

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น
เพื่อวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม จังหวัดนครศรีธรรมราช



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ
กรกฎาคม 2558

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น
เพื่อวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม จังหวัดนครศรีธรรมราช



ปริญญานิพนธ์
ของ
วิศรุต วัระสัย

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ

กรกฎาคม 2558

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น
เพื่อวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม จังหวัดนครศรีธรรมราช



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ
กรกฎาคม 2558

วิศรุต วิระชัย. (2558). การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นเพื่อวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มจังหวัดนครศรีธรรมราช. ปรินญาณพนธ์ วท.ม. (ภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม: รองศาสตราจารย์ ดร. วิชัย พันธนะหิรัญ. อาจารย์ ดร. สถาพร มนต์ประภัสสร.

จังหวัดนครศรีธรรมราชเป็นจังหวัดหนึ่งในภาคใต้ที่มีพื้นที่เสี่ยงต่อภัยพิบัติแผ่นดินถล่มมากและมีเหตุการณ์แผ่นดินถล่มเกิดขึ้นบ่อยครั้ง ดังนั้นการศึกษาวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยพิบัติแผ่นดินถล่มเป็นเรื่องที่ต้องให้ความสำคัญในระดับแรก การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับศึกษาพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม โดยการหาค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นเป็นทางเลือกหนึ่งของการศึกษาหาพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม ผลการศึกษาพบว่าข้อมูลเชิงพื้นที่ของพื้นที่เสี่ยงภัยของจังหวัดนครศรีธรรมราชที่วิเคราะห์หาค่าถ่วงน้ำหนักด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น 6 ปัจจัย คือ ชนิดของหิน (0.24) ปริมาณน้ำฝน (0.23) ความลาดชัน (0.22) การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (0.15) ทิศทางความลาดชัน (0.09) และระยะห่างจากทางน้ำ (0.07) แบ่งเป็นพื้นที่เสี่ยงภัย 3 ระดับ รายละเอียดดังนี้ พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มต่ำเท่ากับ 34.62 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มปานกลางเท่ากับ 817.84 ตารางกิโลเมตร และพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มสูงเท่ากับ 618.04 ตารางกิโลเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มจากการนำเสนอของกรมทรัพยากรธรณีโดยซ้อนทับข้อมูลและวิเคราะห์พื้นที่ด้วยตารางเปรียบเทียบ พบว่ามีพื้นที่ที่มีค่าระดับเสี่ยงภัยซ้ำกันของ 2 วิธีคิดร้อยละ 42.84 ซึ่งมีพื้นที่ที่มีค่าระดับความเสี่ยงซ้ำกันทั้งหมดเท่ากับ 629.96 ตารางกิโลเมตร โดยคิดเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มสูงมีค่าระดับความเสี่ยงซ้ำกันเท่ากับ 328.09 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มปานกลางมีพื้นที่ที่มีค่าความเสี่ยงซ้ำกันทั้งหมดเท่ากับ 299.23 ตารางกิโลเมตร และพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มต่ำมีพื้นที่ที่มีค่าความเสี่ยงซ้ำกันทั้งหมดเท่ากับ 2.64 ตารางกิโลเมตร ทั้งนี้ มีหมู่บ้านเสี่ยงภัยที่อยู่ในพื้นที่ศึกษา 34 หมู่บ้าน 9 อำเภอ

คำสำคัญ : แผ่นดินถล่ม กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

APPLICATION OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM AND ANALYTIC
HIERARCHY PROCESS FOR LANDSLIDE RISK AREA ANALYSIS:
NAKHON SI THAMMARAT PROVINCE



Presented in Partial fulfillment of the requirements for the
Master of Science Degree in Geography and Geoinformatics
at Srinakharinwirot University
July 2015

Wisaruta Veerasai. (2015). **Application of Geographic Information System And Analytic**

Hierarchy Process for Landslide Risk Area Analysis: Nakhon Si Thammarat Province.

Master thesis, M.Sc. (Geography and Geoinformatics). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Adviser Committee: Assoc. Prof. Dr. Wichai Pantanahiran, Dr. Sathaporn Monprapussorn.

Nakhon Si Thammarat province is one of the risk areas for natural landslide disasters. Therefore, analysis for landslide risk areas is given priority for this study. Geographic Information System (GIS) and Analytic Hierarchy Process (AHP) were applied for landslide analysis. Six AHP index factors representing the importance of analysis factors including Rock Type (0.24), Rain (0.23), Slope (0.22), Land use (0.15), Aspect slope (0.09), and Distance from stream (0.07) were used. The factors of AHP were considered for landslide risk analysis and compared with the another methodology proposed by Department of Mineral and Resources. The study areas cover the area of 1,470.50 km². The result was overlaid on the landslide risk developed by Department of Mineral Resources. Cross tabulation was used to compare both methods. The results showed that the common area of both methods was 42.84 percent (629.96 km²) including High risk areas (328.09 km²) Medium risk areas (299.23 km²) and Low risk areas (2.64 km²). In addition, there are 34 villages within 9 districts located along the study area, which would be affected from landslides and flash flood.

Keyword: Landslide, Analytical Hierarchy, Geographic Information System

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น
เพื่อวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม จังหวัดนครศรีธรรมราช

ของ

วิศรุตตา วีระสัย

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)

วันที่ เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2558

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ที่ปรึกษาหลัก

.....ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชัย พันธะหิรัญ)

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชาลี นาวานุเคราะห์)

.....ที่ปรึกษาร่วม

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.สถาพร มนต์ประภัสสร)

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิชัย พันธะหิรัญ)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.สถาพร มนต์ประภัสสร)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.สุรชาติพิทย์ ชวนะเวสสกุล)

ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.วิชัย พันธะหิรัญ และอาจารย์ ดร.สถาพร มนต์ประภัสสร ที่คอยแนะนำ ชี้แนะ ตรวจสอบข้อบกพร่องต่างๆ ให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี ขอบพระคุณประธานกรรมการสอบปากเปล่า รองศาสตราจารย์ ดร.ชาลี นาวานุเคราะห์ ขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.สุรชาติพิทย์ ชวนะเวสสกุล ที่ปรึกษาทั่วไป อาจารย์ ดร. ชีรเวทย์ ลิ้มโกลมวิลาส ที่ให้คำแนะนำเรื่องการใช้โปรแกรมเชิงเทคนิค ขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาภูมิศาสตร์ที่ให้ความรู้และกำลังใจ ขอบพระคุณบุคลากรฝ่ายธุรการประจำภาควิชา ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านเอกสารตลอดมา ขอบพระคุณหน่วยงาน กรมทรัพยากรธรณี กรมพัฒนาที่ดิน และกรมอุตุนิยมวิทยา ที่ให้อำนวยความสะดวกข้อมูลและตอบแบบสอบถามเพื่อใช้ในการวิเคราะห์สำหรับงานวิจัย สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคุณแม่ คุณพ่อ และน้องชายที่คอยให้กำลังใจเสมอมา

วิศรุตตา วีระสัย

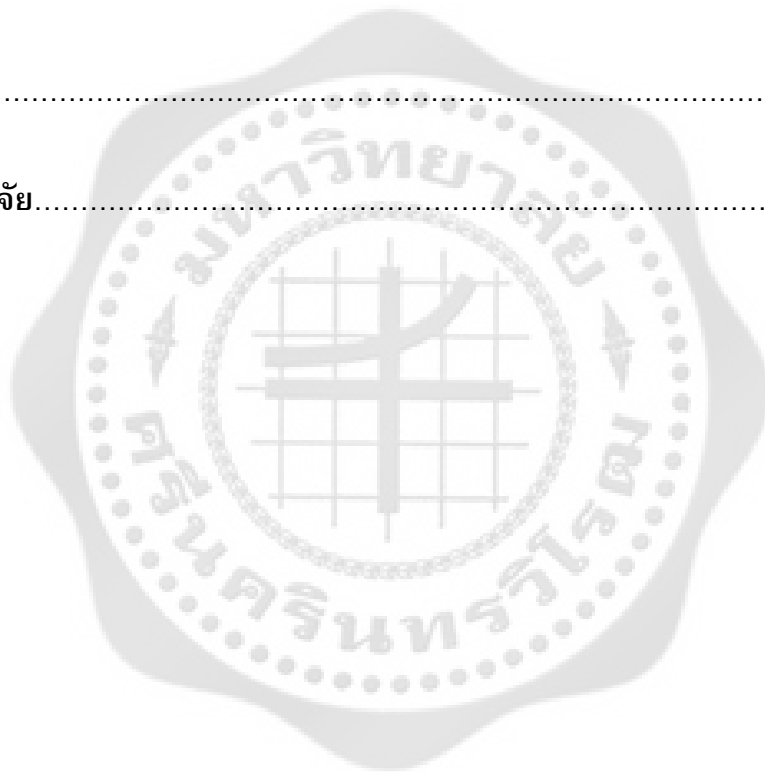


สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
วัตถุประสงค์	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	2
ความสำคัญของการวิจัย	2
ขอบเขตของการวิจัย	2
นิยามคำศัพท์เฉพาะ	2
กรอบแนวคิดในการวิจัย	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่ศึกษา จังหวัดนครศรีธรรมราช	4
ภัยพิบัติแผ่นดินถล่ม	15
ปัจจัยที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม	16
กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น	21
ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	25
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	27
3 วิธีดำเนินการวิจัย	39
ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา	39
เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา	40
ขั้นตอนการศึกษา	40
การวิเคราะห์ข้อมูล	42
การวิเคราะห์พื้นที่ด้วยตารางเปรียบเทียบ	47
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	48
ผลจากการหาค่าความสำคัญจากกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น	48
ผลจากการวิเคราะห์พื้นที่ด้วยตารางเปรียบเทียบ	63

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ	72
สรุปผล.....	72
อภิปราย.....	75
ข้อเสนอแนะ.....	76
บรรณานุกรม.....	77
ภาคผนวก.....	83
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	90



บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 การใช้ประโยชน์ที่ดินของจังหวัดนครศรีธรรมราช.....	7
2 ข้อมูลประชากรของจังหวัดนครศรีธรรมราช.....	8
3 แสดงบันทึกเหตุการณ์แผ่นดินถล่มในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช.....	14
4 ค่าปัจจัยและน้ำหนักในการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม ของกรมทรัพยากรธรณี.....	18
5 ระดับของความสำคัญและความหมายในการวินิจฉัยกระบวนการวิเคราะห์ ตามลำดับชั้น.....	21
6 ตัวอย่างตารางเมทริกซ์ที่ใช้แสดงการเปรียบเทียบเป็นคู่.....	23
7 คะแนนความสำคัญของแต่ละปัจจัย.....	23
8 การทำ Normalize และคำนวณค่าน้ำหนัก.....	24
9 ตารางเทียบมาตรฐานค่า Random Consistency Index: RI	24
10 ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์แผ่นดินถล่ม.....	33
11 สรุปคำอธิบายสาเหตุของแต่ละปัจจัยที่นำมาใช้วิจัย.....	37
12 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาและหน่วยงานเจ้าของข้อมูล.....	39
13 ผู้เชี่ยวชาญด้านธรณีพิบัติภัยและผู้เชี่ยวชาญในพื้นที่จากหน่วยงานต่างๆ.....	42
14 การประเมินความเหมาะสมของปัจจัยที่ใช้ในการศึกษาตามค่าคะแนนของ Saaty	42
15 การจับคู่ค่าเกณฑ์ตัดสินปัจจัยหลัก.....	43
16 การเปรียบเทียบระหว่างปัจจัย โดยผู้เชี่ยวชาญให้ค่าคะแนนจำนวน 6 คน.....	45
17 ระดับความเสี่ยงและช่วงคะแนน.....	47
18 แสดงค่าความสำคัญของแต่ละปัจจัย.....	48
19 แสดงค่าน้ำหนักของปัจจัยหลัก ค่าคะแนนของปัจจัยรอง และค่าคะแนน วิเคราะห์	49
20 แสดงขนาดพื้นที่พิจารณาจากปัจจัยชนิดของหิน.....	51
21 แสดงขนาดพื้นที่พิจารณาจากปัจจัยปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี.....	53
22 แสดงขนาดพื้นที่พิจารณาจากปัจจัยความลาดชันของพื้นที่.....	55
23 แสดงขนาดพื้นที่พิจารณาจากปัจจัยการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน.....	57
24 แสดงขนาดพื้นที่พิจารณาจากปัจจัยทิศทางความลาดชันในแต่ละทิศทาง.....	59
25 แสดงขนาดพื้นที่พิจารณาจากปัจจัยระยะห่างจากทางน้ำ.....	61
26 แสดงผลการเปรียบเทียบพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มด้วย 2 วิธีการ.....	63

บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
27 แสดงผลการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มด้วยตารางเปรียบเทียบ.....	67
28 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบปัจจัยที่ใช้ในกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น และของ กรมทรัพยากรธรณี.....	69
29 แสดงข้อมูลหมู่บ้านเสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มในพื้นที่เสี่ยงภัย 9อำเภอ.....	70
30 คะแนนปัจจัยหลักที่ใช้ในการศึกษาพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1	84
31 คะแนนปัจจัยหลักที่ใช้ในการศึกษาพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2	85
32 คะแนนปัจจัยหลักที่ใช้ในการศึกษาพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3	86
33 คะแนนปัจจัยหลักที่ใช้ในการศึกษาพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4	87
34 คะแนนปัจจัยหลักที่ใช้ในการศึกษาพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5	88
35 คะแนนปัจจัยหลักที่ใช้ในการศึกษาพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 6	89



บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	3
2 แผนที่แสดงขอบเขตอำเภอและขอบเขตพื้นที่ภูเขาที่ระดับต่างๆ ของจังหวัดนครศรีธรรมราช.....	5
3 แผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดนครศรีธรรมราช.....	13
4 สภาพพื้นที่แผ่นดินถล่ม บริเวณตำบลกระทุ่ม อำเภอฟิปูน จังหวัดนครศรีธรรมราช พ.ศ. 2531.....	15
5 ขั้นตอนกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น.....	22
6 องค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....	26
7 สรุปปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	36
8 ขั้นตอนการหาค่าถ่วงน้ำหนักด้วยกระบวนการวิเคราะห์ลำดับชั้น.....	41
9 แผนที่แสดงชนิดของหิน.....	52
10 แผนที่แสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี.....	54
11 แผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่.....	56
12 แผนที่แสดงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน.....	58
13 แผนที่แสดงทิศทางการความลาดชัน.....	60
14 แผนที่แสดงระยะห่างจากทางน้ำ.....	62
15 แผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น	64
16 แผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มของกรมทรัพยากรธรณี.....	65
17 แผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยที่มีค่าความเสี่ยงซ้ำกันของ 2 วิธีการ.....	68

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

แผ่นดินถล่มในประเทศไทย ส่วนใหญ่เกิดจากปริมาณน้ำฝนที่ตกต่อเนื่องกันในพื้นที่ โดยเฉพาะพื้นที่บริเวณภูเขาสูงที่มีความลาดชันมาก อยู่ใกล้ทางน้ำไหล สำหรับภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีโอกาสเกิดแผ่นดินถล่มในช่วงฤดูฝนระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม ส่วนภาคใต้จะเกิดในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม สำหรับในบริเวณพื้นที่ศึกษา เมื่อวันที่ 22 พฤศจิกายน 2531 บริเวณบ้านกะทูนเหนือ อำเภอพิปูน จังหวัดนครศรีธรรมราช เกิดเหตุการณ์แผ่นดินถล่มและน้ำป่าไหลหลากทำให้มีคนเสียชีวิตและบ้านเรือนเสียหายเป็นจำนวนมาก (กรมทรัพยากรธรณี. 2550: 20) ช่วงเวลาดังกล่าว ไม่มีหน่วยงานใดศึกษาถึงรายละเอียดสาเหตุและผลกระทบของการเกิดแผ่นดินถล่มในพื้นที่ รวมถึงการศึกษากิจการบริหารจัดการพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม และระบบเตือนภัยที่เหมาะสมอย่างเป็นระบบ

หลังจากเหตุการณ์ดังกล่าวเป็นเหตุการณ์สำคัญที่ทำให้เริ่มมีการรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษา และจัดทำพื้นที่เสี่ยงภัยพิบัติแผ่นดินถล่มกันมากขึ้น โดยทั่วไปนั้นจะนำแบบจำลองคณิตศาสตร์ หรือแบบจำลองเชิงวิศวกรรมด้วยปัจจัยที่แตกต่างกันตามความเหมาะสมของพื้นที่ วิธีการดังกล่าวมีความซับซ้อน ประกอบกับใช้ปัจจัยที่ต้องใช้ทรัพยากรและเวลาในการดำเนินการมาก

จังหวัดนครศรีธรรมราชเป็นจังหวัดหนึ่งในภาคใต้ที่มีพื้นที่เสี่ยงต่อภัยพิบัติแผ่นดินถล่มมาก และเกิดเหตุการณ์แผ่นดินถล่มเกิดขึ้นบ่อยครั้ง โดยเฉพาะในพื้นที่ 5 อำเภอ คือ อำเภอพิปูน ลานสกา ขนอม สีชล และนบพิตำ การศึกษาวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยพิบัติแผ่นดินถล่มเป็นเรื่องที่ต้องให้ความสำคัญในระดับต้นๆ การใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ร่วมกับกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้นสำหรับศึกษาพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม เป็นทางเลือกหนึ่งของการศึกษาหาพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มที่มีการวิเคราะห์ที่น่าเชื่อถือและไม่ยุ่งยากซับซ้อน ทั้งยังใช้เวลาในการวิเคราะห์สั้น และสามารถใช้เป็นแนวทางในการศึกษากิจการวิเคราะห์ด้วยวิธีการดังกล่าวกับพื้นที่ศึกษาอื่นๆ ต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหาพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ร่วมกับกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้น
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มด้วยการถ่วงค่าน้ำหนักของปัจจัยเสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้น กับพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มด้วยกระบวนการวิเคราะห์สมการทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อน

ความมุ่งหมายของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อหาพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มจากปัจจัย 6 ปัจจัย คือ ชนิดของหิน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี ความลาดชันของพื้นที่ การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ทิศทางความลาดชัน และระยะห่างจากทางน้ำ ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
2. เพื่อหาค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัย 6 ปัจจัย ด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น
3. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มจากค่าถ่วงน้ำหนักด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นและพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มจากค่าถ่วงน้ำหนักด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ของกรมทรัพยากรธรณี

ความสำคัญของการวิจัย

การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นมาใช้ในการศึกษาพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มจังหวัดนครศรีธรรมราช

ขอบเขตของการวิจัย

1. พื้นที่ศึกษาบริเวณเทือกเขาสูงจังหวัดนครศรีธรรมราช
2. ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น และวิธีวิเคราะห์พื้นที่ด้วยตารางเปรียบเทียบ
3. ปัจจัยที่ใช้ศึกษา 6 ปัจจัย คือ ชนิดของหิน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี ความลาดชันของพื้นที่ การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ทิศทางความลาดชัน และระยะห่างจากทางน้ำ

นิยามคำศัพท์เฉพาะ

แผ่นดินถล่ม ตามความหมายของราชบัณฑิตยสถานศัพท์ธรณีวิทยา (2544: 198) คือ คำทั่วไปที่ใช้เรียกการเคลื่อนที่ของแผ่นดิน และกระบวนการซึ่งเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของแผ่นดินและกระบวนการซึ่งเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของดิน หิน ตามแนวลาดชัน เนื่องจากแรงดึงดูดของโลกการเคลื่อนที่ของมวลเหล่านี้มีความเร็วปานกลางถึงเร็วมาก

กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น หมายถึง กระบวนการที่ช่วยในการตัดสินใจ โดยมีลำดับขั้นตอนในการตัดสินใจเพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหา หรือทางเลือกของปัญหา ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ กำหนดปัญหา กำหนดเกณฑ์/ปัจจัยในการแก้ไขปัญหาหลัก วินิจฉัยเปรียบเทียบเกณฑ์/ปัจจัยหลัก กำหนดเกณฑ์/ปัจจัยในการแก้ไขปัญหารอง วินิจฉัยเปรียบเทียบเกณฑ์/ปัจจัยรอง และคำนวณหาการตัดสินใจที่เหมาะสม

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มในจังหวัดนครศรีธรรมราชด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และหาค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

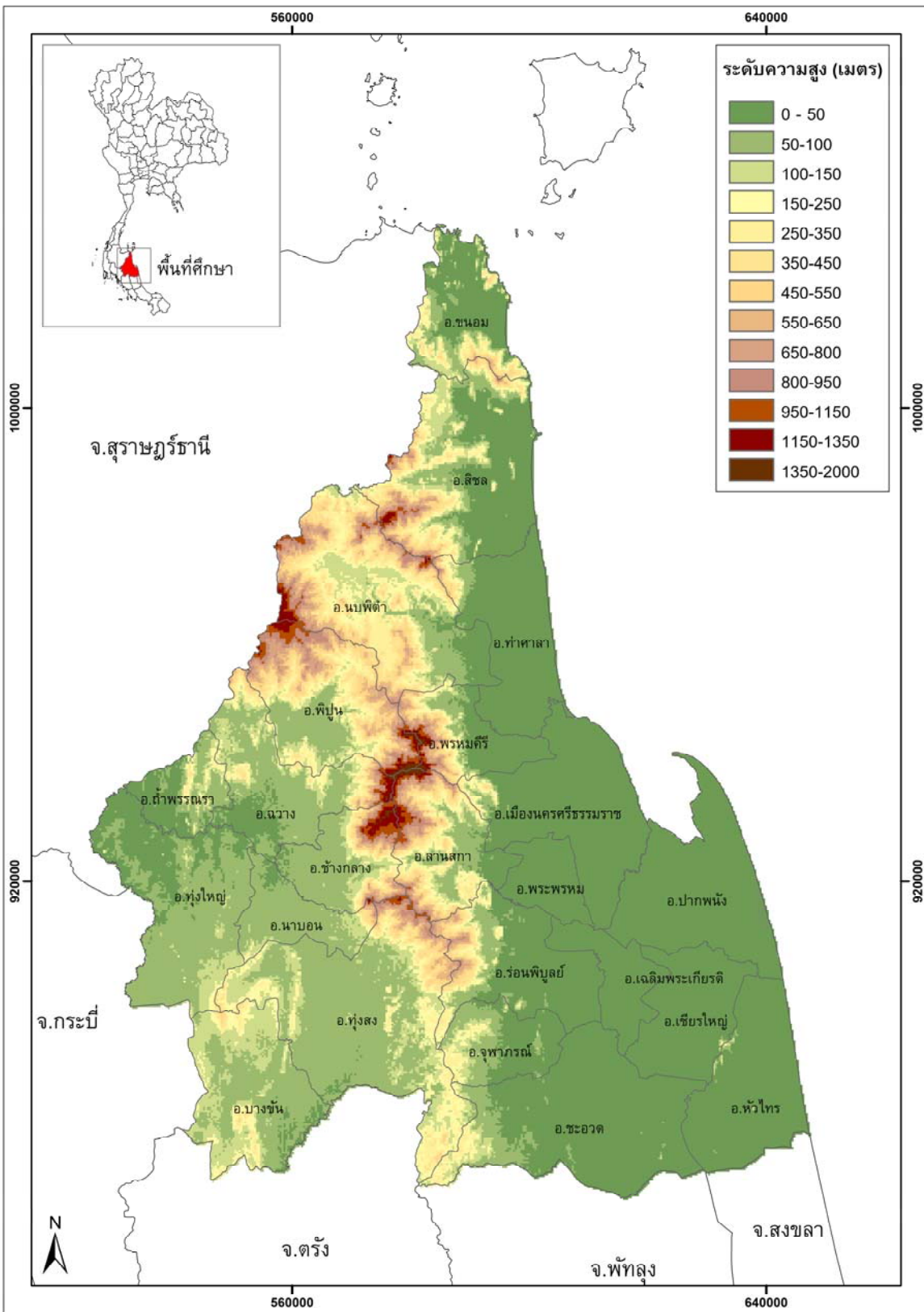
1. ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่ศึกษา จังหวัดนครศรีธรรมราช
2. ภัยพิบัติแผ่นดินถล่ม
3. ปัจจัยที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม
4. กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น
5. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
6. สรุปผลการศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่ศึกษา จังหวัดนครศรีธรรมราช

จังหวัดนครศรีธรรมราชเป็นจังหวัดที่มีขนาดใหญ่เป็นอันดับสองของภาคใต้มีเนื้อที่ประมาณ 6,214,064 ไร่ หรือประมาณ 9,942.502 ตารางกิโลเมตรประมาณร้อยละ 1.98 ของพื้นที่ทั้งประเทศ

ที่ตั้งของตัวจังหวัดอยู่ที่ละติจูด $8^{\circ} 25' 7''$ N และลองจิจูด $99^{\circ} 57' 49''$ E มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดต่างๆ ดังนี้ (ภาพประกอบ 2)

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ	อำเภอดอนสัก จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ทิศใต้	ติดต่อกับ	อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา อำเภอป่าพะยอม อำเภอกวนขนุน จังหวัดพัทลุง และอำเภอวังวิเศษ อำเภอรัษฎา อำเภอห้วยยอด จังหวัดตรัง
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ	อ่าวไทยเป็นชายฝั่งทะเลบริเวณอำเภอขนอม อำเภอสิชล อำเภอกำสาลา อำเภอเมืองนครศรีธรรมราช อำเภอปากพะนัง อำเภอหัวไทร มีความยาว 225 กิโลเมตร
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ	อำเภอกาญจนดิษฐ์ อำเภอบ้านนาสาร อำเภอเวียงสระ อำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี และอำเภอเขาพนม อำเภอลำทับ จังหวัดกระบี่



ภาพประกอบ 2 แผนที่แสดงขอบเขตอำเภอและขอบเขตพื้นที่ภูเขาที่ระดับต่างๆของจังหวัด นครศรีธรรมราช

ลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดนครศรีธรรมราชแตกต่างกันไปตามลักษณะของทิวเขานครศรีธรรมราชซึ่งเป็นทิวเขาที่มีความยาวตามแนวทิศเหนือ-ใต้ทำให้ภูมิประเทศของจังหวัดนครศรีธรรมราชสามารถแบ่งได้ 3 ลักษณะภูมิประเทศ (สำนักงานจังหวัดนครศรีธรรมราช. 2556: ออนไลน์) ดังนี้

1. บริเวณทิวเขาตอนกลางของทิวเขานครศรีธรรมราชมีอาณาเขตตั้งแต่ตอนเหนือของจังหวัดลงไปถึงตอนใต้สุดบริเวณพื้นที่ของอำเภอที่อยู่ในลักษณะภูมิประเทศนี้ ได้แก่ อำเภอสิชล อำเภอขนอม อำเภอท่าศาลา อำเภอเมืองนครศรีธรรมราช อำเภอลานสกา อำเภอพรหมคีรี อำเภอร่อนพิบูลย์ อำเภอชะอวด อำเภอจุฬาภรณ์ และอำเภอพระพรหม ทิวเขาที่สูงที่สุดในจังหวัดคือเขาหลวงสูงประมาณ 1,835 เมตร จากระดับน้ำทะเล และแบ่งเขตอำเภอต่างๆ ได้แก่ ระหว่างอำเภอทุ่งสง อำเภอฉวาง กับอำเภอชะอวด อำเภอร่อนพิบูลย์ อำเภอลานสกา อำเภอเมืองนครศรีธรรมราช อำเภอพรหมคีรี และอำเภอท่าศาลา ทั้งนี้ ทิวเขายังเป็นแนวแบ่งเขตระหว่างจังหวัดนครศรีธรรมราชกับอำเภอบ้านนาสาร อำเภอกาญจนดิษฐ์ ของจังหวัดสุราษฎร์ธานี จังหวัดนครศรีธรรมราชมีพื้นที่ซึ่งมีลักษณะเป็นภูเขาคิดเป็น ร้อยละ 25.18 ของพื้นที่ทั้งหมด หรือเท่ากับ 1,564,600 ไร่ (สถานีพัฒนาที่ดินจังหวัดนครศรีธรรมราช กรมพัฒนาที่ดิน. 2554: 8) พบว่ากลุ่มดินที่มีความลาดชันสูง ซึ่งจะอยู่ในบริเวณเทือกเขาตอนกลางเป็นกลุ่มชุดดินที่ 62 เกิดจากการผุพังสลายตัวของหินต้นกำเนิดชนิดต่างๆ ที่อยู่กบที่ และบางส่วนถูกเคลื่อนย้ายลงมาทับถมบริเวณที่ลาดเชิงเขา ส่วนใหญ่มักมีเศษหิน ก้อนหิน และหินโผล่กระจัดกระจายที่ผิวดิน เป็นพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อนที่มีความลาดชันมากกว่าร้อยละ 35 ของพื้นที่

2. บริเวณที่ราบชายฝั่งด้านตะวันออกตั้งแต่ทิวเขาตอนกลางไปทางตะวันออกถึงฝั่งทะเลอ่าวไทยจำแนกได้เป็น 2 ช่วง คือ ช่วงแรกเริ่มตั้งแต่อำเภอเมืองนครศรีธรรมราชลงไปทางใต้ ได้แก่ อำเภอเมืองนครศรีธรรมราช อำเภอปากพนัง อำเภอเชียรใหญ่ อำเภอหัวไทร และอำเภอชะอวดเป็นที่ราบที่มีความกว้างจากบริเวณทิวเขาตอนกลางไปถึงชายฝั่งทะเลระยะทางประมาณ 95 กิโลเมตร มีแม่น้ำลำคลองที่มีต้นน้ำไหลมาจากบริเวณทิวเขาตอนกลาง และไหลลงสู่อ่าวไทยหลายสายนับเป็นที่ราบที่มีค่าทางเศรษฐกิจของจังหวัดลำ น้ำสำคัญ ได้แก่ แม่น้ำปากพนัง และคลองสายเล็กในเขตอำเภอเมืองนครศรีธรรมราชอีกหลายสาย

3. บริเวณที่ราบด้านตะวันตกเป็นที่ราบระหว่างทิวเขานครศรีธรรมราช และทิวเขาบรรทัด มีลักษณะเป็นเนินเขาอยู่เป็นแห่งๆ ได้แก่ อำเภอพิปูน อำเภอทุ่งใหญ่ อำเภอฉวาง อำเภอนาบอน อำเภอบางขัน อำเภอกำพรัง และอำเภอทุ่งสง ลำน้ำสำคัญประกอบด้วยต้นน้ำของแม่น้ำตาปีไหลผ่านอำเภอพิปูน อำเภอฉวาง และอำเภอทุ่งใหญ่ นอกจากนี้ยังมีลำน้ำที่เป็นต้นน้ำของแม่น้ำตรังคือน้ำตกโยง และคลองวังหีบ ซึ่งไหลผ่านอำเภอทุ่งสงไปยังอำเภอห้วยยอด จังหวัดตรังและออกสู่ทะเลอันดามันที่อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง (สำนักงานจังหวัดนครศรีธรรมราช. 2556: ออนไลน์)

การใช้ประโยชน์ที่ดินของจังหวัดนครศรีธรรมราช

จากรายงานผลการดำเนินงานของการพัฒนาที่ดินปี พ.ศ.2554 สถานีพัฒนาที่ดิน นครศรีธรรมราช สำนักงานพัฒนาที่ดินเขต 11 กรมพัฒนาที่ดิน (2554: 10) ระบุว่าการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในจังหวัดนครศรีธรรมราชของกรมพัฒนาที่ดิน พ.ศ. 2543 พบว่าพื้นที่เกษตรกรรมเป็นพื้นที่ส่วนใหญ่ ของจังหวัด พืชการเกษตรที่มากที่สุด คือ ไม้ยืนต้น ประเภทยางพารา โดยจะปลูกในพื้นที่ด้านทิศ ตะวันตกของจังหวัดรองลงมา คือ นาข้าวซึ่งจะปลูกมากในพื้นที่ด้านทิศตะวันออกของจังหวัด รายละเอียดในตาราง 1

ตาราง 1 การใช้ประโยชน์ที่ดินของจังหวัดนครศรีธรรมราช

การใช้ประโยชน์ที่ดิน	เนื้อที่ (ไร่)	เนื้อที่ (ร้อยละ)
พื้นที่เกษตรกรรม	4,217,200	67.86
ไม้ยืนต้น	2,321,196	37.35
พื้นที่ป่าไม้	1,426,468	22.95
นาข้าว	1,153,667	18.56
พืชอื่นๆ	565,167	9.09
พื้นที่อื่นๆ	310,972	5.00
รวม	6,214,064	100

ที่มา: สถานีพัฒนาที่ดินจังหวัดนครศรีธรรมราช. (2556).

