



การประเมินปริมาณน้ำท่าด้วยแบบจำลองอุทกวิทยา HEC-HMS  
สถานี P.1 แม่น้ำปิง สะพานนารัฐ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

ส่วนอุทกวิทยา

สำนักบริหารจัดการน้ำและอุทกวิทยา

กรมชลประทาน

มกราคม 2561

## คำนำ

การประเมินปริมาณน้ำท่ามีความสำคัญต่อการบริหารจัดการน้ำเพื่อการจัดสรรน้ำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ การเตือนภัยบรรเทาอุทกภัย และการศึกษาวางแผนพัฒนาแหล่งน้ำ การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนและน้ำท่าเป็นการศึกษาทางอุทกวิทยาเบื้องต้นเพื่อศึกษาพฤติกรรมการเกิดน้ำท่าจากน้ำฝนที่เกิดขึ้น โดยเฉพาะด้านการเตือนภัยก่อนเกิดเหตุการณ์อุทกภัยต้องทำการประเมินปริมาณน้ำท่าด้วยความรวดเร็วและแม่นยำ เพื่อให้ทันต่อเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้น และบรรเทาความเสียหายที่เกิดจากอุทกภัยได้

กุลยา เจริญกิจเกษตร

มกราคม 2561

## ที่มาและความสำคัญ

สถานี P.1 แม่น้ำปิง บริเวณสะพานนวรัฐ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ เป็นสถานีเตือนภัยสำหรับเมืองเชียงใหม่ ซึ่งเมืองเชียงใหม่ในอดีตเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมอยู่บ่อยครั้งจากฝนที่ตกปริมาณมากบริเวณต้นน้ำ และหลากลงมาอย่างท่วมเมือง สร้างความเสียหายอย่างมากทางเศรษฐกิจ จึงต้องมีการประเมินปริมาณน้ำท่าล่วงหน้าเป็นส่วนหนึ่งในการตัดสินใจเตือนภัยและบริหารจัดการน้ำเพื่อลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้น

ในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกแบบจำลองอุทกวิทยา HEC-HMS มาประเมินน้ำท่าในแต่ละเหตุการณ์ เพื่อคาดการณ์ปริมาณน้ำหลากที่จะเกิดขึ้น โดยการศึกษาครั้งนี้มีข้อมูลด้านเข้าที่สำคัญคือ ปริมาณน้ำฝน และปริมาณน้ำท่ารายวัน ในการแปลงน้ำฝนเป็นน้ำท่านั้นแบบจำลองอุทกวิทยา HEC-HMS ได้แบ่งประเภทแบบจำลองตามกระบวนการเกิดน้ำท่าออกเป็น 3 แบบจำลอง ได้แก่ แบบจำลองคำนวณปริมาณน้ำท่า (Runoff-volume models) แบบจำลองปริมาณน้ำท่าโดยตรง (Direct-runoff models) และแบบจำลองปริมาณการไหลพื้นฐาน (Baseflow models) เมื่อนำทั้ง 3 ส่วนมารวมกันจะได้เป็นปริมาณน้ำท่าที่จุดพิจารณา แบบจำลองมีการแบ่งส่วนที่ชัดเจน และไม่ซับซ้อน ทำให้เข้าใจได้ง่าย และสามารถวิเคราะห์ได้อย่างรวดเร็ว สามารถใช้เป็นเครื่องมือตัดสินใจในการบริหารจัดการน้ำและการเตือนภัยได้อย่างทันเหตุการณ์

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาพารามิเตอร์สำหรับแบบจำลองทางอุทกวิทยาที่ใช้กับสถานี P.1 แม่น้ำปิง อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่
2. เพื่อพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าที่สถานี P.1 แม่น้ำปิง อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

## ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ปรับใช้แบบจำลองอุทกวิทยาแบบ open source สำหรับลุ่มน้ำต่างได้
2. ได้โครงสร้างแบบจำลองสำหรับสถานการณ์น้ำในเหตุการณ์น้ำท่าต่างๆ
3. ได้ค่าพารามิเตอร์สำหรับประยุกต์ใช้กับลุ่มน้ำใกล้เคียง

## วิธีการศึกษา

### 1. การรวบรวมข้อมูล

**1.1 รวบรวมข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ** มาตราส่วน 1:50,000 ระวังที่ 4746 I 4747 I 4747 II 4747 III 4747 IV 4748 III 4846 IV 4847 I 4847 II 4847 III 4847 IV 4848 II และ 4848 III ครอบคลุมพื้นที่เหนือสถานี P.1 เพื่อใช้ในการศึกษาลักษณะทางกายภาพของกลุ่มน้ำ เริ่มจากการลงจุดที่ตั้งสถานี P.1 ที่พิกัด  $18^{\circ} 47' 13''$  เหนือ  $99^{\circ} 00' 18''$  ตะวันออก ลงบนแผนที่ และวาดขอบเขตพื้นที่รับน้ำฝนเหนือสถานี P.1 ตามแนวสันปันน้ำ เพื่อกำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษา ได้ขนาดพื้นที่รับน้ำฝน 6,350 ตารางกิโลเมตร โดยมีลำน้ำหลักคือ น้ำแม่ตง น้ำแม่จืด น้ำแม่ริม และแม่น้ำปิง จึงได้เลือกประเมินปริมาณน้ำท่าจากปริมาณน้ำฝนที่น้ำสาขาต่างๆ และมารวมบรรจบกับแม่น้ำปิง โดยสอบเทียบที่สถานี P.75 สำหรับการประเมินปริมาณน้ำท่าของน้ำแม่จืด รวมกับแม่น้ำปิงตอนบน สถานี P.4A สำหรับการประเมินปริมาณน้ำท่าของน้ำแม่ตง โดยจากทั้ง 2 สถานีนี้จะไหลไปรวมกันที่สถานี P.67 ก่อนที่ลำน้ำสาขาอีกสายหนึ่งคือ น้ำแม่ริม จากข้อมูลปริมาณน้ำของสถานี P.21 จะไหลมารวมกันที่แม่น้ำปิง และไหลไปสู่สถานี P.1 แต่เนื่องจากเหนือสถานี P.21 ไม่มีข้อมูลฝนที่มากพอที่จะใช้ในการศึกษาได้ และอยู่ไม่ไกลจากสถานี P.1 แล้ว จึงได้เลือกใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่สถานี P.21 แทน

