การประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ในการพยากรณ์น้ำหลากในลุ่มน้ำเพชรบุรี
Application of Mathematical models for Flood Forecasting in Phetchaburi RiverBasin

สรวรรณ สมบูรณ์ปัญญา[1],จิระวัฒน์ กณะสุต[1],ดนย์ปภพ มะณี[1],ยุทธนา ตาละลักษมณ์[1],ณัฐ มาแจ้ง[1]

[1]มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
(อีเมล์: sorawan.so@ku.th)

บทคัดย่อ

ในการศึกษานี้ได้ทำการจำลองสภาพน้ำหลากและการพยากรณ์น้ำในลุ่มน้ำเพชรบุรี ด้วยแบบจำลอง MIKE 11 ซึ่งประกอบด้วย3 แบบจำลองย่อย คือ แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (Rainfall-Runoff Model)แบบจำลองสภาพการไหล (Hydrodynamic Model) และแบบจำลองพยากรณ์น้ำ (Flood Forecasting Model)ในการสอบเทียบแบบจำลอง พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานท้องน้ำ (Manning's n) ของแม่น้ำเพชรบุรีตอนบนเหนือเขื่อนเพชรและตอนล่างท้ายเขื่อนเพชร มีค่าเท่ากับ 0.025 และ 0.035 ตามลำดับ ทั้งนี้ในการจัดทำแบบจำลองพยากรณ์น้ำจะมีขั้นตอนปรับค่าความคลาดเคลื่อนให้ผลการคำนวณสอดคล้องกับผลการตรวจวัด (Update Process) ก่อนการพยากรณ์น้ำแบบ Constant แบบ Mixed exponential และแบบ Triangular ด้วยการพยากรณ์น้ำ ณ วันที่ 2- 8พฤศจิกายน พ.ศ. 2556 พบว่าการปรับค่าความคลาดเคลื่อน ณ ตำแหน่งที่มีการ Updated Process แบบ Triangular จะให้ผลการพยากรณ์น้ำล่วงหน้า 2 วัน ที่มีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 20 เซนติเมตร

คำสำคัญ : ลุ่มน้ำเพชรบุรี, แบบจำลอง MIKE 11, การพยากรณ์น้ำหลาก

Abstract

In order to imitate flood area and being the tool to prevent flood in Phetchaburi, this report will study about the hydrodynamic and flood forecasting based on MIKE 11 model. In the study, three models were used namely Rainfall-Runoff model Hydrodynamic model and Flood Forecasting model.In the model calibration, it was found that the bed resistant's channel (Manning's n) of upper and lower Phetchaburi riverwere 0.025 and 0.035 respectively. To accurate the study, three functions (Constant, Mixed exponential and Triangular functions) were used from 2 November 2013 to 8 November 2013. The study indicated that Triangular function can be used accurately for flood forecasting model and forecast 2 days in advance can estimate the error which means the water level was not over 20 cm.

Keyword : Phetchaburi River Basin, MIKE 11, Flood Forecasting

1. บทนำ

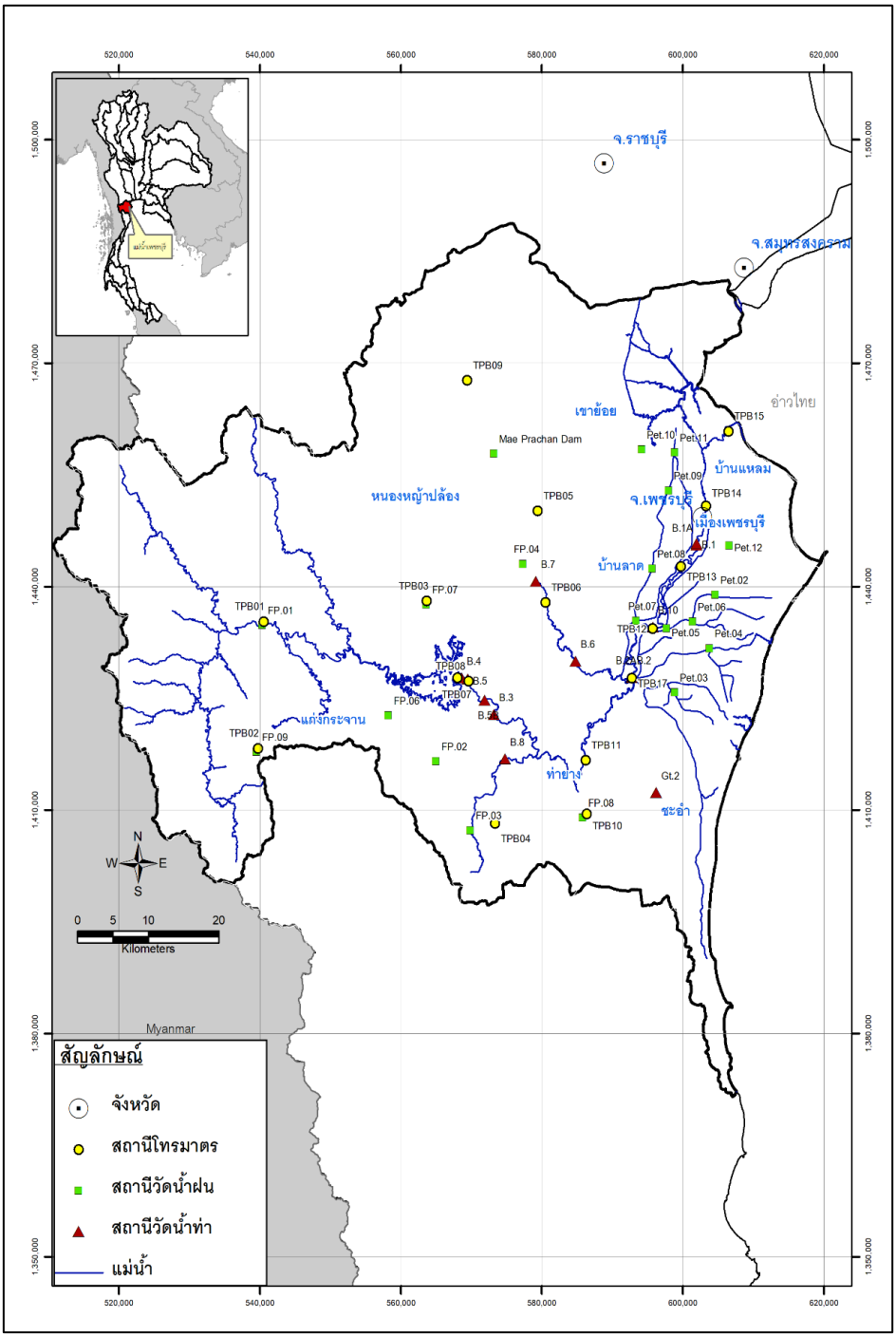
อุทกภัยของจังหวัดเพชรบุรี ตั้งแต่ปี พ.ศ.2530 ถึงปี พ.ศ.2559 ที่ผ่านมาได้เกิดอุทกภัยขึ้นรวม 8 ครั้ง คือ ปี พ.ศ.2531 2535 2538 2539 2540 2542 2546 และปี 2559 โดยมีสาเหตุจากอิทธิพลของพายุดีเปรสชั่น พายุโซนร้อน หรือหย่อมความกดอากาศต่ำพัดผ่านทำให้เกิดฝนตกหนักติดต่อกันเป็นเวลาหลายวัน มีปริมาณน้ำฝนสะสมในรอบ 5-7 วัน มากกว่า 350 มิลลิเมตร ส่งผลให้เกิดภาวะน้ำป่าไหลหลากจากแม่น้ำเพชรบุรี ห้วยแม่ประจันต์และห้วยผาก ทำให้ปริมาณน้ำในแม่น้ำเพชรบุรีเพิ่มสูงขึ้นเกินกว่าที่แม่น้ำเพชรบุรีจะรับไว้ได้ จึงเกิดน้ำไหลล้นตลิ่งเข้าท่วมบ้านเรือนราษฎรและพื้นที่การเกษตรทั้งสองฝั่งตลอดจนที่ลุ่มทั่วไป การเกิดน้ำท่วมในลุ่มน้ำเพชรบุรีโดยทั่วไปจะเกิดในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนและลำน้ำสาขาต่างๆ เนื่องด้วยมีฝนตกหนักและน้ำป่าไหลหลากจากต้นน้ำลงมามากจนไม่สามารถระบายน้ำได้ทัน และในบริเวณที่ราบลุ่มของแม่น้ำเพชรบุรี ตั้งแต่ท้ายน้ำเขื่อนเพชรลงไป บริเวณที่มักเกิดน้ำท่วมเป็นประจำได้แก่ พื้นที่บริเวณอำเภอท่ายาง อำเภอบ้านลาด อำเภอเมือง อำเภอบ้านแหลมบางส่วน อำเภอเขาย้อย และบริเวณพื้นที่ราบริมแม่น้ำสายหลักในเขตอำเภอหนองหญ้าปล้อง อำเภอแก่งกระจาน และอำเภอชะอำ ด้วยเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นนี้เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเร็วจึงทำให้ประชาชนในจังหวัดเพชรบุรีไม่สามารถรับมือได้อย่างทันท่วงที

