การประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ HEC-HMS และ HEC-RAS เพื่อศึกษาแนวทางการบรรเทาอุทกภัยของอำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช

The Application of HEC-HMS and HEC-RAS Mathematical Models for Study of Flood Mitigation in Cha-Uat, Nakhon Si Thammarat

ณัฐพล แก้วทอง[1], ปกรณ์ ดิษฐกิจ[2*], สรายุทธ์ นาครอด[3], ชยณัฐ บัวทองเกื้อ[4]
Natapon Kaewthong[1], Pakorn Ditthakit[2*], Sarayoot Nakrod[3], Chayanat Buathongkhue[4]

Received: 9 June 2019 ; Revised: 23 August 2019 ; Accepted: 27 September 2019

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการจำลองสถานการณ์น้ำท่วมและมาตรการบรรเทาอุทกภัยของเทศบาลตำบลชะอวด อ.ชะอวด จ.นครศรีธรรมราช โดยใช้แบบจำลอง HEC–HMS ร่วมกับแบบจำลอง HEC–RAS ในการประเมินปริมาณน้ำท่าและวิเคราะห์สภาพการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ศึกษา ผลการสอบเทียบ (ปี 2548) และตรวจพิสูจน์ (ปี 2543) สำหรับแบบจำลอง HEC-HMS พบว่าให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.95 และ 0.82 ตามลำดับ ผลการสอบเทียบ (ปี 2548) และตรวจพิสูจน์ (ปี 2543) ในแบบจำลอง HEC–RAS โดยใช้ระดับคราบน้ำท่วมเชิงสะพานเทศบาลตำบลชะอวด พบว่ามีความคลาดเคลื่อน เท่ากับ 0.15 เมตร และ 0.23 เมตร ตามลำดับ โดยผลการวิเคราะห์สภาพน้ำท่วมพบว่าเขตเทศบาลตำบลชะอวดสามารถรองรับปริมาณน้ำท่าที่รอบปีการเกิดซ้ำ 2 ปี แต่จะเกิดน้ำท่วมบริเวณนอกเขตเทศบาลมีความลึกประมาณ 0.5-1.5 เมตร เมื่อพิจารณาปริมาณน้ำท่าที่รอบปีการเกิดซ้ำ 5 10 และ 25 ปี พบว่าจะเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ชุมชนเขตเทศบาลตำบลชะอวดมีความลึกโดยประมาณ 1-2 เมตร และระดับน้ำจะเพิ่มสูงขึ้นไปจนถึง 2-3 เมตร ที่รอบปีการเกิดซ้ำที่ 50 ถึง 100 ปี ทั้งนี้ได้เสนอแนวทางในการบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่โดยการสร้างคลองผันน้ำออกทางช่องค้างคาวเพื่อระบายน้ำก่อนเข้าเขตเทศบาลตำบลชะอวด ซึ่งเมื่อพิจารณาที่รอบปีการเกิดซ้ำ 5 ปี พบว่าอัตราการไหลสูงสุดลดลงทั้งสิ้น 90 ลบ.ม.ต่อวินาที

คำสำคัญ: แบบจำลองคณิตศาสตร์ HEC-HMS HEC-RAS อัตราการไหล

Abstract

This article presents flooding simulation and flooding alleviation measures of Cha-Uat Municipality, Cha-Uat District, Nakhon Si Thammarat. HEC-HMS and HEC-RAS were applied to determine runoff and simulate flooding events in the study area. The results of the HEC-HMS model's calibration (2005) and verification (2000) gave correlation coefficients (r) of 0.95 and 0.82, respectively. The results of the HEC-RAS model's calibration (2005) and verification (2000) using recorded water levels at Cha-Uat municipality bridge gave errors of water levels of 0.15 m and 0.23 m, respectively. The results of flooding simulation found that there was no flooding at Cha-Uat Municipality for 2 years return periods, but the areas out of Cha-Uat Municipality were flooded at approximately of 0.5-1.0 m. Considering 5, 10 and 25 years return periods, Cha-Uat Municipality was flooded at approximately of 1.0-2.0 m. and up to 2-3 m for 50 and 100 years return periods. We proposed flooding alleviation measures by construction of a floodway at Kangkao channel in order to drain water before entering the area of Cha-Uat Municipality. By doing this, flood peak decreased by 90 m^3/s for a 5 year return period.

keywords: Mathematial model, HEC-HMS, HEC-RAS, Flow rate

---

[1] อาจารย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา
[2] ผู้ช่วยศาสตราจารย์, สำนักวิชาวิศวกรรมกรรมและทรัพยากรมหาวิทยาลัยวลัยลกัษณ์อำเภอท่าศาลาจังหวัดนครศรีธรรมราช
[3] นักวิจัย, สำนักวิชาวิศวกรรมกรรมและทรัพยากรมหาวิทยาลัยวลัยลกัษณ์อำเภอท่าศาลาจังหวัดนครศรีธรรมราช
[4] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิทยาลัยเทคโนโลยีและการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อำเภอขนอม จังหวัดนครศรีธรรมราช
[1] Lecturer, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Bo Yang, Muang, Songkhla
[2] Assistant professor, School of Engineering and Resources, Walailak University, Thasala District Nakhonsithammarat
[3] Researcher, School of Engineering and Resources, Walailak University, Thasala District Nakhonsithammarat
[4] Assistant professor, College of Industrial Technology and Management University of Technology Srivijaya, Tongnien, Khanom, Nokhon Si Thammarat
* Corresponding author: Pakorn Ditthakit, School of Engineering and Resources, Walailak University, dpakorn@hotmail.com

