



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ)

ปริญญา

วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ

วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การประยุกต์ใช้แบบจำลอง URBS สำหรับการประเมินน้ำท่าในลุ่มน้ำยม

An Application of URBS Model for Runoff Estimation in the Yom River Basin

นามผู้วิจัย นางสาวเจนจิรา จาคัญย์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์นุชนารถ ศรีวงศิตานนท์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์นภาพร เปี่ยมสง่า, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์นภาพร เปี่ยมสง่า, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การประยุกต์ใช้แบบจำลอง URBS สำหรับการประเมินน้ำท่าในลุ่มน้ำยม

An Application of URBS Model for Runoff Estimation in the Yom River Basin

โดย

นางสาวเจนจิรา จากข้วย

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ)

พ.ศ. 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เจนจิรา จาดข้วย 2556: การประยุกต์ใช้แบบจำลอง URBS สำหรับการประเมินน้ำท่าในลุ่มน้ำยม
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ) สาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ
ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก:
รองศาสตราจารย์นุชนารถ ศรีวงศิตานนท์, Ph.D. 255 หน้า

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการประยุกต์ใช้แบบจำลอง URBS ศึกษาความไวของพารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลอง และสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลองที่เหมาะสมที่สถานีวัดน้ำท่าจำนวน 13 สถานี ที่ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำยม โดยลุ่มน้ำเหล่านี้มีขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำเฉลี่ย 981 ตารางกิโลเมตร ข้อมูลด้านเข้าที่สำคัญเพื่อการใช้งานแบบจำลองประกอบด้วย ความลึกฝนที่สถานีวัดน้ำฝนในลุ่มน้ำหรือบริเวณใกล้เคียงลุ่มน้ำที่พิจารณา ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ระยะทางจากจุดไกลสุดบนสันปันน้ำถึงจุดบนลำน้ำใกล้จุดศูนย์กลางของลุ่มน้ำย่อย และ ระยะทางจากจุดบนลำน้ำใกล้จุดศูนย์กลางของลุ่มน้ำย่อยถึงจุดออกในแต่ละลุ่มน้ำย่อย ทั้งนี้ มีเพิ่มข้อมูลจำนวน 5 เพิ่มข้อมูล ที่ต้องจัดเตรียมเพื่อการใช้งานแบบจำลอง

การศึกษาคความไวของพารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลอง ได้เลือกใช้สถานีวัดน้ำท่า Y.38 เป็นกรณีศึกษา โดยผลการศึกษา พบว่า พารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลองที่สำคัญมี 6 พารามิเตอร์ ซึ่งประกอบด้วย α (การเคลื่อนตัวของลำน้ำ), β (การเคลื่อนตัวของลุ่มน้ำ), m (การเปลี่ยนแปลงแบบไม่เป็นเส้นตรงของลุ่มน้ำ), il (ปริมาณการสูญเสียเริ่มต้น), pr (อัตราส่วนของการเกิดปริมาณน้ำท่า) และ if (อัตราการซึมลงดินของพื้นที่ลุ่มน้ำ) โดยในการศึกษาคความไวนั้น มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงค่าของพารามิเตอร์เหล่านี้ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณการไหลสูงสุด เวลาของการเกิดปริมาณการไหลสูงสุด และ ปริมาตรของกราฟน้ำท่าและกราฟน้ำท่วม ความรู้ที่ได้จากการศึกษาคความไวของพารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลอง URBS สามารถนำมาใช้เพื่อประเมินค่าของพารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลองสำหรับสถานีวัดน้ำท่าอื่น ๆ ให้เป็นไปอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

ผลการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลองที่เหมาะสม แสดงให้เห็นว่า พารามิเตอร์ α มีค่าระหว่าง 0.05-1.50 พารามิเตอร์ m มีค่าคงที่เท่ากับ 0.80 พารามิเตอร์ β มีค่าระหว่าง 1-15 พารามิเตอร์ il มีค่าเท่ากับ 0 มิลลิเมตร (เนื่องจากกราฟน้ำท่าที่เลือกใช้ถือเป็นช่วงที่มีปริมาณน้ำมาก จึงกำหนดให้ไม่มีปริมาณการสูญเสียเริ่มต้น) พารามิเตอร์ pr มีค่าระหว่าง 0.01-0.80 และพารามิเตอร์ if มีค่าระหว่าง 0-1,500 มิลลิเมตร สำหรับค่าทางสถิติที่ได้จากการเปรียบเทียบระหว่างกราฟน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดและกราฟน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณ โดยแบบจำลอง พบว่า ตัวแปรทางสถิติที่พิจารณามีค่าอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ กล่าวคือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) มีค่าระหว่าง 0.81-0.99 รากที่สองของความผิดพลาดยกกำลังสอง ($RMSE$) มีค่าระหว่าง 0.63-140.41 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และดัชนีประสิทธิภาพ (ED) มีค่าระหว่าง 13.19%-98.40% ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า แบบจำลอง URBS สามารถนำมาใช้เพื่อการประเมินกราฟน้ำท่าและกราฟน้ำท่วมสำหรับสถานีวัดน้ำท่าในลุ่มน้ำยมได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนั้นแล้ว ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า พารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลองจำนวน 4 พารามิเตอร์ ซึ่งประกอบด้วย α, β, pr และ if มีแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงค่าไปตามขนาดหรือรอบปีการเกิดซ้ำของกราฟน้ำท่าหรือกราฟน้ำท่วมที่พิจารณา

Jenjira Jadjui 2013: An Application of URBS Model for Runoff Estimation in the Yom River Basin. Master of Engineering (Water Resources Engineering), Major Field: Water Resources Engineering, Department of Water Resources Engineering. Thesis Advisor: Mrs. Nuchanat Sriwongsitanon, Ph.D. 255 pages.

This research aims to investigate the usage of URBS Model, to carry out the sensitivity of control parameters, as well as to calibrate and verify the model to identify the suitable values of control parameters at 13 gauging stations located in the Yom River Basin. These stations have the average watershed areas around 981 km². The results show that the necessary input data for the model usage consisting of rainfall data at rainfall stations located within and surrounding the study basin, the watershed area of each sub-basin, the distance between the uppermost watershed divide and the closet point along the river to the centroid of each sub-basin, and the distance between the closet point along the river to the centroid of each sub-basin and the outlet of each sub-basin. There are 5 input files needed to be prepared for model application.

For sensitivity study of the model control parameters, the gauging station Y.38 was chosen as the case study. The results have shown that there are 6 dominate control parameters in model usage consisting of α (channel lag), β (catchment lag), m (catchment nonlinear), il (initial loss), pr (proportional amount of runoff) and if (maximum infiltration rate). Sensitivity study aims to investigate the effects of model parameter values on the variation of flood peak, time to peak, and runoff volume of flow and flood hydrographs. Knowledge gained from sensitivity study can be used to quickly and effectively determine the suitable model parameter values at different gauging stations.

The results gained from model calibration and verification, for the determination of the suitable values of control parameters at 13 gauging stations located in the Yom River Basin, reveal that the range of control parameters are as follows. The values of α are between 0.05 and 1.50, m is a constant value of 0.80, values of β are between 1 and 15, il is zero millimetre (according to the chosen hydrographs occurring around flood season subjected to no initial loss), values of pr are between 0.01 and 0.80, and the values of if are between 0 and 1,500 millimetres. The statistical values evaluated by a comparison between observed and calculated flow hydrographs at those 13 gauging stations are shown to be within an accepting range. The values of correlation coefficients (r) are between 0.81 and 0.99, root mean square error ($RMSE$) are between 0.63 - 140.41 m³/s, and efficiency index (EI) are between 13.19% and 98.40%. Therefore, it can be concluded that URBS is a suitable model to be effectively applied for flow and flood estimation for the gauging stations in the Yom River Basin. Moreover, the study also shows that the 4 control parameters comprising α , β , pr and if tend to vary with flow and flood magnitude or their return periods.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์นุชนารถ ศรีวงศิตานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่ให้คำปรึกษาในการค้นคว้าวิจัย และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ และขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์นภาพร เปี่ยมสง่า กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาวิจัย รวมทั้งคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำทุกท่านที่ได้มอบความรู้อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งแก่ผู้วิจัย ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำในด้านต่าง ๆ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยเพื่อการศึกษา รวมทั้งขอขอบคุณกรมชลประทาน กรมอุตุฯ นิคมวิทยาและกรมทรัพยากรน้ำ ที่ได้เอื้อเฟื้อข้อมูลประกอบการวิจัยนี้

ขอขอบคุณอาจารย์พรรณพิมพ์ พุทธิรักษา มะเปี่ยม อาจารย์คมสันต์ ไชโย และอาจารย์กฤษณ์ สุกิตย์ ที่ได้ช่วยให้คำแนะนำด้านเทคนิคประกอบการดำเนินงานวิจัย

ขอขอบคุณบริษัท ธารา คอนซัลแตนท์ จำกัด และบริษัท ทรานส์ เอเชีย คอนซัลแตนท์ จำกัด สำหรับโอกาสและประสบการณ์อันมีค่าและเป็นประโยชน์ในการนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้ ขอขอบคุณผู้ร่วมงานทุกท่าน และเหนือสิ่งอื่นใดขอขอบคุณเพื่อน ๆ รุ่นพี่ และรุ่นน้องทุกคนที่มอบทั้งกำลังใจและกำลังใจช่วยให้งานวิจัยนี้ดำเนินการได้จนลุล่วง

ประโยชน์อันใดเนื่องจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแต่ครอบครัวที่เป็นกำลังใจสำคัญและสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมา

เจนจิรา จาดจ้อย

พฤษภาคม 2556

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(11)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	54
อุปกรณ์	54
วิธีการ	54
ผลการศึกษา	69
สรุปและข้อเสนอแนะ	143
สรุป	143
ข้อเสนอแนะ	148
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	150
ภาคผนวก	152
ภาคผนวก ก ข้อมูลด้านกายภาพที่ประเมินได้จากโปรแกรม GIS Arc View	153
ภาคผนวก ข ค่าถ่วงน้ำหนักฝนที่เป็นตัวแทนลุ่มน้ำย่อยสำหรับนำเข้าแบบจำลอง URBS	190
ภาคผนวก ค การสร้างชุดคำสั่งสำหรับแบบจำลอง URBS	199
ภาคผนวก ง ชุดคำสั่งสำหรับแบบจำลอง URBS	208
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	255

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การแบ่งลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำยม	4
2	ค่าเฉลี่ยรายปีของตัวแปรภูมิอากาศที่สำคัญ	8
3	ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนและรายปีเฉลี่ยของสถานีวัดน้ำฝนที่ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำยมและข้างเคียงจำแนกตามจังหวัด	9
4	รายชื่อ ที่ตั้ง และช่วงปีข้อมูล ของสถานีวัดน้ำฝนในความรับผิดชอบของกรมชลประทานในพื้นที่ลุ่มน้ำยม	15
5	ปริมาณน้ำฝนรายเดือนและรายปีเฉลี่ย สำหรับแต่ละสถานีวัดน้ำฝนที่อยู่ในความรับผิดชอบของกรมชลประทานในลุ่มน้ำยม	19
6	รายชื่อ ที่ตั้ง และช่วงปีข้อมูล ของสถานีวัดน้ำท่าต่าง ๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำยม	27
7	ปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยของแต่ละสถานีวัดน้ำท่าในลุ่มน้ำยม	29
8	สภาพการใช้ที่ดินในปัจจุบันของลุ่มน้ำยม	33
9	Runoff curve number (CN) สำหรับลักษณะการใช้ที่ดินประเภทเกษตรกรรม พื้นที่ชานเมืองและพื้นที่เขตเมือง ในกรณีเงื่อนไขความชื้นเริ่มต้นประเภทที่ 2 (AMC II) และ $I_a=0.2S$	42
10	ช่วงของค่าสำหรับแต่ละพารามิเตอร์ที่มีการศึกษากับลุ่มน้ำปิงและลุ่มน้ำ South-East, Queensland	61
11	ค่าของพารามิเตอร์ของแบบจำลอง URBS ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์น้ำหลาก ของสถานีวัดน้ำท่า Y.38	66
12	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของ q_p และ t_p จากการเปลี่ยนแปลงค่า เปรียบเทียบกับกรณีที่ α เท่ากับ 0.45	67
13	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของ q_p และ V จากการเปลี่ยนแปลงค่า เปรียบเทียบกับกรณีที่ β เท่ากับ 4	70
14	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของ q_p และปริมาตรน้ำท่วมจากการเปลี่ยนแปลงค่า m เปรียบเทียบกับกรณีที่ m เท่ากับ 0.8	73

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
15	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของ q_p และปริมาตรน้ำท่วมจากการเปลี่ยนแปลงค่า il เปรียบเทียบกับกรณีที่ il เท่ากับ 15 มิลลิเมตร	76
16	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของ q_p และปริมาตรน้ำท่วมจากการเปลี่ยนแปลงค่า pr เปรียบเทียบกับกรณีที่ pr เท่ากับ 0.01	78
17	เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของ q_p และปริมาตรน้ำท่วมจากการเปลี่ยนแปลงค่า if เปรียบเทียบกับกรณีที่ if เท่ากับ 260 มิลลิเมตร	80
18	เหตุการณ์น้ำท่าและปริมาณน้ำท่าสูงสุดของสถานีวัดน้ำท่าในกลุ่มน้ำยมที่นำมาสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง URBS	83
19	รหัสสถานีวัดน้ำฝนและจำนวนพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่นำมาประกอบการใช้งานแบบจำลอง URBS สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.1C, Y.3A, Y.6, Y.14, Y.20, Y.24, Y.25, Y.26, Y.31, Y.33, Y.36, Y.37 และ Y.38	85
20	ผลการประเมินพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดและค่าของตัวแปรทางสถิติสำหรับแต่ละเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ทำการศึกษา	87
21	ผลการใช้ชุดพารามิเตอร์กลางจำนวน 5 พารามิเตอร์ของแบบจำลอง URBS สำหรับทุกเหตุการณ์น้ำท่าที่สถานีวัดน้ำท่าจำนวน 7 สถานีในกลุ่มน้ำยม	128
22	ผลการใช้พารามิเตอร์กลางจำนวน 4 พารามิเตอร์ โดยมีการเปลี่ยนแปลงเฉพาะค่าพารามิเตอร์ if ของแบบจำลอง URBS ที่สถานีวัดน้ำท่า 6 สถานีในกลุ่มน้ำยม	131
23	ผลต่อการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ α , β , m , il , pr และ if ที่มีอิทธิพลต่อกราฟน้ำท่า	144
24	สรุปภาพรวมผลการสอบเทียบแบบจำลอง URBS สำหรับสถานีวัดน้ำท่า 13 สถานี ในพื้นที่ลุ่มน้ำยม จำนวน 40 เหตุการณ์กราฟน้ำท่า	147

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำยมและการแบ่งลุ่มน้ำย่อย	5
2	ทิศทางของลมมรสุม พายุไต้ฝุ่น และตำแหน่งของร่องความกดอากาศ	7
3	การผันแปรของปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนในจังหวัดกำแพงเพชร	10
4	การผันแปรของปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนในจังหวัดลำปาง	10
5	การผันแปรของปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนในจังหวัดนครสวรรค์	10
6	การผันแปรของปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนในจังหวัดพะเยา	11
7	การผันแปรของปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนในจังหวัดน่าน	11
8	การผันแปรของปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนในจังหวัดพิจิตร	11
9	การผันแปรของปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนในจังหวัดพิษณุโลก	12
10	การผันแปรของปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนในจังหวัดแพร่	12
11	การผันแปรของปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนในจังหวัดสุโขทัย	12
12	การผันแปรของปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนในจังหวัดตาก	13
13	การผันแปรของปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนในจังหวัดอุตรดิตถ์	13
14	ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนในความรับผิดชอบของกรมชลประทาน	14
15	ตำแหน่งที่ตั้งสถานีวัดน้ำท่าของกรมชลประทานในพื้นที่ลุ่มน้ำยม	26
16	สภาพการใช้ที่ดินในปัจจุบันของกลุ่มยม	34
17	วัฏจักรของน้ำ	35
18	โค้งมาตรฐานของค่า CN สำหรับใช้ในแบบจำลอง SCS	41
19	โครงสร้างแบบจำลอง NAM	43
20	แบบจำลองการซึมลงสู่ชั้นดินบนพื้นฐานของพื้นที่	51
21	สถานีน้ำฝนในจุดสุดมภ์เทียบกับจุดศูนย์ถ่วงลุ่มน้ำย่อย	56
22	ผลการเปลี่ยนแปลงค่า α ที่มีต่อกราฟน้ำท่าที่ประเมินได้จาก URBS Model เปรียบเทียบกับกรณีที่ α เท่ากับ 0.45	69

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
23	ผลการเปลี่ยนแปลงค่า β ที่มีต่อกราฟน้ำท่าที่ประเมินได้จาก URBS Model เปรียบเทียบกับกรณี β เท่ากับ 4	72
24	แสดงผลการเปลี่ยนแปลงค่า m ที่มีต่อกราฟน้ำท่าที่ประเมินได้จาก URBS Model เทียบกับกราฟน้ำท่าที่มีการจذبบันทึกไว้	75
25	แสดงผลการเปลี่ยนแปลงค่า z ที่มีต่อกราฟน้ำท่าที่ประเมินได้จาก URBS Model เทียบกับกราฟน้ำท่าที่มีการจذبบันทึกไว้	77
26	แสดงผลการเปลี่ยนแปลงค่า pr ที่มีต่อกราฟน้ำท่าที่ประเมินได้จาก URBS Model เทียบกับกราฟน้ำท่าที่มีการจذبบันทึกไว้	79
27	แสดงผลการเปลี่ยนแปลงค่า ij ที่มีต่อกราฟน้ำท่าที่ประเมินได้จาก URBS Model เทียบกับกราฟน้ำท่าที่มีการจذبบันทึกไว้	81
28	การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง URBS กับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจริงสำหรับสถานี Y.1C กรณีที่ใช้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์	109
29	การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง URBS กับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดที่สถานี Y.3A กรณีที่ใช้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์	110
30	การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง URBS กับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจริงสำหรับสถานี Y.6 กรณีที่ใช้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์	111
31	การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง URBS กับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดที่สถานี Y.14 กรณีที่ใช้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์	112
32	การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง URBS กับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจริงสำหรับสถานี Y.20 กรณีที่ใช้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์	113

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
33	การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง URBS กับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจริงสำหรับสถานี Y.24 กรณีที่ใช้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์	113
34	การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง URBS กับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจริงสำหรับสถานี Y.25 กรณีที่ใช้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์	114
35	การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง URBS กับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดที่สถานี Y.26 กรณีที่ใช้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์	115
36	การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง URBS กับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจริงสำหรับสถานี Y.31 กรณีที่ใช้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์	116
37	การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง URBS กับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดที่สถานี Y.33 กรณีที่ใช้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์	116
38	การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง URBS กับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดที่ สำหรับสถานี Y.36 กรณีที่ใช้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์	117
39	การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง URBS กับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจริงสำหรับสถานี Y.37 กรณีที่ใช้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์	117
40	การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง URBS กับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจริงสำหรับสถานี Y.38 กรณีที่ใช้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์	118
41	การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่สถานี Y.1C เมื่อใช้ชุดพารามิเตอร์ที่เป็นตัวแทนลุ่มน้ำ	133

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
42	การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่สถานี Y.3A เมื่อใช้ชุดพารามิเตอร์ ที่เป็นตัวแทนลุ่มน้ำ	134
43	การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่สถานี Y.6 เมื่อใช้ชุดพารามิเตอร์ ที่เป็นตัวแทนลุ่มน้ำ	135
44	การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่สถานี Y.14 เมื่อใช้ชุดพารามิเตอร์ ที่เป็นตัวแทนลุ่มน้ำ	136
45	การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่สถานี Y.20 เมื่อใช้ชุดพารามิเตอร์ ที่เป็นตัวแทนลุ่มน้ำ	137
46	การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่สถานี Y.24 เมื่อใช้ชุดพารามิเตอร์ ที่เป็นตัวแทนลุ่มน้ำ	137
47	การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่สถานี Y.25 เมื่อใช้ชุดพารามิเตอร์ ที่เป็นตัวแทนลุ่มน้ำ	138
48	การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่สถานี Y.26 เมื่อใช้ชุดพารามิเตอร์ ที่เป็นตัวแทนลุ่มน้ำ	139
49	การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่สถานี Y.31 เมื่อใช้ชุดพารามิเตอร์ ที่เป็นตัวแทนลุ่มน้ำ	140
50	การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่สถานี Y.33 เมื่อใช้ชุดพารามิเตอร์ ที่เป็นตัวแทนลุ่มน้ำ	140
51	การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่สถานี Y.36 เมื่อใช้ชุดพารามิเตอร์ ที่เป็นตัวแทนลุ่มน้ำ	141
52	การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่สถานี Y.37 เมื่อใช้ชุดพารามิเตอร์ ที่เป็นตัวแทนลุ่มน้ำ	141
53	การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่สถานี Y.38 เมื่อใช้ชุดพารามิเตอร์ ที่เป็นตัวแทนลุ่มน้ำ	142

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
ก1	การแบ่งลุ่มน้ำย่อยและตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน-น้ำท่าของสถานี Y.1C	155
ก2	การแบ่งลุ่มน้ำย่อยและตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน-น้ำท่าของสถานี Y.3A	156
ก3	การแบ่งลุ่มน้ำย่อยและตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน-น้ำท่าของสถานี Y.6	157
ก4	การแบ่งลุ่มน้ำย่อยและตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน-น้ำท่าของสถานี Y.14	158
ก5	การแบ่งลุ่มน้ำย่อยและตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน-น้ำท่าของสถานี Y.20	159
ก6	การแบ่งลุ่มน้ำย่อยและตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน-น้ำท่าของสถานี Y.24	160
ก7	การแบ่งลุ่มน้ำย่อยและตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน-น้ำท่าของสถานี Y.25	161
ก8	การแบ่งลุ่มน้ำย่อยและตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน-น้ำท่าของสถานี Y.26	162
ก9	การแบ่งลุ่มน้ำย่อยและตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน-น้ำท่าของสถานี Y.31	163
ก10	การแบ่งลุ่มน้ำย่อยและตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน-น้ำท่าของสถานี Y.33	164
ก11	การแบ่งลุ่มน้ำย่อยและตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน-น้ำท่าของสถานี Y.36	165
ก12	การแบ่งลุ่มน้ำย่อยและตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน-น้ำท่าของสถานี Y.37	166
ก13	การแบ่งลุ่มน้ำย่อยและตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน-น้ำท่าของสถานี Y.38	167
ก14	ความยาวลำน้ำสำหรับใช้เคลื่อนย้ายกราฟน้ำท่าในลุ่มน้ำย่อย ของสถานีวัดน้ำท่า Y.1C	177
ก15	ความยาวลำน้ำสำหรับใช้เคลื่อนย้ายกราฟน้ำท่าในลุ่มน้ำย่อย ของสถานีวัดน้ำท่า Y.3A	178
ก16	ความยาวลำน้ำสำหรับใช้เคลื่อนย้ายกราฟน้ำท่าในลุ่มน้ำย่อย ของสถานีวัดน้ำท่า Y.6	179
ก17	ความยาวลำน้ำสำหรับใช้เคลื่อนย้ายกราฟน้ำท่าในลุ่มน้ำย่อย ของสถานีวัดน้ำท่า Y.14	180
ก18	ความยาวลำน้ำสำหรับใช้เคลื่อนย้ายกราฟน้ำท่าในลุ่มน้ำย่อย ของสถานีวัดน้ำท่า Y.20	181
ก19	ความยาวลำน้ำสำหรับใช้เคลื่อนย้ายกราฟน้ำท่าในลุ่มน้ำย่อย ของสถานีวัดน้ำท่า Y.24	182

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
ก20	ความยาวลำน้ำสำหรับใช้เคลื่อนย้ายกราฟน้ำท่าในกลุ่มน้ำย่อย ของสถานีวัดน้ำท่า Y.25	183
ก21	ความยาวลำน้ำสำหรับใช้เคลื่อนย้ายกราฟน้ำท่าในกลุ่มน้ำย่อย ของสถานีวัดน้ำท่า Y.26	184
ก22	ความยาวลำน้ำสำหรับใช้เคลื่อนย้ายกราฟน้ำท่าในกลุ่มน้ำย่อย ของสถานีวัดน้ำท่า Y.31	185
ก23	ความยาวลำน้ำสำหรับใช้เคลื่อนย้ายกราฟน้ำท่าในกลุ่มน้ำย่อย ของสถานีวัดน้ำท่า Y.33	186
ก24	ความยาวลำน้ำสำหรับใช้เคลื่อนย้ายกราฟน้ำท่าในกลุ่มน้ำย่อย ของสถานีวัดน้ำท่า Y.36	186
ก25	ความยาวลำน้ำสำหรับใช้เคลื่อนย้ายกราฟน้ำท่าในกลุ่มน้ำย่อย ของสถานีวัดน้ำท่า Y.37	188
ก26	ความยาวลำน้ำสำหรับใช้เคลื่อนย้ายกราฟน้ำท่าในกลุ่มน้ำย่อย ของสถานีวัดน้ำท่า Y.38	189

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

กม.	=	กิโลเมตร
ชม.	=	ชั่วโมง
ตร.กม.	=	ตารางกิโลเมตร
ม. (รทก.)	=	เมตร (ระดับน้ำทะเลกลาง)
มม.	=	มิลลิเมตร
ลบ.ม.	=	ลูกบาศก์เมตร
if	=	อัตราการซึมลงดิน (infiltration rate) ของพื้นที่ลุ่มน้ำในหน่วย มิลลิเมตร
il	=	ปริมาณการสูญเสียเริ่มต้น (initial loss)
m	=	พารามิเตอร์ของการเปลี่ยนแปลงแบบไม่เป็นเส้นตรงของลุ่มน้ำ
pr	=	อัตราส่วนของการเกิดปริมาณน้ำท่า (proportional loss)
q_p	=	ปริมาณการไหลสูงสุด (flood peak)
t_p	=	เวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุด (time to peak)
V	=	ปริมาตร (volume)
α	=	พารามิเตอร์ของการเคลื่อนตัวของลำน้ำ (channel lag parameter)
β	=	พารามิเตอร์ของการเคลื่อนตัวของลุ่มน้ำ (catchment lag parameter)

การประยุกต์ใช้แบบจำลอง URBS สำหรับการประเมินน้ำท่าในลุ่มน้ำยม

An Application of URBS Model for Runoff Estimation in the Yom River Basin

คำนำ

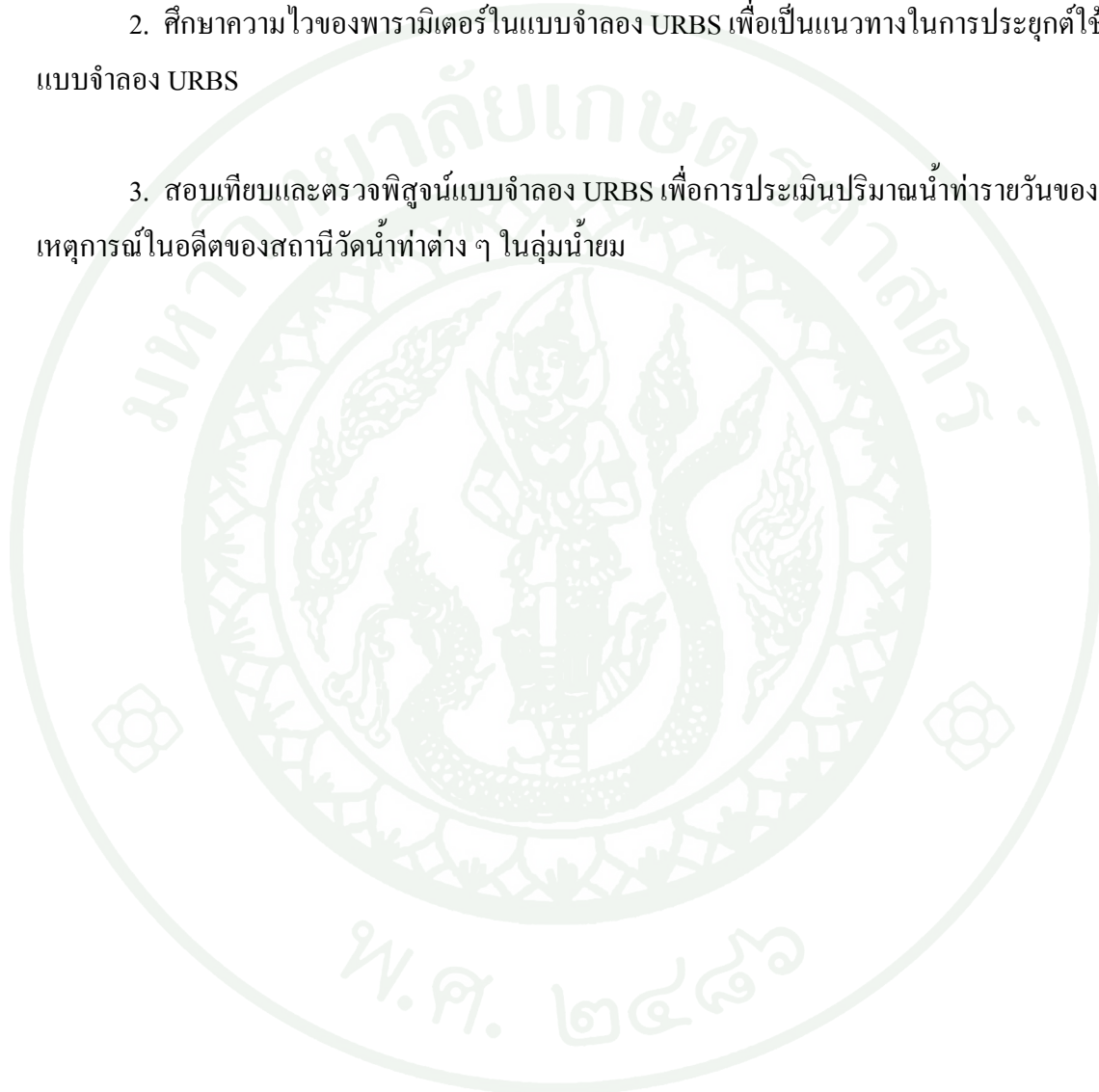
ลุ่มน้ำยมประสบปัญหาน้ำท่วมในฤดูฝนและปัญหาขาดแคลนน้ำในฤดูแล้ง เนื่องจากลักษณะภูมิประเทศของลุ่มน้ำยม โดยพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบนเป็นเทือกเขาสูงแล้วลดความลาดชันลงจนกระทั่งมีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนล่าง และความจุลำนํ้าช่วงพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนล่างลดลงจากความจุลำนํ้ายมช่วงเหนือนํ้ามาก จึงเกิดน้ำท่วมหลากในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนล่างเป็นประจำทุกปี นอกจากนี้ จากความผันแปรของฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำยม จำนวนและขนาดของแหล่งเก็บกักน้ำที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการในการช่วยบรรเทาปัญหาน้ำท่วมและน้ำแล้ง ประกอบกับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำในลุ่มน้ำยมในปัจจุบันยังไม่เหมาะสม เป็นสาเหตุให้สภาพปัญหาทางด้านทรัพยากรน้ำในลุ่มน้ำยมทวีความรุนแรงขึ้นทุกปี

การแก้ไขปัญหาด้านทรัพยากรน้ำในลุ่มน้ำยมจึงควรมีการวางแผนและการจัดการทรัพยากรน้ำให้มีประสิทธิภาพ สิ่งสำคัญประการหนึ่ง คือ ควรมีการประเมินปริมาณน้ำฝน-น้ำท่าที่เหมาะสม และใกล้เคียงกับความเป็นจริงที่สุด งานวิจัยนี้จึงใช้แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าซึ่งเป็นแบบจำลองอุทกวิทยา เพื่อประเมินปริมาณน้ำท่าและน้ำท่วมที่เกิดขึ้นจากปริมาณน้ำฝนที่ตอบสนองต่อลักษณะเฉพาะทางกายภาพของพื้นที่ลุ่มน้ำยม ซึ่งแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ แบบจำลอง SCS, NAM, TANK และ SWAT เป็นต้น

โดยงานวิจัยนี้ได้เลือกแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า ซึ่งเป็นแบบจำลองทางอุทกวิทยาที่มีใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศออสเตรเลียในปัจจุบัน คือแบบจำลอง URBS ที่มีจุดเด่นคือสามารถแสดงผลในแต่ละลุ่มน้ำย่อยได้ในขณะที่แบบจำลองอื่น ๆ สามารถแสดงผลเฉพาะจุดท้ายสุดของลุ่มน้ำที่พิจารณาเท่านั้น โดยแบบจำลอง URBS มีประสิทธิภาพในการประเมินน้ำท่าและน้ำท่วมได้ใกล้เคียงกับแบบจำลอง NAM ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล (พรหมพิมพ์, 2552) งานวิจัยนี้จึงเลือกแบบจำลอง URBS มาประยุกต์ใช้ประเมินน้ำท่าและน้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มน้ำยม เพื่อประโยชน์ในการวางแผนและจัดการทรัพยากรน้ำของหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ลุ่มน้ำยมต่อไป

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาทฤษฎีและแนวทางในการประยุกต์ใช้แบบจำลอง URBS
2. ศึกษาความไวของพารามิเตอร์ในแบบจำลอง URBS เพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้แบบจำลอง URBS
3. เปรียบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง URBS เพื่อการประเมินปริมาณน้ำท่ารายวันของเหตุการณ์ในอดีตของสถานีวัดน้ำท่าต่าง ๆ ในลุ่มน้ำยม



การตรวจเอกสาร

1. ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

1.1 สภาพภูมิประเทศ

ลุ่มน้ำยมตั้งอยู่ทางตอนเหนือของประเทศไทย และเป็นลุ่มน้ำสาขาหลักหนึ่งในจำนวน 8 ลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำเจ้าพระยา ลักษณะการวางตัวของลุ่มน้ำอยู่ตามแนวเหนือและใต้ โดยมีพื้นที่ลุ่มน้ำรวม 23,616 ตารางกิโลเมตร ตำแหน่งที่ตั้งของลุ่มน้ำอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ $14^{\circ} 50'$ เหนือ ถึงเส้นรุ้งที่ $18^{\circ} 25'$ เหนือ และระหว่างเส้นแวงที่ $99^{\circ} 16'$ ตะวันออก ถึงเส้นแวงที่ $100^{\circ} 40'$ ตะวันออก ลุ่มน้ำยมมีอาณาเขตติดต่อกับลุ่มน้ำหลักอื่น ๆ 4 ลุ่มน้ำ คือ ทิศเหนือติดกับลุ่มน้ำโขง ทิศใต้ติดกับลุ่มน้ำปิง ทิศตะวันตกติดกับลุ่มน้ำวังและลุ่มน้ำปิง และทิศตะวันออกติดกับลุ่มน้ำน่าน ลุ่มน้ำยมครอบคลุมเขตการปกครอง 11 จังหวัด คือ แพร่ น่าน พะเยา ลำปาง ตาก สุโขทัย กำแพงเพชร อุตรดิตถ์ พิษณุโลก และนครสวรรค์

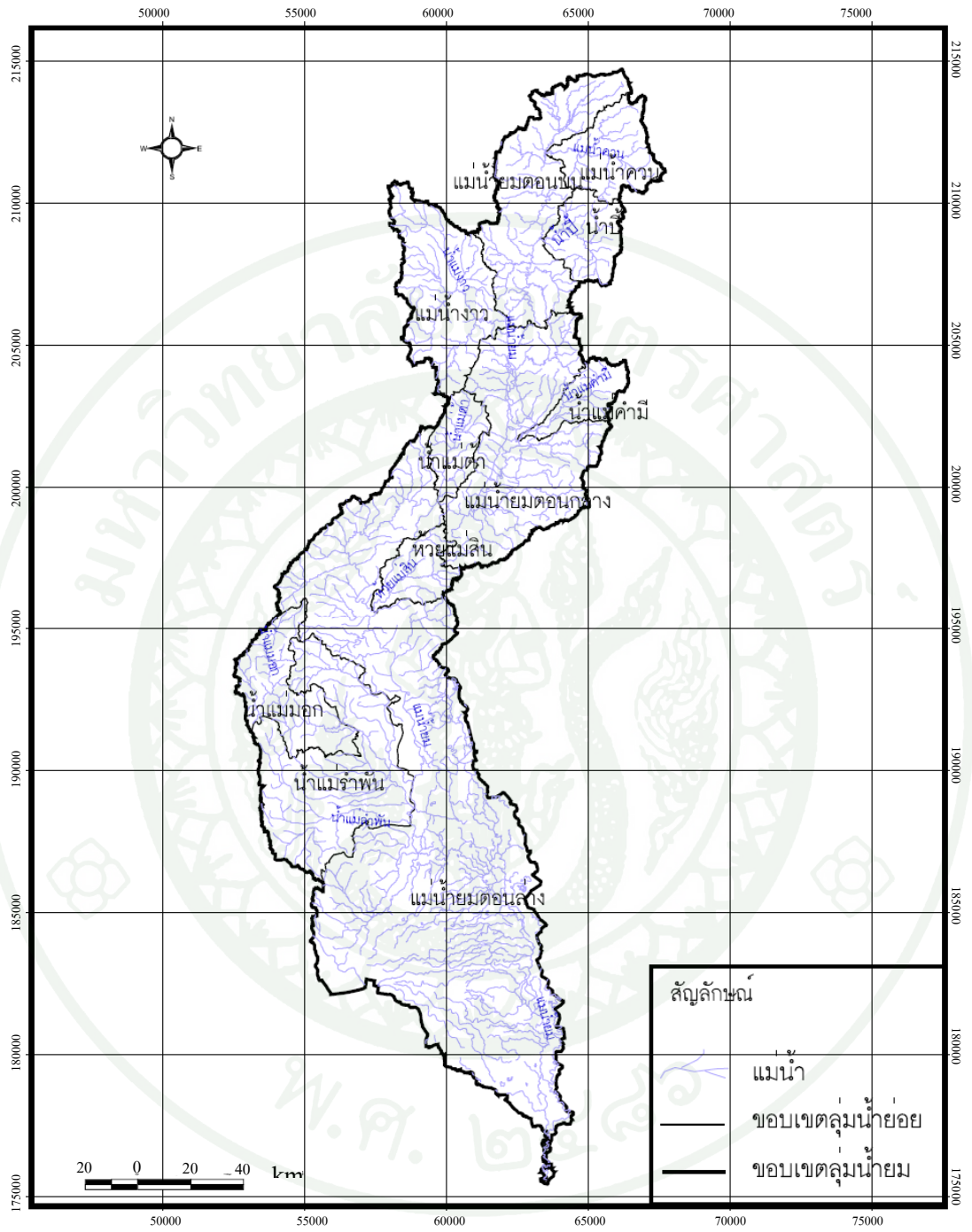
ต้นกำเนิดของแม่น้ำยมมาจากคอยขุนยวมในทิวเขาผีปันน้ำ ซึ่งอยู่ในเขตอำเภอปงและอำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา แม่น้ำยมตอนต้นไหลผ่านหุบเขาที่มีความลาดชันมากโดยมีความลาดชันลำน้ำ ประมาณ 1:700 และมีระดับความสูง 180-360 ม. (รทก.) แม่น้ำยมมีที่ราบแคบๆริมแม่น้ำเป็นบางตอนก่อนไหลเข้าสู่เขตจังหวัดแพร่ โดยไหลออกสู่ที่ราบผืนใหญ่ซึ่งผ่านพื้นที่อำเภอสอง อำเภอสูงเม่น อำเภอด่นชัย จากนั้นจะไหลเข้าหุบเขาทางทิศตะวันตก ผ่านอำเภอลอง อำเภอวังชิ้น แล้วไหลลงทางใต้เข้าสู่ที่ราบที่อำเภอศรีสาขาน้อย จังหวัดสุโขทัย ในช่วงนี้แม่น้ำยมจะไหลคู่ขนานกับแม่น้ำน่าน และเริ่มมีความลาดชันลดลงโดยมีความลาดชันลำน้ำ ประมาณ 1:2,300 ระดับความสูงของพื้นที่ริมฝั่งแม่น้ำอยู่ระหว่าง 50-180 ม. (รทก.) จากนั้นจะไหลผ่านอำเภอสวรรคโลก อำเภอศรีสำโรง อำเภอกงไกรลาศ และอำเภอบางระกำของจังหวัดพิษณุโลก เข้าสู่อำเภอสางงาม จังหวัดพิจิตร และไหลผ่านอำเภอโพทะเล จนเข้าเขตจังหวัดนครสวรรค์ แล้วไหลมาบรรจบกับแม่น้ำน่านที่บ้านเกยชัย อำเภอชุมแสง จังหวัดนครสวรรค์ โดยมีความลาดชันลำน้ำต่ำประมาณ 1:5,000 ถึง 1:35,000 มีระดับความสูงของพื้นที่ริมฝั่งแม่น้ำอยู่ระหว่าง 20-50 ม. (รทก.) รวมความยาวตลอดลำน้ำประมาณ 735 กิโลเมตร

ลำน้ำสาขาที่สำคัญของกลุ่มน้ำยมคือ 1) ลำน้ำควนซึ่งไหลมาบรรจบกับแม่น้ำยมที่อำเภอ
 ปง จังหวัดพะเยา 2) ลำน้ำปี้ ไหลมาบรรจบกับแม่น้ำยมที่อำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา 3) ลำน้ำงาว
 ไหลมาบรรจบกับแม่น้ำยมในเขตจังหวัดแพร่ 4) น้ำแม่สองซึ่งบรรจบกับแม่น้ำยมที่อำเภอสอง
 จังหวัดแพร่ 5) น้ำแม่คำมีซึ่งไหลมาบรรจบกับแม่น้ำยมที่อำเภอหนองม่วงไข่ จังหวัดแพร่ 6) น้ำ
 แม่ต้าซึ่งไหลมาบรรจบกับแม่น้ำยมที่อำเภอลอง 7) ห้วยแม่สินซึ่งไหลมาบรรจบแม่น้ำยมที่อำเภอ
 สวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย 8) น้ำแม่มอก ซึ่งไหลมาบรรจบกับแม่น้ำยมที่อำเภอบ้านด่านลานหอย
 จังหวัดสุโขทัย 9) น้ำแม่รำพันซึ่งบรรจบกับแม่น้ำยมที่อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย และ 10) แม่น้ำ
 พิจิตร ไหลมาบรรจบกับแม่น้ำยมที่บ้านบางคลาน อำเภอโพทะเล จังหวัดพิจิตร โดยกลุ่มน้ำยม
 มีการแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำออกเป็นลุ่มน้ำย่อยจำนวน 11 ลุ่มน้ำย่อย โดยชื่อลุ่มน้ำย่อยและพื้นที่รับน้ำแสดง
 ดังในตารางที่ 1 และขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยแสดงดังภาพที่ 1

ตารางที่ 1 การแบ่งลุ่มน้ำย่อยของกลุ่มน้ำยม

ลำดับที่	ชื่อลุ่มน้ำสาขา	พื้นที่รับน้ำ (ตารางกิโลเมตร)
1	แม่น้ำยมตอนบน	1,978
2	แม่น้ำควน	858
3	แม่ปี้	636
4	แม่งาว	1,644
5	แม่น้ำยมตอนกลาง	2,884
6	น้ำแม่คำมี	440
7	น้ำแม่ต้า	518
8	ห้วยแม่สิน	522
9	น้ำแม่มอก	1,332
10	น้ำแม่รำพัน	894
11	แม่น้ำยมตอนล่าง	11,906
	รวม	23,616

ที่มา: กรมทรัพยากรน้ำ (2546)



ภาพที่ 1 ขอบเขตพื้นที่ลุ่มน้ำยมและการแบ่งลุ่มน้ำย่อย

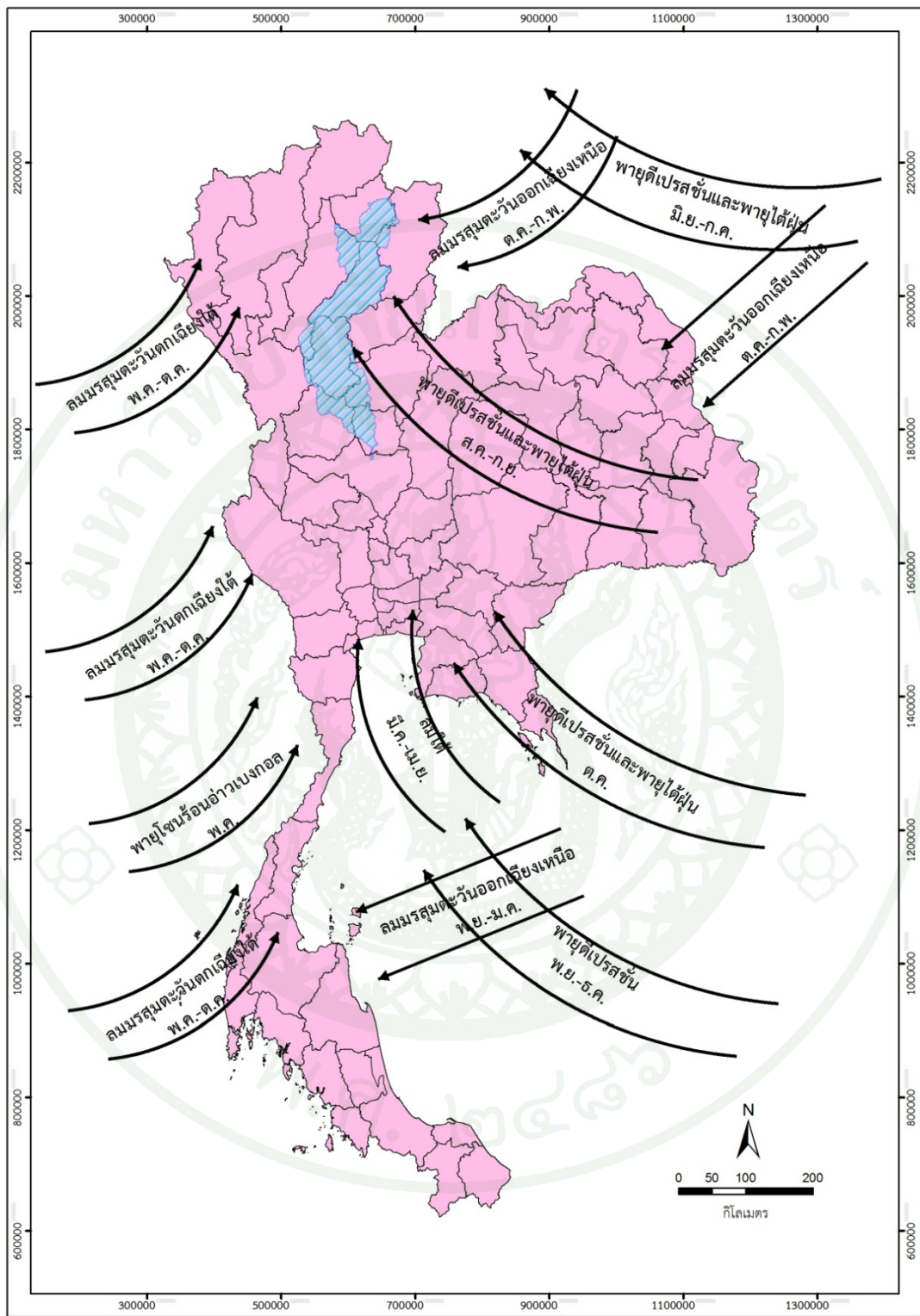
1.2 สภาพอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยา

1.2.1 สภาพภูมิอากาศ

พื้นที่ลุ่มน้ำยมอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทั้งนี้ยังได้รับอิทธิพลจากพายุดีเปรสชันและพายุไต้ฝุ่นซึ่งมาจากทะเลจีนใต้ ส่งผลทำให้เกิดฤดูกาลต่าง ๆ คือ 1) ฤดูฝน ซึ่งเกิดในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม 2) ฤดูแล้ง ซึ่งเกิดในช่วงปลายเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ และ 3) ฤดูร้อน ซึ่งเกิดในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน อิทธิพลของพายุต่าง ๆ แสดงไว้ในภาพที่ 2 ซึ่งแสดงทิศทางของลมมรสุม พายุไต้ฝุ่น และตำแหน่งของร่องความกดอากาศ

จากข้อมูลภูมิอากาศที่สถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา ที่ตั้งอยู่บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำยม จำนวน 8 สถานี คือ 1) สถานีตรวจอากาศจังหวัดพะเยา 2) สถานีตรวจอากาศจังหวัดลำปาง 3) สถานีตรวจอากาศจังหวัดแพร่ 4) สถานีตรวจอากาศจังหวัดอุดรดิษฐ์ 5) สถานีตรวจอากาศจังหวัดสุโขทัย 6) สถานีตรวจอากาศจังหวัดพิษณุโลก 7) สถานีตรวจอากาศจังหวัดกำแพงเพชร และ 8) สถานีตรวจอากาศจังหวัดนครสวรรค์ จากข้อมูลที่ได้จากสถานีดังกล่าวนำมาสรุปค่าเฉลี่ยรายปีของตัวแปรภูมิอากาศที่สำคัญได้ดังในตารางที่ 2

เมื่อนำข้อมูลปริมาณการระเหยรายวันจากภาควัดการระเหยมาคูณด้วยสัมประสิทธิ์ของภาคซึ่งในที่นี้ใช้ค่าเท่ากับ 0.7 เมื่อนำมาหาค่าการระเหยเฉลี่ยรายปีของทั้ง 7 สถานีที่มีข้อมูลยกเว้นสถานีตรวจอากาศจังหวัดสุโขทัยซึ่งมีข้อมูลไม่เพียงพอ พบว่ามีค่าการระเหยเฉลี่ยเท่ากับ 1,616.9 มิลลิเมตรต่อปี



ภาพที่ 2 ทิศทางของลมนรสมุติ พายุไต้ฝุ่น และตำแหน่งของร่องความกดอากาศ

ที่มา: กรมทรัพยากรน้ำ (2546)

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยรายปีของตัวแปรภูมิอากาศที่สำคัญ

ตัวแปรภูมิอากาศ	หน่วย	ช่วงพิสัยค่าเฉลี่ยรายปี	ค่าเฉลี่ยรายปี
		จากทั้ง 7 สถานี	จากทั้ง 7 สถานี
อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี	องศาเซลเซียส	25.3 - 28.2	26.9
ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยรายปี	เปอร์เซ็นต์	70.4 - 75.3	73.2
ความเร็วลมเฉลี่ยรายปี	มီต	0.9 - 3.0	1.5
เมฆปกคลุมเฉลี่ยรายปี	0-10 อีอกต้า	5.1 - 5.8	5.4
ปริมาณการระเหยจากภาค เฉลี่ยรายปี	มิลลิเมตร	1,429.4 - 2,018.0	1,616.9

หมายเหตุ ไม่รวมข้อมูลจากจังหวัดสุโขทัย เนื่องจากมีข้อมูลไม่เพียงพอ

ที่มา: กรมทรัพยากรน้ำ (2546)

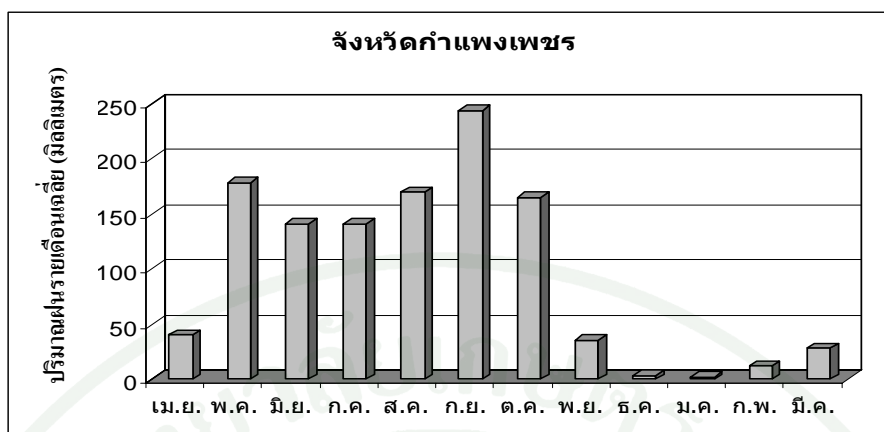
1.2.2 ปริมาณฝน

จากข้อมูลปริมาณฝนรายวันที่รวบรวมได้จากสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำยม และพื้นที่ข้างเคียงของกรมชลประทาน จำนวน 72 สถานี ซึ่งเป็นข้อมูลน้ำฝนในช่วงปี พ.ศ.2495 ถึง พ.ศ. 2547 สรุปข้อมูลปริมาณฝนได้ว่าพื้นที่ลุ่มน้ำยมมีปริมาณฝนรายปีเฉลี่ยผันแปรอยู่ระหว่าง 796.6-1,642.4 มิลลิเมตรต่อปี โดยในช่วงฤดูฝน (พ.ค.-ต.ค.) มีปริมาณฝนประมาณร้อยละ 85 ถึง ร้อยละ 90 ของปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย และในช่วงฤดูแล้ง (พ.ย.-เม.ย.) มีปริมาณฝนประมาณร้อยละ 10 ถึงร้อยละ 15 ของปริมาณฝนรายปีเฉลี่ย โดยข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนและรายปีเฉลี่ยของ สถานีวัดน้ำฝนที่ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำยมและข้างเคียงจำแนกตามจังหวัดแสดงดังตารางที่ 3 และจากข้อมูล ปริมาณฝนดังกล่าวสามารถแสดงการกระจายของปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือน ได้ดังภาพที่ 3 ถึงภาพที่ 13

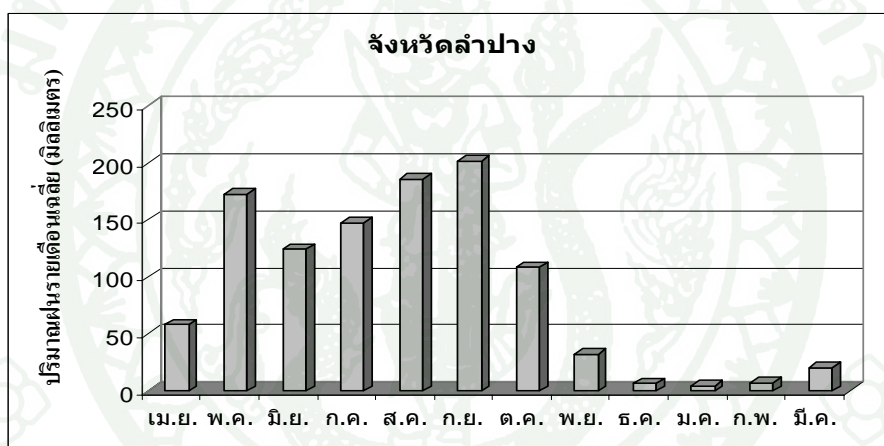
ตำแหน่งของสถานีวัดน้ำฝนแสดงในภาพที่ 14 รายชื่อ ตำแหน่งที่ตั้ง และช่วงปี สถิติข้อมูลของแต่ละสถานีแสดงไว้ในตารางที่ 4 และข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยของสถานี วัดน้ำฝนทั้ง 72 สถานีแสดงได้ในตารางที่ 5

ตารางที่ 3 ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนและรายปีเฉลี่ยของสถานีวัดน้ำฝนที่ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำยมและข้างเคียงจำแนกตามจังหวัด

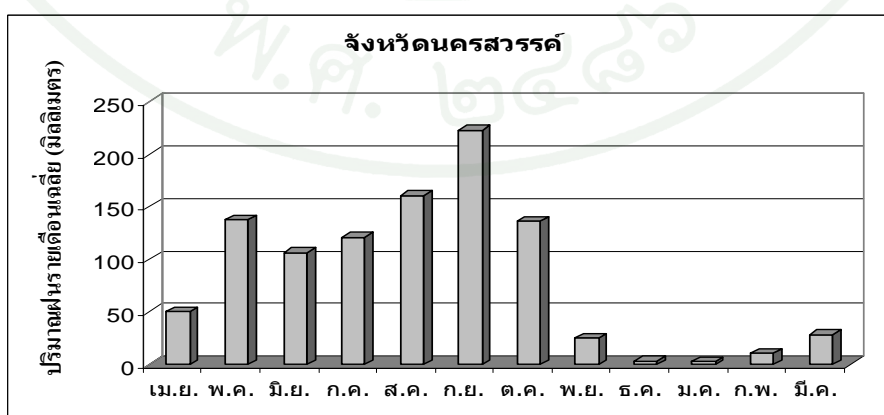
จังหวัด	ปริมาณน้ำฝนรายเดือนและรายปีเฉลี่ย (มิลลิเมตร)												
	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
กำแพงเพชร	39.97	178.14	141.14	141.22	169.44	243.69	165.04	35.54	3.75	2.06	12.29	28.11	1192.75
ลำปาง	58.35	172.30	124.63	147.65	185.44	201.36	108.54	32.55	6.85	4.94	7.39	20.53	1081.05
นครสวรรค์	50.66	137.69	106.54	121.34	160.91	222.53	136.34	25.01	3.36	2.66	10.96	28.31	1013.67
พะเยา	82.79	187.87	120.92	187.15	220.89	195.73	91.82	32.81	12.77	6.64	7.88	26.86	1181.10
น่าน	88.79	183.14	159.05	234.01	268.16	201.25	75.88	20.31	8.23	5.49	10.16	29.99	1290.66
พิจิตร	48.78	154.43	137.58	151.86	200.19	233.67	115.89	20.77	3.62	3.46	10.41	23.42	1119.67
พิษณุโลก	55.88	188.10	181.30	194.47	247.17	247.81	123.46	25.69	5.19	4.20	13.15	27.64	1331.04
แพร่	66.65	186.64	142.59	186.04	236.71	218.40	92.36	22.92	5.01	4.51	9.00	25.14	1202.75
สุโขทัย	42.22	180.19	145.48	137.90	180.53	241.65	139.14	28.13	4.78	3.35	7.70	13.56	1150.35
ตาก	49.21	174.25	181.90	192.04	214.60	207.90	156.24	37.49	5.23	2.12	8.58	16.73	1274.75
อุตรดิตถ์	66.43	199.40	162.81	177.77	231.64	233.52	92.53	19.93	5.15	4.54	10.74	25.17	1236.81



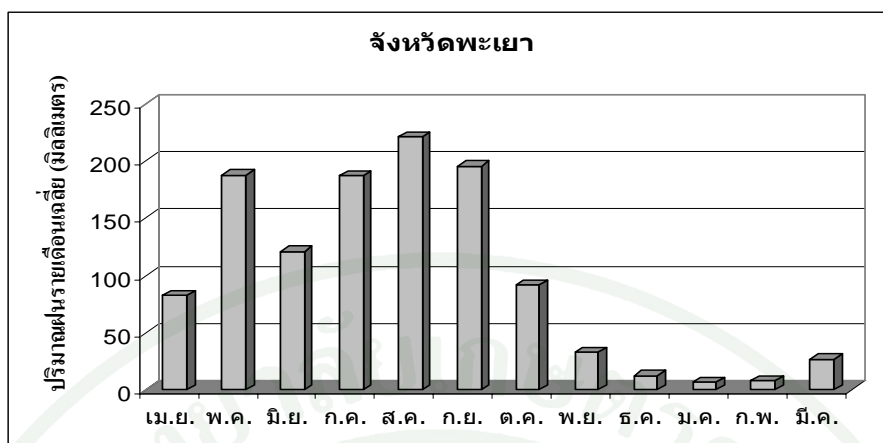
ภาพที่ 3 การผันแปรของปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนในจังหวัดกำแพงเพชร



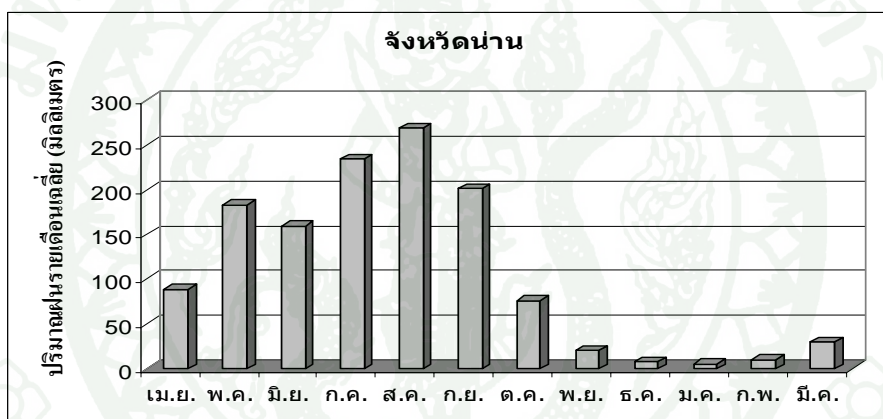
ภาพที่ 4 การผันแปรของปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนในจังหวัดลำปาง



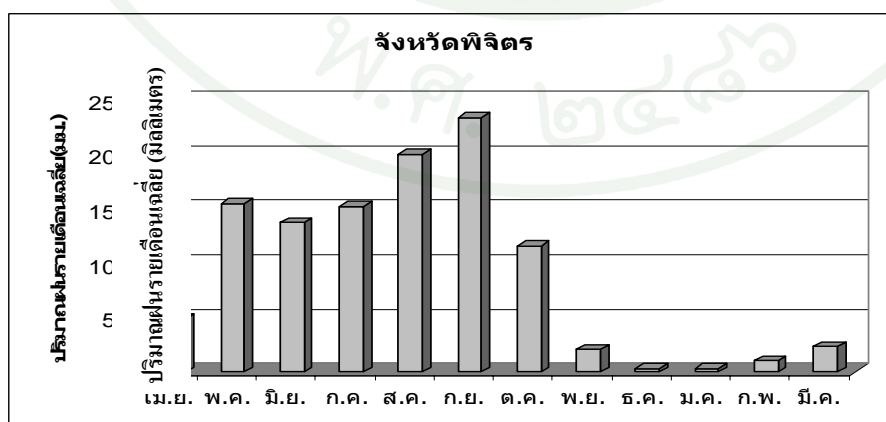
ภาพที่ 5 การผันแปรของปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนในจังหวัดนครสวรรค์



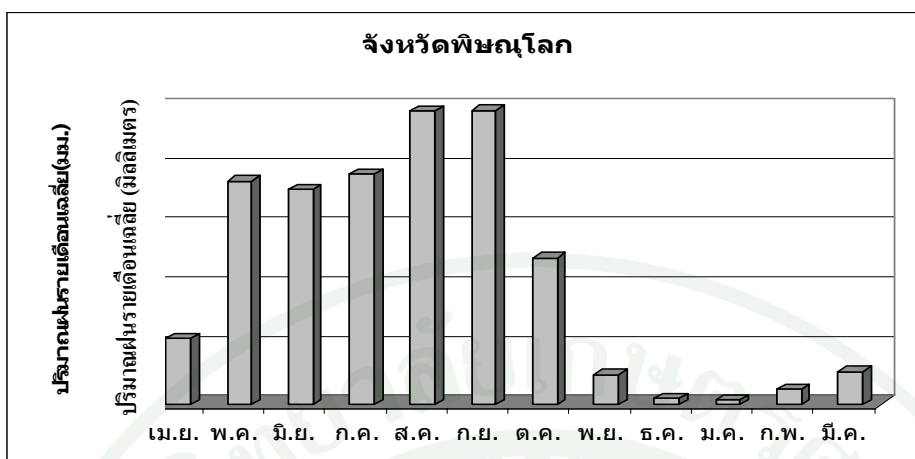
ภาพที่ 6 การผันแปรของปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนในจังหวัดพะเยา



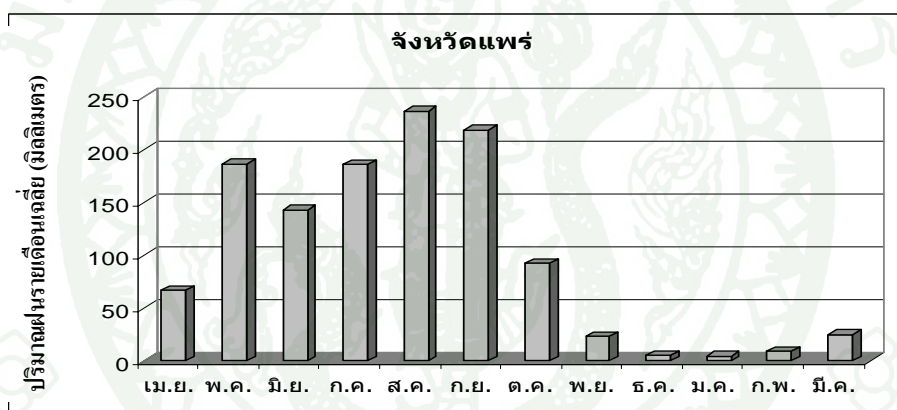
ภาพที่ 7 การผันแปรของปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนในจังหวัดน่าน



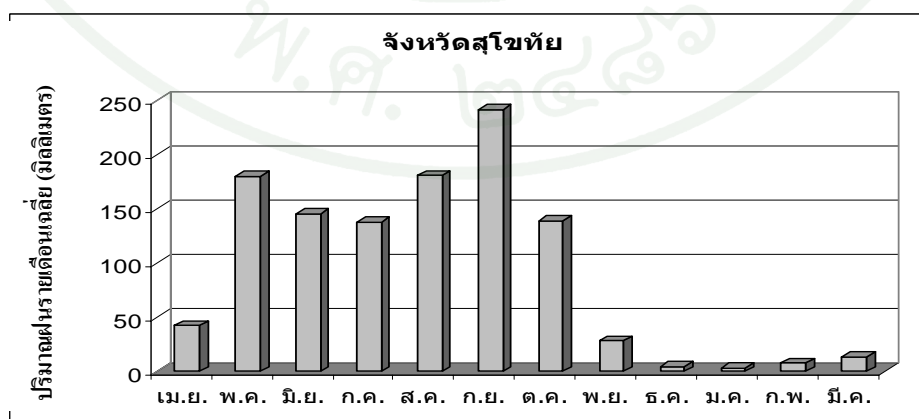
ภาพที่ 8 การผันแปรของปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนในจังหวัดพิจิตร



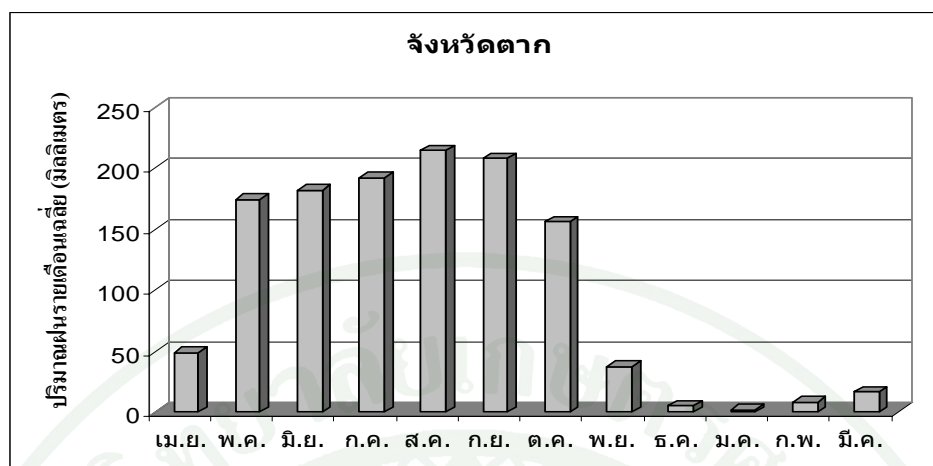
ภาพที่ 9 การผันแปรของปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนในจังหวัดพิษณุโลก



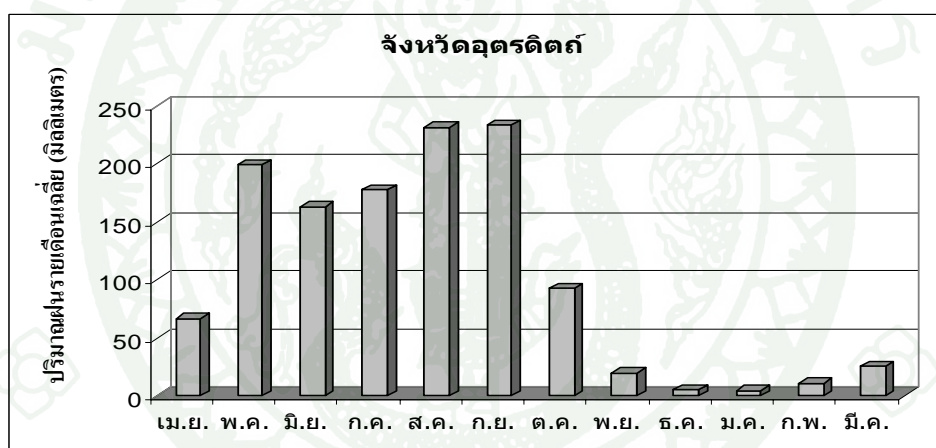
ภาพที่ 10 การผันแปรของปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนในจังหวัดแพร่



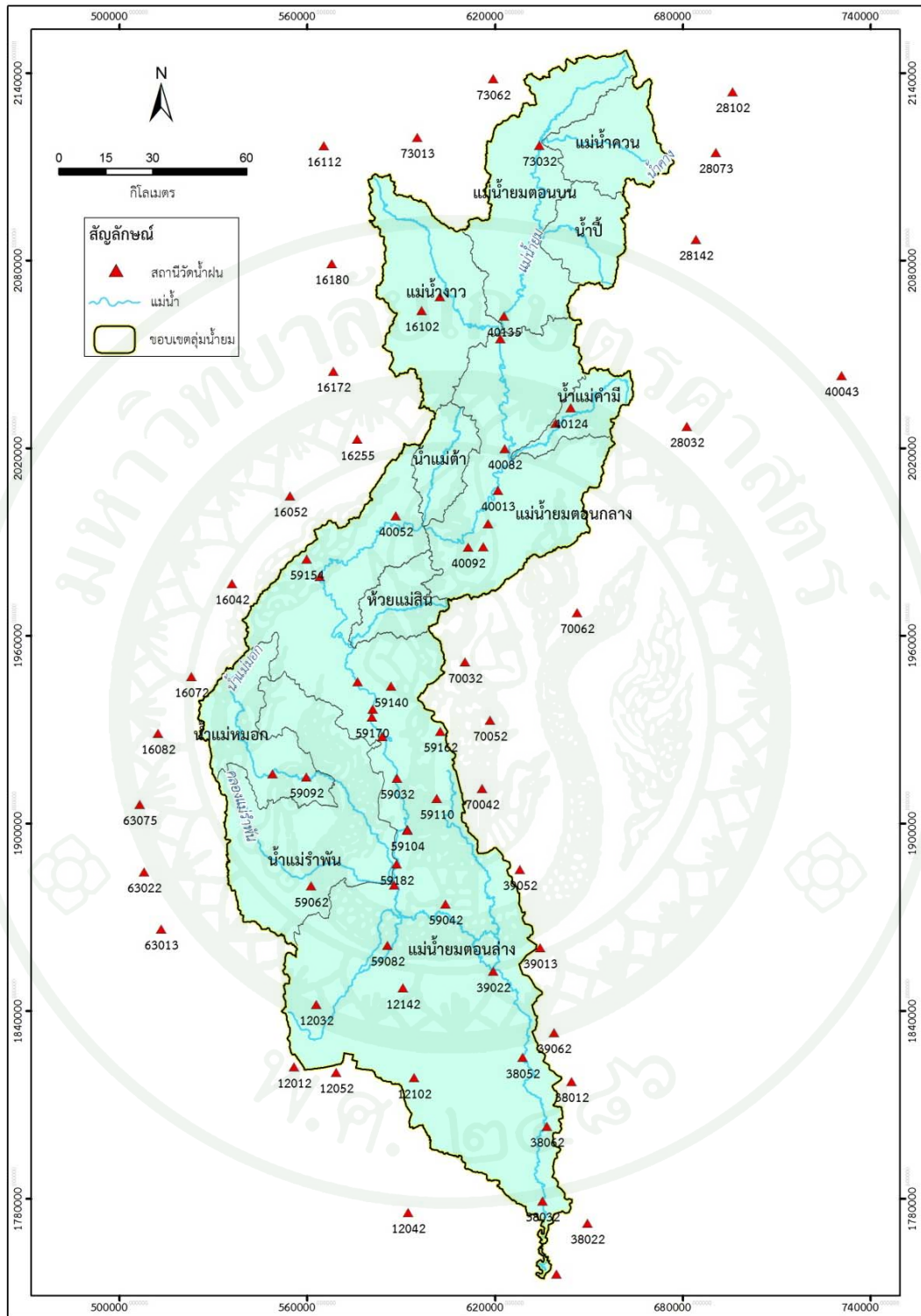
ภาพที่ 11 การผันแปรของปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนในจังหวัดสุโขทัย



ภาพที่ 12 การผันแปรของปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนในจังหวัดตาก



ภาพที่ 13 การผันแปรของปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนในจังหวัดอุตรดิตถ์



ภาพที่ 14 ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนในความรับผิดชอบของกรมชลประทาน

ตารางที่ 5 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนและรายปีเฉลี่ย สำหรับแต่ละสถานีวัดน้ำฝนที่อยู่ในความรับผิดชอบของกรมชลประทานในกลุ่มน้ำยม

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	ปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ย (มิลลิเมตร)											ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)		รายปี	
		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.)
1	12012	43.6	148.3	138.7	122.3	164.0	239.1	160.1	25.2	2.1	3.7	15.2	17.6	972.5	107.5	1,080.0
2	12032	51.3	180.6	152.0	141.6	207.0	260.3	161.9	33.9	5.9	5.4	14.8	26.1	1,103.5	137.4	1,240.8
3	12042	57.3	175.6	157.8	148.2	170.4	264.8	165.2	36.8	3.0	6.5	18.6	33.2	1,082.1	155.3	1,237.3
4	12052	40.8	171.0	140.5	171.3	186.8	266.1	165.0	30.1	6.8	8.2	12.5	35.5	1,100.6	133.8	1,234.5
5	12102	29.3	159.8	107.6	129.7	175.8	187.8	153.6	24.4	4.8	2.9	9.8	28.6	914.2	99.8	1,014.0
6	12142	51.4	192.1	140.3	149.4	189.2	245.0	157.4	36.7	5.1	1.8	12.3	42.2	1,073.5	149.4	1,222.9
7	16042	65.6	174.0	109.2	108.4	143.7	209.1	134.1	29.7	7.9	5.2	7.8	18.0	878.5	134.1	1,012.7
8	16052	57.8	160.4	127.4	115.6	179.4	213.1	112.1	27.8	3.2	4.8	7.3	17.4	908.0	118.4	1,026.3
9	16072	65.8	169.8	106.8	105.8	155.3	236.6	145.2	32.4	6.5	5.3	5.2	22.3	919.4	137.5	1,057.0
10	16082	51.3	178.5	103.1	83.1	129.3	220.3	164.5	38.1	6.2	4.8	3.9	22.4	878.8	126.6	1,005.4
11	16092	72.1	176.4	144.5	185.3	240.2	197.0	103.0	22.8	7.1	6.4	4.8	29.2	1,046.4	142.4	1,188.8
12	16102	77.9	195.6	140.2	176.1	251.1	211.8	130.0	34.8	14.4	10.6	8.0	28.4	1,104.8	174.1	1,278.8
13	16112	61.6	181.2	133.3	177.0	240.7	209.3	97.3	32.3	13.0	7.2	4.0	18.0	1,038.7	136.0	1,174.7
14	16172	71.7	163.3	138.7	146.7	204.4	195.0	95.1	39.7	8.9	8.4	6.7	24.0	943.2	159.3	1,102.5

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	ปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ย (มิลลิเมตร)											ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)		รายปี	
		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.)
15	16180	62.6	161.5	129.4	177.9	203.2	176.1	96.5	33.8	11.1	7.7	7.7	25.3	944.6	148.3	1,092.9
16	16220	52.0	219.1	125.2	90.8	150.8	259.9	146.9	32.7	5.7	4.3	10.2	17.5	992.8	122.3	1,115.1
17	16255	59.3	177.0	126.9	153.9	177.4	189.7	107.9	44.7	4.3	6.9	6.8	19.2	932.7	141.3	1,074.0
18	26022	61.4	135.0	107.2	133.5	163.8	260.6	137.9	23.1	2.0	4.9	10.1	28.7	938.0	130.3	1,068.3
19	28032	68.7	157.8	108.6	126.3	190.0	187.2	81.5	12.4	4.0	5.0	8.8	27.5	851.5	126.4	977.8
20	28073	92.5	193.3	197.9	264.5	305.8	184.6	79.2	24.6	9.9	8.9	10.6	35.0	1,225.4	181.5	1,407.0
21	28102	82.3	141.5	138.5	269.2	296.1	157.3	52.6	13.9	5.4	9.1	5.6	28.2	1,055.2	144.5	1,199.6
22	28142	96.4	194.9	154.0	229.5	286.1	197.5	74.4	26.1	9.1	6.2	11.4	30.7	1,136.3	180.0	1,316.3
23	38012	55.5	153.4	167.2	187.5	259.3	293.4	133.1	23.5	4.9	4.6	15.2	20.6	1,193.9	124.3	1,318.1
24	38022	47.1	151.8	118.5	131.7	160.2	240.2	119.3	23.2	1.7	2.5	5.5	22.4	921.8	102.4	1,024.1
25	38032	59.8	142.7	118.6	146.3	184.7	234.8	128.4	13.5	2.4	8.9	9.5	21.9	955.5	116.0	1,071.5
26	38052	51.6	164.2	133.2	157.4	218.9	237.9	133.2	18.7	2.6	6.5	7.1	20.4	1,044.9	106.9	1,151.8
27	38062	32.1	147.5	110.2	125.7	181.3	221.6	118.5	25.6	1.1	0.6	7.1	22.3	904.8	88.8	993.6
28	39013	50.2	186.5	170.9	191.6	252.0	245.2	145.9	29.0	8.0	5.8	12.1	32.3	1,192.1	137.3	1,329.4

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	ปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ย (มิลลิเมตร)											ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)		รายปี	
		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.)
29	39022	36.0	142.2	135.0	158.3	185.2	199.5	112.9	23.2	3.9	4.8	6.2	24.6	933.1	98.6	1,031.7
30	39052	43.2	158.2	153.0	163.4	238.5	222.4	119.4	18.4	4.3	6.2	7.1	20.3	1,054.8	99.5	1,154.3
31	39062	53.3	175.8	164.9	176.4	241.2	256.9	128.0	26.2	2.2	6.6	11.4	30.7	1,143.2	130.5	1,273.8
32	40013	68.5	166.7	124.6	144.9	232.6	193.8	90.1	16.7	5.3	6.7	8.6	27.7	952.8	133.4	1,086.2
33	40022	52.0	132.7	121.3	157.8	230.7	188.1	91.5	14.6	6.3	6.1	7.8	21.0	922.1	107.9	1,029.9
34	40032	79.0	170.3	150.6	178.4	277.6	261.2	101.1	12.9	4.2	4.1	8.5	28.6	1,139.2	137.3	1,276.4
35	40043	74.5	181.8	140.6	187.1	269.0	217.7	90.1	17.8	3.7	4.2	6.7	28.3	1,086.2	135.1	1,221.3
36	40052	56.7	158.8	118.0	152.9	224.5	215.1	107.6	28.3	4.4	2.4	8.3	23.1	977.0	123.2	1,100.2
37	40062	55.9	210.7	193.9	200.9	277.9	279.0	128.9	14.1	5.9	3.5	7.6	18.1	1,291.3	105.1	1,396.5
38	40072	80.2	263.5	201.3	235.5	328.3	344.1	141.5	25.7	2.4	7.0	10.2	26.7	1,514.2	152.3	1,666.5
39	40082	57.0	140.5	96.6	128.9	205.9	182.9	64.1	15.7	4.2	7.0	5.9	23.9	819.0	113.7	932.7
40	40092	65.7	195.5	136.8	179.4	260.3	194.8	92.4	21.9	4.0	6.7	6.6	26.5	1,059.2	131.4	1,190.6
41	40111	73.8	188.7	123.0	207.2	273.0	209.9	92.4	28.0	8.5	9.0	9.2	34.7	1,094.1	163.2	1,257.3
42	40124	67.6	203.7	150.1	244.2	301.7	234.5	103.2	28.6	6.6	7.5	12.8	28.6	1,237.4	151.7	1,389.2

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	ปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ย (มิลลิเมตร)											ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)		รายปี	
		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.)
43	40135	87.0	192.2	143.6	223.8	213.6	174.6	96.4	27.2	7.5	1.7	11.0	15.2	1,044.1	149.6	1,193.7
44	59012	40.1	161.0	143.0	128.0	177.9	249.0	141.9	28.1	2.9	5.5	6.6	16.4	1,000.8	99.6	1,100.4
45	59022	40.3	134.9	115.0	102.9	175.6	217.0	104.2	16.9	2.8	5.1	8.7	14.7	849.7	88.6	938.2
46	59032	44.1	155.8	127.1	119.6	163.4	219.1	130.6	23.8	3.6	4.7	7.2	20.3	915.7	103.7	1,019.4
47	59042	52.4	167.1	147.3	151.2	218.5	248.9	151.6	27.7	3.4	6.2	15.0	21.8	1,084.7	126.5	1,211.2
48	59062	50.6	190.5	124.5	118.3	136.3	237.6	161.8	35.9	6.3	6.2	6.6	17.9	969.0	123.5	1,092.5
49	59072	46.1	202.9	139.7	137.5	201.9	256.5	163.1	28.7	11.2	5.7	7.3	26.0	1,101.6	125.1	1,226.7
50	59082	57.1	187.2	156.8	141.7	200.3	261.1	161.1	30.4	7.7	7.5	11.4	26.6	1,108.3	140.7	1,249.0
51	59092	55.6	187.0	117.0	110.4	160.8	259.8	134.2	32.1	1.7	5.7	7.1	24.5	969.2	126.7	1,095.9
52	59104	74.9	175.5	127.4	176.0	187.5	249.2	173.0	15.5	2.7	5.3	15.7	29.7	1,088.5	143.6	1,232.1
53	59110	42.6	200.9	141.8	148.2	206.8	256.0	160.9	24.2	16.6	4.0	4.0	11.6	1,114.6	103.0	1,217.6
54	59121	46.3	184.4	133.0	136.5	182.4	243.0	138.5	30.9	6.2	4.4	8.6	22.7	1,017.8	119.0	1,136.8
55	59131	44.7	211.8	154.9	151.4	235.2	306.5	136.3	29.0	7.4	4.5	4.8	22.9	1,196.1	113.3	1,309.4
56	59140	38.3	211.4	175.3	201.7	282.6	289.2	165.2	34.1	4.9	8.2	5.8	10.2	1,325.3	101.6	1,426.9

