น้ำล้นตลิ่ง 2 ด้าน



ตารางที่ ข-14 (ต่อ) เปรียบเทียบค่าระดับน้ำล้นตลิ่งกรณีสภาพลำนน้ำปกติ (CH50) และการปรับปรุงสภาพลำนน้ำแบบ A1-A4 ที่เหตุการณ์น้ำหลากในปี 2549 ( 28 กย.-2ตค. 2549 )

No. of Section	Distance to D/S (m.)	CH50			A1			A2			A3			A4		
		R	L	RL	R	L	RL	R	L	RL	R	L	RL	R	L	RL
29	18161	0.0	0.3	1	0.0	0.1	1	0.0	0.2	1	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
28	18676	0.3	0.0	1	0.1	0.0	1	0.2	0.0	1	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
27	19379	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
26	19670	0.6	0.0	1	0.3	0.0	1	0.3	0.0	1	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
25	20236	0.0	2.7	1	0.0	2.4	1	0.0	2.4	1	0.0	2.0	1	0.0	2.1	1
24	20832	0.0	1.3	1	0.0	1.0	1	0.0	1.0	1	0.0	0.5	1	0.0	0.6	1
23	21622	0.9	0.6	1	0.6	0.3	1	0.6	0.3	1	0.3	0.0	1	0.4	0.1	1
22	21719	0.0	0.5	1	0.0	0.2	1	0.0	0.3	1	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
21	22586	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
20	23049	0.0	0.1	1	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
19	23454	0.0	1.1	1	0.0	0.7	1	0.0	0.7	1	0.0	0.4	1	0.0	0.5	1
18	24032	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
17	24513	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
16	24913	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
15	25326	0.0	2.1	1	0.0	1.8	1	0.0	1.8	1	0.0	1.6	1	0.0	1.6	1
14	25826	1.7	2.5	1	1.4	2.2	1	1.4	2.2	1	1.2	2.0	1	1.2	2.0	1
13	26326	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
12	26826	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
11	27476	0.4	0.1	1	0.5	0.1	1	0.5	0.1	1	0.4	0.0	1	0.4	0.0	1
10	27776	0.2	0.7	1	0.2	0.7	1	0.2	0.7	1	0.1	0.6	1	0.1	0.6	1
9	28076	0.2	0.8	1	0.2	0.8	1	0.2	0.8	1	0.2	0.8	1	0.2	0.7	1
8	28776	0.0	2.5	1	0.0	2.5	1	0.0	2.5	1	0.0	2.5	1	0.0	2.4	1
7	29376	2.3	1.8	1	2.3	1.8	1	2.3	1.8	1	2.3	1.8	1	2.3	1.8	1
6	29826	0.2	2.0	1	0.2	2.0	1	0.2	2.0	1	0.3	2.1	1	0.2	2.0	1
5	30126	0.0	1.7	1	0.0	1.7	1	0.0	1.7	1	0.0	1.7	1	0.0	1.6	1
4	30726	0.0	1.2	1	0.0	1.2	1	0.0	1.2	1	0.0	1.2	1	0.0	1.1	1
3	31126	0.9	0.7	1	0.9	0.7	1	0.9	0.7	1	0.9	0.8	1	0.9	0.7	1
2	31726	0.3	0.0	1	0.3	0.0	1	0.3	0.0	1	0.3	0.0	1	0.3	0.0	1
1	31828	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
###	###	16	20	27	16	19	26	16	19	26	13	16	21	14	17	22

หน่วย : เมตร

# หมายถึง : R และ L ระดับน้ำล้นตลิ่งทางขวา-ซ้าย ; ถ้า = 0 แสดงว่าตำแหน่งนั้นน้ำไม่ล้นตลิ่ง

RL (ที่เป็นตัวหนา) 0 = น้ำไม่ล้นตลิ่ง ; 1 = น้ำล้นตลิ่ง 1 ด้าน ; 2 = น้ำล้นตลิ่ง 2 ด้าน

### ด้านล่างสุดของตารางเป็นสรุปจำนวนหน้าตัดที่น้ำล้นตลิ่ง

ตารางที่ ข-15 เปรียบเทียบค่าระดับน้ำล้นตลิ่งกรณีสภาพลำนน้ำปกติ (CH50) และการปรับปรุงสภาพลำนน้ำแบบ B1-B3 ที่เหตุการณ์น้ำหลากในปี 2549 ( 28 กย.-2ตค. 2549 )

No. of Section	Distance to D/S (m.)	CH50			B1			B2			B3		
		R	L	RL	R	L	RL	R	L	RL	R	L	RL
68	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
67	226	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
66	613	1.1	0.0	1	1.1	0.0	1	1.1	0.0	1	1.1	0.0	1
65	1042	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
64	1803	1.1	0.0	1	1.1	0.0	1	1.1	0.0	1	1.1	0.0	1
63	2003	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
62	2750	1.2	1.7	2	1.2	1.7	2	1.2	1.7	2	1.2	1.7	2
61	3360	0.8	0.0	1	0.8	0.0	1	0.8	0.0	1	0.8	0.0	1
60	3739	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
59	4100	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
58	4283	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
57	4939	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
56	5167	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
55	5530	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
54	5933	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
53	6561	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
52	6966	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
51	7761	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
50	8125	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
49	8774	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
48	9321	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
47	9553	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
46	10108	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
45	10323	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
44	11277	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
43	11901	0.0	0.3	1	0.0	0.3	1	0.0	0.3	1	0.0	0.3	1
42	12471	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
41	13231	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
40	13848	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
39	14418	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
38	14713	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
37	15119	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
36	15903	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
35	16032	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
34	16413	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
33	16681	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
32	16878	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
31	17567	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
30	17681	0.4	0.0	1	0.2	0.0	1	0.3	0.0	1	0.3	0.0	1

หน่วย : เมตร

# หมายถึง : R และ L ระดับน้ำล้นตลิ่งทางขวา-ซ้าย ; ถ้า = 0 แสดงว่าตำแหน่งนั้นน้ำไม่ล้นตลิ่ง

RL (ที่เป็นตัวหนา) 0 น้ำไม่ล้นตลิ่ง ; 1 น้ำล้นตลิ่ง 1 ด้าน ; 2 น้ำล้นตลิ่ง 2 ด้าน

ตารางที่ ข-15 (ต่อ) เปรียบเทียบค่าระดับน้ำล้นตลิ่งกรณีสภาพลำนน้ำปกติ (CH50) และการ  
ปรับปรุงสภาพลำนน้ำแบบ B1-B3 ที่เหตุการณ์น้ำหลากในปี 2549 ( 28 กย.-2ตค. 2549 )

