

การจำลองการพังทลายของเขื่อนอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำใส จังหวัดนครศรีธรรมราช

Dam-Break Simulation of Huay Nam Sai Reservoir, Nakhon Si Thammarat Province

ศรายุทธ์ นาครอด (Sarayoot Nakrod)* ดร.ปกรณ์ ดิษฐกิจ (Dr.Pakorn Ditthakit)**

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจำลองสภาพการเกิดน้ำไหลบ่าในกรณีอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำใสพังทลายโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ HEC-RAS การจำลองการพังทลายของเขื่อนพิจารณาเป็น 4 กรณีศึกษา คือ เกิดรูรั่วที่ตัวเขื่อนหน้าตัดการพังเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู (กรณี 1) เกิดรูรั่วที่ตัวเขื่อนหน้าตัดการพังเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (กรณี 2) เกิดรูรั่วที่ตัวเขื่อนหน้าตัดการพังเป็นรูปสามเหลี่ยม (กรณี 3) และ การไหลข้ามสันเขื่อนหน้าตัดการพังเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู (กรณี 4) ตามรอบปีการเกิดการเกิดซ้ำ 100 ปี 1,000 ปี 10,000 ปี และ PMF (Probable Maximum Flood) จากการศึกษาพบว่าที่ PMF ระยะเวลาของการพังทลายสั้นที่สุดคือ กรณีศึกษาที่ 1 และ 2 เริ่มเกิดการพังทลายที่เวลา 36 ชั่วโมงหลังจากเริ่มมีน้ำท่าไหลเข้าอ่าง ส่วนกรณีศึกษาที่ 3 เริ่มเกิดการพังทลายที่เวลา 37 ชั่วโมงตั้งแต่เริ่มมีน้ำท่าไหลเข้าอ่าง และกรณีศึกษาที่ 4 เกิดการพังทลายที่เวลา 47 ชั่วโมงตั้งแต่เริ่มมีน้ำท่าไหลเข้าอ่าง ปริมาณน้ำที่ไหลจากอ่างในแต่ละกรณีศึกษาจะอยู่ที่ 10,000 – 12,000 ลบ.ม.ต่อวินาที ส่วนกรณีศึกษาที่ 4 พิจารณาที่ PMF มีปริมาณน้ำมากที่สุดที่มากกว่า 14,000 ลบ.ม.ต่อวินาที และระยะเวลาการเดินทางของคลื่นน้ำบ่าจากอ่างเก็บน้ำถึงชุมชนเทศบาลตำบลชะอะอวดใช้เวลา 3 ชั่วโมง หลังจากเกิดการพังของอ่างเก็บน้ำระดับน้ำท่วมในพื้นที่สูง 10 – 15 เมตร

ABSTRACT

This study aimed at flood wave simulation due to breach of Huay Nam Sai reservoir using HEC-RAS mathematical model. Four study cases were considered, including three piping failure cases of trapezoidal (case 1), rectangular (case 2), and triangular breach shapes (case 3), and overtopping failure with trapezoidal breach shape (case 4) for return period of 100, 1,000, 10,000 years and Probable Maximum Flood (PMF). It was found that PMF study case had the shortest period of failure, that is, cases 1 and 2 gave the initial failure time at 36 hours from starting simulated time, and those at 37 hours and 47 hours for cases 3 and 4, respectively. Reservoir inflow in each cases was between 10,000 to 12,000 m³/s, and those value of case 4 at PMF was more than 14,000 m³/s. The flood wave travel time from Huay Nam Sai reservoir to Cha-Uat subdistrict municipality was approximately 3 hours after dam failure happened with flooding depth in floodplain areas was about 10 to 15 meters.

คำสำคัญ: การพังทลายของเขื่อน อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำใส แบบจำลองคณิตศาสตร์ HEC-RAS

Keywords: Dam-Break, Huay Nam Sai reservoir, HEC-RAS mathematical model

* นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม สำนักวิศวกรรมศาสตร์และทรัพยากร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา สำนักวิศวกรรมศาสตร์และทรัพยากร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

บทนำ

เขื่อนและอ่างเก็บน้ำจัดเป็นสิ่งก่อสร้างชนิดหนึ่งสำหรับการกักเก็บน้ำที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการแก้ไขปัญหา น้ำท่วม และการขาดแคลนน้ำในพื้นที่ เพื่อเก็บน้ำให้ได้ปริมาณที่มากให้เพียงพอต่อความต้องการน้ำในการดำเนินชีวิต และดำเนินกิจกรรมต่างๆ ดังนั้นส่วนมากจึงเป็นสิ่งก่อสร้างขนาดใหญ่ที่ตั้งอยู่บริเวณที่สูงหรือพื้นที่ต้นน้ำ โดยที่หากเกิดภัยพิบัติที่เกี่ยวข้องกับเขื่อนก็ก่อให้เกิดผลกระทบต่อความปลอดภัยของชีวิต และทรัพย์สิน ของพื้นที่บริเวณตอนล่างของเขื่อนมากเช่นกัน เช่น ปัญหาน้ำหลากมากกว่าที่ออกแบบ ของเขื่อนอุบลรัตน์ จ.ขอนแก่นในปี พ.ศ. 2521 ซึ่งส่งผลให้น้ำในอ่างสูงเกือบล้นสันเขื่อน จนเกิดน้ำท่วมท้ายน้ำจากการระบาย ปัญหาการรั่วซึมผ่านฐานรากเขื่อนของเขื่อนมูลบน จ.นครราชสีมา ในปี พ.ศ. 2533 (ปิยะ, 2544) ปัญหาการกัดเซาะทางด้านท้ายน้ำของทางระบายน้ำล้นเขื่อนแม่สอดในปี พ.ศ. 2533 (น้ำทิพย์, 2547) เป็นต้น แม้ว่าภัยพิบัติจากเขื่อนที่เคยเกิดขึ้นในประเทศไทยจะไม่ส่งผลกระทบร้ายแรง แต่โอกาสการพังทลายของเขื่อนมีความเป็นไปได้ถึงแม้ว่าจะมีโอกาสที่เกิดขึ้นน้อยมากก็ตาม ด้วยเหตุดังกล่าวจึงต้องมีการศึกษาและวิเคราะห์ผลที่อาจเกิดจากการพังทลายของเขื่อนเอาไว้เพื่อเตรียมความพร้อมในการอพยพ และการป้องกันภัยฉุกเฉิน เพื่อลดความเสียหายและผลกระทบที่อาจเกิดต่อชีวิตและทรัพย์สิน

