

การวิเคราะห์พื้นที่ที่มีความเสี่ยงจากดินถล่ม ในประเทศไทย



สุรินทร์ ไวยเจริญ

เอกสารวิชาการเลขที่ 02-05-49

สถาบันวิจัยพัฒนาเพื่อป้องกันและการเป็นทะเลทราย

และการเตือนภัย

กรมพัฒนาที่ดิน มิถุนายน 2549

การวิเคราะห์พื้นที่ที่มีความเสี่ยงจากดินถล่ม ในประเทศไทย

โดย

นายสุรินทร์ ไวยเจริญ

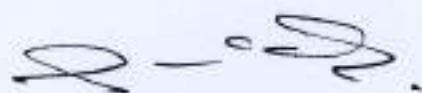
เอกสารวิชาการเลขที่ 02-05-49

สถาบันวิจัยพัฒนาเพื่อป้องกันการเป็นทะเลทรายและการเสื่อมโทรม
การพัฒนาที่ดิน มิถุนายน 2549

คำนำ

สถาบันวิจัยพัฒนาเพื่อป้องกันการเป็นทะเลทรายและการเดือนก๊ย ได้จัดตั้งขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์ในการศึกษาวิจัย ด้านความเสื่อมโทรมของทรัพยากรดินเพื่อป้องกันการเป็นทะเลทราย และศึกษาวิจัยด้านการเดือนก๊ยจากปัญหาน้ำท่วม ดินถล่ม ก๊ยแล้ง ซึ่งดินถล่มก็เป็นก๊ยที่สร้างความเสียหายให้กับประเทศไทยมากขึ้นเรื่อยๆ การศึกษาวิจัยด้านดินถล่มในประเทศไทยก็ยังมีอยู่น้อย ทางสถาบันฯ จึงได้จัดตั้งหน่วยงานที่ดำเนินการศึกษาวิจัย เพื่อจัดการก๊ยด้านดินถล่มโดยเฉพาะ และทำให้จัดการก๊ยด้านดินถล่มเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

สถาบันวิจัยพัฒนาเพื่อป้องกันการเป็นทะเลทรายและการเดือนก๊ยหวังว่าเอกสารวิชาการฉบับนี้จะเป็นประโยชน์กับผู้ปฏิบัติงานด้านการเดือนก๊ยและประชาชนในพื้นที่เสี่ยงก๊ยดินถล่ม จะได้หาแนวทางป้องกันและแก้ไขปัญหาดินถล่มได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น



(นายไพฑูรย์ คติธรรม)

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยพัฒนาเพื่อป้องกัน
การเป็นทะเลทรายและการเดือนก๊ย

สารบัญ

1. บทนำ	1
2. วัตถุประสงค์	1
3. การตรวจเอกสาร	2
3.1 ลักษณะและการเกิดดินถล่ม	2
3.1.1 ดินถล่ม (Landslide)	2
3.1.2 การเกิดดินถล่ม	3
3.1.3 การเกิดดินถล่มในประเทศไทย	4
3.2 การวิเคราะห์และทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงดินถล่ม	9
3.2.1 วิธีทางธรณีฐาน	9
3.2.2 วิธีดัชนีปัจจัยร่วม	9
3.2.3 วิธีทางธรณีเทคนิค	9
3.2.4 วิธีวิเคราะห์ความเสี่ยง	12
3.3 การวิเคราะห์และทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงดินถล่มในประเทศไทย	12
3.3.1 การจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยโดยวิธีดัชนีปัจจัยร่วม	12
3.3.2 การจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยโดยวิธีทางธรณีเทคนิค	15
4. อุปกรณ์และวิธีการ	15
4.1 ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์	15
4.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์พื้นที่ที่มีความเสี่ยงจากดินถล่ม	16
4.3 ขั้นตอนการกำหนดหมู่บ้านเสี่ยงภัยจากดินถล่มและน้ำป่าไหลหลาก	18
5. ผลการศึกษา	18
5.1 การวิเคราะห์พื้นที่ที่มีความเสี่ยงจากดินถล่ม	18
5.2 การแสดงพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มในภาพรวมของประเทศ	19
5.3 การกำหนดหมู่บ้านเสี่ยงภัยจากดินถล่มและน้ำป่าไหลหลาก	29
6. แนวทางการป้องกันและบรรเทาผลกระทบจากดินถล่ม	53
6.1 การอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้	53
6.1.1 การทำโซนนิ่ง (Zoning)	53
6.1.2 กำหนดมาตรการทางกฎหมาย	53
6.1.3 การรณรงค์ให้ประชาชนรักป่า	53