**1.2 รวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวัน** ของสถานี P.1 P.21 P.67 P.4A และ P.75 เพื่อใช้เป็นข้อมูลด้านเข้าให้กับแบบจำลอง และข้อมูลตรวจวัดเพื่อใช้ในการสอบเทียบ ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวันทั้ง 5 สถานี ได้นำมาจัดเรียงในรูปแบบเรียงตามเวลา (Time Series) เพื่อพล็อต Hydrograph ดูรูปแบบการเกิดน้ำท่าของแต่ละสถานี และเป็นการตรวจสอบความผิดปกติของข้อมูล ว่ามีความผิดปกติหรือไม่ ความผิดปกติของข้อมูลที่พบได้ อย่างเช่น ข้อมูลปริมาณน้ำท่าลดลงอย่างรวดเร็ว หรือ เพิ่มสูงขึ้นผิดปกติ จนรูปภาพผิดรูป จะต้องทำการตรวจสอบและแก้ไขข้อมูลนั้นให้ถูกต้อง โดยการย้อนกลับไปตรวจสอบกับข้อมูลระดับน้ำรายวันในวันเดียวกัน และใช้กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำและปริมาณน้ำ (Rating Curve) ในการอ่านค่าปริมาณน้ำที่ถูกต้องอีกครั้ง

**1.3 รวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน** ของสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝนในพื้นที่รับน้ำฝนเหนือสถานี P.1 ก่อนที่จะนำข้อมูลปริมาณน้ำฝนไปใช้ต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลปริมาณ

น้ำฝนก่อนด้วยวิธี Double Mass Curve โดยพล็อตกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนสะสมของสถานีที่ต้องการตรวจสอบกับค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนสะสมของกลุ่มสถานีข้างเคียง ทั้งหมด 8 สถานี

## 2. การสร้างชุดข้อมูลด้านเข้าให้แบบจำลอง

**2.1 การสร้างชุดข้อมูลกายภาพ :** ข้อมูลกายภาพที่ใช้วิเคราะห์ในแบบจำลอง ได้แก่ ข้อมูลลักษณะภูมิประเทศ สำหรับวิเคราะห์ลักษณะและขอบเขตลุ่มน้ำ และขนาดพื้นที่รับน้ำฝนของกลุ่มน้ำย่อยที่พิจารณาจากการวิเคราะห์โดยแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ได้ขอบเขตพื้นที่รับน้ำฝนของสถานี P.75, P.4A, P.21, P.1 และพื้นที่รับน้ำฝนระหว่างสถานี P.75 และสถานี P.67 ขนาดพื้นที่ 3,080 ตร.กม. 1,930 ตร.กม. 452 ตร.กม. และ 313 ตร.กม.

**2.2 การสร้างชุดข้อมูลน้ำฝน :** จัดเตรียมข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวัน และปริมาณน้ำท่ารายวัน นำข้อมูลรายวันของแต่ละสถานีให้อยู่ในรูปแบบ Time Series และสร้างเป็นชุดข้อมูล DSS File ดังรูปที่ 7 เป็นข้อมูลด้านเข้าแบบจำลอง HEC-HMS ซึ่งข้อมูลจะถูกจัดเก็บอยู่ในรูปแบบไฟล์ .dss สามารถบันทึกทั้งข้อมูลปริมาณน้ำฝน และปริมาณน้ำท่าไว้ในไฟล์เดียวกันได้ โดยระบุประเภทข้อมูลให้แตกต่างกัน การนำเข้าข้อมูลปริมาณน้ำฝน-น้ำท่าไปยัง dss file จะต้องมีการกำหนด “Pathname” (A/B/C/D/E/F) เพื่อให้สามารถนำเข้าและเรียกใช้บนแบบจำลองได้อย่างสะดวกและเป็นระบบ

A – Group: ชื่อกลุ่มของข้อมูล หรือขอบเขตที่จับของที่มาของข้อมูล เพื่อง่ายต่อการเรียกใช้ข้อมูล เช่น ชื่อลุ่มน้ำ ชื่อแม่น้ำ จังหวัด อำเภอ เป็นต้น

B – Location: ชื่อตำแหน่งที่ตั้งของที่มาของข้อมูลที่เฉพาะเจาะจงมากขึ้นจาก A-Group เช่น ชื่อสถานี รหัสสถานี เป็นต้น

C – Parameter: ชนิดของข้อมูล เช่น FLOW, ELEV, PRECIP-INC, STAGE, TEMP-AIR, TEMP-WATER เป็นต้น