โดยที่ผ่านมามีการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดการพังทลายของเขื่อน โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ เช่น การคาดการณ์อุทกภัยที่เกิดจากการพังทลายของเขื่อนและการระบายน้ำผ่านทางน้ำล้น กรณีศึกษาเขื่อนคลองท่าด่าน จังหวัดนครนายก โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ร่วมกับการสำรวจระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ พบว่าตัวเมื่อนครนายกหน้าคลื่นจะมาถึงใน 1.32 ชั่วโมง มีระดับน้ำสูงสุดที่ 9.03 เมตร รทก. ที่ 5.42 ชั่วโมง หลังจากเขื่อนพัง ปริมาณน้ำไหลผ่านสูงสุด 8,837.38 ลบ.ม./วินาที อัตราเร็วสูงสุดของคลื่นน้ำป่าเท่ากับ 3.88 เมตร/วินาที (ปกรณ, 2543) การจำลองสภาพน้ำท่วมบริเวณท้ายน้ำในกรณีการพังทลายของเขื่อนแม่กวัง จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MIKE 11 พบว่า ท่วมสูงสุดที่ตำแหน่ง กม. 53+000 ณ อำเภอเมืองลำพูน ที่ระดับความสูง +296.06 ม.รทก. ซึ่งมีความสูงของน้ำเหนือตลิ่ง เท่ากับ 6.05 ม. ที่เวลา 22 ชั่วโมง 16 นาที หลังจากเขื่อนพัง (เรืองวิทย์, 2551) การพังทลายของเขื่อนและจำลองแบบการไหลท้ายน้ำอ่างเก็บน้ำคลองสะเดา จังหวัดสงขลา โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ MIKE 11 พบว่าระดับน้ำด้านท้ายน้ำที่ได้รับผลกระทบรุนแรงที่สุด คือ ชุมชนบ้านม่วงมีระดับน้ำท่วมสูงสุด 8.577 เมตร และชุมชนบ้านปลักดองเตามีระดับสูงสุดที่ระดับ +14.366 เมตร รทก. ทั้งจัดทำแผนที่น้ำท่วมพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม 21.5 ตารางกิโลเมตร (จักรรัฐ และคณะ, 2552) การจำลองการพิบัติของเขื่อนศรีนครินทร์ โดยใช้แบบจำลองอุทกพลศาสตร์ MIKE11-HD พบว่าการพังทลายของเขื่อนในกรณีน้ำไหลล้นข้ามสันเขื่อน ทำให้เกิดปริมาณการไหลสูงสุดเท่ากับ 15,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เกิดขึ้นที่เวลา 25 ชั่วโมง (นฤมล และคณะ, 2555) และ การศึกษาการพังทลายของเขื่อนแก่งกระจาน ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ HEC-RAS พบว่า ปริมาณน้ำหลากไหลเข้าสูงสุดที่อาจจะเป็นไปได้ (PMF) ทำให้เกิดพื้นที่น้ำท่วม 89,907 ไร่ พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบมากที่สุดทางตลิ่งฝั่งขวาของแม่น้ำเพชรบุรีบริเวณ อ.แก่งกระจาน ความลึกน้ำท่วม 20.53 เมตร ระยะทางจากตัวเขื่อน 1 กิโลเมตร โดยคลื่นน้ำหลากใช้เวลาเดินทาง 1.6 ชั่วโมง นับจากเวลาที่เขื่อนเริ่มเกิดการพังทลาย (อาทิตย์, 2555)

สำหรับอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำใสซึ่งตั้งอยู่บริเวณต้นน้ำของกลุ่มน้ำปากพนังครอบคลุมรอยต่อของ 3 จังหวัด คือ อ.ป่าพะยอม จ.พัทลุง อ.รัชฎา จ.ตรัง และ อ.ชะอวด จ.นครศรีธรรมราช มีความจุ 80 ล้าน ลบ.ม. (สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 2557) โดยจากเหตุการณ์ที่เกิดฝนตกหนักในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2554 วัดปริมาณฝน ณ. อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำใสในวันที่ 28 มีนาคม 2554 ได้ 220 มม. มีปริมาณน้ำสะสมในอ่าง 87.383 ล้าน ลบ.ม. มีปริมาณน้ำไหลล้นผ่านอาคารระบายน้ำล้น (Spillway) 104.178 ลูกบาศก์เมตร/วินาที ดังแสดงในภาพที่ 1 ส่งผลให้ปริมาณน้ำในพื้นที่มีระดับสูงขึ้นเอ่อล้นตลิ่งท่วมพื้นที่ท้ายน้ำในพื้นที่ตอนบนของกลุ่มน้ำปากพนัง

