ก รศึกษ พื้นที่เ ี่ยงภยน้ ป่ ไ ล ล ก น้ ท่วมฉบพลน ในพื้นที่ลุ่มน้ น้ มน

Study of Flood Risk areas Flash Flood in the Nam Mun Basin

ุเทน เกตุแก้ว[1],* จิร วฒน์ กณ ุต[2] แล ดนย์ปภพ ม ณี[3]

[1,2,3] ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จ.กรุงเทพมหานคร
*

บทคดย่

ลุ่มน้ำน้ำหมันเป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำป่าไหลหลาก น้ำท่วมฉับพลัน เป็นประจำเกือบทุกปี โดยสาเหตุเนื่องจากพื้นที่มีความลาดชันและเป็นพื้นที่ราบลุ่มของลำน้ำหมันประกอบกับลำน้ำหมันเป็นลำน้ำมีขนาดไม่กว้างมากนักเมื่อเกิดฝนตกหนักต่อเนื่องปริมาณน้ำไหลอย่างรวดเร็วทำให้ไม่สามารถระบายน้ำได้ทัน จึงเกิดปัญหาดังกล่าว ปัจจุบันกรมทรัพยากรธรณีกำลังจัดตั้งเครือข่ายเฝ้าระวังต้นน้ำ แต่ยังไม่มีเครื่องมือและแผนที่เสี่ยงภัยในการเตือนภัยจากปริมาณฝนที่ตกได้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพการไหลการเคลื่อนตัว และจัดทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำป่าไหลหลาก น้ำท่วมฉับพลัน โดยใช้เกณฑ์ปริมาณฝนสะสม 24 ชม. 60 90 150 และ 200 มม./วัน ในการศึกษานี้ได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าจากปริมาณฝนด้วยแบบจำลอง 11 (คำนวณสภาพการไหลในลำน้ำด้วย 11 (ผลการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของน้ำหลาก อัตราการไหลในลำน้ำหมันจากต้นน้ำถึงจุดบรรจบลำน้ำเหือง ใช้เวลา 54 ชม. โดยอัตราการไหลสูงสุดที่สถานี 021101 ณ.วันที่ 13 สิงหาคม 2001 เท่ากับ 89 .392 ลบ.ม./วินาที และจุดบรรจบลำน้ำเหือง 168.738 ลบ.ม./วินาที จากนั้นได้ไปจำลองระดับน้ำในลำน้ำที่วันพยากรณ์ล่วงหน้าต่าง ๆ และพยากรณ์ระดับตามเกณฑ์ปริมาณฝน โดยใช้แบบจำลอง 11 (ผลการพยากรณ์น้ำล่วงหน้า 7 วัน โดยค่าความคาดเคลื่อน วันที่ 1 ถึง 3 ให้ความถูกต้องมากที่สุด มีค่า 0.207 0.174 และ 0.157 ม. แล้วจึงนำระดับน้ำพยากรณ์นั้นไปสร้างแผนที่น้ำป่าไหลหลาก น้ำท่วมฉับพลัน โดยใช้แบบจำลอง พบว่าพื้นที่เสี่ยงภัยจากน้ำป่าไหลหลาก และน้ำท่วมฉับพลันมีพื้นที่ 6 745 7 095 7 884 และ 8 026 ไร่ ตามลำดับ พื้นที่ชุมชน 207 301 414 และ 424 ไร่ และสิ่งปลูกสร้าง 212 309 410 และ 423 หลัง จากผลการจัดทำแบบจำลองสามารถนำแผนที่ไปใช้ในการแจ้งเตือนภัย และวางแผนหรือจัดพื้นที่อพยพ ที่ปลอดภัยได้ทันท่วงที และในอนาคตพื้นที่ที่มีความเสี่ยง ในการพัฒนาโครงการสามารถนำแผนที่ไปประกอบการพิจารณาในการวางโครงการต่าง ๆของหน่วยงานรัฐได้อีกต่อไปฐได้อีกต่อไป

คำสำคัญ: น้ำป่าไหลหลาก น้ำท่วมฉับพลัน 11 21
เกณฑ์ปริมาณฝนสะสม

Abstract

: 11 21

1. ค น

พื้นที่ลุ่มน้ำน้ำหมัน เป็นลุ่มน้ำสาขาโขงตะวันออกเฉียงเหนือ มีขนาดพื้นที่รับน้ำฝนประมาณ 621.23 ตารางกิโลเมตร ลุ่มน้ำน้ำหมันเป็นพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำป่าไหลหลาก น้ำท่วมฉับพลัน เป็นประจำเกือบทุกปี โดยสาเหตุเนื่องจากพื้นที่มีความลาดชัน และเป็นพื้นที่ราบลุ่มของลำน้ำหมัน ประกอบกับลำน้ำหมันเป็นลำน้ำมีขนาดไม่กว้างมากนักเมื่อเกิดฝนตกหนักต่อเนื่องปริมาณน้ำไหลอย่างรวดเร็วทำให้ไม่สามารถระบายน้ำได้ทัน จึงเกิดปัญหาดังกล่าว ทำให้บ้านเรือนและพืชผลทางการเกษตรเสียหาย ดังแสดงในรูปที่ 1 ปัจจุบันกรมทรัพยากรธรณีกำลังจัดตั้งเครือข่ายเฝ้าระวังต้นน้ำ เพื่อเตือนภัยจากเหตุการณ์ดังกล่าว แต่ยังไม่มีเครื่องมือและแผนที่เสี่ยงภัยในการเตือนภัยจากปริมาณฝน ตามเกณฑ์ปริมาณฝนสะสม 24 ชม. 0-50 มิลลิเมตรสถานการณ์ปกติ 60 มิลลิเมตร แจ้งเตือนเบื้องต้น 90 มิลลิเมตร แจ้งเตือนเฝ้าระวังน้ำป่าไหลหลาก 100-150 มิลลิเมตร เตรียมพร้อมหนีภัย 150-200 มิลลิเมตร อพยพหนีภัย [4] ซึ่งเกณฑ์การเตือนภัยสอดคล้องกับคู่มืออาสาสมัครเตือนภัยของกรมป้องกันและบรรเทาสมธารณภัย



รูปที่ 1 น้ำป่าไหลหลาก น้ำท่วมฉับพลันในลุ่มน้ำน้ำหมัน

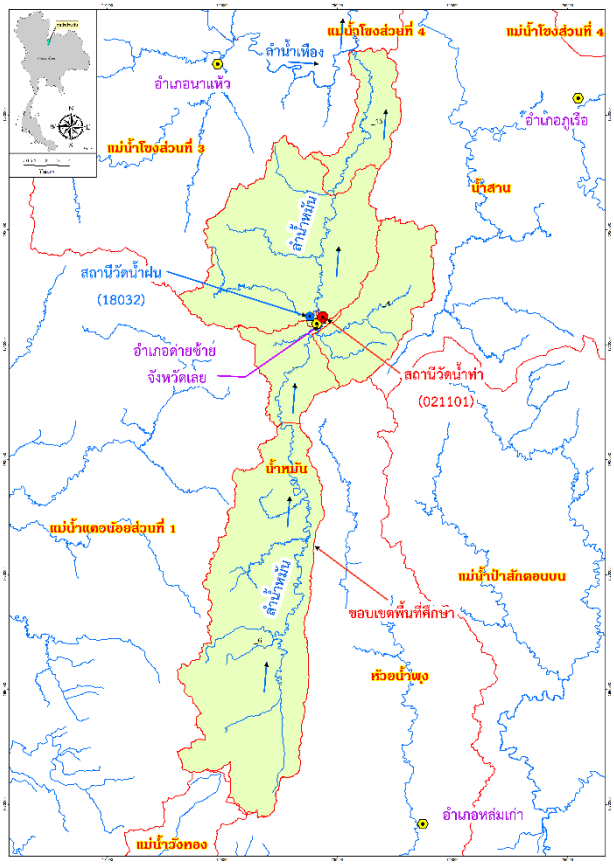
ในการวิจัยโดยจำลองน้ำฝน-น้ำท่า โดยใช้แบบจำลอง 11 (และจำลองการไหล 11 (การจำลองการไหล 2 มิติ 21 และจัดทำแผนที่น้ำป่าไหลหลากน้ำท่วมฉับพลัน จากแบบจำลอง

