การประเมินสภาพน้ำท่วมด้วยแบบจำลอง HEC-RAS กรณีศึกษาพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี

Flood Assessment Using HEC-RAS Model: A Case Study of Surat Thani Province

ธัญญะ พันมะลี[1] และไชยาพงษ์ เทพประสิทธิ์[1]*

Thanya Punmalee[1*] and Chaiyapong Thepprasit[1]

Received 7 October 2022, Revised 19 December 2022, Accepted 28 Dcember 2022

ABSTRACT

Surat Thani province usually confronts flood problem almost every year. In some years, there are several floods which cause a lot of damages at a time due to flooding plain areas and waterways. Most steams of the whole province and the rivers are shallow causing insufficient drainage capacity. The objective of this research is to analyze the drainage potential in Surat Thani Province and to assess the flooding area caused by overflows from the Tapee-Pumduang river at the return periods of 2, 5, 10 and 25 years, respectively using HEC-RAS model. Calibration results of one-dimensional model in Tapee river were given by varying Roughness Coefficients (n) of the river and using flow simulation carried out from X.37A (Baan Yaan Din Daeng gauging station) to X.217 (Baan Kian Sa gauging station). The results showed that when the discharge was more than 400 m^3/s at n = 0.045, and the relationship between discharge and water level corresponds to the Rating Curve of X.217 (Baan Kian Sa gauging station). The validation of model was performed in comparison with the observation data in 2018. The validation values, R-squared (R^2), were 0.956 and the Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) value was 0.811. The study results showed that the maximum flow rates of each cross section for drainage were in the range of 585 to 1,700 m^3/s. The maximum water level varied from 1.30 to 2.50 m. The longest flooding time was 3-7 days. Under constant flow conditions, the analysis for determining flooded areas showed that the flooded areas caused by overflows at the return periods of 2, 5, 10 and 25 years were 549.82, 594.46, 615.22 and 639.74 km^2, respectively.

Keywords: Tapee-Pumduang River, HEC-RAS model, Drainage potential, Flood risk area

บทคัดย่อ

จังหวัดสุราษฎร์ธานี เป็นจังหวัดที่ประสบกับปัญหาน้ำท่วม เกือบทุกปี และในบางปีเกิด น้ำท่วมหลายครั้ง และแต่ละครั้งสร้างความเสียหายจำนวนมาก เนื่องจากพื้นที่จังหวัด เป็นที่ราบลุ่ม เป็นทางน้ำไหลผ่านของลำน้ำเกือบทั้งจังหวัด และแม่น้ำตื้นเขิน มีความสามารถระบายน้ำไม่เพียงพอ วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อวิเคราะห์ศักยภาพการระบายน้ำในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี และเพื่อประเมินพื้นที่น้ำท่วมที่เกิดขึ้นจากการ

[1*] ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

Department of Irrigation Engineering, Faculty of Engineering at Kamphaeng Saen, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus, Kamphaeng Saen, Nakhon Pathom 73140, Thailand.

[*] Corresponding author: E-mail address: thanya.pu@ku.th

ไหลล้นตลิ่งออกจากแม่น้ำตาปี-พุมดวง ณ คาบการเกิดซ้ำจากปริมาณน้ำท่า 2 ปี, 5 ปี, 10 ปี และ 25 ปี ด้วยแบบจำลอง HEC-RAS ผลการปรับเทียบแบบจำลองการไหลหนึ่งมิติในแม่น้ำตาปี ได้ใช้วิธีการแปรค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (n) ของลำน้ำ โดยการจำลองการไหล จากสถานีวัดระดับน้ำ X.37A บ้านย่านดินแดง จนถึงสถานีวัดระดับน้ำ X.217 บ้านเคียนซา ผลการปรับเทียบพบว่า เมื่อมีปริมาณน้ำมากกว่า 400 ลบ.ม./วินาที ค่า n ที่ 0.045 จะทำให้ได้ค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำและระดับน้ำที่สอดคล้องกับ Rating Curve ของสถานีวัดระดับน้ำ X.217 บ้านเคียนซา และสอบเทียบแบบจำลองใน พ.ศ 2561 มีค่า R^2 เท่ากับ 0.956 และค่า NSE เท่ากับ 0.811 ผลการศึกษาพบว่า สำหรับศักยภาพการระบายน้ำได้ค่าอัตราการไหลสูงสุดสำหรับแต่ละหน้าตัดการไหลอยู่ในช่วง 585 ถึง 1,700 ลบ.ม./วินาที ค่าระดับน้ำสูงสุด 1.30 ถึง 2.50 เมตร และระยะเวลาน้ำท่วมสูงสุด 3-7 วัน สำหรับการวิเคราะห์หาพื้นที่น้ำท่วมภายใต้เงื่อนไขการไหลคงที่ พบว่า พื้นที่น้ำท่วมที่เกิดจากการเอ่อล้นตลิ่ง ณ คาบการเกิดซ้ำ 2 ปี, 5 ปี, 10 ปี และ 25 ปี เท่ากับ 549.82, 594.46, 615.22 และ 639.74 ตร.กม. ตามลำดับ

คำสำคัญ: แม่น้ำตาปี-พุมดวง แบบจำลอง HEC-RAS ศักยภาพการระบายน้ำ พื้นที่น้ำท่วม

คำนำ

สภาพภูมิประเทศของจังหวัดสุราษฎร์ธานี เป็นที่สูงเขาสลับซับซ้อนทอดยาวตามแนวเหนือใต้ของพื้นที่จังหวัด มีแม่น้ำลำคลองหลายสาย และทุกสายไหลลงสู่อ่าวไทยด้านตะวันออกทั้งหมด ผ่านอำเภอเมืองสุราษฎร์ธานี อำเภอพุนพิน และ 2 อำเภอนี้ยังเป็นจุดรวมของแม่น้ำสายหลักสำคัญ 2 สายคือแม่น้ำตาปี (ความยาวประมาณ 132.48 กม.) และแม่น้ำพุมดวง (ความยาวประมาณ 74.12 กม.) ซึ่งทางด้านทิศตะวันตกของจังหวัดมีอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ คือ เขื่อนรัชชประภา กั้นแม่น้ำพุมดวง โดยสร้างเสร็จในปี พ.ศ.2530 และมีความจุ 5,638.84 ล้าน ลบ.ม.

สำหรับการเกิดอุทกภัยในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะได้แก่ 1) อุทกภัยที่เกิดในบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนและลำน้ำสาขาต่างๆ จะเกิดจากการที่มีฝนตกหนักและน้ำป่าไหลหลากจากต้นน้ำลงมามากจนลำน้ำสายหลักไม่สามารถระบายน้ำได้ทัน ประกอบกับมีสิ่งกีดขวางจากเส้นทางคมนาคมขวางทางน้ำ และมีอาคารระบายน้ำไม่เพียงพอ 2) อุทกภัยที่เกิดในพื้นที่ราบลุ่ม เกิดบริเวณที่เป็นพื้นที่ราบลุ่ม และแม่น้ำสายหลักตื้นเขิน มีความสามารถระบายน้ำไม่เพียงพอทำให้ไม่สามารถระบายน้ำลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังมีอิทธิพลของการเกิดน้ำทะเลหนุน อันน่าจะเป็นสาเหตุทำให้เกิดสภาวะน้ำท่วมในบริเวณพื้นที่ชุมชนในตัวอำเภอเมืองสุราษฎร์ธานี และอำเภอใกล้เคียง ส่งผลทำให้เกิดสภาวะน้ำท่วมซ้ำซากในที่ลุ่มต่ำตลอดริมฝั่งเป็นประจำ (กรมชลประทาน, 2563)

จังหวัดสุราษฎร์ธานี เป็นจังหวัดที่ประสบกับปัญหาน้ำท่วม เกือบทุกปี และในบางปีเกิดน้ำท่วมหลายครั้ง และแต่ละครั้งสร้างความเสียหายจำนวนมากให้กับประชาชนคนในพื้นที่ จากการรวบรวมข้อมูลความเสียหายของอุทกภัยในอดีตที่มีข้อมูลล่าสุดปี พ.ศ. 2554 จนถึงปี พ.ศ. 2561 จากสำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่า ในแต่ละครั้งที่เกิดอุทกภัยได้สร้างความเสียหายในจังหวัดประมาณ 4,180 ล้านบาท, 86 ล้านบาท, 15 ล้านบาท, 47 ล้านบาท, 1.3 ล้านบาท, 46 ล้านบาท, 0.6 ล้านบาท และ 103 ล้านบาท แต่ละปีตามลำดับ โดยเฉพาะในช่วงเดือนมีนาคม ถึง เมษายน พ.ศ. 2554 เกิดฝนตกหนักในพื้นที่ ซึ่งจากข้อมูลสถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร(สสน.,2564) ได้วิเคราะห์แผนภาพแสดงปริมาณฝนสะสมจาก Earth Observatory (NASA) พบว่า ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี หลายพื้นที่มีปริมาณฝนสะสม ในช่วงวันที่ 22-31 มีนาคม 2554 เกินกว่า 500 มิลลิเมตร ซึ่งเหตุการครั้งนี้ได้สร้างความเสียหายครั้งใหญ่ในจังหวัดประมาณ 4,180 ล้านบาท (Thairath Online, 2011)

วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อวิเคราะห์ศักยภาพการระบายน้ำในแม่น้ำตาปี และแม่น้ำพุมดวง เพื่อประเมินพื้นที่น้ำท่วมที่เกิดขึ้นจากการไหลล้นตลิ่งออกจากแม่น้ำตาปี และแม่น้ำพุมดวง ณ คาบการเกิดซ้ำจากปริมาณน้ำท่า 2 ปี, 5 ปี, 10 ปี และ 25 ปี

ขั้นตอนและวิธีการ

วิธีการศึกษาประกอบไปด้วยการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้แก่ แผนที่แบบจำลองความสูงเชิงตัวเลข Digital Elevation Model (DEM) ข้อมูลเส้นลำน้ำ รูปตัดลำน้ำ และข้อมูลน้ำท่า จากนั้นประยุกต์ใช้แบบจำลองทางชลศาสตร์ HEC-RAS เพื่อวิเคราะห์ระดับน้ำ อัตราการไหล ดังแสดงใน Figure 1 และประเมินพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมเป็นการประเมินพื้นที่น้ำท่วมจากการเอ่อล้นตลิ่งของน้ำท่าในแม่น้ำตาปีและแม่น้ำพุมดวง ด้วยข้อมูลน้ำท่า ณ คาบการเกิดซ้ำ 2 ปี, 5 ปี, 10 ปี และ 25 ปี ดังแสดงใน Figure 2

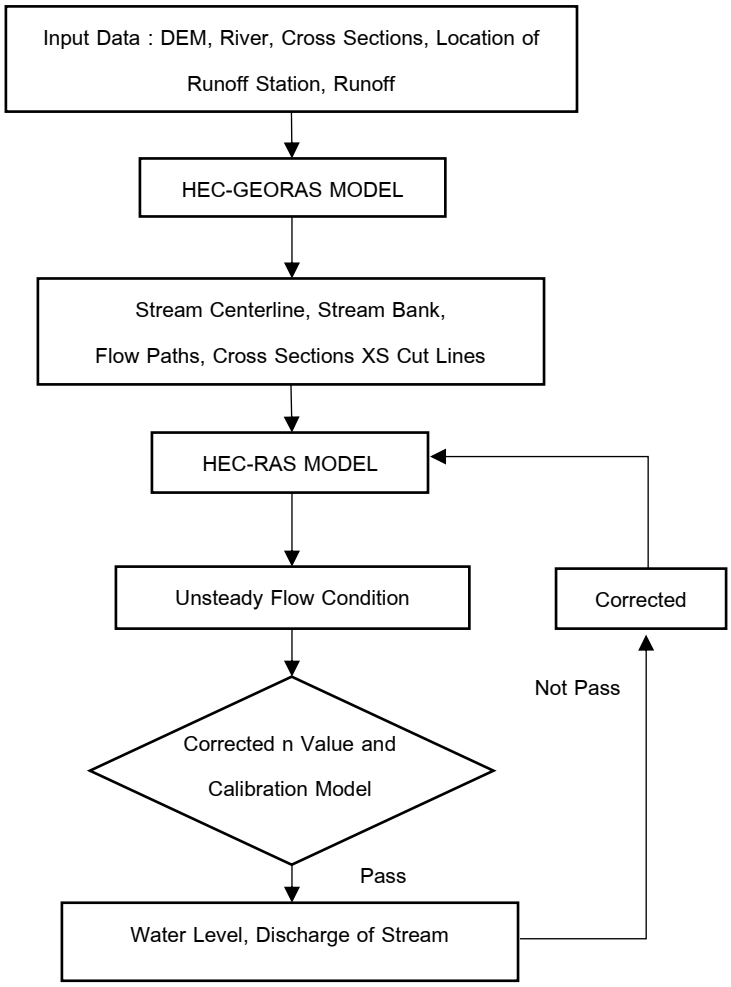

Figure 1 Educational Process

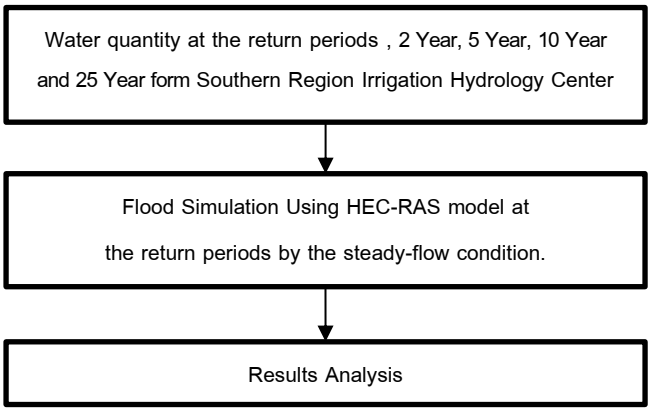

Figure 2 Flood Simulation Process at the return periods

แบบจำลอง HEC-GeoRAS

แบบจำลอง HEC-GeoRAS เป็นโปรแกรมที่พัฒนาโดยหน่วยงาน Hydrologic Engineering Center, US Army Corps of Engineering (Cameron T. Ackerman & P.E. 2011) เป็นแบบจำลองที่สามารถสร้างและรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่ ได้แก่ ลำน้ำสายหลัก (Stream Centerline), ตลิ่งของลำน้ำ (Stream Bank), เส้นทางการไหลบ่า (Flow Paths), หน้าตัดลำน้ำ (Cross Sections XS Cut Lines) เพื่อนำข้อมูลเข้าในแบบจำลอง HEC-RAS และแบบจำลอง HEC-GeoRAS ยังสามารถนำข้อมูลที่ส่งออกจากแบบจำลอง HEC-RAS มาวิเคราะห์ทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อจัดทำแผนที่ น้ำท่วมได้

