



# วิทยานิพนธ์

ศักยภาพปริมาณน้ำท่าของกลุ่มน้ำน่าน  
และการรองรับปริมาณน้ำผันจากลุ่มน้ำยม

**THE RUNOFF POTENTIAL OF NAN BASIN  
AND FLOW DIVERSION CAPACITY FROM YOM BASIN**

นายทรงเกียรติ ขำทอง

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2550



## ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ)

ปริญญา

วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ

วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ศักยภาพปริมาณน้ำท่าของกลุ่มน้ำน่านและการรองรับปริมาณน้ำผันจากลุ่มน้ำยม

The Runoff Potential of Nan Basin and Flow Diversion Capacity from Yom Basin

นามผู้วิจัย นายทรงเกียรติ ขำทอง

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

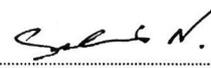
ประธานกรรมการ

(  รองศาสตราจารย์กอบเกียรติ ผ่องพุดิ, Ph.D. )

กรรมการ

(  รองศาสตราจารย์ชัยวัฒน์ ขันการนาวิ, M.Eng. )

กรรมการ

(  รองศาสตราจารย์ศุภกิจ นนทนานันท์, D.Eng. )

หัวหน้าภาควิชา

(  รองศาสตราจารย์สุวัฒนา จิตตลดากร, Ph.D. )

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(  รองศาสตราจารย์วินัย อางคงหาญ, M.A. )

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 21 เดือน พ.ค. พ.ศ. 2550

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ศักยภาพปริมาณน้ำท่าของกลุ่มน้ำน่านและการรองรับปริมาณน้ำฝนจากกลุ่มน้ำยม

The Runoff Potential of Nan Basin and Flow Diversion Capacity from Yom Basin

โดย

นายทรงเกียรติ ขำทอง

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ)

พ.ศ. 2550

ทรงเกียรติ ขำทอง 2550: ศักยภาพปริมาณน้ำท่าของกลุ่มน้ำน่านและการรองรับปริมาณน้ำผันจากกลุ่มน้ำยม ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ) สาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ ภาชานกรรมการที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์กอบเกียรติ ผ่องพูน, Ph.D. 106 หน้า

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศักยภาพของกลุ่มน้ำน่านและการรองรับปริมาณน้ำผันจากกลุ่มน้ำยม โดยการประยุกต์ใช้ชุดแบบจำลอง MIKE 11 ซึ่งประกอบด้วยแบบจำลองย่อย NAM และแบบจำลอง MIKE 11 HD โดยแบบจำลอง NAM ใช้ในการประเมินปริมาณน้ำท่าสำหรับพื้นที่ซึ่งไม่มีสถานีวัดน้ำท่าตั้งอยู่ และแบบจำลอง MIKE 11 HD ประยุกต์ใช้เพื่อศึกษาการเคลื่อนตัวของกราฟน้ำท่า ผลของการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองพบว่า ค่าตัวแปรควบคุมแบบจำลอง NAM ทั้ง 15 ตัวแปร ซึ่งประกอบด้วย  $U_{max}$ ,  $L_{max}$ ,  $CQOF$ ,  $CKIF$ ,  $TOF$ ,  $TIF$ ,  $TG$ ,  $CK1$ ,  $CK2$ ,  $CKBF$ ,  $Sy$ ,  $GWL_{min}$ ,  $GWLBF0$ ,  $GWLFL1$  และ  $CAREA$  ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วงที่ได้แนะนำไว้ในคู่มือการใช้งานของแบบจำลอง ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (Manning's n) ซึ่งเป็นตัวแปรควบคุมในแบบจำลอง MIKE 11 HD สำหรับการไหลในลำน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 0.030 ถึง 0.050 และสำหรับการไหลในทุ่งน้ำท่วมมีค่าเท่ากับ 0.050 ผลจากการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองย่อยทั้งสองพบว่า ค่าทางสถิติที่ได้อยู่ในเกณฑ์เป็นที่ยอมรับได้ ดังนั้นจึงนำตัวแปรที่ควบคุมแต่ละแบบจำลองมาใช้เพื่อศึกษาศักยภาพของกลุ่มน้ำน่านในการรองรับปริมาณน้ำผันจากกลุ่มน้ำยม ซึ่งผลการศึกษาพบว่า สำหรับเหตุการณ์น้ำหลากในปี พ.ศ.2538 กรณีการผันน้ำเต็มศักยภาพที่ 100 ลูกบาศก์เมตร/วินาที จะทำให้ค่าระดับน้ำเฉลี่ยของลำน้ำสูงขึ้น 0.15 เมตร และสำหรับเหตุการณ์น้ำหลากในปี พ.ศ.2547 จะทำให้ค่าระดับน้ำเฉลี่ยของลำน้ำสูงขึ้น 0.22 เมตร สำหรับแนวทางและช่วงเวลาในการบริหารจัดการผันน้ำในการผันน้ำจากแม่น้ำยมสู่แม่น้ำน่าน พิจารณาจากปริมาณน้ำท่าที่สถานีวัดน้ำท่าเหนือจุดผันน้ำ N.60 และสถานีวัดน้ำท่าด้านท้ายน้ำ N.8A โดยเหตุการณ์น้ำหลากในปี พ.ศ.2538 และ 2547 กรณีการผันน้ำเต็มศักยภาพที่ 100 ลูกบาศก์เมตร/วินาที จะผันได้จนกระทั่งปริมาณน้ำท่าที่ N.60 มีค่าเท่ากับ 580 ลูกบาศก์เมตร/วินาที และการเริ่มผันน้ำครั้งที่ 2 จะพิจารณาการผันน้ำเมื่อปริมาณน้ำท่าที่ N.8A มีค่าอยู่ในช่วง 990-1,200 ลูกบาศก์เมตร/วินาที สำหรับการเพิ่มศักยภาพในการรองรับน้ำผันของแม่น้ำน่านกรณีเสริมตลิ่งที่ความสูงต่างๆ จะผันน้ำได้จนกระทั่งปริมาณน้ำท่าที่ N.60 มีค่าอยู่ในช่วง 500-660 ลูกบาศก์เมตร/วินาที และการเริ่มผันน้ำครั้งที่ 2 ในกรณีเสริมตลิ่งสูง 0.5 เมตร, 1.0 เมตร และ 1.5 เมตร จะพิจารณาการผันน้ำเมื่อปริมาณน้ำท่าที่ N.8A มีค่าอยู่ในช่วง 1,000-1,600 ลูกบาศก์เมตร/วินาที สำหรับในกรณีการขุดลอกที่ความลึก 1-2 เมตร จะสามารถผันน้ำได้จนกระทั่งปริมาณน้ำท่าที่ N.60 มีค่าอยู่ในช่วง 500-580 ลูกบาศก์เมตร/วินาที และการเริ่มผันน้ำครั้งที่ 2 จะพิจารณาการผันน้ำเมื่อปริมาณน้ำท่าที่ N.8A มีค่าอยู่ในช่วง 1,000-1,200 ลูกบาศก์เมตร/วินาที



ลายมือชื่อนิติติ



ลายมือชื่อประธานกรรมการ

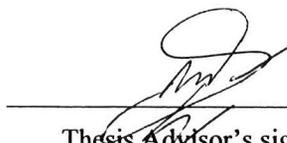
14 / 10 / 50

Songkiat Khamthong 2007: The Runoff Potential of Nan Basin and Flow Diversion Capacity from Yom Basin. Master of Engineering (Water Resources Engineering), Major Field: Water Resources Engineering, Department of Water Resources Engineering. Thesis Advisor: Associate Professor Kobkiat Pongput, Ph.D. 106 pages.

This research sought to investigate the potential and the capacity of Nan basin to support the flowing diversion from Yom basin by using the applications of MIKE 11 model which compose of two sub-models, NAM and MIKE 11 HD. NAM model was used to estimate the flooding volume for sub-areas, without gauging station. MIKE 11 HD model was applied to investigate the routing of the hydrograph. The results from calibration and investigation of each model shown that the values of 15 control parameters of NAM model, Umax, Lmax, CQOF, CKIF, TOF, TIF, TG, CK1, CK2, CKBF, Sy, GWLmin, GWLBF0, GWLFL1 and CAREA, were mostly in suggested ranges in NAM model's manual. The values of roughness coefficients (Manning's n), MIKE 11 HD's control parameters, for the channel flow were between 0.030 and 0.050 whereas for the floodplain flow was 0.050. The calibrated and proven results of both sub-modules were acceptable statistical values. The control parameters from both models were applied to investigate the runoff potential of Nan basin for supporting the diverting water from Yom basin. The study shown that for the maximum flowing diverting volume is about  $100 \text{ m}^3/\text{sec}$ , in the case of flood in 1995, made the average level of the channel increase about 0.15 meters. In the case of flood in 2004, the same maximum flowing diverting volume made the average level of the channel increased about 0.22 meters. The method and time duration management of flowing diversion from Yom basin to Nan basin was considered from the flooding volume at N.60, gauging station above the flowing diverting point, and N.8A, gauging stations below the flowing diverting point. For the case of the flood in 1995 and 2004, the maximum flowing diverting volume is  $100 \text{ m}^3/\text{sec}$ , the flowing diversion was continued until the flooding volume at N.60 reached to  $580 \text{ m}^3/\text{sec}$ . The second flowing diversion was considered to start when the flooding volume at N.8A were  $990\text{-}1,200 \text{ m}^3/\text{sec}$ . By increasing the supporting potentials of flowing diversion, varying the reinforcement of river banks, shown that the flowing diverting volume at N.60 were  $500\text{-}660 \text{ m}^3/\text{sec}$ . For the case of the river banks were reinforced by 0.5 meters, 1.0 meters and 1.5 meters, the second flowing diversion was considered to start when the flooding volume at N.8A were  $1,000\text{-}1,600 \text{ m}^3/\text{sec}$ . For the case of the dredged river, the deepness was increased about 1-2 meters, the flowing diversion was continued until the flooding volume at N.60 reach  $500\text{-}580 \text{ m}^3/\text{sec}$ . In this case, the second flowing diversion was considered to start when the flooding volume at N.8A were  $1,000\text{-}1,200 \text{ m}^3/\text{sec}$ .



Student's signature



Thesis Advisor's signature

14 / May / 07

## กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์กอบเกียรติ ผ่องพุฒิ ประธานกรรมการที่ปรึกษา ที่ได้ช่วยเหลือในการวางแผนงานวิจัย พร้อมทั้งให้คำปรึกษาแนะนำและตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ชัยวัฒน์ ขยันการนาวิ กรรมการที่ปรึกษาวิชาเอก รองศาสตราจารย์ศุภกิจ นนทนานันท์ กรรมการที่ปรึกษาวิชารอง และ รองศาสตราจารย์วารกร ไม้เรียง ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา และแนะนำการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ กรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ รวมถึงเพื่อน ๆ พี่ ๆ ทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือชี้แนะและสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงได้ และขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ประจำโครงการวิศวกรรมทรัพยากรน้ำภาคพิเศษทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีแก่ข้าพเจ้าตลอดระยะเวลาที่ได้ทำการศึกษา

คุณประโยชน์อันใดที่ได้รับจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบความดีทั้งปวงแก่ บิดามารดา ญาติพี่น้อง เพื่อน ๆ ของข้าพเจ้าทุกท่าน ผู้มีพระคุณ และคณาจารย์ทุกท่านที่ประสาทวิชาความรู้ แก่ข้าพเจ้าตั้งแต่ต้นมา

ทรงเกียรติ ข้าทอง

พฤษภาคม 2550

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(3)
สารบัญภาพ	(6)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ขอบเขตการศึกษา	2
การตรวจเอกสาร	3
สภาพน้ำท่าในลุ่มน้ำน่าน	3
โครงการผันน้ำแม่ซ้ายม-แม่ซ้ายน่าน	4
ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนและน้ำท่า	7
การเคลื่อนตัวของน้ำท่า	8
แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า	10
แบบจำลองอุทกพลศาสตร์	14
อุปกรณ์และวิธีการ	18
อุปกรณ์	18
วิธีการ	18
ผลและวิจารณ์	47
ผลการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองน้ำฝน - น้ำท่า	47
ผลการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองอุทกพลศาสตร์	56
แนวทางเลือกเพื่อการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่ารายวันของลุ่มน้ำน่าน	71
สรุปและข้อเสนอแนะ	90
สรุป	90
ข้อเสนอแนะ	92
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	93

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	95
ภาคผนวก ก ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา	96
ภาคผนวก ข ข้อมูลด้านชลศาสตร์	102
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	106

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สัมประสิทธิ์ความขรุขระที่ท้องลำนํ้าของทางนํ้าเปิด	16
2	รายชื่อและพื้นที่ลุ่มนํ้าสาขาของกลุ่มนํ้านําน	19
3	ปริมาณนํ้าทำรายเดือนและรายปีเฉลี่ยที่จุดออกของกลุ่มนํ้าสาขากลุ่มนํ้านําน	24
4	สรุปค่าเฉลี่ยรายปีและช่วงพิสัยของตัวแปรภูมิอากาศที่สำคัญในพื้นที่ลุ่มนํ้า นําน	25
5	ปริมาณนํ้าฝนรายเดือนและรายปีเฉลี่ยของกลุ่มนํ้าสาขาในลุ่มนํ้านําน	27
6	สถานีวัดนํ้าฝน และค่าสัดส่วนการถ่วงนํ้าหนักที่ใช้ในแบบจำลอง NAM	32
7	ช่วงเวลาของเหตุการณ์กราฟนํ้าท่าของกลุ่มนํ้าสาขาที่พิจารณาที่ใช้ใน แบบจำลอง NAM	33
8	ค่าสัดส่วนการถ่วงนํ้าหนักของสถานีวัดนํ้าฝน สำหรับปริมาณการไหลเข้า ด้านข้าง	34
9	รายชื่อสถานีวัดนํ้าท่าที่เก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณนํ้าท่า ระดับนํ้า และ Rating Curve	35
10	เหตุการณ์กราฟนํ้าหลากและจุดพิจารณาในแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ MIKE 11 HD	41
11	กรณีศึกษาและแนวทางเลือกเพื่อศึกษาศักยภาพของกลุ่มนํ้านําน	45
12	พารามิเตอร์ที่เลือกใช้ในการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง NAM	47
13	ผลการประเมินประสิทธิผลของการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง NAM	48
14	ค่าพารามิเตอร์ Manning's n ในแต่ละช่วงลำนํ้านําน	57
15	ผลการประเมินประสิทธิผลของการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์ปริมาณนํ้า ของแบบจำลอง MIKE 11 HD	58
16	ผลการประเมินประสิทธิผลของการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์ระดับนํ้า ของ แบบจำลอง MIKE 11 HD	58

### สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
17	ช่วงเวลาการเกิดน้ำหลากไหลล้นตลิ่งและปริมาณน้ำท่าและระดับน้ำที่สถานี N.60	73
18	การเปลี่ยนแปลงค่าระดับน้ำและช่วงเวลาการเกิดน้ำไหลล้นตลิ่งเมื่อมีการผันน้ำที่กรณีต่างๆ	77
19	แนวทางการผันน้ำ โดยไม่เกิดความเสี่ยงด้านอุทกภัยน้ำล้นตลิ่ง จากสภาพพื้นที่ปัจจุบัน	83
20	การเปลี่ยนแปลงค่าระดับน้ำและช่วงเวลาการเกิดน้ำไหลล้นตลิ่งเมื่อมีการผันน้ำที่อัตรา 100 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และเสริมตลิ่งที่กรณีต่างๆ	85
21	แนวทางการผันน้ำเมื่อทำการเสริมตลิ่งที่กรณีต่างๆ	86
22	การเปลี่ยนแปลงค่าระดับน้ำและช่วงเวลาการเกิดน้ำไหลล้นตลิ่งเมื่อมีการผันน้ำที่อัตรา 100 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และขุดลอกที่กรณีต่างๆ	88
23	แนวทางการผันน้ำเมื่อทำการขุดลอกที่กรณีต่างๆ	89
ตารางผนวกที่		
ก1	ข้อมูลภูมิอากาศในคาบ 30 ปี (พ.ศ.2514-2543) ของสถานีตรวจอากาศ จังหวัดอุดรธานี	97
ก2	ข้อมูลภูมิอากาศในคาบ 30 ปี (พ.ศ.2514-2543) ของสถานีตรวจอากาศ จังหวัดน่าน	98
ก3	ข้อมูลภูมิอากาศในคาบ 30 ปี (พ.ศ.2514-2543) ของสถานีตรวจอากาศ จังหวัดพิษณุโลก	99
ก4	ข้อมูลภูมิอากาศในคาบ 30 ปี (พ.ศ.2514-2543) ของสถานีตรวจอากาศ จังหวัดเพชรบูรณ์	100
ก-5	ข้อมูลภูมิอากาศในคาบ 30 ปี (พ.ศ.2514-2543) ของสถานีตรวจอากาศ จังหวัดนครสวรรค์	101

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ข-1	รายละเอียดรูปตัดขวางลำน้ำแม่น้ำน่านท้ายเขื่อนสิริกิติ์ ถึงอำเภอบางมูลนาก จังหวัดพิจิตร	103
ข-2	รายละเอียดรูปตัดขวางลำน้ำคลองฝืนน้ำจากแม่น้ำยมสายเก่าบริเวณอำเภอ สวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย ถึง แม่น้ำน่านบริเวณอำเภอพิชัย จังหวัดพิษณุโลก	105

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แนวผันน้ำแม่น้ำยม-แม่น้ำน่าน	4
2	จุดที่ตั้งอาคารบังคับน้ำ แนวคลองผันน้ำแม่น้ำยม-แม่น้ำน่าน	5
3	แนวผันน้ำแม่น้ำยม-เขื่อนสิริกิติ์	6
4	แผนที่แสดงขอบเขตลุ่มน้ำสาขา ในพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน	20
5	แผนที่แสดงที่ตั้งสถานีวัดน้ำฝน ในพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน	22
6	แผนที่แสดงที่ตั้งสถานีวัดน้ำท่า ในพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน	23
7	แผนที่แสดงเส้นชั้นน้ำฝนเฉลี่ยรายปี ในพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน	28
8	แผนที่สภาพการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน	30
9	แปลนและรูปตัดตามยาวของแม่น้ำน่าน กม.0+00 ถึง กม. 130+00	37
10	แปลนและรูปตัดตามยาวของแม่น้ำน่าน กม.130+00 ถึง กม. 280+00	38
11	แปลนและรูปตัดตามยาวของแม่น้ำน่าน กม.280+00 ถึง กม. 372+42	39
12	แผนภูมิแสดงระบบแม่น้ำน่านบริเวณพื้นที่ศึกษา กรณีสภาพปัจจุบัน	40
13	ปริมาณน้ำและระดับน้ำที่สถานีวัดน้ำท่า N.5A อ.เมือง จ.พิษณุโลก ในปีที่พิจารณาต่างๆ	42
14	แผนภูมิแสดงระบบแม่น้ำน่านบริเวณพื้นที่ศึกษา กรณีสภาพอนาคตเมื่อมีการผันน้ำ	44
15	ผลการสอบเทียบแบบจำลอง NAM ที่สถานี N.1 ช่วงปี พ.ศ. 2544 ถึง 2546	49
16	ผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง NAM ที่สถานี N.1 ช่วงปี พ.ศ. 2538 ถึง 2539	49
17	ผลการสอบเทียบแบบจำลอง NAM ที่สถานี N.42 ช่วงปี พ.ศ. 2543 ถึง 2545	50
18	ผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง NAM ที่สถานี N.42 ช่วงปี พ.ศ. 2538 ถึง 2539	50
19	ผลการสอบเทียบแบบจำลอง NAM ที่สถานี N.13A ช่วงปี พ.ศ. 2544 ถึง 2546	51
20	ผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง NAM ที่สถานี N.13A ช่วงปี พ.ศ. 2538 ถึง 2539	51
21	ผลการสอบเทียบแบบจำลอง NAM ที่สถานี N.63 ช่วงปี พ.ศ. 2544 ถึง 2546	52
22	ผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง NAM ที่สถานี N.63 ช่วงปี พ.ศ. 2538 ถึง 2539	52
23	ผลการสอบเทียบแบบจำลอง NAM ที่สถานี N.33 ช่วงปี พ.ศ. 2529 ถึง 2531	53

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
24	ผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง NAM ที่สถานี N.33 ช่วงปี พ.ศ. 2528	53
25	ผลการสอบเทียบแบบจำลอง NAM ที่สถานี N.22 ช่วงปี พ.ศ. 2544 ถึง 2546	54
26	ผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง NAM ที่สถานี N.22 ช่วงปี พ.ศ. 2538 ถึง 2539	54
27	ผลการสอบเทียบแบบจำลอง NAM ที่สถานี N.24 ช่วงปี พ.ศ. 2544 ถึง 2546	55
28	ผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง NAM ที่สถานี N.24 ช่วงปี พ.ศ. 2538 ถึง 2539	55
29	ผลการสอบเทียบปริมาณน้ำท่า ที่สถานีวัดน้ำ N.60 ในปี พ.ศ.2547	59
30	ผลการสอบเทียบระดับน้ำ ที่สถานีวัดน้ำ N.60 ในปี พ.ศ.2547	59
31	ผลการตรวจพิสูจน์ปริมาณน้ำท่า ที่สถานีวัดน้ำ N.60 ในปี พ.ศ.2542	60
32	ผลการตรวจพิสูจน์ระดับน้ำ ที่สถานีวัดน้ำ N.60 ในปี พ.ศ.2542	60
33	ผลการตรวจพิสูจน์ปริมาณน้ำท่า ที่สถานีวัดน้ำท่า N.60 ในปี พ.ศ.2538	61
34	ผลการตรวจพิสูจน์ระดับน้ำ ที่สถานีวัดน้ำท่า N.60 ในปี พ.ศ.2538	61
35	ผลการสอบเทียบปริมาณน้ำท่า ที่สถานีวัดน้ำท่า N.5A ในปี พ.ศ.2547	62
36	ผลการสอบเทียบระดับน้ำ ที่สถานีวัดน้ำท่า N.5A ในปี พ.ศ.2547	62
37	ผลการตรวจพิสูจน์ปริมาณน้ำท่า ที่สถานีวัดน้ำท่า N.5A ในปี พ.ศ.2542	63
38	ผลการตรวจพิสูจน์ระดับน้ำ ที่สถานีวัดน้ำท่า N.5A ในปี พ.ศ.2542	63
39	ผลการตรวจพิสูจน์ปริมาณน้ำท่า ที่สถานีวัดน้ำท่า N.5A ในปี พ.ศ.2538	64
40	ผลการตรวจพิสูจน์ระดับน้ำ ที่สถานีวัดน้ำท่า N.5A ในปี พ.ศ.2538	64
41	ผลการสอบเทียบปริมาณน้ำท่า ที่สถานีวัดน้ำท่า N.7A ในปี พ.ศ.2547	65
42	ผลการสอบเทียบระดับน้ำ ที่สถานีวัดน้ำท่า N.7A ในปี พ.ศ.2547	65
43	ผลการตรวจพิสูจน์ปริมาณน้ำท่า ที่สถานีวัดน้ำท่า N.7A ในปี พ.ศ.2542	66
44	ผลการตรวจพิสูจน์ระดับน้ำ ที่สถานีวัดน้ำท่า N.7A ในปี พ.ศ.2542	66
45	ผลการตรวจพิสูจน์ปริมาณน้ำท่า ที่สถานีวัดน้ำท่า N.7A ในปี พ.ศ.2538	67
46	ผลการตรวจพิสูจน์ระดับน้ำ ที่สถานีวัดน้ำท่า N.7A ในปี พ.ศ.2538	67
47	ผลการสอบเทียบปริมาณน้ำท่า ที่สถานีวัดน้ำท่า N.8A ในปี พ.ศ.2547	68
48	ผลการสอบเทียบระดับน้ำ ที่สถานีวัดน้ำท่า N.8A ในปี พ.ศ.2547	68

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
49	ผลการตรวจพิสูจน์ปริมาณน้ำท่า ที่สถานีวัดน้ำท่า N.8A ในปี พ.ศ.2542	69
50	ผลการตรวจพิสูจน์ระดับน้ำ ที่สถานีวัดน้ำท่า N.8A ในปี พ.ศ.2542	69
51	ผลการตรวจพิสูจน์ปริมาณน้ำท่า ที่สถานีวัดน้ำท่า N.8A ในปี พ.ศ.2538	70
52	ผลการตรวจพิสูจน์ระดับน้ำ ที่สถานีวัดน้ำท่า N.8A ในปี พ.ศ.2538	70
53	ปริมาณน้ำท่าย้อนหลัง 10 ปี ของสถานีวัดน้ำท่า Y.3A	72
54	ระดับน้ำกรณีเหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2538 (กรณียังไม่มีโครงการผันน้ำ)	72
55	ระดับน้ำกรณีเหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2547 (กรณียังไม่มีโครงการผันน้ำ)	73
56	ระดับน้ำกรณีเหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2538 (กรณีผันน้ำเต็มศักยภาพสูงสุด 100 ลบ.ม./ว.)	75
57	ระดับน้ำกรณีเหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2547 (กรณีผันน้ำเต็มศักยภาพสูงสุด 100 ลบ.ม./ว.)	75
58	ระดับน้ำกรณีเหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2538 (กรณีผันน้ำที่ 90 ลบ.ม./ว.)	78
59	ระดับน้ำกรณีเหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2547 (กรณีผันน้ำที่ 90 ลบ.ม./ว.)	78
60	ระดับน้ำกรณีเหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2538 (กรณีผันน้ำที่ 80 ลบ.ม./ว.)	79
61	ระดับน้ำกรณีเหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2547 (กรณีผันน้ำที่ 80 ลบ.ม./ว.)	79
62	ระดับน้ำกรณีเหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2538 (กรณีผันน้ำที่ 70 ลบ.ม./ว.)	80
63	ระดับน้ำกรณีเหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2547 (กรณีผันน้ำที่ 70 ลบ.ม./ว.)	80
64	ระดับน้ำกรณีเหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2538 (กรณีผันน้ำที่ 60 ลบ.ม./ว.)	81
65	ระดับน้ำกรณีเหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2547 (กรณีผันน้ำที่ 60 ลบ.ม./ว.)	81
66	ระดับน้ำกรณีเหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2538 (กรณีผันน้ำที่ 50 ลบ.ม./ว.)	82
67	ระดับน้ำกรณีเหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2547 (กรณีผันน้ำที่ 50 ลบ.ม./ว.)	82

# ศักยภาพปริมาณน้ำท่าของกลุ่มน้ำน่านและการรองรับปริมาณน้ำผันจากกลุ่มน้ำยม

## The Runoff Potential of Nan Basin and Flow Diversion Capacity from Yom Basin

### คำนำ

ปัญหาอุทกภัยนับเป็นปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งต่อการพัฒนาประเทศให้มีความต่อเนื่องและยั่งยืน โดยได้สร้างความเสียหายให้กับพื้นที่การเกษตร ชุมชนที่อยู่อาศัย ทรัพย์สินและชีวิตของราษฎร กลุ่มน้ำยมซึ่งเป็นกลุ่มน้ำขนาดใหญ่ทางภาคเหนือของประเทศไทย ได้ประสบปัญหาอุทกภัยมาโดยตลอด โดยในช่วงฤดูฝนจะมีปริมาณน้ำท่าในลำน้ำมากเกินความต้องการ และส่งผลให้เกิดสภาพน้ำล้นตลิ่งท่วมพื้นที่สองฝั่งริมแม่น้ำยม ช่วงจังหวัดสุโขทัย พิษณุโลก พิจิตร ซึ่งเป็นพื้นที่ที่เคยท่วมทุก ๆ ปี จากปัญหาอุทกภัยนี้จึงมีแนวคิดในการผันน้ำจากกลุ่มน้ำยมไปสู่ลุ่มน้ำน่าน เพื่อลดปริมาณน้ำท่วม และสามารถผันกลับมาใช้ในช่วงฤดูแล้งได้ ปัจจุบันอยู่ระหว่างการดำเนินงานขุดลอกคลองผันน้ำจากแม่น้ำยมไปสู่แม่น้ำน่าน ดำเนินงานโดยกรมชลประทาน และจากแนวคิดการผันน้ำนี้จะเห็นว่าควรมีการศึกษาศักยภาพของกลุ่มน้ำน่านในการรองรับปริมาณน้ำผันจากกลุ่มน้ำยม เพื่อจะได้ทราบปริมาณน้ำที่สามารถผันได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อลุ่มน้ำน่าน และช่วงเวลาที่เหมาะสมในการผันน้ำ

การศึกษาศักยภาพของกลุ่มน้ำน่านในการรองรับปริมาณน้ำผันจากกลุ่มน้ำยม ในครั้งนี้ได้เลือกใช้ชุดแบบจำลอง MIKE 11 ซึ่งประกอบด้วย 1) แบบจำลอง NAM ซึ่งเป็นแบบจำลองน้ำฝน - น้ำท่า (Rainfall-Runoff Model) ใช้สำหรับการประเมินปริมาณน้ำท่ารายวันของกลุ่มน้ำน่าน และ 2) แบบจำลอง MIKE 11 HD ซึ่งเป็นแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamic Model) ที่ใช้สำหรับศึกษาการเคลื่อนตัวของน้ำท่าในลำน้ำ โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง MIKE 11 HD นั้นได้ทำการจำลองแบบของระบบแม่น้ำน่านตั้งแต่ท้ายอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ ถึงอำเภอบางมูลนาก จังหวัดพิจิตร โดยแบ่งเป็น 2 กรณีศึกษา ได้แก่ 1) กรณีสภาพปัจจุบันยังไม่มีโครงการผันน้ำ และ 2) กรณีอนาคตเมื่อมีการผันน้ำ เพื่อหาศักยภาพของกลุ่มน้ำน่านในการรองรับปริมาณน้ำผันจากกลุ่มน้ำยมต่อไป

## วัตถุประสงค์

1. ศึกษาสภาพปริมาณน้ำท่ารายวันของกลุ่มน้ำน่าน
2. ศึกษาศักยภาพของกลุ่มน้ำน่านในการรองรับปริมาณน้ำฝนจากกลุ่มน้ำยม
3. พัฒนาแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า และแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ เพื่อศึกษาปริมาณน้ำท่ารายวันของกลุ่มน้ำน่าน ทั้งกรณีมีและไม่มีโครงการผันน้ำจากกลุ่มน้ำยม

## ขอบเขตการศึกษา

1. ศึกษาแนวคลองผันน้ำแม่ข่าย-แม่น่าน ที่แยกจากแม่ข่ายมสายเก่าบริเวณอำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย ไปลงแม่น่านที่บริเวณอำเภอพิชัย จังหวัดพิษณุโลก ที่สืบเนื่องจากแนวพระราชดำริ ของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว เมื่อวันที่ 12 ธันวาคม 2535 ที่เสด็จพระราชดำเนินทรงเป็นองค์ประธานเบิกเนตรพระพุทธรูปสุโขทัย จังหวัดสุโขทัย ได้พระราชทานพระราชดำริแก่ แม่ทัพบกที่ 3 และผู้ว่าราชการจังหวัดสุโขทัย เกี่ยวกับการพัฒนาแหล่งน้ำจังหวัดสุโขทัย มีใจความข้อหนึ่งว่า “แม่น้ำยมในฤดูฝนมีน้ำมาก ในฤดูแล้งเกือบจะไม่มี ให้หาทางกั้นน้ำเป็นช่วงๆ แล้วเข้าคลองธรรมชาติที่มีอยู่เดิมทั้งฝั่งซ้าย และฝั่งขวาของแม่น้ำยม แล้วมีการขุดลอกให้สามารถส่งน้ำและนำไปกักเก็บไว้ตามหนองบึงธรรมชาติต่อไป”

2. ศึกษาแนวทางเลือกการผันน้ำโดยใช้เกณฑ์พิจารณาความเหมาะสมทางด้านวิศวกรรมเพียงอย่างเดียว โดยไม่คำนึงถึงการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์

3. ศึกษาปริมาณน้ำท่ารายวันของกลุ่มน้ำสาขา โดยใช้แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า และสร้างแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ของระบบแม่น่านตั้งแต่ท้ายอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ ถึงอำเภอบางมูลนาก จังหวัดพิจิตร เพื่อศึกษาศักยภาพของกลุ่มน้ำน่านในการรองรับปริมาณน้ำฝนจากกลุ่มน้ำยม

## การตรวจเอกสาร

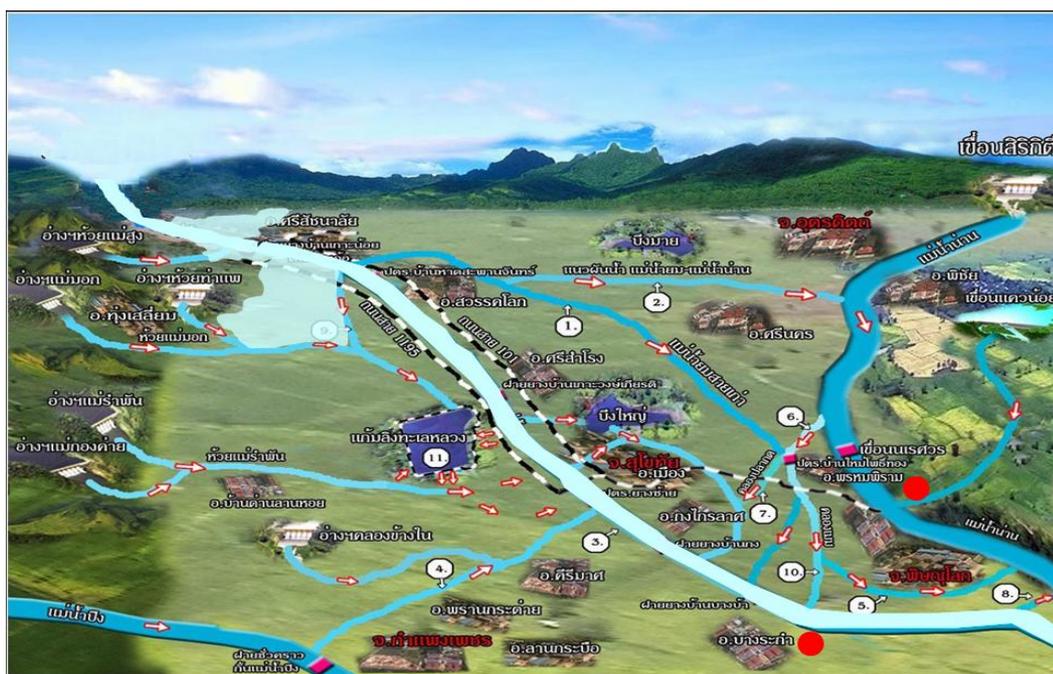
### สภาพน้ำท่าในลุ่มน้ำน่าน

กรมทรัพยากรน้ำ (2548) ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีของพื้นที่ลุ่มน้ำน่านมีค่าเท่ากับ 12,199.65 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี มีค่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีต่อหน่วยพื้นที่ หรือค่าการให้น้ำจำเพาะของทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำเท่ากับ 11.33 ลิตรต่อวินาทีต่อตารางกิโลเมตร โดยค่าการให้น้ำจำเพาะต่ำที่สุดคือลุ่มน้ำสาขาน้ำปาด มีเพียง 5.08 ลิตรต่อวินาทีต่อตารางกิโลเมตร ในขณะที่ลุ่มน้ำสาขาน้ำว้า มีค่าการให้น้ำจำเพาะสูงสุด โดยมีค่าเท่ากับ 27.68 ลิตรต่อวินาทีต่อตารางกิโลเมตร ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาก่อให้เกิดน้ำท่าไหลหลากบนพื้นดินเป็นตัวแปรสำคัญต่อปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้นในลุ่มน้ำสาขาต่าง ๆ โดยจะเห็นว่าลุ่มน้ำสาขาน้ำว้า มีขนาดพื้นที่รับน้ำฝน 2,203.64 ตารางกิโลเมตร แต่มีค่าการให้น้ำจำเพาะสูงถึง 27.68 ลิตรต่อวินาทีต่อตารางกิโลเมตร ในขณะที่ลุ่มน้ำสาขาน้ำปาดมีขนาดพื้นที่รับน้ำมากกว่า คือพื้นที่รับน้ำฝน 2,432.62 ตารางกิโลเมตร กลับมีค่าการให้น้ำจำเพาะต่ำกว่า คือ 5.08 ลิตรต่อวินาทีต่อตารางกิโลเมตร

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่าภายในพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน อันเนื่องจากการมีกิจกรรมการใช้น้ำเพิ่มมากขึ้นภายหลังการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ โดยการเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีก่อนการก่อสร้างเขื่อน ซึ่งเป็นช่วงที่กิจกรรมการใช้น้ำยังมีน้อยกับปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีภายหลังการก่อสร้างเขื่อน ผลการวิเคราะห์คือปริมาณน้ำท่าทางด้านท้ายน้ำของอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์มีแนวโน้มลดลง และมีค่าเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงสูงกว่าปริมาณน้ำท่าที่อยู่ทางด้านต้นน้ำของอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ ซึ่งไม่แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงทั้งช่วงก่อนและหลังมีเขื่อนสิริกิติ์ สาเหตุสำคัญเนื่องมาจากการใช้น้ำเพื่อกิจกรรมต่าง ๆ บริเวณพื้นที่ท้ายเขื่อนสิริกิติ์สูงกว่าบริเวณพื้นที่เหนืออ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ ในส่วนของปริมาณน้ำท่าที่อยู่ทางด้านท้ายน้ำของอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์มีแนวโน้มลดลง สาเหตุเนื่องจากเขื่อนสิริกิติ์สามารถเก็บน้ำส่วนเกินกว่าความต้องการใช้ในช่วงฤดูฝนไว้ ทำให้อัตราการไหลสูงสุดในเดือนกันยายนลดลง ซึ่งเป็นประโยชน์ในการบรรเทาอุทกภัยทางซ้ายท้ายน้ำ ส่วนช่วงฤดูแล้งปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนในช่วงหลังมีเขื่อนสิริกิติ์จะมีมากกว่าช่วงก่อนมีเขื่อนสิริกิติ์ ทำให้ปริมาณน้ำท่าในเดือนเมษายนที่เป็นเดือนที่มีปริมาณน้ำต่ำสุด มีปริมาณน้ำเฉลี่ยเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากการระบายน้ำของเขื่อนสิริกิติ์ในฤดูแล้ง

## โครงการผันน้ำแม่น้ำยม-แม่น้ำน่าน

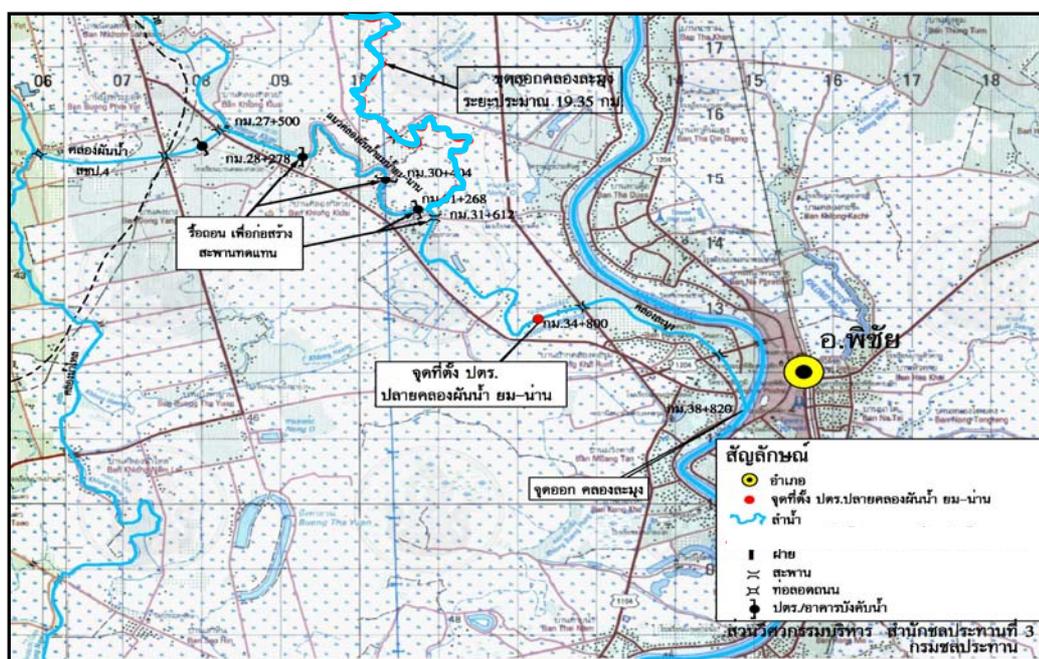
จากการศึกษาและวิเคราะห์จัดทำแผนรวมการแก้ไขบรรเทาปัญหาอุทกภัยลำนํ้ายม – ลำนํ้า น่าน (กรมชลประทาน, 2548) ได้กำหนดแผนงานในการศึกษาโครงการผันน้ำจากแม่น้ำยมลงสู่ แม่นํ้าน่าน โดยการดำเนินการขุดลอกคลองผันน้ำแม่น้ำยม-แม่น้ำน่าน แยกจากแม่น้ำยมสายเก่า บริเวณอำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย ไปลงแม่น้ำน่านที่บริเวณ อำเภอพิชัย จังหวัดพิษณุโลก ดัง แสดงในภาพที่ 1 ให้มีปริมาณน้ำที่เหมาะสมไม่เกิดผลกระทบต่อพื้นที่ค้าขายน้ำ โดยออกแบบให้ สามารถระบายน้ำได้สูงสุด 100 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ซึ่งช่วยบรรเทาอุทกภัยในเขตลุ่มน้ำยม บริเวณชุมชนเมือง อำเภอสวรรคโลก อำเภอศรีสำโรง และอำเภอเมืองสุโขทัย และในเขตลุ่มน้ำน่าน บริเวณทุ่งสามขา (บึงมาย) เป็นราบลุ่มแอ่งกระทะ ในเขตบริเวณอำเภอตรอน อำเภอพิชัย และ อำเภอเมืองอุตรดิตถ์บางส่วน นอกจากนี้ในช่วงปลายฤดูฝนยังสามารถเก็บกักน้ำนํ้านออนคลองได้ 5.9 ล้านลูกบาศก์เมตร ไว้ใช้เพื่อทำการเกษตรในสภาวะฝนทิ้งช่วงได้อีกด้วย



ภาพที่ 1 แนวผันน้ำแม่น้ำยม-แม่น้ำน่าน

การผันน้ำใช้ประตูละบายน้ำปากคลองหกบาทควบคุมน้ำที่ไหลแม่น้ำยมเข้าสู่แม่น้ำยมสายเก่า และใช้อาคารบังคับน้ำซึ่งเป็นประตูละบายน้ำบานตรงบังคับน้ำให้ไหลไปตามวังตะคร้อ-หนอง

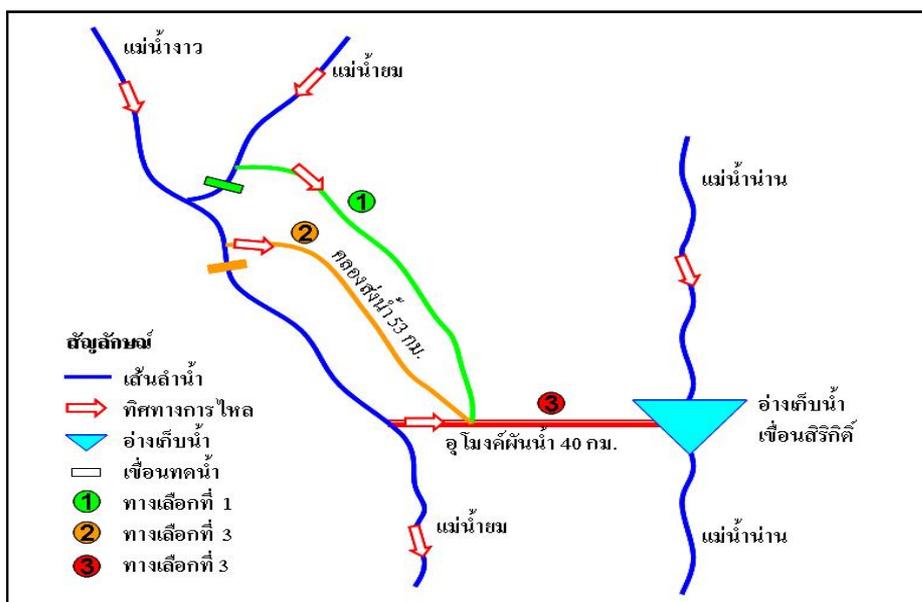
ปีกกระทุ่ม-คลองยาง-คลองน้ำไหล และคลองที่ขุดเชื่อมคลองน้ำไหลกับคลองกล้วย เพื่อบังคับน้ำให้ไหลไปลงคลองละมุงและลงแม่น้ำน่านที่ อำเภอพิชัย จังหวัดอุตรดิตถ์ จุดที่ตั้งอาคารบังคับน้ำในคลองฝั้นน้ำยม-น่าน แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 จุดที่ตั้งอาคารบังคับน้ำ แนวคลองฝั้นน้ำ แม่น้ำยม-แม่น้ำน่าน

แนวทางการพัฒนาระบบชลประทานคลองฝั้นน้ำแม่น้ำยม-แม่น้ำน่าน ได้แบ่งระยะการพัฒนาออกเป็น 2 ระยะ คือ 1) ระยะเร่งด่วน ปรับปรุงคลองฝั้นน้ำพร้อมอาคารประกอบ เพื่อชักน้ำช่วงปลายฤดูฝนไปเก็บกักไว้เป็นน้ำอนคลอง และเก็บกักในหนอง บึง หรือสระชุมชน เพื่อให้เป็นแก้มลิงเพิ่มปริมาณน้ำเก็บกัก การนำน้ำไปใช้อาจจำเป็นต้องใช้เครื่องสูบน้ำ 2) ระยะยาว เมื่อมีการพัฒนาแหล่งเก็บกักน้ำขนาดใหญ่ ทำให้มีน้ำต้นทุนที่เพียงพอ จะดำเนินการก่อสร้างคลองส่งน้ำสายชอย สายแยกชอย แยกจากคลองฝั้นน้ำยม-น่าน เพื่อกระจายน้ำเข้าสู่พื้นที่อย่างทั่วถึง โดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก เป็นระบบชลประทานแบบสมบูรณ

จากการศึกษาโครงการจัดทำแผนรวมการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน (กรมทรัพยากรน้ำ, 2548) ได้กำหนดโครงการผันน้ำจากแม่น้ำยมมาสู่แม่น้ำน่านที่เขื่อนสิริกิติ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มน้ำต้นทุนในเขื่อนสิริกิติ์ และช่วยลดปัญหาน้ำท่วมและภัยแล้งในลุ่มน้ำยม แนวผันน้ำแสดงดังภาพที่ 3 ซึ่งมี 3 ทางเลือก ดังนี้



ภาพที่ 3 แนวผันน้ำแม่ น้ำ ยม-เขื่อนสิริกิติ์

1) ทางเลือกที่ 1 สร้างเขื่อนทดน้ำบนลำน้ำยมเหนือจุดบรรจบของแม่ น้ำ ยาว ปริมาตรเก็บกักประมาณ 10 ล้านลูกบาศก์เมตร ทดน้ำบนแม่ น้ำ ยมแล้วส่งผ่านคลองส่งน้ำยาวประมาณ 60 กิโลเมตร ความจุคลองส่งน้ำประมาณ 70 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และผันลงสู่อุโมงค์เส้นผ่าศูนย์กลาง 6 เมตรความยาว 30 กิโลเมตร และลงเขื่อนสิริกิติ์ ในการสูบน้ำกลับลงสู่แม่ น้ำ ยมสูบน้ำในปริมาณ 30 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

2) ทางเลือกที่ 2 สร้างเขื่อนทดน้ำบนลำน้ำยมท้ายจุดบรรจบของแม่ น้ำ ยาว ปริมาตรเก็บกักประมาณ 10 ล้านลูกบาศก์เมตร ทดน้ำบนแม่ น้ำ ยมแล้วส่งผ่านคลองส่งน้ำยาวประมาณ 53 กิโลเมตร ความจุคลองส่งน้ำประมาณ 70 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และผันลงสู่อุโมงค์เส้นผ่าศูนย์กลาง 6 เมตร ความยาว 30 กิโลเมตร และลงเขื่อนสิริกิติ์ ในการสูบน้ำกลับลงสู่แม่ น้ำ ยมสูบน้ำในปริมาณ 30 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

3) ทางเลือกที่ 3 ก่อสร้างอุโมงค์เส้นผ่าศูนย์กลาง 6 เมตร จากเขื่อนสิริกิติ์ถึงแม่ น้ำ ยม ความยาว 40 กิโลเมตร ที่ปากอุโมงค์ด้านแม่ น้ำ ยมสูบน้ำด้วย head ประมาณ 30 เมตร จะได้ปริมาณน้ำ 60 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ในกรณีที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์มีระดับน้ำต่ำ อาจลดระดับปลายอุโมงค์ด้านเขื่อนสิริกิติ์ต่ำลงได้ ถ้าไม่มีปัญหาด้านก่อสร้าง น้ำในแม่ น้ำ ยมสามารถไหลโดย gravity ลงอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ได้

## ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนและน้ำท่า

กราฟน้ำท่าคือ กราฟที่แสดงให้เห็นการผันแปรของปริมาณน้ำหรือระดับน้ำตามเวลาที่ผ่านไป กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำใด ๆ จะรวมและแสดงสภาพต่าง ๆ ของกลุ่มน้ำเข้าไว้ด้วยกัน ดังนั้นถ้าลักษณะของกลุ่มน้ำเปลี่ยนแปลงไป ลักษณะของกราฟน้ำท่าก็เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย โดยทั่วไปแล้วที่มาของน้ำในลำน้ำก็คือปริมาณน้ำฝน ซึ่งโดยปกติแล้วจะปรากฏเป็นน้ำในลำน้ำลักษณะต่าง ๆ ดังนั้นในขั้นแรกของการวิเคราะห์กราฟน้ำท่าจำเป็นต้องทราบองค์ประกอบของน้ำท่า ที่เกิดขึ้นจากน้ำฝนหรือน้ำจากอากาศเมื่อตกลงมาสู่พื้นดินที่จุดใดก็ตาม น้ำที่ไม่สูญเสียไปในลักษณะของการคายน้ำ การระเหย หรือลักษณะอื่น ๆ ก็จะเดินทางไปปรากฏในลำน้ำ แม่น้ำ ได้ 3 ลักษณะด้วยกัน ดังนี้ (วีระพล, 2538)