No. of Section	Distance to D/S (m.)	CH50			B1			B2			B3		
		R	L	RL	R	L	RL	R	L	RL	R	L	RL
29	18161	0.0	0.3	1	0.0	0.2	1	0.0	0.2	1	0.0	0.3	1
28	18676	0.3	0.0	1	0.2	0.0	1	0.2	0.0	1	0.3	0.0	1
27	19379	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
26	19670	0.6	0.0	1	0.3	0.0	1	0.4	0.0	1	0.4	0.0	1
25	20236	0.0	2.7	1	0.0	2.5	1	0.0	2.5	1	0.0	2.6	1
24	20832	0.0	1.3	1	0.0	1.1	1	0.0	1.1	1	0.0	1.2	1
23	21622	0.9	0.6	2	0.7	0.4	2	0.8	0.4	2	0.8	0.5	2
22	21719	0.0	0.5	1	0.0	0.3	1	0.0	0.4	1	0.0	0.4	1
21	22586	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
20	23049	0.0	0.1	1	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
19	23454	0.0	1.1	1	0.0	0.8	1	0.0	0.9	1	0.0	1.0	1
18	24032	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
17	24513	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
16	24913	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
15	25326	0.0	2.1	1	0.0	1.8	1	0.0	1.9	1	0.0	2.0	1
14	25826	1.7	2.5	2	1.3	2.1	2	1.4	2.2	2	1.5	2.3	2
13	26326	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
12	26826	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
11	27476	0.4	0.1	2	0.0	0.0	1	0.1	0.0	1	0.2	0.0	1
10	27776	0.2	0.7	2	0.0	0.3	1	0.0	0.4	1	0.0	0.5	1
9	28076	0.2	0.8	2	0.0	0.4	1	0.0	0.5	1	0.0	0.6	2
8	28776	0.0	2.5	1	0.0	2.1	1	0.0	2.2	1	0.0	2.3	1
7	29376	2.3	1.8	2	1.9	1.5	2	2.0	1.5	2	2.1	1.6	2
6	29826	0.2	2.0	2	0.0	1.7	1	0.0	1.8	1	0.1	1.9	2
5	30126	0.0	1.7	1	0.0	1.4	1	0.0	1.4	1	0.0	1.5	1
4	30726	0.0	1.2	1	0.0	1.0	1	0.0	1.0	1	0.0	1.1	1
3	31126	0.9	0.7	2	0.8	0.6	2	0.8	0.6	2	0.8	0.6	2
2	31726	0.3	0.0	1	0.3	0.0	1	0.3	0.0	1	0.3	0.0	1
1	31828	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
	###	16	20	27	13	18	26	13	18	26	15	18	26

หน่วย : เมตร

# หมายถึง : R และ L ระดับน้ำล้นตลิ่งทางขวา-ซ้าย ; ถ้า = 0 แสดงว่าตำแหน่งนั้นน้ำไม่ล้นตลิ่ง

RL (ที่เป็นตัวหนา) 0 น้ำไม่ล้นตลิ่ง ; 1 น้ำล้นตลิ่ง 1 ด้าน ; 2 น้ำล้นตลิ่ง 2 ด้าน

### ด้านล่างสุดของตารางเป็นสรุปจำนวนหน้าตัดที่น้ำล้นตลิ่ง

ตารางที่ ข-16 เปรียบเทียบค่าระดับน้ำล้นตลิ่งกรณีสภาพลำนน้ำปกติ (CH50) และการปรับปรุง  
สภาพลำนน้ำแบบ A1B1-A2B3 ที่เหตุการณ์น้ำหลากในปี 2549 (28 กย.-2ตค. 2549)

No. of Section	Distance to D/S (m.)	CH50			A1B1			A1B2			A1B3			A2B1			A2B2			A2B3		
		R	L	RL	R	L	RL	R	L	RL	R	L	RL	R	L	RL	R	L	RL	R	L	RL
68	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
67	226	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
66	613	1.1	0.0	1	1.0	0.0	1	1.0	0.0	1	1.0	0.0	1	1.1	0.0	1	1.1	0.0	1	1.1	0.0	1
65	1042	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
64	1803	1.1	0.0	1	1.0	0.0	1	1.0	0.0	1	1.0	0.0	1	1.1	0.0	1	1.1	0.0	1	1.1	0.0	1
63	2003	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
62	2750	1.2	1.7	2	1.1	1.6	2	1.1	1.6	2	1.1	1.6	2	1.2	1.7	2	1.2	1.7	2	1.2	1.7	2
61	3360	0.8	0.0	1	0.7	0.0	1	0.7	0.0	1	0.7	0.0	1	0.8	0.0	1	0.8	0.0	1	0.8	0.0	1
60	3739	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
59	4100	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
58	4283	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
57	4939	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
56	5167	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
55	5530	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
54	5933	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
53	6561	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
52	6966	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
51	7761	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
50	8125	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
49	8774	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
48	9321	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
47	9553	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
46	10108	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
45	10323	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
44	11277	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
43	11901	0.0	0.3	1	0.0	0.3	1	0.0	0.3	1	0.0	0.3	1	0.0	0.3	1	0.0	0.3	1	0.0	0.3	1
42	12471	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
41	13231	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
40	13848	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
39	14418	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
38	14713	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
37	15119	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
36	15903	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
35	16032	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
34	16413	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
33	16681	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
32	16878	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
31	17567	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
30	17681	0.4	0.0	1	0.0	0.0	0	0.0	0.0	1	0.1	0.0	1	0.1	0.0	1	0.1	0.0	1	0.2	0.0	1

หน่วย : เมตร

#หมายเหตุ : R และ L ระดับน้ำล้นตลิ่งทางขวา-ซ้าย ; ถ้า = 0 แสดงว่าตำแหน่งนั้นน้ำไม่ล้นตลิ่ง

RL (ที่เป็นตัวหนา) 0 น้ำไม่ล้นตลิ่ง ; 1 น้ำล้นตลิ่ง 1 ด้าน ; 2 น้ำล้นตลิ่ง 2 ด้าน

ตารางที่ ข-16 (ต่อ) เปรียบเทียบค่าระดับน้ำล้นตลิ่งกรณีสภาพลำนน้ำปกติ (CH50) และการ  
ปรับปรุงสภาพลำนน้ำแบบ A1B1-A2B3 ที่เหตุการณ์น้ำหลากในปี 2549 (28 กย.-2ตค. 2549)

No. of Section	Distance to D/S (m.)	CH50			A1B1			A1B2			A1B3			A2B1			A2B2			A2B3		
		R	L	RL	R	L	RL	R	L	RL	R	L	RL	R	L	RL	R	L	RL	R	L	RL
29	18161	0.0	0.3	1	0.0	0.0	0	0.0	0.1	1	0.0	0.1	1	0.0	0.0	1	0.0	0.1	1	0.0	0.1	1
28	18676	0.3	0.0	1	0.0	0.0	0	0.1	0.0	1	0.1	0.0	1	0.0	0.0	0	0.0	0.0	1	0.1	0.0	1
27	19379	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
26	19670	0.6	0.0	1	0.1	0.0	1	0.2	0.0	1	0.3	0.0	1	0.1	0.0	1	0.2	0.0	1	0.3	0.0	1
25	20236	0.0	2.7	1	0.0	2.2	1	0.0	2.3	1	0.0	2.4	1	0.0	2.2	1	0.0	2.3	1	0.0	2.4	1
24	20832	0.0	1.3	1	0.0	0.8	1	0.0	0.9	1	0.0	1.0	1	0.0	0.8	1	0.0	0.9	1	0.0	1.0	1
23	21622	0.9	0.6	2	0.4	0.1	2	0.6	0.3	2	0.7	0.4	2	0.4	0.1	2	0.6	0.3	2	0.7	0.4	2
22	21719	0.0	0.5	1	0.0	0.0	1	0.0	0.2	1	0.0	0.3	1	0.0	0.0	0	0.0	0.1	1	0.0	0.3	1
21	22586	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
20	23049	0.0	0.1	1	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
19	23454	0.0	1.1	1	0.0	0.5	1	0.0	0.6	1	0.0	0.8	1	0.0	0.5	1	0.0	0.6	1	0.0	0.8	1
18	24032	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
17	24513	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
16	24913	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
15	25326	0.0	2.1	1	0.0	1.4	1	0.0	1.6	1	0.0	1.8	1	0.0	1.4	1	0.0	1.6	1	0.0	1.8	1
14	25826	1.7	2.5	2	1.0	1.8	2	1.2	2.0	2	1.3	2.1	2	1.0	1.8	2	1.2	1.9	2	1.3	2.1	2
13	26326	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
12	26826	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
11	27476	0.4	0.1	2	0.0	0.0	0	0.0	0.0	1	0.2	0.0	1	0.0	0.0	0	0.0	0.0	1	0.1	0.0	1
10	27776	0.2	0.7	2	0.0	0.1	1	0.0	0.3	1	0.0	0.4	1	0.0	0.1	1	0.0	0.3	1	0.0	0.4	1
9	28076	0.2	0.8	2	0.0	0.2	1	0.0	0.4	1	0.0	0.5	1	0.0	0.2	1	0.0	0.4	1	0.0	0.5	1
8	28776	0.0	2.5	1	0.0	2.0	1	0.0	2.1	1	0.0	2.1	1	0.0	2.0	1	0.0	2.1	1	0.0	2.1	1
7	29376	2.3	1.8	2	1.8	1.4	2	1.9	1.4	2	2.0	1.5	2	1.8	1.4	2	1.9	1.4	2	2.0	1.5	2
6	29826	0.2	2.0	2	0.0	1.6	1	0.0	1.7	1	0.0	1.8	1	0.0	1.6	1	0.0	1.7	1	0.0	1.8	1
5	30126	0.0	1.7	1	0.0	1.3	1	0.0	1.4	1	0.0	1.4	1	0.0	1.3	1	0.0	1.4	1	0.0	1.4	1
4	30726	0.0	1.2	1	0.0	0.9	1	0.0	0.9	1	0.0	1.0	1	0.0	0.9	1	0.0	0.9	1	0.0	1.0	1
3	31126	0.9	0.7	2	0.7	0.6	2	0.7	0.6	2	0.8	0.6	2	0.7	0.6	2	0.7	0.6	2	0.8	0.6	2
2	31726	0.3	0.0	1	0.3	0.0	1	0.3	0.0	1	0.3	0.0	1	0.3	0.0	1	0.3	0.0	1	0.3	0.0	1
1	31828	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
	###	16	20	27	10	17	22	13	18	26	13	18	26	11	17	23	13	18	26	13	18	26

