



แบบจำลองและฐานข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับการประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม
กรณีศึกษา พื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน ภาคใต้ ประเทศไทย

**Modeling and Spatial Database for Flood and Landslide Risk Assessment:
A Case Study of the Lang Suan Watershed, Southern Thailand**

สิริกอร์ ด่วงพิบูลย์

Sirikorn Duangpiboon

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
Master of Science in Technology and Environmental Management
Prince of Songkla University**

2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์



แบบจำลองและฐานข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับการประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม
กรณีศึกษา พื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน ภาคใต้ ประเทศไทย

**Modeling and Spatial Database for Flood and Landslide Risk Assessment:
A Case Study of the Lang Suan Watershed, Southern Thailand**

สิริกอร์ ด่วงพิบูลย์

Sirikorn Duangpiboon

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of
Master of Science in Technology and Environmental Management
Prince of Songkla University**

2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ แบบจำลองและฐานข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับการประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย
และดินถล่ม กรณีศึกษา พื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน ภาคใต้ ประเทศไทย

ผู้เขียน ว่าที่ร้อยตรีหญิงสิริกกร ค้วงพิบูลย์

สาขาวิชา เทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	คณะกรรมการสอบ
..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันจิตรา โตะหวั่นหลง)	(ดร.สิริวรรณ รวมแก้ว)
 กรรมการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันจิตรา โตะหวั่นหลง)
..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชงชัย สุธีรศักดิ์)	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชงชัย สุธีรศักดิ์)
..... กรรมการ
(ดร.รวี รัตนาคม)	(ดร.รวี รัตนาคม)
 กรรมการ
	(ดร.ชนิดา สุวรรณประสิทธิ์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและการ
จัดการสิ่งแวดล้อม

.....
(ศาสตราจารย์ ดร.ดำรงศักดิ์ ฟ้ารุ่งแสง)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มี
ส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันจิตรา โตะหวันหลง)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ.....

(ว่าที่ร้อยตรีหญิงสิริกกร ค้างพิบูลย์)

นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และ
ไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.....

(ว่าที่ร้อยตรีหญิงสิริกกร ศิวังพิบูลย์)

นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์	แบบจำลองและฐานข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับการประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม กรณีศึกษา พื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน ภาคใต้ ประเทศไทย
ผู้เขียน	ว่าที่ร้อยตรีหญิงสิริกกร คิวงพิบูลย์
สาขาวิชา	เทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา	2560

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่มของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน ภาคใต้ ประเทศไทย 2) จัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับการประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่มในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน ภาคใต้ ประเทศไทย การดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย 1) การสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่มของพื้นที่ ด้วยการใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงคณิตศาสตร์วิธีอัตราส่วนความถี่ (Frequency Ratio) และวิธีน้ำหนักของหลักฐาน (Weight of Evidence) ร่วมกับ โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ 2) การจัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับการประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่มในพื้นที่ โดยใช้โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ผลการดำเนินการในส่วนของการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่มของพื้นที่พบว่า สำหรับแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยที่สร้างด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่มีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับต่ำมาก (ร้อยละ 47.78) รองลงมาเป็นพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับต่ำ ระดับสูง ระดับปานกลาง และระดับสูงมาก (ร้อยละ 20.25 ร้อยละ 13.00 ร้อยละ 11.58 และร้อยละ 7.39 ตามลำดับ) ขณะที่แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยที่สร้างด้วยวิธีน้ำหนักของหลักฐานมีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับต่ำมาก (ร้อยละ 41.62) รองลงมาเป็นพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับต่ำ ระดับสูงมาก ระดับสูง และระดับปานกลาง (ร้อยละ 23.26 ร้อยละ 13.13 ร้อยละ 11.09 และร้อยละ 10.89 ตามลำดับ) สำหรับแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มที่สร้างด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่ มีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับต่ำ (ร้อยละ 32.95) รองลงมาเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับต่ำมาก ระดับปานกลาง ระดับสูง และระดับสูงมาก (ร้อยละ 21.95 ร้อยละ 17.80 ร้อยละ 16.37 และร้อยละ 10.94 ตามลำดับ) ขณะที่แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มที่สร้างด้วยวิธีน้ำหนักของหลักฐาน มีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับต่ำ (ร้อยละ 31.05) รองลงมาเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับปานกลาง ระดับสูง ระดับต่ำมาก และระดับสูงมาก (ร้อยละ 21.49 ร้อยละ 18.49 ร้อยละ 16.84 และร้อยละ 12.13 ตามลำดับ) ทั้งนี้จากการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง ทั้ง 4 แบบจำลอง ซึ่งได้แก่

แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยที่สร้างด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่ แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยที่สร้างด้วยวิธีน้ำหนักของหลักฐาน แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มที่สร้างด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่ และแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มที่สร้างด้วยวิธีน้ำหนักของหลักฐาน ต่างมีประสิทธิภาพที่ค่อนข้างสูง (ค่าอัตราความสำเร็จของแบบจำลองที่วิเคราะห์ด้วยวิธีพื้นที่ได้กราฟ ร้อยละ 88.98 ร้อยละ 87.95 ร้อยละ 89.98 และร้อยละ 88.37 ตามลำดับ และค่าอัตราการทำนายของแบบจำลองที่วิเคราะห์ด้วยพื้นที่ได้กราฟ ร้อยละ 84.98 ร้อยละ 83.51 ร้อยละ 83.82 และร้อยละ 85.60 ตามลำดับ) และสำหรับผลการดำเนินการในส่วนของการจัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับการประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม โครงสร้างฐานข้อมูลจะประกอบด้วย 11 กลุ่มชั้นข้อมูล ได้แก่ กลุ่มชั้นข้อมูลขอบเขตการปกครอง กลุ่มชั้นข้อมูลเส้นทางคมนาคม กลุ่มชั้นข้อมูลเขตชุมชน/อาคาร กลุ่มชั้นข้อมูลแหล่งน้ำ กลุ่มชั้นข้อมูลลักษณะภูมิประเทศ กลุ่มชั้นข้อมูลลักษณะภูมิอากาศ กลุ่มชั้นข้อมูลป่าไม้ กลุ่มชั้นข้อมูลดินและการใช้ที่ดิน กลุ่มชั้นข้อมูลลักษณะทางธรณีวิทยา กลุ่มชั้นข้อมูลอุทกภัยและดินถล่ม และกลุ่มชั้นข้อมูลเรสเตอร์หรือชั้นข้อมูลแผนที่ ผลลัพธ์ของงานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ในการประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่มของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน ซึ่งจะช่วยให้การวางแผนจัดการอุทกภัยและดินถล่มในพื้นที่เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: แบบจำลองพื้นที่เสี่ยง พื้นที่เสี่ยง อุทกภัย ดินถล่ม ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ อัตราส่วนความถี่ น้ำหนักของหลักฐาน ลุ่มน้ำคลองหลังสวน

Thesis Title	Modeling and Spatial Database for Flood and Landslide Risk Assessment: A Case Study of the Lang Suan Watershed, Southern Thailand
Author	Acting Sub Lieutenant Sirikorn Duangpiboon
Major Program	Technology and Environmental Management
Academic	2017

ABSTRACT

The objective of this study was 1) To create flood and landslide susceptibility model of the Lang Suan watershed, Southern Thailand, and 2) To create a spatial database for flood and landslide risk assessment in the Lang Suan watershed, Southern Thailand. The process of this study could be divided into 2 parts: 1) the creation of flood and landslide susceptibility model of the area, by using Frequency Ratio (FR) and Weight of Evidence (WOE) Statistical Method and GIS, and 2) the creation of a spatial database for flood and landslide risk assessment in the area. The result of the creation of flood and landslide susceptibility model showed that the very low flood susceptibility area (47.48%), low flood susceptibility area (20.25%), high flood susceptibility area (13.00%), moderate flood susceptibility area (11.58%) and very high flood susceptibility area (7.39%) respectively was displayed in flood susceptibility model of FR method, whereas a flood susceptibility model of WOE method displayed the very low flood susceptibility area (41.62%), low flood susceptibility area (23.26%), very high flood susceptibility area (13.13%), high flood susceptibility area (11.09%) and moderate susceptibility area (10.89%) respectively. For landslide susceptibility models, a landslide susceptibility model of FR method displayed the low landslide susceptibility area (32.95%), very low landslide susceptibility area (21.95%), moderate landslide susceptibility area (17.80%), high landslide susceptibility area (16.37%) and very high landslide susceptibility area (10.94%) respectively, whereas a landslide susceptibility model of WOE method displayed the low landslide susceptibility area (31.05%), moderate landslide susceptibility area (21.49%), high landslide susceptibility area (18.49%), very low landslide susceptibility area (16.84%) and very high landslide susceptibility area (12.13%) respectively. However, these 4 models of the study area, flood susceptibility model of FR, flood susceptibility model of WOE, landslide susceptibility

model of FR and landslide susceptibility model of WOE were high efficiency, (the success rate curves of AUC were 88.98%, 87.95%, 89.98% and 88.37% respectively, and the prediction rate curves of AUC were 84.98%, 83.51%, 83.82% and 85.60% respectively) . The result of the creation of a spatial database for flood and landslide risk assessment, its structure contained 11 themes, including boundary, transportation, builtup area, inland water, topography, meteorology, forest, soil and land use, geology, flood and landslide and raster. These results could be used for flood and landslide risk assessment of the Lang Suan watershed that increases performance of flood and landslide management planning in the Lang Suan watershed.

Keywords: Susceptibility Model, Risk Area, Flood, Landslide, Frequency Ratio, Weight of Evidence, Spatial Database, GIS, Lang Suan Watershed

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ ด้วยการสนับสนุนทุนในการดำเนินการศึกษาวิจัย จากคณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และการให้ความช่วยเหลือของบุคลากร หน่วยงานและองค์กร ซึ่งมีรายนามดังต่อไปนี้

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันจิตรา โต้ะหวานหลง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธงชัย สุธีรศักดิ์ และดร.รวิ รัตนาคม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะ ในการดำเนินการวิจัยตลอดจนการเขียนเล่มวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ญาติพี่น้อง คณาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ บุคลากรคณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม และมิตรสหายทุกท่าน ที่กรุณาให้คำแนะนำ และความช่วยเหลือในการเรื่องต่างๆ ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา

ขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) กรมทรัพยากรน้ำ กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กรมแพนทหาร กรมทรัพยากรน้ำบาดาล กรมการปกครอง กรมอุตุฯ กรมวิทย์ กรมชลประทาน กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช กรมป่าไม้ กรมพัฒนาที่ดิน กรมทรัพยากรธรณี กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย และ United States Geological Survey (USGS) ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการดำเนินการวิจัย

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่จาก ที่ว่าการอำเภอพะโต๊ะ และอำเภอหลังสวน กำนันผู้ใหญ่บ้าน ผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้าน สถาบันการเงินชุมชนบ้านเขาตะเกาทอง และประชาชนทุกคนในพื้นที่อำเภอพะโต๊ะ และอำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย ตลอดจนการอำนวยความสะดวกในการลงสำรวจ และบันทึกข้อมูลภาคสนาม

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณ ดร.ศิริวรรณ รวมแก้ว ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และดร.ชนิศา สุวรรณประสิทธิ์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาเสียสละเวลาในการสอบวิทยานิพนธ์ และการให้คำแนะนำ รวมทั้งข้อเสนอแนะในการแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์จนสำเร็จสมบูรณ์

ศิริกร ดั่งพิบูลย์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	(5)
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	(7)
กิตติกรรมประกาศ	(9)
สารบัญ	(10)
รายการตาราง	(12)
รายการรูป	(13)
สัญลักษณ์ย่อและคำย่อ	(15)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	4
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	6
2.1 ความหมายและลักษณะของอุทกภัย	6
2.2 ความหมายและลักษณะของดินถล่ม	7
2.3 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัย	12
2.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดดินถล่ม	15
2.5 วิธีวิเคราะห์เชิงคณิตศาสตร์สำหรับการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม	19
2.6 สภาพทั่วไปของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน	22
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	36
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	41
3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์	42
3.2 การสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม	42
3.2.1 ข้อมูลที่ใช้ในการดำเนินการ	42
3.2.2 การเตรียมข้อมูลปัจจัย	43

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2.3 การเตรียมข้อมูลตำแหน่งอุทกภัยและดินถล่ม	50
3.2.4 การสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่มด้วยวิธี อัตราส่วนความถี่ (Frequency Ratio: FR)	50
3.2.5 การสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่มด้วยวิธี น้ำหนักของหลักฐาน (Weight of Evidence: WOE)	52
3.2.6 การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง	56
3.3 การจัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับการประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม	57
บทที่ 4 ผลและบทวิจารณ์ผลการวิจัย	59
4.1 การสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย	59
4.1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งอุทกภัยและปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์	59
4.1.2 แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยวิธีอัตราส่วนความถี่	66
4.1.3 แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยวิธีน้ำหนักของหลักฐาน	66
4.2 การสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม	69
4.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งดินถล่มและปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์	69
4.2.2 แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มวิธีอัตราส่วนความถี่	76
4.2.3 แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มวิธีน้ำหนักของหลักฐาน	77
4.3 การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม	79
4.3.1 ประสิทธิภาพแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย	79
4.3.2 ประสิทธิภาพแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม	82
4.4 การจัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับการประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม	86
บทที่ 5 บทสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	90
5.1 สรุปผลการวิจัย	90
5.2 ข้อเสนอแนะ	92
เอกสารอ้างอิง	93
ภาคผนวก	101
ภาคผนวก ก พจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary)	102
ประวัติผู้เขียน	150

รายการตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การปกครองในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน	23
2.2 รายชื่อลำน้ำสาขาของคลองหลังสวน	25
3.1 การเตรียมข้อมูลปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัย	44
3.2 การเตรียมข้อมูลปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดดินถล่ม	46
4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งอุทกภัยและปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่และวิธีน้ำหนักของหลักฐาน	62
4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งดินถล่มและปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่และวิธีน้ำหนักของหลักฐาน	74

รายการรูป

รูปที่	หน้า
2.1	7
2.2	8
2.3	11
2.4	19
2.5	24
2.6	26
2.7	29
2.8	29
2.9	33
2.10	35
2.11	36
3.1	41
3.2	43
3.3	56
4.1	65
4.2	66
4.3	67
4.4	68

รายการรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.5	ความสัมพันธ์ของตำแหน่งดินถล่มและประเภทของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดดินถล่ม	73
4.6	แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยที่สร้างด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่	77
4.7	แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยที่สร้างด้วยวิธีน้ำหนักของหลักฐาน	78
4.8	การเปรียบเทียบร้อยละของระดับพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มของแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มที่สร้างด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่ และวิธีน้ำหนักของหลักฐาน	79
4.9	กราฟแสดงการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยที่สร้างด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่และวิธีน้ำหนักของหลักฐาน	80
4.10	การเปรียบเทียบการปรากฏตำแหน่งอุทกภัยที่ใช้ในการประเมินค่าอัตราความสำเร็จและอัตราทำนายของแบบจำลองที่สร้างด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่และวิธีน้ำหนักของหลักฐาน	82
4.11	กราฟแสดงการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มที่สร้างด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่และวิธีน้ำหนักของหลักฐาน	83
4.12	การเปรียบเทียบการปรากฏตำแหน่งดินถล่มที่ใช้ในการประเมินอัตราความสำเร็จและอัตราทำนายของแบบจำลองอัตราส่วนความถี่และน้ำหนักของหลักฐาน	85
4.13	การเรียกใช้งานฐานข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อการประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่มผ่านทางซอฟต์แวร์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcMap 10.2	86

สัญลักษณ์คำย่อและตัวย่อ

AUC	Area under the Curve
FR	Frequency Ratio
GIS	Geographic Information System
SI	Susceptibility Index
WOE	Weight of Evidence

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

ตลอดทศวรรษที่ผ่านมา เหตุการณ์อุทกภัยและดินถล่มที่อุบัติขึ้นในพื้นที่ต่างๆทั่วโลก ได้ทวีความรุนแรงและสร้างความสูญเสียแก่ชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนอย่างมหาศาล ไม่ว่าจะเป็นเหตุการณ์อุทกภัยและดินถล่มที่เกิดขึ้นที่ประเทศบราซิล ในปี พ.ศ. 2553 เหตุการณ์อุทกภัยและดินถล่มที่เกิดขึ้นประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2554 หรือเหตุการณ์อุทกภัยและดินถล่มที่ประเทศอินเดียและเนปาล ในปี พ.ศ. 2556 (Guhar-Sapir, *et al.*, 2014) ทั้งนี้หากพิจารณาเฉพาะเหตุการณ์อุทกภัยและดินถล่มที่เกิดขึ้นในประเทศไทย ช่วงปี พ.ศ.2532-2552 จะพบว่า มูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์อุทกภัยและดินถล่ม อันได้แก่ อาคารบ้านเรือนที่อยู่อาศัย โครงสร้างพื้นฐานและระบบสาธารณูปโภค พื้นที่เกษตรกรรม และสิ่งก่อสร้างเชิงพาณิชย์ มีมูลค่าโดยรวมไม่ต่ำกว่า 850 ล้านบาท (ไทยพับลิก้า, ม.ป.ป.) ผลกระทบจากความเสียหายดังกล่าว ทำให้ประเทศสูญเสียทั้งรายได้จากภาคส่วนต่างๆ ที่ได้รับความเสียหาย และงบประมาณในการฟื้นฟูและการให้ความช่วยเหลือผู้ประสบภัยด้วย (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2554)

ลุ่มน้ำคลองหลังสวน ตั้งอยู่ในพื้นที่บางส่วนของจังหวัดชุมพร ระนอง และสุราษฎร์ธานี และเป็นหนึ่งในพื้นที่ทางภาคใต้ของประเทศไทยที่ต้องประสบกับเหตุการณ์อุทกภัยและดินถล่มในช่วงฤดูลมมรสุมของพื้นที่อยู่บ่อยครั้ง อาทิเช่น เหตุการณ์ดินถล่ม ในพื้นที่หมู่ที่ 9 ตำบลปากทรง อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร เมื่อวันที่ 4 พฤศจิกายน พ.ศ. 2552 และในพื้นที่หมู่ที่ 1 ตำบลพะโต๊ะ อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร เมื่อวันที่ 9 สิงหาคม พ.ศ. 2553 ทำให้เส้นทางคมนาคมในพื้นที่ถูกตัดขาด (กรมทรัพยากรธรณี, 2553) นอกจากนี้พื้นที่ยังเคยประสบกับเหตุการณ์อุทกภัยและดินถล่มที่มีความรุนแรง อาทิเช่น เหตุการณ์อุทกภัยจากอิทธิพลของพายุโซนร้อน โมลาเว เมื่อวันที่ 18 กรกฎาคม พ.ศ. 2552 ที่สร้างความเสียหายให้กับพื้นที่อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร เหตุการณ์อุทกภัยและดินถล่มในพื้นที่ภาคใต้ประเทศไทย จากอิทธิพลของพายุดีเปรสชันบริเวณอ่าวไทย เมื่อวันที่ 10 ตุลาคม-14 ธันวาคม พ.ศ. 2553 ที่สร้างความเสียหายให้กับพื้นที่จังหวัดชุมพร ระนอง และสุราษฎร์

ธานี และเหตุการณ์อุทกภัยและดินถล่มในพื้นที่ภาคใต้ประเทศไทย จากอิทธิพลของความกดอากาศสูงจากประเทศจีน เมื่อเดือนมีนาคม พ.ศ. 2554 ที่สร้างความเสียหายให้กับพื้นที่จังหวัดชุมพร ระนองและสุราษฎร์ธานีเช่นเดียวกัน (กรมทรัพยากรธรณี, 2552; สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2554)

ปัญหาดังกล่าวข้างต้น สามารถจัดการได้หากมีการวางแผนการจัดการอุทกภัยและดินถล่มที่ดี และครอบคลุมทุกช่วงของการเกิดภัย โดยเฉพาะในด้านการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม การจัดสรรเครื่องมือ อุปกรณ์ และบุคลากร รวมถึงการกำหนดแนวทางในการดำเนินการปฏิบัติการต่างๆ สำหรับการป้องกันและผลกระทบก่อนการเกิดภัย และการเตรียมความพร้อมรับมือกับเหตุการณ์อุทกภัยและดินถล่มที่จะเกิดขึ้น ได้อย่างเพียงพอและเหมาะสมกับพื้นที่ (UNISDR, 2009)

การประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม เป็นกระบวนการที่มีความสำคัญต่อการวางแผนจัดการอุทกภัยและดินถล่ม (นิลบล สุพานิช, 2549; สำนักส่งเสริมการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย, 2551; กรมทรัพยากรธรณี, 2556) โดยปัจจุบันผลจากการประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่มนั้น ได้ถูกนำไปใช้ในการวางแผนการจัดการอุทกภัยและดินถล่มอย่างแพร่หลาย ไม่ว่าจะเป็น การวางแผนกำหนดเขตโซนพื้นที่สีเขียวในพื้นที่เขตเมืองเพื่อป้องกันและลดผลกระทบการเกิดเหตุการณ์อุทกภัย (Lee, *et al.*, 2012) การวางแผนการพัฒนาเส้นทางคมนาคมทางถนนในพื้นที่ป่าที่ป้องกันอันตรายจากดินถล่ม และการลดผลกระทบจากการก่อสร้างและใช้ถนนที่มีอิทธิพลต่อการเกิดดินถล่ม (Jaafari, *et al.*, 2015) หรือการวางแผนกำหนดตำแหน่งครัวเรือนที่ต้องให้ความช่วยเหลืออย่างเร่งด่วนเมื่อเกิดภัยดินถล่ม (จิตนพา วุ่นบัว และคณะ, 2557)

แบบจำลองข้อมูลเชิงพื้นที่เป็นหนึ่งในเครื่องมือที่ถูกใช้ในการดำเนินการประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม เนื่องจากสามารถแสดงทั้งการจำลองรูปร่าง อธิบายตำแหน่ง และอธิบายคุณสมบัติหรือรายละเอียดของสิ่งต่างๆของพื้นที่ ที่สำคัญต่อการประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่มได้ นอกจากนี้ยังสามารถดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขให้ข้อมูลบางส่วน of แบบจำลองสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ เพื่อให้ผลของการประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่มถูกต้องและสอดคล้องกับสภาพปัจจุบันมากที่สุด (Longley, *et al.*, 2005; สถานวิจัยสารสนเทศภูมิศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ม.ป.ป.) การมีแบบจำลองข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับการประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่มจึงมีความสำคัญ

ดังนั้นงานวิจัยนี้ จึงมุ่งเน้นการสร้างแบบจำลองข้อมูลเชิงพื้นที่ และจัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับรวบรวมแบบจำลองข้อมูลเชิงพื้นที่ ที่ใช้ในการประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน ภาคใต้ ประเทศไทย

1.2 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่มของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน ภาคใต้ ประเทศไทย
- 2) เพื่อจัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับการประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่มในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน ภาคใต้ ประเทศไทย

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

- 1) พื้นที่ศึกษาคือพื้นที่ทั้งหมดของกลุ่มน้ำคลองหลังสวน ภาคใต้ ประเทศไทย
- 2) การสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลแบบกริด ขนาด 30 x 30 เมตร ด้วยการใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับวิธีวิเคราะห์เชิงคณิตศาสตร์ที่ทำการคัดเลือกจากการพิจารณาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 3) ปัจจัยที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย ประกอบด้วย 8 ปัจจัย คือ (1) ปริมาณน้ำฝนรายปี (เฉลี่ย 30 ปี) (2) ความหนาแน่นของเส้นทางคมนาคมทางถนน (3) องศาความลาดชัน (4) ความสูงจากระดับน้ำทะเล (5) ความหนาแน่นของเส้นทางน้ำ (6) ระยะห่างจากเส้นทางน้ำ (7) การใช้ที่ดิน และ (8) ความสามารถในการระบายน้ำของดิน
- 4) ปัจจัยที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม ประกอบด้วย 10 ปัจจัย คือ (1) ปริมาณน้ำฝนรายปี (เฉลี่ย 30 ปี) (2) ลักษณะทางธรณีวิทยา (3) ระยะห่างจากรอยเลื่อน (4) องศาความลาดชัน (5) ทิศทางความลาดเอียง (6) ความสูงจากระดับน้ำทะเล (7) การใช้ที่ดิน (8) ลักษณะเนื้อดิน (9) ระยะห่างจากเส้นทางน้ำ และ (10) ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคมทางถนน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) หน่วยงานและองค์กรในระดับตำบลและหมู่บ้าน ของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน สามารถนำแบบจำลองข้อมูลเชิงพื้นที่ที่อยู่ในฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ไปใช้ในการประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่มของพื้นที่ได้
- 2) เป็นแนวทางสำหรับการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม และแบบจำลองข้อมูลเชิงพื้นที่อื่นๆ ที่ใช้ในการประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่มในพื้นที่อื่นๆ ได้
- 3) เป็นแนวทางสำหรับการสร้างแบบจำลองข้อมูลเชิงพื้นที่อื่นๆ ที่ใช้ในการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยพิบัติอื่นๆ เช่น พื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง ให้กับพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวนและพื้นที่อื่นๆ ได้

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

- 1) แบบจำลองข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Model) คือ ข้อมูลการจำลองรูปร่างของสิ่งต่างๆ ในพื้นที่ โดยอาจมีลักษณะเป็นเส้น (Line) เป็นจุด (Point) เป็นรูปหลายเหลี่ยมหรือพื้นที่ (Polygon) หรือเป็นจุดภาพ (Pixel) และมีคำบรรยายอธิบายคุณสมบัติหรือรายละเอียดของสิ่งต่างๆ เหล่านั้นในพื้นที่ (Attribute Data)
- 2) แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยหรือดินถล่ม (Flood or Landslide Susceptibility Model) คือ แบบจำลองข้อมูลเชิงพื้นที่ ที่แสดงการจำลองขอบเขตความเสี่ยงอุทกภัยและดินถล่มระดับต่างๆ ของพื้นที่
- 3) ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Database) คือ คลังหรือแหล่งที่รวบรวมและจัดเก็บแบบจำลองข้อมูลเชิงพื้นที่ รวมถึงข้อมูลเชิงบรรยายหรือคำอธิบายที่เกี่ยวข้อง เข้าไว้ด้วยกันอย่างเป็นระบบ
- 4) การประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม (Flood and Landslide Risk Assessment) คือ การกำหนดขอบเขตหรือบริเวณความเสี่ยงอุทกภัยและดินถล่มระดับต่างๆ ของพื้นที่ที่ต้องการจะพิจารณา โดยอาจสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่มของพื้นที่นั้น เช่น การสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน หรือใช้แบบจำลองพื้นที่เสี่ยง

อุทกภัยและดินถล่มที่มีพื้นที่บางส่วนครอบคลุมพื้นที่นั้น ร่วมกับแบบจำลองข้อมูลเชิงพื้นที่อื่นๆ เช่น การใช้แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน ซ้อนทับกับแบบจำลองข้อมูลขอบเขตตำบลใดตำบลหนึ่ง เพื่อระดับความเสี่ยงอุทกภัยของตำบลนั้น

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2.1 ความหมายและลักษณะของอุทกภัย

อุทกภัย (Flood) หมายถึง เหตุการณ์ที่น้ำปริมาณมากไหลเข้าท่วม หรือเข้าปกคลุมพื้นที่ จนทำให้บางส่วนของพื้นที่อยู่ต่ำกว่าระดับน้ำ หรือจมลงไปได้มากกว่าปกติ (NSSL, n.d.; WMO, 2011; คณะกรรมการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยแห่งชาติ, 2558) ลักษณะของอุทกภัยสามารถจำแนกได้เป็น 4 ลักษณะ คือ อุทกภัยน้ำล้นตลิ่ง อุทกภัยน้ำท่วมขัง อุทกภัยน้ำท่วมฉับพลัน หรือน้ำป่าไหลหลาก และอุทกภัยคลื่นพายุซัดฝั่งหรือน้ำท่วมชายฝั่ง (รูปที่ 2.1) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ (NWS, n.d.; NSSL, n.d.; WMO, 2011; Jha, *et al.*, 2012)

1) อุทกภัยน้ำล้นตลิ่ง (Fluvial Flood; River Flood) มีสาเหตุมาจากการเกิดฝนตกหนักในพื้นที่ที่เป็นแหล่งน้ำต่างๆ เช่น แม่น้ำ ลำคลอง หรือเขื่อน จนทำให้น้ำในแหล่งน้ำดังกล่าวที่มีปริมาณมากจนเอ่อล้นแหล่งน้ำ และไหลเข้าท่วมหรือปกคลุมบริเวณพื้นที่ที่เป็นที่ราบหรือมีความลาดชันต่ำที่อยู่ข้างเคียง

2) อุทกภัยน้ำท่วมขัง (Pluvial Flood; Surface Flood; Overland Flood) มีสาเหตุมาจากการเกิดฝนตกหนักในพื้นที่ที่เป็นที่ราบ หรือมีความลาดชันต่ำ ที่จากระบบระบายน้ำที่มีประสิทธิภาพ ทำให้น้ำฝนในพื้นที่ไม่สามารถระบายออกไปได้ และไหลแบบค่อยเป็นค่อยไปจนเข้าท่วมล้นเต็มพื้นที่

3) อุทกภัยน้ำท่วมฉับพลันหรือน้ำป่าไหลหลาก (Flash Flood) มีสาเหตุมาจากการเกิดฝนตกหนักในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง หรือการพังทลายของแหล่งกักเก็บน้ำต่างๆ เช่น เขื่อน ทำให้น้ำไหลป่าเข้าท่วมพื้นที่บริเวณที่มีความลาดชันต่ำกว่า หรือที่ราบที่อยู่บริเวณข้างเคียงอย่างรวดเร็วฉับพลันและรุนแรง อุทกภัยชนิดนี้มักจะสร้างความเสียหายหรือส่งผลกระทบต่อพื้นที่เป็นอย่างมาก

4) อุทกภัยน้ำคลื่นพายุซัดฝั่งหรือน้ำท่วมชายฝั่ง (Coastal Flood) ได้แก่ อุทกภัยคลื่นพายุซัดฝั่ง (Storm Surge) และการเกิดคลื่นสึนามิ (Tsunami) โดยมีสาเหตุเนื่องมาจากการเกิดพายุ

หรือพายุหมุนที่มีกำลังแรง การเกิดแผ่นดินไหวขนาดใหญ่ การเกิดภูเขาไฟระเบิด หรือการเกิดปรากฏการณ์ต่างๆ ได้ทะเล ทำให้น้ำทะเลปริมาณมากเกิดการโถมเข้าท่วมหรือเข้าปกคลุมพื้นที่บริเวณชายฝั่งอย่างรุนแรง



(ก)



(ข)



(ค)



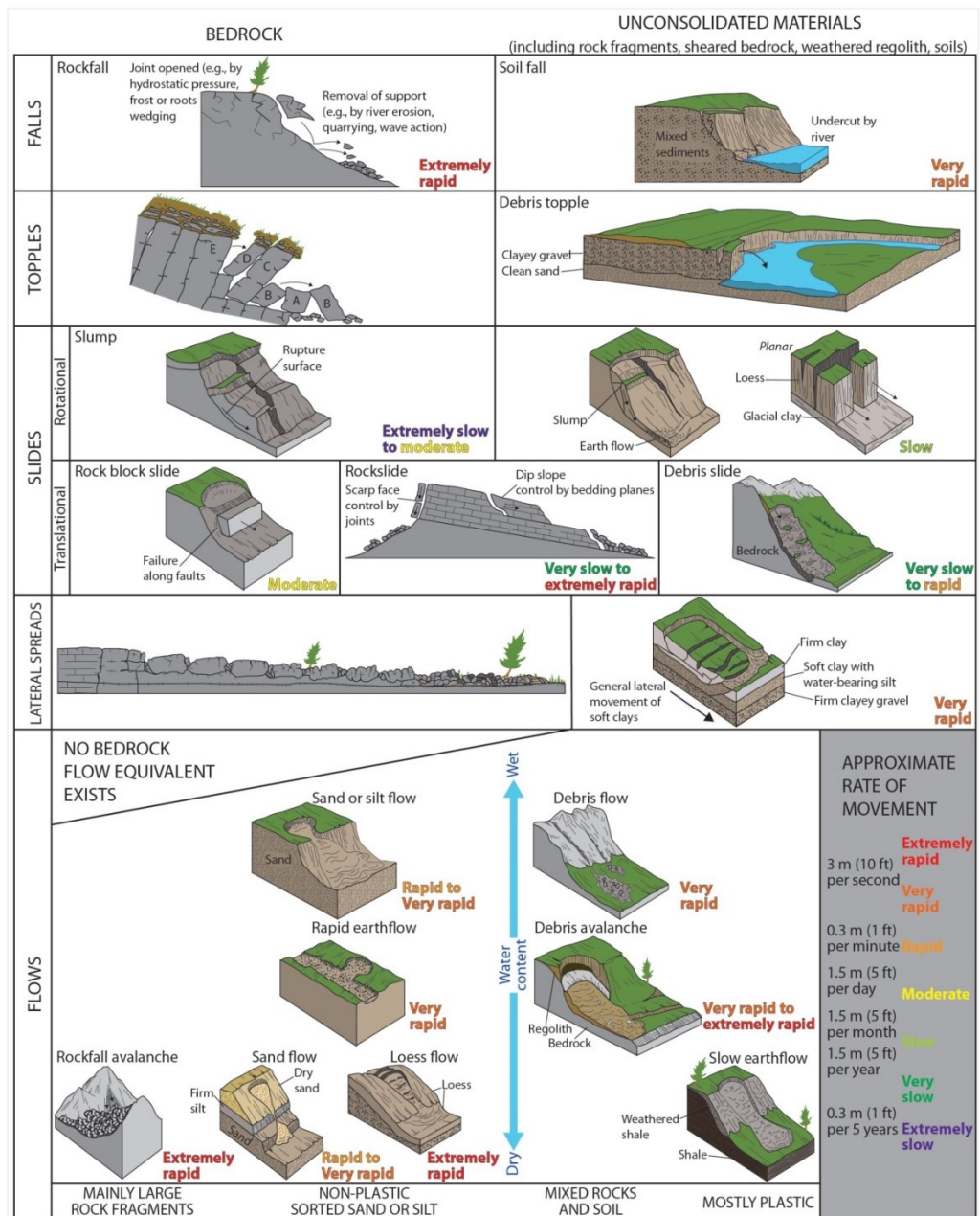
(ง)

รูปที่ 2.1 ลักษณะของอุทกภัย (ก) อุทกภัยน้ำล้นตลิ่ง (NWS, n.d.) (ข) อุทกภัยน้ำท่วมขัง (Maddox, 2014) (ค) อุทกภัยน้ำท่วมฉับพลันหรือน้ำป่าไหลหลาก (Deccan Chronicle, 2015) (ง) อุทกภัยคลื่นพายุซัดฝั่ง (คัดแปลงจาก NWS, n.d.)

2.2 ความหมายและลักษณะของดินถล่ม

ดินถล่ม (Landslide; Mass Movement; Mass Wasting; Slope Failure) หมายถึง เหตุการณ์ที่มวลวัสดุของลาดเขาหรือลาดชัน ได้แก่ มวลดิน (Earth; Soil) มวลหิน (Rock) หรือเศษดินและเศษหิน (Debris) เคลื่อนตัวลงมาตามแนวลาดชันภายใต้อิทธิพลของแรงโน้มถ่วงโลก (Evans, *et al.*, 2006; Highland and Bobrosky, 2008; Keller, 2008; คณะกรรมการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยแห่งชาติ, 2558) ลักษณะของดินถล่มสามารถจำแนกได้เป็น 5 ลักษณะ ตามการ

เคลื่อนที่ของมวลวัสดุ คือ ดินถล่มแบบตก ดินถล่มแบบล้ม ดินถล่มแบบเลื่อนไถล ดินถล่มแบบแผ่
ออกด้านข้าง และดินถล่มแบบไหล (รูปที่ 2.2) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ (Lee and Jones, 2004;
Highland and Bobrowsky, 2008)



รูปที่ 2.2 ลักษณะของดินถล่มจำแนกตามรูปแบบการเคลื่อนที่ของมวลวัสดุลาดชัน (National Park Service, U.S. Department of the Interior, 2016)

1) ดินถล่มแบบตก (Falls) มีสาเหตุมาจาก การถูกกัดเซาะของลาดชัน โดยแม่น้ำลำธาร การพุดังอยู่กับที่ของวัสดุลาดชัน ความสั่นสะเทือนจากการเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหว หรือความสั่นสะเทือนของเครื่องจักรระหว่างก่อสร้างหรือซ่อมแซมถนน จึงส่งผลให้มวลวัสดุของลาดชันในบริเวณที่มีความชันสูงเกิดการแตก หรือแยกตัวออกจากพื้นผิวของลาดชันด้วยแรงเฉือนเพียงเล็กน้อย หรือไม่มีแรงเฉือน แล้วเคลื่อนที่ลงมาตามแนวลาดชัน ในลักษณะการตก กระดอน หรือกลิ้งอย่างอิสระด้วยความเร็วที่สูงหรือสูงมาก

2) ดินถล่มแบบล้ม (Topples) มีสาเหตุมาจาก น้ำหนักของมวลวัสดุที่อยู่บนลาดชัน การแทรกตัวของน้ำในรอยแตกหรือรอยแยกภายในมวลวัสดุลาดชัน การถูกกัดเซาะของลาดชันโดยแม่น้ำลำธาร การพุดังอยู่กับที่ของวัสดุลาดชัน หรือการถูกทำลายของลาดชัน โดยการขุดเจาะลาดชัน จึงทำให้มวลวัสดุลาดชันเกิดการเคลื่อนไปข้างหน้าในลักษณะการล้ม หรือการหมุนออกจากจุดที่ต่ำกว่าจุดศูนย์กลางหรือแกนกลางของมวลอย่างช้าๆแบบค่อยเป็นค่อยไป ไปจนถึงอย่างรวดเร็ว

3) ดินถล่มแบบเลื่อนไถล (Slides) สามารถจำแนกได้เป็น 2 แบบคือ ดินถล่มแบบเลื่อนไถลที่มีการหมุน และดินถล่มแบบเลื่อนไถลตามแนวระนาบ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) ดินถล่มแบบเลื่อนไถลที่มีการหมุน (Rotational Slide) มีสาเหตุมาจาก การเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหว ฐานของลาดชันถูกกัดเซาะ การอึดตัวจากปริมาณน้ำฝนของมวลดินหรือมวลวัสดุลาดชันจากการเกิดฝนตกหนัก หรือการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำใต้ดินจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณน้ำในแม่น้ำ ลำธาร และแหล่งกักเก็บน้ำหลังจากการเกิดเหตุการณ์อุทกภัย จึงทำให้วัสดุลาดชันเกิดการเคลื่อนตัวแบบเลื่อนไถลพร้อมๆกับการหมุนตัว (โดยความโค้งของการหมุนตัวจะขึ้นอยู่กับแกนหมุนซึ่งขนานกับรูปร่างของลาดชัน) ไปอย่างช้าๆ (น้อยกว่า 0.3 เมตร ทุกๆ 5 ปี) ปานกลางถึงค่อนข้างเร็ว (ประมาณ 1.5 เมตร/เดือน) ไปจนถึงเร็ว และทำให้รอยแตกหรือรอยพิบัติของลาดชันมีลักษณะเป็นเส้นโค้งขึ้นคล้ายรูปร่างของช้อน (Spoon-Shaped)

(2) ดินถล่มแบบเลื่อนไถลตามแนวระนาบ (Translational Slide) มีสาเหตุมาจาก การเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหว การทำลายเสถียรภาพของลาดชันจากกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ การรั่วไหลของท่อน้ำประปา การเกิดเหตุการณ์อุทกภัย การเกิดฝนตกหนัก หรือการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำใต้ดิน โดยเกิดขึ้นพร้อมกับที่มวลวัสดุของลาดชันกำลังเคลื่อนตัวเนื่องจากฝนตกหนัก ทำให้มวลวัสดุของลาดชันเคลื่อนตัวแบบเลื่อนไถลไปตามแนวระนาบของผิวลาดชันจากช้าๆ (ความเร็ว 1.5 เมตร/เดือน) ปานกลาง (1.5 เมตร/วัน) ไปจนถึงเร็วมาก โดยอาจมีการหมุนตัวหรือเอียงไปยังด้านหลังของระนาบเพียงเล็กน้อย ซึ่งยังคงมีสมมูลของการเคลื่อนตัวตามแนวระนาบ

4) ดินถล่มแบบแผ่ออกด้านข้าง (Lateral Spreads) มีสาเหตุมาจาก การเกิดฝนตกหนัก การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดิน การสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว หรือการรับน้ำหนักมาก

เกินไปของลาดชันที่ขาดเสถียรภาพ ในพื้นที่หรือบริเวณที่มีความลาดชันน้อยๆ หรือเป็นพื้นที่ราบ ที่มีชั้นดินที่มีความหนาแน่นหรือแข็งแรงมากกว่าชายต้วอยู่บนชั้นดินที่มีความหนาแน่นหรือแข็งแรงน้อยกว่า เช่น การมีต้นไม้มากเกินไป การมีรตวิ่งผ่านเป็นจำนวนมาก จึงส่งผลให้มวลวัสดุลาดชันด้านล่างที่มีความหนาแน่นหรือแข็งแรงน้อยกว่าเกิดการแตกหักและเคลื่อนตัวในลักษณะแผ่หรือกระจายออกด้านข้างแบบเป็นของเหลว (Liquefaction)

5) ดินถล่มแบบไหล (Flows) สามารถจำแนกได้เป็น 4 แบบ คือ ดินถล่มแบบเศษดินเศษหินไหล ดินถล่มแบบเศษดินเศษหินถล่ม ดินถล่มแบบดินไหล และดินถล่มแบบดินคืบ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) ดินถล่มแบบเศษดินเศษหินไหล (Debris Flow) มีสาเหตุมาจากการไหลของน้ำผิวดินหรือน้ำฝนบนผิวดินเนื่องจากฝนตกหนัก จึงทำให้มวลวัสดุลาดดิน ซึ่งได้แก่ ดิน และหินที่ยึดกันอย่างหลวมๆ รวมทั้งอินทรีย์สาร ถูกน้ำพัดพาลงไปตามแนวลาดชัน อย่างเร็วถึงเร็วมาก (56 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) โดยการเกิดดินถล่มแบบไหลในลักษณะนี้ หากมีน้ำหรือความเป็นของเหลวมาก จะถูกเรียกว่า การเกิดโคลนถล่ม (Mudslides) แต่หากมีน้ำเป็นองค์ประกอบน้อยหรือแทบจะไม่มีเลยจนลักษณะการไหลแทบจะไม่มีเป็นของเหลว จะถูกเรียกว่า การเกิดทรายไหล (Sand Flows)

(2) ดินถล่มแบบเศษดินเศษหินถล่ม (Debris Avalanche) มีสาเหตุมาจากลาดชันขาดเสถียรภาพเนื่องจากการพิบัติของลาดชันจากการผุพังอยู่กับที่ การเคลื่อนตัวของชั้นหินฐาน (Bedrock) ที่สึกกร่อนจากการเกิดดินถล่มแบบเลื่อน (Slide) ลงมาตามแนวลาดชันด้วยความเร็วสูง ทำให้มวลวัสดุลาดชันเปลี่ยนเป็นเศษดินเศษหินถล่มและเคลื่อนที่แบบไหลลงอย่างรวดเร็ว (ประมาณ 100 เมตรต่อวินาที) และอาจไหลแบบแยกลาดดินหรือเปิดลาดดินออก (Open-Slope) ทำให้การเกิดพิบัติหรือความเสียหายเป็นวงกว้าง

(3) ดินถล่มแบบดินไหล (Earth Flow) มีสาเหตุมาจาก การอึดตัวด้วยน้ำของมวลดินเนื่องจากมีปริมาณน้ำฝนมากจากการเกิดฝนตกหนัก การลดลงของระดับน้ำใต้ดินเนื่องจากการลดลงอย่างกระทันหันของน้ำผิวดินที่อยู่บริเวณใกล้เคียงกัน การถูกกัดเซาะของฐานหรือด้านล่างของลาดชันโดยแม่น้ำลำธาร การรับน้ำหนักมากเกินไปของลาดชัน การเกิดแผ่นดินไหว กิจกรรมการก่อสร้างและขุดเจาะดิน หรือความสั่นสะเทือนจากเครื่องจักร ในบริเวณที่มีความลาดชันปานกลาง ทำให้มวลดินเนื้อละเอียด ซึ่งอาจมีเนื้อดินเป็นดินเหนียวหรือทรายแป้งที่อยู่ในสภาพที่ผุพัง เคลื่อนที่ในลักษณะของการไหลแบบพลาสติก หรือแบบของเหลวหนืด อย่างช้าๆ ไปจนถึงเร็วมากลงมาตามแนวลาดชัน

(4) ดินถล่มแบบดินคืบ (Slow Earth Flow; Creep) จะมีลักษณะเป็นการไหลแบบช้าๆหรือค่อนข้างอยู่กับที่ของมวลวัสดุลาดชัน โดยสามารถจำแนกตามลักษณะการเคลื่อนตัวที่

สอดคล้องกับความเร็วหรือระยะเวลาในการเคลื่อนตัว และสาเหตุ ซึ่งได้แก่ การคืบตามฤดูกาล (Seasonal Creep) ซึ่งเกิดจากปริมาณน้ำฝนเป็นตัวเหนี่ยวนำ ทำให้เกิดการเคลื่อนตัวอย่างช้าๆ (บ่อยครั้งความเร็วน้อยกว่า 1 เมตรต่อสปี) ลงมาตามแนวลาดชัน การคืบอย่างต่อเนื่อง (Continous Creep) และการคืบแบบคืบหน้า (Processive Creep) ซึ่งมีสาเหตุมาจาก การผูกพันอยู่กับที่ของลาดดิน จากกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีหรือทางกายภาพ การรั่วของท่อน้ำ และระบบการระบายน้ำขาดประสิทธิภาพ

บางครั้งเหตุการณ์ดินถล่มอาจเกิดหลายลักษณะในบริเวณเดียวกันและช่วงเวลาเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน สาเหตุเนื่องมาจากคุณสมบัติของวัสดุของลาดชันที่อยู่ในบริเวณเดียวกันมีความแตกต่างกัน ทำให้เมื่อได้รับอิทธิพลของปัจจัยซึ่งเป็นสาเหตุของการเคลื่อนตัว อาทิเช่น น้ำฝนจากฝนตกหนัก มวลวัสดุของลาดชันจึงมีการเคลื่อนที่ที่แตกต่างกันมากกว่า 1 ลักษณะขึ้นไป ภายในช่วงเวลาที่ใกล้เคียงกันหรือช่วงเวลาเดียวกัน (รูปที่ 2.3)



(ก)



(ข)

รูปที่ 2.3 ดินถล่มแบบหลายลักษณะหรือแบบซับซ้อน (Complex) (ก) ดินถล่มแบบเลื่อนไถลที่มีการหมุน โคลนถล่ม และโคลนไหล (ข) ดินถล่มแบบมวลหินเลื่อนไถลแบบมีการหมุน และดินไหล (Van Asch, *et al.*, 2007)

2.3 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัย

สาเหตุของการเกิดอุทกภัยในลักษณะต่างๆ อัน ได้แก่ อุทกภัยน้ำล้นตลิ่ง อุทกภัยน้ำท่วมขัง และอุทกภัยน้ำท่วมฉับพลันหรือน้ำป่าไหลหลาก ที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.1 นั้นมีทั้งปัจจัยที่เกิดจากธรรมชาติ และจากกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ เป็นตัวกระตุ้น ปัจจัยเหล่านี้ มักถูกใช้ในการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยของพื้นที่ต่างๆ เพื่อการประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย โดยสามารถสรุปปัจจัยดังกล่าวได้ดังต่อไปนี้

2.3.1 ลักษณะภูมิประเทศ (Topography)

