

การจัดทำแผนที่น้ำท่วมในอำเภอเชียงขวัญ จังหวัดร้อยเอ็ด โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ 1D/2D

เสาวนิต ปราบนคร¹ ศุภกร ศิริพจนกุล^{1*} และสุคม ลิปิเลิศ¹

saowanit_p@rmutt.ac.th¹, suphakom_s@rmutt.ac.th^{1*}, sukhom_l@rmutt.ac.th¹

Received	: 30-Sep-2022
Revised	: 19-Dec-2022
Accepted	: 21-Dec-2022

¹ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

บทคัดย่อ

อำเภอเชียงขวัญ จังหวัดร้อยเอ็ด เป็นพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก โดยในรอบ 12 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2553-2564) เกิดอุทกภัยในอำเภอเชียงขวัญ 9 ครั้ง ก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สิน การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อประเมินพื้นที่น้ำท่วมในอำเภอเชียงขวัญ ที่รอบปีการเกิด 2, 5, 10, 25, 50 และ 100 ปี โดยทำการประเมินปริมาณและระดับน้ำหลากที่รอบปีการเกิดต่างๆ โดยวิธีกัมเบล และนำเข้าสู่แบบจำลอง HEC-RAS 1D/2D ซึ่งมีผลการเปรียบเทียบและสอบทานดีมาก คือ ค่า $R^2 > 90\%$ และ $RMSE < 1$ เมตร ผลการศึกษาพบว่าที่รอบปีการเกิด 2, 5, 10, 25, 50 และ 100 ปี มีพื้นที่น้ำท่วม 22,792; 36,554; 39,053; 41,476; 43,965 และ 45,349 ไร่ ตามลำดับ ที่รอบปีการเกิด 2 และ 5 ปี มีระดับน้ำท่วมส่วนใหญ่ 0-2 ม. และที่รอบปีการเกิดที่เหลือ มีระดับน้ำท่วมส่วนใหญ่ 0-4 ม. โดยน้ำจะเริ่มท่วมที่ตำบลเชียงขวัญเนื่องจากอยู่ใกล้กับจุดบรรจบกับลำปาว แต่เมื่อปริมาณน้ำมากขึ้น พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบมากที่สุด คือ ตำบลพลับพลา พระธาตุ และเชียงขวัญ ตามลำดับ เนื่องจากสภาพคอขวดทางด้านท้ายน้ำทำให้ประสิทธิภาพการระบายน้ำลดลง ปริมาณน้ำจากด้านท้ายน้ำจึงสะสมล้นขึ้นมาทางต้นน้ำ ข้อมูลนี้มีความสำคัญต่อการวางแผนและการพัฒนามาตรการต่าง ๆ ทั้งการป้องกัน บรรเทา ช่วยเหลือ หรือลดหย่อนความเสียหายจากอุทกภัย นอกจากนี้ควรเผยแพร่ให้กับประชาชน ให้มีความเข้าใจ สามารถปรับตัวรับมือกับอุทกภัยที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้

คำสำคัญ: การวิเคราะห์ความถี่ แบบจำลองชลศาสตร์ HEC-RAS แผนที่น้ำท่วม แม่น้ำชี

Flood Inundation Mapping of Chiang Khwan District, Roi Et by Coupled 1D/2D Hydraulic Model

Saowanit Prabnakorn¹, Suphakorn Sirapojanakul^{1*} and Sukhom Lipiloet¹
saowanit_p@rmutt.ac.th¹, suphakorn_s@rmutt.ac.th^{1*}, sukhom_l@rmutt.ac.th¹

Received	: 30-Sep-2022
Revised	: 19-Dec-2022
Accepted	: 21-Dec-2022

¹Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

Abstract

Chiang Khwan district in Roi Et has been experienced recurring floods. Over the past 12 years (2010-2021), 9 flood events occurred at Chiang Khwan, resulting in the loss of lives and properties. This research aims to identify flood areas at Chiang Khwan district at 2-, 5-, 10-, 25-, 50- and 100-year return periods. The design floods and water level elevations are estimated by the Gumbel distribution. Those are inputs into a 1D/2D hydraulic model of the Chi River developed for flood inundation mapping. At satisfactory calibration and validation results, the $R^2 > 90\%$ and $RMSE < 1$ m, the model demonstrates that, at the above return periods, approximately 22,792; 36,554; 39,053; 41,476; 43,965 and 45,349 rai are inundated, respectively. For the 2- and 5-year return periods, the flood depths vary mostly between 0-2 m, and that for other return periods vary mostly between 0-4 m. The flooding begins at Chiang Khwan sub-district, located shortly downstream of the Lam Pao, which receives water from Lam Pao Dam. However, after a while, due to narrower river cross-sections downstream, which significantly reduce the river's drainage capacity, a huge volume of water accumulates, overflows its banks, and starts flooding downstream. As a result, Phlapphla, Phra That, and Chiang Khwan sub-districts are most affected, respectively. This information and flood inundation maps are useful for developing flood-control measures, flood resilient design, and emergency action plan to protect and reduce adverse impacts from future floods.

Keywords: frequency analysis, hydrodynamic model, HEC-RAS, flood map, Chi River

1. บทนำ

อุทกภัยหรือเหตุการณ์น้ำท่วมเป็นภัยธรรมชาติที่คุกคามประเทศไทยมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับภัยธรรมชาติอื่น ๆ โดยระหว่างปี 2527-2565 มีรายงานการเกิดน้ำท่วมในประเทศไทยทั้งหมด 83 ครั้ง ครอบคลุมทั่วทุกภาคของประเทศ และเป็นเหตุการณ์น้ำท่วมในจังหวัดต่างๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือถึง 23 ครั้งตลอดช่วงระยะเวลา 39 ปีที่ผ่านมา [1] หรืออาจกล่าวได้ว่าเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมในภูมิภาคนี้เกือบทุกปี อุทกภัยจึงเป็นภัยธรรมชาติหนึ่งที่สำคัญที่สร้างความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชากรในภูมิภาคนี้

เมื่อพิจารณาย่อยลงไปในระดับจังหวัด พบว่าจังหวัดร้อยเอ็ด เป็นพื้นที่หนึ่งที่ประสบปัญหาน้ำท่วมอยู่เสมอ โดยข้อมูลจากคลังข้อมูลน้ำแห่งชาติ สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) [2] ประกอบกับการรายงานจากสำนักข่าวต่างๆ ในประเทศ พบว่ามีรายงานเหตุการณ์น้ำท่วมในพื้นที่จังหวัดร้อยเอ็ด ในปี พ.ศ. 2547, 2550, 2551, 2552, 2553, 2556, 2557, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563 และ 2564 จังหวัดร้อยเอ็ดจึงเป็นพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากพื้นที่หนึ่งที่ได้รับผลกระทบจากอุทกภัยอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในช่วง 6 ปีที่ผ่านมาที่ได้รับผลกระทบและความเสียหายจากเหตุการณ์น้ำท่วมทุกปี โดยเฉพาะอย่างยิ่งอำเภอเชียงขวัญ ซึ่งมีตำแหน่งที่ตั้งใกล้กับจุดบรรจบของแม่น้ำชีกับลำปาวที่รับน้ำจากเขื่อนจุฬาภรณ์ เขื่อนอุบลรัตน์และเขื่อนลำปาว และยังเป็นอำเภอที่รับน้ำที่ระบายจากอำเภอเมืองร้อยเอ็ด และน้ำบางส่วนจากอำเภोजังหาร เป็นผลให้ความเสี่ยงในการเกิดอุทกภัยในพื้นที่อำเภอเชียงขวัญอยู่ในระดับสูง

