

การเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ควบคุมแบบจำลอง URBS ตามรอบปีการเกิดซ้ำต่างๆ ของขนาดน้ำท่วมสูงสุด

Variation of Control Parameters of the URBS Model with different Flood Peak Return Period

บัณฑิต เจนคุณาวัดน์ (Bundit Jenkunawat)¹

นุชนารถ ศรีวงศ์ตานนท์ (Nutchanart Sriwongsitanon)²

¹นิสิตปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (b4612042@hotmail.com)

²รองศาสตราจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (fengnns@ku.ac.th)

บทคัดย่อ : Unified River Basin Simulator (URBS) ซึ่งเป็นแบบจำลองด้านน้ำฝน-น้ำท่า ได้ถูกนำมาใช้เพื่อการประเมินกราฟน้ำท่วมที่สถานีวัดน้ำท่าจำนวน 5 สถานี ในลุ่มน้ำปิงตอนบน เพื่อนำมาใช้ประกอบการพยากรณ์น้ำท่วมผ่านทางระบบการพยากรณ์น้ำท่วมที่ถูกพัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ พารามิเตอร์ควบคุมแบบจำลองที่สำคัญประกอบด้วย 1) α คือ พารามิเตอร์ของการเคลื่อนตัวของลำน้ำ 2) β คือ พารามิเตอร์ของการเคลื่อนตัวของลุ่มน้ำ 3) il คือ ปริมาณการสูญเสียเริ่มต้น 4) pr คือ อัตราส่วนของการเกิดปริมาณน้ำท่า และ 5) if คือ อัตราการซึมลงดินของพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยพารามิเตอร์เหล่านี้จำเป็นต้องได้รับการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์เพื่อหาค่าที่เหมาะสมสำหรับแต่ละสถานีวัดน้ำท่า เพื่อให้สามารถนำมาใช้งานได้ง่ายและมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม จากผลการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองสำหรับแต่ละสถานีวัดน้ำท่า พบว่า พารามิเตอร์ควบคุมแบบจำลองในแต่ละสถานีมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปตามรอบปีการเกิดซ้ำของขนาดน้ำท่วมสูงสุด ดังนั้น จึงเป็นความไม่เหมาะสมที่จะพิจารณาเลือกใช้พารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลองชุดเดียวกันสำหรับทุกขนาดของเหตุการณ์ฝนและน้ำท่วมที่พิจารณา ทั้งนี้เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานของระบบพยากรณ์น้ำท่วมของลุ่มน้ำปิงตอนบนที่พัฒนาขึ้น

ABSTRACT: The Unified River Basin Simulator (URBS) which is a rainfall-runoff model was used for flood estimation at 6 runoff stations in the Upper Ping River Basin to support the Flood Forecasting System, which was developed under this research project. Important control parameters of the model comprise: 1) α which is the channel lag parameter, 2) β which is the catchment lag parameter, 3) il which is the initial loss, 4) pr which is the proportional loss, and 5) if which is the infiltration rate. These control parameters need to be calibrated and verified for their optimum values for each runoff station to be used easily and effectively. However, the results of model calibration and verification at each runoff station have shown that these control parameters tend to vary depending on their flood peak return periods. It is therefore not suitable to apply the same control parameter set for any of rainfall and flood events at each runoff station for improving the effectiveness of the developed flood forecasting system for the Upper Ping River Basin.

Keywords: URBS model, Flood Forecasting System, the Upper Ping River Basin, Flood Peak Return Period

บทนำ

แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า มีบทบาทที่สำคัญในการประเมินกราฟน้ำท่าและกราฟน้ำท่าวมจากข้อมูลน้ำฝนที่ตรวจวัดได้ รวมทั้งข้อมูลพื้นฐานอื่น ๆ อาทิเช่น ข้อมูลลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ ของลุ่มน้ำ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแนวความคิดของแบบจำลองที่ถูกพัฒนาขึ้น นอกจากข้อมูลด้านเข้าดังกล่าวที่สามารถตรวจวัดได้แล้ว ในการประยุกต์ใช้แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า ยังต้องการการกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลอง (control parameters) ที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำที่ศึกษา โดยค่าของพารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลองจะเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะเฉพาะต่าง ๆ ของลุ่มน้ำ รวมทั้งขนาดของพายุฝนและขนาดของกราฟน้ำท่าที่เกิดขึ้น เนื่องจากในการประเมินค่าของพารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลองนั้นไม่สามารถตรวจวัดค่าได้ ดังนั้น จำเป็นต้องประเมินจากกระบวนการการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง (model calibration and verification) เพื่อให้ได้ค่าของพารามิเตอร์ที่เหมาะสม เพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์น้ำฝนที่เกิดขึ้นหรือเหตุการณ์น้ำฝนออกแบบ อย่างไรก็ตาม จากประสบการณ์ของผู้เขียน พบว่า พารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลองสำหรับลุ่มน้ำใด ๆ นั้นมิได้มีค่าคงที่สำหรับทุกขนาดของเหตุการณ์น้ำท่าวม แต่มีค่าแตกต่างกันไปตามขนาดของเหตุการณ์น้ำท่าวม ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้นำแบบจำลอง URBS ซึ่งเป็นแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า ที่ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลาย มาประยุกต์ใช้กับสถานีวัดน้ำท่าจำนวน 5 สถานี ในลุ่มน้ำปึงตอนบน เพื่อตรวจสอบดูว่า พารามิเตอร์ของแบบจำลองมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปตามขนาดของน้ำท่าหรือไม่อย่างไร เพื่อใช้เป็นบรรทัดฐานในการนำมาใช้ประโยชน์เพื่อการพยากรณ์กราฟน้ำท่าวมสำหรับลุ่มน้ำปึงตอนบนต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อประยุกต์ใช้ระบบแบบจำลอง URBS เพื่อประเมินกราฟน้ำท่าวมที่สถานีวัดน้ำท่า 5 สถานี (P.14, P.20, P.24A, P.71 และ P.73) ของกรมชลประทานในลุ่มน้ำปึงตอนบน และเพื่อหาพารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลองที่เหมาะสม
2. เพื่อศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลอง URBS ตามรอบปีการเกิดซ้ำของขนาดน้ำท่าวมสูงสุดที่สถานีวัดน้ำท่าดังกล่าว

พื้นที่ศึกษา (ลุ่มน้ำปึงตอนบน)

ลุ่มน้ำปึงมีพื้นที่รับน้ำฝน ประมาณ 34,856 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน แม่น้ำปึงมีต้นกำเนิดจากทิวเขาผีปันน้ำในจังหวัดเชียงใหม่ และมีความยาวทั้งสิ้น 740 กิโลเมตร หลังจากการสร้างเขื่อนภูมิพลกั้นแม่น้ำปึงเป็นผลให้ลุ่มน้ำปึงถูกแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ลุ่มน้ำปึงตอนบน ซึ่งครอบคลุมพื้นที่เหนือเขื่อนภูมิพล และลุ่มน้ำปึงตอนล่างซึ่งครอบคลุมพื้นที่ท้ายเขื่อนภูมิพล โดยมีพื้นที่รับน้ำฝน 25,370 และ 9,486 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ

จากปัญหาน้ำท่าวมที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและมีแนวโน้มรุนแรงขึ้นในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาในลุ่มน้ำปึงตอนบน โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณตัวเมืองเชียงใหม่และลำพูน ทำให้หน่วยงานของทางราชการรวมทั้งนักวิจัยให้ความสำคัญและพยายามบรรเทาปัญหาที่เกิดขึ้น คณะวิจัยจึงได้จัดทำระบบการพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่าวมสำหรับลุ่มน้ำปึงตอนบน[1] ขึ้นมา โดยระบบดังกล่าวประกอบด้วย 1) ระบบแบบจำลอง URBS ซึ่งเป็นระบบแบบจำลองด้านอุทกวิทยา 2) ระบบแบบจำลอง FLDWAV ซึ่งเป็นระบบแบบจำลองด้านอุทกพลศาสตร์ และ 3) ระบบฐานข้อมูล โดยระบบดังกล่าวสามารถดำเนินงานผ่านระบบ website “<http://158.108.38.229/flood/login.php>” ของโครงการวิจัย ทำให้สามารถพยากรณ์การเกิดน้ำท่าวมรวมทั้งการเตือนภัยสำหรับลุ่มน้ำปึงตอนบนให้ทันต่อสถานการณ์ที่เกิดขึ้น ดังนั้น บทความชิ้นนี้จึงนำระบบแบบจำลอง URBS มาประยุกต์ใช้เพื่อการประเมินกราฟน้ำท่าวมสำหรับ 5 สถานี ในลุ่มน้ำปึงตอนบนตามวัตถุประสงค์ที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นเพื่อความสะดวกในการดำเนินงาน

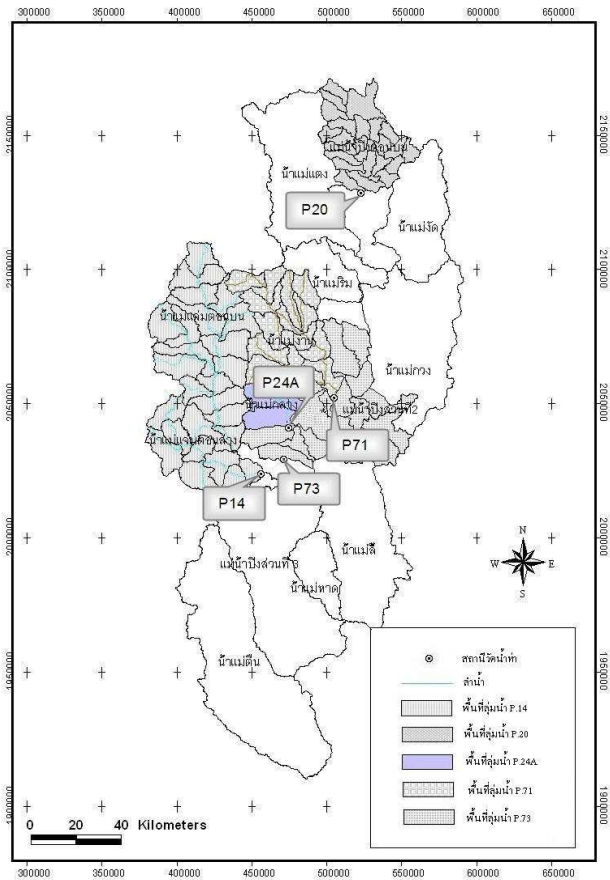
การรวบรวมข้อมูล

- 1) ข้อมูลน้ำท่าวมของกรมชลประทานจำนวน 5 สถานี ในลุ่มน้ำปึงตอนบน (P.14, P.20, P.24A, P.71 และ P.73) ซึ่งถูกจัดเก็บไว้ในระบบฐานข้อมูลของโครงการวิจัยหลัก (โครงการระบบการพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่าวมสำหรับลุ่มน้ำปึงตอนบนและลุ่มน้ำยม [1])
- 2) ข้อมูลปริมาณน้ำฝนของกรมชลประทานและกรมอุตุนิยมวิทยาจำนวน 17 สถานี ที่มีอิทธิพลต่อการเกิดน้ำท่าวมที่สถานีวัดน้ำท่าวมที่ศึกษา ซึ่งถูกจัดเก็บไว้ในระบบฐานข้อมูลของโครงการวิจัยหลัก

3) ข้อมูลลักษณะเฉพาะของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยสำหรับแต่ละสถานีวัดน้ำท่าที่ศึกษา ซึ่งประกอบด้วยขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยและความยาวของลำน้ำย่อยของแต่ละสถานีวัดน้ำท่า เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการใช้งานแบบจำลอง URBS สำหรับตำแหน่งที่ตั้งของสถานีวัดน้ำท่าที่ศึกษาทั้ง 5 สถานี รวมทั้งการแบ่งลุ่มน้ำย่อยของแต่ละสถานี แสดงดังในภาพที่ 1 และในตารางที่ 1 ได้แสดงรายละเอียดต่าง ๆ ของสถานีวัดน้ำท่า ที่ทำการประยุกต์ใช้ระบบแบบจำลอง URBS

ตารางที่ 1 รายละเอียดของสถานีวัดน้ำท่าที่ทำการประยุกต์ใช้ระบบแบบจำลอง URBS

สถานีวัดน้ำท่า	ชื่อพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย	ขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ (ตร.กม.)	จำนวนพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย	จำนวนสถานีวัดน้ำฝนที่มีอิทธิพล	จำนวนเหตุการณ์น้ำท่วม (ปี พ.ศ.)
P.14	น้ำแม่แจ่ม	3,836	26	4	11 (2513, 2515, 2519, 2520, 2521, 2523, 2523, 2538, 2542, 2544, 2548)
P.20	แม่น้ำปิงตอนบน	1,339	24	3	11 (2529, 2529, 2530, 2532, 2537, 2538, 2539, 2540, 2544, 2548, 2549)
P.71	น้ำแม่จาง	1,727	15	2	11 (2516, 2520, 2524, 2526, 2528, 2531, 2538, 2539, 2544, 2545, 2548)
P.24A	น้ำแม่กลาง	454	3	2	11 (2539, 2539, 2540, 2541, 2543, 2544, 2544, 2545, 2548)
P.73	แม่น้ำปิงส่วนที่ 3	2707	17	8	12 (2541, 2542, 2543, 2544, 2544, 2545, 2546, 2546, 2547, 2548, 2548)



ภาพที่ 1 แผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งของสถานีวัดน้ำท่าที่ศึกษาทั้ง 5 สถานี รวมทั้งการแบ่งลุ่มน้ำย่อยของแต่ละสถานี