บางส่วน เช่น ตำบลเขาพระทอง ตำบลท่าประจักษ์ และเทศบาลตำบลชะเอว ถึงแม้ในรอบหลายปีที่ผ่านมาปริมาณน้ำไหลลงอ่างห้วยน้ำใสในปริมาณที่มาก อ่างเก็บน้ำมีศักยภาพเก็บกักไว้ได้ แต่ยังคงมีความเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาในการระบายน้ำอยู่ เมื่อเกิดปริมาณน้ำนองสูงสุดที่ไหลเข้าอ่างเก็บน้ำ ในรอบปีเกิดซ้ำสูง ๆ



ภาพที่ 1 อาคารระบายน้ำล้นอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำใส

วัตถุประสงค์การวิจัย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ HEC-RAS จำลองสภาพการเกิดน้ำไหลบ่าในกรณีอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำใสพังทลาย

วิธีการวิจัย

1. แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เลือกใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ HEC – RAS แบบจำลองคณิตศาสตร์ HEC – RAS (Hydrologic Engineering Centers River Analysis System) เป็น free software เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับวิเคราะห์ด้านชลศาสตร์ในหนึ่งมิติ (one-dimensional) ถูกพัฒนาขึ้นโดย Hydrologic Engineering Center for the U.S. Army Corps of Engineering มีความสามารถในการวิเคราะห์ 4 อย่าง (สุภัทร, 2553) คือ (1) การคำนวณการไหลของน้ำแบบคงตัว (steady flow) (2) การคำนวณการไหลของน้ำแบบไม่คงตัว (unsteady flow) (3) การคำนวณการเคลื่อนที่ของตะกอน และ (4) การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ (Brunner, 2010) แบบจำลอง HEC – RAS สามารถคำนวณลักษณะการไหลได้ทั้ง การไหลของน้ำแบบคงตัว และการไหลของน้ำแบบไม่คงตัว โดยการไหลของน้ำในลำน้ำแบบไม่คงตัวเป็นไปตามทฤษฎีของสมการ Saint Venant คือ ประกอบไปด้วยสมการที่ใช้อธิบายการไหลทั้ง 2 สมการ คือ สมการความต่อเนื่องหรือสมการอนุรักษ์มวล (conservation of mass) และ สมการโมเมนตัมหรือสมการอนุรักษ์โมเมนตัม (conservation of momentum) (US Army Corps of Engineers, 2008)

- สมการความต่อเนื่อง

$$\frac{\partial A_T}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} - q = 0 \quad (1)$$

เมื่อ	q	=	อัตราการไหลเข้าด้านข้างต่อหนึ่งหน่วยความยาวของลำน้ำ
	A_T	=	พื้นที่หน้าตัดการไหล
	Q	=	อัตราการไหล
	t	=	เวลา
	x	=	ระยะทาง

- สมการโมเมนตัม

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial QV}{\partial x} + gA \left(\frac{\partial z}{\partial x} + S_f \right) = 0 \quad (2)$$

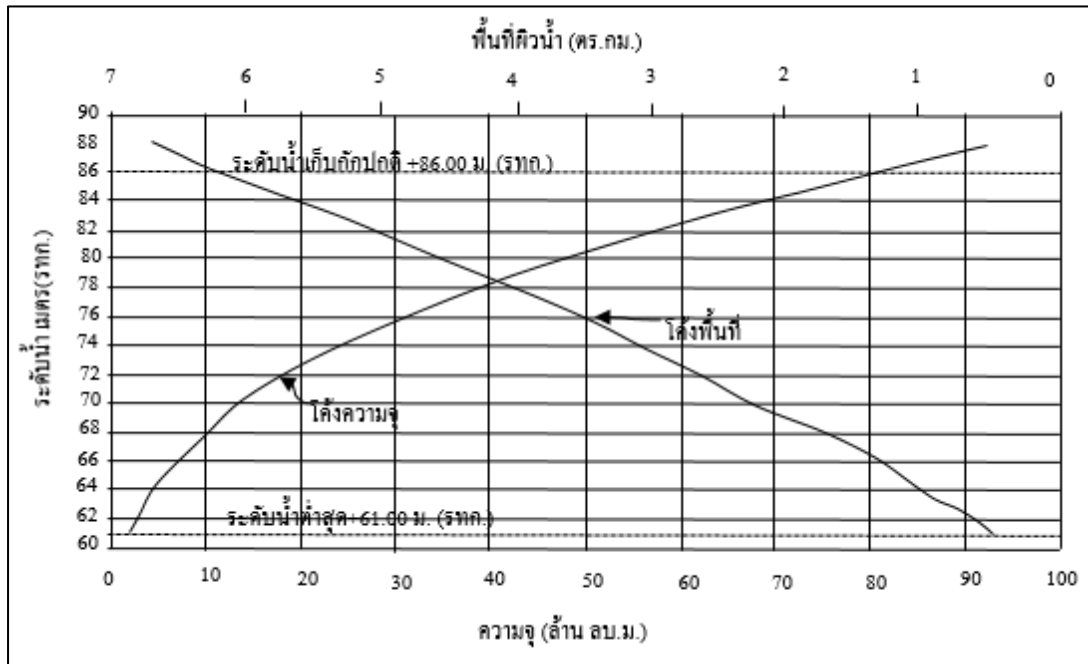
เมื่อ	Q	=	อัตราการไหล
	A	=	พื้นที่หน้าตัดการไหล
	V	=	ความเร็ว
	$\frac{\partial z}{\partial x}$	=	ความชันผิวน้ำ
	S_f	=	friction slope
	g	=	ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก
	t	=	เวลา
	x	=	ระยะทาง

