

การประเมินพื้นที่โอกาสเกิดดินถล่ม

ผศ.ดร.สุทธิศักดิ์ ศรีลัมพ์

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

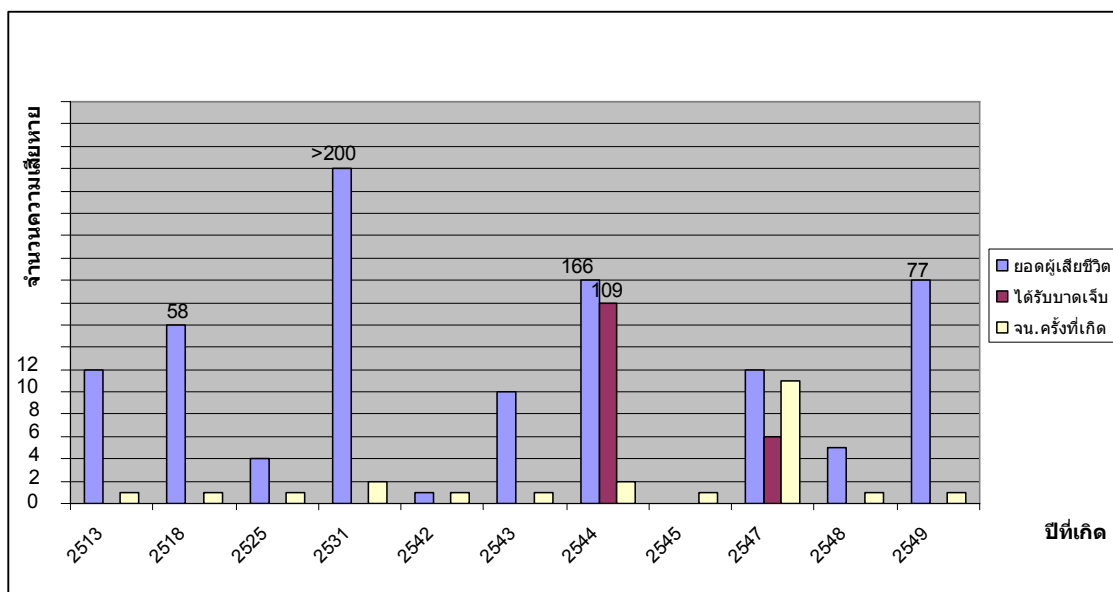
Email : fengsus@ku.ac.th, soralump_s@yahoo.com

1. บทนำ

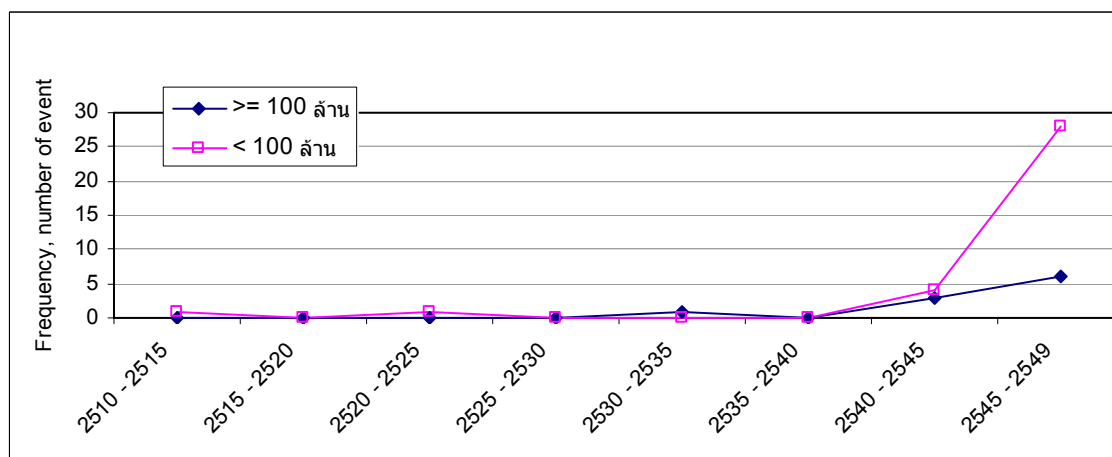
เหตุการณ์ดินถล่มเป็นภัยธรรมชาติที่ทำให้เกิดความสูญเสียชีวิตและทรัพย์สิน ซึ่งส่งผลให้เศรษฐกิจ และสังคมของประเทศหยุดชะงัก เนื่องจากงบประมาณที่มีอยู่อย่างจำกัด ต้องนำมาใช้ในการให้ความช่วยเหลือผู้ประสบภัยและฟื้นฟูพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพี และฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้รวบรวมข้อมูลเหตุการณ์ดินถล่ม ในอดีตตั้งแต่ เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2513 ที่ อ.ทับสะแก จ.ประจวบคีรีขันธ์ จนถึง เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 อ.นาหม่อม จ.สงขลา เมื่อพิจารณาเหตุการณ์ดินถล่มเป็นช่วงเวลาและมูลค่าความเสียหายของเหตุการณ์ ตามความถี่ของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาปี พ.ศ. 2510-2519, พ.ศ. 2520 – 2529, พ.ศ. 2530 – 2539 และ พ.ศ.2540-2549 เราจะสามารถวิเคราะห์แนวโน้มของความรุนแรงกับเวลาได้ ดังรูปที่ 1-2 ซึ่งรูปดังกล่าวแสดงยอดผู้เสียชีวิตและได้รับบาดเจ็บและยอดความเสียหายรวมตามลำดับ

จากรูปดังกล่าวพบว่าจากอดีตจนถึงปัจจุบันเหตุการณ์ดินถล่มมีแนวโน้มของความถี่ และมูลค่าความเสียหายของเหตุการณ์ดินถล่มเพิ่มสูงขึ้นอย่างชัดเจน โดยเฉพาะในช่วงปี 2545 ถึง 2549 เกิดดินถล่มที่มีมูลค่าความเสียหายน้อยกว่า 100 ล้านบาท อยู่ 33 เหตุการณ์ และเหตุการณ์ดินถล่มที่มีมูลค่ามากกว่า 100 ล้านบาทอยู่ 10 เหตุการณ์ จากข้อมูลดังกล่าวสามารถตั้งสมมุติฐานของการเพิ่มขึ้นของความถี่และปริมาณความสูญเสียได้เป็น 3 กรณี อันได้แก่

1. ดินถล่มเกิดขึ้นถี่มากขึ้นตามธรรมชาติ
2. การบริหารจัดการด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่เสี่ยงภัยมีความผิดพลาด
3. ทั้ง 2 กรณีข้างต้น



รูปที่ 1 จำนวนผู้เสียชีวิตและบาดเจ็บของเหตุการณ์ดินถล่มในประเทศไทย



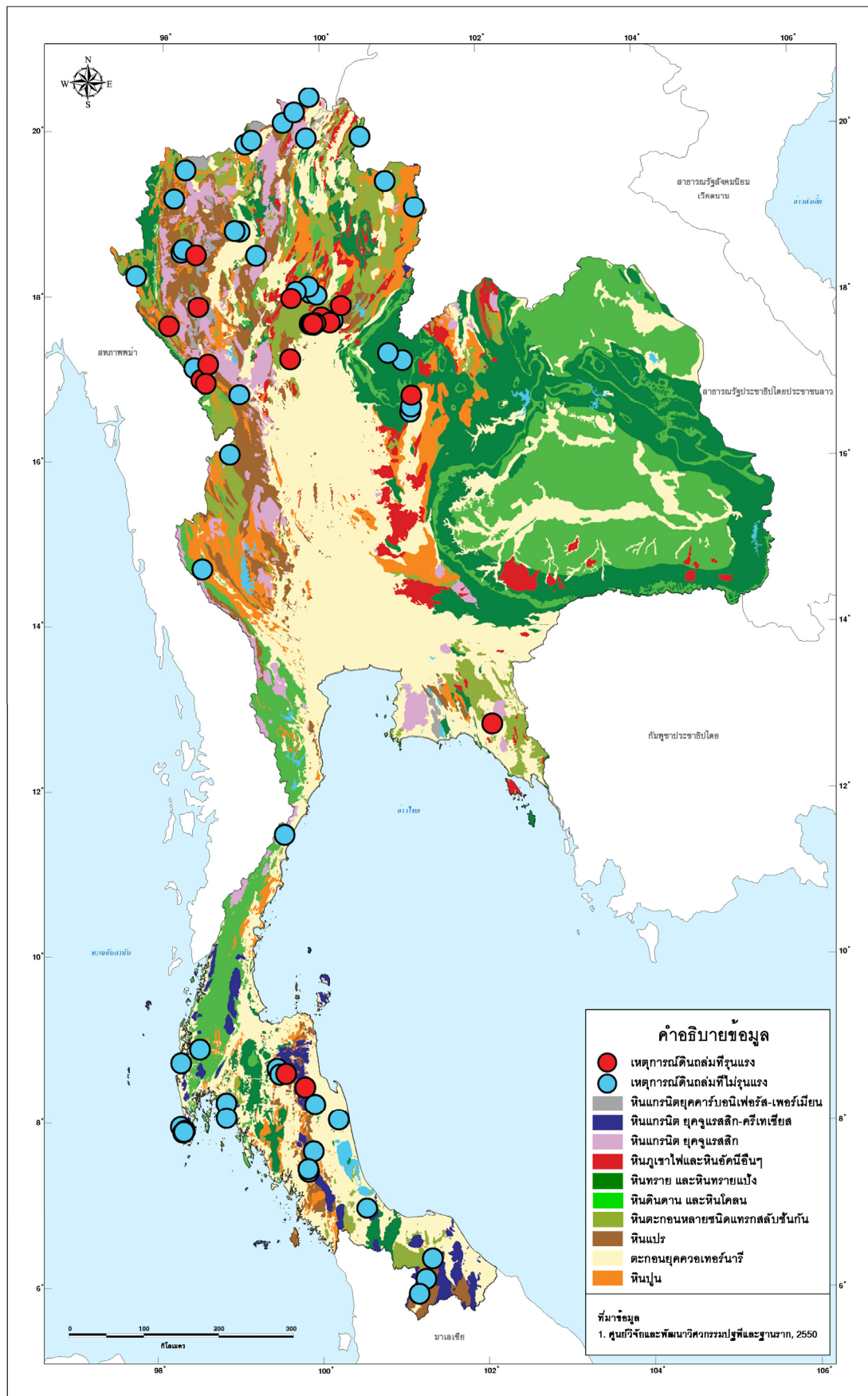
รูปที่ 2 ความเสียหายและความถี่ของการเกิดดินถล่ม