หน่วย : เมตร

# หมายถึง : R และ L ระดับน้ำล้นตลิ่งทางขวา-ซ้าย ; ถ้า = 0 แสดงว่าตำแหน่งนั้นน้ำไม่ล้นตลิ่ง

RL (ที่เป็นตัวหนา) 0 น้ำไม่ล้นตลิ่ง ; 1 น้ำล้นตลิ่ง 1 ด้าน ; 2 น้ำล้นตลิ่ง 2 ด้าน

### ด้านล่างสุดของตารางเป็นสรุปจำนวนหน้าตัดที่น้ำล้นตลิ่ง



ตารางที่ ข-17 เปรียบเทียบค่าระดับน้ำล้นตลิ่งกรณีสภาพลำนน้ำปกติ (CH50) และการปรับปรุง  
สภาพลำนน้ำแบบ A3B1-A4B3 ที่เหตุการณ์น้ำหลากในปี 2549 (28 กย.-2ตค. 2549)

No. of Section	Distance to D/S (m.)	CH50			A3B1			A3B2			A3B3			A4B1			A4B2			A4B3		
		R	L	RL	R	L	RL	R	L	RL	R	L	RL	R	L	RL	R	L	RL	R	L	RL
68	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
67	226	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
66	613	1.1	0.0	1	0.9	0.0	1	0.9	0.0	1	0.9	0.0	1	1.1	0.0	1	1.1	0.0	1	1.1	0.0	1
65	1042	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
64	1803	1.1	0.0	1	1.0	0.0	1	1.0	0.0	1	1.0	0.0	1	1.1	0.0	1	1.1	0.0	1	1.1	0.0	1
63	2003	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
62	2750	1.2	1.7	2	1.1	1.6	2	1.1	1.6	2	1.1	1.6	2	1.2	1.7	2	1.2	1.7	2	1.2	1.7	2
61	3360	0.8	0.0	1	0.7	0.0	1	0.7	0.0	1	0.7	0.0	1	0.8	0.0	1	0.8	0.0	1	0.8	0.0	1
60	3739	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
59	4100	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
58	4283	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
57	4939	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
56	5167	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
55	5530	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
54	5933	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
53	6561	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
52	6966	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
51	7761	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
50	8125	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
49	8774	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
48	9321	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
47	9553	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
46	10108	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
45	10323	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
44	11277	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
43	11901	0.0	0.3	1	0.0	0.2	1	0.0	0.2	1	0.0	0.2	1	0.0	0.3	1	0.0	0.3	1	0.0	0.3	1
42	12471	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
41	13231	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
40	13848	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
39	14418	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
38	14713	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
37	15119	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
36	15903	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
35	16032	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
34	16413	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
33	16681	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
32	16878	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
31	17567	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
30	17681	0.4	0.0	1	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	1

หน่วย : เมตร

#หมายเหตุ : R และ L ระดับน้ำล้นตลิ่งทางขวา-ซ้าย ; ถ้า = 0 แสดงว่าตำแหน่งนั้นน้ำไม่ล้นตลิ่ง

RL (ที่เป็นตัวหนา) 0 น้ำไม่ล้นตลิ่ง ; 1 น้ำล้นตลิ่ง 1 ด้าน ; 2 น้ำล้นตลิ่ง 2 ด้าน

ตารางที่ ข-17 (ต่อ) เปรียบเทียบค่าระดับน้ำล้นตลิ่งกรณีสภาพลำนน้ำปกติ (CH50) และการ  
ปรับปรุงสภาพลำนน้ำแบบ A3B1-A4B3 ที่เหตุการณ์น้ำหลากในปี 2549 (28 กย.-2ตค. 2549)

No. of Section	Distance to D/S (m.)	CH50			A3B1			A3B2			A3B3			A4B1			A4B2			A4B3		
		R	L	RL	R	L	RL	R	L	RL	R	L	RL	R	L	RL	R	L	RL	R	L	RL
29	18161	0.0	0.3	1	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
28	18676	0.3	0.0	1	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
27	19379	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
26	19670	0.6	0.0	1	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	1	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	1
25	20236	0.0	2.7	1	0.0	1.9	1	0.0	1.9	1	0.0	2.1	1	0.0	1.9	1	0.0	2.0	1	0.0	2.1	1
24	20832	0.0	1.3	1	0.0	0.5	1	0.0	0.5	1	0.0	0.7	1	0.0	0.5	1	0.0	0.6	1	0.0	0.7	1
23	21622	0.9	0.6	2	0.2	0.0	1	0.3	0.0	1	0.4	0.1	2	0.2	0.0	1	0.3	0.0	1	0.4	0.1	2
22	21719	0.0	0.5	1	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	1	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	1
21	22586	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
20	23049	0.0	0.1	1	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
19	23454	0.0	1.1	1	0.0	0.3	1	0.0	0.3	1	0.0	0.6	1	0.0	0.3	1	0.0	0.4	1	0.0	0.6	1
18	24032	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
17	24513	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
16	24913	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
15	25326	0.0	2.1	1	0.0	1.3	1	0.0	1.3	1	0.0	1.6	1	0.0	1.3	1	0.0	1.4	1	0.0	1.6	1
14	25826	1.7	2.5	2	0.8	1.6	2	1.0	1.6	2	1.2	1.9	2	0.8	1.6	2	1.0	1.8	2	1.1	1.9	2
13	26326	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
12	26826	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
11	27476	0.4	0.1	2	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.1	0.0	1	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.1	0.0	1
10	27776	0.2	0.7	2	0.0	0.1	1	0.0	0.1	1	0.0	0.3	1	0.0	0.1	1	0.0	0.2	1	0.0	0.3	1
9	28076	0.2	0.8	2	0.0	0.2	1	0.0	0.2	1	0.0	0.4	1	0.0	0.2	1	0.0	0.3	1	0.0	0.4	1
8	28776	0.0	2.5	1	0.0	1.9	1	0.0	1.9	1	0.0	2.1	1	0.0	1.9	1	0.0	2.0	1	0.0	2.1	1
7	29376	2.3	1.8	2	1.8	1.3	2	1.9	1.3	2	1.9	1.5	2	1.8	1.3	2	1.9	1.4	2	1.9	1.5	2
6	29826	0.2	2.0	2	0.0	1.6	1	0.0	1.6	1	0.0	1.7	1	0.0	1.6	1	0.0	1.7	1	0.0	1.7	1
5	30126	0.0	1.7	1	0.0	1.3	1	0.0	1.3	1	0.0	1.4	1	0.0	1.3	1	0.0	1.3	1	0.0	1.4	1
4	30726	0.0	1.2	1	0.0	0.9	1	0.0	0.9	1	0.0	1.0	1	0.0	0.9	1	0.0	0.9	1	0.0	1.0	1
3	31126	0.9	0.7	2	0.7	0.6	2	0.8	0.6	2	0.8	0.6	2	0.7	0.6	2	0.8	0.6	2	0.8	0.6	2
2	31726	0.3	0.0	1	0.3	0.0	1	0.3	0.0	1	0.3	0.0	1	0.3	0.0	1	0.3	0.0	1	0.3	0.0	1
1	31828	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
###		16	20	27	9	15	20	9	15	20	10	16	23	9	15	20	9	15	20	12	17	24