1) ความลาดชัน (Slope)

ธรรมชาติของน้ำจะไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ สำหรับบริเวณที่มีความลาดชันต่ำหรือไม่มีความลาดชันเลย จะทำให้น้ำที่อยู่ในบริเวณนั้นไม่สามารถไหลออกจากบริเวณนั้นได้เลย หรือไหลออกได้น้อย ทำให้เกิดอุทกภัยน้ำท่วมขังในพื้นที่ ในขณะที่เดียวหากบริเวณที่มีความลาดชันต่ำหรือไม่มีความลาดชันเลยอยู่ในพื้นที่ที่ติดกับบริเวณที่มีความลาดชันสูง อาทิเช่น เป็นพื้นที่บริเวณดินเขา หรือพื้นที่ราบระหว่างภูเขาหรือหุบเขาที่ไม่มีความลาดชันลงไปจากพื้นที่ เมื่อฝนตกหนัก น้ำฝนในปริมาณมากจากบริเวณพื้นที่ลาดชันสูงซึ่งใกล้เคียงจากบริเวณดังกล่าวจะเข้าปกคลุมพื้นที่ด้วยความเร็วและแรงสูงทำให้เกิดเป็นอุทกภัยน้ำท่วมฉับพลันหรือน้ำป่าไหลหลากเข้าท่วมพื้นที่ได้ (Jha, *et al.*, 2012; Tehrany, *et al.*, 2013)

สำหรับการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยของพื้นที่ต่างๆนั้น ปัจจัยความลาดชันของพื้นที่ ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยอื่นๆ ในหลายรูปแบบด้วยกัน อาทิเช่น ร้อยละความลาดชัน (Percentage of Slope) (กรมทรัพยากรน้ำและมหาวิทยาาสตร์ธรรมศาสตร์, 2556) องศาความลาดชัน (Slope Angle) (Lee, *et al.*, 2012) ทิศทางความลาดเอียง (Slope Aspect) (Ramati, *et al.*, 2016) และความโค้งของภูมิประเทศ (Curvature) (Khosravi, *et al.*, 2016)

2) ความสูง (Altitude; Elevation)

พื้นที่ที่มีความสูงของพื้นที่ต่ำ ส่วนใหญ่มักจะเป็นพื้นที่ที่เป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำ ซึ่งจะเกิดอุทกภัยน้ำล้นตลิ่งได้ง่าย เพราะเมื่อฝนตกหนักน้ำจากแม่น้ำลำคลองจะล้นจนไหลเข้าท่วมพื้นที่ และบางบริเวณก็เป็นที่ได้รับน้ำจากพื้นที่ที่มีความสูงของพื้นที่สูง ซึ่งหากพื้นที่นั้นไม่มีระบบการระบายน้ำที่ดี ก็อาจทำให้เกิดอุทกภัยน้ำท่วมขังในพื้นที่ได้ และในขณะเดียวกัน หากพื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่ที่ได้รับน้ำจากบริเวณที่มีความสูงของพื้นที่สูงและความลาดชันสูงมาก น้ำจากที่สูง

ดังกล่าวอาจไหลเข้าท่วมพื้นที่ด้วยความเร็วและแรง ทำให้เกิดอุทกภัยน้ำท่วมฉับพลันหรือน้ำป่าไหลหลาก และสร้างความเสียหายมหาศาลให้กับพื้นที่ได้ (Jha, *et al.*, 2012; Tehrany, *et al.*, 2013)

สำหรับการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยของพื้นที่ต่าง ๆ นั้น ปัจจัยความสูงของพื้นที่ ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยอื่นๆ เช่นเดียวกันกับความลาดชัน (Lee, *et al.*, 2012; Ramati, *et al.*, 2016; กรมทรัพยากรน้ำและมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2556)

3) เส้นทางน้ำ (River; Stream; Drainage)

การที่พื้นที่มีเส้นทางน้ำหรือแหล่งน้ำจำนวนมาก จะช่วยการระบายน้ำและลดการเกิดอุทกภัยน้ำล้นตลิ่งจากแหล่งน้ำต่างๆ เข้าท่วมบริเวณข้างเคียงของพื้นที่ ในกรณีที่เกิดฝนตกหนักได้ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งเส้นทางน้ำหรือแหล่งน้ำที่มีความกว้างและลึก รวมถึงมีการจัดการขยะในแหล่งน้ำ หรือติดตั้งระบบการระบายน้ำของแหล่งน้ำ (Jha, *et al.*, 2012; Tehrany, *et al.*, 2013)

สำหรับการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยของพื้นที่ต่าง ๆ นั้น ปัจจัยเส้นทางน้ำของพื้นที่ ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยอื่นๆ เช่นเดียวกันกับความลาดชันและความสูง โดยถูกใช้ในหลายรูปแบบด้วยกัน อาทิเช่น ความหนาแน่นของเส้นทางน้ำ (Drainage Density) (Ramati, *et al.*, 2016; กรมทรัพยากรน้ำและมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2556) และระยะห่างจากเส้นทางน้ำ (Distance from River) (Ramati, *et al.*, 2016; Khosravi, *et al.*, 2016)

2.3.2 ดิน (Soil)

ดินเป็นตัวควบคุมการไหลของน้ำที่ท่วมขังอยู่บนผิวดินหรือหน้าดิน โดยเฉพาะในพื้นที่เกษตรกรรมที่มีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นดิน โดยดินที่มีการระบายน้ำที่ดีจะช่วยลดการท่วมขังของน้ำบนผิวดินได้ ขณะที่ดินที่มีการระบายน้ำได้ไม่ได้น้ำจะไม่สามารถไหลซึมลงไปยังดินชั้นล่างได้ และยังคงท่วมขังอยู่บนผิวดิน (Ramati, *et al.*, 2016; กรมทรัพยากรน้ำและมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2556)

สำหรับการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยของพื้นที่ต่าง ๆ นั้น ปัจจัยดินของพื้นที่ ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยอื่นๆ เช่นเดียวกันกับความลาดชัน ความสูง และเส้นทางน้ำ โดยถูกใช้ในหลายรูปแบบด้วยกัน อาทิเช่น ชนิดของชุดดิน (Soil Series) (Tehrany, *et al.*, 2013) ความสามารถในการระบายน้ำได้ของดิน (Soil Drainage) (Lee, *et al.*, 2012; กรมทรัพยากรน้ำและมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2556) และลักษณะเนื้อดิน (Soil Texture) (Ramati, *et al.*, 2016)

2.3.3 การใช้ที่ดิน (Land Use)

การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินของพื้นที่ในบางบริเวณ เช่น การแผ้วถางหรือทำลายป่าไม้ในบริเวณที่มีความลาดชันสูง จะทำให้มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัยน้ำท่วมฉับพลันหรือน้ำป่าไหลหลากที่มีความรุนแรงจากพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงไปยังพื้นที่ใกล้เคียงที่มีความลาดชันต่ำ อย่างบริเวณดินเขาได้ เนื่องจากขาดต้นไม้ที่ทำหน้าดูดซับหรือชะลอน้ำ ขณะเดียวกันการปลูกต้นไม้บางชนิดที่มีความสามารถในการจับยึดดินต่ำในพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง เมื่อเกิดฝนตกหนักน้ำปริมาณมากอาจพาต้นไม้เหล่านั้นลงไปสร้างความเสียหายให้กับพื้นที่ที่มีความลาดชันต่ำพร้อมกับอุทกภัยน้ำท่วมฉับพลันหรือน้ำป่าไหลหลากได้ ส่วนในบริเวณที่มีการก่อสร้างสิ่งปลูกสร้างต่างๆ เช่น ในพื้นที่เมือง หากมีการระบายน้ำที่ไม่ดีก็อาจเกิดอุทกภัยน้ำท่วมขังได้ (Jha, *et al.*, 2012; Tehrany, *et al.*, 2013)

สำหรับการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยของพื้นที่ต่าง ๆ นั้น ปัจจัยการใช้ที่ดินของพื้นที่ ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยอื่นๆ เช่นเดียวกันกับความลาดชัน ความสูง เส้นทางการน้ำ และดิน (Tehrany, *et al.*, 2013; Ramati, *et al.*, 2016; กรมทรัพยากรน้ำและมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2556)

2.3.4 เส้นทางคมนาคมทางถนน (Road)

การก่อสร้างเส้นทางคมนาคมทางถนนของพื้นที่ บางครั้งอาจเกิดขวางเส้นทางไหลหรือการระบายของน้ำ และบางบริเวณการก่อสร้างก็ไม่ได้คำนึงถึงการออกแบบระบบการระบายน้ำของถนนหรือขาดระบบระบายน้ำของถนนที่มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่เป็นพื้นที่เมืองและมีความหนาแน่นของเส้นทางคมนาคมมาก เมื่อเกิดฝนตกหนักในพื้นที่จึงทำให้เกิดอุทกภัยน้ำท่วมขังเข้าท่วมถนนและพื้นที่ข้างเคียงได้ (Jha, *et al.*, 2012)

สำหรับการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยของพื้นที่ต่าง ๆ นั้น ปัจจัยเส้นทางคมนาคมทางถนนของพื้นที่ ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยอื่นๆ เช่นเดียวกันกับความลาดชัน ความสูง เส้นทางการน้ำ ดิน และการใช้ที่ดิน โดยถูกใช้ในรูปแบบของความหนาแน่นของเส้นทางถนน (Road Density) (กรมทรัพยากรน้ำและมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2556)

2.3.5 น้ำฝน (Rainfall)

ฝนจัดปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัยมากที่สุด โดยเมื่อฝนตกหนักในบริเวณพื้นที่สูงและมีความลาดชันสูง น้ำจากพื้นที่บริเวณดังกล่าวจะไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำอย่างรวดเร็วและแรงทำให้เกิดอุทกภัยน้ำท่วมฉับพลันหรือน้ำป่าไหลหลากเข้าปกคลุมพื้นที่ต่ำกว่า ยิ่ง

หากว่าบริเวณลาดชันที่น้ำเคลื่อนที่ผ่านมีการทำลายป่าไม้ที่จะช่วยชะลอน้ำ น้ำจากบริเวณดังกล่าวจะเข้าท่วมอย่างรวดเร็วและรุนแรงมากยิ่งขึ้น ขณะเดียวกันหากมีฝนตกหนักในบริเวณที่เป็นพื้นที่รับน้ำที่ไม่ติดกับบริเวณที่ลาดชันสูง เช่นพื้นที่เมืองที่มีสิ่งก่อสร้างต่างๆ แต่มีการระบายน้ำที่ขาดประสิทธิภาพหรือไม่มีการระบายน้ำ ก็จะทำให้เกิดอุทกภัยน้ำท่วมขังในพื้นที่ได้ และหากฝนตกหนักในแม่น้ำ หรือลำคลองที่มีความกว้างไม่มากและไม่ลึก รวมถึงไม่มีการทำเส้นทางน้ำระบายจากแม่น้ำหรือแหล่งน้ำ น้ำปริมาณมากจากฝนก็อาจล้นแม่น้ำหรือแหล่งน้ำเหล่านั้น เกิดเป็นอุทกภัยน้ำล้นตลิ่งเข้าปกคลุมพื้นที่บริเวณข้างเคียงได้ (Jha, *et al.*, 2012; Tehrany, *et al.*, 2013)

สำหรับการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยของพื้นที่ต่าง ๆ นั้น ปัจจัยน้ำฝน ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยอื่นๆ เช่นเดียวกันกับความลาดชัน ความสูง เส้นทางการน้ำ ดิน การใช้ที่ดิน และเส้นทางคมนาคมทางถนน โดยถูกใช้ในรูปแบบของปริมาณน้ำฝน โดยเฉพาะปริมาณน้ำฝนรายปี (Annual Rainfall) (Tehrany, *et al.*, 2013; Khosravi, *et al.*, 2016; กรมทรัพยากรน้ำและมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2556)

2.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดดินถล่ม

สาเหตุของการดินถล่มในลักษณะต่างๆ ที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.2 นั้นมีทั้งปัจจัยที่เกิดจากธรรมชาติ และจากกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ เป็นตัวกระตุ้น ปัจจัยเหล่านี้ มักถูกใช้ในการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มของพื้นที่ต่างๆ เพื่อการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยถล่ม โดยสามารถสรุปปัจจัยดังกล่าวได้ดังต่อไปนี้

2.4.1 ลักษณะภูมิประเทศ (Topography)

1) ความลาดชัน (Slope)

การเกิดดินถล่ม คือการที่มวลวัสดุลาดชัน เช่น มวลดิน มวลหิน หรือเศษดินและเศษหิน เคลื่อนตัวลงมาตามแนวลาดชันภายใต้อิทธิพลของแรงโน้มถ่วงโลก ดังนั้นความลาดชันจึงถือเป็นหนึ่งในปัจจัยหลักของการเกิดดินถล่ม และในบริเวณพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง ลักษณะการเคลื่อนตัวของมวลวัสดุดังกล่าวจะเกิดขึ้นได้ง่ายกว่าบริเวณที่มีความลาดชันต่ำ และอาจเกิดได้เกือบทุกลักษณะ ไม่ว่าจะเป็นดินถล่มแบบตก แบบล้น แบบเลื่อนไถล หรือแบบดินไหล (Highland and Bobrowsky, 2008; กรมทรัพยากรธรณี, 2556)

สำหรับการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มของพื้นที่ต่าง ๆ นั้น ปัจจัยความลาดชันของพื้นที่ ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยอื่นๆ ในหลายรูปแบบด้วยกัน อาทิเช่น ร้อยละความลาดชัน (Percentage of Slope) (สุเทพ จันทรเจียว, 2546) องศาความลาดชัน (Slope Degree; Slope Angle) (Lee and Pradhan, 2007; Uma, *et al.*, 2014) ทิศทางความลาดเอียง (Slope Aspect) (Intarawichian, 2008) และความโค้งของภูมิประเทศ (Curvature) (Uma, *et al.*, 2014)

2) ความสูง (Altitude; Elevation)

ความสูงของพื้นที่จะสอดคล้องกับความลาดชัน โดยบริเวณที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลของพื้นที่สูงมักจะเป็นบริเวณที่ความลาดชันของพื้นที่สูง และมีโอกาสเกิดดินถล่มได้มากกว่าพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลต่ำ โดยพื้นที่สูงและความลาดชันสูงเหล่านี้จะสามารถได้เกือบทุกลักษณะ ไม่ว่าจะเป็นดินถล่มแบบตก แบบลื่น แบบเลื่อน ไถล หรือแบบดินไหล (Highland and Bobrowsky, 2008; กรมทรัพยากรธรณี, 2556)

สำหรับการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มของพื้นที่ต่าง ๆ นั้น ปัจจัยความสูงของพื้นที่ ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยอื่นๆ เช่นเดียวกันกับความลาดชัน (Intarawichian, 2008; Uma, *et al.*, 2014; สุเทพ จันทรเจียว, 2546)

3) เส้นทางน้ำ (River; Stream; Drainage)

แม่น้ำลำธารเป็นหนึ่งในปัจจัยที่กัดกร่อนและกัดเซาะลาดชัน จนทำให้เกิดดินถล่มหลายลักษณะ อาทิเช่น ดินถล่มแบบตก ดินถล่มแบบลื่น และบางกรณีก็พัดพาวัสดุลาดชันให้เคลื่อนที่ตามแนวลาดชันจนเกิดเป็นดินถล่มแบบไหล โดยเฉพาะในบริเวณที่มีเส้นทางน้ำหรือแหล่งน้ำมาก (Highland and Bobrowsky, 2008; กรมทรัพยากรธรณี, 2556)

สำหรับการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มของพื้นที่ต่าง ๆ นั้น ปัจจัยเส้นทางน้ำของพื้นที่ ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยอื่นๆ เช่นเดียวกันกับความลาดชัน และความสูง โดยถูกใช้ในรูปแบบระยะห่างจากเส้นทางน้ำ (Distance from river; Distance from Drainage) (Lee and Pradhan, 2007; Intarawichian, 2008; Uma, *et al.*, 2014; สุเทพ จันทรเจียว, 2546)

2.4.2 ลักษณะทางธรณีวิทยา (Geology; Lithology)

ลักษณะทางธรณีวิทยา จะแสดงถึงชนิดและอายุของหิน ซึ่งลักษณะดังกล่าว จะมีการผุพังของหินที่แตกต่างกัน เช่น หินแกรนิตจะมีอัตราการผุพังสูง และมีโอกาสเกิดดินถล่มสูง ขณะที่หินตะกอนจะผุพังช้ากว่าและมีโอกาสเกิดดินถล่มต่ำกว่า แต่บางพื้นที่ที่มีหินแกรนิตแทรกคั่น

มวลหินตะกอน เช่น หินดินดาน-หินโคลน อาจทำให้หินตะกอนข้างเคียงเกิดการแตกหัก และอาจเคลื่อนที่เกิดเป็นดินถล่มได้ นอกจากนี้หินที่มีรอยแตกมาก หรืออยู่ในเขตบริเวณของรอยเลื่อน จะมีอัตราการผุพังสูง เนื่องจากจะมีช่องว่างให้น้ำและอากาศผ่านเข้าไปทำปฏิกิริยาทางเคมีได้ง่าย (กรมทรัพยากรธรณี, 2556)

สำหรับการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มของพื้นที่ต่าง ๆ นั้น ปัจจัยลักษณะทางธรณีวิทยาพื้นที่ ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยอื่นๆ เช่นเดียวกันกับความลาดชัน ความสูง และเส้นทางน้ำ โดยถูกนำไปใช้ในหลายรูปแบบด้วยกัน อาทิเช่น ลักษณะหินตามชุดหินธรณีวิทยา (Geology Series ; Lithology Series) (Lee and Pradhan, 2007; Intarawichian, 2008) ชนิดของหิน (Rock Type) (สุเทพ จันทร์เขียว, 2546) และระยะห่างจากรอยเลื่อนหรือรอยแตก (Distance from Lineament) (Uma, *et al.*, 2014; สุเพชร จิรขจรกุล และคณะ, 2555)

2.4.3 ดิน (Soil)

คุณสมบัติของเนื้อดินมีผลต่อการเคลื่อนตัวของวัสดุลาดชัน โดยเฉพาะวัสดุลาดชันที่เป็นมวลดิน ดินที่มีเนื้อดินประกอบด้วยอนุภาคหลายขนาด เช่น เนื้อดินเป็นดินร่วนปนกรวด เนื้อดินเป็นดินร่วนปนดินทราย จะมีแรงจับยึดระหว่างกันต่ำ เมื่อถูกอิทธิพลของน้ำผิวดินหรือน้ำฝนจะทำให้วัสดุมวลดินเกิดการเคลื่อนตัวจนกลายเป็นดินถล่มได้ (กรมทรัพยากรธรณี, 2556)

สำหรับการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มของพื้นที่ต่าง ๆ นั้น ปัจจัยดินของพื้นที่ ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยอื่นๆ เช่นเดียวกันกับความลาดชัน ความสูง เส้นทางน้ำ และลักษณะทางธรณีวิทยา โดยถูกใช้ในรูปแบบของชนิดของชุดดิน (Soil Series) (Lee and Pradhan, 2007) และลักษณะเนื้อดิน (Soil Texture) (Intarawichian, 2008; Uma, *et al.*, 2014; สุเทพ จันทร์เขียว, 2546)

2.4.4 การใช้ที่ดิน (Land Use)

การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินของพื้นที่ในบางบริเวณ เช่น การแผ้วถางหรือทำลายป่าไม้ในบริเวณที่มีความลาดชันสูง จะทำลายเสถียรภาพของลาดชันและทำลายการจับยึดกันระหว่างมวลวัสดุของลาดชัน รวมไปถึงทำลายการลดการกัดเซาะของลาดชันเมื่อฝนตกหนัก นอกจากนี้การปลูกพืชในลักษณะที่ไม่เหมาะสม เช่น ปลูกตามแนวลาดชันโดยการไม่มีการปรับลาดชันเป็นขั้นบันได หรือไม่มีการปลูกพืชที่ช่วยคลุมหน้าดิน อาจทำให้ลาดชันเกิดการพังทลายหรือวัสดุลาดชันเคลื่อนตัวเกิดเป็นดินถล่มได้ (กรมทรัพยากรธรณี, 2556)

สำหรับการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มของพื้นที่ต่าง ๆ นั้น ปัจจัยการใช้ที่ดินของพื้นที่ ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยอื่นๆ เช่นเดียวกันกับความลาดชัน ความสูง เส้นทางการน้ำ ลักษณะทางธรณีวิทยา และดิน (Uma, *et al.*, 2014; สุเทพ จันท์เจี๊ยะ, 2546)

2.4.5 เส้นทางคมนาคมทางถนน (Road)

การก่อสร้างเส้นทางคมนาคมในบางครั้ง อาจทำลายแรงจับยึดระหว่างมวลวัสดุของลาดชันจนทำให้ลาดชันขาดเสถียรภาพ และทำให้วัสดุลาดชันเกิดการเคลื่อนตัวจนกลายเป็นดินถล่มได้ เช่น การตัดลาดเขาเพื่อทำถนน นอกจากนี้ทั้งน้ำหนักของรถที่อยู่บนถนน รวมไปถึงแรงสั่นสะเทือนจากเครื่องจักรที่ทำการซ่อมแซมถนน ก็อาจเป็นสาเหตุให้วัสดุลาดชันที่อยู่ด้านล่างเกิดการแตกหักและเกิดการเคลื่อนตัวจนเป็นดินถล่มได้เช่นกัน (Highland and Bobrowsky, 2008)

สำหรับการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มของพื้นที่ต่าง ๆ นั้น ปัจจัยเส้นทางคมนาคมทางถนนของพื้นที่ ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยอื่นๆ เช่นเดียวกันกับความลาดชัน ความสูง เส้นทางการน้ำ ลักษณะทางธรณีวิทยา ดิน และการใช้ที่ดิน โดยถูกใช้ในรูปแบบของระยะห่างจากเส้นถนน (Distance from Road) (Regmi, *et al.*, 2010a)

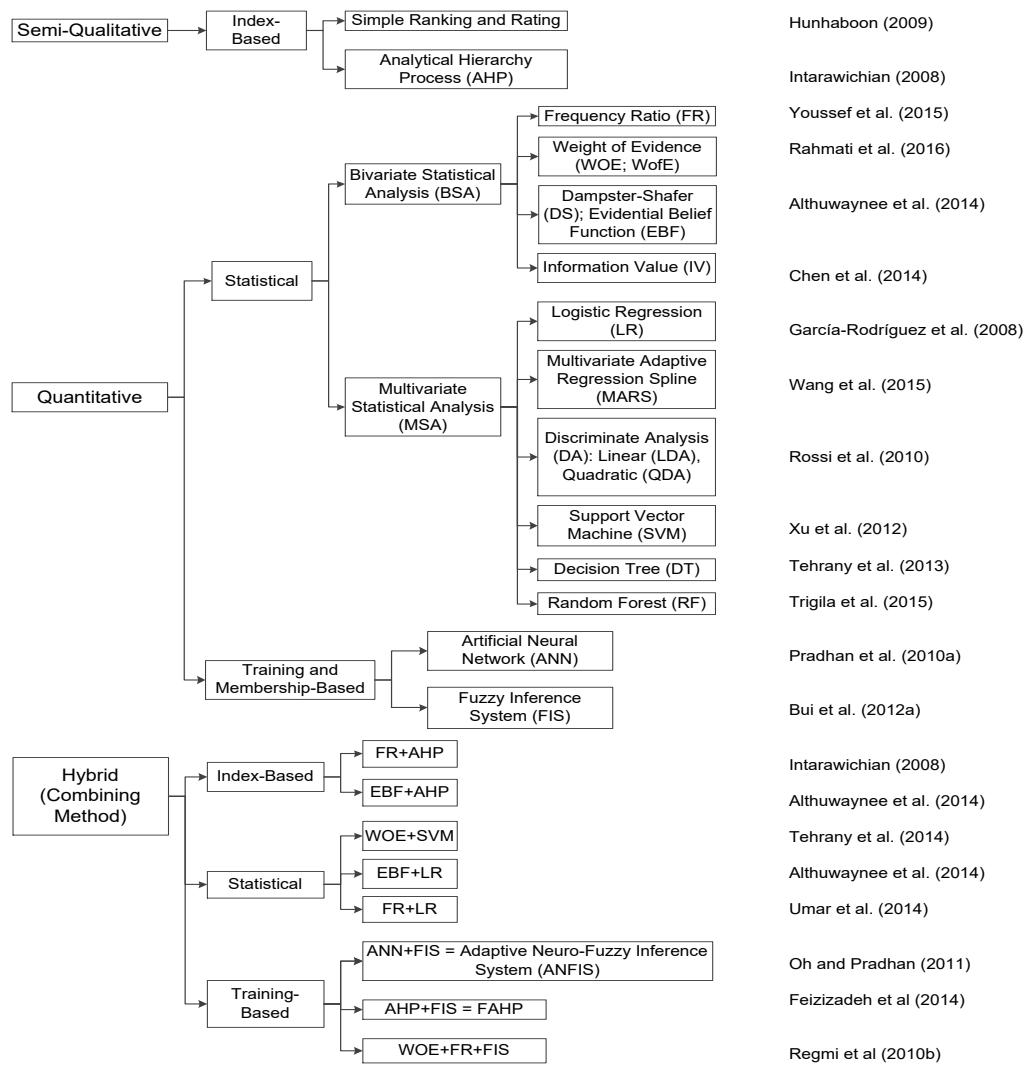
2.4.6 น้ำฝน (Rainfall)

สำหรับพื้นที่ทางภาคใต้ของประเทศไทย ฝนจัดเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดดินถล่มมากที่สุด โดยเมื่อฝนตกหนัก น้ำฝนจะเข้าไปสะสมในมวลดินและทำลายการจับยึดตัวของมวลดินซึ่งเป็นวัสดุลาดชัน ทำให้วัสดุลาดชันเกิดการเคลื่อนตัว บางกรณีอาจทำให้ระดับน้ำใต้ดินมีปริมาณที่เพิ่มสูงขึ้นจนทำให้ดินเกิดการเคลื่อนตัว และบางกรณีน้ำฝนทำให้น้ำในแม่น้ำลำธารเพิ่มปริมาณสูงขึ้นแล้วทำให้พัดพาให้วัสดุลาดดินเกิดการเคลื่อนตัว เกิดเป็นดินถล่มได้ (Highland and Bobrowsky, 2008; กรมทรัพยากรธรณี, 2556)

สำหรับการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มของพื้นที่ต่าง ๆ นั้น ปัจจัยน้ำฝน ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยอื่นๆ เช่นเดียวกันกับความลาดชัน ความสูง เส้นทางการน้ำ ลักษณะทางธรณีวิทยา ดิน การใช้ที่ดิน และเส้นทางคมนาคมทางถนน โดยถูกใช้ในรูปแบบของปริมาณน้ำฝน โดยเฉพาะปริมาณน้ำฝนรายปี (Annual Rainfall) (Lee and Pradhan, 2007; Intarawichian, 2008; Uma, *et al.*, 2014; สุเทพ จันท์เจี๊ยะ, 2546)

2.5 วิธีวิเคราะห์เชิงคณิตศาสตร์สำหรับการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม

ปัจจุบันมีการนำวิธีวิเคราะห์เชิงคณิตศาสตร์มาใช้วิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัยและดินถล่ม ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) เพื่อสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม โดยจำแนกได้เป็น 3 กลุ่มวิธี ตามการจำแนกของ Ayalew, *et al.* (2005) คือ กลุ่มวิธีวิเคราะห์เชิงคุณภาพ กลุ่มวิธีวิเคราะห์เชิงปริมาณ และกลุ่มวิธีวิเคราะห์แบบผสม ดังแสดงในรูปที่ 2.4 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.4 วิธีวิเคราะห์เชิงคณิตศาสตร์สำหรับการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่มในปัจจุบัน (García-Rodríguez, *et al.*, 2008; Intarawichian, 2008; Hunhaboon, 2009; Pradhan, *et al.*,

2010a; Regmi, *et al.*, 2010b; Rossi, *et al.*, 2010; Oh and Pradhan, 2011; Bui, *et al.*, 2012a; Xu, *et al.*, 2012; Tehrany, *et al.*, 2013; Althuwaynee, *et al.*, 2014; Chen, *et al.*, 2014; Feizizadeh, *et al.*, 2014; Tehrany, *et al.*, 2014; Umar, *et al.*, 2014; Trigila, *et al.*, 2015; Wang, *et al.*, 2015; Youssef, *et al.*, 2015; Rahmati, *et al.*, 2016)

1) กลุ่มวิธีวิเคราะห์เชิงกึ่งคุณภาพ (Semi-Quantitative Methods) เป็นกลุ่มวิธีที่อาศัยการกำหนดค่าดัชนี (Index-Based) ซึ่งได้แก่ ค่าน้ำหนัก (Ranking) และ/หรือค่าลำดับ (Rating) ของข้อมูลปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัยหรือดินถล่มที่ใช้ในการวิเคราะห์ โดยผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ชำนาญการเฉพาะด้านนั้นๆ หลังจากนั้นจึงจะนำมาวิเคราะห์ค่าดัชนีความเสี่ยงของการเกิดอุทกภัยหรือดินถล่มด้วยการวิธีเชิงคณิตศาสตร์ วิธีวิเคราะห์แบบนี้ได้แก่ วิธีวิเคราะห์ค่าน้ำหนักและลำดับคะแนนอย่างง่าย (Simple Ranking and Rating) (Hunhaboon, 2009) และวิธีกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process: AHP) (Intarawichian, 2008) ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมในการสร้างข้อมูลแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยหรือดินถล่มในประเทศไทย (Intarawichian, 2008; Hunhaboon, 2009)

2) กลุ่มวิธีวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative Methods) เป็นกลุ่มวิธีที่วิเคราะห์ค่าน้ำหนักหรือลำดับคะแนนของข้อมูลปัจจัย และค่าดัชนีความเสี่ยงอุทกภัยหรือดินถล่มด้วยการวิเคราะห์เชิงคณิตศาสตร์ โดยอาศัยข้อมูลตำแหน่งเหตุการณ์อุทกภัยหรือดินถล่มที่เกิดขึ้นในอดีต เข้ามาร่วมใช้ในการดำเนินการวิเคราะห์ ซึ่งสามารถจำแนกได้เป็น 2 แบบ คือ

(1) วิธีวิเคราะห์เชิงสถิติ (Statistical Analysis) เป็นวิธีวิเคราะห์เชิงปริมาณที่อาศัยวิธีเชิงสถิติมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลปัจจัย และข้อมูลตำแหน่งเหตุการณ์อุทกภัยหรือดินถล่ม โดยสามารถจำแนกเป็น 2 ลักษณะ คือ (1.1) วิธีวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบ 2 ตัวแปร (Bivariate Statistical Analysis: BSA) เช่น วิธีอัตราส่วนความถี่ (Frequency Ratio: FR) (Youssef, *et al.*, 2015) วิธีน้ำหนักของหลักฐาน (Weight of Evidence: WOE) (Rahmati, *et al.*, 2016) วิธี Dempster-Shafer (DS) หรือ Evidential Belief Function (EBF) (Althuwaynee, *et al.*, 2014) และวิธี Information Value (IV) (Chen, *et al.*, 2014) และ (1.2) วิธีวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบหลายตัวแปร (Multivariate Statistical Analysis: MSA) เช่น วิธี การวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression: LR) (García-Rodríguez, *et al.*, 2008) วิธี Multivariate Adaptive Regression Spline (MARS) (Wang, *et al.*, 2015) วิธี Discriminate Analysis (DA) (Rossi, *et al.*, 2010) วิธี Support Vector Machine (SVM) (Xu, *et al.*, 2012) วิธี Decision Tree (DT) (Tehrany, *et al.*, 2013) และวิธี Randon Forest (RF) (Trigila, *et al.*, 2015) โดยสำหรับประเทศไทย วิธีวิเคราะห์ที่มีการนำมาใช้ใน

การสร้างข้อมูลแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยหรือดินถล่ม คือ วิธีอัตราส่วนความถี่ (Frequency Ratio: FR) (Intarawichian, 2008; Intarawichian and Dasananda, 2011) และวิธีการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression: LR) (Hunhaboon, 2009; มนูญ จันทพร, 2555)

(2) วิธีวิเคราะห์เชิงการเรียนรู้ (Training and Membership-Based) เป็นวิธีเชิงปริมาณที่ที่จะอาศัยข้อมูลตำแหน่งเหตุการณ์อุทกภัยหรือดินถล่มเป็นตัวช่วยฝึกสอนให้ข้อมูลปัจจัยได้เรียนรู้ (Training) โดยผ่านการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลตำแหน่งเหตุการณ์อุทกภัยหรือดินถล่มและข้อมูลปัจจัย ด้วยฟังก์ชันเชิงคณิตศาสตร์ วิธีวิเคราะห์แบบนี้ ได้แก่ วิธีวิเคราะห์แบบโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network: ANN) (Pradhan, *et al.*, 2010) และวิธี Fuzzy Inference System (FIS) (Bui, *et al.*, 2012a) สำหรับในประเทศไทย วิธีวิเคราะห์แบบนี้ที่มีการนำมาใช้ในการสร้างข้อมูลแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม คือ วิธีวิเคราะห์แบบโครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network: ANN) (สุเทพ จันทรเชียว, 2546)

3) กลุ่มวิธีวิเคราะห์แบบผสม (Hybrid Methods) เป็นกลุ่มวิธีวิเคราะห์ที่มีการผสมผสานระหว่างวิธีการวิเคราะห์แบบต่างๆเข้าด้วยกัน โดยสามารถจำแนกได้เป็น 3 แบบคือ (1) วิธีวิเคราะห์ที่ผสมผสานระหว่างวิธีที่กำหนดค่าน้ำหนักหรือลำดับของข้อมูลปัจจัยโดยผู้เชี่ยวชาญกับวิธีอื่นๆ (Index-Based) เช่น วิธีผสมผสานระหว่างวิธีอัตราส่วนความถี่และวิธีกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (FR+AHP) (Intarawichian, 2008) วิธีผสมผสานระหว่างวิธี Evidential Belief Function และวิธีกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (EBF+AHP) (Althuwaynee, *et al.*, 2014) (2) วิธีผสมผสานระหว่างวิธีเชิงสถิติด้วยกัน (Statistical) เช่น วิธีผสมผสานระหว่างวิธีน้ำหนักของหลักฐานและวิธี Support Vector Machine (WOE+SVM) (Tehrany, *et al.*, 2014) วิธีผสมผสานระหว่างวิธี Evidential Belief Function และวิธีการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก (EBF+LR) (Althuwaynee, *et al.*, 2014) และวิธีผสมผสานระหว่างวิธีอัตราส่วนความถี่และวิธีการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก (FR+LR) (Umar, *et al.*, 2014) และ(3) วิธีผสมผสานระหว่างวิธีวิเคราะห์เชิงการเรียนรู้และวิธีอื่นๆ (Training-Based) ได้แก่ วิธีผสมผสานระหว่างวิธีวิเคราะห์แบบโครงข่ายประสาทเทียมและวิธี Fuzzy Inference System (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System: ANFIS) (Oh and Pradhan, 2011) วิธีผสมผสานระหว่างวิธีกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นและวิธี Fuzzy Inference System (FAHP) (Feizizadeh, *et al.*, 2014) และวิธีผสมผสานระหว่างวิธีน้ำหนักของหลักฐาน วิธีอัตราส่วนความถี่ และวิธี Fuzzy Inference System (WOE+FR+FIS) (Regmi, *et al.*, 2010b) สำหรับประเทศไทยวิธีวิเคราะห์แบบนี้ที่มีการนำมาใช้ในการสร้างข้อมูลแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม ได้แก่ วิธีผสมผสานระหว่างวิธีกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นและวิธีอัตราส่วนความถี่ (FR+AHP) (Intarawichian, 2008)

2.6 สภาพทั่วไปของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน

2.6.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

ลุ่มน้ำคลองหลังสวน เป็นลุ่มน้ำสาขาของลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออกของประเทศไทย มีพื้นที่ 1,653.81 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมในพื้นที่บางส่วนของจังหวัดชุมพร ระนอง และสุราษฎร์ธานี ระหว่างละติจูดที่ 9° 31' เหนือ ถึง ละติจูดที่ 10° 4' เหนือ และลองจิจูดที่ 98° 37' ตะวันออก ถึงลองจิจูดที่ 99° 10' ตะวันออก โดยมีอาณาเขตติดต่อกับพื้นที่ใกล้เคียงดังนี้ (กรมทรัพยากรน้ำและมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2556)

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ	ลุ่มน้ำคลองละอุ่น และลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออกตอนบน
ทิศใต้	ติดต่อกับ	ลุ่มน้ำคลองพุมดวงตอนล่าง
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ	ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันออกส่วนที่ 2 และอ่าวไทย
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ	ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตกตอนบน

2.6.2 การปกครองและประชากร

เนื่องจากพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวนที่ครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของจังหวัดระนองไม่มีชุมชนตั้งอยู่ ส่วนชุมชนที่ตั้งอยู่ในเขตจังหวัดสุราษฎร์ธานีจะอยู่ภายใต้การปกครองของเขตลุ่มน้ำตาปี ขณะที่ชุมชนในเขตตำบลทุ่งควายวัด และตำบลทุ่งหลวง ของอำเภอละแม จังหวัดชุมพร จะขึ้นกับการปกครองในพื้นที่ของอำเภอละแมซึ่งไม่ได้อยู่ในกลุ่มของพื้นที่ลุ่มน้ำ ดังนั้นการปกครองของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน จึงกำหนดเฉพาะพื้นที่ในเขตอำเภอพะโต๊ะและอำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพรเท่านั้น นอกจากนี้บางตำบลเช่นตำบลวังตะกอก และตำบลนาขามมีพื้นที่บางส่วนอยู่นอกเขตลุ่มน้ำ แต่เนื่องจากอยู่ในเขตของอำเภอหลังสวนจึงจัดว่าทั้งตำบลอยู่ในการปกครองของเขตลุ่มน้ำ เช่นเดียวกันกับตำบลบางน้ำจืด ที่อยู่นอกเขตลุ่มน้ำ แต่เนื่องจากอยู่ในการปกครองของอำเภอหลังสวนจึงถูกจัดให้อยู่ในเขตการปกครองของลุ่มน้ำเช่นกัน ทำให้การปกครองในเขตพื้นที่ของลุ่มน้ำคลองหลังสวน ประกอบไปด้วย 17 ตำบล 195 หมู่บ้าน 33,774 ครัวเรือน และประชากร 93,059 คน และมีหน่วยงานปกครองส่วนท้องถิ่นที่ปกครองพื้นที่ทั้งสิ้น 17 แห่ง ระดับเทศบาลเมืองจำนวน 1 แห่ง คือ เทศบาลเมืองหลังสวน ระดับเทศบาลตำบลจำนวน 2 แห่ง คือ เทศบาลตำบลปากน้ำหลังสวน และเทศบาลตำบลพะโต๊ะ และระดับองค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) จำนวน 14 หน่วยงาน คือ อบต.ท่ามะปลา อบต.นาขา อบต.นาพญา อบต.บ้านควน อบต.บางมะพร้าว อบต.บางน้ำจืด อบต.

แหลมทราย อบต.วังตะกอก อบต.หาดยาย อบต.พ้อแดง อบต.บึงหวาน อบต.พระรักษ์ อบต.พะโต๊ะ
และอบต.ปากทรง (ตารางที่ 2.1) (กรมทรัพยากรน้ำและมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2556)

ตารางที่ 2.1 การปกครองในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน

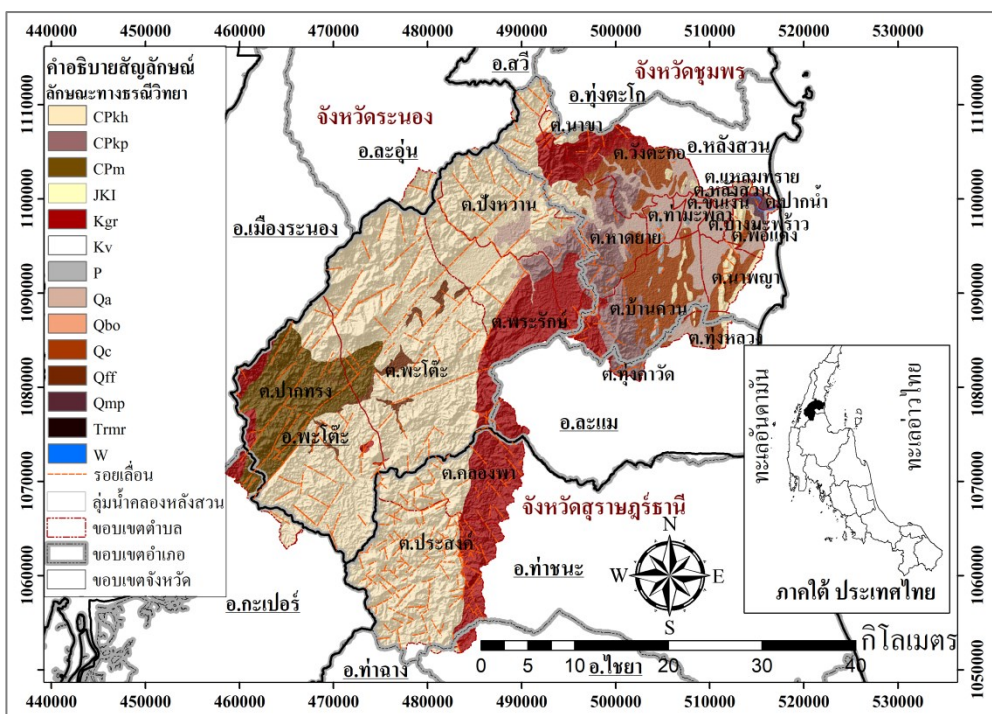
พื้นที่ ลุ่มน้ำ	อำเภอ	ตำบล	หน่วยงาน ปกครอง	หมู่บ้าน (แห่ง)	ครัวเรือน (แห่ง)	ประชากร (คน)
ต้นน้ำ	พะโต๊ะ	ปากทรง	อบต.ปากทรง	9	1,099	3,468
		พะโต๊ะ	อบต.พะโต๊ะ		2,904	6,955
		พะโต๊ะ	เทศบาลตำบล พะโต๊ะ	19	600	1,618
กลางน้ำ	พะโต๊ะ	พระรักษ์	อบต.พระรักษ์	9	1,633	4,353
		บึงหวาน	อบต.บึงหวาน	9	1,452	4,846
	หลังสวน	หาดยาย	อบต.หาดยาย	13	2,284	6,349
		นาขา	อบต.นาขา	13	2,743	7,930
ปลายน้ำ	หลังสวน	แหลมทราย	อบต.แหลมทราย	12	1,045	3,178
		บางมะพร้าว	อบต. บางมะพร้าว	14	1,331	4,598
		ท่ามะปลา	อบต.ท่ามะปลา	9	1,004	3,138
		บ้านควน	อบต.บ้านควน	18	2,681	8,045
		นาพญา	อบต.นาพญา	19	1,608	5,197
		วังตะกอก	อบต.วังตะกอก	13	3,355	7,305
		บางน้ำจืด	อบต.บางน้ำจืด	14	1,562	4,939
		หลังสวน และขันเงิน	เทศบาลเมือง หลังสวน	8	5,452	12,114
		ปากน้ำ	เทศบาลตำบล ปากน้ำหลังสวน	6	2,447	6,875
		พ้อแดง	อบต.พ้อแดง	10	574	2,151
รวม				195	33,774	93,059

ตารางที่ 2.2 รายชื่อลำน้ำสาขาของคลองหลังสวน

ลำดับที่	ลำน้ำสาขา	ลำดับที่	ลำน้ำสาขา	ลำดับที่	ลำน้ำสาขา
1	คลองเงิน	25	คลองบางแห้ง	49	หนองห้วยตำเสา
2	คลองเรือ	26	คลองบางกา	50	ห้วยโกฏ
3	คลองเสื่อ	27	คลองบางอีไร	51	ห้วยในปึก
4	คลองเหนก	28	คลองปลาต	52	ห้วยกรอกข้าว
5	คลองแย	29	คลองบึงหวาน	53	ห้วยกุ่ม
6	คลองแหลมปาย	30	คลองปากเลข	54	ห้วยขอนแก่น
7	คลองโหมง	31	คลองปากทรง	55	ห้วยค้อ
8	คลองในแจะ	32	คลองปี	56	ห้วยคอสั้น
9	คลองกริม	33	คลองพระ	57	ห้วยชีว
10	คลองกะปิ	34	คลองปลั่ง	58	ห้วยตำเสา
11	คลองกุ่ม	35	คลองพังหา	59	ห้วยทรายขาว
12	คลองขนาน	36	คลองมอ	60	ห้วยน้ำใสใต้
13	คลองจาก	37	คลองระวี	61	ห้วยน้ำขาว
14	คลองซัง	38	คลองลำแยง	62	ห้วยน้ำร้ว
15	คลองซึ้ง	39	คลองศอก	63	ห้วยปะติมะ
16	คลองตรัก	40	คลองสระ	64	ห้วยปลัด
17	คลองตรัง	41	คลองหงาว	65	ห้วยพ้อแดง
18	คลองตอน	42	คลองหนองน้ำขาว	66	ห้วยยาง
19	คลองท้อ	43	คลองหรั่ง	67	ห้วยยางม็ก
20	คลองทับขอนแก่น	44	คลองหลักเหล็ก	68	ห้วยลำแยง
21	คลองท่าชนะ	45	คลองกลางตาง	69	ห้วยลำชี
22	คลองธรรมมัง	46	คลองหินช้าง	70	ห้วยวังยาง
23	คลองนายคำ	47	คลองอา	71	ห้วยหมาง
24	คลองบางแทงแม่	48	หนองนาพรุ	72	ห้วยเหมือง

2.6.4 ลักษณะทางธรณีวิทยา

ลักษณะทางธรณีวิทยาของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน ประกอบไปด้วย 14 ลักษณะ โดยมีรอยเลื่อนกระจายอยู่ทั่วไปในพื้นที่บริเวณพื้นที่ต้นน้ำและกลางน้ำ ในเขตอำเภอพะโต๊ะ อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร และตำบลประสงค์และตำบลคลองพา อำเภอท่าชนะ จังหวัดสุราษฎร์ธานี (รูปที่ 2.6)



รูปที่ 2.6 ลักษณะทางธรณีวิทยาของกลุ่มน้ำคลองหลังสวน (กรมทรัพยากรธรณี, 2550)

- 1) หินทรายและหิน โคลนเนื้อปนกรวด ยุคคาร์บอนิเฟอรัส-เพอร์เมียน (CPkh) ร้อยละ 53.38 ของพื้นที่ บริเวณทางด้านตะวันตกของพื้นที่ต้นน้ำและพื้นที่กลางน้ำ ในเขตตำบลปากทรง ตำบลพะโต๊ะ ตำบลพระรัักษ์ และตำบลบึงหวาน อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร ตำบลนาขา และตำบลหาดยาย อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร และตำบลประสงค์ และตำบลคลองพา อำเภอท่าชนะ จังหวัดสุราษฎร์ธานี
- 2) หิน โคลนแทรกสลับด้วยหินทรายเนื้อละเอียดและหินทรายเนื้อควอตซ์ ยุคคาร์บอนิเฟอรัส-เพอร์เมียน (CPkp) ร้อยละ 5.84 ของพื้นที่ บริเวณบางส่วนของพื้นที่กลางน้ำ ในเขตตำบลพระรัักษ์ ตำบลบึงหวาน อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร ตำบลหาดยาย ตำบลวังตะกอก และตำบลบ้านควน อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร และตำบลทุ่งควาตัด อำเภอละแม จังหวัดชุมพร

3) หินชีสต์ หินควอตซ์ชีสต์ และหินไบโอไทต์-ควอตซ์-เซอร์ไซต์ชีสต์ยุคคาร์บอนนิเฟอรัส-เพอร์เมียน (CPm) ร้อยละ 7.24 ของพื้นที่ บริเวณบางส่วนของพื้นที่ต้นน้ำ ในเขตตำบลปากทรง และตำบลพะโต๊ะ อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดชุมพร

4) หินทรายสลับด้วยชั้นหินกรวดมน ยุคจูแรสซิก-ครีเทเชียส (JKI) ร้อยละ 1.32 ของพื้นที่ บริเวณพื้นที่ปลายน้ำ ในเขตตำบลวังตะกอก ตำบลแหลมทราย ตำบลบางมะพร้าว ตำบลพ้อแดง ตำบลนาพญา และตำบลบ้านควน อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดชุมพร

5) หินแกรนิต ยุคครีเทเชียส (Kgr) ร้อยละ 15.37 ของพื้นที่ บริเวณทางด้านตะวันออกของพื้นที่ต้นน้ำและพื้นที่กลางน้ำ ในเขตตำบลปากทรง ตำบลพระรัษฎ์ ตำบลบึงหวาน อำเภอลำทะเมนชัย เขตตำบลนาขา อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดชุมพร และเขตตำบลประสงค์ ตำบลคลองพา อำเภอท่าชนะ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

6) หินไรโอไรต์ ยุคครีเทเชียส (Kv) ร้อยละ 0.01 ของพื้นที่ ในบริเวณพื้นที่กลางน้ำ ในเขตตำบลหาดยาย อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดชุมพร

7) หินปูน หินปูนเนื้อโคลโลไมต์ และหินโคลโลไมต์ ยุคเพอร์เมียน (P) ร้อยละ 0.45 ของพื้นที่ บริเวณพื้นที่ปลายน้ำ ในเขตตำบลวังตะกอก ตำบลท่ามะปลา ตำบลบางมะพร้าว ตำบลพ้อแดง และตำบลบ้านควน อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดชุมพร

8) ตะกอนน้ำพา ยุคควอเทอร์นารี (Qa) ร้อยละ 7.96 ของพื้นที่ กระจายตัวในบริเวณพื้นที่กลางน้ำและปลายน้ำ ในเขตตำบลพระรัษฎ์ ตำบลบึงหวาน อำเภอลำทะเมนชัย ตำบลหาดยาย ตำบลวังตะกอก ตำบลท่ามะปลา ตำบลบ้านควน ตำบลนาพญา ตำบลชันเงิน ตำบลลำทะเมนชัย ตำบลแหลมทราย ตำบลพ้อแดง ตำบลบางมะพร้าว และตำบลปากน้ำ อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดชุมพร และตำบลทุ่งหลวง อำเภอละแม

9) ตะกอนสันทรายเก่า ยุคควอเทอร์นารี (Qbo) ร้อยละ 0.11 ของพื้นที่ อยู่ในบริเวณพื้นที่ปลายน้ำ ในเขตตำบลปากน้ำ อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดชุมพร

10) ตะกอนเศษหินเชิงเขาและตะกอนผุพังอยู่กับที่ ยุคควอเทอร์นารี (Qc) ร้อยละ 6.98 ของพื้นที่ กระจายตัวในบริเวณพื้นที่กลางน้ำและปลายน้ำ ในเขตตำบลหาดยาย ตำบลวังตะกอก ตำบลท่ามะปลา ตำบลบ้านควน ตำบลนาพญา ตำบลชันเงิน และตำบลพ้อแดง อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดชุมพร และตำบลทุ่งควัวดี และตำบลทุ่งหลวง อำเภอละแม

11) ตะกอนที่ราบลุ่มแม่น้ำ ยุคควอเทอร์นารี (Qff) ร้อยละ 1.03 ของพื้นที่ บริเวณพื้นที่ต้นน้ำ ในเขตตำบลปากทรง และตำบลพะโต๊ะ อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดชุมพร

12) ตะกอนที่ลุ่มป่าชายเลน ยุคควอเทอร์นารี (Qmp) ร้อยละ 0.25 ของพื้นที่ บริเวณพื้นที่ปลายน้ำ ในเขตตำบลปากน้ำ อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดชุมพร

13) หินกรวดมน ยุคไทรแอสซิก (Tmmr) ร้อยละ 0.001 ของพื้นที่ บริเวณพื้นที่ ปลายน้ำ ในเขตตำบลวังตะกอก อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร

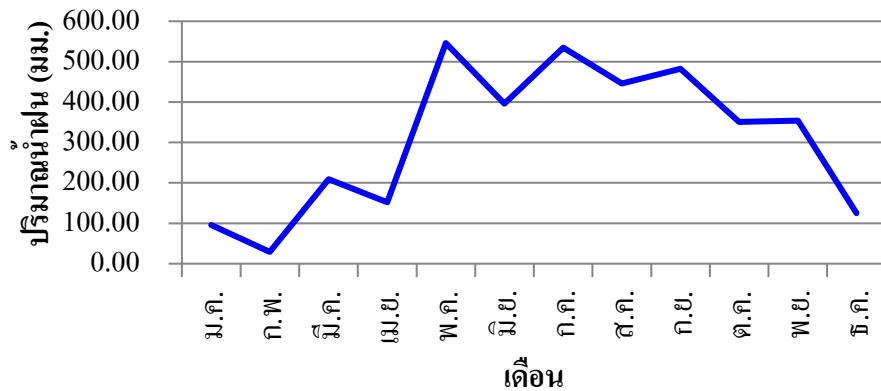
14) แหล่งน้ำไม่ระบุลักษณะธรณีวิทยา (W) ร้อยละ 0.059 ของพื้นที่ บริเวณ พื้นที่ปลายน้ำ ในเขตตำบลปากน้ำ อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร

2.6.5 สภาพภูมิอากาศ

เนื่องจากกลุ่มน้ำคลองหลังสวนตั้งอยู่ในพื้นที่ทางภาคใต้ของประเทศไทย ซึ่ง ขนาบด้วยทะเลสองด้านคือทะเลอ่าวไทยและทะเลอันดามัน และอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร โดยมีพื้นที่ บางส่วนตั้งอยู่ในพื้นที่ทั้งทางภาคใต้ฝั่งตะวันตก คือ จังหวัดระนอง และพื้นที่ทางภาคใต้ฝั่ง ตะวันออก คือ จังหวัดชุมพร และสุราษฎร์ธานี จึงทำให้มีลักษณะภูมิอากาศแบบร้อนชื้นแถบมรสุม (Tropical Moonsoon Climate: AM) คือมีเพียง 2 ฤดู คือ ฤดูฝน และฤดูร้อน (กรมอุตุนิยมวิทยา, ม.ป.ป.; กรมทรัพยากรน้ำและมหาวิทยาาสตร์, 2556)

ฤดูฝน อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมมรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือ โดยลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะมีแหล่งกำเนิดจากบริเวณที่มีความกดอากาศ สูงในซีกโลกใต้ของมหาสมุทรอินเดีย และจะนำมวลอากาศชื้นจากทะเลอันดามันเข้าสู่พื้นที่ ในช่วง กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม ทำให้เกิดฝนตก ขณะที่ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือซึ่ง มีแหล่งกำเนิดจากบริเวณความกดอากาศสูงในซีกโลกเหนือแถบมองโกเลียและจีน และจะพัดพา ความชุ่มชื้นจากทะเลอ่าวไทยเข้าปกคลุมในพื้นที่ในช่วงกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ทำให้เกิดฝนตกในพื้นที่เช่นเดียวกัน โดยฝนจะตกหนักในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนพฤศจิกายน (รูปที่ 2.7)

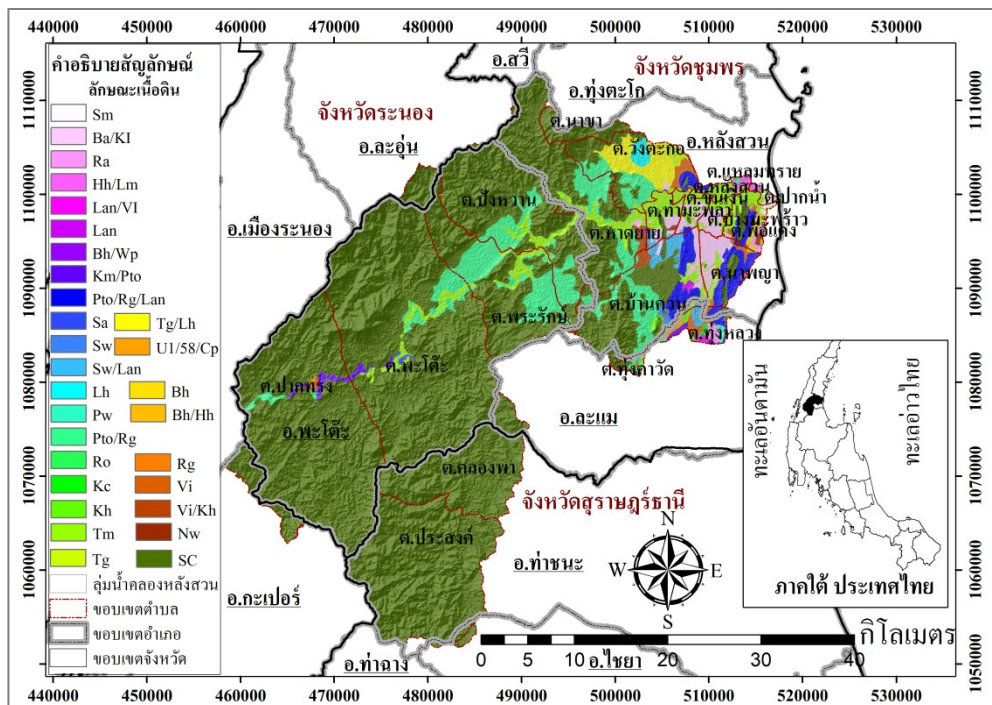
ฤดูร้อน เป็นช่วงเวลาสั้นๆ ระหว่างช่วงกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือน พฤษภาคม โดยอาจจะได้รับอิทธิพลจากลมทะเลจากฝั่งอ่าวไทย ซึ่งอาจทำให้ฝนตกในพื้นที่เพียง เล็กน้อยเท่านั้น



รูปที่ 2.7 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนสูงสุดของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวนเฉลี่ย ช่วงปี พ.ศ.2551-2556 จากการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนของสถานีวัดโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

2.6.6 ทรัพยากรดิน

ทรัพยากรดินในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน สามารถจำแนกลักษณะเนื้อดินตามหน่วยชุดดิน เป็น 29 ลักษณะ (รูปที่ 2.8) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.8 ลักษณะของดินในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2549)

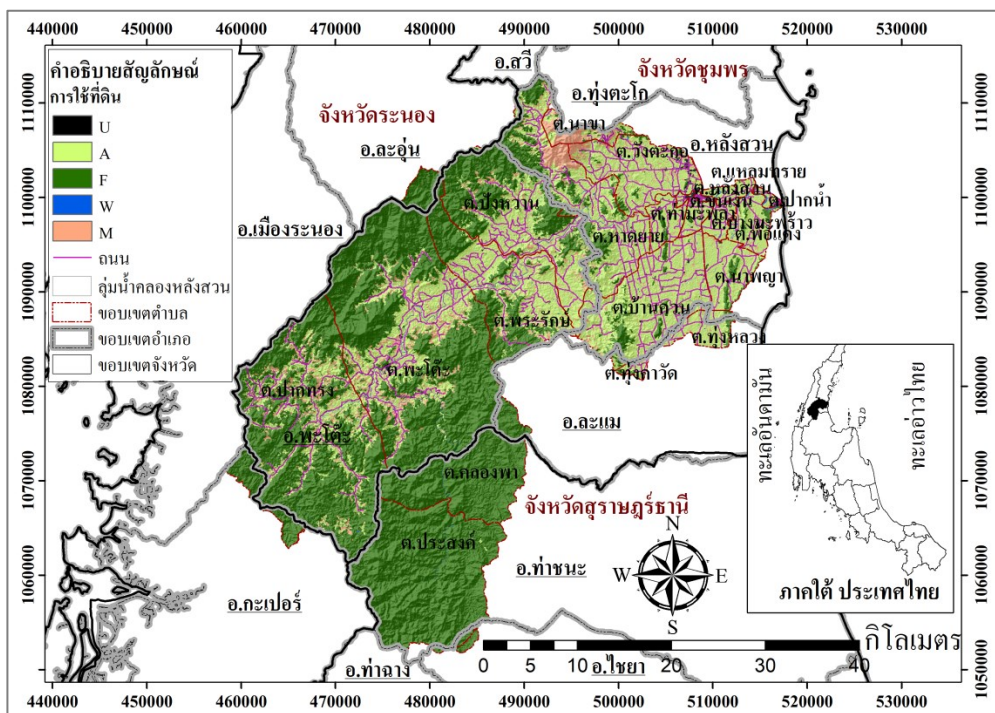
- 1) ดินเหนียว ที่มีการระบายน้ำที่เร็ว (Sm) ร้อยละ 0.15 ของพื้นที่ บริเวณพื้นที่ปลายน้ำ ในเขตตำบลปากน้ำ อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร
- 2) ดินเหนียว หรือดินเหนียวปนทรายแข็ง ที่มีการระบายน้ำที่เร็ว (Ba/KI) ร้อยละ 1.90 ของพื้นที่ บริเวณพื้นที่กลางน้ำในเขตตำบลหาดยาย อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร บริเวณพื้นที่ปลายน้ำ ในเขตตำบลบ้านควน ตำบลนาพญา ตำบลท่ามะปลา ตำบลขันเงิน ตำบลวังตะกอก ตำบลพ้อแดง ตำบลบางมะพร้าว ตำบลแหลมทราย อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร
- 3) ดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทรายแข็ง ที่มีการระบายน้ำที่เร็วมาก (Ra) ร้อยละ 0.24 ของพื้นที่ บริเวณพื้นที่ปลายน้ำ ในเขตตำบลทุ่งหลวง อำเภอละแม จังหวัดชุมพร และตำบลพ้อแดง อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร
- 4) ดินทรายปนดินร่วน ที่มีการระบายน้ำที่ค่อนข้างดีมากเกินไป (Hb/Lm) ร้อยละ 0.19 ของพื้นที่ บริเวณพื้นที่ปลายน้ำ ในเขตตำบลแหลมทราย และตำบลปากน้ำ อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร
- 5) ดินทรายปนดินร่วน หรือดินร่วน ที่มีการระบายน้ำที่ดีถึงค่อนข้างเร็ว (Lan/VI) ร้อยละ 0.08 ของพื้นที่ บริเวณพื้นที่ปลายน้ำ ในเขตตำบลทุ่งหลวง อำเภอละแม จังหวัดชุมพร
- 6) ดินทราย หรือดินทรายปนดินร่วน ที่มีการระบายน้ำที่ดีมากเกินไป (Lan) ร้อยละ 0.06 ของพื้นที่ บริเวณพื้นที่ปลายน้ำ ในเขตตำบลบ้านควน อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร
- 7) ดินทราย หรือดินทรายปนดินร่วน ที่มีการระบายน้ำที่ค่อนข้างเร็ว ถึงเร็ว (Bh/Wp) ร้อยละ 0.02 ของพื้นที่ บริเวณพื้นที่กลางน้ำ ในเขตตำบลหาดยาย อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร
- 8) ดินร่วนเหนียวปนทราย ที่มีการระบายน้ำที่ดี (Km/Pto) ร้อยละ 0.47 ของพื้นที่ บริเวณปลายน้ำ ในเขตพื้นที่ตำบลทุ่งหลวง อำเภอละแม จังหวัดชุมพร
- 9) ดินร่วนเหนียวปนทราย ดินร่วนเหนียวปนก้อนหิน หรือดินทรายปนดินร่วน ที่มีการระบายน้ำที่ดีถึงค่อนข้างดีมากเกินไป (Pto/Rg/Lan) ร้อยละ 2.14 ของพื้นที่ บริเวณพื้นที่ปลายน้ำ ในเขตตำบลวังตะกอก ตำบลแหลมทราย ตำบลพ้อแดง ตำบลนาพญา ตำบลบ้านควน อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร และตำบลทุ่งหลวง อำเภอละแม จังหวัดชุมพร
- 10) ดินร่วนเหนียวปนทรายแข็ง หรือดินร่วนปนทราย ที่มีการระบายน้ำที่ดีปานกลาง ถึงค่อนข้างเร็ว (Sa) ร้อยละ 0.07 ของพื้นที่ บริเวณพื้นที่ต้นน้ำ ในเขตตำบลพะโต๊ะ อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร

- 11) ดินร่วนเหนียวปนทรายปนกรวด ที่มีการระบายน้ำที่ดี (Sw) ร้อยละ 0.14 ของพื้นที่ บริเวณพื้นที่ปลายน้ำ ในเขตตำบลบ้านควน อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร
- 12) ดินร่วนเหนียวปนทรายปนกรวด หรือดินทรายปนดินร่วน ที่มีการระบายน้ำที่ดีถึงดีมากเกินไป (Sw/Lan) ร้อยละ 0.62 ของพื้นที่ บริเวณพื้นที่ปลายน้ำ ในเขตตำบลบ้านควน ตำบลท่ามะปลา ชำเงิน อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร และตำบลทุ่งหลวง อำเภอละแม จังหวัดชุมพร
- 13) ดินร่วนเหนียวปนทรายหยาบ ที่มีการระบายน้ำที่ดี (Lh) ร้อยละ 0.29 ของพื้นที่ บริเวณพื้นที่ปลายน้ำ ในเขตตำบลวังตะกอก อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร
- 14) ดินร่วนเหนียวปนทราย หรือดินเหนียวปนทราย ที่มีการระบายน้ำที่ดี (Pw) ร้อยละ 0.07 ของพื้นที่ บริเวณพื้นที่ปลายน้ำ ในเขตตำบลทุ่งหลวง อำเภอละแม จังหวัดชุมพร
- 15) ดินร่วนเหนียวปนทราย หรือดินร่วนเหนียวปนก้อนหิน ที่มีการระบายน้ำที่ดี (Pto/Rg) ร้อยละ 7.76 ของพื้นที่ บริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ในเขตตำบลปากทรง ตำบลพะโต๊ะ ตำบลพระรัษฎ์ ตำบลปังหวาน อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร ตำบลหาดยาย ตำบลบ้านควน ตำบลวังตะกอก ตำบลแหลมทราย อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร และตำบลทุ่งควายวัด อำเภอละแม จังหวัดชุมพร
- 16) ดินร่วนปนดินเหนียว ที่มีการระบายน้ำที่ดี (Ro) ร้อยละ 0.03 ของพื้นที่ บริเวณพื้นที่ต้นน้ำ ในเขตตำบลปากทรง อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร
- 17) ดินร่วนปนดินเหนียว หรือดินเหนียวปนลูกรัง ที่มีการระบายน้ำที่ดี (Kc) ร้อยละ 0.05 ของพื้นที่ บริเวณพื้นที่ปลายน้ำ ในเขตตำบลทุ่งหลวง อำเภอละแม จังหวัดชุมพร
- 18) ดินร่วนปนทราย ที่มีการระบายน้ำที่ดี (Kh) ร้อยละ 0.18 ของพื้นที่ บริเวณพื้นที่ปลายน้ำ ในเขตตำบลบ้านควน อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร และตำบลทุ่งควายวัด และตำบลทุ่งหลวง อำเภอละแม จังหวัดชุมพร
- 19) ดินร่วนปนทรายแป้ง ดินร่วน หรือดินร่วนเหนียวปนทราย ที่มีการระบายน้ำที่ดีปานกลางถึงดี (Tm) ร้อยละ 4.76 ของพื้นที่ บริเวณพื้นที่ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ในเขตตำบลพะโต๊ะ ตำบลปังหวาน ตำบลพระรัษฎ์ อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร ตำบลหาดยาย ตำบลบ้านควน ตำบลนาพญา ตำบลวังตะกอก ตำบลท่ามะปลา ตำบลชำเงิน ตำบลหลังสวน ตำบลแหลมทราย ตำบลบางมะพร้าว ตำบลพ้อแดง และตำบลปากน้ำ อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร
- 20) ดินร่วนปนทรายหยาบถึงหยาบมาก ที่มีการระบายน้ำที่ดี (Tg) ร้อยละ 0.21 ของพื้นที่ บริเวณพื้นที่ปลายน้ำ ในเขตตำบลวังตะกอก อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร

- 21) ดินร่วนปนทรายหยาบ หรือดินร่วนเหนียวปนทรายหยาบ ที่มีการระบายน้ำที่ดี (Tg/Lh) ร้อยละ 1.35 ของพื้นที่ บริเวณพื้นที่ปลายน้ำ ในเขตตำบลวังตะกอก อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร
- 22) ดินร่วนปนทราย หรือดินทรายปนดินร่วน ที่มีการระบายน้ำที่ดีปานกลาง หรือค่อนข้างเร็ว (Bh) ร้อยละ 0.19 ของพื้นที่ บริเวณพื้นที่ปลายน้ำ ในเขตตำบลนาพญา และตำบลพ้อแดง อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร
- 23) ดินร่วนปนทราย หรือดินทรายปนดินร่วน ที่มีการระบายน้ำที่ดีปานกลาง ถึงค่อนข้างดีมาก (Bh/Hh) ร้อยละ 0.01 ของพื้นที่ บริเวณพื้นที่ปลายน้ำ ในเขตตำบลพ้อแดง อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร
- 24) ดินร่วนปนทราย หรือดินร่วนปนดินเหนียว ที่มีการระบายน้ำที่ค่อนข้างเร็ว (U1/58/Cp) ร้อยละ 0.14 ของพื้นที่ บริเวณพื้นที่ปลายน้ำ ในเขตตำบลบ้านควน อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร และตำบลทุ่งควัวดี และตำบลทุ่งหลวง อำเภอละแม จังหวัดชุมพร
- 25) ดินร่วน หรือดินร่วนเหนียวปนก้อนหิน ที่มีการระบายน้ำที่ดี (Rg) ร้อยละ 0.06 ของพื้นที่ บริเวณพื้นที่ต้นน้ำ ในเขตตำบลปากทรง อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร
- 26) ดินร่วน หรือดินร่วนปนดินเหนียว ที่มีการระบายน้ำที่เร็ว (Vi) ร้อยละ 0.67 ของพื้นที่ บริเวณพื้นที่ปลายน้ำ ในเขตตำบลวังตะกอก ตำบลพ้อแดง ตำบลนาพญา ตำบลบ้านควน อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร และตำบลทุ่งหลวง อำเภอละแม จังหวัดชุมพร
- 27) ดินร่วน หรือดินร่วนปนทราย ที่มีการระบายน้ำที่ค่อนข้างเร็วถึงดี (Vi/Kh) ร้อยละ 0.33 ของพื้นที่ บริเวณพื้นที่กลางน้ำและปลายน้ำ ในเขตตำบลหาดยาย และตำบลบ้านควน อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร
- 28) ดินอินทรีย์ ที่มีการระบายน้ำที่เร็วมาก (Nw) ร้อยละ 0.07 ของพื้นที่ บริเวณพื้นที่ปลายน้ำ ในเขตตำบลท่ามะปลา และตำบลพ้อแดง อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร
- 29) พื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน ไม่สามารถระบุลักษณะเนื้อดินและคุณสมบัติการระบายน้ำได้ (SC) ร้อยละ 77.75 ของพื้นที่ ตั้งแต่บริเวณพื้นที่ต้นน้ำ กลางน้ำ ไปจนถึงปลายน้ำ ในเขตอำเภอพะโต๊ะ อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร ตำบลทุ่งควัวดี และตำบลทุ่งหลวง อำเภอละแม จังหวัดชุมพร และตำบลประสงค์ และตำบลคลองพา อำเภอท่าชนะ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

2.6.7 การใช้ที่ดิน

การใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน ประกอบด้วย 5 ลักษณะ (รูปที่ 2.9) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.9 การใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2555)

- 1) พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (U) ร้อยละ 0.86 ของพื้นที่ กระจายตัวอยู่ทั่วไปในเขตอำเภอพะโต๊ะ และอำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร และ ตำบลทุ่งควาวัด และตำบลทุ่งหลวง อำเภอละแม จังหวัดชุมพร โดยส่วนใหญ่จะเป็นพื้นที่หมู่บ้านบนพื้นที่ราบ และถนน
- 2) พื้นที่เกษตรกรรม (A) ร้อยละ 36.51 ของพื้นที่ กระจายตัวอยู่ทั่วไปในเขตอำเภอพะโต๊ะ และอำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร และ ตำบลทุ่งควาวัด และตำบลทุ่งหลวง อำเภอละแม จังหวัดชุมพร โดยการเกษตรกรรมของพื้นที่ประกอบด้วย เกษตรกรรมนาข้าว เกษตรกรรมพืชไร่ ไม้ยืนต้น และไม้ผล อันได้แก่ สับปะรด กาแฟยางพารา ปาล์มน้ำมัน หมาก ทุเรียน กกล้วย เงาะ มังคุด มะพร้าว ลางสาด ลองกอง พุทรา และส้มโอ เกษตรกรรมเลี้ยงสัตว์ (ทุ่งหญ้าและโรงเรือน) และเกษตรกรรมเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
- 3) พื้นที่ป่าไม้ (F) ร้อยละ 56.73 ของพื้นที่ กระจายอยู่ทั่วไปในเขตอำเภอพะโต๊ะ อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร และตำบลทุ่งควาวัด และตำบลทุ่งหลวง อำเภอละแม จังหวัด

ชุมพร และตำบลประสงค์ และตำบลคลองพา อำเภอท่าชนะ จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยส่วนใหญ่จะเป็นป่าไม่ผลัดใบหรือป่าดิบสมบูรณ และป่าไม่ผลัดใบหรือป่าดิบที่รอสภาพการฟื้นฟู ส่วนป่าชายเลนสมบูรณ จะอยู่ในเขตตำบลปากน้ำ และตำบลพ้อแดง อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร

4) พื้นที่แหล่งน้ำ (W) ร้อยละ 0.61 ของพื้นที่ ครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของพื้นที่ต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ ในเขตอำเภอพะโต๊ะ และอำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร และตำบลทุ่งควาวัด และตำบลทุ่งหลวง อำเภอละแม จังหวัดชุมพร และตำบลคลองพา และตำบลประสงค์ อำเภอท่าชนะ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

5) พื้นที่เบ็ดเตล็ด (M) ร้อยละ 5.28 ของพื้นที่ ได้แก่ ทุ่งหญ้าธรรมชาติ ทุ่งหญ้าสลับไม้พุ่ม/ไม้ละเมาะ พื้นที่ลุ่ม เหมืองเก่า บ่อขุดเก่า บ่อลูกรัง บ่อทราย และพื้นที่ถม ร้อยละ 0.01 ครอบคลุมพื้นที่ทั่วไป ในเขตอำเภอพะโต๊ะ และอำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร และตำบลทุ่งควาวัด และตำบลทุ่งหลวง อำเภอละแม จังหวัดชุมพร

2.6.8 อุทกภัยและดินถล่มในพื้นที่

เนื่องจากอิทธิพลของที่ตั้งและลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ จึงทำให้พื้นที่ต้องประสบกับเหตุการณ์อุทกภัยและดินถล่มในช่วงฤดูลมมรสุมอยู่บ่อยครั้ง โดยพื้นที่ที่เป็นพื้นที่ต้นน้ำและบางส่วนของพื้นที่กลางน้ำจะเป็นพื้นที่สูง เมื่อฝนตกหนักน้ำฝนจากภูเขาสูงจะไหลเข้าท่วมพื้นที่ทำให้เกิดอุทกภัยในลักษณะอุทกภัยน้ำป่าไหลหลากและดินถล่มในลักษณะของดินไหลหรือดินโคลนถล่ม โดยส่วนมากมักจะเป็นเหตุการณ์ดินไหลปิดทับเส้นทางคมนาคม เนื่องจากส่วนใหญ่จะมีการตัดถนนผ่านพื้นที่เขา อาทิเช่น เหตุการณ์ดินไหล ในพื้นที่หมู่ที่ 9 ตำบลปากทรง อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร เมื่อวันที่ 4 พฤศจิกายน พ.ศ. 2552 และในพื้นที่หมู่ที่ 1 ตำบลพะโต๊ะ อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร เมื่อวันที่ 9 สิงหาคม พ.ศ. 2553 ทำให้เส้นทางคมนาคมในพื้นที่ถูกตัดขาด (รูปที่ 2.10ก) (กรมทรัพยากรธรณี, 2553) และเหตุการณ์ดินไหลหรือดินถล่มแบบเลื่อนไถลเฉพาะบริเวณเพราะมีการสร้างบ้านติดพื้นที่เขา อาทิเช่น เหตุการณ์ดินถล่มแบบดินไหล ในพื้นที่หมู่ที่ 7 ตำบลหาดยาย อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร เมื่อปี พ.ศ. 2554 (รูปที่ 2.10ข) (ไทยรัฐออนไลน์, 2554) ขณะที่บางบริเวณที่อยู่ใกล้แม่น้ำลำคลองทั้งในเขตพื้นที่ต้นน้ำ กลางน้ำ หรือปลายน้ำที่อยู่ใกล้แม่น้ำลำคลอง ก็มักประสบกับปัญหาอุทกภัยน้ำล้นตลิ่ง อาทิเช่น เหตุการณ์อุทกภัยน้ำล้นตลิ่ง ในพื้นที่หมู่ที่ 11 ตำบลพะโต๊ะ อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร เมื่อปี พ.ศ. 2558 (รูปที่ 2.10ค) ส่วนพื้นที่ในอำเภอหลังสวนบางส่วนที่เป็นพื้นที่รับน้ำจากเขตอำเภอพะโต๊ะจะเกิดอุทกภัยน้ำป่าไหลหลากและดินไหลหรือดินโคลนถล่มเช่นเดียวกัน และบางพื้นที่ที่น้ำไม่สามารถระบายออกไปได้ก็มักประสบกับปัญหาอุทกภัยน้ำท่วมขัง โดยเฉพาะหลายพื้นที่ในเขตอำเภอหลังสวน (กรมทรัพยากรน้ำและ

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2556) นอกจากนี้พื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวนยังเคยประสบกับเหตุการณ์ อุทกภัยและดินถล่มที่มีความรุนแรง อาทิเช่น เหตุการณ์อุทกภัยน้ำป่าไหลหลากจากอิทธิพลของพายุ โชนร็อนโมลาเว เมื่อวันที่ 18 กรกฎาคม พ.ศ. 2552 ที่สร้างความเสียหายให้กับพื้นที่อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร เหตุการณ์อุทกภัยน้ำท่วมฉับพลัน น้ำป่าไหลหลากและดินถล่มในพื้นที่ภาคใต้ประเทศไทย จากอิทธิพลของพายุดีเปรสชันบริเวณอ่าวไทย เมื่อวันที่ 10 ตุลาคม-14 ธันวาคม พ.ศ. 2553 ที่สร้างความเสียหายให้กับพื้นที่จังหวัดชุมพร ระนองและสุราษฎร์ธานี และเหตุการณ์อุทกภัยและดิน โคลนถล่มในพื้นที่ภาคใต้ประเทศไทย จากอิทธิพลของความกดอากาศสูงจากประเทศจีน เมื่อเดือน มีนาคม พ.ศ. 2554 ที่สร้างความเสียหายให้กับพื้นที่จังหวัดชุมพร ระนองและสุราษฎร์ธานี (กรม ทรัพยากรธรณี, 2552; สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2554)



(ก)



(ข)

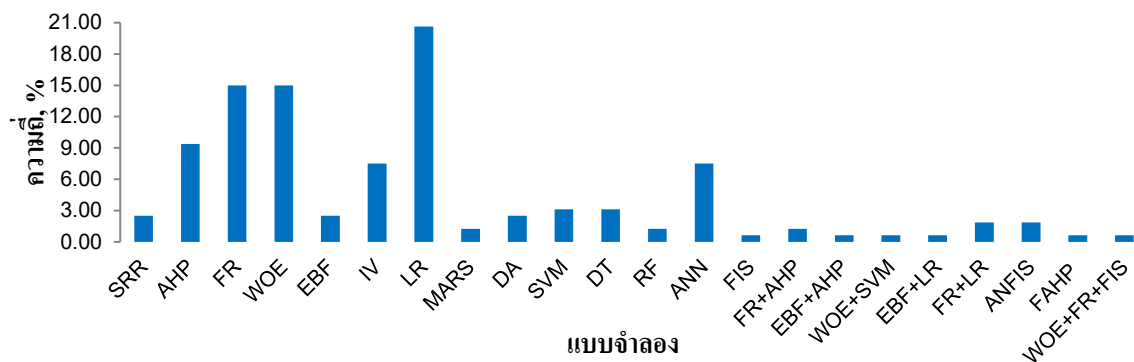


(ค)

รูปที่ 2.10 เหตุการณ์อุทกภัยและดินถล่มในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน (ก) เหตุการณ์ดินถล่มแบบดิน ไหล ในพื้นที่หมู่ที่ 9 ตำบลปากทรง อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร เมื่อปี พ.ศ. 2552 (ข) เหตุการณ์ดิน ถล่มแบบดินไหล ในพื้นที่หมู่ที่ 7 ตำบลหาดยาย อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร เมื่อปี พ.ศ. 2554 (ค) เหตุการณ์อุทกภัยน้ำล้นตลิ่ง ในพื้นที่หมู่ที่ 11 ตำบลพะโต๊ะ อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร เมื่อปี พ.ศ. 2558 (กรมทรัพยากรธรณี, 2553; ไทยรัฐออนไลน์, 2554)

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550-2559 จำนวน 90 งานวิจัย พบว่าสถิติการนำวิธีวิเคราะห์เชิงคณิตศาสตร์แบบต่างๆ มาประยุกต์ใช้ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม สำหรับการประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่มในปัจจุบันเป็นไปดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 สถิติของการใช้วิธีวิเคราะห์เชิงคณิตศาสตร์แบบต่างๆสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่มด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในปัจจุบัน (ปี พ.ศ.2550-2559) จาก 90 งานวิจัย (SRR = Simple Ranking and Rating; AHP = Analytical Hierarchy Process; FR = Frequency Ratio; WOE = Weights of Evidence; EBF = Evidential Belief Function (Dampster-Shafer:DS); IV = Information Value; LR = Logistic Regression; MARS = Multivariate Adaptive Regression Splines; DA = Discriminate Analysis (Linear: LDA; Quadratic: QDA); SVM = Support Vector Machine; DT = Decision Tree; Random Forest (RF); ANN = Artificial Neural Network; FIS = Fuzzy Interference System; FR+AHP = Integrated FR and AHP; EBF+AHP = Integrated EBF and AHP; WOE+SVM = Integrated WOE and SVM; EBF+LR= Integrated EBF and LR; FR+LR = Integrated FR and LR; ANFIS = Integrated ANN and FIS; FAHP = Integrated FIS and AHP; WOE+FR+FIS = Integrated WOE, FR and FIS)

จากรูปที่ 2.11 แสดงให้เห็นว่าวิธีวิเคราะห์เชิงคณิตศาสตร์ที่ถูกนำมาใช้ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่มในปัจจุบัน (ปี พ.ศ. 2550-2559) มากที่สุด 3 อันดับแรก คือ วิธีการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก (Logistic Regression: LR) มีค่าความถี่ของการนำมาใช้ในการสร้างข้อมูลแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม อยู่ที่

ร้อยละ 20.63 รองลงมาคือ วิธีอัตราส่วนความถี่ (Frequency Ratio: FR) และวิธีน้ำหนักของหลักฐาน (Weight of Evidence: WOE) ร้อยละ 15.00 และวิธีกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process: AHP) ร้อยละ 9.38 ตามลำดับ และจากกรณีเดียวกันเมื่อพิจารณาเฉพาะงานวิจัยในประเทศไทยจะพบว่า วิธีวิเคราะห์เชิงคณิตศาสตร์ที่ถูกนำมาใช้ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่มในปัจจุบัน มากที่สุด 3 อันดับแรก คือ วิธี AHP มีค่าความถี่ของการนำมาใช้ในการสร้างแบบจำลองอยู่ที่ร้อยละ 35.71 รองลงมาคือ วิธีกำหนดค่าน้ำหนักและลำดับคะแนนอย่างง่าย (Simple Ranking and Rating: SRR) ร้อยละ 28.57 และ วิธี LR ร้อยละ 21.43 ตามลำดับ ขณะที่วิธี FR และ WOE ซึ่งเป็นวิธีที่อยู่ในลำดับที่สองของการพิจารณาจากงานวิจัยทั้งไทยและต่างประเทศนั้น อยู่ที่ร้อยละ 7.14 และ 0 ตามลำดับ และจากกรณีเดียวกันเมื่อพิจารณาเฉพาะงานวิจัยในต่างประเทศจะพบว่า วิธีวิเคราะห์เชิงคณิตศาสตร์ที่ถูกนำมาใช้ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่มในปัจจุบัน มากที่สุด 3 อันดับแรก คือ วิธี LR มีค่าความถี่ของการนำมาใช้ในการสร้างข้อมูลแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม อยู่ที่ร้อยละ 20.55 รองลงมาคือ วิธี WOE ร้อยละ 16.44 และ วิธี FR ร้อยละ 15.75 ขณะที่วิธี AHP ซึ่งอยู่ในอันดับที่สามของการพิจารณาจากงานวิจัยทั้งไทยและต่างประเทศนั้น อยู่ที่ร้อยละ 6.85

ผลจากการศึกษานี้อาจกล่าวได้ว่า วิธี LR เป็นวิธีที่เป็นที่นิยมสูงทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ และวิธี AHP เป็นที่นิยมในประเทศไทยและต่างประเทศพอสมควร ขณะที่วิธี FR และ WOE เป็นที่นิยมในต่างประเทศ แต่ไม่เป็นที่นิยมในประเทศไทยเท่าที่ควร

Lee, *et al.* (2012) ได้นำวิธี FR มาใช้ในการวิเคราะห์ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยของเมือง Busan ประเทศเกาหลีใต้ สำหรับใช้ในการวางแผนกำหนดเขตโซนพื้นที่สีเขียวของพื้นที่ในการป้องกันการเกิดอุทกภัย โดยใช้ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัยจำนวน 15 ปัจจัยในการวิเคราะห์ ประกอบด้วย องศาความลาดชัน ความโค้งภูมิประเทศ ลักษณะธรณีวิทยา พื้นที่เมืองและอุตสาหกรรม (Impermeability Layer) พื้นที่เกษตรกรรม (Green-Infra Farmland) พื้นที่สาธารณะที่มีสีเขียว (Green-Infra Artificially) ระยะห่างจากเส้นทางน้ำ อายุของพืชที่อยู่ในป่า (Timber Age) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพืชที่อยู่ในป่า (Timber Diameter) ประเภทของป่าซึ่งจำแนกตามชนิดของพืชที่อยู่ในป่า (Timber Type) ความหนาแน่นของพืชที่อยู่ในป่า (Timber Density) ความหนาหรือความลึกของดิน (Soil Effective) ความสามารถในการระบายน้ำของดิน (Soil Drainage) ลักษณะเนื้อดิน (Soil Texture) และความสูงจากระดับน้ำทะเล และจำแนกเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยเป็น 5 ระดับ คือ ระดับสูงมาก ระดับสูง ระดับปานกลาง ระดับต่ำ และระดับต่ำมาก ผลจากการสร้างแบบจำลอง พบว่า แบบจำลองดังกล่าวมีค่าอัตรา

การทำนายของพื้นที่ได้กราฟ (Prediction Rate) ซึ่งแสดงถึงค่าความถูกต้องของแบบจำลอง อยู่ที่ร้อยละ 91.5

Jaafari, *et al.* (2015) ได้นำวิธี WOE มาใช้ในการวิเคราะห์ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มของป่า Caspian ทางตอนเหนือของประเทศอิหร่าน สำหรับใช้ในการวางแผนพัฒนาเส้นทางคมนาคมที่ปลอดภัยต่ออันตรายจากดินถล่ม และลดผลกระทบต่อการเกิดดินถล่ม โดยใช้ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดดินถล่มจำนวน 10 ปัจจัยในการวิเคราะห์ ประกอบด้วย ความสูงจากระดับน้ำทะเล องศาความลาดชัน ทิศทางความลาดเอียง ความโค้งของภูมิประเทศ ความยาวของลาดชัน ลักษณะทางธรณีวิทยา ระยะห่างจากรอยเลื่อน/รอยแตก ระยะห่างจากเส้นทางน้ำ ปริมาณน้ำฝน และดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์มัลไลซ์ (Normalized Difference Vegetation Index: NDVI) และจำแนกเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยเป็น 4 ระดับ คือ ระดับสูงมาก ระดับสูง ระดับปานกลาง และระดับต่ำ ผลจากการสร้างแบบจำลอง พบว่า แบบจำลองดังกล่าวมีค่าอัตราการทำนายของพื้นที่ได้กราฟ (Prediction Rate) ซึ่งแสดงถึงค่าความถูกต้องของแบบจำลอง อยู่ที่ร้อยละ 81.69

Intarawichian (2008) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มของกลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนล่าง ภาคเหนือ ประเทศไทย ด้วยวิธีวิเคราะห์เชิงคณิตศาสตร์จำนวน 3 วิธี คือวิธี FR วิธี AHP และวิธีผสมผสานระหว่างวิธี FR และวิธี AHP โดยใช้ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดดินถล่มจำนวน 10 ปัจจัยในการวิเคราะห์ ประกอบด้วย ความสูงจากระดับน้ำทะเล องศาความลาดชัน ทิศทางความลาดเอียง ลักษณะทางธรณีวิทยา ระยะห่างจากรอยเลื่อน/รอยแตก ระยะห่างจากเส้นทางน้ำ ลักษณะเนื้อดิน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี การใช้ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน และดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์มัลไลซ์ และจำแนกเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยเป็น 5 ระดับ คือ ระดับสูงมาก ระดับสูง ระดับปานกลาง ระดับต่ำ และระดับต่ำมาก ผลจากการศึกษาพบว่า วิธีผสมผสานระหว่างวิธี FR และวิธี AHP มีค่าอัตราการทำนายของพื้นที่ได้กราฟ (Prediction Rate) หรือค่าความถูกต้องของแบบจำลองมากที่สุดคือ ร้อยละ 91.22 รองลงมา คือวิธี FR ร้อยละ 84.82 และวิธี AHP ร้อยละ 64.90 ตามลำดับ

Kartic and Annadurai (2015) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มของพื้นที่ Kothagitri Taluk ประเทศอินเดีย ด้วยวิธี FR กับ วิธี AHP โดยใช้ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดดินถล่มจำนวน 13 ปัจจัยในการวิเคราะห์ ประกอบด้วย องศาความลาดชัน ทิศทางความลาดเอียง การกัดกร่อนของดิน (Soil Erosion) การใช้ที่ดิน/สิ่งปกคลุมดิน ลักษณะทางธรณีวิทยา ความโค้งของภูมิประเทศ ระยะห่างจากทางน้ำ ระยะห่างจากเส้นทางถนน ลักษณะเนื้อดิน ระยะห่างจากรอยแตก ดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์มัลไลซ์ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี และดัชนีความแห้งแล้งของฝน (Standardized Precipitation Index: SPI) และจำแนกเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยเป็น 5

ระดับ คือ ระดับสูงมาก ระดับสูง ระดับปานกลาง ระดับต่ำ และระดับต่ำมาก ผลจากการศึกษาพบว่า วิธี FR มีค่าอัตราการทำนายของพื้นที่ได้กราฟ (Prediction Rate) หรือค่าความถูกต้องของแบบจำลอง มากกว่าวิธี AHP คือ ร้อยละ 87.50 และร้อยละ 83.30 ตามลำดับ

Demir, *et al.* (2015) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มของพื้นที่ North Anatolian Fault Zone ประเทศตุรกี ด้วยวิธี FR กับ วิธี LR โดยใช้ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดดินถล่มจำนวน 7 ปัจจัยในการวิเคราะห์ ประกอบด้วย องศาความลาดชัน ทิศทางความลาดเอียง ระยะห่างจากทางน้ำ ระยะห่างจากรอยแตก ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคมทางถนน ความหนาแน่นของเส้นทางน้ำ และความหนาแน่นของรอยแตก และจำแนกเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยเป็น 5 ระดับ คือ ระดับสูงมาก ระดับสูง ระดับปานกลาง ระดับต่ำ และระดับต่ำมาก ผลจากการศึกษาพบว่า วิธี FR มีค่าอัตราการทำนายของพื้นที่ได้กราฟ (Prediction Rate) หรือค่าความถูกต้องของแบบจำลอง มากกว่าวิธี LR คือ ร้อยละ 74.40 และร้อยละ 70.80 ตามลำดับ

Khosravi, *et al.* (2016) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มของกลุ่มน้ำ Haraz ประเทศอิหร่าน ด้วยวิธี FR วิธี WOE วิธี AHP และวิธีผสมผสานระหว่างวิธี FR และ AHP โดยใช้ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดดินถล่มจำนวน 10 ปัจจัยในการวิเคราะห์ ประกอบด้วย องศาความลาดชัน ความโค้งของภูมิประเทศ ความสูงจากระดับน้ำทะเล ระยะห่างจากทางน้ำ ดัชนีความเปียกชื้น (Topographic Wetness Index:TWI) ดัชนีความแห้งแล้งของผืน ปริมาณน้ำฝนรายปี ลักษณะทางธรณีวิทยา การใช้ที่ดิน และดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์มัลไลซ์ และจำแนกเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยเป็น 5 ระดับ คือ ระดับสูงมาก ระดับสูง ระดับปานกลาง ระดับต่ำ และระดับต่ำมาก ผลจากการศึกษาพบว่า วิธี FR มีค่าอัตราการทำนายของพื้นที่ได้กราฟ (Prediction Rate) หรือค่าความถูกต้องของแบบจำลอง มากที่สุดคือ ร้อยละ 96.57 รองลงมาคือ วิธีWOE ร้อยละ 95.96 วิธีAHP ร้อยละ 94.92 และวิธีผสมผสานระหว่างวิธี FR และ AHP ร้อยละ 84.69 ตามลำดับ

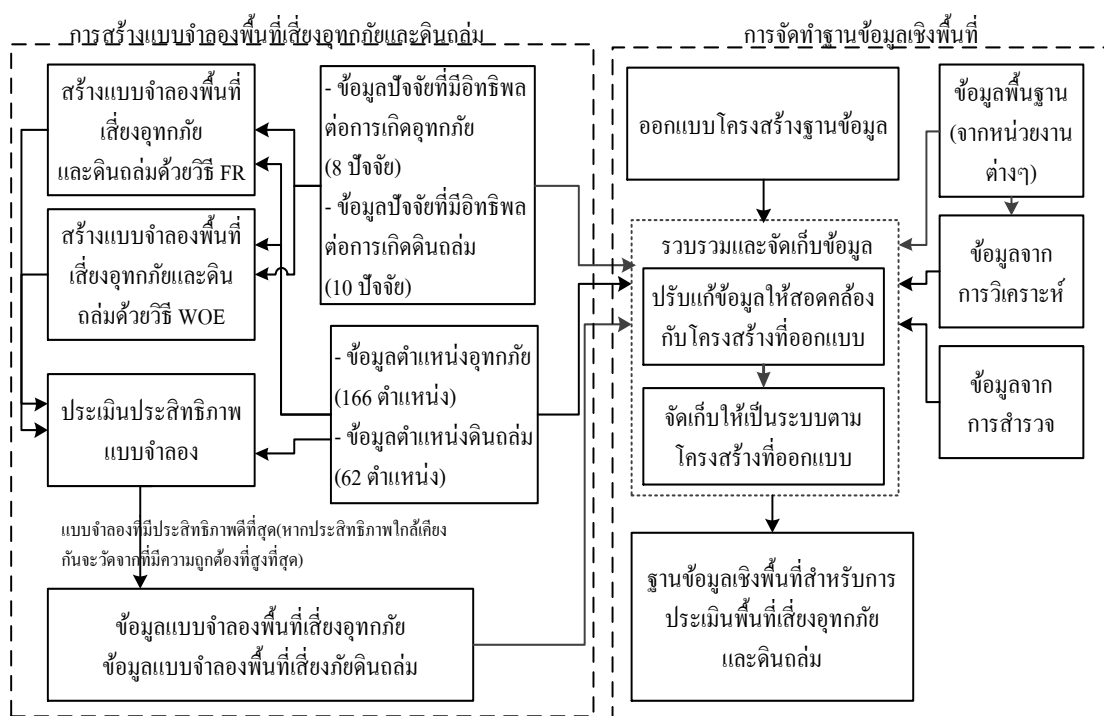
จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าว จะเห็นได้ว่า แม้ว่าวิธี FR และ WOE ยังไม่เป็นที่นิยมในประเทศไทยเท่าที่ควร แต่ก็มีคามนิยมในต่างประเทศ และทั้งสองวิธีดังกล่าวเคยถูกใช้ในการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม เพื่อใช้ในการวางแผนจัดการอุทกภัยและดินถล่มอีกด้วย นอกจากนี้หลายงานวิจัยได้แสดงให้เห็นว่า เมื่อประเมินผลประสิทธิภาพจากการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่มด้วยวิธี FR และ WOE ประสิทธิภาพหรือค่าความถูกต้องของแบบจำลองที่สร้างด้วยวิธีวิเคราะห์ดังกล่าวมีค่าที่สูง และสูงกว่าวิธีวิเคราะห์เชิงคณิตศาสตร์ที่มีความนิยมนำมาใช้ในการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่มอย่างเช่น วิธี LR และวิธี AHP