1) ปริมาณน้ำท่าที่ไหลบนผิวดิน (Overland Flow) หมายถึงปริมาณน้ำที่เดินทางหรือไหลไปตามผิวดินสู่ลำน้ำ ซึ่งการไหลจะเป็นแบบปั่นป่วน ในขณะที่ฝนตกหนักและเวลาที่ฝนหยุดต่อมาช่วงเวลาหนึ่ง ลำน้ำเล็ก ๆ ดังกล่าวนี้มีจำนวนมาก และระยะทางที่ปริมาณน้ำไหลบนผิวดินในรูปของน้ำท่าที่ไหลบนผิวดินจะสั้นเพียงไม่กี่ร้อยฟุต ดังนั้นปริมาณน้ำที่ไหลบนผิวดินจะใช้เวลาในการเดินทางเพียงเล็กน้อยก็ถึงลำน้ำ และถ้าปริมาณน้ำท่าที่ไหลบนผิวดินนี้ค่ามากพอก็จะเป็นส่วนสำคัญที่สุดในการเกิดน้ำนองหรือน้ำท่วมสูงสุด

2) ปริมาณน้ำที่ไหลใต้ผิวดิน (Interflow) หมายถึงปริมาณน้ำที่ไหลซึมลงไปใต้ดินผ่านดินชั้นต่าง ๆ จนกระทั่งถึงชั้นที่น้ำสามารถซึมผ่านไปได้ยาก ซึ่งในระหว่างนั้นปริมาณน้ำส่วนหนึ่งจะไหลไปตามแนวนอนในชั้นดินจนกระทั่งบรรจบและไหลลงสู่ลำน้ำ ซึ่งเป็นจุดที่อยู่ห่างออกไปทางด้านท้ายน้ำของบริเวณที่น้ำเริ่มไหลซึมลงไปใต้ดิน ปริมาณน้ำที่ไหลใต้ผิวดินนี้จะมีลักษณะการไหลช้ากว่าปริมาณน้ำท่าที่ไหลบนผิวดินมาก และจะถึงลำน้ำในเวลาต่อมา

3) น้ำใต้ดิน (Groundwater Flow) หมายถึงปริมาณน้ำฝนบางส่วนที่ซึมลึกลงไปจนถึงระดับน้ำใต้ดิน และกลายเป็นส่วนหนึ่งของน้ำใต้ดิน ปริมาณน้ำใต้ดินที่เพิ่มขึ้นนี้จะเคลื่อนตัวและไหลไปสมทบกับน้ำในลำน้ำ และกลายเป็นน้ำในลำน้ำ เนื่องจากน้ำใต้ดินมีการเคลื่อนตัวที่ช้ามาก จึงต้องใช้เวลามากกว่าจะไปปรากฏที่ลำน้ำ และลักษณะการปรากฏที่ลำน้ำจะไม่ทำให้กราฟน้ำท่าเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

## การเคลื่อนตัวของน้ำท่า

การเคลื่อนตัวของน้ำท่า หมายถึงวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้สำหรับคำนวณหาขนาด และเวลาของกราฟน้ำท่าที่จุดทางด้านท้ายน้ำ จากการทราบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะทางกายภาพของขนาด และกราฟน้ำท่าที่จุดทางด้านเหนือน้ำ ในการวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของกราฟน้ำท่าสามารถทำได้ด้วยกันสองวิธีใหญ่ ๆ คือ วิธีการเคลื่อนที่ของระบบแบบลัมพ์ (Lumped System Routing) และวิธีการเคลื่อนที่ของระบบแบบดิสตริบิวท์ (Distributed System Routing) (นุชนารถ, 2545)

1) วิธีการเคลื่อนที่ของระบบแบบลัมพ์ (Lumped System Routing) หมายถึงการเคลื่อนที่ทางอุทกวิทยา (Hydrologic Routing) โดยปริมาณน้ำท่าจะถูกคำนวณให้เป็นฟังก์ชันของเวลาเพียงอย่างเดียวที่จุดพิจารณา สำหรับระบบทางอุทกวิทยานั้นมีความสัมพันธ์กันตามสมการความต่อเนื่อง (Continuity Equation) ดังแสดงในสมการที่ (1)

$$\frac{dS}{dt} = I(t) - Q(t) \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อ } \frac{dS}{dt} &= \text{อัตราการเปลี่ยนแปลงของปริมาณการเก็บกัก ในช่วงเวลา } dt \\ I(t) &= \text{ปริมาณการไหลเข้า (Inflow)} \\ Q(t) &= \text{ปริมาณน้ำไหลออก (Outflow)} \end{aligned}$$

จากสมการที่ (1) ปริมาณการไหลเข้า  $I(t)$  เป็นตัวแปรที่ทราบค่าแต่ก็ยังไม่สามารถแก้สมการเพื่อหาค่าปริมาณการไหลออก  $Q(t)$  ได้โดยตรง ทั้งนี้เนื่องจากยังมีตัวแปรที่ไม่ทราบค่าอยู่ด้วยกันอีกสองตัวแปรคือ ปริมาณการเก็บกัก  $S$  และปริมาณการไหลออก  $Q$  ดังนั้นต้องมีความสัมพันธ์ของฟังก์ชันการเก็บกัก (Storage Function) ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่าง  $S$ ,  $I$  และ  $Q$  โดยฟังก์ชันการเก็บกักจะเขียนอยู่ในรูปของอนุพันธ์เวลา (Time Derivative) ดังแสดงตามสมการที่ (2) เมื่อนำฟังก์ชันการเก็บกักร่วมกับสมการความต่อเนื่องแล้ว ก็สามารถแก้สมการเพื่อหาตัวแปรที่ไม่ทราบค่า 2 ตัวได้ตามความต้องการ

$$S = f\left(I, \frac{dI}{dt}, \frac{d^2I}{dt^2}, \dots, Q, \frac{dQ}{dt}, \frac{d^2Q}{dt^2}, \dots\right) \quad (2)$$

2) วิธีการเคลื่อนที่ของระบบแบบกระจาย (Distributed System Routing) หมายถึง การเคลื่อนที่ทางชลศาสตร์ (Hydraulic Routing) โดยปริมาณน้ำท่าที่ถูกคำนวณเป็นฟังก์ชันของ เวลา และสถานที่ (Space) แบบจำลองประเภทนี้ตั้งอยู่บนพื้นฐานของ partial differential equation (the Saint-Venant Equations) สำหรับการไหลในหนึ่งมิติ (นุชนารถ, 2545)

การใช้หลักการของการไหลแบบ One-Dimensional Unsteady Flow จะได้ผล เป็นสมการ Nonlinear Hyperbolic Partial Differential Equations สองสมการ ซึ่งโดยทั่วไปเรียกว่า สมการเซนต์-เวเนนต์ หรือสมการคลื่นพลศาสตร์ (Dynamic Wave Equation) โดยประกอบด้วย สมการต่อเนื่อง (Continuity Equation) และสมการโมเมนตัม (Momentum Equation) ดังแสดงใน สมการที่ (3) และ (4) ดังนี้

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} - q = 0 \quad (3)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial (\beta Q^2 / A)}{\partial x} + gA \left( \frac{\partial y}{\partial x} - S_o + S_f + S_e \right) - \beta q v_x + W_f B = 0 \quad (4)$$

จากสมการที่ (3) และ (4) กำหนดให้  $A$  และ  $Q$  เป็นตัวแปรตาม (Dependent Variables)  $x$  และ  $t$  เป็นตัวแปรอิสระ (Independent Variables) โดยที่  $A$  คือพื้นที่หน้าตัดขวางที่เปียก น้ำ (Wetted Cross-Area)  $Q$  คืออัตราการไหล  $x$  คือระยะทางในแนวระนาบซึ่งมีค่าเป็นบวกไป ทางด้านท้ายน้ำ  $t$  คือเวลา  $S_o$  และ  $S_f$  คือความลาดชันของพื้นคลอง และของ Energy Gradient ตามลำดับ  $S_e$  คือ Eddy Loss Slope ( $S_e = \frac{K_e}{2g} \frac{\partial (Q/A)^2}{\partial x}$  :  $K_e$  คือสัมประสิทธิ์ของการขยายขนาด (Expansion) หรือการลดขนาด (Contraction) ของทางน้ำ)  $y$  คือความลึกของการไหล  $g$  คือ ความเร่งอันเนื่องมาจากแรงโน้มถ่วง (Gravitational Acceleration)  $q$  คืออัตราการไหลเข้าด้านข้าง (Lateral Inflow Rate)  $v_x$  คือความเร็วในแนวแกน  $x$   $\beta$  คือสัมประสิทธิ์การกระจายความเร็วโบส ตินีส (Boussinesq Velocity Distribution Coefficient)  $W_f$  คือแฟกเตอร์ของแรงเฉือนเนื่องจากลม (Wind Shear Factor) และ  $B$  คือความกว้างส่วนบน (Top Width) ของทางน้ำ (นุชนารถ, 2545)

## แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า

แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (Rainfall-Runoff Model) เป็นแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อหาความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำฝนและน้ำท่า โดยพิจารณาบนพื้นฐานความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ เช่น ลักษณะภูมิประเทศ สภาพอุทกนิยมนิเวศ สภาพอุทกวิทยา และลักษณะการใช้ที่ดิน เป็นต้น ซึ่งปัจจุบันได้มีการพัฒนาแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าต่างๆ อย่างแพร่หลาย เช่น แบบจำลอง SSARR, STANFORD WATERSHED, SACRAMENTO WATERSHED, TANK, SCS, Linear Programming, RIBAMAN (RBM-DOGGS), HEC-HMS และ NAM เป็นต้น

### แบบจำลอง NAM

แบบจำลอง NAM เป็นคำย่อของ “Nedbor-Afstominga Model” ในภาษา Danish ซึ่งแปลว่าแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย Nielsen และ Hansen(1973) จาก Institute of Hydrodynamics and Hydraulics Engineering, Technical University of Denmark แบบจำลอง NAM สามารถนำมาใช้ในการจำลองกระบวนการน้ำฝน-น้ำท่า ต่อมาได้มีการรวมเอาแบบจำลอง NAM เข้าไปรวมไว้ในซอฟต์แวร์ MIKE 11 โดย Danish Hydrodynamic and Hydraulic Institute (DHI) เพื่อนำมาใช้ในการจำลองปริมาณน้ำท่าของการไหลเข้าด้านข้าง (Lateral Inflow) เพื่อใช้เป็นข้อมูลกราฟน้ำท่าสำหรับจุดพิจารณาต่าง ๆ สำหรับแบบจำลองย่อยอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamic Module; HD) ในซอฟต์แวร์ MIKE 11 (นุชนารถ, 2545)

แบบจำลอง NAM จัดอยู่ในแบบจำลองประเภทลัมพ์ (Lumped System Routing) ซึ่งมีพื้นฐานของการเฉลี่ยตามพื้นที่ (Spatial Averaging) โดยเป็นการเฉลี่ยแบบทั่วทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่พิจารณา โดยกำหนดให้แต่ละลุ่มน้ำย่อยเป็นหนึ่งหน่วย ในการประเมินกราฟน้ำท่าโดยแบบจำลอง NAM นั้น การคำนวณกราฟน้ำท่าจะพิจารณาให้เป็นฟังก์ชันของเวลาเพียงอย่างเดียว ณ จุดที่พิจารณา ในการประยุกต์ใช้แบบจำลอง NAM นั้นจำเป็นต้องใช้ข้อมูลทางอุทกนิยมนิเวศและอุทกวิทยาเป็นข้อมูลด้านเข้า ซึ่งประกอบด้วย 1) ข้อมูลน้ำฝน (Rainfall) 2) ปริมาณการระเหย (Evapotranspiration) และ 3) อุณหภูมิ (Temperature) สำหรับในกรณีที่มีหิมะเป็นองค์ประกอบของปริมาณน้ำท่า ซึ่งไม่นำมาพิจารณาสำหรับประเทศไทย สำหรับผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลอง NAM คือ กราฟน้ำท่า รวมทั้งองค์ประกอบของปริมาณน้ำท่าในแต่ละส่วน อาทิเช่น ปริมาณการไหลบ่า

บนผิวดิน (Overland Flow) ปริมาณการไหลซึมลงสู่ชั้นใต้ดิน (Lower Zone Storage) และปริมาณการไหลของน้ำใต้ดิน (Groundwater Storage) เป็นต้น

ในการใช้งานแบบจำลอง NAM นั้น หากเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดใหญ่จะต้องทำการแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำออกเป็นลุ่มน้ำย่อย โดยจะมีพารามิเตอร์และตัวแปรสำหรับแต่ละลุ่มน้ำย่อย โดยปกติแล้วจะสามารถประมาณค่าเริ่มต้นของ Parameter ต่าง ๆ จากลักษณะทั่วไปของลุ่มน้ำ เช่น ความลาดชันของลุ่มน้ำ ความลาดชันของแม่น้ำ ความหนาแน่นของแม่น้ำในลุ่มน้ำ ลักษณะดิน ลักษณะชั้นดิน และชนิดของพืชที่ปลูก อย่างไรก็ตาม ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง NAM ที่ถูกต้องไม่สามารถประเมินได้จากการวัดค่าลักษณะพื้นฐานทางกายภาพของดินได้โดยตรง เนื่องจากค่าพารามิเตอร์เกือบทั้งหมดเป็นค่าที่ประเมินขึ้นจากประสบการณ์และข้อเท็จจริงที่ได้จากการข้อมูลของลักษณะทางธรรมชาติที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนาม (an empirical nature) โดยผู้ใช้งานจะต้องทำการปรับเทียบ (Calibrate) ค่าเหล่านั้น และในการปรับเทียบแบบจำลอง ต้องทำการปรับค่าพารามิเตอร์และตัวแปรที่ใช้ในแบบจำลอง เพื่อให้กราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองและข้อมูลจริงมีความเข้ากันได้มากที่สุด สำหรับพารามิเตอร์แบบจำลอง NAM มีดังต่อไปนี้

1)  $U_{max}$ : Maximum Water Content in Surface Storage หมายถึงค่าสูงที่สุดของปริมาณน้ำที่ขังไว้บนผิวดินในลักษณะของแอ่งน้ำตื้น ๆ หรือหลุมบ่อตื้น โดยทั่วไปจะมีค่าอยู่ระหว่าง 10-20 มิลลิเมตร

2)  $L_{max}$ : Maximum Water Content in Root Zone Storage หมายถึงปริมาณความชื้นสูงสุดในดินที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยมีค่าเท่ากับผลต่างของจุดอิ่มตัวของน้ำ (Field Capacity) และจุดเหี่ยวเฉาถาวร (Wilting Point) ของดินคูณกับค่าความลึกใช้การของรากพืช ซึ่งค่าเหล่านี้จะประมาณจากข้อมูลดิน

3) CQOF: Overland Flow Runoff Coefficient หมายถึงพารามิเตอร์ที่ใช้แบ่ง Excess Rainfall ระหว่าง Overland Flow Runoff และ Infiltration ซึ่งไม่สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์นี้ได้โดยตรงจากข้อมูลดิน แต่จะสามารถประมาณความสัมพันธ์ได้คือ ถ้าลุ่มน้ำมีความลาดชันน้อยรวมทั้งมีลักษณะเป็นดินหยาบหรือดินทราย และมีชั้นดินอุ้มน้ำไว้ไม่ลึก ค่า CQOF จะมีค่าต่ำถ้าดินในลุ่มน้ำเป็นดินที่มีค่าความชื้นต่ำ เช่น ดินเหนียวหรือหินจะมีค่า CQOF สูง โดยทั่วไปจะมีค่าอยู่ในช่วง 0.01-0.90

4) CKIF: Time Constant for Interflow เป็นพารามิเตอร์นี้ไม่มีความสำคัญมากนัก เนื่องจาก Interflow ไม่ใช่ตัวหลักที่ทำให้เกิด Streamflow โดย Interflow จะมีค่าลดลงเมื่อ CKIF มีค่าสูงขึ้น ค่าที่ใช้จะอยู่ระหว่าง 500-1,000 ชั่วโมง

5) TOF: Root Zone Threshold Value for Overland Flow หมายถึงค่าที่เป็นตัวกำหนดให้เกิด Overland Flow ในพื้นที่ลุ่มน้ำที่มีน้ำมากและน้ำน้อยสลับกัน โดยจะเกิด Overland Flow ก็ต่อเมื่อความชื้นในเขตรากพืช (Root Zone) ต้องมากกว่าค่า TOF ค่านี้มีผลอย่างมากต่อเวลาเริ่มต้นของการเกิด Overland Flow หลังจากช่วงน้ำน้อย ปกติจะใช้ค่า 0-70 เปอร์เซ็นต์ของ  $L_{max}$

6) TIF: Root Zone Threshold Value for Interflow หมายถึงค่าที่เป็นตัวกำหนดให้เกิด Interflow มีความหมายทำนองเดียวกับ TOF มีความสำคัญไม่มากนัก ส่วนมากจะกำหนดให้มีค่าเป็นศูนย์

7) TG: Root Zone Threshold Value for Groundwater Recharge หมายถึงค่าที่เป็นตัวกำหนดให้เกิด Groundwater Recharge มีความหมายทำนองเดียวกับ TOF เป็นแฟลคเตอร์สำคัญในการปรับเทียบแบบจำลอง

8)  $CK_1, CK_2$ : Time Constant for Routing Interflow and Overland Flow หมายถึงพารามิเตอร์เพื่อการอธิบายรูปร่างของกราฟน้ำท่า สำหรับ Overland Flow, Interflow และระยะเวลาการเกิด Peak โดยทั่วไปจะกำหนดให้มีค่าเท่ากัน ทำให้เหลือพารามิเตอร์ระหว่างการปรับเทียบแบบจำลองเพียงตัวเดียว

9) Sy: Specific Yield หมายถึง ค่า Specific Yield ของแหล่งเก็บกักน้ำใต้ดินอาจจะกำหนดจากข้อมูลอุทกธรณีวิทยา หรือ Pumping Test โดยทั่วไปอาจประเมินจากชนิดดิน สำหรับดินเหนียวมีค่า 1-10 เปอร์เซ็นต์ ดินทรายมีค่า 10-30 เปอร์เซ็นต์

10) CKBF: Time Constant for Routing Baseflow หมายถึงค่าที่ประมาณจาก Baseflow Recession Curve ในช่วงเริ่มต้นของฤดูแล้ง โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 500-5,000 ชั่วโมง

11)  $GWLBF_0$ : Maximum Groundwater Depth Causing Baseflow หมายถึงค่าความลึกมีหน่วยเป็นเมตร แปรผันอยู่ระหว่างค่าระดับผิวดินเฉลี่ยของพื้นที่ลุ่มน้ำกับระดับน้ำต่ำสุดที่จุดไหลออกสู่ลำน้ำ ที่ระดับน้ำใต้ดินเกือบถึงระดับผิวดินจะได้ค่าที่เหมาะสมคือ  $GWLBF_0$  มีค่า 20 เมตร และค่า  $S_y$  ใช้ค่า 0.5 โดยมีข้อกำหนดว่าระดับน้ำใต้ดินต้องอยู่ต่ำกว่าระดับผิวดินเฉลี่ย เพราะฉะนั้นค่า Baseflow คำนวณได้จากค่าเริ่มต้นค่านี้

12)  $GWLFL_1$ : Groundwater Depth for Unit Capillary Flux หมายถึงค่าความลึกของระดับน้ำใต้ดิน (Groundwater Table) ที่จะทำให้เกิด Upward Capillary เท่ากับ 1 มิลลิเมตร/วัน ในเงื่อนไขที่ Lower Zone Storage อยู่ในสภาพที่แห้งสนิท ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของดินด้วย โดย  $GWLFL_1$  มีค่าเป็นศูนย์ที่ Zero Capillary Flux

กานดา (2545) ได้ทำการประยุกต์ใช้แบบจำลอง NAM เพื่อศึกษาพารามิเตอร์ของแบบจำลองสำหรับลุ่มน้ำน่าน โดยทำการประเมินปริมาณน้ำท่ารายวันในการปรับเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง ผลการศึกษาพบว่า ค่าพารามิเตอร์  $U_{max}$  มีค่าระหว่าง 10 ถึง 25 มิลลิเมตร  $L_{max}$  มีค่าระหว่าง 100 ถึง 250 มิลลิเมตร CQOF มีค่าระหว่าง 0.3 ถึง 0.6 CKIF มีค่าเท่ากับ 1,000 ชั่วโมง TOF มีค่าระหว่าง 0.3 ถึง 0.7 CK1 และ CK2 มีค่าระหว่าง 9 ถึง 60 ชั่วโมง CAREA มีค่าเท่ากับ 1 TG มีค่าระหว่าง 0.3 ถึง 0.8  $S_y$  มีค่าเท่ากับ 0.1 และ CKBF มีค่าระหว่าง 500 ถึง 4,300 ชั่วโมง โดยพารามิเตอร์ดังกล่าวอยู่ในช่วงที่ได้มีการแนะนำไว้ในคู่มือการใช้งานของแบบจำลอง NAM และกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง NAM กับค่าที่ได้จากการตรวจวัดมีความใกล้เคียงกัน คือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีค่าอยู่ระหว่าง 0.57 ถึง 0.98 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.82

ศิริกัญญา (2547) ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลอง NAM และแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่กลับ ในการประเมินปริมาณน้ำท่ารายวันของสถานีวัดน้ำท่าของกลุ่มน้ำปิงตอนบน ผลการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง NAM พบว่า ค่าพารามิเตอร์  $U_{max}$  มีค่าระหว่าง 14 ถึง 50 มิลลิเมตร  $L_{max}$  มีค่าระหว่าง 140 ถึง 500 มิลลิเมตร CQOF มีค่าระหว่าง 0.2 ถึง 0.6 TOF มีค่าระหว่าง 0 ถึง 0.3 CK1 และ CK2 มีค่าระหว่าง 24 ถึง 42 ชั่วโมง TG มีค่าระหว่าง 0.1 ถึง 0.9 และ CKBF มีค่าระหว่าง 500 ถึง 3,000 ชั่วโมง โดยพารามิเตอร์ที่สามารถกำหนดให้คงที่เหมือนกันทุกสถานีได้คือ CKIF มีค่าเท่ากับ 1,000 ชั่วโมง TIF มีค่าเท่ากับ 0  $S_y$  มีค่าเท่ากับ 0.1  $GWL_{min}$  มีค่าเท่ากับ 0 ม.  $GWLBF_0$  มีค่าเท่ากับ 10 เมตร  $GWLFL_1$  มีค่าเท่ากับ 0 เมตร และ CAREA มีค่าเท่ากับ 1 ซึ่งพารามิเตอร์ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วงที่ได้แนะนำไว้ในคู่มือการใช้งานของแบบจำลอง

### แบบจำลองอุทกพลศาสตร์

แบบจำลองอุทกพลศาสตร์หรือแบบจำลองการเคลื่อนตัวของน้ำท่า (Hydrodynamic Model) เป็นแบบจำลองคณิตศาสตร์ซึ่งใช้คำนวณผลกระทบทางด้านชลศาสตร์ การเคลื่อนที่ทางชลศาสตร์ (Hydraulic Routing) การวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของกราฟน้ำหลากสำหรับการเคลื่อนที่ของน้ำท่าในลำน้ำ โดยแบบจำลองอุทกพลศาสตร์สามารถอธิบายสภาพการไหลได้ทั้งการไหลแบบต่ำกว่าวิกฤต (Subcritical Flow) และการไหลแบบเหนือวิกฤต (Supercritical Flow) ตลอดจนสามารถคำนวณการไหลในระบบลำน้ำที่มีการไหลเข้าด้านข้าง และแสดงผลการคำนวณเปลี่ยนแปลงตามเวลา (Time) และสถานที่ (Space) แบบจำลองประเภทนี้ตั้งอยู่บนพื้นฐานของ partial differential equation (the Saint-Venant Equations) สำหรับการไหลในหนึ่งมิติ (นุชนารถ, 2545) ปัจจุบันมีการพัฒนาแบบจำลองอุทกพลศาสตร์มากมายเช่น แบบจำลอง RUBICON, DWOPER, ISIS, Info work, HEC-RAS และ MIKE 11 HD เป็นต้น

#### แบบจำลอง MIKE 11 HD

แบบจำลอง MIKE 11 HD เป็น Hydrodynamic Module ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรม MIKE 11 เป็นการจำลองสภาพทางกายภาพของแหล่งน้ำ โดยนำข้อมูลต่างๆ เช่น ภาพตัดขวางลำน้ำ ปริมาณน้ำ ระดับน้ำ เป็นต้น มาใช้คำนวณเพื่อทำนายลักษณะการไหลของลำน้ำโดยพิจารณาลักษณะการไหลของน้ำเป็นแบบการไหลแบบไม่คงที่ (Unsteady Flow) ในลำน้ำและบริเวณปากแม่น้ำ ใช้ลักษณะการแก้ปัญหามการทางคณิตศาสตร์โดยวิธี Implicit Finite Difference โดยพิจารณาสมการการไหลของคลื่นแบบพลศาสตร์ (Dynamic Wave Description) แก๊สมการของสมการต่อเนื่อง (Continuity Equation) และสมการโมเมนตัม (Momentum Equation) ซึ่งรวมเรียกว่า Saint Venant Equations โดยมีสมมติฐานเบื้องต้นคือ

1) น้ำเป็นของเหลวที่ไม่สามารถถูกกดอัดได้ (Incompressible) และความหนาแน่นคงที่ตลอดการไหล

2) ความลาดชันท้องลำน้ำมีค่าน้อย (Mild Slope)

3) การไหลเป็นแบบมิติเดียว (One Dimention) ความลึกและความเร็วเปลี่ยนแปลงไปตามความยาวของลำน้ำ

4) สภาพการไหลเป็นแบบต่ำกว่าวิกฤต (Subcritical Flow)

ความต้านทานที่ท้องลำน้ำ แบบจำลอง MIKE 11 จะสามารถทำการวิเคราะห์ความต้านทานของการไหลเนื่องจากความเสียดทานที่ท้องคลอง ได้สองวิธีจากสมการของ Chezy หรือ Manning

สำหรับสมการ Chezy แสดงความสัมพันธ์ได้ดังสมการที่ 8

$$Q = AC\sqrt{RS} \quad (8)$$

เมื่อ  $Q$  = อัตราการไหล (m<sup>3</sup>/s)  
 $A$  = พื้นที่หน้าตัดการไหล (m<sup>2</sup>)  
 $R$  = รัศมีชลศาสตร์ (m)  
 $C$  = สัมประสิทธิ์ความขรุขระของ Chezy

สำหรับสมการ Manning แสดงความสัมพันธ์ได้สมการที่ 9

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2} = MAR^{2/3} S^{1/2} \quad (9)$$

เมื่อ  $n$  = สัมประสิทธิ์ความขรุขระของ Manning  
 $M$  = Manning number มีค่าสมมูลกับสัมประสิทธิ์ของ Strickler

โดยที่ค่า  $M$  คือ ส่วนกลับของ Manning coefficient  $n$  ( $M = 1/n$ ) และค่า Manning's  $n$  มีค่าอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.01 จนถึง 0.10 ดังนั้นค่า  $M$  ที่สอดคล้องกันจะมีค่าตั้งแต่ 100 ถึง 10 สำหรับค่า Manning's  $n$  โดยประมาณของการไหลทางน้ำเปิดทั่วไปแสดงดังตารางที่ 1

การหาค่าสัมประสิทธิ์ของความต้านทานการไหล เนื่องจากความขรุขระของทางน้ำ ซึ่งหมายถึงค่า  $C$ ,  $n$  หรือ  $M$  นั้นสามารถประเมินได้โดยการสอบเทียบแบบจำลอง (Calibration) โดย

การเปรียบเทียบระหว่างลักษณะทางกายภาพที่ได้จากแบบจำลอง และลักษณะทางกายภาพของสภาพความเป็นจริงที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลในสนาม นอกจากนั้นแล้วยังสามารถประเมินค่า Manning's n ได้จากการสอบเทียบแบบจำลอง (Calibration) ของระบบการทำงานอื่น ๆ ที่มีลักษณะทางกายภาพของภูมิประเทศที่คล้ายคลึงกัน (นุชนารถ, 2545)

ตารางที่ 1 สัมประสิทธิ์ความขรุขระที่ท้องลำน้ําของทางน้ําเปิด

ชนิดทางน้ําเปิด	สัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's n
คอนกรีต	0.012
คลองคาค	
คลองคาคคอนกรีตแบบผิวเรียบ	0.020
คลองคาคคอนกรีตแบบธรรมดา	0.023
หินทิ้ง	0.033
ทางน้ําธรรมชาติ	
คลองสะอาด และเป็นคลองตรง	0.030
คลองสะอาด และเป็นคลองคดเคี้ยว	0.040
คลองคดเคี้ยวมีวัชพืช และหลุมบ่อ	0.050
พุ่มไม้หนาแน่น และมีเศษท่อนไม้	0.100
ทุ่งน้ําท่วม	
ทุ่งหญ้า	0.035
พื้นที่เกษตรกรรม (ทุ่งนา)	0.040
พุ่มไม้เตี้ย ๆ และวัชพืช	0.050
พุ่มไม้หนาแน่น	0.070
ต้นไม้หนาแน่น	0.100

ที่มา: Chow (1959)

ภูวดล (2544) ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลอง MIKE 11 HD ในการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของน้ำในแม่น้ำปราจีนบุรี โดยกำหนดขอบเขตด้านเหนือน้ำบริเวณต้นแม่น้ำปราจีนบุรี และที่ประตูระบายน้ำปากแม่น้ำนครนายก สำหรับขอบเขตด้านท้ายน้ำกำหนดที่แม่น้ำบางปะกง ในการเปรียบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ ( $n$ ) ในช่วงต่างๆของแม่น้ำปราจีนบุรี มีค่าระหว่าง 0.020 ถึง 0.035 ซึ่งจะให้ผลของสภาพการไหลที่ได้จากแบบจำลองกับค่าที่ตรวจวัดจริงมีความสอดคล้องมากที่สุด

อัคราวุฒิ (2544) ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลอง MIKE11 HD ในการพยากรณ์สภาพน้ำท่วมเนื่องจากการสร้างอาคารบังคับน้ำบนลำน้ำท่าตอนบน พื้นที่รับน้ำฝนประมาณ 707 ตารางกิโลเมตรเป็นลุ่มน้ำสาขาของกลุ่มน้ำท่า ในการศึกษาได้พิจารณาการเคลื่อนตัวของน้ำท่าจากสถานีบ้านด่านม่วงคำ อำเภอโคกศรีสุพรรณ จังหวัดสกลนคร (kh.63) ถึงสถานีบ้านท่าลาด อำเภอเรณูนคร จังหวัดนครพนม (kh.64A) ผลการเปรียบเทียบและตรวจพิสูจน์ของแบบจำลอง พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ ( $n$ ) เท่ากับ 0.066 และ แมนนิ่งนัมเบอร์ (M) เท่ากับ 15 จะให้ผลของสภาพการไหลและระดับน้ำที่ได้จากการจำลองกับค่าที่ตรวจวัดจริงมีความสอดคล้องมากที่สุด ผลการทำนายสภาพน้ำท่วมโดยพิจารณาจากระดับน้ำสูงสุดพบว่า สภาพระดับน้ำสูงสุดที่คาบอุบัติต่างๆ ก่อนและหลังการก่อสร้างอาคารบังคับบนลำน้ำท่าตอนบนแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย

สุประภาพ (2547) ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลอง MIKE 11 ในการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่วมในลุ่มน้ำปิงตอนบน ในการศึกษาได้พิจารณาการเคลื่อนตัวของน้ำท่าจากสถานี P.20 บริเวณ อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ ถึงสถานี PE.2 บริเวณอำเภอซอ อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ จากผลการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองได้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning's  $n$  มีค่าระหว่าง 0.028 ถึง 0.040 สำหรับการไหลในลำน้ำ และ 0.050 ถึง 0.063 สำหรับการไหลในทุ่งน้ำท่วม

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

1. ไมโครคอมพิวเตอร์พร้อมเครื่องพิมพ์ 1 ชุด
2. แบบจำลอง MIKE 11 เวอร์ชัน 3.2 ใช้ระบบปฏิบัติการ Window 98 รองรับ ซึ่งประกอบด้วยแบบจำลองย่อย NAM (NAM Module) แบบจำลองย่อยอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamic Module, MIKE 11 HD)
3. แผนที่ภูมิประเทศบริเวณลุ่มน้ำน่าน มาตรฐาน 1:250,000
4. ข้อมูลทางอุตุนิมวิทยาและอุทกวิทยาในลุ่มน้ำน่าน ประกอบด้วย ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน ปริมาณน้ำท่ารายวัน ปริมาณการระเหยรายวัน
5. ข้อมูลด้านชลศาสตร์ ประกอบด้วย ข้อมูลรูปตัดตามยาวและตามขวางของแม่น้ำน่าน ตั้งแต่ท้ายอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ ถึง อำเภอบางมูลนาก จังหวัดพิจิตร และรูปตัดตามยาวและตามขวางคลองผันน้ำจากแม่น้ำยมสายเก่า บริเวณอำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย ถึง แม่น้ำน่าน บริเวณอำเภอพิชัย จังหวัดพิษณุโลก
6. เครื่องวัดพื้นที่ลุ่มน้ำและระยะทางของแม่น้ำ (Planimeter)

### วิธีการ

การศึกษาศักยภาพปริมาณน้ำท่าของลุ่มน้ำน่านและการรองรับปริมาณน้ำฝนจากลุ่มน้ำยม โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง MIKE 11 มีขั้นตอนวิธีการ ได้แก่ การแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำน่าน การศึกษาด้านอุตุนิมวิทยาและอุทกวิทยา การศึกษาสภาพน้ำหลากของลุ่มน้ำน่าน การศึกษาแนวทางเลือกในแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ เพื่อพยากรณ์ปริมาณน้ำท่ารายวันกรณีมีและ

ไม่มีโครงการผันน้ำจากลุ่มน้ำยม และการวิเคราะห์ทางสถิติของข้อมูลจากการตรวจวัดจริงและการพยากรณ์การประยุกต์ใช้แบบจำลอง MIKE 11

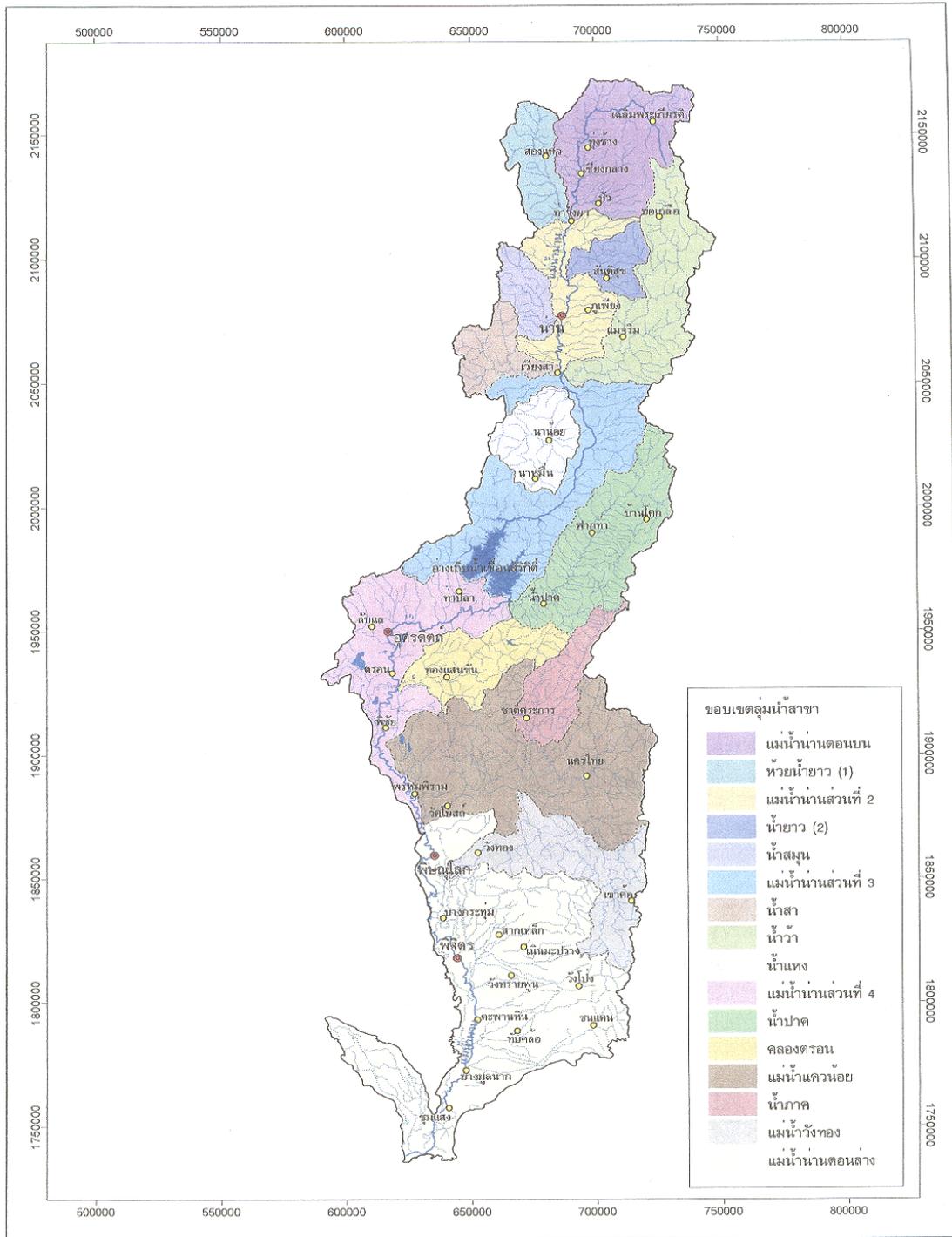
### 1. การแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำน่าน

การแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาในลุ่มน้ำน่านได้ทำการแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาโดยยึดตามรายงานมาตรฐานลุ่มน้ำและลุ่มน้ำสาขา ของคณะกรรมการอุทกวิทยาแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ซึ่งแบ่งเป็น 16 ลุ่มน้ำสาขา และมีพื้นที่ลุ่มน้ำรวม 34,139.68 ตารางกิโลเมตร โดยแสดงลักษณะลุ่มน้ำสาขาในภาพที่ 4 และตารางที่ 2

ตารางที่ 2 รายชื่อและพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำน่าน

ลำดับที่	รหัสลุ่มน้ำ	ลุ่มน้ำสาขา	พื้นที่ลุ่มน้ำสาขา	สัดส่วนในลุ่มน้ำน่าน
1	0902	แม่น้ำน่านตอนบน	2,224.77	6.52
2	0903	ห้วยน้ำยาว (1)	863.54	2.53
3	0904	แม่น้ำน่านส่วนที่ 2	1,449.68	4.25
4	0905	น้ำยาว (2)	596.78	1.75
5	0906	น้ำสมุน	583.55	1.71
6	0907	แม่น้ำน่านส่วนที่ 3	3,376.98	9.89
7	0908	น้ำสา	753.62	2.21
8	0909	น้ำว้า	2,203.64	6.45
9	0910	น้ำแหง	1,045.03	3.06
10	0911	แม่น้ำน่านส่วนที่ 4	2,759.65	8.08
11	0912	น้ำปาด	2,436.62	7.14
12	0913	คลองตรอน	1,266.50	3.71
13	0914	แม่น้ำแควน้อย	4,483.13	13.13
14	0915	น้ำภาค	968.91	2.84
15	0916	แม่น้ำวังทอง	1,999.06	5.86
16	0917	แม่น้ำน่านตอนล่าง	7,128.22	20.88
รวม			34,139.68	100.00

ที่มา: กรมทรัพยากรน้ำ (2548)



ภาพที่ 4 แผนที่แสดงขอบเขตลุ่มน้ำสาขา ในพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน  
ที่มา: กรมทรัพยากรน้ำ (2548)

## 2. การศึกษาทางด้านอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยา

### 2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

#### 2.1.1 ข้อมูลภูมิอากาศ

ข้อมูลที่ทำให้การเก็บรวบรวมประกอบด้วยข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วกระแสลม ปริมาณเมฆปกคลุม และปริมาณการระเหยของ 5 สถานีในกลุ่มน้ำคือสถานีอำเภอเมือง จังหวัดน่าน อุตรดิตถ์ พิษณุโลก นครสวรรค์ และเพชรบูรณ์ โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากรายงานสถิติภูมิอากาศของประเทศไทยในคาบ 30 ปี ของกรมอุตุนิยมวิทยา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2514 – 2543

#### 2.1.2 ข้อมูลปริมาณฝน

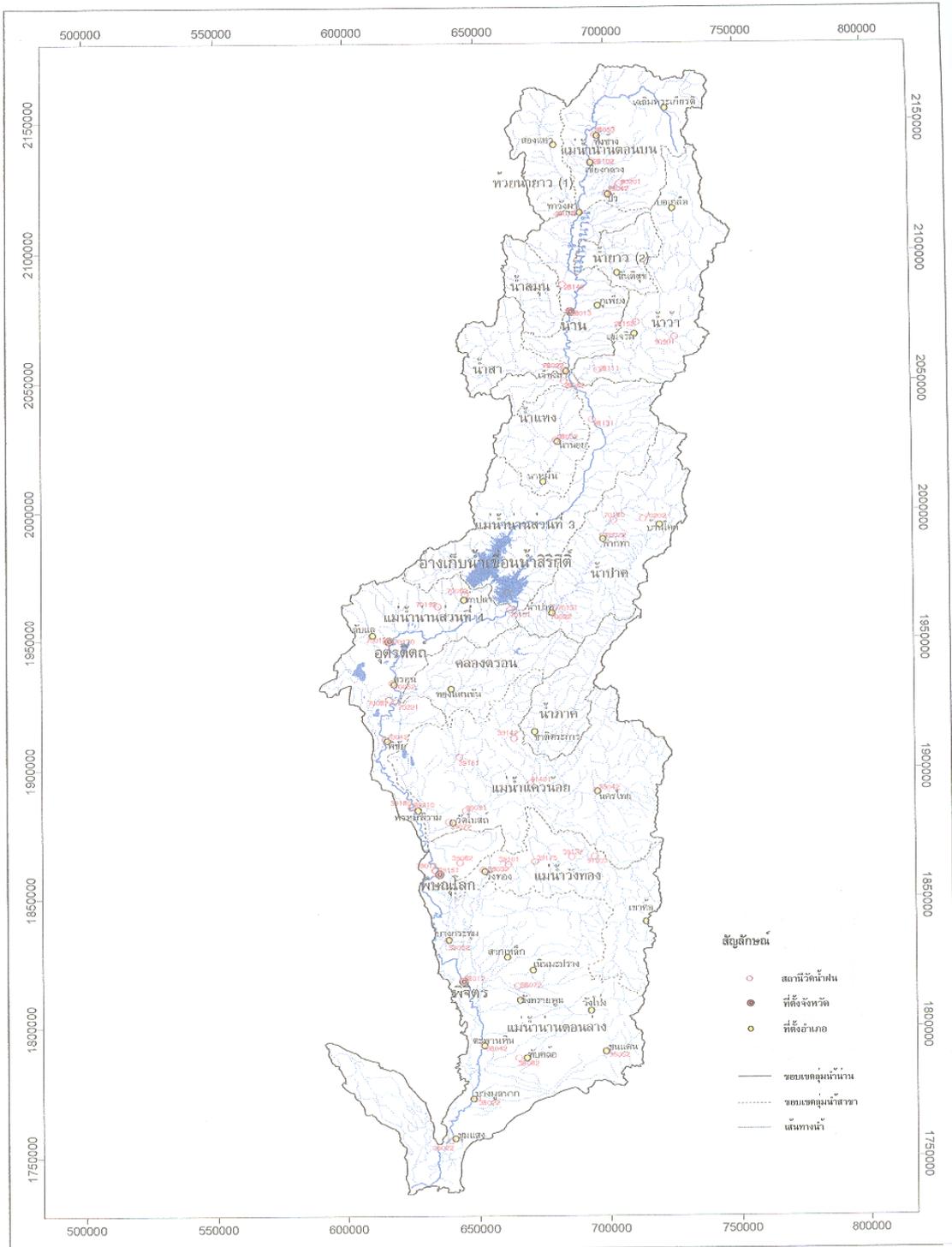
ข้อมูลที่ทำให้การเก็บรวบรวมคือ ปริมาณฝนรายวัน รายเดือนและรายปี โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกรมชลประทานจำนวน 76 สถานี ซึ่งเป็นสถิติข้อมูลที่กระจายตัวใน 6 จังหวัด คือ จังหวัดน่าน อุตรดิตถ์ พิษณุโลก พิจิตร นครสวรรค์ และเพชรบูรณ์ ดังแสดงตำแหน่งที่ตั้งสถานีวัดน้ำฝนในภาพที่ 5

#### 2.1.3 ข้อมูลปริมาณน้ำท่า

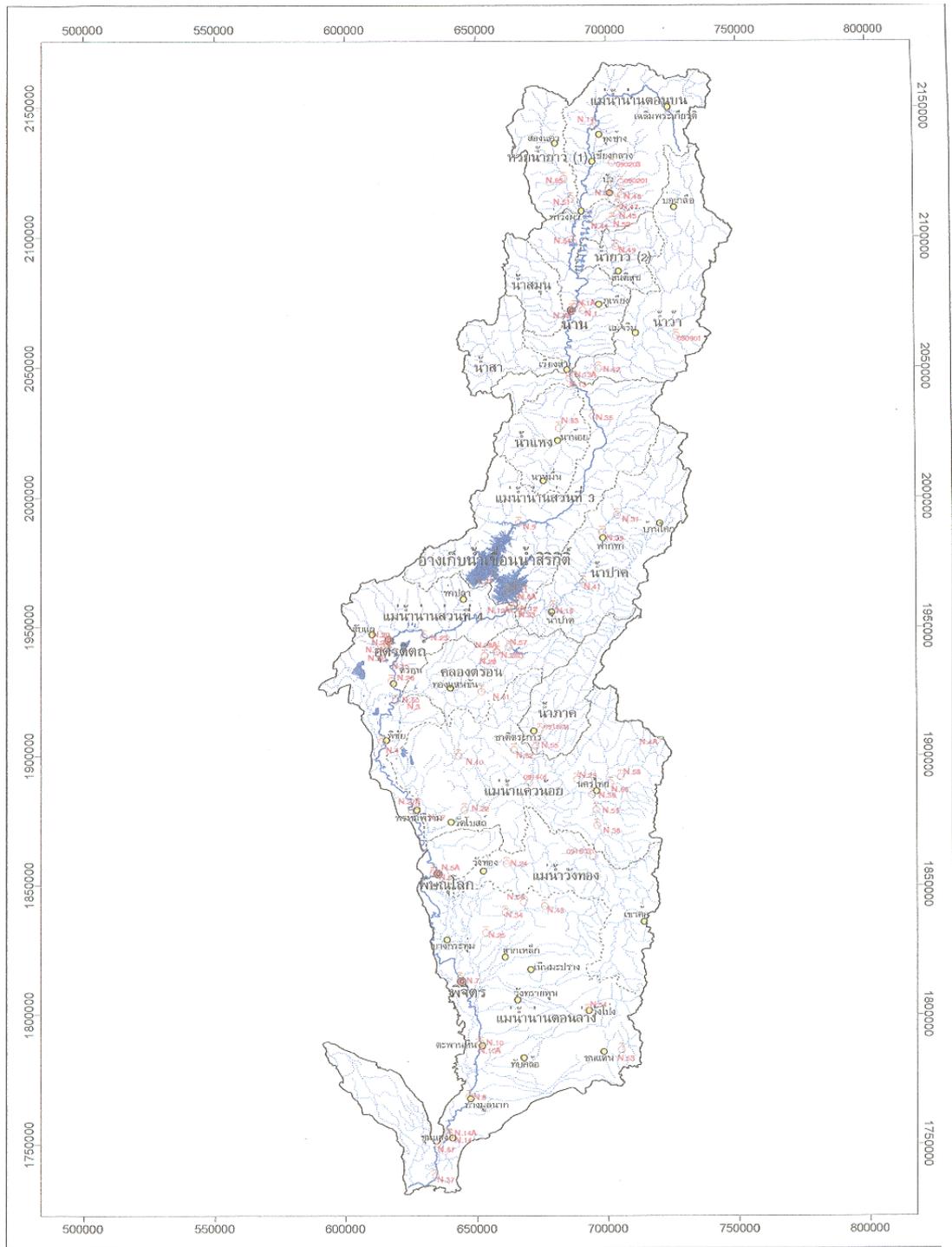
ข้อมูลที่ทำให้การเก็บรวบรวมคือ ข้อมูลปริมาณน้ำท่าและระดับน้ำรายวัน รายเดือน และรายปี ที่สถานีวัดน้ำท่าต่างๆ ในลุ่มน้ำน่าน โดยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกรมชลประทาน จำนวน 92 สถานี สำหรับตำแหน่งที่ตั้งของสถานีวัดน้ำท่าแสดงในภาพที่ 6 และปริมาณน้ำท่ารายเดือนและรายปีเฉลี่ยที่จุดออกของกลุ่มน้ำสาขาลุ่มน้ำน่านแสดงในตารางที่ 3

### 2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลภูมิอากาศ

การวิเคราะห์ข้อมูลภูมิอากาศในกลุ่มน้ำน่านได้ทำการเลือกสถานีตรวจอากาศทั้ง 5 สถานีในกลุ่มน้ำน่าน คือสถานีอำเภอเมือง ของจังหวัดน่าน อุตรดิตถ์ พิษณุโลก นครสวรรค์ และเพชรบูรณ์ จากข้อมูลที่รวบรวมได้ในช่วงปี พ.ศ.2514 – 2543 สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4