ทฤษฎีของแบบจำลอง URBS

แบบจำลอง URBS ถูกพัฒนาขึ้นโดย Queensland Department of Natural Resources and Mines ในปี ค.ศ. 1990 [1] โดยมีจุดประสงค์หลักเพื่อใช้ในการพยากรณ์น้ำท่วม โดยแสดงผลในรูปแบบของกราฟน้ำท่าและกราฟน้ำฝน แบบจำลอง URBS ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ทั้งในและต่างประเทศ อาทิเช่น ในประเทศออสเตรเลียได้มีการนำแบบจำลอง URBS มาใช้เพื่อการพยากรณ์น้ำท่วมในเกือบทุกมลรัฐของประเทศ โดย Bureau of Meteorology สำหรับในประเทศไทย ได้มีการประยุกต์แบบจำลอง URBS เพื่อการพยากรณ์น้ำท่วมสำหรับลุ่มน้ำปิงตอนบนและลุ่มน้ำยม[1] และได้มีการประยุกต์ใช้แบบจำลอง URBS เพื่อการประเมินกราฟน้ำท่าสำหรับพื้นที่ที่ไม่มีสถานีวัดน้ำท่าตั้งอยู่ โดยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ของแบบจำลองและลักษณะเฉพาะของพื้นที่ลุ่มน้ำ [3] นอกจากนี้แล้วแบบจำลอง URBS ยังถูกนำมาประยุกต์เพื่อการพยากรณ์น้ำท่วมสำหรับลุ่มน้ำโขง [6] รวมทั้งในลุ่มน้ำแยงซีของประเทศไทย [7]

หลักการที่สำคัญของแบบจำลอง URBS คือ พื้นที่ลุ่มน้ำของสถานีวัดน้ำท่าที่ศึกษาจะถูกแบ่งเป็นลุ่มน้ำย่อย จากนั้นปริมาณฝนส่วนเกินในแต่ละลุ่มน้ำย่อยที่ถูกรวมกันที่จุดศูนย์กลางมวล (centroid) ของลุ่มน้ำย่อยจะถูกเปลี่ยนเป็นน้ำท่า จากนั้นจะถูกเคลื่อนตัวเข้าสู่ทางน้ำเพื่อการเคลื่อนตัวต่อไปยังลุ่มน้ำย่อยต่อไป เพื่อรวมกับน้ำท่าที่เกิดขึ้นในลุ่มน้ำย่อยถัดไปและรวมกันเพื่อการเคลื่อนตัวต่อไปจนถึงจุดออกที่สถานีวัดน้ำท่าที่ศึกษา โดยการเคลื่อนตัวของกราฟน้ำท่าจะใช้หลักการของการเคลื่อนที่ของอ่างเก็บน้ำแบบไม่เป็นเส้นตรง [5] โดยปริมาตรเก็บกักของแบบจำลองถูกแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ปริมาตรเก็บกักสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำ (catchment storage) ดังความสัมพันธ์แสดงในสมการที่ (1) และปริมาตรเก็บกักในทางน้ำ ดังในสมการที่ (2)

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

เมื่อ S_{catch} คือ ปริมาตรเก็บกักของลุ่มน้ำ (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที), β คือ พารามิเตอร์แสดง catchment lag, A คือ ขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย (ตารางกิโลเมตร), U คือ สัดส่วนของพื้นที่ที่เมืองในพื้นที่ลุ่มน้ำ, F คือ สัดส่วนพื้นที่ป่าไม้ในพื้นที่ลุ่มน้ำ, Q คือ ปริมาณการไหล และ m คือ พารามิเตอร์แสดงการเปลี่ยนแปลงแบบไม่เป็นเส้นตรงของลุ่มน้ำ

$$S_{chnl} = \alpha f \frac{nL}{\sqrt{S_c}} (xQ_u + (1-x)Q_d)^{n_1} \quad (2)$$

เมื่อ S_{chnl} คือ ปริมาตรเก็บกักในลำน้ำ (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที), α คือ พารามิเตอร์แสดง channel lag, f คือ แฟกเตอร์ของความยาวลำน้ำ, n คือ สัมประสิทธิ์ความขรุขระของลำน้ำ, L คือ ความยาวลำน้ำ (กิโลเมตร), S_c คือ ความลาดชันของทางน้ำ, Q_u คือ ปริมาณการไหลเข้าทางด้านเหนือ (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที), Q_d คือ ปริมาณการไหลออกทางด้านท้ายน้ำ (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที), x คือ พารามิเตอร์ของการเคลื่อนที่โดยวิธี Muskingum และ n_1 คือ พารามิเตอร์แบบไม่เป็นเส้นตรงของวิธี Muskingum

ขั้นตอนการศึกษา

1) การประยุกต์ใช้ระบบแบบจำลอง URBS เพื่อการสอบเทียบแบบจำลองที่สถานีวัดน้ำท่าของกรมชลประทานจำนวน 5 สถานี (P.14, P.20, P.24A, P.71 และ P.73) ในลุ่มน้ำปึงตอนบน โดยเลือกเหตุการณ์น้ำท่วมจากที่เกิดขึ้นในอดีตในช่วงเวลาดั้งแต่เริ่มตรวจวัดจนถึงปี พ.ศ. 2548 เพื่อการประเมินพารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์น้ำท่วมที่พิจารณา โดยมีพารามิเตอร์ควบคุมแบบจำลอง URBS ที่สำคัญที่พิจารณาให้เปลี่ยนค่าได้ประกอบด้วย 1) α คือ พารามิเตอร์ของการเคลื่อนตัวของลำน้ำ 2) β คือ พารามิเตอร์ของการเคลื่อนตัวของลุ่มน้ำ 3) il คือ ปริมาณการสูญเสียเริ่มต้น 4) pr คือ อัตราส่วนของการเกิดปริมาณน้ำท่า และ 5) if คือ อัตราการซึมลงดินของพื้นที่ลุ่มน้ำ

2) การประเมินแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลองตามรอบปีการเกิดซ้ำของขนาดน้ำท่วมสูงสุด สำหรับการวิเคราะห์ขนาดน้ำท่วมสำหรับรอบปีการเกิดซ้ำต่าง ๆ นั้น ได้พิจารณาเลือกใช้การแจกแจงความถี่ด้วยวิธีล็อกเพียร์สันประเภทสาม (Log Pearson Type III) [2]

3) ในการสอบเทียบแบบจำลองเพื่อหาพารามิเตอร์ที่ควบคุมแบบจำลองที่เหมาะสมนั้น ได้ทำการเปรียบเทียบการเข้ากันได้ดี (goodness of fit) ระหว่างกราฟน้ำท่าที่คำนวณได้โดยแบบจำลองและกราฟน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด โดยพิจารณาใช้ตัวแปรทางสถิติจำนวน 3 ตัวแปร คือ 1) Correlation Coefficient (r) 2) Root Mean Square Error (RMSE) และ 3) Efficiency Index (EI) เพื่อประกอบการตัดสินใจ สำหรับสมการแสดงการหาค่าทางสถิติทั้ง 3 ค่า แสดงดังในสมการที่ (3), (4) และ (5) ตามลำดับ โดยที่ [1]

1) สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient, r) โดยปกติแล้วค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 ถ้า r มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์แบบปฏิภาคโดยตรงที่ดีมาก และถ้า r มีค่าเข้าใกล้ -1 แสดงว่าข้อมูลทั้งสองก็มีความสัมพันธ์ที่ดีมากแต่ในเชิงปฏิภาคผกผัน แต่เมื่อไรก็ตามที่ r มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่าข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์กันน้อยหรือแทบไม่มีเลย

2) Root Mean Square Error (RMSE) เป็นตัวแปรทางสถิติที่แสดงความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (absolute error) ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการคำนวณด้วยแบบจำลองและข้อมูลที่ได้จากการ