D – Block Start Date: ช่วงเวลาของข้อมูล

E – Time Interval or Block Length: ช่วงเวลาของข้อมูล โดยมีช่วงเวลาให้เลือกใช้ คือ 1 นาที 2 นาที 3 นาที 4 นาที 5 นาที 6 นาที 10 นาที 12 นาที 15 นาที 20 นาที 30 นาที 1 ชั่วโมง 2 ชั่วโมง 3 ชั่วโมง 4 ชั่วโมง 6 ชั่วโมง 8 ชั่วโมง 12 ชั่วโมง 1 วัน 1 สัปดาห์ 1 เดือน 1/2 เดือน 1/3 เดือน และ 1 ปี

F – Descriptor: คำอธิบายเพิ่มเติมอย่างสั้นที่จะเป็นประโยชน์ต่อการเลือกข้อมูลไปใช้ เช่น OBSERVED, FORECAST, PLAN A, TEST 2 เป็นต้น

The image shows two windows from the HEC-DSSVue software. The left window displays a list of data paths with columns for Number, Part A, Part B, Part C, Part D / range, Part E, and Part F. The right window shows a detailed view of a specific path, including its name, start date, start time, and a table of data points.

Number	Part A	Part B	Part C	Part D / range	Part E	Part F
1	UPPER PING	MAENGAD	FLOW	01Jan2006 - 31Dec2015	IDAY	OBSERVED
2	UPPER PING	P1	FLOW	01Apr2005 - 13Sep2016	IDAY	OBSERVED
3	UPPER PING	P20	FLOW	01Apr2005 - 02Oct2015	IDAY	OBSERVED
4	UPPER PING	P21	FLOW	01Apr2005 - 13Sep2016	IDAY	OBSERVED
5	UPPER PING	P4A	FLOW	01Apr2005 - 13Sep2016	IDAY	OBSERVED
6	UPPER PING	P67	FLOW	01Apr2005 - 13Sep2016	IDAY	OBSERVED
7	UPPER PING	P75	FLOW	01Apr2005 - 13Sep2016	IDAY	OBSERVED
8	UPPER PING	RF197520	PRECIP-INC	01Apr2005 - 29Jun2016	IDAY	OBSERVED
9	UPPER PING	RF1967_30_70	PRECIP-INC	01Apr2005 - 15Sep2016	IDAY	OBSERVED
10	UPPER PING	RF1967_70_30	PRECIP-INC	01Apr2005 - 15Sep2016	IDAY	OBSERVED
11	UPPER PING	RF207062	PRECIP-INC	01Apr2005 - 29Jun2016	IDAY	OBSERVED
12	UPPER PING	RF207303	PRECIP-INC	01Apr2005 - 04Aug2015	IDAY	OBSERVED
13	UPPER PING	P1	FLOW	01Jul2015 - 03Aug2015	IDAY	OBSERVED
14	UPPER PING	P21	FLOW	01Jul2015 - 03Aug2015	IDAY	OBSERVED
15	UPPER PING	P4A	FLOW	01Jul2015 - 03Aug2015	IDAY	OBSERVED
16	UPPER PING	P67	FLOW	01Jul2015 - 03Aug2015	IDAY	OBSERVED
17	UPPER PING	P75	FLOW	01Jul2015 - 03Aug2015	IDAY	OBSERVED
18	UPPER PING	RF197520	PRECIP-INC	01Jul2015 - 02Aug2015	IDAY	OBSERVED
19	UPPER PING	RF207062	PRECIP-INC	01Jul2015 - 02Aug2015	IDAY	OBSERVED

Ordnate	Date	Time	P1 FLOW OBSERVED	CMS
Type				PER-AVER
1	01 Jul 15	06:00		4.40
2	02 Jul 15	06:00		4.05
3	03 Jul 15	06:00		3.64
4	04 Jul 15	06:00		3.33
5	05 Jul 15	06:00		5.36
6	06 Jul 15	06:00		4.88
7	07 Jul 15	06:00		3.28
8	08 Jul 15	06:00		3.64
9	09 Jul 15	06:00		4.26
10	10 Jul 15	06:00		5.36
11	11 Jul 15	06:00		6.80
12	12 Jul 15	06:00		6.08
13	13 Jul 15	06:00		4.33
14	14 Jul 15	06:00		4.05

รูปที่ 7 รูปแบบข้อมูล DSS File

### 3. การสอบเทียบ และตรวจพิสูจน์แบบจำลอง HEC-HMS

การสอบเทียบแบบจำลองเป็นขั้นตอนที่สำคัญเพื่อให้ได้ซึ่งพารามิเตอร์ที่เป็นตัวแทนของแต่ละสถานีน้ำท่าที่ได้ทำการศึกษา โดยการสอบเทียบเป็นกระบวนการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองด้วยการเปรียบเทียบค่าผลลัพธ์จากแบบจำลองกับค่าที่ได้จากการตรวจวัดจริง และการพิสูจน์แบบจำลองเพื่อยืนยันความน่าเชื่อถือของพารามิเตอร์ที่ผ่านการสอบเทียบมาแล้วโดยนำไปใช้กับเหตุการณ์อื่นๆ การสอบเทียบจึงทำไปเพื่อทราบถึงวิธีการที่ใช้ประเมินน้ำท่าได้ดีที่สุด

#### 3.1 วิธีการ และพารามิเตอร์ที่เลือกใช้

การวิเคราะห์น้ำฝน-น้ำท่าด้วยแบบจำลองอุทกวิทยา HEC-HMS แบ่งประเภทแบบจำลองตามกระบวนการเกิดน้ำท่าออกเป็น 3 ประเภท โดยแต่ละประเภทได้เลือกใช้แบบจำลองดังนี้

