



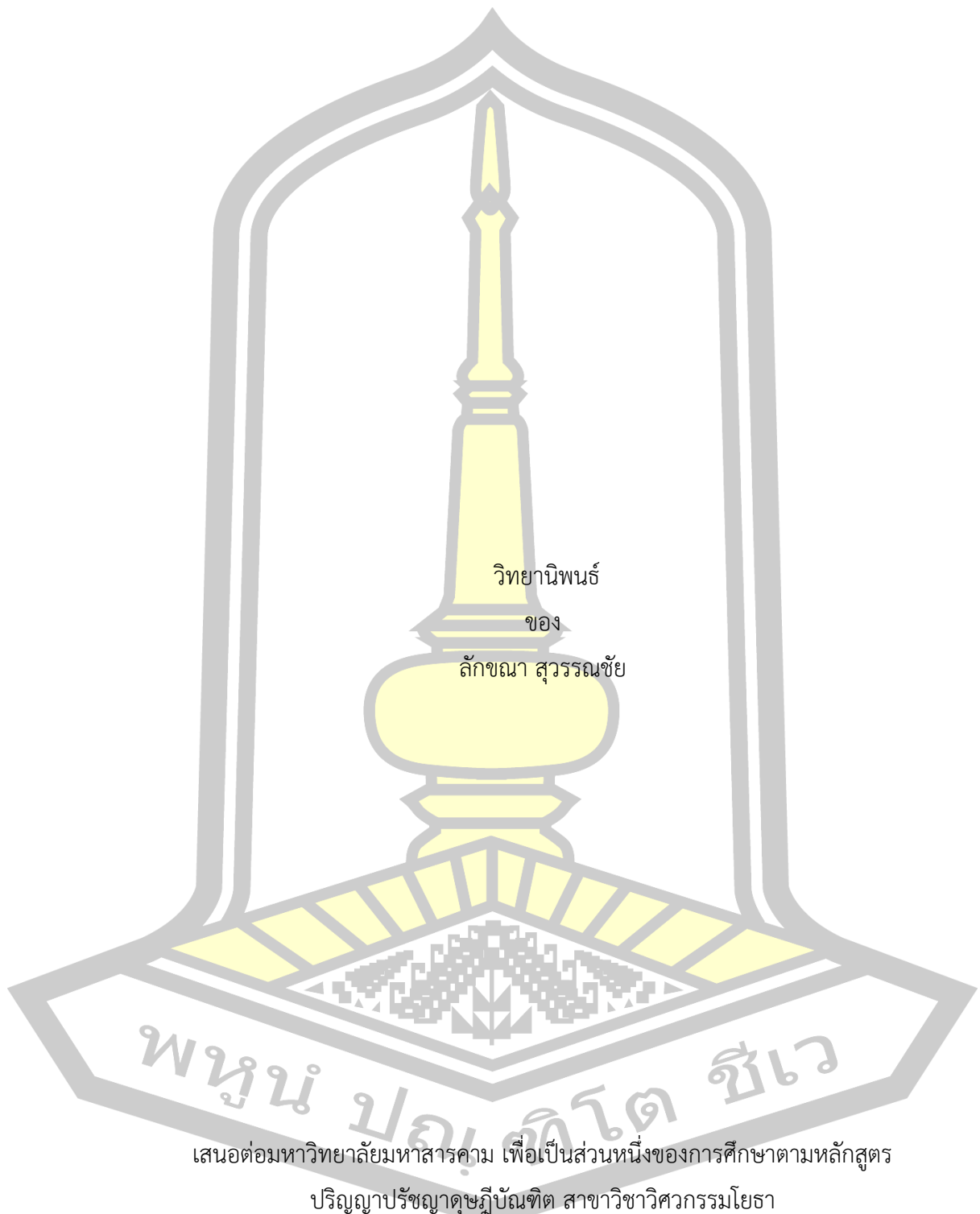
การประเมินปริมาณน้ำท่าในพื้นที่น้ำท่วมฉับพลัน

วิทยานิพนธ์
ของ
ลักขณา สุวรรณชัย

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา
มีนาคม 2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การประเมินปริมาณน้ำท่าในพื้นที่น้ำท่วมฉับพลัน



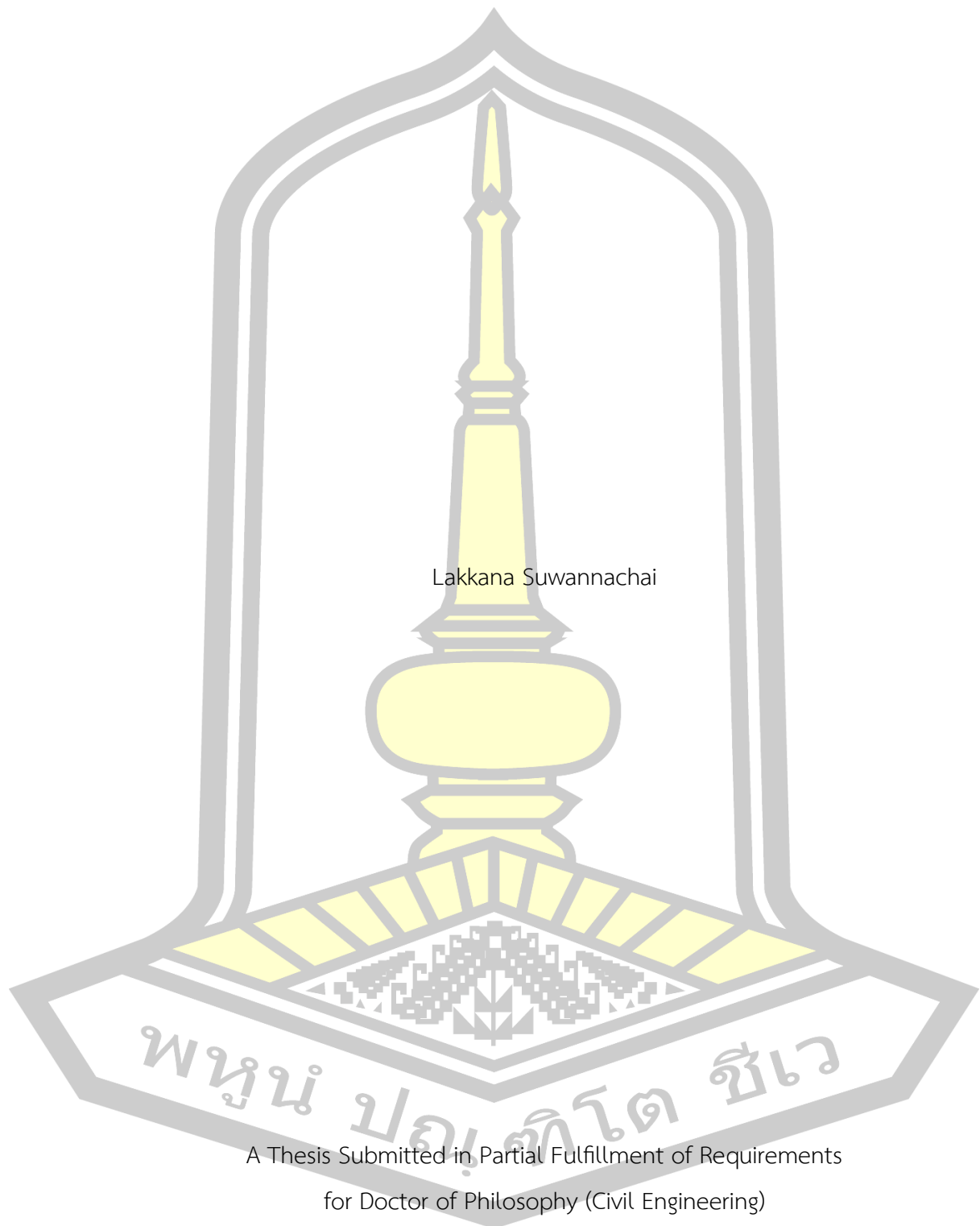
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา

มีนาคม 2567

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Assessment of surface runoff in flash flood area



Lakkana Suwannachai

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements
for Doctor of Philosophy (Civil Engineering)

March 2024

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวลักขณา สุวรรณชัย
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชา
วิศวกรรมโยธา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผศ. ดร. หริส ประสารจำ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ศ. ดร. อนงค์ฤทธิ์ แข็งแรง)

.....กรรมการ

(ผศ. ดร. ศีวา แก้วปลั่ง)

.....กรรมการ

(ผศ. ดร. รัตนา หอมวิเชียร)

.....กรรมการ

(ผศ. ดร. อลงกรณ์ ละม่อม)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญา ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(รศ. ดร. จักรมาส เลาหวนิช)

คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

.....
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง การประเมินปริมาณน้ำท่าในพื้นที่น้ำท่วมฉับพลัน
 ผู้วิจัย ลักขณา สุวรรณชัย
 อาจารย์ที่ปรึกษา ศาสตราจารย์ ดร. อนงค์ฤทธิ์ แข็งแรง
 ปรัญญา ปรัชญาคุณภิรมย์
 มหาวิทยาลัย มหาวิทาลัยมหาสารคาม สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา
 ปีที่พิมพ์ 2567

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เน้นการปัญหาของน้ำท่วมที่รุนแรงและกระทบมากต่อชีวิต เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม การวิจัยนี้ใช้การจำลองข้อมูลด้วยโครงสร้าง SWAT และ HEC-RAS เพื่อประเมินและวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อน้ำท่วมฉับพลัน พร้อมกับการสร้างกลยุทธ์ในการควบคุมและป้องกันน้ำท่วมในอนาคต ผลลัพธ์จากการจำลองของ SWAT และ HEC-RAS ตามค่าวัดความสอดคล้องเช่น R^2 , RMSE, NSE, และ PBIAS ที่ตรงตามมาตรฐานที่ยอมรับ การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงในการใช้ที่ดินและปริมาณฝนแสดงให้เห็นถึงการเพิ่มพื้นที่ที่น้ำท่วมต่อเนื่องในลุ่มน้ำทั้ง 3 ตั้งแต่ ปี 2549 ถึง 2562 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากป่าเป็นพื้นที่เกษตรกรรมเป็นเหตุผลสำคัญของปัญหานี้ การเพิ่มพื้นที่ที่น้ำท่วมมีอัตราการเพิ่มต่างกันในกลุ่มน้ำต่างๆ คือ 0.92% ในลุ่มน้ำลำสะพุง 5.50% ในลุ่มน้ำพรม และ 2.5% ในลุ่มน้ำลำเชียงส่วนที่ 1 โดยผลสรุป การวิจัยเน้นความสัมพันธ์ระหว่างการเพิ่มพื้นที่ที่น้ำท่วมและการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และชี้ว่าลุ่มน้ำที่เป็นป่าและลุ่มน้ำที่ใช้ที่ดินเพาะปลูกเกษตรกรรมเป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงสุดในการเกิดน้ำท่วม ความเสี่ยงของน้ำท่วมมีค่าต่างกันในกลุ่มน้ำแต่ละลุ่มและตำแหน่งความเสี่ยงด้วยระดับ H1 และ H3 ดังนั้น การจัดการด้วยกลยุทธ์ที่เหมาะสมและการอนุรักษ์ป่าเป็นสิ่งสำคัญในการลดความเสี่ยงน้ำท่วมในอนาคต

คำสำคัญ : น้ำท่วมฉับพลัน, การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน, ปริมาณน้ำฝน, แบบจำลอง SWAT, แบบจำลอง HEC-RAS

พจนานุกรม ปณ จิตโต ชีเว

TITLE	Assessment of surface runoff in flash flood area		
AUTHOR	Lakkana Suwannachai		
ADVISORS	Professor Anongrit Kangrang , Ph.D.		
DEGREE	Doctor of Philosophy	MAJOR	Civil Engineering
UNIVERSITY	Maharakham University	YEAR	2024

ABSTRACT

This study focuses on the severe and impactful issue of flooding on life, the economy, and the environment. The research utilizes data modeling with the SWAT and HEC-RAS frameworks to assess and analyze factors contributing to sudden onset flooding. Additionally, it aims to develop strategies for future flood control and prevention. The results from the SWAT and HEC-RAS simulations, based on metrics such as R^2 , RMSE, NSE, and PBIAS, conform to accepted standards. The analysis reveals continuous increases in flooded areas in all three watersheds from 2006 to 2019. A significant driver of this issue is the land use change from forests to agricultural areas. The rate of increase in flooded areas varies across different watersheds, with a 0.92% increase in the Lam Saphung River Basin, 5.50% in the Phrom River Basin, and 2.5% in the Chern River Basin Part 1. In summary, this research emphasizes the relationship between expanding flooded areas and land use changes. It identifies forested watersheds and those converted to agriculture as the highest-risk areas for flooding. Flood risk varies among the watersheds and their H1 and H3 risk levels. Therefore, appropriate management strategies and forest preservation are crucial for mitigating flood risks in the future.

Keyword : Flash Flood, Land use change, Rainfall, SWAT, HEC-RAS

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่ง จากศาสตราจารย์ ดร.อนงค์ฤทธิ์ แข็งแรง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นที่ปรึกษา งานวิจัยและกรุณาให้คำแนะนำปรึกษาตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง ผู้จัดทำตระหนักถึงความตั้งใจจริงและความทุ่มเทของท่านอาจารย์ ตลอดจน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทริส ประสานฉ่ำ ประธานกรรมการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิวา แก้วปลั่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัตนา หอมวิเชียร และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลงกรณ์ ละม่อม คณะกรรมการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

นอกเหนือจากนั้น ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิรวัดน์ ศุภโกศล คุณวรัญญู บัวขาว คุณศรายุทธ วงษาศรี และเพื่อนร่วมรุ่นในระดับปริญญาโท-เอก สมาชิกหน่วยวิจัยวิศวกรรมแหล่งน้ำ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ทุกคน ซึ่งคอยแลกเปลี่ยนความรู้เพิ่มเติมในเรื่องแหล่งน้ำและแบบจำลองทางอุทกวิทยาตลอดจนข้อมูล จนทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จ

กลุ่มบริการสารสนเทศศูนย์นิมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา ที่อนุเคราะห์ข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ที่อนุเคราะห์ข้อมูลชุดดิน และแผนที่การใช้ที่ดิน ออนไลน์ สุดท้ายขอขอบคุณครอบครัว “สุวรรณชัย” ที่คอยให้กำลังใจและสนับสนุนมาโดยตลอด

ลักขณา สุวรรณชัย

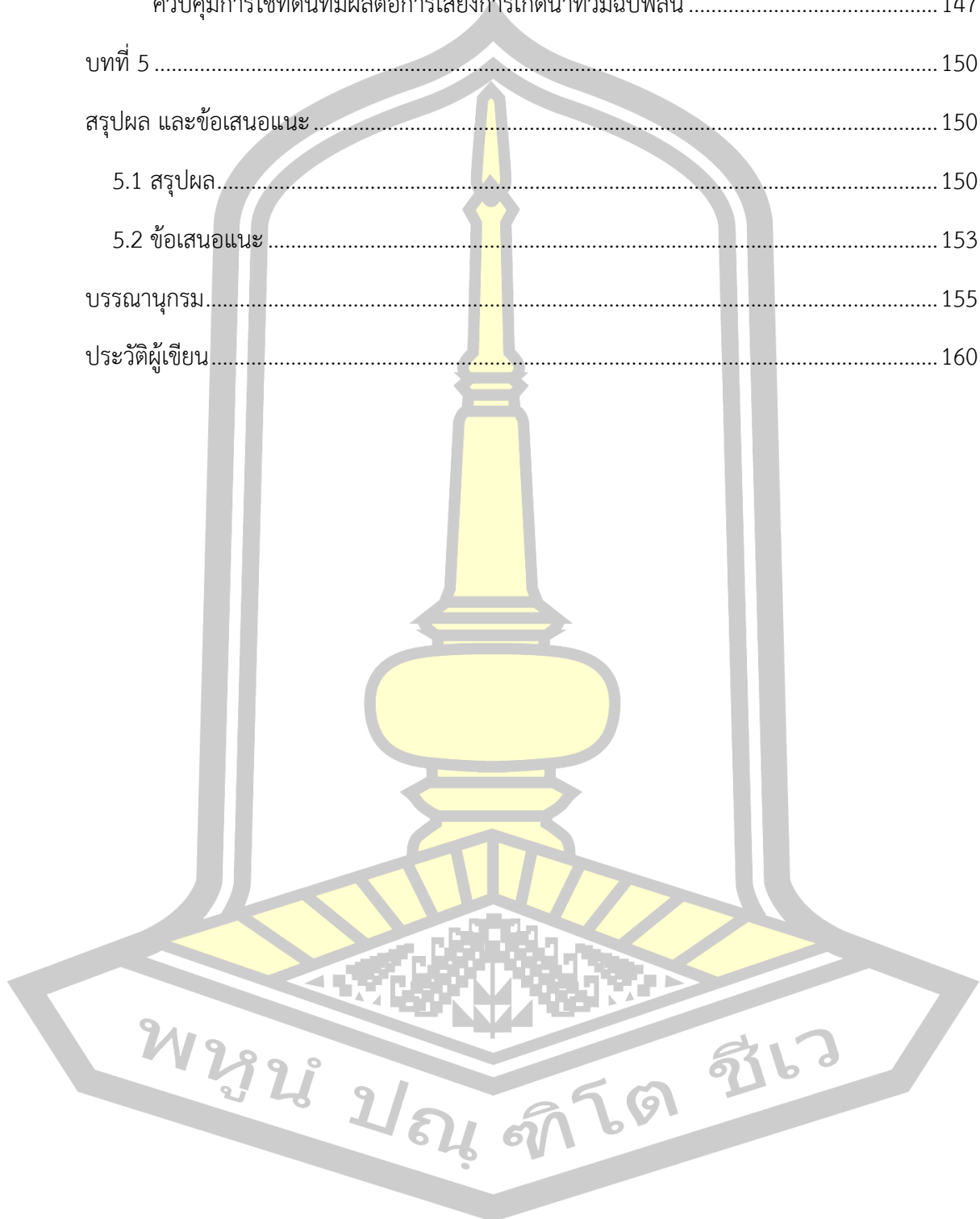


สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
ตารางประกอบ.....	ญ
ภาพประกอบ.....	ฎ
บทที่ 1	1
บทนำ.....	1
1.1. ที่มาและความสำคัญของการศึกษา.....	1
1.2. วัตถุประสงค์	5
1.3. ขอบเขตการวิจัย	5
1.4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
บทที่ 2	8
ปริทัศน์เอกสารข้อมูล	8
2.1 ลักษณะการเกิดภัยพิบัติน้ำท่วม	8
2.2 ลักษณะภูมิประเทศที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย	12
2.3 ผลกระทบที่เกิดจากอุทกภัย.....	13
2.4 วิธีปฏิบัติในการป้องกันตนเองจากอุทกภัย การบรรเทาภัยพิบัติน้ำท่วม (Flood Mitigation)	14
2.5 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองระบบลุ่มน้ำ.....	15
2.6 ทฤษฎีของแบบจำลอง SWAT	25

2.7 ทฤษฎีของแบบจำลอง HEC-RAS.....	35
2.8 ทฤษฎีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....	36
2.9 แบบจำลองอุทกภัย.....	38
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	44
บทที่ 3	83
วิธีดำเนินการวิจัย	83
3.1.1 พื้นที่ศึกษา.....	85
3.2.1 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและปริมาณฝนที่ก่อให้เกิดน้ำท่วมฉับพลันจากประเมิณปริมาณน้ำท่าด้วยแบบจำลอง SWAT.....	105
3.3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนที่มีผลต่อการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน	108
3.4 แนวทางการควบคุมและป้องกันการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน	109
แนวทางการควบคุมและป้องกันการเกิดน้ำท่วมฉับพลันอย่างมีประสิทธิภาพในบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินมากจำเป็นต้องอาศัยความรู้และข้อมูลที่มีให้มากพอและต้องใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการสำรวจและวิเคราะห์สภาพแวดล้อมของพื้นที่นั้น ซึ่งถือว่าขั้นตอนที่อาจจะต้องตรวจสอบและวางแผนสำหรับงานวิจัย เพื่อพัฒนาแนวทางการควบคุมและป้องกันการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน ดังต่อไปนี้	109
บทที่ 4	111
ผลการดำเนินการวิจัย	111
4.1 ผลประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง SWAT และแบบจำลอง HEC-RAS	111
4.1.2 ผลการประเมินสภาพน้ำท่วมด้วยแบบจำลอง HEC-RAS.....	116
4.2 ผลการประเมินการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและปริมาณฝนที่ก่อให้เกิดน้ำท่วมฉับพลัน	122
4.2.1 ผลลัพธ์การประเมินปริมาณน้ำท่าด้วยแบบจำลอง SWAT	122
4.3 ผลการประเมินการใช้ที่ดินแต่ละปีกับปริมาณน้ำฝนของการใช้ที่ดิน	136
4.3.1 ผลลัพธ์การประเมินปริมาณน้ำท่าด้วยแบบจำลอง SWAT	136
4.3.2 ผลลัพธ์การประเมินสภาพน้ำท่วมด้วยแบบจำลอง HEC-RAS	139

4.4 ผลการศึกษาการประเมินปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ที่เกิดน้ำท่วมฉับพลัน เพื่อนำมามาตรการการควบคุมการใช้ที่ดินที่มีผลต่อการเสี่ยงการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน	147
บทที่ 5	150
สรุปผล และข้อเสนอแนะ	150
5.1 สรุปผล.....	150
5.2 ข้อเสนอแนะ	153
บรรณานุกรม.....	155
ประวัติผู้เขียน.....	160

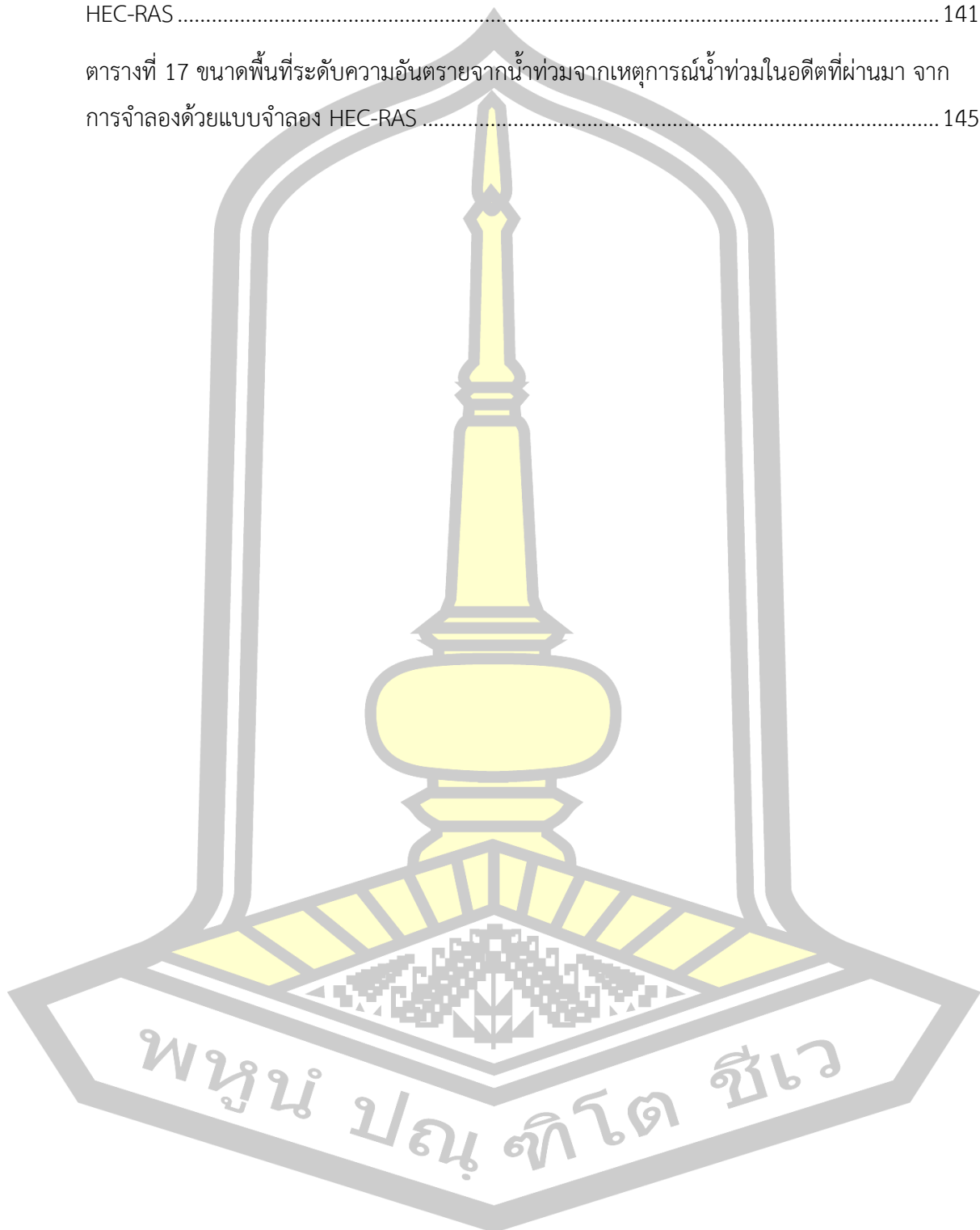


ตารางประกอบ

หน้า

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการประเมินค่าอุบัติเหตุซ้ำโดยเฉลี่ยของการเกิดน้ำท่วมในแม่น้ำของรัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา.....	11
ตารางที่ 2 ความลาดชันของสภาพภูมิประเทศ.....	22
ตารางที่ 3 จำแนกคุณสมบัติตามกลุ่มดิน.....	23
ตารางที่ 4 สรุปการทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	63
ตารางที่ 5 ข้อมูลและแหล่งข้อมูลข้อมูล	87
ตารางที่ 6 ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (Manning's n)	102
ตารางที่ 7 เกณฑ์การจำแนกระดับความอันตรายจากน้ำท่วม ด้วยความลึกและความเร็วการไหล .	108
ตารางที่ 8 แสดงค่าผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้จากการการคำนวณของแบบจำลอง จำนวน 8 พารามิเตอร์ ใน รอบการคำนวณ 500 รอบ	112
ตารางที่ 9 ดัชนีวัดผลประสิทธิภาพของแบบจำลอง SWAT	114
ตารางที่ 10 ค่าทางสถิติ R^2 และ NSE จากการสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลองในแต่ละสถานีวัด น้ำ.....	119
ตารางที่ 11 ปริมาณน้ำท่าสูงสุดของตัวแทนแต่ละลุ่มน้ำของการใช้ที่ดินและปริมาณฝนที่ส่งผลต่อการ การเกิดน้ำท่วมฉับพลัน.....	124
ตารางที่ 12 ขนาดพื้นที่น้ำท่วมจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอดีตจำแนกตามประเภทของการใช้ ที่ดิน.....	127
ตารางที่ 13 เกณฑ์การจำแนกระดับความอันตรายจากน้ำท่วม ด้วยความลึกและความเร็วการไหล	131
ตารางที่ 14 ขนาดพื้นที่น้ำท่วมจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอดีตจำแนกตามระดับความ อันตรายจากน้ำท่วม (Flood Hazard)	134
ตารางที่ 15 ปริมาณน้ำท่าของตัวแทนพื้นที่ศึกษาของการใช้ที่ดินและปริมาณฝนที่ส่งผลต่อการการ เกิดน้ำท่วมฉับพลัน.....	137

ตารางที่ 16 ขนาดพื้นที่น้ำท่วมจากเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีตที่ผ่านมา จากการจำลองด้วยแบบจำลอง HEC-RAS	141
ตารางที่ 17 ขนาดพื้นที่ระดับความอันตรายจากน้ำท่วมจากเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีตที่ผ่านมา จากการจำลองด้วยแบบจำลอง HEC-RAS	145



ภาพประกอบ

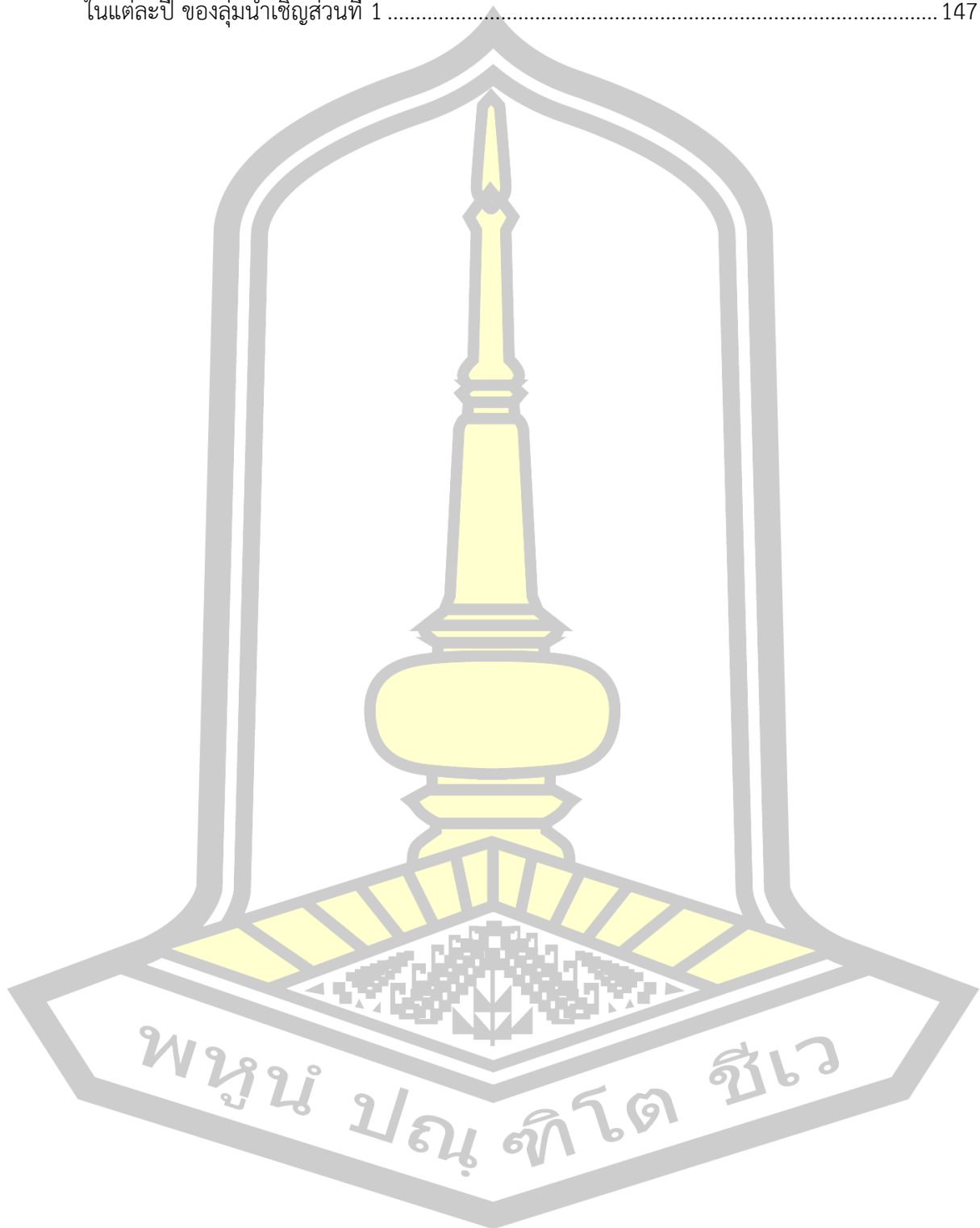
	หน้า
ภาพประกอบที่ 1 ขอบเขตพื้นที่การศึกษา	6
ภาพประกอบที่ 2 ไฮโดรกราฟ (hydrograph) (ซ้าย) ชนบท (ขวา) ชุมชนเมือง	9
ภาพประกอบที่ 3 ตัวอย่างกราฟความถี่น้ำท่วม	11
ภาพประกอบที่ 4 วัฏจักรของน้ำ (ที่มา : อุทกวิทยา รองศาสตราจารย์ กิริติ ลีวัจนกุล)	15
ภาพประกอบที่ 5 แผนผังวงจรอุทกวิทยา (ที่มา : อุทกวิทยา รองศาสตราจารย์ กิริติ ลีวัจนกุล)	16
ภาพประกอบที่ 6 สมดุลน้ำ	17
ภาพประกอบที่ 7 หลักการเทียบสัดส่วนของสามเหลี่ยมคล้าย	19
ภาพประกอบที่ 8 วงจรอุทกวิทยา	26
ภาพประกอบที่ 9 การคำนวณการเคลื่อนที่ในลำน้ำ	32
ภาพประกอบที่ 10 ปริซึมและลิ้มความจุในช่วงของการไหล	32
ภาพประกอบที่ 11 แผนที่เฉพาะเรื่องที่ได้จากการจำลองจากสภาพภูมิประเทศจริง	36
ภาพประกอบที่ 12 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	37
ภาพประกอบที่ 13 แผนผังกระบวนการดำเนินงานจากแบบจำลอง SWAT	83
ภาพประกอบที่ 14 แผนผังกระบวนการดำเนินงานจากแบบจำลอง HEC-RAS	84
ภาพประกอบที่ 15 พื้นที่การศึกษา	86
ภาพประกอบที่ 16 กราฟแสดงปริมาณฝนสูงสุดรายวัน ปีน้ำ พ.ศ.2549-2564 ของลุ่มน้ำลำสะพุง	89
ภาพประกอบที่ 17 ตัวแทนพื้นที่ที่เคยเกิดน้ำท่วมฉับพลันที่ 1 ลุ่มน้ำลำสะพุง	89
ภาพประกอบที่ 18 แผนที่การใช้ที่ดินตั้งแต่ปี พ.ศ.2549 ของลุ่มน้ำลำสะพุง	90
ภาพประกอบที่ 19 กราฟแสดงปริมาณฝนสูงสุดรายวัน ปีน้ำ พ.ศ.2549-2564 ของลุ่มน้ำพรม	91
ภาพประกอบที่ 20 ตัวแทนพื้นที่ที่เคยเกิดน้ำท่วมฉับพลันที่ 2 น้ำพรม	92
ภาพประกอบที่ 21 แผนที่การใช้ที่ดินตั้งแต่ปี พ.ศ.2549-2564 ของลุ่มน้ำน้ำพรม	92

ภาพประกอบที่ 22 กราฟแสดงปริมาณฝนสูงสุดรายวัน ปีน้ำ พ.ศ.2549-2564 ของลุ่มน้ำเชิงส่วนที่ 1	94
ภาพประกอบที่ 23 ตัวแทนพื้นที่ที่เคยเกิดน้ำท่วมฉับพลันที่ 3 ลุ่มน้ำเชิงส่วนที่ 1	94
ภาพประกอบที่ 24 แผนที่การใช้ที่ดินตั้งแต่ปี พ.ศ.2549-2564 ของลุ่มน้ำลำน้ำเชิงส่วนที่ 1	95
ภาพประกอบที่ 25 การสร้างเส้นกึ่งกลางลำน้ำและตลิ่งฝั่งซ้าย-ขวา ในหน้าต่าง Ras Mapper.....	97
ภาพประกอบที่ 26 การนำเข้าข้อมูล DEM ขนาด 5x5 ม. และ ตำแหน่งหน้าตัดลำน้ำจากการสำรวจของกรมชลประทานและกรมทรัพยากรน้ำที่นำเข้าในแบบจำลอง HEC-RAS	98
ภาพประกอบที่ 27 หน้าตัดการสำรวจลำน้ำสะพุง ที่นำเข้าในแบบจำลอง HEC-RAS.....	99
ภาพประกอบที่ 28 หน้าตัดการสำรวจลำน้ำพรม ที่นำเข้าในแบบจำลอง HEC-RAS.....	99
ภาพประกอบที่ 29 หน้าตัดการสำรวจลำน้ำเชิงส่วนที่ 1 ที่นำเข้าในแบบจำลอง HEC-RAS	100
ภาพประกอบที่ 30 ภาพตัดตามแนวยาวลำน้ำ (Long Profile) ลุ่มน้ำลำสะพุง	100
ภาพประกอบที่ 31 ภาพตัดตามแนวยาวลำน้ำ (Long Profile) ลุ่มน้ำพรม	101
ภาพประกอบที่ 32 ภาพตัดตามแนวยาวลำน้ำ (Long Profile) ลุ่มน้ำเชิงส่วนที่ 1.....	101
ภาพประกอบที่ 33 ภาพรวมการนำเข้าข้อมูล 2D Area และ Lateral Structure	102
ภาพประกอบที่ 34 การกำหนดค่า Manning's n สำหรับพื้นที่น้ำท่วม (2D Area) จากแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2562	104
ภาพประกอบที่ 35 การใช้ที่ดินแต่ละปีกับฝนปีที่เกิดน้ำท่วมฉับพลันของตัวแทนพื้นที่ที่เคยเกิดน้ำท่วมฉับพลันทั้ง 3 ลุ่มน้ำ.....	106
ภาพประกอบที่ 36 โค้งความอันตรายจากน้ำท่วม (Flood hazard curves) จำแนกจากค่าความลึกและความเร็วการไหล (G P Smith, E K Davey และ R J Cox, 2014).....	108
ภาพประกอบที่ 37 การนำเกณฑ์การจำแนกระดับความอันตรายจากน้ำท่วมมาเขียนเป็น Scripts ใน Ras Mapper เพื่อสร้างแผนที่ความอันตรายจากน้ำท่วม	108
ภาพประกอบที่ 38 การใช้ที่ดินแต่ละปีกับฝนปีการใช้ที่ดินของตัวแทนพื้นที่ที่เคยเกิดน้ำท่วมฉับพลันทั้ง 3 ลุ่มน้ำ.....	109
ภาพประกอบที่ 39 แสดงผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจากข้อมูลการบันทึกการไหลในลำน้ำรวมปี พ.ศ. 2564 และปริมาณน้ำจากข้อมูลการไหลจากแบบจำลอง ณ สถานี E.83.....	115

ภาพประกอบที่ 40 แสดงผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจากข้อมูลการบันทึกการไหลในลำน้ำรวม ปี พ.ศ. 2564 และปริมาณน้ำจากข้อมูลการไหลจากแบบจำลอง ณ สถานี E.93	115
ภาพประกอบที่ 41 แสดงผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจากข้อมูลการบันทึกการไหลในลำน้ำรวม ปี พ.ศ. 2564 และปริมาณน้ำจากข้อมูลการไหลจากแบบจำลอง ณ สถานี E.85	115
ภาพประกอบที่ 42 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการไหลในลำน้ำจาก การจำลองกับปริมาณการไหลในลำน้ำจากการวัด (รายวัน) ปี พ.ศ. 2564 ณ สถานีวัด E.83 E.85 และ E.93	116
ภาพประกอบที่ 43 การสอบเทียบแบบจำลอง HEC-RAS ในแต่ละสถานีวัดน้ำ ในช่วงระหว่างเดือน กรกฎาคม ปี พ.ศ. 2564 ถึง ธันวาคม ปี พ.ศ. 2564	118
ภาพประกอบที่ 44 ตรวจสอบแบบจำลอง HEC-RAS ในแต่ละสถานีวัดน้ำ ในช่วงระหว่างเดือน กรกฎาคม ปี พ.ศ. 2553 ถึง ธันวาคม ปี พ.ศ. 2553	119
ภาพประกอบที่ 45 การสอบเทียบขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม วันที่ 27 กันยายน พ.ศ. 2564 จากแบบจำลอง HEC-RAS และจากภาพถ่ายดาวเทียมของ GISTDA.....	121
ภาพประกอบที่ 46 การตรวจสอบขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม วันที่ 20 ตุลาคม พ.ศ. 2553 จากแบบจำลอง HEC-RAS และจากภาพถ่ายดาวเทียมของ GISTDA.....	121
ภาพประกอบที่ 47 ปริมาณน้ำท่าสูงสุดของการใช้ที่ดินแต่ละปีของลำสะพุง และฝนปี พ.ศ.2564	125
ภาพประกอบที่ 48 ปริมาณน้ำท่าสูงสุดของการใช้ที่ดินแต่ละปีของน้ำพรม และฝนปี พ.ศ.2564 .	125
ภาพประกอบที่ 49 ปริมาณน้ำท่าสูงสุดของการใช้ที่ดินแต่ละปีของลำน้ำเชิญ และฝนปี พ.ศ.2564	126
ภาพประกอบที่ 50 ขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอดีต.....	128
ภาพประกอบที่ 51 พื้นที่น้ำท่วมจำแนกตามประเภทของการใช้ที่ดินในแต่ละปี ลุ่มน้ำลำสะพุง....	129
ภาพประกอบที่ 52 พื้นที่น้ำท่วมจำแนกตามประเภทของการใช้ที่ดินในแต่ละปี ลุ่มน้ำพรม.....	129
ภาพประกอบที่ 53 พื้นที่น้ำท่วมจำแนกตามประเภทของการใช้ที่ดินในแต่ละปี ลุ่มน้ำเชิญส่วนที่ 1	129
ภาพประกอบที่ 54 โค้งความอันตรายจากน้ำท่วม (Flood hazard curves) จำแนกจากค่าความลึก และความเร็วการไหล (G P Smith, E K Davey และ R J Cox, 2014).....	130

ภาพประกอบที่ 55 การนำเกณฑ์การจำแนกระดับความอันตรายจากน้ำท่วม มาเขียนเป็น Scripts ใน Ras Mapper เพื่อสร้างแผนที่ความอันตรายจากน้ำท่วม.....	131
ภาพประกอบที่ 56 ขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอดีต.....	133
ภาพประกอบที่ 57 พื้นที่น้ำท่วมในแต่ละปี จำแนกตามระดับความอันตรายจากน้ำท่วม (Flood Hazard) กลุ่มน้ำลำสะพุง	135
ภาพประกอบที่ 58 พื้นที่น้ำท่วมในแต่ละปี จำแนกตามระดับความอันตรายจากน้ำท่วม (Flood Hazard) กลุ่มน้ำพรม	135
ภาพประกอบที่ 59 พื้นที่น้ำท่วมในแต่ละปี จำแนกตามระดับความอันตรายจากน้ำท่วม (Flood Hazard) กลุ่มน้ำเชิญส่วนที่	135
ภาพประกอบที่ 60 ปริมาณน้ำท่าสูงสุดของการใช้ที่ดินแต่ละปีของลำสะพุง และแผนปีการใช้ที่ดิน.....	138
ภาพประกอบที่ 61 ปริมาณน้ำท่าสูงสุดของการใช้ที่ดินแต่ละปีของน้ำพรม และแผนปีการใช้ที่ดิน.....	138
ภาพประกอบที่ 62 ปริมาณน้ำท่าสูงสุดของการใช้ที่ดินแต่ละปีของน้ำลำน้ำเชิญส่วนที่ 1 และแผนปีการใช้ที่ดิน.....	138
ภาพประกอบที่ 63 ขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมจากเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีตที่ผ่านมา จากการจำลองด้วยแบบจำลอง HEC-RAS.....	140
ภาพประกอบที่ 64 พื้นที่น้ำท่วมจากเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีตที่ผ่านมา จำแนกตามประเภทของการใช้ที่ดินในแต่ละปีกลุ่มน้ำลำสะพุง	141
ภาพประกอบที่ 65 พื้นที่น้ำท่วมจากเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีตที่ผ่านมา จำแนกตามประเภทของการใช้ที่ดินในแต่ละปีกลุ่มน้ำพรม.....	142
ภาพประกอบที่ 66 พื้นที่น้ำท่วมจากเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีตที่ผ่านมา จำแนกตามประเภทของการใช้ที่ดินในแต่ละปี กลุ่มน้ำเชิญส่วนที่ 1.....	142
ภาพประกอบที่ 67 ขอบเขตพื้นที่ระดับความอันตรายจากน้ำท่วมจากเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีตที่ผ่านมาจากการจำลองด้วยแบบจำลอง HEC-RAS.....	144
ภาพประกอบที่ 68 พื้นที่ระดับความอันตรายจากน้ำท่วมจากเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีตที่ผ่านมาในแต่ละปี ของกลุ่มน้ำลำสะพุง.....	146
ภาพประกอบที่ 69 พื้นที่ระดับความอันตรายจากน้ำท่วมจากเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีตที่ผ่านมาในแต่ละปี ของกลุ่มน้ำพรม.....	146

ภาพประกอบที่ 70 พื้นที่ระดับความอันตรายจากน้ำท่วมจากเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีตที่ผ่านมา
ในแต่ละปี ของลุ่มน้ำเชิงสวนที่ 1 147



บทที่ 1

บทนำ

1.1. ที่มาและความสำคัญของการศึกษา

สถานการณ์การเกิดน้ำท่วมยังคงแสดงความต่อเนื่อง มีการเพิ่มความถี่และความรุนแรงขึ้นเรื่อย ๆ ในขณะที่ขาดแคลนน้ำในช่วงน้ำแล้งก็เพิ่มขึ้นอย่างยาวนานมากขึ้น นอกจากนี้ ยังมีการเพิ่มความรุนแรงต่อเนื่องตามอุณหภูมิที่สูงขึ้นของโลก เป็นสัญญาณชัดเจนที่บ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศโลก ซึ่งเกิดขึ้นมาจากการขยายตัวของเมืองเพื่อรองรับการเติบโตของเศรษฐกิจที่กำลังเพิ่มขึ้นและการพัฒนาที่รวดเร็วทั่วทุกภูมิภาคของโลก ซึ่งมีความต้องการในการใช้ที่ดินและการใช้น้ำที่เพิ่มขึ้น นั้นจึงส่งผลให้เกิดปัญหาทั้งในเรื่องของน้ำแล้งและน้ำท่วม ดังนั้นการเติบโตของเมืองพร้อมกับผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนั้นเป็นเรื่องที่ค่อนข้างซับซ้อนและมีความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ต่อปัญหาน้ำท่วมในเมืองที่มีลักษณะที่มักเกิดบ่อยและมีความรุนแรงมากขึ้นในอนาคต (Amrutha, et.al.,2022) แต่ในทางกลับกัน ตัวชี้วัดที่อธิบายถึงเหตุการณ์นี้ยังคงเพิ่มขึ้น โดยดูจากภาพข่าวที่ปรากฏในสื่อมวลชนและงานวิจัยที่ผ่านมา เช่น เหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลันในมณฑลเหอหนานของจีนในเดือนกรกฎาคม พ.ศ.2564 ที่ประสบกับฝนตกหนักเหนือปกติทำให้เกิดผลกระทบอย่างมากต่อชีวิตและการผลิตทรัพยากรทางสังคม และในภาคใต้ของฟิลิปปินส์ในธันวาคม 2565 มีน้ำท่วมฉับพลัน ทำให้มีผู้ถูกอพยพมากกว่า 45,000 คน หรือแม้กระทั่งในประเทศไทยก็ประสบภัยพิบัติทางธรรมชาติกระจายไปทั่วทุกภาค สร้างความเสียหายเป็นอย่างมากต่อชีวิตทรัพย์สิน พื้นที่การเกษตร อาคาร ระบบสาธารณูปโภค และโครงสร้างพื้นฐานต่างๆ โดยในช่วงเดือนกันยายน-ตุลาคม 2564 นั้นพบว่าเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลันใน 27 จังหวัด ซึ่งมีเป็นผลมาจากอิทธิพลของพายุเตี้ยนหมู่ที่เคลื่อนตัวในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคเหนือตอนล่าง นับว่ามีปริมาณฝนตกที่มากกว่า 90 มิลลิเมตรในแต่ละจังหวัด โดยเหตุการณ์นี้ส่งผลให้เกิดน้ำท่วมฉับพลันและน้ำล้นทางระบายที่เขื่อนต่าง ๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ และภาคกลาง ซึ่งทำให้มีการกักเก็บน้ำที่สูงมากเกิน 100% ในบางพื้นที่ ดังเช่นจังหวัดชัยภูมิเจอน้ำท่วมหนักในรอบ 50 ปี เนื่องจากจังหวัดชัยภูมิเจอแนวพายุฝนพัดเข้ามารุนแรง ปริมาณฝนจึงมาก รวมถึงสภาพพื้นที่ที่เป็นที่ลาด เป็นท้องไร่ท้องนา กว่าจะระบายออกแม่น้ำชีได้ต้องใช้เวลานาน ประกอบกับน้ำชีมีความหลากหลาย

หนุนสูง ระดับน้ำจึงท่วมสูง ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการฝนที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการเพิ่มขึ้นของเหตุการณ์สภาพอากาศรุนแรงนั้นสามารถทำให้เกิดฝนที่มีลักษณะแตกต่างและความถี่ที่เพิ่มขึ้นได้ (Helga, et.al.,2021) รวมถึงลักษณะของการใช้ที่ดินที่เปลี่ยนรูปแบบการใช้ที่ดินที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน

น้ำท่วมแบ่งเป็น 3 รูปแบบหลัก คือ น้ำท่วมในแม่น้ำ น้ำท่วมชายฝั่ง และน้ำท่วมฉับพลัน ตามข้อมูลจาก National Weather Service และ USGS โดยน้ำท่วมฉับพลันมีผลกระทบมากที่สุด โดยมีค่าเตือนเพียงเล็กน้อยถ้ามีในช่วงเวลาสั้นมากและอาจส่งผลให้สูญเสียชีวิตจำนวนมาก (Margaret, et.al.,2021) น้ำท่วมฉับพลันได้กลายเป็นเหตุการณ์ที่พบบ่อยทั่วโลกมากขึ้น ซึ่งมักมีความเชื่อมโยงกับปริมาณน้ำฝนที่มีความรุนแรง (Mariusz, et.al.,2023) อย่างไรก็ตาม ทรัพยากรน้ำมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิต และมีการเคลื่อนไหวและเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาตามแรงโน้มถ่วงของโลก โดยเฉพาะในพื้นที่ในเมืองที่มีการจัดการระบายน้ำต่ำและการระเหยจำกัด เพิ่มความเสี่ยงในการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน (Fei, et.al.,2019) ในกรณีที่น้ำท่วมเกิดขึ้นอย่างรุนแรง มีความเป็นไปได้ที่เกิดการสูญเสียชีวิตและเข้าใจว่านั่นเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของประชาชน (Flooding.,2022) นอกจากนี้ น้ำท่วมฉับพลันสามารถเกิดขึ้นทั่วโลก มีความเชื่อมโยงกับสภาพอุทกวิทยาและอุตุนิยมวิทยา และมักเกิดในช่วงเวลาสั้น ๆ ที่มีน้ำฝนรุนแรง น้ำท่วมฉับพลันนั้นสามารถส่งน้ำมหาศาลในเวลาอันสั้น และมักเกิดในพื้นที่ที่ซับน้ำได้ไม่ดี มีดินที่เหมือนดินเหนียว (Determination of Infiltration Rate in Imphal West District, 2022) ทำให้น้ำไหลได้มีความรุนแรงมาก โอกาสในการป้องกันมีน้อย

แต่อย่างไรก็ตามการสำรวจและวิเคราะห์ปัจจัยที่ทำให้เกิดน้ำท่วมฉับพลันในพื้นที่ที่เคยเป็นจุดกระจายของเหตุการณ์น้ำท่วมมาแล้ว การพิจารณาเหตุการณ์ในอดีตและเทียบกับสถานการณ์ปัจจุบัน จึงเป็นส่วนสำคัญในการหาแนวทางในการป้องกัน ในทางกลับกัน การอธิบายถึงทรัพยากรน้ำเป็นจุดสำคัญที่ต้องพิจารณาเสมอ เนื่องจากน้ำมีบทบาทที่สำคัญในการสนับสนุนชีวิตและการเจริญเติบโตของทุกชีวิต ทั้งนี้ยังมีการเคลื่อนไหวและการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมตลอดเวลา การสร้างแผนที่ภูมิภาคของน้ำท่วมฉับพลันเพื่อให้ข้อมูลเกี่ยวกับพื้นที่นั้นเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์สำหรับการปรับปรุงและบรรเทาผลกระทบของน้ำท่วม การนำแผนที่ที่พัฒนาขึ้นมาได้รับการนำไปใช้ในพื้นที่อื่นๆ โดยการปรับใช้ตามเงื่อนไขและลักษณะพิเศษของแต่ละพื้นที่ ทั้งนี้การยืดหยุ่นนี้สามารถนำไปใช้สนับสนุนการจัดการน้ำท่วมในมิติทางเทคนิคและมิติทางสังคมได้ นอกจากนี้ การนำแผนที่ภูมิภาคของน้ำท่วมฉับพลันไปใช้ในการตัดสินใจในการวางแผนซื้อที่ดินหรือการพัฒนาที่อยู่อาศัยใน

อนาคตก็มีความสำคัญ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงในการใช้ที่ดิน เช่น การพัฒนาเมืองและกิจกรรมตัดไม้ทำลายป่า สามารถเพิ่มความเสี่ยงของน้ำท่วมอย่างรวดเร็ว โดยการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการระบายน้ำตามธรรมชาติ (Impact of Urbanization on Flooding, 2022)

ดังนั้นแล้ว การวิเคราะห์การไหลของน้ำท่วมเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการวางแผนเพื่อความปลอดภัยในอนาคต (Gwangseob, et.al., 2022) และการกำหนดมาตรการป้องกันเพื่อลดความเสียหายมีความสำคัญอย่างมาก (Flood Vulnerability Curves and Household Flood Damage Mitigation Measures, 2022) โดยเฉพาะการประเมินปริมาณน้ำท่าที่เป็นไปได้ในพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมฉับพลันถือเป็นความพยายามในการวิจัยที่สำคัญ เนื่องจากมีความพยายามที่จะเข้าใจและจัดการกับความท้าทายที่มีระดับรุนแรงเพิ่มขึ้นจากน้ำท่วมฉับพลันทั่วโลก การพยากรณ์โอกาสของการเกิดฝนตกและน้ำท่วมที่มีความรุนแรงในเชิงสภาพการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินเป็นการท้าทายที่ต้องจัดการอย่างมีระบบ

โดยการวิเคราะห์ทางอุทกวิทยามีบทบาทสำคัญในการช่วยประมาณการไหลของพื้นผิวในช่วงเหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลัน (Zekai, et.al., 2018) โดยการทำความเข้าใจลักษณะของรูปแบบการใช้ที่ดิน หรือแม้กระทั่งลักษณะของพายุหรือสภาพอากาศเฉพาะในขณะนั้น ทางอุทกวิทยามีส่วนสำคัญในการพยากรณ์และติดตามเครื่องมือช่วยทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเตรียมพร้อมและบรรเทาผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากน้ำท่วมอย่างรวดเร็วอย่างมีระบบและทันที เพื่อให้บรรลุการประเมินที่ครอบคลุม จึงใช้เครื่องมือสร้างแบบจำลองที่ซับซ้อน เช่น SWAT และ HEC-RAS แบบจำลองเหล่านี้นำเสนอกรอบการทำงานที่แข็งแกร่งสำหรับการประเมินปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการปริมาณน้ำท่า รวมถึงการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและรูปแบบการตกตะกอน การใช้แบบจำลองขั้นสูงเหล่านี้ช่วยให้เกิดความเข้าใจอย่างละเอียดถี่ถ้วนเกี่ยวกับกระบวนการที่ซับซ้อนซึ่งส่งผลให้เกิดน้ำท่วมฉับพลัน ซึ่งช่วยอำนวยความสะดวกในการพัฒนากลยุทธ์ที่มีประสิทธิภาพและมีข้อมูลครบถ้วน ถึงแม้โมเดล SWAT จะสามารถให้ข้อมูลที่ลึกซึ้งเกี่ยวกับเหตุการณ์น้ำท่วมได้ แต่ความสามารถในการจำลองพื้นที่ที่เสี่ยงต่อน้ำท่วมอาจมีข้อจำกัด (Qianqian, et.al., 2021) ต้องตระหนักถึงความซับซ้อนของสภาพแวดล้อมทางน้ำและปัจจัยที่มีผลต่อการไหลของน้ำที่แตกต่างกัน การรวบรวมข้อมูลและปัจจัยที่มีผลต่อน้ำท่วมอย่างทั่วถึงอาจช่วยเสริมสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับเหตุการณ์น้ำท่วมในพื้นที่นั้นๆ ดังนั้นแล้ว จำเป็นที่จะต้องใช้เครื่องมืออื่นร่วมด้วยเพื่อการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และการประเมินมาตรการป้องกันน้ำท่วมในภูมิภาคที่มีแนวโน้มที่จะเกิดน้ำท่วมฉับพลัน (P.Basaiah et.al., 2023) เป็นส่วนสำคัญที่ช่วยให้เราเข้าใจและกำหนดมาตรการที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันความเสียหาย

จากน้ำท่วมอย่างมีเสถียรภาพ ด้วยการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ มีโอกาสที่จะได้รับข้อมูลที่เป็นประโยชน์เพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวโน้มและปัจจัยที่ส่งผลต่อน้ำท่วม ซึ่งสามารถนำมาปรับใช้ในการกำหนดมาตรการป้องกันที่มีประสิทธิภาพในการลดความเสียหายที่เกิดขึ้นจากเหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลันได้อย่างเหมาะสม นั่นคือ แบบจำลอง HEC-RAS

ในช่วงเวลาที่ผ่านมาได้มีการนำแบบจำลอง SWAT ไปใช้ประเมินปริมาณน้ำท่าที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการใช้ประโยชน์ที่ดินในหลากหลายลักษณะ ในประเทศไทยได้มีการวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อปริมาณน้ำท่าโดยใช้แบบจำลอง SWAT ในหลายพื้นที่ (Haris, Prasanchum.,2023) อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ยังมีข้อจำกัดในการเข้าถึงข้อมูลเพียงกลุ่มน้ำเดียวและข้อมูลการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอดีตไม่ครอบคลุมทั่วถึง ผลลัพธ์ที่ได้ยังไม่สามารถอธิบายรายละเอียดของปัจจัยด้านการใช้ที่ดินและไม่สามารถนำไปใช้ในการวางแผนป้องกันได้อย่างแท้จริง, เช่น ข้อมูลสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินที่ส่งผลต่อการเกิดน้ำท่วมฉับพลันและปริมาณน้ำท่าสูงสุด. นอกจากนี้ยังไม่มีการศึกษาที่ประยุกต์ใช้แบบจำลอง SWAT ในพื้นที่ที่เคยเกิดน้ำท่วมฉับพลันเพื่อวิเคราะห์สาเหตุและปัจจัยที่อาจนำไปสู่การวางแผนและการรับมือในอนาคต รวมทั้งการนำไปใช้ในการขยายผลใช้งานในพื้นที่อื่นๆ นอกจากนี้ งานวิจัยที่ใช้แบบจำลอง HEC-RAS ที่ผ่านมาเป็นแบบจำลองการไหลแบบหนึ่งมิติที่ไม่สามารถแสดงถึงรูปแบบการไหลที่ซับซ้อนและการเปลี่ยนแปลงของน้ำท่วมฉับพลัน รวมถึงไม่ได้พิจารณาผลกระทบจากการขนส่งและการสะสมของตะกอน ซึ่งอาจมีผลต่อความเร็วและระดับน้ำในช่วงน้ำท่วมฉับพลันอย่างมีนัยสำคัญ

ดังนั้นงานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเฉพาะเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์หลักสามประการ ได้แก่ ประการแรก ประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองของการประเมินน้ำท่วมฉับพลัน ประการที่สอง ประเมินน้ำท่วมฉับพลันจากการเปลี่ยนปัจจัยการใช้ที่ดินและปริมาณน้ำฝน และประการที่สาม เสนอแนวทางการควบคุมและป้องกันการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน การเลือกพื้นที่ศึกษาเป็นจุดสนใจในการวิจัยครั้งนี้ถือเป็นยุทธศาสตร์ โดยมุ่งเน้นไปที่ภูมิภาคที่ประสบน้ำท่วมในปี 2564 โดยเฉพาะลุ่มน้ำลำสะพุง ลุ่มน้ำลำพรม และลุ่มน้ำเชิญส่วนที่ 1 ที่มีภูมิทัศน์ที่หลากหลายซึ่งสรุปความท้าทายที่เกี่ยวข้องกับน้ำท่วมฉับพลัน โดยมีเป้าหมายเพื่อสร้างข้อค้นพบที่สามารถคาดการณ์ไปยังภูมิภาคที่คล้ายคลึงกันซึ่งประสบปัญหาที่เทียบเคียงได้ ซึ่งจะช่วยให้เกิดความเข้าใจที่กว้างขึ้นเกี่ยวกับพลวัตของน้ำท่วมฉับพลัน อย่างไรก็ตามยังไม่พบงานวิจัยที่ประยุกต์ใช้แบบจำลอง SWAT ประเมินน้ำท่าในพื้นที่ที่เคยเกิดน้ำท่วมฉับพลัน และ HEC-RAS ระบุขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมจากเหตุการณ์น้ำท่วมเพื่อการประเมินความ

อันตรายจากน้ำท่วม จากการเปลี่ยนแปลงปัจจัยที่มีผลต่อการการน้ำท่วมฉับพลันในพื้นที่ลักษณะ 3
แบบ

1.2 วัตถุประสงค์

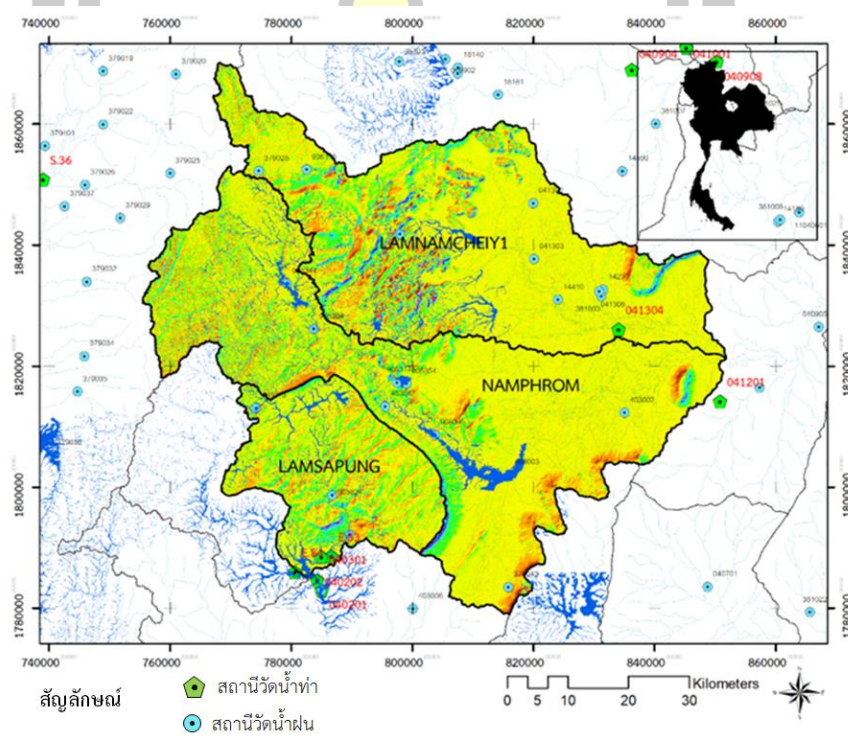
- 1.2.1 ประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองการประเมินน้ำท่วมฉับพลัน
- 1.2.2 ประเมินน้ำท่วมฉับพลันจากการเปลี่ยนปัจจัยการใช้ที่ดินและปริมาณน้ำฝน
- 1.1.3 เสนอแนวทางการควบคุมและป้องกันการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน

1.3 ขอบเขตการวิจัย

- 1.3.1 ใช้แบบจำลองทางอุทกวิทยาและชลศาสตร์ เพื่อประเมินการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน และ
สร้างแผนที่น้ำท่วม
- 1.3.2 รวบรวมและทบทวนผลการศึกษการเปลี่ยนแปลงของน้ำท่าในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาลำ
น้ำสะพุง น้ำพรม และลำน้ำเชิญส่วนที่ 1 ซึ่งทั้ง 3 พื้นที่นี้เป็นส่วนหนึ่งของลุ่มน้ำชี ดังแสดงใน
ภาพประกอบที่ 1 ที่เคยเป็นพื้นที่ที่เคยเกิดน้ำท่วมฉับพลัน
- 1.3.3 ออกแบบการวิจัย กำหนดขั้นตอน เครื่องมือและวิธีการที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน
- 1.3.4 รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ศึกษาทั้งข้อมูลทั่วไปและข้อมูลสำคัญโดยเฉพาะ
ภูมิประเทศ ภูมิอากาศ น้ำ อุทกภัย สถิติต่าง ๆ ที่มีบันทึกไว้ในแหล่งที่สามารถสืบค้นได้
- 1.3.5 เปรียบเทียบและตรวจสอบผล โดยเปรียบเทียบตามช่วงข้อมูลการใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2562 และ
ข้อมูลอุตุวิทยา เดือนมกราคม – กันยายน พ.ศ. 2564 (ช่วงฤดูแล้งถึงฤดูฝน) และตรวจสอบผลตาม
ช่วงข้อมูลการใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2562 และข้อมูลอุตุวิทยา เดือนตุลาคม -ธันวาคม พ.ศ. 2564 (ช่วงฤดู
ฝนถึงฤดูแล้ง)
- 1.3.6 ประเมินผลการพยากรณ์ค่าปริมาณน้ำ เปรียบเทียบกับข้อมูลจริงที่ได้จากการตรวจวัด
จากสถานีวัดน้ำท่าในพื้นที่ศึกษาโดยการพิจารณาค่าตามเกณฑ์ในการในการยอมรับค่าของการ
เปรียบเทียบแบบจำลอง
- 1.3.7 จำลองเหตุการณ์ต่างๆ
- 1.3.8 ศึกษาหาความสัมพันธ์ด้านอุทกวิทยาของพื้นที่ศึกษา ในเชิงของปริมาณน้ำ

1.3.9 สร้างแผนที่ระบุขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมจากเหตุการณ์น้ำท่วมเพื่อการประเมินความอันตรายจากน้ำท่วม

1.3.10 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา คือ Computer, Digitizer แบบจำลองความสัมพันธินและน้ำ SWAT (Soil and Water Assessment Tool), แบบจำลองที่ใช้ในการจำลองน้ำผิวดิน ซึ่งแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณการไหลของระบบแม่น้ำ คือ แบบจำลองชลศาสตร์ HEC-RAS (Hydrologic Engineering Centers River Analysis System), GIS Software เช่น ArcGIS ซึ่งเป็นโปรแกรมเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ที่ทำงานร่วมกับแบบจำลอง และโปรแกรม Microsoft Excel



ภาพประกอบที่ 1 ขอบเขตพื้นที่การศึกษา

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 มีความเข้าใจเพิ่มขึ้นในการเปลี่ยนแปลงของน้ำท่า โดยเฉพาะเกี่ยวกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการปริมาณน้ำท่าในพื้นที่น้ำท่วมฉับพลัน

1.4.2 ช่วยในการวางแผน ป้องกัน และจัดการน้ำท่วม เพิ่มความเข้าใจเรื่องรูปแบบการไหลของน้ำท่วม ช่วยเตรียมการและปรับปรุงการตอบสนอง จัดการที่ดินลดความเสี่ยง และสนับสนุนการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพในการจัดการน้ำท่วมและนโยบายน้ำที่ยั่งยืน

1.4.3 ผลการวิจัยมีส่วนช่วยในกระบวนการตัดสินใจที่มีข้อมูลครบถ้วนเกี่ยวกับการประเมินและลดความเสี่ยงจากน้ำท่วม เพื่อพัฒนามาตรการที่เหมาะสมในการลดผลกระทบจากน้ำท่วมฉับพลันและเสริมสร้างความเข้มแข็งของชุมชน



บทที่ 2

ปริทัศน์เอกสารข้อมูล

หลักการ แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ใช้ในบทนี้ เริ่มต้นจากการพิจารณาถึงลักษณะของการเกิดภัยพิบัติน้ำท่วม ลักษณะภูมิประเทศที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย ผลกระทบที่เกิดจากอุทกภัย วิธีปฏิบัติในการป้องกันตนเองจากอุทกภัย และการบรรเทาภัยพิบัติน้ำท่วม ตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่นำมาวิเคราะห์สมมูลน้ำ โดยบทนี้ได้นำมาใช้และจัดเรียงอย่างเป็นลำดับตามหัวข้อดังต่อไปนี้

- 1) ลักษณะการเกิดภัยพิบัติน้ำท่วม
- 2) ลักษณะภูมิประเทศที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย
- 3) ผลกระทบที่เกิดจากอุทกภัย
- 4) วิธีปฏิบัติในการป้องกันตนเองจากอุทกภัย และการบรรเทาภัยพิบัติน้ำท่วม
- 5) ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองระบบลุ่มน้ำ
- 6) ทฤษฎีของแบบจำลอง SWAT
- 7) ทฤษฎีของแบบจำลอง HEC-RAS
- 8) ทฤษฎีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
- 9) แบบจำลองอุทกภัย
- 10) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะการเกิดภัยพิบัติน้ำท่วม

น้ำท่วม (flood) หมายถึง ภัยพิบัติที่เกิดจากน้ำพื้นผิวมีปริมาณเกินกว่าที่ร่องน้ำจะรองรับได้ ทำให้น้ำเอ่อล้นออกจากร่องน้ำ สร้างความเสียหายให้กับชีวิตและทรัพย์สินของมนุษย์ โดยภัยพิบัติน้ำท่วมนั้นเกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุ และส่งผลแตกต่างกัน ได้แก่

2.1.1 น้ำท่วมจาก พายุฝนฟ้าคะนอง (thunder storm) ทำให้เกิดน้ำหลากจากต้นน้ำลงมาอย่างรวดเร็ว หรือเรียกว่า น้ำท่วมฉับพลัน (flash flood) แต่จะท่วมเพียง 2-3 ชั่วโมง และจะลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งน้ำท่วมรูปแบบนี้เป็นสาเหตุการเสียชีวิตโดยส่วนใหญ่

2.1.2 น้ำท่วมจากฝนตกตลอดทั้งวัน ทำให้เกิด น้ำท่วมขังในท้องถิ่น (local flood) แต่จะท่วมนานเป็นสัปดาห์ และลดลงอย่างช้าๆ

2.1.3 น้ำท่วมจาก คลื่นพายุซัดฝั่ง (storm surge) เกิดจากพายุในทะเลและหอบมวลน้ำขึ้นมาไหลหลากบนพื้นที่ใกล้ชายฝั่ง

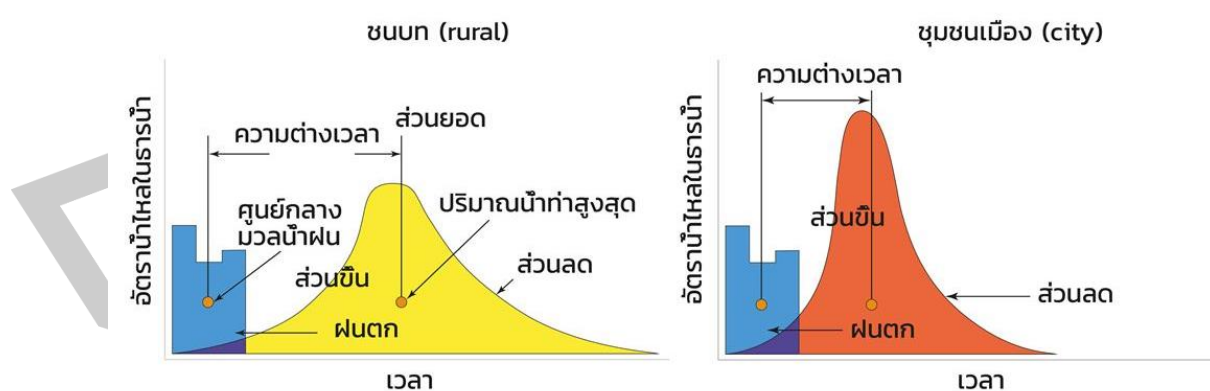
2.1.4 สาเหตุอื่นๆ เช่น การถล่มของก้อนน้ำแข็งและปิดกั้นธารน้ำ (glacier-jam flood) ทำให้เกิดน้ำท่วมขัง การพังทลายของเขื่อนที่เคยกั้นน้ำด้านบนเอาไว้ หรือการก่อสร้างขวางธารน้ำไหล เป็นต้น

ซึ่งปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ประเมินภัยพิบัติน้ำท่วมโดยนิยมใช้ตัวบ่งชี้ 2 ตัวแปร คือ 1) ไฮโดรกราฟ (hydrograph) และ 2) ความถี่น้ำท่วม (flood frequency)

ไฮโดรกราฟ กราฟพฤติกรรมน้ำท่วม

ไฮโดรกราฟ (hydrograph) หมายถึง กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราน้ำไหลในธารน้ำ (stream discharge) ในแต่ละช่วงเวลาซึ่งมีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน คือ

1) ส่วนขึ้น (rising limb) ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนที่ตก ระยะเวลาที่ฝนตก รวมทั้งความสามารถในการรับน้ำของธารน้ำซึ่งสัมพันธ์กับขนาดของพื้นที่รับน้ำ ความลาดชันของพื้นที่รับน้ำ ประสิทธิภาพการระบายน้ำของพื้นที่รับน้ำ ตลอดจนความชื้นของดินในพื้นที่ ตัวอย่างเช่นหากฝนตกหนักหรือธารน้ำแคบ สิ่งกีดขวางมากจะทำให้ส่วนขึ้นนั้นเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในเวลาอันสั้น แต่หากมีพื้นที่รับน้ำมาก ไม่มีสิ่งกีดขวางมากนัก ส่วนขึ้นจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ



ภาพประกอบที่ 2 ไฮโดรกราฟ (hydrograph) (ซ้าย) ชนบท (ขวา) ชุมชนเมือง

2) ส่วนยอด (peak) แสดงถึงจุดสูงที่สุดของน้ำ ซึ่งยอดจะแหลมหรือป้านขึ้นอยู่กับลักษณะของร่องน้ำ โดยหากน้ำไหลในปริมาณเท่ากัน ร่องน้ำที่มีพีชคลุมดินมากจะดูดซับน้ำได้บางส่วน ทำให้ส่วนยอดนั้นไม่สูงมากนัก ในขณะที่ร่องน้ำที่ถูกกัดขวางหรือพื้นที่ไม่มีป่าไม้ปกคลุม ส่วนยอดจะสูงกว่าปกติ เช่น ไฮโดรกราฟในสภาวะร่องน้ำแบบปกติจะมีลักษณะเป็นยอดป้านและเตี้ย แปลความหมายได้ว่าน้ำไหลผ่านพื้นที่แบบค่อยเป็นค่อยไป มากกว่าร่องน้ำที่มีชุมชนเมืองขยายตัว มีการจำกัดร่องน้ำ ทำให้เวลาฝนตก น้ำจะมีระดับสูงขึ้นอย่างรวดเร็วและสูงกว่าร่องน้ำปกติ เหมือนกับการไหลของน้ำแบบ น้ำท่วมฉับพลัน (flash flood)

3) ส่วนลด (recession) แสดงถึงประสิทธิภาพการระบายน้ำ ซึ่งหากส่วนลดมีความชันสูง แสดงว่าร่องน้ำนั้นมีศักยภาพการระบายน้ำดีกว่าร่องน้ำที่มีความชันของส่วนลดต่ำ