บทนำ

ในช่วงระยะเวลาประมาณ 10 ปี ที่ผ่านมา ประเทศไทยประสบกับปัญหาอุทกภัยเกือบทุกปีกระจายไปยังพื้นที่ต่างๆ ของประเทศ รัฐบาลต้องเสียงบประมาณในการปรับปรุงระบบสาธารณูปโภคที่เสียหายจากการเกิดน้ำท่วม รวมถึงความเสียหายทางด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรม การท่องเที่ยว และสิ่งที่สำคัญที่สุดคือสภาพจิตใจของประชาชนผู้ประสบปัญหาซึ่งไม่อาจเทียบเป็นมูลค่าความเสียหายได้ อีกทั้งมีงานวิจัยหลายๆ งานวิจัยที่บ่งชี้ว่าประเทศไทยมีความเสี่ยงในการเกิดภาวะน้ำท่วมในระดับรุนแรง[1-4] ส่วนจังหวัดนครศรีธรรมราชก็เป็นอีกพื้นที่หนึ่งที่ประสบปัญหาการเกิดอุทกภัยมาอย่างต่อเนื่อง[5] ล่าสุดเมื่อปลายปี พ.ศ.2554 และต้นปี พ.ศ.2555 ก็ได้รับความเสียหายเป็นวงกว้าง โดยเฉพาะเทศบาลตำบล ชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช ดังปรากฏหลักฐานรอยคราบน้ำที่ชาวบ้านได้ทำการบันทึกไว้ ซึ่งจะมีตั้งแต่วันที่ 9 ธันวาคม พ.ศ. 2509 จนถึงปัจจุบันพบว่าระดับน้ำค่อนข้างสูงขึ้น ดังแสดงใน Figure 1 ดังนั้นเพื่อป้องกันและบรรเทาอุทกภัยที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตจึงมีความจำเป็นต้องการศึกษาเพื่อหามาตรการรองรับเหตุการณ์ดังกล่าว การนำแบบจำลองคณิตศาสตร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการปัญหาก็เป็นทางเลือกหนึ่งที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถใช้จำลองสถานการณ์ที่อาจเกิดขึ้น และสามารถหามาตรการที่เหมาะสมในการบรรเทาอุทกภัย และแจ้งเตือนภัยน้ำท่วมที่อาจเกิดขึ้นได้ทันท่วงที

Figure 1 The traces of the floods in Cha-Uat

ในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการประยุกต์ใช้แบบจำลอง HEC–HMS[6-8] เพื่อประเมินปริมาณน้ำท่าที่มีโอกาสเกิดขึ้นในรอบปีการเกิดซ้ำต่างๆ บริเวณตอนบนของพื้นที่อำเภอชะอวด ซึ่งปริมาณน้ำจำนวนดังกล่าวนี้จะต้องไหลผ่านในเขตเทศบาลเมืองชะอวด เป็นสาเหตุหลักของการเกิดอุทกภัยในพื้นเทศบาลเมืองชะอวด และประยุกต์ใช้แบบจำลอง HEC–RAS[9-10] เพื่อวิเคราะห์เวลาในการไหลรวมกันของน้ำจากทางตอนบนของลุ่มน้ำ และระดับน้ำที่มีโอกาสเกิดขึ้นในรอบปีการเกิดซ้ำต่างๆ เพื่อหาแนวทางในการบรรเทาอุทกภัยของอำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราชต่อไป

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการศึกษา

1. แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ใช้แบบจำลอง HEC–HMS เพื่อจำลองน้ำท่าจากปริมาณฝนที่ตกในพื้นที่ สำหรับสร้างเป็นข้อมูลนำเข้าในแบบจำลองน้ำท่วม HEC-RAS เพื่อจำลองสภาพการเกิดน้ำท่วม โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1.1 แบบจำลองคณิตศาสตร์ HEC-HMS[11]

แบบจำลอง HEC-HMS เป็นแบบจำลองทางอุทกศาสตร์ (Hydrologic Model) ที่จำลองการเปลี่ยนปริมาณน้ำฝนให้กลายเป็นปริมาณน้ำท่า โดยพิจารณาช่วงระยะเวลาการเกิดน้ำท่า และระยะเวลาการเคลื่อนตัวของน้ำผ่านลำน้ำ แม่น้ำ และอ่างเก็บน้ำ ตามองค์ประกอบที่มีอยู่จริงในพื้นที่ โดยแบบจำลอง HEC-HMS แบ่งออกเป็น 4 แบบจำลองย่อย ดังนี้ (1) แบบจำลองปริมาณน้ำท่า (Models that compute runoff volume) เป็นแบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์การสูญเสียของฝนด้านต่างๆ (2) แบบจำลองการไหลผิวดิน (Direct Runoff Model) เป็นแบบจำลองการรวบรวมการไหลบนผิวดิน (Overland flow) และสูญเสียพลังงานของน้ำที่ไหลจากพื้นที่รับน้ำลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ (3) แบบจำลองการไหลพื้นฐาน (Baseflow model) เป็นแบบจำลองการไหลของน้ำใต้ดินลงสู่ลำน้ำ (4) แบบจำลองการเคลื่อนตัวของน้ำในลำน้ำ (Channel Routing Model) เป็นแบบจำลองการเคลื่อนตัวของน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ ดังแสดงใน Figure 2 และในแบบจำลอง HEC-HMS เวอร์ชั่น 4.2.1 นี้ยังมีเครื่องมือเพิ่มขึ้นมาเพื่อความอำนวยสะดวกในการปรับเทียบแบบจำลองคือเครื่องมือในการหาค่าพารามิเตอร์ที่ดีที่สุด (Optimization Tools) โดยแบบจำลองจะทำการประมาณค่าของพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ต้องการเพื่อให้ชุดข้อมูลจากแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกับชุดข้อมูลที่ใช้ในการสอบเทียบ

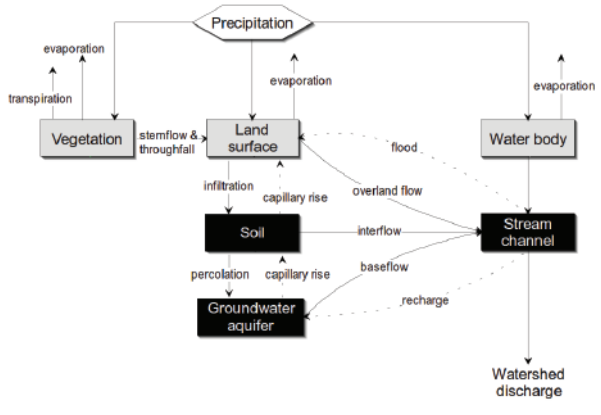


Figure 2 The framework of the HEC-HMS model.[11]

1.2 แบบจำลองคณิตศาสตร์ HEC-RAS[12]