แบบจำลอง HEC-RAS

สำหรับการศึกษาเพื่อประเมินสภาพน้ำท่วมในจังหวัดสุราษฎร์ธานีได้ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ HEC-RAS เวอร์ชั่น 5.0.7 ซึ่งเป็นแบบจำลองที่พัฒนาโดย Hydraulics Engineering Center US Army Corps of Engineer (John C. Warner, Gary W. Brunner, Brent C. Wolfe, and Steven S. Piper. 2009) (Gary W, Brunner. 2016) ซึ่งสามารถใช้วิเคราะห์งานด้านชลศาสตร์ในหนึ่งมิติ (one-dimension) และ 2 มิติ (two- dimension) เพื่อคำนวณการเปลี่ยนแปลงระดับพื้นผิวน้ำระหว่างรูปตัดได้ และสามารถจำลองการไหลได้ทั้งการไหลแบบใต้วิกฤต (subcritical flow) และเหนือวิกฤต (supercritical flow) พร้อมทั้งรวมผลของระดับพื้นผิวน้ำ (water surface level) เนื่องจากสิ่งกีดขวางการไหลของน้ำ เช่น สะพาน ฝาย และอาคารชลศาสตร์ เป็นต้น

ลักษณะของปฏิสัมพันธ์ในสองมิติระหว่างการไหลในทางน้ำหลักและที่ราบน้ำท่วมเมื่อน้ำในลำน้ำท่วมสูงขึ้นจนเกินระดับของตลิ่ง ส่งผลให้น้ำที่เอ่อล้นไหลออกจากลำน้ำไปทางด้านข้างขยายตัวเข้าท่วมพื้นที่ราบและไหลเข้าพื้นที่แก้มลิง (storage area) ขณะที่ความลึกของการไหลเพิ่มขึ้น พื้นที่ราบน้ำท่วมถึงจะสั้นกว่าระยะทางในการไหลของทางน้ำหลักมาก และเมื่อความลึกของการไหลลดลง น้ำจากพื้นที่นอกตลิ่งจะไหลกลับเข้าไปยังทางน้ำหลัก ทำให้ระดับน้ำของการไหลในทางน้ำหลักเพิ่มปริมาณสูงขึ้นอีกครั้ง เนื่องจากการไหลหลากของปริมาณที่ท่วมตลิ่งเป็นการไหลออกด้านข้างสองฝั่งลำน้ำเข้าท่วมพื้นที่ราบ ซึ่งมีสัดส่วนที่น้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณการไหลในลำน้ำ ทำให้สามารถประมาณการไหลหนึ่งมิติแทนการไหลสองมิติได้ โดยการกำหนดให้การไหลในทางน้ำหลักสามารถแลกเปลี่ยนน้ำกับที่ราบน้ำท่วมได้

ดังนั้น ในการศึกษานี้ ได้วิเคราะห์เฉพาะการไหลในหนึ่งมิติ (one-dimension) โดยการจำลองในรูปแบบการไหลแบบคงที่ (steady flow) เพื่อการจำลองสภาพน้ำท่วม ณ คาบการเกิดซ้ำต่าง ๆ และการจำลองในรูปแบบการไหลไม่คงที่ (unsteady flow) เพื่อปรับเทียบและสอบเทียบแบบจำลอง โดยมีหลักการ ดังนี้

1.การจำลองในรูปแบบการไหลคงที่ (steady flow) เป็นการคำนวณโปรไฟล์ของผิวน้ำในแต่ละหน้าตัดการไหล จะคำนวณจากสมการพลังงาน (Energy Equation) (Chow, V. T. & Mays, L. W. 1988) ดังแสดงในสมการที่ (1)

$$Z_2+Y_{2+}\frac{a_2v_2^2}{2g}=Z_1+Y_1+\frac{a_1v_1^2}{2g}+h_e \qquad (1)$$

เมื่อ

Y = ความลึกที่หน้าตัดที่พิจารณา

Z = ระดับของท้องน้ำที่หน้าตัดที่พิจารณา

V = ความเร็วการไหลของน้ำเฉลี่ย

a = สัมประสิทธิ์น้ำหนักของความเร็ว

g = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (เมตร/วินาที^{2})

h_e = พลังงานความสูญเสียหัวน้ำ (energy head loss)

2. การจำลองในรูปแบบการไหลไม่คงที่ (unsteady flow) การจำลองการไม่คงที่สามารถแสดงในรูปของสมการ partial differential ประกอบด้วย 2 สมการ ได้แก่ สมการต่อเนื่อง (continuity equation) ดังสมการที่ (2) และสมการโมเมนตัม (momentum equation) ดังสมการที่ (3) (US Army Corps of Engineers, 2016)

$$\frac{\partial A_T}{at}+\frac{\partial Q}{\partial x}-q_l=0 \qquad (2)$$

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

เมื่อ

A_T = พื้นที่การไหลรวมทั้งหมดเกิดจากผลรวมของพื้นที่ประสิทธิผล A (ตร.ม.)

Q = อัตราอัตราการไหลของน้ำ (ลบ.ม./วินาที)

q_l = การไหลด้านข้าง (lateral flow) ต่อหนึ่งหน่วยความยาว

V = ความเร็วการไหลของน้ำ (เมตร/วินาที)

Z = ความลึกของน้ำวัดจากผิวน้ำถึงระดับอ้างอิง (เมตร)

S_f = ความลาดชันของแรงเสียดทาน (friction slope)

g = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (เมตร/วินาที^{2})

X = ระยะทางวัดจากจุดเริ่มต้นของลำน้ำด้านเหนือน้ำไปถึงหน้าตัดลำน้ำที่พิจารณา (เมตร)

t = เวลา (วินาที)

การรวบรวมข้อมูล

1. ข้อมูลอุทกวิทยา ประกอบไปด้วยปริมาณน้ำท่ารายวัน และระดับน้ำของสถานีวัดน้ำต่างๆ ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยสถานีวัดน้ำท่าที่ใช้ในการศึกษานี้ของกรมชลประทาน ได้แก่ สถานีวัดน้ำท่า X.37A แม่น้ำตาปี ที่บ้านย่านดินแดง อ.พระแสง จ.สุราษฎร์ธานี สถานีวัดน้ำท่า X.217 แม่น้ำตาปี ที่บ้านเคียนซา อ.เคียนซา จ.สุราษฎร์ธานี สถานีวัดน้ำท่า X.36 แม่น้ำพุมดวง ที่บ้านท่าขอน อ.คีรีรัฐนิคม จ.สุราษฎร์ธานี สำหรับแผนผังการไหลของลำน้ำแสดงใน Figure 3 และตำแหน่งที่ตั้งสถานีวัดน้ำท่าในเขตจังหวัดสุราษฎร์ธานี แสดงใน Figure 4 ซึ่งปริมาณน้ำท่ารายวันจากสถานี X.37A และ X.36 เป็นปริมาณน้ำเข้าในแบบจำลอง และปริมาณน้ำท่ารายวันจากสถานี X.217 เป็นปริมาณน้ำท่าสำหรับการปรับเทียบและสอบเทียบ