แผนที่ภัยน้ำท่วมหรือเรียกสั้นๆ ว่าแผนที่น้ำท่วม (flood hazard map) มีความสำคัญและจำเป็นอย่างมากในการวางแผนการจัดการ ป้องกันและบรรเทาอุทกภัย รวมถึงการช่วยเหลือผู้ประสบภัย เนื่องจากแผนที่น้ำท่วมจะแสดงพื้นที่น้ำท่วมที่รอบปีการเกิดซ้ำต่างๆ ครอบคลุมตัวแปรที่สำคัญ 2 ตัวแปร คือขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมและระดับน้ำท่วม ซึ่งมีความสำคัญในการระบุระดับความรุนแรงจากเหตุการณ์น้ำท่วมนั้นๆ [3, 4] นอกจากนี้แผนที่น้ำท่วมที่ดีตามมาตรฐานของสภายุโรป (European Parliament) จะต้องจัดทำครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดที่มีโอกาสเกิดน้ำท่วมที่รอบ

การเกิดซ้ำ (recurrence periods) ต่างๆ (low, medium, and high probabilities) [5]

ดังนั้นในหลายประเทศทั่วโลกได้ให้ความสำคัญในการจัดทำแผนที่น้ำท่วม เช่น สภายุโรปได้ออกประกาศเกี่ยวกับอุทกภัยฉบับใหม่ (Flood Directive (2007/60/EC)) เมื่อวันที่ 23 ตุลาคม พ.ศ. 2550 ระบุให้ประเทศสมาชิกจัดทำแผนที่ภัยน้ำท่วมและแผนที่ความเสี่ยงน้ำท่วมในระดับ river basin district หรือ unit of management ให้สำเร็จภายในปี พ.ศ.2556 [5] ดังนั้นเกือบทุกประเทศในยุโรป เช่น เบลเยียม ฝรั่งเศส เนเธอร์แลนด์ สวิตเซอร์แลนด์ โรมานี สโลวาเกีย ไอร์แลนด์ กรีซ นอร์เวย์ ฯลฯ รวมถึงประเทศอื่นๆ เช่น ตุรกี โคลัมเบีย ญี่ปุ่น ไต้หวัน สหรัฐ อเมริกา ฯลฯ จึงมีการจัดทำแผนที่น้ำท่วมเพื่อใช้ประโยชน์ในการวางแผนการจัดการน้ำท่วมอย่างมีประสิทธิภาพ [4, 6-10]

ดังนั้นในการศึกษารังนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการจัดทำแผนที่น้ำท่วมตามมาตรฐานสากล ที่รอบปีการเกิด 2, 5, 10, 25, 50 และ 100 ปี ในพื้นที่อำเภอเชียงขวัญ หนึ่งในพื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากที่สำคัญแห่งหนึ่งของจังหวัดร้อยเอ็ด โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ 1D/2D ซึ่งอาจถือได้ว่าเป็นแผนที่น้ำท่วมที่ครบถ้วนตามมาตรฐานสากลฉบับแรกของอำเภอเชียงขวัญ จังหวัดร้อยเอ็ด

2. พื้นที่ศึกษา

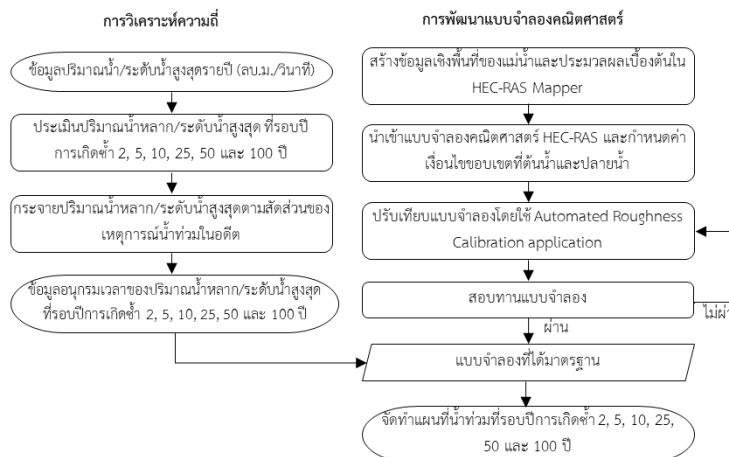
อำเภอเชียงขวัญ (รูปที่ 1) ตั้งอยู่ทางทิศเหนือของจังหวัดร้อยเอ็ด ในบริเวณตอนกลางของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย มีพื้นที่ประมาณ 127.2 ตารางกิโลเมตร (79,500 ไร่) ระหว่างละติจูดที่ 16° 9' 54" N และลองจิจูดที่ 103° 45' 6" E ห่างจากตัวเมืองร้อยเอ็ดประมาณ 13 กิโลเมตร มีอาณาเขตทางทิศเหนือติดต่อกับอำเภอร่องคำ จังหวัดกาฬสินธุ์ และอำเภอโพธิ์ชัย จังหวัดร้อยเอ็ด ทิศใต้ติดต่อกับอำเภอธวัชบุรี จังหวัดร้อยเอ็ด ทิศตะวันออกติดต่อกับอำเภอเสลภูมิ จังหวัดร้อยเอ็ด และทิศตะวันตกติดต่อกับอำเภอเมืองและอำเภोजังหาร จังหวัดร้อยเอ็ด แบ่งเขตการปกครองออกเป็น 6 ตำบล ได้แก่ ตำบลเชียงขวัญ ปลับพลา พระธาตุ พระเจ้า หมู่มัน และบ้านเชียง [11]

อำเภอเชียงขวัญมีลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปเป็นที่ดอนทางตอนกลางและตอนล่างของพื้นที่ ขณะที่ทาง

ตอนบนเป็นที่ราบลุ่มริมฝั่งแม่น้ำซึ่งเป็นแม่น้ำสายหลัก มีน้ำไหลตลอดปี โดยน้ำจะท่วมพื้นที่ริมฝั่งแม่น้ำในฤดูฝน ซึ่งส่วนมากเป็นพื้นที่นาและพื้นที่ทางการเกษตร ระดับความสูงของพื้นที่อยู่ระหว่าง +126.0 ถึง +145.4 ม. รทก.



รูปที่ 1 ลักษณะภูมิประเทศและการแบ่งขอบเขตการปกครองในอำเภอเชียงขวัญ จังหวัดร้อยเอ็ด



รูปที่ 2 วิธีการวิจัยการจัดทำแผนที่น้ำท่วมโดยใช้แบบจำลอง HEC-RAS

3. วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือหลักในการจัดทำแผนที่น้ำท่วมที่คาบการเกิดซ้ำต่างๆ โดยเลือกใช้ Open-source software คือโปรแกรม HEC-RAS 5.0.7 พัฒนาโดย Hydrologic Engineering Center (CEWR-HEC) ประเทศสหรัฐอเมริกา ในการพัฒนาแบบจำลอง 1D/2D ของพื้นที่อำเภอเชียงขวัญ โดยมีขั้นตอนดังรูปที่ 2 ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบหลัก การวิเคราะห์ปริมาณน้ำหลากและระดับน้ำสูงสุดที่รอบปีการเกิดต่างๆ (Frequency Analysis) และการพัฒนาแบบจำลอง (Hydraulic modelling) โดยการวิเคราะห์ปริมาณน้ำหลากและระดับน้ำสูงสุดที่รอบปีการเกิดต่างๆ จะใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่าและระดับน้ำ (รายวัน) สูงสุดในแต่ละปีที่

สถานีวัดน้ำท่าที่เกี่ยวข้อง ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้จะนำไปใส่ในแบบจำลองที่จัดทำขึ้นโดยใช้ข้อมูลลักษณะทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่ หรือแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข (Digital Elevation Models: DEM) ขอบเขตการปกครองในระดับอำเภอและตำบล เส้นลำน้ำ ตำแหน่งและลักษณะหน้าตัดขวางลำน้ำ โดยมีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน ดังนี้

3.1 การวิเคราะห์ปริมาณน้ำหลาก/ระดับน้ำสูงสุดที่รอบปีการเกิดต่างๆ

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำหลาก/ระดับน้ำสูงสุดในการศึกษาครั้งนี้ใช้ทฤษฎีการแจกแจงความถี่โดยวิธีกัมเบล (Gumbel Distribution) คำนวณด้วยวิธีโมเมนต์ (Moment Estimate)