ตารางที่ 5 (ต่อ)

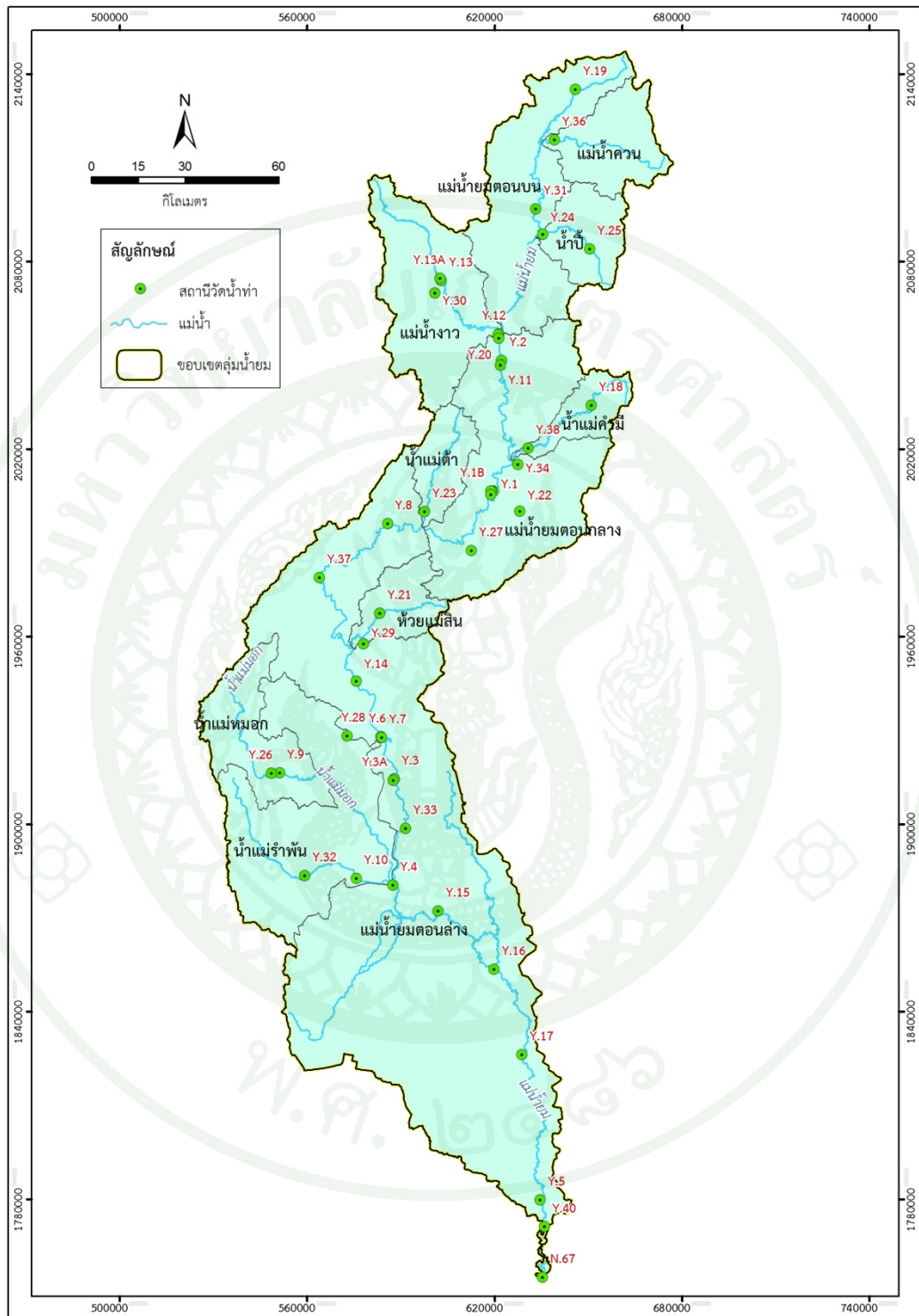
ลำดับ ที่	รหัส สถานี	ปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ย (มิลลิเมตร)											ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)		รายปี	
		เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน (พ.ค.-ต.ค.)		ฤดูแล้ง (พ.ย.-เม.ย.)
57	59154	49.8	174.9	128.9	114.0	129.4	193.5	171.6	39.7	8.0	2.9	7.9	16.9	912.4	125.1	1,037.5
58	59162	37.1	172.8	132.6	142.9	155.5	199.3	100.9	17.4	7.6	1.8	3.1	11.6	903.9	78.5	982.4
59	59170	8.4	102.1	118.2	103.5	131.4	200.1	110.7	21.0	0.0	1.2	0.0	0.0	766.1	30.5	796.6
60	59182	38.2	210.6	158.5	120.6	213.5	261.9	184.8	35.7	4.7	5.3	11.9	10.7	1,149.8	106.5	1,256.3
61	63013	45.5	163.6	109.4	95.1	120.4	222.3	185.7	52.6	5.2	4.7	6.9	19.3	896.4	134.3	1,030.7
62	63022	39.3	152.4	86.5	80.7	92.2	196.2	178.5	42.9	5.7	4.0	8.7	10.5	786.6	111.1	897.7
63	63075	43.1	193.2	81.7	89.4	110.2	234.2	199.5	47.6	7.2	4.9	2.9	17.6	908.2	123.4	1,031.6
64	70032	56.1	222.0	199.5	199.7	288.8	292.2	120.8	22.8	5.6	5.0	13.9	27.8	1,323.1	131.3	1,454.3
65	70042	47.9	186.8	145.9	154.0	211.3	266.6	139.4	17.2	2.7	8.0	7.2	18.4	1,104.0	101.4	1,205.5
66	70052	60.2	177.8	137.2	150.7	213.3	249.9	114.6	26.8	3.1	6.9	10.0	21.2	1,043.4	128.2	1,171.6
67	70062	66.7	189.9	166.5	180.8	266.4	235.3	89.7	13.1	3.8	6.6	11.8	29.2	1,128.6	131.1	1,259.6
68	73013	61.6	145.1	105.9	141.1	193.9	167.1	99.8	30.0	9.6	7.0	6.4	22.4	852.9	137.0	989.9
69	73022	81.2	185.2	152.6	242.2	306.9	213.4	85.2	32.7	13.1	9.6	10.1	25.2	1,185.7	172.0	1,357.6
70	73032	90.5	180.7	120.3	191.8	242.9	199.4	97.2	23.1	9.7	7.9	6.8	24.8	1,032.3	162.8	1,195.0

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	ปริมาณน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ย (มิลลิเมตร)											ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)		รายปี	
		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.)
71	73062	83.3	183.1	148.0	191.7	210.3	176.8	88.5	26.2	13.4	10.0	6.5	17.2	998.3	156.6	1,154.9
72	73082	84.4	184.6	112.5	178.5	225.5	192.9	68.7	30.8	9.9	2.8	6.9	33.9	962.6	168.8	1,131.4

1.2.3 ปริมาณน้ำท่า

ข้อมูลปริมาณน้ำท่าจากสถานีวัดน้ำท่าในลำน้ำสายหลักและลำน้ำย่อยของกลุ่มน้ำยม รวบรวมได้จากกรมชลประทาน จำนวน 31 สถานี และจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย จำนวน 2 สถานี จากข้อมูลปริมาณน้ำท่าของสถานีดังกล่าวสรุปได้ว่า ช่วงพิสัยของค่าปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่มีค่าอยู่ระหว่าง 1.63–32.36 ลิตร/วินาที/ตารางกิโลเมตร เดือนที่มีปริมาณน้ำท่าสูงสุด คือ เดือนกันยายน และเดือนที่มีปริมาณน้ำท่าต่ำสุด คือ ช่วงมีนาคม โดยตำแหน่งที่ตั้งของสถานีวัดน้ำท่าของกลุ่มน้ำยมแสดงดังภาพที่ 15 สำหรับช่วงปีสถิติข้อมูลและข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยของแต่ละสถานีแสดงไว้ในตารางที่ 6 และ ตารางที่ 7 ตามลำดับ



ภาพที่ 15 ตำแหน่งที่ตั้งสถานีวัดน้ำท่าของกรมชลประทานในพื้นที่ลุ่มน้ำยม

ตารางที่ 7 ปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ยของแต่ละสถานีวัดน้ำท่าในกลุ่มน้ำยม

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	ปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ย (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)													ปริมาณน้ำท่าราย (ล้านลูกบาศก์เมตร)			ปริมาณน้ำท่ารายปี เฉลี่ย ต่อหน่วยพื้นที่
		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	ลิตรต่อวินาที ต่อตารางกิโลเมตร	
1	Y.1	22.7	58.7	68.7	158.8	521.2	837.3	271.5	83.3	51.7	31.7	21.1	17.7	1,916.1	228.1	2,144.3	8.96	
2	Y.1B	10.6	44.5	54.5	132.6	739.6	623.3	278.0	100.0	30.6	19.7	8.8	8.5	1,872.6	178.3	2,050.9	8.57	
3	Y.1C	18.7	70.4	61.3	127.6	407.7	529.2	214.9	85.5	32.7	13.6	9.5	14.2	1,411.1	174.3	1,585.4	6.59	
4	Y.3A	15.4	91.1	128.1	201.6	626.3	912.5	439.3	165.0	62.3	28.0	13.1	12.1	2,399.0	295.9	2,694.9	6.29	
5	Y.4	10.5	54.9	107.8	135.8	364.1	522.7	337.1	139.5	60.1	30.8	14.6	9.2	1,522.5	264.6	1,787.1	3.20	
6	Y.5	35.6	91.0	162.6	153.9	305.1	818.6	1025.9	468.1	173.2	68.2	24.3	21.7	2,557.2	791.1	3,348.2	4.75	
7	Y.6	13.0	79.6	121.0	182.8	598.6	937.6	435.4	152.7	56.1	24.9	12.4	10.7	2,355.0	269.8	2,624.9	6.58	
8	Y.11	30.0	96.4	133.3	56.7	287.5	437.2	220.0	55.8	37.7	20.1	17.0	13.0	1,231.1	173.6	1,404.8	8.04	
9	Y.13	1.5	5.5	5.8	10.6	19.6	27.3	18.3	6.8	3.4	2.4	1.3	1.2	87.2	16.6	103.8	8.61	
10	Y.13A	0.8	3.7	3.4	5.8	15.3	29.1	16.0	7.8	3.5	1.6	0.8	0.6	73.3	14.9	88.2	7.36	
11	Y.14	16.0	82.6	113.0	181.8	606.0	843.9	397.0	139.7	52.7	26.6	13.7	12.9	2,224.3	261.6	2,485.9	6.50	
12	Y.15	32.9	95.6	95.3	121.0	381.6	590.1	270.6	78.6	54.3	40.0	32.1	22.2	1,554.2	260.2	1,814.4	2.89	

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	ปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ย (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)												ปริมาณน้ำท่าราย (ล้านลูกบาศก์เมตร)			ปริมาณน้ำท่ารายปี เฉลี่ย ต่อหน่วยพื้นที่
		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	ลิตรต่อวินาที ต่อตารางกิโลเมตร
13	Y.16	12.3	75.7	140.4	133.3	341.2	1063.4	1251.6	580.5	177.0	22.9	7.9	19.0	3,005.7	819.5	3,825.2	5.82
14	Y.17	13.6	66.0	169.7	181.7	396.1	914.4	959.1	463.8	147.0	32.8	11.0	16.4	2,687.0	684.7	3,371.6	4.99
15	Y.19	4.2	5.4	12.4	25.0	58.6	23.6	11.0	5.0	6.6	2.7	1.9	1.9	135.9	22.3	158.2	32.36
16	Y.20	14.9	56.5	62.0	133.4	376.9	407.9	186.2	76.6	34.2	19.6	11.1	10.7	1,223.0	167.2	1,390.2	8.15
17	Y.21	0.3	3.1	3.2	2.9	6.7	13.7	10.6	3.6	1.5	1.5	1.6	0.9	40.2	9.4	49.5	5.13
18	Y.24	3.0	7.6	7.0	9.3	30.4	43.5	14.7	6.8	2.8	1.2	0.9	1.0	112.7	15.7	128.4	6.82
19	Y.25	0.8	3.4	2.9	3.6	6.2	9.9	2.7	1.8	0.9	0.5	0.3	0.3	28.7	4.6	33.4	5.21
20	Y.26	1.2	11.3	13.5	4.3	8.8	33.5	32.5	11.2	3.2	2.9	2.3	1.0	103.9	21.9	125.8	5.08
21	Y.27	0.2	1.8	2.0	2.1	8.1	10.3	4.9	2.9	1.2	1.0	0.6	0.7	29.2	6.6	35.8	4.96
22	Y.29	0.2	0.9	0.8	0.6	2.0	5.4	4.1	0.8	0.5	0.5	0.3	0.3	13.8	2.6	16.4	9.14
23	Y.30	0.6	1.7	1.8	2.4	8.7	14.3	8.5	4.1	1.7	0.9	0.6	0.5	37.4	8.5	45.9	15.16
24	Y.31	6.8	26.2	35.8	74.9	163.2	225.0	76.2	36.8	19.1	11.7	6.8	6.1	601.3	87.3	688.6	11.05

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ลำดับ ที่	รหัส สถานี	ปริมาณน้ำท่ารายเดือนเฉลี่ย (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)												ปริมาณน้ำท่าราย (ล้านลูกบาศก์เมตร)			ปริมาณน้ำท่ารายปี เฉลี่ย ต่อหน่วยพื้นที่
		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	ลิตรต่อวินาที ต่อตารางกิโลเมตร
25	Y.32	0.0	4.2	8.4	0.0	0.0	0.8	21.6	2.2	0.8	0.2	0.1	0.1	35.0	3.4	38.4	1.63
26	Y.33	21.6	97.4	123.4	129.5	530.8	843.0	426.0	182.4	74.2	39.2	17.6	20.1	2,150.1	355.2	2,505.3	-
27	Y.34	3.0	3.2	3.1	5.4	20.0	30.5	12.0	8.7	2.9	1.9	1.7	2.6	74.2	20.7	94.9	9.09
28	Y.36	4.3	8.4	11.8	36.1	76.6	108.2	43.0	21.7	11.9	8.9	6.3	6.2	284.0	59.2	343.2	13.24
29	Y.37	37.6	156.5	120.6	186.1	678.2	1095.0	363.5	180.2	66.8	26.0	17.7	49.6	2,599.9	377.8	2,977.7	9.16
30	Y.38	0.8	3.3	5.2	7.7	30.6	34.2	13.9	5.9	1.4	0.9	0.8	1.0	94.9	10.9	105.8	7.42
31	Y.40	19.1	178.4	301.5	268.3	363.2	649.0	733.8	673.0	420.6	42.3	19.3	72.4	2,494.2	1,246.7	3,740.9	-
32	YE.1	3.465	11.93	9.985	64.59	108.9	107.83	62.685	18.19	6.725	3.237	1.816	1.346	366.0	34.8	400.7	22.81
33	YE.2	12.28	45	38.48	112.2	190.9	253.55	124.01	52.25	23.21	13.21	7.84	5.595	764.2	114.4	878.6	7.78

1.3 สภาพการใช้ที่ดิน

สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ.2544 ในพื้นที่ลุ่มน้ำยมประกอบด้วยการใช้ประโยชน์ที่ดิน 5 ประเภท คือ 1) พื้นการเกษตรกรรม ซึ่งหมายถึง นาข้าว พืชไร่ ไม้ยืนต้น ไม้ผล ไร่มุมนเวียน/ไร่เลื่อนลอย และพื้นที่ปศุสัตว์ 2) พื้นที่ป่าไม้ ซึ่งหมายถึง ป่าไม้ ป่าไม้ผลัดใบ และสวนป่าผสม 3) ที่รกร้างว่างเปล่า ซึ่งหมายถึง ไม้พุ่ม หรือทุ่งหญ้าสลับไม้พุ่ม ที่รกร้าง และที่รกร้าง/เหมือง 4) พื้นที่อยู่อาศัยและตัวเมือง ซึ่งหมายถึง ตัวเมืองและย่านการค้า หมู่บ้าน สถานที่ราชการ และสถาบันต่าง ๆ สนามบิน พื้นที่อุตสาหกรรม และสถานที่พักผ่อน และ 5) พื้นที่แหล่งน้ำ ซึ่งหมายถึง แหล่งน้ำธรรมชาติ และแหล่งน้ำที่สร้างขึ้นโดยภาพรวมของสภาพการใช้ที่ดินในปัจจุบันของกลุ่มน้ำยมแสดงดังในตารางที่ 8 และภาพที่ 16 สำหรับรายละเอียดในแต่ละส่วนสรุปได้ดังนี้

1.3.1 การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตรคิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 43.93 ของพื้นที่ลุ่มน้ำยม ซึ่งประกอบด้วย การใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรประเภทต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ 1) พื้นที่นาข้าว มีพื้นที่ร้อยละ 29.17 ของพื้นที่ลุ่มน้ำยม พื้นที่นาข้าวมีสัดส่วนพื้นที่มากที่สุดในการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตร พบพื้นที่นาข้าวมากในบริเวณที่ราบลุ่มริมแม่น้ำยมและลำน้ำสาขา 2) พื้นที่ปลูกพืชไร่ ซึ่งมีพื้นที่ ร้อยละ 9.30 ของพื้นที่ลุ่มน้ำยม พื้นที่ปลูกพืชไร่มีสัดส่วนรองลงมาจากพื้นที่นาข้าว พบกระจายอยู่ทั่วไปในที่ดินที่มีการระบายน้ำดีของพื้นที่ลุ่มน้ำยม 3) พื้นที่ปลูกไม้ยืนต้น มีพื้นที่ร้อยละ 0.08 ของพื้นที่ลุ่มน้ำยม ไม้ยืนต้นที่ปลูกเป็นมาก ได้แก่ ยูคาลิปตัส สน กระถิน เป็นต้น 4) พื้นที่ปลูกไม้ผล มีพื้นที่ร้อยละ 2.53 ของพื้นที่ลุ่มน้ำยม ไม้ผลที่ปลูกกันมาก ได้แก่ ลำไย ลิ้นจี่ มะม่วง ขนุน มะขามหวาน เป็นต้น 5) พื้นที่ไร่มุมนเวียน มีพื้นที่ร้อยละ 9.11 ของพื้นที่ลุ่มน้ำยม พบในบริเวณตอนบนของพื้นที่ลุ่มน้ำยม และตอนบนของพื้นที่ลุ่มน้ำสาขา 6) พื้นที่ปศุสัตว์ มีพื้นที่ร้อยละ 0.02 ของพื้นที่ลุ่มน้ำยม ซึ่งคิดเป็นพื้นที่ไม่มากนักเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตรด้านอื่น ๆ

1.3.2 พื้นที่ป่าไม้คิดเป็นมีพื้นที่คิดเป็นร้อยละ 52.29 ของพื้นที่ลุ่มน้ำยม ซึ่งประกอบด้วยป่าไม้ประเภทต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ 1) พื้นที่ป่าไม้ มีพื้นที่ร้อยละ 46.03 ของพื้นที่ลุ่มน้ำยม ลักษณะเป็นพื้นที่ป่าไม้ธรรมชาติปกคลุมบนพื้นที่ภูเขาและที่ลาดเชิงเขา 2) พื้นที่ป่าไม้เสื่อมโทรม มีพื้นที่ร้อยละ 2.19 ของพื้นที่ลุ่มน้ำยม 3) พื้นที่ป่าปลูก มีพื้นที่ 1,885,895 ไร่ หรือคิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 8.74 ของพื้นที่ลุ่มน้ำยม และ 4) พื้นที่สวนป่า มีพื้นที่ร้อยละ 4.07 ของพื้นที่ลุ่มน้ำยม

1.3.3 พื้นที่รกร้างว่างเปล่าคิดเป็นพื้นที่ร้อยละ 0.82 ของพื้นที่ลุ่มน้ำยม ประกอบด้วยพื้นที่รกร้างว่างเปล่าประเภทต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ 1) พื้นที่ทุ่งหญ้าสลับไม้พุ่ม มีพื้นที่ร้อยละ 0.38 ของพื้นที่ลุ่มน้ำยม 2) พื้นที่รกร้าง มีพื้นที่ร้อยละ 0.39 ของพื้นที่ลุ่มน้ำยม และ 3) พื้นที่เหมืองแร่ มีพื้นที่ร้อยละ 0.05 ของพื้นที่ลุ่มน้ำยม

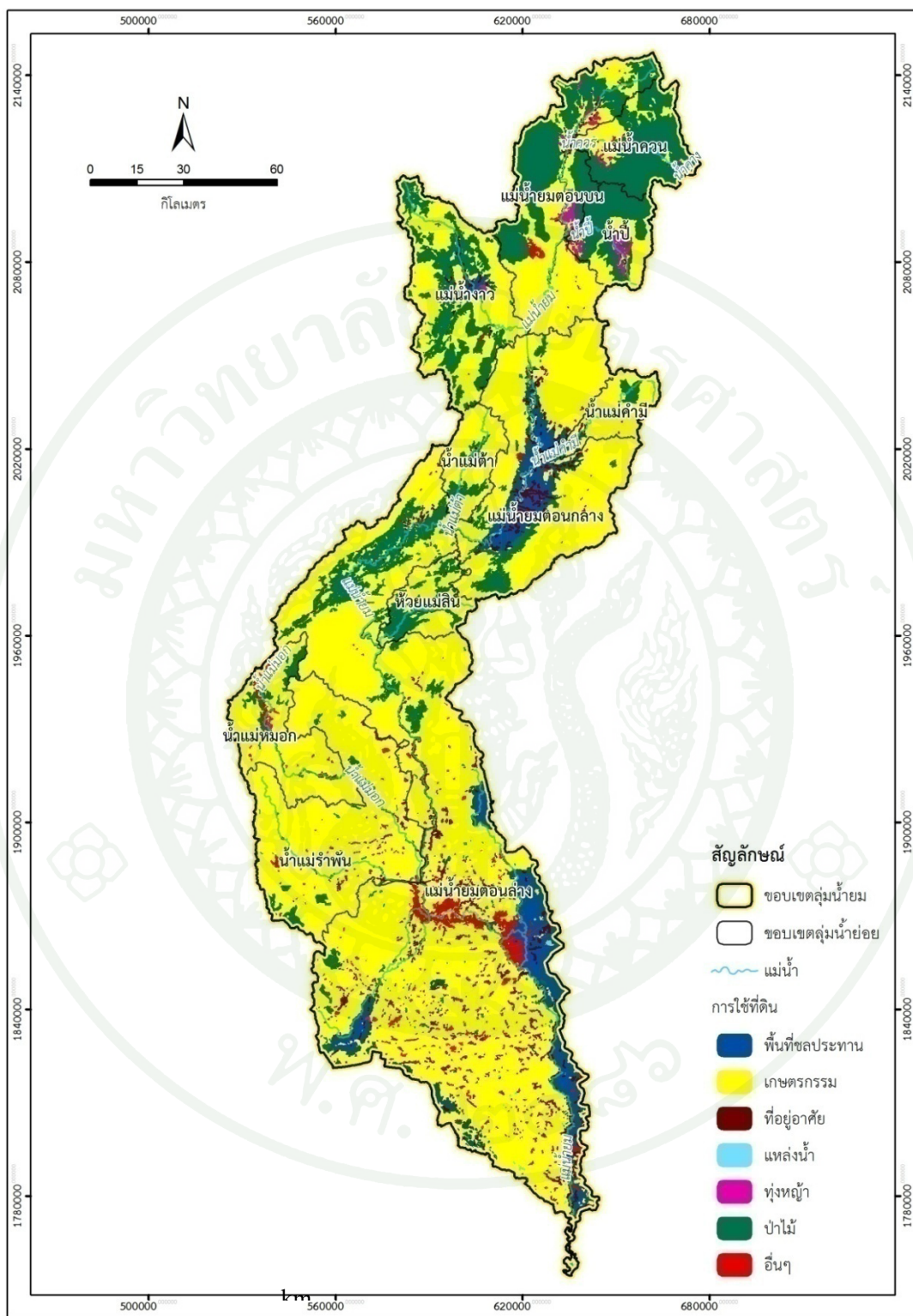
1.3.4 พื้นที่อยู่อาศัยและตัวเมืองมีพื้นที่คิดเป็นร้อยละ 2.49 ของพื้นที่ลุ่มน้ำยม ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่อยู่อาศัยและตัวเมืองประเภทต่าง ๆ ดังนี้ 1) ที่ตั้งของจังหวัด อ่างทอง มีพื้นที่ร้อยละ 0.21 ของพื้นที่ลุ่มน้ำยม 2) ที่ตั้งของหมู่บ้านบนที่สูงและที่ราบมีพื้นที่ร้อยละ 2.11 ของพื้นที่ลุ่มน้ำยม และ 3) พื้นที่อยู่อาศัยและตัวเมืองอื่น ๆ คือ พื้นที่อยู่อาศัยและตัวเมืองส่วนที่เหลือจากพื้นที่อยู่อาศัยและตัวเมืองประเภทที่หนึ่งและสอง ซึ่งพื้นที่อยู่อาศัยและตัวเมืองอื่น ๆ นี้ ได้แก่ พื้นที่สนามบิน พื้นที่อุตสาหกรรม สถานที่พักผ่อนหย่อนใจ เป็นต้น

1.3.5 พื้นที่แหล่งน้ำมีขนาดของพื้นที่คิดเป็นร้อยละ 0.46 ของพื้นที่ลุ่มน้ำยม ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่แหล่งน้ำประเภทต่าง ๆ คือ พื้นที่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ มีพื้นที่ร้อยละ 0.31 ของพื้นที่ลุ่มน้ำยม และ พื้นที่อ่างเก็บน้ำ เขื่อน มีพื้นที่ร้อยละ 0.15 ของพื้นที่ลุ่มน้ำยม

ตารางที่ 8 สภาพการใช้ที่ดินในปัจจุบันของกลุ่มน้ำยม

ลำดับที่	ประเภทของการใช้ที่ดิน	พื้นที่	
		ไร่	ร้อยละของพื้นที่ทั้งหมด
1	เกษตรกรรม	10,375	43.93
2	แหล่งน้ำ	109	0.46
3	ที่อยู่อาศัย	588	2.49
4	ป่าไม้	12,349	52.29
5	อื่น ๆ	194	0.82
รวมพื้นที่		23,616	100

ที่มา: กรมทรัพยากรน้ำ (2546)



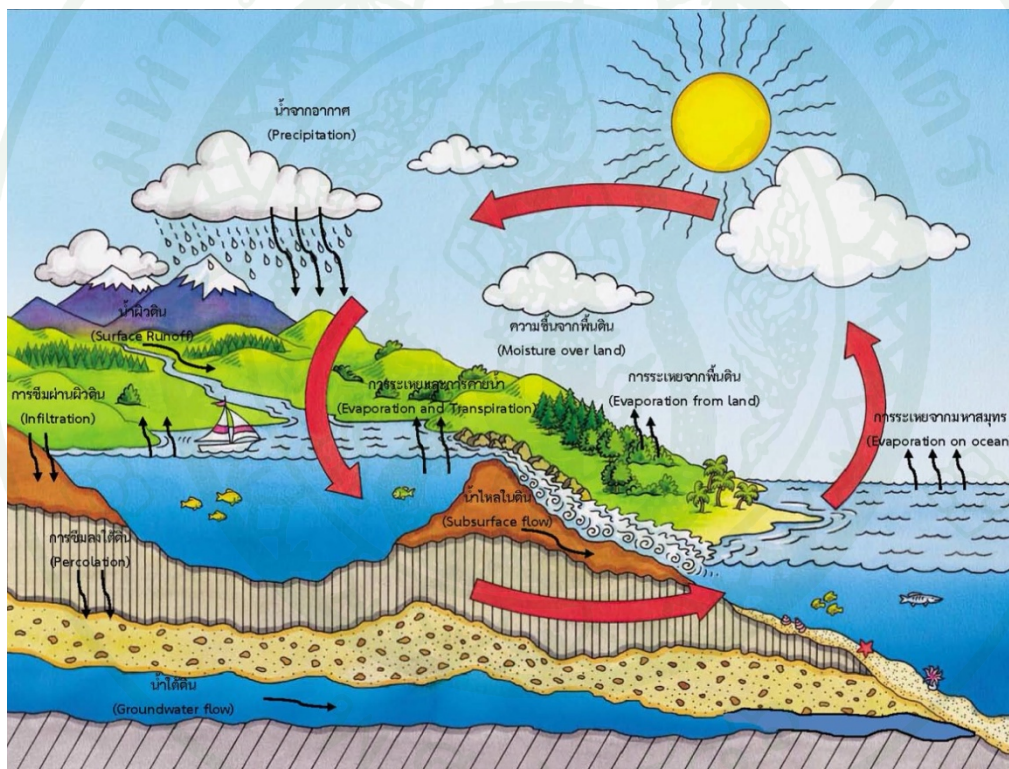
ภาพที่ 16 สภาพการใช้ที่ดินในปัจจุบันของกลุ่มน้ำยม

ที่มา: กรมทรัพยากรน้ำ (2546)

2. กระบวนการน้ำฝน-น้ำท่า

2.1 วัฏจักรของน้ำ

น้ำสามารถเปลี่ยนสถานะเป็นทั้งของแข็ง ของเหลว และก๊าซ โดยจะเปลี่ยนรูปร่างเวียนอยู่ในโลกไม่สูญหายไปไหน เรียกว่า “วัฏจักรของน้ำ” โดยการเกิดและการหมุนเวียนของน้ำที่อยู่ในโลกไม่มีจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุด ดังแสดงในภาพที่ 17 ซึ่งสามารถอธิบายวัฏจักรของน้ำได้ดังนี้ (วีระพล, 2533)



ภาพที่ 17 วัฏจักรของน้ำ

น้ำที่อยู่ในรูปของไอน้ำในบรรยากาศ เรียกว่า atmospheric moisture อาจมองเห็นได้ในรูปของเมฆ หมอก ไอน้ำนี้เกิดมาจากการคายระเหยของน้ำจากแหล่งน้ำต่าง ๆ บนผิวโลก หากไอน้ำในอากาศมีมากขึ้นจนถึงจุดอิ่มตัว ความแปรปรวนของอุณหภูมิต่ำของบรรยากาศรอบผิวโลกจะทำให้ไอน้ำกลั่นตัวเป็นละอองน้ำและรวมตัวกันเป็นหยดน้ำตกลงสู่ผิวโลกในรูปแบบของเหลวคือ ฝน (rain) ตกลงสู่ผิวโลกในรูปผลึก คือ หิมะ (snow) ตกลงสู่ผิวโลกในรูปของแข็ง คือ

ลูกเห็บ (hail, sleet) และน้ำแข็ง (ice) เป็นต้น รวมเรียกน้ำจากฟ้าว่า น้ำฟ้า หรือน้ำจากอากาศ (precipitation)

น้ำฝนที่ตกลงมาสู่ผิวโลกนั้นบางส่วนไม่ตกถึงผิวโลก แต่ระเหยกลับไปสู่บรรยากาศ ส่วนฝนที่ตกลงมาถึงพื้นโลกและตกลงบนต้นไม้พืชจะถูกพืชกักไว้บางส่วนตามใบไม้หรือลำต้น เรียกว่า interception

น้ำฝนส่วนที่ตกลงจนถึงพื้นดินจะซึมลงดินด้วยแรงดึงดูดของเม็ดดินในลักษณะที่เรียกว่าการซึมสู่ผิวดิน (infiltration) และจะกลายเป็นน้ำที่ไหลในดินเรียกว่า subsurface runoff ในกรณีที่เม็ดดินมีความชื้นเดิมน้อยมาก อัตราการซึมลงดินจะสูงมาก แต่เมื่อดินอิ่มตัวด้วยน้ำ การซึมลงดินก็จะลดลง น้ำส่วนที่ซึมลงไปอึดตัวอยู่ในดินและถูกแรงดึงดูดโลกดูดให้ซึมลึกลงไปอีก เรียกว่า percolation ซึ่งจะซึมลงไปถึงระดับชั้นน้ำใต้ดิน โดยน้ำที่อึดตัวและขังอยู่ชั้นใต้ดินเรียกว่า ground water โดยที่น้ำใต้ดินมีหลายระดับ บางส่วนขังอยู่ตามโพรงหินเป็นน้ำใต้ดินอยู่ บางส่วนจะค่อย ๆ ไหลตามความลาดเทของชั้นดินไปสู่ที่ต่ำ น้ำใต้ดินส่วนที่ไหลไปตามความลาดเทของชั้นดินใต้ผิวดินนี้เรียกว่า interflow ซึ่งจะไหลออกสู่ผิวดินอีกโดยอาจไหลออกสู่แม่น้ำลำธารที่อยู่ระดับต่ำกว่าหรือออกสู่ทะเลโดยตรง น้ำที่ซึมลงดินตามชั้นดินต่าง ๆ นั้นบางส่วนถูกรากพืชดูดเอาไปปรุงอาหารเพื่อเลี้ยงลำต้นแล้วคายออกทางใบ เรียกว่า การคายน้ำ (transpiration) ซึ่งจะเป็นจำนวนมากขึ้นอยู่กับชนิดของพืช

เมื่ออัตราฝนตกมีค่าสูงกว่าอัตราการซึมลงดินฝนส่วนที่เหลือก็จะเกิดน้ำขังนองบนพื้นดินแล้วรวมตัวกันไหลลงสู่ที่ต่ำกว่าเรียกว่า น้ำที่ไหลบนผิวดินนี้ เรียกว่า overland flow น้ำที่ไหลบนผิวดินบางส่วนจะไปรวมตัวอยู่ในที่ลุ่มบริเวณเล็ก ๆ เรียกว่า surface storage ส่วนที่รวมตัวกันและมีปริมาณมากจะกัดเซาะดินให้เป็นร่องน้ำ ลำธารและแม่น้ำตามลำดับ น้ำที่ไหลอยู่ในแม่น้ำลำธารเรียกว่า น้ำท่า (surface runoff) น้ำท่านี้จะไหลออกทะเลและมหาสมุทร หรือทะเลสาบในที่สุด

ในขณะที่น้ำอยู่ในสถานะต่าง ๆ เหล่านี้ น้ำบางส่วนเกิดการระเหยเรียกว่า evaporation คือน้ำเปลี่ยนสภาพเป็นไอน้ำขึ้นไปสู่บรรยากาศตลอดเวลา ส่วนใหญ่จะระเหยจากทะเลและมหาสมุทร เมื่อเป็นไอน้ำก็จะลอยสูงขึ้นไปและเมื่ออุณหภูมิลดลงก็จะกลั่นตัวเป็นละอองน้ำหรือหยดน้ำและกลายเป็นน้ำจากฟ้าตกลงมาอีก

2.2 กระบวนการเกิดน้ำท่า

การเกิดน้ำท่ามักเกิดเมื่อมีฝนตกหนัก และมีปริมาณฝนมากกว่าความจุของชั้นดินหรือมากกว่าอัตราการซึมลงดิน จึงมีปริมาณน้ำไหลบนผิวดิน เกิดเป็นปริมาณน้ำท่าหรือน้ำท่าวมเรียก “direct runoff” ลักษณะของการเกิดน้ำท่าวมโดยทั่วไปเกิดจากลักษณะของฝนที่ตกหนักภายในช่วงเวลาสั้น ๆ คือ มีความเข้มฝนมาก หรือฝนตกต่อเนื่องเป็นเวลานาน

น้ำท่า คือ น้ำที่ไหลมารวมกันจาก 3 ส่วนหลัก คือ 1) น้ำท่าผิวดิน (direct runoff หรือ overland flow) ที่เกิดจากปริมาณน้ำฝนส่วนเกินที่ไม่สูญเสียไปจากการซึมลงดิน การคายน้ำและการระเหย ฝนส่วนเกินเหล่านี้จะรวมตัวเป็นน้ำไหลป่าตามผิวดิน 2) น้ำท่าในดิน (interflow) คือ น้ำที่ไหลใต้ผิวดินด้วยอัตราการเคลื่อนที่อย่างช้า ๆ จนไหลออกสู่ผิวดิน และ 3) น้ำใต้ดิน (base flow) ซึ่งเป็นปริมาณน้ำที่หล่อเลี้ยงทำให้มีน้ำไหลในลำน้ำตลอดปี (วีระพล, 2533)

3. แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า

แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า เป็นแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อหาปริมาณน้ำท่าจากข้อมูลฝนที่ตก โดยพิจารณาบนพื้นฐานของความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ เช่น ลักษณะภูมิประเทศ สภาพอุตุนิยมวิทยา อุทกวิทยา และลักษณะการใช้ที่ดิน เป็นต้น ซึ่งได้มีการพัฒนาแบบจำลอง น้ำฝน-น้ำท่า หลายแบบจำลอง เช่น แบบจำลอง TOPMODEL, NAVMO, HEC-HMS, NAM, SCS, MARINE, ARPS และ URBS เป็นต้น โดยมีลักษณะและการประยุกต์ใช้แบบจำลองต่าง ๆ ดังนี้

Donnelly-Makowecki and Mooreb (1999) ได้ทำการเปรียบเทียบความสามารถของแบบจำลอง TOPMODEL, Lumped two reservoir model และ Lumped three reservoir model ในการทำนายปริมาณน้ำท่ารายวัน โดยเลือกพื้นที่กรณีศึกษา 2 พื้นที่ ซึ่งตั้งอยู่ใน University of British Columbia Research Forest คือ East catchment และ South catchment ซึ่งสภาพพื้นที่เป็นป่าดงดิบทั้ง 2 พื้นที่ และมีปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย 2,000 – 2,500 มิลลิเมตร ข้อมูลด้านเข้าคือ ปริมาณน้ำในเขื่อน สภาพภูมิประเทศ และปริมาณน้ำฝนรายวัน โดยทำการเลือกฝนที่มีช่วงเวลาไม่น้อยกว่า 6 ชั่วโมง และความเข้มฝนไม่น้อยกว่า 0.1 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ซึ่งได้ทำการเลือกช่วงเวลาที่ฝนตกระหว่างเดือนตุลาคมถึงเมษายน เพราะเป็นช่วงที่มีปริมาณการซึมของฝนลงไปในดินและการคายระเหยของพืช น้อยสุด ทั้งนี้ได้แบ่งกรณีศึกษาเพื่อทำนายน้ำท่าเป็น 4 กรณี คือ 1) สอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองจากข้อมูลกราฟน้ำท่าในพื้นที่เดียวกัน 2) สอบเทียบแบบจำลองจากกราฟน้ำท่าใน East

catchment แล้วตรวจพิสูจน์ด้วยกราฟน้ำท่าจาก South catchment 3) แยกเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่มีปริมาณน้ำท่าสูงและต่ำออกจากกัน โดยตัดเหตุการณ์ที่มีปริมาณน้ำท่าปานกลางออกแล้วจึงสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง 4) สอบเทียบเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่มีปริมาณต่ำและตรวจพิสูจน์ด้วยเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่มีปริมาณสูง ผลการศึกษาพบว่าแบบจำลอง TOPMODEL มีประสิทธิภาพในการทำนายกราฟน้ำท่าที่ดีหรืออย่างน้อยเทียบเท่ากับแบบจำลอง Lumped two reservoir model และ Lumped three reservoir model กล่าวคือ กรณีที่ 1 แบบจำลองทั้ง 3 มีประสิทธิภาพในการทำนายปริมาณน้ำท่าใกล้เคียงกัน กรณีที่ 2, 3 และ 4 นั้น แบบจำลอง TOP MODEL มีประสิทธิภาพในการทำนายปริมาณน้ำท่าดีกว่าแบบจำลอง Lumped two reservoir model และ Lumped three reservoir model

Braga and Figueiredo (2000) ได้ศึกษาผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการเกิดปริมาณน้ำท่าโดยใช้แบบจำลอง Niederschlag Abfluss Verdunstung Model (NAVMO) ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ใช้ความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำฝน การระเหย และสภาพภูมิอากาศในการคำนวณปริมาณน้ำท่าของกลุ่มน้ำ พื้นที่กรณีศึกษาคือกลุ่มน้ำ Sitio Vassouras ซึ่งตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศบราซิลและมีพื้นที่กลุ่มน้ำ 15,000 ตารางกิโลเมตร สภาพภูมิอากาศเป็นแบบร้อนและแห้งซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ย 26°C ปริมาณการระเหยมากกว่า 2,000 มิลลิเมตร และปริมาณฝนตกมากที่สุดในเดือนมีนาคมประมาณ 290 มิลลิเมตร การศึกษาได้แบ่งพื้นที่กลุ่มน้ำเป็น 7 กลุ่มน้ำย่อยแล้วคำนวณปริมาณน้ำท่าและปริมาณน้ำท่าสูงสุดที่เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ -1 °C ถึง 1 °C เปรียบเทียบกับอุณหภูมิที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง โดยข้อมูลด้านเข้าคือปริมาณน้ำฝนรายวัน ปริมาณการระเหยรายวันและสภาพภูมิประเทศ จากการศึกษาพบว่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมิผลให้การระเหยของน้ำเปลี่ยนแปลง -9% ถึง 9% ปริมาณน้ำฝนเปลี่ยนแปลง 73% ถึง -45% ปริมาณน้ำท่าเปลี่ยนแปลงในช่วง 0.20% ถึง 2.46% และมีปริมาณน้ำท่าสูงสุดเปลี่ยนแปลงในช่วง 0.20% ถึง 3.61% โดยค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (coefficient of determination) ของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตั้ง 2 กรณี มีค่ามากกว่า 0.8

Arcelus (2000) ได้ทำการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าสำหรับกลุ่มน้ำที่ไม่มีสถานีวัดน้ำท่าด้วยแบบจำลอง HEC-HMS และแบบจำลอง NAM โดยการประเมินพารามิเตอร์ของแบบจำลองทั้งสองในกลุ่มน้ำที่มีสถานีวัดน้ำท่า จากนั้นจึงนำพารามิเตอร์ที่ได้จากแบบจำลอง HEC-HMS ไปปรับใช้กับกลุ่มน้ำที่ไม่มีสถานีวัดน้ำท่าโดยมีข้อมูลด้านเข้าเป็นสภาพภูมิประเทศและการใช้ที่ดิน และนำพารามิเตอร์ของแบบจำลอง NAM ที่ได้จากการสอบเทียบในกลุ่มน้ำเดียวกันก่อนหน้านี้ไปปรับใช้กับกลุ่มน้ำที่ไม่มีสถานีวัดน้ำท่าซึ่งเป็นพื้นที่ศึกษา ผลการศึกษาพบว่ากราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง

NAM เข้ากันได้ดีกับกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง HEC-HMS วิธีการนี้จึงให้ผลเป็นที่ยอมรับได้สำหรับลุ่มน้ำที่ไม่มีเก็บข้อมูล

Valerie *et al.* (2002) ได้พัฒนาแบบจำลอง MARINE เพื่อใช้ในการคาดการณ์น้ำท่าวมในลุ่มน้ำที่ไม่มีสถานีวัดน้ำท่าโดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียม Landsat ข้อมูลที่ใช้คือ สภาพภูมิประเทศ ปริมาณน้ำฝน สภาพภูมิอากาศ โดยใช้แคว้น Languedoc ซึ่งตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศฝรั่งเศสเป็นพื้นที่ศึกษา เมื่อเปรียบเทียบความสามารถระหว่างแบบจำลอง MARINE และแบบจำลอง TOPMODEL (Topographic Model) ในการคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าวม ผลการศึกษาพบว่าแบบจำลอง MARINE ให้ความถูกต้องมากกว่า TOPMODEL

Mapiam and Sriwongsitanon (2009) ได้ทำการประเมินปริมาณน้ำท่าวมที่สถานีวัดน้ำท่าจำนวน 13 สถานีในลุ่มน้ำปิงทางตอนเหนือของประเทศไทยด้วยแบบจำลอง URBS และแบบจำลอง NAM พบว่า กราฟน้ำท่าวมที่ประเมินได้จากแบบจำลองทั้งสองมีค่าใกล้เคียงกัน โดยการสอบเทียบแบบจำลอง URBS ใช้จำนวนพารามิเตอร์จำนวน 4 พารามิเตอร์ คือ α (พารามิเตอร์การเคลื่อนตัวของลำน้ำ) มีค่าที่เหมาะสมสำหรับลุ่มน้ำปิงอยู่ในช่วง 0.2-0.8, β (พารามิเตอร์การเคลื่อนตัวของลุ่มน้ำ) มีค่าที่เหมาะสมสำหรับลุ่มน้ำปิงอยู่ในช่วง 5-9, pr (อัตราส่วนการเกิดน้ำท่า) มีค่าที่เหมาะสมสำหรับลุ่มน้ำปิงอยู่ในช่วง 0.11-0.26 และ if (อัตราการซึมลงดิน) มีค่าที่เหมาะสมสำหรับลุ่มน้ำปิงอยู่ในช่วง 200-700 มิลลิเมตร

ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนและน้ำท่าโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (rainfall-runoff model) ที่มีการประยุกต์ใช้เพื่อการประเมินปริมาณน้ำท่าอย่างแพร่หลาย มีรายละเอียดการประยุกต์ใช้ดังนี้

3.1 แบบจำลอง SCS พัฒนาขึ้นโดย Soil Conservation Service (1972) แบบจำลอง SCS เป็นวิธีการคำนวณปริมาณการสูญเสียจากพายุฝน โดยใช้ข้อมูล การใช้ที่ดิน (land use) ชนิดของดิน (soil type) รวมทั้งสภาพความชื้นก่อนเกิดเหตุการณ์พายุฝนและความลาดเทของพื้นที่ลุ่มน้ำเป็นข้อมูลหลัก สมมติฐานของวิธีการ SCS คือ สัดส่วนของปริมาณที่แท้จริงสองค่าต่อปริมาณศักย์สองค่ามีค่าเท่ากัน (นุชนารถ, 2556) โดยหลักการ คือ ความลึกฝนส่วนเกิน (rainfall excess) หรือน้ำท่าโดยตรง (direct runoff) P_e สำหรับเหตุการณ์พายุฝนที่พิจารณาจะมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับความลึกฝน (P) นั่นคือหลังจากที่เริ่มมีน้ำท่าเกิดขึ้น ความลึกของน้ำที่เพิ่มขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำ (F_u) จะมีค่า

น้อยกว่าหรือเท่ากับศักย์การเก็บกักสูงสุด (potential maximum retention, S) โดยจะมีความลึกฝนส่วนหนึ่งเรียกว่า I_a ที่เป็นปริมาณการสูญเสียน้ำเริ่มต้น (initial abstraction) ก่อนที่จะเริ่มมีปริมาณน้ำท่าเกิดขึ้น ดังนั้น ศักย์ของน้ำท่า (potential runoff) คือ $P - I_a$ ดังแสดงในสมการต่อไปนี้

$$\frac{F_a}{S} = \frac{P_e}{P - I_a} \quad (1)$$

ความสัมพันธ์ระหว่างความลึกฝน (I_a) กับศักย์การเก็บกักสูงสุด (S) ที่ได้จากการสังเกต (empirical relation) จากการศึกษาในพื้นที่ขนาดเล็กจำนวนมาก แสดงดังสมการที่ (2)

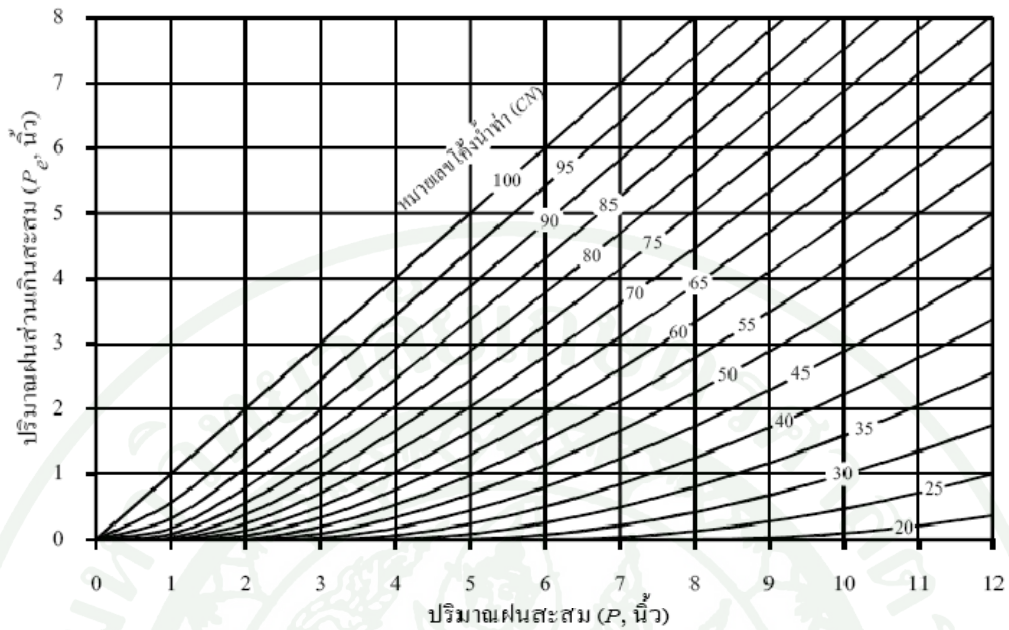
$$I_a = 0.2S \quad (2)$$

โดยจากการศึกษาในพื้นที่ขนาดเล็กจำนวนมากพบว่า S มีความสัมพันธ์กับหมายเลขโค้งน้ำท่า (curve number, CN) ดังนี้

$$S = \frac{1000}{CN} - 10 \quad (3)$$

โดยที่	P	=	ปริมาณฝนทั้งหมด (นิ้ว)
	P_e	=	ความลึกของน้ำท่า (นิ้ว)
	I_a	=	ปริมาณการสูญเสียน้ำเริ่มต้น (นิ้ว)
	F_a	=	ปริมาณการสูญเสียน้ำต่อเนื่อง (นิ้ว)
	S	=	ศักย์การเก็บกักสูงสุด (นิ้ว)
	CN	=	curve number

ค่า CN (Curve Number) ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขความชื้นเริ่มต้น (antecedent moisture conditions) โค้งมาตรฐานของค่า CN สำหรับใช้ในแบบจำลอง SCS แสดงดังภาพที่ 18 โดยในสภาพปกติจะใช้ CN จาก AMC II กรณีที่พื้นผิวอยู่ในสภาพแห้งจะใช้ค่า CN จาก AMC I และในกรณีพื้นผิวที่อยู่ในสภาพเปียกชื้นจะใช้ค่า AMC III ซึ่งค่า CN ของทั้ง 3 กรณีแสดงความสัมพันธ์ดังสมการที่ (4) และ (5)



ภาพที่ 18 โค้งมาตรฐานของค่า CN สำหรับใช้ในแบบจำลอง SCS

ที่มา: นุชนารถ (2556)

$$CN (I) = \frac{4.2 CN (II)}{10 - 0.058 CN (II)} \quad (4)$$

$$CN (III) = \frac{23 CN (II)}{10 + 0.13 CN (II)} \quad (5)$$

ค่า CN มีความสัมพันธ์กับกลุ่มดินทางอุทกวิทยาทั้ง 4 กลุ่ม มีดังนี้

ก. กลุ่ม A คือ ดินที่มีอัตราการซึมน้ำลงดินสูง มีการระบายน้ำดี มีศักยภาพในการเกิดปริมาณการไหลโดยตรงต่ำ ประกอบด้วยทรายและกรวด

ข. กลุ่ม B คือ ดินที่มีอัตราการซึมน้ำลงดินปานกลาง มีการระบายน้ำดีปานกลาง และมีเนื้อตั้งแต่ละเอียดปานกลางจนถึงหยาบปานกลาง

ค. กลุ่ม C คือ ดินที่มีอัตราการซึมน้ำลงดินต่ำ มีการระบายน้ำต่ำ และมีเนื้อตั้งแต่ละเอียดปานกลางจนถึงละเอียด

ง. กลุ่ม D คือ ดินที่มีอัตราการซึมน้ำลงดินต่ำมาก มีการระบายน้ำต่ำมาก และมีศักยภาพในการเกิดปริมาณการไหลโดยตรงสูง

ค่า CN (II) เมื่อ $I_a=0.2S$ สำหรับการใช้ที่ดินประเภทต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 Runoff curve number (CN) สำหรับลักษณะการใช้ที่ดินประเภทเกษตรกรรม พื้นที่ชานเมืองและพื้นที่เขตเมือง ในกรณีเงื่อนไขความชื้นเริ่มต้นประเภทที่ 2 (AMC II) และ $I_a=0.2S$

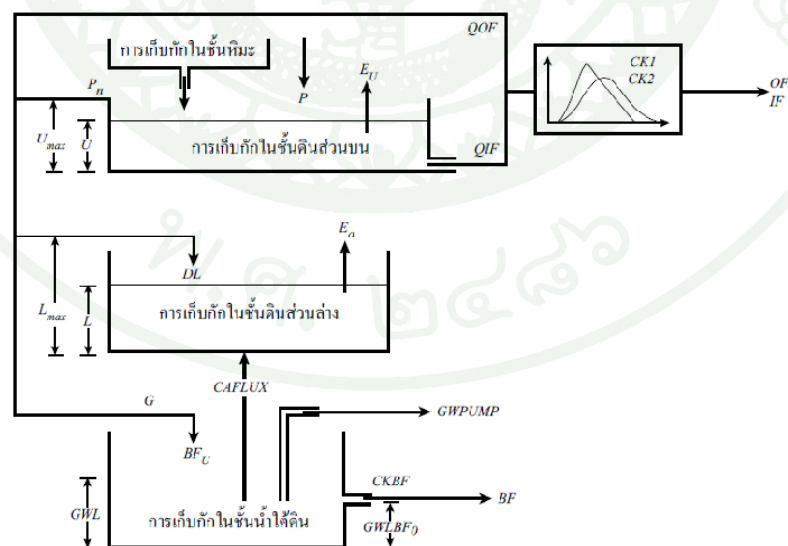
รายละเอียดของการใช้ที่ดิน	กลุ่มดินทางอุทกวิทยา			
	A	B	C	D
พื้นที่เพาะปลูก: ไม่มีการอนุรักษ์ดิน	72	81	88	91
: มีการอนุรักษ์ดิน	62	71	78	81
ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์: สภาพที่ไม่ดี	68	79	86	89
: สภาพที่ดี	39	61	74	80
ทุ่งหญ้า: สภาพที่ดี	30	58	71	78
พื้นที่สวนป่าหรือป่าไม้				
: มีป่าไม้ในปริมาณน้อย มีสิ่งปกคลุมที่ไม่ดี ไม่มีหญ้าปกคลุม	45	66	77	83
: มีสิ่งปกคลุมที่ดี	25	55	70	77
พื้นที่เปิด สนามหญ้า สวนสาธารณะ สนามกอล์ฟ เป็นต้น				
สภาพที่ดี: มีหญ้าปกคลุมมากกว่าหรือเท่ากับ 75% ของพื้นที่ทั้งหมด	39	61	74	80
สภาพพอใช้: มีหญ้าปกคลุมระหว่าง 50% ถึง 75% ของพื้นที่ทั้งหมด	49	69	79	84
พื้นที่การค้าและธุรกิจ (85% ที่น้ำซึมผ่านไม่ได้ (impervious))	89	92	94	95
พื้นที่อุตสาหกรรม (72% ที่น้ำซึมผ่านไม่ได้)	81	88	91	93
ที่อยู่อาศัย: ขนาดเฉลี่ย				
	% ที่น้ำซึมผ่านไม่ได้			
1/8 เอเคอร์ หรือน้อยกว่า	65	77	85	90
1/4 เอเคอร์	38	61	75	87
1/3 เอเคอร์	30	57	72	86
1/2 เอเคอร์	25	54	70	85
1 เอเคอร์	20	51	68	84

ตารางที่ 9 (ต่อ)

รายละเอียดของการใช้ที่ดิน	กลุ่มดินทางอุทกวิทยา			
	A	B	C	D
ที่จอดรถที่มีการลาดพื้นผิว หลังคา ถนน เป็นต้น	98	98	98	98
ถนน:				
ถนนมีการลาดพื้นผิวที่มีทางเท้าและทางระบายน้ำฝน	98	98	98	98
ถนนที่เป็นกรวด	76	85	89	91
ถนนที่เป็นดิน	72	82	87	89

ที่มา: นุชนารถ (2556)

3.2 แบบจำลอง NAM เป็นชื่อที่ย่อมาจาก Nedbor-Afstromnings-Model ในภาษา Danish แปลว่า แบบจำลองน้ำจากฟ้า-น้ำท่า แบบจำลอง NAM พัฒนาขึ้นโดย The Hydrological Section of the Institute of Hydrodynamics and Hydraulic Engineering at the Technical University of Denmark โดยเป็นแบบจำลองที่ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายในหลาย ๆ ประเทศ (นุชนารถ, 2556) โครงสร้างของแบบจำลอง NAM แสดงดังภาพที่ 19



ภาพที่ 19 โครงสร้างแบบจำลอง NAM

ที่มา: นุชนารถ (2556)

แบบจำลอง NAM มีการแบ่งปริมาณน้ำเก็บกักไว้ใน 4 ส่วน คือ

(1) การเก็บกักในชั้นหิมะ (snow storage) คือ ปริมาณน้ำที่เกิดจากอัตราการละลายตัวของหิมะ

(2) การเก็บกักในชั้นดินส่วนบน (upper zone storage) หรือ การเก็บกักบนผิวดิน (surface storage) คือ ปริมาณน้ำที่ค้างอยู่บนพืชพรรณ และกักเก็บอยู่ในแอ่งบนพื้นดิน

(3) การเก็บกักในชั้นดินส่วนล่าง (lower zone storage) คือ ปริมาณความชื้นของชั้นดินที่อยู่ลึกลงไปจากผิวดิน

(4) การเก็บกักในชั้นน้ำใต้ดิน (groundwater storage) คือ ปริมาณน้ำที่ซึมผ่านการเก็บกักบริเวณชั้นดินส่วนล่างมาเก็บกักที่ชั้นนี้

ปริมาณน้ำส่วนที่กลายเป็นปริมาณน้ำที่ไหลระหว่างผิวดินและชั้นน้ำใต้ดิน (QIF) แปรผันโดยตรงกับสัดส่วนของการเก็บกักในชั้นดินส่วนล่าง L/L_{max} ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่

$$(6) \quad QIF = \begin{cases} \frac{\Delta t}{CKIF} (L/L_{max} - TIF) & : L/L_{max} > TIF \\ 0 & : L/L_{max} \leq TIF \end{cases} \quad (6)$$

เมื่อ $CKIF$ = ค่าคงที่ของเวลาสำหรับปริมาณน้ำที่ไหลในระหว่างผิวดินและชั้นน้ำใต้ดิน โดยทั่วไปจะมีค่าระหว่าง 500 – 1,000 ชั่วโมง

TIF = ค่าเริ่มต้นของการเกิดปริมาณการไหลในระหว่างผิวดินและชั้นน้ำใต้ดิน โดยมากจะใช้ค่าเท่ากับ 0 ($0 \leq TIF \leq 1$)

Δt = ช่วงเวลาการคำนวณ (ชั่วโมง)

ปริมาณการไหลบ่าบนผิวดิน (QOF) เป็นสัดส่วนกับฝนส่วนเกินสุทธิ (P_N) และแปรผันโดยตรงกับสัดส่วนของการเก็บกักในชั้นดินส่วนล่าง ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ (7)

$$QOF = \begin{cases} CQOF \left(\frac{L/L_{\max} - TOF}{1 - TOF} \right) & : L/L_{\max} > TOF \\ 0 & : L/L_{\max} \leq TOF \end{cases} \quad (7)$$

เมื่อ $CQOF$ = สัมประสิทธิ์ของปริมาณน้ำท่าที่ไหลบ่าบนผิวดิน ($0 \leq CQOF \leq 1$)

TOF = ค่าเริ่มต้นของการเกิดการไหลบ่าบนผิวดิน ($0 \leq TOF \leq 1$)

ความลึกฝนส่วนเกินสุทธิ (P_N) ส่วนที่ไม่กลายเป็นปริมาณน้ำที่ไหลบ่าบนผิวดิน ปริมาณเท่ากับ $P_N - QOF$ ซึ่งน้ำส่วนนี้จะแยกลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินในปริมาณเท่ากับ G ดังสมการที่ (8)

$$G = \begin{cases} P_N - QOF \left(\frac{L/L_{\max} - TG}{1 - TG} \right) P_N & : L/L_{\max} > TG \\ 0 & : L/L_{\max} \leq TG \end{cases} \quad (8)$$

เมื่อ TG = ค่าเริ่มต้นของการเกิดการไหลในชั้นน้ำใต้ดิน ($0 \leq TG \leq 1$)

ดังนั้น น้ำส่วนที่ถูกเก็บกักในชั้นดินส่วนล่างเท่ากับ DL จำนวนได้จากสมการที่ (9)

$$DL = (P_N - QOF) - G \quad (9)$$

3.3 แบบจำลอง URBS

แบบจำลอง URBS ถูกพัฒนาโดย Queensland Department of Natural Resources and Mines ในปี ค.ศ. 1990 แบบจำลอง URBS มีพื้นฐานของทฤษฎีมาจากการพัฒนาของ Laurenson & Mein และแบบจำลอง WT42 โดยการพัฒนาแบบจำลองมีจุดประสงค์หลักเพื่อที่การพยากรณ์น้ำ (นุชนารถ, 2556)

3.3.1 แบบจำลองย่อยในแบบจำลอง URBS

แบบจำลองย่อยในแบบจำลอง URBS ที่มีความสำคัญต่อการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าประกอบด้วย 2 แบบจำลองย่อย คือ แบบจำลองการเคลื่อนตัวของปริมาณน้ำท่า และ

แบบจำลองการสูญเสียของปริมาณน้ำฝน ซึ่งรายละเอียดของแต่ละแบบจำลองย่อยมีดังนี้ (นุชนารถ, 2556)

ก. แบบจำลองการเคลื่อนตัวของปริมาณน้ำท่า (runoff routing models)

แบบจำลอง URBS เป็นหนึ่งในแบบจำลองโครงข่ายการเคลื่อนตัวของปริมาณน้ำท่า (runoff-routing networked model) ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย โดยแบบจำลอง URBS ประกอบด้วยสองแบบจำลองย่อยสำหรับการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของปริมาณน้ำท่า ซึ่งประกอบด้วย แบบจำลอง Basic และแบบจำลอง Split สำหรับแบบจำลอง Basic คล้ายคลึงกับแบบจำลอง RORB (Laureson & Mein, 1990) ในขณะที่แบบจำลอง Split จะคล้ายกับแบบจำลอง WBNM (Watershed Bounded Network Model)

รายละเอียดของแต่ละแบบจำลองมีดังนี้

1) แบบจำลอง Basic (Basic model)

สมมติฐานของแบบจำลอง Basic คือปริมาตรเก็บกักในพื้นที่ลุ่มน้ำและปริมาตรเก็บกักของลำน้ำในแต่ละพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยจะถูกพิจารณารวมเป็นปริมาตรเก็บกักเดียวกันในลักษณะของอ่างเก็บน้ำแบบไม่เป็นเส้นตรง (non-linear reservoir) โดยความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรเก็บกักและอัตราการไหล ($S-Q$) ของอ่างเก็บน้ำแบบไม่เป็นเส้นตรงตามแนวความคิดสามารถแสดงได้ดังนี้

$$S = k_c^1 Q^m \quad (10)$$

เมื่อ k_c^1 คือค่าคงที่สำหรับการเคลื่อนตัวแบบไม่เป็นเส้นตรงของอ่างเก็บน้ำ ซึ่งเป็นฟังก์ชันกับลักษณะเฉพาะของปริมาตรเก็บกักของพื้นที่ลุ่มน้ำและปริมาตรเก็บกักของลำน้ำ เมื่อทำการแทนค่า k_c^1 ด้วยลักษณะเฉพาะดังกล่าวส่งผลให้สมการของปริมาตรเก็บกักเปลี่ยนรูปดังนี้

$$S = \left\{ \frac{\alpha f L n (1 + F)^2}{\sqrt{S_c} (1 + U)^2} \right\} Q^m \quad (11)$$

เมื่อ S = ปริมาตรเก็บกักของพื้นที่ลุ่มน้ำและลำน้ำ (ลูกบาศก์เมตร ชม./วินาที)

α = พารามิเตอร์ storage lag

f = แฟกเตอร์ความยาวของช่วงลำน้ำ

L = ความยาวลำน้ำ (กิโลเมตร)

U = สัดส่วนพื้นที่เมืองในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย (fraction urbanization of sub-catchment)

F = สัดส่วนพื้นที่ป่าไม้ในพื้นที่ลุ่มน้ำ (fraction of sub-catchment forested)

n = สัมประสิทธิ์ความขรุขระของทางน้ำ

S_c = ความลาดชันของทางน้ำ

Q = ปริมาณน้ำไหลออก (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)

m = พารามิเตอร์ความเปลี่ยนแปลงแบบไม่เป็นเส้นตรงของพื้นที่ลุ่มน้ำ (catchment non-linearity parameter)

2) แบบจำลอง Split (Split Model)

แบบจำลอง Split เป็นแบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของน้ำท่าซึ่งมีหลักการคล้ายกับแบบจำลอง Basic แต่ปริมาตรเก็บกักของลุ่มน้ำและลำน้ำจะถูกแบ่งแยกจากกันอย่างอิสระ โดยเมื่อฝนตกลงบนพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ปริมาณน้ำฝนจะเคลื่อนตัวผ่านปริมาตรเก็บกักของลุ่มน้ำซึ่งตั้งอยู่ที่จุดศูนย์กลางของพื้นที่ลุ่มน้ำเพื่อไหลไปสู่ลำน้ำโดยใช้หลักการการเคลื่อนตัวของน้ำท่าบนพื้นที่ลุ่มน้ำ จากนั้นปริมาณการไหลออกจากปริมาตรเก็บกักของลุ่มน้ำซึ่งเปรียบเสมือนเป็นปริมาณการไหลเข้าปริมาตรเก็บกักลำน้ำจะถูกเคลื่อนตัวไปตามทางน้ำด้วยวิธี Muskingum แบบไม่เป็นเส้นตรง

โดยหลักการการเคลื่อนตัวของปริมาณน้ำผ่านปริมาตรเก็บกักลุ่มน้ำและ ปริมาตรเก็บกักลำน้ำสามารถแสดงได้ดังนี้

1) การเคลื่อนตัวบนพื้นที่ลุ่มน้ำ (catchment routing)

สำหรับการเคลื่อนตัวบนพื้นที่ลุ่มน้ำนั้นจะใช้ปริมาตรเก็บกักลุ่มน้ำเป็น ตัวแทนอ่างเก็บน้ำแบบไม่เป็นเส้นตรง โดยความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรเก็บกักและอัตราการไหล แสดงได้ดังนี้

$$S_{catch} = \left\{ \frac{\beta \sqrt{A} (1+F)^2}{(1+U)^2} \right\} Q^m \quad (12)$$

เมื่อ	S_{catch}	=	ปริมาตรเก็บกักลุ่มน้ำ (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)
	β	=	พารามิเตอร์ Catchment Lag
	A	=	พื้นที่ลุ่มน้ำย่อย (ตารางกิโลเมตร)
	U	=	สัดส่วนพื้นที่เมืองในพื้นที่ลุ่มน้ำ
	F	=	สัดส่วนพื้นที่ป่าไม้ในพื้นที่ลุ่มน้ำ
	m	=	พารามิเตอร์ของการเปลี่ยนแปลงแบบไม่เป็นเส้นตรงของลุ่มน้ำ

2) การเคลื่อนตัวในลำน้ำ (Channel Routing)

สำหรับการเคลื่อนตัวในลำน้ำมีพื้นฐานมาจากวิธี Muskingum แบบไม่ เป็นเส้นตรงซึ่งแสดงได้ดังนี้

$$S_{chnl} = \alpha f \frac{nL}{\sqrt{S_c}} (xQ_u + (1-x)Q_d)^{n1} \quad (13)$$

เมื่อ	S_{chnl}	=	ปริมาตรเก็บกักในลำน้ำ (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)
	α	=	พารามิเตอร์ Channel Lag
	f	=	แฟคเตอร์ความยาวลำน้ำ
	L	=	ความยาวลำน้ำ (กิโลเมตร)

- S_c = ความลาดชันทางน้ำ
 Q_u = ปริมาณการไหลเข้าทางด้านเหนือ
 Q_d = ปริมาณการไหลออกทางด้านท้ายน้ำ (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)
 x = พารามิเตอร์การเคลื่อนที่ของ Muskingum
 n^1 = พารามิเตอร์แบบไม่เป็นเส้นตรงของ Muskingum
 n = สัมประสิทธิ์ความขรุขระของลำน้ำ

ข. แบบจำลองการสูญเสียของปริมาณน้ำฝน-น้ำท่า (rainfall runoff-loss models)

แบบจำลอง URBS มีแนวคิดในการจำลองการสูญเสียของปริมาณน้ำฝน 2 วิธี คือ การจำลองการสูญเสียแบบเหตุการณ์เดียว และการจำลองการสูญเสียแบบเหตุการณ์ต่อเนื่อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การจำลองการสูญเสียของปริมาณน้ำฝนแบบเหตุการณ์เดียว (event base rainfall loss modelling)

การจำลองการสูญเสียแบบเหตุการณ์เดียวและแบบต่อเนื่องนั้นมีสิ่งที่คล้ายกันคือต้องการให้ผู้ใช้กำหนดปริมาณการสูญเสียของปริมาณฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำก่อนที่จะเกิดปริมาณน้ำท่า ซึ่งสามารถเรียกการสูญเสียประเภทนี้ว่าการสูญเสียเริ่มต้น (initial loss) สำหรับแบบจำลอง URBS จะแยกจำลองการสูญเสียของปริมาณน้ำฝนสำหรับพื้นที่ที่บิบน้ำและพื้นที่ที่น้ำซึมผ่านได้ออกจากกัน อย่างไรก็ตาม ผู้ใช้มีทางเลือกในการกำหนดพารามิเตอร์การสูญเสียซึ่งเป็นตัวแทนทั้งพื้นที่ที่บิบน้ำและพื้นที่น้ำซึมผ่านได้ โดยแบบจำลอง URBS มีวิธีการวิเคราะห์การสูญเสียของปริมาณน้ำฝนแบบเหตุการณ์เดียวทั้งหมด 3 วิธี ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.1) แบบจำลองการสูญเสียในพื้นที่ที่บิบน้ำ (impervious loss model)

แบบจำลองจะสมมติค่า default ว่าไม่มีการสูญเสียเริ่มต้น และปริมาณการไหลออกจากพื้นที่ที่บิบน้ำจะเป็น 100% อย่างไรก็ตาม มีการทำการวิจัยเกี่ยวกับการสูญเสียเริ่มต้นโดยได้แนะนำว่าค่าการสูญเสียเริ่มต้นมีค่าประมาณ 1 ถึง 2 มิลลิเมตร และ

สัดส่วนของการกลายเป็นปริมาณน้ำท่าควรมีค่าอยู่ระหว่าง 90% ถึง 100% นอกจากนี้ยังมีนักวิจัยกลุ่มหนึ่งเช่น Boyd et al. (1993) ได้คิดแปลงค่า effective fraction impervious มีค่าอยู่ระหว่าง 0.7 และ 0.9

1.2) แบบจำลองการสูญเสียในพื้นที่ที่น้ำซึมผ่านได้ (pervious loss models)

แบบจำลอง URBS ประกอบด้วยแบบจำลองย่อยในการจำลองการสูญเสียในพื้นที่ที่น้ำซึมผ่านได้ทั้งหมด 3 แบบจำลอง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- แบบจำลองการสูญเสียแบบต่อเนื่อง (continuing loss model) แบบจำลองย่อยนี้มีสมมติฐานว่ามีปริมาณการสูญเสียเริ่มต้น (il มิลลิเมตร) ก่อนที่ปริมาณน้ำฝนจะกลายเป็นปริมาณน้ำฝนใช้การ (effective rainfall) หลังจากนั้นอัตราการสูญเสียต่อเนื่อง (cl มิลลิเมตรต่อชั่วโมง) จะถูกประยุกต์กับปริมาณน้ำฝน

- แบบจำลองปริมาณน้ำท่าที่เป็นสัดส่วน (proportional runoff model) แบบจำลองย่อยนี้มีสมมติฐานว่ามีปริมาณการสูญเสียเริ่มต้น (il มิลลิเมตร) ก่อนที่ปริมาณน้ำฝนจะกลายเป็นปริมาณน้ำฝนใช้การ (effective rainfall) หลังจากนั้นสัดส่วนของปริมาณน้ำท่า (pr) จะถูกสมมติขึ้น

- แบบจำลองการสูญเสียของ Manley-Phillips (Manley-Phillips loss model) แบบจำลองนี้จะทำการสมมติว่าอัตราการสูญเสียมีพื้นฐานมาจากสมการต่อไปนี้

$$f_t = \frac{1}{2}(2kP)^{1/2}t^{-1/2} + k \quad (17)$$

เมื่อ f_t = อัตราการสูญเสียหลังจากเวลา t (มิลลิเมตร/ชั่วโมง)

t = เวลา (ชั่วโมง)

P = ความสูงของน้ำคูดซึ่ม (capillary suction head), (มิลลิเมตร)

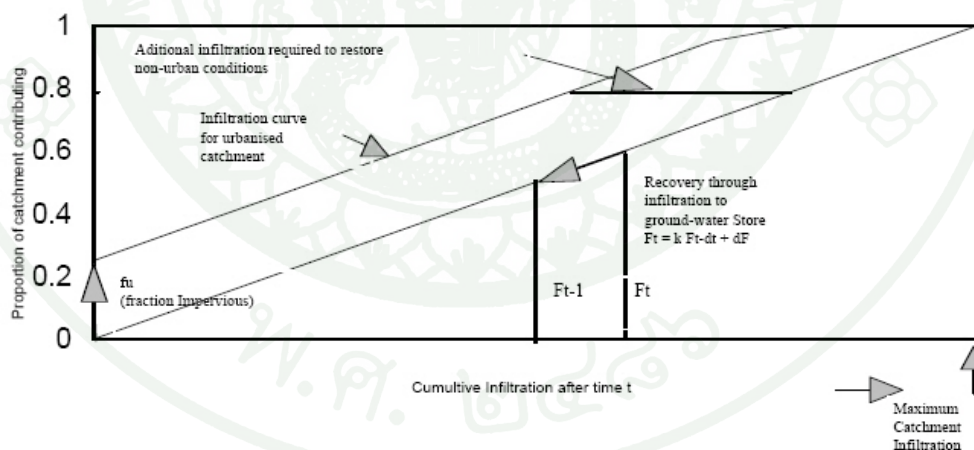
k = อัตราการสูญเสียอิมตัว (มิลลิเมตร/ชั่วโมง)

1.3) การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่ที่มีผลกระทบกับพารามิเตอร์
 ในแบบจำลองการสูญเสียน้ำ (including spatial variability effects in loss model parameters)

วิธีการนี้ เมื่อมีการซึมลงสู่ชั้นดินในพื้นที่ที่น้ำซึมผ่านได้โดยมีระยะทาง x มิลลิเมตรนั้นจะสามารถคาดเดาได้ว่าจะมีสัดส่วนของพื้นที่ลุ่มน้ำ y ที่ทำให้เกิดปริมาณน้ำท่า โดยแบบจำลอง URBS ได้สมมติแบบจำลองที่ง่ายที่สุดในลักษณะของการกระจายตัวแบบเส้นตรงเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ซึ่งสามารถแสดงได้ดังสมการต่อไปนี้

$$f_{ect} = f_u + \frac{F_t}{F_{max}}, \quad Max(f_{ect})=1 \tag{18}$$

เมื่อ f_{ect} = พื้นที่ที่ทึบน้ำอย่างแท้จริง, f_u คือพื้นที่ที่ทึบน้ำปัจจุบัน, F_t คือปริมาณการซึมลงดินสะสมในพื้นที่ที่น้ำซึมผ่านได้ (มิลลิเมตร) หลังจากเวลา t และ F_{max} คือความสามารถสูงสุดในการซึมลงสู่ชั้นดินของพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยแบบจำลองการซึมลงสู่ชั้นดินแสดงได้ดังภาพที่ 20



ภาพที่ 20 แบบจำลองการซึมลงสู่ชั้นดินบนพื้นฐานของพื้นที่

2) แบบจำลองปริมาณน้ำฝน-น้ำท่า และ การจำลองปริมาณการสูญเสียน้ำแบบต่อเนื่อง (rainfall-runoff models / continuous loss modeling)

แบบจำลอง URBS ประกอบด้วย 2 วิธี สำหรับใช้ในจำลองปริมาณการสูญเสียแบบต่อเนื่อง คือ แบบจำลองคินสภาพของปริมาณการสูญเสียเริ่มต้น และแบบจำลองสมดุลน้ำแบบ third party water model

2.1) แบบจำลองการคินสภาพของปริมาณการสูญเสียเริ่มต้น (Recovering Initial Loss Models, RILM)

จากเหตุผลที่ว่าปริมาณการสูญเสียแบบต่อเนื่องหรือปริมาณการสูญเสียแบบเป็นสัดส่วนสามารถที่จะทำการคินสภาพได้เมื่อปริมาณการซึมลงสู่ชั้นดินลดลงตามหลักการของการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่ที่ได้อธิบายแล้วข้างต้น แต่การคินสภาพของปริมาณการสูญเสียเริ่มต้นหลังจากช่วงฤดูแล้งนั้นยังไม่สามารถวิเคราะห์ได้ อย่างไรก็ตาม แบบจำลอง RILM เป็นแบบจำลองที่สามารถทำการแก้ปัญหาดังกล่าวได้

แบบจำลอง RILM เป็นแบบจำลองปริมาณการสูญเสียแบบง่าย ๆ โดยความจุของปริมาตรเก็บกักของการสูญเสียเริ่มต้น ($i_{l_{max}}$) จะถูกกำหนดโดยผู้ใช้ แต่ถ้าไม่มีการกำหนดแบบจำลองจะคำนวณจากเหตุการณ์น้ำฝนเหตุการณ์แรก โดยคำนวณจากกรณีที่มีปริมาณน้ำฝนมีค่าน้อยกว่าศักยภาพการสูญเสีย ซึ่งปริมาณน้ำที่ขาดนี้จะถูกกำหนดให้เป็นปริมาตรเก็บกักของการสูญเสียเริ่มต้น ดังนั้นเหตุการณ์น้ำฝนเหตุการณ์แรกควรเริ่มในช่วงฤดูแล้ง โดยแบบจำลอง RILM ประกอบด้วยแบบจำลองย่อย 2 แบบจำลอง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

(ก) แบบจำลองการสูญเสียแบบต่อเนื่อง (continuing loss model)

(ข) แบบจำลองปริมาณการสูญเสียแบบเป็นสัดส่วน (proportional loss model)

2.2) Third party water balance models

แบบจำลองสมดุลน้ำอาจถูกนำมาใช้เพื่อหาปริมาณการสูญเสียสำหรับเหตุการณ์ที่กำหนด ซึ่งโดยทั่วไปแล้วแบบจำลองนี้จะให้ผลการวิเคราะห์คือปริมาณน้ำทำหรือปริมาณน้ำฝนส่วนเกินที่ตำแหน่งตั้งสถานีตรวจวัด โดยแบบจำลอง URBS สามารถเข้าถึง

ข้อมูลเหล่านี้ได้โดยจะพิจารณาเป็นรายลุ่มน้ำย่อยไป และเมื่อแบบจำลองนี้ถูกนำไปใช้จะสามารถ
 แน่ใจได้ว่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ สำหรับแบบจำลองการสูญเสียเหตุการณ์เดียวจะถูกกำหนดว่าไม่
 สามารถทำให้เกิดการสูญเสียได้

3.3.2 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง URBS เพื่อประเมินปริมาณน้ำท่า

ข้อมูลประกอบที่จำเป็นสำหรับการประเมินปริมาณน้ำท่ามี ดังนี้

(1) ข้อมูลโค้งความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับอัตราการไหล (Rating Curve
 Data)

(2) ข้อมูลปริมาณน้ำฝน (Pluviograph Data)

(3) ข้อมูลปริมาณอัตราการไหลหรือระดับน้ำที่สถานีวัดน้ำท่า (Gauging
 Stations Data)

(4) ข้อมูลปริมาณน้ำที่ไหลเข้าระบบลุ่มน้ำ (Inflow Hydrographs)

สำหรับไฟล์ประกอบต่าง ๆ นี้ ในกรณีที่ต้องการระบุคำอธิบาย (Comments)
 เพิ่มเติม ผู้ใช้สามารถทำได้โดยพิมพ์เครื่องหมายดอกจัน (*) หน้าบรรทัดของข้อความนั้น ๆ

รายละเอียดเพิ่มเติมดูได้จากภาคผนวก ค.

