



บทความวิจัย

## การวิเคราะห์แผนผังเตือนภัยน้ำท่วมและพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม

### The analysis of flood warning diagram and flood risk area

ปรียาพร โกษา<sup>1\*</sup> ฤกษ์ชัย ศรีวรรมาศ<sup>2</sup> ธนัช สุขวิมลเสรี<sup>3</sup>

<sup>1</sup> สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

<sup>2</sup> ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อำเภวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี 34190

<sup>3</sup> ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Preeyaphorn Kosa<sup>1\*</sup> Rerkchai Srivoramas<sup>2</sup> Thanutch Sukwimolseree<sup>3</sup>

<sup>1</sup> School of Civil Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima 30000

<sup>2</sup> Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani 34190

<sup>3</sup> Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Bangkok 10900

\* Corresponding author.

E-mail: : kosa@sut.ac.th; Telephone: 0 4422 4350

วันที่รับบทความ 21 สิงหาคม 2565; วันที่แก้ไขบทความ ครั้งที่ 1 13 ตุลาคม 2565; วันที่แก้ไขบทความ ครั้งที่ 2 13 ธันวาคม 2565

วันที่ตอบรับบทความ 20 ธันวาคม 2565

#### บทคัดย่อ

จังหวัดอุบลราชธานีได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมในทุกๆ ปี และประสบน้ำท่วมใหญ่ในปี 2521, 2545, 2553 และ 2562 ทั้งนี้ จังหวัดอุบลราชธานียังขาดระบบเตือนภัยน้ำท่วม การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) วิเคราะห์หาสถานีวัดน้ำท่าสำหรับการเตือนภัยน้ำท่วม (2) เพื่อจัดทำแผนผังเตือนภัยน้ำท่วม ด้วยข้อมูลน้ำท่าและภาพถ่ายดาวเทียม และ (3) เพื่อประเมินพื้นที่น้ำท่วมในจังหวัดอุบลราชธานี ด้วยแบบจำลอง MIKE FLOOD พื้นที่ศึกษาคือ แม่น้ำชี (เริ่มตั้งแต่สถานี E.20A ) แม่น้ำมูล (เริ่มตั้งแต่สถานี M. 5 ถึงเขื่อนปากมูล) และที่ราบน้ำท่วมถึง ตั้งแต่อำเภอเมืองนครอุบลราชธานี อำเภวารินชำราบ อำเภอพิบูลมังสาหาร และสิ้นสุดที่เขื่อนปากมูล วิธีการศึกษาประกอบด้วย 2 ขั้นตอนหลัก คือการนำข้อมูลระดับน้ำ อัตราการไหล และภาพถ่ายดาวเทียมมาวิเคราะห์ตามหลักสถิติ เพื่อวิเคราะห์หาสถานีวัดน้ำท่าแผนผังเตือนภัยน้ำท่วม และการวิเคราะห์หาพื้นที่น้ำท่วมด้วยแบบจำลอง MIKE FLOOD ผลการศึกษา พบว่า (1) สถานีวัดน้ำท่าที่มีความสำคัญต่อการเตือนภัยน้ำท่วม ได้แก่ สถานี M.5, M.9, M.182, M.7, M.170, E.20A, และ E.98 (2) แผนผังเตือนภัยน้ำท่วมสามารถนำมาเป็นแนวทางในการบริหารจัดการน้ำก่อนการเกิดน้ำท่วมและระหว่างการเกิดน้ำท่วม โดยไม่ต้องคำนวณค่าระดับน้ำและอัตราการไหลจากแบบจำลองคณิตศาสตร์ ซึ่งการเตือนภัยน้ำท่วมมี 3 กรณี คือกรณีที่ 1 เริ่มเตือนภัยน้ำท่วม กรณีที่ 2 น้ำท่วมขั้นวิกฤต กรณีที่ 3 น้ำท่วมหนักสูงสุดที่เคยเกิดขึ้น และ (3) พื้นที่น้ำท่วมในจังหวัดอุบลราชธานี สำหรับกรณีที่ 1, 2, และ 3 เท่ากับ 113.22 ตร.กม., 192.18 ตร.กม. และ 293.55 ตร.กม. ตามลำดับ

#### คำสำคัญ

แผนผังเตือนภัยน้ำท่วม พื้นที่น้ำท่วม ความเสี่ยงจากน้ำท่วม แบบจำลอง MIKE FLOOD จ.อุบลราชธานี

#### Abstract

Ubon Ratchathani province experiences flooding in every year and experienced the major floods in 1978, 2002, 2010 and 2019, however it still lacks a flood warning system. Then, the objectives of this study are (1) to analyze the runoff stations to warn flooding, (2) to prepare a flood warning diagram using stream flow data and satellite images, and (3) to assess the resulting flood area in Ubon Ratchathani province with the MIKE FLOOD model. The study areas are the Chi River (starting from Station E.20A), the Mun River (starting from M. 5 station to Pak Mun Dam), and the floodplains, from

Mueang Nakhon Ubon Ratchathani District, Warin Chamrap District, Phibul Mangsahan District, and ending at Pak Mun Dam. There are two parts of the methodology. Firstly, to determine runoff stations for flood warning and a flood warning diagram, the data of water level, discharge, and satellite image are analyzed using the statistics. Secondary, MIKE FLOOD model is applied for flooding area. The results showed that (1) runoff stations that is important to warn flooding are included M.5, M.9, M.182, M.7, M.170, E.20A, and E.98. (2) The flood warning diagram can be used as a guideline for water management before flooding and during flooding without calculating the water level and discharge from the mathematical model. This flood warning diagram shows the water level and discharge for flood warnings in 3 cases included case 1: starts a flooding, case 2: critical flooding, and case 3: great floods ever occurred. Finally, (3) the flooding area in Ubon Ratchathani province for cases 1, 2, and 3 are 113.22 km<sup>2</sup>, 192.18 km<sup>2</sup> and 293.55 km<sup>2</sup>, respectively.

## Keywords

flood warning diagram; flooding area; flood risk; MIKE FLOOD; Ubon Ratchathani

## 1. คำนำ

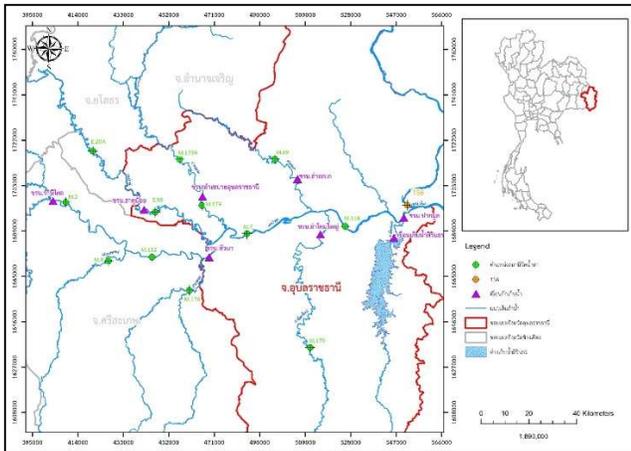
น้ำท่วมเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นจากปริมาณน้ำฝนที่สูง และมีปริมาณน้ำท่าไหลลงสู่แม่น้ำมากกว่าปกติ หากแม่น้ำไม่สามารถรับน้ำทั้งหมดที่ไหลลงสู่แม่น้ำได้ก็จะมีระดับน้ำที่สูงกว่าตลิ่ง จากนั้น น้ำจะล้นตลิ่งทั้งสองด้านของแม่น้ำและไหลออกสู่พื้นที่กว้าง นอกจากนี้ ในพื้นที่ลุ่มและพื้นที่ชุมชนที่ไม่มีระบบระบายน้ำที่สมบูรณ์หากมีฝนตกหนักเป็นเวลานานจะทำให้เกิดน้ำท่วม และอาจส่งผลกระทบต่อวงกว้างต่อชุมชน และสิ่งแวดล้อม [1, 2]

ในประเทศไทยมีหลายพื้นที่ประสบปัญหาน้ำท่วมซ้ำซาก ดังเช่นลุ่มน้ำมูล โดยเฉพาะในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานีซึ่งอยู่ท้ายน้ำของลุ่มน้ำมูล จังหวัดอุบลราชธานีประสบน้ำท่วมใหญ่ในปี 2521, 2545, 2553 และ 2562 นอกจากนี้ ยังมีน้ำท่วมทุกปีในพื้นที่อำเภอวารินชำราบและอำเภอเมืองนครอุบลราชธานี ซึ่งเป็นพื้นที่ที่สำคัญทางเศรษฐกิจ ทั้งนี้ เพื่อป้องกันน้ำท่วมในอำเภอเมืองอุบลราชธานี จึงได้มีการสร้างฝังกั้นน้ำริมแม่น้ำมูลบางส่วน [3]