แบบจำลองคำนวณปริมาณน้ำท่า (Runoff-volume models) ได้เลือกใช้วิธี Initial and Constant มีพารามิเตอร์ที่ต้องสอบเทียบ คือ Initial Loss (mm), Constant Rate (mm/hr) และ Impervious (%)

แบบจำลองปริมาณน้ำท่าโดยตรง (Direct-runoff models) ได้เลือกใช้วิธี Snyder Unit Hydrograph มีพารามิเตอร์ที่ต้องสอบเทียบ คือ Standard Lag (hr) และ Peaking Coefficient

แบบจำลองปริมาณการไหลพื้นฐาน (Baseflow models) ได้เลือกใช้วิธี Exponential Recession มีพารามิเตอร์ที่ต้องสอบเทียบ คือ Initial Discharge ( $m^3/s$ ), Recession Constant และ Threshold Discharge ( $m^3/s$ )

การวิเคราะห์การไหลบนเส้นทางน้ำ (Channel Flow models) เพื่อคำนวณกราฟน้ำท่าที่ท้ายน้ำ ได้เลือกใช้แบบจำลองดังนี้

แบบจำลอง Kinematic wave มีข้อมูลด้านเข้าที่จำเป็น คือ Length (m), Slope (m/m) และพารามิเตอร์ที่ต้องสอบเทียบ คือ Manning's n, Shape, Bottom Width (m), Side Slope (xH : 1V)

แบบจำลอง Muskingum มีพารามิเตอร์ที่ต้องสอบเทียบ คือ Muskingum K (hr) และ Muskingum X

แบบจำลอง Lag มีพารามิเตอร์ที่ต้องสอบเทียบ คือ Lag (min)

### 3.2 เกณฑ์การเปรียบเทียบความถูกต้องแบบจำลอง

การเปรียบเทียบความถูกต้องของแบบจำลองด้วยการตรวจสอบความเข้ากันได้ดีของกราฟน้ำท่าที่ได้จากการประเมินด้วยแบบจำลองและกราฟน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด สามารถทำได้โดยใช้ค่าทางสถิติ คือ Correlation Coefficient (r) และ Root Mean Square Error (RMSE) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Correlation Coefficient (r) หรือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เป็นตัวแปรทางสถิติแสดงความสัมพันธ์แบบเส้นตรงระหว่างปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลอง และปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 เมื่อค่าเท่ากับ 1 แสดงถึงความสัมพันธ์ในทางเดียวกัน ส่วนค่าที่เท่ากับ -1 แสดงความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้าม และค่าที่เท่ากับ 0 แสดงว่าข้อมูลไม่มีความสัมพันธ์กัน สามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$r = \frac{\sum_{i=1}^N (Q_{mi} - \bar{Q}_m)(Q_{ci} - \bar{Q}_c)}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (Q_{mi} - \bar{Q}_m)^2 \sum_{i=1}^N (Q_{ci} - \bar{Q}_c)^2}}$$

Efficiency Index (EI) เป็นตัวแปรทางสถิติที่แสดงระดับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าได้จากการคำนวณโดยแบบจำลอง และปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด ซึ่งมีค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ (%) ค่าที่ยอมรับได้ควรมีค่าเข้าใกล้ 100% สามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$EI = \frac{\sum_{i=1}^N (Q_{mi} - \bar{Q}_m)^2 - \sum_{i=1}^N (Q_{mi} Q_{ci})^2}{\sum_{i=1}^N (Q_{mi} Q_m)^2}$$

Root Mean Square Error (RMSE) เป็นตัวแปรทางสถิติที่แสดงระดับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่าได้จากการคำนวณโดยแบบจำลอง และปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด หากมีค่าเท่ากับ 0 แสดงว่าปริมาณน้ำท่าได้จากการคำนวณ โดยแบบจำลองเท่ากับปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด สามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Q_{mi} - Q_{ci})^2}$$

โดยที่	$Q_{mi}$	= ปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดที่เวลา $i$
	$\bar{Q}_m$	= ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด
	$Q_{ci}$	= ปริมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองที่เวลา $i$
	$\bar{Q}_c$	= ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง
	$N$	= จำนวนของข้อมูล