หน่วย : เมตร

#หมายเหตุ : R และ L ระดับน้ำล้นตลิ่งทางขวา-ซ้าย ; ถ้า = 0 แสดงว่าตำแหน่งนั้นน้ำไม่ล้นตลิ่ง

RL (ที่เป็นตัวหนา) 0 น้ำไม่ล้นตลิ่ง ; 1 น้ำล้นตลิ่ง 1 ด้าน ; 2 น้ำล้นตลิ่ง 2 ด้าน

### ด้านล่างสุดของตารางเป็นสรุปจำนวนหน้าตัดที่น้ำล้นตลิ่ง

ตารางที่ ข-18 เปรียบเทียบค่าระดับน้ำล้นตลิ่งกรณีสภาพลำนน้ำปกติ (CH50) และการปรับปรุงสภาพลำนน้ำแบบ C1 และ ที่เหตุการณ์น้ำหลากในปี 2549 (28 กย.-2ตค. 2549)

No. of Section	Distance to D/S (m.)	C1			C1A3B1			No. of Section	Distance to D/S (m.)	C1			C1A3B1		
		R	L	RL	R	L	RL			R	L	RL	R	L	RL
68	0	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	35	14993	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
67	226	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	34	15374	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
66	613	1.1	0.0	1	0.9	0.0	1	33	15642	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
65	1042	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	32	15839	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
64	1803	1.1	0.0	1	0.9	0.0	1	31	16528	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
63	2003	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	30	16642	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
62	2750	1.2	1.7	2	1.1	1.6	2	29	17122	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
61	3360	0.8	0.0	1	0.7	0.0	1	28	17725	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
60	3739	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	27	19075	0.0	0.6	1	0.0	0.0	0
59	4100	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	26	19277	0.0	0.8	1	0.0	0.1	1
58	4283	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	25	20067	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
57	4939	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	24	20148	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
56	5167	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	23	21148	2.2	0.0	1	1.4	0.0	1
55	5530	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	18	21634	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
54	5933	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	17	22115	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
53	6561	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	16	22515	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
52	6966	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	15	22928	0.0	2.1	1	0.0	1.3	1
51	7761	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	14	23428	1.7	2.5	2	0.9	1.6	2
50	8125	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	13	23928	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
49	8774	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	12	24428	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
48	9321	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	11	25078	0.4	0.1	2	0.0	0.0	0
47	9553	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	10	25378	0.2	0.7	2	0.0	0.1	1
46	10108	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	9	25678	0.2	0.8	2	0.0	0.2	1
45	10323	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	8	26378	0.0	2.5	1	0.0	1.9	1
44	10692	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	7	26978	2.3	1.8	2	1.8	1.3	2
41	12192	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	6	27428	0.2	2.0	2	0.0	1.6	1
40	12809	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	5	27728	0.0	1.7	1	0.0	1.3	1
39	13379	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	4	28328	0.0	1.2	1	0.0	0.9	1
38	13674	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	3	28728	0.9	0.7	2	0.7	0.6	2
37	14080	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	2	29328	0.3	0.0	1	0.3	0.0	1
36	14864	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0	1	29430	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0
35	14993	0.0	0.0	0	0.0	0.0	0		###	13	19	19	9	12	17

หน่วย : เมตร

# หมายเหตุ : R และ L ระดับน้ำล้นตลิ่งทางขวา-ซ้าย ; ถ้า = 0 แสดงว่าตำแหน่งนั้นน้ำไม่ล้นตลิ่ง

RL (ที่เป็นตัวหนา) 0 น้ำไม่ล้นตลิ่ง ; 1 น้ำล้นตลิ่ง 1 ด้าน ; 2 น้ำล้นตลิ่ง 2 ด้าน

### ด้านล่างสุดของตารางเป็นสรุปจำนวนหน้าตัดที่น้ำล้นตลิ่ง



ภาคผนวก ค ข้อมูลทางอุทกวิทยาและสภาพการใช้ที่ดิน

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค-1 ข้อมูลปริมาณน้ำหลากสูงสุด และปริมาณน้ำท่ารายปีของสถานีในพื้นที่ลุ่มน้ำปิง  
ตอนบน สถานี P.1, P.21 ,P.20 และ P.67 (หน่วย : ลบ.ม/วินาที ; ล้าน ลบ.ม.)