เมื่อพิจารณาความสูญเสียชีวิตและทรัพย์สินของเหตุการณ์ดินถล่มจากปี 2513 ถึง ปี 2549 ดังตารางที่ 1 พบว่ามีผู้เสียชีวิตจากเหตุการณ์ดินถล่ม 534 คน และมูลค่าความเสียหาย 4,585.6 ล้านบาท โดยหากพิจารณาเป็นต่อปี พบว่าการสูญเสียชีวิตและทรัพย์สินที่เกิดขึ้นจากเหตุการณ์ดินถล่มในปัจจุบันมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นกว่าในอดีต โดยการสูญเสียชีวิตและทรัพย์สินในช่วง พ.ศ. 2531-2540 ประมาณ 23 คน/ปี และเสียหาย 100.0 ล้านบาท/ปี สำหรับในช่วง พ.ศ. 2541-2549 ประมาณ 34 คน/ปี และเสียหาย 398.4 ล้านบาท/ปี

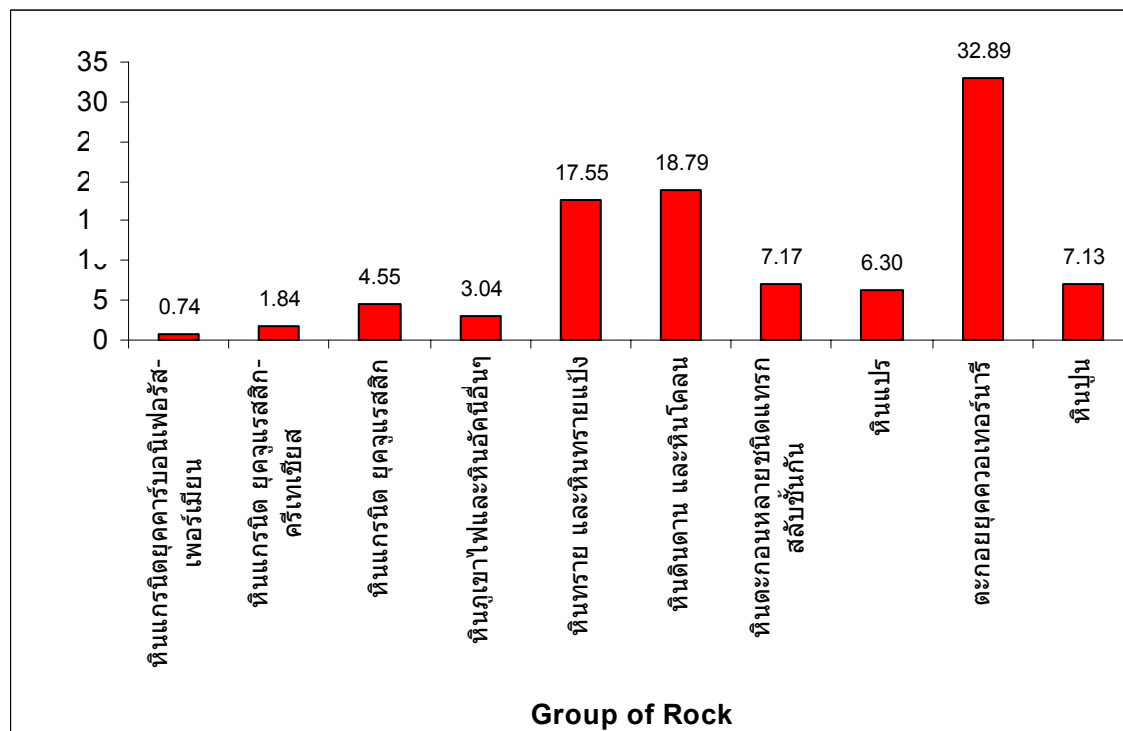
ตารางที่ 1 มูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ดินถล่ม (สุทธิศักดิ์, 2550)

Year	ผู้เสียชีวิต, คน	มูลค่าความเสียหาย, ล้านบาท	ผู้เสียชีวิต, คน/ปี	มูลค่าความเสียหาย
2510 - 2520	0.00	0.00	0.00	0.00
2521 - 2530	0.00	0.00	0.00	0.00
2531 - 2540	230.00	1000.00	23.00	100.00
2541 - 2549	304.00	3585.60	33.78	398.40

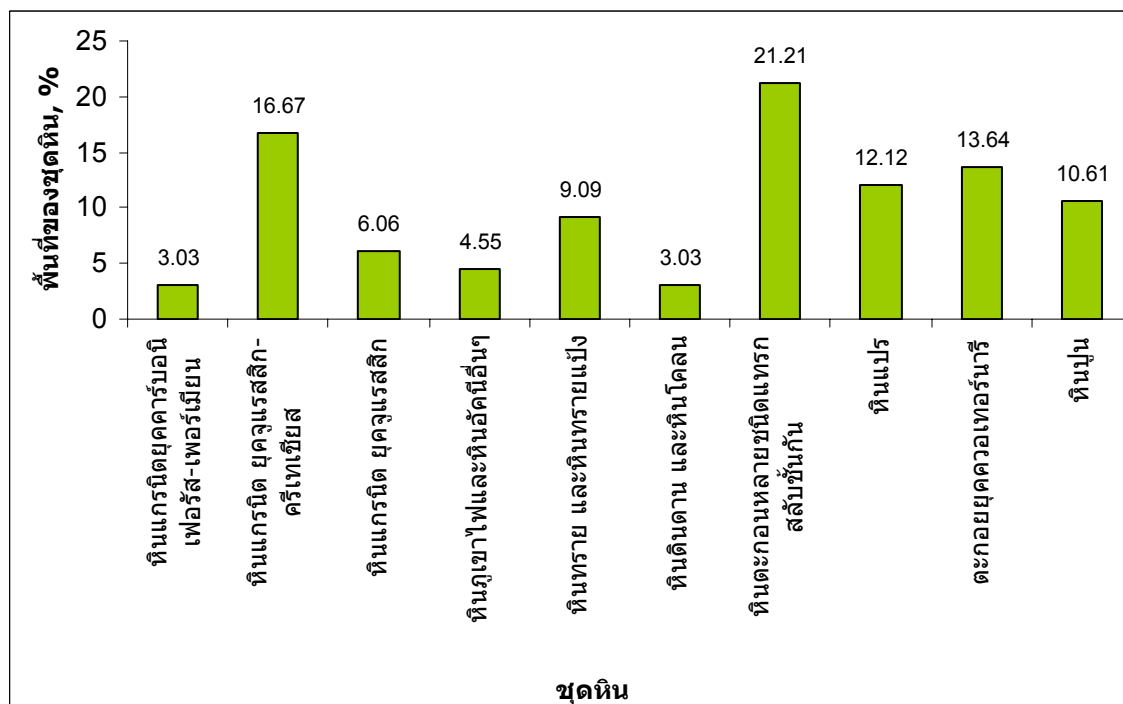
รูปที่ 3 แสดงข้อมูลตำแหน่งการเกิดดินถล่มตามประเภทของหิน โดยทำการจำแนกเหตุการณ์ดินถล่มเป็น 2 ประเภทคือ ประเภทที่เกิดรุนแรงมีพื้นที่กว้างและเป็นลักษณะน้ำท่วม-ดินถล่ม อีกประเภทหนึ่งคือดินถล่มที่เกิดเฉพาะจุดและไม่เกิดการพัดพา รูปที่ 4 และรูปที่ 5 แสดงพื้นที่ของกลุ่มชุดหินในประเทศไทยและร้อยละความถี่การเกิดดินถล่มของกลุ่มชุดหินต่างๆ ตามลำดับ โดยเมื่อพิจารณาความถี่การเกิดดินถล่มต่อพื้นที่ (รูปที่ 6) พบว่า หินแกรนิตจะมีค่าความถี่การเกิดต่อพื้นที่สูงสุดตามด้วยหินตะกอน และหินแปรตามลำดับ โดยการเกิดดินถล่มจะกระจายอยู่ในภาคเหนือและภาคใต้เป็นส่วนใหญ่