HEC-RAS มีชื่อเต็มว่า U.S. Army Corps of Engineer River Analysis System เป็นแบบจำลองในการหาหน้าข้างการไหล (Water surface profile) และใช้สำหรับวิเคราะห์ด้านชลศาสตร์ในหนึ่งมิติ (one-dimensional) ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นโดย Hydrologic Engineering Center for the U.S. Army Corps of Engineering มีความสามารถในการวิเคราะห์ 4 อย่างคือ (1) การคำนวณการไหลของน้ำ แบบทรงตัวมั่น (steady flow) (2) การคำนวณการไหลของน้ำแบบไม่ทรงตัว (unsteady flow) (3) การคำนวณการเคลื่อนที่ของตะกอน และ (4) การคำนวณการกระจายตัวของคุณภาพน้ำ

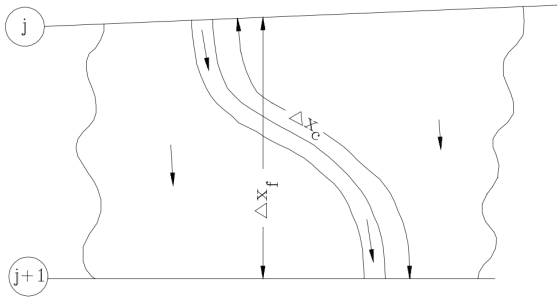


Figure 3 Flow in rivers and floodplains

การประยุกต์ใช้สมการเซนต์วีแนนต์ในแบบจำลอง HEC-RAS ดังแสดงใน Figure 3 อธิบายถึงลักษณะของปฏิสัมพันธ์การไหลสองมิติระหว่างการไหลในทางน้ำหลักและที่ราบน้ำท่วมถึง (floodplain) เมื่อน้ำในลำน้ำมีระดับสูงขึ้นจนเกินระดับของตลิ่ง น้ำก็จะไหลออกจากลำน้ำไปทางด้านข้างเข้าท่วมพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงและไหลเข้าไปเติมในพื้นที่แก้มลิง (storage area) ในขณะที่ความลึกของการไหลเพิ่มขึ้น พื้นที่ราบน้ำท่วมถึงก็จะเริ่มนำพาน้ำให้ไหลไปยังด้านท้ายน้ำ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วระยะทางของการไหลบนที่ราบน้ำท่วมถึงจะสั้นกว่าระยะทางในการไหลของทางน้ำหลักมาก และเมื่อความลึกของการไหลลดลง น้ำจากพื้นที่นอกตลิ่งก็จะไหลกลับเข้าไปยังทางน้ำหลัก ทำให้ระดับน้ำของการไหลในทางน้ำหลักเพิ่มสูงขึ้นอีกครั้ง

เนื่องจากการไหลของน้ำออกด้านข้างของลำน้ำ (เข้าท่วมที่ราบน้ำท่วมถึง) มีสัดส่วนที่น้อยมาก เมื่อเทียบกับการไหลของน้ำไปตามลำน้ำ ทำให้สามารถประมาณการไหลในหนึ่งมิติแทนการไหลในสองมิติดังที่กล่าวมาแล้ว โดยการกำหนดให้การไหลในทางน้ำหลักสามารถแลกเปลี่ยนน้ำกับที่ราบน้ำท่วมถึงได้ ทำให้อัตราการไหลของน้ำในที่ราบน้ำท่วมถึงแยกออกจากอัตราการไหลของน้ำในทางน้ำหลัก โดยทำการแบ่งระบบของการไหลออกเป็นสองส่วนคือการไหลในทางน้ำหลักและการไหลบนที่ราบน้ำท่วมถึง แล้วกำหนดสมการความต่อเนื่อง (continuity equation) และสมการโมเมนตัม (momentum equation) สำหรับทั้งสองส่วนของการไหล และเพื่อให้ง่ายขึ้นได้กำหนดให้ผิวน้ำของแต่ละหน้าตัดเป็นตัวกำหนดว่าเป็นการไหลในทางน้ำหลักหรือการไหลบนที่ราบน้ำท่วมถึง นั่นหมายความว่าจะไม่พิจารณาการแลกเปลี่ยนโมเมนตัมระหว่างทางน้ำหลักกับที่ราบน้ำท่วมถึง และให้อัตราการไหล (discharge) มีการกระจายตัวตามช่องทางลำน้ำ นั่นคือ

$$Q_c = \phi Q \tag{1}$$

โดย Q_c = อัตราการไหลในลำน้ำหลัก (เมตร^3/วินาที)

Q = อัตราการไหลรวม (เมตร^3/วินาที)

ϕ = สัมประสิทธิ์การไหลรวม

$$\phi = K_c/(K_c - K_f) \tag{2}$$

โดย K_c = สัมประสิทธิ์การไหลในทางน้ำหลัก

K_f = สัมประสิทธิ์การไหลในที่ราบน้ำท่วมถึง

ด้วยสมมติฐานนี้สามารถรวมสมการการเคลื่อนที่ในหนึ่งมิติ ทั้งทางน้ำหลักและพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงเป็นสมการเดียว คือ

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial(\phi Q)}{\partial X_c} + \frac{\partial[(1-\phi)Q]}{\partial X_f} = 0 \tag{3}$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial\left(\phi^2 Q^2 / A_c\right)}{\partial X_c} + \frac{\partial\left[(1-\phi)^2 Q^2 / A_f\right]}{\partial X_f} + gA_c\left[\frac{\partial Z}{\partial X_c} + S_{fc}\right] + gA_f\left[\frac{\partial Z}{\partial X_f} + S_{ff}\right] = 0 \tag{4}$$

สัญลักษณ์ c และ f ในที่นี้หมายถึงลำน้ำหลักและพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงตามลำดับ สมการเหล่านี้ได้ถูกประมาณค่าโดยใช้ implicit finite differences และแก้หาค่าโดยใช้ Newton-Raphson iteration technique

2. พื้นที่ศึกษา

อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช ตั้งอยู่ในลุ่มน้ำ ปากพนังตอนบน เป็นพื้นที่ราบอยู่ด้านทิศตะวันออกของแนวเทือกเขานครศรีธรรมราช มีอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำใสเป็นแหล่งเก็บกักน้ำบริเวณต้นน้ำครอบคลุมพื้นที่รอยต่อของจังหวัดนครศรีธรรมราช จังหวัดพัทลุง และจังหวัดตรัง อำเภอชะอวด มีลำน้ำหลัก 4 สายไหลรวมกันบริเวณเทศบาลตำบลชะอวดก่อนรวมกันเป็นแม่น้ำปากพนัง คือ คลองไม้เสียบ คลองลาไม คลองถ้ำพระ และคลองนาหมอบุญ ดังแสดงใน Figure 4

