อภินันทนาการ

สำนักหอสมุด

การวิเคราะห์พื้นที่ภัยพิบัติโคลนถล่มในเขต ตำบลน้ำไผ่
อำเภอน้ำปาด จังหวัดอุตรดิตถ์

นรีรัตน์ จิตรธร
ภัทรพร แก้วดี

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน - 4 ต.ค. 2560
เลขทะเบียน 1 57191054
เลขเรียกหนังสือ วร
ว274ก
2558

ภาคนิพนธ์ระดับปริญญาตรี เสนอภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาภูมิศาสตร์
มิถุนายน 2558
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

อาจารย์ที่ปรึกษา ประธานบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์ ประธานสาขาวิชาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศศาสตร์ และหัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพย์ยาการธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้ พิจารณาการศึกษาค้นคว้าด้วยตัวเอง เรื่อง "การวิเคราะห์พื้นที่ภัยพิบัติโคลนถล่มในเขต ตำบล น้ำไผ่ อำเภอน้ำปาด จังหวัดอุตรดิตถ์ " เห็นสมควรรับเป็นส่วน หนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

.....

(อาจารย์ ร้อยเอก ดร.อนุชิต วงศาโรจน์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(อาจารย์ ประสิทธิ์ เมฆอรุณ)

ประธานบริหารหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์

.....

(อาจารย์ ดร.กัมปนาท ปิยะธำรงชัย)

ประธานสาขาวิชาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศศาสตร์

.....

(ผู้ช่วยศาสตรตราจารย์ ภิรมย์ อ่อนเส็ง)

หัวหน้าภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

มิถุนายน 2558

ประกาศคุณูปการ

ภาคนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เพราะได้รับความช่วยเหลือและคำแนะนำจาก อาจารย์ ร้อยเอก ดร. อนุชิต วงศาโรจน์ ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษาแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่ ตลอดจนให้ข้อมูลต่างๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าวิจัยฉบับนี้เป็นอย่างยิ่ง คณะผู้จัดทำจึงขอกราบขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบพระคุณสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 3 และ นายปรัชญา ตระกลรัตน์ นักวิชาการสิ่งแวดล้อม ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับจัดทำภาคนิพนธ์นี้ ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดวิชาความรู้ต่างๆ ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันให้แก่คณะผู้จัดทำ

สุดท้ายนี้ คณะผู้ศึกษาภาคนิพนธ์ ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ซึ่งเป็นผู้สนับสนุนในด้านกำลังทรัพย์ และคอยให้กำลังใจตลอดมา รวมทั้งต้องขอบคุณ พี่ ๆ เพื่อน ๆ ที่ให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือตลอดมา

นรีรัตน์ จิตรธร

ภัทรพร แก้วดี

ชื่อเรื่อง	การวิเคราะห์พื้นที่ภัยพิบัติโคลนถล่มในเขต ตำบลน้ำไผ่ อำเภอน้ำปาด จังหวัดอุตรดิตถ์
ผู้ศึกษาค้นคว้า	นรีรัตน์ จิตรธร และ ภัทรพร แก้วดี
ที่ปรึกษา	ร้อยเอก ดร.อนุชิต วงศาโรจน์
ประเภทสารนิพนธ์	ภาคนิพนธ์ วท.บ. (ภูมิศาสตร์) มหาวิทยาลัยนเรศวร,2557
คำสำคัญ	กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับศักดิ์ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

บทคัดย่อ

ตำบลน้ำไผ่เป็นตำบลหนึ่งของอำเภอน้ำปาดจังหวัดอุตรดิตถ์ ได้ประสบปัญหาภาวะโคลนถล่ม ขั้นรุนแรงสร้างความเดือดร้อนให้กับประชาชน อันเนื่องมาจากหลายสาเหตุ อาทิ ความชันเส้นชั้นความสูง เขตแนวรับปะทะจากแนวลำน้ำ การใช้ประโยชน์ที่ดินและ สภาพดินบริเวณพื้นที่สูง

การศึกษาครั้งนี้เป็นการบูรณาการเทคนิควิเคราะห์แบบพหุปัจจัย (Multi Criteria Decision Analysis) ด้วยการวิเคราะห์เชิงลำดับศักดิ์ (Analytical Hierarchy Process; AHP) และเทคนิควิธีการวิเคราะห์แบบภูมิสถิติ (Geo-statistics) ด้วยการวิเคราะห์ความชันเชิงพื้นผิว (Slope Surface Analysis) และการวิเคราะห์จุดความร้อน (Hot Spot Analysis) มาใช้ร่วมกับ ซอฟแวร์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System; GIS) เพื่อหาความรุนแรงของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่ม

สำหรับการวิเคราะห์แบบเชิงลำดับศักดิ์ (Analytical Hierarchy Process; AHP) ผลวิเคราะห์ด้วยความชันเชิงพื้นผิว พบว่า พื้นที่เสี่ยงมากที่สุดอยู่ที่ความชันร้อยละ 0-5 มีเนื้อที่ประมาณ 86.4 ตารางกิโลเมตร (54,000 ไร่) ผลการวิเคราะห์จุดเสี่ยงเร่งด่วน (Hot Spot Analysis) พบว่า จุดเสี่ยงระดับสูงจะสอดคล้องกับการวิเคราะห์เชิงลำดับศักดิ์ (Analytical Hierarchy Process; AHP) และ การวิเคราะห์ความชันเชิงพื้นผิว (Slope Surface Analysis) อย่างเห็นได้ชัด

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	**บทนำ**.....	1
	ความเป็นมาของปัญหา.....	1
	จุดมุ่งหมายของการศึกษา.....	2
	ขอบเขตของงานวิจัย.....	2
	ขอบเขตพื้นที่ศึกษา.....	3
	ประชากร.....	3
	สภาพภูมิประเทศ.....	5
	สภาพภูมิอากาศ.....	5
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
	กรอบแนวคิด.....	6
	นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
2	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**.....	8
	แนวคิดเกี่ยวกับอุทกภัย.....	8
	แนวคิดเกี่ยวกับโคลนถล่ม.....	11
	แนวคิดเกี่ยวกับการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน.....	18
	แนวคิดกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับศักดิ์.....	31
	แนวคิดเกี่ยวกับการวิเคราะห์เชิงพื้นที่.....	36
	แนวคิดระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....	41
	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	42

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
3	**วิธีดำเนินการวิจัย**	47
	ขั้นตอนการศึกษา	47
	ข้อมูลและแหล่งข้อมูล	48
	เครื่องมือและโปรแกรมที่ใช้	49
	การประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูล	49
4	**ผลการวิจัย**	57
	ผลการวิเคราะห์การพิจารณาพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มโดยวิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับศักดิ์ตัวแปรที่ใช้วิเคราะห์	57
	ผลการวิเคราะห์ความรุนแรงของของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่ม	67
	ผลการวิเคราะห์ความชันเชิงพื้นผิวของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่ม	77
	ผลการวิเคราะห์จุดเสี่ยงพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่ม	83
	ผลการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มจากแนว(AHP) และ (Hot Spot)	89
5	**บทสรุป**	98
	ผลการวิเคราะห์การพิจารณาพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มโดยวิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับศักดิ์	98
	ผลการวิเคราะห์ความรุนแรงของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่ม ในเขตตำบลน้ำไผ่ อำเภอน้ำปาด จังหวัดอุตรดิตถ์	99
	ผลการวิเคราะห์ความชันเชิงพื้นผิวพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่ม	99
	ผลการวิเคราะห์จุดเสี่ยงเร่งด่วน (Hot Spot) พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่ม	100
	ผลการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มจากแนวทางการวิเคราะห์เชิงลำดับศักดิ์ (AHP) และ จุดเสี่ยงเร่งด่วน (Hot Spot)	101

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ข้อเสนอแนะ..... 103

บรรณานุกรม..... 104

ประวัติผู้วิจัย..... 106

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน.....	20
2	การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน (ต่อ).....	21
3	การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน (ต่อ).....	22
4	การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน (ต่อ).....	23
5	การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน (ต่อ).....	24
6	การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน (ต่อ).....	25
7	เกณฑ์กำหนดกระบวนการเปรียบเทียบคู่ปัจจัยที่สัมพันธ์กัน..... (Pair wise Comparisons)	32
8	ข้อมูลคู่ตัวแปร (Pair wise data table).....	34
9	ค่าคะแนนเปรียบเทียบคู่ตัวแปร.....	34
10	การถ่วงน้ำหนักเชิงสัมพันธ์ (Relative weights).....	35
11	ค่าน้ำหนัก (Weights).....	35
12	เกณฑ์กำหนดกระบวนการเปรียบเทียบคู่ปัจจัยที่สัมพันธ์กัน..... (Pair wise comparison)	50
13	ความหมายของคะแนนค่าถ่วงน้ำหนักมี.....	51
14	แสดงค่าดัชนีจากการสุ่มตัวอย่างที่ได้จากตารางเมตริกซ์ตามแบบ..... Thomas Saaty (1994)	53
15	ค่าคะแนนจากการเปรียบเทียบคู่ปัจจัย.....	58
16	การคำนวณค่าน้ำหนัก (Weight).....	59
17	การคำนวณค่าความสอดคล้องเชิงเวคเตอร์ (Consistency Vector).....	60
18	พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มในแต่ละความรุนแรง.....	70

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตาราง		หน้า
19	พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน.....	71
20	การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่ม.....	73
21	ความชันเชิงพื้นผิวของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มมาก.....	77
22	ความชันเชิงพื้นผิวของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มปานกลาง.....	79
23	ความชันเชิงพื้นผิวของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มน้อย.....	81
24	จุดเสี่ยงเร่งด่วน (Hot Spot) พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มมาก.....	83
25	จุดเสี่ยงเร่งด่วน (Hot Spot) พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มปานกลาง.....	85
26	จุดเสี่ยงเร่งด่วน (Hot Spot) พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มน้อย.....	87
27	พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มมาก จากหลักการความชันเชิงพื้นที่ และ จุดเสี่ยงเร่งด่วน (Hot Spot).....	89
28	พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มปานกลาง จากหลักการความชันเชิงพื้นผิว และ จุดเสี่ยงเร่งด่วน (Hot Spot).....	92
29	พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มน้อย จากหลักการความชันเชิงพื้นที่ และ จุดเสี่ยงเร่งด่วน (Hot Spot).....	95

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1	ขอบเขตพื้นที่ศึกษา	4
2	กรอบแนวคิด	6
3	เส้นสมมุติลากผ่านกึ่งกลางพื้นที่โคลนถล่ม	55
4	เขตแนวรับปะทะจากแนวลำน้ำ	56
5	ความชันที่เลือกใช้ 0 ถึง 7 องศา (SL1)	64
6	เขตแนวรับปะทะจากแนวลำน้ำระยะ 0 ถึง 200 เมตร (SB1)	64
7	ชนิดของดิน (SOIL: 1)	65
8	การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน	65
9	เส้นชั้นความสูงที่ระดับ 200 ถึง 500 เมตร (CT1)	66
10	เสี่ยงพื้นที่ภัยโคลนถล่มในตำบลน้ำไผ่	66
11	พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มมาก	67
12	พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มปานกลาง	68
13	พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มน้อย	69
14	พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มทั้งหมด	70
15	กราฟพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน	73
16	กราฟการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่ม	75
17	ระดับความสูงและปรากฏการณ์โคลนถล่มในพื้นที่ศึกษา	76
18	พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มในทุกระดับความสูง	77
19	พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มมมากในความชันระดับต่างๆ	79
20	พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มปานกลางในความชันระดับต่างๆ	81
21	พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มน้อยในความชันระดับต่างๆ	83

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพ		หน้า
22	จุดเสี่ยงเร่งด่วน (Hot Spot) ของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มมาก.....	85
23	จุดเสี่ยงเร่งด่วน (Hot Spot) ของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มปานกลาง.....	87
24	จุดเสี่ยงเร่งด่วน (Hot Spot) ของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มน้อย.....	89
25	พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มมาก : AHP vs. Hot Spot*.....	92
26	พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มปานกลาง : AHP vs. Hot Spot*.....	95
27	พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มน้อย : AHP vs. Hot Spot*.....	98

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

ภาคเหนือของประเทศไทยมีลักษณะภูมิประเทศที่มีพื้นที่เป็นภูเขามากกว่าทุกภาค ซึ่งเป็นร้อยละ 78 ของพื้นที่ทั้งหมดในภาคเหนือ ภาคเหนือเป็นภูมิภาคหนึ่งของไทยอยู่ทางตอนเหนือของประเทศ มีเขตแดนทางตอนเหนือติดกับชายแดนพม่าและลาวทางตะวันออกจรดชายแดนลาวและภาคอีสานทางตะวันตกจรดพม่า และทางใต้ติดกับภาคกลาง ภาคเหนือมีเนื้อที่ประมาณ 93, 691 ตารางกิโลเมตร ประกอบด้วยพื้นที่ 9 จังหวัด ได้แก่ แม่ฮ่องสอน เชียงราย เชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง พะเยา แพร่ น่าน และอุตรดิตถ์เนื่องจากภาคเหนือมีภูเขาเป็นส่วนใหญ่จึงมีเหตุการณ์โคลนถล่มเกิดขึ้นอยู่บ่อยครั้งทำให้พื้นที่ในภาคเหนือตกอยู่ในสภาวะเสี่ยงอย่างเลี่ยงไม่ได้

บริเวณจังหวัดอุตรดิตถ์ประสบปัญหาภาวะโคลนถล่มอยู่บ่อยครั้งในช่วงฤดูฝนในช่วงเดือนพฤษภาคม-ตุลาคมของทุกปีสภาพภูมิอากาศในจังหวัดอุตรดิตถ์จัดอยู่ในภูมิอากาศแบบฝนเมืองร้อนเฉพาะฤดู (Tropical climate) โดยมีระยะช่วงฝนสลับกับช่วงอากาศแห้งแล้งแตกต่างกันชัดเจนและเนื่องจากภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นภูเขาสูงและที่สูงจึงทำให้อากาศร้อนจัดในฤดูร้อนและหนาวจัดในฤดูหนาว เนื่องจากจังหวัดอุตรดิตถ์ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ที่เป็นภูเขาทำให้เกิดปัญหาโคลนถล่มเข้าทำลายพื้นที่การเกษตรและที่อยู่อาศัยของประชาชนทำให้เกิดความเดือดร้อนกับประชาชนที่ได้รับผลกระทบปัญหาโคลนถล่มล่าสุดในจังหวัดอุตรดิตถ์ ซึ่งเป็นที่ทราบกันโดยทั่วไป คือ พื้นที่ในตำบลน้ำไผ่ทำให้หลายหมู่บ้านในตำบลน้ำไผ่ตกอยู่ในพื้นที่เสี่ยงต่อภาวะโคลนถล่ม

จากปัญหาโคลนถล่มในพื้นที่ตำบลน้ำไผ่ที่ส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่แล้วจังหวัดอุตรดิตถ์มีภูเขาและที่สูงมากประมาณครึ่งหนึ่งของพื้นที่ในจังหวัดจังหวัดอุตรดิตถ์ยังมีพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดภาวะโคลนถล่มอีกหลายพื้นที่ด้วยเหตุนี้จึงทำให้มีการศึกษาเรื่อง "การวิเคราะห์พื้นทีภัยพิบัติโคลนถล่ม" เพื่อศึกษาพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มที่เกิดขึ้น

การศึกษาจะเป็นการศึกษาโดยนำวิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับศักดิ์ (Analytical Hierarchy Process; AHP) มาใช้ร่วมกับเทคนิควิธีการของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System; GIS)

เพื่อหาความรุนแรงของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มในบริเวณตำบลน้ำไผ่ อำเภอน้ำปาด จังหวัดอุตรดิตถ์ เนื่องจากเห็นว่าวิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับศักดิ์ (Analytical Hierarchy Process; AHP) นี้ช่วยในการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่ม ซึ่งทำให้สามารถบอกพื้นที่เสี่ยงทั้งหมดที่จะเกิดโคลนถล่มได้อย่างชัดเจน

1.2 จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1.2.1 พิจารณาพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่ม ในเขตพื้นที่ศึกษา

1.2.2 ทำแผนที่ความรุนแรงของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่ม ในเขตพื้นที่ศึกษา

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

เป็นการวิเคราะห์แบบพหุปัจจัย (Multi Criteria Decision Analysis) ด้วยแนวทางการวิเคราะห์เชิงลำดับศักดิ์ (Analytical Hierarchy Process; AHP) โดยมีปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดโคลนถล่ม1) ความชัน 0 – 7 (องศา) 2) เส้นชั้นความสูง ที่ระดับ 200-500 (เมตร) 3) ดินบริเวณพื้นที่สูง 4) การใช้ประโยชน์ที่ดิน (นาข้าว, ข้าวโพด, ข้าวไร่, ข้าวโพดสลับข้าวไร่, ป่าผลัดใบสมบูรณ์ 5) แนวรับปะทะจากแนวลำน้ำระยะ 0-200 (เมตร) เพื่อหาพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มโดยนำมาใช้ร่วมกับเทคนิควิธีการของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System; GIS) เพื่อจะหาความรุนแรงของพื้นที่เสี่ยงภัย

1.4 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

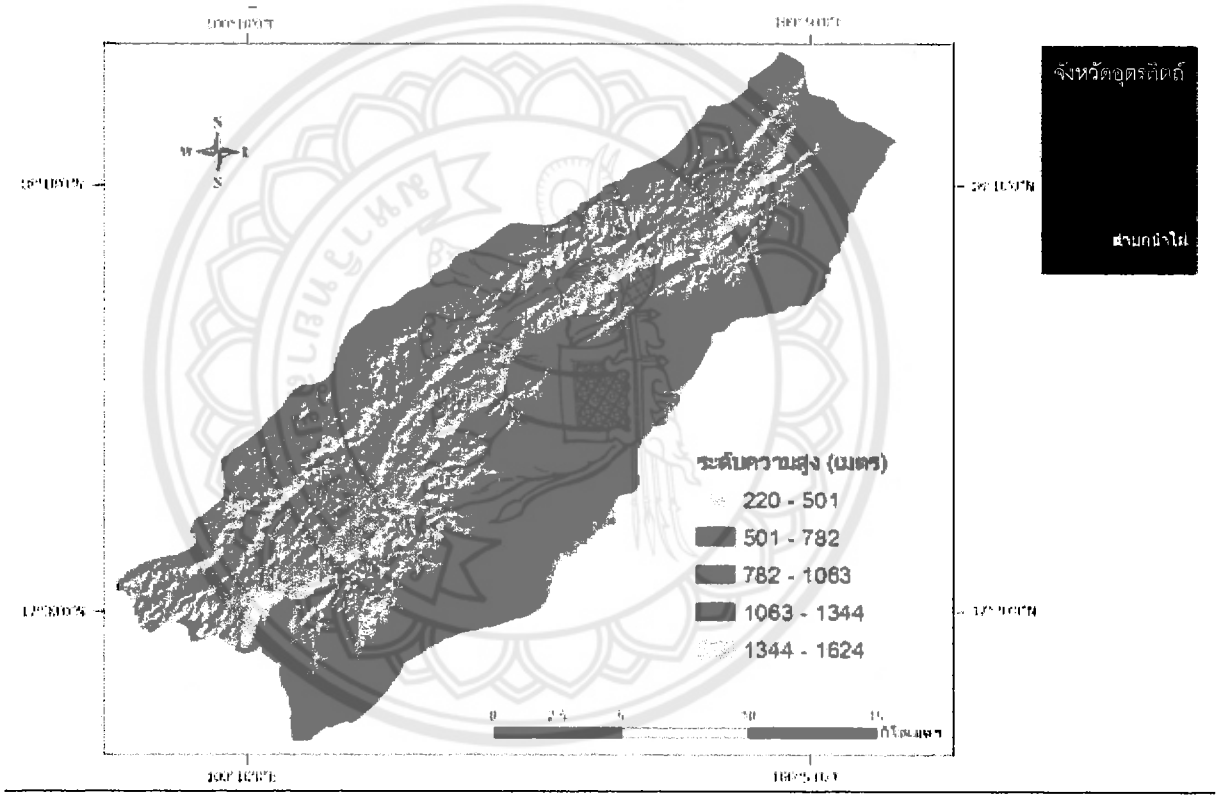
ตำบลน้ำไผ่ มีพื้นที่รวมทั้งสิ้น 345 ตารางกิโลเมตร (215,625 ไร่) ทิศเหนือ ติดต่อกับ ต. ห้วยมุ่น และ ต. บ้านฝาย ทิศใต้ติดต่อกับ อ. ทองแสนขัน และ อ. ชาติตระการ จ. พิษณุโลก ทิศตะวันออก ติดต่อกับ อ. ชาติตระการ จ. พิษณุโลก ทิศตะวันตก ติดต่อกับ ต. น้ำไคร้ และ ต. แสนตอ อ. น้ำปาด จ. อุตรดิตถ์ ตำบลน้ำไผ่เป็นหนึ่งในหกตำบลของอำเภอน้ำปาด จังหวัดอุตรดิตถ์ ลักษณะหมู่บ้านแต่ละหมู่ จะมีลำห้วยไหลผ่าน และข้างลำห้วยจะเต็มไปด้วยกอไผ่เป็นจำนวนมาก แบ่งการปกครองออกเป็น 8 คือ

หมู่ 1 บ้านห้วยเดื่อ	หมู่ 2 บ้านต้นขนุน
หมู่ 3 บ้านห้วยคอม	หมู่ 4 บ้านห้วยเนียม
หมู่ 5 บ้านเพี้ย	หมู่ 6 บ้านกกหม่อนแก้ว
หมู่ 7 บ้านปางขามป้อม	หมู่ 8 บ้านฝาย

1.5 ประชากร

ประชากรในตำบลน้ำไผ่ส่วนใหญ่อพยพมาจากบ้านหนองปลาจืดประเทศลาวเมื่อประมาณ 300 กว่าปีที่ผ่านมา โดยมีวัฒนธรรม ขนบธรรมเนียม ประเพณี ตลอดจนสำเนียงภาษาพูดเป็นเอกลักษณ์ของตนเอง มีประชากร ทั้งสิ้น 3,336 คน ชาย 1,670 คน หญิง 1,666 คน

ระดับความสูงของพื้นที่ศึกษา



ภาพที่ 1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

1.6 ลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศของตำบลน้ำไผ่มีลักษณะเป็นภูเขาสูง สภาพดินเป็นดินลูกรัง มีที่ราบลุ่มบางส่วนที่ใช้ประโยชน์ในการเกษตรประมาณร้อยละ 10 ของพื้นที่ทั้งหมด ตำบลน้ำไผ่ มีพื้นที่รวมทั้งสิ้น 345 ตารางกิโลเมตรคิดเป็นเนื้อที่ประมาณ 215,625 ไร่

1.7 สภาพภูมิอากาศ

ตำบลน้ำไผ่อำเภอน้ำปาดจังหวัดอุตรดิตถ์จัดอยู่ในภูมิอากาศแบบฝนเมืองร้อนเฉพาะฤดู (Tropical Savannah Climate) โดยระยะช่วงฝนสลับกับช่วงอากาศแห้งแล้งแตกต่างกันชัดเจน และเนื่องจากภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นภูเขาและที่สูงจึงทำให้อากาศร้อนจัดในฤดูร้อนและหนาวจัดในฤดูหนาว ฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่เดือน มีนาคม - พฤษภาคม อุณหภูมิเฉลี่ย 35 องศาเซลเซียส ฤดูฝนระหว่างเดือนมิถุนายน - ตุลาคม มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,243 มิลลิเมตร ต่อปีและฤดูหนาวระหว่างเดือน พฤศจิกายน - กุมภาพันธ์ อุณหภูมิเฉลี่ย 15-17 องศาเซลเซียส

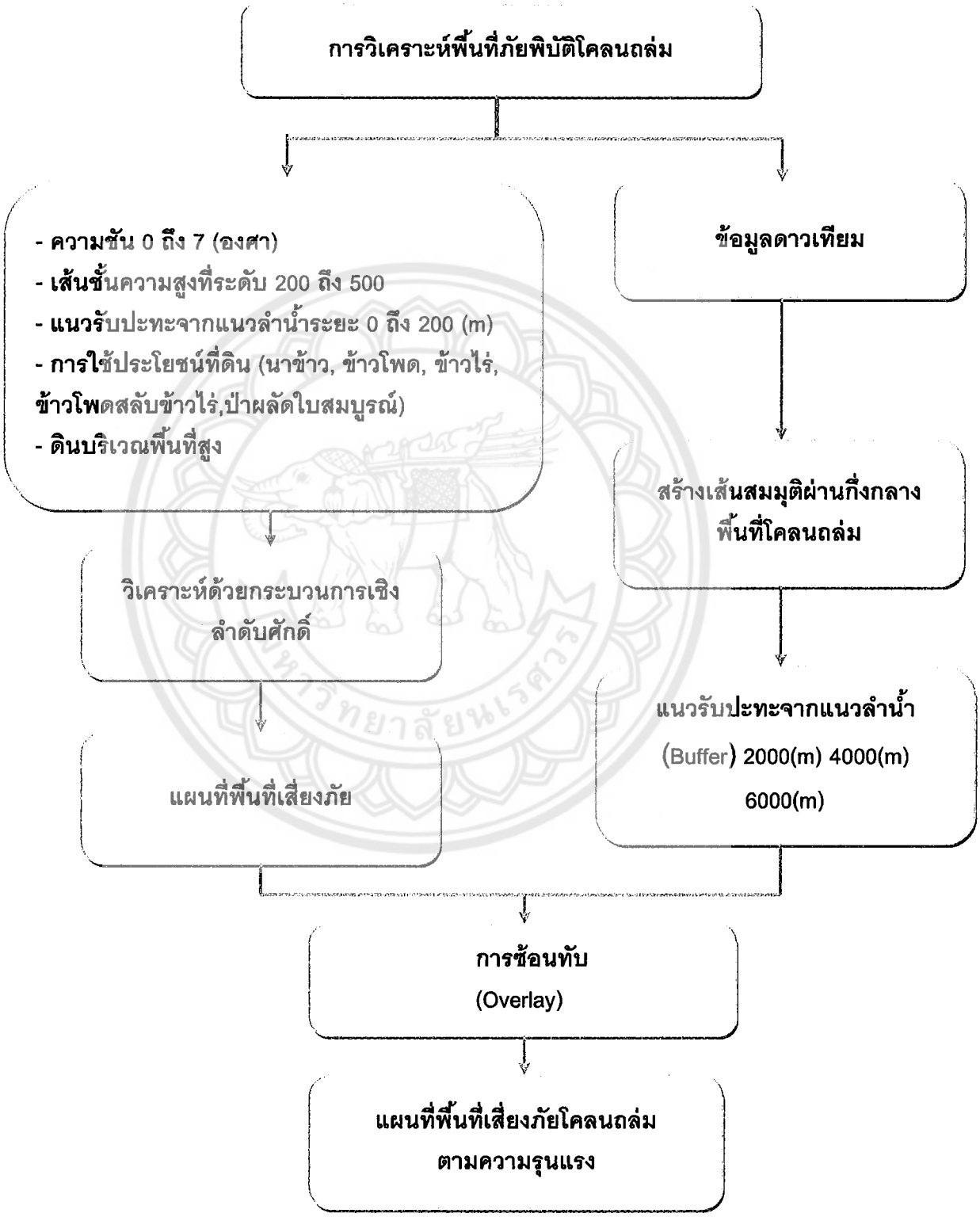
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) สามารถใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับศักดิ์เพื่อเปรียบเทียบปัจจัยที่ทำให้เกิดโคลนถล่ม

2) ได้แผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มในเขตพื้นที่ศึกษา

3) ได้แผนที่ความรุนแรงของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มในเขตพื้นที่ศึกษา

กรอบแนวคิด



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิด

1.9 นิยามศัพท์เฉพาะ

ความหมายของนิยามศัพท์ซึ่งเกี่ยวข้องกับงานวิจัยมีดังนี้

โคลนถล่ม (Mudslide) หมายถึง การเคลื่อนที่ของมวลดิน หรือหิน ลงมาตามลาดเขาด้วยอิทธิพลของแรงโน้มถ่วงของโลก โดยปรกติ ดินโคลนถล่มที่เกิดขึ้นในประเทศไทย ส่วนใหญ่ น้ำ จะมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเกิดดินถล่มเสมอ โดยน้ำจะเป็นตัวลดแรงต้านทานในการเคลื่อนตัวของมวลดินหรือหิน และน้ำจะเป็นตัวที่ทำให้คุณสมบัติของดินที่เป็นของแข็งเปลี่ยนไปเป็นของไหลได้

พื้นที่เสี่ยงภัย (Risk area) หมายถึง สถานที่ตั้งที่มีโอกาสหรือความเป็นไปได้ที่เหตุการณ์ใด เหตุการณ์หนึ่งจะเกิดขึ้น และนำมาซึ่งผลกระทบทางลบต่างๆ ต่อวิถีชุมชนและทรัพย์สินของประชาชน

แผนที่ภัยพิบัติ (Disaster Map) หมายถึง แผนที่ที่แสดงพื้นที่ภายในชุมชน และพื้นที่ใกล้เคียง ที่อาจจะได้รับผลกระทบจากภัยที่เกิดขึ้น ซึ่งในพื้นที่เสี่ยงภัยจะแสดงให้เห็นถึงพื้นที่อันตรายและพื้นที่ปลอดภัยรวมถึงเส้นทางอพยพอย่างชัดเจน

กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับศักดิ์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) หมายถึง กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับศักดิ์ที่ใช้วิธีการให้คะแนนค่าน้ำหนัก (Weighting) ในแต่ละลำดับขั้นข้อมูล (Rank) หลักการสำคัญก็คือค่าคะแนนที่ผู้ทำการศึกษากำหนดลงไปนั้นจะต้องมีหลักเกณฑ์พิจารณาว่าเหมาะสมอย่างไรกับสภาพปัญหาที่ศึกษา AHP สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อเลือกค่าที่ดีที่สุดในการตัดสินใจ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาการวิเคราะห์พื้นที่ภัยพิบัติโคลนถล่มในเขตตำบลน้ำไผ่ อำเภอน้ำปาด จังหวัดอุตรดิตถ์ ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาเอกสาร แนวความคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับ อุทกภัย

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับ โคลนถล่ม

2.3 แนวคิดเกี่ยวกับ การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน

2.4 แนวคิดเกี่ยวกับ กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับศักดิ์

2.5 แนวคิดเกี่ยวกับ การวิเคราะห์เชิงพื้นที่

2.6 แนวคิดเกี่ยวกับ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับ อุทกภัย

2.1.1 อุทกภัย

อุทกภัย คือ ภัยหรืออันตรายที่เกิดจากน้ำท่วม หรือ อันตรายอันเกิดจากสภาวะที่น้ำไหลเอ่อล้นฝั่งแม่น้ำ ลำธาร หรือทางน้ำ เข้าท่วมพื้นที่ซึ่งโดยปกติแล้วไม่ได้อยู่ใต้ระดับน้ำ หรือเกิดจากการสะสมน้ำบนพื้นที่ซึ่งระบายออกไม่ทันทำให้พื้นที่นั้นปกคลุมไปด้วยน้ำ โดยทั่วไปแล้วอุทกภัยมักเกิดจากน้ำท่วม ซึ่งสามารถแบ่งเป็นลักษณะใหญ่ๆ ได้ 2 ลักษณะ คือ

1) น้ำท่วมขัง/น้ำล้นตลิ่ง เป็นสภาวะน้ำท่วมที่เกิดขึ้นเนื่องจากระบบระบายน้ำไม่มีประสิทธิภาพ มักเกิดขึ้นในบริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำและบริเวณชุมชนเมืองใหญ่ๆ มีลักษณะค่อยเป็นค่อยไป ซึ่งเกิดจากฝนตกหนัก ณ บริเวณนั้นๆ ติดต่อกันเป็นเวลาหลายวัน หรือเกิดจากสภาวะน้ำ

ล้นตลิ่ง น้ำท่วมขังส่วนใหญ่จะเกิดบริเวณท้ายน้ำและมีลักษณะแผ่เป็นบริเวณกว้างเนื่องจากไม่สามารถระบายได้ทัน ความเสียหายจะเกิดกับพืชผลทางการเกษตรและอสังหาริมทรัพย์เป็นส่วนใหญ่ สำหรับความเสียหายอื่นๆ มีไม่มากนักเพราะสามารถเคลื่อนย้ายไปอยู่ในที่ที่ปลอดภัย

2) น้ำท่วมฉับพลัน เป็นภาวะน้ำท่วมที่เกิดขึ้นอย่างฉับพลันในพื้นที่ เนื่องจากฝนตกหนักในบริเวณพื้นที่ซึ่งมีความชันมากและมีคุณสมบัติในการกักเก็บหรือการต้านน้ำน้อยเช่น บริเวณต้นน้ำซึ่งมีความชันของพื้นที่มากพื้นที่ป่าถูกทำลายไปทำให้การกักเก็บหรือการต้านน้ำลดน้อยลง บริเวณพื้นที่ถนนและสนามบิน เป็นต้น หรือเกิดจากสาเหตุอื่นๆ เช่น เขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำพังทลาย น้ำท่วมฉับพลันมักเกิดขึ้นหลังจากฝนตกหนักไม่เกิน 6 ชั่วโมง และมักเกิดขึ้นในบริเวณที่ราบระหว่างหุบเขา ซึ่งอาจจะไม่มีฝนตกหนักในบริเวณนั้นมาก่อนเลยแต่มีฝนตกหนักมากบริเวณต้นน้ำที่อยู่ห่างออกไป เนื่องจากน้ำท่วมฉับพลันมีความรุนแรงและเคลื่อนที่ด้วยความรวดเร็วมากโอกาสที่จะป้องกันและหลบหนีจึงมีน้อย ดังนั้นความเสียหายจากน้ำท่วมฉับพลันจึงมีมากทั้งแก่ชีวิตและทรัพย์สิน

2.1.2 **สาเหตุของการเกิดอุทกภัยจากธรรมชาติมีดังนี้**

1) ฝนตกหนักจากพายุหรือพายุฝนฟ้าคะนอง เป็นพายุที่เกิดขึ้นติดต่อกันเป็นเวลาหลายชั่วโมง มีปริมาณฝนตกหนักมากจนไม่อาจไหลลงสู่ต้นน้ำลำธารได้ทันจึงท่วมพื้นที่ที่อยู่ในที่ต่ำ มักเกิดในช่วงฤดูฝนหรือฤดูร้อนฝนตกหนักจากพายุหมุนเขตร้อน เมื่อพายุนี้ประจำอยู่ที่แห่งใดแห่งหนึ่งเป็นเวลานานหรือแทบไม่เคลื่อนที่ จะทำให้บริเวณนั้นมีฝนตกหนักติดต่อกันตลอดเวลา ยิ่งพายุมีความรุนแรงมาก เช่น มีความรุนแรงขนาดพายุโซนร้อนหรือไต้ฝุ่น เมื่อเคลื่อนตัวไปถึงที่ใดก็ทำให้ที่นั้นเกิดพายุลมแรง ฝนตกหนักเป็นบริเวณกว้างและมีน้ำท่วมขัง นอกจากนี้ถ้าความถี่ของพายุที่เคลื่อนที่เข้ามาหรือผ่านเกิดขึ้นต่อเนื่องกัน ถึงแม้จะในช่วงสั้นแต่ก็ทำให้น้ำท่วมเสมอฝนตกหนักในป่าบนภูเขา ทำให้ปริมาณน้ำบนภูเขาหรือแหล่งต้นน้ำมาก มีการไหลและเซี่ยวอย่างรุนแรงลงสู่ที่ราบเชิงเขา เกิดน้ำท่วมขึ้นอย่างกะทันหัน เรียกว่าน้ำท่วมฉับพลัน เกิดขึ้นหลังจากที่มีฝนตกหนักในช่วงระยะเวลาสั้นๆ หรือเกิดก่อนที่ฝนจะหยุดตก มักเกิดขึ้นในลำธารเล็กๆ โดยเฉพาะตอนที่อยู่

ใกล้ต้นน้ำของบริเวณลุ่มน้ำ ระดับน้ำจะสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว จังหวัดที่อยู่ใกล้เคียงกับเทือกสูง เช่น จังหวัดเชียงใหม่ เป็นต้น

2) ผลจากน้ำทะเลหนุน ในระยะที่ดวงอาทิตย์และดวงจันทร์อยู่ในแนวที่ทำให้ระดับน้ำทะเลขึ้นสูงสุด น้ำทะเลจะหนุนให้ระดับน้ำในแม่น้ำสูงขึ้นอีกมาก เมื่อประจวบกับระยะเวลาที่น้ำป่าและจากภูเขาไหลลงสู่แม่น้ำ ทำให้น้ำในแม่น้ำไม่อาจไหลลงสู่ทะเลได้ ทำให้เกิดน้ำเอ่อล้นตลิ่งและท่วมเป็นบริเวณกว้างยิ่งถ้ามีฝนตกหนักหรือมีพายุเกิดขึ้นในช่วงนี้ ความเสียหายจากน้ำท่วมชนิดนี้จะมีมาก

3) ผลจากลมมรสุมมีกำลังแรง มรสุมตะวันตกเฉียงใต้เป็นมรสุมที่พัดพาความชื้นจากมหาสมุทรอินเดียเข้าสู่ประเทศไทย ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม เมื่อมีกำลังแรงเป็นระยะเวลาหลาย วัน ทำให้เกิดคลื่นลมแรง ระดับน้ำในทะเลตามขอบฝั่งจะสูงขึ้น ประกอบกับมีฝนตกหนักทำให้เกิดน้ำท่วมได้ ยิ่งถ้ามีพายุเกิดขึ้นในทะเลจีนใต้ก็จะยิ่งเสริมให้มรสุมดังกล่าวมีกำลังแรงขึ้นอีก ส่วนมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดจากประเทศจีนเข้าสู่ไทย ปะทะขอบฝั่งตะวันออกของภาคใต้ มรสุมนี้มีกำลังแรงเป็นครั้งคราว เมื่อบริเวณความกดอากาศสูงในประเทศจีนมีกำลังแรงขึ้นจะทำให้มีคลื่นค่อนข้างใหญ่ในอ่าวไทย และระดับน้ำทะเลสูงกว่าปกติ บางครั้งทำให้มีฝนตกหนักในภาคใต้ตั้งแต่จังหวัดชุมพร ลงไปทำให้เกิดน้ำท่วมเป็นบริเวณกว้าง

4) ผลจากแผ่นดินไหวหรือภูเขาไฟระเบิด เมื่อเกิดแผ่นดินไหว หรือภูเขาไฟบนบกและภูเขาไฟใต้น้ำระเบิดเปลือกของผิวโลกบางส่วนจะได้รับความกระทบกระเทือนต่อเนื่องกันบางส่วนของผิวโลกจะสูงขึ้นบางส่วนจะยุบลง ทำให้เกิดคลื่นใหญ่ในมหาสมุทรซัดขึ้นฝั่งเกิดน้ำท่วมตามหมู่เกาะและเมืองตามชายฝั่งทะเลได้เกิดขึ้นบ่อยครั้งในมหาสมุทรแปซิฟิก

2.1.3 สาเหตุของการเกิดอุทกภัยจากการกระทำของมนุษย์ มีดังนี้

1) การตัดไม้ทำลายป่า ในพื้นที่เสี่ยงภัยเมื่อเกิดฝนตกหนักจะทำให้อัตราการไหลสูงสุดเพิ่มมากขึ้นและไหลมาเร็วขึ้น เป็นการเพิ่มความรุนแรงของน้ำในการทำลายและยังเป็นสาเหตุของดินถล่มด้วย นอกจากนี้ยังทำให้ดินและรากไม้ขนาดใหญ่ถูกชะล้างให้ไหลลงมาในท้องน้ำ ทำให้ท้องน้ำตื้นเขินไม่สามารถระบายน้ำได้ทันที รวมทั้งก่อให้เกิดความสูญเสียชีวิตและบาดเจ็บของ

ประชาชนทางด้านท้ายน้ำการขยายเขตเมืองลุกล้ำเข้าไปในพื้นที่ลุ่มต่ำ (Flood plain) ซึ่งเป็นแหล่งเก็บน้ำธรรมชาติทำให้ไม่มีที่รับน้ำ ดังนั้นเมื่อน้ำล้นตลิ่งก็จะเข้าไปท่วมบริเวณที่เป็นพื้นที่ลุ่มต่ำซึ่งเป็นเขตเมืองที่ขยายใหม่ก่อน

2) การก่อสร้างโครงสร้างขวางทางน้ำธรรมชาติทำให้มีผลกระทบต่อการระบายน้ำและก่อให้เกิดปัญหาน้ำท่วม

3) การออกแบบทางระบายน้ำของถนนไม่เพียงพอ ทำให้น้ำล้นเอ่อในเขตเมือง ทำความเสียหายให้แก่ชุมชนเมืองใหญ่ เนื่องจากการระบายได้ช้ามาก

4) การบริหารจัดการน้ำที่ไม่ดีเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดน้ำท่วมโดยเฉพาะบริเวณด้านท้ายเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำ

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับ โคลนถล่ม

2.2.1 โคลนถล่ม

โคลนถล่ม (Mudslide) คือการเคลื่อนที่ของมวลดิน หรือหิน ลงมาตามลาดเขาด้วยอิทธิพลของแรงโน้มถ่วงของโลก โดยปรกติ ดินถล่มที่เกิดขึ้นในประเทศไทย ส่วนใหญ่ " น้ำ " จะมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเกิดโคลนถล่มเสมอ โดยน้ำจะเป็นตัวลดแรงต้านทานในการเคลื่อนตัวของมวลดินหรือหิน และน้ำจะเป็นตัวที่ทำให้คุณสมบัติของดินที่เป็นของแข็งเปลี่ยนไปเป็นของไหลได้ โคลนถล่ม เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดได้ทั่วไปในบริเวณภูเขาที่มีความลาดชันสูง อย่างไรก็ตาม ในบริเวณที่มีความลาดชันต่ำก็สามารถเกิดโคลนถล่มได้ถ้ามีปัจจัยที่ก่อให้เกิดโคลนถล่ม โดยทั่วไปบริเวณที่มักจะเกิดโคลนถล่ม คือ บริเวณที่ใกล้กับแนวรอยเลื่อนที่มีพลังและมีการยกตัวของแผ่นดินขึ้นเป็นภูเขาสูง บริเวณที่ทางน้ำกัดเซาะเป็นโตรกเขาลึกและชัน บริเวณที่มีแนวรอยแตกและรอยแยกหนาแน่นบนลาดเขา บริเวณที่มีการผุพังของหินและทำให้เกิดชั้นดินหนาบนลาดเขา ในบริเวณที่มีความลาดชันต่ำและมีดินที่เกิดจากการผุพังของชั้นหินบนลาดเขาหนาดินถล่มมักเกิดจากการที่น้ำซึมลงในชั้นดินบนลาดเขาและเกิดแรงดันของน้ำเพิ่มขึ้นในชั้นดินโดยเฉพาะในช่วงที่ฝนตกหนัก (วรวุฒิ, 2548) และยังมีปัจจัยอื่นๆที่ทำให้เกิดโคลนถล่ม ได้แก่ 1) ความชัน 2) ระดับความสูง 3) ชนิดของดิน และ 4) การใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน 5) แม่น้ำ

- ความชัน คือ เส้นตรงบอกถึงความสูงชัน ความลาดเอียง หรือ ระดับ ค่าความชันยิ่งมาก แสดงถึงความสูงชัน ความลาดเอียงที่มากขึ้น

- ระดับความสูงของพื้นที่ คือ ความสูงของพื้นที่เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดโคลนถล่มทั้งนี้เนื่องมาจากพื้นที่ที่มีความสูงมากย่อมมีการกัดเซาะของน้ำรุนแรงและตามหลักการของการปรับตัวของพื้นโลก พื้นที่ที่อยู่สูงมากก็จะมีการกร่อนมากตามไปด้วยระดับความสูง

- ดิน คือ วัตถุที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติจากการสลายตัวทางกายภาพ และทางเคมีของหินและแร่ รวมกับสารอินทรีย์ ที่เกิดจากการสลายตัวของซากพืชซากสัตว์เป็นผิวชั้นบน ที่หุ้มห่อโลก ซึ่งดินจะมีลักษณะและคุณสมบัติต่างกันไปในที่ต่างๆ ตามสภาพภูมิอากาศ ภูมิประเทศ วัตถุต้นกำเนิด สิ่งมีชีวิตและระยะเวลาการสร้างตัวของดิน

- การใช้ที่ดิน และสิ่งปกคลุมดิน คือ พืชช่วยทำให้ดินร่วนซุย เมื่อฝนตกลงมาน้ำฝนจะแทรกซึมและไหลผ่านลงสู่ดินชั้นล่างได้ดีนอกจากนี้รากพืชยังช่วยยึดอนุภาคดินไม่ ให้แตกหลและเลื่อนไหลได้ง่ายปัจจัยของพืชพรรณและสิ่งปกคลุมดินเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดดินถล่ม จำแนกเป็น 5 ประเภท คือ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ป่าที่มีความหนาแน่นมาก พื้นที่มีพืชพรรณหนาแน่น ปานกลาง พื้นที่มีพืชพรรณปกคลุมน้อยและพื้นที่ไม่มีสิ่งปกคลุมแม่น้ำ คือ เป็นทางน้ำธรรมชาติที่มีขนาดใหญ่ เป็นคำศัพท์ทั่วไปที่ในทางวิทยาศาสตร์หมายถึงกระแสน้ำตามธรรมชาติทั้งหลาย รวมทั้งกระแสน้ำขนาดเล็ก เช่น ลำธาร คลอง

2.2.2 ดินแบ่งตามลักษณะของเนื้อดินได้เป็น 3 ประเภท คือ

1) ดินเหนียวหมายถึง ดินที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาคดินเล็กกว่า 0.002 มม. เป็นพวกเนื้อดินละเอียดและมีการจับตัวกันอย่างหนาแน่น มีช่องว่างระหว่างเม็ดดินน้อย จึงสามารถอุ้มน้ำไว้ได้มากแต่การระบายถ่ายเทอากาศไม่สะดวก

2) ดินร่วน หมายถึง ดินที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาค ตั้งแต่ 0.002 - 0.05 มม. ดินชนิดนี้จะมีช่องว่างระหว่างเม็ดดินมาก ทำให้น้ำซึมได้สะดวกแต่การอุ้มน้ำน้อยกว่าดินเหนียว

3) ดินทราย หมายถึง ดินที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาค ตั้งแต่ 0.05 - 2.0 มม. เนื้อดินมีลักษณะหยาบ เม็ดดินไม่เกาะตัวกัน ทำให้การระบายน้ำได้เร็วมากจึงไม่สามารถกักเก็บน้ำไว้ได้

2.2.3 ปัจจัยทางธรรมชาติที่ทำให้เกิดโคลนถล่ม

โคลนถล่มที่เกิดขึ้นในประเทศไทยเกิดจากปัจจัยหลัก 3 ประการ ดังนี้คือ

1) สภาพธรณีวิทยาและลักษะดิน โดยปกติชั้นดินที่เกิดการถล่มลงมาจากภูเขา เป็นชั้นดินที่เกิดจากกรผุกร่อนของหิน ให้เกิดเป็นดิน โดยหินแต่ละชนิดเวลาผุจะให้ชนิดและความหนาของดินที่แตกต่างกันออกไป เนื่องจากชั้นหินแต่ละชนิดมีอัตราการผุพังไม่เท่ากัน เช่นหินแกรนิต จะมีอัตราการผุพังสูง แร่องค์ประกอบเมื่อผุพังแล้วจะให้ชั้นดินทรายร่วนหรือดินทรายปนดินเหนียว และให้ชั้นดินหนา หินภูเขาไฟ มีอัตราการผุพังใกล้เคียงกับหินแกรนิตเมื่อผุพังให้ชั้นดินร่วนปนดินเหนียวหรือดินเหนียว และให้ชั้นดินหนาเช่นกัน หินดินดาน – หินโคลน เมื่อผุพังจะให้ชั้นดินเป็นดินเหนียวปนทราย และมีความหนาน้อยกว่าหินแกรนิต จากปัจจัยดังกล่าวพบว่าดินที่ผุพังมาจากหินต่างชนิดกันจะให้ดินต่างชนิดกัน และความหนาต่างกัน คุณสมบัติของดินในการยึดเกาะระหว่างเม็ดดินและค่าแรงต้านทานการไหลของดินก็จะแตกต่างกันตามชนิดของดินนั้นๆด้วยทำให้ไหล่เขามีความลาดชันไม่เท่ากัน และต้นไม้ที่ขึ้นตามธรรมชาติบนภูเขาต่างชนิดกันตามชนิดของชั้นดินและความสูงของภูเขานอกจากชนิดของหินแล้วลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยาเช่นรอยเลื่อน รอยแตกและทิศทางการวางตัวของชั้นหินจะมีผลต่อการผุพังโดยเฉพาะหินที่มีรอยแตกมากหินที่อยู่ในเขตรอยเลื่อนโดยเฉพาะรอยเลื่อนมีพลังจะมีการผุพังสูง เนื่องจากมวลหินที่รอยแตกนั้นจะมีช่องว่างให้น้ำและอากาศผ่านเข้าไปทำปฏิกิริยาทางเคมีให้หินผุพังได้ง่าย ชั้นหินในบางบริเวณหากมีการแทรกของหินอัคนีแทรกซ้อน หรือบริเวณที่มีน้ำพุร้อน และแหล่งแร่จากสายน้ำแร่ร้อนจะทำให้หินมีอัตราการผุพังยิ่งขึ้นไปอีกเพราะความร้อนและสารละลายน้ำแร่ร้อนที่มาจากหินอัคนีแทรกซ้อนจะไปทำ ปฏิกิริยาก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในเนื้อหิน

2) สภาพภูมิประเทศ ลักษณะภูมิประเทศเป็นผลที่เกิดจากขบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลกการผุพังที่แตกต่างกันของชั้นหินและลักษณะการวางตัวของโครงสร้างชั้นหิน ซึ่งเป็นปัจจัยอีกตัวที่มีผลต่อเสถียรภาพของดินบนภูเขา ค่าความลาดชันจะมีความสัมพันธ์โดยตรง กับเสถียรภาพของดินที่อยู่บนภูเขา กล่าวคือยิ่งบริเวณใดที่มีความลาดชันสูง ยิ่งมีโอกาสที่ดินจะเกิดการสูญเสียเสถียรภาพและเคลื่อนที่ลงมาตามลาดชันของภูเขาได้สูง นอกจากนี้ลักษณะภูมิประเทศที่เป็นร่องเขาหน้ารับน้ำฝนและเป็นบริเวณที่น้ำฝนไหลมารวมกันจะทำให้ปริมาณน้ำในมวล

ดินสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว และทำให้บริเวณพื้นมีค่าอัตราส่วนความปลอดภัยของลาดดินลดลง มีโอกาสเกิดการเคลื่อนตัว และถล่มลงมาได้มากกว่าพื้นที่ที่ไม่ใช่ร่องเขาหน้ารับน้ำฝน

3) ปริมาณน้ำฝน โคลนถล่มที่เคยเกิดขึ้นในประเทศไทย จะเกิดขึ้นเมื่อฝนตกหนักเป็นเวลานาน โดยน้ำฝนจะไหลซึมลงไปในชั้นดินจนกระทั่งชั้นดินชุ่มน้ำไม่สามารถอุ้มน้ำไว้ได้ เนื่องจากความดันของน้ำในดินเพิ่มขึ้น (Piezo metric head) เป็นการเพิ่มความดันในช่องว่างของเม็ดดิน (Pore Pressure) ดันให้ดินมีการเคลื่อนที่ลงมาตามลาดเขาได้ง่ายขึ้น และนอกจากนี้แล้วน้ำที่เข้าไปแทนที่ช่องว่างระหว่างเม็ดดินทำให้แรงยึดเกาะระหว่างเม็ดดินลดน้อยลง ส่งผลให้ดินมีกำลังรับแรงต้านทานการไหลของดินลดลงทำให้ความปลอดภัยของลาดดินลดลงไปด้วย (วรากร ไม้เรียง, 2546) และถ้าหากปริมาณน้ำในมวลดินเพิ่มขึ้นจนมวลดินอิ่มตัวไปด้วยน้ำและระดับน้ำในชั้นดินสูงขึ้นมาที่ระดับผิวดินจะเกิดการไหลบนผิวดินและกัดเซาะหน้าดิน ความปลอดภัยของลาดดินจะลดลงไปครึ่งหนึ่งของสภาวะปกติ (Glawe ,2004) หมายความว่าลาดดินเริ่มมีการเคลื่อนตัวตามระนาบของการเคลื่อนตัวของดิน และถ้าฝนตกต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานออกไป น้ำจะไหลลงไปในระนาบของรอยการเคลื่อนตัวและชะล้างเม็ดดินที่เป็นดินเหนียวออกไปตามก่อให้เกิดดินถล่มลงมาตามความลาดชันของไหล่เขา จากการศึกษาข้อมูลปริมาณน้ำฝนร่วมกันกับประชาชนในพื้นที่หลายจังหวัด (คณะสำรวจพื้นที่เกิดเหตุโคลนถล่มภาคเหนือตอนล่าง, 2550) พบว่าถ้าปริมาณน้ำฝนมากกว่า 90 มิลลิเมตร ในรอบ 24 ชั่วโมง จะเกิดน้ำป่าไหลหลาก และหากปริมาณน้ำฝนมากกว่า 150 มิลลิเมตร ชั้นดินบางแห่งอาจเกิดดิน ไหลหรือดินถล่ม นอกจากนี้ปริมาณน้ำฝนที่ตกต่อเนื่องกันหลายวันสะสมมากกว่า 300 มิลลิเมตร บางแห่งอาจเกิดดินไหลหรือโคลนถล่มได้เช่นเดียวกัน

2.2.4 สาเหตุของดินถล่ม/โคลนถล่ม จำแนกได้ดังต่อไปนี้

1) สาเหตุจากมนุษย์ (Manmade Causes) กิจกรรมที่มนุษย์ทำในบริเวณที่ ลาดชัน เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดดินถล่มหรือโคลนถล่ม เช่น

- การก่อสร้างในบริเวณเชิงเขาที่ลาดชัน โดยไม่มีการคำนวณด้านวิศวกรรมที่ดีพอ
- การเกษตรในพื้นที่ลาดชันเชิงเขา

- การกำจัดพืชที่ปกคลุมดินและการตัดไม้ทำลายป่า

กิจกรรมเหล่านี้ ส่งผลให้พื้นที่ดังกล่าวมีความลาดชันเพิ่มขึ้นเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการไหลของน้ำผิวดิน และ เปลี่ยนแปลงระดับน้ำบาดาล ซึ่งอาจก่อให้เกิดดินถล่มหรือโคลมถล่ม การขุดหรือตัดถนนในบริเวณที่ลาดเชิงเขาอาจก่อให้เกิดความชันของพื้นที่มากขึ้น การขุดเหมืองและการระเบิดหินมักจะทำให้ดินมีความลาดชันเพิ่มขึ้น การทำการเกษตรในบริเวณที่ลาดชันเกษตรกรก็จำเป็นที่จะต้องกำจัดวัชพืชและอาจปรับพื้นที่ให้มีลักษณะขั้นบันไดหรือธุรกิจการตัดไม้ทำลายป่า กิจกรรมเหล่านี้ล้วนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการไหลของน้ำบริเวณผิวดินกล่าวคือน้ำจะไหลผ่านหน้าดินอย่างรวดเร็ว และก่อให้เกิดการชะล้างหน้าดินเนื่องจาก ป่าถูกทำลาย ดินขาดรากไม้ยึดเหนี่ยวนอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการไหลของน้ำบริเวณผิวดินยังส่งผลต่อระดับน้ำบาดาลอีกด้วย ในการทำชลประทาน จะมีปริมาณน้ำส่วนหนึ่งที่ซึม ออกจากคลองชลประทานและไหลซึมลงไปใต้ดิน ทำให้ระดับน้ำบาดาลเพิ่มสูงขึ้น มวลดินมีน้ำหนักมากขึ้นและอาจเป็นสาเหตุให้เกิดดินถล่มในที่สุด การเพิ่มระดับน้ำบาดาลอาจมีสาเหตุมาจากการรั่วของท่อน้ำ บ่อหรืออ่างเก็บน้ำ หรือการปล่อยน้ำทิ้งจากที่ต่างๆ

2) สาเหตุจากธรรมชาติ (Natural factors) เหตุการณ์ทางธรรมชาติก็เป็นสาเหตุให้เกิดดินถล่มหรือโคลนถล่มได้เช่นกัน เช่น

- ฝนตกหนัก การเกิดดินถล่มในประเทศไทยส่วนใหญ่มักจะมีฝนเป็นปัจจัยที่เร่งสำคัญ
- การละลายของหิมะจะไปเพิ่มระดับน้ำใต้ผิวดิน และน้ำหนักของดินอย่างรวดเร็ว
- การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำเนื่องจากน้ำขึ้นน้ำลง การลดระดับน้ำในแม่น้ำและอ่างเก็บน้ำ
- การกัดเซาะของดินจากกระแสน้ำในแม่น้ำ ลำธาร หรือจากคลื่นซัดทำให้ความหนาแน่นของมวลดินลดลง
- การผุพังของมวลดินและหิน
- การสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว

ภูเขาไฟระเบิด ในบริเวณที่ภูเขาไฟยังไม่สงบ เถ้าภูเขาไฟหรือลาวาจะเคลื่อนตัวเป็นมวลดินขนาดใหญ่ที่มีความหนาแน่นต่ำเมื่อเกิดฝนตกหนัก จึงมีโอกาสที่เกิดดินถล่มหรือโคลนถล่ม นอกจากนี้ การเกิดดินถล่มอาจมีสาเหตุจากการเกิดภัยธรรมชาติหลาย ๆ อย่างในเวลาเดียวกันใน

บางกรณี ภัยธรรมชาติเพียงภัยหนึ่งอาจส่งผลให้เกิดภัยต่าง ๆ ตามมาได้ ตัวอย่างเช่น แผ่นดินไหว ซึ่งทำให้เกิดดินถล่มและเขื่อนแตก ส่งผลให้เกิดน้ำท่วมอย่างรุนแรงในพื้นที่ท้ายน้ำที่มีระดับต่ำกว่า เหตุการณ์ลักษณะเช่นนี้อาจส่งผลกระทบ แตกต่างไป จากเหตุการณ์ที่มีสาเหตุการเกิดจากภัยพิบัติเพียงภัยเดียว

2.2.5 ลักษณะพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดภัยโคลนถล่มและสัญญาณเตือนภัย

1) พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดภัยโคลนถล่ม หมายถึง พื้นที่และบริเวณที่อาจจะเริ่มเกิดการเลื่อนไหลของตะกอนมวลดินและหินที่อยู่บนภูเขาสู่ที่ต่ำในลำห้วยและทางน้ำขณะเมื่อมีฝนตกหนักอย่างต่อเนื่องลักษณะของพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มมีข้อสังเกตดังนี้

- พื้นที่ตามลาดเชิงเขาหรือบริเวณที่ลุ่มใกล้เชิงเขาที่มีการพังทลายของดินสูง
- พื้นที่เป็นภูเขาสูงชันหรือหน้าผาที่เป็นหินผุพังง่ายและมีชั้นดินหนาจากการผุกร่อนของหิน
- พื้นที่ที่เป็นทางลาดชัน เช่น บริเวณถนนที่ตัดผ่านหุบเขา บริเวณลำห้วย บริเวณเหมืองใต้ดินและเหมืองบนดิน
- บริเวณที่ดินลาดชันมากและมีหินก้อนใหญ่ฝังอยู่ในดิน โดยเฉพาะบริเวณที่ใกล้ทางน้ำ เช่น ห้วย คลอง แม่น้ำ
- ที่ลาดเชิงเขาที่มีการขุดหรือถม
- สภาพพื้นที่ต้นน้ำลำธารที่มีการทำลายป่าไม้สูงชั้นดินขาดรากไม้ยึดเหนี่ยว
- เป็นพื้นที่ที่เคยเกิดดินถล่มมาก่อน
- พื้นที่สูงชันไม่มีพืชปกคลุม
- บริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงความลาดชันของชั้นดินอย่างรวดเร็วซึ่งมีสาเหตุมาจากการก่อสร้าง- บริเวณพื้นที่ลาดต่ำแต่ชั้นดินหนาและชั้นดินอิ่มตัวด้วยน้ำมาก

2) หมู่บ้านเสี่ยงภัยดินถล่ม หมายถึง หมู่บ้านหรือชุมชนที่ตั้งอยู่ใกล้เคียงลำห้วยตามลาดเชิงเขาและที่ลุ่มที่อยู่ติดหรือใกล้เขาสูงอาจจะได้ผลกระทบจากการเลื่อนไหลของตะกอนมวลดินและหินปริมาณมากที่มาพร้อมกับน้ำตามลำห้วยจากที่สูง3591. ชันลงมาสู่หมู่บ้านหรือชุมชนที่ตั้งอยู่โดยลักษณะที่ตั้งของหมู่บ้านเสี่ยงภัยดินถล่มมีข้อสังเกตได้ดังนี้

- อยู่ติดภูเขาและใกล้ลำห้วย
- มีร่องรอยดินไหลหรือเลื่อนบนภูเขา
- มีรอยแยกของพื้นดินบนภูเขา
- อยู่บนเนินหน้าหุบเขาและเคยมีโคลนถล่มมาก่อน
- มีน้ำป่าไหลหลากและน้ำท่วมบ่อย
- มีกองหิน เนินทรายปนโคลนและต้นไม้ในห้วยหรือใกล้หมู่บ้าน
- พื้นห้วยจะมีก้อนหินขนาดเล็กและใหญ่ปนกันตลอดท้องน้ำ

3) สัญญาณเตือนภัยบอกเหตุดินถล่มในบริเวณพื้นที่ลาดชัน ได้แก่

- มีฝนตกหนักถึงหนักมากตลอดทั้งวัน

นอกจากนี้อาจจะสังเกตจากลักษณะการอุ้มน้ำ ของชั้นดิน เนื่องจาก**เกิดดินถล่มดินจะอิ่มตัว**ด้วยน้ำหรือชุ่มน้ำมากกว่าปกติ

- ระดับน้ำในแม่น้ำลำห้วยเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วผิดปกติ
- สีของน้ำมีสีขุ่นมากกว่าปกติเปลี่ยนเป็นเหมืองสีดินภูเขา
- มีกิ่งไม้หรือท่อนไม้ไหลมากับกระแสน้ำ
- เกิดช่องทางเดินน้ำแยกขึ้นใหม่หรือหายไปจากเดิมอย่างรวดเร็ว
- เกิดรอยแตกบนถนนหรือพื้นดินอย่างรวดเร็ว
- ดินบริเวณฐานรากของตึก หรือสิ่งก่อสร้างเกิดการเคลื่อนตัวอย่างกะทันหัน

2.2.6 การป้องกันการเกิดปัญหาโคลนถล่ม

ก่อนเกิดเหตุให้สังเกตว่า

1) มีฝนตกหนักถึงหนักมาก (มากกว่า 100 มิลลิเมตรต่อวัน)
2) ระดับน้ำในห้วยสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว
3) น้ำในลำห้วยขุ่นมาก หรือมีสีแดงขุ่น แสดงว่าจะมีตะกอนไหลมาตามลาดเขา
4) เวลาฝนตกนานๆ มีเสียงดัง อื้ออึง ผิดปกติดังมาจากภูเขาและลำห้วย

ระหว่างเกิดเหตุ

1) ถ้าฝนตกหนักแบบไม่หยุดติดต่อกันหลายวัน ดินบนภูเขาอาจถล่ม ควรอพยพ หรือให้หนีไปอยู่ที่สูงๆ และรีบแจ้งเรื่องให้ทราบทั่วกันโดยเร็ว

2) ถ้าพลัดตกไปในกระแสน้ำห้ามว่ายน้ำหนีเป็นอันขาดเพราะอาจจะโดนซากต้นไม้ หรือก้อนหินที่ไหลมากับโคลนกระแทกจนตายได้และหาต้นไม้ใหญ่ที่ใกล้ที่สุดเกาะไว้แล้วปีนหนีน้ำให้ได้

หลังเกิดเหตุ

1) อย่าปลูกสร้างอาคารบ้านเรือน ขวางทางน้ำหรือใกล้ลำห้วยมากเกินไป

2) อย่าตัดไม้ทำลายป่า และช่วยกันปลูกต้นไม้เพื่อช่วยดูดซับน้ำ

3) จัดเวรยามเพื่อเดินตรวจตาดูสถานการณ์รอบๆ หมู่บ้าน เพื่อสังเกตสิ่งผิดปกติยามค่ำคืน

4) ติดตามสถานการณ์และข่าวการพยากรณ์อากาศทางสถานีวิทยุกระจายเสียงท้องถิ่นเสียงตามสาย หอกระจายข่าวประจำหมู่บ้าน อย่างใกล้ชิด

5) สำรองอาหาร น้ำดื่ม ยารักษาโรค และ อุปกรณ์ฉุกเฉิน

2.3 แนวคิดเกี่ยวกับการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ในประเทศไทย กรมพัฒนาที่ดินได้แบ่งระดับการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็น 3 ระดับ พร้อมด้วยรหัส เพื่อใช้กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จากข้อมูลการสำรวจข้อมูลระยะไกลอาจจะนำเอาระบบการจำแนกนี้มาใช้ได้แต่ข้อมูลดาวเทียมอาจจะไม่สามารถจัดชั้นได้ถึงระดับ 3 บางประเภทการจำแนกอาจจะได้เพียงระดับที่ 1 หรือที่ 2 เท่านั้น ผู้นำไปใช้หากจะให้สามารถจำแนกถึงระดับ ที่ 3 ได้จะต้องใช้ข้อมูลภาคสนาม และข้อมูลอื่น ๆประกอบ

ระดับที่ 1 แบ่งเป็นพื้นที่ชุมชนและสร้างสิ่งปลูกสร้าง (U) พื้นที่เกษตรกรรม (A) พื้นที่ป่าไม้ (F) พื้นที่น้ำและพื้นที่เบ็ดเตล็ด (M)

ระดับที่ 2 เป็นการจำแนกหน่วยรอง การใช้ประโยชน์ที่ดินให้เจาะจงเพิ่มขึ้น โดยแยกออกไปว่าที่บริเวณนั้นใช้ประโยชน์ทางด้านใด เช่น รายละเอียดพื้นที่แต่ละประเภทในระดับ1 ตัวอย่างเช่น พื้นที่ชุมชน และสิ่งก่อสร้าง แบ่งย่อยเป็น ตัวเมืองและย่านการค้า หมู่บ้าน สถานที่ราชการ สถานีคมนาคม

ระดับที่ 3 การจำแนกหน่วยย่อย เป็นการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินในเชิงลึก รายละเอียดพื้นที่แต่ละประเภทในระดับที่ 2 เช่น A1 นาข้าว สามารถจำแนกได้ว่า เป็นประเภท A 100 นาร้าง เป็นต้น

ตารางที่ 1 การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน (กรมพัฒนาที่ดิน)

ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	รหัสการใช้ที่ดิน
Uพื้นที่อยู่อาศัย	U1ตัวเมืองและย่านการค้า	เหมือนระดับ 2	U0100
	U2หมู่บ้าน		U0200
	U3สถานที่ราชการ		
	และสถาบันต่าง ๆ		U0300
	U4สถานีคมนาคม		U0400
	U5ย่านอุตสาหกรรม		U0500
	U6สถานที่พักผ่อนหย่อนใจ		U0600
	U7.....		U0700
A พื้นที่			
เกษตรกรรม	A1นาข้าว	A1.1นาดำ	A0101
		A1.1นาดำ	A0101
		A1.2นาหว่าน	A0102
		A1.3นาร้าง	A0103
	A2พืชไร่	A2.1พืชไร่ผสม	A0201
		A2.2ข้าวโพด	A0202
		A2.3อ้อย	A0203
		A2.4มันสำปะหลัง	A0204
		A2.5สับปะรด	A0205
		A2.6ยาสูบ	A0206
		A2.7 ฝ้าย	A0207
		A2.8ถั่วเขียว	A0208
		A2.9เหลือง	A0209
		A2.10 ถั่วลิสง	A0210
		A2.11 ปอแก้ว	A0211

ตารางที่ 2 การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน (ต่อ)

ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	รหัสการใช้ที่ดิน
		A2.12 ปอกระเจา	A0212
		A2.13 ข้าวฟ่าง	A0213
		A2.14 ละหุ่ง	A0214
		A2.15 งา	A0215
		A2.16 ข้าวไร่	A0216
		A2.17 มันฝรั่ง	A0217
		A2.18 มันแกว	A0218
		A2.19 มันเทศ	A0219
		A2.20 แตงโม	A0220
		A2.21.... (ระบุ)ฯลฯ	A0221
	A3 ไม้ยืนต้น	A3.1 ไม้ยืนต้นผสม	A0301
		A3.2 ยางพารา	A0302
		A3.3 ปาล์มน้ำมัน	A0303
		A3.4 นุ่น	A0304
		A3.5 กาแฟ	A0305
		A3.6 ชา	A0306
		A3.7 ไผ่	A0307
		A3.8 หม่อน	A0308
		A3.9.. (ระบุ)ฯลฯ	A0309
	A4ไม้ผล	A4.1 ไม้ผลผสม	A0401
		A4.2 ส้ม	A0402
		A4.3 ทุเรียน	A0403
		A4.4 เงาะ	A0404
		A4.5 มะพร้าว	A0405

ตารางที่ 3 การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน (ต่อ)

ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	รหัสการใช้ที่ดิน
		A4.6 ลิ้นจี่	A0406
		A4.7 มะม่วง	A0407
		A4.8 มะม่วงหิมพานต์	A0408
		A4.9 พุทรา	A0409
		A4.10น้อยหน่า	A0410
		A4.11 กล้วย	A0411
		A4.12 มะขาม	A0412
		A4.13 ลำไย	A0413
		A4.14 ฝรั่ง	A0414
		A4.15 มะละกอ	A0415
		A4.16 ขนุน	A0416
		A4.17 ไม้ผลเมืองหนาว	A0417
		A4.18.... (ระบุ)ฯลฯ	A0418
	A5 พืชสวน	A5.1 พืชสวนผสม	A0501
		A5.2 พืชผัก	A0502
		A5.3 ไม้ดอกไม้ประดับ	A0503
		A5.4 องุ่น	A0504
		A5.5 พริกไทย	A0505
		A5.6 สตรอเบอรี่	A0506
		A5.7 เสาวรส (กระทกรกฝรั่ง)	A0507
		A5.8.... (ระบุ)ฯลฯ	A0508
	A6 ไร่หมุนเวียน	A6.1 ไร่หมุนเวียนผสม	A0601
		A6.2 ข้าวไร่	A0602

ตารางที่ 4 การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน (ต่อ)

ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	รหัสการใช้ที่ดิน
		A6.3 ข้าวโพด	A0603
		A6.4 ถั่วต่าง ๆ	A0604
		A6.5 งา	A0605
		A6.6 มันต่าง ๆ	A0606
		A6.7 พืชผัก	A0607
		A6.8 ฝิ่น	A0608
		A6.9 ขิง	A0609
		A6.10 ฝ้าย	A0610
		A6.11 พื้นที่ทิ้งร้าง	A0611
		A6.12..... (ระบุ)ฯลฯ	A0612
	A7ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์		A0602
	A8 โรงเรือนเลี้ยงสัตว์	A8.1 โรงเรือนเลี้ยงสัตว์ผสม	A0801
		A8.2 สัตว์ปีก	A0802
		A8.3 สุกร	A0803
		A8.4 โคและกระบือ	A0804
		A8.5..... (ระบุ)ฯลฯ	A0805
	A9สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	A9.1สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำผสม	A0901
		A9.2 ปลา	A0902
		A9.3 กุ้ง	A0903
		A9.4 ปู	A0904
		A9.5..... (ระบุ)ฯลฯ	A0905
	A10พืชน้ำ	A10.1 พืชน้ำผสม	A1001

ตารางที่ 5 การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน (ต่อ)

ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	รหัสการใช้ที่ดิน
		A10.2 กก	A1002
		A10.3 บัว	A1003
		A10.4 กระจับ	A1004
		A10.5 แห้ว	A1005
		A10.6..... (ระบุ) ฯลฯ	A1006
	A11การเกษตรแบบผสมผสาน		A1100
W แหล่งน้ำ	W1 แหล่งน้ำธรรมชาติ		W0100
	W2 แหล่งน้ำที่สร้างขึ้น		W0200
Mพื้นที่อื่น ๆ	M1พื้นที่ทุ่งหญ้าธรรมชาติ	M1.1 ทุ่งหญ้า	M0101
		M1.2 ทุ่งหญ้าสลับไม้พุ่มเตี้ย	M0102
	M2พื้นที่ลุ่ม	M2.1 พื้นที่ลุ่มน้ำขัง	M0201
		M2.2 พื้นที่ลุ่มชื้นแฉะ	M0202
	M3เหมืองแร่	M3.1 กำลังดำเนินการ	M0301
		M3.2 ทิ้งร้าง	M0302
	M4นาเกลือ	M4.1 กำลังดำเนินการ	M0401
		M4.2 ทิ้งร้าง	M0402
	M5บ่อลูกรัง	M5.1 กำลังดำเนินการ	M0501
		M5.2 ทิ้งร้าง	M0502
	M6บ่อทราย	M6.1 กำลังดำเนินการ	M0601
		M6.2 ทิ้งร้าง	M0602
	M7บ่อดิน	M7.1 กำลังดำเนินการ	M0701
		M7.2 ทิ้งร้าง	M0702
	M8พื้นที่ทิ้งขยะ		M0800

ปท.
ม.26/7
2558
สำนักหอสมุด
25
- 4 ต.ค. 2560
i. 7191054

ตารางที่ 6 การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน (ต่อ)

ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	รหัสการใช้ที่ดิน
	M9พื้นที่หินโผล่		M0900
	M10ชายหาดและสันทราย		M1000
	M11..... (ระบุ)ฯลฯ		M1100
F พื้นที่ป่าไม้	F1 ป่าประเภทไม่ผลัดใบ	F1.1 ป่าดิบชื้น	F0101
		F1.2 ป่าดิบแล้ง	F0102
		F1.3 ป่าดิบเขา	F0103
		F1.4 ป่าสน หรือป่าสนเขา	F0104
		F1.5 ป่าพรุหรือป่าบึงน้ำจืด	F0105
		F1.6 ป่าชายเลนน้ำเค็มหรือป่าโกงกาง	F0106
		F1.7 ป่าชายหาด	F0107
	F2 ป่าประเภทผลัดใบ	F2.1ป่าเบญจพรรณ	F0201
		F2.2 ป่าแดงหรือป่าเต็งรัง	F0202
		F2.3 ป่าไผ่	F0203
		F2.4 ป่าแคระแกรน	F0204
		F2.5 ทุ่งหญ้า	F0205
	F3.สวนป่า	F3.1สวนสัก	F0302
		F3.2 สวนสน	F0303
		F3.3 สวนยูคาลิปตัส	F0304
		F3.4 วนเกษตร	F0400
		F3.5 สวนป่าชนิดอื่น (ระบุ)	F0315
	F4 ป่าเสื่อมสภาพโดยนิยามตามหลักนิเวศน์		F0401
	F5 ไร่ร้าง		F0501
	F6 ไร่เลื่อนลอย		F0601

2.3.1 ลักษณะการใช้ที่ดินทางผังเมืองมีการแบ่งออกเป็นหมวดต่าง ๆที่สำคัญ 4 หมวด

การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย

การใช้ที่ดินในเขตชุมชนเมืองมักเป็นที่ดินประเภทเพื่อการอยู่อาศัยมากที่สุด มีการกระจายตัวอยู่ทั่วไปบริเวณใจกลางเมืองมักเป็นที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก บริเวณถัดออกมาจากใจกลางเมืองไปถึงชานเมืองมักเป็นที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลางและหนาแน่นน้อยโดยพิจารณาจากความหนาแน่นและระดับรายได้ของประชากรในเมือง เขตใจกลางเมืองมักเป็นที่อยู่อาศัยที่มีสภาพแออัดเสื่อมโทรม เป็นที่อยู่ของผู้มีรายได้น้อย ลักษณะอาคารเป็นอาคารพาณิชย์ บ้านแถว ตึกแถว บริเวณถัดออกมาจากใจกลางเมืองถึงชานเมืองเป็นที่อยู่อาศัยที่มีความหนาแน่นเบาบางมากกว่าโดยมากเป็นบ้านเดี่ยวมักเป็นเขตที่อยู่อาศัยของผู้มีรายได้ปานกลางและผู้มีรายได้สูงเนื่องจากต้องการคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า และสามารถเดินทางเข้ามาทำงานในเขตใจกลางเมืองได้การใช้ที่ดินประเภทนี้โดยทั่วไปมักมีสัดส่วนประมาณร้อยละ 40-50 ของพื้นที่ชุมชนเมืองการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัยแบ่งเป็น ดังนี้

- ที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก หรือพานิชยกรรมและที่อยู่อาศัยหนาแน่นมากมักอยู่บริเวณศูนย์กลางเมือง (City Core) ที่ประกอบไปด้วยอาคารสำนักงาน ร้านค้าและพักอาศัยอาคารสูงเพื่อการพักอาศัย เช่น อาคารชุดพักอาศัย อพาร์ทเมนต์ เนื่องจากการใช้ที่ดินประเภทนี้มีความหนาแน่นสูงย่านใจกลางเมืองพื้นที่เว้นว่างหรือพื้นที่สีเขียวมีน้อยมากราคาที่ดินมีราคาแพง โดยมากพื้นที่ว่างมักเป็นบริเวณพื้นที่ทางเท้าบริเวณหัวมุมจุดตัดถนน พื้นที่เว้นว่างด้านหน้าอาคาร ระยะถอยร่นจากแนวสาธารณูปโภคและ สาธารณูปการ และพื้นที่สาธารณะประโยชน์ต่างๆ

- ที่อยู่อาศัยหนาแน่นปานกลาง การใช้ที่ดินมักเป็นบริเวณที่อยู่อาศัยประเภทบ้านเรือนได้แก่ บ้านเดี่ยว บ้านแฝด บ้านแถว หอพัก อาคารชุด ความสูงไม่ควรเกิน 5 ชั้น อยู่ในบริเวณที่สภาพแวดล้อมและทิศทางลมที่ดี

- ที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย มีการใช้ที่ดินเป็นอยู่อาศัยเบาบาง มักเป็นบ้านเดี่ยว บ้านแฝด เป็นส่วนใหญ่ ความสูงประมาณ 1-2 ชั้น ควรตั้งอยู่ในบริเวณที่ไม่มีโรงงานอุตสาหกรรมทุกประเภท และควรอยู่ห่างจากโรงงานอุตสาหกรรมอย่างน้อย 1.5 – 3.0 กิโลเมตร การใช้ที่ดินประเภทนี้ทำให้เกิดพื้นที่เว้นว่างอยู่แล้วในบริเวณบ้านพักอาศัย

- ที่ดินอนุรักษ์เพื่อการอยู่อาศัย การใช้ที่ดินประเภทนี้มัก มีวัตถุประสงค์เพื่อมิให้มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินไปเป็นอย่างอื่น หรือเป็นการเคารพต่อสถานที่สำคัญ เช่น ศาสนา-สถาน อันศักดิ์สิทธิ์ มักถูกกำหนดให้มีการใช้ที่ดินเพื่อสร้างบ้านพักอาศัยเท่านั้น โดยมากกำหนดความสูงของอาคารประมาณ 1-2 ชั้น มักเป็นพื้นที่บริเวณเมืองเก่า หรือโดยรอบด้านใดด้านหนึ่งของสถาน

2.3.2 การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการทำงานและประกอบอาชีพ

การใช้ที่ดินเพื่อพาณิชยกรรม

การใช้ที่ดินประเภทนี้ได้แก่ร้านค้าต่างๆ รวมถึงการบริการต่างๆ ด้วยการใช้ที่ดินประเภทนี้มักตั้งอยู่ย่านใจกลางเมือง มีการเกาะกลุ่มกันเป็นย่านการค้า เนื่องจากมีการได้ประโยชน์ร่วมกันของกิจกรรมจากการรวมกลุ่มกัน และมักมีที่ตั้งกระจายตัวไปตามแนวถนนสายสำคัญ หรือเป็นกลุ่มร้านค้าเล็กๆ ที่ปะปนอยู่กับย่านที่อยู่อาศัย การใช้ที่ดินประเภทนี้จัดเป็นลักษณะเด่นของการใช้ประโยชน์ที่ดินในเมือง เป็นบริเวณที่มีการใช้ที่ดินเข้มข้น โดยเฉลี่ยแล้วประมาณร้อยละ 2 – 5 ของพื้นที่ชุมชนเมืองเป็นการใช้ที่ดินประเภทนี้ การใช้ที่ดินประเภทพาณิชยกรรมมี 2 ประเภทหลัก ได้แก่ ย่านพาณิชยกรรมขนาดเล็ก กระจายตัวอยู่ทั่วไป ได้แก่ ร้านค้าเบ็ดเตล็ด ตลาดสด เป็นศูนย์กลางระดับชุมชน และย่านพาณิชยกรรมศูนย์กลางเมือง (Central Business District) มักมีบริเวณกว้างขวางและมีความหนาแน่นมาก เป็นศูนย์รวมของการค้าปลีก อาคารสำนักงาน ซึ่งอาจเป็นย่านพาณิชยกรรมที่อยู่ศูนย์กลางเมืองหรือบริเวณพื้นที่ชานเมืองก็ได้ เนื่องจากการใช้ที่ดินประเภทนี้อยู่บนหลักการที่มีความสะดวกในการเข้าถึงสูงสุด มีระบบโครงข่ายถนน และบริการพื้นฐานที่ได้มาตรฐาน สามารถเชื่อมโยงติดต่อกับบริเวณอื่นๆ ได้ดี มีความสะดวกในการการใช้ที่ดินเพื่ออุตสาหกรรม หรือเขตแรงงานต่างๆการใช้ที่ดินประเภทอุตสาหกรรมตามการวางและจัดทำผังเมืองรวมมีการจำแนกการใช้ที่ดินออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

- อุตสาหกรรมและคลังสินค้าโดยหลักการของความปลอดภัย ไม่ควรมีโรงงานอุตสาหกรรมทุกประเภทอยู่ในเขตผังเมืองรวมเว้นแต่เมืองที่มีบทบาทพิเศษ เช่น เมืองท่า เมืองอุตสาหกรรม แต่จะต้องปราศจากมลพิษ และจัดเป็นส่วนบริเวณโรงงานกับบริเวณที่ พักอาศัยให้เหมาะสมถูกต้องกับหลักทิศทางลม และมีพื้นที่สีเขียวแนวกันชน (Green Buffer) เป็นแนวป้องกัน และแบ่งแยกการใช้พื้นที่กับการใช้ที่ดินประเภทอื่น

- อุตสาหกรรมเฉพาะกิจ เป็นอุตสาหกรรมที่ประกอบกิจกรรมเฉพาะอย่างของชุมชน อันเป็นเอกลักษณ์ของพื้นที่นั้น หรืออุตสาหกรรมที่จำเป็นของชุมชนเมือง และ อุตสาหกรรมในครัวเรือน โดยควรมีการรวมกิจกรรมเหล่านี้ไว้เป็นกลุ่มเพื่อความเป็นระเบียบเรียบร้อย คำนึงถึงระยะทางในการเข้ามาใช้บริการของคนในชุมชน ตลอดจนเรื่องของมลภาวะต่างๆ ในการวางผังเมืองการใช้ที่ดินประเภทนี้ ควรตั้งอยู่ในบริเวณพื้นที่แนวกันชน (Buffer) หรือพื้นที่ชนบทและเกษตรกรรม หรืออยู่ชิดพื้นที่รองรับการขยายตัวของชุมชนในอนาคต แต่ไม่ควรอยู่ในบริเวณที่พักอาศัย

- คลังสินค้าเป็นบริเวณคลังเก็บสินค้า หรือโกดัง มักเป็นการใช้ที่ดินก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่ เพื่อจัดเก็บสินค้าเป็นจำนวนมาก รวมถึงการใช้พื้นที่เป็นลานโล่ง เพื่อจัดวางตู้เก็บสินค้า (Container) แต่ไม่รวมถึงคลังน้ำมัน การใช้ที่ดินประเภทนี้มีเฉพาะเมืองที่มีบทบาทพิเศษ เช่น เมืองท่าเรือ เมืองศูนย์กลางการขนส่ง เป็นต้น

2.3.3 การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอนุรักษ์และพักผ่อนหย่อนใจ

การใช้ที่ดินประเภทนี้ตามการวางและจัดทำผังเมืองรวม มีการจำแนกการใช้ที่ดินออกเป็นประเภทต่างๆ ได้แก่

- ประเภทที่โล่งเพื่อนันทนาการและการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม การใช้ที่ดินประเภทนี้มีแนวคิดในการเพิ่มพื้นที่สีเขียวของชุมชนเมืองโดยตรง เพื่อให้ชุมชนมีสภาพแวดล้อมที่ดีมีอากาศบริสุทธิ์ มีที่พักผ่อนหย่อนใจ ออกกำลังกาย และคุณภาพชีวิตที่ดี ที่ดินประเภทนี้ประกอบไปด้วย ที่โล่งสีเขียว สนามหญ้า สวนสาธารณะ สนามกีฬา สวนป่าแนวที่โล่งสีเขียวริมน้ำ ลำคลอง ริ้วแนวทางเดินสีเขียวริมถนน เป็นต้น ซึ่งเป็นการดึงความเป็นธรรมชาติและอากาศดีเข้าสู่ใจกลาง

เมืองและเขตที่อยู่อาศัยของเมือง ตามหลักการวางผังเมืองมีหลักเกณฑ์ในการกำหนดแนวที่โล่งริมน้ำ ได้แก่ ที่สาธารณะ หรือที่ดินเอกชนริมฝั่งแม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง ให้มีแนวถอยร่นอาคารตลอดแนวไม่น้อยกว่า 6.00 เมตร การก่อสร้างอาคารทุกประเภท ริมถนนฝั่งตรงข้ามแนวถอยร่นริมแม่น้ำ สูงไม่เกิน 6.00 เมตร จากระดับถนนแนวที่โล่งดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อรักษาสภาพแวดล้อม ให้เป็นระเบียบสวยงาม เสริมสร้างบรรยากาศร่มรื่นให้ชุมชนเมือง เป็นแนวที่โล่งที่สะดวกแก่การพัฒนาการขุดลอกของเครื่องจักรเป็นแนวป้องกันการรุกล้ำที่สาธารณะ

- ประเภทชนบทและเกษตรกรรมการใช้ที่ดินประเภทชนบทและเกษตรกรรมตามผังเมืองรวม มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้พื้นที่เกษตรกรรมเป็นพื้นที่สีเขียว (Buffer Zone) ของชุมชนเมือง ตามแนวความคิดป่าล้อมเมือง หรือเมืองในชนบท เพื่อป้องกันการขยายตัวของเมือง การป้องกันชุมชนเมืองจากมลพิษภายนอกเขตผังเมืองรวม ช่วยฟอกอากาศให้บริสุทธิ์และเพื่อเป็นพื้นที่ชนบทของเมืองที่ประกอบไปด้วย สวน ไร่นา ป่าไม้ เป็น

- ประเภทอนุรักษ์ชนบทและเกษตรกรรมเพื่อรักษาสภาพแวดล้อมการสงวน อาชีพความเป็นอยู่วิถีชีวิต ในบริเวณพื้นที่นั้น เพื่อให้มีสภาพที่ดีมั่นคงต่อไป โดยมากมัก เป็นพื้นที่บริเวณที่มีสมรรถนะดินดีเหมาะแก่การเกษตรกรรมพื้นที่ในโครงการตามแนว พระราชดำริ พื้นที่ที่ถูกกำหนดขึ้นตามนโยบายของรัฐบางและหน่วยงานท้องถิ่น

- ประเภทอนุรักษ์เพื่อส่งเสริมศิลปวัฒนธรรมไทย การใช้ที่ดินประเภทนี้ถือเป็นหลักสากลในการที่จะต้องอนุรักษ์แหล่งกำเนิดทางโบราณคดี ศิลปะ และวัฒนธรรม

เพื่อประโยชน์ในการศึกษาค้นคว้า และพัฒนาในเชิงอนุรักษ์ให้เป็นแหล่งท่องเที่ยว โดยมากมักเป็นพื้นที่ที่กรมศิลปากรได้ขึ้นทะเบียนไว้ ตามพระราชบัญญัติโบราณสถาน โบราณวัตถุ ศิลปวัตถุ และพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติ พ.ศ.2504 เช่น บริเวณโดยรอบกำแพงเมืองคูเมืองพื้นที่สำคัญทางประวัติศาสตร์ โบราณคดี ศิลปกรรม และสถาปัตยกรรม รวมทั้งบริเวณที่รัฐบาลและท้องถิ่นมีนโยบายในการอนุรักษ์ เพื่อส่งเสริมศิลปะและวัฒนธรรมอันดีงาม ซึ่งอาจเป็นพื้นที่ที่ยังไม่ได้รับการขึ้นทะเบียนก็ได้

- ที่โล่งเพื่อนันทนาการและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมและการประมง การใช้ที่ดินประเภทนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อต้องการอนุรักษ์และพัฒนาพื้นที่ที่เป็นแหล่งกักเก็บน้ำเพื่อการเกษตร และการ

ประมง ตลอดจนเป็นพื้นที่พักผ่อนของชุมชนเมือง การป้องกันการบุกรุกพื้นที่โดยรอบแหล่งน้ำ รวมทั้งพื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเล และส่งเสริมให้มีการใช้เป็นพื้นที่นันทนาการและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมของชุมชนเมือง และสามารถใช้ในการประมงได้ ด้วย

2.3.4 การใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการบริการสาธารณะ

การใช้ที่ดินประเภทนี้ตามการวางและจัดทำผังเมืองรวม แบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ ได้แก่

- สถาบันราชการการใช้ที่ดินประเภทนี้เกี่ยวกับกิจกรรมต่างๆ ของรัฐบาลและรัฐวิสาหกิจ ประกอบด้วยศูนย์บริการและที่ทำการของรัฐบาลต่างๆ เช่น การประปา ไฟฟ้า โทรศัพท์ โรงพยาบาล สถานีอนามัย และที่สาธารณะประโยชน์ เป็นต้น โดยส่วนใหญ่สถานที่เหล่านี้มักเป็นที่ตั้งของอาคารที่ทำการ การจะขยายกิจการใดของรัฐบาลและ รัฐวิสาหกิจมักจะใช้ที่ดินของรัฐหรือที่ดินสาธารณะประโยชน์เท่านั้น

- สถาบันศาสนา ได้แก่ พื้นที่วัด มัสยิด โบสถ์คริสต์ โบสถ์พราหมณ์ สุสาน ป่าช้า เป็นต้น ทั้งนี้ไม่รวมที่ธรณีสงฆ์นอกเขตวัด เป็นพื้นที่สำหรับเป็นที่พบปะของประชาชนในศาสนานั้นๆ เพื่อเข้ามาประกอบพิธีกรรมทางศาสนา การประกอบกิจกรรมประเพณีทางศาสนาร่วมกันของประชาชนการใช้ที่ดินประเภทนี้มักมีมาแต่เดิม และมีที่ตั้งอยู่ร่วมกับชุมชนต่างๆ ในเมือง เป็นศูนย์กลางในการพบปะของคนในชุมชน

- สถาบันการศึกษา เป็นการใช้ที่ดินที่เกี่ยวกับการศึกษา ประกอบด้วย ห้องสมุด มหาวิทยาลัย สถาบันการศึกษา วิทยาลัย โรงเรียนมัธยม โรงเรียนประถม โรงเรียนอนุบาล สถานรับเลี้ยงเด็ก เป็นต้น

- การสาธารณูปโภคการใช้ที่ดินประเภทการสาธารณูปโภค หมายถึง พื้นที่เส้นท่อ อาคาร หรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารที่เป็นสิ่งจำเป็นต่อชุมชน เช่น ระบบการคมนาคมขนส่ง การพลังงาน ระบบการประปา ระบบระบายน้ำ ระบบบำบัดน้ำเสีย ระบบกำจัดขยะมูลฝอยและของเสียอื่นๆ บริเวณควบคุมน้ำท่วม และการระบายน้ำของ เมือง เป็นต้น โดยระบบเหล่านี้มักจะถูกวางให้สอดคล้องกับระบบการใช้ที่ดินของชุมชนเมือง และการเชื่อมโยงถึงกันเป็นโครงข่ายต่อเนื่อง เพื่อให้เป็นระบบและครบวงจร

2.4 แนวคิดกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับศักดิ์ (Analytical Hierarchy Process; AHP)

กระบวนการวิเคราะห์เป็นลำดับศักดิ์ (Analytical Hierarchy Process; AHP) ถูกพัฒนาขึ้นโดย Thomas L. Saatyในปี 1970 ปัจจุบันจัดเป็นทฤษฎีทางด้านประเมินการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ (Multiple Criteria Decision Making MCDM) ที่นิยมใช้แพร่หลายมากที่สุดจัดได้ว่ามีความแม่นยำมากในการให้น้ำหนักคะแนนต่อเกณฑ์การตัดสินใจในการเปรียบเทียบทางเลือกต่างๆ เนื่องจากมีความง่าย และมีความน่าเชื่อถือในหลักการสามารถขจัดความโน้มเอียงในการให้อัตราส่วนตัวเลข และสามารถวัดความไม่สอดคล้องของการลงความเห็นได้โดยตรงและเป็นกระบวนการที่สามารถช่วยตัดสินใจในประเด็นของปัญหาที่มีความซับซ้อนให้มีความง่ายขึ้นโดยการเลียนแบบกระบวนการตัดสินใจทางธรรมชาติของมนุษย์

AHP มีหลักพื้นฐานอยู่ 3 ประการด้วยกัน คือการจำแนกออกเป็นส่วนๆ (Decomposing) การประเมินเชิงเปรียบเทียบ (Comparative judgment) และการสังเคราะห์ผนวกรวมลำดับความสำคัญ (Synthesis of priorities) ซึ่งเราสามารถที่จะใช้ AHP ในการกำหนดค่าน้ำหนักสัมพันธ์ (Relative weight) ระหว่างองค์ประกอบการตัดสินใจ ซึ่งก็คือ ตัวแปรและปัจจัยเชิงพื้นที่ต่างๆที่นำมาใช้ในระบบ GIS ได้ นอกจากนี้เรายังสามารถนำเอา AHP ไปใช้เป็นเครื่องมือเพื่อเลือกหาทางเลือกที่ดีที่สุดในการตัดสินใจได้เช่นกัน

AHP โดยใช้วิธีการให้คะแนนค่าน้ำหนัก (Weighting) ในแต่ละลำดับขั้นข้อมูล (Rank) หลักการสำคัญก็คือ ค่าคะแนนที่ผู้ทำการศึกษากำหนดลงไปนั้นจะต้องมีหลักเกณฑ์พิจารณาว่าเหมาะสมอย่างไรกับสภาพปัญหาที่ศึกษา AHP สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อเลือกค่าที่ดีที่สุดในการตัดสินใจ ประเด็นสำคัญที่ใช้ในกระบวนการ AHP ได้แก่ 1) ตีการเกณฑ์มูลฐาน (Elements) การตัดสินใจกรณีนี้จะประยุกต์ในระบบ GIS โดยการกำหนดค่าในชั้นข้อมูลแผนที่ (Map layers) 2) บันทึกค่าความสัมพันธ์ของเกณฑ์มูลฐานเหล่านั้น 3) สร้างตารางกำหนดค่าความสัมพันธ์ของเกณฑ์มูลฐานดังกล่าว 4) คำนวณข้อมูลในตารางในลักษณะของการเปรียบเทียบคู่ปัจจัยที่สัมพันธ์กัน (Pair wise comparison) เพื่อแสดงผลออกมา

ตารางที่ 7 เกณฑ์กำหนดกระบวนการเปรียบเทียบคู่ปัจจัยที่สัมพันธ์กัน

(Pair wise Comparisons)

ระดับความสำคัญ (IMPORTANCE LEVEL)	อัตราที่กำหน (RATING)
สำคัญเท่าเทียมกัน(Equally important)	1
เท่าเทียมกันถึงสำคัญปานกลาง(Equally to moderately more important)	2
สำคัญปานกลาง(Moderately more important)	3
สำคัญปานกลางถึงสำคัญมาก (Moderately to strongly more important)	4
สำคัญมาก(Strongly more important)	5
สำคัญมากถึงสำคัญมากกว่า (Strongly to very strongly more important)	6
สำคัญมากกว่า (Very strongly more important)	7
สำคัญมากกว่าถึงสำคัญมากที่สุด (Very strongly to extremely more important)	8
สำคัญมากที่สุด (Extremely more important)	9

มาตราวัดดังกล่าวในตาราง จากอัตรากำหนด 1 ถึง 9 จะถูกใช้เพื่อบันทึกค่าระดับความสำคัญสำหรับการเปรียบเทียบคู่ปัจจัยที่สัมพันธ์กัน เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจลักษณะการเปรียบเทียบ ก็คือ <element A> ถูกกำหนดปัจจัยมากกว่า <element B> จากนั้นจะบันทึกค่าของอัตราความเหมาะสมออกเป็น 1 ถึง 9 จำนวนของการเปรียบเทียบคู่ปัจจัย จะถูกคำนวณด้วย Pairs = (N*(N-1)/2) โดย N คือ จำนวนของค่ามูลฐานการตัดสินใจ

ตัวอย่าง ภาวะตอบสนองที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจเกี่ยวกับการสร้างแนวเสาไฟฟ้าแรงสูงพาดผ่านแหล่งธรรมชาติในท้องถิ่น โดยมุ่งเน้นความสำคัญมากที่สุดไปยังพื้นที่อยู่อาศัยหรือแหล่งชุมชน (Community perspective)

คำเต็ม	คำย่อ	ความหมาย
Visual Exposure	VE	ทิวทัศน์สวยงามทัศนวิสัยดี
Sensitive Area	SA	พื้นที่อ่อนไหวต่อผลกระทบ
Roads	R	ถนน
Housing Density	HD	ที่อยู่อาศัยหนาแน่น

หลักการพิจารณาบริเวณที่ควรหลีกเลี่ยงเมื่อภาครัฐจะสร้างเสาไฟฟ้าแรงสูงพาดผ่าน

- VE เปรียบเทียบกับ SA:การหลีกเลี่ยงบริเวณที่มีทิวทัศน์สวยงามจะมีค่าความสำคัญมากที่สุดเมื่อเทียบกับหลีกเลี่ยงพื้นที่ซึ่งอ่อนไหวต่อผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Rating = 9)
- VE เปรียบเทียบกับ R: การหลีกเลี่ยงบริเวณที่มีทิวทัศน์สวยงามจะมีค่าความสำคัญมากเมื่อเทียบกับหลีกเลี่ยงแนวถนนหรือเส้นทางคมนาคม (Rating = 5)
- VE เปรียบเทียบกับ HD: การหลีกเลี่ยงบริเวณที่มีทิวทัศน์สวยงามจะมีค่าความสำคัญเท่าเทียบกับการหลีกเลี่ยงพื้นที่อยู่อาศัยหนาแน่น (Rating = 1)
- SA เปรียบเทียบกับ R: การหลีกเลี่ยงแนวถนนจะมีค่าความสำคัญมากถึงมากกว่าเมื่อเทียบกับหลีกเลี่ยงพื้นที่ซึ่งอ่อนไหวต่อผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Rating =6)
- SA เปรียบเทียบกับ HD: การหลีกเลี่ยงพื้นที่อยู่อาศัยหนาแน่นจะมีความสำคัญมากกว่าถึงสำคัญมากที่สุดเมื่อเทียบกับการหลีกเลี่ยงต่อพื้นที่ซึ่งมีความอ่อนไหว ฯ (Rating = 8)
- R เปรียบเทียบกับ HD: การหลีกเลี่ยงพื้นที่อยู่อาศัยหรือแหล่งชุมชนจะมีความสำคัญมากกว่าถึงสำคัญมากที่สุดเมื่อเทียบกับการหลีกเลี่ยงต่อแนวพื้นที่แนวถนนหรือเส้นทางคมนาคม (Rating = 5)

ตารางที่ 8 ข้อมูลคู่ตัวแปร (Pair wise data table)

สำคัญมากกว่า	VE	SA	R	HD
VE	1	9	3	1
SA	1/9 (.111)	1	1/6 (.167)	1/8 (.125)
R	1/5 (.200)	6	1	1/5 (.200)
HD	1/1(1.00)	8	5	1

ผลตอบสนองจากวิธีการเปรียบเทียบคู่ตัวแปร (Pair wise comparison) ได้รับการนำเข้าไปคำนวณในตารางเชิงเมตริกซ์โดยมีหลักสำคัญคือต้องมีการคำนวณเชิงผลย้อนกลับ (Reciprocal) ระหว่างการเปรียบเทียบคู่ตัวแปลเช่นVE เทียบกับ SA = 9 การคำนวณผลเชิงย้อนกลับก็คือ SAเทียบกับ VE = 1/9 หรือเท่ากับ 0.111 นั่นเอง ตามหลักการคำนวณถ่วงน้ำหนัก (Weights calculated) ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1) คำนวณเชิงย้อนกลับ (Reciprocal values) ของข้อมูลในตารางคู่ตัวแปร (ตาราง 2)

ขั้นตอนที่ 2) หาผลรวมในแนวคอลัมน์ (Column values)

ตารางที่ 9 ค่าคะแนนเปรียบเทียบคู่ตัวแปร

	VE	SA	R	HD
VE	1	9	3	1
SA	0.111	1	0.167	0.125
R	0.2	6	1	0.2
HD	1.0	8	5	1
$\sum$	2.311	24	11.167	2.325

ขั้นตอนที่ 3) ปรับค่าข้อมูลทั้งหมดโดยนำผลรวมแนวคอลัมน์ดังกล่าวในขั้นตอนที่ 2 ไปหารแต่ละตัวแปรที่อยู่ในคอลัมน์นั้นๆ ดังตัวอย่างคือ SA เปรียบเทียบกับ VE มีค่า 0.05 ซึ่งก็คือ 0.111/2.311 อีกทั้งหาผลรวมทั้งหมดในแนวคอลัมน์สังเกตให้ดีจะเห็นว่าผลลัพธ์ที่ได้จะมีค่าเป็น 1 ขั้นตอนที่ 4) หาผลรวมทั้งหมดในแนวแถว (Row) ค่าที่ได้นั้นจะเรียกว่าผลการถ่วงน้ำหนักเชิงสัมพันธ์ (Relative weights) หลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการในขั้นตอนที่ 3) แล้ว

ตารางที่ 10 การถ่วงน้ำหนักเชิงสัมพันธ์ (Relative weights)

	VE	SA	R	H	Relative weights
VE	0.43	0.38	0.45	0.43	1.69
SA	0.05	0.04	0.01	0.05	0.16
R	0.09	0.25	0.09	0.09	0.51
HD	0.43	0.33	0.45	0.43	1.64
$\sum$	1	1	1	1	4

ขั้นตอนที่ 5) หาผลรวมในแนวแถว (Row) ด้วยค่าน้อยที่สุดของผลการถ่วงน้ำหนักเชิงสัมพันธ์ (Relative weights)

ตารางที่ 11 ค่าน้ำหนัก (Weights)

	Relative weights	Weights
VE	1.69	10.64
SA	0.15	1.00
R	0.52	3.23
HD	1.64	10.38
$\sum$	0.15	

ดูจากตารางในขั้นตอนที่ 5 จะเห็นว่าผลจากเกณฑ์การหลีกเลี่ยงจะเป็นดังนี้

- ความสำคัญของทิวทัศน์สวยงาม (VE) จะมีมากกว่าพื้นที่ซึ่งอ่อนไหวต่อผลกระทบสิ่งแวดล้อม (SA) ประมาณ 11.27 เท่า
- ควรหลีกเลี่ยงระยะไกลจากถนน (R) มีความสำคัญมากกว่าควรหลีกเลี่ยงพื้นที่ใกล้กับบริเวณที่ไวหรืออ่อนไหวต่อผลกระทบ ฯ (SA) ประมาณ 3.47 เท่า
- ควรหลีกเลี่ยงบริเวณพื้นที่อยู่อาศัยหรือแหล่งชุมชน (HD) มีความสำคัญมากกว่าควรหลีกเลี่ยง บริเวณซึ่งไวต่อผลกระทบ ฯ (SA) ประมาณ 10.93 เท่า

2.5 แนวคิดทางด้านการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial Autocorrelation)

2.5.1 สถิติเชิงพื้นที่ (Spatial statistic)

การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ เป็นการศึกษาวิเคราะห์ความแตกต่างของพื้นที่พื้นที่หนึ่ง ที่ต่างไปจากพื้นที่อื่น เช่น บริเวณพื้นที่ที่เกิดจุดเสี่ยงภัยโคลนถล่ม เป็นต้น ซึ่งเป็นวิธีที่เป็นพื้นฐานที่ศึกษาเพื่อการปรับปรุงและพัฒนารูปแบบของพื้นที่นั่นๆ การวิเคราะห์เชิงพื้นที่สามารถใช้ข้อมูลที่หลากหลาย เพื่อง่ายต่อการวิเคราะห์ และคาดการณ์แนวโน้มอนาคต หรือแสดงผลในรูปแบบแผนที่ที่ยังไม่สามารถคาดเดาได้ โดยการสร้างแบบจำลองและทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ หลังจากที่วิเคราะห์จากการใช้เครื่องมือ GIS

2.5.2 อัตสหสัมพันธ์เชิงพื้นที่ (Spatial Autocorrelation)

อัตสหสัมพันธ์เชิงพื้นที่ (Spatial Autocorrelation) คือการคำนวณหาค่าสถิติเพื่อแสดงความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของพื้นที่หนึ่งๆ ซึ่งพื้นที่ที่ใกล้เคียงกันและมีค่าใกล้เคียงกันจะทำให้ค่าของสหสัมพันธ์เชิงพื้นที่สูง เพราะฉะนั้นหากต้องคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์จะต้องขึ้นอยู่กับค่าของพื้นที่หรือปัจจัยที่มีผลต่อกันระหว่างพื้นที่หนึ่งและอีกพื้นที่หนึ่งที่อยู่ใกล้เคียงกัน การคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์เชิงพื้นที่ที่ใช้กันทั่วไป ได้แก่

1. การคำนวณแบบ (Geary's C) จะเป็นการคำนวณค่าเฉลี่ยของผลรวมจากการยกกำลังสองของผลต่างระหว่างค่าประจำเซลล์ที่อยู่ติดกับเซลล์ศูนย์กลาง โดยจะเทียบค่าเฉลี่ยผลรวมของผลยกกำลังสองของผลต่างระหว่างค่าประจำเซลล์ศูนย์กลางกับค่าเฉลี่ยของค่าประจำเซลล์ทั้งหมดของกริด ดังสมการต่อไปนี้

$$C = \frac{[(N-1)\sum_i \sum_j W_{ij}(X_i - \bar{X})^2]}{2(\sum_i \sum_j W_{ij}(X_i - \bar{X})^2)}$$

เมื่อ C เป็นค่าความสัมพันธ์ของเกียรี่

$x_i\ x_j$ เป็นตัวแปรอิสระ

$\bar{x}$ เป็นค่าเฉลี่ยของตัวแปรอิสระ

wij เป็นค่าถ่วงน้ำหนักของตำแหน่ง i และ j

n เป็นจำนวนตัวแปรอิสระ

จากสมการที่ 1 แสดงให้เห็นว่าถ้าผลรวมของค่าความแตกต่างระหว่างค่าประจำเซลล์ศูนย์กลางและค่าประจำเซลล์ที่ติดกับเซลล์ศูนย์กลาง ($x_i\ x_j$) เมื่อให้เซลล์ในกริดเป็นเซลล์ศูนย์กลาง หากมีค่าน้อยกว่าผลรวมของค่าความแตกต่างระหว่างค่าประจำเซลล์ศูนย์กลางแล้กับค่าประจำเซลล์เฉลี่ยทั้งหมดของกริด ($x_i\ x_j$) เมื่อให้ทุกเซลล์ในกริดนั่นเป็นเซลล์ศูนย์กลางแล้วทำให้ค่าที่ได้นั่นมีค่าที่น้อยกว่า 1 นั่นคือเซลล์ที่อยู่ใกล้กันนั่นมีค่าประจำเซลล์ที่แตกต่างกันน้อยกว่าเมื่อเทียบกับความแตกต่างของค่าประจำเซลล์ทุกเซลล์และค่าประจำเซลล์เฉลี่ยทั้งหมดของกริด หรือเซลล์ที่อยู่ติดกันนั้นมีค่าเท่ากับหรืออาจใกล้เคียงกันมากกว่าเซลล์ที่อยู่ไกลออกไป ทำให้ข้อมูลภายในกริดมีความสำพันธ์เชิงพื้นที่มีนัยสำคัญผลที่ได้จากการคำนวณ นั่นคือค่าตัวแปรที่ประจำเซลล์ต่างๆ ภายในกริดนั่นมีการจัดตัวที่เป็นอิสระต่อกันหรือไม่มีรูปแบบที่แน่นอน เมื่อค่าเป็น 1

หรือเข้าใกล้ 1 หากค่าที่ได้น้อยกว่า 1 นั่นค่าของตัวแปรในกริดจะมีความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่างเซลล์มาก หรือมีค่าเท่ากันหรือใกล้เคียงกันตำแหน่งใกล้กัน และถ้ามีค่ามากกว่า 1 จะตรงกันข้ามโดยสิ้นเชิง

2.5.3 แนวทางวิเคราะห์การรวมกลุ่ม (Cluster analysis)

2.5.3.1 ทฤษฎีวิเคราะห์การรวมกลุ่ม (Cluster Analysis)

การรวมกลุ่ม (Cluster Analysis) เป็นเทคนิคในการจำแนกหน่วยวิเคราะห์หรือเป็นการแบ่งตัวแปรออกเป็นกลุ่มย่อยมากกว่า 3 กลุ่มขึ้นไป เราใช้เทคนิค Cluster Analysis เพื่อวัตถุประสงค์ 3 ประการ คือ

1. การวิเคราะห์การรวมกลุ่มเชิงลำดับศักดิ์ (Hierarchical Cluster Analysis)
2. การวิเคราะห์การรวมกลุ่มค่าเฉลี่ย (K - Means Cluster Analysis)
3. เทคนิคการวิเคราะห์จุดความร้อน (Hot Spot Analysis)

ในการศึกษาครั้งนี้เราได้นำ เทคนิคการวิเคราะห์จุดความร้อน (Hot Spot Analysis) โดยพิจารณาจากค่าคะแนนมาตรฐาน (Z-Scores) เพื่อดึงพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มออกมา

เทคนิคการวิเคราะห์จุดความร้อน (Hot Spot Analysis: Getis-Ord Gi*)

เราจะใช้เทคนิคการวิเคราะห์จุดความร้อนเป็นจุดเสี่ยงเร่งด่วนของภัยโคลนถล่ม โดยใช้วิธีการคำนวณหาค่าสถิติเพื่อแสดงความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของพื้นที่หนึ่งๆ ซึ่งพื้นที่ที่ใกล้เคียงกันและมีค่าใกล้เคียงกันจะทำให้ค่าของสหสัมพันธ์เชิงพื้นที่สูง เพราะฉะนั่นหากต้องคำนวณหาค่าสหสัมพันธ์จะต้องขึ้นอยู่กับค่าของพื้นที่หรือปัจจัยที่มีผลต่อกันระหว่างพื้นที่หนึ่งและอีกพื้นที่หนึ่งที่อยู่ใกล้เคียงกัน

สมการวิเคราะห์จุดความร้อน (Hot Spot) **จะใช้**

ค่าคะแนนมาตรฐานของจีทริส-อรอดที่ตำแหน่งใดๆ (Gi*) เป็นการบ่งชี้กลุ่มของตัวแปรอิสระที่มีค่าเป็นกลุ่มเดียวกัน ซึ่งกลุ่มที่มีค่ามาก (Hot Spots) จะมีค่า Gi * มากกว่า 1.96 และกลุ่มที่มีค่าน้อย (Cold Spots) จะมีค่า Gi* น้อยกว่า -1.96 ในแต่ละพื้นที่ย่อยของพื้นที่รวมทั้งหมด ค่า Gi* ที่ตำแหน่งใดๆ (ESRI, 2008) คำนวณได้ดังสมการต่อไปนี้

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^{n} w_{ij}x_j - \bar{X}\sum_{j=1}^{n} w_{ij}}{S\sqrt{\frac{n\sum_{j=1}^{n} w_{ij}^2 - \left(\sum_{j=1}^{n} w_{ij}\right)^2}{n-1}}}$$

เมื่อ Gi* เป็นค่าคะแนนมาตรฐานความสัมพันธ์ของจีทริส-อรอดที่ตำแหน่งใดๆ

x_i เป็นตัวแปรอิสระ

x เป็นค่าเฉลี่ยของตัวแปรอิสระ

ω ij เป็นค่าถ่วงน้ำหนักของตำแหน่ง i และ j

n เป็นจำนวนตัวแปรอิสระ

ค่าคะแนนมาตรฐานที่ตำแหน่งใดๆ Gi เป็นการบ่งชี้กลุ่มของตัวแปรอิสระที่มีค่าเป็นกลุ่มเดียวกัน ซึ่งกลุ่มที่มีค่ามาก (Hot sport) จะมีค่า Gi มากกว่า (Cold sport) จะมีค่า Gi น้อยกว่า -1.96 ในแต่ละพื้นที่ย่อยของพื้นที่รวมทั้งหมด ค่า Gi ที่ตำแหน่งใด ๆ

ผลการคำนวณค่า Gi* จะต้องได้รับการพิสูจน์ด้วย ค่าค่าคะแนนมาตรฐาน (Z-Scores) และ ค่าความน่าจะเป็น (P value)

ค่าคะแนนมาตรฐาน (Z-Scores)

เป็นค่าที่สามารถใช้เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างชุดได้ เพื่อแก้ปัญหาการวิเคราะห์เชิงสถิติที่พบกันโดยทั่วไป คือ ข้อมูลแต่ละชุด ส่วนใหญ่จะมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เท่ากัน ด้วยเหตุนี้ จึงต้องมีการปรับค่ามาตรฐานให้กับข้อมูลทุกชุดที่จะนำมาใช้ให้มีค่าคะแนนมาตรฐานเดียวกัน

ค่าความน่าจะเป็น (P Value)

ความน่าจะเป็น (Probability) คือ ค่าที่ใช้ประเมินสถานการณ์ที่ยังไม่เกิดขึ้น โดยพิจารณาว่า เมื่อถึงเวลาเกิดเหตุการณ์แล้ว จะเกิดในลักษณะใด มีโอกาสที่จะเกิดมากน้อยเพียงใด

หมายเหตุ

ถ้าคะแนนมาตรฐาน (Z-Scores) สูง และ ค่าความน่าจะเป็น (P- Value) ต่ำ จะแสดงให้เห็นว่าพื้นที่บริเวณนี้ เสี่ยงที่จะเกิดภัยโคลนถล่ม อีกทั้งมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ถ้าค่าคะแนนมาตรฐาน (Z-Scores) ติดลบ ค่าความน่าจะเป็น (P- Value) ต่ำ จะแสดงให้เห็นว่าความเสี่ยงที่จะเกิดภัยโคลนถล่มเป็นไปได้น้อย

2.6 แนวคิดระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System; GIS) คือกระบวนการทำงานเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงพื้นที่ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ที่ใช้กำหนดข้อมูลและสารสนเทศ ที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ เช่น ที่อยู่บ้านเลขที่ สัมพันธ์กับตำแหน่งในแผนที่ ตำแหน่งเส้นรุ้ง เส้นแวง ข้อมูลและแผนที่ใน GIS เป็นระบบข้อมูลสารสนเทศที่อยู่ในรูปของตารางข้อมูลและฐานข้อมูลที่มีส่วนสัมพันธ์กับข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ซึ่งรูปแบบและความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่ทั้งหลาย จะสามารถนำมาวิเคราะห์ด้วย GIS และทำให้สื่อความหมายในเรื่องการเปลี่ยนแปลงที่สัมพันธ์กับเวลาได้ เช่น การแพร่ขยายของโรคระบาด การเคลื่อนย้าย ถิ่นฐาน การบุกรุกทำลาย การเปลี่ยนแปลงของการใช้พื้นที่ ฯลฯ ข้อมูลเหล่านี้ เมื่อปรากฏบนแผนที่ทำให้สามารถแปลและสื่อความหมาย ใช้งานได้ง่าย GIS เป็นระบบข้อมูลข่าวสารที่เก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ แต่สามารถแปลความหมายเชื่อมโยงกับสภาพภูมิศาสตร์อื่นๆ สภาพท้องที่ สภาพการทำงานของระบบสัมพันธ์กับสัดส่วนระยะทางและพื้นที่จริงบนแผนที่ ข้อแตกต่างระหว่าง GIS กับ MIS นั้นสามารถพิจารณาได้จากลักษณะของข้อมูล คือ ข้อมูลที่จัดเก็บใน GIS มีลักษณะเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ที่แสดงในรูปของภาพ (graphic) แผนที่ (map) ที่เชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงบรรยาย (Attribute Data) หรือฐานข้อมูล (Database)การเชื่อมโยงข้อมูลทั้งสองประเภทเข้าด้วยกัน จะทำให้ผู้ใช้สามารถที่จะแสดงข้อมูลทั้งสองประเภทได้พร้อมๆ กัน เช่นสามารถจะค้นหาตำแหน่งของจุดตรวจวัดควันดำ – ควันขาวได้โดยการระบุชื่อจุดตรวจ หรือในทางตรงกันข้ามสามารถที่จะสอบถามรายละเอียดของ จุดตรวจจากตำแหน่งที่เลือกขึ้นมา ซึ่งจะต่างจาก MIS ที่แสดง ภาพเพียงอย่างเดียว โดยจะขาดการเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลที่เชื่อมโยงกับรูปภาพนั้น เช่นใน CAD (Computer Aid Design) จะเป็นภาพเพียงอย่างเดียวแต่แผนที่ใน GIS จะมีความสัมพันธ์กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ คือค่าพิกัดที่แน่นอน ข้อมูลใน GIS ทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงบรรยาย สามารถอ้างอิงถึงตำแหน่งที่มีอยู่จริงบนพื้นโลกได้โดยอาศัยระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Geocode) ซึ่งจะสามารถอ้างอิงได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ข้อมูลใน GIS ที่อ้างอิงกับพื้นผิวโลกโดยตรง หมายถึงข้อมูลที่มีค่าพิกัดหรือมีตำแหน่งจริงบนพื้นโลกหรือในแผนที่ เช่น ตำแหน่งอาคาร ถนน ฯลฯสำหรับข้อมูล GIS ที่จะอ้างอิงกับข้อมูลบนพื้นโลกได้โดยทางอ้อมได้แก่ ข้อมูลของบ้าน

(รวมถึงบ้านเลขที่ ซอย เขต แขวง จังหวัด และรหัสไปรษณีย์) โดยจากข้อมูลที่อยู่ เราสามารถทราบได้ว่าบ้านหลังนี้มีตำแหน่งอยู่ ณ ที่ใดบนพื้นโลก เนื่องจากบ้านทุกหลังจะมีที่อยู่ไม่ซ้ำกัน

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุธรรม จันทร์อ่อน (2549) กล่าวว่า กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับศักดิ์น่าเชื่อถือกว่าวิธีอื่นๆ เนื่องจากเปรียบเทียบเชิงคู่ ในรูปแบบของเมตริกซ์ใช้ในการตัดสินใจผลลัพธ์ที่ได้เป็นปริมาณตัวเลขซึ่งง่ายต่อการจัดลำดับความสำคัญ นอกจากนี้ยังสามารถขจัดการตัดใจแบบมีอคติหรือลำเอียงออกไปได้

อนุชิต วงศาโรจน์ (2550) ได้นำเอากระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับศักดิ์ (AHP) มาประยุกต์ใช้ร่วมกับข้อมูลดาวเทียมและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อศึกษาพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มในแถบตอนเหนือของไทย ผลการศึกษาสามารถจำแนกพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่ม ได้อย่างชัดเจน โดยสามารถสร้างแบบจำลองดัชนีโคลนถล่ม (Mudslide Index Model; MIM) ขึ้นได้อีกทั้งแบบจำลองนี้ยังเป็นตัวอย่างของการพิจารณาพื้นผิวเชิงสถิติ (Statistical surface) จึงสามารถลดข้อบกพร่องของการศึกษาประยุกต์ภัยธรรมชาติด้วยระบบสาระสนเทศแบบมุ่งเน้นเพียงหลักพื้นฐานเชิงเวคเตอร์เพียงอย่างเดียว ซึ่งขาดการมุ่งประเด็นสำคัญไปยังพื้นผิวต่อเนื่อง

ภัชรี นิ่มศรีกุล และ อภิชาต โสภาแดง (2551) ได้ประยุกต์ใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับศักดิ์ (AHP) กับ TOPSIS ในการคัดเลือกศูนย์กลางโลจิสติกส์ ด้านการขนส่งสินค้าในประเทศไทย ซึ่งสามารถให้ค่าคะแนนความเหมาะสม ระบุกลุ่มจังหวัดที่เหมาะสมออกมาได้ 3 กลุ่ม แต่เนื่องจากยังไม่ได้ประเมินถึงข้อมูลเชิงคุณภาพ จึงมีการนำทฤษฎีฟัซซี่ (Fuzzy Set Theory) มาเป็นเครื่องมือสำหรับจัดการกับความคลุมเครือในเชิงคุณภาพ

นางสาววิภารัตน์ นุ่มนิ่ม และ นางสาวนิลุบล ชัยวุฒิ (2554) ได้นำเอากระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับศักดิ์ (AHP) มาประยุกต์ใช้ร่วมกับข้อมูลดาวเทียมและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อตัดสินใจเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมของการเกษตรกรรมชานเมือง โดยมีปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจ 5 ประการ ได้แก่ สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน ทรัพยากรดิน ทรัพยากรน้ำ เส้นทางคมนาคม และตลาด

พัฒนะ ธนาธิปัตย์ (2537) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อ การจำแนกความเหมาะสมของที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจโดยเลือกจังหวัดชลบุรีเป็นพื้นที่ศึกษาการทำงานครั้งนี้ได้ใช้เทคนิคการวางข้อมูลของซอฟต์แวร์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สร้างแผนที่หน่วยที่ดินจากแผ่นภาพตัวแปรลักษณะทางกายภาพของที่ดินได้แก่ ความลาดชันของที่ดิน กระระบายน้ำ ความลึกค่าความเป็นกรดเป็นด่าง และปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ในการจำแนกความเหมาะสมของที่ดิน ได้ทำการเขียนโปรแกรมประยุกต์โดยใช้ภาษา Simple Macro Language (SML) ของซอฟต์แวร์พีซี อาร์ก อินโฟ โปรแกรมจะมีการทำงาน 2 ขั้นตอน ได้แก่การประเมินความเหมาะสมของตัวแปรแต่ละตัวของหน่วยที่ดินโดยเปรียบเทียบกับความ ต้องการของพืชและทำการประเมินความเหมาะสมของหน่วยที่ดินโดยพิจารณาจากความเหมาะสมของตัวแปรทุกตัว ทั้งนี้เกณฑ์การประเมินได้กำหนดไว้ในโปรแกรมแล้ว ผู้ใช้เขียนเพียงแต่กรอกข้อมูลความต้องการของพืชที่ต้องการประเมินเท่านั้น หลังจากนั้นก็จะสามารถสอบถามผลการจำแนกได้ นอกจากนี้ยังสมารถออกแบบแผนที่แสดงการจำแนกความเหมาะสมตามต้องการด้วยวิธีโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ ผลการจำแนกสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการวางแผนการใช้ที่ดินทางเกษตรให้เหมาะสมกับสภาพทางกายภาพของพื้นที่

เลิศ คำยิ่ง (2538) ได้ใช้ข้อมูลระยะไกลเพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดแผ่นดินถล่ม บริเวณอำเภอปูน จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยการกำหนดความชัน ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน ลักษณะทางธรณีสัณฐาน ลักษณะทางปฐพีวิทยาและปริมาณน้ำฝนเป็นตัวแปรอิสระและใช้ความรู้ทางด้านการวิเคราะห์การถดถอยและสหสัมพันธ์ในการหารูปแบบของสมการเปอร์เซ็นต์การเกิดแผ่นดินถล่ม

กอบกิจ ประดิษฐ์ผลพานิช (2549) ได้ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์และการสำรวจระยะไกลดำเนินการวิเคราะห์ศักยภาพของพื้นที่เสี่ยงภัยต่อการเกิดอุทกภัย บริเวณลุ่มน้ำเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรีโดยการกำหนดค่าน้ำหนักและความสามารถของปัจจัยแต่ละปัจจัย และระดับปัจจัยต่างๆ คือการใช้ประโยชน์ที่ดิน ชนิดพืชปกคลุมดิน ปริมาณน้ำ ฝนเฉลี่ยรายปี ความสูงจากระดับน้ำ ทะเล สภาพการระบายน้ำ ของดิน ความลาดชันและความหนาแน่นของทางน้ำ พบว่า พื้นที่ที่มีความเสี่ยงอุทกภัยสูงได้แก่ พื้นที่ราบเชิงเขาและพื้นที่ราบริมชายทะเลอ่าวไทย

ออมจิต เขตเผชิญไชย (2549) ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์กำหนดพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปลูกป่าโกงกางในจังหวัดระยอง โดยใช้ปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและเคมี ที่มีอิทธิพลต่อการคัดเลือกพื้นที่ ได้แก่ ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะของดินและลักษณะภูมิอากาศ ทา การหาค่าความเหมาะสมของปัจจัยต่าง ๆ และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคแบบ PSA (Potential Surface Analysis) การซ้อนทับข้อมูล (Overlay Analysis)

กชกร สุพลพิชิต (2537) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบการใช้ที่ดินเพื่อการค้าและบริการในเขตเทศบาลเมืองพิษณุโลก รวมทั้งองค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อรูปแบบการใช้ที่ดินเพื่อการค้าและบริการในพื้นที่ศึกษาดังกล่าวโดยมีข้อสมมติฐานว่าองค์ประกอบด้านกายภาพมีอิทธิพลต่อรูปแบบการใช้ที่ดินเพื่อการค้าและบริการมากกว่าองค์ประกอบด้านวัฒนธรรม สำหรับแหล่งข้อมูลที่ใช้มี 2 แหล่ง ได้แก่ ข้อมูลจากเอกสาร แผนที่ และข้อมูลจากภาคสนามการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จำแนกออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่เกี่ยวข้องกับแผนที่และส่วนที่เกี่ยวกับการสัมภาษณ์ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างในการสัมภาษณ์292 ตัวอย่าง วิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติเชิงบรรยายในรูปของร้อยละ ผลจากการศึกษาพบว่า รูปแบบการใช้ที่ดินเพื่อการค้าและบริการจะกระจายไปตามเส้นทางคมนาคม โดยในอดีตจะกระจายไปตามแนวแม่น้ำและ ทางรถไฟ ปัจจัยพบว่า กระจายไปตามแนวถนนหลักจากแผนที่ ปี พ.ศ.2534พบว่า รูปแบบการใช้ที่ดินเพื่อการค้าและบริการในพื้นที่ศึกษานี้ มีลักษณะสอดคล้องกับทฤษฎีหลายศูนย์กลาง คือ เกิดศูนย์กลางการค้าขนาดเล็กขึ้นใหม่ ๆ หลายศูนย์กลาง ที่ห่างจากย่านธุรกิจการค้าเดิม องค์ประกอบด้านวัฒนธรรม มีอิทธิพลต่อรูปแบบการใช้ที่ดินเพื่อการค้า และบริการมากกว่าองค์ประกอบด้านกายภาพองค์ประกอบที่สำคัญดังกล่าวได้ แก่ ความสะดวกของเส้นทางคมนาคม ระบบการจราจรและโครงข่ายถนนระบบสาธารณูปโภค ระบบการระบายน้ำและการกำจัดน้ำเสีย การใกล้ลูกค้าหรือตลาดรับซื้อสินค้า และระยะทางที่เหมาะสมในการบริการ

ดร.สุชาติ โพชฌงค์ (2553) มีการศึกษาค้นคว้าเรื่อง การประเมินพื้นที่เสียงภัยไฟป่าในประเทศไทย การศึกษาครั้งนี้เป็นการนำข้อมูลประกอบการพิจารณาในการ บริหารและจัดการควบคุมและป้องกันไฟป่า ได้ประยุกต์หลักการของ Ecological factor niche analysis โดยโปรแกรม Bio mapper 4.0 (Hazel, 2004) ซึ่งนิยมใช้ในการประเมินความเหมาะสมในถิ่นที่อยู่

อาศัย (Habitat Suitability) ของสัตว์ป่าโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อม (gynecological factors) กับการปรากฏของสัตว์ป่า (presence data) ในพื้นที่ที่ทำการศึกษา โดยหลักการเดียวกัน การประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยไฟป่าจะอาศัยความสัมพันธ์ในเชิงของสถิติ ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมหลาย ๆ ปัจจัย กับจุดพิกัดที่พบการเกิดไฟป่าจากจุด Hotspot ซึ่งได้รับจากตรวจพบจากดาวเทียม Modis ซึ่งในแต่ละปัจจัยตัวแปรจะเป็นตัวกำหนดถึงความสัมพันธ์และช่วงของความเหมาะสมต่อการเกิดไฟป่า (optimum range) และในการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยไฟป่าครั้งนี้ใช้ปัจจัยสิ่งแวดล้อมหรือปัจจัยตัวแปรทางด้านทางกายภาพ ชีวภาพ และปัจจัยอันเกิดจากมนุษย์หลาย ๆ ด้านในการประเมิน

กนกกร สุขสบาย และ กาญจนา นาคะภากร (2553) มีการศึกษาค้นคว้าเรื่อง "การตรวจวัดพื้นที่เกิดไฟป่าด้วยช่วงคลื่นเทอร์มอลอินฟราเรดของภาพ" เพื่อประยุกต์เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในการหาพื้นที่การเกิดไฟป่าด้วยข้อมูลช่วงคลื่นความร้อน และเสนอแนะแนวทางในการจัดการไฟป่าในพื้นที่ศึกษา โดยใช้ภาพจากดาวเทียม LANDSAT-5TM และ LANDSAT-8 OLI นำมาปรับแก้พิกัดเชิงเรขาคณิต แล้วคำนวณค่าการแผ่รังสี (radiance) ค่าการส่องสว่างของอุณหภูมิ (brightness temperature) หลังจากนั้นนำค่า brightness temperature และจุดที่เกิดไฟป่าจากส่วนควบคุมไฟป่า กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช มาจัดทำเป็นแผนที่ อีกทั้ง ทำการลงสำรวจพื้นที่ศึกษาเพื่อเก็บข้อมูล ค่าพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก ด้วยเครื่องมือ GPS แล้วนำข้อมูลที่ทำการสำรวจภาคสนามมาทำการตรวจสอบความถูกต้องกับข้อมูลจุดที่เกิดไฟป่า ด้วยสถิติ RMSE (root mean square error) ผลการศึกษาพบว่าภาพจากดาวเทียมLANDSAT สามารถวิเคราะห์ค่าอุณหภูมิออกมาได้และสามารถเห็นรายละเอียดของการเกิดไฟเพิ่มเติมนอกเหนือจากจุด hotspot ที่ได้รับมาจากส่วนควบคุมไฟป่า

จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าภาพจาก ดาวเทียม LANDSAT สามารถนำมาใช้ในการศึกษาไฟป่าในประเทศไทยได้ เนื่องจากดาวเทียม LANDSAT เป็น ดาวเทียมที่มีความละเอียด 30*30 เมตร ทำให้ทราบพื้นที่เป้าหมายและสามารถวิเคราะห์แนวไฟป่าที่เกิดขึ้นได้จึงช่วยให้สะดวกในการวางแผนการจัดการควบคุมไฟและการวางแผนในการเข้าถึงพื้นที่ได้ดียิ่งขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิเคราะห์พื้นที่ภัยพิบัติโคลนถล่มในเขตตำบลน้ำไผ่อำเภอน้ำปาด จังหวัดอุตรดิตถ์ใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ด้วยการสำรวจพื้นที่ศึกษา การค้นคว้าข้อมูล ศึกษาการวิเคราะห์เชิงลำดับศักดิ์ (AHP) เพื่อเปรียบเทียบคู่ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดโคลนถล่มจากนั้นนำปัจจัยที่ส่งผลที่ทำให้เกิดโคลนถล่มมาซ้อนทับกัน (Overlay) เพื่อหาพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มโดยประยุกต์ใช้กับเทคนิควิธีการของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อหาความรุนแรงของพื้นที่เสี่ยงภัย มีวิธีดำเนินการในการศึกษาดังนี้

3.1 ขั้นตอนการศึกษา

3.2 ข้อมูลและแหล่งข้อมูล

3.3 เครื่องมือและโปรแกรมที่ใช้

3.4 การประมวลผลข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ขั้นตอนการศึกษา

3.1.1 การเตรียมการ

- ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

3.1.2 การเก็บข้อมูล

- ติดต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและรวบรวมข้อมูลต่างๆที่จำเป็น
- ดำเนินการเก็บข้อมูลเอกสาร สนทนาและสัมภาษณ์

3.1.3 การประมวลผลข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

- ปรับแก้และจัดหมวดหมู่ข้อมูล
- วิเคราะห์และแปรผลข้อมูล

3.1.4 การเขียนและนำเสนอรายงาน

- เขียนรายงานการวิจัย
- สรุปผลและนำเสนอ

3.2 ข้อมูลและแหล่งข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้แบ่งออกเป็น 2 ระดับ ดังนี้

3.2.1 **ข้อมูลปฐมภูมิ** ข้อมูลปฐมภูมิได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจาก**การสำรวจพื้นที่ศึกษา**การสอบถามจากประชากรท้องถิ่นที่ได้รับผลกระทบ ผู้ใหญ่บ้าน และ นา**ยกตำบลน้ำไผ่ได้แก่ข้อมูล**

- จำนวนหมู่บ้านที่ได้รับความเสียหายจากภัยโคลนถล่ม
- จำนวนครัวเรือนที่ได้รับความเสียหายจากภัยโคลนถล่ม

3.2.2 **ข้อมูลทุติยภูมิ** เป็นข้อมูลที่ได้รับจากแหล่งข้อมูล เป็นข้อมูลเอก**สารและข้อมูลที่ใช้ในการ**วิเคราะห์จะได้จากแหล่งต่างๆดังต่อไปนี้

- สำนักหอสมุดมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก
- ห้องสมุดคณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวด**ล้อม มหาวิทยาลัยนเรศ**วร จังหวัดพิษณุโลก
- **ข้อมูล ความชัน เส้นชั้นความสูง เขตแนวรับปะทะจากแนวลำน้ำหน่วยผสมของดินบริเวณพื้นที่สูง การใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้จาก สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 3**
- **ประวัติความเป็นมาของตำบลน้ำไผ่ ได้มาจาก องค์การบริหารส่วนตำบลน้ำไผ่ อำเภอน้ำปาด จังหวัดอุตรดิตถ์**
- **เว็บไซด์ดาวน์โหลดภาพดาวเทียม ในพื้นที่ศึกษา**

http://glcfapp.glcf.umd.edu:8080/esdi/index's

- **เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

3.3 เครื่องมือและโปรแกรมที่ใช้

- โปรแกรม Microsoft Word และ Microsoft Excel ในการจัดพิมพ์ข้อมูลเอกสาร และการทำกราฟ

- เครื่องพิมพ์ (Printer)

- โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์Arc GIS 10.1 ในการจัดทำแผนที่และวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

3.4 การประมวลผลและการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลของงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 5 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นการวิเคราะห์ด้วยกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับศักดิ์เพื่อหาพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่ม ส่วนที่สองเป็นการนำพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มมาวิเคราะห์หาความรุนแรงของพื้นที่เสี่ยงภัย ส่วนที่สามเป็นการหาพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มจากความชัน ส่วนที่สี่เป็นการพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มจากจุดเสี่ยง และ ส่วนที่ห้าการหาพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มจากเทคนิคความชัน และ จุดเสี่ยงโดยใช้เครื่องมือทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

3.4.1 การวิเคราะห์ด้วยกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับศักดิ์

3.4.1.1 การวิเคราะห์ลำดับสำคัญ

การวิเคราะห์ลำดับความสำคัญ เพื่อหาน้ำหนักคะแนนของปัจจัย โดยการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ทีละคู่ (Pair wise comparisons) ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อเกณฑ์การตัดสินใจในแต่ละลำดับชั้น โดยอาศัยตารางเมตริกซ์ และตัวเลข 1 ถึง 9 แสดงมาตรา ส่วนวัดระดับความแตกต่างระหว่างสองปัจจัยที่ถูกเปรียบเทียบ

ตารางที่ 12 เกณฑ์กำหนดกระบวนการเปรียบเทียบคู่ปัจจัยที่สัมพันธ์กัน

(Pair wise comparison)

ระดับความสำคัญ (IMPORTANCE LEVEL)	อัตราที่กำหนด (RATING)
สำคัญเท่าเทียมกัน (Equally important)	1
เท่าเทียมกันถึงสำคัญปานกลาง (Equally to moderately more important)	2
สำคัญปานกลาง (Moderately more important)	3
สำคัญปานกลางถึงสำคัญมาก (Moderately to strongly more important)	4
สำคัญมาก (Strongly more important)	5
สำคัญมากถึงสำคัญมากกว่า (Strongly to very strongly more important)	6
สำคัญมากกว่า (Very strongly more important)	7
สำคัญมากกว่าถึงสำคัญมากที่สุด (Very strongly to extremely more important)	8
สำคัญมากที่สุด (Extremely more important)	9

มาตราวัดดังกล่าวในตาราง จะถูกใช้เพื่อบันทึกค่าระดับความสำคัญ สำหรับการเปรียบเทียบคู่ปัจจัยที่สัมพันธ์กัน เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจลักษณะการเปรียบเทียบก็คือ (element A) ถูกกำหนดปัจจัยมากกว่า (element B) จากนั้นจะบันทึกค่าของอัตราความเหมาะสมออกเป็น 1 ถึง 9 ของการเปรียบเทียบคู่ปัจจัย จะถูกคำนวณด้วย Pairs = (N*(N-1)/2) โดย N คือจำนวนของค่ามูลฐานการตัดสินใจ

ตารางที่ 13 ความหมายของคะแนนค่าถ่วงน้ำหนักมีดังนี้

ค่าถ่วงน้ำหนัก	ความหมายของคะแนนค่าถ่วงน้ำหนัก
1	ปัจจัยทางเลือก ก สำคัญเท่ากับ ปัจจัยทางเลือก ข
2	ปัจจัยทางเลือก ก สำคัญกว่า ปัจจัยทางเลือก ข เล็กน้อยถึงปานกลาง
3	ปัจจัยทางเลือก ก สำคัญกว่า ปัจจัยทางเลือก ข ปานกลาง
4	ปัจจัยทางเลือก ก สำคัญกว่า ปัจจัยทางเลือก ข ปานกลางถึงมาก
5	ปัจจัยทางเลือก ก สำคัญกว่า ปัจจัยทางเลือก ข มาก
6	ปัจจัยทางเลือก ก สำคัญกว่า ปัจจัยทางเลือก ข มากถึงมากอย่างชัดเจน
7	ปัจจัยทางเลือก ก สำคัญกว่า ปัจจัยทางเลือก ข มากอย่างชัดเจน
8	ปัจจัยทางเลือก ก สำคัญกว่า ปัจจัยทางเลือก ข มากอย่างชัดเจนถึงมากที่สุด
9	ปัจจัยทางเลือก ก สำคัญกว่า ปัจจัยทางเลือก ข มากที่สุด

3.4.1.2 **การวิเคราะห์หาคะแนนค่าถ่วงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย** (Weights)

มีขั้นตอนดังนี้ ขั้นแรกหาผลรวมของตัวเลขในแนวคอลัมน์ของแต่ละคอลัมน์ของตารางเมตริกซ์ ต่อมานำตัวเลขแต่ละช่องของแต่ละคอลัมน์ หารด้วยผลรวมของตัวเลขในคอลัมน์นั้น เพื่อให้ได้ตารางเมตริกซ์ของค่าเฉลี่ย ซึ่งจะเป็นนัยสำคัญที่ใช้เปรียบเทียบ ระหว่างปัจจัยต่างๆ สุดท้ายหาค่าเฉลี่ยของตัวเลขในแถวแนวนอนแต่ละแถว โดยนำเอาผลรวมของตัวเลขทั้งหมดในแต่ละแถวนำมาหารด้วยจำนวนตัวเลขที่มีอยู่ ในแต่ละแถวแนวนอนนั้น จะได้ค่า อัตราเปรียบเทียบ (Rating Value: Rv) และค่าน้ำหนักความสำคัญของทางเลือกต่างๆ จะหาได้จาก ค่า Rv ของแต่ละแถวหารด้วยค่า Rv ที่น้อยที่สุด

3.4.1.3 การวิเคราะห์อัตราความสอดคล้อง (Consistency Rate: CR)

เพื่อต้องการทดสอบว่าผลการเปรียบเทียบแบบคู่ของเกณฑ์ในการตัดสินใจ ที่ได้ดำเนินการมาแล้วมีความสอดคล้องกันเช่นไร เพื่อพิจารณาว่าความสอดคล้องดังกล่าวนี้อยู่ในเกณฑ์มากกว่าหรือเท่ากับจำนวนปัจจัยที่นำมาใช้ในการศึกษา ซึ่งโทมัส สาตตี้ ได้กำหนดค่า CR ทางทฤษฎีตามขนาดเมตริกซ์ที่แตกต่างกันเพื่อใช้เปรียบเทียบกับค่า CR จากการคำนวณ และอัตราส่วนความสอดคล้องกันของเหตุผล สามารถคำนวณได้จากสูตร

$$CR = CI/RI$$

โดยกำหนดให้

RI = ดัชนีจากการสุ่มตัวอย่าง (random index) ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างจากตารางเมตริกซ์จำนวนมาก โดย Thomas Saaty (1994)

CI = ดัชนีความสอดคล้อง (consistency index) ได้จากการคำนวณสมการ

$$CI = (\lambda - n) / (n - 1)$$

โดยค่า λ สามารถหาได้จากค่า Rv ในแต่ละแถว คูณด้วยค่าการเปรียบเทียบคู่ปัจจัย แล้วนำผลรวมในแนวแถวแต่ละแถวหารด้วยค่า Rv ในแถวแต่ละแถวของตารางเมตริกซ์ และ

n = จำนวนปัจจัยทั้งหมด

ค่าอัตราส่วนความสอดคล้องกันของเหตุผลจะใช้วัดความสอดคล้องกันในการเปรียบเทียบแบบคู่ โดย Thomas Saaty (1994) ได้กำหนดอัตราส่วนความสอดคล้องกันทางทฤษฎีตามขนาดเมตริกซ์ที่แตกต่างกัน ดังต่อไปนี้ ถ้าอัตราส่วนความสอดคล้องกันของเหตุผลหรือค่า CR ที่คำนวณได้ มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับอัตราส่วนความสอดคล้องทางทฤษฎี แสดงว่า การเปรียบเทียบแบบคู่มีความสอดคล้องกันของเหตุผลเป็นที่ยอมรับได้ การปฏิบัติตามกระบวนการ AHP เป็นไปใน

แนวทางถูกต้องแต่ถ้ามีมากกว่าหรือเท่ากับอัตราส่วนความสอดคล้องกันทางทฤษฎี แสดงว่าการเปรียบเทียบคู่ไม่มีความสอดคล้องกันของเหตุผลจนไม่สามารถจะยอมรับได้ ต้องทบทวนการจัดลำดับความสำคัญของการเปรียบเทียบแบบคู่ใหม่อีกครั้ง จนกว่าจะคำนวณความสอดคล้องกันของเหตุผลหรือ ค่า CR ได้เป็นไปตามเกณฑ์ที่ระบุไว้

ตารางที่ 14 แสดงค่าดัชนีจากการสุ่มตัวอย่างที่ได้จากตารางเมตริกซ์ตามแบบ

Thomas Saaty (1994)

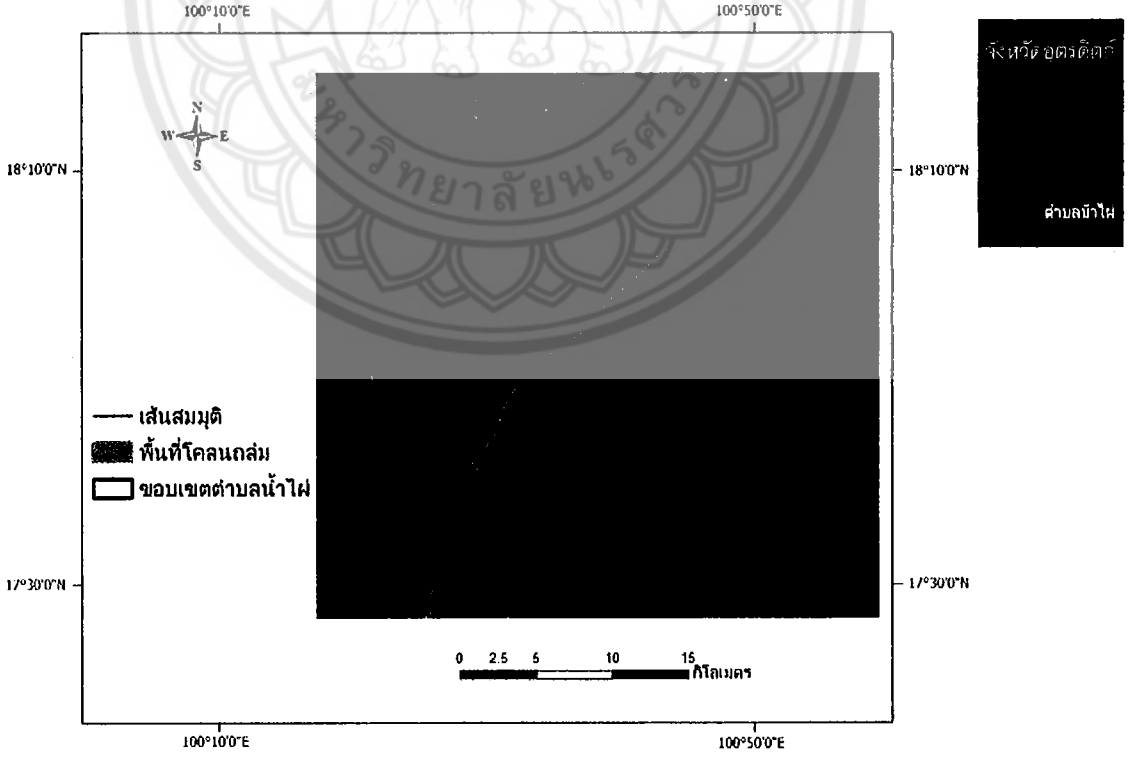
n	RI
1	0
2	0
3	0.58
4	0.90
5	1.12
6	1.24
7	1.32
8	1.41
9	1.45
10	1.49
11	1.51
12	1.48
13	1.56
14	1.57
15	1.59

3.4.2 การวิเคราะห์ความรุนแรงของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่ม

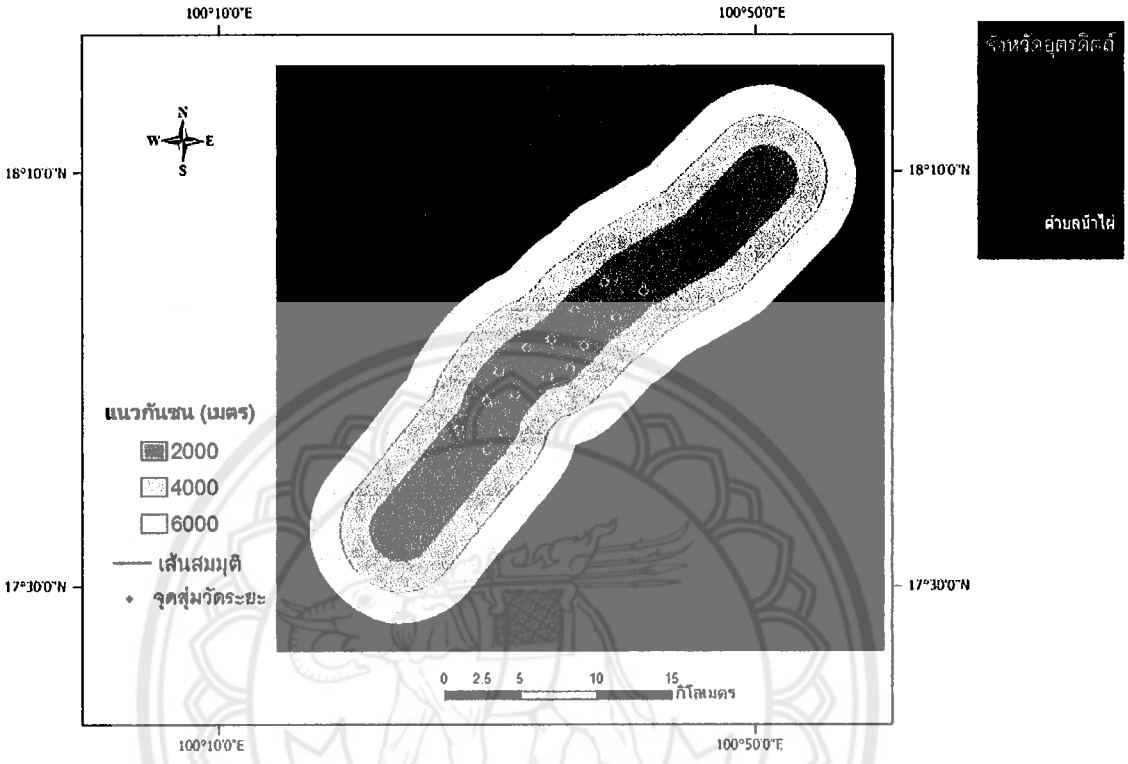
3.4.2.1 คัดเลือกช่วงเวลาของข้อมูลภาพดาวเทียม (Satellite Image Data) ที่เหมาะสำหรับการหาพื้นที่โคลนถล่ม

3.4.2.2 ทำการแปลพื้นที่โคลนถล่มจากข้อมูลภาพดาวเทียม (Landsat 7) การลากเส้นสมมุติผ่านกึ่งกลางพื้นที่โคลนถล่ม เพื่อกำหนดขอบเขตแนวรับปะทะโดยทำการสุ่มวัดระยะ จำนวน 15 จุด จากเส้นสมมุติไปยังขอบเขตของพื้นที่โคลนถล่ม

3.4.2.3 หาค่าเฉลี่ยของขอบเขตพื้นที่โคลนถล่ม โดยนำค่ามาทำแนวเส้นสมมุติ และนำพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มทั้งหมดมาซ้อนทับ (Overlay) กับเขตแนวรับปะทะจากเส้นสมมุติ เพื่อสร้างแผนที่ความรุนแรงของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่ม



ภาพที่ 3 เส้นสมมุติลากผ่านกึ่งกลางพื้นที่โคลนถล่ม



ภาพที่ 4 เขตแนวรับปะทะจากแนวลำน้ำ

3.4.3 การวิเคราะห์ความชันพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่ม

ในงานวิจัยนี้ได้นำปัจจัยความชันมาทำการวิเคราะห์ เนื่องจากความชัน เป็นปัจจัยเสี่ยงมากที่สุด จากการ วิเคราะห์เชิงลำดับศักดิ์ (Analytical Hierarchy Process; AHP) จึงเลือกแบ่งความชัน เป็น 5 ระดับ ได้แก่ เสี่ยงมากที่สุด (0 - 5%) เสี่ยงมาก (5 - 15%) เสี่ยงปานกลาง (15 - 25%) เสี่ยงน้อย (25 - 35%) และ เสี่ยงน้อยที่สุด (>35%)

3.4.4 การวิเคราะห์จุดเสี่ยงเร่งด่วน (Hot Spot) พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่ม

จุดเสี่ยงเร่งด่วน (Hot Spot) เป็นการใช้เทคนิค Hot Spot Analysis มาวิเคราะห์ เพื่อใช้ศึกษาพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่ม โดยจำแนกความเสี่ยงได้ออกเป็น 3 ระดับ คือ จุดเสี่ยงระดับสูง พื้นที่ที่ไม่มีผลกระทบ และจุดที่ไม่เสี่ยง

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ในการศึกษา "การวิเคราะห์พื้นที่ภัยพิบัติโคลนถล่ม" ในเขตตำบลน้ำไผ่อำเภอน้ำปาด จังหวัดอุตรดิตถ์ ซึ่งได้มีการนำปัจจัยต่างๆ มาวิเคราะห์เพื่อหาพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่ม โดยแบ่งการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 5 ส่วน คือ

4.1 ผลการวิเคราะห์การพิจารณาพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มโดยวิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับศักดิ์

4.2 ผลการวิเคราะห์ความรุนแรงของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มจากวิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับศักดิ์

4.3 ผลการวิเคราะห์ความชันเชิงพื้นผิวของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่ม

4.4 ผลการวิเคราะห์จุดเสี่ยงเร่งด่วน (Hot Spot) พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่ม

4.5 ผลการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มจากแนวทางการวิเคราะห์เชิงลำดับศักดิ์ (AHP) และ จุดเสี่ยงเร่งด่วน (Hot Spot)

4.1 ผลการวิเคราะห์การพิจารณาพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มโดยวิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับศักดิ์

จากการพิจารณาผลเปรียบเทียบความสำคัญทีละคู่ตัวแปร (Pair wise comparison) จากอัตราค่าน้ำหนักความสำคัญ 1-9 ในตารางเมตริกซ์ด้านเท่าที่มีขนาดกับจำนวนปัจจัย ซึ่งในการศึกษานี้มี 5 ปัจจัยหลัก และได้เลือกใช้ปัจจัยย่อย 9 ปัจจัย โดยค่าน้ำหนักที่อยู่ในแนวทแยงมุมจากซ้ายไปขวาจะมีค่าเท่ากับ 1 เนื่องจากเป็นการเปรียบเทียบกับตัวเอง ส่วนค่าน้ำหนักที่อยู่ด้านล่างได้จากการนำไปคำนวณเชิงผลย้อนกลับ (Reciprocal) ระหว่างการเปรียบเทียบคู่ตัวแปรในตารางเชิงเมตริกซ์ ซึ่งจะเป็นส่วนกลับของด้านบน จากนั้นจะนำไปคำนวณความสำคัญของแต่ละปัจจัย ดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 15 ค่าคะแนนจากการเปรียบเทียบคู่ปัจจัย

	SL1	CT1	SB1	A101	A202	A216	A602	F201	SOIL:1
SL1	1	3	2	2	2	2	2	2	3
CT1	0.3	1	0.5	1	1	1	1	1	0.5
SB1	0.5	2	1	1	1	1	1	1	1
A101	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1
A202	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1
A216	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1
A602	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1
F201	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1
SOIL:1	0.3	2	1	1	1	1	1	1	1
sum	4.7	13	9.5	10	10	10	10	10	10.5

SL1 หมายถึง ความชันที่ 0 ถึง 7 (องศา)

CT1 หมายถึง เส้นชั้นความสูงที่ระดับ 200 ถึง 500 (เมตร)

SB1 หมายถึง เขตแนวรับปะทะจากแนวลำน้ำระยะ 0 ถึง 200 (เมตร)

A101 หมายถึง นาข้าว

A202 หมายถึง ข้าวโพด

A216 หมายถึง ข้าวไร่

A602 หมายถึง ข้าวโพดสลับข้าวไร่

F201 หมายถึง ป่าผลัดใบสมบูรณ์

SOIL: 1 หมายถึง หน่วยผสมของดินบริเวณพื้นที่สูง

ตารางที่ 16 การคำนวณค่าน้ำหนัก (Weight)

	SL1	CT1	SB1	A101	A202	A216	A602	F201	SOIL:1	sum	rating value	weight
SL1	0.21	0.23	0.21	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.29	1.94	0.22	2.59
CT1	0.07	0.08	0.05	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.05	0.75	0.08	1.00
SB1	0.11	0.15	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.96	0.11	1.28
A101	0.11	0.08	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.88	0.10	1.18
A202	0.11	0.08	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.88	0.10	1.18
A216	0.11	0.08	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.88	0.10	1.18
A602	0.11	0.08	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.88	0.10	1.18
F201	0.11	0.08	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.88	0.10	1.18
SOIL:1	0.07	0.15	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.93	0.10	1.24
sum	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	1	

1) ค่าตัวแปรแต่ละตัวในขั้นตอนนี้มาจากค่าตัวแปรแต่ละตัวในตาราง หารด้วยค่าผลรวมในแนวคอลัมน์ของมันเอง

2) ค่าอัตราเปรียบเทียบ (Rating Value: Rv) จะได้มาจากค่าเฉลี่ยของผลรวม (Sum) ในแนวแถวนั้นเอง

3) ค่าน้ำหนัก (weight) จะได้มาจากค่า Rvของแต่ละตัวแปร หารด้วยค่า Rv ที่น้อยที่สุด

ตารางที่ 17 การคำนวณค่าความสอดคล้องเชิงเวคเตอร์ (Consistency Vector)

	SL1	CT1	SB1	A101	A202	A216	A602	F201	SOIL:1	sum	Consistency Vector
SL1	0.22	0.65	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.65	4.10	19.00
CT1	0.03	0.08	0.04	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.04	0.61	7.33
SB1	0.05	0.21	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	1.01	9.50
A101	0.05	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.84	8.50
A202	0.05	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.84	8.50
A216	0.05	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.84	8.50
A602	0.05	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.84	8.50
F201	0.05	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.84	8.50
SOIL:1	0.03	0.21	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.96	9.33
										sum	87.67

1) ค่าตัวแปรแต่ละตัวในขั้นตอนนี้ได้มาจากค่า Rv ในแนวแถว คูณด้วย**ค่าตัวแปรแต่ละตัว**ดังแสดง ในตาราง

2) **ค่าความสอดคล้องเชิงเวคเตอร์ จะหาได้จากค่าผลรวม** (sum) **ในแนวแถวแต่ละตัวหารด้วยค่า Rv ในแต่ละแนวแถว**

การตรวจสอบค่าความสอดคล้องของข้อมูล (CR)

หลังจากได้ค่าน้ำหนักความสำคัญแล้ว จึงการตรวจสอบความสอดคล้องข้องข้อมูล (CR) เพื่อตรวจสอบว่า การเปรียบเทียบให้ค่าน้ำหนักความสำคัญในทุกเกณฑ์ อยู่ในระดับที่ยอมรับได้หรือไม่ ซึ่ง Thomas Saaty (1994) ได้กำหนดอัตราส่วนความสอดคล้องกันทางทฤษฎีสำหรับเมทริกซ์ ขนาดมากกว่า 4x4 ที่ยอมรับได้จะต้องมีค่าไม่เกิน 0.10 หากคำนวณออกมาแล้วได้ค่ามากกว่า 0.01 จะต้องทำการวิเคราะห์เพื่อปรับแก้ค่าน้ำหนักความสำคัญใหม่จนกว่าจะได้ตามค่าที่กำหนดผลการตรวจสอบค่าความสอดคล้องข้องข้อมูลเป็นดังนี้

$$CI = (\lambda - n) / (n - 1)$$

โดยค่า λ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของค่าความสอดคล้องเชิงเวคเตอร์ ซึ่งจะได้ค่า CI คือ

$$CI = (9.74-9) / (9-1)$$

$$= 0.093$$

จากนั้นก็เป็นการคำนวณหาค่าอัตราความสอดคล้อง (CR) โดย CR จะต้องน้อยกว่า 0.10

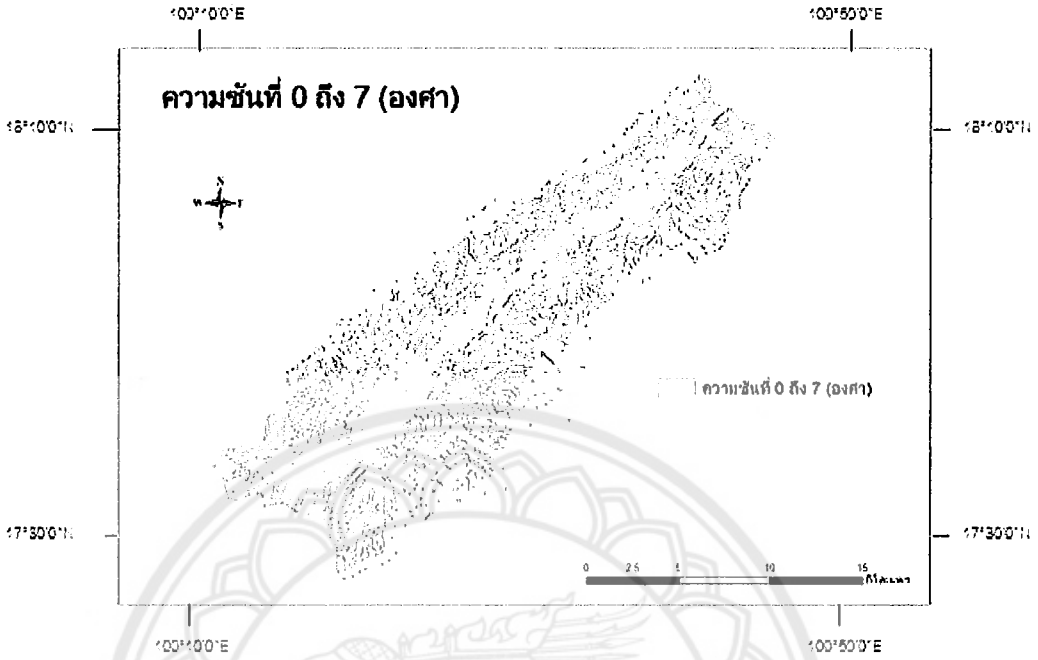
$$CR = CI/RI$$

$$CR = 0.093/1.45$$

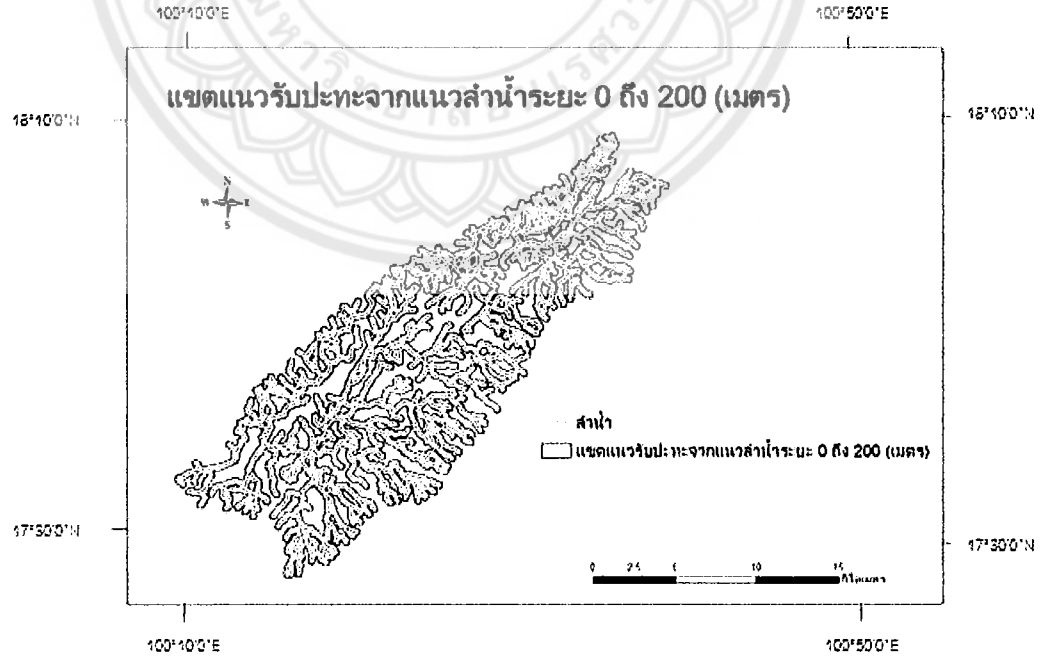
$$= 0.064$$

ค่าอัตราความสอดคล้อง (CR) ที่คำนวณได้ มีค่าเท่ากับ 0.064 มีค่าน้อยกว่า 0.10 จึงเป็นที่ยอมรับได้ว่า การปฏิบัติตามกระบวนการ AHP เป็นไปในแนวทางที่ถูกต้อง สามารถนำค่าน้ำหนักที่วิเคราะห์ได้ไปใช้ได้

จากการวิเคราะห์การพิจารณาพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มของตำบลน้ำไผ่ พบว่า ความชันเป็นปัจจัยเสี่ยงที่มีความสำคัญมากที่สุด สำหลับการเกิดโคลนถล่มในตำบลน้ำไผ่ ซึ่งมีค่าน้ำหนักเท่ากับ 2.5 ปัจจัยเสี่ยงที่มีความสำคัญเป็นอันดับสองคือ เขตแนวรับปะทะจากแนวลำน้ำ มีค่าน้ำหนักเท่ากับ 1.28 ค่าปัจจัยเสี่ยงที่มีความสำคัญเป็นอันดับสามคือ ลักษณะดินบนที่สูงมีค่าน้ำหนักเท่ากับ 1.24 ค่าปัจจัยเสี่ยงอื่นๆ คือ รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน และสิ่งปกคลุมดิน ได้แก่ นาข้าว ข้าวโพด ข้าวไร่ ข้าวโพดสลับข้าวไร่ ป่าผลัดใบสมบูรณ์ อีกทั้ง ปัจจัยความสูงที่ระดับ 200-500 เมตร

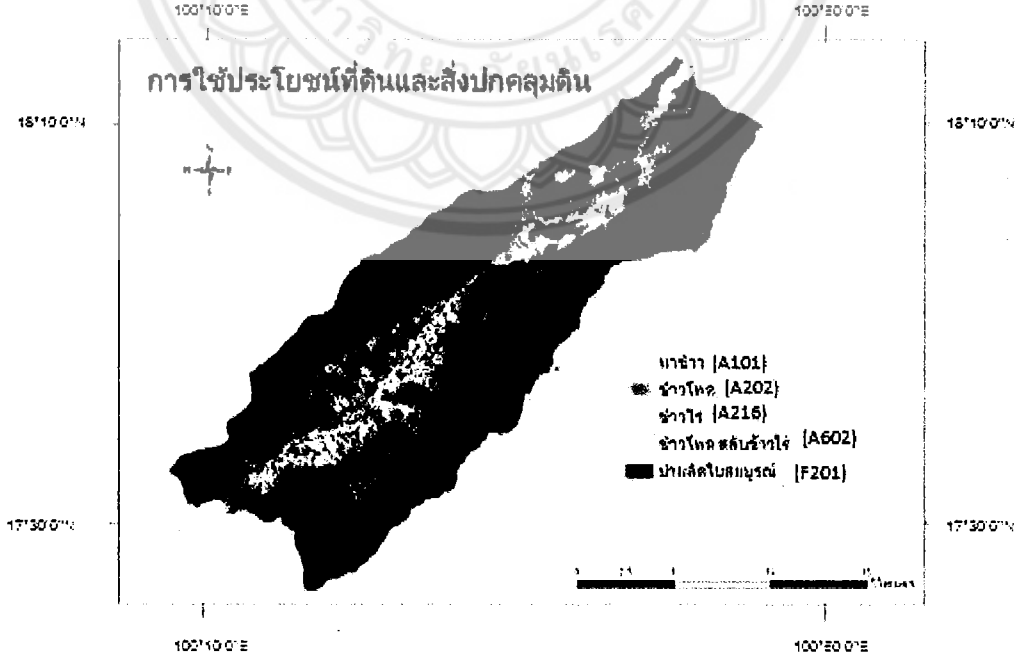


ภาพที่ 5 ความชันที่เลือกใช้ 0 ถึง 7 องศา (SL1)

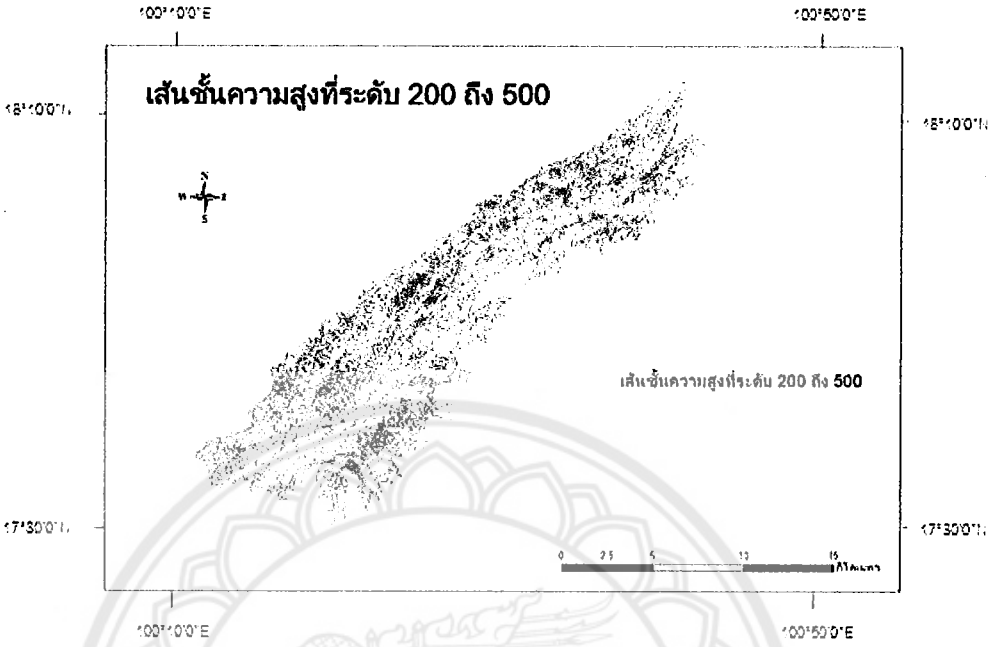


ภาพที่ 6 เขตแนวรับปะทะจากแนวลำน้ำระยะ 0 ถึง 200 เมตร (SB1)

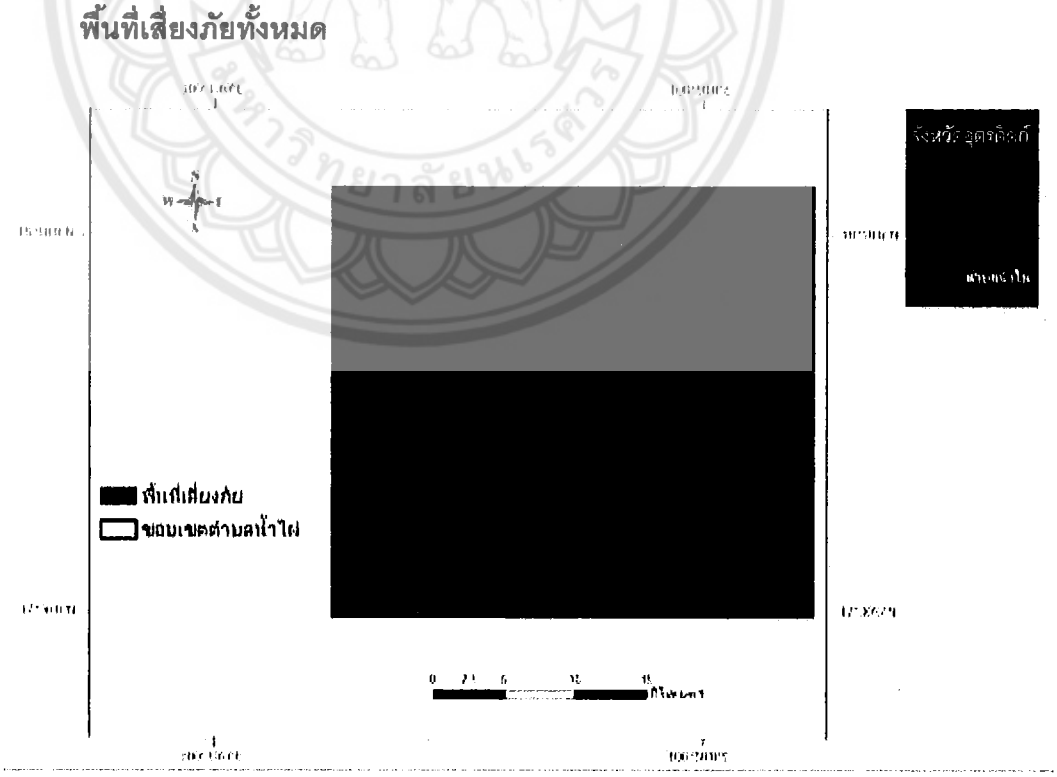
ภาพที่ 7 ชนิดของดิน (SOIL: 1)
เป็นดินบนพื้นที่สูง ตามการจำแนกของกรมพัฒนาที่ดิน



ภาพที่ 8 การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน



ภาพที่ 9 เส้นชั้นความสูงที่ระดับ 200 ถึง 500 เมตร (CT1)

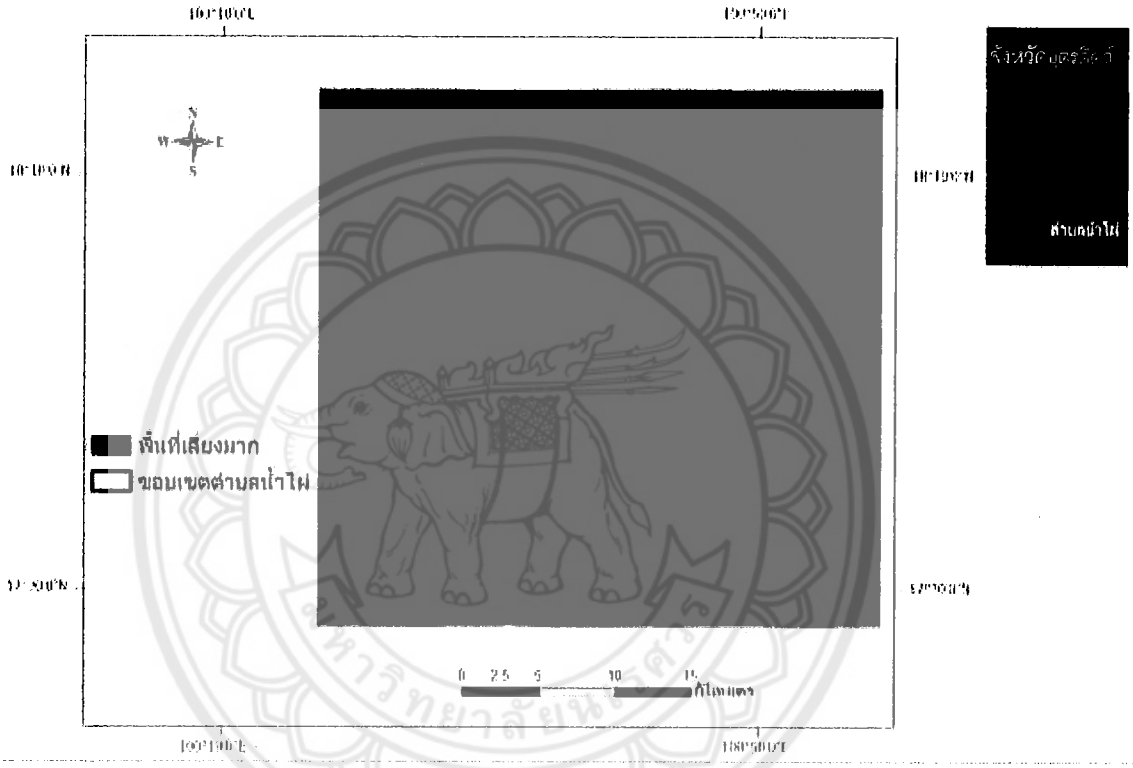


ภาพที่ 10 พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มในตำบลน้ำไผ่

4.2 ผลการวิเคราะห์ความรุนแรงของของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มจาก AHP

4.2.1 พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มมาก

พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มมาก

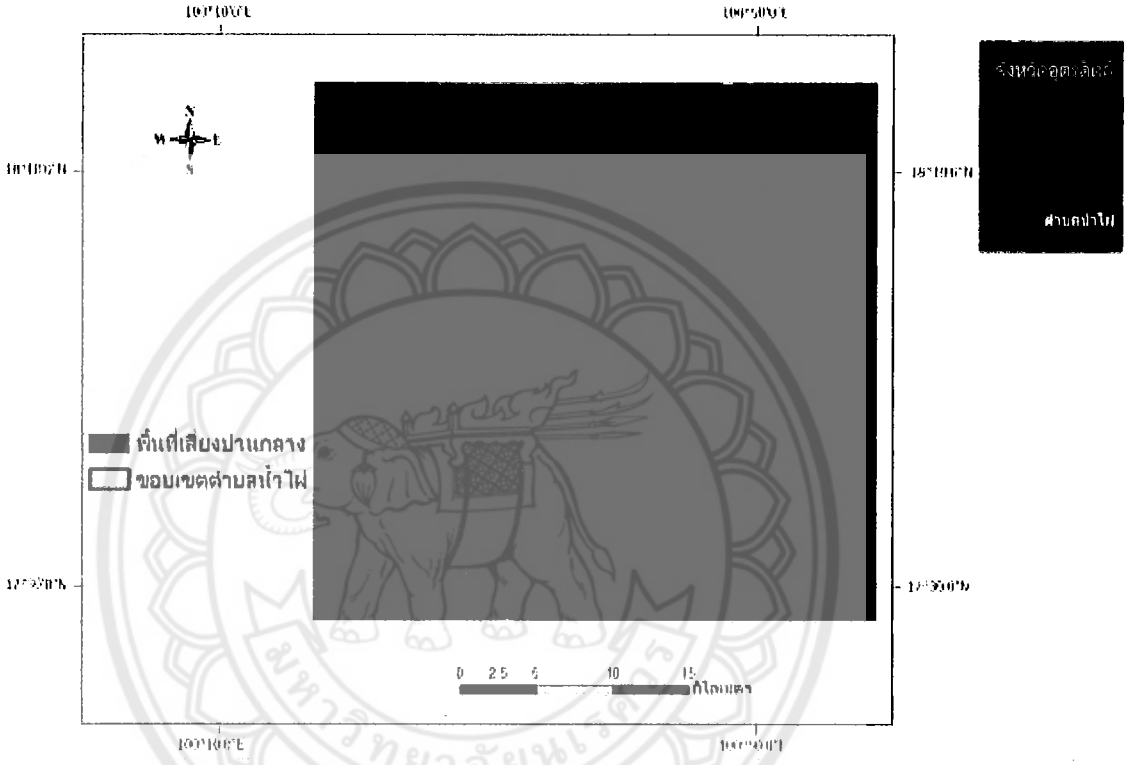


ภาพที่ 11 พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มมาก

ผลการวิเคราะห์ความรุนแรงของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มมาก อยู่บริเวณตอนกลางของพื้นที่ศึกษา มีพื้นที่เสี่ยงภัย 51 ตารางกิโลเมตร (31,875 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 58 ของพื้นที่ ซึ่งบริเวณนี้จะเป็นที่อยู่อาศัยของประชากรและมีการทำการเกษตร เพราะเป็นบริเวณที่มีความลาดชันน้อย แต่มีความเสี่ยงที่จะเกิดโคนถล่มมาก (ภาพที่ 11)

4.2.2 พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มปานกลาง

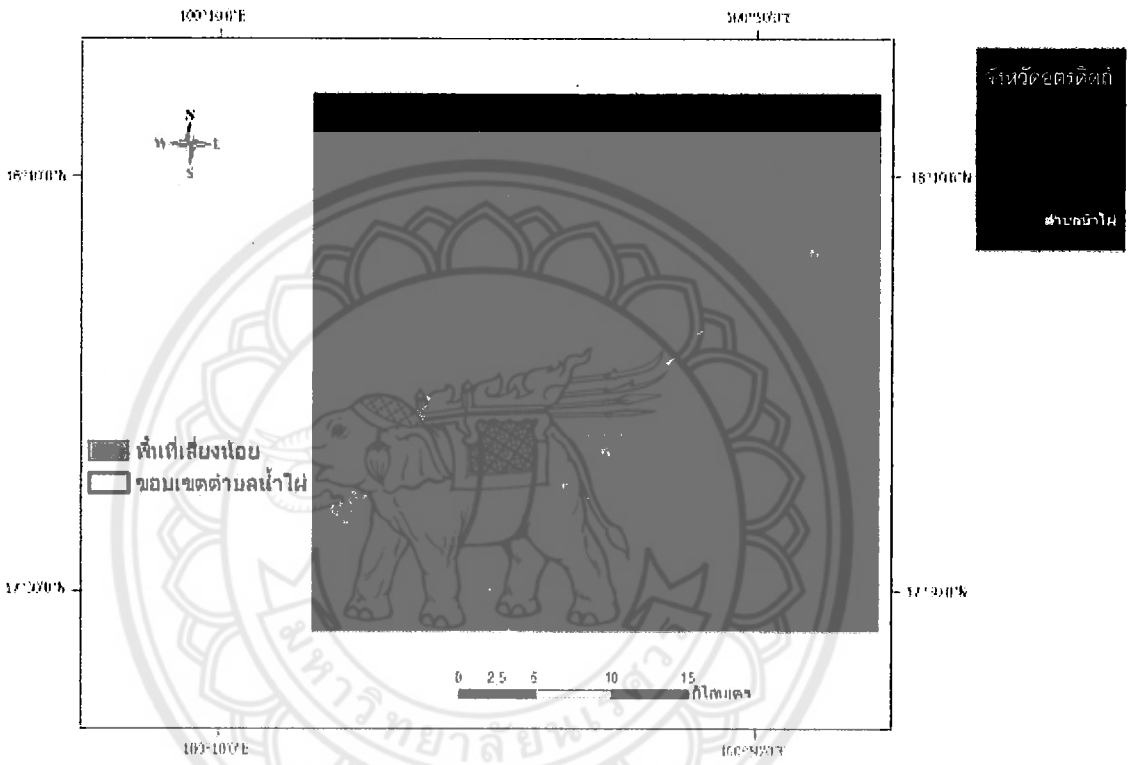
พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มปานกลาง



ภาพที่ 12 พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มปานกลาง

ผลการวิเคราะห์ความรุนแรงของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มปานกลาง อยู่ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้มีพื้นที่เสี่ยงภัย 31 ตารางกิโลเมตร (19,375 ไร่) หรือคิดเป็น 35.2 ของพื้นที่ พื้นที่บริเวณนี้จะเป็นภูเขาไม่ค่อยมีประชากรอาศัยอยู่มีการทำการเกษตรบ้างเล็กน้อย (ภาพที่ 12)

4.2.3 พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มน้อย

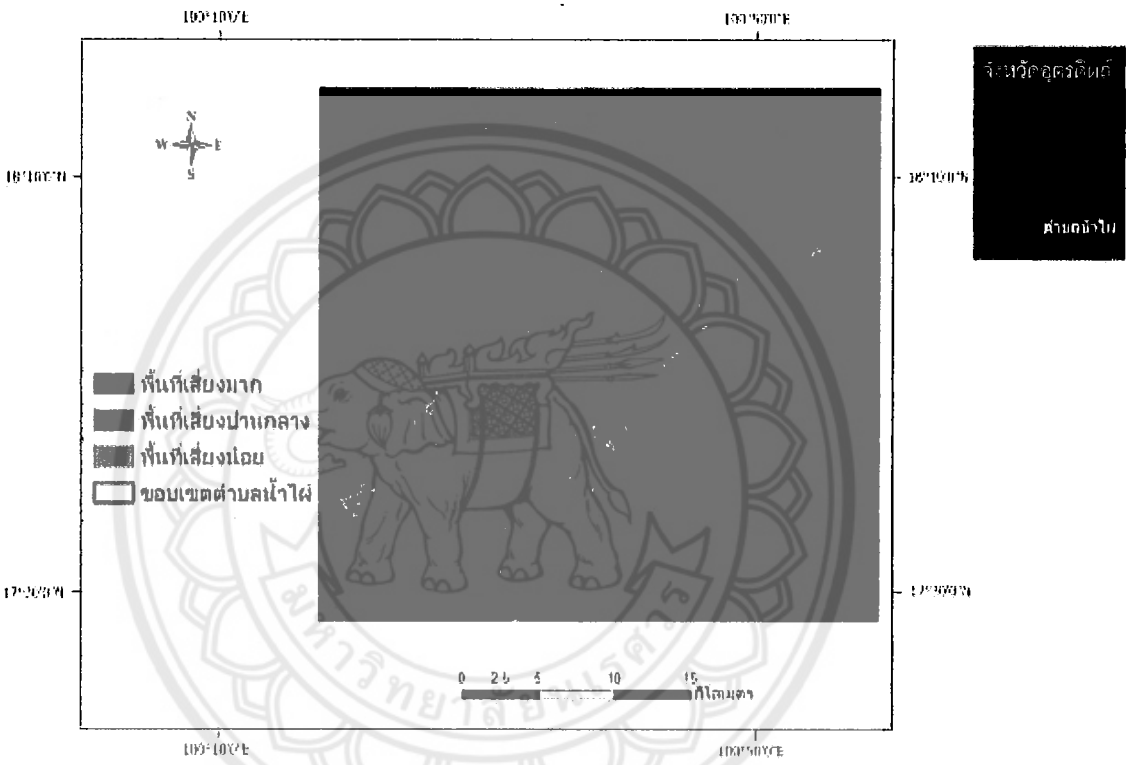


ภาพที่ 13 พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มน้อย

ผลการวิเคราะห์ความรุนแรงของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มน้อย อยู่ทางด้านทิศตะวันออก และ ทิศตะวันตกเป็นส่วนใหญ่ มีพื้นที่เสี่ยงภัย 6 ตารางกิโลเมตร (3,750 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 6.8 ของพื้นที่ แต่พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มน้อยมีขนาดพื้นที่น้อยสุด เมื่อเทียบกับพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มมากกับพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มปานกลาง พื้นที่บริเวณนี้ส่วนใหญ่จะเป็นป่าผลัดใบสมบูรณ์ ไม่มีประชากรอาศัยอยู่ และไม่มีการทำการเกษตร (ภาพที่ 13)

4.2.4 พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มทั้งหมดตามความรุนแรง

พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มตามความรุนแรง



ภาพที่ 14 พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มทั้งหมด

ตารางที่ 18 พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มในแต่ละความรุนแรง

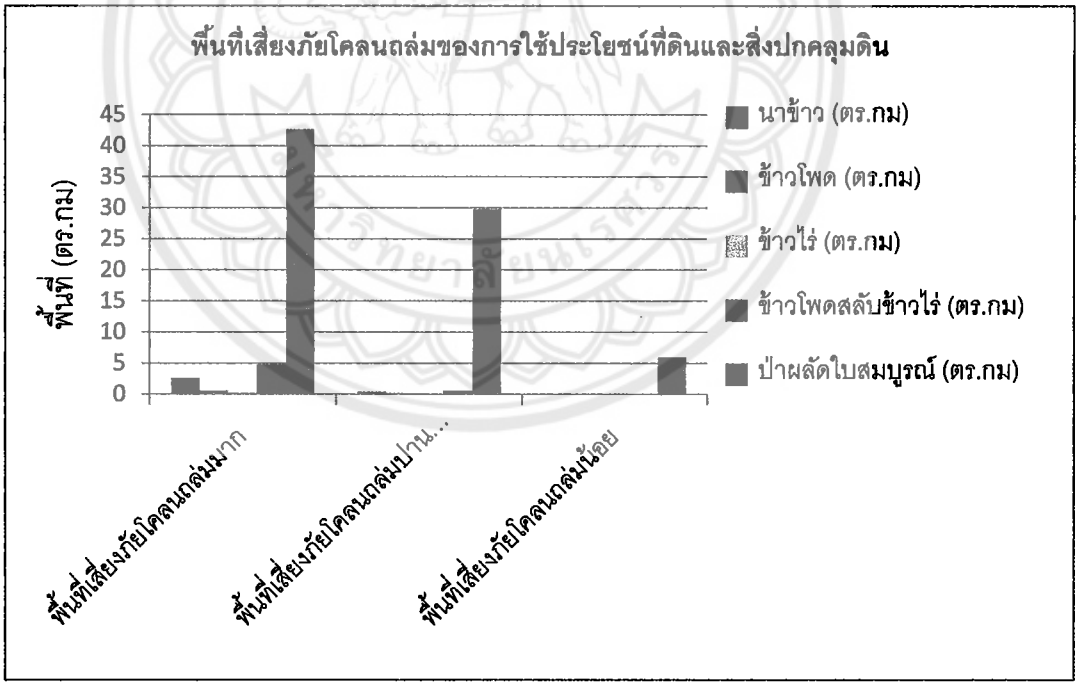
พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่ม	พื้นที่เสี่ยงภัย (ตารางกิโลเมตร)	พื้นที่เสี่ยงภัย (ไร่)	ร้อยละ%
พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มมาก	51	31,875	58
พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มปานกลาง	31	19,375	35.2
พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มน้อย	6	3,750	6.8
รวม	88	55,000	100

พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มทั้งหมด มีพื้นที่ 88 ตารางกิโลเมตร (55,000 ไร่) แบ่งเป็น 3 ระดับความเสี่ยง ได้แก่ พื้นที่เสี่ยงโคลนถล่มมาก มีพื้นที่ 51 ตารางกิโลเมตร (31,875 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 58 พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มปานกลาง มีพื้นที่ 31 ตารางกิโลเมตร (19,375 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 35.2 และพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มน้อย มีพื้นที่ 6 ตารางกิโลเมตร (3,750 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 6.8 ของพื้นที่

ตารางที่ 19 พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน

ลำดับ	พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่ม	พื้นที่ (ตร.กม.)	พื้นที่ (ไร่)	นาข้าว (ตร.กม.)	ข้าวโพด (ตร.กม.)	ข้าวไร่ (ตร.กม.)	ข้าวโพดสลับข้าวไร่ (ตร.กม.)	ป่าผลัดใบสมบูรณ์ (ตร.กม.)
1	พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มมาก	51	31,875	2.6	0.6	0.3	4.8	42.7
2	พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มปานกลาง	31	19,375	0.4	0.2	-	0.6	29.8
3	พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มน้อย	6	3,750	-	-	-	-	6

การศึกษาพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มมาก มีพื้นที่ทั้งสิ้น 51 ตารางกิโลเมตร (31,875) เป็นเขตการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินประเภทนาข้าว 2.6 ตารางกิโลเมตร ข้าวโพด 0.6 ตาราากิโลเมตร ข้าวไร่ 0.3 ตารางกิโลเมตร ข้าวโพดสลับข้าวไร่ 4.8 ตารางกิโลเมตร และ ป่าผลัดใบสมบูรณ์ 42.7 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มปานกลาง มีพื้นที่ทั้งสิ้น 31 ตารางกิโลเมตร (19,375 ไร่) เป็นเขตการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินประเภทนาข้าว 0.4 ตารางกิโลเมตร ข้าวโพด 0.2 ตารางกิโลเมตร ข้าวโพดสลับข้าวไร่ 0.6 ตารางกิโลเมตร และ ป่าผลัดใบสมบูรณ์ 29.8 ตารางกิโลเมตร สำหรับพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มน้อยมีพื้นที่ทั้งสิ้น 6 ตารางกิโลเมตร (3,750) ไร่ เป็นเขตการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินประเภทป่าผลัดใบสมบูรณ์ 6 ตารางกิโลเมตร (ภาพที่ 15)

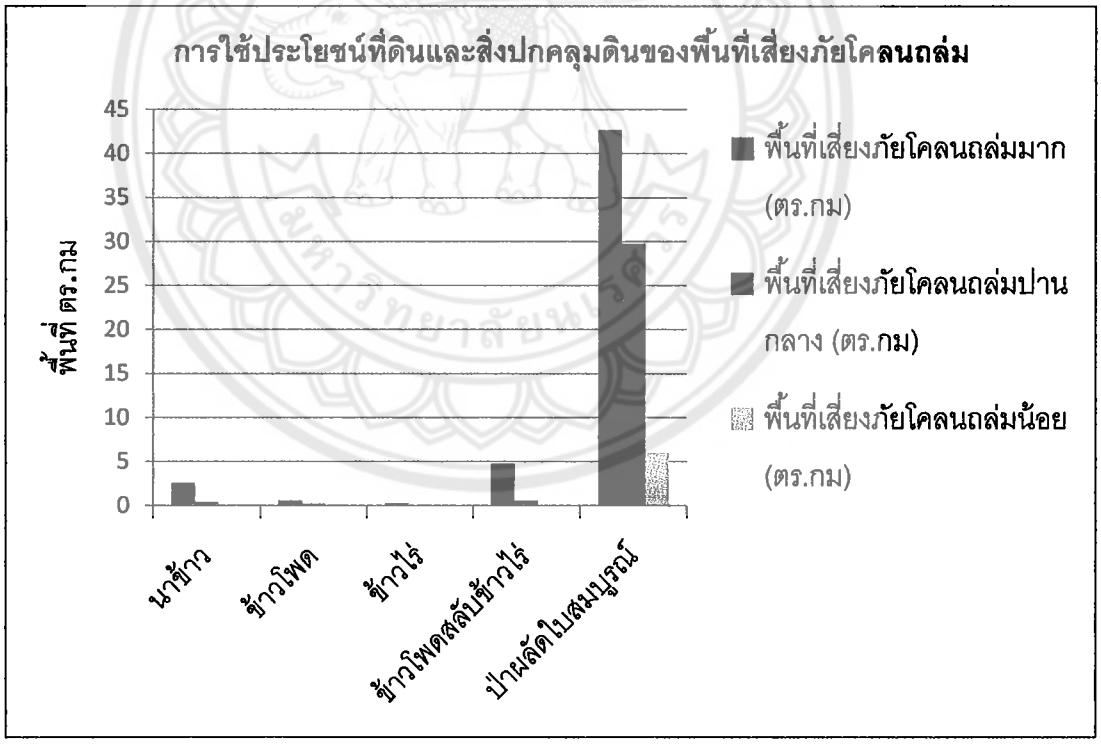


ภาพที่ 15 กราฟพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มของการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน

ตารางที่ 20 การใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่ม

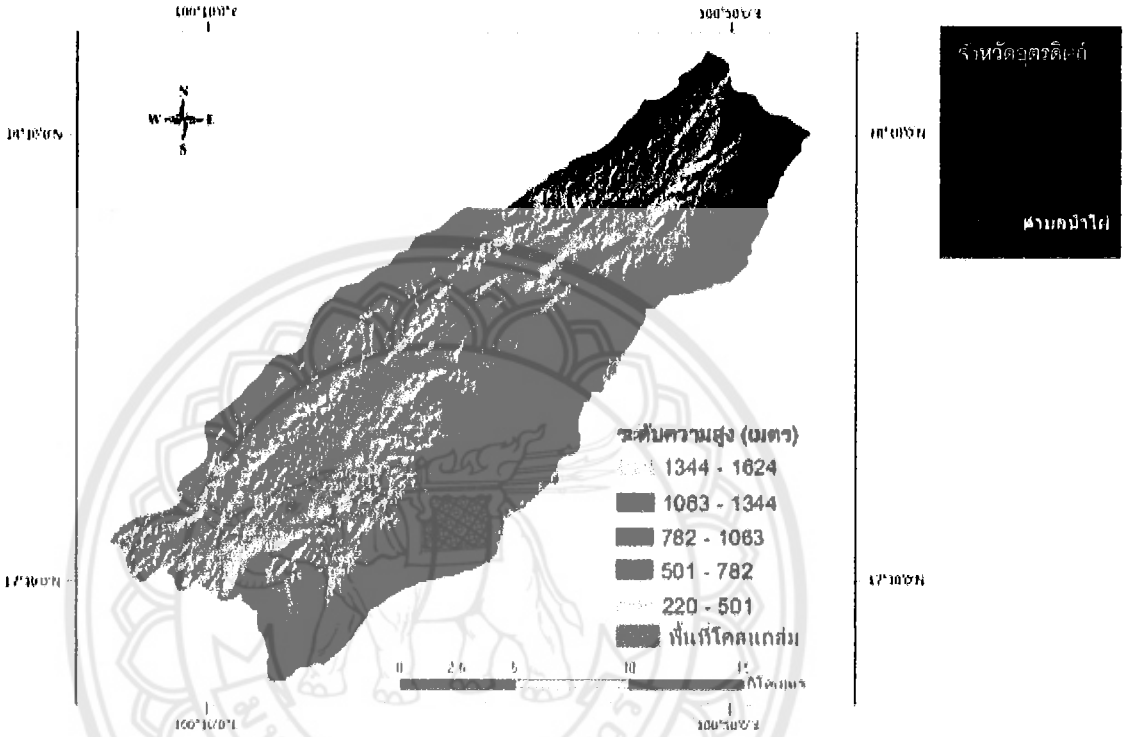
ลำดับ	การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ตร.กม.)	พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มมาก (ตร.กม.)	พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มปานกลาง (ตร.กม.)	พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มน้อย (ตร.กม.)
1	นาข้าว	3	2.6	0.4	-
2	ข้าวโพด	0.8	0.6	0.2	-
3	ข้าวไร่	0.3	0.3	-	-
4	ข้าวโพดสลับข้าวไร่	5.4	4.8	0.6	-
5	ป่าผลัดใบสมบูรณ์	78.5	42.7	29.8	6

จากการศึกษาพบว่านาข้าว มีพื้นที่ทั้งสิ้น 3 ตารางกิโลเมตร มีพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มมาก 2.6 ตารางกิโลเมตร มีพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มปานกลาง 0.4 ตารางกิโลเมตร ข้าวโพด มีพื้นที่ทั้งสิ้น 0.8 ตารางกิโลเมตร มีพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มมาก 0.6 ตารางกิโลเมตร มีพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มปานกลาง 0.2 ตารางกิโลเมตร ข้าวไร่ มีพื้นที่ทั้งสิ้น 0.3 ตารางกิโลเมตร มีพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มมาก 0.3 ตารางกิโลเมตร ข้าวโพดสลับข้าวไร่ มีพื้นที่ทั้งสิ้น 5.4 ตารางกิโลเมตร มีพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มมาก 4.8 ตารางกิโลเมตร มีพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มปานกลาง 0.6 ตารางกิโลเมตร สำหรับป่าผลัดใบสมบูรณ์ มีพื้นที่ทั้งสิ้น 78.5 ตารางกิโลเมตร มีพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มมาก 42.7 ตารางกิโลเมตร มีพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มปานกลาง 29.8 ตารางกิโลเมตร และ มีพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มน้อย 6 ตารางกิโลเมตร (ภาพ 16)



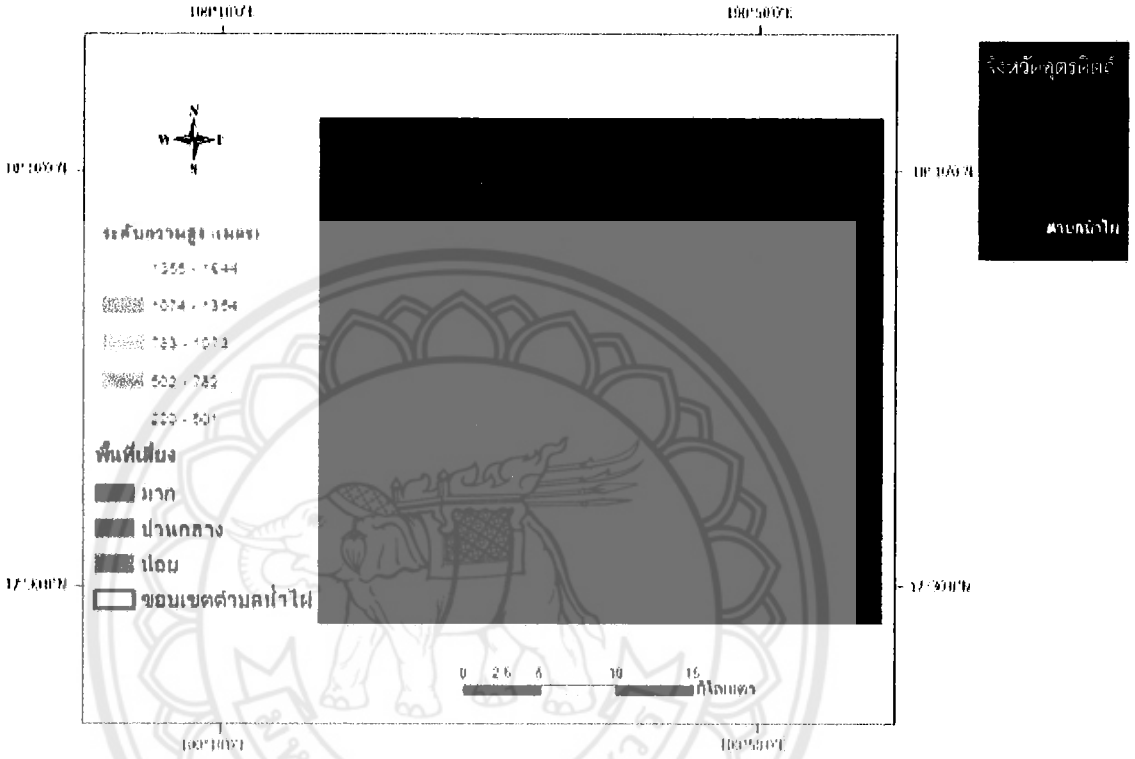
ภาพที่ 16 กราฟการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่ม

ระดับความสูงและปรากฏการณ์โคลนถล่มในพื้นที่ศึกษา



ภาพที่ 17 ระดับความสูงและปรากฏการณ์โคลนถล่มในพื้นที่ศึกษา

พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มทุกระดับความสูง



ภาพที่ 18 พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มในทุกระดับความสูง

4.3 ผลการวิเคราะห์ความชันเชิงพื้นผิวของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่ม

จากการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มโดยนำพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มจากกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับศักดิ์ (AHP) มาวิเคราะห์เชิงพื้นผิวด้วยเทคนิคความชันเชิงพื้นผิว (Slope Surface Analysis) สามารถจำแนกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ เสี่ยงมากที่สุด (0 - 5%) เสี่ยงมาก (5 - 15%) เสี่ยงปานกลาง (15 - 25%) เสี่ยงน้อย (25 - 35%) เสี่ยงน้อยที่สุด (>35%) ได้ผลลัพธ์ดังนี้

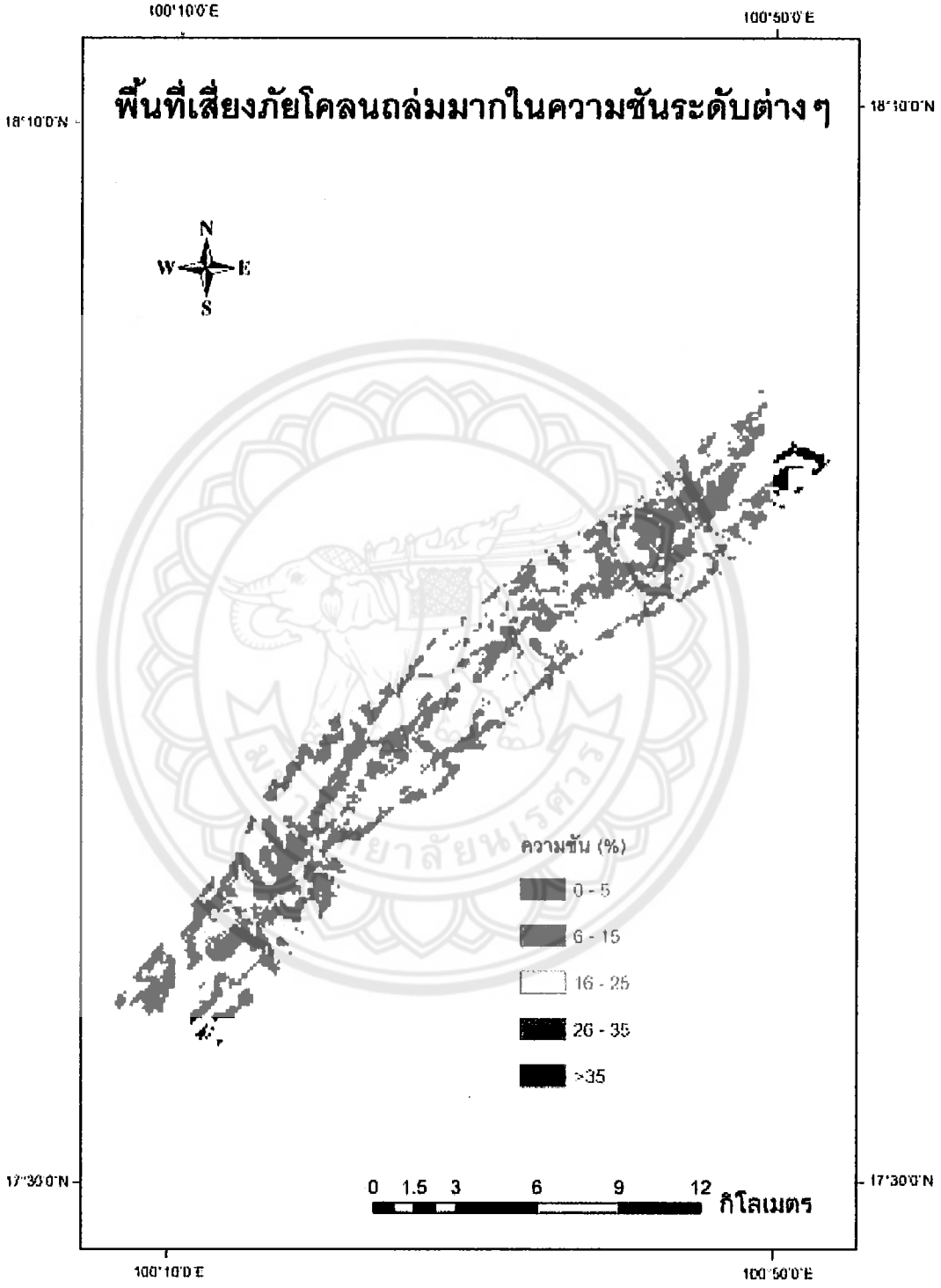
ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์ความชันเชิงพื้นผิวของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่ม

ความชัน	พื้นที่ (ตร.กม.)	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ%
เสี่ยงมากที่สุด (0 - 5%)	50.3	31,437	98.6
เสี่ยงมาก (5 - 15%)	0.3	187	0.6
เสี่ยงปานกลาง (15 - 25%)	0.2	125	0.4
เสี่ยงน้อย (25 - 35%)	0.1	63	0.2
เสี่ยงน้อยที่สุด (>35%)	0.1	63	0.2
รวม	51	31,875	100

ผลจากการวิเคราะห์ความชันเชิงพื้นผิวของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มมากโดยการจำแนกความชันเป็น 5 ระดับ พบว่า

- เสี่ยงมากที่สุด มีพื้นที่ 50.3 ตารางกิโลเมตร (31,437 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 98.6 ของพื้นที่
- เสี่ยงมาก มีพื้นที่ 0.3 ตารางกิโลเมตร (187 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 0.6 ของพื้นที่
- เสี่ยงปานกลาง มีพื้นที่ 0.2 ตารางกิโลเมตร (125 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 0.4 ของพื้นที่
- เสี่ยงน้อย มีพื้นที่ 0.1 ตารางกิโลเมตร (63 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 0.2 ของพื้นที่
- เสี่ยงน้อยที่สุด มีพื้นที่ 0.1 ตารางกิโลเมตร (63 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 0.2 ของพื้นที่

(ภาพที่ 19)



ภาพที่ 19 พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มมากในความชันระดับต่าง ๆ

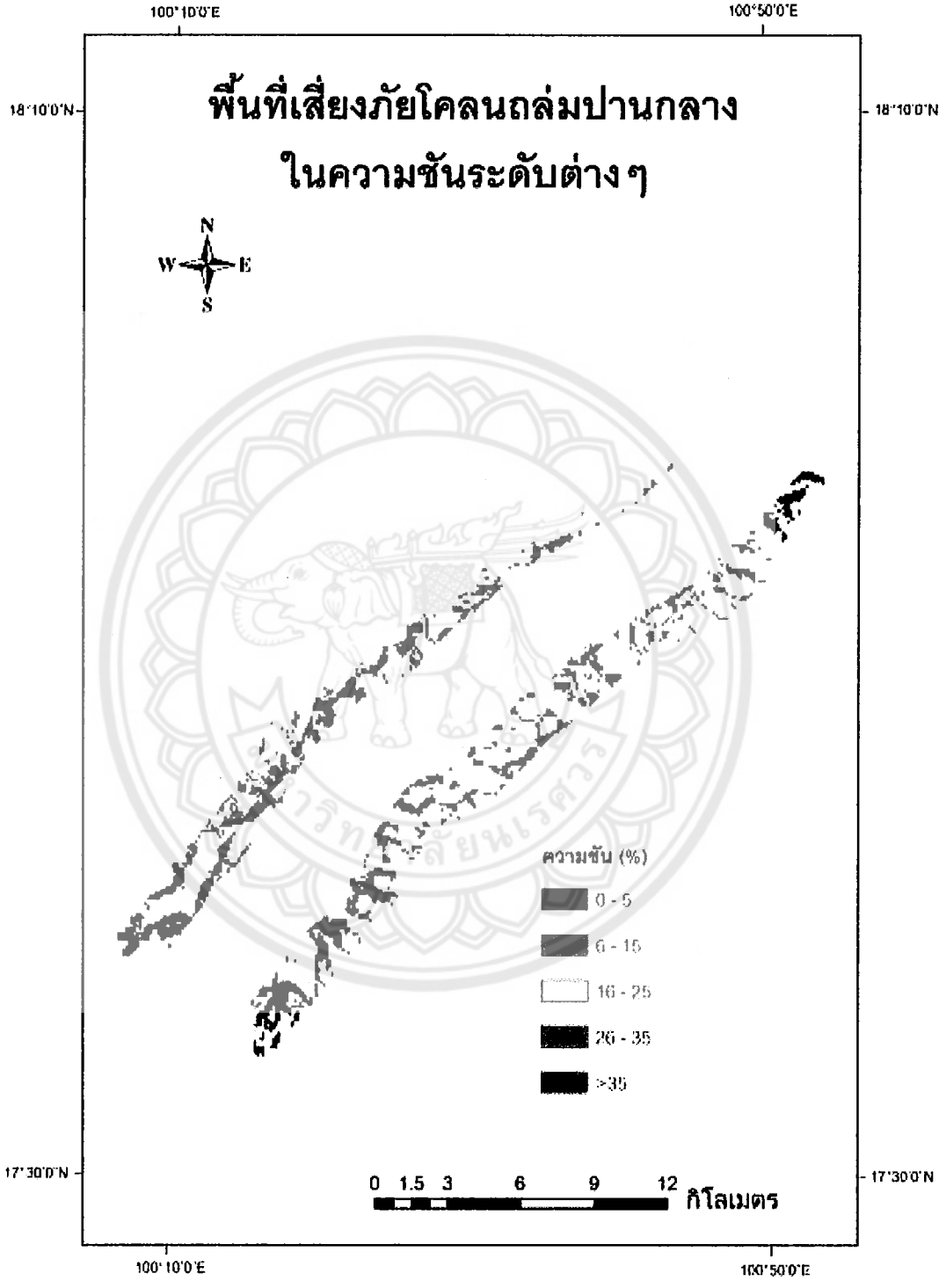
ตารางที่ 22 ความชันเชิงพื้นผิวพื้นของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มปานกลาง

ความชัน	พื้นที่ (ตร.กม.)	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ%
เสี่ยงมากที่สุด (0 - 5%)	30.2	18,874	97.5
เสี่ยงมาก (5 - 15%)	0.5	312	1.6
เสี่ยงปานกลาง (15 - 25%)	0.1	63	0.3
เสี่ยงน้อย (25 - 35%)	0.1	63	0.3
เสี่ยงน้อยที่สุด (>35%)	0.1	63	0.3
รวม	31	19,375	100

ผลจากการวิเคราะห์ความชันเชิงพื้นผิวของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มปานกลางโดยการจำแนกความชันเป็น 5 ระดับ พบว่า

- เสี่ยงมากที่สุด มีพื้นที่ 30.2 ตารางกิโลเมตร (18,874 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 97.5 ของพื้นที่
- เสี่ยงมาก มีพื้นที่ 0.5 ตารางกิโลเมตร (312 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 1.6 ของพื้นที่
- เสี่ยงปานกลาง มีพื้นที่ 0.1 ตารางกิโลเมตร (63 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 0.3 ของพื้นที่
- เสี่ยงน้อย มีพื้นที่ 0.1 ตารางกิโลเมตร (63 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 0.3 ของพื้นที่
- เสี่ยงน้อยที่สุด มีพื้นที่ 0.1 ตารางกิโลเมตร (63 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 0.3 ของพื้นที่

(ภาพที่ 20)



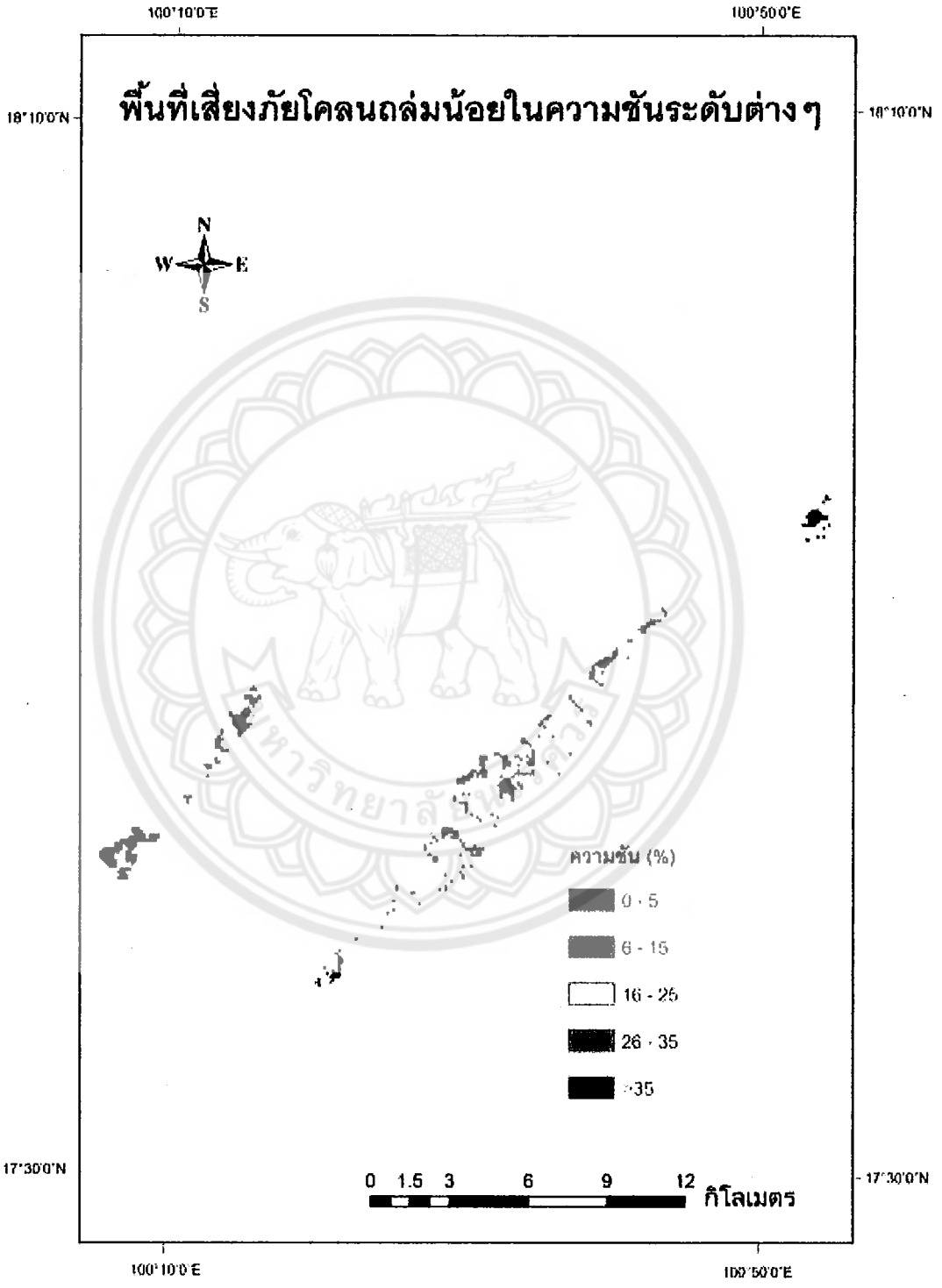
ภาพที่ 20 พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มปานกลางในความชันระดับต่าง ๆ

ตารางที่ 23 ความชันเชิงพื้นผิวของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มน้อย

ความชัน	พื้นที่ (ตร.กม.)	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ%
เสี่ยงมากที่สุด (0 - 5%)	5.9	3,687	98.3
เสี่ยงมาก (5 - 15%)	0.1	63	1.7
เสี่ยงปานกลาง (15 - 25%)	-	-	-
เสี่ยงน้อย (25 - 35%)	-	-	-
เสี่ยงน้อยที่สุด (>35%)	-	-	-
รวม	6	3,750	100

ผลจากการวิเคราะห์ความชันเชิงพื้นผิวของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มน้อยโดยการจำแนกความชันเป็น 5 ระดับ พบว่า

- เสี่ยงมากที่สุด มีพื้นที่ 5.9 ตารางกิโลเมตร (3,687 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 98.3 ของพื้นที่
- เสี่ยงมาก มีพื้นที่ 0.1 ตารางกิโลเมตร (63 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 1.7 ของพื้นที่
- ไม่พบพื้นที่เสี่ยงปานกลาง เสี่ยงน้อย และเสี่ยงน้อยที่สุด (ภาพที่ 21)



ภาพที่ 21 พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มน้อยในความชันระดับต่าง ๆ

4.4 ผลการวิเคราะห์จุดเสี่ยงเร่งด่วน (Hot Spot) พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่ม

จากการวิเคราะห์จุดเสี่ยงเร่งด่วนพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มด้วยเทคนิค Hot Spot เพื่อหาพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่ม สามารถจำแนกความเสี่ยงได้ 3 ระดับ ได้แก่ จุดเสี่ยงระดับสูง พื้นที่ที่ไม่มีผลกระทบ และจุดที่ไม่เสี่ยง ได้ผลลัพธ์ดังนี้

ตารางที่ 24 จุดเสี่ยงเร่งด่วนพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มมาก

จุดเสี่ยง	พื้นที่ (ตร.กม.)	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ%
เสี่ยงระดับสูง	34.7	21,687	68
ไม่มีผลกระทบ	16.2	10,125	31.8
ไม่เสี่ยง	0.1	63	0.2
รวม	51	31,875	100

ผลจากการวิเคราะห์จุดเสี่ยงเร่งด่วนพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มมากด้วยเทคนิค Hot Spot พบว่า

- จุดเสี่ยงระดับสูง มีพื้นที่ 34.7 ตารางกิโลเมตร (21,687 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 68 ของพื้นที่
- ไม่มีผลกระทบ มีพื้นที่ 16.2 ตารางกิโลเมตร (10.125 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 31.8 ของพื้นที่
- ไม่เสี่ยง มีพื้นที่ 0.1 ตารางกิโลเมตร (63 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 0.2 ของพื้นที่

(ภาพที่ 22)

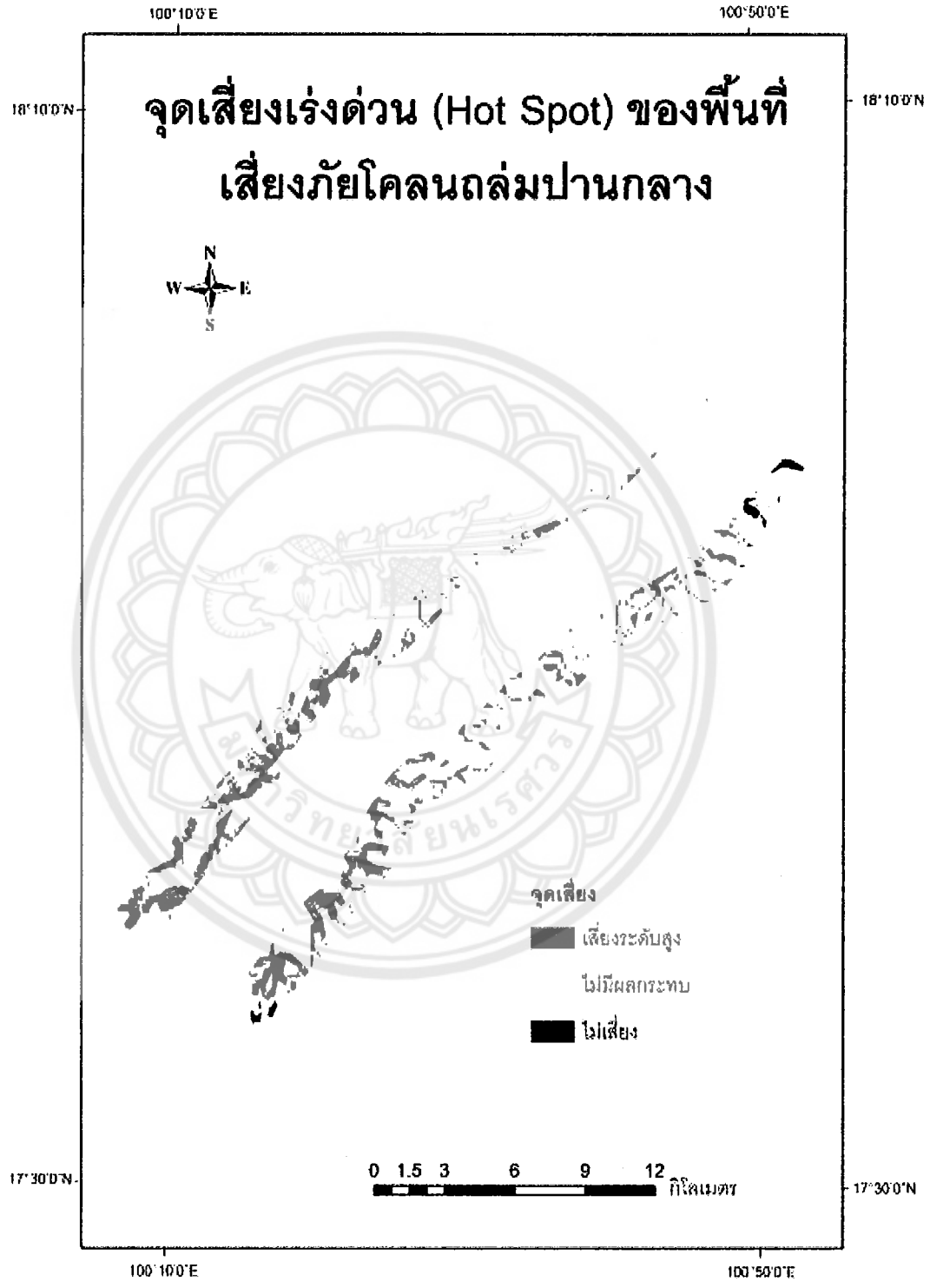
ภาพที่ 22 จุดเสี่ยงเร่งด่วน (Hot Spot) ของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มมาก

ตารางที่ 25 จุดเสี่ยงเร่งด่วน (Hot Spot) พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มปานกลาง

จุดเสี่ยง	พื้นที่ (ตร.กม.)	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ%
เสี่ยงระดับสูง	17.2	10,750	55.5
ไม่มีผลกระทบ	4.7	2,938	15.2
ไม่เสี่ยง	9.1	5,687	29.3
รวม	31	19,375	100

ผลจากการวิเคราะห์จุดเสี่ยงเร่งด่วนของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนกล่มปานกลาง ด้วยเทคนิค Hot Spot พบว่า

- จุดเสี่ยงระดับสูง มีพื้นที่ 17.2 ตารางกิโลเมตร (10,750 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 55.5 ของพื้นที่
- ไม่มีผลกระทบ มีพื้นที่ 4.7 ตารางกิโลเมตร (2,938 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 15.2 ของพื้นที่
- ไม่เสี่ยง มีพื้นที่ 9.1 ตารางกิโลเมตร (5,687 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 29.3 ของพื้นที่ (ภาพที่ 23)



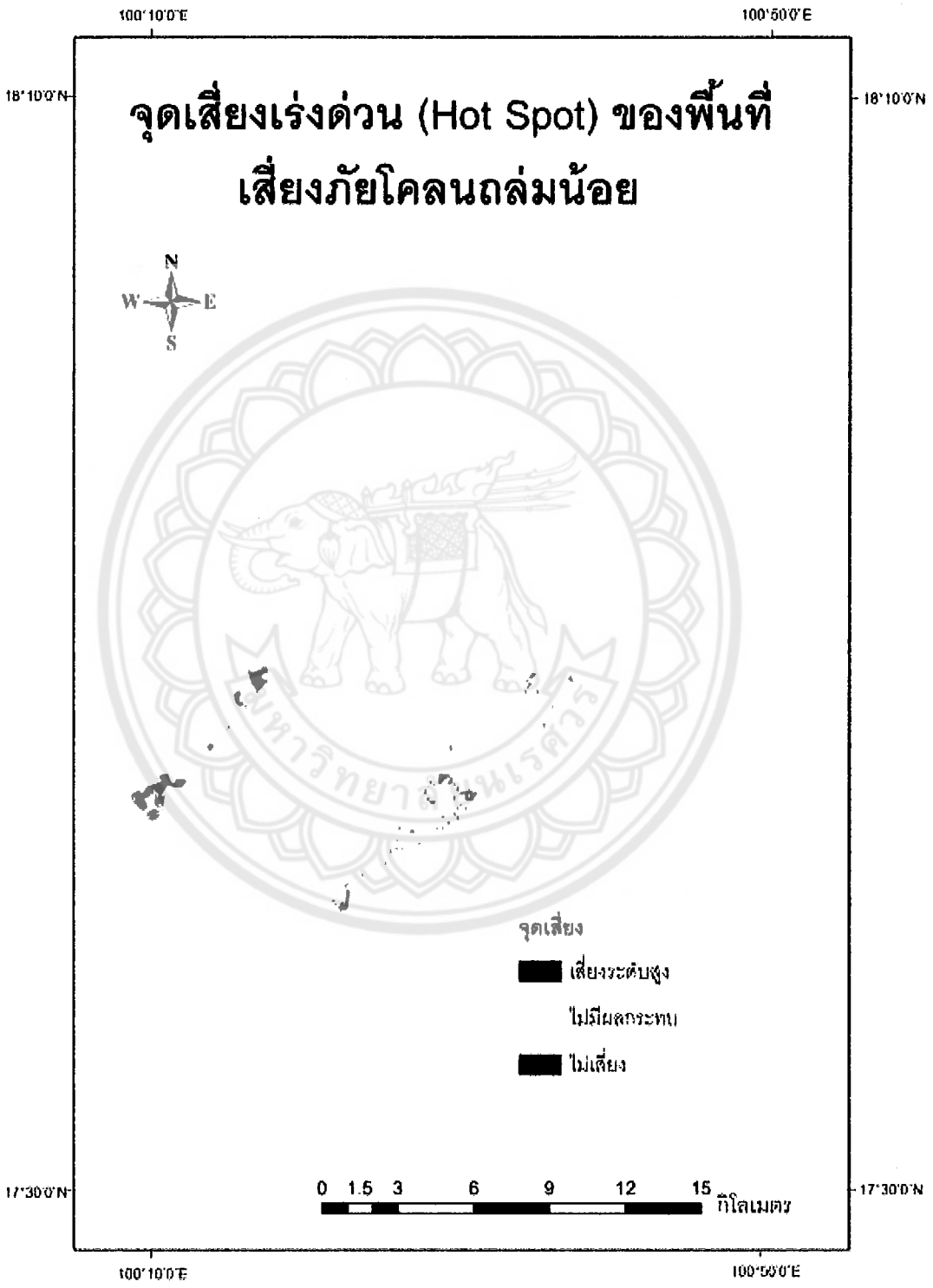
ภาพที่ 23 จุดเสี่ยงเร่งด่วน (Hot Spot) ของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มปานกลาง

ตารางที่ 26 จุดเสี่ยงเร่งด่วน (Hot Spot) พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มน้อย

จุดเสี่ยง	พื้นที่ (ตร.กม.)	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ%
เสี่ยงระดับสูง	2.0	1,250	33.3
ไม่มีผลกระทบ	2.9	1,812	48.3
ไม่เสี่ยง	1.1	688	18.4
รวม	6	3,750	100

ผลจากการวิเคราะห์จุดเสี่ยงเร่งด่วนของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มน้อย ด้วยเทคนิค Hot Spot พบว่า

- จุดเสี่ยงระดับสูง มีพื้นที่ 2.0 ตารางกิโลเมตร (1,250 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 33.3 ของพื้นที่
- ไม่มีผลกระทบ มีพื้นที่ 2.9 ตารางกิโลเมตร (1,812 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 48.3 ของพื้นที่
- ไม่เสี่ยง มีพื้นที่ 1.1 ตารางกิโลเมตร (688 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 18.4 ของพื้นที่ (ภาพที่ 24)



ภาพที่ 24 จุดเสี่ยงเร่งด่วน (Hot Spot) ของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มน้อย

4.5 ผลการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มจากแนวทางการวิเคราะห์เชิงลำดับศักดิ์ (AHP) และ จุดเสี่ยงเร่งด่วน (Hot Spot)

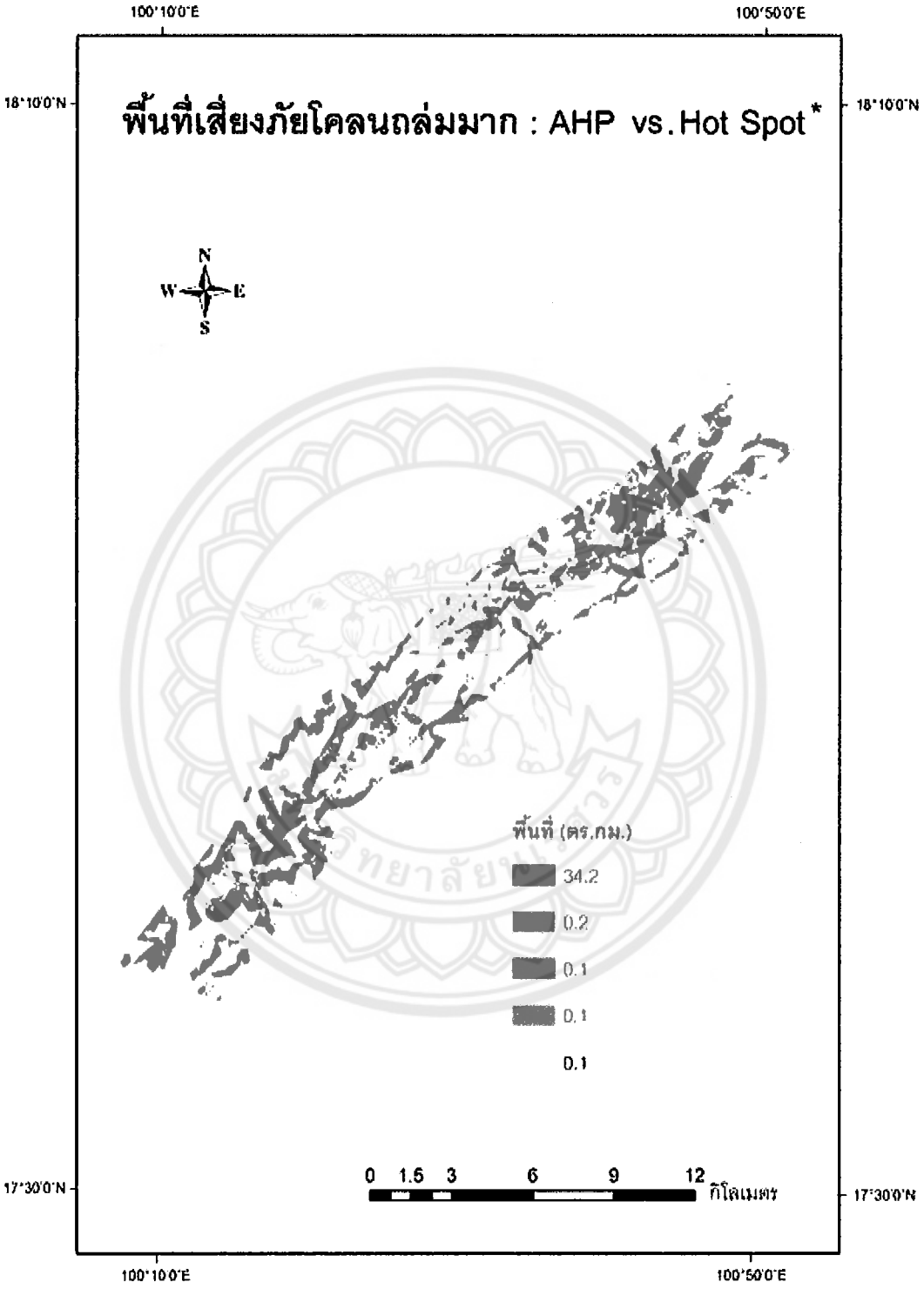
จากการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มโดยนำพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มจากกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับศักดิ์ (AHP) มาวิเคราะห์เชิงพื้นผิวด้วยเทคนิคความชันเชิงพื้นผิว (Slope Surface Analysis) สามารถจำแนกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ เสี่ยงมากที่สุด (0 - 5%) เสี่ยงมาก (5 - 15%) เสี่ยงปานกลาง (15 - 25%) เสี่ยงน้อย (25 - 35%) เสี่ยงน้อยที่สุด (>35%) และ จำแนกความเสี่ยงได้ 3 ระดับ ได้แก่ จุดเสี่ยงระดับสูง พื้นที่ที่ไม่มีผลกระทบ และจุดที่ไม่เสี่ยง ได้ผลลัพธ์ดังนี้

ตารางที่ 27 พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มมาก จากหลักการความชันเชิงพื้นผิว และ จุดเสี่ยงเร่งด่วน (Hot Spot)

ความชัน	พื้นที่ (ตร.กม.)	จุดเสี่ยงเร่งด่วน (Hot Spot)								
		จุดเสี่ยงระดับสูง			ไม่มีผลกระทบ			ไม่เสี่ยง		
		พื้นที่ (ตร.กม.)	ไร่	ร้อยละ%	พื้นที่ (ตร.กม.)	ไร่	ร้อยละ%	พื้นที่ (ตร.กม.)	ไร่	ร้อยละ%
เสี่ยงมากที่สุด (0 - 5%)	50.3	34.2	21,375	67.9	16.0	9,999	31.8	0.1	63	0.3
เสี่ยงมาก (5 - 15%)	0.3	0.2	124	66.7	0.1	63	33.3	-	-	-
เสี่ยงปานกลาง (15 - 25%)	0.2	0.1	62	50	0.1	63	50	-	-	-
เสี่ยงน้อย (25 - 35%)	0.1	0.1	63	100	-	-	-	-	-	-
เสี่ยงน้อยที่สุด (>35%)	0.1	0.1	63	100	-	-	-	-	-	-
รวม	51	34.7	21,687	384.6	16.2	10,125	115.1	0.1	63	0.3

ผลจากการซ้อนทับ AHP และ จุดเสี่ยงเร่งด่วน (Hot Spot) ของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มมาก พบว่า

- เสี่ยงมากที่สุด (0-5 %) มีพื้นที่จุดเสี่ยงระดับสูง 34.2 ตารางกิโลเมตร (21,375 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 67.9 พื้นที่ที่ไม่มีผลกระทบ มีพื้นที่ 16.0 ตารางกิโลเมตร (9,999 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 31.8 และพื้นที่ไม่เสี่ยง มีพื้นที่ 0.1 ตารางกิโลเมตร (63 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 0.3 ของพื้นที่
- เสี่ยงมาก (5-15 %) มีพื้นที่จุดเสี่ยงระดับสูง 0.2 ตารางกิโลเมตร (124 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 66.7 พื้นที่ที่ไม่มีผลกระทบ มีพื้นที่ 0.1 ตารางกิโลเมตร (63 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 33.3 ของพื้นที่
- เสี่ยงปานกลาง (15 - 25%) มีพื้นที่จุดเสี่ยงระดับสูง 0.1 ตารางกิโลเมตร (62 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 50 พื้นที่ที่ไม่มีผลกระทบ มีพื้นที่ 0.1 ตารางกิโลเมตร (63 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 50 ของพื้นที่
- เสี่ยงน้อย (25 - 35%) มีพื้นที่จุดเสี่ยงระดับสูง 0.1 ตารางกิโลเมตร (63 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 100 ของพื้นที่
- เสี่ยงน้อยที่สุด (>35%) มีพื้นที่จุดเสี่ยงระดับสูง 0.1 ตารางกิโลเมตร (63 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 100 ของพื้นที่ (ภาพที่ 25)



*AHP vs. Hot Spot คือ แนวทางการวิเคราะห์เชิงลำดับศักดิ์ เปรียบเทียบ กับ จุดเสี่ยงเร่งด่วน

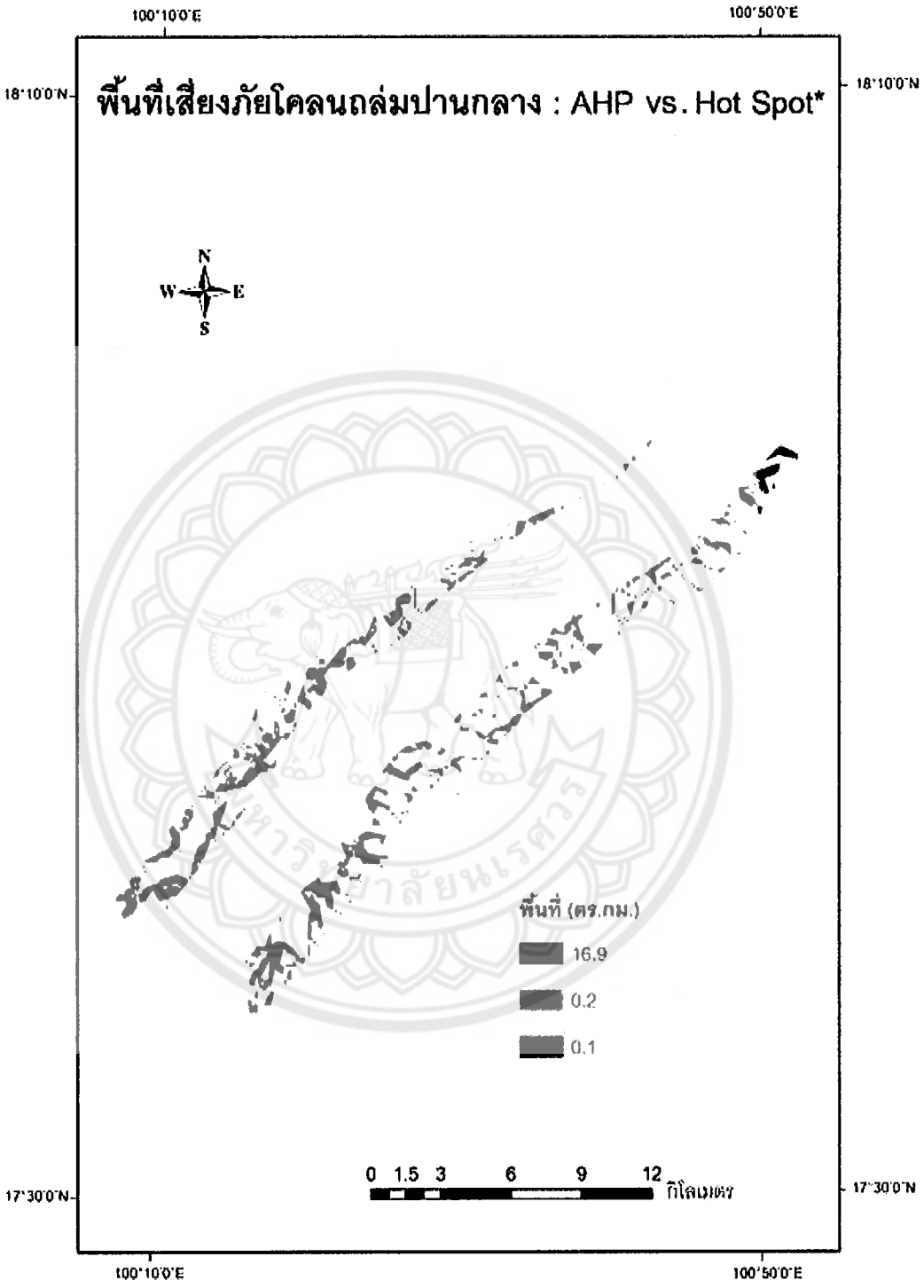
ภาพที่ 25 พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มมาก : AHP vs. Hot Spot*

ตารางที่ 28 พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มบานกลาง จากหลักการความชันเชิงพื้นผิว และ จุดเสี่ยงเร่งด่วน (Hot Spot)

ความชัน	พื้นที่ (ตร.กม.)	จุดเสี่ยงเร่งด่วน (Hot Spot)								
		จุดเสี่ยงระดับสูง			ไม่มีผลกระทบ			ไม่เสี่ยง		
		พื้นที่ (ตร.กม.)	ไร่	ร้อยละ%	พื้นที่ (ตร.กม.)	ไร่	ร้อยละ%	พื้นที่ (ตร.กม.)	ไร่	ร้อยละ%
เสี่ยงมากที่สุด (0 - 5%)	30.2	16.9	10,562	98.2	4.6	2,875	97.9	8.7	5,437	95.6
เสี่ยงมาก (5 - 15%)	0.5	0.2	125	1.2	0.1	63	2.1	0.2	124	2.2
เสี่ยงปานกลาง (15 - 25%)	0.1	0.1	63	0.6	-	-	-	-	-	-
เสี่ยงน้อย (25 - 35%)	0.1	-	-	-	-	-	-	0.1	63	1.1
เสี่ยงน้อยที่สุด (>35%)	0.1	-	-	-	-	-	-	0.1	63	1.1
รวม	31	17.2	10,750	100	4.7	2,938	100	9.1	5,687	100

ผลจากการซ้อนทับ AHP และ จุดเสี่ยงเร่งด่วน (Hot Spot) ของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่ม ปานกลาง พบว่า

- เสี่ยงมากที่สุด (0-5 %) มีพื้นที่จุดเสี่ยงระดับสูง 16.9 ตารางกิโลเมตร (10,562 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 56 พื้นที่ที่ไม่มีผลกระทบ มีพื้นที่ 4.6 ตารางกิโลเมตร (2,875 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 15.2 และพื้นที่ไม่เสี่ยง มีพื้นที่ 8.7 ตารางกิโลเมตร (5,437 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 28.8 ของพื้นที่
- เสี่ยงมาก (5-15 %) มีพื้นที่จุดเสี่ยงระดับสูง 0.2 ตารางกิโลเมตร (125 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 40 พื้นที่ที่ไม่มีผลกระทบ มีพื้นที่ 0.1 ตารางกิโลเมตร (63 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 20 และพื้นที่ไม่เสี่ยง มีพื้นที่ 0.2 ตารางกิโลเมตร (124 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 40 ของพื้นที่
- เสี่ยงปานกลาง (15 - 25%) มีพื้นที่จุดเสี่ยงระดับสูง 0.1 ตารางกิโลเมตร (63 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 100 ของพื้นที่ ไม่พบพื้นที่ที่ไม่มีผลกระทบและพื้นที่ไม่เสี่ยง
- เสี่ยงน้อย (25 - 35%) ไม่พบพื้นที่จุดเสี่ยงระดับสูงและพื้นที่ที่ไม่มีผลกระทบ มีพื้นที่ไม่เสี่ยง 0.1 ตารางกิโลเมตร (63 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 100 ของพื้นที่
- เสี่ยงน้อยที่สุด (>35%) ไม่พบพื้นที่จุดเสี่ยงระดับสูงและพื้นที่ที่ไม่มีผลกระทบ มีพื้นที่ไม่เสี่ยง 0.1 ตารางกิโลเมตร (63 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 100 ของพื้นที่ (ภาพที่ 26)



*AHP vs. Hot Spot คือ แนวทางการวิเคราะห์เชิงลำดับศักดิ์ เปรียบเทียบ กับ จุดเสี่ยงเร่งด่วน

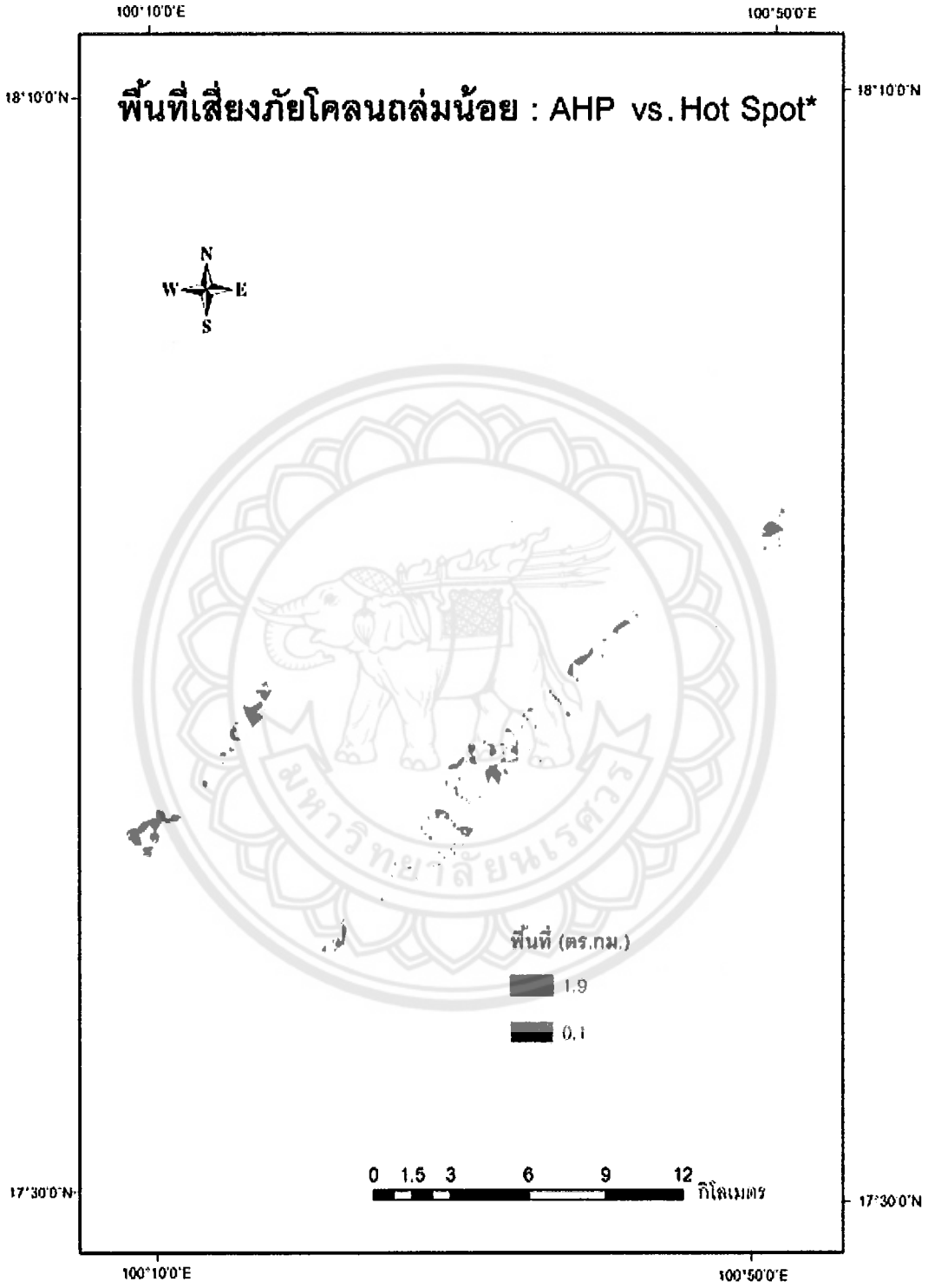
ภาพที่ 26 พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มปานกลาง : AHP vs. Hot Spot*

ตารางที่ 29 พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มน้อย จากหลักการความชันเชิงพื้นผิว และ จุดเสี่ยงเร่งด่วน (Hot Spot)

ความชัน	พื้นที่ (ตร.กม.)	จุดเสี่ยงเร่งด่วน (Hot Spot)								
		จุดเสี่ยงระดับสูง			ไม่มีผลกระทบ			ไม่เสี่ยง		
		พื้นที่ (ตร.กม.)	ไร่	ร้อยละ%	พื้นที่ (ตร.กม.)	ไร่	ร้อยละ%	พื้นที่ (ตร.กม.)	ไร่	ร้อยละ%
เสี่ยงมากที่สุด (0 - 5%)	5.9	1.9	1,187	32.2	2.9	1,812	49.2	1.1	688	18.6
เสี่ยงมาก (5 - 15%)	0.1	0.1	63	100	-	-	-	-	-	-
เสี่ยงปานกลาง (15 - 25%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
เสี่ยงน้อย (25 - 35%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
เสี่ยงน้อยที่สุด (>35%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
รวม	6	2.0	1,250	132.2	2.9	1,812	49.2	1.1	688	18.6

ผลจากการซ้อนทับ AHP และ จุดเสี่ยงเร่งด่วน (Hot Spot) ของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มน้อย พบว่า

- เสี่ยงมากที่สุด (0-5 %) มีพื้นที่จุดเสี่ยงระดับสูง 1.9 ตารางกิโลเมตร (1,187 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 32.2 พื้นที่ที่ไม่มีผลกระทบ มีพื้นที่ 2.9 ตารางกิโลเมตร (1,812 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 49.2 และพื้นที่ไม่เสี่ยง มีพื้นที่ 1.1 ตารางกิโลเมตร (688 ไร่) ; 18.6%
- เสี่ยงมาก (5-15 %) มีพื้นที่จุดเสี่ยงระดับสูง 0.1 ตารางกิโลเมตร (63 ไร่) หรือคิดเป็นร้อยละ 100 ของพื้นที่ ไม่พบพื้นที่ที่ไม่มีผลกระทบและพื้นที่ไม่เสี่ยง
- เสี่ยงปานกลาง (15 - 25%) เสี่ยงน้อย (25 - 35%) และ เสี่ยงน้อยที่สุด (>35%) ไม่พบพื้นที่จุดเสี่ยงระดับสูง พื้นที่ที่ไม่มีผลกระทบและพื้นที่ไม่เสี่ยง (ภาพที่ 27)



*AHP vs. Hot Spot คือ แนวทางการวิเคราะห์เชิงลำดับศักดิ์ เปรียบเทียบ กับ จุดเสี่ยงเร่งด่วน

ภาพที่ 27 พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มน้อย: AHP vs. Hot Spot*

บทที่ 5

สรุปผล และ ข้อเสนอแนะ

การวิเคราะห์พื้นที่ภัยพิบัติโคลนถล่ม โดยใช้การวิเคราะห์เชิงลำดับศักดิ์ การวิเคราะห์ความชันเชิงพื้นผิว และการวิเคราะห์จุดเสี่ยงเร่งด่วน เพื่อหาขนาดและความรุนแรงของพื้นที่เสี่ยงภัยแต่ละระดับความเสี่ยง สามารถสรุปผล ได้ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

5.1 ผลการวิเคราะห์การพิจารณาพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มโดยวิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับศักดิ์

จากการวิเคราะห์การพิจารณาพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่ม โดยวิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับศักดิ์ พบว่า ปัจจัยความชันเป็นปัจจัยเสี่ยงที่มีความสำคัญมากที่สุด สำหลับการเกิดโคลนถล่มในตำบลน้ำไผ่ ซึ่งมีค่าน้ำหนักเท่ากับ 2.59 ปัจจัยเสี่ยงที่มีความสำคัญเป็นอันดับสองคือ เขตแนวรับปะทะจากแนวลำน้ำ มีค่าน้ำหนักเท่ากับ 1.28 ค่าปัจจัยเสี่ยงที่มีความสำคัญเป็นอันดับสามคือ ลักษณะดินบนที่สูงมีค่าน้ำหนักเท่ากับ 1.24 ค่าปัจจัยเสี่ยงอื่นๆ ซึ่งมีค่าน้ำหนักเท่ากับ 1 รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดิน (นาข้าว ข้าวโพด ข้าวไร่ ข้าวโพดสลับข้าวไร่ ป่าผลัดใบสมบูรณ์) รวมทั้ง ปัจจัยความสูงที่ระดับ 200-500 เมตร

5.2 ผลการวิเคราะห์ความรุนแรงของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่ม ด้วยการลากเส้นสมมุติผ่านกึ่งกลางพื้นที่โคลนถล่ม ในเขตตำบลน้ำไผ่ อำเภอน้ำปาด จังหวัดอุตรดิตถ์

ผลการวิเคราะห์ความรุนแรงของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่ม ดำเนินการในขอบเขต ตำบลน้ำไผ่ อำเภอน้ำปาด จังหวัดอุตรดิตถ์ สามารถกำหนดพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่ม ได้เป็น 3 ลำดับ คือ พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มมาก พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มปานกลาง พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มน้อย

1. พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มมากของตำบลน้ำไผ่ มีพื้นที่รวม 51 ตารางกิโลเมตร หรือ 31,950 ไร่ เป็นพื้นที่ที่มีหมู่บ้านอยู่ในบริเวณนี้มากที่สุด และการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่จะเป็นป่าผลัดใบสมบูรณ์

2. พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มปานกลางของตำบลน้ำไผ่ มีพื้นที่รวม 32 ตารางกิโลเมตร หรือ 19,735 ไร่ การใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่เป็นป่าผลัดใบสมบูรณ์ ถ้าหากเป็นโคลนถล่มจะไม่ค่อยเสียหายต่อบ้านเรือนประชาชน เพราะพื้นที่ที่จะได้รับความเสียหายเป็นป่าเป็นส่วนมาก

3. พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มน้อยของตำบลน้ำไผ่ มีพื้นที่รวม 7 ตารางกิโลเมตร หรือ 4,321 ไร่ ในพื้นที่นี้จะมีพื้นที่ป่าไม้เป็นส่วนมาก ถ้าเกิดโคลนถล่ม ในพื้นที่เสี่ยงนี้จะส่งผลกระทบกับป่าไม้และสัตว์ป่า

5.3 ผลการวิเคราะห์ความชันเชิงพื้นผิวของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่ม

เมื่อนำเอาปัจจัยความชันซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงที่มีความสำคัญมากที่สุด จากผลการวิเคราะห์เชิงลำดับศักดิ์ มาจำแนกความเสี่ยงด้วยหลักการวิเคราะห์ความชันเชิงพื้นผิว (Slope Surface Analysis) สามารถจำแนกระดับพื้นที่ความเสี่ยงได้ 5 ระดับ

1. พื้นที่เสี่ยงมากที่สุด (ความชัน 0 - 5%) ในพื้นที่เสี่ยงมากที่สุดนี้ สามารถจำแนกพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่ม ลงไปได้อีก 3 ระดับ คือ เสี่ยงมากมีพื้นที่ 50.3 ตารางกิโลเมตร (31,437 ไร่ ; 98.6%) เสี่ยงปานกลางมีพื้น 30.2 ตารางกิโลเมตร (18,874 ไร่ ; 97.5%) และเสี่ยงน้อยมีพื้น 5.9 ตารางกิโลเมตร (3,687 ไร่ ; 98.3%) ของพื้นที่

2. พื้นที่เสี่ยงมาก (ความชัน 5 - 15%) ในพื้นที่เสี่ยงมากนี้ สามารถจำแนกพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มลงไปได้อีก 3 ระดับ คือ เสี่ยงมากมีพื้น 0.3 ตารางกิโลเมตร (187 ไร่ ; 0.6%) เสี่ยงปานกลางมีพื้น 0.5 ตารางกิโลเมตร (312 ไร่ ; 1.6%) และเสี่ยงน้อยมีพื้น 0.1 ตารางกิโลเมตร (63 ไร่ ; 1.7%) ของพื้นที่

3. พื้นที่เสี่ยงปานกลาง (ความชัน 5 - 15%) ในพื้นที่เสี่ยงปานกลางนี้ สามารถจำแนกพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มลงไปได้อีก 3 ระดับ คือ เสี่ยงมากมีพื้น 0.2 ตารางกิโลเมตร (125 ไร่ ; 0.4%) และเสี่ยงปานกลางมีพื้น 0.1 ตารางกิโลเมตร (63 ไร่ ; 0.3%) ของพื้นที่

4. พื้นที่เสี่ยงน้อย (ความชัน 25 - 35%) ในพื้นที่เสี่ยงน้อยนี้ สามารถจำแนกพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มลงไปได้อีก 3 ระดับ คือ เสี่ยงมากมีพื้น 0.1 ตารางกิโลเมตร (63 ไร่ ; 0.2%) และเสี่ยงปานกลางมีพื้น 0.1 ตารางกิโลเมตร (63 ไร่ ; 0.3%) ของพื้นที่

5. พื้นที่เสี่ยงน้อยที่สุด (ความชัน >35%) ในพื้นที่เสี่ยงน้อยที่สุดนี้ สามารถจำแนกพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มลงไปได้อีก 3 ระดับ คือ เสี่ยงมากมีพื้น 0.1 ตารางกิโลเมตร (63 ไร่ ; 0.2%) และเสี่ยงปานกลางมีพื้น 0.1 ตารางกิโลเมตร (63 ไร่ ; 0.3%) ของพื้นที่

5.4 ผลการวิเคราะห์จุดเสี่ยงเร่งด่วน (Hot Spot) ของพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่ม

ผลการวิเคราะห์จุดเสี่ยงเร่งด่วน (Hot Spot) พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่ม ในขอบเขตตำบลน้ำไผ่ อำเภอน้ำปาด จังหวัดอุตรดิตถ์ สามารถจำแนกจุดเสี่ยงได้ 3 ระดับ ได้แก่

1. จุดเสี่ยงระดับสูง มีพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มมาก 34.7 ตารางกิโลเมตร (21,687ไร่ ; 68%) มีพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มปานกลาง 17.2 ตารางกิโลเมตร(10,750 ไร่ ; 55.5%) และ มีพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มน้อย 2.0 ตารางกิโลเมตร (1,250 ไร่ ; 33.3%) ของพื้นที่

2. จุดที่ไม่มีผลกระทบ มีพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มมาก 16.2 ตารางกิโลเมตร (10,125 ไร่ ; 31.8%) มีพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มปานกลาง 4.7 ตารางกิโลเมตร (2,938 ไร่; 15.2%) และ มีพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มน้อย 2.9 ตารางกิโลเมตร (1,812 ไร่ ; 48.3%) ของพื้นที่

3. จุดไม่เสี่ยง มีพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มมาก 0.1 ตารางกิโลเมตร (63 ไร่ ; 0.2%) มีพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มปานกลาง 9.1 ตารางกิโลเมตร (5,687 ไร่ ; 29.3%) และมีพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มน้อย 1.1 ตารางกิโลเมตร (688 ไร่ ; 18.4%) ของพื้นที่

5.5 ผลการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มจากแนวทางการวิเคราะห์เชิงลำดับศักดิ์ (AHP) และ จุดเสี่ยงเร่งด่วน (Hot Spot)

5.5.1 เสี่ยงมากที่สุด (ความชัน 0-5 %)

ในพื้นที่เสี่ยงมากที่สุดสามารถจำแนกระดับความเสี่ยงของตนลงได้อีก 3 ระดับ คือ

- เสี่ยงมาก ประกอบด้วยพื้นที่จุดเสี่ยงระดับสูง 34.2 ตารางกิโลเมตร (21,375 ไร่ ; 67.9%) มีพื้นที่ที่ไม่มีผลกระทบ 16.0 ตารางกิโลเมตร (9,999 ไร่ ; 31.8%) และ มีพื้นที่ไม่เสี่ยง 0.1 ตารางกิโลเมตร (63 ไร่ ; 0.3%) ของพื้นที่

- เสี่ยงปานกลาง ประกอบด้วยพื้นที่จุดเสี่ยงระดับสูง 16.9 ตารางกิโลเมตร (10,562 ไร่ ; 56%) มีพื้นที่ที่ไม่มีผลกระทบ 4.6 ตารางกิโลเมตร (2,875 ไร่ ; 15.2%) และมีพื้นที่ไม่เสี่ยง 8.7 ตารางกิโลเมตร (5,437 ไร่ ; 28.8%) ของพื้นที่

- เสี่ยงน้อย ประกอบด้วยพื้นที่จุดเสี่ยงระดับสูง 1.9 ตารางกิโลเมตร (1,187 ไร่ ; 32.2%) มีพื้นที่ที่ไม่มีผลกระทบ 2.9 ตารางกิโลเมตร (1,812 ไร่ ; 49.2%) และมีพื้นที่ไม่เสี่ยง 1.1 ตารางกิโลเมตร (688 ไร่ ; 18.6%) ของพื้นที่

5.5.2 เสี่ยงมาก (ความชัน 5-15 %)

ในพื้นที่เสี่ยงมากสามารถจำแนกระดับความเสี่ยงของตนลงได้อีก 3 ระดับ คือ

- เสี่ยงมาก ประกอบด้วยพื้นที่จุดเสี่ยงระดับสูง 0.2 ตารางกิโลเมตร (124 ไร่ ; 66.7%) และ มีพื้นที่ที่ไม่มีผลกระทบ 0.1 ตารางกิโลเมตร (63 ไร่ ; 33.3%) ของพื้นที่

- เสี่ยงปานกลาง ประกอบด้วยพื้นที่จุดเสี่ยงระดับสูง 0.2 ตารางกิโลเมตร (125 ไร่ ; 40%) มีพื้นที่ที่ไม่มีผลกระทบ 0.1 ตารางกิโลเมตร (63 ไร่ ; 20%) และ มีพื้นที่ไม่เสี่ยง 0.2 ตารางกิโลเมตร (124 ไร่ ; 40%) ของพื้นที่

- เสี่ยงน้อย ประกอบด้วยพื้นที่จุดเสี่ยงระดับสูง 0.1 ตารางกิโลเมตร (63 ไร่ ; 100%) ของพื้นที่

5.5.3 เสี่ยงปานกลาง (ความชัน 15 - 25%)

ในพื้นที่เสี่ยงปานกลางสามารถจำแนกระดับความเสี่ยงของตนลงได้อีก 3 ระดับ คือ

- เสี่ยงมาก ประกอบด้วยพื้นที่จุดเสี่ยงระดับสูง 0.1 ตารางกิโลเมตร (62 ไร่ ; 50%) และ มีพื้นที่ที่ไม่มีผลกระทบ 0.1 ตารางกิโลเมตร (63 ไร่ ; 50%) ของพื้นที่

- เสี่ยงปานกลาง ประกอบด้วยพื้นที่จุดเสี่ยงระดับสูง 0.1 ตารางกิโลเมตร (63 ไร่ ; 100%) ของพื้นที่

- เสี่ยงน้อย ไม่พบพื้นที่เสี่ยงระดับสูง พื้นที่ที่ไม่มีผลกระทบและพื้นที่ไม่เสี่ยง

5.5.4 เสี่ยงน้อย (ความชัน 25 - 35%)

ในพื้นที่เสี่ยงน้อยสามารถจำแนกระดับความเสี่ยงของตนลงได้อีก 3 ระดับ คือ

- เสี่ยงมาก ประกอบด้วยพื้นที่จุดเสี่ยงระดับสูง 0.1 ตารางกิโลเมตร (63 ไร่ ; 100%) ของพื้นที่

- เสี่ยงปานกลาง ประกอบด้วยพื้นที่ไม่เสี่ยง 0.1 ตารางกิโลเมตร (63 ไร่ ; 100%) ของพื้นที่

- เสี่ยงน้อย ไม่พบพื้นที่เสี่ยงระดับสูง พื้นที่ที่ไม่มีผลกระทบและพื้นที่ไม่เสี่ยง

5.5.5 เสี่ยงน้อยที่สุด (ความชัน >35%)

ในพื้นที่เสี่ยงน้อยที่สุดสามารถจำแนกระดับความเสี่ยงของตนลงได้อีก 3 ระดับ คือ

- เสี่ยงมาก ประกอบด้วยพื้นที่จุดเสี่ยงระดับสูง 0.1 ตารางกิโลเมตร (63 ไร่; 100%) ของพื้นที่

- เสี่ยงปานกลาง ประกอบด้วยพื้นที่ไม่เสี่ยง 0.1 ตารางกิโลเมตร (63 ไร่; 100%) ของพื้นที่

- เสี่ยงน้อย ไม่พบพื้นที่เสี่ยงระดับสูง พื้นที่ที่ไม่มีผลกระทบและพื้นที่ไม่เสี่ยง

ข้อเสนอแนะ

1. การหาพื้นที่เสี่ยงภัยโคลนถล่มยังมีปัจจัยอีกหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้อง หากต้องการศึกษาเพิ่มเติมให้ละเอียดและชัดเจนขึ้น ควรเพิ่มปัจจัยอื่นเข้าไปอีกเช่น น้ำฝน, มุมภาคทิศ, เขตแนวรับปะทะจากแนวถนน เป็นต้น

2. วิจัยนี้เหมาะสำหรับการนำไปใช้ในระดับท้องถิ่นที่มีลักษณะภูมิประเทศคล้ายคลึงกับพื้นที่ศึกษา เพื่อหาพื้นที่เสี่ยงและลดความเสียหายจากภัยโคลนถล่ม

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

วิภารัตน์ นุ่มนิ่ม และ นิลุบล ชัยวุฒิ (2554) **การวิเคราะห์ลำดับศักดิ์ของพื้นที่เกษตรชานเมืองด้วยระบบภูมิศาสตร์ กรณีศึกษา: ตำบลบึงพระ อำเภอเมืองจังหวัดพิษณุโลก** ภาคนิพนธ์วิทยาศาสตร์บัณฑิต(ภูมิศาสตร์) มหาวิทยาลัยนเรศวร,พิษณุโลก

จิรายุทธ์ ธิบุญเรือง และ ธนัชชัย ไคร้ยะ (2556) **การประเมินพื้นที่เสี่ยงต่ออุทกภัย กรณีศึกษา : พื้นที่บริเวณตอนได้ของจังหวัดพิษณุโลก** ภาคนิพนธ์วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ภูมิศาสตร์) มหาวิทยาลัยนเรศวร,พิษณุโลก

ภานุพงศ์ สมหวัง และ วุฒิพงศ์ วงศ์จำปา (2556) **การประเมินมูลค่าความเสียหายของพื้นที่อุบัติภัยน้ำท่วมในเขตลุ่มน้ายม กรณีศึกษา : เปรียบเทียบพื้นที่อำเภอเมืองและอำเภอ ศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย** ภาคนิพนธ์วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ภูมิศาสตร์) มหาวิทยาลัยนเรศวร,พิษณุโลก

สำนักงาน สิ่งแวดล้อมภาคที่ 3 จังหวัดพิษณุโลก.(2557) **ข้อมูลความชัน เส้นชั้นความสูง แนวรับปะทะจากแนวลำน้ำ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ดินบริเวณที่สูงของพื้นที่ศึกษา**

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System : GIS) สืบค้นวันที่ 11 เดือนมิถุนายน 2557 http://www.gisthai.org/about-gis/gis.html

ดินถล่มหรือโคลนถล่ม สืบค้นวันที่ 11 เดือนมิถุนายน 2557 http://www.dmr.go.th/download/Landslide/what_landslide1.htm

ข้อมูลการเกิดอุทกภัย.(2554) **สำนักงานเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ** (GISTDA). สืบค้นวันที่ 11 เดือนมิถุนายน 2557 ,จากเว็ปไซต์ http://www.gisdata.co.th

ค่าความน่าจะเป็น (P Value) สืบค้นวันที่ 8 เดือนมิถุนายน 2558 https://wiki.stjohn.ac.th/groups/poly_appliedmathematics2/wiki/2e039/_12_.html

ค่าคะแนนมาตรฐาน (Z-Scores) สืบค้นวันที่ 8 มิถุนายน 2558 http://www.stvc.ac.th/elearning/stat/csu4.html