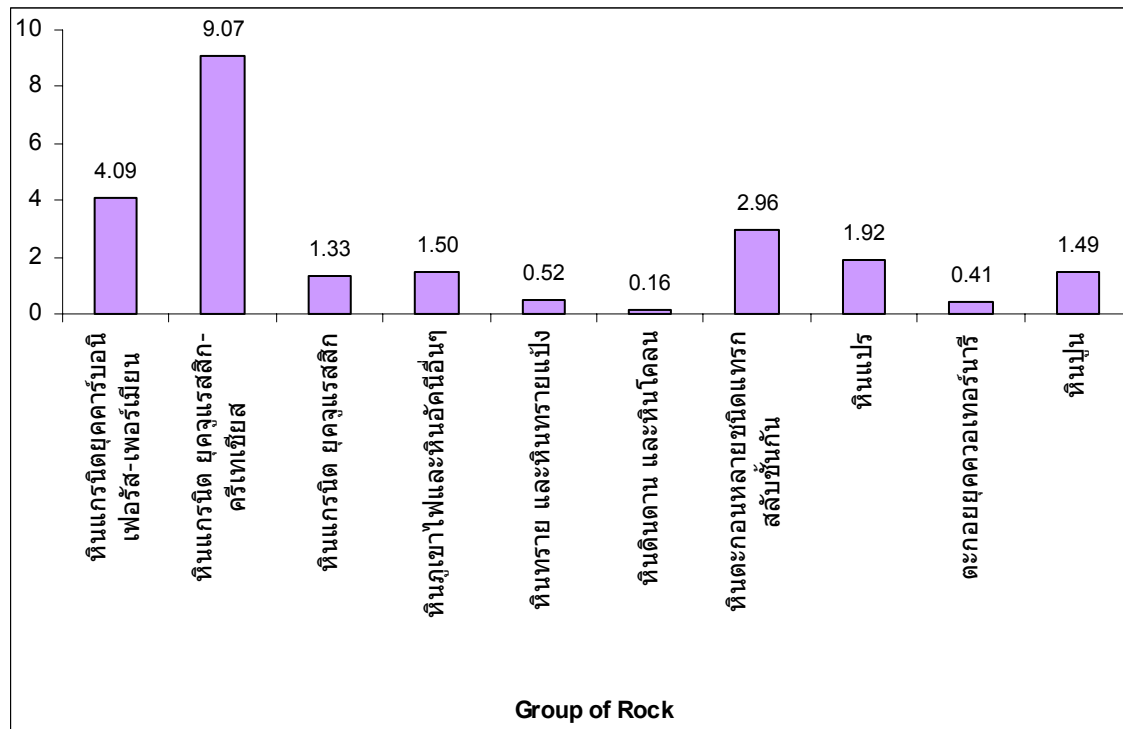
รูปที่ 3 ตำแหน่งดินถล่มตามชุดหินทางธรณีวิทยา



รูปที่ 4 ร้อยละพื้นที่ของชุดหินชุดต่างๆ ในประเทศไทย

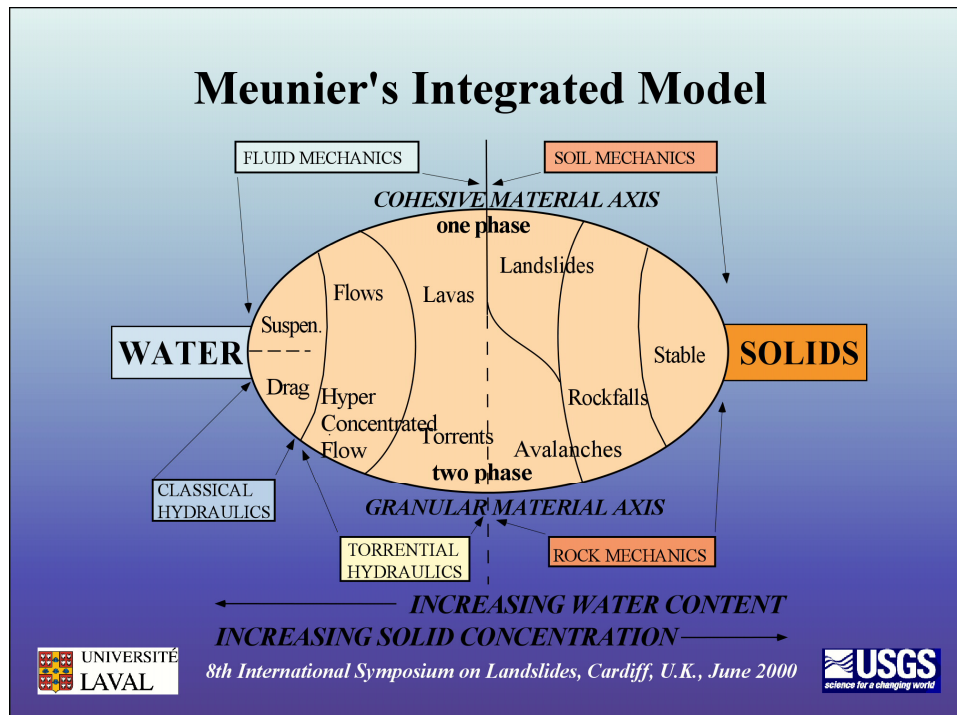


รูปที่ 5 ร้อยละความถี่การเกิดดินถล่มของกลุ่มชุดหินต่างๆ



รูปที่ 6 ความถี่การเกิดดินถล่มต่อพื้นที่ของกลุ่มชุดหิน

รูปแบบการพัดพาหรือการไหลของดินถล่มนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของดินว่าเป็นดินเม็ดหยาบหรือเม็ดละเอียดรวมถึงปริมาณน้ำในมวลดินเนื่องจากฝน ดังแสดงในรูปที่ 7

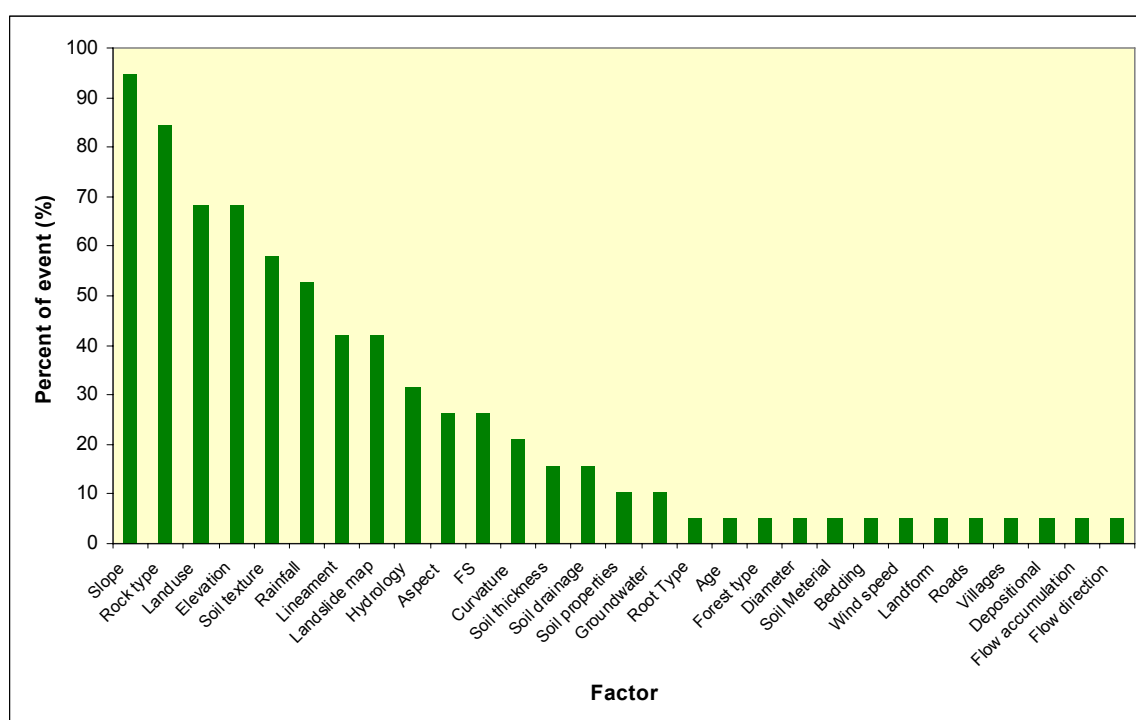


รูปที่ 7 Meunier's Integrated Model (Cousot and Meunier, 1996)

2. การวิเคราะห์พื้นที่โอกาสเกิดดินถล่ม

2.1 ปัจจัยการเกิดดินถล่ม

จากการรวบรวมเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจำนวน 19 เรื่อง พบว่า มีปัจจัยจำนวนมากที่ถูกนำมาใช้ในการพิจารณาเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดดินถล่ม โดยหากจำแนกตามร้อยละการนำไปใช้ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 8 โดยแต่ละพื้นที่ ปัจจัยเด่นที่ส่งผลให้เกิดดินถล่มอาจจะแตกต่างกันหรือในบางกรณีอาจมีหลายปัจจัยที่เป็นต้นเหตุการเกิดดินถล่ม การวิเคราะห์หาสาเหตุดินถล่มในแต่ละพื้นที่จึงจำเป็นที่จะต้องมียุทธศาสตร์ข้อมูลพื้นฐานปัจจัยต่างๆ รวมถึงสถานการณ์การพิบัติที่เกิดขึ้นจริง



รูปที่ 8 ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่โอกาสเกิดดินถล่ม

ในประเทศไทยมีหลายหน่วยงานที่ทำการศึกษาและวิจัยเพื่อวิเคราะห์พื้นที่โอกาสเกิดดินถล่ม โดยวิธีการวิเคราะห์มี 2 วิธีหลัก ได้แก่วิธีดัชนีปัจจัยรวมและวิธีทางวิศวกรรมธรณีเทคนิค ตารางที่ 2 แสดงปัจจัยที่หน่วยงานต่างๆ ในประเทศไทยใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งหากสรุปแล้วปัจจัยในการเกิดดินถล่มสามารถจำแนกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. ปัจจัยสถิติ ได้แก่ปัจจัยที่เปลี่ยนแปลงได้ยาก เช่น ชนิดของหิน ระดับความสูงและสภาพภูมิประเทศเป็นต้น
2. ปัจจัยที่เปลี่ยนแปลงโดยมนุษย์ ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดินและการตัดลาดชันเพื่อการก่อสร้าง เป็นต้น
3. ปัจจัยกระตุ้นจากธรรมชาติ ได้แก่ ปริมาณฝนและแผ่นดินไหว