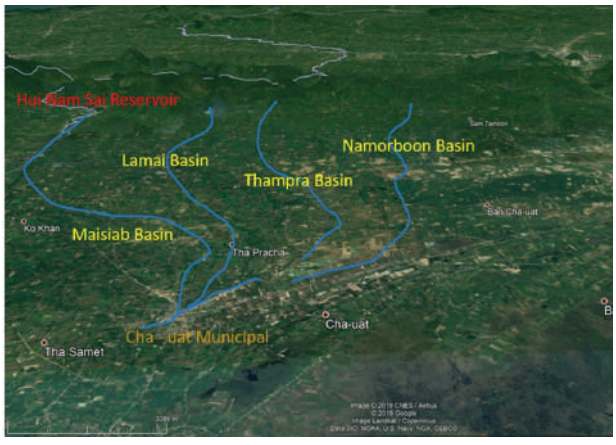


Figure 4 Main river in the study area

3. ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 การรวบรวมข้อมูล

1) การรวบข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนังตอนบนและพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับอำเภอชะอวด มาตราส่วน 1: 50,000 เพื่อใช้ศึกษาลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา อาทิเช่น พื้นที่ลุ่มน้ำ ความยาวลำน้ำ และใช้เป็นแผนที่พื้นฐาน (Base Map) ในการจัดทำแผนที่น้ำท่วม

2) ข้อมูลทางชลศาสตร์ และอาคารชลศาสตร์ ได้แก่ อาคารหัวงาน คลองส่งน้ำ คลองแยกซอย อาคารบังคับน้ำ ประตูระบายน้ำ อาคารระบายน้ำ เป็นต้น

3) การรวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาและอุทกวิทยา ประกอบด้วย

(1) ข้อมูลภูมิอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ กระแสลม ความครึ้มของเมฆ และปริมาณการระเหย เป็นต้น โดยทำการรวบรวมข้อมูลรายวันจากรายงานสถิติภูมิอากาศของสถานีตรวจอากาศนครศรีธรรมราช 552201

(2) ข้อมูลปริมาณฝน รวบรวมจากสถานีวัดน้ำฝนที่อยู่ในลุ่มน้ำปากพนัง และสถานีข้างเคียง ข้อมูลน้ำฝนที่นำมาศึกษาเป็นข้อมูลน้ำฝนรายวัน ประกอบด้วย สถานี อ.ร่อนพิบูลย์ (552007) อำเภอชะอวด (552010) สถานีฝายไม้เสียบ (27370) และสถานีอ่างห้วยน้ำใส (27142)

(3) ข้อมูลปริมาณน้ำท่า ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายวัน รายเดือน และรายปี โดยใช้ข้อมูลระดับน้ำรายวันที่สถานีวัดน้ำท่า X.105 และใช้ข้อมูลระดับน้ำท่วมอ้างอิงบริเวณร้านเยี่ยมซึ่งตั้งอยู่ในบริเวณเทศบาลตำบลชะอวดแสดงใน Figure 5

4) รวบรวมข้อมูลดินและลักษณะการใช้ที่ดิน ของพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนังตอนบน ประกอบด้วย แผนที่แสดงการใช้ที่ดินและแผนที่หน่วยดิน มาตราส่วน 1:25,000 และ 1:50,000

Figure 5 Locations of runoff stations and flood levels reference

3.2 การสำรวจข้อมูลภาคสนามเพื่อจัดทำข้อมูลรูปตัดลำน้ำ

สำรวจรูปตัดลำน้ำด้วย Ground Survey โดยใช้กล้องระดับเดินค่าระดับจากหมุดอ้างอิงเพื่อถ่ายค่าระดับไปยังรูปตัดลำน้ำต่างๆ โดยระยะในการสำรวจรูปตัดลำน้ำประมาณ 1-4 กิโลเมตร ต่อ 1 รูปตัดลำน้ำ ทั้งนี้พิจารณาถึงความยากง่ายในการเข้าสำรวจพื้นที่ และในบางช่วงที่ขนาดรูปตัดลำน้ำไม่เปลี่ยนแปลงมากๆ อาจเว้นระยะช่วงห่างการเก็บรูปตัดลำน้ำให้มาก แต่ถ้าบางช่วงของรูปตัดลำน้ำมีขนาดที่เปลี่ยนแปลงมากๆ อาจต้องทำการเก็บรูปตัดลำน้ำให้ถี่ขึ้น ซึ่งในงานวิจัยนี้มีการสำรวจรูปตัดลำน้ำทั้งสิ้น 62 รูปตัด แสดงใน Figure 6

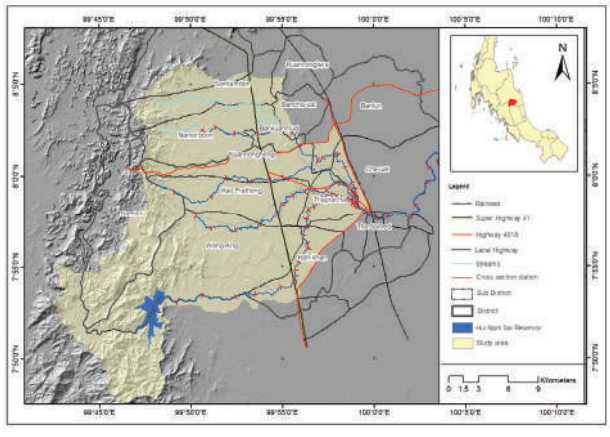


Figure 6 Position in cross section survey

3.3 การศึกษาด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์

ศึกษาแนวทางการบรรเทาอุทกภัยของอำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช ด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ครั้งนี้ มีการใช้ 2 แบบจำลองคือ แบบจำลอง HEC-RAS สำหรับจำลองสภาพการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่และการจำลองเหตุการณ์ตามแนวทางการบรรเทาผลกระทบ และใช้แบบจำลอง HEC–HMS สำหรับจำลองสภาพน้ำท่าที่เกิดจากน้ำฝน และจำลองปริมาณน้ำท่าที่รอบปีการเกิดซ้ำต่าง ๆ เพื่อเป็นข้อมูลนำเข้าของแบบจำลองน้ำท่วม โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน แสดงใน Figure 7