ถึงแม้ว่าจะมีสถานีวัดน้ำท่าหลายสถานีในบริเวณต้นน้ำของจังหวัดอุบลราชธานี แต่ไม่มีการวิเคราะห์ข้อมูลที่จะนำไปสู่การเตือนภัยน้ำท่วม และการจัดทำระบบเตือนภัยน้ำท่วมในจังหวัดอุบลราชธานี การเตือนภัยน้ำท่วมเป็นระบบที่มีความสำคัญ ดังแสดงในการวิจัยจำนวนมากและในหลายประเทศที่ได้แสดงให้เห็นว่าระบบเตือนภัยน้ำท่วมนี้สามารถลดผลกระทบจากน้ำท่วมต่อผู้คนและสิ่งแวดล้อมได้เป็นอย่างดี [4, 5, 6]

ในปัจจุบันมีการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมสำหรับวิเคราะห์พื้นที่น้ำท่วม โดยข้อดีคือมีความละเอียดเชิงพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ นอกจากนี้ มีภาพถ่ายดาวเทียมหลายประเภท เช่น ดาวเทียม ALOS/PALSAR ถูกใช้เพื่อวิเคราะห์การป้องกันน้ำท่วมในเมืองโอคาซากิและเมืองอันโจ [7] และเพื่อสร้างแผนที่เสี่ยงน้ำท่วม [8] ดาวเทียม Landsat ถูกนำไปใช้สำหรับการตรวจจับแหล่งน้ำ [9] และการทำแผนที่เสี่ยงและพื้นที่ประสบภัยน้ำท่วม [10], ภาพถ่ายดาวเทียม COSMO-SkyMed ได้ถูกนำไปใช้ทำแผนที่น้ำท่วมรวมถึงการประเมินความเสียหายจากแผ่นดินไหว [11] ดาวเทียม Sentinel-1 ถูกใช้เพื่อติดตามสถานการณ์น้ำท่วมในแม่น้ำ Ebro [12], ดาวเทียม Sentinel-2 ถูกใช้ในการประเมินน้ำท่วมใหญ่ในทะเลเมดิเตอร์เรเนียนตะวันตก [13] และมีการใช้ภาพ RADARSAT เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงต่อน้ำท่วมสูงสุดในลุ่มแม่น้ำกัลกันตัน [14] นอกจากนี้ ดาวเทียม ALOS-2 ยังสามารถรวมกับข้อมูลการจำลองอุทกพลศาสตร์เพื่อตรวจจับพื้นที่น้ำท่วม [15]

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ (1) วิเคราะห์หาสถานีวัดน้ำท่าสำหรับการเตือนภัยน้ำท่วม (2) เพื่อจัดทำแผนผังเตือนภัยน้ำท่วม ด้วยข้อมูลน้ำท่าและภาพถ่ายดาวเทียม และ (3) เพื่อประเมินพื้นที่น้ำท่วมที่เกิดขึ้น ด้วยแบบจำลอง MIKE FLOOD โดยพื้นที่ศึกษาคือ แม่น้ำชี (เริ่มตั้งแต่สถานี E.20A ) แม่น้ำมูล (เริ่มตั้งแต่สถานี M. 5 ถึงเขื่อนปากมูล) และที่ราบน้ำท่วมถึง ตั้งแต่อำเภอเมืองนครอุบลราชธานี อำเภอวารินชำราบ อำเภอพิบูลมังสาหาร และสิ้นสุดที่เขื่อนปากมูล ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษาและสถานีวัดน้ำท่า

## 2. แบบจำลอง MIKE FLOOD

แบบจำลอง MIKE FLOOD ประกอบด้วย การจำลองสภาพน้ำท่าที่เกิดขึ้นจากน้ำฝน (MIKE11-NAM) การไหลสภาพของน้ำที่เกิดขึ้นจริงในแม่น้ำ (MIKE11-HD) และแบบจำลองสภาพการไหลของน้ำในสองมิติ MIKE21-HD จากนั้นสภาพการไหลที่คำนวณได้จากแบบจำลองดังกล่าวข้างต้นจะนำข้อมูลเข้าไปในแบบจำลอง MIKE FLOOD และผลลัพธ์ที่ได้คือแผนที่น้ำท่วมและสภาพน้ำท่วมที่เกิดขึ้น [16]

แบบจำลอง MIKE11-NAM มีปริมาณน้ำฝนและค่าการระเหยเป็นข้อมูลนำเข้า เพื่อคำนวณหาปริมาณน้ำท่า และแบบจำลอง MIKE11-HD ถูกใช้ในการจำลองลักษณะการไหลของน้ำที่เป็นการไหลในทิศทางเดียวคือ ทิศทางตามการไหลตามทางน้ำ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบหนึ่งมิติ และมีลักษณะการไหลที่ไม่คงที่ตามเวลา ข้อมูลนำเข้าที่สำคัญคือ หน้าตัดลำน้ำ [17]

แบบจำลอง MIKE21 เป็นแบบจำลองสภาพการไหลของน้ำผิวดินแบบอิสระในสองมิติ โดยถูกนำมาจำลองลักษณะการไหลทางชลศาสตร์ มีแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ (Hydrodynamic Module, HD) เป็นแบบจำลองพื้นฐานในแบบจำลองการไหลที่เป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำและตอบสนองต่อความหลากหลายที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ และมีการสร้างลักษณะภูมิประเทศ (Bathymetry) จากข้อมูลความสูงเชิงตัวเลข (DEM) เพื่อทำการจำลองสภาพการไหลของ

น้ำที่ไหลไปยังพื้นที่ลุ่มน้ำท่วมตามลักษณะภูมิประเทศนั้นๆ [18]

ทั้งนี้ ประเทศไทยและต่างประเทศ ได้นำทั้งแบบจำลอง MIKE 11, MIKE 11-NAM, MIKE21 HD, และ MIKE FLOOD เข้ามาใช้ในหลายพื้นที่ เพื่อคำนวณหาปริมาณน้ำท่าจากปริมาณน้ำฝน เพื่อวิเคราะห์ค่าระดับน้ำในลำน้ำ ค่าระดับน้ำท่วม และพื้นที่น้ำท่วม ในเงื่อนไขและสถานการณ์ต่างๆ [19, 20]

## 3. ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) และค่า F-test

ค่าสหสัมพันธ์ เป็นการศึกษาค่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป ว่ามีความสัมพันธ์กันในระดับใด และมีความสัมพันธ์ในทิศทางใด ถ้าข้อมูลทั้ง 2 ชุดเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ หรือตัวแปร 2 ตัวแปรเป็นตัวแปรแบบต่อเนื่อง การหาความสัมพันธ์จะเรียกว่า สหสัมพันธ์อย่างง่าย และวัดระดับความสัมพันธ์โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Correlation) ดังแสดงใน ตารางที่ 1 และถ้าข้อมูลหรือตัวแปรตัวหนึ่ง เป็นตัวแปรที่มีค่าตามที่กำหนดหรือมีผลต่อตัวแปรอีกตัวหนึ่งจะเรียกตัวแปรนี้ว่าตัวแปรอิสระ ส่วนตัวแปรที่มีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามค่าของตัวแปรอิสระเรียกว่าตัวแปรตาม เมื่อตัวแปรอิสระและตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กันและต้องการพยากรณ์ค่าของตัวแปรตามเมื่อกำหนดค่าตัวแปรอิสระ โดยอาศัยหลักการของการวิเคราะห์การถดถอย ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์การถดถอย คือพยากรณ์ค่าตัวแปรตามในอนาคต เมื่อกำหนดค่าตัวแปรอิสระ ทั้งนี้ ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Correlation)

ตารางที่ 1 การแปลความหมายค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์	ระดับความสัมพันธ์
0.81-1.00	มีความสัมพันธ์กันมาก
0.51-0.80	มีความสัมพันธ์กันปานกลาง
0.21-0.50	มีความสัมพันธ์กันน้อยหรือต่ำ
0.01-0.20	มีความสัมพันธ์กันน้อยมาก
0.00	ไม่มีความสัมพันธ์กัน

ที่มา: [21]

ค่า F-test เป็นการทดสอบเปรียบเทียบความแปรปรวนของข้อมูล 2 ชุด เพื่อพิจารณาว่าความแปรปรวนต่างกันหรือไม่ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ใช้ประกอบการตัดสินใจ โดยจะเลือกใช้ข้อมูลที่มีความแปรปรวนน้อย โดยค่า F-test หาจากสมการดังนี้

$$F\text{-test} = \frac{S^2_1}{S^2_2} \quad (1)$$

เมื่อ  $S^2_1$  คือ ค่าความแปรปรวนของข้อมูลชุดที่ 1

$S^2_2$  คือ ค่าความแปรปรวนของข้อมูลชุดที่ 2

สำหรับค่า F-Critical เป็นค่าที่กำหนดขอบเขตวิกฤตของความแปรปรวน ซึ่งค่า F-test < F-Critical แสดงว่าข้อมูลที่พิจารณามีความแปรปรวนน้อย

#### 4. ขั้นตอนการศึกษา

ในกระบวนการศึกษาประกอบด้วย 2 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