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสภาพการไหลของน้ำหลากที่เกิดขึ้นในลุ่มน้ำเพชรบุรี
2. เพื่อศึกษาการปรับค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ระดับน้ำของแม่น้ำเพชรบุรี

3. พื้นที่การศึกษา

พื้นที่ศึกษาครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรีดังแสดงในภาพที่ 1 ลุ่มน้ำเพชรบุรีมีลำน้ำสายหลัก คือ แม่น้ำเพชรบุรี มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาตะนาวศรีทางด้านตะวันตกของลุ่มน้ำ ซึ่งเป็นเขตแดนระหว่างประเทศไทยกับประเทศพม่า มีเทือกเขาเป็นแนวเขาเตี้ยๆ ที่ทำให้เกิดที่ราบระหว่างภูเขาทางด้านตะวันตกของลุ่มน้ำ ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของแม่น้ำสาขาสายสำคัญของลุ่มน้ำเพชรบุรี พื้นที่ลุ่มน้ำจะค่อยๆ ลาดเทมาทางทิศตะวันออก ถัดเข้ามาทางตอนกลางของลุ่มน้ำจะมีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำ แม่น้ำเพชรบุรีไหลผ่านเขื่อนแก่งกระจานและเขื่อนเพชร ส่วนพื้นที่ตอนล่างทางด้านตะวันออกของลุ่มน้ำมีลักษณะเป็นที่ราบชายฝั่งทะเลมีลำน้ำสายสั้นๆ กระจายอยู่ทั่วไป ซึ่งลำน้ำส่วนใหญ่จะไหลลงสู่แม่น้ำเพชรบุรีและออกทะเล ลุ่มน้ำเพชรบุรีแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ 1. ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนบนหรือเหนือเขื่อนเพชร มีพื้นที่รับน้ำ 3,508 ตร.กม. และมีความยาวลำน้ำ 165 กิโลเมตรพื้นที่ตอนบนเหนือเขื่อนแก่งกระจานเป็นเขตภูเขาสูง และพื้นที่ลาดชัน 2. ลุ่มน้ำเพชรบุรีตอนล่างหรือท้ายเขื่อนเพชร มีพื้นที่รับน้ำ1,593 ตร.กม. และมีความยาวลำน้ำ 62 กิโลเมตร เป็นเขตที่ราบลุ่ม



ภาพที่ 1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำเพชรบุรี

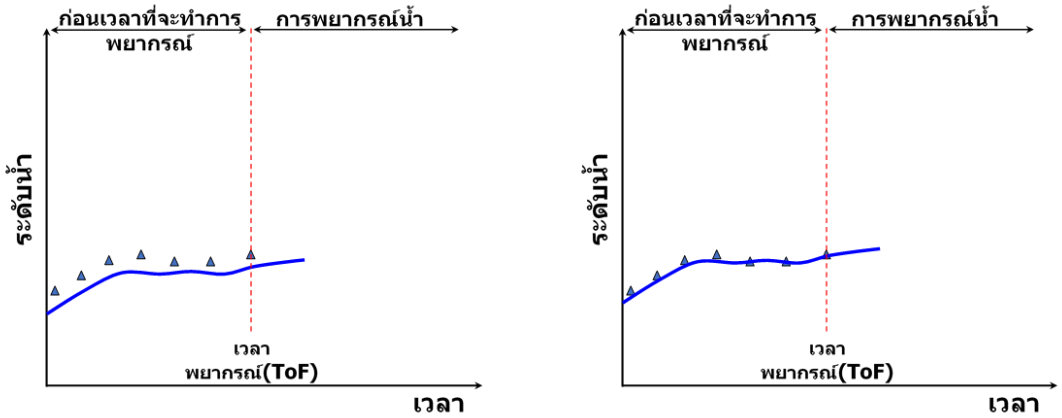
4. แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