สารบัญ(ต่อ)

6.2 การปลูกป่า	54
6.2.1 การปลูกป่า 3 อย่าง ให้ประโยชน์ 4 อย่าง	54
6.2.2 การปลูกป่าทดแทน	54
6.2.3 การปลูกป่าโดยไม่ต้องปลูก	55
6.2.4 การปลูกป่าในที่สูง	56
6.2.5 ปลูกป่าในใจ คือ การปลูกป่าลงบนแผ่นดิน	56
6.3 การใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ	57
6.3.1 มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำโดยวิธีทางวิศวกรรม	57
6.3.2 มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำโดยวิธีทางพืช	60
6.4 การสร้างเขื่อน อ่างเก็บน้ำ หรือฝายคัดตะกอน	62
6.5 การติดตั้งระบบเตือนภัย	62
6.6 การอพยพชุมชนที่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัย	64
7. สรุปผล	65
8. เอกสารอ้างอิง	67

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1	ปัจจัย ประเภทข้อมูล คำถ่วงน้ำหนัก และค่าคะแนนที่ใช้ในการศึกษา	13
ตารางที่ 2	ตัวอย่างค่าคะแนนถ่วงน้ำหนักรวมต่ำสุด	14
ตารางที่ 3	ค่าปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์ในแบบจำลอง	17
ตารางที่ 4	แสดงรายชื่อหมู่บ้านที่เสี่ยงจากเกิดดินถล่มและน้ำป่าไหลหลาก ในภาคกลางและภาคตะวันตก	31
ตารางที่ 5	แสดงรายชื่อหมู่บ้านที่เสี่ยงจากเกิดดินถล่มและน้ำป่าไหลหลาก ในภาคตะวันออก	32
ตารางที่ 6	แสดงรายชื่อหมู่บ้านที่เสี่ยงจากเกิดดินถล่มและน้ำป่าไหลหลาก ในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	33
ตารางที่ 7	แสดงรายชื่อหมู่บ้านที่เสี่ยงจากเกิดดินถล่มและน้ำป่าไหลหลาก ในภาคใต้	34
ตารางที่ 8	แสดงรายชื่อหมู่บ้านที่เสี่ยงจากเกิดดินถล่มและน้ำป่าไหลหลาก ในภาคเหนือ	38
ตารางที่ 9	แสดงทางเลือกของการใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ที่เหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการ ใช้ประโยชน์ที่ดิน สมรรถนะที่ดิน ลักษณะของภูมิประเทศ ดิน ที่ดินและเครื่องจักรกลที่มีอยู่	59