ตรวจวัด ในกรณีที่มีค่าเข้าใกล้ศูนย์แสดงว่ามีความสัมพันธ์ที่คิ
มาก

3) ค่า Efficiency Index (EI) เป็นตัวแปรทางสถิติที่แสดงระดับ
ความสัมพันธ์ (degree of association) ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการ
คำนวณด้วยแบบจำลองและข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด ถ้ามีค่า
เท่ากับ 100% แสดงว่าผลการวิเคราะห์ที่ได้จากแบบจำลองมีค่า
เท่ากับปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดทุกข้อมูล

$$r = \frac{\sum_{i=1}^N (Q_{mi} - \bar{Q}_m) \times (Q_{ci} - \bar{Q}_c)}{\sqrt{\left[\sum_{i=1}^N (Q_{mi} - \bar{Q}_m)^2 \times \sum_{i=1}^N (Q_{ci} - \bar{Q}_c)^2 \right]}} \quad (3)$$

$$EI = \frac{\sum_{i=1}^N (Q_{mi} - \bar{Q}_m)^2 - \sum_{i=1}^N (Q_{mi} - Q_{ci})^2}{\sum_{i=1}^N (Q_{mi} - \bar{Q}_m)^2} \times 100\% \quad (4)$$

$$RMSE = \left(\frac{\sum_{i=1}^N (Q_{mi} - Q_{ci})^2}{N} \right)^{0.5} \quad (5)$$

เมื่อ Q_{mi} คือ ปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดที่เวลา i , \bar{Q}_m คือ
ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด, Q_{ci} คือ ปริมาณ
น้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองที่เวลา i , \bar{Q}_c คือ ค่าเฉลี่ยของปริมาณ
น้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง และ N คือ จำนวนของข้อมูล

ผลการศึกษาและการวิจารณ์

1) ผลการสอบเทียบแบบจำลอง URBS เพื่อหาค่าของ พารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์น้ำท่วม

จากผลการประยุกต์ใช้ระบบแบบจำลอง URBS ที่สถานีวัดน้ำท่า
ทั้ง 5 สถานี พบว่า ค่าของพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละ
เหตุการณ์น้ำท่วมของแต่ละสถานีแสดงดังในตารางที่ 2
สำหรับตัวอย่างการเปรียบเทียบระหว่างกราฟน้ำที่คำนวณได้จาก
แบบจำลองและกราฟน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดในแต่ละสถานี
สถานีละ 1 เหตุการณ์ แสดงดังภาพที่ 2 - 6 ซึ่งจะเห็นได้ว่าผลการ
เปรียบเทียบมีความเข้ากันได้ ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ทั้งนี้ต้องดู
ประกอบกับค่าของตัวแปรทางสถิติที่พิจารณาทั้ง 3 ตัวแปร
อย่างไรก็ตาม การที่กราฟน้ำท่าทั้ง 2 ประเภท จะเข้ากันได้อย่างดี
เลิศคงเป็นไปได้ยาก อันเนื่องมาจากเหตุผลที่สำคัญคือ ข้อจำกัด

ของข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ใช้เป็นตัวแทนของพื้นที่ลุ่มน้ำของแต่ละ
สถานี ซึ่งอาจไม่เป็นตัวแทนที่ดีพอ เนื่องจาก จำนวนสถานีวัด
น้ำฝนมีจำนวนน้อยในแต่ละลุ่มน้ำที่พิจารณา จนไม่สามารถใช้
เป็นตัวแทนของการเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝนในแต่ละลุ่มน้ำที่
พิจารณาได้ รวมทั้งข้อมูลน้ำฝนที่ใช้เป็นข้อมูลฝนรายวันจึงไม่
สามารถตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงของฝนที่เกิดขึ้นตามเวลาได้
อย่างถูกต้อง นอกจากนั้นแล้ว ทุกแบบจำลองที่ถูกพัฒนาขึ้นนั้น
นับว่าไม่มีแบบจำลองใดที่สามารถเลียนแบบขบวนการทาง
ธรรมชาติของการตอบสนองของพื้นที่ลุ่มน้ำต่อปริมาณน้ำฝนได้
อย่างถูกต้อง ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผลการสอบเทียบแบบจำลองที่
สถานีทั้ง 5 สถานี จึงนับว่ายอมรับได้ตามข้อจำกัดต่าง ๆ ดังกล่าว

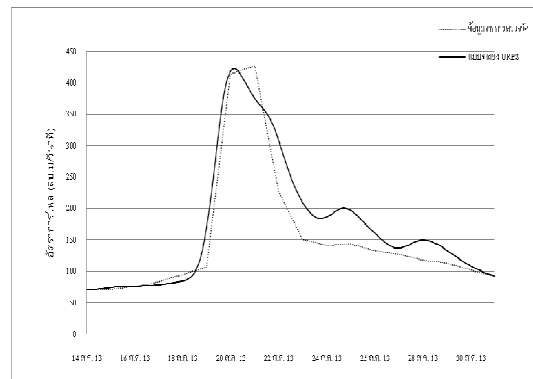
ตารางที่ 2 ผลการสอบเทียบกราฟน้ำท่าที่สถานีวัดน้ำท่าในลุ่มน้ำ ปึงตอนบนโดยใช้ระบบแบบจำลอง URBS โดยค่าพารามิเตอร์ที่ ดีที่สุดในแต่ละเหตุการณ์

สถานีวัด น้ำท่า	เหตุการณ์ น้ำท่าและ น้ำท่วม (ปี พ.ศ.)	รอบปี การ เกิดซ้ำ	พารามิเตอร์ควบคุมแบบจำลอง URBS					ตัวแปรทางสถิติ		
			α	β	IL (มม.)	PR (มม.)	IF (มม.)	r	EI (%)	RMSE (ลบ.ม/ วินาที)
P14	2 ก.ย.-16 ก.ย.23	3	0.15	5	0	0.11	120	0.955	88	24
	29 ต.ค.-5 พ.ย.42	3	0.15	4	0	0.11	150	0.99	98	9
	9 ส.ค.-19 ส.ค.21	3	0.1	3	0	0.11	150	0.938	86	35
	14 ส.ค.-31 ส.ค.13	5	0.3	4.4	0	0.11	350	0.965	88.	33
	16ก.ย.28 ก.ย.19	5	0.4	3	0	0.11	270	0.979	93	22
P20	18ก.ย.-30 ก.ย.38	5	0.2	5	0	0.11	400	0.969	94	27
	30 ส.ค.-20 ก.ย.20	5	0.35	5	0	0.11	300	0.88	66	49
	5ก.ย.-17 ก.ย.48	10	0.4	4	0	0.11	500	0.948	78	49
	1ส.ค.-20 ส.ค.44	15	0.2	5	0	0.11	350	0.958	87	37
	24ก.ย.-5 ต.ค.15	25	0.03	3	0	0.11	700	0.959	92	44
P20	17 ส.ค.-27 ส.ค.23	100	0.01	2	100	0.03	900	0.89	70	100
	30 ส.ค.-8 ส.ค.29	2	0.55	3	10	0.21	80	0.979	90	12
	20 ก.ย.-1 ต.ค.32	2	0.6	2	0	0.21	200	0.975	86	11
	9 ส.ค.-18 ส.ค.44	3	0.1	4	10	0.15	800	0.979	82	16
	10 ส.ค.-10 ก.ย.39	3	0.4	9	40	0.21	600	0.96	85	12
25 ก.ย.-3	3	0.3	4	15	0.2	500	0.978	92	11	