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ไมโครคอมพิวเตอร์พร้อมเครื่องพิมพ์ 1 ชุด
2. โปรแกรม ArcView (version 3.1)
3. แผนที่ภูมิประเทศบริเวณลุ่มน้ำยม ในรูปดิจิทัลไฟล์ที่สแกนจากแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 และ 1:250,000 ของกรมแผนที่ทหาร (L 7018)
4. ข้อมูลทางอุทกวิทยาในลุ่มน้ำ ซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันและปริมาณน้ำท่ารายวัน
5. แบบจำลอง URBS

วิธีการ

1. การเตรียมข้อมูลด้านเข้าสำหรับแบบจำลอง URBS

1.1 ข้อมูลด้านกายภาพ

แผนที่ภูมิประเทศบริเวณลุ่มน้ำยมที่นำมาใช้หาข้อมูลด้านกายภาพสำหรับเป็นข้อมูลด้านเข้าของแบบจำลอง URBS เป็นแผนที่ของกรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1:50,000 ลำดับชุดที่ L7018 ซึ่งเป็นข้อมูลแผนที่ในรูปแบบไฟล์ดิจิทัลนามสกุล *.jpg เมื่อนำเข้ารูปภาพแผนที่ในโปรแกรม ArcView โดยอ้างอิงจากพิกัด UTM ของแผนที่ทั้ง 4 มุมแล้ว จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้านกายภาพของลุ่มน้ำยมดังนี้

1.1.1 ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยสำหรับเป็นข้อมูลด้านเข้าของแบบจำลอง URBS โดยการแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยได้เลือกจุดบรรจบของลำน้ำสาขาให้เป็นจุดออกของแต่ละลุ่มน้ำย่อยและแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยให้มีขนาดใกล้เคียงกันมากที่สุดตามคำแนะนำในคู่มือการใช้งานแบบจำลอง URBS

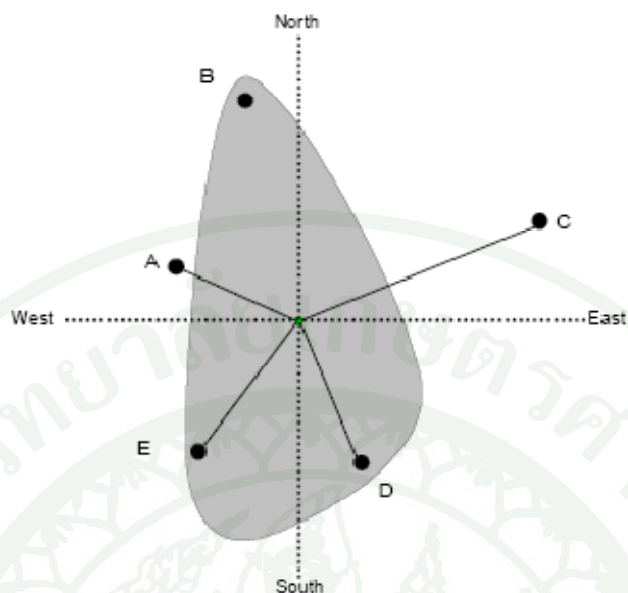
1.1.2 จุดศูนย์กลางของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยสำหรับการคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักของความลึกฝนในแต่ละสถานีวัดน้ำฝนที่ใช้ในลุ่มน้ำย่อยนั้น ๆ

1.1.3 ความยาวลำน้ำจากจุดไกลสุดบนสันปันน้ำถึงจุดศูนย์กลางพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย และความยาวลำน้ำจากจุดศูนย์กลางลุ่มน้ำย่อยจนถึงจุดออก สำหรับแบบจำลอง URBS ใช้ในการคำนวณการเดินทางของกราฟน้ำท่า (flow routing)

ข้อมูลทางกายภาพที่ใช้เป็นข้อมูลด้านเข้าสำหรับแบบจำลอง URBS และการแบ่งลุ่มน้ำย่อยและตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนที่ใช้ในการประเมินน้ำท่าของสถานีวัดน้ำท่า สำหรับสถานีวัด Y.1C, Y.3A, Y.6, Y.14, Y.20, Y.24, Y.25, Y.26, Y.31, Y.33, Y.36, Y.37 และ Y.38 แสดงดังในภาคผนวก ก.

1.2 การคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักของความลึกฝนในแต่ละสถานีวัดน้ำฝนที่มีต่อลุ่มน้ำย่อยของสถานีวัดน้ำท่าที่พิจารณา

การหาข้อมูลฝนที่เป็นตัวแทนของแต่ละลุ่มน้ำย่อยสำหรับนำเข้าแบบจำลอง URBS ได้เลือกใช้วิธี Inverse-distance-squared (IDS) (US Army Corps of Engineer, 2000) เพื่อหาค่าถ่วงน้ำหนักสถานีวัดน้ำฝนของลุ่มน้ำย่อยของสถานีวัดน้ำท่าที่พิจารณา โดยวิธี IDS เป็นการถ่วงน้ำหนักของความลึกฝนของสถานีวัดน้ำฝนโดยพิจารณาจากระยะทางระหว่างจุดศูนย์กลางของพื้นที่ลุ่มน้ำกับสถานีวัดน้ำฝนที่พิจารณา สำหรับแนวทางการวิเคราะห์ อ ที่ตำแหน่งจุดศูนย์กลางของลุ่มน้ำย่อยให้แบ่งออกเป็นจุดศกมภ์ ดังแสดงในภาพที่ 21 จากนั้นเลือกสถานีวัดน้ำฝนที่อยู่ในแต่ละศกมภ์ซึ่งอยู่ใกล้จุดศูนย์กลางมากที่สุดมาส่วนละ 1 สถานี แล้วจึงคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละสถานีด้วยสมการที่ (19)



ภาพที่ 21 สถานีน้ำฝนในจุดศูนย์กลางเทียบกับจุดศูนย์กลางวงล้อมน้ำย่อย

ที่มา: US Army Corps of Engineer (2000)

$$w_C = \frac{\frac{1}{d_C^2}}{\frac{1}{d_A^2} + \frac{1}{d_C^2} + \frac{1}{d_D^2} + \frac{1}{d_E^2}} \quad (19)$$

เมื่อ

w_C คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของสถานีวัดน้ำฝน C

d_A คือ ระยะทางจากจุดศูนย์กลางวงล้อมน้ำย่อยถึงสถานีวัดน้ำฝน A

d_C คือ ระยะทางจากจุดศูนย์กลางวงล้อมน้ำย่อยถึงสถานีวัดน้ำฝน C

d_D คือ ระยะทางจากจุดศูนย์กลางวงล้อมน้ำย่อยถึงสถานีวัดน้ำฝน D

d_E คือ ระยะทางจากจุดศูนย์กลางวงล้อมน้ำย่อยถึงสถานีวัดน้ำฝน E

โดยความลึกลงน้ำฝน ณ เวลาใด ๆ ที่เป็นตัวแทนของกลุ่มน้ำหาได้จากสมการที่ (20)

$$r(t) = w_A r_A(t) + w_C r_C(t) + w_D r_D(t) + w_E r_E(t) \quad (20)$$

เมื่อ	$r(t)$	คือ ความลึกลงน้ำฝนที่เป็นตัวแทนสำหรับลุ่มน้ำย่อย ณ เวลา t
	w_A	คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของสถานีวัดน้ำฝน A
	w_C	คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของสถานีวัดน้ำฝน C
	w_D	คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของสถานีวัดน้ำฝน D
	w_E	คือ ค่าถ่วงน้ำหนักของสถานีวัดน้ำฝน E
	$r_A(t)$	คือ ความลึกลงน้ำฝนที่สถานีวัดน้ำฝน A ณ เวลา t
	$r_C(t)$	คือ ความลึกลงน้ำฝนที่สถานีวัดน้ำฝน C ณ เวลา t
	$r_D(t)$	คือ ความลึกลงน้ำฝนที่สถานีวัดน้ำฝน D ณ เวลา t
	$r_E(t)$	คือ ความลึกลงน้ำฝนที่สถานีวัดน้ำฝน E ณ เวลา t

ค่าถ่วงน้ำหนักความลึกลงน้ำฝนสำหรับลุ่มน้ำย่อยของแต่ละสถานีวัดน้ำทำมาได้จากภาคผนวก ข

2. การศึกษาแนวทางการประยุกต์ใช้แบบจำลอง URBS

จุดประสงค์ประการหนึ่งของงานนี้ คือ การศึกษาแนวทางการประยุกต์ใช้แบบจำลอง URBS ซึ่งเป็นแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า ที่ใช้ประเมินกราฟน้ำท่าจากข้อมูลน้ำฝน เพื่อให้ทราบถึงแนวทางในการใช้งานแบบจำลอง ซึ่งประกอบด้วยการสร้างแฟ้มข้อมูลด้านเข้า และตัวอย่างแฟ้มข้อมูลเพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้แบบจำลองได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม โดยมีรายละเอียดการศึกษา ดังนี้

2.1 การสร้างแฟ้มข้อมูลด้านเข้าสำหรับแบบจำลอง URBS

แฟ้มข้อมูลด้านเข้าสำหรับแบบจำลอง URBS ที่ใช้ในการศึกษาประเมินกราฟน้ำทำ จำนวน 13 สถานี ในลุ่มน้ำปิงตอนบนประกอบด้วยแฟ้มข้อมูลดังนี้ (นุชนารถ, 2555)

2.1.1 ข้อมูลลักษณะทางกายภาพของกลุ่มน้ำ (catchment definition file) ประกอบด้วย ข้อมูลขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย (ตารางกิโลเมตร) ความยาวลำน้ำในแต่ละลุ่มน้ำย่อย (กิโลเมตร) สถานีวัดน้ำฝนที่ใช้ในแต่ละลุ่มน้ำย่อยและสถานีน้ำท่าที่ใช้สอบเทียบแบบจำลองในแต่ละลุ่มน้ำ ลักษณะโครงสร้างของลำน้ำในลุ่มน้ำ กำหนดค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นสำหรับแบบจำลอง และกำหนด จุดที่ต้องการให้แสดงข้อมูลที่ได้จากแบบจำลอง โดยเพิ่มข้อมูลมีนามสกุล *.cat

2.1.2 ข้อมูลสถานีน้ำฝนที่ใช้และชื่อไฟล์ที่เก็บข้อมูลน้ำฝน (rainfall definition file) ซึ่งเป็นแฟ้มสำหรับกำหนดช่วงเวลาของการวิเคราะห์ ชื่อไฟล์สถานีวัดน้ำฝนทั้งหมดที่ใช้ในการ วิเคราะห์ และประเภทของแบบจำลองการสูญเสียปริมาณน้ำฝนที่ใช้ในการวิเคราะห์ โดย เพิ่มข้อมูลมีนามสกุล *.rf

2.1.3 ข้อมูลปริมาณน้ำฝน (pluviograph file) โดยต้องจัดเตรียมไฟล์ข้อมูลปริมาณ น้ำฝนตามชื่อไฟล์ทั้งหมดที่ได้ประกาศไว้ในไฟล์กำหนดลักษณะลุ่มน้ำ (catchment definition file) ข้อมูลสำคัญที่ผู้ใช้ต้องกำหนดประกอบด้วย ช่วงเวลาของการเก็บข้อมูล (วินาที) จำนวนข้อมูล ทั้งหมด (จำนวนข้อมูลน้ำฝน - 1) และข้อมูลปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร) โดยเพิ่มข้อมูลมีนามสกุล *.r

2.1.4 ข้อมูลปริมาณน้ำท่า (gauging station file) โดยจัดเตรียมไฟล์ข้อมูลปริมาณ น้ำท่าตามชื่อไฟล์ทั้งหมดที่ได้กำหนดไว้ในไฟล์กำหนดลักษณะลุ่มน้ำ (catchment definition file) สำหรับข้อมูลสำคัญที่ผู้ใช้ต้องกำหนดคือ ช่วงเวลาของการเก็บข้อมูล (วินาที) จำนวนข้อมูลทั้งหมด และข้อมูลปริมาณน้ำท่า (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที) โดยเพิ่มข้อมูลมีนามสกุล *.g สำหรับสถานีวัด น้ำท่าที่ใช้ในการสอบเทียบแบบจำลอง (outflow) และนามสกุล *.i สำหรับสถานีวัดน้ำท่าที่เป็น ข้อมูลปริมาณน้ำไหลเข้าพื้นที่ศึกษา (inflow)

2.1.5 ชุดคำสั่งสำหรับใช้ในการประเมินน้ำท่าและน้ำท่วมด้วยแบบจำลอง URBS (batch file) ซึ่งต้องกำหนดตำแหน่งที่อยู่ของ execute file โปรแกรม URBS ตำแหน่งที่อยู่ของข้อมูลปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำท่า เวลาเริ่มต้นและเวลาสิ้นสุดของการวิเคราะห์ โดยสามารถกำหนดค่าพารามิเตอร์ควบคุมต่าง ๆ ใน batch file นี้ โดยสามารถเปลี่ยนแปลง แก้ไขได้ ทุกครั้งของการวิเคราะห์ เพื่อปรับให้ผลการประเมินปริมาณน้ำท่าใกล้เคียงกับข้อมูลตรวจวัดจริง โดยเพิ่มข้อมูลนี้มีนามสกุล *.bat

รายละเอียดชุดคำสั่งที่ใช้ดูได้จากภาคผนวก ค. ตัวอย่างการสร้างเพิ่มข้อมูลสำหรับแบบจำลอง URBS สามารถดูได้จากภาคผนวก ง. และสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จาก “อุทกวิทยาขั้นสูง” (นุชนารถ, 2556) ซึ่งนำเสนอการสร้างเพิ่มข้อมูลด้านเข้าสำหรับแบบจำลอง URBS ของสถานี Y.71 ซึ่งเป็นสถานีวัดน้ำท่าในลุ่มน้ำปิง

2.2 แนวทางการประเมินน้ำท่าโดยแบบจำลอง URBS

การประเมินกราฟน้ำท่าของแบบจำลอง URBS มีแนวทางการประเมินน้ำท่าโดยสังเขปได้ดังนี้

2.2.1 แบบจำลอง URBS เริ่มประเมินกราฟน้ำท่าที่ลุ่มน้ำย่อยแรก (ลุ่มน้ำย่อยที่ 1) โดยแบบจำลอง URBS จะประเมินกราฟน้ำท่าโดยใช้ข้อมูลด้านเข้าคือความลึกฝนและข้อมูลขนาดพื้นที่ของลุ่มน้ำย่อยที่ 1 ซึ่งกราฟน้ำท่าที่ประเมินได้นี้เป็นกราฟน้ำท่าที่จุดใกล้จุดศูนย์กลางถ่วงบนลำน้ำของลุ่มน้ำย่อยที่ 1

2.2.2 กราฟน้ำท่าที่ได้จากพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่ 1 ณ จุดใกล้ศูนย์กลางถ่วงของลุ่มน้ำย่อยที่ 1 จะถูกเคลื่อนย้ายไปยังจุดออกของลุ่มน้ำย่อยที่ 1 โดยใช้ข้อมูลด้านเข้าคือความยาวลำน้ำจากจุดบนลำน้ำที่ใกล้จุดศูนย์กลางถ่วงของพื้นที่ลุ่มน้ำที่สุด ไปจนถึงจุดออกของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่ 1

2.2.3 แบบจำลอง URBS จะคำนวณการเคลื่อนย้ายกราฟน้ำท่าจากจุดออกของลุ่มน้ำย่อยที่ 1 ไปตามความยาวลำน้ำจนถึงจุดที่ใกล้จุดศูนย์กลางถ่วงของลุ่มน้ำย่อยที่ 2 มากที่สุด

2.2.4 แบบจำลอง URBS จะประเมินกราฟน้ำท่า ณ จุดศูนย์กลางของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่ 2 โดยการใช้ข้อมูลด้านเข้าคือข้อมูลฝนที่ตกในลุ่มน้ำย่อยที่ 2 และขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่ 2

2.2.5 แบบจำลอง URBS จะรวมกราฟน้ำท่าจาก 2 ส่วน คือ กราฟน้ำท่าที่เคลื่อนย้ายมาจากลุ่มน้ำย่อยที่ 1 และกราฟน้ำท่าที่ประเมินได้จากลุ่มน้ำย่อยที่ 2 แล้วเคลื่อนย้ายกราฟน้ำท่ารวมนี้ไปยังจุดออกของลุ่มน้ำที่ 2 แล้วดำเนินการซ้ำข้อ 2.2.3 ไปยังลุ่มน้ำย่อยถัดไปจนครบทุกลุ่มน้ำย่อย จึงจะได้กราฟน้ำท่าที่จุดออก ณ สถานีวัดน้ำท่าที่พิจารณา

3. ศึกษาความไวของพารามิเตอร์สำหรับแบบจำลอง URBS

การศึกษความไวของพารามิเตอร์ของแบบจำลอง URBS มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของพารามิเตอร์ที่สำคัญของแบบจำลอง URBS ที่ส่งผลกระทบต่อลักษณะเฉพาะของกราฟน้ำท่าเมื่อทราบแนวโน้มของอิทธิพลของพารามิเตอร์แต่ละตัวที่มีต่อกราฟน้ำท่าจะทำให้เกิดความเข้าใจการดำเนินงานของแบบจำลอง URBS ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการนำมาใช้เป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้แบบจำลอง URBS กับสถานีวัดน้ำท่าอื่น ๆ ตลอดจนในลุ่มน้ำอื่น ๆ ได้

การศึกษความไวของพารามิเตอร์ในแบบจำลอง URBS ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของกราฟน้ำท่านั้น ได้พิจารณาเลือกสถานีวัดน้ำท่า Y.38 ซึ่งตั้งอยู่ในลุ่มน้ำแม่คำมี และมีพื้นที่รับน้ำฝน 430 ตารางกิโลเมตร โดยพิจารณาเลือกเหตุการณ์น้ำหลากในระหว่างวันที่ 1-30 กันยายน 2549 โดยเหตุการณ์ดังกล่าวได้รับการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองจนได้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับแบบจำลองแล้ว

การสอบเทียบแบบจำลอง URBS เพื่อการประเมินกราฟน้ำท่าที่สถานีวัดน้ำท่าต่างๆ ในลุ่มน้ำยมพบว่า มีพารามิเตอร์ที่สำคัญจำนวน 6 พารามิเตอร์ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของกราฟน้ำท่า ซึ่งพารามิเตอร์เหล่านี้ประกอบด้วย

α	=	พารามิเตอร์ของการเคลื่อนตัวของลำน้ำ (channel lag parameter)
β	=	พารามิเตอร์ของการเคลื่อนตัวของลุ่มน้ำ (catchment lag parameter)
m	=	พารามิเตอร์ของการเปลี่ยนแปลงแบบไม่เป็นเส้นตรงของลุ่มน้ำ
il	=	ปริมาณการสูญเสียเริ่มต้น (initial loss)
pr	=	อัตราส่วนของการเกิดปริมาณน้ำท่า (proportional loss)

if = อัตราการซึมลงดิน (infiltration rate) ของพื้นที่ลุ่มน้ำในหน่วย มิลลิเมตร

จากผลการศึกษาของวิษุวัตก์และนุชนารถ (2550) กล่าวว่า พารามิเตอร์ของแบบจำลอง URBS สำหรับลุ่มน้ำปึงตอนบนมีค่าอยู่ในช่วงที่สรุปไว้ในตารางที่ 10 นอกจากนั้นแล้ว ในตารางดังกล่าวได้แสดงค่าของพารามิเตอร์เหล่านี้ที่มีการเลือกใช้สำหรับลุ่มน้ำ South-East ของรัฐ Queensland ในประเทศ Australia นอกจากนั้นแล้วในตารางที่ 10 ได้สรุปค่าของพารามิเตอร์ α , m , il และ pr ที่แนะนำไว้ในคู่มือการใช้งานของแบบจำลอง URBS สำหรับพารามิเตอร์ β และ if นั้นไม่มีการแนะนำไว้ในคู่มือการใช้งานแบบจำลอง อย่างไรก็ตาม ค่าที่แนะนำไว้ในแบบจำลองเป็นแต่เพียงคำแนะนำเบื้องต้นเท่านั้นและสามารถใช้ค่าที่นอกเหนือจากที่ระบุไว้ได้

ตารางที่ 10 ช่วงของค่าสำหรับแต่ละพารามิเตอร์ที่มีการศึกษากับลุ่มน้ำปึงและลุ่มน้ำ South-East, Queensland

ที่มา	α	β	m	il (มิลลิเมตร)	pr	if (มิลลิเมตร)
ลุ่มน้ำปึง	0.2-0.8	5-9	0.8	0	0.11-0.26	200-700
South-East	1.2	-	0.8	1-12	-	-
คู่มือการใช้งาน	มากกว่า 0	-	0.6-0.8	1-2	0.7-0.8	-

การศึกษาความไวของการเปลี่ยนแปลงค่าของพารามิเตอร์ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของกราฟน้ำทำนองนั้น กระทำได้โดยการเปลี่ยนแปลงค่าของพารามิเตอร์ครั้งละ 1 พารามิเตอร์ ในขณะที่ค่าของพารามิเตอร์ตัวอื่นให้คงค่าไว้เหมือนเดิม หลังจากนั้นให้สังเกตการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ที่กำลังพิจารณาว่ามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะเฉพาะของกราฟน้ำทำอย่างไร โดยการเปลี่ยนแปลงของกราฟน้ำทำที่สำคัญ ได้แก่ การเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณการไหลสูงสุด (flood peak) การเพิ่มหรือลดของเวลาในการเดินทางของกราฟน้ำทำซึ่งมีผลให้เวลาของการเกิดปริมาณการไหลสูงสุด (time to peak) เพิ่มขึ้นหรือลดลง การเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาตรของกราฟน้ำทำซึ่งเกี่ยวข้องกับปริมาณการสูญเสียของปริมาณฝน (excess rainfall) เป็นต้น

4. การสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง URBS สำหรับสถานีวัดน้ำท่าในลุ่มน้ำยม

เมื่อเตรียมข้อมูลสำหรับนำเข้าแบบจำลอง URBS และศึกษาความไวของพารามิเตอร์สำหรับแบบจำลอง URBS จนทราบถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์แต่ละตัวที่มีต่อลักษณะของกราฟน้ำท่าแล้ว ได้ทำการสอบเทียบแบบจำลองเพื่อหาพารามิเตอร์ที่ดีที่สุดสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าของสถานีวัดน้ำท่าจำนวน 13 สถานี ที่ได้คัดเลือกไว้จากความครบถ้วนของข้อมูลน้ำฝนและน้ำท่า

ขั้นตอนในการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง URBS สำหรับสถานีวัดน้ำท่าในลุ่มน้ำยมมีขั้นตอนการดำเนินการดังต่อไปนี้

4.1 เลือกสถานีวัดน้ำท่าในลุ่มน้ำยมที่มีข้อมูลเพียงพอต่อการศึกษา จากนั้นคัดเลือกเหตุการณ์น้ำท่าหรือน้ำหลาก ตามความเหมาะสมและความครบถ้วนของข้อมูลเพื่อนำมาใช้เพื่อการดำเนินงานในข้อต่อไป โดยมีเกณฑ์ในการเลือกเหตุการณ์น้ำท่าดังนี้

4.1.1 เลือกเหตุการณ์น้ำท่าที่เกิดในฤดูฝน โดยควรเลือกในช่วงเวลาที่มีเหตุการณ์ฝนตกต่อเนื่องซึ่งจะส่งผลให้ดินอยู่ในสภาพที่อิ่มตัวด้วยน้ำ อันจะเป็นผลให้ปริมาณการสูญเสียน้ำเบื้องต้น (initial loss) มีค่าน้อยหรือเท่ากับศูนย์ทำให้ตัวแปรที่ต้องสอบเทียบน้อยลง เป็นผลให้สามารถสอบเทียบแบบจำลองได้ง่ายขึ้น

4.1.2 ตรวจสอบความสอดคล้องกันระหว่างเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่เลือกกับเหตุการณ์กราฟน้ำฝนสำหรับลุ่มน้ำที่พิจารณา รวมทั้งความสมบูรณ์ของข้อมูล

4.2 ทำการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง URBS เพื่อการวิเคราะห์หาชุดพารามิเตอร์ของแบบจำลอง URBS ที่เหมาะสมสำหรับแต่ละเหตุการณ์น้ำท่าและน้ำท่วมของแต่ละสถานีวัดน้ำท่าที่พิจารณา โดยใช้หลักเกณฑ์ที่ได้จากผลการศึกษาความไวของพารามิเตอร์แต่ละตัว ซึ่งมีลำดับขั้นตอนดังนี้

4.2.1 ปรับค่าพารามิเตอร์ α และ β โดยเริ่มจากค่าพารามิเตอร์ระดับกลาง ๆ อาทิเช่น α เท่ากับ 0.4 และ β เท่ากับ 5 จากนั้นปรับค่าพารามิเตอร์ทั้งสองโดยสังเกตรูปร่างของกราฟน้ำท่า

ให้มีลักษณะใกล้เคียงกับกราฟน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด โดยพิจารณาที่เวลาการเกิดการไหลสูงสุด และลักษณะความโค้งของกราฟ

4.2.2 ปรับค่า pr และ if โดยสังเกตจากปริมาณการไหลสูงสุดและพื้นที่ใต้กราฟของ กราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง URBS เทียบกับกราฟน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด

4.3 การวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อตรวจสอบการเข้ากันได้ระหว่างกราฟน้ำท่าที่ได้จากการ ตรวจวัดและที่ได้จากการคำนวณ โดยละเอียดการวิเคราะห์ทางสถิติสรุปไว้ในหัวข้อย่อต่อไป

5. การวิเคราะห์ทางสถิติ

ในขั้นตอนการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองเพื่อหาพารามิเตอร์ที่ควบคุม แบบจำลองที่เหมาะสมนั้น จำเป็นต้องใช้ตัวแปรทางสถิติเพื่อตรวจสอบความมีประสิทธิภาพของ แบบจำลองในการประเมินกราฟน้ำท่าหรือกราฟน้ำหลากได้ใกล้เคียงกับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด จนเป็นที่ยอมรับได้มากนักน้อยเพียงใด โดยการศึกษานี้ได้พิจารณาใช้ตัวแปรทางสถิติ 3 ตัวแปร คือ 1) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, r) 2) รากที่สองของความผิดพลาดยกกำลังสอง (root mean square error, $RMSE$) และ 3) ดัชนีประสิทธิภาพ (efficiency index, EI) สำหรับ รายละเอียดของตัวแปรทางสถิติแต่ละตัวแปรสรุปได้ดังนี้

5.1 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เป็นตัวแปรทางสถิติที่แสดงความสัมพันธ์ ระหว่างผล การคำนวณด้วยแบบจำลองและข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด โดย r มีค่าระหว่าง -1 ถึง 1 ซึ่งค่าที่ เท่ากับ 1 หรือ -1 จะแสดงความสัมพันธ์แบบเส้นตรงที่ดีที่สุด โดยค่าที่เท่ากับ 1 จะแสดง ความสัมพันธ์ในทางเดียวกัน ส่วนค่าที่เท่ากับ -1 จะแสดงความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้าม สำหรับ ค่าของ r ที่เท่ากับ 0 แสดงว่าข้อมูลไม่มีความสัมพันธ์กัน โดยค่า r สามารถคำนวณได้ดังในสมการ ที่ (21)

$$r = \frac{\sum_{i=1}^N Q_{obs, i} \cdot Q_{sim, i}}{\sqrt{\sum_{i=1}^N Q_{obs, i}^2 \cdot \sum_{i=1}^N Q_{sim, i}^2}} \quad (21)$$

เมื่อ Q_{obs} = ปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด
 Q_{sim} = ปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลอง

5.2 รากที่สองของความผิดพลาดยกกำลังสอง (*RMSE*) เป็นตัวแปรทางสถิติที่แสดงความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (absolute error) ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการคำนวณด้วยแบบจำลองและข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด โดยค่าที่ดีที่สุดคือ 0 ซึ่งหมายถึงว่า ผลการคำนวณมีค่าตรงกับข้อมูลที่ตรวจวัดได้ทั้งหมด ค่า *RMSE* สามารถคำนวณได้ดังในสมการที่ (22)

$$RMSE = \left(\frac{\sum_{i=1}^N (Q_{obs,i} - Q_{sim,i})^2}{N} \right)^{1/2} \quad (22)$$

เมื่อ N = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

5.3 ดัชนีประสิทธิภาพ (*EI*) เป็นตัวแปรทางสถิติที่แสดงระดับความสัมพันธ์ระหว่างการคำนวณด้วยแบบจำลองและข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด โดยค่าที่ดีที่สุดคือ 1 หรือ 100% ซึ่งหมายถึงว่า ผลการคำนวณมีค่าตรงกับข้อมูลที่ตรวจวัดได้ทั้งหมด โดยค่า *EI* สามารถคำนวณได้ดังในสมการที่ (23)

$$EI = 1 - \left(\frac{\sum_{i=1}^N (Q_{obs,i} - Q_{sim,i})^2}{\sum_{i=1}^N (Q_{obs,i} - \bar{Q}_{obs})^2} \right) \times 100 \quad (23)$$

ค่าทางสถิติทั้ง 3 ตัว ที่นำมาพิจารณาประสิทธิภาพของแบบจำลอง มีผลกระทบไปในทางเดียวกันนั่นคือ ถ้าแบบจำลอง URBS สามารถประเมินกราฟน้ำท่าได้ใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการตรวจวัด ค่าทางสถิติทั้ง 3 จะให้ผลที่ดีที่สุด คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เข้าใกล้ 1 ค่าดัชนีประสิทธิภาพ (*EI*) เข้าใกล้ 100% และค่ารากที่สองของความผิดพลาดยกกำลังสอง (*RMSE*) เข้าใกล้ 0 โดยลำดับการพิจารณาค่าทางสถิติทั้ง 3 ตัว คือ ในขั้นตอนการสอบเทียบเบื้องต้นพิจารณาประสิทธิภาพแบบจำลองจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เนื่องจากสามารถเห็นได้ชัดเจนและพิจารณาได้ง่าย โดยเลือกปรับชุดพารามิเตอร์สำหรับแบบจำลอง URBS จนกระทั่งได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มากกว่า 0.8 ซึ่งเป็นค่าที่สามารถยอมรับได้ จากนั้นจึงดำเนินการปรับชุด

พารามิเตอร์ต่อ โดยเน้นพิจารณาที่ค่าดัชนีประสิทธิภาพให้มีค่าใกล้เคียง 100% ซึ่งเป็นค่าที่ดีที่สุด
ในขั้นตอนสุดท้ายคือปรับชุดพารามิเตอร์สำหรับแบบจำลอง URBS ต่อ จนกระทั่งค่ารากที่สองของ
ความผิดพลาดยกกำลังสองมีค่าใกล้ 0



ผลการศึกษา

1. ศึกษาความไวของพารามิเตอร์สำหรับแบบจำลอง URBS

ในการศึกษาความไวของพารามิเตอร์ในแบบจำลอง URBS ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของกราฟน้ำท่า นั้น ได้พิจารณาเลือกสถานีวัดน้ำท่า Y.38 ซึ่งตั้งอยู่ในลุ่มน้ำแม่คำมี และมีพื้นที่รับน้ำฝน 430 ตารางกิโลเมตร โดยพิจารณาเลือกเหตุการณ์น้ำหลากในระหว่างวันที่ 1-30 กันยายน 2543 โดยเหตุการณ์ดังกล่าวได้รับการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองจนได้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับแบบจำลองแล้ว โดยค่าของพารามิเตอร์แต่ละตัวที่เลือกใช้สรุปได้ในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ค่าของพารามิเตอร์ของแบบจำลอง URBS ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์น้ำหลากของสถานีวัดน้ำท่า Y.38

พารามิเตอร์ของแบบจำลอง	α	β	m	il (มิลลิเมตร)	pr	if (มิลลิเมตร)
ค่าที่เลือกใช้ในการสอบเทียบ	0.45	4	0.8	15	0.01	260

หลังจากที่ได้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์ดังกล่าวแล้ว จึงทำการเปลี่ยนแปลงค่าของพารามิเตอร์แต่ละตัวตามที่ได้กล่าวไว้แล้วข้างต้น จากนั้นจึงทำการสรุปผลการศึกษาดังต่อไปนี้

2.3.1 ผลของการเปลี่ยนแปลงค่า α ที่มีต่อลักษณะเฉพาะของกราฟน้ำท่า

จากผลการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง URBS สำหรับเหตุการณ์ที่เลือกพิจารณาของสถานีวัดน้ำท่า Y.38 พบว่า ค่า α (พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนตัวของลำน้ำ) มีค่าเท่ากับ 0.45 ในขณะที่ค่าที่แนะนำให้ใช้ในคู่มือการใช้แบบจำลอง URBS นั้น มีค่ามากกว่าศูนย์ ดังนั้น จึงทำการเปลี่ยนแปลงค่า α ให้เปลี่ยนแปลงในช่วงระหว่าง 0 ถึง 1.2 ผลการศึกษาพบว่า ค่า α มีผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงปริมาณการไหลสูงสุด (flood peak; q_p) เวลาของการเกิดปริมาณการไหลสูงสุด (time to peak; t_p) และปริมาตรของกราฟน้ำท่า (volume; V) โดยได้สรุปผลการเปลี่ยนแปลงเปรียบเทียบกับกราฟน้ำท่าที่เป็นผลจากการใช้ค่าของ α เท่ากับ 0.45 ที่ได้ใน

ขั้นตอนของการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง โดยผลการเปรียบเทียบแสดงดังในตารางที่ 12 และในภาพที่ 22 โดยการเปรียบเทียบค่า q_p และ t_p นั้นพิจารณาเฉพาะกราฟน้ำท่ารูปกลางซึ่งมีขนาดใหญ่เท่านั้นโดยไม่พิจารณากราฟน้ำท่าขนาดเล็กด้านซ้ายและขวา ในขณะที่ค่า V นั้นพิจารณากราฟน้ำท่าทั้งหมด (ดูภาพที่ 22 ประกอบ) สำหรับบทสรุปของการเปลี่ยนแปลงค่า α ที่มีต่อ q_p , t_p และ V สรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 12 เปรียบเทียบความแตกต่างของ q_p และ t_p จากการเปลี่ยนแปลงค่า α เปรียบเทียบกับกรณี α เท่ากับ 0.45

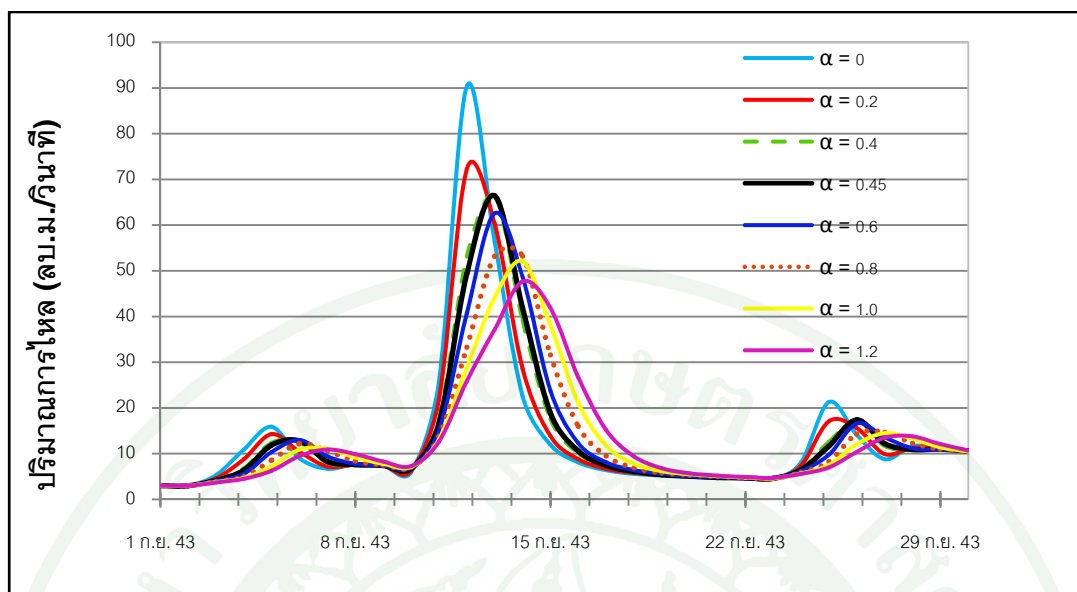
ลำดับที่	ค่า α	q_p (ลูกบาศก์ เมตร/วินาที)	ความ แตกต่างของ q_p (%)	t_p (วัน)	ความ แตกต่าง ของ t_p (%)	ปริมาตร น้ำท่วม (ล้าน ลูกบาศก์ เมตร)	ความแตกต่าง ของปริมาตร น้ำท่วม (%)
1	0	90.4	36.1	12.1	-6.2	35.0	4.7
2	0.2	72.3	8.9	12.2	-5.4	33.8	1.1
3	0.4	66.3	-0.2	12.8	-0.8	33.4	0.1
4	0.45	66.4	0	12.9	0	33.4	0
5	0.6	62.6	-5.7	13.1	1.6	33.3	-0.4
6	0.8	53.2	-19.9	13.5	4.7	33.0	-1.1
7	1.0	52.1	-21.5	13.9	7.8	32.8	-1.9
8	1.2	47.7	-28.2	14.1	9.3	32.5	-2.6

ก) พารามิเตอร์ α มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณการไหลสูงสุด (flood peak; q_p) อย่างเห็นได้ชัด ดังแสดงในตารางที่ 12 และ ภาพที่ 22 กล่าวคือ เมื่อค่า α เพิ่มขึ้นจาก 0.45 (กรณีที่ใช้ในการสอบเทียบแบบจำลอง) เป็น 0.6 ถึง 1.2 นั้น มีผลให้ q_p มีแนวโน้มลดลงระหว่าง 5.7% ถึง 28.2% ตามลำดับ สำหรับในกรณีที่ลดค่า α ลงเป็น 0.4 ถึง 0 จะมีผลให้ q_p มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นระหว่าง 8.9% ถึง 36.1% ยกเว้นกรณี 0.4 ซึ่งค่า q_p ลดลง 0.2% โดยมีสาเหตุมาจากการปิดเศษในการคำนวณเพราะค่า α เท่ากับ 0.45 และ 0.4 มีค่าใกล้เคียงกัน ผลการเปลี่ยนแปลงค่า α ดังที่ได้สรุปนั้นนับว่าสอดคล้องกับทฤษฎีของแบบจำลอง URBS ในสมการ

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเก็บกักในลำน้ำ (S_{chnl}) กับพารามิเตอร์ α ดังนี้
$$S_{chnl} = \alpha f \frac{nL}{\sqrt{S_c}} (xQ_u + (1-x)Q_d)^n$$
 ซึ่งจะเห็นได้ว่า เมื่อเพิ่มค่า α ย่อมทำให้ปริมาณเก็บกักในลำน้ำ (S_{chnl}) เพิ่มขึ้น ซึ่งเมื่อ S_{chnl} เพิ่มขึ้นย่อมส่งผลให้กราฟน้ำท่าที่ปรากฏ ณ บริเวณที่พิจารณามีค่าลดลงจึงทำให้ปริมาณการไหลสูงสุด (q_p) ลดลงด้วย ซึ่งนับว่าเป็นเหตุเป็นผลกันอย่างชัดเจน

ข) พารามิเตอร์ α มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเวลาของการเกิดปริมาณการไหลสูงสุด (time to peak; t_p) อย่างเห็นได้ชัด ดังแสดงในตารางที่ 12 และ ภาพที่ 22 กล่าวคือ เมื่อค่า α เพิ่มขึ้นจาก 0.45 (กรณี que ที่เลือกใช้ในการสอบเทียบแบบจำลอง) เป็น 0.6 ถึง 1.2 นั้น มีผลให้ t_p มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นระหว่าง 1.6% ถึง 9.3% ตามลำดับ สำหรับในกรณีที่ลดค่า α ลงเป็น 0.4 ถึง 0 จะมีผลให้ t_p ลดลง 0.8 % ถึง 6.2% ผลการเปลี่ยนแปลงค่า α ดังที่ได้สรุปนั้นนับว่าสอดคล้องกับทฤษฎีของแบบจำลอง URBS ในสมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเก็บกักในลำน้ำ (S_{chnl}) กับพารามิเตอร์ α ดังที่ได้กล่าวไว้ในข้อ ก) ซึ่งเมื่อเพิ่มค่า α ย่อมทำให้ปริมาณเก็บกักในลำน้ำ (S_{chnl}) เพิ่มขึ้นและส่งผลให้กราฟน้ำท่าที่ปรากฏ ณ บริเวณที่พิจารณามีค่าลดลงจึงทำให้ปริมาณการไหลสูงสุด (q_p) ลดลง และเมื่อ q_p ลดลง ย่อมส่งผลให้เวลาของการเกิดปริมาณการไหลสูงสุด (t_p) เกิดขึ้นช้าลงด้วย หรือหมายถึงค่า t_p มีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งทั้งหมดนี้นับว่าเป็นเหตุเป็นผลกัน

ค) พารามิเตอร์ α มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของกราฟน้ำท่า (volume; V) ดังแสดงในตารางที่ 12 และ ภาพที่ 22 กล่าวคือ เมื่อค่า α เพิ่มขึ้นจาก 0.45 (กรณี que ที่เลือกใช้ในการสอบเทียบแบบจำลอง) เป็น 0.6 ถึง 1.2 นั้น มีผลให้ V มีแนวโน้มลดลงระหว่าง 0.4% ถึง 2.6% ตามลำดับ สำหรับในกรณีที่ลดค่า α ลงเป็น 0.4 ถึง 0 จะมีผลให้ V เพิ่มขึ้น 0.1% ถึง 4.7% ผลการเปลี่ยนแปลงค่า α ดังที่ได้สรุปนั้นนับว่าสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงค่า q_p และ t_p ตามที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ ก) และ ข) ตามลำดับ ซึ่งมีส่วนสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของกราฟน้ำท่าเช่นกัน กล่าวคือเมื่อเพิ่มค่า α ย่อมทำให้ปริมาณเก็บกักในลำน้ำ (S_{chnl}) เพิ่มขึ้นและส่งผลให้กราฟน้ำท่าที่ปรากฏ ณ บริเวณที่พิจารณามีค่าลดลงจึงทำให้ปริมาตรของกราฟน้ำท่า ณ ตำแหน่งนั้นมีค่าลดลงตามไปด้วย อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงปริมาตรของกราฟน้ำท้านั้นจัดว่ามีเปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณการไหลสูงสุดและเวลาที่เกิดปริมาณการไหลสูงสุด



ภาพที่ 22 ผลการเปลี่ยนแปลงค่า α ที่มีต่อกราฟน้ำท่าที่ประเมินได้จาก URBS Model
เปรียบเทียบกับกรณี α เท่ากับ 0.45

2.3.2 ผลของการเปลี่ยนแปลงค่า β ที่มีต่อลักษณะเฉพาะของกราฟน้ำท่า

จากผลการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง URBS สำหรับเหตุการณ์ที่เลือกพิจารณาของสถานีวัดน้ำท่า Y.38 พบว่า ค่า β (พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนตัวของลุ่มน้ำ) มีค่าเท่ากับ 4 จากนั้นจึงทำการเปลี่ยนแปลงค่า β ให้เปลี่ยนแปลงไปเพื่อศึกษาผลของค่า β ที่มีต่อลักษณะของกราฟน้ำท่า โดยผลการศึกษา พบว่า ค่า β มีผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลง ปริมาณการไหลสูงสุด (flood peak; q_p) เวลาของการเกิดปริมาณการไหลสูงสุด (time to peak; t_p) และปริมาตรของกราฟน้ำท่า (volume; V) โดยได้สรุปผลการเปลี่ยนแปลงเปรียบเทียบกับกราฟน้ำท่าที่เป็นผลจากการใช้ค่าของ β เท่ากับ 4 ที่ได้ในขั้นตอนของการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง โดยผลการเปรียบเทียบแสดงดังในตารางที่ 13 และในภาพที่ 23

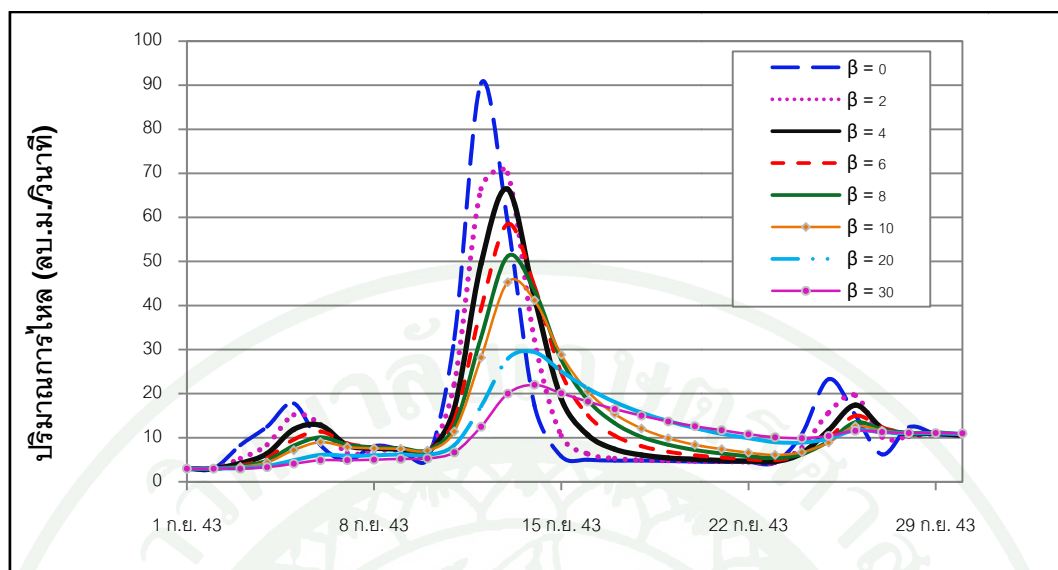
ตารางที่ 13 เปรอ์เซ็นต์ความแตกต่างของ q_p และ V จากการเปลี่ยนแปลงค่า β เปรียบเทียบกับ
กรณีที่ β เท่ากับ 4

ลำดับที่	ค่า β	q_p (ลูกบาศก์เมตร/ วินาที)	ความแตกต่าง ของ q_p (%)	t_p (วัน)	ความแตกต่างของ t_p (%)	ปริมาณน้ำท่วม (ล้านลูกบาศก์ เมตร)	ความ แตกต่างของ ปริมาณน้ำ ท่วม (%)
1	0	90.4	36.1	12.1	-6.2	34.8	4.2
2	2	70.0	5.4	12.7	-1.6	34.0	1.9
3	4	66.4	0	12.9	0	33.4	0
4	6	58.5	-11.9	13.1	1.6	32.8	-1.8
5	8	51.2	-22.9	13.2	2.3	32.3	-3.4
6	10	45.3	-31.8	13.3	3.1	31.7	-5.1
7	20	29.4	-55.7	13.7	6.2	28.9	-13.6
8	30	22.0	-66.9	14.0	8.5	26.0	-22.2

ก) พารามิเตอร์ β มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณการไหลสูงสุด (flood peak; q_p) อย่างเห็นได้ชัด ดังแสดงในตารางที่ 13 และ ภาพที่ 23 กล่าวคือ เมื่อค่า β เพิ่มขึ้นจาก 4 (กรณีที่ใช้ในการสอบเทียบแบบจำลอง) เป็น 6 ถึง 30 นั้น มีผลให้ q_p มีแนวโน้มลดลงระหว่าง 11.9% ถึง 66.9% ตามลำดับ สำหรับในกรณีที่ลดค่า β ลงเป็น 2 และ 0 มีผลให้ q_p เพิ่มขึ้น 5.4% และ 36.1% ตามลำดับ ผลการเปลี่ยนแปลงค่า β ดังที่ได้สรุปนั้นนับว่าสอดคล้องกับทฤษฎีของแบบจำลอง URBS ในสมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรเก็บกักของกลุ่มน้ำ (S_{catch}) กับพารามิเตอร์ β ดังนี้ $S_{catch} = \left\{ \frac{\beta \sqrt{A}(1+F)^2}{(1+U)^2} \right\} Q^m$ ซึ่งจะเห็นได้ว่า เมื่อเพิ่มค่า β ย่อมทำให้ปริมาตรเก็บกักในกลุ่มน้ำ (S_{catch}) เพิ่มขึ้น ซึ่งเมื่อ S_{catch} เพิ่มขึ้นย่อมส่งผลให้กราฟน้ำท่าที่ปรากฏ บริเวณที่พิจารณามีค่าลดลงจึงทำให้ปริมาณการไหลสูงสุด (q_p) ลดลงด้วย ซึ่งนับว่าเป็นเหตุเป็นผลกันอย่างชัดเจน นอกจากนั้นแล้ว จากสมการความสัมพันธ์ของปริมาตรเก็บกักของกลุ่มน้ำ (S_{catch}) กับพารามิเตอร์ทางด้านขวามือของสมการนั้น จะเห็นได้ว่า ปริมาณการเก็บกักในกลุ่มน้ำมีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรงกับลักษณะการใช้ที่ดิน (land use) ของพื้นที่กลุ่มน้ำ ดังนั้น เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากพื้นที่ป่าไม้ไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรมย่อมเป็นผลให้ปริมาตรเก็บกักของกลุ่มน้ำ (S_{catch}) มีค่าน้อยลงและผลที่ตามมาก็คือปัญหาการเกิดน้ำท่วมจะรุนแรงขึ้น

ข) พารามิเตอร์ β มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเวลาของการเกิดปริมาณการไหลสูงสุด (time to peak; t_p) อย่างเห็นได้ชัด ดังแสดงในตารางที่ 13 และ ภาพที่ 23 กล่าวคือ เมื่อค่า β เพิ่มขึ้นจาก 4 (กรณี que ที่เลือกใช้ในการสอบเทียบแบบจำลอง) เป็น 6 ถึง 30 นั้น มีผลให้ t_p เพิ่มขึ้นระหว่าง 1.6% ถึง 8.5% ตามลำดับ สำหรับในกรณีที่สุดค่า β ลงเป็น 2 ถึง 0 จะมีผลให้ t_p ลดลง 1.6% ถึง 6.2% ผลการเปลี่ยนแปลงค่า β ดังที่ได้สรุปนั้นนับว่าสอดคล้องกับทฤษฎีของแบบจำลอง URBS ในสมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรเก็บกักของกลุ่มน้ำ (S_{catch}) กับพารามิเตอร์ β ดังที่ได้กล่าวไว้ในข้อ 1) ซึ่งเมื่อเพิ่มค่า β ย่อมทำให้ปริมาตรเก็บกักของกลุ่มน้ำ (S_{catch}) เพิ่มขึ้นและส่งผลให้กราฟน้ำท่าที่ปรากฏ ณ บริเวณที่พิจารณามีค่าลดลงจึงทำให้ปริมาณการไหลสูงสุด (q_p) ลดลง และเมื่อ q_p ลดลง ย่อมส่งผลให้เวลาของการเกิดปริมาณการไหลสูงสุด (t_p) เกิดขึ้นช้าลงด้วยหรือหมายถึงค่า t_p มีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งทั้งหมดนี้นับว่าเป็นเหตุเป็นผลกัน

ค) พารามิเตอร์ β มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของกราฟน้ำท่า (volume; V) ดังแสดงในตารางที่ 13 และ ภาพที่ 23 กล่าวคือ เมื่อค่า β เพิ่มขึ้นจาก 4 (กรณี que ที่เลือกใช้ในการสอบเทียบแบบจำลอง) เป็น 6 ถึง 30 นั้น มีผลให้ V มีแนวโน้มลดลงระหว่าง 1.8% ถึง 22.2% ตามลำดับ สำหรับในกรณีที่สุดค่า β ลงเป็น 2 และ 0 จะมีผลให้ V เพิ่มขึ้น 1.9% และ 4.2% ตามลำดับ ผลการเปลี่ยนแปลงค่า β ดังที่ได้สรุปนั้นนับว่าสอดคล้องกับทฤษฎีของแบบจำลอง URBS ในทำนองเดียวกับการเปลี่ยนแปลงค่า β ที่มีผลต่อค่า q_p ดังสรุปไว้ในข้อ 1) ซึ่งเมื่อเพิ่มค่า β ย่อมทำให้ปริมาตรเก็บกักในกลุ่มน้ำ (S_{catch}) เพิ่มขึ้น และเมื่อ S_{catch} เพิ่มขึ้นย่อมส่งผลให้กราฟน้ำท่าที่ปรากฏ ณ บริเวณที่พิจารณามีค่าลดลงจึงทำให้ปริมาตรของกราฟน้ำท่า (V) ลดลงตามไปด้วย



ภาพที่ 23 ผลการเปลี่ยนแปลงค่า β ที่มีต่อกราฟน้ำท่าที่ประเมินได้จาก URBS Model
เปรียบเทียบกับกรณีที่ β เท่ากับ 4

2.3.3 ผลของการเปลี่ยนแปลงค่า m ที่มีต่อลักษณะเฉพาะของกราฟน้ำท่า

จากผลการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง URBS สำหรับเหตุการณ์ที่เลือกพิจารณาของสถานีวัดน้ำท่า Y.38 พบว่า ค่า m (พารามิเตอร์ของการเปลี่ยนแปลงแบบไม่เป็นเส้นตรงของกลุ่มน้ำ) มีค่าเท่ากับ 0.8 ซึ่งอยู่ในช่วงของค่าที่แนะนำให้ใช้ในคู่มือ (0.6-0.8) จากนั้นจึงทำการเปลี่ยนแปลงค่า m เพื่อศึกษาผลที่มีต่อลักษณะเฉพาะของกราฟน้ำท่า ผลการศึกษา พบว่า ค่า m มีผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงปริมาณการไหลสูงสุด (flood peak; q_p) เวลาของการเกิดปริมาณการไหลสูงสุด (time to peak; t_p) และปริมาตรของกราฟน้ำท่า (volume; V) โดยได้สรุปผลการเปลี่ยนแปลงเปรียบเทียบกับกราฟน้ำท่าที่เป็นผลจากการใช้ค่าของ m เท่ากับ 0.8 ที่ได้ในขั้นตอนของการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง โดยผลการเปรียบเทียบแสดงดังในตารางที่ 14 และในภาพที่ 24

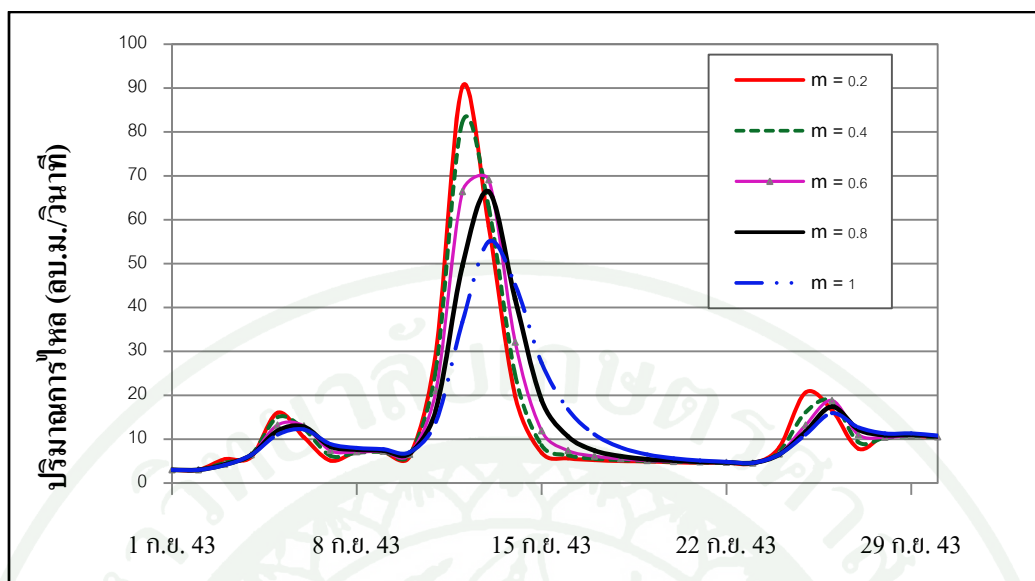
ตารางที่ 14 เปรี่เซ้นต์ความแตกต่างของ q_p และปริมาตรน้ำท่วมจากการเปลี่ยนแปลงค่า m เปรียบเทียบกับกรณีที m เท่ากับ 0.8

ลำดับที่	ค่า m	q_p (ลูกบาศก์เมตร/ วินาที)	ความแตกต่าง ของ q_p (%)	t_p (วัน)	ความแตกต่าง ของ t_p (%)	ปริมาตรน้ำท่วม (ล้านลูกบาศก์ เมตร)	ความแตกต่าง ของ ปริมาตร น้ำท่วม (%)
1	0.2	90.3	36.0	12.2	-6.9	33.9	1.3
2	0.4	82.2	23.8	12.2	-6.9	33.8	1.2
3	0.6	69.1	4.1	13.0	-0.8	33.6	0.6
4	0.8	66.4	0	13.1	0	33.4	0
5	1	55.0	-17.2	13.1	0	33.2	-0.5

ก) พารามิเตอร์ m มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณการไหลสูงสุด (flood peak; q_p) อย่างเห็นได้ชัด ดังแสดงในตารางที่ 14 และภาพที่ 24 กล่าวคือ เมื่อค่า m เพิ่มขึ้นจาก 0.8 (กรณีทีเลือกใช้ในการสอบเทียบแบบจำลอง) เป็น 1 นั้น มีผลให้ q_p มีแนวโน้มลดลง 17.2% สำหรับในกรณีทีลดค่า m ลงเป็น 0.6 ถึง 0.2 จะมีผลให้ q_p เพิ่มขึ้นระหว่าง 4.1% และ 36.0% ตามลำดับ ผลการเปลี่ยนแปลงค่า m ดังทีได้สรุปนั้นนับว่าสอดคล้องกับทฤษฎีของแบบจำลอง URBS ในสมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรเก็บกักของกลุ่มน้ำ (S_{catch}) กับพารามิเตอร์ m ดังนี้
$$S_{catch} = \left\{ \frac{\beta \sqrt{A} (1 + F)^2}{(1 + U)^2} \right\} Q^m$$
 ซึ่งจะเห็นได้ว่า เมื่อเพิ่มค่า m ย่อมทำให้ปริมาตรเก็บกักในกลุ่มน้ำ (S_{catch}) เพิ่มขึ้น ซึ่งเมื่อ S_{catch} เพิ่มขึ้นย่อมส่งผลให้กราฟน้ำท่าที่ปรากฏ ณ บริเวณทีพิจารณามีค่าลดลงจึงทำให้ปริมาณการไหลสูงสุด (q_p) ลดลงด้วย ซึ่งนับว่าเป็นเหตุเป็นผลกันอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม ในการเลือกใช้ค่า m นั้น ควรให้อยู่ในช่วงทีมีการแนะนำในคู่มือการใช้งานแบบจำลองทีระบุว่าควรอยู่ระหว่าง 0.6 ถึง 0.8 เพื่อให้การตอบสนองของพื้นที่ลุ่มน้ำมีการตอบสนองแบบไม่เป็นเส้นตรง (nonlinear catchment response) ทีไม่มากเกินไป ดังจะเห็นได้จากผลการเปลี่ยนแปลงค่า m ให้มีค่าน้อยกว่า 0.6 นั้น มีผลให้กราฟน้ำท่ามีการขึ้นลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งหมายถึงการตอบสนองของพื้นที่ลุ่มน้ำต่อปริมาณน้ำฝนทีเกินสภาพความเป็นจริง จึงไม่สมควรนำค่าดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ สำหรับค่า m ทีนิยมใช้กันโดยทั่วไปคือ 0.8 ดังนั้น ในการศึกษาทีจึงคงค่า m ให้เท่ากับ 0.8 เนื่องจากเป็นค่าทีประยุกต์ใช้ได้ผลดีในกลุ่มน้ำบึงตอนบนตลอดจนการใช้งานในกลุ่มน้ำทั่วไปในประเทศ Australia

ข) พารามิเตอร์ m มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเวลาของการเกิดปริมาณการไหลสูงสุด (time to peak; t_p) เล็กน้อย ดังแสดงในตารางที่ 14 และภาพที่ 24 กล่าวคือ เมื่อค่า m เพิ่มขึ้นจาก 0.8 (กรณีที่ใช้ในการสอบเทียบแบบจำลอง) เป็น 1 นั้นไม่สามารถสังเกตผลการเปลี่ยนแปลงได้ สำหรับในกรณีที่ลดค่า m ลงเป็น 0.6 ถึง 0 จะมีผลให้ t_p ลดลง 0.8 % ถึง 6.9% ตามลำดับ ผลการเปลี่ยนแปลงค่า m ดังที่ได้สรุปนั้นนับว่าสอดคล้องกับทฤษฎีของแบบจำลอง URBS ในสมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรเก็บกักของกลุ่มน้ำ (S_{catch}) กับพารามิเตอร์ m ดังที่ได้กล่าวไว้ในข้อ 1) ซึ่งเมื่อเพิ่มค่า m ย่อมทำให้ปริมาตรเก็บกักของกลุ่มน้ำ (S_{catch}) เพิ่มขึ้นและส่งผลให้กราฟน้ำท่าที่ปรากฏ ณ บริเวณที่พิจารณามีค่าลดลงจึงทำให้ปริมาณการไหลสูงสุด (q_p) ลดลง และเมื่อ q_p ลดลง ย่อมส่งผลให้เวลาของการเกิดปริมาณการไหลสูงสุด (t_p) เกิดขึ้นช้าลงด้วยหรือหมายถึงค่า t_p มีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งทั้งหมดนี้ นับว่าเป็นเหตุเป็นผลกัน

ค) พารามิเตอร์ m มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของกราฟน้ำท่า (volume; V) ดังแสดงในตารางที่ 14 และภาพที่ 24 กล่าวคือ เมื่อค่า m เพิ่มขึ้นจาก 0.8 (กรณีที่ใช้ในการสอบเทียบแบบจำลอง) เป็น 1 นั้น มีผลให้ปริมาตรน้ำท่ามีแนวโน้มลดลง 0.5% สำหรับในกรณีที่ลดค่า m ลงเป็น 0.6 ถึง 0.2 จะมีผลให้ปริมาตรน้ำท่าเพิ่มขึ้นระหว่าง 0.6% และ 1.3% ตามลำดับ ผลการเปลี่ยนแปลงค่า m ดังที่ได้สรุปนั้นนับว่าสอดคล้องกับทฤษฎีของแบบจำลอง URBS ในทำนองเดียวกับการเปลี่ยนแปลงค่า m ที่มีผลต่อค่า q_p ดังสรุปไว้ในข้อ 1) ซึ่งเมื่อเพิ่มค่า m ย่อมทำให้ปริมาตรเก็บกักในกลุ่มน้ำ (S_{catch}) เพิ่มขึ้น และเมื่อ S_{catch} เพิ่มขึ้นย่อมส่งผลให้กราฟน้ำท่าที่ปรากฏ ณ บริเวณที่พิจารณามีค่าลดลงจึงทำให้ปริมาตรของกราฟน้ำท่า (V) ลดลงตามไปด้วย



ภาพที่ 24 แสดงผลการเปลี่ยนแปลงค่า m ที่มีต่อกราฟน้ำท่าที่ประเมินได้จาก URBS Model เทียบกับกราฟน้ำท่าที่มีการจดบันทึกไว้

2.3.4 ผลของการเปลี่ยนแปลงค่า i_l ที่มีต่อลักษณะเฉพาะของกราฟน้ำท่า

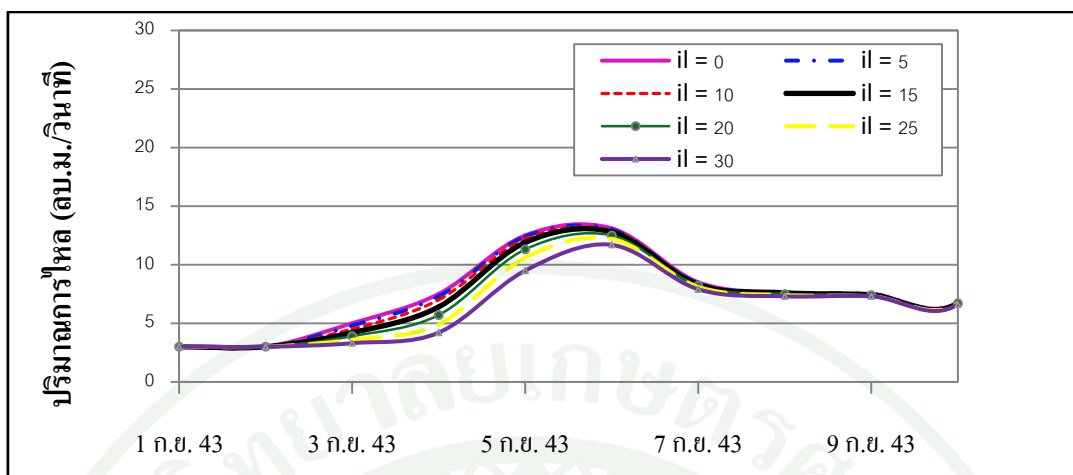
จากผลการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง URBS สำหรับเหตุการณ์ที่เลือกพิจารณาของสถานีวัดน้ำท่า Y.38 พบว่า ค่า i_l (ปริมาณการสูญเสียเริ่มต้น) มีค่าเท่ากับ 15 มิลลิเมตร จากนั้นจึงทำการเปลี่ยนแปลงค่า i_l เพื่อศึกษาผลที่มีต่อลักษณะเฉพาะของกราฟน้ำท่า ผลการศึกษา พบว่า ค่า i_l ซึ่งเป็นปริมาณการสูญเสียเริ่มต้นจึงมีผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลง ปริมาณการไหลช่วงแรกของน้ำท่าและปริมาตรของกราฟน้ำท่าโดยรวมเท่านั้น โดยได้สรุปผลการเปลี่ยนแปลงเปรียบเทียบกับกราฟน้ำท่าที่เป็นผลจากการใช้ค่าของ i_l เท่ากับ 15 มิลลิเมตร ที่ได้ ในขั้นตอนของการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง โดยผลการเปรียบเทียบแสดงดังในตารางที่ 15 และในภาพที่ 25 โดยเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของปริมาณการไหลสูงสุดเกิดขึ้นเฉพาะกราฟน้ำท่าช่วงเริ่มต้นซึ่งหมายถึงกราฟน้ำท่าขนาดเล็กทางด้านซ้ายมือเท่านั้น ดังนั้นเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของค่า q_p จึงหมายถึงกราฟน้ำท่าดังกล่าวเท่านั้น ในขณะที่ปริมาตรของกราฟน้ำท่าหมายถึงกราฟน้ำท่าทั้งหมดเช่นเดียวกับที่พิจารณาในกรณีการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ตัวอื่น ๆ สำหรับบทสรุปของการเปลี่ยนแปลงค่า i_l ที่มีต่อ q_p และปริมาตรน้ำท่าวมสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 15 เปรอร์เซ็นต์ความแตกต่างของ q_p และปริมาณน้ำท่วมจากการเปลี่ยนแปลงค่า i_l เปรียบเทียบกับกรณี i_l เท่ากับ 15 มิลลิเมตร

ลำดับที่	ค่า i_l (มิลลิเมตร)	q_p (ล้านลูกบาศก์ เมตร/วินาที)	ความแตกต่าง ของ q_p (%)	ปริมาณน้ำท่วม (ล้านลูกบาศก์ เมตร)	ความแตกต่าง ของปริมาณ น้ำท่วม (%)
1	0	13.1	2.3	33.7	1.0
2	5	13.0	1.6	33.7	0.8
3	10	12.9	0.8	33.6	0.4
4	15	12.8	0	33.4	0
5	20	12.5	-2.3	33.2	-0.6
6	25	12.2	-4.7	33.0	-1.3
7	30	11.7	-8.6	32.7	-2.2

ก) พารามิเตอร์ i_l มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณการไหลสูงสุด (flood peak; q_p) ของกราฟน้ำท่าลูกแรกด้านซ้ายมืออย่างเห็นได้ชัด ดังแสดงในตารางที่ 15 และภาพที่ 25 กล่าวคือ เมื่อค่า i_l เพิ่มขึ้นจาก 15 มิลลิเมตร (กรณีที่ใช้ในการสอบเทียบแบบจำลอง) เป็น 20 ถึง 30 มิลลิเมตร นั้น มีผลให้ q_p มีแนวโน้มลดลงระหว่าง 2.3 % ถึง 8.6% ตามลำดับ สำหรับในกรณีที่ลดค่า i_l ลงเป็น 10 ถึง 0 มิลลิเมตร จะมีผลให้ q_p เพิ่มขึ้น 0.8% ถึง 2.3% ตามลำดับ สำหรับการไหลของกราฟน้ำท่านอกเหนือจากลูกแรกแล้วไม่มีการเปลี่ยนแปลงแต่อย่างใด ซึ่งข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้นสามารถเข้าใจปรากฏการณ์ดังกล่าวได้โดยง่าย กล่าวคือ เมื่อปริมาณการสูญเสียเริ่มต้นมีค่าเพิ่มขึ้นย่อมทำให้กราฟน้ำท่าช่วงแรกมีค่าน้อยลง ในขณะที่กราฟน้ำท่าช่วงอื่น ๆ ไม่ได้รับผลกระทบจากปริมาณการสูญเสียเริ่มต้นนี้

ข) พารามิเตอร์ i_l มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของกราฟน้ำท่า (volume; V) ดังแสดงในตารางที่ 15 และภาพที่ 25 กล่าวคือ เมื่อค่า i_l เพิ่มขึ้นจาก 15 (กรณีที่ใช้ในการสอบเทียบแบบจำลอง) เป็น 20 ถึง 30 มิลลิเมตร นั้น มีผลให้ V ของกราฟน้ำท่ามีแนวโน้มลดลงระหว่าง 0.6% ถึง 2.2% ตามลำดับ สำหรับในกรณีที่ลดค่า i_l ลงเป็น 10 ถึง 0 มิลลิเมตร นั้นจะมีผลให้ V เพิ่มขึ้น 0.4% ถึง 1.0% ตามลำดับ สำหรับการลดลงของปริมาตรกราฟน้ำทานั้นเกิดขึ้นเฉพาะในช่วงแรกของเหตุการณ์น้ำท่าเท่านั้น โดยเหตุผลเป็นไปในทำนองเดียวกับในกรณีของ i_l ที่มีผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงของปริมาณการไหลดังสรุปแล้วข้างต้น



ภาพที่ 25 แสดงผลการเปลี่ยนแปลงค่า il ที่มีต่อกราฟน้ำท่าที่ประเมินได้จาก URBS Model เทียบกับกราฟน้ำท่าที่มีการจดบันทึกไว้

2.3.5 ผลของการเปลี่ยนแปลงค่า pr ที่มีต่อลักษณะเฉพาะของกราฟน้ำท่า

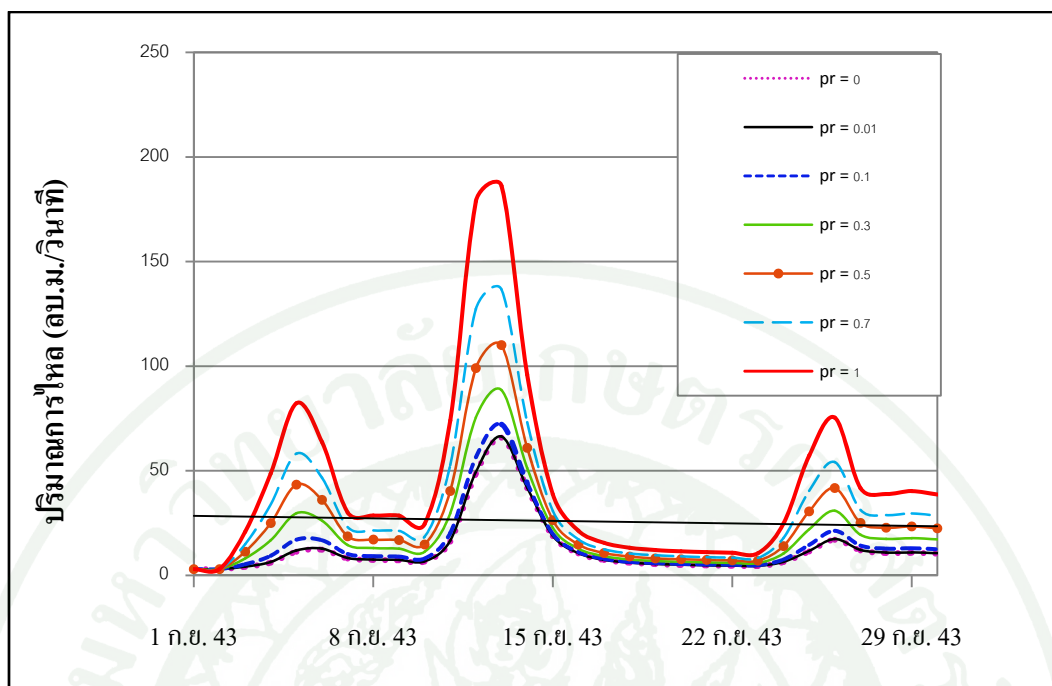
จากผลการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง URBS สำหรับเหตุการณ์ที่เลือกพิจารณาของสถานีวัดน้ำท่า Y.38 พบว่า ค่า pr (อัตราส่วนของการเกิดปริมาณน้ำท่า) มีค่าเท่ากับ 0.01 จากนั้นจึงทำการเปลี่ยนแปลงค่า pr เพื่อศึกษาผลที่มีต่อลักษณะเฉพาะของกราฟน้ำท่า ผลการศึกษา พบว่า ค่า pr ซึ่งเป็นอัตราส่วนของการสูญเสียปริมาณน้ำฝน มีผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงปริมาณการไหลสูงสุด (flood peak; q_p) และปริมาตรของกราฟน้ำท่า (volume; V) เท่านั้น โดยได้สรุปผลการเปลี่ยนแปลงเปรียบเทียบกับกราฟน้ำท่าที่เป็นผลจากการใช้ค่าของ pr เท่ากับ 0.01 ที่ได้ในขั้นตอนของการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง โดยผลการเปรียบเทียบ แสดงดังในตารางที่ 16 และในภาพที่ 26 โดยเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของปริมาณการไหลสูงสุด เกิดขึ้นกับกราฟน้ำท่าทั้งคู่ ทั้งนี้เนื่องจากค่า pr เป็นค่าอัตราส่วนของการเกิดปริมาณน้ำท่าซึ่งแตกต่างจากปริมาณการสูญเสียเริ่มต้น (il) ดังที่ได้สรุปไว้แล้วข้างต้น สำหรับบทสรุปของการเปลี่ยนแปลงค่า il ที่มีต่อ q_p และปริมาตรน้ำท่าสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 16 เปรอ์เซ็นต์ความแตกต่างของ q_p และปริมาณน้ำท่วมจากการเปลี่ยนแปลงค่า pr เปรียบเทียบกับกรณีที่ pr เท่ากับ 0.01

ลำดับที่	ค่า pr	q_p (ลูกบาศก์เมตร/ วินาที)	ความแตกต่าง ของ q_p (%)	ปริมาณน้ำท่วม (ล้านลูกบาศก์ เมตร)	ความแตกต่าง ของปริมาณ น้ำท่วม (%)
1	0	65.8	-0.9	32.9	-1.6
2	0.01	66.4	0	33.4	0
3	0.2	72.2	8.7	38.4	15.0
4	0.4	88.6	33.4	51.2	53.2
5	0.6	110.1	65.8	66.1	98.0
6	0.8	136.7	105.9	83.3	149.4
7	1	186.2	180.4	113.2	238.7

ก) พารามิเตอร์ pr มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณการไหลสูงสุด (flood peak; q_p) ดังแสดงในตารางที่ 16 และภาพที่ 26 กล่าวคือ เมื่อค่า pr เพิ่มขึ้นจาก 0.01 (กรณีที่ใช้ในการสอบเทียบแบบจำลอง) เป็น 0.2 ถึง 1 นั้น มีผลให้ q_p มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นระหว่าง 8.7% ถึง 180.4% ตามลำดับ สำหรับในกรณีที่ลดค่า pr ลงเป็น 0 จะมีผลให้ q_p ลดลง 0.9% ซึ่งข้อเท็จจริงที่เกิดขึ้นสามารถเข้าใจปรากฏการณ์ดังกล่าวได้ง่าย กล่าวคือ เมื่ออัตราส่วนของการเกิดปริมาณน้ำท่ามีค่าเพิ่มขึ้นย่อมทำให้กราฟน้ำท่าโดยรวมมีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่ออัตราส่วนของการเกิดปริมาณน้ำท่ามีค่าลดลงย่อมทำให้กราฟน้ำท่าโดยรวมมีค่าลดลงตามไปด้วย

ข) พารามิเตอร์ pr มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของกราฟน้ำท่า (volume; V) ดังแสดงในตารางที่ 16 และภาพที่ 26 กล่าวคือ เมื่อค่า pr เพิ่มขึ้นจาก 0.01 (กรณีที่ใช้ในการสอบเทียบแบบจำลอง) เป็น 0.2 ถึง 1 นั้น มีผลให้ V มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นระหว่าง 15.0% ถึง 238.7% ตามลำดับ สำหรับในกรณีที่ลดค่า pr ลงเป็น 0 จะมีผลให้ V ลดลง 1.6% โดยการเปลี่ยนแปลงของค่า pr ที่มีผลต่อปริมาตรของกราฟน้ำท่าสามารถอธิบายได้ในทำนองเดียวกับผลกระทบของ pr ที่มีต่อปริมาณการไหลสูงสุดและกราฟน้ำท่าโดยรวม กล่าวคือ เมื่ออัตราส่วนของการเกิดปริมาณน้ำท่ามีค่าเพิ่มขึ้นย่อมทำให้ปริมาตรของกราฟน้ำท่าเพิ่มตามไปด้วย และเมื่ออัตราส่วนของการเกิดปริมาณน้ำท่ามีค่าลดลงย่อมทำให้ปริมาตรของกราฟน้ำท่าโดยรวมมีค่าลดลง



ภาพที่ 26 แสดงผลการเปลี่ยนแปลงค่า pr ที่มีต่อกราฟน้ำท่าที่ประเมินได้จาก URBS Model เทียบกับกราฟน้ำท่าที่มีการจดบันทึกไว้

2.3.5 ผลของการเปลี่ยนแปลงค่า if ที่มีต่อลักษณะเฉพาะของกราฟน้ำท่า

จากผลการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง URBS สำหรับเหตุการณ์ที่เลือกพิจารณาของสถานีวัดน้ำท่า Y.38 พบว่า ค่า if (อัตราการซึมลงดิน) มีค่าเท่ากับ 260 มิลลิเมตร จึงทำการเปลี่ยนแปลงค่า if เพื่อศึกษาผลที่มีต่อลักษณะเฉพาะของกราฟน้ำท่า ผลการศึกษา พบว่า ค่า if ซึ่งเป็นอัตราการซึมลงดินมีผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงปริมาณการไหลของน้ำท่า โดยได้สรุปผลการเปลี่ยนแปลงเปรียบเทียบกับกราฟน้ำท่าที่เป็นผลจากการใช้ค่าของ if เท่ากับ 260 มิลลิเมตร ที่ได้ในขั้นตอนของการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง โดยผลการเปรียบเทียบแสดงดังในตารางที่ 17 และในภาพที่ 27

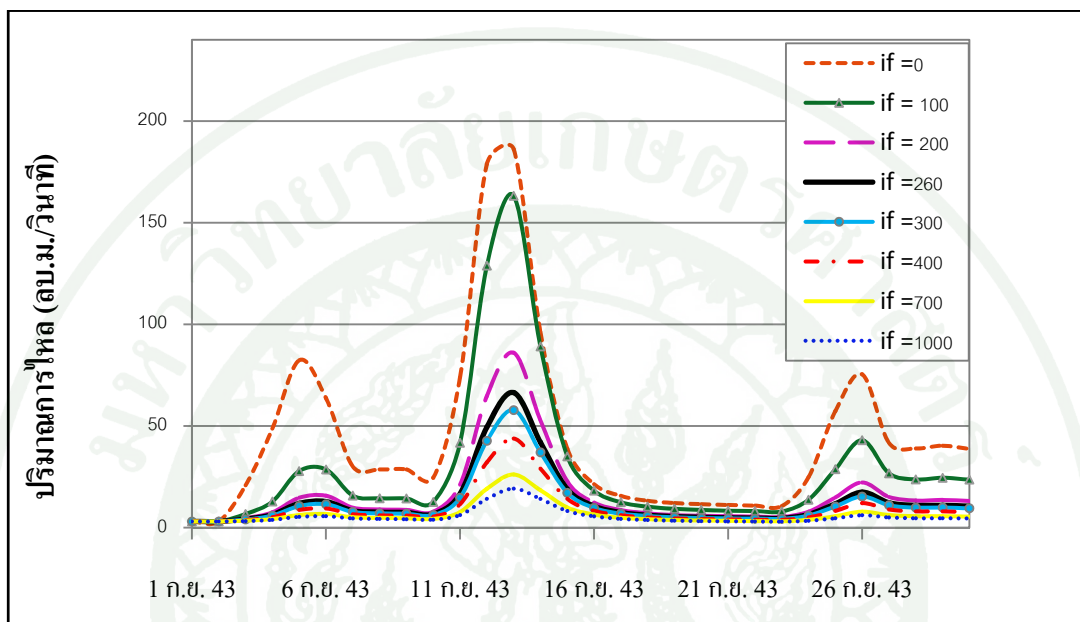
ตารางที่ 17 เปรี่เซ้นต์ความแตกต่างของ q_p และปริมาตรน้ำท่วมจากการเปลี่ยนแปลงค่า if เปรียบเทียบกับกรณีที if เท่ากับ 260 มิลลิเมตร

ลำดับที่	ค่า if (มิลลิเมตร)	q_p (ลูกบาศก์เมตร /วินาที)	ความแตกต่าง ของ q_p (%)	ปริมาตรน้ำท่วม (ล้าน ลูกบาศก์เมตร)	ความแตกต่างของ ปริมาตรน้ำท่วม (%)
1	0	186.2	180.4	113.2	238.7
2	100	163.2	145.8	73.5	120.0
3	200	86.0	29.5	41.4	23.8
4	260	66.4	0	33.4	0
5	300	57.8	-13.0	29.9	-10.6
6	400	43.8	-34.0	24.2	-27.7
7	500	35.5	-46.5	20.7	-38.0
8	600	30.0	-54.8	18.4	-44.9
9	700	26.1	-60.7	16.8	-49.7
10	1000	19.2	-71.1	13.9	-58.5