การวิเคราะห์ความถี่น้ำท่วม

จากข้อมูลน้ำท่วมในอดีตในหลายพื้นที่ทั่วโลก นักวิทยาศาสตร์สรุปว่าน้ำท่วมขนาดใหญ่ (ความรุนแรงสูง) จะมี คาบอุบัติซ้ำ (return period) ยาวนานกว่าน้ำท่วมขนาดเล็ก (ความรุนแรงต่ำ) ดังนั้นการประเมินภัยพิบัติน้ำท่วมในแต่ละพื้นที่ จึงสามารถแสดงได้ในรูปของ กราฟความถี่น้ำท่วม (flooding frequency curve) ซึ่งเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดหรือระดับความรุนแรงของภัยพิบัติน้ำท่วม (แกนตั้ง) และความถี่หรือคาบอุบัติซ้ำของการเกิดน้ำท่วม (แกนนอน) ซึ่งในแต่ละพื้นที่รับน้ำหรือในแต่ละธารน้ำจะมีกราฟความถี่น้ำท่วมที่แตกต่างกันแสดงถึงระดับภัยพิบัติน้ำท่วมที่แตกต่างกัน

วิธีการคำนวณเริ่มจากการบันทึก อัตราน้ำไหลในธารน้ำ (stream discharge) สูงที่สุดในแต่ละปี หลังจากนั้นจัด ลำดับขนาดการเกิดน้ำท่วม (magnitude rank) จากน้ำท่วมสูงที่สุดไปถึงน้ำท่วมต่ำที่สุด (ตารางที่) ซึ่งคาบอุบัติซ้ำโดยเฉลี่ย (R) ของการเกิดน้ำท่วม สามารถประเมินโดยใช้สมการ

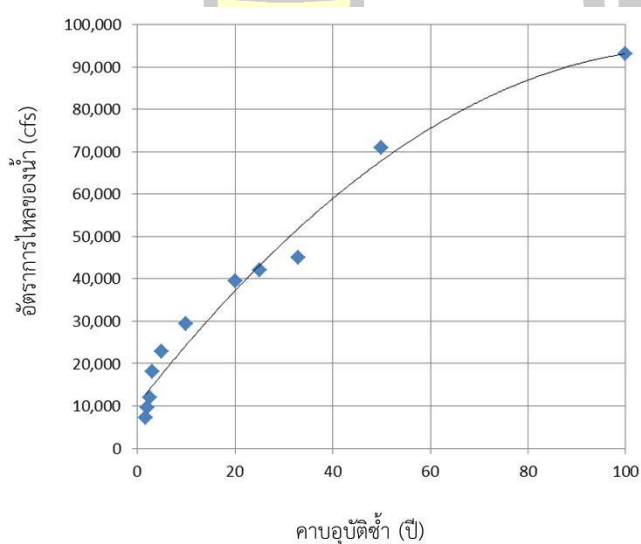
$$R = (N+1)/M \quad (2.1)$$

โดย N คือ ช่วงเวลาที่มีการบันทึกภัยพิบัติน้ำท่วม และ M คือ ลำดับขนาดการเกิดน้ำท่วม (magnitude rank) นอกจากนี้ยังสามารถประเมินความน่าจะเป็น (probability, P) ของการเกิดน้ำท่วมในแต่ละขนาดได้ตามสมการ

$$P=1/R \quad (2.2)$$

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการประเมินคาบอุบัติซ้ำโดยเฉลี่ยของการเกิดน้ำท่วมในแม่น้ำของรัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา

ปีน้ำท่วม (ค.ศ.)	อัตราการไหลในธารน้ำ (stream discharge) สูงที่สุด	ลำดับขนาด (magnitude rank)	คาบอุบัติซ้ำ (ปี)
1997	93,000	1	100
1907	71,000	2	50
1986	45,100	3	33
1956	42,000	4	25
1963	39,400	5	20
1958	29,300	10	10
1928	22,900	20	5
1914	18,200	30	3
1918	11,900	40	2.5
1910	9,640	50	2
1934	7,170	60	1.7



ภาพประกอบที่ 3 ตัวอย่างกราฟความถี่น้ำท่วม
(ที่มา : www.carleton.edu)

2.2 ลักษณะภูมิประเทศที่เสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย

2.2.1 บริเวณที่ราบ เนินเขา จะเกิดอุทกภัยแบบฉับพลัน น้ำไหลบ่าอย่างรวดเร็วและมีพลังทำลายสูง ลักษณะแบบนี้ เรียกว่า “น้ำป่า” เกิดขึ้นเพราะมีน้ำหลากจากภูเขา อันเนื่องมาจากมีฝนตกหนักบริเวณต้นน้ำ จึงทำให้เกิดน้ำหลากท่วมฉับพลัน

2.2.2 พื้นที่ราบลุ่มริมแม่น้ำและชายฝั่ง เป็นภัยพิบัติที่เกิดขึ้นซ้ำๆ จากน้ำล้นตลิ่ง เมื่อเกิดจะกินพื้นที่บริเวณกว้าง น้ำท่วมเป็นระยะเวลานาน

2.2.3 บริเวณปากแม่น้ำ เป็นอุทกภัยที่เกิดจากน้ำที่ไหลจากที่สูงกว่าและอาจจะมือน้ำทะเลหนุน ประกอบกับแผ่นดินทรุดจึงทำให้เกิดน้ำท่วมขังในที่สุด

สถานการณ์การเกิดอุทกภัย ปัจจุบันน้ำท่วมที่เกิดขึ้นในภูมิภาคต่างๆ ของโลกและที่เกิดขึ้นในประเทศไทยมักเกิดขึ้นอย่างฉับพลัน และเกิดรุนแรงขึ้น เนื่องจากมีฝนตกหนักต่อเนื่องกันเป็นเวลานาน ตัวอย่างเช่น น้ำท่วมครั้งใหญ่ในสหรัฐอเมริกา เมื่อปลายเดือนมีนาคม พ.ศ. 2552 ทำให้ประชาชนหลายพันคนในรัฐนอร์ทดาโคตาและมินนิโซตาต้องอพยพออกจากบ้านเรือน และการเกิดน้ำท่วมฉับพลันในประเทศฟิลิปปินส์ ในช่วงเดือนกันยายน พ.ศ. 2552 นับเป็นภavnน้ำท่วมครั้งรุนแรงที่สุดในกรุงมะนิลาในช่วงเวลา 42 ปี เนื่องจากอิทธิพลของพายุโซนร้อนกิสนา ทำให้มีผู้เสียชีวิตหลายร้อยคนและคนไร้ที่อยู่อาศัยจำนวนมาก เป็นต้น

ส่วนอุทกภัยในประเทศไทยมักเกิดในลักษณะน้ำท่วมฉับพลัน หรือน้ำป่า ทั้งนี้เนื่องจากการทำลายป่าไม้ เมื่อฝนตกน้ำจึงไหลซ้ำลงและเกิดน้ำท่วม เมื่อปริมาณน้ำมากขึ้นจะมีกำลังทำลายล้างสูง เช่น เมื่อวันที่ 11 สิงหาคม พ.ศ. 2544 มีพายุโซนร้อนเกิดขึ้นทำให้เกิดฝนตกหนักต่อเนื่องในตำบลน้ำก้อ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ทำให้ดินถล่มบนเขาและมีน้ำป่าไหลเข้าท่วมบ้านเรือน มีท่อนไม้และซากไม้ไหลลงมากับกระแสน้ำเกิดความเสียหายแก่ชีวิตและทรัพย์สิน มีผู้เสียชีวิต 125 คน นอกจากนี้ สถานการณ์น้ำท่วมก็ยังเกิดขึ้นทุกปีในพื้นที่ราบน้ำท่วมถึงของแม่น้ำชี แม่น้ำมูล แม่น้ำเจ้าพระยา และแม่น้ำต่างๆ

เมื่อ พ.ศ.2562 ได้รับผลกระทบจากอิทธิพลพายุโซนร้อนโพดุล ประกอบกับมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดปกคลุมทะเลอันดามัน ภาคใต้ และอ่าวไทยมีกำลังแรง ช่วงปลายเดือนสิงหาคม-ต้นเดือนกันยายน ทำให้เกิดน้ำท่วมฉับพลัน น้ำป่าไหลหลาก และดินสไลด์ ในพื้นที่ 13 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน เพชรบูรณ์ อำนาจเจริญ นครพนม ร้อยเอ็ด อุบลราชธานี มหาสารคาม ขอนแก่นหนองบัวลำภู ปราจีนบุรี กระบี่ และระนอง รวม 17 อำเภอ 33 ตำบล 72 หมู่บ้าน บ้านเรือนประชาชนได้รับผลกระทบ 194 ครัวเรือน ยังคงมีสถานการณ์ 5 จังหวัด ได้แก่ 1.อุบลราชธานี เกิดฝนตกหนักน้ำไหลหลากเข้าท่วม ในพื้นที่อำเภอกุดข้าวปุ้น บริเวณวัดบูรพานิมิตร ประชาชนได้รับผลกระทบ 65 ครัวเรือน ปัจจุบันระดับน้ำลดลง 2.ร้อยเอ็ด เกิดฝนตกหนักน้ำไหลหลากเข้าท่วมใน

พื้นที่ 4 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเสลภูมิ อำเภอโพธิ์ชัย อำเภอเมยวดี และอำเภอเมืองร้อยเอ็ด รวม 12 ตำบล 38 หมู่บ้าน พื้นที่การเกษตรได้รับความเสียหาย 4,110 ไร่ ถนน 5 สาย สะพาน 1 แห่ง พังถล่ม 3 แห่ง ปัจจุบันระดับน้ำลดลง 3.มหาสารคาม เกิดฝนตกหนักน้ำไหลหลากเข้าท่วมในพื้นที่อำเภอเมืองมหาสารคาม บริเวณเรือนจำ ปัจจุบันระดับน้ำลดลง 4.เพชรบูรณ์ เกิดฝนตกหนักน้ำไหลหลากเข้าท่วมในพื้นที่อำเภอชนแดน ปัจจุบันระดับน้ำลดลง และ 5. ระนอง เกิดฝนตกหนักน้ำไหลหลากเข้าท่วมในพื้นที่อำเภอกระบุรี ประชาชนได้รับผลกระทบ 64 ครัวเรือน

และน้ำท่วมในปี 2564 ในประเทศไทยมีหลายพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบมาก โดยพื้นที่ที่ได้รับความรุนแรงมากที่สุดคือในภาคตะวันออกของประเทศ โดยเฉพาะในภาคตะวันออกและภาคใต้ของประเทศ ภาคตะวันออกต้องเผชิญกับน้ำท่วมจากแม่น้ำชีและแม่น้ำมูล เป็นพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบมากที่สุดจากพายุฝนในปีนั้น เหตุการณ์น้ำท่วมในปี 2564 ส่งผลให้มีพื้นที่กว่า 50 จังหวัดทั่วประเทศได้รับผลกระทบ โดยที่จังหวัดชัยภูมิถือเป็นหนึ่งในพื้นที่ที่ได้รับความรุนแรงมาก โดยมีการท่วมน้ำในหลายพื้นที่ทำให้เกิดความเสียหายในทรัพยากรทางการเกษตรและชุมชนท้องถิ่น นอกจากนี้ กรุงเทพมหานครและปริมณฑลใกล้เคียงก็ต้องเผชิญกับปัญหาน้ำท่วมในบางพื้นที่ การท่วมน้ำในปี 2564 ถูกพิจารณาว่าเป็นผลมาจากปริมาณฝนที่มากเกินไปในช่วงเวลาที่เป็นฤดูฝน การระบายน้ำที่ล้นทางจากระบบลำน้ำ และการทำให้พื้นที่ลุ่มน้ำมีการคายน้ำลดลง สภาพภูมิอากาศที่ผันผวนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศฯ ไปก็เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดน้ำท่วมในปีดังกล่าว การรับมือกับเหตุการณ์น้ำท่วมนั้นทำได้หลายทาง รวมถึงการวางแผนการบริหารจัดการน้ำท่วม การสร้างระบบระบายน้ำ และการพัฒนาระบบเตือนภัยเพื่อเพิ่มความปลอดภัยในประชาชน

2.3 ผลกระทบที่เกิดจากอุทกภัย

สามารถแบ่งอันตรายและความเสียหายที่เกิดจากอุทกภัย ได้ดังนี้

2.3.1 น้ำท่วมอาคารบ้านเรือน สิ่งก่อสร้างและสาธารณสถาน ซึ่งทำให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจอย่างมาก บ้านเรือนหรืออาคารสิ่งก่อสร้างที่ไม่แข็งแรงจะถูกกระแสน้ำที่ไหลเชี่ยวพังทลายได้ คน สัตว์พาหนะ และสัตว์อาจได้รับอันตรายถึงชีวิตจากการจมน้ำตาย

2.3.2 เส้นทางคมนาคมและการขนส่ง อาจจะถูกตัดเป็นช่วงๆ โดยความแรงของกระแสน้ำ ถนนสะพานอาจจะถูกกระแสน้ำพัดให้พังทลายได้ สินค้าพัสดุที่อยู่ระหว่างการขนส่งจะได้รับความเสียหายมาก

2.3.3 ระบบสาธารณูปโภค จะได้รับความเสียหาย เช่น โทรศัพท์ ไฟฟ้า เป็นต้น

2.3.4 พื้นที่การเกษตรและการปศุสัตว์จะได้รับความเสียหาย เช่น พืชผล ไร่นาที่กำลังผลิ ดอกออกผลบนพื้นที่ต่ำ อาจถูกน้ำท่วมตายได้ สัตว์พาหนะ สัตว์เลี้ยง ตลอดจนผลผลิตที่เก็บกักตุน หรือมีไว้เพื่อทำพันธุ์จะได้รับความเสียหาย ความเสียหายทางอ้อม จะส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจ โดยทั่วไป เกิดโรคระบาด สุขภาพจิตเสื่อม และสูญเสียความปลอดภัย เป็นต้น

2.4 วิธีปฏิบัติในการป้องกันตนเองจากอุทกภัย การบรรเทาภัยพิบัติน้ำท่วม (Flood Mitigation)

2.4.1 วิธีปฏิบัติในการป้องกันตนเองจากอุทกภัย มีดังนี้

1) การวางแผนการใช้ที่ดินอย่างมีประสิทธิภาพ ควรกำหนดผังเมืองเพื่อรองรับการเจริญเติบโตของตัวเมือง ไม่ให้เกิดขวางทางไหลของน้ำ กำหนดการใช้ที่ดินบริเวณพื้นที่น้ำท่วมให้เป็นพื้นที่ราบลุ่มรับน้ำ เพื่อเป็นการหน่วงหรือชะลอการเกิดน้ำท่วม

2) ไม่บุกรุกทำลายป่าไม้ และไม่ปลูกพืชไร่บนพื้นที่ภูเขาสูงชัน เพราะจะขาดพื้นที่ดูดซับและชะลอการไหลของน้ำ ทำให้น้ำไหลลงสู่แม่น้ำ ลำห้วยได้อย่างรวดเร็ว

3) การเคลื่อนย้ายวัสดุจากที่ที่จะได้รับความเสียหายอันเนื่องมาจากน้ำท่วมให้ไปอยู่ในที่ปลอดภัยหรือที่สูง

4) การนำอุทกภัยมาทำเขื่อน เพื่อป้องกันน้ำท่วม

5) การพยากรณ์และการเตือนภัยน้ำท่วมให้ประชาชนรับทราบล่วงหน้า เพื่อเตรียมป้องกัน

6) การสร้างเขื่อน ฝาย ทำนบ และถนน เพื่อเป็นการกักเก็บน้ำหรือเป็นการกั้นทางเดินของน้ำ เป็นต้น

2.4.2 การบรรเทาภัยพิบัติน้ำท่วม (Flood Mitigation)

การบรรเทาภัยพิบัติน้ำท่วม (Flood Mitigation) หมายถึง การเตรียมตัวให้พร้อมก่อนเกิดน้ำท่วม เพื่อให้พื้นที่ใดๆ สามารถรับมือภัยพิบัติน้ำท่วมที่อาจจะเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1) การสร้างสิ่งป้องกันทางกายภาพ (physical barrier) เช่น การสร้าง คันดินเทียม (artificial levee) เพื่อไม่ให้น้ำเอ่อล้นร่องน้ำได้ง่าย การสร้าง เขื่อน (dam) เพื่อสะดวกในการบริหารจัดการน้ำ แต่ทั้ง 2 วิธีนี้ต้องใช้งบประมาณในการก่อสร้างสูง อีกทั้งการสร้างคันดินเทียมนั้น เปรียบเสมือนการทำให้ร่องน้ำกว้างขึ้น ซึ่งจากหลักการทางอุทกศาสตร์ หากอัตราน้ำไหลในธารน้ำคงที่ (Q) เมื่อร่องน้ำกว้างขึ้น (A) น้ำในร่องน้ำจะไหลช้าลง (V) ตะกอนจึงตกทับถมมากกว่าปกติ ทำให้ร่องน้ำตื้นเขินเร็วขึ้น ซึ่งการสร้างเขื่อนก็ได้รับผลกระทบเช่นเดียวกัน

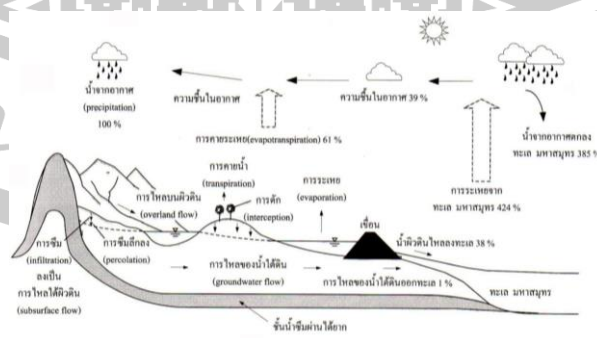
2) การขุดลอกร่องน้ำ (channelization) เช่น การกำจัดขยะ การขุดลอกเศษตะกอนท้องน้ำให้ธารน้ำลึกและกว้างขึ้น แต่อาจส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศในร่องน้ำและอาจทำให้ร่องน้ำเสียสมดุล เกิดการพังทลายได้ง่าย

3) การจัดพื้นที่ (zoning and regulation) จัดทำแผนที่เสี่ยงน้ำท่วม เพื่อกำหนดพื้นที่รับน้ำท่วมถึง จากนั้นจึงจัดโซนเพื่อกันพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วม เช่นในประเทศสหรัฐอเมริกา กำหนดว่าพื้นที่ซึ่งมีโอกาสเกิดน้ำท่วมในอีก 100 ปีข้างหน้า สามารถสร้างอาคารหรือที่พักอาศัยได้ แต่ต้องออกแบบตามกฎหมายที่ระบุไว้อย่างเคร่งครัด เพื่รองรับภัยพิบัติน้ำท่วมที่อาจเกิดขึ้นได้ ในขณะที่พื้นที่ซึ่งมีโอกาสเกิดน้ำท่วมภายใน 20 ปี จะไม่อนุญาตให้มีการสร้างสิ่งก่อสร้างโดยเด็ดขาด ซึ่งในสภาวะปกติจะใช้เป็นพื้นที่สาธารณะที่ไม่ได้รับผลกระทบมากนักหากเกิดน้ำท่วม เช่น เป็นสนามหญ้าเพื่อการพักผ่อนของชุมชน ลานกีฬาชั่วคราว เป็นต้น นอกจากนี้ควรมีการกันพื้นที่ส่วนที่เป็น ทะเลสาบรูปแอก (oxbow lake) เพื่อใช้กักเก็บน้ำเมื่อน้ำไหลมากกว่าปกติ

4) การติดตั้งระบบเตือนภัย (warning system) เช่น การให้ความรู้เรื่องภัยพิบัติน้ำท่วมแก่ชุมชน ติดตั้งสถานีตรวจวัดระดับน้ำ (gauging station) หรือระบบตรวจวัดปริมาณน้ำฝนที่สะดวกในการใช้งานและบำรุงรักษาง่ายแก่ประชาชนในแต่ละท้องถิ่น เพื่อให้ในแต่ละพื้นที่สามารถเตือนภัยได้ด้วยตัวเอง

2.5 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองระบบลุ่มน้ำ

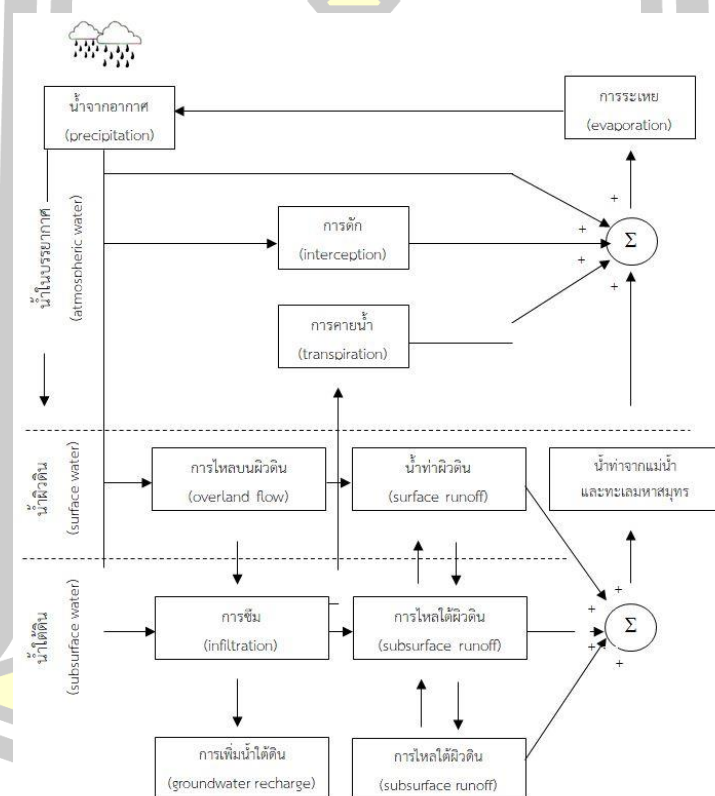
อภิชาติ ศรีสุพรรณ (2550) กล่าวว่า น้ำฝนหรือน้ำจากอากาศที่ตกลงสู่พื้นดินมีการไหลไปทางลำน้ำได้ในลักษณะการคายน้ำ, การระเหย, และการไหลใต้ดิน มีลำน้ำเล็กๆ 3 ลักษณะ 1) น้ำท่าที่ไหลบนผิวดิน (overland flow) 2) น้ำที่ไหลใต้ผิวดิน (interflow) และ 3) น้ำใต้ดิน (groundwater flow) การคายน้ำบนผิวดินเกิดในลำน้ำเล็กๆ เมื่อฝนตกหนัก และเมื่อฝนหยุดตก overland flow จะไหลเข้าลำน้ำ ดังภาพประกอบที่ 4 น้ำที่ไหลบนผิวดินใช้เวลาเดินทางเล็กน้อยก็ถึงลำน้ำ และมีความสำคัญในการเกิดน้ำนองหรือน้ำท่วมสูงสุด ในกรณีที่ฝนตกน้อย น้ำท่าที่ไหลบนผิวดินจะมีน้อย แต่ถ้าผิวดินเป็นแบบน้ำซึมผ่านได้ยาก น้ำท้านี้จะเกิดเมื่อฝนมีความเข้มข้นมากกว่าที่ดินซึมได้ และน้ำท่าที่ไหลบนผิวดินมีบทบาทสำคัญในการสร้างน้ำท่วมสูงสุด



ภาพประกอบที่ 4 วงจรการของน้ำ (ที่มา : อุทกวิทยา รองศาสตราจารย์ กิรติ ลิ่วจั่นกุล)

จากภาพประกอบที่ 4 จะเห็นได้ว่าระบบอุทกวิทยา สามารถแบ่งได้เป็น 3 ระบบย่อยคือ

1. ระบบน้ำไหลบรรยากาศ (atmospheric water system) ประกอบด้วย กระบวนการที่เกิดจากน้ำจากอากาศระเหย การดัก และการคายน้ำ
2. ระบบน้ำผิวดิน (surface water system) ประกอบด้วย กระบวนการที่เกิดจากการไหลบนผิวดิน น้ำท่าผิวดิน การไหลออกของน้ำใต้ดิน และน้ำใต้ดิน การไหลในแม่น้ำ และน้ำในทะเลมหาสมุทร
3. ระบบน้ำใต้ผิวดิน (Subsurface water system) ประกอบด้วย กระบวนการซึม การเพิ่มน้ำใต้ดิน การไหลใต้ดิน และการไหลของน้ำใต้ดิน การไหลในแม่น้ำ



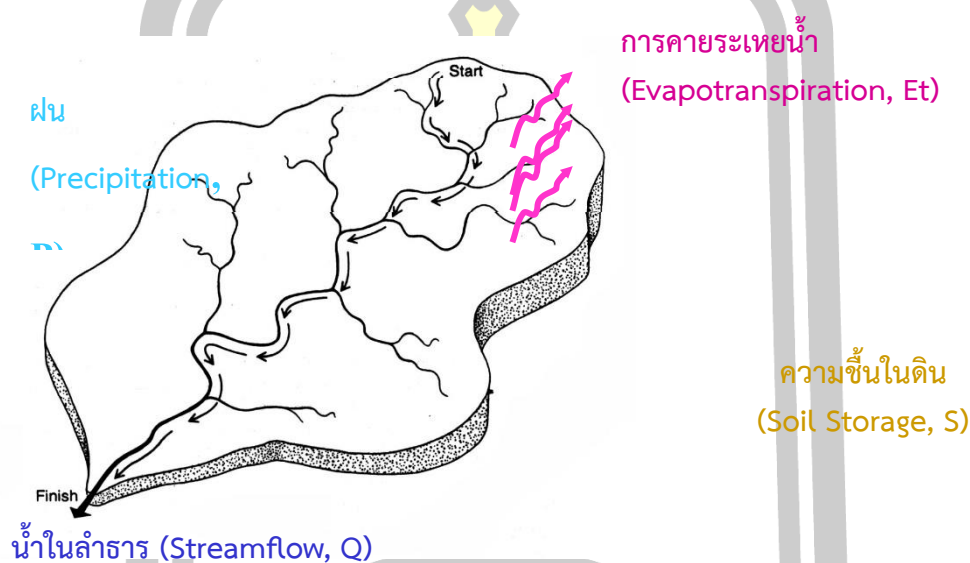
ภาพประกอบที่ 5 แผนผังวงจรอุทกวิทยา (ที่มา : อุทกวิทยา รองศาสตราจารย์ กิรติ ลีวัจนกุล)

ถ้าพิจารณาการหมุนเวียนตามวัฏจักรน้ำ จะเห็นความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำไหลเข้า (Inflow) และน้ำไหลออก (Outflow) ในพื้นที่พื้นที่หนึ่ง ดังแสดงในภาพประกอบที่ 4 สำหรับช่วง

ระยะเวลาหนึ่ง ๆ ซึ่งอาจเขียนความสัมพันธ์นี้ออกมาในรูปของสมการที่เรียกว่า สมการสมดุลของน้ำ (Water balance equation) หรือ สมการวัฏจักรของน้ำ (Hydrologic equation) ได้ดังนี้

$$\text{ปริมาณน้ำไหลเข้า} = \text{ปริมาณน้ำไหลออก} \pm \text{การเปลี่ยนแปลงของปริมาณกักเก็บ} \quad (2.3)$$

(Inflow) (outflow) (Change in Storage)



ภาพประกอบที่ 6 สมดุลน้ำ

โดยการเกิดน้ำท่า (Runoff) หรือน้ำท่วม (Flood) ในลุ่มน้ำต่าง ๆ นั้นทั้งปริมาณและอัตราการไหลจะผันแปรได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพของลุ่มน้ำ ปัจจัยที่ทำให้ปริมาณน้ำในลุ่มน้ำแตกต่างกันคือ ลักษณะภูมิอากาศโดยเฉพาะความหนักเบาของฝน (Rainfall intensity) ความถี่ของฝน ช่วงเวลาที่ฝนตก และการแจกแจงการกระจายของฝน สำหรับลักษณะภูมิประเทศ เช่น พื้นที่ลุ่มน้ำ รูปร่างลุ่มน้ำ ความลาดเอียงของลำน้ำสายหลัก ความหนาแน่นในการระบายน้ำ ความสูงพื้นที่ มีความสำคัญรองลงมา

Kuenen (1954) กล่าวว่า ปริมาณน้ำท่าจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฟ้าเสมอ ในขณะที่น้ำท่ามีน้อย ระดับน้ำลำคลองจะลดต่ำลง ฉะนั้นจึงกล่าวได้ว่าปริมาณ ระดับน้ำ และปริมาณน้ำฟ้ามีความสัมพันธ์กันเมื่อพิจารณาถึงปริมาณน้ำท่า ระดับน้ำตลอดทั้งการไหลของน้ำในลำน้ำหรือลุ่มน้ำแต่ละแห่งจะมีความแตกต่างกันออกไป

นิพนธ์ เลอศิลป์ (2519) ให้เหตุผลเพิ่มเติมว่านอกจากลักษณะภูมิอากาศและลักษณะภูมิประเทศแล้ว การใช้น้ำใต้ดิน ระดับน้ำใต้ดิน และสิ่งปลูกสร้างขวางทางในลำน้ำ เช่น เขื่อน ทำนบ จะเป็นสิ่งที่เป็นมืออิทธิพลต่ออัตราการเกิดน้ำท่า และลักษณะการไหลได้เช่นกัน

อภิชาติ ศรีสุพรรณ (2550) กล่าวว่า การจำลองการสูญเสียปริมาณน้ำท่า ในรูปแบบของการเก็บกักของพืชการซึมลงสู่ชั้นดินข้างล่าง การระเหย และการคายน้ำของพืช ซึ่ง ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาคือ หมายเลขโค้งน้ำท่าของ SCS (The SCS Curve Number Loss Model) Chow et al. (1988) กล่าวว่า Soil Conservation Service [SCS] (1972) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ได้พัฒนาวิธีในการคำนวณการสูญเสียเริ่มแรกจากพายุฝน สำหรับพายุฝนทั้งหมด ความลึกของปริมาณฝนส่วนเกินหรือ Direct runoff (P_e) การประมาณค่าน้ำฝนส่วนเกินจากการใช้ค่าสะสมของปริมาณน้ำฝน สิ่งปกคลุม การใช้งานที่ดิน และความชื้นที่มีอยู่ในดิน

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a + S)} \quad (2.4)$$

โดย	P_e	คือ	ปริมาณน้ำฝนส่วนเกินสะสมที่เวลา t
	P	คือ	ปริมาณน้ำฝนสะสมที่เวลา t
	I_a	คือ	ค่าสูญเสียเริ่มต้น
	S	คือ	ความสามารถการเก็บกักสูงสุด วัดได้จากความสามารถของพื้นที่รับน้ำในการสูญเสีย และเก็บกักน้ำฝนไว้ จนกว่าค่าสะสมของปริมาณน้ำฝนมากกว่าค่าสูญเสียเริ่มต้นแล้ว เกิดเป็นน้ำฝนส่วนเกินหรือเรียกว่าน้ำท่า ค่า S จะมีค่าเป็นศูนย์

ส่วนวิจัยต้นน้ำ สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช (2551) กล่าวว่า SCS-CN method มีหลักการทำงานด้วยการคำนวณการระบายน้ำฝนโดยใช้สมการสมดุลของน้ำระหว่างปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมา (P) ปริมาณน้ำที่เคลื่อนตัวผ่านชั้นดินลงไปเป็นน้ำใต้ดิน (F), และปริมาณน้ำที่ไหลออกจากพื้นที่ (Q) สมการนี้ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดค่าของ Initial abstraction (I_a) ซึ่งเป็นผลรวมของช่องว่างที่เหลืออยู่ในดิน และมีความสัมพันธ์กับคุณสมบัติของภูมิประเทศ, ชนิดดิน, และพืชคลุมดิน. น้ำที่ไหลบ่าหน้าผิวดิน (surface runoff) และน้ำที่ไหลตามด้านข้างใต้ผิวดิน (subsurface flow หรือ interflow) เป็นส่วนหนึ่งของ direct runoff ที่เกิดจากการเก็บกักน้ำของพื้นที่ต้นน้ำ โดยคำนวณจากสมการที่ใช้ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำที่เคลื่อนตัวผ่านชั้นดิน, และปริมาณน้ำที่ไหลออกจากพื้นที่ นั่นคือ

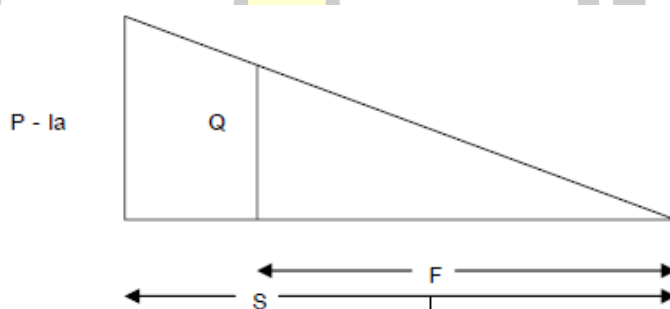
$$P = I_a + F + Q \quad (2.5)$$

ซึ่งหมายความว่า น้ำที่ไหลบ่าหน้าผิวดิน และน้ำที่ไหลตามด้านข้างใต้ผิวดินที่เกิดขึ้นจากการตกของฝนแต่ละครั้ง (Q) นี้จะเป็นส่วนเกินของน้ำฝน (P) จากการเติมเต็มช่องว่างที่เหลืออยู่ภายในดิน (Ia) และน้ำฝนที่เคลื่อนตัวผ่านชั้นดินลงไปเป็นน้ำใต้ดิน (F) ซึ่งก็คือ

$$Q = P - Ia - F \quad (2.6)$$

ในส่วนของสมมติฐานข้อแรก คือ สัดส่วนระหว่างค่า Q กับค่า P - Ia จะต้องมามีค่าเท่ากับ สัดส่วนระหว่างค่า F กับ ค่า S ในเมื่อ S เป็นปริมาณน้ำสูงสุดที่ดินสามารถเก็บกักเอาไว้ได้ ในขณะเดียวกันจะปลดปล่อยน้ำในดินบางส่วนให้กับลำธาร ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้ คือ

$$\frac{Q}{(P-Ia)} = \frac{F}{S} \quad (2.7)$$



ภาพประกอบที่ 7 หลักการเทียบสัดส่วนของสามเหลี่ยมคล้าย
ที่มา : หน่วยงาน Soil Conservation Service ; SCS (1986)

น้ำไหลจากดินชั้นบนหรือ Direct Runoff (Q) จะมีค่าได้สูงสุดเท่ากับฝนที่ตกลงมาทั้งหมด ที่ผ่านการหักออกจากปริมาณน้ำฝนที่เติมเต็มช่องว่างภายในดิน หรือ P-Ia ซึ่งจะเทียบได้กับปริมาณน้ำฝนที่เคลื่อนตัวผ่านชั้นดินลงไป (F) ซึ่งจะมีค่าได้สูงสุดเท่ากับ ความสามารถในการเก็บกักและระบายน้ำของชั้นดิน (S) นั่นเองสำหรับสมมติฐานที่สองคือ ค่า Ia จะมีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงกับค่า S ซึ่งจากการเก็บวัดข้อมูลในแปลงทดลองทั้งหมดพบว่า

$$Ia = 0.2 * S \quad (2.8)$$

แทนค่าในสมการ 2.2 ได้

$$P_e = \frac{(P-0.2S)^2}{(P-0.8S)} \quad (2.9)$$

ปริมาณน้ำฝนส่วนเกินที่เพิ่มขึ้นในแต่ละช่วงเวลาคำนวณจากความแตกต่างของค่าสะสมส่วนเกิน ณ จุดสิ้นสุดและจุดเริ่มต้นของแต่ละช่วงเวลา ความสามารถในการเก็บกักสูงสุด (S) และลักษณะของพื้นที่รับน้ำมีความเกี่ยวข้องกันผ่านทาง Curve Number หรือเรียกย่อ ๆ ว่า CN โดยที่จากสมการ 2.5 -2.9 เมื่อประมวลในภาพรวมแล้วสามารถอธิบายได้ว่า ฝนที่ตกลงมาแต่ละครั้งนั้นปริมาณน้ำที่จะระบายให้กับพื้นที่ท้ายน้ำทั้งในรูปของน้ำไหลบ่าหน้าผิวดิน และน้ำที่ไหลตามด้านข้างใต้ผิวดินจะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมา กับความสามารถสูงสุดของพื้นที่ในการเก็บกักน้ำ และช่องว่างที่มีอยู่ภายในชั้นดินในขณะนั้น แต่เนื่องจากค่า S หรือค่าความสามารถสูงสุดของพื้นที่ในการเก็บกักน้ำจะมีความแตกต่างกันไปในแต่ละท้องที่ และเวลา โดยมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0 ถึง ∞ ซึ่งประเมินค่าไม่ได้

ดังนั้น SCS จึงทำการแปลงค่า S ให้อยู่ในรูปของค่าคะแนนที่อยู่ภายในช่วงที่จำกัดระหว่าง 0 ถึง 100 แทน ค่าคะแนนดังกล่าวนี้เรียกว่า runoff curve number หรือ ค่า CN นั้นเอง ทั้งนี้จะอยู่ภายใต้เงื่อนไขที่ว่า CN ที่มีค่าน้อย หมายความว่า สภาพพื้นที่ต้นน้ำแห่งนั้นมีความสามารถในการดูดซับและเก็บกักน้ำฝนไว้ได้ดี ทำให้น้ำที่ระบายให้กับพื้นที่ท้ายน้ำที่เกิดขึ้นจากการตกของฝนแต่ละครั้งมีน้อย ในทางตรงกันข้ามถ้า CN มีค่ามาก แสดงว่าพื้นที่ต้นน้ำแห่งนั้นมีความสามารถในการดูดซับและเก็บกักน้ำฝนไม่ดี น้ำฝนที่ตกลงมาส่วนใหญ่จึงระบายให้กับพื้นที่ท้ายน้ำแทน จากเงื่อนไขดังกล่าวนี้ ค่า CN จึงมีลักษณะที่ผกผันกับค่า S

หน่วยงาน Soil Conservation Service; SCS (1986) ยังกล่าวว่า จากความหมายทางกายภาพของ S หมายถึง ศักยภาพการสูญเสียสูงสุดที่เหลืออยู่ ซึ่งก็คือปริมาณของช่องโพรงดินที่เหลืออยู่ (Available Void Storage) ซึ่งยังไม่ถูกแทนที่ด้วยน้ำนั่นเอง ดังนั้นเราจึงพบว่าค่า S สามารถเปลี่ยนแปลงไปได้ขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในดินต่ำ ซึ่งก็คือค่า S จะมีค่าน้อย ในกรณีที่มีความชื้นในดินมีค่าสูง และ S จะมากเมื่อความชื้นในดินต่ำ โดยค่า S จะมีค่ามากที่สุดเมื่อไม่มีค่าความชื้นในดินเลย เพื่อความง่ายและสะดวก SCS จึงกำหนดค่า CN ต่าง ๆ ที่แสดงในกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำท่า นั้น เป็นค่า CN ของพื้นที่ที่มีสภาพความชื้นก่อนหน้านี้ (Antecedent Moisture Condition, AMC หมายถึงปริมาณฝนสะสมทั้งหมดที่ตกก่อนหน้าพายุฝนที่พิจารณา 5 วัน และยังพิจารณาช่วงฤดูการเพาะปลูกของพืชด้วย) อยู่ในระดับปานกลาง (AMC II) แต่สำหรับสภาพความชื้นที่แห้งกว่าปกติ (AMC I) หรือสภาพความชื้นที่สูงกว่าปกติ (AMC III) โดยแบ่ง AMC เป็น 3 ชนิด ส่วนค่า CN สำหรับสภาพดังกล่าวสามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$CN(AMC.I) = \frac{4.2 \times CN(AMC.II)}{10 - 0.058 \times CN(AMC.II)} \quad (2.10)$$

$$CN(AMC.III) = \frac{23 \times CN(AMC.II)}{10 + 0.013 \times CN(AMC.II)} \quad (2.11)$$

หน่วยงาน Soil Conservation Service ; SCS (1986) ได้สรุปว่าค่า CN จะมีความสัมพันธ์กับชนิดของดิน (Soil Type) สภาพการใช้ที่ดิน (Land Use) และภาวะความชื้นของดิน (Antecedent moisture conditions) ถ้า CN มีค่ามากกว่าศักยภาพในการเกิดน้ำท่าสูง กรณี $Ia = 0.2 \times S$ จะมีค่า CN ของพื้นที่ที่มีลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินต่าง ๆ ซึ่งแบ่งพื้นที่ที่เป็นตัวเมือง พื้นที่เกษตรกรรม อื่น ๆ พื้นที่แห้งแล้งและกึ่งแห้งแล้ง โดยปกติประเภทของสิ่งปกคลุมดินจะได้รับการสำรวจภาคสนาม ภาพถ่ายทางอากาศ และแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน

Rodda (1969) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของรูปร่างลุ่มน้ำ และความยาวของลำน้ำสายหลักกับปริมาณน้ำท่ารายปีในเทือกเขาแอนปาเลเซียน พบว่าความยาวของลำน้ำสายหลักมีอิทธิพลน้อยต่อปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำ เพราะถ้าลำน้ำสายหลักของลุ่มน้ำสายหลักของลุ่มน้ำมีความยาวมากปริมาณน้ำท่าที่มีในลำน้ำย่อมมีมากด้วยจึงทำให้ค่าปริมาณน้ำท่ารายปีมีค่าสูง

ความสูงของลุ่มน้ำมีผลต่อการไหลของน้ำและลักษณะทางอุทกวิทยาของลุ่มน้ำ ลุ่มที่มีความสูงมากจะมีอัตราการคายน้ำและระเหยน้ำลดลง เนื่องจากอุณหภูมิและความกดอากาศลดลง ลุ่มที่สูงยังมีน้ำฟ้าเพิ่มขึ้น ทั้งหิมะ หมอก และฝน แต่การพัฒนาที่ดินทำให้ดินตื้นยากแก่การเก็บน้ำ น้ำฝนตกหนักทำลายป่า และความลาดชันของลุ่มน้ำมีผลต่อการไหลของน้ำผ่านผิวดินและใต้ดิน ความลาดชันมากจะเพิ่มความเร็วและรุนแรงของน้ำ และมีผลต่อการไหลของน้ำใต้ดินและความชุ่มชื้นในดิน Rodda (1969) การศึกษาพบว่าความลาดชันและปริมาณน้ำมีความสัมพันธ์น้อย แสดงว่าลุ่มน้ำที่มีความลาดชันมาก น้ำจะไหลลงจากต้นน้ำได้รวดเร็วทำให้ปริมาณน้ำไม่มากเท่ากับลุ่มน้ำที่มีความลาดชันน้อย และการทำลายป่าและความลาดชันส่งผลให้น้ำไหลผ่านผิวดินได้มากขึ้น ซึ่งตัวแปรอื่น ๆ ที่มีผลต่อน้ำท่ารวมได้แก่ ความสูงของลุ่มน้ำ ความชุ่มชื้นในดิน และความลาดชันของลุ่มน้ำ ซึ่งผลการศึกษาสรุปได้เป็นสมการ ดังนี้

$$Q_m = 0.0074A^{0.74} S \quad (2.12)$$

เมื่อ Q_m คือ ปริมาณน้ำสูงสุดรายปี

A คือ พื้นที่ลุ่มน้ำ

S คือ ดัชนีความลาดชันของลุ่มน้ำ

พิสุทธิ์ (2518) ได้ทำการศึกษาการจำแนกลักษณะความแตกต่างระดับความสูงของพื้นที่ในประเทศไทย โดยใช้พิสัยของความลาดชันของสภาพภูมิประเทศเป็นหลัก ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความลาดชันของสภาพภูมิประเทศ

ความลาดชัน (%)	ลักษณะความแตกต่างระดับความสูงของพื้นที่
0 - 2	ราบ หรือเกือบราบ (Flat or almost Flat)
2 - 8	ลูกคลื่นลอนลาด (Undulating)
8 - 16	ลูกคลื่นลาดชัน (Rolling)
16 - 30	เนินเขา (Hilly)
30 - 50	สูงชัน (Steep)
50 - 75	สูงชันมาก (Very steep)
> 75	สูงชันมากที่สุด (Extremely steep)

ที่มา : พิสุทธิ์ (2518)

กิตติพงษ์ (2546) กล่าวว่า ปัจจัยหลักที่มีผลต่อค่า CN มีดังนี้คือ

1. คุณสมบัติทางอุทกวิทยาของดิน (Hydrologic soil group)
2. สิ่งปกคลุม (Cover)
3. สภาพอุทกวิทยา (hydrologic condition) โดยแบ่งออกเป็น
4. การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use classification)
5. เงื่อนไขความชื้นในดินเริ่มต้น (Antecedent moisture content; AMC)

1. คุณสมบัติทางอุทกวิทยาของดิน (Hydrologic soil group)

กรมพัฒนาที่ดิน (2534) ได้ใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษกำกับไว้หลังหมายเลขหน่วยดิน เพื่อแสดงเปอร์เซ็นต์ความลาดชันของพื้นที่ เช่น 51B, 51C, 51D และ 51E หมายถึงหน่วยดินหมายเลข 51 ที่มีเปอร์เซ็นต์ความลาดชัน B (2-5%), C (5-12%), D (12-20%) และ E (20-35%) ตามลำดับ

การจำแนกกลุ่มดินทางอุทกศาสตร์ (Hydrologic Soil Group, HSG's) Musgrave (1955) ได้แบ่งกลุ่มดินออกเป็น 4 กลุ่มคือ A, B, C และ D โดยแต่ละกลุ่มดินจะขึ้นอยู่กับอัตราการซึมน้ำของดินสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

ดินกลุ่ม A มีอัตราการซึมสูง และ อัตราการไหลผิวดินต่ำ ส่วนใหญ่เป็นดินประเภท ดิน ทราย (sandy soils) โดยมี ค่า $K_{sat} > 0.76$ cm/hr

ดินกลุ่ม B มีอัตราการซึมปานกลาง เป็นดินที่ระบายน้ำ ได้ดี ส่วนใหญ่เป็นดินประเภทดินร่วน (loamy soils) โดยมี ค่า $0.38 < K_{sat} < 0.76$ cm/hr

ดินกลุ่ม C มีอัตราการซึมต่ำ จะประกอบด้วยชั้นดินอย่างน้อย 1 ชั้นที่ขัดขวางการระบายน้ำส่วนใหญ่เป็นดินประเภทดินเหนียวปนทราย (sandy clay loam) โดยมี ค่า $0.13 < K_{sat} < 0.38$ cm/hr

ดินกลุ่ม D มีอัตราการซึมต่ำ มาก เป็นดินที่มีศักยภาพทำให้เกิดน้ำ ทำผิวดินสูง ส่วนใหญ่เป็นดินประเภทดินเหนียว (sandy clay loam) โดยมี ค่า $0.13 < K_{sat} < 0.38$ cm/hr

SCS (1986) ได้จำแนกคุณสมบัติของกลุ่มดิน ที่มีอิทธิพลต่อการเกิดน้ำท่า (Run off) จากน้ำฝน (Rainfall) ซึ่งชุดดินทางอุทกศาสตร์ (HSG's) ของ SCS จะแสดงถึงอัตราการไหลซึมลงดิน โดยปราศจากสิ่งปกคลุม หลังจากได้รับน้ำเป็นเวลานาน ซึ่ง SCS ได้แบ่งคุณสมบัติของกลุ่มดินโดยใช้การที่ยอมให้น้ำซึมผ่าน (Infiltration) สามารถจำแนกคุณสมบัติตามกลุ่มดินได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำแนกคุณสมบัติตามกลุ่มดิน

ชุดดิน	ลักษณะของดิน
A	ชั้นดินหนาและอัตราการซึมผ่านได้สูง ได้แก่ดินทราย (Sand) ดินทรายเชิงร่วน (Loamy Sand) และดินร่วนเชิงทราย (Sandy loam)
B	มีอัตราการซึมผ่านปานกลาง ได้แก่ ดินร่วน (Loam) ดินร่วนเชิงทรายแป้ง (Silt loam)
C	มีอัตราการซึมผ่านได้ต่ำ ได้แก่ ดินร่วนปนดินเหนียวเชิงทราย (Sandy clay loam)
D	มีอัตราการซึมผ่านได้ต่ำมาก ได้แก่ดินร่วนเชิงดินเหนียว (Clay loam) ดินร่วนปนดินเหนียวเชิงทรายแป้ง (Silty clay loma) ดินทรายแป้ง (Silt) ดินเหนียวเชิงทราย (Sandy clay) ดินเหนียวเชิงทรายแป้ง (Silty clay) ดินเหนียว (Clay)

ที่มา : Soil Conservation Service (1986) และ สง่า (2537)

2. สิ่งปกคลุม (Cover)

โอพาร์ (2548) กล่าวว่า สิ่งปกคลุม คือ ลักษณะสิ่งปกคลุมดิน ซึ่งป้องกันการกระแทกของเม็ดฝนที่ตกลงมาสู่ดิน ประกอบด้วย ลักษณะการใช้ที่ดิน (Land Use) และการรักษาหน้าดิน (Land Treatment) จะเกี่ยวข้องกับลักษณะและวิธีการปลูกพืช การเตรียมแปลงโดยแบ่งออกเป็นการทำงานการเพาะปลูกเป็นแถว (Straight - row) การทำการเพาะปลูกเป็นแถวตามระดับพื้นที่ (contoured) และทำการเพาะปลูกเป็นขั้นบันได (terraced)

3. สภาพอุทกวิทยา (hydrologic condition)

สภาพอุทกวิทยา (Hydrologic Condition) แบ่งออกเป็น 3 สภาพดังนี้

สภาพไม่ดี (Poor) มีพืชปกคลุมพื้นที่น้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์

สภาพพอใช้ (Fair) มีพืชปกคลุมพื้นที่ระหว่าง 50-75 เปอร์เซ็นต์

สภาพดี (Good) มีพืชปกคลุมพื้นที่มากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์

4. การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use classification)

การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land use classification) จำแนกเป็น 4 ประเภท

หลัก

พื้นที่ป่า (wood, forest)

พื้นที่เกษตรกรรม (agriculture)

พื้นที่โล่งเตียน และ พื้นที่อยู่อาศัย (bare-land & residential)

พื้นที่ที่เป็นน้ำ (water body)

5. เงื่อนไขความชื้นในดินเริ่มต้น (Antecedent moisture content; AMC) ซึ่งมี

ความสัมพันธ์กับปริมาณความชื้นในดิน โดยพิจารณาปริมาณฝนสะสมทั้งหมดที่ตกก่อนหน้าพายุฝนที่พิจารณา 5 วัน รวมทั้งพิจารณาช่วงฤดูการเพาะปลูกด้วย โดยแบ่งออกเป็น 3 กรณี แสดงดังตารางที่ผนวกที่ 4 สำหรับค่า CN ในตารางที่ผนวกที่ 3 เป็นในกรณีของ AMC II เท่านั้นดังนั้นจึงต้องมีการปรับแก้ค่า CN ให้อยู่ในกรณีเดียวกับ AMC ในกรณีต่าง ๆ ตามเงื่อนไขความชื้นในดินก่อนหน้าที่คำนวณได้ โดยในการปรับค่า CN สามารถคำนวณได้ดังสมการ (2.7-2.8)

การประมาณค่า CN ของพื้นที่รับน้ำสามารถประมาณได้จากการใช้งานที่ดิน, ประเภทของดิน, ความชื้นเริ่มต้นที่มีในดิน, โดยอาศัยตารางที่จาก SCS ในภาคผนวก ข4 สำหรับพื้นที่รับน้ำที่ประกอบด้วยดินหลายประเภทหรือการใช้งานที่ต่างกัน ผลรวมของ CN คำนวณได้จากสมการที่ 2.13

$$CN_{COMPOSITE} = \frac{\sum A_i CN_i}{\sum A_i} \quad (2.13)$$

โดยที่ $CN_{COMPOSITE}$

คือ

ค่า CN รวมของการคำนวณปริมาณน้ำท่า

I

คือ

ค่าดัชนีของพื้นที่รับน้ำย่อยที่มีดินชนิดเดียวกัน

และมีการใช้งานที่ดินเหมือนกัน

CN_i

คือ

ค่า CN สำหรับพื้นที่ย่อย i

A_i

คือ

พื้นที่ระบายน้ำของพื้นที่ย่อย i

การใช้งานแบบจำลอง SCS ให้สำเร็จต้องจำไว้ว่าตารางที่ในภาคผนวก ก รวมค่า

CN_{COMPOSITE} สำหรับพื้นที่เมือง, เขตที่อยู่อาศัย, พื้นที่ที่มีการปรับระดับใหม่ นั่นคือ ค่า CN สำหรับการใช้งานพื้นที่ชนิดนี้ ก็ไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงพื้นที่ที่น้ำไม่สามารถซึมผ่านได้ผิวดินอีกต่อไป

2.6 ทฤษฎีของแบบจำลอง SWAT

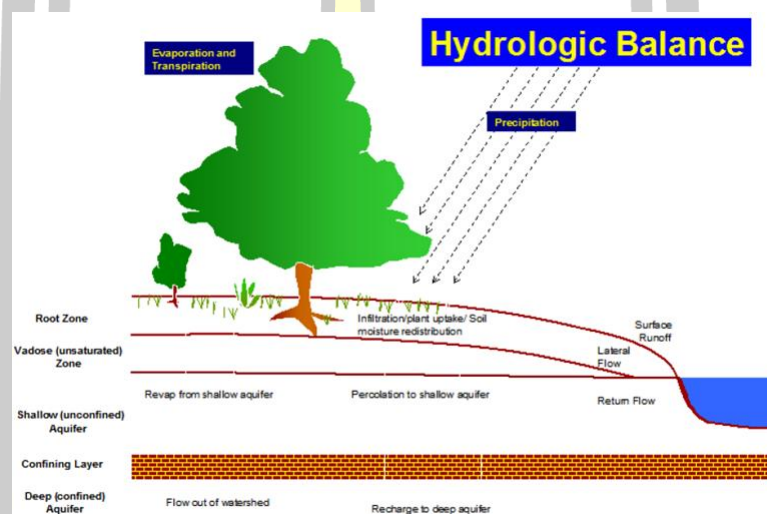
แบบจำลอง SWAT (Soil and Water Assessment Tool) เป็นแบบจำลองทางอุทกวิทยาที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการประเมินปริมาณน้ำท่า การวิเคราะห์ผลกระทบการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำท่าจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ซึ่งได้แก่ น้ำท่า ตะกอน และสารเคมีจากการเกษตรกรรม ของพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดใหญ่และมีระบบที่สลับซับซ้อน (large-complex watershed) อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพดิน และการใช้ที่ดิน โดยแบบจำลองนี้ได้ถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่องภายใต้ความร่วมมือระหว่าง Blackland Research Center, TAES กับ United States Department of Agriculture–Agricultural Research Service (USDA-ARS) ตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1990 จนถึงเวอร์ชันล่าสุดในปี ค.ศ. 2000 ซึ่งได้มีการนำข้อมูลระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) โดยผ่านโปรแกรม ArcMap มาประยุกต์ใช้กับแบบจำลอง SWAT และถูกเรียกว่า ArcSWAT (ArcGIS SWAT) นอกจากนี้แบบจำลอง SWAT ยังเป็นแบบจำลองประเภท public domain ที่ผู้พัฒนาอนุญาตให้บุคคลทั่วไปสามารถดาวน์โหลดแบบจำลองทางอินเทอร์เน็ตไปใช้ได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดโดยไม่เสียค่าใช้จ่ายแต่อย่างใด อีกทั้งแบบจำลอง SWAT ยังเผยแพร่ source code ให้ผู้ที่สนใจสามารถนำไปพัฒนาต่อได้อีกด้วยนอกจากนี้แบบจำลอง SWAT ยังสามารถจำลองกระบวนการต่าง ๆ ทางกายภาพ ที่เกิดขึ้นภายในลุ่มน้ำได้ โดยผู้ใช้งานจะต้องแบ่งพื้นที่ลุ่มน้ำที่ต้องการศึกษาออกเป็นลุ่มน้ำย่อย ๆ ตามลักษณะการใช้ที่ดิน หรือชนิดของดินที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน ซึ่งจะส่งผลทำให้ลักษณะทางด้านอุทกวิทยาของลุ่มน้ำนั้นเป็นแบบเดียวกัน ส่วนข้อมูลของลุ่มน้ำย่อยที่ผู้ใช้งานต้องกำหนดให้แบบจำลองนั้นประกอบด้วย ข้อมูลภูมิอากาศ พื้นที่ลุ่มน้ำย่อย ระดับน้ำใต้ดิน ลักษณะของดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน ลำน้ำสายหลัก และทางระบายน้ำ ต่าง ๆ เป็นต้น

Arnold et al. (1995) กล่าวถึงแบบจำลอง SWAT ประกอบด้วยสองส่วนหลัก คือ การจำลองแบบพื้นดินหรือส่วนลุ่มน้ำย่อย (Upland Phase or Subbasin Component) ซึ่งทำการวิเคราะห์วัฏจักรทางอุทกวิทยาเพื่อประเมินปริมาณน้ำท่า ปริมาณการตกตะกอน อุณหภูมิดิน การเติบโตของพืช ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และสารเคมีจากการเกษตรกรรมก่อนไหลลงสู่ลำน้ำหลักในแต่ละลุ่มน้ำย่อย

ส่วนการจำลองของการเคลื่อนตัวของน้ำ (Routing Phase) คำนวณการเคลื่อนที่ของน้ำผ่านทางน้ำ, การเคลื่อนที่ของน้ำผ่านอ่างเก็บน้ำ การเคลื่อนตัวของตะกอนในทางน้ำ การพัฒนาและการแพร่กระจายของสารเคมีปนเปื้อนในโครงข่ายลุ่มน้ำที่ทำการศึกษา

2.6.1 การคำนวณทางอุทกวิทยาของแบบจำลอง SWAT ส่วนพื้นดิน (Land Phase)

1) การศึกษาวงจรอุทกวิทยา (Hydrologic Cycle) ในการวิเคราะห์ส่วนพื้นดิน
ใช้สมการสมดุลน้ำ ดังนี้



ภาพประกอบที่ 8 วงจรอุทกวิทยา

ที่มา : <http://www.brc.tamus.edu/swat/>

$$SW_t = SW_0 + \sum_{i=1}^t (R_{day} - Q_{surf} - E_a - W_{seep} - Q_{gw}) \quad (2.14)$$

เมื่อ	SW_t	คือ	ปริมาณน้ำในดินสุดท้าย
	SW_0	คือ	ปริมาณน้ำในดินเริ่มต้นในวันที่ i
	t	คือ	เวลา (วัน)
	R_{day}	คือ	ปริมาณฝนในวันที่ i
	Q_{surf}	คือ	ปริมาณน้ำผิวดินในวันที่ i
	E_a	คือ	ปริมาณการคายระเหยในวันที่ i
	W_{seep}	คือ	ปริมาณน้ำไหลซึมลงสู่ชั้นใต้ดินในวันที่ i
	Q_{gw}	คือ	ปริมาณน้ำใต้ดินที่ไหลกลับสู่ลำน้ำในวันที่ i

2) การคำนวณปริมาณน้ำท่าผิวดิน

การคำนวณปริมาณของน้ำท่าผิวดิน และ ค่าอัตราการไหลของน้ำท่าสูงสุด โดยใช้ ข้อมูลน้ำฝนรายวันด้วยการประยุกต์ใช้ Soil Conservation Service (SCS) curve number ซึ่งในการใช้ วิธีนี้ข้อมูลของค่าน้ำฝนรายวันจะเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญสำหรับวิธี SCS สำหรับที่มีการวัดปริมาณฝน หลาย ๆ ตำแหน่ง โดยข้อมูลที่มีช่วงการเก็บข้อมูลฝนที่มีค่าน้อยกว่า 1 วันจะไม่มีผลต่อแบบจำลอง แต่จะมีผลต่อความละเอียดถูกต้องต่อการคำนวณน้ำท่าสำหรับการปริมาณอัตราการไหลสูงสุด จะใช้วิธี Modified Rational Formula น้ำท่าผิวดินจะทำการทำนายจากค่าฝนรายวัน โดยการใช้สมการ SCS ดัง สมการน้ำท่าผิวดินจะทำการทำนายจากค่าฝนรายวัน โดยการใช้สมการ SCS ดังสมการ

$$Q = \frac{(R-0.2S)^2}{R+0.8S}, R > 0.2 S \quad (2.15)$$

$$Q = 0.0, R < 0.2 S \quad (2.16)$$

เมื่อ Q คือ ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายวัน (ลบ.ม./วินาที)

R คือ ปริมาณน้ำฝนรายวัน

S คือ Retention Parameter

โดยตัวแปร S มีความสัมพันธ์กับค่า Curve number (CN) ดังสมการ

$$s = 2.54 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \quad (2.17)$$

โดยใช้แบบจำลอง SCS เป็นแบบจำลองที่ใช้ในการคำนวณหาค่า surface runoff ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

1. Infiltration models เป็นการหาจากการไหลซึมของน้ำลงดิน โดยส่วนของน้ำที่ไม่ไหลซึมลงดินก็คือ runs off สำหรับวิธีการหามีด้วยกันหลายวิธียกตัวอย่างเช่น

วิธีโครงสร้างของดิน (physically based) เช่น Richard's equation เป็นวิธีที่ยากในการแก้ปัญหาของสมการทางตัวเลข

วิธีการประมาณค่าแบบจำลองการไหลซึมโดยประมาณ (Approximate theory-based infiltration models) เช่น Green-Ampt model

วิธีการจากการทดลองวัดค่าการไหลซึม (empirically based) เช่น วิธีของ Holtan, Horton, Kostikov ซึ่งวิธีนี้จะต้องการค่าสัมประสิทธิ์ของดิน พืชคลุมดิน ความลาดชัน แต่ละชนิด เป็นต้น

2. Rainfall excess models เป็นแบบจำลองที่คำนวณหาค่าน้ำท่า (runoff) และส่วนที่ไม่ใช่น้ำท่า หรือ น้ำที่เก็บไว้ที่ผิวดินที่ต่ำ (Surface depressions) หรือน้ำส่วนที่ค้างบนใบพืช (intercepted)

ส่วนปัจจัยหลักที่มีผลต่อค่า CN นั้นได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.4

3) การคำนวณอัตราการไหลสูงสุด (Peak Runoff Rate)

อัตราการไหลสูงสุด (Peak Runoff Rate) แบบจำลอง SWAT ประมาณค่าอัตราการไหลสูงสุดสำหรับแต่ละเหตุการณ์ฝน โดยวิธี Modified Rational Formula ดังสมการ

$$q_{\text{peak}} = \frac{c \cdot i \cdot A}{3.6} \quad (2.18)$$

เมื่อ	q_{peak}	คือ	อัตราการไหลสูงสุด (ลบ.ม./วินาที)
	c	คือ	สัมประสิทธิ์น้ำท่า
	i	คือ	ความเข้มของฝน (มม./ชั่วโมง)
	A	คือ	ขนาดพื้นที่รับน้ำ (ตร.กม.)

4) การไหลทางข้างใต้ผิวดิน (Lateral Subsurface Flow)

การจำลองการไหลของข้างใต้ผิวดินจะใช้ Kinematic Storage Model ซึ่งพัฒนาโดย Sloan และ More (1984) โดยใช้สมการ Mass Continuity Equation และใช้ Entry Hillslope Segment ของ Soil Profile เป็น Control Volume แสดงสมการที่ใช้ในการคำนวณได้ดังนี้

$$Q_{\text{lat}} = 0.024 \cdot \left(\frac{2 \cdot SW_{\text{ly,excess}} \cdot K_{\text{sat}} \cdot \text{slp}}{\phi_d \cdot L_{\text{hill}}} \right) \quad (2.19)$$

เมื่อ	Q_{lat}	คือ	ปริมาณการไหลด้านข้างใต้ผิวดินที่จุดออก (มม./วัน)
	$SW_{\text{ly,excess}}$	คือ	ปริมาณน้ำที่สามารถระบายได้ในชั้นดินอิ่มตัว (มม.)
	K_{sat}	คือ	Saturated Hydraulic Conductivity (มม./ชม.)
	slp	คือ	ความลาดชัน

ϕ_d คือ ความพรุนของดิน (มม./มม.)
 L_{hill} คือ Hillslope Length (ม.)

5) การคำนวณปริมาณค่าของน้ำใต้ดิน

โอฬาร เวศุโร (2548) กล่าวว่า น้ำที่เข้ามาในดินสามารถเคลื่อนย้ายผ่านดินได้หลายทาง เช่น สามารถย้ายออกจากดินได้โดยการดูดของพืช หรือการระเหย หรือการซึมลงไปในดินชั้นดินที่ต่ำกว่า หรือไหลไปทางด้านข้างตามลำน้ำและเข้าไปเสริมกับแม่น้ำได้ ซึ่งกระบวนการต่าง ๆ เหล่านี้ ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของดิน เช่น bulk density ค่าชนิดของดินสัดส่วนของดินเหนียว กรวดทราย ค่า hydraulic conductivities (ซึ่งค่าการนำน้ำของดินทรายมักจะมีค่ามากกว่าดินเหนียว) รวมทั้งค่าการให้น้ำของดินแก่พืช (Available Water Content) ก็เป็นค่าหนึ่งที่ใช้ในการคำนวณด้วย ก็เป็นค่าหนึ่งที่ใช้ในการคำนวณด้วย (ซึ่งค่าการให้น้ำของดินแก่พืช ของดินร่วนจะมีค่ามากกว่าดินเหนียว และดินทราย ตามลำดับ)

6) การคำนวณปริมาณการไหลของน้ำใต้ดิน (Groundwater Flow)

แบบจำลอง SWAT แบ่งการจำลองการไหลของน้ำใต้ดินออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ เขต Shallow aquifer และเขต Deep aquifer โดยปริมาณการไหลในเขต Shallow aquifer นั้นเป็นปริมาณน้ำที่จะไหลออกสู่แม่น้ำลำธารในพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งปริมาณน้ำท่าผิวดิน ปริมาณการไหลด้านข้างในเขตรากพืช และปริมาณน้ำไหลกลับ (return flow) จากเขต Shallow aquifer จะมีส่วนหนึ่งที่ไหลซึมลึกลงดินสู่ชั้น Deep aquifer โดยจะเป็นน้ำที่เป็นส่วนที่สูญเสียไปของระบบจะไม่มีการไหลกลับออกมาในระบบลุ่มน้ำอีก สามารถสมดุลของน้ำสำหรับเขต Shallow aquifer แสดงได้ดังนี้

$$aq_{sh,i-1} = aq_{sh,i-1} + W_{rchrg} - Q_{gq} - W_{revap} - W_{deep} - W_{pump,sh} \quad (2.19)$$

เมื่อ $aq_{sh,i}$ คือ ปริมาณน้ำที่เก็บกักอยู่ในชั้น Shallow aquifer ในวันที่ i (มม.)
 $aq_{sh,i-1}$ คือ ปริมาณน้ำที่เก็บกักอยู่ในชั้น Shallow aquifer ในวันที่ $i-1$ (มม.)
 W_{rchrg} คือ ปริมาณน้ำที่ไหลเข้าชั้น Shallow aquifer ในวันที่ i (มม.)
 Q_{gw} คือ ปริมาณน้ำไหลของน้ำใต้ดินออกสู่แม่น้ำลำธาร ในวันที่ i (มม.)
 W_{reap} คือ ปริมาณน้ำที่ไหลจากผิวดินลงสู่เขตรากพืช ในวันที่ i (มม.)
 W_{deep} คือ ปริมาณน้ำที่ไหลจากชั้น Shallow aquifer ลงสู่ Deep aquifer ในวันที่ i (มม.)

$W_{\text{pump,sh}}$ คือ ปริมาณน้ำที่สูบออกไปจาก Shallow aquifer ในวันที่ i (มม.)

สำหรับการสมดุลของน้ำของเขต Deep aquifer แสดงได้ดังสมการ

$$aq_{dp,i} = aq_{dp,i-1} + W_{\text{deep}} - W_{\text{pump,dp}} \quad (2.20)$$

เมื่อ $aq_{dp,i}$ คือ ปริมาณน้ำที่เก็บกักอยู่ในชั้น Deep aquifer ในวันที่ i (มม.)

$aq_{dp,i-1}$ คือ ปริมาณน้ำที่เก็บกักอยู่ในชั้น Deep aquifer ในวันที่ $i-1$ (มม.)

W_{deep} คือ ปริมาณน้ำที่ไหลจากชั้น Shallow aquifer
ลงสู่ Deep aquifer ในวันที่ i (มม.)

$W_{\text{pump,sh}}$ คือ ปริมาณน้ำที่สูบออกไปจาก Deep aquifer ในวันที่ i (มม.)

7) การคำนวณอัตราการคายระเหยของพืช (Evapotranspiration)

สำหรับในแบบจำลองได้มีทางเลือกในการประมาณค่าการระเหยของน้ำ 3 วิธี

คือ

7.1) วิธี Penman-Monteith (Monteith, 1965 ; Allen, 1986) ต้องใช้
ข้อมูล การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ อุณหภูมิของอากาศ ความเร็วลม และความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งมีสมการดังนี้

$$\lambda E_1 = \frac{\Delta \cdot (H_{\text{net}} - G) + \lambda \cdot K_1 \cdot \left(0.622 \cdot \lambda \cdot \frac{p_{\text{air},p}}{1} \right) \cdot \frac{[e_z^0 - e_z]}{r_a}}{\Delta + \lambda \cdot (1 + r_c + r_a)} \quad (2.21)$$

7.2) วิธี Priestley-Taylor (Priestley and Taylor, 1972)

$$\lambda E_0 = \alpha_{\text{pet}} \cdot \frac{\Delta}{\Delta + \gamma} (H_{\text{net}} - G) \quad (2.22)$$

7.3) วิธี Hargreaves (Hargreaves and other, 1985)

$$\lambda E_0 = 0.023 \cdot H_0 \cdot (T_{\text{mx}} - T_{\text{mm}})^{0.5} \cdot \left(\frac{\rightarrow}{T_{\text{av}}} + 17.8 \right) \quad (2.23)$$

8) การคำนวณค่าการปกคลุมของพุ่มไม้ (canopy storage)

ค่าการปกคลุมของพุ่มไม้ก็มีผลต่อการซึม ค่าปริมาณการไหลค่าการคายระเหยของพืชด้วย โดยเมื่อฝนตกการดักหยดน้ำฝน ของพุ่มไม้จะสามารถลดปริมาณของน้ำได้ส่วนหนึ่ง ซึ่งกระบวนการดักนี้ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของพืช และชนิดของพืช ซึ่งในการคำนวณของแบบจำลองคิดการดักของพุ่มไม้ในลักษณะการล่าช้าโดยค่าเป็นดัชนีพื้นที่ใบไม้ (Leaf area index) สมการ คือ

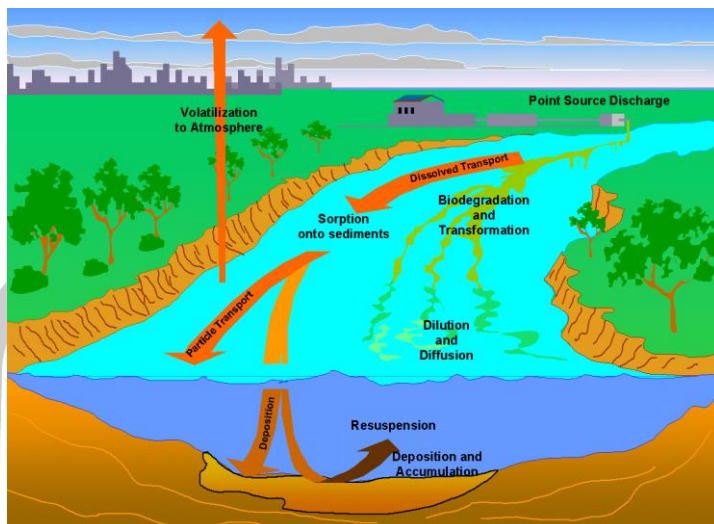
$$can_{day} = can_{mx} * \frac{LAI}{LAI_{mx}} \quad (2.24)$$

can_{day} คือปริมาณน้ำมากที่สุดที่สามารถดักได้ในพุ่มไม้ (mm H₂O), can_{mx} คือปริมาณน้ำมากที่สุดที่สามารถดักได้ในพุ่มไม้นั้นขึ้นสมบูรณ์ (mm H₂O), LAI คือดัชนีพื้นที่ใบไม้, และ LAI_{mx} คือพื้นที่ใบไม้ที่มากที่สุดของพืช

2.6.2 การคำนวณการเคลื่อนที่ในลำน้ำ (Routing Phase) ของแบบจำลอง SWAT

แบบจำลอง SWAT ใช้การเคลื่อนตัวของน้ำด้วยวิธีทางอุทกวิทยา (Hydrologic flow routing) โดยคำนวณการเคลื่อนตัวของน้ำผ่านทางน้ำเป็นช่วงเวลารายวัน (Daily Time Step) และไม่มีการคำนวณซ้ำ (Iteration) ทำให้สามารถทำการจำลองแบบได้ในช่วงเวลาที่ยาวนานบนพื้นที่ลุ่มน้ำขนาดใหญ่ได้ โดยการจำลองการเคลื่อนตัวของน้ำในลำน้ำ (Flood Routing) ใช้สมการของแมนนิง ในการกำหนดระดับและความเร็วของกระแสน้ำ การจำลอง Kinematic Wave ใช้วิธี Muskingum Routing และวิธี Variable Storage ข้อมูลนำเข้าของทางน้ำ ประกอบด้วย ความยาวของช่วงของทางน้ำ ความลาดชันทางน้ำ ความลาดชันทางน้ำ ความลาดชันทางน้ำ ความกว้างทางน้ำด้านบน ความลาดเทของทุ่งน้ำท่วม ค่าสัมประสิทธิ์ *Manning's n* ของทางน้ำและทุ่งน้ำท่วมโดย SWAT สามารถทำการเตรียมข้อมูลนำเข้าพื้นฐานได้ อย่างเช่น ความยาวลำน้ำ ความลาดเทท้องน้ำ เป็นต้น

พหุ ประสิทธิภาพ

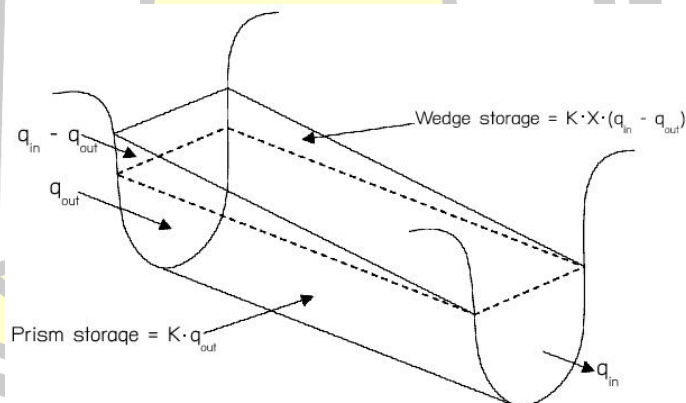


ภาพประกอบที่ 9 การคำนวณการเคลื่อนที่ในลำน้ำ

ที่มา : <http://www.brc.tamus.edu/swat/>

การคำนวณการเคลื่อนที่ในลำน้ำ (Routing Phase) โดยวิธี Muskingum Routing

วิธี Muskingum Routing จะจำลองความจุในลำน้ำของช่วงการไหล ในลักษณะการประกอบของลิ้ม (wedge) และปริซึมของการไหล ดังแสดงในภาพประกอบที่ 10



ที่มา : Chow (1988)

ภาพประกอบที่ 10 ปริซึมและลิ้มความจุในช่วงของการไหล

ปริมาตรปริซึม สามารถหาได้โดยใช้สมการ $K \cdot q_{out}$ โดยที่ K คืออัตราส่วนระหว่างปริมาตรเก็บกักและปริมาณการไหลเข้าของน้ำ มีหน่วยเป็นเวลา ประมาณเท่ากับระยะเวลาเดินทางของคลื่นน้ำท่วมผ่านช่วงของลำน้ำที่พิจารณา

ปริมาตรของลิ่ม สามารถหาได้โดยใช้สมการ $K * X * (q_{in} - q_{out})$ โดยที่ x คือ weighting factor เป็นสัดส่วนความสำคัญของปริมาณน้ำไหลเข้าและปริมาณน้ำไหลออก ต่อการคำนวณปริมาตรเก็บกักลำน้ำโดยทั่วไป x จะอยู่ระหว่าง 0.0 - 0.3 ซึ่งเฉลี่ยแล้วใกล้เคียงกับ 0.02 เมื่อรวมปริมาตรของทั้ง 2 เทอม จะได้ว่า

$$V_{stored} = k * q_{out} + k * x * (q_{in} - q_{out}) \quad (2.25)$$

เมื่อ V_{stored} คือ ปริมาตรความจุ (ลบ.ม.)
 q_{in} คือ อัตราการไหลเข้า (cms.)
 q_{out} คือ อัตราการไหลออก (cms.)