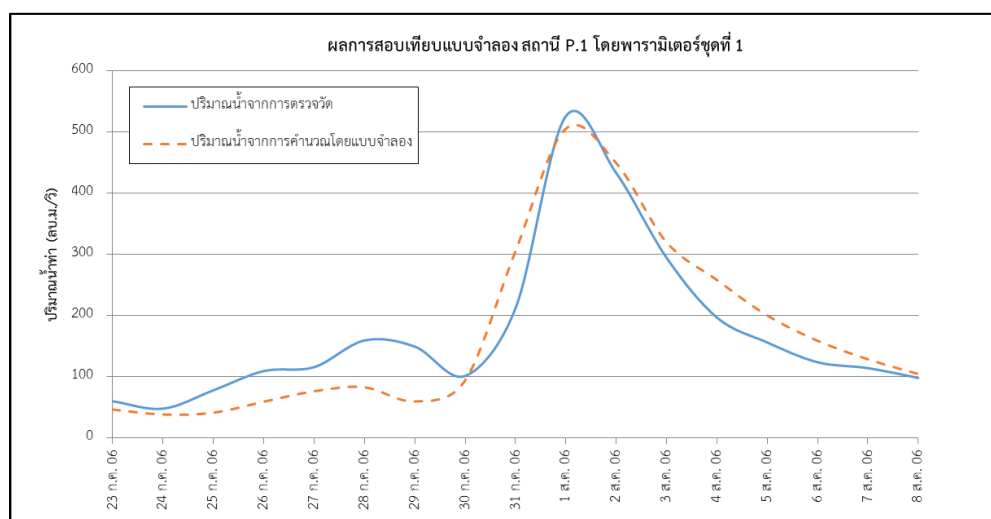
#### 4. ผลการศึกษา

ผลการสอบเทียบแบบจำลองและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง ได้แบ่งออกเป็น 2 ชุด คือการประเมินจากเหตุการณ์ช่วงต้นฤดูฝน และเหตุการณ์ช่วงกลางถึงปลายฤดูฝน ที่สถานี P.1 โดยผลการสอบเทียบแบบจำลอง และการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง แสดงได้ดังต่อไปนี้



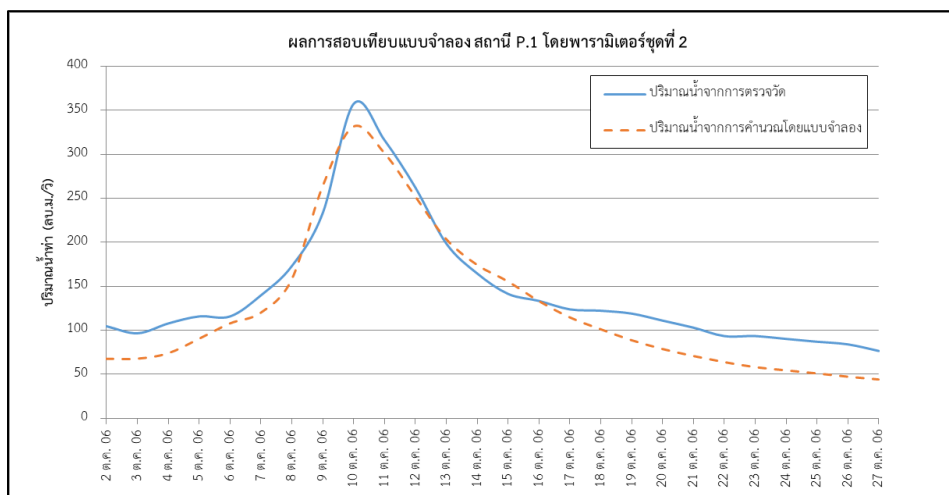
#### 4.1 ผลการสอบเทียบแบบจำลอง

4.1.1 เหตุการณ์ช่วงต้นฤดูฝน: วันที่ 23 กรกฎาคม - 8 สิงหาคม พ.ศ.2549 ได้ผลการประเมินกราฟน้ำท่าแสดงดังรูปที่ 8 เปรียบเทียบความถูกต้องของปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณกับค่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด โดยค่า  $r$  เท่ากับ 0.947 ค่า EI เท่ากับ 86.431 % และค่า RMSE เท่ากับ 46.552 ลูกบาศก์เมตร/วินาที



รูปที่ 8 กราฟผลการสอบเทียบแบบจำลอง สถานี P.1 โดยพารามิเตอร์ชุดที่ 1 เหตุการณ์ช่วงต้นฤดูฝน

7.1.2 เหตุการณ์ช่วงกลางถึงปลายฤดูฝน: วันที่ 2 - 27 ตุลาคม พ.ศ. 2549 ได้ผลการประเมินกราฟน้ำท่าแสดงดังรูปที่ 9 เปรียบเทียบความถูกต้องของปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณกับค่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด โดยค่า  $r$  เท่ากับ 0.98 ค่า EI เท่ากับ 86.508 % และค่า RMSE เท่ากับ 26.173 ลูกบาศก์เมตร/วินาที

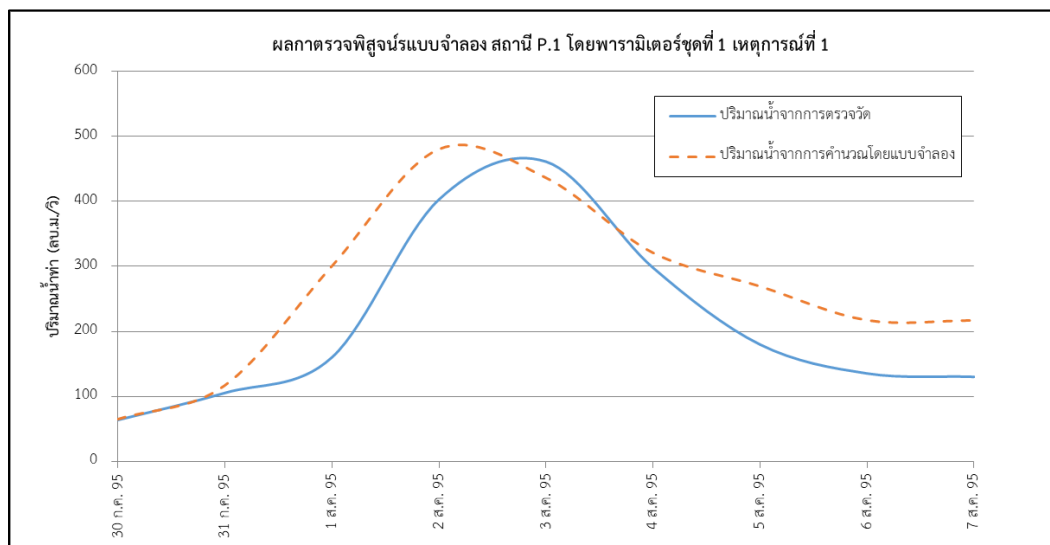


รูปที่ 9 กราฟผลการสอบเทียบแบบจำลอง สถานี P.1 โดยพารามิเตอร์ชุดที่ 2 เหตุการณ์ช่วงกลางถึงปลายฤดูฝน