ในการศึกษานี้ได้ใช้แบบจำลอง MIKE 11 ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย Danish Hydraulic Institute (DHI) ประเทศเดนมาร์ก แบบจำลอง MIKE 11 จะประกอบด้วยแบบจำลองย่อยหลายชุด ในแต่ละชุดจะเป็นแบบจำลองย่อยใช้สำหรับคำนวณด้านต่างๆ ในการศึกษานี้ใช้ 3 แบบจำลองย่อย คือ แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (Rainfall-Runoff Model) แบบจำลองสภาพการไหล (Hydrodynamic Model) และแบบจำลองพยากรณ์น้ำ (Flood Forecasting Model)

- แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า สามารถประยุกต์ใช้งานได้ทั้งแบบอิสระหรือเป็นตัวแทนของหนึ่งหรือหลาย ๆ พื้นที่รับน้ำเพื่อสร้างการไหลเข้าลำน้ำสาขาโดยในการศึกษานี้ใช้แบบจำลอง NAM (NedbørAfstromning Model)

- แบบจำลองสภาพการไหลเป็นแบบจำลองที่คำนวณการเคลื่อนที่ของน้ำแบบ 1 มิติ ในแม่น้ำ ภายใต้ขอบเขตและข้อมูลทางกายภาพของลำน้ำ ซึ่งผลการคำนวณจะทำให้ทราบค่าระดับน้ำและอัตราการไหลในแม่น้ำและลำน้ำต่างๆ

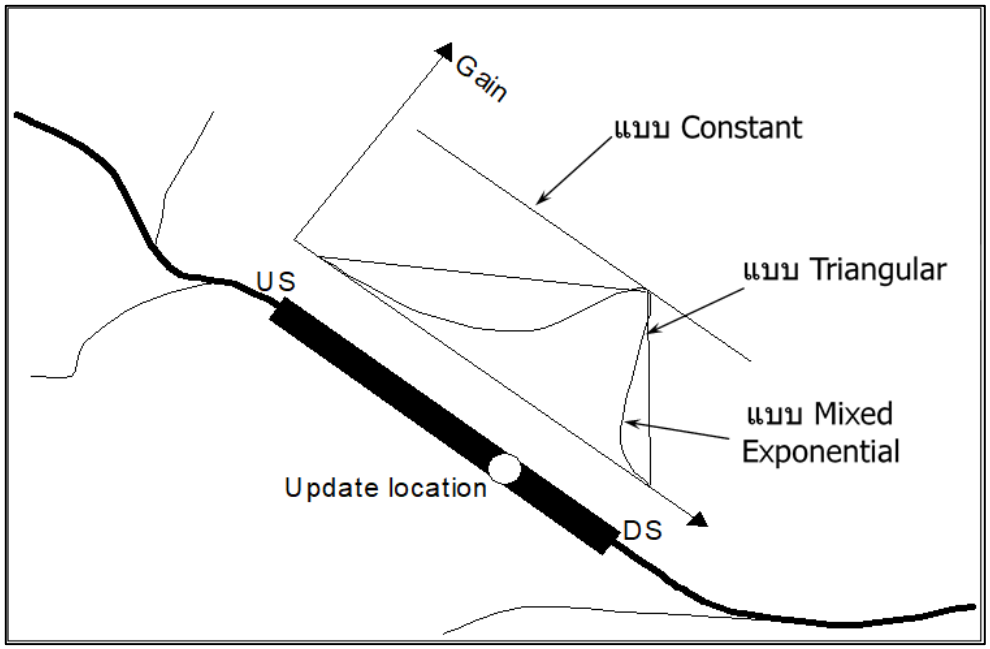
- แบบจำลองพยากรณ์น้ำเป็นแบบจำลองที่ทำการพยากรณ์ระดับน้ำ ณ ตำแหน่งต่างๆ โดยใช้ปริมาณน้ำท่าของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยของแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (Rainfall-Runoff Model) เชื่อมกับรูปตัดขวางและโครงข่ายแม่น้ำในแบบจำลองสภาพการไหล (Hydrodynamic Model) ตามที่ได้ทำการสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลองจนเป็นที่ยอมรับแล้ว จึงจัดทำแบบจำลองพยากรณ์น้ำ ด้วยการนำเข้าข้อมูลก่อนเวลาที่ทำการพยากรณ์น้ำ (ToF; Time of Forecast) ซึ่งจะมีขั้นตอนการปรับค่าความคลาดเคลื่อนของผลการคำนวณด้วยแบบจำลองกับผลการตรวจวัดข้อมูลให้มีความสอดคล้องกัน(Update Process)ก่อนการพยากรณ์(ภาพที่ 2) ด้วยฟังชั่นของการปรับความคลาดเคลื่อน ณ ตำแหน่งที่มีขั้นตอนการ Update Process จำนวน3 แบบ คือ 1. แบบ Constant การแก้ไขความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจะเป็นแบบกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอเท่ากันระหว่าง จุด Lower และ จุด Upper ของตำแหน่งที่มีการ Update Process 2. แบบ Triangulaเป็นการแก้ไขความผิดพลาดโดยจะเป็นการลดลงเชิงเส้นจากตำแหน่งตรวจวัดข้อมูลไปเป็น 0 ที่จุด Lower และจุด Upper คล้ายรูปสามเหลี่ยม และ 3. แบบ Mixed exponential เป็นการแก้ไขความผิดพลาดโดยจะเป็นการลดลงตามฟังก์ชั่นเลขชี้กำลังจากตำแหน่งตรวจวัดไปเป็น Lower และ Upper chainage ถึง 0.01 เท่าของการแก้ไข ณ ตำแหน่งตรวจวัดข้อมูล ซึ่งเป็นการปรับค่าก่อนที่จะทำการพยากรณ์ดังแสดงในภาพที่ 3