1.) การจัดทำแผนผังเตือนภัยน้ำท่วม มีขั้นตอนดังนี้

1.1) การรวบรวมภาพถ่ายดาวเทียมที่สำรวจพื้นที่น้ำท่วมจากเว็บไซต์ของ GISTDA ที่มีข้อมูลเผยแพร่จากปี พ.ศ. 2553 ถึง ปี 2562 จำนวน 137 ภาพ ได้แก่ ALOS, COSMO-SkyMed- 1, COSMO- SkyMed- 2, COSMO- SkyMed- 3, COSMO- SkyMed- 4, LANDSAT- 5, RADARSAT- 1, RADARSAT-2, Sentinel-1 และ Sentinel-2 ซึ่งภาพถ่ายดาวเทียมดังกล่าวครอบคลุมพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี จังหวัดศรีสะเกษ จังหวัดยโสธร และจังหวัดอำนาจเจริญ

1.2) พิจารณาระดับน้ำและอัตราการไหลในสถานีวัดน้ำท่า M.5, M.9, M.182, M.176, M.7, M.179, M.179A, M.170, M.69, E20A, E.98 ตามวันที่ของภาพถ่ายดาวเทียมทั้ง 137 ภาพ

1.3) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งที่ตั้งสถานีวัดน้ำท่ากับขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมสามารถแผ่ไปถึงก่อนที่จะถึงสถานีวัดน้ำท่าถัดไปที่อยู่ด้านท้ายน้ำ โดยพิจารณาจากข้อมูลค่าระดับความสูงของพื้นที่และทิศทางการไหลของน้ำท่วม ดังแสดงใน ตารางที่ 2

ตารางที่ 2 พื้นที่รายอำเภอที่ได้รับผลกระทบน้ำท่วมจากสถานีวัดน้ำท่าที่อยู่ด้านเหนือน้ำ

สถานีวัดน้ำท่า	พื้นที่รายอำเภอที่ได้รับผลกระทบน้ำท่วม
M.5	ราชันีไศล ,ยางชุมนุ
M.9	เมืองศรีสะเกษ
M.182	เมืองศรีสะเกษ กันทรารมย์
M.176	โนนคูณ กันทรารมย์
M.179A	เขื่องโน ม่วงสามสิบ
M.179	เมืองอุบลราชธานี
M.69	ตระการพิพิธผล เหล่าเสือโก้ก
M.7	เมืองอุบลราชธานี วารินชำราบ สว่างวีระวงศ์
M.11B	พิบูลมังสาหาร สิรินคร โขงเจียม
M.170	เดชอุดม
E.20A	มหาชนะชัย ค้อวัง
E.98	เขื่องโน กันทรารมย์

1.4) พิจารณาขอบเขตน้ำท่วมจากภาพถ่ายดาวเทียม โดยทำการวิเคราะห์พื้นที่น้ำท่วมเป็นตารางกิโลเมตร และไร่ ซึ่งได้จำแนกเป็นรายตำบลในจังหวัดอุบลราชธานี จังหวัดศรีสะเกษ จังหวัดยโสธร และจังหวัดอำนาจเจริญ ด้วยหลักการ Image processing ทั้งนี้ ดำเนินการคัดเลือกภาพถ่ายดาวเทียมที่มีความสมบูรณ์ในการวิเคราะห์หาพื้นที่น้ำท่วม ซึ่งเป็นภาพที่มีเมฆปกคลุมน้อยที่สุด

1.5) วิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Correlation) เพื่อวัดระดับความสัมพันธ์ของระดับน้ำ (ม.รทก.) กับพื้นที่น้ำท่วม (ตร.กม.) และเพื่อวัดระดับความสัมพันธ์ของค่าอัตราการไหล (ลบ.ม. ต่อวินาที) กับพื้นที่น้ำท่วม (ตร.กม.) โดยพิจารณาเฉพาะสถานีวัดน้ำท่าที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันในระดับความสัมพันธ์ปานกลางขึ้นไป

นอกจากนี้ ในการศึกษาได้ใช้ค่า F-Test เพื่อใช้เปรียบเทียบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ความแปรปรวนของตัวแปรทั้งสอง สำหรับค่าระดับน้ำกับพื้นที่น้ำท่วม และสำหรับค่าอัตราการไหลกับพื้นที่น้ำท่วม จากการเปรียบเทียบค่า F กับค่า F Critical

สำหรับระดับความสัมพันธ์ของระดับน้ำกับพื้นที่น้ำท่วม ดังแสดงใน ตารางที่ 3 พบว่า โดยส่วนใหญ่ค่า  $F < F \text{ Critical}$  แสดงว่า ค่าความแปรปรวนของข้อมูลค่าระดับน้ำเท่ากับค่า

ความแปรปรวนของข้อมูลพื้นที่น้ำท่วม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าค่าระดับน้ำเป็นตัวแปรที่มีความสำคัญมากต่อการบ่งชี้การเกิดพื้นที่น้ำท่วม โดยสถานีวัดน้ำท่าที่สามารถนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับน้ำกับพื้นที่น้ำท่วม ซึ่งเป็นสถานีวัดน้ำท่าที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันอยู่ที่ระดับความสัมพันธ์ปานกลาง ประกอบด้วยสถานีวัดน้ำท่า M.5 (อ.

ราชสีไศล), M.9 (อ.เมืองศรีสะเกษ), M.182 (อ.เมืองศรีสะเกษ, อ.กันทรารมย์), M.7 (อ.เมืองอุบลราชธานี, อ.วารินชำราบ), M.179 (อ.เมืองอุบลราชธานี), M.170 (อ.เดชอุดม), E.20A (อ.ค้อวัง), E.98 (อ.เขื่องใน) ทั้งนี้ รายชื่ออำเภอแสดงว่าค่าระดับน้ำในสถานีวัดน้ำท่านั้นมีผลต่ออำเภอนั้น

ตารางที่ 3 ผล F-Test และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน สำหรับค่าระดับน้ำท่า (ม.รทก.) กับพื้นที่น้ำท่วม (ตร.กม.)

สถานีวัดน้ำท่า	อำเภอ	จังหวัด	ค่าสัมประสิทธิ์	ระดับความสัมพันธ์	F-Test		
					ค่า F	F Critical	ความสัมพันธ์
M.5	ราชสีไศล	ศรีสะเกษ	0.678	ปานกลาง	0.014	0.717	F < F Critical
M.5	ยางชุมนุม	ศรีสะเกษ	0.316	ต่ำ	0.256	0.717	F < F Critical
M.9	เมืองศรีสะเกษ	ศรีสะเกษ	0.682	ปานกลาง	0.028	0.721	F < F Critical
M.182	เมืองศรีสะเกษ	ศรีสะเกษ	0.710	ปานกลาง	0.025	0.721	F < F Critical
M.182	กันทรารมย์	ศรีสะเกษ	0.592	ปานกลาง	0.036	0.728	F < F Critical
M.176	โนนคูณ	ศรีสะเกษ	0.209	ต่ำ	0.861	0.372	F > F Critical
M.176	กันทรารมย์	ศรีสะเกษ	0.386	ต่ำ	0.059	0.725	F < F Critical
M.7	เมืองอุบลราชธานี	อุบลราชธานี	0.705	ปานกลาง	0.005	0.704	F < F Critical
M.7	วารินชำราบ	อุบลราชธานี	0.417	ต่ำ	0.035	0.717	F < F Critical
M.7	สว่างวีระวงศ์	อุบลราชธานี	0.432	ต่ำ	0.319	0.661	F < F Critical
M.7	พิบูลมังสาหาร	อุบลราชธานี	0.172	ต่ำ	1.092	1.929	F < F Critical
M.179	เมืองอุบลราชธานี	อุบลราชธานี	0.580	ปานกลาง	0.006	0.355	F < F Critical
M.179A	เขื่องใน	อุบลราชธานี	0.417	ต่ำ	2.261	1.529	F > F Critical
M.179A	ม่วงสามสิบ	อุบลราชธานี	0.166	ต่ำ	26.490	1.599	F > F Critical
M.69	ตระการพืชผล	อุบลราชธานี	0.409	ต่ำ	0.108	0.511	F < F Critical
M.69	เหล่าเสือโก้ก	อุบลราชธานี	0.192	ต่ำ	1.785	2.048	F < F Critical
M.11B	พิบูลมังสาหาร	อุบลราชธานี	0.272	ต่ำ	0.931	0.488	F > F Critical
M.170	เดชอุดม	อุบลราชธานี	0.619	ปานกลาง	0.025	0.591	F < F Critical
E.20A	ค้อวัง	อุบลราชธานี	0.538	ปานกลาง	0.011	0.716	F < F Critical
E.20A	มหาชนะชัย	ยโสธร	0.489	ต่ำ	0.005	0.707	F < F Critical
E.98	เขื่องใน	อุบลราชธานี	0.547	ปานกลาง	0.007	0.652	F < F Critical
E.98	กันทรารมย์	ศรีสะเกษ	0.463	ต่ำ	0.089	0.649	F < F Critical