ภาพที่ 5 แผนที่แสดงที่ตั้งสถานีวัดน้ำฝน ในพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน  
ที่มา: กรมทรัพยากรน้ำ (2548)



ภาพที่ 6 แผนที่แสดงที่ตั้งสถานีวัดน้ำท่า ในพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน  
ที่มา: กรมทรัพยากรน้ำ (2548)

ตารางที่ 3 ปริมาณน้ำทำรายเดือนและรายปีเฉลี่ยที่จุดออกของกลุ่มน้ำสาขากลุ่มน้ำน่าน

ลำดับ ที่	ชื่อลุ่มน้ำสาขา	พื้นที่รับน้ำฝน ลุ่มน้ำสาขา (ตร.กม.)	ปริมาณน้ำทำรายเดือนเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)												ปริมาณน้ำทำเฉลี่ย (ล้าน ลบ.ม.)			น้ำทำรายปีเฉลี่ย ต่อหน่วยพื้นที่ ลิตร/วินาที/ตร.กม.
			เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน (พ.ค.-ต.ค.)	ฤดูแล้ง (พ.ย.-เม.ย.)	รายปี	
1	แม่น้ำน่านตอนบน	2,224.77	14.8	46.9	86.3	234.5	470.3	365.9	143.9	68.1	40.0	25.3	14.7	12.8	1,348.2	175.7	1,523.9	21.72
2	แม่น้ำห้วยน้ำขาว (1)	863.54	4.3	13.7	25.3	68.5	137.4	106.9	42.0	19.9	11.7	7.4	4.3	3.7	393.8	51.3	445.1	16.34
3	แม่น้ำห้วยน้ำขาว (2)	596.78	1.8	4.9	10.2	27.4	53.6	45.4	16.6	7.2	4.2	2.7	1.8	1.6	158.1	19.4	177.5	9.43
4	แม่น้ำน่านส่วนที่ 2	1,449.68	5.9	16.2	33.8	90.7	177.3	150.0	54.7	23.9	14.0	9.0	6.0	5.5	522.7	64.3	587.0	12.84
5	น้ำว้า	2,203.64	32.0	58.9	117.9	329.0	529.3	412.1	192.5	90.9	58.2	43.3	31.2	28.0	1,639.7	283.7	1,923.4	27.68
6	น้ำสา	753.62	2.4	6.7	14.0	37.6	73.4	62.1	22.7	9.9	5.8	3.7	2.5	2.3	216.5	26.6	243.1	10.23
7	น้ำแหง	1,045.03	3.0	12.7	11.1	11.1	44.5	57.4	25.2	11.6	3.4	2.6	2.4	2.7	161.9	25.7	187.7	5.70
8	น้ำสมุน	583.55	1.7	4.8	9.9	26.6	52.0	44.1	16.1	7.0	4.1	2.7	1.8	1.6	153.5	18.9	172.3	9.36
9	แม่น้ำน่านส่วนที่ 3	3,376.98	9.4	34.9	48.6	73.9	141.7	204.9	75.6	17.8	7.7	3.8	2.0	3.1	579.5	43.8	623.3	5.85
10	น้ำปาด	2,436.62	5.9	21.9	30.4	46.3	88.8	128.4	47.4	11.1	4.8	2.4	1.3	2.0	363.2	27.5	390.6	5.08
11	น้ำภาค	968.91	37.8	35.7	28.5	24.7	39.3	54.0	22.8	20.8	17.1	18.6	29.9	38.8	205.0	163.1	398.1	12.05
12	คลองตรอน	1,266.50	3.6	14.5	23.7	30.3	66.8	109.8	52.2	15.7	7.1	5.0	3.6	3.9	297.3	38.9	368.1	8.42
13	แม่น้ำแควน้อย	4,483.13	144.6	136.4	108.9	94.6	150.4	206.8	87.3	79.7	65.6	71.4	114.6	148.5	784.4	624.3	336.1	9.96
14	แม่น้ำน่านส่วนที่ 4	2,759.65	81.1	76.5	61.1	53.0	84.3	115.9	48.9	44.7	36.8	40.0	64.2	83.3	439.8	350.1	1,408.7	9.08
15	แม่น้ำวังทอง	1,999.06	71.3	67.2	53.7	46.6	74.1	101.9	43.0	39.3	32.3	35.2	56.5	73.2	386.6	307.7	789.9	11.01
16	แม่น้ำน่านตอนล่าง	7,128.22	107.9	127.5	148.5	197.6	396.9	541.1	306.8	143.0	97.1	69.8	84.6	107.8	1,718.4	610.2	694.3	10.36
รวมลุ่มน้ำน่าน		34,139.68	527.6	679.5	812.2	1,392.2	2,580.2	2,706.7	1,197.6	610.8	409.9	342.9	421.3	518.8	9,368.4	2,831.2	12,199.6	11.33

ที่มา : กรมทรัพยากรน้ำ (2548)

ตารางที่ 4 สรุปค่าเฉลี่ยรายปีและช่วงพิสัยของตัวแปรภูมิอากาศที่สำคัญในพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน

สถานีตรวจวัด สภาพอากาศ	ตัวแปรภูมิอากาศ	ค่าเฉลี่ยรายปี	ช่วงพิสัยของค่าเฉลี่ยรายปี
อำเภอเมือง จังหวัดน่าน	ความกดอากาศ (มิลลิบาร์)	1,009.43	1,004.95-1,015.86
	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	25.57	20.4-28.7
	ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	78	66-85
	จุดน้ำค้าง (องศาเซลเซียส)	20.8	15.8-24.1
	ปริมาณการระเหยจากผิวดิน (มม.)	1,244.5	79.1-142.2
	ความชื้นของเมฆ (0-10 ออกตา)	5.2	2.3-8.4
	ความเร็วลม (น็อต)	-	0.4-0.9
อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์	ความกดอากาศ (มิลลิบาร์)	1,008.97	1,005.22-1,014.37
	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	27.3	23.4-30.7
	ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	73	62-83
	จุดน้ำค้าง (องศาเซลเซียส)	21.6	16.8-24.5
	ปริมาณการระเหยจากผิวดิน (มม.)	1,607	111.7-182.2
	ความชื้นของเมฆ (0-10 ออกตา)	5.1	2.4-8.5
	ความเร็วลม (น็อต)	-	0.7-1.0
อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก	ความกดอากาศ (มิลลิบาร์)	1,009.2	1,005.61-1,014.4
	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	27.7	24.1-30.7
	ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	71	61-80
	จุดน้ำค้าง (องศาเซลเซียส)	21.4	16.9-24.2
	ปริมาณการระเหยจากผิวดิน (มม.)	1,647.6	109.8-186.8
	ความชื้นของเมฆ (0-10 ออกตา)	5.6	3-8.5
	ความเร็วลม (น็อต)	-	0.9-2.1
อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์	ความกดอากาศ (มิลลิบาร์)	1,008.37	1,004.74-1,013.57
	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	26.9	23.2-29.8
	ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	73	61-84
	จุดน้ำค้าง (องศาเซลเซียส)	21	15.8-24
	ปริมาณการระเหยจากผิวดิน (มม.)	1,596.3	105.2-184.3
	ความชื้นของเมฆ (0-10 ออกตา)	5.4	2.7-8.6
	ความเร็วลม (น็อต)	-	1.4-2.5

ตารางที่ 4 (ต่อ) สรุปค่าเฉลี่ยรายปีและช่วงพิสัยของตัวแปรภูมิอากาศที่สำคัญในพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน

สถานีตรวจวัด สภาพอากาศ	ตัวแปรภูมิอากาศ	ค่าเฉลี่ยรายปี	ช่วงพิสัยของค่าเฉลี่ยรายปี
อำเภอเมือง จังหวัดน่าน	ความกดอากาศ (มิลลิบาร์)	1,008.99	1,005.5-1,014.01
	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	28.2	24.6-31.5
	ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	70	60-82
	จุดน้ำค้าง (องศาเซลเซียส)	21.7	17.1-24.4
	ปริมาณการระเหยจากผิวดิน (มม.)	2,018	126.5-243.5
	ความชื้นของเมฆ (0-10 ออกกตา)	5.6	2.9-8.6
	ความเร็วลม (น็อต)	-	1.5-5.4

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา (2543)

### 2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณฝน

จากข้อมูลปริมาณฝนรายเดือนเฉลี่ยในพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน ซึ่งทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกรมชลประทานจำนวน 76 สถานี โดยสรุปค่าเฉลี่ยรายเดือนของปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาในลุ่มน้ำน่าน ได้ดังตารางที่ 5 และแผนที่แสดงชั้นน้ำฝนเฉลี่ยรายปี ดังภาพที่ 7

เมื่อนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนของพื้นที่ลุ่มน้ำน่านมาพิจารณา พบว่าปริมาณน้ำฝนในแต่ละลุ่มน้ำสาขามีค่าผันแปรอยู่ในช่วงระหว่าง 1,031.2 มม.ต่อปี (ที่ลุ่มน้ำสาขาน้ำแหวง) จนถึง 1,730.9 มม.ต่อปี (ที่ลุ่มน้ำสาขาน้ำยาว (2))

ตารางที่ 5 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนและรายปีเฉลี่ยของกลุ่มน้ำสาขาในลุ่มน้ำน่าน

ลำดับ ที่	รหัส ลุ่มน้ำ สาขา	ชื่อลุ่มน้ำสาขา	พื้นที่รับน้ำฝน ลุ่มน้ำสาขา (ตร.กม.)	ปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ย (มม.)												ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (มม.)		
				เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน (พ.ค.-ต.ค.)	ฤดูแล้ง (พ.ย.-เม.ย.)	รายปี
1	0902	แม่น้ำน่านตอนบน	2,224.77	94.2	169.0	188.9	347.1	376.1	216.8	79.5	23.5	10.0	7.2	6.2	39.5	1,377.4	180.6	1,558.0
2	0903	ห้วยน้ำขาว (1)	863.54	101.3	224.5	233.0	344.8	344.9	215.3	88.8	28.3	10.2	8.9	9.3	44.2	1,451.3	202.2	1,653.5
3	0904	แม่น้ำน่านส่วนที่ 2	1,449.68	87.4	180.3	158.8	228.1	279.0	203.1	77.4	21.6	8.0	6.5	11.6	32.4	1,126.7	167.5	1,294.2
4	0905	น้ำขาว (2)	596.78	93.1	167.1	209.2	394.9	410.5	254.8	103.1	27.4	11.0	6.5	6.3	47.0	1,539.6	191.3	1,730.9
5	0906	น้ำสมุน	583.55	93.9	177.7	145.7	211.8	278.2	205.2	75.4	23.1	7.7	6.9	12.1	32.0	1,094.0	175.7	1,269.7
6	0907	แม่น้ำน่านส่วนที่ 3	3,376.98	67.9	204.0	171.2	177.6	229.3	216.1	70.4	11.3	4.2	3.2	10.1	20.3	1,068.6	117.0	1,185.6
7	0908	น้ำสา	753.62	83.6	178.2	140.9	187.1	244.5	206.6	80.7	17.1	8.0	4.9	12.3	28.7	1,038.0	154.6	1,192.6
8	0909	น้ำว้า	2,203.64	79.9	162.4	158.6	273.2	324.7	206.6	87.4	23.1	6.5	2.9	7.5	33.1	1,212.9	153.0	1,365.9
9	0910	น้ำแหง	1,045.03	76.1	177.3	125.4	138.4	201.4	176.9	88.4	12.7	2.9	5.1	8.4	18.2	907.8	123.4	1,031.2
10	0911	แม่น้ำน่านส่วนที่ 4	2,759.65	61.4	197.5	164.0	171.3	244.6	248.9	114.1	21.4	4.6	6.8	10.2	26.1	1,140.4	130.5	1,270.9
11	0912	น้ำปาด	2,436.62	78.2	179.9	140.0	152.9	228.5	224.6	79.4	12.7	2.8	3.7	11.2	36.8	1,005.3	145.4	1,150.7
12	0913	คลองตรอน	1,266.50	65.4	194.3	138.9	163.2	235.0	256.4	108.3	19.6	4.6	7.2	11.6	29.1	1,096.1	137.5	1,233.6
13	0914	แม่น้ำแควน้อย	4,483.13	65.5	198.5	198.2	222.9	270.1	276.8	121.5	24.1	4.9	4.8	13.1	31.0	1,288.0	143.4	1,431.4
14	0915	น้ำภาค	968.91	81.6	194.4	172.8	190.8	273.5	274.9	101.9	19.3	3.6	4.3	15.5	35.5	1,208.3	159.8	1,368.1
15	0916	แม่น้ำวังทอง	1,999.06	57.8	186.7	183.5	195.3	248.6	258.1	124.4	29.1	4.7	7.1	14.8	32.5	1,196.6	146.0	1,342.6
16	0917	แม่น้ำน่านตอนล่าง	7,128.22	94.2	169.0	188.9	347.1	376.1	216.8	79.5	23.5	10.0	7.2	6.2	39.5	1,377.4	180.6	1,558.0
รวมลุ่มน้ำน่าน			34,139.68															

ที่มา : กรมทรัพยากรน้ำ (2548)



### 3. การศึกษาสภาพน้ำหลากของกลุ่มน้ำน่านโดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง MIKE 11

ในการศึกษาสภาพน้ำหลากของกลุ่มน้ำน่านแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) การประเมินกราฟน้ำหลากโดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง NAM สำหรับกลุ่มน้ำสาขาต่าง ๆ เพื่อใช้ในแบบจำลอง MIKE 11 HD 2) การศึกษาการเคลื่อนที่ของน้ำหลากและสภาพการเกิดน้ำท่วมในลุ่มน้ำน่านตั้งแต่ท้ายอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ ถึง อำเภอบางมูลนาก จังหวัดพิจิตร โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง MIKE 11 HD โดยการศึกษาในแต่ละส่วนสรุปได้ดังนี้

3.1 การประเมินปริมาณการไหลเข้าด้านข้างและกราฟน้ำหลากของกลุ่มน้ำสาขาและปริมาณการไหลเข้าด้านข้างที่มีและไม่มีการตรวจวัดน้ำท่าโดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง NAM เพื่อใช้เป็นข้อมูลด้านเข้าสำหรับแบบจำลอง MIKE 11 HD ในการจำลองสภาพน้ำหลากของกลุ่มน้ำน่านสำหรับเหตุการณ์ในอดีต โดยมีขั้นตอนการศึกษาดังต่อไปนี้

3.1.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลแผนที่ ได้แก่ การรวบรวมข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศของกลุ่มน้ำน่านจากกรมแผนที่ทหาร มาตรฐาน 1:50,000 และ 1:250,000 เพื่อใช้ศึกษาลักษณะภูมิประเทศพื้นที่ลุ่มน้ำและพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาของกลุ่มน้ำน่าน แผนที่ธรณีวิทยาและการใช้ที่ดิน เพื่อหาลักษณะของดินและการใช้ที่ดินเพื่อเป็นตัวช่วยในการกำหนดค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของแบบจำลอง NAM ดังแสดงแผนที่สภาพการใช้ที่ดินในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำน่านในภาพที่ 8

3.1.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลอุตุวิทยามหาวิทยาลัยและอุทกวิทยา ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลปริมาณฝนรายวัน ปริมาณน้ำท่ารายวัน ปริมาณการระเหยรายวัน

3.1.3 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง NAM เพื่อการสอบเทียบแบบจำลองเพื่อประเมินพารามิเตอร์ควบคุมแบบจำลอง NAM ในแต่ละกลุ่มน้ำสาขาที่มีสถานีวัดน้ำท่าในลุ่มน้ำน่านเพื่อใช้เป็นข้อมูลด้านเข้าสำหรับแบบจำลอง MIKE 11 HD สำหรับเหตุการณ์ในอดีตเพื่อสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง MIKE 11 HD นอกจากนั้นแล้วในกรณีการศึกษาสภาพน้ำหลากของกลุ่มน้ำน่านจะทำการประเมินกราฟน้ำหลากสำหรับแต่ละกลุ่มน้ำสาขา รวมทั้งปริมาณการไหลเข้าด้านข้างเพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลด้านเข้าของแบบจำลอง MIKE 11 HD ในการสอบเทียบแบบจำลองมีข้อมูลด้านเข้าดังต่อไปนี้



ก. พารามิเตอร์และเงื่อนไขเริ่มต้น (Parameters and Initial Conditions) ได้แก่ พื้นที่ลุ่มน้ำ พารามิเตอร์ต่าง ๆ ของแบบจำลอง NAM ซึ่งประกอบด้วย  $U_{max}$  ,  $L_{max}$  , CQOF, CKIF, TOF, TIF, TG, CK1 , CK2 , CKBF, Sy, GWLmin , GWLBF0 , GWLFL1 และ CAREA ที่ได้จากการประเมินเบื้องต้นจากสภาพของพื้นที่ รวมถึงความชื้นในชั้นผิวดิน ความชื้นในชั้นรากพืช การไหลบนผิวดิน (Overland Flow) , การไหลในแนวราบ (InterFlow) , และความลึกของชั้นน้ำใต้ดิน (Groundwater Depth) ซึ่งในการกำหนดค่าเงื่อนไขเริ่มต้นส่วนใหญ่มักจะพิจารณาในช่วงฤดูแล้งเพื่อให้ง่ายต่อการกำหนดค่าเงื่อนไขเริ่มต้น

ข. เงื่อนไขขอบเขตของข้อมูล (Boundary Conditions) ประกอบด้วย ข้อมูลปริมาณฝนรายวัน ปริมาณการระเหยรายวัน และปริมาณน้ำท่ารายวัน

ค. ปริมาณฝนตามพื้นที่ (Areal Rainfall) กำหนดได้โดยแบบจำลอง NAM จากการกำหนดค่าสัดส่วนการถ่วงน้ำหนักของสถานีวัดน้ำฝนแต่ละสถานีที่มีอิทธิพลต่อสถานีวัดน้ำท่าที่พิจารณา โดยปริมาณฝนตามพื้นที่สามารถคำนวณได้ด้วยวิธี Thiessen Polygon ซึ่งค่าสัดส่วนการถ่วงน้ำหนักของสถานีวัดน้ำฝนในแต่ละลุ่มน้ำสาขาที่มีสถานีวัดน้ำท่าตั้งอยู่ในลุ่มน้ำนั้นแสดงไว้ในตารางที่ 6

ง. การประเมินค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม โดยการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง (Model calibration and verification) สำหรับแต่ละสถานีวัดน้ำท่าที่พิจารณา โดยช่วงเวลาของเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ใช้ในการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง NAM แสดงในตารางที่ 7

จ. การประยุกต์ใช้แบบจำลอง NAM เพื่อประเมินพารามิเตอร์ควบคุมแบบจำลอง NAM ในแต่ละลุ่มน้ำสาขาที่ไม่มีสถานีวัดน้ำท่าเพื่อประเมินกราฟน้ำหลากของปริมาณการไหลเข้าด้านข้างเพื่อใช้เป็นข้อมูลในแบบจำลอง MIKE 11 HD ในการจำลองสภาพน้ำหลากของแม่น้ำน่านตั้งแต่ท้ายอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ ถึง อำเภอบางมูลนาก จังหวัดพิจิตร โดยมีข้อมูลด้านเข้าของแบบจำลองตามที่กล่าวมาแล้ว แต่เนื่องจากพื้นที่ที่ต้องการประเมินกราฟน้ำหลากไม่มีสถานีตรวจวัดน้ำท่าตั้งอยู่ที่บริเวณดังกล่าว ได้แก่ พื้นที่ลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำน่านส่วนที่ 4 ลุ่มน้ำสาขาลองตรอน และลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำน่านตอนล่าง ดังนั้นในการประเมินกราฟน้ำหลากที่ได้จากแบบจำลอง NAM จึงนำมาเปรียบเทียบกับกราฟน้ำหลากที่เกิดจากผลต่างระหว่างกราฟน้ำ

ตารางที่ 6 สถานีวัดน้ำฝน และค่าสัดส่วนการถ่วงน้ำหนักที่ใช้ในแบบจำลอง NAM

ลำดับ ที่	ลุ่มน้ำย่อย	สถานี วัดน้ำท่า	พื้นที่รับน้ำฝน (ตร.กม.)	สถานี วัดน้ำฝน	ค่าสัดส่วนการ ถ่วงน้ำหนัก
1	น่านส่วนที่ 2	N.1	2,265.00	28102	0.40
				28042	0.13
				28073	0.13
				28142	0.17
				28013	0.17
2	น้ำว่า	N.42	2,203.64	28152	0.89
				28111	0.11
3	น่านส่วนที่ 3	N.13A	8,855.00	28102	0.26
				28042	0.16
				28073	0.08
				28142	0.11
				28013	0.07
				28152	0.19
				28022	0.09
28111	0.04				
4	น้ำแห้ง	N.63	1,045.03	28032	1.00
5	น้ำปาด	N.33	2,436.62	70202	0.39
				70072	0.32
				70022	0.29
6	แควน้อย	N.22	4,483.13	39042	0.47
				39142	0.27
				39072	0.26
7	วังทอง	N.24	1,999.06	36104	0.45
				39132	0.37
				39032	0.18

ตารางที่ 7 ช่วงเวลาของเหตุการณ์กราฟน้ำท่าของกลุ่มน้ำสาขาที่พิจารณาที่ใช้ในแบบจำลอง NAM

ลำดับ ที่	กลุ่มน้ำสาขา	สถานี วัดน้ำท่า	พื้นที่รับน้ำฝน (ตร.กม.)	ช่วงเวลา สอบเทียบ	ช่วงเวลา ตรวจพิสูจน์
1	น่านส่วนที่2	N.1	2,265.00	2544-2546	2538-2539
2	น้ำว้า	N.42	2,203.64	2543-2545	2538-2539
3	น่านส่วนที่3	N.13A	8,855.00	2544-2546	2538-2539
4	น้ำแห้ง	N.63	1,045.03	2544-2546	2538-2539
5	น้ำป่าด	N.33	2,436.62	2529-2531	2528
6	แควน้อย	N.22	4,483.13	2544-2546	2538-2539
7	วังทอง	N.24	1,999.06	2544-2546	2538-2539

ผลที่ได้จากการประยุกต์ใช้แบบจำลอง MIKE 11 HD (กรณีไม่มีการไหลเข้าด้านข้าง) กับกราฟน้ำหลากที่ได้จากการตรวจวัดจริง ตัวอย่างเช่น กรณีการศึกษากราฟน้ำหลากของสถานี N.12A โดยมีสถานีต้นเหนือน้ำ คือ สถานีอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ และปริมาณน้ำท่าจากสถานี N.33 (จากกลุ่มน้ำสาขาน้ำป่าด) เป็นข้อมูลด้านเข้าจะทำการประยุกต์แบบจำลอง MIKE 11 HD ในช่วงลำน้ำจากเขื่อนสิริกิติ์ ถึง N.12A โดยไม่พิจารณาการไหลเข้าด้านข้างระหว่างสถานีวัดน้ำท่าทั้งสอง ยกเว้นปริมาณน้ำท่าจากสถานี N.33 จากนั้นนำผลลัพธ์ของกราฟน้ำหลากของสถานี N.12A ที่ได้จากแบบจำลอง MIKE 11 HD มาหาผลต่างจากกราฟน้ำหลากที่สถานี N.12A ที่ได้จากการตรวจวัด ต่อจากนั้นนำกราฟน้ำหลากของความแตกต่างมาใช้เปรียบเทียบกับกราฟน้ำหลากที่ได้จากการประยุกต์ใช้แบบจำลอง NAM ของสถานี N.12A เพื่อสอบเทียบให้ได้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมของแบบจำลอง NAM ต่อไป โดยค่าสัดส่วนการถ่วงน้ำหนักของสถานีวัดน้ำฝน สำหรับปริมาณการไหลเข้าด้านข้างแสดงไว้ในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ค่าสัดส่วนการถ่วงน้ำหนักของสถานีวัดน้ำฝน สำหรับปริมาณการไหลเข้าด้านข้าง

ลำดับ ที่	ปริมาณการไหลเข้า ด้านข้างที่พิจารณา	พื้นที่รับน้ำฝน (ตร.กม.)	สถานี วัดน้ำฝน	ค่าสัดส่วน ถ่วงน้ำหนัก
1	ลุ่มน้ำน่านส่วนที่ 4	2,795.65	70151	0.07
			70062	0.10
			70192	0.17
			70170	0.27
			70052	0.12
			70221	0.11
			70042	0.11
			39052	0.05
2	น้ำป่า	2,436.62	70202	0.39
			70072	0.32
			70022	0.29
3	คลองตรอน	1,266.50	70052	0.50
			70221	0.50
4	ลุ่มน้ำน่านตอนล่าง (เหนือสถานีวัดน้ำท่า N.8A บริเวณอำเภอ บางมูลนาก จังหวัด พิจิตร ขึ้นไป)	5,852.71	39151	0.11
			39062	0.15
			38072	0.32
			38042	0.10
			38082	0.14
	36052	0.18		

3.2 การศึกษาการเคลื่อนที่ของกราฟน้ำหลากในแม่น้ำน่านและลำน้ำสาขาตั้งแต่ท้ายอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ ถึง อำเภอบางมูลนาก จังหวัดพิจิตร โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamic Model ; MIKE 11 HD)

### 3.2.1 การรวบรวมข้อมูล

ก. ข้อมูลลักษณะภูมิประเทศของกลุ่มน้ำน่านโดยการศึกษาจากแผนที่ 1: 250,000 และ 1 : 50,000 ของกรมแผนที่ทหารเพื่อหาขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำ และสร้างเป็นแผนภูมิจำลองสภาพการไหลของน้ำในแม่น้ำน่าน

ข. ข้อมูลปริมาณน้ำท่าและระดับน้ำ ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลปริมาณน้ำท่าและระดับน้ำรายวัน รวมถึงข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำและปริมาณการไหล (Rating Curve) ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 รายชื่อสถานีวัดน้ำท่าที่เก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำท่า ระดับน้ำ และ Rating Curve

รายชื่อสถานี	จังหวัด	รหัสสถานี	พื้นที่รับน้ำ (ตร.กม.)	หน่วยงาน	ช่วงปีสถิติข้อมูล
1. แม่น้ำป่าด ที่ อ.น้ำป่าด	อุตรดิตถ์	N.33	2,463	กรมชลประทาน	2464-2547
2. แม่น้ำน่าน ที่ อ.ท่าเสา	อุตรดิตถ์	N.12A	15,718	กรมชลประทาน	2509-2547
3. แม่น้ำน่าน ที่ อ.ตรอน	อุตรดิตถ์	N.60	18,692	กรมชลประทาน	2529-2547
4. แม่น้ำน่าน ที่ อ.พรหมพิราม	พิษณุโลก	N.27A	19,540	กรมชลประทาน	2523-2547
5. แม่น้ำแควน้อย ที่ อ.วัดโบสถ์	พิษณุโลก	N.22	4,841	กรมชลประทาน	2506-2547
6. แม่น้ำน่าน ที่ อ.เมือง	พิษณุโลก	N.5A	25,286	กรมชลประทาน	2506-2547
8. แม่น้ำวังทอง ที่ อ.วังทอง	พิษณุโลก	N.24	1,861	กรมชลประทาน	2508-2547
9. แม่น้ำน่าน ที่ อ.เมือง	พิจิตร	N.7A	29,153	กรมชลประทาน	2544-2547
10. แม่น้ำน่าน ที่ อ.ตะพานหิน	พิจิตร	N.10A	30,765	กรมชลประทาน	2514-2547
12. แม่น้ำน่าน ที่ อ.บางมูลนาก	พิจิตร	N.8A	32,878	กรมชลประทาน	2544-2547

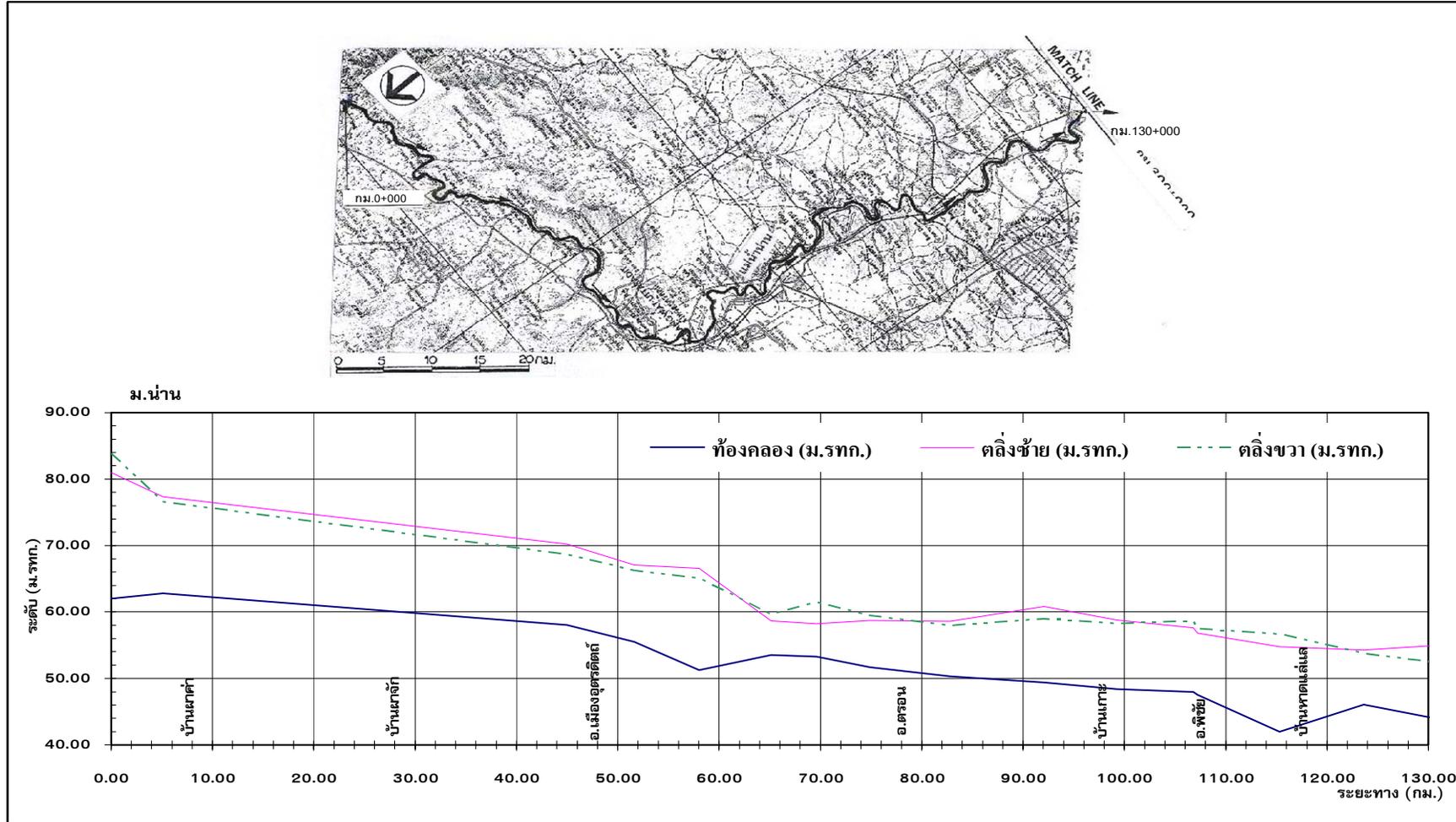
ก. ข้อมูลด้านชลศาสตร์ ได้แก่ ข้อมูลรูปตัดตามยาวและตามขวาง ประกอบด้วย

1) ข้อมูลรูปตัดขวางและรูปตัดตามยาวของแม่น้ำน่านตั้งแต่ท้ายอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ ถึง อำเภอบางมูลนาก จังหวัดพิจิตร เป็นระยะทางรวม 372.42 กิโลเมตร โดยเริ่มจากระยะทางที่ กม. 0 ที่เขื่อนสิริกิติ์ ถึงระยะทางที่ กม.372.42 ที่สถานีวัดน้ำท่า N.8A รวมหน้าตัดขวางทั้งหมด 52 รูปตัดโดยทำการรวบรวมจากกรมชลประทาน และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย จากข้อมูลดังกล่าวสามารถแสดงแปลนและรูปตัดตามยาวของแม่น้ำน่านได้ดังภาพที่ 9 ถึง 11

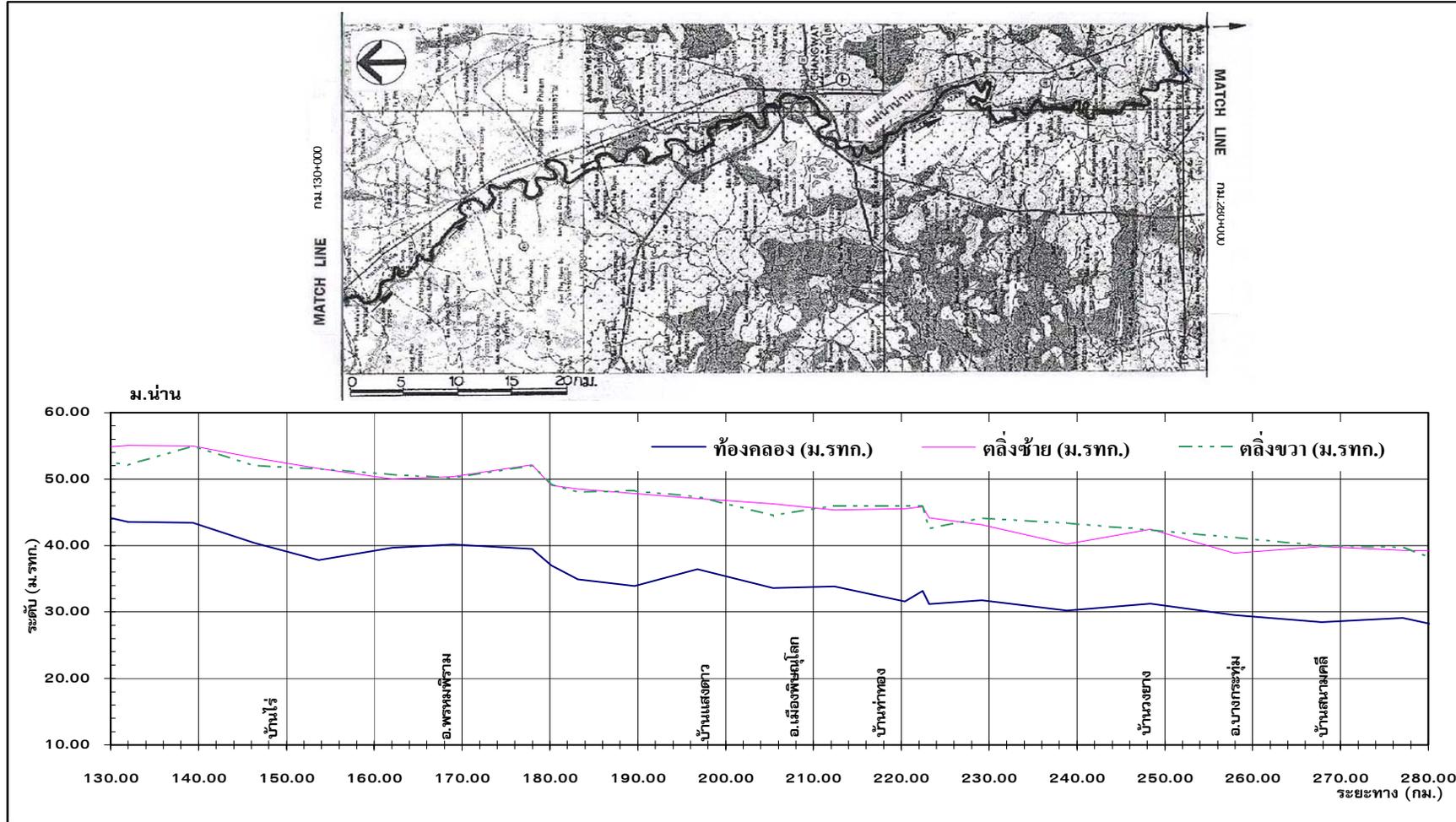
2) ข้อมูลรูปตัดขวางและรูปตัดตามยาวของแนวผันน้ำจากแม่น้ำยมสายเก่าบริเวณอำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย ถึงแม่น้ำน่านบริเวณอำเภอพิชัย จังหวัดพิษณุโลก รวมระยะทาง 38.82 กิโลเมตร รวมหน้าตัดขวางทั้งหมด 21 รูปตัด โดยทำการรวบรวมจากกรมชลประทาน

### 3.2.2 ขอบเขตของแบบจำลอง

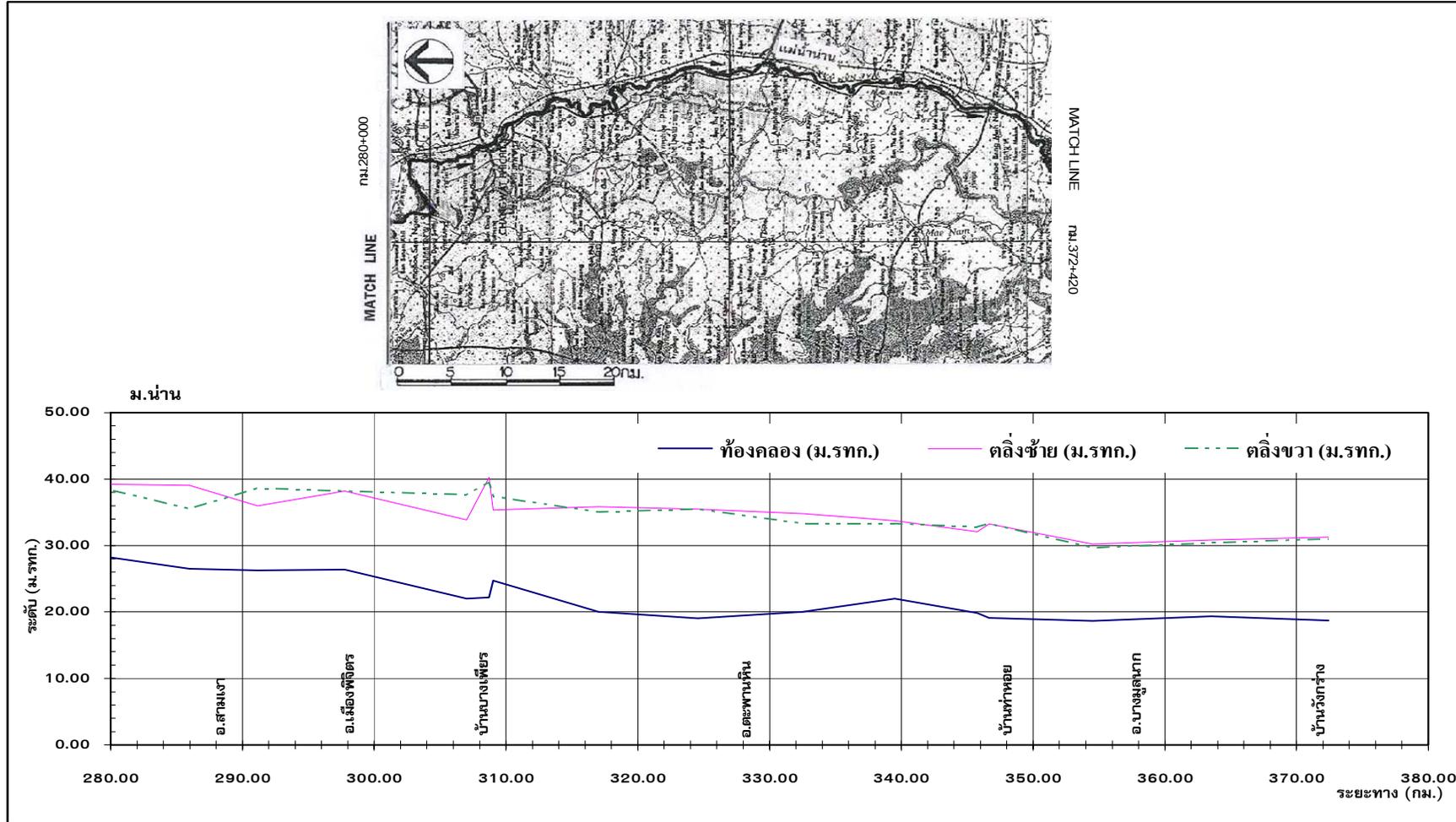
การกำหนดขอบเขตของแบบจำลองจะต้องทำการกำหนดขอบเขตด้านเหนือน้ำ (Upstream Boundary) และขอบเขตด้านท้ายน้ำ (Downstream Boundary) โดยในการศึกษานี้ได้กำหนดขอบเขตด้านเหนือน้ำที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ ข้อมูลด้านเข้า (Input Data) ที่ขอบเขตด้านเหนือน้ำ คือ ปริมาณน้ำระบายท้ายเขื่อนสิริกิติ์รายวัน และปริมาณการไหลเข้าด้านข้างที่จุดพิจารณาต่าง ๆ ตามลำดับ ส่วนขอบเขตด้านท้ายน้ำจะใช้ข้อมูล Rating Curve ของสถานีวัดน้ำท่า N.8A สำหรับแผนภูมิแสดงสภาพการไหลของแม่น้ำน่านและลำน้ำสาขาตั้งแต่อ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ จังหวัดอุตรดิตถ์ ถึง อำเภอบางมูลนาก จังหวัดพิจิตร ภายในขอบเขตที่ทำการศึกษา รวมทั้งตำแหน่งการไหลเข้าด้านข้างของแม่น้ำน่าน โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง MIKE 11 HD แสดงในภาพที่ 12



ภาพที่ 9 แปลนและรูปตัดตามยาวของแม่น้ำน่าน กม.0+00 ถึง กม. 130+00



ภาพที่ 10-1 แพลนและรูปตัดตามยาวของแม่น้ำน่าน กม.130+00 ถึง กม. 280+00



ภาพที่ 11 แปลนและรูปตัดตามยาวของแม่น่าน กม.280+00 ถึง กม. 372+42

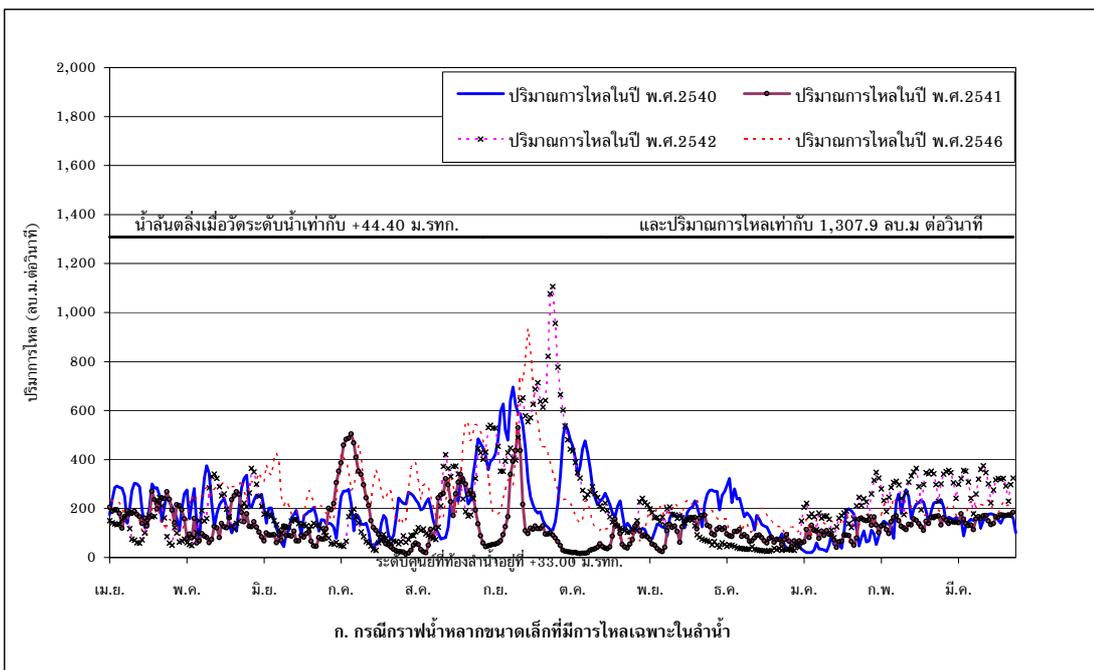


### 3.2.3 การสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamic Model Calibration and Verification)

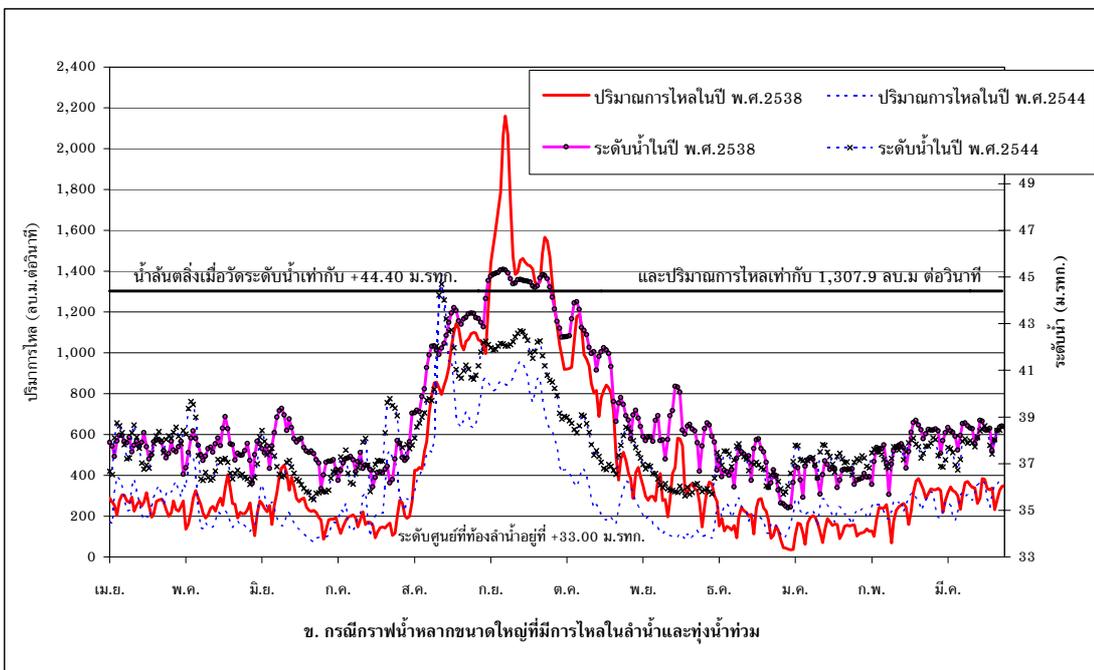
พารามิเตอร์ที่ใช้ในการสอบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์คือ ค่า Manning's  $n$  ซึ่งเป็นค่าที่แสดงถึงความเสียดทานต่อการไหลของน้ำในทางน้ำเปิด โดยทำการปรับค่า Manning's  $n$  ในลำน้ำสายหลักเพื่อให้กราฟน้ำท่าหรือระดับน้ำที่คำนวณได้จากแบบจำลองมีความใกล้เคียงกันมากที่สุดกับกราฟน้ำท่าหรือระดับน้ำที่บันทึกที่สถานีวัดน้ำท่าที่พิจารณา ส่วนการตรวจพิสูจน์แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมที่จะประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อการทำนายเหตุการณ์ในอนาคตสามารถทำได้โดยการนำค่าสัมประสิทธิ์ Manning's  $n$  ที่ได้จากการสอบเทียบแบบจำลองอุทกพลศาสตร์มาทดสอบอีกครั้งด้วยข้อมูลอีกช่วงเวลาหนึ่ง จากข้อมูลปริมาณการไหลและระดับน้ำที่สถานีวัดน้ำท่า N.5A ในปีที่พิจารณาต่างๆ ในภาพที่ 13 จึงเลือกช่วงเวลาของเหตุการณ์กราฟน้ำท่าหลากและจุดพิจารณาที่ใช้ในการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ ในกรณีต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 เหตุการณ์กราฟน้ำท่าหลากและจุดพิจารณาในแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ MIKE 11 H

กราฟน้ำท่าหลาก	สถานีวัดน้ำท่า	ช่วงเวลา	
		การสอบเทียบ	การตรวจพิสูจน์
ขนาดเล็กที่มีการไหลเฉพาะในลำน้ำ	N.60	1 ส.ค. – 30 พ.ย. 2547	1 ส.ค. – 30 พ.ย. 2542
	N.5A		
	N.7A		
	N.8A		
ขนาดใหญ่ที่มีการไหลในลำน้ำและทุ่งน้ำท่วม	N.60	1 ส.ค. – 30 พ.ย. 2547	1 ส.ค. – 30 พ.ย. 2538
	N.5A		
	N.7A		
	N.8A		



ก. กรณีกาหราน้ำหลากขนาดเล็กรที่มีการไหลเฉพาะในลำน้ำ



ข. กรณีกาหราน้ำหลากขนาดใหญ่ที่มีการไหลในลำน้ำและทุ่งน้ำท่วม

ภาพที่ 13 ปริมาณน้ำและระดับน้ำที่สถานีวัดน้ำท่า N.5A อ.เมือง จ.พิจญญ์โลก ในปีทีพิจารณาต่างๆ

#### 4. แนวทางเลือกในแบบจำลองอุทกพลศาสตร์

แนวทางเลือกในแบบจำลองอุทกพลศาสตร์เพื่อการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่ารายวันของกลุ่มน้ำน่าน กรณีมีและไม่มีโครงการผันน้ำจากลุ่มน้ำยม สามารถแบ่งได้เป็น 2 กรณี คือ

##### 4.1 กรณีปัจจุบัน (สภาพปัจจุบันซึ่งยังไม่มีโครงการผันน้ำ)

ในกรณีนี้เป็นแนวทางเพื่อศึกษาศักยภาพของกลุ่มน้ำน่านบริเวณตั้งแต่ท้ายอ่างเก็บน้ำเขื่อนสิริกิติ์ ถึง อำเภอบางมูลนาก จังหวัดพิจิตร ในการรองรับปริมาณน้ำผันจากลุ่มน้ำยม