## 7.2 ผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง

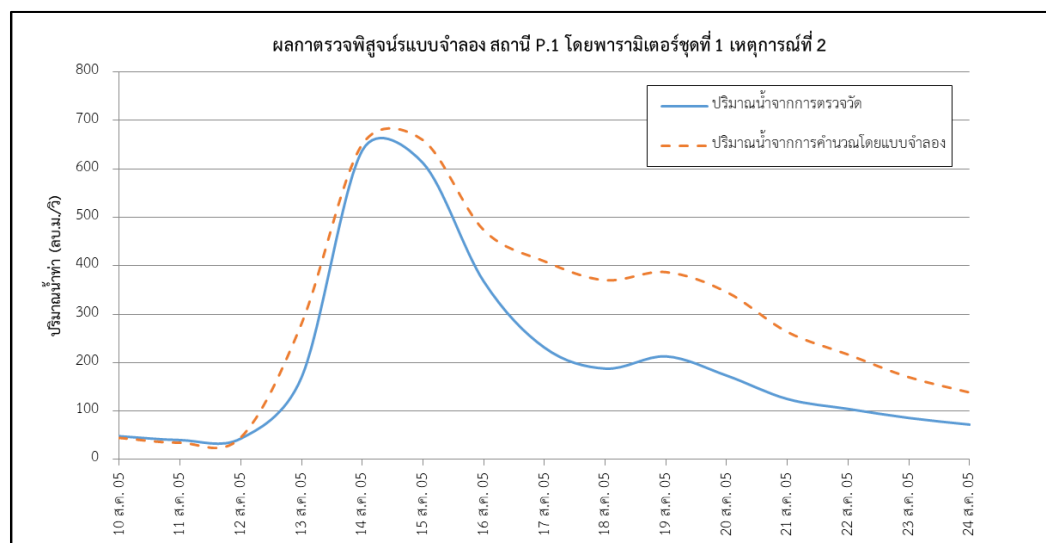
### 7.2.1 เหตุการณ์ช่วงต้นฤดูฝน

7.2.1.1 วันที่ 30 กรกฎาคม – 7 สิงหาคม พ.ศ.2538 ได้ผลการประเมินกราฟน้ำท่าแสดงดังรูปที่ 10 เปรียบเทียบความถูกต้องของปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณกับค่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด โดยค่า  $r$  เท่ากับ 0.925 ค่า EI เท่ากับ 68.294 % และค่า RMSE เท่ากับ 74.097 ลูกบาศก์เมตร/วินาที



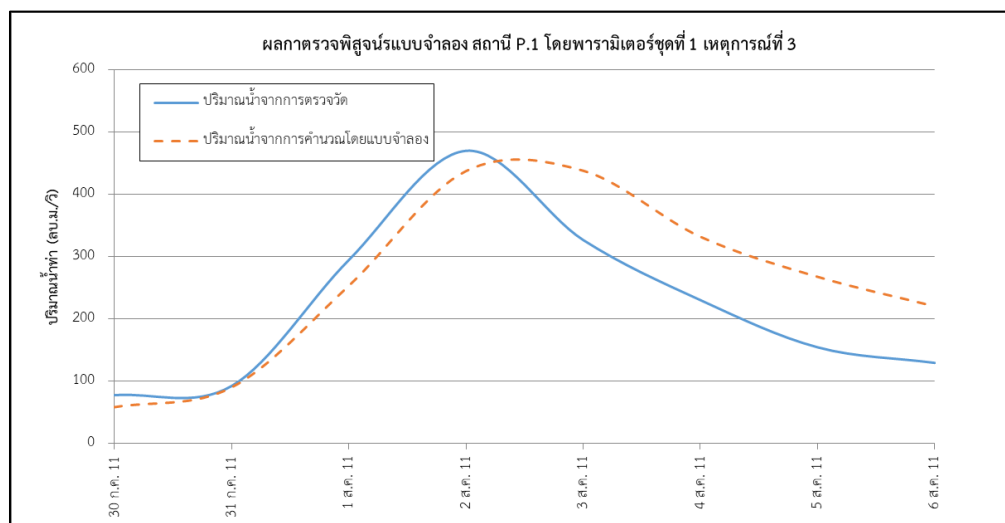
รูปที่ 10 กราฟผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง สถานี P.1 โดยพารามิเตอร์ชุดที่ 1 เหตุการณ์ที่ 1

7.2.1.2 วันที่ 10 – 24 สิงหาคม พ.ศ.2548 ได้ผลการประเมินกราฟน้ำท่าแสดงดังรูปที่ 11 เปรียบเทียบความถูกต้องของปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณกับค่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด โดยค่า  $r$  เท่ากับ 0.938 ค่า EI เท่ากับ 61.65 % และค่า RMSE เท่ากับ 114.155 ลูกบาศก์เมตร/วินาที



รูปที่ 11 กราฟผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง สถานี P.1 โดยพารามิเตอร์ชุดที่ 1 เหตุการณ์ที่ 2