2. ข้อมูลรูปตัดลำน้ำ จากการสำรวจโดยกรมชลประทาน ปี 2564 จำนวน 108 รูปตัด ประกอบไปด้วย แม่น้ำตาปี 61 รูปตัด แม่น้ำพุมดวง 25 รูปตัด คลองพุนพิน 13 รูปตัด และคลองท่าทอง 9 รูปตัด โดยมีระยะห่างแต่ละรูปตัดเฉลี่ยประมาณ 1.5 กม. ตำแหน่งรูปตัดแสดงดัง Figure 4

3. ข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ ใช้ข้อมูลระดับความสูงเชิงเลขความละเอียดของขนาดกริดเซล 5x5 เมตร จากข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดิน ปี พ.ศ.2555 มาตราส่วนการนำเข้า 1:4,000 ในการนำเข้าแบบจำลอง

4. ข้อมูลด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นข้อมูลประกอบการเลือกสัมประสิทธิ์ความหยาบผิวของแมนนิ่งในลำน้ำ โดยพืชที่ขึ้นปกคลุมทางน้ำ เช่น หญ้า ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดการต้านการไหลและจะลดอัตราการไหล ผลของพืชที่ขึ้นปกคลุมจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ ความสูง ความหนาแน่น การกระจายและชนิดของพืชเพื่อใช้ในการพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระแมนนิ่ง (สำนักอุทกและการระบายน้ำ, 2553)

5. ข้อมูลสภาพปัญหาอุทกภัย เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณากำหนดขอบเขต และรายละเอียดในการจัดทำแบบจำลอง เช่น ข้อมูลแผนที่น้ำท่วมจาก GISTDA

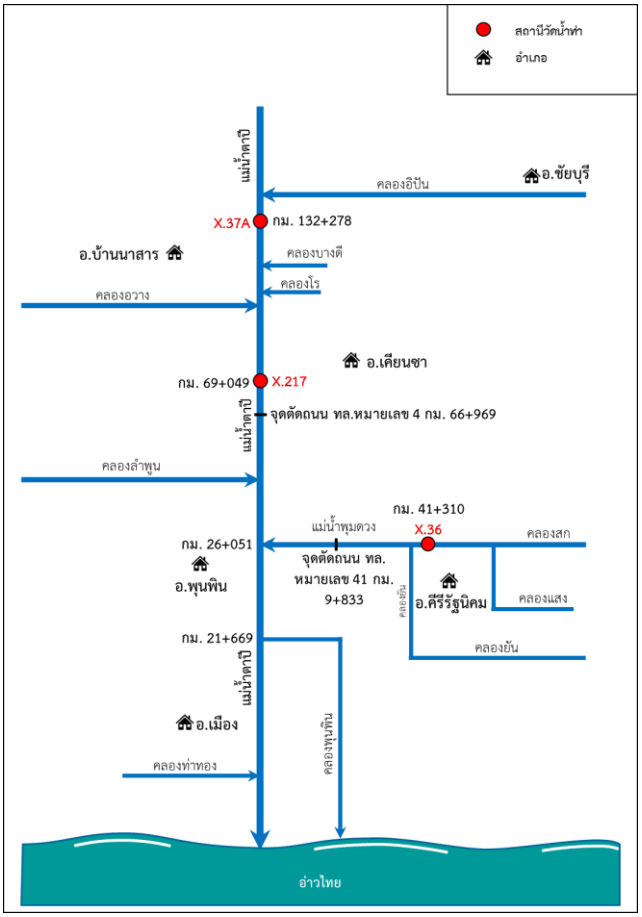

Figure 3 River Diagram of Surat Thani Province

การปรับเทียบและสอบเทียบแบบจำลอง

การปรับเทียบและสอบเทียบแบบจำลองเป็นการหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมให้กับแบบจำลอง และตรวจสอบความน่าเชื่อถือ ความถูกต้องของแบบจำลองโดยใช้หลักการทางสถิติ เพื่อให้ข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองมีความใกล้เคียงกับข้อมูลจริง โดยพารามิเตอร์ที่ใช้ในการปรับเทียบและสอบเทียบแบบจำลอง คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ Manning (n) ซึ่งแสดงถึงความเสียดทานต่อการไหลในทางน้ำเปิด

การปรับเทียบแบบจำลองด้วยตัวแปรค่า Manning (n) ของแม่น้ำตาปี โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำของสถานี X.37A และ X.36 ใช้เงื่อนไขขอบเขต (Boundary Conditions : Normal Depth) ที่ต้นน้ำเพื่อจำลองการไหลของแม่น้ำตาปี จากสถานี X.37A และสถานี X.36 จนลงสู่ทะเลอ่าวไทยที่อำเภอเมืองสุราษฎร์ธานี ซึ่งได้กำหนดเงื่อนไขขอบเขต (Known W.S.) ที่ท้ายระดับน้ำทะเลขึ้น-น้ำลง เฉลี่ย +0.13 ม.รทก. ที่สถานีท่าเรือท่าทอง บริเวณอ่าวบ้านดอน จากกรมเจ้าท่าโดยนำผลแบบจำลองปรับเทียบกับ Rating Curve กรมชลประทาน ปี พ.ศ. 2560 ของสถานี X.217 บ้านเคียนซา (กรมชลประทาน, 2560) โดยการแปรค่า Manning (n) ของแม่น้ำตาปี (ซึ่งลักษณะทางน้ำคดเคี้ยว ความลาดเทและรูปตัดไม่แน่นอน) เท่ากับ 0.035, 0.040 และ 0.045

