

## การจำลองพื้นที่น้ำท่วมกรณีอ่างเก็บน้ำบางพระพังทลายโดยใช้แบบจำลอง HEC-RAS Simulation of Flood Inundation Caused by Dam Breach from Bang Phra Reservoir Using HEC-RAS

บัญชา ทองอร่าม<sup>1\*</sup>, เอนก เนรมิตรครบุรี<sup>1</sup>, ภัสสรินญา พุ่มพวง<sup>2</sup> และ ยุทธนา พันธุ์กมลศิลป์<sup>3</sup>  
Bancha Thongaram<sup>1</sup>, Anek Neramitkornburi<sup>1</sup> Patssarinya Phumpong<sup>2</sup>,  
and Yutthana Phankamolsil<sup>3</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก เขตพื้นที่อุเทนถวาย

<sup>2</sup>สาขาวิชาคณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

<sup>3</sup>สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและการจัดการภัยพิบัติ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตกาญจนบุรี

<sup>1</sup>Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering and Architecture Rajamangala University of  
Technology Tawan-ok, Uthenthawai Campus

<sup>2</sup>Department of Social and Environmental Development,  
National Institute of Development Administration

<sup>3</sup>Environmental Engineering and Disaster Management Program,  
Mahidol University, Kanchanaburi Campus

\*E-mail: banchathon@gmail.com

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาการพังทลายของอ่างเก็บน้ำบางพระ โดยใช้แบบจำลอง HEC-RAS เพื่อวิเคราะห์การ  
หลากของน้ำและการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ท้ายน้ำ โดยพิจารณาเฉพาะรูปแบบการพังทลาย 2 กรณี คือ การล้นสันเขื่อน  
(overtopping) และการกัดเซาะภายใน (piping) โดยใช้ข้อมูล แบบจำลองภูมิประเทศเชิงตัวเลข(Digital Elevation  
Model) ข้อมูลระดับพื้นผิวภูมิประเทศที่กำหนดขอบเขตอ่างเก็บน้ำบางพระและพื้นที่ท้ายอ่างเก็บน้ำครอบคลุม ตำบล  
บางพระ และ ตำบลแสนสุข ได้ผลการจำลองแสดงเป็นแผนที่น้ำท่วมและกราฟน้ำท่วมในพื้นที่สำคัญ 3 แห่ง คือ  
โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลตลาดล่างบางพระ ตำบล บางพระ อำเภอศรีราชา, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชม  
งคลตะวันออก พื้นที่เขต บางพระ ที่ตั้ง ตำบล บางพระ อำเภอศรีราชา, มหาวิทยาลัยบูรพา ตำบล แสนสุข อำเภอเมืองชลบุรี.  
จากการศึกษาพบว่า พื้นที่ตอนล่างของบริเวณศึกษาใกล้ อ่างเก็บน้ำบางพระ มีความเสี่ยงน้ำท่วมสูง โดยมีระดับความลึก  
ของน้ำมากกว่า 4-5 เมตร ขณะที่พื้นที่ตอนกลางมีความเสี่ยงปานกลาง และพื้นที่ตอนบนรวมถึงบริเวณใกล้เคียงฝั่ง อ่าว  
ไทย มีความเสี่ยงต่ำกว่า ระดับ 36.00 m. ถนน +25 ทางรถไฟ 33.00

**คำสำคัญ:** เขื่อนบางพระแตก, พื้นที่น้ำท่วมท้ายอ่างเก็บน้ำบางพระ, น้ำไหลล้นเขื่อน

### Abstract

This research is a study of the failure of Bang Phra Reservoir, using the HEC-RAS model to  
analyze water surges and flooding in downstream areas. It considers only two failure scenarios:  
overtopping and internal erosion (piping). The simulation results are presented as flood maps and  
flood graphs in three key areas: the Talat Lang Bang Phra Subdistrict Health Promoting Hospital, Bang  
Phra Subdistrict, Si Racha District; Rajamangala University of Technology Tawan-Ok, Bang Phra area,

located in Bang Phra Subdistrict, Si Racha District; and Burapha University, Saen Suk Subdistrict, Mueang Chonburi District. The study found that the lower areas near Bang Phra Reservoir are at high risk of flooding, with water depths exceeding 4–5 meters, while the middle areas have moderate risk, and the upper areas, including regions near the coast of the Gulf of Thailand, have lower risk.

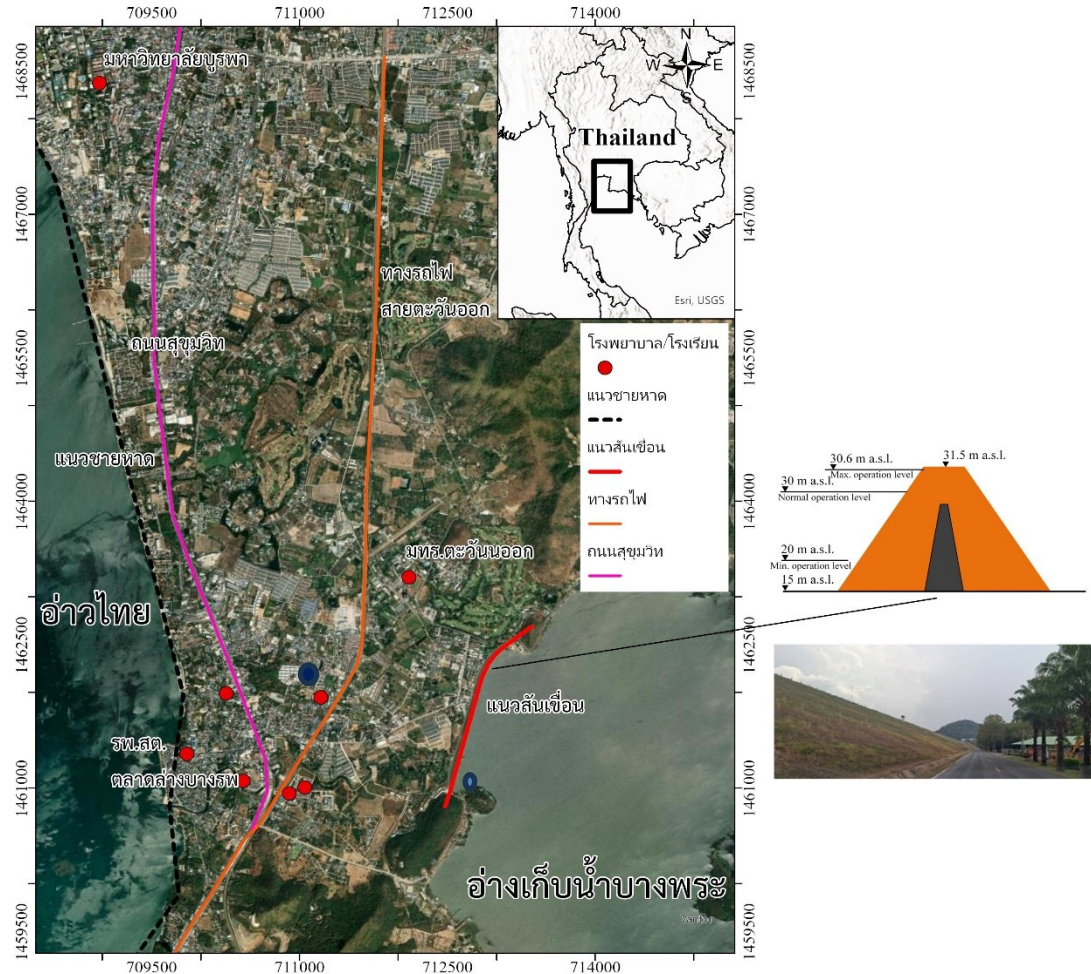
**Keywords:** Hec-Ras, GIS, Dam Break Bangphra Reservoir, Downstream