สารบัญรูป

รูปที่ 1 ลักษณะดินถล่มแบบ Shallow Landslides ที่เกิดบริเวณเทือกเขา	2
รูปที่ 2 ลักษณะ Debris flow	3
รูปที่ 3 ลักษณะของการเคลื่อนตัวอย่างช้าๆ (การคืบตัว: Creep)	4
รูปที่ 4 ดินถล่มแบ่งตามลักษณะการเคลื่อนที่	5
รูปที่ 5 พื้นที่เกิดดินถล่มบริเวณ อ.พิปูน จ.นครศรีธรรมราช	6
รูปที่ 6 สภาพปัจจุบันพื้นที่ที่เคยถูกตะกอนทรายทับถมจากดินถล่ม อ.พิปูน	6
รูปที่ 7 พื้นที่เกิดดินถล่มบริเวณ อ.วังจีน จ.แพร่	7
รูปที่ 8 พื้นที่ที่เกิดดินถล่มบริเวณเทือกเขา อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์	8
รูปที่ 9 พื้นที่หมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่มบริเวณเทือกเขา อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์	8
รูปที่ 10 แสดง infinite slope stability model	10
รูปที่ 11 การคำนวณพื้นที่รับน้ำจากแบบจำลอง	11
รูปที่ 12 ตัวอย่าง แผนที่ดิน ชนิดพืชและข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์ กลุ่มน้ำย่อยของกลุ่มน้ำน่าน	20
รูปที่ 13 โปรแกรม ArcView Spatial Analysis ร่วมกับแบบจำลองของ Pack ชื่อ SINMAP	21
รูปที่ 14 ตัวอย่าง DEM กลุ่มน้ำย่อยของกลุ่มน้ำน่าน	22
รูปที่ 15 ตัวอย่าง ค่าความลาดเท (Slope) กลุ่มน้ำย่อยของกลุ่มน้ำน่าน	23
รูปที่ 16 ตัวอย่าง ทิศทางการไหลของน้ำ (Flow direction) กลุ่มน้ำย่อยของกลุ่มน้ำน่าน	24
รูปที่ 17 ตัวอย่าง พื้นที่รับน้ำย่อย (Contributing area) กลุ่มน้ำย่อยของกลุ่มน้ำน่าน	25
รูปที่ 18 ตัวอย่าง พื้นที่ เสี่ยงดินถล่ม กลุ่มน้ำย่อยของกลุ่มน้ำน่าน	26
รูปที่ 19 ตัวอย่าง แบบขยายมาตราส่วน 1:50,000 พื้นที่เสี่ยงดินถล่ม กลุ่มน้ำย่อยของกลุ่มน้ำน่าน	27
รูปที่ 20 แผนที่แสดงพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มในประเทศไทย	28
รูปที่ 21 การกำหนดหมู่บ้านเสี่ยงภัยจากดินถล่มและน้ำป่าไหลหลาก	29
รูปที่ 22 ดิถีป่าเดือนหมู่บ้านเสี่ยงภัยจากดินถล่มและน้ำป่าไหลหลาก	30
รูปที่ 23 สภาพป่าที่สมบูรณ์	53
รูปที่ 24 มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีต่างๆ	58
รูปที่ 25 แสดงการสร้างขั้นบันไดดินบนพื้นที่ลาดชัน	60
รูปที่ 26 ในพื้นที่สูงชันมีทำขั้นบันไดดิน ร่วมกับการปลูกไม้ผลและหญ้าแฝก	61
รูปที่ 27 แสดงการปลูกหญ้าแฝกบนพื้นที่ลาดชันบนไหล่ถนน	61
รูปที่ 28 อ่างเก็บน้ำบริเวณพื้นที่เสี่ยงภัย	62
รูปที่ 29 ฝายชะลอความชุ่มชื้น (Check Dam)	63
รูปที่ 30 สถานีวัดอากาศแบบอัตโนมัติ	63
รูปที่ 31 เครื่องวัดปริมาณฝนอย่างง่าย	64
รูปที่ 32 ชุมชนที่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัย	64

การวิเคราะห์พื้นที่ที่มีความเสี่ยงจากดินถล่มในประเทศไทย

1. บทนำ

ปัจจุบันภัยพิบัติตามธรรมชาติที่เกิดขึ้นทั่วโลก เช่น ก๊อแล้ง น้ำท่วม ดินถล่ม แผ่นดินไหว พายุ เป็นต้น ได้สร้างความเสียหายให้กับชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนจำนวนมาก และเพิ่มจำนวนมากขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมโลก จากปรากฏการณ์เรือนกระจก ทำให้สภาพอากาศแปรปรวน จากการเปลี่ยนแปลงของพื้นโลกจากธรรมชาติและการกระทำของมนุษย์ เช่น ความเสื่อมโทรมของทรัพยากรดินเพราะขาดการอนุรักษ์ดินและน้ำ ทรัพยากรป่าไม้มีการทำลายป่าจำนวนมาก และแหล่งน้ำ แม่น้ำลำธารตื้นเขิน