ก) พารามิเตอร์ if มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณการไหลสูงสุด (flood peak; q_p) ดังแสดงในตารางตารางที่ 17 และภาพที่ 27 กล่าวคือ เมื่อค่า if เพิ่มขึ้นจาก 260 มิลลิเมตร (กรณีทีเลือกใช้ในการสอบเทียบแบบจำลอง) ระหว่าง 300 ถึง 1000 นั้น มีผลให้ q_p มีแนวโน้มลดลง 13.0% ถึง 71.1% และสำหรับในกรณีทีลดค่า if ลงระหว่าง 200 ถึง 0 มิลลิเมตร จะมีผลให้ q_p เพิ่มขึ้นระหว่าง 29.5% ถึง 180.4% ตามลำดับ ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้คือ เมื่ออัตราการซึมลงดินเพิ่มขึ้นยอมทำให้กราฟน้ำท่าโดยรวมมีค่าลดลง และเมื่ออัตราการซึมลงดินมีค่าลดลงยอมทำให้กราฟน้ำท่าโดยรวมมีค่าเพิ่มขึ้น

ข) พารามิเตอร์ if มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของกราฟน้ำท่า (volume; V) ดังแสดงในตารางที่ 17 และภาพที่ 27 กล่าวคือ เมื่อค่า if เพิ่มขึ้นจาก 260 มิลลิเมตร (กรณีทีเลือกใช้ในการสอบเทียบแบบจำลอง) ระหว่าง 300 ถึง 1000 นั้น มีผลให้ V มีแนวโน้มลดลง 10.6% ถึง 58.5% สำหรับในกรณีทีลดค่า if ลงระหว่าง 200 ถึง 0 มิลลิเมตร จะมีผลให้ V เพิ่มขึ้นระหว่าง 23.8% ถึง 238.7% โดยการเปลี่ยนแปลงของค่า if ทีมีผลต่อปริมาตรของกราฟน้ำท่าสามารถอธิบาย

ได้ในทำนองเดียวกับผลกระทบของ pr ที่มีต่อปริมาณการไหลสูงสุดและกราฟน้ำท่าโดยรวม กล่าวคือ เมื่ออัตราการซึมลงดินเพิ่มขึ้นย่อมทำให้ปริมาตรของกราฟน้ำท่าเพิ่มตามไปด้วย และเมื่ออัตราการซึมลงดินเพิ่มขึ้นมีค่าลดลงย่อมทำให้ปริมาตรของกราฟน้ำท่าโดยรวมมีค่าลดลง



ภาพที่ 27 แสดงผลการเปลี่ยนแปลงค่า if ที่มีต่อกราฟน้ำท่าที่ประเมินได้จาก URBS Model เทียบกับกราฟน้ำท่าที่มีการจดบันทึกไว้

3. การสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง URBS สำหรับสถานีวัดน้ำท่าที่เลือกพิจารณาในกลุ่มน้ำยม

การศึกษานี้ได้ประยุกต์ใช้แบบจำลอง URBS กับกลุ่มน้ำยมเพื่อประเมินปริมาณน้ำท่าวม ณ ตำแหน่งที่ตั้งสถานีวัดน้ำท่าต่าง ๆ โดยได้ทำการคัดเลือกเหตุการณ์น้ำท่าวมในอดีตจากข้อมูลที่มีการตรวจวัดจริงในแต่ละสถานีวัดน้ำท่าในกลุ่มน้ำยม ตลอดจนรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนที่มีอิทธิพลกับลุ่มน้ำนั้น ๆ สำหรับใช้ในการสอบเทียบแบบจำลอง (model calibration) และตรวจพิสูจน์แบบจำลอง (model verification) เพื่อให้ได้มาซึ่งชุดของพารามิเตอร์ควบคุมแบบจำลองต่าง ๆ ที่สามารถเป็นตัวแทนของลุ่มน้ำที่ศึกษานั้น ๆ ได้

สำหรับหลักการพิจารณาคัดเลือกเหตุการณ์น้ำท่าเพื่อนำมาประกอบการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองนั้น ได้พิจารณาคัดเลือกเฉพาะเหตุการณ์น้ำท่าขนาดใหญ่ที่เคยเกิดขึ้นในอดีต โดยจำนวนของเหตุการณ์น้ำท่าขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์และความเพียงพอของข้อมูลปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำท่าเป็นสำคัญ ในงานวิจัยนี้ได้ดำเนินการศึกษาที่สถานีวัดน้ำท่าจำนวน 13 สถานี ในลุ่มน้ำยม ซึ่งประกอบด้วย สถานีวัดน้ำท่า Y.1C, Y.3A, Y.6, Y.14, Y.20, Y.24, Y.25, Y.26, Y.31, Y.33, Y.36, Y.37 และ Y.38 โดยในการศึกษาได้เลือกเหตุการณ์กราฟน้ำท่าสำหรับแต่ละสถานี เพื่อประกอบการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์ดังในตารางที่ 18

การประยุกต์ใช้แบบจำลอง URBS สำหรับการประเมินกราฟน้ำท่านั้น พื้นที่ลุ่มน้ำของแต่ละสถานีวัดน้ำท่าจะถูกแบ่งออกเป็นลุ่มน้ำย่อย เพื่อลดความผิดพลาดของการกระจายตัวของปริมาณน้ำฝนและเพิ่มความถูกต้องของการประเมินกราฟน้ำท่า โดยการแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยควรแบ่งให้มีขนาดใกล้เคียงกันตามลักษณะเฉพาะของลุ่มน้ำเหล่านั้น โดยจำนวนพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่แบ่งควรมีอย่างน้อยที่สุดจำนวน 5 ลุ่มน้ำย่อย (Carroll, 2004) สำหรับข้อมูลด้านเข้าทางด้านอุทกวิทยาที่สำคัญของแบบจำลองคือ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ในขณะที่ข้อมูลด้านเข้าทางกายภาพคือ ข้อมูลพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยและความยาวลำน้ำ โดยรหัสของสถานีวัดน้ำฝนและจำนวนพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่นำมาประกอบการใช้งานแบบจำลอง URBS สำหรับสถานีวัดน้ำท่าที่ทำการศึกษาทั้ง 13 สถานี สรุปไว้ดังในตารางที่ 19

ตารางที่ 18 เหตุการณ์น้ำท่าและปริมาณน้ำท่าสูงสุดของสถานีวัดน้ำท่าในกลุ่มน้ำยมที่นำมา
สอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง URBS

ลำดับ ที่	รหัสสถานี วัดน้ำท่า	ชื่อพื้นที่ลุ่ม น้ำย่อย	ลำดับ เหตุการณ์ น้ำท่ารวม	ช่วงเวลาของ เหตุการณ์น้ำท่า		ปริมาณน้ำท่าสูงสุด (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)
				เวลาเริ่มต้น	เวลาสิ้นสุด	
1	Y.1C	แม่น้ำยม ตอนกลาง	1	10 ส.ค. -45	13 ต.ค. -45	850
			2	1 ส.ค. -44	24 ส.ค. -44	1,214
			3	22 ส.ค. -43	22-ก.ย.-43	1,107
2	Y3A	แม่น้ำยม ตอนล่าง	1	16-ส.ค.-45	20-ต.ค.-45	1,344
			2	23-ส.ค.-43	24-ต.ค.-43	1,244
			3	26-ส.ค.-42	26-ต.ค.-42	1,004
3	Y.6	แม่น้ำยม ตอนล่าง	1	2-ก.ย.-46	6-ต.ค.-46	2,076
			2	17-ส.ค.-45	21-ต.ค.-45	1,333
			3	23-ส.ค.-43	25-ก.ย.-43	1,152
4	Y.14	แม่น้ำยม ตอนล่าง	1	1-ส.ค.-44	27-ส.ค.-44	1,579
			2	27-ส.ค.-44	24-ต.ค.-44	572
			3	16-ส.ค.-45	22-ต.ค.-45	1,201
			4	22-ต.ค.-45	18-พ.ย.-45	355
5	Y.20	แม่น้ำยม ตอนบน	1	20 ส.ค.-43	24 ก.ย.-43	557
			2	10 ส.ค. -45	28 ก.ย. 45	805
6	Y.24	น้ำปี	1	31 ส.ค.-43	26 ต.ค. -43	35
			2	14 ส.ค. -45	17 ก.ย. -45	81
7	Y.25	น้ำปี	1	31 ส.ค.- 43	26 ต.ค. -43	6
			2	14 ส.ค. -45	17 ก.ย. -45	10
8	Y.26	น้ำแม่มอก	1	15-ก.ย.-41	22-ก.ย.-41	47
			2	26-ต.ค.-42	10-พ.ย.-42	112
			3	1-มิ.ย.-43	14-มิ.ย.-43	112
			4	27 ต.ค. 44	10-พ.ย.-44	323
			5	16-ก.ย.-45	24-ก.ย.-45	126
9	Y.31	แม่น้ำยม ตอนบน	1	22 มิ.ย. -43	21 ก.ค. -43	188
			2	13 ส.ค. -45	10 ต.ค. -45	322

ตารางที่ 18 (ต่อ)

ลำดับ ที่	รหัสสถานี วัดน้ำท่า	ชื่อพื้นที่ลุ่ม น้ำย่อย	ลำดับ เหตุการณ์ น้ำท่วม	ช่วงเวลาของ เหตุการณ์น้ำท่า		ปริมาณน้ำท่าสูงสุด (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)
				เวลาเริ่มต้น	เวลาสิ้นสุด	
10	Y.33	แม่น้ำยม ตอนล่าง	1	26-ส.ค.-42	27-ต.ค.-42	1,042
			2	24-ส.ค.-43	24-ต.ค.-43	742
			3	17-ส.ค.-45	23-ต.ค.-45	943
			4	23-ต.ค.-45	18-พ.ย.-45	399
11	Y.36	น้ำแม่ควน	1	5-ก.ย.-41	26-ก.ย.-41	99
			2	7-ก.ค.-43	18-ก.ค.-43	199
			3	19-ก.ค.-44	28-ก.ค.-44	70
			4	15-ก.ย.-45	23-ก.ย.-45	111
12	Y.37	แม่น้ำยม ตอนล่าง	1	30-ก.ค.-44	27-ส.ค.-44	1,849
			2	23-ส.ค.-43	18-ส.ค.-43	1,258
13	Y.38	น้ำแม่คำมี	1	23-ส.ค.-42	3-ก.ย.-42	10
			2	9-ก.ย.-43	25-ก.ย.-43	67
			3	3-ต.ค.-43	14-ต.ค.-43	18
			4	7-ส.ค.-44	19-ส.ค.-44	287
			5	5-ก.ย.-45	10-ก.ย.-45	91

ตารางที่ 19 รหัสสถานีวัดน้ำฝนและจำนวนพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่นำมาประกอบการใช้งานแบบจำลอง URBS สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.1C, Y.3A, Y.6, Y.14, Y.20, Y.24, Y.25, Y.26, Y.31, Y.33, Y.36, Y.37 และ Y.38

ลำดับ ที่	ลุ่มน้ำ	ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ (ตารางกิโลเมตร)	รหัสสถานี วัดน้ำท่า	รหัสสถานีวัดน้ำฝน ที่มีอิทธิพลต่อพื้นที่ลุ่มน้ำ	จำนวนพื้นที่ ลุ่มน้ำย่อย
1	แม่น้ำยมตอนกลาง	1,614	Y.1C	40013, 40032, 40082, 40111, 40124	18
2	แม่น้ำยมตอนล่าง	431	Y.3A	59022, 59032, 59121, 59162, 70042, 70052	2
3	แม่น้ำยมตอนล่าง	593	Y.6	59022, 59092, 59121, 59131, 59162, 70032	6
4	แม่น้ำยมตอนล่าง	1,486	Y.14	16042, 16072, 16082, 40052, 40062, 40092, 59131, 70032	17
5	แม่น้ำยมตอนบน	2,758	Y.20	16092, 16102, 40111, 73013, 73032	28
6	น้ำปี	411	Y.24	16092, 28073, 28142, 73032	4
7	น้ำปี	205	Y.25	16092, 28073, 28142, 73032	2
8	แม่มอก	1,124	Y.26	16042, 16072, 16082, 16220, 40062, 59131, 63075	7
9	แม่น้ำยมตอนบน	1,168	Y.31	28073, 28102, 28142, 73013, 73022, 73032, 73062	12
10	แม่น้ำยมตอนล่าง	139	Y.33	59032, 59072	1
11	แม่ควน	870	Y.36	28073, 28102, 28142, 73022, 73032, 73062	14
12	แม่น้ำยมตอนล่าง	2304	Y.37	16052, 16102, 16172, 40013, 40022, 40032, 40052, 40062, 40072, 40082, 40092, 40111, 70062	24
13	แม่คำมี	430	Y.38	40032, 40082, 40124	5

การประเมินประสิทธิภาพและความถูกต้องของผลการประเมินกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง URBS สำหรับสถานีวัดน้ำท่าทั้ง 13 สถานี นั้น ได้ดำเนินการโดยการเปรียบเทียบระหว่างกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง URBS กับข้อมูลกราฟน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด โดยการศึกษาได้พิจารณาใช้ตัวแปรทางสถิติจำนวน 3 ตัวแปร มาใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินประสิทธิภาพของการประยุกต์ใช้แบบจำลอง URBS โดยตัวแปรทางสถิติดังกล่าวประกอบด้วย 1) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient, r), 2) Root Mean Square Error ($RMSE$) และ 3) Efficiency Index (ED) สำหรับรายละเอียดเกี่ยวกับตัวแปรทั้งสามตัวแปรนั้นดูได้จากตารางที่ 20

3.1 ผลการสอบเทียบแบบจำลอง URBS สำหรับแต่ละเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่สถานีวัดน้ำท่าที่พิจารณาในกลุ่มน้ำยม

การสอบเทียบแบบจำลอง URBS สำหรับเหตุการณ์น้ำท่าที่ได้คัดเลือกของสถานีวัดน้ำท่า Y.1C, Y.3A, Y.6, Y.14, Y.20, Y.24, Y.25, Y.26, Y.31, Y.33, Y.36, Y.37 และ Y.38 ในกลุ่มน้ำยม นั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อการประเมินชุดของพารามิเตอร์ควบคุมของแบบจำลองที่มีความเหมาะสมสำหรับแต่ละเหตุการณ์น้ำท่าวม ซึ่งสามารถทำได้โดยการปรับค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของแบบจำลอง URBS เพื่อให้ผลการวิเคราะห์กราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลที่ตรวจวัดจริงมากที่สุด ซึ่งจากการศึกษาพบว่า พารามิเตอร์ควบคุมของแบบจำลอง URBS ที่มีผลอย่างมากต่อการประเมินปริมาณน้ำท่าวมประกอบด้วย 6 พารามิเตอร์ คือ α , m , β , il , pr และ if โดยพารามิเตอร์ α (พารามิเตอร์แสดง channel lag), m (พารามิเตอร์แสดงการเปลี่ยนแปลงแบบไม่เป็นเส้นตรงของกลุ่มน้ำ) และ β (พารามิเตอร์แสดง catchment lag) เป็นพารามิเตอร์เกี่ยวกับการเคลื่อนตัวของน้ำท่าวม ในขณะที่พารามิเตอร์ il (initial loss), pr (proportional amount of runoff) และ if (maximum infiltration rate) เป็นพารามิเตอร์เกี่ยวกับการสูญเสียของปริมาณน้ำฝน สำหรับการศึกษานี้ได้กำหนดให้พารามิเตอร์ m มีค่าคงที่เท่ากับ 0.8 สำหรับทุกเหตุการณ์น้ำท่าและทุกสถานีวัดน้ำท่า ดังนั้น คงเหลือพารามิเตอร์เพียง 5 พารามิเตอร์ ที่ต้องประเมินค่าที่เหมาะสมในขั้นตอนการสอบเทียบแบบจำลอง โดยผลการประเมินพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดและค่าของตัวแปรทางสถิติสำหรับแต่ละเหตุการณ์กราฟน้ำท่าของแต่ละสถานีวัดน้ำท่าสรุปลงไว้ในตารางที่ 20 และกราฟน้ำท่าที่ได้จากการประเมินโดยแบบจำลอง URBS เปรียบเทียบกับข้อมูลกราฟน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดจริงสำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.1C, Y.3A, Y.6, Y.14, Y.20, Y.24, Y.25, Y.26, Y.31, Y.33, Y.36, Y.37 และ Y.38 แสดงดังในภาพที่ 28 ถึง ภาพที่ 40 ตามลำดับ จากตารางและรูปดังกล่าวสามารถนำมาสรุปผลการสอบเทียบแบบจำลองกรณีที่ใช้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์ของแต่ละสถานีวัดน้ำท่าได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 20 ผลการประเมินพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดและค่าของตัวแปรทางสถิติสำหรับแต่ละเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ทำการศึกษา

ลำดับ ที่	สถานี วัดน้ำท่า	ลำดับ เหตุการณ์	ปริมาณการไหลสูงสุด (ลูกบาศก์เมตร/ วินาที)	ช่วงเวลา	พารามิเตอร์ควบคุมแบบจำลอง URBS						ตัวแปรทางสถิติ	
					α	β	il	pr	if	r	EI (%)	RMSE (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)
1	Y.1C	1	850.5	10 ส.ค. - 13 ต.ค. 45	0.40	12	0	0.10	200	0.99	96.89	40.89
		2	1213.6	1 ส.ค. - 24 ส.ค. 44	0.40	12	0	0.10	1200	0.98	96.17	53.89
		3	1107.4	22 ส.ค. - 22 ก.ย. 43	0.40	12	0	0.10	300	0.99	94.58	43.65
		ค่าเฉลี่ย			0.40	12	0	0.10	567	0.99	95.88	46.14
2	Y3A	1	1,344	16 ส.ค.-20 ต.ค. 45	0.06	12	0	0.10	80	0.98	93.55	89.46
		2	1,244	23 ส.ค.-24 ต.ค. 43	0.06	15	0	0.10	0	0.98	95.28	52.62
		3	1,004	26 ส.ค.-26 ต.ค. 42	0.06	12	0	0.10	80	0.98	95.86	49.87
		ค่าเฉลี่ย			0.06	13	0	0.10	53	0.98	94.87	63.98
3	Y.6	1	2,076	2 ก.ย. - 6 ต.ค. 46	0.10	10	0	0.80	200	0.99	98.33	69.79
		2	1,333	17 ส.ค.-21 ต.ค. 45	0.10	15	0	0.10	700	0.99	97.53	46.19
		3	1,152	31 ส.ค. - 25 ก.ย. 43	0.10	10	0	0.10	200	0.99	97.69	39.10
		ค่าเฉลี่ย			0.10	12	0	0.33	367	0.99	97.85	51.69

ตารางที่ 20 (ต่อ)

ลำดับ ที่	สถานี วัดน้ำท่า	ลำดับ เหตุการณ์	ปริมาณการไหลสูงสุด (ลูกบาศก์เมตร/ วินาที)	ช่วงเวลา	พารามิเตอร์ควบคุมแบบจำลอง URBS						ตัวแปรทางสถิติ	
					α	β	il	pr	if	r	EI (%)	RMSE (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)
4	Y.14	1	1,579	1 - 27 ส.ค. 44	0.05	15	0	0.01	1200	0.99	94.46	98.75
		2	572	27 ส.ค. - 24 ต.ค. 44	0.05	8	0	0.01	1200	0.90	63.14	69.89
		3	1,201	16 ส.ค. - 22 ต.ค. 45	0.08	12	0	0.01	1500	0.99	85.68	105.27
		4	355	22 ต.ค. - 18 พ.ย. 45	0.05	10	0	0.12	800	0.95	88.49	29.36
ค่าเฉลี่ย					0.06	11	0	0.04	1175	0.96	82.94	75.82
5	Y.20	1	557	20 ส.ค.-24 ก.ย. 43	0.20	3	0	0.10	300	0.89	58.40	63.54
		2	805	10 ส.ค. - 28 ก.ย. 45	0.20	3	0	0.10	250	0.88	60.75	104.89
		ค่าเฉลี่ย					0.20	3	0	0.10	275	0.89
6	Y.24	1	35	31 ส.ค. -26 ต.ค. 43	0.40	8	0	0.01	200	0.87	67.89	3.49
		2	81	14 ส.ค. -17 ก.ย. 45	1.20	5	0	0.01	220	0.81	13.19	14.72
		ค่าเฉลี่ย					0.80	7	0	0.01	210	0.84
7	Y.25	1	6	31 ส.ค. -26 ต.ค. 43	0.20	3	0	0.01	1250	0.84	59.81	0.63
		2	10	14 ส.ค. -17 ก.ย. 45	0.20	2	0	0.07	1200	0.87	61.05	0.91
		ค่าเฉลี่ย					0.20	3	0	0.04	1225	0.85

ตารางที่ 20 (ต่อ)

ลำดับ ที่	สถานี วัดน้ำท่า	ลำดับ เหตุการณ์	ปริมาณการไหลสูงสุด (ลูกบาศก์เมตร/ วินาที)	ช่วงเวลา	พารามิเตอร์ควบคุมแบบจำลอง URBS						ตัวแปรทางสถิติ	
					α	β	il	pr	if	r	EI (%)	RMSE (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)
8	Y.26	1	47	15-22 ก.ย. 41	0.85	2	0	0.12	250	0.98	96.07	2.27
		2	112	26 ต.ค.- 10 พ.ย. 42	1.50	3	0	0.15	100	0.97	94.37	7.47
		3	112	1-14 มิ.ย. 43	1.20	4	0	0.10	120	0.92	84.09	11.55
		4	323	27 ต.ค.- 10 พ.ย. 44	0.80	2	0	0.10	55	0.97	91.15	21.93
		5	126	16-24 ก.ย. 45	0.60	4	0	0.15	70	0.99	97.81	5.76
				ค่าเฉลี่ย	0.99	3	0	0.12	119	0.97	92.70	9.80
9	Y.31	1	188	22 มิ.ย. -21 ก.ค. 43	0.20	3	0	0.01	1200	0.87	71.78	26.94
		2	322	13 ส.ค. -10 ต.ค. 45	0.20	8	0	0.01	350	0.90	66.89	40.09
				ค่าเฉลี่ย	0.20	6	0	0.01	690	0.89	69.34	33.52
10	Y.33	1	1,042	26 ส.ค. - 27 ต.ค. 43	0.20	5	0	0.10	600	0.99	97.67	40.27
		2	742	24 ส.ค. - 24 ต.ค. 43	0.30	5	0	0.10	600	0.96	58.15	99.56
		3	943	17 ส.ค. - 23 ต.ค. 45	0.10	5	0	0.10	1200	0.98	83.87	113.94
		4	399	23 ต.ค. - 18 พ.ย. 45	0.30	5	0	0.10	1200	0.98	95.51	21.00
				ค่าเฉลี่ย	0.23	5	0	0.10	900	0.98	83.80	68.69

ตารางที่ 20 (ต่อ)

ลำดับ ที่	สถานี วัดน้ำท่า	ลำดับ เหตุการณ์	ปริมาณการไหลสูงสุด (ลูกบาศก์เมตร/ วินาที)	ช่วงเวลา	พารามิเตอร์ควบคุมแบบจำลอง URBS						ตัวแปรทางสถิติ	
					α	β	il	pr	if	r	EI (%)	RMSE (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)
11	Y.36	1	99	5-26 ก.ย. 41	0.20	5	0	0.15	350	0.81	24.51	17.62
		2	200	7-18 ก.ค. 43	0.80	1	20	0.15	50	0.88	59.78	28.07
		3	70	19-28 ก.ค. 44	0.10	6	30	0.15	450	0.93	83.51	7.59
		4	111	15-23 ก.ย. 45	0.10	5	0	0.15	58	0.97	92.21	6.80
		ค่าเฉลี่ย			0.30	4.25	12.5	0.15	227	0.90	65.00	15.02
12	Y.37	1	1,849	30 ก.ค. -27 ส.ค. 44	0.30	12	0	0.01	200	0.97	90.81	140.41
		2	1,258	23 ส.ค. -18 ต.ค. 43	0.30	12	0	0.01	200	0.96	89.36	77.61
		ค่าเฉลี่ย			0.30	12	0	0.01	200	0.97	90.09	109.01
13	Y.38	1	10	23 ส.ค.-3 ก.ย. 42	0.70	8	0	0.05	900	0.98	94.89	0.66
		2	67	9-25 ก.ย.43	0.28	8	0	0.01	125	0.98	84.58	5.11
		3	18	3-14 ต.ค. 43	0.50	5	0	0.1	590	0.99	98.40	0.72
		4	287	7-19 ส.ค. 44	0.25	4	0	0.05	85	0.98	88.29	17.65
		ค่าเฉลี่ย			0.43	6.25	0	0.05	425	0.98	91.54	6.04

3.1.1 สถานีวัดน้ำท่า Y.1C

ผลการสอบเทียบแบบจำลอง URBS สำหรับทุกเหตุการณ์น้ำท่าที่สถานีวัดน้ำท่า Y.1C จัดอยู่ในเกณฑ์พอใช้ กล่าวคือ ค่าตัวแปรทางสถิติซึ่งประกอบด้วย 1) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r), 2) Efficiency Index (EI) และ 3) Root Mean Square Error (RMSE) มีค่าอยู่ในเกณฑ์พอใช้ โดยมีค่าเฉลี่ยสำหรับทุกเหตุการณ์เท่ากับ 0.99, 95.88% และ 46.14 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ โดยผลการเปรียบเทียบระหว่างกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองเปรียบเทียบกับที่ได้จากการบันทึกข้อมูลสำหรับแต่ละเหตุการณ์แสดงในภาพที่ 28 (ก), 28 (ข) และ 28 (ค) ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม จากตารางที่ 20 ซึ่งแสดงสรุปผลการใช้งานแบบจำลอง URBS แสดงให้เห็นว่าพารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลอง URBS สำหรับแต่ละเหตุการณ์น้ำท่าของสถานีวัดน้ำท่า Y.1C นั้นมีค่าที่เหมือนและแตกต่างกันดังนี้

ก) พารามิเตอร์ i_l (ปริมาณการสูญเสียน้ำเริ่มต้น, initial loss) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.1C นั้นกำหนดให้ค่าเป็น 0 มิลลิเมตร เหมือนกันสำหรับทุกเหตุการณ์กราฟน้ำท่า ทั้งนี้เนื่องจากการตั้งสมมุติฐานว่าสภาพดินก่อนหน้าเหตุการณ์น้ำท่าที่พิจารณานั้นอยู่ในสภาพอิ่มตัวด้วยน้ำ ซึ่งเป็นผลให้กราฟน้ำท่าในช่วงแรกที่ได้จากแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัดจึงยอมรับค่า i_l ที่มีค่าเท่ากับ 0 มิลลิเมตร

ข) พารามิเตอร์ α (พารามิเตอร์ของการเคลื่อนตัวของลำน้ำ, channel lag parameter) สำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 (ช่วงเวลา 10 ส.ค. - 13 ต.ค. 45), 2 (ช่วงเวลา 1 ส.ค. - 24 ส.ค. 44) และ 3 (ช่วงเวลา 22 ส.ค. - 22 ก.ย. 43) กำหนดให้ค่า α เท่ากับ 0.4 เหมือนกันสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าทั้งหมด ซึ่งค่า α ดังกล่าวจะเป็นผลให้เวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟน้ำท่าที่ประเมินได้จากแบบจำลองใกล้เคียงกับเวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุดที่ได้จากการตรวจวัดจริง

ค) β (พารามิเตอร์เกี่ยวกับการเคลื่อนตัวของน้ำท่วม, catchment lag) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.1C พบว่า ค่า β ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 12 ทั้งสามเหตุการณ์ โดยปริมาณการไหลสูงสุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์เท่ากับ 850.5, 1,213.6 และ 1,107.4 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ

ง) pr (proportional amount of runoff) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.1C นั้น พบว่าค่า pr ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 0.1 ทั้งสามเหตุการณ์

จ) if (maximum infiltration rate) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.1C นั้น พบว่าค่า if ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1, 2 และ 3 เท่ากับ 200, 1,200 และ 300 มิลลิเมตรตามลำดับ

3.1.2 สถานีวัดน้ำท่า Y.3A

ผลการสอบเทียบแบบจำลอง URBS สำหรับทุกเหตุการณ์น้ำท่าที่สถานีวัดน้ำท่า Y.3A จัดอยู่ในเกณฑ์ดีพอใช้ กล่าวคือ ค่าตัวแปรทางสถิติซึ่งประกอบด้วย 1) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r), 2) Efficiency Index (EI) และ 3) Root Mean Square Error (RMSE) มีค่าอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ยสำหรับทุกเหตุการณ์เท่ากับ 0.98, 94.87% และ 63.98 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาทีตามลำดับ โดยผลการเปรียบเทียบระหว่างกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองเปรียบเทียบกับที่ได้จากการบันทึกข้อมูลสำหรับแต่ละเหตุการณ์แสดงในภาพที่ 29 (ก), 29 (ข) และ 29 (ค) ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม จากตารางที่ 20 ซึ่งแสดงสรุปผลการใช้งานแบบจำลอง URBS แสดงให้เห็นว่าพารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลอง URBS สำหรับแต่ละเหตุการณ์น้ำท่าของสถานีวัดน้ำท่า Y.3A นั้นมีค่าที่เหมือนและแตกต่างกันดังนี้

ก) พารามิเตอร์ il (ปริมาณการสูญเสียเริ่มต้น, initial loss) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.3A นั้นกำหนดให้มีค่าเป็น 0 มิลลิเมตร เหมือนกันสำหรับทุกเหตุการณ์กราฟน้ำท่า ทั้งนี้เนื่องจากการตั้งสมมุติฐานว่าสภาพดินก่อนหน้าเหตุการณ์น้ำท่าที่พิจารณานั้นอยู่ในสภาพอิ่มตัวด้วยน้ำ ซึ่งเป็นผลให้กราฟน้ำท่าในช่วงแรกที่ได้จากแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัดจึงยอมรับค่า il ที่มีค่าเท่ากับ 0 มิลลิเมตร

ข) พารามิเตอร์ α (พารามิเตอร์ของการเคลื่อนตัวของลำน้ำ, channel lag parameter) สำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 (ช่วงเวลา 16 ส.ค.-20 ต.ค. 45), เหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 2 (ช่วงเวลา 23 ส.ค. -24 ต.ค. 43) และ เหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 3 (ช่วงเวลา 26 ส.ค. -26 ต.ค. 42) กำหนดให้ค่า α เท่ากับ 0.06 เหมือนกันทุกเหตุการณ์ เนื่องจากเป็นผลให้เวลาการเกิดปริมาณ

การไหลสูงสุดของกราฟน้ำท่าที่ประเมินได้จากแบบจำลองใกล้เคียงกับเวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุดที่ได้จากการตรวจวัดจริงในทุกเหตุการณ์

ค) β (พารามิเตอร์เกี่ยวกับการเคลื่อนตัวของน้ำท่วม, catchment lag) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.3A ได้กำหนดให้มีค่าเหมือนกันสำหรับทุกเหตุการณ์กราฟน้ำท่า โดยพบว่า ค่า β ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 และ 3 เท่ากับ 12 ในขณะที่ค่า β ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 2 เท่ากับ 15

ง) pr (proportional amount of runoff) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.3A นั้น พบว่าค่า pr ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าทั้ง 3 เหตุการณ์ เท่ากับ 0.1 ทุกเหตุการณ์

จ) if (maximum infiltration rate) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.3A นั้น พบว่า ค่า if ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 ถึง 3 เท่ากับ 80 มิลลิเมตร ส่วนในเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 2 มีค่า if ที่เหมาะสมเท่ากับ 0 มิลลิเมตร

3.1.3 สถานีวัดน้ำท่า Y.6

ผลการสอบเทียบแบบจำลอง URBS สำหรับทุกเหตุการณ์น้ำท่าที่สถานีวัดน้ำท่า Y.6 จัดอยู่ในเกณฑ์ดีเป็นที่ยอมรับได้ กล่าวคือ ค่าตัวแปรทางสถิติซึ่งประกอบด้วย 1) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r), 2) Efficiency Index (EI) และ 3) Root Mean Square Error (RMSE) มีค่าอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ยสำหรับทุกเหตุการณ์เท่ากับ 0.99, 97.85% และ 51.69 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ โดยผลการเปรียบเทียบระหว่างกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองเปรียบเทียบกับที่ได้จากการบันทึกข้อมูลสำหรับแต่ละเหตุการณ์แสดงในภาพที่ 30 (ก), 30 (ข) และ 30 (ค) ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม จากตารางที่ 20 ซึ่งแสดงสรุปผลการใช้งานแบบจำลอง URBS แสดงให้เห็นว่า พารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลอง URBS สำหรับแต่ละเหตุการณ์น้ำท่าของสถานีวัดน้ำท่า Y.6 นั้น มีค่าที่เหมือนและแตกต่างกันดังนี้

ก) พารามิเตอร์ il (ปริมาณการสูญเสียเริ่มต้น, initial loss) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.6 นั้นกำหนดให้มีค่าเป็น 0 มิลลิเมตร เหมือนกันสำหรับทุกเหตุการณ์กราฟน้ำท่า ทั้งนี้เนื่องจากการตั้งสมมุติฐานว่าสภาพดินก่อนหน้าเหตุการณ์น้ำท่าที่พิจารณานั้นอยู่ในสภาพอิ่มตัว

ด้วยน้ำ ซึ่งเป็นผลให้กราฟน้ำท่าในช่วงแรกที่ได้จากแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัด จึงยอมรับค่า i_f ที่มีค่าเท่ากับ 0 มิลลิเมตร

ข) พารามิเตอร์ α (พารามิเตอร์ของการเคลื่อนตัวของลำน้ำ, channel lag parameter) สำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 (ช่วงเวลา 2 ก.ย. - 6 ต.ค. 46), 2 (ช่วงเวลา 17 ส.ค. - 21 ต.ค. 45) และ 3 (ช่วงเวลา 31 ส.ค. - 25 ก.ย. 43) กำหนดให้ค่า α เท่ากับ 0.1 เท่ากันทุกเหตุการณ์ ซึ่งจะส่งผลให้เวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟน้ำท่าที่ประเมินได้จากแบบจำลอง ใกล้เคียงกับเวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุดที่ได้จากการตรวจวัดจริง จากผลการสอบเทียบหาค่า α ที่เหมาะสมสำหรับแต่ละเหตุการณ์ พบว่า ในกรณีเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1, 2 และ 3 นั้น มีปริมาณการไหลสูงสุดค่อนข้างมากคือเท่ากับ 2,076, 1,333 และ 1,152 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ โดยทั้งสามเหตุการณ์ได้ค่า α ที่เหมาะสมเท่ากับ 0.1 เช่นเดียวกัน ดังนั้น ค่า α จะมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปตามขนาดของกราฟน้ำท่า เช่นเดียวกับผลที่ได้จากสถานี Y.6

ค) β (พารามิเตอร์เกี่ยวกับการเคลื่อนตัวของน้ำท่าวม, catchment lag) สำหรับ สถานีวัดน้ำท่า Y.6 ได้กำหนดให้มีค่าแตกต่างกันไปในแต่ละเหตุการณ์ โดยพบว่า ค่า β ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 ถึง 3 เท่ากับ 10, 15 และ 10 ตามลำดับ

ง) pr (proportional amount of runoff) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.6 นั้น พบว่า ค่า pr ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 ถึง 3 เท่ากับ 0.8, 0.1 และ 0.1 ตามลำดับ ซึ่งจากการเปรียบเทียบระหว่างค่า pr และปริมาณการไหลสูงสุด พบว่า ค่า pr ยังคงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อ ปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟน้ำท่าเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับสถานี Y.6

จ) if (maximum infiltration rate) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.6 นั้น พบว่า ค่า if ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 ถึง 3 เท่ากับ 200, 700 และ 200 มิลลิเมตร ตามลำดับ

3.1.4 สถานีวัดน้ำท่า Y.14

ผลการสอบเทียบแบบจำลอง URBS สำหรับทุกเหตุการณ์น้ำท่าที่สถานีวัดน้ำท่า Y.14 จัดอยู่ในเกณฑ์พอใช้ กล่าวคือ ค่าตัวแปรทางสถิติซึ่งประกอบด้วย 1) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r), 2) Efficiency Index (EI) และ 3) Root Mean Square Error (RMSE) มีค่าอยู่ใน

เกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ยสำหรับทุกเหตุการณ์เท่ากับ 0.96, 82.94% และ 75.82 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ โดยผลการเปรียบเทียบระหว่างกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองเปรียบเทียบกับที่ได้จากการบันทึกข้อมูลสำหรับแต่ละเหตุการณ์แสดงในภาพที่ 31 (ก), 31 (ข), 31 (ค) และ 31 (ง) ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม จากตารางที่ 20 ซึ่งแสดงสรุปผลการใช้งานแบบจำลอง URBS แสดงให้เห็นว่า พารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลอง URBS สำหรับแต่ละเหตุการณ์น้ำท่าของสถานีวัดน้ำท่า Y.14 นั้น มีค่าที่เหมือนและแตกต่างกันดังนี้

ก) พารามิเตอร์ iL (ปริมาณการสูญเสียเริ่มต้น, initial loss) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.14 นั้นกำหนดให้มีค่าเป็น 0 มิลลิเมตร เหมือนกันสำหรับทุกเหตุการณ์กราฟน้ำท่า ทั้งนี้เนื่องจากการตั้งสมมุติฐานว่าสภาพดินก่อนหน้าเหตุการณ์น้ำท่าที่พิจารณานั้นอยู่ในสภาพอิ่มตัวด้วยน้ำ ซึ่งเป็นผลให้กราฟน้ำท่าในช่วงแรกที่ได้จากแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัดจึงยอมรับค่า iL ที่มีค่าเท่ากับ 0 มิลลิเมตร

ข) พารามิเตอร์ α (พารามิเตอร์ของการเคลื่อนตัวของลำน้ำ, channel lag parameter) สำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 (ช่วงเวลา 1 - 27 ส.ค. 44), 2 (ช่วงเวลา 27 ส.ค. - 24 ต.ค. 44), และ 4 (ช่วงเวลา 22 ต.ค. - 18 พ.ย. 45) กำหนดให้ค่า α เท่ากับ 0.05 จะเป็นผลให้เวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟน้ำท่าที่ประเมินได้จากแบบจำลองใกล้เคียงกับเวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุดที่ได้จากการตรวจวัดจริง ในขณะที่เหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 3 (ช่วงเวลา 16 ส.ค. - 22 ต.ค. 45) นั้น พบว่า ค่า α ที่เหมาะสมเท่ากับ 0.08 ซึ่งเป็นผลให้เวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุดจากแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกับเวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุดที่ตรวจวัดได้ ดังแสดงผลการเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าในภาพที่ 31(ค)

ค) β (พารามิเตอร์เกี่ยวกับการเคลื่อนตัวของน้ำท่วม, catchment lag) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.14 ได้กำหนดให้มีค่าแตกต่างกันไปในแต่ละเหตุการณ์ โดยพบว่า ค่า β ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 ถึง 4 เท่ากับ 15, 8, 12, และ 10 ตามลำดับ โดยปริมาณการไหลสูงสุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์เท่ากับ 1,579, 572, 1,201 และ 355 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ ซึ่งจากการเปรียบเทียบระหว่างค่า β และปริมาณการไหลสูงสุด พบว่า ค่า β มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟน้ำท่าเพิ่มขึ้น

ง) pr (proportional amount of runoff) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.14 นั้น พบว่า ค่า pr ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 ถึง 4 เท่ากับ 0.01, 0.01, 0.01 และ 0.12 ตามลำดับ

จ) if (maximum infiltration rate) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.14 นั้น พบว่า ค่า if ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 ถึง 4 เท่ากับ 1,200, 1,200, 1500 และ 800 มิลลิเมตร ตามลำดับ

3.1.5 สถานีวัดน้ำท่า Y.20

ผลการสอบเทียบแบบจำลอง URBS สำหรับทุกเหตุการณ์น้ำท่าที่สถานีวัดน้ำท่า Y.20 จัดอยู่ในเกณฑ์พอใช้ กล่าวคือ ค่าตัวแปรทางสถิติซึ่งประกอบด้วย 1) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r), 2) Efficiency Index (EI) และ 3) Root Mean Square Error (RMSE) มีค่าอยู่ในเกณฑ์พอใช้ โดยมีค่าเฉลี่ยสำหรับทุกเหตุการณ์เท่ากับ 0.89, 59.58% และ 84.22 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ โดยผลการเปรียบเทียบระหว่างกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองเปรียบเทียบกับที่ได้จากการบันทึกข้อมูลสำหรับแต่ละเหตุการณ์แสดงในภาพที่ 32 (ก) และ 32 (ข) ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม จากตารางที่ 20 ซึ่งแสดงสรุปผลการใช้งานแบบจำลอง URBS แสดงให้เห็นว่า พารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลอง URBS สำหรับแต่ละเหตุการณ์น้ำท่าของสถานีวัดน้ำท่า Y.20 นั้น มีค่าที่เหมือนและแตกต่างกันดังนี้

ก) พารามิเตอร์ il (ปริมาณการสูญเสียเริ่มต้น, initial loss) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.20 นั้นกำหนดให้มีค่าเป็น 0 มิลลิเมตร เหมือนกันสำหรับทุกเหตุการณ์กราฟน้ำท่า ทั้งนี้ เนื่องจากการตั้งสมมุติฐานว่าสภาพดินก่อนหน้าเหตุการณ์น้ำท่าที่พิจารณานั้นอยู่ในสภาพอิ่มตัวด้วยน้ำ ซึ่งเป็นผลให้กราฟน้ำท่าในช่วงแรกที่ได้จากแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัดจริงยอมรับค่า il ที่มีค่าเท่ากับ 0 มิลลิเมตร

ข) พารามิเตอร์ α (พารามิเตอร์ของการเคลื่อนตัวของลำน้ำ, channel lag parameter) สำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 (ช่วงเวลา 20 ส.ค.-24 ก.ย. 43) และ 2 (ช่วงเวลา 10 ส.ค. - 28 ก.ย. 45) กำหนดให้ค่า α เท่ากับ 0.2 จะเป็นผลให้เวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟน้ำท่าที่ประเมินได้จากแบบจำลองใกล้เคียงกับเวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุดที่ได้จากการตรวจวัดจริง

ค) β (พารามิเตอร์เกี่ยวกับการเคลื่อนตัวของน้ำท่วม, catchment lag) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.20 พบว่า ค่า β ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 และ 2 เท่ากับ 3 โดยปริมาณการไหลสูงสุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์เท่ากับ 557 และ 805 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ ซึ่งจากการเปรียบเทียบระหว่างค่า β และปริมาณการไหลสูงสุด พบว่า ค่า β มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟน้ำท่าเพิ่มขึ้น

ง) pr (proportional amount of runoff) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.20 นั้น พบว่า ค่า pr ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 และ 2 เท่ากับ 0.1

จ) if (maximum infiltration rate) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.20 นั้น พบว่า ค่า if ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 และ 2 เท่ากับ 300 และ 250 มิลลิเมตร ตามลำดับ

3.1.6 สถานีวัดน้ำท่า Y.24

ผลการสอบเทียบแบบจำลอง URBS สำหรับทุกเหตุการณ์น้ำท่าที่สถานีวัดน้ำท่า Y.24 จัดอยู่ในเกณฑ์พอใช้ กล่าวคือ ค่าตัวแปรทางสถิติซึ่งประกอบด้วย 1) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r), 2) Efficiency Index (EI) และ 3) Root Mean Square Error (RMSE) มีค่าอยู่ในเกณฑ์พอใช้ โดยมีค่าเฉลี่ยสำหรับทุกเหตุการณ์เท่ากับ 0.84, 40.54% และ 9.11 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ โดยผลการเปรียบเทียบระหว่างกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองเปรียบเทียบกับที่ได้จากการบันทึกข้อมูลสำหรับแต่ละเหตุการณ์แสดงในภาพที่ 33 (ก) และ 33 (ข) ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม จากตารางที่ 20 ซึ่งแสดงสรุปผลการใช้งานแบบจำลอง URBS แสดงให้เห็นว่าพารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลอง URBS สำหรับแต่ละเหตุการณ์น้ำท่าของสถานีวัดน้ำท่า Y.24 นั้นมีค่าที่เหมือนและแตกต่างกันดังนี้

ก) พารามิเตอร์ il (ปริมาณการสูญเสียเริ่มต้น, initial loss) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.24 นั้นกำหนดให้มีค่าเป็น 0 มิลลิเมตร เหมือนกันสำหรับทุกเหตุการณ์กราฟน้ำท่า ทั้งนี้เนื่องจากการตั้งสมมุติฐานว่าสภาพดินก่อนหน้าเหตุการณ์น้ำท่าที่พิจารณานั้นอยู่ในสภาพอิ่มตัวด้วยน้ำ ซึ่งเป็นผลให้กราฟน้ำท่าในช่วงแรกที่ได้จากแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัด จึงยอมรับค่า il ที่มีค่าเท่ากับ 0 มิลลิเมตร

ข) พารามิเตอร์ α (พารามิเตอร์ของการเคลื่อนตัวของลำน้ำ, channel lag parameter) สำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 (ช่วงเวลา 31 ส.ค. - 26 ต.ค. 43) และ 2 (ช่วงเวลา 14 ส.ค. - 17 ก.ย. 45) กำหนดให้ค่า α เท่ากับ 0.4 และ 1.2 ตามลำดับ จะเป็นผลให้เวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟน้ำท่าที่ประเมินได้จากแบบจำลองใกล้เคียงกับเวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุดที่ได้จากการตรวจวัดจริง

ค) β (พารามิเตอร์เกี่ยวกับการเคลื่อนตัวของน้ำท่วม, catchment lag) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.24 พบว่า ค่า β ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 และ 2 เท่ากับ 8 และ 5 ตามลำดับ โดยปริมาณการไหลสูงสุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์เท่ากับ 35 และ 81 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ ซึ่งจากการเปรียบเทียบระหว่างค่า β และปริมาณการไหลสูงสุด พบว่า ค่า β มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟน้ำท่าเพิ่มขึ้น

ง) pr (proportional amount of runoff) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.24 นั้น พบว่า ค่า pr ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 และ 2 เท่ากับ 0.01

จ) if (maximum infiltration rate) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.24 นั้น พบว่า ค่า if ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 และ 2 เท่ากับ 200 และ 220 มิลลิเมตร ตามลำดับ

3.1.7 สถานีวัดน้ำท่า Y.25

ผลการสอบเทียบแบบจำลอง URBS สำหรับทุกเหตุการณ์น้ำท่าที่สถานีวัดน้ำท่า Y.25 จัดอยู่ในเกณฑ์พอใช้ กล่าวคือ ค่าตัวแปรทางสถิติซึ่งประกอบด้วย 1) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r), 2) Efficiency Index (EI) และ 3) Root Mean Square Error (RMSE) มีค่าอยู่ในเกณฑ์พอใช้ โดยมีค่าเฉลี่ยสำหรับทุกเหตุการณ์เท่ากับ 0.85, 60.43% และ 0.77 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ โดยผลการเปรียบเทียบระหว่างกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองเปรียบเทียบกับที่ได้จากการบันทึกข้อมูลสำหรับแต่ละเหตุการณ์แสดงในภาพที่ 34 (ก) และ 34 (ข) ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม จากตารางที่ 20 ซึ่งแสดงสรุปผลการใช้งานแบบจำลอง URBS แสดงให้เห็นว่า พารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลอง URBS สำหรับแต่ละเหตุการณ์น้ำท่าของสถานีวัดน้ำท่า Y.25 นั้น มีค่าที่เหมือนและแตกต่างกันดังนี้

ก) พารามิเตอร์ il (ปริมาณการสูญเสียเริ่มต้น, initial loss) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.25 นั้นกำหนดให้มีค่าเป็น 0 มิลลิเมตร เหมือนกันสำหรับทุกเหตุการณ์กราฟน้ำท่า ทั้งนี้เนื่องจากการตั้งสมมุติฐานว่าสภาพดินก่อนหน้าเหตุการณ์น้ำท่าที่พิจารณานั้นอยู่ในสภาพอิ่มตัวด้วยน้ำ ซึ่งเป็นผลให้กราฟน้ำท่าในช่วงแรกที่ได้จากแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัด จึงยอมรับค่า il ที่มีค่าเท่ากับ 0 มิลลิเมตร

ข) พารามิเตอร์ α (พารามิเตอร์ของการเคลื่อนตัวของลำน้ำ, channel lag parameter) สำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 (ช่วงเวลา 31 ส.ค. - 26 ต.ค. 43) และ 2 (ช่วงเวลา 14 ส.ค. - 17 ก.ย. 45) กำหนดให้ค่า α เท่ากันคือ 0.2 จะเป็นผลให้เวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟน้ำท่าที่ประเมินได้จากแบบจำลองใกล้เคียงกับเวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุดที่ได้จากการตรวจวัดจริง

ค) β (พารามิเตอร์เกี่ยวกับการเคลื่อนตัวของน้ำท่วม, catchment lag) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.25 พบว่า ค่า β ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 และ 2 เท่ากับ 3 และ 2 ตามลำดับ โดยปริมาณการไหลสูงสุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์เท่ากับ 6 และ 10 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ ซึ่งจากการเปรียบเทียบระหว่างค่า β และปริมาณการไหลสูงสุด พบว่า ค่า β มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟน้ำท่าเพิ่มขึ้น

ง) pr (proportional amount of runoff) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.25 นั้น พบว่า ค่า pr ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 และ 2 เท่ากับ 0.01 และ 0.07 ตามลำดับ

จ) if (maximum infiltration rate) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.25 นั้น พบว่า ค่า if ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 และ 2 เท่ากับ 1,250 และ 1,200 มิลลิเมตร ตามลำดับ

3.1.8 สถานีวัดน้ำท่า Y.26

ผลการสอบเทียบแบบจำลอง URBS สำหรับทุกเหตุการณ์น้ำท่าที่สถานีวัดน้ำท่า Y.26 จัดอยู่ในเกณฑ์พอใช้ กล่าวคือ ค่าตัวแปรทางสถิติซึ่งประกอบด้วย 1) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r), 2) Efficiency Index (EI) และ 3) Root Mean Square Error (RMSE) มีค่าเฉลี่ยสำหรับทุกเหตุการณ์เท่ากับ 0.97, 92.70% และ 9.80 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ โดยผลการ

เปรียบเทียบระหว่างกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองเปรียบเทียบกับที่ได้จากการบันทึกข้อมูลสำหรับแต่ละเหตุการณ์แสดงในภาพที่ 35 (ก), 35 (ข), 35 (ค), 35 (ง) และ 35 (จ) ตามลำดับ โดยผลการเปรียบเทียบกราฟน้ำท่านั้น จัดอยู่ในเกณฑ์พอใช้เนื่องจากสาเหตุประการสำคัญคือ ในพื้นที่รับน้ำฝนของสถานี Y.26 นั้น ไม่มีสถานีวัดน้ำฝนตั้งอยู่ภายในลุ่มน้ำ จึงจำเป็นต้องใช้สถานีวัดน้ำฝนโดยรอบซึ่งพบว่าไม่เป็นตัวแทนฝนที่ดีสำหรับพื้นที่รับน้ำฝนของสถานี Y.26 สำหรับผลการสอบเทียบแบบจำลอง URBS ที่สถานีวัดน้ำท่า Y.26 สรุปดังในตารางที่ 20 ซึ่งแสดงสรุปผลการใช้งานแบบจำลอง URBS โดยผลการศึกษาเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลอง URBS สำหรับแต่ละเหตุการณ์น้ำท่าของสถานีวัดน้ำท่า Y.26 สรุปได้ดังนี้

ก) พารามิเตอร์ iL (ปริมาณการสูญเสียเริ่มต้น, initial loss) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.26 นั้นกำหนดให้มีค่าเป็น 0 มิลลิเมตร เหมือนกันสำหรับทุกเหตุการณ์กราฟน้ำท่า ทั้งนี้เนื่องจากการตั้งสมมุติฐานว่าสภาพดินก่อนหน้าเหตุการณ์น้ำท่าที่พิจารณานั้นอยู่ในสภาพอิ่มตัวด้วยน้ำ ซึ่งเป็นผลให้กราฟน้ำท่าในช่วงแรกที่ได้จากแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัด จึงยอมรับค่า iL ที่มีค่าเท่ากับ 0 มิลลิเมตร

ข) พารามิเตอร์ α (พารามิเตอร์ของการเคลื่อนตัวของลำน้ำ, channel lag parameter) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.26 นั้น พบว่า มีค่าที่แตกต่างกันไปในเกือบทุกเหตุการณ์ กล่าวคือ มีค่าเท่ากับ 0.85, 1.50, 1.20, 0.80 และ 0.60 สำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 ถึง 5 ตามลำดับ โดยจะเห็นได้ว่าค่า α สำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 2 และ 3 นั้น มีค่าค่อนข้างมากเมื่อเปรียบเทียบกับเหตุการณ์ที่ 1, 4 และ 5 ซึ่งเมื่อพิจารณาจากภาพที่ 35 จะเห็นได้ชัดเจนว่า ทั้งเหตุการณ์ที่ 2 และ 3 นั้น มีรูปร่างของกราฟน้ำท่าที่มีลักษณะกว้างและไม่เข้ากันได้ดีกับกราฟน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด ซึ่งจากความพยายามที่จะทำให้เวลาที่เกิดปริมาณการไหลสูงสุดเข้ากันได้ แต่เป็นผลให้รูปร่างของกราฟน้ำท่ามีความผิดปกติ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการที่ไม่มีสถานีวัดน้ำฝนตั้งอยู่ภายในลุ่มน้ำ จึงจำเป็นต้องใช้สถานีวัดน้ำฝนโดยรอบซึ่งในเหตุการณ์ทั้งสองนี้ไม่เป็นตัวแทนฝนที่ดีสำหรับพื้นที่รับน้ำฝนของสถานี Y.26

ค) β (พารามิเตอร์เกี่ยวกับการเคลื่อนตัวของน้ำท่วม, catchments lag) ค่า β ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 ถึง 5 ของสถานี Y.26 มีค่าเท่ากับ 2, 3, 4, 2 และ 4 ตามลำดับ โดยปริมาณการไหลสูงสุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์เท่ากับ 47, 112, 112, 323 และ 126 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ ซึ่งจากการเปรียบเทียบระหว่างค่า β และปริมาณการไหลสูงสุด

พบว่า ค่า β มีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟน้ำท่าเพิ่มขึ้นสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 3, 4 และ 5 แต่ไม่เกิดแนวโน้มดังกล่าวกับเหตุการณ์ที่ 1 และ 2 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการที่ไม่มีสถานีวัดน้ำฝนที่ดีสำหรับเหตุการณ์ดังกล่าว

ง) pr (proportional amount of runoff) สำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าทั้ง 5 เหตุการณ์ มีค่าแตกต่างกันไปโดยมีค่าเท่ากับ 0.12, 0.15, 0.10, 0.10 และ 0.15 ตามลำดับ โดยสรุปได้ว่า ค่าดังกล่าวไม่แตกต่างกันมากนัก

จ) if (maximum infiltration rate) ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 ถึง 5 มีค่าเท่ากับ 250, 100, 120, 55 และ 70 มิลลิเมตร ในเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 ถึง 5 ตามลำดับ ซึ่งจากการเปรียบเทียบระหว่างค่า if และปริมาณการไหลสูงสุด พบว่า ค่า if มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟน้ำท่าลดลง

3.1.9 สถานีวัดน้ำท่า Y.31

ผลการสอบเทียบแบบจำลอง URBS สำหรับทุกเหตุการณ์น้ำท่าที่สถานีวัดน้ำท่า Y.31 จัดอยู่ในเกณฑ์พอใช้ กล่าวคือ ค่าตัวแปรทางสถิติซึ่งประกอบด้วย 1) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r), 2) Efficiency Index (EI) และ 3) Root Mean Square Error (RMSE) มีค่าอยู่ในเกณฑ์พอใช้ โดยมีค่าเฉลี่ยสำหรับทุกเหตุการณ์เท่ากับ 0.89, 69.34% และ 33.52 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ โดยผลการเปรียบเทียบระหว่างกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองเปรียบเทียบกับที่ได้จากการบันทึกข้อมูลสำหรับแต่ละเหตุการณ์แสดงในภาพที่ 36 (ก) และ 36 (ข) ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม จากตารางที่ 20 ซึ่งแสดงสรุปผลการใช้งานแบบจำลอง URBS แสดงให้เห็นว่า พารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลอง URBS สำหรับแต่ละเหตุการณ์น้ำท่าของสถานีวัดน้ำท่า Y.31 นั้น มีค่าที่เหมือนและแตกต่างกันดังนี้

ก) พารามิเตอร์ il (ปริมาณการสูญเสียเริ่มต้น, initial loss) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.31 นั้นกำหนดให้มีค่าเป็น 0 มิลลิเมตร เหมือนกันสำหรับทุกเหตุการณ์กราฟน้ำท่า ทั้งนี้เนื่องจากการตั้งสมมุติฐานว่าสภาพดินก่อนหน้าเหตุการณ์น้ำท่าที่พิจารณานั้นอยู่ในสภาพอิ่มตัวด้วยน้ำ ซึ่งเป็นผลให้กราฟน้ำท่าในช่วงแรกที่ได้จากแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัด จึงยอมรับค่า il ที่มีค่าเท่ากับ 0 มิลลิเมตร

ข) พารามิเตอร์ α (พารามิเตอร์ของการเคลื่อนตัวของลำน้ำ, channel lag parameter) สำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 (ช่วงเวลา 22 มิ.ย.-21 ก.ค. 43) และ 2 (ช่วงเวลา 13 ส.ค. - 10 ต.ค. 45) กำหนดให้ค่า α เท่ากับ 0.2 เหมือนกันสำหรับทั้งสองเหตุการณ์กราฟน้ำท่า ซึ่งค่า α ดังกล่าวจะเป็นผลให้เวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟน้ำท่าที่ประเมินได้จากแบบจำลองใกล้เคียงกับเวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุดที่ได้จากการตรวจวัดจริง

ค) β (พารามิเตอร์เกี่ยวกับการเคลื่อนตัวของน้ำท่วม, catchment lag) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.31 พบว่า ค่า β ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 และ 2 เท่ากับ 3 และ 8 ตามลำดับ โดยปริมาณการไหลสูงสุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์เท่ากับ 188 และ 322 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ ซึ่งจากการเปรียบเทียบระหว่างค่า β และปริมาณการไหลสูงสุด พบว่า ค่า β มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟน้ำท่าเพิ่มขึ้น

ง) pr (proportional amount of runoff) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.31 นั้น พบว่า ค่า pr ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 และ 2 เท่ากับ 0.01

จ) il (maximum infiltration rate) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.31 นั้น พบว่า ค่า il ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 และ 2 เท่ากับ 1,200 และ 350 มิลลิเมตร ตามลำดับ

3.1.10 สถานีวัดน้ำท่า Y.33

ผลการสอบเทียบแบบจำลอง URBS สำหรับทุกเหตุการณ์น้ำท่าที่สถานีวัดน้ำท่า Y.33 จัดอยู่ในเกณฑ์ดีพอใช้ กล่าวคือ ค่าตัวแปรทางสถิติซึ่งประกอบด้วย 1) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r), 2) Efficiency Index (EI) และ 3) Root Mean Square Error (RMSE) มีค่าอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ยสำหรับทุกเหตุการณ์เท่ากับ 0.98, 83.80% และ 68.69 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ โดยผลการเปรียบเทียบระหว่างกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองเปรียบเทียบกับที่ได้จากการบันทึกข้อมูลสำหรับแต่ละเหตุการณ์แสดงในภาพที่ 37 (ก), 37 (ข), 37 (ค) และ 37 (ง) ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม จากตารางที่ 20 ซึ่งแสดงสรุปผลการใช้งานแบบจำลอง URBS แสดงให้เห็นว่า พารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลอง URBS สำหรับแต่ละเหตุการณ์น้ำท่าของสถานีวัดน้ำท่า Y.33 นั้น มีค่าที่เหมือนและแตกต่างกันดังนี้

ก) พารามิเตอร์ il (ปริมาณการสูญเสียเริ่มต้น, initial loss) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.33 นั้นกำหนดให้มีค่าเป็น 0 มิลลิเมตร เหมือนกันสำหรับทุกเหตุการณ์กราฟน้ำท่า ทั้งนี้เนื่องจากการตั้งสมมติฐานว่าสภาพดินก่อนหน้าเหตุการณ์น้ำท่าที่พิจารณานั้นอยู่ในสภาพอิ่มตัวด้วยน้ำ ซึ่งเป็นผลให้กราฟน้ำท่าในช่วงแรกที่ได้จากแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัด จึงยอมรับค่า il ที่มีค่าเท่ากับ 0 มิลลิเมตร

ข) พารามิเตอร์ α (พารามิเตอร์ของการเคลื่อนตัวของลำน้ำ, channel lag parameter) สำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 (ช่วงเวลา 26 ส.ค. - 27 ต.ค. 43) กำหนดให้ค่า α เท่ากับ 0.2 จะเป็นผลให้เวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟน้ำท่าที่ประเมินได้จากแบบจำลองใกล้เคียงกับเวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุดที่ได้จากการตรวจวัดจริง ในขณะที่เหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 2 (ช่วงเวลา 24 ส.ค. - 24 ต.ค. 43) และ 4 (ช่วงเวลา 23 ต.ค. - 18 พ.ย. 45) นั้น พบว่า ค่า α ที่เหมาะสมเท่ากับ 0.3 ซึ่งเป็นผลให้เวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุดจากแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกับเวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุดที่ตรวจวัดได้ ส่วนในเหตุการณ์น้ำท่าที่ 3 (ช่วงเวลา 17 ส.ค. - 23 ต.ค. 45) พบว่า ค่า α ที่เหมาะสมเท่ากับ 0.1 จากผลการสอบเทียบหาค่า α ที่เหมาะสมสำหรับแต่ละเหตุการณ์สำหรับลุ่มน้ำของสถานี Y.33 พบว่า ไม่สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างค่า α กับปริมาณการไหลสูงสุดของแต่ละเหตุการณ์ได้ ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากการที่สถานีด้านเหนือน้ำซึ่งเป็นข้อมูลด้านเข้าของแบบจำลอง คือ สถานี Y.3A นั้นมีระยะห่างจากสถานี Y.33 ไม่มากนัก คือ มีความยาวแม่น้ำจากสถานี Y.3A ถึง Y.33 ประมาณ 21 กิโลเมตร จึงอาจเกิดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลน้ำท่าจากเวลาที่ทั้งสองสถานีทำการวัดน้ำท่า

ค) β (พารามิเตอร์เกี่ยวกับการเคลื่อนตัวของน้ำท่วม, catchment lag) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.33 ได้กำหนดให้มีค่าเหมือนกันสำหรับทุกเหตุการณ์กราฟน้ำท่า โดยพบว่า ค่า β ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 ถึง 4 เท่ากับ 5 ซึ่งค่า β ควรมีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟน้ำท่าเพิ่มขึ้น แต่ในกรณีสถานี Y.33 ค่า β ไม่แตกต่างกัน อาจมีสาเหตุมาจากขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำของสถานี Y.33 มีขนาดเล็กคือ 139 ตารางกิโลเมตร

ง) pr (proportional amount of runoff) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.33 นั้น พบว่าค่า pr ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 ถึง 4 เท่ากับ 0.1 ทุกเหตุการณ์

จ) if (maximum infiltration rate) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.33 นั้น พบว่า ค่า if ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 ถึง 2 เท่ากับ 600 มิลลิเมตร ส่วนในเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 3 ถึง 4 มีค่า if ที่เหมาะสมเท่ากับ 1,200

3.1.11 สถานีวัดน้ำท่า Y.36

ผลการสอบเทียบแบบจำลอง URBS สำหรับทุกเหตุการณ์น้ำท่าที่สถานีวัดน้ำท่า Y.36 จัดอยู่ในเกณฑ์ดีเป็นที่ยอมรับได้ กล่าวคือ ค่าตัวแปรทางสถิติซึ่งประกอบด้วย 1) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r), 2) Efficiency Index (EI) และ 3) Root Mean Square Error (RMSE) มีค่าอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ยสำหรับทุกเหตุการณ์เท่ากับ 0.90, 65% และ 15.02 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ โดยผลการเปรียบเทียบระหว่างกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองเปรียบเทียบกับที่ได้จากการบันทึกข้อมูลสำหรับแต่ละเหตุการณ์แสดงในภาพที่ 38 (ก), 38 (ข), 38 (ค) และ 38 (ง) ตามลำดับ และผลการสอบเทียบแบบจำลอง URBS ที่สถานีวัดน้ำท่า Y.36 สรุปดังในตารางที่ 20 จากตารางดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า พารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลอง URBS สำหรับแต่ละเหตุการณ์น้ำท่าของสถานีวัดน้ำท่า Y.36 นั้น มีค่าที่เหมือนและแตกต่างกันดังนี้

ก) พารามิเตอร์ il (ปริมาณการสูญเสียเริ่มต้น, initial loss) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.36 ได้กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 0 มิลลิเมตร สำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 (ช่วงเวลา 5 – 26 ก.ย. 2541) และ 4 (ช่วงเวลา 15 – 23 ก.ย. 2545) เนื่องจากการตั้งสมมติฐานว่าสภาพดินก่อนหน้าเหตุการณ์น้ำท่าที่พิจารณาอยู่ในสภาพอิ่มตัวด้วยน้ำ ซึ่งเป็นผลให้กราฟน้ำท่าในช่วงแรกที่ได้จากแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัดจึงยอมรับค่า il ที่มีค่าเท่ากับ 0 มิลลิเมตร อย่างไรก็ตาม สำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 2 (ช่วงเวลา 7 – 18 ก.ค. 2543) และ 3 (ช่วงเวลา 19 – 28 ก.ค. 2544) นั้น พบว่า เมื่อใช้ค่า il เท่ากับ 0 มิลลิเมตร จะทำให้กราฟน้ำท่าในช่วงแรกที่ได้จากแบบจำลองมีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากการตรวจวัด ดังนั้น จึงต้องเพิ่มให้ il สำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 20 และ 30 มิลลิเมตร ตามลำดับ จึงจะทำให้กราฟน้ำท่าในช่วงแรกจากแบบจำลองใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการตรวจวัด ซึ่งทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากสภาพดินในช่วงเดือนกรกฎาคมอยู่ในสภาพไม่อิ่มตัวเมื่อเปรียบเทียบกับสภาพของดินในช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคมที่มีความอิ่มตัวด้วยน้ำมากกว่า

ข) พารามิเตอร์ α (พารามิเตอร์ของการเคลื่อนตัวของลำน้ำ, channel lag parameter) ถูกกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 0.2 และ 0.8 ในเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 และ 2 ตามลำดับ และกำหนดให้ α มีค่าเท่ากับ 0.1 สำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 3 และ 4 ซึ่งค่า α ดังกล่าวทำให้เวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุดที่ได้จากแบบจำลองใกล้เคียงกับเวลาการเกิดการไหลสูงสุดที่ได้จากการตรวจวัด ซึ่งสังเกตได้ว่าค่า α ที่ใช้ในเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1, 3 และ 4 มีค่าใกล้เคียงกัน ในขณะที่ค่า α สำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 2 มีค่าสูงถึง 0.8 ซึ่งจากการสอบเทียบค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 2 นั้น พบปัญหาว่าในกรณีที่กำหนดค่าให้ α เท่ากับ 0.10 จะเป็นผลให้ปริมาณการไหลสูงสุดมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมาก ดังนั้น จึงอาจเกิดความไม่สอดคล้องกันระหว่างปริมาณน้ำฝนกับกราฟน้ำท่าที่วัดได้ หรือข้อมูลฝนที่ใช้เป็นตัวแทนสำหรับพื้นที่รับน้ำฝนของสถานี Y.36 อาจจะเป็นไม่เป็นตัวแทนที่ดีพอสำหรับเหตุการณ์ดังกล่าว

ค) β (พารามิเตอร์เกี่ยวกับการเคลื่อนตัวของน้ำท่วม, catchment lag) ค่า β ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์ทั้งสี่เหตุการณ์ที่สถานี Y.36 ที่เหมาะสมนั้นมีค่าแตกต่างกันไป โดยพบว่า ค่า β ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 ถึง 4 เท่ากับ 5, 1, 6 และ 5 ตามลำดับ โดยปริมาณการไหลสูงสุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์เท่ากับ 99, 200, 97 และ 111 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ ซึ่งจากการเปรียบเทียบระหว่างค่า β และปริมาณการไหลสูงสุด พบว่า ค่า β มีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟน้ำท่าเพิ่มขึ้น

ง) pr (proportional amount of runoff) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.36 นั้น พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.15 ในทุกเหตุการณ์กราฟน้ำท่า โดยมีข้อสังเกตประการหนึ่งคือ ปริมาณการไหลสูงสุดของทั้งสี่เหตุการณ์อยู่ในช่วง 70 ถึง 200 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ซึ่งมีความแตกต่างกันไม่มากนัก เมื่อเปรียบเทียบกับความแตกต่างของปริมาณการไหลสูงสุดสำหรับเหตุการณ์ของกราฟน้ำท่าที่วิเคราะห์สำหรับสถานี Y.36 ซึ่งในสถานีดังกล่าว พบว่า ค่า pr ที่เหมาะสมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟน้ำท่าเพิ่มขึ้น

จ) if (maximum infiltration rate) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.36 นั้น พบว่า ค่า if ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 ถึง 4 เท่ากับ 350, 50, 450 และ 58 มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งจากการเปรียบเทียบระหว่างค่า if และปริมาณการไหลสูงสุด พบว่า ค่า if มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟน้ำท่าลดลง

3.1.12 สถานีวัดน้ำท่า Y.37

ผลการสอบเทียบแบบจำลอง URBS สำหรับทุกเหตุการณ์น้ำท่าที่สถานีวัดน้ำท่า Y.37 จัดอยู่ในเกณฑ์ดีเป็นที่ยอมรับได้ กล่าวคือ ค่าตัวแปรทางสถิติซึ่งประกอบด้วย 1) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r), 2) Efficiency Index (EI) และ 3) Root Mean Square Error (RMSE) มีค่าอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ยสำหรับทุกเหตุการณ์เท่ากับ 0.97, 90.09% และ 109.01 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ โดยผลการเปรียบเทียบระหว่างกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองเปรียบเทียบกับที่ได้จากการบันทึกข้อมูลสำหรับแต่ละเหตุการณ์แสดงในภาพที่ 39 (ก) และ 39 (ข) ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม จากตารางที่ 20 ซึ่งแสดงผลการใช้งานแบบจำลอง URBS แสดงให้เห็นว่า พารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลอง URBS สำหรับแต่ละเหตุการณ์น้ำท่าของสถานีวัดน้ำท่า Y.37 นั้น มีค่าที่เหมือนและแตกต่างกันดังนี้

ก) พารามิเตอร์ i_l (ปริมาณการสูญเสียเริ่มต้น, initial loss) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.37 นั้นกำหนดให้มีค่าเป็น 0 มิลลิเมตร เหมือนกันสำหรับทุกเหตุการณ์กราฟน้ำท่า ทั้งนี้เนื่องจากการตั้งสมมุติฐานว่าสภาพดินก่อนหน้าเหตุการณ์น้ำท่าที่พิจารณานั้นอยู่ในสภาพอิ่มตัวด้วยน้ำ ซึ่งเป็นผลให้กราฟน้ำท่าในช่วงแรกที่ได้จากแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัดจึงยอมรับค่า i_l ที่มีค่าเท่ากับ 0 มิลลิเมตร

ข) พารามิเตอร์ α (พารามิเตอร์ของการเคลื่อนตัวของลำน้ำ, channel lag parameter) สำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 และ 2 (ช่วงเวลา 30 ก.ค. -27 ส.ค. 44 และ 23 ส.ค. - 18 ต.ค. 43) กำหนดให้ค่า α เท่ากับ 0.3 เหมือนกันทั้งสองเหตุการณ์ ซึ่งจะส่งผลให้เวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟน้ำท่าที่ประเมินได้จากแบบจำลองใกล้เคียงกับเวลาการเกิดปริมาณการไหลสูงสุดที่ได้จากการตรวจวัดจริงที่สุด

ค) β (พารามิเตอร์เกี่ยวกับการเคลื่อนตัวของน้ำท่วม, catchment lag) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.37 ได้กำหนดให้มีค่าเหมือนกันทั้งสองเหตุการณ์ คือ 12 จากภาพที่ 39 จะเห็นว่ากราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองเปรียบเทียบกับกราฟน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดจริง โดยปริมาณน้ำท่าสูงสุดที่ได้จากแบบจำลองจะต่ำกว่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดจริง ซึ่งควรปรับค่า β ให้ต่ำลง แต่เมื่อทำการปรับค่าแล้ว กราฟน้ำท่าที่ได้จะเสีรูปร่างไปมาก ต้องปรับค่าพารามิเตอร์ตัวอื่นเพื่อให้กราฟน้ำท่าที่คำนวณได้จากแบบจำลองมีลักษณะใกล้เคียงกับกราฟน้ำท่าที่ได้จาก

การตรวจวัดจริง แต่ชุดพารามิเตอร์ที่มีค่า β เท่ากับ 12 เป็นชุดที่ทำให้ลักษณะของกราฟน้ำท่าที่คำนวณได้จากแบบจำลองมีลักษณะใกล้เคียงกับกราฟน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดจริงที่สุด

ง) pr (proportional amount of runoff) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.37 นั้น พบว่าค่า pr ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 และ 2 เท่ากับ 0.01 เหมือนกันทั้งสองเหตุการณ์

จ) if (maximum infiltration rate) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.37 นั้น พบว่า ค่า if ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 ถึง 2 เท่ากับ 200

3.1.13 สถานีวัดน้ำท่า Y.38

ผลการสอบเทียบแบบจำลอง URBS สำหรับทุกเหตุการณ์น้ำท่าที่สถานีวัดน้ำท่า Y.38 จัดอยู่ในเกณฑ์ดีเป็นที่ยอมรับได้ กล่าวคือ ค่าตัวแปรทางสถิติซึ่งประกอบด้วย 1) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r), 2) Efficiency Index (EI) และ 3) Root Mean Square Error (RMSE) มีค่าอยู่ในเกณฑ์ดี โดยมีค่าเฉลี่ยสำหรับทุกเหตุการณ์เท่ากับ 0.98, 91.54% และ 6.04 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ โดยผลการเปรียบเทียบระหว่างกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองเปรียบเทียบกับที่ได้จากการบันทึกข้อมูลสำหรับแต่ละเหตุการณ์แสดงในภาพที่ 40 (ก), 40 (ข), 40 (ค) และ 40 (ง) ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม จากตารางที่ 20 ซึ่งแสดงสรุปผลการใช้งานแบบจำลอง URBS แสดงให้เห็นว่า พารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลอง URBS สำหรับแต่ละเหตุการณ์น้ำท่าของสถานีวัดน้ำท่า Y.38 นั้น มีค่าที่เหมือนและแตกต่างกันดังนี้

ก) พารามิเตอร์ il (ปริมาณการสูญเสียเริ่มต้น, initial loss) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.38 นั้นกำหนดให้มีค่าเป็น 0 มิลลิเมตร เหมือนกันสำหรับทุกเหตุการณ์กราฟน้ำท่า ทั้งนี้เนื่องจากการตั้งสมมุติฐานว่าสภาพดินก่อนหน้าเหตุการณ์น้ำท่าที่พิจารณานั้นอยู่ในสภาพอิ่มตัวด้วยน้ำ ซึ่งเป็นผลให้กราฟน้ำท่าในช่วงแรกที่ได้จากแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัดจึงยอมรับค่า il ที่มีค่าเท่ากับ 0 มิลลิเมตร

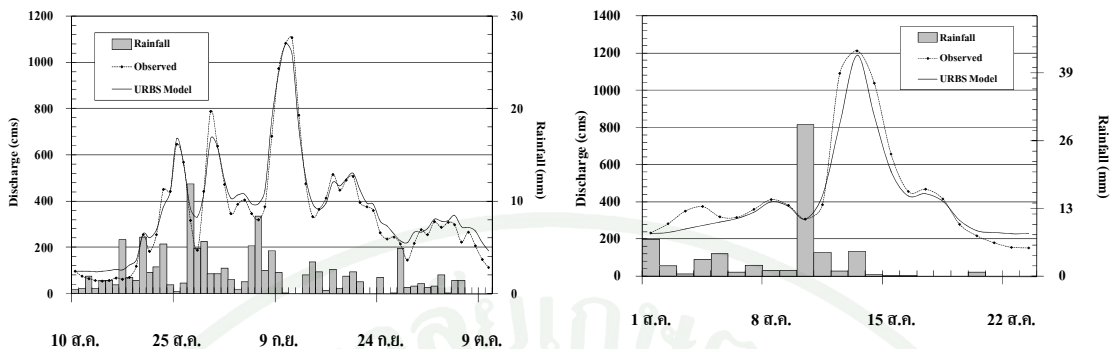
ข) พารามิเตอร์ α (พารามิเตอร์ของการเคลื่อนตัวของลำน้ำ, channel lag parameter) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.38 นั้น พบว่า มีค่าที่แตกต่างกันไปในเกือบทุกเหตุการณ์ กล่าวคือ มีค่าเท่ากับ 0.70, 0.28, 0.50 และ 0.25 สำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 ถึง 4 ตามลำดับ

อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่าทั้ง 4 เหตุการณ์มีค่า α ที่ใกล้เคียงกัน นั้นหมายความว่า การตอบสนองของกลุ่มน้ำต่อช่วงเวลาการเกิดน้ำท่วมสูงสุดในแต่ละครั้งใกล้เคียงกัน

ค) β (พารามิเตอร์เกี่ยวกับการเคลื่อนตัวของน้ำท่วม, catchment lag) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.38 ได้กำหนดให้มีค่าเหมือนกันในเหตุการณ์ที่ 1 และ 2 ส่วนเหตุการณ์ที่ 3 และ 4 จะมีค่าแตกต่างกันไปในแต่ละเหตุการณ์ โดยพบว่า ค่า β ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 ถึง 4 เท่ากับ 8, 8, 5 และ 4 ตามลำดับ โดยปริมาณการไหลสูงสุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์เท่ากับ 10, 67, 18, 287 และ 91 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ ซึ่งจากการเปรียบเทียบระหว่างค่า β และปริมาณการไหลสูงสุด พบว่า ค่า β มีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟน้ำท่าเพิ่มขึ้น

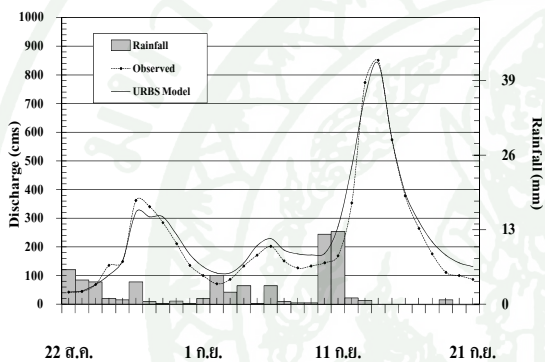
ง) pr (proportional amount of runoff) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.38 นั้น พบว่าค่า pr ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 ถึง 4 เท่ากับ 0.05, 0.01, 0.1 และ 0.05 ตามลำดับ ซึ่งจากการเปรียบเทียบระหว่างค่า pr และปริมาณการไหลสูงสุด พบว่า ค่า pr มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟน้ำท่าเพิ่มขึ้น

จ) if (maximum infiltration rate) สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.38 นั้น พบว่า ค่า if ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ 1 ถึง 4 เท่ากับ 900, 125, 590 และ 85 มิลลิเมตรตามลำดับ ซึ่งจากการเปรียบเทียบระหว่างค่า if และปริมาณการไหลสูงสุด พบว่า ค่า if มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณการไหลสูงสุดของกราฟน้ำท่าลดลง



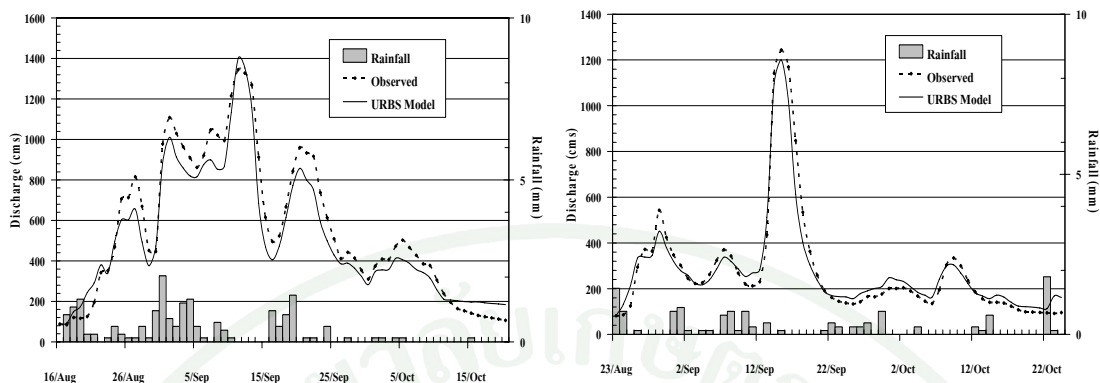
ก) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 1 ช่วง 10 ส.ค. - 13 ต.ค. 45

ข) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 2 ช่วง 1 ส.ค. - 24 ส.ค. 44



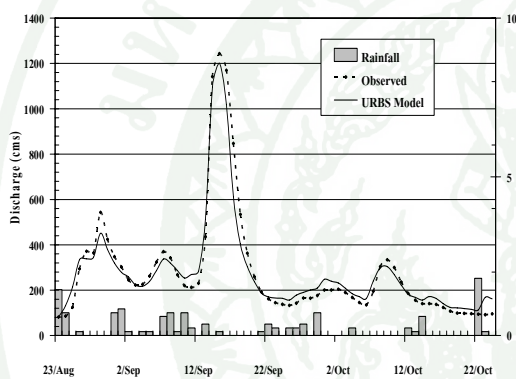
ค) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 3 ช่วง 22 ส.ค. - 22 ก.ย. 43

ภาพที่ 28 การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง URBS กับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจริงสำหรับ สถานี Y.1C กรณีที่ใช้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์