สำหรับระดับความสัมพันธ์ของค่าอัตราการไหลกับพื้นที่น้ำท่วม ดังแสดงใน ตารางที่ 4 พบว่า โดยส่วนใหญ่ค่า ค่า F > F Critical ซึ่งแสดงว่าค่าความแปรปรวนของข้อมูลค่าอัตราการไหลไม่เท่ากับค่าความแปรปรวนของข้อมูลพื้นที่น้ำท่วม แสดงให้เห็นว่าค่าอัตราการไหลเป็นตัวแปรที่มีความสำคัญน้อยต่อการบ่งชี้การเกิดพื้นที่น้ำท่วม โดยสถานีน้ำท่าที่สามารถ

นำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราการไหลกับพื้นที่น้ำท่วม ซึ่งเป็นสถานีวัดน้ำท่าที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันอยู่ที่ระดับความสัมพันธ์ปานกลางและมีความสัมพันธ์กันมาก ประกอบด้วยสถานีวัดน้ำท่า M.5 (อ.ราชสีไศล), M.9 (อ.เมืองศรีสะเกษ), M.182 (อ.เมืองศรีสะเกษ, อ.กันทรารมย์), M.7 (อ.เมืองอุบลราชธานี, อ.วารินชำราบ), M.179 (อ.เมือง

อุบลราชธานี), M.69 (อ.ตระการพิชผล), M.170 (อ.เดชอุดม), E.20A (อ.ค้อวัง, อ.มหาชนะชัย), E.98 (อ.เขื่องใน) ทั้งนี้ รายชื่ออำเภอแสดงว่าค่าอัตราการไหลในสถานีวัดน้ำทำนั้นมีผลต่อ

อำเภอ นั้น ทั้งนี้ จากตารางที่ 3 และตารางที่ 4 พบว่า สถานีวัดน้ำท่า 1 สถานี มีอำเภอที่ได้รับผลกระทบน้ำท่วมจากสถานีวัดน้ำทำนั้นที่อยู่ด้านเหนือน้ำได้มากกว่า 1 อำเภอ

ตารางที่ 4 ผล F-Test และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน สำหรับค่าอัตราการไหล (ลบ.ม. ต่อวินาที) กับพื้นที่น้ำท่วม (ตร.กม.)

สถานีวัดน้ำท่า	อำเภอ	จังหวัด	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน	ระดับความสัมพันธ์	F-Test		
					ค่า F	F Critical	ความสัมพันธ์
M.5	ราชสีไศล	ศรีสะเกษ	0.811	สูง	660.3	1.396	F > F Critical
M.5	ยางชุมนุม	ศรีสะเกษ	0.373	ต่ำ	12520.8	1.394	F > F Critical
M.9	เมืองศรีสะเกษ	ศรีสะเกษ	0.518	ปานกลาง	89.6	1.389	F > F Critical
M.182	เมืองศรีสะเกษ	ศรีสะเกษ	0.757	ปานกลาง	2117.8	1.387	F > F Critical
M.182	กันทรารมย์	ศรีสะเกษ	0.539	ปานกลาง	3091.9	1.374	F > F Critical
M.176	โนนคูณ	ศรีสะเกษ	0.211	ต่ำ	13948.2	2.687	F > F Critical
M.176	กันทรารมย์	ศรีสะเกษ	0.239	ต่ำ	169.6	1.378	F > F Critical
M.7	เมืองอุบลราชธานี	อุบลราชธานี	0.760	ปานกลาง	2579.8	1.420	F > F Critical
M.7	วารินชำราบ	อุบลราชธานี	0.386	ปานกลาง	14044.9	1.394	F > F Critical
M.7	สว่างวีระวงศ์	อุบลราชธานี	0.463	ต่ำ	170952.5	1.513	F > F Critical
M.7	พิบูลมังสาหาร	อุบลราชธานี	0.139	ต่ำ	679934.	1.929	F > F Critical
M.179	เมืองอุบลราชธานี	อุบลราชธานี	0.648	ปานกลาง	89.2	2.818	F > F Critical
M.179A	เขื่องใน	อุบลราชธานี	0.475	ต่ำ	56.8	1.529	F > F Critical
M.179A	ม่วงสามสิบ	อุบลราชธานี	0.380	ต่ำ	594.3	1.599	F > F Critical
M.69	ตระการพิชผล	อุบลราชธานี	0.528	ปานกลาง	567.2	1.955	F > F Critical
M.69	เหล่าเสือโก้ก	อุบลราชธานี	0.257	ต่ำ	10337.5	2.048	F > F Critical
M.11B	พิบูลมังสาหาร	อุบลราชธานี	0.135	ต่ำ	902404.6	2.124	F < F Critical
M.170	เดชอุดม	อุบลราชธานี	0.628	ปานกลาง	477.3	1.693	F > F Critical
E.20A	ค้อวัง	อุบลราชธานี	0.724	ปานกลาง	1366.8	1.389	F > F Critical
E.20A	มหาชนะชัย	ยโสธร	0.622	ปานกลาง	685.1	1.406	F > F Critical
E.98	เขื่องใน	อุบลราชธานี	0.779	ปานกลาง	402.3	1.534	F > F Critical
E.98	กันทรารมย์	ศรีสะเกษ	0.441	ต่ำ	4895.1	1.540	F > F Critical

นอกจากนี้ จากผลการศึกษาใน ตารางที่ 3 และ ตารางที่ 4 พบว่า ระดับความสัมพันธ์ปานกลางระหว่างค่าอัตราการไหลกับพื้นที่น้ำท่วม มีจำนวนสถานีวัดน้ำท่าที่มากกว่าความสัมพันธ์ปานกลางระหว่างค่าระดับน้ำกับพื้นที่น้ำท่วม และที่สถานี M.5 (อ.ราชสีไศล) มีค่าระดับความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราการไหลกับพื้นที่น้ำท่วมที่สูงเพียงสถานีเดียว แสดงให้

เห็นว่าสถานีวัดน้ำท่า M.5 มีความสำคัญต่อการนำข้อมูลค่าระดับน้ำและอัตราการไหลมาใช้ในการเตือนภัยน้ำท่วม

1.6) วิเคราะห์หาค่าระดับน้ำ และอัตราการไหล สำหรับการเตือนภัยน้ำท่วมออกเป็น 3 กรณี ดังนี้

- กรณีที่ 1 เริ่มเตือนภัยน้ำท่วม โดยพิจารณาจากค่าระดับน้ำ และอัตราการไหล ที่เริ่มมีพื้นที่น้ำท่วมจากภาพถ่ายดาวเทียม

- กรณีที่ 2 เหตุการณ์น้ำท่วมวิกฤตหรือเหตุการณ์น้ำท่วมเฉลี่ย 10 ปี โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของระดับน้ำ อัตราการไหล และพื้นที่น้ำท่วมจากภาพถ่ายดาวเทียม

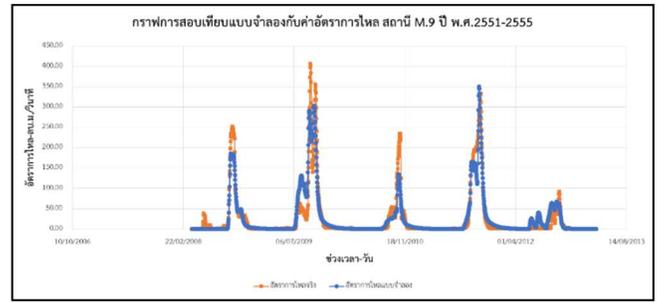
- กรณีที่ 3 เหตุการณ์น้ำท่วมหนักสูงสุดที่เคยเกิดขึ้น พิจารณาจากสภาพการเกิดน้ำท่วมในปี 2562 ซึ่งเป็นปีที่เกิดน้ำท่วมหนักสูงสุดในจังหวัดอุบลราชธานี และจากสถานะการณ์น้ำท่วมหนักสูงสุดในแต่ละพื้นที่ที่เคยเกิดขึ้น [22]

2.) การสร้างแบบจำลอง MIKE FLOOD เพื่อจำลองพื้นที่น้ำท่วม มีขั้นตอนดังนี้

2.1) การเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับนำเข้าแบบจำลอง MIKE 11, MIKE 21 และ MIKE FLOOD โดยทำการรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ ได้แก่ กรมชลประทาน สำนักอุทกวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กรมอุตุนิยมวิทยา กรมพัฒนาที่ดิน และกรมแผนที่ทหาร ข้อมูลที่จำเป็นในการจัดทำแบบจำลอง ประกอบด้วย ค่าการระเหย ปริมาณน้ำฝนรายวัน (พ.ศ. 2532-2561 จาก 28 สถานี) ปริมาณน้ำท่ารายวัน (พ.ศ. 2532-2561 จาก 13 สถานี) ระดับความสูงเชิงตัวเลข (DEM) ที่มีความละเอียด 150 ม. x 150 ม. ภาพถ่ายดาวเทียมน้ำท่วมแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน (ปี 2562) และหน้าตัดลำน้ำ (จำนวน 373 หน้าตัด)

หลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้นำมาตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูล เพื่อให้แบบจำลองที่จะจัดทำขึ้นมีความถูกต้องและสามารถนำไปใช้งานได้ โดยในการตรวจสอบความถูกต้องสำหรับข้อมูลอุตุ-อุทก ดำเนินการด้วยวิธีเส้นโค้งทับทวี (Double Mass Curve) และข้อมูลหน้าตัดลำน้ำที่ได้จากการสำรวจ ตรวจสอบความถูกต้องตามหลักการวิศวกรรมสำรวจ และโดยการเปรียบเทียบกับข้อมูลหน้าตัดลำน้ำที่เก็บโดยกรมชลประทาน