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกวิธีอัตราส่วนความถี่ (FR) และวิธีน้ำหนักของหลักฐาน (WOE) มาวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัยและดินถล่ม เพื่อสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม สำหรับการประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม ของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน และประเมินประสิทธิภาพผลการสร้างแบบจำลองดังกล่าวของทั้งสองวิธี

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

งานวิจัยแบบจำลองและฐานข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับการประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวนนี้ ประกอบไปด้วย 2 กระบวนการที่สำคัญคือ การสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม และการจัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับการประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม (รูปที่ 3.1) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการวิจัย

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.1.1 ฮาร์ดแวร์

- 1) เครื่องคอมพิวเตอร์
- 2) เครื่องบันทึกตำแหน่งพิกัดเชิงภูมิศาสตร์บนโลก (Handheld GPS)

3.1.2 ซอฟต์แวร์

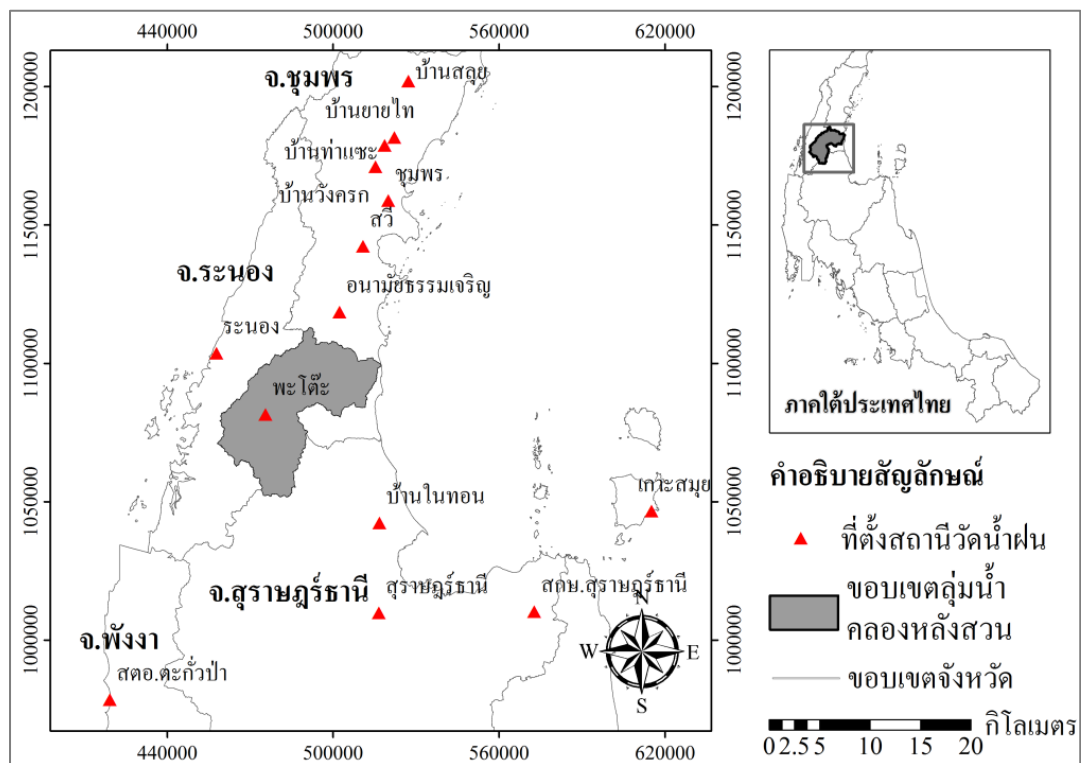
- 1) ซอฟต์แวร์สำหรับการประมวลผลข้อมูลทางภูมิศาสตร์ (ArcMap)
- 2) ซอฟต์แวร์สำหรับการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ (Microsoft Excel)

3.2 การสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม

3.2.1 ข้อมูลที่ใช้ในการดำเนินการ

- 1) ข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศเชิงเลข (Topographic Map) มาตรฐาน 1:50,000 ลำดับชุด L7018 จากกรมแผนที่ทหาร
- 2) ข้อมูลความสูงภูมิประเทศเชิงเลข ASTER GDEM ความละเอียด 30 เมตร จากหน่วยงาน United States Geological Survey (USGS)
- 3) ข้อมูลขอบเขตลุ่มน้ำคลองหลังสวน มาตรฐาน 1:50,000 จากกรมทรัพยากรน้ำ
- 4) ข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยา มาตรฐาน 1:50,000 จากกรมทรัพยากรธรณี
- 5) ข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยาโครงสร้าง มาตรฐาน 1:50,000 จากกรมทรัพยากรธรณี
- 6) ข้อมูลแผนที่ชุดดิน มาตรฐาน 1:50,000 จากกรมพัฒนาที่ดิน
- 7) ข้อมูลการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2555-2556 มาตรฐาน 1:50,000 จากกรมพัฒนาที่ดิน
- 8) ข้อมูลตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน และปริมาณน้ำฝนรายวัน ย้อนหลัง 30 ปี (ปี พ.ศ. 2527-2556) ของสถานีชุมพร สถานีสวี สถานีบ้านสลุย สถานีอนามัยธรรมเจริญ สถานีบ้านยาย

ไท สถานีบ้านท่าแหะ สถานีบ้านวังครก สถานีพะโต๊ะ สถานีระนอง สถานีสุราษฎร์ธานี สถานีเกาะสมุย สถานีบ้านในทอน สถานีอากาศเกษตรสุราษฎร์ธานี และสถานีตะกั่วป่า จากกรมอุตุนิยมวิทยา และกรมชลประทาน



รูปที่ 3.2 ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน

3.2.2 การเตรียมข้อมูลปัจจัย

1) ข้อมูลปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัย จำนวน 8 ปัจจัย คือ (1) ปริมาณน้ำฝนรายปี (เฉลี่ย 30 ปี) (2) ความหนาแน่นของเส้นทางคมนาคมทางถนน (3) องศาความลาดชัน (4) ความสูงจากระดับน้ำทะเล (5) ความหนาแน่นของเส้นทางน้ำ (6) ระยะห่างจากเส้นทางน้ำ (7) การใช้ที่ดิน และ (8) ความสามารถในการระบายน้ำของดิน สำหรับนำเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่ (FR) และวิธีน้ำหนักของหลักฐาน (WOE) เพื่อสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยสำหรับงานวิจัยนี้ มีขั้นตอนการเตรียมข้อมูลเป็นไปดังตารางที่ 3.1

2) ข้อมูลปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดดินถล่ม จำนวน 10 ปัจจัย คือ (1) ปริมาณน้ำฝนรายปี (เฉลี่ย 30 ปี) (2) ลักษณะทางธรณีวิทยา (3) ระยะห่างจากรอยเลื่อน (4) องศาความลาดชัน (5) ทิศทางความลาดเอียง (6) ความสูงจากระดับน้ำทะเล (7) การใช้ที่ดิน (8) ลักษณะ

เนื้อดิน (9) ระยะห่างจากเส้นทางน้ำ และ (10) ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคมทางถนนสำหรับนำเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่ (FR) และวิธีน้ำหนักของหลักฐาน (WOE) เพื่อสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มสำหรับงานวิจัยนี้ มีขั้นตอนการเตรียมข้อมูลเป็นไปดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 การเตรียมข้อมูลปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัย

ปัจจัย (Factor)/ ประเภทของปัจจัย (Class)	การดำเนินการ
1. ปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย (เฉลี่ย 30 ปี) (มิลลิเมตร) 0 - 2,100 2,100 – 2,400 2,400 – 2,700 > 2,700	1) คำนวณค่าปริมาณน้ำฝนรายวัน จำนวน 30 ปี จากสถานีวัด เป็นปริมาณน้ำฝนรายปี และนำมาหาค่าเฉลี่ย 2) วิเคราะห์ค่าน้ำฝนทั่วทั้งพื้นที่ โดยการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนของข้อมูลปริมาณน้ำฝน ด้วยวิธี Ordinary Cokriging Interpolation ร่วมกับข้อมูลความสูงจากระดับน้ำทะเล ระยะห่างจากทะเลอันดามัน และระยะห่างจากทะเลอ่าวไทย (Duangpiboon, <i>et al.</i> , 2015) 3) จำแนกประเภท (Class) ปริมาณน้ำฝน ของข้อมูลปริมาณรายปีเฉลี่ย 30 ปี เป็น 4 ประเภท (กรมทรัพยากรน้ำและ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2556)
2. ความหนาแน่นของเส้นทางคมนาคมทางถนน (กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร) 0 - 0.20 0.20 – 0.40 0.40 – 0.60 > 0.60	1) คำนวณค่าความหนาแน่นของข้อมูลเส้นทางถนนที่ได้จากข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศเชิงเลข (Topographic Map) 2) จำแนกประเภท (Class) ค่าความหนาแน่นของข้อมูลความหนาแน่นของเส้นทางคมนาคมทางถนน เป็น 4 ประเภท (กรมทรัพยากรน้ำและ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2556)

ตารางที่ 3.1 การเตรียมข้อมูลปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัย (ต่อ)

ปัจจัย (Factor)/ ประเภทของปัจจัย (Class)	การดำเนินการ
3. องศาความลาดชัน (องศา) 0 - 2.86 (ความลาดชัน 0 - 5 %) 2.86 – 5.71 (ความลาดชัน 5 – 10 %) 5.71 – 8.53 (ความลาดชัน 10 - 15%) > 8.53 (ความลาดชันมากกว่า 15%)	1) คำนวณค่าองศาความลาดชัน ของข้อมูลความสูงภูมิประเทศเชิงเลข ASTER GDEM 2) จำแนกประเภท (Class) องศาความลาดชันของข้อมูลองศาความลาดชัน เป็น 4 ประเภท (กรมทรัพยากรน้ำแล่มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2556)
4. ความสูงจากระดับน้ำทะเล (เมตร) 0 - 100 100 – 300 300 – 500 > 500	จำแนกประเภท (Class) ระดับความสูงของข้อมูลความสูงภูมิประเทศเชิงเลข ASTER GDEM เป็น 4 ประเภท (กรมทรัพยากรน้ำแล่มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2556)
5. ความหนาแน่นของเส้นทางน้ำ (กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร) 0 - 0.35 0.35 – 0.70 0.70 – 1.00 > 1.00	1) คำนวณค่าความหนาแน่น ของข้อมูลเส้นทางน้ำ ที่ได้จากข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศเชิงเลข (Topographic Map) 2) จำแนกประเภท (Class) ค่าความหนาแน่นของเส้นทางน้ำของข้อมูลความหนาแน่นของเส้นทางน้ำ เป็น 4 ประเภท (กรมทรัพยากรน้ำแล่มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2556)
6. ระยะห่างจากเส้นทางน้ำ (เมตร) 0 - 500 500 – 1,000 1,000 – 2,000 > 2,000	1) สร้างกันชน (Buffer) รอบเส้นทางน้ำ ของข้อมูลเส้นทางน้ำ ที่ได้จากข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศเชิงเลข (Topographic Map) 2) จำแนกประเภท (Class) ระยะห่างจากเส้นทางน้ำของข้อมูลระยะห่างจากเส้นทางน้ำ เป็น 4 ประเภท (Rahmati, et al., 2016)

ตารางที่ 3.1 การเตรียมข้อมูลปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัย (ต่อ)

ปัจจัย (Factor)/ ประเภทของปัจจัย (Class)	การดำเนินการ
7. การใช้ที่ดิน U (พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง) A (พื้นที่เกษตรกรรม) F (พื้นที่ป่าไม้) WM (แหล่งน้ำ และพื้นที่เบ็ดเตล็ด เช่น พื้นที่ทุ่งหญ้า ไม้ละเมาะ พื้นที่ลุ่ม ฯลฯ)	จำแนกประเภท (Class) การใช้ที่ดินของข้อมูลการใช้ที่ดิน เป็น 4 ประเภท (กลุ่มวิเคราะห์สภาพการใช้ที่ดินกองนโยบายและแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2559)
8. ความสามารถในการระบายน้ำของดิน VP (มีการระบายน้ำที่เร็วมาก) P (มีการระบายน้ำที่เร็ว) M (มีการระบายน้ำปานกลาง) G (มีการระบายน้ำที่ดี) SC (พื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน ไม่สามารถระบุการระบายน้ำได้)	จำแนกประเภท (Class) ความสามารถในการระบายน้ำของดิน ของข้อมูลแผนที่ชุดดิน เป็น 5 ประเภท (สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)

ตารางที่ 3.2 การเตรียมข้อมูลปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดดินถล่ม

ปัจจัย (Factor)/ ประเภทของปัจจัย (Class)	การดำเนินการ
1. ปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย (เฉลี่ย 30 ปี) (มิลลิเมตร) 0 - 2,500 2,500 – 3,000 > 3,000	1) คำนวณค่าปริมาณน้ำฝนรายวัน จำนวน 30 ปี (พ.ศ. 2527-2556) จากสถานีวัด เป็นปริมาณน้ำฝนรายปี และนำมาหาค่าเฉลี่ย (30ปี) 2) วิเคราะห์ค่าน้ำฝนทั่วทั้งพื้นที่ โดยการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนของข้อมูลปริมาณน้ำฝน ด้วยวิธี Ordinary Cokriging Interpolation ร่วมกับข้อมูลความสูงจากระดับน้ำทะเลระยะห่างจากทะเลอันดามัน และระยะห่างจากทะเลอ่าวไทย (Duangpiboon, <i>et al.</i> , 2015)

ตารางที่ 3.2 การเตรียมข้อมูลปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดดินถล่ม (ต่อ)

ปัจจัย (Factor)/ ประเภทของปัจจัย (Class)	การดำเนินการ
	3) จำแนกประเภท (Class) ปริมาณน้ำฝนของข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย 30 ปี เป็น 3 ประเภท (สุเทพ จันทร์เจียว, 2546)
2. ลักษณะทางธรณีวิทยา	จำแนกประเภท (Class) ลักษณะทางธรณีวิทยาของข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยา เป็น 8 ประเภท (กรมทรัพยากรธรณี, 2550)
CPk (หินโคลนปนกรวด หินโคลนปนหินทรายแข็ง และหินโคลนปนหินทราย)	
CPm (หินชีสต์ หินควอตซ์ชีสต์ และหินไบโอไทต์-ควอตซ์-เซอร์ชีสต์ชีสต์)	
P (หินปูน)	
Tmr (หินกรวดมน)	
JKI (หินทรายสลับด้วยชั้นหินกรวดมน)	
Q (ตะกอนร่วน กรวด ทราย ดิน และดินเหนียวที่ยังไม่เป็นหิน)	
Kgr (หินอัคนีแทรกซอนชนิดหินแกรนิต)	
Kv (หินอัคนีพูนหินไรโอไลต์)	
3. ระยะห่างจากรอยเลื่อน (เมตร)	
0 - 1,000	1) สร้างกันชน (Buffer) รอบข้อมูลเส้นรอยเลื่อน ของข้อมูลรอยเลื่อนจากข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยาโครงสร้าง
> 1,000	2) จำแนกประเภท (Class) ระยะห่างจากรอยเลื่อนของข้อมูลระยะห่างจากรอยเลื่อน เป็น 2 ประเภท (สุเพชร จิระจรกุล และคณะ, 2555)
4. องศาความลาดชัน (องศา)	
0 - 1.15 (ความลาดชัน 0 - 2% เป็นพื้นที่ราบเรียบถึงค่อนข้างราบเรียบ)	1) คำนวณค่าองศาความลาดชัน ของข้อมูลความสูงภูมิประเทศเชิงเลข ASTER GDEM
1.15 - 2.86 (ความลาดชัน 2 - 5% มีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อย)	2) จำแนกประเภท (Class) ค่าองศาความลาดชันของข้อมูลองศาความลาดชัน เป็น 8 ประเภท (สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้

ตารางที่ 3.2 การเตรียมข้อมูลปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดดินถล่ม (ต่อ)

ปัจจัย (Factor)/ ประเภทของปัจจัย (Class)	การดำเนินการ
2.86 - 6.84 (ความลาดชัน 5 - 12% มีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลาด)	ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)
6.84 - 11.31 (ความลาดชัน 12 - 20% มีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนชัน)	
11.31 - 19.29 (ความลาดชัน 20 - 35% เป็นพื้นที่เนินเขา)	
19.29 - 26.56 (ความลาดชัน 35 - 50% เป็นพื้นที่สูงชัน)	
26.56 - 36.87 (ความลาดชัน 50 - 75% เป็นพื้นที่สูงชันมาก)	
> 36.87 (ความลาดชันมากกว่า 75% เป็นพื้นที่สูงชันมากที่สุด)	
5. ทิศทางความลาดเอียง F (-1) (พื้นที่ราบไม่มีทิศทางความลาดเอียง) N (0 - 22.5, 337.5 - 360) (เหนือ) NE (22.5 - 67.5) (ตะวันออกเฉียงเหนือ) E (67.5 - 112.5) (ตะวันออก) SE (112.5 - 157.5) (ตะวันออกเฉียงใต้) S (157.5 - 202.5) (ใต้) SW (202.5 - 247.5) (ตะวันตกเฉียงใต้) W (247.5 - 292.5) (ตะวันตก) NW (292.5 - 337.5) (ตะวันตกเฉียงเหนือ)	1) วิเคราะห์ทิศทางความลาดเอียง ของข้อมูล ความสูงภูมิประเทศเชิงเลข ASTER GDEM 2) จำแนกประเภท (Class) ทิศทางความลาด เอียงของข้อมูลทิศทางความลาดเอียง เป็น 9 ประเภท (Regmi, <i>et al.</i> , 2010a)
6. ความสูงจากระดับน้ำทะเล (เมตร) 0 - 40 (แหล่งน้ำและที่ราบชายฝั่งทะเล) 40 - 200 (ที่ราบลุ่มและที่ราบลูกคลื่น) > 200 (ภูเขาหรือเทือกเขา)	จำแนกประเภท (Class) ค่าระดับความสูงของ ข้อมูลความสูงภูมิประเทศเชิงเลข ASTER GDEM เป็น 3 ประเภท (กรมทรัพยากรธรณี, 2556)

ตารางที่ 3.2 การเตรียมข้อมูลปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดดินถล่ม (ต่อ)

ปัจจัย (Factor)/ ประเภทของปัจจัย (Class)	การดำเนินการ
<p>7. การใช้ที่ดิน</p> <p>U (พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง)</p> <p>A (พื้นที่เกษตรกรรม)</p> <p>F (พื้นที่ป่าไม้)</p> <p>W (พื้นที่แหล่งน้ำ)</p> <p>M (พื้นที่เบ็ดเตล็ด ได้แก่ พื้นที่ทุ่งหญ้า ไม้ละเมาะ พื้นที่ลุ่ม บ่อเหมืองเก่า ฯลฯ)</p>	<p>จำแนกประเภท (Class) การใช้ที่ดินของข้อมูลแผนที่การใช้ที่ดิน เป็น 5 ประเภท (กลุ่มวิเคราะห์สภาพการใช้ที่ดินกองนโยบายและแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2559)</p>
<p>8. ลักษณะเนื้อดิน</p> <p>C (ดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทรายแป้ง)</p> <p>S (ดินทรายหรือดินทรายปนดินร่วน)</p> <p>L (ดินร่วน ดินร่วนปนดินเหนียว หรือดินเหนียวปนลูกรัง)</p> <p>G (ดินร่วนปนทราย ดินร่วนเหนียวปนทรายหรือดินร่วนเหนียวปนก้อนหิน)</p> <p>SC (พื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน ไม่สามารถระบุลักษณะเนื้อดินได้)</p>	<p>จำแนกประเภท (Class) ลักษณะเนื้อดิน ของข้อมูลแผนที่ชุดดิน เป็น 5 ประเภท (สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2548)</p>
<p>9. ระยะห่างจากเส้นทางน้ำ (เมตร)</p> <p>0 - 500</p> <p>500 – 1,000</p> <p>> 1,000</p>	<p>1) สร้างกันชน (Buffer) รอบข้อมูลเส้นทางน้ำที่ได้จากข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ</p> <p>2) จำแนกประเภท (Class) ระยะห่างจากเส้นทางน้ำของข้อมูลระยะห่างจากเส้นทางน้ำเป็น 3 ประเภท (Kayastha, <i>et al.</i>, 2013)</p>
<p>10. ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคมทางถนน (เมตร)</p> <p>0 - 500</p> <p>500 – 1,000</p> <p>> 1,000</p>	<p>1) สร้างกันชน (Buffer) รอบเส้นทางถนนของข้อมูลเส้นทางถนนที่ได้จากข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ</p> <p>2) จำแนกประเภท (Class) ระยะห่างจากเส้นทางถนนของข้อมูลระยะห่างจากเส้นทางถนน เป็น 3 ประเภท (Kayastha, <i>et al.</i>, 2013)</p>

3.2.3 การเตรียมข้อมูลตำแหน่งอุทกภัยและดินถล่ม

ข้อมูลตำแหน่งอุทกภัยและดินถล่มในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน สำหรับนำเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่ (FR) และวิธีน้ำหนักของหลักฐาน (WOE) เพื่อสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม และประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองทั้งสองสำหรับงานวิจัยนี้ เตรียมโดยการนำเข้าสู่ข้อมูลตำแหน่งเหตุการณ์อุทกภัยและดินถล่มที่เคยเกิดขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน เมื่อปี พ.ศ. 2551-2556 ที่ได้จากที่ทำการปกครองอำเภอพะโต๊ะ และที่ทำการปกครองอำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย และการบันทึกตำแหน่งพิกัดในพื้นที่ด้วยเครื่อง GPS โดยทำการแบ่งเป็น 2 ชุดข้อมูล ข้อมูลตำแหน่งสำหรับการวิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลอง (Training Data) และข้อมูลตำแหน่งสำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Testing Data) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ข้อมูลตำแหน่งอุทกภัย จำนวน 166 ตำแหน่ง แบ่งเป็นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย จำนวน 116 ตำแหน่ง (ร้อยละ 70) และข้อมูลสำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง จำนวน 50 ตำแหน่ง (ร้อยละ 30)

2) ข้อมูลตำแหน่งดินถล่ม จำนวน 62 ตำแหน่ง แบ่งเป็นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม จำนวน 42 ตำแหน่ง (ร้อยละ 68) และข้อมูลสำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง จำนวน 20 ตำแหน่ง (ร้อยละ 32)

3.2.4 การสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่มด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่ (Frequency Ratio: FR)

หลังจากเตรียมข้อมูลทั้ง ข้อมูลปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัยและดินถล่ม และข้อมูลตำแหน่งอุทกภัยและดินถล่มแล้ว ข้อมูลดังกล่าวก็จะถูกนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่ โดยความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างตำแหน่งอุทกภัยหรือดินถล่ม และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัยหรือดินถล่มที่ใช้ในการวิเคราะห์ จะถูกพิจารณาเป็น “ค่าอัตราส่วน (Ratio)” ของความถี่ในการปรากฏตำแหน่งอุทกภัยหรือดินถล่มในแต่ละประเภท (Class) ของประเภทปัจจัยที่จำแนกจากปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ (Frequency of Disaster Occurrence) ต่อความถี่ของการไม่ปรากฏตำแหน่งอุทกภัยหรือดินถล่มในแต่ละประเภทปัจจัยที่จำแนกจากปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ (Frequency of Disaster Non-Occurrence) ดังแสดงในสมการที่ (1) (Lee, *et al.*, 2012; Youssef, *et al.*, 2015)

$$FR_{ij} = \frac{FD_{ij}}{FN_{ij}} \quad (1)$$

เมื่อ	FR _{ij}	คือ อัตราส่วนความถี่ของประเภท i ของปัจจัย j ที่ใช้ในการวิเคราะห์
	FD _{ij}	คือ ค่าความถี่ของการปรากฏตำแหน่งอุทกภัยหรือดินถล่ม ของประเภท i ของปัจจัย j ที่ใช้ในการวิเคราะห์
	FN _{ij}	คือ ค่าความถี่ของการไม่ปรากฏตำแหน่งอุทกภัยหรือดินถล่ม ของประเภท i ของปัจจัย j
	i	คือ ประเภทของปัจจัย j ซึ่งได้จากการจำแนกประเภท (Class) ของปัจจัย j ที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นประเภทต่างๆ
	j	คือ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัยหรือดินถล่มที่ใช้วิเคราะห์

ค่า FR_{ij} ดังกล่าวนั้นจะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างการปรากฏตำแหน่งอุทกภัยหรือดินถล่มและประเภทของปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์ โดยหากมีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าการปรากฏตำแหน่งอุทกภัยหรือดินถล่มมีความสัมพันธ์กับประเภทของปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์มาก ในทางตรงกันข้ามหากมีค่าน้อยกว่า 1 การปรากฏของอุทกภัยหรือดินถล่มมีความสัมพันธ์กับประเภทของปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์น้อย (Lee, *et al.*, 2012; Youssef, *et al.*, 2015)

หลังจากทำการวิเคราะห์จนได้ค่า FR_{ij} ของแต่ละประเภทของปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์แล้ว ค่า FR_{ij} ของแต่ละประเภทของปัจจัยดังกล่าวจะถูกนำมาวิเคราะห์เป็นค่าดัชนีความเสี่ยง (Susceptibility Index: SI) อุทกภัยหรือดินถล่ม ดังสมการที่ (2)

$$SI = \sum_{j=1}^N FR_{ij} \quad (2)$$

เมื่อ	SI	คือ ค่าดัชนีความเสี่ยงอุทกภัยหรือดินถล่ม
	FR _{ij}	คือ อัตราส่วนความถี่ของแต่ละประเภท i ของปัจจัย j ที่ใช้ในการวิเคราะห์
	N	คือ จำนวนของปัจจัยที่ j ใช้ในการวิเคราะห์
	i	คือ ประเภทของปัจจัย j ซึ่งได้จากการจำแนกประเภท (Class) ของปัจจัย j ที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นประเภทต่างๆ
	j	คือ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัยหรือดินถล่มที่ใช้วิเคราะห์

สุดท้ายค่าดัชนีความเสี่ยงอุทกภัยหรือดินถล่มดังกล่าวจะถูกนำมาแบ่งช่วงชั้นแบบ Natural Break จำนวน 5 ช่วงชั้น (Intarawichian, 2008) เพื่อจำแนกประเภทเป็นระดับความเสี่ยงอุทกภัยหรือดินถล่มระดับต่างๆ จำนวน 5 ระดับ คือ พื้นที่ที่มีความเสี่ยงอุทกภัยหรือดินถล่มระดับสูงมาก ระดับสูง ระดับปานกลาง ระดับต่ำ และระดับต่ำมาก หลังจากนั้นจะได้แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยหรือดินถล่มที่มีระดับความเสี่ยง 5 ระดับ

3.2.5 การสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่มด้วยวิธีน้ำหนักของ

หลักฐาน (Weight of Evidence: WOE)

หลังจากการเตรียมข้อมูลทั้งข้อมูลปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัยและดินถล่ม และข้อมูลตำแหน่งอุทกภัยและดินถล่มแล้ว ข้อมูลทั้งสองชุดดังกล่าวจะถูกวิเคราะห์ด้วยวิธีน้ำหนักของหลักฐาน โดยอาศัยการประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ความน่าจะเป็นตามทฤษฎีของเบย์ (Bayesian Probability) มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างตำแหน่งอุทกภัยหรือดินถล่ม และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัยหรือดินถล่มนั้น ด้วยการกำหนดให้ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัยหรือดินถล่มเป็น “หลักฐาน (Evidence)” และการปรากฏของตำแหน่งอุทกภัยและดินถล่มบนหลักฐานหรือบนปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัยและดินถล่มแสดงด้วยความสัมพันธ์เชิงสถิติ ที่ประเมินว่าหลักฐานซึ่งก็คือปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัยและดินถล่ม เป็นสาเหตุของการเกิดอุทกภัยหรือดินถล่มในอดีต โดยความสัมพันธ์เชิงสถิติดังกล่าวจะแสดงเป็น “ค่าน้ำหนักเชิงบวกและค่าน้ำหนักเชิงลบของแต่ละหลักฐาน” คำนวณจากอัตราส่วนของโอกาสหรือความน่าจะเป็นที่จะปรากฏหรือไม่ปรากฏตำแหน่งอุทกภัยหรือดินถล่ม บนบริเวณที่มีหรือไม่มีหลักฐาน (พิจารณาเป็นแต่ละประเภท (Class) ของหลักฐาน) ดังสมการที่ (3) และ (4) (Neuhäuser and Terhorst, 2007; Rahmati, *et al.*, 2016)

$$W_{ij}^+ = \ln \frac{P\{D/B_{ij}\}}{P\{\bar{D}/B_{ij}\}} \quad (3)$$

$$W_{ij}^- = \ln \frac{P\{\bar{D}/B_{ij}\}}{P\{D/B_{ij}\}} \quad (4)$$

เมื่อ W_{ij}^+ คือ ค่าน้ำหนักเชิงบวกของแต่ละหลักฐาน (Positive Weight)
(กำหนดเป็นค่าน้ำหนักเชิงบวกของแต่ละประเภท i ของปัจจัย j)

- W_{ij}^- คือ ค่าน้ำหนักเชิงลบของแต่ละหลักฐาน (Negative Weight)
(กำหนดเป็นค่าน้ำหนักเชิงลบของแต่ละประเภท i ของปัจจัย j)
- \ln คือ ลอการิทึมธรรมชาติ (Natural Log) หรือ ลอการิทึมฐาน e (\log_e)
- $P\{D/B_{ij}\}$ คือ โอกาสหรือความน่าจะเป็นที่บริเวณที่มีหลักฐานหรือประเภท i ของปัจจัย j จะมีการปรากฏของตำแหน่งอุทกภัยหรือดินถล่ม
- $P\{\bar{D}/\bar{B}_{ij}\}$ คือ โอกาสหรือความน่าจะเป็นที่บริเวณที่ไม่มีหลักฐานหรือประเภท i ของปัจจัย j จะมีการปรากฏของตำแหน่งอุทกภัยหรือดินถล่ม
- $P\{\bar{D}/B_{ij}\}$ คือ โอกาสหรือความน่าจะเป็นที่บริเวณที่มีหลักฐานหรือประเภท i ของปัจจัย j จะไม่มีการปรากฏของตำแหน่งอุทกภัยหรือดินถล่ม
- $P\{D/\bar{B}_{ij}\}$ คือ โอกาสหรือความน่าจะเป็นที่บริเวณที่ไม่มีหลักฐานหรือประเภท i ของปัจจัย j จะไม่มีการปรากฏของตำแหน่งอุทกภัยหรือดินถล่ม
- D คือ การปรากฏตำแหน่งอุทกภัยหรือดินถล่ม
- \bar{D} คือ การไม่ปรากฏตำแหน่งอุทกภัยหรือดินถล่ม
- B_{ij} คือ การมีหลักฐานหรือประเภท i ของปัจจัย j
- \bar{B}_{ij} คือ การไม่มีหลักฐานหรือประเภท i ของปัจจัย j
- i คือ ประเภทของปัจจัย j ซึ่งได้จากการจำแนกประเภท (Class) ของปัจจัย j ที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นประเภทต่างๆ
- j คือ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัยหรือดินถล่มที่ใช้วิเคราะห์

ค่าน้ำหนักเชิงบวก (W_{ij}^+) แสดงให้เห็นว่าประเภทของปัจจัยดังกล่าว อยู่ในบริเวณที่เกิดอุทกภัยหรือดินถล่ม โดยขนาดของน้ำหนักเชิงบวก ($|W_{ij}^+|$) นั้นจะแสดงถึงระดับของความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างการปรากฏของประเภทปัจจัย กับตำแหน่งอุทกภัยหรือดินถล่ม ขณะที่ค่าน้ำหนักเชิงลบ (W_{ij}^-) แสดงให้เห็นว่าการประเภทของปัจจัยดังกล่าว ไม่ได้อยู่ในบริเวณที่เกิดอุทกภัยหรือดินถล่ม โดยขนาดของน้ำหนักเชิงลบ ($|W_{ij}^-|$) นั้นจะแสดงถึงระดับความสัมพันธ์เชิงลบ

ขณะที่ค่าความเปรียบต่างระหว่างน้ำหนักทั้งสอง (Weight Contrast) จะแสดงดังสมการที่ (5)

$$C = W_{ij}^+ - W_{ij}^- \quad (5)$$

เมื่อ C คือ ค่าความเปรียบต่างระหว่างค่าน้ำหนักเชิงบวกและค่าน้ำหนักเชิงลบ
 W_{ij}^+ คือ ค่าน้ำหนักเชิงบวกของแต่ละหลักฐานหรือประเภท i ของปัจจัย j
 W_{ij}^- คือ ค่าน้ำหนักเชิงลบของแต่ละหลักฐานหรือประเภท i ของปัจจัย j

ค่าความเปรียบต่างระหว่างน้ำหนักทั้งสองนี้จะแสดงถึงขนาดความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของการปรากฏของปัจจัยย่อยและตำแหน่งอุทกภัยหรือดินถล่ม โดยหาก C มีค่าเป็นบวก แสดงว่าความสัมพันธ์เชิงพื้นที่เป็นเชิงบวก และหาก C มีค่าเป็นลบ แสดงว่าความสัมพันธ์เชิงพื้นที่เป็นเชิงลบ

ขณะที่ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviations) ของค่าน้ำหนักทั้งสอง แสดงดังสมการที่ (6) (Neuhäuser and Terhorst, 2007; Rahmati, *et al.*, 2016)

$$s(C) = \sqrt{s^2(W_{ij}^+) + s^2(W_{ij}^-)} \quad (6)$$

เมื่อ $S(C)$ คือ เบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักเชิงบวกและเชิงลบ
 ของประเภท i ของปัจจัย j ที่ใช้ในการวิเคราะห์
 $s^2(W_{ij}^+)$, $s^2(W_{ij}^-)$ คือ ค่าความแปรปรวน (Variance) ของน้ำหนักเชิง
 บวก
 และเชิงลบของประเภท i ของปัจจัย j ที่ใช้ในการวิเคราะห์

ค่าน้ำหนักสุดท้าย (Final Weight: WOE_{ij}) จะคำนวณจากค่าอัตราส่วนของค่าความเปรียบต่างระหว่างน้ำหนักทั้งสอง ต่อค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าน้ำหนักทั้งสอง ดังสมการที่ (7) (Rahmati, *et al.*, 2016)

$$WOE_{ij} = \left(\frac{C}{s(C)} \right) \quad (7)$$

เมื่อ WOE_{ij} คือ ค่าน้ำหนักสุดท้ายของน้ำหนักเชิงบวกและเชิงลบของประเภท i

ของปัจจัย j ที่ใช้ในการวิเคราะห์

- C คือ ค่าความเปรียบต่างระหว่างน้ำหนักเชิงบวกและน้ำหนักเชิงลบ
ของประเภท i ของปัจจัย j ที่ใช้ในการวิเคราะห์
- S(C) คือ เบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักเชิงบวกและเชิงลบ
ของประเภท i ของปัจจัย j ที่ใช้ในการวิเคราะห์

ค่า WOE_{ij} ดังกล่าวนั้นจะแสดงให้เห็นถึงระดับของความสัมพันธ์ระหว่างการปรากฏของประเภทปัจจัย กับตำแหน่งอุทกภัยหรือดินถล่ม โดยหากค่า WOE_{ij} ดังกล่าวเป็นบวก แสดงว่าความสัมพันธ์ระหว่างประเภทของปัจจัยกับตำแหน่งอุทกภัยหรือดินถล่มมีความสัมพันธ์เชิงบวก กล่าวคือ ประเภทของปัจจัยดังกล่าวอยู่ในบริเวณที่เกิดอุทกภัยหรือดินถล่มหรือมีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัยและดินถล่ม ในทางตรงกันข้ามหากค่า WOE_{ij} ดังกล่าวเป็นลบ แสดงว่าความสัมพันธ์ระหว่างประเภทของปัจจัยกับตำแหน่งอุทกภัยหรือดินถล่มมีความสัมพันธ์เชิงลบ กล่าวคือ ประเภทของปัจจัยดังกล่าวไม่ได้อยู่ในบริเวณที่เกิดอุทกภัยหรือดินถล่ม (Rahmati, *et al.*, 2016)

หลังจากทำการวิเคราะห์จนได้ค่า WOE_{ij} ของแต่ละประเภทของปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์แล้ว ค่า WOE_{ij} ของแต่ละประเภทของปัจจัยดังกล่าวจะถูกนำมาวิเคราะห์เป็นค่าดัชนีความเสี่ยง (Susceptibility Index: SI) อุทกภัยหรือดินถล่ม ดังสมการที่ (8)

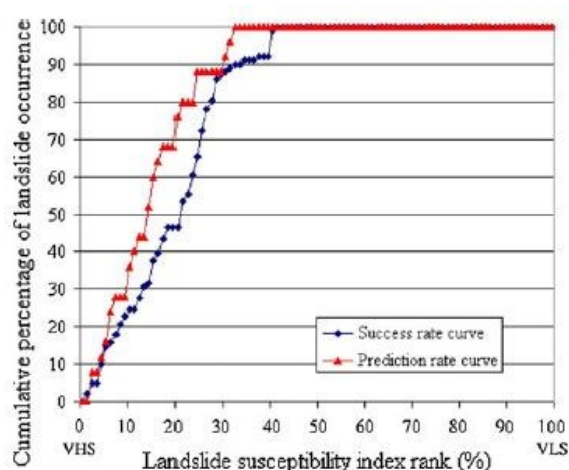
$$SI = \sum_{j=1}^N WOE_{ij} \quad (10)$$

- เมื่อ SI คือ ค่าดัชนีความเสี่ยงอุทกภัยหรือดินถล่ม
- WOE_{ij} คือ ค่าน้ำหนักของหลักฐานหรือน้ำหนักของแต่ละประเภท i ของปัจจัย j ที่ใช้ในการวิเคราะห์
- N คือ จำนวนของปัจจัยที่ j ใช้ในการวิเคราะห์
- i คือ ประเภทของปัจจัย j ซึ่งได้จากการจำแนกประเภท (Class) ของปัจจัย j ที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นประเภทต่างๆ
- j คือ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัยหรือดินถล่มที่ใช้วิเคราะห์

สุดท้ายค่าดัชนีความเสี่ยงอุทกภัยหรือดินถล่มดังกล่าวจะถูกนำมาแบ่งช่วงชั้นแบบ Natural Break จำนวน 5 ช่วงชั้น (Intarawichian, 2008) เพื่อจำแนกประเภทเป็นระดับความเสี่ยงอุทกภัยหรือดินถล่มระดับต่างๆ จำนวน 5 ระดับ คือ พื้นที่ที่มีความเสี่ยงอุทกภัยหรือดินถล่มระดับสูงมาก ระดับสูง ระดับปานกลาง ระดับต่ำ และระดับต่ำมาก หลังจากนั้นจะได้แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยหรือดินถล่มที่มีระดับความเสี่ยง 5 ระดับ

3.2.6 การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลอง

เมื่อได้แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่มที่สร้างด้วยวิธี FR และวิธี WOE ทั้ง 4 คือ แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยวิธี FR แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยวิธี WOE แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มวิธี FR และแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มวิธี WOE แล้วแบบจำลองทั้ง 4 จะถูกนำมาประเมินประสิทธิภาพด้วยการวิเคราะห์พื้นที่ใต้กราฟ (Area under the Curve: AUC) ซึ่งการดำเนินการจะทำการวิเคราะห์พื้นที่ใต้กราฟของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเสี่ยงต่างๆ ของแบบจำลอง ที่จำแนกเป็น 100 ช่วง (แกน X) กับค่าร้อยละของการปรากฏตำแหน่งอุทกภัยหรือดินถล่มในแต่ละระดับความเสี่ยงต่างๆ ทั้ง 100 ช่วงนั้น (แกน Y) โดยจะวิเคราะห์เป็น 2 กราฟ คือ กราฟอัตราความสำเร็จของแบบจำลอง (Success Rate Curve) และกราฟอัตราการทำนายของแบบจำลอง (Prediction Rate Curve) (รูปที่ 3.3) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ (Intarawichian and Dasananda, 2011; Lee, *et al.*, 2012; Bui, *et al.*, 2012b)



รูปที่ 3.3 กราฟอัตราความสำเร็จและอัตราการทำนายของแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม สำหรับการประเมินประสิทธิภาพแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม (Intarawichian and Dasananda, 2011)

1) กราฟอัตราความสำเร็จของแบบจำลอง (Success Rate Curve) คือกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเสี่ยงต่างๆ ของแบบจำลองที่ถูกจำแนกเป็น 100 ช่วง กับค่าร้อยละของการปรากฏตำแหน่งอุทกภัยหรือดินถล่มที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง (Training Data) ในแต่ละระดับความเสี่ยงต่างๆ ทั้ง 100 ช่วงนั้น โดยค่าที่ได้จากการวิเคราะห์พื้นที่ได้กราฟของกราฟนี้ จะถูกเรียกว่า ค่าอัตราความสำเร็จของแบบจำลอง (Success Rate) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึงความสามารถของแบบจำลองในการจำแนกเป็นประเภท หรือระดับความเสี่ยงต่างๆ ในบริเวณที่มีตำแหน่งอุทกภัยหรือดินถล่มอยู่ (Bui, *et al.*, 2012b)

2) กราฟอัตราการทำนายของแบบจำลอง (Prediction Rate Curve) คือกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเสี่ยงต่างๆ ของแบบจำลองที่ถูกจำแนกเป็น 100 ช่วง กับค่าร้อยละของการปรากฏตำแหน่งอุทกภัยหรือดินถล่มที่ใช้ในการทดสอบหรือตรวจสอบความถูกต้อง (Testing Data) ในแต่ละระดับความเสี่ยงต่างๆ ทั้ง 100 ช่วงนั้น โดยค่าที่ได้จากการวิเคราะห์พื้นที่ได้กราฟของกราฟนี้ จะถูกเรียกว่า ค่าอัตราการทำนายของแบบจำลอง (Prediction Rate) ซึ่งเป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึงความถูกต้องของแบบจำลอง (Bui, *et al.*, 2012b)

3.3 การจัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับการประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม

การจัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับการประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่มประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ออกแบบโครงสร้างฐานข้อมูลสำหรับการประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่มของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน โดยการกำหนดชื่อและรายละเอียดโครงสร้างฐานข้อมูลจากการพิจารณาข้อกำหนดของมาตรฐาน โครงสร้าง เนื้อหา คุณลักษณะ คุณภาพ ของชุดข้อมูลภูมิศาสตร์พื้นฐาน (Fundamental Geographic Data Set: FGDS) ของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2556) โดยปรับให้เหมาะสมกับพื้นที่ และกำหนดระบบพิกัดของข้อมูลเป็น WGS1984 UTM Zone 47N (สถานวิจัยสารสนเทศภูมิศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, ม.ป.ป.; สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, ม.ป.ป.)

2) รวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ประกอบไปด้วย ข้อมูลจากกระบวนการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม ข้อมูลพื้นฐานจากหน่วยงานและองค์กรต่างๆ ข้อมูลจากการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน และข้อมูลจากการลงสำรวจในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน และทำการปรับแก้ข้อมูลสำหรับจัดเก็บเป็นฐานข้อมูลให้สอดคล้องตาม โครงสร้างที่ออกแบบ และจัดทำพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary) เพื่ออธิบายรายละเอียดต่างๆ ของโครงสร้างฐานข้อมูล

บทที่ 4

ผลและบทวิจารณ์ผลการวิจัย

งานวิจัยแบบจำลองและฐานข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับการประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวนนี้ ได้ดำเนินการตาม 2 กระบวนการที่สำคัญ คือ การสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม และการจัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับการประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม โดยผลการดำเนินการประกอบด้วย 4 ส่วน คือ 1) การสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย 2) การสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม 3) การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม และ 4) การจัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับการประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 การสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย

4.1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งอุทกภัยและปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์

ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งอุทกภัยจำนวน 116 ตำแหน่ง และประเภทของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัยที่ใช้วิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่ (FR) และวิธีน้ำหนักของหลักฐาน (WOE) จำนวน 8 ปัจจัย เป็นไปดังตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1

1) สำหรับวิธี FR

ประเภทของปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งอุทกภัยสูง ($FR > 1$) ประกอบด้วย

(1) ปริมาณน้ำฝนรายปี (เฉลี่ย 30 ปี) 0-2,100 มิลลิเมตร และ 0-2,400 มิลลิเมตร โดยที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งอุทกภัยมากที่สุด คือ ปริมาณน้ำฝน 0-2,100 มิลลิเมตร ($FR = 18.79$)

(2) ความหนาแน่นของเส้นทางคมนาคมทางถนนมากกว่า 0.60 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร

(3) ความลาดชัน 0-2.86 องศา 2.86-5.71 องศา และ 5.71-8.53 องศา โดยที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งอุทกภัยมากที่สุด คือ ความลาดชัน 0-2.86 องศา (FR = 4.51)

(4) ความสูงจากระดับน้ำทะเล 0-100 เมตร

(5) ความหนาแน่นของเส้นทางน้ำมากกว่า 1.00 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร

(6) ระยะห่างจากเส้นทางน้ำ 0-500 เมตร

(7) การใช้ที่ดินเป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (U) พื้นที่เกษตรกรรม (A) และแหล่งน้ำและพื้นที่เบ็ดเตล็ด (WM) โดยที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งอุทกภัยมากที่สุด คือ การใช้ที่ดินเป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (FR = 9.01)

(8) ความสามารถในการระบายน้ำของดินอยู่ในระดับที่เลวมาก (VP) เลว (P) ปานกลาง (M) และดี (G) โดยที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งอุทกภัยมากที่สุด คือ ความสามารถในการระบายน้ำระดับปานกลาง (FR = 7.23)

ขณะที่ประเภทของปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งอุทกภัยน้อย (FR<1) ประกอบด้วย

(1) ปริมาณน้ำฝนรายปี (เฉลี่ย 30 ปี) 2,400-2,700 มิลลิเมตร และมากกว่า 2,700 มิลลิเมตร

(2) ความหนาแน่นของเส้นทางคมนาคมทางถนน 0-0.20 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร 0.20-0.40 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร และ 0.40-0.60 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร

(3) ความลาดชันมากกว่า 8.53 องศา

(4) ความสูงจากระดับน้ำทะเล 100-300 เมตร 300-500 เมตร และมากกว่า 500 เมตร

(5) ความหนาแน่นของเส้นทางน้ำ 0-0.35 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร 0.35-0.70 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร 0.70-1.00 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร

(6) ระยะห่างจากเส้นทางน้ำ 500-1,000 เมตร 1,000-2,000 เมตร และมากกว่า 2,000 เมตร

(7) การใช้ที่ดิน เป็นพื้นที่ป่าไม้ (F)

(8) ความสามารถในการระบายน้ำได้ของดิน เป็นพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อนไม่สามารถระบายความสามารถในการระบายน้ำได้ (SC)

2) สำหรับวิธี WOE

ประเภทของปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งอุทกภัยสูง (WOE มีค่าเป็นบวก) ประกอบด้วย

(1) ปริมาณน้ำฝนรายปี (เฉลี่ย 30 ปี) 0-2,100 มิลลิเมตร และ 2,100-2,400 มิลลิเมตร โดยที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งอุทกภัยมากที่สุด คือ ปริมาณน้ำฝน 2,100-2,400 มิลลิเมตร (WOE = 9.88)

(2) ความหนาแน่นของเส้นทางคมนาคมทางถนนมากกว่า 0.60 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร

(3) ความลาดชัน 0-2.86 องศา 2.86-5.71 องศา และ 5.71-8.53 องศา โดยที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งอุทกภัยมากที่สุด คือ ความลาดชัน 0-2.86 องศา (WOE = 8.37)

(4) ความสูงจากระดับน้ำทะเล 0-100 เมตร

(5) ความหนาแน่นของเส้นทางน้ำมากกว่า 1.00 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร

(6) ระยะห่างจากเส้นทางน้ำ 0-500 เมตร

(7) การใช้ที่ดินเป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (U) พื้นที่เกษตรกรรม (A) และแหล่งน้ำและพื้นที่เบ็ดเตล็ด (WM) โดยที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งอุทกภัยมากที่สุด คือ การใช้ที่ดินเป็นพื้นที่เกษตรกรรม (WOE = 8.63)

(8) ความสามารถในการระบายน้ำของดินระดับเลวมาก (VP) เลว (P) ปานกลาง (M) และดี (G) โดยที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งอุทกภัยมากที่สุด คือ ความสามารถในการระบายน้ำระดับปานกลาง (WOE = 12.04)

ขณะที่ประเภทของปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งอุทกภัยน้อย (WOE มีค่าเป็นลบ) ประกอบด้วย

(1) ปริมาณน้ำฝนรายปี (เฉลี่ย 30 ปี) 2,400-2,700 มิลลิเมตร และมากกว่า 2,700 มิลลิเมตร

(2) ความหนาแน่นของเส้นทางคมนาคมทางถนน 0.20-0.40 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร และ 0.40-0.60 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร

(3) ความลาดชันมากกว่า 8.53 องศา

(4) ความสูงจากระดับน้ำทะเล 100-300 เมตร

(5) ความหนาแน่นของเส้นทางน้ำ 0-0.35 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร 0.35-0.70 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร 0.70-1.00 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร

- (6) ระยะห่างจากเส้นทางน้ำ 500-1,000 เมตร และ 1,000-2,000 เมตร
- (7) การใช้ที่ดิน เป็นพื้นที่ป่าไม้ (F)
- (8) ความสามารถในการระบายน้ำได้ของดิน เป็นพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน (SC) ไม่สามารถระบายน้ำได้

จากการพิจารณาความสัมพันธ์ของตำแหน่งอุทกภัยและประเภทของปัจจัยที่อิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัยที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยของทั้งการวิเคราะห์ด้วยวิธี FR และวิธี WOE พบว่า ทั้งสองเป็นไปในทิศทางเดียวกัน นั่นคือประเภทปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัยในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวนมาก คือ ปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยในช่วง 0-2,400 มิลลิเมตร ความหนาแน่นของเส้นทางคมนาคมทางถนนมากกว่า 0.60 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร ความลาดชัน 0-8.53 องศา (หรือร้อยละความลาดชัน 0-15) ความสูงจากระดับน้ำทะเล 0-100 เมตร ความหนาแน่นเส้นทางน้ำมากกว่า 1.00 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร ระยะห่างจากเส้นทางน้ำ 0-500 เมตร การใช้ที่ดินเป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่เกษตรกรรม แหล่งน้ำ และพื้นที่เบ็ดเตล็ด และความสามารถในการระบายน้ำได้ของดินอยู่ในระดับที่เลวมากถึงดี ขณะที่ประเภทปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัยในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวนน้อย คือ ปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยมากกว่า 2,400 มิลลิเมตร ความหนาแน่นของเส้นทางคมนาคมทางถนน 0.20-0.60 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร ความลาดชันมากกว่า 8.53 องศา (หรือร้อยละความลาดชันมากกว่า 15) ความสูงจากระดับน้ำทะเล 100-300 เมตร ความหนาแน่นของเส้นทางน้ำ 0-1.00 กิโลเมตรต่อตารางกิโลเมตร ระยะห่างจากเส้นทางน้ำมากกว่า 500 เมตร การใช้ที่ดินเป็นป่าไม้ และเป็นบริเวณพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน

ตารางที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งอุทกภัยและปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่และวิธีน้ำหนักของหลักฐาน

ปัจจัย/ประเภทของปัจจัย	ร้อยละ		ค่าอัตราส่วนความถี่ (FR)	ค่าน้ำหนักของหลักฐาน (WOE)
	ประเภทปัจจัย	อุทกภัย		
1. ปริมาณน้ำฝนรายปี เฉลี่ย 30 ปี (มม.)				
0 - 2,100	0.05	0.86	18.79	2.93
2,100 - 2,400	20.72	63.79	3.08	9.88

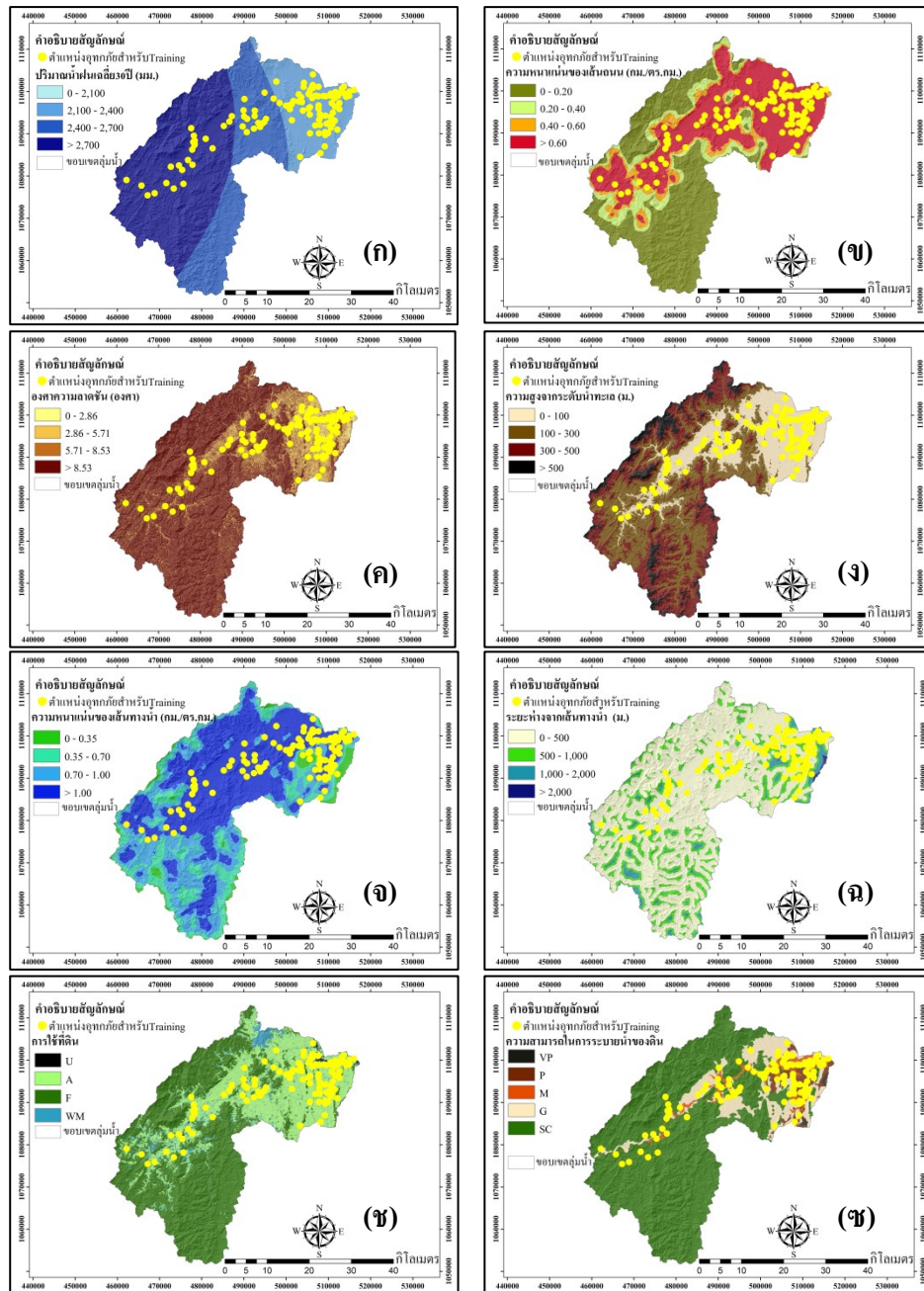
ตารางที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งอุทกภัยและปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่และวิธีน้ำหนักของหลักฐาน (ต่อ)

ปัจจัย/ประเภทของปัจจัย	ร้อยละ		ค่าอัตราส่วนความถี่ (FR)	ค่าน้ำหนักของหลักฐาน (WOE)
	ประเภทปัจจัย	อุทกภัย		
2,400 - 2,700	29.12	14.66	0.50	-3.32
> 2,700	50.11	20.69	0.41	-5.88
2. ความหนาแน่นของเส้นทาง				
คมนากรมทางถนน (กม./ตร.กม.)				
0 - 0.20	39.39	0.00	0.00	UND
0.20 - 0.40	10.18	1.72	0.17	-2.62
0.40 - 0.60	8.71	1.72	0.20	-2.37
> 0.60	41.71	96.55	2.31	7.21
3. องศาความลาดชัน (องศา)				
0 - 2.86	5.93	26.72	4.51	8.37
2.86 - 5.71	11.25	29.31	2.60	5.81
5.71 - 8.53	11.00	18.97	1.72	2.70
> 8.53	71.82	25.00	0.35	-9.49
4. ความสูงจากระดับน้ำทะเล (ม.)				
0 - 100	29.50	94.83	3.21	9.02
100 - 300	36.00	5.17	0.14	-5.57
300 - 500	26.01	0.00	0.00	UND
> 500	8.49	0.00	0.00	UND
5. ความหนาแน่นของเส้นทางน้ำ				
(กม./ตร.กม.)				
0 - 0.35	3.86	2.59	0.67	-0.71
0.35 - 0.70	17.72	5.17	0.29	-3.28
0.70 - 1.00	26.47	12.93	0.49	-3.20

ตารางที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งอุทกภัยและปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่และวิธีน้ำหนักของหลักฐาน (ต่อ)

ปัจจัย/ประเภทของปัจจัย	ร้อยละ		ค่าอัตราส่วนความถี่ (FR)	ค่าน้ำหนักของหลักฐาน (WOE)
	ประเภทปัจจัย	อุทกภัย		
> 1.00	51.95	79.31	1.53	5.52
6. ระยะห่างจากเส้นทางน้ำ (เมตร)				
0 - 500	75.95	86.21	1.14	2.54
500 - 1,000	20.01	10.34	0.52	-2.54
1,000 - 2,000	3.83	3.45	0.90	-0.21
> 2,000	0.21	0.00	0.00	UND
7. การใช้ที่ดิน				
U	0.86	7.76	9.01	6.54
A	36.51	82.76	2.27	8.63
F	56.72	1.72	0.03	-6.05
WM	5.90	7.76	1.31	0.85
8. ความสามารถในการระบายน้ำของดิน				
VP	0.31	0.86	2.81	1.03
P	3.54	18.10	5.11	7.44
M	4.77	34.48	7.23	12.04
G	13.63	27.59	2.02	4.24
SC	77.75	18.97	0.24	-11.41

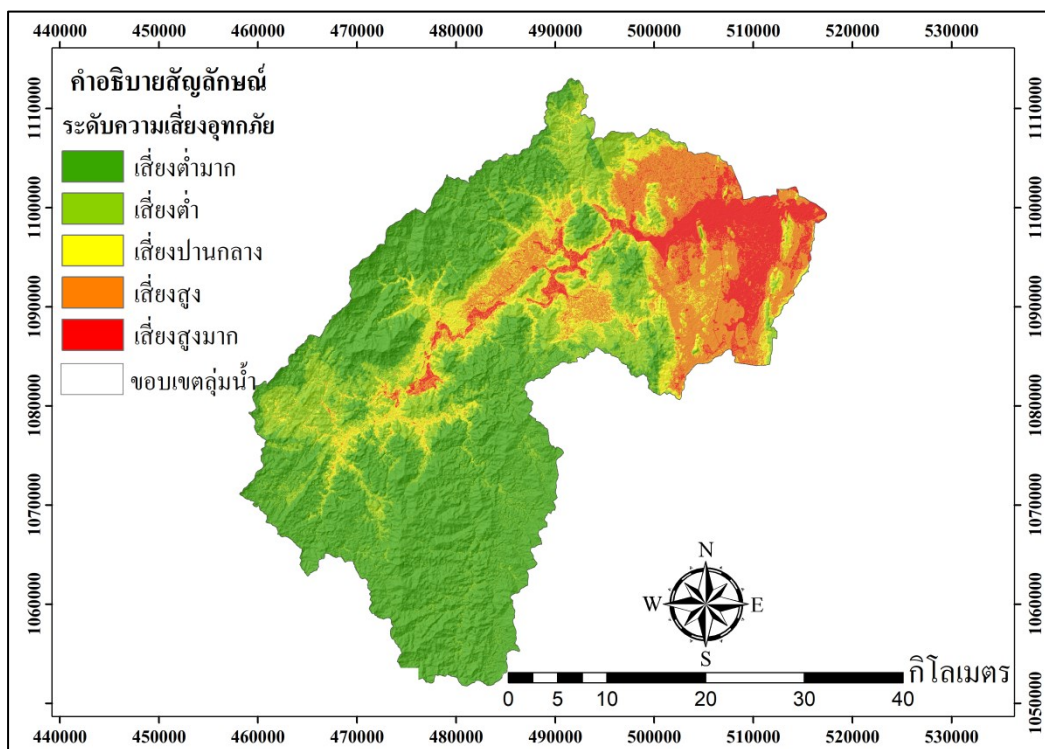
*หมายเหตุ UND คือ Undifind ไม่สามารถระบุค่าจากการคำนวณได้ ในกรณีที่นำไปวิเคราะห์ต่อเช่นคำนวณค่า SI จะกำหนดแทนด้วย 0 (Pradhan, *et al.*, 2010b; Kayastha, *et al.*, 2012; Jaafari, *et al.*, 2015; Rahmati, *et al.*, 2016)



รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ของตำแหน่งอุทยานและประเภทของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัย (ก) ปริมาณน้ำฝนรายปี (เฉลี่ย 30 ปี) (ข) ความหนาแน่นของเส้นทางคมนาคมทางถนน (ค) ous ความลาดชัน (ง) ความสูงจากระดับน้ำทะเล (จ) ความหนาแน่นของเส้นทางน้ำ (ฉ) ระยะห่างจากเส้นทางน้ำ (ช) การใช้ที่ดิน (ซ) ความสามารถในการระบายน้ำของดิน

4.1.2 แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยวิธีอัตราส่วนความถี่

ผลการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน ด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่ (FR) แสดงดังรูปที่ 4.2 พบว่า บริเวณส่วนใหญ่ของพื้นที่เป็นพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับต่ำมาก (SI = 1.70 - 4.87) มีเนื้อที่ 790.24 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 47.78) รองลงมาเป็นพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับต่ำ (SI = 4.87 - 9.23) พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับสูง (SI = 14.19 - 19.47) พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับปานกลาง (SI = 9.23-14.19) และพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับสูงมาก (SI = 19.47 - 46.69) มีเนื้อที่ 334.84 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 20.25) 214.93 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 13.00) 191.51 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 11.58) และ 122.29 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 7.39) ตามลำดับ

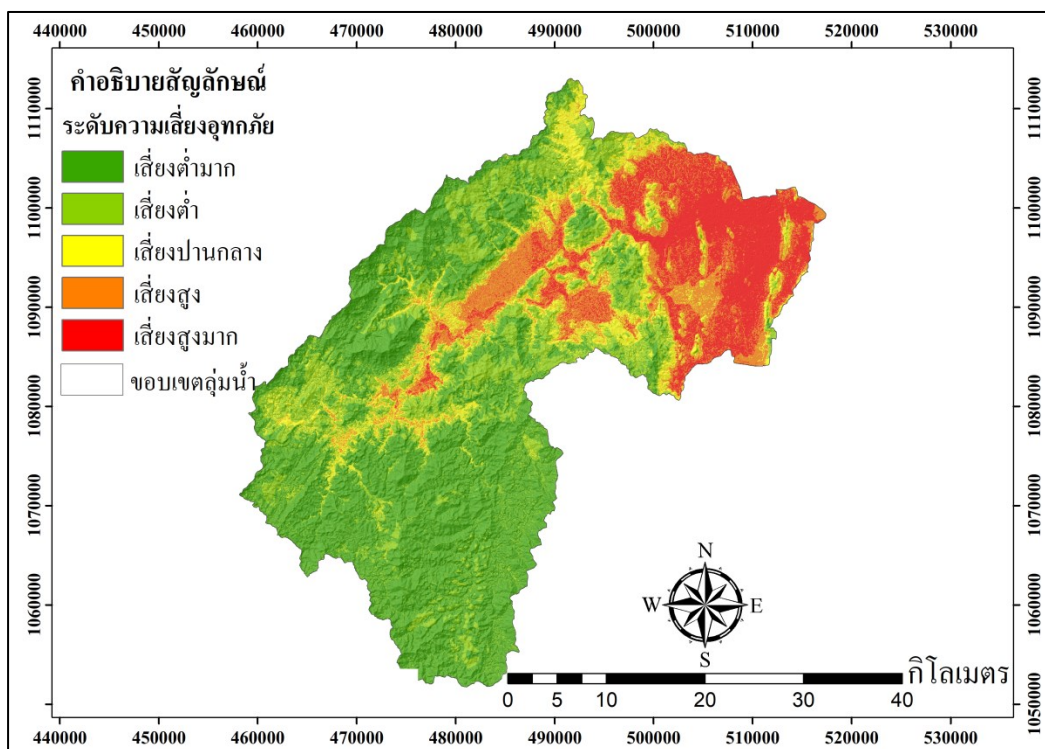


รูปที่ 4.2 แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยที่สร้างด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่

4.1.3 แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยวิธีน้ำหนักของหลักฐาน

ผลการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน ด้วยวิธีน้ำหนักของหลักฐาน (WOE) แสดงดังรูปที่ 4.3 พบว่า บริเวณส่วนใหญ่ของพื้นที่เป็นพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับต่ำมาก (SI = -46.75 - -26.74) มีเนื้อที่ 688.30 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 41.62)

รองลงมาเป็นพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับต่ำ (SI = -26.74 - -8.32) พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับสูงมาก (SI=38.74-63.19) พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับสูง (SI = 15.45-38.74) และพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับปานกลาง (SI = -8.32 - 15.45) มีเนื้อที่ 384.72 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 23.26) 217.20 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 13.13) 183.47 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 11.09) และ 180.11 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 10.89) ตามลำดับ

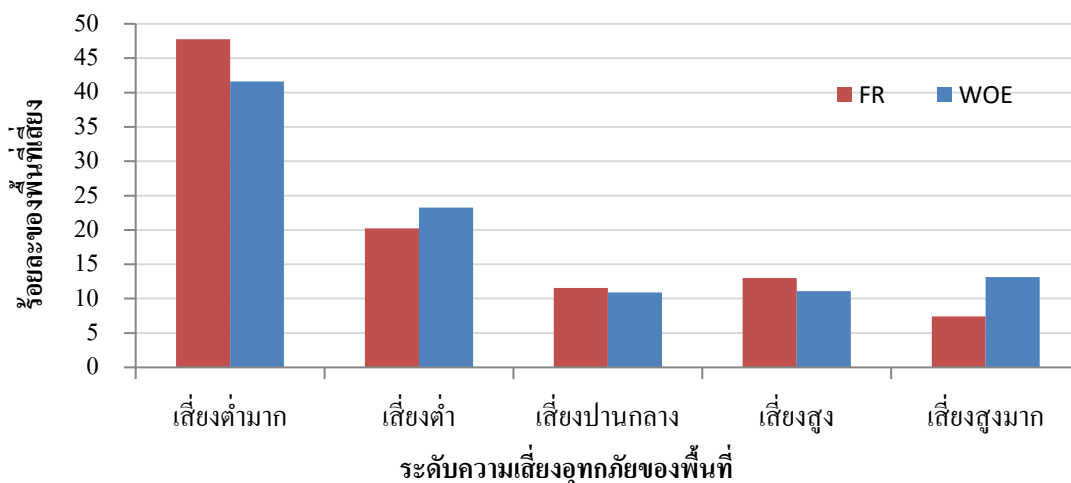


รูปที่ 4.3 แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยที่สร้างด้วยวิธีน้ำหนักของหลักฐาน

เมื่อพิจารณาลักษณะพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยของแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยที่สร้างด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่ (FR) และวิธีน้ำหนักของหลักฐาน (WOE) พบว่าลักษณะพื้นที่เสี่ยงของทั้งสองมีความคล้ายคลึงกัน (รูปที่ 4.4)

โดยพื้นที่ส่วนใหญ่ของทั้งสองแบบจำลองเป็นพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับต่ำมาก รองลงมาเป็นพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับต่ำ ขณะที่พื้นที่เสี่ยงระดับปานกลาง ระดับสูง และระดับสูงมากของสองแบบจำลองมีความแตกต่างกันไม่มาก โดยพื้นที่เสี่ยงระดับสูงและสูงมากจะเป็นพื้นที่ส่วนน้อย ซึ่งเมื่อพิจารณาบริเวณดังกล่าวร่วมกับร้อยละของประเภทปัจจัยในพื้นที่และค่าที่แสดง

ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัยและตำแหน่งอุทกภัย จะแสดงให้เห็นว่า การที่แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยของทั้งสองแบบจำลองมีลักษณะดังกล่าว กล่าวคือมีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับต่ำและต่ำมาก ขณะที่พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับสูงและสูงมากเป็นพื้นที่ส่วนน้อย เนื่องจากบริเวณของพื้นที่ที่มีประเภทของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัยต่ำ (FR < 1 หรือ WOE มีค่าเป็นลบ) มีพื้นที่ครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวนมากและมากที่สุด อาทิเช่น ปริมาณน้ำฝนมากกว่า 2,700 มิลลิเมตร ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 50.11 ความหนาแน่นของเส้นทางคมนาคมทางถนน 0-0.20 กิโลเมตร/ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 39.39 ความลาดชันมากกว่า 8.53 องศา ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 71.82 ความสูงจากระดับน้ำทะเล 100-300 เมตร ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 36.00 การใช้ที่ดินเป็นพื้นที่ป่าไม้ (F) ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 56.72 และพื้นที่ลาดชันเชิงชัน (SC) ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 77.75 จึงทำให้ผลการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่ มีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับต่ำมาก ขณะที่พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับสูงมากเป็นเพียงพื้นที่ส่วนน้อย เนื่องจากปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัยสูง (FR > 1 หรือ WOE มีค่าเป็นบวก) มีพื้นที่ครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวนน้อยและน้อยที่สุด อาทิเช่น ปริมาณน้ำฝน 0-2,100 มิลลิเมตร ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 0.05 ความลาดชัน 0-2.86 องศา ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 5.93 ความสูงจากระดับน้ำทะเล 0-100 เมตร ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 29.50 การใช้ที่ดินเป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (U) ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 0.86 และมีการระบายน้ำของดินอยู่ในปานกลาง (M) ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 4.77 เป็นต้น



รูปที่ 4.4 การเปรียบเทียบร้อยละของระดับพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยของแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยที่สร้างด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่และวิธีน้ำหนักของหลักฐาน

4.2 การสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม

4.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งดินถล่มและปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์

ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งดินถล่มจำนวน 42 ตำแหน่ง และประเภทของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดดินถล่มที่ใช้วิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่ (FR) และวิธีน้ำหนักของหลักฐาน (WOE) จำนวน 8 ปัจจัย เป็นไปดังรูปที่ 4.5 และตารางที่ 4.2

1) สำหรับวิธี FR

ประเภทของปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งดินถล่มสูง ($FR > 1$) ประกอบด้วย

- (1) ปริมาณน้ำฝนรายปี (เฉลี่ย 30 ปี) มากกว่า 3,000 มิลลิเมตร
- (2) ลักษณะธรณีวิทยา เป็นหิน โคลนปนกรวด หินโคลนปนหินทรายแข็ง และหิน โคลนปน หินทราย (CPk) และหินอัคนีแทรกซอนชนิดหินแกรนิต (Kgr) โดยที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งดินถล่มมากที่สุด คือ หินอัคนีแทรกซอนชนิดหินแกรนิต (Kgr) ($FR = 1.24$)
- (3) ระยะห่างจากแนวรอยเลื่อน 0-1,000 เมตร
- (4) ความลาดชัน 6.84-11.31 องศา (มีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนชัน) 11.31-19.29 องศา (เป็นพื้นที่เนินเขา) และ 26.56-36.87 องศา (เป็นพื้นที่สูงชันมาก) โดยที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งดินถล่มมากที่สุด คือ 11.31-19.29 องศา (เป็นพื้นที่เนินเขา) ($FR = 1.40$)
- (5) ทิศทางความลาดเอียง ทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE) ทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW) และทิศตะวันตก (W) โดยที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งดินถล่มมากที่สุด คือ ทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW) ($FR = 1.40$)
- (6) ความสูงจากระดับน้ำทะเล 40-200 เมตร
- (7) การใช้ที่ดินเป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (U) พื้นที่เกษตรกรรม (A) และพื้นที่เบ็ดเตล็ด (M) โดยที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งดินถล่มมากที่สุด คือ พื้นที่เบ็ดเตล็ด (M) ($FR = 3.15$)
- (8) เนื้อดิน เป็นพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน ไม่สามารถระบุชนิดของเนื้อดินได้
- (9) ระยะห่างจากเส้นทางน้ำ 0-500 เมตร
- (10) ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคมทางถนน 0-500 เมตร

ขณะที่ประเภทของปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งดินถล่มน้อย (FR<1) ประกอบด้วย

(1) ปริมาณน้ำฝนรายปี (เฉลี่ย 30 ปี) 0-2,500 มิลลิเมตร และ 2,500-3,000 มิลลิเมตร

(2) ลักษณะธรณีวิทยา เป็นหินชีสต์ หินควอตซ์ชีสต์ และหินไบโอไทต์-ควอตซ์-เซอร์ไซต์ชีสต์ (CPm) และหินปูน หินปูนเนื้อโคลโลไมด์ และหินโคลโลไมด์ (P) หินกรวดมน (Tmr) หินทรายสลับด้วยชั้นหินกรวดมน (JKI) ตะกอนร่วน กรวด ทราย ดิน และดินเหนียวที่ยังไม่เป็นหิน (Q) และ หินไรโอไรต์ (Kv)

(3) ระยะห่างจากแนวรอยเลื่อน มากกว่า 1,000 เมตร

(4) ความลาดชัน 0-1.15 องศา (เป็นพื้นที่ราบถึงค่อนข้างราบเรียบ) 1.15-2.86 องศา (มีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อย) 2.86-6.84 องศา (มีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลาด) 19.29-26.56 องศา (เป็นพื้นที่สูงชัน) และมากกว่า 36.87 องศา (เป็นพื้นที่สูงชันมากที่สุด)

(5) ทิศทางความลาดเอียง เป็นพื้นราบไม่มีทิศทางความลาดเอียง (F) ทิศเหนือ (N) ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE) ทิศตะวันออก (E) ทิศใต้ (S) และทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW)

(6) ความสูงจากระดับน้ำทะเล 0-40 เมตร และมากกว่า 200 เมตร

(7) การใช้ที่ดินเป็นพื้นที่ป่าไม้ (F) และพื้นที่แหล่งน้ำ (W)

(8) เนื้อดิน ดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทรายแข็ง (C) ดินทรายหรือดินทรายปนดินร่วน (S) ดินร่วน ดินร่วนปนดินเหนียว หรือดินเหนียวปนลูกรัง (L) และดินร่วนปนทราย ดินร่วนเหนียวปนทรายหรือดินร่วนเหนียวปนก้อนหิน (G)

(9) ระยะห่างจากเส้นทางน้ำ 500-1,000 เมตร และมากกว่า 1,000 เมตร

(10) ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคมทางถนน 500-1,000 เมตร และมากกว่า 1,000 เมตร

2) สำหรับวิธี WOE

ประเภทของปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งดินถล่มสูง (WOE มีค่าเป็นบวก) ประกอบด้วย

(1) ปริมาณน้ำฝนรายปี (เฉลี่ย 30 ปี) มากกว่า 3,000 มิลลิเมตร

(2) ลักษณะธรณีวิทยา เป็นหินโคลนปนกรวด หินโคลนปนหินทรายแข็ง และหินโคลนปนหินทราย (CPk) และหินอัคนีแทรกซอนชนิดหินแกรนิต (Kgr) โดยที่มี

ความสัมพันธ์กับตำแหน่งดินถล่มมากที่สุด คือ หินโคลนปนกรวด หินโคลนปนหินทรายแป้ง และ หินโคลนปนหินทราย (CPk) (WOE = 0.98)

(3) ระยะห่างจากแนวรอยเลื่อน 0-1,000 เมตร

(4) ความลาดชัน 6.84-11.31 องศา (มีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนชัน) 11.31-19.29 องศา (เป็นพื้นที่เนินเขา) และ 26.56-36.87 องศา (เป็นพื้นที่สูงชันมาก) โดยที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งดินถล่มมากที่สุด คือ 11.31-19.29 องศา (เป็นพื้นที่เนินเขา) (WOE = 1.51)

(5) ทิศทางความลาดเอียง ทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE) ทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW) และทิศตะวันตก (W) โดยที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งดินถล่มมากที่สุด คือ ทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SW) (WOE = 0.94)

(6) ความสูงจากระดับน้ำทะเล 40-200 เมตร

(7) การใช้ที่ดินเป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (U) พื้นที่เกษตรกรรม (A) และพื้นที่เบ็ดเตล็ด (M) โดยที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งดินถล่มมากที่สุด คือ พื้นที่เกษตรกรรม (A) (WOE = 4.53)

(8) เนื้อดิน เป็นพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน ไม่สามารถระบุชนิดของเนื้อดินได้

(9) ระยะห่างจากเส้นทางน้ำ 0-500 เมตร

(10) ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคมทางถนน 0-500 เมตร

ขณะที่ประเภทของปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งดินถล่มน้อย (WOE มีค่าเป็นลบ) ประกอบด้วย

(1) ปริมาณน้ำฝนรายปี (เฉลี่ย 30 ปี) 0-2,500 มิลลิเมตร และ 2,500-3,000 มิลลิเมตร

(2) ลักษณะธรณีวิทยา เป็นหินชีสต์ หินควอตซ์ชีสต์ และหินไบโอไทต์-ควอตซ์-เซอร์ไซต์ชีสต์ (CPm) และตะกอนร่วน กรวด ทราย ดิน และดินเหนียวที่ยังไม่เป็นหิน (Q) และ หินไรโอไรต์ (Kv)

(3) ระยะห่างจากแนวรอยเลื่อน มากกว่า 1,000 เมตร

(4) ความลาดชัน 2.86-6.84 องศา (มีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลาด) 19.29-26.56 องศา (เป็นพื้นที่สูงชัน)

(5) ทิศทางความลาดเอียง ทิศเหนือ (N) ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE) ทิศตะวันออกเฉียงใต้ (E) ทิศใต้ (S) และทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW)

(6) ความสูงจากระดับน้ำทะเลมากกว่า 200 เมตร

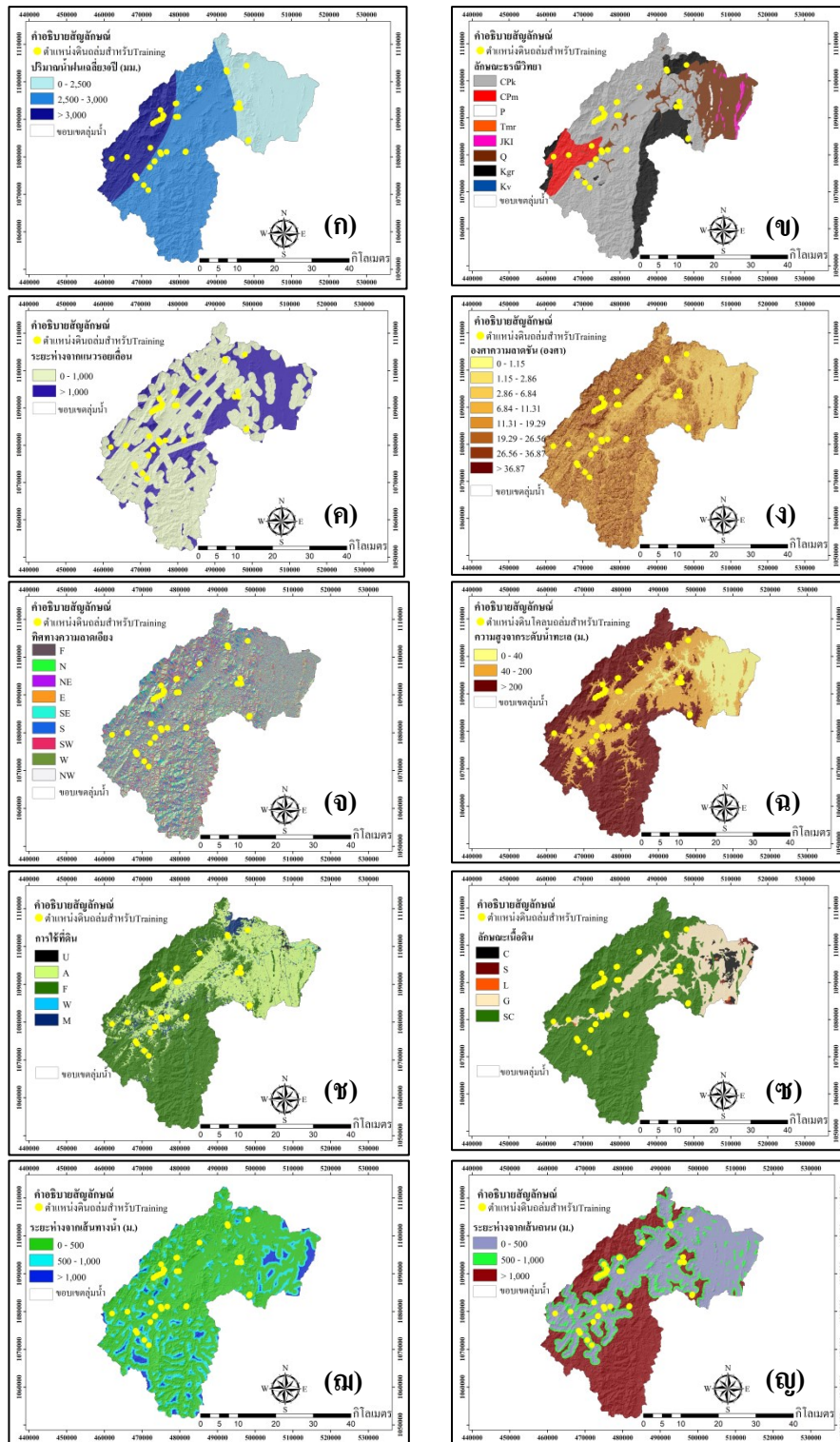
(7) การใช้ที่ดินเป็นพื้นที่ป่าไม้ (F)

(8) เนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย ดินร่วนเหนียวปนทรายหรือดินร่วนเหนียวปนก้อนหิน (G)

(9) ระยะห่างจากเส้นทางน้ำ 500-1,000 เมตร

(10) ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคมทางถนน 500-1,000 เมตร และมากกว่า 1,000 เมตร

จากการพิจารณาความสัมพันธ์ของตำแหน่งดินถล่มและประเภทของปัจจัยที่อิทธิพลต่อการเกิดดินถล่มที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มของทั้งการวิเคราะห์ด้วยวิธี FR และวิธี WOE พบว่า ทั้งสองเป็นไปในทิศทางเดียวกัน นั่นคือประเภทปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดภัยดินถล่มในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวนมาก คือ ปริมาณน้ำฝนมากกว่า 3,000 มิลลิเมตร ลักษณะธรณีวิทยาเป็นหินโคลนปนกรวด หินโคลนปนหินทรายแข็ง และหินโคลนปนหินทราย และหินแกรนิต มีระยะห่างจากแนวรอยเลื่อนไม่เกิน 1 กิโลเมตร ความลาดชัน 6.84-19.29 องศา (มีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนชันและพื้นที่เนินเขา) และ 26.56-36.87 องศา (มีลักษณะเป็นพื้นที่สูงชันมาก) ทิศทางความลาดเอียงอยู่ในแนว ทิศตะวันออกเฉียงใต้ (SE) ทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW) และทิศตะวันตก (W) มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 40-200 เมตร มีการใช้ที่ดินเป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (U) พื้นที่เกษตรกรรม (A) และพื้นที่เบ็ดเตล็ด (M) เนื้อดินเป็นพื้นที่ลาดชันเชิงชันไม่สามารถระบุเนื้อดินได้ ระยะห่างจากเส้นทางน้ำ 0-500 เมตร และระยะห่างแนวเส้นทางถนน 0-500 เมตร ขณะที่ประเภทปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดดินถล่มในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวนน้อย คือ ปริมาณน้ำฝนรายปี 0-3,000 มิลลิเมตร ลักษณะธรณีวิทยา เป็นหินซีสต์ หินควอตซ์ซีสต์ และหินไบโอไทต์-ควอตซ์-เซอร์ไซต์ซีสต์ (CPm) ตะกอนร่วน กรวด ทราย ดิน และดินเหนียวที่ยังไม่เป็นหิน (Q) และ หินไรโอไรต์ (Kv) ระยะห่างจากเขตรอยเลื่อนมากกว่า 1 กิโลเมตร ความลาดชัน 2.86-6.84 องศา (มีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนลาด) และ 19.29-26.56 องศา (มีลักษณะเป็นพื้นที่สูงชัน) ทิศทางความลาดเอียงเป็นทิศเหนือ (N) ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE) ทิศตะวันออก (E) ทิศใต้ (S) และทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (NW) ความสูงจากระดับน้ำทะเลมากกว่า 200 เมตร มีการใช้ที่ดินเป็นพื้นที่ป่าไม้ (F) มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย ดินร่วนเหนียวปนทรายหรือดินร่วนเหนียวปนก้อนหิน (G) มีระยะห่างจากเส้นทางน้ำ 500-1,000 เมตร และระยะห่างจากเส้นทางคมนาคมทางถนนมากกว่า 500 เมตร



รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ของตำแหน่งดินถล่มและประเภทของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดดินถล่ม(ก) ปริมาณน้ำฝนรายปี (เฉลี่ย 30 ปี) (ข) ลักษณะทางธรณีวิทยา (ค) ระยะห่างจากรอยเลื่อน

(ง) องศาความลาดชัน (จ) ทิศด้านลาดของลาดชัน (ฉ) ความสูงจากระดับน้ำทะเล (ช) การใช้ที่ดิน
(ซ) ลักษณะเนื้อดิน (ฉ) ระยะห่างจากเส้นทางน้ำ (ญ) ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคมทางถนน

ตารางที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งดินถล่มและปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่และวิธีน้ำหนักของหลักฐาน

ปัจจัย/ประเภทของปัจจัย	ร้อยละ		ค่าอัตราส่วนความถี่ (FR)	ค่าน้ำหนักของหลักฐาน (WOE)
	ประเภทปัจจัย	ดินถล่ม		
1. ปริมาณน้ำฝนรายปี เฉลี่ย 30 ปี (มม.)				
0 - 2,500	27.37	21.43	0.78	-0.86
2,500-3,000	54.44	45.24	0.83	-1.19
> 3,000	18.19	33.33	1.83	2.48
2. ลักษณะทางธรณีวิทยา				
CPk	59.22	66.67	1.13	0.98
CPm	7.24	7.14	0.99	-0.02
P	0.45	0.00	0.00	UND
Tmr	0.001	0.00	0.00	UND
JKI	1.32	0.00	0.00	UND
Q	16.39	7.14	0.44	-1.56
Kgr	15.37	19.05	1.24	0.66
Kv	0.01	0.00	0.00	UND
3. ระยะห่างจากแนวรอยเลื่อน (ม.)				
0 - 1,000	72.01	88.10	1.22	2.22
> 1,000	27.99	11.90	0.43	-2.22
4. องศาความลาดชัน (องศา)				
0 - 1.15	1.14	0.00	0.00	UND
1.15 – 2.86	4.79	0.00	0.00	UND
2.86 – 6.84	15.99	9.52	0.60	-1.13

ตารางที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งดินถล่มและปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่และวิธีน้ำหนักของหลักฐาน (ต่อ)

ปัจจัย/ประเภทของปัจจัย	ร้อยละ		ค่าอัตราส่วนความถี่ (FR)	ค่าน้ำหนักของหลักฐาน (WOE)
	ประเภทปัจจัย	ดินถล่ม		
6.84 – 11.31	15.97	19.05	1.19	0.54
11.31 – 19.29	25.46	35.71	1.40	1.51
19.29 – 26.56	19.43	16.67	0.86	-0.45
26.56 – 36.87	14.14	19.05	1.35	0.91
> 36.87	3.09	0.00	0.00	UND
5. ทิศทางความลาดเอียง				
F (-1)	0.03	0.00	0.00	UND
N (0 – 22.5, 337.5 – 360)	11.97	11.90	0.99	-0.01
NE (22.5 – 67.5)	12.63	11.90	0.94	-0.14
E (67.5 – 112.5)	12.95	11.90	0.92	-0.20
SE (112.5 – 157.5)	14.01	16.67	1.19	0.49
S (157.5 – 202.5)	12.41	11.90	0.96	-0.10
SW (202.5 – 247.5)	11.94	16.67	1.40	0.94
W (247.5 – 292.5)	11.83	11.90	1.01	0.02
NW (292.5 – 337.5)	12.22	7.14	0.58	-0.99
6. ความสูงจากระดับน้ำทะเล (ม.)				
0-40	13.59	0.00	0.00	UND
40 – 200	33.31	88.10	2.65	5.66
> 200	53.10	11.90	0.22	-4.46
7. การใช้ที่ดิน				
U	0.86	2.38	2.76	1.02
A	36.51	73.81	2.02	4.53
F	56.72	7.14	0.13	-4.73
W	0.62	0.00	0.00	UND

ตารางที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งดินถล่มและปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่และวิธีน้ำหนักของหลักฐาน (ต่อ)

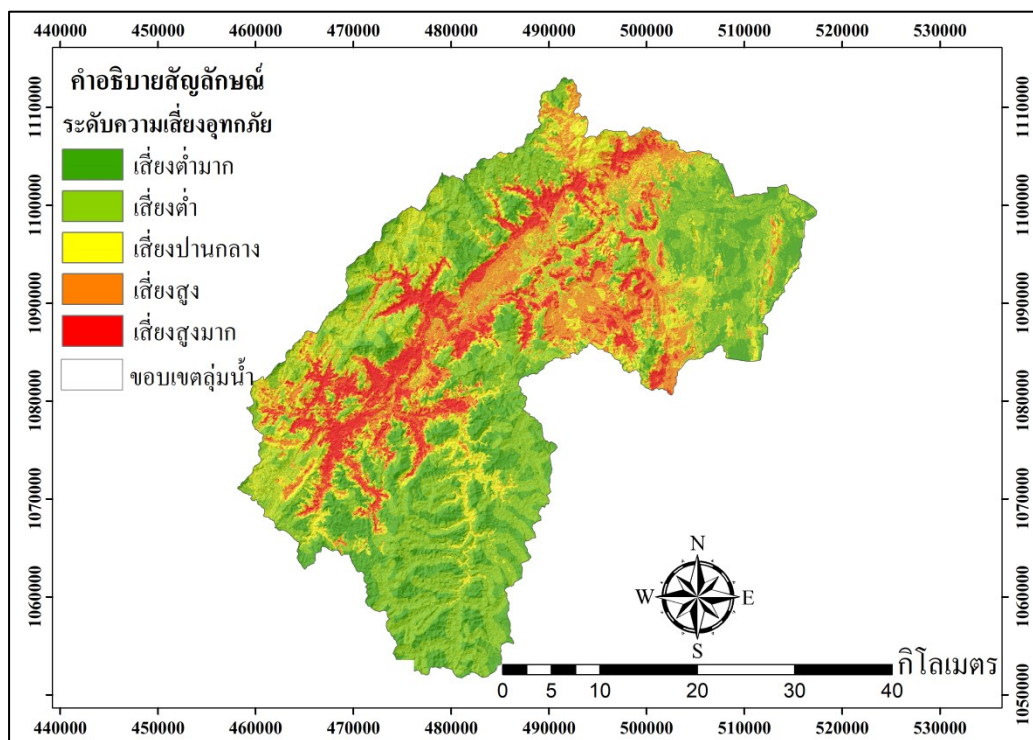
ปัจจัย/ประเภทของปัจจัย	ร้อยละ		ค่าอัตราส่วนความถี่ (FR)	ค่าน้ำหนักของหลักฐาน (WOE)
	ประเภทปัจจัย	ดินถล่ม		
8. ลักษณะเนื้อดิน				
C	2.29	0.00	0.00	UND
S	0.35	0.00	0.00	UND
L	0.15	0.00	0.00	UND
G	19.46	2.38	0.12	-2.27
SC	77.75	97.62	1.26	2.43
9. ระยะห่างจากเส้นทางน้ำ (ม.)				
0 - 500	75.95	95.24	1.25	2.55
500 – 1,000	20.01	4.76	0.24	-2.22
> 1,000	4.04	0.00	0.00	UND
10. ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคมทางถนน (ม.)				
0 - 500	41.28	76.19	1.85	4.18
500 – 1,000	15.30	7.14	0.47	-1.42
> 1,000	43.42	16.67	0.38	-3.24

*หมายเหตุ UND คือ Undifind ไม่สามารถระบุค่าจากการคำนวณได้ ในกรณีที่นำไปวิเคราะห์ต่อเช่นคำนวณค่า SI จะกำหนดแทนด้วย 0 (Pradhan, *et al.*, 2010b; Kayastha, *et al.*, 2012; Jaafari, *et al.*, 2015; Rahmati, *et al.*, 2016)

4.2.2 แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มวิธีอัตราส่วนความถี่

ผลการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวนด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่ (FR) แสดงดังรูปที่ 4.6 พบว่า บริเวณส่วนใหญ่ของพื้นที่เป็นพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับต่ำ (SI = 8.08 – 9.61) มีเนื้อที่ 544.93 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 32.95) รองลงมาเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับต่ำมาก (SI = 2.83 – 8.08) พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับปานกลาง (SI = 9.61 – 11.47) พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับสูง (SI = 11.47 - 13.46) และพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับสูง

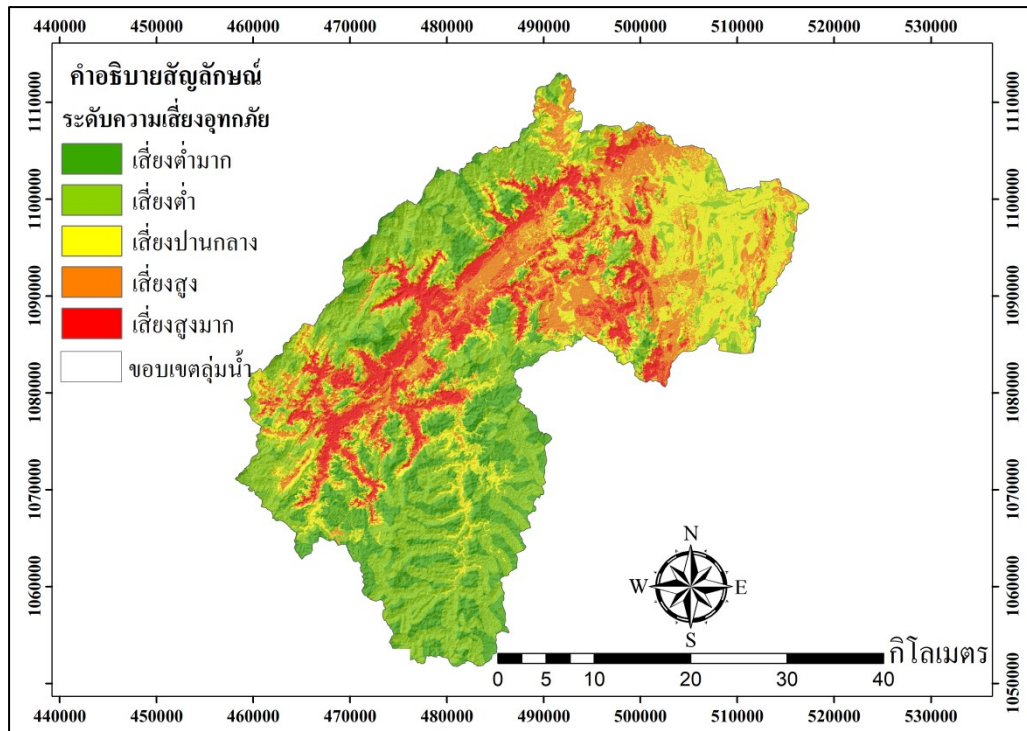
มาก (SI = 13.46 – 17.14) มีเนื้อที่ 362.97 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 21.95) 294.35 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 17.80) 270.67 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 16.37) และ 180.90 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 10.94) ตามลำดับ



รูปที่ 4.6 แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มที่สร้างด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่

4.2.3 แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มวิธีน้ำหนักของหลักฐาน

ผลการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน ด้วยวิธีน้ำหนักของหลักฐาน (WOE) แสดงดังรูปที่ 4.7 พบว่า บริเวณส่วนใหญ่ของพื้นที่ที่เป็นพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับต่ำ (SI = -6.62 – 0.38) มีเนื้อที่ 513.50 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 31.05) รองลงมาเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับปานกลาง (SI = 0.38 – 8.44) พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับสูง (SI = 8.44 – 16.53) พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับต่ำมาก (SI = -18.08 – -6.62) และพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับสูงมาก (SI = 16.53 – 27.47) มีเนื้อที่ 355.36 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 21.49) 305.82 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 18.49) 278.58 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 16.84) และ 200.55 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 12.13) ตามลำดับ

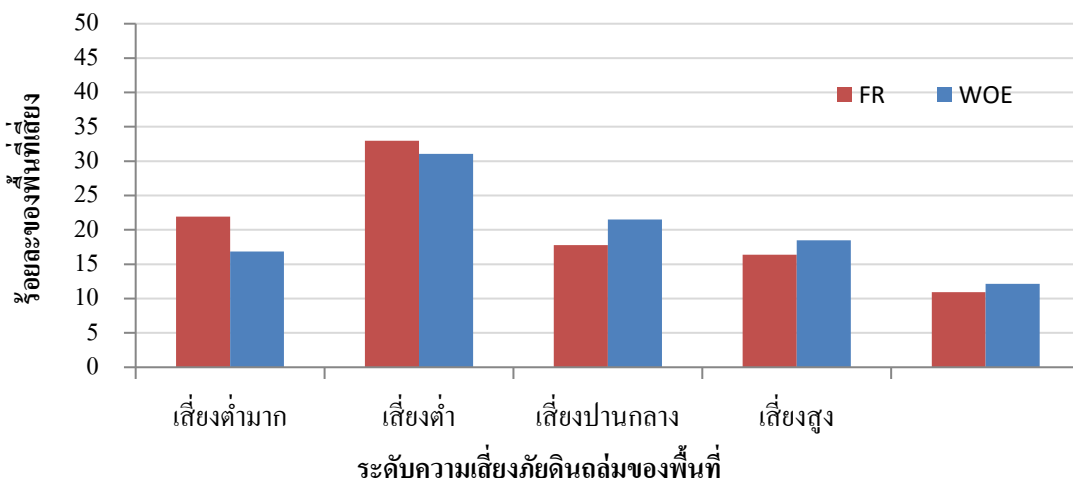


รูปที่ 4.7 แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มที่สร้างด้วยวิธีน้ำหนักของหลักฐาน

เมื่อพิจารณาลักษณะพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มของแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มที่สร้างด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่ (FR) และวิธีน้ำหนักของหลักฐาน (WOE) พบว่าลักษณะพื้นที่เสี่ยงของทั้งสองมีความคล้ายคลึงกัน (รูปที่ 4.8)

โดยพื้นที่ส่วนใหญ่ของทั้งสองแบบจำลองเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับต่ำ ขณะที่พื้นที่เสี่ยงระดับต่ำมาก ระดับปานกลาง ระดับสูง และระดับสูงมากของสองแบบจำลองมีความแตกต่างกันไม่มาก โดยพื้นที่เสี่ยงระดับสูงมากเป็นพื้นที่ส่วนน้อย ซึ่งเมื่อพิจารณาบริเวณดังกล่าวร่วมกับร้อยละของประเภทปัจจัยในพื้นที่และค่าที่แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดดินถล่มและตำแหน่งดินถล่ม จะแสดงให้เห็นว่า การที่แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มของทั้งสองแบบจำลองมีลักษณะดังกล่าว กล่าวคือมีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับต่ำมาก ขณะที่พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับสูงมากเป็นพื้นที่ส่วนน้อย เนื่องมาจากบริเวณของพื้นที่ที่มีประเภทของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดดินถล่มต่ำ ($FR < 1$ หรือค่า WOE เป็นลบ) มีพื้นที่ครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวนมากและมากที่สุด อาทิเช่น ปริมาณน้ำฝน 2,500-3,000 มิลลิเมตร ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 54.44 ความสูงจากระดับน้ำทะเลมากกว่า 200 เมตร ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 53.10 การใช้ที่ดินเป็นพื้นที่ป่าไม้ (F) ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 56.72 และลักษณะเนื้อดินเป็นพื้นที่

ลาดชันเชิงชันไม่สามารถระบุลักษณะเนื้อดินได้ (SC) ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 77.75 จึงทำให้ผลการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มด้วยวิธี FR มีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับต่ำมาก ขณะที่พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับสูงมากเป็นเพียงพื้นที่ส่วนน้อย เนื่องจากปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดภัยดินถล่มสูง (FR>1 หรือค่า WOE เป็นบวก) มีพื้นที่ครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวนน้อยและน้อยที่สุด อาทิเช่น ปริมาณน้ำฝนมากกว่า 3,000 มิลลิเมตร ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 18.19 และการใช้ที่ดินเป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง (U) ครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 0.86 และระยะห่างจากถนน 0-500 เมตร เป็นต้น

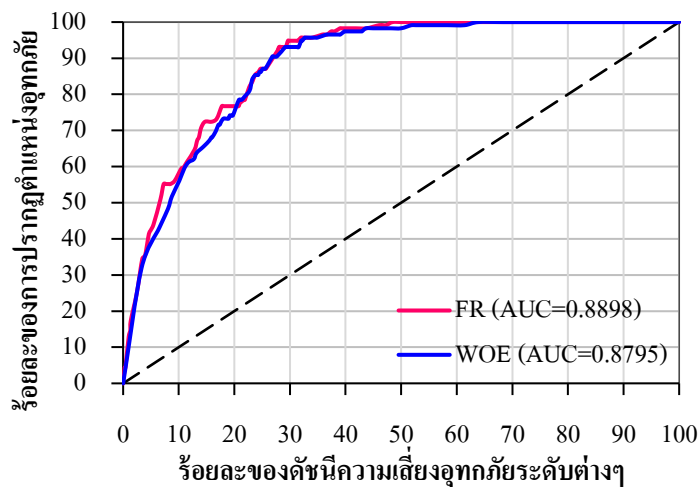


รูปที่ 4.8 การเปรียบเทียบร้อยละของระดับพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มของแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มที่สร้างด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่และวิธีน้ำหนักของหลักฐาน

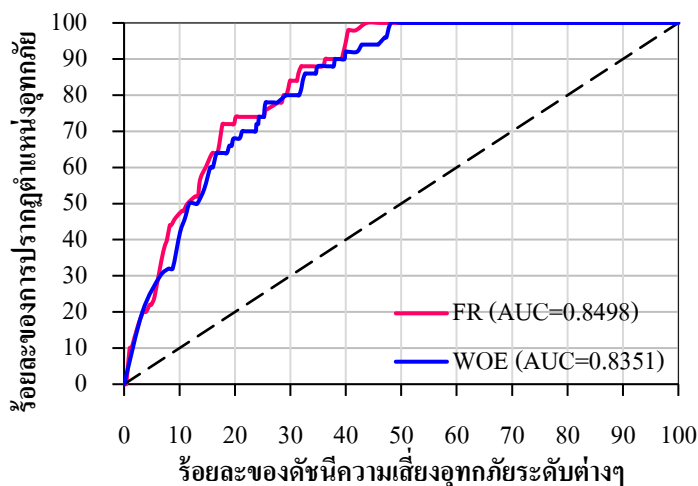
4.3 การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม

4.3.1 ประสิทธิภาพแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย

ประสิทธิภาพของแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย ที่สร้างด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่ (FR) และวิธีน้ำหนักของหลักฐาน (WOE) ด้วยการวิเคราะห์ด้วยวิธีพื้นที่ใต้กราฟ (AUC) เป็นไปดังรูปที่ 4.9



(ก)



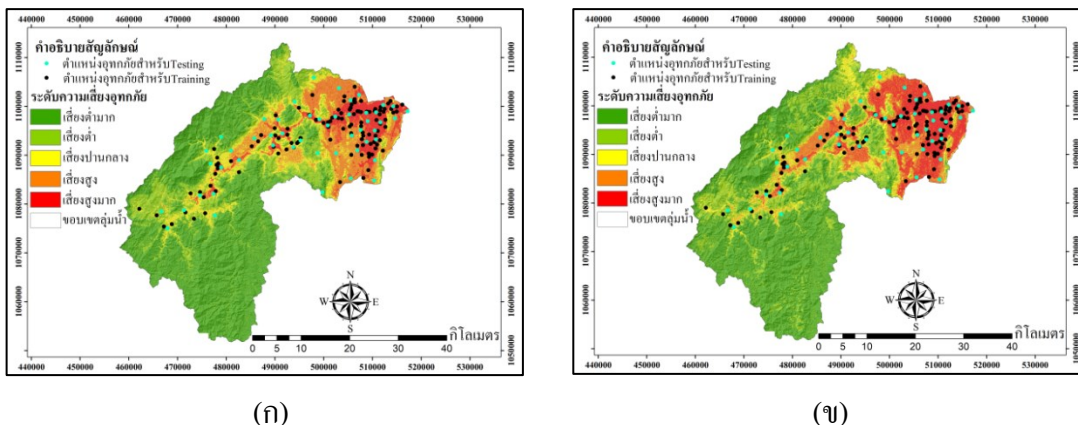
(ข)

รูปที่ 4.9 กราฟแสดงการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยที่สร้างด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่และวิธีน้ำหนักของหลักฐาน (ก) กราฟแสดงค่าอัตราความสำเร็จของแบบจำลอง (Success Rate) (ข) กราฟแสดงค่าอัตราการทำนายของแบบจำลอง (Prediction Rate)

พบว่า ค่าอัตราความสำเร็จ (Success Rate) ซึ่งประเมินความสามารถในการจำแนกประเภทความเสี่ยงระดับต่างๆในบริเวณที่มีตำแหน่งเหตุการณ์อุทกภัยนั้น แบบจำลองที่สร้างด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่ มีค่าสูงกว่าแบบจำลองที่สร้างด้วยวิธีน้ำหนักของหลักฐาน (ค่าอัตราความสำเร็จของแบบจำลอง FR = 0.8898 หรือร้อยละ 88.98 และค่าอัตราความสำเร็จของแบบจำลอง WOE = 0.8795 หรือร้อยละ 87.95) ขณะเดียวกันค่าอัตราการทำนาย (Prediction Rate) ซึ่งประเมิน

ความถูกต้องของแบบจำลองกับตำแหน่งอุทกภัยนั้น แบบจำลองที่สร้างด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่ ก็สูงกว่าของแบบจำลองสร้างด้วยวิธีน้ำหนักของหลักฐานด้วยเช่นเดียวกัน (ค่าอัตราการทำนายของแบบจำลอง FR = 0.8498 หรือร้อยละ 84.98 และค่าอัตราความสำเร็จของแบบจำลอง WOE = 0.8351 หรือร้อยละ 83.51) แต่ทั้งนี้ก็แสดงให้เห็นว่าทั้งสองค่าของทั้งสองแบบจำลองต่างมีค่าใกล้เคียงกัน

เมื่อพิจารณาผลดังกล่าวร่วมกับการปรากฏตำแหน่งอุทกภัยที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง (Training Data) ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ถูกใช้ในการวิเคราะห์ค่าอัตราความสำเร็จของแบบจำลอง (Success Rate) และตำแหน่งอุทกภัยที่ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Testing Data) ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ถูกใช้ในการวิเคราะห์ค่าอัตราการทำนายของแบบจำลอง (Prediction Rate) บนแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยที่สร้างด้วยวิธี FR และ WOE (รูปที่ 4.10) จะเห็นได้ว่าสาเหตุที่ทั้งค่าอัตราความสำเร็จของแบบจำลอง FR และค่าอัตราการทำนายของแบบจำลอง FR มีค่าใกล้เคียงกับของแบบจำลอง WOE เป็นเพราะ การกระจายตัวของตำแหน่งอุทกภัยทั้งสองบนแบบจำลองทั้งสองมีการกระจายตัวที่ใกล้เคียงกัน โดยสำหรับการกระจายตัวของ Training Data นั้น บริเวณที่เป็นพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับสูงมาก ตำแหน่งอุทกภัยจะกระจายตัวบนแบบจำลอง WOE มากกว่า (ร้อยละ 63.79 สำหรับแบบจำลอง WOE และร้อยละ 55.17 สำหรับแบบจำลอง FR) บริเวณพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับสูง ตำแหน่งอุทกภัยจะกระจายตัวบนทั้งสองแบบจำลองเท่ากัน (ร้อยละ 21.55) บริเวณพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับปานกลาง ตำแหน่งอุทกภัยจะกระจายตัวบนแบบจำลอง FR มากกว่า (ร้อยละ 18.97 สำหรับแบบจำลอง FR และร้อยละ 10.34 สำหรับแบบจำลอง WOE) บริเวณพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับต่ำ ตำแหน่งอุทกภัยจะกระจายตัวบนแบบจำลอง FR มากกว่า (ร้อยละ 4.31 สำหรับแบบจำลองที่ FR และร้อยละ 3.45 สำหรับแบบจำลอง WOE) และบริเวณพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับต่ำมาก ตำแหน่งอุทกภัยจะกระจายตัวบนแบบจำลอง WOE มากกว่า (ร้อยละ 0.86 สำหรับแบบจำลอง WOE และไม่มีตำแหน่งอุทกภัยสำหรับแบบจำลอง FR) ขณะที่การกระจายตัวของ Testing Data นั้น บริเวณที่เป็นพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับสูงมาก ตำแหน่งอุทกภัยจะกระจายตัวบนแบบจำลอง WOE มากกว่า (ร้อยละ 50 สำหรับแบบจำลอง WOE และร้อยละ 38 สำหรับแบบจำลอง FR) บริเวณพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับสูง ตำแหน่งอุทกภัยจะกระจายตัวบนแบบจำลอง FR มากกว่า (ร้อยละ 36 สำหรับแบบจำลอง FR และร้อยละ 22 สำหรับแบบจำลอง WOE) บริเวณพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับปานกลาง ตำแหน่งอุทกภัยจะกระจายตัวบนแบบจำลอง WOE มากกว่า ร้อยละ 16 สำหรับแบบจำลอง WOE และร้อยละ 14 สำหรับแบบจำลอง FR) บริเวณพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับต่ำ ตำแหน่งอุทกภัยจะกระจายตัวบนแบบจำลองทั้งสองเท่ากัน (ร้อยละ 12) และบริเวณพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยระดับต่ำมาก ไม่มีการปรากฏของตำแหน่งอุทกภัยบนแบบจำลองทั้งสอง

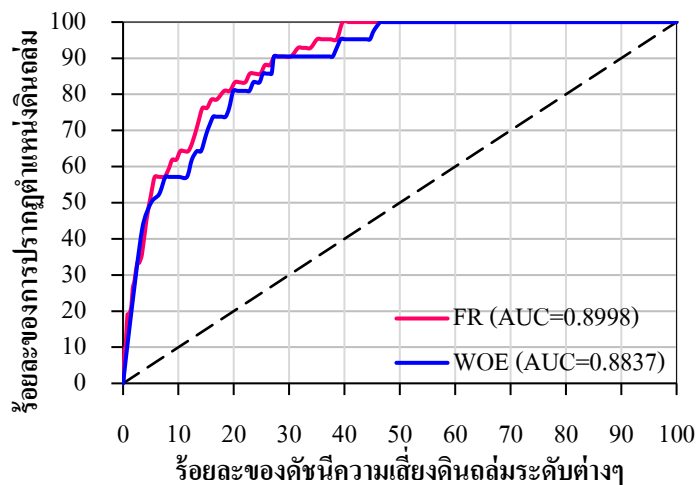


รูปที่ 4.10 การเปรียบเทียบการปรากฏตำแหน่งจุดกักที่ใช้ในการประเมินค่าอัตราความสำเร็จ และอัตราทำนายของแบบจำลองที่สร้างด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่และวิธีน้ำหนักของหลักฐาน (ก) แบบจำลองอัตราส่วนความถี่ (ข) แบบจำลองน้ำหนักของหลักฐาน

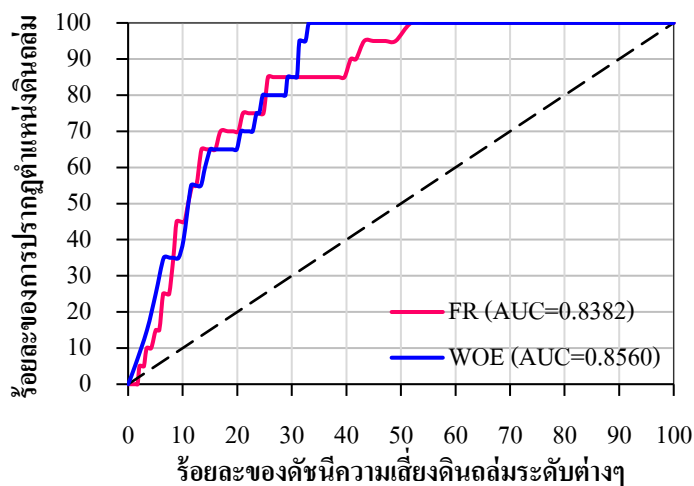
อย่างไรก็ตามทั้งค่าอัตราความสำเร็จและค่าอัตราการทำนายของแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย FR และ แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย WOE นั้นต่างมีค่าสูงกว่าค่าอัตราความสำเร็จและค่าอัตราการทำนายของแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยของงานวิจัยอื่นที่ยอมรับจากการประเมินด้วยวิธีพื้นที่ได้กราฟเช่นเดียวกันอาทิเช่น Youssef et al. (2015) (ค่าอัตราความสำเร็จของแบบจำลองร้อยละ 79 ค่าอัตราการทำนายของแบบจำลองร้อยละ 82) Wu et al. (2016) (ค่าอัตราความสำเร็จของแบบจำลองร้อยละ 77.99 และค่าอัตราการทำนายของแบบจำลองร้อยละ 75.62) และ Jaafari et al. (2015) (ค่าอัตราความสำเร็จของแบบจำลองร้อยละ 83.04 และค่าอัตราการทำนายของแบบจำลองร้อยละ 81.69)

4.3.2 ประสิทธิภาพแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม

ประสิทธิภาพของแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม ที่สร้างด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่ (FR) และวิธีน้ำหนักของหลักฐาน (WOE) ด้วยการวิเคราะห์ด้วยวิธีพื้นที่ได้กราฟ (AUC) เป็นไปดังรูปที่ 4.11



(ก)



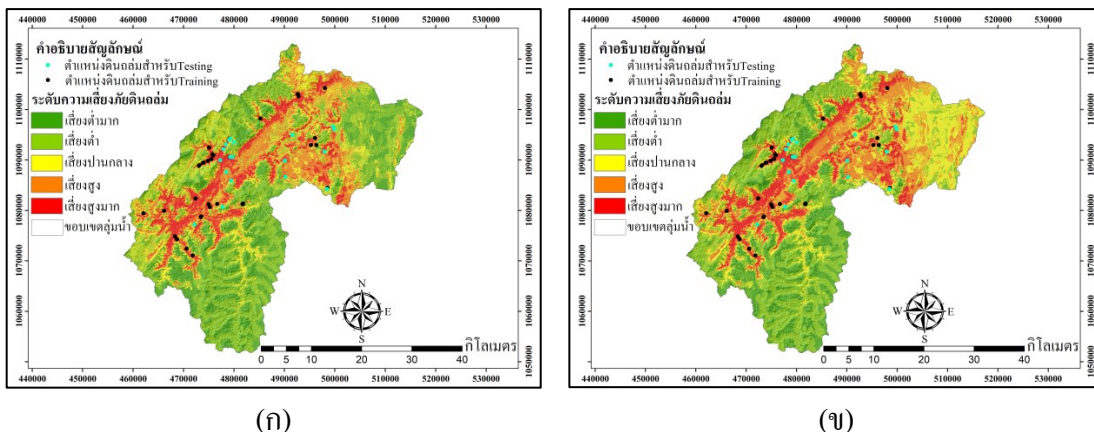
(ข)

รูปที่ 4.11 กราฟแสดงการประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มที่สร้างด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่และวิธีน้ำหนักของหลักฐาน (ก) กราฟแสดงค่าอัตราความสำเร็จของแบบจำลอง (Success Rate) (ข) กราฟแสดงค่าอัตราการทำนายของแบบจำลอง (Prediction Rate)

พบว่า ค่าอัตราความสำเร็จ (Success Rate) ซึ่งประเมินความสามารถการจำแนกประเภทความเสี่ยงต่างๆ ในบริเวณที่มีตำแหน่งเหตุการณ์ดินถล่มนั้น แบบจำลองที่สร้างด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่ มีค่าสูงกว่าแบบจำลองที่สร้างด้วยวิธีน้ำหนักของหลักฐาน (ค่าอัตราความสำเร็จของแบบจำลอง FR = 0.8998 หรือร้อยละ 89.98 และค่าอัตราความสำเร็จของแบบจำลอง WOE = 0.8837 หรือร้อยละ 88.37) ขณะที่ค่าอัตราการทำนาย (Prediction Rate) ซึ่งประเมินความถูกต้องของ

แบบจำลองกับตำแหน่งดินถล่มนั้น แบบจำลองที่สร้างด้วยวิธีน้ำหนักของหลักฐาน กลับสูงกว่าของแบบจำลองที่สร้างด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่ (ค่าอัตราการทำนายของแบบจำลอง WOE = 0.8560 หรือร้อยละ 85.60 และค่าอัตราการทำนายของแบบจำลอง FR = 0.8382 หรือร้อยละ 83.82) แต่ทั้งนี้ก็แสดงให้เห็นว่าทั้งสองค่าของทั้งสองแบบจำลองต่างมีค่าใกล้เคียงกัน

เมื่อพิจารณาผลดังกล่าวร่วมกับการปรากฏตำแหน่งดินถล่มที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง (Training Data) ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ถูกใช้ในการวิเคราะห์ค่าอัตราความสำเร็จของแบบจำลอง (Success Rate) และตำแหน่งดินถล่มที่ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Testing Data) ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ถูกใช้ในการวิเคราะห์ค่าอัตราการทำนายของแบบจำลอง (Prediction Rate) บนแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มที่สร้างด้วยวิธี FR และ WOE (รูปที่ 4.10) จะเห็นได้ว่าสาเหตุที่ทั้งค่าอัตราความสำเร็จของแบบจำลอง FR และค่าอัตราการทำนายของแบบจำลอง FR มีค่าใกล้เคียงกับของแบบจำลอง WOE เป็นเพราะ การกระจายตัวของตำแหน่งดินถล่มทั้งสองบนแบบจำลองทั้งสองมีการกระจายตัวที่ใกล้เคียงกัน โดยสำหรับการกระจายตัวของ Training Data นั้น บริเวณที่เป็นพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับสูงมาก ตำแหน่งดินถล่มจะกระจายตัวบนแบบจำลอง FR มากกว่า (ร้อยละ 64.29 สำหรับแบบจำลอง FR และร้อยละ 59.52 สำหรับแบบจำลอง WOE) บริเวณพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับสูง ตำแหน่งดินถล่มจะกระจายตัวบนแบบจำลอง WOE มากกว่า (ร้อยละ 30.95 สำหรับแบบจำลอง WOE และร้อยละ 26.19 สำหรับแบบจำลอง FR) บริเวณพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับปานกลาง ตำแหน่งดินถล่มจะกระจายตัวบนแบบจำลองทั้งสองเท่ากัน (ร้อยละ 9.52) บริเวณพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับต่ำและระดับต่ำมาก ของทั้งสองแบบจำลองไม่มีการปรากฏตำแหน่งดินถล่ม ขณะที่การกระจายตัวของ Testing Data นั้น บริเวณที่เป็นพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับสูงมาก ตำแหน่งดินถล่มจะกระจายตัวบนแบบจำลอง WOE มากกว่า (ร้อยละ 55 สำหรับแบบจำลอง WOE และร้อยละ 50 สำหรับแบบจำลอง FR) บริเวณพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับสูง ตำแหน่งดินถล่มจะกระจายตัวบนแบบจำลอง FR มากกว่า (ร้อยละ 35 สำหรับแบบจำลอง FR และร้อยละ 30 สำหรับแบบจำลอง WOE) บริเวณพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับปานกลาง ตำแหน่งดินถล่มจะกระจายตัวบนแบบจำลอง WOE มากกว่า (ร้อยละ 15 สำหรับแบบจำลอง WOE และร้อยละ 10 สำหรับแบบจำลอง FR) บริเวณพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับต่ำ ตำแหน่งดินถล่มจะกระจายตัวบนแบบจำลอง FR มากกว่า (ร้อยละ 5 สำหรับแบบจำลอง FR และไม่ปรากฏตำแหน่งดินถล่มสำหรับแบบจำลอง WOE) และบริเวณพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับต่ำมาก ไม่มีการปรากฏของตำแหน่งออกกภัยบนแบบจำลองทั้งสอง

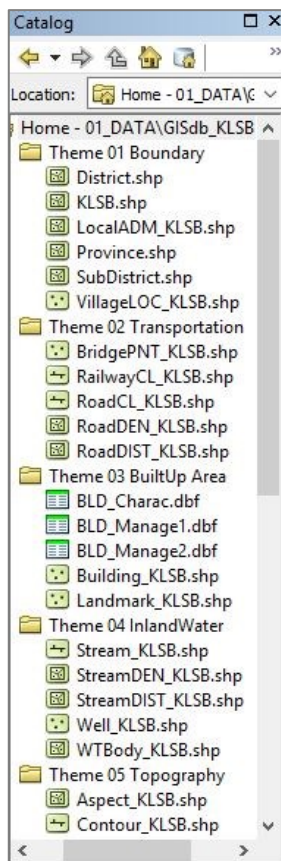


รูปที่ 4.12 การเปรียบเทียบการปรากฏตำแหน่งดินถล่มที่ใช้ในการประเมินอัตราความสำเร็จ และอัตราทำนายของแบบจำลองอัตราส่วนความถี่และน้ำหนักของหลักฐาน (ก) แบบจำลองอัตราส่วนความถี่ (ข) แบบจำลองน้ำหนักของหลักฐาน

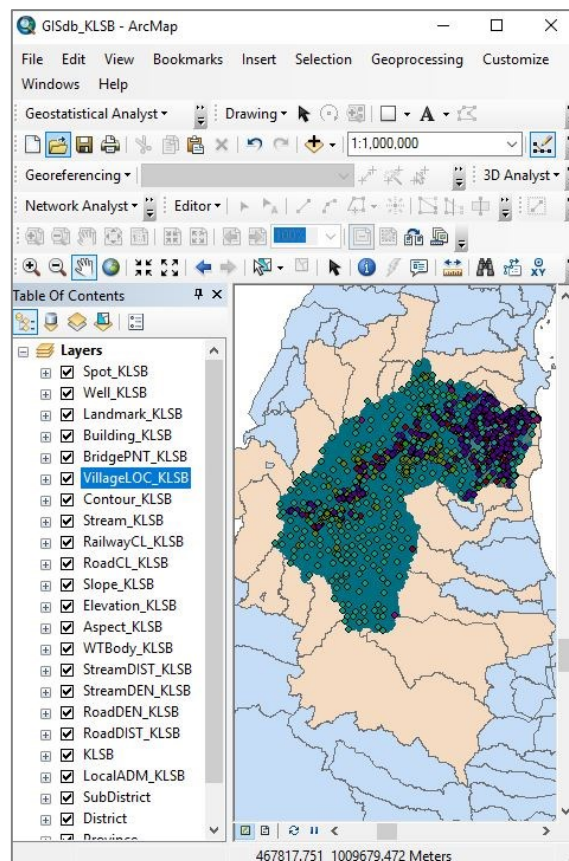
อย่างไรก็ตามทั้งค่าอัตราความสำเร็จและค่าอัตราการทำนายของแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม FR และ แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม WOE นั้นต่างมีค่าสูงกว่าค่าอัตราความสำเร็จและค่าอัตราการทำนายของแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยของงานวิจัยอื่นที่ยอมรับจากการประเมินด้วยวิธีพื้นที่ได้กราฟเช่นเดียวกันอาทิเช่น Youssef et al. (2015) (ค่าอัตราความสำเร็จของแบบจำลองร้อยละ 79 ค่าอัตราการทำนายของแบบจำลองร้อยละ 82) Wu et al. (2016) (ค่าอัตราความสำเร็จของแบบจำลองร้อยละ 77.99 และค่าอัตราการทำนายของแบบจำลองร้อยละ 75.62) และ Jaafari et al. (2015) (ค่าอัตราความสำเร็จของแบบจำลองร้อยละ 83.04 และค่าอัตราการทำนายของแบบจำลองร้อยละ 81.69)

4.4 การจัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับการประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม

สำหรับการจัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับการประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่มในงานวิจัยนี้ จะประกอบไปด้วย ข้อมูลเวกเตอร์ในรูปแบบ Shapefile ข้อมูลราสเตอร์ และ ข้อมูลตารางเชิงบรรยาย ซึ่งจัดเก็บเป็นไฟล์หรือแต่ละแฟ้มข้อมูลแยกจากกัน และสามารถเรียกใช้งานเพื่อปรับแก้ หรือแก้ไขข้อมูลให้ สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ รวมไปถึงการนำไปวิเคราะห์เพื่อประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม ผ่านทางซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เช่น ArcMap (รูปที่ 4.13)



(ก)



(ข)

รูปที่ 4.13 การเรียกใช้งานฐานข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อการประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม ผ่านทางซอฟต์แวร์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcMap 10.2 (ก) ไฟล์ข้อมูลหรือแต่ละแฟ้มข้อมูล (ข) การแสดงผลฐานข้อมูลเพื่อนำไปใช้งาน

โครงสร้างของฐานข้อมูลดังกล่าวจะประกอบด้วยกลุ่มชั้นข้อมูลจำนวน 11 กลุ่มชั้นข้อมูล ชั้นข้อมูลย่อยจำนวน 40 ชั้นข้อมูล และข้อมูลตารางที่แยกจากชั้นข้อมูลย่อยจำนวน 3 ตาราง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1) กลุ่มชั้นข้อมูลขอบเขตการปกครอง (Boundary) ประกอบด้วย

- (1) ชั้นข้อมูลพื้นที่เขตจังหวัด (Province)
- (2) ชั้นข้อมูลพื้นที่เขตอำเภอ (District)
- (3) ชั้นข้อมูลพื้นที่เขตลุ่มน้ำคลองหลังสวน (KLSB)
- (4) ชั้นข้อมูลพื้นที่เขตตำบล (SubDistrict_KLSB)
- (5) ชั้นข้อมูลตำแหน่งตัวแทนพื้นที่หมู่บ้าน (VillageLOC_KLSB)

โดยรายละเอียดของคอตัมน์ตารางและของแต่ละชั้นข้อมูลดังกล่าวแสดงในพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary) ในภาคผนวก ก

2) กลุ่มชั้นข้อมูลเส้นทางคมนาคม (Transportation) ประกอบด้วย

- (1) ชั้นข้อมูลเส้นทางถนน (RoadCL_KLSB)
- (2) ชั้นข้อมูลระยะห่างจากเส้นทางคมนาคมทางถนน (RoadDIST_KLSB)
- (3) ชั้นข้อมูลความหนาแน่นของเส้นทางคมนาคมทางถนน

(RoadDEN_KLSB)

- (4) ชั้นข้อมูลสะพาน (BridgePNT_KLSB)
- (5) ชั้นข้อมูลเส้นทางรถไฟ (RailwayCL_KLSB)

โดยรายละเอียดของคอตัมน์ตารางและของแต่ละชั้นข้อมูลดังกล่าวแสดงในพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary) ในภาคผนวก ก

3) กลุ่มชั้นข้อมูลเขตชุมชน/อาคาร (BuiltUp Area)

- (1) ชั้นข้อมูลอาคาร (Building_KLSB)
- (2) ชั้นข้อมูลตำแหน่งอ้างอิง (Landmark_KLSB)
- (3) ข้อมูลตารางแสดงคุณลักษณะอาคาร (BLD_Charac)
- (4) ข้อมูลตารางแสดงทรัพยากรอุปกรณ์สำหรับการอุทกภัยและดินโคลน

ถล่มที่มีอยู่ในอาคาร (BLD_Manage1)

(5) ข้อมูลตารางแสดงทรัพยากรบุคคลสำหรับการอุทกภัยและดินโคลนถล่มที่อาศัยอยู่ในอาคาร (BLD_Manage2)

โดยรายละเอียดของคอตัมน์ตารางและของแต่ละชั้นข้อมูลดังกล่าวแสดงในพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary) ในภาคผนวก ก

4) กลุ่มชั้นข้อมูลแหล่งน้ำ (Inland Water)

- (1) ชั้นข้อมูลเส้นทางน้ำ (Stream_KLSB)
- (2) ชั้นข้อมูลระยะห่างจากเส้นทางน้ำ (StreamDIST_KLSB)
- (3) ชั้นข้อมูลความหนาแน่นจากเส้นทางน้ำ (StreamDEN_KLSB)
- (4) ชั้นข้อมูลบ่อบาดาล (Well_KLSB)
- (5) ชั้นข้อมูลพื้นที่แหล่งน้ำ (WTBody_KLSB)

โดยรายละเอียดของคอตัมน์ตารางและของแต่ละชั้นข้อมูลดังกล่าวแสดงในพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary) ในภาคผนวก ก

5) กลุ่มชั้นข้อมูลลักษณะภูมิประเทศ (Topography)

- (1) ชั้นข้อมูลจุดความสูง (Spot_KLSB)
- (2) ชั้นข้อมูลเส้นชั้นความสูง (Contour_KLSB)
- (3) ชั้นข้อมูลความสูงจากระดับน้ำทะเล (Elevation_KLSB)
- (4) ชั้นข้อมูลองศาความลาดชัน (Slope_KLSB)
- (5) ชั้นข้อมูลทิศทางความลาดเอียง (Aspect_KLSB)

โดยรายละเอียดของคอตัมน์ตารางและของแต่ละชั้นข้อมูลดังกล่าวแสดงในพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary) ในภาคผนวก ก

6) กลุ่มชั้นข้อมูลลักษณะภูมิอากาศ (Meteorology)

- (1) ชั้นข้อมูลตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน (RFStation_KLSB)
- (2) ชั้นข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย 30 ปี (RFAnnual_KLSB)

โดยรายละเอียดของคอตัมน์ตารางและของแต่ละชั้นข้อมูลดังกล่าวแสดงในพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary) ในภาคผนวก ก

7) กลุ่มชั้นข้อมูลป่าไม้ (Forest)

- (1) ชั้นข้อมูลอุทยานแห่งชาติ (NPRK_KLSB)
- (2) ชั้นข้อมูลเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า (WLDS_KLSB)
- (3) ชั้นข้อมูลป่าสงวนแห่งชาติ (NRF_KLSB)

โดยรายละเอียดของคอตัมน์ตารางและของแต่ละชั้นข้อมูลดังกล่าวแสดงในพจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary) ในภาคผนวก ก

8) กลุ่มชั้นข้อมูลดินและการใช้ที่ดิน (Soil&LandUse)

- (1) ชั้นข้อมูลชุดดิน (Soil_KLSB)
- (2) ชั้นข้อมูลการใช้ที่ดิน (Landuse_KLSB)

โดยรายละเอียดของคอลัมน์ตารางและของแต่ละชั้นข้อมูลดังกล่าวแสดงใน
พจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary) ในภาคผนวก ก

9) กลุ่มชั้นข้อมูลลักษณะทางธรณีวิทยา (Geology)

- (1) ชั้นข้อมูลลักษณะธรณีวิทยา (Geology_KLSB)
- (2) ชั้นข้อมูลลักษณะธรณีวิทยาโครงสร้าง (GEOSTC_KLSB)
- (3) ชั้นข้อมูลระยะห่างจากรอยเลื่อน (FaultDIST_KLSB)

โดยรายละเอียดของคอลัมน์ตารางและของแต่ละชั้นข้อมูลดังกล่าวแสดงใน
พจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary) ในภาคผนวก ข

10) กลุ่มชั้นข้อมูลอุทกภัยและดินถล่ม (Flood&Landslide)

- (1) ชั้นข้อมูลแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย (F_RISK_KLSB)
- (2) ชั้นข้อมูลแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม (L_RISK_KLSB)
- (3) ชั้นข้อมูลตำแหน่งอุทกภัย (F_LOC_KLSB)
- (4) ชั้นข้อมูลตำแหน่งดินถล่ม (L_LOC_KLSB)

โดยรายละเอียดของคอลัมน์ตารางและของแต่ละชั้นข้อมูลดังกล่าวแสดงใน
พจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary) ในภาคผนวก ข

11) กลุ่มชั้นข้อมูลราสเตอร์หรือชั้นข้อมูลภาพแผนที่ (Raster)

- (1) ชั้นข้อมูลความสูงภูมิประเทศเชิงเลข ASTER GDEM
(ASTER_GDEM_KLSB)
- (2) ชั้นข้อมูลความสูงต่ำเชิงเงา (Hillshade_KLSB)
- (3) ชั้นข้อมูลภาพแผนที่ภูมิประเทศ (TOPO_KLSB)

โดยรายละเอียดของคอลัมน์ตารางและของแต่ละชั้นข้อมูลดังกล่าวแสดงใน
พจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary) ในภาคผนวก ก

บทที่ 5

บทสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากผลและการอภิปรายผลของงานวิจัยแบบจำลองและฐานข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับการประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่ม ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน ซึ่งมีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่มของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน และจัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับการประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่มในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน สามารถสรุปผลดังกล่าวได้ดังต่อไปนี้

ผลการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย โดยใช้วิธีอัตราส่วนความถี่และวิธีน้ำหนักของหลักฐาน วิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดอุทกภัยจำนวน 8 ปัจจัย ซึ่งได้แก่ ปริมาณน้ำฝนรายปี (เฉลี่ย 30 ปี) ความหนาแน่นของเส้นทางคมนาคมทางถนน องศาความลาดชัน ความสูงจากระดับน้ำทะเล ความหนาแน่นของเส้นทางน้ำ ระยะห่างจากเส้นทางน้ำ การใช้ที่ดิน และความสามารถในการระบายน้ำของดิน ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เมื่อพิจารณาค่าอัตราความสำเร็จของแบบจำลองซึ่งประเมินความสามารถในการจำแนกประเภทความเสี่ยงระดับต่างๆ ในบริเวณที่มีตำแหน่งอุทกภัย และค่าอัตราการทำนายของแบบจำลองซึ่งประเมินความถูกต้องของแบบจำลอง ของทั้งสองแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกัน คือ ค่าอัตราความสำเร็จของแบบจำลองอัตราส่วนความถี่ ร้อยละ 88.98 และค่าอัตราความสำเร็จของแบบจำลองน้ำหนักของหลักฐาน ร้อยละ 87.95 ขณะที่ค่าอัตราการทำนายของแบบจำลองอัตราส่วนความถี่ ร้อยละ 84.98 และอัตราการทำนายของแบบจำลองน้ำหนักของหลักฐาน ร้อยละ 83.51 ทั้งนี้ค่าทั้งสองของแบบจำลองทั้งสองยังสูงกว่าค่าทั้งสองของแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยจากงานวิจัยอื่น ที่ยอมรับค่าดังกล่าว โดยเฉพาะค่าอัตราการทำนายที่แสดงถึงความถูกต้องของแบบจำลอง (Youssef et al., 2015; Jaafari et al., 2015; Wu et al., 2016) และผลการเปรียบเทียบค่าทั้งสองของแบบจำลองทั้งสอง แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยที่สร้างด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่มีค่าทั้งสองสูงกว่าแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยที่สร้างด้วยวิธีน้ำหนักของหลักฐาน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า แบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยที่สร้างด้วยวิธีอัตราส่วน

ความถี่และวิธีน้ำหนักรูปร่างของหลักฐานเป็นแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพสูง โดยในงานวิจัยนี้จะเลือกแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยที่สร้างด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่จัดเก็บในฐานข้อมูลเชิงพื้นที่เนื่องจากมีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยที่สร้างด้วยวิธีน้ำหนักรูปร่างของหลักฐาน

ผลการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม โดยใช้วิธีอัตราส่วนความถี่และวิธีน้ำหนักรูปร่างของหลักฐาน วิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดดินถล่มจำนวน 10 ปัจจัย ซึ่งได้แก่ ปริมาณน้ำฝนรายปี (เฉลี่ย 30 ปี) ลักษณะทางธรณีวิทยา ระยะห่างจากระอยเลื่อน องศาความลาดชัน ทิศทางความลาดเอียง ความสูงจากระดับน้ำทะเล การใช้ที่ดิน ลักษณะเนื้อดิน ระยะห่างจากเส้นทางน้ำ ระยะห่างจากเส้นทางคมนาคมทางถนน เมื่อพิจารณาค่าอัตราความสำเร็จของแบบจำลองซึ่งประเมินความสามารถในการจำแนกประเภทความเสี่ยงระดับต่างๆ ในบริเวณที่มีตำแหน่งดินถล่ม และค่าอัตราการทำนายของแบบจำลองซึ่งประเมินความถูกต้องของแบบจำลอง ของทั้งสองแบบจำลองมีค่าใกล้เคียงกัน คือ ค่าอัตราความสำเร็จของแบบจำลองอัตราส่วนความถี่ ร้อยละ 89.98 และค่าอัตราความสำเร็จของแบบจำลองน้ำหนักรูปร่างของหลักฐาน ร้อยละ 88.37 ขณะที่ค่าอัตราการทำนายของแบบจำลองอัตราส่วนความถี่ ร้อยละ 83.82 และอัตราการทำนายของแบบจำลองน้ำหนักรูปร่างของหลักฐาน ร้อยละ 85.60 ทั้งนี้ค่าทั้งสองของแบบจำลองทั้งสองยังสูงกว่าค่าทั้งสองของแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยจากงานวิจัยอื่น ที่ยอมรับค่าดังกล่าว โดยเฉพาะค่าอัตราการทำนายที่แสดงถึงความถูกต้องของแบบจำลอง (Youssef et al., 2015; Jaafari et al., 2015; Wu et al., 2016) จึงสรุปได้ว่าแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวนที่สร้างด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่และวิธีน้ำหนักรูปร่างของหลักฐานเป็นแบบจำลองที่มีประสิทธิภาพสูง โดยจะเลือกแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มที่สร้างด้วยวิธีน้ำหนักรูปร่างของหลักฐานจัดเก็บในฐานข้อมูลเชิงพื้นที่เนื่องจากมีความถูกต้อง (ค่าอัตราการทำนาย) สูงกว่าแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มที่สร้างด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่

ผลการจัดทำฐานข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับการประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่มในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน ภาคใต้ ประเทศไทย ข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับการประเมินพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่มในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน ประกอบไปด้วย ข้อมูลเวกเตอร์ในรูปแบบ Shapefile ข้อมูลราสเตอร์ และข้อมูลตารางเชิงบรรยาย ที่จัดเก็บเป็นแต่ละแฟ้มข้อมูลแยกจากกัน จำนวน 40 ชั้นข้อมูล และ 3 ข้อมูลตาราง ในกลุ่มชั้นข้อมูลจำนวน 11 กลุ่ม คือกลุ่มชั้นข้อมูลขอบเขตการปกครอง กลุ่มชั้นข้อมูลเส้นทางคมนาคม กลุ่มชั้นข้อมูลเขตชุมชน/อาคาร กลุ่มชั้นข้อมูลแหล่งน้ำ กลุ่มชั้นข้อมูลลักษณะภูมิประเทศ กลุ่มชั้นข้อมูลลักษณะภูมิอากาศ กลุ่มชั้นข้อมูลป่าไม้ กลุ่มชั้นข้อมูลดินและการใช้ที่ดิน กลุ่มชั้นข้อมูลลักษณะทางธรณีวิทยา กลุ่มชั้นข้อมูลอุทกภัยและดินถล่ม และกลุ่มชั้นข้อมูลราสเตอร์หรือชั้นข้อมูลแผนที่ ทั้งนี้การใช้งานฐานข้อมูลสามารถใช้งานได้โดยผ่านทางซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งจะช่วยให้การประเมินพื้นที่เสี่ยง

อุทกภัยและดินถล่มเป็นไปด้วยความสะดวก อันจะทำให้การวางแผนจัดการอุทกภัยและดินถล่มในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) ข้อมูลปริมาณน้ำฝนจาก 14 สถานีวัดที่ใช้ในการวิเคราะห์และสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและดินถล่มในงานวิจัยนี้ ส่วนใหญ่เป็นสถานีวัดที่อยู่ภายนอกของพื้นที่ เนื่องจากภายในพื้นที่มีเพียงสถานีวัดเดียว ดังนั้นเพื่อความถูกต้องของการนำไปใช้วิเคราะห์ในงานอื่นๆ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรจัดตั้งสถานีวัดให้กระจายในพื้นที่

2) งานวิจัยนี้เลือกใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปีในการสร้างแบบจำลอง ซึ่งพิจารณาตามงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนั้นเพื่อความถูกต้องในการวิเคราะห์ควรเลือกใช้ปริมาณน้ำฝนสะสมรายวัน หรือปริมาณน้ำฝนในเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนมากหรือฝนตกหนัก โดยอาจจะทำสถิติปริมาณน้ำฝนก่อนการนำข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์

3) วิธีอัตราส่วนความถี่และวิธีน้ำหนักของหลักฐาน ที่ใช้ในการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้เป็นวิธีวิเคราะห์เชิงคณิตศาสตร์ที่ขึ้นอยู่กับข้อมูลตำแหน่งอุทกภัยและดินถล่มที่ใช้วิเคราะห์เป็นสำคัญ ดังนั้นจึงควรตรวจสอบข้อมูลตำแหน่งดังกล่าวก่อนการนำมาวิเคราะห์

4) การจำแนกประเภทของแต่ละปัจจัยในครั้งต่อไป อาจกำหนดโดยการพิจารณาคำแหน่งของอุทกภัยหรือดินถล่มที่กระจายตัวบนแต่ละประเภทของแต่ละปัจจัย ร่วมกับการกำหนดโดยความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้การวิเคราะห์มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

5) เพื่อให้เห็นประสิทธิภาพของการสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยหรือดินถล่มด้วยวิธีอัตราส่วนความถี่และวิธีน้ำหนักของหลักฐานในพื้นที่อย่างชัดเจนขึ้น อาจดำเนินการเปรียบเทียบกับสร้างแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยหรือดินถล่มด้วยวิธีอื่นๆ วิธีวิธีการวิเคราะห์การถดถอยโลจิสติก และวิธีกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น โดยใช้ตำแหน่งเหตุการณ์ภัยเป็นตัววิเคราะห์ความถูกต้องเช่นเดียวกัน

เอกสารอ้างอิง

- กรมทรัพยากรธรณี. (2550). *การจำแนกเขตเพื่อการจัดการด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี จังหวัดชุมพร*, กรมทรัพยากรธรณี, กรุงเทพฯ.
- กรมทรัพยากรธรณี. (2552). *สรุปเหตุการณ์ธรณีพิบัติภัย เดือนมกราคม-ธันวาคม 2552*, กรมทรัพยากรธรณี, กรุงเทพฯ.
- กรมทรัพยากรธรณี. (2553). *รายงานสรุปเหตุการณ์ธรณีพิบัติภัย ปีงบประมาณ 2553*, กรมทรัพยากรธรณี, กรุงเทพฯ.
- กรมทรัพยากรธรณี. (2556). *แผนที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับชุมชน ตำบลนาขา อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร*, กรมทรัพยากรธรณี, กรุงเทพฯ.
- กรมทรัพยากรน้ำและมหาวิทาลัยธรรมศาสตร์. (2556). *รายงานผลการวิจัย โครงการศึกษาวิจัยและพัฒนาวิถีชีวิตและบทบาทของชุมชนในพื้นที่วิกฤติอุทกภัย กรณีศึกษา ลุ่มน้ำภาคใต้ พื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน, สถาบันวิจัยและให้คำปรึกษาแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ.*
- กรมอุตุนิยมวิทยา. (ม.ป.ป.). “ภูมิอากาศของประเทศไทย.” (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ https://www.tmd.go.th/info/climate_of_thailand-2524-2553.pdf (วันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2560).
- กลุ่มวิเคราะห์สภาพการใช้ที่ดิน กองนโยบายและแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน. (2559). “สรุปประเภทสภาพการใช้ที่ดินจังหวัดชุมพร ปี พ.ศ.2555.” (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ http://www.idd.go.th/web_OLP/Lu_55/Lu55_S/chumporn55.htm (วันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2560).
- คณะกรรมการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยแห่งชาติ. (2558). *แผนการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยแห่งชาติ พ.ศ.2558*, กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย, กรุงเทพฯ.
- จิตนพา วุ่นบัว ปิยากร วุ่นบัว และวัชรินทร์ ศรีมงคล. (2557). *รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จัดทำฐานข้อมูลทรัพยากรในพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มและการวางแผนจัดการพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มในพื้นที่ตำบลเกาะใหญ่ อำเภอกระแสดินธุ์ ตำบลหัวเขา อำเภอสิงหนคร และตำบลเขาพระ อำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา*, กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย, กรุงเทพฯ.
- ไทยพับลิก้า. (ม.ป.ป.). “สถิติภัยพิบัติของไทย.” (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ <http://thaipublica.org/wp-content/uploads/2012/10/สถิติภัยพิบัติของไทย.pdf> (วันที่ 9 มีนาคม 2560).