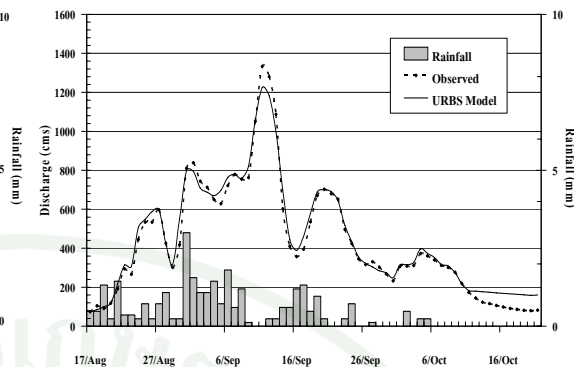
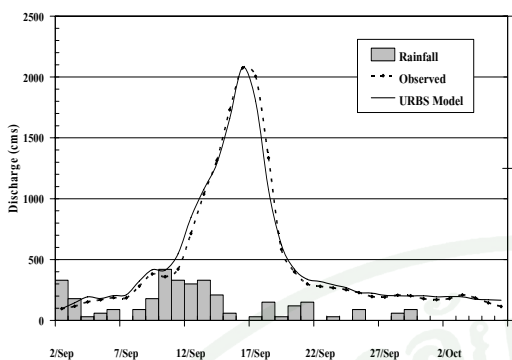
ก) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 1 ช่วง 16 ส.ค.-20 ต.ค. 45

ข) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 2 ช่วง 23 ส.ค. – 24 ต.ค. 43



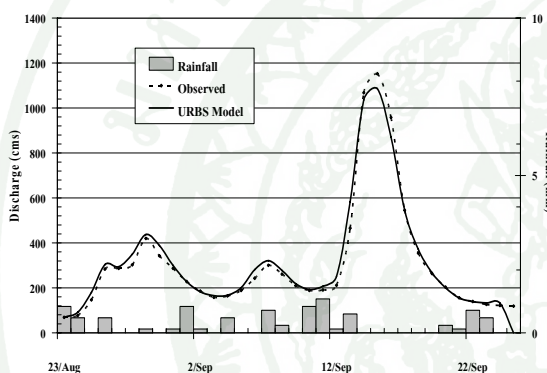
ค) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 3 ช่วง 26 ส.ค. -26 ต.ค. 42

ภาพที่ 29 การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง URBS กับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดที่สถานี Y.3A กรณีที่ใช้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์



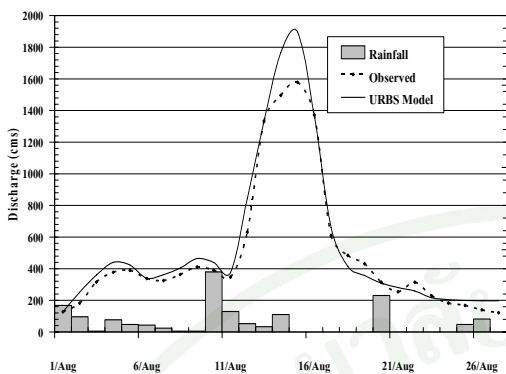
ก) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 1 ช่วง 2 ก.ย. - 6 ต.ค. 46

ข) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 2 ช่วง 17 ส.ค. - 21 ต.ค. 45

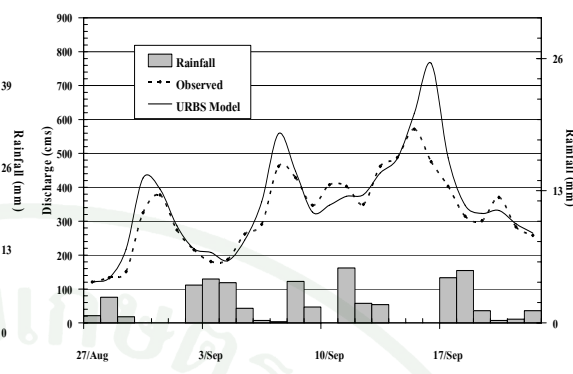


ค) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 3 ช่วง 31 ส.ค. - 25 ก.ย. 43

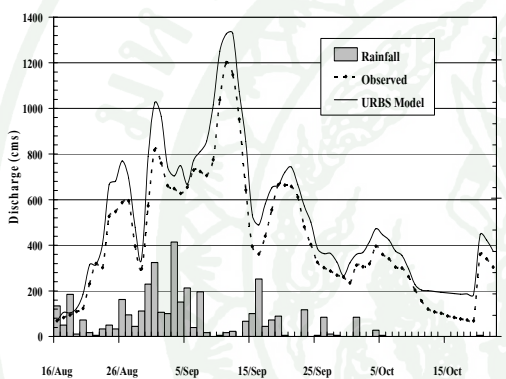
ภาพที่ 30 การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง URBS กับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจริงสำหรับ สถานี Y.6 กรณีที่ใช้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์



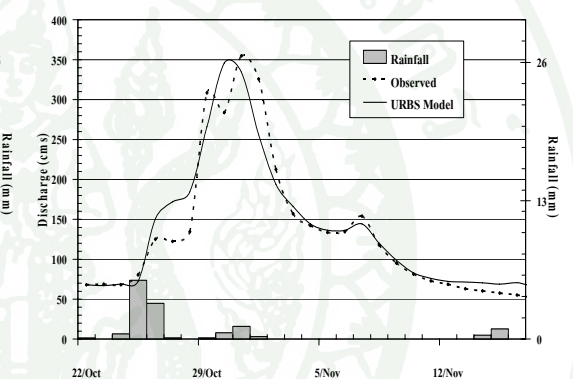
ก) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 1 ช่วง 1 - 27 ส.ค. 44



ข) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 2 ช่วง 27 ส.ค.-24 ต.ค. 44

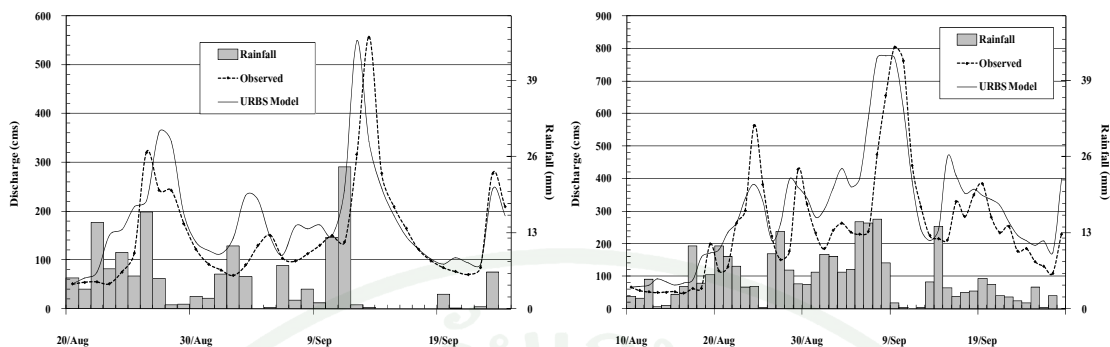


ค) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 3 ช่วง 16 ส.ค. - 22 ต.ค. 45



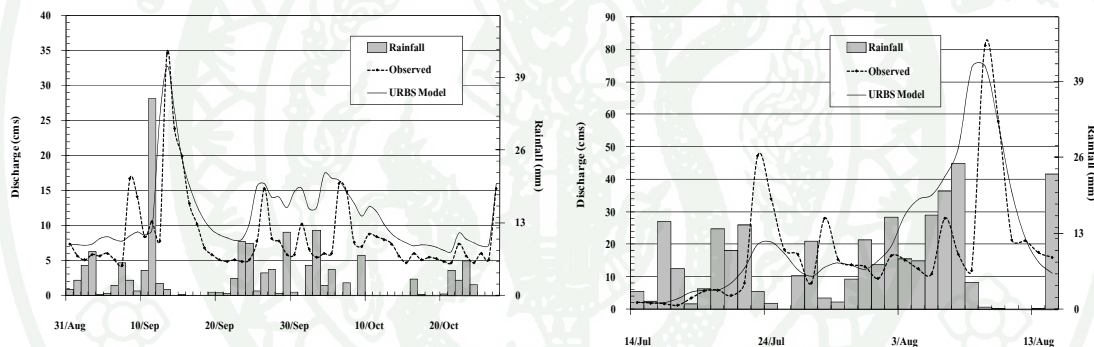
ง) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 4 ช่วง 22 ต.ค. - 18 พ.ย. 45

ภาพที่ 31 การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง URBS กับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดที่สถานี Y.14 กรณีที่ใช้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์



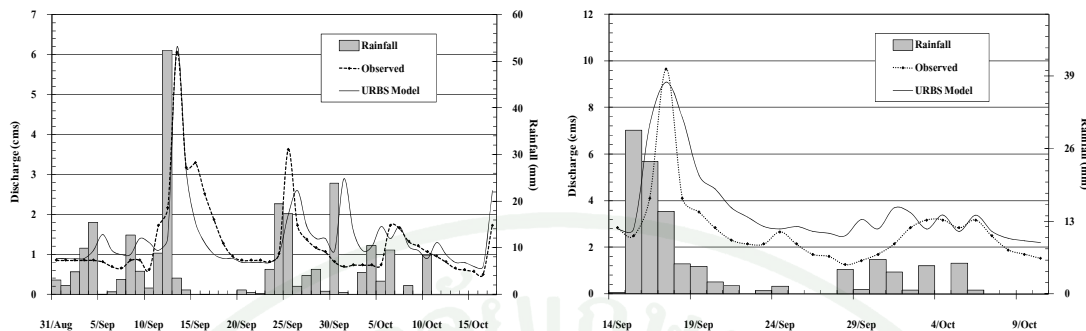
ก) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 1 ช่วง 20 ส.ค.-24 ก.ย. 43 ข) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 2 ช่วง 10 ส.ค.- 28 ก.ย. 45

ภาพที่ 32 การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง URBS กับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจริงสำหรับสถานี Y.20 กรณีที่ใช้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์



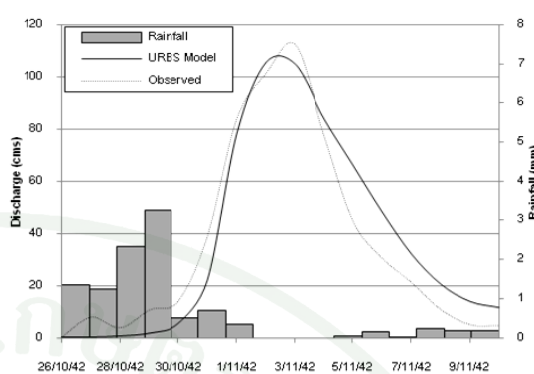
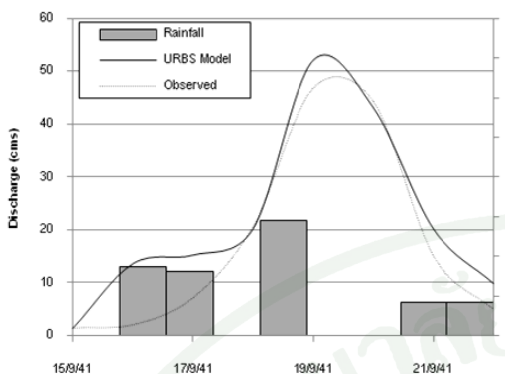
ก) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 1 ช่วง 31 ส.ค. -26 ต.ค. 43 ข) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 2 ช่วง 14 ส.ค. -17 ก.ย. 45

ภาพที่ 33 การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง URBS กับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจริงสำหรับสถานี Y.24 กรณีที่ใช้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์



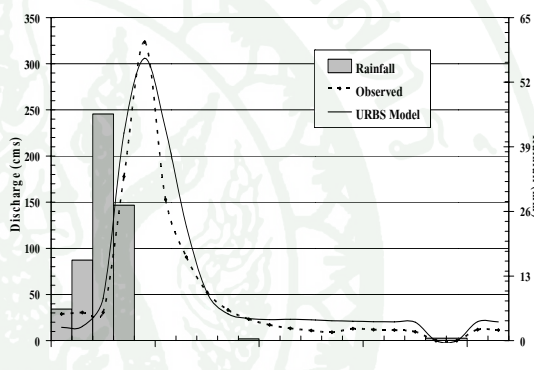
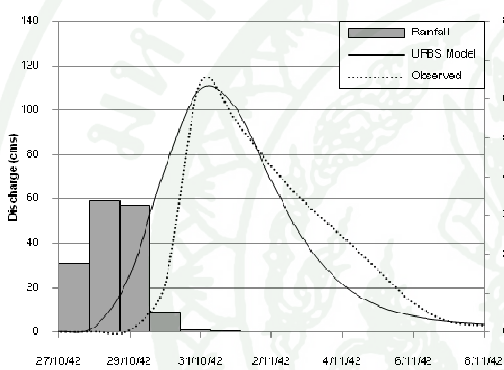
ก) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 1 ช่วง 31 ส.ค. -26 ต.ค. 43 ข) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 2 ช่วง 14 ส.ค. -17 ก.ย. 45

ภาพที่ 34 การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง URBS กับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจริงสำหรับ สถานี Y.25 กรณีที่ใช้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์



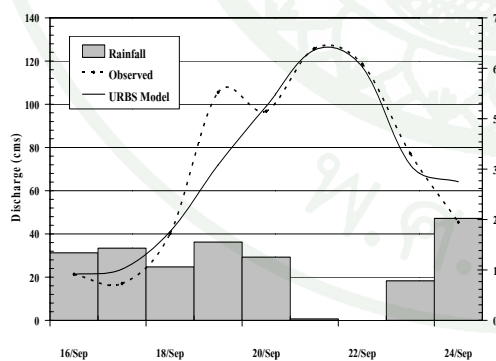
ก) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 1 ช่วง 15-22 ก.ย.41

ข) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 2 ช่วง 26 ต.ค.-10 พ.ย. 42



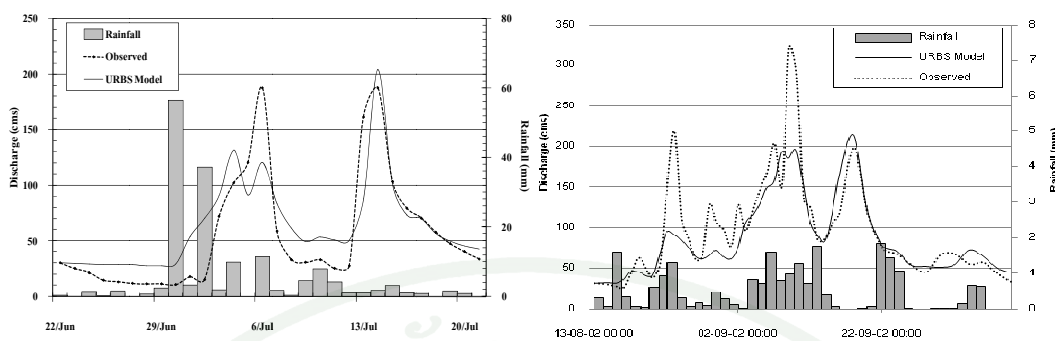
ค) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 3 ช่วง 1-14 มิ.ย. 43

ง) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 4 ช่วง 27 ต.ค.-10 พ.ย. 44



จ) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 5 ช่วง 16-24 ก.ย.45

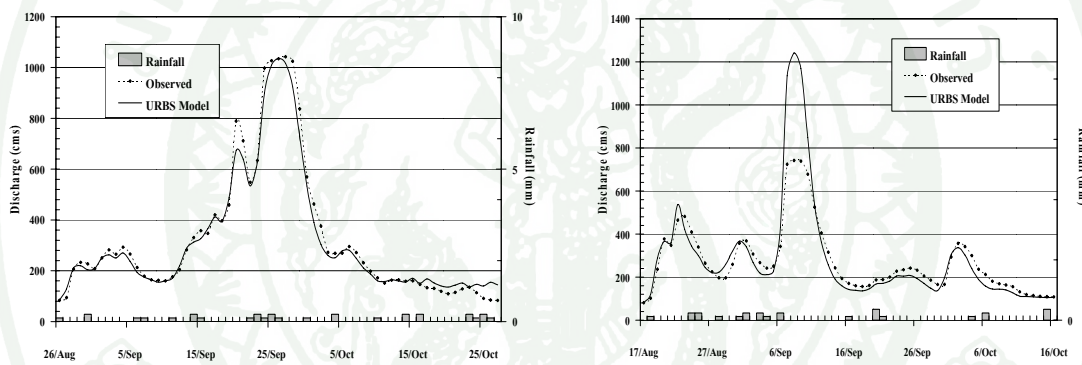
ภาพที่ 35 การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง URBS กับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด ที่สถานี Y.26 กรณีที่ใช้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์



ก) กราฟน้ำทำสำหรับเหตุการณ์ที่ 1 ช่วง 22 มิ.ย.-21 ก.ค. 43

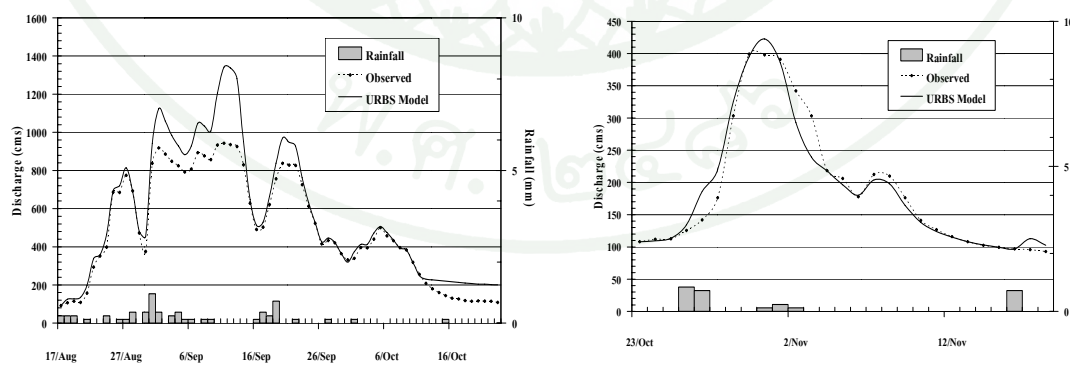
ข) กราฟน้ำทำสำหรับเหตุการณ์ที่ 2 ช่วง 13 ส.ค. -10 ต.ค. 45

ภาพที่ 36 การเปรียบเทียบกราฟน้ำทำที่ได้จากแบบจำลอง URBS กับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจริงสำหรับ สถานี Y.31 กรณีที่ใช้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์



ก) กราฟน้ำทำสำหรับเหตุการณ์ที่ 1 ช่วง 26 ส.ค. - 27 ต.ค. 43

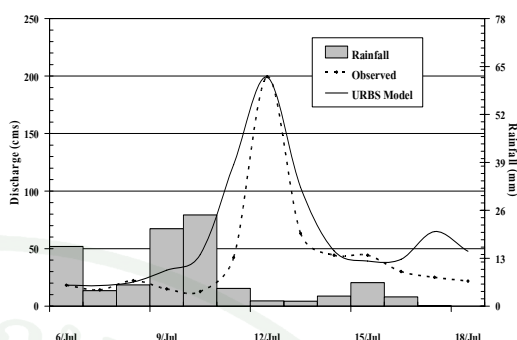
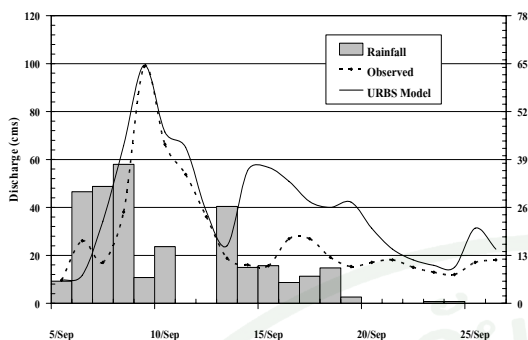
ข) กราฟน้ำทำสำหรับเหตุการณ์ที่ 2 ช่วง 24 ส.ค. - 24 ต.ค. 43



ก) กราฟน้ำทำสำหรับเหตุการณ์ที่ 3 ช่วง 17 ส.ค. - 23 ต.ค. 45

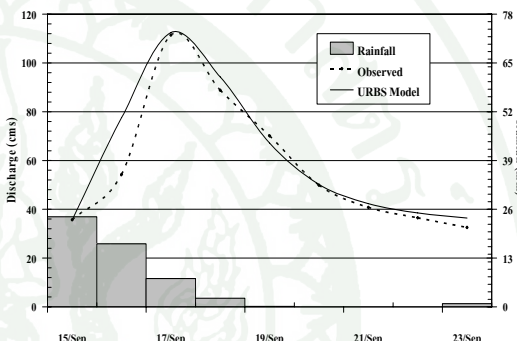
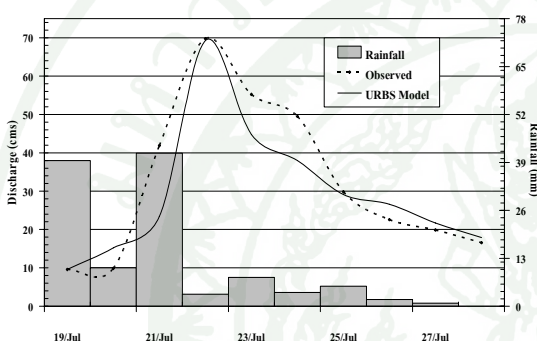
ข) กราฟน้ำทำสำหรับเหตุการณ์ที่ 3 ช่วง 23 ต.ค. - 18 พ.ย. 45

ภาพที่ 37 การเปรียบเทียบกราฟน้ำทำที่ได้จากแบบจำลอง URBS กับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดที่สถานี Y.33 กรณีที่ใช้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์



ก) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 1 ช่วง 5-26 ก.ย.41

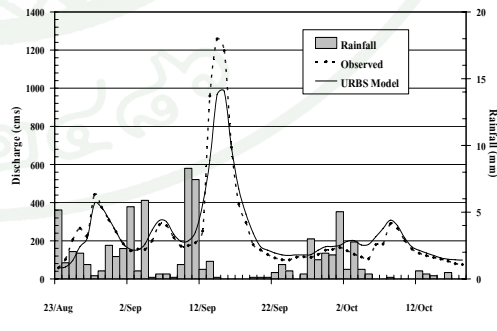
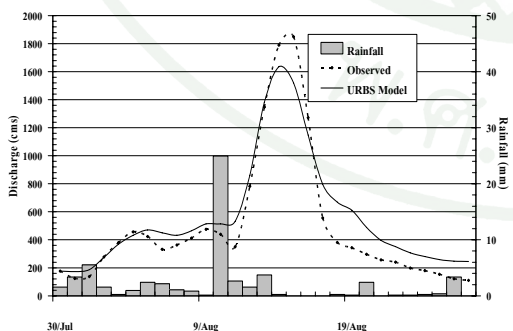
ข) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 2 ช่วง 7-18 ก.ค.43



ค) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 3 ช่วง 19-28 ก.ค. 44

ง) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 4 ช่วง 15-23 ก.ย.45

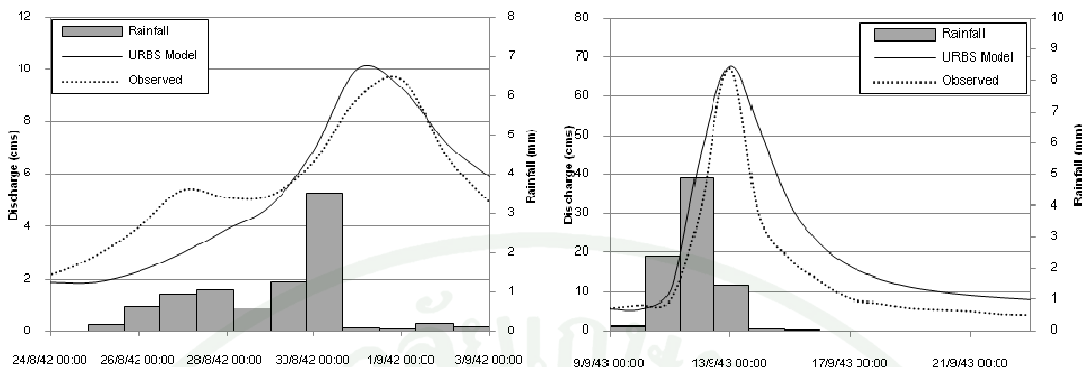
ภาพที่ 38 การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง URBS กับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดที่ สำหรับสถานี Y.36 กรณีที่ใช้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์



ก) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 1 ช่วง 30 ก.ค. - 27 ส.ค. 44

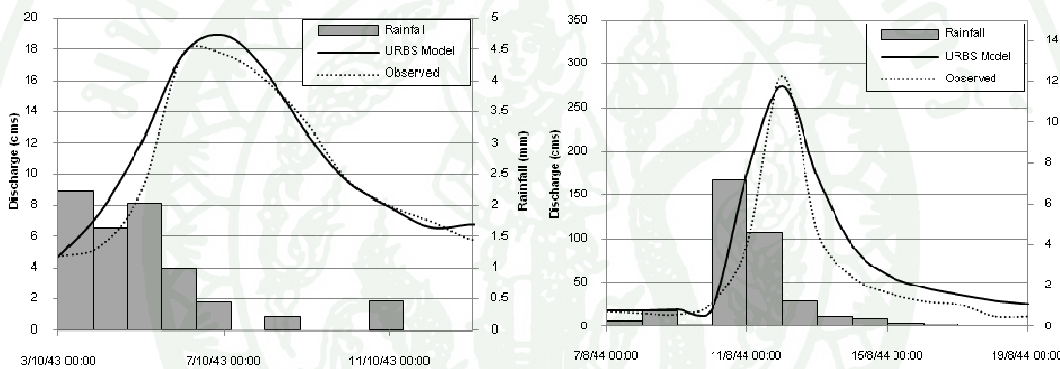
ข) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 2 ช่วง 23 ส.ค.-18 ต.ค.43

ภาพที่ 39 การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง URBS กับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจริงสำหรับ สถานี Y.37 กรณีที่ใช้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์



ก) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 1 ช่วง 23 ส.ค. - 3 ก.ย. 42

ข) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 2 ช่วง 9-25 ก.ย. 43



ค) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 3 ช่วง 3-14 ต.ค. 43

ง) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 4 ช่วง 7-19 ส.ค. 44

ภาพที่ 40 การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง URBS กับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจริงสำหรับ สถานี Y.38 กรณีที่ใช้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์

3.2 ผลการคัดเลือกพารามิเตอร์ของแบบจำลอง URBS ที่ใช้เป็นตัวแทนสำหรับทุกเหตุการณ์กราฟน้ำท่าสำหรับแต่ละสถานีวัดน้ำท่าที่พิจารณา ในลุ่มน้ำยม

จากผลการสอบเทียบแบบจำลอง URBS สำหรับแต่ละเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่สถานีวัดน้ำท่าที่พิจารณาในลุ่มน้ำยม ดังที่ได้แสดงไว้ในหัวข้อก่อนหน้านี้นี้จะเห็นว่า พารามิเตอร์ของแบบจำลอง URBS สำหรับแต่ละเหตุการณ์กราฟน้ำท่าในแต่ละสถานีวัดน้ำท่าที่พิจารณาทั้ง 13 สถานี มีค่าแตกต่างกันไปทั้งในแต่ละเหตุการณ์และในแต่ละสถานีวัดน้ำท่า ทั้งนี้เพื่อให้ผลการประเมินกราฟน้ำท่าของแต่ละเหตุการณ์ในแต่ละสถานีให้ผลที่ดีที่สุด (best fit) อย่างไรก็ตาม

แนวทางโดยทั่วไปในการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองนั้นสมควรหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมือนกันที่สามารถใช้เป็นตัวแทนสำหรับทุกเหตุการณ์กราฟน้ำท่าสำหรับแต่ละสถานีวัดน้ำท่าที่พิจารณา ดังนั้น ในหัวข้อนี้จึงได้คัดเลือกพารามิเตอร์ของแบบจำลอง URBS ที่เหมาะสมที่สุดที่สามารถใช้เป็นตัวแทนสำหรับทุกเหตุการณ์สำหรับแต่ละสถานีวัดน้ำท่าที่พิจารณา ซึ่งผลจากการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง เพื่อหาพารามิเตอร์ที่เป็นกลางของทั้ง 13 สถานีนั้น พบว่ามีสถานีวัดน้ำท่าจำนวน 7 สถานีคือ สถานี Y.1C, Y.3A, Y.6, Y.14, Y.20, Y.33 และ Y.37 ที่สามารถหาพารามิเตอร์ชุดที่เป็นกลางทั้ง 5 พารามิเตอร์ (α , β , il , pr และ if) ได้เท่ากัน ดังแสดงในตารางที่ 21 ในขณะที่สถานีโทรมาตรที่เหลืออีก 6 สถานีคือ Y.24, Y.25, Y.26, Y.31, Y.36 และ Y.38 นั้น สามารถประเมินชุดพารามิเตอร์ที่เป็นกลางได้ 4 พารามิเตอร์ คือ α , β , il และ pr โดยจะต้องมีการปรับเปลี่ยนค่า if เพื่อให้เหมาะสมกับอัตราการสูญเสียที่เกิดขึ้นในดิน ซึ่งจะสัมพันธ์กับความชื้นในดินสำหรับแต่ละเหตุการณ์น้ำท่าและน้ำท่าวม ซึ่งผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 22 สำหรับผลจากการประยุกต์ใช้พารามิเตอร์ชุดที่เป็นกลางของสถานีน้ำท่าทั้ง 13 สถานี ดังที่กล่าวไว้ข้างต้น แสดงดังในภาพที่ 41 ถึง ภาพที่ 53 ตามลำดับ จากตารางและรูปดังกล่าวสามารถนำมาสรุปผลการสอบเทียบแบบจำลองกรณีที่ใช้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์กราฟน้ำท่าของแต่ละสถานีวัดน้ำท่าได้ดังต่อไปนี้

3.2.1 กรณีที่ 1 การใช้ชุดพารามิเตอร์กลางจำนวน 5 พารามิเตอร์ สำหรับทุกเหตุการณ์น้ำท่าที่สถานีวัดน้ำท่าจำนวน 7 สถานี

ก) สถานีวัดน้ำท่า Y.1C ผลจากการใช้ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง URBS ที่เหมือนกันทั้ง 5 พารามิเตอร์ สำหรับทุกเหตุการณ์กราฟน้ำท่าทั้ง 3 เหตุการณ์ ที่สถานีวัดน้ำท่า Y.1C นั้น พบว่า ผลการเปรียบเทียบระหว่างกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองและที่ได้จากการตรวจวัดในกรณีนี้มีความเข้ากันได้ไม่แตกต่างกันมากนักเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีแรกที่พารามิเตอร์ของแต่ละเหตุการณ์กราฟน้ำท่าสามารถเปลี่ยนแปลงได้ ดังแสดงในตารางที่ 21 โดยเมื่อพิจารณาค่าทางสถิติของการเข้ากันได้ของกราฟน้ำท่าของทั้งสองกรณีสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าทั้ง 3 เหตุการณ์ พบว่า ค่าทางสถิติ r , EI และ $RMSE$ สำหรับกรณีแรกที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์สำหรับแต่ละเหตุการณ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.99, 95.88% และ 46.14 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ ในขณะที่ค่าดังกล่าวสำหรับในกรณีที่ 2 ที่ให้พารามิเตอร์สำหรับแต่ละเหตุการณ์มีค่าเหมือนกันนั้น มีค่าเท่ากับ 0.98, 94.23% และ 57.61 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ โดยเมื่อเปรียบเทียบทั้งสองกรณีแล้วพบว่า การเข้ากันได้ของกราฟน้ำท่าของกรณีหลังต่ำกว่ากรณีแรก กล่าวคือ ความแตกต่าง

ระหว่างค่าทางสถิติของทั้งสองกรณีเปรียบเทียบกับค่าทางสถิติสำหรับกรณีแรกมีค่าเท่ากับ 0.68%, 1.70%, และ 22.28% ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าความแตกต่างของ r , EI มีค่าไม่มากนักและอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แต่เมื่อพิจารณาค่าความแตกต่างของ $RMSE$ กลับมีค่าค่อนข้างมาก ดังนั้น การนำค่าพารามิเตอร์กลางไปใช้สำหรับในการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าสำหรับกรณีของสถานี $Y.1C$ จึงควรที่จะมีความระมัดระวัง เนื่องจากค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองมีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละเหตุการณ์น้ำท่า

ข) สถานีวัดน้ำท่า $Y.3A$ ผลจากการใช้ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง $URBS$ ที่เหมือนกันทั้ง 5 พารามิเตอร์ สำหรับทุกเหตุการณ์กราฟน้ำท่าทั้ง 3 เหตุการณ์ ที่สถานีวัดน้ำท่า $Y.3A$ นั้น พบว่า ผลการเปรียบเทียบระหว่างกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองและที่ได้จากการตรวจวัดในกรณีนี้มีความเข้ากันได้ไม่แตกต่างกับกรณีแรกที่พารามิเตอร์ของแต่ละเหตุการณ์กราฟน้ำท่าสามารถเปลี่ยนแปลงได้มากนัก ดังแสดงในตารางที่ 21 โดยเมื่อพิจารณาค่าทางสถิติของการเข้ากันได้ของกราฟน้ำท่าของทั้งสองกรณีสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าทั้ง 4 เหตุการณ์ พบว่าค่าทางสถิติ r , EI และ $RMSE$ สำหรับกรณีแรกที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์สำหรับแต่ละเหตุการณ์ได้นั้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.98, 94.87% และ 63.98 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ ในขณะที่ค่าดังกล่าวสำหรับในกรณีที่ 2 ที่ให้พารามิเตอร์สำหรับแต่ละเหตุการณ์มีค่าเหมือนกันนั้น มีค่าเท่ากับ 0.98, 94.67% และ 65.24 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ โดยเมื่อเปรียบเทียบทั้งสองกรณีแล้วพบว่า การเข้ากันได้ของกราฟน้ำท่าของกรณีหลังต่ำกว่ากรณีแรกเล็กน้อย กล่าวคือ ความแตกต่างระหว่างค่าทางสถิติของทั้งสองกรณีเปรียบเทียบกับค่าทางสถิติสำหรับกรณีแรกมีค่าเท่ากับ 0.00%, 0.19%, และ 1.74% ตามลำดับ โดยความแตกต่างดังกล่าวจัดอยู่ในเกณฑ์ที่น้อยมาก ทำให้เกิดความเชื่อมั่นได้ระดับหนึ่งว่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองชุดที่เป็นตัวแทนของทุกเหตุการณ์สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับกราฟน้ำท่าที่มีขนาดใกล้เคียงกับที่ได้ทำการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์ไว้ในการศึกษานี้

ค) สถานีวัดน้ำท่า $Y.6$ ผลจากการใช้ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง $URBS$ ที่เหมือนกันทั้ง 5 พารามิเตอร์ สำหรับทุกเหตุการณ์กราฟน้ำท่าทั้ง 3 เหตุการณ์ ที่สถานีวัดน้ำท่า $Y.6$ นั้น พบว่า ผลการเปรียบเทียบระหว่างกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองและที่ได้จากการตรวจวัดในกรณีนี้มีความเข้ากันได้ไม่แตกต่างกับกรณีแรกที่พารามิเตอร์ของแต่ละเหตุการณ์กราฟน้ำท่าสามารถเปลี่ยนแปลงได้มากนัก ดังแสดงในตารางที่ 21 โดยเมื่อพิจารณาค่าทางสถิติของการเข้ากันได้ของกราฟน้ำท่าของทั้งสองกรณีสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าทั้ง 3 เหตุการณ์ พบว่า ค่าทางสถิติ

r, EI และ RMSE สำหรับกรณีแรกที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์สำหรับแต่ละเหตุการณ์ได้นั้น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.99, 97.85% และ 51.69 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ ในขณะที่ค่าดังกล่าว สำหรับในกรณีที่ 2 ที่ให้พารามิเตอร์สำหรับแต่ละเหตุการณ์มีค่าเหมือนกันนั้น มีค่าเท่ากับ 0.99, 97.37% และ 55.99 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ โดยเมื่อเปรียบเทียบทั้งสองกรณีแล้วพบว่า การเข้ากันได้ของกราฟน้ำท่าของกรณีหลังต่ำกว่ากรณีแรก กล่าวคือ ความแตกต่างระหว่างค่าทาง สถิติของทั้งสองกรณีเปรียบเทียบกับค่าทางสถิติสำหรับกรณีแรกมีค่าเท่ากับ 0.00%, 0.50%, และ 9.11% ตามลำดับ โดยความแตกต่างดังกล่าวจัดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ทำให้เกิดความเชื่อมั่นได้ ระดับหนึ่งว่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองชุดที่เป็นตัวแทนของทุกเหตุการณ์สามารถนำไป ประยุกต์ใช้กับกราฟน้ำท่าที่มีขนาดใกล้เคียงกับที่ได้ทำการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์ไว้ ในการศึกษานี้

ง) สถานีวัดน้ำท่า Y.14 ผลจากการใช้ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง URBS ที่เหมือนกันทั้ง 5 พารามิเตอร์ สำหรับทุกเหตุการณ์กราฟน้ำท่าทั้ง 4 เหตุการณ์ ที่สถานีวัดน้ำท่า Y.14 นั้น พบว่า ผลการเปรียบเทียบระหว่างกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองและที่ได้จากการ ตรวจวัดในกรณีนี้มีความเข้ากันได้ไม่แตกต่างกับกรณีแรกที่พารามิเตอร์ของแต่ละเหตุการณ์กราฟ น้ำท่าสามารถเปลี่ยนแปลงได้มากนัก ดังแสดงในตารางที่ 21 โดยเมื่อพิจารณาค่าทางสถิติของ การเข้ากันได้ของกราฟน้ำท่าของทั้งสองกรณีสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าทั้ง 4 เหตุการณ์ พบว่า ค่าทางสถิติ r, EI และ RMSE สำหรับกรณีแรกที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์สำหรับแต่ละ เหตุการณ์ได้นั้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.96, 82.94% และ 75.82 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ ในขณะที่ค่าดังกล่าวสำหรับในกรณีที่ 2 ที่ให้พารามิเตอร์สำหรับแต่ละเหตุการณ์มีค่าเหมือนกันนั้น มีค่าเท่ากับ 0.95, 82.06% และ 78.12 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ โดยเมื่อเปรียบเทียบทั้งสอง กรณีแล้วพบว่า การเข้ากันได้ของกราฟน้ำท่าของกรณีหลังต่ำกว่ากรณีแรกเล็กน้อย กล่าวคือ ความ แตกต่างระหว่างค่าทางสถิติของทั้งสองกรณีเปรียบเทียบกับค่าทางสถิติสำหรับกรณีแรกมีค่าเท่ากับ 0.52%, 1.05%, และ 3.23% ตามลำดับ โดยความแตกต่างดังกล่าวจัดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ทำให้เกิด ความเชื่อมั่นได้ระดับหนึ่งว่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองชุดที่เป็นตัวแทนของทุกเหตุการณ์ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับกราฟน้ำท่าที่มีขนาดใกล้เคียงกับที่ได้ทำการสอบเทียบและตรวจ พิสูจน์ไว้ในการศึกษานี้

จ) สถานีวัดน้ำท่า Y.20 ผลจากการใช้ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง URBS ที่เหมือนกันทั้ง 5 พารามิเตอร์ สำหรับทุกเหตุการณ์กราฟน้ำท่าทั้ง 2 เหตุการณ์ ที่สถานีวัดน้ำท่า Y.20 นั้น พบว่า ผลการเปรียบเทียบระหว่างกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองและที่ได้จากการตรวจวัดในกรณีนี้มีความเข้ากันได้ค่อนข้างที่จะแตกต่างกับกรณีแรกที่พารามิเตอร์ของแต่ละเหตุการณ์กราฟน้ำท่าสามารถเปลี่ยนแปลงได้ ดังแสดงในตารางที่ 21 โดยเมื่อพิจารณาค่าทางสถิติของการเข้ากันได้ของกราฟน้ำท่าของทั้งสองกรณีสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าทั้ง 2 เหตุการณ์ พบว่า ค่าทางสถิติ r , EI และ RMSE สำหรับกรณีแรกที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์สำหรับแต่ละเหตุการณ์ได้นั้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.89, 59.58% และ 84.22 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ ในขณะที่ค่าดังกล่าวสำหรับในกรณีที่ 2 ที่ให้พารามิเตอร์สำหรับแต่ละเหตุการณ์มีค่าเหมือนกันนั้น มีค่าเท่ากับ 0.79, 48.83% และ 95.51 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ โดยเมื่อเปรียบเทียบทั้งสองกรณีแล้วพบว่า การเข้ากันได้ของกราฟน้ำท่าของกรณีหลังต่ำกว่ากรณีแรกพอสมควร กล่าวคือ ความแตกต่างระหว่างค่าทางสถิติของทั้งสองกรณีเปรียบเทียบกับค่าทางสถิติสำหรับกรณีแรกมีค่าเท่ากับ 10.70%, 18.29%, และ 15.48% ตามลำดับ ซึ่งถือว่ามีความแตกต่างกันที่ชัดเจนทั้งสามค่า ดังนั้น การนำค่าพารามิเตอร์กลางไปใช้สำหรับในการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าสำหรับกรณีของสถานี Y.20 จึงควรที่จะมีความระมัดระวังเป็นพิเศษ เนื่องจากค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองมีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนแปลงสำหรับแต่ละเหตุการณ์น้ำท่า

ฉ) สถานีวัดน้ำท่า Y.33 ผลจากการใช้ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง URBS ที่เหมือนกันทั้ง 5 พารามิเตอร์ สำหรับทุกเหตุการณ์กราฟน้ำท่าทั้ง 4 เหตุการณ์ ที่สถานีวัดน้ำท่า Y.33 นั้น พบว่า ผลการเปรียบเทียบระหว่างกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองและที่ได้จากการตรวจวัดในกรณีนี้มีความเข้ากันได้ไม่แตกต่างกับกรณีแรกที่พารามิเตอร์ของแต่ละเหตุการณ์กราฟน้ำท่าสามารถเปลี่ยนแปลงได้มากนัก ดังแสดงในตารางที่ 21 โดยเมื่อพิจารณาค่าทางสถิติของการเข้ากันได้ของกราฟน้ำท่าของทั้งสองกรณีสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าทั้ง 4 เหตุการณ์ พบว่า ค่าทางสถิติ r , EI และ RMSE สำหรับกรณีแรกที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์สำหรับแต่ละเหตุการณ์ได้นั้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.98, 83.80% และ 68.69 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ ในขณะที่ค่าดังกล่าวสำหรับในกรณีที่ 2 ที่ให้พารามิเตอร์สำหรับแต่ละเหตุการณ์มีค่าเหมือนกันนั้น มีค่าเท่ากับ 0.98, 83.44% และ 69.56 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ โดยเมื่อเปรียบเทียบทั้งสองกรณีแล้วพบว่า การเข้ากันได้ของกราฟน้ำท่าของกรณีหลังต่ำกว่ากรณีแรกเล็กน้อย กล่าวคือ ความแตกต่างระหว่างค่าทางสถิติของทั้งสองกรณีเปรียบเทียบกับค่าทางสถิติสำหรับกรณีแรกมีค่าเท่ากับ 0.26%, 0.41%, และ 3.23% ตามลำดับ โดยความแตกต่างดังกล่าวจัดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ทำให้

เกิดความเชื่อมั่นได้ระดับหนึ่งว่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองชุดที่เป็นตัวแทนของทุกเหตุการณ์สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับกราฟน้ำท่าที่มีขนาดใกล้เคียงกับที่ได้ทำการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์ไว้ในการศึกษา

ข) สถานีวัดน้ำท่า Y.37 สำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.37 นั้น ชุดของพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับทั้งสองเหตุการณ์กราฟน้ำท่ามีค่าเท่ากัน ดังแสดงในตารางที่ 20 และ 21 ดังนั้น จึงเลือกชุดของพารามิเตอร์นี้เป็นตัวแทนของกลุ่มน้ำของสถานี Y.37 ทำให้ผลจากการใช้ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง URBS ที่เหมือนกันสำหรับทุกเหตุการณ์กราฟน้ำท่าทั้ง 2 เหตุการณ์มีค่าเท่าเดิม ดังแสดงในตารางที่ 22 โดยค่าทางสถิติ r , EI และ RMSE ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.97, 90.09% และ 109.01 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ ดังนั้นจึงทำให้เกิดความเชื่อมั่นได้ระดับหนึ่งว่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองชุดที่เป็นตัวแทนของทุกเหตุการณ์สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับกราฟน้ำท่าที่มีขนาดใกล้เคียงกับที่ได้ทำการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์ไว้ในการศึกษา

3.2.2 กรณีที่ 2 การใช้ชุดพารามิเตอร์กลางจำนวน 4 พารามิเตอร์ สำหรับทุกเหตุการณ์น้ำท่าที่สถานีวัดน้ำท่าจำนวน 6 สถานี

ก) สถานีวัดน้ำท่า Y.24 ผลจากการใช้ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง URBS ที่เหมือนกันทั้ง 4 พารามิเตอร์ ยกเว้นเฉพาะค่า ij' ที่ต้องปรับให้เหมาะสมแตกต่างกันในแต่ละเหตุการณ์ สำหรับทุกเหตุการณ์กราฟน้ำท่าทั้ง 2 เหตุการณ์ ที่สถานีวัดน้ำท่า Y.24 นั้น พบว่า ผลการเปรียบเทียบระหว่างกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองและที่ได้จากการตรวจวัดในกรณีนี้มีความเข้ากันได้ไม่แตกต่างกับกรณีแรกที่พารามิเตอร์ของแต่ละเหตุการณ์กราฟน้ำท่าสามารถเปลี่ยนแปลงได้มากนัก ดังแสดงในตารางที่ 21 โดยเมื่อพิจารณาค่าทางสถิติของการเข้ากันได้ของกราฟน้ำท่าของทั้งสองกรณีสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าทั้ง 2 เหตุการณ์ พบว่า ค่าทางสถิติ r , EI และ RMSE สำหรับกรณีแรกที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์สำหรับแต่ละเหตุการณ์ได้นั้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.84, 40.54% และ 9.11 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ ในขณะที่ค่าดังกล่าวสำหรับในกรณีที่ 2 ที่ให้พารามิเตอร์สำหรับแต่ละเหตุการณ์มีค่าเหมือนกันนั้นมีค่าเท่ากับ 0.76, 36.55% และ 9.79 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ โดยเมื่อเปรียบเทียบทั้งสองกรณีแล้วพบว่า การเข้ากันได้ของกราฟน้ำท่าของกรณีหลังต่ำกว่ากรณีแรกเล็กน้อย กล่าวคือ ความแตกต่างระหว่างค่าทางสถิติของทั้งสองกรณีเปรียบเทียบกับค่าทางสถิติสำหรับกรณีแรกมีค่าเท่ากับ 9.88%, 9.95%, และ 8.37% ตามลำดับ โดยความแตกต่างดังกล่าวจัดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ทำให้เกิดความเชื่อมั่นได้ระดับ

หนึ่งว่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองชุดที่เป็นตัวแทนของทุกเหตุการณ์สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับกราฟน้ำท่าที่มีขนาดใกล้เคียงกับที่ได้ทำการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์ไว้ในการศึกษานี้ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากค่า if มีแนวโน้มเปลี่ยนไปตามเหตุการณ์น้ำท่า ดังนั้น ในการใช้งานแบบจำลองจึงจำเป็นต้องพิจารณาปริมาณความชื้นในดินเพื่อเลือกใช้ค่า if ที่เหมาะสมต่อไป

ข) สถานีวัดน้ำท่า Y.25 ผลจากการใช้ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง URBS ที่เหมือนกันทั้ง 4 พารามิเตอร์ ยกเว้นเฉพาะค่า if ที่ต้องปรับให้เหมาะสมแตกต่างกันในแต่ละเหตุการณ์ สำหรับทุกเหตุการณ์กราฟน้ำท่าทั้ง 2 เหตุการณ์ ที่สถานีวัดน้ำท่า Y.25 นั้น พบว่า ผลการเปรียบเทียบระหว่างกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองและที่ได้จากการตรวจวัดในกรณีนี้มีความเข้ากันได้ไม่แตกต่างกับกรณีแรกที่พารามิเตอร์ของแต่ละเหตุการณ์กราฟน้ำท่าสามารถเปลี่ยนแปลงได้มากนัก ดังแสดงในตารางที่ 21 โดยเมื่อพิจารณาค่าทางสถิติของการเข้ากันได้ของกราฟน้ำท่าของทั้งสองกรณีสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าทั้ง 2 เหตุการณ์ พบว่า ค่าทางสถิติ r , EI และ RMSE สำหรับกรณีแรกที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์สำหรับแต่ละเหตุการณ์ได้นั้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.85, 60.43% และ 0.77 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ ในขณะที่ค่าดังกล่าวสำหรับในกรณีที่ 2 ที่ให้พารามิเตอร์สำหรับแต่ละเหตุการณ์มีค่าเหมือนกันนั้นมีค่าเท่ากับ 0.86, 55.34% และ 0.85 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ โดยเมื่อเปรียบเทียบทั้งสองกรณีแล้วพบว่า ค่า r ของทั้งสองกรณีไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ค่า EI และ RMSE ซึ่งแสดงการเข้ากันได้ของกราฟน้ำท่าของกรณีหลังต่ำกว่ากรณีแรกเล็กน้อย กล่าวคือ ความแตกต่างระหว่างค่าทางสถิติของทั้งสองกรณีเปรียบเทียบกับค่าทางสถิติสำหรับกรณีแรกมีค่าเท่ากับ 8.44%, และ 10.68% ตามลำดับ โดยความแตกต่างดังกล่าวจัดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ทำให้เกิดความเชื่อมั่น ได้ระดับหนึ่งว่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองชุดที่เป็นตัวแทนของทุกเหตุการณ์สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับกราฟน้ำท่าที่มีขนาดใกล้เคียงกับที่ได้ทำการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์ไว้ในการศึกษานี้ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากค่า if มีแนวโน้มเปลี่ยนไปตามเหตุการณ์น้ำท่า ดังนั้น ในการใช้งานแบบจำลองจึงจำเป็นต้องพิจารณาปริมาณความชื้นในดินเพื่อเลือกใช้ค่า if ที่เหมาะสมต่อไป

ค) สถานีวัดน้ำท่า Y.26 ผลจากการใช้ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง URBS ที่เหมือนกัน 4 พารามิเตอร์ ยกเว้นเฉพาะค่า if ที่ต้องปรับให้เหมาะสมแตกต่างกันในแต่ละเหตุการณ์ สำหรับทุกเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่สถานีวัดน้ำท่า Y.26 นั้น พบว่า ผลการเปรียบเทียบระหว่างกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองและที่ได้จากการตรวจวัดในกรณีนี้มีความเข้ากันได้ค่อนข้างที่จะแตกต่างกับกรณีแรกที่พารามิเตอร์ทุกตัวของแต่ละเหตุการณ์กราฟน้ำท่าสามารถ

เปลี่ยนแปลงได้มากนัก ดังแสดงในตารางที่ 21 โดยเมื่อพิจารณาค่าทางสถิติของการเข้ากันได้ของกราฟน้ำท่าของทั้งสองกรณีสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าทั้ง 2 เหตุการณ์ พบว่า ค่าทางสถิติ r , EI และ RMSE สำหรับกรณีแรกที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์สำหรับแต่ละเหตุการณ์ได้นั้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.97, 92.70% และ 9.80 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ ในขณะที่ค่าดังกล่าวสำหรับในกรณีที่ 2 ที่ให้พารามิเตอร์ที่เหมือนกัน 4 พารามิเตอร์ ยกเว้นเฉพาะค่า if มีค่าเท่ากับ 0.91, 81.45% และ 14.92 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ โดยเมื่อเปรียบเทียบทั้งสองกรณีแล้วพบว่าการเข้ากันได้ของกราฟน้ำท่าของกรณีหลังต่ำกว่ากรณีแรก กล่าวคือ ความแตกต่างระหว่างค่าทางสถิติของทั้งสองกรณีเปรียบเทียบกับค่าทางสถิติสำหรับกรณีแรกมีค่าเท่ากับ 6.13%, 12.68%, และ 55.65% ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าความแตกต่างของ r มีค่าไม่มากนักและอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แต่เมื่อพิจารณาค่าความแตกต่างของ EI และ RMSE กลับมีค่าค่อนข้างมากโดยเฉพาะค่า RMSE ดังนั้น การนำค่าพารามิเตอร์กลางทั้ง 4 พารามิเตอร์ ไปใช้สำหรับในการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าสำหรับกรณีของสถานี Y.26 จึงควรที่จะมีความระมัดระวัง เนื่องจากค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองมีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละเหตุการณ์น้ำท่า นอกจากนั้นแล้ว เนื่องจากค่า if มีแนวโน้มเปลี่ยนไปตามเหตุการณ์น้ำท่า ดังนั้น ในการใช้งานแบบจำลองจึงจำเป็นต้องพิจารณาปริมาณความชื้นในดินเพื่อเลือกใช้ค่า if ที่เหมาะสมต่อไป

ง) สถานีวัดน้ำท่า Y.31 ผลจากการใช้ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง URBS ที่เหมือนกันทั้ง 4 พารามิเตอร์ ยกเว้นเฉพาะค่า if ที่ต้องปรับให้เหมาะสมแตกต่างกันในแต่ละเหตุการณ์ สำหรับทุกเหตุการณ์กราฟน้ำท่าทั้ง 2 เหตุการณ์ ที่สถานีวัดน้ำท่า Y.31 นั้น พบว่า ผลการเปรียบเทียบระหว่างกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองและที่ได้จากการตรวจวัดในกรณีนี้มีความเข้ากันได้ไม่แตกต่างกับกรณีแรกที่พารามิเตอร์ของแต่ละเหตุการณ์กราฟน้ำท่าสามารถเปลี่ยนแปลงได้มากนัก ดังแสดงในตารางที่ 21 โดยเมื่อพิจารณาค่าทางสถิติของการเข้ากันได้ของกราฟน้ำท่าของทั้งสองกรณีสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าทั้ง 5 เหตุการณ์ พบว่า ค่าทางสถิติ r , EI และ RMSE สำหรับกรณีแรกที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์สำหรับแต่ละเหตุการณ์ได้นั้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.89, 69.34% และ 33.52 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ ในขณะที่ค่าดังกล่าวสำหรับในกรณีที่ 2 ที่ให้พารามิเตอร์สำหรับแต่ละเหตุการณ์มีค่าเหมือนกันนั้น มีค่าเท่ากับ 0.89, 65.47% และ 34.60 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ โดยเมื่อเปรียบเทียบทั้งสองกรณีแล้วพบว่า ค่า r ของทั้งสองกรณีไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ค่า EI และ RMSE ซึ่งแสดงการเข้ากันได้ของกราฟน้ำท่าของกรณีหลังต่ำกว่ากรณีแรกเล็กน้อย กล่าวคือ ความแตกต่างระหว่างค่าทางสถิติของทั้งสองกรณีเปรียบเทียบกับค่าทางสถิติสำหรับกรณีแรกมีค่าเท่ากับ 5.39%, และ 4.01% ตามลำดับ โดยความแตกต่างดังกล่าว

จัดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ทำให้เกิดความเชื่อมั่นได้ระดับหนึ่งว่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองชุดที่เป็นตัวแทนของทุกเหตุการณ์สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับกราฟน้ำท่าที่มีขนาดใกล้เคียงกับที่ได้ทำการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์ไว้ในการศึกษานี้ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากค่า if มีแนวโน้มเปลี่ยนไปตามเหตุการณ์น้ำท่า ดังนั้น ในการใช้งานแบบจำลองจึงจำเป็นต้องพิจารณาปริมาณความชื้นในดินเพื่อเลือกใช้ค่า if ที่เหมาะสมต่อไป

จ) สถานีวัดน้ำท่า Y.36 ผลจากการใช้ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง URBS ที่เหมือนกัน 4 พารามิเตอร์ ยกเว้นเฉพาะค่า if ที่ต้องปรับให้เหมาะสมแตกต่างกันในแต่ละเหตุการณ์ สำหรับทุกเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่สถานีวัดน้ำท่า Y.36 นั้น พบว่า ผลการเปรียบเทียบระหว่างกราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองและที่ได้จากการตรวจวัดในกรณีนี้มีความเข้ากันได้ไม่แตกต่างกับกรณีแรกที่พารามิเตอร์ทุกตัวของแต่ละเหตุการณ์กราฟน้ำท่าสามารถเปลี่ยนแปลงได้มากนัก ดังแสดงในตารางที่ 21 โดยเมื่อพิจารณาค่าทางสถิติของการเข้ากันได้ของกราฟน้ำท่าของทั้งสองกรณีสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าทั้ง 4 เหตุการณ์ พบว่า ค่าทางสถิติ r , EI และ RMSE สำหรับกรณีแรกที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์สำหรับแต่ละเหตุการณ์ได้นั้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.90, 65.00% และ 15.02 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ ในขณะที่ค่าดังกล่าวสำหรับในกรณีที่ 2 ที่ให้พารามิเตอร์ที่เหมือนกัน 4 พารามิเตอร์ ยกเว้นเฉพาะค่า if มีค่าเท่ากับ 0.86, 60.00% และ 18.80 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ โดยเมื่อเปรียบเทียบทั้งสองกรณีแล้วพบว่า การเข้ากันได้ของกราฟน้ำท่าของกรณีหลังต่ำกว่ากรณีแรก กล่าวคือ ความแตกต่างระหว่างค่าทางสถิติของทั้งสองกรณีเปรียบเทียบกับค่าทางสถิติสำหรับกรณีแรกมีค่าเท่ากับ 4.23%, 5.70%, และ 52.43% ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าความแตกต่างของ r , EI มีค่าไม่มากนักและอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แต่เมื่อพิจารณาค่าความแตกต่างของ RMSE กลับมีค่าค่อนข้างมาก ดังนั้น การนำค่าพารามิเตอร์กลางทั้ง 4 พารามิเตอร์ ไปใช้สำหรับการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าสำหรับกรณีของสถานี Y.36 จึงควรที่จะมีความระมัดระวัง เนื่องจากค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองมีแนวโน้มที่จะเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละเหตุการณ์น้ำท่า นอกจากนั้นแล้ว เนื่องจากค่า if มีแนวโน้มเปลี่ยนไปตามเหตุการณ์น้ำท่า ดังนั้น ในการใช้งานแบบจำลองจึงจำเป็นต้องพิจารณาปริมาณความชื้นในดินเพื่อเลือกใช้ค่า if ที่เหมาะสมต่อไป

ฉ) สถานีวัดน้ำท่า Y.38 ผลจากการใช้ค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง URBS ที่เหมือนกัน 4 พารามิเตอร์ ยกเว้นเฉพาะค่า if ที่ต้องปรับให้เหมาะสมแตกต่างกันในแต่ละเหตุการณ์ สำหรับทุกเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่สถานีวัดน้ำท่า Y.38 นั้น พบว่า ผลการเปรียบเทียบระหว่างกราฟ

น้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองและที่ได้จากการตรวจวัดในกรณีนี้มีความเข้ากันได้ไม่แตกต่างกับกรณีแรกที่พารามิเตอร์ทุกตัวของแต่ละเหตุการณ์กราฟน้ำท่าสามารถเปลี่ยนแปลงได้มากนัก ดังแสดงในตารางที่ 21 โดยเมื่อพิจารณาค่าทางสถิติของการเข้ากันได้ของกราฟน้ำท่าของทั้งสองกรณีสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่าทั้ง 4 เหตุการณ์ พบว่า ค่าทางสถิติ r , EI และ RMSE สำหรับกรณีแรกที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์สำหรับแต่ละเหตุการณ์ได้นั้นมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.98, 91.54% และ 6.04 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ ในขณะที่ค่าดังกล่าวสำหรับในกรณีที่ 2 ที่ให้พารามิเตอร์ที่เหมือนกัน 4 พารามิเตอร์ ยกเว้นเฉพาะค่า if มีค่าเท่ากับ 0.97, 85.90% และ 6.90 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ตามลำดับ โดยเมื่อเปรียบเทียบทั้งสองกรณีแล้วพบว่า การเข้ากันได้ของกราฟน้ำท่าของกรณีหลังต่ำกว่ากรณีแรก กล่าวคือ ความแตกต่างระหว่างค่าทางสถิติของทั้งสองกรณีเปรียบเทียบกับค่าทางสถิติสำหรับกรณีแรกมีค่าเท่ากับ 1.78%, 6.13%, และ 51.26% ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าความแตกต่างของ r , EI มีค่าไม่มากนักและอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แต่เมื่อพิจารณาค่าความแตกต่างของ RMSE กลับมีค่าค่อนข้างมาก ดังนั้น การนำค่าพารามิเตอร์กลางทั้ง 4 พารามิเตอร์ไปใช้สำหรับในการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าสำหรับกรณีของสถานี Y.38 จึงควรที่จะมีความระมัดระวัง เนื่องจากค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองมีแนวโน้มที่อาจจะเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละเหตุการณ์น้ำท่า อย่างไรก็ตาม เนื่องจากค่า if มีแนวโน้มเปลี่ยนไปตามเหตุการณ์น้ำท่า ดังนั้นในการใช้งานแบบจำลองจึงจำเป็นต้องพิจารณาปริมาณความชื้นในดินเพื่อเลือกใช้ค่า if ที่เหมาะสมต่อไป

ตารางที่ 21 ผลการใช้ชุดพารามิเตอร์กลางจำนวน 5 พารามิเตอร์ของแบบจำลอง URBS สำหรับทุกเหตุการณ์น้ำท่วมที่สถานีวัดน้ำท่าจำนวน 7 สถานี
ในกลุ่มน้ำยม

ลำดับ ที่	สถานี วัดน้ำท่า	ลำดับ เหตุการณ์	ปริมาณการไหลสูงสุด (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)	ช่วงเวลา	พารามิเตอร์ควบคุมแบบจำลอง URBS								ความแตกต่างของค่าทางสถิติ ระหว่างการใช้พารามิเตอร์ชุด กลางเปรียบเทียบกับค่าทางสถิติ ของชุดที่ดีที่สุด (%)		
					α	β	il	pr	if	r	EI	RMSE	r	EI	RMSE
1	Y.1C	1	850.5	10 ส.ค. - 13 ต.ค. 45	0.40	12	0	0.10	400	0.98	95.00	43.17	1.01	1.95	-5.58
		2	1213.6	1 ส.ค. - 24 ส.ค. 44	0.40	12	0	0.10	400	0.97	91.70	82.16	1.02	4.65	-52.46
		3	1107.4	22 ส.ค. - 22 ก.ย. 43	0.40	12	0	0.10	400	0.99	96.00	47.50	0.00	-1.50	-8.82
		ค่าเฉลี่ย			0.40	12	0	0.10	400	0.98	94.23	57.61	0.68	1.70	-22.28
2	Y3A	1	1,344	16 ส.ค.-20 ต.ค. 45	0.06	12	0	0.1	80	0.98	93.40	90.52	0.00	0.16	-1.18
		2	1,244	23 ส.ค.-24 ต.ค. 43	0.06	12	0	0.1	80	0.98	95.22	52.98	0.00	0.06	-0.68
		3	1,004	26 ส.ค.-26 ต.ค. 42	0.06	12	0	0.1	80	0.98	95.41	52.22	0.00	0.47	-4.71
		ค่าเฉลี่ย			0.1	12	0	0.3	80	0.98	94.67	65.24	0.00	0.69	-1.74
3	Y.6	1	2,076	2 ก.ย. - 6 ต.ค. 46	0.1	12	0	0.3	400	0.99	98.26	71.14	0.00	0.07	-1.93
		2	1,333	17 ส.ค.-21 ต.ค. 45	0.1	12	0	0.3	400	0.99	96.28	56.66	0.00	1.28	-22.67
		3	1,152	31 ส.ค. - 25 ก.ย. 43	0.1	12	0	0.3	400	0.99	97.56	40.17	0.00	0.13	-2.74
		ค่าเฉลี่ย			0.1	12	0	0.3	400	0.99	97.37	55.99	0.00	0.50	-9.11

ตารางที่ 21 (ต่อ)

ลำดับ ที่	สถานี วัดน้ำท่า	ลำดับ เหตุการณ์	ปริมาณการไหลสูงสุด (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)	ช่วงเวลา	พารามิเตอร์ควบคุมแบบจำลอง URBS								ตัวแปรทางสถิติ			ความแตกต่างของค่าทางสถิติ ระหว่างการใช้พารามิเตอร์ชุด กลางเปรียบเทียบกับค่าทางสถิติ ของชุดที่ดีที่สุด (%)		
					α	β	il	pr	if	r	EI	RMSE	r	EI	RMSE			
4	Y.14	1	1,579	1 - 27 ส.ค. 44	0.06	12	0	0.01	1200	0.99	94.35	99.70	0.00	0.12	-0.96			
		2	572	27 ส.ค. - 24 ต.ค. 44	0.06	12	0	0.01	1200	0.90	62.80	70.21	0.00	0.54	-0.46			
		3	1,201	16 ส.ค. - 22 ต.ค. 45	0.06	12	0	0.01	1200	0.98	83.90	111.61	1.01	2.08	-6.02			
		4	355	22 ต.ค. - 18 พ.ย. 45	0.06	12	0	0.01	1200	0.94	87.19	30.97	1.05	1.47	-5.48			
		ค่าเฉลี่ย			0.06	12	0	0.01	1200	0.95	82.06	78.12	0.52	1.05	-3.23			
5	Y.20	1	557	20 ส.ค.-24 ก.ย. 43	0.20	3	0	0.10	275	0.74	40.46	78.75	16.85	30.72	-23.94			
		2	805	10 ส.ค. - 28 ก.ย. 45	0.20	3	0	0.10	275	0.84	57.20	112.26	4.55	5.84	-7.03			
		ค่าเฉลี่ย			0.20	3	0	0.10	275	0.79	48.83	95.51	10.70	18.28	-15.48			
6	Y.33	1	1,042	26 ส.ค. - 27 ต.ค. 43	0.2	5	0	0.1	900	0.99	97.66	40.41	0.00	0.01	-0.35			
		2	742	24 ส.ค. - 24 ต.ค. 43	0.2	5	0	0.1	900	0.96	58.01	99.73	0.00	0.24	-0.17			
		3	943	17 ส.ค. - 23 ต.ค. 45	0.2	5	0	0.1	900	0.98	83.68	114.62	0.00	0.23	-0.60			
		4	399	23 ต.ค. - 18 พ.ย. 45	0.2	5	0	0.1	900	0.97	94.39	23.48	1.02	1.17	-11.81			
		ค่าเฉลี่ย			0.2	5	0	0.1	900	0.98	83.44	69.56	0.26	0.41	-3.23			

ตารางที่ 21 (ต่อ)

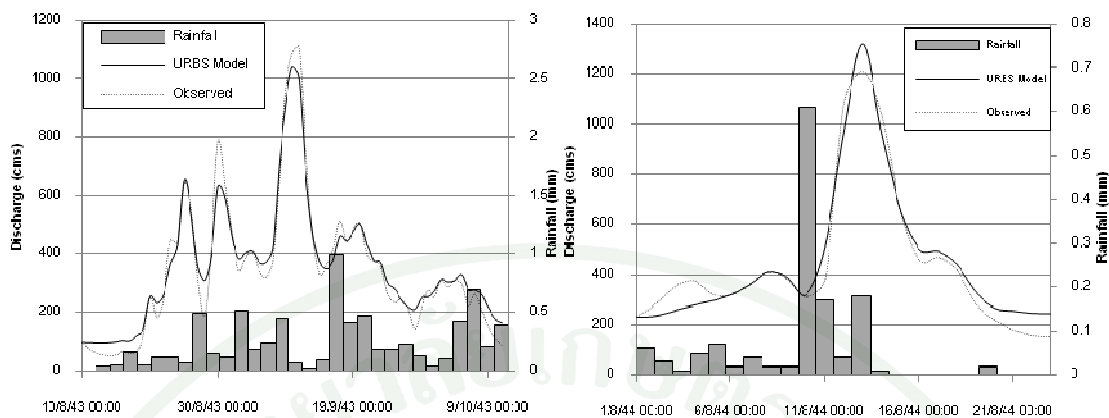
ลำดับ ที่	สถานี วัดน้ำท่า	ลำดับ เหตุการณ์	ปริมาณการไหลสูงสุด (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)	ช่วงเวลา	พารามิเตอร์ควบคุมแบบจำลอง URBS									ความแตกต่างของค่าทางสถิติ ระหว่างการใช้พารามิเตอร์ชุด กลางเปรียบเทียบกับค่าทางสถิติ ของชุดที่ดีที่สุด (%)		
					ตัวแปรทางสถิติ			r			EI			RMSE		
					α	β	il	pr	if	r	EI	RMSE	r	EI	RMSE	
7	Y.37	1	1,848.80	30 ก.ค. -27 ส.ค. 44	0.3	12	0	0.01	200	0.97	90.81	140.41	0.00	0.00	0.00	
		2	1,258.40	23 ส.ค. -18 ต.ค. 43	0.3	12	0	0.01	200	0.96	89.36	77.61	0.00	0.00	0.00	
				ค่าเฉลี่ย	0.30	12	0.00	0.01	200	0.97	90.09	109.01	0.00	0.00	0.00	

ตารางที่ 22 ผลการใช้พารามิเตอร์กลางจำนวน 4 พารามิเตอร์ โดยมีการเปลี่ยนแปลงเฉพาะค่าพารามิเตอร์ if ของแบบจำลอง URBS ที่สถานีวัดน้ำท่า 6 สถานี ในลุ่มน้ำยม

ลำดับ ที่	สถานี วัดน้ำท่า	ลำดับ เหตุการณ์	ปริมาณการไหลสูงสุด (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)	ช่วงเวลา	พารามิเตอร์ควบคุมแบบจำลอง URBS								ความแตกต่างของค่าทางสถิติ ระหว่างการใช้พารามิเตอร์ชุด กลางเปรียบเทียบกับค่าทางสถิติ ของชุดที่ดีที่สุด (%)		
					α	β	il	pr	if	r	EI	RMSE	r	EI	RMSE
1	Y.24	1	35	31 ส.ค. -26 ต.ค. 43	0.80	7	0	0.01	120	0.87	61.23	3.83	0.00	9.81	-9.74
		2	81	14 ส.ค. -17 ก.ย. 45	0.80	7	0	0.01	250	0.65	11.86	15.75	19.75	10.08	-7.00
		ค่าเฉลี่ย			0.80	7	0	0.01	185	0.76	36.55	9.79	9.88	9.95	-8.37
2	Y.25	1	6	31 ส.ค. -26 ต.ค. 43	0.20	3	0	0.04	1400	0.84	53.74	0.73	0.00	10.15	-15.87
		2	10	14 ส.ค. -17 ก.ย. 45	0.20	3	0	0.04	800	0.87	56.94	0.96	0.00	6.73	-5.49
		ค่าเฉลี่ย			0.20	3	0	0.04	1100	0.86	55.34	0.85	0.00	8.44	-10.68
3	Y.26	1	46.93	15-22 ก.ย. 41	0.8	2	0	0.1	250	0.98	94.83	2.6	0.00	1.29	-14.54
		2	112.32	26 ต.ค.- 10 พ.ย. 42	0.8	2	0	0.1	155	0.95	88.11	10.86	2.06	6.63	-45.38
		3	112	1-14 มิ.ย. 43	0.8	2	0	0.1	180	0.77	55.00	19.42	16.30	34.59	-68.14
		4	323.05	27 ต.ค- 10 พ.ย. 44	0.8	2	0	0.1	10	0.90	80.37	29.21	7.22	11.83	-33.20
		5	125.75	16-24 ก.ย. 45	0.8	2	0	0.1	80	0.94	88.95	12.5	5.05	9.06	-117.0
ค่าเฉลี่ย				0.8	2	0	0.1	135	0.91	81.45	14.92	6.13	12.68	-55.65	

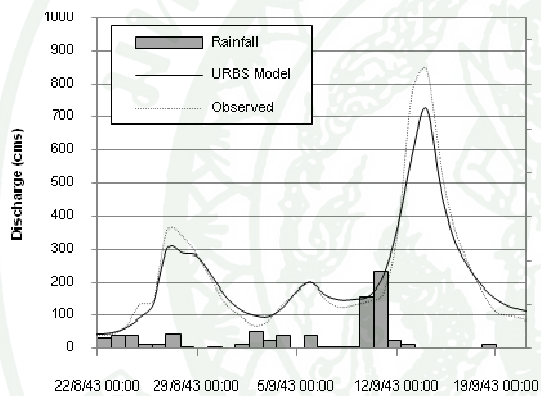
ตารางที่ 22 (ต่อ)

ลำดับ ที่	สถานี วัดน้ำท่า	ลำดับ เหตุการณ์	ปริมาณการไหลสูงสุด (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)	ช่วงเวลา	พารามิเตอร์ควบคุมแบบจำลอง URBS								ตัวแปรทางสถิติ					ความแตกต่างของค่าทางสถิติ ระหว่างการใช้พารามิเตอร์ชุด กลางเปรียบเทียบกับค่าทางสถิติ ของชุดที่ดีที่สุด (%)		
					α	β	il	pr	if	r	EI	RMSE	r	EI	RMSE					
4	Y.31	1	188	22 มิ.ย. -21 ก.ค. 43	0.20	8	0	0.01	700	0.87	64.04	29.10	0.00	10.78	-8.02					
		2	322	13 ส.ค. -10 ต.ค. 45	0.20	8	0	0.01	350	0.90	66.89	40.09	0.00	0.00	0.00					
		ค่าเฉลี่ย			0.20	6	0	0.01	525	0.89	65.47	34.60	0.00	5.39	-4.01					
5	Y.36	1	98.78	5-26 ก.ย. 41	0.1	5	0	0.15	380	0.81	24.51	17.62	0.00	0.00	0.00					
		2	199.5	7-18 ก.ค. 43	0.1	5	0	0.15	68	0.88	59.78	29.07	0.00	0.00	-3.44					
		3	69.76	19-28 ก.ค. 44	0.1	5	0	0.15	510	0.83	73.51	17.89	10.75	11.97	-135.7					
		4	111.4	15-23 ก.ย. 45	0.1	5	0	0.15	100	0.91	82.21	11.60	6.19	10.84	-70.59					
		ค่าเฉลี่ย			0.1	5	0	0.15	265	0.86	60.00	19.05	4.23	5.70	-52.43					
6	Y.38	1	9.56	23 ส.ค.-3 ก.ย. 42	0.2	5	0	0.1	800	0.95	85.96	1.10	3.06	9.41	-66.67					
		2	67.4	9-25 ก.ย.43	0.2	5	0	0.1	185	0.98	78.24	6.07	0.00	7.50	-18.79					
		3	17.68	3-14 ต.ค. 43	0.2	5	0	0.1	540	0.97	92.82	1.53	2.02	5.67	-112.5					
		4	286.8	7-19 ส.ค. 44	0.2	5	0	0.1	75	0.96	86.58	18.90	2.04	1.94	-7.08					
		ค่าเฉลี่ย			0.2	5	0	0.1	400	0.97	85.90	6.90	1.78	6.13	-51.26					



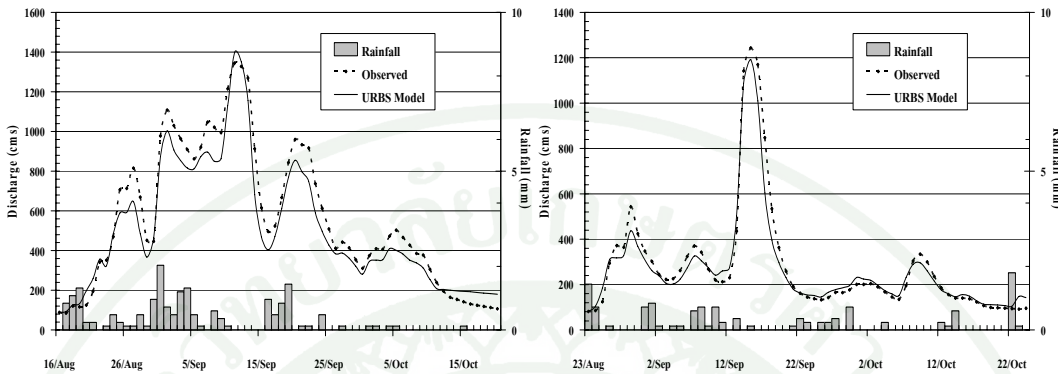
ก) กราฟน้ำทำสำหรับเหตุการณ์ที่ 1 ช่วง 22 ส.ค.-22 ก.ย. 43

ข) กราฟน้ำทำสำหรับเหตุการณ์ที่ 2 ช่วง 1 ส.ค.-24 ส.ค. 44

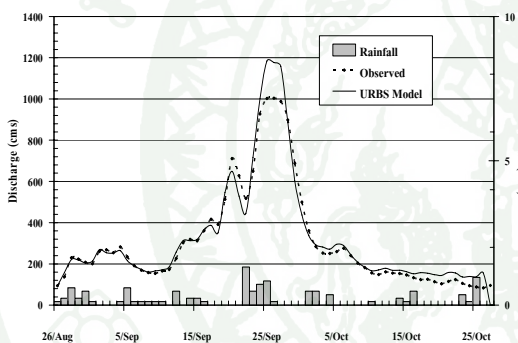


ค) กราฟน้ำทำสำหรับเหตุการณ์ที่ 1 ช่วง 22 ส.ค.-22 ก.ย. 43

ภาพที่ 41 การเปรียบเทียบกราฟน้ำทำที่สถานี Y.1C เมื่อใช้ชุดพารามิเตอร์ที่เป็นตัวแทนลุ่มน้ำ

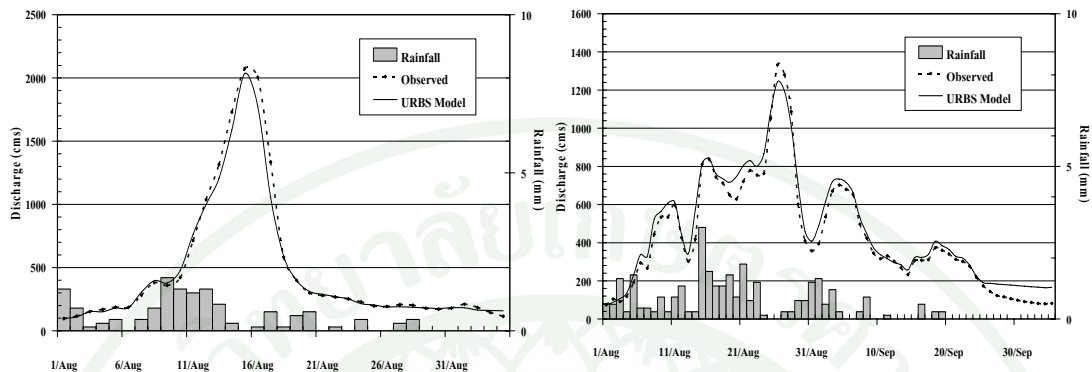


ก) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 1 ช่วง 16 ส.ค.-20 ต.ค. 45 ข) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 2 ช่วง 23 ส.ค.-24 ต.ค. 43



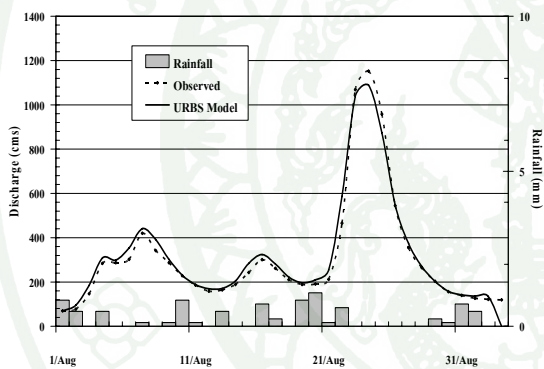
ค) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 3 ช่วง 26 ส.ค.-26 ต.ค. 42

ภาพที่ 42 การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่สถานี Y.3A เมื่อใช้ชุดพารามิเตอร์ที่เป็นตัวแทนลุ่มน้ำ



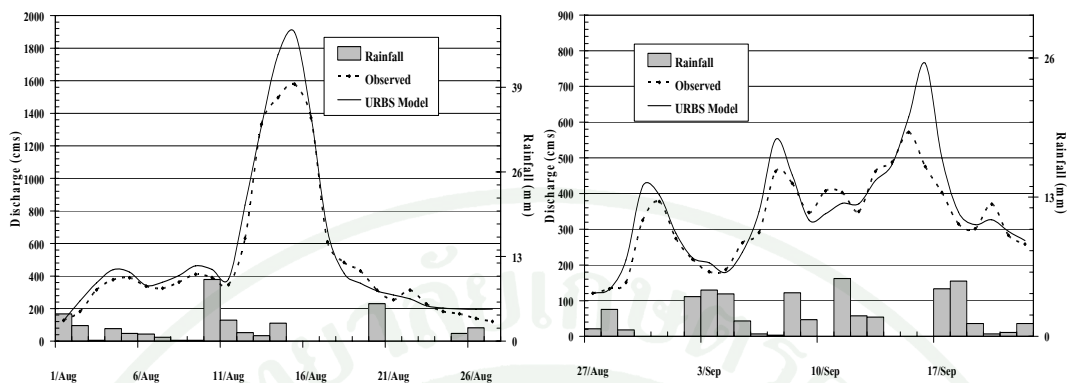
ก) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 1 ช่วง 2 ก.ย. - 6 ต.ค. 46

ข) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 2 ช่วง 17 ส.ค. -21 ต.ค. 45