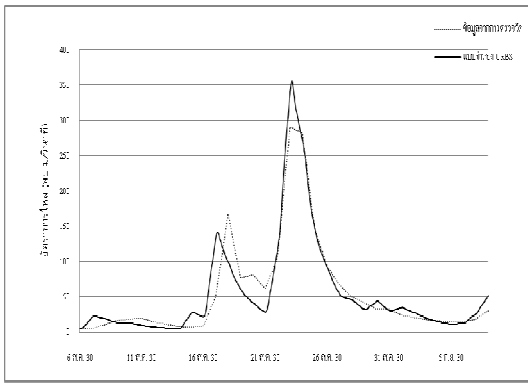


สถานีวัด น้ำท่า	เหตุการณ์ น้ำท่าและ น้ำท่วม (ปี พ.ศ.)	รอบปี การ เกิดซ้ำ	พารามิเตอร์ควบคุมแบบจำลอง					ตัวแปรทางสถิติ			
			α	β	IL (มม.)	PR (มม.)	IF (มม.)	r	EI (%)	RMSE (ลบ.ม./ วินาที)	
ต.ค.40											
23 ส.ค.-6 ก.ย.29	5	0.2	7	0	0.21	120	0.925	72	25		
29 ส.ค.-13 ก.ย.38	5	0.4	7	0	0.21	180	0.927	80	23		
23 ส.ค.5 ก.ย.37	10	0.3	9	0	0.21	100	0.961	90	15		
6 ส.ค.-1 ก.ย.30	20	0.1	7	0	0.21	1000	0.958	91	20		
14 ก.ย.-26 ก.ย.48	20	0.1	7	0	0.21	20	0.961	92	19		
12 ส.ค.-21 ธ.ค.48	100	0.1	4	0	0.21	700	0.946	87	42		
P24A	7 ก.ย.-1. ก.ย.48	2	0.7	5	0	0.25	60	0.832	66	9	
23 ก.ย.-4 ต.ค.39	2	0.6	6	0	0.25	50	0.965	90	7		
19 ก.ย.-30 ก.ย.38	5	0.5	7	0	0.25	30	0.931	80	15		
21 ต.ค.-10 พ.ย.44	5	0.5	6	0	0.25	50	0.924	80	8		
31 ส.ค.-15 ก.ย.45	5	0.5	5	0	0.25	170	0.929	74	10		
11 ต.ค.-30 ต.ค.31	10	0.3	4	0	0.25	100	0.977	95	7		
12 พ.ย.-26 พ.ย.24	10	0.2	1	0	0.25	30	0.956	85	12		
11 พ.ย.-28 พ.ย.28	25	0.3	3	0	0.25	400	0.976	92	9		
13 ก.ย.-25 ก.ย.16	25	0.2	5	0	0.25	120	0.949	89	13		
24 ต.ค.-8 พ.ย.42	25	0.15	3	0	0.25	180	0.951	83	15		
18 ก.ย.-5 ต.ค.20	50	0.7	5	0	0.25	130	0.972	88	14		
P71	4 ต.ค.-19 ต.ค.39	2	0.4	6	0	0.08	400	0.958	90	8	
20 ต.ค.-19 พ.ย.45	2	0.3	5	0	0.08	700	0.930	83	12		
3 ส.ค.-14 ก.ย.39	2	0.3	8	0	0.08	1000	0.937	83	10		
23 ก.ย.-25 ต.ค.40	2	0.2	5	0	0.08	1000	0.963	88	11		
27 ต.ค.-1 ธ.ค.48	2	0.2	5	0	0.08	350	0.949	81	9		
31 ส.ค.-25 ก.ย.41	2	0.35	5	0	0.08	700	0.963	75	16		
8 ก.ย.-21 ก.ย.43	3	0.45	3	0	0.08	250	0.976	94	11		
16 ก.ย.-27 ก.ย.45	3	0.2	2	0	0.08	200	0.807	65	31		
2 ส.ค.-27 ส.ค.44	5	0.3	5	0	0.08	500	0.894	73	20		
23 ต.ค.-13 พ.ย.44	5	0.4	5	0	0.08	100	0.936	72	25		

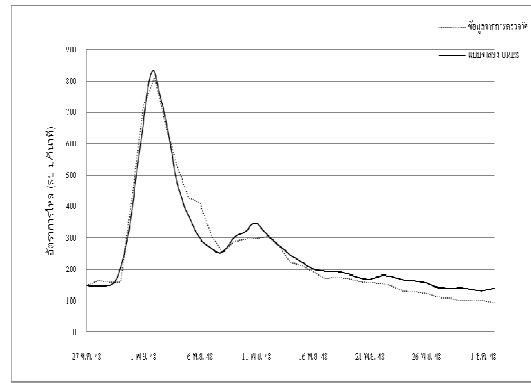
สถานีวัด น้ำท่า	เหตุการณ์ น้ำท่าและ น้ำท่วม (ปี พ.ศ.)	รอบปี การ เกิดซ้ำ	พารามิเตอร์ควบคุมแบบจำลอง					ตัวแปรทางสถิติ			
			α	β	IL (มม.)	PR (มม.)	IF (มม.)	r	EI (%)	RMSE (ลบ.ม./ วินาที)	
P73	1 ก.ย.-23 ก.ย.45	10	0.15	3	50	0.08	220	0.941	88	20	
3 ก.ย.-24 ก.ย.43	2	0.45	9	0	0.25	50	0.986	96	36		
4 ก.ย.-31 ต.ค.46	2	0.45	9	0	0.25	50	0.888	79	96		
1 ส.ค.-21 ส.ค.41	2	0.5	9	0	0.25	20	0.864	73	70		
27 ธ.ค.-2 ธ.ค.48	2	0.25	9	0	0.25	350	0.983	96	34		
1 ส.ค.-26 ส.ค.48	2	0.3	9	0	0.25	250	0.981	96	42		
25 ต.ค.-1 ธ.ค.42	2	0.6	8	30	0.25	50	0.988	98	38		
24 ต.ค.-30 พ.ย.44	2	0.45	9	0	0.25	0	0.988	96	39		
2 ส.ค.-3 ก.ย.44	5	0.1	7	80	0.25	90	0.967	93	76		
18 ต.ค.-17 พ.ย.46	5	0.5	9	35	0.25	0	0.977	95	59		
2 ก.ย.-10 ต.ค.47	5	0.4	9	0	0.25	80	0.987	96	59		
26 ส.ค.-27 ต.ค.48	5	0.3	9	0	0.1	900	0.962	92	85		
17 ส.ค.-18 ต.ค.45	25	0.45	9	0	0.25	150	0.977	95	72		



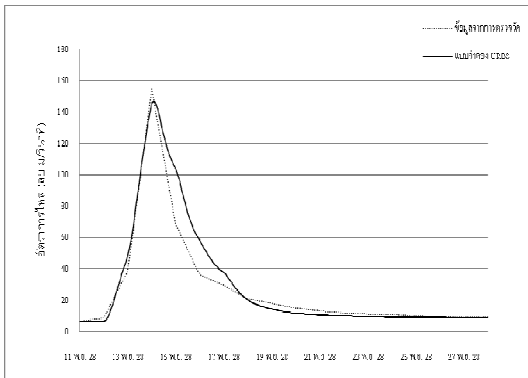
ภาพที่ 2 กราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองและจากการตรวจวัดของสถานี P14 เหตุการณ์ วันที่ 14 สิงหาคม – 31 สิงหาคม พ.ศ. 2513



