



บทความวิจัย

แนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมล้นตลิ่งเพื่อบรรเทาปัญหาอุทกภัยในลำน้ำขนาดเล็ก

พงศ์พันธุ์ กาญจนการุณ, สุรัชย์ อำนวยพรเลิศ*, ญัฐกานต์ แก้วใหม่, ญัฐดนัย เชื้อนแก้ว และ ตะวัน ต๊ะตังใจ
สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทรศัพท์ 0 9464 7557 อีเมล: aretomrit@gmail.com DOI: 10.14416/j.kmutnb.2024.05.04

รับเมื่อ 2 พฤศจิกายน 2564 แก้ไขเมื่อ 4 มกราคม 2565 ตอบรับเมื่อ 10 กุมภาพันธ์ 2565 เผยแพร่ออนไลน์ 9 พฤษภาคม 2567

© 2024 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและแนะนำแนวทางแก้ไขปัญหาน้ำท่วมล้นตลิ่งที่เหมาะสมเพื่อบรรเทาอุทกภัยในลำน้ำขนาดเล็ก ลำน้ำห้วยไร่นาตำบลแม่ไร่ อำเภอมะเข่ จังหวัดเชียงราย ถูกเลือกใช้เป็นกรณีศึกษาเพื่อวัตถุประสงค์ของการวิจัย แบบจำลอง HEC-RAS ถูกใช้ในการจำลองระยะทางการท่วมล้นตลิ่งที่เกิดขึ้นในลำน้ำจากเหตุการณ์ฝนรอบปีการเกิดซ้ำ 10 ปี และใช้หาระยะการท่วมที่คงเหลือจากการใช้มาตรการที่แตกต่างกันในการลดการท่วมล้นตลิ่ง ความแม่นยำของการจำลองจะถูกเปรียบเทียบกับค่าประสิทธิภาพแนช-ซีทคลีฟโดยได้เท่ากับ 0.92 ซึ่งมีความน่าเชื่อถือ ผลการวิจัยแสดงว่ามีการท่วมตามแนวลำน้ำเป็นระยะ 1,155 เมตร การแก้ไขมาตรการใช้สิ่งก่อสร้างในการป้องกันน้ำท่วมไม่สามารถแก้ปัญหาที่เกิดจากน้ำท่วมได้ การปรับปรุงหน้าตัดที่สะพานหรือท่อลอด การขุดลอกตะกอนหน้าฝาย และการรื้อสิ่งกีดขวางในลำน้ำสามารถลดระยะการท่วมเป็น 832, 875 และ 1,076 เมตร ตามลำดับ การเลือกใช้มาตรการใช้สิ่งก่อสร้างทั้งหมดร่วมกับการปรับปรุงลำน้ำเพิ่มเติมจะสามารถลดระยะทางการท่วมได้ทั้งหมด อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาในประเด็นเรื่องผลกระทบต่อชุมชน ทรัพย์สิน และคุณภาพชีวิต การปรับปรุงหน้าตัดสะพานและท่อลอดควรมีความสำคัญเป็นลำดับแรกเนื่องจากวิธีนี้จะลดปัญหาน้ำท่วมได้ดีที่สุด

คำสำคัญ: การปรับปรุงลำน้ำ สิ่งกีดขวางทางน้ำ มาตรการใช้สิ่งก่อสร้าง แบบจำลอง HEC-RAS

การอ้างอิงบทความ: พงศ์พันธุ์ กาญจนการุณ, สุรัชย์ อำนวยพรเลิศ, ญัฐกานต์ แก้วใหม่, ญัฐดนัย เชื้อนแก้ว และ ตะวัน ต๊ะตังใจ, “แนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมล้นตลิ่งเพื่อบรรเทาปัญหาอุทกภัยในลำน้ำขนาดเล็ก,” วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ปีที่ 34, ฉบับที่ 3, หน้า 1-14, เลขที่บทความ 243-045583, ก.ค.-ก.ย. 2567.



The Solutions of Overbank Flow to Mitigate the Effects of Flooding for Small Streams

Pongpan Kanjanakaroorn, Surachai Amnuaypornlert*, Nattakarn Kaewmai, Natdanai Khueankaeo, and Tawan Tatongjai

Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna, Chiang Rai, Thailand

* Corresponding Author, Tel. 0 9464 7557, E-mail: aretomrit@gmail.com DOI: 10.14416/j.kmutnb.2024.05.04

Received 2 November 2021; Revised 4 January 2022; Accepted 10 February 2022; Published online: 9 May 2024

© 2024 King Mongkut's University of Technology North Bangkok. All Rights Reserved.

Abstract

This research aims to study and recommend appropriate overbank flow solutions to mitigate flood impacts related to a small stream. For the purpose of this research, Huai Rai stream in Mae Rai Sub-district, Mae Chan District, Chiang Rai Province was selected for the case study. The HEC-RAS model was used to simulate the distances of overbank flows repeatedly occurring for 10 years and the residual flooding distances resulting from different measures taken to reduce the flows. The simulation accuracy was calibrated to a Nash-Sutcliffe efficiency of 0.92, which is highly reliable. The results showed that there was flooding along 1,155 meters of the stream. The use of individual structural measures for flood prevention could not resolve the problems caused by flooding. On the other hand, cross section improvement of existing bridges and culverts, dredging of the sedimentation upstream of the weir, and removing stream obstructions were exposed to reduce the flood ranges to 832, 875 and 1,076 meters, respectively. By choosing all structural measures in combination with additional stream improvements, we found that the total flood distance can be further reduced. Taking key issues, such as impact on communities, property and quality of life into consideration, the cross section improvement of bridges and culverts should be the first priority as this would provide the greatest way to reduce flooding.

Keywords: Channel Improvement, Stream Blockage, Structural Measure, HEC-RAS Model

Please cite this article as: P. Kanjanakaroorn, S. Amnuaypornlert, N. Kaewmai, N. Khueankaeo, and T. Tatongjai, "The solutions of overbank flow to mitigate the effects of flooding for small streams," *The Journal of KMUTNB*, vol. 34, no. 3, pp. 1–14, ID. 243-045583, Jul.–Sep. 2024 (in Thai).

1. บทนำ

ปัญหาน้ำท่วมเป็นหนึ่งในปัญหาหลักที่พบได้ประจำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในลำน้ำขนาดเล็กที่มีพื้นที่รับน้ำมากและมีความลาดชันสูง ในขณะที่แผนการป้องกันน้ำท่วมทั่วไปศึกษาในลำน้ำขนาดใหญ่และต้องใช้งบประมาณมากในการแก้ปัญหา แต่การท่วมในลำน้ำขนาดเล็กนั้นได้รับการละเลย และมีการใช้แผนการป้องกันหลักเพียงการขุดลอกลำน้ำเท่านั้น อีกทั้งแนวทางในการขุดลอกลำน้ำจะดำเนินการเฉพาะบางพื้นที่และไม่มีการวิเคราะห์ศักยภาพหน้าตัดลำน้ำในการรองรับอัตราการไหลภายใต้รอบปีการเกิดซ้ำที่เหมาะสม ส่งผลให้หน้าตัดลำน้ำที่ขุดลอกยังคงเกิดปัญหาน้ำท่วมซ้ำซาก ลำน้ำห้วยไร่ ตำบลแม่ไร่ อำเภอมะจัน จังหวัดเชียงราย เป็นหนึ่งในลำน้ำขนาดเล็กที่เกิดการท่วมจากปัญหาดังกล่าว [1] จากการศึกษาโครงการพัฒนาระบบสารสนเทศเตรียมความพร้อมเพื่อรับมือภัยน้ำท่วมและดินถล่ม จังหวัดเชียงราย [2] พบว่า สภาพปัญหาในลำน้ำดังกล่าวนอกจากปัญหาเรื่องหน้าตัดลำน้ำแล้วยังมีปัญหาสิ่งกีดขวางทางน้ำจากถนนขวางทางน้ำ ท่อลอด และฝาย จนทำให้ลดศักยภาพการระบายน้ำของลำน้ำลงไปสอดคล้องกับปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งในแผนแม่บท การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำลุ่มน้ำ 20 ปี ของสำนักงานทรัพยากรน้ำแห่งชาติ ประเด็นด้านที่ 3 การจัดการน้ำท่วมและอุทกภัย กลยุทธ์ที่ 1 การเพิ่มประสิทธิภาพการระบายน้ำโดยการปรับปรุงสิ่งกีดขวางทางน้ำ [3] อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์ศักยภาพของลำน้ำหลังจากขุดลอกลำน้ำและนำสิ่งกีดขวางทางน้ำออกยังคงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อตรวจสอบมาตรการที่นำมาใช้ว่าเพียงพอต่อการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมหรือไม่ มิฉะนั้นจะทำให้การแก้ไขปัญหาดังกล่าวไม่มีประสิทธิภาพและก่อให้เกิดปัญหาน้ำท่วมอยู่เป็นประจำ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอวิธีการหาแนวทางที่เหมาะสมในการปรับปรุงลำน้ำขนาดเล็กเพื่อป้องกันปัญหาน้ำท่วมภายใต้มาตรการใช้สิ่งปลูกสร้างประกอบด้วย การปรับปรุงหน้าตัดสะพานและท่อลอด ขุดลอกหน้าฝาย และการรื้อถอนสิ่งกีดขวางทางน้ำ มี 3 เหตุผลที่ต้องใช้มาตรการใช้สิ่งปลูกสร้างในการแก้ไขปัญหาน้ำท่วม