2. การกำหนดกรณีศึกษาการจำลองการพังทลายของเขื่อนสำหรับใช้กับแบบจำลองคณิตศาสตร์

พารามิเตอร์การพังของอ่างเก็บน้ำ วิเคราะห์การทำนายคลื่นน้ำป่าที่เกิดจากการพังทลายของเขื่อนอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำใส โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำและความจุอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำใส ของกรมชลประทานที่ แสดงดังภาพที่ 2 พารามิเตอร์การพังทลายของเขื่อนซึ่งประกอบด้วย ขนาดความกว้างของการพังทลาย ระยะเวลาการพังทลาย กำหนดพารามิเตอร์การพังเป็น 4 กรณีศึกษาคือ กรณีศึกษาที่ 1 เกิดรูรั่วที่ตัวเขื่อน (Piping) หน้าตัดการพังเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู กรณีศึกษาที่ 2 เกิดรูรั่วที่ตัวเขื่อน (Piping) หน้าตัดการพังเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กรณีศึกษาที่ 3 เกิดรูรั่วที่ตัวเขื่อน (Piping) หน้าตัดการพังเป็นรูปสามเหลี่ยม และกรณีศึกษาที่ 4 ไหลข้ามสันเขื่อน (Overtopping) หน้าตัดการพังเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู รายละเอียดในตารางที่ 1 ซึ่งรวบรวมและพิจารณาจากข้อมูลการพังทลายของเขื่อนในอดีตที่ได้มีการศึกษาโดย เป็นขอบเขตด้านเหนือน้ำ และใช้ความลาดชันของท้องคลอง เป็นขอบเขตด้านท้ายน้ำ โดยแต่ละกรณีศึกษาจำลองการพังที่รอบปีเกิดซ้ำที่ 100 ปี 1,000 ปี 10,000 และ ปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่อาจเป็นไปได้ (Probable Maximum Flood, PMF) ตามลำดับ

3. การสำรวจลักษณะทางกายภาพของลำน้ำและพื้นที่ท้ายน้ำ

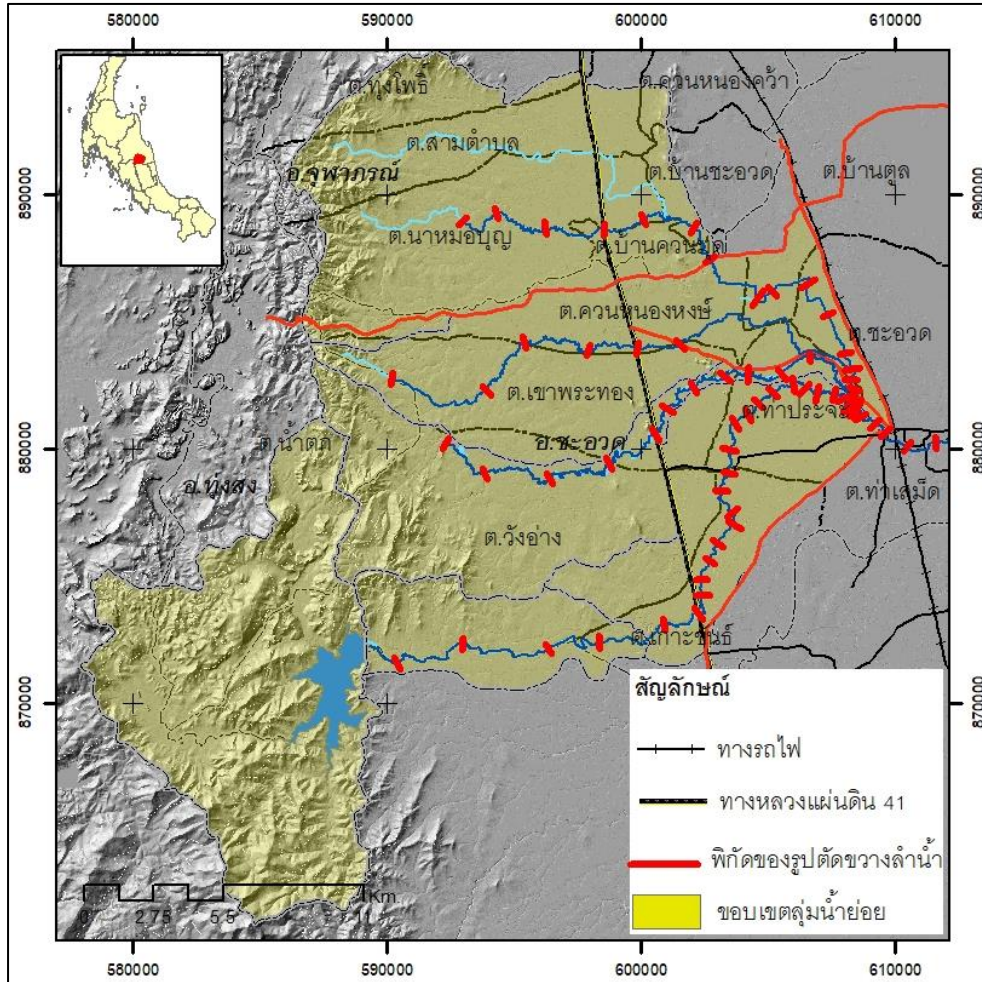
ในการตรวจสอบสภาพลำน้ำและลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ท้ายน้ำ ดำเนินการสำรวจด้วยวิธีการ Ground Survey โดยใช้กล้องระดับเดินระดับจากหมุดอ้างอิงเพื่อถ่ายค่าระดับไปยังรูปตัดลำน้ำต่างๆ โดยระยะในการสำรวจรูปตัดลำน้ำประมาณ 1-4 กิโลเมตร ต่อ 1 รูปตัดลำน้ำ ทั้งนี้พิจารณาถึงความยากง่ายในการเข้าสำรวจพื้นที่ และในบางช่วงที่ขนาดรูปตัดลำน้ำไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก อาจเว้นระยะช่วงห่างการเก็บรูปตัดลำน้ำให้มาก แต่ถ้าบางช่วงของรูปตัดลำน้ำมีขนาดที่เปลี่ยนแปลงมาก อาจต้องทำการเก็บรูปตัดลำน้ำให้ถี่ขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 3 และตัวอย่างรูปตัดตามที่แสดงในภาพที่ 4