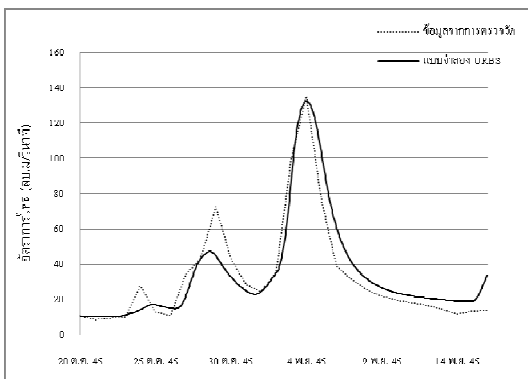
ภาพที่ 3 กราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองและการตรวจวัดของสถานี P20 เหตุการณ์ วันที่ 6 สิงหาคม – 1 กันยายน พ.ศ. 2530



ภาพที่ 6 กราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองและการตรวจวัดของสถานี P 73 เหตุการณ์ วันที่ 27 ตุลาคม – 1 ธันวาคม พ.ศ. 2548



ภาพที่ 4 กราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองและการตรวจวัดของสถานี P24A เหตุการณ์ วันที่ 11 พฤศจิกายน – 28 พฤศจิกายน พ.ศ.2528



ภาพที่ 5 กราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองและการตรวจวัดของสถานี P71 เหตุการณ์ วันที่ 20 ตุลาคม- 19 พฤศจิกายน พ.ศ. 2545

2) ผลการวิเคราะห์ค่าของพารามิเตอร์ของแบบจำลองที่เหมาะสมในแต่ละรอบปีการเกิดซ้ำของกราฟน้ำท่วม

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า ค่าของพารามิเตอร์ของแบบจำลองทั้ง 5 พารามิเตอร์ มีการเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละเหตุการณ์น้ำท่วมที่พิจารณา อย่างไรก็ตาม ในการนำค่าพารามิเตอร์ที่แตกต่างกันไปประยุกต์ใช้สำหรับเหตุการณ์น้ำฝนต่าง ๆ นั้น นับว่ากระทำได้ยาก ดังนั้น ในการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองจึงจำเป็นต้องทำการปรับค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองสำหรับทุกเหตุการณ์น้ำท่วมของแต่ละสถานีวัดน้ำท่าให้มีค่าเดียวกัน เพื่อสะดวกในการประยุกต์ใช้ อย่างไรก็ตาม จากการตรวจพิสูจน์แบบจำลอง พบว่า ถ้าบังคับให้ค่าของพารามิเตอร์ของแบบจำลองมีค่าคงที่สำหรับทุกขนาดของขนาดน้ำท่วมสูงสุดแล้ว จะเป็นผลให้ค่าทางสถิติทั้ง 3 ตัวแปร มีค่าที่ต่ำเกินที่จะยอมรับได้ ซึ่งจะเป็นผลให้การพยากรณ์น้ำท่วมมีความผิดพลาดมากตามไปด้วย ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ จึงได้ทำการตรวจพิสูจน์แบบจำลองโดยการจับกลุ่มของขนาดของน้ำท่วมสูงสุดสำหรับรอบปีการเกิดซ้ำต่าง ๆ จากนั้นจึงประเมินค่าของพารามิเตอร์สำหรับแต่ละสถานีวัดน้ำท่าให้มีค่าคงที่ในแต่ละรอบปีการเกิดซ้ำของขนาดน้ำท่วมสูงสุดที่พิจารณา โดยผลการศึกษาแสดงดังในตารางที่ 3 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบค่าทางสถิติที่สถานีวัดน้ำท่าเดียวกันสำหรับเหตุการณ์เดียวกันระหว่างตารางที่ 2 และตารางที่ 3 แล้ว จะเห็นได้ว่า ค่าทางสถิติในตารางที่ 2 มีค่าดีกว่าในตารางที่ 3 ซึ่งมีความสมเหตุสมผล อย่างไรก็ตาม ค่าทางสถิติโดยรวมในตารางที่ 3 นับว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ นอกจากนั้น



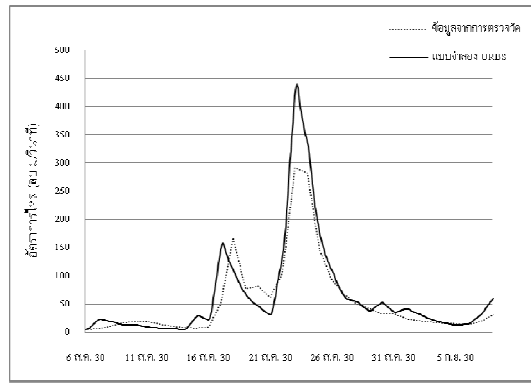
แล้วเมื่อพิจารณาผลการศึกษาในตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่า ในบางรอบปีการเกิดซ้ำสูง ๆ ของขนาดน้ำท่วมสูงสุดสำหรับทุกสถานีวัดน้ำท่วมนั้น พบว่า มีเหตุการณ์น้ำท่วมเพียงเหตุการณ์เดียว ทั้งนี้เนื่องจาก เหตุการณ์น้ำท่วมขนาดสูง ๆ มีจำนวนน้อยมาก จนไม่สามารถหาเหตุการณ์ที่มีขนาดที่เท่ากันเพื่อทำการตรวจพิสูจน์แบบจำลองได้ และสำหรับตัวอย่างการเปรียบเทียบระหว่างกราฟน้ำที่คำนวณได้จากแบบจำลองและกราฟน้ำที่วัดได้จากการตรวจวัดในแต่ละสถานีในกรณีใช้ชุดของค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในแต่ละรอบปีการเกิดซ้ำของขนาดน้ำท่วมสูงสุดในแต่ละสถานี สถานีละ 1 เหตุการณ์ แสดงดังภาพที่ 7 - 11 ซึ่งจะเห็นได้ว่าผลการเปรียบเทียบมีความเข้ากันได้ ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ทั้งนี้ต้องดูประกอบกับค่าของตัวแปรทางสถิติที่พิจารณาทั้ง 3 ตัวแปร

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ค่าของพารามิเตอร์ของแบบจำลองที่เหมาะสมในแต่ละรอบปีการเกิดซ้ำของกราฟน้ำท่วม