ซึ่งเป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายในประเทศไทย มีสูตรดังแสดงในสมการที่ (1) [12] นำมาใช้ประเมินปริมาณน้ำหลาก/ระดับน้ำสูงสุดที่รอบปีการเกิดซ้ำ 2 ปี 5 ปี 10 ปี 25 ปี 50 ปี และ 100 ปี ที่สถานีวัดน้ำท่า E.66A, E.87, E.95 และ E.18

$$Q_T = \bar{Q} - 0.45S_Q - 0.7797S_Q \ln[-\ln(1 - \frac{1}{T_r})] \quad (1)$$

เมื่อ Q_T คือปริมาณน้ำหลาก/ระดับน้ำที่รอบปีการเกิดซ้ำต่างๆ (m^3/s), (m) $\bar{Q}$ คือปริมาณน้ำหลาก/ระดับน้ำสูงสุดเฉลี่ย (m^3/s), (m) S_Q คือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลปริมาณน้ำหลาก/ระดับน้ำสูงสุด (m^3/s), (m) และ T_r คือรอบปีการเกิดซ้ำที่พิจารณา (ปี) ค่าปริมาณน้ำหลาก/ระดับน้ำที่รอบปีการเกิดซ้ำต่างๆ ที่ได้จากการคำนวณนี้จะถูกนำไปใส่ในแบบจำลองชลศาสตร์ที่ผ่านการปรับเทียบและสอบทานเรียบร้อยแล้ว เพื่อจัดทำแผนที่น้ำท่วมต่อไป

3.2 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์: HEC-RAS

แบบจำลอง HEC-RAS [13] อยู่ภายใต้หลักการอนุรักษ์มวลสาร (Conservation of mass) และหลักการอนุรักษ์โมเมนตัม (Conservation of momentum) จากหลักการดังกล่าวจะได้สมการพื้นฐานที่สำคัญ 2 สมการ คือ สมการความต่อเนื่อง (Continuity equation) (2) และสมการโมเมนตัม (Momentum equation) (3):

$$\frac{\partial A_T}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} - q_I = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial QV}{\partial x} + gA \left(\frac{\partial z}{\partial x} + S_f \right) = 0 \quad (3)$$

เมื่อ Q คืออัตราการไหล (m^3/s), A_T คือพื้นที่หน้าตัดการไหลทั้งหมด (m^2), t คือระยะเวลาการไหลตามแนวทางน้ำ (m), q_I คือปริมาณการไหลเข้าด้านข้าง (Lateral inflow) ต่อหนึ่งหน่วยความยาวของทางน้ำ (m^2/s), V คือความเร็วการไหลเฉลี่ย (m/s), g คือความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (m/s^2), A คือพื้นที่หน้าตัดของลำน้ำ (m^2), z คือระดับผิวน้ำ (m) และ S_f คือความลาดชันของแรงเสียดทาน (Friction slope)

สำหรับการไหลแบบ 2 มิติ (2D) แบบจำลองจะจำลองการไหลของน้ำใน 2 ทิศทาง คือการไหลในลำน้ำและการไหลออกด้านข้าง ซึ่งแตกต่างกับการไหลแบบ 1D ที่จะพิจารณาทิศทางการไหลในลำน้ำเพียงทิศทางเดียว ดังนั้นสมการความต่อเนื่องของการไหลแบบ 2D จึงมีรูปสมการดังสมการที่ (4)

$$\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial (hu)}{\partial x} + \frac{\partial (hv)}{\partial y} + q = 0 \quad (4)$$

เมื่อ H คือระดับของผิวน้ำ (Water surface elevation) (m) ซึ่งเท่ากับผลรวมของระดับของท้องน้ำ $z(x,y)$ กับความลึกของน้ำ $h(x,y,t)$, t คือเวลา (s), u และ v คือความเร็วการไหลในแนวแกน x และ y (m/s) ตามลำดับ

ขณะที่ภายใต้หลักการอนุรักษ์โมเมนตัม สมการ Shallow Water Equation (5, 6) จะถูกนำมาใช้ในการไหลแบบ 2D เนื่องจากสัดส่วนของระยะในแนวราบ (Horizontal length scale) ของการไหลของของไหลมีค่ามากกว่าระยะในแนวตั้ง (vertical length scale) มาก

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -g \frac{\partial H}{\partial x} + V_t \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) - c_f u + f v \quad (5)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = -g \frac{\partial H}{\partial y} + V_t \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) - c_f v + f u \quad (6)$$

เมื่อ V_t คือ Horizontal eddy viscosity coefficient, c_f คือ Bottom friction coefficient, R คือรัศมีชลศาสตร์ (Hydraulic radius) (m) และ f คือ Coriolis parameter

การจัดทำแบบจำลองเพื่อจำลองพฤติกรรมกรไหลของน้ำในอำเภอเชียงขวัญ เริ่มต้นจากการจัดทำแบบจำลอง 1D ของแม่น้ำชี (ชีกลาง) ซึ่งเป็นลำน้ำสายหลักที่ไหลผ่านทางตอนบนของพื้นที่ ตั้งแต่สถานี E.66A ผ่านสถานี E.95 ซึ่งตั้งอยู่หลังเขื่อนร้อยเอ็ด สิ้นสุดที่สถานี E.18 และมีการนำเข้าปริมาณน้ำจากลำปาว (E.87) ในรูปแบบของแม่น้ำสาขา ซึ่งเป็นลำน้ำที่รับน้ำจากเขื่อนลำปาว ลำห้วยหนองแสง ห้วยมูล ลำพันชาด ห้วยสังกะ และห้วยสังเคียบ เพื่อระบายลงสู่แม่น้ำชี (รูปที่ 3) แต่ไม่มีการนำเข้าปริมาณน้ำที่ระบายจากตัวเมืองร้อยเอ็ดที่ไหลผ่าน ปตร. ปากบุง ในอำเภอเชียงขวัญ ลงสู่แม่น้ำชี เนื่องจากไม่มีข้อมูลปริมาณน้ำและระดับน้ำที่ตำแหน่งดังกล่าว จากนั้นทำการนำเข้าข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่สถานี E.66A เป็นค่าเงื่อนไขขอบเขตที่ต้นน้ำ (Upstream boundary condition) ขณะที่ข้อมูลระดับน้ำที่สถานี E.18 ใช้ในการตั้งค่าเงื่อนไขขอบเขตที่ปลายน้ำ (Downstream boundary condition) และข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่สถานี E.87 ในรูปแบบของการไหลเข้าด้านข้าง



รูปที่ 3 ผังระบบแม่น้ำในพื้นที่อำเภอเชียงขวัญ

เมื่อพัฒนาแบบจำลองเสร็จแล้ว ก่อนนำมาใช้วิเคราะห์พฤติกรรมกรไหลของน้ำในลำน้ำ จำเป็นต้องตรวจสอบความถูกต้องโดยการเปรียบเทียบและสอบทานแบบจำลอง ซึ่งจะทำให้การปรับเทียบแบบจำลองการไหลของน้ำในช่องทางการไหลหลักในแม่น้ำชีเท่านั้น โดยใช้เครื่องมือ ‘Automated Roughness Calibration’ เริ่มต้นจากการแบ่งแม่น้ำออกเป็นช่วง (segment) ระหว่างสถานีที่จะทำ