ดังกล่าว ได้แก่ 1) เป็นการปรับปรุงลำน้ำขนาดเล็กที่จัดการได้ง่ายหากมีงบประมาณรองรับเพียงพอ 2) ลำน้ำขนาดเล็กไม่มีผู้รับผิดชอบดูแลเป็นประจำ ส่งผลให้มาตรการอื่นๆ นอกจากมาตรการใช้สิ่งปลูกสร้างเสี่ยงต่อการล้มเหลวในการจัดการ และ 3) หน้าตัดลำน้ำที่ถูกปรับปรุงอย่างมีประสิทธิภาพจะใช้ในการระบายน้ำได้ระยะเวลานาน

เนื่องจากการปรับปรุงลำน้ำเป็นการหาแนวทางแก้ไขในอนาคต จึงต้องใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการจำลองผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการแก้ไขในแต่ละแนวทางที่กำหนดไว้ โดยแบบจำลองที่เลือกใช้ในการศึกษา คือ แบบจำลอง Hydrologic Engineering Center River Analysis System (HEC-RAS) เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่มีความสามารถในการจำลองระบบชลศาสตร์ของการไหลในลำน้ำแบบหนึ่งและสองมิติ และมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ ค.ศ. 1995 ถึงปัจจุบัน ทำให้ทฤษฎีและวิธีการวิเคราะห์มีความทันสมัย อีกทั้งมีการนำไปใช้ในการศึกษาสภาพน้ำท่วมโดยได้ผลเป็นอย่างดี ไม่ว่าจะเป็น การศึกษาศักยภาพการระบายน้ำในลำตะคอง [4], [5] การจำลองการไหลในลำน้ำและที่ราบน้ำท่วมแม่น้ำลาว จังหวัดเชียงราย [6] การคำนวณการไหลของระบบแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่างเพื่อจำลองสภาพน้ำท่วม [7] การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำและระดับน้ำเพื่อใช้จัดทำแผนที่น้ำท่วมและวางแผนจัดการน้ำท่วมในบริเวณอำเภอมะจัน [8] การจำลองความเสี่ยงน้ำท่วมของลำน้ำ Slatvinec ประเทศสโลวาเกีย [9] ผลการศึกษาเหล่านี้ยืนยันประสิทธิภาพของ HEC-RAS ในการจำลองระดับน้ำสำหรับการไหลหนึ่งมิติที่ให้ความแม่นยำสูง อีกทั้งยังใช้พารามิเตอร์ปรับเทียบเพียงแค่สัมประสิทธิ์แมนนิงเพื่อปรับเทียบระดับน้ำ ลดความซับซ้อนของการจำลองและใช้เวลาในการคำนวณที่รวดเร็ว อย่างไรก็ตาม เมื่อนำมาจำลองการไหลในสองมิติพบว่า แบบจำลองดังกล่าวยังให้ผลการจำลองอยู่ในระดับพอใช้ เนื่องจากปัจจัยความไม่แน่นอนของค่าสัมประสิทธิ์แมนนิงและข้อมูลค่าระดับภูมิประเทศที่อยู่นอกเขตลำน้ำ [10] ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้จำลองการไหลแบบหนึ่งมิติเนื่องจากเพียงพอต่อการจำลองการท่วมล้นตลิ่งในลำน้ำ อีกทั้งยังตัดปัจจัยความผิดพลาดในการ

จำลองนอกเขตลำน้ำเนื่องจากข้อจำกัดของข้อมูลที่ไม่แน่นอน แนวทางที่เหมาะสมในการปรับปรุงลำน้ำขนาดเล็ก เพื่อป้องกันน้ำท่วมที่ได้จากการศึกษาสามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงลำน้ำห้วยไร่และเป็นแนวทางต้นแบบสำหรับการจัดการปัญหาน้ำท่วมในลำน้ำขนาดเล็กอื่น ๆ อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

2.1 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาอยู่ในลำน้ำห้วยไร่ที่ไหลผ่านบ้านดอนชัย บ้านสันกองใหม่ บ้านสันกอง และบ้านปากกว้าว ตำบลแม่ไร่ อำเภอมะจัน จังหวัดเชียงราย พิกัดเริ่มต้นบริเวณต้นน้ำที่พิกัด 2242329 N, 587250 E จนถึงท้ายน้ำบริเวณถนนพหลโยธินที่พิกัด 2240726 N 589559 E, 2240572 N 589420 E และ 2239753 N 589511 E มีระยะทางรวม 7 กิโลเมตร ลำน้ำหลักมีการแบ่งออกเป็นลำน้ำย่อย 4 สาย มีพิกัดและระยะทางของลำน้ำแสดงได้ดังตารางที่ 1 ลักษณะของลำน้ำและจำนวนสิ่งก่อสร้างในลำน้ำแสดงได้ดังตารางที่ 2 และเส้นลำน้ำแสดงได้ดังรูปที่ 1 ลักษณะการใช้พื้นที่ส่วนใหญ่จะเป็นพื้นที่เกษตรกรรมบริเวณต้นและกลางน้ำ อีกทั้งมีพื้นที่ชุมชนหนาแน่นปานกลางบริเวณกลางน้ำ และเป็นพื้นที่ชุมชนหนาแน่นสูงบริเวณท้ายน้ำของลำน้ำสายที่ 1, 2 และ 4

ตารางที่ 1 พิกัดและระยะทางของลำน้ำ

ลำน้ำ	พิกัดในลำน้ำ		ระยะทาง (เมตร)
	ต้นน้ำ	ท้ายน้ำ	
สายที่ 1	2242329 N 587250 E	2240726 N 589559 E	3,400
สายที่ 2	2241142 N 588098 E	2239753 N 589511 E	2,450
สายที่ 3	2242164 N 587336 E	2241880 N 587599 E	400
สายที่ 4	2240743 N 588793 E	2240572 N 589420 E	750

ตารางที่ 2 ลักษณะของลำน้ำและจำนวนสิ่งก่อสร้าง

ลำน้ำ	จำนวนสิ่งก่อสร้าง			ลักษณะลำน้ำ
	ฝาย	ท่อดลอด	สะพาน	
สายที่ 1	9	1	4	ต้นน้ำ (1) กลางน้ำ (2), (3) ท้ายน้ำ (3)
สายที่ 2	5	1	13	ต้นน้ำ (3) กลางน้ำ (4) ท้ายน้ำ (5)
สายที่ 3	1	0	1	ต้นน้ำ-ท้ายน้ำ (1)
สายที่ 4	1	0	1	ต้นน้ำ-ท้ายน้ำ (4)

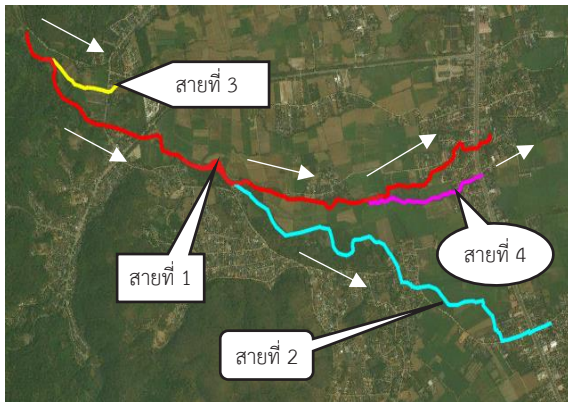
*หมายเหตุ:

- 1) ลำน้ำไหลจากหุบเขา มีวัชพืชปกคลุมบริเวณตลิ่งเป็นจำนวนมาก ทางน้ำตรง ท้องน้ำมีก้อนหินมาก
- 2) ลำน้ำในหุบเขาไม่มีวัชพืชในทางน้ำ ตลิ่งลาดชัน ต้นไม้และพุ่มไม้ ตามตลิ่งอยู่ใต้น้ำที่ระดับไหลสูง ท้องน้ำเป็นกรวด ก้อนหิน และก้อนหินใหญ่ ๆ เล็กน้อย
- 3) ลำน้ำไหลบนที่ราบลุ่ม ทางน้ำคดเคี้ยว มีระดับตื้นรูปร่างไม่สม่ำเสมอ ท้องน้ำปกคลุมด้วยวัชพืชมาก
- 4) ลำน้ำไหลบนพื้นที่ราบลุ่ม ทางน้ำตรง มีก้อนหินและหญ้าปกคลุมหนาแน่น
- 5) ลำน้ำไหลบนพื้นที่ราบลุ่ม ทางน้ำตรง มีก้อนหินและหญ้าปกคลุมบ้าง

จากรายงานของโครงการพัฒนาระบบสารสนเทศเตรียมความพร้อมเพื่อรับมือภัยน้ำท่วมและดินถล่ม จังหวัดเชียงราย [2] แสดงให้เห็นว่าพื้นที่ดังกล่าวประสบอุทกภัยทุกปีโดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณท้ายน้ำ ในรายงานระบุให้แก้ปัญหาอุทกภัยที่รอบปีการเกิดซ้ำ 10 ปี หรือเท่ากับ 23.34 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ซึ่งจะถูกนำมาใช้ในการศึกษานี้ อีกทั้งยังนำข้อมูลหน้าตัดลำน้ำ ลักษณะลำน้ำ สิ่งกีดขวางในลำน้ำ และตำแหน่งที่เกิดการท่วมที่ได้จากการศึกษาของโครงการมาใช้ในการวิเคราะห์อีกด้วย

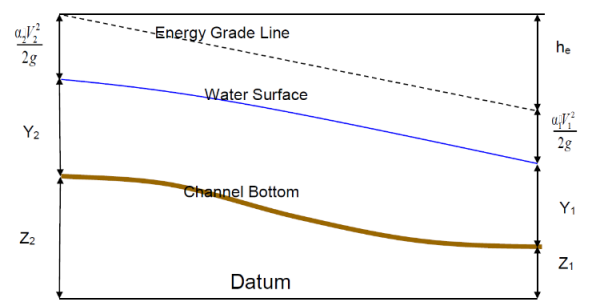
2.2 แบบจำลอง HEC-RAS

แบบจำลองคณิตศาสตร์ Hydrologic Engineering Center River Analysis System (HEC-RAS) พัฒนาโดย



รูปที่ 1 ลำน้ำห้วยไร่

US Army Corps of Engineers เป็นแบบจำลองชลศาสตร์ของการไหลในแม่น้ำ ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ 1) การคำนวณรูปตัดตามยาวผิวน้ำ (Water Surface Profile Calculation) แบบคงตัวใน 1 มิติ 2) การจำลองการไหลแบบไม่คงตัวใน 1 มิติ 3) การจำลองการไหลแบบไม่คงตัวใน 2 มิติ 4) การคำนวณการเคลื่อนที่ของตะกอน และ 5) การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ [11] ซึ่งในการศึกษานี้เลือกใช้อำนาจประกอบที่ 1 ในการวิเคราะห์



รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ของตัวแปรในสมการพลังงาน [12]

2.2.1 การคำนวณรูปตัดตามยาวผิวน้ำ [12]

แบบจำลอง HEC-RAS ใช้หลักการพลังงานระหว่าง 2 หน้าตัดในการคำนวณรูปตัดตามยาวผิวน้ำ แสดงดังรูปที่ 2 โดยใช้สมการ (1) และ (2) ภายใต้หลักการขั้นบันไดมาตรฐาน (Standard Step Method) ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระหว่างหน้าตัด

$$Z_2 + Y_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Z_1 + Y_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e \quad (1)$$

$$h_e = L\bar{S}_f + C \left[\frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right] \quad (2)$$

Y_1, Y_2 คือ ระดับน้ำทางด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำของช่วงที่พิจารณา, ม.

V_1, V_2 คือ ความเร็วของน้ำที่ด้านทั้งสอง, ม./วินาที

α_1, α_2 คือ สัมประสิทธิ์ความเร็วการไหล

g คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกมีค่าเท่ากับ 9.81 ม./วินาที²

h_e คือ พลังงานความสูญเสียหัวน้ำ (Energy Head Loss), ม.

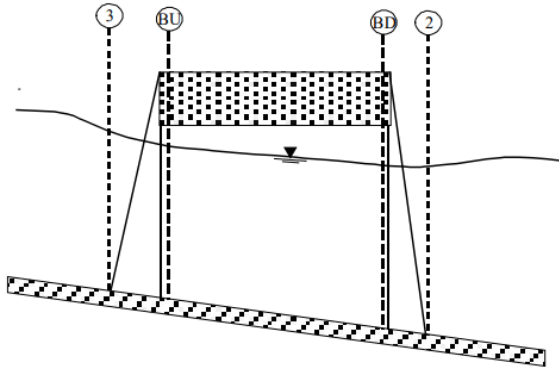
L คือ ความยาวของช่วงทางน้ำที่พิจารณา, ม.

$\bar{S}_f$ คือ ความลาดชันของเส้นพลังงานเฉลี่ย

C คือ ค่าสัมประสิทธิ์การสูญเสียของการบีบและขยายทางน้ำ

2.2.2 การวิเคราะห์การไหลผ่านสะพาน [12]

เมื่อน้ำไหลผ่านสะพานจะแบ่งเงื่อนไขการคำนวณเป็น



รูปที่ 3 การไหลต่ำได้สะพาน [12]

2 สภาวะ ประกอบด้วย การไหลต่ำได้สะพาน (Low Flow Computations) และการไหลสูงเหนือสะพาน (High Flow Computations) มีรายละเอียดดังนี้

2.2.2.1 การไหลต่ำได้สะพาน

เส้นผิวน้ำการไหลลักษณะนี้จะสัมผัสกับขอบล่างของตัวสะพานแสดงได้ดังรูปที่ 3 ทำการคำนวณเส้นผิวน้ำโดยใช้สมการพลังงาน แสดงดังสมการที่ (1) และสมการ Momentum Balance แสดงได้ดังสมการที่ (3)–(5)

สมการสมดุลโมเมนตัมจากหน้าตัด 2 ไปหน้าตัด BD

$$A_{BD} \bar{Y}_{BD} + \frac{\beta_{BD} Q_{BD}^2}{g A_{BD}} = A_2 \bar{Y}_2 + \frac{\beta_2 Q_2^2}{g A_2} - A_{p_{BD}} \bar{Y}_{p_{BD}} + F_f - W_x \quad (3)$$

A_2, A_{BD} คือ พื้นที่การไหลตำแหน่งที่ 2 และ BD ตามลำดับ, m^2 .

$A_{p_{BD}}$ คือ พื้นที่สิ่งกีดขวางของตอม่อสะพานด้านท้ายน้ำ, m^2 .

$\bar{Y}_2, \bar{Y}_{BD}$ คือ ระยะทางตั้งฉากจากผิวน้ำถึงจุดศูนย์กลางของพื้นที่การไหล A_2 และ A_{BD} , m .

$\bar{Y}_{p_{BD}}$ คือ ระยะทางตั้งฉากจากผิวน้ำถึงจุดศูนย์กลางบริเวณพื้นที่สิ่งกีดขวางท้ายน้ำ, m .