การวิจัยที่ผ่านมาเช่น [5] ฑิตยา สุขเจริญ. (2561). การศึกษาการบริหารจัดการน้ำของลุ่มน้ำเลย. ในการควบคุมอาคารบังคับ โดยใช้สถานการณ์น้ำ 3 กรณี โดยสภาพปัจจุบัน กรณีก่อสร้างปตร.ศรีสองรัก ปตร.ลำน้ำเดิม โดยการเปิดบานทั้งหมด และกรณีปตร.ศรีสองรัก ปตร.ลำน้ำเดิม โดยควบคุมบาน ที่ระดับ +210 ม.รทก. สามารถเก็บน้ำในช่วงฤดูแล้งได้ 5.2 ล้าน ลบ.ม. และสามารถระบายน้ำลงสู่แม่น้ำโขงได้สูงสุดตามสภาพปัจจุบัน [6] มุจลินทร์ ทันมา. (2563). การพยากรณ์น้ำของจังหวัดอุทัยธานี ในพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกกรัง. โดยเปรียบเทียบข้อมูลอุกภัยในปี พ.ศ. 2554 และปี พ.ศ. 2560 คำนวณปริมาณการไหลและระดับน้ำ อยู่ระหว่าง 0.80 – 0.98 และค่า อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.30 ม. อยู่ระหว่าง 0.03 – 0.06 และพยากรณ์น้ำท่วม 12ตุลาคม 2554 ถึงวันที่ 19 ตุลาคม 2554 โดยการพยากรณ์ระดับน้ำล่วงหน้า 1 วัน จะมีความแม่นยำที่สุด โดยค่า เมตร กรณี 3 วัน มีค่า ไปประยุกต์ใช้ในการบริหารการจัดการควบคุมระดับน้ำหน้าเขื่อนเจ้าพระยา ไม่ให้สูงกว่า +17.50 ม.รทก. ลดพื้นที่น้ำท่วมได้ 37.47 ตร.กม. 7] สิทธิโชติ อาชวกิจโกศล. (2562). การศึกษาการพยากรณ์น้ำหลากในพื้นที่ลุ่มน้ำมูลตอนล่าง. โดยพยากรณ์ในกรณีที่มีฝนตกและกรณีที่ไม่มีฝนตก พบว่า กรณีไม่มีฝนตก ได้ผลการพยากรณ์ระดับน้ำ 1 วัน 2 วัน และ 3 วัน ที่มีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 0.05 0.12 และ 0.19 เมตร กรณีมีฝนตก มีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 0.02 0.04 และ 0.07 เมตร จึงใช้กรณีที่มีฝนตก พยากรณ์น้ำท่วมในพื้นที่ จะมีพื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมสูงสุด 76.97 ตร.กม. ในวันที่ 13 กันยายน พ.ศ. 2562 โดยในการศึกษานี้จะทำให้ทราบถึงแนวโน้มที่จะเกิดน้ำท่วมขึ้นในอนาคต และสามารถทำการแจ้งเตือนภัยที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะช่วยบรรเทาและลดความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นได้

ซึ่งเห็นได้ว่าแบบจำลองมีการใช้กันแพร่หลายและเป็นที่ยอมรับในงานวิจัย จึงได้นำมาเพื่อศึกษาสภาพการไหลและการเคลื่อนตัว และจัดทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำป่าไหลหลาก น้ำท่วมฉับพลัน ในพื้นที่ลุ่มน้ำน้ำหมัน โดยใช้เกณฑ์ปริมาณฝนสะสม 24 ชม. ของกรมทรัพยากรธรณี หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปวางแผนการป้องกันและแก้ไขต่อพื้นที่เสี่ยงภัยได้ในอนาคตง

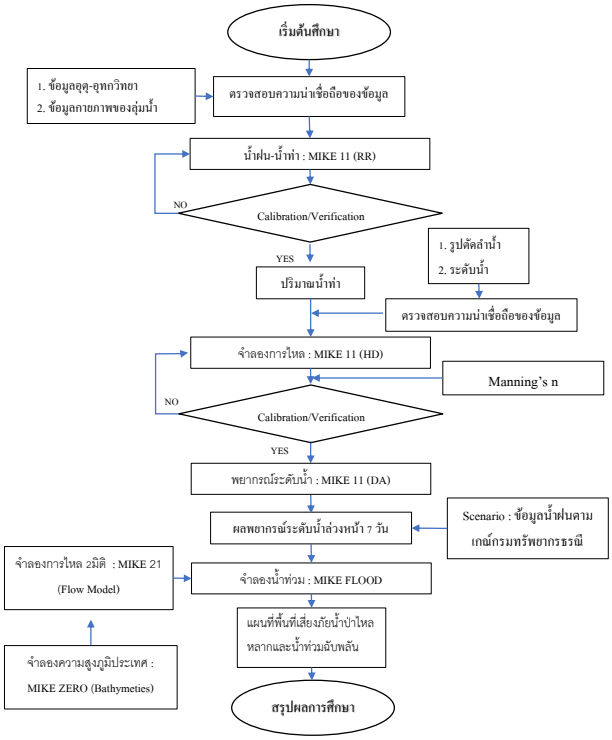
2. พื้นที่ศึกษ

ลุ่มน้ำน้ำหมัน มีขนาดพื้นที่รับน้ำฝนประมาณ 621.23 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ครอบคลุม 11 ตำบล ในพื้นที่ 4 อำเภอ ได้แก่ อำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์ และอำเภอด่านซ้าย อำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย แม่น้ำหมันซึ่งมีต้นน้ำที่เทือกเขาภูหินร่องกล้า จังหวัดเพชรบูรณ์ จะมีปริมาณน้ำสะสมในลำน้ำไหลผ่านตัวอำเภอด่านซ้าย ไหลลงลำน้ำเหืองบริเวณบ้านปากหมัน ตำบลปากหมัน อำเภอด่านซ้าย และไหลลงแม่น้ำโขงที่อำเภอท่าลี่ จังหวัดเลย มีความยาวลำน้ำประมาณ 120 กิโลเมตร ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ขอบเขตพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำน้ำหมัน

ที่จะนำมาใช้ศึกษาแบบจำลองแล้ว จะต้องดำเนินการตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูลก่อน ซึ่งจะทำให้แบบจำลองมีความถูกต้อง สามารถนำไปใช้งาน



รูปที่ 3 ขั้นตอนและวิธีการจัดทำแบบจำลองคณิตศาสตร์

2.1 วิธีการศึกษา

ในขั้นตอนการศึกษาจัดทำแบบจำลองน้ำฝนน้ำ-น้ำท่า แบบจำลอง จำลองการไหล พยากรณ์น้ำ (การจำลองการไหล มิติ และจัดทำแผนที่น้ำป่าไหลหลากน้ำท่วมฉับพลัน จากแบบจำลอง ประกอบด้วยการรวบรวมข้อมูล การจัดทำแบบจำลอง การสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลอง นำมาประยุกต์ใช้จำลองน้ำฝน-น้ำท่าจากพายุฝนตามเกณฑ์ปริมาณน้ำฝนสะสม 24 ชม. ของกรมทรัพยากรธรณี 60 มม. 90 มม. 150 มม. และ 200 มม. เพื่อจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยน้ำป่าไหลหลาก น้ำท่วมฉับพลัน สามารถสรุปการศึกษาได้ตามรูปที่ 3

2.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลอง ประกอบด้วย ข้อมูลลักษณะภูมิประเทศโดยแสดงพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ข้อมูลน้ำท่ารายวัน ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ปริมาณการระเหยจากถาด ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข ข้อมูลดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นได้จัดเก็บและรวบรวมไว้โดยหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้ กรมชลประทาน กรมอุตุนิยมวิทยา กรมพัฒนาที่ดิน กรมแผนที่ทหาร สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (และหน่วยงานอื่น ๆ หลังจากที่ได้เก็บรวบรวมข้อมูล