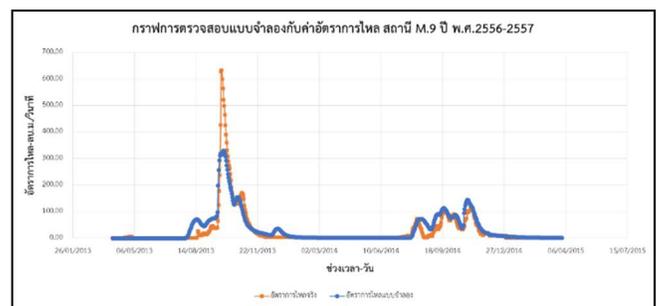
2.2) นำข้อมูลเข้าและรันแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า (MIKE11-NAM) โดยผลการปรับเทียบแบบจำลอง (Calibration) จากปี 2551-2555 และผลการสอบเทียบแบบจำลอง (Verification) จากปี 2556-2557 ดังแสดงในตารางที่ 5 และรูปที่ 2



รูปที่ 2 ตัวอย่างการสอบเทียบแบบจำลองในสถานี M.9

2.3) นำข้อมูลเข้าแบบจำลอง MIKE11 HD เพื่อจัดทำโครงข่ายลำน้ำสายหลัก และลำน้ำสายสาขาที่ไหลลงสู่ลำน้ำสายหลัก ซึ่งแม่น้ำสายหลักคือ แม่น้ำมูลตั้งแต่บริเวณท้ายเขื่อนราษีไศล อำเภอราษีไศล จังหวัดศรีสะเกษ ไปจนถึงจุดบรรจบแม่น้ำโขงที่อำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี และลำน้ำสายสาขา อีกลำน้ำสายย่อย 7 สาย ได้แก่ ห้วยสำราญ ห้วยชะยุ่ง ลำโดมใหญ่ ลำโดมน้อย แม่น้ำชี ลำเซบาย และลำเซบก ตามลำดับ ซึ่งแบบจำลอง MIKE11 HD ที่จัดทำขึ้นจะเชื่อมต่อกับแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าที่ได้สอบเทียบและตรวจพิสูจน์ไว้แล้ว เพื่อให้ปริมาณน้ำท่าที่เกิดขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยต่างๆ ไหลลงสู่ลำน้ำสาขาและลำน้ำสายหลัก โดยค่าพารามิเตอร์สำหรับการคำนวณสภาพการไหล คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานท้องน้ำ (Manning's n) มีค่า 0.028 ถึง 0.035 และค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานที่แก่งสะพานเท่ากับ 0.060

ผลการปรับเทียบและสอบเทียบ ค่าระดับน้ำและอัตราการไหล จากแบบจำลองสภาพการไหลที่สถานีวัดน้ำท่า M.182, M.7 และสถานี M.11B ดังแสดงใน ตารางที่ 6 และรูปที่ 3



รูปที่ 3 ตัวอย่างการปรับเทียบแบบจำลองในสถานี M.9

2.4) สำหรับแบบจำลอง MIKE 21 ใช้ข้อมูลความสูงเชิงตัวเลข (DEM) ที่ได้ทำการรวบรวมและตรวจสอบค่าพิกัดเรียบร้อยแล้วนำมาเข้าแบบจำลอง และทำการสร้างไฟล์ Bathymetry ที่มีนามสกุล .dfs2 เรียบร้อยแล้ว กำหนดค่าพารามิเตอร์สำหรับให้แบบจำลองคำนวณแรงกระทำต่างๆที่มีต่อพื้นที่และสร้างไฟล์ .dfs2 สำหรับใช้ผนวกกับแบบจำลอง MIKE 11-HD ในแบบจำลอง MIKE FLOOD ต่อไป

2.5) สำหรับแบบจำลอง MIKE FLOOD คือการนำผลการประมวลของแบบจำลอง MIKE 11-HD ผนวกเข้ากับ MIKE 21 โดยผลของการจำลองที่ได้จะถูกนำมาตรวจสอบกับขอบเขตน้ำท่วมจากแผนที่น้ำท่วมที่ผ่านการแปลผลจากภาพถ่ายดาวเทียมของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศ และภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) หรือ GISTDA เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมจากแบบจำลอง MIKE FLOOD ด้วยวิธี confusion matrix ผลที่ได้คือมีค่าความถูกต้องโดยรวมของการซ้อนทับกันระหว่างขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมที่ได้จากแบบจำลองกับขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมจาก GISTDA เท่ากับ 90.6% ทั้งนี้ ค่าความถูกต้องที่ดีที่สุดคือ 1.0 แต่ค่าความคลาดเคลื่อนมากที่สุด คือ 0.0. [23]

2.6) นำค่าระดับน้ำและอัตราการไหลจากทั้ง 3 กรณี จากแผนผังการเตือนภัยน้ำท่วม เข้าแบบจำลอง MIKE FLOOD เพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่น้ำท่วมตารางที่ 5 ผลการสอบเทียบและเปรียบเทียบ MIKE11-NAM

สถานีวัดน้ำท่า	การสอบเทียบ		การปรับเทียบ	
	R <sup>2</sup>	NSE	R <sup>2</sup>	NSE
M.9	0.799	0.795	0.850	0.801
M.69	0.869	0.830	0.899	0.853
M.170	0.820	0.814	0.840	0.828
M.176	0.861	0.774	0.736	0.711

ตารางที่ 6 ผลการสอบเทียบและปรับเทียบ MIKE11-HD

สถานีวัดน้ำท่า	ประเภทข้อมูล	การสอบเทียบ		การปรับเทียบ	
		R <sup>2</sup>	NSE	R <sup>2</sup>	NSE
M.182	อัตราการไหล	0.985	0.925	0.981	0.958
	ระดับน้ำ	0.966	0.870	0.968	0.965
M.7	อัตราการไหล	0.984	0.946	0.995	0.982
	ระดับน้ำ	0.978	0.955	0.993	0.986
M.11B	อัตราการไหล	0.976	0.937	0.987	0.968
	ระดับน้ำ	0.982	0.936	0.988	0.947

## 5. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

### 5.1 แผนผังการเตือนภัยน้ำท่วม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำท่า (ซึ่งประกอบด้วย ระดับน้ำและอัตราการไหล) ร่วมกับพื้นที่น้ำท่วมจากภาพถ่ายดาวเทียม โดยใช้หลักการทางสถิติ ได้แผนผังการเตือนภัยน้ำท่วมดัง รูปที่ 4 และสามารถอธิบายได้ดังนี้

1. สถานีวัดน้ำท่าที่สามารถนำค่าระดับน้ำและอัตราการไหลมาวิเคราะห์การเตือนภัยน้ำท่วมประกอบด้วย M.5 (อ.ราชไศล), M.9 (อ.เมืองศรีสะเกษ), M.182 (อ.เมืองศรีสะเกษ และ อ.กันทรารมย์), M.7 (อ.เมืองอุบลราชธานี), M.170 (อ.เดชอุดม), E.20A (อ.เขาวัง), และ E.98 (อ.เซียงโน) ทั้งนี้ สามารถพัฒนาระบบโทรมาตรเพื่อการเตือนภัยน้ำท่วมแบบ real time ในสถานีวัดน้ำท่าเหล่านี้ได้ในอนาคต

2. สำหรับการเตือนภัยน้ำท่วมในพื้นที่จังหวัดศรีสะเกษ ซึ่งเป็นพื้นที่รับน้ำก่อนเข้าจังหวัดอุบลราชธานี สามารถพิจารณาค่าระดับน้ำและอัตราการไหลได้จากสถานีวัดน้ำท่า ดังต่อไปนี้

- สถานี M.5: ระดับน้ำและอัตราการไหลที่เริ่มเกิดน้ำท่วมเท่ากับ 118.42 ม.รทก. และ 1044.64 ลบ.ม.ต่อวินาที สำหรับระดับน้ำและอัตราการไหลในสภาวะน้ำท่วมขั้นวิกฤตเท่ากับ 120.25 ม.รทก. และ 1678.21 ลบ.ม.ต่อวินาที

- สถานี M.9: ระดับน้ำและอัตราการไหลที่เริ่มเกิดน้ำท่วมเท่ากับ 119.35 ม.รทก. และ 221.14 ลบ.ม.ต่อวินาที สำหรับระดับน้ำและอัตราการไหลในสภาวะน้ำท่วมขั้นวิกฤตเท่ากับ 120.53 ม.รทก. และ 309.21 ลบ.ม.ต่อวินาที

- สถานี M.182: ระดับน้ำและอัตราการไหลที่เริ่มเกิดน้ำท่วมเท่ากับ 115.42 ม.รทก. และ 1121.01 ลบ.ม.ต่อวินาที สำหรับระดับน้ำและอัตราการไหลในสภาวะน้ำท่วมขั้นวิกฤตเท่ากับ 116.54 ม.รทก. และ 1386.65 ลบ.ม.ต่อวินาที