Year	Station P.1			Station P.21			Station P.20			Station P.67		
	Date	Peak cms	Annual MCM	Date	Peak cms	Annual MCM	Date	Peak cms	Annual MCM	Date	Peak cms	Annual MCM
2464	30-Sep	321.0	1511.8									
2465	3-Oct	245.0	1399.9									
2466	12-Oct	331.0	1326.5									
2467	18-Sep	382.0	1824.6									
2468	17-Sep	344.0	1492.6									
2469	20-Oct	271.0	1882.9									
2470	15-Oct	412.0	2023.1									
2471	19-Jul	283.0	1497.4									
2472	2-Sep	498.0	1871.0									
2473	25-Sep	283.0	1595.6									
2474	21-Sep	164.0	689.7									
2475	14-Sep	398.0	1654.1									
2476	2-Aug	602.0	2438.4									
2477	1-Oct	479.0	1662.2									
2478	25-Sep	382.0	2055.0									
2479	10-Sep	265.0	1394.1									
2480	4-Sep	563.0	2025.5									
2481	17-Aug	498.0	3087.7									
2482	26-Aug	446.0	2822.4									
2483	26-Aug	326.0	1925.4									
2484	26-Sep	293.0	1748.0									
2485	20-Sep	454.0	2558.5									
2486	17-Sep	522.0	2710.1									
2487	14-Jul	398.0	1736.7									
2488	21-Sep	570.0	2477.4									
2489	11-Sep	345.0	1593.1									
2490	28-Aug	423.0	1993.0									
2491	12-Oct	408.0	1948.4									
2492	24-Sep	323.0	2563.3									
2493	14-Sep	411.0	2522.4									
2494	3-Oct	416.0	2441.9									
2495	22-Sep	490.0	2301.9									
2496	18-Aug	430.0	2369.7									
2497	10-Oct	447.0	1586.5	28-Aug	83.0	170.0						
2498	1-Sep	340.0	1843.3	29-Sep	70.0	158.8						
2499	16-Aug	460.0	2273.4	8-Sep	86.0	189.3						
2500	3-Sep	433.0	1395.8	2-Sep	52.0	70.6						
2501	9-Sep	384.0	1078.9	2-Sep	48.0	72.9						
2502	28-Sep	383.0	1663.7	27-Sep	69.0	124.0						
2503	1-Sep	324.0	1239.4	1-Sep	42.0	104.5						
2504	24-Aug	386.0	2036.2	19-Sep	60.0	169.4						
2505	11-Aug	270.0	1221.9	1-Oct	58.0	81.8						
2506	30-Oct	422.0	1968.2	23-Aug	56.0	127.4						
2507	6-Oct	338.0	2014.7	5-Oct	60.0	180.7						
2508	29-Oct	437.0	1760.4	28-Oct	68.0	118.2						
2509	31-Oct	339.0	1500.4	29-Oct	55.0	129.5						
2510	27-Sep	485.0	1789.5	28-Aug	67.0	162.9						
2511	17-Aug	316.0	1449.0	8-Aug	44.0	136.3						
2512	21-Aug	452.0	1762.5	22-Aug	71.0	186.4						
2513	14-Sep	494.0	3456.4	21-Aug	65.0	258.6						
2514	30-Aug	582.0	3832.6	29-Aug	63.0	257.3						
2515	27-Aug	425.0	1976.6	26-Aug	59.0	153.5						
2516	25-Aug	726.0	4254.3	24-Aug	71.0	280.8						
2517	20-Aug	590.0	2350.0	13-Sep	44.0	254.9						
2518	24-Sep	699.0	3720.6	22-Sep	96.0	277.0						
2519	29-Sep	505.0	1621.0	31-Aug	36.0	127.2						
2520	24-Sep	662.0	1925.7	15-Sep	32.0	146.9						
2521	5-Jul	569.0	2801.7	15-Aug	36.0	145.0						
2522	11-Oct	461.0	1080.5	10-Oct	36.0	107.9	10-Oct	118.0	297.2			
2523	4-Sep	474.0	1684.8	3-Sep	33.0	123.0	8-Sep	126.0	341.3			
2524	9-Sep	478.0	2305.8	1-Sep	48.0	154.1	7-Aug	103.0	500.1			
2525	29-Sep	238.0	1081.2	30-Sep	44.7	139.5	27-Sep	66.1	300.6			
2526	14-Nov	406.0	1248.4	4-Sep	42.1	131.5	3-Sep	94.4	383.4			
2527	6-Sep	313.4	1409.5	2-Sep	28.6	124.5	3-Sep	182.3	455.4			
2528	16-Sep	332.8	1399.0	13-Sep	56.6	125.1	13-Sep	210.9	426.0			
2529	9-Sep	334.0	1285.9	8-Sep	50.4	135.1	7-Sep	288.8	402.6			
2530	25-Aug	589.5	1209.1	25-Aug	60.9	106.9	24-Aug	341.6	451.2			
2531	8-Jun	319.8	1620.3	7-Jun	49.3	177.6	7-Jun	214.3	461.7			
2532	27-Sep	227.8	1286.4	10-Sep	24.1	114.7	25-Sep	202.3	407.5			
2533	31-Aug	149.0	1067.3	30-Aug	43.8	93.8	1-Aug	86.0	274.9			
2534	8-Sep	191.5	740.6	9-Sep	23.6	61.1	6-Sep	151.1	263.3			
2535	23-Sep	177.8	734.2	1-Aug	26.7	67.8	29-Sep	68.6	221.5			
2536	12-Sep	168.0	678.2	2-Oct	33.1	64.8	3-Oct	53.4	214.3			
2537	22-Aug	525.4	2373.9	16-Sep	54.8	181.3	31-Aug	292.4	653.0			
2538	7-Sep	504.6	2096.1	2-Aug	54.5	190.0	1-Sep	309.4	621.1			
2539	5-Sep	364.0	1395.6	4-Sep	38.6	127.5	3-Sep	166.0	401.9	4-Sep	324.0	1107.6
2540	30-Sep	292.7	986.3	8-Oct	37.7	70.4	28-Sep	201.2	334.4	29-Sep	246.0	690.5
2541	9-Sep	152.0	487.8	8-Sep	32.8	41.5	1-Sep	74.9	133.7	8-Sep	111.3	338.1
2542	23-Sep	184.0	981.0	28-Aug	42.8	120.2	25-Sep	52.4	234.2	22-Sep	197.5	349.1
2543	11-Aug	154.0	1212.5	17-May	25.9	119.7	7-Jul	78.0	268.4	7-Sep	131.0	909.6
2544	13-Aug	496.0	1392.3	12-Aug	46.0	120.3	12-Aug	241.6	374.0	10-Aug	524.4	1167.6
2545	10-Sep	384.1	1847.5	7-Sep	72.8	209.4	8-Sep	136.1	425.6	9-Sep	375.2	1585.4
2546	13-Sep	420.0	980.4	12-Sep	35.8	80.1	12-Sep	216.6	307.9	12-Sep	456.0	918.0
2547	17-Sep	467.0	1814.1	22-Sep	38.8	111.0	23-Jul	193.2	588.0	16-Sep	428.9	2115.4
2548	30-Sep	867.2	2638.9	14-Aug	59.6	169.0	13-Aug	681.4	579.9	14-Aug	891.3	2331.4
2549	1-Aug	577.3	2232.8	31-Jul	81.6	206.9	1-Aug	325.5	876.4	1-Aug	412.9	1519.7
2550	7-Sep	146.3	1261.1	20-Sep	43.6	157.1	24-Aug	62.4	321.3	28-Jun	116.1	878.5
2551	8-Sep	202.6	1344.4	7-Sep	35.5	146.5	15-Sep	136.0	417.6	7-Sep	194.8	1080.3
Max		867.2	4254.3		96.0	280.8		681	876		891.3	2331.4
Min		146.3	487.8		23.6	41.5		52	134		111.3	338.1
SD		139.5	699.1		16.8	54.9		128	154		216.5	602.6
Avg		398.2	1813.0		50.8	142.9		182	398		339.2	1153.2

\*หมายเหตุ สถานี P21, P20 และ P.67 เริ่มบันทึกข้อมูลในปี 2497, 2522 และ 2539 ตามลำดับ



ตารางที่ ค-2 ข้อมูลฝนช่วงสั้นสะสมสูงสุด 1 ถึง 3 วัน ที่สถานี 07013, 07132, 07112, 07062, 07122 และฝนเฉลี่ยเชิงพื้นที่ด้วยวิธี Thiessen Polygon ( หน่วย : มิลลิเมตร )

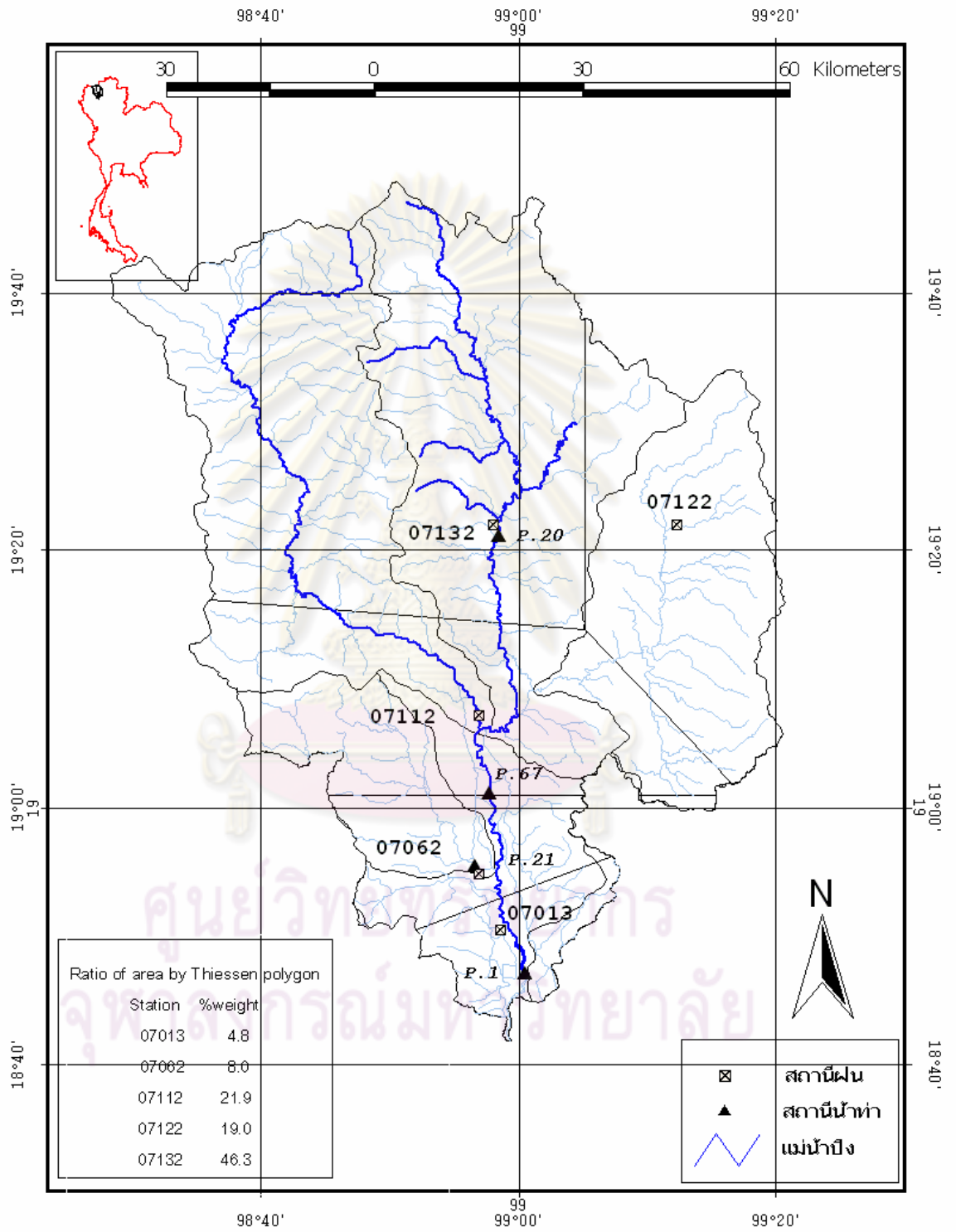
Table with columns for station codes (07013, 07132, 07112, 07062, 07122, thiessen) and days (1d, 2d, 3d). Rows list data for various dates from 2457 to 2551, including Max, Min, SD, and Avg values.