การเปรียบเทียบ ในที่นี้คือช่วงระหว่างสถานี E.66A – E.95 และช่วงระหว่างสถานี E.95 – E.18 หลังจากนั้นทำการกำหนดค่า Flow Roughness Factors = 1 ที่อัตราการไหลต่างๆ (จากน้อยไปมาก) ในแต่ละช่วง และเมื่อกำหนด Optimization method = Global กระบวนการเปรียบเทียบ จะทำการเปรียบเทียบค่า Manning's n values ในทุกช่วง พร้อมกัน โดยจะทำการปรับค่า Flow Roughness Factors ที่อัตราการไหลต่างๆ ในแต่ละช่วง จนกระทั่งได้ค่าที่เหมาะสมคือค่าที่ทำให้ระดับน้ำจากแบบจำลองใกล้เคียงกับระดับน้ำจริงที่สถานีที่อยู่ทางต้นน้ำ (ของช่วงที่ทำการเปรียบเทียบ) มากที่สุด ซึ่งในที่นี้คือสถานี E.66A และ E.95 ผลลัพธ์จากการเปรียบเทียบวิธีนี้ คือค่าสัมประสิทธิ์ความหยาบผิวของแมนนิ่งที่อัตราการไหลต่างๆ ที่กำหนดในแต่ละช่วง ดังนั้นในคู่มือการใช้โปรแกรม HEC-RAS River Analysis System [14] จึงแนะนำให้ใช้ค่าระดับน้ำในการเปรียบเทียบแบบจำลองเนื่องจากเป็นข้อมูลอุทกวิทยาที่มีความถูกต้องแม่นยำที่สุดและได้รับการยอมรับว่าดีที่สุดค่าหนึ่ง

สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ความหยาบผิวของแมนนิ่งของพื้นที่ริมตลิ่งทั้งสองด้านไม่สามารถทำการเปรียบเทียบได้ เนื่องจากการใช้ที่ดินของพื้นที่มีความแตกต่างกันตลอดแนว แม่น้ำส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์ความหยาบผิวมีค่าแตกต่างกันตลอดความยาวแม่น้ำเช่นกัน การเปรียบเทียบแบบจำลอง 2D จึงใช้วิธีการเปรียบเทียบแผนที่น้ำท่วม ปี พ.ศ. 2553 จากภาพถ่ายดาวเทียมของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ: GISTDA และแผนที่น้ำท่วมจากแบบจำลอง

ทั้งนี้ ประสิทธิภาพของแบบจำลองจะถูกประเมินโดยใช้ตัวชี้วัด 2 ตัว คือสัมประสิทธิ์การกำหนด (Coefficient of Determination: R^2) และรากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error: RMSE) ซึ่งมีสูตรดังสมการที่ (7) และ (8) ตามลำดับ

$$R^2 = \frac{[\sum (Q_{m,i} - \bar{Q}_m)(Q_{s,i} - \bar{Q}_s)]^2}{\sum (Q_{m,i} - \bar{Q}_m)^2 \sum (Q_{s,i} - \bar{Q}_s)^2} \quad (7)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (Q_{m,i} - Q_{s,i})^2}{n}} \quad (8)$$

เมื่อ Q_m คือค่าตัวแปรที่สนใจ เช่น อัตราการไหล, ระดับน้ำ เป็นต้น จากการเก็บข้อมูลจริง, Q_s คือตัวแปรที่ได้จากแบบจำลอง, $\bar{Q}_m$ คือค่าเฉลี่ยของตัวแปรจากการเก็บ

ข้อมูล, $\bar{Q}_s$ คือค่าเฉลี่ยของตัวแปรจากแบบจำลอง, i คือข้อมูลอนุกรมเวลา (Time series data) เมื่อ $i = 1, 2, 3, \dots, n$

เมื่อได้แบบจำลอง 1D ที่มีผลการเปรียบเทียบและสอบทานเป็นที่น่าพอใจแล้ว จึงทำการกำหนดพื้นที่ที่จะใช้ในการจำลองพฤติกรรมการไหลในกรณีน้ำหลากล้นตลิ่ง (2D) โดยจะทำการพิจารณาขอบเขตทั้งหมดจากข้อมูลน้ำท่วมในอดีต หลังจากนั้นทำการกำหนดขนาดกริดของแบบจำลอง ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้กำหนดขนาดกริดเท่ากับ 500×500 เมตร แม้ว่าขนาดกริดจะค่อนข้างใหญ่เมื่อเทียบกับความละเอียดของ DEM (5×5 เมตร) แต่ด้วยระบบการประมวลผลของแบบจำลอง HEC-RAS ที่ใน 1 กริด จะมีตารางเก็บค่าต่างๆ ที่สำคัญทางชลศาสตร์ (Detailed Hydraulic Table Properties) ที่ประมวลผลจาก DEM จึงทำให้ในแต่ละส่วนของ 1 กริดขนาดใหญ่จะมีคุณลักษณะที่แตกต่างกัน ดังนั้นผลลัพธ์ใน 1 กริดของ HEC-RAS จึงอาจแตกต่างกันได้ กล่าวคือบางส่วนอาจจะถูกน้ำท่วม ขณะที่บางส่วนอาจจะไม่ถูกน้ำท่วมเนื่องจากมีระดับที่สูงกว่า คุณสมบัตินี้ถือเป็นจุดเด่นของแบบจำลอง HEC-RAS ที่แตกต่างจากโมเดลอื่นๆ ที่ใน 1 กริดจะมีค่าระดับเพียงค่าเดียวเท่านั้น [15] เมื่อกำหนดขนาดกริดเรียบร้อยแล้วจะทำการเชื่อมต่อพื้นที่กริดเข้ากับลำน้ำสายหลัก โดยการใช้โครงสร้างด้านข้าง (Lateral Structure) แล้วจึงจำลองสถานการณ์น้ำท่วมที่รอบการเกิด 2, 5, 10, 25, 50 และ 100 ปี

4. ผลการศึกษา

4.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำหลาก/ระดับน้ำสูงสุดที่รอบปีการเกิดต่างๆ

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่สถานีน้ำท่า E.66A, E.87, E.95 และ E.18 ที่ใช้ในการจัดทำแผนที่น้ำท่วมของอำเภอเชียงขวัญ จะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำหลากเพิ่มมากขึ้นตามรอบปีการเกิดซ้ำที่ยาวนานขึ้น โดยมีอัตราการเพิ่มที่สูงในรอบปีการเกิดซ้ำที่สั้น เช่น จาก 2 ปี, 5 ปี, 10 ปี และ 25 ปี ขณะที่รอบปีการเกิดซ้ำที่ยาวนานขึ้น เช่น 50 ปี และ 100 ปี อัตราการเพิ่มขึ้นจะน้อยลง และปริมาณน้ำจากเขื่อนลำปาวที่ระบายลงสู่แม่น้ำชีมีค่าประมาณ 1 ใน 3 ของปริมาณน้ำท่าทั้งหมดในแม่น้ำชี ขณะที่ไหลผ่านอำเภอเชียงขวัญ อนึ่งค่าปริมาณน้ำหลากที่สถานี E.95 มีค่าน้อยกว่าปริมาณน้ำหลากที่สถานี E.66A

แม้ว่าจะตั้งอยู่ทางด้านท้ายน้ำของสถานี E.66A เนื่องจากสถานี E.95 ตั้งอยู่หลังเขื่อนร้อยเอ็ด อัตราการไหลที่ผ่านสถานีนี้จึงถูกควบคุมโดยการทำงานของเขื่อน

ตารางที่ 1 ปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่รอบปีการเกิดต่างๆ

สถานี	ปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่รอบปีการเกิด (ส.ม./วินาที)					
	2 ปี	5 ปี	10 ปี	25 ปี	50 ปี	100 ปี
E.66A	676	976	1,174	1,425	1,611	1,796
E.87	213	320	390	479	545	611
E.95	731	974	1,134	1,338	1,488	1,638
E.18	780	1,278	1,608	2,025	2,335	2,642

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ระดับน้ำหลากสูงสุดที่สถานีน้ำท่า E.66A, E.87, E.95 และ E.18 ที่รอบปีการเกิดต่างๆ จะเห็นได้ว่าระดับน้ำหลากเพิ่มสูงขึ้นตามรอบปีการเกิดซ้ำที่ยาวนานขึ้น และมีอัตราการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำหลากในทิศทางเดียวกันทั้ง 4 สถานี คือ อัตราการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำหลากมากที่สุดเมื่อรอบปีการเกิดซ้ำเพิ่มจาก 2 ปี เป็น 5 ปี รองลงมา คือ จาก 10 ปี เป็น 25 ปี และจาก 5 ปี เป็น 10 ปี ตามลำดับ ขณะที่อัตราการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำหลากในสองช่วงสุดท้ายมีค่าใกล้เคียงกันและน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับช่วงอื่นๆ