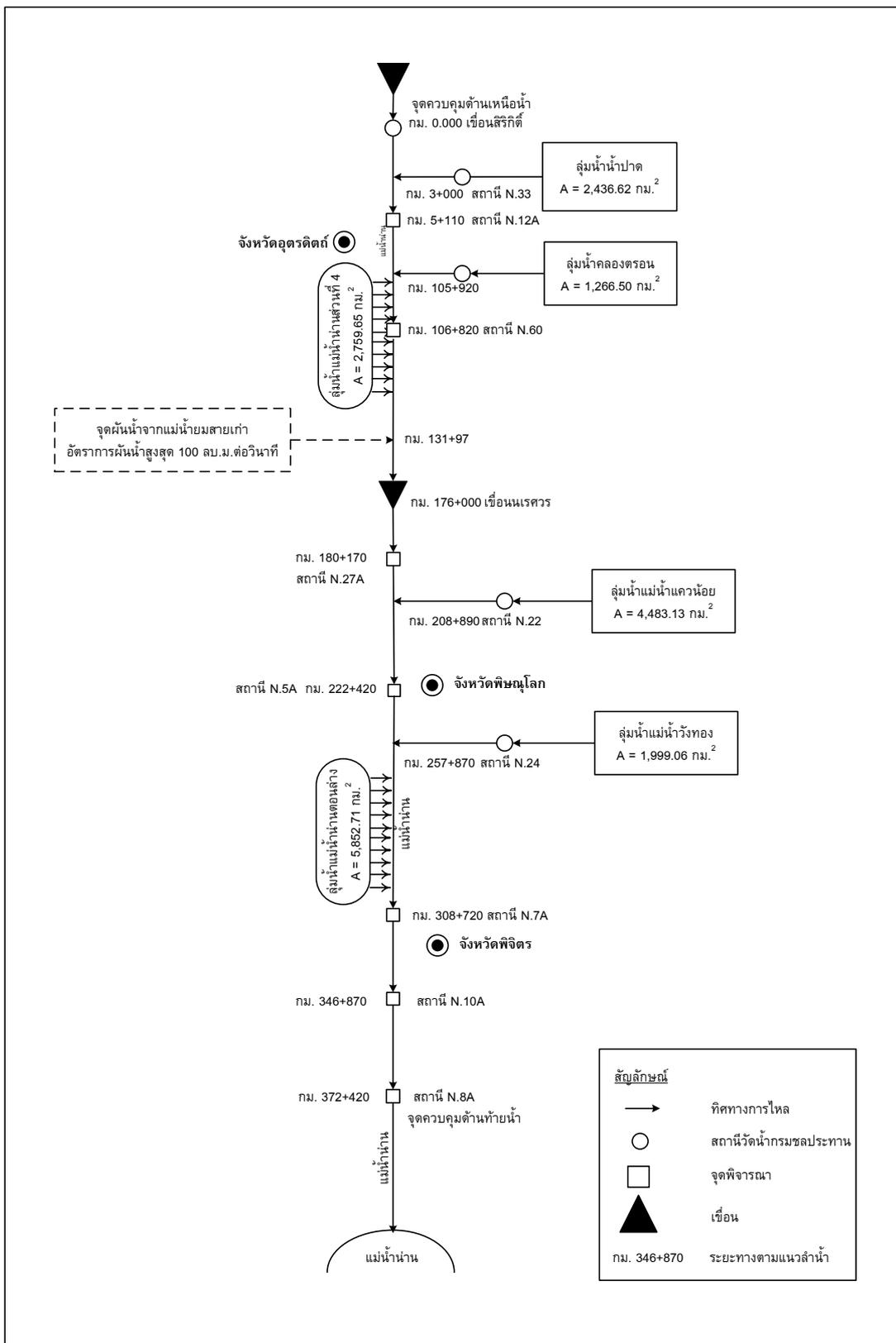
##### 4.2 กรณีอนาคตเมื่อมีการผันน้ำ

จากการดำเนินการก่อสร้างโครงการพัฒนาระบบชลประทานแม่น้ำยมสายเก่า และคลองผันน้ำแม่ข่าย – แม่น้ำน่าน ของกรมชลประทาน โดยได้ดำเนินการปรับปรุงแม่ข่ายสายเก่าซึ่งอยู่ฝั่งซ้ายของลำน้ำยม เพื่อใช้เป็นแนวคลองผันน้ำ ช่วยบรรเทาปัญหาอุทกภัย นอกจากนั้นยังได้ดำเนินการขุดลอกคลองผันน้ำแม่ข่าย – แม่น้ำน่าน นี้ แยกจากแม่ข่ายสายเก่า บริเวณปากคลองตะค้อ เพื่อผันน้ำจากแม่ข่ายที่ไหลมาตามแนวแม่ข่ายสายเก่า ไปลงแม่น้ำน่านที่บริเวณอำเภอพิชัย จังหวัดพิษณุโลก โดยออกแบบให้สามารถระบายน้ำได้สูงสุด 100 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที แผนภูมิระบบแม่น้ำน่านบริเวณพื้นที่ศึกษาเพื่อประยุกต์ใช้ในแบบจำลอง MIKE 11 HD กรณีสภาพอนาคตเมื่อมีการผันน้ำ แสดงได้ดังภาพที่ 14

จากแนวทางดังกล่าวเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของแนวทางผันน้ำ จึงได้ทำการจำลองแบบเพื่อศึกษาแนวทางการผันน้ำ กรณีดังต่อไปนี้ (ดังแสดงในตารางที่ 11)

##### 4.2.1 กรณีการผันน้ำเต็มศักยภาพสูงสุด 100 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

4.2.2 กรณีการผันน้ำที่เป็นไปได้ โดยไม่เกิดความเสี่ยงด้านอุทกภัยน้ำล้นตลิ่ง จากสภาพพื้นที่ปัจจุบัน



ภาพที่ 14 แผนภูมิแสดงระบบแม่น้ำน่านบริเวณพื้นที่ศึกษา กรณีสภาพอนาคตเมื่อมีการผันน้ำ

4.2.3 กรณีการผันน้ำที่เป็นไปได้ โดยไม่เกิดความเสี่ยงด้านอุทกภัยน้ำล้นตลิ่ง เมื่อมีการเสริมตลิ่งบริเวณจุดวิกฤตต่าง ๆ

4.2.4 กรณีการผันน้ำที่เป็นไปได้ โดยไม่เกิดความเสี่ยงด้านอุทกภัยน้ำล้นตลิ่ง เมื่อมีการขุดลอกลำน้ำ

#### ตารางที่ 11 กรณีศึกษาและแนวทางเลือกเพื่อศึกษาศักยภาพของกลุ่มน้ำน่าน

แนวทางเลือก	ช่วงเวลา (ปี พ.ศ.)
1. กรณีปัจจุบัน (สภาพปัจจุบันซึ่งยังไม่มีโครงการผันน้ำ)	2538, 2547
2. กรณีอนาคตเมื่อมีการผันน้ำ 2.1 กรณีการผันน้ำเต็มศักยภาพสูงสุด 100 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที 2.2 กรณีการผันน้ำที่เป็นไปได้ โดยไม่เกิดความเสี่ยงด้านอุทกภัยน้ำล้นตลิ่งจากสภาพพื้นที่ปัจจุบัน 2.3 กรณีการผันน้ำที่เป็นไปได้ โดยไม่เกิดความเสี่ยงด้านอุทกภัยน้ำล้นตลิ่งเมื่อมีการเสริมตลิ่งบริเวณจุดวิกฤตต่าง ๆ 2.4 กรณีการผันน้ำที่เป็นไปได้ โดยไม่เกิดความเสี่ยงด้านอุทกภัยน้ำล้นตลิ่งเมื่อมีการขุดลอกลำน้ำ	2538, 2547

#### 5.การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ทางด้านสถิติ เป็นการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองโดยใช้ตัวแปรทางสถิติหรือสมการในการประเมินความสัมพันธ์หรือความเข้ากันได้ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการคำนวณด้วยแบบจำลองและข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด โดยในการประเมินประสิทธิภาพในการศึกษานี้ จะทำการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง NAM และ MIKE 11 HD ทั้งช่วงของการสอบเทียบและการตรวจพิสูจน์ สำหรับรายละเอียดของตัวแปรทางสถิติที่ใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองสรุปได้ดังนี้

5.1 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ หรือ Correlation Coefficient ( $r$ ) เป็นตัวแปรทางสถิติที่แสดงความสัมพันธ์แบบเส้นตรง (Linear Relationship) ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการคำนวณด้วยแบบจำลองและข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด มีค่าระหว่าง  $-1$  ถึง  $1$  ซึ่งค่าที่เท่ากับ  $1$  หรือ  $-1$  จะแสดงความสัมพันธ์แบบเส้นตรงที่ดีที่สุด โดยค่าที่เท่ากับ  $1$  จะแสดงความสัมพันธ์ในทางเดียวกัน ส่วนค่าที่เท่ากับ  $-1$  จะแสดงความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้าม สำหรับค่าที่เท่ากับ  $0$  แสดงว่าข้อมูลไม่มีความสัมพันธ์กัน (No Linear Relation) โดยมีสมการแสดงความสัมพันธ์ดังนี้

$$r = \frac{\sum_{i=1}^N Q_{obs,i} \cdot Q_{sim,i}}{\sqrt{\sum_{i=1}^N Q_{obs,i}^2 \cdot \sum_{i=1}^N Q_{sim,i}^2}} \quad (1)$$

เมื่อ  $Q_{obs}$  = ปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด  
 $Q_{sim}$  = ปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลอง  
 $N$  = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

5.2 Efficiency Index (EI) เป็นตัวแปรทางสถิติที่แสดงระดับความสัมพันธ์ (Degree of Association) ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการคำนวณด้วยแบบจำลองและข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด ค่าที่ยอมรับได้ควรมีค่าเข้าใกล้  $1$  โดยมีสมการแสดงความสัมพันธ์ดังนี้

$$EI = 1 - \left( \frac{\sum_{i=1}^N (Q_{obs,i} - Q_{sim,i})^2}{\sum_{i=1}^N (Q_{obs,i} - \bar{Q}_{obs})^2} \right) \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ  $Q_{obs}$  = ปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด  
 $Q_{sim}$  = ปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลอง  
 $N$  = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

## ผลและวิจารณ์

### ผลการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองน้ำฝน - น้ำท่า

ในการประยุกต์ใช้แบบจำลอง NAM เพื่อประเมินปริมาณน้ำท่ารายวันในกลุ่มน้ำสาขาของกลุ่มน้ำน่าน โดยทำการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง NAM ที่สถานีวัดน้ำท่าในกลุ่มน้ำสาขาแม่น้ำน่านส่วนที่ 2 (N.1) แม่น้ำว้า (N.42) แม่น้ำน่านส่วนที่ 3 (N.13A) แม่น้ำแห้ง (N.63) แม่น้ำป่าด (N.33) แม่น้ำแควน้อย (N.22) แม่น้ำวังทอง (N.24) โดยพารามิเตอร์ที่เลือกใช้สรุปได้ดังตารางที่ 12

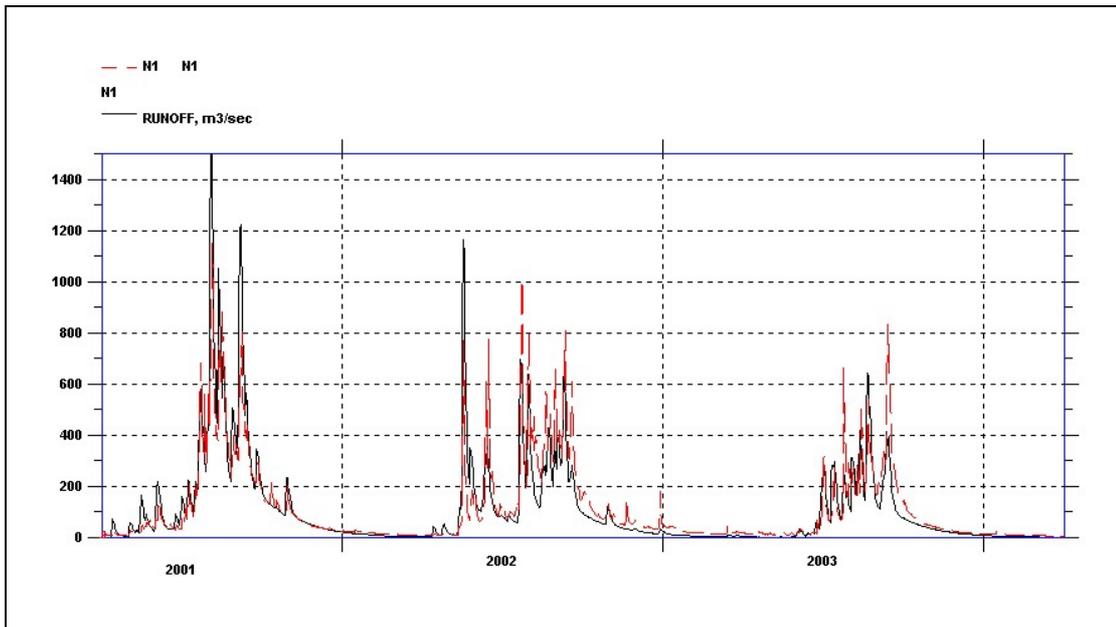
ในส่วนของการประเมินประสิทธิภาพของการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง NAM ที่สถานี N.1 , N.42 , N.13A , N.63 , N.33 , N.22 และ N.24 พบว่า ค่า  $r$  มีค่าระหว่าง 0.78 ถึง 0.94 และค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.86 สำหรับ ค่า EI มีค่าระหว่าง 52.11 ถึง 86.51 และค่าเฉลี่ยเท่ากับ 69.65 ซึ่งนับว่าอยู่ในเกณฑ์ดีเป็นที่ยอมรับได้และเหมาะสมที่จะนำมาประยุกต์ใช้เพื่อประเมินปริมาณน้ำท่าของกลุ่มน้ำสาขาต่างๆ ต่อไป โดยผลการประเมินประสิทธิภาพของการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง NAM ที่สถานี N.1 , N.42 , N.13A , N.63 , N.33 , N.22 และ N.24 สรุปได้ดังในตารางที่ 13 และผลการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง NAM สำหรับเหตุการณ์ต่างๆ ที่สถานี N.1 , N.42 , N.13A , N.63 , N.33 , N.22 และ N.24 แสดงดังภาพที่ 15 ถึง 28

### ตารางที่ 12 พารามิเตอร์ที่เลือกใช้ในการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง NAM

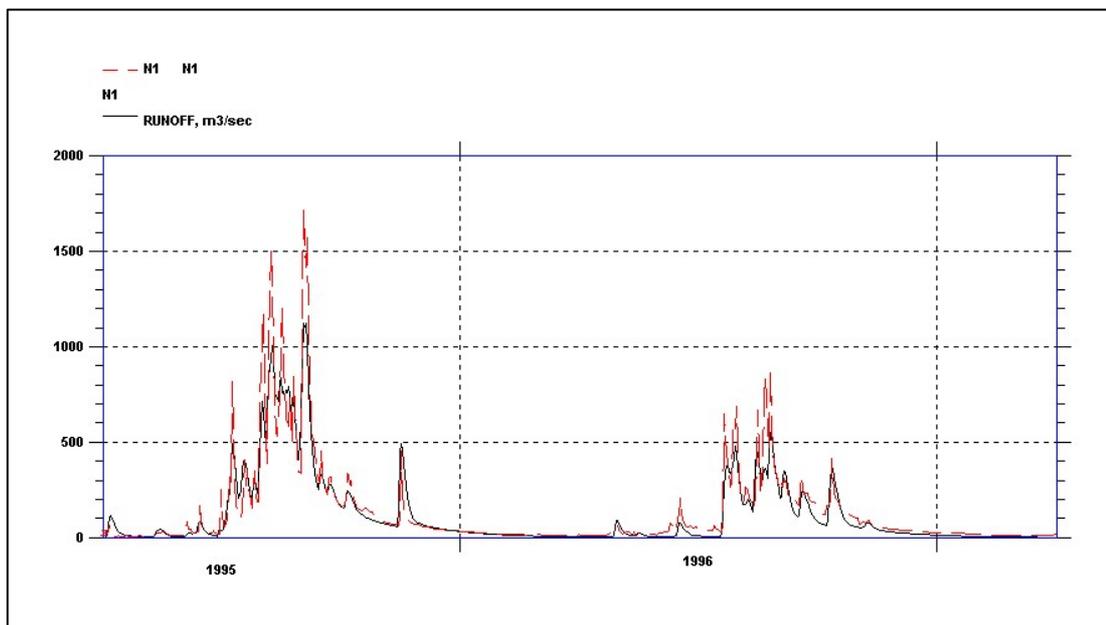
กลุ่มน้ำสาขา	สถานีที่ใช้สอบเทียบและตรวจพิสูจน์	พารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลอง									
		$U_{max}$	$L_{max}$	CQOF	CKIF	TOF	TIF	CK1, CK2	TG	Sy	CKBF
น่านส่วนที่ 2	N.1	10	100	0.6	500	0.1	0	50	0.3	0.1	1000
น้ำว้า	N.42	6	60	0.3	1000	0.05	0	16	0.1	0.1	1000
น่านส่วนที่ 3	N.13A	5	40	0.3	500	0.3	0	5	0.1	0.1	1000
น้ำแห้ง	N.63	30	300	0.5	1000	0.1	0	30	0.3	0.3	3000
น้ำป่าด	N.33	50	500	0.7	1000	0.05	0	35	0.3	0.1	5000
แควน้อย	N.22	25	250	0.5	1000	0.02	0	60	0.3	0.1	1000
วังทอง	N.24	16	160	0.5	1000	0.5	0	28	0.8	0.1	2500

ตารางที่ 13 ผลการประเมินประสิทธิผลของการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง NAM

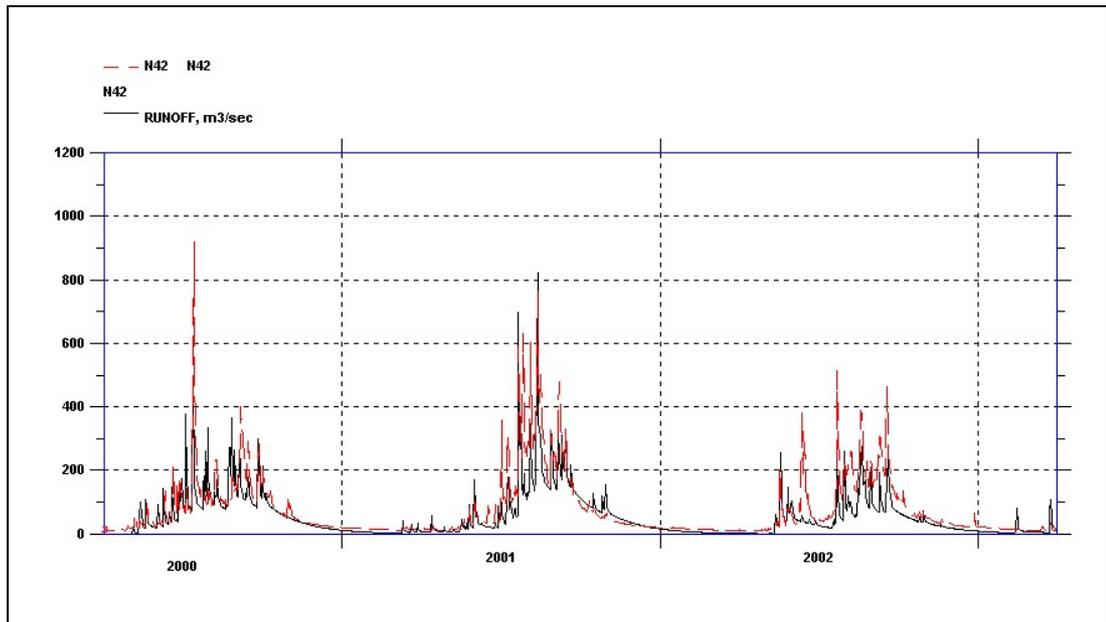
ลุ่มน้ำ	สถานี วัดน้ำท่า	การสอบเทียบ และตรวจพิสูจน์	ช่วงปี	ตัวแปรทางสถิติ	
				EI (%)	r
น่านส่วนที่ 2	N.1	สอบเทียบ	2544-2546	71.01	0.87
		ตรวจพิสูจน์	2538-2539	86.51	0.94
น้ำว่า	N.42	สอบเทียบ	2543-2545	61.54	0.82
		ตรวจพิสูจน์	2538-2539	62.43	0.84
น่านส่วนที่ 3	N.13A	สอบเทียบ	2544-2546	60.27	0.81
		ตรวจพิสูจน์	2538-2539	52.11	0.78
น้ำแห้ง	N.63	สอบเทียบ	2544-2546	76.89	0.91
		ตรวจพิสูจน์	2538-2539	62.30	0.80
น้ำปาด	N.33	สอบเทียบ	2529-2531	57.76	0.86
		ตรวจพิสูจน์	2528	84.15	0.92
แควน้อย	N.22	สอบเทียบ	2544-2546	75.17	0.87
		ตรวจพิสูจน์	2538-2539	79.21	0.89
วังทอง	N.24	สอบเทียบ	2544-2546	71.75	0.85
		ตรวจพิสูจน์	2538-2539	74.05	0.86



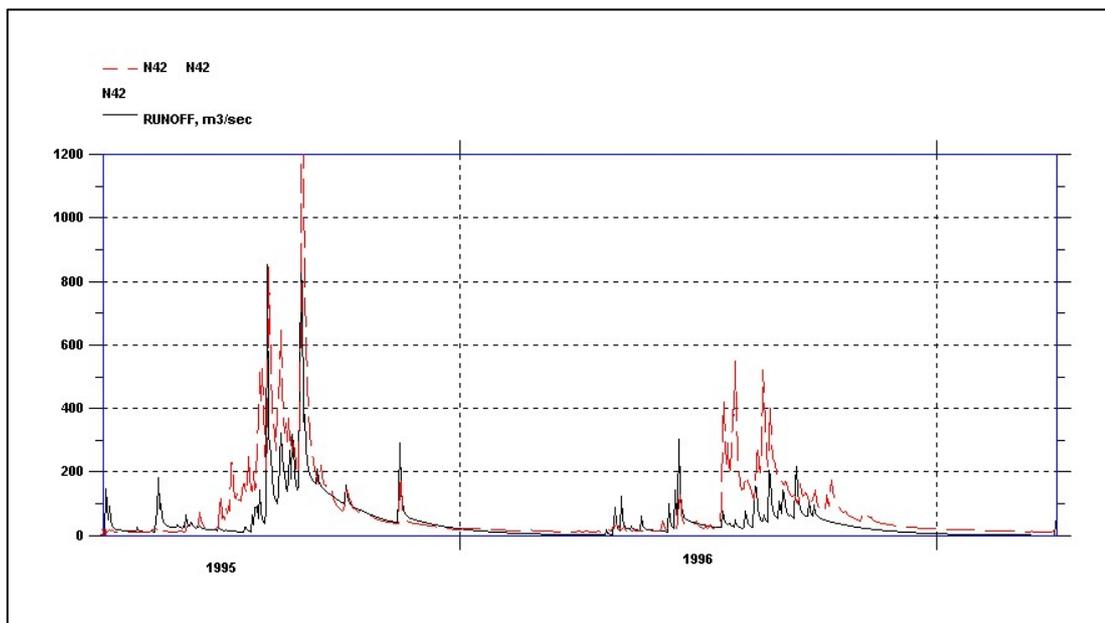
ภาพที่ 15 ผลการสอบเทียบแบบจำลอง NAM ที่สถานี N.1 ช่วงปี พ.ศ. 2544 ถึง 2546



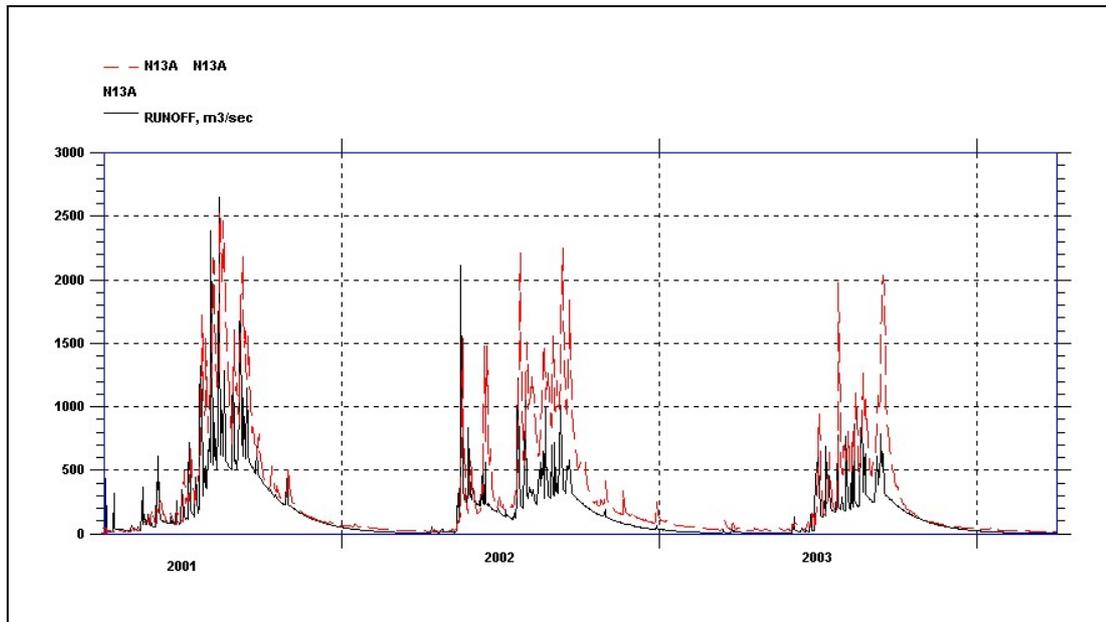
ภาพที่ 16 ผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง NAM ที่สถานี N.1 ช่วงปี พ.ศ. 2538 ถึง 2539



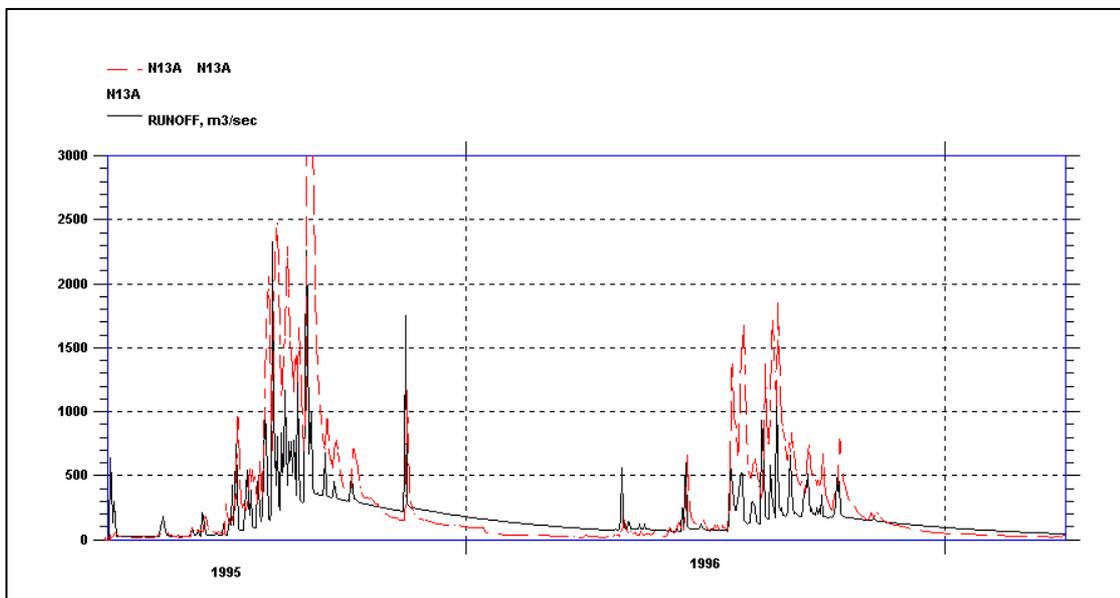
ภาพที่ 17 ผลการสอบเทียบแบบจำลอง NAM ที่สถานี N.42 ช่วงปี พ.ศ. 2543 ถึง 2545



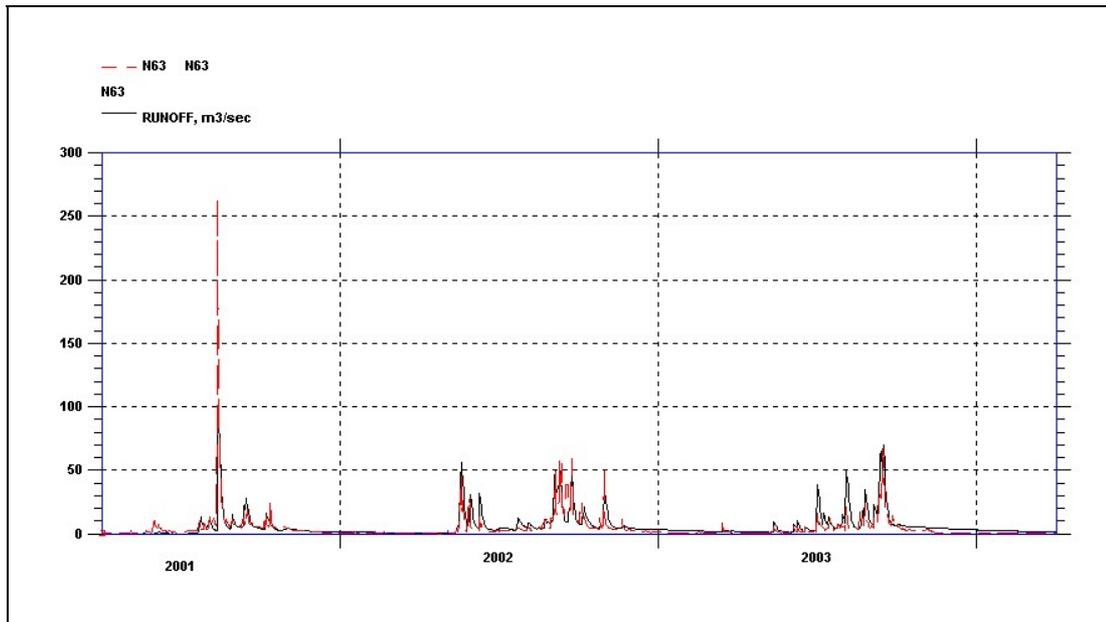
ภาพที่ 18 ผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง NAM ที่สถานี N.42 ช่วงปี พ.ศ. 2538 ถึง 2539



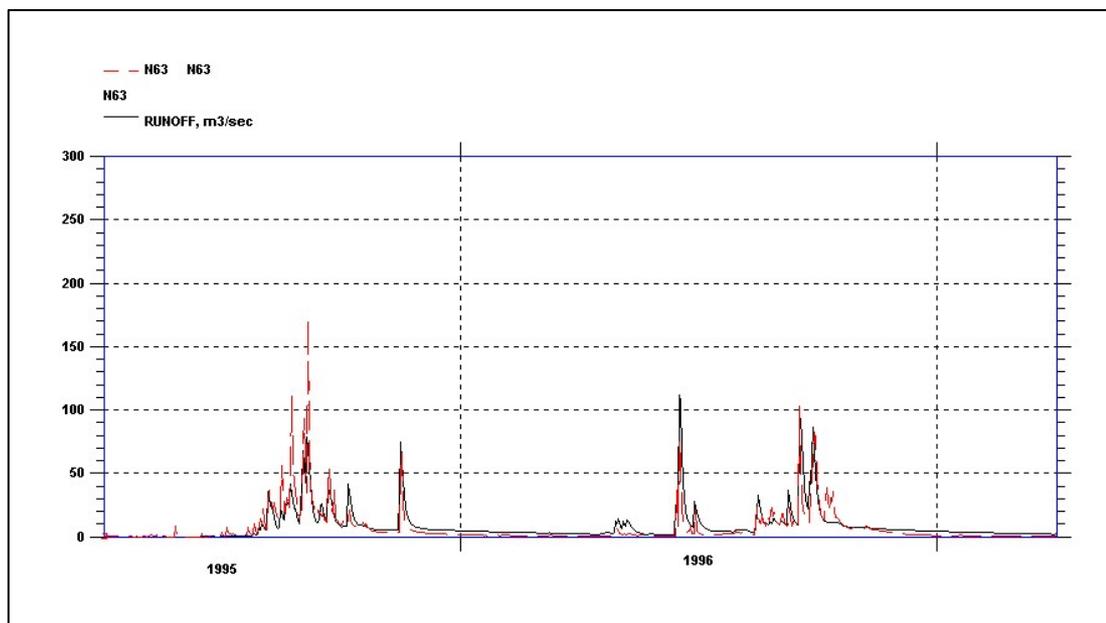
ภาพที่ 19 ผลการสอบเทียบแบบจำลอง NAM ที่สถานี N.13A ช่วงปี พ.ศ. 2544 ถึง 2546



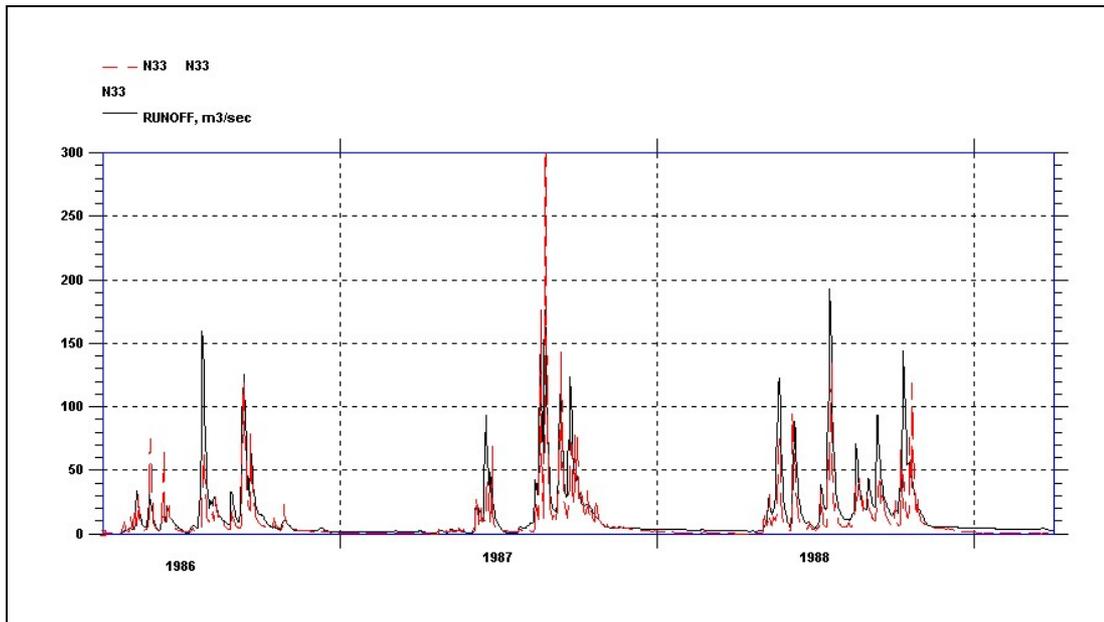
ภาพที่ 20 ผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง NAM ที่สถานี N.13A ช่วงปี พ.ศ. 2538 ถึง 2539



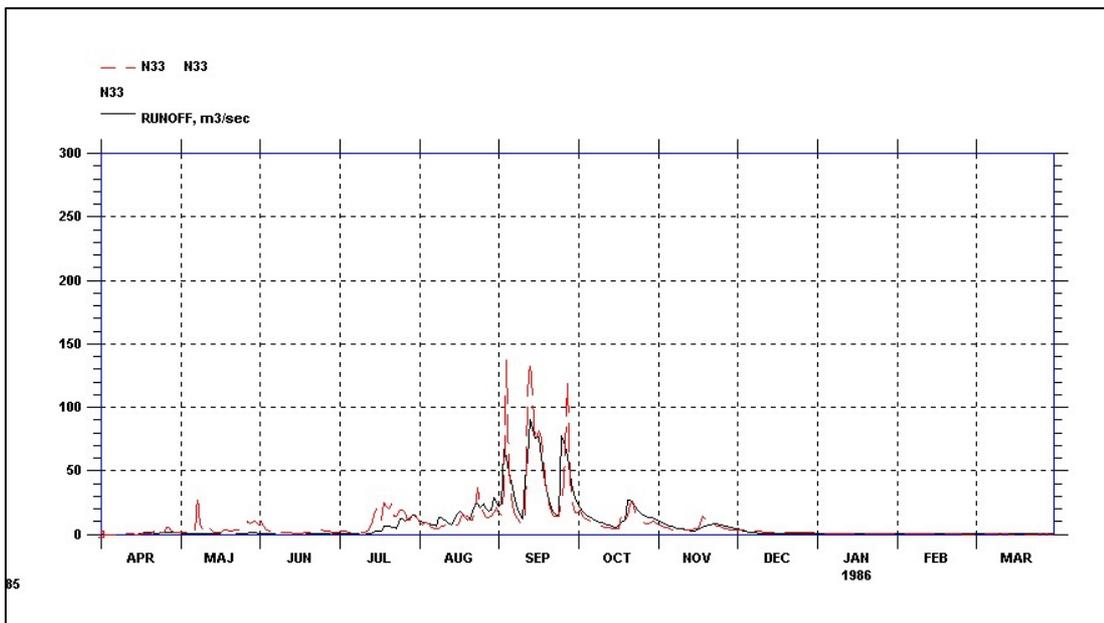
ภาพที่ 21 ผลการสอบเทียบแบบจำลอง NAM ที่สถานี N.63 ช่วงปี พ.ศ. 2544 ถึง 2546



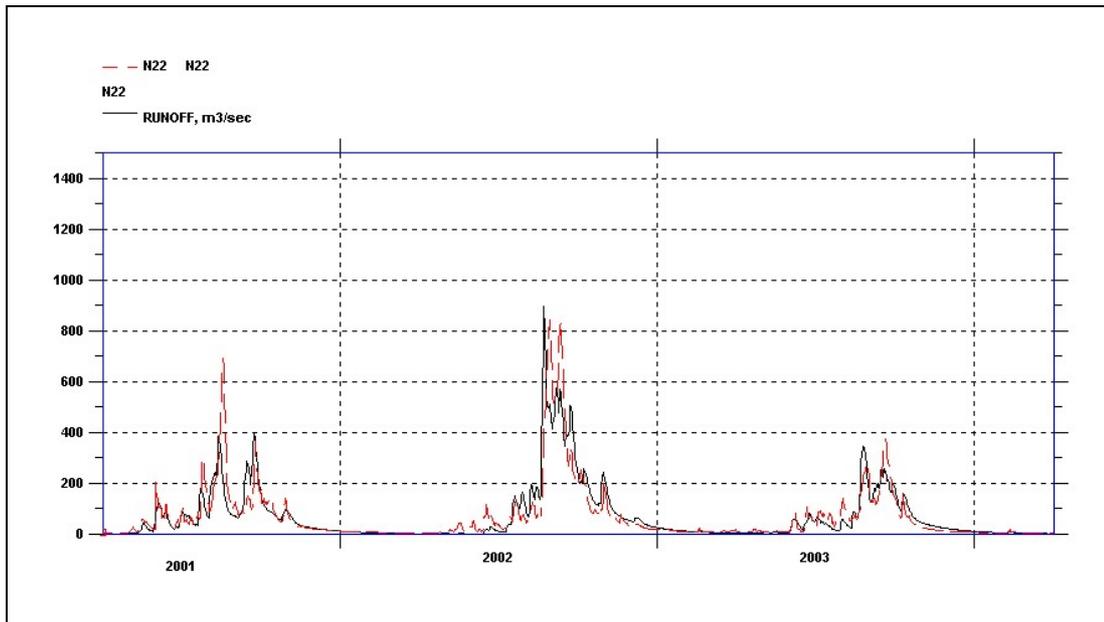
ภาพที่ 22 ผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง NAM ที่สถานี N.63 ช่วงปี พ.ศ. 2538 ถึง 2539



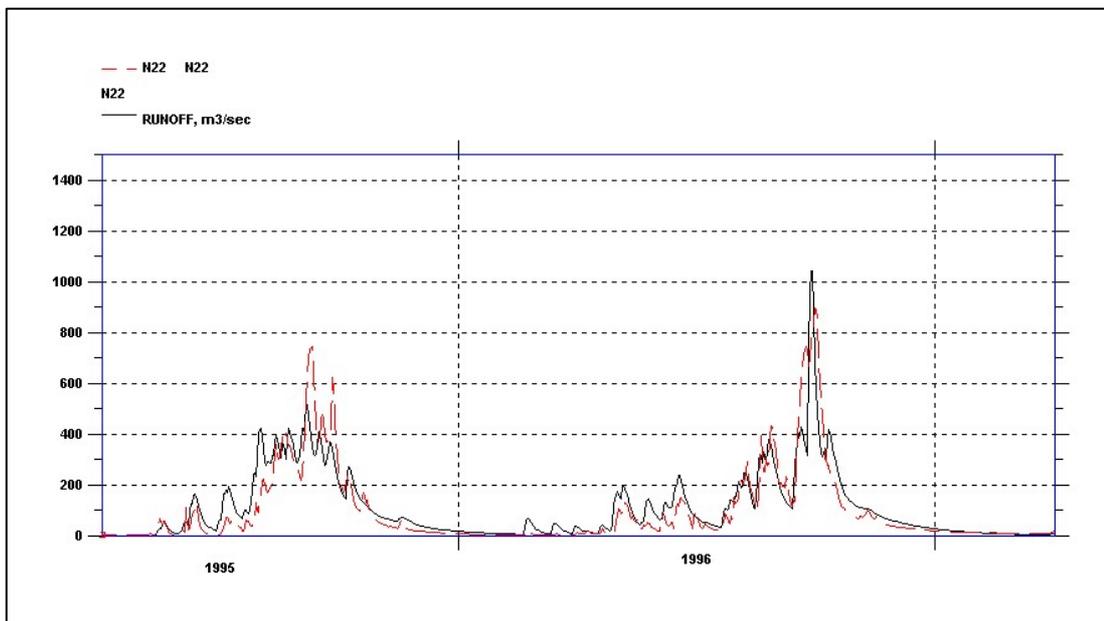
ภาพที่ 23 ผลการสอบเทียบแบบจำลอง NAM ที่สถานี N.33 ช่วงปี พ.ศ. 2529 ถึง 2531



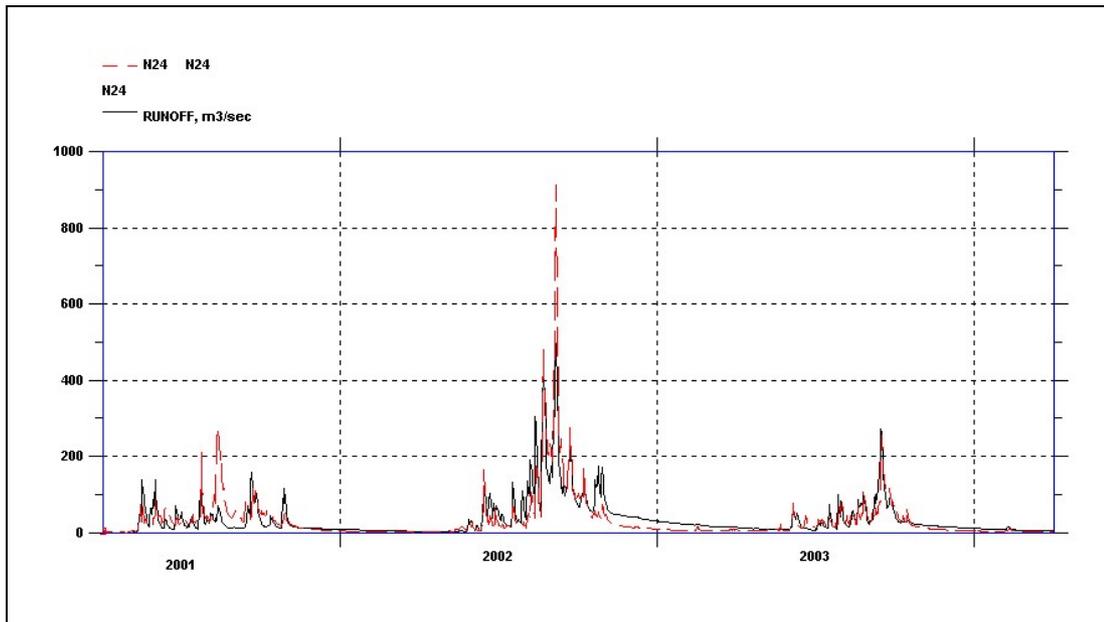
ภาพที่ 24 ผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง NAM ที่สถานี N.33 ช่วงปี พ.ศ. 2528



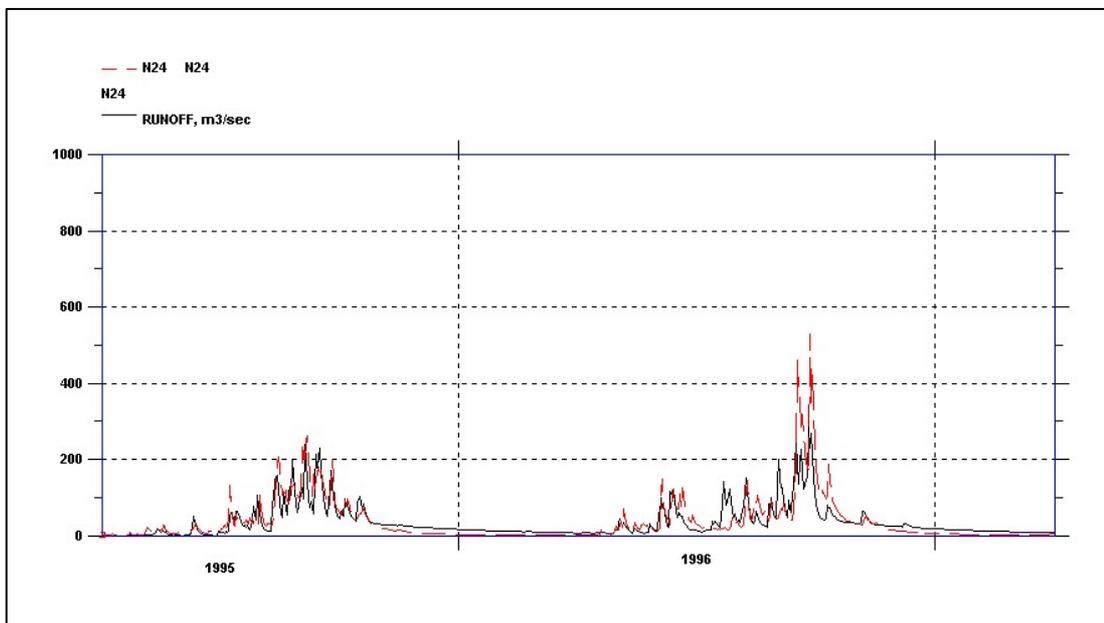
ภาพที่ 25 ผลการสอบเทียบแบบจำลอง NAM ที่สถานี N.22 ช่วงปี พ.ศ. 2544 ถึง 2546



ภาพที่ 26 ผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง NAM ที่สถานี N.22 ช่วงปี พ.ศ. 2538 ถึง 2539



ภาพที่ 27 ผลการสอบเทียบแบบจำลอง NAM ที่สถานี N.24 ช่วงปี พ.ศ. 2544 ถึง 2546



ภาพที่ 28 ผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง NAM ที่สถานี N.24 ช่วงปี พ.ศ. 2538 ถึง 2539

### ผลการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองอุทกพลศาสตร์

ในการศึกษาการเคลื่อนตัวของกราฟน้ำหลากจากท้ายเขื่อนสิริกิติ์ ถึงอำเภอบางมูลนาก จังหวัดพิจิตร โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง MIKE 11 HD นั้น ได้นำกราฟน้ำหลากที่ประเมินได้ โดยแบบจำลอง NAM ใช้เป็นกราฟน้ำหลากที่ไหลเข้าด้านข้าง (Sideflow) ที่ระยะทางต่าง ๆ ตามแผนภูมิการไหลของแม่น้ำน่าน ดังแสดงในภาพที่ 12 และจากผลการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง MIKE 11 HD ที่สถานีวัดน้ำท่า N.60 , N.5A , N.7A และ N.8A ทำให้ได้ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองคือ ค่า Manning's n โดยค่า Manning's n ของการไหลในลำน้ำนี้มีค่าอยู่ระหว่าง 0.030 ถึง 0.050 และค่า Manning's n ของการไหลในทุ่งน้ำท่วมมีค่า 0.050 โดยสรุปได้ดังตารางที่ 14

ในส่วนของการประเมินประสิทธิภาพของการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง MIKE 11 HD ที่สถานี N.60 , N.5A , N.7A และ N.8A พบว่า

1) การประเมินประสิทธิภาพของปริมาณน้ำท่าที่คำนวณได้จากแบบจำลองและที่ทำการตรวจวัดจริง ค่า r มีค่าระหว่าง 0.84 ถึง 0.98 และค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.93 สำหรับ ค่า EI มีค่าระหว่าง 53.3 ถึง 91.88 และค่าเฉลี่ยเท่ากับ 78.28

2) การประเมินประสิทธิภาพของระดับน้ำที่คำนวณได้จากแบบจำลองและที่ทำการตรวจวัดจริง ค่า r มีค่าระหว่าง 0.81 ถึง 0.97 และค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.89 สำหรับ ค่า EI มีค่าระหว่าง 48.57 ถึง 91.45 และค่าเฉลี่ยเท่ากับ 70.19

ซึ่งการประเมินประสิทธิภาพของการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองนับว่าอยู่ในเกณฑ์พอใช้และดีเป็นที่ยอมรับได้และเหมาะสม โดยผลการประเมินประสิทธิภาพของการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง MIKE 11 HD ที่สถานี N.60 , N.5A , N.7A และ N.8A สรุปได้ดังในตารางที่ 15 ถึง 16 และผลการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์ปริมาณน้ำท่าและระดับน้ำ ของแบบจำลอง MIKE 11 HD สำหรับเหตุการณ์ต่างๆ ที่สถานี N.60 , N.5A , N.7A และ N.8A แสดงดังภาพที่ 29 ถึง 52