ทั้งนี้ สถานี M.5 มีความสำคัญในการเตือนภัยน้ำท่วมมากที่สุด เนื่องจากเป็นสถานีวัดน้ำท่าที่อยู่ต้นน้ำในแม่น้ำมูลและมีค่าสหสัมพันธ์เพียร์สันสูงที่สุด

3. สำหรับการเตือนภัยน้ำท่วมในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี สามารถพิจารณาค่าระดับน้ำและอัตราการไหลได้จากสถานีวัดน้ำท่า ดังต่อไปนี้

- สถานี M.7: ระดับน้ำและอัตราการไหลที่เริ่มเกิดน้ำท่วมเท่ากับ 112.00 ม.รทก. และ 2300.00 ลบ.ม.ต่อวินาที สำหรับ

ระดับน้ำและอัตราการไหลในสภาวะน้ำท่วมขั้นวิกฤตเท่ากับ 113.54 ม.รทก. และ 3357.01 ลบ.ม.ต่อวินาที

- สถานี M.179A: ระดับน้ำและอัตราการไหลที่เริ่มเกิดน้ำท่วมเท่ากับ 113.00 ม.รทก. และ 301.90 ลบ.ม.ต่อวินาที สำหรับระดับน้ำและอัตราการไหลในสภาวะน้ำท่วมขั้นวิกฤตเท่ากับ 113.97 ม.รทก. และ 425.10 ลบ.ม.ต่อวินาที

- สถานี M.170: ระดับน้ำและอัตราการไหลที่เริ่มเกิดน้ำท่วมเท่ากับ 131.42 ม.รทก. และ 303.61 ลบ.ม.ต่อวินาที สำหรับระดับน้ำและอัตราการไหลในสภาวะน้ำท่วมขั้นวิกฤตเท่ากับ 132.29 ม.รทก. และ 543.47 ลบ.ม.ต่อวินาที

- สถานี E.20A: ระดับน้ำและอัตราการไหลที่เริ่มเกิดน้ำท่วมเท่ากับ 121.94 ม.รทก. และ 1140.53 ลบ.ม.ต่อวินาที สำหรับระดับน้ำและอัตราการไหลในสภาวะน้ำท่วมขั้นวิกฤตเท่ากับ 122.45 ม.รทก. และ 1407.62 ลบ.ม.ต่อวินาที

- สถานี E.98: ระดับน้ำและอัตราการไหลที่เริ่มเกิดน้ำท่วมเท่ากับ 116.41 ม.รทก. และ 820.57 ลบ.ม.ต่อวินาที สำหรับระดับน้ำและอัตราการไหลในสภาวะน้ำท่วมขั้นวิกฤตเท่ากับ 117.49 ม.รทก. และ 1310.91 ลบ.ม.ต่อวินาที

สถานีวัดน้ำท่า E.20A, M.179, M.69 และ M.170 อยู่เหนือเขื่อนธาตุน้อย เขื่อนลำเซบายอุบลราชธานี เขื่อนลำเซบก และเขื่อนลำโดม ตามลำดับ ในสภาวะที่มีน้ำมาก การบริหารจัดการน้ำในเขื่อนจึงมีความสำคัญมาก เขื่อนควรที่จะเก็บกักน้ำให้ได้มากที่สุด โดยที่ไม่ทำให้ระดับน้ำในสถานี E.20A, M.179, M.69 และ M.170 อยู่เหนือระดับน้ำและอัตราการไหลที่จะทำให้เริ่มเกิดน้ำท่วม ซึ่งหากมีระดับน้ำและอัตราการไหลที่มาก ก็ควรที่จะค่อยๆ ระบายน้ำออกมา โดยที่จะต้องรักษาระดับน้ำและอัตราการไหลในสถานีท้ายน้ำ ได้แก่ E.98 และ M.7 ไม่ให้ระดับน้ำและอัตราการไหลเกิดกว่าค่าที่จะทำให้เริ่มเกิดน้ำท่วม ดังแผนผังแสดงค่าระดับน้ำและอัตราการไหลในสภาวะเริ่มเกิดน้ำท่วม สภาวะน้ำท่วมขั้นวิกฤต และสภาวะน้ำท่วมสูงสุดที่เคยเกิดขึ้น ใน รูปที่ 4

4. แผนผังการเตือนภัยน้ำท่วมจาก รูปที่ 4 สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ดังต่อไปนี้

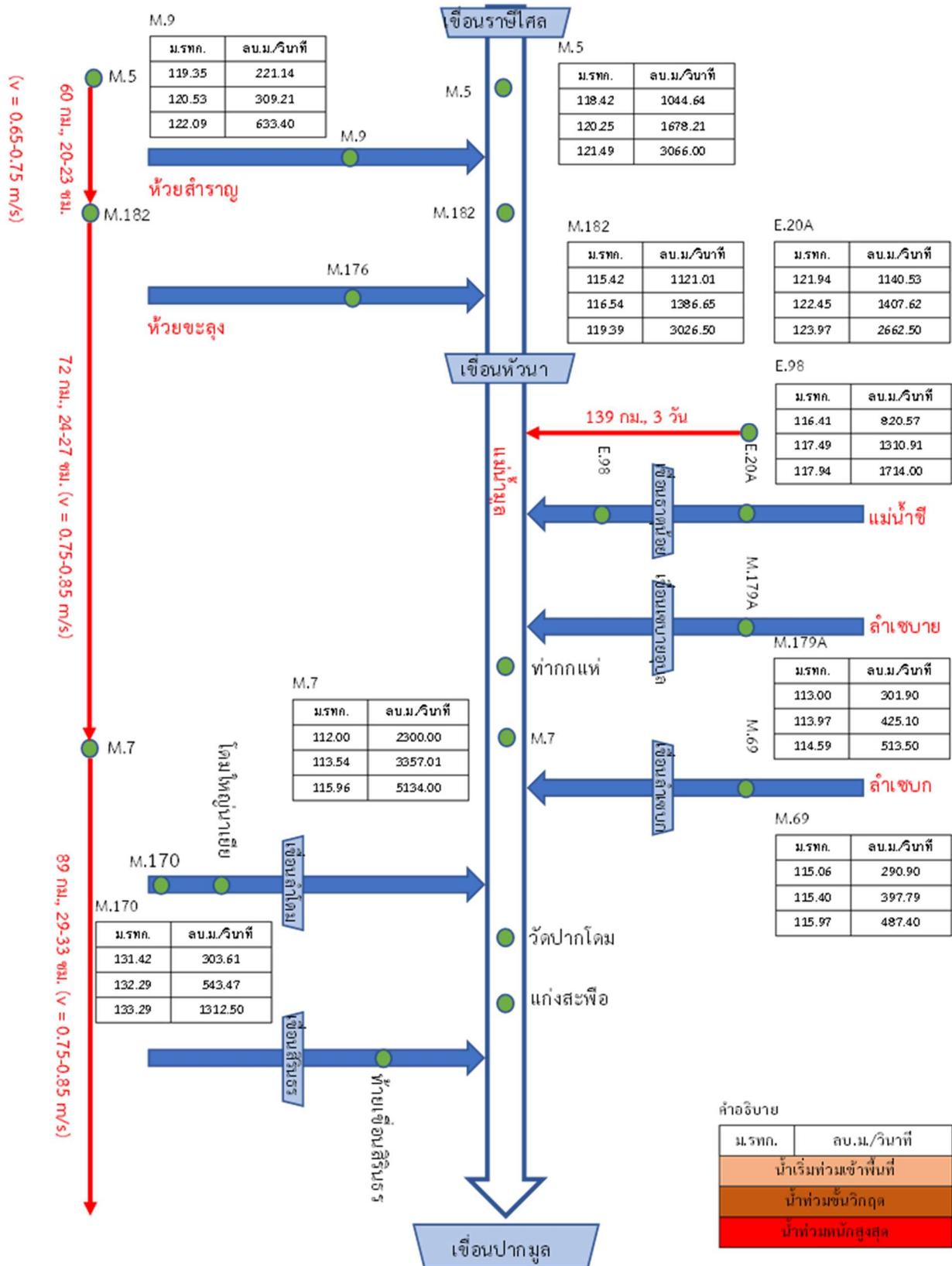
- สำหรับภาคประชาชน: เนื่องจากในปัจจุบันมีแอปพลิเคชันที่แสดงข้อมูลค่าระดับน้ำและอัตราการไหลในแต่ละสถานีวัด

น้ำแบบ real time นอกจากนี้ ประชาชนสามารถเข้าถึงข้อมูลดังกล่าวได้ง่าย ดังนั้น เมื่อประชาชนทราบข้อมูลค่าระดับน้ำและอัตราการไหลในแต่ละสถานีดังแสดงใน รูปที่ 4 ประชาชนก็จะคาดการณ์สถานการณ์ได้ว่า จะเกิดน้ำท่วมหรือไม่