ก. ไม่มีการปรับแก้ระดับน้ำก่อนการพยากรณ์น้ำ (Non-Update Process)

ข. มีการปรับแก้ระดับน้ำก่อนการพยากรณ์น้ำ (Update Process)

ภาพที่ 2 กระบวนการของ update process



ภาพที่ 3 รูปแบบการปรับความคลาดเคลื่อน ณ ตำแหน่งที่มีการ update process

การกำหนดสมการในการพยากรณ์ความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองมีทั้งหมด 2 สมการคือ

Linear error forecasting model สมการที่ใช้ในการทำนายความคลาดเคลื่อน จะพิจารณาจากความคลาดเคลื่อนที่เคยเกิดดังสมการ first order autoregressive error forecast model ต่อไปนี้

$$\varepsilon_k = a\varepsilon_{k-1}$$

เมื่อ ε_k คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่คาดว่าจะเกิด

ε_{k-1} คือ ค่าความคลาดเคลื่อนที่เคยเกิด

a คือ ค่าสัมประสิทธิ์

Non-linear error forecasting model รูปแบบของสมการที่ใช้ในการทำนายความคลาดเคลื่อนที่ไม่ใช่สมการเชิงเส้น ได้แก่ พื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลของน้ำขึ้น-น้ำลง จะมีรูปแบบของสมการเป็นแบบ harmonic ดังต่อไปนี้

$$\varepsilon_k = a+b\cos\left(\frac{2\pi}{c}t+d\right)+e\cos\left(\frac{2\pi}{f}t+g\right)$$

เมื่อ a, b, c, d, e, f และ g คือ ค่าสัมประสิทธิ์

t คือ เวลา

5. การรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ได้ทำการรวบรวมเพื่อใช้ในการจัดทำ สอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลอง ประกอบด้วย ข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศของพื้นที่ลุ่มน้ำเพชรบุรีข้อมูลรูปตัดลำน้ำเพชรบุรี ลำน้ำห้วยแม่ประจันต์คลองส่งน้ำชลประทานและคลองระบายน้ำของลุ่มน้ำเพชรบุรี ข้อมูลการระเหย ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันจำนวน 6 สถานี จากกรมอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายวันซึ่งตั้งอยู่ด้านเหนือน้ำและด้านท้ายน้ำของเขื่อนเพชรจำนวน 9 สถานี และ 12 สถานี ตามลำดับ จากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเพชรบุรี ข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำท่า ข้อมูลระดับน้ำทะเลรายชั่วโมงที่สถานีปากแม่น้ำแม่กลอง ของกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ ข้อมูลปริมาณน้ำไหลเข้า ข้อมูลปริมาณการปล่อยน้ำ ข้อมูลระดับน้ำรายวันและรายเดือนของอ่างเก็บน้ำแก่งกระจานจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ข้อมูลปริมาณน้ำรายวันที่เขื่อนเพชรและคลองส่งน้ำชลประทานจากโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาเพชรบุรี

6. วิธีการศึกษา

ในการจัดทำแบบจำลองนี้ได้จัดทำโครงข่ายแม่น้ำ ซึ่งประกอบด้วยแม่น้ำเพชรบุรีตั้งแต่เขื่อนแก่งกระจานจนลงสู่ทะเล และห้วยแม่ประจันต์ตั้งแต่บ้านห้วยกวางจริงจนถึงจุดบรรจบกับแม่น้ำเพชรบุรี คลองระบายน้ำในลุ่มน้ำเพชรบุรี และอาคารบังคับน้ำต่างๆ ของเขื่อนเพชรซึ่งมีอาคารบังคับน้ำควบคุมการปล่อยน้ำเข้าคลองส่งน้ำชลประทาน การกำหนดเงื่อนไขด้านเหนือน้ำของแบบจำลองจะแบ่งเป็น 2 แบบ คือ 1. ปริมาณน้ำท่าที่คำนวณด้วยแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า จะเป็นเงื่อนไขเหนือน้ำของลุ่มน้ำย่อย ได้แก่ ลุ่มน้ำย่อยห้วยผาก ลุ่มน้ำย่อยห้วยสงสัย ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจันต์ที่บ้านห้วยกวางจริง 2.ปริมาณการปล่อยน้ำของเขื่อนแก่งกระจาน จะเป็นเงื่อนไขเหนือน้ำของแม่น้ำเพชรบุรี สำหรับเงื่อนไขด้านท้ายน้ำของแบบจำลอง ซึ่งประกอบด้วยโครงข่ายแม่น้ำเพชรบุรี คลองส่งน้ำชลประทาน และคลองระบายน้ำจะเป็นข้อมูลระดับน้ำทะเลรายชั่วโมงที่สถานีปากน้ำแม่กลอง ของกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ

- การสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลอง

การสอบเทียบแบบจำลอง (Model Calibration) เป็นการปรับค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของแบบจำลอง ในการศึกษานี้ใช้ข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากสถานีวัดน้ำท่า 3 สถานี คือ สถานีวัดน้ำท่า B.3 สถานีวัดน้ำท่า B.6 และสถานีวัดน้ำท่า B.10 โดยในการศึกษาได้แบ่งสถานีวัดน้ำท่าเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นสถานีที่ตั้งอยู่ทางต้นน้ำของโครงข่ายแม่น้ำในแบบจำลอง จะทำการสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าจำนวน 1 สถานี คือ สถานีวัดน้ำท่า B.6 ส่วนที่ 2 เป็นสถานีวัดน้ำท่าที่ตั้งอยู่ในแม่น้ำเพชรบุรี จะใช้การสอบเทียบแบบจำลองสภาพการไหลและแบบจำลองพยากรณ์น้ำ จำนวน 2 สถานี คือ สถานีวัดน้ำท่า B.3 และสถานีวัดน้ำท่า B.10 ทำการสอบเทียบแบบจำลองในช่วงฤดูฝน (เดือนตุลาคม) โดยเลือกเหตุการณ์ปี พ.ศ.2556 และเหตุการณ์น้ำท่วมปี พ.ศ.2559 ซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมล่าสุด เพื่อให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานท้องน้ำ (Manning's n) ของแบบจำลองครอบคลุมเหตุการณ์น้ำที่เคยเกิดขึ้นได้