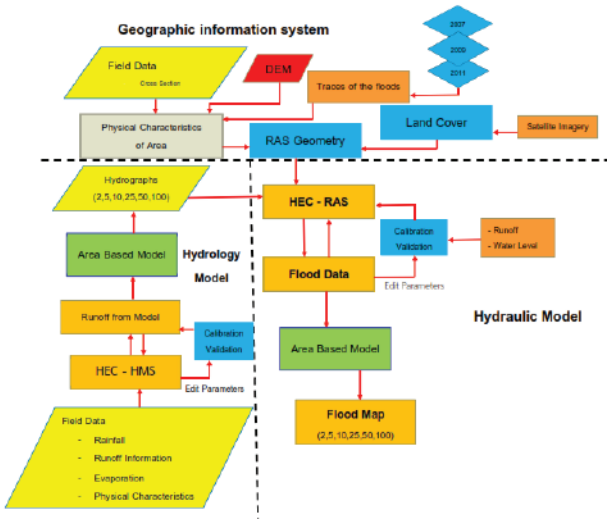


Figure 7 framework

Table 1 Parameters from the model calibration.

Hydrologic Element	Parameters	Value
Upper MaiSiap Reach	Muskingum K (HR)	7.43
Upper MaiSiap Reach	Muskingum X	0.12
Upper MaiSiap SB.	Baseflow Initial Flow (m3/s)	0.10
Upper MaiSiap SB.	Baseflow Threshold Ratio	0.99
Upper MaiSiap SB.	Curve Number	60
Upper MaiSiap SB.	Initial Abstraction (mm)	29.99
Upper MaiSiap SB.	Recession Constant	0.15
Upper MaiSiap SB.	Snyder Peaking Coefficient	0.93
Upper MaiSiap SB.	Snyder Time to Peak (HR)	34.44

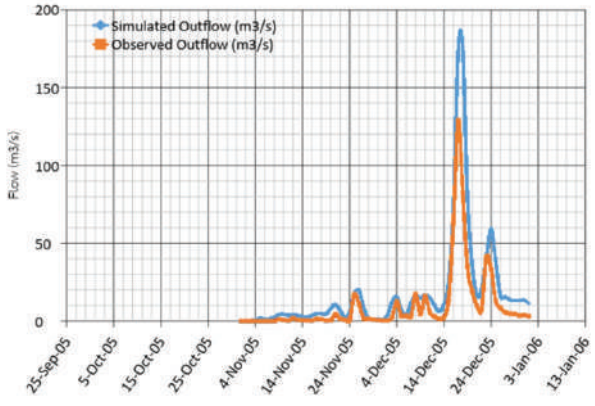


Figure 8 Calibration model at station X.105 in 2005

ผลการศึกษา

1. ผลการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง

1.1 ผลการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง HEC-HMS

จากผลการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์ ได้ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของแบบจำลองย่อยดังแสดงใน (Table 1) และ Figure 8-9 โดยทำการเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณการไหลที่ได้จากแบบจำลองกับข้อมูลจากการตรวจวัดจริง พบว่าผลการสอบเทียบแบบจำลอง (ปี 2548) มีค่าความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย (MAE) เท่ากับ 8.19 ลบ.ม.ต่อวินาที และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.95 ส่วนผลการตรวจพิสูจน์ (ปี 2543) พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์เฉลี่ย (MAE) เท่ากับ 6.48 ลบ.ม.ต่อวินาที และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.82

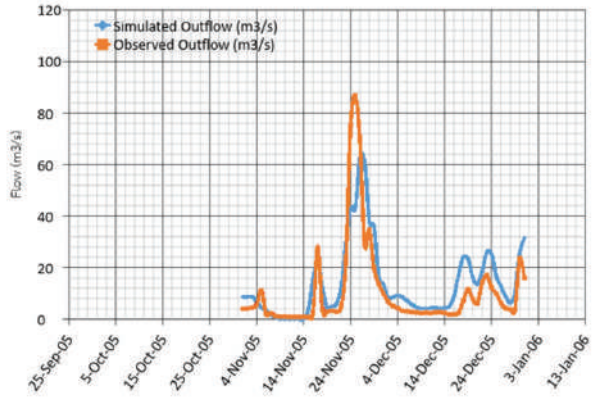


Figure 9 Validation model at station X.105 in 2000

1.2 การปรับเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง HEC-RAS

เนื่องจากพื้นที่ศึกษาสภาพการเกิดน้ำท่วมครั้งนี้ไม่มีสถานีวัดน้ำท่าสำหรับใช้เป็นค่าระดับในการปรับเทียบและตรวจพิสูจน์แบบจำลอง ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงเลือกใช้ค่าระดับน้ำจากเหตุการณ์น้ำท่วมที่มีการบันทึกโดยชาวบ้านในพื้นที่น้ำท่วม (บริเวณร้านเยี่ยมซึ่งตั้งอยู่ในบริเวณเทศบาลตำบลชะอวด) มาปรับค่าให้อ้างอิงตามระดับน้ำทะเลปานกลาง ดังแสดงใน Figure 10 โดยในการสอบเทียบใช้ข้อมูลระดับน้ำท่วมในปี พ.ศ.2548 เนื่องจากเป็นปีมีมีระดับน้ำท่วมสูงสุดในช่วง 10 ปีย้อนหลัง ทำให้มีเหตุการณ์ครอบคลุมในทุกกรณีศึกษา และเลือกใช้ พ.ศ.2543 ในการตรวจสอบ เนื่องจากมีข้อมูลที่นำเข้าแบบจำลองค่อนข้างสมบูรณ์ ผลการสอบเทียบแบบจำลองพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่งสำหรับลำน้ำหลักมีค่าเท่ากับ 0.03 และมีค่าเท่ากับ 0.04 สำหรับในพื้นที่น้ำท่วม และผลการวิเคราะห์การสอบเทียบแบบจำลองพบว่าระดับน้ำที่ได้จากแบบจำลองในปี พ.ศ. 2548 มีค่าระดับ 3.87 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ซึ่งสอดคล้องกับระดับน้ำท่วมที่มีการบันทึกไว้ แตกต่างกันประมาณ 0.15 เมตร ดังแสดงใน Figure 11 และผลการตรวจพิสูจน์พบว่า ระดับน้ำในปี พ.ศ. 2543 จากแบบจำลองมีความเข้ากันได้ดีกับระดับน้ำท่วมที่มีการบันทึกระดับในปีดังกล่าวไว้ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนประมาณ 0.23 เมตร ดังแสดงใน Figure 12