ตารางที่ 2 ระดับน้ำหลากสูงสุดที่รอบปีการเกิดต่างๆ

สถานี	ระดับน้ำหลากสูงสุดที่รอบปีการเกิด (ม. รทก.)					
	2 ปี	5 ปี	10 ปี	25 ปี	50 ปี	100 ปี
E.66A	137.4	139.2	140.4	141.9	143.0	144.1
E.87	135.5	137.2	138.3	139.7	140.7	141.8
E.95	131.1	132.5	133.5	134.7	135.6	136.5
E.18	130.3	131.8	132.7	133.9	134.7	135.6

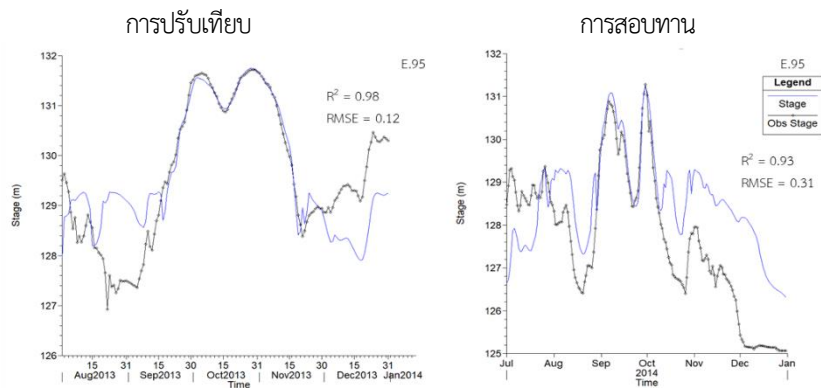
4.2 ผลการเปรียบเทียบและสอบทานแบบจำลอง

ในการศึกษาครั้งนี้ ทำการเปรียบเทียบแบบจำลองในช่วงน้ำหลาก ระหว่างวันที่ 1 ส.ค. – 31 ธ.ค. 2556 และสอบทาน ระหว่างวันที่ 1 ก.ค. – 31 ธ.ค. 2557 โดยทำการเปรียบเทียบระดับน้ำที่สถานี E.66A สำหรับการไหลของน้ำระหว่างช่วงสถานี E.66A – E.95 และที่สถานี E.95 สำหรับการไหลของน้ำระหว่างช่วงสถานี E.95 – E.18 อย่างไรก็ดี เนื่องจากสถานี E.95 ตั้งอยู่หลังเขื่อนร้อยเอ็ด ดังนั้นปริมาณการไหล

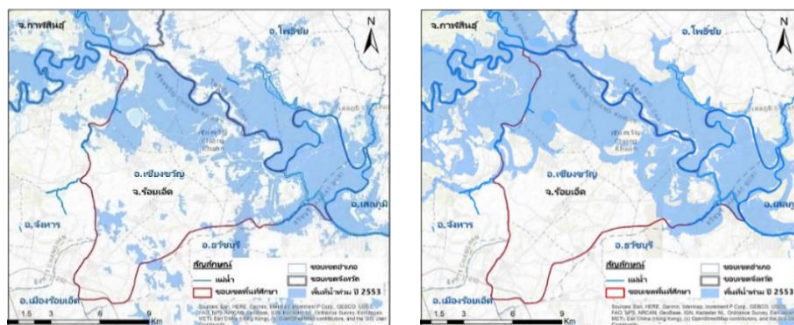
ของน้ำและระดับน้ำที่สถานีนี้จึงถูกควบคุมโดยการเปิด-ปิดของบานประตูเขื่อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูแล้งที่มีน้ำน้อย เขื่อนจะทำหน้าที่กักเก็บน้ำไว้เพื่อการชลประทาน เป็นผลให้แบบจำลองไม่สามารถจำลองพฤติกรรมการไหลของน้ำได้อย่างแม่นยำเนื่องจากมีการทำงานของเขื่อนที่มาควบคุมการไหลของน้ำตามธรรมชาติ แต่ในฤดูน้ำหลาก เมื่อระดับน้ำสูงขึ้นถึงระดับหนึ่ง ประตูเขื่อนจะเปิดเพื่อระบายน้ำออกให้เร็วที่สุด เพื่อป้องกันการเกิดน้ำท่วม ดังนั้นการไหลของน้ำในช่วงนี้จึงเป็นการไหลอิสระที่ไม่ถูกควบคุมโดยเขื่อน แบบจำลองจะสามารถจำลองพฤติกรรมการไหลของน้ำได้ ดังนั้นผลการเปรียบเทียบและสอบทานแบบจำลองที่สถานี E.95 จะพิจารณาเฉพาะช่วงที่มีปริมาณน้ำมาก (high flow) เท่านั้น คือช่วงวันที่ 19 กันยายน – 19 พฤศจิกายน 2556 สำหรับการเปรียบเทียบ และ 28 สิงหาคม – 9 ตุลาคม 2557 สำหรับการสอบทาน

ผลการเปรียบเทียบและสอบทานแบบจำลองแสดงดังรูปที่ 4 โดยระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลองและระดับน้ำจริงมีค่าใกล้เคียงกันทั้งในเชิงรูปแบบและปริมาณ กล่าวคือ ที่สถานี E.95 มีค่า $R^2 = 0.98$ และ $RMSE = 0.12$ ในการเปรียบเทียบ และมีค่า $R^2 = 0.93$ และ $RMSE = 0.31$ ในการสอบทาน ซึ่งถือว่าผลลัพธ์อยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก

สำหรับค่าสัมประสิทธิ์ความหยาบผิวของแมนนิงของการไหลในลำน้ำในช่วงที่ไหลผ่านอำเภอเชียงขวัญ มีค่าอยู่ในระหว่าง 0.029 – 0.0351 ในช่วงระหว่างสถานี E.66A – E.95 และ 0.02 – 0.079 ในช่วงระหว่างสถานี E.95 – E.18 ซึ่งใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ Kuntiyawichai [16] ความแตกต่างกันของค่าสัมประสิทธิ์ความหยาบผิวของแมนนิงเป็นผลมาจากลักษณะของแม่น้ำ (River Geometry) เช่น ความคดเคี้ยว พื้นที่หน้าตัด ความลึกการไหล เป็นต้น ที่แตกต่างกันตลอดช่วงการไหล รวมทั้งสิ่งกีดขวางลำน้ำต่างๆ ที่มีผลต่อการไหลของน้ำ นอกจากนี้จากการพิจารณาโดยละเอียดพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความหยาบผิวของแมนนิงในช่วงระหว่างสถานี E.95 – E.18 ที่มีค่ามาก คือ 0.079 เกิดขึ้นเฉพาะในช่วงที่อัตราการไหลน้อย คือ $< 200 \text{ m}^3/\text{s}$ ซึ่งเป็นไปได้ว่าที่ท้องน้ำอาจมีวัชพืช กิ่งไม้ หรือสิ่งกีดขวางลำน้ำอื่นๆ ในปริมาณมาก [17]



รูปที่ 4 ตัวอย่างผลการปรับเทียบและสอบทานระดับน้ำที่สถานีวัดน้ำท่า E.95



รูปที่ 5 แผนที่น้ำท่วม ปี 2553 ในเขตอำเภอเชียงขวัญ จังหวัดร้อยเอ็ด จาก GISTDA (ซ้าย) และจากแบบจำลอง (ขวา)