## บทนำ

เขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำ เป็นโครงสร้างทางด้านแหล่งน้ำที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการบริหารจัดการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ทั้งในด้านการจัดหาน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค การเกษตร อุตสาหกรรม และการบรรเทาอุทกภัยปัจจุบันประเทศไทยมีอ่างเก็บน้ำกระจายอยู่หลายแห่ง แม้ว่าอ่างเก็บน้ำได้ถูกออกแบบตามหลักวิศวกรรมที่มีความมั่นคงปลอดภัยสูง แต่ยังคงมีอ่างเก็บน้ำได้รับยังคงมีความเสี่ยงเกิดความเสียหายจากอุทกภัยหรือเสื่อมสภาพตามอายุโครงสร้าง เช่น ฝนตกหนักเกินค่าการออกแบบ การกัดเซาะภายในตัวเขื่อน (Piping Failure) การล้นสันเขื่อน (Overtopping) หรือความเสียหายทางโครงสร้างอื่นๆซึ่งอาจนำไปสู่การพังทลายของเขื่อนและก่อให้เกิดอุทกภัยรุนแรงในพื้นที่ท้ายน้ำได้ ระดับน้ำสูงเกินความจุเกิดการกัดเซาะคันดินหรืออาคารระบายน้ำชำรุดจนเกิดการพิบัติพังทลาย ส่งผลให้ปริมาณน้ำจำนวนมากไหลลงสู่พื้นที่ท้ายน้ำอย่างรวดเร็วและก่อให้เกิดน้ำท่วมฉับพลัน สร้างความสูญเสียต่อชีวิตและทรัพย์สิน (Awal et al., 2024; Phyo et al., 2023) อ่างเก็บน้ำบางพระ (รูปที่ 1) นับเป็นอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ที่มีความสำคัญต่อจังหวัดชลบุรีและพื้นที่ใกล้เคียง เป็นแหล่งเก็บกักน้ำสำหรับการอุปโภคบริโภค เกษตรกรรมและอุตสาหกรรม โดยจัดสรรน้ำให้กับพื้นที่โดยรอบซึ่งเป็นเขตชุมชนเมืองและพื้นที่เศรษฐกิจสำคัญของภาคตะวันออกซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ และอยู่ในเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor : EEC) มีการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรมและการท่องเที่ยวอย่างต่อเนื่อง พื้นที่ท้ายอ่างเก็บน้ำตั้งอยู่ใกล้ชุมชนเมือง มีทั้งสถานศึกษา สถานพยาบาล แหล่งธุรกิจท่องเที่ยว และ โครงสร้างสาธารณูปโภคพื้นฐานที่สำคัญ อีกทั้งลักษณะภูมิประเทศท้ายอ่างเก็บน้ำเป็นพื้นที่ลุ่มต่ำตั้งระหว่างถนนสุขุมวิทและทางรถไฟสายตะวันออกมีค่าระดับ+25.00 รทก + 33.00 รทกตามลำดับ มีชุมชนอาศัยค่อนข้างหนาแน่น มีแหล่งสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา สถานพยาบาล และมีเส้นทางคมนาคมสำคัญ พื้นที่เหล่านี้เป็นพื้นที่ที่มีความเปราะบางสูง หากเกิดการพังทลายของอ่างเก็บน้ำ แนวโน้มจะมีมวลน้ำเคลื่อนตัวลงสู่พื้นที่ท้ายน้ำด้วยความเร็วสูง อาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินเป็นจำนวนมาก ดังนั้น เพื่อเป็นการประเมินพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมท้ายน้ำของอ่างเก็บน้ำบางพระ และคาดการณ์ความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อจำลองพื้นที่น้ำท่วมกรณีอ่างเก็บน้ำบางพระเกิดการพังทลายลง โดยใช้แบบจำลอง HEC-RAS ในการสร้างสถานการณ์สมมติที่อาจเกิดขึ้น 2 กรณี คือ การไหลล้นสันเขื่อน (Overtopping) และการรั่วซึมภายในตัวเขื่อน (Piping) ทั้งนี้ลักษณะการพิบัติดังกล่าวเกิดขึ้นกับเขื่อนหลายแห่ง (Mohamed et al., 2023) ผลลัพธ์ของงานวิจัยนำเสนอเป็นแผนที่น้ำท่วมในเชิงพื้นที่และเวลาโดยกำหนดพื้นที่เปราะบางสูงเป็นตำแหน่งในการตรวจสอบกราฟน้ำท่าที่เกิดจากการหลากของน้ำ พื้นที่ท้ายน้ำของอ่างเก็บน้ำบางพระมีลักษณะเป็นพื้นที่ลุ่มต่ำ ตั้งอยู่ระหว่างถนนสุขุมวิทและทางรถไฟสายตะวันออก มีสถานศึกษา สถานพยาบาล ชุมชนที่อยู่อาศัย และสถานประกอบการจำนวนมาก หากเกิดกรณีอ่างเก็บน้ำแตกอาจส่งผลกระทบต่อประชาชนและเศรษฐกิจในพื้นที่ ดังนั้น การศึกษาการแพร่กระจายของน้ำหลากและการประเมินระดับความรุนแรงของอุทกภัยจากกรณีอ่างเก็บน้ำบางพระแตกจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการวางแผนป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย ตลอดจนการกำหนดมาตรการบริหารจัดการความเสี่ยงในอนาคต

อ่างเก็บน้ำบางพระจัดเป็นเขื่อนดิน (Earth fill Dam) มีต้นกำเนิดของแหล่งน้ำจากเทือกเขา ตั้งอยู่ในตำบลบางพระ อำเภอสัตหิรา จ.ชลบุรี มีเนื้อที่ 19 ตารางกิโลเมตร หรือ 11,600 ไร่ เป็นแหล่งน้ำจัดใหญ่ที่สุดของภาคตะวันออก ปริมาณน้ำที่ระดับเก็บกักปกติ 117 ล้านลบ.ม ความยาวสันอ่างเก็บน้ำ 1,720 ม. ค่าระดับเฉลี่ย +31.5 รทก ความสูงเขื่อน 24 ม. (กรมชลประทาน, ม.ป.ป.) องค์ประกอบหลักของเขื่อนดินประกอบด้วย แกนดินเหนียว (Core Zone) ชั้นกรอง (Filter Zone) ชั้นระบายน้ำ (Drainage Zone) และลาดเขื่อนด้านเหนื่อน้ำและท้ายน้ำ ซึ่งทุกส่วนต้องได้รับการออกแบบให้มีความมั่นคงและสามารถควบคุมการรั่วซึมของน้ำภายในตัวเขื่อนได้ การพังทลายของเขื่อนดิน (Dam Failure)