- เกณฑ์การตัดสินสอบเทียบแบบจำลอง

ในการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง จะเป็นการหาความแตกต่างระหว่างข้อมูลที่คำนวณได้จากแบบจำลองเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดของสถานีวัดน้ำท่า สำหรับในการศึกษานี้ได้ใช้ค่าทางสถิติที่นำมาวิเคราะห์การเข้ากันได้ของข้อมูลทั้งสอง จำนวน 2 ตัวแปร คือ

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient, r)

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{N}(Q_{oi}-\overline{Q_o})^2 - \sum_{i=1}^{N}(Q_{ci}-\overline{Q_c})^2}{\sqrt{\sum_{i=1}^{N}(Q_{oi}-\overline{Q_o})^2 - \sum_{i=1}^{N}(Q_{ci}-\overline{Q_c})^2}}$$

รากที่สองของความผิดพลาดยกกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error, RMSE)

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

เมื่อ Q_{oi} คือ ข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดที่เวลา i
$\overline{Q_o}$ คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด
Q_{ci} คือ ข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองที่เวลา i
$\overline{Q_c}$ คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ได้จากแบบจำลอง
N คือ จำนวนของข้อมูล

โดย r มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 ถ้า r มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าชุดข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์แบบแปรผันตรง และถ้า r มีค่าเข้าใกล้ -1 แสดงว่าชุดข้อมูลทั้งสองมีความสัมพันธ์ที่ดีกันแต่เป็นความสัมพันธ์ที่ดีกันแบบผกผันกัน

ในขณะที่ค่า RMSE เท่ากับ 0 หมายความว่าชุดข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองมีค่าเท่ากับค่าที่ได้จากการตรวจวัดทุกข้อมูล

- กรณีศึกษา

หลังจากทำการสอบเทียบแบบจำลองจนได้แบบจำลองที่เหมาะสมกับลุ่มน้ำเพชรบุรี จากการจำลองเหตุการณ์น้ำท่วมนี้จะนำไปใช้ศึกษาการพยากรณ์ระดับน้ำเพื่อตรวจสอบความแม่นยำของแบบจำลองการพยากรณ์น้ำ โดยแบ่งเป็น 2 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 ศึกษาฟังก์ชั่นของแบบจำลองพยากรณ์น้ำ จำนวน 3 แบบ คือ 1. แบบ Constant 2. แบบ Triangula และ 3. แบบ Mixed exponential

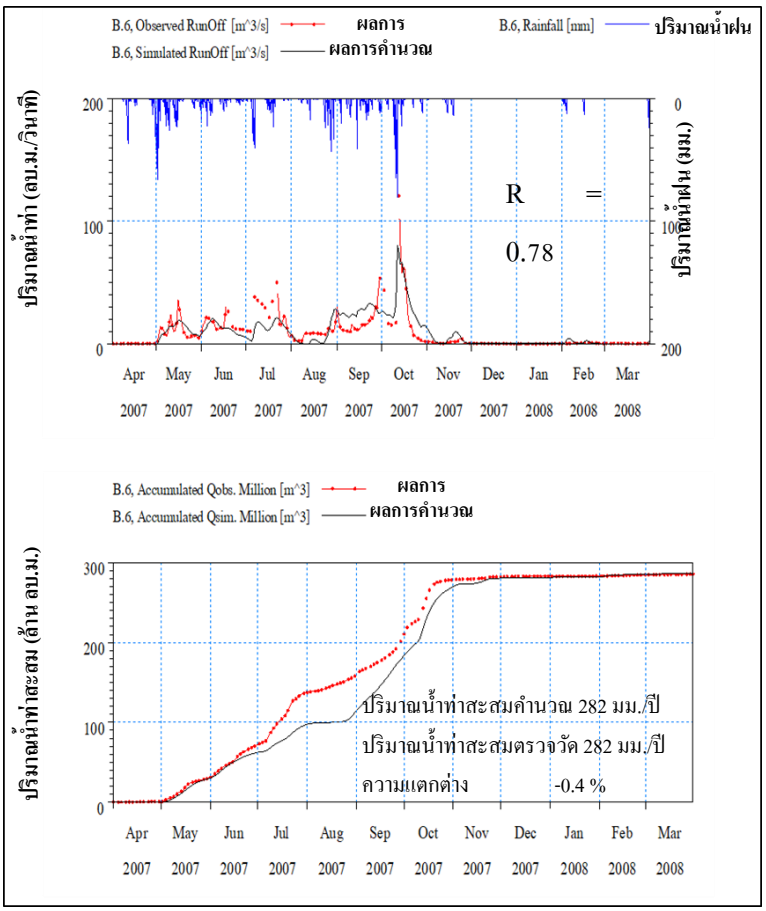
กรณีที่ 2 ศึกษาตรวจสอบความแม่นยำของพยากรณ์ระดับน้ำ

7. ผลการศึกษาและวิจารณ์

ในจากการสอบเทียบแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (Rainfall-Runoff Model) ที่สถานีวัดน้ำท่า B.6 ซึ่งตั้งอยู่ที่บ้านสระยายนนท์ ตำบลวังจันทร์ อำเภอแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี มีพื้นที่รับน้ำ 1,000.76 ตร.กม. สถานีวัดน้ำฝนที่ตั้งอยู่ภายในพื้นที่ลุ่มน้ำสถานีวัดน้ำท่า B.6 ที่มีข้อมูลยาวนานต่อเนื่องมีจำนวน 3 สถานี คือ สถานีวัดน้ำฝนแม่ประจันต์ สถานีวัดน้ำฝน 370322 สถานีวัดน้ำฝนยางน้ำกลัดใต้ (FP04) จึงได้ทำการแบ่งขอบเขตของสถานีวัดน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำของสถานีวัดน้ำท่า B.6 ตามวิธี Thiessen Polygon สำหรับค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการสอบเทียบแบบจำลองได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 พบว่าผลการสอบเทียบแบบจำลอง (Model Calibration) ด้วยข้อมูลปี พ.ศ.2550 (ภาพที่4)มีค่าr เท่ากับ 0.78และค่า WBL เท่ากับ - 0.4%