β_2, β_{BD} คือ สัมประสิทธิ์การถ่วงน้ำหนักความเร็วสำหรับสมการโมเมนตัม

g คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก มีค่าเท่ากับ 9.81 m./วินาที^2

F_f คือ แรงภายนอกเนื่องจากแรงเสียดทาน, คิดต่อหน่วยน้ำหนักของน้ำ, m^3 .

W_x คือ แรงเนื่องจากน้ำหนักของน้ำในทิศทางการไหล, คิดต่อหน่วยน้ำหนักของน้ำ, m^3 .

จากสมการข้างต้น จำเป็นต้องหาส่วนของโมเมนตัม ดังนั้นจึงต้องคำนวณสมดุลของโมเมนตัมจากส่วน BD ถึง BU แสดงดังสมการที่ (4)

$$A_{BU} \bar{Y}_{BU} + \frac{\beta_{BU} Q_{BU}^2}{g A_{BU}} = A_{BD} \bar{Y}_{BD} + \frac{\beta_{BD} Q_{BD}^2}{g A_{BD}} + F_f - W_x \quad (4)$$

ขั้นตอนสุดท้ายคือคำนวณสมดุลของโมเมนตัมจากส่วน BU ถึงส่วนที่ 3 ดังสมการที่ (5)

$$A_3 \bar{Y}_3 + \frac{\beta_3 Q_3^2}{g A_3} = A_{BU} \bar{Y}_{BU} + \frac{\beta_{BU} Q_{BU}^2}{g A_{BU}} + A_{p_{BD}} \bar{Y}_{p_{BD}} + \frac{1}{2} C_D \frac{A_{p_{BD}} Q_3^2}{g A_3} + F_f - W_x \quad (5)$$

C_D คือ ค่าสัมประสิทธิ์การไหลรอบสิ่งกีดขวางมีค่าเท่ากับ 0.6

2.2.2.2 การไหลสูงเหนือสะพาน

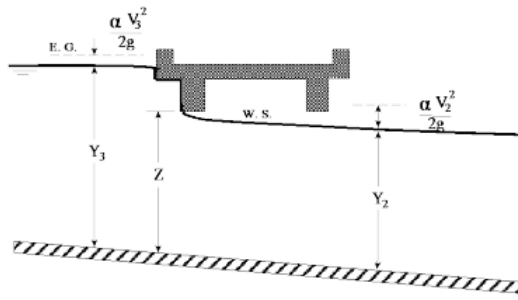
เส้นผิวน้ำการไหลลักษณะนี้จะสัมผัสตั้งแต่ขอบล่างของตัวสะพานแสดงได้ดังรูปที่ 4 การคำนวณประกอบด้วยการใช้สมการพลังงานดังสมการที่ (1) และการไหลภายใต้ความดันโดยมีอัตราการไหลผ่านสะพาน แสดงได้ดังสมการที่ (6) นี้

$$Q = C_d A_{BU} \sqrt{2g} \left[Y_3 - \frac{Z}{2} + \frac{a_3 Y_3^2}{2g} \right]^{1/2} \quad (6)$$

Q คือ ปริมาณน้ำไหลผ่านช่องเปิดสะพาน, $m^3/\text{วินาที}$

C_d คือ สัมประสิทธิ์การไหลภายใต้ความดัน

A_{BU} คือ พื้นที่ของหน้าตัดเหนือน้ำของสะพาน, m^2 .



รูปที่ 4 การไหลสูงเหนือสะพาน [12]

Y_1 คือ ความลึกการไหลที่หน้าตัด 3, ม.

Z คือ ระยะทางตั้งฉากจากท้องสะพานถึงผิวน้ำเฉลี่ยที่เหนือน้ำของสะพาน, ม.

a_3 คือ พื้นที่สิ่งกีดขวางหารด้วยพื้นที่ไม่มีสิ่งกีดขวาง, m^2 .

ในกรณีที่ระดับน้ำด้านเหนือน้ำและท้ายน้ำสูงกว่าขอบล่างของสะพาน อัตราการไหลจะพิจารณาเป็นการไหลผ่านรูระบาย แสดงได้ดังสมการที่ (7) นี้

$$Q = C_a A \sqrt{2gH_d} \quad (7)$$

C_a คือ สัมประสิทธิ์การไหลภายใต้ความดันแบบจมตัวปกติ มักใช้เท่ากับ 0.8

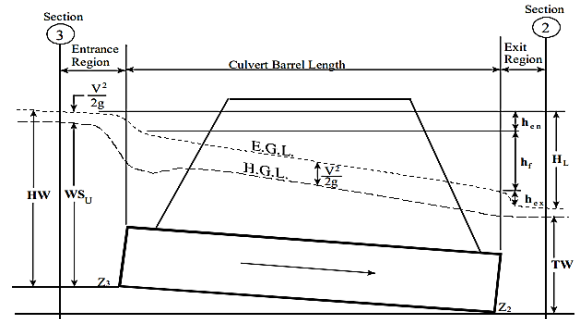
H_d คือ ผลต่างระดับน้ำด้านเหนือและท้ายสะพาน, ม.

2.2.3 การคำนวณการไหลผ่านท่อลอด [12]

การไหลผ่านท่อลอดจำแนกออกเป็นการไหลผ่านท่อลอดสถานะไม่จมน้ำ (Unsubmerged) และท่อลอดที่จมน้ำ (Submerged) แสดงได้ดังสมการที่ (8)–(10) ตัวแปรการไหลผ่านแสดงได้ดังรูปที่ 5

สมการการไหลผ่านท่อลอดสถานะไม่จมน้ำประกอบด้วยสมการที่ (8) ที่คิดการไหลผ่านท่อลอดตามหลักการทางทฤษฎีซึ่งท่อลอดบางชนิดไม่สามารถประยุกต์ใช้ได้ ดังนั้นสมการที่ (9) จึงถูกปรับปรุงมาเพื่อให้ประยุกต์ใช้ได้ง่ายและยังถูกใช้เป็นสมการอย่างเดียวกันที่ใช้กับท่อลอดบางชนิดอีกด้วย

$$\frac{HW_i}{D} = \frac{H_c}{D} + K \left[\frac{Q}{AD^{0.5}} \right]^M - 0.5S \quad (8)$$



รูปที่ 5 ตัวแปรการไหลในท่อลอด [12]

$$\frac{HW_i}{D} = K \left[\frac{Q}{AD^{0.5}} \right]^M \quad (9)$$

สมการการไหลผ่านท่อลอดสถานะจมน้ำ

$$\frac{HW_i}{D} = \frac{H_c}{D} + K \left[\frac{Q}{AD^{0.5}} \right]^M - 0.5S \quad (10)$$

HW_i คือ ความลึกของเสดพลังงานด้านเหนือน้ำ, ม.

D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ, ม.

H_c คือ เสดจำเพาะที่ระดับความลึกวิกฤต, ม.

Q คือ อัตราการไหลผ่านท่อลอด, $m^3/วินาที$

A คือ พื้นที่หน้าตัดท่อลอด, m^2 .

S คือ ความลาดชันของท่อลอด

K, M, c, Y คือ ค่าคงที่ของสมการ ซึ่งจะแปรผันตาม

รูปร่างของท่อลอดและเงื่อนไขที่บริเวณทางเข้า

2.2.4 การคำนวณการไหลของน้ำผ่านฝาย

ลักษณะของฝายในลำน้ำห้วยไร่ จะเป็นลักษณะฝายสันมน (Ogee Weir) แสดงตัวอย่างได้ดังรูปที่ 6 โดยมีสมการคำนวณในแบบจำลอง HEC-RAS แสดงได้ดังสมการที่ (11)

$$Q = C_{BW} L H^{3/2} \quad (11)$$

Q คือ ปริมาณน้ำ, $m^3/วินาที$

L คือ ความยาวสันฝาย, ม.

H คือ ระดับน้ำเหนือสันฝาย, ม.