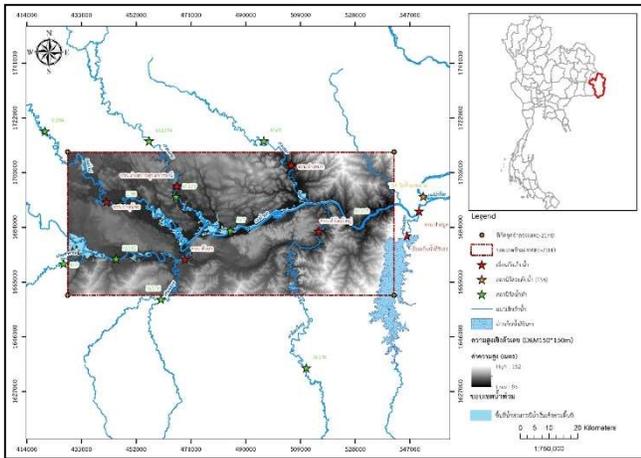
- สำหรับภาครัฐ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการบริหารจัดการน้ำท่วม: แผนผังนี้เป็นแนวทางในการบริหารจัดการน้ำก่อนการเกิดน้ำท่วมและระหว่างการเกิดน้ำท่วม โดยไม่ต้องคำนวณค่าระดับน้ำและอัตราการไหลจากแบบจำลองคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ ทำให้ทราบว่าหากสถานีต้นน้ำมีค่าระดับน้ำและอัตราการไหลเท่าไรจะก่อให้เกิดน้ำท่วม และทำให้สามารถคาดการณ์ได้ว่ามวลน้ำที่อยู่ต้นน้ำมีแนวโน้มที่จะทำให้พื้นที่ท้ายน้ำเกิดน้ำท่วมหรือไม่ อีกทั้งทำให้เห็นภาพรวมของการจัดจราจรน้ำอย่างไรเพื่อป้องกันการเกิดน้ำท่วม และเพื่อบรรเทาความเสียหายจากการเกิดน้ำท่วม

## 5.2 พื้นที่น้ำท่วมจากแผนผังการเตือนภัยน้ำท่วม

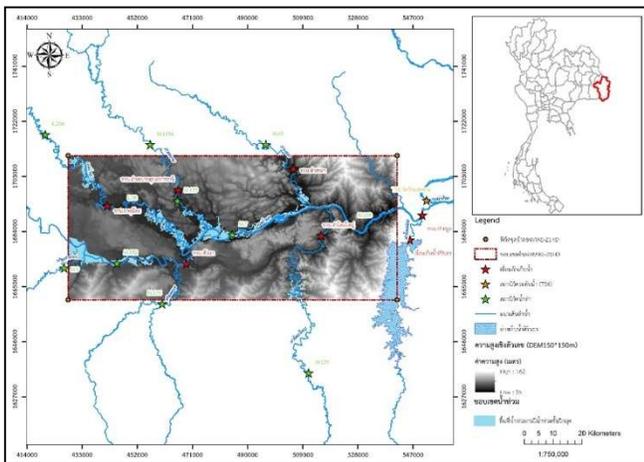
จากการนำข้อมูลใน รูปที่ 4 เข้าแบบจำลอง MIKE FLOOD ที่ผ่านการปรับเทียบและสอบเทียบแบบจำลองจนมีความน่าเชื่อถือ พบว่า พื้นที่น้ำท่วมดังแสดงใน รูปที่ 5 ถึง รูปที่ 7 และตารางที่ 7 ซึ่งพื้นที่น้ำท่วมเกิดขึ้นในพื้นที่ราบลุ่มและแผ่ออกไป โดยน้ำท่วมมากบริเวณอำเภอเมืองนครอุบลราชธานี แนวแม่น้ำชี และบริเวณท้ายเขื่อนราษีไศล และในกรณีน้ำท่วมหนักสูงสุด (ดังแสดงใน รูปที่ 7) พื้นที่น้ำท่วมกระจายทั่วพื้นที่ตั้งแต่ท้ายเขื่อนราษีไศลจนถึงอำเภอโขงเจียม ซึ่งจากทั้ง 3 ภาพนี้ อำเภอเมืองอุบลราชธานีมีพื้นที่น้ำท่วมมากที่สุด เนื่องจากเป็นจุดรับน้ำจากแม่น้ำมูล แม่น้ำชี ลำเซบก และลำเซบาย อำเภอในจังหวัดอุบลราชธานีที่ประสบภัยน้ำท่วม ได้แก่ อ.เขื่องใน, อ.เมืองอุบลราชธานี, อ.ดอนมดแดง, อ.ตระการพืชผล, อ.ตาลชุม, อ.นาเยีย, อ.พิบูลมังสาหาร, อ.ม่วงสามสิบ, อ.วารินชำราบ, อ.สว่างวีระวงศ์, อ.สำโรง และ อ.โขงเจียม ซึ่งพื้นที่น้ำท่วมในกรณีที่ 1, 2, และ 3 สำหรับจังหวัดอุบลราชธานีเท่ากับ 113.22 ตร.กม., 192.18 ตร.กม. และ 293.55 ตร.กม. ตามลำดับ



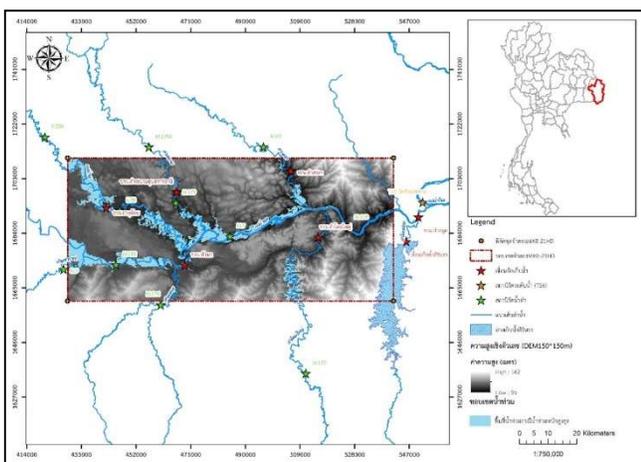
รูปที่ 4 แผนผังการเตือนภัยน้ำท่วม



รูปที่ 5 พื้นที่น้ำท่วมในสถานการณ์น้ำเริ่มท่วมเข้าพื้นที่



รูปที่ 6 พื้นที่น้ำท่วม ในสถานการณ์น้ำท่วมขั้นวิกฤต



รูปที่ 7 พื้นที่น้ำท่วมในสถานการณ์น้ำท่วมหนักสูงสุด

ตารางที่ 7 พื้นที่น้ำท่วมจากทั้ง 3 สถานการณ์

จังหวัด	อำเภอ	พื้นที่น้ำท่วมในกรณีที่ (ตร.กม.)		
		1	2	3
จ.ยโสธร	อ.ค้อวัง	5.21	14.44	41.85
	อ.มหาชนะชัย	0.74	6.57	10.64
	รวม	5.95	21.01	52.49
จ.ศรีสะเกษ	อ.เมืองศรีสะเกษ	25.96	40.09	49.63
	อ.กันทรารมย์	27.96	49.43	90.20
	อ.ยางชุมน้อย	12.06	15.10	16.97
	รวม	65.98	104.62	156.80
จ.อุบลราชธานี	อ.เขื่องใน	25.00	44.91	79.18
	อ.เมืองอุบลราชธานี	47.96	69.33	91.45
	อ.ดอนมดแดง	8.78	12.95	21.15
	อ.ตระการพิพผล	0.08	0.20	0.26
	อ.ตาลชุม	7.70	11.07	16.92
	อ.นาเยี่ย	2.72	14.94	28.74
	อ.พิบูลมังสาหาร	0.53	6.86	17.23
	อ.ม่วงสามสิบ	0.37	0.50	0.50
	อ.วารินชำราบ	15.55	24.52	29.70
	อ.สว่างวีระวงศ์	4.31	5.34	7.22
	อ.ลำโรง	0.24	1.14	0.76
อ.โขงเจียม	-	0.43	0.44	
รวม	113.22	192.18	293.55	
รวมทั้งหมด	185.15	317.81	502.85	

## 6. สรุปผลการศึกษา

จากผลการศึกษา สามารถสรุปได้ดังนี้

1. สถานีวัดน้ำท่าที่สามารถติดตั้งระบบโทรมาตรเพื่อการเตือนภัยน้ำท่วมแบบ real time ได้แก่ สถานี M.5 (อ.ราชสีไศล), M.9 (อ.เมืองศรีสะเกษ), M.182 (อ.เมืองศรีสะเกษ และ อ.กันทรารมย์), M.7 (อ.เมืองอุบลราชธานี), M.170 (อ.เดชอุดม), E.20A (อ.เขาวัง), และ E.98 (อ.เขื่องใน)

2. ในการเตือนภัยน้ำท่วมในจังหวัดอุบลราชธานีควรพิจารณาตั้งแต่สถานี M.5 ซึ่งหากมีค่าระดับน้ำและอัตราการไหลที่เริ่มเกิดน้ำท่วมเท่ากับ 118.42 ม.รทก. และ 1044.64 ลบ.ม.ต่อวินาที แสดงว่าในเวลาไม่เกิน 2 วัน น้ำก้อนนี้จะมาถึงสถานี M.7 ดังนั้น การพร่องน้ำและการอพยพประชาชนต้องดำเนินการอย่างเร่งด่วน