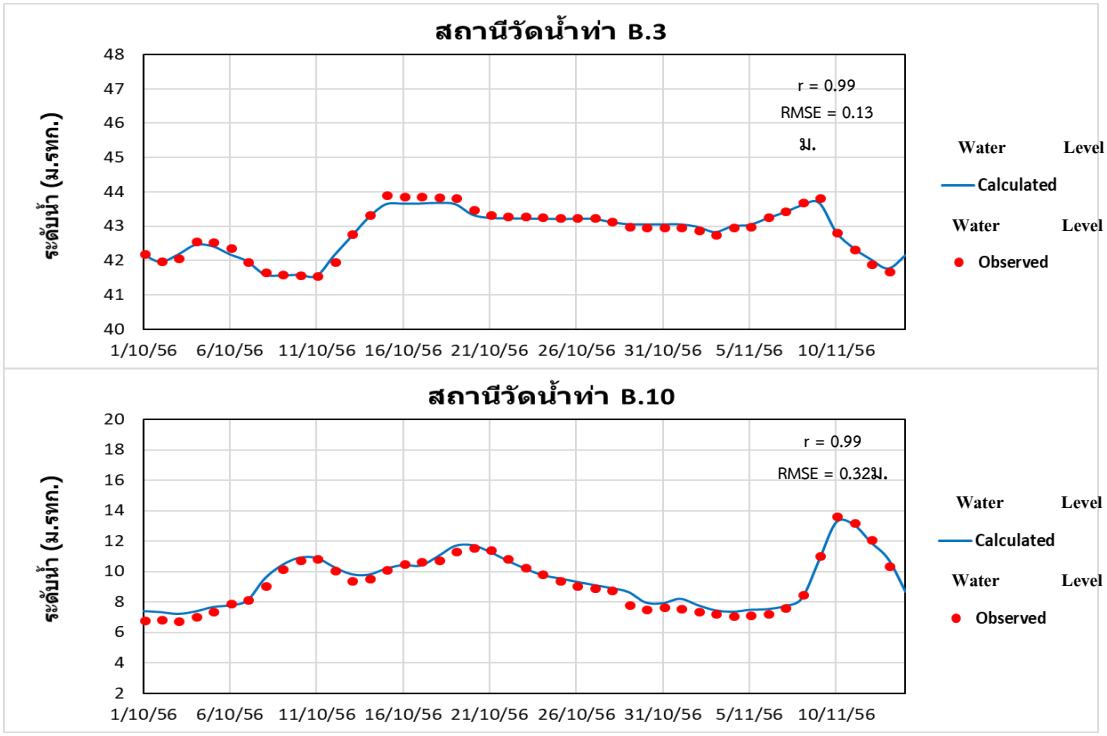
ตารางที่ 1 ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการปรับแก้แบบจำลองปริมาณน้ำฝน-น้ำท่าที่สถานีวัดน้ำท่า B.6

ลุ่มน้ำย่อย	พื้นที่รับน้ำ (ตร.กม.)	U_{max} (มม.)	L_{max} (มม.)	CQOF	CKIF	$CK_{1,2}$ (ชม.)	TOF	TIF	TG	CKBF
B.6	1,000.76	51.6	500	0.444	322.3	30.1	0.779	0.00756	0.852	5,695