จำนวนประชากรของจังหวัดนครศรีธรรมราช

ประชากรของจังหวัดนครศรีธรรมราช มีจำนวนประชากรในปี 2556 จำนวน 1,248,287 คน แบ่งเป็น จำนวนประชากรชายเท่ากับ 622,008 คน จำนวนประชากรหญิงเท่ากับ 626,279 คน (กรมการปกครอง. 2556: ออนไลน์) อำเภอท่าศาลา มีความหนาแน่นของประชากรมากที่สุด สำหรับอำเภอพิปูน อำเภอขนอม และอำเภอนบพิตำ มีความหนาแน่นของประชากรน้อยที่สุดเป็นสามอันดับสุดท้าย ซึ่งทั้งสามอำเภอถือเป็นอำเภอที่เกิดเหตุการณ์แผ่นดินถล่มบ่อยครั้ง รายละเอียดในตาราง 2 ข้อมูลประชากรของจังหวัดนครศรีธรรมราช

ตาราง 2 ข้อมูลประชากรของจังหวัดนครศรีธรรมราช

อำเภอ	จำนวนประชากร (คน)			จำนวนบ้าน (หลัง)	เนื้อที่ (ตร.กม.)	ความ หนาแน่น (คน/ตร.กม.)
	หญิง	ชาย	รวม			
อำเภอท่าศาลา	54,670	53,608	108,278	31,233	363.89	297.56
อำเภอพระพรหม	21,553	21,268	42,821	14,239	147.96	289.41
อำเภอเมือง	75,316	52,335	149,613	52,335	617.45	242.31
อำเภอปากพนัง	39,788	40,588	80,376	23,827	422.45	190.26
อำเภอเฉลิม พระเกียรติ	11,488	11,401	22,889	7,244	124.15	184.37
อำเภอร่อนพิบูลย์	30,251	30,346	60,597	17,788	335.52	180.61
อำเภอเชียรใหญ่	20,770	20,873	41,643	13,108	232.74	178.92
อำเภอจุฬาภรณ์	15,878	15,459	31,337	9,602	192.51	162.78
อำเภอหัวไทร	27,683	27,739	55,422	18,914	417.73	132.67
อำเภอช้างกลาง	15,236	14,800	30,036	10,024	232.54	129.16
อำเภอนาบอน	12,227	11,954	24,181	7,745	192.9	125.36
อำเภอสิชล	40,455	40,000	80,455	25,408	703.11	114.43
อำเภอทุ่งใหญ่	34,209	34,031	68,240	21,856	603.29	113.11
อำเภอลานสกา	19,757	18,977	38,734	13,132	342.9	112.96
อำเภอถ้ำพรรณรา	9,528	9,513	19,041	6,772	169.1	112.60
อำเภอทุ่งสง	55,880	57,429	113,309	41,866	1042	108.74
อำเภอฉวาง	28,047	26,660	54,707	17,649	528.23	103.57
อำเภอชะอวด	41,366	40,973	82,339	26,908	833.05	98.84
อำเภอพรหมคีรี	13,663	13,363	27,026	8,023	321.5	84.06
อำเภอบางขัน	22,745	23,381	46,126	15,041	601.66	76.66
อำเภอพิปูน	9,307	9,009	18,316	6,585	363.75	50.35
อำเภอขนอม	10,157	10,039	20,196	7,987	433.93	46.54
อำเภอนบพิตำ	16,305	16,300	32,605	10,511	720.16	45.27
รวม	622,008	626,279	407,797	1,248,287	9,942.502	

ที่มา: กรมการปกครอง. (2556: ออนไลน์)

ลักษณะภูมิอากาศของจังหวัดนครศรีธรรมราช

จังหวัดนครศรีธรรมราชได้รับอิทธิพลของลมมรสุมดังนี้ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีทิศทางพัดผ่านมหาสมุทรอินเดียและทะเลอันดามันเข้าสู่ประเทศไทยบริเวณชายฝั่งตะวันตกจึงมีฝนตกชุกในส่วนของจังหวัดนครศรีธรรมราชนั้นเนื่องจากมีทิวเขาทางตะวันตกและตอนกลางเป็นแนวกันทิศทางลมทำให้ฝนตกไม่มาก อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะอยู่ในช่วงประมาณเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม

สำหรับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงประมาณเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม โดยลมนี้พัดนำความชื้นจากอ่าวไทยเข้าสู่ภาคใต้ทำให้เกิดฝนตกชุก พื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดนครศรีธรรมราชตั้งอยู่ในด้านรับลมอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะทำให้มีฝนตกมาก พายุหมุนเขตร้อนเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อลักษณะอากาศของจังหวัดกล่าวคือพายุหมุนเขตร้อนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 100 กิโลเมตรขึ้นไปก่อตัวขึ้นเหนือมหาสมุทรในเขตร้อนระหว่างละติจูด 5-20 องศาเหนือ โดยไม่มีแนวปะทะมาเกี่ยวข้องและมีการหมุนเวียนชัดเจน จังหวัดนครศรีธรรมราช ในช่วงตั้งแต่กลางเดือนตุลาคมเป็นต้นไป จนถึง เดือน พฤศจิกายน มีโอกาสเสี่ยงต่อการได้รับผลกระทบอย่างรุนแรงจากพายุหมุนเขตร้อน เพราะใน ช่วงดังกล่าว พายุมีโอกาสที่จะเคลื่อนเข้าสู่จังหวัดและก่อให้เกิดผลกระทบ (สำนักงานจังหวัดนครศรีธรรมราช. 2556: ออนไลน์)

แหล่งน้ำธรรมชาติในจังหวัดนครศรีธรรมราช

1. แม่น้ำปากพนังมีต้นน้ำจากทิวเขาบรรทัด ในเขตตำบลวังอ่าง อำเภอชะอวด ไหลผ่านอำเภอชะอวด อำเภอเชียรใหญ่ และมีสาขาจากอำเภอหัวไทร ไหลมารวมกันที่บ้านปากแพรกกลายเป็นแม่น้ำปากพนังไหลลงสู่อ่าวนครศรีธรรมราช

2. แม่น้ำหลวงเป็นสาขาหนึ่งของแม่น้ำตาปี มีต้นน้ำเกิดจากบริเวณทิศตะวันตกของทิวเขานครศรีธรรมราช และทิวเขาภูเก็ต ส่วนที่เกิดจากทิวเขานครศรีธรรมราช มีต้นน้ำอยู่ในเขตอำเภอพิปูน และอำเภอฉวาง ไหลผ่านอำเภอฉวาง และอำเภอทุ่งใหญ่ เข้าเขตจังหวัดสุราษฎร์ธานี ในเขตอำเภอพระแสง อำเภอนาสาร ไปรวมกับแม่น้ำคีรีรัฐนิคม (แม่น้ำพุมดวง) ที่อำเภอพุนพิน เรียกว่า "แม่น้ำตาปี" แล้วไหลลงสู่อ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี แม่น้ำสายนี้เป็นแม่น้ำสายยาวที่สุดของภาคใต้ประมาณ 200 กิโลเมตร

3. คลองปากพูน มีต้นน้ำจากทิวเขานครศรีธรรมราช บริเวณเขาหลวงทางด้านตะวันออกของทิวเขา ต้นน้ำอยู่ที่น้ำตกพรหมโลกในเขตอำเภอพรหมคีรี ไหลไปทางทิศตะวันออกผ่านตำบลบ้านเกาะ อำเภอพรหมคีรี และบ้านท่าแพ ตำบลปากพูน อำเภอเมืองแล้วไหลลงสู่อ่าวนครศรีธรรมราช

4. คลองปากพญา คลองปากนครมีต้นน้ำจากแหล่งน้ำหลายสาขาในเขตทิวเขานครศรีธรรมราช โดยเฉพาะที่เขาคีรีวง เขตตำบลกำโลน อำเภอลานสกา ไหลผ่านอำเภอเมืองมีต้นน้ำเรียกว่า คลองท่าดี ผ่านตำบลกำแพงเขา ตำบลมะม่วงสองต้น อำเภอเมืองนครศรีธรรมราช เมื่อไหลมาถึงสันทรายซึ่งเป็นที่ตั้งตัวเมือง คลองแบ่งแยกเป็นหลายสาขา สายหนึ่งไหลเลียบตัวเมืองขึ้นไปทาง

ตะวันออกผ่านตัวเมือง ที่สะพานราเมศวร์ ตำบลท่าวัง ผ่านตำบลท่าซึก ออกทะเลที่ปากพญา เรียกว่าคลองปากพญา

5. คลองเสาธง มีต้นน้ำจากทิวเขานครศรีธรรมราช ในเขตอำเภอลานสกา คลองนี้มีชื่อเรียกกันหลายชื่อตามท้องที่ที่คลองไหลผ่าน คือ เมื่อไหลจากน้ำตกกะโรม เรียกว่า คลองเขาแก้ว เมื่อไหลสู่อำเภอร่อนพิบูลย์ เรียกว่า คลองเสาธง เมื่อไหลผ่านบ้านโคกคราม อำเภอร่อนพิบูลย์ เรียกว่า คลองโคกคราม เมื่อไหลเข้าสู่ตำบลชะเมาเรียกว่า คลองชะเมา ส่วนใหญ่ออกทะเลที่ปากคลองบางจาก ตอนปลายคลองเรียกว่า คลองบางจากแบ่งเขต อำเภอเมืองนครศรีธรรมราชกับอำเภอปากพนัง

6. คลองกลาย มีต้นน้ำจากทิวเขานครศรีธรรมราชในเขตพื้นที่กิ่งอำเภอนบพิตำ ไหลออกสู่ทะเลที่อำเภอท่าศาลา

7. คลองท่าทอน มีต้นน้ำจากทิวเขานครศรีธรรมราชตอนบนไหลออกสู่อ่าวไทยที่ อำเภอสิชล

8. คลองน้ำตกโยง มีต้นน้ำเกิดจากทิวเขานครศรีธรรมราชด้านตะวันตกบริเวณน้ำตกโยง ตำบลถ้ำใหญ่ อำเภอทุ่งสง แล้วไหลผ่านตำบลปากแพรก ตำบลชะมาย ตำบลที่วัง และตำบลกะปาง เข้าสู่อำเภอห้วยยอด จังหวัดตรังกลายเป็นสาขาหนึ่งของแม่น้ำตรัง

9. คลองมีน มีต้นน้ำจากภูเขาสามจอมมีความสูงเท่ากับ 754 เมตรซึ่งเป็นภูเขาลูกหนึ่งในเขตอำเภอทุ่งใหญ่ ไหลลงมาทางตะวันออกเฉียงเหนือผ่านบ้านห้วยญวนช้างเหนือ ผ่านบ้านเขาขาว สหกรณ์นิคมทุ่งสง บ้านลำสาย บ้านทุ่งสำน สถานีรถไฟหลักช้าง บ้านปากน้ำ คลองจันดี ไหลไปเป็นสาขาหนึ่งของแม่น้ำหลวง หรือแม่น้ำตาปี และไหลออกสู่อ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี

10. คลองจันดี มีต้นน้ำอยู่บริเวณเทือกเขาหลวง อำเภอฉวาง จังหวัดนครศรีธรรมราช ความสูงเท่ากับ 1,500 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ต้นน้ำเป็นเขตติดต่อกะหว่างอำเภอลานสกา และอำเภอฉวาง มีคลองมีนไหลลงสู่คลองจันดีทางฝั่งซ้ายที่ระยะทางประมาณ 4 กิโลเมตรจากปากแม่น้ำ และมีคลองขุดตัวน้ไหลลงสู่คลองจันดีทางฝั่งขวาที่ระยะทางประมาณ 200 เมตร ก่อนไหลลงสู่แม่น้ำตาปี ข้อมูลจาก (สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร. 2558: ออนไลน์)

11. คลองท่าเสา มีต้นน้ำเกิดจากภูเขาวังหีบ อำเภอทุ่งสง เป็นภูเขาลูกหนึ่งในทิวเขานครศรีธรรมราชที่ไหลลงทางใต้ผ่านบ้านประตู่ บ้านท่าเสา บ้านปังกอง บ้านเขาปริดี สถานีรถไฟทุ่งสง บ้านตลาดใน บ้านด่านปาบ บ้านห้วยชัน บ้านขากลาย บ้านนาหลาน้ำ บ้านฉาง บ้านเขาโรแล้วไหลผ่านอำเภอห้วยยอด อำเภอเมืองตรัง และไหลออกสู่ทะเลอันดามันที่อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง

12. คลองท่าโลน มีต้นน้ำเกิดจากภูเขาปลายเบ็กใกล้ๆ กับภูเขาวังหีบในอำเภอทุ่งสง ไหลลงทางใต้ ผ่านบ้านท่าเสา บ้านเป็นคั่ง ที่ว่าการอำเภอทุ่งสง ด้านตะวันออก บ้านในหวัง บ้านด่านปาบ บ้านห้วยชัน แล้วรวมเข้าเป็นลำน้ำเดียวกันกับคลองท่าเสา ไหลผ่านภูเขาเกลายบ้านเขาโร และไหลสู่อำเภอห้วยยอด อำเภอเมืองตรัง และออกทะเลอันดามันในเขตอำเภอกันตังที่ปันหยี จังหวัดตรัง (สำนักงานจังหวัดนครศรีธรรมราช. 2556: ออนไลน์)

สภาพธรณีวิทยาทั่วไป

จากข้อมูลธรณีวิทยาของกรมทรัพยากรธรณี (2554: 9-0) พบว่าลักษณะธรณีวิทยาของจังหวัดนครศรีธรรมราชแสดงในภาพประกอบ 3 มีรายละเอียดแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ดังนี้

ตอนกลางของจังหวัดมีสภาพธรณีเป็นหินตะกอนจำพวกหินดินดานหินทรายและหินปูนวางตัวในแนวเกือบเหนือใต้และถูกแทรกตัดด้วยหินอัคนีจำพวกหินแกรนิต

เขตอำเภอนม และอำเภอสทิงพระ มีขอบเขตติดแนวชายฝั่งทะเลด้านอ่าวไทยมีสภาพธรณีเป็นหินไนส์ หินชีสต์ หินแคลก์ซิลิเกตและหินอ่อน วางตัวในแนวเหนือ-ใต้ตำบลท้องเนียนตำบลขนอมอำเภอนมสภาพธรณีเป็นหินควอร์ตไซต์ หินทรายหินทรายเนื้อควอร์ตไซต์และหินดินดาน

เขตอำเภอนบพิตำ อำเภอพรหมคีรี อำเภอช้างกลาง อำเภอทุ่งสง และอำเภอเมืองนครศรีธรรมราช บริเวณขอบรอบนอกของทิวเขาหลวงมีสภาพธรณีเป็นหินควอร์ตไซต์ หินฟิลไลต์หินทรายเนื้อละเอียดชั้นหนามีสีน้ำตาลแสดงลักษณะการวางชั้นเฉียงระดับหินทรายแบ่งสลับกับหินดินดาน

เขตอำเภอทุ่งสง และอำเภอช้างกลางมีสภาพธรณีเป็นหินปูนสีเทาแก่ชั้นบางถึงหนามากจะมีชั้นดินแทรกสลับในบางบริเวณหินปูนจะมีเนื้อเป็นเม็ดแบบไข่ปลาบางบริเวณมีเนื้อ หินปูนโดโลไมต์ส่วนบนเป็นหินปูนที่มีเนื้อดินปนบางบริเวณมีหินดินดานสีเทาดำแทรกสลับและพบซากดึกดำบรรพ์พวกแบรคิโอพอด

เขตอำเภอทุ่งสง อำเภอจุฬาภรณ์ อำเภอชะอวด อำเภอทุ่งใหญ่ อำเภอถ้ำพรรณรา อำเภอนางรอง อำเภอพิปูน อำเภอสทิงพระ และอำเภอช้างกลาง มีสภาพธรณีเป็นหินดินดาน หินทราย หินควอร์ตไซต์ หินโคลน และหินชนวน เป็นชั้นชัดเจนมียอยคดโค้งย้วยจำนวนมาก และพบซากแกรไฟโตไลต์

เขตอำเภอบางขัน อำเภอทุ่งใหญ่ อำเภอถ้ำพรรณรา อำเภอสทิงพระ และอำเภอนบพิตำ มีสภาพธรณีเป็นหินทราย หินดินดาน เนื้อซิลิกา และหินเชิร์ต พบซากดึกดำบรรพ์ซูลินิดและแบรคิโอพอด

เขตอำเภอนม และอำเภอสทิงพระพบหินปูนแสดงชั้นเนื้อแน่นและมักมีก้อนหินเชิร์ตแทรกอยู่บางแห่งพบว่าเนื้อหินเป็นหินปูน หินโดโลไมต์และหินอ่อนวางตัวในแนวเหนือใต้มีลักษณะเป็นเขาโดดๆ

เขตตำบลเขาพระทอง อำเภอชะอวดมีสภาพธรณีเป็นหินทราย หินดินดานหรือหินโคลน หินทรายแบ่งสีน้ำตาลสีเทา

เขตตำบลบ้านลำนาว อำเภอบางขันมีสภาพธรณีเป็นหินกรวดมนสีน้ำตาลแดงสลับหินดินดานและหินโคลน

เขตอำเภอบางขัน อำเภอชะอวดและอำเภอหัวไทร มีสภาพธรณีเป็นหินทรายอาร์โคส สีขาวหินกรวดมน และหินดินดานสีน้ำตาลแดงสีแดงแทรกสลับกัน

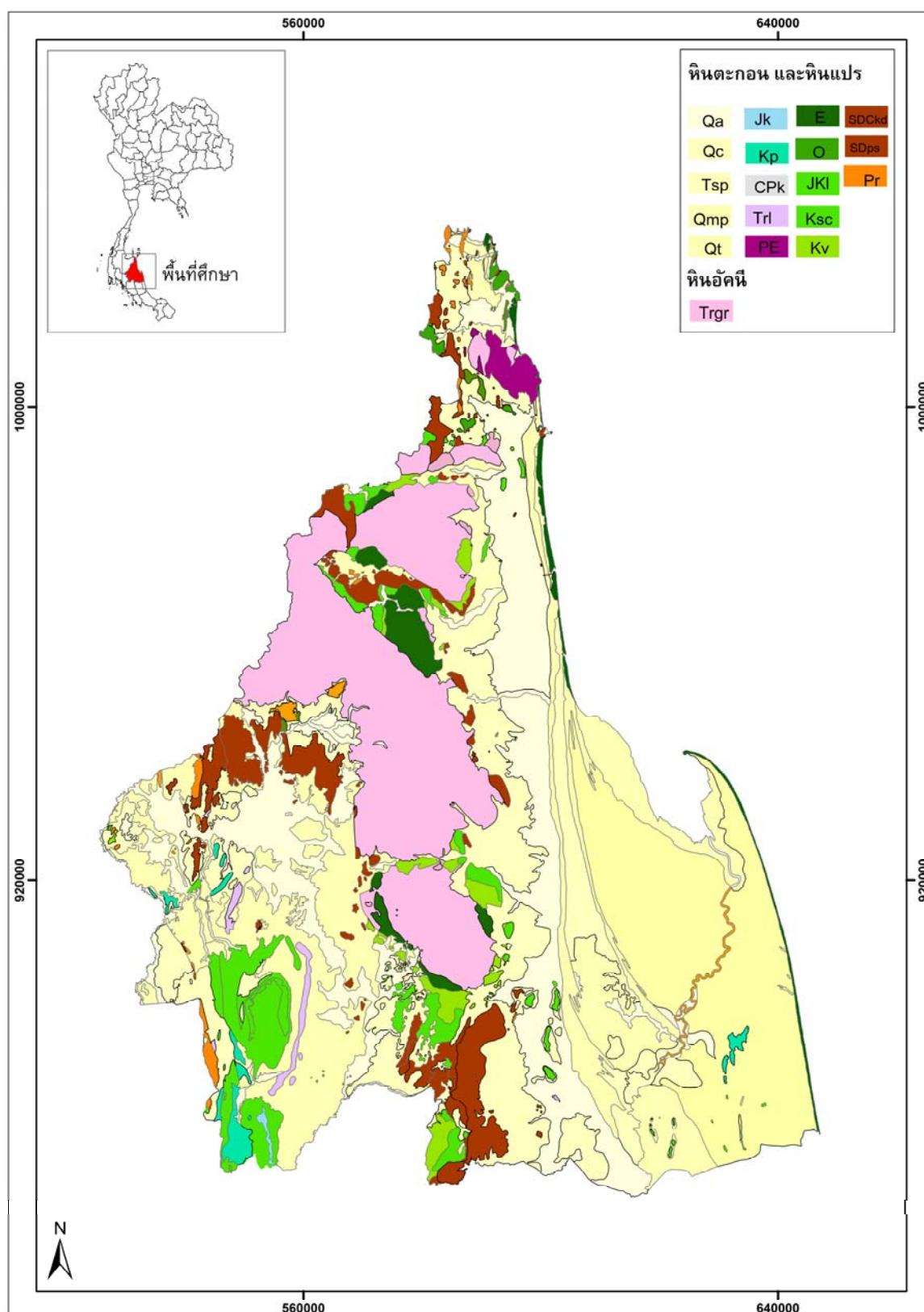
เขตอำเภอบางขัน อำเภอทุ่งใหญ่ อำเภอทุ่งสง อำเภอชะอวด อำเภอจุฬาภรณ์ และอำเภอเชียรใหญ่สภาพธรณีเป็นหินทราย หินดินดาน และหินกรวดมนสีน้ำตาลแดงแสดงชั้นค่อนข้างดี

บริเวณทิวเขาหลวงตอนกลางของจังหวัดนครศรีธรรมราช มีสภาพธรณีเป็นหินไบโอไทต์มัสโคไวต์แกรนิต หินแกรนิตเนื้อดอก หินฮอร์นเบลนด์แกรนิต และพองหินเพกมาไทต์ผุพังให้ชั้นดินปนทรายชั้นทรายหนามาก ลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยาชั้นหินส่วนใหญ่วางตัวในแนว

เหนือใต้ มีการโค้งงอของชั้นหินบริเวณด้านทิศเหนือของจังหวัดปรากฏรอยเลื่อนในแนวตะวันตกเฉียงเหนือและตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ รอยเลื่อนชนอมและรอยเลื่อนสิชล บริเวณตอนกลางจังหวัดปรากฏรอยเลื่อนในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ ได้แก่ รอยเลื่อนเขาหลวงและบริเวณทิศใต้ของจังหวัด ได้แก่ รอยเลื่อนทุ่งสง ทรัพยากรแร่ในจังหวัดนครศรีธรรมราชประกอบด้วยแร่ดีบุก วุลแฟรม พลวง แบไรต์ เฟลด์สปาร์ ยิปซัม โคลไรต์ และหินอุตสาหกรรม

ธรณีพิบัติภัยแผ่นดินถล่มในอดีตของจังหวัดนครศรีธรรมราช

กรมทรัพยากรธรณี (2550: 20) ระบุว่าพื้นที่ซึ่งเป็นภูเขาสูงสลับซับซ้อนตอนกลางของจังหวัดนครศรีธรรมราชเป็นพื้นที่ซึ่งมีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดธรณีพิบัติภัยแผ่นดินถล่มสูงภูมิประเทศที่เป็นภูเขาที่มีความลาดชันสูง ประกอบกับถ้ามีร่องความกดอากาศต่ำพัดผ่านและปกคลุมในพื้นที่ก่อให้เกิดฝนตกหนักต่อเนื่องกันหลายวันทำให้มีความเสี่ยงสูงในการเกิด แผ่นดินถล่มมากขึ้น เมื่อเกิดฝนตกหนักจนชั้นดินอุ้มน้ำไม่ไหว เช่น เหตุการณ์วาตภัย พ.ศ. 2505 ทำให้ต้นไม้โค่นล้มจำนวนมาก และเกิดแผ่นดินถล่มเล็กน้อยค้างคาวอยู่บนภูเขาประกอบกับเกิดแผ่นดินถล่มบนเขาสูงอีกเมื่อปี พ.ศ. 2518 ก้อนหิน กรวดทราย และต้นไม้ยังไม่ถูกพัดพาลงสู่ที่ราบ และเมื่อวันที่ 22 พฤศจิกายน พ.ศ. 2531 เมื่อฝนตกหนักมากต่อเนื่องหลายวันทำให้เกิดแผ่นดินถล่มที่บ้านกะทูนเหนือ อำเภอพิปูน จังหวัดนครศรีธรรมราช มีผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตประมาณ 230 คนบ้านเรือนเสียหายประมาณ 1,500 หลังพื้นที่การเกษตรเสียหาย 6,150 ไร่ (ร้อยละ 0.15 ของพื้นที่การเกษตรทั้งหมด) คิดเป็นมูลค่าประมาณ 1,000 ล้านบาท และบ้านคีรีวง อำเภอลานสกา จังหวัดนครศรีธรรมราชมีผู้เสียชีวิต 12 คน บ้านเรือนเสียหาย 152 หลัง เสียหายบางส่วน 210 หลัง พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มและหมู่บ้านเสี่ยงภัยครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด 14 อำเภอ 46 ตำบล 293 หมู่บ้านซึ่งลักษณะของบ้านเรือนที่มีความเสี่ยงภัยต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม ได้แก่ การปลูกสร้างที่อยู่อาศัยแบบเรือนโรงชั้นเดียวในหุบเขาแคบๆ ที่ราบเชิงเขาริมฝั่งคลองใกล้ขีดตติภูมิเขาถ้าเกิดแผ่นดินถล่มอาจถูกก้อนหิน และกรวดทรายทับถม หรือ ถูกกระแสน้ำกัดเซาะได้รับความเสียหาย และในพื้นที่ลุ่มทางน้ำเก่าหรือริมตลิ่งถ้าเกิดน้ำท่วมฉับพลันอาจทำให้บ้านเรือนถูกกระแสน้ำพัดเสียหายการตัดไหล่เขาโดยไม่มีการป้องกันอาจได้รับผลกระทบจากดินไหลบ้านเรือนราษฎรที่ปลูกสร้าง อยู่ใกล้ภูเขาหินปูนอาจได้รับผลกระทบจากหินร่วง หินถล่ม



ภาพประกอบ 3 แผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดนครศรีธรรมราช

ที่มา: ดัดแปลงจากกรมทรัพยากรธรณี. (2550: ออนไลน์).

ตาราง 3 เหตุการณ์แผ่นดินถล่มในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราชระหว่าง พ.ศ. 2531 ถึง 2555

ลำดับ	วันเกิดเหตุ	สถานที่	สภาพความเสียหาย
1	22 พฤศจิกายน 2531	บ้านกะทูนเหนือ อำเภอพิปูน จังหวัดนครศรีธรรมราช	ผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตประมาณ 230 คน บ้านเรือนเสียหาย ประมาณ 1,500 หลัง พื้นที่ การเกษตรเสียหาย 6,150 ไร่ คิด เป็นมูลค่าประมาณ 1,000 ล้าน บาท
2	22 พฤศจิกายน 2531	บ้านคีรีวง อำเภอลานสกา จังหวัด นครศรีธรรมราช	ผู้เสียชีวิต 12 คน บ้านเรือน เสียหาย 152 หลัง เสียหาย บางส่วน 210 หลัง
3	26 มีนาคม 2554	สำนักสงฆ์บ้านในเพลา หมู่ที่ 8 ตำบลขนอม อำเภอขนอม จังหวัดนครศรีธรรมราช	พระสงฆ์มรณภาพ 2 รูป
4	26 มีนาคม 2554	บ้านสำนักเนียนหมู่ที่ 3 ตำบล เขาน้อย อำเภอสิชล จังหวัด นครศรีธรรมราช	มีผู้สูญหาย 1 คน และบ้านเรือน ราษฎรพังเสียหาย
5	29 มีนาคม 2554	บ้านห้วยพาน หมู่ 2 ตำบล กรูชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัด นครศรีธรรมราช	ถนนถูกตัดขาดบางเส้นทางทำ ให้รถไม่สามารถสัญจรได้
6	1 ถึง 5 มกราคม 2555	บ้านทับน้ำเต้าหมู่ที่ 8 ตำบล กรูชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช	ทำให้พื้นที่การเกษตร และการ ปศุสัตว์ สิ่งสาธารณูปโภค เสียหายจำนวนมาก

ที่มา: ดัดแปลงจากกรมทรัพยากรธรณี. (2555: ออนไลน์).