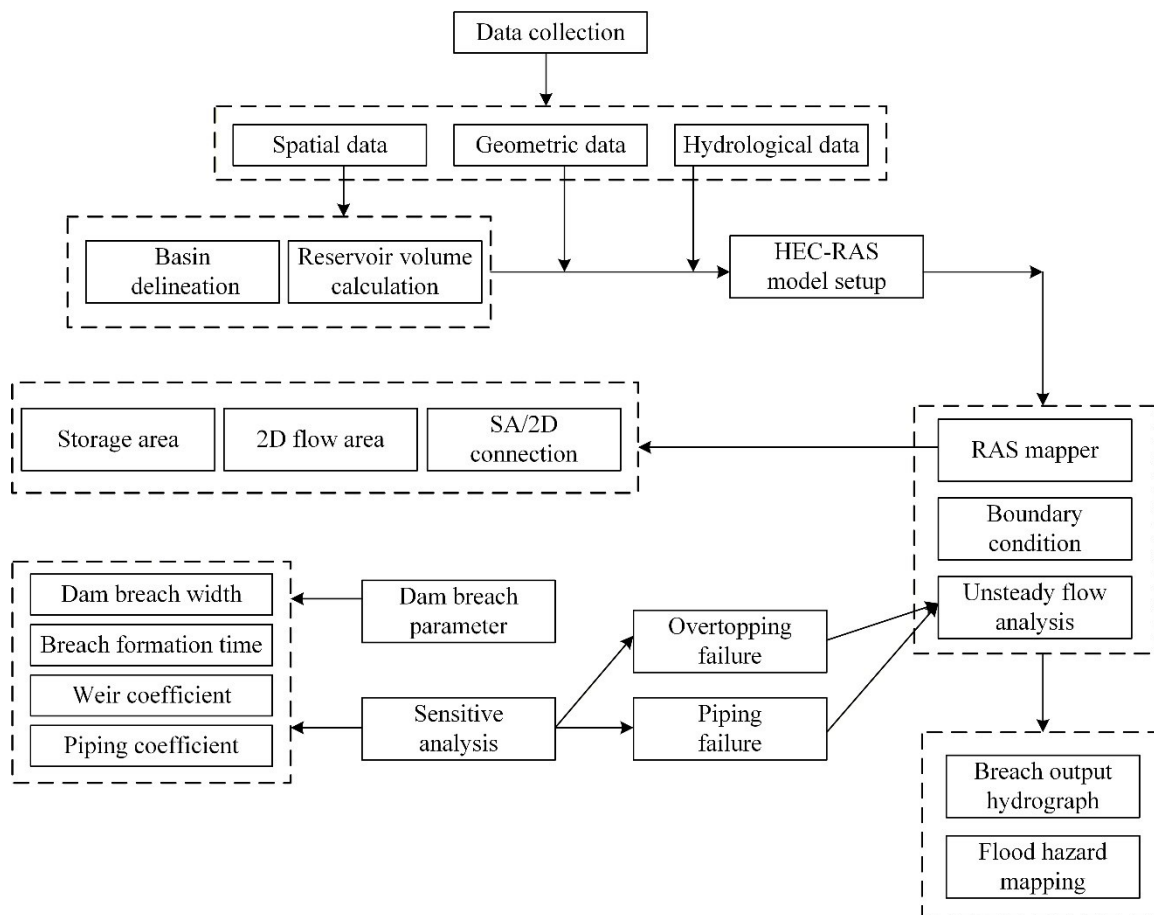
สามารถเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุ เช่น การกัดเซาะภายใน (Piping Failure), การล้นสันเขื่อน (Overtopping), ความไม่มั่นคงของลาดเขื่อน, แผ่นดินไหว, ความบกพร่องด้านการออกแบบหรือการก่อสร้าง



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษาอ่างเก็บน้ำบางพระและพื้นที่ท้ายอ่างเก็บน้ำครอบคลุม ตำบลบางพระและแสนสุข

## วิธีดำเนินการวิจัย

กระบวนการศึกษาการพังทลายของอ่างเก็บน้ำโดยใช้แบบจำลอง HEC-RAS เริ่มจากการรวบรวมและเตรียมข้อมูลภูมิประเทศ ลักษณะทางเรขาคณิตของลำน้ำ รวมถึงข้อมูลอุทกวิทยา ปริมาณน้ำไหลเข้าและระดับน้ำในอ่าง จากนั้นนำข้อมูลมาพัฒนาแบบจำลอง โดยกำหนดพื้นที่จำลองและเงื่อนไขขอบเขตให้สอดคล้องกับสภาพจริง ถัดมา เป็นการกำหนดพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการพังทลายของเขื่อน ประกอบด้วย รูปร่างและขนาดของการพังทลาย ระยะเวลาการเกิดรอยพังทลาย ค่าสัมประสิทธิ์การไหล รวมถึงพิจารณาผลกระทบจากการไหล การไหลล้นสันเขื่อนหรือการรั่วซึมภายในโครงสร้าง จากนั้นทำการจำลองสถานการณ์เพื่อคำนวณปริมาณน้ำที่ไหลออกจากอ่างเก็บน้ำ และประเมินพฤติกรรมการไหลสู่พื้นที่ท้ายน้ำ พร้อมทั้งวิเคราะห์ความอ่อนไหวของพารามิเตอร์เพื่อประเมินความไม่แน่นอนของผลลัพธ์ ท้ายสุดเป็นการนำผลการจำลองไปวิเคราะห์ผลกระทบและจัดทำแผนที่ความเสี่ยงน้ำท่วม เพื่อใช้ในการวางแผนป้องกันและลดความเสียหายจากเหตุการณ์การพังทลายของเขื่อนในอนาคต แสดงเป็นรูปกระบวนการศึกษาในรูปที่ 2



รูปที่ 2 กระบวนการจำลองการพังทลายของอ่างเก็บน้ำ

### ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยนี้มีขอบเขตในการศึกษาการพังทลายของอ่างเก็บน้ำบางพระ โดยใช้แบบจำลอง HEC-RAS เพื่อวิเคราะห์การไหลของน้ำและการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ท้ายน้ำ โดยพิจารณาเฉพาะรูปแบบการพังทลาย 2 กรณี คือ การล้นข้ามสันเขื่อน (Overtopping) และการกัดเซาะภายใน (Piping) พื้นที่ศึกษาครอบคลุมบริเวณตัวเขื่อนและพื้นที่ท้ายน้ำ ตัวเขื่อนตั้งอยู่ในเขตตำบลบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี พื้นที่ท้ายน้ำครอบคลุมตำบลบางพระ ตำบลเหมือง ตำบลแสนสุข อำเภอเมืองชลบุรี พื้นที่บริเวณนี้ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เศรษฐกิจสำคัญอยู่ภายใต้นโยบายเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก (Eastern Economic Corridor; EEC) ดังแสดงในรูปที่ 1 พื้นที่ศึกษาอ่างเก็บน้ำบางพระและพื้นที่ท้ายอ่างเก็บน้ำครอบคลุมตำบลบางพระและแสนสุข ซึ่งเส้นสีแดงแสดงแนวสันเขื่อนอ่างเก็บน้ำบางพระ แนวเส้นสีชมพูเป็นถนนสุขุมวิทและแนวเส้นสีส้มเป็นเส้นทางรถไฟสายตะวันออก เส้นประสีดำแทนแนวชายฝั่งซึ่งเป็นแนวยาวบรรจบกับอ่าวไทย วงกลมสีแดงแสดงตำแหน่งพื้นที่เปราะบาง ซึ่งเป็นตำแหน่งในการพิจารณาการไหลของน้ำท่วม ได้แก่ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล (รพ.สต.) ตลาดล่างบางพระ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออกพื้นที่บางพระตำบลบางพระ อำเภอศรีราชา และมหาวิทยาลัยบูรพาตำบลแสนสุข อำเภอเมืองชลบุรี รวมถึงตำแหน่งชุมชนในพื้นที่ท้ายน้ำ ข้อมูลที่สำคัญนำไปใช้ในแบบจำลองคือข้อมูลภูมิประเทศเชิงเลข (Digital Elevation Model : DEM) ถูกนำมาใช้ในการจำลองลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ศึกษาเพื่อกำหนดทิศทางการไหลมวลน้ำ ความเร็ว ความลึกน้ำท่วม โดยพิจารณาขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมจากแนวสันเขาโดยดูจากแผนที่ดาวเทียม Google Map ประกอบ ข้อมูลทางอุทกศาสตร์ที่นำมาเพื่อเป็นข้อกำหนดในแบบจำลองคือระดับเก็บกักน้ำสูงสุด ความจุอ่าง ระดับความสูงของภูมิประเทศ และ ความยาวของสันเขื่อน เพื่อเป็นเงื่อนไขการแตกของเขื่อน