C_{BW} คือ ค่าสัมประสิทธิ์การไหลของฝาย กรณีฝายสันมนจะมีค่าอยู่ในช่วง 3.2 ถึง 4.1



รูปที่ 6 ฝ่ายสันนมนในลำน้ำห้วยไร่

2.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

2.3.1 การรวบรวมข้อมูลและตรวจสอบความถูกต้อง

ตัวแปรและค่าคงที่ซึ่งจำเป็นในการนำไปใช้จำลอง ประกอบด้วย ค่าหน้าตัดลำน้ำ ข้อมูลสะพานตอม่อ ฝ่ายและท่อลอด งานวิจัยนี้ใช้ค่าดังกล่าวจากโครงการพัฒนาระบบสารสนเทศเตรียมความพร้อมเพื่อรับมือภัยน้ำท่วมและดินถล่ม จังหวัดเชียงราย [2] จากนั้นตรวจสอบข้อมูลในสภาพปัจจุบันจากการเก็บข้อมูลภาคสนาม

2.3.2 การเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์ความขรุขระ

ก่อนที่จะนำแบบจำลอง HEC-RAS มาใช้วิเคราะห์ จะต้องทำการปรับเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระระหว่างพื้นที่จริงกับแบบจำลองเพื่อให้ได้ค่าระดับน้ำแบบจำลองเท่ากับระดับน้ำจริงในสนาม ทำการเปรียบเทียบข้อมูล 8 ตำแหน่งในลำน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 7 ตรวจสอบผลการปรับแก้ด้วยประสิทธิภาพแนช-ซีทคลีฟ [13] แสดงได้ดังสมการที่ (12) โดยค่าประสิทธิภาพของแนช-ซีทคลีฟ ที่ยอมรับต้องเกิน 0.65 ตามข้อเสนอแนะของ Moriasi และคณะ [14]

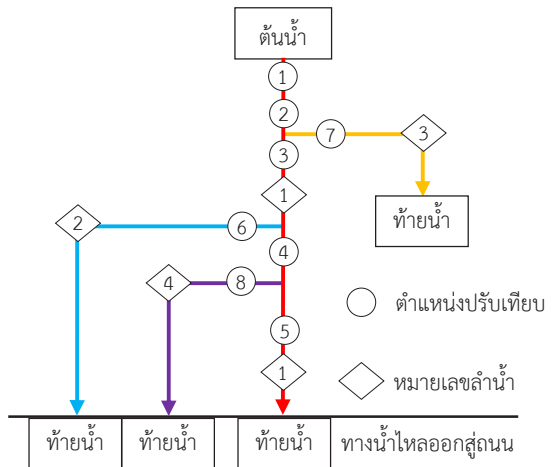
$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (W_r - W_{s_r})^2}{\sum_{i=1}^n (W_r - \bar{W}_r)^2} \quad (12)$$

NSE คือ ประสิทธิภาพแนช-ซีทคลีฟ

W_r คือ ระดับน้ำพื้นที่จริง, ม.

W_{s_r} คือ ระดับน้ำแบบจำลอง, ม.

$\bar{W}_r$ คือ ระดับน้ำพื้นที่จริงเฉลี่ย, ม.



รูปที่ 7 ตำแหน่งเก็บข้อมูลเพื่อปรับเทียบค่าสัมประสิทธิ์

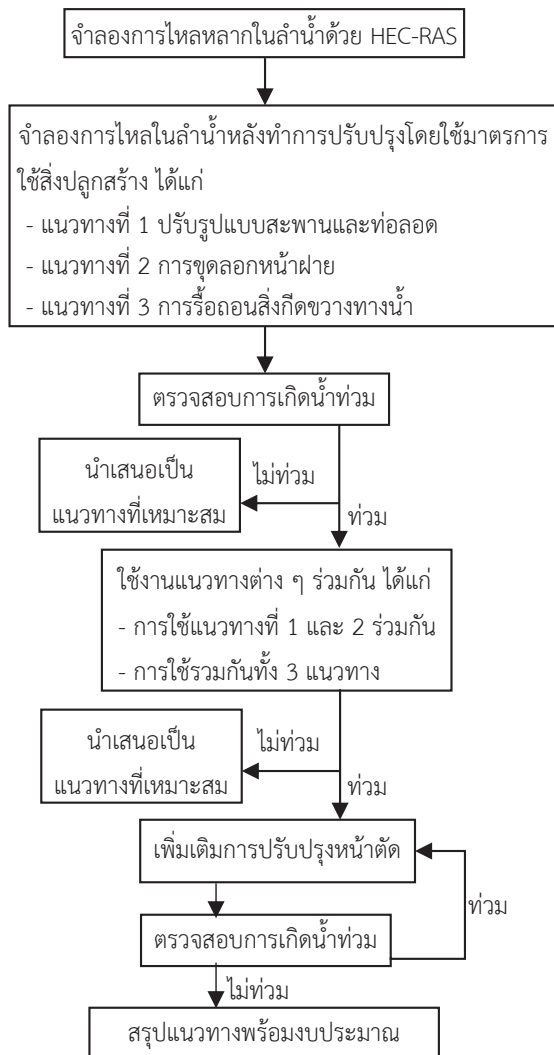
2.3.3 การหาแนวทางแก้ปัญหาหน้าท่วมในลำน้ำ

กรอบแนวคิดในการจำลองปัญหาน้ำท่วมและแนวทางแก้ไขแสดงได้ดังรูปที่ 8 เริ่มด้วยการจำลองสภาพปัญหาน้ำท่วมในปัจจุบันจากอัตราการไหล 23.34 ลบ.ม./วินาที จากนั้นจำลองปัญหาการท่วมที่เหลืออยู่จากการใช้มาตรการใช้สิ่งปลูกสร้าง 3 แบบ รูปที่ 9-11 แสดงถึงหน้าตัดทางน้ำตามการใช้มาตรการใช้สิ่งปลูกสร้าง 3 แบบ ในกรณีที่ยังคงเหลือปัญหาการท่วมอยู่จะนำแนวทางทั้ง 3 แบบ มาใช้ร่วมกันแบบผสมผสานและเพิ่มเติมการปรับปรุงหน้าตัดลำน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 12 ประกอบด้วยการขุดลอกรวมถึงการถมดินริมตลิ่ง การขยายหน้าตัดลำน้ำ และการขุดลอกโดยมีการสร้างผนังกันดิน วิธีที่มีประสิทธิภาพจะนำไปคิดงบประมาณที่ใช้ในการแก้ปัญหา โดยการประมาณราคาก่อสร้างผนังกันดิน ท่อลอดและสะพานจากราคากลางงานก่อสร้าง การประมาณราคาค่าขุดลอกจากปริมาณงานขุดลอกด้วยวิธี Average End Area และ Prismatical คูณด้วยราคากลางของกรมชลประทาน และประเมินการรื้อถอนฝายจากราคารื้อถอนฝายในลำน้ำของกรมชลประทาน [15]

3. ผลการดำเนินงาน

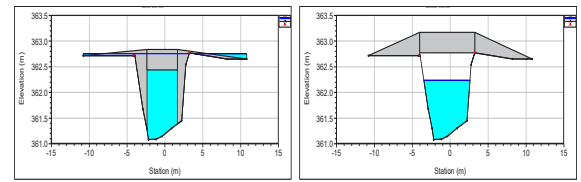
3.1 ผลการปรับเทียบแบบจำลอง

ผลลัพธ์ที่ได้จากการปรับเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความ



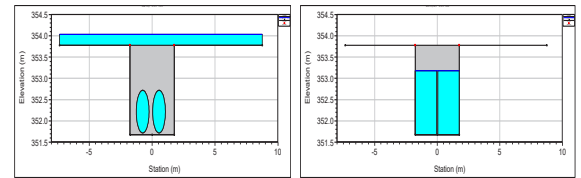
รูปที่ 8 การจำลองแนวทางที่เหมาะสมด้วย HEC-RAS

ขรุขระของแบบจำลองแสดงได้ดังตารางที่ 3 มีความแตกต่างของระดับผิวน้ำจริงและจำลองไม่เกินร้อยละ 3 และมีค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระอยู่ในช่วง 0.028-0.033 ค่าระดับน้ำที่ได้จะถูกนำไปตรวจสอบความถูกต้องโดยประสิทธิภาพแพน-ซัทคลิฟ ได้เท่ากับ 0.92 ซึ่งถือว่าดีมาก ถึงแม้ว่าระดับน้ำหลากจริงในลำน้ำมีความลึกเกินกว่าระดับน้ำที่ปรับเทียบ แต่ลักษณะของตลิ่งที่มีความลึกเกินกว่า 0.63 เมตร มีลักษณะแบบเดียวกัน จึงสามารถใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระที่ได้จากการปรับเทียบได้



(ก) สะพานก่อนปรับรูปแบบ

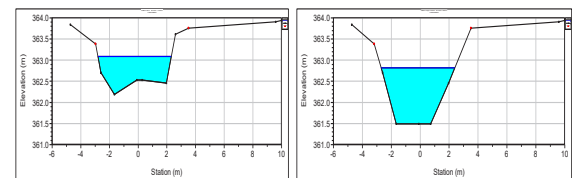
(ข) สะพานหลังปรับรูปแบบ



(ค) ท่อลอดก่อนปรับขนาด

(ง) ท่อลอดหลังปรับขนาด

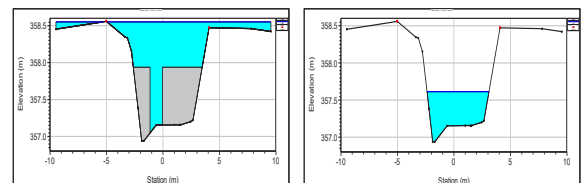
รูปที่ 9 การปรับรูปแบบสะพานและท่อลอด



(ก) หน้าตัดก่อนขุดลอก

(ข) หน้าตัดหลังขุดลอก

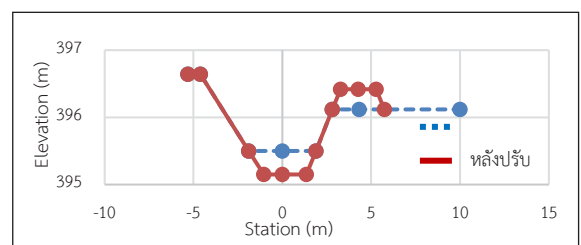
รูปที่ 10 การขุดลอกหน้าฝาย



(ก) ฝายก่อนทำการรื้อถอน

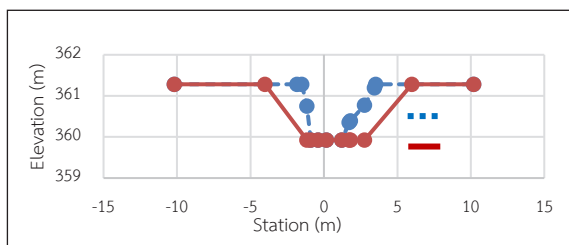
(ข) ฝายหลังทำการรื้อถอน

รูปที่ 11 การรื้อถอนสิ่งกีดขวางทางน้ำ

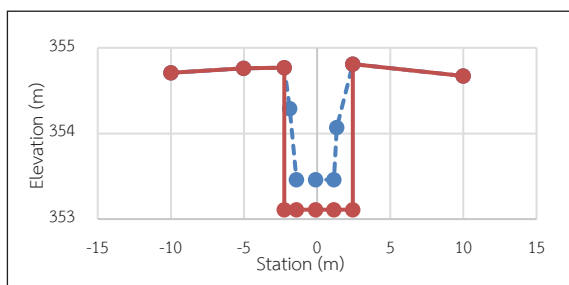


(ก) การขุดลอกรวมถึงการถมดินตลิ่ง

รูปที่ 12 การปรับหน้าตัดลำน้ำเพิ่มเติม



(ข) การขยายหน้าตัดลำน้ำ



(ค) การขุดลอกโดยมีการสร้างผนังกันดิน

รูปที่ 12 การปรับหน้าตัดลำน้ำเพิ่มเติม (ต่อ)

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์ความขรุขระ

ลำน้ำ	ตำแหน่ง	สัมประสิทธิ์ความขรุขระ	ระดับความลึก (ม.)	
			พื้นที่จริง	แบบจำลอง
สายที่ 1	1	0.03	0.63	0.65
	2	0.03	0.59	0.58
	3	0.03	0.63	0.61
	4	0.03	0.6	0.61
	5	0.032	0.59	0.59
สายที่ 2	6	0.028	0.52	0.52
สายที่ 3	7	0.033	0.62	0.63
สายที่ 4	8	0.031	0.56	0.56

3.2 ผลศึกษาการเกิดน้ำท่วมในสภาพปกติ

ตารางที่ 4 แสดงถึงจำนวนปัญหาน้ำท่วมที่วิเคราะห์ได้จากการจำลองการไหลที่อัตราการไหล 23.34 ลบ.ม./วินาที มีตำแหน่งการท่วม 54 ตำแหน่งและระยะการท่วมทั้งหมด 1,155 เมตร ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าลำน้ำห้วยไร่ สายที่ 2 จะมีตำแหน่งการเกิดน้ำท่วมและระยะทางการท่วมมากที่สุด

เนื่องจากมีสิ่งกีดขวางทางน้ำและมีการทับถมของตะกอนหน้าฝายมากที่สุด โดยการท่วมจะเกิดขึ้นมากที่บริเวณท้ายน้ำ ซึ่งเป็นพื้นที่ชุมชนหนาแน่น

ตารางที่ 4 จำนวนปัญหาที่เกิดขึ้นในลำน้ำปกติ

รายการ	ลำน้ำห้วยไร่ สายที่			
	1	2	3	4
จำนวนตำแหน่งการท่วม	1	36	7	10
ระยะการท่วม, ม.	6.79	793.78	107.62	246.82
จำนวนฝาย	9	5	1	1
จำนวนท่อลอด	1	1	0	0
จำนวนสะพาน	4	13	1	1

3.3 ผลการปรับปรุงด้วยมาตรการใช้สิ่งก่อสร้าง 3 แนวทาง

ตารางที่ 5 แสดงถึงผลที่ได้จากการปรับปรุงลำน้ำด้วยมาตรการใช้สิ่งก่อสร้าง 3 แนวทาง โดยพบว่า การแยกใช้แนวทางดังกล่าวไม่สามารถลดระยะการท่วมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ระยะทางน้ำท่วมของแนวทางทั้งสามลดลงไม่เกินร้อยละ 28 ตลอดแนวตลิ่ง ดังนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมในหัวข้อต่อไป

ตารางที่ 5 ปัญหาน้ำท่วมคงเหลือหลังใช้มาตรการใช้สิ่งปลูกสร้าง

แนวทางแก้ไข ปัญหา	จำนวนตำแหน่งที่เกิดการท่วม		ระยะทางที่เกิดการท่วม (เมตร)	
	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
แนวทางที่ 1	54	40	1,155.01	832.00
แนวทางที่ 2	54	38	1,155.01	875.10
แนวทางที่ 3	54	51	1,155.01	1,075.87

3.4 ผลการใช้แนวทางผสมผสานเพื่อแก้ไขปัญหาน้ำท่วม

ผลการใช้มาตรการใช้สิ่งก่อสร้างทั้งสามแนวทางร่วมกันในการแก้ปัญหาแสดงได้ดังตารางที่ 6 โดยพบว่าถึงแม้ว่าจะมีการใช้มาตรการทั้งสามแล้วก็ตาม แต่ปัญหาน้ำท่วม

ตารางที่ 6 จำนวนปัญหาที่คงเหลือในลำน้ำหลังจากใช้แนวทางผสมผสานเพื่อแก้ไขปัญหาทั่วม

ลำน้ำ	จำนวนตำแหน่งที่เกิดการท่วม				ระยะน้ำท่วมคงเหลือ (เมตร)			
	ก่อนปรับปรุง	(1)+(2)	(1)+(2)+(3)	(1)+(2)+(3) +(เพิ่มเติม)	ก่อนปรับปรุง	(1)+(2)	(1)+(2)+(3)	(1)+(2)+(3) +(เพิ่มเติม)
สายที่ 1	1	0	0	0	6.79	0	0	0
สายที่ 2	36	17	15	0	793.78	426.04	382.95	0
สายที่ 3	7	3	3	0	107.62	32.13	62.20	0
สายที่ 4	10	4	4	0	246.82	108.80	109.54	0
รวม	54	24	22	0	1,155.01	566.97	554.69	0

*หมายเหตุ: (1) คือ แนวทางที่ 1, (2) คือ แนวทางที่ 2, (3) คือ แนวทางที่ 3, เพิ่มเติม คือ การปรับปรุงหน้าตัดเพิ่มเติม

ยังคงเกิดขึ้น ทำให้ต้องทำการปรับปรุงหน้าตัดลำน้ำเพิ่มเติม ในลำน้ำสายที่เกิดปัญหาจึงจะทำให้แก้ปัญหการท่วมดังกล่าวได้ การปรับปรุงหน้าตัดลำน้ำจะช่วยในประเด็นต่าง ๆ คือ

3.4.1 การขุดลอกรวมถึงการถมดินริมตลิ่ง

วิธีการนี้เป็นการแก้ไขลำน้ำเพื่อลดผลกระทบที่เกิดขึ้นเนื่องจากท้องน้ำมีลักษณะตื้นเขินและมีขนาดที่เล็กหรือมีตลิ่งที่ต่ำ จึงได้ทำการขุดลอกและขยายลำน้ำรวมถึงการถมดินบริเวณตลิ่ง ซึ่งวิธีการนี้จะทำให้หน้าตัดลำน้ำมีปริมาณพื้นที่เพิ่มมากขึ้นสำหรับการรองรับปริมาณน้ำ

3.4.2 การขยายหน้าตัดลำน้ำ

การขยายหน้าตัดลำน้ำเป็นการแก้ไขลำน้ำเพื่อลดผลกระทบเนื่องจากท้องน้ำมีลักษณะตื้นเขินหรือมีขนาดที่เล็ก จึงได้ทำการขุดลอกและขยายลำน้ำซึ่งวิธีการนี้จะทำให้หน้าตัดลำน้ำมีปริมาณพื้นที่เพิ่มมากขึ้นสำหรับการรองรับปริมาณน้ำ

3.4.3 การขุดลอกโดยมีการสร้างผนังกันดิน

การแก้ไขโดยวิธีนี้แตกต่างจากการขุดลอกแบบธรรมดาเนื่องจากข้อจำกัดพื้นที่ด้านข้างของลำน้ำ ทำให้ไม่สามารถเพิ่มหน้าตัดการขุดลอกให้กว้างได้ ดังนั้นจึงได้ทำการขุดลอกและสร้างผนังกันน้ำท่วม ซึ่งวิธีการนี้จะทำให้หน้าตัดลำน้ำมีปริมาณพื้นที่เพิ่มมากขึ้นสำหรับการรองรับปริมาณน้ำโดยไม่มีการขยายความกว้างของลำน้ำออกไป

3.5 งบประมาณที่ใช้ในการดำเนินงานของแต่ละแนวทาง

งบประมาณที่ใช้ในการแก้ปัญหาน้ำท่วมโดยมาตรการ

ใช้สิ่งปลูกสร้างแต่ละแนวทางและการใช้แนวทางแก้ไข ปัญหาแบบผสมผสานแสดงดังตารางที่ 7 และ 8 ตามลำดับ โดยเห็นได้ว่าการใช้แนวทางที่ 3 การรื้อถอนสิ่งกีดขวางทางน้ำ จะใช้งบประมาณน้อยที่สุดแต่ก็ได้ประสิทธิภาพในการแก้ไขปัญหาน้อยที่สุดด้วยเช่นกัน ดังแสดงได้ในตารางที่ 5 ซึ่งระยะน้ำท่วมลดลงเพียงแค้อยู่ละ 6.87 ถึงแม้ว่าการใช้มาตรการใช้สิ่งก่อสร้างทั้งหมดร่วมกันและปรับปรุงหน้าตัดลำน้ำเพิ่มเติมจะใช้งบประมาณมากที่สุดแต่สามารถลดปัญหาที่เกิดขึ้นได้ทั้งหมด (ภายใต้ขอบเขตของอัตราการลากสูงสุดที่รอบปีการเกิดซ้ำ 10 ปี) ดังนั้นควรวางแผนการของงบประมาณเพื่อแก้ไขโดยใช้วิธีดังกล่าวจะเป็นแนวทางที่ดีที่สุด

ตารางที่ 7 งบประมาณที่ใช้ในมาตรการใช้สิ่งปลูกสร้าง

แนวทางแก้ไข	งบประมาณ (ล้านบาท)
แนวทางที่ 1 ปรับรูปแบบสะพานและท่อลอด	2.87
แนวทางที่ 2 การขุดลอกหน้าฝาย	0.21
แนวทางที่ 3 การรื้อถอนสิ่งกีดขวางทางน้ำ	0.02

ตารางที่ 8 งบประมาณที่ใช้ในวิธีแบบผสมผสาน

การเลือกใช้แนวทางผสมผสาน	งบประมาณ (ล้านบาท)
1) แนวทางที่ 1 ปรับรูปแบบสะพานและท่อลอด	2.87
2) การใช้แนวทางการแก้ไขที่ 1 และ 2 ร่วมกัน	3.08
3) การใช้แนวทางแก้ไขทั้งหมดร่วมกัน	3.10
4) การใช้แนวทางแก้ไขทั้งหมดร่วมกันและปรับปรุงหน้าตัดเพิ่มเติม	4.08

4. อภิปรายผลและสรุป

4.1 การอภิปรายผล

1) การแก้ไขปัญหาน้ำท่วมโดยแยกใช้มาตรการใช้สิ่งปลูกสร้างไม่สามารถแก้ปัญหาได้เนื่องจากแนวทางที่ 1 จะแก้ไขการท่วมเฉพาะตำแหน่งที่ความจุทางน้ำน้อยลงจากสิ่งกีดขวางทางน้ำเท่านั้น แนวทางที่ 2 จะเป็นการลดการท่วมด้านเหนือน้ำของฝายเนื่องจากตะกอนที่มากกักตุนในฝายเท่านั้น แนวทางที่ 3 จะเป็นเพียงการนำสิ่งกีดขวางทางน้ำออกซึ่งจะทำให้สามารถไหลได้สะดวกขึ้น แต่ไม่ได้รวมถึงการขุดลอกตะกอนที่ตกกักตุนไป โดยในลำน้ำขนาดเล็กในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำลาดชัน ตะกอนจะเกิดการทับถมหน้าสิ่งกีดขวางทางน้ำง่ายและมีปริมาณมาก ทำให้การรื้อถอนสิ่งกีดขวางทางน้ำแก้ปัญหาได้น้อยที่สุด

2) ผลการศึกษาของหัวข้อที่ 3.3 และ 3.4 บ่งชี้ว่าการใช้มาตรการใช้สิ่งปลูกสร้างร่วมกันไม่สามารถแก้ไขปัญหาน้ำท่วมได้ทั้งหมดเนื่องจากหน้าตัดลำน้ำในบางช่วงนอกบริเวณที่ปรับปรุงมีขนาดเล็กและดินเงินตลอดจนตลิ่งมีระดับที่ต่ำ การปรับปรุงลำน้ำเพิ่มเติมโดยการขุดลอกรวมถึงการถมดินเพิ่มระดับตลิ่ง การขยายหน้าตัดลำน้ำ และการขุดลอกโดยมีการสร้างผนังกั้นดิน จะสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ทั้งหมด ทั้งนี้เมื่อเทียบกับแนวทางการป้องกันน้ำท่วมในลำน้ำขนาดใหญ่ [5]–[10], [16] พบว่า นอกเหนือจากมาตรการป้องกันน้ำท่วมที่ใช้ในงานวิจัยนี้แล้วยังเพิ่มในเรื่องของการผันน้ำ มาตรการช่วยเหลือตนเอง มาตรการไม่ใช่สิ่งก่อสร้าง และการประกันภัยเข้ามามีด้วย แต่มาตรการต่าง ๆ เหล่านี้ไม่สามารถนำมาใช้กับลำน้ำขนาดเล็กได้ผลดีเนื่องจากไม่มีผู้ดูแลและให้ความรู้ในเรื่องของการควบคุมและผันน้ำ มาตรการช่วยเหลือตนเองและไม่ใช่สิ่งก่อสร้างไม่สามารถป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้นได้อย่างเป็นรูปธรรมและใช้เวลานานในการเห็นผล ตลอดจนการประกันภัยไม่สามารถใช้งานได้เนื่องจากปัญหาน้ำท่วมเกิดเป็นประจำทุกปี

3) การวางแผนงบประมาณในการแก้ไขปัญหาคควรเลือกใช้แนวทางที่ 1 การปรับปรุงแบบสะพานและท่อดลอดก่อนเนื่องจากถือว่าเป็นแนวทางที่คุ้มค่าที่สุดมาใช้เริ่มต้นในการปรับปรุง ถึงแม้จะใช้งบประมาณที่สูง แต่สามารถลด

ผลกระทบของปัญหาที่เกิดขึ้นภายในบริเวณชุมชนได้เป็นอย่างดี ลดการสูญเสียที่จะเกิดขึ้นทั้งทรัพย์สินและคุณภาพการใช้ชีวิต ซึ่งแนวทางรูปแบบอื่น ๆ การลดลงของปัญหาบริเวณนอกชุมชนเป็นส่วนใหญ่ แต่ในระยะยาวหรือกรณีที่ต้องการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมทั้งหมด ควรเลือกใช้มาตรการใช้สิ่งปลูกสร้างทั้งหมดร่วมกันและการปรับปรุงลำน้ำเพิ่มเติม ถึงแม้ว่าการจัดการปัญหาน้ำท่วมในลำน้ำขนาดเล็กสามารถใช้กระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการปัญหา [17] การใช้มาตรการผันน้ำ [18] หรือการเพิ่มพื้นที่ชลอน้ำ [19] แต่อย่างไรก็ตาม การจัดการเริ่มต้นควรต้องให้มาตรการใช้สิ่งปลูกสร้างในการดำเนินการก่อน ซึ่งต้องทำการวิเคราะห์ตำแหน่งที่เกิดการท่วมและสภาพปัญหาที่ยังคงเหลือหลังจากแก้ไข มิฉะนั้นจะทำให้มาตรการใช้สิ่งปลูกสร้างต่างๆ ไม่มีประสิทธิภาพและสูญเสียงบประมาณซ้ำซ้อนในการดำเนินการ

4.2 สรุปผล

การศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมล้นตลิ่งเพื่อบรรเทาปัญหาอุทกภัยในลำน้ำขนาดเล็กโดยเลือกใช้มาตรการใช้สิ่งก่อสร้างประกอบด้วย การปรับปรุงแบบสะพานและท่อดลอด การขุดลอกหน้าตัดลำน้ำหน้าฝาย การรื้อถอนสิ่งกีดขวางทางน้ำ การสร้างผนังกั้นน้ำท่วม และการปรับปรุงหน้าตัดในลำน้ำ แบบจำลอง HEC-RAS ของการไหลหนึ่งมิติถูกนำมาใช้จำลองผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นโดยพบว่า การเลือกใช้มาตรการใช้สิ่งปลูกสร้างร่วมกันไม่สามารถแก้ไขปัญหาน้ำท่วมได้ทั้งหมดเนื่องจากหน้าตัดลำน้ำในบางช่วงมีขนาดเล็กและดินเงินตลอดจนตลิ่งมีระดับที่ต่ำ เพื่อที่จะแก้ไขปัญหาน้ำท่วมทั้งหมดได้ จะต้องทำการปรับปรุงลำน้ำเพิ่มเติมโดยการขุดลอกรวมถึงการถมดินเพิ่มระดับตลิ่ง การขยายหน้าตัดลำน้ำ และการขุดลอกโดยมีการสร้างผนังกั้นดิน ใช้งบประมาณรวม 4.08 ล้านบาท ซึ่งจะทำได้สามารถแก้ปัญหาการเกิดน้ำท่วมในลำน้ำยาว 1,150 เมตร ให้หมดไป

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณข้อมูลและความช่วยเหลือจากโครงการ

พัฒนาระบบสารสนเทศเตรียมความพร้อมเพื่อรับมือภัย
น้ำท่วมและดินถล่ม จังหวัดเชียงราย และสำนักงานป้องกัน
และบรรเทาสาธารณภัยจังหวัดเชียงราย

เอกสารอ้างอิง

- [1] Thairath Online. (2018, Aug.). Heavy rain, flash flood from Doi Tung floods 7 villages in Chiang Rai. TREND VG3 Corp. Ltd. Bangkok, Thailand. [Online]. (in Thai). Available: <https://www.thairath.co.th/news/local/north/1353969>.
- [2] Faculty of Engineering Chiangmai University, "Integration of water resources management project: The development activities of information system for prepare to flood disaster and landslides in Chiang Rai Province," Chiangmai University, Chiangmai, Thailand. Report, Mar. 2020 (in Thai).
- [3] Office of the National Water Resources. (2019, Aug.). The 20 year National Water Resources Management Master Plan (2018–2037). Office of the National Water Resources, Bangkok, Thailand. [Online]. (in Thai). Available: http://www.onwr.go.th/?page_id=4174
- [4] P. Chanla, "Flood area analysis using HEC-RAS model in the Lamtakong Basin," M.Eng. Thesis, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima, 2018 (in Thai).
- [5] P. Chanla and P. Kosa, "Flow estimation using HEC-RAS model a case study of Lam Takong river basin," *Technical Education Journal: King Mongkut's University of Technology North Bangkok*, vol. 11, no. 1, pp. 1–11, 2020 (in Thai).
- [6] S. Sairattanain, "River flow and floodplain modeling by HEC-RAS: A case study from Mae Lao River, Chiang Rai Province," Ph.D. dissertation, Department of Computational Science, Mae Fah Luang University, Chiang Rai, 2010 (in Thai).
- [7] S. Pirom, "Flood simulation using HEA-RAS model and geographic information system for flood relief in the lower Chao Phraya River Basin Using Retention Ponds," M.S. Thesis, Department of Environmental Science, Graduate School, Silpakorn University, Nakhon Pathom, 2011 (in Thai).
- [8] B. Khantithirakawee, "HEC-RAS model application for flood management in upper Nan river basin," M.Eng. Thesis, Department of Water Resources Engineering, Faculty of Engineering, Kasetsart University, Bangkok, 2012 (in Thai).
- [9] M. Zelenakova, R. Fijko, S. Labant, E. Weiss, G. Markovic, and R. Weiss, "Flood risk modelling of the Slatvinec stream in Kruzlov village, Slovakia," *Journal of Cleaner Production*, vol. 212, no. 1, pp. 109–118, 2019.
- [10] S. Prechaverakul and T. Yongsatitsak. (2015). *Development of a Flood Model for Hatyai Municipality Using HEC-RAS*. [Online]. (in Thai). Available: <http://kb.psu.ac.th/psukb/handle/2016/17007>
- [11] *HEC-RAS River Analysis System User's Manual Version 5.0*, US Army Corp of Engineers, Davis, CA, 2016, pp. 19–23.
- [12] *HEC-RAS River Analysis System Hydraulic Reference Manual Version 5.0*, US Army Corp of Engineers, Davis, CA, 2016, pp. 26–255.
- [13] J. E. Nash and J. V. Sutcliffe, "River flow

- forecasting through conceptual models; Part I-a discussion of principles,” *Journal of Hydrology*, vol. 10, pp. 282–290, 1970.
- [14] D. N. Moriasi, J. G. Arnold, M. W. Van Liew, R. L. Bingner, R. D. Harmel, and T. L. Veith, “Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations,” *American Society of Agricultural and Biological Engineers*, vol. 50, no. 3, pp. 885–900, 2007.
- [15] The Committee of middle price and entrepreneur registration. (2017, October). The criteria for construction cost estimating of middle price in Irrigation Construction Work. The Comptroller General's Department, Bangkok, Thailand. [Online]. (in Thai). Available: <https://shorturl.asia/dr6mw>
- [16] J. Garrotea, N. Bernala, A. Diez-Herrerob, L. R. Martinsb, and J. M. Bodoquec, “Civil engineering works versus self-protection measures for the mitigation of floods economic risk. A case study from a new classification criterion for cost-benefit analysis,” *International Journal of Disaster Risk Reduction*, vol. 37, 2019.
- [17] C. Chiamsathit, S. Janya, and P. Khumyos, “Community participation in the solutions to recurrent flooding and water shortages of Banchan Village, Kalasin Province,” *Area Based Development Research Journal*, vol. 12, no. 6, pp. 416–431, 2020.
- [18] Y. Ding and S. S. Y. Wang, “Optimal control of flood diversion in watershed using nonlinear optimization,” *Advances in Water Resources*, vol. 44, no. 1, pp. 30–48, 2012.
- [19] K. Wang, Z. Wang, K. Liu, L. Cheng, Y. Bai, and G. Jin, “Optimizing flood diversion siting and its control strategy of detention basins: A case study of the Yangtze River, China,” *Journal of Hydrology*, vol. 597, no. 1, pp. 1–14, 2021.