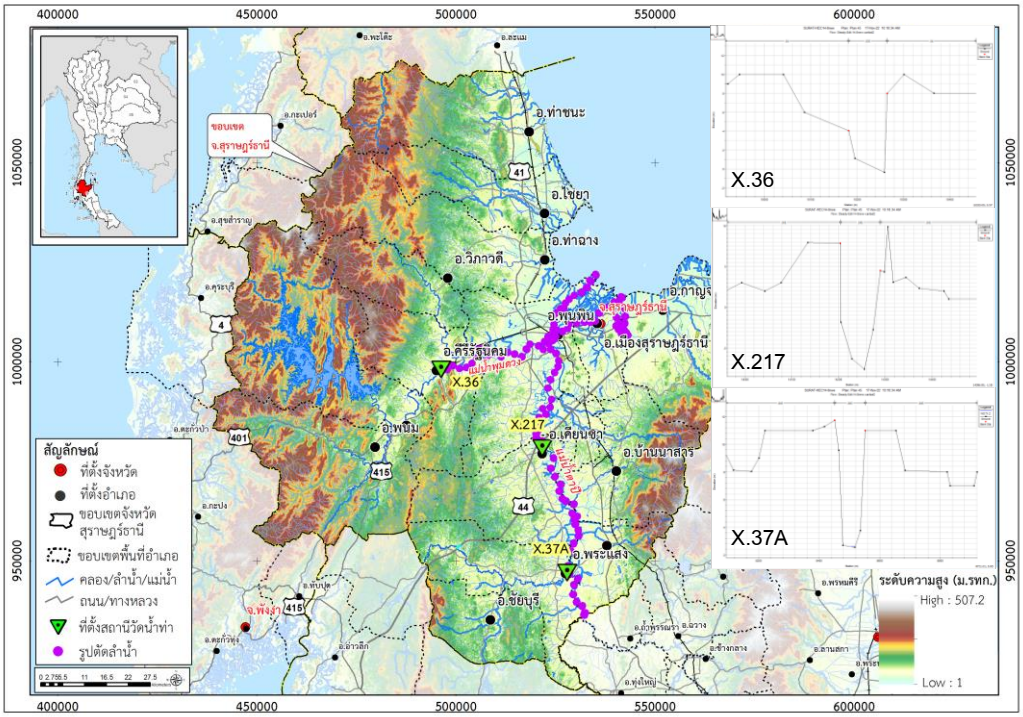

Figure 4 Runoff station in Surat Thani Province

การเทียบแผนที่น้ำท่วมจากแบบจำลองกับ แผนที่น้ำท่วมจาก GISTDA ได้เลือกช่วงปีข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวัน วันที่ 1 มีนาคม พ.ศ. 2554 ถึง วันที่ 31 พฤษภาคม พ.ศ.2554 มาใช้ในการเทียบแบบจำลองกับแผนที่น้ำท่วมจาก GISTDA โดยภาพถ่ายดาวเทียม ALOS ระบบ PALSAR บันทึกภาพวันที่ 1 เมษายน 2554 และพิจารณาข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวัน วันที่ 1 เมษายน 2561 ถึง 31 มีนาคม 2562 มาใช้ในการสอบเทียบแบบจำลองโดยการกำหนดเงื่อนไขขอบเขตด้านเหนือน้ำด้วยข้อมูล ปริมาณน้ำท่ารายวันจาก สถานี X.37A และ X.36 เป็นปริมาณน้ำเข้าในแบบจำลอง และด้านท้ายน้ำจะใช้ระดับน้ำทะเลน้ำขึ้น-น้ำลงเฉลี่ย +0.13 ม.รทก. ที่สถานีท่าเรือท่าทอง บริเวณอ่าวบ้านดอน จากกรมเจ้าท่า โดยใช้ปริมาณน้ำท่ารายวันจากสถานี X.217 เป็นปริมาณน้ำท่าสำหรับการสอบเทียบแบบจำลอง

การสอบเทียบแบบจำลองเพื่อตรวจสอบความถูกต้องจะใช้ค่าทางสถิติมาพิจารณาได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ Coefficient of Determination (R^2) และค่า Nash-Sutcliffe Efficiency (NSE) (Sangthong, P & Kosa, P. 2014) โดยค่า R^2 และ NSE ที่ได้ควรมีค่าเข้าใกล้ 1 ซึ่งแสดงว่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบตรวจวัดและจากการคำนวณมีความสัมพันธ์แบบปฏิภาคตรงกัน แต่ถ้ามีค่า (NSE) เข้าใกล้ -1 และ ค่า R^2 เข้าใกล้ 0 แสดงว่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบตรวจวัดและจากการคำนวณมีความสัมพันธ์แบบปฏิภาคผกผันกัน

การประเมินพื้นที่น้ำท่วม

การประเมินพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมจากการเอ่อล้นตลิ่งของน้ำท่าในแม่น้ำตาปี แม่น้ำพุมดวง ด้วยข้อมูลน้ำท่า ณ คาบการเกิดซ้ำ 2 ปี, 5 ปี, 10 ปี และ 25 ปี ในการศึกษานี้ได้นำผลการศึกษาข้อมูลน้ำท่า ณ คาบการเกิดซ้ำ 2 ปี, 5 ปี, 10 ปี และ 25 ปี จากกรมชลประทาน (กรมชลประทาน, 2564) ซึ่งปริมาณน้ำท่า ณ คาบการเกิดซ้ำดังกล่าวข้างต้นคำนวณ จากหลักการของทฤษฎีการแจกแจงความถี่แบบกัมเบล (Gumbel distribution) โดยการวิเคราะห์จากข้อมูลปริมาณน้ำท่าสูงสุดรายปี ณ สถานีวัดน้ำท่า X.37A (พ.ศ. 2512 - พ.ศ. 2563) สถานีวัดน้ำท่า X.217 (พ.ศ. 2546 - พ.ศ. 2563) และสถานีวัดน้ำท่า X.36 (พ.ศ. 2536 - พ.ศ. 2563) ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Peak discharges of each return period at each RID's major observation station (unit in cms)

Return Period	2 (Year)	5 (Year)	10 (Year)	25 (Year)
X.37A	496.5	927.7	1,288.10	1,686.50
X.217	673.3	1,141.20	1,451.00	1,842.40
X.36	741.3	1,145.50	1,413.20	1,751.40

ผลและวิจารณ์

1. ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองด้วยตัวแปรค่า Manning (n) ของแม่น้ำตาปี โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำของสถานี X.37A บ้านย่านดินแดง พบว่า เมื่อมีปริมาณน้ำน้อยกว่า 400 ลบ.ม./วินาที และ ค่า n = 0.040 ระดับน้ำต่ำสุดสอดคล้องกับค่าของกรมชลประทาน และเมื่อปริมาณน้ำมากกว่า 400 ลบ.ม./วินาที ค่า n = 0.045 จะทำให้ค่าความสูงของน้ำที่สอดคล้องกับค่าของกรมชลประทาน ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งเป็นการสร้างแบบจำลองการเกิดน้ำท่วมในปี พ.ศ. 2554 ที่มีปริมาณมากกว่า 400 ลบ.ม./วินาที จึงใช้ค่า n = 0.045 ดังแสดงใน Figure 5

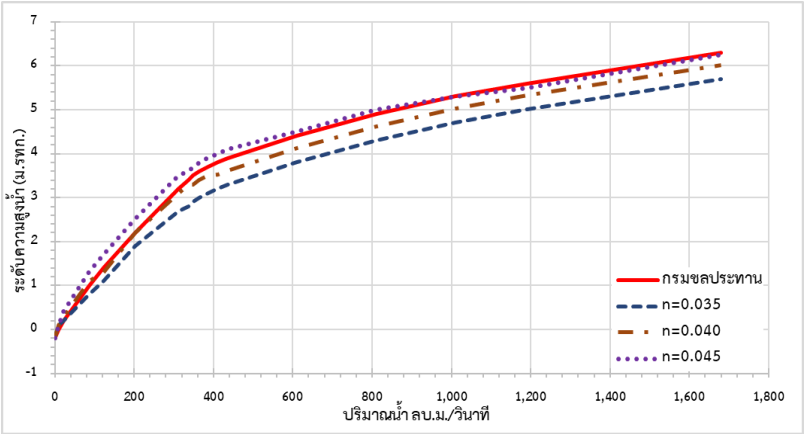

Figure 5 Rating Curve from 2017 models

2. การเทียบแผนที่น้ำท่วมจากแบบจำลองกับ แผนที่น้ำท่วมจาก GISTDA พบว่า แบบจำลองมีพื้นที่น้ำท่วมจากน้ำล้นตลิ่งแม่น้ำตาปีและแม่น้ำพุมดวงบริเวณจังหวัดสุราษฎร์ธานี มีจำนวน 639.74 ตร.กม. และจาก GISTDA มีจำนวน 649.61 ตร.กม. ซึ่งพื้นที่น้ำท่วมจากแบบจำลองน้อยกว่า GISTDA มีจำนวน 9.87 ตร.กม.โดยมีพื้นที่น้ำท่วมในบริเวณเดียวกัน มีจำนวน 515.60 ตร.กม. (ร้อยละ79.4 ของพื้นที่ น้ำท่วมจาก GISTDA หรือ ร้อยละ 80.6 ของพื้นที่น้ำท่วมจากแบบจำลอง) ดังแสดงการซ้อนทับพื้นที่น้ำท่วมใน Figure 6