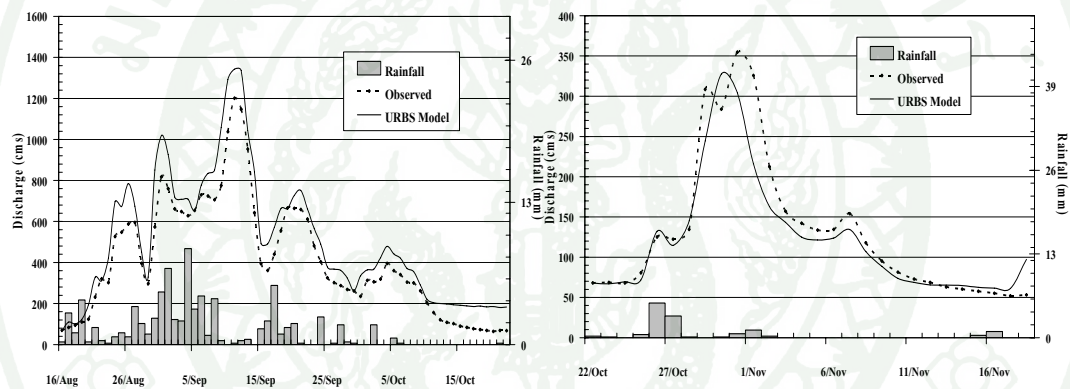
ค) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 3 ช่วง 31 ส.ค. - 25 ก.ย. 43

ภาพที่ 43 การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่สถานี Y.6 เมื่อใช้ชุดพารามิเตอร์ที่เป็นตัวแทนลุ่มน้ำ



ก) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 1 ช่วง 1 - 27 ส.ค. 44

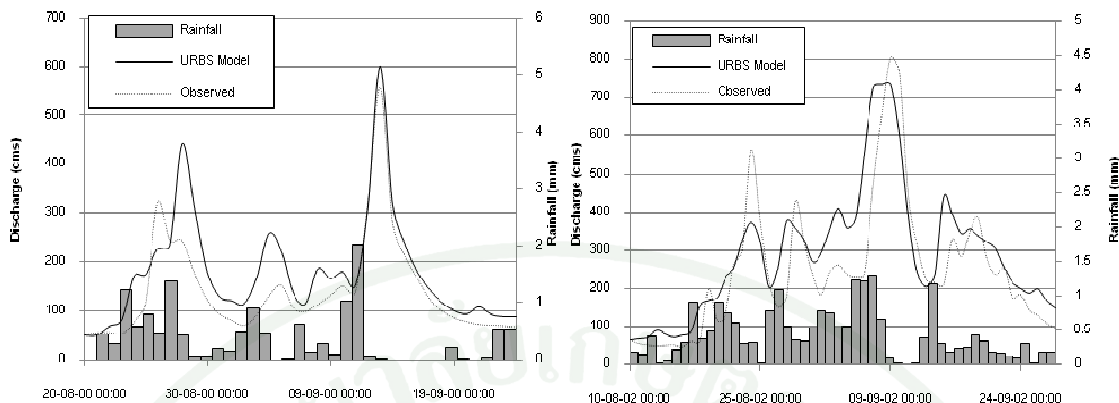
ข) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 2 ช่วง 27 ส.ค. - 24 ต.ค. 44



ค) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 3 ช่วง 16 ส.ค. - 22 ต.ค. 45

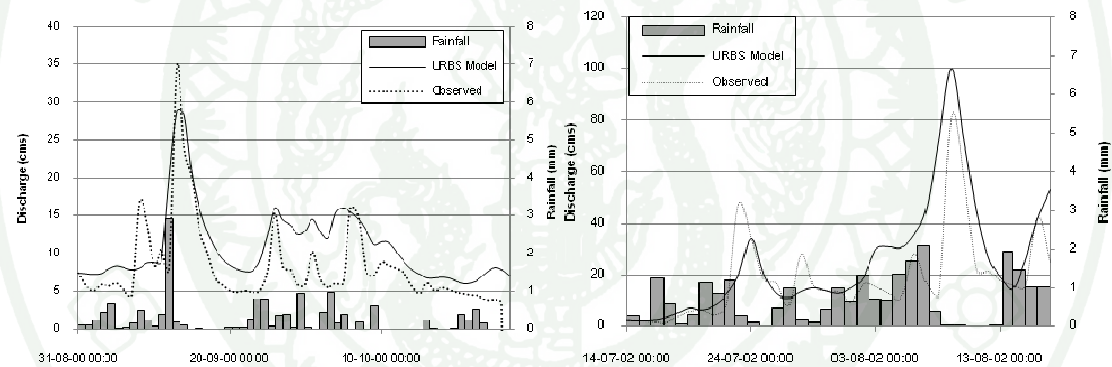
ง) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 4 ช่วง 22 ต.ค.-18 พ.ย. 45

ภาพที่ 44 การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่สถานี Y.14 เมื่อใช้ชุดพารามิเตอร์ที่เป็นตัวแทนลุ่มน้ำ



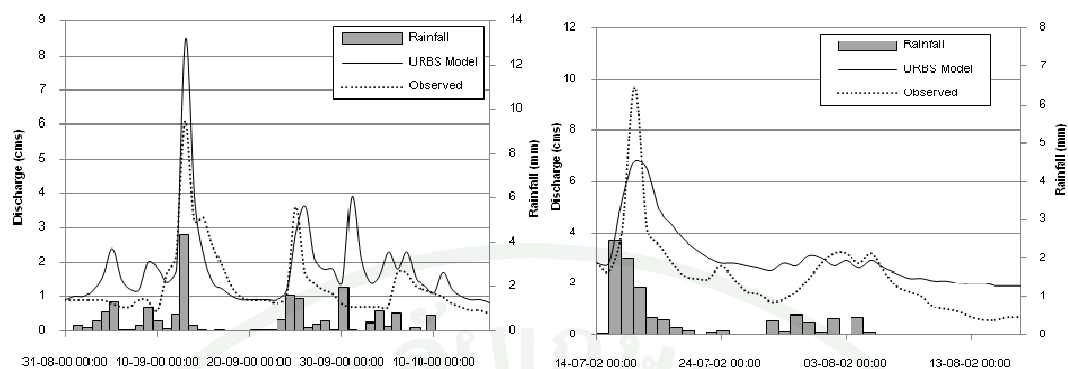
ก) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 1 ช่วง 20 ส.ค.- 24 ก.ย. 43 ข) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 2 ช่วง 10 ส.ค.- 28 ก.ย. 45

ภาพที่ 45 การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่สถานี Y.20 เมื่อใช้ชุดพารามิเตอร์ที่เป็นตัวแทนลุ่มน้ำ



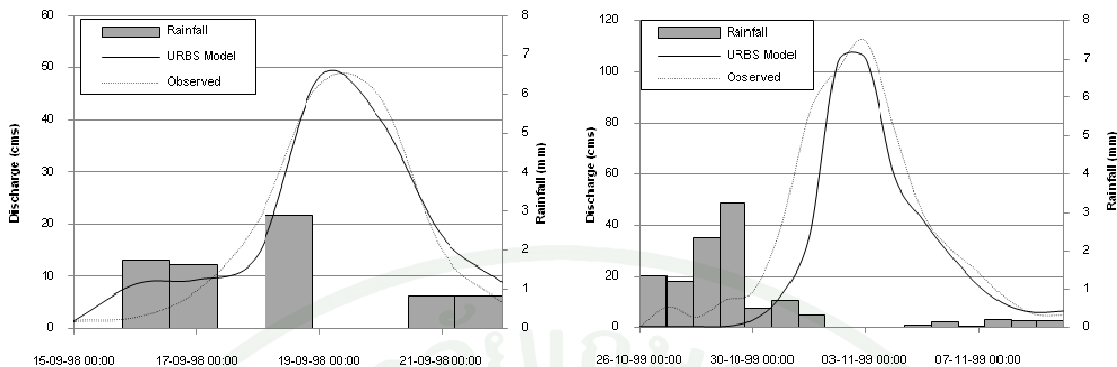
ก) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 1 ช่วง 31 ส.ค.- 26 ต.ค. 43 ข) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 2 ช่วง 14 ส.ค.- 17 ก.ย. 45

ภาพที่ 46 การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่สถานี Y.24 เมื่อใช้ชุดพารามิเตอร์ที่เป็นตัวแทนลุ่มน้ำ



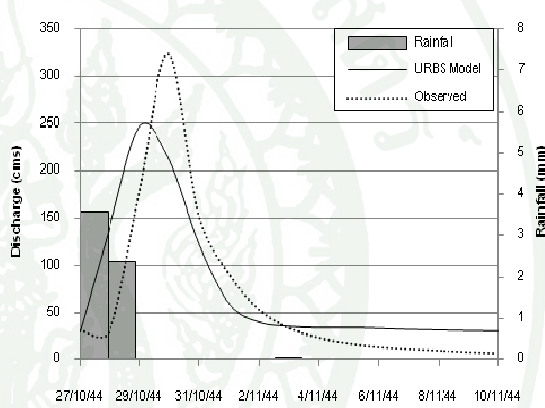
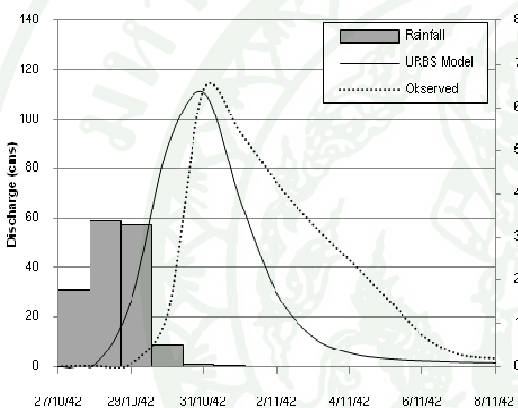
ก) กราฟน้ำทำสำหรับเหตุการณ์ที่ 1 ช่วง 31 ส.ค.- 26 ต.ค. 43 ข) กราฟน้ำทำสำหรับเหตุการณ์ที่ 2 ช่วง 14 ส.ค.- 17 ก.ย. 45

ภาพที่ 47 การเปรียบเทียบกราฟน้ำทำที่สถานี Y.25 เมื่อใช้ชุดพารามิเตอร์ที่เป็นตัวแทนลุ่มน้ำ



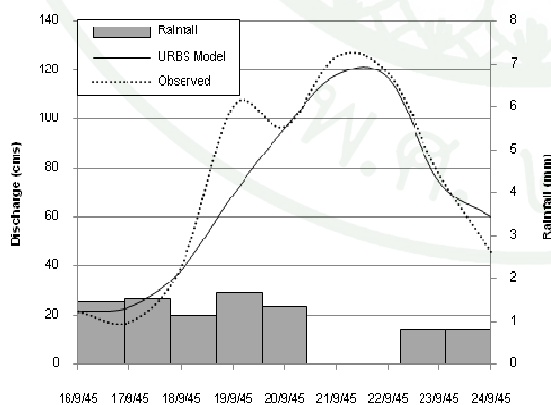
ก) กราฟน้ำทำสำหรับเหตุการณ์ที่ 1 ช่วง 15-22 ก.ย.41

ข) กราฟน้ำทำสำหรับเหตุการณ์ที่ 2 ช่วง 26 ต.ค.-10 พ.ย. 42



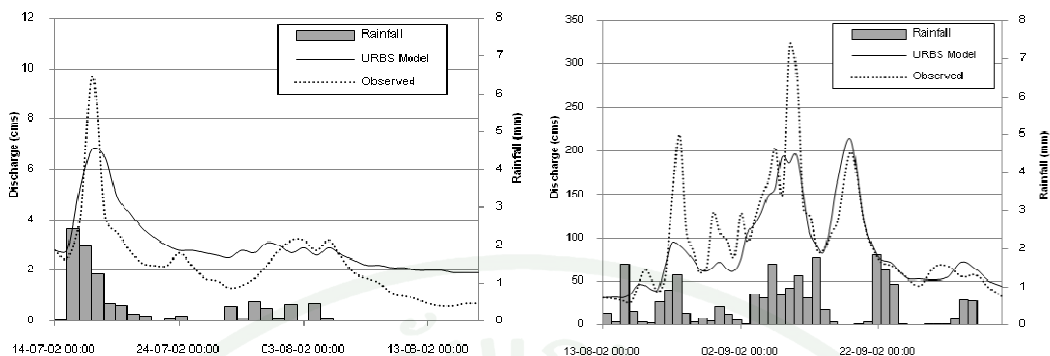
ค) กราฟน้ำทำสำหรับเหตุการณ์ที่ 3 ช่วง 1-14 มิ.ย. 43

ง) กราฟน้ำทำสำหรับเหตุการณ์ที่ 4 ช่วง 27 ต.ค.-10 พ.ย. 44



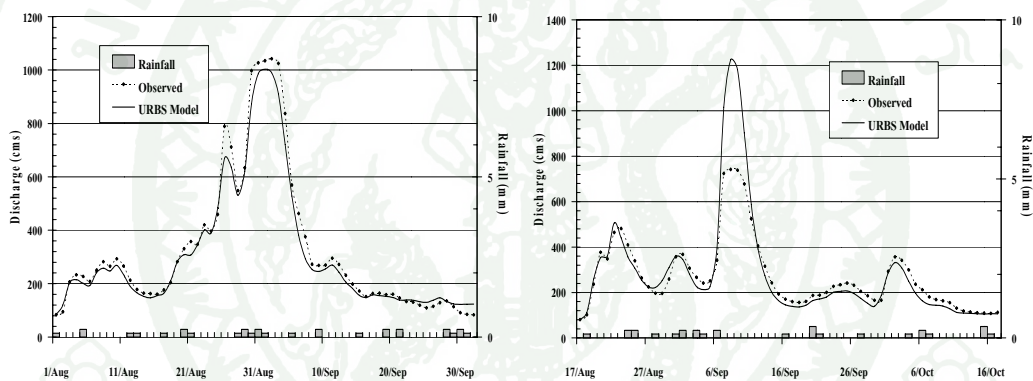
จ) กราฟน้ำทำสำหรับเหตุการณ์ที่ 5 ช่วง 16-24 ก.ย.45

ภาพที่ 48 การเปรียบเทียบกราฟน้ำทำที่สถานี Y.26 เมื่อใช้ชุดพารามิเตอร์ที่เป็นตัวแทนลุ่มน้ำ

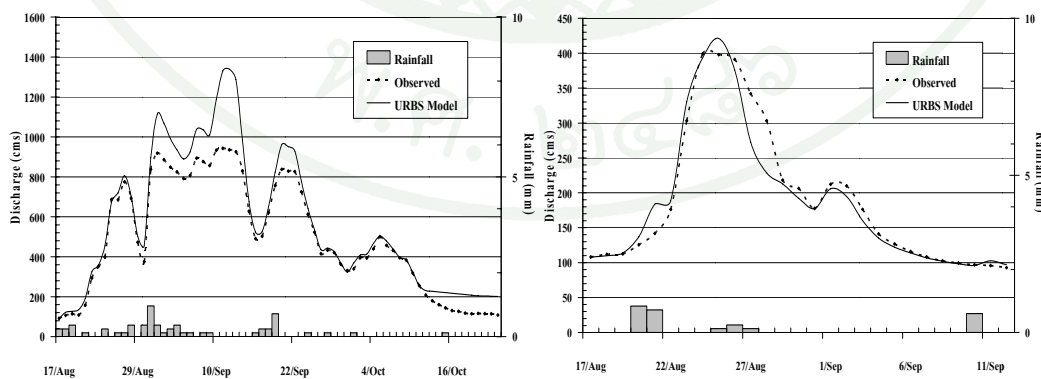


ก) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 1 ช่วง 22 มิ.ย. - 21 ก.ค.43 ข) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 2 ช่วง 13 ส.ค. - 10 ต.ค.45

ภาพที่ 49 การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่สถานี Y.31 เมื่อใช้ชุดพารามิเตอร์ที่เป็นตัวแทนลุ่มน้ำ

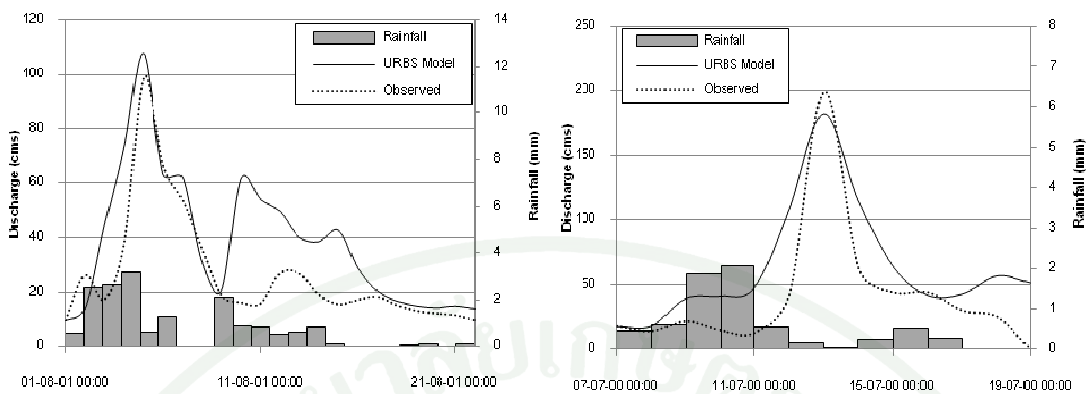


ก) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 1 ช่วง 26 ส.ค.- 27 ต.ค. 43 ข) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 2 ช่วง 24 ส.ค.- 24 ต.ค. 43



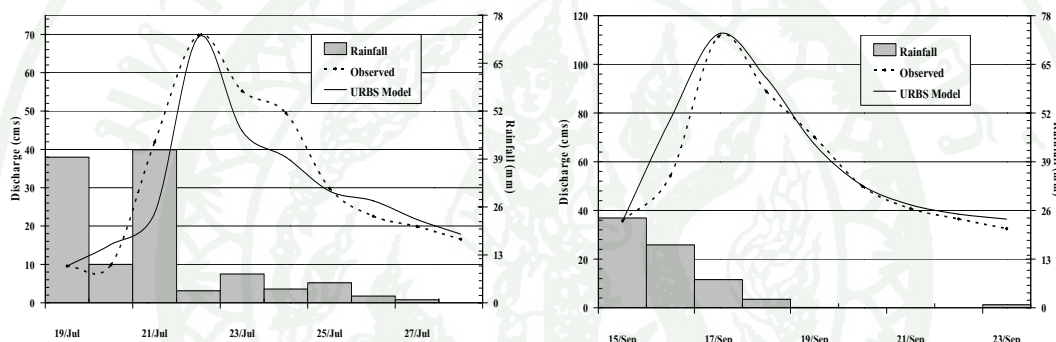
ค) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 3 ช่วง 17 ส.ค.- 23 ต.ค. 45 ง) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 4 ช่วง 23 ต.ค.- 18 พ.ย. 45

ภาพที่ 50 การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่สถานี Y.33 เมื่อใช้ชุดพารามิเตอร์ที่เป็นตัวแทนลุ่มน้ำ



ก) กราฟน้ำสำหรับเหตุการณ์ที่ 1 ช่วง 5-26 ก.ย.41

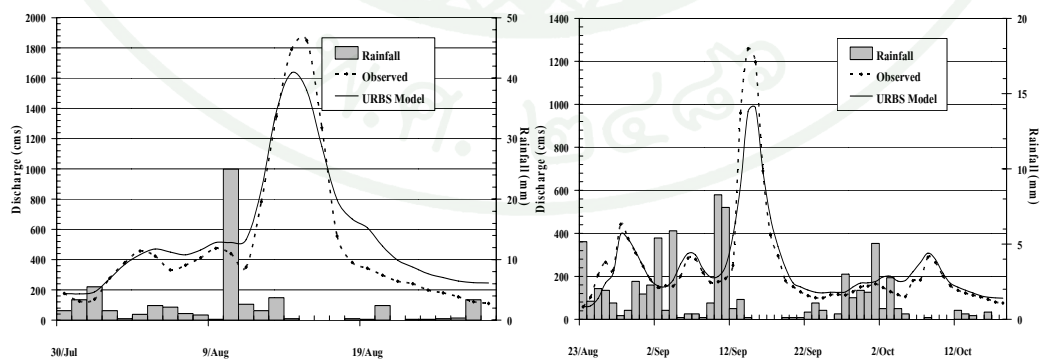
ข) กราฟน้ำสำหรับเหตุการณ์ที่ 2 ช่วง 7-18 ก.ค.43



ค) กราฟน้ำสำหรับเหตุการณ์ที่ 3 ช่วง 19-28 ก.ค. 44

ง) กราฟน้ำสำหรับเหตุการณ์ที่ 4 ช่วง 15-23 ก.ย.45

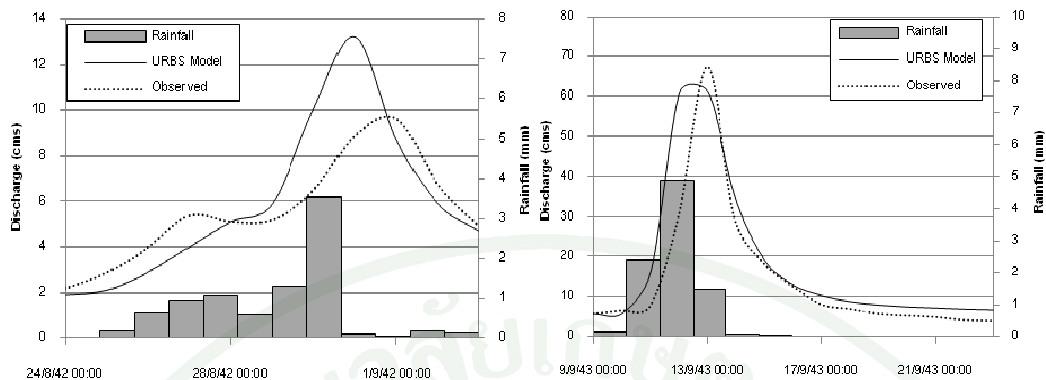
ภาพที่ 51 การเปรียบเทียบกราฟน้ำทำที่สถานี Y.36 เมื่อใช้ชุดพารามิเตอร์ที่เป็นตัวแทนลุ่มน้ำ



ก) กราฟน้ำสำหรับเหตุการณ์ที่ 1 ช่วง 30 ก.ค. - 27 ส.ค. 44

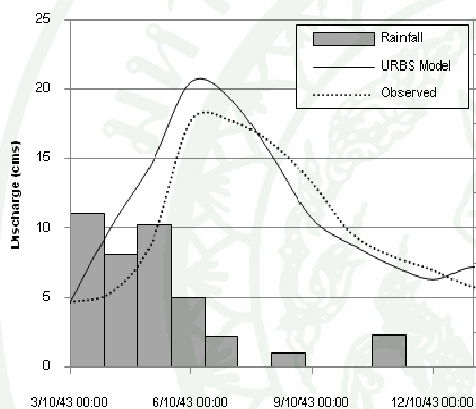
ข) กราฟน้ำสำหรับเหตุการณ์ที่ 2 ช่วง 23 ส.ค.-18 ต.ค.43

ภาพที่ 52 การเปรียบเทียบกราฟน้ำทำที่สถานี Y.37 เมื่อใช้ชุดพารามิเตอร์ที่เป็นตัวแทนลุ่มน้ำ

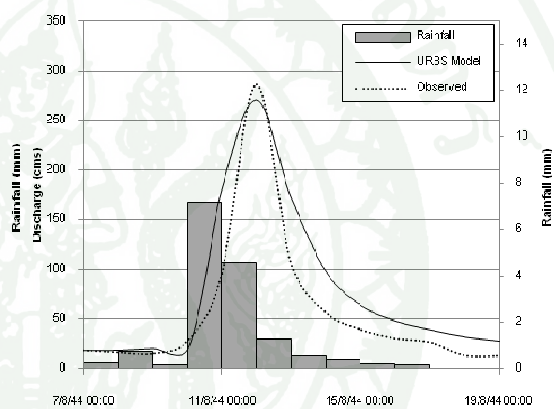


ก) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 1 ช่วง 23-3 ก.ย. 42

ข) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 2 ช่วง 9-25 ก.ย.43



ค) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 3 ช่วง 3-14 ต.ค. 43



ง) กราฟน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์ที่ 4 ช่วง 7-19 ส.ค. 44

ภาพที่ 53 การเปรียบเทียบกราฟน้ำท่าที่สถานี Y.38 เมื่อใช้ชุดพารามิเตอร์ที่เป็นตัวแทนลุ่มน้ำ

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

งานศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ 3 ประการ คือ 1) การศึกษาแนวทางการประยุกต์ใช้แบบจำลอง URBS 2) การศึกษาความไวของพารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลอง และ 3) การสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลองที่เหมาะสมที่สถานีวัดน้ำท่าที่ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำยม ดังนั้น ผลการศึกษาสามารถสรุปในแต่ละวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1. การศึกษาแนวทางการประยุกต์ใช้แบบจำลอง URBS

จากการศึกษาแนวทางการประยุกต์ใช้แบบจำลอง URBS พบว่า ข้อมูลด้านเข้าที่สำคัญเพื่อการใช้งานแบบจำลองประกอบด้วย ความลึกฝนที่สถานีวัดน้ำฝนในลุ่มน้ำหรือบริเวณใกล้เคียงลุ่มน้ำที่พิจารณา ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ระยะทางจากจุดไกลสุดบนสันปันน้ำถึงจุดบนลำน้ำใกล้จุดศูนย์กลางของลุ่มน้ำย่อย และ ระยะทางจากจุดบนลำน้ำใกล้จุดศูนย์กลางของลุ่มน้ำย่อยถึงจุดออกในแต่ละลุ่มน้ำย่อย ทั้งนี้ มีแฟ้มข้อมูลจำนวน 5 แฟ้มข้อมูล ที่ต้องจัดเตรียมเพื่อการใช้งานแบบจำลอง URBS เพื่อการประเมินกราฟน้ำท่าที่สถานีวัดน้ำท่าที่พิจารณา โดยเพิ่มข้อมูลเหล่านี้ประกอบด้วย 1) Catchment Definition File, 2) Rainfall Definition File, 3) Gauging Station File, 4) Pluviograph File และ 5) Batch File

2. การศึกษาความไวของพารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลอง URBS

การศึกษาความไวของพารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลอง URBS มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงค่าของพารามิเตอร์ของแบบจำลองที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณการไหลสูงสุด เวลาของการเกิดปริมาณการไหลสูงสุด และ ปริมาตรของกราฟน้ำท่าและกราฟน้ำท่วม โดยในการศึกษาได้ดำเนินการที่สถานีวัดน้ำท่า Y.38 สำหรับผลการศึกษา พบว่า พารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลองที่สำคัญมีทั้งสิ้น 6 พารามิเตอร์ ซึ่งประกอบด้วย α (พารามิเตอร์ของการเคลื่อนตัวของลำน้ำ), β (พารามิเตอร์ของการเคลื่อนตัวของลุ่มน้ำ), m (พารามิเตอร์ของการเปลี่ยนแปลงแบบไม่เป็นเส้นตรงของลุ่มน้ำ), il (ปริมาณการสูญเสียเริ่มต้น), pr (อัตราส่วนของ

การเกิดปริมาณน้ำท่า) และ if (อัตราการซึมลงดินของพื้นที่ลุ่มน้ำ) สำหรับผลการศึกษาคความไวสรุปได้ดังในตารางที่ 23 โดยสามารถสรุปผลในภาพรวมได้ดังนี้

ตารางที่ 23 ผลต่อการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ α , β , m , il , pr และ if ที่มีอิทธิพลต่อกราฟน้ำท่า

พารามิเตอร์		การเปลี่ยนแปลงลักษณะเฉพาะของกราฟน้ำท่า (%)		
ของแบบจำลอง		q_p	t_p	V
α (ค่าสอบเทียบ)	0.45	0	0	0
เพิ่ม α	0.6-1.2	-5.7% ถึง -28.2%	+1.6% ถึง +9.3%	-0.4% ถึง -2.6%
ลด α	0.4-0	-0.2% ถึง +36.1%	-0.8% ถึง -6.2%	+0.1% ถึง +4.7%
β (ค่าสอบเทียบ)	4	0	0	0
เพิ่ม β	6-30	-11.9% ถึง -66.9%	+1.6% ถึง +8.5%	-1.8% ถึง -22.2%
ลด β	2-0	+5.4% ถึง +36.1%	-1.6% ถึง -6.2%	+1.9% ถึง +4.2%
m	0.8	0	0	0
เพิ่ม m	1	-17.2%	0%	-0.5%
ลด m	0.6-0.2	+4.1% ถึง +36.0%	-0.8% ถึง -6.9%	+0.6% ถึง +1.3%
il	15 (มิลลิเมตร)	0	0	0
เพิ่ม il	20-30	-2.3% ถึง -8.6%	-	-0.6% ถึง -2.2%
ลด il	10-0	+0.8% ถึง +2.3%	-	+0.4% ถึง +1.0%
pr	0.01	0	0	0
เพิ่ม pr	0.2-1	+8.7% ถึง +180.4%	-	+15.0% ถึง +238.7%
ลด pr	0	-0.9%	-	-1.6%
if	260 (มิลลิเมตร)	0	0	0
เพิ่ม if	300-1000	-13.0% ถึง -71.1%	-	-10.6% ถึง -58.5%
ลด if	200-0	+29.5% ถึง +180.4%	-	+23.8% ถึง +238.7%

2.1 พารามิเตอร์ α (พารามิเตอร์การเคลื่อนตัวของลำน้ำ) พารามิเตอร์ β (พารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนตัวของลุ่มน้ำ) และ m (พารามิเตอร์ของการเปลี่ยนแปลงแบบไม่เป็นเส้นตรงของลุ่มน้ำ) มีผลกระทบตรงข้ามกับเวลาที่เกิดปริมาณการไหลสูงสุด (t_p) และปริมาตรของกราฟน้ำท่า (V) กล่าวคือเมื่อเพิ่มค่า α หรือ β หรือ m จะทำให้ t_p และ V ลดลง และเมื่อลดค่า α หรือ β หรือ m จะทำให้ t_p และ V เพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่า α , β และ m มีผลกระทบไปในทางเดียวกันกับปริมาณการไหลสูงสุด (q_p) กล่าวคือเมื่อเพิ่มค่า α หรือ β หรือ m จะทำให้ q_p เพิ่มขึ้น และเมื่อลดค่า α หรือ β หรือ m จะทำให้ q_p ลดลง

2.2 il (ปริมาณการสูญเสียเริ่มต้น) และ if (อัตราการซึมลงดิน) มีผลกระทบไปทางตรงกันข้ามกับปริมาณการไหลสูงสุด (q_p) และปริมาตรของกราฟน้ำท่า (V) กล่าวคือ เมื่อเพิ่มค่า il หรือ if จะทำให้ q_p และ V ลดลง และเมื่อลดค่า il หรือ if จะทำให้ q_p และ V เพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่า il และ if ไม่มีผลกระทบต่อเวลาที่เกิดปริมาณการไหลสูงสุด (t_p)

2.3 พารามิเตอร์ pr (อัตราส่วนของการเกิดปริมาณน้ำท่า) มีผลกระทบไปทางเดียวกันกับปริมาณการไหลสูงสุด (q_p) และปริมาตรน้ำท่า (V) กล่าวคือเมื่อเพิ่มค่า pr จะทำให้ q_p และ V เพิ่มขึ้น และเมื่อลดค่า pr จะทำให้ q_p และ V ลดลง ในขณะที่ค่า pr ไม่มีผลกระทบต่อเวลาที่เกิดปริมาณการไหลสูงสุด (t_p)

สำหรับความรู้ที่ได้จากการศึกษาความไวของพารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลอง URBS สามารถนำมาใช้ประกอบการประเมินค่าของพารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลองสำหรับสถานีวัดน้ำท่าอื่น ๆ ได้ รวมทั้งที่สถานีวัดน้ำท่าจำนวน 13 สถานี ในลุ่มน้ำยม ให้เป็นไปอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

3. การสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลองที่เหมาะสมที่สถานีวัดน้ำท่าที่ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำยม

การสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลองได้ดำเนินการที่สถานีวัดน้ำท่าจำนวน 13 สถานี ในลุ่มน้ำยม ซึ่งประกอบด้วยสถานีวัดน้ำท่า Y.33, Y.25, Y.24, Y.38, Y.3A, Y.26, Y.36, Y.1C, Y.31, Y.14, Y.37, Y.20 และ Y.6 โดยสถานีเหล่านี้มีพื้นที่รับน้ำฝนระหว่าง 139 ถึง 2,758 ตารางกิโลเมตร และมีพื้นที่รับน้ำฝนเฉลี่ย 981 ตารางกิโลเมตร โดยได้คัดเลือกเหตุการณ์น้ำท่าและน้ำท่วมในแต่ละสถานีที่มีข้อมูลที่มีความเหมาะสม กล่าวคือ ในช่วงเหตุการณ์ที่พิจารณาต้องมีการวัดข้อมูลอัตราการไหลที่สถานีวัดน้ำท่าและข้อมูลความลึกฝนที่สถานีวัดน้ำฝนที่ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำของสถานีวัดน้ำท่าที่พิจารณารวมทั้งที่สถานีวัดน้ำฝนในบริเวณใกล้เคียง จากผลการคัดเลือกพบว่า มีเหตุการณ์กราฟน้ำท่าและกราฟน้ำท่วมในแต่ละสถานีวัดน้ำท่าระหว่าง 2-5 เหตุการณ์ โดยมีเหตุการณ์กราฟน้ำท่าและกราฟน้ำท่วมสำหรับสถานีวัดน้ำท่าทั้ง 13 สถานี ทั้งสิ้น 40 เหตุการณ์ โดยเหตุการณ์เหล่านี้มีปริมาณการไหลสูงสุดระหว่าง 6-2,076 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที คิดเป็นปริมาณการไหลสูงสุดเฉลี่ยเท่ากับ 621 ลูกบาศก์เมตรต่อ

วินาที ผลที่ได้จากการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองที่สถานีเหล่านี้แสดงดังในตารางที่ 24 โดยสามารถสรุปภาพรวมของผลการศึกษาดังนี้

3.1 พารามิเตอร์ α มีค่าที่เหมาะสมระหว่าง 0.05-1.50 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.35 ทั้งนี้ ในคู่มือการใช้งานแบบจำลอง URBS ได้กำหนดให้ค่าของพารามิเตอร์ α ต้องมีค่ามากกว่าศูนย์

3.2 พารามิเตอร์ β มีค่าที่เหมาะสมระหว่าง 1-15 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.28 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับที่มีการประยุกต์ใช้ในลุ่มน้ำปิงตอนบน ซึ่งใช้ค่าพารามิเตอร์ β ระหว่าง 5-9

3.3 พารามิเตอร์ m มีค่าที่เหมาะสมคือ 0.8 ซึ่งมีค่าเท่ากับที่มีการประยุกต์ใช้ในลุ่มน้ำปิงตอนบนที่ดำเนินการศึกษาโดยนุชนารถ และคณะ (2550) ทั้งนี้ ในคู่มือการใช้งานแบบจำลองได้แนะนำให้ใช้ค่าระหว่าง 0.6-0.8 สาเหตุที่เลือกใช้ค่าคงที่เนื่องจากได้รับคำแนะนำจากผู้พัฒนาแบบจำลอง เพื่อเป็นการลดจำนวนพารามิเตอร์ของแบบจำลอง และค่าของพารามิเตอร์ m ที่เท่ากับ 0.8 มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายในหลาย ๆ ประเทศที่มีการประยุกต์ใช้แบบจำลอง URBS

3.4 พารามิเตอร์ il มีค่าที่เหมาะสมเท่ากับ 0 มิลลิเมตร สำหรับทุกเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่ทำการศึกษา ทั้งนี้ยกเว้นที่สถานีวัดน้ำท่า Y.36 ซึ่งใช้ค่า il ที่เหมาะสมสำหรับเหตุการณ์กราฟน้ำท่า 4 เหตุการณ์เท่ากับ 0, 20, 30 และ 0 (ดูรายละเอียดได้ในตารางที่ 22) เหตุผลที่เลือกใช้ค่า il เท่ากับ 0 มิลลิเมตร เนื่องจากกราฟน้ำท่าที่เลือกใช้ถือเป็นช่วงที่มีปริมาณน้ำมาก จึงกำหนดให้ไม่มีปริมาณการสูญเสียน้ำเริ่มต้น สำหรับผลการศึกษาลุ่มน้ำ South-East รัฐ Queensland ประเทศออสเตรเลีย พบว่า มีการใช้ค่าพารามิเตอร์ il ในช่วงระหว่าง 1-12 มิลลิเมตร และสำหรับการศึกษาในลุ่มน้ำปิงตอนบนใช้ค่าพารามิเตอร์ il เท่ากับ 0 ในขณะที่ในคู่มือแนะนำให้ใช้ค่าระหว่าง 1-2 มิลลิเมตร

3.5 พารามิเตอร์ pr มีค่าที่เหมาะสมระหว่าง 0.01-0.80 โดยมีค่าเฉลี่ย 0.10 ซึ่งใกล้เคียงกับผลการศึกษาลุ่มน้ำปิงตอนบนซึ่งใช้ค่าพารามิเตอร์ pr ระหว่าง 0.11-0.26

3.6 พารามิเตอร์ if มีค่าที่เหมาะสมระหว่าง 0-1,500 มิลลิเมตร โดยมีค่าเฉลี่ย 496 มิลลิเมตร ในขณะที่ในลุ่มน้ำปิงใช้ค่าพารามิเตอร์ if ระหว่าง 200-700 มิลลิเมตร

สำหรับค่าทางสถิติที่ได้จากการเปรียบเทียบระหว่างกราฟน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด และกราฟน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลองสำหรับสถานีวัดน้ำท่าทั้ง 13 สถานี นั้น พบว่า ตัวแปรทางสถิติที่พิจารณามีค่าอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ กล่าวคือ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) มีค่าระหว่าง 0.81-0.99 (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.95) รากที่สองของความผิดพลาดยกกำลังสอง ($RMSE$) มีค่าระหว่าง 0.63-140.41 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 41.75 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที) และดัชนีประสิทธิภาพ (EI) มีค่าระหว่าง 13.19%-98.40% (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 81.56%) ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าแบบจำลอง URBS สามารถนำมาใช้เพื่อการประเมินกราฟน้ำท่าและกราฟน้ำท่าวมสำหรับสถานีวัดน้ำท่าในกลุ่มน้ำยมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 24 สรุปภาพรวมผลการสอบเทียบแบบจำลอง URBS สำหรับสถานีวัดน้ำท่า 13 สถานีในพื้นที่ลุ่มน้ำยม จำนวน 40 เหตุการณ์กราฟน้ำท่า

ลำดับที่	รายการ	หน่วย	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย
1	ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ	ตารางกิโลเมตร	2,757.59	139.03	980.51
2	ปริมาณการไหลสูงสุด	ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที	2,076.00	6.00	621.26
3	พารามิเตอร์ชุดที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์				
	α	-	1.50	0.05	0.34
	β	-	15.00	1	7.35
	il	มิลลิเมตร	30.00	0	1.20
	pr	-	0.80	0.01	0.10
	if	มิลลิเมตร	1,500.00	0	496.94
4	ตัวแปรทางสถิติ				
	r	-	0.99	0.81	0.94
	EI	%	98.40	13.19	80.68
	$RMSE$	ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที	140.41	0.63	43.03

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการดำเนินการศึกษาในหัวข้อเรื่อง “การประยุกต์ใช้แบบจำลอง URBS สำหรับการประเมินน้ำท่าในกลุ่มน้ำยม” สรุปได้ดังต่อไปนี้

1. การศึกษาความไวของพารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลองเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นที่ต้องดำเนินการสำหรับทุกแบบจำลอง เนื่องจากผลที่ได้รับสามารถนำมาใช้ประกอบการประเมินค่าของพารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลองที่ทำการศึกษา รวมทั้งสามารถสร้างความเข้าใจลักษณะเฉพาะและกระบวนการคำนวณของแบบจำลองต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี ทำให้ผู้ใช้งานสามารถนำแบบจำลองที่ศึกษาไปใช้งานได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

2. การกำหนดให้ค่าของพารามิเตอร์บางตัวเป็นค่าคงที่ที่ทำให้การสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองเป็นไปได้ง่ายขึ้น โดยในการศึกษานี้ได้กำหนดให้ค่า m เท่ากับ 0.8 และ il เท่ากับ 0 มิลลิเมตร ตามเหตุผลที่ได้กล่าวแล้วในการสรุปผลการศึกษา ซึ่งแนวทางดังกล่าวสามารถนำไปใช้ได้กับแบบจำลองอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม การกำหนดให้พารามิเตอร์บางตัวมีค่าคงที่นั้น จำเป็นต้องมีเหตุผลที่เป็นที่ยอมรับได้ ทั้งนี้ สามารถศึกษาแนวทางได้จากการใช้งานแบบจำลองเดียวกันในพื้นที่ศึกษาอื่น ๆ ซึ่งสามารถเรียนรู้ได้จากการตรวจเอกสารผลงานที่เกี่ยวข้อง

3. จากการศึกษาพบว่า พารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลอง URBS จำนวน 4 พารามิเตอร์ ซึ่งประกอบด้วย α , β , pr และ if มีแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงค่าไปตามขนาดหรือรอบปีการเกิดซ้ำของกราฟน้ำท่าหรือกราฟน้ำท่าท่วมที่พิจารณา โดยในการศึกษานี้มีความจำเป็นที่ต้องประเมินค่าของแต่ละพารามิเตอร์ทั้ง 4 พารามิเตอร์ ที่เป็นค่ากลาง เพื่อนำไปใช้ประกอบการประเมินกราฟน้ำท่าเมื่อทราบข้อมูลความลึกฝนของพื้นที่ลุ่มน้ำสำหรับสถานีวัดน้ำท่าที่พิจารณา อย่างไรก็ตาม จากประสบการณ์ที่ได้จากการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง URBS พบว่า มีความเหมาะสมที่จะทำการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง URBS เพื่อหาค่าของพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับขนาดหรือรอบปีการเกิดซ้ำของกราฟน้ำท่าหรือกราฟน้ำท่าท่วมที่พิจารณา ทั้งนี้ เพื่อเป็นการเพิ่มความถูกต้องให้กับผลการประเมินกราฟน้ำท่าและกราฟน้ำท่าท่วม และเพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมให้กับแบบจำลอง URBS ทั้งนี้ แนวความคิดดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า ทัว ๆ ไป ซึ่งมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในลักษณะเดียวกัน

อย่างไรก็ตามจากการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองเพื่อประเมินค่าพารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลองที่เหมาะสมนั้น พบว่า ค่าของพารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลองจำนวน 4 พารามิเตอร์ ซึ่งประกอบด้วย α , β , pr และ if มีแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงค่าไปตามขนาดหรือรอบปีการเกิดซ้ำของกราฟน้ำท่าหรือกราฟน้ำท่วมที่พิจารณา แต่การนำแบบจำลอง URBS ไปประยุกต์ใช้เพื่อทำนายลักษณะของกราฟน้ำท่าและน้ำท่วมมีความจำเป็นที่ต้องประเมินค่าของแต่ละพารามิเตอร์ที่เป็นกลางเพื่อให้สามารถประเมินกราฟน้ำท่าได้ทันทีที่ทราบข้อมูลความลึกฝนที่สถานีวัดน้ำท่าที่พิจารณา ซึ่งการนำชุดพารามิเตอร์ที่สอบเทียบและตรวจพิสูจน์ด้วยเหตุการณ์กราฟน้ำท่าที่มีขนาดและรอบปีการเกิดซ้ำชุดหนึ่งไปประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์น้ำท่าที่มีขนาดต่างออกไปมีผลทำให้ค่าทางสถิติของแต่ละตัวแปรทางสถิติสำหรับบางเหตุการณ์กราฟน้ำท่าหรือกราฟน้ำท่วมมีค่าทางสถิติไม่ดีเท่ากับเหตุการณ์ที่มีขนาดและรอบปีการเกิดซ้ำใกล้เคียงกัน

4. แบบจำลอง URBS เป็นแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า ซึ่งจำเป็นต้องใช้ข้อมูลฝนเป็นข้อมูลนำเข้าของแบบจำลองที่สำคัญที่สุด อย่างไรก็ตาม ข้อมูลฝนมีการเปลี่ยนแปลงทั้งในด้านเวลาและสถานที่ ดังนั้น กลุ่มน้ำที่มีสถานีวัดน้ำฝนจำนวนมาก รวมทั้งมีช่วงเวลาของการเก็บข้อมูลฝนที่ละเอียด อาทิเช่น รายชั่วโมงจะส่งผลให้ผลการประเมินกราฟน้ำท่าโดยแบบจำลอง URBS หรือแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า อื่น ๆ มีความถูกต้องแม่นยำขึ้น อย่างไรก็ตาม สถานีวัดน้ำฝนของประเทศไทยโดยส่วนใหญ่ มีจำนวนสถานีไม่มากเท่าที่ควร รวมทั้งช่วงเวลาการเก็บข้อมูลโดยส่วนใหญ่เป็นแบบรายวัน ซึ่งส่งผลกระทบต่อผลการประเมินกราฟน้ำท่าไม่ดีเท่าที่ควรจะเป็น ดังนั้น หน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบงานด้านการจัดเก็บข้อมูลน้ำฝนและน้ำท่าควรพิจารณาเพิ่มจำนวนสถานีตรวจวัดรวมทั้งควรจัดเก็บข้อมูลแบบอัตโนมัติเพื่อประโยชน์ในการพัฒนางานด้านแหล่งน้ำของประเทศให้มีความถูกต้องแม่นยำขึ้นในทุกๆด้านต่อไป

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- จารุวรรณ สาครมนิรัตน์. 2550. การศึกษาการจำลองน้ำฝน-น้ำท่าที่เกิดอุทกภัยของกลุ่มน้ำเพชรบุรี. ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นุชนารถ ศรีวงศิตานนท์. 2546. การจำลองสภาวะน้ำท่วม (Flood Modelling). ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นุชนารถ ศรีวงศิตานนท์. 2555. อุทกวิทยาขั้นสูง (Advance Hydrology). ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พรรณพิมพ์ พุทธรักษา. 2552. การประยุกต์ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากสถานีวัดน้ำฝนและปริมาณน้ำฝนจากเรดาร์กับแบบจำลองอุทกวิทยาสำหรับการประเมินปริมาณน้ำท่วม. ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิษุวัตต์ และนุชนารถ. 2550. การประเมินประสิทธิภาพของการประยุกต์ใช้แบบจำลองด้านอุทกพลศาสตร์ในการประเมินปริมาณน้ำหลากของกลุ่มน้ำปึงตอนบน. วิศวกรรมสาร มก. 60 (20): 74-82.
- สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2548. รายงานโครงการวิจัยเรื่อง “ระบบการพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่วมตามเวลาจริงสำหรับลุ่มน้ำปึงตอนบนและลุ่มน้ำยม”. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Carroll, D. G. 2004. **URBS a Rainfall Runoff Routing Model for flood forecasting & design version 4.00.** n.p.
- Makowecki, D. and R.D. Mooreb. 1999. Hierarchical testing of three rainfall–runoff models in small forested catchments. **Journal of Hydrology** 219: 136–152.

Laurenson, E.M. and R.G.Mein, 1990. **RORB - Version 4 Runoff Routing Program User**

Manual. Monash University, Dept of Civil Engineering, Victoria.

Malone, T. 2000. **Streamflow Routing Techniques in Large Rivers in Queensland,**

pp. 223-228. *In* WMO project: Intercomparison of Forecast Models for Streamflow Routing in Large Rivers, Geneva.

Punpim, P. M. and S. Nuchanart. 2009. Estimation of the URBS model parameters for floodestimation of ungauged catchments in the upper Ping river basin. Thailand.

ScienceAsia 35: 49–56.

Shallcross, W. 1987. **Flood Estimation by Runoff Routing - Program WT42.** Queensland

Water Resources Commission, Queensland.

US Army Corps of Engineer. 2000. **Hydrologic Modeling System HEC-HMS Technical**

Reference Manual. Hydrologic Engineering Center, Washington, DC.

Valerie, E. B., D. Dartus and M. Alquier. 2002. **Forecasting flash floods in ungauged basins**

with satellite data. PUB Kick-off meeting, Brasilia. 20–22 November 2002.



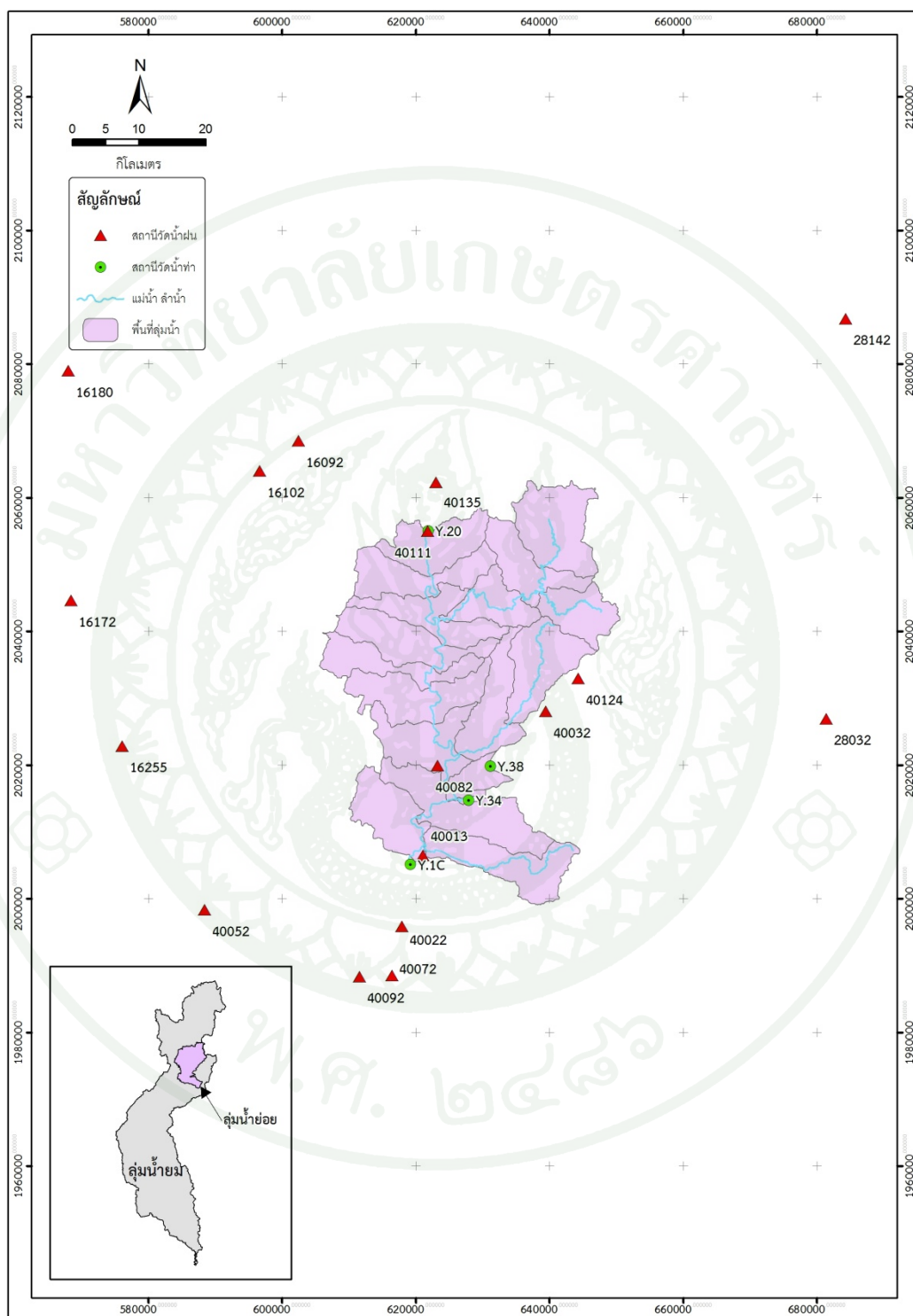


ภาคผนวก ก
ข้อมูลด้านกายภาพที่ประเมินได้จากโปรแกรม GIS ArcView

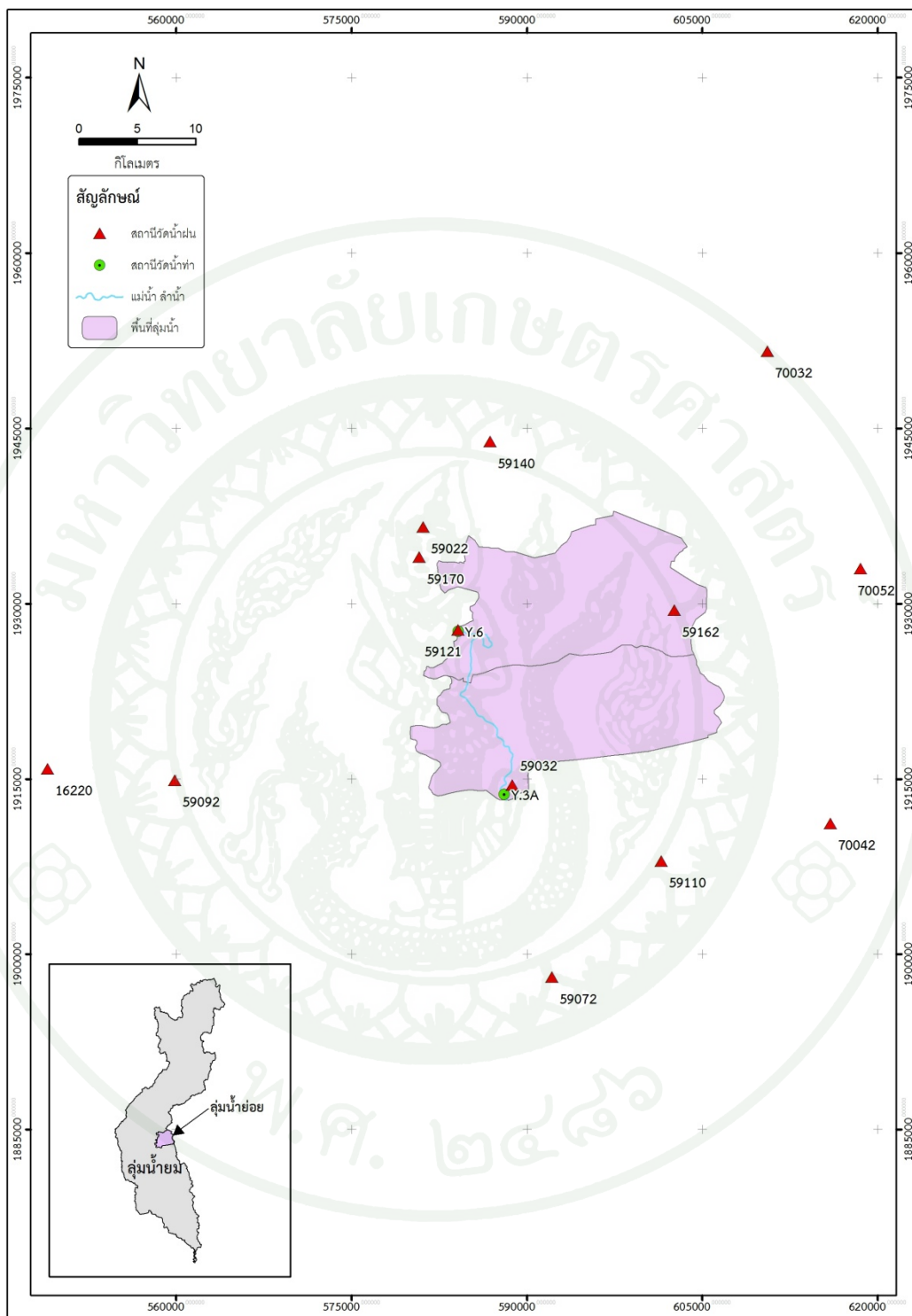
ข้อมูลด้านกายภาพที่ประเมินได้จากโปรแกรม GIS ArcView

ข้อมูลทางด้านกายภาพที่จำเป็นสำหรับใช้เป็นข้อมูลด้านเข้าของแบบจำลอง URBS ซึ่งสามารถประเมินได้จากโปรแกรม GIS Arc View ประกอบด้วย

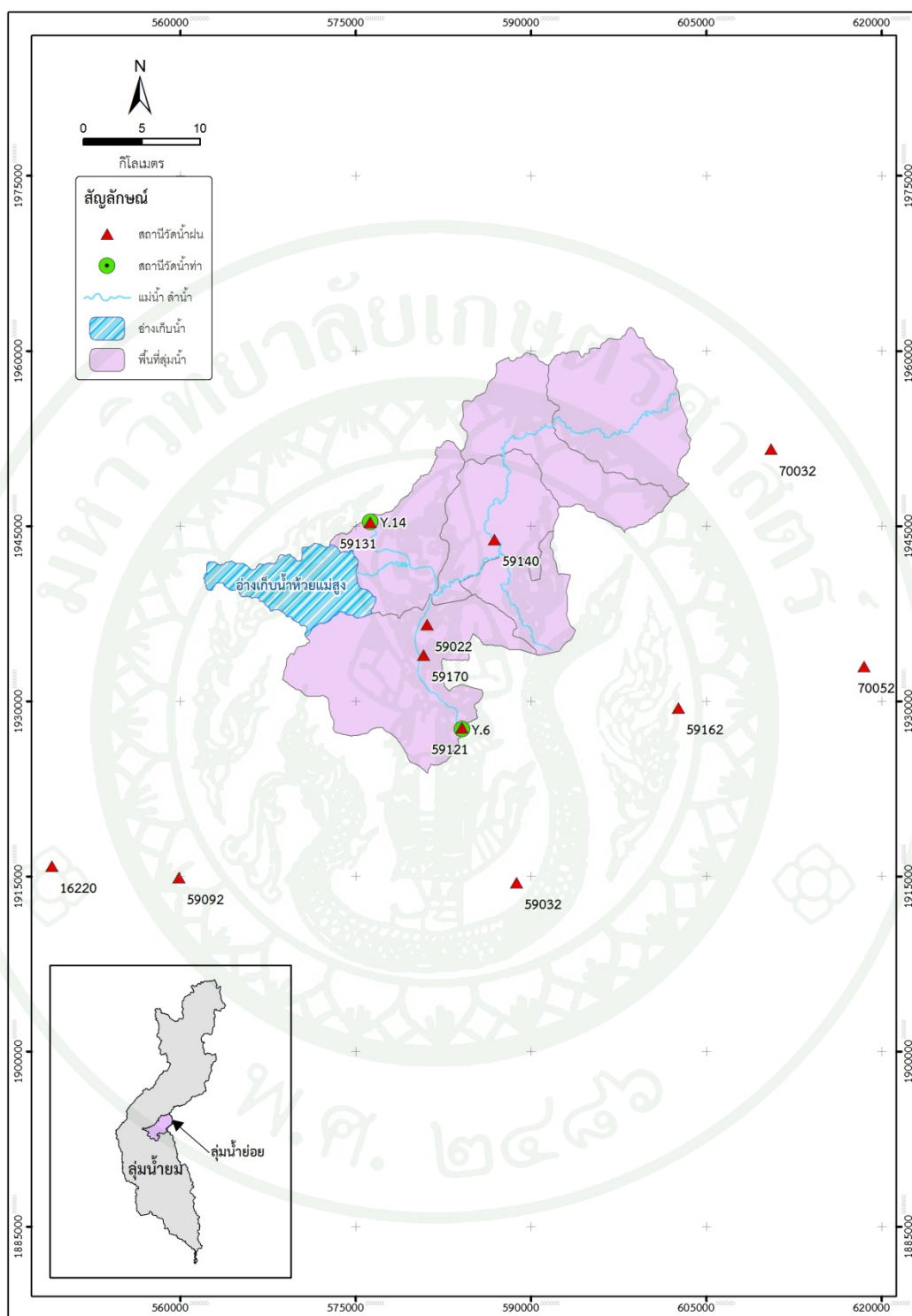
1. การแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยของสถานีวัดน้ำท่าที่ใช้ในการศึกษา ดังแสดงในภาพผนวกที่ ก1 ถึง ภาพผนวกที่ ก13
2. ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยของสถานีวัดน้ำท่าที่ใช้ในการศึกษา รายละเอียดแสดงผังตารางผนวกที่ ก1 ถึง ตารางผนวกที่ ก13
3. ความยาวลำน้ำสำหรับการเคลื่อนย้ายกราฟน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ซึ่งลุ่มน้ำย่อยแต่ละลุ่มน้ำย่อยจะประกอบด้วยความยาวลำน้ำ 2 ส่วน คือ ความยาวลำน้ำจากจุดไหลสุดบนสันปันน้ำถึงจุดไหลศูนย์กลางของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย และ ความยาวลำน้ำจากจุดไหลศูนย์กลางของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยถึงจุดออก (outlet) ของลุ่มน้ำย่อย ดังแสดงในภาพผนวกที่ ก14 ถึง ภาพผนวกที่ ก26



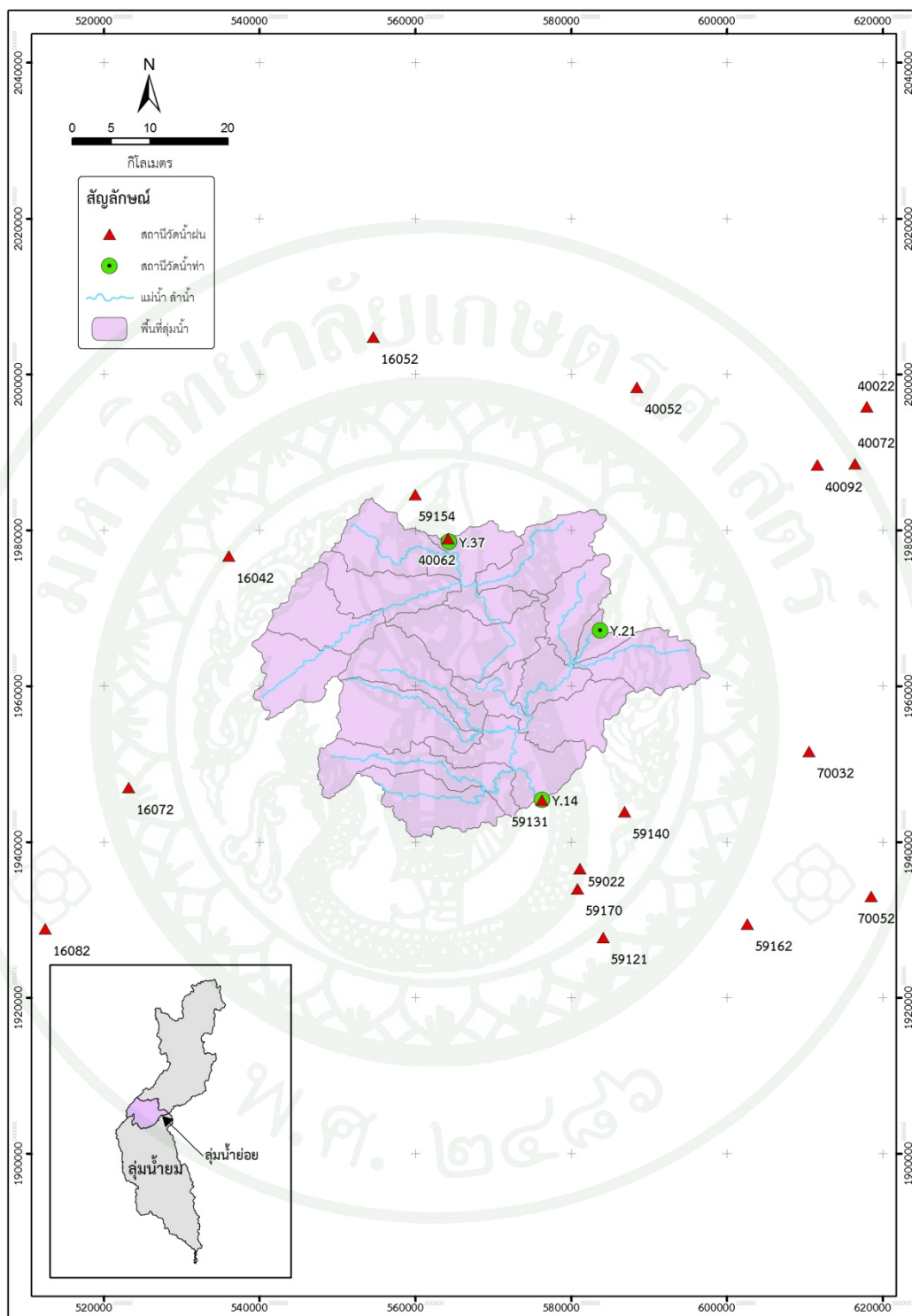
ภาพผนวกที่ ก1 การแบ่งลุ่มน้ำย่อยของสถานีวัดน้ำท่า Y.1C และตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน-น้ำท่า



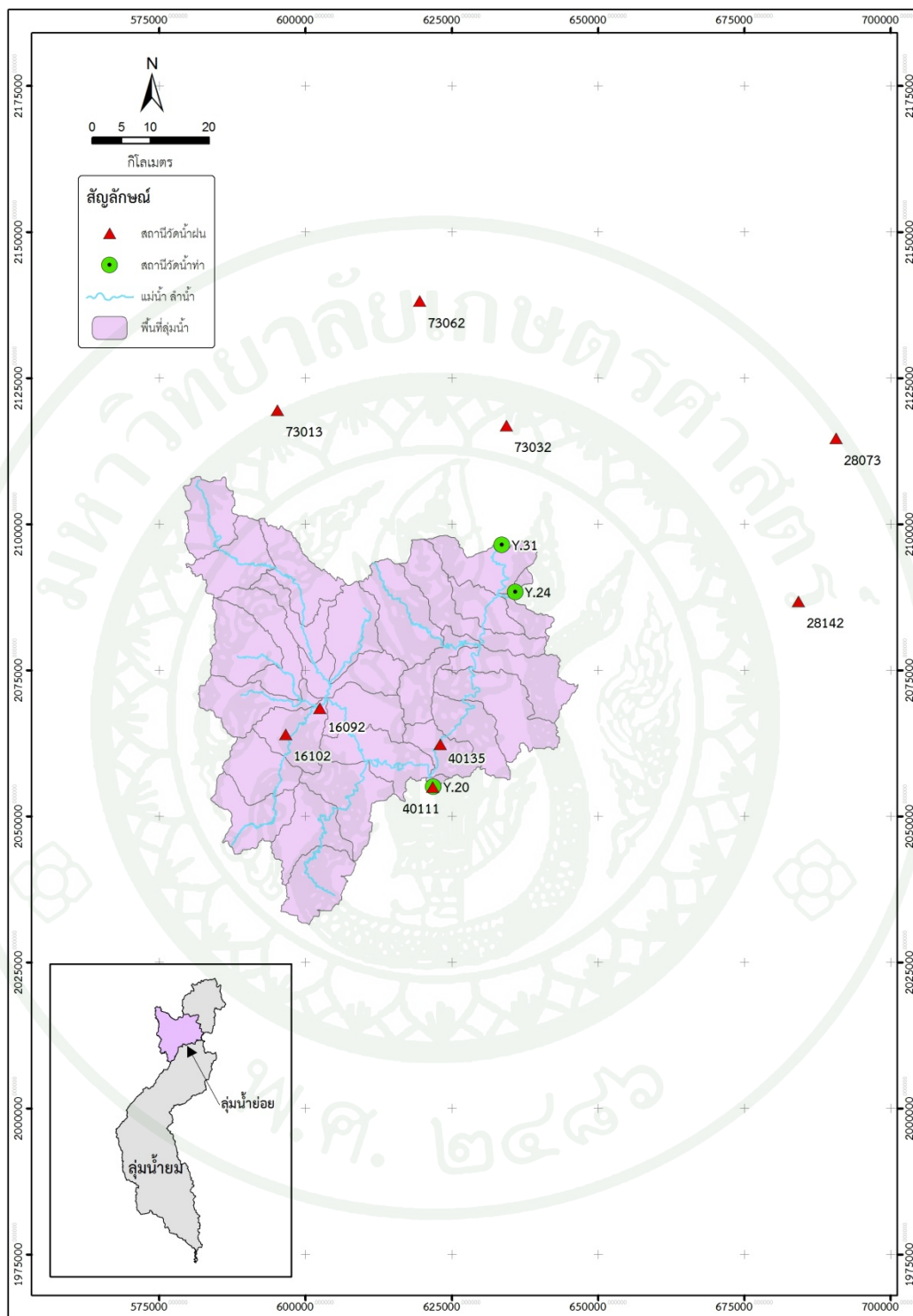
ภาพผนวกที่ ก2 การแบ่งลุ่มน้ำย่อยของสถานีวัดน้ำท่า Y.3A และตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน-น้ำท่า



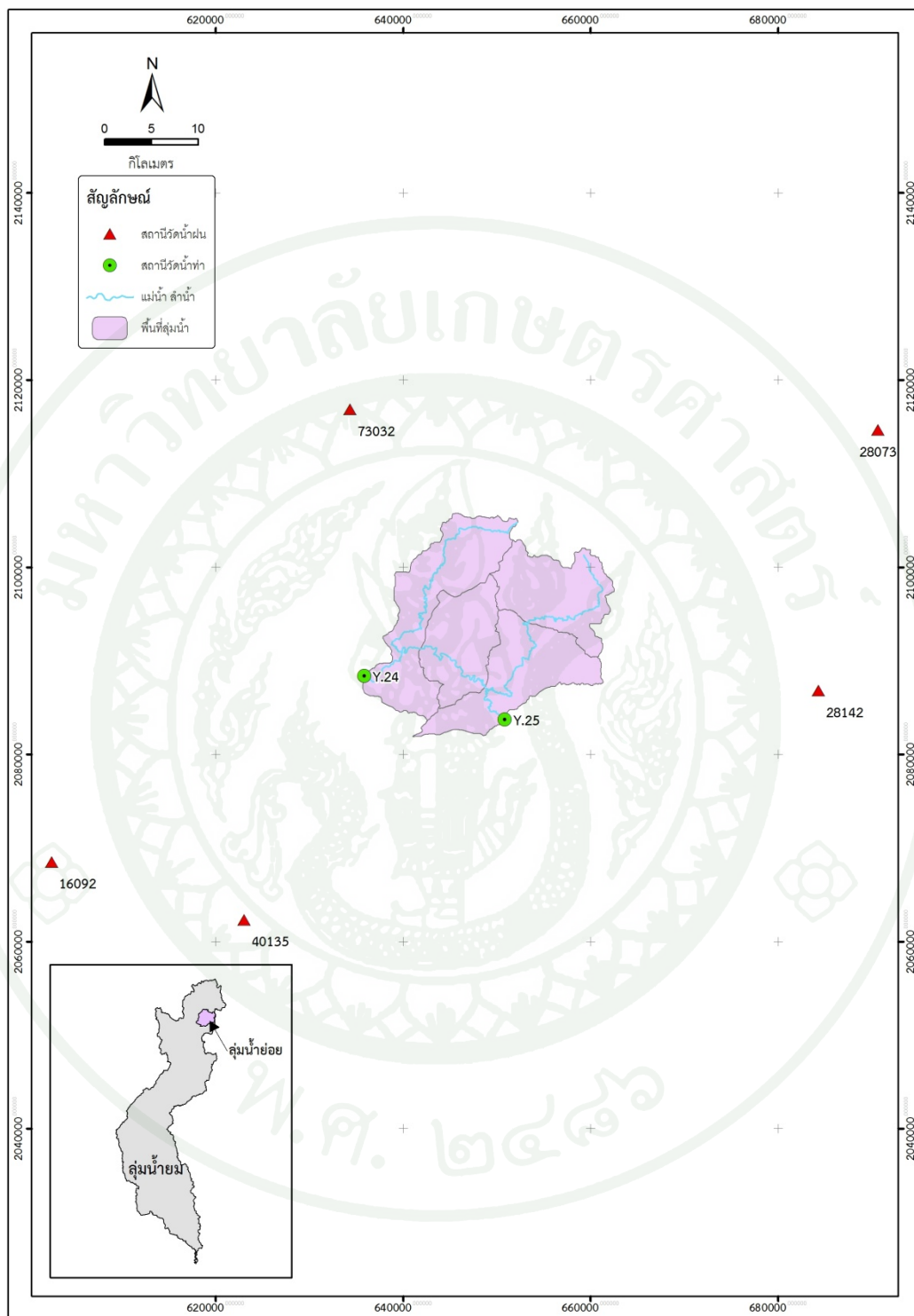
ภาพผนวกที่ ก3 การแบ่งลุ่มน้ำย่อยของสถานีวัดน้ำท่า Y.6 และตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน-น้ำท่า



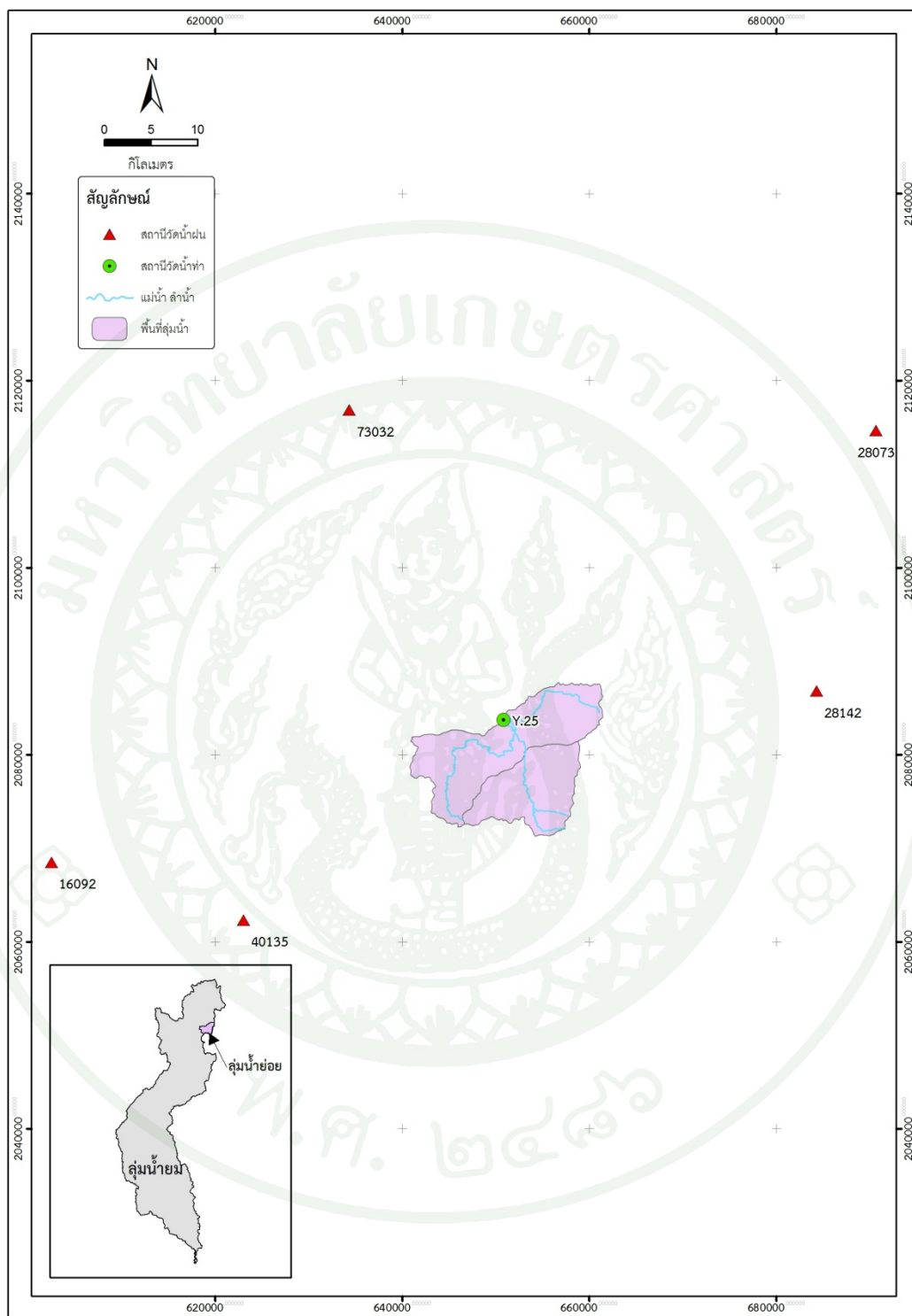
ภาพผนวกที่ ก4 การแบ่งลุ่มน้ำย่อยของสถานีวัดน้ำท่า Y.14 และตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน-น้ำท่า



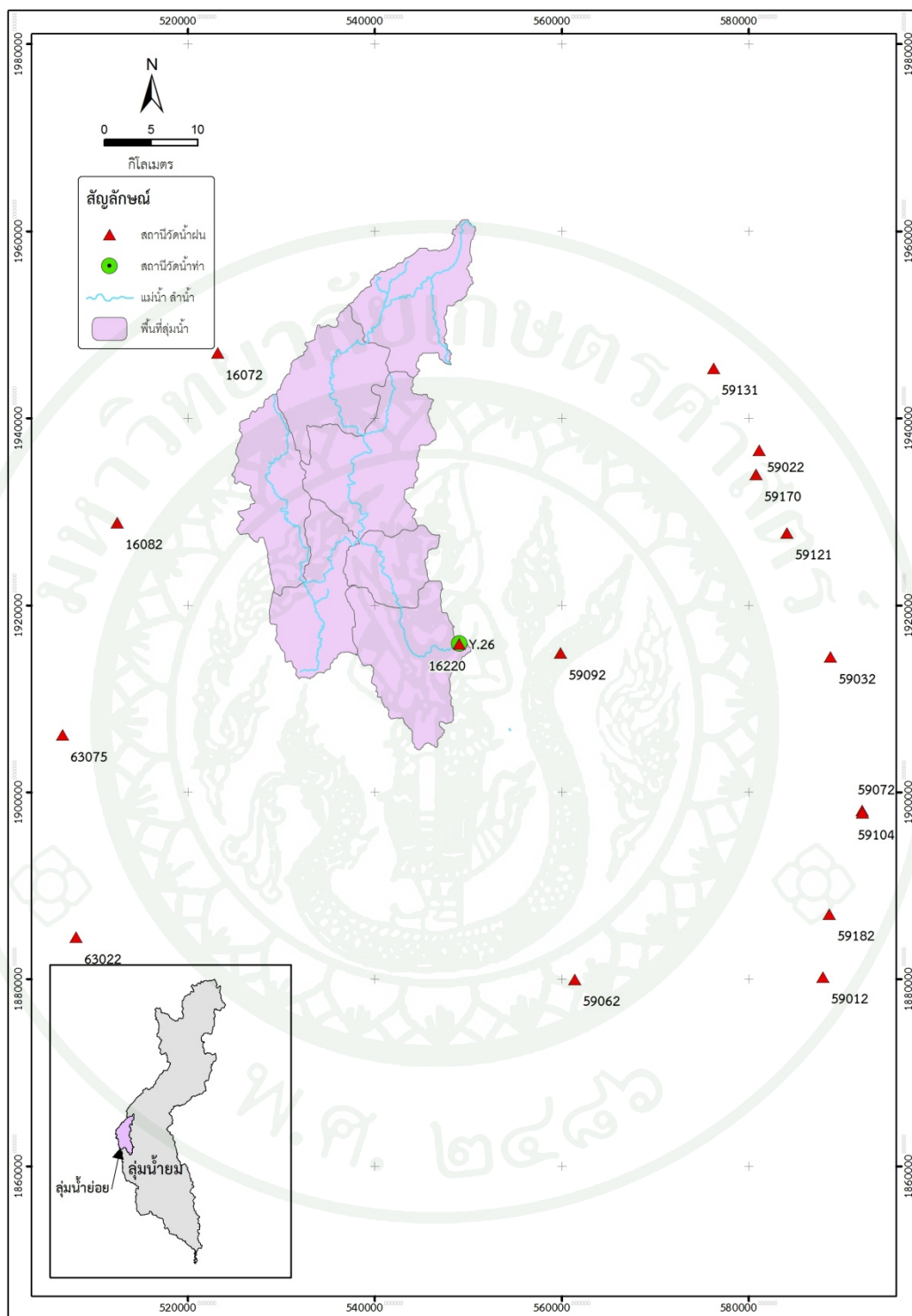
ภาพผนวกที่ ก5 การแบ่งลุ่มน้ำย่อยของสถานีวัดน้ำท่า Y.20 และตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน-น้ำท่า



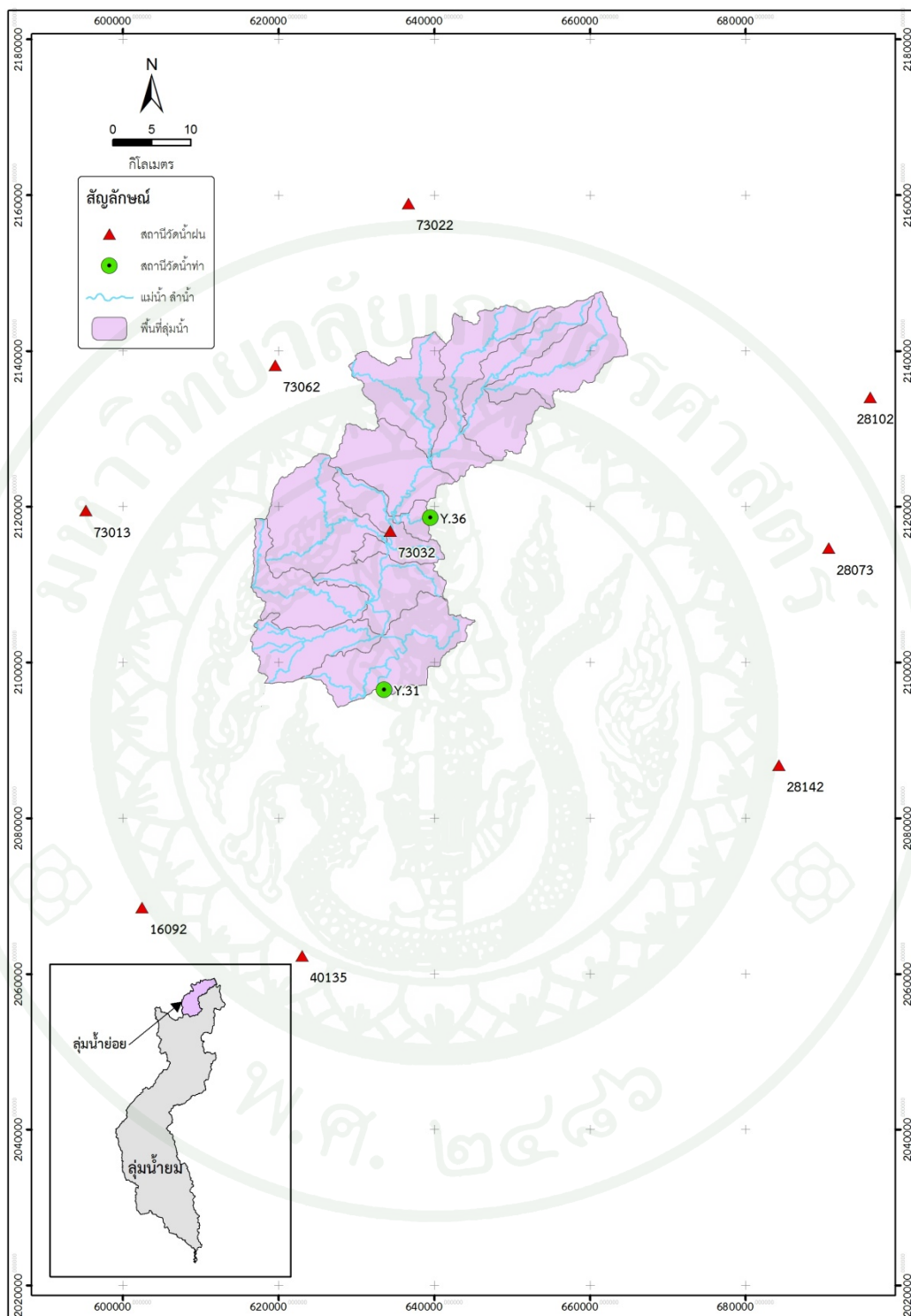
ภาพผนวกที่ 6 การแบ่งลุ่มน้ำย่อยของสถานีวัดน้ำท่า Y.24 และตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน-น้ำท่า