จากสมการ 2.25 และใช้สมการของ Continuity equation จะได้

$$q_{out2} = C_1 * q_{in2} + C_2 * q_{in1} + C_3 * q_{out1} \quad (2.26)$$

เมื่อ q_{in1} คือ อัตราการไหลที่เวลาเริ่มต้น (cms.)
 q_{in2} คือ อัตราการไหลที่เวลาถัดไป
 q_{out1} คือ อัตราการไหลออกที่เวลาเริ่มต้น (cms.)
 q_{out2} คือ อัตราการไหลที่เวลาถัดไป และ

$$C_1 = \frac{\Delta t - 2 * k * x}{2 * k * (1-x) + \Delta t} \quad (2.27)$$

$$C_2 = \frac{\Delta t - 2 * k * x}{2 * k * (1-x) + \Delta t} \quad (2.28)$$

$$C_3 = \frac{2 * k * (1-x) - \Delta t}{2 * k * (1-x) + \Delta t} \quad (2.29)$$

โดยที่ $C_1 + C_2 + C_3 = 1$ และเมื่อกระจายค่าในรูปหน่วยของความจุ จะได้

$$V_{out2} = C_1 * V_{in2} + C_2 * V_{in1} + C_3 * V_{out1} \quad (2.30)$$

การคำนวณการเคลื่อนที่ในลำน้ำ (Routing Phase) โดยวิธี Variable Storage ปริมาณน้ำไหลออก (Outflow) จากช่วงของลำน้ำหาได้จากสมการดังนี้

$$O_i = SC (i_i + S_{i-1}) \quad (2.31)$$

เมื่อ O_i คือ ปริมาณน้ำออกของวันที่ i (ลบ.ม.)

i_i คือ ปริมาณน้ำไหลเข้าของวันที่ i (ลบ.ม.)

S_{i-1} คือ ปริมาณน้ำความจุของช่วงลำน้ำของวันที่ i-1 (ลบ.ม.)

SC คือ ค่า Storage coefficient สามารถประมาณค่าโดยใช้สมการดังนี้

$$SC = \frac{2 \cdot \Delta t}{2 \cdot TT + \Delta t} \quad (2.32)$$

เมื่อ TT คือ Travel time (ชั่วโมง)

การคำนวณค่า Travel time นั้นสามารถทำได้โดยการแบ่งช่วงความยาวทางน้ำจากอัตราเร็วของน้ำ ซึ่งค่า Travel time จะมีความสัมพันธ์กับการไหลแบบ Non – linear ดังแสดงดังสมการ

$$TT = X_1 q_r^{X_2} \quad (2.33)$$

เมื่อ X_1, X_2 คือ เป็นค่า parameter ของแต่ละช่วงของทางน้ำ

เมื่อมีการไหลอยู่ในทางน้ำ

q_r คือ อัตราการไหล (m^3 / hr)

อัตราการไหล (q_{ch}) และความเร็วของน้ำเฉลี่ย (V_c) จะคำนวณโดยใช้สมการ Manning's equation ดังนี้

$$q_{ch} = \frac{A_{ch}^{2/3} R_{ch}^{1/2} \cdot s_{p_{ch}}^{1/2}}{n} \quad (2.34)$$

$$q_{ch} = \frac{R_{ch}^{2/3} \cdot slp_{ch}^{1/2}}{n} \quad (2.35)$$

เมื่อ A_{ch} คือ พื้นที่หน้าตัดการไหล (ตร.ม.)

R_{ch} คือ รัศมีชลศาสตร์ (ม.)

Slp คือ ความลาดชันของลำน้ำ (ม./ม.)

n คือ สัมประสิทธิ์แมนนิง

2.7 ทฤษฎีของแบบจำลอง HEC-RAS

โปรแกรม HEC-RAS ถูกพัฒนาโดยศูนย์วิศวกรรมอุทกวิทยา สหพันธรัฐวิศวกรแห่งสหรัฐอเมริกา (Hydrologic Engineering Center: HEC, US Army Corps of Engineers) (HECRAS) เป็นซอฟต์แวร์ที่ช่วยให้ผู้ใช้ในการดำเนินการอย่างใดอย่างหนึ่งในมิติของการคำนวณการไหลของแม่น้ำแบบคงตัวและไม่คงตัว

ในการวิเคราะห์ของการไหลหลากและชลศาสตร์หน้าตัดของการไหลของน้ำในลำน้ำ และรวมไปถึงบริเวณที่มีน้ำท่วมถึงจากน้ำป่าไหลหลาก โดยการใช้แบบจำลอง HEC-RAS ซึ่งได้นำแบบจำลองนี้มาจำลองการไหลของน้ำ (สมบัติ ชื่นชูกลิ่น, 2549) เพื่อการวิเคราะห์พื้นที่น้ำท่วมและความเร็วของน้ำป่าไหลหลาก ซึ่งแบบจำลอง HEC-RAS นี้ถูกออกแบบมาเพื่อดำเนินการหนึ่งมิติ และสองมิติ โดยเป็นการคำนวณการไหลรูปแบบของช่องทางธรรมชาติ ซึ่งต่อไปนี้จะเป็นการอธิบายของความสามารถและความสำคัญของแบบจำลอง HEC-RAS

1.) ส่วนติดต่อผู้ใช้สามารถใช้งาน HEC-RAS โดย

- การจัดการไฟล์
- การป้อนข้อมูลและการแก้ไข
- การวิเคราะห์การไหลของน้ำ
- การจัดระเบียบและการแสดงผลกราฟฟิกของอินพุตและเอาต์พุตข้อมูล
- การทำแผนที่น้ำท่วมและภาพเคลื่อนไหวของน้ำ

ส่วนประกอบในการวิเคราะห์การไหลของน้ำ ระบบ HEC-RAS มีส่วนประกอบวิเคราะห์ แม่น้ำหลายประการสำหรับ:

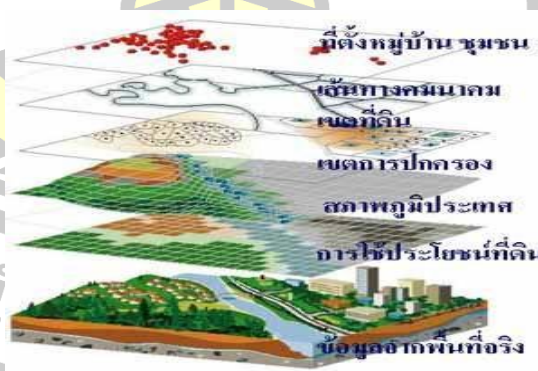
- การคำนวณรายละเอียดพื้นผิวของน้ำไหลแบบคงที่
- หนึ่งและสองมิติจำลองการไหลไม่คงที่
- การคำนวณการขนส่งเคลื่อนย้ายขอบเขตการตะกอน

– การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ส่วนประกอบของระบบการสร้างแบบจำลองนี้มีไว้สำหรับการคำนวณโปรไฟล์สำหรับการไหลพื้นผิวของน้ำ องค์ประกอบการไหลแบบคงที่ที่มีความสามารถในการสร้างแบบจำลองกึ่งวิกฤติ, ภาวะเหนือวิกฤติ และการไหลแบบคงที่ ขั้นตอนการคำนวณขั้นพื้นฐานจะขึ้นอยู่กับวิธีการ แก้ปัญหาของสมการพลังงานหนึ่งมิติ การสูญเสียพลังงานได้รับการประเมินโดยค่าสัมประสิทธิ์ ความขรุขระของลำน้ำ และการหดตัว / การขยายตัว (ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระคูณด้วยการ เปลี่ยนแปลงของความเร็วต้น)

2.8 ทฤษฎีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

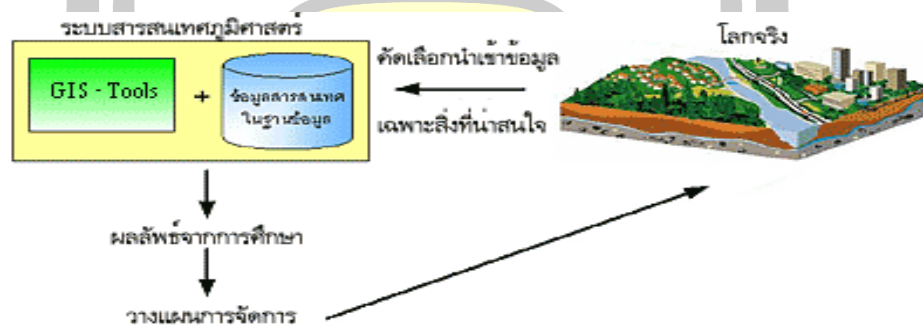
ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หรือ Geographic Information System : GIS คือ กระบวนการทำงานเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงพื้นที่ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ที่ใช้กำหนดข้อมูลและสารสนเทศ ที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ เช่น ที่อยู่ บ้านเลขที่ สัมพันธ์กับตำแหน่งในแผนที่ ตำแหน่ง เส้นรุ้ง เส้นแวง ข้อมูลและแผนที่ใน GIS เป็นระบบข้อมูลสารสนเทศที่อยู่ในรูปของตารางที่ข้อมูล และฐานข้อมูลที่มี ส่วนสัมพันธ์กับข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ซึ่งรูปแบบและความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่ทั้งหลาย จะสามารถนำมาวิเคราะห์ด้วย GIS และทำให้สื่อความหมายในเรื่องการเปลี่ยนแปลงที่สัมพันธ์กับเวลาได้ เช่น การแพร่ขยายของโรคระบาด การเคลื่อนย้าย ถิ่นฐาน การบุกรุกทำลาย การเปลี่ยนแปลงของการใช้พื้นที่ ฯลฯ ข้อมูลเหล่านี้ เมื่อปรากฏบนแผนที่ทำให้สามารถแปลและสื่อความหมาย ใช้งานได้ง่าย



ภาพประกอบที่ 11 แผนที่เฉพาะเรื่องที่ได้จากการจำลองจากสภาพภูมิประเทศจริง
ที่มา : ศูนย์วิจัยภูมิสารสนเทศเพื่อประเทศไทย คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

GIS (ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์) เก็บข้อมูลในคอมพิวเตอร์และเชื่อมโยงกับสภาพภูมิศาสตร์ และการทำงานของ GIS มีความสัมพันธ์กับสัดส่วนระยะทางและพื้นที่บนแผนที่. ความแตกต่างระหว่าง GIS กับ MIS คือ GIS จัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ที่เป็นภาพและเชื่อมโยงกับข้อมูลบรรยายหรือฐานข้อมูล การเชื่อมโยงข้อมูลทั้งสองประเภทใน GIS ช่วยให้ผู้ใช้สามารถแสดงข้อมูลทั้งภาพและตารางที่พร้อมกัน เช่นการค้นหาคำแหน่งจุดตรวจวัดควันท้า - ควันทัว ในขณะที่ MIS มีการแสดงภาพอย่างเดียวโดยขาดการเชื่อมโยงกับฐานข้อมูล แผนที่ใน GIS มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์, ในขณะที่ CAD มีภาพอย่างเดียว และข้อมูลใน GIS ทั้งเชิงพื้นที่และบรรยายช่วยให้ผู้ใช้ทำการค้นหาและวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างเต็มที่

เชิงบรรยาย สามารถอ้างอิงถึงตำแหน่งที่มีอยู่จริงบนพื้นโลกได้โดยอาศัยระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Geocode) ซึ่งจะสามารถอ้างอิงได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ข้อมูลใน GIS ที่อ้างอิงกับพื้นผิวโลกโดยตรง หมายถึง ข้อมูลที่มีค่าพิกัดหรือมีตำแหน่งจริงบนพื้นโลกหรือในแผนที่ เช่นตำแหน่งอาคาร ถนน ฯลฯ สำหรับข้อมูล GIS ที่จะอ้างอิงกับข้อมูลบนพื้นโลกได้โดยทางอ้อมได้แก่ข้อมูลของบ้าน (รวมถึงบ้านเลขที่ ซอย เขต แขวง จังหวัด และรหัสไปรษณีย์) โดยจากข้อมูลที่อยู่ เราสามารถทราบได้ว่าบ้านหลังนี้มีตำแหน่งอยู่ ณ ที่ใดบนพื้นโลก เนื่องจากบ้านทุกหลังจะมีที่อยู่ไม่ซ้ำกัน



ภาพประกอบที่ 12 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ที่มา : ศูนย์วิจัยภูมิสารสนเทศเพื่อประเทศไทย คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบจำลองอุทกวิทยา กับ ข้อมูลระบบภูมิสารสนเทศ

กิตติพงษ์ ธนาศิริยะกุล (2546) กล่าวว่า ในปัจจุบันนักอุทกวิทยาได้หันมาให้ความสนใจกับข้อมูลระบบ GIS เพื่อเป็นเครื่องช่วยในการศึกษาสภาพบางอย่างทางธรรมชาติ หรือ สภาพสิ่งที่มีมนุษย์ทำ ขึ้นอย่างเช่น การหมุนเวียนของน้ำในวัฏจักรทางอุทกวิทยาสำหรับในแบบจำลองทางอุทกวิทยา โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับลักษณะการกระจายธรรมชาติ (distributed in nature) ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับ

การกระจายตัวเชิงพื้นที่ของลักษณะความหลากหลายของพื้นที่ลุ่มน้ำ และ ฝน โดย GIS จะมีบทบาททางด้านที่เป็นเครื่องช่วยบอกลักษณะมิติเชิงพื้นที่ (spatial dimension)

Saghafian (1992) แบ่งระดับของแบบจำลองทางอุทกวิทยาที่ใช้ GIS เป็นเครื่องมือช่วยไว้เป็น 4 ระดับคือ

1. Hydrologic assessment คือ ระดับการใช้งาน GIS เพื่อหาค่าเกี่ยวกับปัจจัยทางอุทกวิทยา (hydrologic factor) กับบางเหตุการณ์ โดยใช้ข้อมูลแผนที่ GIS
2. Hydrologic parameter determination คือ ระดับการใช้งาน GIS เพื่อหาค่าตัวแปรทางอุทกวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ลักษณะภูมิประเทศ และ ลักษณะพืชคลุมดิน ซึ่งค่าตัวแปรนี้จะใช้กับแบบจำลองทางอุทกวิทยา
3. Hydrologic modeling inside GIS คือ ระดับการใช้งาน GIS โดยใช้ร่วมกับแบบจำลองอุทกวิทยาสำหรับการคำนวณในสภาพการไหลแบบ Steady state เท่านั้น
4. Linking GIS and hydrologic model คือ ระดับการใช้งาน GIS โดยใช้ร่วมกับแบบจำลองอุทกวิทยาโดยเป็นการเชื่อมโยงกับแบบจำลองโดยตรง Mitsova

2.9 แบบจำลองอุทกภัย

2.9.1 ประเภทของแบบจำลองอุทกภัย

2.9.1.1 แบบจำลองอุทกภัย 1 มิติ เป็นแบบจำลองสำหรับการคำนวณอัตราการไหลและรับน้ำในแม่น้ำ ((Jin and Fread, 1999; Gilles and Moore, 2010) โดยใช้สมการความต่อเนื่อง (Continuity Equation) และสมการโมเมนตัม เป็นสมการ Saint-Venant ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) สมการความต่อเนื่อง 1 มิติ

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q$$

(2.36)

เมื่อ Q คือ อัตราการไหล

A คือ พื้นที่หน้าตัดการไหล

x คือ ความยาวของช่วงลำน้ำที่พิจารณา

t คือ ช่วงเวลาที่พิจารณา

q คือ อัตราการไหลเข้าด้านข้าง

2) สมการโมเมนตัม

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial A}{\partial x} = \left[\frac{\beta Q^2}{A} \right] + g \frac{\partial H}{\partial x} + g A S_f = 0 \quad (2.37)$$

เมื่อ $S_f = \frac{Q|Q|}{K^2}$

โดย H คือ เฮดการไหล

β คือ สัมประสิทธิ์ดัมเมนตัม

g คือ อัตราการเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก

S_f คือ ความลาดชันเสียดทาน

โดย K คำนวณจากความจุหน้าตัด ซึ่งคำนวณได้จากสมการของแมนนิง ได้ดังนี้

$$K^2 = \frac{A^2 R^{4/3}}{n^2} \quad (2.38)$$

เมื่อ $R = \frac{A}{P}$

โดย R คือ รัศมีชลศาสตร์

P คือ ความยาวขอบเปียก

n คือ สัมประสิทธิ์ความขรุขระ

ซึ่งสมการความต่อเนื่องนำมาใช้เพื่อปรับดุลยภาพระหว่างอัตราการไหลเข้า (Inflow) และการไหลออก (Outflow) ของพื้นที่ที่พิจารณา ส่วนสมการโมเมนตัมใช้เพื่อปรับดุลยภาพของแรงที่กระทำต่อมวลของน้ำที่เกิดจากแรงเฉื่อย แรงกระจายตัว แรงดึงดูดของโลก และแรงเสียดทาน

2.9.1.2 แบบจำลองอุทกภัย 2 มิติ เป็นแบบจำลองสำหรับการจำลองสภาพพื้นที่ที่เกิดภัยพิบัติน้ำท่วมในกรณีปริมาณน้ำไหลล้นจากแม่น้ำเข้าท่วมพื้นที่ใช้หลักการเฉลี่ยค่าความสูงตามระดับพื้นดิน แบบจำลองแบบ 2 มิติ (Gilles and Moore, 2010) ใช้สมการ ได้แก่ สมการความต่อเนื่อง (Continuity Equation) และสมการโมเมนตัม (Momentum Equation) ซึ่งเป็นสมการของ Navier-Stokes Equations ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1) สมการต่อเนื่อง 2 มิติ

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial(uh)}{\partial x} + \frac{\partial(vh)}{\partial y} = 0 \quad (2.38)$$

เมื่อ u คือ ความเร็วกระแสน้ำในทิศทาง x

v คือ ความเร็วกระแสน้ำในทิศทาง y

ζ คือ ระดับน้ำเหนือระดับอ้างอิง

d คือ ความลึกน้ำซึ่งต่ำกว่าระดับอ้างอิง

h คือ ความลึกทั้งหมด

x คือ ระยะตามแนวคลอง

2) สมการโมเมนตัม 2 มิติ

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + g \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{gu|v|}{C^2 h} + \alpha u|u| = 0 \quad (2.39)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + g \frac{\partial \zeta}{\partial y} + \frac{gv|u|}{C^2 h} + \alpha v|v| = 0 \quad (2.40)$$

เมื่อ v คือ กระแสน้ำรวม

C คือ สัมประสิทธิ์

α คือ แรงเสียดทาน

2.9.1.3 แบบจำลองอุทกภัย 3 มิติ เป็นแบบจำลองที่มีความคล้ายคลึงกับแบบจำลอง 2 มิติ ยกเว้นสมการที่ใช้สมการคำนวณค่าเฉลี่ยจะแตกต่างกัน (David, Rick, and Jiang, 2002) นอกจากนี้ใน 2 มิติ ได้พิจารณาเฉพาะในแนวนอน (x และ y) แต่เมื่อเป็น 3 มิติ จะมีการพิจารณาแนวตั้งด้วย (z) ข้อดีของแบบจำลอง 3 มิติ คือ สามารถจำลองการกระจายหรือการไหลของน้ำในแนวดิ่งได้ อย่างไรก็ตามการใช้แบบจำลอง 3 มิติทำให้การคำนวณใช้เวลาค่อนข้างนาน และจำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงพอสมควร ซึ่งแบบจำลองที่นิยมใช้ในปัจจุบันส่วนใหญ่จะใช้แบบจำลองในรูปแบบ 1 มิติ หรือ 2 มิติ มากกว่า

2.9.2 แบบจำลองอุทกภัยอื่นๆ

2.9.2.1 แบบจำลองประเมินดินและน้ำ (SWAT) เป็นแบบจำลองสาธารณสิทธิเชิงบูรณาการของพื้นที่ ซึ่งพัฒนาโดยประเทศสหรัฐอเมริกา (Arnold and Fohrer, 2005) และได้มีการนำแบบจำลองนี้มาใช้ในประเทศไทยตั้งแต่ปี ค.ศ. 2006 โดยได้ประยุกต์ใช้กับการบูรณาการในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา จังหวัดสงขลา (PRACHAYASITTIKUL, 2006) ปัจจุบันมีหลายหน่วยงานนำไปใช้งาน เนื่องจากเป็นแบบจำลองรวมเอาลักษณะการใช้ที่ดิน สภาพภูมิประเทศ ระดับความลาดชัน และลักษณะต่างๆ ของลุ่มน้ำลุ่มน้ำเข้ามาทำนายอุทกภัยที่จะเกิดขึ้น สำหรับการแสดงผลในรูปแบบภูมิประเทศเพื่อแสดงพื้นที่น้ำท่วมต้องอาศัยโปรแกรม ArcGIS ซึ่งความถูกต้องขึ้นอยู่กับความละเอียดและความเชี่ยวชาญของผู้ใช้แบบจำลองนี้

2.9.2.2 แบบจำลอง SWAT+ ในช่วง 20 ปีที่ผ่านมาเครื่องมือประเมินดินและน้ำ (SWAT) ถูกใช้อย่างแพร่หลายทั่วโลก แอปพลิเคชันจำนวนมากทั่วโลกยังเปิดเผยข้อจำกัด และระบุความต้องการในการพัฒนาโมเดล การเพิ่มเติมและการปรับเปลี่ยนโมเดลและส่วนประกอบแต่ละส่วนทำให้โค้ดจัดการและบำรุงรักษายากขึ้น เพื่อเผชิญกับความท้าทายในปัจจุบันและอนาคตในการสร้างแบบจำลองแหล่งน้ำรหัส SWAT ได้รับการปรับเปลี่ยนครั้งใหญ่ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาส่งผลให้ SWAT+ ซึ่งเป็นรุ่นปรับปรุงใหม่ทั้งหมด แม้ว่าอัลกอริทึมพื้นฐานที่ใช้ในการคำนวณกระบวนการในแบบจำลองจะไม่เปลี่ยนแปลง แต่โครงสร้างและการจัดระเบียบของทั้งรหัส (อิงวัตถุ) และไฟล์อินพุต (อิงเชิงสัมพันธ์) ได้รับการปรับเปลี่ยนอย่างมาก สิ่งนี้คาดว่าจะอำนวยความสะดวกในการบำรุงรักษาแบบจำลองการปรับเปลี่ยนรหัสในอนาคตและส่งเสริมการทำงานร่วมกันกับนักวิจัยคนอื่น ๆ เพื่อรวมวิทยาศาสตร์ใหม่เข้ากับโมเดล SWAT. SWAT+ ให้การแสดงเชิงพื้นที่ที่ยืดหยุ่นมากขึ้นของการโต้ตอบและกระบวนการภายในลุ่มน้ำ

เครื่องมือประเมินดินและน้ำ Plus (SWAT +) เป็นรูปแบบสาธารณสมบัติที่พัฒนาร่วมกันโดย USDA Agricultural Research Service (USDA-ARS) และ Texas A&M AgriLife Research ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบ Texas A&M University SWAT + เป็นแบบจำลองขนาดลุ่มน้ำขนาดเล็กถึงลุ่มน้ำเพื่อจำลองคุณภาพและปริมาณของน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินและทำนายผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของการใช้ที่ดินแนวทางการจัดการที่ดินและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ SWAT ใช้กันอย่างแพร่หลายในการประเมินการป้องกันและควบคุมการพังทลายของดินการควบคุมมลพิษที่ไม่ใช่แหล่งกำเนิดและการจัดการระดับภูมิภาคในลุ่มน้ำ

2.9.2.3 แบบจำลอง HEC-RAS เป็นแบบจำลองทางด้านอุทกวิทยาแบบ 1 มิติ ซึ่งคิดค้นโดยองค์กรด้านอุทกวิทยาของประเทศสหรัฐอเมริกา ใช้สำหรับการวิเคราะห์การไหลของน้ำแบบเปลี่ยนแปลงตามเวลา (Unsteady Flow) โดยใช้สมการ Saint-Venant เป็นพื้นฐานในการสร้าง

แบบจำลอง (Brunner, 2010) สามารถประยุกต์ใช้กับเงื่อนไขขอบเขตภายในและภายนอกของแบบจำลอง เช่น ระดับน้ำ ระดับของบานประตูระบายน้ำ สะพาน ท่อลอด เป็นต้น สำหรับการแสดงผลในรูปแบบภูมิสารสนเทศเพื่อแสดงพื้นที่น้ำท่วมต้องอาศัยโปรแกรม ArcGIS โดยผ่านแบบจำลอง Hec-GeoRas ข้อมูลน้ำเข้าสำหรับใช้งานแบบจำลอง ประกอบด้วย ข้อมูลความสูงเชิงเลขคณิตโครงข่ายสามเหลี่ยมไม่สม่ำเสมอ เส้นลำน้ำ รูปตัดลำน้ำ ทิศทางการไหล (Flow Direction) ซึ่งสร้างจากโปรแกรม โดยความถูกต้องของแบบจำลองนั้นขึ้นอยู่กับข้อมูลที่นำเข้า

2.9.2.4 แบบจำลอง MIKE-11 เป็นแบบจำลองทางด้านอุทกวิทยาแบบ 1 มิติ ซึ่งพัฒนาโดยประเทศเดนมาร์ก (Havnø, Madsen, Dørge, and Singh, 1995; DHI, 2013) ใช้สำหรับการวิเคราะห์การไหลของน้ำและจำลองลักษณะการไหลของน้ำที่เป็นการไหลแบบทิศทางเดียว (One Dimension Flow) และไม่คงที่ตามเวลา (Unsteady Flow) ใช้ข้อมูลรูปตัดลำน้ำเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญ และข้อมูลสภาพภูมิประเทศและสภาพทุ่งน้ำท่วม (Topography of River and Flood Plain) ตลอดจนสภาพสิ่งก่อสร้าง และอาคารชลศาสตร์ต่างๆ ในลำน้ำ เช่น เขื่อน ฝาย และคลองระบายน้ำ เป็นต้น สำหรับการแสดงผลในรูปแบบสารสนเทศเพื่อแสดงพื้นที่น้ำท่วมต้องอาศัยโปรแกรม ArcGIS โดยผ่านแบบจำลอง MIKE11-GIS ข้อจำกัดของแบบจำลองนี้ คือ ไม่สามารถนำไปใช้กับแบบจำลองต่างเวอร์ชันได้ เช่น ข้อมูล MIKE11 เวอร์ชัน 2002 ไม่สามารถใช้กับ MIKE11 เวอร์ชัน 2003 ได้ ส่วนความถูกต้องของแบบจำลองขึ้นอยู่กับข้อมูลที่นำเข้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลของแบบจำลองความสูงเชิงเลข ซึ่งความถูกต้องจะต้องขึ้นอยู่กับระดับความละเอียดของข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลขที่เลือกใช้

2.9.2.5 แบบจำลอง LISFLOOD เป็นแบบจำลองทางด้านอุทกวิทยาแบบ 1 มิติ ซึ่งคิดค้นโดยประเทศอังกฤษ (Van Der Knijff, Younis, and De Roo, 2010) ใช้สำหรับพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าและการไหลของน้ำ ปัจจัยนำเข้าที่ใช้ประกอบด้วย ปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา การละลายของหิมะ การระเหยของน้ำ และคุณสมบัติของดิน สำหรับการแสดงผลในรูปแบบภูมิสารสนเทศเพื่อแสดงพื้นที่น้ำท่วม ต้องอาศัยโปรแกรม ArcGIS ผ่านแบบจำลอง LISFLOOD เป็นแบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบ 2 มิติ

2.9.2.6 แบบจำลอง ISIS เป็นแบบจำลองอุทกวิทยา ซึ่งพัฒนาโดยประเทศอังกฤษ ใช้จำลองสภาพการไหลของน้ำ และสามารถสร้างแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงน้ำฝนน้ำท่า (Hunter, Bates, Horritt, and Wilson, 2007) โครงข่ายระบบระบายน้ำโดยใช้รูปตัดลำน้ำ ข้อมูลพื้นที่รับน้ำ ปริมาณน้ำฝน ข้อมูลระดับน้ำที่จุดเข้าออก ความถูกต้องของแบบจำลองขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ให้ จะให้ความถูกต้องสูง เมื่อมีข้อมูลเพียงพอต่อการจำลองพฤติกรรมของระบบ

2.9.2.7 แบบจำลอง WETSPA เป็นแบบจำลองอุทกวิทยาแบบ 1 มิติ ซึ่งพัฒนาโดยประเทศเบลเยียม (Wang, Batelaan, and De Smedt, 1996) ใช้สำหรับพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าและการไหล

ของน้ำ ปัจจัยนำเข้าที่ใช้ประกอบด้วยปริมาณน้ำท่า การใช้ประโยชน์ที่ดิน ชนิดของดิน และแบบจำลองความสูงเชิงเลขซึ่งข้อมูลต่างๆ ดังกล่าวต้องอยู่ในรูปแบบข้อมูลแบบกริดเท่านั้น

2.9.2.8 แบบจำลอง OpenLISEM เป็นแบบจำลองอุทกวิทยาแบบ ซึ่งเป็นแบบจำลองที่สามารถนำไปใช้งาน ศึกษา แกะไข และเผยแพร่ (ไม่ว่าจะแก้ไขหรือไม่ ไม่ว่าจะคิดราคาหรือไม่) ได้อย่างเสรี ปราสจากเงื่อนไขเพิ่มเติม (Opensource) พัฒนาโดยประเทศเนเธอร์แลนด์ ใช้สำหรับจำลองการเกิดอุทกภัย ปัจจัยนำเข้าของแบบจำลองรองรับข้อมูลประเภทแรสเตอร์เท่านั้น แบบจำลองนี้ถูกพัฒนาขึ้นมาครั้งแรกเพื่อวัตถุประสงค์ในการจำลองน้ำท่า และใช้ในการวิเคราะห์การชะล้างพังทลายของดิน (De Roo, Wesseling, and Ritsema, 1996) ต่อจากนั้นมีการนำมาใช้ในการจำลองอุทกภัย (Sliuzas, Flacke, and Jetten, 2013) โดยจำเป็นต้องใช้ปัจจัยนำเข้าเบื้องต้น ได้แก่ แบบจำลองความสูงเชิงเลข การใช้ประโยชน์ที่ดิน ชุดดิน ปริมาณน้ำฝน ความชัน และทิศทางการไหล นอกจากนี้ยังรองรับให้ใช้ปัจจัยทางเลือกอื่นๆ เพื่อให้การจำลองสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น เช่น ถนน สิ่งปลูกสร้าง เป็นต้น ซึ่งแบบจำลองนี้แตกต่างจากแบบจำลองอื่นๆ คือ ในการวิเคราะห์ทิศทางการไหลของแบบจำลองนี้ไม่มีการวิเคราะห์ทิศทางการไหลอัตโนมัติในแบบจำลอง ดังนั้นจึงรองรับในการนำทิศทางการไหลที่พัฒนาขึ้นมาใช้ในการจำลองอุทกภัยได้ แต่สำหรับบางแบบจำลองไม่รองรับในการเปลี่ยนทิศทางการไหล เช่น แบบจำลองสารสนเทศลิธิ ใช้วิธีการ D8 ในการวิเคราะห์ทิศทางการไหลอัตโนมัติในแบบจำลอง ดังนั้นจึงไม่สามารถแก้ไขปัญหาคณิตศาสตร์ที่ได้อัตโนมัติกับความเป็นจริงกรณีลักษณะทางกายภาพของพื้นที่เป็นพื้นที่ราบ

2.9.2.9 แบบจำลอง SOBEK ซึ่งเป็นแบบจำลองทางด้านอุทกวิทยา ซึ่งพัฒนาประเทศเนเธอร์แลนด์ ใช้สำหรับจำลองสภาพการไหลของน้ำ รวมถึงการวิเคราะห์รูปแบบการเกิดอุทกภัย (Vis, Klijn, De Bruijn, and Van Buuren, 2003) ซึ่งปัจจัยที่ใช้ในการจำลองพื้นที่เกิดอุทกภัย ได้แก่ ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข ข้อมูลรูปตัดลำน้ำ ปริมาณน้ำท่า เส้นชั้นความสูง จุดระดับดิน แนวคลอง แลแนวถนน ลักษณะการจำลองเหตุการณ์จำเป็นต้องให้ความสำคัญในการกำหนดที่เกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพและโครงสร้างที่ใช้ในแบบจำลองนี้ อันมีผลต่อเสถียรภาพหรือความน่าเชื่อถือของแบบจำลองต่อเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น

2.9.2.10 แบบจำลองที่ใช้เทคนิคปัญญาประดิษฐ์ เป็นแบบจำลองที่นำเทคนิคต่างๆ ซึ่งได้แก่ โครงข่ายประสาทเทียม ฟัซซี่ลอจิก เจเนติก อัลกอริทึม แผนผังการจัดระเบียบตัวเอง มาใช้ในการสร้างแบบจำลองสำหรับทำนายหรือพยากรณ์การเกิดอุทกภัย โดยปัจจัยที่ใช้แบ่งได้เป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนน้ำท่า และลักษณะทางกายภาพของแต่ละพื้นที่ แบบจำลองที่พบส่วนใหญ่ใช้ปริมาณน้ำฝนน้ำท่าเป็นปัจจัยนำเข้า (Chang, Liang, and Chen, 2001; Deshmukh and Ghatol, 2010; Lekkas et al., 2004; Feng and Lu, 2010) แต่มีบางงานวิจัยที่เลือกใช้ปัจจัยทางกายภาพอื่นๆ ด้วย (Radhika, 2012; Supattra Puttinaovararat et al., 2013)

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนเนื้อหาของการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ในส่วนแรกจะเป็นการทบทวนงานวิจัยในประเทศ และส่วนที่สองจะเป็นการทบทวนงานวิจัยในต่างประเทศ ซึ่งแต่ละส่วนจะประกอบไปด้วย การทบทวนงานวิจัยด้านผลกระทบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อปริมาณน้ำท่า การคาดการณ์ความเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต ด้านผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกที่มีต่อระบบอุทกวิทยาในพื้นที่ลุ่มน้ำ รวมไปถึงการทบทวนงานวิจัยแบบจำลองที่ใช้สำหรับการศึกษาการเกิดอุทกภัย

2.10.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

Wanjing Wang และคณะ (2014) การศึกษานี้ศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อมูลค่าบริการของระบบนิเวศ (ESV) ในประเทศจีน โดยใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์และแบบจำลองการเขียนโปรแกรมเชิงเส้น การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินส่งผลให้ ESV ทั้งหมดลดลง 1.52% โดยส่วนใหญ่ส่งผลกระทบต่อภูมิภาคตะวันตกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ การเพิ่มประสิทธิภาพโครงสร้างการใช้ที่ดินอาจเพิ่ม ESV ได้ 1,235.70 พันล้านหยวน ซึ่งอาจเพิ่มขึ้น 8.05% เมื่อเทียบกับแผนการใช้ที่ดินแบบครอบคลุมของรัฐบาล

จิระเดช มาจันแดง (2559) การศึกษานี้ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน (LU/LC) ภายในเขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงโขงหลงในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 ถึง พ.ศ. 2556 การศึกษานี้ใช้การตีความด้วยภาพถ่ายดาวเทียมและออร์โธโฟโต้เพื่อทำแผนที่ประเภท LU/LC ต่างๆ และเผยให้เห็นนัยสำคัญ การเปลี่ยนแปลง โดยพื้นที่ป่าไม้เป็นประเภทที่ใหญ่ที่สุดในปี พ.ศ. 2545 (26.15%) และยางพารากลายเป็นประเภทที่โดดเด่นในปี พ.ศ. 2556 (36.16%) ซึ่งบ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงที่โดดเด่นของพืชไร่และพื้นที่ยางพาราในช่วงเวลานี้

Anna M. Hersperger และคณะ (2018) การศึกษานี้เน้นย้ำถึงการมุ่งเน้นที่จำกัดในเรื่องนโยบายเชิงพื้นที่และการวางแผนในการวิจัยการเปลี่ยนแปลงที่ดินในเมือง แม้ว่าจะมีอิทธิพลต่อการพัฒนาเมืองก็ตาม ผู้เขียนเสนอวาระการวิจัยเพื่อสำรวจความสัมพันธ์ระหว่างความตั้งใจในการวางแผน วิธีการดำเนินการ และเงื่อนไขภายนอกในแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงที่ดินเชิงปริมาณสำหรับภูมิภาคเมือง

อลงกรณ์ ขุนไกร และคณะ (2562) การศึกษานี้ศึกษาผลกระทบของรูปแบบการใช้ที่ดินและภูมิประเทศต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินในลุ่มน้ำทุ่งใหญ่ จังหวัดสงขลา การวิจัยวิเคราะห์คุณสมบัติของดินในพื้นที่ต่างๆ เช่น สวนยางพารา พื้นที่ป่าเกษตร สวนผลไม้ และป่าไม้ โดยเผยให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของ

ค่า pH ของดิน สารอินทรีย์ ค่า P ที่มีอยู่ ค่า K ที่แลกเปลี่ยนได้ CEC และ %BS ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าพื้นที่ปลูกยางพาราที่มีความลาดชัน 8-16% มีระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ ในขณะที่รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นๆ มีสถานะความอุดมสมบูรณ์ของดินปานกลาง

Romulus Costache และคณะ (2020) การศึกษานี้สำรวจความเชื่อมโยงระหว่างการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน และการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นจากน้ำท่วมฉับพลันในพื้นที่กักเก็บน้ำ Zăbala (โรมาเนีย) ตั้งแต่ปี 1989 ถึง 2019 โดยใช้ GIS การสำรวจระยะไกล และเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง โดยเผยให้เห็นความสัมพันธ์ที่ชัดเจนระหว่างความถี่ของน้ำท่วมฉับพลันที่เพิ่มขึ้น และการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ซึ่งได้รับความช่วยเหลือจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยได้รับการสนับสนุนจากแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมและการวิเคราะห์การถดถอยแบบถ่วงน้ำหนักทางภูมิศาสตร์ การวิจัยแสดงให้เห็นว่าพื้นที่เฉพาะในพื้นที่กักเก็บน้ำมีความสัมพันธ์อย่างมากระหว่างการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงศักยภาพของน้ำท่วมฉับพลัน

ณัฐกนก กันอินทร (2565) การศึกษานี้ใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลและความแตกต่างที่เป็นมาตรฐานของดัชนีพืชพรรณจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอุทยานแห่งชาติดอยผาแดง จังหวัดแพร่ ตั้งแต่ปี 2552 ถึง 2562 พบว่าในช่วงปี 2552 ถึง 2556 พื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้น 1.1% ในขณะที่พื้นที่เกษตรกรรมมีการเติบโตอย่างมีนัยสำคัญที่ 9.95% อย่างไรก็ตาม ในช่วงปี 2013 ถึง 2019 พื้นที่ป่าไม้ลดลง 2.1% และพื้นที่ในเมืองและอาคารขยายตัว 3.22% ซึ่งบ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงแบบไดนามิกของสิ่งปกคลุมดินและการใช้ที่ดินตลอดระยะเวลาที่ศึกษา

Francesco Zullo และคณะ (2022) การศึกษานี้ตรวจสอบผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินบนชายฝั่งอาบรุซโซ โดยมุ่งเน้นไปที่บริการของระบบนิเวศ เช่น การควบคุมน้ำท่วม การกักเก็บคาร์บอน และแหล่งที่อยู่อาศัยของความหลากหลายทางชีวภาพ การเปลี่ยนจากการใช้ที่ดินตามธรรมชาติมาเป็นการใช้ที่ดินเทียมส่งผลให้น้ำไหลบ่าเพิ่มขึ้น ระบบท่อระบายน้ำที่ดัดแปลง และการสูญเสียศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนมูลค่าประมาณ 820,000 ยูโรต่อปี โดยเน้นย้ำถึงความสำคัญของการพิจารณาปัจจัยเหล่านี้ในการวางแผนอาณาเขตเพื่อความยืดหยุ่นของสภาพภูมิอากาศ

Peidong Xu และคณะ (2022) การศึกษานี้ศึกษาการทำให้เป็นแร่อินทรีย์วัตถุในดิน Ultisol ภายใต้การใช้ที่ดินประเภทต่างๆ (ไร่ไม่ไผ่ การบูร และไร่ชา) พบว่าการทำให้เป็นแร่อินทรีย์วัตถุได้รับอิทธิพลจากปริมาณคาร์บอนและองค์ประกอบจุลินทรีย์ โดยส่วนประกอบของคาร์บอนมีบทบาทสำคัญในการควบคุมการทำให้เป็นแร่ การเปลี่ยนแปลงในชุมชนแบคทีเรียและเชื้อราถูกพบในประเภทการใช้ที่ดิน โดยปริมาณคาร์บอนและอัตราส่วน C/N เป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อชุมชนเหล่านี้

Roberta Prokešová และคณะ (2022) การศึกษานี้ตรวจสอบผลกระทบทางประวัติศาสตร์ของการขยายตัวของเมืองและการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อการไหลบ่าของพื้นผิวในพื้นที่กักเก็บน้ำ

ในชนบทในสโลวาเกียมานานกว่า 2 ศตวรรษ การใช้วิธี Curve Number ของบริการอนุรักษ์ดิน (SCS-CN) การวิจัยพบว่าการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของการไหลบ่าของพื้นผิวเนื่องจากการเปลี่ยนแปลง LULC ซึ่งบ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ปรับปรุงการไหลบ่าและการป้องกันการไหลบ่าที่มีผลกระทบต่อการขยายตัวของเมืองในพื้นที่ลุ่มในปัจจุบันเมื่อเทียบกับ พื้นที่ไร่องุ่นบนเนินเขาอันเก่าแก่

2.10.2 งานวิจัยเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

Detchphol Chitwatulsiri และคณะ (2566) ในพื้นที่เมืองเขตร้อนในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น กรุงเทพฯ น้ำท่วมฉับพลันที่รุนแรงเพิ่มขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทำให้เกิดความเสียหายอย่างมาก บทความนี้ทบทวนระบบพยากรณ์น้ำท่วมในเมืองแบบเรียลไทม์ที่ล้ำสมัย ครอบคลุมการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนการสร้างแบบจำลองการระบายน้ำและการทำแผนที่น้ำท่วมโดยเน้นถึงความท้าทายในการใช้แบบจำลองไฮดรอลิกตามกระบวนการเนื่องจากข้อจำกัดด้านการคำนวณ และสำรวจศักยภาพของแบบจำลอง AI ที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลเพื่อการพยากรณ์น้ำท่วมแบบเรียลไทม์ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ในภูมิภาค

Ankie Sterk และคณะ (2016) การศึกษานี้ตรวจสอบผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการแพร่กระจายของเชื้อโรคจากสัตว์สู่คนลงสู่ผิวน้ำ โดยพิจารณาปัจจัยต่างๆ เช่น การตกตะกอนที่เพิ่มขึ้นและอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น การวิเคราะห์บ่งชี้ว่าแม้ว่าการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการต่างๆ ของเชื้อโรคที่ไหลบ่าเข้ามา แต่อิทธิพลโดยรวมของการเปลี่ยนแปลงที่มีต่อความเข้มข้นของเชื้อโรคจากสัตว์สู่คนในน้ำผิวดิน และความเสี่ยงต่อการติดเชื้อของมนุษย์ในระหว่างกิจกรรมสันทนาการ ดูเหมือนจะมีจำกัด

Yue Zhang และคณะ (2021) การศึกษานี้ตรวจสอบความเสี่ยงน้ำท่วมฉับพลันที่ Nanshan Scenic Zone ในประเทศจีนเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จากการใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนในอดีตและที่คาดการณ์ไว้จากหลายแบบจำลอง การวิจัยพบว่าการคาดการณ์อย่างเป็นเอกลักษณ์ถึงการเกิดน้ำท่วมฉับพลันที่เพิ่มขึ้นในปี 2020-2049 และ 1970-1999 โดยจะเพิ่มขึ้น 72-78% ของเหตุการณ์น้ำท่วมประจำปีตามค่าเฉลี่ยหลายแบบจำลอง การเพิ่มขึ้นนี้สาเหตุหลักมาจากปริมาณน้ำฝนที่ตกหนักมากเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งส่งผลกระทบต่อเดือนต่างๆ เช่น มีนาคม เมษายน กรกฎาคม ตุลาคม และพฤศจิกายน ซึ่งทับซ้อนกับฤดูกาลท่องเที่ยวสูงสุด บ่งชี้ถึงความจำเป็นในมาตรการปรับตัว

Enrique Fernández และคณะ (2022) น้ำท่วมฉับพลันที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศอย่างกะทันหันก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อโครงสร้างพื้นฐานและชีวิต การตรวจหาตั้งแต่เนิ่นๆ เป็น

สิ่งสำคัญในการบรรเทาผลกระทบ การศึกษานี้แนะนำแนวทางการใช้เหตุผลตามกรณี (CBR) สำหรับการประมาณแผนที่น้ำท่วมภายในขอบเขตการคาดการณ์ โดยจัดการกับการขาดการตรวจจับน้ำท่วมฉบับลงแบบออนไลน์ เครื่องมือ CBR ซึ่งสามารถปรับให้เข้ากับแอ่งและสถานที่ต่างๆ ได้ กำลังได้รับการพัฒนาสำหรับแอ่ง 2 แห่งในสเปนและฝรั่งเศส คาดว่าแนวทางนี้จะช่วยการตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญด้านความปลอดภัยสาธารณะได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Hojat Ahmadzadeh และคณะ (2022) การศึกษานี้นำเสนอกรอบบูรณาการเพื่อประเมินความน่าเชื่อถือของการจัดหาน้ำและอุปสงค์โดยพิจารณาถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในลุ่มน้ำ Zarrineh Rood ประเทศอิหร่าน การวิจัยคาดการณ์ปริมาณน้ำท่าที่ลดลงและลดความน่าเชื่อถือของการจัดหาน้ำสำหรับภาคส่วนต่างๆ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยใช้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศและแบบจำลองทางอุทกวิทยาที่ลดขนาดลง โดยเน้นถึงความท้าทายที่อาจเกิดขึ้นในการรักษาความพร้อมใช้น้ำและการจัดสรรในลุ่มน้ำ

Liang Chen และคณะ (2022) การศึกษานี้ศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและกิจกรรมของมนุษย์ต่อน้ำท่าในลุ่มน้ำเหลืองที่แห้งแล้งโดยใช้แบบจำลองการเชื่อมต่อสองทาง ผลลัพธ์เผยให้เห็นแนวโน้มที่ร้อนขึ้นและรูปแบบการตกตะกอนที่เปลี่ยนแปลง โดยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและกิจกรรมของมนุษย์มีส่วนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงน้ำท่า การลดลงของปริมาณน้ำฝน 10% ส่งผลให้ปริมาณน้ำไหลบ่าลดลง 1315.7% ในขณะที่อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 1.0 °C ส่งผลให้ปริมาณน้ำไหลบ่าลดลง 2.14.2% โดยที่ต้นน้ำลำธารมีความอ่อนไหวสูงต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

Michalis Diakakis และคณะ, 2022 การศึกษานี้รวบรวมฐานข้อมูลเหตุการณ์น้ำท่วมที่มีผู้เสียชีวิตสูงในช่วงปี พ.ศ. 1882 ถึง พ.ศ. 2021 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำความเข้าใจความถี่ของเหตุการณ์น้ำท่วมร้ายแรงในภูมิภาคเมดิเตอร์เรเนียนตะวันออก ซึ่งมีความสำคัญต่อการเตรียมพร้อมรับมือกับภัยพิบัติท่ามกลางการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ผลการวิจัยพบว่าแม้จะมีความก้าวหน้าแต่เหตุการณ์ดังกล่าวยังคงเกิดขึ้นค่อนข้างบ่อย (ระยะเวลากลับมา 1.56 ปีสำหรับเหตุการณ์น้ำท่วมร้ายแรง) โดยเน้นย้ำถึงความจำเป็นในการปรับปรุงความเข้าใจและมาตรการเตรียมความพร้อม

Sangam Shrestha และคณะ (2022) การศึกษานี้ประเมินผลกระทบรวมของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการใช้ที่ดินต่อผลผลิตตะกอนในลุ่มน้ำสงครามในประเทศไทย การคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคตบ่งชี้ว่าอุณหภูมิที่สูงขึ้นและปริมาณฝนที่ลดลง ส่งผลให้การไหลลดลง 42.8% ถึง 51.7% อย่างไรก็ตาม มีการสังเกตบทบาทที่แตกต่างกันของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยผลกระทบรวมกันส่งผลให้แนวโน้มผลผลิตตะกอนลดลง 40.5% ถึง 47.8% ขึ้นอยู่กับสถานการณ์และวิถีทางสภาพภูมิอากาศ

Rabindra Pokhrel และคณะ (2023) งานวิจัยนี้ตรวจสอบผลกระทบของความพยายามในการลดการปล่อยก๊าซ GH ในเมืองต่อตัวชี้วัดสภาพภูมิอากาศในเมืองชายฝั่งทะเลเช่นซานฮวน จากการคาดการณ์สภาพภูมิอากาศ พบว่ามาตรการลดพลังงานในอาคารสามารถลดเหตุการณ์ความร้อนจัดและความหนาแน่นของเกาะความร้อนในเมืองได้ ซึ่งนำไปสู่สภาพภูมิอากาศที่สามารถจัดการได้มากขึ้นในช่วงกลางและปลายศตวรรษที่ 21

Zuoqiang Han และคณะ (2023) การศึกษานี้ตรวจสอบผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อน้ำท่าตามธรรมชาติในลุ่มน้ำเหลืองโดยใช้ข้อมูลอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ปี 1961 ถึง 2020 การวิจัยเผยให้เห็นการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิและรูปแบบการตกตะกอนที่แปรผันซึ่งส่งผลต่อน้ำไหลป่าตามธรรมชาติ โดยการลดลงของปริมาณฝนเป็นตัวขับเคลื่อนหลักที่ทำให้น้ำไหลป่าลดลงในอดีต 60 ปี. ข้อมูลนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่แห้งแล้งและกึ่งแห้งแล้งภายใต้อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

2.10.3 งานวิจัยเกี่ยวกับการน้ำฝน-น้ำท่า

ธีรเมธ ธีรวิวัฒน์นันท์ และคณะ (2563) ได้นำเสนอสร้างแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า เพื่อประเมินปริมาณและระยะเวลาการเกิดน้ำท่วมสูงสุด การสร้างแบบจำลองโดยใช้โปรแกรม QGIS ช่วยในการประมาณค่าพารามิเตอร์จากแบบจำลอง ผลการศึกษาพบว่าแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่าสามารถคำนวณปริมาณและระยะเวลาการเกิดน้ำท่วมสูงสุดเป็นที่ยอมรับได้ สำหรับการศึกษาเพิ่มเติม จะนำการวิเคราะห์และการออกแบบปริมาณน้ำฝนมาร่วมสร้างแบบจำลองน้ำฝน-น้ำท่า ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการสนับสนุนระบบเตือนภัยน้ำท่วมล่วงหน้า

กุลชาติ บุญยอด และคณะ (2563) การศึกษานี้มุ่งเพื่อประเมินปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ต้นน้ำในภาคใต้ของประเทศไทยและการทดสอบความสอดคล้องของแบบจำลอง NRCS-CN ในการประเมินปริมาณน้ำท่าในสภาวะพายุฝน ผ่านการปรับแก้ค่าอัตราสูญเสียเริ่มต้นและ Curve Number (CN) ในแบบจำลอง NRCS-CN ด้วยแนวทางที่ 5 พบว่าการประเมินน้ำท่าในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาเป็นไปอย่างแม่นยำเมื่อเทียบกับแบบจำลองเดิมของ NRCS-CN โดยใช้เกณฑ์การทดสอบ RMSE, E, R^2 , และ PBIAS.

Takahiro Sayama และคณะ (2020) การศึกษานี้ศึกษาการคาดการณ์ภาวะน้ำท่วมฉับพลันสำหรับเหตุการณ์ร้ายแรงที่เกิดจากฝนตกหนักในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2561 และพายุไต้ฝุ่นฮาภิบิสในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 ในญี่ปุ่น แบบจำลองปริมาณน้ำฝน-น้ำท่าที่มีความละเอียดสูง รวมกับการคาดการณ์ปริมาณฝนทั้งหมด ถูกนำมาใช้ในการพยากรณ์น้ำท่วมฉับพลันโดยใช้เวลารอคอยสูงสุด 39 ชั่วโมง การจำลองเชิงกำหนดคาดการณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพจากอุทกศาสตร์ที่ไหลป่าของพายุสำหรับเหตุการณ์ทั้งสองในภูมิภาคที่แตกต่างกัน ซึ่งบ่งชี้ถึงความสามารถในการคาดการณ์ที่แตกต่าง

กัน การศึกษาเน้นย้ำว่าการคาดการณ์ภาวะน้ำท่วมฉับพลันจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับเหตุการณ์ที่รุนแรง โดยการคาดการณ์ทั้งมวลจะให้ข้อมูลอันมีคุณค่าสำหรับการตัดสินใจรับมือเหตุฉุกเฉิน

Yue Zhang และคณะ (2021) การศึกษานี้ใช้การสร้างแบบจำลองปริมาณน้ำฝนและน้ำท่าและแบบจำลองไฮดรอลิกเพื่อประเมินเชิงปริมาณอันตรายจากน้ำท่วมฉับพลันในลุ่มน้ำ Hadahe ทางตอนเหนือของจีน การวิเคราะห์ซึ่งครอบคลุมสถานการณ์ฝนตกต่างๆ บ่งชี้ถึงอันตรายจากน้ำท่วมฉับพลันในภูมิภาค พื้นที่ท้ายน้ำมีความเสี่ยงสูงที่สุดเนื่องจากมีน้ำท่วมเป็นวงกว้างและมีความเสี่ยงต่อทรัพย์สินจำนวนมาก ซึ่งเน้นย้ำถึงศักยภาพของกรอบการประเมินเชิงปริมาณสำหรับการป้องกันน้ำท่วมฉับพลันและการจัดการภัยพิบัติในแอ่งภูเขาที่คล้ายกัน

Yue Zhang และคณะ (2021) การศึกษานี้ประเมินอันตรายจากน้ำท่วมฉับพลันโดยใช้การสร้างแบบจำลองปริมาณน้ำฝนและน้ำท่าและไฮดรอลิกแบบบูรณาการในแอ่งภูเขาทางตอนเหนือของจีน ภายใต้สถานการณ์ฝนต่างๆ พื้นที่น้ำท่วมรวมอยู่ระหว่าง 6 ถึง 8.73 ตารางกิโลเมตร โดยมีความลึกของน้ำท่วม 1-2 ม. 2-3 ม. และมากกว่า 3 ม. ครอบคลุม 25.5-30.8%, 10.5-16.5% และ 5.5-12.7% ของพื้นที่ตามลำดับ ภูมิภาคท้ายน้ำเผชิญกับความเสี่ยงสูงที่สุดเนื่องจากมีน้ำท่วมเป็นวงกว้างและมีความเสี่ยงต่อทรัพย์สิน ถือเป็นกรอบการทำงานที่มีคุณค่าสำหรับการป้องกันน้ำท่วมฉับพลันและการจัดการภัยพิบัติในพื้นที่ภูเขาที่คล้ายกัน

Hamza Shahid และคณะ (2022) การศึกษานี้กล่าวถึงความเสี่ยงจากน้ำท่วมทั้งส่วนบนและส่วนล่างของลุ่มน้ำสินธุในเมืองปัญจาบ ประเทศปากีสถาน โดยมุ่งเน้นไปที่ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ปกคลุมดิน เมื่อใช้แบบจำลองปริมาณน้ำฝน-น้ำท่า-น้ำท่วม (RRI) พบว่าผลของการปลูกในพื้นที่โล่งและพื้นที่ที่มีพืชพรรณช่วยลดความเสี่ยงจากน้ำท่วมบริเวณท้ายน้ำ ในขณะที่การขยายตัวของเมืองเพิ่มความเสี่ยงเนื่องจากค่าการปล่อยของเสียที่สูงขึ้นก่อนจذبบรรจบกัน

Zahra Zahmatkesh และคณะ (2022) การศึกษานี้ใช้กรอบการทำงานแบบบูรณาการเพื่อสร้างแผนที่พื้นที่ราบน้ำท่วมถึงที่น่าจะเป็นไปได้ โดยคำนึงถึงความไม่แน่นอนทางอุทกวิทยาและไฮดรอลิก โดยเฉพาะอย่างยิ่งภายใต้ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การวิจัยมุ่งเน้นไปที่พื้นที่ลุ่มน้ำในเขตเมืองที่มีแนวโน้มเกิดน้ำท่วมฉับพลันในแคนาดา โดยใช้สถานการณ์ที่สะท้อนถึงความไม่แน่นอนของอินพุตและพารามิเตอร์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าข้อมูลแบบจำลองทางอุทกวิทยาและผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นแหล่งสำคัญของความไม่แน่นอน แผนที่พื้นที่น้ำท่วมถึงที่น่าจะเป็นที่ได้รับการพัฒนา โดยคำนึงถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนำเสนอข้อมูลเชิงลึกสำหรับกลยุทธ์การจัดการความเสี่ยงที่ดีขึ้น และการวางแผนการใช้ที่ดินในพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม

Ali Aldrees และคณะ (2023) งานวิจัยนี้ตรวจสอบแนวโน้มปริมาณน้ำฝนในเมืองในช่วง 40 ปี (พ.ศ. 1981-2020) ในมหานครที่มีผู้คนอาศัยอยู่หนาแน่นทั่วโลก โดยใช้การทดสอบทางสถิติ

การศึกษาระบบแนวโน้มและลักษณะที่แตกต่างกันของปริมาณน้ำฝนรายเดือนและรายปี โดยมีผลกระทบต่อการวางแผนทรัพยากรน้ำ การพยากรณ์น้ำท่วม/ภัยแล้ง และการจัดการวางจรรุทกวิทยา

2.10.4 งานวิจัยเกี่ยวกับน้ำท่วม – น้ำท่วมฉับพลัน

Mohamed Toukourou และคณะ (2014) การศึกษานี้มุ่งเน้นไปที่การทำนาย "น้ำท่วมฉับพลัน Cévenol" โดยใช้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม เนื่องจากมีความสำคัญในการก่อให้เกิดความเสียหาย ในการจัดการกับความท้าทายในการพยากรณ์น้ำท่วมโดยไม่ต้องพยากรณ์ปริมาณน้ำฝน การวิจัยใช้วิธีการเลือกแบบจำลองสำหรับโครงข่ายประสาทเทียม และแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการพยากรณ์น้ำท่วมล่วงหน้า 2 ชั่วโมงที่เชื่อถือได้

Da-wei Zhang และคณะ (2015) การทำแผนที่อันตรายจากน้ำท่วมฉับพลันถือเป็นสิ่งสำคัญสำหรับมาตรการป้องกัน การศึกษานี้มุ่งเน้นไปที่กรณีน้ำร่องในลุ่มน้ำ Xiapu ของจีน แบบจำลองอุทกวิทยาแบบกระจายตามกรอบชีหนานเจียงได้รับการพัฒนาด้วยวิธีอุทกศาสตร์หน่วยธรณีสัณฐานวิทยา แบบจำลองนี้มีประสิทธิภาพในการจำลองน้ำท่วมฉับพลัน และเสนอวิธีการทำแผนที่เชิงปฏิบัติโดยใช้ข้อมูลการปล่อยประจุสูงสุดและระดับความสูงที่คำนวณได้ โดยจำแนกประเภทอันตรายออกเป็น 3 ระดับ วิธีการนี้สามารถทำนายการกระจายตัวของอันตรายจากน้ำท่วมฉับพลันได้สำเร็จ ซึ่งตรงตามข้อกำหนดในปัจจุบันของจีน

Yair Rinat และคณะ (2018) การวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่การทำความเข้าใจพื้นที่ที่เอื้อต่อการไหลบ่า (RCA) และผลกระทบต่อการปล่อยน้ำหลากสูงสุด การใช้แบบจำลองทางอุทกวิทยาแบบกระจาย การศึกษาพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างฟลักซ์อินพุตและเอาต์พุต (การปล่อยสูงสุด) ได้รับการปรับปรุงเมื่อคำนึงถึงขอบเขต RCA และความเข้มของฝนโดยใช้ดัชนีที่พัฒนาขึ้นใหม่ (IRCA) ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อการวิเคราะห์และการทำนายน้ำท่วมฉับพลัน

D.S. Carrio และคณะ (2020) เหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลันที่เกิดขึ้นใน Sant Llorenç มายอร์ก้า ในเดือนตุลาคม 2018 ซึ่งกินเวลากลับคืนมา 500 ปี ส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บล้มตายและความสูญเสียทางเศรษฐกิจอย่างมีนัยสำคัญ แบบจำลองการดำเนินงานไม่สามารถคาดการณ์เหตุการณ์นี้ได้ เนื่องจากไม่สามารถจับปัจจัยสำคัญได้ เช่น เส้นการพาความร้อนที่ก่อตัวตามแนวเขตลู่เข้าหากัน การสังเกตชี้ให้เห็นว่ามีเพียงการกำหนดค่าทั้งมวลที่ดูดซับการสะท้อนแสงเท่านั้นที่สามารถทำนายปริมาณฝนได้อย่างแม่นยำ และถึงอย่างนั้นความสามารถในการคาดการณ์ก็ลดลงหลังจากผ่านไป 3-4 ชั่วโมง การศึกษาสรุปว่าแบบจำลองเชิงตัวเลขในปัจจุบันและเทคนิคการดูดซึมข้อมูลประสบปัญหาในการทำนายเหตุการณ์สุดขั้วดังกล่าวได้อย่างแม่นยำ

Kairong Lina และคณะ (2020) ได้ทำการศึกษาการประเมินความเสี่ยงน้ำท่วมฉับพลันบนพื้นฐานของวิธีการวิเคราะห์ลำดับชั้นที่ได้รับการปรับปรุงและอัลกอริทึมการจัดกลุ่มโอกาสสูงสุดแบบบูรณาการเพื่อแนะนำวิธีการในการกำหนดน้ำหนักของดัชนีความเสี่ยงและระบุกลุ่มความเสี่ยงที่แตกต่างกัน และเสนอวิธีการสำหรับการประเมินความเสี่ยงน้ำท่วมฉับพลันในสภาพแวดล้อม GIS โดยวิธีการลำดับชั้นของกระบวนการวิเคราะห์ (IAHP) ที่ได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้น ขั้นตอนวิธี น้ำหนักของดัชนีความเสี่ยงแต่ละตัวนั้นกำหนดโดย IAHP ซึ่งรวมลักษณะอันดับกับคุณลักษณะวัตถุประสงค์ของข้อมูลการประเมินจากการใช้เทคโนโลยี data mining การรวมกันของอัลกอริทึมการจัดกลุ่ม ISO-Maximum ทำให้เกิดการจำแนกที่เหมาะสมยิ่งขึ้น

Yu Chen และคณะ (2020) น้ำท่วมฉับพลันก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อความเสียหายอย่างมากในพื้นที่ท่องเที่ยวที่เป็นภูเขาทั่วโลก การศึกษามุ่งเน้นไปที่บริเวณจุดชมวิวยุเอชานโป ซึ่งเป็นจุดหมายปลายทางยอดนิยม โดยมีการสร้างแบบจำลองความเสี่ยงน้ำท่วมด้วย HEC-HMS และ FLO-2D สถานการณ์น้ำท่วมสามสถานการณ์ (เหตุการณ์ปี 2012 น้ำท่วมสมมุติปี 2017 สถานการณ์ในอนาคต) ได้รับการประเมินโดยใช้การสำรวจระยะไกลและ GIS ผลลัพธ์เผยให้เห็นความเสี่ยงน้ำท่วมฉับพลันเพิ่มขึ้น 28% ในช่วงปี 2012 ถึง 2017 เนื่องจากการท่องเที่ยวและการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน โดยคาดว่าจะสูญเสียมูลค่าที่ดินอย่างมากภายใต้สถานการณ์ในอนาคต สิ่งนี้เน้นย้ำถึงความจำเป็นในการวางแผนอย่างยั่งยืนและมาตรการควบคุมน้ำท่วมเพื่อปกป้องทั้งรายได้และภูมิทัศน์ทางธรรมชาติในพื้นที่ดังกล่าว

Gagandeep Singh และคณะ (2021) น้ำท่วมฉับพลันก่อให้เกิดความเสียหายร้ายแรงได้ในระยะเวลาอันสั้น การศึกษานี้มุ่งเน้นไปที่รัฐอุตตราขัณฑ์ ประเทศอินเดีย ซึ่งเป็นภูมิภาคที่มักได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมฉับพลัน พารามิเตอร์มอร์โฟเมตริกที่ได้มาจากข้อมูล SRTM DEM สำหรับลุ่มน้ำย่อย 29 แห่งถูกนำมาใช้เพื่อประเมินความเปราะบางของน้ำท่วมฉับพลันโดยวิธี Weighted Sum Approach (WSA) การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA) และ Integrated Approach (IA) ผลลัพธ์ของวิธี IA สอดคล้องอย่างใกล้ชิดกับ PCA และได้รับการตรวจสอบโดยใช้ข้อมูลน้ำท่วมที่ผ่านมา การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ระบุพื้นที่เปราะบางที่มีประชากรหนาแน่น โดยเน้นความน่าเชื่อถือของ AI สำหรับการประเมินความเสี่ยงน้ำท่วมฉับพลัน

Josias Ritter และคณะ (2021) มีการใช้แนวทาง ReAFFINE เพื่อประเมินผลกระทบน้ำท่วมฉับพลันทั่วยุโรป โดยช่วยเหลือระบบเตือนภัยล่วงหน้าในพื้นที่เชิงพื้นที่ขนาดใหญ่ การใช้ข้อมูลอันตรายจากน้ำท่วมฉับพลันทั่วยุโรปและแผนที่น้ำท่วมระดับชาติ ReAFFINE จะคำนวณพื้นที่ที่อาจเกิดน้ำท่วม จำนวนประชากรที่ได้รับผลกระทบ และโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญแบบเรียลไทม์ วิธีนี้แสดงให้เห็นได้จากเหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลันเมื่อเร็วๆ นี้ โดยสามารถระบุผลกระทบทั้งในระดับขนาด

ใหญ่และระดับย่อยได้อย่างมีประสิทธิภาพ แม้ว่าประสิทธิภาพจะขึ้นอยู่กับคุณภาพของการประมาณ ปริมาณน้ำฝนและความครอบคลุมของแผนที่น้ำท่วมก็ตาม

Meihong Ma และคณะ (2021) การศึกษานี้แนะนำวิธีการที่ใช้ XGBoost สำหรับการ ประเมินความเสี่ยงน้ำท่วมฉับพลัน ซึ่งเอาชนะข้อจำกัดของตัวแยกประเภทเดี่ยว แนวทางดังกล่าว ได้รับความแม่นยำสูงกว่าวิธีการแบบเดิม สร้างแผนที่ความเสี่ยงที่เชื่อถือได้ และระบุพื้นที่ที่มีความ เสี่ยงสูงในมณฑลยูนนาน ประเทศจีน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการป้องกันน้ำท่วมฉับพลันใน ระดับเทศมณฑล

Nepal C. Dey และคณะ (2021) การศึกษามุ่งเน้นไปที่ผลกระทบของน้ำท่วมฉับพลันในช่วง มรสุมต้นที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อนในภูมิภาคฮาโอว์ของบังกลาเทศในปี 2560 ต่อการดำรงชีวิต จากการ สัมภาษณ์ครัวเรือนที่ประสบอุทกภัย พบว่าฝนตกหนักส่งผลให้สูญเสียรายได้ โดยเฉพาะในกลุ่มผู้สูงอายุ และผู้ที่ต้องพึ่งพางานด้านทรัพยากรธรรมชาติ เพื่อปกป้องการดำรงชีวิตและเพิ่มความมั่นคงทาง อาหาร การศึกษาแนะนำมาตรการต่างๆ เช่น ระบบเตือนภัยล่วงหน้า การตอบสนองโดยชุมชน การ คัดกรองพืชผล ความหลากหลายของพืชผลและการดำรงชีวิต และการลงทุนของรัฐบาลเพื่อสนับสนุน การเติบโตทางเศรษฐกิจและการลดความยากจน

Qazi Umar และคณะ (2021) เจดดาห์ ซึ่งเป็นเมืองท่าที่สำคัญในซาอุดีอาระเบีย เผชิญกับ ฝนตกหนักเป็นระยะๆ ซึ่งส่งผลให้เกิดน้ำท่วมในเมือง ขัดขวางการทำงานของเมือง การศึกษานี้ใช้ แบบจำลองการจัดการพายุ (SWMM) เพื่อวิเคราะห์น้ำท่าและจัดการน้ำท่วมฉับพลันใน 6 เขตของเจด ดดาห์ การใช้ระบบการพัฒนาผลกระทบต่ำ (LID) ของหลังคาสีเขียว 30-70% ของพื้นที่ไม่ซึมผ่านใน พื้นที่กักเก็บน้ำย่อยได้รับการบำบัด ซึ่งช่วยลดการไหลของน้ำท่วมได้อย่างมาก สิ่งนี้เน้นย้ำถึง ประสิทธิภาพของระบบ LID ที่มีการวางแผนอย่างดีสำหรับการจัดการน้ำท่วมในภูมิภาคที่มีลักษณะ เป็นเมือง

Rhonalyn V. Macalalad และคณะ (2021) การพยากรณ์อันตรายจากน้ำท่วมเป็น สิ่งจำเป็นสำหรับการควบคุมน้ำท่วม แบบจำลองลุ่มน้ำแบบดั้งเดิมถูกจำกัดเนื่องจากขาดข้อมูลการ ไหลของน้ำในพื้นที่ที่มีข้อมูลไม่เพียงพอ แบบจำลองทางอุทกวิทยาแบบกระจายตามทางกายภาพ (PBDHM) โดยใช้ข้อมูลการสำรวจระยะไกลได้เกิดขึ้นแล้ว ในกรณีของลุ่มน้ำมาตินาในเมืองดาเวา แบบจำลอง Liuxihe จำลองเหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลันที่ผ่านมา โดยแสดงการจัดตำแหน่งระหว่าง เหตุการณ์ฝนตกหนักและการปล่อยก๊าซจำลอง เสนอแนวทางที่น่ามีแนวโน้มสำหรับการพยากรณ์น้ำ ท่วมในภูมิภาคที่มีข้อมูลไม่เพียงพอ

ธัญญา พันมะลีลา และคณะ (2564) งานวิจัยนี้เน้นปัญหาน้ำท่วมในจังหวัดสุราษฎร์ธานี ประเทศไทยซึ่งเผชิญกับน้ำท่วมบ่อยครั้งเนื่องจากลำธารและแม่น้ำตื้น ส่งผลให้ความสามารถในการระบาย น้ำไม่เพียงพอ การศึกษานี้ใช้แบบจำลอง HEC-RAS ในการประเมินพื้นที่น้ำท่วมจากแม่น้ำตาปี-พุมดวง

ในช่วงเวลาที่ต่างกัน การสอบเทียบและการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองแสดงให้เห็นถึงความเหมาะสมกับข้อมูลที่สังเกตได้ และการศึกษาเผยให้เห็นพื้นที่น้ำท่วมที่ 549.82, 594.46, 615.22 และ 639.74 กม.² สำหรับระยะเวลาส่งคืน 2, 5, 10 และ 25 ปี ตามลำดับ ภายใต้สภาพการไหลคงที่

Aqil Tariq และคณะ (2022) น้ำท่วมฉับพลันเป็นอันตรายอย่างยิ่งเนื่องจากความเร็วและแรงทำลายล้างที่เกิดขึ้นเมื่อฝนตกหนักเกินกว่าความสามารถในการดูดซับของพื้นดิน การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแผนที่น้ำท่วมฉับพลันในที่ราบน้ำท่วมถึงแม่น้ำเซล์ม-เซนับ โดยใช้แบบจำลองกระบวนการวิเคราะห์ลำดับขั้น (AHP) และอัตราส่วนความถี่ (FR) พิจารณาพารามิเตอร์ 8 ตัว รวมถึงข้อมูลการสำรวจระยะไกลและคุณลักษณะภูมิประเทศ AHP กำหนดน้ำหนักให้กับเกณฑ์ และพารามิเตอร์ทั้งหมดจะรวมเข้าด้วยกันผ่านการซ้อนทับแบบถ่วงน้ำหนัก ซึ่งเผยให้เห็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงครอบคลุม 6.68% ของภูมิภาค ผลการวิจัยระบุโซนที่มีความเสี่ยงสูงและนำเสนอข้อมูลเชิงลึกที่มีคุณค่าสำหรับการตอบสนองต่อภัยพิบัติ การวางแผนเมือง และอุทกวิทยา