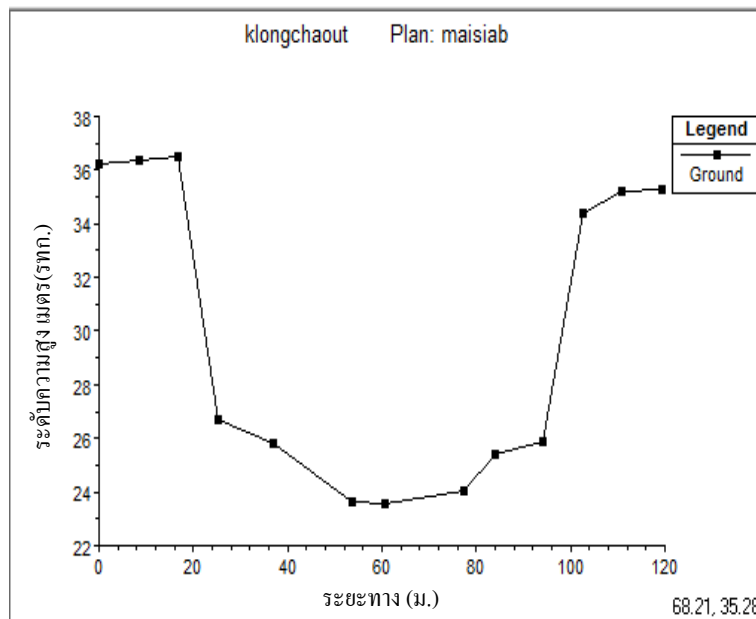
ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับ ความจุ และพื้นที่ผิวน้ำของอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำใส
ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 2557

ตารางที่ 1 พารามิเตอร์การพังสำหรับการจำลองกรณีศึกษาการพังทลายของอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำใส

รายละเอียด	กรณีศึกษา			
	1	2	3	4
	Piping			Overtopping
ลักษณะรอยแยก	รูปคางหมู	รูปผืนผ้า	รูปสามเหลี่ยม	รูปคางหมู
ระดับน้ำเริ่มต้น (ม.รทก.)	86	86	86	90.01
ระดับน้ำเริ่มต้นเกิดรอยแยก (ม.รทก.)	87.5	87.5	87.5	88.01
ระดับที่เริ่มเกิดรูรั่ว (ม.รทก.)	72	72	72	-
ระดับสิ้นสุดหลังเกิดรอยแยกสมบูรณ์ (ม.รทก.)	59	59	59	70
ค่าความลาดชันของรอยแยก	1:1	1:0	1:1	1:1
ความกว้างรอยแยกที่จุดต่ำสุด (ม.)	70	70	0	70
ระยะเวลาการพังทลาย (ชม.)	1	1	1	1



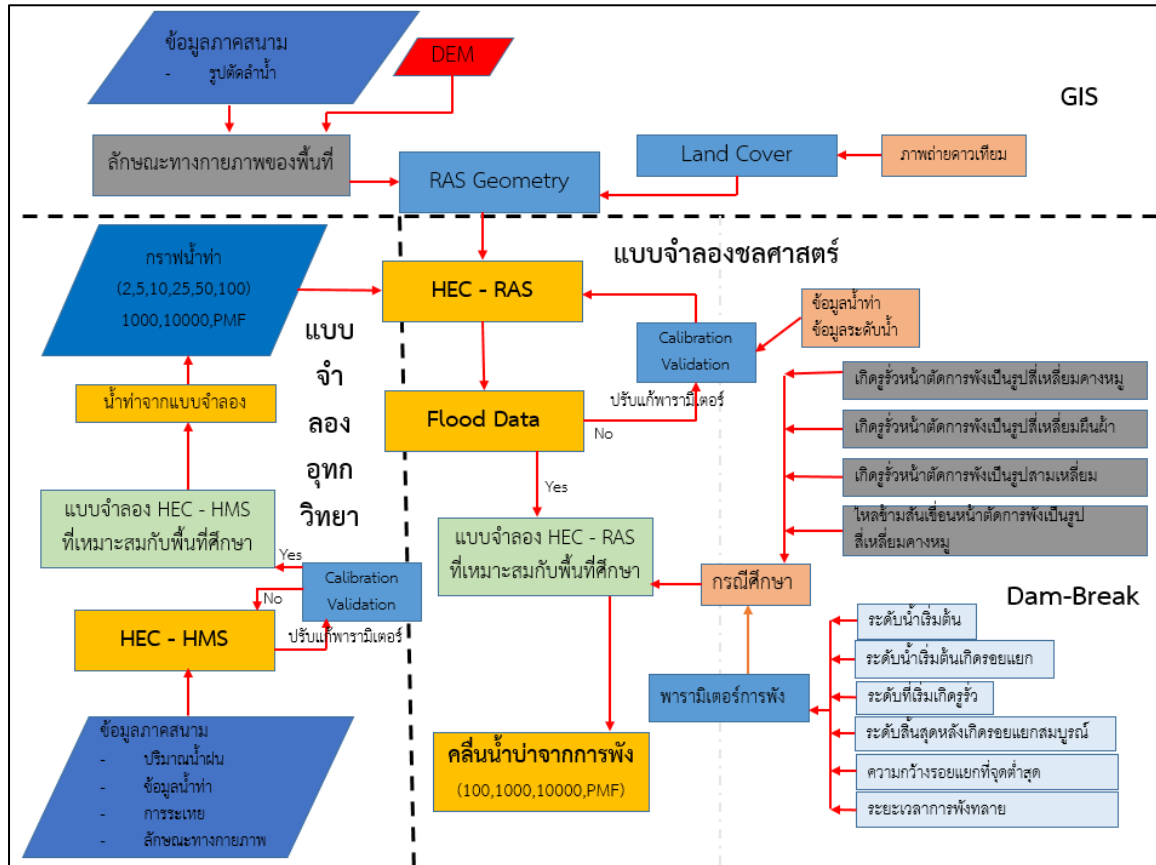
ภาพที่ 3 ตำแหน่งจุดสำรวจรูปตัดลำน้ำในพื้นที่ศึกษา