3. แผนผังการเตือนภัยน้ำท่วมที่ได้จากการศึกษานี้สามารถนำมาเป็นข้อมูลในเบื้องต้นสำหรับประชาชน และหน่วยงานที่มีหน้าที่ในการรับผิดชอบในการเกิดน้ำท่วม ในการ

ฝ้าติดตามสถานการณ์น้ำท่วมที่อาจจะเกิดขึ้นได้ โดยประชาชนก็จะคาดการณ์สถานการณ์ได้ว่าจะเกิดน้ำท่วมหรือไม่ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถนำแผนผังนี้เป็นแนวทางในการบริหารจัดการน้ำก่อนการเกิดน้ำท่วมและระหว่างการเกิดน้ำท่วม โดยไม่ต้องคำนวณค่าระดับน้ำและอัตราการไหลจากแบบจำลองคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ ทำให้ทราบว่าหากสถานีต้นน้ำมีค่าระดับน้ำและอัตราการไหลเท่าไร จะก่อให้เกิดน้ำท่วม และทำให้สามารถคาดการณ์ได้ว่ามวลน้ำ

ที่อยู่ต้นน้ำมีแนวโน้มที่จะทำให้พื้นที่ท้ายน้ำเกิดน้ำท่วมหรือไม่ อีกทั้งทำให้เห็นภาพรวมของการจัดจรรยาบรรณน้ำอย่างไรเพื่อป้องกันการเกิดน้ำท่วม และเพื่อบรรเทาความเสียหายจากการเกิดน้ำท่วม

4. การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างแผนผังการเตือนภัยน้ำท่วม ซึ่งเป็นผลการศึกษาจากโครงการนี้ กับระบบเตือนภัยน้ำท่วมหรือระบบโทรมาตรทั่วไปที่มีใช้ในปัจจุบัน ดังแสดงใน ตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างแผนผังการเตือนภัยน้ำท่วมกับระบบเตือนภัยน้ำท่วมหรือระบบโทรมาตรที่ใช้ทั่วไป

แผนผังการเตือนภัยน้ำท่วมจากโครงการวิจัยฯ	ระบบเตือนภัยน้ำท่วมทั่วไปในปัจจุบัน
ข้อมูลที่ใช้: ERDAS imagine software, ภาพถ่ายดาวเทียม ,ข้อมูลน้ำท่า	ข้อมูลที่ใช้: แบบจำลองทางคณิตศาสตร์, ข้อมูลอากาศ ,ข้อมูลน้ำท่า , ลักษณะภูมิประเทศ
ใช้เครื่องมือเดิมที่มีอยู่เดิมในการวัดระดับน้ำ/อัตราการไหล	การสร้างระบบโทรมาตร ซึ่งมีค่าลงทุนที่สูง
หลักการคำนวณแผนผังน้ำ ใช้หลักการอย่างง่าย	หลักการคำนวณที่มีความซับซ้อน
ค่าดูแลรักษาที่ไม่สูง	ค่าดูแลรักษาที่สูง
การเตือนภัยน้ำท่วมแบบคงที่ ไม่ขึ้นกับเวลา	การเตือนภัยน้ำท่วมแบบ real time
ใช้ได้ในพื้นที่เฉพาะเจาะจง	ใช้ได้ในพื้นที่เฉพาะเจาะจง
สามารถใช้ผู้เชี่ยวชาญทั่วไปในการวิเคราะห์แผนผังน้ำ	ใช้ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านในการสร้างระบบโทรมาตร
ไม่ต้องเก็บข้อมูลเพิ่มเติม	ต้องเก็บข้อมูลเพิ่มเติม

### กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2563 และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่ให้การสนับสนุนจนการศึกษานี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

### เอกสารอ้างอิง

- [1] Magami IM, Yahaya S, Mohammed K. Causes and consequences of flooding in Nigeria: a review. *Biological and Environmental Sciences Journal for the Tropics*. 2014;11(2): 154-162.
- [2] Qomariyatus S, Wahyudi K, Sri W, Sisilia PS, Elisa DF. The analysis of the causes of flood disasters and their impacts in the perspective of environmental law. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*. 2020;437(012056): 1-7. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/339180467\\_The\\_analysis\\_of\\_the\\_ca](https://www.researchgate.net/publication/339180467_The_analysis_of_the_ca)

uses\_of\_flood\_disasters\_and\_their\_impacts\_in\_the\_perspective\_of\_environmental\_law

- [3] Preeyaphorn K, Rerkchai S, Thanutch S, Panupong T. Assessing flood area and managing water in repeated flood area: a case study of Ubon Ratchathani province. Final Report. 2022. 243p.
- [4] Krzhizhanovskayaa VV, Shirshova GS, Melnikova NB, Belleman RG, Rusadi FI, Broekhuijsen BJ, et al. Flood early warning system: design, implementation and computational modules. *Procedia Computer Science*. 2011;4: 106–115.
- [5] Saysoth K, Robert G. An appropriate flood warning system in the context of developing countries. *International Journal of Innovation, Management and Technology*. 2012;3(3): 213-216.
- [6] Bob P, Krzhizhanovskaya VV, Shirshov GS, Andre RK, Ilya M, Alexander P, et al. Flood early warning system: sensors and internet. *Journal of*

- The Acoustical Society of America*. 2011;357: 445-453.
- [7] Andi BR, Fusanori M, Takumi K. Extraction flood inundation by utilizing ALOS/PALSAR and ALOS-2/PALSAR-2 images. In: *Asian Association on Remote Sensing (eds.) 37th Asian Conference on Remote Sensing (ACRS 2016) 17-20 October 2016*, Colombo, Sri Lanka: Curran Associate, Incorporated; 2016. p.1-9.
- [8] Bormudoi1 A, Hazarika MK, Schumann R, Samarakoon L, Phaengsuwan V, Thanasack K. Potential use of ALOS PALSAR in flood hazard mapping, a case study in five districts, Lao PDR. In: *Mekong River Commission (eds.) 8th Annual Mekong Flood Forum May 26-17*, Vientiane, Lao PDR: MRC Secretariat; 2010. p. 1-5.
- [9] Paul SF, Kenneth JP. Water body detection and delineation with Landsat TM data. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. 2000;66(12): 1461-1467.
- [10] Arpit A, Farhat R, Edida R, Sirajuddin A. Urban flood hazard mapping using change detection on wetness transformed images. *Hydrological Sciences Journal*. 2016;61(5): 816-825.
- [11] Grandonia D, Battagliereb ML, Daraio MG, Saccob P, Colettab A, Federicoa A. Et al. Space-based technology for emergency management: the COSMO-SkyMed constellation contribution. *Procedia Technology*. 2014;16: 858-866.
- [12] Francisco CC, Maria DM. Flood monitoring based on the study of sentinel-1 SAR images: The Ebro river case study. *Water*. 2019;11(12): 1-25.
- [13] Isabel C, Javier R, Gabriel N. Sentinel-2 satellites provide near - real time evaluation of catastrophic floods in the west Mediterranean. *Water*. 2019;11(12): 1-16.
- [14] Biswajeet P, Shafiee M, Saied P. Maximum flood prone area mapping using RADARSAT images and GIS: Kelantan river basin. *International Journal of Geoinformatics*. 2010;5(2): 11-23.
- [15] Masato O, Kosuke Y, Takeo T, Kei Y. Automated processing for flood area detection using ALOS-2 and hydrodynamic simulation data. *Remote Sensing*. 2020;12: 1-22.
- [16] Danish Hydraulic Institute. *MIKE FLOOD Reference and User Manual*. Horsholm, Denmark. 2012.
- [17] Danish Hydraulic Institute. *MIKE 11 Reference and User Manual*. Horsholm, Denmark. 2007.
- [18] Danish Hydraulic Institute. *MIKE 21 Reference and User Manual*. Horsholm, Denmark. 2012
- [19] Panupong T, Preeyaphorn K. Flooding simulation using MIKE FLOOD Modek a case study: Lam Taklong River Basin. *Technical Education Journal King Mongkut's University of Technology North Bangkok*. 2017;8(2): 182-193.
- [20] Patro S, Chatterjee CS, Mohanty R, Singh NS. Raghuvanshi. flood inundation modeling using MIKE FLOOD and remote sensing data. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*. 2009; 37: 107-118.
- [21] Supamas A. *Techniques for analyzing the relationship between variables*. 2017. Available from: <https://www.stou.ac.th/offices/ore/info/cae/uploads/pdf/636366560441132172.pdf>
- [22] Kanokwan M, Pinwadi S, Surasm K, Maniphong T. *A study of stories and experiences about participatory flood impacts to sustainable disaster response capabilities in Ubon Ratchathani Province*. Final report. Office of The Health Promotion Fund. 2022.
- [23] Tharwat A. Classification assessment methods. *Applied Computing and Informatics*. 2018;17: 168-192.