ตารางที่ 14 ค่าพารามิเตอร์ Manning's n ในแต่ละช่วงลำน้ำ

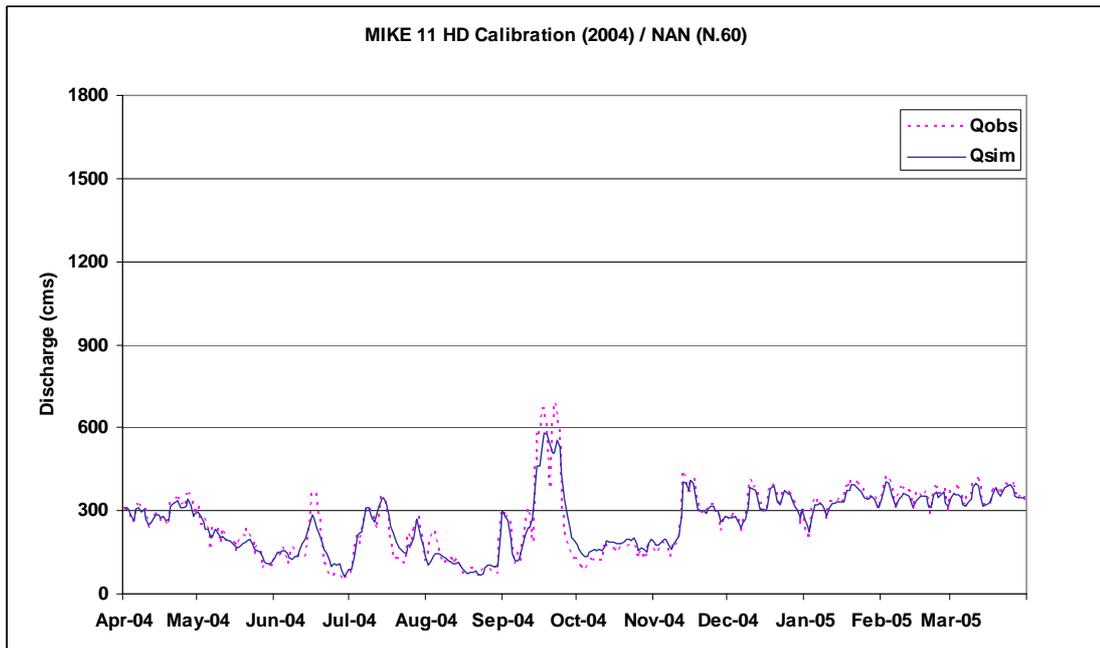
สภาพการไหล	ระยะทาง (กม.)	ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน(n)
การไหลในลำน้ำ	0.00-5.11	0.050
	5.11-180.17	0.033
	180.17-308.72	0.030
	308.72-372.40	0.050
การไหลในทุ่งน้ำท่วม	308.72-372.40	0.050

ตารางที่ 15 ผลการประเมินประสิทธิผลของการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์ปริมาณน้ำ  
ของแบบจำลอง MIKE 11 HD

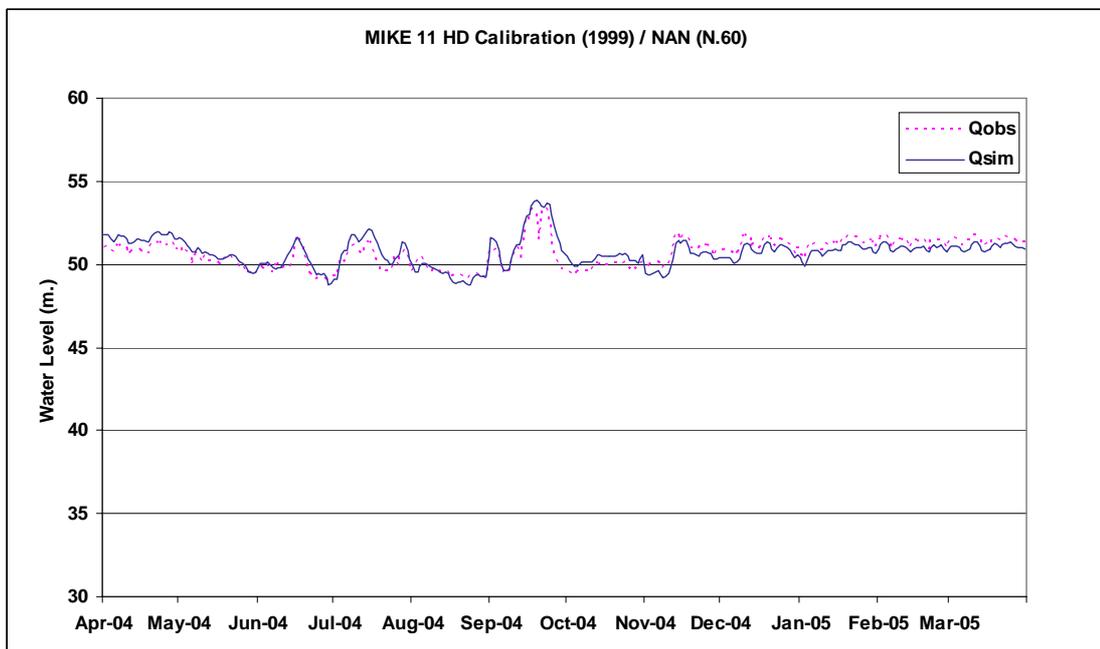
ลุ่มน้ำ	สถานีวัด น้ำท่า	การสอบเทียบและ ตรวจพิสูจน์	ช่วงปี	ตัวแปรทางสถิติ	
				EI (%)	r
น่าน	N.60	สอบเทียบ	1995	67.62	0.90
		ตรวจพิสูจน์	1999	85.14	0.94
			2004	91.66	0.96
	N.5A	สอบเทียบ	1995	91.88	0.97
		ตรวจพิสูจน์	1999	53.30	0.84
			2004	63.67	0.97
	N.7A	สอบเทียบ	1995	85.87	0.93
		ตรวจพิสูจน์	1999	87.46	0.96
			2004	72.91	0.88
	N.8A	สอบเทียบ	1995	77.73	0.89
		ตรวจพิสูจน์	1999	87.53	0.96
			2004	74.63	0.98

ตารางที่ 16 ผลการประเมินประสิทธิผลของการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์ระดับน้ำ  
ของแบบจำลอง MIKE 11 HD

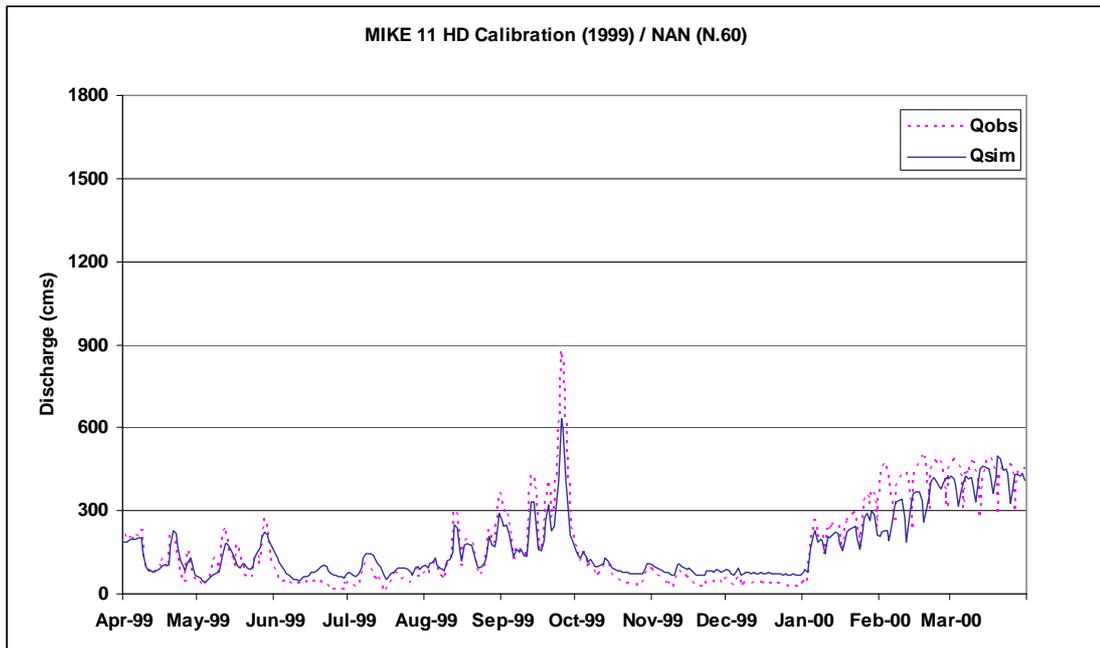
ลุ่มน้ำ	สถานีวัด น้ำท่า	การสอบเทียบและ ตรวจพิสูจน์	ช่วงปี	ตัวแปรทางสถิติ	
				EI (%)	r
น่าน	N.60	สอบเทียบ	1995	65.53	0.93
		ตรวจพิสูจน์	1999	48.57	0.85
			2004	60.62	0.81
	N.5A	สอบเทียบ	1995	91.45	0.97
		ตรวจพิสูจน์	1999	60.43	0.87
			2004	74.03	0.96
	N.7A	สอบเทียบ	1995	80.31	0.93
		ตรวจพิสูจน์	1999	65.29	0.86
			2004	77.41	0.90
	N.8A	สอบเทียบ	1995	80.81	0.91
		ตรวจพิสูจน์	1999	65.27	0.85
			2004	72.56	0.85



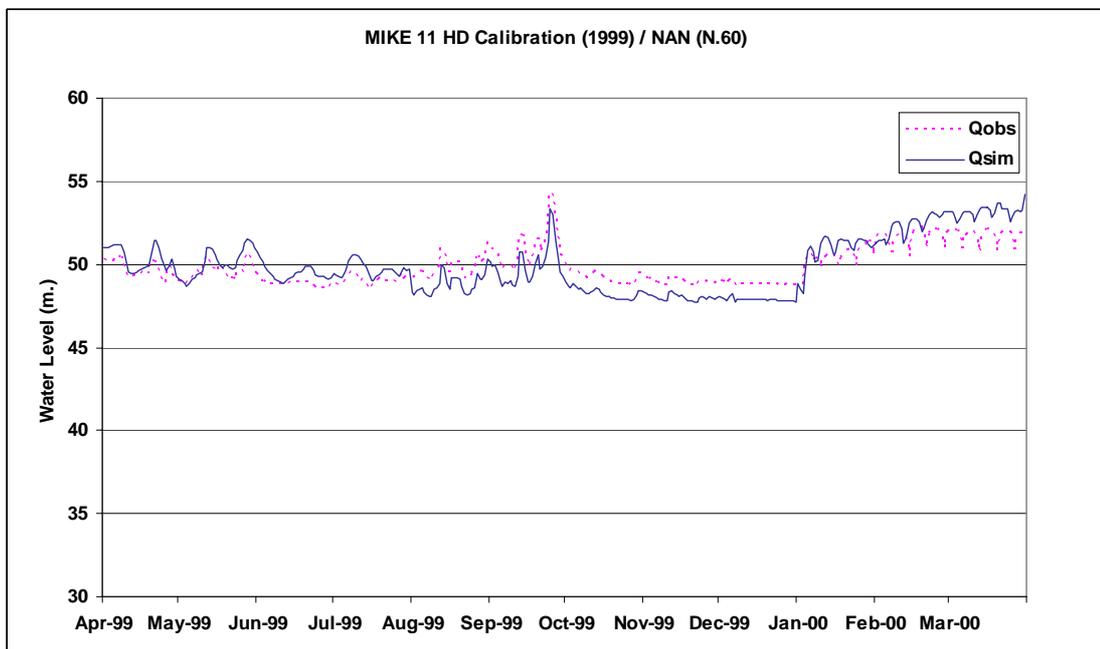
ภาพที่ 29 ผลการสอบเทียบปริมาณน้ำท่า ที่สถานีวัดน้ำท่า N.60 ในปี พ.ศ.2547



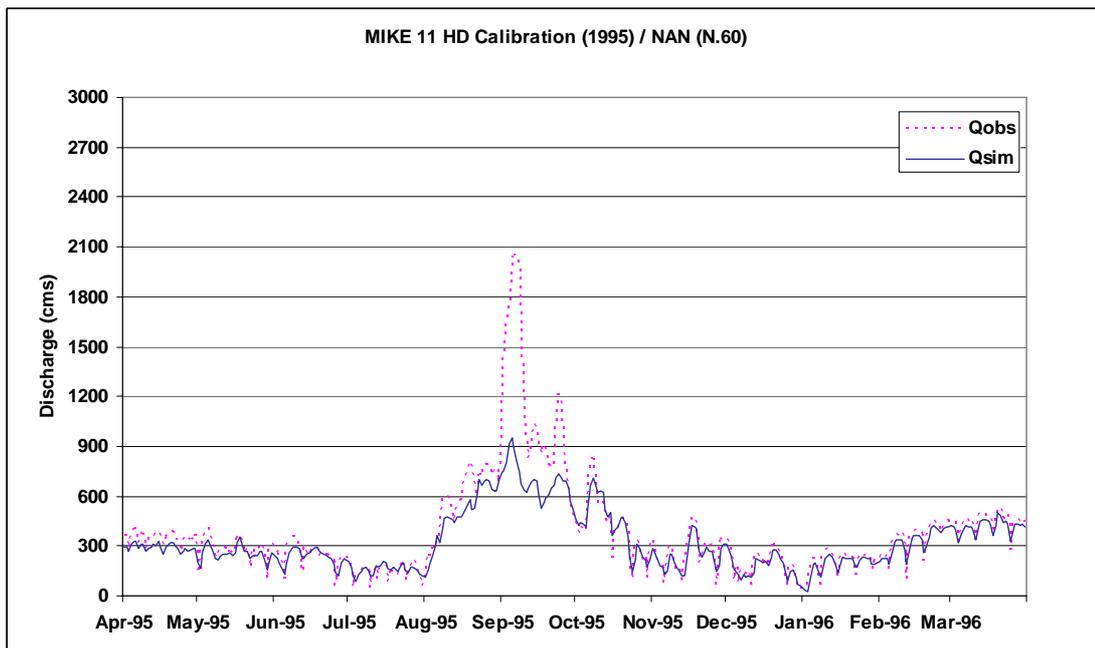
ภาพที่ 30 ผลการสอบเทียบระดับน้ำ ที่สถานีวัดน้ำท่า N.60 ในปี พ.ศ.2547



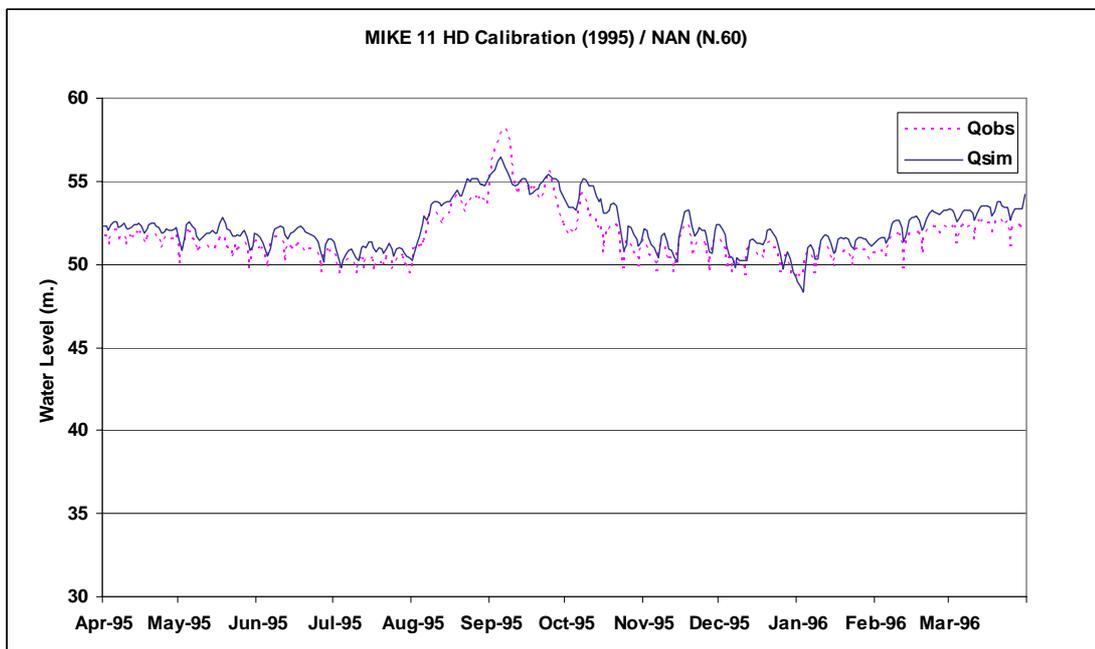
ภาพที่ 31 ผลการตรวจพิสูจน์ปริมาณน้ำท่า ที่สถานีวัดน้ำ N.60 ในปี พ.ศ.2542



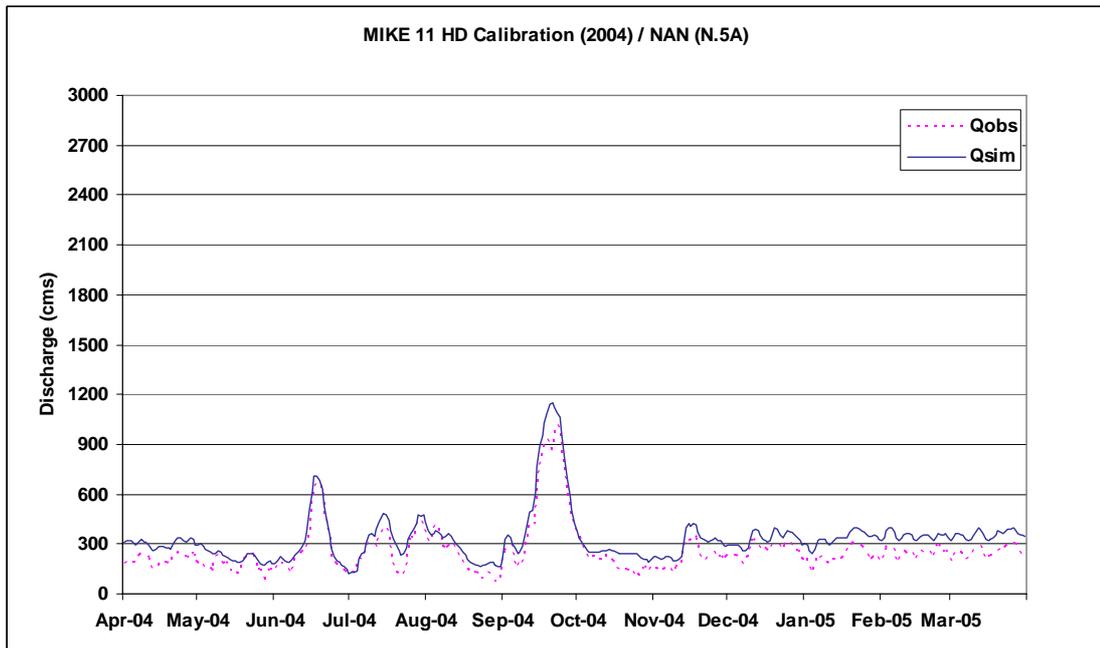
ภาพที่ 32 ผลการตรวจพิสูจน์ระดับน้ำ ที่สถานีวัดน้ำ N.60 ในปี พ.ศ.2542



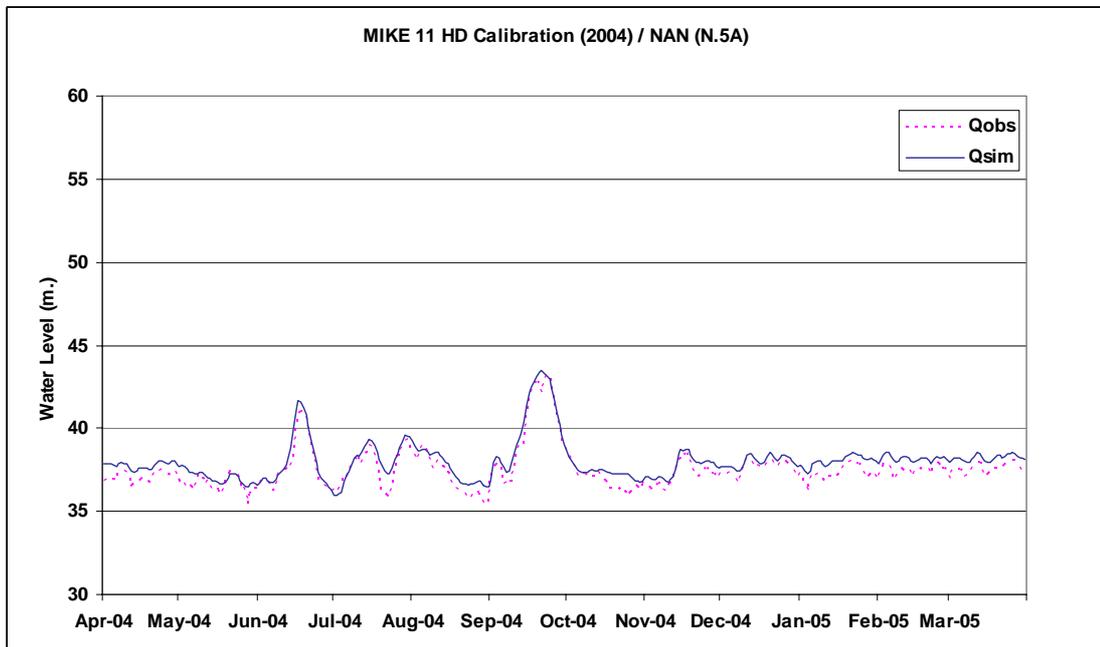
ภาพที่ 33 ผลการตรวจพิสูจน์ปริมาณน้ำท่า ที่สถานีวัดน้ำ N.60 ในปี พ.ศ.2538



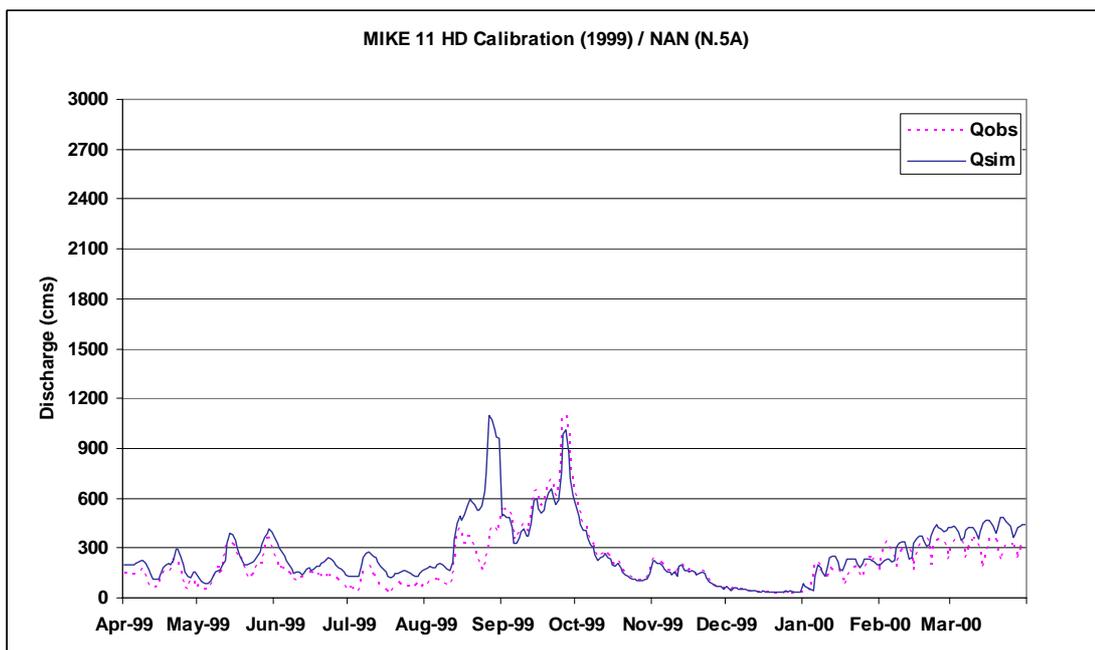
ภาพที่ 34 ผลการตรวจพิสูจน์ระดับน้ำ ที่สถานีวัดน้ำ N.60 ในปี พ.ศ.2538



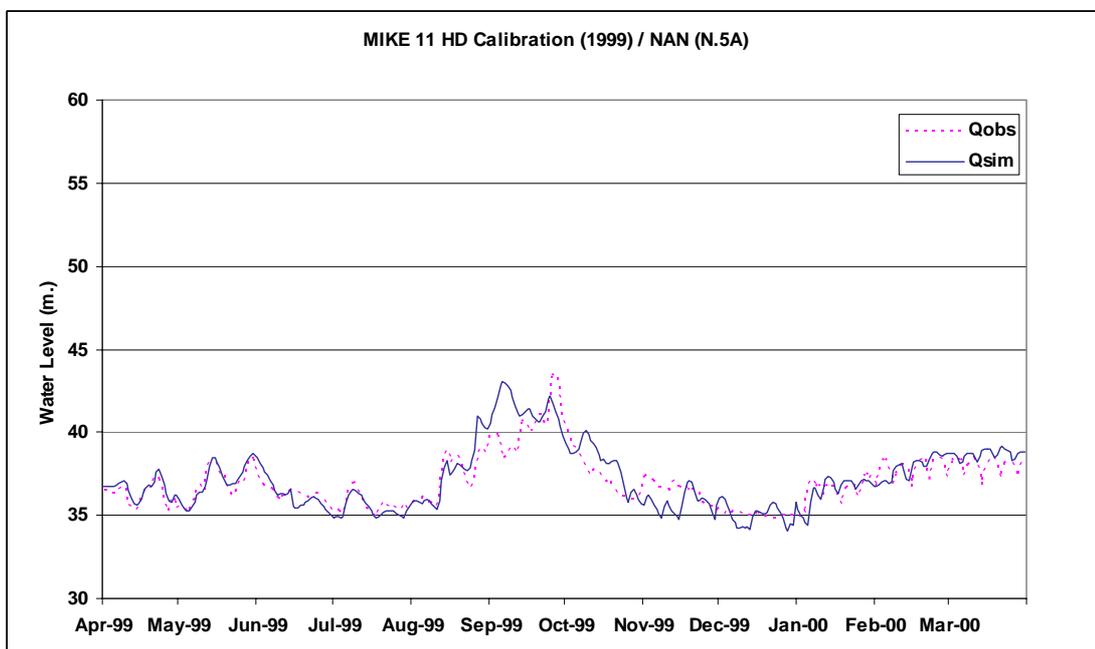
ภาพที่ 35 ผลการสอบเทียบปริมาณน้ำท่า ที่สถานีวัดน้ำท่า N.5A ในปี พ.ศ.2547



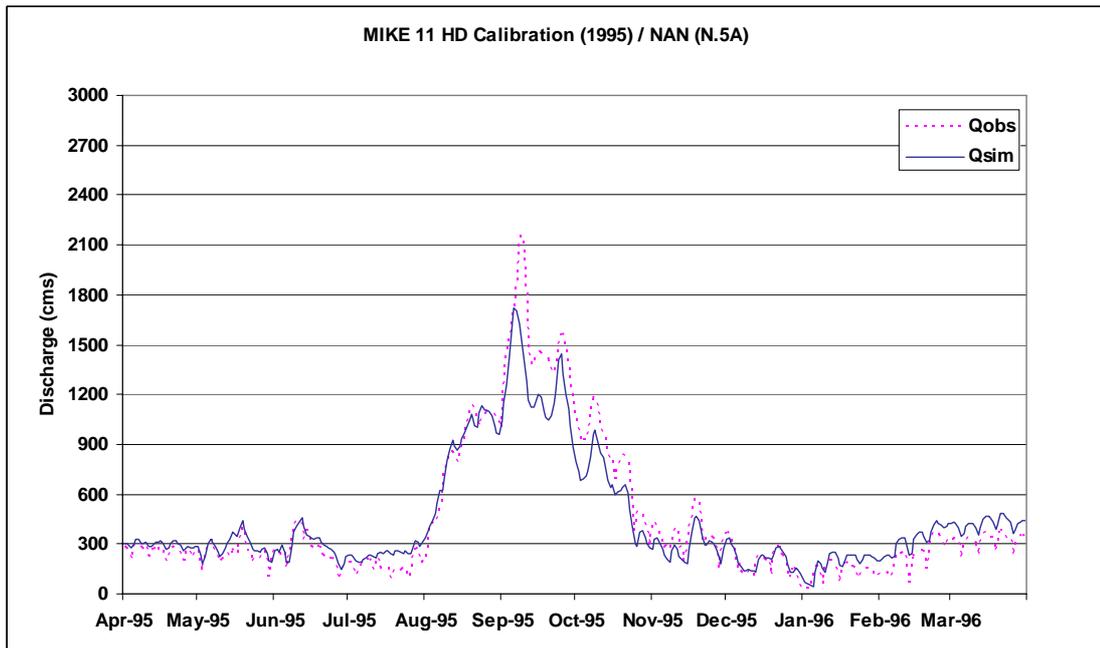
ภาพที่ 36 ผลการสอบเทียบระดับน้ำ ที่สถานีวัดน้ำท่า N.5A ในปี พ.ศ.2547



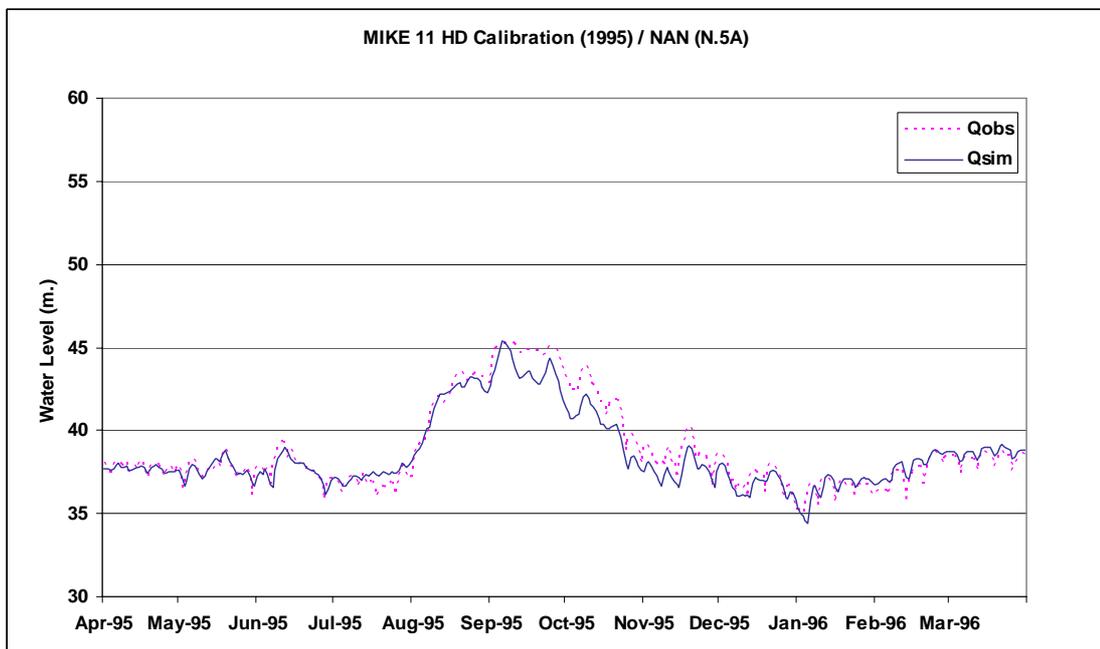
ภาพที่ 37 ผลการตรวจพิสูจน์ปริมาณน้ำท่า ที่สถานีวัดน้ำท่า N.5A ในปี พ.ศ.2542



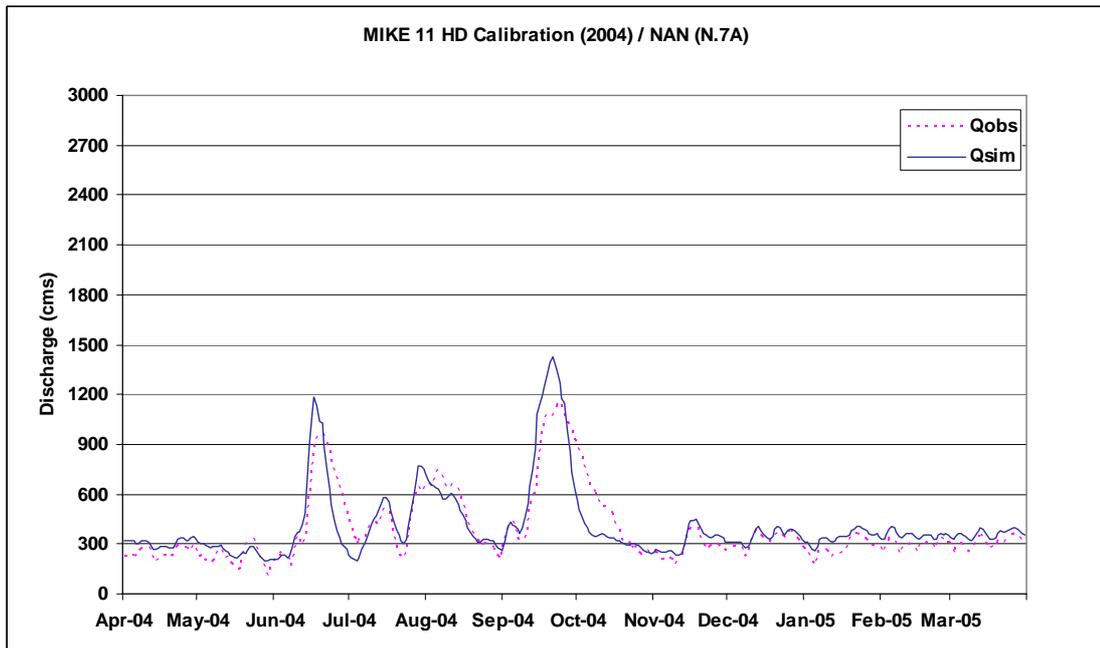
ภาพที่ 38 ผลการตรวจพิสูจน์ระดับน้ำ ที่สถานีวัดน้ำท่า N.5A ในปี พ.ศ.2542



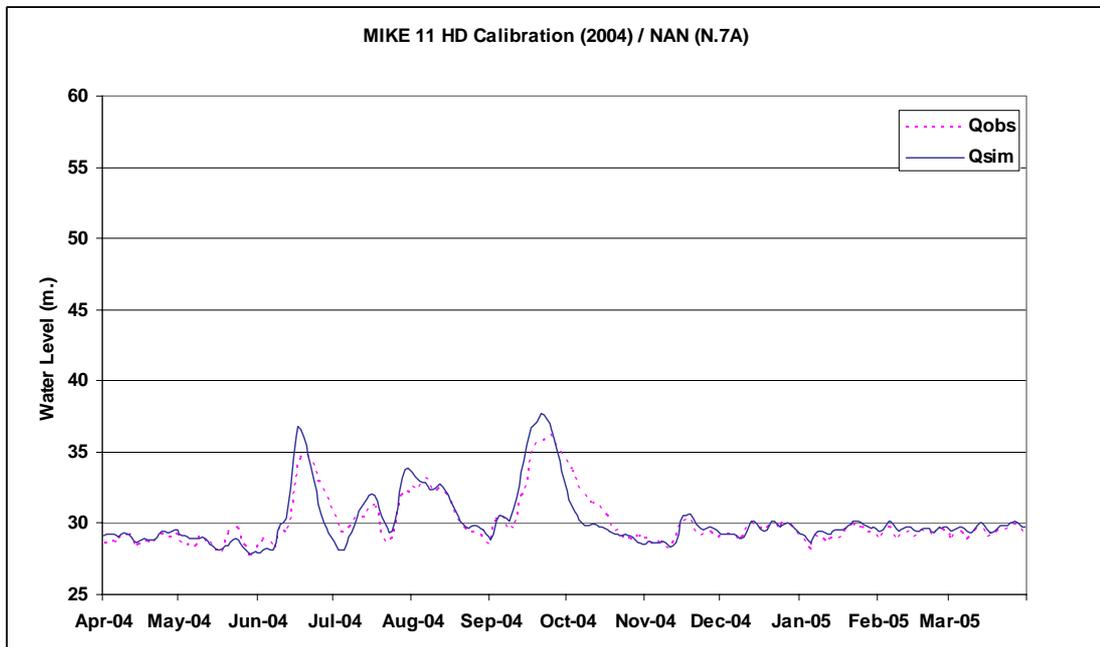
ภาพที่ 39 ผลการตรวจพิสูจน์ปริมาณน้ำท่า ที่สถานีวัดน้ำท่า N.5A ในปี พ.ศ.2538



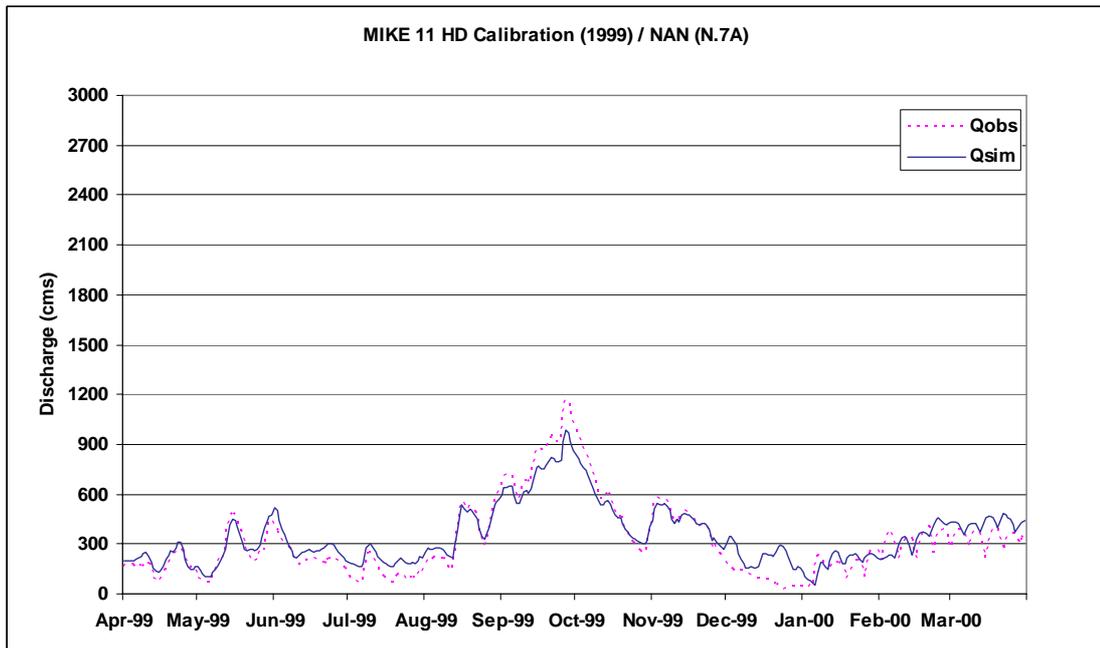
ภาพที่ 40 ผลการตรวจพิสูจน์ระดับน้ำ ที่สถานีวัดน้ำท่า N.5A ในปี พ.ศ.2538



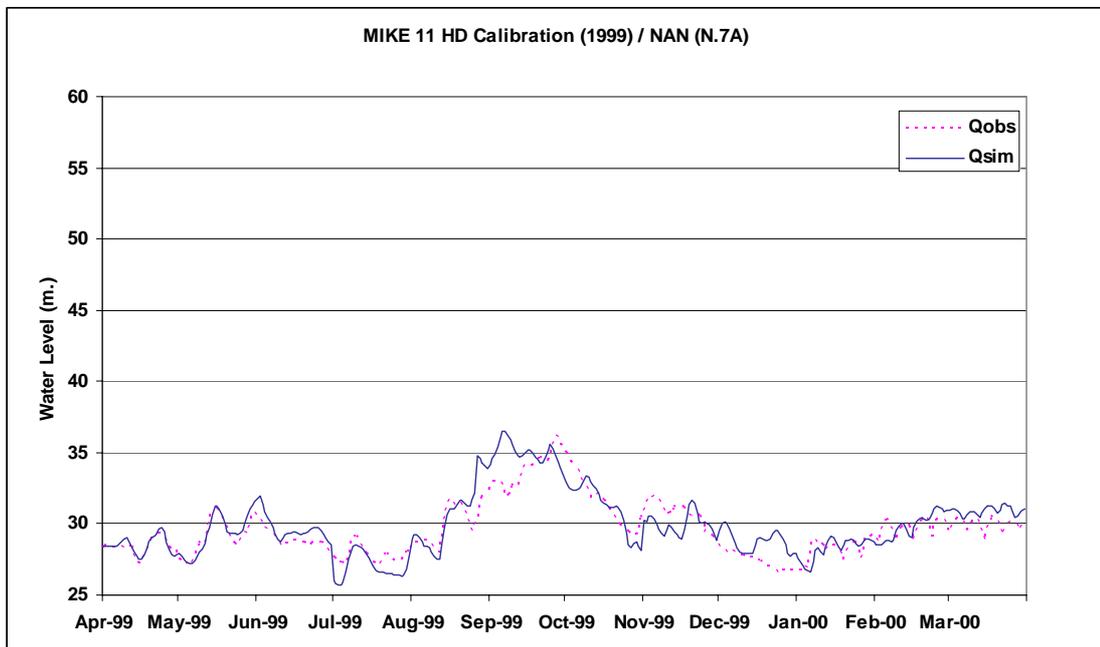
ภาพที่ 41 ผลการสอบเทียบปริมาณน้ำท่า ที่สถานีวัดน้ำท่า N.7A ในปี พ.ศ.2547



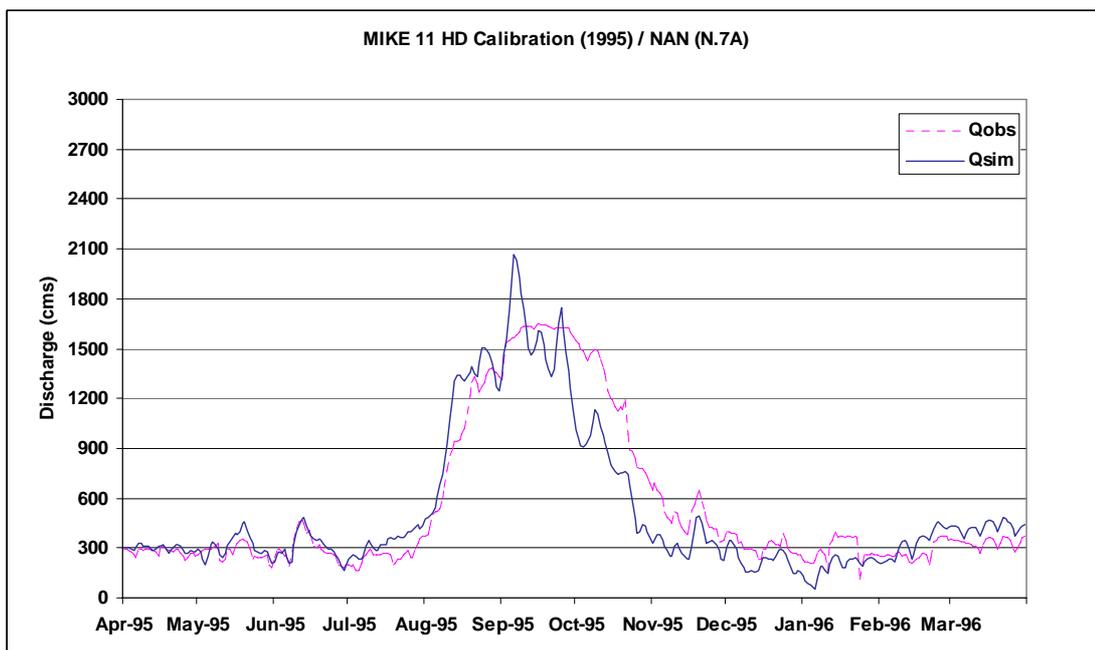
ภาพที่ 42 ผลการสอบเทียบระดับน้ำ ที่สถานีวัดน้ำท่า N.7A ในปี พ.ศ.2547



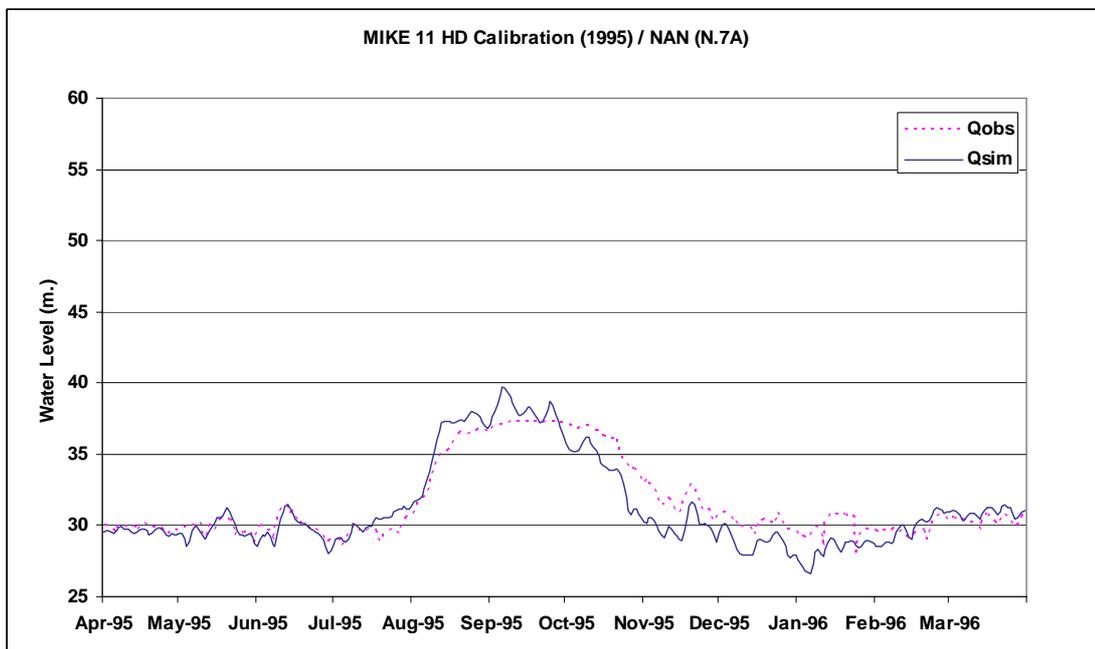
ภาพที่ 43 ผลการตรวจพิสูจน์ปริมาณน้ำท่า ที่สถานีวัดน้ำท่า N.7A ในปี พ.ศ.2542



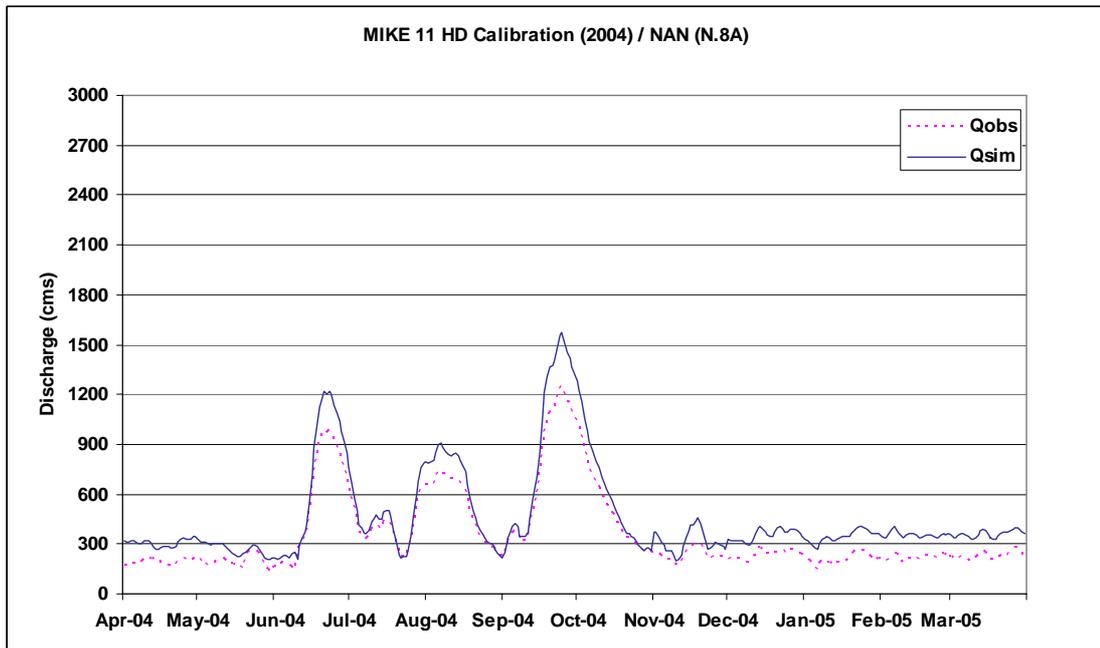
ภาพที่ 44 ผลการตรวจพิสูจน์ระดับน้ำ ที่สถานีวัดน้ำท่า N.7A ในปี พ.ศ.2542