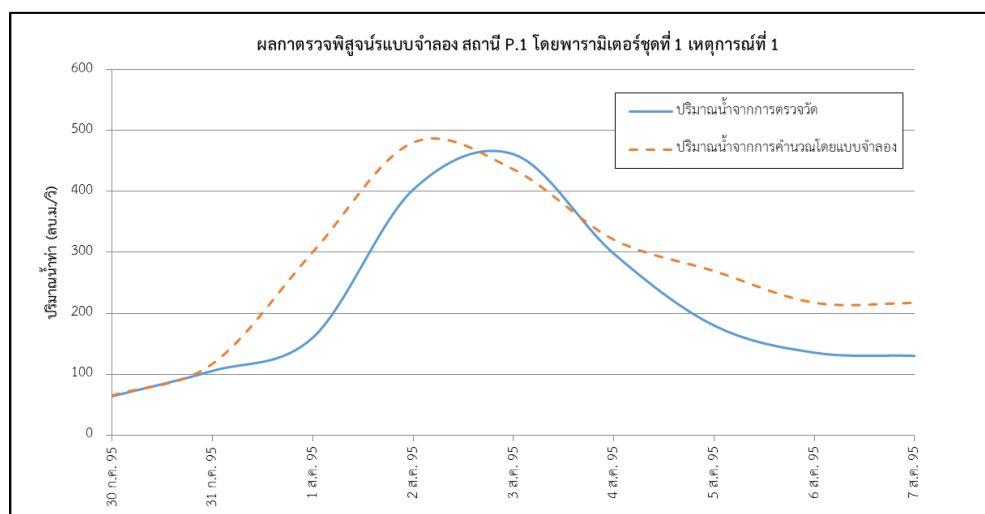
7.2.1.3 วันที่ 30 กรกฎาคม – 6 สิงหาคม พ.ศ.2554 ได้ผลการประเมินกราฟน้ำท่าแสดงดังรูปที่ 12 เปรียบเทียบความถูกต้องของปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณกับค่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด โดยค่า  $r$  เท่ากับ 0.873 ค่า EI เท่ากับ 63.301 % และค่า RMSE เท่ากับ 76.817 ลูกบาศก์เมตร/วินาที



รูปที่ 12 กราฟผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง สถานี P.1 โดยพารามิเตอร์ชุดที่ 1 เหตุการณ์ที่ 3

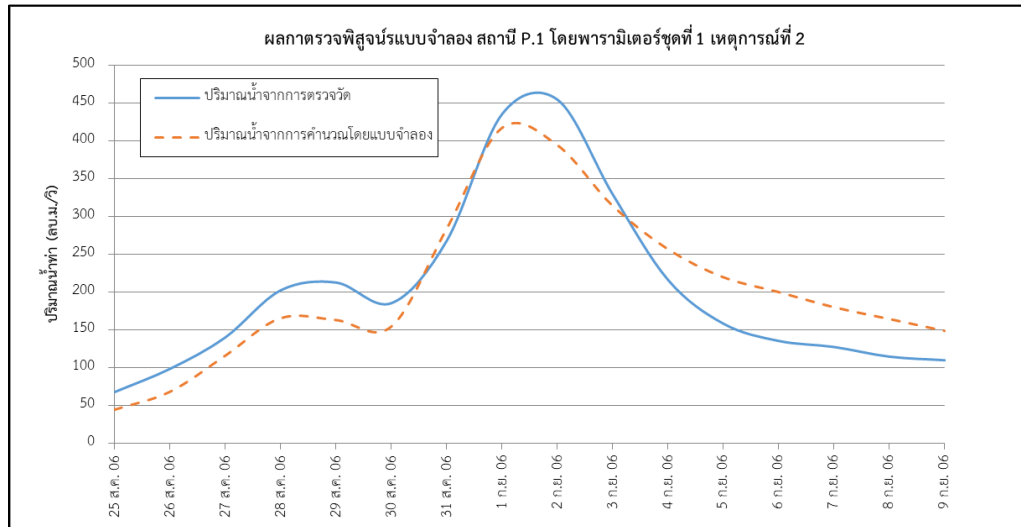
## 7.2.2 เหตุการณ์ช่วงกลางถึงปลายฤดูฝน

7.2.2.1 วันที่ 1 – 16 พฤศจิกายน พ.ศ.2545 ได้ผลการประเมินกราฟน้ำท่าแสดงดังรูปที่ 13 เปรียบเทียบความถูกต้องของปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณกับค่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด โดยค่า  $r$  เท่ากับ 0.968 ค่า EI เท่ากับ 85.146 % และค่า RMSE เท่ากับ 28.414 ลูกบาศก์เมตร/วินาที