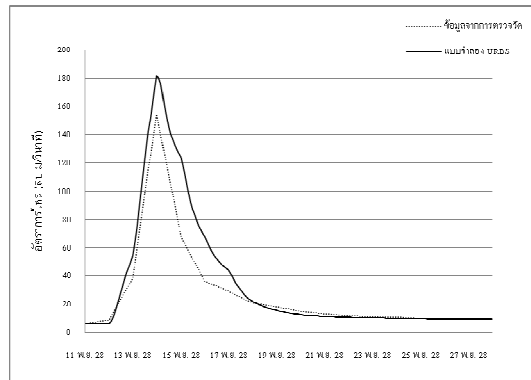
สถานีวัดน้ำท่วมน้ำท่า	เหตุการณ์น้ำท่าและน้ำท่วม (ปีพ.ศ.)	รอบปีการเกิดซ้ำ	พารามิเตอร์ควบคุมแบบจำลอง URBS					ตัวแปรทางสถิติ		
			α	β	il (มม.)	PR (มม.)	IF	r	EI (%)	RMSE(ลบ. ม./วินาที)
P14	2 ก.ย.-16 ก.ย.23	3	0.15	5	0	0.11	140	0.908	81	30
	29 ต.ค.-5 พ.ย.42	3	0.15	5	0	0.11	140	0.890	77	32
	9 ส.ค.-19 ส.ค.21	3	0.15	5	0	0.11	140	0.880	76	47
	14 ส.ค.-31 ส.ค.13	5	0.3	5	0	0.11	350	0.956	87	34
	16ก.ย.28 ก.ย.19	5	0.3	5	0	0.11	350	0.974	90	27
	18ก.ย.-30 ก.ย.38	5	0.3	5	0	0.11	350	0.849	66	63
	30 ส.ค.-20 ก.ย.20	5	0.3	5	0	0.11	350	0.872	69	46
	5ก.ย.-17 ก.ย.48	10	0.4	4	0	0.11	500	0.948	78	49
	1ส.ค.-20 ส.ค.44	15	0.2	5	0	0.11	350	0.958	87	38
	24ก.ย.-5 ต.ค.15	25	0.3	3	0	0.11	700	0.959	92	44
17 ส.ค.-27 ส.ค.23	100	0.01	2	100	0.03	900	0.89	70	100	
P20	30 ส.ค.-8 ส.ค.29	2	0.6	2.5	0	0.21	150	0.953	88	14
	20 ก.ย.-1 ต.ค.32	2	0.6	2.5	0	0.21	150	0.974	74	16
	9 ส.ค.-18 ส.ค.44	3	0.25	6	20	0.17	800	0.789	53	27
	10 ส.ค.-10 ก.ย.39	3	0.25	6	20	0.17	800	0.843	68	17

สถานีวัดน้ำท่วมน้ำท่า	เหตุการณ์น้ำท่าและน้ำท่วม (ปีพ.ศ.)	รอบปีการเกิดซ้ำ	พารามิเตอร์ควบคุมแบบจำลอง URBS					ตัวแปรทางสถิติ		
			α	β	il (มม.)	PR (มม.)	IF (มม.)	r	EI (%)	RMSE(ลบ. ม./วินาที)
P24A	25 ก.ย.-3 ต.ค.40	3	0.25	6	20	0.17	800	0.983	84	15
	23 ส.ค.-6 ก.ย.29	5	0.3	7	0	0.21	140	0.907	62	29
	29 ส.ค.-13 ก.ย.38	5	0.3	7	0	0.21	140	0.914	61	33
	23 ส.ค.5 ก.ย.37	10	0.3	9	0	0.21	100	0.961	90	15
	6 ส.ค.-1 ก.ย.30	20	0.1	7	0	0.21	650	0.957	78	31
	14 ก.ย.-26 ก.ย.48	20	0.1	7	0	0.21	650	0.948	79	30
	12 ส.ค.-21 ส.ค.48	100	0.1	4	0	0.21	700	0.946	87	42
	7 ก.ย.-1 ก.ย.48	2	0.5	5	0	0.15	55	0.804	66	9
	23 ก.ย.-4 ต.ค.39	2	0.5	5	0	0.15	55	0.955	90	7
	19 ก.ย.-30 ก.ย.38	5	0.5	6	0	0.25	80	0.954	80	15
P71	21 ต.ค.-10 พ.ย.44	5	0.5	6	0	0.25	80	0.911	81	8
	31 ส.ค.-15 ก.ย.45	5	0.5	6	0	0.25	80	0.932	74	10
	11 ต.ค.-30 ต.ค.31	10	0.25	3	0	0.25	50	0.968	95	7
	12 พ.ย.-26 พ.ย.24	10	0.25	3	0	0.25	50	0.914	85	13
	11 พ.ย.-28 พ.ย.28	25	0.2	3	0	0.25	250	0.981	92	9
	13 ก.ย.-25 ก.ย.16	25	0.2	3	0	0.25	250	0.888	89	13
	24ต.ค.-8 พ.ย.42	25	0.2	3	0	0.25	250	0.95	83	15
	18ก.ย.-5 ต.ค.20	50	0.7	5	0	0.25	130	0.972	88	15
	4 ต.ค.-19 ต.ค.39	2	0.3	6	0	0.08	700	0.946	86	10
	20 ต.ค.-19 พ.ย.45	2	0.3	6	0	0.08	700	0.919	81	12
3 ส.ค.-14 ก.ย.39	2	0.3	6	0	0.08	700	0.965	55	16	
23 ก.ย.-25 ต.ค.40	2	0.3	6	0	0.08	700	0.955	74	16	
27 ต.ค.-1 ส.ค.48	2	0.3	6	0	0.08	700	0.836	69	12	
31 ส.ค.-25 ก.ย.41	2	0.3	6	0	0.08	700	0.951	74	16	
8 ก.ย.-21 ก.ย.43	3	0.3	2.5	0	0.08	220	0.947	78	20	
16 ก.ย.-27 ก.ย.45	3	0.3	2.5	0	0.08	220	0.809	62	32	
2 ส.ค.-27 ส.ค.44	5	0.3	5	0	0.08	350	0.896	38	30	
23 ต.ค.-13 พ.ย.44	5	0.3	5	0	0.08	350	0.907	45	35	

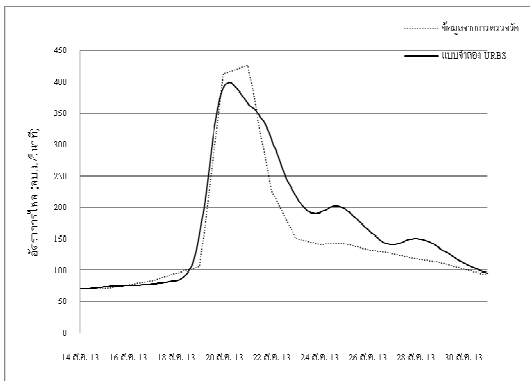
สถานี วัดน้ำท่า	เหตุการณ์ น้ำท่าและ น้ำท่วม (ปีพ.ศ.)	รอบปี การ เกิดซ้ำ	พารามิเตอร์ควบคุมแบบจำลอง						ตัวแปรทางสถิติ		
			α	β	il (มม.)	PR	IF	r	EI (%)	RMSE(ลบ. ม./วินาที)	
p73	1 ก.ย.-23 ก.ย.-45	10	0.15	3	50	0.08	220	0.941	88	20	
	3 ก.ย.-24 ก.ย.-43	2	0.37	9	0	0.25	100	0.984	84	74	
	4 ก.ย.-31 ต.ค.-46	2	0.37	9	0	0.25	100	0.914	78	99	
	1 ส.ค.-21 ส.ค.-41	2	0.37	9	0	0.25	100	0.846	55	90	
	27 ธ.ค.-2 ธ.ค.-48	2	0.37	9	0	0.25	100	0.977	93	46	
	1 ส.ค.-26 ส.ค.-48	2	0.37	9	0	0.25	100	0.986	93	53	
	25 ต.ค.-1 ธ.ค.-42	2	0.37	9	0	0.25	100	0.98	95	55	
	24 ต.ค.-30 พ.ย.-44	2	0.37	9	0	0.25	100	0.995	92	54	
	2 ส.ค.-3 ก.ย.-44	5	0.35	9	0	0.25	400	0.897	74	144	
	18 ต.ค.-17 พ.ย.-46	5	0.35	9	0	0.25	400	0.979	72	135	
P20	2 ก.ย.-10 ต.ค.-47	5	0.35	9	0	0.25	400	0.991	81	136	
	26 ส.ค.-27 ต.ค.-48	5	0.35	9	0	0.25	400	0.971	87	110	
	17 ส.ค.-18 ต.ค.-45	25	0.45	9	0	0.25	150	0.977	95	72	