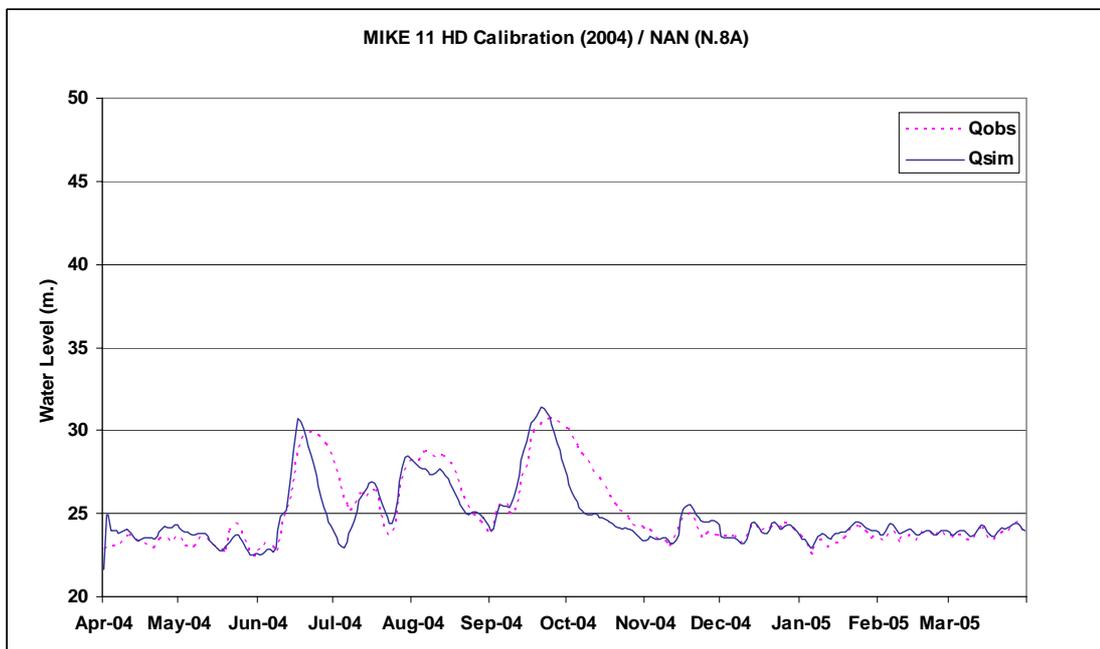
ภาพที่ 45 ผลการตรวจพิสูจน์ปริมาณน้ำท่า ที่สถานีวัดน้ำท่า N.7A ในปี พ.ศ.2538



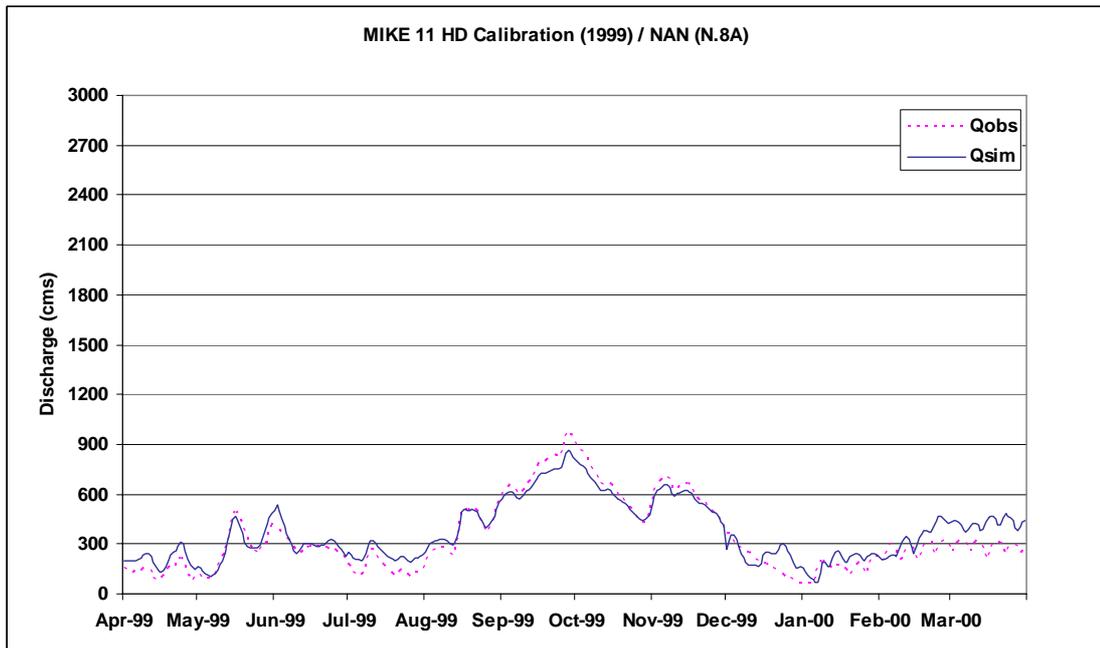
ภาพที่ 46 ผลการตรวจพิสูจน์ระดับน้ำ ที่สถานีวัดน้ำท่า N.7A ในปี พ.ศ.2538



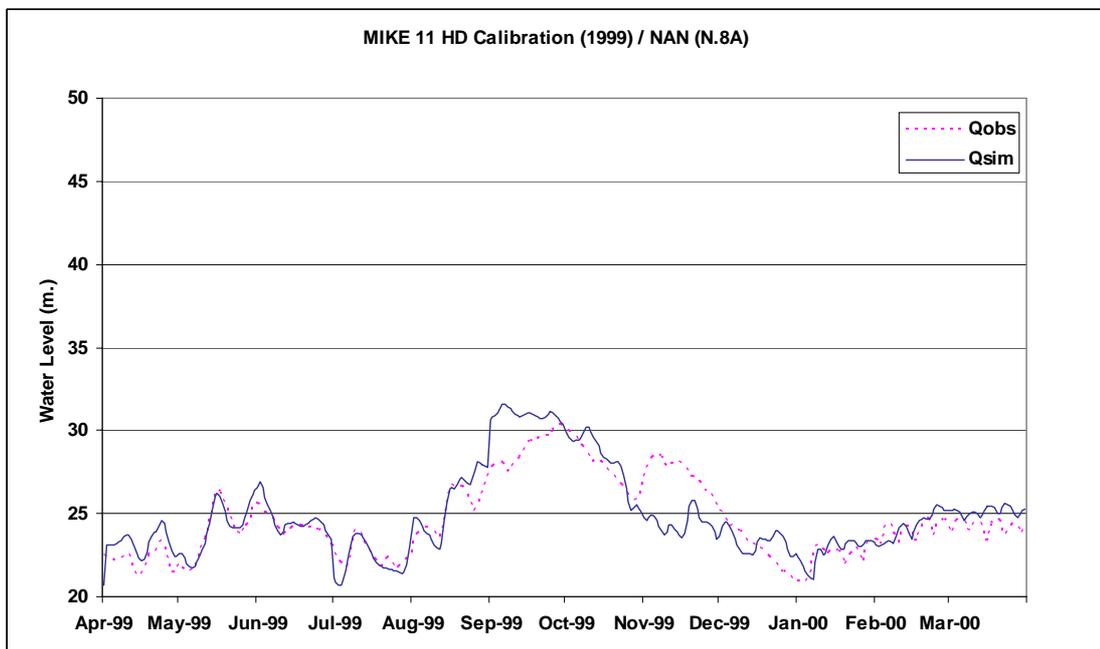
ภาพที่ 47 ผลการสอบเทียบปริมาณน้ำท่า ที่สถานีวัดน้ำท่า N.8A ในปี พ.ศ.2547



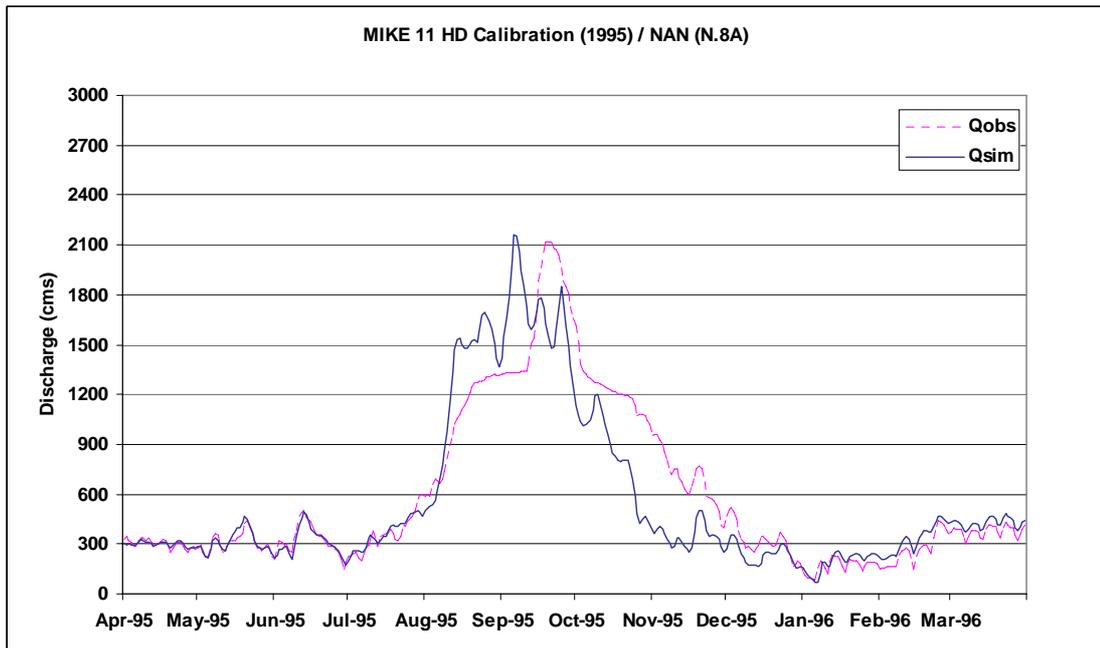
ภาพที่ 48 ผลการสอบเทียบระดับน้ำ ที่สถานีวัดน้ำท่า N.8A ในปี พ.ศ.2547



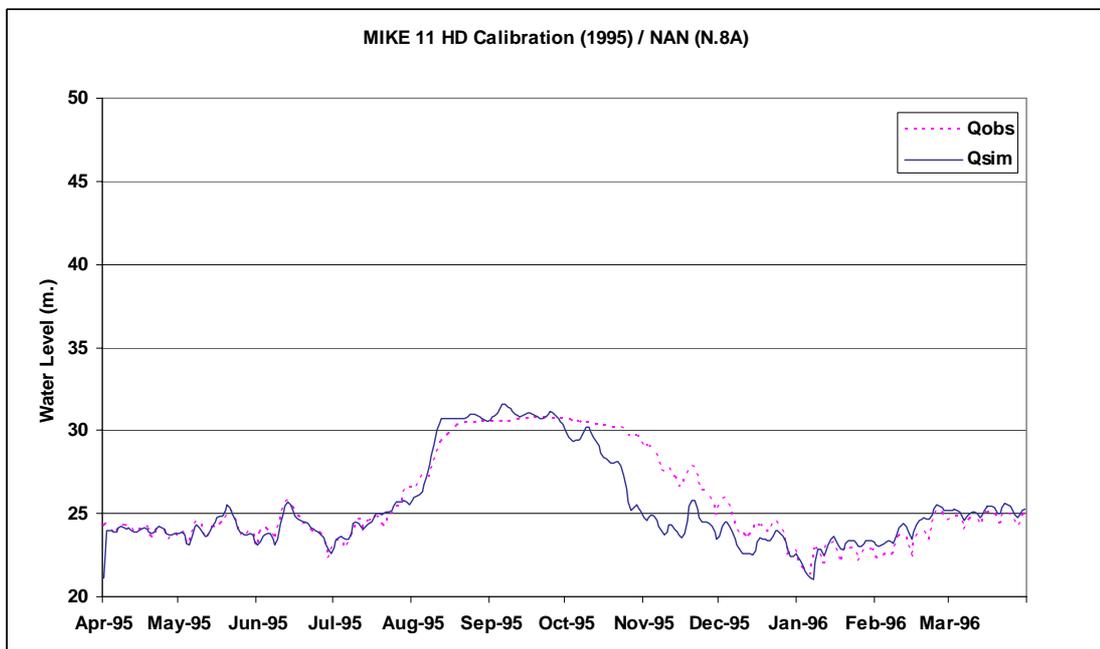
ภาพที่ 49 ผลการตรวจพิสูจน์ปริมาณน้ำท่า ที่สถานีวัดน้ำท่า N.8A ในปี พ.ศ.2542



ภาพที่ 50 ผลการตรวจพิสูจน์ระดับน้ำ ที่สถานีวัดน้ำท่า N.8A ในปี พ.ศ.2542



ภาพที่ 51 ผลการตรวจพิสูจน์ปริมาณน้ำท่า ที่สถานีวัดน้ำท่า N.8A ในปี พ.ศ.2538



ภาพที่ 52 ผลการตรวจพิสูจน์ระดับน้ำ ที่สถานีวัดน้ำท่า N.8A ในปี พ.ศ.2538

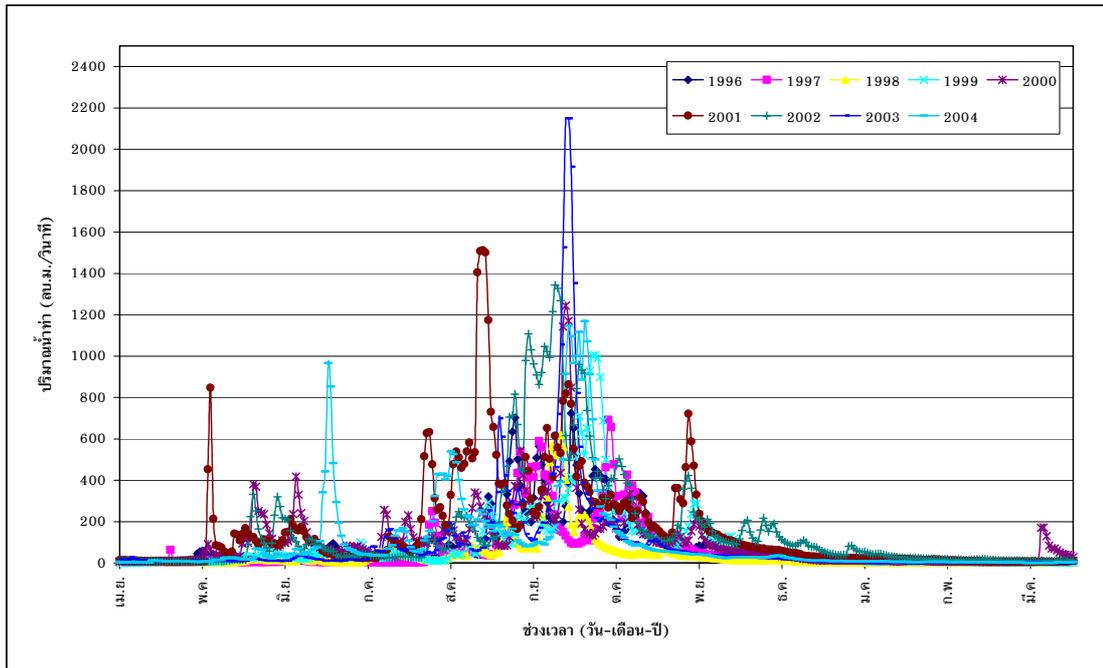
## แนวทางเลือกเพื่อการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่ารายวันของกลุ่มน้ำน่าน

ในการศึกษาศักยภาพของแม่น้ำน่านเพื่อการรองรับปริมาณน้ำท่าจากการผันน้ำจากลุ่มน้ำยม โดยใช้แบบจำลองอุทกพลศาสตร์นั้น ได้ทำการศึกษาการระบายน้ำหลากแม่น้ำยมสู่แม่น้ำน่านเพื่อการบรรเทาอุทกภัยของจังหวัดสุโขทัย โดยทำการจำลองข้อมูลปริมาณน้ำในปีเหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2538 และ 2547 เมื่อมีการผันน้ำที่ 50, 60, 70, 80, 90 และ 100 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และกรณีการเพิ่มศักยภาพในการรองรับน้ำผันของแม่น้ำน่านกรณีต่างๆ ซึ่งประกอบด้วย การเสริมตลิ่งและการขุดลอก จากข้อมูลปริมาณน้ำท่าย้อนหลัง 10 ปี ของสถานีวัดน้ำท่า Y.3A ซึ่งตั้งอยู่บริเวณจุดเริ่มต้นการผันน้ำ ดังแสดงข้อมูลปริมาณน้ำท่าย้อนหลัง 10 ปี ในภาพที่ 53 พบว่า เหตุการณ์น้ำหลากที่เกิดขึ้นในแม่น้ำยมอยู่ในช่วงเดือนสิงหาคม ถึง พฤศจิกายน ซึ่งใช้เป็นช่วงเวลาในการจำลองแบบเมื่อมีการผันน้ำที่ปริมาณน้ำต่างๆ จากนั้นจะนำผลที่ได้มาศึกษาแนวทางเลือกในการบริหารจัดการการผันน้ำที่เหมาะสมสำหรับศักยภาพในการรองรับน้ำผันของกลุ่มน้ำน่านต่อไป ซึ่งผลการศึกษารูปได้ดังนี้

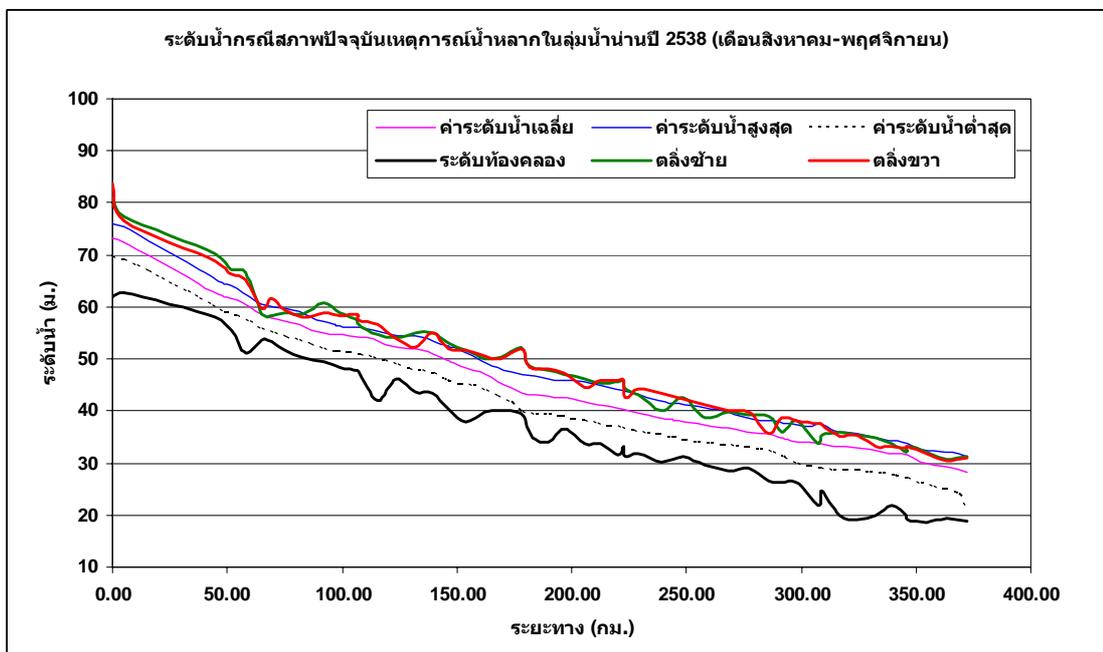
### 1. กรณีสภาพปัจจุบันปี พ.ศ.2538 และ 2547 (กรณียังไม่มีโครงการผันน้ำ)

ผลการศึกษาพบว่าค่าระดับน้ำกรณีเหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2538 ดังแสดงในภาพที่ 54 จะเห็นว่าโดยภาพรวมระดับน้ำเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำกว่าตลิ่ง มีเพียงบางช่วงเท่านั้นที่อยู่เหนือตลิ่ง ส่วนค่าระดับน้ำสูงสุดที่ไหลล้นตลิ่งมีหลายช่วงของลำน้ำ โดยพื้นที่ที่ประสบปัญหาน้ำไหลล้นตลิ่งได้แก่บริเวณ กม. 65.12 ถึง 81.34, กม.113.41 ถึง 145.82, กม.227.17 ถึง 254.87, กม.287.34 ถึง 292.58 และ กม.308.72 ถึง 372.42 โดยค่าระดับน้ำสูงสุดที่สูงกว่าตลิ่งมีค่าเฉลี่ย 1.08 เมตร อยู่ในช่วง 69 วัน ระหว่างวันที่ 8 เดือนสิงหาคม-15 เดือนตุลาคม พ.ศ.2538 ซึ่งบริเวณที่ประสบปัญหาน้ำล้นตลิ่งเป็นระยะเวลานานและปัญหาอยู่ในระดับวิกฤติจะอยู่บริเวณด้านท้ายน้ำช่วง กม.250 ถึง กม.372.42 สำหรับค่าระดับน้ำสูงสุดเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 48.91 ม.รทก

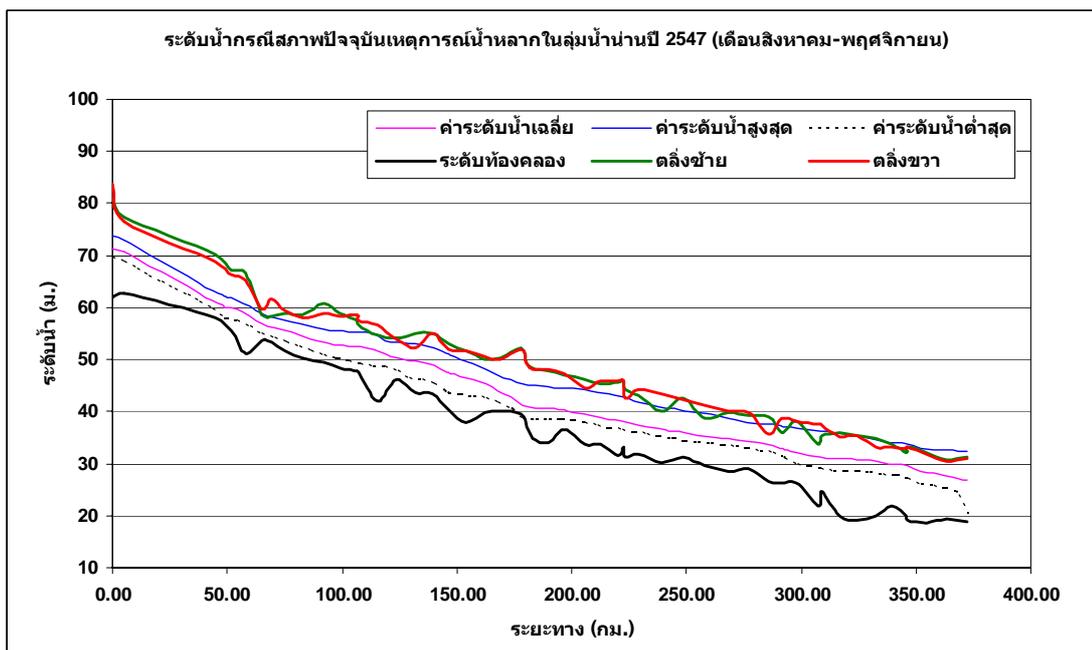
ส่วนค่าระดับน้ำกรณีเหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2547 ดังแสดงในภาพที่ 55 จะเห็นว่าระดับน้ำเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำกว่าตลิ่งตลอดแนวลำน้ำ และมีค่าระดับน้ำสูงสุดที่ไหลล้นตลิ่งเพียงบางช่วงของลำน้ำ โดยพื้นที่ที่ประสบปัญหาน้ำไหลล้นตลิ่งได้แก่บริเวณตอนล่างของลำน้ำตั้งแต่ กม. 340.96 ถึง 372.42 ในเขตพื้นที่อำเภอบางมูลนาก จังหวัดพิจิตร โดยค่าระดับน้ำสูงสุดที่สูงกว่าตลิ่งมีค่าเฉลี่ย 0.42 เมตร อยู่ในช่วง 15 วัน ระหว่างวันที่ 16-30 เดือนกันยายน พ.ศ.2547 สำหรับค่าระดับน้ำสูงสุดเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 47.74 ม.รทก.



ภาพที่ 53 ปริมาณน้ำท่าย้อนหลัง 10 ปี ของสถานีวัดน้ำท่า Y.3A



ภาพที่ 54 ระดับน้ำกรณเหตุการณน้ำหลากปี พ.ศ.2538 (กรณียังไม่มีโครงการผันน้ำ)



ภาพที่ 55 ระดับน้ำกรณีเหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2547 (กรณียังไม่มีโครงการผันน้ำ)

จากข้อมูลระดับน้ำกรณีเหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2538 และปี พ.ศ. 2547 ข้างต้น เมื่อทำการจำลองเหตุการณ์โดยแบบจำลอง MIKE 11 พบว่าช่วงเวลาที่ลำนํานานประสบปัญหาน้ำล้นตลิ่งไม่ควรทำการผันน้ำเข้ามาสู่ลำนํานาน ซึ่งจากกรณีศึกษาทั้ง 2 ปี สามารถใช้สถานีวัดน้ำท่า N.60 ซึ่งตั้งอยู่เหนือบริเวณจุดผันน้ำเข้าสู่ลำนํานาน เป็นสถานีดัชนีที่ใช้เป็นจุดสังเกตและเป็นจุดวัดค่าระดับน้ำและปริมาณน้ำท่าที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการผันน้ำ โดยสามารถสรุปผลได้ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ช่วงเวลาการเกิดน้ำหลากไหลล้นตลิ่งและปริมาณน้ำท่าและระดับน้ำที่สถานี N.60

เหตุการณ์น้ำหลาก	ช่วงเวลาที่เกิดเหตุการณ์น้ำล้นตลิ่ง	จำนวนวัน	ปริมาณน้ำท่าและระดับน้ำที่สถานีวัดน้ำท่า N.60	
			ปริมาณน้ำท่า (ลบ.ม./ว.)	ค่าระดับน้ำ (ม.รทก)
ปี พ.ศ.2538	8 สิงหาคม ถึง 15 ตุลาคม พ.ศ.2538	69	585.5 (8 ส.ค.2538)	53.10 (8 ส.ค.2538)
ปี พ.ศ.2547	16-30 กันยายน พ.ศ.2547	15	565.5 (16 ก.ย.2547)	52.73 (8 ส.ค.2538)

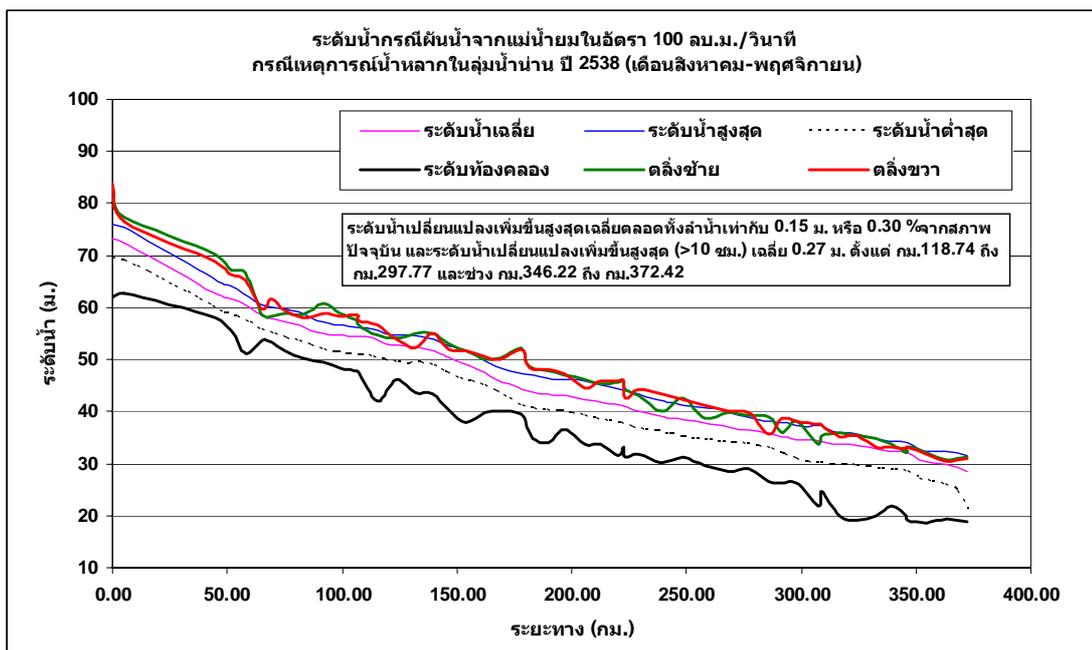
## 2. กรณีอนาคตเมื่อมีการผันน้ำ

### 2.1 กรณีการผันน้ำเต็มศักยภาพสูงสุด 100 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

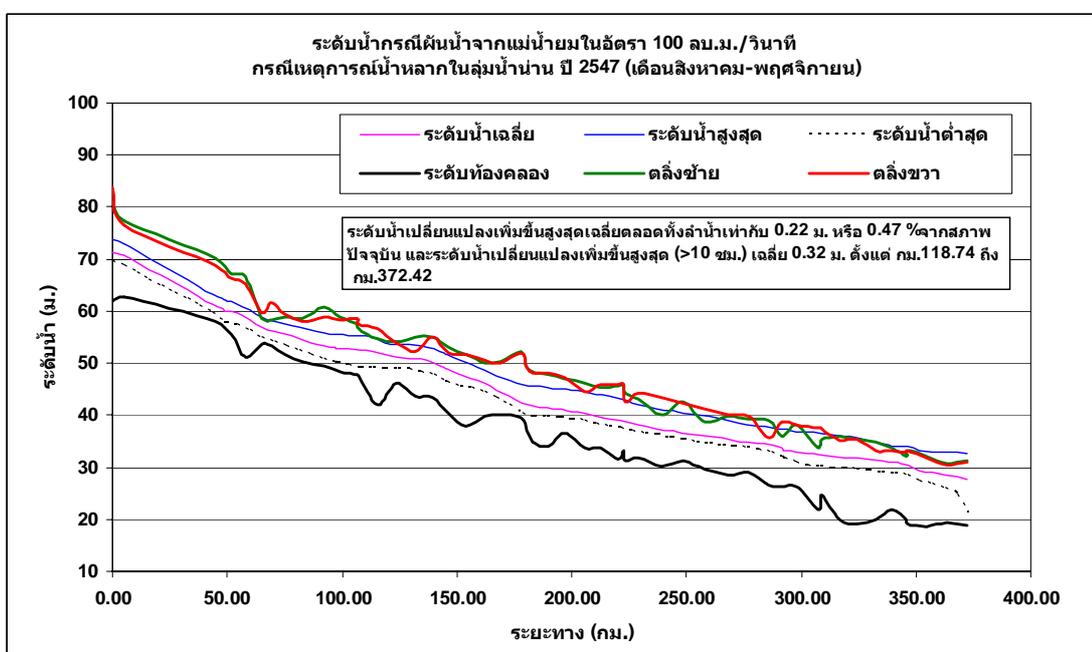
กรณีเหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2538 ค่าระดับน้ำที่ไหลล้นตลิ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากในกรณีปัจจุบันที่ไม่มีการผันน้ำ ซึ่งระดับน้ำเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นสูงสุดเฉลี่ยตลอดทั้งลำน้ำเท่ากับ 0.15 เมตร หรือ 0.30 % จากสภาพปัจจุบัน และระดับน้ำเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นสูงสุดที่มากกว่า 10 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.27 เมตร อยู่ในช่วง กม.118.74 ถึง กม.297.77 และช่วง กม.346.22 ถึง กม.372.42 ดังแสดงระดับน้ำเมื่อมีการผันน้ำเต็มศักยภาพสูงสุด 100 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที กรณีเหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ. 2538 ในภาพที่ 56

กรณีเหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2547 ค่าระดับน้ำที่ไหลล้นตลิ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากในกรณีปัจจุบันที่ไม่มีการผันน้ำ ซึ่งระดับน้ำเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นสูงสุดเฉลี่ยตลอดทั้งลำน้ำเท่ากับ 0.22 เมตร หรือ 0.47 % จากสภาพปัจจุบัน และระดับน้ำเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นสูงสุดที่มากกว่า 10 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.32 เมตร อยู่ในช่วง กม.118.74 ถึง กม.372.42 ดังแสดงระดับน้ำเมื่อมีการผันน้ำเต็มศักยภาพสูงสุด 100 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาทีกรณีเหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ. 2547 ในภาพที่ 57

สำหรับผลการเปลี่ยนแปลงค่าระดับน้ำเมื่อมีการผันน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาทีกับสภาพปัจจุบันเมื่อไม่มีการผันน้ำแสดงดังตารางที่ 18



ภาพที่ 56 ระดับน้ำกรณีเหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2538 (กรณีฝนน้ำเต็มศักยภาพสูงสุด 100 ลบ.ม./ว.)



ภาพที่ 57 ระดับน้ำกรณีเหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2547 (กรณีฝนน้ำเต็มศักยภาพสูงสุด 100 ลบ.ม./ว.)

## 2.2 กรณีการผันน้ำที่เป็นไปได้ โดยไม่เกิดความเสี่ยงด้านอุทกภัยน้ำล้นตลิ่ง จากสภาพพื้นที่ปัจจุบัน

การศึกษากรณีการผันน้ำที่เป็นไปได้ โดยไม่เกิดความเสี่ยงด้านอุทกภัยน้ำล้นตลิ่ง ได้ศึกษาโดยการจำลองแบบกรณีการผันน้ำที่ 100, 90, 80, 70, 60 และ 50 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เพื่อหาปริมาณน้ำผันที่เหมาะสมที่สุด เพื่อบริหารจัดการการผันน้ำที่เหมาะสมต่อไป ซึ่งผลการจำลองแบบในกรณีการผันน้ำต่างๆ สรุปได้ดังตารางที่ 18 และภาพที่ 58 ถึง 67 โดยพื้นที่ที่ประสบปัญหา น้ำล้นตลิ่งมีเพิ่มขึ้น โดยเหตุการณ์น้ำหลาก ปี พ.ศ.2538 มี 2 บริเวณคือ 1) บริเวณจุดรับน้ำผัน กม. 131.97 และบริเวณข้างเคียงเหนือและท้ายจุดรับน้ำประมาณ 5 กิโลเมตร 2) บริเวณด้านท้ายน้ำ ตั้งแต่ กม.286.92 ถึง กม. 372.42 ส่วนพื้นที่ที่ประสบปัญหาน้ำล้นตลิ่งเพิ่มขึ้นสำหรับเหตุการณ์น้ำหลาก ปี พ.ศ.2547 คือบริเวณตั้งแต่ กม.286.92 ถึง กม. 372.42

จากข้อมูลในตารางที่ 18 สามารถนำผลการศึกษาดังกล่าวมาบริหารจัดการน้ำในช่วงเวลาต่างๆ โดยอาศัยข้อมูลจากสถานี N.60 เป็นจุดสังเกตการณ์ด้านเหนือน้ำ และ สถานี N.8A เป็นจุดสังเกตการณ์ด้านท้ายน้ำ ซึ่งพบว่าจากแผนการผันน้ำในช่วงเวลาเดือนสิงหาคม-เดือนพฤศจิกายนนั้น สามารถแยกแผนการผันน้ำตามเหตุการณ์ได้ดังนี้

กรณีเหตุการณ์น้ำหลาก ปี พ.ศ.2538 เมื่อปริมาณน้ำท่าที่สถานี N.60 มีค่าเข้าใกล้ 580 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาทีแล้ว ควรหยุดการผันน้ำเนื่องจากปริมาณน้ำท่าในลำน้ำน่านมีปริมาณมาก ทำให้ไม่มีศักยภาพน้ำในการรองรับน้ำผันได้อีก และจะทำการเริ่มผันน้ำได้อีกเมื่อปริมาณน้ำท่าที่สถานี N.8A มีค่าประมาณ 1,170 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

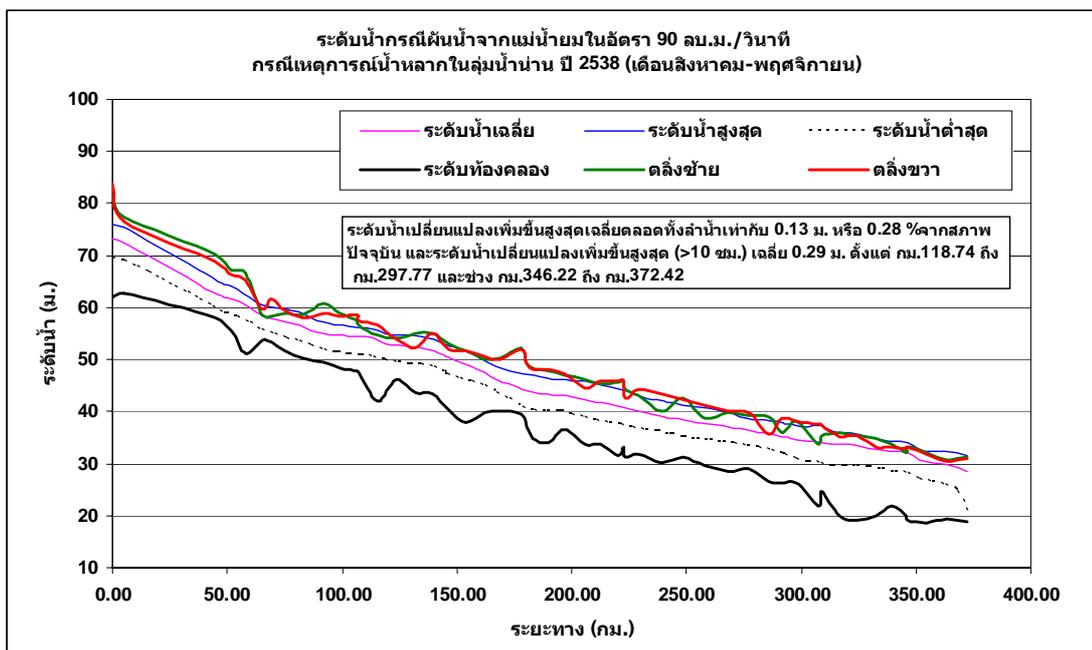
กรณีเหตุการณ์น้ำหลาก ปี พ.ศ.2547 เมื่อปริมาณน้ำท่าที่สถานี N.60 มีค่าเข้าใกล้ 560 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาทีแล้ว ควรหยุดการผันน้ำ และจะทำการเริ่มผันน้ำได้อีกเมื่อปริมาณน้ำท่าที่สถานี N.8A มีค่าประมาณ 990 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ซึ่งสรุปแนวทางการผันน้ำได้ดังตารางที่ 19

จากกรณีที่ 2.1 และ 2.2 การศึกษากรณีการผันน้ำโดยการจำลองแบบกรณีการผันน้ำที่ 100, 90, 80, 70, 60 และ 50 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที พบว่า เวลาที่น้ำเดินทางจากจุดเริ่มต้นผันน้ำจากแม่น้ำยม ที่ประตูระบายน้ำคลองหกบาท อำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย ถึงจุดที่ลงแม่น้ำน่าน ที่ กม. 131+27 อำเภอพิชัย จังหวัดพิษณุโลก ใช้เวลาเดินทางของน้ำ 7 ชั่วโมง 30 นาที , 7

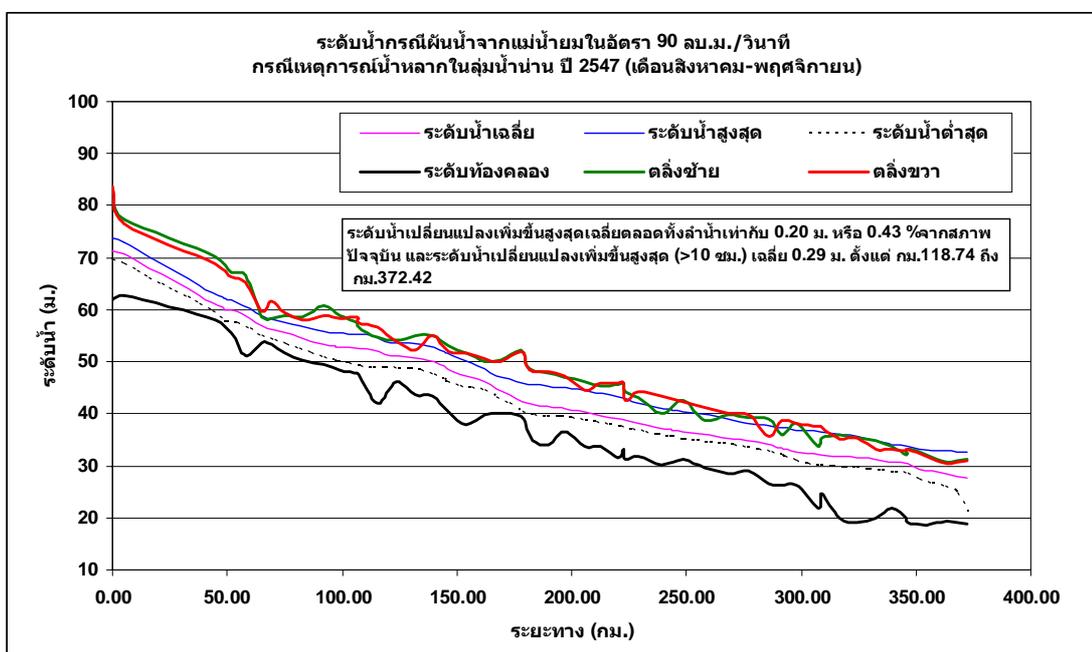
ชั่วโมง 41 นาที , 8 ชั่วโมง 2 นาที , 8 ชั่วโมง 21 นาที , 8 ชั่วโมง 52 นาที และ 9 ชั่วโมง 7 นาที ตามลำดับ

**ตารางที่ 18** การเปลี่ยนแปลงค่าระดับน้ำและช่วงเวลาการเกิดน้ำไหลล้นตลิ่งเมื่อมีการผันน้ำที่กรณีต่างๆ

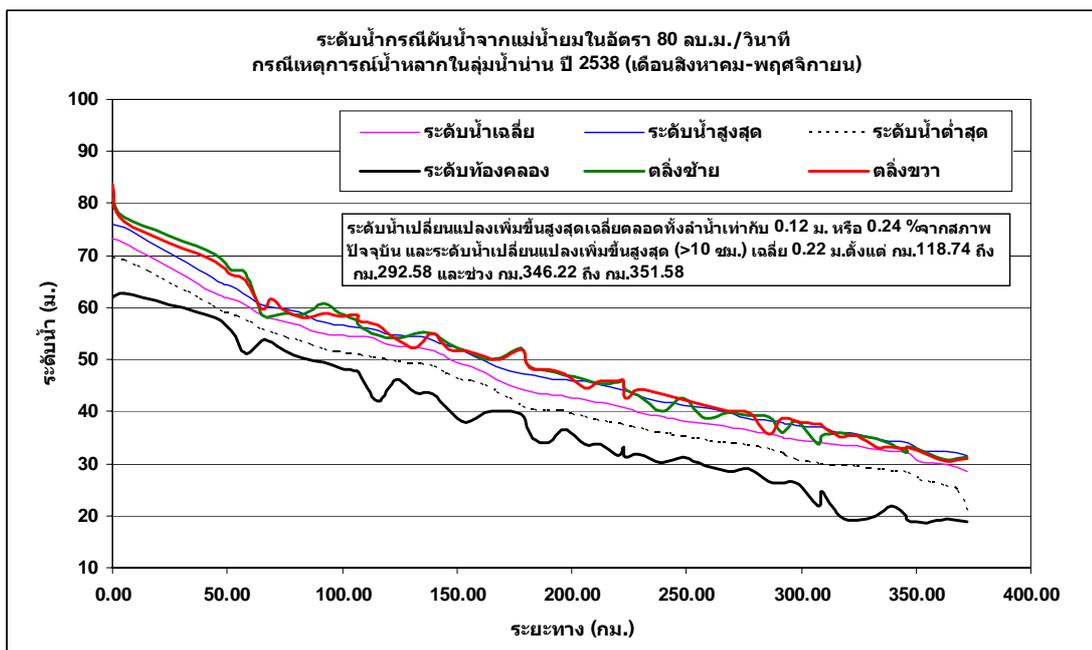
กรณีการผันน้ำที่เป็นไปได้	ค่าระดับน้ำเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นจากปัจจุบัน		เหตุการณ์น้ำล้นตลิ่ง		
	เมตร	เปอร์เซ็นต์	ช่วงเวลาที่เกิด	จำนวนวันที่น้ำล้นตลิ่ง	จำนวนวันที่เพิ่มขึ้นจากสภาพปัจจุบัน
ปี พ.ศ.2538					
ผันน้ำที่ 100 ลบ.ม./ว.	0.15	0.30	8 สิงหาคม-24 ตุลาคม	78	9
ผันน้ำที่ 90 ลบ.ม./ว.	0.13	0.28	8 สิงหาคม-23 ตุลาคม	77	8
ผันน้ำที่ 80 ลบ.ม./ว.	0.12	0.24	8 สิงหาคม-23 ตุลาคม	77	8
ผันน้ำที่ 70 ลบ.ม./ว.	0.11	0.22	8 สิงหาคม-22 ตุลาคม	76	7
ผันน้ำที่ 60 ลบ.ม./ว.	0.10	0.20	8 สิงหาคม-22 ตุลาคม	76	7
ผันน้ำที่ 50 ลบ.ม./ว.	0.08	0.17	8 สิงหาคม-22 ตุลาคม	76	7
ปี พ.ศ.2547					
ผันน้ำที่ 100 ลบ.ม./ว.	0.22	0.47	15 กันยายน-2 ตุลาคม	18	3
ผันน้ำที่ 90 ลบ.ม./ว.	0.20	0.43	15 กันยายน-2 ตุลาคม	18	3
ผันน้ำที่ 80 ลบ.ม./ว.	0.19	0.39	16 กันยายน-2 ตุลาคม	17	2
ผันน้ำที่ 70 ลบ.ม./ว.	0.17	0.35	16 กันยายน-2 ตุลาคม	17	2
ผันน้ำที่ 60 ลบ.ม./ว.	0.15	0.30	16 กันยายน-2 ตุลาคม	17	2
ผันน้ำที่ 50 ลบ.ม./ว.	0.13	0.26	16 กันยายน-2 ตุลาคม	17	2



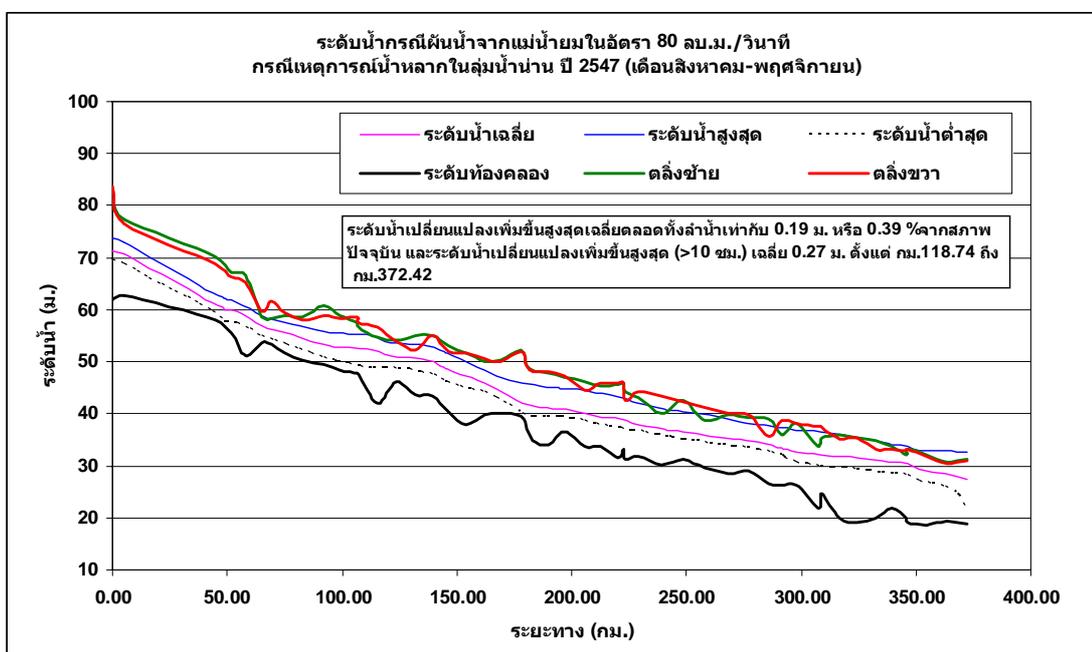
ภาพที่ 58 ระดับน้ำกรณีเหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2538 (กรณีฝนน้ำที่ 90 ลบ.ม./ว.)



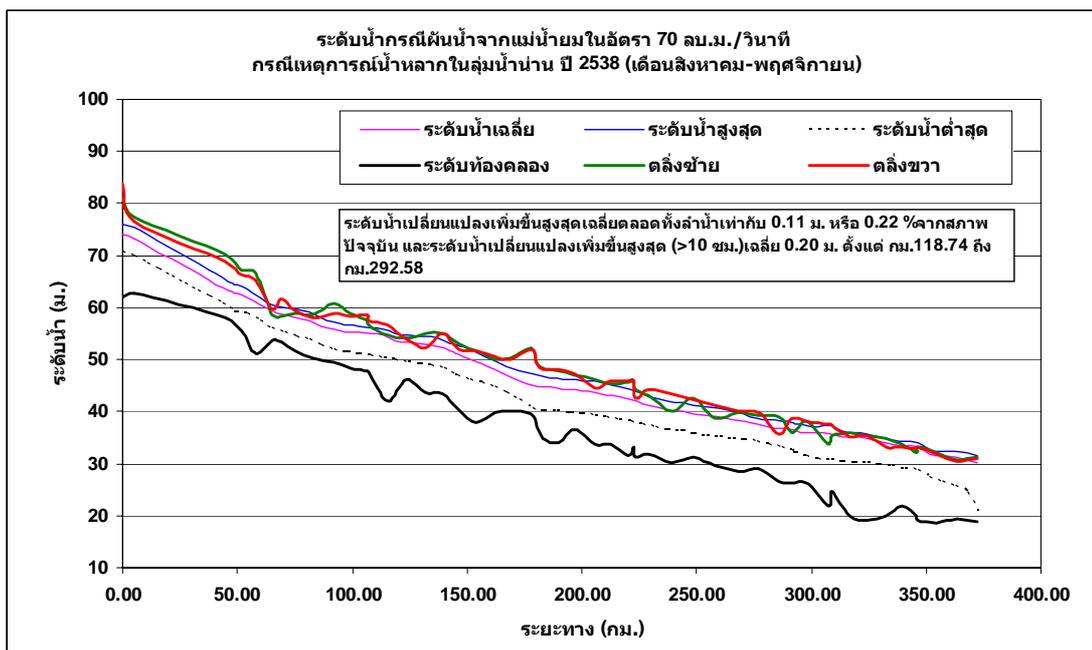
ภาพที่ 59 ระดับน้ำกรณีเหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2547 (กรณีฝนน้ำที่ 90 ลบ.ม./ว.)