Gang Zhao และคณะ (2022) การศึกษานี้เสนอแนวทางการเรียนรู้เชิงลึกสำหรับการเตือนภัยน้ำท่วมฉับพลัน (FFW) ขนาดใหญ่ในพื้นที่ภูเขาของจีน การใช้อัลกอริทึมเวลาการตกตะกอนและคุณลักษณะเชิงพื้นที่ เช่น การตกตะกอนรายวันสูงสุด จำนวนเส้นโค้ง และความชัน วิธีนี้ใช้เครือข่ายหน่วยความจำระยะสั้นระยะยาว (LSTM) เพื่อทำนายการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการแบบดั้งเดิม เช่น ดัชนีการกระตุ้นปริมาณน้ำฝน (RTI) และแนวทางน้ำท่วมฉับพลัน (FFG) วิธีการ LSTM แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพที่เหนือกว่าด้วยการคาดการณ์ล่วงหน้า 1 วันที่เชื่อถือได้ (อัตราการเข้าชม 0.84 อัตราการแจ้งเตือนที่ผิดพลาด 0.09) และดัชนีความสำเร็จที่สำคัญโดยรวมที่ดีกว่า (ซีเอสโอ) ผลลัพธ์ (0.77) วิธี LSTM ช่วยเพิ่มความสามารถในการพยากรณ์น้ำท่วม โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ไม่มีการตรวจวัด

Jianuo L et และคณะ (2022) การทำแผนที่ความไวต่อภาวน้ำท่วมฉับพลันที่มีประสิทธิภาพเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการบรรเทาผลกระทบจากน้ำท่วมฉับพลัน การศึกษานี้รวมแบบจำลองการถดถอยโลจิสติก (LR) และฟอเรสต์สุ่ม (RF) เข้ากับการเลือกคุณลักษณะแบบฝัง (EFS) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพชุดคุณลักษณะสำหรับการทำแผนที่ความอ่อนแอต่อน้ำท่วมฉับพลันในกลุ่มน้ำสายหลักของแม่น้ำซางฮั่ว EFS ระบุคุณสมบัติที่ได้รับการปรับปรุง 32 และ 28 สำหรับรุ่น LR และ RF ตามลำดับ พืชพรรณที่ปกคลุมและลักษณะแม่น้ำมีอิทธิพลอย่างมากต่อน้ำท่วมฉับพลัน ทั้งรุ่น LR และ RF นำเสนอแผนที่ความไวที่แม่นยำ RF มีประสิทธิภาพเหนือกว่า LR ด้วยความแม่นยำสูงกว่า (0.8834) และ AUC (0.9486) ผลการวิจัยช่วยป้องกันน้ำท่วมฉับพลันและความพยายามควบคุมในพื้นที่เสี่ยง

Mohamed Wahba และคณะ (2022) ในการจัดการกับความท้าทายของน้ำท่วมฉับพลันในพื้นที่เมืองเล็กๆ การศึกษานี้มุ่งเน้นไปที่เขตที่ 5 ประเทศอียิปต์ โดยประเมินความเสี่ยงน้ำท่วมทั้งใน

ระดับชุมชนและระดับอาคาร โดยตรวจสอบผลกระทบของน้ำที่มีต่ออาคาร ใช้ถังใต้ดินเป็นมาตรการป้องกัน ลดความลึกของน้ำ และรวบรวมปริมาณน้ำฝน 153 ลบ.ม. เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ได้ กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์สร้างแผนที่อันตรายจากน้ำท่วมเพื่อระบุพื้นที่เสี่ยงภายในภูมิภาค

Mohammadtaghi Avand และคณะ (2022) การศึกษานี้ประเมินผลกระทบของความละเอียดเชิงพื้นที่ต่างๆ ของแบบจำลองระดับความสูงดิจิทัล (DEM) ต่อการทำนายความน่าจะเป็นของน้ำท่วมโดยใช้แบบจำลองการเรียนรู้ของเครื่อง แม้ว่าการแก้ปัญหา DEM เพียงอย่างเดียวไม่ส่งผลต่อความถูกต้องอย่างมีนัยสำคัญ แต่ปัจจัยต่างๆ เช่น ระดับความสูง ปริมาณน้ำฝน และระยะห่างจากแม่น้ำก็มีผลกระทบอย่างมาก แบบจำลอง Random Forest (RF) แสดงให้เห็นความแม่นยำที่สูงกว่าในการทำแผนที่ความไวต่อน้ำท่วม เมื่อเปรียบเทียบกับแนวทางโครงข่ายประสาทเทียม (ANN) และแบบจำลองเชิงเส้นทั่วไป (GLM) ซึ่งสามารถช่วยผู้จัดการน้ำและผู้มีอำนาจตัดสินใจในมาตรการบรรเทาอุทกภัยที่มีประสิทธิภาพ

Paul Francis Quinn และคณะ (2022) การเปลี่ยนแปลงในการบริหารความเสี่ยงด้านน้ำท่วมในสหราชอาณาจักรไปสู่โซลูชันที่ใช้พื้นที่กักเก็บน้ำ เช่น การจัดการน้ำท่วมตามธรรมชาติ (NFM) และคุณลักษณะการลดทอนน้ำท่า (RAFTs) กำลังดำเนินการอยู่ โดยมีเป้าหมายเพื่อลดปริมาณน้ำที่ท่าจากน้ำท่วมและปรับปรุงบริการของระบบนิเวศ แม้ว่าหลักฐานเกี่ยวกับประสิทธิภาพในระดับที่ใหญ่กว่าและเหตุการณ์ที่รุนแรงยังคงมีจำกัด แต่บทความนี้จะทบทวนบทบาท การออกแบบ ความสามารถในการปรับขนาด และความท้าทายของ RAF และ NFM โดยเน้นย้ำถึงความจำเป็นในการวิจัยเพิ่มเติมและแนวทางเชิงรุกในการจัดการน้ำท่วม

R D Mazalena และคณะ (2022) ลุ่มน้ำ Rahakolowu ในเขตปกครอง South Buton มีลักษณะเป็นภูมิประเทศที่เป็นเนินเขาที่มีความลาดชันต่างกัน และมีแนวโน้มที่จะไหลบ่าสูง การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินศักยภาพการไหลบ่าของพื้นที่ผิวและจัดทำแผนที่ความเสี่ยงน้ำท่วมฉับพลัน การศึกษาพบว่าลุ่มน้ำย่อยมีปริมาณน้ำไหลบ่าโดยเฉลี่ยเกิน 0.50 ลบ.ม./วินาที โดยอาศัยแนวทางหน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยาแบบดัดแปลง (HRU) ซึ่งส่วนใหญ่ได้รับอิทธิพลจากความลาดชันและพื้นที่หน่วยที่ดินเป็นหลัก น้ำท่วมฉับพลันเกิดขึ้นในช่องทางแม่น้ำสายหลัก และกลายเป็นน้ำท่วมบริเวณท้ายน้ำ โดยที่ลุ่มน้ำย่อยทางใต้ระบุว่ามีส่วนทำให้เกิดน้ำท่วมอย่างมีนัยสำคัญ

Romulus Costache และคณะ (2022) การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจำลองความอ่อนไหวต่อน้ำท่วมฉับพลันในลุ่มน้ำซุซา ประเทศโรมาเนีย โดยใช้แบบจำลองลูกผสม 3 แบบและการวิเคราะห์ fuzzy-AHP ตัวทำนายแปดตัวและจุดฝนตกหนัก 111 จุดถูกนำมาใช้ในแบบจำลอง เช่น Fuzzy-AHP, Deep Learning Neural Network-AHP, Multilayer Perceptron-AHP และ Naïve Bayes-AHP โมเดลที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในครั้งนี้คือ Deep Learning Neural Network-AHP (AUC-ROC: 0.984) ซึ่ง

บ่งบอกถึงศักยภาพของผลลัพธ์ที่แม่นยำในการประเมินความไวต่อภาวน้ำท่วมฉับพลัน โดยเน้นย้ำถึงความแปลกใหม่และประสิทธิผลของโมเดลสำหรับการเก็บกักน้ำในแม่น้ำสายเล็กๆ ดังกล่าว

Ruojing Zhang และคณะ (2022) บทความนี้เสนอแนวทางการแบ่งภูมิภาคแบบน้ำท่วมฉับพลันโดยใช้การเรียนรู้ของเครื่อง วิธีการนี้ใช้พอร์สต์แบบสุ่มเพื่อระบุปัจจัยน้ำท่วมฉับพลันที่สำคัญตามด้วยอัลกอริธึมการจัดกลุ่มตามแผนที่ที่มีการจัดระเบียบด้วยตนเองแบบสองขั้นตอน เพื่อแยกแยะพื้นที่น้ำท่วมฉับพลันที่เป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งนำไปใช้ในมณฑลเจียงซี ประเทศจีน ผลลัพธ์ของแผนที่การแบ่งภูมิภาคสามารถจัดหมวดหมู่เหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลันในอดีตได้อย่างมีประสิทธิภาพ แสดงให้เห็นถึงพลังในการกำหนด 77.31% สำหรับการกระจายเชิงพื้นที่ และนำเสนอข้อมูลเชิงลึกที่มีคุณค่าสำหรับการบรรเทาและป้องกันน้ำท่วมในอนาคต

William Amponsah และคณะ (2022) การศึกษานี้กล่าวถึงความไม่แน่นอนในการวิเคราะห์น้ำท่วมฉับพลันทางนิติวิทยาศาสตร์ การตรวจสอบการประมาณค่าการปล่อยก๊าซสูงสุดหลังน้ำท่วมและการสร้างแบบจำลองการตอบสนองต่อน้ำท่วม ด้วยการแนะนำ "ดัชนีความสอดคล้องทางนิติวิทยาศาสตร์น้ำท่วมฉับพลัน" การวิจัยจะตรวจสอบผลกระทบของแนวคิดการวิเคราะห์ทางนิติเวชที่เกี่ยวข้องกับขนาดของแอ่งและความลาดเอียงของช่องแคบ ผลลัพธ์เน้นย้ำถึงความจำเป็นในการวิเคราะห์การตอบสนองน้ำท่วมฉับพลันสำหรับแอ่งภูเขาขนาดเล็กที่มีภูมิประเทศขรุขระ ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการจัดการความเสี่ยงน้ำท่วมอย่างมีประสิทธิภาพ

Christos Iliadis และคณะ (2023) การศึกษานี้กล่าวถึงความเสี่ยงน้ำท่วมในเมืองที่เพิ่มขึ้นอันเนื่องมาจากการขยายตัวของเมืองและเหตุการณ์ฝนตกหนักโดยการรวมการวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำฝนที่รุนแรงเข้ากับการสร้างแบบจำลองน้ำท่วมที่มีความละเอียดสูงในเมืองเทสซาโลนิกิ ประเทศกรีซ พวกเขาใช้ขั้นตอนการปรับขนาดเพื่อประมาณระดับน้ำฝนที่ส่งคืนในช่วงระยะเวลาต่างๆ และใช้แบบจำลองน้ำท่วมขั้นสูง (CityCAT) เพื่อจำลองน้ำท่วม ระบุเส้นทางการไหลที่สำคัญ และอาคารประมาณ 165 ถึง 186 หลังที่ถูกน้ำท่วมสูงในใจกลางเมืองสำหรับเหตุการณ์พายุในรอบ 50 ปี แนวทางที่ครอบคลุมนี้มีส่วนช่วยในการลดความเสี่ยงจากน้ำท่วมในเมืองและการวางแผนลดความเสียหาย

Evi Vinck และคณะ (2023) การศึกษานี้แนะนำเครื่องมือใหม่สำหรับการสร้างแบบจำลองความเข้มข้นของสารมลพิษที่ไหลบ่าในเมืองทั่วไป เช่น Zn, Cu, Pb, PAH(1)6, TN และ TP เครื่องมือนี้จะพิจารณาปัจจัยต่างๆ เช่น ประเภทพื้นผิว ปริมาณการจราจร และประเภทอาคาร และรวมถึงการประเมินประเภทระบบระบายน้ำในเมืองอย่างยั่งยืน (SUDS) ประเภทต่างๆ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความแม่นยำที่ดีขึ้นในการทำนายความเข้มข้นของสารมลพิษในระบบท่อระบายน้ำทิ้งที่แยกจากกันและช่วยให้สามารถแยกความแตกต่างระหว่างแหล่งกักเก็บน้ำที่คล้ายกันโดยอิงจาก ประเภทอาคาร

George Varlas และคณะ (2023) การศึกษานี้ใช้การสร้างแบบจำลองอุทุนิยมวิทยา อุทกวิทยา และไฮดรอลิกเพื่อสร้างเครื่องมือพยากรณ์น้ำท่วมฉับพลัน โดยมีกรณีศึกษาเกี่ยวกับน้ำท่วมฉับพลันของกลุ่มแม่น้ำ Evrotas เมื่อวันที่ 26 มกราคม 2523 ระบบดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการพยากรณ์น้ำท่วมฉับพลันที่แม่นยำและทันท่วงที ซึ่งช่วยเพิ่มความสามารถในการเตือนภัยน้ำท่วม

P. Subraealu และคณะ (2023) การศึกษานี้มุ่งเน้นไปที่การประเมินและการจัดการความเสี่ยงน้ำท่วมฉับพลันในเมืองปูโวจราห์ ซึ่งเป็นเมืองที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมฉับพลันเนื่องจากลักษณะทางภูมิศาสตร์ การวิจัยระบุพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูง มีความเสี่ยงสูง มีความเสี่ยงปานกลาง และพื้นที่เสี่ยงต่ำ โดยใช้พารามิเตอร์ที่ได้รับจากดาวเทียมและ GIS โดยครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด 469.3 ตารางกิโลเมตร สถานที่สำคัญ เช่น สนามบินปูโวจราห์ ท่าเรือ ย่านที่อยู่อาศัย และโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญ ได้รับการจัดประเภทว่ามีความเสี่ยงสูงมาก การศึกษานี้ให้ข้อมูลเชิงลึกที่มีคุณค่าสำหรับผู้มีอำนาจตัดสินใจเพื่อปรับปรุงมาตรการป้องกันและจัดการความเสี่ยงน้ำท่วมฉับพลันอย่างมีประสิทธิภาพในภูมิภาค

Yunsong Cui และคณะ (2023) การศึกษานี้แนะนำแบบจำลองเชิงตัวเลขที่แข็งแกร่งซึ่งรวมเอาโมดูลจำลองโครงสร้างไฮดรอลิกเพื่อการทำนายอุทกพลศาสตร์น้ำท่วมชั่วคราวอันเนื่องมาจากน้ำท่วมในเมืองอย่างแม่นยำ แบบจำลองนี้ใช้วิธีการเชื่อมต่อระยะแหล่งกำเนิดและระยะฟลักซ์เพื่อแสดงโครงสร้างไฮดรอลิกต่างๆ ซึ่งแสดงความแม่นยำที่ดีขึ้นสำหรับโครงสร้าง เช่น ประตูกัน แบบจำลองนี้ใช้เพื่อประเมินผลกระทบจากน้ำท่วมต่อวัตถุแต่ละชิ้นในเขตเมือง รวมผลการจำลองเข้ากับสูตรความไม่เสถียรของยานพาหนะและเส้นโค้งความเสียหายเชิงลึก

Yong Tu และคณะ (2023) เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการพยากรณ์น้ำท่วมฉับพลันในมณฑลหูเป่ย์ จึงได้มีการสร้างระบบดัชนีการเตือนภัยล่วงหน้าแบบไดนามิก โดยพิจารณาจากระดับความชื้นในดินที่แตกต่างกันและข้อมูลปริมาณน้ำฝนในอดีต ระบบนี้ทำให้การเตือนล่วงหน้าเพิ่มขึ้น 15.2% เมื่อเทียบกับเกณฑ์เชิงประจักษ์แบบดั้งเดิม ในด้านพื้นที่ เมืองต่างๆ ในหูเป่ย์ทางตะวันตกเฉียงเหนือ เช่น ชีอูหยานและเซียงหยาง ได้รับการปรับปรุงอย่างมีนัยสำคัญในการเตือนภัยล่วงหน้า โดยมีจำนวนมากขึ้นตามเกณฑ์แบบไดนามิกในช่วงปีที่ฝนตกชุกและตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงกรกฎาคม ซึ่งมีส่วนช่วยปรับปรุงความแม่นยำในการพยากรณ์น้ำท่วมฉับพลัน

2.10.5 งานวิจัยที่ใช้แบบจำลอง SWAT

วิโรจน์ กิมลา (2557) การศึกษานี้ใช้แบบจำลอง SWAT เพื่อทำการวิเคราะห์ปัญหาน้ำในลุ่มน้ำเซโดน ประเทศลาว ครอบคลุมพื้นที่ระบายน้ำ 7,217 ตารางกิโลเมตร ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539 ถึง พ.ศ. 2553 โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน โดยศึกษาระบบทรัพยากรน้ำ ใช้แบบจำลองหน่วย SWAT ในการจำลอง และประเมินความสมดุลของน้ำและการบัญชีภายใต้สถานการณ์การชลประทานต่างๆ แบบจำลองดังกล่าววิเคราะห์องค์ประกอบสมดุลของน้ำในระดับลุ่มน้ำย่อยได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยได้รับความช่วยเหลือจาก GIS ในการสร้างภาพ แต่ข้อจำกัดในการบันทึกผลลัพธ์ HRU เป็นประจำทุกปีขัดขวางการบัญชีน้ำรายเดือนหรือตามฤดูกาล ผลการวิจัยชี้ให้เห็นถึงสถานะของลุ่มน้ำเปิดที่มีแหล่งน้ำเพียงพอสำหรับการใช้ประโยชน์ต่อไป

วรัญญู บัวขาว และคณะ (2559) การศึกษานี้ศึกษาผลกระทบของความละเอียดแบบจำลองระดับความสูงดิจิทัล (DEM) (5 ถึง 90 ม.) ต่อการกำหนดแบบจำลองเครื่องมือประเมินดินและน้ำ (SWAT) สำหรับคุณลักษณะและขนาดลุ่มน้ำต่างๆ พบว่าแม้ว่าขนาดและรูปร่างของลุ่มน้ำจะแตกต่างกันเล็กน้อยตาม DEM ที่แตกต่างกัน แต่การใช้ ASTER DEM (30 ม.) แทนความละเอียดที่ละเอียดกว่า เช่น LDD DEM (5 ม.) สามารถประหยัดเวลาในระหว่างการสอบเทียบและการตรวจสอบโมเดลได้ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อผลสำคัญของโมเดล

Laurie Boithias และคณะ (2017) การศึกษานี้ประเมินโมดูลย่อยรายวันของเครื่องมือประเมินดินและน้ำแบบก้อน (SWAT) เพื่อจำลองน้ำท่วมฉับพลันในลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลเมดิเตอร์เรเนียนในฝรั่งเศส การวิจัยพบว่าแบบจำลองหน่วย SWAT มีประสิทธิภาพในการทำนายการปล่อยน้ำสูงสุด ระยะเวลา น้ำท่วม และปริมาตร ซึ่งแนะนำความน่าเชื่อถือสำหรับการทำนายการปล่อยน้ำในระยะยาวในแอ่งน้ำขนาดใหญ่ที่มีแนวโน้มเกิดน้ำท่วมฉับพลัน

หริส ประสารฉ่ำ และคณะ (2562) ได้นำเสนอการประเมินความเสี่ยงของการเกิดอุทกภัยจากปริมาณการไหลสูงสุดในพื้นที่ลุ่มน้ำยัง ระหว่าง พ.ศ.2551-2559 โดยใช้แบบจำลอง SWAT ในการประเมินปริมาณน้ำท่า ร่วมกับการแจกแจงความถี่น้ำท่วมด้วยทฤษฎีของกัมเบล (Gumbel distribution) ตามรอบการเกิดซ้ำ 2 ปี 5 ปี และ 10 ปี พบว่า แบบจำลอง SWAT สามารถจำลองปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำยังอยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งปริมาณการไหลสูงสุดของแต่ละลุ่มน้ำย่อยแสดงผลในรูปแบบแผนที่เชิงพื้นที่ด้วยโปรแกรม ArcGIS จากการศึกษาครั้งนี้คาดว่าจะสามารถนำไปใช้ข้อมูลและใช้เป็นสื่อในการประชาสัมพันธ์เพื่อสร้างความเข้าใจแก่ผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่ โดยเฉพาะเกษตรกรสำหรับวางแผนการเพาะปลูกพืชและการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำเพื่อลดความเสียหายจากเหตุการณ์อุทกภัยได้ในอนาคต

Binod Bhatta และคณะ (2019) การศึกษานี้พยายามที่จะให้ความกระจ่างเกี่ยวกับข้อกำหนดด้านความซับซ้อนของโมเดลเมื่อทำงานร่วมกับหน่วย SWAT ในภูมิภาคหิมาลัย ดังนั้นเมื่อพูดถึงการคาดการณ์การไหลของน้ำที่ไหลในลุ่มน้ำหิมาลัยแบบจำลอง SWAT ขึ้นอยู่กับการรวม EBs เป็นอย่างมากและไม่จำเป็นต้องเป็นโครงสร้างแบบจำลองที่ซับซ้อนที่สุดการศึกษาแสดงให้เห็นว่าอัตราที่เพิ่มขึ้นสำหรับอุณหภูมิต่ำสุดนั้นมากกว่าค่าสูงสุด รวมถึงแบบจำลองสภาพภูมิอากาศส่วนใหญ่ยอมรับว่าลุ่มน้ำ Tamor จะมีฝนน้อยลงในอนาคต อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ยังสามารถศึกษาต่อไปได้อีก ถึงผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่ออุทกวิทยาอย่างไร ในลุ่มน้ำอื่นที่มีความท้าทายหรือภายใต้สถานการณ์จำลองในรูปแบบอื่น

Isared Kakarndee และคณะ (2020) การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องมือประเมินดินและน้ำแบบดั้งเดิม (SWAT) และ SWAT+ รุ่นใหม่ในการจำลองการไหลของน้ำในลุ่มน้ำ Lam Sioa ซึ่งมีนาข้าวในประเทศไทย แม้ว่าหน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา (HRU) ในหน่วย SWAT+ มีจำนวนสูงกว่า แต่ทั้งสองรุ่นก็แสดงประสิทธิภาพที่ไม่น่าพอใจเนื่องจากการจำลองการไหลของน้ำสูงในช่วงเริ่มต้นฤดูฝนเมื่อกระแสน้ำที่สังเกตไม่ได้เริ่มขึ้น เนื่องมาจากลักษณะของทุ่งนาที่ส่งผลต่อการไหลป่าของพื้นที่

Paul D. Wagner และคณะ (2021) การศึกษานี้ประเมินเครื่องมือประเมินดินและน้ำ (SWAT+) ที่ได้รับการปรับปรุงในพื้นที่เก็บกักน้ำที่ลุ่มโดยใช้ตารางที่น้ำใต้ดินใกล้ผิวดินและการระบายน้ำ การตั้งค่า SWAT+ สองรายการจะถูกเปรียบเทียบกับเวอร์ชันก่อนหน้าของ SWAT ในพื้นที่รับน้ำ Kielstau ในเยอรมนี แบบจำลองทั้งหมดทำงานได้ดีที่ช่องทางรับน้ำ โดย SWAT+ แสดงการนำเสนอกระบวนการกำหนดเส้นทางและลักษณะภูมิทัศน์ที่ได้รับการปรับปรุง ซึ่งบ่งบอกถึงศักยภาพในการทำ ความเข้าใจและการสร้างแบบจำลองกระบวนการทางอุทกวิทยาในพื้นที่ลุ่มได้ดีขึ้น

Dinagarapandi Pandi และคณะ (2022) การศึกษามุ่งเน้นไปที่การจำลององค์ประกอบสมดุลของน้ำ (WBCs) โดยใช้เครื่องมือประเมินน้ำและดินในดิน (SWAT) สำหรับการเก็บกักน้ำ Chittar ในรัฐทมิฬนาฑู ประเทศอินเดีย แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นสามารถประมาณการ WBC ต่างๆ ได้อย่างแม่นยำ เช่น การไหลป่าที่พื้นผิว การไหลด้านข้าง การซึมผ่าน การคายระเหย และน้ำในดิน ช่วยในการจัดการทรัพยากรดินและน้ำอย่างมีประสิทธิภาพโดยเชื่อมโยงองค์ประกอบเหล่านี้กับแนวโน้มปริมาณน้ำฝน

Feng Lin และคณะ (2022) การศึกษานี้นำเสนอสูตรคำนวณเพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อการไหลของน้ำที่ควบคุมโดยป่าไม้ในลุ่มน้ำที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินหลายประเภท โดยใช้เครื่องมือประเมินดินและน้ำ (SWAT) การวิจัยที่ดำเนินการในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่น้ำจินเจียงในประเทศจีน แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการลดพื้นที่ป่าไม้

ส่งผลให้การไหลของน้ำที่ควบคุมโดยป่าไม้ลดลงในช่วงเวลาต่างๆ โดยเน้นย้ำถึงความสำคัญของแนวทางนี้ในการประเมินผลกระทบ การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในการควบคุมการไหลของน้ำ

Mohammad Sadegh และคณะ (2022) การศึกษานี้แนะนำโมดูลความเค็มแบบยืดหยุ่น (SWAT-SF) สำหรับเครื่องมือประเมินดินและน้ำ (SWAT) เพื่อจำลองผลกระทบของกระบวนการความเค็มตามธรรมชาติและที่เกิดจากมนุษย์ต่อระบบลุ่มน้ำ โมดูลนี้รวมเอาความเชี่ยวชาญทางวิทยาศาสตร์เพื่อปรับกระบวนการความเค็มที่คาดการณ์ไว้ให้เข้ากับสภาพจริง และนำไปประยุกต์ใช้กับลุ่มน้ำ Dehram ในอิหร่านได้สำเร็จ ช่วยให้สามารถประเมิน การจัดการ และการประเมินทางเศรษฐกิจของปัญหาความเค็มในระดับลุ่มน้ำได้

Shaobin Li และคณะ (2022) การศึกษานี้แนะนำแบบจำลองตัวแทนซึ่งใช้วิธีเมทริกซ์การตอบสนองแบบดัดแปลง (RM) เพื่อประเมินการไหลของกระแสน้ำ สารอาหาร และการส่งออกตะกอนในแบบจำลองทางอุทกวิทยาแบบกึ่งกระจาย (SWAT) เพื่อวัตถุประสงค์ในการเพิ่มประสิทธิภาพแนวทาง RM ที่ได้รับการดัดแปลงจะพิจารณาปฏิสัมพันธ์ระหว่างแนวทางปฏิบัติในการอนุรักษ์และกระบวนการในลำธาร/อ่างเก็บน้ำ เพื่อให้ได้ค่าประมาณที่แม่นยำ ($NSE > 0.95$ สำหรับการไหลของกระแสน้ำและการส่งออกสารอาหาร $NSE > 0.85$ สำหรับการส่งออกตะกอน) ทั้งทั้งเครือข่ายลำธาร

Yongping Yuan และคณะ (2022) การศึกษานี้ทบทวนการศึกษาแบบจำลองเครื่องมือประเมินดินและน้ำ (SWAT) จำนวน 28 รายการที่เน้นไปที่การประเมินประสิทธิผลของแนวทางปฏิบัติในการอนุรักษ์ทางการเกษตร (ACPs) ในการลดปริมาณสารอาหารในลุ่มน้ำ Western Lake Erie แม้ว่าแบบจำลองโดยทั่วไปจะทำงานได้ดีสำหรับกระแสน้ำและตะกอน แต่คุณภาพการจำลองโหลดฟอสฟอรัส (P) มักจะไม่เพียงพอเนื่องจากปัญหาการกำหนดแบบจำลองและการกำหนดพารามิเตอร์ การศึกษานี้เสนอแนะการปรับปรุงในอนาคต รวมถึงการปรับปรุงกระบวนการขนส่ง P การเลือกพารามิเตอร์ที่ดีขึ้นโดยอิงจากการสังเกตในโลกแห่งความเป็นจริง และการนำเสนอผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ได้รับการปรับปรุงเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการประเมินประสิทธิภาพของ ACP

2.10.6 งานวิจัยที่ใช้แบบจำลอง HEC-RAS

จามจุรี ธรรมมัง (2560) การศึกษานี้ใช้แบบจำลองอุทกศาสตร์ HEC-RAS และ GIS เพื่อศึกษาลักษณะการไหลและเหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลันที่อาจเกิดขึ้นในแม่น้ำเข็ก ประเทศไทย จากการวิเคราะห์ข้อมูลการไหลของน้ำในแต่ละวันตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงตุลาคม พ.ศ. 2004 พบว่าปริมาณน้ำที่ระบายออกสูงถึง 912.75 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ทำให้เกิดน้ำท่วมใหญ่ในพื้นที่ 52,307.05 ตารางกิโลเมตร การศึกษาเน้นย้ำว่าลักษณะของแม่น้ำที่แคบและลึกซึ่งมีความเร็วน้ำไหลเฉลี่ยสูง 4.02-5.5

เมตรต่อวินาที ทำให้เกิดน้ำท่วมที่ราบน้ำท่วมถึง และการวิเคราะห์นี้ช่วยในการวางแผนการจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

นวกกร ไชยวัฒนนันท์ (2562) การศึกษามุ่งเน้นไปที่การบรรเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำห้วยสำราญ จังหวัดศรีสะเกษ โดยใช้วิธีการปรับปรุงช่องทางด้วยแบบจำลอง HEC-RAS มีการสร้างแบบจำลองสถานการณ์การปรับปรุง 4 สถานการณ์ และผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าน้ำท่วมลดลงประมาณ 26.69%, 30.23%, 26.33% และ 33.28% สำหรับกรณีที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับแผนที่น้ำท่วมที่มีระยะเวลาส่งคืน 50 ปี มีเนื้อที่ประมาณ 15,400 ไร่ (หน่วยพื้นที่)

ปริญพร โกษา และคณะ (2562) ได้นำเสนอการพิจารณาพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วมในลุ่มน้ำลำตะคอง ณ คาบการเกิดซ้ำ 25 ปี และ 100 ปี และแสดงข้อดีและข้อด้อยสำหรับแต่ละแบบจำลอง พบว่าแบบจำลอง MIKE FLOOD และแบบจำลอง HEC-RAS แสดงพื้นที่น้ำท่วม ณ คาบการเกิดซ้ำที่ 25 ปีและ 100 ปี โดยแบบจำลอง MIKE FLOOD แสดงพื้นที่น้ำท่วมที่มากกว่า เนื่องจากแบบจำลองดังกล่าวพิจารณาพื้นที่น้ำท่วมจากทั้งการหลากด้านข้างที่เกิดจากน้ำฝนและพิจารณาพื้นที่น้ำท่วมจากการล้นตลิ่งจากลำน้ำ แต่แบบจำลอง HEC-RAS พิจารณาพื้นที่น้ำท่วมจากการล้นตลิ่งจากลำน้ำ และผลการศึกษการเปรียบเทียบแบบจำลองทั้ง 2 แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองดังกล่าวมีข้อดี และข้อเสียที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับใช้งาน ความเหมาะสมของข้อมูล และการแสดงผลการคำนวณ

ณัฐพล แก้วทอง และคณะ (2562) บทความนี้กล่าวถึงการจำลองสถานการณ์น้ำท่วมและมาตรการบรรเทาอุทกภัยน้ำท่วมในเขตเทศบาลเมืองชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช แบบจำลอง HEC-HMS และ HEC-RAS ใช้สำหรับการจำลองการไหลบ่าและน้ำท่วม ผลการศึกษาพบว่าในรอบ 2 ปี น้ำไม่ท่วมในเขตเทศบาลชะอวด แต่พื้นที่โดยรอบมีน้ำท่วมสูงประมาณ 0.5-1.0 เมตร ในช่วงกลับ 5, 10 และ 25 ปี เทศบาลชะอวดจะมีน้ำท่วมสูงประมาณ 1.0-2.0 ม. เพิ่มขึ้นเป็น 2-3 ม. ในช่วงกลับ 50 และ 100 ปี มาตรการที่เสนอ ได้แก่ การสร้างทางระบายน้ำที่ช่องแก่งเก่า ช่วยลดน้ำท่วมสูงสุดได้ 90 ลบ.ม./วินาที เป็นระยะเวลา 5 ปี

Georgios Mitsopoulos และคณะ (2021) การศึกษานี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาตารางที่การคำนวณที่เหมาะสมที่สุดและรูปแบบสมการอุทกพลศาสตร์ (สมการน้ำขึ้นหรือสมการคลื่นการแพร่กระจาย) ในการสร้างแบบจำลอง 2 มิติ เพื่อลดเวลาในการคำนวณให้เหลือน้อยที่สุด ในขณะเดียวกันก็รักษาความแม่นยำที่ยอมรับได้ในการทำนายความลึกของน้ำท่วมและพื้นที่น้ำท่วม จากการใช้แบบจำลอง HEC-RAS 1D/2D ในกรณีน้ำท่วมฉับพลันในเมือง Mandra ประเทศกรีซ การวิจัยพบว่าสมการคลื่นการแพร่กระจายประเมินความลึกของน้ำต่ำไป 60-65% เมื่อเทียบกับสมการน้ำขึ้นและพื้นที่น้ำท่วมทั้งหมดอยู่ที่ประมาณ 4.9-7.9 % เล็กน้อย นอกจากนี้ เวลาในการคำนวณสำหรับสมการน้ำขึ้นยังนานกว่าสมการคลื่นการแพร่กระจายถึง 60-70%

ศิริลักษณ์ เทือกทักษ์ และคณะ (2564) การศึกษานี้ใช้แบบจำลอง HEC-RAS เพื่อจำลองสถานการณ์น้ำท่วมฉับพลันในคลองลำพินา และตรวจสอบกลยุทธ์การรับมือของชุมชน แบบจำลองจะประเมินการไหลของพื้นผิว ความเร็ว และพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบสูงสุด โดยเน้นพื้นที่ที่อยู่อาศัยและแยกแยะความแตกต่างตามขนาดและการใช้ที่ดิน กลยุทธ์การรับมือของครัวเรือนที่ได้รับผลกระทบแบ่งออกเป็น 3 ระยะและ 2 กลุ่มหลัก โดยเน้นความแตกต่างระหว่างแนวทางของผู้อยู่อาศัยและภาครัฐ ผู้อยู่อาศัยอาศัยความรู้ท้องถิ่น วัฒนธรรม และประสบการณ์ประจำปี ในขณะที่รัฐบาลใช้การจัดการที่มีโครงสร้าง มีหลักการ และวางแผน พร้อมการฝึกอบรมพนักงานเพื่อปรับตัวให้เข้ากับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงในช่วงน้ำท่วมฉับพลัน

ศิริลักษณ์ เทือกทักษ์ และคณะ (2566) การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจำลองเหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลันโดยใช้แบบจำลอง HEC-RAS และวิเคราะห์กลยุทธ์การรับมือชุมชนในคลองลำพินา แบบจำลอง HEC-RAS กำหนดพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบและความเร็วน้ำในช่วงน้ำท่วม โดยระบุพื้นที่ที่อยู่อาศัย ป่าไม้ และพื้นที่เกษตรกรรม กลยุทธ์การรับมือของครัวเรือนที่ได้รับผลกระทบแบ่งออกเป็นระยะก่อนเกิดภัยพิบัติ ฉุกเฉิน และหลังเกิดภัยพิบัติ แสดงให้เห็นว่าผู้อยู่อาศัยใช้ความรู้และวัฒนธรรมท้องถิ่นในการเตรียมพร้อม ในขณะที่รัฐบาลใช้กลยุทธ์การจัดการที่วางแผนและฝึกอบรมมาแล้ว

Leonardo Souza Bruno และคณะ (2022) การศึกษานี้มุ่งเน้นไปที่การใช้แบบจำลองทางอุทกวิทยา-ไฮดรอลิกที่มีความละเอียดสูงสำหรับการทำแผนที่น้ำท่วมในช่องแคบในเมืองเล็กๆ ในเมืองกัมบูร์กันเด ประเทศบราซิล แบบจำลอง HEC-HMS และ HEC-RAS ถูกนำมาใช้กับการป้อนข้อมูลโดยละเอียด รวมถึงภูมิประเทศ การใช้ที่ดิน และข้อมูลปริมาณน้ำฝนและระดับน้ำที่สังเกตได้ แบบจำลองดังกล่าวแสดงผลการสอบเทียบและการตรวจสอบที่ดี โดยเน้นพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมที่อาจเกิดขึ้นซึ่งได้รับอิทธิพลจากการใช้ที่ดินและสภาพท้องถิ่น โดยเน้นความจำเป็นในการปรับตัวและมาตรการป้องกันน้ำท่วม

A'kif Al-Fugara และคณะ (2023) การศึกษานี้มุ่งเน้นไปที่การประเมินพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมในหุบเขา Al Wala ของจอร์แดน โดยใช้การจำลองการแตกของเขื่อน มีการสำรวจสองสถานการณ์: สถานการณ์วันที่อากาศแจ่มใสซึ่งจัดการกับความล้มเหลวของโครงสร้าง และสถานการณ์น้ำท่วมสูงสุดที่น่าจะเป็น (PMF) ที่จำลองรูปแบบความล้มเหลวของเขื่อนต่างๆ วิเคราะห์ข้อมูลทางอุทกวิทยาและไฮดรอลิกโดยใช้ซอฟต์แวร์ HEC-HMS และ HEC-RAS เผยให้เห็นพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 5.262 ตารางกิโลเมตร ในกรณีที่ท่อประปาขัดข้องภายใต้สถานการณ์ Clear Day ในขณะที่ในสถานการณ์ PMF พื้นที่น้ำท่วมอาจขยายไปถึง 14,594 ตารางกิโลเมตร ในช่วงพายุที่กินเวลานาน 24 ชั่วโมง โดยมีความล้มเหลวเกินกำลัง

Maritza Arganis และคณะ (2023) ใช้วิธีการระบายฝนตามภูมิภาคโดยใช้สมมติฐานการแปรผันในการสร้างแผนภูมิฝนรุนแรงสำหรับความคืบหน้าที่แตกต่างกัน วิธีการนี้ถูกนำมาใช้งานโดย

ใช้ข้อมูลจากเหตุการณ์น้ำท่วมรุนแรงในอดีตในกลุ่มแม่น้ำตลันเนปันตลาในเม็กซิโก ซึ่งเกิดความเสียหายใหญ่ในช่วงเวลาสั้น ๆ โมเดลแบบรายครึ่งในซอฟต์แวร์ฟรี HEC-HMS ถูกใช้สำหรับจำลองน้ำท่วมรุนแรงและซอฟต์แวร์ Iber และ Hec-Ras 2d ถูกใช้ในการจำลองที่ราบน้ำท่วม การเปรียบเทียบความลึกที่คำนวณกับร่องน้ำในสถานที่ยืนยันวิธีการนี้ จากนั้นจำลองพายุฝนเพื่อประเมินผลที่เป็นไปได้บนที่ใช้งาน

โดยงานวิจัยนี้ได้ทำตารางที่สรุปของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เห็นได้ชัดเจนยิ่งขึ้นในการศึกษาที่ผ่านมา และการพัฒนางานวิจัยต่อไป ดังแสดงในตารางที่ 4



ตารางที่ 4 สรุปการทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลำดับ	วัตถุประสงค์	วิธีวิจัย	แบบจำลอง	พื้นที่ศึกษา	ผลศึกษา	ผู้ศึกษา
งานวิจัยเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน						
1.	ศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อมูลค่าบริการของระบบนิเวศ (ESV)	ใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์และแบบจำลองการเติบโตโปรแกรมเชิงเส้น		ประเทศจีน	การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินลด ESV 1.52%, ส่วนใหญ่กระทบภาคตะวันตกเฉียงเหนือ, ตะวันออกเฉียงเหนือ, และเหนือ. เพิ่มประสิทธิภาพโครงสร้างการใช้ที่ดินเพิ่ม 1,235.70 พันล้านหยวน, 8.05% เทียบแผนรัฐบาล	Wanjing Wang และคณะ (2014)
2.	ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน (LU/LC) ภายในเขตห้ามล่าสัตว์	ใช้การติดตามด้วยภาพถ่ายดาวเทียมและออร์โธโฟโต้เพื่อหาแผนที่ประเภท LU/LC ต่างๆ	ตีความด้วยภาพถ่ายดาวเทียมและออร์โธโฟโต้	บึงโง้นหลงในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย	บ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงที่โดดเด่นของพืชไร่และพื้นที่ยางพาราในช่วงเวลาการศึกษา	จิระเดช มากันแดง (2559)
3.	มุ่งเน้นที่จำกัดในเรื่องนโยบายเชิงพื้นที่และการวางแผนในการวิจัยการเปลี่ยนแปลงที่ดินในเมือง	สำรวจความสัมพันธ์ระหว่างความตั้งใจในการวางแผน วิธีการดำเนินการ และเงื่อนไขภายนอกในแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงที่ดินเชิงปริมาณสำหรับภูมิภาคเมือง				Anna M. Hersperger และคณะ (2018)
4.	การศึกษามิติศึกษาผลกระทบของรูปแบบการใช้ที่ดินและภูมิประเทศต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน	วิจัยวิเคราะห์คุณสมบัติของดินในพื้นที่ต่างๆ		ลุ่มน้ำทุ่งใหญ่ จังหวัดสงขลา	ชี้ให้เห็นว่าพื้นที่ปลูกยางพาราที่มีความลาดชัน 8-16% มีระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำ ในขณะที่รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นๆ มีสถานะความอุดมสมบูรณ์ของดินปานกลาง	อลงกรณ์ ชูโนกร และคณะ (2562)

ตารางที่ 4 สรุปการทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลำดับ	วัตถุประสงค์	วิธีวิจัย	แบบจำลอง	พื้นที่ศึกษา	ผลศึกษา	ผู้ศึกษา
	ในลุ่มน้ำทุ่งใหญ่ จังหวัดสงขลา					
5.	การศึกษานี้สำรวจความเชื่อมโยงระหว่างการใช้ที่ดิน/เปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน และการเปลี่ยนแปลงที่อาจเกิดขึ้นจากนั้นท่วมฉับพลันในพื้นที่กักเก็บน้ำ Zabala (โรมาเนีย)	เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง โดยเผยให้เห็นความสัมพันธ์ที่ชัดเจนระหว่างความถี่ของน้ำท่วมฉับพลันที่เพิ่มขึ้นและการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน	GIS	Zabala (โรมาเนีย)	แสดงให้เห็นว่าพื้นที่เฉพาะในพื้นที่กักเก็บน้ำมีความสัมพันธ์อย่างมากระหว่างการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงศักยภาพของน้ำท่วมฉับพลัน	Romulus Costache และคณะ (2020)
6.	เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอุทยานแห่งชาติดอยผากลอง จังหวัดแพร่ ตั้งแต่ปี 2552 ถึง 2562	ใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลและความแตกต่างที่เป็นมาตรฐานของดัชนีพืชพรรณจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat	เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล	อุทยานแห่งชาติดอยผากลอง จังหวัดแพร่	พบแนวโน้มช่วง 2552-2556, พื้นที่ป่าเพิ่มขึ้น 1.1%, แต่ระหว่าง 2013-2019 ลดลง 2.1%, พื้นที่ในเมืองและอาคารขยายตัว 3.22%, แสดงการเปลี่ยนแปลงสิ่งปกคลุมดินและการใช้ที่ดินตลอดระยะเวลา	ณัฐกนกข์ กันอินทร์ (2565)
7.	ตรวจสอบผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินบนชายฝั่งอาบรุโซ โดยมุ่งเน้นไปที่บริการของระบบนิเวศ	โดยมุ่งเน้นไปที่บริการของระบบนิเวศ เช่น การควบคุมน้ำท่วม การกักเก็บคาร์บอน และแหล่งที่อยู่อาศัยของความหลากหลายทางชีวภาพ		ชายฝั่งอาบรุโซ	พบว่าการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินตามธรรมชาติเป็นการใช้ที่ดินเพิ่มเติมเพิ่มการไหลบ่าของน้ำและสูญเสียคาร์บอนมูลค่าประมาณ 820,000 ยูโรต่อปี. นำไปสู่ความสำคัญในการพิจารณาปัจจัยเหล่านี้ในการวางแผนอนาคตสภาพภูมิอากาศ	Francesco Zullo และคณะ (2022)

ตารางที่ 4 สรุปการทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลำดับ	วัตถุประสงค์	วิธีวิจัย	แบบจำลอง	พื้นที่ศึกษา	ผลศึกษา	ผู้ศึกษา
8.	ศึกษาการทำให้เป็นแร่อินทรีย์วัตถุในดิน Ultisol ภายใต้การใช้ที่ดินประเภทต่างๆ				พบว่าการทำงานให้เป็นแร่อินทรีย์วัตถุได้รับอิทธิพลจากปริมาณคาร์บอนและองค์ประกอบชุมชนจุลินทรีย์ การเปลี่ยนแปลงในชุมชนแบคทีเรียและเชื้อราถูกพบในประเภทการใช้ที่ดิน โดยปริมาณคาร์บอนและอัตราส่วน C/N เป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อชุมชนเหล่านี้	Peidong Xu และคณะ (2022)
9.	ตรวจสอบผลกระทบทางประวัติศาสตร์ของการขยายตัวของเมืองและการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อการไหลบ่าของพื้นที่ในพื้นที่ที่กั้นกันชนบท	การใช้วิธี Curve Number ของบริการอนุรักษ์ดิน (SCS-CN)	Curve Number	สโลวาเกีย	บ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่รับปรุงการไหลและการป้องกันการไหลบ่าที่มีผลกระทบต่อการขยายตัวของเมืองในพื้นที่ลุ่มในปัจจุบันเมื่อเทียบกับ พื้นที่ร่อนบนเนินเขาอันเก่าแก่	Roberta Prokešová และคณะ (2022)
งานวิจัยเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ						
10.	ทบทวนระบบพยากรณ์น้ำท่วมในเมืองแบบเรียลไทม์ที่ล้ำสมัย ครอบคลุมการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝน การสร้างแบบจำลองการระบายน้ำ และการพัฒนาที่นำท่วม	เน้นถึงความท้าทายในการใช้แบบจำลองไฮดรอลิกตามกระบวนการเนื่องจากข้อจำกัดด้านการคำนวณ และสำรวจศักยภาพของแบบจำลอง AI	AI	กรุงเทพฯ	การพยากรณ์น้ำท่วมแบบเรียลไทม์ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นในภูมิภาค	Detchphol Chitwatulsiri และคณะ (2566)
11.	ตรวจสอบผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการแพร่กระจายของเชื้อโรคจากสัตว์สู่คนลงสู่ผิวน้ำ	โดยพิจารณาปัจจัยต่างๆ			การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอาจมีผลต่อเชื้อโรค, แต่อิทธิพลโดยรวมต่อความเสี่ยงการติดเชื้อในกิจกรรมสันทนาการดูเหมือนจะมีจำกัด	Ankie Sterk และคณะ (2016)

ตารางที่ 4 สรุปการทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลำดับ	วัตถุประสงค์	วิธีวิจัย	แบบจำลอง	พื้นที่ศึกษา	ผลศึกษา	ผู้ศึกษา
12.	ประเมินเชิงปริมาณ อันตรายจากน้ำท่วม ฉับพลัน	สร้างแบบจำลองปริมาณ น้ำฝนและน้ำท่าและ แบบจำลองไฮดรอลิก วิเคราะห์ซึ่งครอบคลุม สถานการณ์ฝนตกต่างๆ สถานการณ์ฝนตกจากน้ำ บึงซึ่งอันตรายจากน้ำ ท่วมฉับพลันในภูมิภาค		ลุ่มน้ำ Hadahe ทางตอนเหนือ ของจีน	เน้นย้ำถึงศักยภาพของการประเมินเชิงปริมาณสำหรับการป้องกันน้ำท่วม ฉับพลันและการจัดการภัยพิบัติในแอ่งภูเขาที่คล้ายกัน	Yue Zhang และ คณะ (2021)
13	แนะนำแนวทางการใช้ เหตุผลตามกรณี (CBR) สำหรับการประมาณแผนที่ น้ำท่วมภายในขอบเขตการ คาดการณ์	โดยจัดการกับการขาด การตรวจจบน้ำท่วม ฉับพลันแบบออนไลน์	CBR	สเปน และ ฝรั่งเศส	คาดว่าแนวทางนี้จะช่วยการตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญด้านความปลอดภัยสาธารณะได้ อย่างมีประสิทธิภาพ	Enrique Fernández และ คณะ (2022)
14.	นำเสนอกรอบบูรณาการ เพื่อประเมินความ น่าเชื่อถือของการจัดหาน้ำ และอุปสงค์	พิจารณาถึงผลกระทบ จากการเปลี่ยนแปลง สภาพภูมิอากาศ		ลุ่มน้ำ Zarrineh Rood ประเทศ อิหร่าน	การวิจัยคาดการณ์น้ำไหลลดลงและลดความน่าเชื่อถือในการจัดหาน้ำ ด้วยเหตุผล เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและข้อมูลอุทกวิทยาตลอดขนาด ที่ควรคำนึงถึงการรักษา ความพร้อมใช้น้ำและการจัดสรรในลุ่มน้ำ	Hojat Ahmadzadeh และคณะ (2022)
15.	ศึกษาผลกระทบของการ เปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศและกิจกรรมของ มนุษย์ต่อน้ำท่าในลุ่ม น้ำเหลืองที่แห้งแล้ง	โดยใช้แบบจำลองการ เชื่อมต่อสองทาง		ลุ่มน้ำเหลือง ประเทศจีน	ผลลัพธ์เผยให้เห็นแนวโน้มที่ร้อนขึ้นและรูปแบบการตกตะกอนที่เปลี่ยนแปลง โดยการ เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและกิจกรรมของมนุษย์มีส่วนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง น้ำท่า	Liang Chen และ คณะ (2022)
16.	เพื่อทำความเข้าใจความถี่ ของเหตุการณ์น้ำท่วม	รวบรวมฐานข้อมูล เหตุการณ์น้ำท่วมที่มี		ภูมิภาคเมดิเตอร์ เรเนียนตะวันตก	พบว่าแม้จะมีความก้าวหน้า แต่เหตุการณ์ดังกล่าวยังคงเกิดขึ้นค่อนข้างบ่อย (ระยะเวลากลับมา 1.56 ปีสำหรับเหตุการณ์น้ำท่วมร้ายแรง) โดยเน้นย้ำถึงความ	Michalis Diakakis และ

ตารางที่ 4 สรุปการทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลำดับ	วัตถุประสงค์	วิธีวิจัย	แบบจำลอง	พื้นที่ศึกษา	ผลศึกษา	ผู้ศึกษา
	เรียงแรง	ผู้เสียชีวิตสูงในช่วงปี พ.ศ. 1882 ถึง พ.ศ. 2021			จำเป็นในการปรับปรุงความเข้าใจและมาตรการเตรียมความพร้อม	คณะ, 2022
17.	ประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการใช้ที่ดินต่อผลผลิตตะกอน	การคาดการณ์สภาพภูมิอากาศในอนาคต		ลุ่มน้ำสงครามในประเทศไทย	อุณหภูมิสูงขึ้นและปริมาณฝนลดลงคาดการณ์ 42.8% - 51.7%, แต่ผลกระทบขึ้นอยู่กับความเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการใช้ประโยชน์ที่ดิน, ซึ่งส่งผลให้ผลผลิตตะกอนลดลง 40.5% - 47.8% ขึ้นอยู่กับสถานการณ์และวิถีทางสภาพภูมิอากาศ	Sangam Shrestha และคณะ (2022)
18.	ตรวจสอบผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อน้ำท่วมตามธรรมชาติลุ่มน้ำเหลือง	โดยใช้ข้อมูลอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ปี 1961 ถึง 2020		ลุ่มน้ำเหลือง	การวิจัยเน้นถึงการเพิ่มอุณหภูมิและรูปแบบการตกตะกอนที่แปรผัน, ลดปริมาณฝนเป็นตัวขับเคลื่อนหลักที่ทำให้เกิดน้ำท่วมบ่อยครั้งในอดีต 60 ปี นี้มีความสำคัญสำหรับการจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่แห้งแล้ง และกึ่งแห้งแล้งที่มีผลจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	Zuoqiang Han และคณะ (2023)
งานวิจัยเกี่ยวกับการนำฝน-น้ำทำ						
19.	สร้างแบบจำลองนำฝน-น้ำทำ เพื่อประเมินปริมาณและระยะเวลาการเกิดน้ำท่วมสูงสุด	สร้างแบบจำลองโดยใช้โปรแกรม QGIS ช่วยในการประมาณค่าพารามิเตอร์จากแบบจำลอง	โปรแกรม QGIS	อ.บ้านไผ่ จ.ขอนแก่น	พบว่าแบบจำลองนำฝน-น้ำทำสามารถคำนวณปริมาณและระยะเวลาการเกิดน้ำท่วมสูงสุดเป็นที่ยอมรับได้	ธีรเมธ หิรัญวัฒนา นนท์ และคณะ (2563)
20.	เพื่อประเมินปริมาณน้ำทำในพื้นที่ต้นน้ำภาคใต้ของประเทศไทยและการทดสอบความสอดคล้อง	ประเมินปริมาณน้ำทำในสภาวะพายุฝน ผ่านการปรับแก้ค่าอัตราสูญเสียเริ่มต้นและ Curve	NRCS-CN		พบว่า การประเมินน้ำทำในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาเป็นไปอย่างแม่นยำเมื่อเทียบกับแบบจำลองเดิมของ NRCS-CN โดยใช้เกณฑ์การทดสอบ RMSE, E, R ² , และ PBIAS.	กุลชาติ บุญยอด และคณะ (2563)

ตารางที่ 4 สรุปการทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลำดับ	วัตถุประสงค์	วิธีวิจัย	แบบจำลอง	พื้นที่ศึกษา	ผลศึกษา	ผู้ศึกษา
	ของแบบจำลอง	Number (CN) ในแบบจำลอง NRCS-CN ด้วยแนวทางที่ 5				
21.	ศึกษาการคาดการณ์ภาวะนั้น้ำท่วมฉับพลันสำหรับเหตุการณ์ร้ายแรงที่เกิดจากฝนตกหนักในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2561 และพายุไต้ฝุ่นฮากิบิส์ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 ในญี่ปุ่น	การคาดการณ์ปริมาณฝนทั้งหมด ถูกนำมาใช้ในการพยากรณ์น้ำท่วมฉับพลันโดยใช้เวลารอคอยสูงสุด 39 ชั่วโมง	แบบจำลองปริมาณน้ำฝน-น้ำท่าที่มีความละเอียดสูง	ญี่ปุ่น	ปัจจัยความเสี่ยงความสามารถในการคาดการณ์ที่แตกต่างกัน การศึกษานี้เน้นย้ำว่าการคาดการณ์ภาวะนั้น้ำท่วมฉับพลันจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับเหตุการณ์ที่รุนแรง โดยคาดการณ์ทั้งหมดจะให้ข้อมูลอันมีคุณค่าสำหรับการตัดสินใจรับมือเหตุฉุกเฉิน	Takahiro Sayama และคณะ (2020)
22.	ประเมินเชิงปริมาณอันตรายจากน้ำท่วมฉับพลัน	สร้างแบบจำลองปริมาณน้ำฝนและน้ำท่าและแบบจำลองไฮดรอลิกวิเคราะห์ซึ่งครอบคลุมสถานการณ์ฝนตกต่างๆ ปัจจัยอื่นตรงจากน้ำท่วมฉับพลันในภูมิภาค		ลุ่มน้ำ Hadahé ทางตอนเหนือของจีน	เน้นย้ำถึงศักยภาพของการประเมินเชิงปริมาณสำหรับการป้องกันน้ำท่วมฉับพลันและการจัดการภัยพิบัติในแอ่งภูเขาที่คล้ายกัน	Yue Zhang และคณะ (2021)
23	ตรวจสอบความเสี่ยงน้ำท่วมฉับพลันที่ Nanshan Scenic Zone	ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนในอดีตและที่คาดการณ์ไว้จากหลายแบบจำลอง		ประเทศจีน	คาดการณ์การเกิดน้ำท่วมฉับพลันในช่วง 2020-2049 จะเพิ่มขึ้นประมาณ 72-78% ตามหลายแบบจำลอง. การเพิ่มขึ้นเกิดจากปริมาณน้ำฝนมากขึ้น, มีผลให้เดือนต่างๆ เช่น มีนาคม เมษายน กรกฎาคม ตุลาคม และพฤศจิกายน เป็นเดือนที่มีความเสี่ยงมากขึ้น, ส่งผลถึงความจำเป็นในการปรับตัว	Yue Zhang และคณะ (2021)
24.	ผลกระทบของการ	ใช้แบบจำลองปริมาณ	RRI	เมืองเป่ย์จาบ	พบว่าผลของการปลูกในพื้นที่โล่งและพื้นที่ที่มีพืชพรรณช่วยลดความเสี่ยงจากน้ำท่วม	Hamza Shahid

ตารางที่ 4 สรุปการทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลำดับ	วัตถุประสงค์	วิธีวิจัย	แบบจำลอง	พื้นที่ศึกษา	ผลศึกษา	ผู้ศึกษา
	เปลี่ยนแปลงพื้นที่ปกคลุมดิน	น้ำฝน-น้ำท่า-น้ำท่วม (RRI)		ประเทศปากีสถาน	บริเวณท้ายน้ำ ในขณะที่ยกการขยายตัวของเมืองเพิ่มความเสี่ยงเนื่องจากการปล่อยของเสียที่สูงขึ้นก่อนจลบรรจบกัน	และคณะ (2022)
25.	สร้างแผนที่พื้นที่รับน้ำท่วมถึงซึ่งน่าจะเป็นไปได้โดยคำนึงถึงความไม่แน่นอนทางอุทกวิทยาและไฮดรอลิก	ใช้กรอบการทำงานแบบบูรณาการ โดยใช้สถานการณ์ที่สะท้อนถึงความไม่แน่นอนของอินพุตและพารามิเตอร์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าข้อมูลแบบจำลองทางอุทกวิทยาและผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นแหล่งสำคัญของความไม่แน่นอน		แคนาดา	นำเสนอข้อมูลเชิงลึกสำหรับกลยุทธ์การจัดการความเสี่ยงที่ดีขึ้น และการวางแผนการใช้ที่ดินในพื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม	Zahra Zahmatkesh และคณะ (2022)
26.	ตรวจสอบแนวโน้มปริมาณน้ำฝนในเมืองในช่วง 40 ปี (พ.ศ. 1981-2020)	โดยใช้การทดสอบทางสถิติ การศึกษากระบวนการใหม่และลักษณะที่แตกต่างกันของปริมาณน้ำฝนรายเดือนและรายปี		มหานคร	พบว่าผลกระทบต่อการวางแผนทรัพยากรน้ำ การพยากรณ์น้ำท่วม/ภัยแล้ง และการจัดการจลบรรจบอุทกวิทยา	Ali Aldrees และคณะ (2023)
งานวิจัยเกี่ยวกับน้ำท่วม – น้ำท่วมฉับพลัน						
27.	การทำนาย "น้ำท่วมฉับพลัน Cévenol"	การพยากรณ์น้ำท่วมโดยไม่ต้องการพยากรณ์	โครงข่ายประสาท	Cévenol	แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการพยากรณ์น้ำท่วมล่วงหน้า 2 ชั่วโมงที่เชื่อถือได้	Mohamed Toukourou และ

ตารางที่ 4 สรุปการทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลำดับ	วัตถุประสงค์	วิธีวิจัย	แบบจำลอง	พื้นที่ศึกษา	ผลศึกษา	ผู้ศึกษา
		ปริมณำนำแผน การวิจัย ใช้วิธีการเลือก แบบจำลองสำหรับ โครงสร้างประสาทเทียม	เทียม			คณะ (2014)
28.	ทำแผนย้อนรอยจากน้ำ ท่วมฉับพลันถือเป็นสิ่ง สำคัญสำหรับมาตรการ ป้องกัน	ทำแผนที่เชิงปฏิบัติโดย ใช้ข้อมูลการปล่อยประจุ สูงสุดและระดับความสูง ที่คำนวณได้ โดยจำแนก ประเภทย้อนรอย ออกเป็น 3 ระดับ	แบบจำลอง อุทกวิทยา แบบกระจาย	ลุ่มน้ำ Xiapu ประเทศจีน	วิธีการนี้สามารถทำนายการกระจายตัวของอันตรายจากน้ำท่วมฉับพลันได้สำเร็จ ซึ่ง ตรงตามข้อกำหนดในปัจจุบันของจีน	Da-wei Zhang และคณะ (2015)
29.	ทำความเข้าใจพื้นที่ที่เอื้อ ต่อการไหลบ่า (RCA) และ ผลกระทบต่อการปล่อยน้ำ หลากสูงสุด	การใช้แบบจำลองทาง อุทกวิทยาแบบกระจาย	แบบจำลอง ทางอุทก วิทยาแบบ กระจาย		ความสัมพันธ์ระหว่างอินพุตและเอาต์พุตเมื่อพิจารณาขอบเขต RCA และ ความเข้มของฝน โดยใช้ดัชนี IRCA ที่พัฒนาขึ้นใหม่ ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อการ วิเคราะห์และการทำนายน้ำท่วมฉับพลัน	Yair Rinat และ คณะ (2018)
30	แนะนำวิธีการในการ กำหนดน้ำหนักของดัชนี ความเสี่ยงและระบุกลุ่ม ความเสี่ยงที่แตกต่างกัน	ประเมินความเสี่ยงน้ำ ท่วมฉับพลันบนพื้นฐาน ของวิธีการวิเคราะห์ ลำดับชั้นที่ได้รับการ ปรับปรุงและอัลกอริทึม การจัดกลุ่มโอกาสสูงสุด แบบบูรณาการ	GIS และ IAHP		จากการใช้เทคโนโลยี data mining การรวมกันของอัลกอริทึมการจัดกลุ่ม ISO- Maximum ทำให้เกิดการจำแนกที่เหมาะสมยิ่งขึ้น	Kairong Lina และคณะ (2020)
31	นำท่วมฉับพลันเสี่ยงให้เกิด ความเสียหายมากในพื้นที่	โดยใช้การสร้าง แบบจำลองความเสี่ยง	HEC-HMS FLO-2D	จุดชมวิวชั้นโบ	ผลลัพธ์แสดงความเสี่ยงน้ำท่วมฉับพลันเพิ่มขึ้น 28% ระหว่าง 2012-2017 เนื่องจากการทำงานที่รวดเร็วและการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ซึ่งอาจส่งผลให้สูญเสียมูลค่า	Yu Chen และ คณะ (2020)

ตารางที่ 4 สรุปการทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลำดับ	วัตถุประสงค์	วิธีวิจัย	แบบจำลอง	พื้นที่ศึกษา	ผลศึกษา	ผู้ศึกษา
	ห้องเรียนรอบโลกที่มีภูเขา. การศึกษาเน้นไปที่จุดชมวิว เชนโนโป, ซึ่งเป็นสถานที่ นอกเหนือจากจุดหมายปลายทาง	นำทบทวนด้วย HEC-HMS และ FLO-2D สถานการณ์น้ำท่วมสาม สถานการณ์ (เหตุการณ์ ปี 2012 น้ำท่วมสมมติปี 2017 สถานการณ์ในอนาคต) ได้รับการประเมินโดยใช้การสำรวจระยะใกล้และ GIS	และ GIS		ที่นิยมมากในอนาคต สิ่งนี้เน้นความจำเป็นในการวางแผนและมาตรการควบน้ำท่วม เพื่อปกป้องรายได้และสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ดังกล่าว	
32.	ประเมินความเปราะบางของน้ำท่วมอันดับพื้นที่	โดยวิธี Weighted Sum Approach (WSA)	PCA และ IA	ประเทศอินเดีย	พบว่า วิธี IA สอดคล้องอย่างใกล้ชิดกับ PCA และได้รับการตรวจสอบโดยใช้ข้อมูลน้ำท่วมที่ผ่านมา การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ระบุพื้นที่เปราะบางที่มีประชากรหนาแน่น โดยเน้นความน่าเชื่อถือของ IA สำหรับการประเมินความเสี่ยงน้ำท่วมอันดับพื้นที่	Gagandeep Singh และคณะ (2021)
33.	ประเมินผลกระทบน้ำท่วมอันดับพื้นที่ด้วยวิธีโดยช่วยเหลือน้ำท่วมแบบต่อเนื่องล่วงหน้าในพื้นที่เชิงพื้นที่ขนาดใหญ่	ใช้แนวทาง ReAFFINE			แสดงให้เห็นว่าเหตุการณ์น้ำท่วมอันดับพื้นที่ล่าสุดแสดงผลกระทบที่ไม่มีที่เห็นและรายละเอียดอย่างมีประสิทธิภาพ ขึ้นอยู่กับคุณภาพของการประมาณปริมาณน้ำฝนและความครอบคลุมของแผนที่น้ำท่วม	Josias Ritter และคณะ (2021)
34.	การศึกษานี้แนะนำวิธีการที่ใช้ XGBoost สำหรับการประเมินความเสียหายน้ำท่วมอันดับพื้นที่ซึ่งเอาชนะข้อจำกัดของตัวแยก	ใช้ XGBoos	XGBoost	มณฑลยูนนาน ประเทศจีน	แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการป้องกันน้ำท่วมอันดับพื้นที่ในระดับเทศบาล	Meihong Ma และคณะ (2021)

ตารางที่ 4 สรุปการทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลำดับ	วัตถุประสงค์	วิธีวิจัย	แบบจำลอง	พื้นที่ศึกษา	ผลศึกษา	ผู้ศึกษา
	ประเภทเดียว					
35.	เพื่อวิเคราะห์หน้าที่และจัดการน้ำท่วมฉับพลันใน 6 เขตของเจดดาห์	การใช้ระบบการพัฒนาผลกระทบท่ำ (LID) ของหลังคาสีเขียว 30-70% จำลองเหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลันที่ผ่านมา	SWMM	ชกอดีการะเบีย	พบว่า พื้นที่ชุ่มน้ำในพื้นที่ที่กักเก็บน้ำช่วยลดการไหลของน้ำท่วมได้อย่างมาก สิ่งนี้เน้นย้ำถึงประสิทธิภาพของระบบ LID ที่มีการวางแผนอย่างดีสำหรับการจัดการน้ำท่วมในภูมิภาคที่มีลักษณะเป็นเมือง	Qazi Umar และคณะ (2021)
36.	การพยากรณ์อันตรายจากน้ำท่วม	จำลองเหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลันที่ผ่านมา	PBDHM และ Liuxihe	เมืองดาเวา	โดยแสดงการจัดตำแหน่งระหว่างเหตุการณ์ฝนตกหนักและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แนวทางที่น่าไว้วางใจสำหรับการพยากรณ์น้ำท่วมในภูมิภาคที่มีข้อมูลไม่เพียงพอ	Rhonalyn V. Macalalad และคณะ (2021)
37.	เพื่อสร้างแผนที่น้ำท่วมฉับพลันในเขตรับน้ำท่วมถึงแม่น้ำเซลัง-เซเนบ	โดยใช้แบบจำลองกระบวนการวิเคราะห์ลำดับขั้น (AHP) และอัตราส่วนความถี่ (FR) พิจารณาพารามิเตอร์ 8 ตัว รวมถึงข้อมูลการสำรวจระยะใกล้และคุณลักษณะภูมิประเทศ AHP	AHP และ FR	แม่น้ำเซลัง-เซเนบ	ผลการวิจัยระบุโซนที่มีความเสี่ยงสูงและนำเสนอข้อมูลเชิงลึกที่มีคุณค่าสำหรับการตอบสนองต่อภัยพิบัติ การวางแผนเมือง และอุทกวิทยา	Aqil Tariq และคณะ (2022)
38.	นำเสนอแนวทางการเรียนรู้เชิงลึกสำหรับการเตือนภัยน้ำท่วมฉับพลัน (FFW) ขนาดใหญ่	ใช้อนุกรมเวลาการตกตะกอนและคุณลักษณะเชิงพื้นที่	LSTM, RTI และ FFG	จีน	ผลลัพธ์ (0.77) วิธี LSTM ช่วยเพิ่มความสามารถในการพยากรณ์น้ำท่วม โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ไม่มีการตรวจวัด	Gang Zhao และคณะ (2022)
39.	แผนที่ความไวต่อภาวะน้ำท่วมฉับพลันที่มีประสิทธิภาพ	รวมแบบจำลองการถดถอยโลจิสติก (LR) และฟอเรสต์สุ่ม (RF)	LR, RF และ RF	แม่น้ำซงฟัว	ผลการวิจัยช่วยป้องกันน้ำท่วมฉับพลันและความพยายามควบคุมพื้นที่เสี่ยง	Jianuo L et และคณะ (2022)

ตารางที่ 4 สรุปการทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลำดับ	วัตถุประสงค์	วิธีวิจัย	แบบจำลอง	พื้นที่ศึกษา	ผลศึกษา	ผู้ศึกษา
		เข้ากับการเลือก คุณลักษณะแบบฝัง (EFS) เพื่อเพิ่ม ประสิทธิภาพชุด คุณลักษณะสำหรับการ ทำแผนที่ความอ่อนแอ ต่อน้ำท่วมฉับพลัน				
40.	จัดการกับความท้าทายของ น้ำท่วมฉับพลันในพื้นที่ เมืองเล็ก การศึกษา มุ่งเน้นไปที่เขตที่ 5 ประเทศอียิปต์	โดยประเมินความเสี่ยง น้ำท่วมทั้งในระดับ ชุมชนและระดับอาคาร โดยตรวจสอบผลกระทบ ของน้ำที่มีต่ออาคาร		เขตที่ 5 ประเทศ อียิปต์	ใช้ได้เป็นแบบจำลองป้องกัน ลดความเสียหาย และรวบรวมปริมาณน้ำฝน 153 ลบ.ม. เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ได้ กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์สร้างแผนที่อันตราย จากน้ำท่วมเพื่อระบุพื้นที่เสี่ยงภายในภูมิภาค	Mohamed Wahba และคณะ (2022)
41.	ประเมินผลกระทบของ ความละเอียดเชิงพื้นที่ที่ ต่างๆ ของแบบจำลอง ระดับความสูงดิจิทัล (DEM) ต่อการทำนายความ น่าจะเป็นของน้ำท่วม	โดยใช้แบบจำลองการ เรียนรู้ของเครื่อง	RF, ANN และ GLM		แสดงให้เห็นความแม่นยำที่สูงกว่าในการทำแผนที่ความไวต่อน้ำท่วม เมื่อเปรียบเทียบกับ ANN และ GLM ซึ่งสามารถช่วยผู้จัดการน้ำและผู้มีอำนาจตัดสินใจในการ บรรเทาอุทกภัยที่มีประสิทธิภาพ	Mohammadtag hi Avand และ คณะ (2022)
42.	เพื่อลดปริมาณน้ำท่าจาก น้ำท่วมและปรับปรุงบริการ ของระบบนิเวศ	บริหารความเสี่ยงด้าน น้ำท่วมในสหราชอาณาจักร ไปสู่ชุดขั้นที่ ใช้พื้นที่กักเก็บน้ำ	NFM และ RAFs	สหราชอาณาจักร	เน้นย้ำถึงความจำเป็นในการวิจัยเพิ่มเติมและแนวทางเชิงรุกในการจัดการน้ำท่วม	Paul Francis Quinn และคณะ (2022)

ตารางที่ 4 สรุปการทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลำดับ	วัตถุประสงค์	วิธีวิจัย	แบบจำลอง	พื้นที่ศึกษา	ผลศึกษา	ผู้ศึกษา
43	เพื่อประเมินศักยภาพการไหลบ่าของพื้นที่ผิวและจัดทำแผนที่ความเสี่ยงน้ำท่วมฉับพลัน			ลุ่มน้ำ Rahakolowu ในเขตปกครอง South Buton	พบว่าลุ่มน้ำย่อยมีปริมาณน้ำไหลบ่าโดยเฉลี่ยเกิน 0.50 ลบ.ม./วินาที โดยอาศัยแนวทางหน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยาแบบตัดแปลง (HRU) ซึ่งส่วนใหญ่ได้รับอิทธิพลจากความลาดชันและพื้นที่หน่วยที่ดินเป็นหลัก น้ำท่วมฉับพลันเกิดขึ้นในช่องทางแม่น้ำสายหลัก และกลายเป็นน้ำท่วมบริเวณท้ายน้ำ โดยที่ลุ่มน้ำย่อยทางใต้ระยะบูวามีส่วนทำให้เกิดน้ำท่วมอย่างมีนัยสำคัญ	R D Mazalena และคณะ (2022)
44	เพื่อจำลองความอ่อนแอต่อน้ำท่วมฉับพลัน	ใช้แบบจำลองลูกผสม 3 แบบและการวิเคราะห์ fuzzy-AHP ดำเนินการแปดตัวและจุดฝนตกหนัก 111 จุดถูกนำมาใช้แบบจำลอง	fuzzy-AHP	ลุ่มน้ำซุยา ประเทศโรมาเนีย	บ่งบอกถึงศักยภาพของผลลัพธ์ที่แม่นยำในการประเมินความไวต่อภาวน้ำท่วมฉับพลัน โดยเน้นย้ำถึงความแปลกใหม่และประสิทธิภาพของโมเดลสำหรับการเก็บกักน้ำในแม่น้ำสายเล็กๆ ดังกล่าว	Romulus Costache และคณะ (2022)
45.	เสนอแนวทางการแบ่งภูมิภาคแบบน้ำท่วมฉับพลันโดยใช้การเรียนรู้ของเครื่อง	ใช้ฟอร์สตรูปแบบผสมเพื่อระบุปัจจัยน้ำท่วมฉับพลันที่สำคัญ ตามด้วยอัลกอริธึมการจัดกลุ่มตามแผนที่ที่มีการจัดระเบียบด้วยตนเองแบบสองขั้นตอน เพื่อแยกแยะพื้นที่น้ำท่วมฉับพลันที่เป็นเนื้อเดียวกัน	RF	มณฑลเจียงซี ประเทศจีน	ผลลัพธ์ของแผนผังการแบ่งภูมิภาคสามารถจัดหมวดหมู่เหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลันในอดีตได้อย่างมีประสิทธิภาพ แสดงให้เห็นถึงพลังในการกำหนด 77.31% สำหรับการกระจายเชิงพื้นที่ และนำเสนอข้อมูลเชิงลึกที่มีคุณค่าสำหรับการบริหารจัดการและป้องกันน้ำท่วมในอนาคต	Ruojing Zhang และคณะ (2022)
46.	ความไม่แน่นอนในการวิเคราะห์น้ำท่วมฉับพลัน	การวิจัยจะตรวจสอบผลกระทบของแนวคิด			ผลลัพธ์เน้นย้ำถึงความจำเป็นในการวิเคราะห์การตอบสนองน้ำท่วมฉับพลันสำหรับแอ่งอุทกวิทยาขนาดเล็กที่มีภูมิประเทศขรุขระ ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการจัดการความ	William Amponsah และ