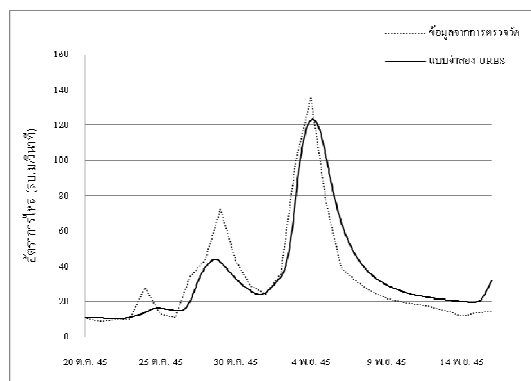
ภาพที่ 8 กราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองและจากการตรวจวัดของสถานี P20 โดยใช้พารามิเตอร์กลางของรอบปีการเกิดซ้ำ เหตุการณ์ วันที่ 6 สิงหาคม – 1 กันยายน พ.ศ.2530



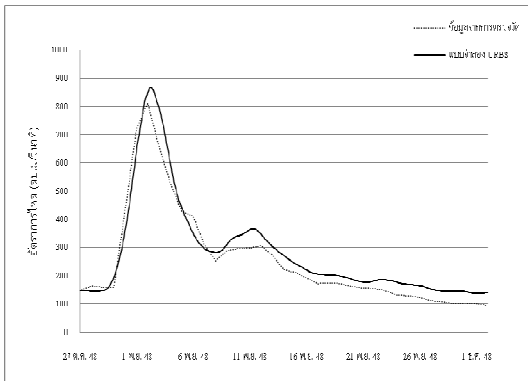
ภาพที่ 9 กราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองและจากการตรวจวัดของสถานี P24A โดยใช้พารามิเตอร์กลางของรอบปีการเกิดซ้ำ เหตุการณ์ วันที่ 11 พฤศจิกายน – 28 พฤศจิกายน พ.ศ.2528



ภาพที่ 7 กราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองและจากการตรวจวัดของสถานี P14 โดยใช้พารามิเตอร์กลางของรอบปีการเกิดซ้ำ เหตุการณ์ วันที่ 14 สิงหาคม – 31 สิงหาคม พ.ศ.2513



ภาพที่ 10 กราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองและจากการตรวจวัดของสถานี P71 โดยใช้พารามิเตอร์กลางของรอบปีการเกิดซ้ำ เหตุการณ์ วันที่ 20 ตุลาคม- 19 พฤศจิกายน พ.ศ.2545



ภาพที่ 11 กราฟน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองและจากการตรวจวัดของสถานี P73 โดยใช้พารามิเตอร์กลางของรอบปีการเกิดซ้ำ เหตุการณ์ วันที่ 27 ตุลาคม – 1 ธันวาคม 2548

สรุปผลการศึกษา

แบบจำลอง URBS ซึ่งเป็นแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า ถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อการประเมินกราฟน้ำท่าและกราฟน้ำท่วมสำหรับสถานีวัดน้ำท่าจำนวน 5 สถานี ในลุ่มน้ำปิงตอนบน โดยมีจุดประสงค์หลักเพื่อตรวจสอบค่าของพารามิเตอร์ของแบบจำลองที่เหมาะสมเพื่อใช้เป็นตัวแทนสำหรับการประยุกต์ใช้ในแต่ละสถานีวัดน้ำท่าสำหรับเหตุการณ์น้ำฝนต่าง ๆ จากผลการศึกษาพบว่า เป็นความไม่เหมาะสมที่จะประยุกต์ใช้ค่าของพารามิเตอร์ของแบบจำลอง URBS ที่เหมือนกันสำหรับทุกรอบปีการเกิดซ้ำของขนาดน้ำท่วมสูงสุดในแต่ละสถานีวัดน้ำท่า เนื่องจากจะเป็นผลให้การสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองมีผลการเปรียบเทียบระหว่างกราฟน้ำท่าที่คำนวณโดยแบบจำลองและกราฟน้ำท่าที่ตรวจวัดได้ไม่เข้ากันเท่าที่ควร ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้จัดแบ่งค่าของพารามิเตอร์ของแบบจำลองให้แตกต่างกันไปในแต่ละรอบปีการเกิดซ้ำของขนาดน้ำท่วมสูงสุด ซึ่งส่งผลให้ผลการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลองมีค่าทางสถิติอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ และเมื่อนำค่าของพารามิเตอร์ของแบบจำลองที่เปลี่ยนแปลงไปตามรอบปีการเกิดซ้ำของขนาดน้ำท่วมสูงสุดไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับปริมาณฝนแล้ว จะเป็นผลให้การพยากรณ์น้ำท่วมมีความถูกต้องมากกว่าการใช้ค่าของพารามิเตอร์ของแบบจำลองที่เหมือนกันสำหรับทุกรอบปีการเกิดซ้ำของขนาดน้ำท่วม

บรรณานุกรม

[1] นุชนารถ ศรีวงศิตานนท์ และคณะ, 2552. โครงการระบบการพยากรณ์และเตือนภัยน้ำท่วมสำหรับลุ่มน้ำปิงตอนบนและลุ่มน้ำยม ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[2] วีระพล แต่สมบัติ, 2531. หนังสืออุทกวิทยาประยุกต์. สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์

[3] Pimpim Puttaraksa Mapiam, Nuchanart Sriwongsitanon, 2009. Estimation of the URBS model parameters for flood estimation of ungauged catchments in the upper Ping river basin, Thailand, Department of Water Resources Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand ScienceAsia 35, 49–56

[4] นุชนารถ ศรีวงศิตานนท์, 2546. การจำลองสภาวะน้ำท่วม (Flood Modelling), ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[5] นุชนารถ ศรีวงศิตานนท์, 2552. อุทกวิทยาขั้นสูง (Advance Hydrology), ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

[6] Terry Malone, Marco Hartman, Sopharith Tes, Phung Katry, Sambo Pich and Bob Pengel. 2007 Development of Improved Hydrological Forecasting Models for the Lower Mekong Basin 3rd South-East Asia Water Forum, Malaysia

[7] M.S. Markar, S.Q. Clark, Min Yaowu, Zheng Jing. 2004. Evaluation of Hydrologic and Hydraulic Models for Real-Time Flood Forecasting use in the Yangtze River Catchment The Institution of Engineers, Australia 8th National Conference on Hydraulics in Water Engineering ANA Hotel Gold Coast, Australia