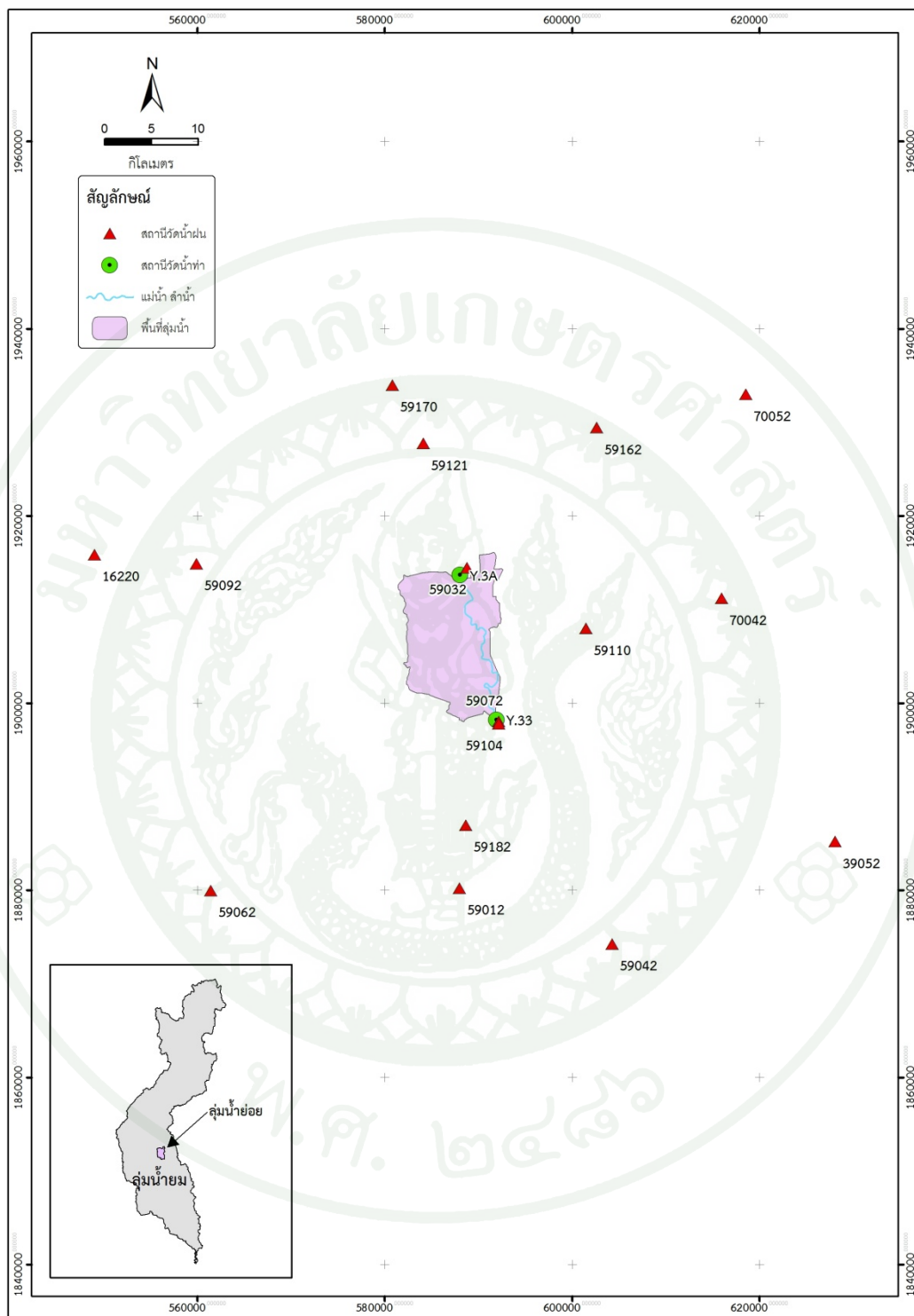
ภาพผนวกที่ ก7 การแบ่งลุ่มน้ำย่อยของสถานีวัดน้ำท่า Y.25 และตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน-น้ำท่า



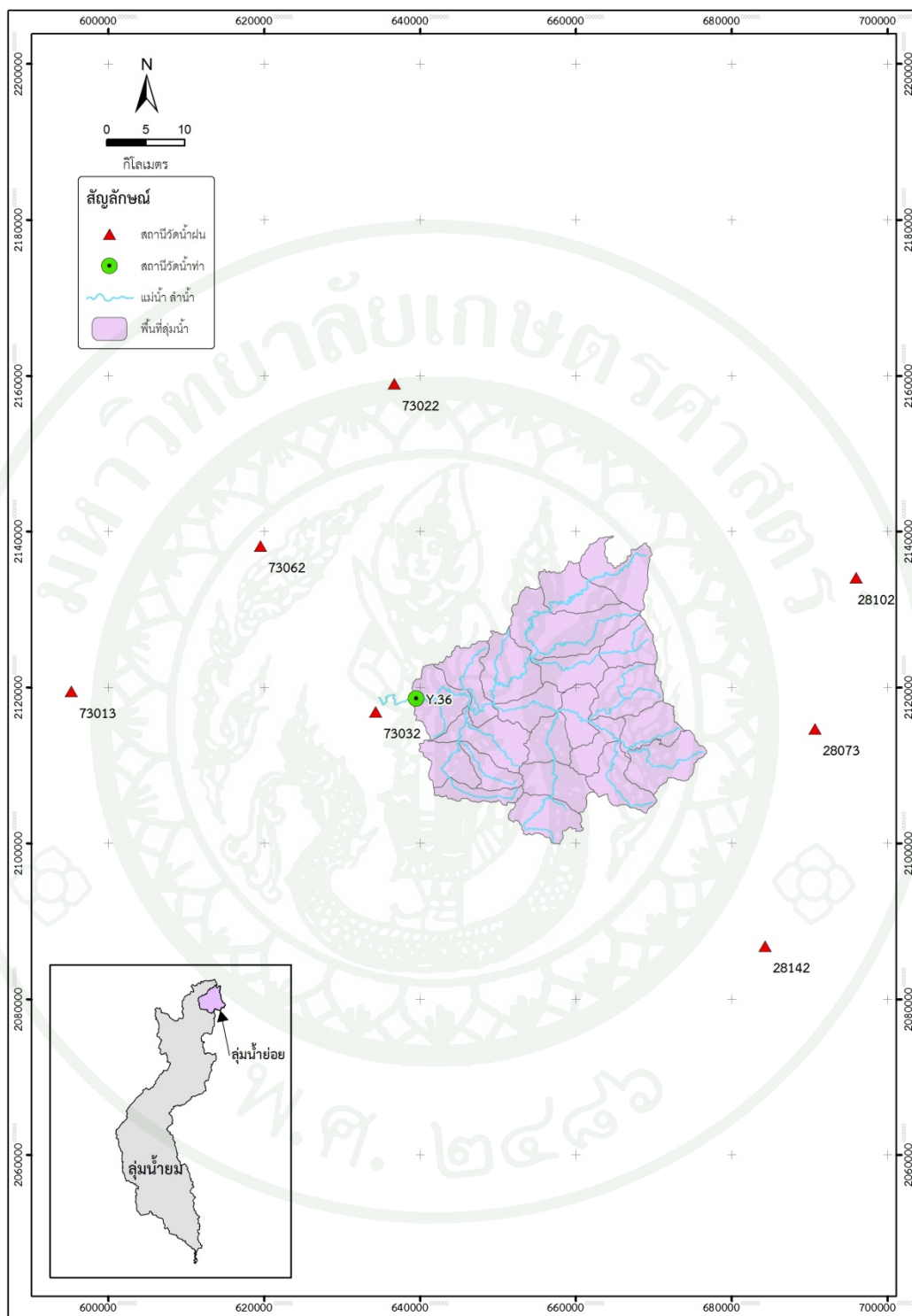
ภาพผนวกที่ 8 การแบ่งลุ่มน้ำย่อยของสถานีวัดน้ำท่า Y.26 และตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน-น้ำท่า



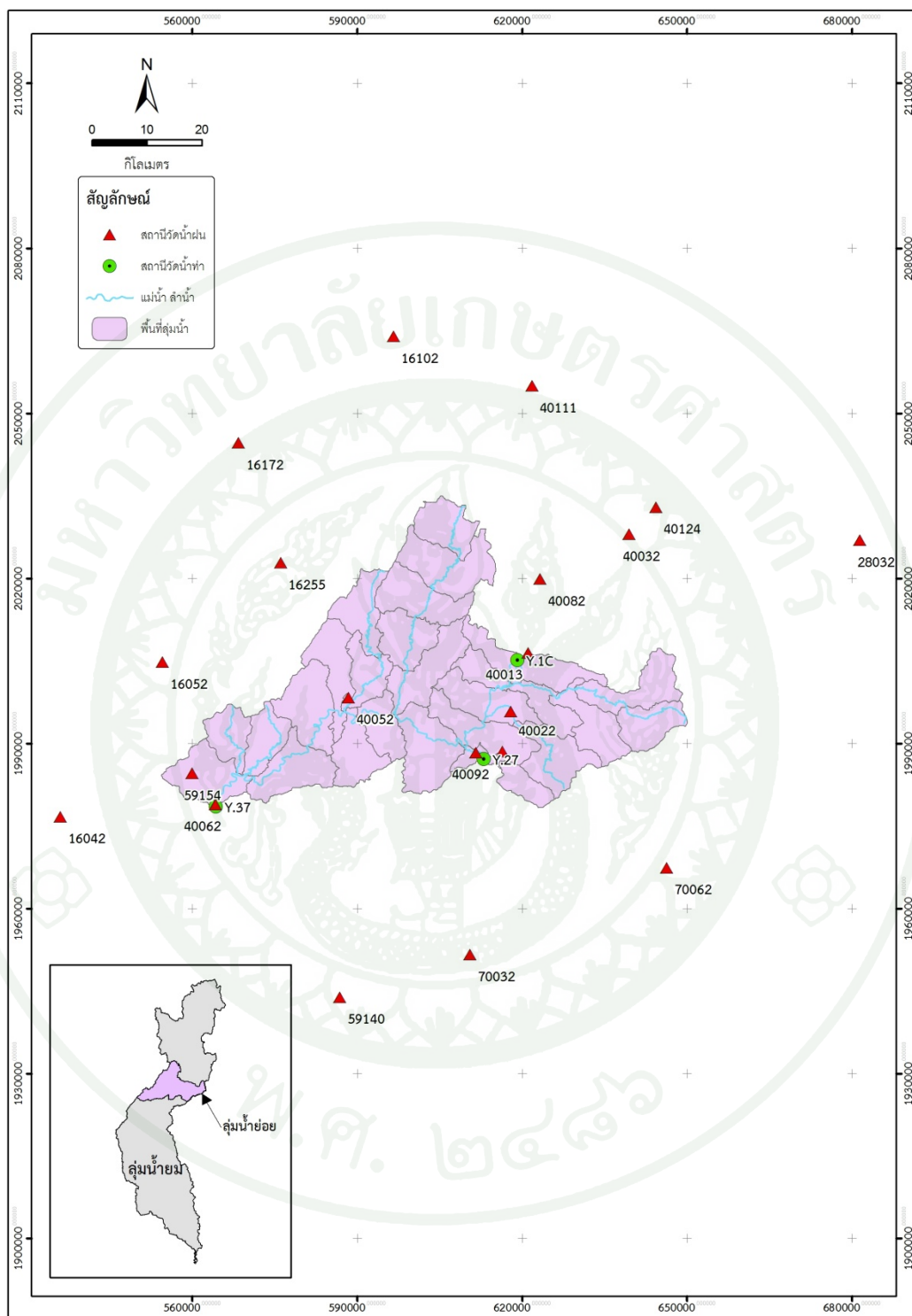
ภาพผนวกที่ ๑๑ การแบ่งลุ่มน้ำย่อยของสถานีวัดน้ำท่า Y.31 และตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน-น้ำท่า



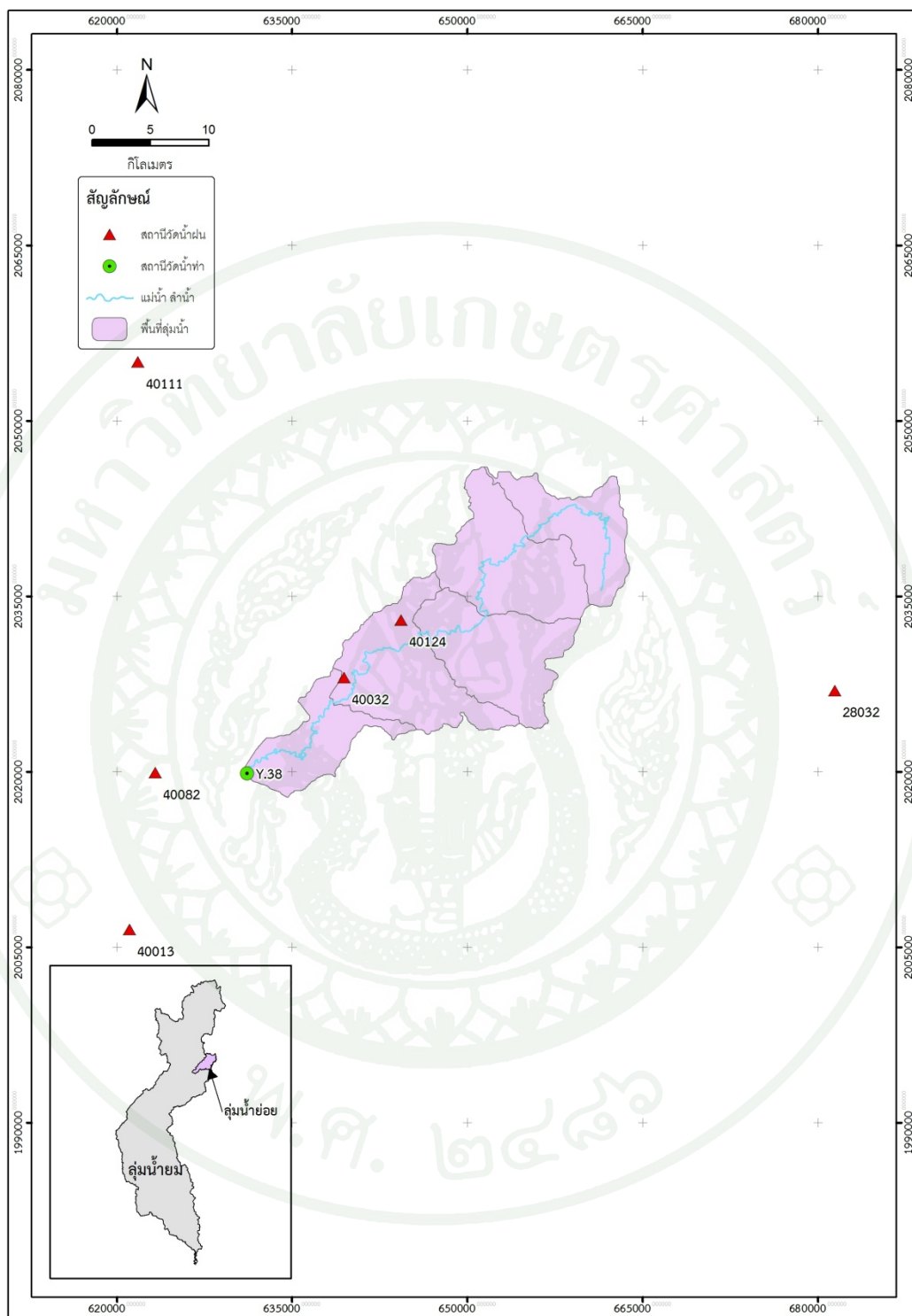
ภาพผนวกที่ ก10 การแบ่งลุ่มน้ำย่อยของสถานีวัดน้ำท่า Y.33 และตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน-น้ำท่า



ภาพผนวกที่ ก11 การแบ่งลุ่มน้ำย่อยของสถานีวัดน้ำท่า Y.36 และตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน-น้ำท่า



ภาพผนวกที่ ก12 การแบ่งลุ่มน้ำย่อยของสถานีวัดน้ำท่า Y.37 และตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน-น้ำท่า



ภาพผนวกที่ ก13 การแบ่งลุ่มน้ำย่อยของสถานีวัดน้ำท่า Y.38 และตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน-น้ำท่า

ตารางผนวกที่ ก1 ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยและความยาวลำน้ำของสถานีวัดน้ำท่า Y.1C

ลุ่มน้ำย่อยที่	พื้นที่ลุ่มน้ำย่อย (ตารางกิโลเมตร)	ความยาวลำน้ำ (กิโลเมตร)
1	93.03	7.02
2	96.25	7.31
3	92.00	12.67
4	127.40	12.48
5	71.24	18.21
6	81.70	12.85
7	67.57	22.90
8	103.95	6.69
9	77.47	4.57
10	112.85	7.82
11	106.17	22.74
12	109.58	23.65
13	94.23	10.90
14	28.44	1.55
16	137.22	2.24
16	1.05	7.39
17	95.20	10.24
รวม	1,495.35	

ตารางผนวกที่ ก2 ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยและความยาวลำน้ำของสถานีวัดน้ำท่า Y.3A

ลุ่มน้ำย่อยที่	พื้นที่ลุ่มน้ำย่อย (ตารางกิโลเมตร)	ความยาวลำน้ำ (กิโลเมตร)
1	212.38	9.60
2	218.16	13.40
รวม	430.54	

ตารางผนวกที่ ก3 ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยและความยาวลำน้ำของสถานีวัดน้ำท่า Y.6

ลุ่มน้ำย่อยที่	พื้นที่ลุ่มน้ำย่อย (ตารางกิโลเมตร)	ความยาวลำน้ำ (กิโลเมตร)
1	78.79	11.71
2	115.96	17.71
3	98.85	8.19
4	84.39	24.12
5	49.1	12.61
6	166.11	14
รวม	593.21	

ตารางผนวกที่ ก4 ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยและความยาวลำน้ำของสถานีวัดน้ำท่า Y.14

ลุ่มน้ำย่อยที่	พื้นที่ลุ่มน้ำย่อย (ตารางกิโลเมตร)	ความยาวลำน้ำ (กิโลเมตร)
1	93.92	18.73
2	85.17	20.83
3	94.66	20.48
4	83.26	13.59
5	84.24	10.73
6	83.32	13.11
7	120.89	10.55
8	118.48	18.03
9	20.77	7.60
10	83.51	20.61
11	68.97	18.24
12	50.35	17.07
13	113.68	27.26
14	97.28	23.00
15	99.95	20.96
16	89.73	22.27
17	98.37	40.31
รวม	1,486.54	

ตารางผนวกที่ ก5 ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยและความยาวลำน้ำของสถานีวัดน้ำท่า Y.20

ลุ่มน้ำย่อยที่	พื้นที่ลุ่มน้ำย่อย (ตารางกิโลเมตร)	ความยาวลำน้ำ (กิโลเมตร)
1	104.95	15.60
2	38.51	5.71
3	63.65	7.54
4	127.07	4.25
5	148.71	30.08
6	80.83	14.01
7	117.54	6.56
8	154.19	11.95
9	96.65	11.28
10	69.53	9.71
11	96.67	18.46
12	105.71	16.66
13	109.85	16.09
14	62.19	8.82
15	103.74	23.50
16	96.60	10.11
17	117.66	11.16
18	105.49	11.74
19	104.08	17.99
20	101.33	21.69
21	99.54	9.06
22	98.46	19.05
23	93.09	9.47
24	118.16	32.08
25	106.37	20.13
26	105.90	15.14
27	125.70	15.50
28	5.42	1.88
รวม	2,757.59	

ตารางผนวกที่ 6 ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยและความยาวลำน้ำของสถานีวัดน้ำท่า Y.24

ลุ่มน้ำย่อยที่	พื้นที่ลุ่มน้ำย่อย (ตารางกิโลเมตร)	ความยาวลำน้ำ (กิโลเมตร)
1	92.75	18.09
2	106.25	23.76
3	79.86	14.25
4	132.07	42.39
รวม	410.93	

ตารางผนวกที่ 7 ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยและความยาวลำน้ำของสถานีวัดน้ำท่า Y.25

ลุ่มน้ำย่อยที่	พื้นที่ลุ่มน้ำย่อย (ตารางกิโลเมตร)	ความยาวลำน้ำ (กิโลเมตร)
1	77.08	13.87
2	128.13	4.97
รวม	205.21	

ตารางผนวกที่ 8 ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยและความยาวลำน้ำของสถานีวัดน้ำท่า Y.26

ลุ่มน้ำย่อยที่	พื้นที่ลุ่มน้ำย่อย (ตารางกิโลเมตร)	ความยาวลำน้ำ (กิโลเมตร)
1	115.80	24.43
2	109.55	19.89
3	149.03	18.62
4	109.68	30.73
5	106.21	26.04
6	61.32	11.84
7	145.56	15.83
รวม	797.15	

ตารางผนวกที่ ๙ ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยและความยาวลำน้ำของสถานีวัดน้ำท่า Y.31

ลุ่มน้ำย่อยที่	พื้นที่ลุ่มน้ำย่อย (ตารางกิโลเมตร)	ความยาวลำน้ำ (กิโลเมตร)
1	101.43	31.42
2	122.63	34.85
3	117.54	38.48
4	108.19	24.79
5	101.20	16.18
6	14.73	8.46
7	64.11	7.17
8	143.42	28.33
9	81.32	15.62
10	92.52	37.09
11	84.24	25.25
12	136.69	15.82
รวม	1,168.02	

ตารางผนวกที่ ๑๐ ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยและความยาวลำน้ำของสถานีวัดน้ำท่า Y.33

ลุ่มน้ำย่อยที่	พื้นที่ลุ่มน้ำย่อย (ตารางกิโลเมตร)	ความยาวลำน้ำ (กิโลเมตร)
1	139.03	21.47
รวม	139.03	

ตารางผนวกที่ ก11 ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยและความยาวลำน้ำของสถานีวัดน้ำท่า Y.36

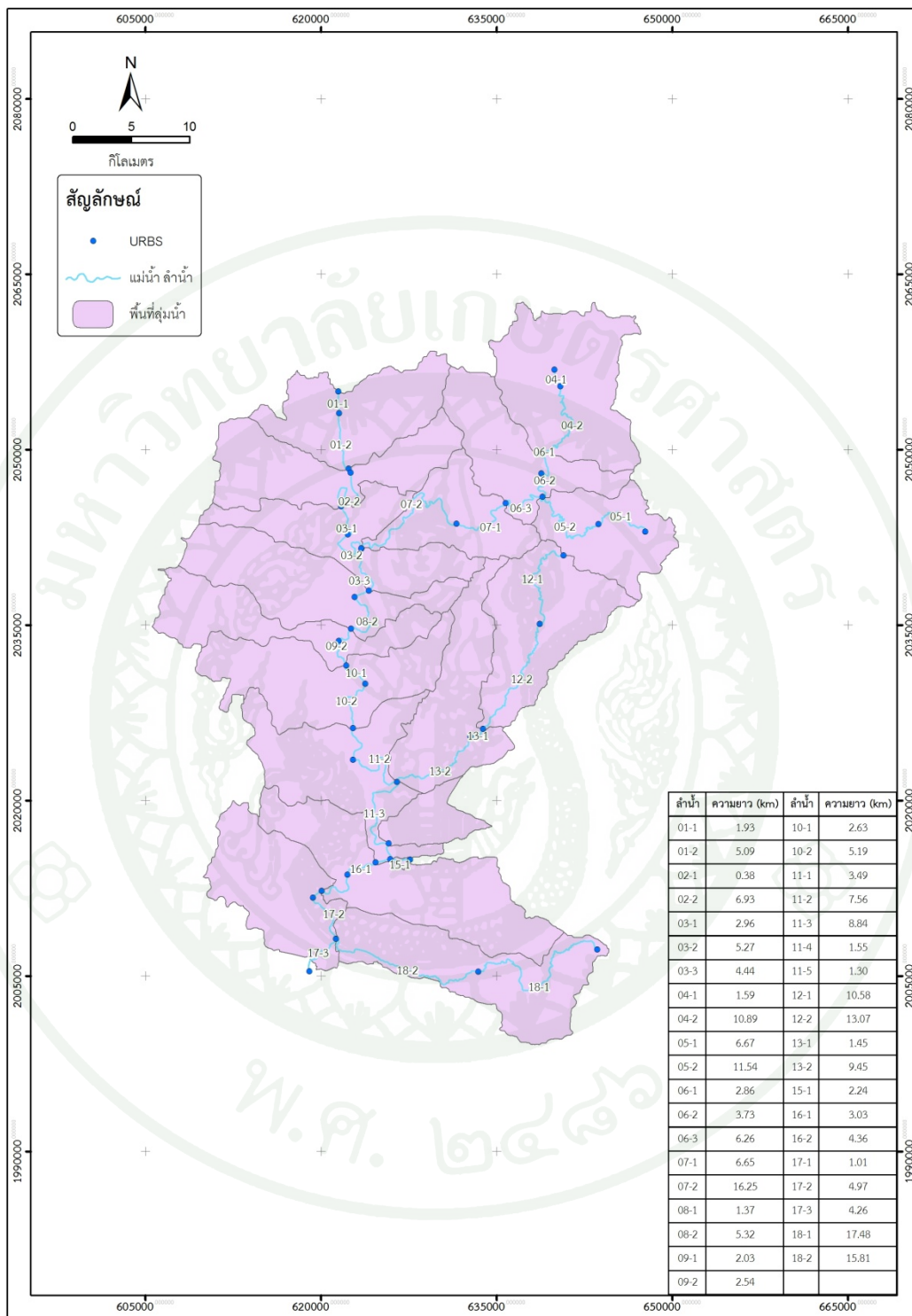
ลุ่มน้ำย่อยที่	พื้นที่ลุ่มน้ำย่อย (ตารางกิโลเมตร)	ความยาวลำน้ำ (กิโลเมตร)
1	75.93	8.20
2	70.84	4.57
3	78.16	5.54
4	76.14	13.28
5	28.96	4.61
6	29.17	5.45
7	89.15	16.33
8	87.28	1.98
9	65.32	11.98
10	52.16	12.15
11	39.02	3.92
12	72.73	9.41
13	48.31	2.77
14	42.94	9.64
รวม	856.11	

ตารางผนวกที่ ก12 ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยและความยาวลำน้ำของสถานีวัดน้ำท่า Y.37

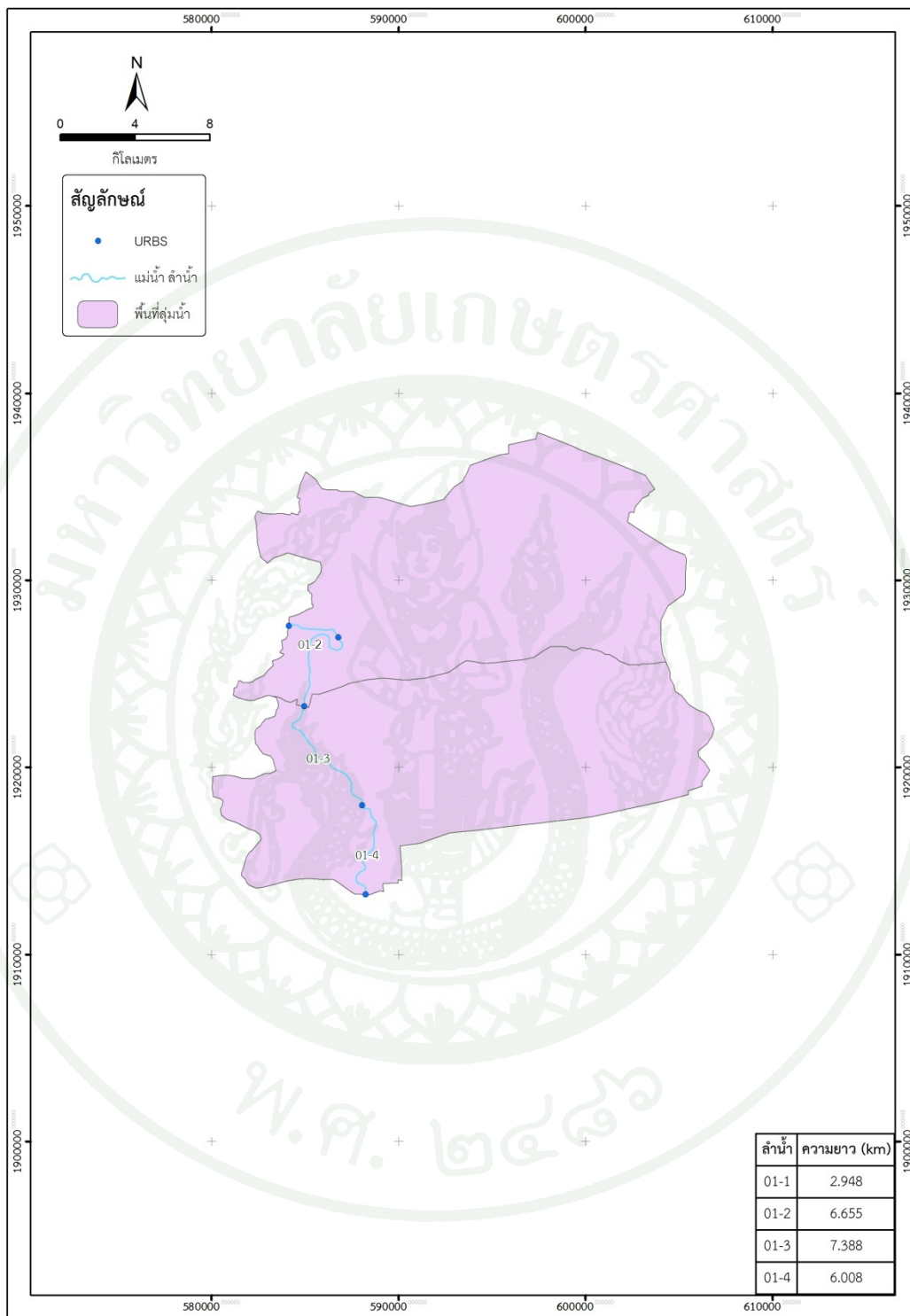
ลุ่มน้ำย่อยที่	พื้นที่ลุ่มน้ำย่อย (ตารางกิโลเมตร)	ความยาวลำน้ำ (กิโลเมตร)
1	107.85	9.43
2	100.98	4.39
3	78.47	16.63
4	100.38	16.61
5	89.73	5.43
6	104.35	24.60
7	100.71	7.78
8	106.87	10.81
9	129.05	16.95
10	81.08	16.34
11	131.56	12.53
12	107.75	7.60
13	86.68	14.11
14	108.88	10.40
15	69.48	11.38
16	82.09	4.89
17	85.46	26.60
18	68.71	17.13
19	92.35	3.02
20	120.12	13.05
21	108.66	17.22
22	70.03	25.19
23	66.93	18.25
24	106.14	15.04
รวม	2,304.32	

ตารางผนวกที่ ก13 ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยและความยาวลำน้ำของสถานีวัดน้ำท่า Y.38

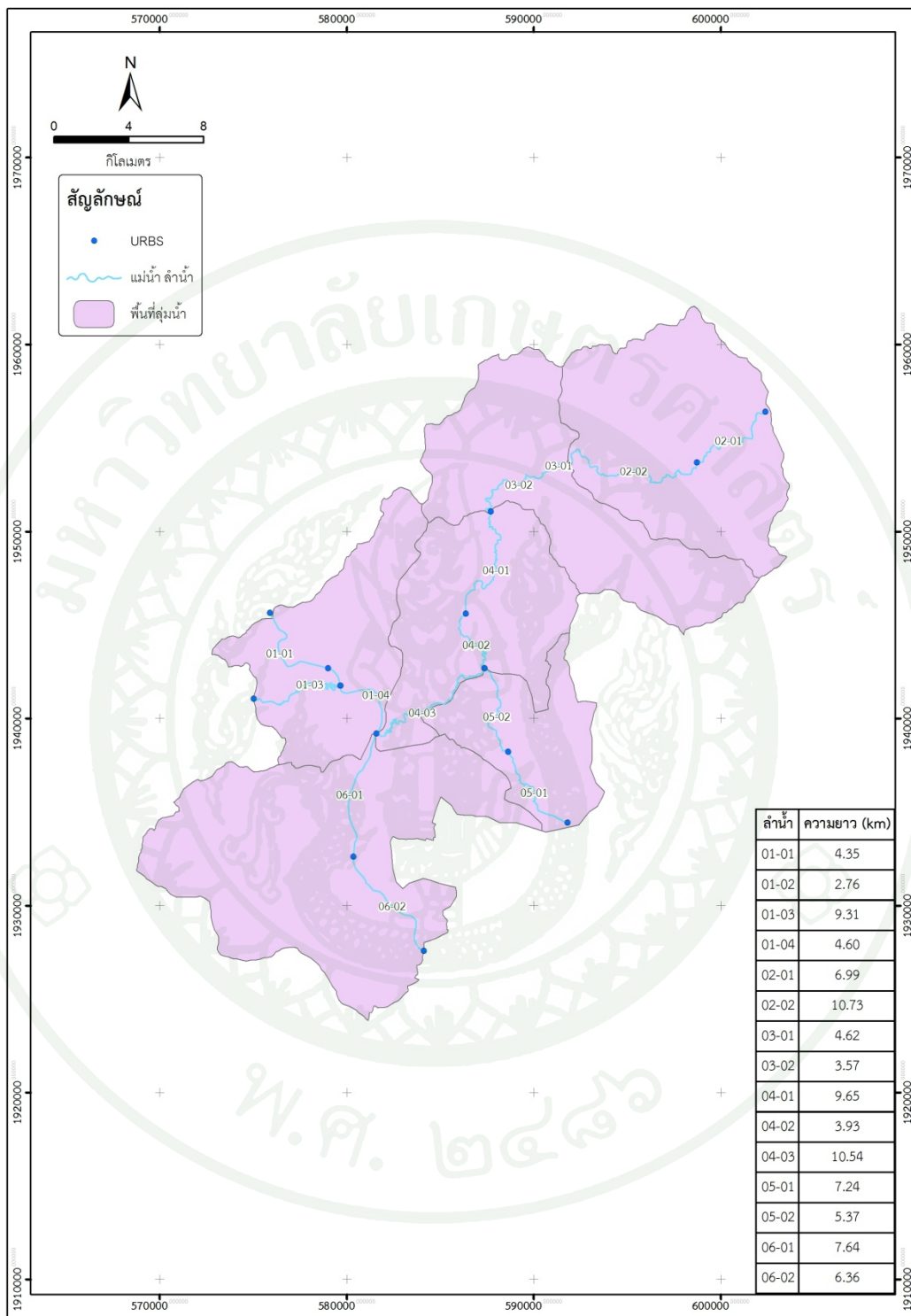
ลุ่มน้ำย่อยที่	พื้นที่ลุ่มน้ำย่อย (ตารางกิโลเมตร)	ความยาวลำน้ำ (กิโลเมตร)
1	62.20	19.27
2	97.70	2.54
3	90.16	7.14
4	95.71	1.60
5	84.24	7.62
รวม	430.01	



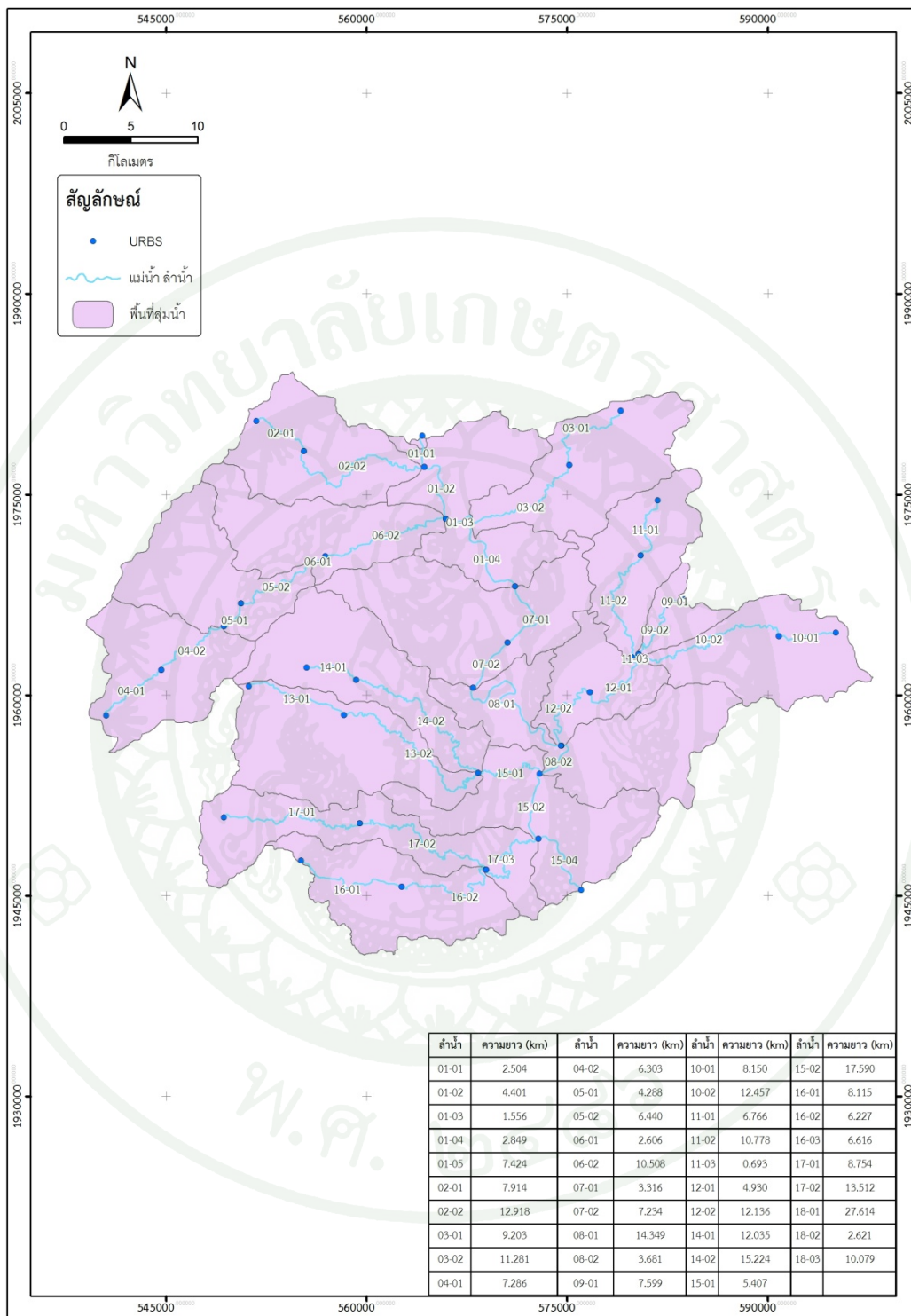
ภาพผนวกที่ ก14 ความยาวลำน้ำสำหรับใช้เคลื่อนย้ายกราฟน้ำท่าในลุ่มน้ำย่อยของสถานีวัดน้ำท่า Y.1C



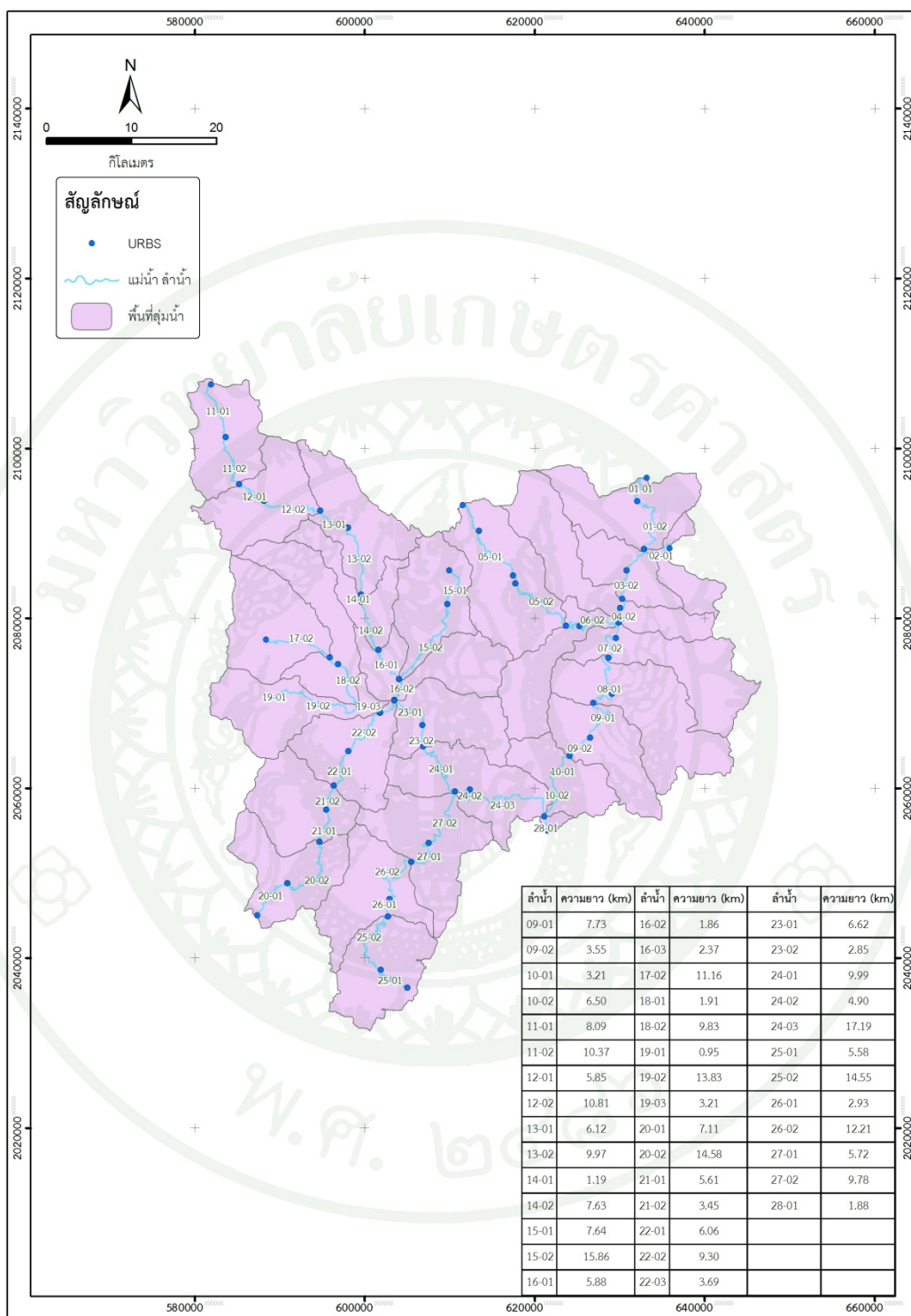
ภาพผนวกที่ ก15 ความยาวลำน้ำสำหรับใช้เคลื่อนย้ายกราฟน้ำทำในลุ่มน้ำย่อยของสถานี
 วัตน้ำท่า Y.3A



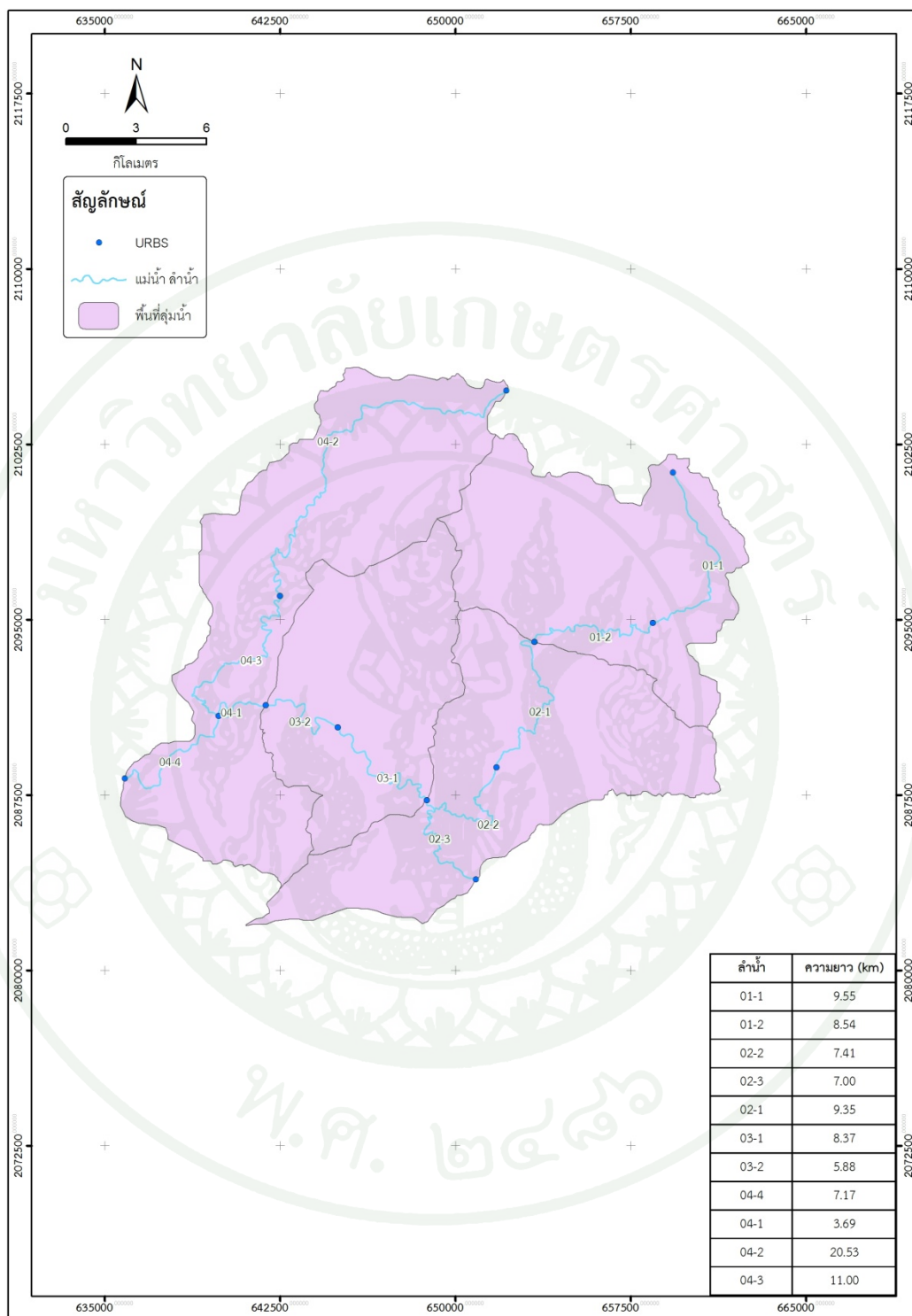
ภาพผนวกที่ ก16 ความยาวลำน้ำสำหรับใช้เคลื่อนย้ายกราฟน้ำทำในกลุ่มน้ำย่อยของสถานี
วัดน้ำท่า Y.6



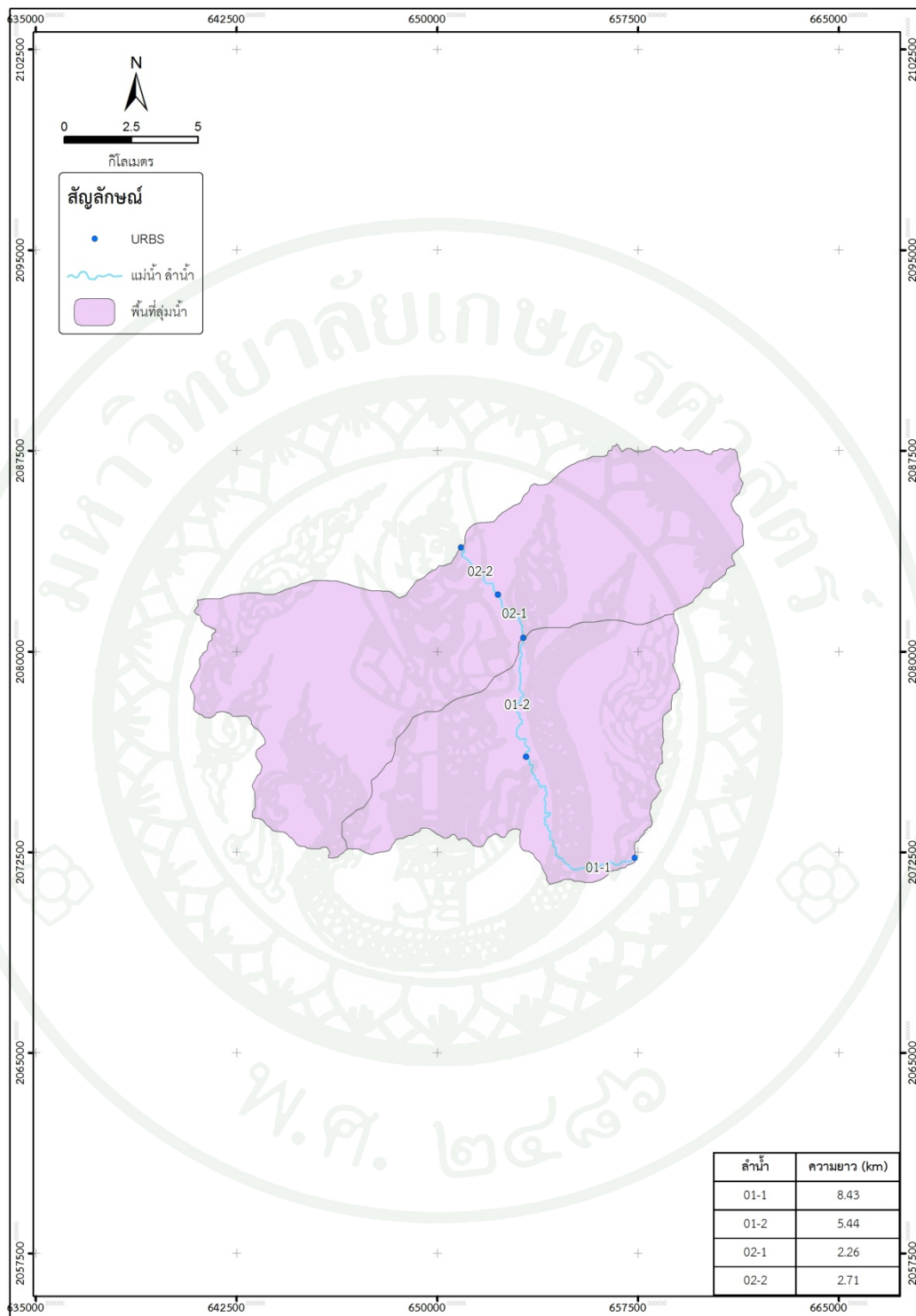
ภาพผนวกที่ ก17 ความยาวลำน้ำสำหรับใช้เคลื่อนย้ายกราฟน้ำทำในกลุ่มน้ำย่อยของสถานี
วัดน้ำท่า Y.14



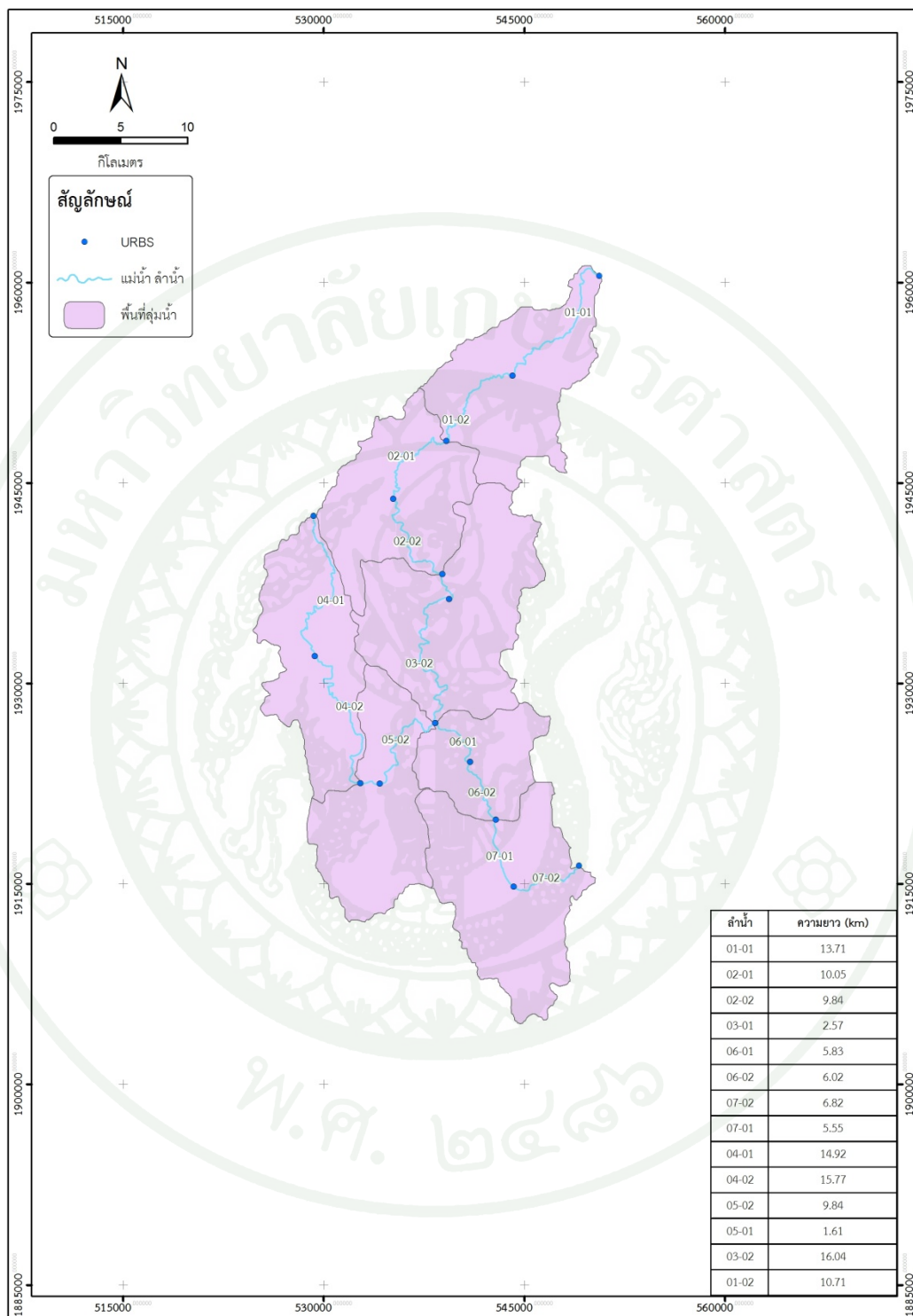
ภาพผนวกที่ ก18 ความยาวลำน้ำสำหรับใช้เคลื่อนย้ายกราฟน้ำทำในกลุ่มน้ำย่อยของสถานี
วัดน้ำท่า Y.20



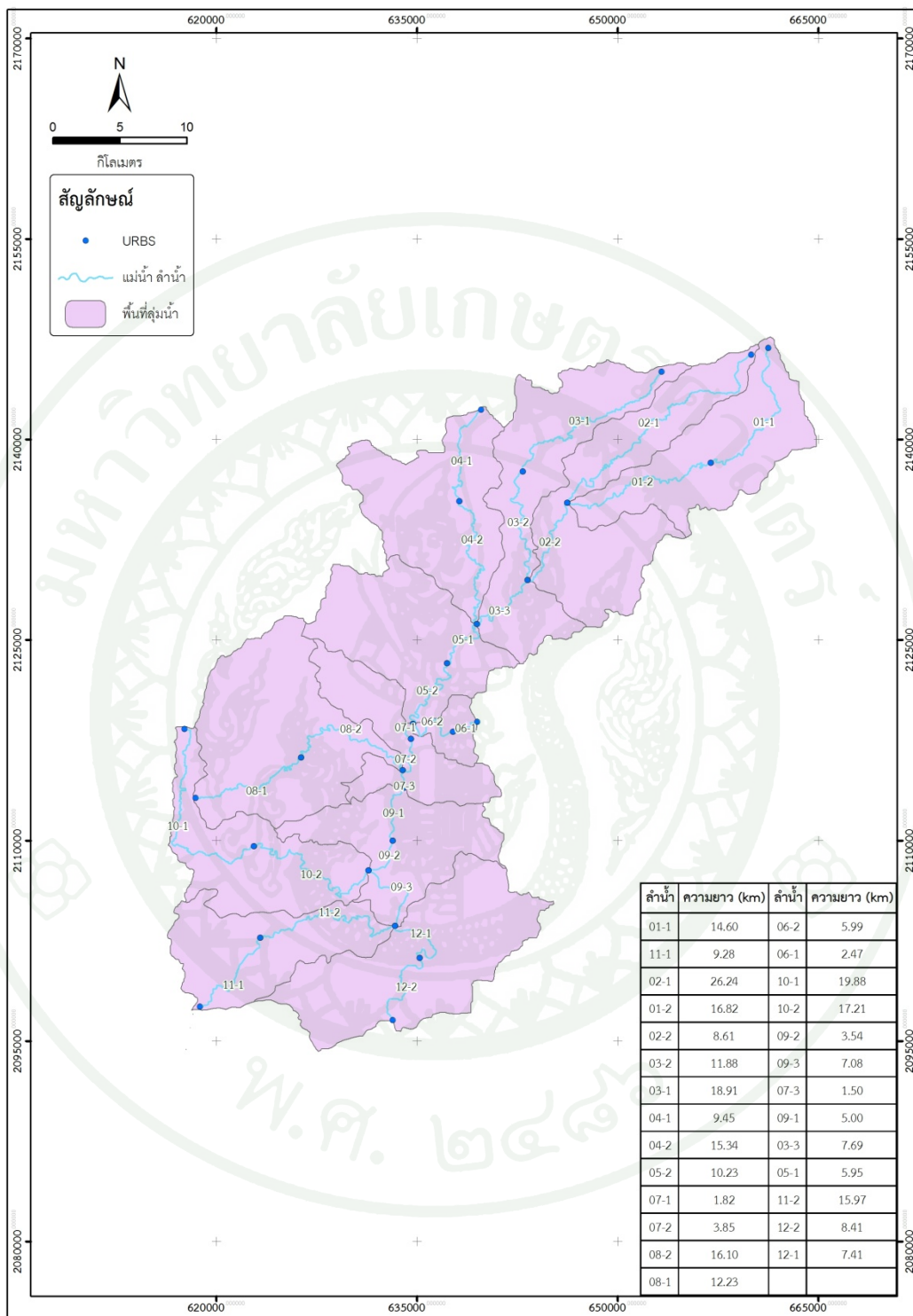
ภาพผนวกที่ ก19 ความยาวลำน้ำสำหรับใช้เคลื่อนย้ายกราฟน้ำทำในลุ่มน้ำย่อยของสถานี
วัดน้ำท่า Y.24



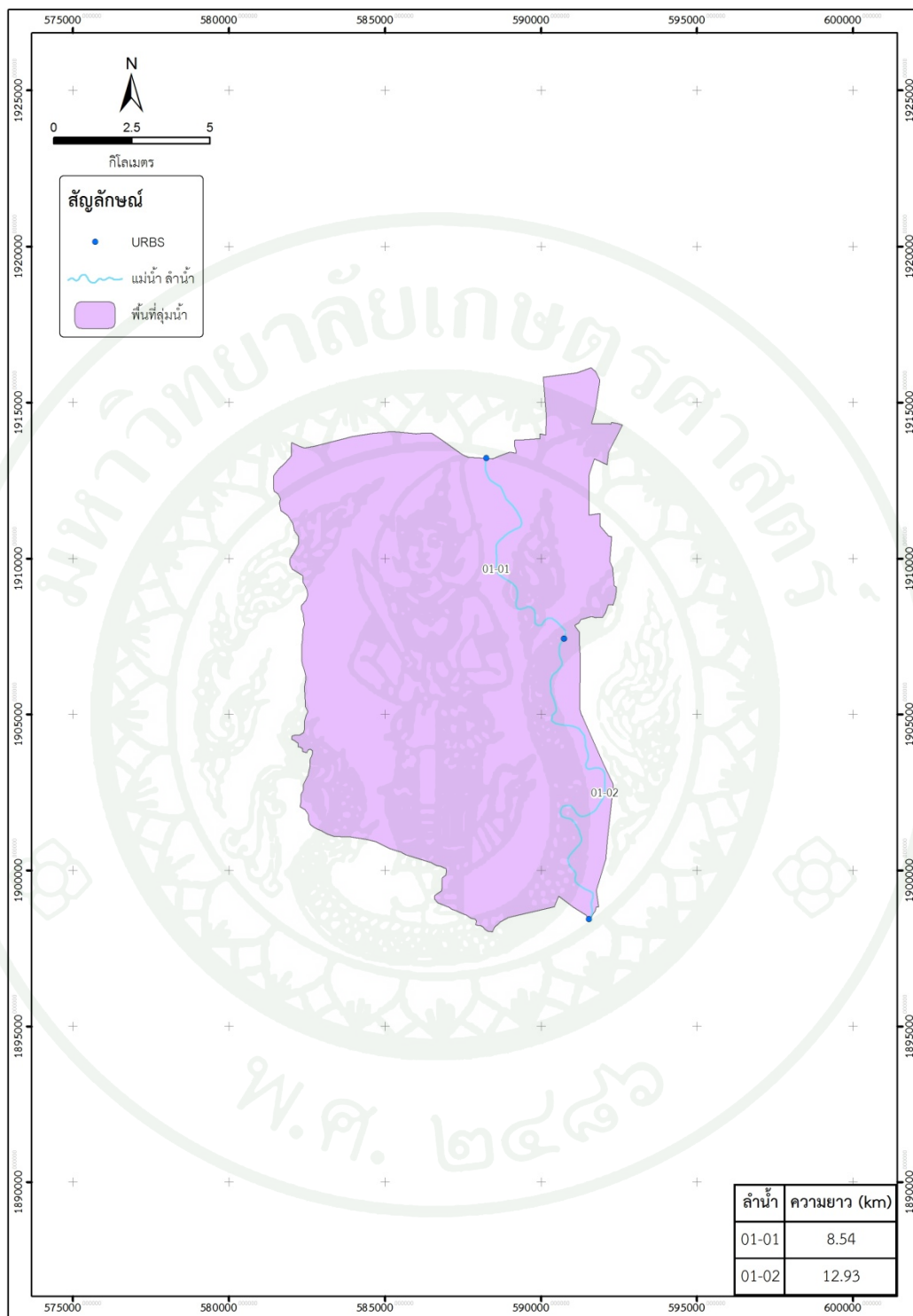
ภาพผนวกที่ ก19 ความยาวสำน้ำสำหรับใช้เคลื่อนย้ายกราฟน้ำทำในลุ่มน้ำย่อยของสถานี
วัดน้ำท่า Y.25



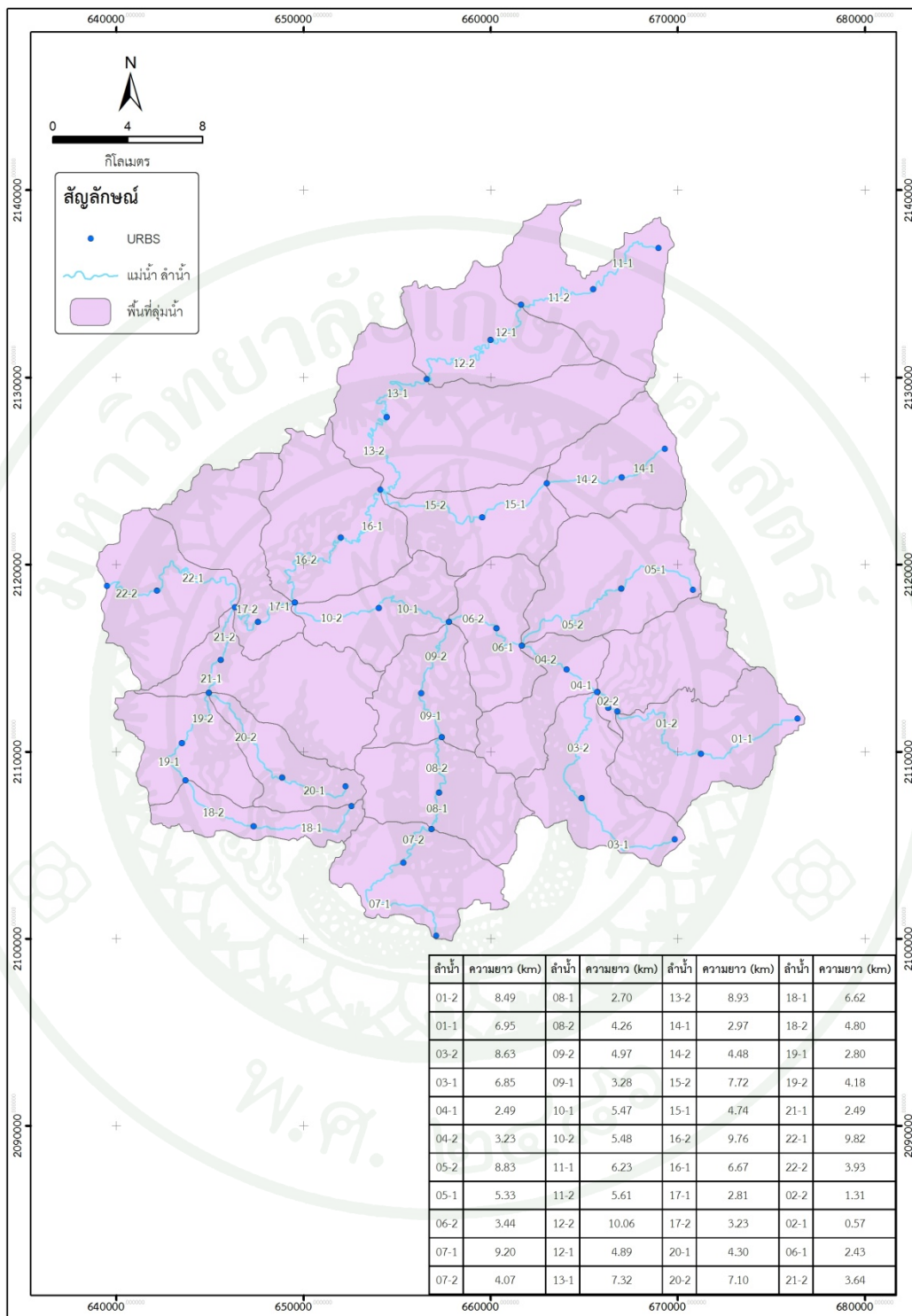
ภาพผนวกที่ ก20 ความยาวลำน้ำสำหรับใช้เคลื่อนย้ายกราฟน้ำทำในลุ่มน้ำย่อยของสถานี
วัดน้ำท่า Y.26



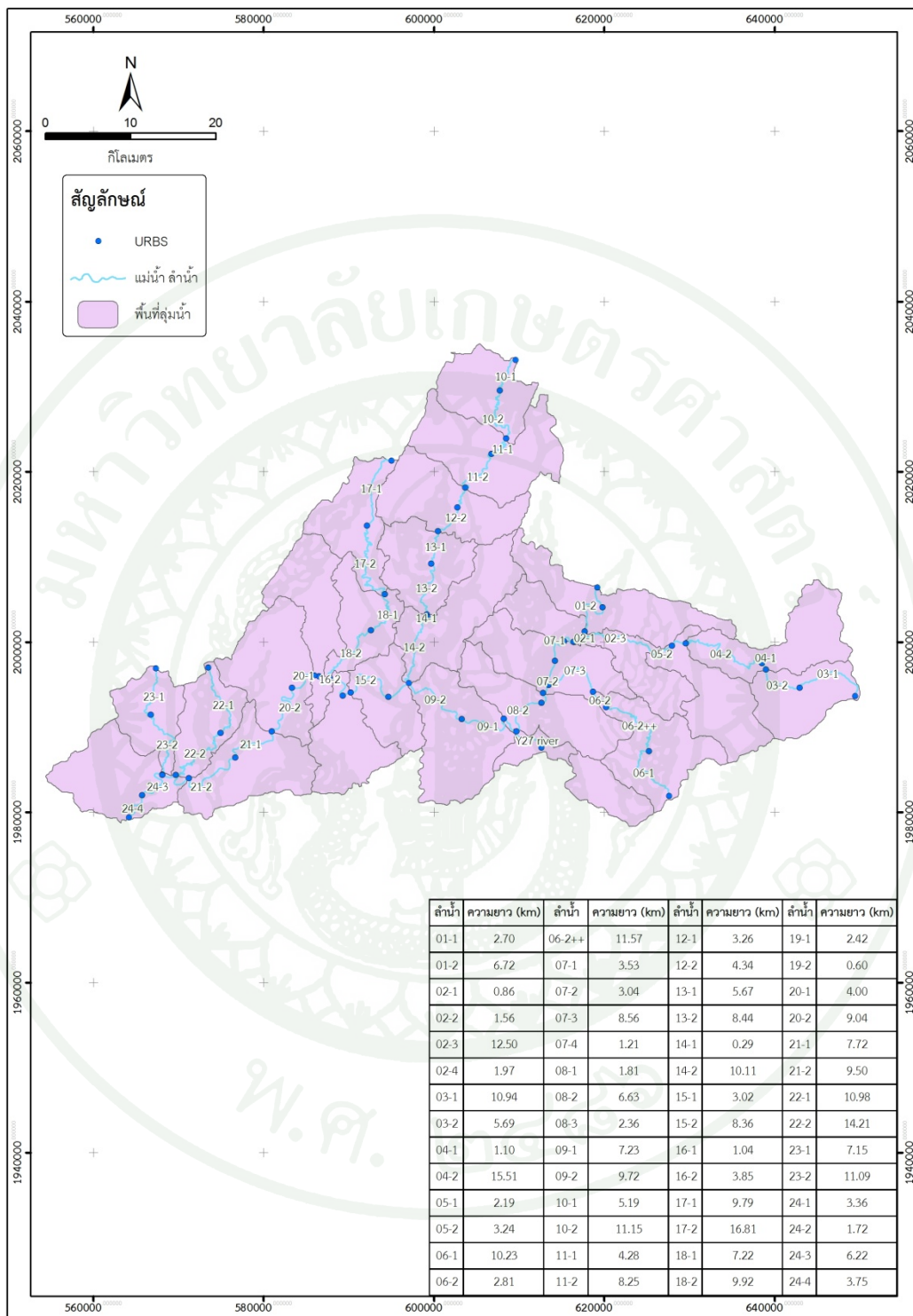
ภาพผนวกที่ ก21 ความยาวลำน้ำสำหรับใช้เคลื่อนย้ายกราฟน้ำทำในกลุ่มน้ำย่อยของสถานี
วัดน้ำท่า Y.31



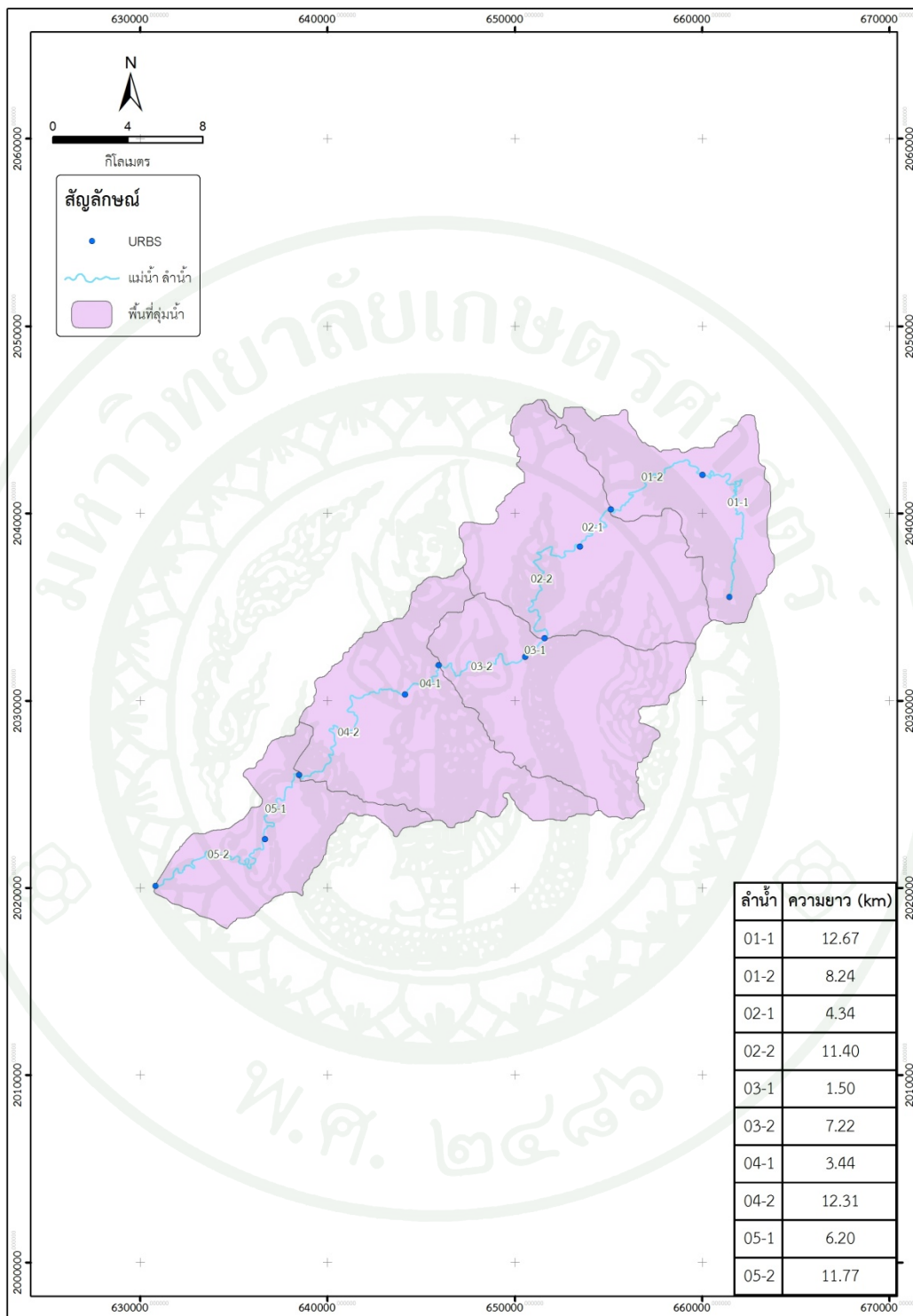
ภาพผนวกที่ ก22 ความยาวลำน้ำสำหรับใช้เคลื่อนย้ายกราฟน้ำทำในลุ่มน้ำย่อยของสถานี
วัดน้ำท่า Y.33



ภาพผนวกที่ ก23 ความยาวลำน้ำสำหรับใช้เคลื่อนย้ายกราฟน้ำทำในลุ่มน้ำย่อยของสถานี
วัดน้ำท่า Y.36



ภาพผนวกที่ ก24 ความยาวลำน้ำสำหรับใช้เคลื่อนย้ายกราฟน้ำทำนอกลุ่มน้ำย่อยของสถานี
วัดน้ำท่า Y.37



ภาพผนวกที่ ก25 ความยาวลำน้ำสำหรับใช้เคลื่อนย้ายกราฟน้ำทำในลุ่มน้ำย่อยของสถานี
วัดน้ำท่า Y.38



ภาคผนวก ข

ค่าถ่วงน้ำหนักสนที่เป็นตัวแทนลุ่มน้ำย่อยสำหรับนำเข้าแบบจำลอง URBS

ตารางผนวกที่ ข1 ค่าถ่วงน้ำหนักสถานีฝนที่เป็นตัวแทนกลุ่มน้ำย่อยของสถานีวัดน้ำท่า Y.1C

กลุ่มน้ำย่อยที่	16042	16072	16082	40052	40062
01			0.00	0.99	0.01
02			0.05	0.90	0.05
03			0.20	0.62	0.18
04		0.22		0.46	0.32
05				0.13	0.87
06			0.12	0.52	0.36
07			0.16	0.48	0.36
08			0.42	0.58	
09			0.59	0.41	
10			0.83		0.17
11		0.03	0.97		
12			0.07	0.05	0.88
13		0.53	0.24	0.04	0.18
14	0.13	0.14	0.72		
15	0.26	0.08	0.66		
16	0.39	0.09	0.52		
17	0.64		0.36		
18	0.56	0.16	0.28		

ตารางผนวกที่ ข2 ค่าถ่วงน้ำหนักสถานีฝนที่เป็นตัวแทนลุ่มน้ำย่อยของสถานีวัดน้ำท่า Y.3A

ลุ่มน้ำย่อยที่	59121	59162	70042	70052
01	0.25	0.66		0.08
02	0.49	0.40	0.11	

ตารางผนวกที่ ข3 ค่าถ่วงน้ำหนักสถานีฝนที่เป็นตัวแทนลุ่มน้ำย่อยของสถานีวัดน้ำท่า Y.6

ลุ่มน้ำย่อยที่	59092	59121	59131	59162	70032
01	0.009	0.041	0.939		0.011
02			0.240		0.760
03			0.562		0.438
04			0.709	0.157	0.134
05		0.390	0.271	0.238	0.102
06	0.053	0.713	0.208		0.026

ตารางผนวกที่ ข6 ค่าถ่วงน้ำหนักสถานีฝนที่เป็นตัวแทนลุ่มน้ำย่อยของสถานีวัดน้ำท่า Y.24

ลุ่มน้ำย่อยที่	16042	16072	16082	40052
01	0.084	0.209	0.348	0.360
02	0.131	0.173	0.363	0.333
03	0.145	0.143	0.241	0.472
04	0.126	0.117	0.172	0.585

ตารางผนวกที่ ข4 ค่าถ่วงน้ำหนักสถานีฝนที่เป็นตัวแทนลุ่มน้ำย่อยของสถานีวัดน้ำท่า Y.14

ลุ่มน้ำย่อยที่	16042	16072	16082	40052	40062	40092	59131	70032
01				0.034	0.930		0.036	
02	0.133				0.830		0.037	
03				0.177	0.657		0.106	0.059
04	0.482	0.205			0.205		0.108	
05	0.531	0.097			0.295		0.078	
06	0.187	0.045			0.700		0.068	
07		0.048		0.077	0.651		0.223	
08				0.055	0.155		0.703	0.087
09					0.325	0.131	0.364	0.180
10					0.189	0.156	0.345	0.311
11				0.182	0.457		0.239	0.122
12				0.086	0.270		0.536	0.108
14	0.192	0.136			0.299		0.373	
15	0.187	0.094			0.454		0.264	
16		0.014		0.014	0.041		0.930	
17		0.093	0.052		0.124		0.731	
18		0.135		0.055	0.198		0.611	

ตารางผนวกที่ ข5 ค่าถ่วงน้ำหนักสถานีฝนที่เป็นตัวแทนลุ่มน้ำย่อยของสถานีวัดน้ำท่า Y.20

ลุ่มน้ำย่อยที่	16092	16102	40111	73013	73032
01	0.24			0.17	0.59
02			0.47		0.53
03			0.41	0.17	0.42
04	0.32		0.28	0.13	0.27
05	0.48		0.24	0.13	0.16
06	0.42		0.45	0.06	0.08
07			0.76		0.24
08	0.23		0.68		0.09
09	0.16		0.80		0.04
10	0.08		0.91		0.01
11	0.25			0.75	
12	0.46			0.54	
13	0.51			0.35	0.14
14	0.77			0.15	0.08
15	0.67		0.16	0.10	0.08
16	0.85		0.10	0.03	0.02
17	0.85			0.15	
18	0.89			0.11	
19		0.97		0.03	
20		1.00			
21		1.00			
22	0.07	0.93	0.00		
23	0.66	0.20	0.13		0.01
24	0.40		0.59		0.02
25		0.50	0.50		
26		0.64	0.36		
27		0.47	0.53		
28			1.00		

ตารางผนวกที่ ข7 ค่าถ่วงน้ำหนักสถานีฝนที่เป็นตัวแทนลุ่มน้ำย่อยของสถานีวัดน้ำท่า Y.25

ลุ่มน้ำย่อยที่	16042	16072	16082	40052
01	0.171	0.162	0.441	0.226
02	0.177	0.161	0.378	0.284

ตารางผนวกที่ ข8 ค่าถ่วงน้ำหนักสถานีฝนที่เป็นตัวแทนลุ่มน้ำย่อยของสถานีวัดน้ำท่า Y.26

ลุ่มน้ำย่อยที่	16072	16220	63075
01	0.739	0.261	
02	0.721	0.123	0.156
03	0.416	0.367	0.217
04	0.434	0.175	0.391
05		0.675	0.325
06		0.877	0.123
07		0.975	0.025

ตารางผนวกที่ ข13 ค่าถ่วงน้ำหนักสถานีฝนที่เป็นตัวแทนลุ่มน้ำย่อยของสถานีวัดน้ำท่า Y.38

ลุ่มน้ำย่อยที่	40032	40082	40124
01	0.306	0.098	0.596
02	0.254	0.061	0.685
03	0.282	0.051	0.666
04	0.397	0.022	0.582
05	0.707	0.136	0.158

ตารางผนวกที่ ๗9 ค่าถ่วงน้ำหนักสถานีฝนที่เป็นตัวแทนลุ่มน้ำย่อยของสถานีวัดน้ำท่า Y.31

ลุ่มน้ำย่อยที่	28102	73013	73022	73032	73062
01	0.251		0.475		0.274
02	0.137		0.395	0.468	
03	0.095			0.515	0.390
04	0.043			0.453	0.505
05		0.037		0.811	0.152
06	0.003			0.979	0.017
07				0.998	0.002
08				0.816	0.184
09		0.031		0.969	
10		0.182		0.818	
11		0.235		0.765	
12				1.000	

ตารางผนวกที่ ๗10 ค่าถ่วงน้ำหนักสถานีฝนที่เป็นตัวแทนลุ่มน้ำย่อยของสถานีวัดน้ำท่า Y.33

ลุ่มน้ำย่อยที่	59121	59072	59092	70042
01	0.156	0.676	0.085	0.083

ตารางผนวกที่ ข11 ค่าถ่วงน้ำหนักสถานีฝนที่เป็นตัวแทนลุ่มน้ำย่อยของสถานีวัดน้ำท่า Y.36

ลุ่มน้ำย่อยที่	28073	28102	28142	73022	73032
01	0.548		0.298		0.154
02	0.562	0.235			0.203
03	0.401		0.338		0.261
04	0.375		0.262		0.364
05	0.418	0.235		0.104	0.244
06	0.340	0.199			0.462
07	0.234		0.289		0.477
08	0.259		0.258		0.483
09	0.245		0.196		0.559
10	0.200	0.132			0.667
11	0.274	0.304		0.201	0.221
12	0.226	0.217		0.231	0.326
13	0.227	0.190		0.191	0.392
14	0.375	0.276		0.124	0.224
15	0.264	0.185		0.145	0.407
16	0.128	0.096		0.131	0.646
17	0.065	0.049		0.085	0.801
18	0.110		0.122		0.767
19	0.053		0.054		0.892
20	0.119		0.120		0.761
21	0.107		0.096		0.797
22	0.026	0.020			0.954

ตารางผนวกที่ ข12 ค่าถ่วงน้ำหนักสถานีฝนที่เป็นตัวแทนลุ่มน้ำย่อยของสถานีวัดน้ำท่า Y.37

ลุ่มน้ำย่อยที่	16052	16172	40013	40022	40032	40052	40062	40072	40082	40092	40111	70062
01			0.962	0.038								
02			0.219	0.781								
03				0.325	0.172					0.204		0.299
04				0.367	0.254					0.200		0.179
05				0.568						0.276		0.157
06				0.549						0.360		0.090
07			0.107	0.592				0.149		0.152		
08				0.198		0.013		0.292		0.497		
09						0.378	0.043	0.578				
10		0.216				0.279			0.109		0.396	
11		0.189				0.403			0.122		0.285	
12		0.106	0.403			0.405			0.086			
13		0.062	0.269			0.601			0.069			
14		0.032	0.266	0.315		0.387						
15						0.854	0.032	0.114				
16		0.025	0.068			0.848			0.060			
17		0.109	0.162			0.617			0.112			
18	0.019	0.011	0.029			0.941						
19	0.036					0.892	0.036		0.036			
20	0.061					0.878	0.061					
21	0.185					0.631	0.185					
22	0.258					0.484	0.258					
23	0.381					0.239	0.381					
24	0.390					0.220	0.390					



1. ชุดคำสั่งสำหรับไฟล์กำหนดลักษณะลุ่มน้ำ นามสกุล *.cat (catchment definition file)

ก. บรรทัดแรกของไฟล์กำหนดลักษณะลุ่มน้ำ (Catchment Definition File)

ประกอบด้วย หัวข้อ หรือคำบรรยายลักษณะลุ่มน้ำ บรรทัดนี้จะกล่บออกมาใน Output File ทุกไฟล์ ในงานวิจัยนี้ใช้ชื่อลุ่มน้ำย่อตามด้วยชื่อสถานีวัดน้ำทำที่ต้งการศึกษาและปีข้อมูล ตามตัวอย่าง ดังนี้

Lower Part of YOM Basin at Y37 (2002)

ข. บรรทัดที่สองบอกถึงโมเดลที่ต้งการใช้ โดยเลือกระหว่าง Basic Model และ Split Model การศึกษานี้เลือกใช้ Split Model ซึ่งปริมาตรเก็บกักของลุ่มน้ำและลำน้ำจะถูกแบ่งแยกจากกันอย่างอิสระ โดยเมื่อฝนตกลงบนพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ปริมาณน้ำฝนจะเคลื่อนตัวผ่าน ปริมาตรเก็บกักของลุ่มน้ำซึ่งตั้งอยู่ที่จุดศูนย์กลางของพื้นที่ลุ่มน้ำ เพื่อไหลไปสู่ลำน้ำโดยใช้หลักการ การเคลื่อนตัวของน้ำท่าบนพื้นที่ลุ่มน้ำ จากนั้นปริมาณการไหลออกจากปริมาตรเก็บกักของลุ่มน้ำ ซึ่งเปรียบเสมือนเป็นปริมาณการไหลเข้าปริมาตรเก็บกักลำน้ำจะถูกเคลื่อนตัวไปตามทางน้ำด้วยวิธี Muskingum แบบไม่เป็นเส้นตรง มีรูปแบบคำสั่ง ดังนี้

MODEL: SPLIT

ค. บรรทัดที่สามบอกถึงค่าตัวแปรเฉพาะของลุ่มน้ำจะถูกใช้ในโมเดล ซึ่งมีให้เลือกใส่ รูปแบบ ดังนี้

USES: L[,U[*+nn]][Sc][,CS][,F[*+nn]][,N][,Q][,I[*+nn]][,R]

L หมายถึง ใช้ความยาวของลำน้ำ

U หรือ *F* หมายถึง การใช้ในเขตเมืองและการทำนายปริมาณน้ำ

Sc หมายถึง ใช้ความลาดชันลำน้ำ

CS หมายถึง ใช้ความลาดชันพื้นที่ลุ่มน้ำสำหรับการเคลื่อนตัวของน้ำในลุ่มย่อย

N หมายถึง ใช้ค่าความขรุขระของทางน้ำ

Q หมายถึง การใช้ข้อมูลอัตราการระบายน้ำออกจากลำน้ำหรือชุมชน

I หมายถึง การใช้ข้อมูลอัตราส่วนความทึบน้ำ

R หมายถึง การใช้วิธีหลักเหตุผลในการเคลื่อนตัวของน้ำลุ่มน้ำย่อย

ในการศึกษานี้ใช้เฉพาะข้อมูลความยาวลำน้ำ จึงใช้คำสั่ง ดังนี้

USES: L

ง. บรรทัดต่อมากำหนดค่าเริ่มต้นของตัวแปรที่ใช้ ไม่มีข้อจำกัดเรื่องลำดับก่อนหลังของตัวแปรในบรรทัดของ DEFAULT PARAMETER แต่อย่างไรก็ตามต้องใส่พารามิเตอร์ α , β , m และ n ไว้ที่บรรทัดแรกของ DEFAULT PARAMETER เสมอ

DEFAULT PARAMETERS: alpha = 0.2 m = 0.8 beta = 5 x = 0.3 n = 1

DEFAULT PARAMETERS: if = 300 il = 10

DEFAULT PARAMETERS: BR = 0.985 BC = 0.001 BM = 1

เมื่อ alpha = ค่าเริ่มต้นของ α
 m = ค่าเริ่มต้นของ m
 beta = ค่าเริ่มต้นของ β
 x = ค่าเริ่มต้นของ Muskingum x
 n = ค่าเริ่มต้นของ Muskingum n
 if = อัตราการซึมลงดินสูงสุดของพื้นที่ลุ่มน้ำ (Maximum Infiltration

Rate)

il = initial loss สูงสุดตลอดการไหลผ่านพื้นที่ลุ่มน้ำ

br = แฟกเตอร์การลดลงของ Baseflow รายวัน

bc = ค่าคงที่ของ Baseflow ที่กลายเป็น Runoff

bm = ค่ายกกำลัง Baseflow ที่กลายเป็น Runoff

กรณีที่ไม่ได้กำหนดค่าเริ่มต้น ตัวแปรต่าง ๆ จะมีค่าเริ่มต้น ดังนี้ $\alpha = 1.2$, $m = 0.8$, $\beta = 0$, $x = 0$, $n = 1$, $if = \text{infinity}$, $il = [il \text{ for first event}]$, $BR = 0.0$, $BC = 0.0$, $BM = 1.0$

จ. เมื่อกำหนดตัวแปรเริ่มต้นซึ่งไม่จำกัดจำนวนบรรทัดแล้ว บรรทัดถัดมาจะประกาศจำนวนลุ่มน้ำย่อยและกำหนดขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยเรียงตามลำดับก่อนหลัง เช่น ลุ่มน้ำที่แบ่งออกเป็น 3 ลุ่มน้ำย่อย ลุ่มน้ำย่อยที่ 1 มีขนาดพื้นที่ 9.32 ตารางกิโลเมตร ลุ่มน้ำย่อยที่ 2 มีขนาดพื้นที่ 8.52 ตารางกิโลเมตร และลุ่มน้ำย่อยที่ 3 มีขนาดพื้นที่ 9.47 ตารางกิโลเมตร ใช้ชุดคำสั่ง ดังนี้

3 SUBAREAS OF AREA:

9.32 8.52 9.47

ฉ. กรณีที่มีปริมาณน้ำไหลเข้าทางด้านเหนือ (Inflow) ใช้คำสั่ง INPUT ตามด้วยชื่อไฟล์ข้อมูลน้ำท่าและขนาดพื้นที่ด้านเหนือเป็นตารางกิโลเมตร ดังตัวอย่างสถานี Y39 ซึ่งมีขนาดพื้นที่ 1,030 ตารางกิโลเมตร

INPUT.Y39 : A = 1030

ช. กำหนดทางเดินของแบบจำลองโดยชุดคำสั่งต่อไปนี้

RAIN#i L

คำสั่งนี้จะเชื่อมข้อมูลฝนกับลุ่มน้ำย่อยลำดับที่ i โดยลุ่มน้ำในช่วงนี้มีความยาว L แบบจำลองจะคำนวณกราฟน้ำท่าที่เกิดขึ้นจากลุ่มน้ำย่อยลำดับที่ i

ROUTE L

เมื่อได้รับคำสั่งนี้ แบบจำลองจะคำนวณการเคลื่อนย้ายน้ำท่าจากจุดก่อนหน้า ด้วยระยะทาง L ไปยังจุดถัดไป

ADD RAIN #i L

คำสั่งนี้คล้ายกับคำสั่ง RAIN จะใช้เมื่อมีลุ่มน้ำย่อยอยู่ด้านเหนือน้ำของช่วงแม่น้ำ ปริมาณฝนที่ตกในลุ่มน้ำ i จะถูกเปลี่ยนเป็นกราฟน้ำท่า และรวมกับกราฟน้ำท่าที่เคลื่อนตัวมาจากลุ่มน้ำย่อยด้านเหนือน้ำ

STORE.

เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลกราฟน้ำท่าไว้ชั่วคราวในกรณีที่มีลุ่มน้ำมีแควสาขา ใช้ร่วมกับคำสั่ง GET.

GET.

คำสั่งนี้จะรับเอากราฟน้ำท่าที่เก็บไว้ก่อนหน้านี้แล้วรวมเข้าไปในกราฟน้ำท่าที่คำนวณอยู่ปัจจุบัน คำสั่ง STORE และ GET ใช้รวมกลุ่มแควสาขาได้

ซ. คำสั่งเขียนกราฟน้ำท่าลงในไฟล์ output ไฟล์นี้จะแสดงตารางค่าน้ำท่าสำหรับแต่ละช่วงเวลาในตำแหน่งที่พิจารณา เช่น ตำแหน่งสถานีวัดน้ำท่าที่ใช้เปรียบเทียบแบบจำลอง เช่นต้องการข้อมูลน้ำท่าของสถานี Y14 ใช้คำสั่ง ดังนี้

PRINT.Y14

เมื่อกำหนดทางเดินของแบบจำลองและบอกลักษณะลุ่มน้ำทั้งหมดแล้ว ใช้คำสั่ง

END OF CATCHMENT DATA.

ฅ. เมื่อใช้ชุดคำสั่งสำหรับบอกลักษณะลุ่มน้ำแล้ว ในการศึกษานี้ได้ใช้ข้อมูลน้ำฝนเป็นข้อมูลด้านเข้าที่สำคัญ กรณีที่มีการใช้ไฟล์ข้อมูลฝน (pluviograph) มากกว่า 1 ไฟล์ เช่น ใช้จำนวน 2 ไฟล์ คือ RY14-1 ใช้สำหรับลุ่มน้ำย่อยที่ 1 และ RY14-2 ใช้สำหรับลุ่มน้ำย่อยที่ 2 ใช้ชุดคำสั่งดังนี้

2 PLUVIOGRAPHS:

LOCATION. RY14-1

1 SUBAREAS:

1

LOCATION. RY14-2

1 SUBAREAS:

2

เมื่อจบข้อมูลของ pluviograph แล้ว ใช้คำสั่ง

END OF PLUVIOGRAPH DATA.

ญ. ชุดคำสั่งสำหรับนำเข้าข้อมูลน้ำสำหรับการสอบเทียบแบบจำลองและปริมาณน้ำไหลเข้า (Inflow) เช่น กรณีที่ใช้ข้อมูลน้ำท่าจำนวน 3 สถานี คือ สถานี Y14 สถานี Y21 และ สถานี Y37 ใช้ชุดคำสั่ง ดังนี้

3 GAUGING STATION:

LOCATION. Y14

LOCATION. Y21

LOCATION. Y37

END OF GAUGING STATIONS DATA.

2 ชุดคำสั่งสำหรับไฟล์กำหนดลักษณะข้อมูลน้ำฝนนามสกุล *.rf (Rainfall Definition File)

ก. บรรทัดแรกของไฟล์ประกอบด้วยหัวข้อคำบรรยาย ตามตัวอย่างดังนี้

Ban Kaeng Luang, Si Satchanalai, Sukhothai, (Y.6) from 02/09/03 to 15/10/03

ข. บรรทัดที่สองบอกถึงประเภทการรัน คือ CALIBRATION RUN FORECAST RUN และ MATCHING RUN การศึกษานี้ได้เลือกใช้ CALIBRATION RUN จึงระบุบรรทัดที่สอง ดังนี้

CALIBRATION RUN

ค. บรรทัดที่สามบอกถึงช่วงเวลาที่แบบจำลองใช้ในการคำนวณและแสดงผล ออกทางข้อมูลด้านนอก ซึ่งเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสม เช่น แสดงผลทุก 1 ชั่วโมง หรือ 24 ชั่วโมง (รายวัน) เป็นต้น การศึกษานี้ได้เลือกใช้ให้แสดงผลทุก 2 ชั่วโมงซึ่งมีความละเอียดเพียงพอในการเปรียบเทียบผล โดยใช้คำสั่งดังนี้

TIME INCREMENT: 2.0 HOURS

ง. บรรทัดที่สี่แสดงช่วงเวลาทั้งหมดของเหตุการณ์ที่แบบจำลองใช้วิเคราะห์ หน่วยเป็นชั่วโมง โดยใช้คำสั่งดังนี้

RUN DURATION: 816.0 HOURS

จ. บรรทัดต่อมาใช้ประกาศชื่อไฟล์สำหรับเก็บข้อมูลน้ำฝนสำหรับแต่ละลุ่มน้ำย่อย มีคำสั่งดังนี้

PLUVIOGRAPH. RY6-1

PLUVIOGRAPH. RY6-2

PLUVIOGRAPH. RY6-3

โดยประกาศชื่อไฟล์น้ำฝนให้ครบตามจำนวนลุ่มน้ำย่อย

จ. บรรทัดสุดท้ายของไฟล์กำหนดข้อมูลลักษณะน้ำฝนใช้ประกาศประเภทของการสูญเสียน้ำฝนที่เกิดขึ้น โดยการศึกษาเลือกการสูญเสียน้ำฝนแบบต่อเนื่อง ดังคำสั่งต่อไปนี้

LOSS: UNIFORM PROPORTIONAL

3 ชุดคำสั่งสำหรับไฟล์ข้อมูลปริมาณน้ำฝนนามสกุล *.r (Pluviograph File)

ก. บรรทัดแรกของไฟล์ข้อมูลน้ำฝนประกอบด้วยหัวข้อบรรยาย ตามตัวอย่าง
ดังนี้

Station : Ban Kaeng Luang, Si Satchanalai, Sukhothai, (Y.6)

ข. บรรทัดที่สองเป็นรหัสสถานีซึ่งการศึกษานี้ใช้ข้อมูลน้ำฝนที่ได้จากหลายสถานีในกลุ่มน้ำย่อยเดียวจึงใช้รหัสสถานีให้ตรงกับชื่อกลุ่มน้ำย่อยและใช้คำสั่ง ดังนี้

Station ID : RY6-1

ค. บรรทัดที่สามบอกถึงเวลาที่แบบจำลองเริ่มวิเคราะห์

Starting Time : 02/09/03 0:00:00

ง. บรรทัดที่สี่บอกถึงช่วงเวลาที่แบบจำลองใช้ในการคำนวณและแสดงผลออกทางข้อมูลด้านนอก ซึ่งตรงกับที่ประกาศไว้แล้วในไฟล์กำหนดลักษณะข้อมูลน้ำฝน โดยใช้คำสั่ง
ดังนี้

TIME INCREMENT: 2.0 HOURS

จ. บรรทัดที่ห้าประกอบด้วยข้อมูล 3 ส่วน คือ 1) ระยะเวลาระหว่างเวลาเริ่มต้นของการคำนวณจนกระทั่งถึงเวลาเริ่มต้นของข้อมูลฝนในหน่วยวินาที 2) ช่วงเวลา (time increment) ของข้อมูลฝนแต่ละค่าในหน่วยวินาที โดยค่านี้สามารถมีค่าแตกต่างจาก Time Increment ซึ่งถูกกำหนดใน Rainfall Definition File ได้ และ 3) จำนวนทั้งหมดของข้อมูลปริมาณการไหลที่กำหนด

ซึ่งตัวอย่างคำสั่งที่ใช้สำหรับสถานีที่เริ่มคำนวณมีข้อมูลปริมาณการไหลทันที (0 ชั่วโมง) ข้อมูลฝนรายวัน (ช่วงความห่างของข้อมูลฝนแต่ละค่า คือ 86,400 วินาที) และจำนวนวันที่ทำการวิเคราะห์ 3 วัน สามารถเขียนบรรทัดคำสั่งได้ดังนี้

0 86400 3

จ. บรรทัดต่อมาประกอบด้วยข้อมูลน้ำฝนแต่ละช่วงเวลาบรรทัดละ 1 ค่า จนครบจำนวนวันตามที่ประกาศไว้ เช่น ฝนรายวัน จำนวน 3 วัน วันที่ 1 ปริมาณฝน 41.89 มิลลิเมตร วันที่ 2 ปริมาณฝน 6.03 มิลลิเมตร และวันที่ 3 ปริมาณฝน 0.03 มิลลิเมตร แสดงดังนี้

41.89

6.03

0.03

4 ชุดคำสั่งไฟล์ข้อมูลปริมาณน้ำท่า นามสกุล *.g และ *.i (Gauging Station File)

ชุดคำสั่งสำหรับไฟล์ข้อมูลน้ำท่ามีลักษณะเช่นเดียวกันกับไฟล์ข้อมูลน้ำฝน แตกต่างกันที่นามสกุลของไฟล์ซึ่งไฟล์ข้อมูลปริมาณน้ำไหลเข้าใช้นามสกุล *.i และไฟล์ข้อมูลน้ำท่าสถานีที่ใช้เปรียบเทียบใช้นามสกุล *.g

ทั้งนี้ ในบรรทัดที่ห้า ข้อมูลน้ำท่าจะมีจำนวนมากกว่าข้อมูลน้ำฝนอยู่ 1 ค่า เนื่องจากข้อมูลฝนเป็นข้อมูลที่พิจารณาเป็นช่วง ในขณะที่ข้อมูลน้ำท่าเป็นข้อมูล ณ เวลาที่ทำการตรวจวัด

5 ไฟล์ชุดคำสั่งสำหรับใช้ในการ run แบบจำลอง URBS (Batch File) ไฟล์คำสั่งนี้จะประกอบไปด้วยตำแหน่งที่เก็บบันทึกไฟล์ (Path File) ของไฟล์ประกอบ และไฟล์ที่นำออกจากแบบจำลอง ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้สำหรับวิเคราะห์แบบจำลอง และ คำสั่งสำหรับแสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้



ภาคผนวก ง
ชุดคำสั่งสำหรับแบบจำลอง URBS

1. ไฟล์กำหนดลักษณะลุ่มน้ำ (Catchment Definition File)

1.1 ชุดคำสั่งสำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.1C

Lower part of YOM Basin at Y20. to Y.1c (2002)

MODEL: SPLIT

USES: L

DEFAULT PARAMETERS: alpha = 0.2 m = 0.8 beta = 5 x = 0.3 n = 1

DEFAULT PARAMETERS: if = 300 k = 0.9

DEFAULT PARAMETERS: BR = 0.985 BC = 0.001 BM = 1

18 SUBAREAS OF AREA:

93.03 96.25 92.00 127.40 71.24

81.70 67.57 103.95 77.47 112.85

106.17 109.58 94.23 28.44 1.05

137.22 95.20 119.00

{*****}

INPUT.Y20 : A = 5398

ROUTE L = 1.93

ADD RAIN #1 L = 5.09

ROUTE L = 0.38

ADD RAIN #2 L = 6.93

ROUTE L = 3.23

ADD RAIN #3 L = 4.44

STORE.

RAIN #4 L = 10.89

ROUTE L = 6.56

STORE.

RAIN #5 L = 11.54

GET.

ADD RAIN #6 L = 6.26

ROUTE L = 6.65
 ADD RAIN #7 L = 20.69

GET.

ROUTE L = 1.37

ADD RAIN #8 L = 5.32

ROUTE L = 2.03

ADD RAIN #9 L = 2.54

ROUTE L = 2.63

ADD RAIN #10 L = 5.19

ROUTE L = 2.03

ADD RAIN #11 L = 11.5

STORE.

RAIN #12 L = 13.07

ROUTE L = 1.45

ADD RAIN #13 L = 9.45

GET.

STORE.

INPUT.Y38 : A = 402

ROUTE L = 1

ADD RAIN #14 L = 1

ROUTE L = 1.55

GET.

STORE.

INPUT.Y34 : A = 296

ROUTE L = 0.5

ADD RAIN #15 L = 0.5

GET.

ROUTE L = 3.03

ADD RAIN #16 L = 4.36

ROUTE L = 1.01

ADD RAIN #17 L = 4.97

STORE.

ADD RAIN #18 L = 15.81

GET.

ROUTE L = 4.26

PRINT.Y1c

END OF CATCHMENT DATA.

18 PLUVIOGRAPHS:

LOCATION. RY1c-1

1 SUBAREAS:

1

LOCATION. RY1c-2

1 SUBAREAS:

2

LOCATION. RY1c-3

1 SUBAREAS:

3

LOCATION. RY1c-4

1 SUBAREAS:

4

LOCATION. RY14-5

1 SUBAREAS:

5

LOCATION. RY1c-6

1 SUBAREAS:

6

LOCATION. RY1c-7

1 SUBAREAS:

7

LOCATION. RY1c-8

1 SUBAREAS:
8
LOCATION. RY1c-9
1 SUBAREAS:
9
LOCATION. RY1c-10
1 SUBAREAS:
10
LOCATION. RY1c-11
1 SUBAREAS:
11
LOCATION. RY1c-12
1 SUBAREAS:
12
LOCATION. RY1c-13
1 SUBAREAS:
13
LOCATION. RY1c-14
1 SUBAREAS:
14
LOCATION. RY1c-15
1 SUBAREAS:
15
LOCATION. RY1c-16
1 SUBAREAS:
16
LOCATION. RY1c-17
1 SUBAREAS:
17
LOCATION. RY1c-18

1 SUBAREAS:

18

END OF PLUVIOGRAPH DATA.

4 GAUGING STATION:

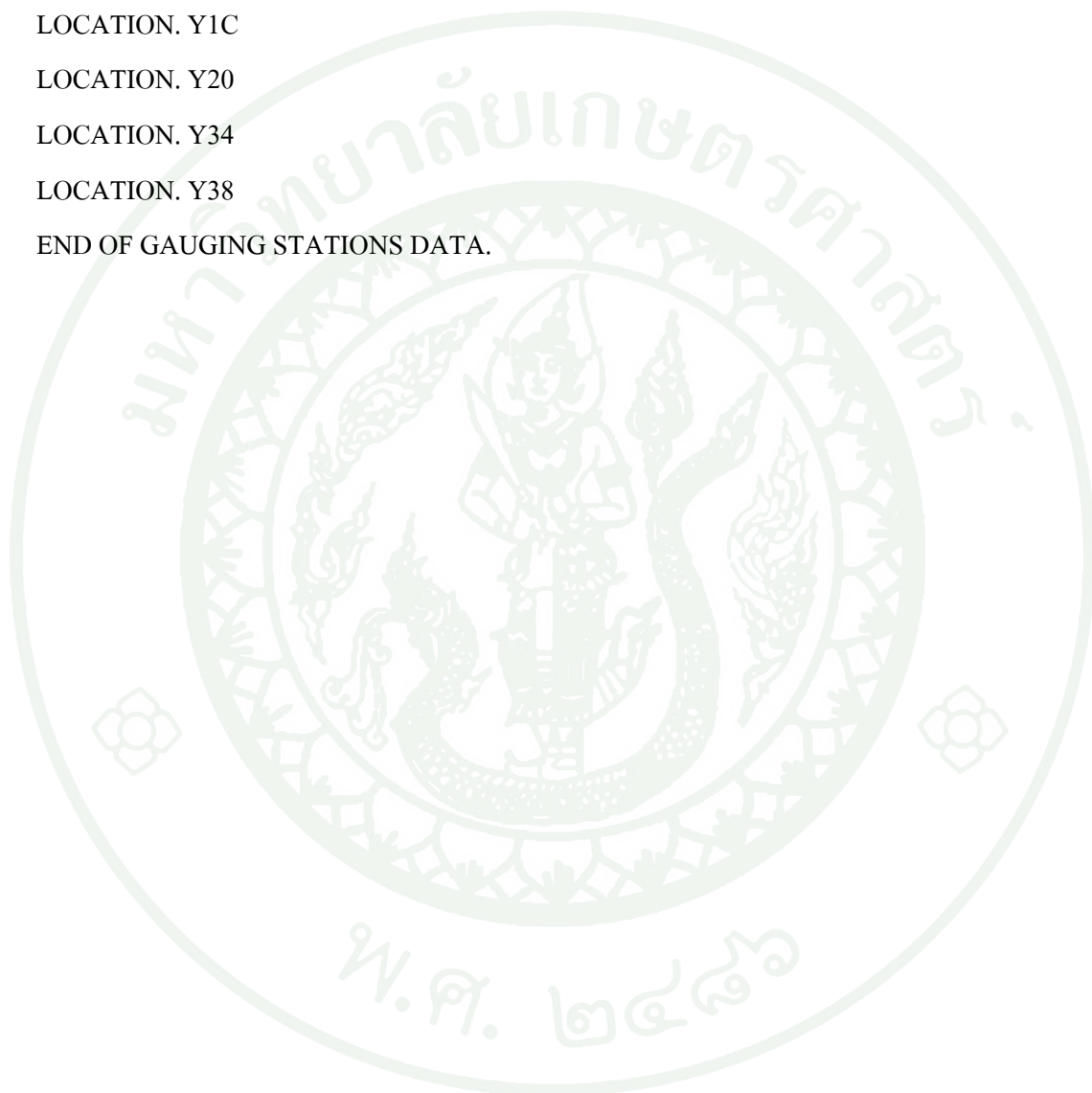
LOCATION. Y1C

LOCATION. Y20

LOCATION. Y34

LOCATION. Y38

END OF GAUGING STATIONS DATA.



1.2 ชุดคำสั่งสำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.3A

Lower part of YOM Basin at Y.6 to Y.3A (2002)

MODEL: SPLIT

USES: L

DEFAULT PARAMETERS: alpha = 0.2 m = 0.8 beta = 5 x = 0.3 n = 1

DEFAULT PARAMETERS: if = 300 k = 0.9

DEFAULT PARAMETERS: BR = 0.985 BC = 0.001 BM = 1

2 SUBAREAS OF AREA:

212.38 218.16

{*****}

INPUT.Y6 : A = 12694

ROUTE L = 2.95

RAIN #1 L = 6.66

ROUTE L = 7.39

RAIN #2 L = 6.01

PRINT.Y3A

END OF CATCHMENT DATA.

2 PLUVIOGRAPHS:

LOCATION. RY3A-1

1 SUBAREAS:

1

LOCATION. RY3A-2

1 SUBAREAS:

2

END OF PLUVIOGRAPH DATA.

2 GAUGING STATION:

LOCATION. Y6

LOCATION. Y3A

END OF GAUGING STATIONS DATA.

1.3 ชุดคำสั่งสำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.6

Lower part of YOM Basin at Y14. to Y.6 (2003)

MODEL: SPLIT

USES: L

DEFAULT PARAMETERS: alpha = 0.2 m = 0.8 beta = 5 x = 0.3 n = 1

DEFAULT PARAMETERS: if = 300 k = 0.9

DEFAULT PARAMETERS: BR = 0.985 BC = 0.001 BM = 1

6 SUBAREAS OF AREA:

78.8 116.0 98.8 84.4 49.1 166.1

{*****}

INPUT.Y14 : A = 12101

ROUTE L = 5.89

ADD RAIN #1 L = 5.82

STORE.

INPUT.MaeSung : A = 44

ROUTE L = 13.91

GET.

STORE.

RAIN #2 L = 10.73

ROUTE L = 1.38

ADD RAIN #3 L = 6.81

ROUTE L = 8.66

ADD RAIN #4 L = 15.46

GET.

STORE.

RAIN #5 L = 6.18

ROUTE L = 10.54

GET.

ROUTE L = 7.07

ADD RAIN #6 L = 6.93

PRINT.Y6

END OF CATCHMENT DATA.

6 PLUVIOGRAPHS:

LOCATION. RY6-1

1 SUBAREAS:

1

LOCATION. RY6-2

1 SUBAREAS:

2

LOCATION. RY6-3

1 SUBAREAS:

3

LOCATION. RY6-4

1 SUBAREAS:

4

LOCATION. RY6-5

1 SUBAREAS:

5

LOCATION. RY6-6

1 SUBAREAS:

6

END OF PLUVIOGRAPH DATA.

3 GAUGING STATION:

LOCATION. Y14

LOCATION. MaeSung

LOCATION. Y6

END OF GAUGING STATIONS DATA.

1.4 ชุดคำสั่งสำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.14

Lower part of YOM Basin at Y37. to Y.14 (2002)

MODEL: SPLIT

USES: L

DEFAULT PARAMETERS: alpha = 0.2 m = 0.8 beta = 5 x = 0.3 n = 1

DEFAULT PARAMETERS: if = 300 k = 0.9

DEFAULT PARAMETERS: BR = 0.985 BC = 0.001 BM = 1

17 SUBAREAS OF AREA:

93.2 85.2 94.7 83.3 84.2 83.3 120.9 118.5 20.8 83.5 69.0 50.3 113.7 97.3 99.9 89.7 98.4

{*****}

INPUT.Y37 : A = 10308

ROUTE L = 1.49

STORE.

RAIN #2 L = 15.76

GET.

ROUTE L = 5.96

STORE.

RAIN #4 L = 7.06

ROUTE L = 2.68

ADD RAIN #5 L = 8.05

ROUTE L = 1.20

ADD RAIN #6 L = 11.91

GET.

ROUTE L = 2.85

STORE.

RAIN #3 L = 11.28

GET.

ADD RAIN #1 L = 7.42

ROUTE L = 6.13

ADD RAIN #7 L = 4.42
 ROUTE L = 14.35
 STORE.
 INPUT.Y21 : A = 307
 ROUTE L = 1.64
 ADD RAIN #9 L = 5.96
 STORE.
 RAIN #10 L = 15.78
 GET.
 ROUTE L = 0.69
 STORE.
 RAIN #11 L = 11.34
 GET.
 ROUTE L = 7.69
 ADD RAIN #12 L = 9.38
 GET.
 ADD RAIN #8 L = 3.68
 STORE.
 RAIN #13 L = 18.47
 STORE.
 RAIN #14 L = 17.90
 GET.
 ROUTE L = 8.12
 GET.
 ROUTE L = 4.40
 ADD RAIN #15 L = 1.82
 STORE.
 RAIN #16 L = 12.63
 STORE.

RAIN #17 L = 15.33

GET.

ROUTE L = 10.08

GET.

ROUTE L = 6.62

PRINT.Y14

END OF CATCHMENT DATA.

17 PLUVIOGRAPHS:

LOCATION. RY14-1

1 SUBAREAS:

1

LOCATION. RY14-2

1 SUBAREAS:

2

LOCATION. RY14-3

1 SUBAREAS:

3

LOCATION. RY14-4

1 SUBAREAS:

4

LOCATION. RY14-5

1 SUBAREAS:

5

LOCATION. RY14-6

1 SUBAREAS:

6

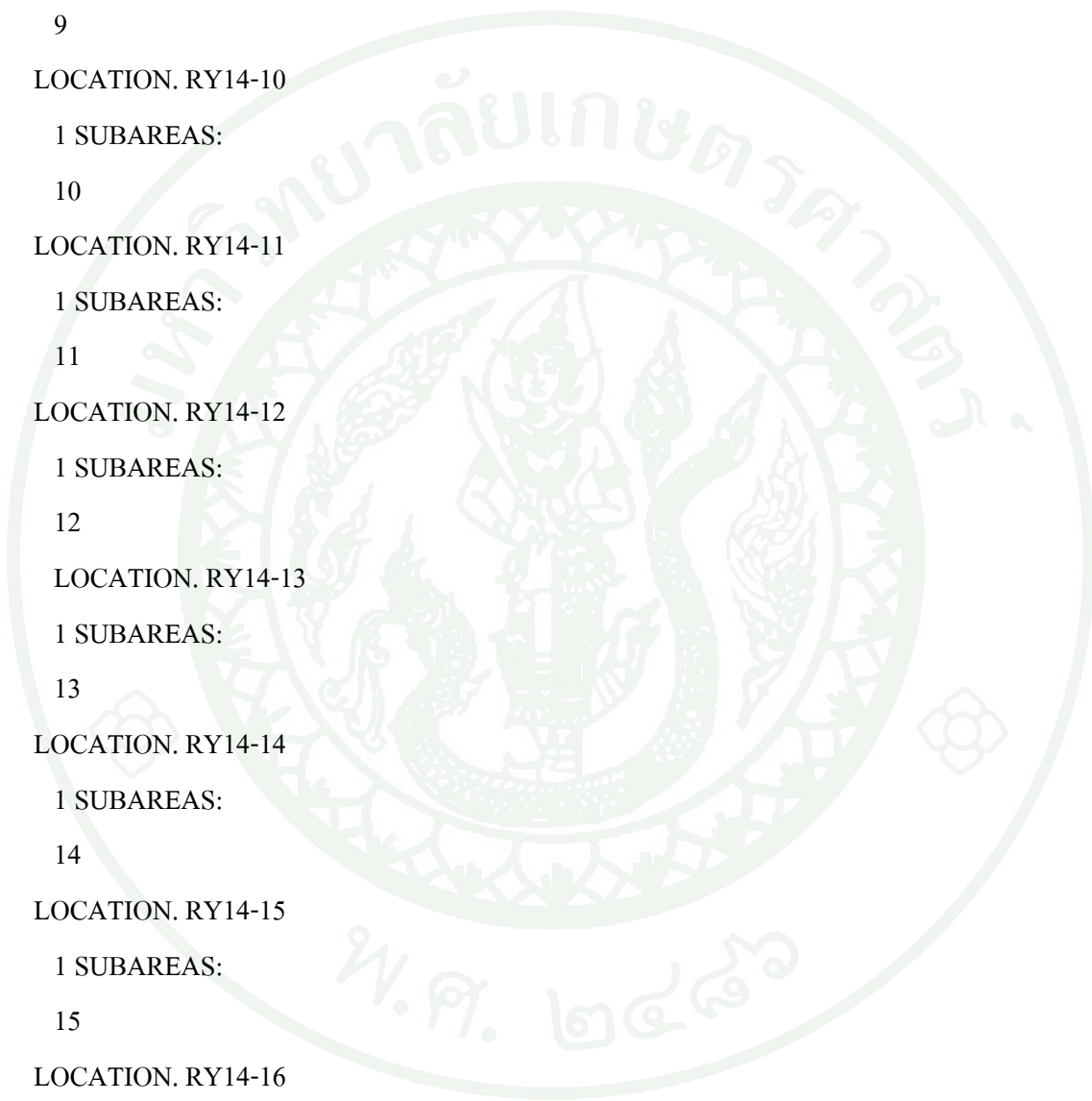
LOCATION. RY14-7

1 SUBAREAS:

7

LOCATION. RY14-8

- 1 SUBAREAS:
8
LOCATION. RY14-9
- 1 SUBAREAS:
9
LOCATION. RY14-10
- 1 SUBAREAS:
10
LOCATION. RY14-11
- 1 SUBAREAS:
11
LOCATION. RY14-12
- 1 SUBAREAS:
12
LOCATION. RY14-13
- 1 SUBAREAS:
13
LOCATION. RY14-14
- 1 SUBAREAS:
14
LOCATION. RY14-15
- 1 SUBAREAS:
15
LOCATION. RY14-16
- 1 SUBAREAS:
16
LOCATION. RY14-17
- 1 SUBAREAS:
17



END OF PLUVIOGRAPH DATA.

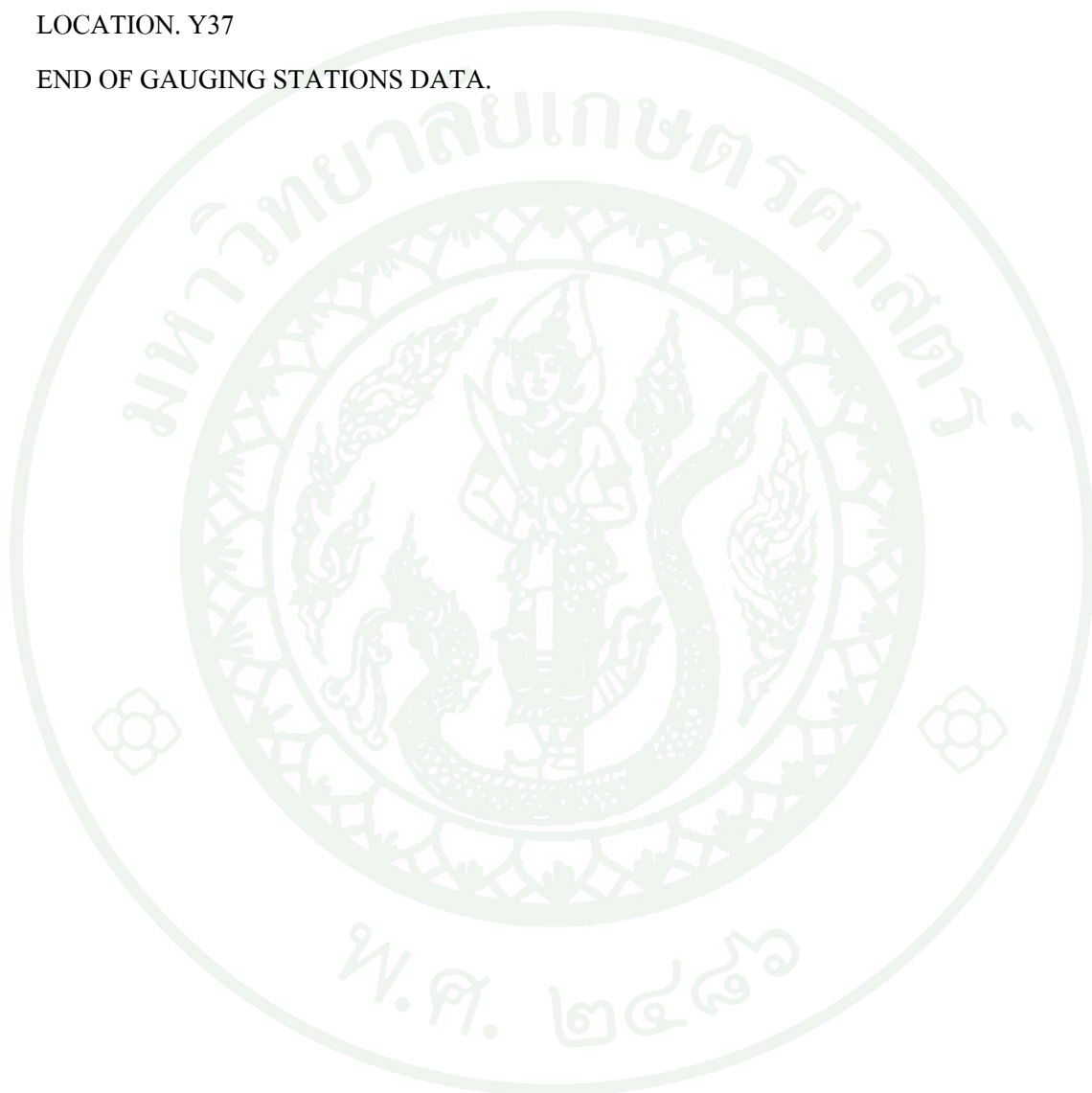
3 GAUGING STATION:

LOCATION. Y14

LOCATION. Y21

LOCATION. Y37

END OF GAUGING STATIONS DATA.



1.5 ชุดคำสั่งสำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.20

Lower part of YOM Basin at Y.20 (2002)

MODEL: SPLIT

USES: L

DEFAULT PARAMETERS: alpha = 0.2 m = 0.8 beta = 5 x = 0.3 n = 1

DEFAULT PARAMETERS: if = 300 k = 0.9

DEFAULT PARAMETERS: BR = 0.985 BC = 0.001 BM = 1

28 SUBAREAS OF AREA:

104.95 38.51 63.65 127.07 148.71 80.83 117.54 154.19 96.65 69.53

96.67 105.71 109.85 62.19 103.74 96.60 117.66 105.49 104.08 101.33

99.54 98.46 93.09 118.16 106.37 105.90 125.70 5.42

{*****}

INPUT.Y31 : A = 2024

ROUTE L = 4.46

ADD RAIN #1 L = 11.14

STORE.

INPUT.Y24 : A = 616

ADD RAIN #2 L = 5.71

GET.

ROUTE L = 3.71

ADD RAIN #3 L = 3.83

ROUTE L = 1.67

ADD RAIN #4 L = 2.58

STORE.

RAIN #5 L = 18.07

ROUTE L = 4.64
 ADD RAIN #6 L = 9.37
 GET.

ROUTE L = 1.89
 ADD RAIN #7 L = 4.67
 ROUTE L = 8.23
 ADD RAIN #8 L = 3.72
 ROUTE L = 7.73
 ADD RAIN #9 L = 3.55
 ROUTE L = 3.21
 ADD RAIN #10 L = 6.50
 STORE.

RAIN #11 L = 10.37
 ROUTE L = 5.58
 ADD RAIN #12 L = 10.81
 ROUTE L = 6.12
 ADD RAIN #13 L = 9.97
 ROUTE L = 1.19
 ADD RAIN #14 L = 7.63
 ROUTE L = 5.88
 STORE.

RAIN #15 L = 15.86
 GET.

ROUTE L = 1.86
 ADD RAIN #16 L = 2.37
 STORE.

RAIN	#17	L = 11.16
ROUTE		L = 1.91
ADD RAIN	#18	L = 9.83
STORE.		
RAIN	#19	L = 13.83
GET.		
ROUTE		L = 3.21
STORE.		
RAIN	#20	L = 14.58
ROUTE		L = 5.61
ADD RAIN	#21	L = 3.45
ROUTE		L = 6.06
ADD RAIN	#22	L = 9.30
GET.		
ROUTE		L = 3.69
GET.		
ROUTE		L = 6.62
ADD RAIN	#23	L = 2.85
ROUTE		L = 9.99
STORE.		
RAIN	#25	L = 14.55
ROUTE		L = 2.93
ADD RAIN	#26	L = 12.21
ROUTE		L = 5.72
ADD RAIN	#27	L = 9.78
GET.		
ROUTE		L = 4.90
ADD RAIN	#24	L = 17.19
GET.		
ADD RAIN	#28	L = 1.88

PRINT.Y20

END OF CATCHMENT DATA.

28 PLUVIOGRAPHS:

LOCATION. RY20-1

1 SUBAREAS:

1

LOCATION. RY20-2

1 SUBAREAS:

2

LOCATION. RY20-3

1 SUBAREAS:

3

LOCATION. RY20-4

1 SUBAREAS:

4

LOCATION. RY20-5

1 SUBAREAS:

5

LOCATION. RY20-6

1 SUBAREAS:

6

LOCATION. RY20-7

1 SUBAREAS:

7

LOCATION. RY20-8

1 SUBAREAS:

8

LOCATION. RY20-9

1 SUBAREAS:

9

LOCATION. RY20-10

1 SUBAREAS:

10

LOCATION. RY20-11

1 SUBAREAS:

11

LOCATION. RY20-12

1 SUBAREAS:

12

LOCATION. RY20-13

1 SUBAREAS:

13

LOCATION. RY20-14

1 SUBAREAS:

14

LOCATION. RY20-15

1 SUBAREAS:

15

LOCATION. RY20-16

1 SUBAREAS:

16

LOCATION. RY20-17

1 SUBAREAS:

17

LOCATION. RY20-18

1 SUBAREAS:

18

LOCATION. RY20-19

1 SUBAREAS:

19

LOCATION. RY20-20

1 SUBAREAS:

20

LOCATION. RY20-21

1 SUBAREAS:

21

LOCATION. RY20-22

1 SUBAREAS:

22

LOCATION. RY20-23

1 SUBAREAS:

23

LOCATION. RY20-24

1 SUBAREAS:

24

LOCATION. RY20-25

1 SUBAREAS:

25

LOCATION. RY20-26

1 SUBAREAS:

26

LOCATION. RY20-27

1 SUBAREAS:

27

LOCATION. RY20-28

1 SUBAREAS:

28

END OF PLUVIOGRAPH DATA.

3 GAUGING STATION:

LOCATION. Y20

LOCATION. Y31

LOCATION. Y24

END OF GAUGING STATIONS DATA.



1.6 ชุดคำสั่งสำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.24

Lower part of YOM Basin at Y.24 (2002)

MODEL: SPLIT

USES: L

DEFAULT PARAMETERS: alpha = 0.2 m = 0.8 beta = 5 x = 0.3 n = 1

DEFAULT PARAMETERS: if = 300 k = 0.9

DEFAULT PARAMETERS: BR = 0.985 BC = 0.001 BM = 1

4 SUBAREAS OF AREA:

92.75 106.25 79.86 132.07

{*****}

RAIN #1 L = 8.54

ROUTE L = 9.35

ADD RAIN #2 L = 7.41

STORE.

INPUT.Y25 : A = 205

ROUTE L = 7.00

GET.

ROUTE L = 8.37

ADD RAIN #3 L = 5.88

ROUTE L = 3.69

ADD RAIN #4 L = 7.17

PRINT.Y24

END OF CATCHMENT DATA.

4 PLUVIOGRAPHS:

LOCATION. RY24-1

1 SUBAREAS:

1

LOCATION. RY24-2

1 SUBAREAS:

2

LOCATION. RY24-3

1 SUBAREAS:

3

LOCATION. RY24-4

1 SUBAREAS:

4

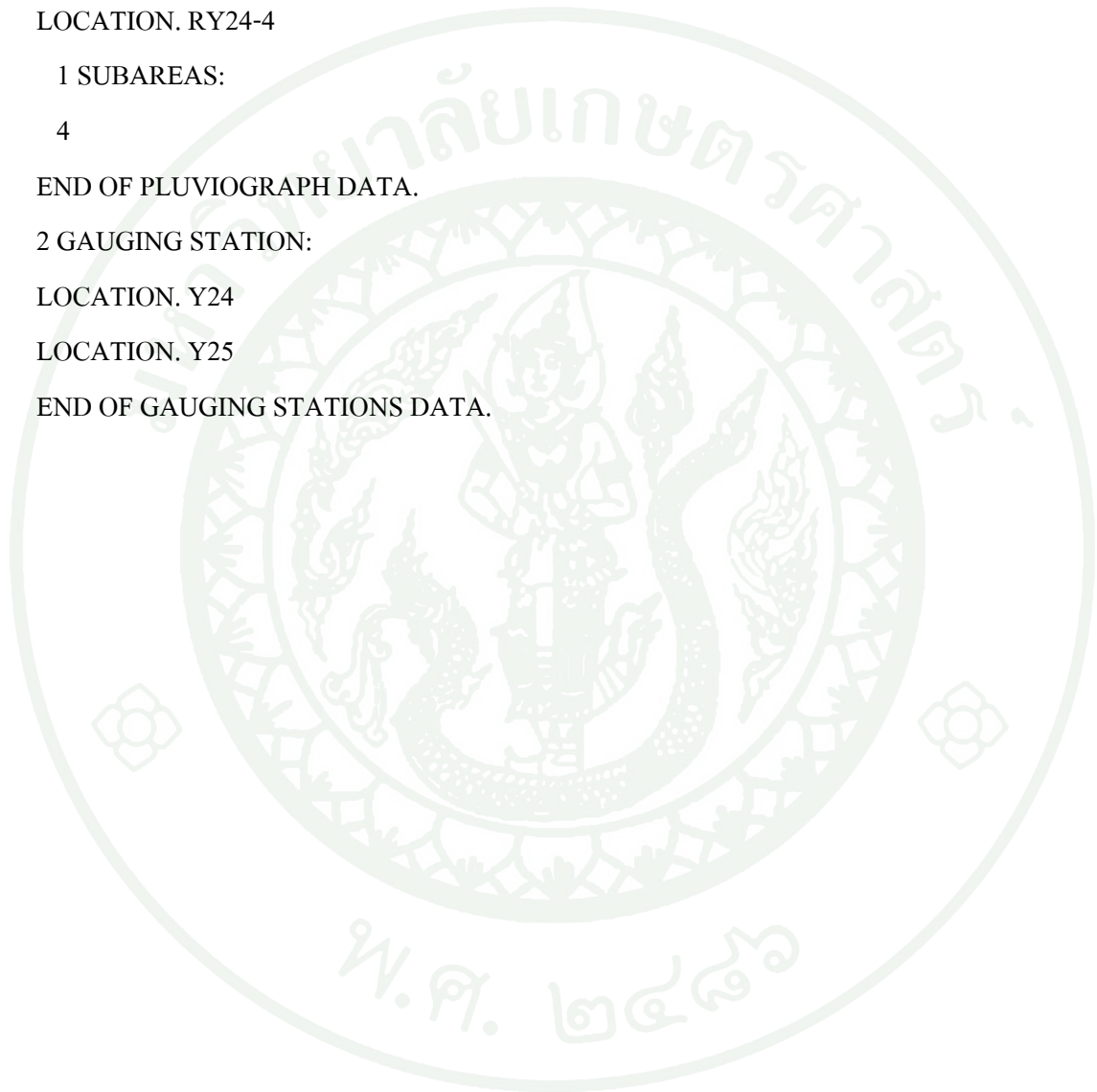
END OF PLUVIOGRAPH DATA.

2 GAUGING STATION:

LOCATION. Y24

LOCATION. Y25

END OF GAUGING STATIONS DATA.



1.7 ชุดคำสั่งสำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.25

Lower part of YOM Basin at Y.24 (2002)

MODEL: SPLIT

USES: L

DEFAULT PARAMETERS: $\alpha = 0.2$ $m = 0.8$ $\beta = 5$ $x = 0.3$ $n = 1$

DEFAULT PARAMETERS: $if = 300$ $k = 0.9$

DEFAULT PARAMETERS: $BR = 0.985$ $BC = 0.001$ $BM = 1$

2 SUBAREAS OF AREA:

77.08 128.13

{*****}

RAIN #1 L = 5.44

ROUTE L = 2.26

ADD RAIN #2 L = 2.71

PRINT.Y25

END OF CATCHMENT DATA.

2 PLUVIOGRAPHS:

LOCATION. RY25-1

1 SUBAREAS:

1

LOCATION. RY25-2

1 SUBAREAS:

2

END OF PLUVIOGRAPH DATA.

1 GAUGING STATION:

LOCATION. Y25

END OF GAUGING STATIONS DATA.

1.8 ชุดคำสั่งสำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.26

Lower part of YOM Basin at Y.26 (2002)

MODEL: SPLIT

USES: L

DEFAULT PARAMETERS: alpha = 0.2 m = 0.8 beta = 5 x = 0.3 n = 1

DEFAULT PARAMETERS: if = 300 k = 0.9

DEFAULT PARAMETERS: BR = 0.985 BC = 0.001 BM = 1

7 SUBAREAS OF AREA:

115.80 109.55 149.03 109.68

106.21 61.32 133.64

{*****}

RAIN #1 L = 10.71

ROUTE L = 10.05

ADD RAIN #2 L = 9.84

ROUTE L = 2.57

ADD RAIN #3 L = 16.04

STORE.

RAIN #4 L = 15.77

ROUTE L = 1.61

RAIN #5 L = 9.84

GET.

ROUTE L = 5.83

ADD RAIN #6 L = 6.02

ROUTE L = 5.55

ADD RAIN #7 L = 6.82

PRINT.Y26

END OF CATCHMENT DATA.

7 PLUVIOGRAPHS:

LOCATION. RY26-1

1 SUBAREAS:
1
LOCATION. RY26-2
1 SUBAREAS:
2
LOCATION. RY26-3
1 SUBAREAS:
3
LOCATION. RY26-4
1 SUBAREAS:
4
LOCATION. RY26-5
1 SUBAREAS:
5
LOCATION. RY26-6
1 SUBAREAS:
6
LOCATION. RY26-7
1 SUBAREAS:
7
END OF PLUVIOGRAPH DATA.
1 GAUGING STATION:
LOCATION. Y26
END OF GAUGING STATIONS DATA.

1.9 ชุดคำสั่งสำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.31

Lower part of YOM Basin at Y31 (2002)

MODEL: SPLIT

USES: L

DEFAULT PARAMETERS: alpha = 0.2 m = 0.8 beta = 5 x = 0.3 n = 1

DEFAULT PARAMETERS: if = 300 k = 0.9

DEFAULT PARAMETERS: BR = 0.985 BC = 0.001 BM = 1

12 SUBAREAS OF AREA:

101.43 122.63 117.54 108.19 101.20 14.73 64.11 143.42 81.32 92.52 84.24 136.69

{*****}

RAIN #1 L = 16.82

STORE.

RAIN #2 L = 0.01

GET.

ROUTE L = 8.16

STORE.

RAIN #3 L = 11.88

GET.

ROUTE L = 7.69

STORE.

RAIN #4 L = 15.34

GET.

ROUTE L = 5.95

ADD RAIN #5 L = 10.23

STORE.

INPUT.Y36 : A = 865

ROUTE L = 2.47

ADD RAIN #6 L = 5.99

GET.

ROUTE L = 1.82

ADD RAIN #7 L = 5.35

STORE.

RAIN #8 L = 17.62

GET.

ROUTE L = 5.00

ADD RAIN #9 L = 3.54

STORE.

RAIN #10 L = 17.21

GET.

ROUTE L = 7.08

STORE.

RAIN #11 L = 15.97

GET.

ROUTE L = 7.41

ADD RAIN #12 L = 8.41

PRINT.Y31

END OF CATCHMENT DATA.

12 PLUVIOGRAPHS:

LOCATION. RY31-1

1 SUBAREAS:

1

LOCATION. RY31-2

1 SUBAREAS:

2

LOCATION. RY31-3

1 SUBAREAS:

3

LOCATION. RY31-4

1 SUBAREAS:

4
LOCATION. RY31-5
1 SUBAREAS:
5
LOCATION. RY31-6
1 SUBAREAS:
6
LOCATION. RY31-7
1 SUBAREAS:
7
LOCATION. RY31-8
1 SUBAREAS:
8
LOCATION. RY31-9
1 SUBAREAS:
9
LOCATION. RY31-10
1 SUBAREAS:
10
LOCATION. RY31-11
1 SUBAREAS:
11
LOCATION. RY31-12
1 SUBAREAS:
12
END OF PLUVIOGRAPH DATA.
2 GAUGING STATION:
LOCATION. Y36
LOCATION. Y31
END OF GAUGING STATIONS DATA.

1.10 ชุดคำสั่งสำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.33

Lower part of YOM Basin at Y.3A to Y.33

MODEL: SPLIT

USES: L

DEFAULT PARAMETERS: $\alpha = 0.2$ $m = 0.8$ $\beta = 5$ $x = 0.3$ $n = 1$

DEFAULT PARAMETERS: $if = 300$ $k = 0.9$

DEFAULT PARAMETERS: $BR = 0.985$ $BC = 0.001$ $BM = 1$

1 SUBAREAS OF AREA:

139.03

{*****}

INPUT.Y3A : A = 13222

ROUTE L = 8.54

ADD RAIN #1 L = 12.93

PRINT.Y33

END OF CATCHMENT DATA.

1 PLUVIOGRAPHS:

LOCATION. RY33-1

1 SUBAREAS:

1

END OF PLUVIOGRAPH DATA.

2 GAUGING STATION:

LOCATION. Y33

LOCATION. Y3A

END OF GAUGING STATIONS DATA.

1.11 ชุดคำสั่งสำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.36

Uper part of YOM Basin at Y36. (2002)

MODEL: SPLIT

USES: L

DEFAULT PARAMETERS: alpha = 0.2 m = 0.8 beta = 5 x = 0.3 n = 1

DEFAULT PARAMETERS: if = 300 k = 0.9

DEFAULT PARAMETERS: BR = 0.985 BC = 0.001 BM = 1

22 SUBAREAS OF AREA:

48.62 33.92 38.49 25.73 49.65 28.51 37.81 38.33 28.96 29.17

47.71 41.44 87.28 32.35 32.96 52.16 39.02 19.98 30.77 21.98

48.31 42.94

{*****}

RAIN #1 L = 8.49

ROUTE L = 0.57

ADD RAIN #2 L = 1.31

STORE.

RAIN #3 L = 8.63

GET.

ROUTE L = 2.49

ADD RAIN #4 L = 3.23

STORE.

RAIN #5 L = 8.83

GET.

ROUTE L = 2.43

ADD RAIN #6 L = 3.44

STORE.

RAIN #7 L = 4.07

ROUTE L = 2.70

ADD RAIN #8 L = 4.26

ROUTE		L = 3.28
ADD RAIN	#9	L = 4.97
GET.		
ROUTE		L = 5.47
ADD RAIN	#10	L = 5.48
STORE.		
RAIN	#11	L = 5.61
ROUTE		L = 4.89
ADD RAIN	#12	L = 10.06
ROUTE		L = 7.32
ADD RAIN	#13	L = 8.93
STORE.		
RAIN	#14	L = 4.48
ROUTE		L = 4.74
ADD RAIN	#15	L = 7.72
GET.		
ROUTE		L = 6.67
ADD RAIN	#16	L = 9.76
GET.		
ROUTE		L = 2.81
ADD RAIN	#17	L = 2.23
STORE.		
RAIN	#18	L = 4.80
ROUTE		L = 2.80
ADD RAIN	#19	L = 4.18
STORE.		
RAIN	#20	L = 7.10
GET.		
ROUTE		L = 2.49
ADD RAIN	#21	L = 3.64

GET.

ROUTE L = 9.82

ADD RAIN #22 L = 3.93

PRINT.Y36

END OF CATCHMENT DATA.

22 PLUVIOGRAPHS:

LOCATION. RY36-1

1 SUBAREAS:

1

LOCATION. RY36-2

1 SUBAREAS:

2

LOCATION. RY36-3

1 SUBAREAS:

3

LOCATION. RY36-4

1 SUBAREAS:

4

LOCATION. RY36-5

1 SUBAREAS:

5

LOCATION. RY36-6

1 SUBAREAS:

6

LOCATION. RY36-7

1 SUBAREAS:

7

LOCATION. RY36-8

1 SUBAREAS:

8

LOCATION. RY36-9

1 SUBAREAS:

9

LOCATION. RY36-10

1 SUBAREAS:

10

LOCATION. RY36-11

1 SUBAREAS:

11

LOCATION. RY36-12

1 SUBAREAS:

12

LOCATION. RY36-13

1 SUBAREAS:

13

LOCATION. RY36-14

1 SUBAREAS:

14

LOCATION. RY36-15

1 SUBAREAS:

15

LOCATION. RY36-16

1 SUBAREAS:

16

LOCATION. RY36-17

1 SUBAREAS:

17

LOCATION. RY36-18

1 SUBAREAS:

18

LOCATION. RY36-19

1 SUBAREAS:

19

LOCATION. RY36-20

1 SUBAREAS:

20

LOCATION. RY36-21

1 SUBAREAS:

21

LOCATION. RY36-22

1 SUBAREAS:

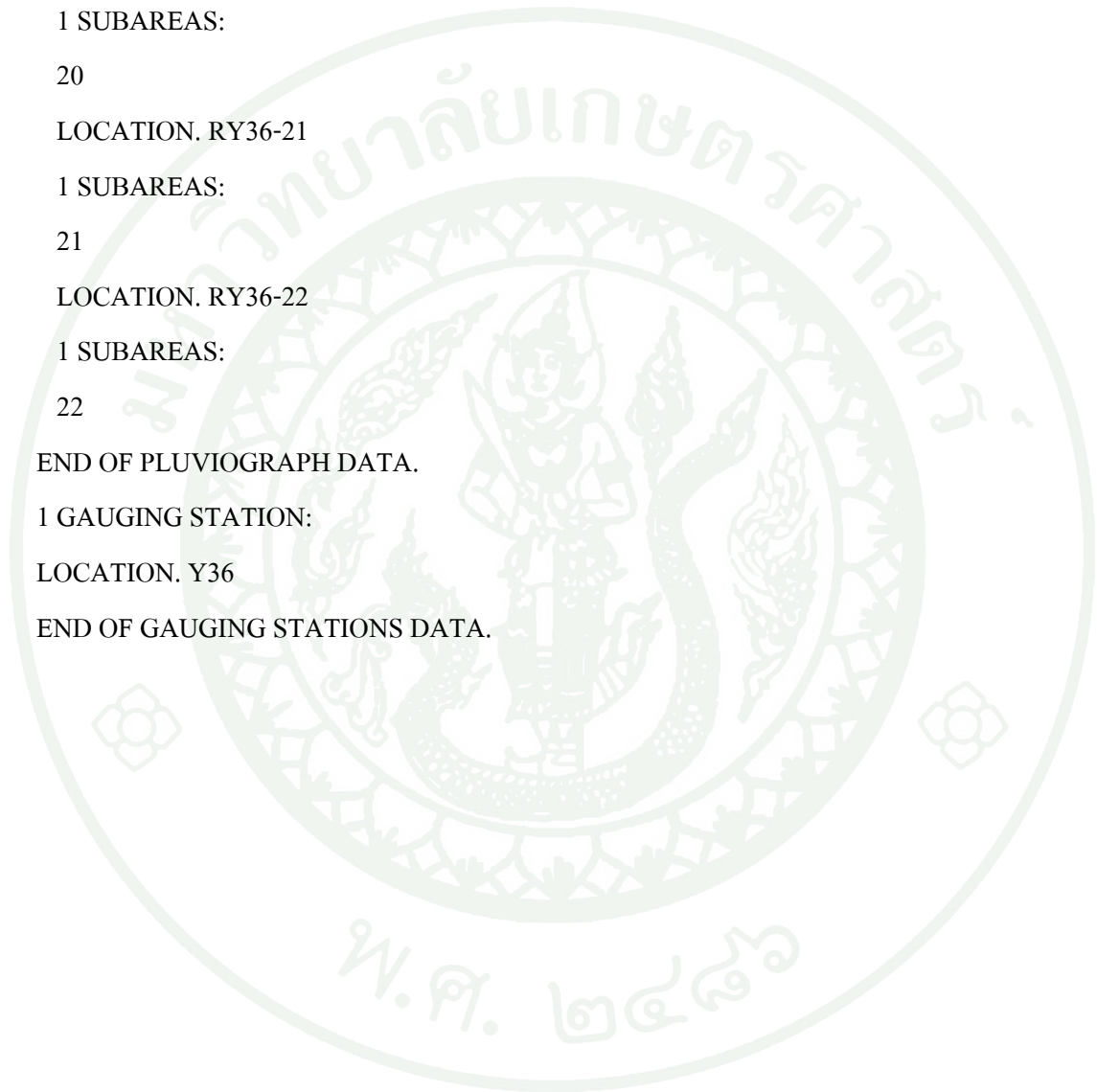
22

END OF PLUVIOGRAPH DATA.

1 GAUGING STATION:

LOCATION. Y36

END OF GAUGING STATIONS DATA.



1.12 ชุดคำสั่งสำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.37

Lower part of YOM Basin at Y37 (2001)

MODEL: SPLIT

USES: L

DEFAULT PARAMETERS: alpha = 0.2 m = 0.8 beta = 5 x = 0.3 n = 1

DEFAULT PARAMETERS: if = 300 k = 0.9

DEFAULT PARAMETERS: BR = 0.985 BC = 0.001 BM = 1

24 SUBAREAS OF AREA:

107.8	101.0	78.5	100.4	89.7	104.4	100.7	122.3
129.0	81.1	131.6	107.7	86.7	108.9	69.5	82.1
85.5	68.7	92.4	120.1	108.7	70.0	66.9	106.1

{*****}

INPUT.Y1C : A = 8004

ROUTE L = 2.70

ADD RAIN #1 L = 6.72

ROUTE L = 0.86

ADD RAIN #2 L = 3.52

STORE.

RAIN #3 L = 5.69

ROUTE L = 1.10

ADD RAIN #4 L = 15.51

ROUTE L = 2.19

ADD RAIN #5 L = 3.24

ROUTE L = 14.46

GET.

ROUTE L = 3.53

ADD RAIN #6 L = 4.25

STORE.

RAIN #7 L = 14.38

ROUTE L = 9.77

GET.

ROUTE L = 1.81

ADD RAIN #8 L = 9.00

STORE.

INPUT.Y27 : A = 294

ROUTE L = 8.19

GET.

ADD RAIN #9 L = 7.23

ROUTE L = 9.72

STORE.

RAIN #10 L = 11.15

ROUTE L = 4.28

ADD RAIN #11 L = 8.25

ROUTE L = 3.26

ADD RAIN #12 L = 4.34

ROUTE L = 5.67

ADD RAIN #13 L = 8.44

ROUTE L = 0.29

ADD RAIN #14 L = 10.11

GET.

ROUTE L = 3.02

ADD RAIN #15 L = 8.36

ROUTE L = 1.04

ADD RAIN #16 L = 3.85

STORE.

RAIN #17 L = 16.81

ROUTE L = 7.22

ADD RAIN #18 L = 9.92

GET.

ROUTE L = 2.42

ADD RAIN #19 L = 0.60

ROUTE L = 4.00

ADD RAIN #20 L = 9.04

ROUTE L = 7.72

ADD RAIN #21 L = 9.50

ROUTE L = 3.36

STORE.

RAIN #22 L = 14.21

GET.

ROUTE L = 1.72

STORE.

RAIN #23 L = 11.09

GET.

ROUTE L = 6.22

ADD RAIN #24 L = 3.75

PRINT.Y37

END OF CATCHMENT DATA.

24 PLUVIOGRAPHS:

LOCATION. RY37-1

1 SUBAREAS:

1

LOCATION. RY37-2

1 SUBAREAS:

2

LOCATION. RY37-3

1 SUBAREAS:

3

LOCATION. RY37-4

1 SUBAREAS:

4

LOCATION. RY37-5

1 SUBAREAS:

5

LOCATION. RY37-6

1 SUBAREAS:

6

LOCATION. RY37-7

1 SUBAREAS:

7

LOCATION. RY37-8

1 SUBAREAS:

8

LOCATION. RY37-9

1 SUBAREAS:

9

LOCATION. RY37-10

1 SUBAREAS:

10

LOCATION. RY37-11

1 SUBAREAS:

11

LOCATION. RY37-12

1 SUBAREAS:

12

LOCATION. RY37-13

1 SUBAREAS:

13

LOCATION. RY37-14

1 SUBAREAS:

14

LOCATION. RY37-15

1 SUBAREAS:

15

LOCATION. RY37-16

1 SUBAREAS:

16

LOCATION. RY37-17

1 SUBAREAS:

17

LOCATION. RY37-18

1 SUBAREAS:

18

LOCATION. RY37-19

1 SUBAREAS:

19

LOCATION. RY37-20

1 SUBAREAS:

20

LOCATION. RY37-21

1 SUBAREAS:

21

LOCATION. RY37-22

1 SUBAREAS:

22

LOCATION. RY37-23

1 SUBAREAS:

23

LOCATION. RY37-24

1 SUBAREAS:

24

END OF PLUVIOGRAPH DATA.

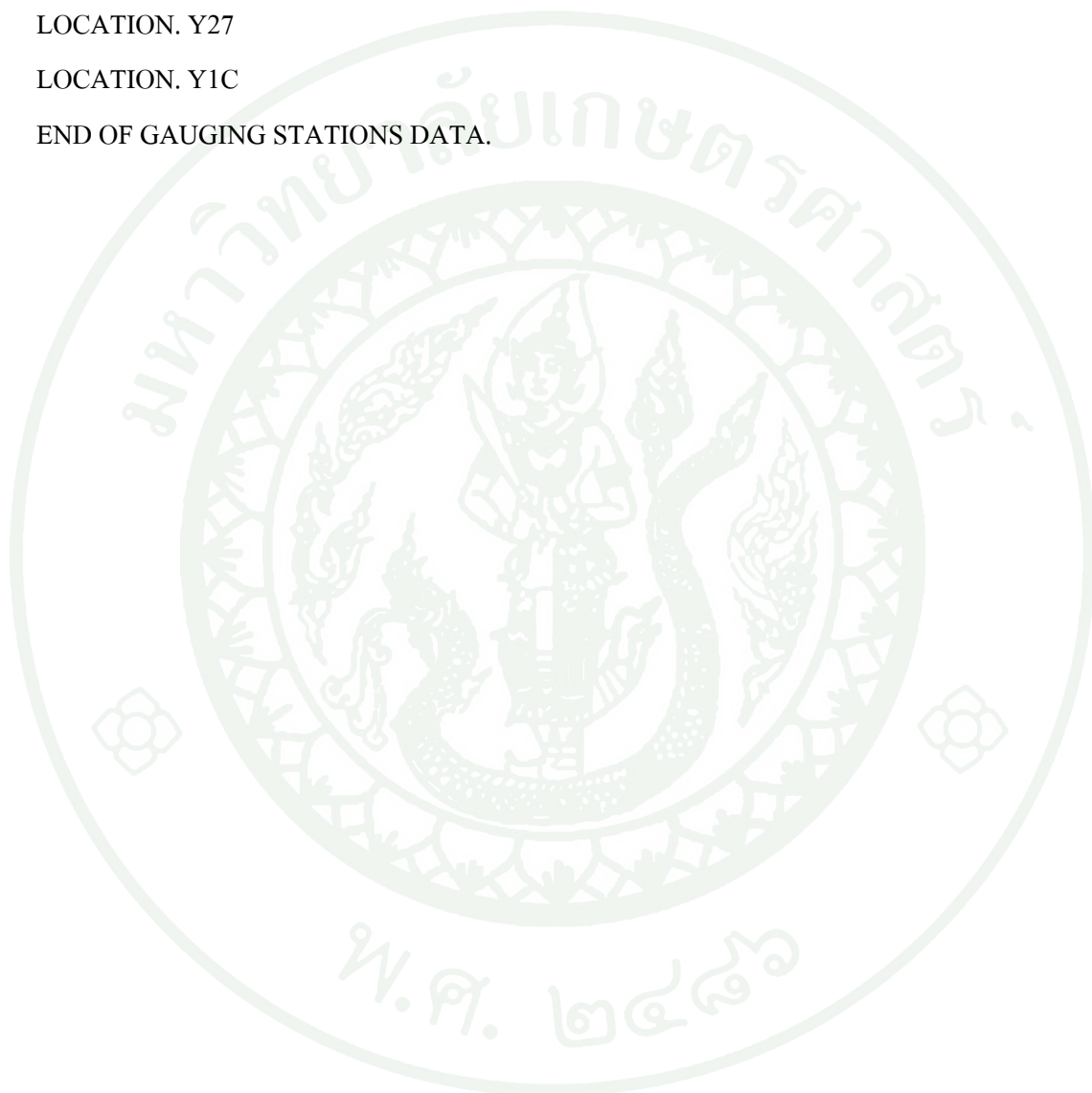
3 GAUGING STATION:

LOCATION. Y37

LOCATION. Y27

LOCATION. Y1C

END OF GAUGING STATIONS DATA.



1.13 ชุดคำสั่งสำหรับสถานีวัดน้ำท่า Y.37

Y38 (1999)

MODEL: SPLIT

USES: L

DEFAULT PARAMETERS: alpha = 0.2 m = 0.8 beta = 5 x = 0.3 n = 1

DEFAULT PARAMETERS: if = 300 k = 0.9

DEFAULT PARAMETERS: BR = 0.985 BC = 0.001 BM = 1

5 SUBAREAS OF AREA:

62.20 97.70 90.16 95.71 84.24

{*****}

RAIN #1 L = 8.24

ROUTE L = 4.34

ADD RAIN #2 L = 11.40

ROUTE L = 1.50

ADD RAIN #3 L = 7.22

ROUTE L = 3.44

ADD RAIN #4 L = 12.31

ROUTE L = 6.20

ADD RAIN #5 L = 11.77

PRINT.Y38

END OF CATCHMENT DATA.

5 PLUVIOGRAPHS:

LOCATION. RY38-1

1 SUBAREAS:

1

LOCATION. RY38-2

1 SUBAREAS:

2

LOCATION. RY38-3

1 SUBAREAS:

3

LOCATION. RY38-4

1 SUBAREAS:

4

LOCATION. RY38-5

1 SUBAREAS:

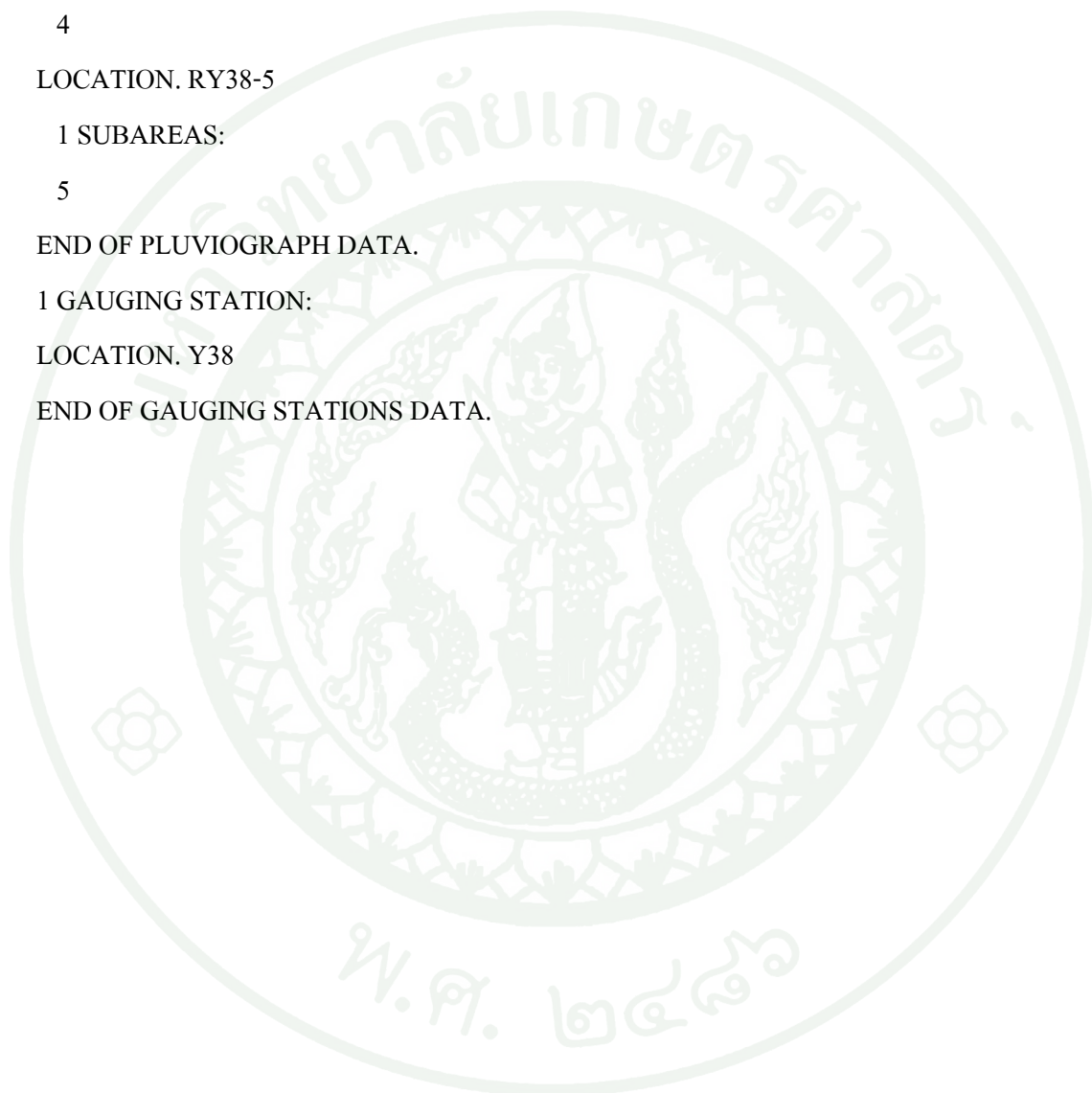
5

END OF PLUVIOGRAPH DATA.

1 GAUGING STATION:

LOCATION. Y38

END OF GAUGING STATIONS DATA.



2. ตัวอย่างชุดคำสั่งสำหรับไฟล์กำหนดลักษณะข้อมูลน้ำฝนนามสกุล *.rf (Rainfall Definition File)

Ban Mae Kham Mi Tamnak Tham , Nong Muang Kai , Phrae, (Y.38) (from 1/09/2005 to 30/09/2005)

CALIBRATION RUN

TIME INCREMENT: 2.0 HOURS

RUN DURATION: 696.0 HOURS

PLUVIOGRAPH. RY38-1

PLUVIOGRAPH. RY38-2

PLUVIOGRAPH. RY38-3

PLUVIOGRAPH. RY38-4

PLUVIOGRAPH. RY38-5

LOSS: UNIFORM PROPORTIONAL

3. ตัวอย่างชุดคำสั่งสำหรับไฟล์ข้อมูลปริมาณน้ำฝนนามสกุล *.r (Pluviograph File)

Station : Ban Mae Kham Mi Tamnak Tham , Nong Muang Kai , Phrae, (Y.38)

Station ID : Y38

Starting Time : 01/09/05 0:00:00

Time Increment: 2 HOURS

0 86400 22

2.71

6.86

0.00

3.10

12.22

13.88

14.54

24.83

16.64

18.48

7.43

1.49

0.00

8.95

5.12

9.95

23.18

84.10

21.08

21.94

1.80

30.09

4. ตัวอย่างชุดคำสั่งไฟล์ข้อมูลปริมาณน้ำท่า นามสกุล *.g และ *.i (Gauging Station File)

Station : Ban Mae Kham Mi Tamnak Tham , Nong Muang Kai , Phrae, (Y.38)

Station ID : Y38

Starting Time : 01/09/05 0:00:00

Time Increment: 2 HOURS

0 86400 23

8.60

8.40

8.00

8.00

7.40

7.40

9.40

8.80

10.40

41.90

16.60

19.80

17.00

11.00

10.00

10.00

9.60

10.00

95.00

132.00

58.60

29.30

13.80

5. ตัวอย่างชุดคำสั่งสำหรับการ run แบบจำลอง URBS (batch file)

```

rem Single Event Batch File
rem Set path for executable files
PATH=C:\Program Files\URBS 2002
D:
cd D:\Jenjira\URBS Parameters Study for Yom Basin\Y38\Y38 URBS Calibration files\10th
Event for Y38\
set URBS=URBS
set URBS_SPLT=TRUE
set URBS_MUSK=TRUE
set URBS_BASF=TRUE
rem set directory path for rain and river data
set URBS_RAIN=D:\Jenjira\URBS Parameters Study for Yom Basin\Y38\Y38 URBS
Calibration files\10th Event for Y38\
set URBS_GAUG=D:\Jenjira\URBS Parameters Study for Yom Basin\Y38\Y38 URBS
Calibration files\10th Event for Y38\
rem set directory path for inflow data
set URBS_INFS=D:\Jenjira\URBS Parameters Study for Yom Basin\Y38\Y38 URBS
Calibration files\10th Event for Y38\
rem Set start date and time
set URBS_DATE=1/9/2005
set URBS_TIME=00:00:00
rem Run model
urbs32.exe Y38.cat Y38.rf Y38 alpha = 0.45 m = 0.8 beta = 4 il = 15 pr = 0.01 if = 800
rem Plot results
Winplotu Y38.csv

```

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ	น.ส.เจนจิรา จาคู้ย
เกิดวันที่	24 กันยายน พ.ศ. 2525
สถานที่เกิด	อำเภอหนองไผ่ จังหวัดเพชรบูรณ์
ประวัติการศึกษา	วศ.บ.(วิศวกรรมทรัพยากรน้ำ) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งปัจจุบัน	วิศวกรทรัพยากรน้ำ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	บริษัท ทราנס เอเซีย คอนซัลแตนท์ จำกัด
ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ได้รับทุนผู้ช่วยสอนจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (พ.ศ. 2549)