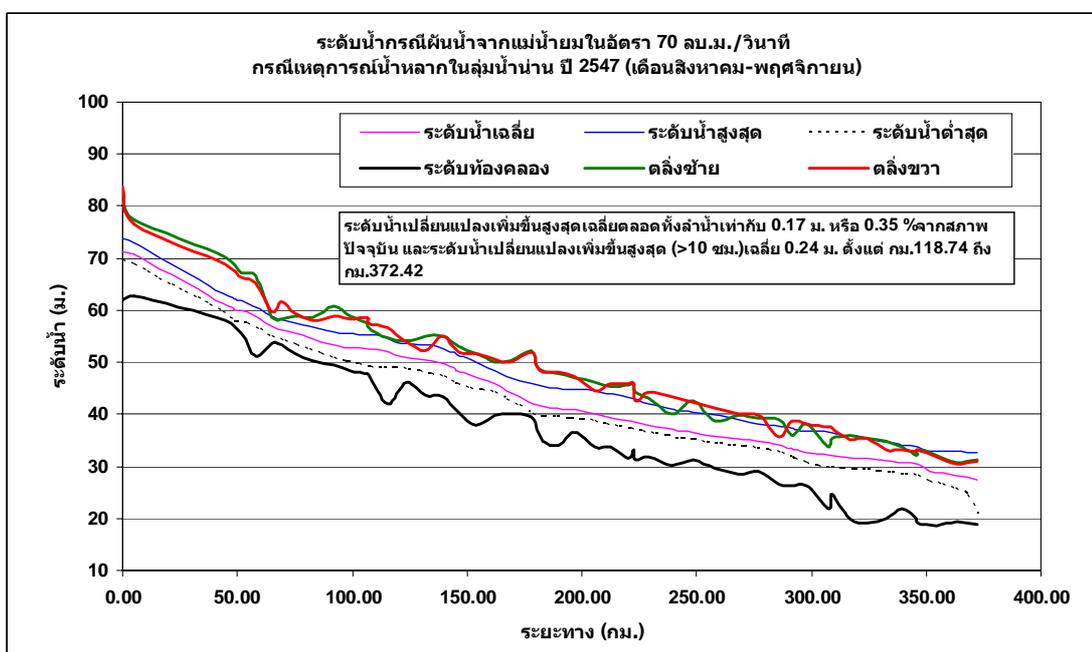
ภาพที่ 60 ระดับน้ำกรณีเหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2538 (กรณีฝนน้ำที่ 80 ลบ.ม./ว.)



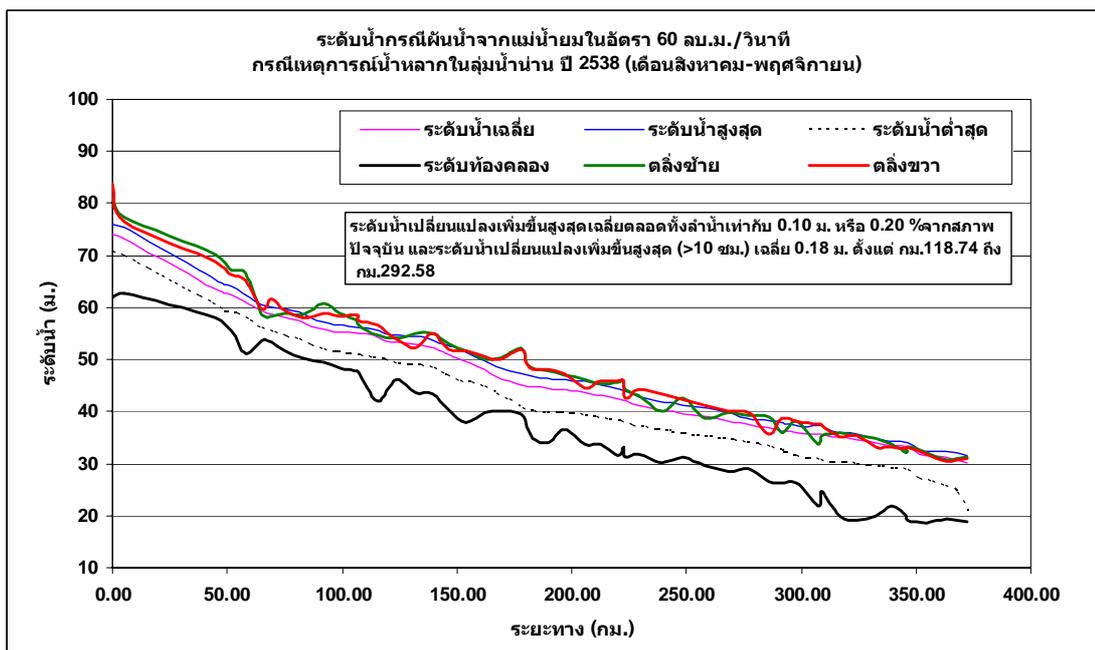
ภาพที่ 61 ระดับน้ำกรณีเหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2547 (กรณีฝนน้ำที่ 80 ลบ.ม./ว.)



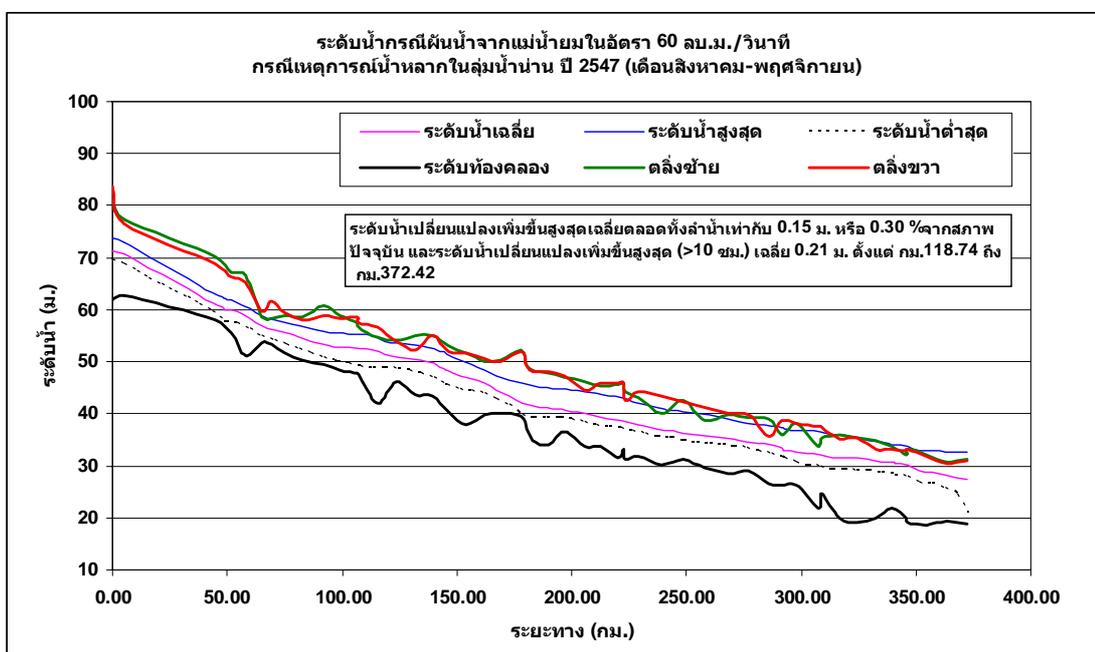
ภาพที่ 62 ระดับน้ำกรณีเหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2538 (กรณีฝนน้ำที่ 70 ลบ.ม./ว.)



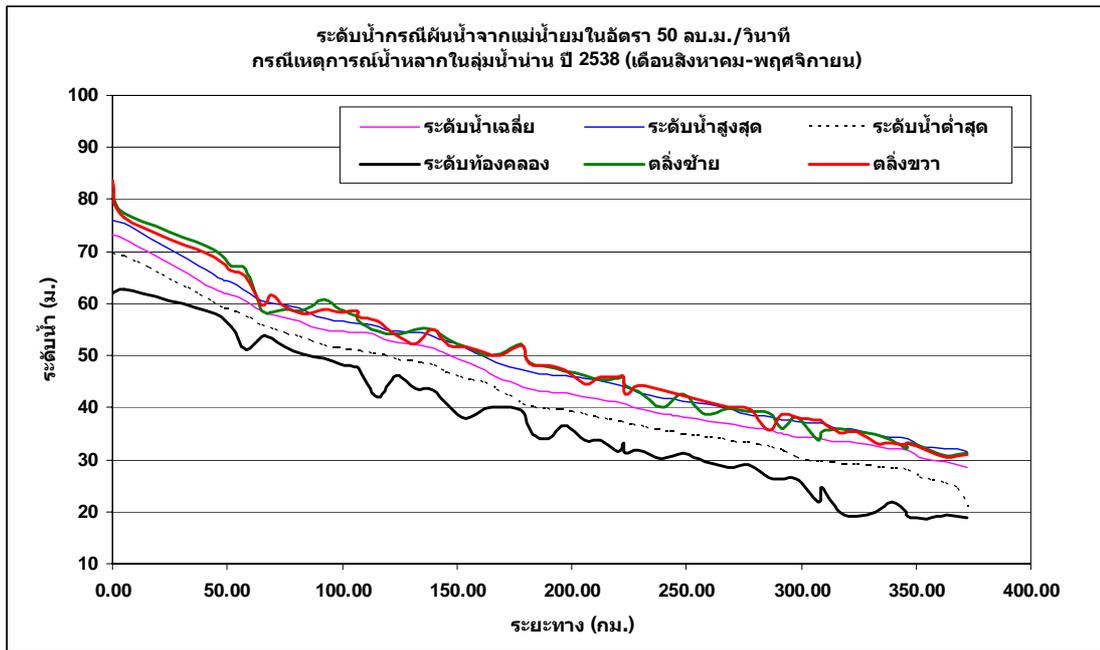
ภาพที่ 63 ระดับน้ำกรณีเหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2547 (กรณีฝนน้ำที่ 70 ลบ.ม./ว.)



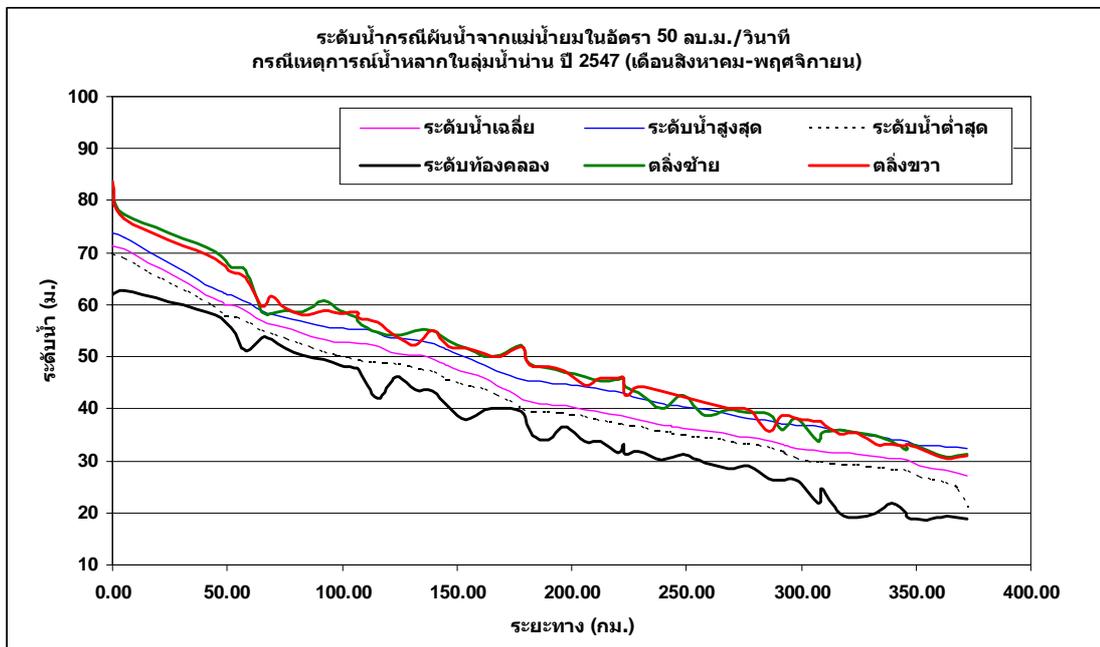
ภาพที่ 64 ระดับน้ำกรณีเหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2538 (กรณีฝนน้ำที่ 60 ลบ.ม./ว.)



ภาพที่ 65 ระดับน้ำกรณีเหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2547 (กรณีฝนน้ำที่ 60 ลบ.ม./ว.)



ภาพที่ 66 ระดับน้ำกรณีเหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2538 (กรณีฝนน้ำที่ 50 ลบ.ม./ว.)



ภาพที่ 67 ระดับน้ำกรณีเหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2547 (กรณีฝนน้ำที่ 50 ลบ.ม./ว.)

ตารางที่ 19 แนวทางการผันน้ำ โดยไม่เกิดความเสี่ยงด้านอุทกภัยน้ำล้นตลิ่ง จากสภาพพื้นที่ปัจจุบัน

วัน เดือน ปี	เหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2538					เหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2547						
	สภาพปัจจุบัน	ผันน้ำ	จุดสังเกตการณ์ด้านเหนือน้ำ		จุดสังเกตการณ์ด้านท้ายน้ำ		สภาพปัจจุบัน	ผันน้ำ	จุดสังเกตการณ์ด้านเหนือน้ำ		จุดสังเกตการณ์ด้านท้ายน้ำ	
			Q-N.60	WL-N.60	Q-N.8A	WL-N.8A			Q-N.60	WL-N.60	Q-N.8A	WL-N.8A
1 ส.ค. 95			103.0	49.8	590.8	26.5			117.3	49.62	659.1	28.18
2 ส.ค. 95			260.8	51.0	598.0	26.6			146.6	49.87	657.6	28.17
3 ส.ค. 95			241.2	50.8	590.8	26.5			203.4	50.33	662	28.2
4 ส.ค. 95			293.0	51.2	654.4	27.0			231.6	50.54	669.5	28.25
5 ส.ค. 95			281.8	51.1	694.9	27.3			194.7	50.26	698	28.44
6 ส.ค. 95			332.2	51.5	681.4	27.2			160.2	49.98	740.7	28.71
7 ส.ค. 95			374.2	51.8	669.2	27.2			115	49.6	747.5	28.75
8 ส.ค. 95			585.5	53.1	688.2	27.3			113.8	49.59	728.8	28.64
9 ส.ค. 95			596.0	53.2	733.9	27.6			115	49.6	708.5	28.51
10 ส.ค. 95			613.0	53.3	813.6	28.2			136.9	49.79	695	28.42
11 ส.ค. 95			548.7	52.9	891.6	28.7			130	49.73	690.5	28.39
12 ส.ค. 95			503.3	52.6	960.6	29.1			110.4	49.56	695	28.42
13 ส.ค. 95			459.2	52.4	1016.4	29.4			119.6	49.64	701	28.46
14 ส.ค. 95			547.0	52.9	1057.0	29.6			125.3	49.69	686	28.36
15 ส.ค. 95			566.3	53.0	1080.1	29.7			88.8	49.37	666.5	28.23
16 ส.ค. 95			576.7	53.1	1103.6	29.8			73.1	49.22	644.6	28.08
17 ส.ค. 95			707.0	53.7	1128.9	29.9			81.5	49.3	612.8	27.85
18 ส.ค. 95			742.2	53.9	1164.6	30.1			85.7	49.34	556.2	27.41
19 ส.ค. 95			814.4	54.2	1212.3	30.3			92	49.4	491.2	26.88
20 ส.ค. 95			762.0	54.0	1245.9	30.4			92	49.4	442	26.4
21 ส.ค. 95			649.3	53.4	1269.1	30.4			77.3	49.26	397.3	25.95
22 ส.ค. 95			601.2	53.2	1273.8	30.4			69.9	49.19	373.7	25.69
23 ส.ค. 95			731.2	53.8	1278.5	30.5			65.8	49.15	345	25.35
24 ส.ค. 95			720.2	53.8	1283.2	30.5			92	49.4	328.2	25.14
25 ส.ค. 95			796.0	54.1	1287.9	30.5			96.6	49.44	313.8	24.96
26 ส.ค. 95			789.1	54.1	1302.0	30.5			84.7	49.33	286	24.6
27 ส.ค. 95			728.8	53.8	1316.1	30.5			77.3	49.26	280.8	24.53
28 ส.ค. 95			762.0	54.0	1320.8	30.5			80.4	49.29	265.7	24.33
29 ส.ค. 95			742.2	53.9	1316.1	30.5			73.1	49.22	243.4	24.02
30 ส.ค. 95			685.0	53.6	1316.1	30.5			252.6	50.69	231	23.83
1 ก.ย. 95			998.6	54.9	1320.8	30.5			305.5	51.05	223.8	23.72
2 ก.ย. 95			1407.2	56.3	1320.8	30.5			268	50.8	251.1	24.13
3 ก.ย. 95			1617.2	56.9	1330.2	30.6			284.5	50.91	317	25
4 ก.ย. 95			1735.2	57.3	1334.9	30.6			217.6	50.44	346.6	25.37
5 ก.ย. 95			1892.6	57.8	1334.9	30.6			139.2	49.81	366	25.6
6 ก.ย. 95			2050.0	58.2	1334.9	30.6			110.4	49.56	380.5	25.77
7 ก.ย. 95			2046.5	58.2	1334.9	30.6			147.9	49.88	367.7	25.62
8 ก.ย. 95			1956.3	58.0	1334.9	30.6			120.8	49.65	318.6	25.02
9 ก.ย. 95			1506.7	56.6	1339.6	30.6			165.1	50.02	323.4	25.08
10 ก.ย. 95			1104.5	55.3	1339.6	30.6			234.4	50.56	321	25.05
11 ก.ย. 95			905.2	54.6	1339.6	30.6			313	51.1	341.8	25.31
12 ก.ย. 95			826.2	54.2	1387.4	30.6			263.8	50.77	401	25.99
13 ก.ย. 95			900.1	54.5	1502.4	30.6			187.3	50.2	487.8	26.85
14 ก.ย. 95			1038.8	55.1	1540.7	30.7			376	51.52	556.2	27.41
15 ก.ย. 95			977.8	54.8	1694.2	30.7			580.3	52.82	589.1	27.67
16 ก.ย. 95			920.6	54.6	1885.9	30.7			565.5	52.73	698	28.44
17 ก.ย. 95			855.0	54.4	1962.6	30.8			672.7	53.38	874	29.45
18 ก.ย. 95			918.0	54.6	2077.7	30.8			659.5	53.3	977.5	29.91
19 ก.ย. 95			877.2	54.4	2116.0	30.8			523.2	52.47	1049.4	30.19
20 ก.ย. 95			786.8	54.1	2116.0	30.8			377.5	51.53	1092.5	30.35
21 ก.ย. 95			770.8	54.0	2116.0	30.8			560.5	52.7	1103.3	30.39
22 ก.ย. 95			784.5	54.1	2077.7	30.8			694.1	53.51	1119.1	30.43
23 ก.ย. 95			962.2	54.8	2077.7	30.8			644.7	53.21	1180	30.57
24 ก.ย. 95			1221.4	55.7	2039.3	30.8			501.2	52.33	1236.5	30.7
25 ก.ย. 95			1161.0	55.5	1962.6	30.8			310	51.08	1249.6	30.73
26 ก.ย. 95			910.4	54.6	1885.9	30.7			219	50.45	1206	30.63
27 ก.ย. 95			726.8	53.8	1847.5	30.7			177.5	50.12	1158.2	30.52
28 ก.ย. 95			617.0	53.3	1809.2	30.7			146.6	49.87	1132.1	30.46
29 ก.ย. 95			519.8	52.7	1732.5	30.7			132.3	49.75	1092.5	30.35
30 ก.ย. 95			480.2	52.5	1655.8	30.7			127.6	49.71	1060.1	30.23
1 ต.ค. 95			417.4	52.1	1617.5	30.7			112.7	49.58	1028.6	30.11
2 ต.ค. 95			377.0	51.8	1502.4	30.6			105.8	49.52	990	29.96
3 ต.ค. 95			417.4	52.1	1387.4	30.6			94.3	49.42	936.2	29.74
4 ต.ค. 95			405.0	52.0	1339.6	30.6			83.6	49.32	860.2	29.38
5 ต.ค. 95			392.4	51.9	1320.8	30.5			104.6	49.51	797.2	29.04
6 ต.ค. 95			554.0	52.9	1306.7	30.5			117.3	49.62	756	28.8
7 ต.ค. 95			805.2	54.1	1292.6	30.5			124.2	49.68	719	28.58
8 ต.ค. 95			833.4	54.3	1283.2	30.5			115	49.6	678.5	28.31
9 ต.ค. 95			696.0	53.7	1273.8	30.4			118.5	49.63	659.1	28.18
10 ต.ค. 95			550.5	52.9	1269.1	30.4			119.6	49.64	635.9	28.02
11 ต.ค. 95			552.3	52.9	1264.4	30.4			121.9	49.66	591.7	27.69
12 ต.ค. 95			562.8	53.0	1255.0	30.4			178.7	50.13	558.7	27.43
13 ต.ค. 95			454.6	52.3	1248.9	30.4			170.1	50.06	535	27.24
14 ต.ค. 95			439.1	52.2	1239.8	30.4			162.7	50	513.7	27.07
15 ต.ค. 95			485.1	52.5	1230.6	30.3			166.4	50.03	483.2	26.81
16 ต.ค. 95			230.0	50.8	1221.5	30.3			162.7	50	464	26.62
17 ต.ค. 95			417.4	52.1	1215.4	30.3			154	49.93	434	26.32
18 ต.ค. 95			417.4	52.1	1203.1	30.2			156.5	49.95	408	26.06
19 ต.ค. 95			468.6	52.4	1200.1	30.2			170.1	50.06	384	25.81
20 ต.ค. 95			470.3	52.4	1200.1	30.2			167.6	50.04	357.5	25.5
21 ต.ค. 95			468.6	52.4	1197.0	30.2			170.1	50.06	333	25.2
22 ต.ค. 95			386.8	51.9	1191.5	30.2			176.2	50.11	333	25.2
23 ต.ค. 95			152.4	50.2	1186.6	30.2			166.4	50.03	322.6	25.07
24 ต.ค. 95			104.3	49.8	1172.0	30.1			176.2	50.11	315.4	24.98
25 ต.ค. 95			322.4	51.4	1135.8	30.0			139.2	49.81	297.3	24.75
26 ต.ค. 95			335.0	51.5	1071.7	29.7			127.6	49.71	280.8	24.53
27 ต.ค. 95			280.4	51.1	1080.1	29.7			162.7	50	266.5	24.34
28 ต.ค. 95			211.8	50.6	1082.2	29.7			125.3	49.69	256.7	24.21
29 ต.ค. 95			230.0	50.8	1069.6	29.7			138	49.8	271	24.4
30 ต.ค. 95			110.8	49.9	1042.2	29.5			170.1	50.06	267.2	24.35
31 ต.ค. 95			301.4	51.3	1018.2	29.4			181.2	50.15	253.9	24.17

2.3 กรณีการผันน้ำที่เป็นไปได้ โดยไม่เกิดความเสี่ยงด้านอุทกภัยน้ำล้นตลิ่ง เมื่อมีการเสริมตลิ่งบริเวณจุดวิกฤตต่าง ๆ

การศึกษากรณีการผันน้ำที่เป็นไปได้ โดยไม่เกิดความเสี่ยงด้านอุทกภัยน้ำล้นตลิ่ง เมื่อมีการเสริมตลิ่งบริเวณจุดวิกฤตต่าง ๆ ได้ใช้ข้อมูลระดับน้ำล้นตลิ่งจากการศึกษาหัวข้อที่ 1. กรณีสภาพปัจจุบันเมื่อไม่มีการผันน้ำ หัวข้อที่ 2.1 และ หัวข้อที่ 2.2 เมื่อมีการผันน้ำกรณีต่างๆ เพื่อศึกษาการเสริมตลิ่งที่จะเพิ่มศักยภาพในการรองรับการผันน้ำของแม่น้ำน่าน ซึ่งบริเวณที่ทำการเสริมตลิ่งประกอบด้วย

- 1) กม.65.12 ถึง 74.92
- 2) กม.115.32 ถึง 123.62
- 3) กม. 131.97 ถึง 139.32
- 4) กม.146.32 ถึง กม.153.67
- 5) กม.205.37 ถึง กม. 212.37
- 6) กม.238.87 ถึง กม.257.87
- 7) กม.285.97 ถึง กม. 291.17 และ
- 8) กม. 339.52 ถึง 37.2.42

โดยได้แบ่งเป็นกรณีศึกษา 3 กรณี คือ

- การเสริมตลิ่งบริเวณจุดวิกฤตต่าง ๆ เพิ่มขึ้น 0.5 เมตร
- การเสริมตลิ่งบริเวณจุดวิกฤตต่าง ๆ เพิ่มขึ้น 1.0 เมตร
- การเสริมตลิ่งบริเวณจุดวิกฤตต่าง ๆ เพิ่มขึ้น 1.5 เมตร

ผลการจำลองแบบในกรณีการเสริมตลิ่ง ซึ่งได้ทำการผันน้ำที่อัตราสูงสุด 100 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ควบคู่ไปด้วย สรุปได้ดังตารางที่ 20

จากข้อมูลในตารางที่ 20 สามารถนำผลการศึกษาดังกล่าวมาบริหารจัดการน้ำในช่วงเวลาต่างๆ โดยอาศัยข้อมูลจากสถานี N.60 เป็นจุดสังเกตการณ์ด้านเหนือน้ำ และ สถานี N.8A เป็นจุดสังเกตการณ์ด้านท้ายน้ำ ซึ่งพบว่าจากแผนการผันน้ำในช่วงเวลาเดือนสิงหาคม-เดือน

พฤศจิกายนนั้น เมื่อมีการเสริมตลิ่งที่เหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2538 จะสามารถผันน้ำได้จนกระทั่งปริมาณน้ำท่าที่สถานี N.60 มีค่าประมาณอยู่ในช่วง 500-550 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และจะทำการเริ่มผันน้ำได้อีกครั้งโดยพิจารณาจากจุดสังเกตการณ์ด้านท้ายน้ำ สถานี N.8A โดยกรณีการเสริมตลิ่งที่ 1.5, 1.0 และ 0.5 เมตร จะสามารถผันน้ำครั้งที่ 2 ได้เมื่อปริมาณน้ำท่าเท่ากับ 1,615, 1,240 และ 1,200 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ

สำหรับเหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2547 จะสามารถผันน้ำได้จนกระทั่งปริมาณน้ำท่าที่สถานี N.60 มีค่าประมาณอยู่ในช่วง 580-660 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และจะทำการเริ่มผันน้ำได้อีกครั้งโดยพิจารณาจากจุดสังเกตการณ์ด้านท้ายน้ำ สถานี N.8A โดยกรณีการเสริมตลิ่งที่ 1.5, 1.0 และ 0.5 เมตร จะสามารถผันน้ำครั้งที่ 2 ได้เมื่อปริมาณน้ำท่าเท่ากับ 1,090, 1,060 และ 1,030 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ

จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการเสริมตลิ่งที่จุดวิกฤติจะทำให้ศักยภาพในการรองรับน้ำฝนของแม่น้ำน่านดีขึ้น ซึ่งสรุปแนวทางการผันน้ำแสดงได้ดังตารางที่ 21

**ตารางที่ 20** การเปลี่ยนแปลงค่าระดับน้ำและช่วงเวลาการเกิดน้ำไหลล้นตลิ่งเมื่อมีการผันน้ำที่อัตรา 100 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และเสริมตลิ่งที่กรณีต่างๆ

กรณีการขุดลอก	ค่าระดับน้ำเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นจากปัจจุบัน		เหตุการณ์น้ำล้นตลิ่ง			
	เมตร	เปอร์เซ็นต์	ช่วงเวลาที่เกิด	จำนวนวันที่น้ำล้นตลิ่ง	จำนวนวันที่ลดลงจากสภาพปัจจุบัน	จำนวนวันที่ลดลงจากกรณีการผันน้ำ 100 ลบ.ม./ว.
ปี พ.ศ.2538						
เสริมตลิ่ง 0.50 ม.	0.20	0.40	11 สิงหาคม-19 ตุลาคม	70	เพิ่มขึ้น 1 วัน	8
เสริมตลิ่ง 1.00 ม.	0.18	0.36	12 สิงหาคม-14 ตุลาคม	64	5	14
เสริมตลิ่ง 1.50 ม.	0.15	0.30	14 สิงหาคม-1 ตุลาคม	49	20	29
ปี พ.ศ.2547						
เสริมตลิ่ง 0.50 ม.	0.24	0.50	15 กันยายน-1 ตุลาคม	17	เพิ่มขึ้น 2 วัน	1
เสริมตลิ่ง 1.00 ม.	0.22	0.46	16 กันยายน-30 กันยายน	15	0	3
เสริมตลิ่ง 1.50 ม.	0.21	0.45	18 กันยายน-29 กันยายน	12	3	6

ตารางที่ 21 แนวทางการผันน้ำเมื่อทำการเสริมตลิ่งที่กรณีต่างๆ

วัน เดือน ปี	เหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2537								เหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2547							
	หน้าน้ำ 100 ลบ.ม./ว.				จุดพิจารณาด้านเหนือน้ำ		จุดพิจารณาด้านท้ายน้ำ		หน้าน้ำ 100 ลบ.ม./ว.				จุดพิจารณาด้านเหนือน้ำ		จุดพิจารณาด้านท้ายน้ำ	
	ไม่เสริม	ตลิ่ง 0.5 ม.	ตลิ่ง 1.0 ม.	ตลิ่ง 1.5 ม.	Q-N.60	WL-N.60	Q-N.8A	WL-N.8A	ไม่เสริม	ตลิ่ง 0.5 ม.	ตลิ่ง 1.0 ม.	ตลิ่ง 1.5 ม.	Q-N.60	WL-N.60	Q-N.8A	WL-N.8A
1 ส.ค. 95					103.0	49.8	590.8	26.5					117.3	48.62	659.1	28.18
2 ส.ค. 95					280.8	51.0	596.0	26.6					146.6	48.87	657.6	28.17
3 ส.ค. 95					241.2	50.8	590.8	26.5					203.4	50.33	662	28.2
4 ส.ค. 95					293.0	51.2	654.4	27.0					231.6	50.54	669.5	28.25
5 ส.ค. 95					281.8	51.1	694.9	27.3					194.7	49.36	698	28.44
6 ส.ค. 95					332.2	51.5	681.4	27.2					160.2	49.98	740.7	28.71
7 ส.ค. 95					374.2	51.8	669.2	27.2					115	49.6	747.5	28.7
8 ส.ค. 95					585.5	53.1	688.2	27.3					113.8	49.59	728.8	28.64
9 ส.ค. 95					596.0	53.2	733.9	27.6					115	49.6	708.5	28.51
10 ส.ค. 95					613.0	53.3	813.6	28.2					136.9	49.79	695	28.42
11 ส.ค. 95					548.7	52.9	891.6	28.7					130	49.73	690.5	28.39
12 ส.ค. 95					503.3	52.6	960.6	29.1					110.4	49.56	695	28.42
13 ส.ค. 95					459.2	52.4	1016.4	29.4					119.6	49.64	701	28.46
14 ส.ค. 95					547.0	52.9	1057.0	29.6					125.3	49.69	686	28.36
15 ส.ค. 95					566.3	53.0	1080.1	29.7					88.8	49.37	666.5	28.23
16 ส.ค. 95					576.7	53.1	1103.6	29.8					73.1	49.22	644.6	28.08
17 ส.ค. 95					707.0	53.7	1128.9	29.9					81.5	49.3	612.8	27.85
18 ส.ค. 95					742.2	53.9	1164.6	30.1					85.7	49.34	556.2	27.41
19 ส.ค. 95					814.4	54.2	1212.3	30.3					92	49.4	491.2	26.88
20 ส.ค. 95					762.0	54.0	1245.9	30.4					92	49.4	442	26.4
21 ส.ค. 95					649.3	53.4	1269.1	30.4					77.3	49.26	397.3	25.95
22 ส.ค. 95					601.2	53.2	1273.8	30.4					69.9	49.19	373.7	25.69
23 ส.ค. 95					731.2	53.8	1278.5	30.5					65.8	49.15	345	25.35
24 ส.ค. 95					720.2	53.8	1283.2	30.5					92	49.4	328.2	25.14
25 ส.ค. 95					796.0	54.1	1287.9	30.5					96.6	49.44	313.8	24.96
26 ส.ค. 95					789.1	54.1	1302.0	30.5					84.7	49.33	286	24.6
27 ส.ค. 95					726.8	53.8	1316.1	30.5					77.3	49.26	280.8	24.53
28 ส.ค. 95					762.0	54.0	1320.8	30.5					80.4	49.29	265.7	24.33
29 ส.ค. 95					742.2	53.9	1316.1	30.5					73.1	49.22	243.4	24.02
30 ส.ค. 95					685.0	53.6	1316.1	30.5					252.6	50.69	231	23.83
31 ส.ค. 95					998.6	54.9	1320.8	30.5					305.5	51.05	223.8	23.72
1 ก.ย. 95					1407.2	56.3	1320.8	30.5					268	50.8	251.1	24.13
2 ก.ย. 95					1617.2	56.9	1330.2	30.6					284.5	50.91	317	25
3 ก.ย. 95					1735.2	57.3	1334.9	30.6					217.6	50.44	346.6	25.37
4 ก.ย. 95					1892.6	57.8	1334.9	30.6					139.2	49.81	366	25.6
5 ก.ย. 95					2050.0	58.2	1334.9	30.6					110.4	49.56	380.5	25.77
6 ก.ย. 95					2046.5	58.2	1334.9	30.6					147.9	49.88	367.7	25.62
7 ก.ย. 95					1956.3	58.0	1334.9	30.6					120.8	49.65	318.6	25.02
8 ก.ย. 95					1506.7	56.6	1339.6	30.6					165.1	50.02	323.4	25.08
9 ก.ย. 95					1104.5	55.3	1339.6	30.6					234.4	50.56	321	25.05
10 ก.ย. 95					905.2	54.6	1339.6	30.6					313	51.1	341.8	25.31
11 ก.ย. 95					826.2	54.2	1387.4	30.6					263.8	50.77	401	25.99
12 ก.ย. 95					900.1	54.5	1502.4	30.6					187.3	50.2	487.8	26.85
13 ก.ย. 95					1038.8	55.1	1540.7	30.7					376.0	51.5	556.2	27.41
14 ก.ย. 95					977.8	54.8	1694.2	30.7					580.3	52.82	589.1	27.67
15 ก.ย. 95					920.6	54.6	1885.9	30.7					565.5	52.73	698	28.44
16 ก.ย. 95					855.0	54.4	1962.6	30.8					672.7	53.38	874	29.45
17 ก.ย. 95					918.0	54.6	2077.7	30.8					659.5	53.3	977.5	29.91
18 ก.ย. 95					877.2	54.4	2116.0	30.8					523.2	52.47	1049.4	30.19
19 ก.ย. 95					786.8	54.1	2116.0	30.8					377.5	51.53	1092.5	30.35
20 ก.ย. 95					770.8	54.0	2116.0	30.8					560.5	52.7	1103.3	30.39
21 ก.ย. 95					784.5	54.1	2077.7	30.8					694.1	53.51	1119.1	30.43
22 ก.ย. 95					962.2	54.8	2077.7	30.8					644.7	53.21	1180	30.57
23 ก.ย. 95					1221.4	55.7	2039.3	30.8					501.2	52.33	1236.5	30.7
24 ก.ย. 95					1161.0	55.5	1962.6	30.8					310	51.08	1249.6	30.73
25 ก.ย. 95					910.4	54.6	1885.9	30.7					219	50.45	1206	30.63
26 ก.ย. 95					726.8	53.8	1847.5	30.7					177.5	50.12	1159.2	30.52
27 ก.ย. 95					617.0	53.3	1809.2	30.7					146.6	49.87	1132.1	30.46
28 ก.ย. 95					519.8	52.7	1732.5	30.7					132.3	49.75	1092.5	30.35
29 ก.ย. 95					480.2	52.5	1655.8	30.7					127.6	49.71	1060.1	30.23
30 ก.ย. 95					417.4	52.1	1617.5	30.7					112.7	49.58	1028.6	30.11
1 ต.ค. 95					377.0	51.8	1502.4	30.6					105.8	49.52	990	29.96
2 ต.ค. 95					417.4	52.1	1387.4	30.6					94.3	49.42	936.2	29.74
3 ต.ค. 95					405.0	52.0	1339.6	30.6					83.6	49.32	860.2	29.38
4 ต.ค. 95					392.4	51.9	1320.8	30.5					104.6	49.51	797.2	29.04
5 ต.ค. 95					554.0	52.9	1306.7	30.5					117.3	49.62	756	28.8
6 ต.ค. 95					805.2	54.1	1292.6	30.5					124.2	49.68	719	28.58
7 ต.ค. 95					833.4	54.3	1283.2	30.5					115	49.6	678.5	28.31
8 ต.ค. 95					696.0	53.7	1273.8	30.4					118.5	49.63	659.1	28.18
9 ต.ค. 95					550.5	52.9	1269.1	30.4					119.6	49.64	635.9	28.02
10 ต.ค. 95					552.3	52.9	1264.4	30.4					121.9	49.66	591.7	27.69
11 ต.ค. 95					562.8	53.0	1255.0	30.4					178.7	50.13	558.7	27.43
12 ต.ค. 95					454.6	52.3	1248.9	30.4					170.1	50.06	535	27.24
13 ต.ค. 95					438.1	52.2	1239.8	30.4					162.7	50	513.7	27.07
14 ต.ค. 95					485.1	52.5	1230.6	30.3					166.4	50.03	483.2	26.81
15 ต.ค. 95					230.0	50.8	1221.5	30.3					162.7	50	464	26.62
16 ต.ค. 95					417.4	52.1	1215.4	30.3					154	49.93	434	26.32
17 ต.ค. 95					417.4	52.1	1203.1	30.2					156.5	49.95	408	26.06
18 ต.ค. 95					468.6	52.4	1200.1	30.2					170.1	50.06	384	25.81
19 ต.ค. 95					470.3	52.4	1200.1	30.2					167.6	50.04	357.5	25.5
20 ต.ค. 95					468.6	52.4	1197.0	30.2					170.1	50.06	333	25.2
21 ต.ค. 95					386.8	51.9	1191.5	30.2					176.2	50.11	333	25.2
22 ต.ค. 95					152.4	50.2	1186.6	30.2					166.4	50.03	322.6	25.07
23 ต.ค. 95					104.3	49.8	1172.0	30.1					176.2	50.11	315.4	24.98
24 ต.ค. 95					322.4	51.4	1135.8	30.0					139.2	49.81	297.3	24.75
25 ต.ค. 95					335.0	51.5	1071.7	29.7					127.6	49.71	280.8	24.53
26 ต.ค. 95					280.4	51.1	1080.1	29.7					162.7	50	266.5	24.34
27 ต.ค. 95					211.8	50.6	1082.2	29.7					125.3	49.69	256.7	24.21
28 ต.ค. 95					230.0	50.8	1069.6	29.7					138	49.8	271	24.4
29 ต.ค. 95					110.8	49.9	1042.2	29.5					170.1	50.06	267.2	24.35
30 ต.ค. 95					301.4	51.3	1018.2	29.4					181.2	50.15	253.9	24.17

## 2.4 กรณีการผันน้ำที่เป็นไปได้ โดยไม่เกิดความเสี่ยงด้านอุทกภัยน้ำล้นตลิ่ง เมื่อมีการขุดลอกลำน้ำ

การศึกษากรณีการผันน้ำที่เป็นไปได้ โดยไม่เกิดความเสี่ยงด้านอุทกภัยน้ำล้นตลิ่ง เมื่อมีการขุดลอกลำน้ำ ได้ทำการขุดลอกลำน้ำบริเวณด้านท้ายน้ำที่เป็นจุดวิกฤติที่ประสบปัญหาน้ำไหลล้นตลิ่งบริเวณอำเภอตะพานหิน จังหวัดพิจิตร ซึ่งมีลักษณะความลาดชันน้อยและได้รับอิทธิพลของน้ำที่เอ่อจากด้านท้ายน้ำ โดยทำการขุดลอกตั้งแต่ กม.332.50 ถึง กม.372.40 รวมระยะทางประมาณ 40 กิโลเมตร ผลการขุดลอกพบว่าสามารถช่วยลดค่าระดับน้ำจากกรณีการผันน้ำที่ 100 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ได้เล็กน้อย ดังแสดงผลการขุดลอกดังตารางที่ 22

จากข้อมูลในตารางที่ 22 นำผลการศึกษาดังกล่าวมาบริหารจัดการน้ำในช่วงเวลาต่างๆ โดยอาศัยข้อมูลจากสถานี N.60 เป็นจุดสังเกตการณ์ด้านเหนือน้ำ และ สถานี N.8A เป็นจุดสังเกตการณ์ด้านท้ายน้ำ ซึ่งพบว่าจากแผนการผันน้ำในช่วงเวลาเดือนสิงหาคม-เดือนพฤศจิกายน นั้น เมื่อมีการขุดลอกช่วงเวลาของการผันน้ำสำหรับเหตุการณ์น้ำหลาก ปี พ.ศ.2538 พบว่าจะต้องหยุดการผันน้ำในช่วงปริมาณน้ำท่าที่สถานี N.60 มีค่าประมาณ 500 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และเริ่มผันน้ำได้อีกครั้งโดยพิจารณาปริมาณน้ำท่าที่จุดสังเกตด้านท้ายน้ำ สถานี N.8A ซึ่งมีค่าประมาณ 1,220 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และสำหรับเหตุการณ์น้ำหลาก ปี พ.ศ.2547 พบว่าจะต้องหยุดการผันน้ำในช่วงปริมาณน้ำท่าที่สถานี N.60 มีค่าประมาณ 580 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และเริ่มผันน้ำได้อีกครั้งโดยพิจารณาปริมาณน้ำท่าที่จุดสังเกตด้านท้ายน้ำ สถานี N.8A ซึ่งมีค่าประมาณ 1,030 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการขุดลอกที่จุดวิกฤติจะทำให้ศักยภาพในการรองรับน้ำผันของแม่น้ำน่านดีขึ้นเล็กน้อย โดยสรุปแนวทางการผันน้ำได้ดังตารางที่ 23

ตารางที่ 22 การเปลี่ยนแปลงค่าระดับน้ำและช่วงเวลาการเกิดน้ำไหลล้นตลิ่งเมื่อมีการผันน้ำที่อัตรา 100 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และชุดลอกที่กรณีต่างๆ

กรณีการชุด ลอก	ค่าระดับน้ำเฉลี่ยที่ เพิ่มขึ้นจากปัจจุบัน		เหตุการณ์น้ำล้นตลิ่ง			
	เมตร	เปอร์เซ็นต์	ช่วงเวลาที่เกิด	จำนวนวันที่ น้ำล้นตลิ่ง	จำนวนวันที่ลดลงจาก สภาพปัจจุบัน	จำนวนวันที่ลดลง จากกรณีการผัน น้ำ 100 ลบ.ม./ว.
ปี พ.ศ.2538						
ชุดลอก 1.0 ม.	0.12	0.25	12 สิงหาคม-17 ตุลาคม	67	2	11
ชุดลอก 2.0 ม.	0.11	0.23	12 สิงหาคม-16 ตุลาคม	66	3	12
ปี พ.ศ.2547						
ชุดลอก 1.0 ม.	0.19	0.39	15 กันยายน-1 ตุลาคม	17	เพิ่มขึ้น 2 วัน	1
ชุดลอก 2.0 ม.	0.17	0.36	15 กันยายน-1 ตุลาคม	17	เพิ่มขึ้น 2 วัน	1

ตารางที่ 23 แนวทางการผันน้ำเมื่อทำการขุดลอกที่กรณีต่างๆ

วัน เดือน ปี	เหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2537								เหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2547							
	คันน้ำ 100 ลบ.ม./ว.			จุดพิจารณาคันเหนือน้ำ		จุดพิจารณาคันท้ายน้ำ			คันน้ำ 100 ลบ.ม./ว.			จุดพิจารณาคันเหนือน้ำ		จุดพิจารณาคันท้ายน้ำ		
	ไม่ขุดลอก	ขุดลอก 1 ม	ขุดลอก 2 ม	Q-N.60	WL-N.60	Q-N.8A	WL-N.8A	ไม่ขุดลอก	ขุดลอก 1 ม	ขุดลอก 2 ม	Q-N.60	WL-N.60	Q-N.8A	WL-N.8A		
1 ส.ค. 95				103.0	49.8	590.8	26.5				117.3	49.62	659.1	28.18		
2 ส.ค. 95				260.8	51.0	598.0	26.6				146.6	49.87	657.6	28.17		
3 ส.ค. 95				241.2	50.8	590.8	26.5				203.4	50.33	662	28.2		
4 ส.ค. 95				293.0	51.2	654.4	27.0				231.6	50.54	669.5	28.25		
5 ส.ค. 95				281.8	51.1	694.9	27.3				194.7	50.26	698	28.44		
6 ส.ค. 95				332.2	51.5	681.4	27.2				160.2	49.98	740.7	28.71		
7 ส.ค. 95				374.2	51.8	669.2	27.2				115	49.6	747.5	28.75		
8 ส.ค. 95				585.5	53.1	688.2	27.3				113.8	49.59	728.8	28.64		
9 ส.ค. 95				596.0	53.2	733.9	27.6				115	49.6	708.5	28.51		
10 ส.ค. 95				613.0	53.3	813.6	28.2				136.9	49.79	695	28.42		
11 ส.ค. 95				548.7	52.9	891.6	28.7				130	49.73	690.5	28.39		
12 ส.ค. 95				503.3	52.6	960.6	29.1				110.4	49.56	695	28.42		
13 ส.ค. 95				459.2	52.4	1016.4	29.4				119.6	49.64	701	28.46		
14 ส.ค. 95				547.0	52.9	1057.0	29.6				125.3	49.69	686	28.36		
15 ส.ค. 95				566.3	53.0	1080.1	29.7				88.8	49.37	666.5	28.23		
16 ส.ค. 95				576.7	53.1	1103.6	29.8				73.1	49.22	644.6	28.08		
17 ส.ค. 95				707.0	53.7	1128.9	29.9				81.5	49.3	612.8	27.85		
18 ส.ค. 95				742.2	53.9	1164.6	30.1				85.7	49.34	556.2	27.41		
19 ส.ค. 95				814.4	54.2	1212.3	30.3				92	49.4	491.2	26.88		
20 ส.ค. 95				762.0	54.0	1245.9	30.4				92	49.4	442	26.4		
21 ส.ค. 95				649.3	53.4	1269.1	30.4				77.3	49.26	397.3	25.95		
22 ส.ค. 95				601.2	53.2	1273.8	30.4				69.9	49.19	373.7	25.69		
23 ส.ค. 95				731.2	53.8	1278.5	30.5				65.8	49.15	345	25.35		
24 ส.ค. 95				720.2	53.8	1283.2	30.5				92	49.4	328.2	25.14		
25 ส.ค. 95				796.0	54.1	1287.9	30.5				96.6	49.44	313.8	24.96		
26 ส.ค. 95				789.1	54.1	1302.0	30.5				96.6	49.44	292	24.68		
27 ส.ค. 95				789.1	54.1	1302.0	30.5				84.7	49.33	286	24.6		
28 ส.ค. 95				726.8	53.8	1316.1	30.5				77.3	49.26	280.8	24.53		
29 ส.ค. 95				762.0	54.0	1320.8	30.5				80.4	49.29	265.7	24.33		
30 ส.ค. 95				742.2	53.9	1316.1	30.5				73.1	49.22	243.4	24.02		
31 ส.ค. 95				685.0	53.6	1316.1	30.5				252.6	50.69	231	23.83		
1 ก.ย. 95				998.6	54.9	1320.8	30.5				305.5	51.05	223.8	23.72		
2 ก.ย. 95				1407.2	56.3	1320.8	30.5				268	50.8	251.1	24.13		
3 ก.ย. 95				1617.2	56.9	1330.2	30.6				284.5	50.91	317	25		
4 ก.ย. 95				1735.2	57.3	1334.9	30.6				217.6	50.44	346.6	25.37		
5 ก.ย. 95				1892.6	57.8	1334.9	30.6				139.2	49.81	366	25.6		
6 ก.ย. 95				2050.0	58.2	1334.9	30.6				110.4	49.56	380.5	25.77		
7 ก.ย. 95				2046.5	58.2	1334.9	30.6				147.9	49.88	367.7	25.62		
8 ก.ย. 95				1956.3	58.0	1334.9	30.6				120.8	49.65	318.6	25.02		
9 ก.ย. 95				1506.7	56.6	1339.6	30.6				165.1	50.02	323.4	25.08		
10 ก.ย. 95				1104.5	55.3	1339.6	30.6				234.4	50.56	321	25.05		
11 ก.ย. 95				905.2	54.6	1339.6	30.6				313	51.1	341.8	25.31		
12 ก.ย. 95				826.2	54.2	1387.4	30.6				263.8	50.77	401	25.99		
13 ก.ย. 95				900.1	54.5	1502.4	30.6				187.3	50.2	487.8	26.85		
14 ก.ย. 95				1038.8	55.1	1540.7	30.7				376	51.52	556.2	27.41		
15 ก.ย. 95				977.8	54.8	1694.2	30.7				580.3	52.82	589.1	27.67		
16 ก.ย. 95				920.6	54.6	1885.9	30.7				565.5	52.73	698	28.44		
17 ก.ย. 95				855.0	54.4	1962.6	30.8				672.7	53.38	874	29.45		
18 ก.ย. 95				918.0	54.6	2077.7	30.8				659.5	53.3	977.5	29.91		
19 ก.ย. 95				877.2	54.4	2116.0	30.8				523.2	52.47	1049.4	30.19		
20 ก.ย. 95				786.8	54.1	2116.0	30.8				377.5	51.53	1092.5	30.35		
21 ก.ย. 95				770.8	54.0	2116.0	30.8				560.5	52.7	1103.3	30.39		
22 ก.ย. 95				784.5	54.1	2077.7	30.8				694.1	53.51	1119.1	30.43		
23 ก.ย. 95				962.2	54.8	2077.7	30.8				644.7	53.21	1180	30.57		
24 ก.ย. 95				1221.4	55.7	2039.3	30.8				501.2	52.33	1236.5	30.7		
25 ก.ย. 95				1161.0	55.5	1962.6	30.8				310	51.08	1249.6	30.73		
26 ก.ย. 95				910.4	54.6	1885.9	30.7				219	50.45	1206	30.63		
27 ก.ย. 95				726.8	53.8	1847.5	30.7				177.5	50.12	1158.2	30.52		
28 ก.ย. 95				617.0	53.3	1809.2	30.7				146.6	49.87	1132.1	30.46		
29 ก.ย. 95				519.8	52.7	1732.5	30.7				132.3	49.75	1092.5	30.35		
30 ก.ย. 95				480.2	52.5	1655.8	30.7				127.6	49.71	1060.1	30.23		
1 ต.ค. 95				417.4	52.1	1617.5	30.7				112.7	49.58	1028.6	30.11		
2 ต.ค. 95				377.0	51.8	1502.4	30.6				105.8	49.52	990	29.96		
3 ต.ค. 95				417.4	52.1	1387.4	30.6				94.3	49.42	936.2	29.74		
4 ต.ค. 95				405.0	52.0	1339.6	30.6				83.6	49.32	860.2	29.38		
5 ต.ค. 95				392.4	51.9	1320.8	30.5				104.6	49.51	797.2	29.04		
6 ต.ค. 95				554.0	52.9	1306.7	30.5				117.3	49.62	756	28.8		
7 ต.ค. 95				805.2	54.1	1292.6	30.5				124.2	49.68	719	28.58		
8 ต.ค. 95				833.4	54.3	1283.2	30.5				115	49.6	678.5	28.31		
9 ต.ค. 95				696.0	53.7	1273.8	30.4				118.5	49.63	659.1	28.18		
10 ต.ค. 95				550.5	52.9	1269.1	30.4				119.6	49.64	635.9	28.02		
11 ต.ค. 95				552.3	52.9	1264.4	30.4				121.9	49.66	591.7	27.69		
12 ต.ค. 95				562.8	53.0	1255.0	30.4				178.7	50.13	558.7	27.43		
13 ต.ค. 95				454.6	52.3	1248.9	30.4				170.1	50.06	535	27.24		
14 ต.ค. 95				439.1	52.2	1239.8	30.4				162.7	50	513.7	27.07		
15 ต.ค. 95				485.1	52.5	1230.6	30.3				166.4	50.03	483.2	26.81		
16 ต.ค. 95				230.0	50.8	1221.5	30.3				162.7	50	464	26.62		
17 ต.ค. 95				417.4	52.1	1215.4	30.3				154	49.93	434	26.32		
18 ต.ค. 95				417.4	52.1	1203.1	30.2				156.5	49.95	408	26.06		
19 ต.ค. 95				468.6	52.4	1200.1	30.2				170.1	50.06	384	25.81		
20 ต.ค. 95				470.3	52.4	1200.1	30.2				167.6	50.04	357.5	25.5		
21 ต.ค. 95				468.6	52.4	1197.0	30.2				170.1	50.06	333	25.2		
22 ต.ค. 95				386.8	51.9	1191.5	30.2				176.2	50.11	333	25.2		
23 ต.ค. 95				152.4	50.2	1186.6	30.2				166.4	50.03	322.6	25.07		
24 ต.ค. 95				104.3	49.8	1172.0	30.1				176.2	50.11	315.4	24.98		
25 ต.ค. 95				322.4	51.4	1135.8	30.0				139.2	49.81	297.3	24.75		
26 ต.ค. 95				335.0	51.5	1071.7	29.7				127.6	49.71	280.8	24.53		
27 ต.ค. 95				280.4	51.1	1080.1	29.7				162.7	50	266.5	24.34		
28 ต.ค. 95				211.8	50.6	1082.2	29.7				125.3	49.69	256.7	24.21		
29 ต.ค. 95				230.0	50.8	1069.6	29.5				138	49.8	271	24.4		
30 ต.ค. 95				110.8	49.9	1042.2	29.5				170.1	50.06	267.2	24.35		
31 ต.ค. 95				301.4	51.3	1018.2	29.4				181.2	50.15	253.9	24.17		