\*หมายเหตุ สถานี 07132, 07112, 07062, 07122 เริ่มบันทึกข้อมูลในปี 2495

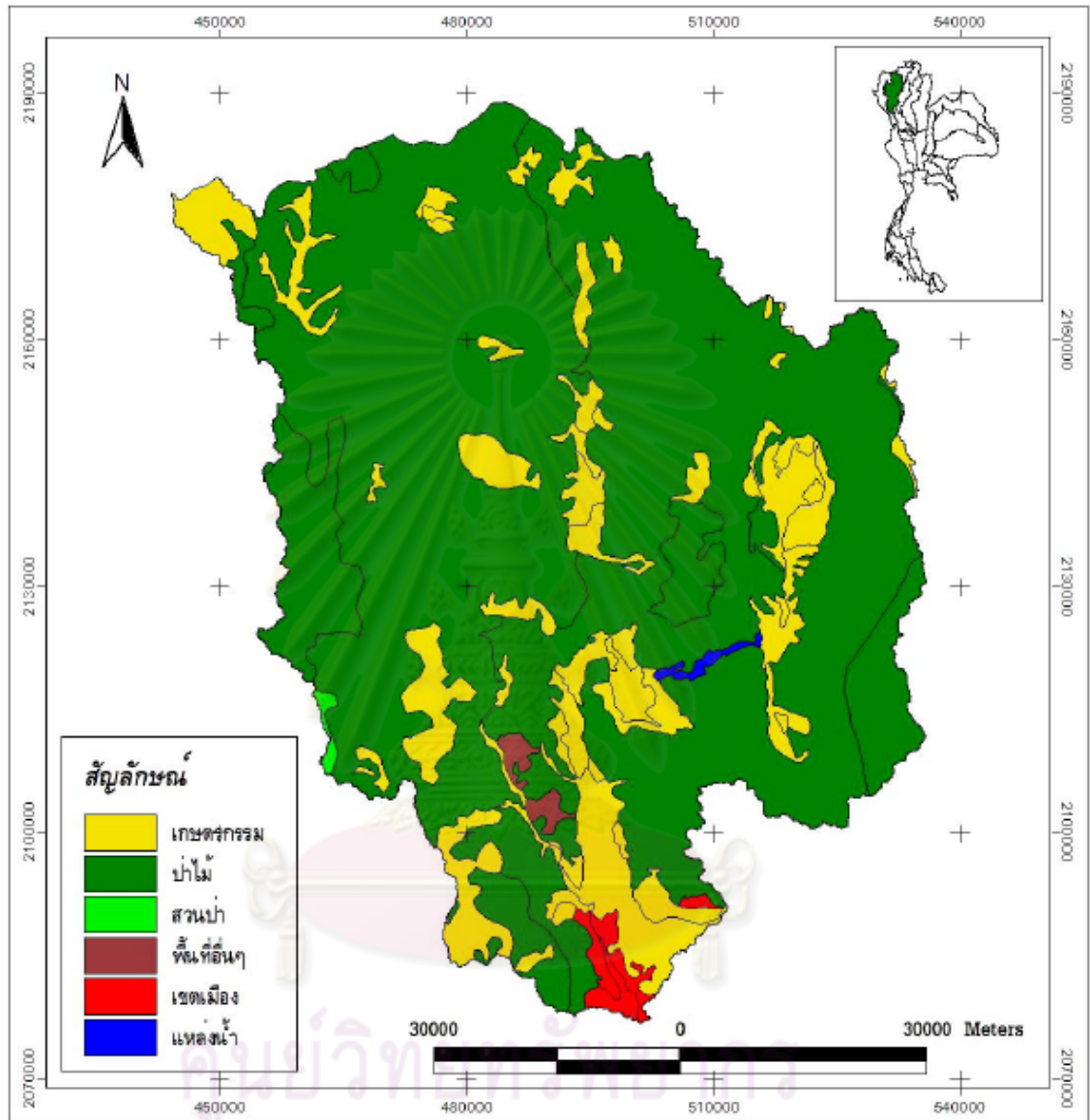
ตารางที่ ค-3 ข้อมูลฝนรายปี ที่สถานี 07013, 07132, 07112, 07062, 07122 และฝนเฉลี่ยเชิงพื้นที่ด้วยวิธี Thiessen Polygon ( หน่วย : มิลลิเมตร )