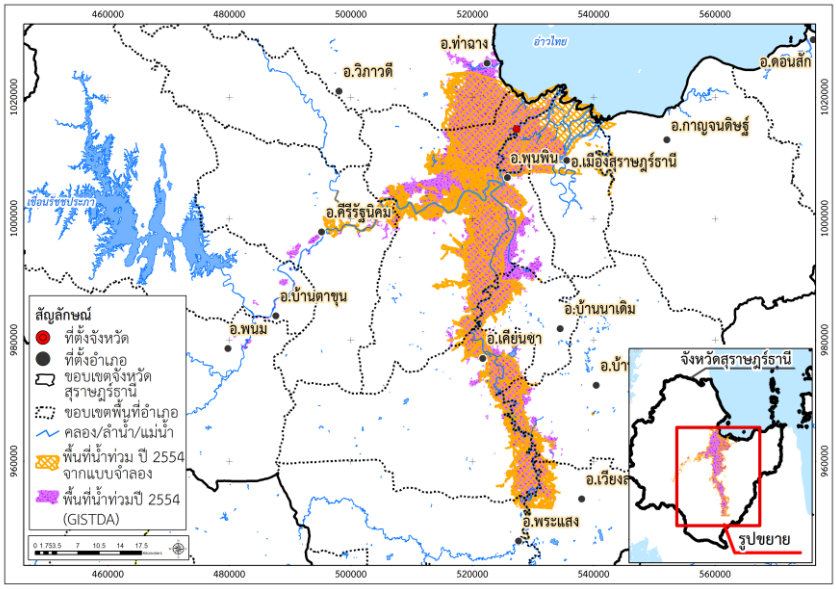

Figure 6 Surat Thani province of flood area from model and from GISTDA

3. ผลการสอบเทียบแบบจำลอง (Validation) ของสถานี X.217 บ้านเคียน ตั้งแต่วันที่ 1 เมษายน 2561 ถึง 31 มีนาคม 2562 พบว่าผลการสอบเทียบแบบจำลอง มีค่า R^2 เท่ากับ 0.956 และค่า RMSE เท่ากับ 0.386 และค่า NSE เท่ากับ 0.811 ซึ่งมีค่าเข้า 1 แสดงถึงระดับน้ำท่าที่ได้จากแบบตรวจวัดและจากการคำนวณมีความสัมพันธ์แบบปฏิภาคตรงกัน ดังนั้นแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้จึงมีความน่าเชื่อถือ ดังแสดงใน Figure 7

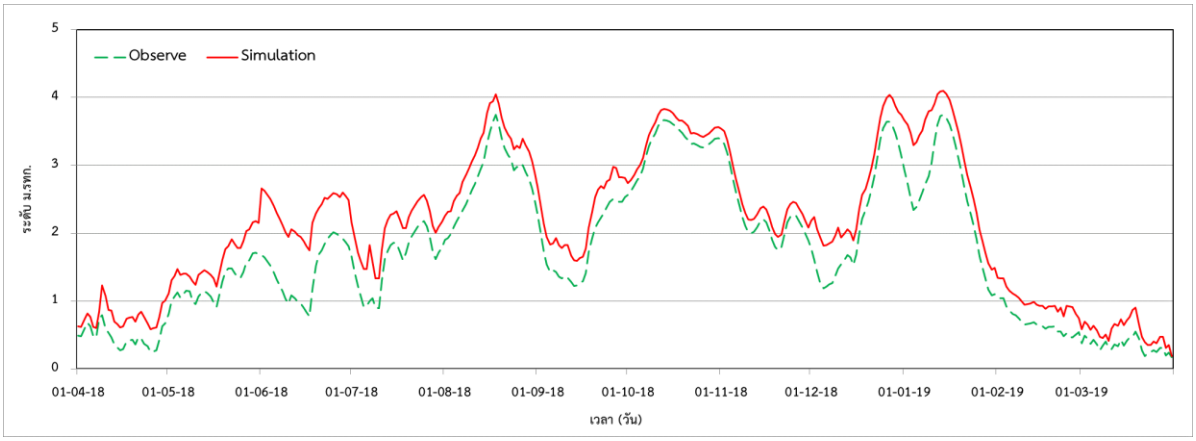

Figure 7 Graph Validation station X.217 from 2018 to 2019 models

4. ศักยภาพการระบายน้ำสูงสุดของแม่น้ำตาปี และแม่น้ำพุมดวง ในแต่ละหน้าตัดการไหล พบว่าค่าอัตราการไหลสูงสุดอยู่ในช่วง 585 ถึง 1,700 ลบ.ม./วินาที และค่าระดับน้ำสูงสุด 1.30 ถึง 2.50 เมตร ดังแสดงใน Figure **8** มีระยะเวลาน้ำท่วมสูงสุด 3-7 วัน

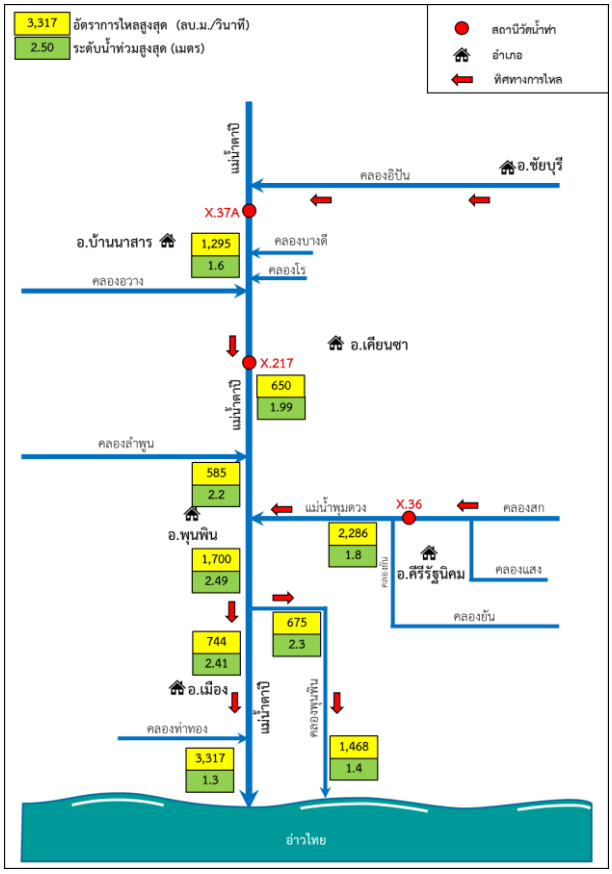

Figure 8 Potential drainage the maximum flow

5. พื้นที่เสี่ยงน้ำท่วม ณ คาบการเกิดซ้ำต่างๆ จากการจำลองสภาพน้ำท่วมด้วยแบบจำลอง HEC-RAS ณ คาบการเกิดซ้ำต่างๆ พบว่า ขอบเขตพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบการเกิดน้ำท่วมจากน้ำท่าที่เอ่อล้นตลิ่ง ณ คาบการเกิดซ้ำ 2 ปี, 5 ปี, 10 ปี และ 25 ปี เท่ากับ 549.82, 594.46, 615.22 และ 639.74 ตร.กม. ตามลำดับ ครอบคลุม 53 ตำบล ใน 10 อำเภอที่แม่น้ำตาปีและแม่น้ำพุมดวงไหลผ่าน ดังแสดงใน Figure 9 ถึง Figure 12