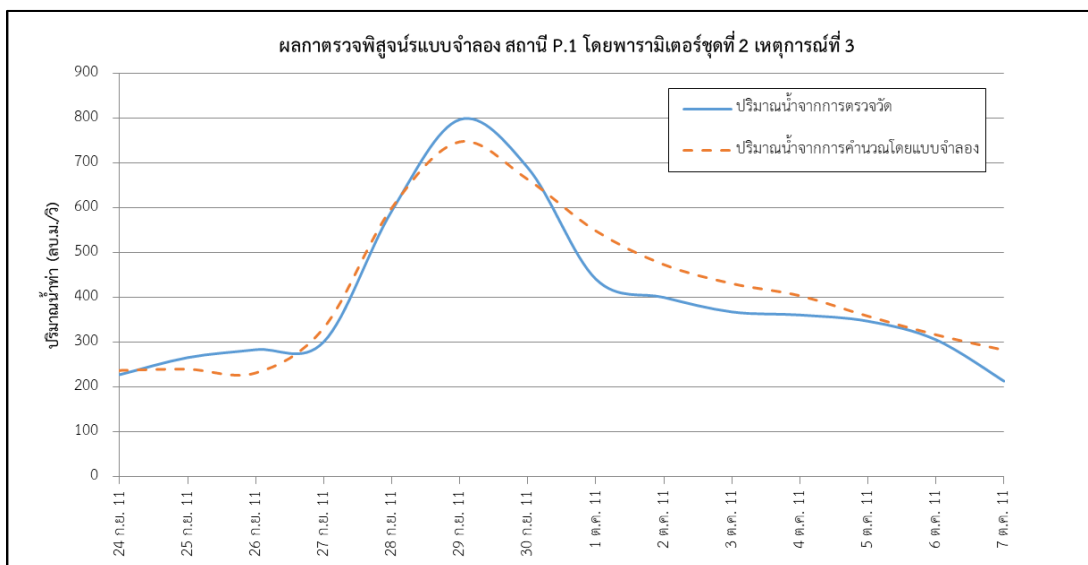
รูปที่ 13 กราฟผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง สถานี P.1 โดยพารามิเตอร์ชุดที่ 1 เหตุการณ์ที่ 1

7.2.2.2 วันที่ 25 สิงหาคม – 9 กันยายน พ.ศ.2549 ได้ผลการประเมินกราฟน้ำท่าแสดงดังรูปที่ 14 เปรียบเทียบความถูกต้องของปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณกับค่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด โดยค่า  $r$  เท่ากับ 0.929 ค่า EI เท่ากับ 86.141 % และค่า RMSE เท่ากับ 41.613 ลูกบาศก์เมตร/วินาที



รูปที่ 14 กราฟผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง สถานี P.1 โดยพารามิเตอร์ชุดที่ 2 เหตุการณ์ที่ 2

7.2.2.3 วันที่ 24 กันยายน – 7 ตุลาคม พ.ศ.2554 ได้ผลการประเมินกราฟน้ำท่าแสดงดังรูปที่ 24 เปรียบเทียบความถูกต้องของปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณกับค่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด โดยค่า  $r$  เท่ากับ 0.961 ค่า EI เท่ากับ 91.232 % และค่า RMSE เท่ากับ 50.100 ลูกบาศก์เมตร/วินาที



รูปที่ 24 กราฟผลการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง สถานี P.1 โดยพารามิเตอร์ชุดที่ 2 เหตุการณ์ที่ 3

## ความยุ่งยากในการดำเนินการ/ปัญหา/อุปสรรค

1. ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนมีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นภูเขาสูง สลับกับที่ราบลุ่มแม่น้ำ โดยในพื้นที่ป่าบนภูเขาสูงเป็นพื้นที่ที่ไม่สามารถติดตั้งสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝนได้ ทำให้การกระจายตัวของสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝนไม่ทั่วพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งหากมีสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝนกระจายตัวทั่วถึง จะทำให้ได้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ดี และทั่วทั้งลุ่มน้ำ จะทำให้การประเมินปริมาณน้ำท่ามีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. ปัจจุบันน้ำในลำน้ำถูกบริหารจัดการด้วยอาคารชลศาสตร์ เช่น เขื่อน ฝาย ประตูระบายน้ำ เป็นต้น มากขึ้น เพื่อให้สามารถบริหารจัดการน้ำไปใช้ได้อย่างเกิดประโยชน์มากที่สุด ทำให้การไหลของน้ำไม่เป็นไปตามธรรมชาติ แต่ในการประเมินปริมาณน้ำท่านี้ยังขาดข้อมูลการบริหารจัดการน้ำโดยอาคารชลศาสตร์ในลุ่มน้ำเพื่อใช้ในการประเมินปริมาณน้ำท่าร่วมด้วย

## ข้อเสนอแนะ

1. ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเป็นข้อมูลด้านเข้าที่สำคัญในการประเมินน้ำท่าด้วยแบบจำลองอุทกวิทยา ซึ่งการกระจายตัวของสถานีมีความสำคัญ และส่งผลต่อความถูกต้องในการประเมินปริมาณน้ำท่า ควรลดปัญหาเรื่องการกระจายตัวของสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝนที่ไม่ทั่วถึงนี้ ด้วยวิธีตามหลักวิชาการ เช่น การประยุกต์ใช้การประเมินปริมาณน้ำฝนเชิงพื้นที่ที่มีด้วยกันหลายวิธี เช่น วิธี Thiessen polygon วิธี Isohyet และ วิธี Inverse distance weight เป็นต้น หรือพัฒนาต่อเป็นการประเมินปริมาณน้ำท่าแบบ ดิสทริบิวท์ ซึ่งจะเป็นการคำนวณปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำท่าแบบแจกกระจายเชิงพื้นที่ ที่มีความละเอียดในการคำนวณมากกว่า อาจเพิ่มความถูกต้องในการประเมินน้ำท่าได้มากขึ้น

2. ในพื้นที่รับน้ำฝนเหนือสถานี P.1 มีโครงสร้างทางชลศาสตร์สำหรับการบริหารจัดการน้ำอยู่หลายจุด เช่น เขื่อนแม่จัดสมบูรณ์ชล และฝายสินธุกิจปรีชา จึงควรมีการนำข้อมูลการบริหารจัดการน้ำโดยอาคารชลศาสตร์เข้ามาประเมินด้วย จะทำให้การประเมินปริมาณน้ำท่าเป็นไปอย่างถูกต้องมากขึ้น