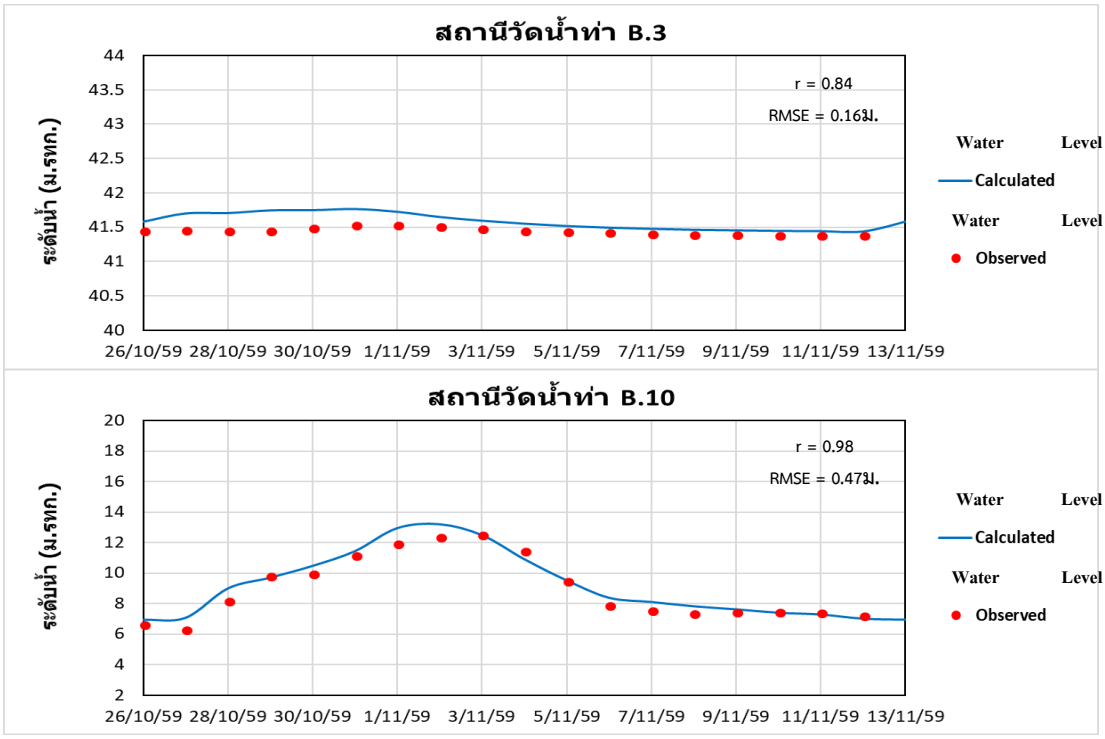


ภาพที่ 4 แสดงผลการสอบเทียบแบบจำลอง (Model Calibration) ที่สถานีวัดน้ำท่า B.6

ในการสอบเทียบแบบจำลองสภาพการไหล (Hydrodynamic Model) ได้ทำการสอบเทียบในช่วงฤดูฝน (เดือนตุลาคม) โดยเลือกเหตุการณ์ปี พ.ศ. 2556 และเหตุการณ์น้ำท่วมปี พ.ศ. 2559 เพื่อให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานท้องน้ำ (Manning's n) ของแบบจำลองครอบคลุมเหตุการณ์น้ำที่เคยเกิดขึ้นได้ สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานท้องน้ำ (Manning's n) ของแม่น้ำเพชรบุรีตอนบนเหนือเขื่อนเพชร และตอนล่างท้ายเขื่อนเพชร มีค่าเท่ากับ 0.025 และ 0.035 ตามลำดับผลการสอบเทียบแบบจำลองสภาพการไหลที่สถานีวัดน้ำท่า B.3 และสถานีวัดน้ำท่า B.10 ของเหตุการณ์น้ำปี พ.ศ. 2556 แสดงในภาพที่ 5โดยมีค่า rเท่ากับ 0.99 และ 0.99ตามลำดับ และค่า RMSEเท่ากับ 0.13 เมตร และ 0.32 เมตร ตามลำดับและผลการตรวจสอบแบบจำลองสภาพการไหลของเหตุการณ์น้ำปี พ.ศ. 2559 แสดงในภาพที่ 6 โดยมีค่า rเท่ากับ 0.84 และ 0.98ตามลำดับ และค่า RMSEเท่ากับ 0.16 เมตร และ 0.47 เมตร ตามลำดับ



ภาพที่ 5 ผลการสอบเทียบแบบจำลองสภาพการไหลในปี พ.ศ. 2556

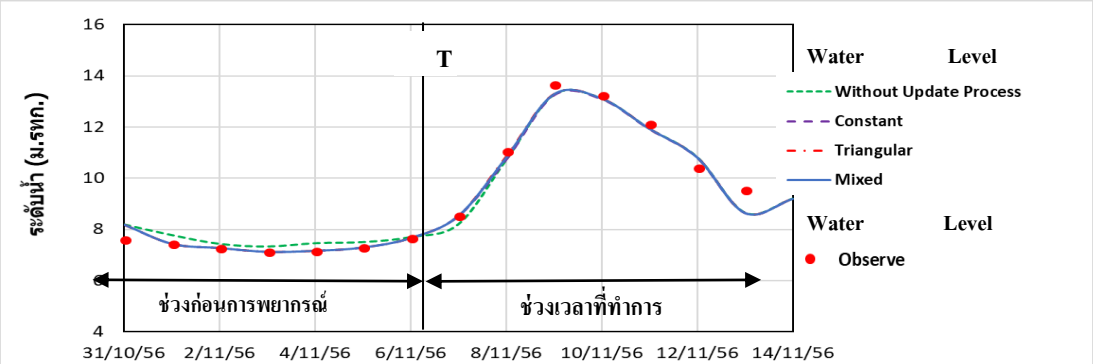


ภาพที่ 6 ผลการตรวจสอบแบบจำลองสภาพการไหลในปี พ.ศ. 2559

ผลการศึกษากรณีศึกษาต่างๆ สามารถสรุปได้ดังนี้

กรณีที่ 1 ผลการศึกษาฟังก์ชั่นของแบบจำลองพยากรณ์น้ำ

ในการประยุกต์ใช้แบบจำลอง MIKE 11 ใช้สมการ linearerror forecast modelในการพยากรณ์น้ำ ณ วันที่ 7 พฤศจิกายน 2556 ด้วยข้อมูลก่อนการพยากรณ์ระดับน้ำ 7 วัน และช่วงเวลาที่ทำการพยากรณ์ระดับน้ำ 7 วัน ซึ่งการปรับค่าความคลาดเคลื่อนด้วยขั้นตอนการ update process ทำให้ผลการคำนวณระดับน้ำ ณ เวลาที่จะทำการพยากรณ์น้ำมีค่าเท่ากับระดับน้ำที่มีการตรวจวัด ในขณะที่การไม่ปรับค่าความคลาดเคลื่อน (Without update process) จะได้ผลการคำนวณระดับณ เวลาที่จะทำการพยากรณ์น้ำมีค่าแตกต่างจากผลการตรวจวัดและส่งผลต่อการคำนวณระดับน้ำช่วงเวลาที่ทำการพยากรณ์น้ำต่อไป โดยการปรับค่าความคลาดเคลื่อนแบบ Constant ทำให้ระดับน้ำลดลงแบบคงที่ส่งผลให้การปรับค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าความแม่นยำน้อยกว่าการปรับค่าความคลาดเคลื่อนแบบ Mixed exponential และแบบ Triangulaดังแสดงในภาพที่ 7 จากผลการประเมินทางสถิติของการปรับค่าความคลาดเคลื่อนล่วงหน้า 2 วัน 3 วัน และ 7 วัน ที่สถานีวัดน้ำท่า B.10 พบว่าฟังก์ชั่นที่ให้ความถูกต้องแม่นยำในการพยากรณ์น้ำดีที่สุดคือแบบ Triangula(ตารางที่ 2) พบว่าแบบ Constant มีค่า RMSE เฉลี่ย 0.23 เมตร0.30 เมตรและ 0.44 เมตร ตามลำดับ และแบบ Mixed exponential มีค่าRMSE เฉลี่ย 0.18 เมตร0.27 เมตรและ 0.44 เมตรตามลำดับ ในขณะที่แบบ Triangulaมีค่าRMSE เฉลี่ย 0.16 เมตร0.26 เมตรและ 0.43 เมตร ตามลำดับ



ภาพที่ 7 แสดงผลการพยากรณ์ระดับน้ำเมื่อมีการ update process รูปแบบต่างๆ ที่ สถานีวัดน้ำท่าB.10ทำการพยากรณ์น้ำ ณ วันที่ 7 พ.ย. 2556

ตารางที่ 2 ค่าดัชนีชี้วัดทางสถิติการปรับค่าความคลาดเคลื่อนของช่วงเวลาที่ทำการพยากรณ์ระดับน้ำล่วงหน้าเมื่อมีการ update process รูปแบบต่างๆ ที่สถานีวัดน้ำท่า B.10ทำการพยากรณ์น้ำ ณ วันที่ 7 พ.ย. 2556