Table 2 จะเห็นว่า 3 อำเภอ ได้แก่ อ.ท่าฉาง อ.เมืองสุราษฎร์ธานี และ อ.กาญจนดิษฐ์ มีพื้นที่น้ำท่วมในแต่ละรอบปีเท่ากันนั้น เนื่องจากเป็นพื้นที่ด้านท้ายน้ำ นอกจากนี้ยังมีอิทธิพลของการเกิดน้ำทะเลหนุน เมื่อมีฝนตกหนักทำให้ศักยภาพของแม่น้ำตาปีไม่สามารถระบายน้ำได้ทัน เกิดน้ำเอ่อล้นตลิ่งออกมาท่วมในบริเวณที่เป็นราบลุ่มเต็มพื้นที่แทบประจำทุกปี

Table 3 แสดงค่าร้อยละของน้ำท่วมในพื้นที่แต่ละอำเภอจากน้ำท่าที่เอ่อล้นตลิ่งของแม่น้ำตาปีและแม่น้ำพุมดวง ณ คาบการเกิดซ้ำ 2 ปี, 5 ปี, 10 ปี และ 25 ปี จะเห็นได้ว่า เมื่อเทียบเป็นร้อยละของพื้นที่อำเภอจะพบว่า อ.เมืองสุราษฎร์ธานี และ อ.พุนพิน มีร้อยละพื้นที่น้ำท่วมสูงสุด ร้อยละ 34.15 และ 28.97 ตามลำดับ

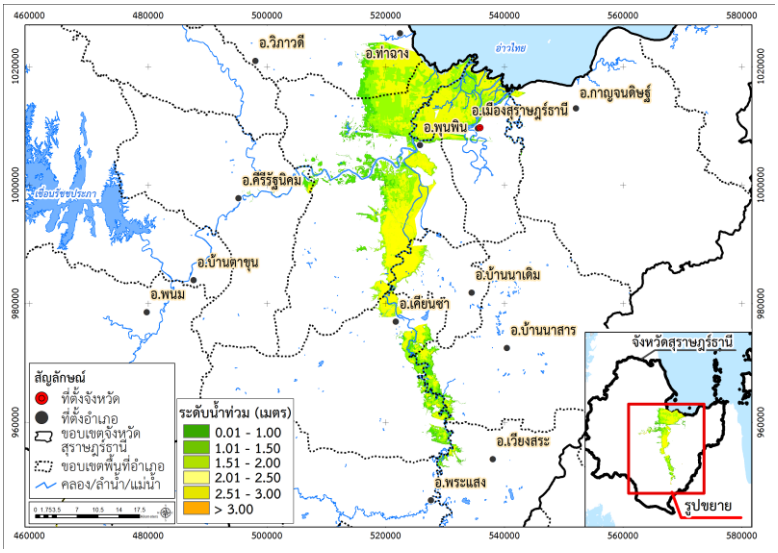

Figure 9 Flood Map at 2-Year Return Period

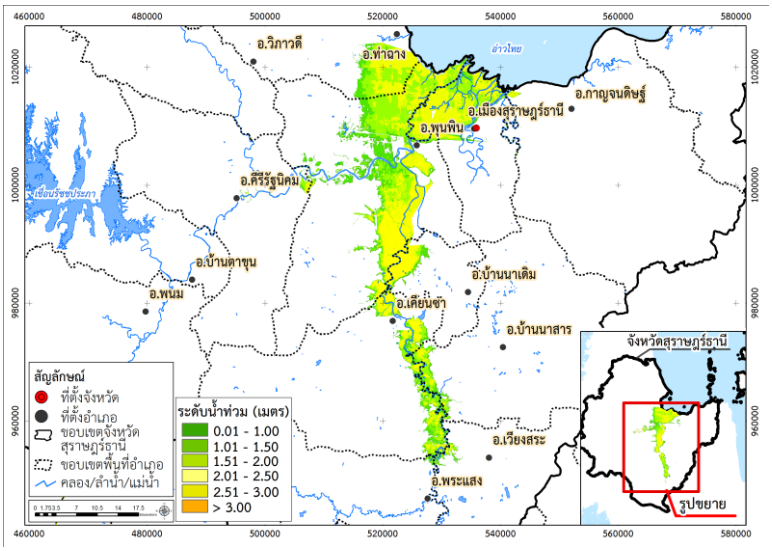

Figure 10 Flood Map at 5-Year Return Period

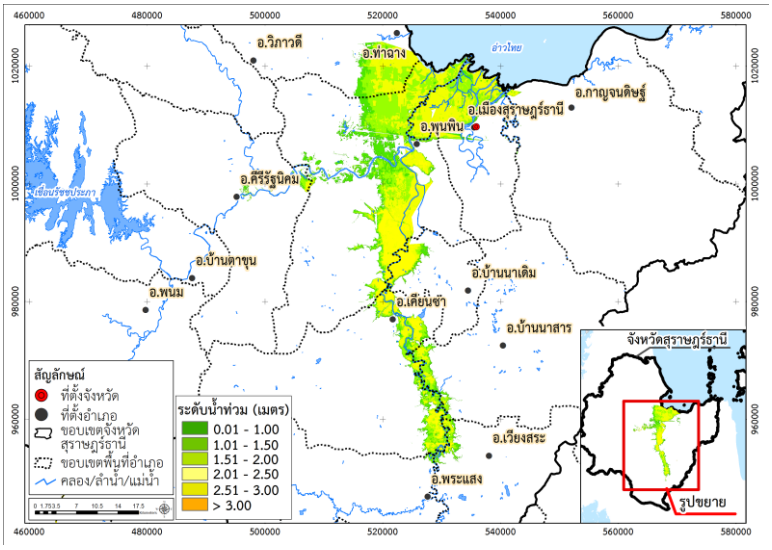

Figure 11 Flood Map at 10-Year Return Period

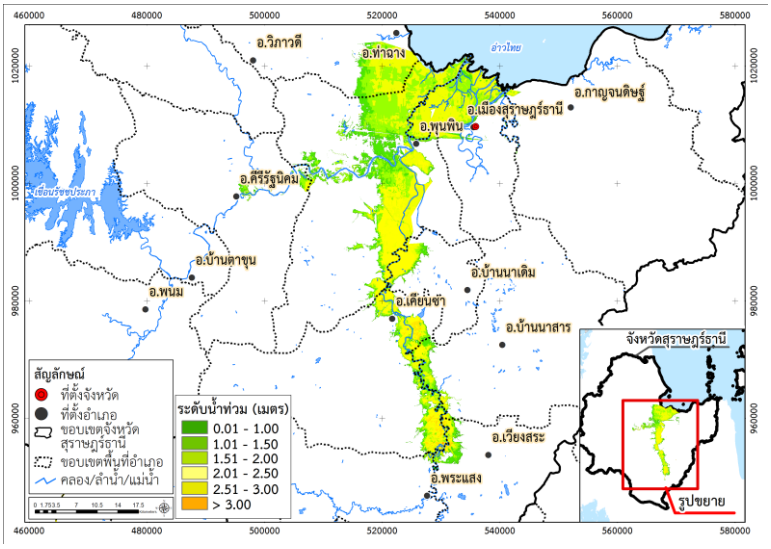

Figure 12 Flood Map at 25-Year Return Period

Table 2 Flooding area caused by overflows at the return periods of 2, 5, 10 and 25 years