Figure 10 The water level at the reference point is adjusted according to the mean sea level

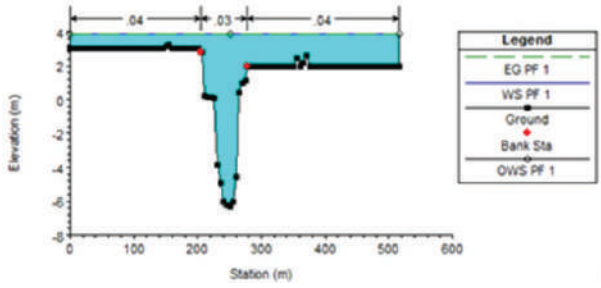


Figure 11 Water level from calibration model in 2005

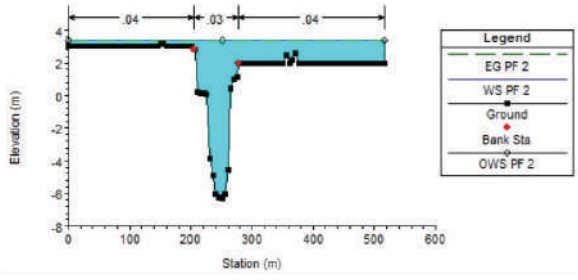


Figure 12 Water level from validation model in 2000

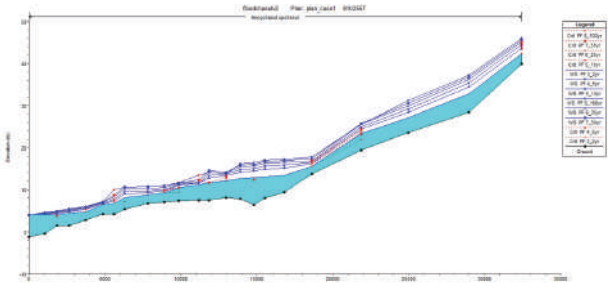
2. ผลการจำลองสภาพน้ำท่วม

จากการประยุกต์ใช้แบบจำลอง HEC–RAS จำลองสภาพการเกิดน้ำท่วมที่รอบปีการเกิดซ้ำ 2, 5, 10, 25, 50 และ100 พบว่าระดับน้ำมีความแตกต่างกัน ดังแสดงใน Figure 13 ที่รอบปีการเกิดซ้ำ 2 ปี ลุ่มน้ำคลองนาหมอบุญจะเกิดน้ำท่วมบริเวณบ้านทุ่งไม้ไผ่ ตำบลควนหนองหงษ์ มีระดับน้ำท่วมประมาณ 0.2 เมตร ถึง 1 เมตร และบริเวณบ้านควนมุดตลอดแนวสองข้างของลำคลองจะมีระดับน้ำท่วมประมาณ 0.5 เมตร ส่วนลุ่มน้ำคลองถ้ำพระจะเกิดน้ำท่วมบริเวณบ้านเหมืองพู ตำบลควนหนองหงษ์ มีระดับน้ำท่วมประมาณ 0.3–0.6 เมตร สำหรับลุ่มน้ำคลองลาไมจะเกิดน้ำท่วมบริเวณบ้านดอนมะปราง ตำบลท่าประจะ มีระดับน้ำท่วมสูงประมาณ 0.1 เมตร และลุ่มน้ำคลองไม้เสียบจะเกิดน้ำท่วมบ้านห้วยแหยง ตำบลท่าประจะ ระดับน้ำท่วมสูงประมาณ 0.5–1.5 เมตร และบริเวณจุดบรรจบของลำน้ำทั้ง 4 สาย ในเขตเทศบาลตำบลชะอวด จะมีระดับน้ำท่วมสูงประมาณ 1–2 เมตร

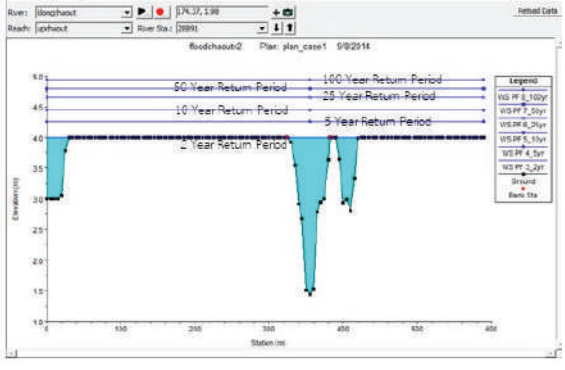
ที่รอบการเกิดซ้ำ 5 ปี พบว่าระดับการเกิดน้ำท่วมในเขตเทศบาลตำบลชะอวดมีระดับน้ำไม่เปลี่ยนแปลงไปจากปริมาณน้ำที่รอบการเกิด 2 ปี คือมีระดับความสูงของน้ำประมาณ 1–2 เมตร แต่ในพื้นที่ตอนบนของเขตเทศบาลตำบลชะอวดระดับน้ำและพื้นที่น้ำท่วมของทั้ง 4 ลุ่มน้ำย่อย มีขนาดพื้นที่และระดับสูงขึ้นในบางพื้นที่โดยเฉพาะในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองนาหมอบุญ ระดับน้ำในพื้นที่มีระดับสูงกว่าที่รอบบการเกิดซ้ำ 2 ปี ประมาณ 0.3 เมตร ในส่วนลุ่มน้ำคลองถ้ำพระพื้นที่น้ำท่วมขยายเพิ่มขึ้นไปถึงบ้านมาบคร้า ทางตอน

บนของลุ่มน้ำ โดยมีระดับน้ำเพิ่มขึ้นประมาณ 0.1 เมตร ส่วนลุ่มน้ำคลองลาไมระดับน้ำท่วมขยายมากกว่ารอบการเกิดที่ 2 ปี เช่นกัน โดยบ้านวังเคียน มีระดับน้ำเพิ่มขึ้นประมาณ 0.3 เมตร และพื้นที่ลุ่มน้ำคลองไม้เสียบ จะมีพื้นที่น้ำท่วมขยายขึ้นไปจนถึงบ้านท่าไทรและบ้านไสหาร โดยมีระดับน้ำท่วมเพิ่มขึ้นประมาณ 0.6 เมตร