พ.ศ.	Annual Rainfall in mm.					
	07013	07132	07112	07062	07122	thiessen
2457	1069.4					
2458	869.8					
2459	979.8					
2460	1196.7					
2461	1388.7					
2462	1165.5					
2463	1152.9					
2464	1260.9					
2465	1256.3					
2466	1281.7					
2467	1218.7					
2468	1162.0					
2469	1075.8					
2470	1420.9					
2471	1071.4					
2472	1215.4					
2473	1187.5					
2474	586.7					
2475	1104.1					
2476	1200.1					
2477	1189.6					
2478	1282.1					
2479	913.9					
2480	1268.8					
2481	1057.8					
2482	1043.1					
2483	1056.9					
2484	857.4					
2485	1494.5					
2486	1103.0					
2487	1157.7					
2488	1258.8					
2489	997.7					
2490	1396.1					
2491	1202.4					
2492	1196.2					
2493	1379.4					
2494	1470.4					
2495	1195.5	1028.4	1333.1	1216.7	1204.9	1151.7
2496	1780.4	954.8	1210.4	1045.9	1108.6	1086.9
2497	1217.3	938.5	1094.8	1248.6	811.9	986.9
2498	1147.8	1414.1	1144.1	1667.1	1478.5	1374.7
2499	1312.7	1561.9	1126.7	1173.7	2363.5	1575.9
2500	1123.8	1408.8	1266.6	981.5	1391.5	1326.5
2501	1097.0	1248.9	1233.0	1042.9	1070.0	1187.7
2502	944.6	1492.5	1020.3	962.4	1230.5	1270.6
2503	1433.1	1339.2	1049.5	1097.9	1549.6	1300.9
2504	1502.4	1041.0	1243.9	1450.9	1756.8	1276.4
2505	966.3	1189.9	993.5	1161.5	929.1	1084.3
2506	1054.1	1651.7	1316.8	1334.8	1162.7	1431.4
2507	1082.2	1211.5	1162.6	1052.4	1229.5	1185.3
2508	988.6	1468.3	1145.3	903.5	1403.8	1317.1
2509	867.3	1178.4	1103.7	1069.5	1116.9	1126.7
2510	1357.3	1286.2	1415.8	1173.8	1153.5	1283.8
2511	1252.6	1313.3	1070.0	944.7	986.0	1165.4
2512	1208.7	1296.4	1322.9	988.3	940.4	1205.7
2513	1486.8	1888.8	1457.1	1400.2	1471.4	1656.6
2514	1447.3	1343.5	1568.3	1311.9	1318.0	1390.3
2515	1154.8	1599.5	1049.0	1231.2	1356.1	1381.9
2516	1221.5	1781.8	1475.6	1309.9	1414.8	1580.4
2517	1238.3	1162.0	1439.9	1183.6	1178.8	1231.4
2518	1489.4	1157.3	1312.9	1253.6	1405.9	1262.2
2519	1123.9	728.5	1000.9	695.6	897.5	836.6
2520	1223.0	1296.4	1182.5	876.8	996.0	1177.3
2521	1291.4	2075.6	881.9	712.4	850.9	1434.8
2522	985.4	1713.9	695.2	754.2	656.5	1178.1
2523	1152.4	1175.0	852.1	914.6	977.9	1044.9
2524	1209.1	2109.1	1310.5	1124.7	959.6	1593.8
2525	839.5	1351.9	797.0	770.9	531.4	1003.4
2526	1031.7	1463.4	1089.4	958.4	529.4	1142.9
2527	777.6	1296.4	1111.7	639.8	1150.4	1150.8
2528	1225.8	1296.4	993.7	962.5	1236.5	1188.6
2529	1002.5	1362.9	1108.2	929.0	1043.1	1194.4
2530	1124.7	991.5	909.4	821.1	1111.5	989.1
2531	1419.9	1346.9	1197.2	1123.3	1188.8	1269.7
2532	1250.1	1133.6	984.8	789.0	1148.1	1081.8
2533	1108.7	918.1	1039.8	801.2	979.5	956.2
2534	1009.6	973.5	977.8	894.5	904.8	956.8
2535	1022.1	1120.3	883.4	837.0	985.7	1015.5
2536	920.2	1016.7	1310.8	837.4	1326.6	1121.0
2537	1266.2	1212.0	1377.9	975.4	1436.6	1274.7
2538	1179.8	1478.5	1561.8	982.6	1170.5	1384.2
2539	1271.3	1003.8	1205.3	847.0	1137.5	1073.6
2540	916.5	1131.6	1548.9	650.7	1262.7	1199.1
2541	862.0	911.9	766.0	400.2	1034.6	859.9
2542	1115.8	1145.5	1146.8	1250.9	1192.1	1161.6
2543	1099.1	972.5	927.0	1017.2	1183.4	1012.3
2544	1165.3	1275.7	1180.5	690.9	1241.4	1196.3
2545	1663.1	1258.5	1251.9	1255.7	1503.2	1322.7
2546	826.2	1029.4	962.7	887.0	1100.2	1007.1
2547	1245.0	1373.4	1145.5	1036.2	203.5	1088.8
2548	1386.7	1624.4	1612.6	847.6	1472.4	1519.4
2549	1482.0	1281.9	1139.7	1236.9	1225.7	1246.1
2550	1165.1	1367.2	914.9	651.4	1141.4	1158.3
2551	1101.2	1114.9	862.9	1005.8	1097.0	1046.9
Max	1780.4	2109.1	1612.6	1667.1	2363.5	1656.6
Min	586.7	728.5	695.2	400.2	203.5	836.6
SD	196.1	279.4	212.6	235.2	312.7	180.5
Avg	1170.8	1289.6	1148.9	1006.7	1156.3	1205.7

\*หมายเหตุ สถานี 07132, 07112, 07062, 07122 เริ่มบันทึกข้อมูลในปี 2495

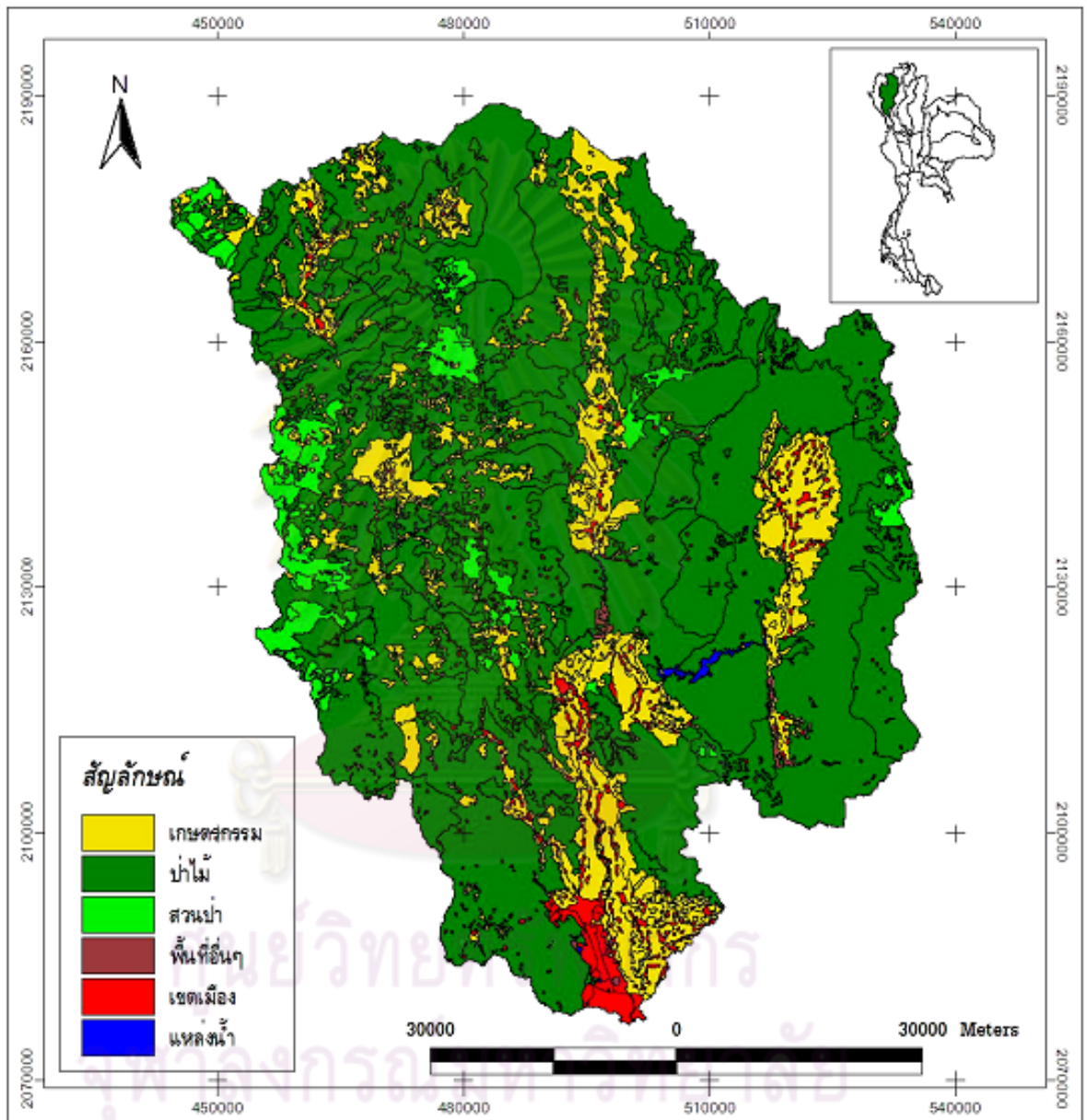


รูปที่ ค-1 สถานีน้ำท่า,สถานีฝนและสัดส่วนพื้นที่ของการหาค่าฝนเฉลี่ยโดยวิธี Thiessen Polygon