จากเหตุการณ์แผ่นดินถล่มที่เกิดขึ้นในอดีต ข้อมูลในตาราง 3 เริ่มมีการให้ความสนใจและศึกษาภัยพิบัติแผ่นดินถล่มดำเนินการมาอย่างต่อเนื่อง โดยกรมทรัพยากรธรณีได้จัดเครือข่ายเฝ้าระวังแจ้งเตือนภัยล่วงหน้าเรื่องแผ่นดินถล่มจังหวัดนครศรีธรรมราชขึ้นเพื่อเป็นการให้ความรู้แก่ภาคประชาชนเป็นเครือข่ายในการแจ้งระวังภัยและป้องกันตนเองจากภัยพิบัติได้ อิทธิพลจากสภาวะอากาศ การเกิดหย่อมความกดอากาศต่ำกำลังแรงปกคลุมทะเลจีนใต้และทะเลอันดามัน ทำให้เกิดฝนฟ้าคะนองตกหนักมากเป็นบริเวณกว้างทั่วทั้งภาคใต้ โดยที่จังหวัดนครศรีธรรมราช มีปริมาณ

น้ำฝนวันที่ 21 พฤศจิกายน 2531 วัดได้มากถึง 447.8 มิลลิเมตร หรือ รวมกัน 3 วัน มากกว่า 900 มิลลิเมตร จึงส่งผลกระทบทำให้มีฝนตกต่อเนื่องกันหลายวันในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราชก่อนเกิดเหตุการณ์แผ่นดินถล่ม เมื่อวันที่ 22 พฤศจิกายน 2531 ในพื้นที่ตำบลกะทูน อำเภอฟิปูน จังหวัดนครศรีธรรมราช ทำให้น้ำในลำธารหลายสายที่เชื่อมต่อโดยตรงกับน้ำจากเชิงเขาโดยรอบซึ่งมีพื้นที่รับน้ำประมาณ 200-300 ตารางกิโลเมตรไหลมารวมที่ช่องระบายน้ำออกจากแอ่งเขาฟิปูน ทำให้พื้นดินรวมทั้งเชิงเขาบริเวณดังกล่าวไม่สามารถดูดซับน้ำไว้ได้จึงถล่มลงมา ภาพประกอบ 4 แสดงสภาพพื้นที่แผ่นดินถล่มบริเวณตำบลกะทูน อำเภอฟิปูน



ภาพประกอบ 4 สภาพพื้นที่แผ่นดินถล่ม บริเวณตำบลกะทูน อำเภอฟิปูน
จังหวัดนครศรีธรรมราช พ.ศ. 2531

ที่มา: กรมทรัพยากรธรณี. (2550).

2. ภัยพิบัติแผ่นดินถล่ม

ภัยพิบัติ หมายถึง อัคคีภัย วาตภัย อุทกภัย ธรณีพิบัติภัย ตลอดจนภัยอื่น ๆ ที่เป็นสาธารณะไม่ว่าเกิดจากธรรมชาติหรือมีผู้ทำให้เกิดขึ้นซึ่งก่อให้เกิดอันตรายแก่ชีวิตร่างกายของประชาชนหรือก่อให้เกิดความเสียหายแก่ทรัพย์สินของประชาชนหรือของรัฐ (ระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการบริหารระบบการเตือนภัยพิบัติแห่งชาติ. 2552: ออนไลน์)

ธงชัย พึ่งรัตมี (2531: 138) อธิบายคำว่า แผ่นดินถล่ม คือ เป็นคำทั่วไปที่ใช้เรียกกระบวนการทางธรณีสัณฐาน ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของมวลดินและหินตามแนวลาดชัน เนื่องจากแรงดึงดูดของโลก การเคลื่อนที่ของมวลเหล่านี้มีความเร็วปานกลางถึงเร็วมาก

แผ่นดินถล่ม ตามความหมายของราชบัณฑิตยสถานศัพท์ธรณีวิทยา (2544: 198) คือ คำทั่วไปที่ใช้เรียกการเคลื่อนที่ของแผ่นดิน และกระบวนการซึ่งเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของแผ่นดินและกระบวนการซึ่งเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของดิน หิน ตามแนวลาดชันเนื่องจากแรงดึงดูดของโลก การเคลื่อนที่ของมวลเหล่านี้มีความเร็วปานกลางถึงเร็วมาก

วรุฒิ ตันตวันิช และวิสุทธิ์ โชติกเสถียร (2548: 7) กล่าวว่า แผ่นดินถล่มเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้ทั่วไปในบริเวณภูเขาที่มีความลาดชันสูง อย่างไรก็ตาม ในบริเวณที่มีความลาดชันต่ำก็สามารถเกิดแผ่นดินถล่มได้ถ้ามีปัจจัยที่ก่อให้เกิดแผ่นดินถล่ม บริเวณที่มักจะเกิดแผ่นดินถล่ม คือ บริเวณที่ใกล้กับแนวรอยเลื่อนที่มีพลังและมีการยกตัวของแผ่นดินขึ้นเป็นภูเขาสูง บริเวณที่ทางน้ำกัดเซาะเป็นโตรกเขาลึกและชัน บริเวณที่มีแนวรอยแตกและรอยแยกหนาแน่นบนที่ลาดเขา บริเวณที่มีการผุพังของหินและทำให้เกิดชั้นดินหนาบนลาดเขา เป็นต้น แผ่นดินถล่มมักเกิดจากการที่น้ำซึมลงในชั้นดินบนลาดเขาและเกิดแรงดันของน้ำเพิ่มขึ้นในชั้นดินโดยเฉพาะในช่วงที่ฝนตกหนัก

กรมทรัพยากรธรณี (2553: ออนไลน์) ให้ความหมายว่า แผ่นดินถล่ม หมายถึง การเคลื่อนที่ของมวลดิน หรือหิน ลงมาตามลาดเขาด้วยอิทธิพลของแรงโน้มถ่วงของโลก โดยปกติน้ำจะเป็นตัวลดแรงต้านทานในการเคลื่อนตัวของมวลดิน หรือหิน และเป็นตัวการที่ทำให้คุณสมบัติของดินที่เป็นของแข็งเปลี่ยนไปเป็นของไหลได้

ชนิดของแผ่นดินถล่มในจังหวัดนครศรีธรรมราช

ชนิดของรอยแผ่นดินถล่มตามการศึกษาของวรุฒิ ตันตวันิช และวิสุทธิ์ โชติกเสถียร (2548: 9-8) พบว่าบริเวณพื้นที่รับน้ำคลองกระทูน อำเภอพิปูน มีการเกิดแผ่นดินถล่มร่วมกันที่ซับซ้อน และหลากหลายสาเหตุ บริเวณที่เกิดส่วนใหญ่จะอยู่ตามทางน้ำเดิมที่มีอยู่ หรือแนวร่องทางน้ำเล็กๆ บนลาดเขา ทั้งนี้ ในประเทศไทยพบว่าสาเหตุหลักเกิดจากปริมาณน้ำฝนที่ตกต่อเนื่องกัน ดังนั้น ชนิดของรอยแผ่นดินถล่มจึงเป็นแบบการไหลเป็นส่วนใหญ่ แผ่นดินถล่มที่เกิดในจังหวัดนครศรีธรรมราช อาจกล่าวว่าเป็นการเกิดแผ่นดินถล่มในหลายลักษณะเชิงซ้อน มีกระบวนการเกิดที่ผสมกันหลายรูปแบบการเคลื่อนที่ไม่สามารถจำแนกได้อย่างชัดเจนมีปัจจัยเรื่องปริมาณน้ำเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยในบางครั้ง นอกจากนี้ กรมทรัพยากรธรณีรายงานกรณีศึกษาการเกิดแผ่นดินถล่มที่บ้านกระทูนเหนือ อำเภอพิปูน พบว่ารอยดินถล่มส่วนใหญ่พบอยู่ในบริเวณที่มีความลาดชันมากกว่าร้อยละ 30 ของพื้นที่ และพื้นที่ธรณีวิทยาเป็นภูเขาสูงสภาพเป็นหินแกรนิต (วรุฒิ ตันตวันิช และวิสุทธิ์ โชติกเสถียร 2548: 34)

ปริมาณน้ำฝนและพื้นที่ที่ใกล้ทางน้ำไหลผ่านถือเป็นปัจจัยที่กำหนดชนิดของการเกิดแผ่นดินถล่ม เช่นกรณี เหตุการณ์แผ่นดินถล่มที่อำเภอขนอม เกิดแผ่นดินถล่มบริเวณสวนยางพารา โดยกระแสน้ำได้พัดพาตะกอนไปตามร่องน้ำลงสู่ลำห้วย และสภาพธรณีวิทยาบริเวณดังกล่าวเป็นหินแกรนิต ซึ่งผุพังให้ชั้นดินหนา

3. ปัจจัยที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม

แผ่นดินถล่มเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ยากต่อการเตือนภัยหรือหลบหนีได้ทันในการศึกษาเพื่อป้องกันและเตือนภัยแผ่นดินถล่มเบื้องต้น ส่วนใหญ่จะใช้ปัจจัยปริมาณน้ำฝนเป็นเกณฑ์หลัก เนื่องจากปริมาณน้ำฝนจะเป็นตัวการที่กระตุ้นให้ปัจจัยเสี่ยงอื่นๆ เกินจุดวิกฤตและทำให้เกิด

แผ่นดินถล่มได้ กรมทรัพยากรธรณีวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดแผ่นดินถล่มเพื่อจัดทำแผนที่แสดงพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดแผ่นดินถล่ม ได้แก่ ลักษณะทางธรณีวิทยา ความลาดชัน และพืชพรรณที่ปกคลุม โดยแบ่งพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดแผ่นดินถล่มทั้ง 3 ระดับและอาศัยปัจจัยความลาดเอียงทางวิศวกรรม ซึ่งส่งผลต่อโอกาสที่จะเกิดแผ่นดินถล่ม คือ หน้าดินหนา ขาดรากไม้ยึดเหนี่ยวและความลาดเอียงของพื้นที่มากกว่า 30 องศา จากเกณฑ์ดังกล่าวกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (2553) ได้นำไปทดลองใช้เพื่อแบ่งตามลำดับค่าคะแนนดังกล่าว โดยจัดเป็นค่าคะแนนความเสี่ยงภัย และความรุนแรงของการเสี่ยงภัยประกอบไปด้วยลักษณะของพื้นที่ ได้แก่ พื้นที่ลุ่มแอ่งกระทะที่ลุ่มริมลำน้ำที่ราบติดเชิงเขาที่เนินเขาและภูเขา

ทั้งนี้ เกณฑ์ปริมาณน้ำฝนรายวันของพื้นที่เมื่อแบ่งตามภูมิภาคแล้ว อาจมีปริมาณน้ำฝนสะสมและส่งผลให้พื้นที่นั้นๆ มีโอกาสเกิดแผ่นดินถล่มในระดับที่แตกต่างกันออกไป ในกรณีของภาคใต้ วรภูมิ ตันตวนิช และวิสุทธิ์ โชติกเสถียร (2548: 34) ใช้ปริมาณน้ำฝนเป็นตัวบ่งชี้ในการเกิดแผ่นดินถล่ม ดังนี้ ปริมาณน้ำฝนมากกว่า 150 มิลลิเมตรต่อวัน ให้แจ้งเตือนระวังแผ่นดินถล่ม และหากมีปริมาณน้ำฝนตกต่อเนื่องสะสมมากกว่า 300 มิลลิเมตร แจ้งเตือนให้ระวังน้ำป่าไหลหลาก และแผ่นดินถล่ม ทั้งสองกรณีดังกล่าวประชาชนจะต้องเตรียมการอพยพไปยังสถานที่ที่เตรียมไว้เพื่อความปลอดภัย

นอกจากนี้ กรมทรัพยากรธรณี (2549) และศศิวิมล (2551) กำหนดเขตพื้นที่ซึ่งมีโอกาสเกิดแผ่นดินถล่มทั่วประเทศโดยใช้ปัจจัยสำคัญ 5 ปัจจัย ได้แก่ ชนิดของหิน ความลาดชันของพื้นที่ การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ลักษณะและสมบัติทางประการของดิน และปริมาณน้ำฝน เรียงตามลำดับจากมากไปน้อย กรมทรัพยากรธรณี ให้ค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย และคิดเป็นระดับต่างๆ โดยสมการ

$$\begin{aligned}
 Y = & 1.8914 - 0.00281(\text{Elevation}) + 1.4215(\text{Adjusted aspect}) \\
 & + 0.00698(\text{Slope}) + 0.00073(\text{Flow accumulation}) \\
 & - 0.00165(\text{Flow direction}) - 0.00505(\text{TM4}) \\
 & - 0.0042(\text{Brightness}) - 0.00504(\text{Wetness})
 \end{aligned} \tag{1}$$

$$P = 1 / (1 + \exp(-Y)) \tag{2}$$

$$H = \text{int} ((P \times 0.67 + (\text{geology} \times 0.33 / 4 \times 100)) \tag{3}$$

เมื่อ Y คือ ค่าคาดคะเนความเสี่ยงของแต่ละหน่วยพื้นที่

โดยที่ Elevation หมายถึงระดับความสูง Adjusted aspect หมายถึง หน้ารับน้ำฝน Slope หมายถึง ความลาดชัน Flow direction หมายถึง ทิศทางการไหลของน้ำ Flow accumulation หมายถึงการไหลสะสมของน้ำ TM 4 หมายถึง พืชพรรณ Brightness หมายถึง การไหลสะสมของน้ำ Wetness หมายถึง ความชื้นของพื้นที่

P คือ ค่าคาดคะเนความเสี่ยงของแต่ละหน่วยพื้นที่ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0-1

H คือ ค่าคาดคะเนความเสี่ยงของแต่ละหน่วยพื้นที่ที่รวมลักษณะทางธรณีวิทยา (คิดเป็นร้อยละ) โดยกำหนดปัจจัยในการวิเคราะห์ชนิดของหินจาก 5 ปัจจัยย่อย ได้แก่ 1. ตะกอนน้ำพาทับถมเก่า 2. หินปูน หินโดโลไมต์ 3. หินควอร์ตไซต์และหินทราย 4. หินดินดาน หินชนวน หินฟิลไลต์ 5. หินชีสต์ หินแกรนิต หินไนส์ โดยมีค่าคะแนนปัจจัยชนิดของหินตามตาราง 4 ซึ่งพิจารณาค่าคะแนนทั้งหมดจากคะแนนเต็ม 100 แบ่งพิจารณาค่าที่ได้จากการคำนวณ จากค่า P ร้อยละ 67 และจากปัจจัยทางธรณีวิทยาร้อยละ 33

ทั้งนี้ การวิจัยครั้งนี้ จะนำปัจจัยค่าน้ำหนักที่คิดเป็นระดับของชนิดของหิน ค่าความลาดชันของพื้นที่ การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน และปริมาณน้ำฝน เพื่อใช้ในการคำนวณหาสมการผลรวมพื้นที่ที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม โดยการใช้การถ่วงค่าน้ำหนักด้วยกระบวนการวิเคราะห์ลำดับชั้นและเปรียบเทียบพื้นที่ซ้อนทับต่อไป

ตาราง 4 ปัจจัยและค่าน้ำหนักในการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มของกรมทรัพยากรธรณี

ปัจจัย	รายละเอียดปัจจัย	ค่าน้ำหนัก	คิดเป็นระดับ
ชนิดของหิน	ตะกอนน้ำพาทับถมเก่า	ต่ำมาก	1
	หินปูน หินโดโลไมต์	ต่ำ	2
	หินควอร์ตไซต์ และหินทราย	ปานกลาง	3
	หินดินดาน หินชนวน	สูง	4
	หินฟิลไลต์ หินชีสต์ หินแกรนิต หินไนส์	สูงมาก	5
ความลาดชันของพื้นที่	ความลาดชัน 0 – 8 %	ต่ำมาก	1
	ความลาดชัน 8 – 16 %	ต่ำ	2
	ความลาดชัน 16 – 35 %	ปานกลาง	3
	ความลาดชัน 35 – 50 %	สูง	4
	ความลาดชันมากกว่า 50 %	สูงมาก	5

ตาราง 4 (ต่อ)

ปัจจัย	รายละเอียดปัจจัย	ค่าน้ำหนัก	คิดเป็นระดับ
การใช้ที่ดิน และสิ่งปกคลุมดิน	พื้นที่ป่าไม้สมบูรณ์	ต่ำมาก	1
	พื้นที่ทุ่งหญ้าและป่าไม้เสื่อมโทรม	ต่ำ	2
	พื้นที่สวนไม้ผลผสม (เกษตรถาวร)	ปานกลาง	3
	พื้นที่ไร่นา	สูง	4
	พื้นที่เปิดโล่ง	สูงมาก	5
ลักษณะและสมบัติบางประการของดิน	ดินเนื้อละเอียดและลิก	ต่ำมาก	1
	ดินเนื้อปานกลางและลิก	ปานกลางต่ำ	2
	หรือดินเนื้อละเอียดลิก		
	ดินเนื้อละเอียดและดิน หรือ	ปานกลาง	3
	ดินเนื้อหยาบและลิก	สูง	4
ปริมาณน้ำฝน	ดินเนื้อปานกลางและลิกปาน		
	ดินเนื้อหยาบและดิน	สูงมาก	5
	ฝนเฉลี่ยรายปี < 1,800 มม.	ต่ำมาก	1
	ฝนเฉลี่ยรายปี 1,801 - 2,100 มม.	ต่ำ	2
	ฝนเฉลี่ยรายปี 2,101 - 2,400 มม.	ปานกลาง	3
	ฝนเฉลี่ยรายปี 2,401 - 3,200 มม.	สูง	4
	ฝนเฉลี่ยรายปี > 3,201 มม.	สูงมาก	5

ที่มา: กรมทรัพยากรธรณี. (2549).

การศึกษาและจัดทำแผนที่เกี่ยวข้องกับแผ่นดินถล่มมีหลายแบบ โดย The California Geological Survey: CGS (2007: Online) และนฤมล จันทร์จิราจุติกุล (2555) ได้แบ่งประเภทของแผนที่ที่เกี่ยวข้องกับแผ่นดินถล่มไว้ ดังนี้

1. แผนที่แสดงเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับแผ่นดินถล่ม (Landslide-Inventory maps) แผนที่แสดงข้อมูลเหตุการณ์และความรุนแรงที่เคยเกิดแผ่นดินถล่มในอดีต โดยอาจมีลักษณะของการเคลื่อนตัวในอดีตแสดงให้เห็นในแผนที่ ทั้งนี้ ไม่ระบุถึงความเสี่ยงหรือโอกาสที่อาจเกิดเหตุการณ์แผ่นดินถล่มขนาดใหญ่ในอนาคต แต่สามารถนำมาประเมินค่าความเสียหายที่จะเกิดขึ้นและวางแผนการบริหารจัดการ

2. แผนที่แสดงพื้นที่ซึ่งมีโอกาสเกิดความเสียหายจากแผ่นดินถล่ม (Landslide-hazard maps) แสดงค่าความไม่เสถียรของภูมิประเทศมาประเมินพื้นที่ซึ่งมีโอกาสเกิดความเสียหาย โดยใช้ข้อมูลเหตุการณ์แผ่นดินถล่มในอดีตมาใช้ร่วมกับการประเมินวิเคราะห์ค่าความลาดชัน ชนิดและการผูกพันของดินและหิน และปริมาณน้ำฝนซึ่งเป็นตัวแปรเสริม โดยนำปัจจัยดังกล่าวมาคำนวณจากแบบจำลองและข้อมูลต่างๆ และควรมีการทดสอบปรับแก้ให้สอดคล้องกับเหตุการณ์ที่เคยเกิดขึ้นจริงสามารถนำไปใช้ในการจำแนกพื้นที่เสี่ยงภัย การเตือนภัยต่อสาธารณะและการวางแผนบรรเทาสาธารณภัย อาจแบ่งย่อยเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

2.1 แผนที่แสดงค่าความอ่อนไหวต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม (Landslide-susceptibility maps) โดยอาศัยปัจจัยจากเหตุการณ์แผ่นดินถล่มในอดีต ค่าเสถียรภาพความลาดชันของดิน และค่าการผูกพันของดินและหินเป็นปัจจัยเฉพาะพื้นที่ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเท่านั้นหรือคงที่ และมีลักษณะที่เป็นรูปแบบเดิมๆ โดยไม่ได้ประเมินค่าปัจจัยเสริมด้านสภาพอากาศที่อาจมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

2.2 แผนที่แสดงศักยภาพของพื้นที่ซึ่งมีโอกาสเกิดแผ่นดินถล่ม (Landslide-potential maps) เป็นแผนที่ซึ่งนำค่าที่ประเมินมาวิเคราะห์คล้ายกับแผนที่แสดงค่าความอ่อนไหวต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม (Landslide-susceptibility maps) แต่จะนำค่าปัจจัยปริมาณน้ำฝน หรือการเกิดแผ่นดินไหวขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นปัจจัยกระตุ้นให้สภาพพื้นที่บริเวณดังกล่าวสามารถแสดงศักยภาพของพื้นที่ซึ่งมีโอกาสเกิดแผ่นดินถล่ม

3. แผนที่เสี่ยงต่อการเกิดภัยพิบัติแผ่นดินถล่ม (Landslide-riskmaps) จะนำปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับประชากร ความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น รวมทั้งองค์ประกอบทางโครงสร้างภายนอก เช่น สิ่งก่อสร้าง หรือทางน้ำเข้ามาร่วมพิจารณาและประเมินจัดทำแผนที่ดังกล่าวขึ้น

4. แผนที่แบ่งขอบเขตของการเกิดแผ่นดินถล่ม (Landslide-zone maps) โดยส่วนใหญ่เป็นการรวมแผนที่ในข้อ 1 และ 2 มาทำการวิเคราะห์และประเมินพื้นที่แสดงขอบเขตการเกิดแผ่นดินถล่มดังกล่าว หรืออาจกระทำด้วยวิธีอื่นซึ่งมีหลายวิธีรวมด้วย นอกจากนี้แผนที่พื้นที่ปลอดภัยและแผนที่อพยพอาจพิจารณาจากข้อมูลในส่วนของพื้นที่ในข้อที่ 4 รวมด้วยก็ได้

สำหรับการศึกษานี้จะเป็นลักษณะการศึกษาเพื่อจัดทำแผนที่แสดงพื้นที่ซึ่งมีโอกาสเกิดความเสียหายจากแผ่นดินถล่ม (Landslide-hazard maps) ในชนิดของแผนที่แสดงศักยภาพของพื้นที่ซึ่งมีโอกาสเกิดแผ่นดินถล่ม (Landslide-potential maps) ซึ่งจะนำค่าปัจจัยปริมาณน้ำฝน เป็นปัจจัยกระตุ้นให้สภาพพื้นที่บริเวณดังกล่าวสามารถแสดงศักยภาพเกิดแผ่นดินถล่มร่วมกับปัจจัยเฉพาะพื้นที่ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยหรือคงที่ และมีลักษณะที่เป็นรูปแบบเดิมๆ

เมื่อพิจารณาถึงการศึกษาเรื่องแผ่นดินถล่ม พบว่ามีสถาบันการศึกษาและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทำการวิเคราะห์เพื่อจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม หรือแผนที่แสดงพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดแผ่นดินถล่ม หรือแผนที่ชนิดอื่นๆ โดยใช้ปัจจัยที่หลากหลายในการวิเคราะห์หาสาเหตุ ความเสี่ยงของการเกิดแผ่นดินถล่มในพื้นที่หนึ่งๆ รวมทั้งวิธีการศึกษาที่แตกต่างกันไป

4. กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น

Saaty, Thomas L. (1980) ศึกษากระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นเพื่อนำไปสู่ทางเลือกที่ดีที่สุด โดยการให้น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การประเมินที่มีความสำคัญต่อการบรรลุเป้าหมายในการตัดสินใจที่แตกต่างกัน การคำนวณหาค่าความสำคัญของแต่ละปัจจัย จะต้องอาศัยผู้มีประสบการณ์ความรู้หรือเชี่ยวชาญในด้านนั้นๆ โดยแบ่งระดับคะแนนความสำคัญออกเป็น 9 ระดับ ดังตาราง 5

ตาราง 5 ระดับของความสำคัญและความหมายในการวินิจฉัยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น

ระดับของความสำคัญ	ความหมาย
1	สำคัญเท่ากัน
3	สำคัญกว่าเล็กน้อย
5	สำคัญกว่าปานกลาง
7	สำคัญกว่ามาก
9	สำคัญกว่ามากที่สุด
2, 4, 6, 8	สำหรับการประเมินประนีประนอมเพื่อลดช่องว่างระดับความรู้

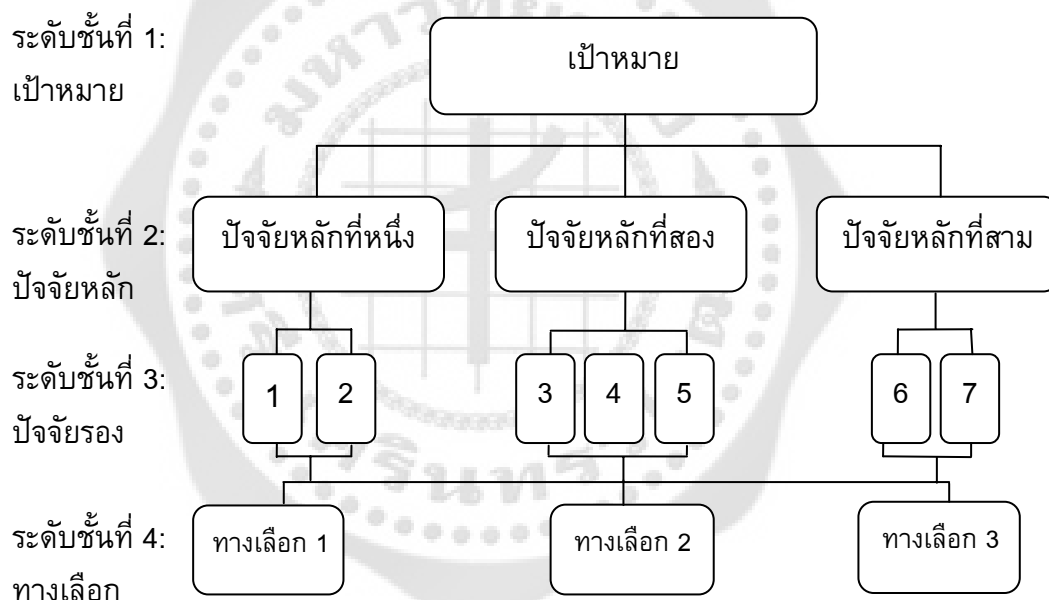
ที่มา: Saaty, Thomas L. (1980).

ต่อมา Malczewski, Jacek. (1999) และแรนเดล และคนอื่นๆ (Randal Greene et al. 2011) ศึกษาและนำกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นมาประยุกต์ใช้ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อช่วยตัดสินใจเชิงพื้นที่ ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือโดยอาศัยปัจจัยที่มีความแตกต่างทั้งในเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพเปรียบเทียบกันในลักษณะการให้ค่าคะแนนของน้ำหนักแต่ละปัจจัยต่างๆโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งนำไปสู่บทสรุปการตัดสินใจเพื่อแก้ไขปัญหาหรือแนวทางเลือกในการตัดสินใจที่ดีที่สุดต่อไป ทั้งนี้ การวิเคราะห์ดังกล่าวจะต้องมีการพิสูจน์ค่าของปัจจัยเพื่อหาค่าความสมเหตุสมผล หรือค่าความสอดคล้องของข้อมูลที่ให้ค่าคะแนนของแต่ละปัจจัยด้วยว่ามีความถูกต้องเหมาะสมเพียงใด กรณีศึกษาของ Bakhtiar Feizizadeh; & Thomas Blaschke. (2012) ทำการเปรียบเทียบวิธีวิเคราะห์ ด้วยการถ่วงค่าน้ำหนัก 3 วิธี คือ การใช้ค่าถ่วงน้ำหนักแบบเรียงลำดับ (Ordered Weighted Average: OWA) วิธีการสมการเชิงเส้นแบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted Linear Combination: WLC) และกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นเพื่อหาพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มในประเทศอิหร่านจากข้อมูล 9 ปัจจัย พบว่ากระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นให้ค่า

การวิเคราะห์ให้ได้ดีที่สุดรองลงมาคือการใช้ค่าถ่วงน้ำหนักแบบเรียงลำดับ และวิธีการสมการเชิงเส้นแบบถ่วงน้ำหนักตามลำดับ

ขั้นตอนของกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น ดังแสดงในภาพประกอบ 5

1. วางกรอบของปัญหา หรือเป้าหมาย ที่ต้องการตัดสินใจ
2. การกำหนดกฎเกณฑ์หรือปัจจัยหลัก ปัจจัยย่อยในการตัดสินใจเพื่อนำไปสู่ทางเลือกในการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด
3. ทำการเปรียบเทียบปัจจัยเป็นคู่ๆ โดยใส่ค่าคะแนนความสำคัญของปัจจัยที่กำหนดไว้ซึ่งค่าคะแนนมีทั้งหมด 9 ระดับดังแสดงในตาราง 5 เมื่อได้ความสำคัญของแต่ละปัจจัยแล้วจึงนำความสำคัญใช้เป็นค่าเพื่อพิจารณาทางเลือกต่อไป แสดงตัวอย่างการเปรียบเทียบในตาราง 6
4. ตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูลความสำคัญแต่ละปัจจัยโดยใช้สมการที่ 4 และ 5 ตามลำดับ



ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น

ที่มา: ดัดแปลงจากสุธรรม อรุณ. (2555). การตัดสินใจโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์.

ตาราง 6 ตัวอย่างตารางเมทริกซ์ที่ใช้แสดงการเปรียบเทียบเป็นคู่

เกณฑ์ตัดสินใจ		ปัจจัย			
		ดิน	หิน	น้ำ	อากาศ
ปัจจัย	ดิน	1	3	1	1/3
	หิน	1/3	1	1/3	1
	น้ำ	1	3	1	3
	อากาศ	1	1	1/3	1

โดยสมาชิกในแถวที่ 1 หลักที่ 2 ของเมทริกซ์ หมายถึง ผลการเปรียบเทียบความสำคัญระหว่างปัจจัย ส่วนประกอบในแต่ละชั้นจะถูกจัดลำดับความสำคัญโดยใช้วิธีการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ ในการทำการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ โดยใช้มาตราส่วนในแนวคิดของ Saaty, Thomas L. (1980) ดังแสดงไว้ในตาราง 5 สำหรับค่าปัจจัยที่เหมือนกันมาเข้าคู่กันจะได้ค่าเท่ากับ 1 ในแนวทแยงกลางและตาราง 6 ตัวอย่างตารางเมทริกซ์ที่ใช้แสดงการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ เช่น

ดิน เปรียบเทียบกับ หิน หมายถึง ดิน มีความสำคัญมากกว่า หิน เป็น 3 เท่า

หิน เปรียบเทียบกับ ดิน หมายถึง หิน มีความสำคัญน้อยกว่า ดิน เป็น 1/3 เท่า

ดิน เปรียบเทียบกับ น้ำ หมายถึง ดิน มีความสำคัญเท่ากับน้ำ เป็นต้น

เมื่อได้ค่าตารางเปรียบเทียบแล้ว รวมค่าความสำคัญออกเป็นค่าตัวเลข จากนั้นนำค่าคะแนนรวมไปทำการ Normalize และคำนวณค่า Eigenvector ตาราง 7 และตาราง 8

ตาราง 7 คะแนนความสำคัญของแต่ละปัจจัย

เกณฑ์ตัดสินใจ		ปัจจัย			
		ดิน	หิน	น้ำ	อากาศ
ปัจจัย	ดิน	1	3	1	1/3
	หิน	1/3	1	1/3	1
	น้ำ	1	3	1	3
	อากาศ	1	1	1/3	1
คะแนนรวม แนวตั้ง (S_{ij})		3.33	10	3.33	3.33

ตาราง 8 การทำ Normalize และคำนวณค่าน้ำหนัก

เกณฑ์ตัดสินใจ		ปัจจัย				คะแนนรวม	ค่าน้ำหนัก* (Eigenvector: λ_i)
		ดิน	หิน	น้ำ	อากาศ		
ปัจจัย	ดิน	1	3	1	1/3	1.20	0.30
	หิน	1/3	1	1/3	1	0.40	0.10
	น้ำ	1	3	1	3	1.20	0.30
	อากาศ	1	1	1/3	1	1.20	0.30
							1.00

หมายเหตุ *ค่าน้ำหนัก (Eigenvector) = (คะแนนรวมแนวนอน) / (จำนวนปัจจัย)

วิธีการหาค่าความสำคัญด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น สามารถตรวจสอบค่าความสมเหตุสมผลของข้อมูลที่มีการจัดลำดับความสำคัญต่าง ๆ ในแต่ละปัจจัยที่แตกต่างกันได้โดยใช้สมการพิสูจน์ค่าความสมเหตุสมผล

ตาราง 9 ตารางเทียบมาตรฐานค่า Random Consistency Index: RI

จำนวนข้อมูล	n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI		0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

ที่มา: Saaty, Thomas L. (1980).

ค่าความสมเหตุสมผล หรือค่าความสอดคล้อง หาได้จากค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio, CR) และหาค่า RI จากตาราง 9 โดยใช้จำนวนข้อมูล 4 ข้อมูลมีสูตร ดังสมการ (4) และ (5) ดังนี้

$$CR = CI / RI \quad (4)$$

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n-1) \quad (5)$$

เมื่อค่า CI คือ ดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index)

n คือ จำนวนข้อมูล หรือปัจจัยที่ใช้ในการพิจารณา
จากกรณีตัวอย่างตารางเปรียบเทียบความสำคัญของ ดิน หิน น้ำ และอากาศ ดังนั้น $n = 4$

$\lambda_{\max}$ คือ ค่าความสอดคล้องโดยการหาค่า ได้ดังนี้

นำผลรวมคะแนนในแนวตั้ง (S_{ij}) จากตาราง 7 และค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย (λ_i) จากตาราง 8 มาคูณกันได้ค่าผลรวมคะแนนในแนวตั้ง และค่าน้ำหนัก ($S_{ij} \times \lambda_{\max i}$)

$$\begin{aligned}\text{ผลการคำนวณ } \lambda_{\max} &= \text{Sum } (S_{ij} \times \lambda_i) \\ &= (0.999 + 1.00 + 0.999 + 0.999) \\ &= 3.997\end{aligned}$$

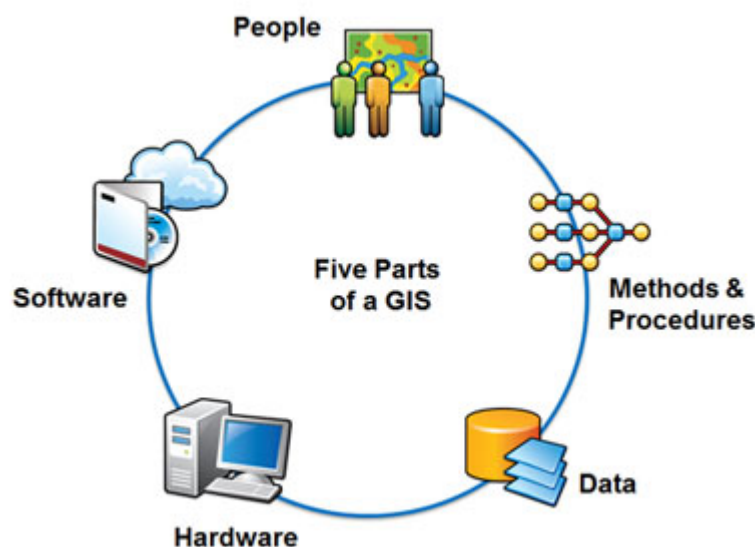
$$\begin{aligned}\text{CI} &= \frac{(3.997-4)}{(4-1)} \\ &= -0.001\end{aligned}$$

กรณีตัวอย่าง ค่า $\lambda_{\max}$ มีค่าใกล้เคียงกับจำนวนปัจจัย n ถือได้ว่ามีความสอดคล้องสมบูรณ์ แต่ ถ้า $\lambda_{\max}$ มากกว่า n ให้ประเมินค่า อัตราค่าความสอดคล้อง จาก $CR = CI/RI$

เพื่อทำการวัดความสอดคล้องในการเปรียบเทียบปัจจัยแต่ละคู่ในตารางเมทริกซ์ ค่าของ CR ซึ่งยอมรับได้ขึ้นอยู่กับขนาดของตารางเมทริกซ์ที่ต่างกันซึ่งถ้าตารางเมทริกซ์มีความสอดคล้องกันของเหตุผลสมบูรณ์ 100% ค่า maximum eigenvalue ($\lambda_{\max}$) หรือค่าแลมด้าแมกซ์ จะมีค่าเท่ากับจำนวนปัจจัย (n) ที่ถูกนำมาเปรียบเทียบในทางตรงกันข้ามถ้าการวินิจฉัยเริ่มไม่มีความสอดคล้องกันค่า $\lambda_{\max}$ นี้จะมีค่าสูงกว่าจำนวนปัจจัยที่ถูกนำมาเปรียบเทียบสำหรับค่า CR ที่ใช้ในการตรวจสอบค่าความสอดคล้องนั้นพิจารณาจากจำนวนปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ ถ้า CR มีค่ามาก (โดยทั่วไปค่าวิกฤตจะอยู่ที่ 0.1) แสดงว่าความสอดคล้องของแต่ละปัจจัยนั้นไม่น่าเชื่อถือช่วงที่ยอมรับได้ของ CR ขึ้นอยู่กับจำนวนปัจจัย เช่น ถ้าใช้ปัจจัย 3 ปัจจัยค่า CR ไม่ควรเกิน 0.05 ถ้าใช้ปัจจัย 4 ปัจจัยค่า CR ไม่ควรเกิน 0.08 และถ้าใช้ปัจจัยตั้งแต่ 5 ปัจจัยขึ้นไปค่า CR ไม่ควรเกิน 0.1 จึงจะเป็นค่าความสอดคล้องของแต่ละปัจจัยที่ยอมรับได้ (วิฑูรย์ ตันศิริคงคล. 2542: 124)

5. ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS)

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ คือ ระบบการทำงานของฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และวิธีการทำงาน ซึ่งออกแบบมาเพื่อสนับสนุนการเก็บข้อมูล การจัดการข้อมูล การวิเคราะห์ การรวบรวมข้อมูล การสืบค้นข้อมูล การสร้างแบบจำลองและนำเสนอผลของข้อมูลเชิงพื้นที่ในด้านต่าง ๆ ดังแสดงในภาพประกอบ 6 (NCGIA.1990 Online) เพื่อใช้ในการวางแผนที่ซับซ้อน หรือแก้ไขปัญหาเรื่องการจัดการ เช่น การวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เป็นต้น (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ. 2552: 5)



ภาพประกอบ 6 องค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ที่มา: GIS. (ม.ป.ป: ออนไลน์)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ประกอบไปด้วย 5 ส่วนหลักๆ ดังนี้

1. บุคลากร ผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในการทำแผนที่และวิเคราะห์จัดการฐานข้อมูลด้านภูมิสารสนเทศ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ในการวางแผนและช่วยตัดสินใจเกี่ยวกับข้อมูลเชิงพื้นที่
2. ซอฟต์แวร์ คือ เป็นโปรแกรมเพื่อการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ การวิเคราะห์ และการแสดงผลข้อมูล
3. ฮาร์ดแวร์ คือ หน่วยประมวลผลกลาง คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการนำเข้าข้อมูล ทั้งที่เป็นข้อมูลที่มีระบบพิกัดและภูมิสารสนเทศ และข้อมูลอื่นๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อจัดเก็บข้อมูลให้กับซอฟต์แวร์ในการประมวลผลข้อมูลและแสดงผลข้อมูลต่อไป
4. ข้อมูล คือ ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์(ข้อมูลเชิงพิกัด) และข้อมูลเชิงบรรยายที่สามารถจัดเก็บและแปลงให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้
5. วิธีการ ประกอบด้วย การนำเข้าข้อมูล การจัดเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การประมวลผลข้อมูล และการแสดงผลข้อมูล

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีข้อมูล 2 รูปแบบ ดังนี้

1. ข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) คือ ข้อมูลที่แสดงถึงสิ่งต่างๆ ที่ปรากฏบนพื้นที่ผิวโลก โดยอ้างอิงพิกัดทางภูมิศาสตร์สามารถจำแนกข้อมูลเชิงพื้นที่ได้อีก 2 รูปแบบ คือ ข้อมูลราสเตอร์ (raster) หรือ ข้อมูลกริด (grid cell) เป็นข้อมูลที่ระบุค่าพิกัดตามแนวแกน (X, Y) และข้อมูลเวกเตอร์ (vector) เป็นข้อมูลที่แสดงขนาดและทิศทางสร้างขึ้นและอ้างอิงจากข้อมูลราสเตอร์ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลจุด (point) ข้อมูลเส้น (line) และข้อมูลรูปหลายเหลี่ยม (polygon) แสดงข้อมูลเชิงพื้นที่

2. ข้อมูลเชิงบรรยาย (attribute data) คือ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะเฉพาะของข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยมีข้อมูลเป็นตัวอักษร (character) หรือตัวเลข (numeric) (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ 2552: 120)

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เลิศ เอื้อทวีพล (2538) ศึกษาข้อมูลการสำรวจระยะไกลด้วยการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม บริเวณอำเภอพิปูน จังหวัดนครศรีธรรมราช เลือกพื้นที่ตัวอย่าง จากแผนที่ลักษณะต่าง ๆ ในมาตราส่วน 1:50,000 แบ่งเป็นกริดๆ ละ 1 ตารางเซนติเมตร จำนวน 226 กริด กำหนดตัวแปรอิสระ คือ ความชัน ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินได้จากการวิเคราะห์ภาพจากดาวเทียมลักษณะทางธรณีวิทยา ลักษณะปฐพีวิทยา และปริมาณน้ำฝน โดยมีร้อยละการเกิดแผ่นดินถล่มวิเคราะห์ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมเป็นตัวแปรตาม สรุปวิธีการดังนี้ ด้วยเทคนิคทางการสำรวจระยะไกล และวิธีการทางสถิติด้วยสมการถดถอยพหุคูณ ได้ผลการศึกษาโดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

นิพนธ์ ตั้งธรรม และสรารุณ นาแรมงาม (2539) ศึกษาการกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดแผ่นดินถล่มบริเวณลุ่มน้ำตาปี พื้นที่ศึกษา ลุ่มน้ำคลองกะทูนและคลองดินแดง จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ของนักนักวิจัยต่างประเทศ และประเมินประสิทธิภาพของสมการกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัย โดยใช้เปอร์เซ็นต์การซ้อนทับของพื้นที่ซึ่งมีค่าปัจจัยความปลอดภัย Factor of Safety: F_s น้อยกว่า 1 และมีตำแหน่งตรงกันกับพื้นที่แผ่นดินถล่มที่เกิดขึ้นจริง (Coincided Value, CV) เป็นตัวกำหนด โดยแผ่นดินถล่มที่วิเคราะห์ได้ส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่ซึ่งมีความลาดชันมากกว่า 35 องศา ลักษณะธรณีวิทยาเป็นหินแกรนิต และลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นสวนยางพารา โดยกำหนดค่าความเร็วลม 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ได้ค่าพื้นที่เสี่ยงภัยแตกต่างกันในแต่ละสมการซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามความลึกของชั้นดิน

หทัยทิพย์ ทศนภักดิ์ (2544) ศึกษาการประเมินศักยภาพการเกิดแผ่นดินถล่มอาศัยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดประกอบด้วย ชนิดของหินและบริเวณกลุ่มรอยแตก ความลาดชัน ระดับความสูง ระยะจากบริเวณน้ำผิวดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน คุณลักษณะของดิน และปริมาณฝน โดยนำเทคนิคการถ่วงค่าน้ำหนักปัจจัยหาค่าความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ แบ่งโอกาสที่จะเกิดแผ่นดินถล่มได้เป็น 5 ระดับ คือ สูงที่สุด สูง ปานกลาง ต่ำ และต่ำมาก จนถึงไม่มีโอกาสเกิด ผลการศึกษาแสดงเป็นรูปแผนที่แสดงระดับศักยภาพของการเกิดแผ่นดินถล่ม พบว่าบริเวณที่ตั้งของโรงแรมและรีสอร์ทที่สำคัญหลายแห่งตั้งอยู่บริเวณที่มีระดับความเสี่ยงสูงถึงสูงมาก

กลุ่มงานวิจัยและพัฒนาสำนักวิจัยและความร่วมมือระหว่างประเทศ และศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศภาคเหนือ กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัดเชียงใหม่ (2550) ศึกษาเกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์การเกิดแผ่นดินถล่มในพื้นที่ลุ่มน้ำองุ่น จำนวน 4 ปัจจัย ได้แก่ สิ่งปกคลุมดิน เช่น ป่าไม้ พื้นที่เกษตรกรรม ระยะห่างจากบ้านรัศมีเท่ากับ 200 เมตร

ระยะห่างจากแม่น้ำสายหลักมีเท่ากับ 200 เมตร แม่น้ำสายรองมีเท่ากับ 100 เมตร และลักษณะภูมิประเทศที่เป็นที่ราบหุบเขา

สุทธิศักดิ์ ศรีลัมพ์ (2551) ได้ศึกษาวิเคราะห์พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดแผ่นดินถล่มด้วยวิธีดัชนีปัจจัยร่วมกับวิธีทางวิศวกรรมธรณีเทคนิควิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลน้ำฝนเพื่อสร้างแผนที่โอกาสเกิดแผ่นดินถล่มเชิงพลวัต โดยกำหนดปัจจัยการเกิดแผ่นดินถล่ม นำข้อมูลคุณสมบัติดินทางวิศวกรรมมาเป็นปัจจัยในการวิเคราะห์ด้วยวิธีดัชนีปัจจัยร่วม และวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลน้ำฝน โดยใช้วิธีการได้ดังนี้ 1. ให้ค่าคะแนนน้ำหนักของแต่ละปัจจัย 2. วิธีวิเคราะห์ทางธรณีวิศวกรรม 3. พิจารณปัจจัยน้ำฝนจากพื้นที่ซึ่งมีโอกาสเกิดแผ่นดินถล่มโดยระดับโอกาสเกิดแผ่นดินถล่มจำแนกตามรอบการเกิดของฝน 5 รอบ โดยรอบการเกิดที่มีความถี่ต่ำ คือ มีโอกาสเกิดไม่บ่อยจะมีความเข้มของปริมาณน้ำฝนมาก ทำให้เมื่อเกิดเหตุการณ์แผ่นดินถล่มจะส่งผลกระทบต่อพื้นที่บริเวณกว้าง

รายงานทางวิชาการของทินกร ทาทอง (2551) กล่าวว่า สภาพทางธรณีวิทยาจะเกี่ยวข้องกับหินต้นกำเนิดที่อยู่ในพื้นที่นั้น องค์ประกอบของหินแต่ละชนิดจะส่งผลให้ดินในพื้นที่มีคุณลักษณะที่แตกต่างกัน ยกตัวอย่าง หินแกรนิตที่มีอัตราการผุพังค่อนข้างสูง มีองค์ประกอบของแร่ควอตซ์และแร่เฟลด์สปาร์ มีผลึกหยาบ เมื่อผุพังจะให้ดินเหนียวปนทราย หรือดินปนทรายล้วนเป็นชั้นหนาถึงหนามาก สำหรับชั้นหินดินดาน หรือหินโคลน เมื่อผุพังจะให้ชั้นดินเหนียว หรือดินเหนียวปนทราย และมีความหนาน้อยกว่าหินแกรนิต ทั้งนี้ หินต่างชนิดกันเมื่อผุพังจะให้เนื้อดินต่างชนิดกัน รวมทั้งความหนาของชั้นดิน โดยส่วนใหญ่หินที่มีองค์ประกอบของแร่เฟลด์สปาร์และมีผลึกขนาดใหญ่ จะผุพังได้เร็วกว่า ได้แก่ หินอัคนี หินถ้ำภูเขาไฟ และหินแกรนิต หินที่ผุพังรองลงไป ได้แก่ หินตะกอน หินดินดานและหินทราย ส่วนหินแปรมีอัตราการผุพังค่อนข้างต่ำ นอกจากนี้ อัตราการผุพังขึ้นอยู่กับโครงสร้างในชั้นหิน ถ้าหินมีรอยแตกรอยแยกเยอะ หรืออยู่ใกล้แนวรอยเลื่อน จะทำให้น้ำฝนสามารถซึมผ่านเข้าไปทำปฏิกิริยากับแร่ภายในหินและเกิดการผุพัง ซึ่งขึ้นกับค่ามุมเสียดทานภายในมวลดินและค่าแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดดินมีค่าแตกต่างกันซึ่งจะมีผลต่อความสามารถในการต้านทานต่อการเคลื่อนที่ของมวลดิน หิน และทราย

วรธรนัย คูทองกุล (2551) ศึกษาการวิเคราะห์ภัยพิบัติแผ่นดินถล่มในพื้นที่อำเภอแม่ใจ จังหวัดพะเยา โดยกำหนดปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์จำนวน 5 ปัจจัย ได้แก่ ความลาดชัน ชนิดของหินที่รองรับพื้นที่ สภาพป่าไม้ การใช้ประโยชน์ที่ดิน และระยะห่างจากทางน้ำ ทำการวิเคราะห์ในลักษณะราสเตอร์พอร์เมท โดยจัดทำแผนที่ที่มีโอกาสเกิดแผ่นดินถล่ม 3 ระดับจากค่าดัชนีของแผ่นดินถล่มในพื้นที่อำเภอแม่ใจ จังหวัดพะเยา

ศศิวิมล นววิธไพสิฐ (2551) การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มจังหวัดพังงา ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จากปัจจัยที่เกี่ยวข้องจำนวน 9 ปัจจัย ได้แก่ ระดับความสูง หารับน้ำฝน ความลาดชัน ทิศทางการไหลของน้ำ การไหลสะสมตัวของน้ำ พืชพรรณ คุณลักษณะของดิน ความชื้นของพื้นที่และชนิดหิน ผลการศึกษาได้พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินถล่มในจังหวัดพังงา 4

ระดับ โดยพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดพังงาอยู่ในระดับความเสี่ยงสูงสุดของโอกาสในการเกิดแผ่นดินถล่มร้อยละ 68.51

สำนักวิจัยและความร่วมมือระหว่างประเทศ ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (2553: 87-101) ได้ศึกษาการวิเคราะห์และวางแผนจัดการพื้นที่เสี่ยงภัย แผ่นดินถล่ม กรณีศึกษาอำเภอฉวาง จังหวัดนครราชสีมา โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ร่วมกับการวิเคราะห์ด้วยวิธีกำหนดค่าน้ำหนักแต่ละปัจจัย ด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น 5 ปัจจัย ประกอบด้วย ลักษณะหิน การระบายน้ำของดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน ความลาดชัน และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงสุดโดยระดับพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินถล่มออกเป็น 4 ระดับ คือ พื้นที่เสี่ยงมาก ปานกลาง น้อย และไม่เสี่ยง ทั้งนี้ คิดเป็นร้อยละของพื้นที่ทั้งหมดที่เสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินถล่มเท่ากับ 26.30 ของพื้นที่ทั้งหมด หรือเท่ากับ 2,598.62 ตารางกิโลเมตร

สำนักป้องกันภัยธรรมชาติและความเสี่ยงทางการเกษตร (2553) ได้นำปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศ ไปทำการวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เสี่ยงแผ่นดินถล่มในประเทศไทยโดยระบุว่าปริมาณฝนที่ตกมากกว่า 90-100 มิลลิเมตรต่อวัน อาจทำให้เกิดน้ำป่าไหลหลาก และจากการศึกษาข้อมูลปริมาณน้ำฝนร่วมกันกับประชาชนในพื้นที่หลายจังหวัด สามารถสรุปปัจจัยที่นำมาใช้ดังนี้ พืชพรรณ และสภาพการใช้ที่ดิน ในสภาพป่าที่สมบูรณ์นอกจากจะสามารถดูดซับน้ำได้มากกว่าพื้นที่อื่น ระบบรากยังสามารถยึดตัวกับดินได้มากและมั่นคงมากด้วย หินและลักษณะดิน ดินแต่ละชนิดจะมีการยึดตัวแตกต่างกัน และดินที่มีความหนา ความลาดชันของพื้นที่ และทิศทางการไหลของน้ำ

ณัฐพงษ์ เสริมสุข (2554) ศึกษาวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม โดยใช้อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรีเป็นพื้นที่กรณีศึกษา ปัจจัยหลักที่สำคัญที่ส่งผลต่อการเกิดดินถล่มของพื้นที่ศึกษามีอยู่ 6 ปัจจัย ได้แก่ ความลาดชันของพื้นที่ สภาพธรณีวิทยา ชนิดของหิน สภาพป่าไม้ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ทิศทางการรับน้ำฝน และระยะห่างจากทางน้ำ วิธีดำเนินการศึกษาใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการซ้อนทับข้อมูลตามเงื่อนไขที่กำหนด จัดลำดับความสำคัญและถ่วงน้ำหนักโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบหลายปัจจัย จากผลการศึกษาพบว่าพื้นที่ที่มีความเสี่ยงภัยต่อการเกิดแผ่นดินถล่มคิดเป็นร้อยละ 0.05 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่ที่มีความเสี่ยงภัยต่อการเกิดต่อการเกิดแผ่นดินถล่มสูงคิดเป็น ร้อยละ 6.57 ของพื้นที่ศึกษา และพื้นที่ที่มีความเสี่ยงภัยต่อการเกิดต่อการเกิดแผ่นดินถล่มต่ำมากคิดเป็นร้อยละ 52.89 ของพื้นที่ศึกษา เมื่อนำมาซ้อนทับข้อมูลหมู่บ้าน ประเมินผลออกมาเป็นหมู่บ้านเสี่ยงภัยจากดินถล่มได้ดังนี้ หมู่บ้านเสี่ยงภัยจากแผ่นดินถล่มสูงมากมี 4 หมู่บ้าน และหมู่บ้านเสี่ยงภัยจากแผ่นดินถล่มต่ำมากมี 9 หมู่บ้าน

สุเพชร จิระจรกุล และคณะ (2555) ทำการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดแผ่นดินถล่มที่เหมาะสมในพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มในเขตอำเภอวังสะพุง จังหวัดเลยโดยวัดจากปัจจัย 9 ปัจจัย ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนสูงสุด ความลาดชัน ระดับความสูง การใช้ประโยชน์ที่ดิน ดัชนีพืชพรรณ ระยะห่างจากทางน้ำ การระบายน้ำของดิน ลักษณะหิน และระยะห่างจากรอยเลื่อน โดยใช้กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นให้ค่าน้ำหนักและค่าคะแนนของปัจจัยดังกล่าว โดยค่าน้ำหนักของปัจจัยที่ได้

คะแนนสูงสุดคือ ปริมาณน้ำฝน และปัจจัยที่ได้คะแนนต่ำสุดคือ ระยะห่างจากรอยเลื่อน ผลการวิเคราะห์พบว่าพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มส่วนใหญ่อยู่ในเขตลุ่มน้ำ อำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย ในระดับความเสี่ยงสูงเท่ากับ 107.18 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 47.04 ของพื้นที่ทั้งหมด) พื้นที่ที่มีความเสี่ยงระดับปานกลางเท่ากับ 98.26 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 43.13 ของพื้นที่ทั้งหมด) พื้นที่ส่วนใหญ่ของตำบลหนองจั่ว เป็นที่เสี่ยงภัยดินถล่มระดับสูงเท่ากับ 60.40 ตารางกิโลเมตร และเป็นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มระดับปานกลางเท่ากับ 46.13 ตารางกิโลเมตร จำแนกความเสี่ยงในระดับหมู่บ้านที่เสี่ยงภัยจากแผ่นดินถล่มทั้งสิ้น 48 หมู่บ้าน ระดับความเสี่ยงภัยสูงจากดินถล่ม จำนวน 8 หมู่บ้าน อยู่ในอำเภอกู่เรือ 5 หมู่บ้าน และอยู่ในอำเภอวังสะพุงอีก 3 หมู่บ้าน

สุกัญญา วงศ์ชนะบุรณ และคนอื่นๆ (2555) ศึกษาปัจจัยเสี่ยงการเกิดภัยแผ่นดินถล่มและแนวทางการจัดการภัยแผ่นดินถล่มในจังหวัดภูเก็ต โดยการวิเคราะห์ค่าปัจจัยเสี่ยงการเกิดภัยดินถล่ม 5 ปัจจัย ได้แก่ ความลาดชัน ชนิดดินและชนิดหิน สภาพป่า การใช้ประโยชน์ที่ดิน ทิศทางการรับน้ำฝน จากนั้นคำนวณหาค่าดัชนีของแผ่นดินถล่ม (Landslide index) ผลการศึกษาพบว่าค่าดัชนีของแผ่นดินถล่มระหว่าง 38-46 ซึ่งเป็นระดับตามที่ตั้งเกณฑ์ไว้ให้มีโอกาสเกิดดินถล่มในอันดับ 2 หรือระดับปานกลาง และมีค่าดัชนีของดินถล่มระหว่าง 21-35 มีโอกาสเกิดดินถล่มในอันดับ 3 หรือระดับต่ำ พื้นที่ซึ่งมีโอกาสเกิดดินถล่มมากที่สุดในจังหวัดภูเก็ตคือ บริเวณบ้านผักนิจ ตำบลป่าคลอก ในอำเภอลาง รองลงมาคือ บริเวณเขารัง บ้านยอดเสนห์ เขาพันธุรัตน์ วัดสุวรรณคีรีเขต วัดกิตติสังฆาราม ในอำเภอเมือง บริเวณบ้านกมลา ควนรณัญ บ้านนาคา ในอำเภอกะทู้ และบริเวณบ้านเชิงทะเล บ้านในทอน บ้านสาธุ ในอำเภอลาง

Suree Teerarungsiguh; et al. (2007). ศึกษาการประเมินความเสี่ยงภัยพิบัติจากแผ่นดินถล่มในพื้นที่ อำเภอวังชัน จังหวัดแพร่ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ด้วยการสัมผัสระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จำแนกพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม เป็น 5 ประเภท คือ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ป่าที่มีความหนาแน่นมาก พื้นที่ที่มีพืชพรรณหนาแน่นปานกลาง พื้นที่ที่มีพืชพรรณปกคลุมน้อย และพื้นที่ที่ไม่มีสิ่งปกคลุม พบว่าความเสี่ยงภัยพิบัติแผ่นดินถล่มแตกต่างกันตามลักษณะของสิ่งปกคลุมดิน โดยพื้นที่ที่ไม่มีสิ่งปกคลุมดินมีความเสี่ยงภัยพิบัติจากแผ่นดินถล่มมากที่สุด นิพนธ์ ตั้งธรรม (2531) ศึกษาบริเวณพื้นที่ป่าต้นน้ำ ป่าดิบเขาในภาคเหนือของประเทศไทย เปรียบเทียบกับพื้นที่ไร่ร้าง และพื้นที่ป่าดิบเขาพบว่าปริมาณน้ำไหลบ่าบนผิวน้ำดินมีมากกว่าพื้นที่ป่าดิบเขาถึง 2 เท่า นอกจากนี้มีการศึกษาการดูดซับปริมาณน้ำฝนของพืชพบว่าพื้นที่ป่าดิบเขามีน้ำที่ถูกพืชดูดซับไว้น้อยที่สุดเนื่องจากมีลักษณะของใบเป็นมันและมีขนาดใหญ่ สภาพของบรรยากาศยังเต็มไปด้วยเมฆหมอกและมีค่าความชื้นสัมพัทธ์สูง ในขณะที่ป่าชนิดอื่นๆ มีน้ำที่ถูกดูดซับไว้ประมาณร้อยละ 40 ถึงร้อยละ 60 ลักษณะพื้นดินที่มีพืชปกคลุมมีรากไม้ยึดเกาะดินไว้ทำให้มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดดินมากขึ้น และมันคงขึ้น ซึ่งจะสามารถชะลอการอ้อมตัวของน้ำในดิน ทั้งนี้ การใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่น การถางป่าเพื่อทำสวน การเผาป่า การกระทำเหล่านี้เป็นการทำลายสิ่งที่ยึดเหนี่ยวเม็ดดินและสิ่งที่ยับชะลอการอ้อมตัวของน้ำ จึงทำให้ดินบริเวณดังกล่าวเสี่ยงต่อการเลื่อนไหลได้ง่ายขึ้น

Dorji Gyeltshen (2007) ศึกษาพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มบริเวณดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยที่จะเกิดแผ่นดินถล่มและพื้นที่หมู่บ้านที่เสี่ยงต่อการได้รับผลกระทบจากการเกิดแผ่นดินถล่ม โดยมีวิธีการให้ค่าคะแนนความสำคัญแต่ละปัจจัยด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น กำหนดปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์จำนวน 5 ปัจจัย ได้แก่ มุมที่ลาดชัน ลักษณะทางธรณีวิทยา รูปแบบการใช้ที่ดิน ระยะห่างจากทางน้ำ โดยกำหนดคะแนนพื้นที่ที่มีระยะทางห่างจากทางน้ำในช่วง 50 เมตร มีความเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มสูง และที่มีระยะทางห่างจากทางน้ำมากกว่า 50 เมตร มีความเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มน้อยและปริมาณน้ำฝนเป็นปัจจัยในการกระตุ้น จากนั้นจึงจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มสามระดับ โดยพื้นที่ส่วนใหญ่จะมีระดับความเสี่ยงภัยอยู่ในชั้นกลางและต่ำร้อยละ 92.84 ส่วนพื้นที่เสี่ยงภัยชั้นสูงมีพื้นที่ร้อยละ 7.19 ของพื้นที่ทั้งหมด