รูปแบบ	2 วัน		3 วัน		7 วัน	
	r	RMSE (เมตร)	r	RMSE (เมตร)	r	RMSE (เมตร)
Without Update Process	1.00	0.34	1.00	0.37	0.98	0.47
Constant	1.00	0.23	1.00	0.30	0.98	0.44
Triangular	1.00	0.16	1.00	0.26	0.98	0.43
Mixed	1.00	0.18	1.00	0.27	0.98	0.44

กรณีที่ 2 ผลการศึกษาความแม่นยำของการพยากรณ์น้ำ

ในการศึกษาฟังก์ชั่นของการปรับค่าความคลาดเคลื่อนพบว่าฟังก์ชั่นแบบ Triangular ให้ผลการพยากรณ์ระดับน้ำที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด จึงเลือกใช้ฟังก์ชั่นแบบ Triangular ในการศึกษาความแม่นยำของการปรับค่าความคลาดเคลื่อนล่วงหน้า 2 วัน 3 วัน และ 7 วันของแบบจำลองพยากรณ์น้ำที่สถานีวัดน้ำท่าบ้านท่ายาง (B.10) โดยทำการพยากรณ์น้ำ ณ วันที่ 2 พฤศจิกายน พ.ศ. 2556 ถึงวันที่ 8พฤศจิกายน พ.ศ. 2556 แสดงในภาพที่ 22 ผลการประเมินทางสถิติของการปรับค่าความคลาดเคลื่อนของสถานีวัดน้ำท่า B.10 ดังแสดงในตารางที่ 3พบว่าค่าRMSE ของการพยากรณ์น้ำล่วงหน้า2 วัน 3 วัน และ 7 วัน เท่ากับ 0.14 0.23 และ 1.05 เมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ค่าดัชนีชี้วัดทางสถิติของการพยากรณ์น้ำเมื่อมีการ update processแบบ Triangulaที่สถานีวัดน้ำท่าB.10ทำการพยากรณ์น้ำ ณ วันที่ 2 – 8 พ.ย. 2556

พยากรณ์ ณ วันที่	2 วัน		3 วัน		7 วัน	
	r	RMSE (เมตร)	r	RMSE (เมตร)	r	RMSE (เมตร)
2 พฤศจิกายน 2556	1.00	0.11	1.00	0.18	1.00	0.28
3 พฤศจิกายน 2556	1.00	0.03	0.96	0.15	0.71	3.45
4 พฤศจิกายน 2556	1.00	0.09	1.00	0.26	0.96	1.86
5 พฤศจิกายน 2556	1.00	0.06	1.00	0.25	0.99	0.33
6 พฤศจิกายน 2556	1.00	0.24	1.00	0.28	0.99	0.46
7 พฤศจิกายน 2556	1.00	0.16	1.00	0.26	0.98	0.43
8 พฤศจิกายน 2556	0.99	0.27	0.99	0.24	0.97	0.51
เฉลี่ย	1.00	0.14	0.99	0.23	0.94	1.05

8. สรุป

1. การศึกษาปริมาณน้ำท่า โดยใช้แบบจำลองสภาพการไหลให้ผลของปริมาณน้ำท่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดี เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำท่าที่สถานีตรวจวัดซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานท้องน้ำ (Manning's n) จะแตกต่างกันไปตามสภาพพื้นที่ โดยค่า Manning's nของแม่น้ำเพชรบุรีตอนบนเหนือเขื่อนเพชรและตอนล่างท้ายเขื่อนเพชรมีค่าเท่ากับ 0.025 และ 0.035 ตามลำดับผลการคำนวณจากแบบจำลองสภาพการไหลได้นำมาสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลองด้วยข้อมูลระดับน้ำและอัตราการไหลที่สถานีวัดน้ำท่า B.3A และสถานีวัดน้ำท่า B.10 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)และค่า RMSE ของระดับน้ำอยู่ในช่วง 0.84-0.99 และ 0.13-0.47 เมตร ตามลำดับ และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)และค่า RMSE ของอัตราการไหลอยู่ในช่วง 0.82-0.99 และ 2.58-25.57 ลบ.ม./วินาที ตามลำดับ

2. ในการพยากรณ์น้ำของเหตุการณ์น้ำหลากปี พ.ศ. 2556ด้วยแบบจำลอง MIKE 11ได้ทำการปรับค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองที่สถานีวัดน้ำท่า B.10 พบว่าการใช้ฟังก์ชั่นในกระบวนการ update process แบบ Triangulaจะสามารถปรับค่าความคลาดเคลื่อนให้มีความถูกต้องแม่นยำได้ดีกว่าแบบ Constant และแบบ Mixed Exponentialและผลการปรับค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์น้ำล่วงหน้า 2 วัน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เฉลี่ย r เท่ากับ 1.00 และ

ค่ารากที่สองของความผิดผลาดยกกำลังสองเฉลี่ย RMSE ของระดับน้ำเท่ากับ0.14เมตร แบบจำลองพยากรณ์น้ำที่พัฒนาขึ้น จึงมีความเหมาะสมในการคาดการณ์แนวโน้มของการเกิดน้ำท่วมของลุ่มน้ำเพชรบุรี และสามารถใช้ประกอบการตัดสินใจในการแจ้งเตือนภัยที่มีประสิทธิภาพ อันเป็นการช่วยบรรเทาและลดความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นได้เป็นอย่างดี

9. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณกรมชลประทาน กรมอุตุนิยทวิทยา กรมแผนที่ทหาร การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย และกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ ซึ่งให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนทางด้านข้อมูลสำหรับการทำวิจัยเป็นนี้อย่างดี

10. เอกสารที่เกี่ยวข้อง

วีระพล แต้สมบัติ. **หลักอุทกวิทยา.** ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วีระพล แต้สมบัติ. **อุทกวิทยาประยุกต์**. ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศูนย์ป้องกันวิกฤตน้ำ กรมทรัพยากรน้ำ. 2560. **ลุ่มน้ำเพชรบุรี**. แหล่งที่มา http://mekhala.dwr.go.th/knowledge-basin-phet.php, 12 ตุลาคม 2560.

สำนักข่าวไอ.เอ็น.เอ็น. 2560. **น้ำท่วมเพชรบุรียังวิกฤติ 2 อำเภอ ระดับเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง.** แหล่งที่มาhttp://news.sanook.com/2095106/, 12 ตุลาคม 2560.