ตารางที่ 4 สรุปการทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลำดับ	วัตถุประสงค์	วิธีวิจัย	แบบจำลอง	พื้นที่ศึกษา	ผลศึกษา	ผู้ศึกษา
	ทางนิเวศศาสตร์ การตรวจสอบการประมาณค่าการปล่อยก๊าซสูงสุดหลังน้ำท่วม และการสร้างแบบจำลองการตอบสนองต่อน้ำท่วม	การวิเคราะห์ทางมิติพื้นที่เกี่ยวกับขนาดของแอ่งและความลาดเอียงของช่องแคบ			เสียงน้ำท่วมอย่างมีประสิทธิภาพ	คณะ (2022)
47.	ประเมินความเสียหายน้ำท่วมในเมืองที่เพิ่มขึ้นอันเนื่องมาจากกรวยขยายตัวของเมืองและเหตุการณ์ฝนตกหนัก	โดยการรวมวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำฝนที่รุนแรงเข้ากับการสร้างแบบจำลองน้ำท่วมที่มีความละเอียดสูง	CityCAT	เมืองเทศบาลนิคมประเทศกรีซ	แนวทางที่ครอบคลุมมีส่วนร่วมในการลดความเสียหายจากน้ำท่วมในเมืองและการวางแผนลดความเสียหาย	Christos Iliadis และคณะ (2023)
48.	แนะนำเครื่องมือใหม่สำหรับการสร้างแบบจำลองความเข้มข้นของสารมลพิษที่ไหลลงไปในเมืองทั่วไป	พิจารณาปัจจัยต่างๆ เช่น ประเภทพื้นผิว ปริมาณการจราจร และประเภทอาคาร รวมถึงการประเมินประเภทระบบระบายน้ำในเมืองอย่างยั่งยืน	Zn, Cu, Pb, PAH(1)6, TN และ TP		แสดงให้เห็นถึงความแม่นยำที่ดีขึ้นในการทำนายความเข้มข้นของสารมลพิษในระบบท่อระบายน้ำที่แยกจากกัน และช่วยให้สามารถแยกความแตกต่างระหว่างแหล่งกักเก็บน้ำที่คล้ายกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประเภทอาคาร	Evi Vínck และคณะ (2023)
49	เพื่อสร้างเครื่องมือพยากรณ์น้ำท่วมฉับพลัน	สร้างแบบจำลองอุทกนิเวศวิทยา อุทกวิทยาและไฮดรอลิก โดยมีกรณีศึกษาเกี่ยวกับน้ำท่วมฉับพลันของกลุ่ม		แม่น้ำ Evrotas	แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการพยากรณ์น้ำท่วมฉับพลันที่แม่นยำและทันเวลาที่ซึ่งช่วยเพิ่ม ความสามารถในการเตือนภัยน้ำท่วม	George Varlas และคณะ (2023)

ตารางที่ 4 สรุปการทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลำดับ	วัตถุประสงค์	วิธีวิจัย	แบบจำลอง	พื้นที่ศึกษา	ผลศึกษา	ผู้ศึกษา
50.	การประเมินและการจัดการความเสี่ยงน้ำท่วมฉับพลัน	แม่น้ำ Evrotas ระบุพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูง มีความเสี่ยงสูง มีพื้นที่เสี่ยงต่ำ โดยใช้พารามิเตอร์ที่ได้รับจากดาวเทียมและ GIS	GIS	เมืองฟูโรราห์	ข้อมูลเชิงลึกที่มีคุณค่าสำหรับผู้อ่านอาจตัดสินใจเพื่อปรับปรุงมาตรการป้องกันและจัดการความเสี่ยงน้ำท่วมฉับพลันอย่างมีประสิทธิภาพในภูมิภาค	P. Subraelu และคณะ (2023)
51.	เพื่อการทำนายทุกพหุศาสตร์น้ำท่วมชั่วคราวอันเนื่องมาจากน้ำท่วมในเมืองอย่างแม่นยำ	ใช้วิธีการเชื่อมต่อระยะแหล่งกำเนิดและระยะฟลักซ์เพื่อแสดงโครงสร้างไฮดรอลิกต่างๆ ซึ่งแสดงความแม่นยำที่เพิ่มขึ้นสำหรับโครงสร้าง				Yunsong Cui และคณะ (2023)
52.	เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการพยากรณ์น้ำท่วมฉับพลัน	โดยพิจารณาจากระดับความถี่ในดินที่แตกต่างกันและข้อมูลปริมาณน้ำฝนในอดีต		มณฑลหูเป่ย์ ประเทศจีน	ระบบเตือนภัยเพิ่มความแม่นยำในการเตือนล่วงหน้าลดลง 15.2%, ปรับปรุงการเตือนภัยในพื้นที่ต่าง ๆ ในหุบเขาทางตะวันตกเฉียงเหนือ ในช่วงฤดูฝน รายละเอียดเพิ่มเติมของการปรับปรุงในเรื่องการพยากรณ์น้ำท่วมฉับพลัน	Yong Tu และคณะ (2023)

ตารางที่ 4 สรุปการทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลำดับ	วัตถุประสงค์	วิธีวิจัย	แบบจำลอง	พื้นที่ศึกษา	ผลศึกษา	ผู้ศึกษา
งานวิจัยที่ใช้แบบจำลอง SWAT						
53.	เพื่อทำการวิเคราะห์ปัญหาน้ำในลุ่มน้ำเซโดน ประเทศลาว	ศึกษาระบบทรัพยากรน้ำ ใช้แบบจำลองหน่วย SWAT ในการจำลองและประเมินความสมดุลของน้ำและการบัญชีภายใต้สถานการณ์การชลประทานต่างๆ	SWAT	ลุ่มน้ำเซโดน ประเทศลาว	ชี้ให้เห็นถึงสถานะของลุ่มน้ำเปิดที่มีแหล่งน้ำเพียงพอสำหรับการใช้ประโยชน์ต่อไป	วิโรจน์ กิมลา (2557)
54.	ศึกษาผลกระทบของมวลละเยียดแบบจำลองระดับความสูงดิจิทัล (DEM) (5 ถึง 90 ม.) ต่อการกำหนดแบบจำลองเครื่องมือประเมินดินและน้ำ (SWAT) สำหรับคุณลักษณะและขนาดลุ่มน้ำต่างๆ	ความละเอียดแบบจำลองระดับความสูงดิจิทัล (DEM) (5 ถึง 90 ม.) ต่อการกำหนดแบบจำลองเครื่องมือประเมินดินและน้ำ (SWAT) สำหรับคุณลักษณะและขนาดลุ่มน้ำต่างๆ	SWAT		พบว่าแม้ว่าขนาดและรูปร่างของลุ่มน้ำจะแตกต่างกันเล็กน้อยตาม DEM ที่แตกต่างกัน แต่การใช้ ASTER DEM (30 ม.) แทนความละเอียดที่ละเอียดกว่า	วรัญญู บัวขาว และคณะ (2559)
55.	จำลองน้ำท่วมฉบับหนึ่งในลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลเมดิเตอร์เรเนียนในฝรั่งเศส	ประเมินโมเดลย่อยรายวันของเครื่องมือประเมินดินและน้ำแบบก่อน (SWAT)	SWAT	ฝรั่งเศส	แบบจำลองหน่วย SWAT มีประสิทธิภาพในการทำนายการปล่อยน้ำสูงสุด ระยะเวลา น้ำท่วม และปริมาตร ซึ่งแนะนำความน่าเชื่อถือสำหรับการทำนายการปล่อยน้ำในระยะเวลาในแง่ของขนาดใหญ่ที่มีแนวโน้มเกิดน้ำท่วมฉับพลัน	Laurie Boithias และคณะ (2017)
56.	พยายามที่จะให้ความกระจ่างเกี่ยวกับข้อจำกัด	การคาดการณ์การไหลของน้ำที่ไหลในลุ่มน้ำ	SWAT	ลุ่มน้ำ Tamor ภูมิภาคทิมาลย	พบว่าอุณหภูมิต่ำสุดเพิ่มขึ้นมากกว่าค่าสูงสุด และแบบจำลองสภาพภูมิอากาศหลายตัวยอมรับลุ่มน้ำ Tamor จะมีฝนน้อยลงในอนาคต การศึกษาจึงเป็นฐานการศึกษาต่อการ	Binod Bhatta และคณะ (2019)

ตารางที่ 4 สรุปการทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลำดับ	วัตถุประสงค์	วิธีวิจัย	แบบจำลอง	พื้นที่ศึกษา	ผลศึกษา	ผู้ศึกษา
	ด้านความซับซ้อนของโมเดลเมื่อทำงานร่วมกับหน่วย SWAT ในภูมิภาคหิมาลัย	หิมาลัยแบบจำลอง SWAT ขึ้นอยู่กับการรวม EBs เป็นอย่างมากและไม่จำเป็นต้องเป็นโครงสร้างแบบจำลองที่ซับซ้อนที่สุด			วิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในลุ่มน้ำที่ท้าทายมากหรือได้สถานการณ์จำลองแบบอื่น	
57.	เปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องมือประเมินดินและน้ำแบบดั้งเดิม (SWAT) และ SWAT+	จำลองการไหลของน้ำในลุ่มน้ำ Lam Soa ซึ่งมีน้ำท่วมในประเทศไทย	SWAT และ SWAT+	ลุ่มน้ำ Lam Soa ประเทศไทย	หน่วยตอบสนองทางอุทกวิทยา (HRU) ใน SWAT+ มีจำนวนสูง แต่ทั้งสองรุ่นไม่เป็นที่พอใจเนื่องจากการจัดการไหลของน้ำสูงในช่วงเริ่มต้นและน้ำไม่เริ่มต้นตามที่คาดหวัง เป็นผลจากลักษณะของพื้นที่ที่มีผลต่อการไหลของน้ำของพื้นที่	Isared Kakamdee และคณะ (2020)
58.	ประเมินเครื่องมือประเมินดินและน้ำ (SWAT+) ที่ได้รับการปรับปรุงในพื้นที่เก็บกักน้ำที่ล้มเหลวใช้ตารางที่น้ำได้ดินโคลนและทราย การระบายน้ำ	ตั้งคำ SWAT+ สองรายการจะถูกเปรียบเทียบกันก่อนหน้าของ SWAT ในพื้นที่ศึกษาแบบจำลองทั้งหมดทำงานได้ดีที่ช่องทางรับน้ำ โดย SWAT+ แสดงการนำเสนอกระบวนการกำหนดเส้นทางและลักษณะภูมิทัศน์ที่ได้รับ การปรับปรุง	SWAT และ SAWT+	พื้นที่รับน้ำ Kielstau ในเยอรมนี		Paul D. Wagner และคณะ (2021)

ตารางที่ 4 สรุปการทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลำดับ	วัตถุประสงค์	วิธีวิจัย	แบบจำลอง	พื้นที่ศึกษา	ผลศึกษา	ผู้ศึกษา
59.	มุ่งเน้นไปกับการจำลององค์ประกอบสมดุลของน้ำ (WBCs)	โดยใช้เครื่องมือประเมินน้ำและดินในดิน (SWAT) สำหรับการเก็บกักน้ำ	WBCs และ SWAT	รัฐมิสซิสซิปปี ประเทศอินเดีย	แบบจำลองที่พัฒนาขึ้นสามารถประมาณการ WBC ต่างๆ ได้อย่างแม่นยำ	Dinagarapandi Pandi และคณะ (2022)
60.	นำเสนอสูตรคำนวณเพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อการไหลของน้ำที่ควบคุมโดยป่าไม้ในลุ่มน้ำที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินหลายประเภท	ใช้เครื่องมือประเมินน้ำและดินในดิน	SWAT	ประเทศจีน	แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการลดพื้นที่ป่าไม้ ส่งผลให้การไหลของน้ำที่ควบคุมโดยป่าไม้ลดลงในช่วงเวลาต่างๆ โดยเน้นถึงความสำคัญของแนวทางนี้ในการประเมินผลกระทบ การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในการควบคุมการไหลของน้ำ	Feng Lin และคณะ (2022)
61.	จำลองผลกระทบของกระบวนการความเค็มตามธรรมชาติและที่เกิดจากมนุษย์ต่อระบบลุ่มน้ำ	รวมเอาความเชี่ยวชาญทางวิทยาศาสตร์เพื่อปรับกระบวนการความเค็มที่คาดการณ์ไว้ให้เข้ากันได้กับสภาพจริง และนำไปประยุกต์ใช้กับลุ่มน้ำ	SWAT-SF และ SWAT	ลุ่มน้ำ Dehram ประเทศอิหร่าน	การคาดการณ์ไว้ให้เข้ากันได้กับสภาพจริง และนำไปประยุกต์ใช้กับลุ่มน้ำที่ศึกษาได้สำเร็จ ช่วยให้สามารถประเมิน การจัดการ และการประเมินทางเศรษฐกิจของปัญหาความเค็มในระดับลุ่มน้ำได้	Mohammad Sadegh และคณะ (2022)
62.	ประเมินการไหลของกระแสน้ำ สารอาหาร และการส่งออกตะกอนในแบบจำลองทางอุทกวิทยาแบบกึ่งกระจาย	ใช้วิธีเมทริกซ์การตอบสนองแบบดัดแปลง (RM)	RM และ SWAT		ได้ค่าประมาณที่แม่นยำ (NSE >0.95 สำหรับการไหลของกระแสน้ำและการส่งออกสารอาหาร NSE >0.85 สำหรับการส่งออกตะกอน) ทั้งทั้งเครื่องช่วยลำธาร	Shaobin Li และคณะ (2022)

ตารางที่ 4 สรุปการทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลำดับ	วัตถุประสงค์	วิธีวิจัย	แบบจำลอง	พื้นที่ศึกษา	ผลศึกษา	ผู้ศึกษา
งานวิจัยที่ใช้แบบจำลอง HEC-RAS						
63.	ศึกษาลักษณะการไหลและเหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลันที่อาจเกิดขึ้นในแม่น้ำเชิงประเทศไทย	วิเคราะห์ข้อมูลการไหลของน้ำในแต่ละวันตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงตุลาคม พ.ศ. 2004	HEC-RAS และ GIS	แม่น้ำเชิง ประเทศไทย	พบว่าปริมาณน้ำที่ระบายออกสูงถึง 912.75 ม. ³ ทำให้เกิดน้ำท่วมใหญ่ในพื้นที่ 52,307.05 ม. ² การศึกษาเน้นย้ำว่าลักษณะของแม่น้ำที่แคบและลึกซึ่งมีความเร็วน้ำไหลเฉลี่ยสูง 4.02-5.5 ม./วินาที ทำให้เกิดน้ำท่วมที่ราบน้ำท่วมถึง และการวิเคราะห์นี้ช่วยในการวางแผนการจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ	จามจุรี ธรรมมัง (2560)
64.	มุ่งเน้นไปที่การบรรเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำห้วยสำราญ จังหวัดศรีสะเกษ	ใช้วิธีการปรับปรุงช่องทางด้วยแบบจำลอง HEC-RAS มีการสร้างแบบจำลองสถานการณ์การปรับปรุง 4 สถานการณ์	HEC-RAS	ลุ่มน้ำห้วยสำราญ จังหวัดศรีสะเกษ	แสดงให้เห็นว่าน้ำท่วมลดลงประมาณ 26.69%, 30.23%, 26.33% และ 33.28% สำหรับกรณีที่ 1, 2, 3 และ 4 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับแผนที่น้ำท่วมที่มีระยะเวลาส่งคืน 50 ปี มีเนื้อที่ประมาณ 15,400 ไร่ (หน่วยพื้นที่)	นวกกร ไซยพัฒน์นันท์ (2562)
65.	เพื่อหาตารางการคำนวณที่เหมาะสมที่สุดและรูปแบบสมการอุทกพลศาสตร์ (สมการน้ำต้นหรือสมการลดการแพร่กระจาย) ใน	สร้างแบบจำลอง 2 มิติเพื่อลดเวลาในการคำนวณให้เหลือน้อยที่สุด ในขณะที่เดียวกันรักษาความแม่นยำที่ยอมรับได้ในการทำนายความลึกของน้ำท่วมและพื้นที่น้ำท่วม ในกรณีน้ำท่วมฉับพลัน	แบบจำลอง HEC-RAS 1D/2D	เมือง Mandra ประเทศกรีซ	พบว่าสมการลดการแพร่กระจายประมาณความลึกของน้ำต่ำไป 60-65% เมื่อเทียบกับสมการน้ำต้น และพื้นที่น้ำท่วมทั้งหมดอยู่ที่ประมาณ 4.9-7.9 % เล็กน้อย นอกจากนี้ เวลาในการคำนวณสำหรับการคำนวณการลดการแพร่กระจายถึง 60-70%	Georgios Mitsopoulos และคณะ (2021)
66.	เพื่อจำลองเหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลันโดยใช้แบบจำลอง HEC-RAS	กำหนดพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบและความเร็วน้ำในน้ำท่วม แบ่งเป็น	HEC-RAS	คลองลำพินา	แสดงให้เห็นว่าผู้ย่อยอาศัยใช้ความรู้และวัฒนธรรมท้องถิ่นในการเตรียมพร้อม ในขณะที่รัฐบาลใช้กลยุทธ์การจัดการที่วางแผนและฝึกอบรมมาแล้ว	ศิริลักษณ์ เทือกทักษ์ และคณะ (2566)

ตารางที่ 4 สรุปการทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลำดับ	วัตถุประสงค์	วิธีวิจัย	แบบจำลอง	พื้นที่ศึกษา	ผลศึกษา	ผู้ศึกษา
	และวิเคราะห์กลยุทธ์การรับมือชุมชน	ระดมสมอง, อภิปราย, และหลังภัยพิบัติเพื่อกำหนดกลยุทธ์การรับมือของครัวเรือนที่ได้รับผลกระทบ				
67.	เพื่อจำลองเหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลันโดยใช้แบบจำลอง HEC-RAS และวิเคราะห์กลยุทธ์การรับมือชุมชน	กำหนดพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบและความเร็วน้ำในน้ำท่วม แบ่งเป็นระยะก่อนภัย, อภิปราย, และหลังภัยพิบัติเพื่อกำหนดกลยุทธ์การรับมือของครัวเรือนที่ได้รับผลกระทบ	HEC-RAS	คลองลำพินา	แสดงให้เห็นว่าผู้อยู่อาศัยความรู้อาสาสมัครและวัฒนธรรมท้องถิ่นในการเตรียมพร้อม ในขณะที่รัฐบาลใช้กลยุทธ์การจัดการที่วางแผนและฝึกอบรมมาแล้ว	ศิริลักษณ์ เทือกทักษ์ และคณะ (2566)
68.	การใช้แบบจำลองทางอุทกวิทยา-ไฮดรอลิกที่มีความละเอียดสูงสำหรับการทำแผนที่น้ำท่วมในช่องแคบในเมืองเล็ก	ใช้แบบจำลองทางอุทกวิทยา-ไฮดรอลิกที่มีความละเอียดสูง	HEC-HMS และ HEC-RAS	เมืองกัมบูกรันแด ประเทศบราซิล	แบบจำลองแสดงผลการสอบเทียบและการตรวจสอบที่ดี โดยเน้นพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมที่อาจเกิดขึ้นซึ่งได้รับอิทธิพลจากการใช้ที่ดินและสภาพท้องถิ่น โดยเน้นความจำเป็นในการปรับตัวและมาตรการป้องกันน้ำท่วม	Leonardo Souza Bruno และคณะ (2022)
69.	การประเมินพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมในหมู่บ้าน	โดยใช้การจำลองการแตกของเขื่อน มีการสำรวจสองสถานการณ์: สถานการณ์วันที่อากาศแจ่มใสซึ่งจัดการกับ	HEC-HMS และ HEC-RAS	หมู่บ้าน Al Wala ของจอร์แดน	เผยให้เห็นพื้นที่เสี่ยงน้ำท่วมครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 5.262 ตารางกิโลเมตร ในกรณีที่สองพื้นที่ของภัยได้สถานการณ์ Clear Day ในขณะที่สถานการณ์ PMF พื้นที่น้ำท่วมอาจขยายไปถึง 14,594 ตารางกิโลเมตร ในช่วงพายุที่กินเวลานาน 24 ชั่วโมง โดยมีความล้มเหลวเกินกว่าครึ่ง	A' kif Al-Fugara และคณะ (2023)

ตารางที่ 4 สรุปการทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลำดับ	วัตถุประสงค์	วิธีวิจัย	แบบจำลอง	พื้นที่ศึกษา	ผลศึกษา	ผู้ศึกษา
		ความล้มเหลวของโครงสร้าง และสถานการณ์น้ำท่วมสูงสุดที่น่าจะเป็น (PMF)				
70.	จำลองพายุฝนเพื่อประเมินผลที่เป็นไปได้บนที่ใช้งาน	ใช้วิธีการระบายตามภูมิภาคโดยใช้สัมประสิทธิ์การแปรผันในการสร้างแผนภูมิฝนรุนแรงสำหรับความเค็มพื้นที่แตกต่างกัน	HEC-HMS, Iber และ Hec-Ras 2d	ลุ่มแม่น้ำโดลัลเนปันดลามีกซีโก	การเปรียบเทียบความลึกที่คำนวณกับร่องน้ำในสถานที่อื่น	Maritza Arganis และคณะ (2023)
71.	เพื่อประเมินน้ำท่วมในพื้นที่น้ำท่วมฉับพลัน และประเมินการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน รวมถึงวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อน้ำท่วมฉับพลัน พร้อมทั้งเสนอแนวทางควบคุมและป้องกันการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน	วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงในการใช้ที่ดินและปริมาณฝนแสดงให้เห็นถึงการเพิ่มพื้นที่ที่น้ำท่วมต่อเนื่องในลุ่มน้ำทั้ง 3 ตั้งแต่ปี 2549 ถึง 2562	SWAT และ HEC-RAS	ลำสะพุง น้ำพรม และลำน้ำเข็ก ส่วนที่ 1	ลุ่มน้ำที่เป็นป่าและลุ่มน้ำที่ใช้ดินเพาะปลูกเกษตรกรรมเป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงสุดในการเกิดน้ำท่วม ความเสี่ยงของน้ำท่วมมีค่าต่างกันในส่วนน้ำแต่ละลุ่มและตำแหน่งความเสี่ยงด้วยระดับ H1 และ H3	ลักขณา สุวรรณชัย (2566)

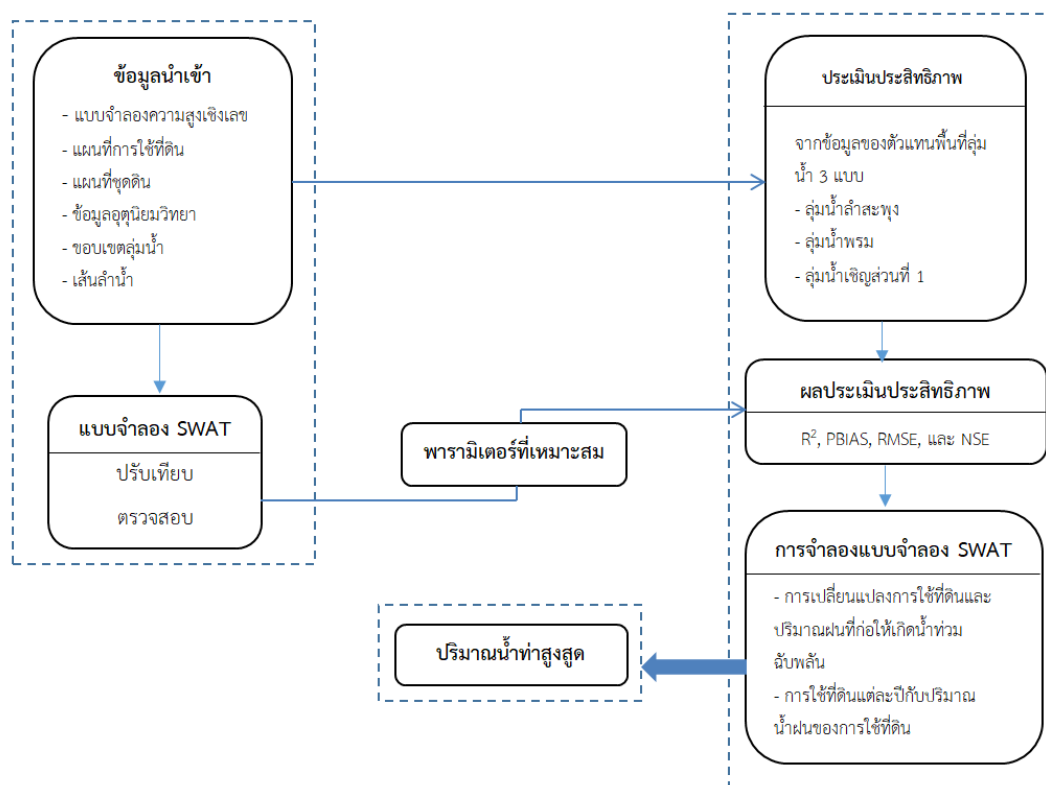
บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

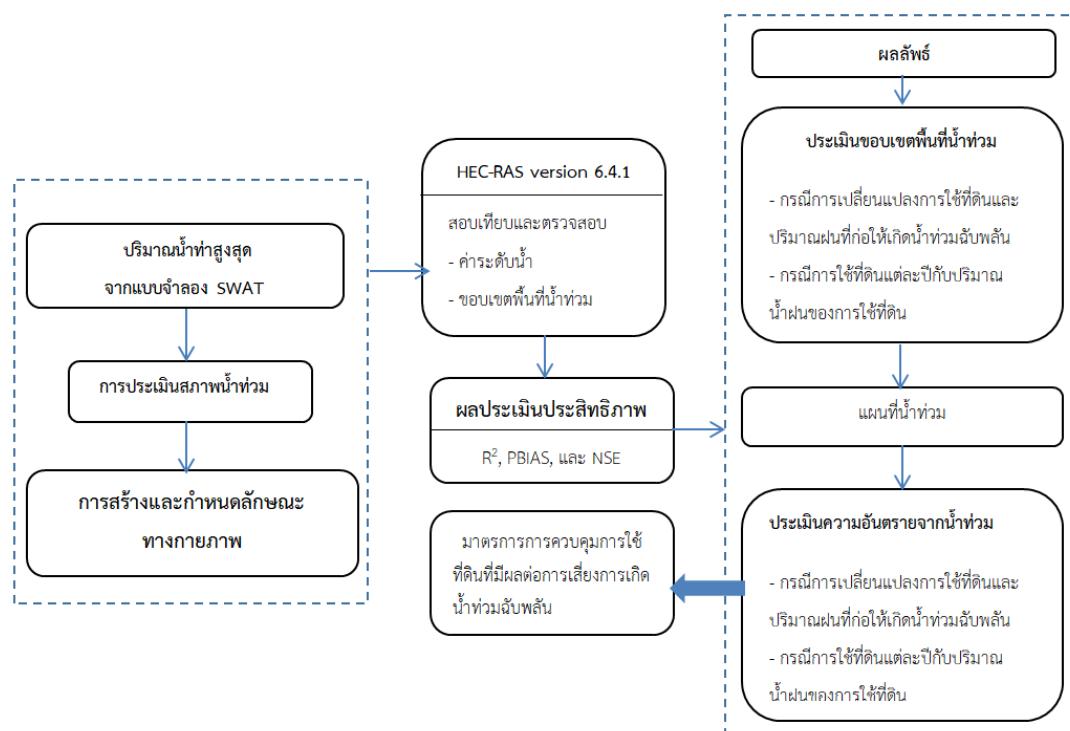
ในบทนี้เป็นการอธิบายถึงวิธีดำเนินการวิจัย เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ต่อเนื่องจึงจะอธิบายถึงขั้นตอนและวิธีการวิจัยดังหัวข้อต่อไปนี้

- (1) พื้นที่ศึกษาและการเตรียมข้อมูล
- (2) การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและปริมาณฝนที่ก่อให้เกิดน้ำท่วมฉับพลัน
- (3) การใช้ที่ดินแต่ละปีกับปริมาณน้ำฝนของการใช้ที่ดิน
- (4) มาตรการการควบคุมการใช้ที่ดินที่มีผลต่อการเสี่ยงการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน

มีแผนผังกระบวนการทำงานดังภาพประกอบที่ 13-14



ภาพประกอบที่ 13 แผนผังกระบวนการดำเนินงานจากแบบจำลอง SWAT



ภาพประกอบที่ 14 แผนผังกระบวนการดำเนินงานจากแบบจำลอง HEC-RAS

จากภาพประกอบที่ 13 แสดงถึงแผนผังกระบวนการดำเนินงานจากเครื่องมือที่เลือกมาใช้ในการงานวิจัยครั้งนี้จากการทบทวนงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่าแบบจำลอง ความสัมพันธ์ดินและน้ำ (Soil & Water Assessment Tool, SWAT) แบบจำลอง SWAT เป็นเครื่องมือที่ได้รับความนิยมมากในงานวิจัย นับตั้งแต่ได้รับการปรับปรุงและพัฒนาต่อเนื่อง (Mou, Leong, Tan, และคณะ, 2020) แบบจำลอง SWAT ได้รับความไว้วางใจและความยอมรับจากชุมชนวิจัย ความสามารถของแบบจำลอง SWAT ที่ทันสมัยนี้ ได้รับการนำไปใช้ทั้งในการวิเคราะห์ผลกระทบทางน้ำ การจัดการทรัพยากรน้ำ และการวางแผนการใช้ที่ดิน โดยงานวิจัยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลน้ำเข้าแบบจำลอง (แสดงในหัวข้อ 3.1.2) ประเมินประสิทธิภาพข้อมูล ถัดมาคือทำการปรับเทียบและตรวจสอบแบบจำลอง เพื่อหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสม นำไปประเมินประสิทธิภาพแบบจำลอง ซึ่งจะอธิบายโดยละเอียดในหัวข้อ 3.1.3 จากนั้นนำไปจำลองเหตุการณ์ 2 เหตุการณ์ (แสดงในหัวข้อ 3.2.1 และ 3.3.1) และผลลัพธ์ได้ปริมาณน้ำท่าสูงสุดเพื่อนำไปประเมินในแบบจำลอง HEC-RAS ต่อไป

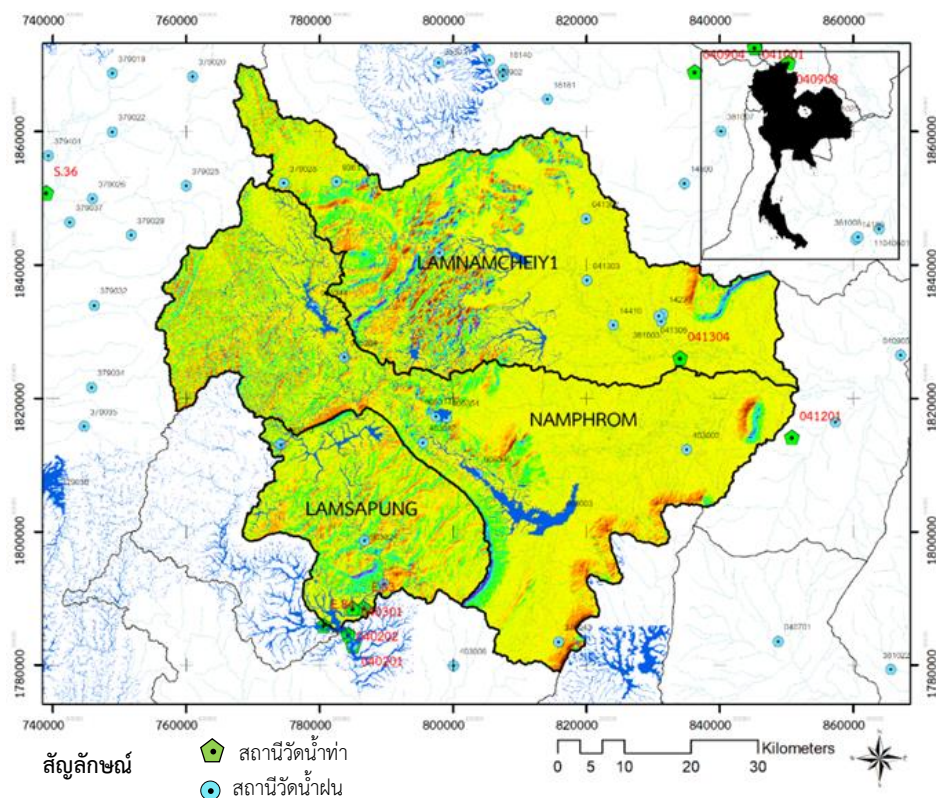
จากภาพประกอบที่ 14 แสดงถึงแผนผังกระบวนการดำเนินงานจากแบบจำลองระบบวิเคราะห์แม่น้ำของศูนย์วิศวกรรมชลประทาน (Hydrologic Engineering Centers River Analysis System, HAC-RAS) ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ทางวิศวกรรมที่ถูกพัฒนาโดย U.S. Army Corps of Engineers (USACE) หรือ กองทัพบกสหรัฐอเมริกา เพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับการจำลองสภาพการไหลแบบ Steady flow ในแบบ 1 มิติ และจำลองสภาพการไหลแบบ Unsteady flow ทั้งในแบบ 1 มิติ และ 2 มิติ (Edward, Burgess., et al.,2004) จากข้อมูลปริมาณน้ำท่าสูงสุดที่ได้จากแบบจำลอง SWAT จากนั้นทำการประเมินสภาพน้ำท่วม โดยการสร้างและกำหนดลักษณะทางกายภาพ เข้าสู่แบบจำลอง HEC-RAS version 6.4.1 ถัดมาทำการสอบเทียบและตรวจสอบ (ค่าระดับน้ำ ขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม) เพื่อให้ได้ผลประเมินประสิทธิภาพค่า R^2 , PBIAS, และ NSE อยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ จากนั้นจำลองเหตุการณ์ ซึ่งรายละเอียดจะอธิบายเพิ่มเติมในหัวข้อ 3.2.2 และ 3.3.2 นำไปสู่มาตรการการควบคุมการใช้ที่ดินที่มีผลต่อการเสี่ยงการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน

3.1 พื้นที่ศึกษาและการเตรียมข้อมูล

การเลือกพื้นที่การศึกษาและการจัดเตรียมข้อมูลถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่ช่วยให้งานวิจัยไปอย่างมีประสิทธิภาพและน่าเชื่อถือ โดยเฉพาะพื้นที่การศึกษาได้เลือกมาทำการวิจัยคือพื้นที่ลุ่มน้ำเคยเกิดน้ำท่วมฉับพลันมาแล้ว รวมทั้งยังเป็นพื้นที่ที่มีข้อมูลแผนที่การใช้ที่ดินและปริมาณน้ำฝนสมบูรณ์ครบถ้วน สามารถนำมาประเมินในการเกิดน้ำท่าในช่วงเวลาต่างๆ ได้ ดังนั้นในการวิจัยนี้ การศึกษาของพื้นที่มีบทบาทสำคัญในการเตรียมพร้อมและจัดการข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ หรือสนับสนุนการตัดสินใจ ตามรายละเอียดในหัวข้อ 3.1.1 และ 3.1.2

3.1.1 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่การศึกษาได้เลือกมาทำการวิจัย ในการประเมินน้ำท่าในพื้นที่น้ำท่วมฉับพลัน โดยงานวิจัยนี้ ได้เลือกพื้นที่ที่เกิดน้ำท่วมฉับพลันในปี 2564 จากข้อมูลน้ำป่าไหลหลาก และน้ำท่วมฉับพลัน จากระบบ https://data.dmr.go.th/dataset/debris_flood ของกรมทรัพยากรธรณี ตัวแทนลักษณะภายใต้สภาวะลุ่มน้ำทั้ง 3 แบบ ได้แก่ กลุ่มลำสะพุง ลุ่มน้ำพรหม และลุ่มน้ำเชียงส่วนที่ 1 โดยทั้ง 3 พื้นที่นี้เป็นเป็นลุ่มน้ำสาขาลุ่มน้ำชี ซึ่งตั้งอยู่บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือตามภาพประกอบที่ 15 ซึ่งแต่ละลุ่มน้ำนั้นมีลักษณะที่แตกต่างกัน และยังเป็นพื้นที่ที่มีข้อมูลแผนที่การใช้ที่ดินและปริมาณน้ำฝนมาประเมินในการเกิดน้ำท่าในช่วงเวลาต่างๆ ในอดีตที่สมบูรณ์



ภาพประกอบที่ 15 พื้นที่การศึกษา

จากภาพประกอบที่ 15 พบว่าทั้ง 3 ตัวแทนพื้นที่นี้มีลักษณะภายใต้สภาวะลุ่มน้ำที่แตกต่างกันออกไป ถึงแม้จะมีพื้นที่ติดกันก็ตาม โดยมีข้อมูลสภาพทั่วไปตามรายละเอียด 1.) - 3.)

1.) ลุ่มน้ำลำสะพุง เป็นลุ่มน้ำสาขาของลุ่มชี มีพื้นที่ 743.74 ตารางกิโลเมตร หรือ 464,840 ไร่ ครอบคลุมร้อยละ 1.51 ของลุ่มน้ำหลัก อำเภอกษัตริย์สมุทร อำเภอนองบัวแดง และอำเภอกอนสาร จังหวัดชัยภูมิ มีฝนปีเฉลี่ย 1,203.4 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำท่ารายรวม 229.6 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำท่าต่อหน่วยพื้นที่ 9.8 (ลิตร/วินาที/ตารางกิโลเมตร)

2.) ลุ่มน้ำพรม เป็นลุ่มน้ำสาขาของลุ่มชี มีพื้นที่ 2,264.66 ตารางกิโลเมตร หรือ 1,415,415 ไร่ ครอบคลุมร้อยละ 4.60 ของลุ่มน้ำหลัก อำเภอกษัตริย์สมุทร อำเภอกุเชียว อำเภอบ้านแท่น และอำเภอกอนสาร จังหวัดชัยภูมิ อำเภอยุเมพ จังหวัดขอนแก่น อำเภอเมืองเพชรบูรณ์ อำเภอหล่มสัก และอำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ มีฝนปีเฉลี่ย 1,080.3 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำท่ารายรวม 435.3 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำท่าต่อหน่วยพื้นที่ 6.1 (ลิตร/วินาที/ตารางกิโลเมตร)

3.) ลุ่มน้ำน้ำเชิญส่วนที่ 1 เป็นลุ่มน้ำสาขาของกลุ่มซี มีพื้นที่ 1,899.65 ตารางกิโลเมตร หรือ 1,187,280 ไร่ ครอบคลุมร้อยละ 3.86 ของลุ่มน้ำหลัก อำเภอกะเปอร์ อำเภอกุฉินารายณ์ อำเภอบ้านแพ้ว และอำเภอกอนสาร จังหวัดชัยภูมิ อำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น อำเภอหล่มสัก และอำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ มีฝนปีเฉลี่ย 1,104.4 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำท่ารายรวม 363.8 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำท่าต่อหน่วยพื้นที่ 6.1 (ลิตร/วินาที/ตารางกิโลเมตร)

3.2.2 การเตรียมข้อมูล

การเตรียมข้อมูลของการศึกษานี้ได้เลือกพื้นที่ลุ่มน้ำที่เกิดน้ำท่วมฉับพลันในปี พ.ศ. 2564 จากข้อมูลน้ำป่าไหลหลาก และน้ำท่วมฉับพลัน จากระบบ <https://data.dmr.go.th/> dataset/debris_flood ของกรมทรัพยากรธรณี (วันที่เข้าถึงข้อมูลคือ 23 เมษายน พ.ศ. 2566) ซึ่งเลือกมาศึกษาเฉพาะลุ่มน้ำลำสะพุง ลุ่มน้ำพรม และลุ่มน้ำลำน้ำเชิญส่วนที่ 1 โดยทั้ง 3 ลุ่มน้ำดังกล่าวนี้เป็นลุ่มน้ำสาขาของกลุ่มน้ำซี ซึ่งตั้งอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ตามภาพประกอบที่ 15 โดยแต่ละลุ่มน้ำนั้นมีลักษณะที่แตกต่างกัน รูปแบบข้อมูลนำเข้าได้รวบรวมจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องแสดงในตารางที่ 5

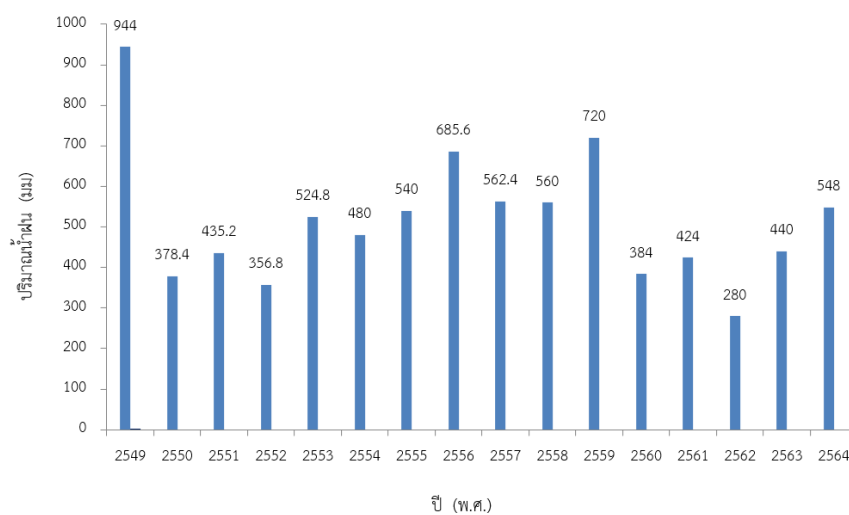
ตารางที่ 5 ข้อมูลและแหล่งข้อมูลข้อมูล

ที่	ข้อมูล	ปี (พ.ศ.)	แหล่งข้อมูล
1	ข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข Digital Elevation Model (DEM) ขนาดรายละเอียด 30*30 เมตร		https://earthexplorer.usgs.gov
2	ข้อมูลแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน	2549, 2551, 2553, 2558, 2560 และ 2562	กรมพัฒนาที่ดิน
3	ข้อมูลแผนที่ชุดดิน		กรมพัฒนาที่ดิน
4	ข้อมูล GIS ขอบเขตลุ่มน้ำ เส้นลำน้ำ		กรมชลประทาน
5	ข้อมูลสถานีอุทกวิทยา E.83 E.93 และ E85		กรมชลประทาน
6	ข้อมูลปริมาณน้ำท่า	2549 - 2564	กรมชลประทาน
7	ข้อมูลสถานีอุตุนิยมวิทยา		กลุ่มบริการสารสนเทศ

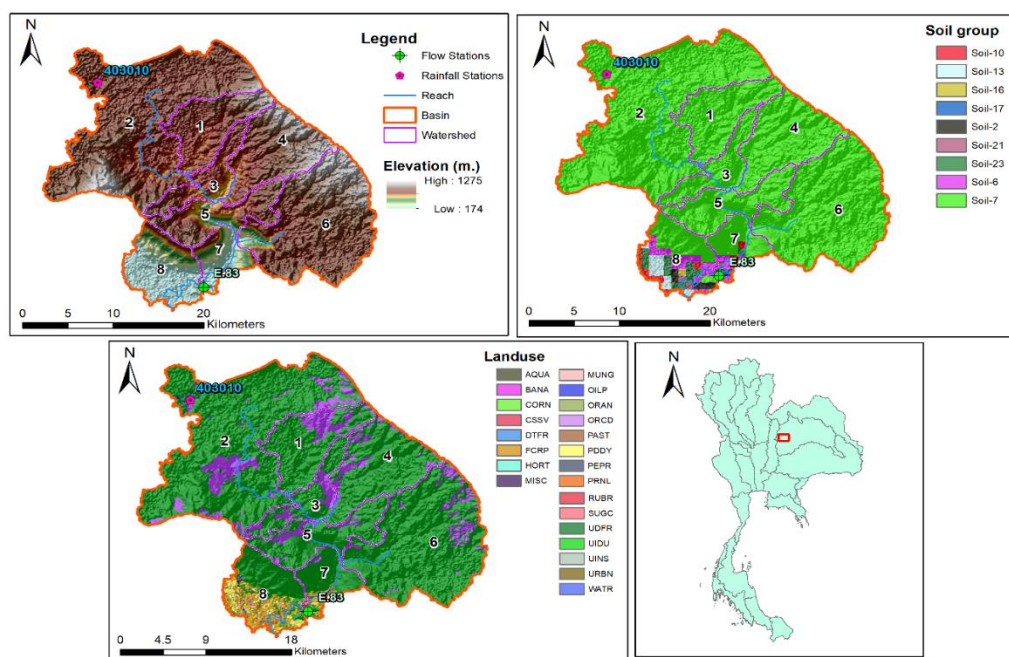
			อุตุนิยมวิทยา กรมอุตุนิยมวิทยา
8	ข้อมูลสถานีอุตุนิยมวิทยา - ข้อมูลฝนรายวัน, อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด, ความเร็วลม, ความชื้นสัมพัทธ์ และพลังงานแสงอาทิตย์	2549 - 2564	
9	ภาพถ่ายดาวเทียม		GISTDA

จากตารางที่ 5 แสดงถึงข้อมูลที่นำเข้าแบบจำลอง และแหล่งที่มาของข้อมูล ซึ่งแบบจำลอง SWAT ใช้ข้อมูลนำเข้าทางธรรมชาติและจากกิจกรรมมนุษย์ เช่น ฝน การระบายน้ำ การใช้ที่ดิน และข้อมูลอื่น ๆ เพื่อการจำลองกระบวนการทางน้ำและปริมาณน้ำท่าในลุ่มน้ำ ข้อมูลนำเข้าเหล่านี้มีความสำคัญในการวิเคราะห์ผลกระทบของปัจจัยต่าง ๆ ต่อระบบน้ำ ส่วนแบบจำลอง Hec-Ras ใช้ข้อมูลนำเข้าเชิงภูมิศาสตร์และทรัพยากรน้ำ เพื่อจำลองการไหลของน้ำและการเปลี่ยนแปลงทางเขตของลำธาร หรือ คลอง โดยทั่วไป ข้อมูลเหล่านี้ช่วยในการทำนายพื้นที่ที่อาจเกิดน้ำท่วม การกักเก็บน้ำ และการวิเคราะห์โครงสร้างทางน้ำ ดังนั้นการใช้ข้อมูลนำเข้าที่เป็นมูลต้นของทั้ง 2 แบบจำลองนั้นเป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้การจำลองแสดงผลที่มีความแม่นยำและเป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์ทางน้ำ โดยแสดงรายละเอียดข้อมูลของตัวแทนลุ่มน้ำทั้ง 3 แบบในหัวข้อ 1-3

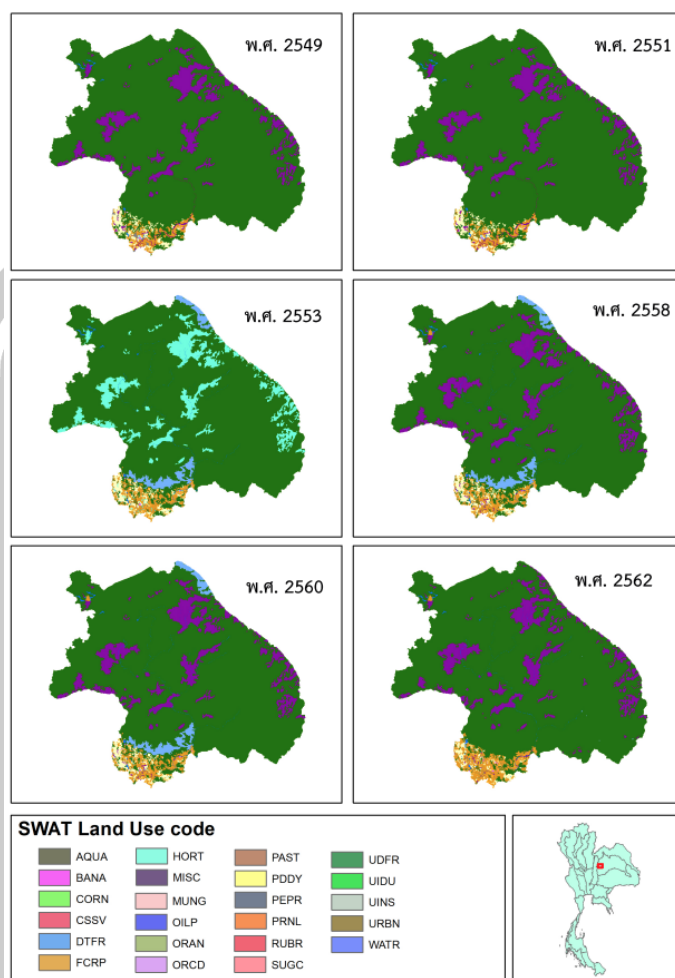
1 ข้อมูลของลุ่มน้ำลำสะพุง แสดงตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนจำนวน 1 แห่ง คือ 403010 ข้อมูลฝนถูกนำมาใช้ในการประมาณผลกระทบของน้ำฝนต่อการเกิดน้ำท่วม โดยพิจารณาปีที่เกิดน้ำท่วมฉับพลัน พ.ศ. 2564 และปริมาณน้ำฝนในปี พ.ศ. 2549-2564 ดังแสดงให้เห็นในภาพประกอบที่ 16 ถัดมาในภาพประกอบที่ 17 แสดงตำแหน่งสถานีวัดน้ำท่าจำนวน 1 แห่งคือ E.83 มีลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นที่เป็นเทือกเขาสูงและราบตรงกลางรอบๆ สันปันน้ำยกตัวสูง มีกลุ่มชุดดินจำนวน 9 กลุ่ม ซึ่งส่วนมากพบในพื้นที่ลุ่มน้ำ คือ Soil-7 เป็นกลุ่มชุดดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินพวกตะกอนลำน้ำ พบในบริเวณที่ราบตะกอนน้ำพามีน้ำแช่ขังในช่วงฤดูฝน เป็นดินลิกมาก มีการระบายน้ำค่อนข้างเลวถึงเลว เนื้อดินบนเป็นดินเหนียวและดินร่วนปนดินเหนียว เนื้อดินล่างเป็นดินเหนียว และสำหรับประเภทการใช้ที่ดิน 23 ประเภท แต่ประเภทใช้ที่ดินมากที่สุด พบเป็น LMB Undisturbed forest ตามประกอบที่ 17 สำหรับภาพประกอบที่ 18 แสดงถึง แผนที่การใช้ที่ดินตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549-2562 ของลุ่มน้ำลำสะพุง



ภาพประกอบที่ 16 กราฟแสดงปริมาณฝนสูงสุดรายวัน ปีพ.ศ.2549-2564 ของลุ่มน้ำลำสะพุง



ภาพประกอบที่ 17 ตัวแทนพื้นที่ที่เคยเกิดน้ำท่วมฉับพลันที่ 1 ลุ่มน้ำลำสะพุง

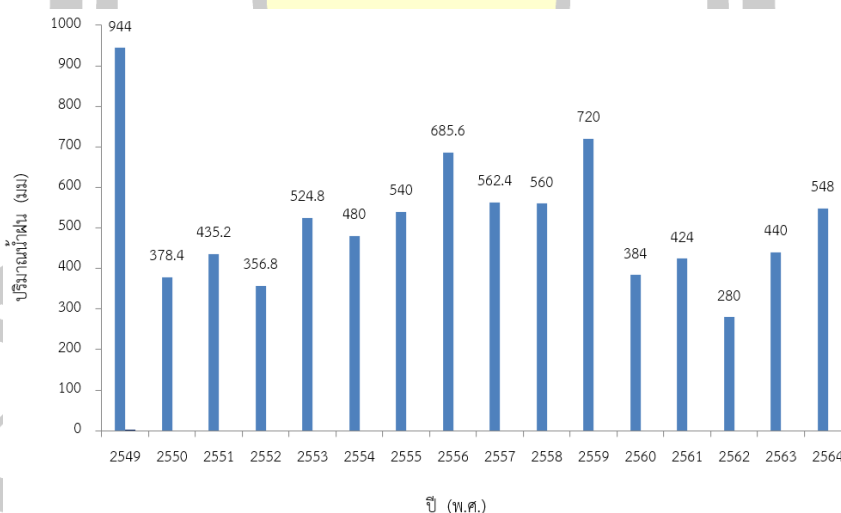


ภาพประกอบที่ 18 แผนที่การใช้ที่ดินตั้งแต่ปี พ.ศ.2549 ของลุ่มน้ำลำสะพุง

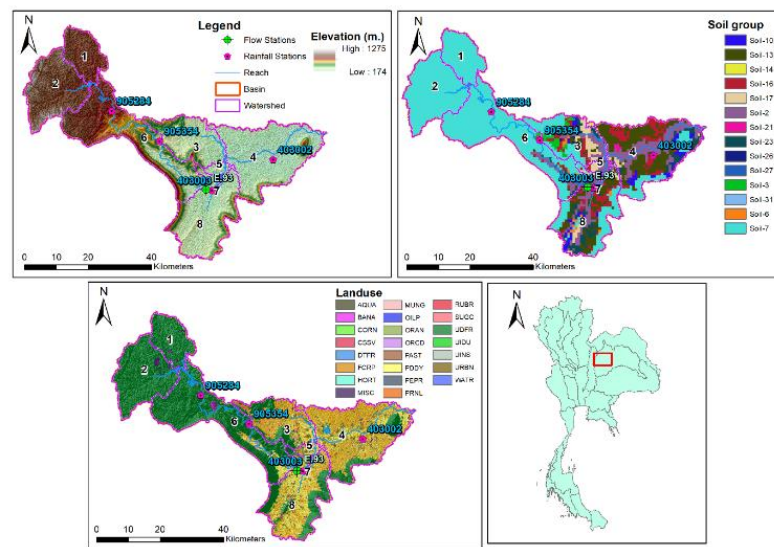
จากภาพ 16-18 เสนอภาพรวมที่สมบูรณ์แบบเกี่ยวกับลุ่มน้ำลำสะพุง โดยระบุตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน ที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลฝนซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานที่เป็นที่ต้องการในการวิเคราะห์ผลกระทบของน้ำฝนถัดมา คือลักษณะภูมิประเทศ ทำให้มองเห็นถึงลักษณะทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่ เช่น เทือกเขาสูง ราบ สันปันน้ำยกตัวสูง ซึ่งมีผลต่อกระบวนการน้ำท่วมและการระบายน้ำ ข้อมูลของกลุ่มชุดดิน ได้ระบุถึงลักษณะของดินในพื้นที่ที่เกิดจากตะกอนลำน้ำ ซึ่งมีผลต่อการดูดซับน้ำและการระบายน้ำ ข้อมูลการใช้ที่ดิน แสดงถึงแผนที่การใช้ที่ดินในลุ่มน้ำลำสะพุง ซึ่งมีความสำคัญในการเข้าใจประเภทการใช้ที่ดินที่อาจมีผลต่อน้ำท่วม ปีที่เกิดน้ำท่วมฉับพลัน การพิจารณาปีที่เกิดน้ำท่วมฉับพลัน (พ.ศ. 2564) ช่วยให้เข้าใจสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่กำหนด และข้อมูลลำดับสุดท้ายคือปริมาณน้ำฝน ซึ่งการนำเสนอปริมาณน้ำฝนในช่วงปี พ.ศ. 2549-2564 ช่วยให้มีความรู้เกี่ยวกับแนวโน้มและความเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝน

ดังนั้นการนำข้อมูลเหล่านี้รวมกันช่วยให้เกิดความเข้าใจลึกซึ้งเกี่ยวกับลักษณะภูมิประเทศดิน น้ำฝน และการใช้ที่ดินในกลุ่มน้ำลำสะพุง ซึ่งสามารถใช้ในการวิเคราะห์และการวางแผนในด้านการจัดการน้ำและป้องกันน้ำท่วมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

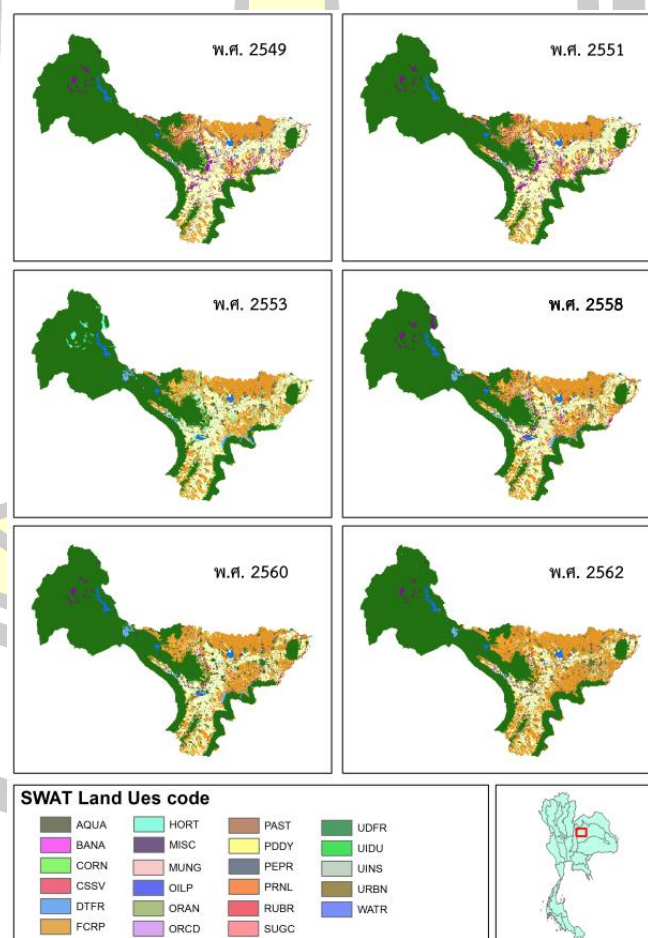
2.) ข้อมูลของกลุ่มน้ำพรม แสดงตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนจำนวน 4 แห่ง คือ 403002 403003 905354 และ 905824 ข้อมูลฝนถูกนำมาใช้ในการประมาณผลกระทบของน้ำฝนต่อการเกิดน้ำท่วม โดยพิจารณาปีที่เกิดน้ำท่วมฉับพลัน พ.ศ. 2564 และปริมาณน้ำฝนในปี พ.ศ. 2549-2564 ดังแสดงให้เห็นในภาพประกอบที่ 19 ถัดมาในภาพประกอบที่ 20 แสดงตำแหน่งสถานีวัดน้ำท่าจำนวน 1 แห่ง คือ E.93 ซึ่งมีลักษณะภูมิประเทศพื้นที่ติดลุ่มน้ำสาขาลำสะพุงและลำน้ำชีตอนบน ติดลุ่มน้ำสาขาลำน้ำเชิญ และลำน้ำชีส่วนที่ 2 พื้นที่ช่วงลำน้ำพรมตอนบนเหนือเขื่อนจุฬาภรณ์ เป็นพื้นที่ป่าอนุรักษ์ มีกลุ่มชุดดินจำนวน 14 กลุ่ม ซึ่งส่วนมากพบในพื้นที่ลุ่มน้ำ คือ Soil-7 เป็นกลุ่มชุดดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินพวกตะกอนลำน้ำ พบในบริเวณที่ราบตะกอนน้ำพามีน้ำแช่ขังในช่วงฤดูฝน เป็นดินลิกมาก มีการระบายน้ำค่อนข้างเลวถึงเลว เนื้อดินบนเป็นดินเหนียวและดินร่วนปนดินเหนียว เนื้อดินล่างเป็นดินเหนียว และสำหรับประเภทการใช้ที่ดิน 23 ประเภท แต่ประเภทใช้ที่ดินมากที่สุด พบเป็น LMB Undisturbed forest ตามรูปที่ 7 สำหรับรูปที่ 8 แสดงถึง แผนที่การใช้ที่ดินตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549-2562 ของกลุ่มน้ำพรม



ภาพประกอบที่ 19 กราฟแสดงปริมาณฝนสูงสุดรายวัน ปี พ.ศ.2549-2564 ของกลุ่มน้ำพรม



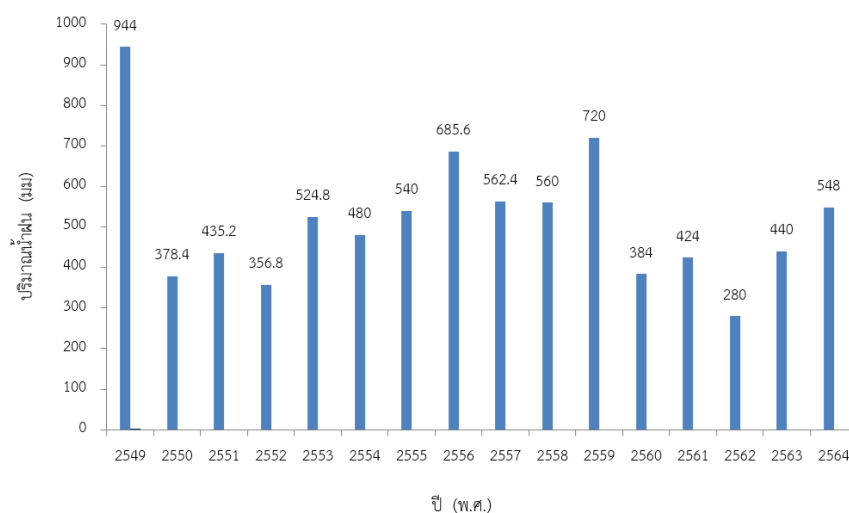
ภาพประกอบที่ 20 ตัวแทนพื้นที่ที่เคยเกิดน้ำท่วมฉับพลันที่ 2 น้ำพรม



ภาพประกอบที่ 21 แผนที่การใช้ที่ดินตั้งแต่ปี พ.ศ.2549-2564 ของลุ่มน้ำน้ำพรม

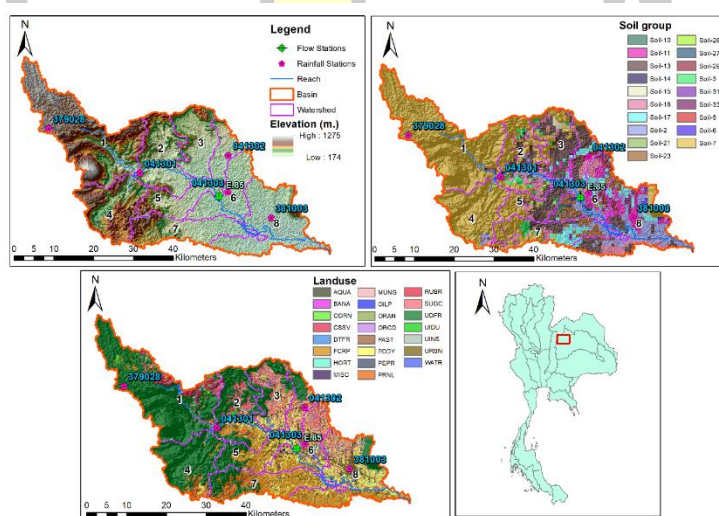
จากภาพที่ 19-21 แสดงถึงข้อมูลจากกลุ่มน้ำพรหมมีความสำคัญสำหรับการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำและสิ่งแวดล้อมในพื้นที่นี้ ข้อมูลฝนจากสถานีวัดน้ำฝน 4 แห่งได้รับการนำมาใช้เพื่อประมาณผลกระทบของน้ำฝนต่อการเกิดน้ำท่วม โดยพิจารณาปีที่เกิดน้ำท่วมฉับพลันใน พ.ศ. 2564 และปริมาณน้ำฝนในปี พ.ศ. 2549-2564 ถัดมาคือข้อมูลตำแหน่งสถานีน้ำที่ E.93 ช่วยให้เข้าใจลักษณะทางภูมิศาสตร์และการกระทบทางน้ำในพื้นที่ ซึ่งพื้นที่กลุ่มน้ำมีลักษณะที่ติดลุ่มน้ำสาขาลำสะพุงและลำน้ำชีตอนบน ติดลุ่มน้ำสาขาลำน้ำเชิญ และลำน้ำชีส่วนที่ 2 ข้อมูลชุดดินโปร่งให้ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะดินที่สำคัญในการรักษาน้ำและสภาพแวดล้อม ถัดมาคือข้อมูลการใช้ที่ดินแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงในพื้นที่ โดยส่วนมากมีการอนุรักษ์ป่าไม้และการใช้ที่ดินประเภท LMB Undisturbed forest มากที่สุด แต่อย่างไรก็ตามข้อมูลทั้งหมดนี้เป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการวางแผนการจัดการน้ำ การป้องกันน้ำท่วม และการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติในกลุ่มน้ำพรหม เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่ยั่งยืนและเป็นประโยชน์ต่อชุมชนในระยะยาว

3.) ข้อมูลของกลุ่มน้ำเชิญส่วนที่ 1 แสดงตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝนจำนวน 5 แห่ง คือ 379028 381003 041302 041303 และ 041307 ข้อมูลฝนถูกนำมาใช้ในการประมาณผลกระทบของน้ำฝนต่อการเกิดน้ำท่วม โดยพิจารณาปีที่เกิดน้ำท่วมฉับพลัน พ.ศ. 2564 และปริมาณน้ำฝนในปี พ.ศ. 2549-2564 ดังแสดงให้เห็นในภาพประกอบที่ 22 ถัดมาในภาพประกอบที่ 23 แสดงตำแหน่งสถานีวัดน้ำท่าจำนวน 1 แห่งคือ E.85 ซึ่งลักษณะภูมิประเทศพื้นที่ลุ่มน้ำมากกว่าร้อยละ 50 อยู่บริเวณเทือกเขาสูงชันและป่าไม้หนาทึบสลับเนินเขาเตี้ยๆ ส่วนบริเวณด้านท้ายของกลุ่มน้ำเป็นพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์ มีกลุ่มชุดดินจำนวน 19 กลุ่ม ซึ่งส่วนมากพบในพื้นที่ลุ่มน้ำ คือ Soil-7 เป็นกลุ่มชุดดินที่เกิดจากวัสดุต้นกำเนิดดินพวกตะกอนลำน้ำ พบในบริเวณที่ราบตะกอนน้ำพามีน้ำแช่ขังในช่วงฤดูฝนเป็นดินลิกมาก มีการระบายน้ำค่อนข้างเร็วถึงเร็ว เนื้อดินบนเป็นดินเหนียวและดินร่วนปนดินเหนียว เนื้อดินล่างเป็นดินเหนียว และสำหรับประเภทการใช้ที่ดิน 23 ประเภท แต่ประเภทใช้ที่ดินมากที่สุดพบเป็น LMB Undisturbed forest ตามภาพประกอบที่ 23 สำหรับภาพประกอบที่ 24 แสดงถึงแผนที่การใช้ที่ดินตั้งแต่ปี พ.ศ.2549-2562 ของกลุ่มน้ำเชิญส่วนที่ 1



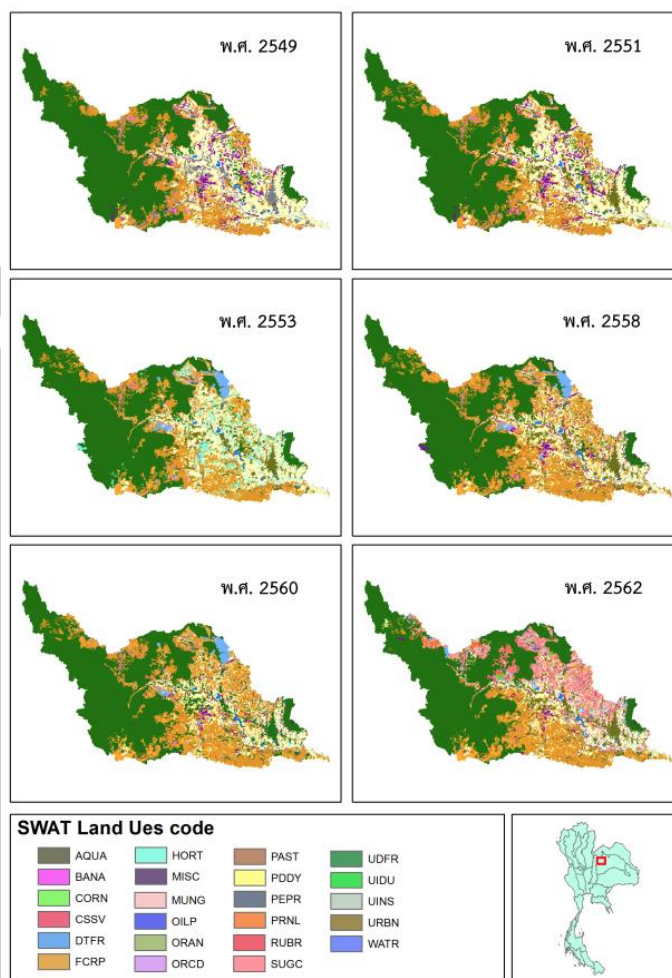
ภาพประกอบที่ 22 กราฟแสดงปริมาณฝนสูงสุดรายวัน ปีพ.ศ.2549-2564 ของลุ่มน้ำเชิงสวนที่

1



ภาพประกอบที่ 23 ตัวแทนพื้นที่ที่เคยเกิดน้ำท่วมฉับพลันที่ 3 ลุ่มน้ำเชิงสวนที่ 1

พหุ ประจักษ์ ชเว



ภาพประกอบที่ 24 แผนที่การใช้ที่ดินตั้งแต่ปี พ.ศ.2549-2564 ของลุ่มน้ำลำน้ำเชิญส่วนที่ 1

จากภาพประกอบที่ 22-24 แสดงถึงข้อมูลจากลุ่มน้ำเชิญส่วนที่ 1 เป็นทรัพยากรที่มีความสำคัญในการวางแผนและจัดการทรัพยากรน้ำในพื้นที่นี้. ข้อมูลฝนจากสถานีวัดน้ำฝน 5 แห่งช่วยให้เข้าใจฤดูฝนและแนวโน้มของน้ำฝนในปีที่มีน้ำท่วมฉับพลันใน พ.ศ. 2564 นอกจากนี้ ตำแหน่งของสถานีน้ำที่ E.85 ช่วยในการทำความเข้าใจถึงลักษณะทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่ รวมถึงการระบายน้ำและการดูดซับในพื้นที่ที่มีทัศนคติมากขึ้น ส่วนข้อมูลเกี่ยวกับกลุ่มดิน Soil-7 ช่วยในการวิเคราะห์และทำความเข้าใจเกี่ยวกับคุณสมบัติของดินที่มีผลต่อกระบวนการระบายน้ำ และข้อมูลการใช้ที่ดินและการเปลี่ยนแปลงที่ดินในระหว่างปี พ.ศ. 2549-2562 เป็นข้อมูลที่ให้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการทรัพยากรที่ยั่งยืนและการป้องกันน้ำท่วมในลุ่มน้ำนี้ อย่างไรก็ตาม ข้อมูลทั้งหมดจะนำไปสู่การวางแผนและการดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพในการจัดการน้ำและป้องกันน้ำท่วมในลุ่มน้ำลำน้ำเชิญส่วนที่ 1 โดยให้คำแนะนำเพื่อปรับปรุงการใช้ทรัพยากรทางน้ำในอนาคต

3.1.3 การประเมินประสิทธิภาพแบบจำลอง

3.1.3.1 ประเมินประสิทธิภาพแบบจำลอง SWAT

เมื่อได้ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมจากแบบจำลอง SWAT-CUP แล้วนำมาประเมินประสิทธิภาพแบบจำลอง จากค่าทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางการวิจัย ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of Multiple, R^2), ค่าผลต่างเปอร์เซ็นต์ (Percentage Bias, PBIAS), รากที่สองของค่าเฉลี่ยของความคลาดเคลื่อน (Root Mean Square Error, RMSE) และค่าประสิทธิภาพนาซ-ซัตคลิฟ (Nash-Sutcliffe Efficiency, NSE) ดังแสดงในสมการที่ 3.1-3.4

$$R^2 = \frac{[(Q_{obs} - Q_{avr}) \times (S_{sim} - S_{avr})]^2}{\sum (Q_{obs} - Q_{avr})^2 \times \sum (S_{sim} - S_{avr})^2} \quad (3.1)$$

$$RMSE = \sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{(S_{sim} - Q_{obs})^2}{N}} \quad (3.2)$$

$$PBIAS = \frac{\sum_{i=1}^n (Q_{obs} - S_{sim})^2}{Q_{obs}} \times 100 \quad (3.3)$$

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Q_{obs} - S_{sim})^2}{\sum_{i=1}^n (Q_{obs} - Q_{avr})^2} \quad (3.4)$$

โดยที่ Q_{obs} และ S_{sim} คือ ค่าจากการตรวจวัดและค่าการจำลองปริมาณการไหลของน้ำท่ารายวัน ส่วน Q_{avr} และ S_{avr} คือ ค่าจากการตรวจวัดและค่าการจำลองปริมาณการไหลของน้ำท่าเฉลี่ย และ N คือ จำนวนวัน

3.1.3.2 การประเมินสภาพน้ำท่วมด้วยแบบจำลอง HEC-RAS

การศึกษานี้จะอาศัยแบบจำลอง HEC-RAS version 6.4.1 สำหรับการวิเคราะห์พื้นที่น้ำท่วมในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำลำสะพุง ลุ่มน้ำพรม และลุ่มน้ำเชิญส่วนที่ 1 ทั้งนี้แบบจำลอง โดยในการศึกษานี้มีขั้นตอนการวิเคราะห์พื้นที่น้ำท่วมด้วยแบบจำลอง HEC-RAS ที่สำคัญดังนี้

1) การสร้างและกำหนดลักษณะทางกายภาพ

ในการสร้างแบบจำลอง HEC-RAS เพื่อทำการประเมินถึงสภาพน้ำท่วมในตัวแทนพื้นที่ลุ่มน้ำทั้ง 3 แบบ คือลุ่มน้ำลำสะพุง ลุ่มน้ำพรม และลุ่มน้ำเชิญส่วนที่ 1 สำหรับงานวิจัยนี้ได้กำหนด

ขอบเขตของการสร้างแบบจำลองจากด้านเหนือที่คาดว่าจะได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมจากข้อมูลของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) หรือ GISTDA ซึ่งมีรายละเอียดขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองดังต่อไปนี้

ก. การสร้างเส้นกึ่งกลางลำน้ำ ตลิ่งฝั่งซ้าย-ขวา (River centerline, Left-Right bank)

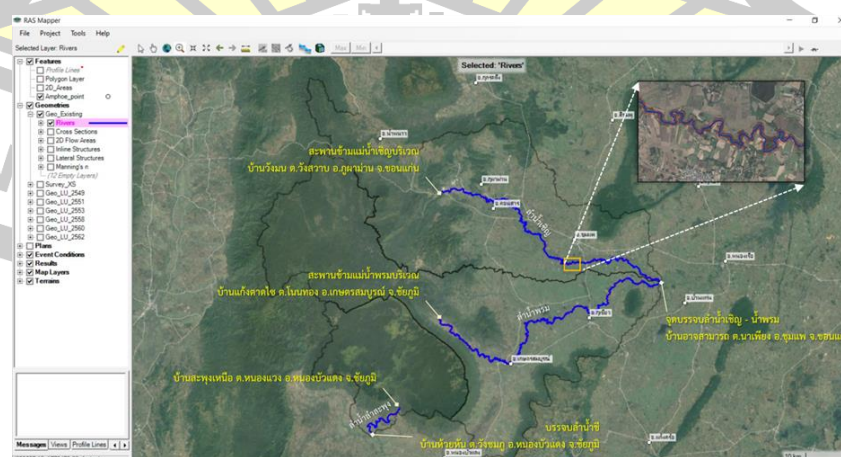
การสร้างเส้นกึ่งกลางลำน้ำและตลิ่งฝั่งซ้าย-ขวา ในแบบจำลอง HEC-RAS version 6.4.1 จะสามารถทำได้โดยการนำเข้าข้อมูลแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศเพื่อเป็นภาพพื้นหลังสำหรับการสร้างเส้นกึ่งกลางลำน้ำและตลิ่งฝั่งซ้าย-ขวา สำหรับงานวิจัยนี้ได้ทำการสร้างเส้นกึ่งกลางลำน้ำและตลิ่งฝั่งซ้าย-ขวา จำนวน 3 ลำน้ำ มีรายละเอียดดังนี้