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน

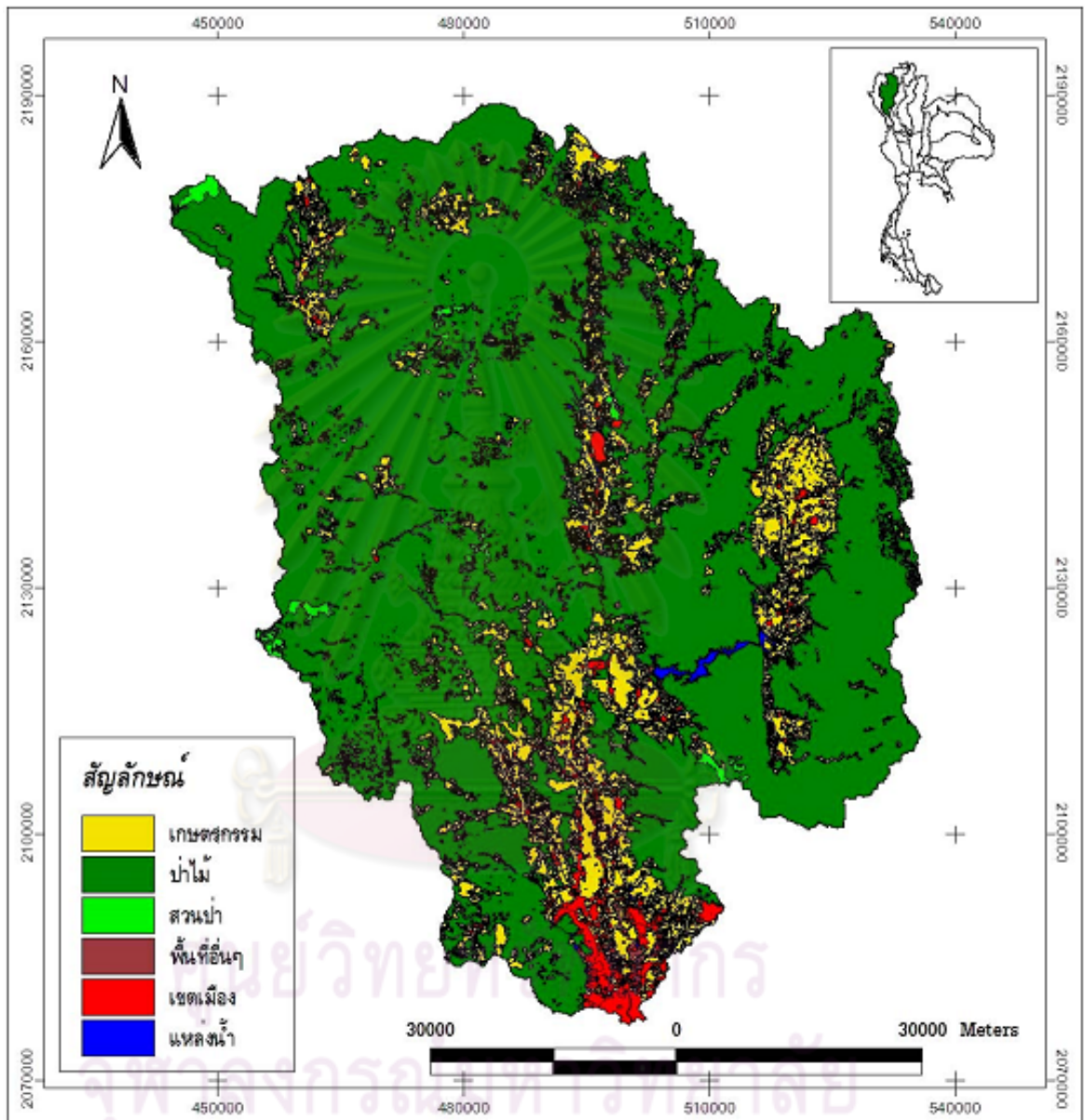
รูปที่ ค-3 การใช้ที่ดินประเภทต่างๆ ของลุ่มน้ำปิงตอนบนช่วงสถานี P.1 ในปี 2533



ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน

รูปที่ ค-3 การใช้ที่ดินประเภทต่างๆ ของลุ่มน้ำปิงตอนบนช่วงสถานี P.1 ในปี 2544





ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน

รูปที่ ค-4 การใช้ที่ดินประเภทต่างๆ ของลุ่มน้ำปึงตอนบนช่วงสถานี P.1 ในปี 2549



ต้นฉบับไม่มีหน้านี้

NO THIS PAGE IN ORIGINAL

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ง สรุปลักษณะที่ใช้ในวิทยานิพนธ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง-1 สัญลักษณ์และคำอธิบายที่ใช้ในวิทยานิพนธ์

A	หน้าตัดการไหล หน่วย ตารางเมตร
a,b	ค่าคงที่ในของการลงจุดลำดับตำแหน่ง (plotting position)
$C_s$	ค่าสัมประสิทธิ์ความเบ้ของตัวอย่างข้อมูล
$C_v$	ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (coefficient of variation)
g	ค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก หน่วย เมตร/วินาที <sup>2</sup>
H	ระดับน้ำเทียบจากระดับอ้างอิง หน่วย เมตร
K	องค์ประกอบการนำน้ำ (conveyance factor, $AR^{2/3}/n$ )
$K_T$	ค่าปัจจัยความถี่ (frequency factor)
m	ลำดับข้อมูลซึ่งได้จากการจัดเรียง
n	สัมประสิทธิ์ความขรุขระ (Manning's roughness coefficient)
N	จำนวนข้อมูล
p	จำนวนพารามิเตอร์ของฟังก์ชันการแจกแจงที่ทดสอบ
P	ความยาวเส้นขอบเปียก
$P_m$	ค่าความน่าจะเป็นตามลำดับข้อมูล
q	ปริมาณการไหลด้านข้าง หน่วย ลบ.ม./วินาที/เมตร
Q	ปริมาณการไหล หน่วย ลบ.ม./วินาที
R	รัศมีชลศาสตร์
S	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่างข้อมูล
SE	ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน
$S_f$	ความลาดชันพลังงาน
t	เวลา หน่วย วินาที
T	รอบปีการเกิดซ้ำ
X	ค่าความน่าจะเป็นไปได้ของเหตุการณ์ใดๆ
x	ระยะทางตามแนวราบ หน่วย เมตร
$x_i$	ข้อมูลปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่จุดบันทึกไว้และมีการจัดเรียงข้อมูลในลำดับ i
$x_T$	ปริมาณการไหลที่รอบปีการเกิดซ้ำ T ปี
$\bar{x}$	ค่าเฉลี่ยของตัวอย่างข้อมูล
$\Delta x$	ค่าที่เบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ย

$Y_i$	ปริมาณน้ำหลากที่ประเมินจากฟังก์ชันการแจกแจงและสอดคล้องกับลำดับ
$Y_n$	ค่าเฉลี่ยของอนุกรมข้อมูล $x$
$\beta$	สัมประสิทธิ์ปรับแก้โมเมนต์ต่ำ



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

- ชื่อ นายณัฐวุฒิ เขี่ยมกาญจน์
- เกิด 24 มีนาคม 2525 จังหวัด กรุงเทพมหานคร
- การศึกษา ปีการศึกษา 2548 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี (วศ.บ.โยธา)  
 ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์  
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
- ปีการศึกษา 2548 เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วศ.ม.)  
 ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ประสบการณ์ 2549-2550 ได้รับทุนผู้ช่วยสอน ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- 2550-2551 ได้รับทุนวิจัย ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยพัชการ  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย