

# การสร้างแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าสำหรับน้ำท่วมฉับพลันในพื้นที่เมืองบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น

## Rainfall-runoff modelling for flash floods in urban areas of Ban Phai city, Khon Kaen Province

ธีรเมธ ธีรญูวัฒนานนท์<sup>1</sup> วรพงษ์ โล่ห์ไพศาลฤกษ์<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น จ.ขอนแก่น

\*Corresponding author; E-mail address: worapong.lo@rmuti.ac.th

### บทคัดย่อ

น้ำท่วมฉับพลันในพื้นที่เมืองเป็นภัยธรรมชาติที่เกิดขึ้นบ่อยครั้ง เนื่องจากการขยายตัวของเมืองอย่างรวดเร็ว ส่วนใหญ่น้ำท่วมฉับพลันมีสาเหตุมาจากฝนตกหนัก ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อมีปริมาณน้ำฝนส่วนเกินไม่กี่ชั่วโมง จึงมีเวลาสั้นมากในการเตือนภัย ส่งผลให้เกิดความสูญเสียในชีวิตและทรัพย์สินเป็นอย่างมาก น้ำท่วมฉับพลันในเมืองบ้านไผ่ในลุ่มน้ำห้วยจิก เมื่อวันที่ 31 สิงหาคม 2562 ได้ถูกนำมาศึกษา ซึ่งการศึกษานี้มีความท้าทายเพราะไม่มีสถานีตรวจวัดน้ำท่าในพื้นที่ศึกษา วัตถุประสงค์หลักของการศึกษา คือ การสร้างแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า เพื่อประเมินปริมาณและระยะเวลาการเกิดน้ำท่วมสูงสุด การสร้างแบบจำลองโดยใช้โปรแกรม QGIS ช่วยในการประมาณค่าพารามิเตอร์จากแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข, แผนที่การใช้ที่ดิน และแผนที่ลักษณะของดิน สำหรับการสอบเทียบแบบจำลองใช้ข้อมูลตรวจวัดปริมาณน้ำฝนรายชั่วโมงถูกคำนวณเปลี่ยนเป็นปริมาณน้ำท่าสังเคราะห์ โดยที่ปริมาณน้ำท่าสังเคราะห์นี้เปรียบเทียบกับค่าประมาณปริมาณน้ำท่าที่จุดออกของลุ่มน้ำห้วยจิก ซึ่งประมาณค่านี้จากโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแก่งละว้า ผลการศึกษาพบว่าแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าสามารถคำนวณปริมาณและระยะเวลาการเกิดน้ำท่วมสูงสุดเป็นที่ยอมรับได้ สำหรับการศึกษเพิ่มเติม จะนำการวิเคราะห์และการออกแบบปริมาณน้ำฝนมาร่วมสร้างแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า ซึ่งจะประโยชน์ต่อการสนับสนุนระบบเตือนภัยน้ำท่วมล่วงหน้า

คำสำคัญ: น้ำท่วมฉับพลัน, น้ำท่วมในเมือง, แบบจำลองอุทกวิทยา, QGIS, การเตือนภัยน้ำท่วม

### Abstract

Flash floods in urban areas are natural disasters that frequently happen due to the rapid urbanization. Generally, flash floods are caused by severe rainfall. These phenomena usually occur within a few hours of excessive rainfall, leaving extremely short time for warning. As a result, they can cause loss of life and destroy properties. The flash flood event occurred in Ban Phai city located in the Huai Jik basin during 31

August 2019 was studied. This study was a challenging task because there was no a stream gauge in the study area. The main objective of this study was to create a rainfall-runoff model for estimating the flood peaks and lag time. To set up the model, QGIS, open source software, was used to estimate model parameters from digital elevation model, land use maps, and soil maps. For model calibration, observed hourly rainfall data were converted by the rainfall-runoff model to simulated runoff. This simulated runoff was compared with the estimated runoff at the outlet of the Huai Jik basin, which was based on operation rule curves of the Kang La Wa reservoir. The results showed that the rainfall-runoff model was able to simulate the flood peak and lag time, which were considered to be acceptable. For further studies, rainfall analysis and design will be taken into account of rainfall-runoff modelling in order to provide several potential flash flood scenarios. These may provide a useful support to an early flood warning system.

Keywords: Flash flood, urban flood, hydrological model, QGIS, flood warning

### 1. บทนำ

ปัญหาน้ำท่วมฉับพลันในพื้นที่เมืองเป็นปัญหาหนึ่งที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งในประเทศไทย ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งเหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลัน อ.บ้านไผ่ จ.ขอนแก่น มักเกิดขึ้นและประสบปัญหาน้ำท่วมฉับพลันซ้ำซาก ซึ่งมีความรุนแรงและรับมือได้ยาก เนื่องจากบริเวณลุ่มน้ำห้วยจิกมีการขยายตัวของเมืองตลอดระยะเวลาหลายปีที่ผ่านมา ส่งผลให้ประสิทธิภาพการระบายน้ำของพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยจิกลดลง ทำให้พื้นที่ได้รับความเสียหายอยู่เสมอ ซึ่งเมื่อวันที่ 29 สิงหาคม พ.ศ.2562 ถึง วันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2562 พายุโพดุลเคลื่อนผ่านประเทศไทย บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้มีปริมาณน้ำฝนตกจำนวนมาก ซึ่งตรวจวัดได้จากหลายสถานีในพื้นที่ ส่งผลให้เกิดน้ำท่วมฉับพลันในพื้นที่เมืองบ้านไผ่และพื้นที่ใกล้เคียง จาก

สภาวะน้ำท่วมฉับพลันดังกล่าว ข้อมูลน้ำท่าเป็นสิ่งสำคัญในการบริหารจัดการจัดการในลุ่มน้ำ เพื่อใช้ในการพยากรณ์และเตือนภัยล่วงหน้า ซึ่งลุ่มน้ำย่อยขนาดเล็กในหลายพื้นที่ที่ยังไม่มีสถานีตรวจวัดน้ำท่า เป็นผลให้การบริหารจัดการจัดการในลุ่มน้ำนั้นเป็นไปด้วยความยากและท้าทาย

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา [7] แบบจำลองอุทกวิทยาได้รับการพัฒนาจากการสำรวจระยะไกล (Remote sensing: RS) และระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic information system: GIS) โดยทั่วไป RS ให้ข้อมูลเชิงพื้นที่กับแบบจำลองอุทกวิทยา เช่น ระดับความสูง, การใช้ที่ดิน ชนิดของดิน เป็นต้น ส่วนการใช้ GIS ใช้จัดเก็บฐานข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลอ้างอิงทางภูมิศาสตร์ ซึ่งการประยุกต์ใช้ RS และ GIS สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดเก็บฐานข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล ทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการใช้แบบจำลองอุทกวิทยา เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของภัยพิบัติน้ำท่วมและภัยแล้งได้แม่นยำมากขึ้น [2], [6], [8], [9]

แบบจำลอง HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center-Hydrologic Modelling System) พัฒนาโดยคณะวิศวกรของกองทัพสหรัฐอเมริกา [5] เป็นแบบจำลองที่มีการใช้อย่างมากมายทั่วโลก และมีการทดสอบเพื่อจำลองสถานการณ์น้ำท่วมในพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ที่หลากหลาย (เช่น ลุ่มน้ำ Kävlinge ในประเทศสวีเดน และลุ่มน้ำ Kankai ในประเทศเนปาล, ลุ่มน้ำ Malingon ในประเทศฟิลิปปินส์) [6], [12]

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า โดยใช้แบบจำลอง HEC-HMS เพื่อประมาณปริมาณน้ำท่วมและระยะเวลาการเกิดน้ำท่วมสูงสุดในลุ่มน้ำห้วยจิก ซึ่งเป็นลุ่มน้ำที่ไม่มีสถานีวัดน้ำท่า และเพื่อประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองน้ำท่วม ซึ่งจะนำไปส่งแนวทางการป้องกันและเตือนภัยน้ำท่วมต่อไป

## 2. พื้นที่ศึกษา

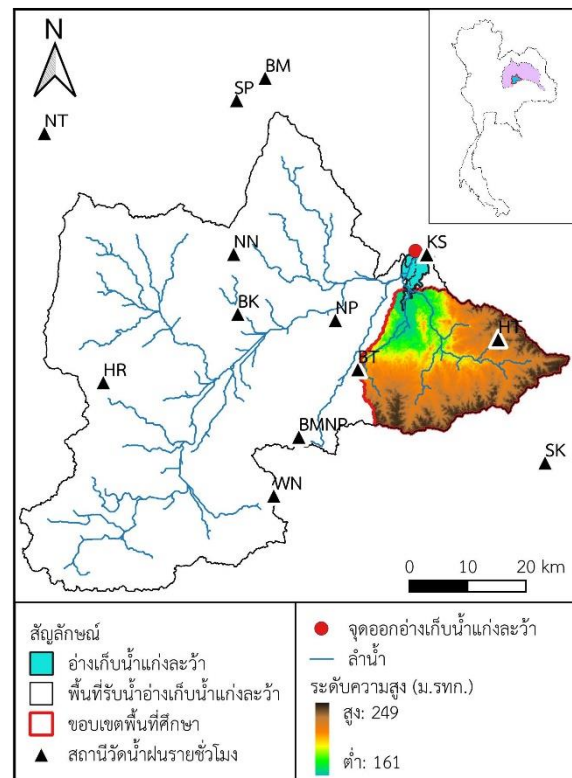
ลุ่มน้ำห้วยจิกเป็นส่วนหนึ่งของพื้นที่รับน้ำอ่างเก็บน้ำแก่งละว้า อ.บ้านไผ่ จ.ขอนแก่น ตั้งอยู่ระหว่างละติจูด  $15^{\circ} 38'$  และ  $16^{\circ} 24'$  และลองจิจูด  $102^{\circ} 05'$  และ  $102^{\circ} 57'$  ครอบคลุมพื้นที่ 23.09 ตร.กม. พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นเขตเมือง ประกอบด้วย หน่วยงานราชการ/รัฐวิสาหกิจ, บริษัท/ห้าง/ร้าน, สถานศึกษา, ศาสนสถาน, ที่พักอาศัย รวมทั้งถนนมิตรภาพและทางรถไฟสายตะวันออกเฉียงเหนือพาดผ่าน ดินบริเวณลุ่มน้ำมีลักษณะเป็นดินร่วนปนทรายและดินร่วนเหนียวปนทราย ระดับความสูงอยู่ระหว่าง 249 ม. ถึง 161 ม. เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง (ม.รทก.) ลำน้ำในห้วยจิกไหลจากทิศใต้ไปทิศเหนือไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำแก่งละว้า ความยาวของลำน้ำประมาณ 34 กม. ลุ่มน้ำห้วยจิกมีสภาพอากาศแบบร้อนชื้น มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยปีละ 1,304 มม. (พ.ศ. 2545-2554) ซึ่งลุ่มน้ำห้วยจิกถูกเลือกเป็นพื้นที่ศึกษาเนื่องจากเป็นลุ่มน้ำขนาดเล็กอยู่ในพื้นที่อำเภอบ้านไผ่ เกิดเหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลันบ่อยครั้ง ยังไม่มีการศึกษาในพื้นที่นี้ อีกทั้งยังไม่มีสถานีตรวจวัดน้ำท่าในลำน้ำ ซึ่งการศึกษานี้ใช้ข้อมูลตรวจวัดปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำแก่งละว้ารายวัน ดังนั้นลุ่มน้ำนี้อาจเป็นกรณีศึกษาสำหรับการจำลองน้ำฝน-น้ำท่าสำหรับลุ่มน้ำขนาดเล็กในพื้นที่รับน้ำของอ่างเก็บน้ำ

อ่างเก็บน้ำแก่งละว้า อ.บ้านไผ่ จ.ขอนแก่น เป็นโครงการชลประทานขนาดกลาง ก่อสร้างและบริหารจัดการโดยกรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เพื่อใช้ในการอุปโภค-บริโภค และเป็นแหล่งน้ำดิบสำหรับการประปา อ.บ้านไผ่ จ.ขอนแก่น เริ่มก่อสร้างตั้งแต่ปี พ.ศ. 2526 แล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2528 พื้นที่รับน้ำ 3,796 ตร.กม. ความจุที่ระดับเก็บกัก 45.78 ล้าน ลบ.ม.

## 3. วิธีการศึกษา

### 3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายชั่วโมงรวบรวมจากโครงการจัดหาเครือข่ายสถานีฝนอัตโนมัติ สำนักพัฒนาอุทกนิยามวิทยา กรมอุทกนิยามวิทยา ตั้งแต่วันที่ 23 สิงหาคม พ.ศ. 2562 ถึงวันที่ 2 กันยายน พ.ศ.2562 โดยใช้ข้อมูลจากสถานีวัดน้ำฝนทั้งหมด 13 สถานี ซึ่งได้รับการตรวจสอบจากกรมอุทกนิยามวิทยา ได้แก่ สถานี อบต.หินตั้ง (HT), สถานี อบต.โนนพะยอม (NP), สถานี อบต.บ้านแท่น (BT), สถานี อบต.นางาม (NN), สถานี อบต.สระแก้ว (SK), สถานี อบต.บ้านใหม่มาเพียง (BMNP), สถานี ทด.บ้านโคก (BK), สถานี อบต.โคกสำราญ (KS), สถานี อบต.แวงน้อย (WN), สถานี อบต.บ้านเม็ง (DM) ในจังหวัดขอนแก่น และ สถานี อบต.สระพัง (SP), สถานี อบต.หนองตม (NT), สถานี อบต.ห้วยไร่ (HR) ในจังหวัดชัยภูมิ ที่อยู่ใกล้และพื้นที่ใกล้เคียงของพื้นที่รับน้ำอ่างเก็บน้ำแก่งละว้า ดังแสดงในรูปที่ 1

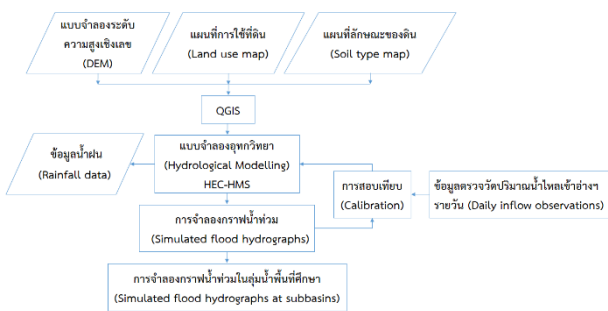


รูปที่ 1 ที่ตั้งพื้นที่รับน้ำอ่างเก็บน้ำแก่งละว้าและขอบเขตพื้นที่ศึกษา

ข้อมูลตรวจวัดปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำแก่งละว้ารายวันได้จากกรมชลประทาน เปรียบเทียบกับค่าประมาณปริมาณน้ำท่าที่จุดออกของกลุ่มน้ำห้วยจิก ซึ่งประมาณค่านี้จากโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแก่งละว้า ข้อมูลเชิงพื้นที่ในการสร้างแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า ได้แก่ แบบจำลองระดับความสูงเชิงเลข (DEM) ที่มีความละเอียด 30 ม. จากกรมชลประทาน, แผนที่การใช้ที่ดิน พ.ศ. 2554 และแผนที่ลักษณะของดิน พ.ศ. 2552 จากกรมพัฒนาที่ดิน

### 3.2 การวิเคราะห์และการเตรียมข้อมูลเชิงพื้นที่ก่อนการประยุกต์ใช้

ก่อนการประยุกต์ใช้แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า การประมวลผลข้อมูลอนุกรมเวลาและเชิงพื้นที่ได้ดำเนินการโดยระบบข้อมูลทางภูมิศาสตร์ Quantum (QGIS) และขั้นตอนการศึกษาแสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แผนผังขั้นตอนการศึกษา

ข้อมูลช่วงเวลาเป็นข้อมูลตรวจวัดปริมาณน้ำฝนรายชั่วโมงที่รวบรวมจากสถานีวัดน้ำฝน 13 แห่ง ข้อมูลที่หายไปบางส่วนถูกเติมด้วยข้อมูลตรวจวัดปริมาณน้ำฝนรายวันเฉลี่ยจากสถานีใกล้เคียง เนื่องจากไม่มีสถานีวัดน้ำฝนในแต่ละลุ่มน้ำย่อย โดยข้อมูลปริมาณน้ำฝนประเมินโดยใช้วิธี Inverse Distance Weight (IDW) ในโปรแกรม QGIS

ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วยข้อมูล DEM, แผนที่การใช้ที่ดิน และแผนที่ลักษณะของดิน ซึ่งข้อมูล DEM ได้รับการวิเคราะห์เชิงพื้นที่โดยโปรแกรม QGIS เพื่อคำนวณลักษณะกายภาพของพื้นที่รับน้ำอ่างเก็บน้ำแก่งละว้า โดยแบ่งย่อยเป็น 111 ลุ่มน้ำย่อย แต่ละลุ่มน้ำย่อยเชื่อมโยงกันด้วยการกำหนดเส้นทาง 65 เส้นทางเป็นตัวแทนของส่วนตามยาวของช่องทางหลัก จากนั้นสร้างลักษณะทางกายภาพของกลุ่มน้ำย่อย ได้แก่ เครือข่ายลำน้ำ, ความลาดชันของลำน้ำ, ขอบเขตของกลุ่มน้ำย่อยและความลาดชันของกลุ่มน้ำ

นอกจากนี้ค่า Runoff curve number (CN) ได้คำนวณเชิงพื้นที่ตามแผนที่การใช้ที่ดินและกลุ่มดินอุทกวิทยา ซึ่งดินของพื้นที่รับน้ำอ่างเก็บน้ำแก่งละว้าถูกจำแนกออกเป็น 4 กลุ่มดินอุทกวิทยาตามอัตราการแทรกซึมและลักษณะอื่นๆ ในการคำนวณค่า CN จะนำแผนที่การใช้ที่ดินและกลุ่มดินอุทกวิทยารวมเข้าด้วยกัน จะได้ค่าเฉลี่ย CN เป็นตัวแทนของกลุ่มน้ำย่อย ซึ่งการวิเคราะห์และการเตรียมข้อมูลเชิงพื้นที่ใช้ลักษณะทางกายภาพและข้อมูลค่าเฉลี่ย CN ในการประเมินพารามิเตอร์ทางอุทกวิทยาของพื้นที่รับน้ำอ่างเก็บน้ำแก่งละว้าในการสร้างแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า

### 3.3 การประยุกต์ใช้แบบจำลอง HEC-HMS

แบบจำลอง HEC-HMS เป็นแบบจำลองทางกายภาพซึ่งสามารถนำมาสร้างความสัมพันธ์ระหว่างน้ำฝนและน้ำท่า โดยอาศัยข้อมูลเชิงพื้นที่ในการสร้างแบบจำลอง สำหรับการสังเคราะห์น้ำท่าแบบจำลองจะมีรูปการประมวลผลเชิงพื้นที่แบบ Semi-distributed model

แบบจำลอง HEC-HMS สามารถคำนวณปริมาณน้ำท่า โดยใช้ส่วนประกอบต่าง ๆ ในการสร้างน้ำท่า ได้แก่ วิธีการสูญเสีย (Loss method), วิธีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนส่วนเกิน (Transform method) และวิธีการเคลื่อนตัวของน้ำท่วม (Routing method) จากปริมาณน้ำฝน

#### 3.3.1 วิธีการสูญเสีย

ในการศึกษานี้ใช้วิธี SCS curve number loss ในการกำหนดอัตราการสูญเสียทางอุทกวิทยา ในการคำนวณพารามิเตอร์ได้จากการใช้ที่ดินและกลุ่มดินอุทกวิทยา โดยค่า CN ได้คำนวณตามที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 3.2 อยู่ในช่วง 35 ถึง 100 ซึ่งวิธีนี้สามารถแสดงสมการได้ดังต่อไปนี้ [4]:

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S} \quad (1)$$

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

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (3)$$

- เมื่อ  $Q$  คือ ปริมาณน้ำฝนส่วนเกินหรือปริมาณน้ำท่าจริง (มม.)
- $P$  คือ ปริมาณฝนสะสม (มม.)
- $I_a$  คือ การสูญเสียเริ่มต้น (มม.)
- $S$  คือ ศักยภาพการเก็บกักน้ำในลุ่มน้ำสูงสุด

#### 3.3.2 วิธีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนส่วนเกิน

ในการศึกษานี้ใช้วิธี SCS unit hydrograph โดยมีข้อมูลนำเข้าแบบจำลองเพียงค่าเดียว คือ ระยะเวลาการเกิดน้ำท่วมสูงสุด (Lag time) ซึ่งวิธีนี้สามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้ [4]:

$$T_{lag} = 0.6T_c \quad (4)$$

$$T_c = 0.0195 \times L^{0.77} \times S^{-0.385} \quad (5)$$

- เมื่อ  $T_{lag}$  คือ ระยะเวลาการเกิดน้ำท่วมสูงสุด (นาที)
- $T_c$  คือ ระยะเวลาน้ำไหลรวม (นาที)
- $L$  คือ ความยาวของลำน้ำ (ม.)
- $S$  คือ ค่าเฉลี่ยความลาดชันของลำน้ำ (ม./ม.)

#### 3.3.3 วิธีการเคลื่อนตัวของน้ำท่วม

ในการศึกษานี้ใช้วิธีการเคลื่อนตัวของน้ำท่วม 2 วิธี คือ วิธี Muskingum routing และวิธี Lag routing โดยวิธี Muskingum routing เป็นแบบจำลองระบบที่พัฒนาโดย McCarthy [11] เหมาะสำหรับพื้นที่ที่ลาดชันไม่มาก เช่น พื้นที่เขตเมือง มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในลุ่มน้ำที่มีสถานีตรวจวัดและไม่มีสถานีตรวจวัด และวิธี Lag routing ใช้สำหรับพื้นที่ที่มีความชัน เป็นวิธีที่ง่ายที่สุด เนื่องจากมีค่าพารามิเตอร์เพียงค่าเดียว [9]

สำหรับการประยุกต์ใช้วิธี Muskingum routing ในการศึกษาได้กำหนดค่าหน้าน้ำไว้มีติ (X) ในแบบจำลองเท่ากับ 0.2 เนื่องจากเป็นค่าเฉลี่ยของลำน้ำธรรมชาติ [4] ส่วนตัวแปรซึ่งเกี่ยวกับระยะเวลาเดินทางของคลื่นน้ำท่วมหรือค่าพารามิเตอร์ K ได้มาจากการสอบเทียบข้อมูลตรวจวัดปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำแก่งละว้าในแบบจำลอง HEC-HMS

### 3.4 การสอบเทียบและการประเมินประสิทธิภาพแบบจำลอง

การสอบเทียบและการประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อให้แน่ใจว่าแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่ามีความน่าเชื่อถือสำหรับการจำลองปริมาณน้ำท่าและส่วนประกอบ ค่าพารามิเตอร์สำหรับวิธีอุทกวิทยาแต่ละค่าที่นำเข้าสู่แบบจำลอง บางค่าพารามิเตอร์คำนวณจากลักษณะทางกายภาพของกลุ่มน้ำและลำน้ำ แต่บางค่าพารามิเตอร์ประเมินโดยวิธี Trial-and-error หรือวิธี Optimization techniques เนื่องจากขาดเกณฑ์การวัด ในการศึกษา ค่าพารามิเตอร์แต่ละกลุ่มน้ำย่อย ได้แก่ ค่า Initial abstraction, ค่า CN, ค่า Impervious areas และ ค่า Lag time ได้รับการประเมินและคำนวณจากลักษณะทางกายภาพกลุ่มน้ำและลำน้ำ ซึ่งค่าพารามิเตอร์เหล่านี้ได้มีการปรับแก้ในกระบวนการสอบเทียบด้วย ส่วนวิธี Muskingum routing ค่า X กำหนดเป็น 0.2 [4] และค่า K ได้ถูกปรับแก้เพื่อให้ได้ค่าเหมาะสมที่สุดระหว่างการจำลองและกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าตรวจวัด โดยในการศึกษานี้เหตุการณ์น้ำท่วมที่เกิดขึ้นในวันที่ 23 สิงหาคม พ.ศ. 2562 ถึงวันที่ 2 กันยายน พ.ศ.2562 ได้รับเลือกสำหรับการตรวจสอบแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า

การสอบเทียบและการประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองของข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายชั่วโมงจะถูกแปลงโดยแบบจำลอง เป็นกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่า ซึ่งประสิทธิภาพของแบบจำลองจะถูกประเมินโดยการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างค่าจากแบบจำลองและค่าตรวจวัดปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำแก่งละว้ารายวัน ซึ่งในการศึกษานี้ใช้ 3 วิธี คือ ค่า NSE, ค่า PBIAS และค่า RSR [8], [10], [12] ซึ่งแสดงสมการได้ดังนี้:

$$NSE=1-\frac{\sum_{i=1}^n (Q_{obs}-Q_{sim})^2}{\sum_{i=1}^n (Q_{obs}-\bar{Q}_{obs})^2} \quad (7)$$

$$PBIAS=\frac{\sum_{i=1}^n (Q_{obs}-Q_{sim})100}{\sum_{i=1}^n Q_{obs}}$$

(8)

$$RSR=\frac{RMSE}{STDEV_0}=\frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_{obs}-Q_{sim})^2}{n}}}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_{obs}-\bar{Q}_{obs})^2}{n}}}$$

(9)

เมื่อ  $i$  คือ ลำดับที่ของข้อมูล  
 $n$  คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด  
 $Q_{obs}$  คือ ค่าปริมาณน้ำท่าตรวจวัด

$\bar{Q}_{obs}$  คือ ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำท่าตรวจวัดทั้งหมด  
 $Q_{sim}$  คือ ค่าปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลอง

เกณฑ์ทางสถิติเหล่านี้ใช้ในการประเมินความแม่นยำของการจำลองทางอุทกวิทยา โดยการเปรียบเทียบค่าจากแบบจำลองและค่าตรวจวัด ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางที่มีอยู่และการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง [8] ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การประเมินประสิทธิภาพแบบจำลอง [8]

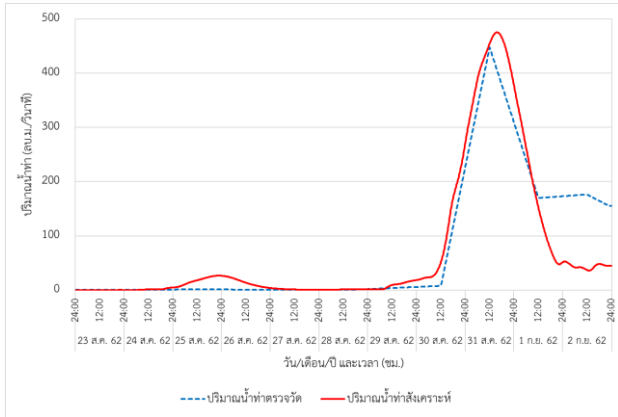
ระดับ	เกณฑ์ทางสถิติ		
	NSE	PBIAS (%)	RSR
ดีมาก	0.75<NSE<1.00	PBIAS<±10	0.00<RSR<0.50
ดี	0.65<NSE<0.75	±10<PBIAS<±15	0.50<RSR<0.60
ปานกลาง	0.50<NSE<0.65	±15<PBIAS<±25	0.60<RSR<0.70
พอใช้	NSE<0.50	PBIAS>±25	RSR>0.70

## 4. ผลการศึกษาและการอภิปรายผล

### 4.1 การสอบเทียบและการประเมินประสิทธิภาพแบบจำลอง

การประยุกต์ใช้แบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าที่ประสบความสำเร็จขึ้นอยู่กับคุณภาพของข้อมูล การเลือกวิธีการและความถูกต้องของกระบวนการสอบเทียบและการตรวจสอบความถูกต้อง ในปัจจุบันการศึกษาแบบจำลอง HEC-HMS สามารถสอบเทียบจำลองตามเหตุการณ์ได้ การศึกษาครั้งนี้ ออกแบบเพื่อพัฒนาวิธีการสร้างแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าที่สามารถนำไปใช้แทนในพื้นที่ที่มีสถานีตรวจวัดน้ำท่าและไม่มีสถานีตรวจวัดน้ำท่าในลุ่มน้ำได้ ดังนั้นการศึกษานี้จึงรวมวิธีการที่ง่ายและเป็นที่ยอมรับกันดี คือ วิธี SCS-CN, วิธี SCS UH, วิธี Muskingum routing และวิธี Lag routing สำหรับการจำลองน้ำท่วม โดยการศึกษานี้มีเพียงค่าพารามิเตอร์ K เท่านั้นที่ได้รับการสอบเทียบ โดยแต่ละลำน้ำมีค่าไม่เท่ากัน เนื่องจากขึ้นอยู่กับความยาวของลำน้ำในแต่ละลุ่มน้ำ และค่าพารามิเตอร์อื่นๆ ถูกประเมินจากลักษณะทางกายภาพของกลุ่มน้ำ

การสอบเทียบและการประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าใช้อ่างเก็บน้ำแก่งละว้าเป็นจุดออก โดยใช้ข้อมูลตรวจวัดปริมาณน้ำไหลเข้าอ่างเก็บน้ำแก่งละว้าคำนวณเปลี่ยนเป็นปริมาณน้ำท่าสังเคราะห์ ซึ่งประมาณค่านี้จากโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแก่งละว้า ในการสอบเทียบเหตุการณ์น้ำท่วมระหว่างวันที่ 23 สิงหาคม พ.ศ.2562 ถึงวันที่ 2 กันยายน พ.ศ.2562



รูปที่ 3 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าตรวจวัดและปริมาณน้ำท่าสังเคราะห์ในการสอบเทียบที่จุดออกอ่างเก็บน้ำแก่งละว้า เหตุการณ์น้ำท่วมระหว่างวันที่ 23 สิงหาคม พ.ศ.2562 ถึงวันที่ 2 กันยายน พ.ศ.2562

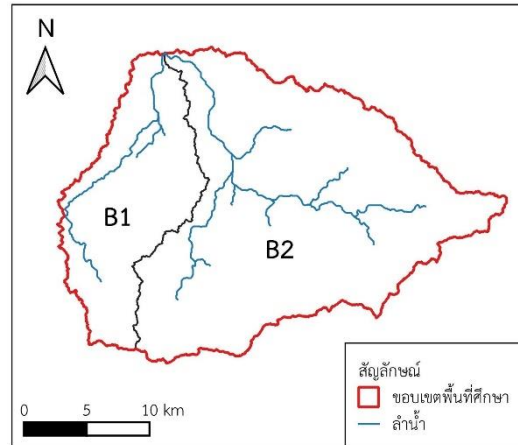
โดยรูปที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าตรวจวัดและปริมาณน้ำท่าสังเคราะห์ เหตุการณ์น้ำท่วมระหว่างวันที่ 23 สิงหาคม พ.ศ.2562 ถึงวันที่ 2 กันยายน พ.ศ.2562 เส้นประแสดงถึงค่าปริมาณน้ำท่าตรวจวัดและเส้นทึบแสดงถึงค่าปริมาณน้ำท่าสังเคราะห์ จากรูปแสดงให้เห็นว่ากราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าสังเคราะห์ที่อยู่ใกล้เคียงกับกราฟหนึ่งหน่วยน้ำท่าตรวจวัด โดยปริมาณน้ำท่าตรวจวัดและระยะเวลาการเกิดน้ำท่วมสูงสุด 447.7 ลบ.ม./วินาที, วันที่ 31 ส.ค. 62 เวลา 12.00 น. ตามลำดับ และปริมาณน้ำท่าสังเคราะห์และระยะเวลาการเกิดน้ำท่วมสูงสุด 475.3 ลบ.ม./วินาที, วันที่ 31 ส.ค. 62 เวลา 15.30 น. ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2 นอกจากนี้การประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองถูกคำนวณโดย ค่า NSE, ค่า PBIAS และค่า RSR พบว่าดัชนีบ่งชี้ค่า NSE 0.83, ค่า PBIAS 3.86 % และค่า RSR 0.41 โดยค่าสูงสุดของแบบจำลองสูงกว่าค่าสูงสุดของค่าตรวจวัดเล็กน้อย ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางที่มีอยู่และการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง [8] ให้การประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองอยู่ในระดับดีมาก

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าสูงสุดและระยะเวลาการเกิด น้ำท่วมสูงสุดที่จุดออกของอ่างเก็บน้ำแก่งละว้า

ปริมาณน้ำท่า	ปริมาณน้ำท่าสูงสุด (ลบ.ม./วินาที)	ระยะเวลาการเกิดน้ำท่วมสูงสุด
ค่าตรวจวัด	447.7	31 ส.ค. 2562 เวลา 12.00 น.
ค่าสังเคราะห์	475.3	31 ส.ค. 2562 เวลา 15.30 น.

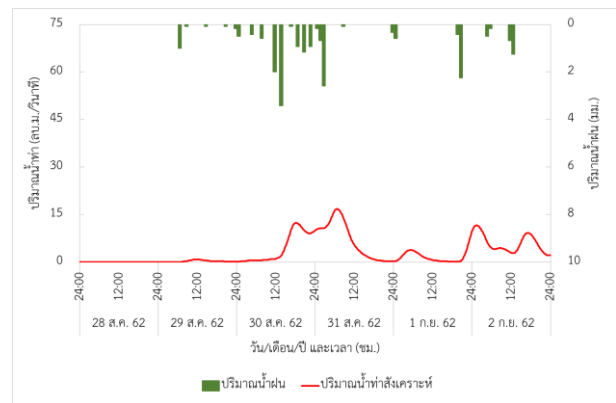
#### 4.2 การจำลองปริมาณน้ำท่าสังเคราะห์ในกลุ่มน้ำที่ไม่มีสถานีตรวจวัดน้ำท่า

การศึกษาครั้งนี้กำหนดขอบเขตพื้นที่ศึกษาบริเวณพื้นที่เมืองบ้านไผ่ จ.ขอนแก่น ซึ่งมีลำน้ำหลักไหลผ่านในพื้นที่จำนวน 2 ลำน้ำ ไหลมาบรรจบกันที่อ่างเก็บน้ำแก่งละว้า คือ ลำน้ำห้วยจิก ซึ่งขอบเขตพื้นที่ศึกษาแบ่งกลุ่มน้ำย่อยได้ 17 กลุ่มน้ำย่อย โดยการศึกษานี้กำหนดกลุ่มน้ำย่อยที่ลำน้ำทั้ง 2 บรรจบกันเป็นขอบเขตด้านท้ายน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 4

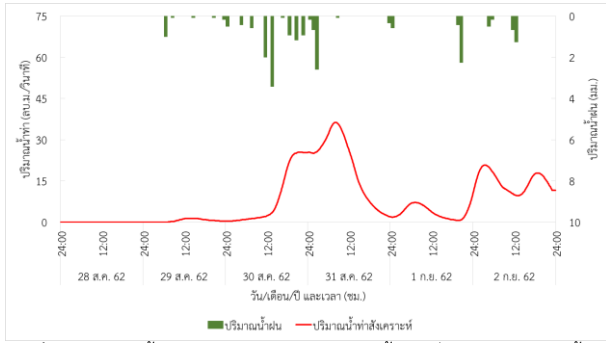


รูปที่ 4 ลำน้ำสาขา 2 ลำน้ำที่มาบรรจบกันบริเวณขอบเขตด้านท้ายน้ำ พื้นที่เมืองบ้านไผ่ จังหวัดขอนแก่น

จากแบบจำลอง HEC-HMS ได้แสดงผลวิธีน้ำฝน-น้ำท่าในแต่ละกลุ่มน้ำย่อย ในเหตุการณ์วันที่ 28 สิงหาคม พ.ศ.2562 ถึงวันที่ 2 กันยายน พ.ศ.2562 ที่ได้มีการสอบเทียบและประเมินประสิทธิภาพในช่วงระยะเวลาเดียวกัน ผลการจำลองปริมาณน้ำท่าสังเคราะห์สูงสุดที่จุดออก ของกลุ่มน้ำ B1 และ B2 อยู่ที่ 16.8 และ 36.3 ลบ.ม./วินาที ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 5 และ 6 ทั้งนี้ในพื้นที่การศึกษาไม่มีสถานีตรวจวัดน้ำท่า จึงไม่มีค่าปริมาณน้ำท่าตรวจวัดในการสอบเทียบ ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการศึกษานี้เป็นวิธีหนึ่งที่สามารถแปลงปริมาณน้ำฝนเป็นปริมาณน้ำท่าสังเคราะห์ได้



รูปที่ 5 ปริมาณน้ำท่าสังเคราะห์จากปริมาณน้ำฝนที่จุดออกของกลุ่มน้ำ B1 เหตุการณ์จำลองน้ำท่วมระหว่างวันที่ 28 สิงหาคม พ.ศ.2562 ถึงวันที่ 2 กันยายน พ.ศ.2562



รูปที่ 6 ปริมาณน้ำท่าสังเคราะห์จากปริมาณน้ำฝนที่จุดออกของกลุ่มน้ำ B2 เหตุการณ์จำลองน้ำท่วมระหว่างวันที่ 28 สิงหาคม พ.ศ.2562 ถึงวันที่ 2 กันยายน พ.ศ.2562

#### 4. สรุป

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า เพื่อประเมินปริมาณและระยะเวลาการเกิดน้ำท่วมสูงสุดจากแบบจำลอง HEC-HMS ในพื้นที่เมืองบ้านไผ่ จ.ขอนแก่น โดยใช้โปรแกรม QGIS ช่วยในการประมาณค่าพารามิเตอร์จากแบบจำลองระดับความสูงเชิงเลข, แผนที่การใช้ที่ดิน และแผนที่ลักษณะของดิน ในการประเมินลักษณะทางอุทกวิทยาและค่าเริ่มต้นเพื่อการสอบเทียบแบบจำลอง สำหรับการสอบเทียบแบบจำลองใช้ข้อมูลตรวจวัดปริมาณน้ำฝนรายชั่วโมงถูกคำนวณเปลี่ยนเป็นปริมาณน้ำท่าสังเคราะห์ โดยที่ปริมาณน้ำท่าสังเคราะห์เปรียบเทียบกับค่าประมาณปริมาณน้ำท่าที่จุดออกของกลุ่มน้ำห้วยจิก ซึ่งประมาณค่านี้จากโค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำแก่งละว้า ผลการศึกษาพบว่าแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าสามารถคำนวณปริมาณและระยะเวลาการเกิดน้ำท่วมสูงสุดเป็นที่ยอมรับได้ การประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองอยู่ในระดับดีมาก และการจำลองปริมาณน้ำท่าสังเคราะห์ในกลุ่มน้ำในพื้นที่เมืองบ้านไผ่ จ.ขอนแก่น มีปริมาณน้ำท่าสังเคราะห์สูงสุด 16.8 และ 36.3 ลบ.ม./วินาที ดังนั้นวิธีการที่นำเสนอในบทความนี้จะ เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสำหรับการปริมาณน้ำท่วมสูงสุดทั้งในพื้นที่ที่มีและไม่มีสถานีตรวจวัดน้ำท่า สำหรับการศึกษเพิ่มเติม ควรมีการวิเคราะห์และการออกแบบปริมาณน้ำฝนมาร่วมสร้างแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการสนับสนุนระบบเตือนภัยน้ำท่วมล่วงหน้า และประยุกต์ใช้ร่วมกับแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ เพื่อสร้างแผนที่ภัยพิบัติน้ำท่วมต่อไป

#### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่นที่ให้การสนับสนุนงานวิจัย รวมทั้งสำนักงานชลประทานที่ 6 กรมชลประทาน กรมอุตุนิยมวิทยา และกรมพัฒนาที่ดินที่ให้การสนับสนุนข้อมูลต่างๆ เพื่อการดำเนินงานวิจัย

#### เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน. 2548. *มัทศจรย์พื้นฐดิน*. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- [2] Abdelkarim, A., Gaber, A.F.D., Youssef, A.M. and Pradhan, B. (2019). Flood Hazard Assessment of the Urban Area of Tabuk City, Kingdom of Saudi Arabia by Integrating Spatial-Based Hydrologic and Hydrodynamic Modeling. *Sensors* 2019, 19, p.1-23.
- [3] Bhatt, J.P., Pandya, P.H. (2014). Application of HEC-GeoHMS as a Tool of Hydrologic Modeling in the Field of Water Resources Engineering. *International Journal for Scientific Research & Development*, 1, pp.2486-2488.
- [4] Chow, V. T., Maidment, D. R., and Mays, L. W.: *Applied hydrology*, McGraw-Hill, New York, 1988.
- [5] Feldman, A.D.: *Hydrologic modeling system (HEC-HMS): Technical reference manual*. USA; 2000.
- [6] Khadka, J. and Bhaukajee, J. (2018). *Rainfall-runoff simulation and modelling using HEC-HMS and HEC-RAS models: case studies from Nepal and Sweden*. Master Thesis, Lund University, Sweden.
- [7] Lohpaisankrit, W., G. Meon and T. Tingsanchalil. (2016). A framework of integrated hydrological and hydrodynamic models using synthetic rainfall for flash flood hazard mapping of ungauged catchments in tropical zones. *The Spatial Dimensions of Water Management-Redistribution of Benefits and Risks*. Vol. 373, Bochum: IAHS, 183-187
- [8] Moriasi, D.N., Gitau, M.W., Pai, N. and Daggupati, N. (2015). *Hydrologic and water quality models: performance measures and evaluation criteria*. Am. Soc. Agric. Biol. Eng., 58(6): 1763-1785
- [9] Nandalal, H.K., Ratnayake, U.R. (2010). Event based modeling of a watershed using HEC-HMS. *ENGINEER*, 43, pp.28-37.
- [10] Puno, G.R., Amper, R.A.L. and Tailsay, B.A.M. (2018). Flood simulation using geospatial and hydrologic models in Manupali Watershed, Bukidnon, Philippines. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 12, p.294-303.
- [11] Mishra, S.K. and Singh, V. (2003). *Soil conservation service curve number (SCS-CN) methodology*. Kluwer Academic Publishers., pp.71-79.
- [12] Tailsay, B.A.M., .Puno, G.R. and Amper, R.A.L. (2019). Flood hazard mapping in an urban area using combined hydrologic-hydraulic models and geospatial technologies.



การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 25  
วันที่ 15-17 กรกฎาคม 2563 จ.ชลบุรี

The 25<sup>th</sup> National Convention on Civil Engineering  
July 15-17, 2020, Chonburi, THAILAND

---

*Global Journal of Environmental Science and  
Management*, 5, p.139-154.