Narumon Intarawichian (2008) ศึกษาวิเคราะห์เปรียบเทียบวิธีการ 3 วิธีการ ได้แก่ กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น แบบจำลองอัตราส่วนความถี่ และการใช้ สองวิธีการดังกล่าวในการกำหนดเขตเสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มพื้นที่ลุ่มน้ำแม่แจ่มตอนล่าง บริเวณภาคเหนือของประเทศไทย โดยใช้ข้อมูลการรับรู้จากระยะไกล การสำรวจภาคสนาม และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ซึ่งใช้ปัจจัยที่เกี่ยวข้องจำนวน 10 ปัจจัย ได้แก่ ความลาดชัน ทิศทางความลาดชัน มุมของความลาดชัน ระยะห่างจากแหล่งน้ำ ชนิดหิน ชนิดดิน ปริมาณน้ำฝน ระยะห่างจากถนน การใช้ประโยชน์ที่ดิน และดัชนีพืชพรรณ ค่าปัจจัยของปริมาณน้ำฝนมีค่าถ่วงน้ำหนักมากที่สุด แบ่งเป็นค่าความเสี่ยง 5 ระดับ ผลการเปรียบเทียบพบว่าวิธีการวิเคราะห์ใดที่ให้ผลลัพธ์ดีที่สุดเมื่อเทียบกับเหตุการณ์แผ่นดินถล่มในอดีตจำนวน 25 ตำแหน่ง

Chun-Hung Wu; & Su-Chin Chen (2009) การกำหนดภาวะแผ่นดินถล่มอย่างฉับพลันบริเวณตอนกลางของไต้หวัน โดยวัดจากปริมาณน้ำฝนและปัจจัยพื้นที่ 6 ประการ โดยการใช้ทฤษฎีกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น และมีวัตถุประสงค์เพื่อบูรณาการข้อมูลและประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม โดยการจัดทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มเพื่อวางแผนการป้องกันภัย และได้กำหนดให้ค่าน้ำหนักของตัวแปร 5 ตัวแปร ดังนี้ ความชัน ธรณีวิทยา พืชพรรณปกคลุม ความชื้นของดิน การตัดถนน และข้อมูลการเกิดแผ่นดินถล่ม ปัจจัยปริมาณน้ำฝน ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำฝน 10 วันก่อนฝนตกและปริมาณน้ำฝนตลอดฤดูตัวแปร โดยมีหลักเกณฑ์ในการกำหนดตามลำดับความสำคัญ คือ ตัวแปรที่มีความสำคัญมากจะให้ค่าน้ำหนักมากและลดหลั่นกันลงไป ตามระดับความรุนแรง ของการเกิดพื้นที่เสี่ยงภัยซึ่งการให้ค่าถ่วงน้ำหนักดังกล่าวจะนำมาวิเคราะห์หาค่าความสำคัญตามลำดับชั้น และจัดทำแผนที่แสดงพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดแผ่นดินถล่มต่อไป โดยแบ่งแยกตามระดับของความรุนแรงที่มีโอกาสเกิดขึ้น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับต่ำระดับสูงกว่าค่าเริ่มต้นเล็กน้อย และระดับที่สูงกว่าค่าเริ่มต้นมาก

บาคิซาร์ และคนอื่นๆ (Bakhitar; et al. 2011) ศึกษาวิเคราะห์จัดทำแผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม (Susceptibility Map) โดยแบ่งค่าความเสี่ยงภัย 3 ระดับจากการวิเคราะห์ด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นของ 8 ปัจจัย ได้แก่ ความลาดชัน ทิศทางความลาดชัน การใช้ประโยชน์ที่ดิน ลักษณะของชุดดิน ระยะห่างจากแม่น้ำ ระยะห่างจากถนน ระยะห่างจากรอยเลื่อน ในพื้นที่ศึกษาจะเป็นรอยเลื่อนที่แตกแขนงทั่วพื้นที่ และปริมาณน้ำฝนผลการศึกษพบว่าพื้นที่คิดเป็นร้อยละ 67.2 ของพื้นที่ทั้งหมด มีความเสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มในระดับกลาง และร้อยละ 20.4 ของพื้นที่ทั้งหมดมีความเสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มในระดับสูง

โมลาดี และคนอื่นๆ (Moradi; et al. 2012) ศึกษาการจัดทำแผนที่ประเมินความเสี่ยงของการเกิดแผ่นดินถล่ม ในเมือง Denf ประเทศอิหร่าน โดยใช้ 8 ปัจจัย ได้แก่ แผ่นดินไหวในอดีต ชนิดหิน ความลาดชัน การใช้ประโยชน์ที่ดิน ระยะทางจากถนน ระยะทางจากแม่น้ำ ปริมาณน้ำฝน และแผ่นดินไหว โดยปัจจัยแผ่นดินไหวจะมีความสัมพันธ์กับรอยเลื่อนและการสั่นไหวของแผ่นดินบริเวณใกล้เคียงซึ่งอาจส่งผลกระทบให้พื้นที่ดังกล่าวมีความเสี่ยงจากการเกิดแผ่นดินถล่มได้สำหรับพื้นที่เสี่ยงภัยที่ได้แบ่งระดับไว้ที่ 4 ระดับ นอกจากนี้ปัจจัยที่คล้ายกันดังกล่าวมีผู้ศึกษาในประเทศอิหร่านใช้ปัจจัยด้านรอยเลื่อนเหมือนกัน โดยเพิ่มปัจจัยทิศทางความลาดชัน อีกหนึ่งปัจจัย เพื่อศึกษาการประเมินพื้นที่เสี่ยงแผ่นดินถล่มบริเวณแอ่ง Zab ของประเทศอิหร่าน (Khezri et al. 2013) ซึ่งใช้วิธีวิเคราะห์ทางสถิติและระบบภูมิศาสตร์สารสนเทศได้พื้นที่เสี่ยงภัย 5 ระดับ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศจำนวน 20 งานวิจัยสามารถสรุปปัจจัยที่ใช้ในการศึกษาพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มในตาราง 10 พบว่ามีปัจจัยที่ใช้การศึกษาหาพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มจำนวนทั้งหมด 21 ปัจจัย เรียงตามลำดับจากจำนวนงานวิจัยที่ใช้ปัจจัยต่างๆ จากมากไปน้อย ดังแสดงในภาพประกอบ 8 โดยมีรายละเอียดดังนี้ Slope gradient คือปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความลาดชัน 21 งานวิจัย Land use คือการใช้ประโยชน์ที่ดินข้อมูลเป็นเวกเตอร์ (ข้อมูลทศนิยม) 17 งานวิจัย Rock Type คือปัจจัยชนิดหิน 17 งานวิจัย Rainfall คือปัจจัยปริมาณน้ำฝน 14 งานวิจัย Distance of water คือปัจจัยระยะห่างจากทางน้ำ 11 งานวิจัย Aspect ปัจจัยทิศทางความลาดชัน (หน้ารับน้ำฝน) 10 งานวิจัย Elevation คือปัจจัยความสูง 8 งานวิจัย Soil Type คือปัจจัยชนิดของดิน ชนิดดิน (ข้อมูลทศนิยมจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง) 7 งานวิจัย Distance of Road คือระยะห่างจากถนน 6 งานวิจัย Drainage คือปัจจัยการระบายน้ำ 6 งานวิจัย NDVI คือปัจจัยดัชนีพืชพรรณ การใช้ประโยชน์ซึ่งใช้วิธีวิเคราะห์ด้วยการสำรวจระยะไกล (ข้อมูลเป็นราสเตอร์) 5 งานวิจัย Wetness คือปัจจัยค่าความชื้นของพื้นที่ 4 งานวิจัย ชนิดของป่าไม้ 3 งานวิจัย ระยะห่างจากรอยเลื่อน 3 งานวิจัย ค่าคุณลักษณะของดิน 2 งานวิจัย การไหลสะสมของน้ำ 2 งานวิจัย Earthquake คือแผ่นดินไหว 2 งานวิจัย Flow direction คือปัจจัยทิศทางการไหลของน้ำ Landslide History คือปัจจัยเหตุการณ์แผ่นดินถล่มในอดีต Soil Engineering properties เป็นข้อมูลที่ศึกษาจากการวิเคราะห์ทางวิศวกรรมเพื่อให้ได้คุณสมบัติทางวิศวกรรมของดิน และ Temperature คือปัจจัยอุณหภูมิมีงานวิจัยที่นำมาใช้เป็นจำนวน 1 งานวิจัย แสดงสรุปปัจจัยที่มีกลุ่มงานวิจัยที่เลือกใช้หลักๆ มากสุด 6 ปัจจัยแสดงในภาพประกอบ 7

ตาราง 10 ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์แผ่นดินถล่ม

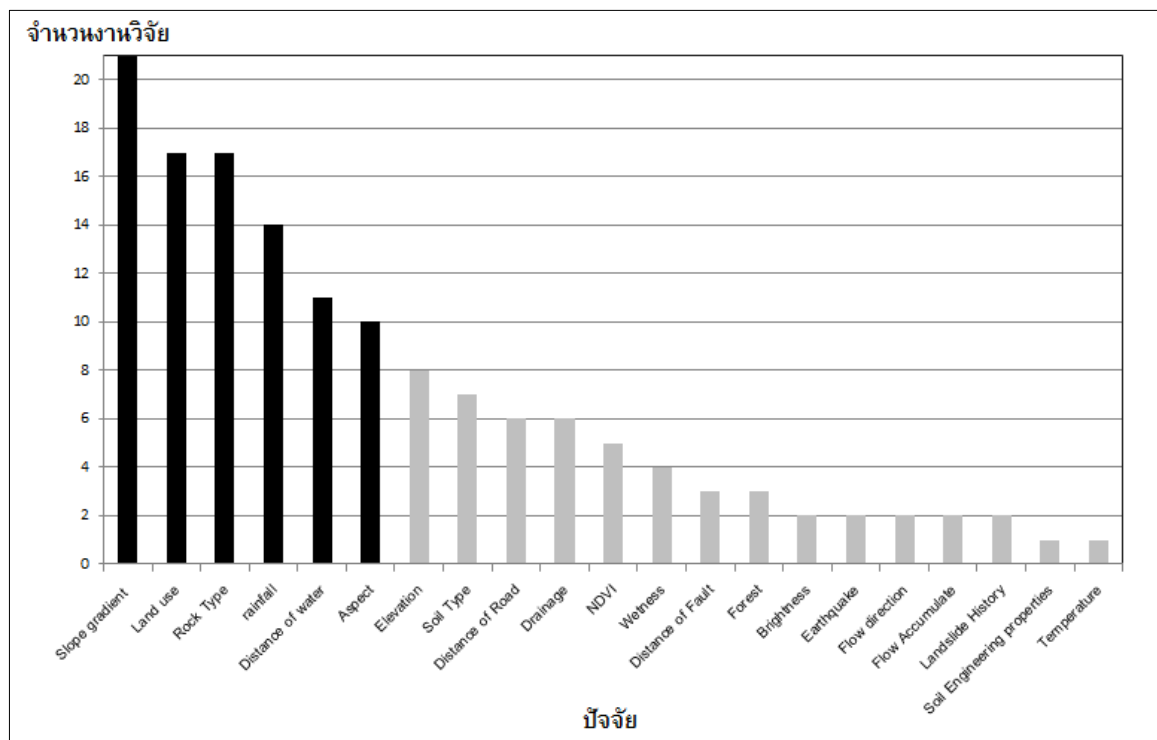
วิธีการ/องค์กร		ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์แผ่นดินถล่ม																						
เอกสารอ้างอิง	เทคนิค/ สมการที่ใช้	Slope	Slope angle	Aspect	Elevation	Forest	Distance of water	Road	Distance of Fault	Brightness	Rock Type	Land use	Drainage	Flow Accumulate	Wetness	History LS	NDVI	Soil Type	Earth quake	Engineering	rainfall	Temp	อื่นๆ	ความเร็วลม ของดิน
เลิศ (2538)	RS/ Step wise	✓									✓	✓						✓			✓			
สราวุธ (2539)	Factor of Safety	✓									✓	✓												
Suree; et al. (2007)	Weight Rating	✓		✓	✓							✓	✓			✓	✓							
หทัยทิพย์ (2544)	Weight Rating	✓			✓						✓				✓						✓			
กรมป้องกัน และบรรเทา สาธารณภัย (2550)	Weight Rating	✓									✓	✓						✓			✓			
สุทธิศักดิ์ (2551)	Weighting วิศวกรรมธรณี	✓			✓						✓	✓	✓		✓					✓	✓			water Soil
วรรณัย (2551)	Weight Rating	✓				✓	✓				✓	✓												

ตาราง 10 (ต่อ)

วิธีการ/องค์กร		ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์แผ่นดินถล่ม																					
เอกสารอ้างอิง	เทคนิค/ สมการที่ใช้	Slope gradient	Aspect	Elevation	Forest	Distance of water	Distance of Road	Distance of Fault	Brightness	Rock Type	Land use	Drainage	Flow Accumulate	Wetness	History LS	NDVI	Soil Type	Earth quake	Soil Engineering properties	rainfall	Temp	อื่นๆ	Flow Direction
ศศิวิมล (2551)	สมการ คณิตศาสตร์	✓	✓	✓					✓	✓	✓		✓	✓		✓				✓			
กรมป้องกันและ บรรเทาสาธารณ ภัย.(2553)	Weight Rating/AHP	✓			✓					✓	✓									✓			
กรมพัฒนา ที่ดิน (2553)	Factor of safety	✓				✓				✓	✓						✓		✓	✓			
ณัฐพงษ์ (2554)	Weight Rating	✓	✓		✓	✓				✓	✓												
สุกัญญา (2555)	Landslide index/Clas sification	✓	✓		✓					✓	✓						✓						
สุเพชร และคนอื่นๆ (2555)	AHP	✓		✓		✓		✓		✓	✓	✓				✓				✓			
บาติขทาร์ และคนอื่นๆ (2011)	AHP	✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓								✓				

ตาราง 10 (ต่อ)

วิธีการ/องค์กร		ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์แผ่นดินถล่ม																				
เอกสารอ้างอิง	เทคนิค/ สมการที่ใช้	Slope gradient	Aspect	Elevation	Forest	Distance of water	Distance of Road	Distance of Fault	Brightness	Rock Type	Land use	Drainage	Flow Accumulate	Wetness	History LS	NDVI	Soil Type	Earth quake	Soil Engineering properties	Rainfall	Temp	อื่นๆ
Chun Hung et.al. (2009)	AHP	✓								✓				✓		✓				✓		
Narumon (2008)	AHP	✓	✓			✓	✓			✓	✓					✓				✓		
Ainon Nisa et.al. (2011)	AHP	✓	✓	✓		✓	✓			✓	✓									✓		
R.Hatamifar et.al. (2011)	AHP	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓						✓			✓	✓	ที่อยู่อาศัย ความหนาแน่น ของทางน้ำ
Moradi M; et al. (2012)	AHP	✓				✓	✓			✓					✓			✓		✓		
Dorji (2012)	AHP	✓								✓		✓	✓									
Bhatt et.al (2013)	AHP	✓	✓			✓	✓				✓											



ภาพประกอบ 7 สรุปปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องจำนวนงานวิจัยที่อ้างถึงการนำปัจจัยต่างๆ มาพิจารณาวิเคราะห์พื้นที่

■ คือ 6 ปัจจัยหลักที่นำมาพิจารณาในงานวิจัยนี้

■ คือ ปัจจัยอื่นๆที่มีผู้อ้างถึงในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่พบน้อยกว่า 10 งานวิจัย โดยมีแกนแนวดิ่งคือจำนวนปัจจัยที่ศึกษาในงานวิจัยครั้ง

ตาราง 11 สรุปคำอธิบายสาเหตุของแต่ละปัจจัยที่นำมาใช้วิจัย

ลำดับ	ปัจจัย	เอกสารอ้างอิง (พ.ศ.)	คำอธิบายสาเหตุของแต่ละปัจจัย
1	ปริมาณน้ำฝน สูงสุดน้ำฝน	ทินกร (2551) วรกร (2548)	ภูมิประเทศที่ได้รับฝนมากกว่าด้านเงาฝน จะมีโอกาสเกิดการกัดเซาะ ปริมาณความชื้นและรูปแบบการตกของ น้ำฝนเป็นดัชนีที่ใช้ในการเตือนภัยแผ่นดิน ถล่มดีที่สุด
2	ความลาดชัน	ธงชัย (2531)	พื้นที่ที่มีความลาดชันสูงจะส่งผลให้มวลดินมี โอกาสเลื่อนไหลลงมาได้มากกว่าพื้นที่ที่มี ความลาดชันต่ำ
3	ลักษณะของหิน	ศศิวิมล (2551) ทินกร (2551)	ใช้ปัจจัยลักษณะของหินเป็นปัจจัยหนึ่งในการ เข้าสมการแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อ วิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มจังหวัด พังงาด้วย การผูกพันของหินที่แตกต่างกันจะสลายให้ดินที่ แตกต่างกัน ส่งผลต่อการยึดเกาะกันของเม็ดดิน และ ความต้านทานการเคลื่อนที่ของมวลดิน แตกต่างกัน นอกจากนี้ หากหินมีรอยแตกรอยแยกเยอะ หรืออยู่ ใกล้แนวรอยเลื่อน จะทำให้น้ำฝนสามารถซึมผ่านเข้า ไปทำปฏิกิริยากับแร่ภายในหินและเกิดการผุพังได้
4	ระยะห่างจาก ทางน้ำ	Dorji (2550) สุเพชร และคณะ (2555)	ศึกษาและกำหนดเกณฑ์ระยะห่างจากทางน้ำ ในช่วง 50 เมตร มีความเสี่ยงต่อการเกิด แผ่นดินถล่มสูง และมากกว่า 50 เมตร ให้ความสำคัญของระยะห่างจากทางน้ำใน ระยะ 0 ถึง 10 เมตร ว่ามีความเสี่ยงต่อการเกิด แผ่นดินถล่มสูงกว่าระยะห่างจากทางน้ำ 50 เมตร และยังให้ค่าน้ำหนักของระยะห่างนี้มากกว่าลักษณะ ของหิน

ตาราง 11 (ต่อ)

ลำดับ	ปัจจัย	เอกสารอ้างอิง (พ.ศ.)	คำอธิบายสาเหตุของแต่ละปัจจัย
5	ทิศทาง ความลาดชัน	ศศิวิมล (2551)	พิจารณาจากที่ตั้งของพื้นที่ศึกษาที่ได้รับผลกระทบจากลมมรสุมในทิศทางใด โดยกำหนดให้หน้ารับฝนช่วงมรสุมมีค่ามากที่สุดสำหรับทิศตะวันตกเฉียงใต้ของจังหวัดพังงา
6	ลักษณะดิน และการใช้ ประโยชน์ที่ดิน	สำนักป้องกันภัย ธรรมชาติและความ เสี่ยงทางการเกษตร (2553)	ลักษณะดินแต่ละชนิดจะมีการยึดตัวแตกต่างกัน และดินที่มีความหนา 1-2 เมตร มีโอกาสถล่มมากกว่าบริเวณที่มีดินหนามากหรือบางเกินไปซึ่งจากปัจจัยดังกล่าวก็สามารถนำไปหาพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินถล่มได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ดำเนินตามขั้นตอนดังนี้

1. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
3. ขั้นตอนการศึกษา
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
5. การวิเคราะห์พื้นที่ด้วยตารางเปรียบเทียบ

1. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

1.1 แผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ชุด L7018 ของกรมแผนที่ทหาร จำนวน 25 ระบาย มีรายละเอียด ดังนี้ หมายเลขระบาย 4824I 4826II 4825I, 4825II, 4825IV, 4925I, 4925II, 4925III, 4925IV, 4924I, 4924IV, 4927I, 4927II, 4927III, 4927IV, 4926I, 4926II, 4926III, 4926IV, 5024I, 5024IV, 5025II, III, และระบาย 5026IV, 5026III

1.2 ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่นำมาใช้ในการศึกษาวิเคราะห์จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องโดยมีมาตราส่วน 1:50,000 ดังตาราง 12

ตาราง 12 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาและหน่วยงานเจ้าของข้อมูล

ข้อมูล	หน่วยงาน (แหล่งที่มาข้อมูล)	ปี พ.ศ.
ข้อมูลภูมิประเทศ L7018 1:50,000	กรมแผนที่ทหาร	2540
ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม	กรมทรัพยากรธรณี	2550
ข้อมูลลักษณะหิน	กรมทรัพยากรธรณี	2550
ข้อมูลหมู่บ้านเสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม	กรมทรัพยากรธรณี	2552
ข้อมูลปริมาณน้ำฝน	กรมอุตุนิยมวิทยา	2544-2556
ข้อมูลชั้นดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน	กรมพัฒนาที่ดิน	2555
1:25,000		
ข้อมูลความลาดชัน	กรมแผนที่ทหาร	2540
ข้อมูลขอบเขตจังหวัด ขอบเขตอำเภอ	กระทรวงมหาดไทย	2550

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ที่รองรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป ArcGIS Version 10.2 เป็นโปรแกรมหลักในการวิเคราะห์ประมวลผลข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ และแสดงผลเชิงพื้นที่

3. ขั้นตอนการศึกษา

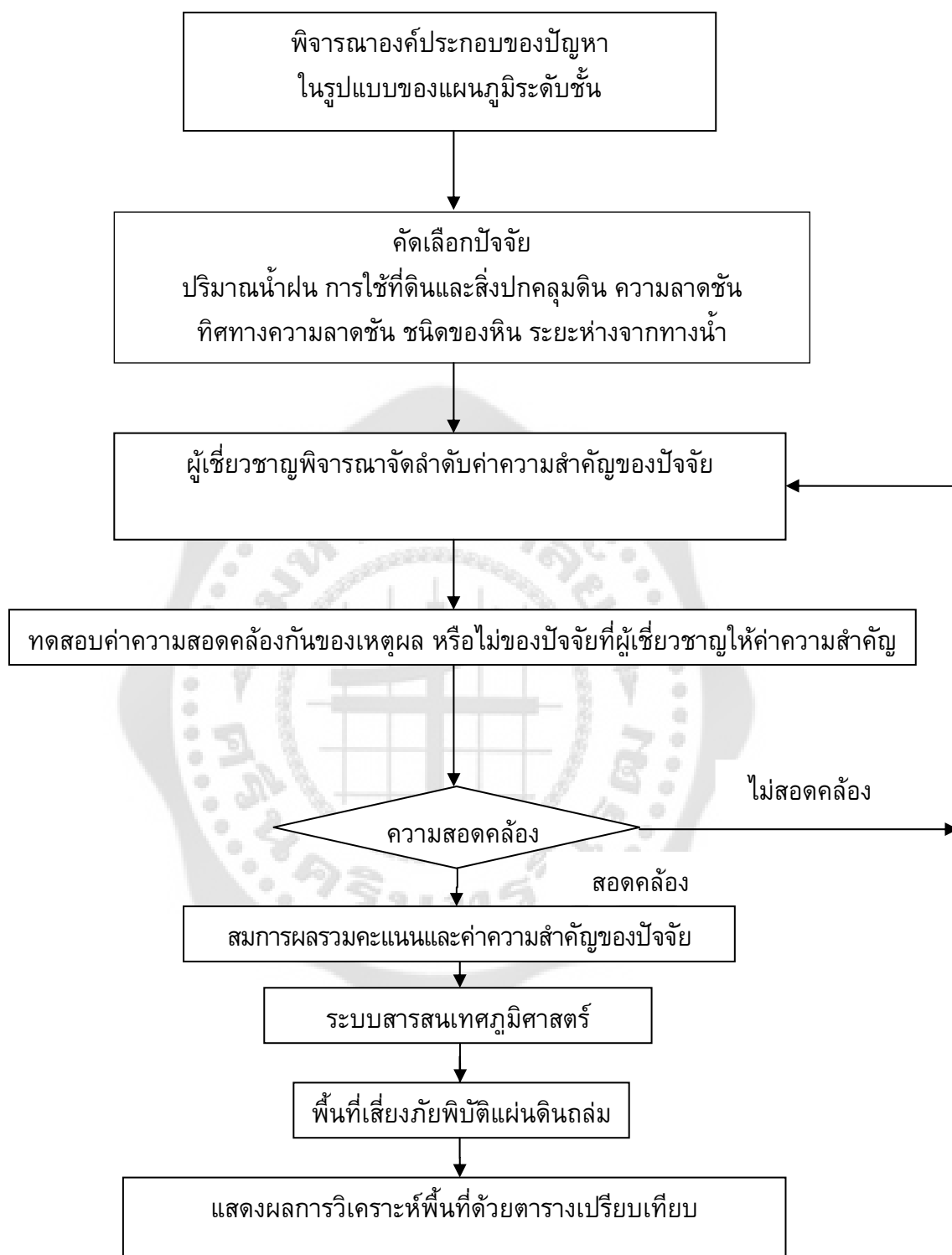
3.1 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกำหนดปัจจัยหลักพื้นฐานทำให้เกิดแผ่นดินถล่ม 6 ปัจจัยหลัก ได้แก่ ชนิดของหิน ปริมาณน้ำฝน ความลาดชันของพื้นที่ การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ทิศทางความลาดชัน และระยะห่างจากทางน้ำ

3.2 กำหนดแบบสอบถามเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญถ่วงน้ำหนักปัจจัยหลักโดยใช้กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น รายละเอียดขั้นตอนการคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักจากปัจจัยหลัก ดังภาพประกอบ 8

3.3 หาสมการผลรวมคะแนนค่าปัจจัยที่มีผลทำให้เกิดแผ่นดินถล่มในรูปแบบของข้อมูลเชิงบรรยายในลักษณะข้อมูลเป็นตัวเลข เพื่อจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

3.4 ทำการเปรียบเทียบพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มที่ได้จากการถ่วงน้ำหนักปัจจัยหลักโดยใช้กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น และปัจจัยที่แตกต่างกันสำหรับการศึกษาครั้งนี้กับวิธีการนำเสนอโดยกรมทรัพยากรธรณี ซึ่งใช้วิธีการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของปัจจัยรวมจำนวน 9 ปัจจัย ได้แก่ ระดับความสูง (elevation) หนักรับน้ำฝน (aspect) ความลาดชัน (slope) ทิศทางการไหลของน้ำ (flow direction) การไหลสะสมของน้ำ (flow accumulation) พืชพรรณ (TM4) ภาพสะท้อนความสว่าง (brightness) พื้นที่ชุ่มน้ำ (wetness) และชนิดของหิน (rock type) รายละเอียดแบบจำลองดังสมการ (1) (2) และ (3) ทำการเปรียบเทียบดังกล่าวด้วยการวิเคราะห์พื้นที่ด้วยตารางเปรียบเทียบ

3.5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะสำหรับพื้นที่ศึกษาที่นำมาทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มด้วยกระบวนการและจำนวนปัจจัยที่แตกต่างกันนั้น เป็นพื้นที่บริเวณภูเขาสูงในจังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งมีความสูงโดยประมาณตั้งแต่ 400 เมตรขึ้นไป ส่วนของพื้นที่อื่นๆ โดยรอบจังหวัดนั้นจะไม่นำมาวิเคราะห์ โดยพื้นที่รวมทั้งสิ้นเท่ากับ 1,470.50 ตารางกิโลเมตร



ภาพประกอบ 8 ขั้นตอนหาค่าถ่วงน้ำหนักด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การกำหนดปัจจัยหลักเพื่อออกแบบสอบถามและให้ผู้เชี่ยวชาญให้ค่าถ่วงน้ำหนักปัจจัยหลัก โดยพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญด้านภัยพิบัติ 5 หน่วยงาน และผู้เชี่ยวชาญในพื้นที่ 1 หน่วยงานดังแสดงในตาราง 13

ตาราง 13 ผู้เชี่ยวชาญด้านธรณีพิบัติภัยและผู้เชี่ยวชาญในพื้นที่จากหน่วยงานต่างๆ

ลำดับ	ผู้เชี่ยวชาญ	หน่วยงาน
1	ผู้เชี่ยวชาญด้านธรณีพิบัติภัย	กรมทรัพยากรธรณี
2	ผู้เชี่ยวชาญด้านธรณีพิบัติภัย	กรมทรัพยากรธรณี
3	ผู้เชี่ยวชาญด้านการป้องกันภัย ธรรมชาติและความเสี่ยงทางการเกษตร	กรมพัฒนาที่ดิน
4	ผู้เชี่ยวชาญด้านธรณีพิบัติภัย	สถาบันการศึกษา
5	ผู้เชี่ยวชาญด้านธรณีพิบัติภัย	สถาบันการศึกษา
6	ผู้เชี่ยวชาญในพื้นที่จังหวัด นครศรีธรรมราช	องค์การบริหารส่วนตำบล

4.2 การหาค่าถ่วงน้ำหนักด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น จากการกำหนดค่าคะแนนของ Saaty, Thomas L. (1980) ดังแสดงในตาราง 14

ตาราง 14 การประเมินความเหมาะสมของปัจจัยที่ใช้ในการศึกษาตามค่าคะแนนของ Saaty, Thomas L. (1980)

ค่าคะแนน	ความหมาย
9	สำคัญมากกว่าที่สุด
7	สำคัญมากกว่าอย่างเห็นได้ชัด
5	สำคัญมากกว่าปานกลาง
3	สำคัญมากกว่าเล็กน้อย
1	สำคัญเท่ากัน
1/3	สำคัญน้อยกว่าเล็กน้อย
1/5	สำคัญน้อยกว่าปานกลาง
1/7	สำคัญน้อยกว่าอย่างเห็นได้ชัด
1/9	สำคัญน้อยกว่าที่สุด

ที่มา: Saaty, Thomas L. (1980)

หมายเหตุ ค่าความหมายของระดับค่าคะแนนตั้งแต่ 1 3 5 7 9 ถ้าแถว (Row) มีความสำคัญมากกว่าคอลัมน์ (Column) ค่าคะแนนตั้งแต่ 1/3 1/5 1/7 1/9 ถ้าแถว (Row) มีความสำคัญน้อยกว่าคอลัมน์ (Column)

4.3 ผู้เชี่ยวชาญจากตาราง 13 ให้ค่าคะแนนของแต่ละปัจจัยหลัก โดยการให้ค่าคะแนนของแต่ละปัจจัยวิเคราะห์ในลักษณะของการจับคู่คะแนนดังตัวอย่างในตาราง 15

ตาราง 15 การจับคู่ค่าเกณฑ์ตัดสินใจปัจจัยหลัก

เกณฑ์ตัดสินใจ		ปัจจัยหลัก	
		ปัจจัยรอง 1	ปัจจัยรอง 2
ปัจจัยหลัก	ปัจจัยรอง 1	1	ให้คะแนนความสำคัญ โดยผู้เชี่ยวชาญ
	ปัจจัยรอง 2	ค่าคะแนนตรง ข้ามกับผู้เชี่ยวชาญ ให้น้ำหนัก	1
	รวมคะแนน	A	B

จากนั้นทำการตรวจสอบความเป็นเหตุเป็นผลของคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญกำหนด โดยใช้สมการ (4) สำหรับการศึกษาที่ใช้ปัจจัยจำนวน 6 ปัจจัย ดังนั้น ค่าที่ยอมรับได้จะต้องมีค่า CR ไม่เกิน 0.1 โดยใช้ค่า Random Consistency Index: RI เท่ากับ 1.24 จากตาราง 9 ค่าคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญกำหนดจึงสามารถนำมาใช้ได้ และมีความสอดคล้อง หรือความเป็นเหตุเป็นผลกันของคะแนนแต่ละปัจจัย

4.4 เนื่องจากเป็นการตัดสินใจโดยผู้เชี่ยวชาญ 6 คน จึงต้องทำการเปรียบเทียบค่าคะแนนการตัดสินใจระหว่างปัจจัยของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่าน ที่ให้ค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัยแตกต่างกัน โดยสรุปการให้ค่าความสำคัญของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดมีผลรวมค่าความสำคัญเท่ากับ 1 และจึงนำค่าความสำคัญของปัจจัยนั้นๆ เป็นค่าถ่วงน้ำหนักเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ต่อไป โดยอาศัยการคำนวณค่า Range จากสมการ (6)

$$\text{Range} = k (n - 1) \quad (6)$$

เมื่อ k คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ให้คะแนนความสำคัญในแต่ละปัจจัย
 n คือ จำนวนปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา

งานวิจัยนี้มีผู้เชี่ยวชาญให้คะแนน 6 คน โดยมีจำนวนปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา 6 ปัจจัย การคำนวณค่า $\text{Range} = 6(6 - 1)$ ดังนั้น Range มีค่าเท่ากับ 30 และหาค่า Rank โดยคิดจากจำนวนของผู้เชี่ยวชาญที่ให้ค่าความสำคัญของปัจจัยในแนวตั้งมากกว่าปัจจัยในแนวนอน รวมทั้งหมด 6 ปัจจัย ตัวอย่าง เช่น มีผู้เชี่ยวชาญที่ให้ค่าความสำคัญของชนิดหินมากกว่าความลาดชันของพื้นที่ จำนวน 4 คน ให้ค่าความสำคัญของชนิดหินมากกว่าการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน จำนวน 5 คน ให้ค่าความสำคัญของชนิดหินมากกว่าปริมาณน้ำฝน จำนวน 3 คน ให้ค่าความสำคัญของชนิดหินมากกว่าระยะห่างจากทางน้ำ จำนวน 5 คน ให้ค่าความสำคัญของชนิดหินมากกว่าทิศทางการลาดชันจำนวน 4 คน มีจำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ให้ค่าความสำคัญของชนิดของหินมากกว่าปัจจัยอื่นๆ ทั้งหมด คิดเป็นผลรวมจำนวน ได้ค่า Rank เท่ากับ 21 ดังนั้น ในกรณีปัจจัยชนิดของหิน Rank/Range คือ $21/30$ เท่ากับ 0.70 ดังแสดงในบรรทัดที่ 1 ของตาราง 16

สำหรับค่าความสำคัญของปัจจัยชนิดของหินคำนวณได้จากค่า Rank/Range ของปัจจัยชนิดของหินหารด้วยผลรวมของ Rank/Range ของทุกปัจจัยซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.88 ดังนั้นค่าความสำคัญของปัจจัยชนิดของหินคือ $0.70/2.88$ มีค่าเท่ากับ 0.24 เป็นต้น และคำนวณเช่นนี้จนครบทุกปัจจัย

ตาราง 16 การเปรียบเทียบระหว่างปัจจัย โดยผู้เชี่ยวชาญให้ค่าคะแนนจำนวน 6 คน

ปัจจัย	ชนิดของ หิน	ความ ลาดชัน ของพื้นที่	การใช้ที่ดิน และสิ่งปก คลุมดิน	ปริมาณ น้ำฝน	ระยะห่าง จากทางน้ำ	ทิศทางการ ลาดชัน	Rank	Rank/Range	ค่าความสำคัญ
ชนิดของหิน	-	4	5	3	5	4	21	0.70	0.24
ความลาดชันของพื้นที่	2	-	5	2	5	5	19	0.63	0.22
การใช้ที่ดิน และสิ่งปกคลุมดิน	1	1	-	2	5	4	13	0.43	0.15
ปริมาณน้ำฝน	3	3	4	-	5	5	20	0.66	0.23
ระยะจากแม่น้ำ	1	1	1	1	-	2	6	0.20	0.07
ทิศทางการ ลาดชัน	1	1	2	1	3	-	8	0.26	0.09
						รวม	87	2.88	1.00

หมายเหตุ Rank คือ ผลรวมแนวนอน และRange เท่ากับ 30

4.5.การวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อหาพื้นที่เสี่ยงภัยพิบัติแผ่นดินถล่มพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราชโดยทำการซ้อนทับข้อมูลของปัจจัยที่ศึกษา คะแนนความสำคัญของปัจจัยดังกล่าวได้จากการสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้นๆ ตามการวิเคราะห์ด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น และนำค่าคะแนนความสำคัญดังกล่าวมาแทนค่าในสมการ (7) เพื่อใช้เป็นค่าในการวิเคราะห์เชิงแผนที่ต่อไป

$$LS = R_1S_1 + R_2S_2 + R_3S_3 + R_4S_4 + R_5S_5 + R_6S_6 \quad (7)$$

LS คือ ค่าผลรวมของปัจจัยที่ทำให้เกิดพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม

R_1 คือ ค่าความสำคัญของชนิดของหิน

S_1 คือ ค่าคะแนนของชนิดของหิน

R_2 คือ ค่าความสำคัญของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี

S_2 คือ ค่าคะแนนของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี

R_3 คือ ค่าความสำคัญของความลาดชันของพื้นที่

S_3 คือ ค่าคะแนนของความลาดชันของพื้นที่

R_4 คือ ค่าความสำคัญของการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน

S_4 คือ ค่าคะแนนของการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน

R_5 คือ ค่าความสำคัญของทิศทางความลาดชัน

S_5 คือ ค่าคะแนนของทิศทางความลาดชัน

R_6 คือ ค่าความสำคัญของระยะห่างจากทางน้ำ

S_6 คือ ค่าคะแนนของระยะห่างจากทางน้ำ

สมการผลรวมของปัจจัยที่ทำให้เกิดพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มที่ใช้คำนวณในการศึกษาครั้งนี้ คือ

$$LS = 0.24S_1 + 0.23S_2 + 0.22S_3 + 0.15S_4 + 0.09S_5 + 0.07S_6 \quad (8)$$

4.6 การแบ่งช่วงคะแนนพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มจังหวัดนครศรีธรรมราชเป็น 3 ช่วงคะแนน คือ ช่วงคะแนนที่ 1 พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มสูง ช่วงคะแนนที่ 2 พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มปานกลาง ช่วงคะแนนที่ 3 พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มต่ำ แล้วแสดงผลข้อมูลออกมาในรูปของแผนที่แยกตามปัจจัย ซึ่งข้อมูลดังกล่าวมีค่าคะแนนอยู่ในช่วงเดียวกัน คือ 3 ช่วงคะแนน

โดยใช้หลักการแจกแจงความถี่แบบอันตรภาคชั้น ด้วยสมการ (9)

$$\text{อันตรภาคชั้น} = \frac{\text{คะแนนสูงสุด} - \text{คะแนนต่ำสุด}}{\text{จำนวนชั้น}} \quad (9)$$

การกำหนดค่าระดับชั้นความเสี่ยงของค่าคะแนนแต่ละระดับโดยเริ่มจากคะแนนต่ำสุดบวกด้วย อันตรภาคชั้น และในระดับชั้นถัดไปบวกด้วยอันตรภาคชั้นเช่นเดียวกัน การแบ่งแบบนี้ใช้สำหรับกรณีช่วงของข้อมูลที่ไม่แตกต่างกันมากนัก โดยทำการแบ่งข้อมูลใหม่ด้วยฟังก์ชันการทำงานแบบ Equal Interval ซึ่งการวิจัยนี้ใช้วิธีการนี้เพื่อต้องการให้ค่าของช่วงข้อมูลมีค่าเท่ากันในแต่ละค่าระดับความเสี่ยง

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าค่าคะแนนผลรวมของปัจจัยที่ทำให้เกิดปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดแผ่นดินถล่มอยู่ในช่วงคะแนนต่ำสุด 0.69 ถึงคะแนนสูงสุด 4.26 เมื่อคำนวณหาอันตรภาคชั้นจะได้ค่าดังนี้

$$\text{อันตรภาคชั้น} = \frac{4.26 - 0.69}{3} = 1.19$$

ดังนั้น สามารถสรุประดับความเสี่ยงและช่วงคะแนนได้ดังแสดงในตาราง 17

ตาราง 17 ระดับความเสี่ยงและช่วงคะแนน

ระดับความเสี่ยง	ช่วงคะแนน
ต่ำ	0.69 - 1.88
ปานกลาง	1.88 - 3.07
สูง	3.07 - 4.26

5. การวิเคราะห์พื้นที่ด้วยตารางเปรียบเทียบ

นำแผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มที่ได้จากงานวิจัยนี้มาเปรียบเทียบกับแผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มในจังหวัดนครศรีธรรมราชที่นำเสนอโดยกรมทรัพยากรธรณี โดยวิธีการวิเคราะห์พื้นที่ด้วยตารางเปรียบเทียบทางสถิติซึ่งใช้ในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวแปรขึ้นไป และเปรียบเทียบแผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มจังหวัดนครศรีธรรมราชของกรมทรัพยากรธรณี

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. ผลจากการหาค่าความสำคัญจากกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้นและการประมวลผลวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
2. ผลจากการวิเคราะห์พื้นที่ด้วยตารางเปรียบเทียบ

1. ผลจากการหาค่าความสำคัญจากกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้นและการประมวลผลวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

การวิเคราะห์หาค่าความสำคัญของปัจจัยจากกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้น โดยการให้ค่าคะแนนของผู้เชี่ยวชาญจากปัจจัยทั้งหมด 6 ปัจจัย ซึ่งมีค่าความสำคัญเรียงตามลำดับ ดังนี้ ชนิดของหินเท่ากับ 0.24 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 0.22 ความลาดชันของพื้นที่เท่ากับ 0.23 การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินเท่ากับ 0.15 ทิศทางความลาดชันเท่ากับ 0.09 และระยะห่างจากทางน้ำเท่ากับ 0.07 ดังตาราง 18

ตาราง 18 แสดงค่าความสำคัญแต่ละปัจจัย

ลำดับ	ปัจจัย	ค่าความสำคัญ
1	ชนิดของหิน	0.24
2	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี	0.23
3	ความลาดชันของพื้นที่	0.22
4	การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน	0.15
5	ทิศทางความลาดชัน	0.09
6	ระยะห่างจากทางน้ำ	0.07

เมื่อนำมาคำนวณกับค่าคะแนนของแต่ละปัจจัยจะได้ค่าแสดงดังตาราง 19 ที่มีค่าคะแนนวิเคราะห์ ประกอบด้วยค่าคะแนน 1 2 3 4 และ 5 หมายถึง ระดับของคะแนนที่มีโอกาสเกิดแผ่นดินถล่มต่ำมากไปจนถึงสูงมาก โดยมีรายละเอียดแต่ละค่าคะแนนตามเกณฑ์อ้างอิงของกรมทรัพยากรธรณี ดังนี้ ค่าคะแนน 1 หมายถึง คะแนนที่มีโอกาสการเกิดแผ่นดินถล่มต่ำมาก ค่าคะแนน 2 หมายถึง คะแนนที่มีโอกาสเกิดแผ่นดินถล่มต่ำ ค่าคะแนน 3 หมายถึง คะแนนที่มีโอกาสเกิดแผ่นดินถล่มปานกลาง ค่าคะแนน 4 หมายถึง คะแนนที่มีโอกาสเกิดแผ่นดินถล่มสูง และค่าคะแนน 5 หมายถึง

คะแนนที่มีโอกาสเกิดแผ่นดินถล่มสูงมาก ทั้งนี้ สำหรับขอบเขตพื้นที่ศึกษาครอบคลุมพื้นที่ประมาณเท่ากับ 1,470.50 ตารางกิโลเมตร ข้อมูลเชิงพื้นที่ของปัจจัยตะกอนน้ำพา ปัจจัยพื้นที่ไร่นา ไม่ส่งผลให้เกิดแผ่นดินถล่มอย่างมีนัยสำคัญจึงไม่นำมาวิเคราะห์ด้วย สำหรับปัจจัยปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีมากกว่าเท่ากับ 1,800 มิลลิเมตร และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 1,801–2,100 มิลลิเมตร ไม่มีข้อมูลในพื้นที่ศึกษาจึงไม่นำมาวิเคราะห์ด้วย เมื่อค่าคะแนนวิเคราะห์ครบทุกปัจจัยแล้วจึงนำมาหาค่าผลรวมของปัจจัยที่ทำให้เกิดพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มและวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ต่อไป

ตาราง 19 แสดงค่าน้ำหนักของปัจจัยหลัก ค่าคะแนนของปัจจัยรอง และค่าคะแนนวิเคราะห์

ปัจจัยหลัก	ค่าน้ำหนัก	ปัจจัยรอง	ค่า คะแนน	ค่าคะแนน วิเคราะห์
ชนิดของหิน	0.24	ตะกอนน้ำพา	1	-
		หินปูน หินโดโลไมต์	2	0.48
		หินควอร์ตไซต์ หินทราย	3	0.72
		หินดินดาน หินชนวน	4	0.96
		และหินฟิลไลต์ หินชีสต์		
ความลาดชัน ของพื้นที่	0.22	หินแกรนิต หินไนส์ หินภูเขาไฟ	5	1.20
		ความลาดชัน 0 – 8 %	1	0.22
		ความลาดชัน 8 – 16 %	2	0.44
		ความลาดชัน 16 – 35 %	3	0.66
		ความลาดชัน 35 – 50 %	4	0.88
		ความลาดชันมากกว่า 50 %	5	1.10
การใช้ที่ดินและ สิ่งปกคลุมดิน	0.15	พื้นที่ป่าไม้สมบูรณ์	1	0.15
		พื้นที่ทุ่งหญ้าและ		0.30
			2	
		ป่าไม้เสื่อมโทรม		
		พื้นที่สวนไม้ผลผสม	3	0.45
		(เกษตรถาวร)		
		พื้นที่ไร่นา	4	-
		พื้นที่เปิดโล่ง	5	0.75

ตาราง 19 (ต่อ)

ปัจจัยหลัก	ค่าน้ำหนัก	ปัจจัยรอง	ค่า คะแนน	ค่าคะแนน วิเคราะห์
ปริมาณน้ำฝน	0.23	ฝนเฉลี่ยรายปี มากกว่า 1,800 มม.	1	-
		ฝนเฉลี่ยรายปี 1,801 – 2,100 มม.	2	-
		ฝนเฉลี่ยรายปี 2,101 – 2,400 มม.	3	0.69
		ฝนเฉลี่ยรายปี 2,401 – 3,200 มม.	4	0.92
		ฝนเฉลี่ยรายปี 3,201 มม.	5	1.15
ระยะห่าง จากทางน้ำ	0.07	มากกว่า 50 เมตร	1	0.07
		30–50 เมตร	2	0.14
		20–30 เมตร	3	0.21
		10–20 เมตร	4	0.28
		0–10 เมตร	5	0.35
ทิศทางการ ลาดชัน	0.09	ทิศเหนือ	1	0.09
		ทิศใต้	2	0.18
		ทิศตะวันออก	3	0.27
		ทิศตะวันตก	4	0.36
		ทิศตะวันตกเฉียงใต้ และทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	5	0.45

หมายเหตุ ค่าคะแนนวิเคราะห์ = ค่าคะแนน x ค่าน้ำหนัก

โดยมีรายละเอียดข้อมูลของแต่ละปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์ ดังนี้

ปัจจัยชนิดของหิน เป็นปัจจัยที่เป็นองค์ประกอบหลัก และมีความสำคัญมากที่สุดในการพิจารณาพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มเนื่องจากเป็นหินต้นกำเนิดก่อนที่จะผุพังและสลายตัวกลายเป็นดิน ดังนั้น ชนิดของหินที่มีส่วนประกอบของเนื้อหินที่มีการผุพังย่อยสลายตัวได้เร็ว และมีแร่ประกอบหินเป็นแร่ควอร์ตมากจะผุพังย่อยสลายให้ดินทรายที่มีการอัดตัวแบบหลวมๆ ไม่หนาแน่นมาก จากการศึกษาพื้นที่บริเวณเขาหลวงซึ่งชนิดของหินเป็นหินแกรนิต หินไนส์ และหินภูเขาไฟ โดยเป็นพื้นที่ส่วนใหญ่ของพื้นที่ศึกษาคิดเป็นพื้นที่เท่ากับ 1,194 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 83.03 ของพื้นที่ศึกษา ครอบคลุมพื้นที่ 13 อำเภอของจังหวัดนครศรีธรรมราช เรียงตามลำดับอำเภอที่มีพื้นที่ซึ่งครอบคลุมจากมากไปน้อยดังนี้ อำเภอนบพิตำ อำเภอพิปูน อำเภอลานสกา อำเภอสิชล

อำเภอทุ่งสง อำเภอช้างกลาง อำเภอพรหมคีรี อำเภอร่อนพิบูลย์ อำเภอฉวาง อำเภอขนอม อำเภอท่าศาลา อำเภอนาบอน และอำเภอเมืองนครศรีธรรมราช ทั้งนี้ อำเภอนบพิตำ อำเภอพิปูน อำเภอลานสกา และอำเภอสิชลเป็น 4 อำเภอที่มีพื้นที่มากในลำดับต้นๆ และเป็นพื้นที่ซึ่งเคยเกิดเหตุการณ์แผ่นดินถล่มในอดีต

ปัจจัยชนิดของหินควอร์ตไซต์ หินทราย หินดินดาน และหินชนวน ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาเท่ากับ 113 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 7.86 ของพื้นที่ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของอำเภอนบพิตำ สำหรับชนิดของหินดินดาน หินฟิลไลต์ และหินชีสต์ มีพื้นที่ซึ่งนำมาศึกษาเท่ากับ 88 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 6.12 ของพื้นที่ศึกษา ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่ของพื้นที่ศึกษาอยู่ในอำเภอนบพิตำ ส่วนปัจจัยชนิดของหินปูน และหินโดโลไมต์ ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาเท่ากับ 43 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 2.99 ของพื้นที่ ดังแสดงรายละเอียดในตาราง 20 และภาพประกอบ 9 สำหรับพื้นที่ชนิดของหินแบบอื่นๆ มีพื้นที่เท่ากับ 32.5 ตารางกิโลเมตร ไม่ได้นำมาวิเคราะห์ด้วยเนื่องจากไม่อยู่ในกลุ่มชนิดหินที่แบ่งไว้ทำให้พื้นที่ชนิดของหินมีพื้นที่ไม่ครบ 1,470.50 ตารางกิโลเมตร โดยประมาณถือเป็นพื้นที่ที่กันออก

ตาราง 20 แสดงขนาดพื้นที่พิจารณาจากปัจจัยชนิดของหิน

ชนิดของหิน	พื้นที่ (ตร.กม.)	พื้นที่ (ร้อยละ)
หินแกรนิต หินไนส์ และหินภูเขาไฟ	1,194.00	83.03
หินควอร์ตไซต์ หินทราย	113.00	7.86
หินดินดาน หินชนวนและหินฟิลไลต์ หินชีสต์	88.00	6.12
หินปูน หินโดโลไมต์	43.00	2.99



ภาพประกอบ 9 แผนที่แสดงชนิดของหิน

การวิเคราะห์หาปัจจัยปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีจากข้อมูลเส้นชั้นปริมาณน้ำฝนเท่าของ สถานีวัดปริมาณน้ำฝน 25 สถานี ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2544–2556 คิดเป็นจำนวนปริมาณน้ำฝน เฉลี่ย 12 ปี ด้วยวิธีการประมาณค่าข้อมูลเชิงพื้นที่ แบบ Inverse Distance Weight (IDW) โดยใช้ระยะห่างจากสถานีวัดปริมาณน้ำฝนบริเวณใกล้เคียง 100 เมตร พบว่าปริมาณน้ำฝน เฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 836.50 มิลลิเมตรและปริมาณน้ำฝนสูงสุดเท่ากับ 3,045.72 มิลลิเมตร ทั้งนี้ พื้นที่ซึ่งมีค่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีมากจะมีผลต่อโอกาสเกิดแผ่นดินถล่มในพื้นที่ดังกล่าวสูง กว่าพื้นที่ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีต่ำกว่า จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าพื้นที่ซึ่งมีปริมาณ น้ำฝนเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 2,400–3,200 มิลลิเมตร มีพื้นที่มากที่สุดเท่ากับ 863.61 ตาราง กิโลเมตร โดยคิดเป็นร้อยละ 58.73 ของพื้นที่ศึกษาโดยอยู่ในพื้นที่บางส่วนของอำเภอต่างๆ เรียงตามลำดับอำเภอที่มีพื้นที่ซึ่งครอบคลุมจากมากไปน้อยดังนี้ อำเภอหนองบัว อำเภอพิบูล อำเภอลานสกา อำเภอทุ่งสง อำเภอช้างกลาง อำเภอพรหมคีรี อำเภอร่อนพิบูลย์ อำเภอฉวาง อำเภอท่าศาลา อำเภอนาบอน อำเภอสิชล อำเภอขนอม และอำเภอเมืองนครศรีธรรมราช ตามลำดับสำหรับปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 2,101–2,400 มิลลิเมตร มีพื้นที่เท่ากับ 606.80 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 41.26 ของพื้นที่ศึกษาโดยอยู่ในพื้นที่บางส่วนของอำเภอหนองบัว อำเภอสิชล อำเภอพิบูล อำเภอขนอม และอำเภอฉวาง แสดงรายละเอียดในตาราง 21 และ ภาพประกอบ 10

ตาราง 21 แสดงขนาดพื้นที่พิจารณาจากปัจจัยปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี

ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี (ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ปี 2544 – 2556)	พื้นที่ (ตร.กม.)	พื้นที่ (ร้อยละ)
ฝนเฉลี่ยรายปี 2,400–3,200 มิลลิเมตร	863.61	58.73
ฝนเฉลี่ยรายปี 2,101–2,400 มิลลิเมตร	606.80	41.26



ภาพประกอบ 10 แผนที่แสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี

ปัจจัยความลาดชันของพื้นที่ที่มีความสำคัญต่อการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มในลำดับที่ 3 เนื่องจากความลาดชันของพื้นที่ซึ่งแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่จะส่งผลให้อัตราการเกิดแผ่นดินถล่มที่มีแรงโน้มถ่วงของโลกเป็นแรงหนึ่งที่ทำให้พื้นที่ที่มีการถล่มของแผ่นดินเมื่อเกิดร่วมกับปัจจัยอื่นๆ ทั้งนี้ พื้นที่ซึ่งมีความลาดชันของพื้นที่ซึ่งมีร้อยละของความลาดชันในพื้นที่มากตามคะแนนที่นำมาวิเคราะห์นั้นจะส่งผลให้พื้นที่ดังกล่าวมีโอกาสเกิดแผ่นดินถล่มได้สูงมากกว่าพื้นที่ซึ่งมีร้อยละของความลาดชันของพื้นที่น้อยกว่า พื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่พบว่าเป็นพื้นที่ซึ่งมีความลาดชันอยู่ระหว่างร้อยละ 16-35 ของพื้นที่ มีพื้นที่เท่ากับ 810.18 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 55.09 ของพื้นที่ศึกษา ครอบคลุมพื้นที่ 13 อำเภอของจังหวัดนครศรีธรรมราช เรียงตามลำดับอำเภอที่มีพื้นที่ซึ่งครอบคลุมจากมากไปน้อยดังนี้ อำเภอนบพิตำ อำเภอพิปูน อำเภอลานสกา อำเภอสิชล อำเภอทุ่งสง อำเภอช้างกลาง อำเภอพรหมคีรี อำเภอร่อนพิบูลย์ อำเภอฉวาง อำเภอขนอม อำเภอนาบอน อำเภอท่าศาลา และอำเภอเมืองนครศรีธรรมราช สำหรับพื้นที่ซึ่งมีร้อยละความลาดชัน 8-16 ของพื้นที่มีพื้นที่เท่ากับ 289.35 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 19.68 ของพื้นที่ศึกษา ครอบคลุม 12 อำเภอของจังหวัดนครศรีธรรมราช มีพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ที่อำเภอนบพิตำ เท่ากับ 137.91 ตารางกิโลเมตร อำเภอพิปูน อำเภอทุ่งสง อำเภอสิชล และอำเภอลานสกา เป็นต้น ส่วนพื้นที่ซึ่งมีความลาดชันอยู่ระหว่างร้อยละ 35-50 มีพื้นที่เท่ากับ 185.71 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 12.63 ของพื้นที่ศึกษาครอบคลุม 13 อำเภอของจังหวัดนครศรีธรรมราช มีพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ที่อำเภอนบพิตำ อำเภอสิชล อำเภอลานสกา และอำเภอพิปูน เป็นต้น สำหรับพื้นที่ศึกษาครั้งนี้ครอบคลุมพื้นที่ในลำดับที่ 4 และ 5 คือ ปัจจัยความลาดชันของพื้นที่ร้อยละ 0-8 และความลาดชันของพื้นที่มากกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ โดยมีพื้นที่ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาเท่ากับ 151.96 และ 33.29 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 10.33 และ 2.26 ของพื้นที่ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 22 และภาพประกอบ 11

ตาราง 22 แสดงขนาดพื้นที่พิจารณาจากปัจจัยความลาดชันของพื้นที่

ความลาดชันของพื้นที่	พื้นที่ (ตร.กม.)	พื้นที่ (ร้อยละ)
ความลาดชัน 0-8%	151.96	10.33
ความลาดชัน 8-16%	289.35	19.68
ความลาดชัน 16-35 %	810.18	55.09
ความลาดชัน 35-50%	185.71	12.63
ความลาดชันมากกว่า 50 %	33.29	2.26



ภาพประกอบ 11 แผนที่แสดงความลาดชันของพื้นที่

ปัจจัยการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน วิเคราะห์จากข้อมูลการแบ่งการใช้ประโยชน์ที่ดินของกรมพัฒนาที่ดินปี 2555 ซึ่งแบ่งเป็น 5 ชั้นข้อมูลหลัก ได้แก่ พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่แหล่งน้ำ และพื้นที่เบ็ดเตล็ด พบว่าพื้นที่ทางทิศตะวันตกของจังหวัดส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมประเภทไม้ยืนต้น ส่วนพื้นที่ทางทิศตะวันออกของจังหวัดส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมประเภทพื้นที่ทำนาข้าว ไม้ผล และไม้ยืนต้น การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่มีความแตกต่างกันจะส่งผลให้พื้นที่ต่างๆ มีความเสี่ยงต่อโอกาสเกิดแผ่นดินถล่มที่ต่างกัน โดยพื้นที่ซึ่งนำมาวิเคราะห์และมีผลต่อโอกาสเกิดแผ่นดินถล่มแบ่งเป็น 4 ประเภทจากชั้นข้อมูลหลักของกรมพัฒนาที่ดิน ดังนี้ พื้นที่ป่าไม้สมบูรณ์มีพื้นที่มากที่สุดเท่ากับ 1,269.66 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 86.47 ของพื้นที่ศึกษา ครอบคลุมพื้นที่ 13 อำเภอของจังหวัดนครศรีธรรมราช เรียงตามลำดับอำเภอที่มีพื้นที่ซึ่งครอบคลุมจากมากไปน้อยดังนี้ อำเภอหนองพิกุล อำเภอพิบูลย์ อำเภอฉวาง อำเภอขนอม อำเภอท่าศาลา อำเภอนาบอน และอำเภอเมืองนครศรีธรรมราช สำหรับพื้นที่ทุ่งหญ้าและป่าไม้เสื่อมโทรม มีพื้นที่เท่ากับ 179.17 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 12.20 พื้นที่สวนไม้ผลผสม (เกษตรถาวร) มีพื้นที่เท่ากับ 17.39 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 1.18 โดยมีพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในอำเภอนบพิตำเท่ากับ 14.96 ตารางกิโลเมตร ทั้งนี้ พื้นที่เปิดโล่งอยู่ในลำดับสุดท้ายโดยมีพื้นที่เท่ากับ 2.07 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 0.14 ส่วนพื้นที่ประเภทอื่นๆ ไม่ได้นำมาวิเคราะห์ด้วย ดังแสดงรายละเอียดในตาราง 23 และภาพประกอบ 12

ตาราง 23 แสดงขนาดพื้นที่พิจารณาจากปัจจัยการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน

การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน	พื้นที่ (ตร.กม.)	พื้นที่ (ร้อยละ)
พื้นที่ป่าไม้สมบูรณ์	1,269.66	86.47
พื้นที่ทุ่งหญ้าและป่าไม้เสื่อมโทรม	179.17	12.20
พื้นที่สวนไม้ผลผสม (เกษตรถาวร)	17.39	1.18
พื้นที่เปิดโล่ง	2.07	0.14