ซึ่งภาพรวมของการจำลองสภาพน้ำหลากที่รอบการเกิดซ้ำ 5 ปี ถึงรอบปีการเกิด 25 ปี แสดงใน Figure 14 พบว่าระดับน้ำบริเวณเทศบาลตำบลชะอวดไม่มีการเปลี่ยนแปลง จะเริ่มเกิดการเปลี่ยนแปลงที่รอบการเกิดซ้ำตั้งแต่ 50 และ 100 ปี โดยมีค่าระดับน้ำท่วมสูงเฉลี่ยประมาณ 2–3 เมตร



(a)



(b)

Figure 13 Water levels in the Cha-uat River that are return period (2, 5, 10, 25, 50 and 100 years)
(a) Profile Leveling
(b) Cross section

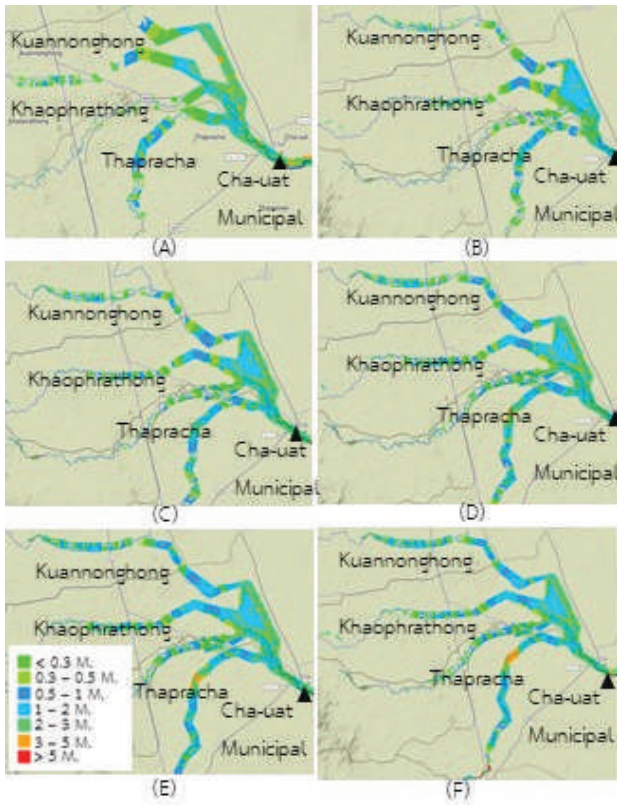


Figure 14 Flood map are a variety of return period
(a) return period 2 year
(b) return period 5 year
(c) return period 10 year
(d) return period 25 year
(e) return period 50 year
(f) return period 100 year

3. การบรรเทาผลกระทบจากการเกิดน้ำท่วม

ผลจากแบบจำลองคณิตศาสตร์พบว่าลุ่มน้ำหรือลำน้ำที่มีผลกระทบต่อระดับน้ำในเขตชุมชนเทศบาลตำบลชะอวด และพื้นที่ส่วนใหญ่ของลุ่มน้ำปากพนังตอนบน คือ ลุ่มน้ำคลองถ้ำพระและลุ่มน้ำคลองลาไมโดยทั้งสองลุ่มมีปริมาณน้ำหลากสูงสุดรวมกันมากกว่า 300 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที แต่ลำน้ำทั้งสองมีประสิทธิภาพการระบายน้ำที่ต่ำกว่า ทำให้พื้นที่ทางผ่านของลำน้ำจึงประสบปัญหาน้ำท่วม แนวทางการแก้ไขปัญหาหนึ่งคือการตัดยอดน้ำออกจากลำน้ำก่อนที่จะไหลเข้าสู่ตัวเขตเทศบาลตำบลชะอวด ซึ่งจากสภาพภูมิประเทศจะมีบริเวณจุดที่เส้นลำน้ำไหลเรียบทางรถไฟ และทางรถไฟนี้จะเป็นตัวกั้นน้ำไม่ให้น้ำไหลไปเก็บในป่าพรุ ดังนั้นแนวทางแก้ปัญหาคือต้องขยายช่องทางระบายน้ำลอดทางรถไฟนี้ จากเดิมมีความกว้างประมาณ 15 เมตร ซึ่งไม่สามารถระบายได้อย่างเต็มที่ ดังนั้นเมื่อทำการออกแบบเพื่อขยายช่องระบายภายใต้สมการที่ 5

$$Q = \frac{1}{n} S^{1/2} R^{2/3} A \quad (5)$$

เมื่อ Q = อัตราการไหลในทางระบายน้ำ (m^3/s)

n = สัมประสิทธิ์ความขรุขระของทางระบายน้ำ

A = พื้นที่หน้าตัดการไหล (m^2)

R = รัศมีชลศาสตร์ (m)

S = ความลาดของเส้นระดับพลังงาน

พบว่าขนาดความกว้างของท้องคลองลอดใต้ทางรถไฟ (ช่องค้างคาว) ต้องมีความกว้างอย่างน้อย 40 เมตร เพื่อระบายน้ำให้ได้ตามปริมาณน้ำที่รอบปีการเกิดซ้ำ 5 ปี ดังแสดงตำแหน่งช่องทางระบายน้ำใน Figure 15

Figure 15 Location of the drainage canal that extends the drainage channel (Chong Klangkhaw)

และจากการประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อศึกษาแนวทางการบรรเทาผลกระทบจากน้ำท่วม โดยการขุดขยายช่องทางระบายน้ำลอดทางรถไฟบริเวณช่องค้างคาว พบว่าถ้าขยายช่องลอดใต้ทางรถไฟให้มีขนาดท้องคลองกว้าง 40 เมตร จะสามารถระบายน้ำได้ประมาณ 90 ลบ.ม.ต่อวินาที