ในส่วนของผลการปรับเทียบแบบจำลอง 2D พบว่าสภาพพื้นที่น้ำท่วมที่เกิดจากการไหลของน้ำในลำน้ำชี มีความใกล้เคียงกัน (รูปที่ 5) โดยพื้นที่น้ำท่วมที่ได้จากแบบจำลองครอบคลุมพื้นที่มากกว่าพื้นที่น้ำท่วมจากภาพถ่ายดาวเทียมเล็กน้อยโดยเฉพาะบริเวณจุดบรรจบระหว่างลำปาวและแม่น้ำชี (พื้นที่อำเภอจังหาร จังหวัดร้อยเอ็ด) สำหรับพื้นที่น้ำท่วมในบริเวณที่ไกลจากลำน้ำสายหลัก ซึ่งไม่มีแสดงในแผนที่น้ำท่วมจากแบบจำลองนั้น คาดว่าเป็นพื้นที่ลุ่มน้ำท่วมขัง จึงถือได้ว่าแบบจำลองมีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์จำลองเหตุการณ์น้ำท่วมที่คาบการเกิดซ้ำต่างๆ ได้

4.3 แผนที่น้ำท่วม

4.3.1 รอบปีการเกิด 2 ปี

ที่รอบปีการเกิด 2 ปี มีขนาดพื้นที่น้ำท่วมรวมประมาณ 22,792 ไร่ มีรายละเอียดพื้นที่น้ำท่วมจำแนกตามระดับความลึกของน้ำในตำบลต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 3 และรูปที่ 6 ตำบลเชียงขวัญเป็นพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบมากที่สุด รองลงมาคือตำบลพระธาตุและพลับพลาตามลำดับ มีระดับน้ำท่วมส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 0-1 และ 1-2 เมตร (สำหรับพื้นที่น้ำท่วมระดับอื่นๆ คือพื้นที่ร่องน้ำ แล่งน้ำตาม

ธรรมชาติ) สำหรับตำบลบ้านเชียงได้รับผลกระทบเพียงเล็กน้อย ขณะที่ตำบลพระเจ้าและหม่มไม่มีพื้นที่น้ำท่วม

ตารางที่ 3 พื้นที่น้ำท่วม (ไร่) ที่รอบปีการเกิด 2 ปี

ตำบล	ระดับน้ำ (ม.)						รวม
	0-1	1-2	2-4	4-6	6-9	> 9	
เชียงขวัญ	5,311	3,276	217	0	0	0	8,804
พลับพลา	5,025	488	438	40	0	0	5,990
พระธาตุ	3,712	2,232	306	1	0	0	6,251
พระเจ้า	0	0	0	0	0	0	0
หม่ม	0	0	0	0	0	0	0
บ้านเชียง	1,629	117	0.8	0	0	0	1,747
รวม	15,677	6,113	962	41	0	0	22,792



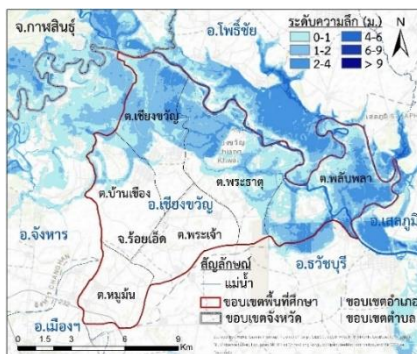
รูปที่ 6 แผนที่น้ำท่วมที่รอบการเกิด 2 ปี

4.3.2 รอบปีการเกิด 5 ปี

ที่รอบปีการเกิด 5 ปี มีขนาดพื้นที่น้ำท่วมรวมประมาณ 36,554 ไร่ มีรายละเอียดพื้นที่น้ำท่วมแบ่งตามระดับความลึกของน้ำในตำบลต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 4 และรูปที่ 7 ตำบลพลับพลาที่มีพื้นที่ได้รับผลกระทบมากที่สุด รองลงมาคือตำบลพระธาตุและเชียงขวัญ ตามลำดับ มีระดับน้ำท่วมส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 0-1, 1-2 และ 2-4 เมตร (สำหรับพื้นที่น้ำท่วมระดับอื่นๆ คือพื้นที่ร่องน้ำ แล่งน้ำตามธรรมชาติ) สำหรับตำบลบ้านเชียงได้รับผลกระทบเพียงเล็กน้อย ขณะที่ตำบลพระเจ้าและหมู่นไม่มีพื้นที่น้ำท่วม

ตารางที่ 4 พื้นที่น้ำท่วม (ไร่) ที่รอบปีการเกิด 5 ปี

ตำบล	ระดับน้ำ (ม.)						รวม
	0-1	1-2	2-4	4-6	6-9	> 9	
เชียงขวัญ	2,418	5,949	1,309	0	0	0	9,676
พลับพลา	4,334	5,042	3,290	397	31	0	13,094
พระธาตุ	5,155	5,100	1,231	21	0	0	11,507
พระเจ้า	0	0	0	0	0	0	0
หมู่น	0	0	0	0	0	0	0
บ้านเชียง	1,326	949	2	0	0	0	2,277
รวม	13,233	17,040	5,832	418	31	0	36,554



รูปที่ 7 แผนที่น้ำท่วมที่รอบการเกิด 5 ปี

4.3.3 รอบปีการเกิด 10 ปี

ที่รอบปีการเกิด 10 ปี มีขนาดพื้นที่น้ำท่วมรวมประมาณ 39,053 ไร่ มีรายละเอียดพื้นที่น้ำท่วมแบ่งตามระดับความลึกของน้ำในตำบลต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 5 และรูปที่ 8 ตำบลพลับพลาที่มีพื้นที่ได้รับผลกระทบมากที่สุด รองลงมาคือตำบลพระธาตุและเชียงขวัญตามลำดับ มีระดับน้ำท่วมส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 0-1, 1-2 และ 2-4 เมตร (สำหรับพื้นที่น้ำท่วมระดับอื่นๆ คือพื้นที่ร่องน้ำ แล่งน้ำตามธรรมชาติ) สำหรับตำบลบ้านเชียงได้รับผลกระทบเพียงเล็กน้อย ขณะที่ตำบลพระเจ้าและหมู่นไม่มีพื้นที่น้ำท่วม

ตารางที่ 5 พื้นที่น้ำท่วม (ไร่) ที่รอบปีการเกิด 10 ปี

ตำบล	ระดับน้ำ (ม.)						รวม
	0-1	1-2	2-4	4-6	6-9	> 9	
เชียงขวัญ	1,742	5,835	2,270	0	0	0	9,847
พลับพลา	3,138	4,551	5,878	471	49	0	14,087
พระธาตุ	3,926	6,303	2,352	30	0	0	12,611
พระเจ้า	0	0	0	0	0	0	0
หมู่น	0	0	0	0	0	0	0
บ้านเชียง	1,156	1,341	11	0	0	0	2,508
รวม	9,962	18,030	10,511	501	49	0	39,053



รูปที่ 8 แผนที่น้ำท่วมที่รอบการเกิด 10 ปี

4.3.4 รอบปีการเกิด 25 ปี

ที่รอบปีการเกิด 25 ปี มีขนาดพื้นที่น้ำท่วมรวมประมาณ 41,476 ไร่ มีรายละเอียดพื้นที่น้ำท่วมแบ่งตามระดับความลึกของน้ำในตำบลต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 6 และรูปที่ 9 ตำบลพลับพลาที่มีพื้นที่ได้รับผลกระทบมากที่สุด รองลงมาคือตำบลพระธาตุและเชียงขวัญตามลำดับ โดยมีระดับน้ำท่วมเพิ่มสูงขึ้น ทำให้พื้นที่น้ำท่วมส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 1-2 และ 2-4 เมตร ตำบลบ้านเชียงได้รับผลกระทบจากระดับน้ำท่วมที่เพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน โดยมีระดับน้ำท่วมอยู่ในช่วง 0-1 และ 1-2 เมตร ขณะที่ตำบลพระเจ้าและหมู่นยังคงไม่มีพื้นที่น้ำท่วม

ตารางที่ 6 พื้นที่น้ำท่วม (ไร่) ที่รอบปีการเกิด 25 ปี

ตำบล	ระดับน้ำ (ม.)						รวม
	0-1	1-2	2-4	4-6	6-9	> 9	
เชียงขวัญ	836	3,879	5,352	1	0	0	10,068
พลับพลา	1,319	4,088	8,358	631	116	2	14,514
พระธาตุ	2,754	5,548	5,475	125	0	0	13,902
พระเจ้า	0	0	0	0	0	0	0
หมู่น	0	0	0	0	0	0	0
บ้านเชียง	1,148	1,613	231	0	0	0	2,992
รวม	6,057	15,128	19,416	757	116	2	41,476