- ไทยรัฐออนไลน์. (ม.ป.ป.). “ดินถล่มน้ำป่าทะลักชุมชนพรชายวง 6 อำเภอ.” (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ <http://www.thairath.co.th/content/159241> (วันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2560).
- นิลบล สุพานิช. (2549). *แนวทางการปฏิบัติงานสำหรับผู้ปฏิบัติงานภาคสนาม ในการจัดการความเสี่ยงจากภัยพิบัติโดยอาศัยชุมชนเป็นฐานในประเทศไทย (Guidelines for Field Practitioners to Implement the Community-Based Disaster Risk Management in Thailand: CBDRM)*, กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย, กรุงเทพฯ.
- มนันยา จันทสร. (2555). “การเปรียบเทียบวิธีการประเมินพื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่มในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่พูล จังหวัดอุตรดิตถ์.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาการจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม, คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สถานวิจัยสารสนเทศภูมิศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (ม.ป.ป.). “โครงการพัฒนาฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา: ฐานข้อมูล SLB-GIS.” เข้าถึงได้ที่ <http://slb-gis.envi.psu.ac.th/home/index.php/db-slb-gis> (วันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2560)
- สุเทพ จันท์เขียว. (2546). “พื้นที่เสี่ยงภัยการเกิดน้ำท่วมฉับพลันและแผ่นดินถล่มในจังหวัดภูเก็ต โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาการจัดการลุ่มน้ำและสิ่งแวดล้อม, คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุเพชร จิระจรกุล, พิระวัฒน์ แก้ววิวัฒน์, และสุนันต์ อ่วมกระทุ่ม. (2555). “เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มในเขตอำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย.” *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 1 (3), 197-210.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2554). *การจัดการภัยพิบัติและการฟื้นฟูบูรณะหลังเกิดภัย กรณีศึกษาไทยและต่างประเทศ*, สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, นนทบุรี.
- สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). (2556). *ข้อกำหนดของมาตรฐานโครงสร้าง เนื้อหา คุณลักษณะ คุณภาพของชุดข้อมูลภูมิศาสตร์พื้นฐาน (Fundamental Geographic Data Set: FDGS)*, สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), กรุงเทพฯ.
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (ม.ป.ป.). “คู่มือการใช้งานฐานข้อมูลในรูปแบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.” (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ http://www.onep.go.th/index.php?option=com_content&view=article&id=2821:2011-12-21-06-25-24&catid=126:2011-12-20-08-41-58 (วันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2560).

- สำนักส่งเสริมการป้องกันสาธารณภัย กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย. (2551). *คู่มือประชาชนในการจัดการความเสี่ยงจากภัยพิบัติโดยอาศัยชุมชนเป็นฐาน: การจัดทำแผนป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยของชุมชน*, สำนักส่งเสริมการป้องกันสาธารณภัย กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย, กรุงเทพฯ.
- สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน. (2548). *ลักษณะและสมบัติของชุดดินในภาคใต้และชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย*, สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ.
- Althuwaynee, O. F., Pradhan, B., Park, H., and Lee, J. (2014). “A Novel Ensemble Bivariate Statistical Evidential Belief Function with Knowledge-Based Analytical Hierarchy Process and Multivariate Statistical Logistic Regression for Landslide Susceptibility Mapping.” *Catena*, 114, 21-36.
- Ayalew, L., Yamaguchi, H., Marui, H., and Kanno, T. (2005). “Landslide in Sado Island of Japan: Part II. GIS-Based Susceptibility Mapping with Comparisons of Results from Two Methods and Verifications.” *Eng. Geol.*, 81, 432-445.
- Bui, D. T., Pradhan, B., Lofman, O., Revhaug, I., and Dick, O. (2012a). “Spatial Prediction of Landslide Hazards in Hoa Binh Province (Vietnam): A Comparative Assessment of the Efficacy of Evidential Belief Functions and Fuzzy Logic Models.” *Catena*, 96, 28-40.
- Bui, D. T., Pradhan, B., Lofman, O., Revhaug, I., and Dick, O. (2012b). “Landslide Susceptibility Mapping at Hoa Binh Province (Vietnam) Using an Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System and GIS.” *Comput. Geosci.*, 45, 199-211.
- Chen, W., Li, W., Hou, E., Zhao, Z., Deng, N., Bai, H., and Wang, D. (2014). “Landslide Susceptibility Mapping Based on GIS and Information Value Model for the Chencang District of Baoji, China.” *Arab. J. Geosci.*, 7, 4499-4511.
- Deccan Chronicle. (2015). “Uttarakhand Flash Flood Rare Pictures.” (Online) Available on <http://archives.deccanchronicle.com/130628/news-current-affairs/gallery/uttarakhand-odd-pics> (25 February 2017).
- Demir, G., Aytakin, M., and Akgun, A. (2015). “Landslide Susceptibility Mapping by Frequency Ratio and Logistic Regression Methods: An Example from Niksar-Resadiye (Tokat, Turkey).” *Arab. J. Geosci.*, 8, 1801-1812.

- Duangpiboon S., Suteerasak, T., and Towanlong, W. (2015). “ Effects of Geographical and Topographical Co-Variables on Rainfall Interpolation in Lang Suan Watershed, Southern Thailand.”, *Proceeding of the 36th Asian Conference on Remote Sensing 2015 (ACRS 2015)*, Crowne Plaza Manila Galleria Hotel, Quezon City, Metro Manila, Philippines: 24-28 October, 2015.
- Evans, S. G., Mugnozsa, G. S., Strom, A., and Hermanns, R. L. (2006). *Landslide from Massive Rock Slope Failure*, Springer, Dordrecht, Netherlands.
- Feizizadeh, B., Roodposhti, M. Sh., Jankowski, P., and Blaschke, T. (2014). “ A GIS-Based Extended Fuzzy Multi-Criteria Evaluatic for Landslide Susceptibility Mapping. ” *Comput. Geosci.*, 73, 208-221.
- García-Rodríguez, M. J., Malpica, J. A., Benito, B., and Díaz, M. (2008). “ Susceptibility Assessment of Earthquake-Triggered Landslides in El Salvador Using Logistic Regression.” *Geomorphology*, 95, 172-191.
- Guhar-Sapir, D., Hoyois, Ph., and Below, R. (2014). *Annual Disaster Statistical Review 2013: The Numbers and Trends*, Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED), Brussels, Belgium.
- Highland, L. M., and Bobrowsky, P. (2008). *The Landslide Handbook: A Guide to Understanding Landslides*, U.S. Geological Survey Circular 1325, Virginia, U.S.A.
- Hunhaboon, N. (2009). “Application of Potential Surface Analysis and Logistic Regression Model for Landslide Risk Assessment in Uttaradit Province.” Master Thesis in Technology of Environmental Management, Faculty of Environment and Resources Studies, Mahidol University.
- Intarawichian, N. (2008). “A Comparative Study of Analytical Hierarchy Process and Probability Analysis for Landslide Susceptibility Zonation in Lower Mae Chaem Watershed, Northern Thailand.” Doctor of Philosophy Dissertation in Geoinformatics, Institute of Science, Suranaree University of Technology.
- Intarawichian, N., and Dasananda, S. (2011). “Frequency Ratio Model Based Landslide Susceptibility Mapping in Lower Mae Chaem Watershed, Northern Thailand.” *Environ. Earth. Sci.*, 64, 2271-2285.

- Jaafari, A., Najafi, A., Rezaeian, J., Sattarian, A., and Ghajar, I. (2015). "Planning Road Networks in Landslide-Prone Areas: A Case Study from the Northern Forests of Iran." *Land Use Policy*, 47, 198-208.
- Jha, A. K., Bloch, R., and Lamond, J. (2012). *Cities and Flooding: A Guide to Integrated Urban Flood Risk Management for the 21st Century*, The World Bank, Washington DC, U.S.A.
- Kartic, K. M., and Annadurai, R. (2015). "Comparison of Frequency Ratio Model and Analytic Hierarchy Process Methods upon Landslide Susceptibility Mapping using Geospatial Techniques." *Disaster. Adv.*, 8 (5), 46-55.
- Kayastha, P., Dhital, M. R., Rezaeian, and De Smedt, F. (2012). "Landslide Susceptibility Mapping Using the Weight of Evidence Method in the Tinau Watershed, Nepal." *Nat. Hazards.*, 63, 479-498.
- Kayastha, P., Dhital, M. R., Rezaeian, and De Smedt, F. (2013). "Application of the Analytical Hierarchy Process (AHP) for Landslide Susceptibility Mapping: A Case Study from the Tinau Watershed, West Nepal." *Comput. Geosci.*, 52, 398-408.
- Keller, E. A. (2008). *Introduction to Environmental Geology*, Pearson Education, Inc., New Jersey, U.S.A.
- Khosravi, K., Nohani, E., Maroufinia, E., and Pourghasemi, H. R. (2016). "A GIS-Based Flood Susceptibility Assessment and Its Mapping in Iran: A Comparison between Frequency Ratio and Weights-of-Evidence Bivariate Statistical Models with Multi-Criteria Decision-Making Technique." *Nat. Hazards.*, 83, 947-987.
- Lee, E. M., and Jones, D. K. C. (2004). *Landslide Risk Assessment*, Thomas Telford Ltd., London, UK.
- Lee, M., Kang, J., and Jeon, S. (2012). "Application of Frequency Ratio Model and Validation for Predictive Flooded Area Susceptibility Mapping Using GIS." , *Proceeding of IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGRASS 2012)*, the International Congress Centre Munich, Munich, Germany: 22-27 July, 2012.
- Lee, S., and Pradhan, B. (2017). "Landslide Hazard Mapping at Selangor, Malaysia Using Frequency Ratio and Logistic Regression Models." *Landslides.*, 4, 33-41.

- Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., and Rhind, D. W. (2005). *Geographical Information Systems and Science*, John Wiley & Sons Ltd., West Sussex, UK.
- Maddox, I. (2014). "The Risks of Hazard: Three Common Types of Flood Explained." (Online) Available on <http://www.intermap.com/risks-of-hazard-blog/three-common-types-of-flood-explained> (25 February 2017).
- National Park Service, U.S. Department of the Interior. (2016). "Geologic Illustrations: Mass Wasting." (Online) Available on https://www.nature.nps.gov/geology/education/images/GRAPHICS/mass_wasting_master-01.jpg (25 February 2017).
- Neuhäuser, B., and Terhorst, B. (2007). "Landslide Susceptibility Assessment Using Weight-of-Evidence Applied to a Study Area at the Jurassic Escarpment (SW-Germany)." *Geomorphology*, 86, 12-24.
- National Severe Storms Laboratory (NSSL). (n.d.). "Severe Weather 101-Floods." (Online) Available on <http://www.nssl.noaa.gov/education/svrwx101/floods/> (25 February 2017).
- National Weather Service (NWS). (n.d.). "Flood Related Hazards." (Online) Available on <http://www.floodsafety.noaa.gov/hazards.shtml> (25 February 2017).
- Oh, H., and Pradhan, B. (2011). "Application of a Neuro-Fuzzy Model to Landslide-Susceptibility Mapping for Shallow Landslides in a Tropical Hilly Area." *Comput. Geosci.*, 37, 1264-1276.
- Pradhan, B., Lee, S., and Buchroithner, M. F. (2010a). "A GIS-Based Back-Propagation Neural Network Model and Its Cross-Application and Validation for Landslide Susceptibility Analyses." *Comput. Environ. Urban.*, 34, 216-235.
- Pradhan, B., Oh, H., and Buchroithner, M. F. (2010b). "Weights-of-Evidence Model Applied to Landslide Susceptibility Mapping in a Tropical Hilly Area." *Geomat. Nat. Haz. Risk.*, 1(3), 199-223.
- Rahmati, O., Pourghasemi, H. S., and Zeinivand, H. (2016). "Flood Susceptibility Mapping Using Frequency Ratio and Weights-of-Evidence Models in the Golastan Province, Iran." *Geocarto. Int.*, 31 (1), 42-70.

- Regmi, N. R., Giardino, J. R., and Vitek, J. D. (2010a). "Modeling Susceptibility to Landslides Using the Weight of Evidence Approach: Western Colorado, USA." *Geomorphology*, 115, 172-187.
- Regmi, N. R., Giardino, J. R., and Vitek, J. D. (2010b). "Assessing Susceptibility to Landslides: Using Models to Understand Observed Changes in Slopes." *Geomorphology*, 122, 25-38.
- Rossi, M., Guzzetti, F., Reichenbach, P., Mondini, A. C., and Peruccacci, S. (2010). "Optimal Landslide Susceptibility Zonation Based on Multiple Forecasts." *Geomorphology*, 114, 129-142.
- Tehrany, M. Sh., Pradhan, B., and Jebur, M. N. (2013). "Spatial Prediction of Flood Susceptible Areas Using Rule Based Decision Tree (DT) and a Novel Ensemble Bivariate and Multivariate Statistical Models in GIS." *J. Hydrol.*, 504, 69-79.
- Tehrany, M. Sh., Pradhan, B., and Jebur, M. N. (2014). "Flood Susceptibility Mapping Using a Novel Ensemble Weights-of-Evidence and Support Vector Machine Models in GIS." *J. Hydrol.*, 512, 332-343.
- Trigila, A., Iadanza, C., Esposito, C., and Scarascia-Mugnozza, G. (2015). "Comparison of Logistic Regression and Random Forests Techniques for Shallow Landslide Susceptibility Assessment in Giampileri (NE Sicily, Italy)." *Geomorphology*, 249, 119-136.
- Umar, Z., Pradhan, B., Ahmad, A., Jebur, M. N, and Tehrany, M. Sh. (2014). "Earthquake Induced Landslide Susceptibility Mapping Using an Integrated Ensemble Frequency Ratio and Logistic Regression Models in West Sumatera Province, Indonesia." *Catena*, 118, 124-135.
- United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR). (2009). *2009 UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction*, United Nations International Strategy for Disaster Reductio (UNISDR), Geneva, Switzerland.
- Van Asch, Th. W. J., Malet, J., Van Beek, L. P. H., and Amitrano, D. (2007). "Techniques, Issues and Advances in Numerical Modelling of Landslide Hazard." *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 178 (2), 6-35.

- Wang, L., Guo, M., Sawada, K., Lin, J., and Zhang, J. (2015). "Landslide Susceptibility Mapping in Mizunami City, Japan: A Comparison between Logistic Regression, Bivariate Statistical Analysis and Multivariate Adaptive Regression Spline Models." *Catena*, 135, 271-282.
- World Meteorological Organization (WMO). (2011). *Manual on Flood Forecasting and Warning*, World Meteorological Organization (WMO), Geneva, Switzerland.
- Wu, Y., Li, W., Wang, Q., Liu, Q., Yang, D., Xing, M., Pei, Y., and Yan, S. (2016). "Landslide Susceptibility Assessment Using Frequency Ratio, Statistical Index and Certainty Factor Models for the Gangu County, China." *Arab. J. Geosci.*, 9(2), 84-100.
- Xu, Ch., Xu, X., Dai, F., and Saraf, A. K. (2012). " Comparison of Different Models for Susceptibility Mapping of Earthquake Triggered Landslide Related with the 2008 Wenchuan Earthquake in China." *Comput. Geosci.*, 46, 317-329.
- Youssef, A. M., Pradhan, B., Jebur, M. N., and El-Harbi, H. M. (2015). "Landslide Susceptibility Mapping Using Ensemble Bivariate and Multivariate Statistical Models in Fayfa Area, Saudi Arabia." *Environ. Earth. Sci.*, 73 (7), 3745-3761.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
พจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary)

คำอธิบายตารางข้อมูลในพจนานุกรมข้อมูล

ชื่อตาราง	คำอธิบาย
Field Name	ชื่อคอลัมน์ตารางของข้อมูลในฐานข้อมูล
Data Type	ชนิดของข้อมูลที่บรรจุอยู่ในคอลัมน์ตารางของข้อมูลในฐานข้อมูล ประกอบด้วย จำนวนอักขระ/ตัวอักษร, ประเภทข้อมูล, จำนวนทศนิยม โดย C คือ ข้อมูลประเภทตัวอักษรหรือข้อความ N คือ ข้อมูลประเภทจำนวนหรือตัวเลข
Field Definition	คำอธิบายชื่อคอลัมน์ตารางของข้อมูล

Theme 01 กลุ่มชั้นข้อมูลเขตการปกครอง (Boundary)

01-1 ชั้นข้อมูลพื้นที่เขตจังหวัด

Feature Name: Province

Definition: ข้อมูลที่แสดงขอบเขตการปกครองระดับจังหวัด ในพื้นที่ประเทศไทย

Feature Class: Vector (Polygon)

Source: สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) (GISTDA)

Field Name	Data type	Field Definition
AREA	17,N,5	ขนาดพื้นที่ (ตารางเมตร)
PERIMETER	17,N,5	ความยาวเส้นรอบรูป (เมตร)
PROV_ID	2,N,0	รหัสหมายเลขประจำพื้นที่เขตจังหวัด (ตัวเลข 2 หลัก ตาม มอก.1099-2548 และตามที่กรมการปกครองกำหนด)
ADMIN_Type	1,N,0	รหัสประเภทพื้นที่การปกครอง (2 = ระดับจังหวัด)
PROV_NAM_T	40,C	ชื่อจังหวัด (ไทย)
PROV_NAM_E	40,C	ชื่อจังหวัด (อังกฤษ)
COUN_NAM_T	10,C	ชื่อประเทศ (ไทย)
COUN_NAM_E	10,C	ชื่อประเทศ (อังกฤษ)

01-2 ชั้นข้อมูลพื้นที่เขตอำเภอ

Feature Name: District

Definition: ข้อมูลแสดงขอบเขตการปกครองระดับเขต/อำเภอ ในพื้นที่ประเทศไทย

Feature Class: Vector (Polygon)

Source: สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) (GISTDA)

Field Name	Data type	Field Definition
AREA	17,N,5	ขนาดพื้นที่ (ตารางเมตร)
PERIMETER	17,N,5	ความยาวเส้นรอบรูป (เมตร)
AMP_ID	4,N,0	รหัสหมายเลขประจำพื้นที่เขตอำเภอ (ตัวเลข 4 หลัก ตาม มอก.1099-2548)
ADMIN_Type	1,N,0	รหัสประเภทพื้นที่การปกครอง (3 = ระดับอำเภอ/เขต)
AMP_NAM_T	40,C	ชื่ออำเภอ (ไทย)
AMP_NAM_E	40,C	ชื่ออำเภอ (อังกฤษ)
PROV_ID	2,N,0	รหัสหมายเลขประจำพื้นที่เขตจังหวัด (ตัวเลข 2 หลัก ตาม มอก.1099-2548 และตามที่กรมการปกครองกำหนด)
PROV_NAM_T	40,C	ชื่อจังหวัด (ไทย)

01-3 ชั้นข้อมูลพื้นที่เขตลุ่มน้ำคลองหลังสวน

Feature Name: KLSB

Definition: ข้อมูลที่แสดงขอบเขตของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน (ลุ่มน้ำสาขาคองหลังสวน)

Feature Class: Vector (Polygon)

Source: กรมทรัพยากรน้ำ

Field Name	Data type	Field Definition
AREA	17,N,5	ขนาดพื้นที่ (ตารางเมตร)
PERIMETER	17,N,5	ความยาวเส้นรอบรูป (เมตร)
SB_ID	4,N,0	รหัสหมายเลขประจำลุ่มน้ำ (ตัวเลข 4 หลัก ประจำลุ่มน้ำสาขา ตามกรมทรัพยากรน้ำ)
SB_NAM_T	50,C	ชื่อลุ่มน้ำ (ไทย)
SB_NAM_E	50,C	ชื่อลุ่มน้ำ (อังกฤษ)
MB_ID	2,N,0	รหัสหมายเลขประจำลุ่มน้ำหลัก
MB_NAM_T	50,C	ชื่อลุ่มน้ำหลัก (ไทย)
MB_NAM_E	50,C	ชื่อลุ่มน้ำหลัก (อังกฤษ)

01-4 ชั้นข้อมูลพื้นที่เขตตำบล

Feature Name: SubDistrict_KLSB

Definition: ข้อมูลแสดงขอบเขตการปกครองระดับแขวง/ตำบล ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน

Feature Class: Vector (Polygon)

Source: สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) (GISTDA)

Field Name	Data type	Field Definition
AREA	17,N,5	ขนาดพื้นที่ (ตารางเมตร)
PERIMETER	17,N,5	ความยาวเส้นรอบรูป (เมตร)
TAM_ID	6,N,0	รหัสหมายเลขประจำพื้นที่เขตตำบล (ตัวเลข 6 หลัก ตาม มอก.1099-2548)
ADMIN_Type	1,N,0	รหัสประเภทพื้นที่การปกครอง (4 = ระดับตำบล/แขวง)
TAM_NAM_T	40,C	ชื่อตำบล (ไทย)
TAM_NAM_E	40,C	ชื่อตำบล (อังกฤษ)
AMP_ID	4,N,0	รหัสหมายเลขประจำพื้นที่เขตอำเภอ (ตัวเลข 4 หลัก ตาม มอก.1099-2548 และตามที่กรมการปกครอง กำหนด)
AMP_NAM_T	40,C	ชื่ออำเภอ (ไทย)
PROV_ID	2,N,0	รหัสหมายเลขประจำพื้นที่เขตจังหวัด (ตัวเลข 2 หลัก ตาม มอก.1099-2548 และตามที่กรมการปกครอง กำหนด)
PROV_NAM_T	40,C	ชื่อจังหวัด (ไทย)

01-5 ชั้นข้อมูลตำแหน่งตัวแทนพื้นที่หมู่บ้าน

Feature Name: VillageLOC_KLSB

Definition: ข้อมูลแสดงตำแหน่งตัวแทนพื้นที่หมู่บ้าน ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน

Feature Class: Vector (Point)

Source: กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

Field Name	Data type	Field Definition
VILL_ID	8,N,0	รหัสหมายเลขประจำพื้นที่หมู่บ้าน (ตัวเลข 8 หลัก แสดงรหัสของหมู่บ้าน ตามกรมการปกครอง)
ADMIN_Type	1,N,0	รหัสระดับการปกครอง (5 = ระดับหมู่บ้าน)
VILL_NO	2,N,0	เลขลำดับหมู่บ้าน (หมู่ที่)
VILL_NAM_T	50,C	ชื่อหมู่บ้าน (ไทย)
VILL_NAM_E	50,C	ชื่อหมู่บ้าน (อังกฤษ)
LADM_ID	7,N,0	รหัสหมายเลขประจำพื้นที่เขตเทศบาลและอบต. (ตัวเลข 7 หลัก แสดงรหัสขององค์การปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) ตามกรมการปกครอง)
LADM_NAM_T	50,C	ชื่อพื้นที่เทศบาลหรืออบต. (ไทย)
TAM_ID	6,N,0	รหัสหมายเลขประจำพื้นที่เขตตำบล (ตาม มอก.1099-2548)
TAM_NAM_T	40,C	ชื่อตำบล (ไทย)
AMP_ID	4,N,0	รหัสหมายเลขประจำพื้นที่เขตอำเภอ (ตาม มอก.1099-2548)
AMP_NAM_T	40,C	ชื่ออำเภอ (ไทย)
PROV_ID	2,N,0	รหัสหมายเลขประจำพื้นที่เขตจังหวัด (ตาม มอก.1099-2548)
PROV_NAM_T	40,C	ชื่อจังหวัด (ไทย)
HEAD	50,C	ชื่อกำนัน/ผู้ใหญ่บ้านที่ปกครองหมู่บ้านนั้น
HEAD_POSIT	50,C	ตำแหน่งกำนัน/ผู้ใหญ่บ้านที่ปกครองหมู่บ้านนั้น
TEL	50,C	เบอร์โทรศัพท์ติดต่อ
MEET_DATE	50,C	วันประชุมหมู่บ้าน

Theme 02 กลุ่มชั้นข้อมูลเส้นทางคมนาคม (Transportation)

02-1 ชั้นข้อมูลเส้นกลางถนน

Feature Name: RoadCL_KLSB

Definition: ข้อมูลตัวแทนเส้นถนน (แสดงแนวศูนย์กลางสายทางถนน) ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน

Feature Class: Vector (Line)

Source: กรมแผนที่ทหาร

Field Name	Data type	Field Definition
Length	17,N,5	ความยาวของเส้น (เมตร)
Road_ID	9,N,0	รหัสประจำเส้นกลางถนน (หมายเลข 9 หลัก รหัสจังหวัด+ เลขลำดับถนนตามกรมแผนที่ทหาร)
Road_NAM_T	50,C	ชื่อถนน (ภาษาไทย)
Road_NAM_E	50,C	ชื่อถนน (ภาษาอังกฤษ)
Function	80,C	ลักษณะการใช้งาน
NO_Lane	1,N,0	จำนวนช่องทางการจราจร/ทางวิ่ง
Direction	40,C	ทิศทางการเดินรถ
Surface	40,C	ประเภทผิวทาง
DR_System	50,C	การมีระบบ/ทางระบายน้ำข้างถนน
Owner	40,C	หน่วยงานที่รับผิดชอบ
YR	10,C	วันเดือนปี/ปีที่ก่อสร้าง

หมายเหตุ

คำอธิบายข้อมูลทิศทางการเดินรถ

ลำดับ	ทิศทางการเดินรถ
1	เดินรถทางเดียว (One Way)
2	เดินรถสองทาง (Two Way)

คำอธิบายข้อมูลประเภทผิวทาง

ลำดับ	ประเภทผิวทาง
1	คอนกรีต (Concrete)
2	ลาดยาง (Asphalt)
3	ลูกรัง/ดินปนกรวด (Laterite)
4	อื่นๆ เช่น หินคลุก (Other)

คำอธิบายข้อมูลชื่อหน่วยงานที่รับผิดชอบ

ลำดับ	ชื่อหน่วยงานที่รับผิดชอบ
1	กรมทางหลวง (DOH)
2	กรมทางหลวงชนบท (DRR)
3	การทางพิเศษแห่งประเทศไทย (EXAT)
4	การรถไฟแห่งประเทศไทย (SRT)
5	องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (LAO)
6	อื่นๆ (Other)

คำอธิบายข้อมูลลักษณะการใช้งานของถนน

ลำดับ	ลักษณะการใช้งานของถนน
1	ทางพิเศษ (Controlled Access Road) (ถนนที่มีการเก็บค่าผ่านทาง)
2	ทางหลวงสายเอเชีย (Asian Highways) (ถนนที่เชื่อมต่อระหว่างภูมิภาค)
3	ทางหลวงแผ่นดิน (Highways) (ถนนที่อยู่ในการดูแลของกรมทางหลวง) ได้แก่ ทางหลวงหลักที่เชื่อมต่อระหว่างกรุงเทพฯ ไปยังภูมิภาคหลักของประเทศไทย (ทางหลวงแผ่นดินหนึ่งหมายเลข) ทางหลวงแผ่นดินสายประธานตามภาคต่างๆ (ทางหลวงแผ่นดินสองหมายเลข) ทางหลวงแผ่นดินสายรองประธาน (ทางหลวงแผ่นดินสามหมายเลข) และทางหลวงแผ่นดินที่เชื่อมระหว่างจังหวัดกับอำเภอหรือสถานที่สำคัญ (ทางหลวงแผ่นดินสี่หมายเลข)
4	ทางหลวงชนบท (Distributed Roads) (ถนนที่อยู่ในการดูแลของกรมทางหลวงชนบท)
5	ทางหลวงท้องถิ่น (Local Roads) (ถนนที่อยู่ในการดูแลขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น)
6	ทางหลวงสัมปทาน (Concession Roads) (ถนนที่อยู่ในขอบเขตงานสัมปทาน)
7	อื่นๆ (Others) (ถนนประเภทอื่นๆ นอกเหนือจากที่กล่าว)

คำอธิบายข้อมูลประเภทการมีระบบ/ทางระบายน้ำข้างถนน

ลำดับ	การมีระบบ/ทางระบายน้ำข้างถนน
1	มีทาง/ราง/คู/ท่อ ระบายน้ำสองข้างถนน
2	มีทาง/ราง/คู/ท่อ ระบายน้ำข้างเดียว
3	ไม่มีมีทาง/ราง/คู/ท่อ ระบายน้ำด้านข้างถนน

02-2 ชั้นข้อมูลระยะห่างจากเส้นทางคมนาคมทางถนน

Feature Name: RoadDIST_KLSB

Definition: ข้อมูลแสดงระยะห่างออกจากแนวเส้นกึ่งกลางถนน ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน

Feature Class: Vector (Polygon)

Source: การวิเคราะห์ระยะห่างออกจากแนวเส้นกึ่งกลางถนนโดยใช้ซอฟต์แวร์ GIS

Field Name	Data type	Field Definition
AREA	17,N,5	ขนาดพื้นที่ (ตารางเมตร)
PERIMETER	17,N,5	ความยาวเส้นรอบรูป (เมตร)
RDIST_ID	3,N,0	รหัสประจำระยะห่างจากแนวเส้นกึ่งกลางถนน
RDIST_DES	10,N,5	ค่าระยะห่างจากแนวเส้นกึ่งกลางถนน (เมตร)
LRISK_CLS	3,N,0	รหัสประเภทระยะห่างจากเส้นกึ่งกลางถนนสำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงดินถล่ม
LRISK_DES	20,C	คำอธิบายประเภทระยะห่างจากเส้นกึ่งกลางถนนสำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงดินถล่ม
LRISK_WEG	10,N,5	ค่าน้ำหนักของแต่ละประเภทระยะห่างจากเส้นกึ่งกลางถนนสำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงดินถล่ม

02-3 ชั้นข้อมูลความหนาแน่นของเส้นทางคมนาคมทางถนน

Feature Name: RoadDEN_KLSB

Definition: ข้อมูลแสดงความหนาแน่นของเส้นทางถนน ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน

Feature Class: Vector (Polygon)

Source: การวิเคราะห์ความหนาแน่นของเส้นทางกลางถนนโดยใช้ซอฟต์แวร์ GIS

Field Name	Data type	Field Definition
AREA	17,N,5	ขนาดพื้นที่ (ตารางเมตร)
PERIMETER	17,N,5	ความยาวเส้นรอบรูป (เมตร)
RDEN_ID	3,N,0	รหัสประจำความหนาแน่นของเส้นทางถนน
RDEN_DES	50,C	ความหนาแน่นของเส้นทางถนน (กิโลเมตร/ตารางกิโลเมตร)
FRISK_CLS	3,N,0	รหัสประเภทความหนาแน่นของเส้นทางถนน สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงอุทกภัย
FRISK_DES	50,C	คำอธิบายประเภทความหนาแน่นของเส้นทางถนน สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงอุทกภัย
FRISK_WEG	10,N,5	ค่าน้ำหนักของแต่ละประเภทความหนาแน่นของเส้นทางถนน สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงอุทกภัย

02-4 ชั้นข้อมูลสะพาน

Feature Name: BridgePNT_KLSB

Definition: ข้อมูลแสดงตำแหน่งของสะพาน (ตำแหน่งจุดกึ่งกลางระหว่างตำแหน่งของปลายโครงสร้างสะพานทั้ง 2 ด้าน เช่น หัวสะพาน เกาะกลาง) ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน

Feature Class: Vector (Point)

Source: กรมแผนที่ทหาร

Field Name	Data type	Field Definition
BRDG_ID	8,N,0	รหัสประจำสะพาน (เลข 8 หลัก รหัสจังหวัด+เลขลำดับ)
BRDG_Type	50,C	ประเภทสะพาน ที่สร้างขึ้นเพื่อการจราจรทางบกของยานพาหนะ หรือโครงสร้างที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อข้ามผ่านเหนือทางน้ำ ทางรถไฟ หรือสิ่งกีดขวางอื่นๆ
BRDG_NAM_T	50,C	ชื่อสะพาน (ภาษาไทย)
BRDG_NAM_E	50,C	ชื่อสะพาน (ภาษาอังกฤษ)
Hight	10,N,5	ความสูงของฐานสะพานจากระดับน้ำปกติ (เมตร)
Structure	50,C	ลักษณะวัสดุของโครงสร้างสะพาน (สะพานไม้, สะพานคอนกรีต, สะพานคอนกรีตเสริมเหล็ก, สะพานหิน)
Owner	40,C	หน่วยงานที่รับผิดชอบ
YR	10,C	วันเดือนปี/ปีที่ก่อสร้าง

หมายเหตุ

คำอธิบายข้อมูลประเภทสะพาน

ลำดับ	ประเภทสะพาน
1	สะพานข้ามแม่น้ำ (โครงสร้างสะพานที่ยกระดับข้ามแม่น้ำ)
2	สะพานแยกต่างระดับ (โครงสร้างสะพานยกระดับและขนานกับสายทางระดับพื้น)
3	สะพานต่างระดับ (โครงสร้างสะพานของทางแยกต่างระดับ)
4	สะพานข้ามทาง (โครงสร้างสะพานที่ยกระดับเพื่อข้ามทางแยก หรือทางรถไฟ)
5	สะพานรถไฟ (โครงสร้างสะพานสำหรับรถไฟ เพื่อข้ามสิ่งกีดขวาง)
6	สะพานลอย (โครงสร้างสะพานสำหรับคนสัญจรข้ามสิ่งกีดขวาง)
7	สะพานประเภทอื่น

02-5 ชั้นข้อมูลเส้นทางรถไฟ

Feature Name: RailwayCL_KLSB

Definition: ข้อมูลแสดงเส้นตัวแทนเส้นทางรถไฟ (แสดงแนวศูนย์กลางทางรถไฟและทางรถไฟฟ้
 ของระบบขนส่งมวลชนความเร็วสูง) ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน

Feature Class: Vector (Line)

Source: กรมแผนที่ทหาร

Field Name	Data type	Field Definition
Length	17,N,5	ความยาวแนวศูนย์กลางทางรถไฟ (เมตร)
RAIL_ID	7,N,0	รหัสประจำแนวศูนย์กลางทางรถไฟ (หมายเลข 7 หลัก รหัส จังหวัด+เลขลำดับรถไฟ)
RAIL_NAM_T	50,C	ชื่อเส้นทางรถไฟ (ภาษาไทย)
RAIL_NAM_E	50,C	ชื่อเส้นทางรถไฟ (ภาษาอังกฤษ)
RAIL_Type	20,C	ประเภททางรถไฟ
RAIL_Size	20,C	ขนาดทาง
Owner	40,C	หน่วยงานที่รับผิดชอบ

หมายเหตุ

คำอธิบายข้อมูลประเภททางรถไฟ

ลำดับ	ประเภททางรถไฟ
1	รถไฟ
2	ทางรถไฟที่ใช้สำหรับรถไฟฟ้

คำอธิบายข้อมูลขนาดทาง

ลำดับ	ขนาดทาง
1	ขนาด 1 เมตร
2	ขนาด 1.435 เมตร
3	ไม่ระบุ

คำอธิบายข้อมูลหน่วยงานที่รับผิดชอบ

ลำดับ	หน่วยงานที่รับผิดชอบ
1	การรถไฟฟ้าแห่งประเทศไทย (SRT)
2	กรุงเทพมหานคร (BMA)
3	การรถไฟฟ้าขนส่งมวลชนแห่งประเทศไทย
4	อื่นๆ (Other)

Theme 03 กลุ่มชั้นข้อมูลเขตชุมชน/อาคาร (BuiltUp Area)

03-1 ชั้นข้อมูลอาคาร

Feature Name: Building_KLSB

Definition: ข้อมูลแสดงตำแหน่งอาคาร ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน

Feature Class: Vector (Point)

Source: กรมแผนที่ทหาร สถาบันการเงินชุมชนบ้านเขาตะเกียบของจังหวัดชุมพร และการลงสำรวจในพื้นที่

Field Name	Data type	Field Definition
BLD_ID	5,N,0	รหัสหมายเลขประจำอาคาร
BLD_NAM_T	80,C	ชื่ออาคาร (ภาษาไทย)
BLD_NAM_E	80,C	ชื่ออาคาร (ภาษาอังกฤษ)
BLD_Type	5,N,0	รหัสชนิดอาคารตามการใช้งาน
BLD_TDES	50,C	คำอธิบายชนิดอาคารตามการใช้งาน
BLD_OWN	80,C	ชื่อเจ้าบ้าน/เจ้าของ/ผู้อำนวยการ/ผู้รับผิดชอบสูงสุดของอาคาร (ระบุตำแหน่ง)
BLD_TEL	80,C	หมายเลขโทรศัพท์ที่ติดต่อกับเจ้าบ้าน/เจ้าของ/ผู้อำนวยการ/ผู้รับผิดชอบสูงสุดของอาคาร
HOUSE_NO	50,C	เลขประจำบ้านตามทะเบียนราษฎร์ของอาคาร (บ้านเลขที่ของอาคาร)
VILL_NO	2,N,0	เลขลำดับหมู่บ้าน (หมู่ที่)
VILL_NAM_T	50,C	ชื่อหมู่บ้าน (ไทย)
TAM_NAM_T	40,C	ชื่อตำบล (ไทย)
AMP_NAM_T	40,C	ชื่ออำเภอ (ไทย)
PROV_NAM_T	40,C	ชื่อจังหวัด (ไทย)

หมายเหตุ

คำอธิบายข้อมูลชนิดอาคารตามการใช้งาน

ลำดับ	รหัส	คำอธิบาย	รายละเอียดของคำอธิบาย
1	41001	อาคารที่อยู่อาศัย	อาคารที่อยู่อาศัยของมนุษย์
2	41002	ศาสนา	อาคารด้านศาสนา (วัด สำนักสงฆ์ โบสถ์คริสต์ มัสยิด สุสาน หรืออื่นๆ)
3	41003	หน่วยงานภาครัฐ	อาคารของสถานที่ราชการ (ศาลากลาง ศาลาประชาคม ศาล หรืออื่นๆ)
4	41004	สถาบันการศึกษา	อาคารภายในสถาบันการศึกษา (โรงเรียน วิทยาลัย หรือมหาวิทยาลัย)
5	41005	สาธารณสุข	อาคารภายในสถานพยาบาล (คลินิก อนามัย หรือโรงพยาบาล)
6	41006	สาธารณูปโภค	อาคารเกี่ยวกับงานด้านสาธารณูปโภค (การบริการสาธารณะที่จำเป็นต่อชีวิตประจำวันของประชาชน โดยผู้ให้บริการจะเข้าไปให้บริการแก่ผู้รับบริการ เช่น ไฟฟ้า ประปา โทรศัพท์ ถนน การขนส่ง แก๊ส เชื้อเพลิง การสื่อสาร การระบายน้ำ การกำจัดขยะ การรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม หรืออื่นๆ)
7	41007	สาธารณูปการ	อาคารเกี่ยวกับงานด้านสาธารณูปการ (การบริการสาธารณะที่ประชาชนไม่จำเป็นต้องรับบริการทุกวัน โดยผู้รับบริการเข้าไปหาผู้ให้บริการเองเมื่อต้องการรับบริการ) อื่นๆ นอกจากหน่วยงานภาครัฐ สถาบันการศึกษา สาธารณสุข นันทนาการ (สถานีตำรวจ สถานีดับเพลิง ที่ทำการไปรษณีย์ ห้องสมุด โครงการเคหการ บ้านพักคนชรา บ้านคนพิการ บ้านเด็กกำพร้า หรืออื่นๆ)

คำอธิบายข้อมูลชนิดอาคารตามการใช้งาน (ต่อ)

ลำดับ	รหัส	คำอธิบาย	รายละเอียดของคำอธิบาย
8	41008	นันทนาการ/การกีฬา	อาคารกิจกรรมด้านนันทนาการ(การท่องเที่ยว/ดนตรี/ศิลปะ/เกม/งานอดิเรก)/กีฬา (สวนสาธารณะ สวนสัตว์ พื้นที่จัดนิทรรศการ พื้นที่จัดกิจกรรมเฉพาะ สนามเด็กเล่น สนามกอล์ฟ อัฒจันทร์ สนามกีฬาในร่ม ลู่แข่งขัน หรือ สนามกีฬากลางแจ้ง)
9	41009	ประวัติศาสตร์	อาคารเกี่ยวกับงานด้านประวัติศาสตร์ โบราณคดี (พิพิธภัณฑสถาน อาคารเก่าทางประวัติศาสตร์ อาคารร้าง (พื้นที่ทางโบราณคดี/ประวัติศาสตร์) และอนุสาวรีย์ทางประวัติศาสตร์)
10	41010	พาณิชย์กรรม	อาคารกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับเชิงพาณิชย์ (ห้างสรรพสินค้า ด่านเก็บเงิน สถานที่เชิงพาณิชย์เพื่อการบริการน้ำมันและบริการอุปกรณ์เสริมด้านรถยนต์ หรือกิจการอื่นๆ)
11	41011	อุตสาหกรรม	อาคารกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับงานอุตสาหกรรม (โรงงาน โรงฆ่าสัตว์ คลังสินค้า หรือกิจกรรมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง)
12	41012	เกษตรกรรม	อาคารกิจกรรมที่เกี่ยวกับด้านการเกษตร ตามนิยามของกรมผังเมือง (เรือนเพาะชำ คอกปศุสัตว์ และด้านชลประทาน ฯลฯ)
13	41013	อื่นๆ	อาคารประเภทอื่นๆ นอกเหนือจากที่กล่าวไว้ก่อนหน้านี้

03-1-1 ชั้นข้อมูลตารางแสดงคุณลักษณะอาคาร (BLD_Charac)

ใช้เชื่อมโยงกับชั้นข้อมูลอาคาร (ชั้นข้อมูล Building_KLSB) เพื่อแสดงข้อมูลรายละเอียดด้าน

ลักษณะและโครงสร้างของอาคาร

Field Name	Data type	Field Definition
BLD_ID	5,N,0	รหัสหมายเลขประจำอาคาร
BLD_NAM_T	80,C	ชื่ออาคาร (ภาษาไทย)
CHAR_Type	5,N,0	รหัสประเภทของอาคาร
CHAR_DES	50,C	คำอธิบายประเภทของอาคาร
Floor	5,N,0	จำนวนชั้น (ชั้น)
Material	80,C	รูปแบบของอาคารจำแนกตามวัสดุที่ใช้ในการสร้างอาคาร
Structure	80,C	ลักษณะโครงสร้างของอาคาร
Elevation	17,N,6	ค่าความสูงจากระดับน้ำทะเล (เมตร)

หมายเหตุ

คำอธิบายข้อมูลประเภทของอาคาร

ลำดับ	รหัส	คำอธิบาย
1	51001	อาคารเดี่ยว/บ้านเดี่ยว
2	51002	อาคารแฝด/บ้านแฝด
3	51003	ห้องแถว
4	51004	อาคารพาณิชย์/ตึกแถว
5	51005	ทาวน์เฮาส์
6	51006	อื่นๆ

คำอธิบายข้อมูลรูปแบบของอาคารจำแนกตามวัสดุที่ใช้ในการสร้างอาคาร

ลำดับ	คำอธิบาย
1	อาคารไม้
2	อาคารคอนกรีต
3	อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก
4	อื่นๆ

คำอธิบายข้อมูลลักษณะโครงสร้างอาคาร

ลำดับ	คำอธิบาย
1	เสาและคาน
2	ผนังรับน้ำหนัก
3	อื่นๆ

03-1-2 ชั้นข้อมูลตารางแสดงทรัพยากรอุปกรณ์สำหรับจัดการอุทกภัยและดินโคลนถล่ม ที่มีอยู่ในอาคาร (BLD_Manage1)

ใช้เชื่อมโยงกับชั้นข้อมูลอาคาร (ชั้นข้อมูล Building_KLSB) เพื่อแสดงข้อมูลด้านทรัพยากรอุปกรณ์สำหรับจัดการอุทกภัยและดินถล่มหรือดินโคลนถล่มที่มีอยู่ในอาคาร

Field Name	Data type	Field Definition
BLD_ID	5,N,0	รหัสหมายเลขประจำอาคาร
BLD_NAM_T	80,C	ชื่ออาคาร (ภาษาไทย)
MAN_Type	50,C	รหัสประเภทการใช้สอยด้านการจัดการภัยของอาคาร
MAN_DES	254,C	คำอธิบายประเภทการใช้สอยด้านการจัดการภัยของอาคาร
MAN_EQ1	254,C	รายชื่ออุปกรณ์ด้านการสื่อสารในขอบเขตของอาคารที่สามารถใช้งานในระหว่างเกิดภัยได้
NUM_EQ1	5,N,0	จำนวนอุปกรณ์ด้านการสื่อสาร
MAN_EQ2	254,C	รายชื่ออุปกรณ์ด้านการเฝ้าระวังและแจ้งเตือนภัยในขอบเขตของอาคารที่สามารถใช้งานได้
NUM_EQ2	5,N,0	จำนวนอุปกรณ์ด้านการเฝ้าระวัง
MAN_EQ3	254,C	รายชื่อยานพาหนะในขอบเขตของอาคารที่สามารถใช้งาน/ให้การสนับสนุนได้ระหว่างเกิดภัย
NUM_EQ3	5,N,0	จำนวนยานพาหนะ
MAN_EQ4	254,C	รายชื่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการกู้ภัย ช่วยชีวิตและรักษาพยาบาลในขอบเขตของอาคารที่สามารถใช้งาน/ให้การสนับสนุนได้ระหว่างเกิดภัย
NUM_EQ4	5,N,0	จำนวนอุปกรณ์ที่ใช้กู้ภัย ช่วยชีวิตและรักษาพยาบาล
MAN_EQ5	254,C	รายชื่อสิ่งอื่นๆที่สามารถใช้งาน/ให้การสนับสนุนได้ระหว่างเกิดภัย อาทิเช่น เครื่องอุปโภคบริโภค หรืออื่นๆ
NUM_EQ5	5,N,0	จำนวนสิ่งที่สามารถสนับสนุนเมื่อเกิดภัย

หมายเหตุ

คำอธิบายข้อมูลรหัสประเภท MAN_Type และ MAN_DES คำอธิบายประเภทการใช้สอยด้านการจัดการภัยของอาคาร

ลำดับ	รหัส	คำอธิบาย
1	61000	อาคารทั่วไป (ไม่ได้มีการใช้สอยด้านการจัดการอุทกภัยหรือดินถล่ม)
2	61001	หน่วยงาน/องค์กรที่ให้การสนับสนุนด้านการรักษาพยาบาล
3	61002	หน่วยงาน/องค์กรที่ให้การสนับสนุนด้านสาธารณูปโภค (ไฟฟ้า ประปา น้ำมัน เชื้อเพลิง เครื่องมือสื่อสาร และอื่นๆ)
4	61003	หน่วยงาน/องค์กรที่ให้การสนับสนุนด้านเครื่องอุปโภคบริโภค (เครื่องนุ่งห่ม น้ำดื่ม อาหารแห้ง ยารักษาโรค และอื่นๆ)
5	61004	สถานที่ติดตั้ง/จัดเก็บอุปกรณ์จัดการภัยต่างๆของชุมชน (แหล่งจัดเก็บวิทยุสื่อสาร อุปกรณ์ปฐมพยาบาล เสื้อชูชีพ และอุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในการจัดการอุทกภัยและดินถล่มของหมู่บ้าน)
6	61005	อาคารที่ทำการการเฝ้าระวัง แจ้งเตือนภัย หรือแจ้งข่าวสารต่างๆของชุมชน
7	61006	อาคารที่ทำการการรวมพลเพื่อเตรียมการอพยพ
8	61007	อาคารปลอดภัยชั่วคราวสำหรับใช้ในการอพยพ
9	61008	อื่นๆ (อาคารที่ใช้ประโยชน์ในการจัดการภัยอื่นๆ นอกเหนือจากที่กล่าวมา)

หมายเหตุ กรณีใช้ประโยชน์มากกว่า 1 อย่าง อาทิเช่น เป็นทั้งอาคารปลอดภัยสำหรับใช้ในการอพยพ และสถานที่ติดตั้ง/จัดเก็บอุปกรณ์จัดการภัยของชุมชนด้วย ให้ใช้เป็น 61007/61004

03-1-3 ชั้นข้อมูลตารางแสดงทรัพยากรบุคคลสำหรับจัดการอุทกภัยและดินโคลนถล่มที่อาศัยอยู่ในอาคาร (BLD_Manage2)

ใช้เชื่อมโยงกับชั้นข้อมูลอาคาร (ชั้นข้อมูล Building_KLSB) เพื่อแสดงข้อมูลด้านทรัพยากรบุคลากรสำหรับจัดการอุทกภัยและดินถล่มหรือดินโคลนถล่มที่อาศัยอยู่ในอาคาร

Field Name	Data type	Field Definition
BLD_ID	5,N,0	รหัสหมายเลขประจำอาคาร
BLD_NAM_T	80,C	ชื่ออาคาร (ภาษาไทย)
MAN_Type	50,C	รหัสประเภทการใช้สอยด้านการจัดการภัยของอาคาร
MAN_DES	254,C	คำอธิบายประเภทการใช้สอยด้านการจัดการภัยของอาคาร
MAN_POPNUM	100,C	จำนวนประชากรในครัวเรือน
MAN_POP1	254,C	รายชื่อประชากรทารก เด็กเล็ก หรือเด็กในครัวเรือน ที่ไม่สามารถช่วยเหลือตนเองได้
NUM_POP1	5,N,0	จำนวนประชากรทารก เด็กเล็ก และเด็ก
MAN_POP2	254,C	รายชื่อประชากรสตรีมีครรภ์ในครัวเรือน ที่ไม่สามารถช่วยเหลือตนเองได้
NUM_POP2	5,N,0	จำนวนประชากรสตรีมีครรภ์
MAN_POP3	254,C	รายชื่อประชากรผู้สูงอายุในครัวเรือน ที่ไม่สามารถช่วยเหลือตนเองได้
NUM_POP3	5,N,0	จำนวนประชากรผู้สูงอายุ
MAN_POP4	254,C	รายชื่อประชากรผู้พิการในครัวเรือน ที่ไม่สามารถช่วยเหลือตนเองได้
NUM_POP4	5,N,0	จำนวนประชากรผู้พิการ
MAN_POP5	254,C	รายชื่อประชากรผู้ป่วย (ระบุโรค) ในครัวเรือน ที่ไม่สามารถช่วยเหลือตนเองได้
NUM_POP5	5,N,0	จำนวนประชากรผู้ป่วย

03-2 ชั้นข้อมูลตำแหน่งอ้างอิง

Feature Name: Landmark_KLSB

Definition: ข้อมูลตำแหน่งอ้างอิง (อาคาร/สิ่งปลูกสร้าง/สถานที่ที่คัดเลือกอาคาร/สิ่งปลูกสร้าง/สถานที่ที่มีความโดดเด่นและเป็นที่รู้จักกันทั่วไป) ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน

Feature Class: Vector (Point)

Source: กรมแผนที่ทหาร

Field Name	Data type	Field Definition
LM_ID	10,N,0	รหัสหมายเลขประจำตำแหน่งอ้างอิง (ตามกรมแผนที่ทหาร)
LM_NAM_T	80,C	ชื่อตำแหน่งอ้างอิง (ภาษาไทย)
LM_NAM_E	80,C	ชื่อตำแหน่งอ้างอิง (ภาษาอังกฤษ)
LM_Type	5,N,0	รหัสประเภทสถานที่อ้างอิง (ใช้ตามรหัสประเภทอาคาร)
LM_TDES	50,C	รหัสประเภทสถานที่อ้างอิง (ใช้ตามรหัสประเภทอาคาร)
Location	80,C	ที่ตั้งของตำแหน่งอ้างอิง

Theme 04 กลุ่มชั้นข้อมูลแหล่งน้ำ (InlandWater)

04-1 ชั้นข้อมูลเส้นทางน้ำ

Feature Name: Stream_KLSB

Definition: ข้อมูลแสดงเส้นทางการไหลตามของน้ำผิวดินลงสู่แหล่งน้ำ ทั้งเส้นทางที่มีน้ำตลอดปี และเส้นทางที่มีน้ำไม่ตลอดปี รวมถึงคลองชลประทาน คลองส่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น

Feature Class: Vector (Line)

Source: กรมแผนที่ทหาร

Field Name	Data type	Field Definition
Length	17,N,5	ความยาวเส้นทางน้ำ (เมตร)
STR_ID	6,N,0	รหัสหมายเลขประจำเส้นทางน้ำ (ตามกรมแผนที่ทหาร)
STR_NAM_T	50,C	ชื่อเส้นทางน้ำ (ภาษาไทย)
STR_NAM_E	50,C	ชื่อเส้นทางน้ำ (ภาษาอังกฤษ)
STR_Type	1,N,0	รหัสประเภทเส้นทางน้ำ
STR_Type_T	50,C	คำอธิบายประเภทเส้นทางน้ำ (ภาษาไทย)
STR_Type_E	50,C	คำอธิบายประเภทเส้นทางน้ำ (ภาษาอังกฤษ)
MSTR_NAM_T	40,C	ชื่อเส้นทางน้ำหลัก (ภาษาไทย)
MSTR_NAM_E	40,C	ชื่อเส้นทางน้ำหลัก (ภาษาอังกฤษ)

คำอธิบายข้อมูลประเภทเส้นทางน้ำ

ลำดับ	รหัส	คำอธิบายภาษาไทย	คำอธิบายภาษาอังกฤษ
1	1	ทางน้ำสายหลัก	Major river
2	2	ทางน้ำมีน้ำไหลตลอดปี	Perennial stream
3	3	ทางน้ำมีน้ำไหลไม่ตลอดปี	Intermittent stream
4	4	คลองชลประทาน	Irrigation canal
5	5	คลองขุด	Manmade canal
6	6	คลองเพื่อการคมนาคม	Transportation canal
7	7	ท่อส่งน้ำ (ที่ใช้แทนคลองส่งน้ำ)	Water pipe
8	I	เกาะกลางน้ำ	River island

04-2 ชั้นข้อมูลระยะห่างจากเส้นทางน้ำ

Feature Name: StreamDIST_KLSB

Definition: ข้อมูลแสดงระยะห่างออกจากแนวเส้นกึ่งกลางเส้นทางน้ำ ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน

Feature Class: Vector (Polygon)

Source: การวิเคราะห์ระยะห่างออกจากแนวเส้นกึ่งกลางเส้นทางน้ำโดยใช้ซอฟต์แวร์ GIS

Field Name	Data type	Field Definition
AREA	17,N,5	ขนาดพื้นที่ (ตารางเมตร)
PERIMETER	17,N,5	ความยาวเส้นรอบรูป (เมตร)
SDIST_ID	3,N,0	รหัสประจำระยะห่างจากแนวเส้นทางน้ำ
SDIST_DES	10,N,5	คำระยะห่างจากแนวเส้นทางน้ำ (เมตร)
FRISK_CLS	3,N,0	รหัสประเภทระยะห่างจากเส้นทางน้ำสำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงอุทกภัย
FRISK_DES	20,C	คำอธิบายประเภทระยะห่างจากเส้นทางน้ำสำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงอุทกภัย
FRISK_WEG	10,N,5	ค่าน้ำหนักของแต่ละประเภทระยะห่างจากเส้นทางน้ำสำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงอุทกภัย
LRISK_CLS	3,N,0	รหัสประเภทระยะห่างจากเส้นทางน้ำสำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงดินถล่ม
LRISK_DES	20,C	คำอธิบายประเภทระยะห่างจากเส้นทางน้ำสำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงดินถล่ม
LRISK_WEG	10,N,5	ค่าน้ำหนักของแต่ละประเภทระยะห่างจากเส้นทางน้ำสำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงดินถล่ม

04-3 ชั้นข้อมูลความหนาแน่นของเส้นทางน้ำ

Feature Name: StreamDEN_KLSB

Definition: ข้อมูลแสดงความหนาแน่นของเส้นทางน้ำ ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน

Feature Class: Vector (Polygon)

Source: การวิเคราะห์ความหนาแน่นของเส้นทางกลางถนนโดยใช้ซอฟต์แวร์ GIS

Field Name	Data type	Field Definition
AREA	17,N,5	ขนาดพื้นที่ (ตารางเมตร)
PERIMETER	17,N,5	ความยาวเส้นรอบรูป (เมตร)
SDEN_ID	3,N,0	รหัสประจำความหนาแน่นของเส้นทางน้ำ
SDEN_DES	50,C	ความหนาแน่นของเส้นทางน้ำ (กิโลเมตร/ตารางกิโลเมตร)
FRISK_CLS	3,N,0	รหัสประเภทความหนาแน่นของเส้นทางน้ำ สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงอุทกภัย
FRISK_DES	50,C	คำอธิบายประเภทความหนาแน่นของเส้นทางน้ำ สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงอุทกภัย

04-4 ชั้นข้อมูลบ่อน้ำบาดาล

Feature Name: Well_KLSB

Definition: ข้อมูลแสดงตำแหน่งบ่อหรือหลุมที่ขุดลงไป เพื่อนำน้ำใต้ดินมาใช้ประโยชน์

Feature Class: Vector (Point)

Source: กรมทรัพยากรน้ำบาดาล

Field Name	Data type	Field Definition
Well_ID	10,C	รหัสหมายเลขประจำบ่อน้ำบาดาล เป็นค่าที่ไม่ซ้ำกันในชุดข้อมูล
Well_NAM_T	50,C	ชื่อหลุม/ชื่อบริเวณที่ขุดเจาะ (ภาษาไทย)
Well_NAM_E	50,C	ชื่อหลุม/ชื่อบริเวณที่ขุดเจาะ (ภาษาอังกฤษ)
VillageNAM	50,C	ชื่อหมู่บ้านที่บ่อน้ำบาดาลที่ตั้งอยู่

04-5 ชั้นข้อมูลพื้นที่แหล่งน้ำ

Feature Name: WTBody_KLSB

Definition: พื้นที่แหล่งน้ำ ทั้งที่มีน้ำตลอดปี และแบบมีน้ำไม่ตลอดปี ที่มีลักษณะเป็นพื้นที่และอยู่ในแผ่นดิน ได้แก่ หนอง บึง ทะเลสาบน้ำจืด ทะเลสาบน้ำเค็ม สิ่งก่อสร้างที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อกักเก็บน้ำ ได้แก่ อ่างเก็บน้ำ บ่อน้ำ บ่อเลี้ยงปลา บ่อน้ำในไร่นา ทะเลสาบเพื่อสันตนาการ บึงทะเลสาบที่มนุษย์สร้างขึ้น บ่อบำบัดน้ำเสีย สระน้ำหรือบึงเพื่อนันทนาการ

Feature Class: Vector (Polygon)

Source: กรมแผนที่ทหาร

Field Name	Data type	Field Definition
AREA	17,N,5	ขนาดพื้นที่ (ตารางเมตร)
PERIMETER	17,N,5	ความยาวเส้นรอบรูป (เมตร)
WB_ID	10,N,0	รหัสหมายเลขประจำแหล่งน้ำ (ตามกรมแผนที่ทหาร)
WB_NAM_T	50,C	ชื่อแหล่งน้ำ (ภาษาไทย)
WB_NAM_E	50,C	ชื่อแหล่งน้ำ (ภาษาอังกฤษ)
WB_Type	2,C	รหัสชนิดของพื้นที่แหล่งน้ำ
WB_Type_T	50,C	คำอธิบายชนิดของพื้นที่แหล่งน้ำ (ภาษาไทย)
WB_Type_E	50,C	คำอธิบายชนิดของพื้นที่แหล่งน้ำ (ภาษาอังกฤษ)
WB_STRUC_T	50,C	โครงสร้าง(ทางวัสดุในการก่อสร้าง)ของแหล่งน้ำ (ภาษาไทย)
WB_STRUC_E	50,C	โครงสร้าง(ทางวัสดุในการก่อสร้าง)ของแหล่งน้ำ (ภาษาอังกฤษ)
WB_STAT_T	50,C	สถานะการใช้งาน (ภาษาไทย)
WB_STAT_E	50,C	สถานะการใช้งาน (ภาษาอังกฤษ)

คำอธิบายข้อมูลชนิดของแหล่งน้ำ

ลำดับ	รหัส	คำอธิบายภาษาไทย	คำอธิบายภาษาอังกฤษ
1	PL	แหล่งน้ำ มีน้ำตลอดปี	Perennial lake (natural)
2	IL	แหล่งน้ำ มีน้ำไม่ตลอดปี	Intermittent lake (natural)
3	RS	อ่างเก็บน้ำ	Reservoir (manmade)
4	IR	ชลประทาน	Irrigation structure
5	DS	แม่น้ำเส้นคู่	Double line stream
6	FP	บ่อน้ำในไร่นา	Farm Pond

คำอธิบายข้อมูลคำอธิบายโครงสร้าง (ทางวัสดุในการก่อสร้าง) ของแหล่งน้ำ

ลำดับ	คำอธิบายภาษาไทย	คำอธิบายภาษาอังกฤษ
1	ทำจากดิน	Earthen
2	ทำจากวัสดุอื่น	Nonearthen

คำอธิบายข้อมูลคำอธิบายสถานะการใช้งาน

ลำดับ	คำอธิบายภาษาไทย	คำอธิบายภาษาอังกฤษ
1	ใช้งาน	Operational
2	กำลังก่อสร้าง	Under Construction
3	ใช้งานไม่ได้/เสียหาย	Not Operational

Theme 05 กลุ่มชั้นข้อมูลลักษณะภูมิประเทศ (Topography)

05-1 ชั้นข้อมูลจุดความสูง

Feature Name: Spot_KLSB

Definition: ข้อมูลแสดงจุดระดับความสูงของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน

Feature Class: Vector (Point)

Source: กรมแผนที่ทหาร

Field Name	Data type	Field Definition
SP_ID	9,N,0	รหัสจุดระดับความสูง (ตามกรมแผนที่ทหาร)
SP_ELEV	10,N,5	ค่าระดับความสูงของจุดระดับความสูง (เมตร)

05-2 ชั้นข้อมูลเส้นชั้นความสูง

Feature Name: Contour_KLSB

Definition: ข้อมูลแสดงระดับความสูงของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน โดยแสดงเป็นเส้นชั้นความสูง

Feature Class: Vector (Line)

Source: กรมแผนที่ทหาร

Field Name	Data type	Field Definition
Length	17,N,5	ความยาวเส้นชั้นความสูง (เมตร)
CONT_ID	9,N,0	รหัสเส้นชั้นความสูง (ตามกรมแผนที่ทหาร)
CONT_ELEV	10,N,5	ค่าระดับความสูง (เมตร)

05-3 ชั้นข้อมูลความสูงจากระดับน้ำทะเล

Feature Name: Elevation_KLSB

Definition: ข้อมูลแสดงค่าความสูงจากระดับน้ำทะเล ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน

Feature Class: Vector (Polygon)

Source: การวิเคราะห์ข้อมูล ASTER GDEM โดยใช้ซอฟต์แวร์ GIS

Field Name	Data type	Field Definition
AREA	17,N,5	ขนาดพื้นที่ (ตารางเมตร)
PERIMETER	17,N,5	ความยาวเส้นรอบรูป (เมตร)
ELEV_ID	3,N,0	รหัสแสดงประเภทของค่าระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล
ELEV_DES	50,C	ค่าระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล (เมตร)
FRISK_CLS	3,N,0	รหัสประเภทความสูงจากระดับน้ำทะเล สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงอุทกภัย
FRISK_DES	20,C	คำอธิบายประเภทความสูงจากระดับน้ำทะเล สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงอุทกภัย
FRISK_WEG	10,N,5	ค่าน้ำหนักของแต่ละประเภทความสูงจากระดับน้ำทะเล สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงอุทกภัย
LRISK_CLS	3,N,0	รหัสประเภทความสูงจากระดับน้ำทะเล สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม
LRISK_DES	20,C	คำอธิบายประเภทความสูงจากระดับน้ำทะเล สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม
LRISK_WEG	10,N,5	ค่าน้ำหนักของแต่ละประเภทความสูงจากระดับน้ำทะเล สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม

05-4 ชั้นข้อมูลองศาความลาดชัน

Feature Name: Slope_KLSB

Definition: ข้อมูลแสดงค่าองศาความลาดชัน ของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน

Feature Class: Vector (Polygon)

Source: การวิเคราะห์ข้อมูล ASTER GDEM โดยใช้ซอฟต์แวร์ GIS

Field Name	Data type	Field Definition
AREA	17,N,5	ขนาดพื้นที่ (ตารางเมตร)
PERIMETER	17,N,5	ความยาวเส้นรอบรูป (เมตร)
SLOP_ID	3,N,0	รหัสแสดงประเภทของค่าองศาความลาดชัน
SLOP_DES	80,C	ค่าองศาความลาดชัน (องศา)
FRISK_CLS	3,N,0	รหัสประเภทค่าองศาความลาดชัน สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงอุทกภัย
FRISK_DES	20,C	คำอธิบายประเภทค่าองศาความลาดชัน สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงอุทกภัย
FRISK_WEG	10,N,5	ค่าน้ำหนักของแต่ละประเภทค่าองศาความลาดชันสำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงอุทกภัย
LRISK_CLS	3,N,0	รหัสประเภทค่าองศาความลาดชัน สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม
LRISK_DES	20,C	คำอธิบายประเภทค่าองศาความลาดชัน สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม
LRISK_WEG	10,N,5	ค่าน้ำหนักของแต่ละประเภทค่าองศาความลาดชันสำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม

05-5 ชั้นข้อมูลทิศทางความลาดเอียง

Feature Name: Aspect_KLSB

Definition: ข้อมูลแสดงทิศทางความลาดเอียง ของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน

Feature Class: Vector (Polygon)

Source: การวิเคราะห์ข้อมูล ASTER GDEM โดยใช้ซอฟต์แวร์ GIS

Field Name	Data type	Field Definition
AREA	17,N,5	ขนาดพื้นที่ (ตารางเมตร)
PERIMETER	17,N,5	ความยาวเส้นรอบรูป (เมตร)
ASP_ID	3,N,0	รหัสแสดงประเภทของทิศทางความลาดเอียง
ASP_DES	80,C	คำอธิบายประเภททิศทางความลาดเอียง
LRISK_CLS	3,N,0	รหัสประเภททิศทางความลาดเอียง สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม
LRISK_DES	50,C	คำอธิบายประเภททิศทางความลาดเอียง สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม
LRISK_WEG	10,N,5	ค่าน้ำหนักของแต่ละประเภททิศทางความลาดเอียงสำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม

Theme 06 กลุ่มชั้นข้อมูลลักษณะภูมิอากาศ (Meteorology)

06-1 ชั้นข้อมูลตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน

Feature Name: RFStation_KLSB

Definition: ข้อมูลแสดงตำแหน่งสถานี เกจ/อุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณน้ำฝน ที่ครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำ
สาขาคลองหลังสวน

Feature Class: Vector (Point)

Source: กรมอุตุนิยมวิทยา และกรมชลประทาน

Field Name	Data type	Field Definition
RSTA_ID	6,N,0	รหัสสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝน (ตามกรมอุตุนิยมวิทยา และกรมชลประทาน)
RSTA_NAM_T	20,C	ชื่อสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝน (ภาษาไทย)
RSTA_NAM_E	20,C	ชื่อสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝน (ภาษาอังกฤษ)
RSTA_PROV	40,C	จังหวัดที่ตั้งของสถานีตรวจวัด
Owner	40,C	หน่วยงานที่ดูแลสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝน อาทิเช่น กรมอุตุนิยมวิทยา (TMD) กรมชลประทาน (RID)
X	17,N,6	ค่าพิกัด UTM แกน X
Y	17,N,6	ค่าพิกัด UTM แกน Y
LAT	17,N,6	ค่าพิกัด Latitude (Decimal Degrees)
LONG	17,N,6	ค่าพิกัด Longitude (Decimal Degrees)

06-2 ชั้นข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย 30 ปี

Feature Name: RFAnnual_KLSB

Definition: ข้อมูลแสดงปริมาณน้ำฝนรายปี (เฉลี่ย 30 ปี) ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน

Feature Class: Vector (Polygon)

Source: วิเคราะห์ด้วยการประมาณค่าปริมาณน้ำฝนของสถานีวัดโดยใช้ซอฟต์แวร์ GIS

Field Name	Data type	Field Definition
AREA	17,N,5	ขนาดพื้นที่ (ตารางเมตร)
PERIMETER	17,N,5	ความยาวเส้นรอบรูป (เมตร)
RFA_ID	3,N,0	รหัสประเภทปริมาณน้ำฝน
RFA_RF	40,C	ค่าปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)
FRISK_CLS	3,N,0	รหัสประเภทปริมาณน้ำฝน สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยง อุทกภัย
FRISK_DES	40,C	คำอธิบายประเภทปริมาณน้ำฝน สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยง อุทกภัย
FRISK_WEG	10,N,5	ค่าน้ำหนักของแต่ละประเภทปริมาณน้ำฝน สำหรับวิเคราะห์ พื้นที่เสี่ยงอุทกภัย
LRISK_CLS	3,N,0	รหัสประเภทปริมาณน้ำฝน สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยดิน ถล่ม
LRISK_DES	40,C	คำอธิบายประเภทปริมาณน้ำฝน สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยง ภัยดินถล่ม
LRISK_WEG	10,N,5	ค่าน้ำหนักของแต่ละประเภทปริมาณน้ำฝน สำหรับวิเคราะห์ พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม

Theme 07 กลุ่มชั้นข้อมูลป่าไม้ (Forest)

07-1 ชั้นข้อมูลอุทยานแห่งชาติ

Feature Name: NPRK_KLSB

Definition: ข้อมูลแสดงขอบเขตบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน ที่มีแหล่งธรรมชาติหรือทิวทัศน์ที่สวยงาม ที่สงวนไว้เพื่อรักษาและทำการคุ้มครองทรัพยากรธรรมชาติให้คงอยู่ในสภาพธรรมชาติเดิมมิให้ถูกทำลายหรือเปลี่ยนแปลงไป

Source: กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

Feature Class: Vector (Polygon)

Field Name	Data type	Field Definition
AREA	17,N,5	ขนาดพื้นที่ (ตารางเมตร)
PERIMETER	17,N,5	ความยาวเส้นรอบรูป (เมตร)
NPRK_ID	3,N,0	รหัสระบุถึงลำดับของการประกาศจัดตั้งอุทยานแห่งชาติ มีค่าอยู่ระหว่าง 1 ถึง 900 สำหรับรหัส 901 หมายถึงพื้นที่กันออก 902 หมายถึง พื้นที่เพิกถอน
NPRK_NAM_T	50,C	ชื่ออุทยานแห่งชาติ (ภาษาไทย)
NPRK_NAM_E	50,C	ชื่ออุทยานแห่งชาติ (ภาษาอังกฤษ)
NPRK_Type	3,C	รหัสประเภทอุทยานแห่งชาติ
NPRK_DES	80,C	คำอธิบายประเภทอุทยานแห่งชาติ
Year_GAZ	4,C	ปีที่ประกาศจัดตั้ง

คำอธิบายข้อมูลประเภทอุทยานแห่งชาติ

ลำดับ	รหัส	คำอธิบาย
1	LNP	พื้นที่อุทยานแห่งชาติทางบก (Land National Park)
2	MNP	พื้นที่อุทยานแห่งชาติทางทะเล (Marine National Park)
3	RWA	พื้นที่กันออกหรือพื้นที่เพิกถอนในพื้นที่อุทยานแห่งชาติ (Revoked or Withdrawn Area)

07-2 ชั้นข้อมูลเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า

Feature Name: WLDS_KLSB

Definition: ข้อมูลแสดงขอบเขตของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน ที่กำหนดขึ้นเพื่อให้เป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าโดยปลอดภัย เพื่อให้สัตว์ป่าในพื้นที่ดังกล่าวจะได้มีโอกาสสืบพันธุ์ และขยายพันธุ์ตามธรรมชาติได้มากขึ้น และทำให้สัตว์ป่าบางชนิดมีโอกาสกระจายพันธุ์ออกไปในท้องที่แหล่งอื่นๆ ที่อยู่ใกล้เคียงกับเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า

Source: กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

Feature Class: Vector (Polygon)

Field Name	Data type	Field Definition
AREA	17,N,5	ขนาดพื้นที่ (ตารางเมตร)
PERIMETER	17,N,5	ความยาวเส้นรอบรูป (เมตร)
WLDS_ID	3,N,0	รหัสระบุถึงลำดับของการประกาศจัดตั้งเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า มีค่าอยู่ระหว่าง 1 ถึง 900 สำหรับรหัส 901 หมายถึงพื้นที่กันออก 902 หมายถึง พื้นที่เพิกถอน
WLDS_NAM_T	50,C	ชื่อเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าตามกฎหมาย (ภาษาไทย)
WLDS_NAM_E	50,C	ชื่อเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าตามกฎหมาย (ภาษาอังกฤษ)
WLDS_Type	3,C	รหัสประเภทเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า
WLDS_DES	80,C	คำอธิบายประเภทเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า
Year_GAZ	4,C	ปีที่ประกาศจัดตั้ง

คำอธิบายข้อมูลประเภทเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า

ลำดับ	รหัส	คำอธิบาย
1	WSA	พื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า (Wildlife Sanctuary Area)
2	RWA	พื้นที่กันออกหรือพื้นที่เพิกถอนในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า (Revoked or Withdrawn Area)

07-3 ชั้นข้อมูลป่าสงวนแห่งชาติ

Feature Name: NRF_KLSB

Definition: ข้อมูลแสดงขอบเขตพื้นที่ป่าของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน ที่ถูกกำหนดขึ้นเพื่อรักษาสภาพป่า ของป่า หรือทรัพยากรธรรมชาติอื่นๆ พิจารณาจากการคงสภาพของป่าธรรมชาติที่มีไม้เศรษฐกิจ เช่น ยาง สัก แดง เต็ง ฯลฯในพื้นที่

Source: กรมป่าไม้

Feature Class: Vector (Polygon)

Field Name	Data type	Field Definition
AREA	17,N,5	ขนาดพื้นที่ (ตารางเมตร)
PERIMETER	17,N,5	ความยาวเส้นรอบรูป (เมตร)
NRF_ID	4,N,0	รหัสระบุถึงลำดับของการประกาศเขตป่าสงวนแห่งชาติ มีค่าอยู่ระหว่าง 1 ถึง 1900 สำหรับรหัส 1901 หมายถึงพื้นที่กันออก 1902 หมายถึง พื้นที่เพิกถอน
NRF_NAM_T	50,C	ชื่อป่าสงวนแห่งชาติตามกฎหมาย (ภาษาไทย)
NRF_NAM_E	50,C	ชื่อป่าสงวนแห่งชาติตามกฎหมาย (ภาษาอังกฤษ)
NRF_Code	10,C	รหัสป่าสงวนแห่งชาติ ประกอบด้วย (1) รหัสของสำนักงานป่าไม้เขต 21 เขต (2) ลำดับของจังหวัดในสำนักงานป่าไม้เขต (3) จุด (.) และ (4-6) ลำดับของป่าสงวนแห่งชาติในแต่ละจังหวัด ตัวอย่างเช่น U1.001 หมายถึง ป่าสงวนแห่งชาติลำดับที่ 1 ของจังหวัดปัตตานีในสำนักงานป่าไม้เขตปัตตานี
NRF_Type	3,C	รหัสประเภทพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ
NRF_DES	80,C	คำอธิบายประเภทพื้นที่ป่าสงวนแห่งชาติ
Year_GAZ	4,C	ปีที่ประกาศจัดตั้ง

คำอธิบายข้อมูลประเภทป่าสงวนแห่งชาติ

ลำดับ	รหัส	คำอธิบาย
1	NRF	พื้นที่เขตป่าสงวนแห่งชาติ (National Reserve Forest Area)
2	RWA	พื้นที่กั้นออกหรือพื้นที่เพิกถอนในพื้นที่ป่าสงวนฯ (Revoked or Withdrawn Area)

Theme 08 กลุ่มชั้นข้อมูลดินและการใช้ที่ดิน (Soil&LandUse)

08-1 ชั้นข้อมูลชุดดิน

Feature Name: Soil_KLSB

Definition: ข้อมูลแสดงขอบเขตของชุดดินต่างๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน

Source: กรมพัฒนาที่ดิน

Feature Class: Vector (Polygon)

Field Name	Data type	Field Definition
AREA	17,N,5	ขนาดพื้นที่ (ตารางเมตร)
PERIMETER	17,N,5	ความยาวเส้นรอบรูป (เมตร)
Soil_SYM	10,C	สัญลักษณ์ชุดดิน
Soil_NAM_T	80,C	ชื่อชุดดิน (ภาษาไทย)
Soil_NAM_E	80,C	ชื่อชุดดิน (ภาษาอังกฤษ)
Texture	80,C	ลักษณะเนื้อดิน
Drainage	80,C	การระบายน้ำของดิน
Use	200,C	ความเหมาะสมการใช้ประโยชน์จากดินของชุดดิน
Limit	200,C	ข้อจำกัดของชุดดิน
FRISK_CLS	3,N,0	รหัสประเภทการระบายน้ำของดิน สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงอุทกภัย
FRISK_DES	80,C	คำอธิบายประเภทการระบายน้ำของดิน สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงอุทกภัย
FRISK_WEG	10,N,5	ค่าน้ำหนักของประเภทการระบายน้ำของดิน สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงอุทกภัย
LRISK_CLS	3,N,0	รหัสประเภทลักษณะเนื้อดิน สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม
LRISK_DES	80,C	คำอธิบายประเภทลักษณะเนื้อดิน สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม
LRISK_WEG	10,N,5	ค่าน้ำหนักของประเภทลักษณะเนื้อดิน สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม

08-2 ชั้นข้อมูลการใช้ที่ดิน

Feature Name: Landuse_KLSB

Definition: ข้อมูลแสดงขอบเขตลักษณะของพื้นที่ที่มนุษย์เข้าไปครอบครอง แล้วมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ หรือมีการทำกิจกรรมต่างๆ เพื่อสนองความต้องการของมนุษย์ เช่น การใช้พื้นที่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่กักเก็บน้ำ ใช้เป็นที่ตั้งบ้านเรือนที่อยู่อาศัย หรือเป็นที่ตั้งเขตอุตสาหกรรม

Feature Class: Vector (Polygon)

Source: กรมพัฒนาที่ดิน

Field Name	Data type	Field Definition
AREA	17,N,5	ขนาดพื้นที่ (ตารางเมตร)
PERIMETER	17,N,5	ความยาวเส้นรอบรูป (เมตร)
LUL1_CODE	5,C	รหัสประเภทการใช้ที่ดิน ระดับที่ 1
LUL1_NAM_T	80,C	ประเภทการใช้ที่ดินระดับที่ 1 (ภาษาไทย)
LUL1_NAM_E	80,C	ประเภทการใช้ที่ดินระดับที่ 1 (ภาษาอังกฤษ)
LUL2_CODE	5,C	รหัสประเภทการใช้ที่ดิน ระดับที่ 2
LUL2_NAM_T	80,C	ประเภทการใช้ที่ดินระดับที่ 2 (ภาษาไทย)
LUL2_NAM_E	80,C	ประเภทการใช้ที่ดินระดับที่ 2 (ภาษาอังกฤษ)
LUL3_CODE	20,C	รหัสประเภทการใช้ที่ดิน ระดับที่ 3
LUL3_NAM_T	80,C	ประเภทการใช้ที่ดินระดับที่ 3 (ภาษาไทย)
LUL3_NAM_E	80,C	ประเภทการใช้ที่ดินระดับที่ 3 (ภาษาอังกฤษ)
FRISK_CLS	3,N,0	รหัสการใช้ที่ดิน สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงอุทกภัย
FRISK_DES	80,C	คำอธิบายการใช้ที่ดิน สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงอุทกภัย
FRISK_WEG	10,N,5	ค่าน้ำหนักการใช้ที่ดิน สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงอุทกภัย
LRISK_CLS	3,N,0	รหัสการใช้ที่ดิน สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม
LRISK_DES	80,C	คำอธิบายการใช้ที่ดิน สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม
LRISK_WEG	10,N,5	ค่าน้ำหนักการใช้ที่ดิน สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม

Theme 09 กลุ่มชั้นข้อมูลลักษณะทางธรณีวิทยา (Geology)

09-1 ชั้นข้อมูลลักษณะธรณีวิทยา

Feature Name: Geology_KLSB

Definition: ข้อมูลแสดงขอบเขตลักษณะทางธรณีวิทยา ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน

Feature Class: Vector (Polygon)

Source: กรมทรัพยากรธรณี

Field Name	Data type	Field Definition
AREA	17,N,5	ขนาดพื้นที่ (ตารางเมตร)
PERIMETER	17,N,5	ความยาวเส้นรอบรูป (เมตร)
GEO_SYM	20,C	สัญลักษณ์ลักษณะธรณีวิทยา (แทนชื่อหมวดหิน/กลุ่มหิน)
GEO_NAM_T	100,C	ชื่อหมวดหิน/กลุ่มหิน (ภาษาไทย)
GEO_NAM_E	100,C	ชื่อหมวดหิน/กลุ่มหิน (ภาษาอังกฤษ)
GEO_DES_T	254,C	คำอธิบายลักษณะธรณีวิทยาของหมวดหิน/กลุ่มหิน (ภาษาไทย)
GEO_DES_E	254,C	คำอธิบายลักษณะธรณีวิทยาของหมวดหิน/กลุ่มหิน (ภาษาอังกฤษ)
ROCK_T	50,C	ชนิดหิน (ภาษาไทย)
ROCK_E	50,C	ชนิดหิน (ภาษาอังกฤษ)
LRISK_CLS	3,N,0	รหัสประเภทลักษณะธรณีวิทยา สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม
LRISK_DES	254,C	คำอธิบายประเภทลักษณะธรณีวิทยา สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม
LRISK_WEG	10,N,5	ค่าน้ำหนักของประเภทลักษณะธรณีวิทยา สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม

09-2 ชั้นข้อมูลลักษณะธรณีวิทยาโครงสร้าง

Feature Name: GEOSTC_KLSB

Definition: ข้อมูลแสดงลักษณะธรณีวิทยาโครงสร้างต่างๆ อาทิเช่น รอยคดโค้ง รอยเลื่อน รอยแตก รอยแยก หรือลายเส้น ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน

Feature Class: Vector (Line)

Source: กรมทรัพยากรธรณี

Field Name	Data type	Field Definition
Length	17,N,5	ความยาว (เมตร)
STC_Type	8,N,0	รหัสแสดงลักษณะธรณีวิทยาโครงสร้าง
STC_DES_T	100,C	คำอธิบายลักษณะธรณีวิทยาโครงสร้าง (ภาษาไทย)
STC_DES_E	100,C	คำอธิบายลักษณะธรณีวิทยาโครงสร้าง (ภาษาอังกฤษ)

09-3 ชั้นข้อมูลระยะห่างจากรอยเลื่อน

Feature Name: FaultDIST_KLSB

Definition: ข้อมูลแสดงระยะห่างจากแนวรอยเลื่อน/รอยแตก/รอยแยก/ลายเส้นในพื้นที่ลุ่มน้ำ
คลองหลังสวน

Feature Class: Vector (Polygon)

Source: การวิเคราะห์ระยะห่างจากแนวรอยเลื่อน/รอยแตก/รอยแยก/ลายเส้นของข้อมูลธรณี
วิทยาโครงสร้าง โดยใช้ซอฟต์แวร์ GIS

Field Name	Data type	Field Definition
AREA	17,N,5	ขนาดพื้นที่ (ตารางเมตร)
PERIMETER	17,N,5	ความยาวเส้นรอบรูป (เมตร)
FLDIST_ID	3,N,0	รหัสประจำระยะห่างจากแนวรอยเลื่อน/รอยแตก/รอยแยก/ ลายเส้น สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม
FLDIST_DES	10,N,5	ค่าระยะห่างจากแนวรอยเลื่อน/รอยแตก/รอยแยก/ลายเส้น (เมตร)
LRISK_CLS	3,N,0	รหัสประจำประเภทระยะห่างจากแนวรอยเลื่อน/รอยแตก/ รอยแยก/ลายเส้น สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม
LRISK_DES	20,C	ค่าระยะห่างจากแนวรอยเลื่อน/รอยแตก/รอยแยก/ลายเส้น (เมตร) สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม
LRISK_WEG	10,N,5	ค่าน้ำหนักของระยะห่างจากแนวรอยเลื่อน/รอยแตก/รอย แยก/ลายเส้น สำหรับวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม

Theme 10 กลุ่มชั้นข้อมูลอุทกภัยและดินถล่ม (Flood&Landslide)

10-1 ชั้นข้อมูลแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย

Feature Name: F_RISK_KLSB

Definition: ข้อมูลแสดงขอบเขตบริเวณพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน

Feature Class: Vector (Polygon)

Source: การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงอุทกภัยด้วยวิธีเชิงสถิติ ร่วมกับซอฟต์แวร์ GIS

Field Name	Data type	Field Definition
AREA	17,N,5	ขนาดพื้นที่ (ตารางเมตร)
PERIMETER	17,N,5	ความยาวเส้นรอบรูป (เมตร)
FRISK_ID	3,N,0	รหัสประจำระดับความเสี่ยงอุทกภัย
FRISK_T	50,C	คำอธิบายระดับความเสี่ยงอุทกภัย (ภาษาไทย)
FRISK_E	50,C	คำอธิบายระดับความเสี่ยงอุทกภัย (ภาษาอังกฤษ)

10-2 ชั้นข้อมูลแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม

Feature Name: L_RISK_KLSB

Definition: ข้อมูลแสดงขอบเขตบริเวณพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน

Feature Class: Vector (Polygon)

Source: การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มด้วยวิธีเชิงสถิติ ร่วมกับซอฟต์แวร์ GIS

Field Name	Data type	Field Definition
AREA	17,N,5	ขนาดพื้นที่ (ตารางเมตร)
PERIMETER	17,N,5	ความยาวเส้นรอบรูป (เมตร)
LRISK_ID	3,N,0	รหัสประจำระดับความเสี่ยงภัยดินถล่ม
LRISK_T	50,C	คำอธิบายระดับความเสี่ยงภัยดินถล่ม (ภาษาไทย)
LRISK_E	50,C	คำอธิบายระดับความเสี่ยงภัยดินถล่ม (ภาษาอังกฤษ)

10-3 ชั้นข้อมูลตำแหน่งอุทกภัย

Feature Name: F_LOC_KLSB

Definition: ข้อมูลแสดงตำแหน่งเหตุการณ์อุทกภัย ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน

Feature Class: Vector (Point)

Source: ข้อมูลจากการทำกรมอำเภอพะโต๊ะ อำเภอหลังสวน กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย และการลงสำรวจในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน

Field Name	Data type	Field Definition
F_Code	10,C	รหัสประจำตำแหน่งอุทกภัย
F_Name	254,C	ชื่อตำแหน่งอุทกภัย
Village	254,C	หมู่บ้านที่เป็นที่ตั้ง
X	17,N,6	ค่าพิกัด UTM แกน X
Y	17,N,6	ค่าพิกัด UTM แกน Y
Date	20,C	วัน-เดือน-ปี/เดือน/ปี ที่เกิดเหตุการณ์อุทกภัย
F_LOSS1	254,C	ความเสียหายของอาคารและ/หรือสิ่งก่อสร้างที่อยู่ในบริเวณ (เสียหายทั้งหลัง เสียหายบางส่วน หรือไม่ได้รับความเสียหาย)
F_LOSS2	254,C	ความเสียหายของเครื่องใช้ อุปกรณ์ และ/หรือสิ่งของต่างๆที่อยู่ในบริเวณ (ชนิดทรัพย์สินและจำนวนความเสียหาย)
F_LOSS3	254,C	ความเสียหายของยานพาหนะที่อยู่ในบริเวณ (ชนิดยานพาหนะและจำนวนความเสียหาย)
F_LOSS4	254,C	ความเสียหายของเครื่องมือเครื่องใช้ในการเกษตรที่อยู่ในบริเวณ (ชนิดเครื่องมือและจำนวนความเสียหาย)
F_LOSS5	254,C	ความเสียหายของทรัพยากรหรือผลผลิตด้านการเกษตร ปศุสัตว์ และประมง ที่อยู่ในบริเวณ
F_LOSS6	254,C	ความเสียหายอื่นๆ ที่อยู่ในบริเวณ
F_HELP	254,C	การได้รับการช่วยเหลือจากหน่วยงานของรัฐหรือองค์กรที่เกี่ยวข้อง

10-4 ชั้นข้อมูลตำแหน่งดินถล่ม

Feature Name: L_LOC_KLSB

Definition: ข้อมูลแสดงตำแหน่งเหตุการณ์ดินถล่ม ในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน

Feature Class: Vector (Point)

Source: ข้อมูลจากการทำกรมอำเภอพะโต๊ะ อำเภอหลังสวน กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย และการลงสำรวจในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน

Field Name	Data type	Field Definition
L_Code	10,C	รหัสประจำตำแหน่งดินถล่ม
L_Name	254,C	ชื่อตำแหน่งดินถล่ม
Village	254,C	หมู่บ้านที่เป็นที่ตั้ง
X	17,N,6	ค่าพิกัด UTM แกน X
Y	17,N,6	ค่าพิกัด UTM แกน Y
Date	20,C	วัน-เดือน-ปี/เดือน/ปี ที่เกิดเหตุการณ์ดินถล่ม
L_LOSS1	254,C	ความเสียหายของอาคารและ/หรือสิ่งก่อสร้างที่อยู่ในบริเวณ (เสียหายทั้งหลัง เสียหายบางส่วน หรือไม่ได้รับความเสียหาย)
L_LOSS2	254,C	ความเสียหายของเครื่องใช้ อุปกรณ์ และ/หรือสิ่งของต่างๆที่อยู่ในบริเวณ (ชนิดทรัพย์สินและจำนวนความเสียหาย)
L_LOSS3	254,C	ความเสียหายของยานพาหนะที่อยู่ในบริเวณ (ชนิดยานพาหนะและจำนวนความเสียหาย)
L_LOSS4	254,C	ความเสียหายของเครื่องมือเครื่องใช้ในการเกษตรที่อยู่ในบริเวณ (ชนิดเครื่องมือและจำนวนความเสียหาย)
L_LOSS5	254,C	ความเสียหายของทรัพยากรหรือผลผลิตด้านการเกษตร ปศุสัตว์ และประมง ที่อยู่ในบริเวณ
L_LOSS6	254,C	ความเสียหายอื่นๆ ที่อยู่ในบริเวณ
L_HELP	254,C	การได้รับการช่วยเหลือจากหน่วยงานของรัฐหรือองค์กรที่เกี่ยวข้อง

Theme 11 กลุ่มชั้นข้อมูลราสเตอร์หรือข้อมูลภาพแผนที่ (Raster)

11-1 ชั้นข้อมูลความสูงภูมิประเทศเชิงเลข ASTER GDEM

Feature Name: ASTER_GDEM_KLSB

Definition: ข้อมูลความสูงภูมิประเทศเชิงเลข ของดาวเทียม ASTER ความละเอียด 30 เมตร ของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน ซึ่งมีการแสดงค่าระดับความสูง (elevation)

Feature Class: Raster

Source: หน่วยงาน United States Geological Survey (USGS)

Field Name	Data type	Field Definition
GridID	9,N,0	หมายเลขประจำจุดกริดหรือกริดเซลล์ เป็นหมายเลขเฉพาะที่ไม่ซ้ำกันในแต่ละไฟล์ข้อมูล
ELEV	17,N,5	ค่าระดับความสูง (จากระดับน้ำทะเล) (เมตร)

11-2 ชั้นข้อมูลความสูงต่ำเชิงเงา (Hillshade)

Feature Name: Hillshade_KLSB

Definition: ข้อมูลแสดงความสูงต่ำเชิงเงาของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน

Feature Class: Raster

Source: การวิเคราะห์ข้อมูล ASTER GDEM โดยใช้ซอฟต์แวร์ GIS

Field Name	Data type	Field Definition
GridID	9,N,0	หมายเลขประจำจุดกริดหรือกริดเซลล์ เป็นหมายเลขเฉพาะที่ไม่ซ้ำกันในแต่ละไฟล์ข้อมูล
ELEV	17,N,5	ค่าระดับความสูง

11-3 ชั้นข้อมูลภาพแผนที่ภูมิประเทศ (Topographic Map)

Feature Name: TOPO_KLSB

Definition: ข้อมูลภาพแผนที่ภูมิประเทศ แสดงรูปแผนที่ของพื้นที่ ที่ครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำคลองหลังสวน โดยจะมีค่าของข้อมูลคือค่าความสว่างของคลื่นแสดงสีแดง เขียว และน้ำเงิน ซึ่งเป็นแม่สีที่ประกอบกันเป็นสีต่างๆ

Feature Class: Raster

Source: กรมแผนที่ทหาร