ภาพประกอบ 12 แผนที่แสดงการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน

ปัจจัยทิศทางความลาดชันแบ่งออกเป็นทิศ 6 ทิศทาง ได้แก่ ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก ทิศตะวันตก ทิศตะวันออกเฉียงใต้ และทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ความสัมพันธ์ระหว่างทิศทางความลาดชันกับโอกาสเกิดแผ่นดินถล่มคือ อิทธิพลจากลมมรสุมที่ทำให้เกิดฝนตกหนักและเพิ่มโอกาสเสี่ยงให้เกิดแผ่นดินถล่มในพื้นที่เพิ่มมากขึ้น สำหรับพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราชนั้น ทิศที่มีผลต่อโอกาสในการเกิดแผ่นดินถล่มมากกว่าทิศทางอื่นๆ คือ ทิศตะวันตกเฉียงใต้เป็นทิศที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดนำความชื้นจากมหาสมุทรอินเดียและทะเลอันดามันทำให้ฝนตกหนักส่งผลให้พื้นที่ซึ่งอยู่ในด้านทิศตะวันตกของจังหวัดมีโอกาสเกิดแผ่นดินถล่มได้ ส่วนทิศตะวันออกเฉียงเหนือเป็นทิศที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดนำความชื้นจากอ่าวไทยทำให้มีฝนตกมากในพื้นที่บริเวณด้านตะวันออกของจังหวัดทำให้พื้นที่ดังกล่าวมีโอกาสเกิดแผ่นดินถล่มได้เช่นกัน พื้นที่ทิศทางความลาดชันเรียงลำดับทิศทางที่ครอบคลุมพื้นที่ศึกษามากไปน้อย ดังนี้ ทิศใต้มีพื้นที่เท่ากับ 216.14 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 14.70 ของพื้นที่ศึกษา ทิศตะวันออกมีพื้นที่เท่ากับ 188.46 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 12.81 ของพื้นที่ศึกษา ทิศตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่เท่ากับ 186.95 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 12.71 ของพื้นที่ศึกษา ทิศตะวันตกเฉียงใต้มีพื้นที่เท่ากับ 182.86 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 12.72 ของพื้นที่ศึกษา และทิศตะวันตกมีพื้นที่เท่ากับ 158.46 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 10.77 ของพื้นที่ศึกษา สำหรับทิศเหนือและทิศอื่นๆ มีพื้นที่เท่ากับ 537.63 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 36.55 ของพื้นที่ศึกษาให้ค่าคะแนนในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มเป็นศูนย์ให้เป็นพื้นที่กันออก แสดงในรายละเอียดตาราง 24 และภาพประกอบ 13

ตาราง 24 แสดงขนาดพื้นที่พิจารณาจากปัจจัยทิศทางความลาดชันในแต่ละทิศทาง

ทิศทางความลาดชัน	พื้นที่ (ตร.กม.)	พื้นที่ (ร้อยละ)
ทิศใต้	216.14	14.70
ทิศตะวันออก	188.46	12.81
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	186.95	12.71
ทิศตะวันตกเฉียงใต้	182.86	12.44
ทิศตะวันตก	158.46	10.77
ทิศเหนือและทิศอื่นๆ (พื้นที่กันออก)	537.63	36.55



ภาพประกอบ 13 แผนที่แสดงทิศทางความลาดชัน

ปัจจัยระยะห่างจากทางน้ำ เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเกิดแผ่นดินถล่มตามระยะห่างจากทางน้ำ กรณีที่พื้นที่ศึกษาอยู่ใกล้ทางน้ำมากจะส่งผลให้พื้นที่นั้นมีโอกาสเกิดแผ่นดินถล่มมากกว่าพื้นที่ซึ่งมีระยะห่างจากทางน้ำไกลออกไป จากการวิเคราะห์พื้นที่ศึกษาพบว่าพื้นที่ซึ่งมีระยะห่างจากทางน้ำ 0–10 เมตร มีพื้นที่เท่ากับ 35.90 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ซึ่งมีระยะห่างจากทางน้ำ 10–20 เมตร มีพื้นที่เท่ากับ 35.91 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ซึ่งมีระยะห่างจากทางน้ำ 20–30 เมตร มีพื้นที่เท่ากับ 35.88 ตารางกิโลเมตร ซึ่งพื้นที่ซึ่งมีระยะห่างจากทางน้ำทั้งสามระยะนี้มีพื้นที่ใกล้เคียงกันโดยคิดเป็นร้อยละ 2.44 ของพื้นที่ศึกษา สำหรับพื้นที่ซึ่งมีระยะห่างจากทางน้ำ 30–50 เมตร มีพื้นที่เท่ากับ 71.69 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 4.88 ของพื้นที่ศึกษา ส่วนพื้นที่ซึ่งมีระยะห่างจากทางน้ำมากกว่า 50 เมตร มีพื้นที่เท่ากับ 1,291.12 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 87.80 ดังตาราง 25 และภาพประกอบ 14

ตาราง 25 แสดงขนาดพื้นที่ที่พิจารณาจากปัจจัยระยะห่างจากทางน้ำ

ระยะห่างจากทางน้ำ (เมตร)	พื้นที่ (ตร.กม.)	พื้นที่ (ร้อยละ)
0 – 10 เมตร	35.90	2.44
10 – 20 เมตร	35.91	2.44
20 – 30 เมตร	35.88	2.44
30 – 50 เมตร	71.69	4.88
มากกว่า 50 เมตร	1,291.12	87.80



ภาพประกอบ 14 แผนที่แสดงระยะห่างจากทางน้ำ

2. ผลจากการวิเคราะห์พื้นที่ด้วยตารางเปรียบเทียบ

การศึกษาเปรียบเทียบพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มสูง ปานกลาง ต่ำ เปรียบเทียบระหว่างพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น ด้วยปัจจัยจำนวน 6 ปัจจัย (ภาพประกอบ 15) และด้วยวิธีการนำเสนอของกรมทรัพยากรธรณีจำนวน 9 ปัจจัย เมื่อเปรียบเทียบค่าผลต่างระหว่างร้อยละของพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มบริเวณเทือกเขาหลวงมีพื้นที่ทั้งหมดประมาณเท่ากับ 1,470.50 ตารางกิโลเมตร โดยคิดเป็นผลต่างระหว่างร้อยละของพื้นที่ดังนี้ พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มต่ำที่มีพื้นที่ต่างกันร้อยละ 8.97 พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มปานกลางที่มีพื้นที่ต่างกันร้อยละ 19.60 ของพื้นที่ และพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มสูงที่มีพื้นที่ต่างกันร้อยละ 10.63 ของพื้นที่ ดังแสดงในตาราง 26

ตาราง 26 แสดงผลการเปรียบเทียบพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มด้วย 2 วิธีการ

พื้นที่เสี่ยงภัย แผ่นดินถล่ม	พื้นที่ ⁽¹⁾	ร้อยละของ พื้นที่ ⁽¹⁾	พื้นที่ ⁽²⁾	ร้อยละของ พื้นที่ ⁽²⁾	ผลต่างของ พื้นที่ ⁽³⁾	ร้อยละ ผลต่าง ⁽³⁾
สูง	618.04	42.03	774.32	52.56	156.28	-10.63
ปานกลาง	817.84	55.62	529.65	36.02	288.19	+19.60
ต่ำ	34.62	2.35	166.53	11.32	-131.91	-8.97
รวม	1,470.50	100.00	1,470.50	100.00		

หมายเหตุ (1) ผลที่ได้จากงานวิจัยครั้งนี้ 6 ปัจจัย

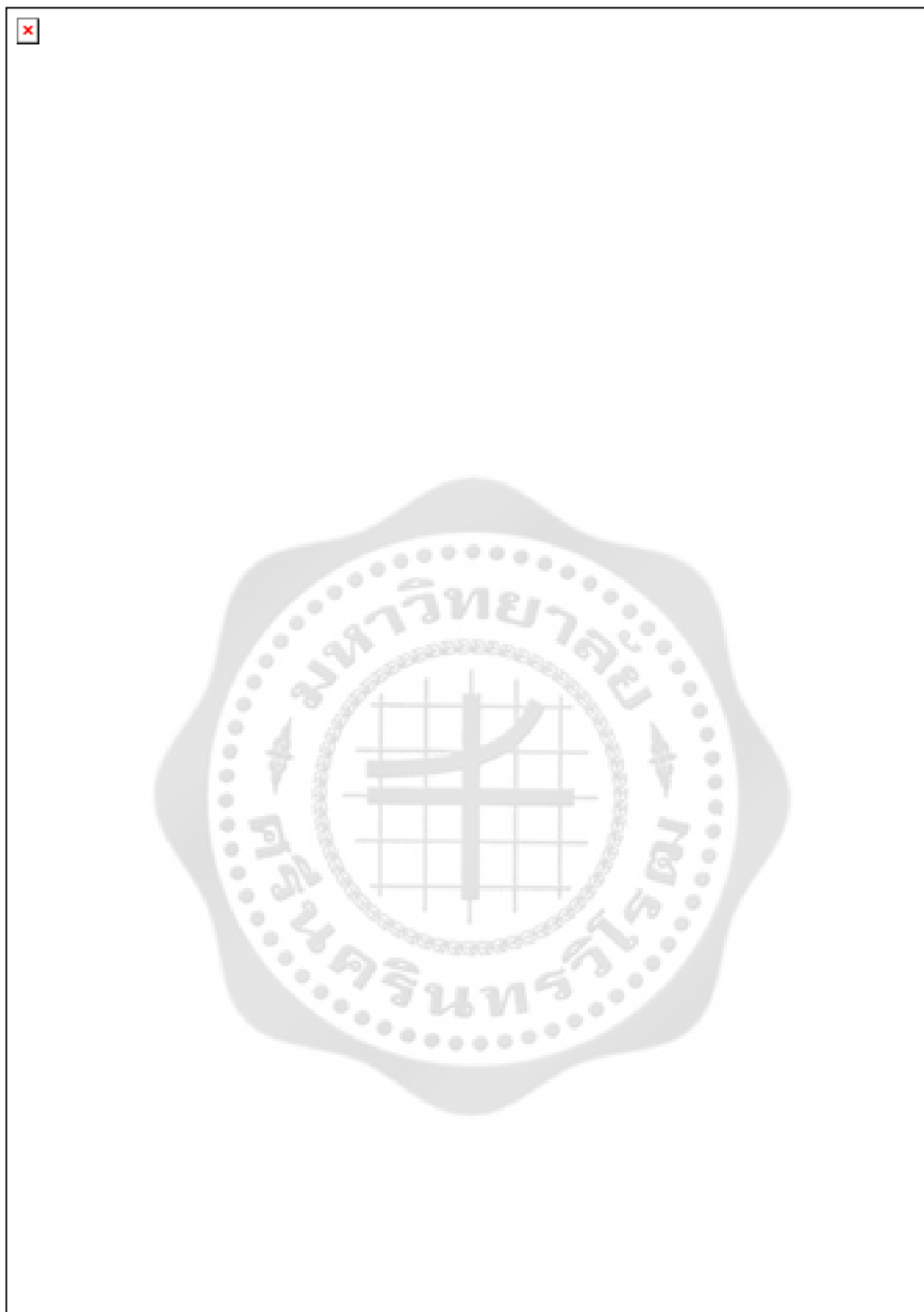
(2) จากข้อมูลของกรมทรัพยากรธรณี 9 ปัจจัย

(3) = (1) - (2)

ร้อยละของพื้นที่ = $\frac{\text{พื้นที่}^{(1)} \text{ หรือ } \text{พื้นที่}^{(2)}}{1,470.50} \times 100$



ภาพประกอบ 15 แผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น



ภาพประกอบ 16 แผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มของกรมทรัพยากรธรณี

การวิเคราะห์พื้นที่ด้วยตารางเปรียบเทียบ พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มโดยวิธีถ่วงค่าน้ำหนักด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น กับวิธีการนำเสนอของกรมทรัพยากรธรณี ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

(1) พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มต่ำโดยวิธีการถ่วงค่าน้ำหนักด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น มีพื้นที่เท่ากับ 34.62 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 2.35 ของพื้นที่ศึกษาขณะที่การวิเคราะห์โดยวิธีการนำเสนอของกรมทรัพยากรธรณี มีพื้นที่เท่ากับ 166.53 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 11.32 ของพื้นที่ศึกษา และมีผลต่างของพื้นที่คำนวณจากพื้นที่ซึ่งได้จากงานวิจัยครั้งนี้และพื้นที่ซึ่งนำเสนอของกรมทรัพยากรธรณีคิดเป็นผลต่างของพื้นที่เท่ากับ 131.91 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 8.97 ของพื้นที่ศึกษา แสดงค่าวิธีที่เสนอโดยกรมทรัพยากรธรณีได้ค่ามากกว่าวิธีวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (ตาราง 26)

(2) พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มปานกลางโดยวิธีการถ่วงค่าน้ำหนักด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น มีพื้นที่เท่ากับ 817.84 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 55.6 ของพื้นที่ศึกษา แสดงว่าวิธีวิเคราะห์ตามลำดับชั้นได้ค่าสูงกว่าวิธีเสนอโดยกรมทรัพยากรธรณีของพื้นที่ศึกษา สำหรับวิธีการวิเคราะห์ต่อกรมทรัพยากรธรณี มีพื้นที่เท่ากับ 529.65 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 36.02 ของพื้นที่ศึกษา มีพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มปานกลางต่างกันคิดเป็นพื้นที่เท่ากับ 288.19 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 19.60 ของพื้นที่ศึกษา (ตาราง 26)

(3) ผลการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มสูงโดยวิธีการถ่วงค่าน้ำหนักด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น มีพื้นที่เท่ากับ 618.04 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 42.03 ของพื้นที่ศึกษา สำหรับวิธีการนำเสนอของกรมทรัพยากรธรณีมีพื้นที่เท่ากับ 774.32 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 52.56 ของพื้นที่ศึกษา ส่วนผลต่างพื้นที่ของสองวิธีการนี้มีพื้นที่เท่ากับ 156.28 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 10.63 ของพื้นที่ศึกษา (ตาราง 26)

(4) การเปรียบเทียบผลวิเคราะห์พื้นที่ซ้อนทับด้วยตารางเปรียบเทียบพบว่า มีพื้นที่ซึ่งเสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มต่ำซ้อนทับกันเท่ากับ 2.64 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 0.18 ของพื้นที่ศึกษา ซึ่งมีพื้นที่ซึ่งไม่ซ้อนทับกันอยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มปานกลางและต่ำของวิธีถ่วงค่าน้ำหนักด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นเท่ากับ 21.68 และ 10.30 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ ส่วนพื้นที่ซึ่งไม่ซ้อนทับกันโดยวิธีการนำเสนอของกรมทรัพยากรธรณีในพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มปานกลางและต่ำมีพื้นที่ใกล้เคียงกันเท่ากับ 82.68 และ 81.21 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ (ตาราง 27 และภาพประกอบ 17)

(5) สำหรับพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มปานกลางมีพื้นที่ซ้อนทับกันเท่ากับ 299.23 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 20.35 ของพื้นที่ศึกษา ซึ่งมีพื้นที่ซึ่งไม่ซ้อนทับกันอยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มสูงและต่ำของวิธีถ่วงค่าน้ำหนักด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นเท่ากับ 435.93 และ 82.68 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ ส่วนพื้นที่ซึ่งไม่ซ้อนทับกันโดยวิธีการนำเสนอของกรมทรัพยากรธรณีในพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มสูงและต่ำมีพื้นที่เท่ากับ 208.74 และ 21.68 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ (ตาราง 27 และภาพประกอบ 17)

(6) พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มสูงที่มีค่าเสี่ยงภัยซ้ำกันเท่ากับ 328.09 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 22.31 ของพื้นที่ศึกษาซึ่งพื้นที่ที่มีค่าเสี่ยงภัยไม่ซ้ำกันอยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มปานกลางและต่ำของวิธีถ่วงค่าน้ำหนักด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นเท่ากับ 208.74 และ 81.21 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ที่ไม่มีค่าเสี่ยงภัยซ้ำกันโดยวิธีการนำเสนอของกรมทรัพยากรธรณีในพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มปานกลางและต่ำมีพื้นที่ใกล้เคียงกันเท่ากับ 435.93 และ 10.30 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ โดยสรุปคิดเป็นพื้นที่ซึ่งมีความเสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มตรงกันเท่ากับ 629.96 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 42.84 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด เท่ากับ 1,470.50 ตารางกิโลเมตร (ตาราง 27 และภาพประกอบ 17)

(7) หมู่บ้านเสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มจากข้อมูลของกรมทรัพยากรธรณี พิจารณาจากระยะห่างจากพื้นที่เสี่ยงภัย 1 กิโลเมตรและหมู่บ้านที่อยู่ในพื้นที่ พบว่าคิดเป็นพื้นที่ 9 อำเภอ รวมทั้งหมด 34 หมู่บ้าน โดยมีรายละเอียดดังนี้ อำเภอชนอมมีหมู่บ้านเสี่ยงภัย 2 หมู่บ้าน อำเภอฉวางมีหมู่บ้านเสี่ยงภัย 3 หมู่บ้าน อำเภอช้างกลางมีหมู่บ้านเสี่ยงภัย 3 หมู่บ้าน อำเภอทุ่งศาลามีหมู่บ้านเสี่ยงภัย 1 หมู่บ้าน อำเภอทุ่งสงมีหมู่บ้านเสี่ยงภัย 2 หมู่บ้าน อำเภอนบพิตำมีหมู่บ้านเสี่ยงภัย 12 หมู่บ้าน อำเภอพิปูนมีหมู่บ้านเสี่ยงภัย 1 หมู่บ้าน อำเภอลานสกา มีหมู่บ้านเสี่ยงภัย 5 หมู่บ้าน อำเภอสิชลมีหมู่บ้านเสี่ยงภัย 5 หมู่บ้าน (ตาราง 29)

ตาราง 27 แสดงผลการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มด้วยตารางเปรียบเทียบ (ตารางกิโลเมตร)

	พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม				
	โดยวิธีถ่วงค่าน้ำหนักด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น				
	ระดับ	สูง	ปานกลาง	ต่ำ	รวม
พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม	สูง	10.30	435.93	328.09	774.32
โดยวิธีการนำเสนอของ	ปานกลาง	21.68	299.23	208.74	529.65
กรมทรัพยากรธรณี	ต่ำ	2.64	82.68	81.21	166.53
	รวม	34.62	817.84	618.04	1,470.50

หมายเหตุ สำหรับระดับความเสี่ยงระดับเดียวกันแสดงว่าเป็นพื้นที่ที่มีค่าเสี่ยงภัยซ้ำกันของ 2 วิธี



ภาพประกอบ 17 แผนที่แสดงพื้นที่ที่มีค่าเสี่ยงภัยซ้ำกันของ 2 วิธีการวิเคราะห์

การวิเคราะห์หาค่าถ่วงน้ำหนักโดยใช้กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น จากปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม 6 ปัจจัย และการวิเคราะห์ด้วยวิธีการนำเสนอของกรมทรัพยากรธรณี โดยใช้ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม 12 ปัจจัย ทั้งนี้ มีปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมือนกันจำนวน 3 ปัจจัย ดังนี้ ชนิดของหิน ความลาดชันของพื้นที่ และทิศทางการไหลของน้ำ รายละเอียดปัจจัยที่แตกต่างกันแสดงในตาราง 28

ตาราง 28 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบปัจจัยที่ใช้ในกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น และของกรมทรัพยากรธรณี

ลำดับ	ชนิดของปัจจัย	การศึกษาครั้งนี้	กรมทรัพยากรธรณี
1	ชนิดของหิน	✓	✓
2	ความลาดชันของพื้นที่	✓	✓
3	ทิศทางการไหลของน้ำ	✓	✓
4	ระยะห่างจากทางน้ำ	✓	
5	การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน	✓	
6	ปริมาณน้ำฝน	✓	
7	ทิศทางการไหลของน้ำ		✓
8	การไหลสะสมของน้ำ		✓
9	คุณสมบัติของดิน		✓
10	ความชื้นของพื้นที่		✓
11	พืชพรรณ		✓
12	คุณสมบัติของดิน		✓

ตาราง 29 แสดงข้อมูลหมู่บ้านเสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มในพื้นที่เสี่ยงภัย 9 อำเภอ รัศมี 1 กิโลเมตร

อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน	ผลกระทบ
ชนอม	ชนอม	นาคลอง	หมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม
ชนอม	ชนอม	โนเพลลา	หมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม
ฉวาง	ละอาย	สวนอาย	หมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม
ฉวาง	ละอาย	ไสควนแจ้ง	หมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม
ฉวาง	ละอาย	ห้วยกิ่งทอง	หมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม
ช้างกลาง	ช้างกลาง	ท้ายเหมือง	หมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม
ช้างกลาง	ช้างกลาง	หน้าเขาเหมน	หมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม
ช้างกลาง	สวนขัน	น้ำน้อย	หมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม
ท่าศาลา	ตลิ่งชัน	ปลายอวนบน	หมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม
ทุ่งสง	นาหลวงเสน	ประตู	หมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม
ทุ่งสง	นาหลวงเสน	ไสเหนือ	หมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม
นบพิตำ	กรุงชิง	ทับน้ำเต้า	หมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม
นบพิตำ	กรุงชิง	นบ	หมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม
นบพิตำ	กรุงชิง	ปากลง	หมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม
นบพิตำ	กรุงชิง	เปียน	หมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม
นบพิตำ	กรุงชิง	พิตำ	หมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม
นบพิตำ	กรุงชิง	สวนปรารค์	หมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม
นบพิตำ	กรุงชิง	สองแพรก	หมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม
นบพิตำ	กรุงชิง	ห้วยพาน	หมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม
นบพิตำ	กรุงชิง	ห้วยแห้ง	หมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม
นบพิตำ	นบพิตำ	เขาเหล็ก	หมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม
นบพิตำ	นบพิตำ	หัวโคก	หมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม
นบพิตำ	นาแหร	ย่านยาว	หมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม
พิปูน	พิปูน	เหนือฟ้า	หมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม
ลานสกา	กำโลน	คีรีทอง	หมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม
ลานสกา	กำโลน	คีรีธรรม	หมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม
ลานสกา	เขาแก้ว	อ่าวไถ่ไทร	หมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม
ลานสกา	ลานสกา	นอกนา	หมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม
ลานสกา	ลานสกา	น้ำรอบ	หมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม
สิชล	เขาน้อย	สำนักเนียน	หมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม

ตาราง 29 (ต่อ)

อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน	ผลกระทบ
สีชล	ฉลอง	ช่วยหมู่	หมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม
สีชล	ฉลอง	ปลักบัว	หมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม
สีชล	เปลี่ยน	ท่าพุด	หมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม
สีชล	เปลี่ยน	ห้วยเต็ง	หมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม

ที่มา: ดัดแปลงจากกรมทรัพยากรธรณี. (2552).



บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษาการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อหาพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม ในบริเวณพื้นที่เทือกเขาสูงของจังหวัดนครราชสีมา ด้วยการถ่วงค่าน้ำหนักด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นจากปัจจัยที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดแผ่นดินถล่ม 6 ปัจจัยโดยเรียงตามลำดับความสำคัญ จากมากไปน้อย ได้แก่ ชนิดของหิน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี ความลาดชันของพื้นที่ การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน ทิศทางความลาดชัน และระยะห่างจากทางน้ำ ในการวิเคราะห์เชิงพื้นที่พบว่าเมื่อตัดพื้นที่ซึ่งไม่ต่อเนื่องกับแนวเทือกเขาออกไป และพิจารณาเฉพาะพื้นที่ซึ่งสูงมากกว่า 400 เมตร ประเมินได้ว่ามีพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มต่ำเท่ากับ 34.62 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มปานกลางเท่ากับ 817.84 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มสูงเท่ากับ 618.04 ตารางกิโลเมตร จากนั้นวิเคราะห์พื้นที่ด้วยตารางเปรียบเทียบกับพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มโดยวิธีการนำเสนอของกรมทรัพยากรธรณีในพื้นที่ศึกษาเท่ากับ 1,470.50 ตารางกิโลเมตร พบว่าพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มสูงมีพื้นที่ที่มีค่าความเสี่ยงภัยซ้ำกันมากที่สุดและพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มปานกลางมีค่าความเสี่ยงภัยซ้ำกันรองลงมาตามลำดับ โดยระดับความเสี่ยงภัยต่ำมีพื้นที่เสี่ยงภัยซ้ำกันน้อยที่สุด โดยมีหมู่บ้านเสี่ยงภัยจำนวน 34 หมู่บ้าน ในพื้นที่ 9 อำเภอ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

การศึกษาวิจัยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น สามารถสรุปผลการวิเคราะห์ได้ ดังนี้

1. สามารถนำกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นมาประยุกต์ใช้ในการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม ในบริเวณเทือกเขาสูงได้โดยอาศัยปัจจัยหลักเพียง 6 ปัจจัย โดยอาศัยความเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวนไม่มาก

2. การศึกษาหาความสำคัญจากกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น พบว่าค่าความสำคัญของปัจจัยหลักลำดับที่ 1 ชนิดของหิน ค่าความสำคัญเท่ากับ 0.24 ปัจจัยลำดับที่ 2 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี มีค่าความสำคัญเท่ากับ 0.23 ปัจจัยลำดับที่ 3 ความลาดชันของพื้นที่ มีค่าความสำคัญเท่ากับ 0.22 ปัจจัยลำดับที่ 4 การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินมีค่าความสำคัญเท่ากับ 0.15 ปัจจัยลำดับที่ 5 ทิศทางความลาดชัน มีค่าความสำคัญเท่ากับ 0.09 และปัจจัยลำดับที่ 6 ระยะห่างจากทางน้ำ มีค่าความสำคัญเท่ากับ 0.07 ตามลำดับ และนำค่าความสำคัญของ แต่ละปัจจัยแทนค่าในสมการผลรวมคะแนนของปัจจัยที่ทำให้เกิดพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม ดังสมการที่ (8)

3. ผลจากการวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จากปัจจัย 6 ปัจจัย มีรายละเอียดดังนี้ ปัจจัยชนิดของหินแบ่งเป็นปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ 4 ชนิดเรียงลำดับชนิดของหินที่เป็นปัจจัยทำให้มีโอกาสเกิดแผ่นดินถล่มมากที่สุดคือ หินแกรนิต หินไนส์ หินภูเขาไฟ มีพื้นที่เท่ากับ 1,194 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 83.03 ของพื้นที่ศึกษา หินดินดาน หินชนวน และหินฟิลไลต์ หินชีสต์ มีพื้นที่เท่ากับ 88 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 6.12 ของพื้นที่ศึกษา หินควอร์ตไซต์

หินทราย พื้นที่เท่ากับ 113 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 7.86 ของพื้นที่ศึกษา และหินปูน หินโดโลไมต์ มีพื้นที่ศึกษาเท่ากับ 43 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 2.99 ของพื้นที่ศึกษา

ปัจจัยปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีจากข้อมูลเส้นชั้นปริมาณน้ำฝนเท่าของสถานีวัดปริมาณน้ำฝน 25 สถานี พบว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 836.50 มิลลิเมตรและปริมาณน้ำฝนสูงสุดเท่ากับ 3,045.72 มิลลิเมตร จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าพื้นที่ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 2,400–3,200 มิลลิเมตร มีพื้นที่มากที่สุดเท่ากับ 863.61 ตารางกิโลเมตร โดยคิดเป็นร้อยละ 58.72 ของพื้นที่ศึกษา สำหรับปริมาณฝนเฉลี่ยรายปีอยู่ระหว่างเท่ากับ 2,101–2,400 มิลลิเมตร มีพื้นที่เท่ากับ 606.80 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 41.26 ของพื้นที่ศึกษา ส่วนฝนเฉลี่ยรายปีมากกว่า 3,200 มิลลิเมตร มีพื้นที่เท่ากับ 0.03 ตารางกิโลเมตร สำหรับบริเวณพื้นที่ศึกษานั้นพบว่าเป็นพื้นที่ซึ่งมีฝนตกชุกรายปีมากกว่า 2,100 มิลลิเมตร ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช ไม่มีข้อมูลปริมาณน้ำฝนในช่วงของพื้นที่ศึกษา ดังกล่าว

ปัจจัยความลาดชันของพื้นที่ แบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้ ความลาดชันร้อยละ 0-8 ของพื้นที่ความลาดชันร้อยละ 8-16 ของพื้นที่ ความลาดชันร้อยละ 16-35 ของพื้นที่ ความลาดชันร้อยละ 35-50 ของพื้นที่ และความลาดชันร้อยละมากกว่า 50 ของพื้นที่ พื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่พบว่าเป็นพื้นที่ซึ่งมีความลาดชันอยู่ระหว่างร้อยละ 16-35 ของพื้นที่ มีพื้นที่เท่ากับ 810.18 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 55.09 ของพื้นที่ศึกษา สำหรับพื้นที่ซึ่งมีร้อยละความลาดชัน 8-16 ของพื้นที่ซึ่งมีพื้นที่เท่ากับ 289.35 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 19.68 ของพื้นที่ศึกษา เป็นต้น ส่วนพื้นที่ซึ่งมีความลาดชันอยู่ระหว่างร้อยละ 35-50 ของพื้นที่ซึ่งมีพื้นที่เท่ากับ 185.71 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 12.63 ของพื้นที่ศึกษา สำหรับพื้นที่ศึกษาที่มีความลาดชันในพื้นที่ในลำดับที่ 4 และ 5 คือปัจจัยความลาดชันของพื้นที่ร้อยละ 0-8 และความลาดชันของพื้นที่มากกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ โดยมีพื้นที่ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาเท่ากับ 151.96 และ 33.29 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 10.33 และ 2.26 ของพื้นที่ตามลำดับ

ปัจจัยการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน พบว่าพื้นที่ทางทิศตะวันตกของจังหวัดส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมประเภทไม่ยืนต้น ส่วนพื้นที่ทางทิศตะวันออกของจังหวัดส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมประเภทพื้นที่ทำนาข้าว ไม้ผล และไม้ยืนต้น โดยแบ่งเป็นพื้นที่ซึ่งนำมาวิเคราะห์และมีผลต่อโอกาสเกิดแผ่นดินถล่มแบ่งเป็น 4 ประเภทจากชั้นข้อมูลหลักของกรมพัฒนาที่ดิน ดังนี้ พื้นที่ป่าไม้สมบูรณ์มีพื้นที่มากที่สุดเท่ากับ 1269.66 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 86.47 ของพื้นที่ศึกษา สำหรับพื้นที่ทุ่งหญ้าและป่าไม้เสื่อมโทรมมีพื้นที่เท่ากับ 179.17 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 12.20 พื้นที่สวนไม้ผลผสม (เกษตรถาวร) มีพื้นที่ 17.39 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 1.18 ของพื้นที่ศึกษา ทั้งนี้ พื้นที่เปิดโล่งมีพื้นที่เป็นลำดับสุดท้ายโดยมีพื้นที่เท่ากับ 2.07 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 0.14 ของพื้นที่ศึกษา

ปัจจัยทิศทางการความลาดชันแบ่งออกเป็นทิศ 6 ทิศทาง ได้แก่ ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก ทิศตะวันตก ทิศตะวันตกเฉียงใต้ และทิศตะวันออกเฉียงเหนือ พื้นที่ทิศทางการความลาดชันเรียงลำดับทิศทางที่ครอบคลุมพื้นที่ศึกษามากไปน้อย ดังนี้ ทิศใต้มีพื้นที่เท่ากับ 216.14 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 14.70 ของพื้นที่ศึกษา ทิศตะวันออกมีพื้นที่เท่ากับ 188.46 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 12.81 ของพื้นที่

ศึกษา ทิศตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่เท่ากับ 186.95 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 12.71 ของพื้นที่ศึกษา ทิศตะวันตกเฉียงใต้มีพื้นที่เท่ากับ 182.86 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 12.44 ของพื้นที่ศึกษา ทิศเหนือมีพื้นที่เท่ากับ 174.94 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 11.89 ของพื้นที่ศึกษา และทิศตะวันตกมีพื้นที่เท่ากับ 158.46 ตารางกิโลเมตร คิดเป็น ร้อยละ 10.77 ของพื้นที่ศึกษา

ปัจจัยระยะห่างจากทางน้ำเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเกิดแผ่นดินถล่มตามระยะห่างจากทางน้ำกรณีพื้นที่ที่ศึกษาอยู่ใกล้ทางน้ำมากจะส่งผลให้พื้นที่นั้นมีโอกาสเกิดแผ่นดินถล่มมากกว่าพื้นที่ซึ่งมีระยะห่างจากทางน้ำไกลออกไป จากการวิเคราะห์พื้นที่ศึกษาพบว่าพื้นที่ซึ่งมีระยะห่างจากทางน้ำ 0-10 เมตร มีพื้นที่เท่ากับ 35.90 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ซึ่งมีระยะห่างจากทางน้ำ 10-20 เมตร มีพื้นที่เท่ากับ 35.91 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ซึ่งมีระยะห่างจากทางน้ำ 20-30 เมตร มีพื้นที่เท่ากับ 35.88 ตารางกิโลเมตร ซึ่งพื้นที่ซึ่งมีระยะห่างจากทางน้ำทั้งสามระยะนี้มีพื้นที่ใกล้เคียงกันโดยคิดเป็นร้อยละ 2.44 ของพื้นที่ศึกษา สำหรับพื้นที่ซึ่งมีระยะห่างจากทางน้ำ 30-50 เมตร มีพื้นที่เท่ากับ 71.69 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 4.88 ของพื้นที่ศึกษา ส่วนพื้นที่ซึ่งมีระยะห่างจากทางน้ำมากกว่า 50 เมตร มีพื้นที่เท่ากับ 1291.12 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 88.46

โดยสรุปผลจากการวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จากปัจจัย 6 ปัจจัยที่ใช้ค่าถ่วงน้ำหนักจากกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น มีรายละเอียดดังนี้ พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มต่ำครอบคลุมพื้นที่ 5 อำเภอ ได้แก่ อำเภอสหัส อำเภอนบพิตำ อำเภอพิปูน อำเภอฉวาง และอำเภอช้างกลาง อำเภอ สรุปพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มปานกลาง และพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มสูงครอบคลุมพื้นที่ 13 อำเภอ ได้แก่ อำเภอขนอม อำเภอสหัส อำเภอนบพิตำ อำเภอท่าศาลา อำเภอพิปูน อำเภอพรหมคีรี อำเภอลานสกา อำเภอเมืองนครศรีธรรมราช อำเภอฉวาง อำเภอช้างกลาง อำเภอร่อนพิบูลย์ อำเภอนาบอน และอำเภอทุ่งสง

4. ผลจากการวิเคราะห์พื้นที่ด้วยตารางเปรียบเทียบ พบว่าพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มโดยวิธีถ่วงค่าน้ำหนักด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น กับโดยวิธีการนำเสนอของกรมทรัพยากรธรณี ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้ พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มต่ำโดยวิธีการถ่วงค่าน้ำหนักด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น มีพื้นที่เท่ากับ 34.62 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 2.35 ของพื้นที่ศึกษาโดยวิธีการนำเสนอของกรมทรัพยากรธรณี มีพื้นที่เท่ากับ 166.53 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 11.32 ของพื้นที่ศึกษา และผลต่างของพื้นที่ซึ่งคำนวณได้จากสองวิธีการมีพื้นที่เท่ากับ 131.91 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 8.97 ของพื้นที่ศึกษา สำหรับพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มปานกลางโดยวิธีการถ่วงค่าน้ำหนักด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น มีพื้นที่เท่ากับ 817.84 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 55.62 ของพื้นที่ศึกษา ส่วนวิธีการนำเสนอของกรมทรัพยากรธรณี มีพื้นที่เท่ากับ 529.65 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 36.02 ของพื้นที่ศึกษามีพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มปานกลางต่างกันคิดเป็นพื้นที่เท่ากับ 288.19 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 19.60 ของพื้นที่ศึกษา และผลการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มสูงโดยวิธีการถ่วงค่าน้ำหนักด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น มีพื้นที่เท่ากับ 618.04 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 42.03 ของพื้นที่ศึกษา โดยวิธีการนำเสนอของกรมทรัพยากรธรณี มีพื้นที่เท่ากับ 774.32 ตาราง

กิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 52.56 ของพื้นที่ศึกษา ส่วนผลต่างพื้นที่ของสองวิธีการนี้มีพื้นที่เท่ากับ 156.28 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 10.63 ของพื้นที่ศึกษา เมื่อเปรียบเทียบผลวิเคราะห์พื้นที่ด้วยตารางเปรียบเทียบพบว่าพื้นที่ซึ่งเสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มต่ำซ้อนทับกันเท่ากับ 2.64 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 0.18 ของพื้นที่ศึกษา พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มปานกลางซ้อนทับกันเท่ากับ 299.23 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 20.36 ของพื้นที่ศึกษา และพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มสูงซ้อนทับกัน 328.09 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 22.32 ของพื้นที่ศึกษา โดยสรุปคิดเป็นพื้นที่ซึ่งมีความเสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มตรงกันเท่ากับ 629.96 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 42.84 ของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด

5. หมู่บ้านเสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มจากข้อมูลของกรมทรัพยากรธรณี พิจารณาจากระยะห่างจากพื้นที่เสี่ยงภัย 1 กิโลเมตรและหมู่บ้านที่อยู่ในพื้นที่ พบว่าคิดเป็นพื้นที่ 9 อำเภอ รวมทั้งหมด 34 หมู่บ้าน โดยมีรายละเอียดดังนี้ อำเภอชนอมมีหมู่บ้านเสี่ยงภัย 2 หมู่บ้าน อำเภอฉวางมีหมู่บ้านเสี่ยงภัย 3 หมู่บ้าน อำเภอช้างกลางมีหมู่บ้านเสี่ยงภัย 3 หมู่บ้าน อำเภอทุ่งศาลามีหมู่บ้านเสี่ยงภัย 1 หมู่บ้าน อำเภอทุ่งสงมีหมู่บ้านเสี่ยงภัย 2 หมู่บ้าน อำเภอนบพิตำมีหมู่บ้านเสี่ยงภัย 12 หมู่บ้าน อำเภอพิปูนมีหมู่บ้านเสี่ยงภัย 1 หมู่บ้าน อำเภอลานสกามีหมู่บ้านเสี่ยงภัย 5 หมู่บ้าน อำเภอสิชลมีหมู่บ้านเสี่ยงภัย 5 หมู่บ้าน

อภิปราย

จุดประสงค์การศึกษา คือ การหาพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มด้วยปัจจัยเสี่ยงจำนวน 6 ปัจจัย ชนิดของหิน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี ความลาดชันของพื้นที่ ทิศทางความลาดชัน การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน และระยะห่างจากทางน้ำ โดยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้น ทั้งนี้ การให้ความสำคัญ ในแต่ละปัจจัยจะต้องมีการตรวจสอบความสอดคล้องกันอย่างเป็นเหตุเป็นผลของแต่ละปัจจัยจึงจะสามารถนำมาวิเคราะห์ต่อไปได้ การศึกษาโดยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้นเป็นปัจจัยที่เกิดแผ่นดินถล่มมีความสอดคล้องกับการเปรียบเทียบด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนของกรมทรัพยากรธรณี ทั้งนี้ สำหรับปัจจัยอื่นๆ ที่แตกต่างกัน ได้แก่ ทิศทางการไหลของน้ำ การไหลสะสมของน้ำ คุณลักษณะของดิน ความชื้นของพื้นที่ พืชพรรณ คุณลักษณะของดิน ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มจากปัจจัยหลักๆ ที่ศึกษาครั้งนี้ เลือกมาได้แก่ ปัจจัยที่เป็นข้อมูลคงที่ชนิดของหินและปัจจัยที่มีค่าความเปลี่ยนแปลงอย่างปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี ถือเป็นเพียงปัจจัยสำคัญบางปัจจัยเท่านั้น ดังนั้น ในการพิจารณาเลือกปัจจัยพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มกับพื้นที่อื่นๆ ควรจะต้องคำนึงถึงระยะเวลาในการเตรียมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ปัจจัยที่เลือกมาใช้ เช่น การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน หรือปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยในพื้นที่เป็นต้น ทั้งนี้ ข้อมูลที่ได้สำหรับพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มสูงจากวิธีวิเคราะห์ทั้งสองวิธีการนั้น โดยแบ่งชั้นของข้อมูลเท่ากันซึ่งในการศึกษาครั้งนี้แบ่งระดับความเสี่ยงภัยเป็น 3 ช่วงชั้นความเสี่ยงแบบอันตรายภาคชั้นนั้น พื้นที่ซึ่งเสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มสูง จะครอบคลุมอยู่ในพื้นที่ของเทือกเขาหลวง และตรงกับพื้นที่ซึ่งเคย

เกิดแผ่นดินถล่มในอดีต ได้แก่ อำเภอชนอม อำเภอสิชล อำเภอนบพิตำ และอำเภอพิปูน เป็นต้น ทั้งนี้ความสัมพันธ์ระหว่างทิศทางความลาดชันกับโอกาสเกิดแผ่นดินถล่มคืออิทธิพลจากลมมรสุมที่ทำให้เกิดฝนตกหนักและเพิ่มโอกาสเสี่ยงให้เกิดแผ่นดินถล่มในพื้นที่เพิ่มมากขึ้น สำหรับพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราชนั้น ทิศที่มีผลต่อโอกาสในการเกิดแผ่นดินถล่มมากกว่าทิศทางอื่นๆ คือ ทิศตะวันตกเฉียงใต้เป็นทิศที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดนำความชื้นจากมหาสมุทรอินเดียและทะเลอันดามันทำให้ฝนตกหนักส่งผลให้พื้นที่ซึ่งอยู่ในด้านทิศตะวันตกของจังหวัดมีโอกาสเกิดแผ่นดินถล่ม ส่วนทิศตะวันออกเฉียงเหนือเป็นทิศที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดนำความชื้นจากอ่าวไทยทำให้มีฝนตกมากในพื้นที่บริเวณด้านตะวันออกของจังหวัดทำให้มีพื้นที่ดังกล่าวมีโอกาสเกิดแผ่นดินถล่มได้

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นเป็นวิธีในการตัดสินใจ โดยหาค่าถ่วงน้ำหนักของสำคัญของแต่ละปัจจัย ซึ่งเป็นวิธีการทางเลือกอีกทางหนึ่งที่ทำให้ค่าน้ำหนักของปัจจัยโดยมีเกณฑ์การให้คะแนนที่สามารถตรวจสอบได้ ทั้งนี้ การวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มในแต่ละพื้นที่มีสภาพภูมิประเทศเฉพาะที่แตกต่างกัน เพื่อความถูกต้องของการวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงและองค์ประกอบในด้านระยะเวลา การเตรียมข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ ปัจจัยที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ควรเพิ่มปัจจัยทางกายภาพของพื้นที่ให้มากขึ้น สามารถแสดงรายละเอียดดังนี้

1. ปัจจัยปริมาณน้ำฝน หากเพิ่มข้อมูลระยะเวลาจำนวนวันปริมาณของฝนตกสะสมและปริมาณน้ำฝนที่ตกในรอบ 24 ชั่วโมง ซึ่งเป็นค่าเฉพาะของแต่ละพื้นที่จะทำให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่ละเอียดเพิ่มมากขึ้น

2. ปัจจัยกายภาพทางด้านธรณีวิทยา ควรเพิ่มเติมปัจจัยด้าน รอยแตก รอยเลื่อนในหิน การเพิ่มปัจจัยที่มีความเหมาะสมกับสภาพของแต่ละพื้นที่ศึกษาจะทำให้สามารถหาพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มให้มีความสมบูรณ์และมีความละเอียดเพิ่มมากขึ้น

3. พื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มสูงที่มีค่าเสี่ยงภัยซ้ำกันด้วยวิธีการทั้ง 2 วิธี (ภาพประกอบ 17) โดยวิธีถ่วงค่าน้ำหนักด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นมีพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มในระดับความเสี่ยงภัยปานกลางและระดับความเสี่ยงภัยสูงเป็นพื้นที่ส่วนใหญ่ของพื้นที่ทั้งหมด ทำให้บริเวณพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มระดับต่ำโดยวิธีการนำเสนอของกรมทรัพยากรธรณี นั้นไม่มีค่าระดับความเสี่ยงซ้ำกันของพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มโดยวิธีถ่วงค่าน้ำหนักด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น

บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กรมทรัพยากรธรณี. (2549). คู่มือมาตรฐานการปฏิบัติงานการจัดการพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม. (เอกสารประกอบการอบรมวิธีการใช้คู่มือฯ). กรุงเทพฯ: กรมฯ.
- (2550). การจำแนกเขตเพื่อการจัดการด้านธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณี จังหวัดนครราชสีมา. กรุงเทพฯ: กรมฯ.
- (2550). ข้อมูลหมู่บ้านเสี่ยงภัย จังหวัดนครราชสีมา. กรุงเทพฯ: กรมฯ.
- (2553). แผ่นดินถล่มคืออะไร. สืบค้นเมื่อ 18 เมษายน 2556, จาก http://www.dmr.go.th/download/Landslide/what_landslide1.htm
- (2554). แผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มระดับชุมชน จังหวัดนครราชสีมา. กรุงเทพฯ: กรมฯ.
- (2555). บันทึกเหตุการณ์แผ่นดินถล่ม. สืบค้นเมื่อ 18 เมษายน 2556, จาก http://www.dmr.go.th/download/Landslide/event_landslide1.htm
- กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย. (2553). การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการวิเคราะห์และวางแผนจัดการพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม กรณีศึกษา: อำเภอฉวาง จังหวัดนครราชสีมา. กรุงเทพฯ: สำนักวิจัยและความร่วมมือระหว่างประเทศ ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย.
- กลุ่มงานวิจัยและพัฒนา สำนักวิจัยและความร่วมมือระหว่างประเทศ กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย. (2550). การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์และวางแผนจัดการพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มใน อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่. กรุงเทพฯ: กลุ่มงานวิจัยและพัฒนา สำนักวิจัยและความร่วมมือระหว่างประเทศ กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย.
- การวิเคราะห์พื้นที่ที่มีความเสี่ยงจากดินถล่มในประเทศไทย กรมพัฒนาที่ดิน (2556) สืบค้นเมื่อ 1 เมษายน 2556, จาก http://irw101.idd.go.th/data/data_Ls.html
- ณัฐพงษ์ เสริมสุข. (2554). การใช้ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยจากดินถล่ม กรณีศึกษาอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. วิศวกรรมศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ทินกร ทาทอง. (2551). การศึกษาเหตุการณ์แผ่นดินถล่มและน้ำป่าไหลหลากเพื่อการเฝ้าระวังแจ้งเตือนภัย. กรุงเทพฯ: ศูนย์ปฏิบัติการธรณีพิบัติภัย กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี.
- ธงชัย พึ่งรัตมี. (2531). ธรณีวิทยาทั่วไป. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

- นฤกมล จันท์จิราวุฒิกุล. (2555). การพัฒนาแผนหลักการจัดการภัยธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับแผ่นดินถล่ม. ใน โครงการกิจกรรมการเชื่อมโยงงานวิจัยกับภาคนโยบาย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.). หน้า 1-8: กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).
- นิพนธ์ ตั้งธรรม. (2531). การสูญเสียดินและน้ำจากพื้นที่ปลูกปาล์มชั้นบันไดดิน บริเวณดอยอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่. วารสารวนศาสตร์. 7(1): 51-65.
- นิพนธ์ ตั้งธรรม และสรารุณ นาแรมงาม. (2539). การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อหาปัจจัยชีวกายภาพที่มีผล ต่อการเกิดแผ่นดินถล่มในลุ่มน้ำตาปี จังหวัดนครศรีธรรมราช. วารสารวนศาสตร์. 15(2): 150-160.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2544). พจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยา ฉบับราชบัณฑิตยสถาน, กรุงเทพฯ: ราชบัณฑิตยสถาน.
- เลิศ เอื้อทิวผล. (2538). การใช้ข้อมูลระยะไกล เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม บริเวณ อำเภอพิปูน จังหวัดนครศรีธรรมราช. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การจัดการป่าไม้). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- วรรณัย กุทองกุล. (2552). การวิเคราะห์ปัจจัยดินถล่มในพื้นที่อำเภอแม่ใจ จังหวัดพะเยา. เชียงใหม่: ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.
- วรุณี ตันติวนิช; และวิสุทธิ์ โชติกเสถียร. (2548). การจัดการพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม. กรุงเทพฯ: กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี.
- วิฑูรย์ ตันศิริคงคล. (2542). AHP กระบวนการตัดสินใจที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในโลก. กรุงเทพฯ: กราฟฟิค แอนด์ ปริ้นต์ติ้ง
- ศศิวิมล นววิทย์ไพสิฐ. (2551). การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม จังหวัดพังงา. กรุงเทพฯ: กองธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี.
- สรารุณ นาแรมงาม. (2539). การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และค่าปัจจัยความปลอดภัยเพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดแผ่นดินถล่มบริเวณลุ่มน้ำตาปี จังหวัดนครศรีธรรมราช. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (วนศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- สถานีพัฒนาที่ดินจังหวัดนครศรีธรรมราช. สืบค้นเมื่อ 1 เมษายน 2556, จาก <http://r11.idd.go.th/nrt01/>.
- สถานีพัฒนาที่ดินนครศรีธรรมราช. (2557). ผลการดำเนินงานการพัฒนาที่ดิน ประจำปี 2554 เขต 11 กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. สืบค้นเมื่อ 1 มิถุนายน 2557, จาก <http://r11.idd.go.th/nrt01/report%2054.pdf> ออนไลน์2557
- สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2552). ตำราเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ. กรุงเทพฯ: อมรินทร์พรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.

- สำนักป้องกันภัยธรรมชาติและความเสี่ยงทางการเกษตร กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตร และสหกรณ์ (2556). GIS เตือนภัยด่วน 13 ตำบลเสี่ยงแผ่นดินถล่ม. สืบค้นเมื่อ 1 เมษายน 2556, จาก <http://www.oknation.net/blog/Sp-Report/2010/11/10/entry-2>
- สำนักงานจังหวัดนครศรีธรรมราช กระทรวงมหาดไทย สืบค้นเมื่อ 1 เมษายน 2558, จาก <http://www.nakhonsithammarat.go.th>
- สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สืบค้นเมื่อ 1 เมษายน 2558, จาก <http://www.haii.or.th/wiki/>
- สุกัญญา วงศ์ชนะบุรณ์; และคนอื่นๆ. (2555). ปัจจัยเสี่ยงการเกิดภัยดินถล่มและแนวทางการจัดการภัยดินถล่มในจังหวัดภูเก็ต สืบค้นเมื่อ 1 เมษายน 2556, http://research.pkru.ac.th/research/20120924155056_4gN6Og.pdf
- สุทธิศักดิ์ ศรีลัมพ์. (2551). สถานการณ์และการป้องกันภัยพิบัติจากแผ่นดินถล่มในประเทศไทย. แพร่: เอกสารการประชุมสัมมนาเรื่องสถานการณ์และการป้องกันภัยพิบัติจากแผ่นดินถล่มในประเทศไทย.
- สุธรรม อรุณ. (2558). การตัดสินใจโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์. สืบค้นเมื่อ 1 เมษายน 2558, จาก http://202.183.190.2/FTPiWebAdmin/knw_pworld/image_content/64/process1.pdf
- สุเพชร จิรจกรกุล, พีระวัฒน์ แก้ววิการณ; และสุนันต์ อ่วมกระทุ่ม. (2555, กันยายน-ธันวาคม). เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศเพื่อการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่มในเขตอำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย. วารสาร *Thai Journal of Science and Technology*. 1:(3).
- สุเพชร จิรจกรกุล. (2549). ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการใช้โปรแกรม ArcGIS Desktop เวอร์ชัน 9.1. นนทบุรี: เอส.อาร์. ฟรินติง แมสโปรดักส์.
- หทัยทิพย์ ทศนภักดิ์. (2544). การประเมินศักยภาพของการเกิดแผ่นดินถล่มบริเวณจังหวัดภูเก็ต. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (การจัดการป่าไม้). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.
- Ainon Nisa Othmana; et al. (2011). *GIS Based Multi- Criteria Decision Making for Landslide Hazard Zonation*. Retrieved April 1, 2013, from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812004387>
- Bakhtiar F; et al. (2011). *GIS Based landslide susceptibility mapping: A case study in Boston Abad Country,Iran Iran*. Retrieved April 1, 2013, from http://ispace.rearchstudio.at/downloads/2011/239_full.pdf

- Bakhtiar Feizizadeh.;& Thomas Blaschke. (2012) *Comparing GIS Multicriteria Decision Analysis for Landslide Susceptibility Mapping for the Urmia Lake Basin, IRAN*. Retrieved April 1, 2013, from http://www.researchgate.net/profile/Bakhtiar_Feizizadeh3/publication/234059716_Comparing_GISMulticriteria_decision_analysis_for_landslide_susceptibility_mapping_for_the_Urmia_lake_Basin_Iran/links/09e4150eb78e12a256000000.pdf
- Bharat Prashad Bhatt; et al. (2013). *Using Geographic Information System and Analytical Hierarchy Process in Landslide Hazard Zonation*. Department of Forest, District Forest Office, Nuwakot, Nepal. Retrieved April 1, 2013, from <http://pubs.sciepub.com/aees/1/2/1/>
- Chun-Hung Wu.;& Su-Chin Chen (2009). *Determining landslide susceptibility in Central Taiwan from rainfall and six site factors using the analytical hierarchy process method Geomorphology*. Retrieved April 1, 2013, from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169555X09002335>
- ESRI (2557). *What-is-GIS*. Retrieved April 1, 2013, from <http://www.esri.com/library/bestpractices/what-is-gis.pdf/>
- Gyeltshen, P. Dorji. (2007). Landslide harzard and risk assessment of Doi Suthep-Pui area in International. *Journal of Geographical Informaion Science*. 20(7): 703-726.
- Malczewski, Jacek. (1999). *GIS and Multicriteria Decision Analysis*. John Wiley & Sons.
- Moradi M; et al. (2012). *GIS-Based Landslide*. Retrieved April 1, 2013, from <http://www.researchgate.net/>
- Narumon Intarawichian. (2008). *A Comparative Study of Analytical Hierarchy Process And Probability Analysis for Landslide Susceptibility Zonation in Lower Mae Chaem Watershed Northern Thailand*. Ph.D. Dissertation. Suranaree University of Technology.
- Randal Greene; et al. (2011). *GIS-Based Multiple-Criteria Decision Analysis*. Retrieved April 1, 2013 www.scopus.com
- R. Hatamifar; et al. (2011). *Landslide hazard zonation using AHP model and GIS technique in Khoram Abad City*. Retrieved January 17, 2013, from <http://uijs.ui.ac.ir/gep> 9-14
P Geography and Environmental Planning Journal
- Saaty, Thomas Lorie (1980). *The Analytic Hierarchical Process*. New York: McGraw-Hill Book.

- Saeed Khezri; et al. (2013). *Landslide Susceptibility Mapping in Central Zab Basin in GIS-Based Models, Northwest of Iran*. Retrieved January 17, 2013, from http://www.researchgate.net/publication/258243564_Landslide_Susceptibility_Mapping_in_Central_Zab_Basin_in_GIS-Based_Models_Northwest_of_Iran
- Suree Teerarungsigh; et al. (2007). *Landslide Prediction Model Using Remote Sensing, GIS and field Geology: A Case Study of Wang Chin District, Phrae Province, Northern Thailand*. Retrieved April 1, 2014, from http://library.dmr.go.th/library/proceedings-yearbooks/m_1/2007/12717.pdf
- The California Geological Survey. (2007). *Geologic hazards*. Retrieved April 1, 2013, from http://www.conservation.ca.gov/cgs/geologic_hazards/landslides/Pages/





ตาราง 30 คะแนนปัจจัยหลักที่ใช้ในการศึกษาพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1

ปัจจัย	ชนิดของหิน	ความลาดชันของพื้นที่	การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน	ปริมาณน้ำฝน	ระยะห่างจากทางน้ำ	ทิศทางความลาดชัน	ค่าความสำคัญ
ชนิดของหิน	1	1	3	1	9	3	0.27
ความลาดชันของพื้นที่	1	1	5	1	9	3	0.30
สภาพการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน	1/3	1/5	1	1/5	3	1/3	0.07
ปริมาณน้ำฝน	1	1	5	1	9	3	0.27
ระยะห่างจากทางน้ำ	1/9	1/9	1/3	1/9	1	1/9	0.03
ทิศทางความลาดชัน	1/3	1/3	3	1/3	9	1	0.07

หมายเหตุ CI = 0.03; CR = 0.024

ตาราง 31 คะแนนปัจจัยหลักที่ใช้ในการศึกษาพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2

ปัจจัย	ชนิดของหิน	ความลาดชันของพื้นที่	การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน	ปริมาณน้ำฝน	ระยะห่างจากทางน้ำ	ทิศทางความลาดชัน	ค่าความสำคัญ
ชนิดของหิน	1	1/5	1/3	1/9	1	1	0.04
ความลาดชันของพื้นที่	5	1	5	1/3	7	5	0.21
การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน	3	1/5	1	1/3	3	3	0.11
ปริมาณน้ำฝน	9	3	3	1	9	9	0.55
ระยะห่างจากทางน้ำ	1	1/7	1/3	1/9	1	1	0.04
ทิศทางความลาดชัน	1	1/5	1/3	1/9	1	1	0.04

หมายเหตุ CI = 0.0415; CR = 0.0334

ตาราง 32 คะแนนปัจจัยหลักที่ใช้ในการศึกษาพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3

ปัจจัย	ชนิดของหิน	ความลาดชันของพื้นที่	การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน	ปริมาณน้ำฝน	ระยะห่างจากทางน้ำ	ทิศทางความลาดชัน	ค่าความสำคัญ
ชนิดของหิน	1	3	5	1/3	9	8	0.17
ความลาดชันของพื้นที่	1/3	1	1	1/9	3	3	0.39
การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน	1/5	1	1	1/9	1	1	0.26
ปริมาณน้ำฝน	3	9	3	1	9	9	0.03
ระยะห่างจากทางน้ำ	1/9	1/3	1/3	1/9	1	1	0.12
ทิศทางความลาดชัน	1/8	1/3	1/3	1/9	1	1	0.02

หมายเหตุ CI = 0.156; CR = 0.054

ตาราง 33 คะแนนปัจจัยหลักที่ใช้ในการศึกษาพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4

ปัจจัย	ชนิดของหิน	ความลาดชันของพื้นที่	การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน	ปริมาณน้ำฝน	ระยะห่างจากทางน้ำ	ทิศทางความลาดชัน	ค่าความสำคัญ
ชนิดของหิน	1	3	5	7	9	7	0.43
ความลาดชันของพื้นที่	1/3	1	5	5	9	7	0.13
การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน	1/5	1/5	1	1	3	5	0.27
ปริมาณน้ำฝน	1/7	1/5	1	1	1	7	0.12
ระยะห่างจากทางน้ำ	1/9	1/9	1/3	1	1	1/5	0.02
ทิศทางความลาดชัน	1/7	1/7	1/5	1/7	5	1	0.03

หมายเหตุ CI = 0.172; CR = 0.087

ตาราง 34 คะแนนปัจจัยหลักที่ใช้ในการศึกษาพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5

ปัจจัย	ชนิดของหิน	ความลาดชันของพื้นที่	การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน	ปริมาณน้ำฝน	ระยะห่างจากทางน้ำ	ทิศทางความลาดชัน	ค่าความสำคัญ
ชนิดของหิน	1	3	5	3	7	5	0.39
ความลาดชันของพื้นที่	1/3	1	1	1	3	9	0.25
การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน	1/5	1	1	1/5	1	3	0.09
ปริมาณน้ำฝน	1/3	1	5	1	3	5	0.19
ระยะห่างจากทางน้ำ	1/7	1/3	1	1	1	1	0.05
ทิศทางความลาดชัน	1/5	1/9	1/3	1/3	1	1	0.03

หมายเหตุ CI = 0.096; CR = 0.078

ตาราง 35 คะแนนปัจจัยหลักที่ใช้ในการศึกษาพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินถล่ม ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 6

ปัจจัย	ชนิดของหิน	ความลาดชันของพื้นที่	การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน	ปริมาณน้ำฝน	ระยะห่างจากทางน้ำ	ทิศทางความลาดชัน	ค่าความสำคัญ
ชนิดของหิน	1	9	5	9	1/7	1/5	0.29
ความลาดชันของพื้นที่	1/3	1	1	1	3	9	0.26
การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน	1/5	1	1	1/5	1	3	0.13
ปริมาณน้ำฝน	1/3	1	5	1	3	5	0.13
ระยะห่างจากทางน้ำ	1/7	1/3	1	1	1	1	0.18
ทิศทางความลาดชัน	1/5	1/9	1/3	1/3	1	1	0.01

หมายเหตุ CI = 0.118; CR = 0.096



ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล

วิศรุตตา วีระสัย

วันเดือนปีเกิด

26 ธันวาคม 2527

สถานที่เกิด

กรุงเทพมหานคร

ที่อยู่ปัจจุบัน

65 ถนนจรัญสนิทวงศ์ 52 แขวงบางยี่ขัน

เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร 10700

ตำแหน่งหน้าที่ในปัจจุบัน

นักธรณีวิทยาปฏิบัติการ

สถานที่ทำงานปัจจุบัน

ศูนย์เตือนภัยพิบัติแห่งชาติ

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2546

มัธยมศึกษาตอนปลาย

จาก โรงเรียนสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

พ.ศ. 2550

วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พื้นพิภพ

จาก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2558

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ

จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