1 กลุ่มน้ำลำสะพุง บริเวณเชิงเขาบ้านสะพุงเหนือ ต.หนองแขวง อ.หนองบัวแดง จ.ชัยภูมิ ถึงจุดบรรจบลำน้ำชี บริเวณบ้านห้วยหัน ต.วังชมภู อ.หนองบัวแดง จ.ชัยภูมิ รวมระยะทางยาวประมาณ 19.7 กิโลเมตร

2 กลุ่มน้ำพรม จากสะพานข้ามแม่น้ำพรมบริเวณ บ้านแก่งตาตไซ ต.โนนทอง อ.เกษตรสมบูรณ์ จ.ชัยภูมิ ถึง จุดบรรจบลำน้ำชีบริเวณ บ้านอาจสามารถ ต.นาเพียง อ.ชุมแพ จ.ขอนแก่น รวมระยะทางยาวประมาณ 142.9 กิโลเมตร

3 กลุ่มน้ำชีส่วนที่ 1 จากสะพานข้ามแม่น้ำชีบริเวณ บ้านวังมน ต.วังสาวบ อ.ภูพาน จ.ขอนแก่น ถึง จุดบรรจบลำน้ำพรมบริเวณ บ้านอาจสามารถ ต.นาเพียง อ.ชุมแพ จ.ขอนแก่น รวมระยะทางยาวประมาณ 128.4 กิโลเมตร

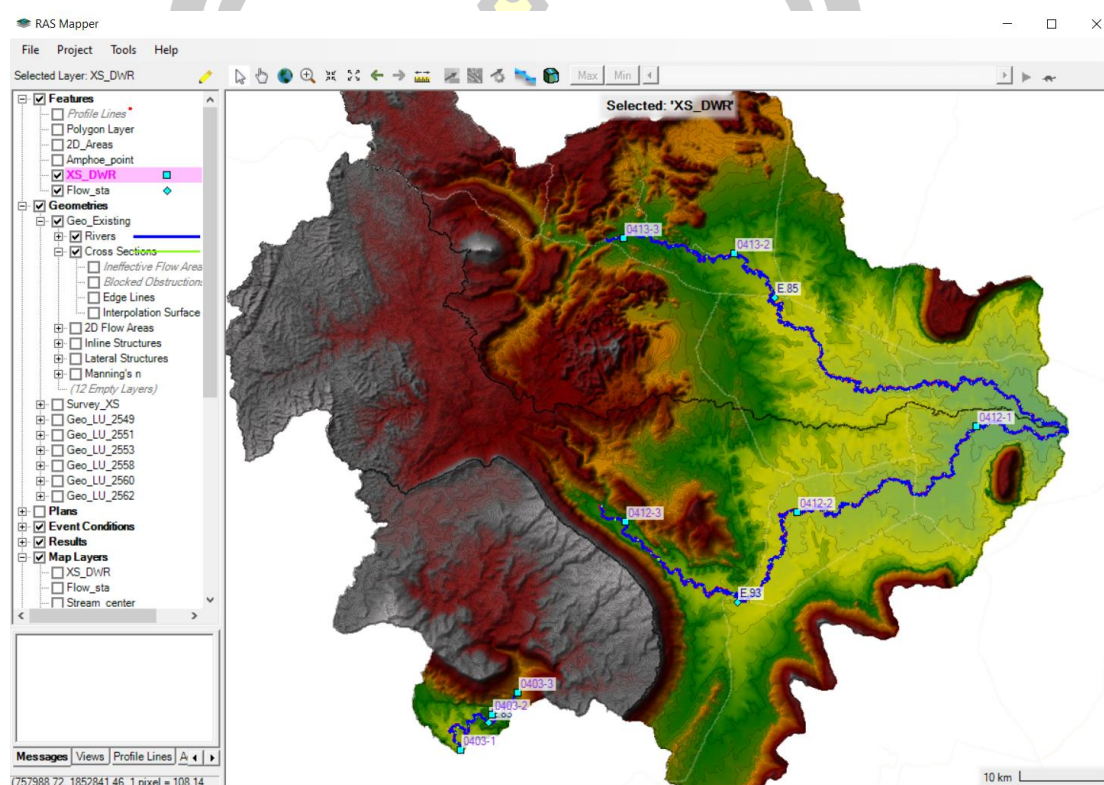
ดังแสดงรายละเอียดของหน้าต่าง Ras Mapper ของแบบจำลอง HEC-RAS ดังภาพประกอบที่ 25



ภาพประกอบที่ 25 การสร้างเส้นกึ่งกลางลำน้ำและตลิ่งฝั่งซ้าย-ขวา ในหน้าต่าง Ras Mapper

ข. การนำเข้าข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงตัวเลข (Digital Elevation Model, DEM)

หลังจากการสร้างเส้นกึ่งกลางลำน้ำและตลิ่งฝั่งซ้าย-ขวา จากนั้นนำเข้าข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงตัวเลขหรือ DEM ในหน้าต่าง Ras Mapper เพื่อใช้เป็นตัวแทนที่แสดงถึงค่าระดับความสูงของแต่ละพื้นที่ที่ถูกน้ำท่วม ซึ่งในการศึกษานี้ได้ใช้ข้อมูล DEM ขนาดความละเอียด 5 เมตร x 5 เมตร ที่ครอบคลุมพื้นที่ที่คาดว่าจะเกิดน้ำท่วมดังกล่าวประกอบที่ 26

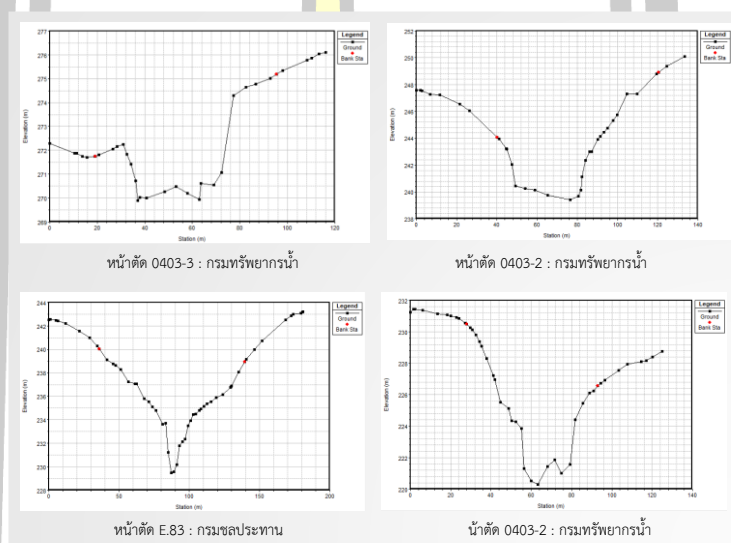


ภาพประกอบที่ 26 การนำเข้าข้อมูล DEM ขนาด 5x5 ม. และ ตำแหน่งหน้าตัดลำน้ำจากการสำรวจของกรมชลประทานและกรมทรัพยากรน้ำที่นำเข้าในแบบจำลอง HEC-RAS

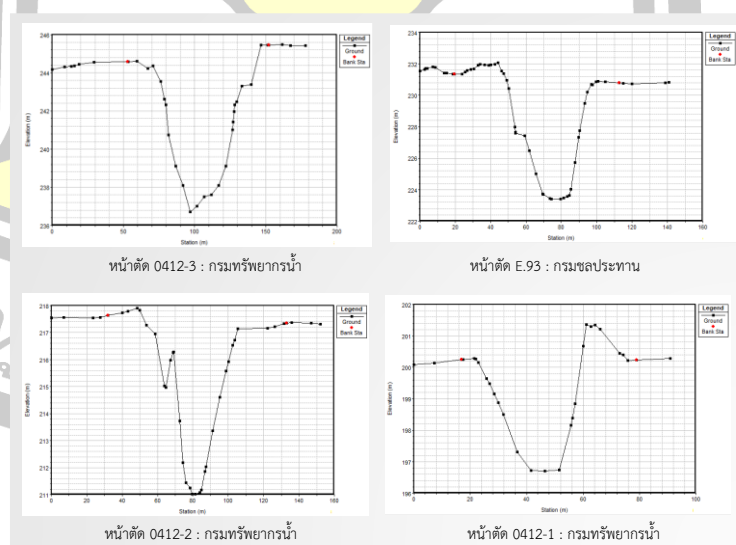
ค. การนำเข้าข้อมูลหน้าตัดลำน้ำ (Cross-section) และอาคารชลศาสตร์ (Inline structure)

การนำเข้าข้อมูลหน้าตัดลำน้ำใน RAS Mapper จะดำเนินการโดยการลากเส้นตั้งฉากกับลำน้ำที่ได้นำเข้าในขั้นตอนก่อนหน้านี้ ซึ่งได้มีการนำเข้าหน้าตัดลำน้ำทั้งสิ้น 115 หน้าตัด ประกอบด้วยกลุ่มน้ำลำสะพุง จำนวน 12 หน้าตัด ถัดมาคือ กลุ่มน้ำพรม จำนวน 54 หน้าตัด และลำดับสุดท้ายคือ กลุ่มน้ำเชิญส่วนที่ 1 จำนวน 49 หน้าตัด

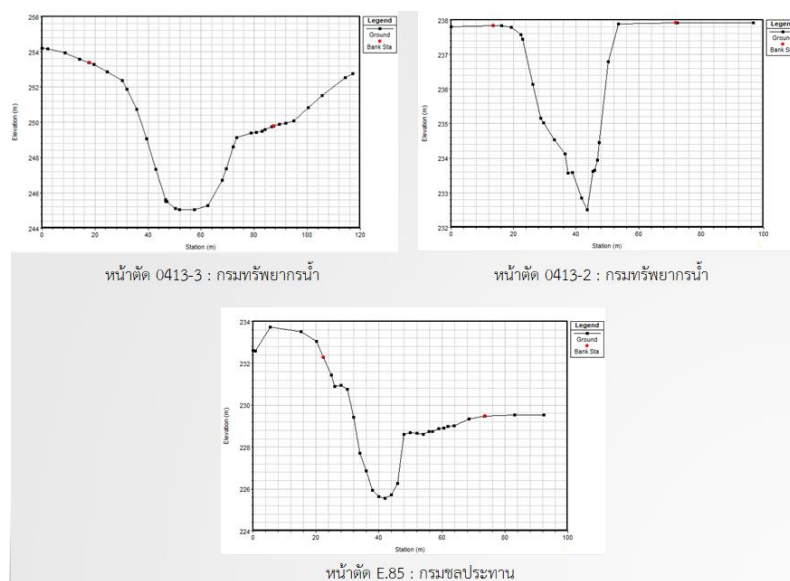
โดยข้อมูลระดับความสูงของแต่ละหน้าตัดลำน้ำที่ได้จะเป็นข้อมูลระดับความสูงที่ได้จากข้อมูล DEM ขนาด 5 เมตร x 5 เมตร ที่ถูกนำเข้าใน Ras Mapper ขึ้นตอนที่ผ่านมา ซึ่งค่าระดับความสูงที่ได้จากข้อมูล DEM อาจจะไม่มีความละเอียดไม่เพียงพอ ดังนั้นจึงได้มีการปรับแก้ค่าระดับความสูงของข้อมูลหน้าตัดลำน้ำที่ได้ในหน้าต่าง Geometric Data โดยการอาศัยข้อมูลหน้าตัดลำน้ำที่ได้จากการสำรวจในพื้นที่ของกรมชลประทานและกรมทรัพยากรน้ำมาทำการปรับแก้ ดังภาพประกอบที่ 26 ถึง ภาพประกอบที่ 29



ภาพประกอบที่ 27 หน้าตัดการสำรวจลำน้ำสะพุง ที่นำเข้าไปในแบบจำลอง HEC-RAS

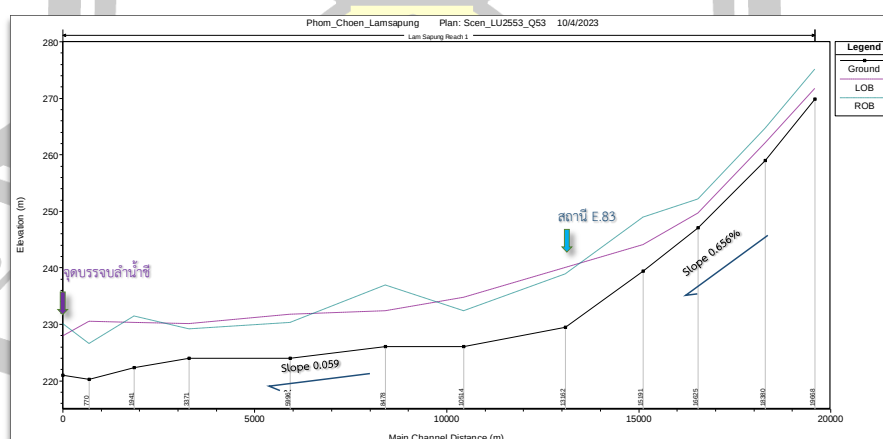


ภาพประกอบที่ 28 หน้าตัดการสำรวจลำน้ำพรม ที่นำเข้าไปในแบบจำลอง HEC-RAS

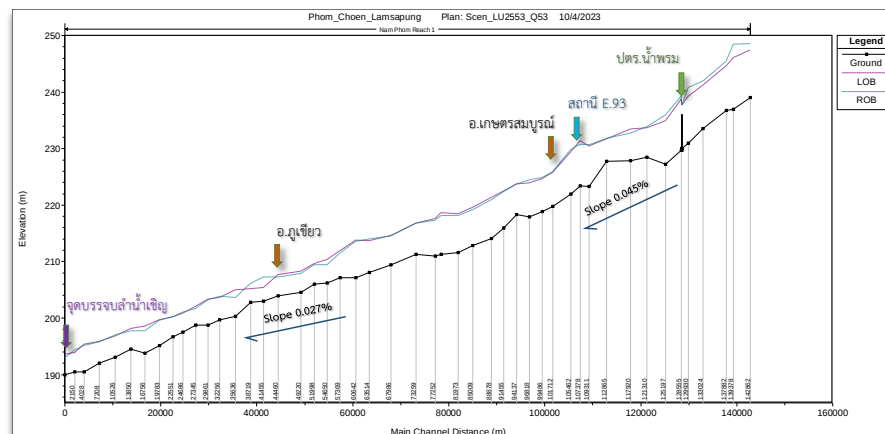


ภาพประกอบที่ 29 หน้าตัดการสำรวจลำน้ำเชิงส่วนที่ 1 ที่นำเข้าไปในแบบจำลอง HEC-RAS

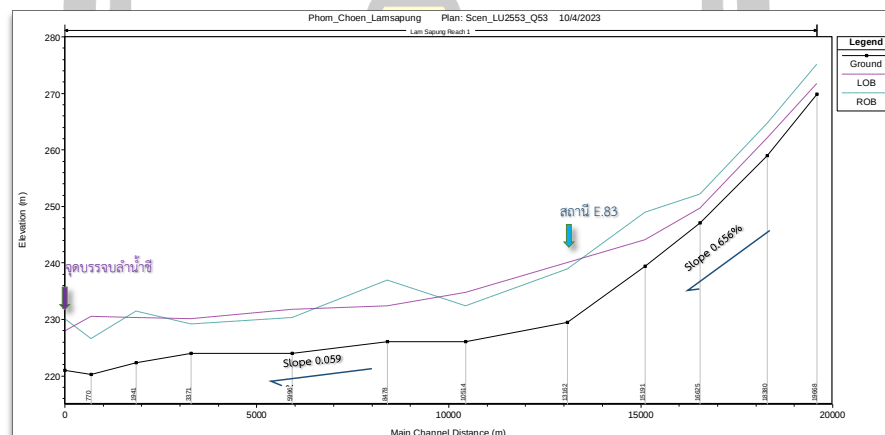
นอกเหนือจากข้อมูลหน้าตัดลำน้ำที่ถูกนำเข้าสู่แบบจำลอง HEC-RAS แล้ว ข้อมูลอาคารชลศาสตร์ ก็ได้ถูกนำเข้าสู่แบบจำลอง HEC-RAS เช่นเดียวกัน เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสภาพด้วยแบบจำลอง HEC-RAS มีความถูกต้อง แม่นยำ และน่าเชื่อถือ ซึ่งในการศึกษาได้นำเข้าข้อมูลอาคารชลศาสตร์ 2 แห่ง คือ ประตูอ่างน้ำพรม และประตูลำน้ำเชิงส่วนที่ 1 โดยเมื่อทำการปรับแก้ระดับความสูงของหน้าตัดลำน้ำและนำเข้าข้อมูลอาคารชลศาสตร์แล้ว สามารถแสดงรูปตัดตามความยาวลำน้ำ (Profile) ในแต่ละลำน้ำได้ภาพประกอบที่ 30 ถึง ภาพประกอบที่ 32



ภาพประกอบที่ 30 ภาพตัดตามแนวยาวลำน้ำ (Long Profile) กลุ่มน้ำลำสะพุง



ภาพประกอบที่ 31 ภาพตัดตามแนวยาวลำน้ำ (Long Profile) ลุ่มน้ำพรม

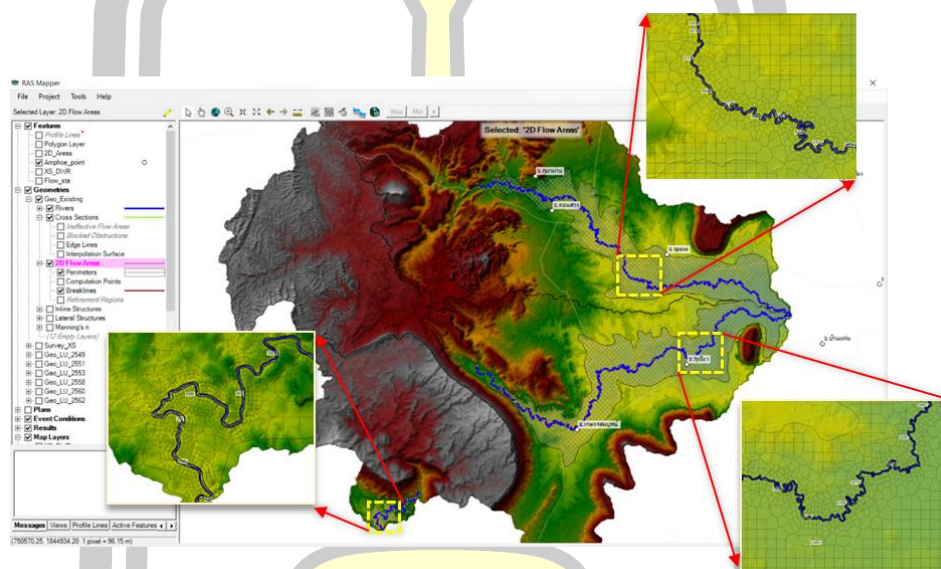


ภาพประกอบที่ 32 ภาพตัดตามแนวยาวลำน้ำ (Long Profile) ลุ่มน้ำชีส่วนที่ 1

- ง. การสร้างขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมสำหรับการไหลแบบ 2 มิติ (2D Area) และเส้นเชื่อมต่อระหว่างการไหลแบบ 1 มิติ และ 2 มิติ (1D-2D Connection)

พื้นที่น้ำท่วมสำหรับการไหลแบบ 2 มิติ จะแทนด้วย 2D Area ในขณะที่เส้นเชื่อมต่อระหว่างการไหลแบบ 1 มิติ และ 2 มิติ จะแทนด้วย Lateral Structure ซึ่งจะเป็นเส้นแนวการเชื่อมต่อระหว่างพื้นที่น้ำท่วมจากลำน้ำและพื้นที่น้ำท่วม (2D Area) โดยจะพิจารณาจากเส้นแนวตลิ่งฝั่งซ้ายและขวา ทั้งนี้ข้อมูล 2D Area และ Lateral Structure สามารถนำเข้ามาจากหน้าต่าง Geometric Data แล้วทำการกำหนดระดับความสูงของแต่ละประเภทข้อมูลจากข้อมูล DEM ที่ได้ป้อนเข้าไปในขั้นตอนก่อนหน้านี้ โดยได้กำหนดความละเอียดของ Grid Cell ขนาด 400 เมตร ยกเว้นบริเวณพื้นที่ที่ใกล้กับขอบเขตลำน้ำและแนวถนนได้กำหนด Grid Cell ขนาด 100 เมตร เพื่อความละเอียดในการ

คำนวณ หลังจากนั้นแบบจำลอง HEC-RAS จะกำหนดระดับความสูงของแต่ละ Grid Cell ด้วยค่าระดับความสูงจากข้อมูล DEM ส่วนข้อมูล Lateral Structure จะดำเนินการในลักษณะเดียวกัน กำหนดค่าระดับความสูงของข้อมูลจากข้อมูล DEM ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้ระดับความสูงเดียวกับระดับของตลิ่ง หลังจากการดำเนินการแล้วเสร็จสามารถแสดงขอบเขตการกำหนดพื้นที่ 2D Area และ Lateral Structure ได้ดังภาพประกอบที่ 33



ภาพประกอบที่ 33 ภาพรวมการนำเข้าข้อมูล 2D Area และ Lateral Structure

จ. การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (Manning's n) ของลำน้ำและพื้นที่น้ำท่วม

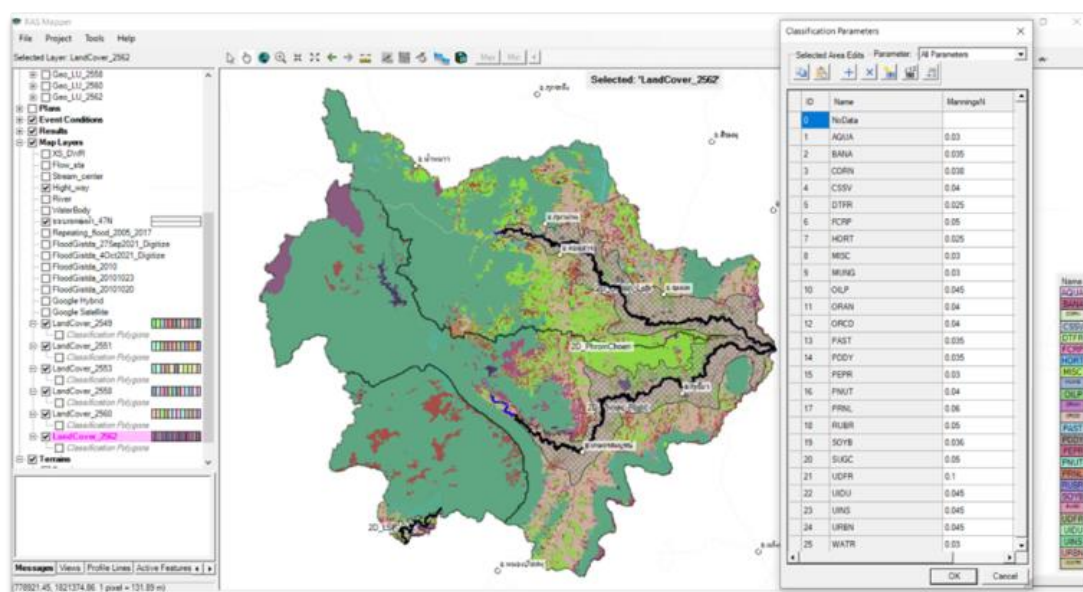
การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (Manning's n) ในแบบจำลอง HEC-RAS จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของลำน้ำ และค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของพื้นที่น้ำท่วม (2D Area) โดยจะพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระของทั้ง 2 ส่วนแสดงดังตารางที่ 6 โดยที่ค่า Manning's n ของลำน้ำจะพิจารณาจากสภาพของลำน้ำเป็นหลัก ในขณะที่ Manning's n ของพื้นที่น้ำท่วม (2D Area) จะพิจารณาจากข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณพื้นที่น้ำท่วม โดยมีรายละเอียดแสดงได้ดังภาพประกอบที่ 34

ตารางที่ 6 ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (Manning's n)

ชนิดและลักษณะทางน้ำ	ค่า Manning's n		
	ต่ำสุด	ปานกลาง	สูงสุด
1. ทางน้ำธรรมชาติ			
1.1 ลำน้ำย่อย (ความกว้างผิวน้ำที่เกิดอุทกภัย 32 เมตร)			

ตารางที่ 6 ค่าสัมประสิทธิ์ความขรุขระ (Manning's n)

ชนิดและลักษณะทางน้ำ	ค่า Manning's n		
	ต่ำสุด	ปานกลาง	สูงสุด
1.1.1 ลำน้ำบนที่ราบ			
- สะอาดตรงระดับสูงไม่มีแยกและบ่อลึก	0.025	0.030	0.033
- เหมือนข้อแรกแต่มีหินและวัชพืชมากกว่า	0.030	0.035	0.040
- สะอาดคดเคี้ยวมีบ่อและแก่งไต้	0.033	0.040	0.045
- สะอาดคดเคี้ยวมีบ่อและแก่งไต้ มีวัชพืชและหิน	0.035	0.045	0.050
- สะอาดคดเคี้ยวมีบ่อและแก่งไต้ มีวัชพืชและหิน แต่ระดับต่ำกว่าความลาดเทและรูปตัดไม่แน่นอน	0.040	0.048	0.055
- สะอาดคดเคี้ยวมีบ่อและแก่งไต้ มีวัชพืชและหิน แต่มีหิน มากกว่า	0.045	0.050	0.060
วัชพืช	0.050	0.070	0.080
- ช่วงที่ไหลช้าวัชพืชบ่อลึก	0.075	0.100	0.150
- ช่วงที่มีวัชพืชมากบ่อลึกหรือทางอุทกภัยที่มีต้นไม้			
1.1.2 ลำน้ำในหุบเขาไม่มีวัชพืชในทางน้ำตลิ่งลาดชัน ต้นไม้และพุ่มไม้ตามตลิ่งอยู่ไต้ที่ระดับการไหลสูง	0.030	0.040	0.050
- ก้น : กรวดก้อนหินและหินก้อนใหญ่ๆเล็กน้อย	0.040	0.050	0.070
- ก้น : ก้อนหินหินก้อนใหญ่กว่าข้อแรก			
1.2 ที่ราบน้ำท่วม			
1.2.1 พุ่มหญ้าไม่มีพุ่มไม้			
- หญ้าสั้น	0.025	0.030	0.035
- หญ้ายาว	0.030	0.035	0.050
1.2.2 พื้นที่เพาะปลูก			
- ไม่มีพืช	0.020	0.030	0.040
- พืชเป็นแถวที่โตเต็มที่	0.025	0.035	0.045
- พืชไร่ที่โตเต็มที่	0.030	0.040	0.050
1.2.3 ไม้พุ่ม			
- ไม้พุ่มกระจายกระจายวัชพืชขึ้นหนา	0.035	0.050	0.070
1.2.4 ต้นไม้			
- พื้นที่ว่างเปล่ามีต้นไม้ไม่มีหน่อ	0.030	0.040	0.050
- พื้นที่ว่างเปล่ามีต้นไม้ มีหน่อมาก	0.050	0.060	0.080
- มีไม้ยืนต้นมากมีไม้ล้มเล็กน้อยต้นเล็กมีเล็กน้อยระดับน้ำต่ำกว่ากิ่งก้าน	0.080	0.100	0.120
- มีไม้ยืนต้นมากมีไม้ล้มเล็กน้อยต้นเล็กมีเล็กน้อย แต่ระดับน้ำถึงกิ่งก้าน	0.100	0.120	0.160
1.3 ลำน้ำหลัก (ผิวน้ำเมื่อเกิดอุทกภัยกว้าง 32 เมตร) คำน้อยกว่าลำน้ำย่อยที่มีลักษณะเหมือนกัน			
1.3.1 รูปตัดสม่ำเสมอไม่มีก้อนหินหรือไม้พุ่ม	0.025		0.060
1.3.2 ไม่สม่ำเสมอและรูปตัดขรุขระ	0.035		0.100



ภาพประกอบที่ 34 การกำหนดค่า Manning's n สำหรับพื้นที่น้ำท่วม (2D Area) จากแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี พ.ศ. 2562

ฉ. การนำเข้าข้อมูล Boundary Conditions

หลังจากทำการกำหนดข้อมูล Geometric Data และกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ Manning's n แล้ว จากนั้นนำเข้าข้อมูลอัตราการไหลของแต่ละลุ่มน้ำย่อยที่ได้จากการคำนวณด้วยแบบจำลอง SWAT ซึ่งจะถูกนำมาจัดเก็บให้อยู่ในระบบจัดเก็บข้อมูลที่มีชื่อเรียกว่า HEC Data Storage System (DSS) และจะเป็นข้อมูลนำเข้าแบบจำลอง HEC-RAS โดยจะป้อนผ่านหน้าต่างข้อมูล Unsteady Flow Data

2 การสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลอง HEC-RAS

การสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลอง HEC-RAS จะดำเนินการโดยการปรับแก้ค่า Manning's n ของลำน้ำและพื้นที่ราบริมฝั่งลำน้ำ (ใน 2D area) โดยจะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ การสอบเทียบและตรวจสอบค่าระดับน้ำ และการสอบเทียบและตรวจสอบขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม

3.2 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและปริมาณฝนที่ก่อให้เกิดน้ำท่วมฉับพลัน

การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินมีผลในกระบวนการระบายน้ำธรรมชาติ ซึ่งทำให้น้ำฝนไหลลดลง ในแบบที่แตกต่างจากปกติ เปลี่ยนแปลงนี้สามารถเพิ่มความเสี่ยงของน้ำท่วมฉับพลันเมื่อมีปริมาณฝน มากหรือน้อยเกินไป การรวมกับการใช้ที่ดินที่เปลี่ยนแปลงแล้ว สามารถส่งผลต่อน้ำท่วมในระดับต่าง

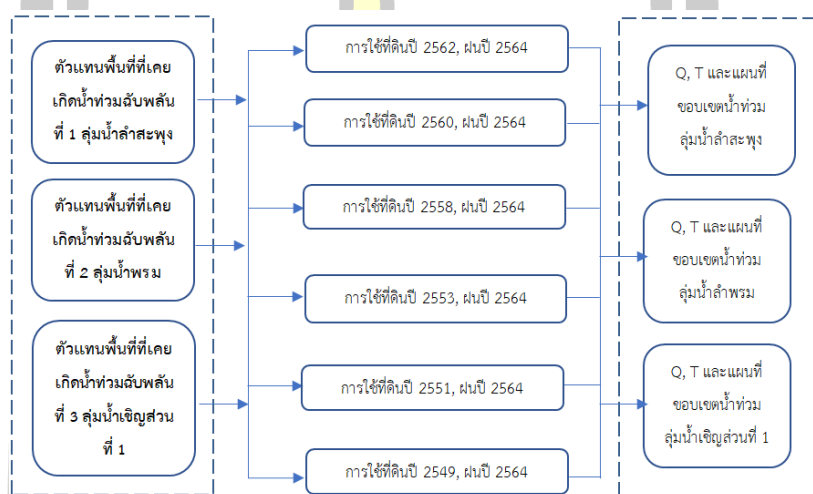
ๆ ไม่ว่าจะเป็นน้อยหรือมาก ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและปริมาณฝนที่แปรผันนี้สามารถทำให้พื้นที่เสี่ยงต่อน้ำท่วมมีมากขึ้น การเข้าใจและการบริหารจัดการในทิศทางนี้จึงมีความสำคัญ

ดังนั้นในหัวข้อนี้เป็นการนำเสนอการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินกับปริมาณฝนที่ก่อให้เกิดน้ำท่วมฉับพลัน โดยดำเนินการใช้แผนที่การใช้ที่ดินและปริมาณฝน โดยนำเข้าแบบจำลอง SWAT เพื่อประเมินปริมาณน้ำท่าสูงสุด และวันที่เกิดน้ำท่าสูงสุด ส่วนการจำลองขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมนั้นใช้จำลอง HEC-RAS ซึ่งการดำเนินการจะเริ่มจากการเลือกพื้นที่จากข้อมูลพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม น้ำป่าไหลหลาก และน้ำท่วมฉับพลัน ในเว็บไซต์ https://data.dmr.go.th/dataset/debris_flood ของกรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ระบุพื้นที่พื้นที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม น้ำป่าไหลหลาก และน้ำท่วมฉับพลัน ในประเทศไทย ไว้เมื่อปี พ.ศ.2564 และมีการปรับปรุงครั้งล่าสุดในระบบเมื่อ มีนาคม พ.ศ. 2566 โดยจะอธิบายขั้นตอนในการดำเนินจำลองสถานการณ์ในหัวข้อ 3.2.1-3.2.3 ต่อไป

3.2.1 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและปริมาณฝนที่ก่อให้เกิดน้ำท่วมฉับพลันจากประเมินปริมาณน้ำท่าด้วยแบบจำลอง SWAT

ดังนั้นงานวิจัยนี้ ได้เลือกพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม น้ำป่าไหลหลากและน้ำท่วมฉับพลัน ในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2564 โดยตัวแทนลุ่มน้ำแรกได้แก่ ลุ่มน้ำลำสะพุง ลุ่มน้ำถดมาคือลุ่มน้ำพรม และลุ่มน้ำสุดท้ายคือ ลุ่มน้ำเชิญส่วนที่ 1 แล้วลำดับถัดไปเลือกใช้ที่ดินช่วงปี พ.ศ. 2562-2564 และปี พ.ศ. 2560, 2558, 2553, 2551, และ 2549 ซึ่งปี พ.ศ. 2564 ถือเป็นปีที่เกิดน้ำท่วม ดังนั้นใช้แผนที่การใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2562 เพื่อทำให้ได้ข้อมูลฐานสำหรับเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและปริมาณฝนเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้น้ำท่วมเกิดขึ้น ในการศึกษาการใช้ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและปริมาณน้ำฝนปีที่เกิดน้ำท่วมฉับพลัน หลังจากนั้นนำข้อมูลจากการจัดเตรียมไว้ ได้แก่ แผนที่แสดงความสูงของพื้นที่ แผนที่การใช้ที่ดิน แผนที่ชนิดดิน ข้อมูลเชิงพื้นที่หรือข้อมูล GIS อื่นๆ และข้อมูลภูมิอากาศ และข้อมูลอุทกวิทยา เข้าสู่แบบจำลอง SWAT เพื่อประเมินน้ำท่า สำหรับคุณลักษณะและขนาดลุ่มน้ำต่างๆ แม้ว่าขนาดและรูปร่างของลุ่มน้ำจะแตกต่างกันเล็กน้อยตาม DEM ที่แตกต่างกัน แต่การใช้ ASTER DEM (30 ม.) แทนความละเอียดที่ละเอียดกว่า เช่น LDD DEM (5 ม.) สามารถประหยัดเวลาในระหว่างการสอบเทียบและการตรวจสอบโมเดลได้ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อผลลัพธ์ของแบบจำลอง (วรัญญ บัวขาว, 2559) แต่อย่างไรก็ตาม การค้นหาพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ได้งานวิจัยนี้ได้จากการใช้แบบจำลอง SWAT-CUP ที่

ช่วยหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมกับข้อมูลแล้วนำมาใช้ในกระบวนการปรับเทียบ (Calibration) และกระบวนการสอบเทียบ (Validation) แล้วทำการประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองจากค่าทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางการวิจัยที่เป็นที่ยอมรับและเชื่อถือ ซึ่งผลลัพธ์แบบจำลองได้กราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่า (Q) หรือความสูงของน้ำในลำธาร (H) กับเวลา (T) เป็นลักษณะการไหลของน้ำที่มีผลจากลักษณะพื้นที่ลุ่มน้ำ ภูมิประเทศ และการเปลี่ยนแปลงในการใช้ที่ดิน ดังแสดงในภาพประกอบที่ 35 และผลลัพธ์ได้ปริมาณน้ำท่าสูงสุดเพื่อนำไปประเมินในแบบจำลอง HEC-RAS



ภาพประกอบที่ 35 การใช้ที่ดินแต่ละปีกับฝนปีที่เกิดน้ำท่วมฉับพลันของตัวแทนพื้นที่ที่เคยเกิดน้ำท่วมฉับพลันทั้ง 3 ลุ่มน้ำ

จากภาพประกอบที่ 35 เป็นการเลือกใช้ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และปริมาณน้ำฝนปีที่เกิดเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมฉับพลันนั้น เมื่อนำเข้าแบบจำลอง SWAT แล้วจะได้กราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่า (Q) หรือความสูงของน้ำในลำธาร (H) กับเวลา (T) ซึ่งเป็นคุณสมบัติของการลักษณะการไหลของน้ำหนึ่งๆ ซึ่งเกิดมาจากลักษณะพื้นที่ลุ่มน้ำ หรือที่เรียกว่าภูมิประเทศ ลักษณะของฝนที่เกิดขึ้น และลักษณะการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินของมนุษย์นั่นเอง ถัดมาจะนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ของการไหลหลากและชลศาสตร์หน้าตัดของการไหลของน้ำในลำน้ำสะพุงต่อ โดยการใช้แบบจำลอง HEC-RAS ในการวิเคราะห์ของการไหลหลากและชลศาสตร์หน้าตัดของการไหลของน้ำในลำน้ำสะพุง และรวมไปถึงบริเวณที่มีน้ำท่วมถึงจากน้ำป่าไหลหลาก เพื่อการวิเคราะห์พื้นที่น้ำท่วมและความเร็วของน้ำป่าไหลหลาก โดยแบบจำลอง HEC-RAS นี้เป็นการจำลอง

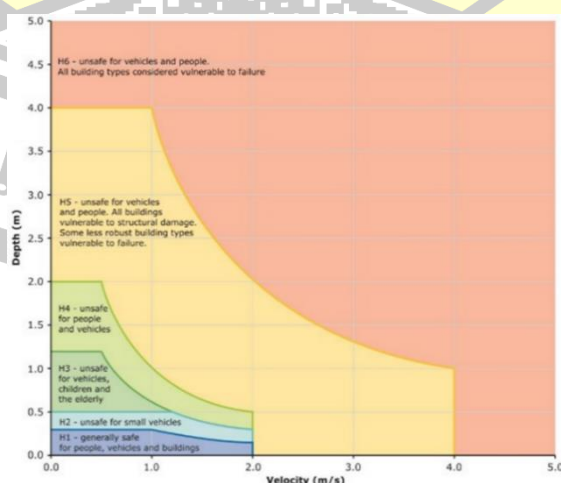
การไหลของน้ำ (สมบัติ ชื่นชูกลิ่น, 2549) ถูกออกแบบมาเพื่อดำเนินการหนึ่งมิติและสองมิติ การคำนวณการไหลรูปแบบของช่องทางธรรมชาติ เพื่อการวิเคราะห์พื้นที่น้ำท่วมในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำลำสะพุง

3.2.2 การจำลองสภาพน้ำท่วมจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอดีตด้วยแบบจำลอง HEC-RAS

ในการประเมินสภาพน้ำท่วม ในกรณีการจำลองสภาพน้ำท่วมจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอดีตเพื่อทำการประเมินหาขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมอดีตด้วยแบบจำลอง HEC-RAS จะใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่าปี พ.ศ.2564 จากแบบจำลอง SWAT มานำเข้าในแบบจำลอง HEC-RAS แล้วทำการจำลองโดยการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอดีตจำนวน 6 ปี ได้แก่ ปี พ.ศ. 2562, 2560, 2558, 2553, 2551 และ 2549 ก็จะได้มายังแผนที่ขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม เพื่อนำไปสู่การประเมินจากความอันตรายจากน้ำท่วม (Flood Hazard) ในหัวข้อถัดไป

3.2.3 การประเมินจากความอันตรายจากน้ำท่วม (Flood Hazard)

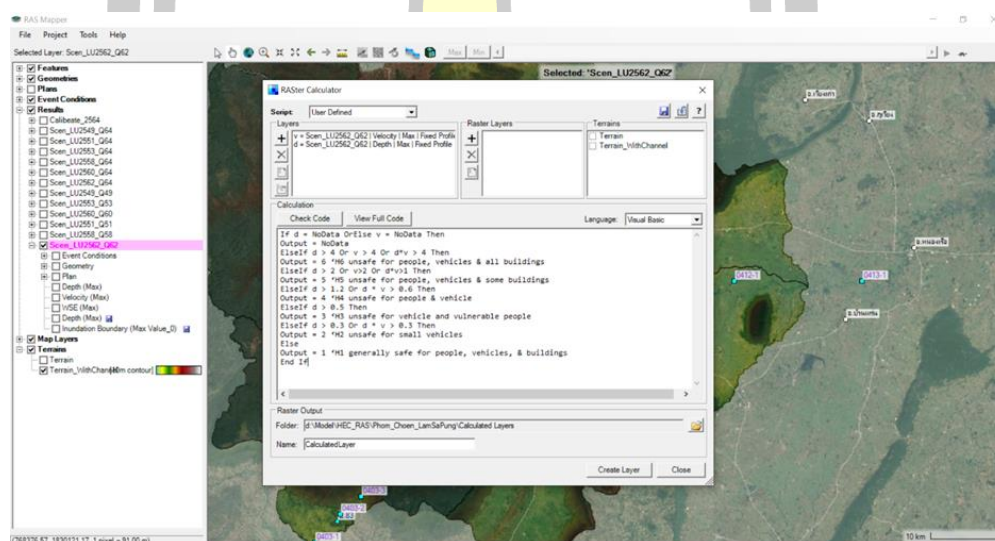
สำหรับการศึกษานี้ใช้การประเมินจากเกณฑ์จากรายงาน WRL Technical Report 2014/07 Flood Hazard (G P Smith, E K Davey และ R J Cox, 2014) โดยมีเกณฑ์การแบ่งความอันตรายจากน้ำท่วม ดังแสดงในภาพประกอบที่ 36 ซึ่งแบ่งระดับความอันตรายจากน้ำท่วมออกเป็น 6 ระดับ (H1-H6) อาศัยค่าความลึกและความเร็วการไหลเป็นตัวกำหนดดังตารางที่ 7 โดยในการประเมินความอันตรายจากน้ำท่วมด้วยแบบจำลอง HEC-RAS สามารถนำเกณฑ์ดังกล่าวมาเขียน Scripts ใน Ras Mapper เพื่อสร้างแผนที่ความอันตรายจากน้ำท่วมได้ ดังแสดงในภาพประกอบที่ 37



ภาพประกอบที่ 36 โค้งความอันตรายจากน้ำท่วม (Flood hazard curves) จำแนกจากค่าความลึกและความเร็วการไหล (G P Smith, E K Davey และ R J Cox, 2014)

ตารางที่ 7 เกณฑ์การจำแนกระดับความอันตรายจากน้ำท่วม ด้วยความลึกและความเร็วการไหล

ความอันตราย (Hazard)	ผลคูณระหว่างความลึก (D) และความเร็วการไหล (V)	ค่าระดับน้ำท่วมสูงที่สุด	ค่าความเร็วการไหลสูงที่สุด
H1	$D \cdot V \leq 0.3$	0.3	2.0
H2	$D \cdot V \leq 0.6$	0.5	2.0
H3	$D \cdot V \leq 0.6$	1.2	2.0
H4	$D \cdot V \leq 1.0$	2.0	2.0
H5	$D \cdot V \leq 4.0$	4.0	2.0
H6	$D \cdot V \leq 4.0$	-	-

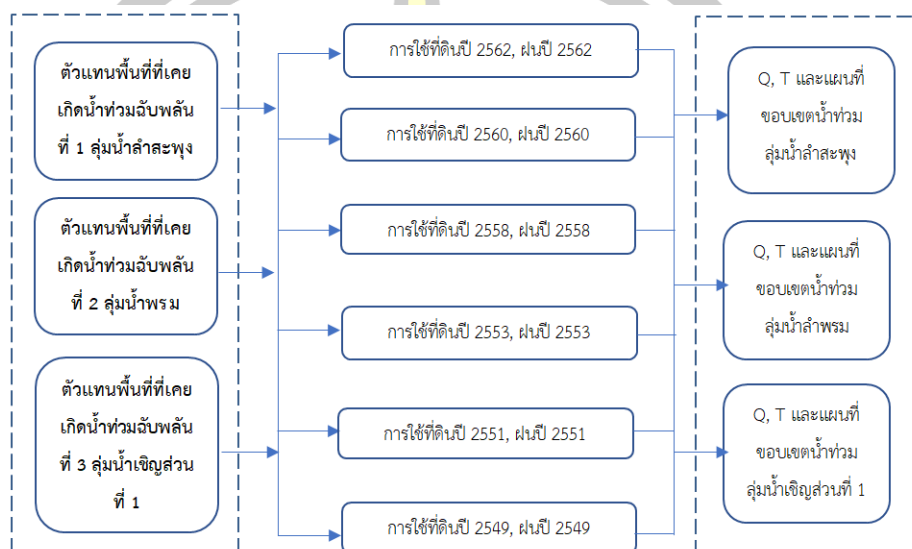


ภาพประกอบที่ 37 การนำเกณฑ์การจำแนกระดับความอันตรายจากน้ำท่วมมาเขียนเป็น Scripts ใน Ras Mapper เพื่อสร้างแผนที่ความอันตรายจากน้ำท่วม

3.3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนที่มีผลต่อการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน

พื้นที่รับน้ำ ปริมาณน้ำฝน และระบบน้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อน้ำท่วมฉับพลัน การเปลี่ยนแปลงในเรื่องนี้สามารถเพิ่มความเสี่ยงให้เกิดน้ำท่วมได้ ดังนั้น การจัดการที่ดินและระบบระบายน้ำเป็นสิ่งสำคัญในการลดความเสี่ยงจากน้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มเสี่ยง งานวิจัยนี้จึงได้ใช้ข้อมูลการ

เปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินแต่ละปีเป็นชุดเดียวกันกับหัวข้อ 3.2 แต่เปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝน โดยใช้ข้อมูลแผนที่ใช้ประโยชน์ที่ดินเฉพาะในปี พ.ศ. 2564 และเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนตามปีต่างๆ ได้แก่ปี พ.ศ. 2562, 2560, 2558, 2553, 2551 และ 2549 ตามแสดงในภาพประกอบที่ 38 โดยจะอธิบายขั้นตอนในการดำเนินจำลองสถานการณ์คล้ายคลึงในหัวข้อ 3.2.1-3.2.3 ต่อไป



ภาพประกอบที่ 38 การใช้ที่ดินแต่ละปีกับฝนปีการใช้ที่ดินของตัวแทนพื้นที่ที่เคยเกิดน้ำท่วมฉับพลันทั้ง 3 กลุ่มน้ำ

3.4 แนวทางการควบคุมและป้องกันการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน

แนวทางการควบคุมและป้องกันการเกิดน้ำท่วมฉับพลันอย่างมีประสิทธิภาพในบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินมากจำเป็นต้องอาศัยความรู้และข้อมูลที่มีให้มากพอและต้องใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการสำรวจและวิเคราะห์สภาพแวดล้อมของพื้นที่นั้น ซึ่งถือว่าขั้นตอนนี้อาจจะต้องตรวจสอบและวางแผนสำหรับงานวิจัย เพื่อพัฒนาแนวทางการควบคุมและป้องกันการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน ดังต่อไปนี้

1 วิเคราะห์ข้อมูลสภาพแวดล้อม โดยเริ่มจากการรวบรวมข้อมูลของพื้นที่ศึกษา เช่น ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ปริมาณฝน พื้นที่เปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ข้อมูลสภาพแวดล้อมรายละเอียดเพื่อเข้าใจสภาพแวดล้อมที่ส่งผลต่อน้ำท่าสูงสุด

2 ใช้แบบจำลองทางวิศวกรรมด้านน้ำ เช่น HEC-RAS เพื่อจำลองกรณีการท่วมของน้ำ การใช้แบบจำลองนี้จะช่วยให้สามารถทดลองแต่ละสถานการณ์เพื่อคำนวณปริมาณน้ำท่าและการกระจายตัวของน้ำท่วม

3 ประเมินความเสี่ยง ซึ่งจะต้องคำนวณความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมและความรุนแรงของน้ำท่าสูงสุดในบริเวณลุ่มน้ำแตกต่างกัน โดยพิจารณาปัจจัยที่อาจส่งผลกระทบต่อการท่วมอย่างรวดเร็ว ซึ่งอาจเป็นการใช้ที่ดิน การสะสมของน้ำ หรือรูปแบบการใช้ที่ดิน

4 พัฒนาแนวทางการควบคุมและป้องกัน ซึ่งจะต้องพิจารณาวิธีที่เริ่มต้นสรุปและวิเคราะห์ข้อมูล วางแผนการควบคุมการใช้ที่ดินที่มีผลต่อการเกิดน้ำท่วมและเตรียมแนวทางการป้องกันการเกิดน้ำท่วม และอาจต้องพิจารณาการสร้างสิ่งก่อสร้าง ต่าง ๆ เช่น ระบบระบายน้ำและกักน้ำของที่ให้คำแนะนำในการลดความเสี่ยง

5 ทดสอบและปรับแก้ งานวิจัยหรือผู้มีส่วนเกี่ยวข้องควรทดลองด้วยการป้องกันและควบคุมการเกิดน้ำท่วมตามแนวทางที่งานวิจัยพัฒนาและรับข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแนวทางตามผลการทดลอง

6 เสนอแนวทางการควบคุมและป้องกันน้ำท่วมฉับพลันโดยพิจารณาจากการดำเนินการข้อ 1- 5 ทั้งนี้เพื่อลดความเสี่ยงจากน้ำท่วมฉับพลันในพื้นที่ ซึ่งจัดว่าเป็นเรื่องมีความสำคัญและเป็นเรื่องที่น่ากังวลอย่างยิ่ง และการประเมินน้ำท่าในพื้นที่ดังกล่าวมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการป้องกันและการจัดการอย่างมีประสิทธิภาพ



บทที่ 4

ผลการดำเนินการวิจัย

ในบทนี้เป็นการอธิบายถึงผลการวิจัยและการอภิปรายผลการวิจัย เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ต่อเนื่องจึงจะอธิบายถึงผลการวิจัยและการอภิปรายดังหัวข้อต่อไปนี้

- ผลประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง SWAT และแบบจำลอง HEC-RAS
- ผลการประเมินการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและปริมาณฝนที่ก่อให้เกิดน้ำท่วมฉับพลัน
- ผลการประเมินการใช้ที่ดินแต่ละปีกับปริมาณน้ำฝนของการใช้ที่ดิน
- ผลการศึกษาการประเมินปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ที่เกิดน้ำท่วมฉับพลัน เพื่อนำมามาตรการการควบคุมการใช้ที่ดินที่มีผลต่อการเสี่ยงการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน

4.1 ผลประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง SWAT และแบบจำลอง HEC-RAS

4.1.1 ผลประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง SWAT

การหาคำตอบที่ดีที่สุดที่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำท่าที่ใช้แบบจำลอง SWAT คำนวณนั้น งานวิจัยนี้ได้ใช้ SWAT-CUP ในการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดจำนวน 8 ค่า ในช่วงเวลาสถานการณ์น้ำท่วม ซึ่งให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดได้ใกล้เคียงกับข้อมูลสถานีวัดน้ำท่าที่ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำลุ่มน้ำลำสะพุง (E83) ลุ่มน้ำพรม (E93) และลุ่มน้ำเชิงสูงส่วนที่ 1 (E85) ในปีเหตุการณ์ที่เกิดน้ำท่วมฉับพลัน คือ ปี พ.ศ. 2564 ดังแสดงในตารางที่ 8 พบว่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดที่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำท่าที่คำนวณโดยแบบจำลอง SWAT ซึ่งในการวิเคราะห์ความแม่นยำของแบบจำลอง โดยพิจารณาจากช่วงการสอบเทียบคือเดือนมกราคมถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2564 (ช่วงของฤดูแล้งถึงฤดูฝน) ส่วนช่วงการตรวจสอบ คือเดือนตุลาคม – ธันวาคม พ.ศ. 2564 (ช่วงฤดูฝนถึงฤดูแล้ง) ร่วมกับการวิเคราะห์ดัชนีทางสถิติ อยู่ในระดับดีทั้ง 3 ลุ่มน้ำ จากผลการจำลองปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลอง SWAT และเปรียบเทียบปริมาณน้ำจากข้อมูลการบันทึกการไหลในลำน้ำรายวัน ดังแสดงในตารางที่ 9 และภาพประกอบที่ 39 ถึงภาพประกอบที่ 42 โดยที่

1 ลุ่มน้ำลำสะพุง มีผลรวมปริมาณน้ำท่ารายปีอยู่ที่ 4,152.89 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งอยู่ต่ำกว่าผลรวมรายปีจากสถานีวัดน้ำท่า E83 ที่ 22.7% (ค่า $R^2 = 0.84$, 0.60 ค่า PBIAS= 40.80%, 12.81%

ค่า RMSE=15.61, 21.57 และค่า NSE=0.654, 0.608) ในการศึกษาการพิจารณาระยะเวลาที่ครอบคลุมทั้งเหตุการณ์น้ำท่วมและภัยแล้ง ในระดับรายวันในปี พ.ศ. 2564 โดยแยกเป็นวันเปรียบเทียบ 274 วัน คิดเป็น 74.9% และวันตรวจสอบ 92 วัน คิดเป็น 24.1% ซึ่งเป็นเหตุผลสำคัญในการเลือกช่วงการเปรียบเทียบและการตรวจสอบความถูกต้องที่นำมาพิจารณา

2 กลุ่มน้ำพรหม มีผลรวมปริมาณน้ำท่ารายปีอยู่ที่ 6,080.561 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งอยู่สูงกว่าผลรวมรายปีจากสถานีวัดน้ำท่า E93 ที่ 20.1% (ค่า $R^2 = 0.88$, 0.82 ค่า PBIAS= 5.31% ,57.02% ค่า RMSE=7.95, 23.20 และค่า NSE=0.874, 0.737) ในการศึกษาการพิจารณาระยะเวลาที่ครอบคลุมทั้งเหตุการณ์น้ำท่วมและภัยแล้ง ในระดับรายวันในปี พ.ศ. 2564 โดยแยกเป็นวันเปรียบเทียบ 274 วัน คิดเป็น 74.9% และวันตรวจสอบ 92 วัน คิดเป็น 24.1% ซึ่งเป็นเหตุผลสำคัญในการเลือกช่วงการเปรียบเทียบและการตรวจสอบความถูกต้องที่นำมาพิจารณา

3 กลุ่มน้ำเชิญส่วนที่ 1 มีผลรวมปริมาณน้ำท่ารายปีอยู่ที่ 7,391.60 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งอยู่สูงกว่าผลรวมรายปีจากสถานีวัดน้ำท่า E85 ที่ 23.9% (ค่า $R^2 = 0.79$, 0.74 ค่า PBIAS= 10.62%, 44.63% ค่า RMSE=15.37, 33.91 และค่า NSE=0.783, 0.205) ในการศึกษาการพิจารณาระยะเวลาที่ครอบคลุมทั้งเหตุการณ์น้ำท่วมและภัยแล้ง ในระดับรายวันในปี พ.ศ. 2564 โดยแยกเป็นวันเปรียบเทียบ 274 วัน คิดเป็น 74.9% และวันตรวจสอบ 92 วัน คิดเป็น 24.1% ซึ่งเป็นเหตุผลสำคัญในการเลือกช่วงการเปรียบเทียบและการตรวจสอบความถูกต้องที่นำมาพิจารณา

ตารางที่ 8 แสดงค่าผลลัพธ์ที่ดีที่สุดที่ได้จากการการคำนวณของแบบจำลอง จำนวน 8 พารามิเตอร์ ในรอบการคำนวณ 500 รอบ

ลำดับ	พารามิเตอร์	คำอธิบาย	ชนิดไฟล์	ช่วงอันดับ	ค่าที่เหมาะสมที่สุด		
					E.83	E.93	E.85
1	Cn2	ค่าสัมประสิทธิ์ในลำน้ำที่ความชื้นในดินระดับที่สอง (Initial curve number (II) value)	.Mgt	-0.1 – 0.1	0.04576	0.0458	0.00938
2	Sol_Awc	ค่าปริมาณน้ำที่ดินสามารถเก็บไว้ได้ Available water capacity [(mm water) (mmsoil)-1]	.Soil	0 – 0.7	0.7476	0.7476	0.6941
3	Esco	ค่าชดเชยจากการระเหยของน้ำในดิน (Soil evaporation compensation factor)	.hru	0 – 0.2	-5.67	-5.67	0.19005

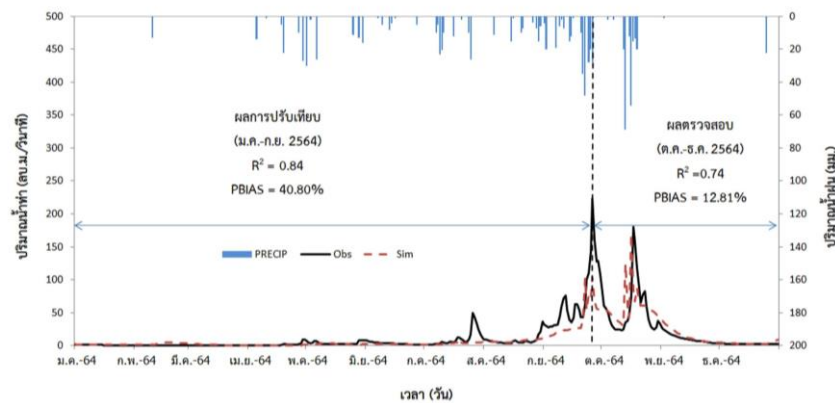
ลำดับ	พารามิเตอร์	คำอธิบาย	ชนิดไฟล์	ช่วงอันดับ	ค่าที่เหมาะสมที่สุด		
					E.83	E.93	E.85
4	Gwqmn	ค่าระดับความลึกเริ่มต้นในการไหลของชั้นให้น้ำใต้ดินระดับตื้น (Threshold water depth in the shallow aquifer for flow [mm])	.gw	0 - 500	500	500	500
5	Gw_Revap	ค่าสัมประสิทธิ์น้ำใต้ดินที่ไหลออกจากชั้น shallow aquifer ไปสู่ชั้นเขตรากพืช (Groundwater 'revap' coefficient)	.gw	0.6 - 0.95	0.191	0.191	0.7614
6	CH_N2	ค่าความสามารถนำน้ำของดิน (Manning's N value for the main channel)	.rte	0 - 0.3	0.6	0.6	0.0999
7	Gw_Delay	ค่าการหน่วงเวลาการไหลของน้ำใต้ดิน Groundwater delay [days]	.gw	-15 - 15	0.6941	0.6941	0.57
8	Alpha_Bf	ค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงการไหลพื้นฐานในชั้นให้น้ำใต้ดิน Baseflow alpha factor [days]	.gw	0 - 1	0.0555	0.0555	0.7476

จากตารางที่ 8 ในการวิเคราะห์แบบจำลองน้ำทำด้วย SWAT-CUP ที่ดำเนินการศึกษาพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่มีผลต่อความสมจริงของแบบจำลอง พบว่ามีพารามิเตอร์ที่มีผลต่อแบบจำลองมากที่สุดคือ Gwqmn ซึ่งเป็นตัวแปรที่มีผลกระทบโดดเด่นต่อกระบวนการระบายน้ำในลุ่มน้ำที่เป็นวัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ การปรับค่า Gwqmn สามารถมีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อการจำลองพฤติกรรมน้ำในลุ่มน้ำ โดยที่ Gw_Revap และ Alpha_Bf, พารามิเตอร์เหล่านี้ก็มีความสำคัญในการสื่อสารข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการการระบายน้ำและการกระจายของน้ำฝนในลุ่มน้ำ Gw_Revap มีค่า P-Value ที่ต่ำและ T-Stat ที่สูง แสดงถึงความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญทางสถิติและมีผลต่อแบบจำลอง ในทางเดียวกัน Alpha_Bf ก็เป็นพารามิเตอร์ที่มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อแบบจำลอง เนื่องจากมี P-Value ที่ต่ำและ T-Stat ที่สูง ดังนั้น การปรับค่า Gwqmn Gw_Revap และ Alpha_Bf จึงเป็นขั้นตอนสำคัญในการปรับแต่งแบบจำลอง SWAT-CUP เพื่อให้ได้ผลการจำลองที่มีความสอดคล้องมากที่สุดกับพฤติกรรมน้ำที่สมจริงในลุ่มน้ำที่เป็นตัวแทนพื้นที่ทั้ง 3 แบบ

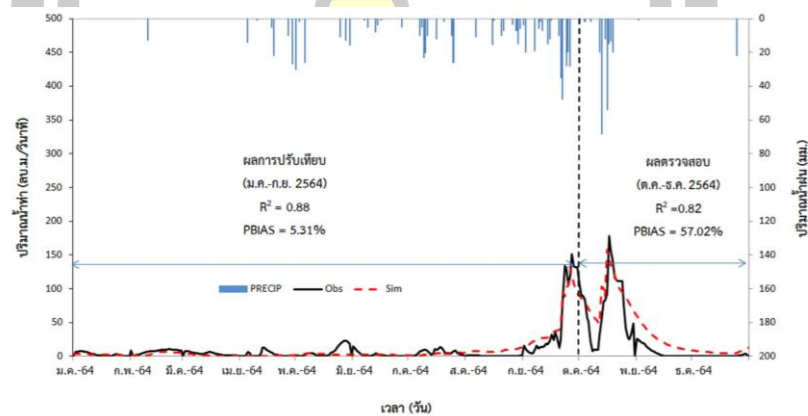
ตารางที่ 9 ดัชนีวัดผลประสิทธิภาพของแบบจำลอง SWAT

ลุ่มน้ำ	ช่วง	ปี (พ.ศ.)	ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย (ลบ.ม.)		ดัชนี			
			Observe	SWAT	R ²	PBIAS	RMSE	NSE
ลำสะพุง	เปรียบเทียบ	มกราคม – กันยายน 2564	2977.83	1762.78	0.84	24.8%	15.61	0.654
	สอบเทียบ	ตุลาคม – ธันวาคม 2564	2118.65	2389.61	0.60	12.81%	21.57	0.608
	รวม	มกราคม – ธันวาคม 2564	5096.48	4152.39	0.65	17.31%	17.31	0.637
น้ำพรหม	เปรียบเทียบ	มกราคม – กันยายน 2564	2478.59	2347.074	0.88	5.31%	7.95	0.874
	สอบเทียบ	ตุลาคม – ธันวาคม 2564	4856.31	3733.487	0.82	57.02%	23.20	0.737
	รวม	มกราคม – ธันวาคม 2564	2377.72	6080.561	0.81	25.21%	13.53	0.795
ลำน้ำเชิญ ส่วนที่ 1	เปรียบเทียบ	มกราคม – กันยายน 2564	3646.84	4034.21	0.79	10.62%	15.37	0.783
	สอบเทียบ	ตุลาคม – ธันวาคม 2564	2316.92	3357.38	0.74	44.63%	33.91	0.205
	รวม	มกราคม – ธันวาคม 2564	5963.76	7391.60	0.72	23.83%	21.60	0.604

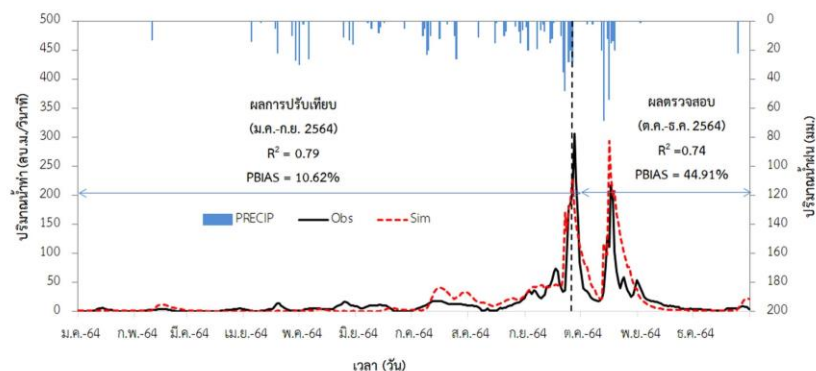
จากตารางที่ 9 พบว่า ลุ่มน้ำลำสะพุง ผลรวมปริมาณน้ำท่ารายปีคือ 4,152.89 ลบ.ม., ต่ำกว่าสถานี E83 22.7%, โดย SWAT-CUP ให้ผลลัพธ์ที่ดี ($R^2=0.84$, PBIAS=40.80%, RMSE=15.61, NSE=0.654) ลุ่มน้ำพรหม: ผลรวมปริมาณน้ำท่ารายปีคือ 6,080.56 ลบ.ม. สูงกว่าสถานี E93 20.1%, SWAT-CUP ให้ผลลัพธ์ดี ($R^2=0.88$, PBIAS=5.31% RMSE=7.95 NSE=0.874) ลุ่มน้ำเชิญส่วนที่ 1: ผลรวมปริมาณน้ำท่ารายปีคือ 7,391.60 ลบ.ม. สูงกว่าสถานี E85 23.9%, SWAT-CUP ให้ผลลัพธ์ดี ($R^2=0.79$ PBIAS=10.62% RMSE=15.37 NSE=0.783) และแสดงผลการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการไหลในลำน้ำจากการจำลองกับปริมาณการไหลในลำน้ำจากการวัด (รายวัน) ดังแสดงในรูปที่ 39-42



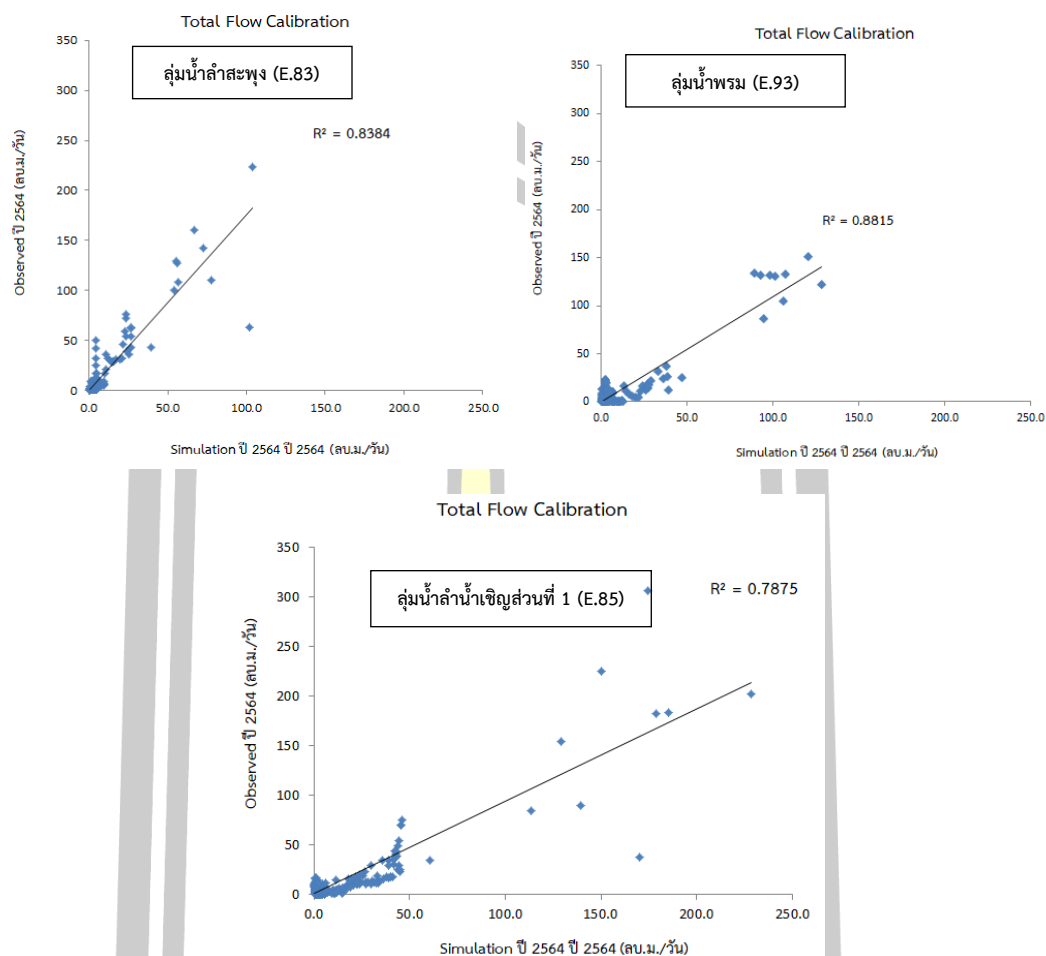
ภาพประกอบที่ 39 แสดงผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจากข้อมูลการบันทึกการไหลในลำน้ำรวม ปี พ.ศ. 2564 และปริมาณน้ำจากข้อมูลการไหลจากแบบจำลอง ณ สถานี E.83



ภาพประกอบที่ 40 แสดงผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจากข้อมูลการบันทึกการไหลในลำน้ำรวม ปี พ.ศ. 2564 และปริมาณน้ำจากข้อมูลการไหลจากแบบจำลอง ณ สถานี E.93



ภาพประกอบที่ 41 แสดงผลการเปรียบเทียบปริมาณน้ำจากข้อมูลการบันทึกการไหลในลำน้ำรวม ปี พ.ศ. 2564 และปริมาณน้ำจากข้อมูลการไหลจากแบบจำลอง ณ สถานี E.85



ภาพประกอบที่ 42 กราฟแสดงผลการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการไหลในลำน้ำจากการจำลองกับปริมาณการไหลในลำน้ำจากการวัด (รายวัน) ปี พ.ศ. 2564 ณ สถานีวัด E.83 E.85 และ E.93

4.1.2 ผลการประเมินสภาพน้ำท่วมด้วยแบบจำลอง HEC-RAS

การสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลอง HEC-RAS จะดำเนินการโดยการปรับแก้ค่า Manning's n ของลำน้ำและพื้นที่ราบริมฝั่งลำน้ำ (ใน 2D area) โดยจะแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ การสอบเทียบและตรวจสอบค่าระดับน้ำ และการสอบเทียบและตรวจสอบขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม โดยมีรายละเอียดและผลลัพธ์ของการสอบเทียบดังต่อไปนี้

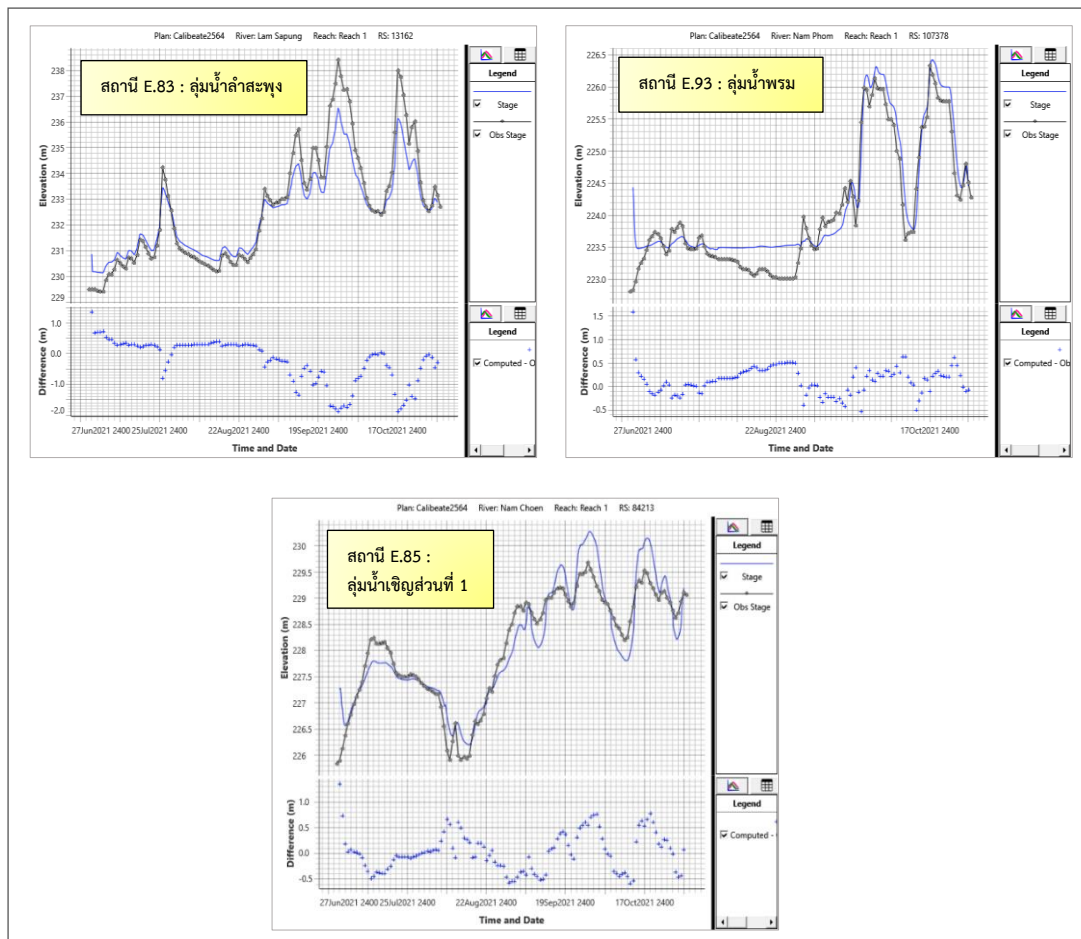
1 การสอบเทียบและตรวจสอบค่าระดับน้ำ

ทำการสอบเทียบและตรวจสอบค่าระดับน้ำจำนวน ณ สถานีวัดน้ำของกรมชลประทานในแต่ละกลุ่มน้ำจำนวน 3 สถานี ได้แก่ 1) กลุ่มน้ำลำสะพุง สถานีวัดน้ำ E.83 2) กลุ่มน้ำพรม สถานีวัดน้ำ E.93