ภาพที่ 4 ตัวอย่างภาคตัดขวางที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม

4. การจำลองสภาพการเกิดน้ำไหลบ่าในกรณีอ่างเก็บน้ำห้วยไผ่พังทลายโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์

การจำลองสภาพการเกิดน้ำไหลบ่าในกรณีอ่างเก็บน้ำห้วยไผ่พังทลายโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ มีภาพรวมการทำงาน 3 ขั้นตอนหลัก คือ การศึกษาด้านอุทกวิทยาเพื่อประเมินน้ำท่าจากปริมาณน้ำฝน การศึกษาทางชลศาสตร์เพื่อศึกษาการเคลื่อนตัวของคลื่นน้ำหลาก และการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อจัดทำข้อมูลลักษณะทางกายภาพของพื้นที่สำหรับใช้วิเคราะห์ในแบบจำลองอุทกวิทยา และแบบจำลองทางชลศาสตร์ โดยมีรายละเอียดตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ โดยแผนผังของวิธีการศึกษาแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ขั้นตอนการใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อจำลองสภาพการเกิดน้ำไหลบ่าในกรณีอ่างเก็บน้ำห้วยไผ่พังทลาย

ผลการวิจัย

จากการใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ HEC – RAS จำลองคลื่นน้ำป่าที่เกิดจากการพังทลายของอ่างเก็บน้ำห้วยไผ่ โดยจำลองการพังทลายเป็น 4 กรณีศึกษา คือ กรณีศึกษาที่ 1 เกิดรูรั่วที่ตัวเขื่อน (Piping) น้ำตัดการพังเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู กรณีศึกษาที่ 2 เกิดรูรั่วที่ตัวเขื่อน (Piping) น้ำตัดการพังเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กรณีศึกษาที่ 3 เกิดรูรั่วที่ตัวเขื่อน (Piping) น้ำตัดการพังเป็นรูปสามเหลี่ยม และกรณีศึกษาที่ 4 ไหลข้ามสันเขื่อน (Overtopping) น้ำตัดการพังเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู โดยแต่ละกรณีศึกษาจำลองการพังที่รอบปีเกิดซ้ำที่ 100 ปี 1,000 ปี 10,000 และ ปริมาณน้ำหลากสูงสุดที่อาจเป็นไปได้ (PMF) ตามลำดับ พบว่าระยะเวลาเริ่มพังทลายของอ่างเก็บน้ำแตกต่างกันเป็นตามรอบปีการเกิดซ้ำต่างๆ เช่น เริ่มเกิดการพังทลายที่เวลา 36 ชั่วโมงจากกรณีศึกษาที่ 1 และ 2, 37 และ 47 ชั่วโมง ที่กรณีศึกษาที่ 3 และ 4 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2

ปริมาณน้ำที่ไหลจากอ่างในแต่ละกรณีศึกษาตามรอบปีการเกิดซ้ำต่างๆจะอยู่ที่ 10,000 – 12,000 ลบ.ม.ต่อวินาที โดยในกรณีศึกษาที่ 4 ที่ PMF จะมีปริมาณน้ำมากที่สุดที่ 14,120 ลบ.ม.ต่อวินาที ดังตารางที่ 2

ในตารางที่ 2 พบว่าปริมาณน้ำที่ไหลจากรอยแยกไม่มีความแตกต่างกันมากนักในแต่ละรอบปีการเกิดซ้ำ เช่น ในกรณีศึกษาที่ 3 เกิดรูรั่วที่ตัวเขื่อน (Piping) หน้าตัดการพังเป็นรูปสามเหลี่ยม ทุกรอบปีการเกิดซ้ำที่จำลองปริมาณน้ำจะมีประมาณ 12,000 ลบ.ม.ต่อวินาที เนื่องจากสิ่งที่มีผลต่อปริมาณน้ำคือน้ำที่เก็บกักอยู่ในตัวเขื่อน

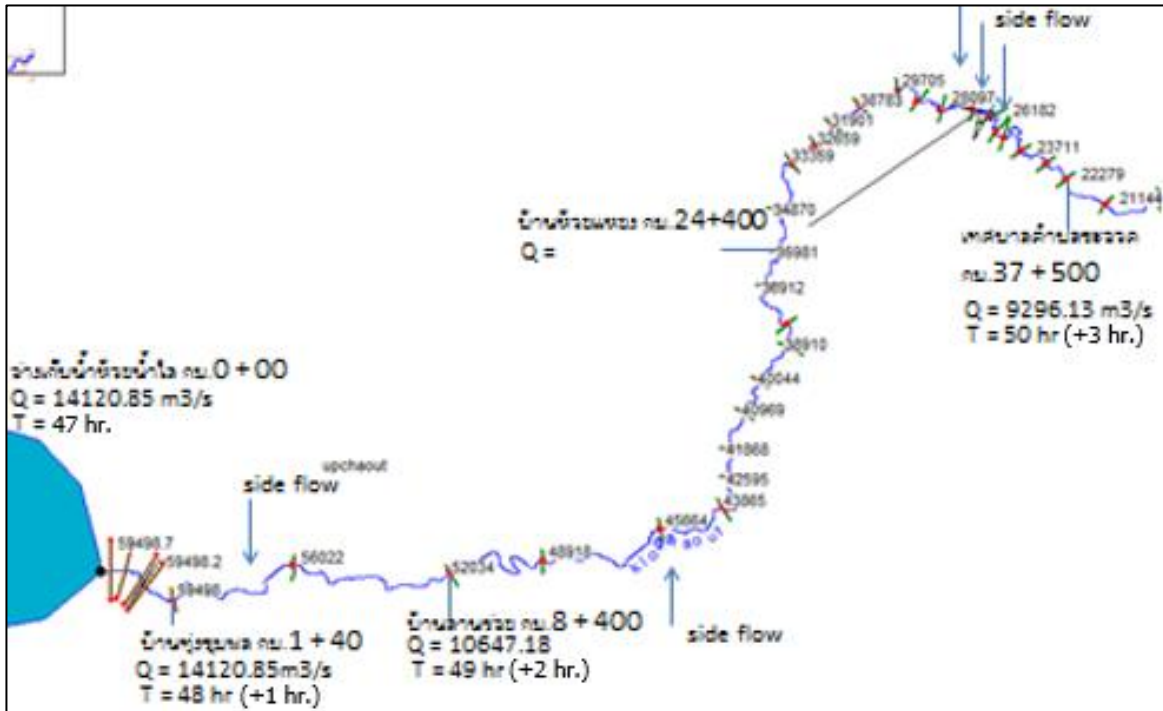
ในส่วนของระยะเวลาของคลื่นน้ำที่ไหลผ่านพื้นที่ต่างๆตามแนวร่องน้ำที่มีระยะเวลาแตกต่างกัน เช่น ที่รอบปีการเกิดซ้ำที่ PMF กรณีศึกษาที่ 4 ไหลข้ามสันเขื่อน (Overtopping) โดยระยะเวลาเริ่มพังทลายที่ 47 ชั่วโมงหลังจากมีน้ำไหลเข้าอ่าง และใช้เวลา 1 ชั่วโมงหลังเกิดการพังทลายผ่านชุมชนบ้านทุ่งชุมพลซึ่งมีระยะทางจากอ่างประมาณ 1.5 กิโลเมตร ปริมาณน้ำอยู่ที่ 14,120.85 ลบ.ม.ต่อวินาที และคลื่นน้ำผ่านหมู่บ้านลานข่อยที่ระยะทาง 8.5 กิโลเมตร ที่ระยะเวลา 2 ชั่วโมงหลังเกิดการพังทลาย โดยที่บริเวณตลาดเทศบาลตำบลชะเอวซึ่งเป็นเขตชุมชนหนาแน่นที่ระยะทาง ประมาณ 37.5 กิโลเมตร จากอ่างเก็บน้ำคลื่นน้ำใช้เวลาในการเดินทางประมาณ 3 ชั่วโมงหลังเกิดการพังทลายของอ่างเก็บน้ำ ดังแสดงรายละเอียดในภาพที่ 6

ตารางที่ 2 ปริมาณน้ำหลากตามกรณีศึกษาที่รอบปีการเกิดซ้ำต่างๆ

กรณีศึกษา	ระยะเวลาเริ่มพังทลาย				ปริมาณน้ำ(ลบ.ม.ต่อวินาที)			
	100 ปี	1000ปี	10000ปี	PMF	100 ปี	1000ปี	10000ปี	PMF
กรณีศึกษาที่ 1	51	46	42	36	12,282.23	10,241.73	12,362.44	11,659.04
กรณีศึกษาที่ 2	51	46	42	36	10,234.11	10,241.73	12,362.44	11,659.04
กรณีศึกษาที่ 3	51	48	43	37	12,341.99	11,380.97	12,360.65	12,806.12
กรณีศึกษาที่ 4	55	49	45	47	12,589.14	12,121.06	12,617.00	14,120.85

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากผลการจำลองการพังทลายของเขื่อนอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำใสด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์พบว่า ที่รอบปีการเกิดซ้ำเดียวกัน กรณีศึกษาที่ 1 กรณีศึกษาที่ 2 และกรณีศึกษาที่ 3 ระยะเวลาเริ่มการพังทลายของเขื่อนมีระยะเวลาเท่าๆกันเมื่อพิจารณาจากช่วงน้ำท่าเริ่มไหลเข้าสู่ลุ่มน้ำ โดยในกรณีศึกษาที่ 4 ระยะเวลาการพังทลายจะมากกว่ากรณีการเกิดรูรั่วเล็กน้อย ซึ่งเช่น รอบปีที่ปริมาณไหลเข้าสูงสุดที่อาจเป็นไปได้ (Probable Maximum Flood, PMF) กรณีศึกษาที่ 1 กับ 2 เริ่มเกิดการพังทลายที่เวลา 36 ชั่วโมงตั้งแต่เริ่มมีน้ำท่าไหลเข้าสู่ลุ่มน้ำ กรณีศึกษาที่ 3 เริ่มเกิดการพังทลายที่เวลา 37 ชั่วโมงตั้งแต่เริ่มมีน้ำท่าไหลเข้าสู่ลุ่มน้ำ และกรณีศึกษาที่ 4 เริ่มเกิดการพังทลายที่เวลา 47 ชั่วโมงตั้งแต่เริ่มมีน้ำท่าไหลเข้าสู่ลุ่มน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแก่งกระจานของอาทิตย์ ในปี พ.ศ. 2555 ซึ่งพบว่าที่รอบปีการเกิดซ้ำเดียวกันมีระยะเวลาเริ่มพังทลายเท่ากันสำหรับกรณีการเกิดรูรั่วที่ตัวเขื่อน และระยะเวลาเริ่มพังทลาย มากกว่าในกรณีเกิดการไหลล้นข้ามสันเขื่อน



ภาพที่ 6 ระยะเวลาของคลื่นน้ำที่ไหลผ่านพื้นที่ต่างๆตามแนวร่องน้ำ

ปริมาณน้ำไหลออกจากอ่างในช่วงเกิดการพังทลายในแต่ละกรณีศึกษามีปริมาณไม่แตกต่างกันมาก เช่น ในกรณีศึกษาที่ 1 ที่รอบการเกิดซ้ำ 100 ปี ปริมาณน้ำ 11,967.18 ลบ.ม.ต่อวินาที ที่รอบการเกิดซ้ำ 1,000 ปี ปริมาณน้ำ 12,034.73 ลบ.ม.ต่อวินาที ที่รอบการเกิดซ้ำ 10,000 ปี ปริมาณน้ำ 12,350.77 ลบ.ม.ต่อวินาที และรอบการเกิดที่ PMF ปริมาณน้ำ 13,272.29 ลบ.ม.ต่อวินาที ตามลำดับ เพราะปริมาณน้ำจะได้รับอิทธิพลจากน้ำที่เก็บกักมากกว่าน้ำที่ไหลเข้ามาตามช่วงเวลาต่างๆ โดยจากการเปรียบเทียบกับการศึกษาการพังทลายของเขื่อนแก่งกระจานพบว่าแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน

พื้นที่ใต้อ่างเก็บน้ำมีระดับน้ำท่วมแตกต่างกันไปตามปริมาณน้ำท่าที่รอบปีการเกิดซ้ำต่างๆ ส่วนใหญ่อยู่ที่ 2 – 4 เมตร โดยที่รอบปีการเกิดซ้ำที่มีระดับน้ำท่วมในพื้นที่ส่วนใหญ่ที่เกิดจากคลื่นน้ำป่าเนื่องจากการพังทลายของอ่างเก็บน้ำสูงสุดคือปริมาณน้ำท่าที่รอบปีการเกิดซ้ำ PMF ระดับน้ำท่วมในพื้นที่ที่มีระดับอยู่ที่ 10 – 15 เมตร

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการความร่วมมือเพื่อพัฒนางานวิจัยเชิงพื้นที่ (ABC) ระหว่าง มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ผู้สนับสนุนทุนในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- จักรรัฐ รัตนโชติ, สุวัฒนา จิตตลดากร และ ปิยะ ก่อกุลส. การศึกษาการพังทลายของเขื่อนและจำลองแบบการไหลท้ายน้ำอ่างเก็บน้ำคลองสะเดา จังหวัดสงขลา. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 14; 13-15 พฤษภาคม 2552; มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา.
- นฤมล นาวายนต์, สันติ ทองพำนัก และ วิษุวัตก์ แต้สมบัติ. การจำลองการพิบัติของเขื่อนศรีนครินทร์. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 17; 9 - 11 พฤษภาคม 2555; อุดรธานี.

- น้ำทิพย์ สร้อยสังวาลย์. การจำลองสภาพน้ำท่วมบริเวณท้ายน้ำในกรณีสมมติเกิดการพังทลายของเขื่อนคลองมะเดื่อ [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ]. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2547.
- ปกรณ์ เพชรประยูร. การคาดการณ์อุทกภัยที่เกิดจากการพังทลายของเขื่อนและการระบายน้ำผ่านทางนำสัน กรณีศึกษา เขื่อนคลองท่าด่าน จังหวัดนครนายก [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ]. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล; 2543.
- ปิยะ ก่อกุล. การพัฒนาระบบการตรวจสอบความปลอดภัยของเขื่อน [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี; 2544.
- เรืองวิทย์ วานิชพงษ์พันธุ์. การจำลองสภาพน้ำท่วมบริเวณท้ายน้ำในกรณีการพังทลายของเขื่อน แม่กวัง จังหวัดเชียงใหม่ [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ]. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2551.
- สุภัทร สายรัตน์อินทร์. การจำลองการไหลในลำน้ำและที่ราบน้ำท่วมถึง โดยใช้ซอฟต์แวร์ HEC-RAS : กรณีศึกษา แม่น้ำแม่ลาว จังหวัดเชียงราย [วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์เชิงคำนวณ]. เชียงราย: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง; 2553.
- สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. รายงานผลการดำเนินงานโครงการพัฒนาพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนังอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. นครศรีธรรมราช: ศูนย์อำนวยการและประสานการพัฒนาพื้นที่ลุ่มน้ำปากพนังอันเนื่องมาจากพระราชดำริ; 2557.
- อาทิตย์ พานิชนาวา. การศึกษาการพังทลายของเขื่อนแก่งกระจาน [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ]. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2555.
- Brunner, G. W. HEC-RAS, river analysis system user's manual. Davis CA.: US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center; 2010.
- US Army Corps of Engineers. HEC-RAS User Manual. Second edition. CA, America: Hydrologic Engineering Center; 2008.