วิจารณ์และสรุปผล

ผลการใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อจำลองสภาพการเกิดน้ำท่วมและการทดสอบแนวทางการบรรเทาอุทกภัยในพื้นที่อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยจากการตรวจสอบข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้สำหรับเป็นข้อมูลนำเข้าแบบจำลอง พบว่า จากลำน้ำ 4 สาย มีเพียงสายน้ำเดียวที่มีสถานีวัดน้ำท่า คือสถานีวัดน้ำท่าในคลองไม้เสียบซึ่งเป็นลำคลองสายหลักของต้นแม่น้ำปากพนัง ซึ่งการสร้างข้อมูลน้ำท่าเพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้าสำหรับการจำลองสภาพน้ำท่วมจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น โดยต้องใช้แบบจำลอง HEC-HMS ในการสร้างน้ำท่าจากปริมาณฝนที่ตกในพื้นที่ ซึ่งเมื่อทำการสอบเทียบและตรวจพิสูจน์ปริมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองปริมาณกับน้ำท่าจากสถานีที่มีการตรวจวัดพบว่าให้ค่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) อยู่ในระดับที่น่าพอใจ คือมีค่าอยู่ระหว่าง 0.82-0.95 ในส่วนของการปรับเทียบแบบจำลอง HEC-RAS โดยใช้ค่าระดับน้ำที่บันทึกในพื้นที่ทำให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของแมนนิ่ง สำหรับลำน้ำหลักเท่ากับ 0.03 และในพื้นที่น้ำท่วมเท่ากับ 0.04 และจากการวิเคราะห์การเกิดน้ำท่วมที่รอบปีการเกิดซ้ำต่างๆ พบว่าที่รอบปีการเกิดซ้ำ 2 และ 5 ปี ระดับน้ำท่วมที่ได้จากแบบจำลองไม่แตกต่างกันมากในพื้นที่ตอนล่างโดยเฉพาะพื้นที่เทศบาลตำบลชะอวด คืออยู่ในช่วงความลึก 1-2 เมตร ส่วนพื้นที่ตอนบนด้านทิศตะวันตกของทางหลวงสาย 41 ระดับน้ำลึกประมาณ 0.30 เมตร โดยระดับน้ำในเขตเทศบาลที่รอบการเกิดซ้ำที่ 50 และ 100 ปี น้ำท่วมสูงเฉลี่ยประมาณ 2-3 เมตร นอกจากนั้นแบบจำลองยังพบว่าปริมาณน้ำที่ไหลเข้าท่วมพื้นที่ชุมชนหนาแน่นของเทศบาลตำบลชะอวด ส่วนใหญ่เป็นน้ำจาก ลุ่มน้ำคลองถ้ำพระและลุ่มน้ำคลองลาไมซึ่งมีสภาพเป็นคลองขาด โดยสภาพคลองเป็นคลองบนที่สูงและสิ้นสุดสภาพคลองบริเวณทุ่งรับน้ำก่อนไหลผ่านช่องระบายของทางรถไฟที่มีขนาดความกว้างไม่มากนัก ทำให้เกิดการสะสมของน้ำในช่องทางดังกล่าวค่อนข้างสูง จึงได้มีการการออกแบบขยายช่องทางระบายน้ำ โดยใช้ข้อมูลน้ำท่วมที่รอบปีการเกิดซ้ำ 5 ปี พบว่าขนาดของช่องทางระบายควรมีท้องคลองกว้าง 40 เมตร จะทำให้ระบายน้ำจากทุ่งดังกล่าวได้ปริมาณ 90 ลบ.ม.ต่อวินาที จึงจะสามารถลดปริมาณน้ำที่จะไหลเข้าท่วมในเขตพื้นที่เทศบาลชะอวดได้ ซึ่งจะเป็นการลดงบประมาณของประเทศที่ต้องเสียงบประมาณในการปรับปรุงระบบสาธารณูปโภคที่เสียหาย ได้ในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการความร่วมมือเพื่อพัฒนางานวิจัยเชิงพื้นที่ (ABC) ระหว่าง มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ผู้สนับสนุนทุนในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. พงศ์ธร เพียรพิทักษ์, พงศ์ธร เพียรพิทักษ์, ธัญภัค พงษ์สุรพิพัฒน์ และบัณฑิต อนุรักษ์. (2550). การศึกษาพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมและดินถล่มของประเทศไทย. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45: สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ สาขาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, หน้า 714-721
2. ปรียาพร โกษา. (2558). การประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมด้วยแบบจำลอง MIKE FLOOD. รายงานการวิจัย งบประมาณอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ 2558.
3. ศรีศักดิ์ ผลานิสงค์. (2559). การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ในการลดความเสี่ยงน้ำท่วม ในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบน จังหวัดน่าน. การค้นคว้าอิสระวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมและการบริหารการก่อสร้าง บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
4. ลิขิต น้อยจ่ายสิน. (2559). การประยุกต์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมในจังหวัดสระแก้ว. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. ปีที่ 21, ฉบับที่ 1 (ม.ค.-เม.ย. 2559), หน้า 51-63.
5. ประเสริฐ มหากิจ. (2552). การเตือนภัยน้ำท่วมชุมชนเมืองนครศรีธรรมราชด้วยวิธีนิวโรเจเนติก. การค้นคว้าอิสระวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
6. เกษม ไกรสีกาจ. (2548). การศึกษาสภาพอุทกวิทยาของลุ่มน้ำน่านโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ HEC-HMS. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต หลักสูตรวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
7. วรายา สุกแสงฉาย. (2557). การศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์น้ำฝน-น้ำท่าของแบบจำลองคณิตศาสตร์ HEC-HMS ในลุ่มน้ำภาคตะวันออก. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต หลักสูตรวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
8. พัฒนศักดิ์ แสนมาตย์ (2550). การศึกษาคุณลักษณะทางอุทกวิทยาของลุ่มน้ำยม โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ HEC-HMS. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต หลักสูตรวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
9. Nareth Nut. (2013). Determination of flooding on Nam Pong River by HEC-RAS. A THESIS FOR THE DEGREE OF MASTER OF ENGINEERING KHON KAEN UNIVERSITY.
10. สุดารัตน์ ภิรมย์. (2554). การจำลองสภาพน้ำท่วมด้วยแบบจำลอง HEC-RAS และระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อบรรเทาอุทกภัยในแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่างโดยใช้แก้มลิง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
11. US Army Crops of Engineers Hydrologic Engineering Center. (2000). Hydrologic Modeling System HEC-HMS Technical Reference Manual. Approved for Public Release. Distribution Unlimited.
12. US Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center. (2016). HEC-RAS River Analysis System Hydraulic Reference Manual Version 5.0. Approved for Public Release. Distribution Unlimited.