2.2.1 ข้อมูลพื้นฐานของลุ่มน้ำ

แบบจำลองระดับสูงเชิงเลข มาตราส่วน 1 : 4 000 ความละเอียดจุดภาพ 5 5 เมตรเพื่อใช้ในการแบ่งลุ่มน้ำย่อยในลุ่มน้ำน้ำหมัน ในการจัดทำแบบจำลองน้ำฝน - น้ำท่า และเพื่อนำไปต่อขยายสำหรับการสร้างแผนที่น้ำท่วม ในการแบ่งพื้นที่รับน้ำตามลักษณะภูมิประเทศและลุ่มน้ำย่อยในลุ่มน้ำน้ำหมัน

2.2.2 ข้อมูลรูปตัดตามยาว และรูปตัดตามขวางลำน้ำ

ข้อมูลรูปตัดตามยาว และตามขวางลำน้ำ กรมชลประทานปี กม. 0+000 119+139.22 ซึ่งในแบบจำลอง 11 (เป็นแบบจำลองที่ใช้วิเคราะห์สภาพการไหลตามลักษณะทางกายภาพของลำน้ำ ประกอบไปด้วยข้อมูลระดับท้องน้ำ ระดับตลิ่ง จะต้องทำการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลรูปตัดลำน้ำ โดยจะใช้วิธีตรวจสอบความต่อเนื่องของรูปตัดลำน้ำ

2.2.3 ข้อมูลปริมาณฝนรายวัน

ในพื้นที่ลุ่มน้ำน้ำหมันมีสถานีวัดน้ำฝนของกรมอุตุนิยมวิทยา 1 สถานี คือสถานี อำเภอด่านซ้าย รหัสสถานี 18032 ข้อมูลจากปี 1994 ถึงปี 2021

2.2.4 ข้อมูลระดับน้ำและอัตราการไหล

ข้อมูลระดับน้ำและปริมาณน้ำท่าเพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับแบบจำลอง ประกอบด้วย สถานี 021101 ของกรมทรัพยากรน้ำตรวจวัดปี 1995 ถึงปี 2016 และสถานี 021302 น้ำเหืองที่บ้านปากห้วย

2.2.5 การใช้ประโยชน์ที่ดิน

การใช้ประโยชนีที่ดินในพื้นที่ลุ่มนน้ำหมัน มีพื้น 388,267 ไร่ โดยพื้นที่ส่วนใหญ่ พื้นที่ยังคงสภาพพื้นที่ป่าไม้ 174 266 ไร่ รองลงมาเป็นพื้นที่ปลูกพืชไร่ 126 075 ไร่ และพื้นที่ไม้ยืนต้น 39,422 ไร่ ดังตารางที่ 1

ต ร งที่ 1 การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำน้ำหมัน

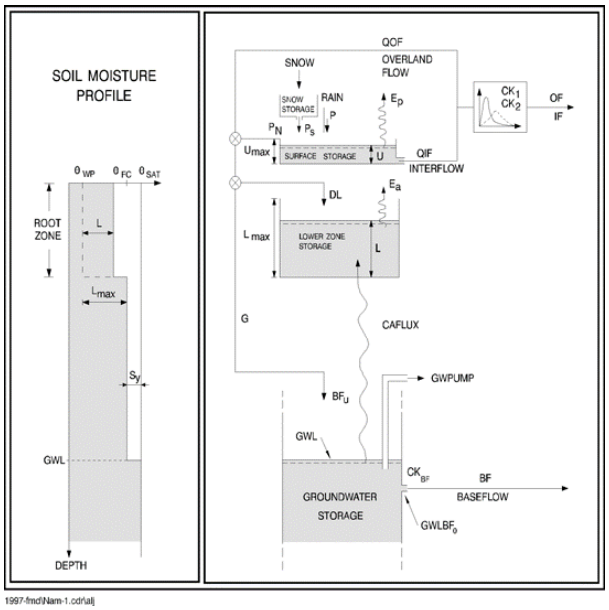
ประเภท	ไร่	ร้อยละ
นาข้าว		4.12
พืชไร่		
ไม้ยืนต้น		
ไม้ผล		
ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์		
พื้นที่ป่าไม้		
พื้นที่เบ็ดเตล็ด		
พื้นที่ชุมชน		
พื้นที่แหล่งน้ำ		
รวม		.00

2.3 การจัดทำแบบจำลอง

ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้แบบจำลอง 11 ซึ่งเป็นแบบจำลองทางชลศาสตร์สำหรับแม่น้ำ ลำน้ำ และอ่างเก็บน้ำ เป็นที่ยอมรับแล้วว่าเป็นแบบจำลองที่ได้มาตรฐานและสามารถปฏิบัติงานได้จริง ทั้งทางด้านการคำนวณการไหลของน้ำ คุณภาพน้ำ และการเคลื่อนที่ของตะกอนบริเวณปากแม่น้ำ คลองชลประทาน และน้ำผิวดินชนิดอื่นๆ แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาในแบบจำลอง 11 ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาครั้งนี้

2.3.1 แบบจำลองน้ำฝนน้ำท่า (MIKE11 RR)

แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า ได้ใช้แบบจำลอง ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ใช้จำลองพฤติกรรมกายภาพของลุ่มน้ำ โดยการแบ่งกระบวนการทางอุทกวิทยาคำนวณจะเริ่มต้นจากฝนที่ตกลงมาสะสมในชั้น เมื่อมีค่าปริมาณที่มากพอก็จะไหลออกมาเป็นน้ำท่า โดยจะมีบางส่วนไหลลงชั้น บางส่วนระเหยกลับไปในอากาศ และจะมีบางส่วนไหลซึมลึกลงไปในชั้น ซึ่งน้ำในส่วนนี้บางส่วนถูกน้ำมาใช้และไหลรวมเป็นน้ำท่าในช่วงฤดูแล้ง ดังนั้น น้ำท่าที่ไหลมาจากชั้น และได้รวมกับน้ำที่ถูกนำมาใช้ในชั้น จะเป็นน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณ ดังรูปที่ 4 โดยการจัดทำแบบจำลอง (1) คัดเลือกสถานีกรมทรัพยากรน้ำ 021101 (2) การสอบเทียบแบบจำลองระหว่างผลการคำนวณปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลองกับปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการบันทึกข้อมูล เพื่อจะได้ทำการปรับแก้ค่าพารามิเตอร์ ในการสอบเทียบแบบจำลองนี้จะใช้ ใช้ค่าดัชนีทางสถิติมาพิจารณา (^{2}) และ ค่าระดับสมดุลน้ำ , เป็นตัวแปรทางสถิติที่แสดงความแตกต่างของปริมาณน้ำท่าสะสมระหว่างปริมาณน้ำท่าที่คำนวณด้วยแบบจำลองและปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด หลังจากนั้นจึงนำมาประยุกต์ใช้กับลุ่มน้ำน้ำหมัน การปรับเทียบแบบจำลอง โดยเริ่มต้นการปรับเทียบแบบอัตโนมัติ (เพื่อใช้เป็นการหาค่าพารามิเตอร์เริ่มต้น (4) การปรับเทียบแบบจำลอง โดยการปรับเทียบเอง โดยจะเลือกปีที่เป็นปีน้ำมาก เพื่อเป็นการหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในการพยากรณ์น้ำ (5) ใช้ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับทดสอบแบบจำลอง โดยใช้ในช่วงปีที่ไม่ได้ปรับเทียบเอง เพื่อยืนยันค่าพารามิเตอร์นั้นมีความเหมาะสมแล้ว และสามารถนำไปใช้ต่อไปได้ (6) ตรวจสอบค่าดัชนีทางสถิติ ^{2} มีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 ถ้ามีค่าเท่ากับ 1 แสดงว่าชุดข้อมูลทั้งสองมีค่าสหสัมพันธ์เชิงเส้นที่สมบูรณ์ และไม่ควรต่ำกว่า 0.5 และค่า มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่าเป็นค่าที่ยอมรับได้ โดยค่าที่ได้จากแบบจำลองกับค่าที่ตรวจวัดได้นั้นจะต้องมีค่าไม่เกิน 10 %



รูปที่ 4 โครงสร้างแบบจำลอง

2.3.2 การจัดทำและปรับเทียบแบบจำลองสภาพการไหล MIKE11 (HD)

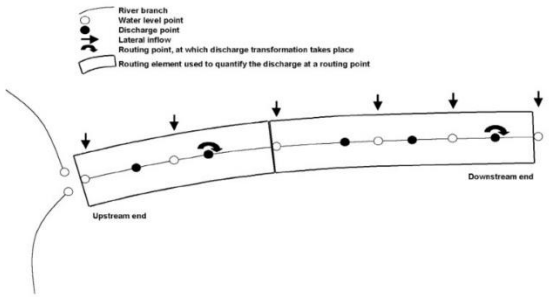
แบบจำลองนี้ ใช้วิธี ในการคำนวณสภาพการไหลแบบไม่คงที่ (ในลำน้ำและบริเวณปากแม่น้ำ โดยแบบจำลองสภาพการไหลสามารถอธิบายสภาพการไหลได้ทั้งการไหลแบบต่ำกว่าวิกฤต (และการไหลแบบเหนือวิกฤต (ตลอดจนสามารถคำนวณการไหลในระบบลำน้ำที่มี

การไหลเข้าด้านข้างและแสดงผลการคำนวณเปลี่ยนแปลงตามเวลา (และสถานที่ (สมการพื้นฐานของแบบจำลองสภาพการไหลในแบบจำลอง คือ สมการ ซึ่งเป็นสมการที่อธิบายสภาพการไหลในลำน้ำแบบมิติเดียว (โดยมีสมมุติฐานเบื้องต้น (1) เป็นของเหลวที่ไม่สามารถอัดได้ (และความหนาแน่นคงที่ตลอดการไหล (2) ความลาดชันท้องลำน้ำมีค่าน้อย ((3) การไหลเป็นแบบมิติเดียว (ความลึกและความเร็วเปลี่ยนแปลงไปตามความยาวของลำน้ำ (4) สภาพการไหลเป็นแบบต่ำกว่าวิกฤต (สมการ ดังแสดงในสมการที่ (1)

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{2Q}{A}\frac{\partial Q}{\partial x} + g\left(\frac{A}{B} - \frac{Q^2}{A^2}\right)\frac{\partial A}{\partial x} + gA(S_f - S_o) = 0 \qquad (1)$$

คือ อัตราการไหล (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที)
คือ พื้นที่หน้าตัด (ตารางเมตร)
คือ อัตราการไหลเข้าด้านข้าง (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาทีต่อเมตร)
คือ ระดับน้ำเหนือระดับน้ำอ้างอิง (เมตร)
คือ)
คือ รัศมีชลศาสตร์ (เมตร)

การแก้สมการ - โดยใช้รูปแบบ ถูกพัฒนาโดย และ ซึ่งคำนวณเป็นระบบ โดยจะกำหนดให้อัตราการไหล ( ) และระดับน้ำ ( ) อยู่ในตำแหน่งที่สลับกันดังรูปที่



รูปที่ 5 แสดงตำแหน่งที่ใช้คำนวณอัตราการไหลและระดับน้ำ

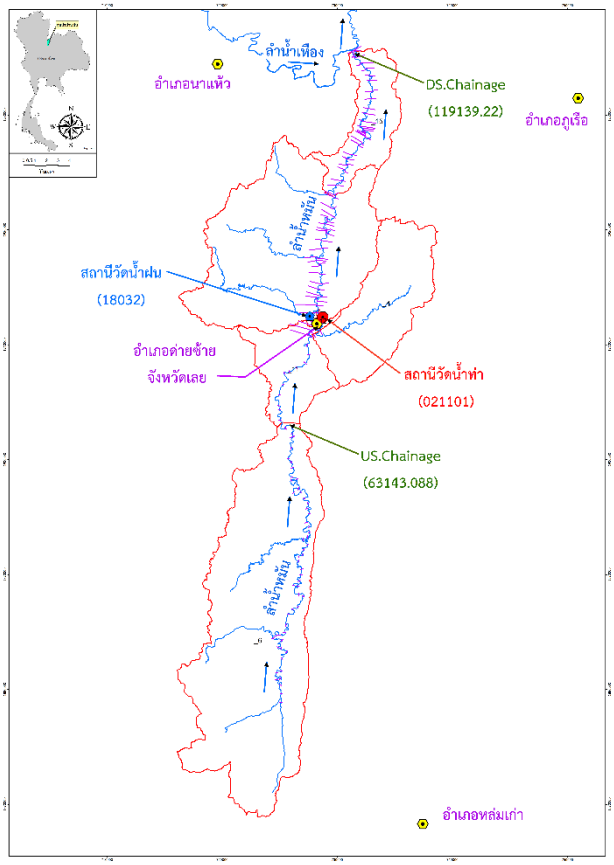
ความเสียดทานท้องน้ำสำหรับสมการ ได้ใช้สมการที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าความเสียดทาน ดังแสดงในสมการที่ (2)

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

(6) สภาพเงื่อนไขขอบเขต (ในการจัดทำโครงข่ายลำน้ำในการศึกษาครั้งนี้ ได้ใช้ข้อมูลของลำน้ำที่สำคัญของลุ่มน้ำน้ำหมัน โดยโครงข่ายลำน้ำนี้ได้แสดงรายละเอียดของลำน้ำตามตารางที่ 2 และรูปที่ 6

ต ร งที่ 2 โครงข่ายลำน้ำ และการเชื่อมต่อลำน้ำในแบบจำลองสภาพการไหล

พื้นที่ลุ่มน้ำย่อย	พื้นที่รับน้ำ	ลำน้ำ
		น้ำหมัน
		น้ำหมัน
		ห้วยศอก
		น้ำหมัน
		น้ำหมัน



รูปที่ 6 โครงข่ายลำน้ำและรูปตัดลำน้ำในลุ่มน้ำน้ำหมัน

(7) การเชื่อมต่อแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า ร่วมกับแบบจำลองสภาพการไหลโดยการใช้พารามิเตอร์ที่ได้จากแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่ามาคำนวณหาปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำย่อยต่าง ๆ โดยทำการแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย (เป็น 5 ลุ่มน้ำย่อย ซึ่งปริมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลอง นั้น จะเชื่อมต่อเข้ากับแบบจำลองสภาพการไหลที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของหน้าตัดลำน้ำ ทั้งนี้การเชื่อมต่อผลการคำนวณปริมาณน้ำท่า กรณีที่มีปริมาณการไหลจากลำน้ำสาขาไหลลงสู่ลำน้ำหลัก กำหนดให้ปริมาณน้ำท่าของลำน้ำสาขาเข้าสู่ลำน้ำหลักที่มาบรรจบ กรณีที่ฝนตกในพื้นที่รับน้ำภายในขอบเขตของลุ่มน้ำ กำหนดให้ปริมาณน้ำท่ากระจายไปตามแนวของความยาวลำน้ำนั้น ๆ

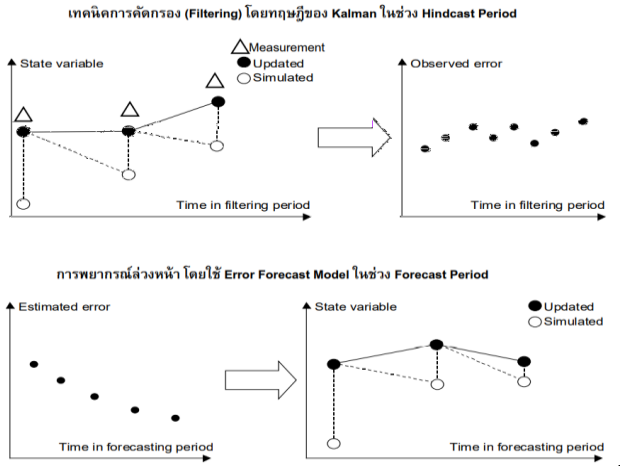
(8) การสอบเทียบและกำหนดค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองสภาพการไหล จะใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานท้องน้ำ (โดยปกติแล้วค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานท้องน้ำในทางน้ำเปิดธรรมชาตินั้นจะอยู่