No.	Districts	Flooding area caused by overflows at the return periods (km²)			
		2 Year	5 Year	10 Year	25 Year
1	Phrasaeng	0.47	1.91	1.92	2.3
2	Wiang Sa	5.69	5.96	12.42	19.59
3	Khian Sa	50.28	66.11	73.86	78.75
4	Ban Na Sa	26.3	27.86	28.81	32.78
5	Ban Na Doem	21.73	24.87	24.87	24.87
6	Phunphin	247.93	269.63	273.45	279.37
7	Khiri Rat Nikhom	5.96	6.66	8.43	10.61
8	Tha Chang	71.9	71.9	71.9	71.9
9	Mueang Surat Thani	116.31	116.31	116.31	116.32
10	Kanchanadit	3.25	3.25	3.25	3.25
	Total	**549.82**	**594.46**	**615.22**	**639.74**

Table 3 Percentage of flood area in each district

No.	Districts	Percentage of flood area in each district (%)			
		2 Year	5 Year	10 Year	25 Year
1	Phrasaeng	0.06	0.23	0.23	0.28
2	Wiang Sa	1.54	1.61	3.36	5.3
3	Khian Sa	7	9.21	10.29	10.97
4	Ban Na Sa	3.47	3.68	3.81	4.33
5	Ban Na Doem	10.07	11.52	11.52	11.52
6	Phunphin	25.71	27.96	28.35	28.97
7	Khiri Rat Nikhom	0.87	0.97	1.23	1.55
8	Tha Chang	6.45	6.45	6.45	6.45
9	Mueang Surat Thani	34.15	34.15	34.15	34.15
10	Kanchanadit	0.3	0.3	0.3	0.3

สรุป

1. การศึกษานี้ได้นำแบบจำลองคณิตศาสตร์ HEC-RAS มาประยุกต์ใช้ในการประเมินสภาพน้ำท่วมในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี และได้ศึกษาถึงความถูกต้องของแบบจำลองก่อนที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาโดยการปรับเทียบ และสอบเทียบแบบจำลองจนได้ค่าที่ใกล้เคียงกับข้อมูลที่ได้ทำการสำรวจ ทำให้ข้อมูล มีความน่าเชื่อถือในทางสถิติ จึงสามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองคณิตศาสตร์ HEC-RAS เป็นแบบจำลองที่เหมาะสมและมีความถูกต้องในการนำไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี และน่าจะสามารถนำไปประยุกต์ในการพื้นที่อื่นได้

2. การวิเคราะห์ศักยภาพการระบายน้ำในแม่น้ำตาปีและแม่น้ำพุมดวง มีอัตราการไหลสูงสุดอยู่ที่ช่วง 585 ถึง 1,700 ลบ.ม./วินาที ค่าระดับน้ำสูงสุด 1.30 ถึง 2.50 เมตร และระยะเวลาน้ำท่วมสูงสุด 3-7 วัน โดยค่าศักยภาพการระบายน้ำช่วยในการพิจารณาการเฝ้าระวังและการป้องกันน้ำท่วมได้โดยอัตราการไหลและค่าระดับน้ำไม่ควรเกินค่าที่แม่น้ำตาปีและแม่น้ำพุมดวงในแต่ละหน้าตัดลำน้ำจะสามารถรับได้ นอกจากนี้ศักยภาพการระบายน้ำของแม่น้ำยังช่วยในด้านการบริหารจัดการน้ำ โดยทำให้ทราบถึงปริมาณน้ำที่สามารถส่งเข้าไปในแต่ละพื้นที่ และสามารถนำมาเป็นข้อมูลในเบื้องต้นเพื่อพิจารณาประกอบการวิเคราะห์การขุดลอกคลอง

ข้อเสนอแนะ

1. ในการบริหารจัดการน้ำในเขตจังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยเฉพาะพื้นที่ อ.เมืองสุราษฎร์ธานี และ อ.พุนพิน ควรพิจารณามาตรการป้องกันน้ำท่วมที่สามารถ ผันน้ำออกจากพื้นที่เศรษฐกิจ นอกจากนี้ควรพิจารณาการปรับปรุงแม่น้ำตาปีและแม่น้ำพุมดวงให้มีความจุเพิ่มขึ้น เพื่อพร้อมรับมือกับสถานการณ์การเกิดอุทกภัยที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต

2. ในการจำลองสภาพน้ำท่วมด้วยแบบจำลอง HEC-RAS ไม่ได้รวมการจำลองสภาพสิ่งกีดขวาง เช่น สิ่งปลูกสร้างที่เป็นอาคาร ถนน และแนวกำแพงกันน้ำ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์อุทกวิทยาชลประทานภาคใต้ จากกรมชลประทาน ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยนี้ และภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมชลประทาน. (2560). *Rating Curve*. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 มีนาคม 2564, จาก https://hydro-8.com/

กรมชลประทาน. (2563). *โครงการศึกษาความเหมาะสมและวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม การพัฒนาระบบชลประทานบริเวณพื้นที่ท้ายเขื่อนรัชชประภา จังหวัดสุราษฎร์ธานี*. (น.48). กรุงเทพฯ.

กรมชลประทาน. (2564). *Return Period*. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 มีนาคม 2564, จาก https://hydro-8.com/

สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ(องค์การมหาชน). (2554). *บันทึกเหตุการณ์น้ำท่วมบริเวณภาคใต้ 23 มีนาคม - 3 เมษายน 2554*. สืบค้นเมื่อวันที่ 5 มีนาคม 2564, จาก https://tiwrm.hii.or.th/current/floodsouth_mar54.html

สำนักอุทกและการระบายน้ำ. (2553) *คู่มือการประเมินค่าปริมาณการไหลของน้ำด้วยวิธี Manning's formula*. (น.8-9) กรุงเทพฯ.

Cameron T. Ackerman, P.E. (2011). *HEC-GeoRAS GIS Tool for Support of HEC-RAS using ArcGIS*. California: US Army Corp of Engineers.

Chow, V. T. Maidment, D. R. & Mays, L. W. (1988). *Applied hydrology (4nd ed.)*. McGraw-Hill: New York.

Gary W, Brunner. (2016). *HEC-RAS River Analysis System Hydraulics Reference Manual*. California: US Army Corp of Engineers

John C. Warner, Gary W. Brunner, Brent C. Wolfe, and Steven S. Piper. (2009). *HEC-RAS River Analysis System Applications Guide*. California: US Army Corp of Engineers.

Sangthong, P. & Kosa, P. (2014). Estimation of Streamflow using SWAT: A Case Study of Upper Lam Phra Phloeng River Basin.Technical Education. *Journal King Mongkut's University of Technology North Bangkok, 5*(2): 165-176.

ThairathOnline. (2011). *น้ำท่วมสุราษฎร์ธานี ยังวิกฤต อ.พุนพิน กลายเป็นทะเล*. Retrieved March,15 2021, from https://www.thairath.co.th/content/16065

US Army Crops of Engineerings. (2016). *HEC-RAS 2D Modeling User's Manual version 5*. USA.