4.3.5 รอบปีการเกิด 50 ปี

ที่รอบปีการเกิด 50 ปี มีขนาดพื้นที่น้ำท่วมรวมประมาณ 43,965 ไร่ มีรายละเอียดพื้นที่น้ำท่วมแบ่งตามระดับความลึกของน้ำในตำบลต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 7 และรูปที่ 10 ตำบลพระธาตุมีพื้นที่ได้รับผลกระทบมากที่สุด รองลงมาคือตำบลพลับพลาและเชียงขวัญตามลำดับ พื้นที่น้ำท่วมส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 1-2 และ 2-4 เมตร ตำบลบ้านเขือมีระดับน้ำท่วมอยู่ในช่วง 0-1 และ 1-2 เมตร และเริ่มมีบางพื้นที่ที่ระดับน้ำเพิ่มเป็น 2-4 เมตร ขณะที่ตำบลพระเจ้าและหมันยังคงไม่มีพื้นที่น้ำท่วม

ตารางที่ 7 พื้นที่น้ำท่วม (ไร่) ที่รอบปีการเกิด 50 ปี

ตำบล	ระดับน้ำ (ม.)						รวม
	0-1	1-2	2-4	4-6	6-9	> 9	
เขียงขวัญ	619	2,324	7,357	5	0	0	10,305
พลับพลา	622	3,145	9,716	911	286	14	14,694
พระธาตุ	2,820	4,044	8,134	292	1	0	15,291
พระเจ้า	4	0	0	0	0	0	4
หมู่มั่น	0	0	0	0	0	0	0
บ้านเชียง	1,402	1,332	937	0	0	0	3,671
รวม	5,467	10,845	26,144	1,208	287	14	43,965

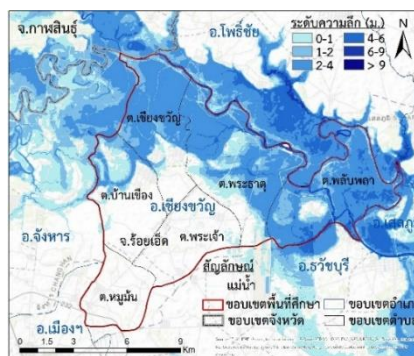


4.3.6 รอบปีการเกิด 100 ปี

ที่รอบปีการเกิด 100 ปี มีขนาดพื้นที่น้ำท่วมรวม
ประมาณ 45,349 ไร่ มีรายละเอียดพื้นที่น้ำท่วมแบ่งตาม
ระดับความลึกของน้ำในตำบลต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 8
และรูปที่ 11 ตำบลพระธาตุมีพื้นที่ได้รับผลกระทบมากที่สุด
รองลงมาคือตำบลลพบุรีและเชียงขวัญ ตามลำดับ โดยมี
ระดับน้ำท่วมส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 2-4 เมตร รองลงมาคือ 1-2
เมตร ตำบลบ้านเชียงมีระดับน้ำท่วมอยู่ในช่วง 0-1, 1-2 และ
2-4 เมตร และตำบลพระเจ้าเริ่มมีพื้นที่น้ำท่วม โดยมีระดับ
น้ำอยู่ที่ 0-1 เมตร ขณะที่ตำบลหมันไม่มีพื้นที่น้ำท่วม

ตารางที่ 8 พื้นที่น้ำท่วม (ไร่) ที่รอบปีการเกิด 100 ปี

ตำบล	ระดับน้ำ (ม.)						รวม
	0-1	1-2	2-4	4-6	6-9	> 9	
เจียงขวัญ	565	1,748	8,079	10	0	0	10,402
พลับพลา	491	2,354	9,809	1,746	392	15	14,807
พระธาตุ	2,756	3,098	9,483	399	7	0	15,743
พระเจ้า	265	4	0	0	0	0	269
หมูนัน	0	0	0	0	0	0	0
บ้านเชียง	1,665	1,157	1,306	0	0	0	4,128
รวม	5,742	8,361	28,677	2,155	399	15	45,349



รูปที่ 11 แผนที่น้ำท่วมที่รอบการเกิด 100 ปี

จากแผนที่นี้ทั่วพื้นที่คาบการเกิดต่างๆ จะเห็นได้
ว่า ตำบลเชียงขวัญ ตำบลพระธาตุ และตำบลปลื้มผลา เป็น
ตำบลที่จะได้รับผลกระทบมากที่สุดเมื่อเกิดอุทกภัยใน
อำเภอเชียงขวัญ โดยเมื่อระดับน้ำเริ่มมากกว่าความจุของลำ
น้ำและล้นออกมาท่วมพื้นที่สองฝั่งแม่น้ำ ตำบลเชียงขวัญจะ
เป็นตำบลที่จะเกิดน้ำท่วมก่อนและมีขอบเขตพื้นที่ที่ได้รับ
ผลกระทบมากที่สุดเนื่องจากอยู่ต้นน้ำและใกล้กับจุดบรรจบ
กับลำปาวที่รับน้ำจากเขื่อนจุฬาภรณ์ เขื่อนอุบลรัตน์และ
เขื่อนลำปาว แต่เมื่อปริมาณน้ำเริ่มมากขึ้น เช่น ที่รอบปีการ
เกิด 5, 10 และ 25 ปี พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบมากที่สุด คือ

ตำบลลพบุรี รองลงมาคือตำบลพระธาตุ และตำบลเชียงขวัญ ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากสภาพคอขวดทางด้านท้ายน้ำที่ทำให้ประสิทธิภาพในการระบายน้ำลดลง ดังนั้นปริมาณน้ำจึงสะสมล้นจากด้านท้ายน้ำขึ้นมาทางต้นน้ำ เป็นผลให้พื้นที่ตำบลลพบุรีได้รับผลกระทบนี้ก่อน ซึ่งจะสังเกตได้ว่าเมื่อปริมาณน้ำเพิ่มขึ้นจากรอบปีการเกิด 2 ปี เป็น 5 ปี พื้นที่น้ำท่วมเพิ่มขึ้นในอำเภอลพบุรีมากที่สุด รองลงมาคือตำบลพระธาตุซึ่งจะได้รับผลกระทบดังกล่าวต่อจากตำบลลพบุรี ซึ่งจะเห็นได้จากการเพิ่มขึ้นของพื้นที่น้ำท่วมในตำบลลพบุรีจะค่อยๆ ลดลง แต่พื้นที่น้ำท่วมในตำบลพระธาตุและตำบลเชียงขวัญจะเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำแผนที่น้ำท่วมของอำเภอเชียงขวัญ จังหวัดร้อยเอ็ด ที่รอบปีการเกิด 2, 5, 10, 25, 50 และ 100 ปี โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายและความเชื่อถืออย่างมาก ผลการศึกษาค้นคว้านี้แสดงให้เห็นว่าอำเภอเชียงขวัญเป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดอุทกภัย เนื่องจากตำแหน่งที่ตั้งที่นอกจากจะตั้งอยู่ท้ายน้ำของแม่น้ำชีหลังจากรับน้ำจากเขื่อนจุฬาภรณ์และเขื่อนอุบลรัตน์ ยังอยู่ใกล้กับจุดบรรจบระหว่างลำปาวกับแม่น้ำชีซึ่งรับน้ำจากเขื่อนลำปาว นอกจากนี้ยังมีน้ำหลากจากตัวเมืองร้อยเอ็ดที่จะระบายมาลงสู่แม่น้ำชี ที่บตร. ปากบุง ในตำบลพระธาตุ เมื่อประกอบกับปริมาณน้ำฝนในพื้นที่จากอิทธิพลของลมมรสุมและพายุฝน ล้วนส่งผลต่อการเกิดอุทกภัยในอำเภอเชียงขวัญ ขณะที่ประสิทธิภาพการระบายน้ำของแม่น้ำชีกลับลดลงเนื่องจากสภาพคอขวดทางด้านท้ายน้ำส่งผลให้เกิดอุทกภัยในพื้นที่อำเภอเชียงขวัญที่มีความรุนแรงมากขึ้นและกินระยะเวลานาน โดยพื้นที่ที่จะได้รับผลกระทบมากที่สุด คือ พื้นที่ริมแม่น้ำชีในตำบลเชียงขวัญ ตำบลพระธาตุ และตำบลลพบุรี ซึ่งแต่ละตำบลจะได้รับผลกระทบในช่วงเวลาและมีระดับความรุนแรงที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ไหลหลาก ณ ช่วงเวลานั้นๆ