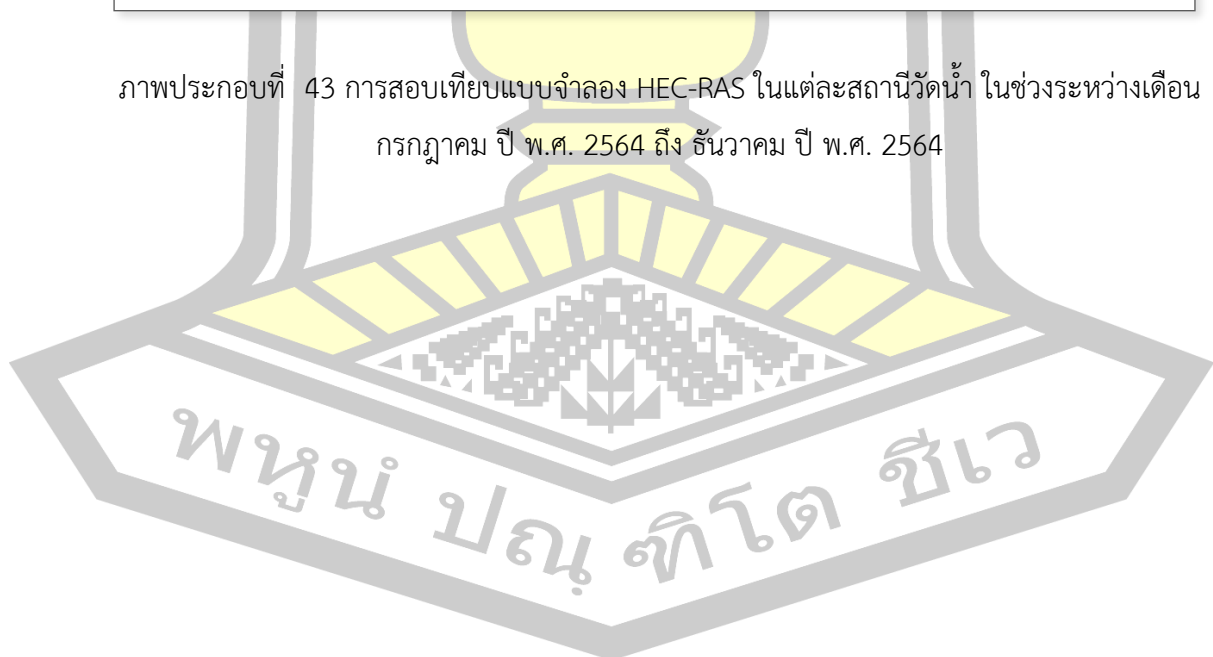
และ 3) กลุ่มน้ำเชิญ สถานีวัดน้ำ E.85 โดยได้ทำการปรับค่า Manning' N ในแบบจำลองเพื่อทำการ
 สอบเทียบ แล้วนำผลลัพธ์ค่าระดับน้ำจากแบบจำลองมาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการตรวจวัดระดับ
 น้ำจริง ณ สถานีวัดน้ำ ในแบบรายวัน ระหว่างช่วงเดือนกรกฎาคม ปี พ.ศ. 2564 ถึง เดือนตุลาคม ปี
 พ.ศ. 2564 ซึ่งเป็นปีที่เกิดน้ำท่วมในระดับที่รุนแรง จากนั้นนำค่า Manning' N ที่ผ่านการสอบเทียบ
 มาตรวจสอบแบบจำลองอีกครั้ง ในช่วงเดือนกรกฎาคม ปี พ.ศ. 2553 ถึง เดือนตุลาคม ปี พ.ศ. 2553

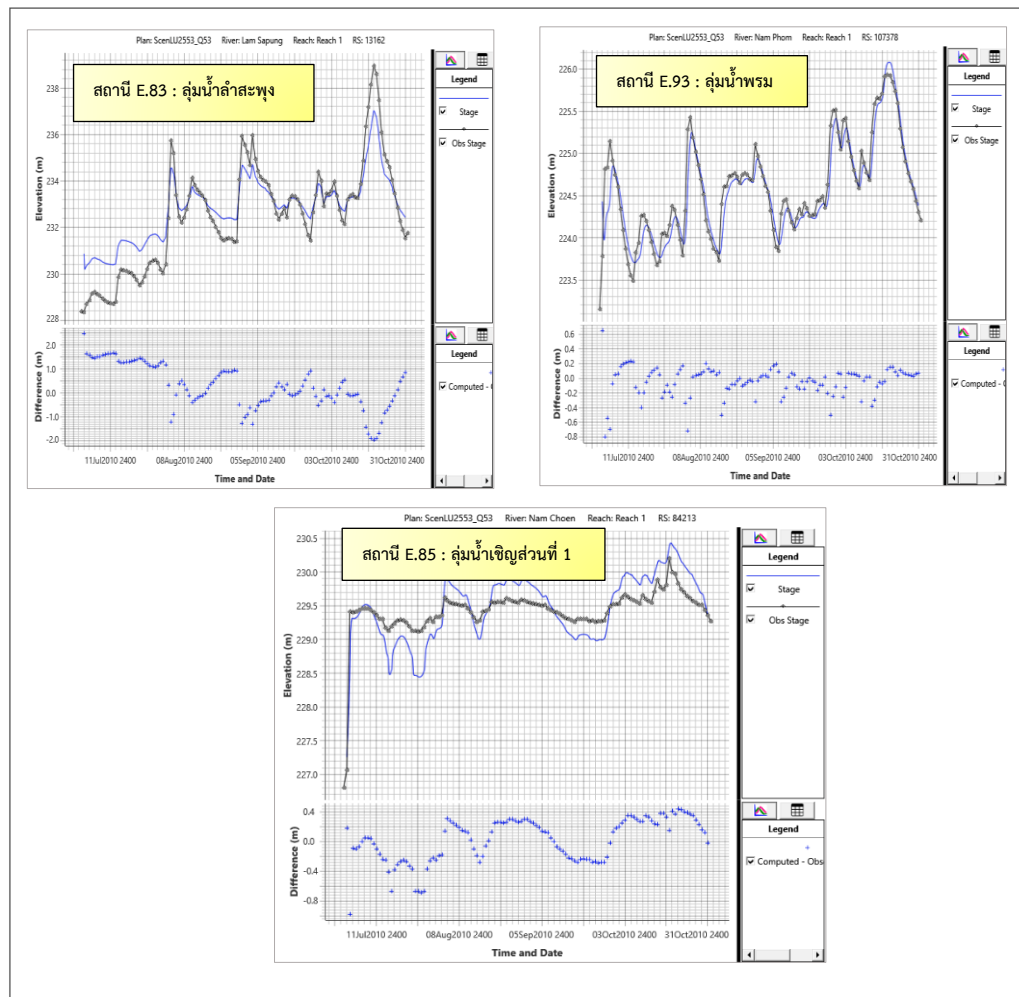
ผลการสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลองแสดงผลลัพธ์ในภาพประกอบที่ 43 และภาพที่
 ภาพประกอบที่ 4.16 และได้ค่าทางสถิติ R^2 และ NSE ของการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำที่คำนวณได้
 จากแบบจำลอง HEC-RAS กับค่าระดับน้ำที่ได้จากการตรวจวัดดังแสดงในตารางที่ 10 ซึ่งค่าทางสถิติ
 R^2 และ NSE ที่มากกว่า 0.600 และค่า P-BIAS น้อยกว่า $\pm 15\%$ จะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์
 ระหว่างค่าระดับน้ำที่อยู่ในเกณฑ์ที่ดีมากและยอมรับได้ตามมาตรฐานสากล (Moriassi et al., 2007)





ภาพประกอบที่ 43 การสอบเทียบแบบจำลอง HEC-RAS ในแต่ละสถานีวัดน้ำ ในช่วงระหว่างเดือนกรกฎาคม ปี พ.ศ. 2564 ถึง ธันวาคม ปี พ.ศ. 2564





ภาพประกอบที่ 44 ตรวจสอบแบบจำลอง HEC-RAS ในแต่ละสถานีวัดน้ำ ในช่วงระหว่างเดือน
กรกฎาคม ปี พ.ศ. 2553 ถึง ธันวาคม ปี พ.ศ. 2553

ตารางที่ 10 ค่าทางสถิติ R^2 และ NSE จากการสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลองในแต่ละสถานีวัด
น้ำ

ค่าทางสถิติ	สอบเทียบแบบจำลอง (Calibrations)			ตรวจสอบแบบจำลอง (Validations)		
	E.83	E.93	E.85	E.83	E.93	E.85
R^2	0.993	0.913	0.880	0.993	0.874	0.745
NSE	0.892	0.893	0.868	0.822	0.868	0.653
P-BIAS	-0.10%	+0.06%	+0.01%	-0.12%	-0.02%	+0.01%

2 การสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลอง HEC-RAS โดยใช้ขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม

โดยการสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลอง HEC-RAS โดยใช้ขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม จะทำการใช้ข้อมูลขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจาก GISTDA โดยในการสอบเทียบแบบจำลองใช้ข้อมูลจากดาวเทียม COSMO-SkyMed-4 ซึ่งบันทึกข้อมูลวันที่ 27 กันยายน พ.ศ. 2564 เวลา 05.58 น. มาเปรียบเทียบกับขอบเขตพื้นที่น้ำในช่วงเวลาเดียวกันที่ได้จากแบบจำลอง HEC-RAS ดังแสดงในภาพประกอบที่ 39 ได้ค่าความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่ Relative Error (RE) และ F-statistics เท่ากับ 0.41 และ 46.57% ตามลำดับ ซึ่งค่าผลลัพธ์ทางสถิตินี้ยังไม่มีเกณฑ์สำหรับการแบ่งช่วงความน่าเชื่อถือที่ชัดเจน

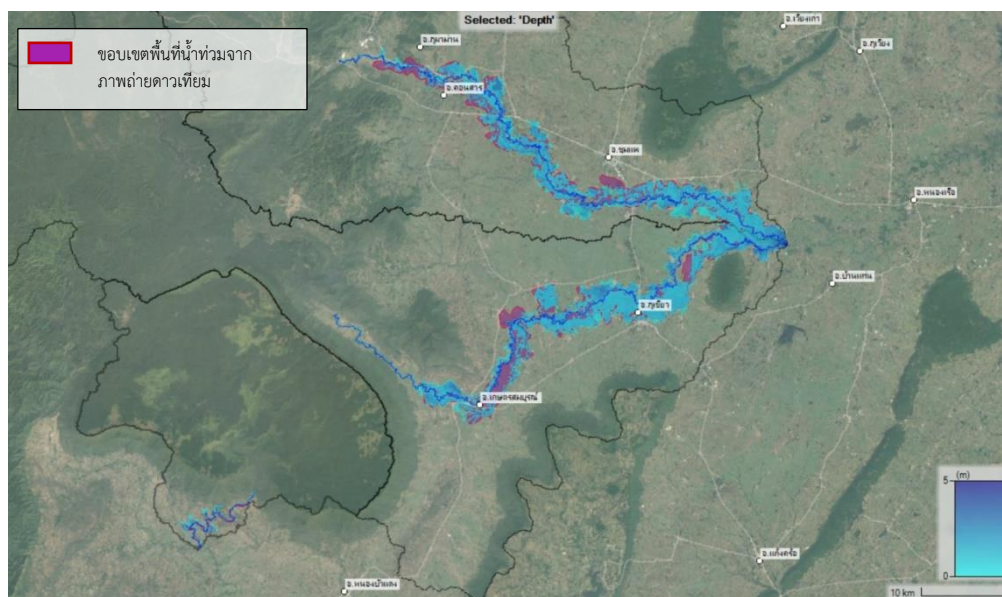
ส่วนการตรวจสอบแบบจำลองใช้ข้อมูลจากดาวเทียม ALOS ระบบ PALSAR ซึ่งบันทึกข้อมูลวันที่ 20 ตุลาคม พ.ศ. 2553 เวลา 22.39 น. มาเปรียบเทียบกับขอบเขตพื้นที่น้ำในช่วงเวลาเดียวกันที่ได้จากแบบจำลอง HEC-RAS เช่นกัน ดังแสดงในภาพประกอบที่ 40 ได้ค่าความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่ Relative Error (RE) และ F-statistics เท่ากับ 0.53 และ 42.19% ตามลำดับ

$$RE = \frac{|X_0 - X_p|}{X_0} \quad (4.1)$$

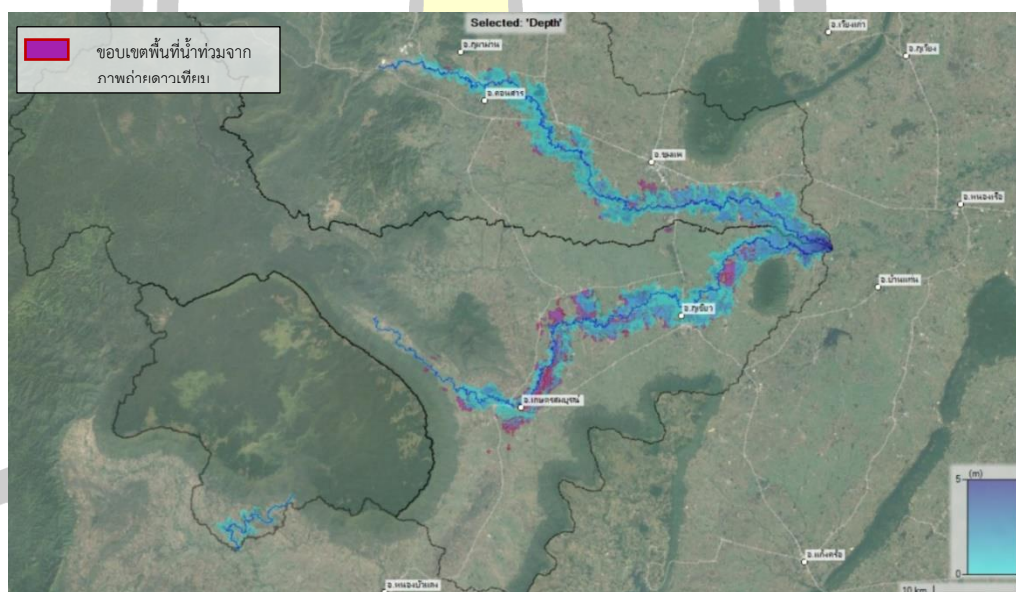
$$F_s = \frac{X_{op}}{X_0 + X_p + X_{op}} \times 100 \quad (4.2)$$

โดยที่	RE	คือ	ความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์
	X_0	คือ	พื้นที่น้ำท่วมจากภาพถ่ายดาวเทียม
	X_p	คือ	พื้นที่น้ำท่วมจากแบบจำลอง
	F_s	คือ	ค่า F-statistics
	X_{op}	คือ	พื้นที่ซ้อนทับกันของพื้นที่น้ำท่วมจากภาพถ่ายดาวเทียม และจากการจำลองสภาพ

พจน ปรณ จิตโต ชีเว



ภาพประกอบที่ 45 การสอบเทียบขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม วันที่ 27 กันยายน พ.ศ. 2564
จากแบบจำลอง HEC-RAS และจากภาพถ่ายดาวเทียมของ GISTDA



ภาพประกอบที่ 46 การตรวจสอบขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม วันที่ 20 ตุลาคม พ.ศ. 2553
จากแบบจำลอง HEC-RAS และจากภาพถ่ายดาวเทียมของ GISTDA

จาก 4.1.1 และ 4.1.2 ได้ผลประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง SWAT ระหว่างปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลองกับข้อมูลปริมาณน้ำท่าจากการตรวจวัด ทั้ง 3 ลุ่มน้ำ โดยมีการปรับแก้พารามิเตอร์ที่ใช้สร้างแบบจำลองทางอุทกวิทยา ให้ค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจ (R^2) ที่บ่งบอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดกับแบบจำลองอยู่ในระดับดี นอกจากนี้แบบจำลองมีค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (RMSE) ซึ่งถือว่าข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่ได้จากแบบจำลองมีค่าไม่แตกต่างกับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดนัก ค่าสัมประสิทธิ์ของ Nash Suttcliffe (Nash-Suttcliffe efficiency, NSE) ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ได้จากการวัดดีกว่าค่าที่ได้จากแบบจำลองและ ค่าร้อยละความเอนเอียงของการประมาณ (PBIAS) อยู่ในเกณฑ์ความเอนเอียงที่ยอมรับได้ และผลประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง HEC-RAS มีผลการสอบเทียบและตรวจสอบแบบจำลอง HEC-RAS ซึ่งดำเนินการโดยการปรับแก้ค่า Manning's n ของลำน้ำและพื้นที่ราบริมฝั่งลำน้ำ (ใน 2D area) โดยแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ 1) ผลการสอบเทียบค่าระดับน้ำ ได้ค่าทางสถิติ R^2 และ NSE ที่มากกว่า 0.600 และค่า P-BIAS น้อยกว่า $\pm 15\%$ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับน้ำที่อยู่ในเกณฑ์ที่ดีมากและยอมรับได้ตามมาตรฐานสากล

จากผลประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง SWAT และแบบจำลอง HEC-RAS ในหัวข้อ 4.1.1 และ 4.1.2 ในการประเมินสภาพน้ำท่วมจากปริมาณน้ำท่าได้แบ่งการจำลองออกเป็น 2 กรณี คือ 1) กรณีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและปริมาณฝนที่ก่อให้เกิดน้ำท่วมฉับพลัน โดยจำลองสภาพน้ำท่วมจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอดีต 2) กรณีการใช้ที่ดินแต่ละปีกับปริมาณน้ำฝนของการใช้ที่ดิน โดยจำลองเหตุการณ์น้ำท่วมที่ผ่านมาในอดีต โดยในแต่ละกรณีจำลองจะทำการประเมินขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม และความอันตรายจากน้ำท่วม (Flood Hazard) จากผลการจำลองด้วยแบบจำลอง SWAT และแบบจำลอง HEC-RAS สามารถแสดงผลได้ในแต่ละกรณีจำลองได้ดังนี้ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.2 ผลการประเมินการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและปริมาณฝนที่ก่อให้เกิดน้ำท่วมฉับพลัน

4.2.1 ผลลัพธ์การประเมินปริมาณน้ำท่าด้วยแบบจำลอง SWAT

จากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและปริมาณฝนที่ก่อให้เกิดน้ำท่วมฉับพลัน โดยการจำลองสภาพน้ำท่วมจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอดีตเพื่อทำการประเมินหาปริมาณน้ำท่าสูงสุด โดยการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอดีตจำนวน 6 ปี ได้แก่ ปี พ.ศ.2562, 2560, 2558, 2553, 2551 และ 2549 ได้ผลลัพธ์การจำลองปริมาณน้ำท่าสูงสุด และสามารถแสดงรายละเอียดปริมาณน้ำท่าใน

อดีตโดยจำแนกตามประเภทของการใช้ที่ดินในแต่ละปีได้ดังตารางที่ 11 และในภาพประกอบที่ 47 ถึงภาพประกอบที่ 49

โดยจากผลลัพธ์ในตารางที่ 11 และในภาพประกอบที่ 47 ถึงภาพประกอบที่ 49 พบว่า แนวโน้มของปริมาณน้ำท่าสูงสุดในแต่ละลุ่มน้ำมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ จากการใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2549 จนถึง ปี พ.ศ.2562 โดยที่

1 ลุ่มน้ำลำสะพุง จากแบบจำลอง SWAT ในการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน 2562 และปริมาณน้ำฝนจากกรณีการเกิดน้ำท่วมฉับพลันปี พ.ศ. 2564 พบว่าปริมาณน้ำท่าสูงสุดมีค่าเท่ากับ 169.3 ลูกบาศก์เมตร จากนั้นคือผลจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในปีต่างๆ แต่ยังคงเป็นปริมาณน้ำฝนเดิม ซึ่งพบว่า การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน 2560, 2558, 2553, 2551 และ 2549 พบว่าปริมาณน้ำท่าสูงสุดมีค่าเท่ากับ 169.1, 169.1, 168.7, 168.0 และ 168.0 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับการใช้ที่ดินในอดีต

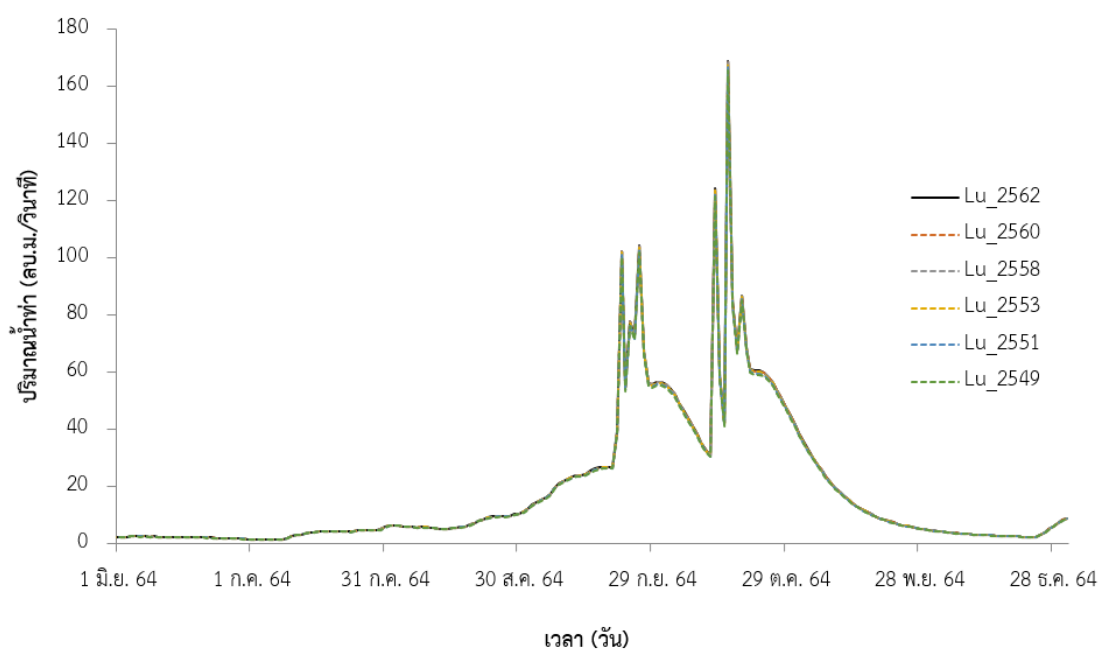
2 ลุ่มน้ำพรม จากแบบจำลอง SWAT ในการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน 2562 และปริมาณน้ำฝนจากกรณีการเกิดน้ำท่วมฉับพลันปี พ.ศ. 2564 พบว่าปริมาณน้ำท่าสูงสุดมีค่าเท่ากับ 157.5 ลูกบาศก์เมตร จากนั้นคือผลจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในปีต่างๆ แต่ยังคงเป็นปริมาณน้ำฝนเดิม ซึ่งพบว่า การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน 2560, 2558, 2553, 2551 และ 2549 พบว่าปริมาณน้ำท่าสูงสุดมีค่าเท่ากับ 156.6, 156.1, 156.0, 154.8 และ 154.8 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับการใช้ที่ดินในอดีต

3 ลุ่มน้ำเชิญส่วนที่ 1 จากแบบจำลอง SWAT ในการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน 2562 และปริมาณน้ำฝนจากกรณีการเกิดน้ำท่วมฉับพลันปี พ.ศ. 2564 พบว่าปริมาณน้ำท่าสูงสุดมีค่าเท่ากับ 299.8 ลูกบาศก์เมตร จากนั้นคือผลจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในปีต่างๆ แต่ยังคงเป็นปริมาณน้ำฝนเดิม ซึ่งพบว่า การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน 2560, 2558, 2553, 2551 และ 2549 พบว่าปริมาณน้ำท่าสูงสุดมีค่าเท่ากับ 299.0, 298.3, 296.3, 294.3 และ 293.3 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับการใช้ที่ดินในอดีต

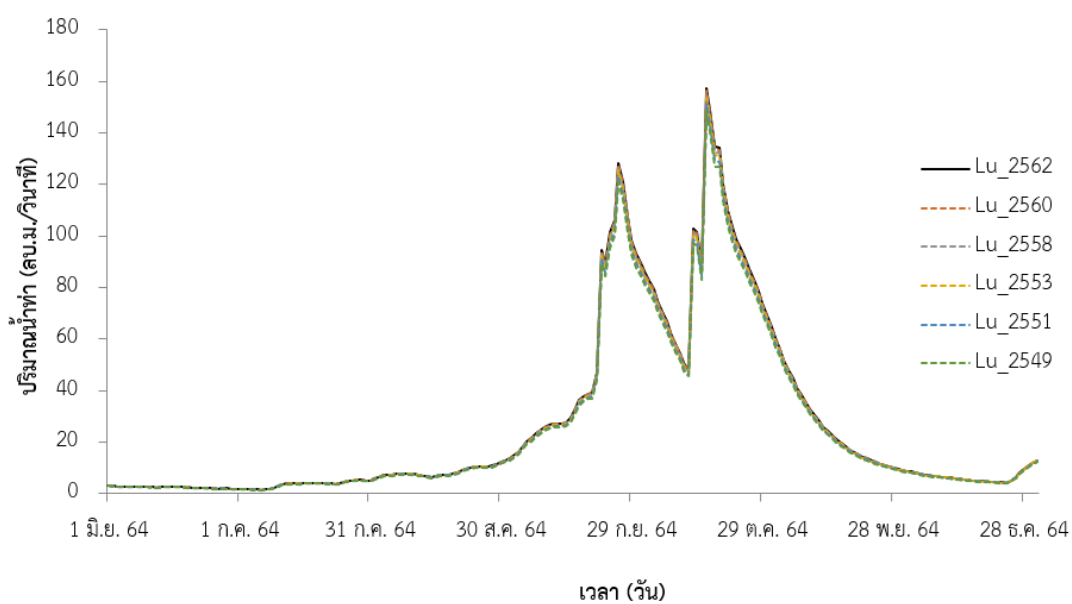
ตารางที่ 11 ปริมาณน้ำท่าสูงสุดของตัวแทนแต่ละลุ่มน้ำของการใช้ที่ดินและปริมาณฝนที่ส่งผลต่อการการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน

ลุ่มน้ำ	ฝนที่ส่งผลต่อ การการเกิดน้ำ ท่วมฉับพลัน ของลำสะพุงปี (พ.ศ.)	แผนที่การเปลี่ยนการ ใช้ที่ดิน (พ.ศ.)	ช่วงเวลาที่เกิด (วัน/เดือน)	ปริมาณน้ำท่าสูงสุด (ลบ.ม.)
ลุ่มน้ำลำสะพุง	2564	2562	10 ตุลาคม	169.3
		2560		169.1
		2558		169.1
		2551		168.7
		2558		168.0
		2549		168.0
ลุ่มน้ำพรม	2564	2562	10 ตุลาคม	157.5
		2560		156.6
		2558		156.1
		2551		156.0
		2558		154.8
		2549		154.8
ลุ่มน้ำเขื่อง ส่วนที่ 1	2564	2562	10 ตุลาคม	299.8
		2560		299.0
		2558		298.3
		2551		296.3
		2558		294.3
		2549		293.3

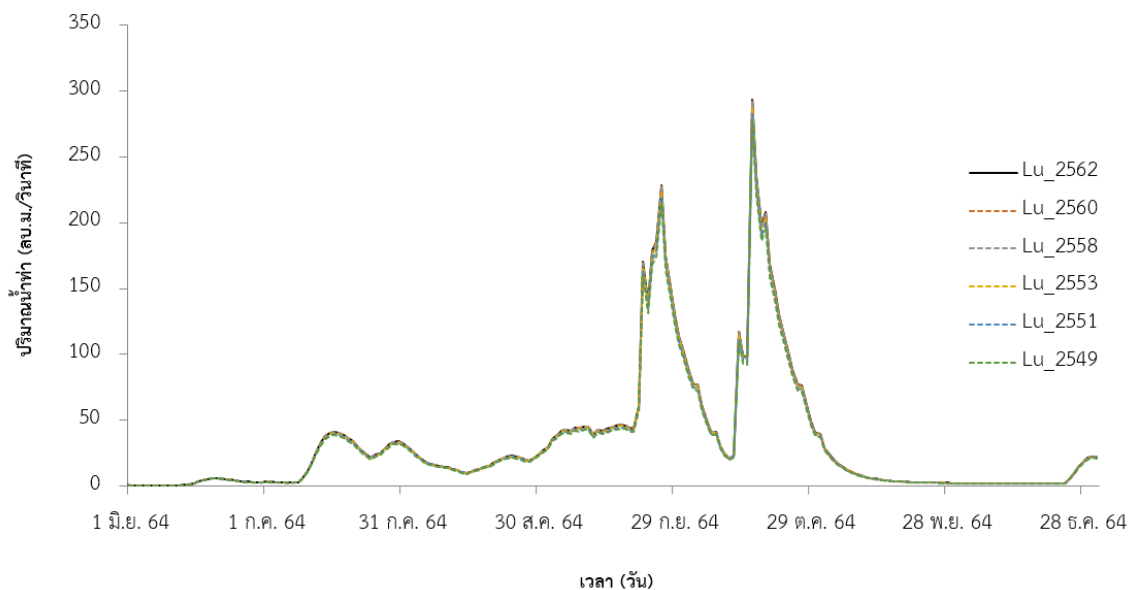
พหุ ประจักษ์ ชีวะ



ภาพประกอบที่ 47 ปริมาณน้ำท่าสูงสุดของการใช้ที่ดินแต่ละปีของลำสะพุง และฝนปี พ.ศ.2564



ภาพประกอบที่ 48 ปริมาณน้ำท่าสูงสุดของการใช้ที่ดินแต่ละปีของน้ำพรม และฝนปี พ.ศ.2564



ภาพประกอบที่ 49 ปริมาณน้ำท่าสูงสุดของการใช้ที่ดินแต่ละปีของลำน้ำเชิญ และฝนปี พ.ศ.2564

4.2.2 ผลลัพธ์การประเมินสภาพน้ำท่วมด้วยแบบจำลอง HEC-RAS

1 การประเมินขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม

จากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและปริมาณฝนที่ก่อให้เกิดน้ำท่วมฉับพลัน โดยจำลองสภาพน้ำท่วมจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอดีตเพื่อทำการประเมินหาขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่าสูงสุดปี พ.ศ.2564 จากแบบจำลอง SWAT มานำเข้าในแบบจำลอง HEC-RAS แล้วทำการจำลองโดยการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอดีตจำนวน 6 ปี ได้แก่ ปี พ.ศ.2562, 2560, 2558, 2553, 2551 และ 2549 ได้ผลลัพธ์การจำลองแผนที่ขอบเขตน้ำท่วมดังภาพประกอบที่ 44 และสามารถแสดงรายละเอียดขนาดพื้นที่น้ำท่วมโดยอดีตจำแนกตามประเภทของการใช้ที่ดินในแต่ละปี ได้ดังตารางที่ 10 และภาพประกอบที่ 45 ถึง ภาพประกอบที่ 47

โดยจากผลลัพธ์ในตารางที่ 12 และภาพประกอบที่ 50 ถึง ภาพประกอบที่ 53 พบว่า แนวโน้มของขนาดพื้นที่น้ำท่วมในแต่ละลุ่มน้ำมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ จากการใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2549 จนถึง ปี พ.ศ.2562 ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากพื้นที่ป่าไม้ กลายมาเป็นพื้นที่เกษตรกรรม โดยที่

1 กลุ่มน้ำลำสะพุง มีพื้นที่น้ำท่วม 3.10 ตร.กม. ในปี พ.ศ. 2549 และมีพื้นที่น้ำท่วม 3.18 ตร.กม. ในปี พ.ศ. 2562 เพิ่มขึ้น 0.08 ตร.กม. คิดเป็น 2.5% หรือคิดเป็นการเพิ่มขึ้นของพื้นที่น้ำท่วมปีละ 0.43%

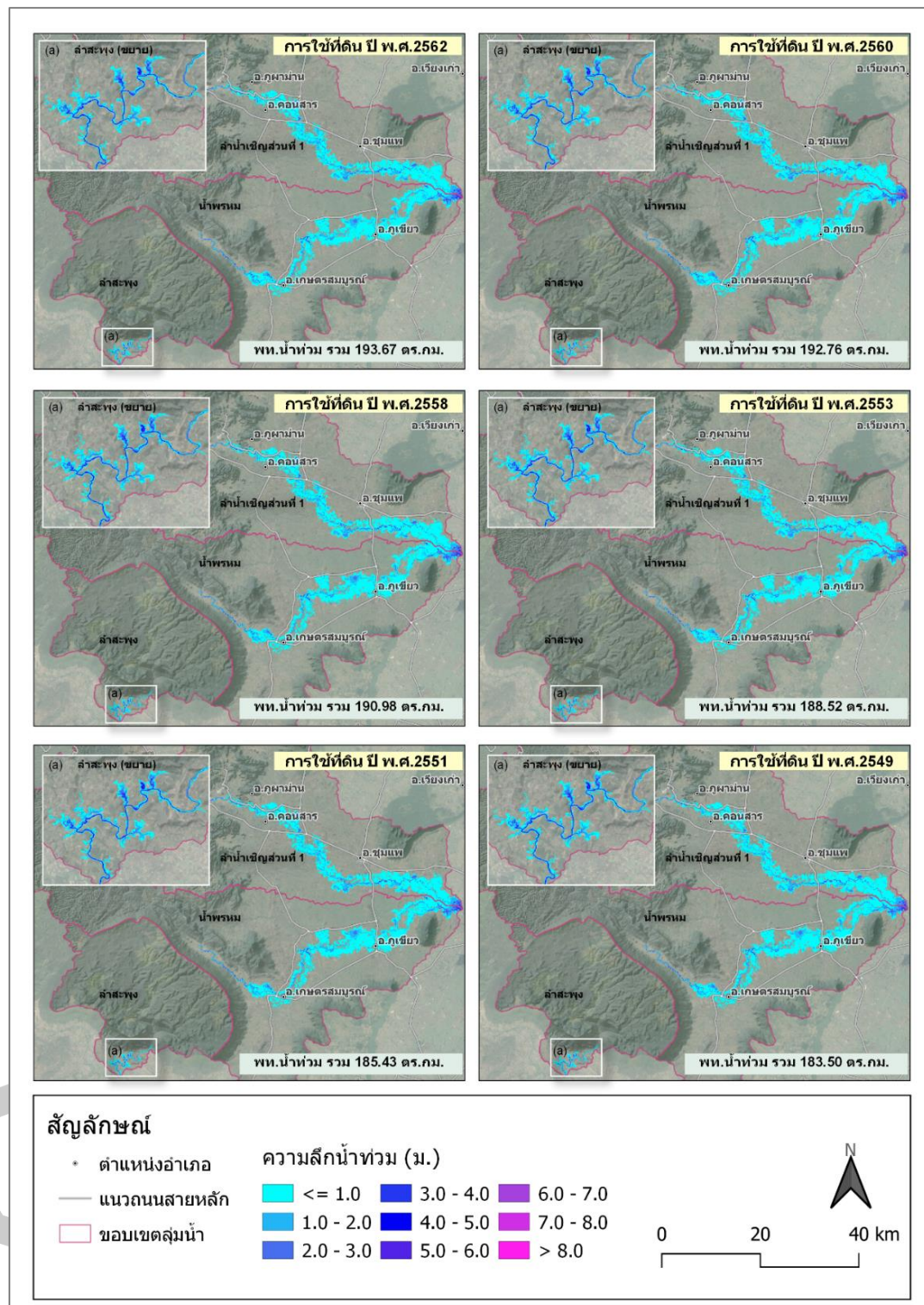
2 กลุ่มน้ำพรม มีพื้นที่น้ำท่วม 96.20 ตร.กม. ในปี พ.ศ. 2549 และมีพื้นที่น้ำท่วม 101.48 ตร.กม. ในปี พ.ศ. 2562 เพิ่มขึ้น 5.28 ตร.กม. คิดเป็น 5.49% หรือคิดเป็นการเพิ่มขึ้นของพื้นที่น้ำท่วมปีละ 0.91%

3 กลุ่มน้ำเชิญส่วนที่ 1 มีพื้นที่น้ำท่วม 84.19 ตร.กม. ในปี พ.ศ. 2549 และมีพื้นที่น้ำท่วม 88.82 ตร.กม. ในปี พ.ศ. 2562 เพิ่มขึ้น 4.63 ตร.กม. คิดเป็น 5.50% หรือคิดเป็นการเพิ่มขึ้นของพื้นที่น้ำท่วมปีละ 0.92%

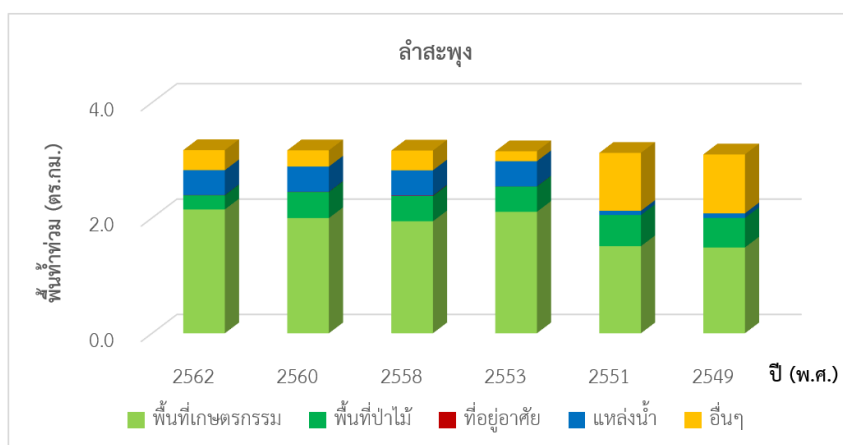
นอกจากนี้ยังพบว่าประเภทของการใช้ที่ดินที่เกิดการท่วมมากที่สุดในแต่ละลุ่มน้ำ คือ การใช้ที่ดินประเภทเกษตรกรรม

ตารางที่ 12 ขนาดพื้นที่น้ำท่วมจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอดีตจำแนกตามประเภทของการใช้ที่ดิน

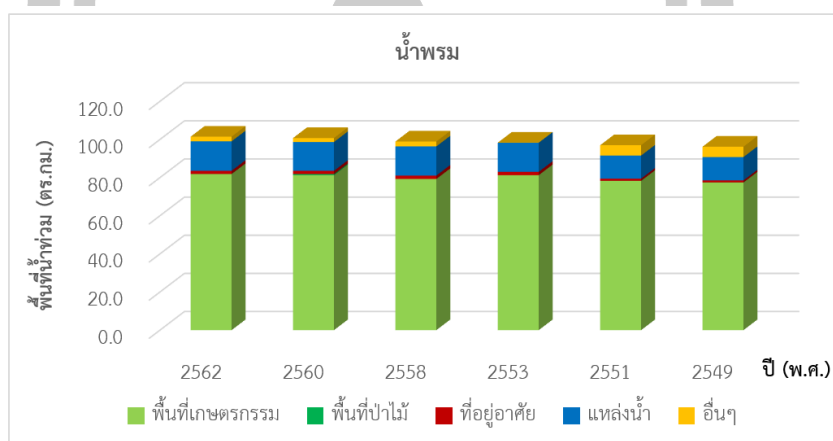
ลุ่มน้ำ	ประเภทการใช้ที่ดิน	ขนาดพื้นที่น้ำท่วม (ตร.กม.)					
		2562	2560	2558	2553	2551	2549
ลำสะพุง	พื้นที่เกษตรกรรม	2.15	2.00	1.94	2.11	1.51	1.49
	พื้นที่ป่าไม้	0.25	0.45	0.44	0.44	0.54	0.51
	ที่อยู่อาศัย	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
	แหล่งน้ำ	0.43	0.44	0.44	0.44	0.07	0.08
	อื่นๆ	0.35	0.28	0.34	0.17	1.00	1.02
	รวม	3.18	3.17	3.17	3.16	3.13	3.10
น้ำพรม	พื้นที่เกษตรกรรม	81.87	81.28	79.27	81.29	78.26	77.41
	พื้นที่ป่าไม้	0.02	0.56	0.00	0.00	0.04	0.04
	ที่อยู่อาศัย	1.67	1.71	1.77	1.76	1.16	1.08
	แหล่งน้ำ	15.47	15.12	15.31	15.26	12.10	12.25
	อื่นๆ	2.44	2.09	2.58	0.01	5.42	5.42
	รวม	101.48	100.75	98.93	98.32	96.99	96.20
น้ำเชิญส่วนที่ 1	พื้นที่เกษตรกรรม	71.78	71.73	71.53	74.37	69.87	69.02
	พื้นที่ป่าไม้	0.04	0.51	0.06	0.17	0.22	0.67
	ที่อยู่อาศัย	1.99	2.05	2.10	1.88	1.70	1.72
	แหล่งน้ำ	11.96	10.97	11.21	10.60	8.53	9.13
	อื่นๆ	3.05	3.58	3.97	0.03	5.01	3.66
	รวม	88.82	88.84	88.88	87.05	85.32	84.19



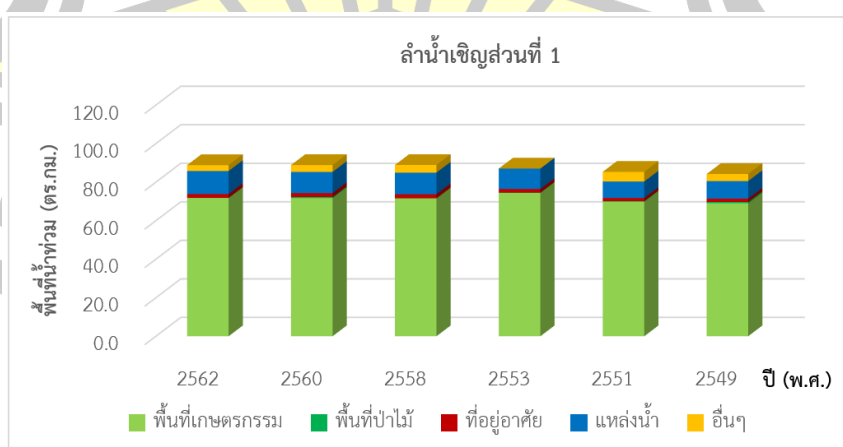
ภาพประกอบที่ 50 ขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอดีต



ภาพประกอบที่ 51 พื้นที่น้ำท่วมจำแนกตามประเภทของการใช้ที่ดินในแต่ละปี กลุ่มน้ำลำสะพุง



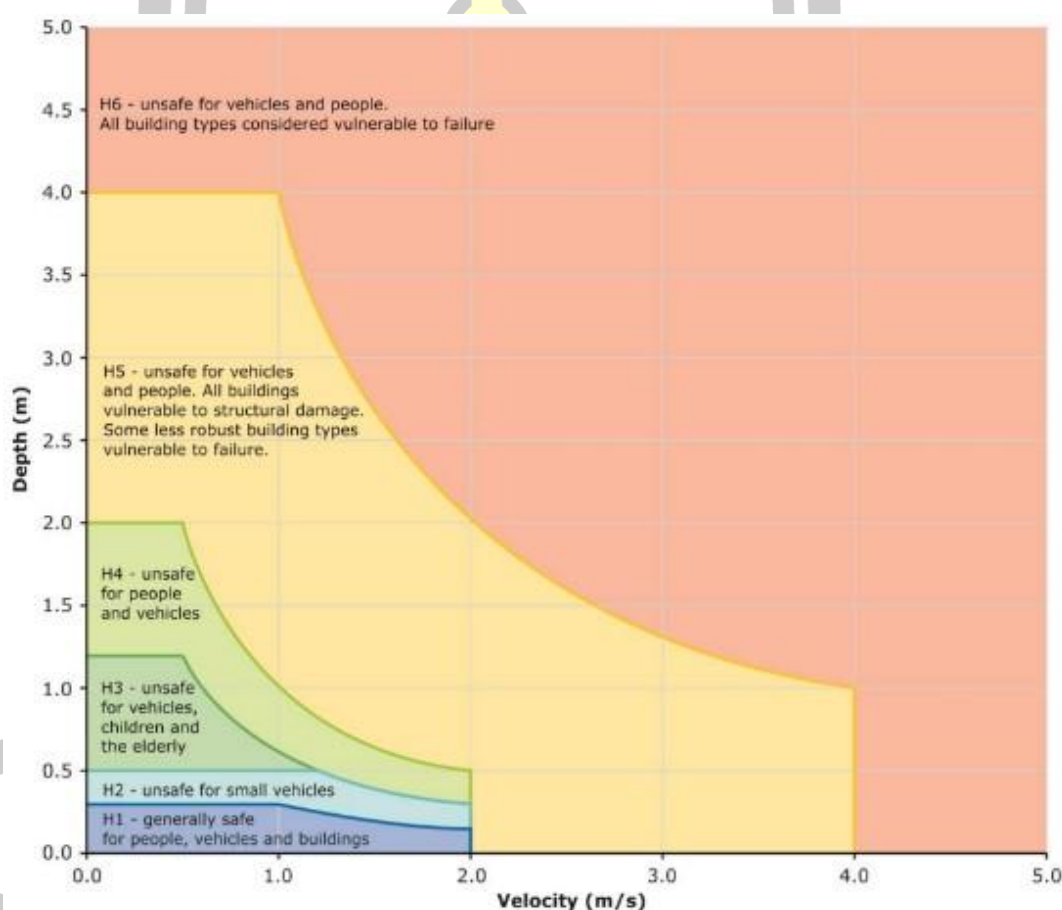
ภาพประกอบที่ 52 พื้นที่น้ำท่วมจำแนกตามประเภทของการใช้ที่ดินในแต่ละปี กลุ่มน้ำพรหม



ภาพประกอบที่ 53 พื้นที่น้ำท่วมจำแนกตามประเภทของการใช้ที่ดินในแต่ละปี กลุ่มน้ำเชิญส่วนที่ 1

2 การประเมินความอันตรายจากน้ำท่วม (Flood Hazard)

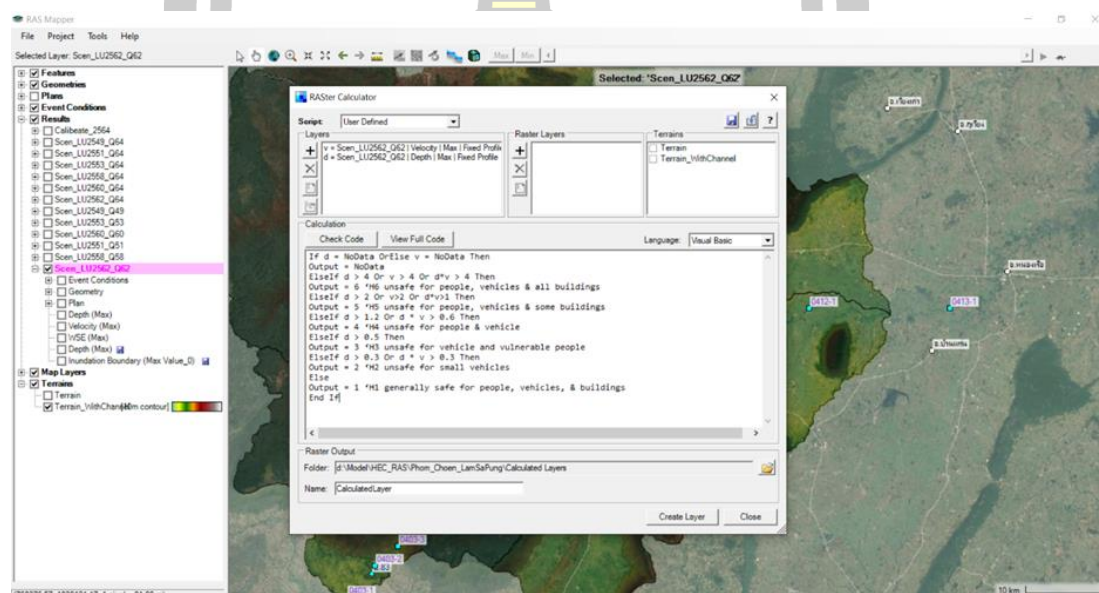
การประเมินความอันตรายจากน้ำท่วม สำหรับการศึกษานี้ใช้การประเมินจากเกณฑ์จากรายงาน WRL Technical Report 2014/07 Flood Hazard (G P Smith, E K Davey และ R J Cox, 2014) โดยมีเกณฑ์การแบ่งความอันตรายจากน้ำท่วม ดังแสดงในภาพประกอบที่ 54 ซึ่งแบ่งระดับความอันตรายจากน้ำท่วมออกเป็น 6 ระดับ (H1-H6) อาศัยค่าความลึกและความเร็วการไหลเป็นตัวกำหนดดังตารางที่ 11 โดยในการประเมินความอันตรายจากน้ำท่วมด้วยแบบจำลอง HEC-RAS สามารถนำเกณฑ์ดังกล่าวมาเขียน Scripts ใน Ras Mapper เพื่อสร้างแผนที่ความอันตรายจากน้ำท่วมได้ ดังแสดงในภาพประกอบที่ 55



ภาพประกอบที่ 54 โค้งความอันตรายจากน้ำท่วม (Flood hazard curves) จำแนกจากค่าความลึกและความเร็วการไหล (G P Smith, E K Davey และ R J Cox, 2014)

ตารางที่ 13 เกณฑ์การจำแนกระดับความอันตรายจากน้ำท่วม ด้วยความลึกและความเร็วการไหล

ความอันตราย (Hazard)	ผลคูณระหว่างความลึก (D) และความเร็วการ ไหล (V)	ค่าระดับน้ำท่วมสูงที่สุด	ค่าความเร็วการไหลสูง ที่สุด
H1	$D*V \leq 0.3$	0.3	2.0
H2	$D*V \leq 0.6$	0.5	2.0
H3	$D*V \leq 0.6$	1.2	2.0
H4	$D*V \leq 1.0$	2.0	2.0
H5	$D*V \leq 4.0$	4.0	2.0
H6	$D*V \leq 4.0$	-	-



ภาพประกอบที่ 55 การนำเกณฑ์การจำแนกระดับความอันตรายจากน้ำท่วม มาเขียนเป็น Scripts ใน Ras Mapper เพื่อสร้างแผนที่ความอันตรายจากน้ำท่วม

2.1 กรณีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและปริมาณฝนที่ก่อให้เกิดน้ำท่วมฉับพลัน

จากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและปริมาณฝนที่ก่อให้เกิดน้ำท่วมฉับพลัน โดยการจำลองความอันตรายจากน้ำท่วมจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอดีต เพื่อทำการประเมินหาพื้นที่ความอันตรายจากน้ำท่วมในแต่ละระดับ จะใช้ข้อมูลปริมาณน้ำท่าปี พ.ศ.2564 จากแบบจำลอง SWAT มานำเข้าในแบบจำลอง HEC-RAS แล้วทำการจำลองโดยการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอดีตจำนวน 6 ปี ได้แก่ ปี พ.ศ.2562, 2560, 2558, 2553, 2551 และ 2549 ได้ผลลัพธ์การจำลองแผนที่ความ

อันตรายจากน้ำท่วมดังแสดงในภาพประกอบที่ 56 และสามารถแสดงรายละเอียดขนาดพื้นที่ในแต่ละระดับความอันตราย ในแต่ละปีได้ดังตารางที่ 14 และภาพประกอบที่ 57 ถึง ภาพประกอบที่ 60

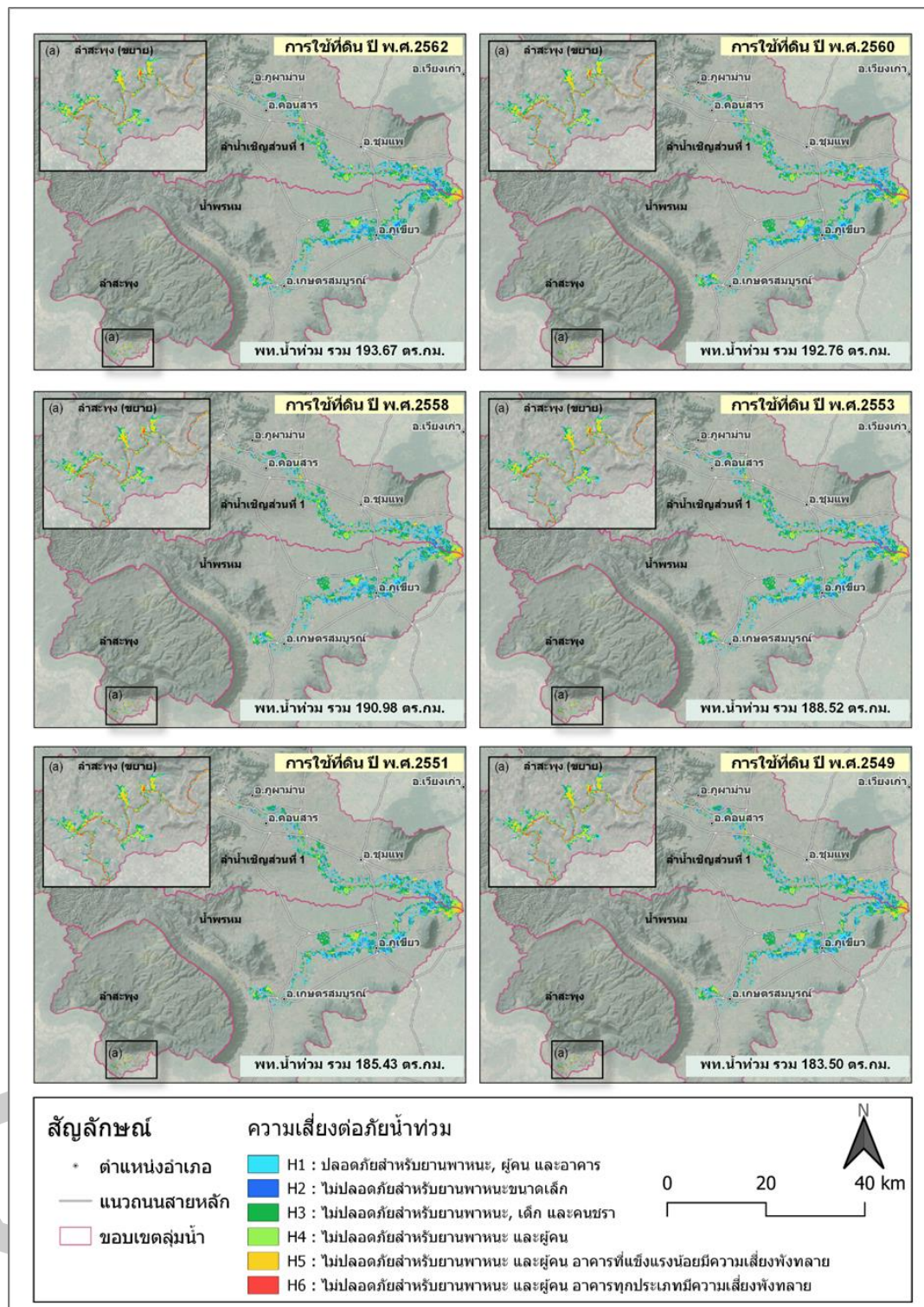
โดยจากผลลัพธ์ในตารางที่ 14 และภาพประกอบที่ 57 ถึง ภาพประกอบที่ 59 พบว่า แนวโน้มของขนาดพื้นที่น้ำท่วมในแต่ละลุ่มน้ำมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ จากการใช้ที่ดินปี พ.ศ. 2549 จนถึง ปี พ.ศ.2562 ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากพื้นที่ป่าไม้ กลายมาเป็นพื้นที่เกษตรกรรม โดยที่หาพิจารณาที่ระดับความอันตรายจากน้ำท่วมแล้ว

1 ลุ่มน้ำลำสะพุง มีพื้นที่ของระดับความอันตรายของน้ำท่วมมากที่สุด อยู่ในระดับ H5 : ไม่ปลอดภัยสำหรับยานพาหนะ และผู้คน อาคารที่แข็งแรงน้อยมีความเสี่ยงพังทลาย พื้นที่อยู่ระหว่าง 0.69 – 0.71 ตร.กม. ในปี พ.ศ. 2549 ถึง พ.ศ. 2562 และ ระดับ H3 : ไม่ปลอดภัยสำหรับยานพาหนะ, เด็ก และคนชรา มีพื้นที่อยู่ระหว่าง 0.70 – 0.71 ตร.กม. ในปี พ.ศ. 2549 ถึง พ.ศ. 2562

2 ลุ่มน้ำพรม มีพื้นที่ของระดับความอันตรายของน้ำท่วมมากที่สุด อยู่ในระดับ H3 : ไม่ปลอดภัยสำหรับยานพาหนะ เด็ก และคนชรา พื้นที่อยู่ระหว่าง 29.24 – 33.01 ตร.กม. ในปี พ.ศ. 2549 ถึง พ.ศ. 2562 และ รองลงมาระดับ H1 : ปลอดภัยสำหรับยานพาหนะ, ผู้คน และอาคาร มีพื้นที่อยู่ระหว่าง 29.26 – 31.17 ตร.กม. ในปี พ.ศ. 2549 ถึง พ.ศ. 2562

3 ลุ่มน้ำเชิญส่วนที่ 1 มีพื้นที่ของระดับความอันตรายของน้ำท่วมมากที่สุด อยู่ในระดับ H3 : ไม่ปลอดภัยสำหรับยานพาหนะ เด็ก และคนชรา พื้นที่อยู่ระหว่าง 26.66 – 28.29 ตร.กม. ในปี พ.ศ. 2549 ถึง พ.ศ. 2562 และ รองลงมาระดับ H1 : ปลอดภัยสำหรับยานพาหนะ, ผู้คน และอาคาร มีพื้นที่อยู่ระหว่าง 26.60 – 27.27 ตร.กม. ในปี พ.ศ. 2549 ถึง พ.ศ. 2562

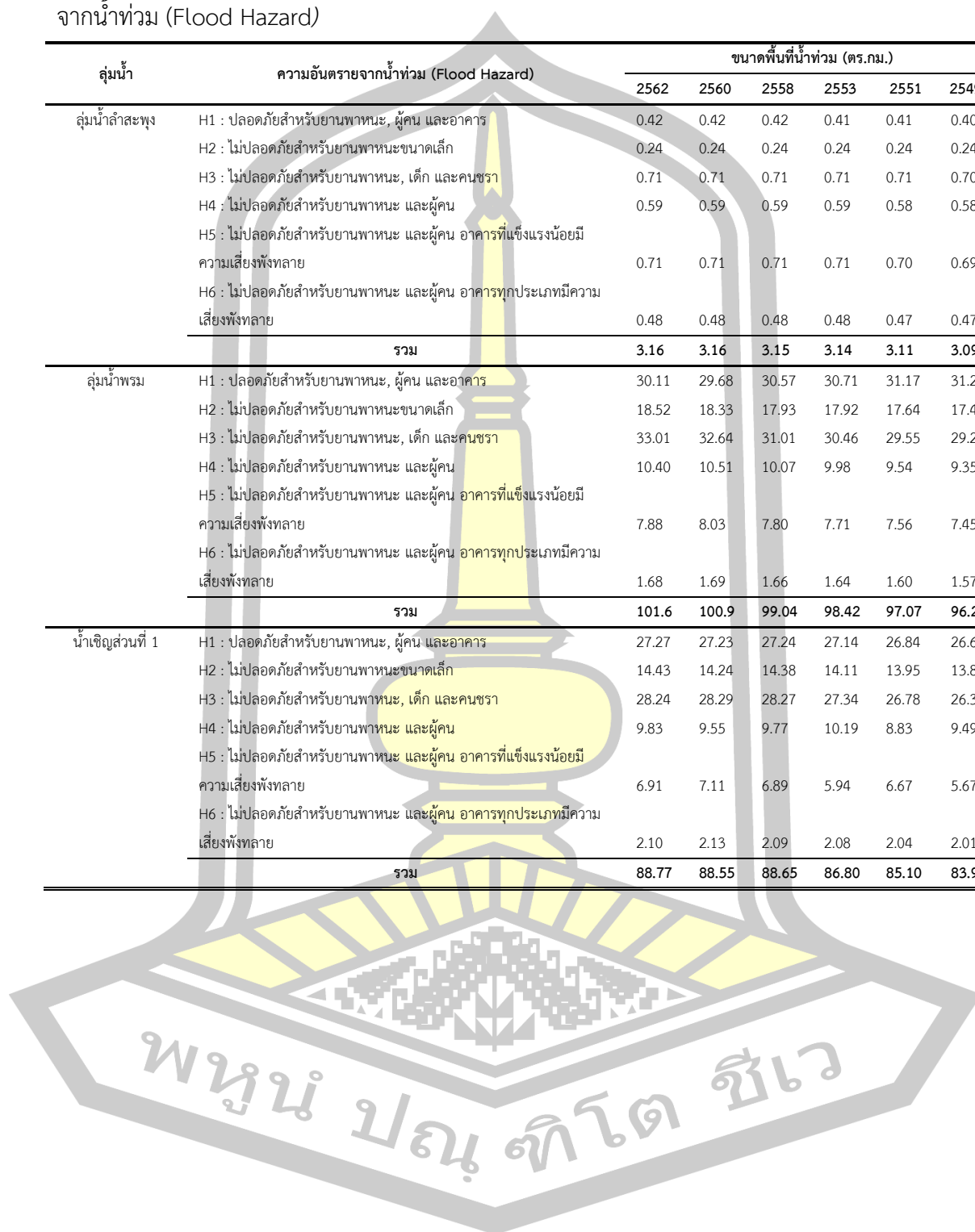
พูน ปณ จิต ชเว

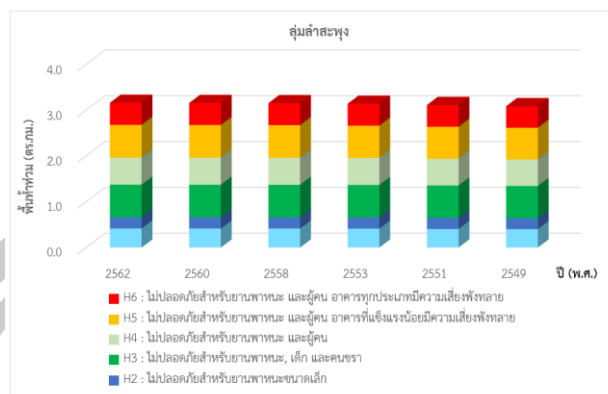


ภาพประกอบที่ 56 ขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอดีต

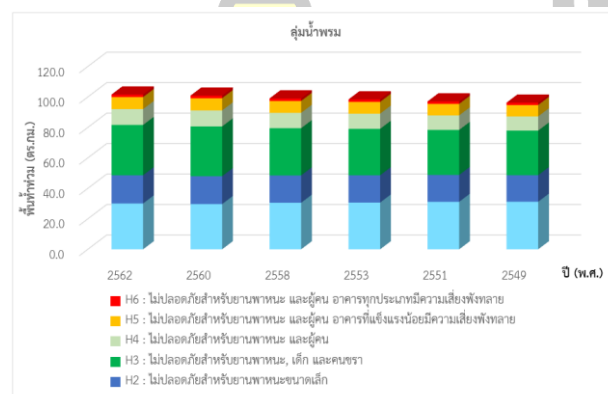
ตารางที่ 14 ขนาดพื้นที่น้ำท่วมจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอดีตจำแนกตามระดับความอันตรายจากน้ำท่วม (Flood Hazard)

ลุ่มน้ำ	ความอันตรายจากน้ำท่วม (Flood Hazard)	ขนาดพื้นที่น้ำท่วม (ตร.กม.)					
		2562	2560	2558	2553	2551	2549
ลุ่มน้ำลำสะพุง	H1 : ปloedภัยสำหรับยานพาหนะ, ผู้คน และอาคาร	0.42	0.42	0.42	0.41	0.41	0.40
	H2 : ไม่ปloedภัยสำหรับยานพาหนะขนาดเล็ก	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
	H3 : ไม่ปloedภัยสำหรับยานพาหนะ, เด็ก และคนชรา	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.70
	H4 : ไม่ปloedภัยสำหรับยานพาหนะ และผู้คน	0.59	0.59	0.59	0.59	0.58	0.58
	H5 : ไม่ปloedภัยสำหรับยานพาหนะ และผู้คน อาคารที่แข็งแรงน้อยมี ความเสี่ยงพังทลาย	0.71	0.71	0.71	0.71	0.70	0.69
	H6 : ไม่ปloedภัยสำหรับยานพาหนะ และผู้คน อาคารทุกประเภทมีความ เสี่ยงพังทลาย	0.48	0.48	0.48	0.48	0.47	0.47
	รวม	3.16	3.16	3.15	3.14	3.11	3.09
ลุ่มน้ำพรม	H1 : ปloedภัยสำหรับยานพาหนะ, ผู้คน และอาคาร	30.11	29.68	30.57	30.71	31.17	31.22
	H2 : ไม่ปloedภัยสำหรับยานพาหนะขนาดเล็ก	18.52	18.33	17.93	17.92	17.64	17.45
	H3 : ไม่ปloedภัยสำหรับยานพาหนะ, เด็ก และคนชรา	33.01	32.64	31.01	30.46	29.55	29.24
	H4 : ไม่ปloedภัยสำหรับยานพาหนะ และผู้คน	10.40	10.51	10.07	9.98	9.54	9.35
	H5 : ไม่ปloedภัยสำหรับยานพาหนะ และผู้คน อาคารที่แข็งแรงน้อยมี ความเสี่ยงพังทลาย	7.88	8.03	7.80	7.71	7.56	7.45
	H6 : ไม่ปloedภัยสำหรับยานพาหนะ และผู้คน อาคารทุกประเภทมีความ เสี่ยงพังทลาย	1.68	1.69	1.66	1.64	1.60	1.57
	รวม	101.6	100.9	99.04	98.42	97.07	96.29
น้ำเชิญส่วนที่ 1	H1 : ปloedภัยสำหรับยานพาหนะ, ผู้คน และอาคาร	27.27	27.23	27.24	27.14	26.84	26.60
	H2 : ไม่ปloedภัยสำหรับยานพาหนะขนาดเล็ก	14.43	14.24	14.38	14.11	13.95	13.86
	H3 : ไม่ปloedภัยสำหรับยานพาหนะ, เด็ก และคนชรา	28.24	28.29	28.27	27.34	26.78	26.33
	H4 : ไม่ปloedภัยสำหรับยานพาหนะ และผู้คน	9.83	9.55	9.77	10.19	8.83	9.49
	H5 : ไม่ปloedภัยสำหรับยานพาหนะ และผู้คน อาคารที่แข็งแรงน้อยมี ความเสี่ยงพังทลาย	6.91	7.11	6.89	5.94	6.67	5.67
	H6 : ไม่ปloedภัยสำหรับยานพาหนะ และผู้คน อาคารทุกประเภทมีความ เสี่ยงพังทลาย	2.10	2.13	2.09	2.08	2.04	2.01
	รวม	88.77	88.55	88.65	86.80	85.10	83.96

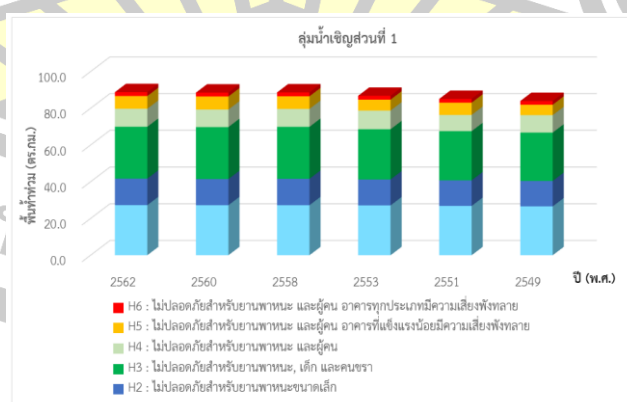




ภาพประกอบที่ 57 พื้นที่น้ำท่วมในแต่ละปี จำแนกตามระดับความอันตรายจากน้ำท่วม
(Flood Hazard) กลุ่มน้ำลำสะพุง



ภาพประกอบที่ 58 พื้นที่น้ำท่วมในแต่ละปี จำแนกตามระดับความอันตรายจากน้ำท่วม
(Flood Hazard) กลุ่มน้ำพรม



ภาพประกอบที่ 59 พื้นที่น้ำท่วมในแต่ละปี จำแนกตามระดับความอันตรายจากน้ำท่วม
(Flood Hazard) กลุ่มน้ำเขยู่ส่วนที่

4.3 ผลการประเมินการใช้ที่ดินแต่ละปีกับปริมาณน้ำฝนของการใช้ที่ดิน

การควบคุมการใช้ที่ดินและปริมาณน้ำฝนมีบทบาทสำคัญในการจัดการทรัพยากรน้ำและการรักษาความสมดุลทางน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำ การวิเคราะห์ผลการประเมินการใช้ที่ดินแต่ละปีและข้อมูลอดีตของปริมาณน้ำฝนที่มีผลต่อการใช้ที่ดินมีความสำคัญในการเข้าใจพฤติกรรมของน้ำและน้ำท่วมในพื้นที่นั้น การนำเสนอข้อมูลเหล่านี้จะช่วยให้เข้าใจการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระบบน้ำในแต่ละปี การประเมินการใช้ที่ดินและปริมาณน้ำฝนเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการวางแผนการจัดการน้ำ การสำรวจความเสี่ยงทางน้ำ และการออกแบบระบบการระบายน้ำและการป้องกันน้ำท่วม ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ช่วยให้เข้าใจความรุนแรงของปัญหาน้ำท่วม การเพิ่มมูลค่าที่ดิน การรักษาคุณภาพน้ำ และการลดความเสี่ยงทางน้ำในพื้นที่ และให้ข้อมูลสำคัญในการวางแผนและการบริหารน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

4.3.1 ผลลัพธ์การประเมินปริมาณน้ำท่าด้วยแบบจำลอง SWAT

จากการใช้ที่ดินแต่ละปีกับปริมาณน้ำฝนของการใช้ที่ดิน โดยการจำลองสภาพน้ำท่วมที่ผ่านมาในอดีตเพื่อทำการประเมินหาปริมาณน้ำท่าสูงสุด โดยการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอดีตจำนวน 6 ปีและฝนของการใช้ที่ดินแต่ละปี ได้แก่ ปี พ.ศ.2562, 2560, 2558, 2553, 2551 และ 2549 ได้ผลลัพธ์การจำลองปริมาณน้ำท่าสูงสุด และสามารถแสดงรายละเอียดปริมาณน้ำท่าในอดีตโดยจำแนกตามประเภทของการใช้ที่ดินในแต่ละปีได้ดังตารางที่ 15 และภาพประกอบที่ 60 ถึงภาพประกอบที่ 62

โดยจากผลลัพธ์จากตารางที่ 15 และภาพประกอบที่ 60 ถึงภาพประกอบที่ 62 พบว่าปริมาณน้ำท่าสูงสุดในแต่ละปีของแต่ละลุ่มน้ำมีปริมาณฝนแตกต่างกันอาจส่งผลต่อปริมาณน้ำท่าที่สูงสุด โดยที่

1 ลุ่มน้ำลำสะพุง จากแบบจำลอง SWAT ในการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน 2562 และปริมาณน้ำฝนจากจำลองเหตุการณ์น้ำท่วมที่ผ่านมาในอดีต พบว่าปริมาณน้ำท่าสูงสุดมีค่าเท่ากับ 9.8 ลูกบาศก์เมตร จากนั้นคือผลจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในปีต่างๆ โดยใช้ฝนของปีการใช้ที่ดินในปีนั้น ซึ่งพบว่า การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ.2562, 2560, 2558, 2553, 2551 และ 2549 พบว่าปริมาณน้ำท่าสูงสุดมีค่าเท่ากับ 98.7, 88.6, 316.6, 146.1 และ 221.2 ลูกบาศก์เมตรตามลำดับการใช้ที่ดินในอดีต

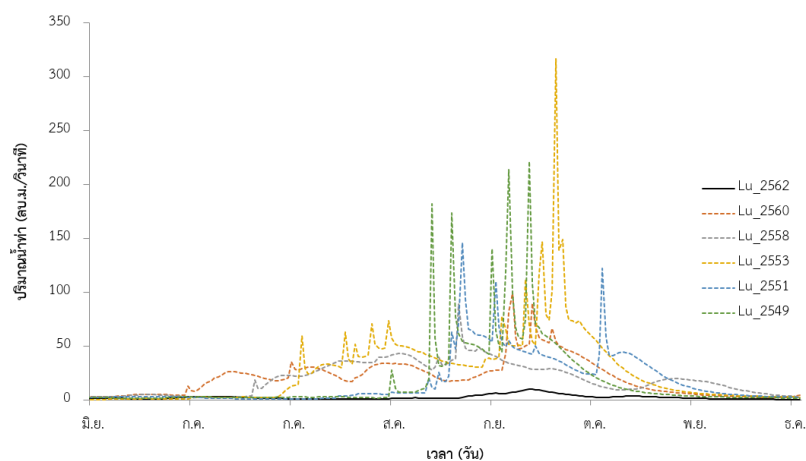
2 ลุ่มน้ำพรม จากแบบจำลอง SWAT ในการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน 2562 และปริมาณน้ำฝนจากจำลองเหตุการณ์น้ำท่วมที่ผ่านมาในอดีต พบว่าปริมาณน้ำท่าสูงสุดมีค่าเท่ากับ 9.6

ลูกบาศก์เมตร จากนั้นคือผลจากการเปลี่ยนแปลงการใช้น้ำที่ดินในปีต่างๆ โดยใช้ฝนของปีการใช้น้ำที่ดินในปีนั้น ซึ่งพบว่า การเปลี่ยนแปลงการใช้น้ำที่ดิน ปี พ.ศ.2562, 2560, 2558, 2553, 2551 และ 2549 พบว่าปริมาณน้ำท่าสูงสุดมีค่าเท่ากับ 112.7, 88.3, 231.5, 116.0 และ 254.1 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับการใช้น้ำที่ดินในอดีต

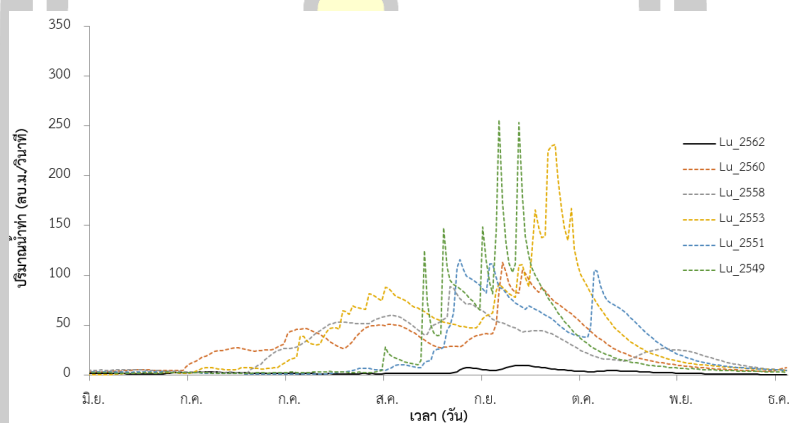
3 กลุ่มน้ำเข็ญส่วนที่ 1 จากแบบจำลอง SWAT ในการเปลี่ยนแปลงการใช้น้ำที่ดิน 2562 และปริมาณน้ำฝนจากจำลองเหตุการณ์น้ำท่วมที่ผ่านมาในอดีต พบว่าปริมาณน้ำท่าสูงสุดมีค่าเท่ากับ 60.5 ลูกบาศก์เมตร จากนั้นคือผลจากการเปลี่ยนแปลงการใช้น้ำที่ดินในปีต่างๆ โดยใช้ฝนของปีการใช้น้ำที่ดินในปีนั้น ซึ่งพบว่า การเปลี่ยนแปลงการใช้น้ำที่ดิน ปี พ.ศ.2562, 2560, 2558, 2553, 2551 และ 2549 พบว่าปริมาณน้ำท่าสูงสุดมีค่าเท่ากับ 216.2, 139.0, 504.0, 275.6 และ 389.4 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับการใช้น้ำที่ดินในอดีต

ตารางที่ 15 ปริมาณน้ำท่าของตัวแทนพื้นที่ศึกษาของการใช้น้ำที่ดินและปริมาณฝนที่ส่งผลต่อการการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน

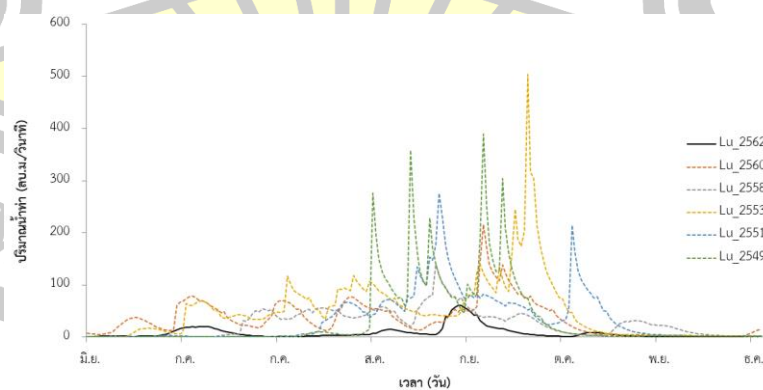
กลุ่มน้ำ	แผนที่การเปลี่ยน การใช้น้ำที่ดิน (พ.ศ.)	ฝนที่ส่งผลต่อการการเกิดน้ำ ท่วมฉับพลันของลำสะพุงปี (พ.ศ.)	ปริมาณน้ำท่าสูงสุด (ลบ.ม.)	ช่วงเวลาที่เกิด (วัน/เดือน)
ลำสะพุง	2562	2562	9.79	10 ตุลาคม 2562
	2560	2560	98.7	5 ตุลาคม 2562
	2558	2558	88.6	19 กันยายน 2558
	2553	2553	316.6	18 ตุลาคม 2553
	2551	2551	146.1	19 กันยายน 2551
	2549	2549	221.2	10 ตุลาคม 2549
น้ำพรม	2562	2562	9.6	11 ตุลาคม 2562
	2560	2560	112.7	11 ตุลาคม 2560
	2558	2558	88.3	19 กันยายน 2558
	2553	2553	231.5	21 ตุลาคม 2553
	2551	2551	116.0	21 กันยายน 2551
	2549	2549	256.1	4 ตุลาคม 2549
น้ำเข็ญ ส่วนที่ 1	2562	2562	60.5	26 กันยายน 2562
	2560	2560	216.2	4 กันยายน 2560
	2558	2558	139.0	19 กันยายน 2558
	2553	2553	504.0	18 ตุลาคม 2553
	2551	2551	275.6	19 กันยายน 2551
	2549	2549	389.4	4 ตุลาคม 2549



ภาพประกอบที่ 60 ปริมาณน้ำท่าสูงสุดของการใช้ที่ดินแต่ละปีของลำสะพุง และแผนปีการใช้ที่ดิน



ภาพประกอบที่ 61 ปริมาณน้ำท่าสูงสุดของการใช้ที่ดินแต่ละปีของน้ำพรม และแผนปีการใช้ที่ดิน



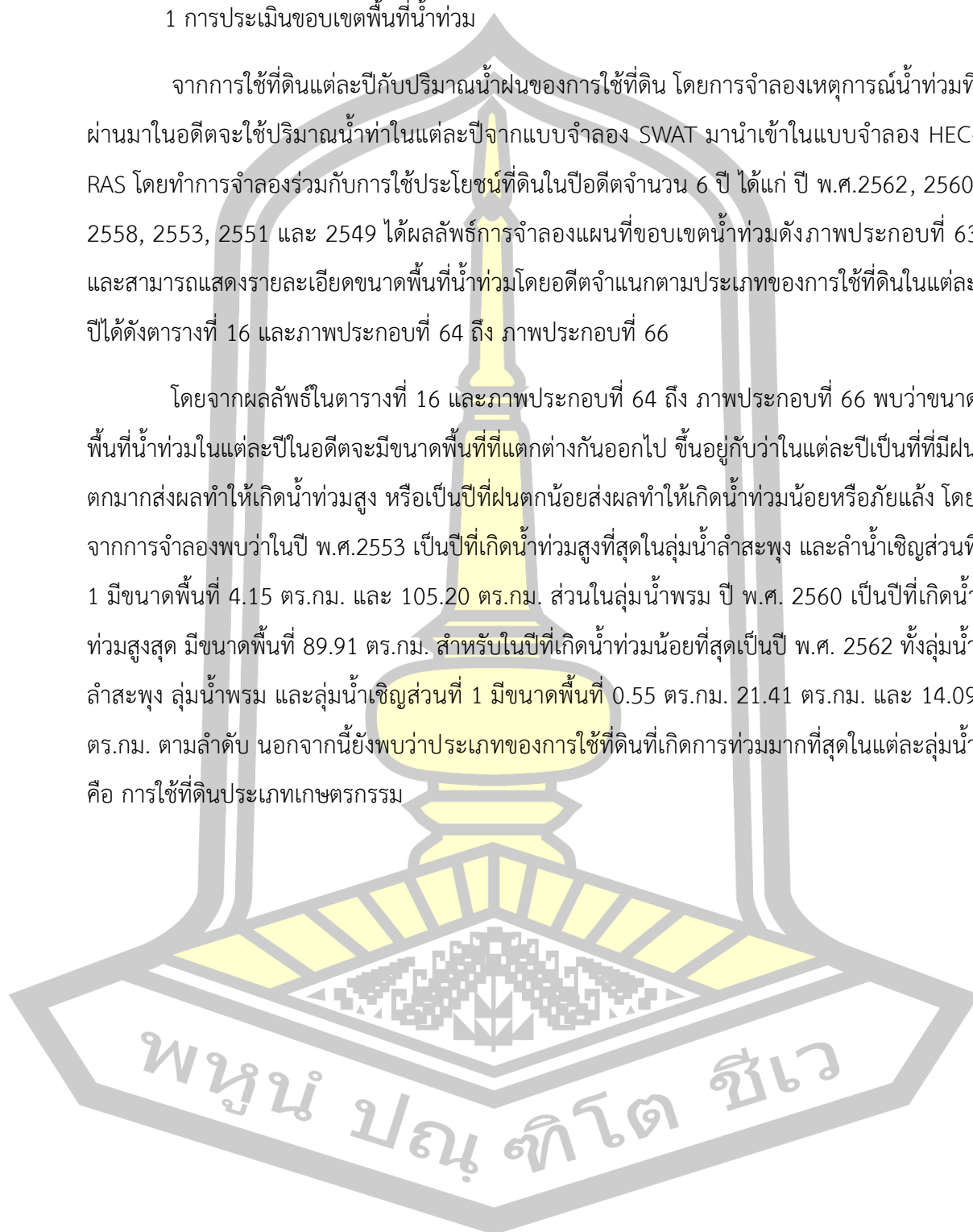
ภาพประกอบที่ 62 ปริมาณน้ำท่าสูงสุดของการใช้ที่ดินแต่ละปีของน้ำลำน้ำเข็ญส่วนที่ 1 และแผนปีการใช้ที่ดิน

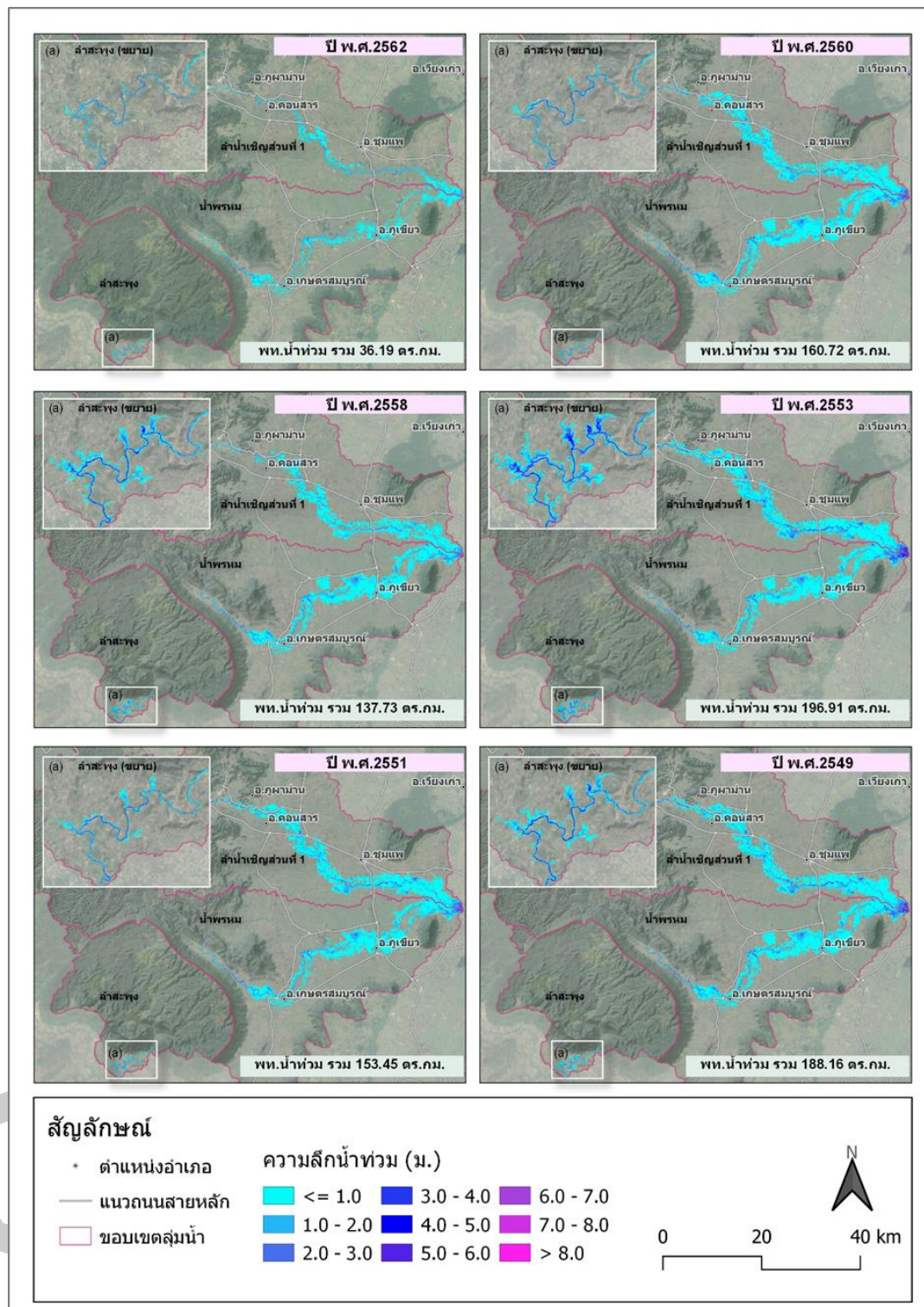
4.3.2 ผลลัพธ์การประเมินสภาพน้ำท่วมด้วยแบบจำลอง HEC-RAS

1 การประเมินขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม

จากการใช้ที่ดินแต่ละปีกับปริมาณน้ำฝนของการใช้ที่ดิน โดยการจำลองเหตุการณ์น้ำท่วมที่ผ่านมาในอดีตจะใช้ปริมาณน้ำท่าในแต่ละปีจากแบบจำลอง SWAT มานำเข้าในแบบจำลอง HEC-RAS โดยทำการจำลองรวมกับการใช้ประโยชน์ที่ดินในอดีตจำนวน 6 ปี ได้แก่ ปี พ.ศ.2562, 2560, 2558, 2553, 2551 และ 2549 ได้ผลลัพธ์การจำลองแผนที่ขอบเขตน้ำท่วมดังภาพประกอบที่ 63 และสามารถแสดงรายละเอียดขนาดพื้นที่น้ำท่วมโดยอดีตจำแนกตามประเภทของการใช้ที่ดินในแต่ละปีได้ดังตารางที่ 16 และภาพประกอบที่ 64 ถึง ภาพประกอบที่ 66

โดยจากผลลัพธ์ในตารางที่ 16 และภาพประกอบที่ 64 ถึง ภาพประกอบที่ 66 พบว่าขนาดพื้นที่น้ำท่วมในแต่ละปีในอดีตจะมีขนาดพื้นที่ที่แตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับว่าในแต่ละปีเป็นปีที่มีฝนตกมากส่งผลทำให้เกิดน้ำท่วมสูง หรือเป็นปีที่ฝนตกน้อยส่งผลทำให้เกิดน้ำท่วมน้อยหรือภัยแล้ง โดยจากการจำลองพบว่าในปี พ.ศ.2553 เป็นปีที่เกิดน้ำท่วมสูงที่สุดในลุ่มน้ำลำสะพุง และลำน้ำเชิญส่วนที่ 1 มีขนาดพื้นที่ 4.15 ตร.กม. และ 105.20 ตร.กม. ส่วนในลุ่มน้ำพรม ปี พ.ศ. 2560 เป็นปีที่เกิดน้ำท่วมสูงสุด มีขนาดพื้นที่ 89.91 ตร.กม. สำหรับในปีที่เกิดน้ำท่วมน้อยที่สุดเป็นปี พ.ศ. 2562 ทั้งลุ่มน้ำลำสะพุง ลุ่มน้ำพรม และลุ่มน้ำเชิญส่วนที่ 1 มีขนาดพื้นที่ 0.55 ตร.กม. 21.41 ตร.กม. และ 14.09 ตร.กม. ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าประเภทของการใช้ที่ดินที่เกิดการท่วมมากที่สุดในแต่ละลุ่มน้ำ คือ การใช้ที่ดินประเภทเกษตรกรรม





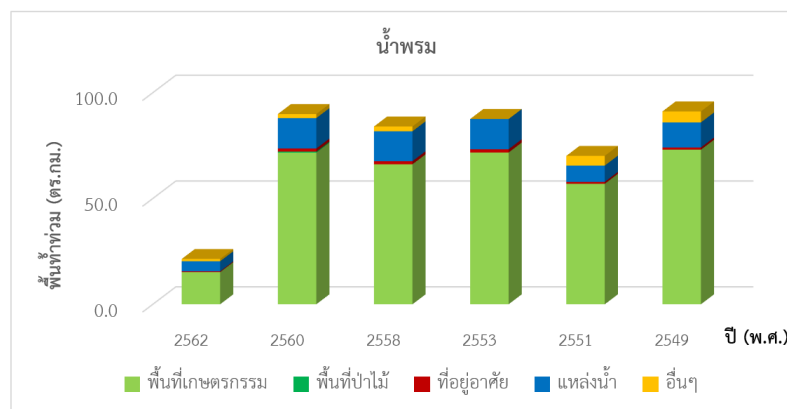
ภาพประกอบที่ 63 ขอบเขตพื้นที่น้ำท่วมจากเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีตที่ผ่านมา
จากการจำลองด้วยแบบจำลอง HEC-RAS

ตารางที่ 16 ขนาดพื้นที่น้ำท่วมจากเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีตที่ผ่านมา จากการจำลองด้วยแบบจำลอง HEC-RAS

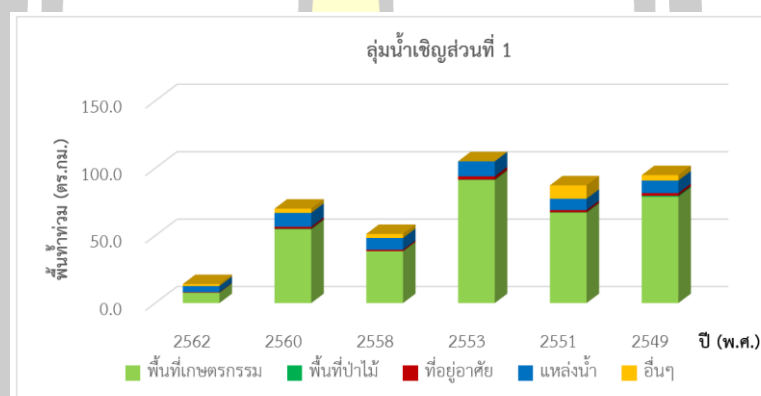
ลุ่มน้ำ	ประเภทการใช้ที่ดิน	ขนาดพื้นที่น้ำท่วม (ตร.กม.)					
		2562	2560	2558	2553	2551	2549
ลำสะพุง	พื้นที่เกษตรกรรม	0.17	0.30	1.40	2.86	0.25	0.86
	พื้นที่ป่าไม้	0.02	0.06	0.32	0.58	0.14	0.33
	ที่อยู่อาศัย	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00
	แหล่งน้ำ	0.26	0.29	0.41	0.47	0.01	0.06
	อื่นๆ	0.11	0.11	0.27	0.24	0.62	0.85
	รวม	0.55	0.76	2.41	4.15	1.01	2.10
น้ำพรม	พื้นที่เกษตรกรรม	15.19	71.68	66.17	71.73	56.93	73.03
	พื้นที่ป่าไม้	-	0.49	0.00	0.00	0.03	0.04
	ที่อยู่อาศัย	0.38	1.45	1.46	1.55	0.88	1.03
	แหล่งน้ำ	4.77	14.37	14.13	14.28	7.70	11.85
	อื่นๆ	1.07	1.92	2.26	0.01	4.59	5.19
	รวม	21.41	89.91	84.02	87.56	70.13	91.15
น้ำเชิญส่วนที่1	พื้นที่เกษตรกรรม	7.72	54.69	38.48	91.33	67.10	78.84
	พื้นที่ป่าไม้	0.00	0.39	0.02	0.24	0.21	0.74
	ที่อยู่อาศัย	0.33	1.48	1.01	2.46	1.60	1.97
	แหล่งน้ำ	4.56	10.34	8.77	11.12	8.47	9.34
	อื่นๆ	1.48	3.14	3.02	0.06	9.92	4.01
	รวม	14.09	70.05	51.30	105.20	87.31	94.91



ภาพประกอบที่ 64 พื้นที่น้ำท่วมจากเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีตที่ผ่านมา
จำแนกตามประเภทของการใช้ที่ดินในแต่ละปีลุ่มน้ำลำสะพุง



ภาพประกอบที่ 65 พื้นที่น้ำท่วมจากเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีตที่ผ่านมา
จำแนกตามประเภทของการใช้ที่ดินในแต่ละปีกลุ่มน้ำพรม



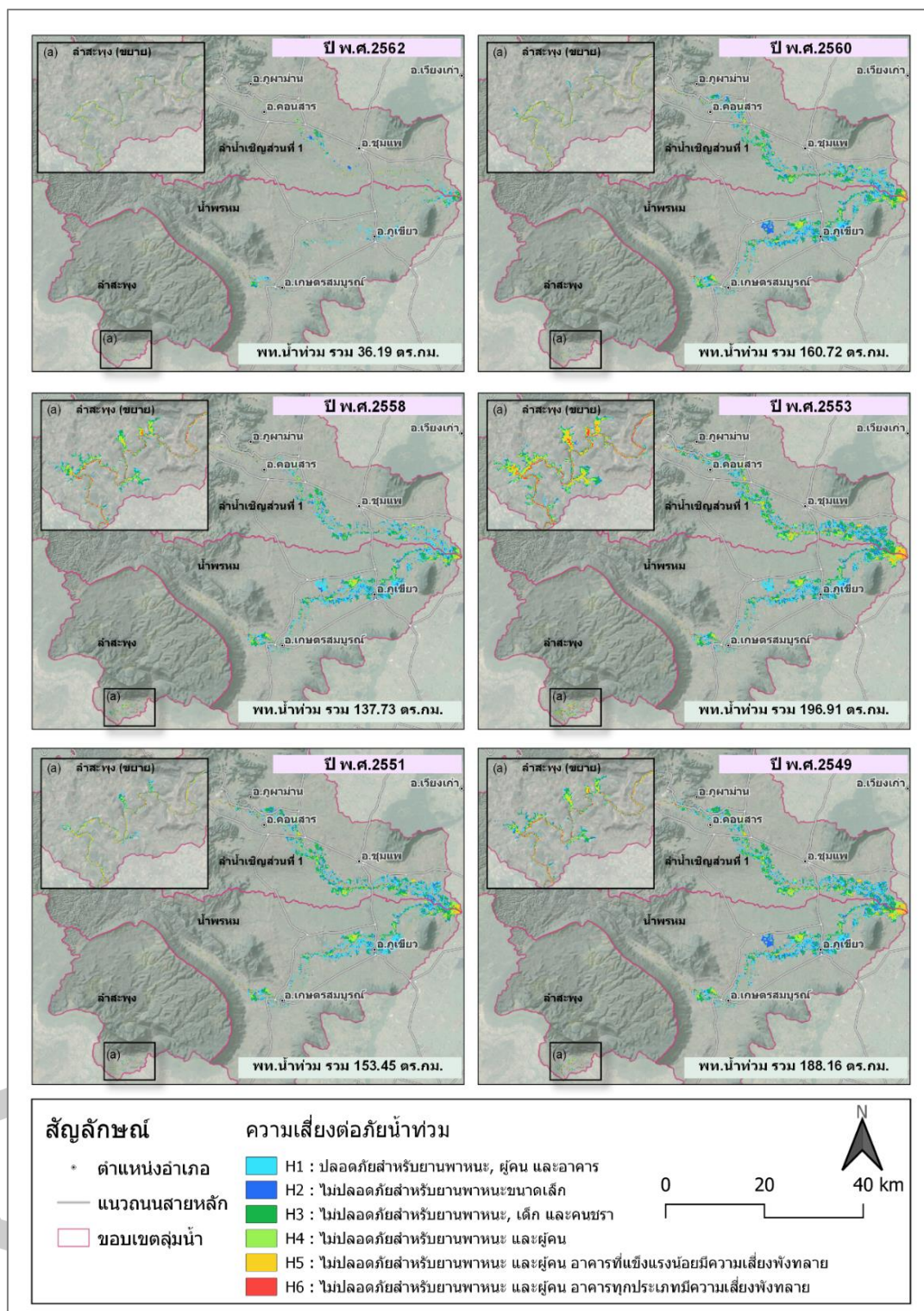
ภาพประกอบที่ 66 พื้นที่น้ำท่วมจากเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีตที่ผ่านมา
จำแนกตามประเภทของการใช้ที่ดินในแต่ละปี ลุ่มน้ำเชิญส่วนที่ 1

2 การประเมินความอันตรายจากน้ำท่วม (Flood Hazard)

จากการใช้ที่ดินแต่ละปีกับปริมาณน้ำฝนของการใช้ที่ดิน โดยการจำลองเหตุการณ์น้ำท่วมที่ผ่านมามาในอดีตเพื่อจำแนกระดับความอันตรายจากน้ำท่วม จะใช้ปริมาณน้ำท่าในแต่ละปีจากแบบจำลอง SWAT มานำเข้าในแบบจำลอง HEC-RAS โดยทำการจำลองรวมกับการใช้ประโยชน์ที่ดินในปีอดีตจำนวน 6 ปี ได้แก่ ปี พ.ศ. 2562, 2560, 2558, 2553, 2551 และ 2549 ได้ผลลัพธ์การจำลองแผนที่ระดับความอันตรายจากน้ำท่วมดังภาพประกอบที่ 67 และสามารถแสดงรายละเอียดขนาดพื้นที่น้ำท่วมโดยอดีตจำแนกระดับความอันตรายจากน้ำท่วมในแต่ละปีได้ดังตารางที่ 17 และภาพประกอบที่ 68 ถึง ภาพประกอบที่ 70

โดยจากผลลัพธ์ในตารางที่ 17 และภาพประกอบที่ 68 ถึง ภาพประกอบที่ 70 พบว่าขนาดพื้นที่ระดับความอันตรายจากน้ำท่วมในแต่ละปีในอดีตจะมีขนาดพื้นที่ที่แตกต่างกันออกไป โดยพบว่าในแต่ละปีที่เกิดน้ำท่วมนั้น ระดับความความอันตรายของน้ำท่วมส่วนใหญ่จะอยู่ในระดับ H1 : ปลอดภัยสำหรับยานพาหนะ ผู้คน และอาคาร และระดับ H3 : ไม่ปลอดภัยสำหรับยานพาหนะ, เด็ก และคนชรา ยกเว้นลุ่มน้ำลำสะพุง ที่มีระดับความอันตรายของน้ำท่วมมากที่สุดอยู่ที่ระดับ H5 : ไม่ปลอดภัยสำหรับยานพาหนะ และผู้คน อาคารที่แข็งแรงน้อยมีความเสี่ยงพังทลาย และระดับรองลงมาเป็นระดับ H3 : ไม่ปลอดภัยสำหรับยานพาหนะ เด็ก และคนชรา เนื่องจากเป็นลุ่มน้ำที่มีความลาดชันของลำน้ำสูงในช่วงต้นน้ำ พอมาถึงช่วงกลางน้ำถึงท้ายน้ำความลาดชันของลำน้ำต่ำลง จึงทำให้อัตราการไหลของน้ำไหลมาเร็วและท่วมในช่วงกลางน้ำถึงท้ายน้ำ



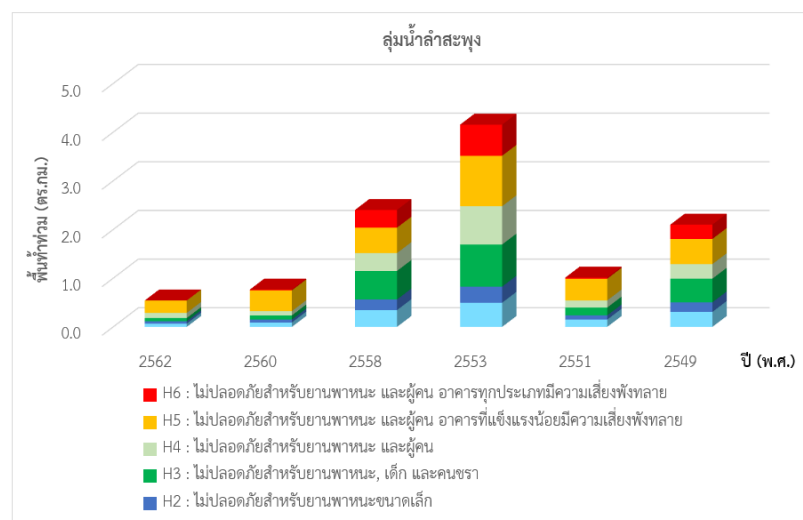


ภาพประกอบที่ 67 ขอบเขตพื้นที่ระดับความอันตรายจากน้ำท่วมจากเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีตที่ผ่านมาจากการจำลองด้วยแบบจำลอง HEC-RAS

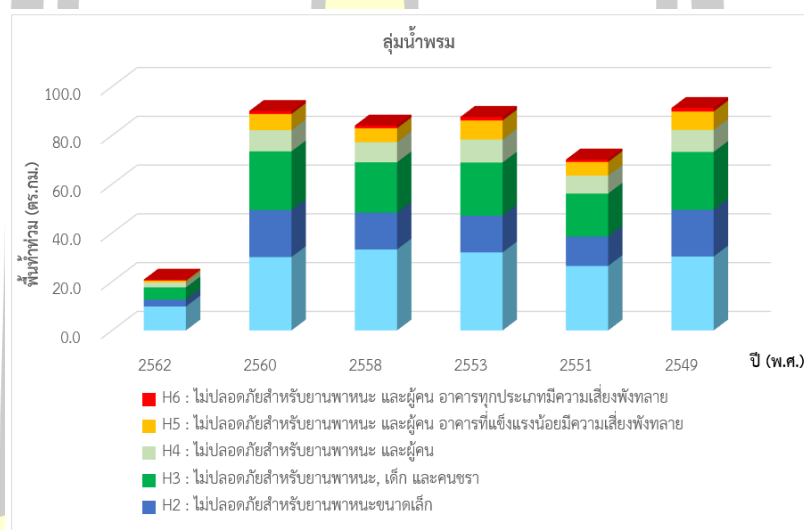
ตารางที่ 17 ขนาดพื้นที่ระดับความอันตรายจากน้ำท่วมจากเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีตที่ผ่านมา จากการจำลองด้วยแบบจำลอง HEC-RAS

ลุ่มน้ำ	ความอันตรายจากน้ำท่วม (Flood Hazard)	ขนาดพื้นที่น้ำท่วม (ตร.กม.)					
		2562	2560	2558	2553	2551	2549
ลำสะพุง	H1 : ปloedภัยสำหรับยานพาหนะ, ผู้คน และอาคาร	0.42	0.42	0.42	0.41	0.41	0.40
	H2 : ไม่ปloedภัยสำหรับยานพาหนะขนาดเล็ก	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
	H3 : ไม่ปloedภัยสำหรับยานพาหนะ, เด็ก และคนชรา	0.71	0.71	0.71	0.71	0.71	0.70
	H4 : ไม่ปloedภัยสำหรับยานพาหนะ และผู้คน	0.59	0.59	0.59	0.59	0.58	0.58
	H5 : ไม่ปloedภัยสำหรับยานพาหนะ และผู้คน อาคารที่แข็งแรงน้อย มีความเสี่ยงพังทลาย	0.71	0.71	0.71	0.71	0.70	0.69
	H6 : ไม่ปloedภัยสำหรับยานพาหนะ และผู้คน อาคารทุกประเภทมีความเสี่ยงพังทลาย	0.48	0.48	0.48	0.48	0.47	0.47
	รวม	3.16	3.16	3.15	3.14	3.11	3.09
น้ำพรม	H1 : ปloedภัยสำหรับยานพาหนะ, ผู้คน และอาคาร	30.11	29.68	30.57	30.71	31.17	31.22
	H2 : ไม่ปloedภัยสำหรับยานพาหนะขนาดเล็ก	18.52	18.33	17.93	17.92	17.64	17.45
	H3 : ไม่ปloedภัยสำหรับยานพาหนะ, เด็ก และคนชรา	33.01	32.64	31.01	30.46	29.55	29.24
	H4 : ไม่ปloedภัยสำหรับยานพาหนะ และผู้คน	10.40	10.51	10.07	9.98	9.54	9.35
	H5 : ไม่ปloedภัยสำหรับยานพาหนะ และผู้คน อาคารที่แข็งแรงน้อย มีความเสี่ยงพังทลาย	7.88	8.03	7.80	7.71	7.56	7.45
	H6 : ไม่ปloedภัยสำหรับยานพาหนะ และผู้คน อาคารทุกประเภทมีความเสี่ยงพังทลาย	1.68	1.69	1.66	1.64	1.60	1.57
	รวม	101.6	100.90	99.04	98.42	97.07	96.29
น้ำเจริญส่วนที่ 1	H1 : ปloedภัยสำหรับยานพาหนะ, ผู้คน และอาคาร	27.27	27.23	27.24	27.14	26.84	26.60
	H2 : ไม่ปloedภัยสำหรับยานพาหนะขนาดเล็ก	14.43	14.24	14.38	14.11	13.95	13.86
	H3 : ไม่ปloedภัยสำหรับยานพาหนะ, เด็ก และคนชรา	28.24	28.29	28.27	27.34	26.78	26.33
	H4 : ไม่ปloedภัยสำหรับยานพาหนะ และผู้คน	9.83	9.55	9.77	10.19	8.83	9.49
	H5 : ไม่ปloedภัยสำหรับยานพาหนะ และผู้คน อาคารที่แข็งแรงน้อย มีความเสี่ยงพังทลาย	6.91	7.11	6.89	5.94	6.67	5.67
	H6 : ไม่ปloedภัยสำหรับยานพาหนะ และผู้คน อาคารทุกประเภทมีความเสี่ยงพังทลาย	2.10	2.13	2.09	2.08	2.04	2.01
	รวม	88.77	88.55	88.65	86.80	85.10	83.96

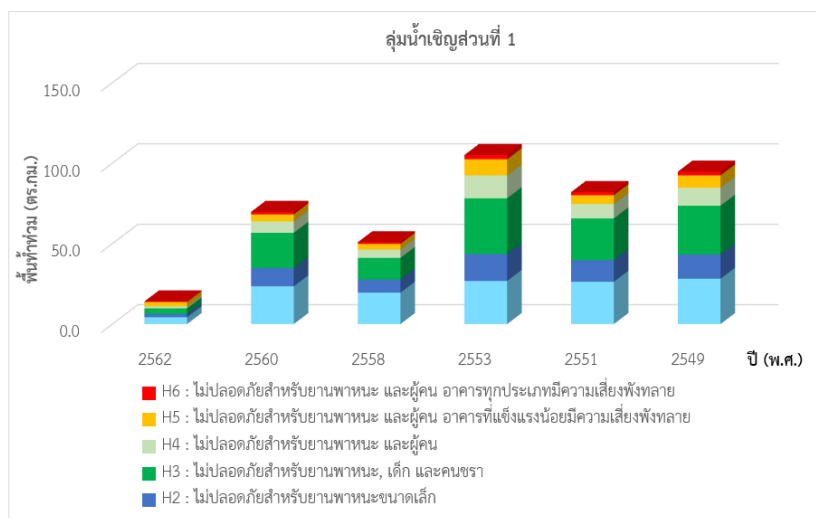
พหุ ประจักษ์ ชีวะ



ภาพประกอบที่ 68 พื้นที่ระดับความอันตรายจากน้ำท่วมจากเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีตที่ผ่านมา
ในแต่ละปี ของลุ่มน้ำลำสะพุง



ภาพประกอบที่ 69 พื้นที่ระดับความอันตรายจากน้ำท่วมจากเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีตที่ผ่านมา
ในแต่ละปี ของลุ่มน้ำพรม



ภาพประกอบที่ 70 พื้นที่ระดับความอันตรายจากน้ำท่วมจากเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีตที่ผ่านมา
ในแต่ละปี ของลุ่มน้ำเชิญส่วนที่ 1

4.4 ผลการศึกษาการประเมินปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ที่เกิดน้ำท่วมฉับพลัน เพื่อนำมาตรวจการควบคุมการใช้ที่ดินที่มีผลต่อการเสี่ยงการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน

ในการศึกษานี้ ได้ทำการประเมินปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ศึกษาด้วยข้อมูลที่มีอยู่ โดยใช้วิธีการนำข้อมูลเข้าแบบจำลองหาความสัมพันธ์ดินและน้ำ (Soil and Water Assessment Tool ,SWAT) และข้อมูลทางฝนและดินที่เป็นประจำในพื้นที่ เพื่อให้เข้าใจถึงมูลค่าของปริมาณน้ำท่าในระยะเวลาที่ระบุ และแบบจำลอง HEC-RAS version 6.4.1 สำหรับการวิเคราะห์พื้นที่น้ำท่วมในเขตพื้นที่ศึกษา ซึ่งข้อมูลและผลการประเมินสำคัญได้แก่

1 ปริมาณน้ำท่วมประจำปี การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำท่วมประจำปีในพื้นที่ศึกษา พบว่ามีความแปรปรวนของปริมาณน้ำท่วมขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ระบบน้ำท่วมมีเสถียรภาพที่ต่ำลงและมีความเปลี่ยนแปลงขึ้นแต่ก็มีการท่วมทุกปีอย่างต่อเนื่อง ที่สำคัญคือปีที่มีปริมาณน้ำท่วมสูงสุดในปีที่ผ่านมา มีความแปรปรวนสูงในระบบปริมาณน้ำท่วม เนื่องจากปริมาณฝนสะสมมากที่สุดในเดือนกันยายน- ตุลาคม

2 ผลกระทบของการใช้ที่ดิน ข้อมูลแสดงให้เห็นถึงผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ซึ่งพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจากป่าเป็นพื้นที่เกษตรกรรมและเมือง มีการเพิ่มปริมาณน้ำท่วมฉับพลัน ซึ่งอาจเกิดจากความเสี่ยงการถล่มของน้ำท่าที่เพิ่มขึ้นในพื้นที่และการปิดบังทางระบายน้ำเดิม การเปลี่ยนแปลงในรูปแบบการใช้ที่ดินมีผลต่อความแปรปรวนในน้ำท่วม

3 ข้อมูลเชิงพื้นที่ ในการศึกษานี้ ได้ใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อศึกษาการแพร่กระจายของน้ำท่วม การสร้างแผนที่ของพื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดน้ำท่วม เช่น การกำหนดพื้นที่ที่มีการพัฒนาที่ จะต้องมีการจัดการที่ดินเพิ่มเติมหรือระบบระบายน้ำที่ดีขึ้น

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและปริมาณ น้ำท่า โดยการควบคุมการใช้ที่ดินอาจช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดน้ำท่วมฉับพลันในอนาคต ขอเสนอ แนวทางในการควบคุมและป้องกันการเกิดน้ำท่วมฉับพลันอาจขึ้นอยู่กับลักษณะและสภาพ องค์กรประกอบที่ส่งผลในพื้นที่นั้น ซึ่งต่อไปคือแนวทางทั่วไปที่อาจช่วยลดความเสี่ยงจากน้ำท่วม ฉับพลัน

แนวทางการควบคุมและป้องกันการเกิดน้ำท่วมฉับพลันเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน จากพื้นที่ป่ามาเป็นพื้นที่เกษตรกรรมและเมืองนั้นเป็นเรื่องสำคัญ นำเสนอแนวทางดังนี้

1 การจัดการที่ดินและการเกษตร

การสร้างความคุ้มครองให้กับพื้นที่ป่า หากเปลี่ยนพื้นที่ป่ามาเป็นพื้นที่เกษตรกรรมหรือพื้นที่ ที่ไม่มีพืชอุดมสมบูรณ์ ควรพิจารณาการปลูกพืชที่เหมาะสมและรักษาพื้นที่ป่าที่เหลืออย่างดี เช่น การ ปลูกต้นไม้เพื่อรักษาชั้นน้ำดินและการรักษาป่าชุมชนเพื่อป้องกันการสูญเสียที่ดินและการไหลของน้ำที่ เกิดขึ้นในพื้นที่นั้น

การจัดการการใช้ที่ดินในพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่เกษตรกรรมควรมีระบบการระบายน้ำที่ดี เช่น การสร้างคลองน้ำและบ่อน้ำสำหรับเก็บน้ำขณะฝนตก เพื่อลดการไหลของน้ำที่มีความรุนแรงใน ท่วมทั้งนี้ควรปลูกพืชที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่และลดการใช้ปุ๋ยและสารเคมีที่อาจทำให้น้ำขยายพื้นที่

2 การวางแผนเมืองและการก่อสร้าง

การจัดการระบบระบายน้ำในเมืองที่มีประสิทธิภาพในเมืองเพื่อลดความเสี่ยงจากน้ำท่วม ควรถูกพิจารณาอย่างรอบคอบ การสร้างระบบท่อระบายน้ำที่เหมาะสมและการลงสถานที่เก็บน้ำเพื่อ รับน้ำที่มากขึ้นจากฝนตก เป็นต้น

การพัฒนานโยบายและกฎหมายที่สนับสนุนการจัดการน้ำที่ดินและน้ำในเมืองเป็นสิ่งสำคัญ เช่น การบังคับให้มีพื้นที่เปิดสีเขียวที่เหมาะสมในพื้นที่เมือง เป็นต้น

3 การคาดการณ์และการเตรียมความพร้อม

การใช้แบบจำลองคาดการณ์การเกิดน้ำท่วมฉับพลันอาจช่วยในการเตรียมความพร้อมแบบจำลองนี้สามารถทำนายพื้นที่ที่อาจเกิดน้ำท่วมฉับพลันในสถานการณ์ที่แตกต่างกันได้ ซึ่งจะช่วยให้เกิดการเตรียมความพร้อมกับการจัดการทรัพยากรที่มีประสิทธิภาพขึ้น

4 การศึกษาและการสร้างความตระหนักรู้

การสร้างความตระหนักรู้ในสังคม การศึกษาและการเข้าใจถึงความเสี่ยงจากน้ำท่วมฉับพลันและการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินจะช่วยให้คนในพื้นที่มีความตระหนักรู้และร่วมมือในการป้องกันและรับมือกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น

การศึกษาและความร่วมมือกับความรับผิดชอบ การร่วมมือกับสถาบันวิชาการ รัฐบาล และองค์กรที่เกี่ยวข้องเพื่อทำความรู้จักกับพื้นที่และรายละเอียดของการเปลี่ยนแปลงที่ดินที่อาจส่งผลกระทบต่อ การเกิดน้ำท่วมฉับพลันในพื้นที่

5 การติดตามและประเมิน

การติดตามและประเมินผล การติดตามและประเมินผลการดำเนินการควบคุมและป้องกัน การเกิดน้ำท่วมฉับพลันเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อปรับปรุงและปรับใช้แนวทางและมาตรการต่างๆ ตามผลลัพธ์และสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลง

สรุปลงในสังคมและองค์กรที่เกี่ยวข้องในพื้นที่เรื่องนี้ การควบคุมและป้องกันการเกิดน้ำท่วมฉับพลันที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินอาจจำเป็นต้องใช้แนวทางและมาตรการหลายอย่างร่วมกันเพื่อลดความเสี่ยงและเสริมสร้างความทนทานในการจัดการน้ำและการใช้ที่ดินในพื้นที่นั้น

พหุ ม ปณ จิต โท ชี เว

บทที่ 5

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองการประเมินน้ำท่วมฉับพลัน ประเมินน้ำท่วมฉับพลันจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและปริมาณน้ำฝน และเสนอแนวทางการควบคุมและป้องกันการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน ซึ่งการดำเนินการเลือกพื้นที่จากข้อมูลพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่มน้ำป่าไหลหลาก และน้ำท่วมฉับพลัน ในเว็บไซต์ https://data.dmr.go.th/dataset/debris_flood ของกรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งได้ระบุพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่มน้ำป่าไหลหลาก และน้ำท่วมฉับพลัน ในประเทศไทย ไว้เมื่อปี พ.ศ.2564 และมีการปรับปรุงครั้งล่าสุดในระบบเมื่อ มีนาคม 2566 ดังนั้นงานวิจัยนี้เลือกตัวแทนพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบดังกล่าว 3 กลุ่มน้ำ ประกอบด้วย กลุ่มน้ำลำสะพุง กลุ่มน้ำพรหม และกลุ่มน้ำเชิญส่วนที่ 1 โดย 3 กลุ่มน้ำนี้ เป็นกลุ่มน้ำสาขาของกลุ่มน้ำชี การดำเนินการวิจัยโดยใช้วิธีการนำข้อมูลเข้าแบบจำลองหาความสัมพันธ์ดินและน้ำ (Soil and Water Assessment Tool, SWAT) และข้อมูลทางฝนและดินที่เป็นประจำในกลุ่มน้ำ เพื่อให้เข้าใจถึงมูลค่าของปริมาณน้ำท่าในระยะเวลาที่ระบุ และแบบจำลอง HEC-RAS version 6.4.1 สำหรับการวิเคราะห์พื้นที่น้ำท่วมในเขตพื้นที่ศึกษา ภายใต้การจำลองเหตุการณ์ 1) การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและปริมาณฝนที่ก่อให้เกิดน้ำท่วมฉับพลัน และ 2) การใช้ที่ดินแต่ละปีกับปริมาณน้ำฝนของการใช้ที่ดินเพื่อหามาตรการการควบคุมการใช้ที่ดินที่มีผลต่อการเสี่ยงการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน ซึ่งข้อมูลและผลการประเมิน ให้ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้

1 สรุปประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง SWAT และแบบจำลอง HEC-RAS

1.1 การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง SWAT ในการประเมินน้ำท่วมฉับพลันที่ 3 กลุ่มน้ำแสดงให้เห็นถึงความแม่นยำและความเสถียรของแบบจำลอง ผลการประเมินโดยรวมแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองมีประสิทธิภาพสูงในการทำนายปริมาณน้ำท่วมในกลุ่มน้ำลำสะพุง, กลุ่มน้ำพรหม, และกลุ่มน้ำเชิญส่วนที่ 1 น้ำท่วมที่ได้จากแบบจำลองมีความเที่ยงตรงสูงตามค่า NSE และความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดและแบบจำลอง (R^2) ที่ดี ค่าคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (RMSE) อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และค่าเอนเอียงของการประมาณ (PBIAS) มีความเอนเอียงที่ยอมรับได้ การ

ปรับแก้พารามิเตอร์ที่ใช้สร้างแบบจำลอง SWAT ได้มีผลในการปรับปรุงความแม่นยำของการทำนายของแบบจำลอง ผลลัพธ์ทั้งหมดชี้ให้เห็นถึงความสามารถของแบบจำลองในการจำลองน้ำท่วมฉับพลันในพื้นที่ศึกษา

1.2 การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง HEC-RAS ในการทำนายน้ำท่วมฉับพลันได้ผลลัพธ์ที่ดีทั้งในด้านการสอบเทียบระดับน้ำและขอบเขตพื้นที่น้ำท่วม โดยผลลัพธ์แสดงให้เห็นถึงความแม่นยำและความเสถียรของแบบจำลองที่สามารถใช้ในการประเมินและวางแผนการจัดการน้ำท่วมได้อย่างมีประสิทธิภาพในพื้นที่ศึกษานั้นๆ ทั้งนี้การใช้ข้อมูลจากดาวเทียมเพื่อการสอบเทียบเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการประเมินความถูกต้องและความเชื่อถือของแบบจำลอง ดังนั้น การปรับปรุงและการพัฒนาต่อโดยการใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อปรับแก้พารามิเตอร์และการประมาณของแบบจำลองเป็นเรื่องสำคัญเพื่อให้การนำสมัยและมีประสิทธิภาพสูงสุดในการจัดการน้ำท่วมในอนาคต

2 สรุปการประเมินน้ำท่วมฉับพลันจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและปริมาณน้ำฝน

2.1 การประเมินผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงในการใช้ที่ดินและปริมาณฝนต่อน้ำท่วมฉับพลันได้แสดงให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำท่วมสูงสุดในช่วงเวลาปี พ.ศ. 2549-2562 ซึ่งเกิดผลมาจากการเปลี่ยนแปลงในการใช้ที่ดินในอดีตและปริมาณฝนจากเหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลันในปี 2564 นี้ การเพิ่มขึ้นของพื้นที่น้ำท่วมเป็นร้อยละ ทั้งในกลุ่มน้ำลำสะพุง กลุ่มน้ำพรหม และกลุ่มน้ำเชิญส่วนที่ 1 โดยมีการเพิ่มขึ้นของพื้นที่น้ำท่วมปีละตั้งแต่ 0.43% ถึง 0.92% ข้อมูลที่ได้นี้สามารถนำไปใช้ในการวางแผนการจัดการน้ำท่วมและการเพิ่มความทนทานของพื้นที่น้ำในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 การประเมินการใช้ที่ดินและปริมาณน้ำฝนในกลุ่มน้ำลำสะพุง กลุ่มน้ำพรหม และกลุ่มน้ำเชิญส่วนที่ 1 ตลอด 6 ปีแสดงให้เห็นถึงความผันผวนของปริมาณน้ำที่ท่วมในแต่ละลุ่มน้ำ โดยพบว่าปี พ.ศ.2562 เป็นปีที่มีน้ำท่วมสูงที่สุด และปริมาณน้ำที่ท่วมมีค่าสูงที่สุดในกลุ่มน้ำลำสะพุง กลุ่มน้ำพรหม และกลุ่มน้ำเชิญส่วนที่ 1 ตามลำดับ การใช้ที่ดินประเภทเกษตรกรรมมีผลต่อการท่วมน้ำมากที่สุดในทุกลุ่มน้ำ และขนาดพื้นที่ที่ท่วมมีการแปรผันตามปีที่มีปริมาณน้ำฝนสูงหรือต่ำ กลุ่มน้ำพรหมในปี พ.ศ.2560 เป็นตัวอย่างที่มีน้ำท่วมสูงที่สุดทำให้เกิดพื้นที่ท่วมมากที่สุด ส่วนในกลุ่มน้ำเชิญส่วนที่ 1 ในปี พ.ศ.2562 เป็นตัวอย่างที่มีน้ำท่วมน้อยที่สุด ดังนั้น การวางแผนในการใช้ที่ดินและการจัดการน้ำฝนเป็นสิ่งสำคัญเพื่อลดความเสี่ยงจากน้ำท่วมในลุ่มน้ำต่าง ๆ ในอนาคต

3 สรุปการศึกษาการประเมินปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ที่เกิดน้ำท่วมฉับพลัน เพื่อเสนอแนะแนวเสนองานทางการควบคุมและป้องกันการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน

3.1 การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและปริมาณน้ำฝนที่เป็นตัวก่อให้เกิดน้ำท่วมฉับพลันมีผลกระทบคาดเข้าในกลุ่มน้ำลำสะพุง กลุ่มน้ำพรม และกลุ่มน้ำเชิญส่วนที่ 1 ตลอด 6 ปีที่ผ่านมา การจำลองความอันตรายจากน้ำท่วมที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอดีตได้มีการประเมินหาพื้นที่ความอันตรายในแต่ละระดับ พบว่ามีแนวโน้มของขนาดพื้นที่ท่วมที่มีการเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ตั้งแต่ปี 2549 จนถึง 2562 โดยเปลี่ยนแปลงจากการใช้ที่ดินป่าไม้เป็นพื้นที่เกษตรกรรมมีผลมาจากการท่วมทำให้เกิดความเสี่ยงต่อความอันตรายจากน้ำท่วม กลุ่มน้ำลำสะพุงมีพื้นที่ความอันตรายมากที่สุด อยู่ในระดับ H5 (ไม่ปลอดภัยสำหรับยานพาหนะและผู้คน) และกลุ่มน้ำพรมมีพื้นที่ความอันตรายมากที่สุด อยู่ในระดับ H3 (ไม่ปลอดภัยสำหรับยานพาหนะ เด็ก และคนชรา) ในทุกๆ ปี ที่ได้ทำการจำลอง ส่วนกลุ่มน้ำเชิญส่วนที่ 1 มีพื้นที่ความอันตรายมากที่สุด อยู่ในระดับ H3 และระดับ H1 (ปลอดภัยสำหรับยานพาหนะ ผู้คน และอาคาร) ตลอดช่วงเวลาที่ทำการจำลอง การศึกษานี้สะท้อนถึงความสำคัญของการวางแผนการใช้ที่ดินและการจัดการน้ำฝนเพื่อลดความเสี่ยงจากน้ำท่วมในกลุ่มน้ำต่าง ๆ ในอนาคต

3.2 จากการใช้ที่ดินแต่ละปีและปริมาณน้ำฝนในการจำลองเหตุการณ์น้ำท่วมในอดีต เพื่อวัดระดับความอันตรายจากน้ำท่วมและประเมินพื้นที่ความอันตราย พบว่าขนาดพื้นที่ระดับความอันตรายจากน้ำท่วมแตกต่างกันในแต่ละปีที่เกิดน้ำท่วม โดยมีแนวโน้มที่ชัดเจนของระดับความอันตรายมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำท่วม ประมาณว่าในแต่ละปีที่เกิดน้ำท่วม พื้นที่ความอันตรายของน้ำท่วมส่วนใหญ่อยู่ในระดับ H1 (ปลอดภัยสำหรับยานพาหนะ ผู้คน และอาคาร) และระดับ H3 (ไม่ปลอดภัยสำหรับยานพาหนะ, เด็ก และคนชรา) ยกเว้นกลุ่มน้ำลำสะพุงที่มีระดับความอันตรายของน้ำท่วมมากที่สุดอยู่ที่ระดับ H5 (ไม่ปลอดภัยสำหรับยานพาหนะและผู้คน) โดยพื้นที่ที่มีระดับความอันตรายที่สูงในกลุ่มน้ำลำสะพุงมีการกระจายตัวในช่วงต้นน้ำ ทำให้เกิดความเสี่ยงในการพังทลายอาคารที่แข็งแรงน้อย และในกลุ่มน้ำเชิญส่วนที่ 1 และกลุ่มน้ำพรมมีระดับความอันตรายของน้ำท่วมที่มีค่าสูงในระดับ H3 และระดับ H1 ตามลำดับ นอกจากระดับความอันตรายยังมีการบ่งชี้ถึงความลาดชันของลำน้ำที่มีผลต่ออัตราการไหลของน้ำ ทำให้มีความเสี่ยงที่มากขึ้นในช่วงต้นน้ำ และประเมินขนาดพื้นที่ที่อยู่ในระดับความอันตรายจากน้ำท่วมในแต่ละปีที่มีการจำลองในอดีต

จากผลการศึกษาการประเมินปริมาณน้ำท่าในพื้นที่ที่เกิดน้ำท่วมฉับพลัน เพื่อนำมามาตรการการควบคุมการใช้ที่ดินที่มีผลต่อการเสี่ยงการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน อาทิเช่น 1) การจัดการที่ดินและการเกษตร ควรสร้างความคุ้มครองให้กับพื้นที่ป่าเพื่อลดความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และควรส่งเสริมการปลูกพืชที่เหมาะสมและรักษาพื้นที่ป่าที่เหลืออย่างดี และการจัดการการใช้ที่ดินในพื้นที่เกษตรกรรมควรเน้นการจัดระบบระบายน้ำที่ดี เพื่อลดการไหลของน้ำที่มีความรุนแรง 2)

การวางแผนเมืองและการก่อสร้าง ควรพิจารณาการจัดการระบบระบายน้ำในเมืองอย่างเหมาะสมเพื่อลดความเสี่ยงจากน้ำท่วม และควรพัฒนานโยบายและกฎหมายที่สนับสนุนการจัดการน้ำที่ดินและน้ำในเมือง 3) การคาดการณ์และการเตรียมความพร้อม ควรใช้แบบจำลองในการคาดการณ์การเกิดน้ำท่วมฉับพลันเพื่อเตรียมความพร้อมให้พร้อมสำหรับสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลง และ4) การศึกษาและการสร้างความตระหนักรู้ในสังคมและองค์กรที่เกี่ยวข้อง เกี่ยวกับความเสี่ยงจากน้ำท่วมและการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และควรส่งเสริมการร่วมมือในการจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพและให้ความรับผิดชอบต่อการรักษาและปรับปรุงสภาพพื้นที่ที่อาจมีผลต่อการเกิดน้ำท่วม

5.2 ข้อเสนอแนะ

1 มีการพัฒนาการวิเคราะห์เพิ่มเติมเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่ส่งผลต่อน้ำท่วมและปริมาณน้ำท่าสูงสุด ซึ่งอาจเป็นโอกาสในการสำรวจปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อน้ำท่วม

2 การสร้างการระบายน้ำที่ซับซ้อน ในการจัดการน้ำและระบบสายน้ำ อาจสามารถเสนอแนวทางในการสร้างระบายน้ำที่มีความซับซ้อนมากขึ้นเพื่อลดความเสี่ยงจากน้ำท่วม ระบายน้ำเชิงธรรมชาติและระบายน้ำที่ถูกออกแบบอย่างดีจะช่วยลดปริมาณน้ำท่าสูงสุด

3 การสร้างแผนการคาดการณ์ วิจัยการพยากรณ์สภาวะอากาศและภูมิอากาศเพื่อคาดการณ์ระดับน้ำที่จะสูงขึ้นในอนาคต การนำเสนอความเสี่ยงที่แท้จริงจากน้ำท่วมในสังคมและความร่วมมือในการเตรียมความพร้อม

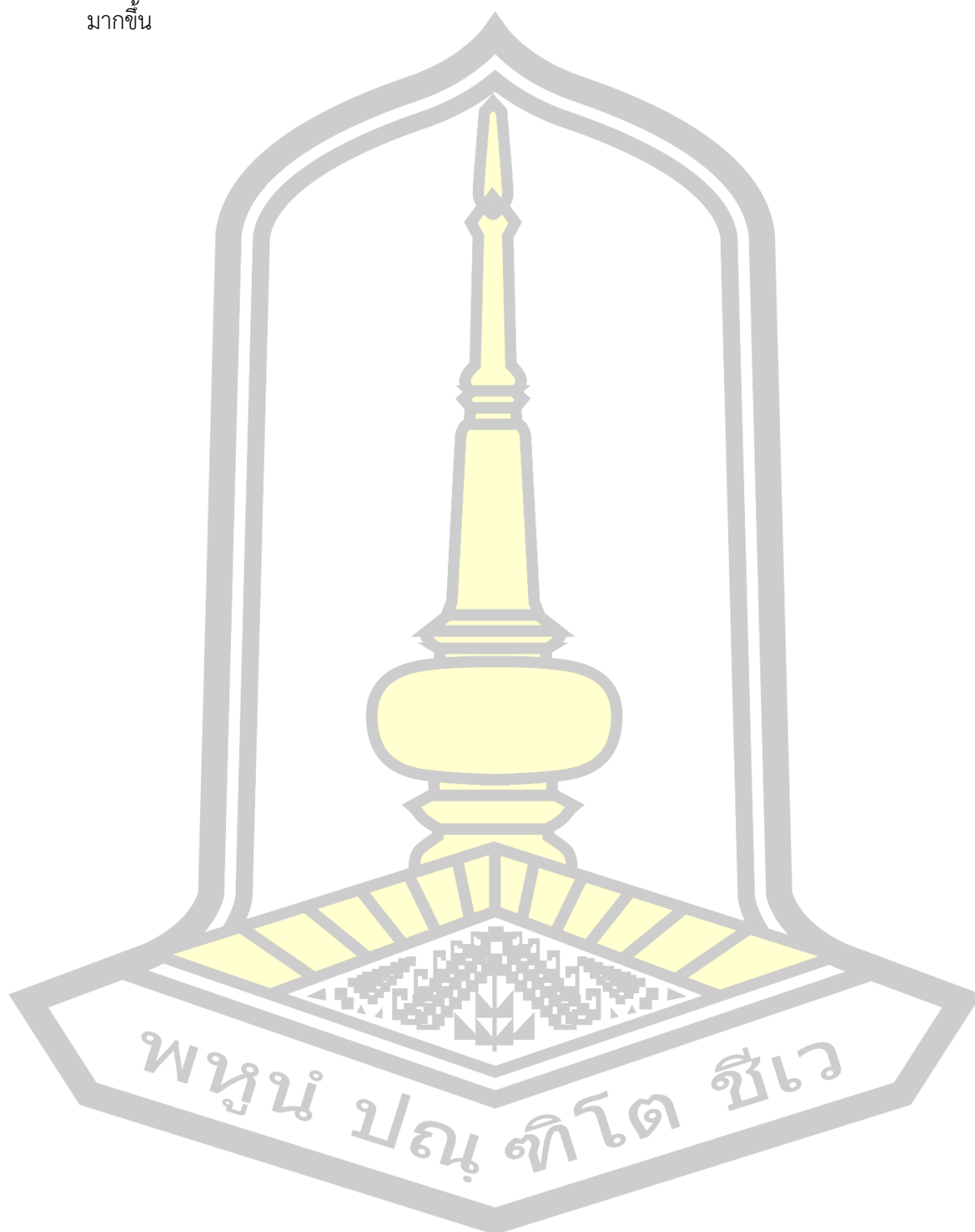
4 การสร้างการเข้าใจเชิงสังคม ควรมีการพัฒนาความเข้าใจและรับรู้จากประชาชนที่อาจได้รับผลกระทบจากน้ำท่วม และสร้างความตระหนักรู้เกี่ยวกับการควบคุมและป้องกันน้ำท่วม

5 การสร้างความตระหนักรู้ในสังคมเกี่ยวกับความเสี่ยงจากน้ำท่วมและการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน และส่งเสริมความร่วมมือในการจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพในพื้นที่

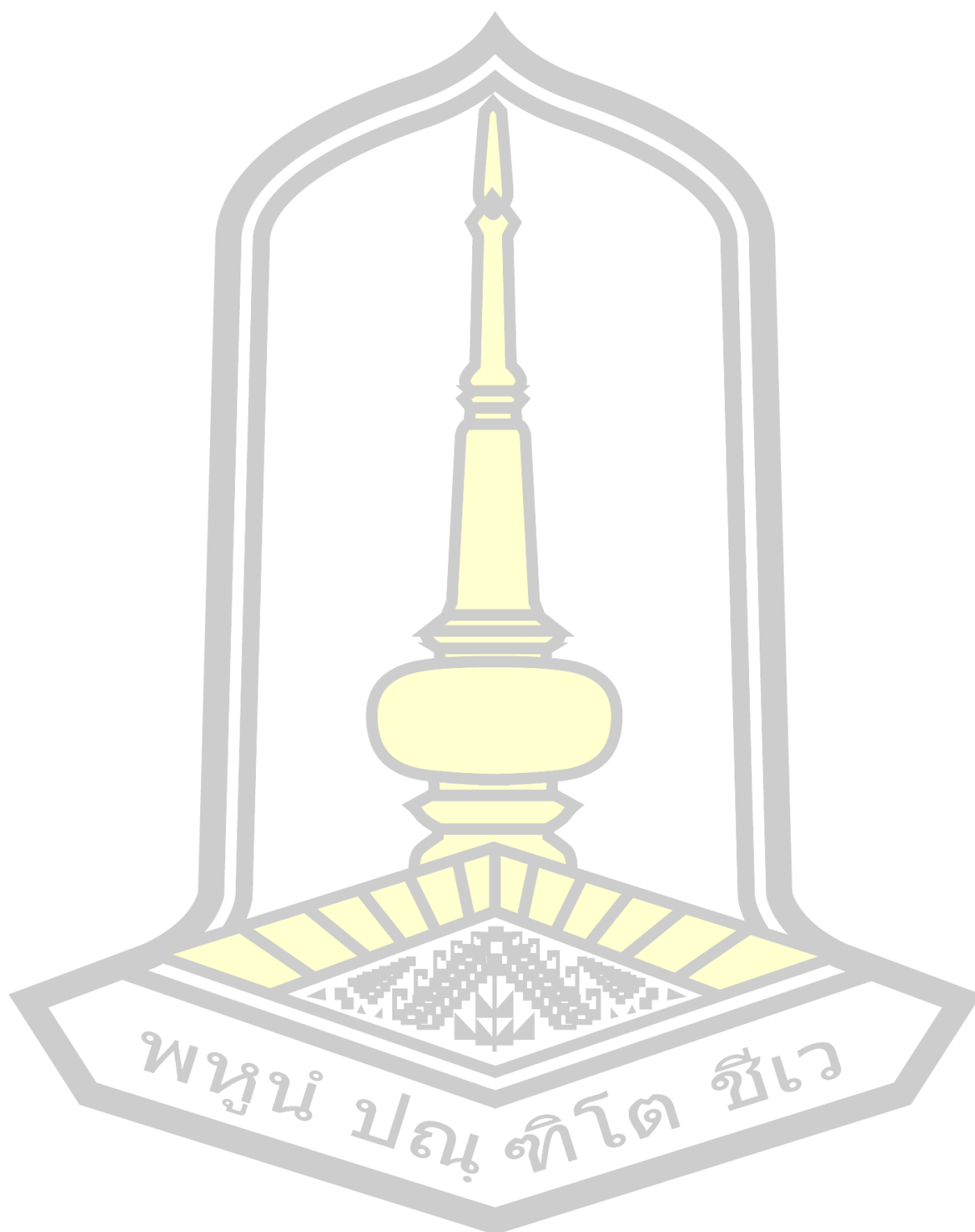
6 การประเมินเศรษฐศาสตร์ ควรประเมินผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์ที่สามารถเกิดขึ้นจากน้ำท่าสูงสุดและความเสี่ยงของการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน

7 การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเฉพาะกรณี เฉพาะพื้นที่ ซึ่งผลการศึกษาอาจมีข้อจำกัด หากนำไปใช้อ้างอิงกับพื้นที่อื่น ในครั้งต่อไปจึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในพื้นที่ที่มีลักษณะภูมิประเทศที่ต่างไปจากพื้นที่ศึกษาวิจัยนี้ และแนวทางการรับมือกับน้ำท่วมฉับพลันของชุมชนอื่นๆ จะทำให้ผลการศึกษา

มีความครอบคลุมพื้นที่ และเป็นประโยชน์ต่อการเตรียมพร้อมรับมือ น้ำป่าไหลหลากได้หลายรูปแบบ
มากขึ้น



บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- Amrutha, Shyla, Suresh, Suresh. (2022). Climate Change and Its Impact on Surface Runoff Characteristics of an Urban Catchment. Sustainable Water Resources Management, doi: 10.1007/978-981-16-7535-5_1
- Chitwatkulsiri, D., & Miyamoto, H. (2023). Real-Time Urban Flood Forecasting Systems for Southeast Asia—A Review of Present Modelling and Its Future Prospects. Water, 15(1), 178.
- Endendijk, Thijs, Botzen, Wouter, Moel, Hans, Aerts, Jeroen, Slager, Kymo, & Kok, Matthijs. (2022). Flood Vulnerability Curves and Household Flood Damage Mitigation Measures: an Econometric Analysis of Survey Data. <https://doi.org/10.1002/essoar.10512956.1>
- Eslamian, S., & Eslamian, F.A. (Eds.). (2022). Flood Handbook: Impacts and Management (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780429463327>
- Fei, Li., Xu, Feng, Yan., Huan, Feng, Duan. (2019). Sustainable Design of Urban Stormwater Drainage Systems by Implementing Detention Tank and LID Measures for Flooding Risk Control and Water Quality Management. Water Resources Management, doi: 10.1007/S11269-019-02300-0
- Gwangseob, Kim., Myojeong, Kim. (2022). Analysis of the Risk Management Strategy for Future Flood-Related Property Damage Due to Climate Change. Hanguk bangjaehakoenonmunjip, doi: 10.9798/kosham.2022.22.1.227
- Haris, Prasanchum. (2023). Risk assessment of flash flood situation under land use change using daily SWAT streamflow simulation in Loei Basin, Northeastern, Thailand. IOP conference series, doi: 10.1088/1755-1315/1151/1/012015
- Hersperger, A. M., Oliveira, E., Pagliarin, S., Palka, G., Verburg, P., Bolliger, J., & Grădinaru, S. (2018). Urban land-use change: The role of strategic spatial planning. Global Environmental Change, 51, 32-42.
- Jina, I., Singh, N.M., Devi, T.T. (2022). Determination of Infiltration Rate in Imphal West District, Manipur: Field Study. In: Dikshit, A.K., Narasimhan, B., Kumar, B., Patel, A.K. (eds) Innovative Trends in Hydrological and Environmental Systems.

Lecture Notes in Civil Engineering, vol 234. Springer, Singapore.
https://doi.org/10.1007/978-981-19-0304-5_7

Margaret, S., Petersen. (2001). Impacts of Flash Floods. doi: 10.1007/978-94-010-0918-8_2

Mariusz, Starzec., Sabina, Kordana-Obuch., Daniel, Styś. (2023). Assessment of the Feasibility of Implementing a Flash Flood Early Warning System in a Small Catchment Area. Sustainability, doi: 10.3390/su15108316

P.Basaiah, K., Teja, Priyanka, Yadav., Shishir, Kumar. (2023). Causes, impacts & mitigation measures for flash floods in indian himalayan region. Indian Scientific Journal Of Research In Engineering And Management, doi: 10.55041/ijsrem19803

Qianqian, Zhou., Jiongheng, Su., Karsten, Arnbjerg-Nielsen., Yi, Ren., Jinhua, Luo., Zijian, Ye., Junman, Feng. (2021). A GIS-Based Hydrological Modeling Approach for Rapid Urban Flood Hazard Assessment. Water, doi: 10.3390/W13111483

Shahid, H., Toyoda, M., & Kato, S. (2022). Impact assessment of changing landcover on flood risk in the indus River Basin Using the Rainfall–Runoff–Inundation (RRI). Sustainability, 14(12), 7021.

Wang, W., Guo, H., Chuai, X., Dai, C., Lai, L., & Zhang, M. (2014). The impact of land use change on the temporospatial variations of ecosystems services value in China and an optimized land use solution. Environmental Science & Policy, 44, 62-72.

Waranyu, Buakhao., Anongrit, Kangrang. (2016). DEM Resolution Impact on the Estimation of the Physical Characteristics of Watersheds by Using SWAT. Advances in Civil Engineering, 2016:1-9. doi: 10.1155/2016/8180158

Zahmatkesh, Z., Burian, S. J., Karamouz, M., Tavakol-Davani, H., & Goharian, E. (2015). Low-impact development practices to mitigate climate change effects on urban stormwater runoff: Case study of New York City. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 141(1), 04014043.

Zekâi, Şen. (2018). Hydrograph and Unit Hydrograph Analysis. doi: 10.1007/978-3-319-52356-9_4

Zullo, F., Montaldi, C., Di Pietro, G., & Cattani, C. (2022). Land Use Changes and Ecosystem Services: The Case Study of the Abruzzo Region Coastal Strip. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 11(12), 588.

กฤต มิ่งขวัญ, หริส ประสาร ฉ่ำ, & สมพินิจ เหมืองทอง. (2022). การ จำลอง ปริมาณ น้ำท่า กลุ่มน้ำ ลำ เชียง ไกร โดยใช้ แบบ จำลอง SWAT. การ ประชุม วิศวกรรม โยธา แห่ง ชาติ ครั้งที่ 27, 27, WRE21-1.

กิตติพงษ์ ธนาศิริยะกุล, “การประเมินสัมพันธภาพลำน้ำย่อยของประเทศไทยข้อมูลระบบสารสนเทศและแบบจำลองสารสนเทศ SWAT/GIS : กรณีศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ต้นตอนบน อ.อมก๋อย จ.เชียงใหม่”. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหาร, ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ปี 2546.

กิริติ ลีวัจนกุล. อุทกวิทยา. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต. ปีพิมพ์ : 3 / 2552

จิรวรรณ จารุพัฒน์ และคณะ “การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้และชนิดป่าต่างๆ ของประเทศไทย ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจากภาพถ่ายดาวเทียม” รายงานการประชุม วิชาการ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทางด้านป่าไม้ “ศักยภาพของป่าไม้ในการสนับสนุน พืชสาร เกียวโต” ณ โรงแรมมารวย การ์เด็น กรุงเทพฯ วันที่ 4-5 สิงหาคม 2548

ณัฐกมล กัณอินทร์. (2021). การ เปลี่ยนแปลง การ ใช้ ประโยชน์ ที่ดิน ใน พื้นที่ อนุรักษ์ บริเวณ อุทยานแห่งชาติ ดอย ผา กลอง จังหวัด แพร่ (Doctoral dissertation, Maejo University).

ณัฐวัชร ศักดิ์ดินไท “ผลกระทบของมหาวิทยาลัยมหาสารคามต่อเศรษฐกิจท้องถิ่น” วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทบริหาร, ภาควิชาการวางแผนภาคและเมือง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : ปี 2545.

ธีรเมธ หิรัญวัฒนา นนท์, & วรพงษ์ โล่ห์ไพศาล กฤช. (2020). การ สร้าง แบบ จำลอง น้ำ ฝน-น้ำท่า สำหรับ น้ำ ท่วม ฉบปล้น ใน พื้นที่ เมือง บ้านไผ่ จังหวัด ขอนแก่น. การ ประชุม วิชาการ วิศวกรรม โยธา แห่ง ชาติ ครั้งที่ 25, 25, WRE23-WRE23.

นิรัช ภูริพันธุ์ภิญโญ และคณะ “การประยุกต์ใช้แบบจำลองอุทกพลศาสตร์เพื่อวิเคราะห์สภาพน้ำท่วม และพื้นที่น้ำท่วมในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยโง้ง” การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 7, 21-22 พฤษภาคม 2552.

บุญช่วย ชุนทกิจ. อิทธิพลของลักษณะทางภูมิกายภาพของกลุ่มน้ำและการทำลายป่าต่อลักษณะการ ไหลของน้ำในลำธารในลุ่มน้ำมูล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2536.

ปรียา พรโกษา, ธนัชสุข วิมลเสรี, ภาณุพงษ์ ทิมบุญ ญา, & ธนภัทร อุทาร์ สวัสดิ์. (2021). การป้องกัน พื้นที่ น้ำท่วม ใน ลุ่มน้ำ ลำ พระเพลิง ด้วย แบบ จำลอง Hec Ras. การประชุมวิชาการ วิศวกรรมโยธา แห่งชาติ ครั้งที่ 26, 26.

ปจารีย์ คนเจน “การศึกษาใช้น้ำในลุ่มน้ำป่าสักโดยใช้ข้อมูลการจัดการน้ำในอดีตคำนวณไฮโดรโพล์”. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหาร, ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : ปี 2540.

ภรณ์ ธนภรรคภวิน “การบริหารความเสี่ยงน้ำท่วมน้ำแล้ง: กรณีศึกษาพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยมา จังหวัดระยอง”. Proceedings of 3rd THAICID NATIONAL SYMPOSIUM. 17 มิถุนายน 2551

ลิมป์ชัย ปรังษณาสัทธกุล “การประยุกต์ใช้แบบจำลอง SOIL AND WATER ASSESSMENT TOOL (SWAT MODEL) เพื่อการศึกษาสมดุลของน้ำในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหาร, สาขาวิชาการวางแผนสิ่งแวดล้อมเพื่อพัฒนาชุมชนและชนบท มหาวิทยาลัยมหิดล ปี 2549.

วินัย วังพิมูล. คู่มือปฏิบัติการ ประยุกต์ใช้งานแบบจำลอง SWAT. ส่วนงานคณะกรรมการลุ่มแม่น้ำโขง สำนักประสานความร่วมมือระหว่างประเทศ กรมทรัพยากรน้ำ. Version 2. พฤษภาคม 2552.

วิโรจน์ กี มาลา, & เอกสิทธิ์ โสม สด สกฤษชัย. (2013). การ ประยุกต์ ใช้ แบบ จำลอง SWAT สำหรับ การ จัด ทำ บัญชี น้ำ ใน ลุ่มน้ำ เซ โดเน ส ป ป. ลาว| Application of SWAT model for Water Accounting in Sedone River Basin, Lao PDR. วารสาร วิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยี มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, 2(3), 66-81.

อภิชาติ ศรีสุพรรณ “การประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อทำนายปริมาณน้ำท่าของพื้นที่ลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก”. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหาร, ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : ปี 2550.

โอฬาร เวศไธ “ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินต่อน้ำท่าในพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบน” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหาร, ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : ปี 2548.

พูน ปรณ จิตโต ชีเว

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาว ลักขณา สุวรรณชัย
วันเกิด	9 ธันวาคม 2521
สถานที่เกิด	จังหวัดชัยภูมิ ประเทศไทย
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 421 หมู่ 1 หมู่บ้านท่าขอนยาง ตำบลท่าขอนยาง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	วิศวกรโยธาปฏิบัติการ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคามตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2540 ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาช่างโยธา วิทยาลัยเทคนิคมหาสารคาม พ.ศ. 2545 ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา (วิศวกรรมชนบท) มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2556 ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วศ.ม.) สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2566 ปริญญาวิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วศ.ด.) สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
ทุนวิจัย	- ทุนการยกเว้นค่าเล่าเรียนของบุคลากร ประจำปีการศึกษา 2553 - ทุนอุดหนุนการวิจัยสำหรับนิสิตระดับบัณฑิตศึกษา (ปริญญาโท) ประจำปีงบประมาณ 2555
ผลงานวิจัย	- Compliew, S., Suwanchai, L. and Krongwieng, N. (2007) "Effect of Covers and Rainfall on Soil and Water Conservation Using a Tilting Flume Model," American Journal of Applied Sciences. 4(6), 410-416. - ลักขณา สุวรรณชัย, อนงค์ฤทธิ์ แข็งแรง, นิดา ชัยมูล, รัตนา หอมวิเชียร, สุธารัตน์ คำปลิว "การประยุกต์ใช้แบบจำลองความสัมพันธ์ดินแล่น้ำในการประเมินปริมาณน้ำท่ากับการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำชีส่วนที่ 4" วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ปีที่ 33 ฉบับที่ 3 พฤษภาคม – มิถุนายน 2557 หน้า 285-293

- Suwannachai, L., Sriworamas, K., Sivanpheng, O., & Kangrang, A. (2024). Application of SWAT Model for Assessment of Surface Runoff in Flash Flood Areas. *Water*, 16(3), 495.