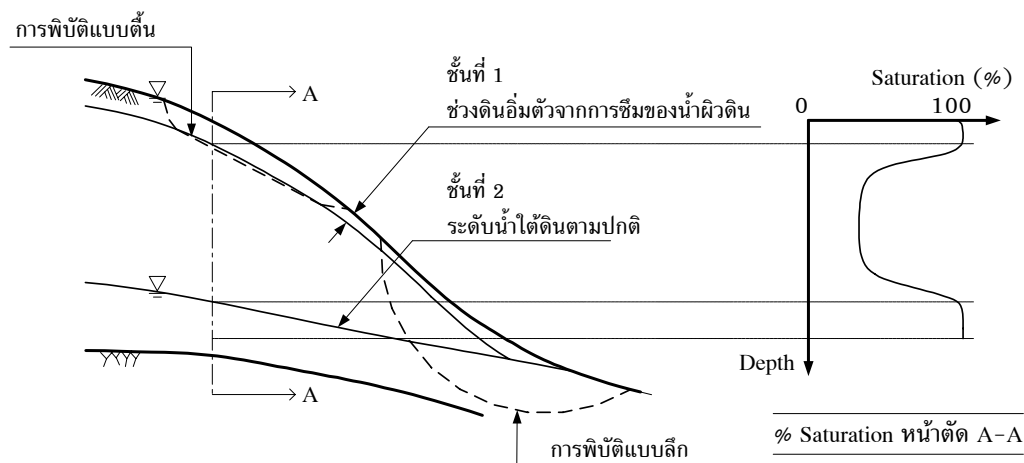
ตารางที่ 2 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องและปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์พื้นที่โอกาสเกิดดินถล่มในประเทศไทย (ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก, 2550)

Method/ Organization	FACTORS RELATED TO LANDSLIDE														
	ROCK TYPE	LANDFORM (SLOPE)	RAINFALL	RAINFALL INTENSITY	LANDUSE /LAND COVER	ELEVATION	GEOLOGY	TOPOGRAPHIC	THERMOLOGY	INVENTORY	WATERSHED	DRAINAGE	WETNESS	SOIL DEPTH	GROUNDWATER
1. Weighting factor															
1.1 วิจัย (2538)	✓	✓	✓		✓	✓									
1.2 กรมพัฒนาที่ดิน	✓	✓	✓		✓		✓								
1.3 ศูนย์วิจัยป่าไม้ฯ			✓				✓	✓	✓	✓					
1.4 กรมทรัพยากรธรณี		✓	✓			✓	✓				✓	✓	✓		
1.5 หทัยทิพย์ (2001)	✓	✓	✓		✓	✓	✓					✓			
1.6 ศูนย์วิจัยและพัฒนา วิศวกรรมปฐพีและ ฐานราก	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓					✓			✓
2. Geotechnical Method															
2.1 ศูนย์วิจัยและพัฒนา วิศวกรรมปฐพีและ ฐานราก		✓	✓	✓	✓		✓						✓	✓	✓

2.2 การวิเคราะห์โดยวิธีทางวิศวกรรมปฐพี

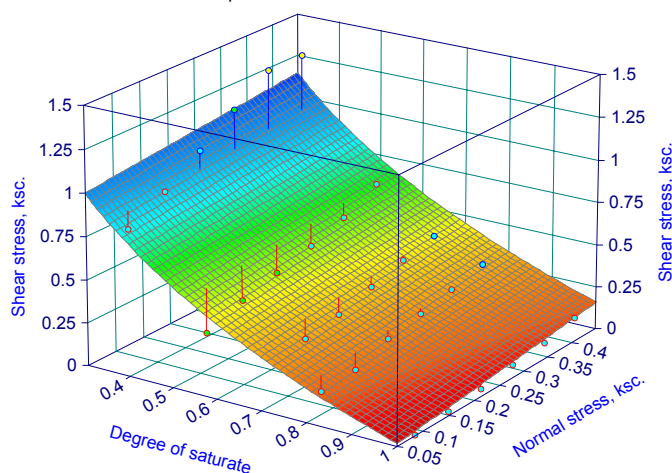
การวิเคราะห์โดยวิธีทางวิศวกรรมปฐพี เป็นวิธีที่ให้ความแม่นยำสูง แต่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลละเอียดมากเช่นเดียวกัน วิธีดังกล่าวเหมาะสำหรับการวิเคราะห์ในพื้นที่จำกัด ที่อาจส่งผลกระทบสูงหากเกิดการถล่ม วิธีทางวิศวกรรมปฐพีจะพิจารณาถึงคุณสมบัติด้านการรับน้ำหนักของดินและคุณสมบัติระหว่างดินกับน้ำได้แก่ ค่าความชื้นน้ำ และการเคลื่อนตัวของน้ำใต้ดิน ผลของน้ำใต้ดินจะมีอิทธิพลต่อเสถียรภาพของลาดดินในธรรมชาติเป็นอย่างมาก เนื่องจากกำลังรับแรงเฉือนของดินจะลดลงเมื่อระดับความอิ่มตัวเพิ่มขึ้น โดยฝนที่ตกหนักในระยะเวลาสั้นๆ จะทำให้เกิดระดับน้ำใต้ดิน 2 ชั้น ชั้นล่างเป็นระดับน้ำใต้ดินปกติ ชั้นบนเป็นระดับน้ำใต้ดินเสมือน ส่วนกรณีฝนตกน้อยๆ ในระยะเวลานาน จะทำให้ระดับน้ำใต้ดินเพิ่มขึ้นปกติ (นงลักษณ์, 2546) ซึ่งผลเนื่องจากน้ำใต้ดินชั้นที่ 1 จะทำให้เกิดการพิบัติในแบบตื้นๆ แต่ในบริเวณที่ระดับน้ำใต้ดินชั้นที่ 2 อยู่สูงหรือบริเวณที่น้ำใต้ดินทั้ง

2 ชั้น มาบรรจบกันจะมีโอกาสเกิดการพิบัติแบบลึกได้ ดังรูปที่ 9 นอกจากนั้นชนิดของดิน และลักษณะการใช้พื้นที่ที่แตกต่างกัน จะมีผลทำให้การซึมน้ำลงใต้ดินต่างกันด้วย



รูปที่ 9 ระดับน้ำใต้ดิน 2 ชั้น เนื่องจากฝนที่ตกหนักในระยะเวลาดังนั้น (นงลักษณ์, 2546)

พฤติกรรมของการเปลี่ยนแปลงกำลังรับแรงเฉือนเมื่อสภาพความชื้นเปลี่ยนแปลงไป เป็นตัวแปรที่สำคัญหนึ่งในการวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดชันในสภาวะฝนตก รูปที่ 10 แสดงผลการทดสอบกำลังรับแรงเฉือน โดยวิธี KU-MDS Shear Test (บรรพต, 2548) ที่ให้ค่ากำลังรับแรงเฉือน ณ ค่าความอิ่มตัวและหน่วยแรงตั้งฉากในระดับต่างๆ

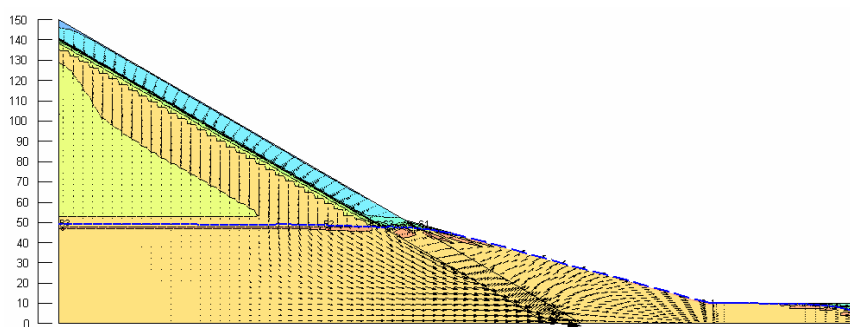


รูปที่ 10 การเปลี่ยนแปลงกำลังรับแรงเฉือนเมื่อความชื้นเปลี่ยนแปลงไป (บรรพต, 2548)

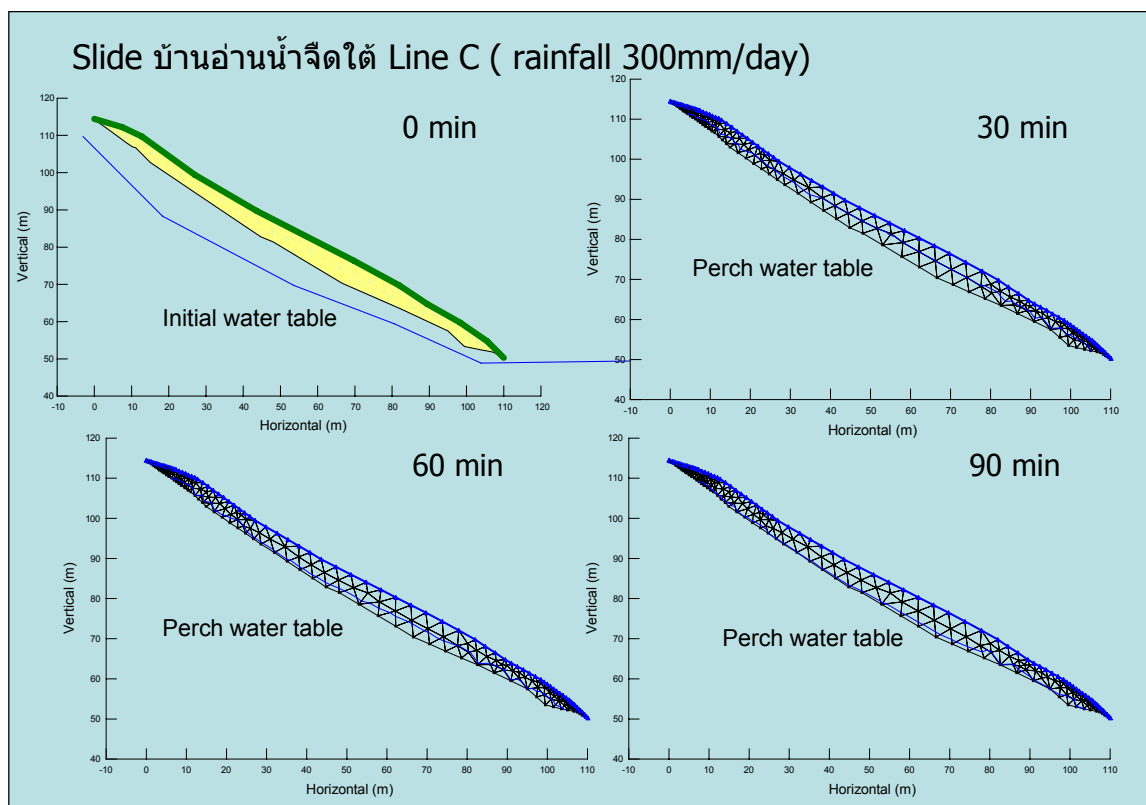
ในการวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดชันเมื่อฝนตก จำเป็นต้องพิจารณาแบบจำลองการไหลซึมร่วมกับแบบจำลองเสถียรภาพของลาดชัน รูปที่ 11 และ 12 แสดงผลการวิเคราะห์แบบจำลองการไหลซึมตามปริมาณน้ำฝนและเวลาที่กำหนด ผลดังกล่าวสามารถนำไปวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนความปลอดภัยของลาดชันที่เปลี่ยนไปตามเวลาได้

การวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดชัน เพื่อหาอัตราส่วนความปลอดภัยของลาดดินธรรมชาตินั้น มีความซับซ้อนกว่าการวิเคราะห์ลาดดินถมบดอัดในงานก่อสร้าง ทั้งนี้ข้อคำนึงถึงในการวิเคราะห์สำหรับลาดดินธรรมชาติ มีดังต่อไปนี้

1. แบบจำลองกระบวนการพิบัติของลาดดิน เช่น การพิบัติแบบลาดอนันต์ การพิบัติแบบส่วนโค้งของวงกลมเป็นต้น ทั้งนี้ขนาดดังกล่าวจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของดิน และลักษณะทางธรณีวิทยาเป็นต้น
2. แบบจำลองกำลังรับแรงเฉือนของดิน ได้แก่ กำลังรับแรงเฉือนแบบหน่วยแรงรวม หน่วยแรงประสิทธิผล เป็นต้น
3. แบบจำลองการไหลซึม สำหรับการวิเคราะห์โดยวิธีหน่วยแรงประสิทธิผล ได้แก่ การไหลซึมผ่านผิวดินและการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำใต้ดินเป็นต้น

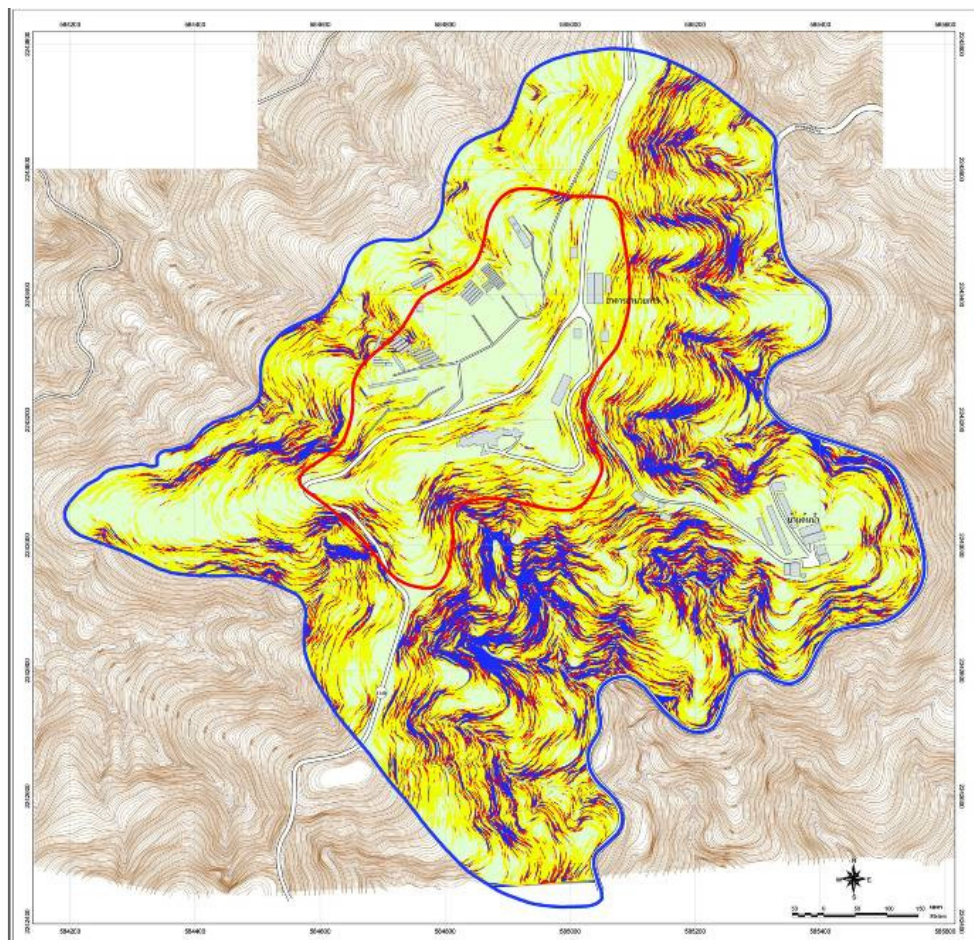


รูปที่ 11 แบบจำลองการไหลซึมของน้ำลงสู่ลาดดิน

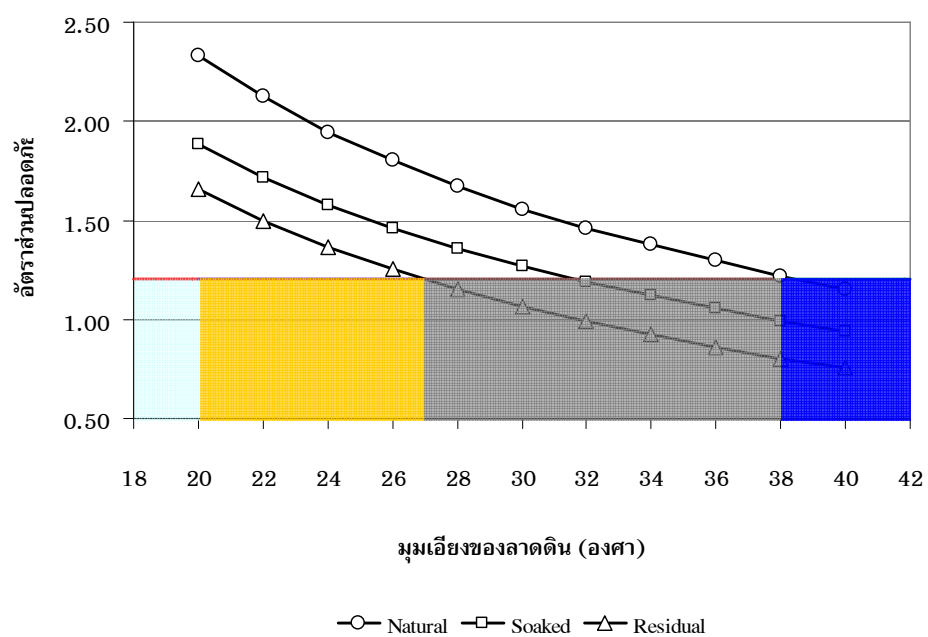


รูปที่ 12 แบบจำลองการไหลซึมของฝน กรณีศึกษาดินถล่มบริเวณเกาะระ จ.พังงา

การนำวิธีการวิเคราะห์ทางวิศวกรรมปฐพีมาใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่โอกาสเกิดดินถล่มเป็นบริเวณกว้าง สามารถดำเนินการได้ โดยความถูกต้องจะขึ้นกับความละเอียดของแผนที่ภูมิประเทศ และจำนวนหลุมเจาะสำรวจตัวอย่าง กรณีศึกษาที่เหมาะสมได้แก่ กรณีการวิเคราะห์พื้นที่โอกาสเกิดดินถล่ม บริเวณโครงการพัฒนาดอยตุงฯ จ.เชียงราย โดยใช้แผนที่เส้นชั้นความสูง 1:1,000 รวมทั้งดำเนินการเจาะสำรวจชั้นดินระดับตื้นจำนวน 54 หลุม เจาะสำรวจชั้นดินระดับลึกจำนวน 2 หลุม ทดสอบทางธรณีฟิสิกส์ และนำผลไปทำการวิเคราะห์ทางวิศวกรรมปฐพี อันได้แก่ การวิเคราะห์ค่ากำลังรับแรงเฉือนของดินในห้องปฏิบัติการและนำผลทั้งหมดไปวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดชันทำให้ได้แผนที่โอกาสเกิดดินถล่ม ดังรูปที่ 13 โดยจำแนกระดับโอกาสเกิดตามค่าอัตราส่วนความปลอดภัย ดังแสดงในรูปที่ 14



รูปที่ 13 พื้นที่โอกาสเกิดดินถล่มในโครงการพัฒนาดอยตุงฯ จ.เชียงราย
(สุทธิศักดิ์และคณะ, 2551)



รูปที่ 14 การจำแนกระดับโอกาสเกิดดินถล่มตามค่าอัตราส่วนความปลดภัย
(สุทธิศักดิ์และคณะ, 2551)

2.3 วิธีดัชนีปัจจัยร่วม

วิธีดัชนีปัจจัยร่วมเป็นวิธีการประเมินโอกาสเกิดดินถล่มที่ได้รับความนิยม ซึ่งมีวิธีการโดยการกำหนดปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดดินถล่ม ให้ค่าถ่วงน้ำหนัก (Weighting) ในแต่ละปัจจัยตามความสำคัญ และให้คะแนนในแต่ละปัจจัย ผลการคำนวณแต่ละปัจจัยจะได้น้ำคะแนนของแต่ละปัจจัยมารวมกันตามน้ำหนักของปัจจัยที่ได้ให้ไว้ แล้วนำไปเปรียบเทียบกับระดับโอกาสเกิดดินถล่ม (Landslide hazard classes) ที่จัดเตรียมไว้สำหรับการประเมินในพื้นที่ศึกษาทั้งหมด หลักการวิเคราะห์แสดงดังสมการที่ 1 วิธีดังกล่าวเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมและเหมาะสมในการวิเคราะห์พื้นที่โอกาสเกิดดินถล่มในบริเวณกว้าง แต่ความถูกต้องแม่นยำอาจต่ำกว่าวิธีทางวิศวกรรมปฐพี อย่างไรก็ตามเราสามารถนำข้อมูลคุณสมบัติดินทางวิศวกรรมมาใช้เป็นปัจจัยหนึ่งในการวิเคราะห์ได้ โดยแบ่งประเภทชุดดินทางวิศวกรรมตามขนาดคละ ความเหนียว และพฤติกรรมการลดลงของกำลังรับแรงเฉือนเมื่อชุ่มน้ำ

$$\begin{aligned} \Sigma P = & W_1 [(W_{1-1} * P_{1-1}) + (W_{1-2} * P_{1-2}) + (W_{1-3} * P_{1-3})] + W_2 [(W_{2-1} * P_{2-1})] + W_3 [(W_{3-1} * P_{3-1}) + \dots \\ & + W_5 [(W_{5-1} * P_{5-1}) + (W_{5-2} * P_{5-2}) + \\ & (W_{5-3} * P_{5-3}) + (W_{5-4} * P_{5-4}) + (W_{5-5} * P_{5-5})] \end{aligned} \quad (1)$$

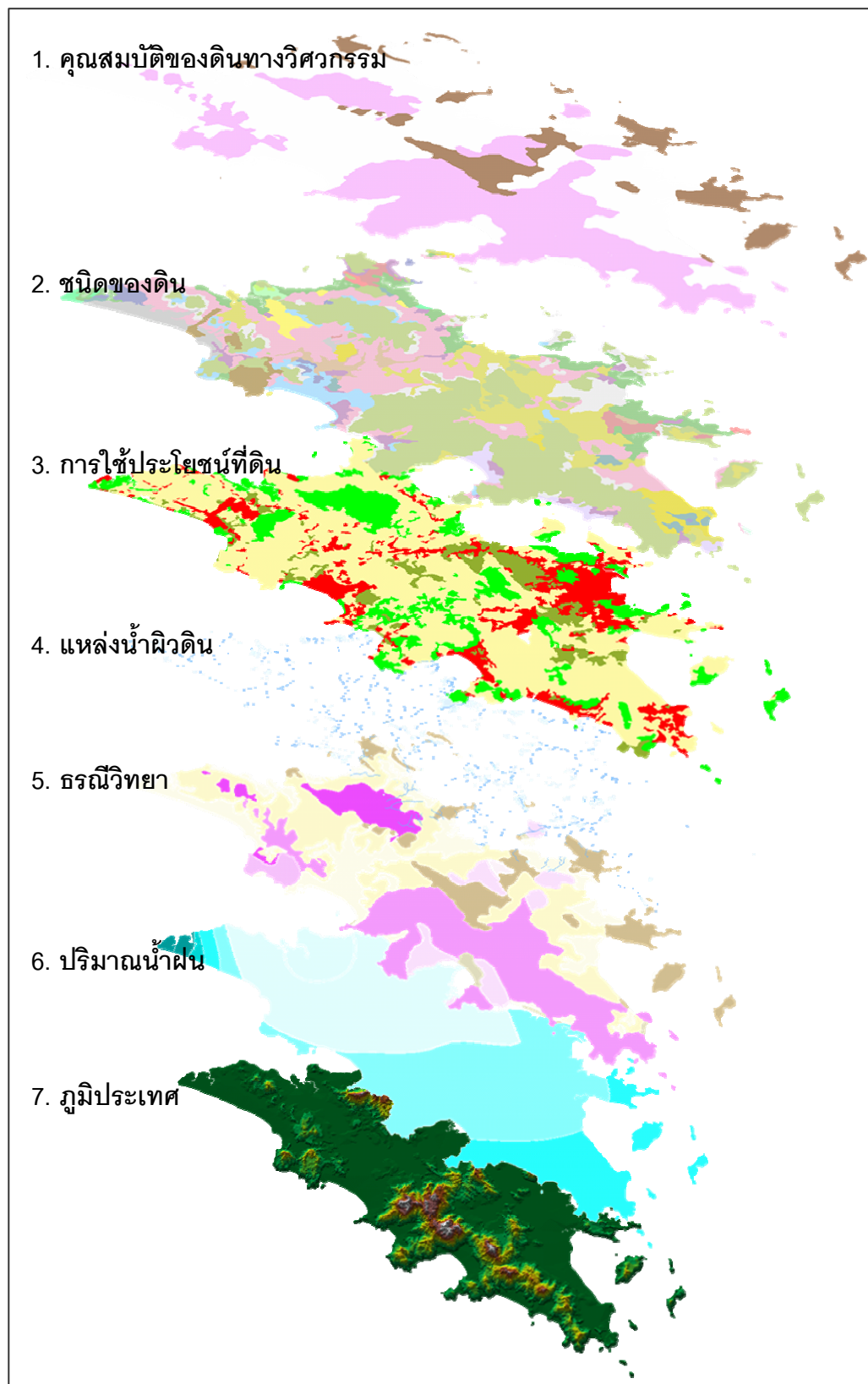
เมื่อ

ΣP	=	คะแนนรวม
W_1, W_2, \dots	=	น้ำหนักจากปัจจัยหลัก
W_{1-1}, W_{1-2}, \dots	=	น้ำหนักจากปัจจัยย่อย
P_{1-1}, P_{1-2}, \dots	=	คะแนนที่ให้

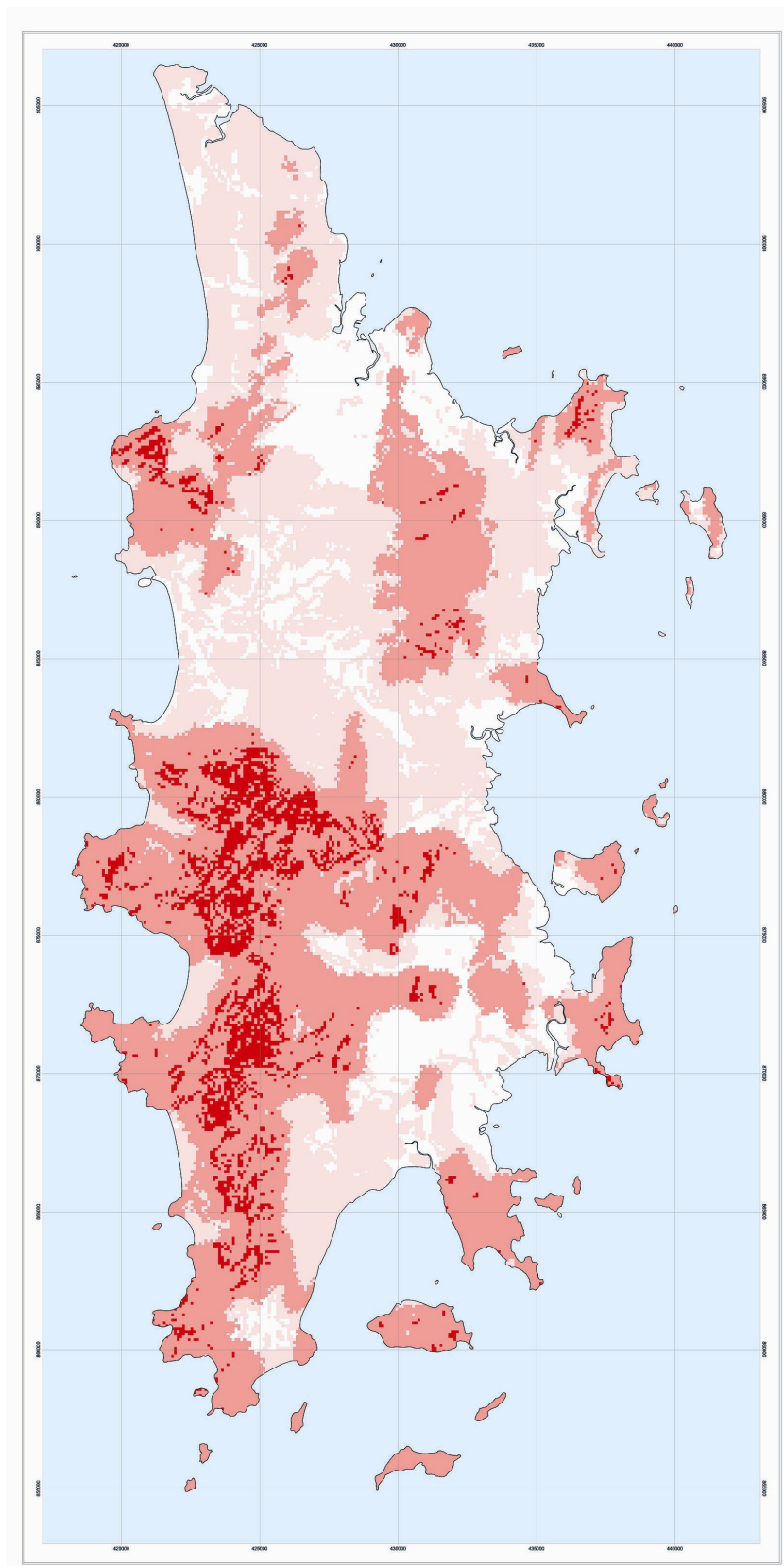
การพิจารณาคะแนนโอกาสเกิดดินถล่มพิจารณาจากผลรวมของค่าน้ำหนักและคะแนนปัจจัยต่างๆ ซึ่งสามารถดำเนินการโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ดังแสดงหลักการในรูปที่ 15 และรูปที่ 16 แสดงผลการวิเคราะห์พื้นที่โอกาสเกิดดินถล่มในจังหวัดภูเก็ต โดยพิจารณาปัจจัยต่างๆ รวมถึงปัจจัยคุณสมบัติดินทางวิศวกรรม

ข้อคำนึงถึงในการใช้วิธีดังกล่าวได้แก่

1. การพิจารณาเลือกปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ ควรเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดดินถล่มในพื้นที่ ซึ่งควรศึกษาข้อมูลการเกิดดินถล่มที่เคยเกิดขึ้นหรือพื้นดินดินถล่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน
2. การให้น้ำหนักของปัจจัยแต่ละปัจจัย ซึ่งดำเนินการโดยผู้เชี่ยวชาญหรืออาจศึกษาข้อมูลจากเอกสารทางวิชาการ



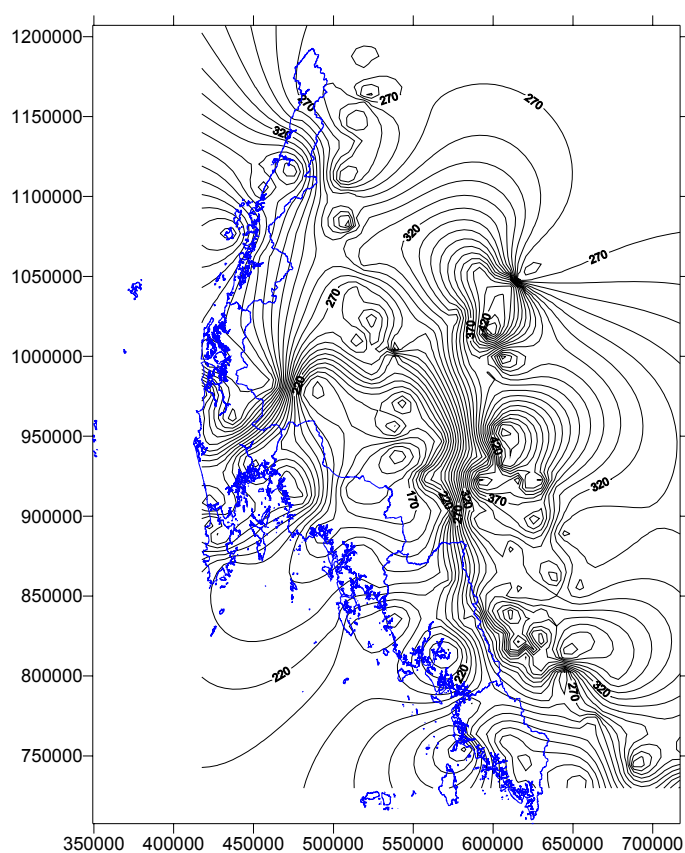
รูปที่ 15 การวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์



รูปที่ 16 แผนที่โอกาสเกิดดินถล่มในจังหวัดภูเก็ต โดยวิธีดัชนีปัจจัยร่วม พิจารณาร่วมกับ
คุณสมบัติดินทางวิศวกรรม

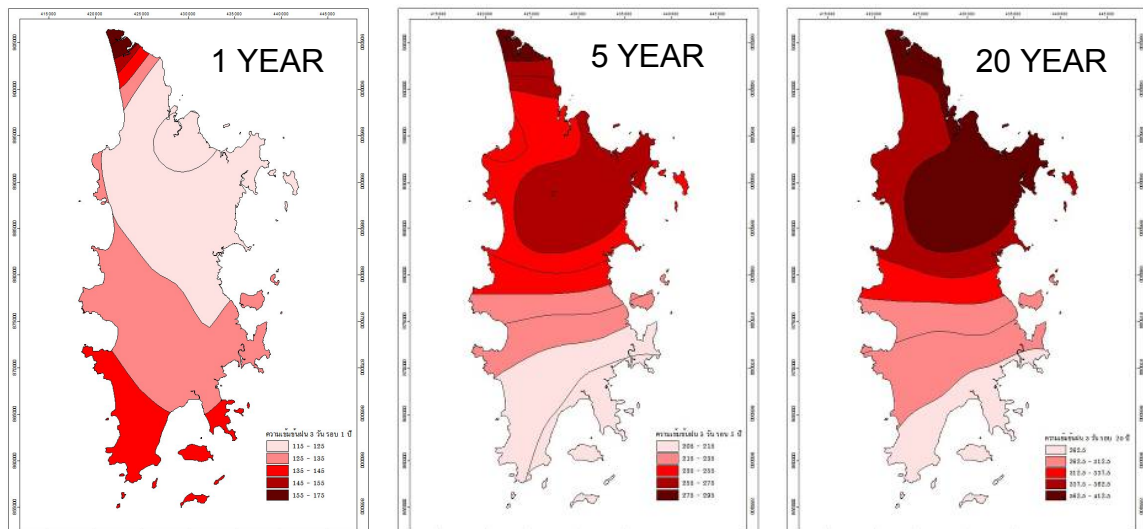
2.4 การพิจารณาปัจจัยน้ำฝน สำหรับแบบจำลองเชิงพลวัต

เนื่องจากปริมาณน้ำฝนเป็นปัจจัยที่ไม่คงที่ และโอกาสเกิดดินถล่มไม่ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณฝนรวม แต่ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนสะสมที่ผ่านมารวมกับอัตราการตกของฝนในปัจจุบัน ดังนั้นเราสามารถนำปัจจัยน้ำฝนมาพิจารณาร่วมในการวิเคราะห์พื้นที่โอกาสเกิดดินถล่ม โดยศึกษารูปแบบน้ำฝนในพื้นที่ศึกษา ถึงช่วงเวลากการตกของฝนในแต่ละลูก เพื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนสะสมของช่วงเวลานั้นตามคาบการเกิดต่างๆ รูปที่ 17 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำฝนสะสม 3 วันในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง สำหรับคาบการเกิด 5 ปี โดยวิเคราะห์จากข้อมูลน้ำฝนจำนวน 242 สถานี ของกรมชลประทานและกรมอุตุนิยมวิทยา โดยมีระยะเวลาข้อมูลเฉลี่ยประมาณ 28.4 ปี

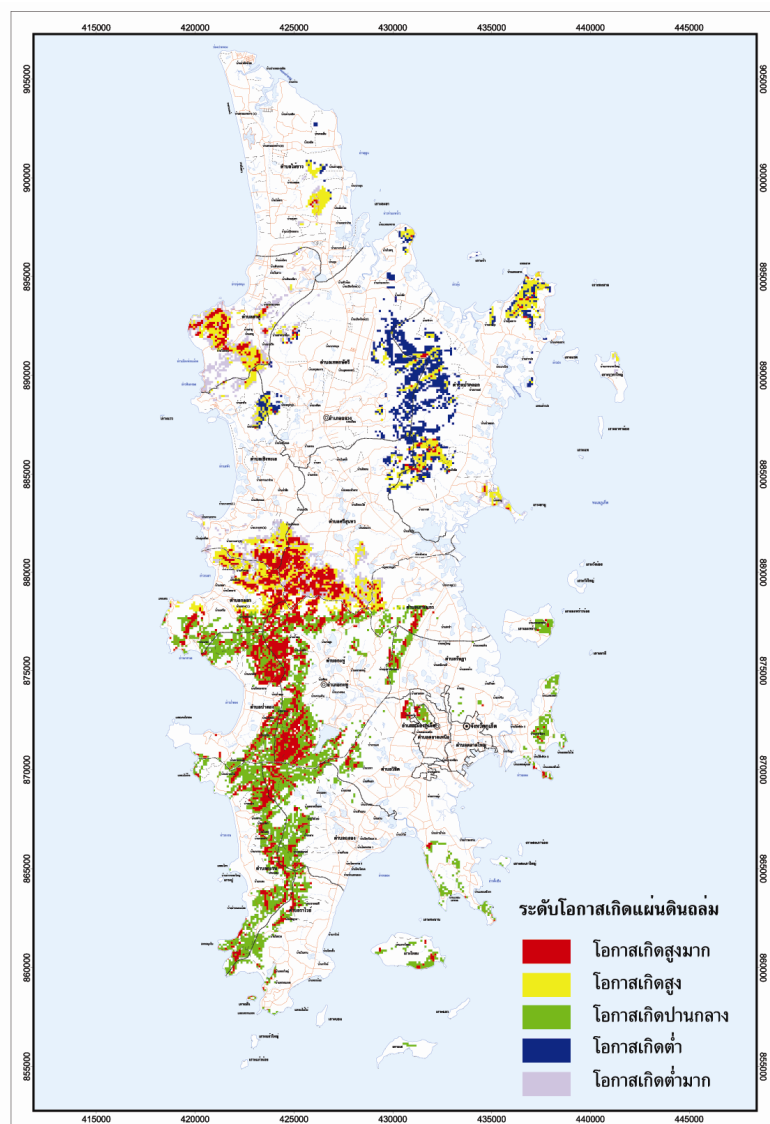


รูปที่ 17 น้ำฝนสะสม 3 วันในรอบการเกิด 5 ปี

ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวสามารถนำมาสรุปเชิงพื้นที่ได้ดังแสดงในรูปที่ 18 เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่โอกาสเกิดดินถล่ม ร่วมกับปัจจัยอื่นๆ และแสดงผลพื้นที่โอกาสเกิดดินถล่มตามคาบการเกิดของฝน โดยที่พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดมากกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนของแต่ละรอบฝน ได้ถูกนำมาวิเคราะห์รวมดังแสดงในรูปที่ 18 โดยระดับโอกาสเกิดดินถล่มได้จำแนกตามรอบการเกิดของฝน 5 รอบการเกิด โดยรอบการเกิดที่มีความถี่ต่ำ ความเข้มข้นน้ำฝนจะมาก ทำให้พื้นที่โอกาสเกิดกว้างขวาง แต่มีโอกาสในการเกิดต่ำ ดังแสดงในรูปที่ 18



รูปที่ 18 ความเข้มข้นน้ำฝนสะสม 3 วันตามรอบการเกิดต่างๆ



รูปที่ 19 แผนที่โอกาสเกิดดินถล่มเมื่อพิจารณาความเข้มข้นน้ำฝนประกอบ

วิธีการวิเคราะห์ที่กล่าวมายังสามารถนำมาใช้ในการเตือนภัยเชิงพลวัตได้ โดยผลการวิเคราะห์จะได้นำมาใช้กำหนดเกณฑ์การเตือนภัยด้วยน้ำฝนของแต่ละสถานีวัดน้ำฝนที่แตกต่างกัน ดังแสดงในรูปที่ 20 ทั้งนี้เนื่องจากความเข้มของน้ำฝนในแต่ละพื้นที่ที่มีความแตกต่างกัน สถานีวัดแต่ละสถานีจึงควรมีเกณฑ์ในการเตือนภัยเฉพาะแต่ละสถานี และตามรอบการเกิดของฝนต่างๆ เช่นเมื่อความเข้มน้ำฝนเกินรอบการเกิด 1 ปี จึงจะขยับไปใช้แผนที่พื้นที่โอกาสเกิดดินถล่มสำหรับความเข้มฝนที่สูงขึ้นไปตามลำดับ ดังนั้นยิ่งฝนตกมากจะทำให้พื้นที่โอกาสเกิดดินถล่มกว้างขวางมากขึ้น ซึ่งจะตรงกับความเป็นจริงมากขึ้น ทำให้สามารถเฝ้าระวังภัยได้ถูกต้อง

Return Period	Station				
	A	B	C	D	E
1	131	120	124	137	141
5	286	236	281	220	205
20	419	336	416	290	260
50	507	402	505	337	297
100	574	452	572	373	324



รูปที่ 20 ปริมาณน้ำฝนสะสม 3 วัน ของแต่ละสถานีวัดน้ำฝน สำหรับการเตือนภัยพื้นที่โอกาสเกิดดินถล่ม

3. สรุป

พื้นที่โอกาสเกิดดินถล่ม สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งวิธีทางวิศวกรรมที่มีความแม่นยำแต่ต้องการข้อมูลละเอียด ทำให้เหมาะสำหรับพื้นที่ขนาดจำกัด หรืออาจใช้วิธีดัชนีปัจจัยร่วมอันเหมาะสม สำหรับพื้นที่กว้าง แต่ความละเอียดจะขึ้นอยู่กับข้อมูลที่น่ามาใช้ โดยวิธีดังกล่าวอาจวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลน้ำฝนเพื่อสร้างแผนที่โอกาสเกิดดินถล่มเชิงพลวัต โดยสุดท้ายสิ่งที่สำคัญคือการนำข้อมูลพฤติกรรม การเกิดดินถล่มจริงในพื้นที่เข้ามาศึกษาเพื่อปรับเทียบค่าคะแนนและน้ำหนักให้เหมาะสม ทั้งนี้เนื่องจากปัจจัยที่ก่อให้เกิดดินถล่มในแต่ละพื้นที่ที่มีความแตกต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

นงลักษณ์ ไทยเจียมอารีย์. 2546. “เสถียรภาพของลาดดินในพื้นที่ลุ่มน้ำก้อโดยใช้คุณสมบัติทางวิศวกรรม”. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รัฐธรรม อิศโรฬาร และวรากร ไผ่เรียง. 2545. “การจำลองลักษณะของรากพืชเพื่อการวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดดิน”, น. GTE 178-183. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 8. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยขอนแก่น ร่วมกับวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยฯ, กรุงเทพฯ.

บรรพต กุลสุวรรณ. 2548. “การศึกษาพฤติกรรมการพังถล่มของลาดดินในพื้นที่ต้นน้ำของลุ่มน้ำย่อยแม่น้ำจันทบุรี”. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุทธิศักดิ์ ศรีลัมพ์, นายบรรพต กุลสุวรรณ และนายวรวัชร ตอวิวัฒน์ “การวิเคราะห์ค่า API วิกฤตเพื่อใช้ในการเตือนภัยดินถล่มจากฝนตกหนัก”, การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 12. โรงแรมอมรินทร์ลากูน จ.พิษณุโลก ระหว่างวันที่ 2-4 พฤษภาคม 2550

Coussot, P., and Meunier, M., 1996. “Recognition, classification and mechanical description of debris flows.” *Earth-Science Reviews* 40 (1996) 209-227.

การประเมินพื้นที่โอกาสเกิดดินถล่ม	1
1. บทนำ	1
2. การวิเคราะห์พื้นที่โอกาสเกิดดินถล่ม	7
2.1 ปัจจัยการเกิดดินถล่ม	7
2.2 การวิเคราะห์โดยวิธีทางวิศวกรรมปฐพี	8
2.3 วิธีดัชนีปัจจัยร่วม	13
2.4 การพิจารณาปัจจัยนำฝน สำหรับแบบจำลองเชิงพลวัต	15
3. สรุป	18
เอกสารอ้างอิง	19
ตารางที่ 1 มูลค่าความเสียหายจากเหตุการณ์ดินถล่ม (สุทธิศักดิ์, 2550).....	3
ตารางที่ 2 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องและปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์พื้นที่โอกาสเกิดดินถล่มในประเทศไทย (ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก, 2550).....	8
รูปที่ 1 จำนวนผู้เสียชีวิตและบาดเจ็บของเหตุการณ์ดินถล่มในประเทศไทย.....	2
รูปที่ 2 ความเสียหายและความถี่ของการเกิดดินถล่ม.....	2
รูปที่ 3 ตำแหน่งดินถล่มตามชุดหินทางธรณีวิทยา.....	4
รูปที่ 4 ร้อยละพื้นที่ของชุดหินชุดต่างๆ ในประเทศไทย	5
รูปที่ 5 ร้อยละความถี่การเกิดดินถล่มของกลุ่มชุดหินต่าง ๆ.....	5
รูปที่ 6 ความถี่การเกิดดินถล่มต่อพื้นที่ของกลุ่มชุดหิน.....	6
รูปที่ 7 Meunier's Integrated Model (P. Coussot, M. Meunier., 1996).....	6
รูปที่ 8 ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่โอกาสเกิดดินถล่ม	7
รูปที่ 9 ระดับน้ำใต้ดิน 2 ชั้น เนื่องจากฝนที่ตกหนักในระยะเวลาสั้น ๆ (นงลักษณ์, 2546).....	9
รูปที่ 10 การเปลี่ยนแปลงกำลังรับแรงเฉือนเมื่อความชื้นเปลี่ยนแปลงไป (บรรพต, 2548)	9
รูปที่ 11 แบบจำลองการไหลซึมของน้ำลงสู่ลาดดิน	10
รูปที่ 12 แบบจำลองการไหลซึมของฝน กรณีศึกษาดินถล่มบริเวณเกาะระ จ.พังงา.....	11
รูปที่ 13 พื้นที่โอกาสเกิดดินถล่มในโครงการพัฒนาโดยต่างๆ จ.เชียงราย (สุทธิศักดิ์และคณะ, 2551).....	12
รูปที่ 14 การจำแนกระดับโอกาสเกิดดินถล่มตามค่าอัตราส่วนความปลอดภัย (สุทธิศักดิ์และคณะ, 2551).....	12
รูปที่ 15 การนำข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ทั้ง 7 ปัจจัย มาซ้อนทับ.....	14

รูปที่ 16 แผนที่โอกาสเกิดดินถล่มในจังหวัดภูเก็ต โดยวิธีดัชนีปัจจัยร่วม พิจารณาร่วมกับคุณสมบัติ ดินทางวิศวกรรม	15
รูปที่ 17 น้ำฝนสะสม 3 วันในรอบการเกิด 5 ปี	16
รูปที่ 18 ความเข้มข้นน้ำฝนสะสม 3 วันตามรอบการเกิดต่างๆ.....	17
รูปที่ 19 แผนที่โอกาสเกิดดินถล่มเมื่อพิจารณาความเข้มข้นน้ำฝนประกอบ.....	17
รูปที่ 20 ปริมาณน้ำฝนสะสม 3 วัน ของแต่ละสถานีวัดน้ำฝน สำหรับการเตือนภัยพื้นที่โอกาสเกิดดิน ถล่ม	18