ระหว่าง 0.020 – 0.050 แต่สำหรับการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานท้องน้ำค่าดังกล่าวด้วยการปรับเทียบค่าที่ได้จากการคำนวณและค่าที่ได้จากการตรวจวัดมาหาค่าความสัมพันธ์ 2 ค่า คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ หรือ และ ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย หรือ

2.3.3 แบบจำลองพยากรณ์น้ำ MIKE 11 (DA)

แบบจำลองพยากรณ์น้ำ เป็นแบบจำลอง ที่ใช้สำหรับคำนวณระดับน้ำหรือปริมาณการไหลล่วงหน้าตามจุดที่สนใจซึ่งเป็นที่ตั้งของสถานีวัดน้ำท่าตามช่วงเวลาที่กำหนด สำหรับช่วงเวลาที่ กำหนดตามหลักการพยากรณ์น้ำด้วย นั้น เพียงกำหนดช่วงเวลาในการพยากรณ์ (ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดช่วงเวลาที่จะต้องจัดเตรียมข้อมูลอุตุ-อุทกวิทยาให้กับ แบบจำลองและระยะเวลาที่จะทำการพยากรณ์น้ำในแต่ละครั้ง หรือเรียกว่า โดยแบ่ง ออกเป็น ช่วงเวลา ซึ่งยึดเวลาเป็นตัวแบ่ง เป็นช่วงเวลาที่มีข้อมูลตรวจวัดไว้ได้แล้ว (ซึ่งถ้า ข้อมูลนี้มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือมาก ก็จะทำให้ผลการพยากรณ์น้ำในช่วง มี ความถูกต้องมากตามไปด้วย เป็นช่วงเวลาที่แบบจำลองจะประมาณค่าขอบเขต (ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนหรือปริมาณการไหลในช่วงพยากรณ์ล่วงหน้า ซึ่งแบบจำลองจะ นำไปใช้เป็นเงื่อนไขขอบเขต (ดังรูปที่ 7

โดยจำลองพยากรณ์ระดับน้ำและพยากรณ์น้ำท่วม ในการพยากรณ์น้ำโดยใช้จากพายุฝนตามเกณฑ์ปริมาณน้ำฝนสะสม ชม. ของกรมทรัพยากรธรณี ปริมาณฝนสะสม ชม. มม. มม. มม. มม. และ มม.



3

รูปที่ 7 ขั้นตอนการทำงานของการพยากรณ์น้ำ

2.4 การประยุกต์ใช้แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า แบบจำลองสภาพการไหล ใช้สร้างข้อมูลแผนที่น้ำป่าไหลหลาก น้ำท่วมฉับพลัน

การสร้างแผนที่น้ำท่วม (นั้น จะต้องมีข้อมูลเส้นชั้นความสูงเป็นข้อมูล ความละเอียดจุดภาพ 5*5 ม. ให้ครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำน้ำหมันทั้งหมด จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า แบบจำลองสภาพการไหล ใน 11 มาทำการคำนวณการไหลใน 21 โดยกำหนดให้มีการคำนวณในช่วงที่มีระดับน้ำสูงสุด ในการศึกษานี้เลือกช่วงเวลาที่มีระดับน้ำสูงสุดในช่วงวันที่ 9 สิงหาคม 200 ถึง วันที่ 3 กันยายน 200 เป็นช่วงเวลาสำหรับจัดทำแผนที่น้ำท่วม (โดยใช้แบบจำลอง มาสร้างแผนที่น้ำท่วม

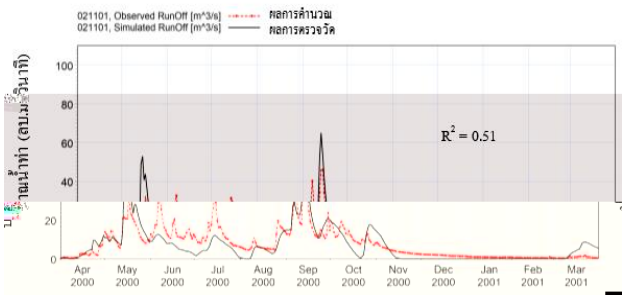
3. ผลแล วิจ รณ์

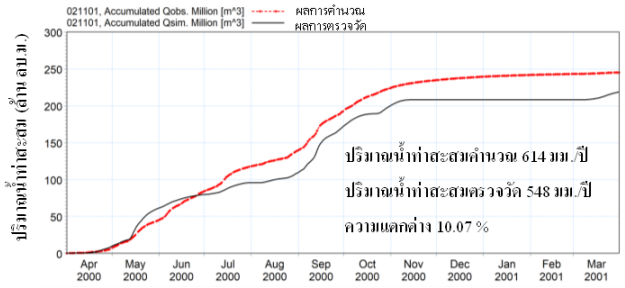
3.1 ผลการสอบเทียบแบบจำลองน้ำฝน – น้ำท่า (MIKE 11 RR)

ค่าพารามิเตอร์สำหรับการสอบเทียบแบบจำลองน้ำฝน – น้ำท่า ที่สถานีวัดน้ำท่า สถานี 021101 โดยพิจารณาใช้ข้อมูลในปี พ.ศ. 1995 - พ.ศ. 2016 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3 โดยเลือกปีที่น้ำมาก โดยผลการสอบเทียบแบบจำลองปี 2000 (และผลตรวจสอบแบบจำลองปี 2001 (ได้ดังรูปที่ 8 และรูปที่ 9 ตามลำดับ พบว่าในช่วงปีที่สอบเทียบ ^{2} มีค่า 0. และ มีค่า 07 % ขณะที่ในช่วงปีที่ตรวจสอบ (ไม่มีการปรับแก้พารามิเตอร์เพิ่มเติม) มีค่า มีค่า - %

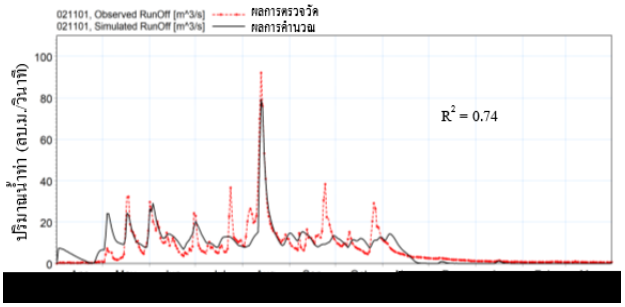
ต ร งที่ 3 ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการปรับแก้แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า

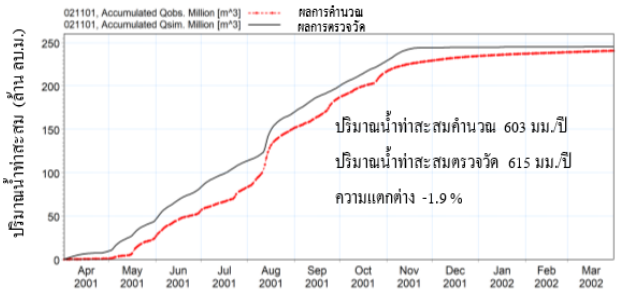
พื้นที่ (ตร.กม.)	400
มม.)	75
มม.)	417
	301.2
ชม.)	
	3762





รูปที่ 8 ผลการสอบเทียบแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (





รูปที่ 9 ผลการตรวจสอบแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (

3.2 ผลการสอบเทียบแบบจำลองสภาพการไหล (MIKE11 HD)

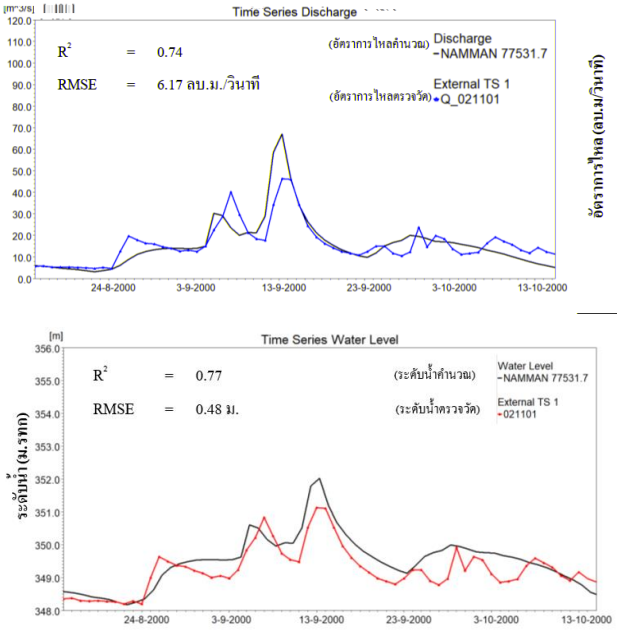
จากการสอบเทียบแบบจำลองสภาพการไหล (ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานท้องน้ำ (โดยแบ่งลำน้ำออกเป็น 3 โซน ดังตารางที่ 4 ผลการสอบเทียบแบบจำลองสภาพการไหลที่สถานีวัดน้ำท่า ของเหตุการณ์น้ำปี พ.ศ. 0 แสดงในรูปที่ 10 และผลการตรวจสอบพ.ศ. 1 ในรูปที่ 11 ตามลำดับ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (และค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (ดังแสดงในตารางที่ 5

ต ร งที่ 4 ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของท้องน้ำ (**Manning's n**) ที่ได้จากการตรวจสอบและสอบเทียบแบบจำลองสภาพการไหล

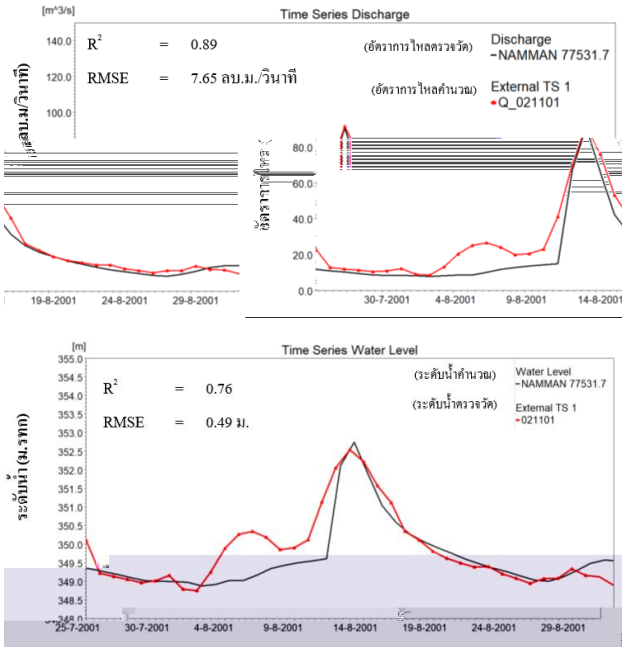
ลำดับที่	ค่า

ต ร งที่ 5 ผลการเปรียบเทียบค่าดัชนีชี้วัดทางสถิติแบบจำลอง **MIKE 11 HD**

เ ตุก รณ์น้ ท่วมปี (พ.ศ.)	ร ดบน้		ตร ก รไ ล	
	(เมตร)		(ลบ.ม./วินาที)	
2000	0.48	0.77	6.17	0.74
2001	0.49	0.76	7.65	89



รูปที่ 10 ผลการสอบเทียบแบบจำลองสภาพการไหลและระดับน้ำ พ.ศ. 2000

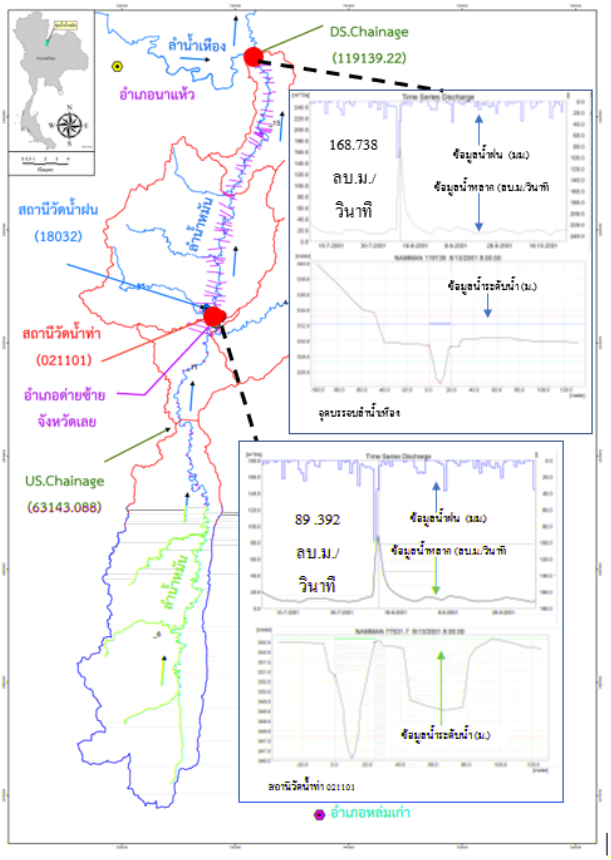


รูปที่ 11 ผลการตรวจสอบแบบจำลองสภาพการไหลและระดับน้ำ พ.ศ. 20 1

3.3 การเคลื่อนตัวของน้ำหลาก

ในการศึกษาการเคลื่อนตัวของน้ำหลาก ในแบบจำลอง เป็นการติดตามการเคลื่อนตัวของน้ำหลากในลำน้ำหมัน ไปถึงจุดบรรจบกับแม่น้ำเหือง ด้วยเหตุการณ์น้ำท่วมในปี พ.ศ. 2001

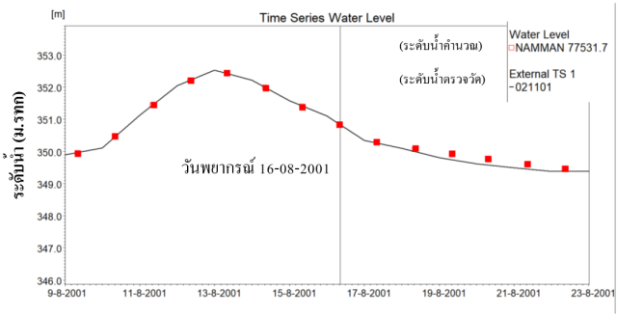
ผลการวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของน้ำหลาก อัตราการไหลในลำน้ำหมันจากต้นน้ำมาสถานีวัดน้ำท่า สถานี 021101 ใช้เวลา 28 ชม. และอัตราการไหลจากสถานี 021101 ถึงจุดบรรจบลำน้ำเหือง ใช้เวลา 26 ชม. ทั้งนี้การคำนวณได้รวมน้ำหลากจากลำน้ำสาขาลำน้ำหมันมาสบทบด้วย โดยอัตราการไหลสูงสุดที่สถานี 021101 ณ.วันที่ 13 สิงหาคม 2001 เท่ากับ 89 .392 ลบ.ม./วินาที และจุดบรรจบลำน้ำเหือง 168.738 ลบ.ม./วินาที ความจุของลำน้ำที่สถานี 021101 สามารถรองรับน้ำหลากได้ ประมาณ 80 ลบ.ม./วินาที และบริเวณจุดบรรจบลำน้ำเหืองรองรับน้ำหลากได้ 25 ลบ.ม./วินาที ดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 การเคลื่อนตัวน้ำหลาก ณ.วันที่ 13 สิงหาคม 2001

3.4 ผลการสอบเทียบแบบจำลองสภาพการไหล (MIKE11 DA)

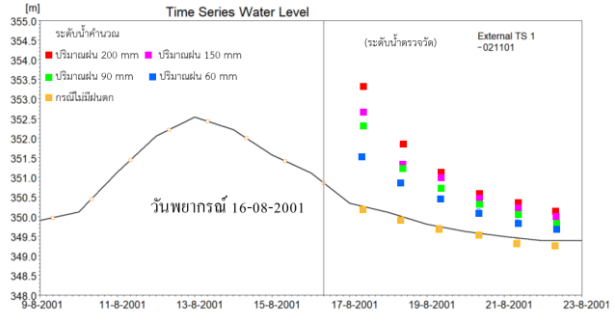
จากการสอบเทียบระดับน้ำพยากรณ์ที่ได้จากแบบจำลอง 11- กับระดับตรวจวัดจริง ณ ตำแหน่งสถานีตรวจวัด 021101 ในวันพยากรณ์วันที่ต่างๆของปี 2001 พบว่าค่าความคาดเคลื่อนของระดับน้ำที่ได้ ณ วันพยากรณ์น้ำล่วงหน้าวันที่ต่าง ๆ โดยในการพยากรณ์ล่วงหน้าวันที่ 1 ถึง 3 ให้ความถูกต้องมากที่สุด น้อยกว่า 20 เซนติเมตร และ -0.10 ม. ตามลำดับ ดังรูปที่ 13