### แบบจำลอง HEC-RAS

แบบจำลอง HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center – River Analysis System) รุ่น 6.6 เป็นแบบจำลองชลศาสตร์พัฒนาโดย US Army Corps of Engineers เพื่อใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมการไหลของน้ำในลำน้ำ คลอง อ่างเก็บน้ำ และระบบแหล่งน้ำต่าง ๆ สามารถจำลองการไหลได้ทั้งแบบการไหลคงตัว (Steady Flow) และการไหลไม่คงตัว (Unsteady Flow) รวมถึงรองรับการวิเคราะห์ทั้งแบบหนึ่งมิติ (1D) และสองมิติ (2D) สามารถประยุกต์ใช้ในการศึกษาระดับน้ำ อัตราการไหล การแพร่กระจายของน้ำท่วม การพังทลายของเขื่อน (Dam Break Analysis) การเคลื่อนที่ของตะกอน (Sediment Transport) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

หลักการคำนวณของแบบจำลองอาศัยสมการพื้นฐานของการไหลแบบไม่คงตัว หรือสมการแซนต์-เวอนองต์ (Saint-Venant Equations) ซึ่งประกอบด้วยสมการความต่อเนื่อง (Continuity Equation) และสมการโมเมนตัม (Momentum Equation) เพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำ ความเร็ว และอัตราการไหลที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลาและตำแหน่งในลำน้ำ ทำให้สามารถจำลองเหตุการณ์ทางอุทกวิทยาที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เช่น คลื่นน้ำหลาก (Flood Wave) การระบายน้ำผ่านอาคารชลศาสตร์ และกรณีการพังทลายของเขื่อน (Dam Break) ได้อย่างเหมาะสม

สำหรับการศึกษานี้ ได้เลือกใช้แบบจำลอง HEC-RAS ในการวิเคราะห์และจำลองการไหลของน้ำในพื้นที่ศึกษา เพื่อประเมินการขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม และผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากกรณีสมมติการพังทลายของเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำบางระ โดยอาศัยข้อมูลภูมิประเทศแบบจำลองระดับความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model: DEM) ร่วมกับข้อมูลทางอุทกวิทยาและชลศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ความถูกต้องของการจำลองการพังทลายของเขื่อนขึ้นอยู่กับข้อกำหนดค่าพารามิเตอร์การพังทลาย (Breach Parameters) ซึ่งเป็นตัวแปรที่ใช้กำหนดลักษณะและพฤติกรรมของช่องพังทลายที่เกิดขึ้นบนตัวเขื่อน พารามิเตอร์เหล่านี้มีผลโดยตรงต่อปริมาณน้ำที่ไหลออกจากอ่างเก็บน้ำ อัตราการไหลสูงสุด และขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมบริเวณท้ายน้ำ

พารามิเตอร์สำคัญที่ใช้ในการจำลองการพังทลายของเขื่อนในโปรแกรม HEC-RAS ประกอบด้วย

ตำแหน่งการพังทลายของเขื่อน (Breach Location) เป็นตำแหน่งที่กำหนดให้เกิดการพังทลายบนสันเขื่อน ซึ่งส่วนกลางเขื่อน

ความกว้างของช่องพังทลาย (Breach Width) เป็นความกว้างสุดท้ายของช่องเปิดที่เกิดขึ้นหลังการพังทลาย มีผลต่อปริมาณน้ำที่ไหลออกจากอ่างเก็บน้ำ โดยช่องพังทลายที่มีความกว้างมากจะทำให้มีน้ำไหลออกในอัตราที่สูงขึ้น

ระดับความลึกของช่องพังทลาย (Breach Bottom Elevation) เป็นระดับท้องช่องพังทลายภายหลังการกัดเซาะจนเกิดเสถียรภาพ ซึ่งมีผลต่อปริมาณน้ำที่สามารถระบายออกจากอ่างเก็บน้ำได้ งานวิจัยนี้กำหนดความกว้าง 100 ม.

ระยะเวลาการพังทลาย (Failure Time) เป็นช่วงเวลาที่ใช้ในการขยายตัวของช่องพังทลายตั้งแต่เริ่มเกิดความเสียหายจนถึงขนาดสุดท้าย ระยะเวลาที่สั้นจะส่งผลให้เกิดอัตราการไหลสูงสุดมากกว่ากรณีที่ใช้เวลาพังทลายนาน

รูปแบบการพังทลาย (Failure Mode) การพังทลายของเขื่อนสามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะหลัก คือ การพังทลายเนื่องจากน้ำล้นสันเขื่อน (Overtopping Failure) และการพังทลายภายในตัวเขื่อน (Piping Failure) ซึ่งแต่ละรูปแบบส่งผลต่อกระบวนการเกิดช่องพังทลายแตกต่างกัน

### ข้อมูล ASTER GDEM

ข้อมูล ASTER GDEM (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer Global Digital Elevation Model) เป็นข้อมูลแบบจำลองระดับความสูงเชิงเลข (DEM) รุ่นที่ 3 ความละเอียด 30 ที่พัฒนาโดยองค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NASA) ร่วมกับกระทรวงเศรษฐกิจ การค้า และอุตสาหกรรมแห่งประเทศญี่ปุ่น (METI) โดยมีความละเอียดเชิงพื้นที่ 30 เมตร และครอบคลุมพื้นที่ทั่วโลก (NASA/METI, 2019) ถูกนำมาใช้ในงานด้านอุทกวิทยาและการจำลองน้ำท่วมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถแสดงลักษณะภูมิประเทศในระดับลุ่มน้ำและพื้นที่ขนาดใหญ่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ข้อมูลนี้ถูกนำมาใช้เป็นฐานข้อมูลภูมิประเทศ (terrain data) สำหรับสร้างแบบจำลองเรขาคณิต (geometric data) ของลำน้ำและพื้นที่จำลองการไหลของน้ำ อย่างไรก็ตาม ข้อมูล DEM ยังมีข้อจำกัดกับพื้นที่ที่เป็นพื้นผิวน้ำโดยเฉพาะท้องน้ำ และบริเวณแหล่งน้ำ เนื่องจากค่าระดับความสูงที่ได้จากการสำรวจระยะไกลอาจมีความคลาดเคลื่อนในพื้นที่ราบลุ่ม พื้นที่ปกคลุมด้วยพืชพรรณหนาแน่น และบริเวณแหล่งน้ำโดยเฉพาะบริเวณท้องน้ำที่ไม่สามารถสะท้อนระดับพื้นท้องน้ำจริงได้ ดังนั้น งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการปรับแก้ข้อมูล DEM โดยใช้

เทคนิค Stream Burning ซึ่งเป็นกระบวนการปรับลดค่าระดับความสูงตามแนวลำน้ำให้สอดคล้องกับสภาพภูมิประเทศจริง โดยอาศัยข้อมูลหน้าตัดลำน้ำที่สำรวจภาคสนามและข้อมูลแนวกั้นลำน้ำเป็นข้อมูลอ้างอิง จากนั้นได้ทำการปรับปรุงโครงข่ายพื้นผิว (Terrain Refinement) ให้มีความละเอียดสูงขึ้นบริเวณพื้นที่สำคัญ ได้แก่ แนวลำน้ำและแนวสันเขื่อนจากความละเอียดเดิม 30 เมตร เป็น 5 เมตร ช่วยให้แบบจำลองสามารถแสดงลักษณะภูมิประเทศที่มีผลต่อการไหลของน้ำได้ละเอียดมากขึ้น โดยเฉพาะบริเวณคันดิน แนวสันเขื่อน และพื้นที่ราบริมลำน้ำ ส่งผลให้การคำนวณระดับน้ำ ความเร็วการไหลของน้ำได้ดียิ่งขึ้น

#### สมการจำลองการพังทลาย

การจำลองการพังทลายของเขื่อนเลือกให้สมการของ MacDonald and Langridge-Monopolis (1984) ซึ่งเป็นสมการแบบ empirical breach models ที่ใช้ประมาณค่าการกัดเซาะของเขื่อน โดยสมการสามารถประมาณค่าช่วงเวลาและขนาดของการพังทลายในรูปแบบการไหลแบบไม่คงตัวได้ ดังสมการ

$$Ver = 0.0261 \times (V_{out} \times h_w)^{0.769} \quad (1)$$

$$t_f(hr) = 0.00348 \times (Ver)^{0.364} \quad (2)$$

$$W_b(m) = \frac{Ver - h_b^2(CZ_b + h_bZ_bZ^3/3)}{h_b(C + \frac{h_bZ_3}{2})} \quad (3)$$

เมื่อ  $Ver$  เป็นปริมาณการกัดเซาะ ( $m^3$ )  $t_f$  เป็นเวลาในการพังทลาย (h)  $V_{out}$  เป็นปริมาณน้ำไหลออกจากอ่างเก็บน้ำ ( $m^3$ )  $h_w$  เป็นความสูงของน้ำเหนือตำแหน่งพังทลาย (m)  $C$  เป็นความกว้างของเขื่อน (m)  $Z$  เป็นความลาดชันของเขื่อนด้านเหนือและท้ายน้ำ

การวิเคราะห์การไหลแบบไม่คงตัว (Unsteady Flow Analysis) ในแบบจำลอง HEC-RAS อาศัยสมการ Saint-Venant ซึ่งเป็นสมการพื้นฐานทางชลศาสตร์ที่ใช้สำหรับอธิบายการไหลในลำน้ำและทางน้ำเปิด สมการดังกล่าวพัฒนาขึ้นโดย Saint-Venant ในปี ค.ศ. 1871 จากหลักการอนุรักษ์มวลและหลักการอนุรักษ์โมเมนตัมของของไหล (Chow, 1959)

สมการ Saint-Venant เป็นระบบสมการเชิงอนุพันธ์ย่อย (Partial Differential Equations) ที่ใช้อธิบายการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ ความเร็ว และอัตราการไหลในลำน้ำตามระยะทางและเวลา โดยเหมาะสำหรับการจำลองการไหลที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง เช่น น้ำหลาก การระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำ และเหตุการณ์การพังทลายของเขื่อน ประกอบด้วยสมการหลัก 2 สมการ ได้แก่ สมการความต่อเนื่อง (Continuity Equation) และสมการโมเมนตัม (Momentum Equation)

สมการความต่อเนื่องอธิบายหลักการอนุรักษ์มวล กล่าวคือ ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าสู่ช่วงลำน้ำจะต้องเท่ากับปริมาณน้ำที่ไหลออก รวมกับปริมาณน้ำที่ถูกกักเก็บหรือเปลี่ยนแปลงภายในช่วงลำน้ำนั้น

สมการความต่อเนื่อง(Continuity Equation)

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = qL \frac{dA}{dt} \quad (4)$$

เมื่อ  $Q$  = อัตราไหล ( $m^3$ ),  $A$  = พื้นที่หน้าตัดของน้ำ ( $m^2$ ),  $L$  = ความยาว (m.)  $t$  = เวลา (Sec)

#### ข้อมูลการจำลองการพังทลายของเขื่อน

ข้อมูลสำหรับจำลองการพังทลายแสดงเป็นค่าพารามิเตอร์ดังตารางที่ 1 และ 2 โดยการพังทลายของเขื่อนดินในแบบจำลอง HEC-RAS ประกอบด้วย ความกว้างของพังทลาย (รูปที่ 3) ระยะเวลาในการเกิดพังทลาย ระดับความสูงเริ่มต้นของการพัง ค่าสัมประสิทธิ์การไหลผ่านสันเขื่อน การกำหนดค่ากลไกการพังทลายแบบ piping กำหนดระดับเริ่มต้นของ

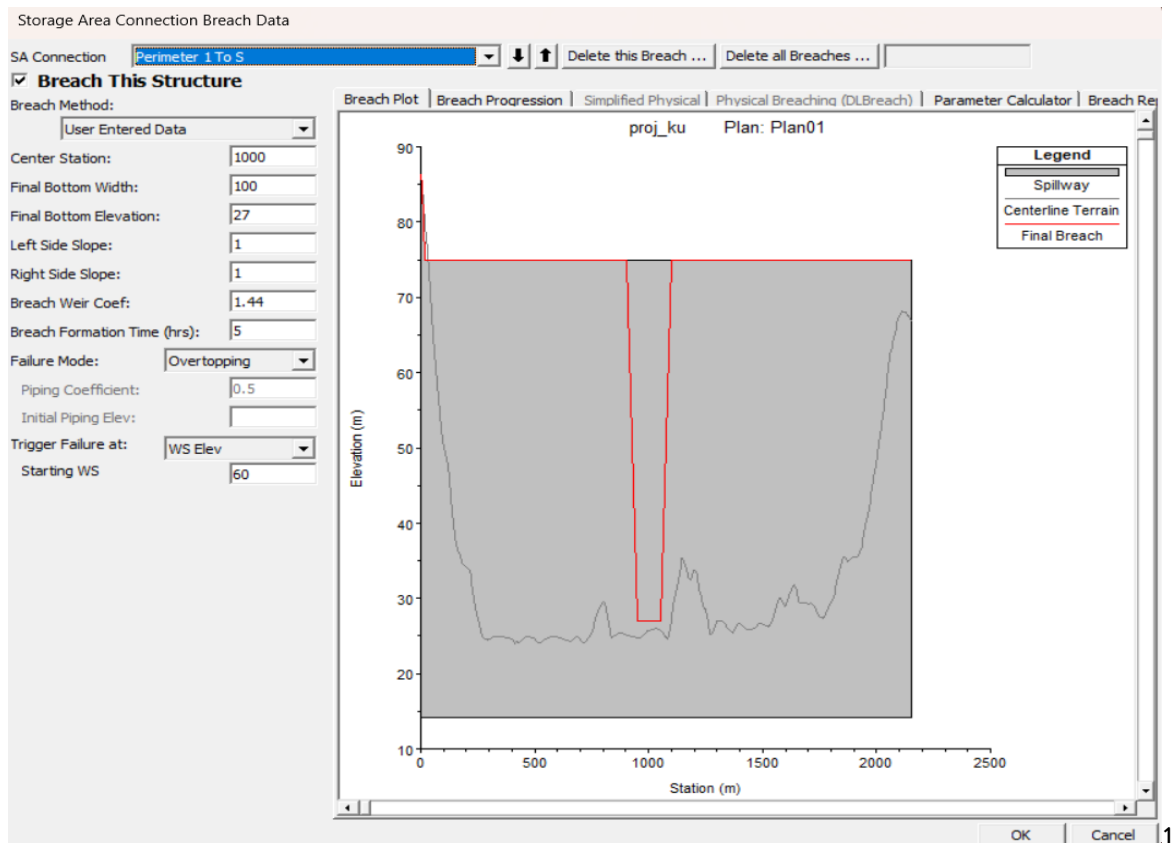
การรั่วซึมและค่าสัมประสิทธิ์การซึม ความลาดชันของรอยพังทลายทั้งสองด้าน เพื่อสะท้อนรูปทรงของช่องเปิดที่เกิดขึ้น การจำลองจำแนกเป็น 2 กรณี คือ overtopping และ piping แต่ละกรณีมีการพิจารณาทั้งสถานการณ์ฐาน (base case) และสถานการณ์รุนแรง (worst case) เพื่อประเมินความไม่แน่นอนและความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น ค่าพารามิเตอร์กรณีรุนแรง กำหนดให้ค่อนข้างสูง อาทิ ความกว้าง และระยะเวลาพังทลาย เพื่อให้สะท้อนผลกระทบที่มากขึ้น ท้ายสุดเป็นการกำหนด ช่วงเวลาการจำลองและเงื่อนไขเริ่มต้น เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบผลลัพธ์ของแต่ละสถานการณ์ และนำไปใช้ในการ ประเมินความเสี่ยงน้ำท่วมในพื้นที่ท้ายน้ำ

**ตารางที่ 1** คุณสมบัติของอ่างเก็บน้ำบางพระ

| S. no. | Dam breach parameters     | Range               |
|--------|---------------------------|---------------------|
| 1      | Type of dam               | Earth fill dam      |
| 2      | Dam breach width          | 8 - 10 m            |
| 3      | Breach formation time     | 1 – 5 h             |
| 4      | Trigger failure elevation | 30 – 80 m. asl.     |
| 5      | Weir coefficient          | 1.0 – 3.0           |
| 6      | Initial piping elevation  | 20–30 m. asl.       |
| 7      | Piping coefficient        | 0.50–0.60           |
| 8      | Left side slope           | 0 – 1               |
| 9      | Right side slope          | 0 – 1               |
| 10     | Failure mode              | Overtopping, Piping |

**ตารางที่ 2** ค่าพารามิเตอร์การพังทลายของอ่างเก็บน้ำบางพระ

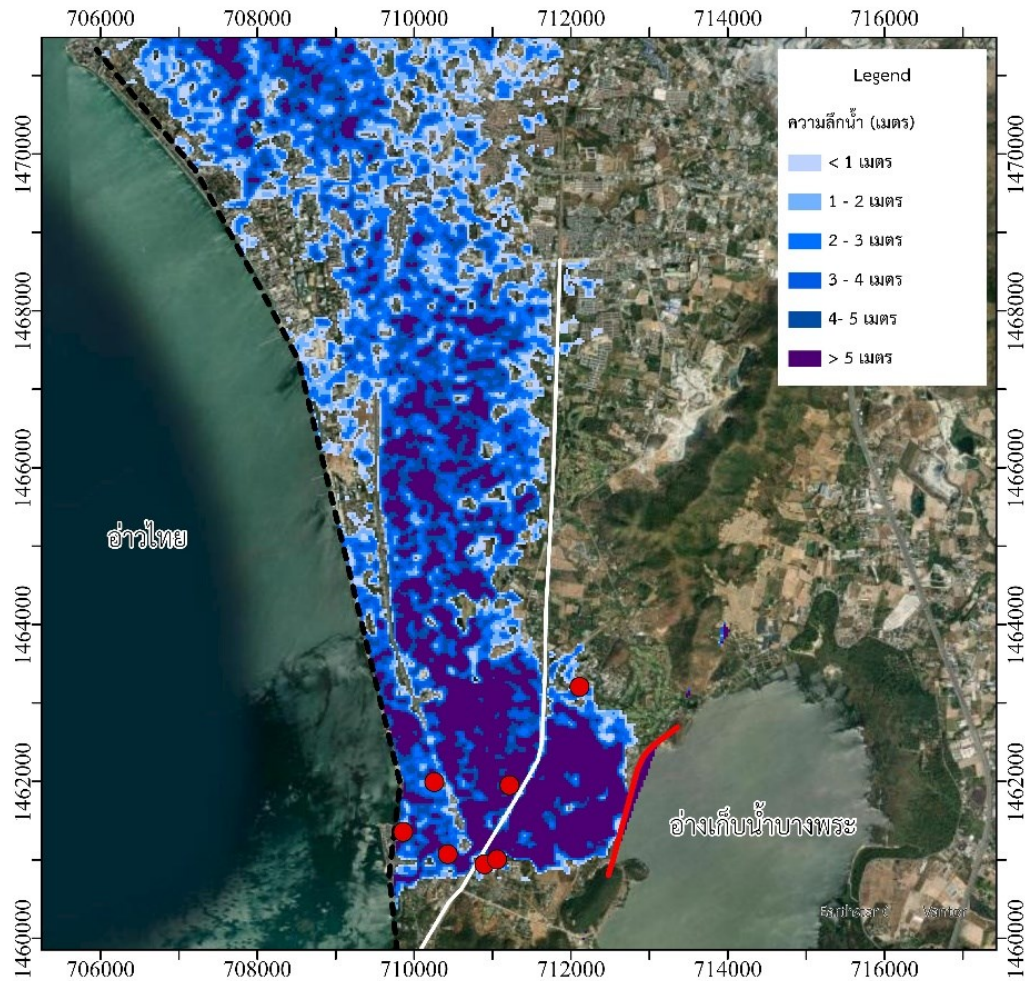
| Description               | Overtopping failure |             | Piping failure |             |
|---------------------------|---------------------|-------------|----------------|-------------|
|                           | Base case           | Worst case  | Base case      | Worst case  |
| Dam breach width          | 100                 | 150         | 100            | 150         |
| Breach formation time     | 2.5 h               | 5.0 h       | 2.5 h          | 5.0 h       |
| Trigger failure elevation | 60 m. asl           | 60 m. asl   | 60 m. asl      | 60 m. asl   |
| Weir coefficient          | 1.5                 | 2.5         | 1.5            | 2.5         |
| Initial piping elevation  | –                   | –           | 27 m. asl      | 27 m. asl   |
| Piping coefficient        | –                   | –           | 0.7            | 0.7         |
| Breach slope              | 1.0                 | 1.0         | 1.0            | 1.0         |
| Breach bottom elevation   | 27 m. asl           | 27 m. asl   | 27 m. asl      | 27 m. asl   |
| Start of simulation       | Dec 1, 2024         | Dec 1, 2024 | Dec 1, 2024    | Dec 1, 2024 |
| Total simulation time     | 48 h                | 48 h        | 48 h           | 48 h        |



รูปที่ 3 ตัวอย่างหน้าตัดจำลองการพังทลายกรณี Overtopping failure

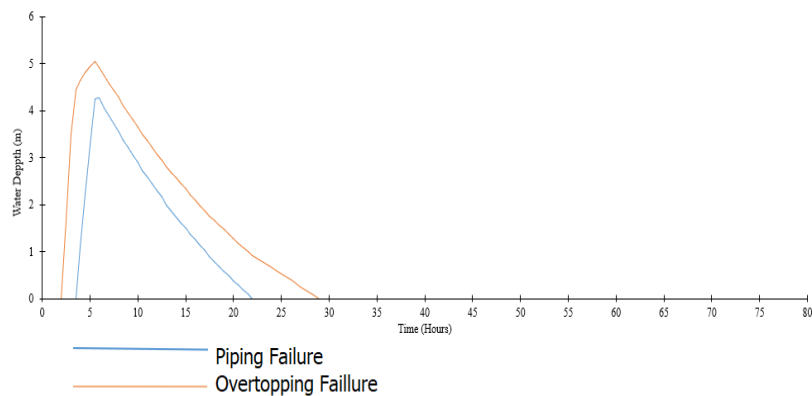
### ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการจำลองการพังทลายของอ่างเก็บน้ำบางพระด้วยแบบจำลอง HEC-RAS (รูปที่ 4) ชี้ให้เห็นว่า ภายหลังจากอ่างเก็บน้ำพังทลายมีปริมาณน้ำไหลหลากท่วมพื้นที่ท้ายน้ำเป็นจำนวนมาก โดยน้ำไหลจากบริเวณอ่างเก็บน้ำบางพระลงสู่พื้นที่ชายฝั่งและขยายตัวออกด้านข้างอย่างรวดเร็ว พื้นที่น้ำท่วมส่วนใหญ่สูงระหว่าง 1-3 เมตร (แสดงด้วยสีน้ำเงินอ่อนถึงเข้ม) ขณะที่บริเวณใกล้ตำแหน่งพังทลายและแนวการไหลของน้ำมีระดับน้ำท่วมสูงกว่า 4-5 เมตร (สีม่วง) สะท้อนถึงการหลากของน้ำรุนแรงและมีศักยภาพในการก่อให้เกิดความเสียหายสูง นอกจากนี้ ลักษณะภูมิประเทศมีอิทธิพลต่อการกระจายตัวของน้ำ โดยพื้นที่ลุ่มต่ำและแนวทางน้ำธรรมชาติทำหน้าที่เป็นเส้นทางไหลหลัก ทำให้น้ำท่วมลึกลงต่อเนื่องจนถึงพื้นที่ชายฝั่งทะเล ขณะที่บางพื้นที่ที่มีระดับสูงกว่าหรือมีสิ่งกีดขวางมีระดับน้ำท่วมต่ำกว่า ผลลัพธ์ดังกล่าว ชี้ให้เห็นว่าพื้นที่ชุมชนและโครงสร้างพื้นฐานในแนวการไหลมีความเสี่ยงสูง โดยเฉพาะบริเวณที่ปรากฏจุดสำคัญ (จุดสีแดง) ซึ่งควรได้รับการวางแผนป้องกันและอพยพอย่างเหมาะสม ทั้งนี้ แผนที่มีความลึกน้ำท่วมสามารถนำไปใช้ประกอบการประเมินความเสียหายและการจัดการความเสี่ยงจากเหตุการณ์เขื่อนพังได้อย่างมีประสิทธิภาพ

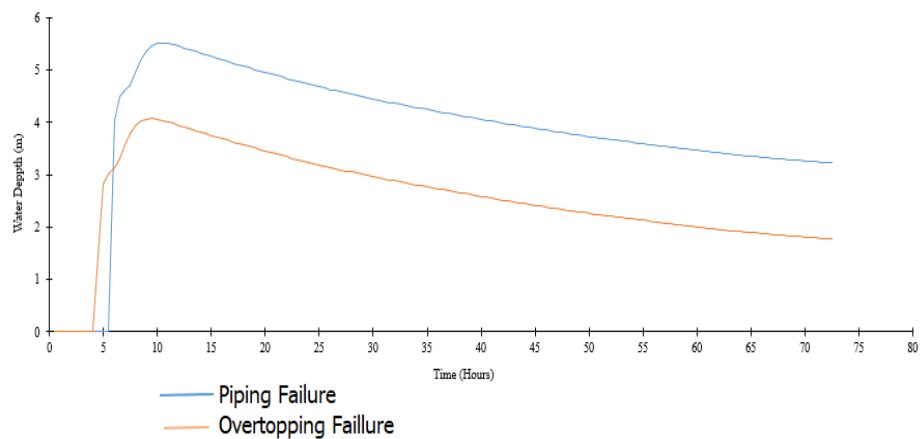


รูปที่ 4 แผนที่ความสูงน้ำท่วมจากผลวิเคราะห์การจำลอง HEC-RAS Model แสดงตำแหน่งพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม

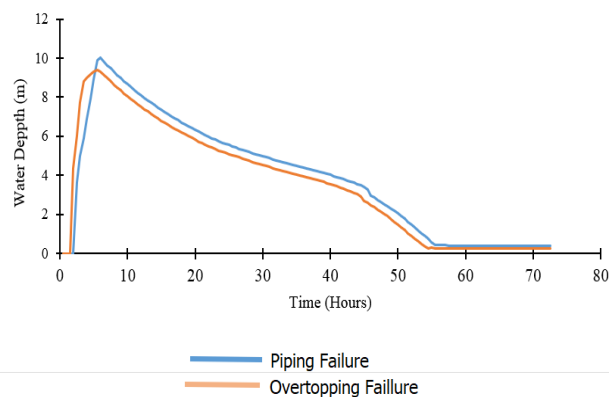
จากการวิเคราะห์ flood hydrograph (รูปที่ 5 6 และ 7) จากการพังทลายของอ่างเก็บน้ำบางพระ แสดงลักษณะของช่วงขึ้น (rising limb) อย่างรวดเร็ว แสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมที่สอดคล้องกับเหตุการณ์ dam break โดยช่วงต้นกราฟมีการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำอย่างรวดเร็วภายในไม่กี่ชั่วโมง สะท้อนว่ามีปริมาณน้ำระบายออกมาเป็นปริมาณมาก และฉับพลัน ทั้งนี้ การพังทลายแบบ overtopping failure (เส้นกราฟสีส้ม) ให้ค่า peak สูงกว่าราว 1 เมตร และเกิดช้ากว่าเล็กน้อยเมื่อเทียบกับกรณี piping failure (เส้นสีน้ำเงิน) แสดงถึงกรณีที่มีความรุนแรงมากกว่า การพังทลายขนาดใหญ่หรือใช้เวลาพังนานกว่า ทำให้เกิดการสะสมปริมาณน้ำก่อนปล่อยออกสูงขึ้น นอกจากนี้ช่วงการลดลงของกราฟน้ำท่า (recession limb) ของเส้นสีส้มยาวกว่าอย่างชัดเจน ชี้ว่า ปริมาณน้ำไหลออกมีมากและใช้เวลาระบายนานกว่า ขณะที่เส้นสีน้ำเงินลดลงสู่ศูนย์เร็วกว่า สะท้อนเหตุการณ์ที่มีปริมาณน้ำน้อยหรือการระบายเร็วกว่า



รูปที่ 5 กราฟน้ำท่วมของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก



รูปที่ 6 กราฟน้ำท่วมมหาวิทยาลัยบูรพา



รูปที่ 7 กราฟน้ำท่วมโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลลาดล่างบางพระ

## สรุปผล

งานวิจัยนี้เป็นการจำลองพื้นที่น้ำท่วมกรณีอ่างเก็บน้ำบางพระพังทลายโดยใช้แบบจำลอง HEC-RAS ใน 2 กรณี คือ การล้นสันเขื่อน (overtopping) และการกัดเซาะภายใน (piping) โดยมีพื้นที่ศึกษาครอบคลุมบริเวณตัวเขื่อนและพื้นที่ท้ายน้ำ ตัวเขื่อนตั้งอยู่ในเขตตำบลบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี พื้นที่ท้ายน้ำครอบคลุมตำบลเหมือง ตำบลแสนสุข อำเภอเมืองชลบุรี ผลลัพธ์พบว่า การพังทลายทั้ง 2 กรณีทำให้เกิดคลื่นน้ำท่วมครอบคลุมพื้นที่ท้ายน้ำเป็นจำนวนมาก โดยมีความลึกสูงกว่า 4 เมตร ระยะทางของน้ำที่ไหลจากเขื่อนบางพระแตกเริ่มจากบริเวณสันเขื่อนที่จนถึงท้ายคลองห้วยสุกรีฟที่เป็นปลายทางน้ำไหลมีระยะทางประมาณ 4.2 กม. ระดับของสันเขื่อนบางพระอยู่ที่ 31.50 รทก มีความกว้างสัน

เขื่อน 8 เมตร ค่าระดับถนนหมายเลข 3 ที่ระดับ 4 - 27 รทก ค่าระดับทางรถไฟสายตะวันออก 4 - 28 รทก ค่าระดับถนน สุขา 7 ที่ 10-22 รทก ค่าระดับถนน สุขา 9 ที่ 4.0 - 34.0 รทก

จากรูปที่ 5 ถึง รูปที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบผลระดับน้ำท่วมที่ระดับความสูงน้ำ 80 พบ ว่า รูปที่ 5 พื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม ตะวันออก พื้นที่เขตบางพระ ระดับน้ำท่วมจาก Overtopping ส่งผลต่อระดับน้ำท่วมสูงสุด 5.05 เมตร ในช่วงเวลาที่ 5.5 หลังจากเขื่อนแตก สูงกว่า กรณี Piping ที่ระดับ 4.26 เมตร ในช่วงเวลาที่ 5.5 โดยการโดยมีค่าระดับพื้นที่วัดค่าจาก Google earth pro บริเวณสนามฟุตบอลที่ระดับ + 22 เมตร จารทก และ รูปที่ 6 พื้นที่มหาวิทยาลัยบูรพา ระดับน้ำท่วมจาก Overtopping สูงสุด 4.07 เมตร ในช่วงเวลาที่ 9.5 หลังจากเขื่อนแตก น้อยกว่า กรณี Piping ที่ระดับ 5.49 เมตร ในช่วงเวลาที่ 11 โดยการโดยมีค่าระดับพื้นที่วัดค่าจาก Google earth pro บริเวณลานจอดรถติดถนนหาดบางแสนที่ระดับ + 5 เมตร จารทก และระยะทางการเคลื่อนที่มวลน้ำห่างจากอ่างเก็บน้ำบางพระ 9.5 กม. รูปที่ 7 กราฟน้ำท่วมโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลลาดล่างบางพระ ระดับน้ำท่วมจาก Overtopping สูงสุด 9.16 เมตรในช่วงเวลาที่ 4.5 หลังจากเขื่อนแตกน้อยกว่ากรณี Piping ที่ระดับ 10.00 เมตร ในช่วงเวลาที่ 6 โดยการโดยมีค่าระดับพื้นที่วัดค่าจาก Google earth pro บริเวณลานจอดรถ + 8 เมตร รทก และระยะทางการเคลื่อนที่มวลน้ำห่างจากอ่างเก็บน้ำบางพระ 2.65 กม.

## เอกสารอ้างอิง

- กรมชลประทาน. (ม.ป.ป.). *อ่างเก็บน้ำเขื่อนบางพระ*. จาก <https://water.rid.go.th/flood/pics/bp.HTML>
- นฤมล นาวายนต์, สันติ ทองพำนัก, และวิษณุวัฒน์ แต่สมบัติ. (2555). *การจำลองการพัดของเขื่อนศรีนครินทร์*. ใน *การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 17* (WRE030-1-WRE030-10). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. [https://irre.ku.ac.th/pubart/dlinks.php?pdf=10\\_WRE030.pdf&tpe=pubart](https://irre.ku.ac.th/pubart/dlinks.php?pdf=10_WRE030.pdf&tpe=pubart)
- ปัญญิกา มูลรังษี. (2565). *การจำลองการเกิดน้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนกลางด้วยแบบจำลอง HEC-RAS* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD). <https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/6429/>
- Awal, A., Bhattarai, U., Pandey, V. P., & Bhattarai, P. K. (2024). Downstream impacts of dam breach using HEC-RAS: A case of Budhigandaki concrete arch dam in central Nepal. *Environmental Systems Research*, 13(1), Article 37. <https://doi.org/10.1186/s40068-024-00358-3>
- Beza, M., Fikre, A., & Moshe, A. (2023). Dam breach modeling and downstream flood inundation mapping using HEC-RAS model on the proposed Gumara Dam, Ethiopia. *Advances in Civil Engineering*, 2023, Article 8864328. <https://doi.org/10.1155/2023/8864328>
- Bharath, A., Shivapur, A. V., Hiremath, C. G., & Maddamsetty, R. (2021). Dam break analysis using HEC-RAS and HEC-GeoRAS: A case study of Hidkal dam, Karnataka state, India. *Environmental Challenges*, 5, Article 100401. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100401>
- Brunner, G. W. (2010). *HEC-RAS river analysis system: Hydraulic reference manual* (Version 4.1). U.S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center.
- Froehlich, D. C. (2008). Embankment dam breach parameters and their uncertainties. *Journal of Hydraulic Engineering*, 134(12), 1708–1721. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9429\(2008\)134:12\(1708\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9429(2008)134:12(1708))
- Karim, I. R., Hassan, Z. F., Abdullah, H. H., & Alwan, I. A. (2021). 2D-HEC-RAS modeling of flood wave propagation in a semi-arid area due to dam overtopping failure. *Civil Engineering Journal*, 7(9), 1501–1514. <https://doi.org/10.28991/cej-2021-03091739>
- MacDonald, T. C., & Langridge-Monopolis, J. (1984). Breaching characteristics of dam failures. *Journal of Hydraulic Engineering*, 110(5), 567–586. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9429\(1984\)110:5\(567\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9429(1984)110:5(567))

- Mhmood, H. H., Yilmaz, M., & Sulaiman, S. O. (2023). Simulation of the flood wave caused by hypothetical failure of the Haditha Dam. *Journal of Applied Water Engineering and Research*, 11(1), 66–76. <https://doi.org/10.1080/23249676.2022.2050312>
- Phyo, A. P., Yabar, H., & Richards, D. (2023). Managing dam breach and flood inundation by HEC-RAS modeling and GIS mapping for disaster risk management. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 8, Article 100487. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2023.100487>
- Regmi, R. K., Thapa, K., Dahal, V., Kunwar, S., & Bhandari, S. (2025). Analysis of Khimti Those Siwalaya Storage Project dam breach using HEC-RAS. *Journal of Applied Water Engineering and Research*, 13(4), 356–369. <https://doi.org/10.1080/23249676.2025.2518996>