การศึกษาค้นคว้านี้มีคุณูปการที่สำคัญต่อสังคมและทางวิชาการ 2 ประการ คือ 1) ได้แผนที่น้ำท่วมที่สมบูรณ์ของอำเภอเชียงขวัญ จังหวัดร้อยเอ็ด มีรายละเอียดครบถ้วนทั้งขอบเขตและระดับน้ำท่วมที่คาบการเกิดซ้ำต่างๆ ซึ่งมี

ความจำเป็นอย่างยิ่งในการวางแผน จัดการ และแก้ปัญหา น้ำท่วมในพื้นที่โดยหน่วยงานในระดับท้องถิ่นหรือระดับประเทศ นอกจากนี้ยังมีประโยชน์ในการเข้าช่วยเหลือและบรรเทาความเดือดร้อนของผู้ประสบภัยเมื่อเกิดเหตุการณ์น้ำท่วม รวมทั้งการวางแผนเมือง การวางแผนการใช้ที่ดินให้เหมาะสมกับความเสี่ยงของแต่ละพื้นที่ ทั้งนี้แผนที่น้ำท่วมควรมีการปรับปรุงให้ทันสมัยสอดคล้องกับข้อมูลที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างสม่ำเสมอเนื่องจากสภาพภูมิอากาศและการใช้พื้นที่ที่เปลี่ยนแปลงไปย่อมส่งผลต่อปริมาณน้ำและการระบายน้ำซึ่งล้วนคือปัจจัยสำคัญที่กำหนดขอบเขตและระดับความรุนแรงของเหตุการณ์น้ำท่วม

2) ได้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของอำเภอเชียงขวัญ ซึ่งสามารถนำไปพัฒนาต่อเพื่อหามาตรการต่างๆ เช่น คันกันน้ำหรือพนังกั้นน้ำ ทางเบี่ยงน้ำหลาก (bypass canal) แก้มลิงหรืออ่างเก็บน้ำ ฝาย เขื่อน เป็นต้น ที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการบรรเทาปัญหา น้ำท่วมในพื้นที่ หรือการพัฒนาแบบจำลองเชื่อมต่อกับข้อมูลน้ำฝนน้ำท่าแบบ Real-time เพื่อพยากรณ์พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมล่วงหน้า เพื่อสามารถวางแผนป้องกันหรืออพยพช่วยเหลือประชาชนในพื้นที่ได้อย่างถูกต้องและทันเวลาที่เพื่อลดผลกระทบและความสูญเสียอันเนื่องมาจากเหตุการณ์น้ำท่วม นอกจากนี้ค่าสัมประสิทธิ์ความหยาบผิวของแมนนิ่งที่ได้จากแบบจำลองนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการปรับเทียบแบบจำลองของแม่น้ำอื่นๆ ที่มีลักษณะทางกายภาพใกล้เคียงกันโดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ที่มีข้อมูลน้ำท่าไม่สมบูรณ์หรือไม่มีข้อมูลน้ำท่า กล่าวคือ ในกรณีที่มีข้อมูลน้ำท่าและระดับน้ำสมบูรณ์ สามารถใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความหยาบผิวของแมนนิ่งจากการศึกษาค้นคว้านี้เป็นค่าตั้งต้นในการพัฒนาแบบจำลองก่อนที่จะทำการปรับเทียบและสอบทานต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณข้อมูลจากกรมชลประทาน กรมพัฒนาที่ดินที่เอื้อเฟื้อสนับสนุนข้อมูลในการศึกษาค้นคว้า และขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่สละเวลาอ่านงานวิจัยฉบับนี้ และให้คำวิจารณ์และคำแนะนำเพื่อปรับปรุงงานวิจัยนี้ให้มีคุณภาพที่ดีขึ้น

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] EM- DAT, CRED/ UCLouvain, Brussels, Belgium [Internet]. 2022 [cited May 24, 2022]. Available from: www.emdat.be.
- [2] Flood event records [Internet]. National Hydroinformatics Data Center. 2022. Available from: <http://www.thaiwater.net/report#flood> (in Thai)
- [3] Koivumäki L, Alho P, Lotsari E, Käyhkö J, Saari A, Hyypä H. Uncertainties in flood risk mapping: a case study on estimating building damages for a river flood in Finland. *Journal of flood risk management*. 2010;3(2):166-83.
- [4] Van Alphen J, Passchier R. Atlas of Flood Maps, examples from 19 European countries, USA and Japan, Ministry of Transport. Public Works and Water Management, The Hague, Netherlands, prepared for EXCIMAP, available at: http://ec.europa.eu/environment/water/flood_risk/flood_atlas/index.htm. 2007.
- [5] European Parliament. Directive 2007/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2007 on the assessment and management of flood risks 2007.
- [6] de Moel H, van Alphen J, Aerts JCJH. Flood maps in Europe-methods, availability and use. *Nat Hazards Earth Syst Sci*. 2009;9(2):289-301.
- [7] Bubeck P, Kreibich H, Penning Rowsell EC, Botzen W, De Moel H, Klijn F. Explaining differences in flood management approaches in Europe and in the USA– a comparative analysis. *Journal of Flood Risk Management*. 2017;10(4):436-45.
- [8] Demir V, Kisi O. Flood hazard mapping by using geographic information system and hydraulic model: Mert River, Samsun, Turkey. *Advances in Meteorology*. 2016;2016:9.
- [9] Doong D-J, Lo W, Vojinovic Z, Lee W-L, Lee S-P. Development of a new generation of flood inundation maps A case study of the coastal city of Tainan, Taiwan. *Water*. 2016;8(11):521.
- [10] Mosquera-Machado S, Ahmad S. Flood hazard assessment of atrato river in colombia. *Water resources management*. 2007;21(3):591-609.
- [11] Wikipedia the free encyclopedia. Amphoe Chiang Khwan (in Thai): Wikipedia the free encyclopedia; 2022 [updated 10 February 2022; cited 2022 13 June]. Available from: <https://th.wikipedia.org/wiki/AmphoeChiangKhwan>.
- [12] Panban P, Ngamlarp D, Masari A, Thepprasit C. Comparison of annual maximum series and partial maximum series for flood frequency analysis. *Journal of Science and Technology Kasetsart University*. 2019;8(2):32-41. (in Thai)
- [13] Brunner GW. HEC- RAS River Analysis System Hydraulic Reference Manual Version 5.0. Davis, CA, USA: US Army Corps of Engineers, Institute for Water Resources, Hydrologic Engineering Center (HEC); 2016 February, 2016. 547 p.
- [14] Brunner GW. HEC-RAS River Analysis System, User's Manual Version 5.0. Davis, CA, USA: US Army Corps of Engineers, Institute for Water Resources, Hydrologic Engineering Center (HEC); 2016 February 2016. 962 p.
- [15] Brunner GW. HEC-RAS River Analysis System, 2D Modeling User's Manual Version 5.0. Davis, CA, USA: US Army Corps of Engineers, Institute for Water Resources, Hydrologic Engineering Center (HEC); 2016 February 2016. 171 p.
- [16] Kuntiyawichai K. Interactions between Land Use and Flood Management in the Chi River Basin. Delft, the Netherlands: UNESCO- IHE Institute of Water Education and Wageningen University; 2012.
- [17] Chow VT. Open-channel hydraulics. Open-channel hydraulics. NY.: McGraw-Hill; 1959.