รูปที่ 13 กราฟเปรียบเทียบระดับน้ำจากแบบจำลองกับระดับน้ำตรวจวัด ณ.วันพยากรณ์ที่ 16 สิงหาคม 2001

3.5 การประยุกต์ใช้การพยากรณ์ระดับน้ำ

การพยากรณ์ระดับน้ำโดยใช้จากพายุฝนตามเกณฑ์ปริมาณน้ำฝนสะสม 24 ชม. ของกรมทรัพยากรธรณี ปริมาณฝนสะสม 24 ชม. 60 มม. 90 มม. 150 มม. และ 200 มม. พบว่า ในช่วงวันพยากรณ์ ระดับน้ำจะสูงกว่าระดับตรวจวัด 1.198 1.927 2.311 และ 2.967 ม. และในกรณีที่ฝนไม่ตก ระดับน้ำจะต่ำกว่าผลการตรวจวัด 0.117 ม. ดังรูปที่ 14



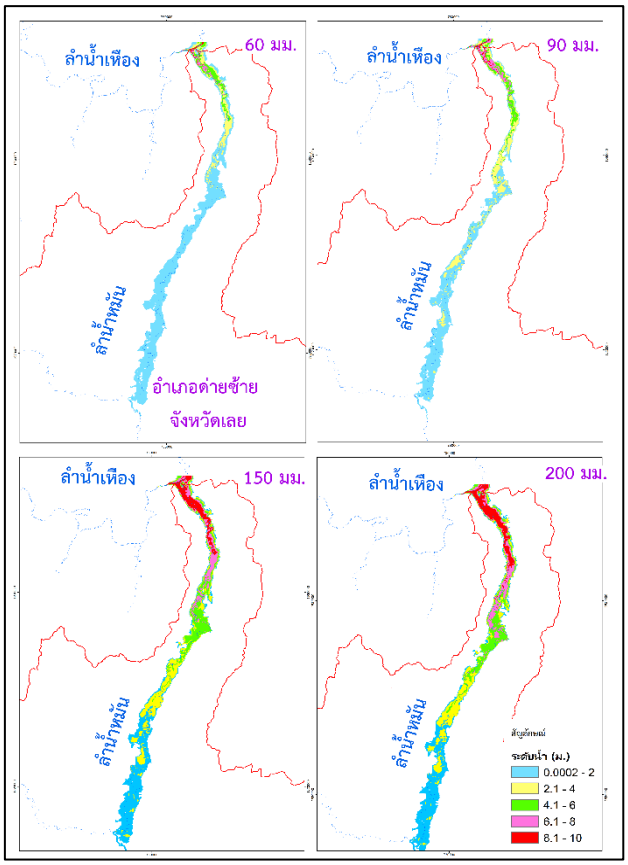
รูปที่ 14 กราฟเปรียบเทียบระดับน้ำจากแบบจำลองกับระดับน้ำตรวจวัดปริมาณฝนสะสม 60, 90, 150, และ 200 มม ณ.วันพยากรณ์ที่ 16 สิงหาคม 2001

3.6 การประยุกต์ใช้การพยากรณ์ ในการจัดทำแผนที่น้ำป่าไหลหลาก และน้ำท่วมฉับพลัน

3.5.1 พื้นที่น้ำท่วมและระดับน้ำท่วม

ผลพยากรณ์ระดับน้ำตามเกณฑ์ปริมาณน้ำฝนสะสม 24 ชม. ของกรมทรัพยากรธรณี ปริมาณฝนสะสม 24 ชม. 60 มม. 90 มม. 150 มม. และ 200 มม. ในการจัดทำแผนที่น้ำป่าไหลหลากและน้ำท่วมฉับพลัน พบว่า พื้นที่น้ำท่วมกรณีปริมาณฝน 60 มม. มีพื้นที่ ไร่ ระดับน้ำท่วมอยู่ในช่วง ม. พื้นที่น้ำท่วมกรณีปริมาณฝน 90 มม. มีพื้นที่ 7,095 ไร่ ระดับน้ำท่วมอยู่ในช่วง 0.002-10.801 ม. พื้นที่น้ำท่วมกรณีปริมาณฝน 150 มม. มีพื้นที่ 77 ไร่ ระดับน้ำท่วมอยู่ในช่วง ม. พื้นที่

น้ำท่วมกรณีปริมาณฝน 200 มม. มีพื้นที่ 8,026 ไร่ ระดับน้ำท่วมอยู่ในช่วง 0.002-14.48 ม. ดังรูปที่ 15



รูปที่ 15 ระดับความลึกของน้ำของปริมาณฝนสะสม 60, 90, 150, และ 200 มม

3.5.2 ความเสียหายจากน้ำป่าไหลหลากและน้ำท่วมฉับพลัน

ในการวิเคราะห์ความเสียหายโดยใช้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ของกรมพัฒนาที่ดิน ซ้อนทับกับข้อมูลน้ำท่วมจากแบบจำลอง ทั้ง 4 กรณี โดยสรุปความเสียหายดังตารางที่ 6

ต ร งที่ 6 ความเสียหายจากน้ำป่าไหลหลากและน้ำท่วมฉัพลันจากฝนพยากรณ์

การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่น้ำท่วมฉับพลัน และน้ำป่าไหลหลาก (ไร่) จากฝนพยากรณ์			
	มม.	มม.	มม.	มม.
นาข้าว				
พืชไร่				
ไม้ยืนต้น			19	
ไม้ผล				
ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์				
พื้นที่ป่าไม้				
พื้นที่เบ็ดเตล็ด				
พื้นที่ชุมชน				
พื้นที่แหล่งน้ำ				
รวม			77	

หมายเหตุ จำนวนสิ่งลูกสร้าง (หลัง)

4. บท รุป

แบบจำลอง การจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยน้ำป่าไหลหลากและน้ำท่วมฉับพลัน โดยใช้แบบจำลอง เพื่อพยากรณ์ระดับน้ำเพื่อจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยน้ำป่าไหลหลาก และน้ำท่วมฉับพลันโดยใช้เกณฑ์ปริมาณฝนสะสม 24 ชม. 60 90 150 และ 200 มม./วัน ได้จำลองน้ำฝน-น้ำท่าจาก จากแบบจำลอง 11 (และจำลองการไหลใช้แบบจำลอง 11 (โดยใช้สถานีวัดน้ำท่าสถานี 021101 และสถานีวัดน้ำฝน 18032 เพื่อสอบเทียบและตรวจสอบ ก่อนที่จะทำการพยากรณ์น้ำและจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยน้ำป่าไหลหลาก และน้ำท่วมฉับพลัน โดยผลการศึกษาจำลองน้ำฝน-น้ำท่า พบว่า ผลการสอบเทียบและตรวจสอบ ปี 2000 และปี 2001 ค่า 10.07 % 1.9 % และ 2 = 0.51 0.74 ผลแบบจำลองสภาพการไหล โดยค่า อยู่ในช่วง 0.030 - 0.065 ผลการสอบเทียบและตรวจสอบอัตราการไหล ค่า ^{2} =0.74 0.89 และค่า 6.17 7.65 ลบ.ม./วินาที ระดับน้ำ ค่า ^{2} =0.77 0.76 และค่า 0.48 0.49 เมตร และใช้แบบจำลองในการพยากรณ์ระดับน้ำล่วงหน้า 7 วัน ผลการพยากรณ์น้ำล่วงหน้า 7 วัน เริ่มพยากรณ์ตั้งแต่ 14 สิงหาคม 2001 ถึงวันที่ 28 สิงหาคม 2001 โดยค่าความคาดเคลื่อน ของระดับน้ำ พบว่า โดยในการพยากรณ์ล่วงหน้าวันที่ 1 ถึง 3 ให้ความถูกต้องมากที่สุด มีค่า 0.207 0.174 0.157 ม. ซึ่งน้อยกว่า 0.2 ม. ผลจากแบบจำลอง พบว่ามีความน่าเชื่อถือสามารถนำไปประยุกต์ใช้ ในการจำลองการเคลื่อนตัวของน้ำหลากและพยากรณ์น้ำเพื่อจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยน้ำป่าไหลหลาก และน้ำท่วมฉับพลัน โดยสรุปผลได้ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์การเคลื่อนตัวของน้ำหลาก

อัตราการไหลในลำน้ำหมันจากต้นน้ำมาสถานีวัดน้ำท่า สถานี 021101 ใช้เวลา 28 ชม. และอัตราการไหลจากสถานี 021101 ถึงจุดบรรจบลำน้ำ

เหือง ใช้เวลา 26 ชม. ทั้งนี้การคำนวณได้รวมน้ำหลากจากลำน้ำสาขาลำน้ำหมันมาสบทบด้วย โดยอัตราการไหลสูงสุดที่สถานี 021101 ณ.วันที่ 13 สิงหาคม 2001 เท่ากับ 89 .392 ลบ.ม./วินาที และจุดบรรจบลำน้ำเหือง 168.738 ลบ.ม./วินาที ความจุของลำน้ำที่สถานี 021101 สามารถรองรับน้ำหลากได้ ประมาณ 80 ลบ.ม./วินาที และบริเวณจุดบรรจบลำน้ำเหืองรองรับน้ำหลากได้ 25 ลบ.ม./วินาที จากความจุของลำน้ำหมัน พบว่า ไม่สามารถรองรับปริมาณน้ำหลากได้จึงทำให้เกิดน้ำป่าไหลหลาก และน้ำท่วมฉับพลัน

4.2 การพยากรณ์ระดับน้ำล่วงหน้าเพื่อจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยน้ำป่าไหลหลาก และน้ำท่วมฉับพลัน

ในการพยากรณ์ระดับน้ำล่วงหน้าเพื่อจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยน้ำป่าไหลหลาก และน้ำท่วมฉับพลัน โดยใช้การเตือนภัยจากปริมาณน้ำฝน 4 กรณี คือ ปริมาณฝน 60 90,150 และ 200 มม./วัน ผลจากแบบจำลองจะเปรียบเทียบกับระดับน้ำจากผลการตรวจวัด ซึ่งใช้แบบจำลอง 11 (และแบบจำลอง พบว่า (1) กรณีปริมาณฝน 60 มม. ระดับน้ำจะสูงกว่าระดับน้ำที่ตรวจวัด 1.198 ม. มีพื้นที่น้ำท่วม 6,745 ไร่ ระดับความลึกของน้ำอยู่ในช่วง 0.002-9.807 ม. ความเสียหายต่อทรัพย์สิน โดยท่วมพื้นที่ชุมชน 207 ไร่ สิ่งปลูกสร้าง 212 หลัง (2) กรณีปริมาณฝน 90 มม. ระดับน้ำจะสูงกว่าระดับน้ำที่ตรวจวัด 1.927 ม. มีพื้นที่น้ำท่วม 7,095 ไร่ ระดับความลึกของน้ำอยู่ในช่วง 0.002-10.801 ม.ความเสียหายต่อทรัพย์สิน โดยท่วมพื้นที่ชุมชน 301 ไร่ สิ่งปลูกสร้าง 309 หลัง (3) กรณีปริมาณฝน 150 มม. ระดับน้ำจะสูงกว่าระดับน้ำที่ตรวจวัด 2.311 ม. ม. มีพื้นที่น้ำท่วม 7,877 ไร่ ระดับความลึกของน้ำอยู่ในช่วง 0.002-13.965 ม. ความเสียหายต่อทรัพย์สิน โดยท่วมพื้นที่ชุมชน 414 ไร่ สิ่งปลูกสร้าง 410 หลัง (4) กรณีปริมาณฝน 200 มม. ระดับน้ำจะสูงกว่าระดับน้ำที่ตรวจวัดและ 2.967 ม. มีพื้นที่น้ำท่วม 8,026 ไร่ ระดับความลึกของน้ำอยู่ในช่วง 0.002-14.48 ม. ความเสียหายต่อทรัพย์สินย์ โดยพื้นที่ชุมชน 424 ไร่ สิ่งปลูกสร้าง 423 หลัง

จากผลการจัดทำแบบจำลองสามารถนำแผนที่ไปใช้ในการแจ้งเตือนภัยและวางแผนหรือจัดพื้นที่อพยพ ที่ปลอดภัยจากน้ำป่าไหลหหลาก และน้ำท่วมฉับพลัน ได้ทันท่วงที และในอนาคตพื้นที่ที่มีความเสี่ยง ในการพัฒนาโครงการสามารถนำแผนที่ไปประกอบการพิจารณาในการวางโครงการต่าง ๆของหน่วยงานรัฐได้อีกต่อไป

5. ข้ เ น แน

เนื่องจากในพื้นที่ลุ่มน้ำน้ำหมัน ยังไม่มีข้อมูลปริมาณฝนจากเครือข่ายเฝ้าระวังต้นน้ำ ของกรมทรัพยกรธรณี จึงใช้ข้อมูลปริมาณฝนของกรมอุตุในการพยากรณ์น้ำ และจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยน้ำป่าไหลหลาก และน้ำท่วมฉับพลัน เมื่อกรมทรัพยากรธรณีได้มีการเก็บข้อมูลปริมาณฝนในพื้นที่แล้ว สามารถนำข้อมูลฝนเข้าแบบจำลองโดยปรับแก้แบบจำลองตามปริมาณฝนจากเครือข่ายเฝ้าระวังต้นน้ำ ของกรมทรัพยกรธรณี และนำไปใช้แจ้งเตือนภัยตามเกณฑ์ของกรมทรัพยากรธรณีต่อไป บริวณจุดสิ้นสุดของลำน้ำหมันซึ่งเป็นจุดบรรจบกับลำน้ำเหือง ไม่มีสถานีวัดน้ำ หากมีสถานีวัดน้ำ จะทำให้แบบจำลองมีความแม่นจำมากยิ่งขึ้น ในการนำแบบจำลองพยากรณ์น้ำไปใช้ในการจำลองในลุ่มน้ำอื่น ๆ เพื่อพยากรณ์น้ำป่าไหลหลาก น้ำท่วมฉับพลัน ควรคำนึงถึงข้อมูลต้องมีความครบถ้วน หรือหากจำเป็นต้องพยากรณ์หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการติดตั้งสถานีวัดน้ำให้ครอบคลุม ทั้งต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ

เ ก ร ้ ง ิง

( ).

.

(2021).

388.

กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (2559). คู่มือปฏิบัติงานอาสาสมัครเตือนภัย “มิสเตอร์เตือนภัย”.กองส่งเสริมการป้องกันสาธารณภัย กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กระทรวงมหาดไทย หน้า 5.

ฑิตยา สุขเจริญ. (2561). การศึกษาการบริหารจัดการน้ำของลุ่มน้ำเลย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ, สาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ, คณะวิศวกรรมศาสตร์,มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มุจลินทร์ ทันมา. (2563). การพยากรณ์น้ำของจังหวัดอุทัยธานี ในพื้นที่ลุ่มน้ำสะแกกรัง.วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ, สาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ, คณะวิศวกรรมศาสตร์,มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สรวรรณ สมบูรณ์ปัญญา. (2561). ศึกษาการพยากรณ์น้ำหลากในลุ่มน้ำเพชรบุรี.วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ, สาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ, คณะวิศวกรรมศาสตร์,มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สิทธิโชติ อาชวกิจโกศล. (การศึกษาการพยากรณ์น้ำหลากในพื้นที่ลุ่มน้ำมูลตอนล่าง.วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ, สาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ, คณะวิศวกรรมศาสตร์,มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุทธิพงษ์ ฉลวง. (การศึกษาการพยากรณ์น้ำท่วมแบบตามเวลาจริงในลุ่มน้ำแม่วังทอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน, สาขาวิศวกรรมชลประทาน, คณะวิศวกรรมศาสตร์,มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.