## สรุปและข้อเสนอแนะ

### สรุป

1. การศึกษาสภาพปริมาณน้ำท่ารายวันของกลุ่มน้ำน่าน ศึกษาโดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง NAM ซึ่งเป็นแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า และแบบจำลอง MIKE 11 HD ซึ่งเป็นแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ เพื่อประเมินพารามิเตอร์ควบคุมแบบจำลองทั้งสอง โดยในส่วนของแบบจำลอง NAM ได้ทำการประเมินปริมาณน้ำท่ารายวันจากสถานีวัดน้ำท่าซึ่งเป็นจุดไหลออกของกลุ่มน้ำสาขาในกลุ่มน้ำน่าน รวม 7 สถานี ประกอบด้วย สถานีวัดน้ำท่า N.1 N.42 N.13A N.63 N.33 N.22 และ N.24 มีพื้นที่รับน้ำฝนระหว่าง 1,045.03 ถึง 4483.13 ตารางกิโลเมตร ผลการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง พบว่า พารามิเตอร์ของแบบจำลอง จำนวน 15 พารามิเตอร์ ซึ่งประกอบด้วย  $U_{max}$ ,  $L_{max}$ , CQOF, CKIF, TOF, TIF, TG, CK1, CK2, CKBF, Sy,  $GWL_{min}$ ,  $GWLBF_0$ ,  $GWLFL_1$  และ CAREA ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วงที่ได้แนะนำไว้ในคู่มือการใช้งานของแบบจำลอง โดยพารามิเตอร์ที่สำคัญมีอยู่ 5 ตัว ได้แก่  $U_{max}$ ,  $L_{max}$  และ CQOF จะมีผลต่อปริมาณน้ำท่าและอัตราการไหลสูงสุด ส่วน CK1 และ CK2 จะมีผลต่อเวลาการเกิดน้ำท่าสูงสุด และใช้แบบจำลอง NAM ในการประเมินปริมาณน้ำท่าในกลุ่มน้ำสาขาที่ไม่มีสถานีวัดน้ำท่าตั้งอยู่ ได้แก่ กลุ่มน้ำน่านส่วนที่ 4 กลุ่มน้ำป่าด กลุ่มน้ำคลองตรอน และกลุ่มน้ำน่านตอนล่าง เพื่อใช้เป็นปริมาณการไหลเข้าด้านข้าง (Sideflow) ของแบบจำลอง MIKE 11HD และในส่วนของแบบจำลอง MIKE 11HD ได้จำลองสภาพการไหลของแม่น้ำน่านตั้งแต่ท้ายเขื่อนสิริกิติ์ ถึงอำเภอบางมูลนาก จังหวัดพิจิตร โดยทำการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองที่สถานีวัดน้ำท่าในแม่น้ำน่าน รวม จำนวน 4 สถานี ประกอบด้วย สถานีวัดน้ำท่า N.60 N.5A N.7A และ N.8A ผลการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง MIKE 11HD พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning' s n มีค่าระหว่าง 0.03 ถึง 0.05 สำหรับการไหลในลำน้ำ และ 0.05 สำหรับการไหลในทุ่งน้ำท่วม จากการประเมินทางสถิติผลที่ได้จากสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองทั้งสอง อยู่ในเกณฑ์ดีและพอใช้เป็นที่ยอมรับได้เหมาะสมในการนำไปประยุกต์เพื่อศึกษาศึกษาสภาพของกลุ่มน้ำน่านในการรองรับปริมาณน้ำฝนจากกลุ่มน้ำยมต่อไป

2. การศึกษาศึกษาสภาพของกลุ่มน้ำน่านในการรองรับปริมาณน้ำฝนจากกลุ่มน้ำยม ได้ศึกษาศึกษาสภาพของแม่น้ำน่านที่กรณีต่างๆ ซึ่งประกอบด้วย 1) กรณีสภาพปัจจุบันที่เหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2538 และ 2547 (กรณียังไม่มีโครงการผันน้ำ) 2) กรณีอนาคตเมื่อมีการผันน้ำ โดยในกรณีเมื่อมี

การผันน้ำนี้ได้ศึกษาแยกเป็นกรณีต่างๆ 4 กรณี คือ กรณีการผันน้ำเต็มศักยภาพสูงสุด 100 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที, กรณีการผันน้ำที่เป็นไปได้ที่อัตราการผันน้ำ 90, 80, 70, 60 และ 50 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที, กรณีการเสริมตลิ่งที่จุดวิกฤติโดยเพิ่มความสูงตลิ่งที่ 0.5, 1.0 และ 1.5 เมตร และกรณีการขุดลอกที่ 1.0 และ 2.0 เมตร โดยสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

กรณีสภาพปัจจุบันที่เหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ.2538 และ 2547 พบว่าช่วงที่มีศักยภาพในการรองรับน้ำฝนของแม่น้ำน่านอยู่ในช่วงก่อนและหลังการเกิดปริมาณการไหลสูงสุดในแม่น้ำ โดยช่วงที่เกิดปริมาณการไหลสูงสุดในแม่น้ำนั้นแม่น้ำน่านจะประสบปัญหาน้ำไหลล้นตลิ่ง ซึ่งช่วงเวลาจะขึ้นกับขนาดของกราฟน้ำหลากปีนั้นๆ ซึ่งสามารถใช้สถานีวัดน้ำท่าที่เหนือจุดผันน้ำ สถานี N.60 และสถานีวัดน้ำท่าด้านท้ายน้ำ N.8A เป็นจุดสังเกตการณ์

สำหรับการหาปริมาณน้ำท่าที่เหมาะสมที่แม่น้ำน่านจะมีศักยภาพในการรองรับได้ พบว่าที่อัตราการผันน้ำ 100, 90, 80, 70, 60 และ 50 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที มีผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงค่าระดับน้ำไม่แตกต่างกัน โดยปริมาณการผันน้ำที่เพิ่มขึ้น 10 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที จะทำให้ระน้ำเพิ่มขึ้นจากอัตราการผันน้ำเดิมเพียง 1-2 เซนติเมตร และผลกระทบของระยะเวลา น้ำท่วมระหว่างอัตราการผันน้ำที่ 50 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และ 100 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ต่างกัน เพียง 2 วัน ดังนั้นอัตราการผันน้ำที่ 100 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที จึงมีความเหมาะสม และแม่น้ำน่าน มีศักยภาพในการรองรับน้ำได้ โดยอาศัยการวางแผนในการบริหารจัดการตามกรณีการศึกษาต่างๆ ดังนี้

กรณีการผันน้ำเต็มศักยภาพสูงสุด 100 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที แม่น้ำน่านสามารถรองรับปริมาณน้ำฝนได้จนกระทั่งปริมาณน้ำท่าที่สถานี N.60 มีค่าเท่ากับ 580 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และในการเริ่มผันน้ำอีกครั้งเมื่อปริมาณน้ำท่าที่ N.8A มีค่าอยู่ในช่วง 990-1,200 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที สำหรับกรณีการเพิ่มศักยภาพในการรองรับน้ำฝนของแม่น้ำน่านกรณีเสริมตลิ่งที่ ความสูงต่างๆ จะผันได้จนกระทั่งปริมาณน้ำท่าที่ N.60 มีค่าอยู่ในช่วง 500-660 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และในการเริ่มผันน้ำครั้งที่ 2 โดยพิจารณาจากปริมาณน้ำท่าที่ N.8A ซึ่งกรณีเสริมตลิ่งสูง 1.5 , 1.0 และ 0.5 เมตร มีค่าอยู่ในช่วง 1,600-1,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที สำหรับในกรณีการขุดลอกที่ ความลึก 1.0-2.0 เมตร จะสามารถผันน้ำได้จนกระทั่งปริมาณน้ำท่าที่ N.60 มีค่าอยู่ในช่วง 500-580 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และในการเริ่มผันน้ำครั้งที่ 2 จะพิจารณาผันเมื่อปริมาณน้ำท่าที่ N.8A มีค่า อยู่ในช่วง 1,000-1,200 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

3. ผลจากการคำนวณของแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (NAM) และแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (MIKE 11HD) ในการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งใช้ในการประเมินน้ำท่าของลำน้ำสาขาของกลุ่มน้ำน่าน และจำลองสภาพการไหลของแม่น้ำน่านตั้งแต่ท้ายเขื่อนสิริกิติ์ ถึงอำเภอบางมูลนาก จังหวัดพิจิตร จากการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองทั้งสอง ได้ผลที่ค่อนข้างดี มีความใกล้เคียงสอดคล้องกับค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริงอย่างมาก มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่ารายวันของกลุ่มน้ำน่านได้ ทั้งในกรณีที่มีและไม่มีการผันน้ำจากลุ่มน้ำยม

### ข้อเสนอแนะ

1. การต่อขยายข้อมูลน้ำฝน น้ำท่า จากข้อมูลที่ขาดหายไป มีผลทำให้การประเมินน้ำท่าผิดพลาด เห็นว่าการเก็บข้อมูลที่มีความสำคัญต่อการนำไปใช้งานมาก

2. ในการศึกษาข้อมูลรูปตัดตามขวางของลำน้ำน่าน มีจำนวนน้อยเกินไป ทำให้ความละเอียดในการคำนวณของแบบจำลองลดน้อยลง สำหรับการใส่แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ควรมีข้อมูลรูปตัดตามขวางทุกระยะ 0.5 ถึง 1.0 กิโลเมตร จึงจะเหมาะสม

3. ในการผันน้ำจากแม่น้ำยมไปลงแม่น้ำน่านสำหรับเหตุการณ์ในอนาคต ควรพิจารณาปริมาณน้ำหลากจากสถานี N.60 แม่น้ำน่าน อำเภอตรอน จังหวัดอุดรดิตถ์ สถานี N.22 แม่น้ำแควน้อย อำเภอวัดโบสถ์ จังหวัดพิษณุโลก และ สถานี N.24 แม่น้ำวังทอง อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก เป็นจุดสังเกตร่วมกันในการพิจารณาปริมาณน้ำผันและช่วงเวลาการผันน้ำที่เหมาะสม

4. สำหรับอ่างเก็บน้ำเขื่อนแควน้อยที่กำลังก่อสร้างและคาดว่าจะแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2552 มีความจุที่ระดับเก็บกัก 769 ล้านลูกบาศก์เมตร จะสามารถลดปริมาณน้ำหลากในกลุ่มน้ำแควน้อยได้มาก ซึ่งจะทำให้การผันน้ำจากแม่น้ำยมลงสู่แม่น้ำน่าน สามารถผันได้มากขึ้นทั้งปริมาณน้ำและช่วงเวลาผันได้

5. ในกรณีที่ผันน้ำเต็มศักยภาพสูงสุด 100 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ต้องพิจารณาเสถียรภาพลาดท้องคลองผันน้ำให้ดี อาจได้รับผลกระทบของการขึ้นลงของน้ำอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะสร้างความเสียหายให้กับลาดท้องคลองได้

## เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2548. รายงานฉบับกลาง การศึกษาและวิเคราะห์  
จัดทำแผนรวมการแก้ไขบรรเทาปัญหาอุทกภัยลุ่มน้ำยม - ลุ่มน้ำน่าน.

กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2548. รายงานฉบับสมบูรณ์  
รายงานหลัก โครงการจัดทำแผนรวมการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน.

กานดา คงธรรม. 2545. การศึกษาพารามิเตอร์ของแบบจำลอง NAM สำหรับลุ่มน้ำน่าน.  
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

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

ภูวดล พรหมชา. 2544. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแม่น้ำบางปะกงโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์  
**MIKE 11**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วีระพล เต็มสมบัติ. 2538. หลักสูตรวิทยา. ห้างหุ้นส่วนจำกัด สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์,  
กรุงเทพฯ.

ศิริกัญญา แสงสว่าง. 2547. การเปรียบเทียบความสามารถของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม  
และแบบจำลองอุทกวิทยาในการประเมินปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำปิงตอนบน. วิทยานิพนธ์  
ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ส่วนวิศวกรรมบริหาร สำนักชลประทานที่3 กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2548.  
รายงานโครงการพัฒนาระบบชลประทานแม่น้ำยมสายเก่า และคลองผันน้ำแม่น้ำยม -  
แม่น้ำน่าน.

ส่วนวิศวกรรมบริหาร สำนักชลประทานที่4 กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2548.

รายงานโครงการพัฒนาระบบชลประทานแม่ข่ายมสายเก่า และคลองผันน้ำแม่ข่ายม –  
แม่ข่ายน่าน.

สุประภาพร พัฒน์สิงห์เสนีย์. 2547. การเปรียบเทียบความสามารถของแบบจำลองโครงข่าย  
ประสาทเทียม และแบบจำลองทางอุทกพลศาสตร์ในการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่วมในลุ่มน้ำ  
ปิงตอนบน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อัคราวุฒิ อินทรพาณิชย์. 2544. การพยากรณ์สภาพน้ำท่วมเนื่องจากเนื่องจากสร้างอาคารบังคับน้ำ  
บนลำน้ำท่าตอนบน จังหวัดนครพนม โดยใช้แบบจำลอง MIKE 11. วิทยานิพนธ์  
ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Chow, V.T., D.R. Maidment. and L.W.Mays. 1988. **Applied Hydrology**. McGraw-Hill,  
New York.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก  
ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

**ตารางผนวกที่ ก1 ข้อมูลภูมิอากาศในคาบ 30 ปี (พ.ศ.2514-2543) ของสถานีตรวจอากาศจังหวัดอุดรธานี**

สถานีอุตุนิยมวิทยา อุดรธานี	ความสูงของสถานีเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง	63	เมตร
รหัสสถานี 48351	ความสูงของบาโรมิเตอร์เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง	64	เมตร
เส้นรุ้ง 17 37 N	ความสูงของเทอร์โมมิเตอร์เหนือพื้นดิน	1.00	เมตร
เส้นแวง 100 06 E	ความสูงของเครื่องวัดลมเหนือพื้นดิน	13.80	เมตร
	ความสูงของที่วัดน้ำฝน	1.00	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 (เฮกโตปาสกาล)</b>													
เฉลี่ย	1013	1011	1009	1007	1006	1005	1005	1006	1008	1010	1013	1014	1009
เฉลี่ยสูงสุด	1026	1023	1025	1019	1015	1013	1016	1013	1015	1020	1024	1026	1026
เฉลี่ยต่ำสุด	1003	1001	1000	996	998	996	997	997	998	1000	1003	1004	996
พิสัยรายวัน	5.5	6.0	6.4	6.4	5.4	4.4	4.1	4.3	4.9	5.0	4.9	5.2	5.2
<b>อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)</b>													
เฉลี่ย	23.8	25.8	28.6	30.7	29.8	28.8	28.3	27.8	27.9	27.5	25.7	23.4	27.3
เฉลี่ยสูงสุด	32.1	34.5	36.7	38.0	35.9	34.0	33.2	32.7	33.1	33.0	32.1	31.1	33.9
เฉลี่ยต่ำสุด	17.0	18.5	21.5	24.1	24.7	24.7	24.4	24.2	24.0	23.1	20.4	17.4	22.0
สูงสุด	37.1	39.3	41.7	42.4	43.1	41.6	40.2	37.9	37.1	36.3	36.3	36.2	43.1
ต่ำสุด	8.0	10.7	13.6	18.5	20.7	20.5	21.1	21.6	20.6	15.8	10.2	7.5	7.5
<b>ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)</b>													
เฉลี่ย	68	64	62	63	73	79	80	83	83	80	75	70	73
เฉลี่ยสูงสุด	89	86	83	83	90	92	93	94	95	93	91	89	90
เฉลี่ยต่ำสุด	40	36	37	40	52	61	63	66	64	59	51	43	51
ต่ำสุด	15	15	14	19	22	32	38	36	34	34	24	19	14
<b>จุดน้ำค้าง (องศาเซลเซียส)</b>													
เฉลี่ย	16.8	17.6	19.8	22.1	23.9	24.4	24.3	24.5	24.5	23.5	20.5	17	21.6
<b>ปริมาณการระเหยจากภาค (มม.)</b>													
เฉลี่ย-ภาค	111.7	120.9	163.1	182.2	172.6	137.2	123.6	121	121.9	124.5	114.9	113.4	1607
<b>เมฆปกคลุม</b>													
เฉลี่ย	2.5	2.4	2.7	3.8	6.3	7.9	8.3	8.5	7.4	5.5	3.7	2.7	5.1
<b>ชั่วโมงที่มีแสงแดด(ชม.)</b>													
เฉลี่ย	NO OBSERVATION												
<b>ทัศนวิสัย(กม.)</b>													
เวลา 7.00 น.	5.0	3.7	4.3	6.0	9.6	10.8	10.0	9.4	8.8	8.9	9.1	7.8	7.8
เฉลี่ย	6.3	4.9	5.3	6.8	10.4	11.5	11.1	10.8	10.6	10.3	10.2	9.0	8.9
<b>ลม (มอด)</b>													
ความเร็วลม	0.7	0.7	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8	0.7	0.8	1.0	1.0	-
ทิศทาง	NE	S	S	S	S	S	S	S	S	NE	NE	NE	-
เร็วสูงสุด	21	21	63	63	99	33	23	35	33	27	19	18	63
<b>ฝน (มม.)</b>													
เฉลี่ย	7.4	14.9	25.4	78.7	233.2	185.8	187.4	263.6	263.5	116.4	59.9	4.1	1410
วันที่ฝนตก	1.0	1.5	2.7	6.7	14.8	16.6	18.2	22	17.8	10.5	3.6	0.8	116.2
ฝน 24 ชม.	42.3	63.6	59.7	93.5	135.3	113.6	84.7	125.4	138.8	106.4	59.4	59.6	138.8
<b>วันที่เกิด</b>													
เมฆหมอก	27.1	27.7	29.3	23.8	8.0	1.6	1.4	0.6	2.3	6.3	10	15.3	153.4
หมอก	1.9	1.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.3	0.4	0.5	0.3	5.2
ลูกเห็บ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ฟ้าคะนอง	0.1	0.6	1.9	5.0	10.5	6.7	5.8	7.5	9.0	4.6	0.7	0.0	52.4
พายุฝน	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

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา

ตารางผนวกที่ ก2 ข้อมูลภูมิอากาศในคาบ 30 ปี (พ.ศ.2514-2543) ของสถานีตรวจอากาศจังหวัดน่าน

สภาพภูมิอากาศ	น่าน	ความสูงของสถานีเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง	200	เมตร
รหัสสถานี	48331	ความสูงของบาโรมิเตอร์เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง	202	เมตร
เส้นรุ้ง	18 47 N	ความสูงของเทอร์โมมิเตอร์เหนือพื้นดิน	1.20	เมตร
เส้นแวง	100 47 E	ความสูงของเครื่องวัดลมเหนือพื้นดิน	12.00	เมตร
		ความสูงของที่วัดน้ำฝน	0.86	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 (เฮกโตปาสกาล)</b>													
เฉลี่ย	1014	1012	1009	1008	1006	1005	1005	1005	1008	1011	1014	1016	1009
เฉลี่ยสูงสุด	1027	1025	1026	1021	1015	1013	1013	1013	1016	1021	1026	1028	1028
เฉลี่ยต่ำสุด	1003	1000	999	996	997	996	996	995	997	1000	1004	1004	995
พิสัยรายวัน	6.8	7.2	7.2	6.8	5.7	4.6	4.4	4.6	5.2	5.5	5.8	6.4	5.8
<b>อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)</b>													
เฉลี่ย	20.8	23.0	26.3	28.7	28.4	28.1	27.4	27.0	27.0	26.1	23.6	20.4	25.6
เฉลี่ยสูงสุด	30.2	32.9	35.7	36.7	34.8	33.2	33.1	31.7	32.4	32.1	30.7	29.1	32.6
เฉลี่ยต่ำสุด	13.8	15.2	18.7	22.3	23.7	24.3	24.0	23.8	23.4	21.9	18.5	14.2	20.3
สูงสุด	35.2	38.3	41.2	43.0	41.9	40.3	37.8	38.4	36.3	35.7	35.8	35.3	43.0
ต่ำสุด	3.5	8.0	9.1	17.4	18.5	20.1	19.6	19.4	18.8	12.1	6.2	2.7	2.7
<b>ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)</b>													
เฉลี่ย	77	70	66	68	77	80	83	85	85	83	81	79	78
เฉลี่ยสูงสุด	96	94	90	89	93	93	94	96	96	96	96	97	94
เฉลี่ยต่ำสุด	45	38	36	42	55	62	66	69	66	61	55	49	54
ต่ำสุด	18	15	11	16	28	26	42	37	42	34	32	26	11
<b>จุดน้ำค้าง (องศาเซลเซียส)</b>													
เฉลี่ย	15.8	16.2	18.2	21.2	23.5	24.0	24.0	24.1	24.0	22.6	19.7	16.1	20.8
<b>ปริมาณการระเหยจากอากาศ (มม.)</b>													
เฉลี่ย-ภาค	81.3	90.8	120.6	142.2	137.2	111.7	101.1	96.0	99.4	99.9	85.2	79.1	1245
<b>เมฆปกคลุม</b>													
เฉลี่ย	2.8	2.3	2.5	3.8	6.3	7.6	8.2	8.4	7.1	5.5	4.3	3.2	5.2
<b>ชั่วโมงที่มีแสงแดด(ชม.)</b>													
เฉลี่ย	NO OBSERVATION												
<b>ทัศนวิสัย(กม.)</b>													
เวลา 7.00 น.	2.4	2.9	2.6	4.1	6.9	8.3	7.8	7.4	6.0	4.4	2.9	2.1	4.8
เฉลี่ย	5.8	4.8	3.8	5.4	8.7	9.9	9.4	9.1	8.8	8.1	7.3	6.5	7.3
<b>ลม (นอต)</b>													
ความเร็วลม	0.4	0.6	0.7	0.9	0.8	0.9	0.8	0.7	0.5	0.4	0.4	0.4	-
ทิศทาง	NE	S	S	S	S	S	S	S	S	N	N	S	-
เร็วสูงสุด	13	21	32	40	35	35	21	22	21	20	15	12	40
<b>ฝน (มม.)</b>													
เฉลี่ย	7.3	13.1	31.6	96.1	167.8	133.4	214.8	270.9	196.5	78.5	20.5	6.8	1237
วันที่ฝนตก	1.3	1.7	3.4	8.6	16.1	15.0	18.9	22.5	16.9	10.1	3.6	1.2	119.3
ฝน 24 ชม.	41.0	42.3	65.0	77.2	97.7	77.3	155.2	135.6	189.7	80.1	89.2	72.6	189.7
<b>วันที่เกิด</b>													
เมฆหมอก	23.0	26.1	29.7	25.0	8.4	2.3	1.1	0.6	2.2	6.6	10.0	16.9	151.9
หมอก	10.5	1.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1.8	6.2	12.3	17.0	49.6
ลูกเห็บ	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
ฟ้าคะนอง	0.3	0.8	3.4	8.6	12.6	8.9	7.3	10.7	10.2	4.1	0.6	0.1	67.6
พายุฝน	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

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา

### ตารางผนวกที่ 3 ข้อมูลภูมิอากาศในคาบ 30 ปี (พ.ศ.2514-2543) ของสถานีตรวจอากาศจังหวัดพิษณุโลก

สถานีภูมิอากาศ	พิษณุโลก	ความสูงของสถานีเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง	45	เมตร
รหัสสถานี	48378	ความสูงของบาโรมิเตอร์เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง	46	เมตร
เส้นรุ้ง	16 47 N	ความสูงของเทอร์โมมิเตอร์เหนือพื้นดิน	1.25	เมตร
เส้นแวง	100 16 E	ความสูงของเครื่องวัดลมเหนือพื้นดิน	12.50	เมตร
		ความสูงของที่วัดน้ำฝน	0.76	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 (เฮกโตปาสกาล)</b>													
เฉลี่ย	1013	1011	1010	1008	1007	1006	1006	1006	1008	1010	1013	1014	1009
เฉลี่ยสูงสุด	1025	1023	1024	1019	1015	1013	1013	1013	1015	1020	1023	1025	1025
เฉลี่ยต่ำสุด	1004	1002	1000	998	998	997	998	998	999	1001	1003	1004	997
พิสัยรายวัน	5.3	5.6	6.0	6.0	5.2	4.2	4.0	4.1	4.7	4.8	4.8	5.0	5.0
<b>อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)</b>													
เฉลี่ย	24.5	26.7	29.1	30.7	29.8	28.9	28.4	28.0	28.1	27.7	26.1	24.1	27.7
เฉลี่ยสูงสุด	31.7	33.9	35.9	37.3	35.7	33.9	33.1	32.4	32.5	32.3	31.5	30.7	33.4
เฉลี่ยต่ำสุด	18.4	20.8	23.7	25.5	25.3	25.0	24.8	24.6	24.7	24.1	21.6	18.4	23.1
สูงสุด	36.3	38.4	40.3	41.8	42.0	39.4	38.4	36.7	36.6	35.7	35.6	35.3	42.0
ต่ำสุด	8.9	13.0	12.7	19.6	20.4	21.0	21.6	21.4	21.7	17.1	12.1	8.9	8.9
<b>ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)</b>													
เฉลี่ย	65	62	61	62	71	76	78	80	80	78	72	67	71
เฉลี่ยสูงสุด	85	81	80	80	86	89	90	92	92	91	88	86	87
เฉลี่ยต่ำสุด	39	38	39	41	51	58	61	64	64	60	51	42	51
ต่ำสุด	14	16	15	20	25	33	39	39	42	32	31	21	14
<b>จุดน้ำค้าง (องศาเซลเซียส)</b>													
เฉลี่ย	16.9	18.3	20.3	21.9	23.3	23.9	23.8	24.0	24.2	23.3	20.4	16.9	21.4
<b>ปริมาณการระเหยจากอากาศ (มม.)</b>													
เฉลี่ย-ภาค	109.8	121.2	162.8	186.8	179.9	149.4	141.2	129.1	120.0	122.6	113.3	111.5	1648
<b>เมฆปกคลุม</b>													
เฉลี่ย	3.0	3.1	3.4	4.5	6.7	7.9	8.3	8.5	7.8	6.1	4.2	3.2	5.6
<b>ชั่วโมงที่มีแสงแดด(ชม.)</b>													
เฉลี่ย	263.7	252.3	268.2	271.4	248.4	181.6	167.6	155.6	168.5	216.3	243.1	263.2	2700
<b>ทัศนวิสัย (กม.)</b>													
เวลา 7.00 น.	4.8	4.5	6.1	7.8	9.6	10.4	10.2	10.0	9.7	9.0	8.0	6.6	8.1
เฉลี่ย	6.8	6.2	6.9	8.3	10.4	11.1	11.0	10.7	10.7	10.4	9.5	8.3	9.2
<b>ลม (นอต)</b>													
ความเร็วลม	0.9	1.4	2.0	2.1	1.9	1.7	1.6	1.5	1.1	1.1	1.0	1.0	-
ทิศทาง	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	N	N	-
เร็วสูงสุด	19	24	50	52	38	38	30	30	32	32	20	25	52
<b>ฝน (มม.)</b>													
เฉลี่ย	5.1	12.9	30.5	54.5	178.4	179.8	187.9	256.7	230.6	159.3	33.3	6.6	1336
วันที่ฝนตก	1.4	2.0	3.1	5.5	14.2	16.3	18.1	20.9	18.0	12.9	3.8	0.9	117.1
ฝน 24 ชม.	26.1	62.3	79.0	71.5	141.5	105.0	111.1	130.4	265.7	184.8	81.8	82.7	265.7
<b>วันที่เกิด</b>													
เมฆหมอก	28.3	27.5	28.7	21.7	4.5	0.1	0.0	0.2	1.3	4.9	12.2	22.9	152.3
หมอก	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.0	0.7
ลูกเห็บ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ฟ้าคะนอง	0.2	1.1	2.5	5.7	12.0	8.6	7.9	8.9	11.6	8.7	1.3	0.0	68.5
พายุฝน	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1

#### ตารางผนวกที่ ก4 ข้อมูลภูมิอากาศในคาบ 30 ปี (พ.ศ.2514-2543) ของสถานีตรวจอากาศจังหวัดเพชรบูรณ์

สภาพภูมิอากาศ เพชรบูรณ์	ความสูงของสถานีเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง	114 เมตร
รหัสสถานี 48379	ความสูงของบาโรมิเตอร์เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง	116 เมตร
เส้นรุ้ง 16 26 N	ความสูงของเทอร์โมมิเตอร์เหนือพื้นดิน	1.29 เมตร
เส้นแวง 101 09 E	ความสูงของเครื่องวัดลมเหนือพื้นดิน	10.00 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 (เฮกโตปาสกาล)</b>													
เฉลี่ย	1012	1010	1009	1007	1006	1005	1005	1005	1007	1010	1012	1014	1008
เฉลี่ยสูงสุด	1025	1022	1024	1019	1015	1012	1012	1012	1015	1019	1022	1024	1025
เฉลี่ยต่ำสุด	1002	1000	998	996	998	996	996	997	998	1000	1002	1003	996
พิสัยรายวัน	6.0	4.9	5.3	6.9	5.1	5.5	2.4	4.5	4.8	5.0	4.9	5.4	5.1
<b>อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)</b>													
เฉลี่ย	23.9	26.2	28.6	29.8	28.8	28.1	27.6	27.2	27.1	26.7	25.1	23.2	26.9
เฉลี่ยสูงสุด	32.2	34.6	36.5	37.2	35.2	33.3	32.6	32.0	32.2	32.1	31.5	30.9	33.4
เฉลี่ยต่ำสุด	16.9	19.4	22.2	24.4	24.6	24.5	24.1	24.0	23.9	22.8	19.8	16.7	21.9
สูงสุด	37.4	39.4	42.0	42.5	42.0	39.4	37.8	36.5	36.3	35.9	35.9	36.6	42.5
ต่ำสุด	6.1	11.1	12.1	19.5	20.7	22.0	21.5	21.7	19.6	14.6	8.1	5.1	5.1
<b>ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)</b>													
เฉลี่ย	65	62	61	65	75	80	82	84	84	80	72	66	73
เฉลี่ยสูงสุด	87	84	83	85	91	93	94	95	96	94	90	88	90
เฉลี่ยต่ำสุด	39	37	38	42	55	62	65	68	67	59	48	41	52
ต่ำสุด	16	17	14	20	27	37	39	44	40	23	19	17	14
<b>จุดน้ำค้าง (องศาเซลเซียส)</b>													
เฉลี่ย	16.0	17.4	19.5	21.8	23.5	24.0	23.9	24.0	24.0	22.6	19.1	15.8	21.0
<b>ปริมาณการระเหยจากภาค (มม.)</b>													
เฉลี่ย-ภาค	121.4	132.7	174.0	184.3	156.4	130.1	117.9	106.1	105.2	119.0	122.7	126.5	1596
<b>เมฆปกคลุม</b>													
เฉลี่ย	2.8	2.9	3.2	4.5	6.7	8.0	8.3	8.6	7.8	5.7	3.8	2.7	5.4
<b>ชั่วโมงที่มีแสงแดด(ชม.)</b>													
เฉลี่ย	236.1	221.4	248.3	236.8	232.0	142.2	120.8	107.6	132.0	191.9	224.9	243.1	2337
<b>ทัศนวิสัย (กม.)</b>													
เวลา 7.00 น.	4.1	2.8	3.3	5.3	8.0	9.1	8.5	8.3	7.9	6.9	6.7	6.1	6.4
เฉลี่ย	5.9	4.5	4.6	6.6	9.6	10.3	9.9	9.7	9.6	9.2	9.0	8.3	8.1
<b>ลม (มอด)</b>													
ความเร็วลม	1.4	1.6	2.1	2.5	2.1	2.4	2.3	2.0	1.3	1.7	2.1	1.9	-
ทิศทาง	N	S	S	S	S	S	S	S	S	N	N	N	-
เร็วสูงสุด	18	30	30	40	50	40	21	30	27	29	16	22	50
<b>ฝน (มม.)</b>													
เฉลี่ย	5.6	19.0	38.4	67.9	155.8	144.2	154.1	189.3	200.8	86.9	10.5	6.6	1079
วันที่ฝนตก	1.1	2.2	3.7	7.4	15.6	16.4	18.2	21.0	18.0	10.3	2.4	0.7	117.0
ฝน 24 ชม.	26.1	120.8	73.8	64.6	142.0	156.4	100.6	110.2	121.2	78.4	46.3	43.6	156.4
<b>วันที่เกิด</b>													
เมฆหมอก	27.9	27.6	29.5	22.9	6.8	0.8	0.8	0.4	1.8	6.6	13.1	21.1	159.3
หมอก	1.6	1.2	0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.5	1.3	1.1	0.8	7.1
ลูกเห็บ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ฟ้าคะนอง	0.2	2.1	5.9	12.9	18.5	10.0	8.6	9.1	12.3	8.1	0.9	0.2	88.8
พายุฝน	0.0	0.0	0.1	0.1	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา

**ตารางผนวกที่ ก5 ข้อมูลภูมิอากาศในคาบ 30 ปี (พ.ศ.2514-2543) ของสถานีตรวจอากาศจังหวัดนครสวรรค์**

สภาพภูมิอากาศ นครสวรรค์	ความสูงของสถานีเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง	34	เมตร
รหัสสถานี 48400	ความสูงของบาโรมิเตอร์เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง	35	เมตร
เส้นรุ้ง 15 48 N	ความสูงของเทอร์โมมิเตอร์เหนือพื้นดิน	1.50	เมตร
เส้นแวง 100 10 E	ความสูงของเครื่องวัดลมเหนือพื้นดิน	14.00	เมตร
	ความสูงของที่วัดน้ำฝน	1.00	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 (เฮกโตปาสกาล)</b>													
เฉลี่ย	1013	1011	1009	1008	1007	1006	1006	1006	1008	1010	1012	1014	1009
เฉลี่ยสูงสุด	1025	1023	1024	1019	1015	1012	1013	1013	1016	1020	1023	1025	1025
เฉลี่ยต่ำสุด	1004	1001	1001	999	999	998	998	997	999	1001	1003	1004	997
พิสัยรายวัน	5.4	5.7	5.9	5.8	5.0	4.2	4.0	4.1	4.7	4.8	4.8	5.1	5.0
<b>อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)</b>													
เฉลี่ย	25.5	28.2	30.3	31.5	30.2	29.5	29.0	28.3	27.9	27.6	26.3	24.6	28.2
เฉลี่ยสูงสุด	32.7	35.1	36.9	38.0	36.0	34.8	34.2	33.4	32.8	32.3	31.7	31.2	34.1
เฉลี่ยต่ำสุด	18.8	21.8	24.5	25.9	25.6	25.3	24.9	24.6	24.3	23.8	21.4	18.4	23.3
สูงสุด	37.4	39.7	41.4	42.4	42.6	40.0	39.5	38.6	36.1	36.1	36.4	36.1	42.6
ต่ำสุด	8.9	12.0	14.1	20.3	21.2	22.0	20.9	21.4	21.0	16.2	11.9	7.7	7.7
<b>ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)</b>													
เฉลี่ย	63	60	60	62	71	73	74	78	82	81	74	67	70
เฉลี่ยสูงสุด	85	85	86	85	88	89	90	92	95	95	92	88	89
เฉลี่ยต่ำสุด	39	36	36	40	50	54	56	60	64	62	53	43	49
ต่ำสุด	18	14	10	14	23	32	31	38	41	37	25	25	10
<b>จุดน้ำค้าง (องศาเซลเซียส)</b>													
เฉลี่ย	17.1	18.8	20.7	22.4	23.7	23.6	23.5	23.8	24.4	23.8	20.9	17.4	21.7
<b>ปริมาณการระเหยจากภาค (มม.)</b>													
เฉลี่ย-ภาค	144.0	174.3	233.2	243.5	206.8	179.5	169.5	151.0	130.1	126.6	126.5	133.0	2018
<b>เมฆปกคลุม</b>													
เฉลี่ย	2.9	3.2	3.6	4.6	6.6	7.8	8.2	8.6	8.0	6.4	4.4	3.1	5.6
<b>ชั่วโมงที่มีแสงแดด(ชม.)</b>													
เฉลี่ย	263.8	250.5	263.6	267.5	243.7	186.7	176.5	159.9	169.2	214.4	238.5	252.8	2687
<b>ทัศนวิสัย (กม.)</b>													
เวลา 7.00 น.	3.7	3.7	4.8	7.0	10.2	11.8	10.7	10.7	8.9	7.3	6.2	5.2	7.5
เฉลี่ย	5.8	5.5	5.9	7.8	11.0	12.2	11.6	11.3	10.4	9.5	8.5	7.4	8.9
<b>ลม (นอต)</b>													
ความเร็วลม		3.8	5.4	5.0	3.6	3.8	3.3	2.8	1.6	1.5	1.7	1.8	-
ทิศทาง	E	S	S	S	S	S	S	S	S	NE	NE	NE	-
เร็วสูงสุด	25	30	40	50	48	45	37	45	40	30	21	25	50
<b>ฝน (มม.)</b>													
เฉลี่ย	5.4	12.5	33.4	58.3	153.1	110.4	133.1	185.0	218.2	132.6	30.5	4.9	1077
วันที่ฝนตก	1.0	1.4	2.7	5.1	12.7	13.2	15.5	18.6	18.3	13.9	3.5	0.9	106.8
ฝน 24 ชม.	60.9	55.3	112.3	84.9	150.1	127.8	96.1	78.2	102.9	87.2	52.5	40.3	150.1
<b>วันที่เกิด</b>													
เมฆหมอก	27.3	26.8	27.8	20.3	2.9	0.0	0.3	0.1	0.9	4.8	12.1	21.5	144.8
หมอก	1.8	1.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.5	0.7	1.0	0.7	6.1
ลูกเห็บ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ฟ้าคะนอง	0.2	1.1	3.2	7.9	15.3	9.8	9.8	10.6	15.1	9.9	1.7	0.3	84.9
พายุฝน	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา

ภาคผนวก ข  
ข้อมูลด้านชลศาสตร์

ตารางผนวกที่ ข1 รายละเอียดรูปตัดขวางลำน้ำแม่น้ำน่านท้ายเขื่อนสิริกิติ์ ถึง อำเภอบางมูลนาก จังหวัด  
พิจิตร

ลำดับ ที่	ชื่อรูปตัด ลำน้ำ	ระยะทาง (กม.)	ที่ตั้ง	พิกัด UTM		ระดับ (ม.รทก.)		
				X	Y	ตลิ่งซ้าย	ท้องน้ำ	ตลิ่งขวา
1	N.1	0.00	ท้ายเขื่อนสิริกิติ์	687,849	2,048,018	81.00	62.00	83.83
2	N.2	5.11	น้ำป่า	663,346	1,961,527	77.30	62.83	76.60
3	N.3	44.97	อำเภอเมืองอุตรดิตถ์	636,626	1,952,475	70.25	58.05	68.67
4	N.4	51.62		631,057	1,950,320	67.08	55.50	66.25
5	N.5	58.02		627,473	1,953,135	66.56	51.22	65.09
6	N.6	65.12		621,435	1,952,710	58.68	53.57	59.68
7	N.7	69.62		618,306	1,949,838	58.23	53.29	61.50
8	N.8	74.92		617,032	1,947,138	58.76	51.67	59.44
9	N.9	82.82	อำเภอตรอน	619,659	1,941,921	58.63	50.29	58.00
10	N.10	92.07		619,742	1,936,647	60.83	49.42	59.00
11	N.11	99.27		619,005	1,931,100	58.77	48.40	58.31
12	N.12	106.82	คลองตรอน	620,075	1,925,565	57.60	47.95	58.66
13	N.13	107.22		619,746	1,925,403	56.79	47.56	57.50
14	N.14	115.32		616,635	1,922,505	54.80	42.00	56.70
15	N.15	123.62		613,562	1,918,833	54.25	46.06	53.80
16	N.16	131.97	อำเภอพิชัย	615,450	1,912,159	55.08	43.58	52.17
17	N.17	139.32		613,535	1,907,169	55.00	43.47	54.92
18	N.18	146.32		613,602	1,902,677	53.18	40.40	52.00
19	N.19	153.67		616,035	1,897,215	51.60	37.80	51.56
20	N.20	162.07		618,908	1,894,015	50.00	39.69	50.69
21	N.21	168.97		623,808	1,890,695	50.36	40.15	50.14
22	N.22	177.97		626,028	1,885,252	52.14	39.50	52.00
23	N.23	180.17	อำเภอพรหมพิราม	626,075	1,883,346	49.08	37.01	49.19
24	N.24	183.17		627,845	1,883,374	48.50	34.90	48.10
25	N.25	189.67		627,120	1,879,455	47.80	33.90	48.20
26	N.26	196.77		629,371	1,874,806	47.06	36.46	47.31
27	N.27	205.37	ลำน้ำแควน้อย	629,171	1,870,031	46.30	33.64	44.56
28	N.28	212.37		632,379	1,865,495	45.35	33.83	46.00
29	N.29	220.42		634,491	1,861,847	45.56	31.60	46.00
30	N.30	222.42	อำเภอเมืองพิษณุโลก	634,617	1,860,058	45.82	33.17	45.91

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ) รายละเอียดรูปตัดขวางลำน้ำแม่น้ำน่านท้ายเขื่อนสิริกิติ์ ถึงอำเภอบางมูลนาก จังหวัด  
พิจิตร

ลำดับ ที่	ชื่อรูปตัด ลำน้ำ	ระยะทาง (กม.)	ที่ตั้ง	พิกัด UTM		ระดับ (ม.รทก.)		
				X	Y	ตลิ่งซ้าย	ท้องน้ำ	ตลิ่งขวา
31	N.31	223.17		634,620	1,859,384	44.20	31.19	42.56
32	N.32	229.17		630,507	1,857,534	43.15	31.73	44.15
33	N.33	238.87	แม่น้ำเข็ก	630,607	1,852,235	40.20	30.19	43.36
34	N.34	248.37		635,801	1,845,257	42.47	31.23	42.33
35	N.35	257.87		634,120	1,843,865	38.83	29.52	41.20
36	N.36	267.87		634,066	1,838,253	39.87	28.50	39.97
37	N.37	277.07		632,834	1,833,800	39.29	29.08	39.71
38	N.38	285.97		635,258	1,828,424	39.09	26.55	35.55
39	N.39	291.17		636,547	1,824,069	36.00	26.27	38.60
40	N.40	297.77		642,068	1,826,334	38.17	26.42	38.17
41	N.41	307.02		643,338	1,819,338	33.84	22.00	37.67
42	N.42	308.72	อำเภอเมืองพิจิตร	644,460	1,818,191	40.25	22.19	39.48
43	N.43	309.02		644,643	1,817,940	35.38	24.73	37.36
44	N.44	317.02	คลองสากเหล็ก	648,226	1,811,919	35.84	20.00	35.04
45	N.45	324.57		647,197	1,807,761	35.45	19.05	35.50
46	N.46	332.52		649,438	1,804,798	34.80	20.00	33.30
47	N.47	339.52		651,341	1,798,849	33.75	22.00	33.30
48	N.48	345.77		652,177	1,793,268	32.10	19.87	32.80
49	N.49	346.67	อำเภอตะพานหิน	651,442	1,792,754	33.25	19.07	33.32
50	N.50	354.52		649,996	1,786,186	30.25	18.67	29.67
51	N.51	363.52		650,016	1,780,236	30.83	19.33	30.42
52	N.52	372.42	อำเภอบางมูลนาก	647,786	1,772,706	31.25	18.75	31.04

ที่มา : การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (2536)

ตารางผนวกที่ ๒๒ รายละเอียดรูปตัดขวางลำน้ำคลองผันน้ำจากแม่น้ำยมสายเก่าบริเวณอำเภอสวรรคโลก  
จังหวัดสุโขทัย ถึง แม่น้ำน่านบริเวณอำเภอพิชัย จังหวัดพิษณุโลก

ลำดับ ที่	ชื่อรูปตัด ลำน้ำ	ระยะทาง (กม.)	ระยะห่าง	พิกัด UTM		ระดับ (ม.รทก.)		
				X	Y	ตลิ่งซ้าย	ท้องน้ำ	ตลิ่งขวา
1	YN.1	0.00	0.00	590,300	1,919,925	61.50	54.60	61.50
2	YN.2	2.50	2.50	592,520	1,920,300	60.35	53.35	60.35
3	YN.3	5.00	2.50	594,630	1,919,355	59.10	52.10	59.10
4	YN.4	7.50	2.50	596,655	1,920,355	57.85	50.85	57.85
5	YN.5	10.00	2.50	598,325	1,918,875	56.60	49.60	56.60
6	YN.6	10.24	0.24	598,430	1,918,685	56.48	49.48	56.48
7	YN.7	12.50	2.26	598,505	1,916,890	55.83	49.03	55.83
8	YN.8	15.00	2.50	600,433	1,916,505	55.33	48.53	55.33
9	YN.9	17.00	2.00	601,825	1,916,637	54.93	48.13	54.93
10	YN.10	17.45	0.45	601,920	1,917,025	54.84	48.04	54.84
11	YN.11	20.00	2.55	603,330	1,915,975	54.52	47.72	54.52
12	YN.12	22.50	2.50	605,330	1,916,575	53.93	47.13	53.93
13	YN.13	25.00	2.50	606,645	1,914,990	53.61	46.81	53.61
14	YN.14	27.00	2.00	608,578	1,915,245	54.96	46.52	54.96
15	YN.15	27.50	0.50	608,978	1,915,255	54.90	46.50	55.90
16	YN.16	30.00	2.50	610,478	1,914,764	55.50	46.19	55.50
17	YN.17	31.00	1.00	610,770	1,914,132	55.50	45.89	55.50
18	YN.18	32.50	1.50	611,365	1,913,400	54.00	45.44	54.00
19	YN.19	35.00	2.50	612,722	1,912,570	53.50	44.94	53.50
20	YN.20	37.00	2.00	614,485	1,912,288	53.00	44.54	53.00
21	YN.21	38.28	1.28	615,180	1,911,255	52.50	44.28	52.50

ที่มา : กรมชลประทาน (2548)

### ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นายทรงเกียรติ ขำทอง
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 9 กุมภาพันธ์ 2521
สถานที่เกิด	นครปฐม
ประวัติการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมโยธา)
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	วิศวกรชลประทาน
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	กรมชลประทาน