ดินถล่มเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ยากต่อการเตือนภัยหรือหลบหนีได้ทัน การป้องกันหรือหลีกเลี่ยงน่าจะเป็นหนทางที่ดีกว่า ฉะนั้นการศึกษาพื้นที่ดินถล่ม ทำให้ทราบสาเหตุและปัจจัยต่างๆ ของการเกิดดินถล่ม และทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงจากดินถล่ม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนป้องกัน และประยุกต์ใช้ในบริเวณอื่นๆ ต่อไป

การศึกษาพื้นที่เสี่ยงจากดินถล่มในประเทศไทย มีหลายหน่วยงานด้วยกัน เช่น กรมพัฒนาที่ดิน กรมทรัพยากรธรณี และหน่วยงานของมหาวิทยาลัยต่างๆ ซึ่งส่วนใหญ่ใช้ระบบระบบเทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์และแบบจำลองต่างๆ ในการศึกษาวิเคราะห์ เนื่องจากเทคโนโลยีด้านนี้พัฒนาให้ก้าวหน้าอย่างมากสามารถนำเสนอ วิเคราะห์ข้อมูลทั้งด้านพื้นที่และฐานข้อมูล สร้างแบบจำลองเสมือนจริง และอีกหลายๆ ด้าน ได้อย่างถูกต้อง รวดเร็วและทันต่อสถานการณ์ ทำให้สามารถติดตามความเปลี่ยนแปลง ใช้วางแผนและแก้ไขปัญหาดินถล่มได้ดียิ่งขึ้น กรมพัฒนาที่ดินได้ศึกษาทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงดินถล่มมาตั้งแต่ปี 2545 2546 ตามลำดับ เนื่องจากพบว่าประเทศไทยมีเหตุการณ์ดินถล่มบ่อยครั้งขึ้น แต่เนื่องจากการจัดทำโดยทีมงานเฉพาะกิจ และไม่มีผู้รับผิดชอบโดยตรง ไม่สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งปี 2548 ได้มีการจัดตั้งหน่วยงานรับผิดชอบโดยตรง จึงจำเป็นต้องศึกษาและปรับปรุงแผนที่ดินถล่มให้ถูกต้องมากขึ้น ในมาตราส่วน 1:50,000 และให้ข้อมูลความสูงเชิงเลข แบบจำลองด้านดินถล่ม ซึ่งเป็นข้อมูลที่ทันสมัยในการศึกษา

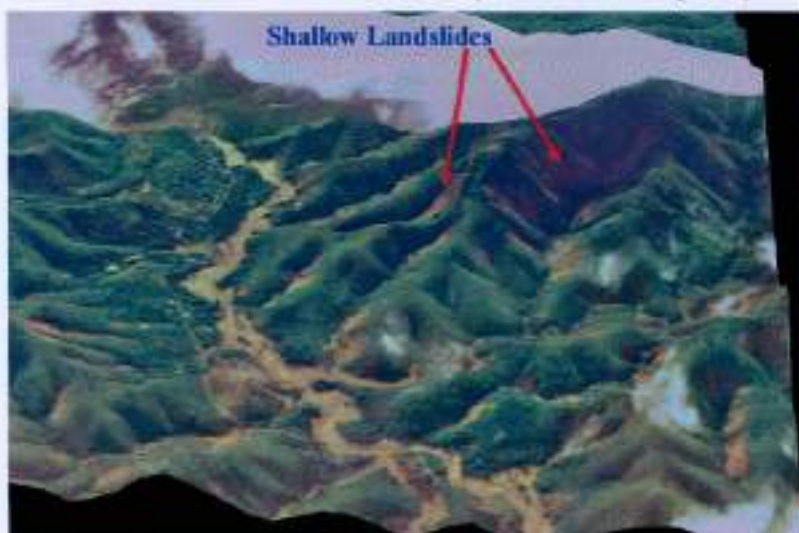
2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อจัดทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยจากดินถล่ม
- 2.2 เพื่อกำหนดพื้นที่หมู่บ้านที่มีความเสี่ยงจากดินถล่ม
- 2.3 เพื่อกำหนดแนวทางวางแผนป้องกันพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม

3. การตรวจเอกสาร

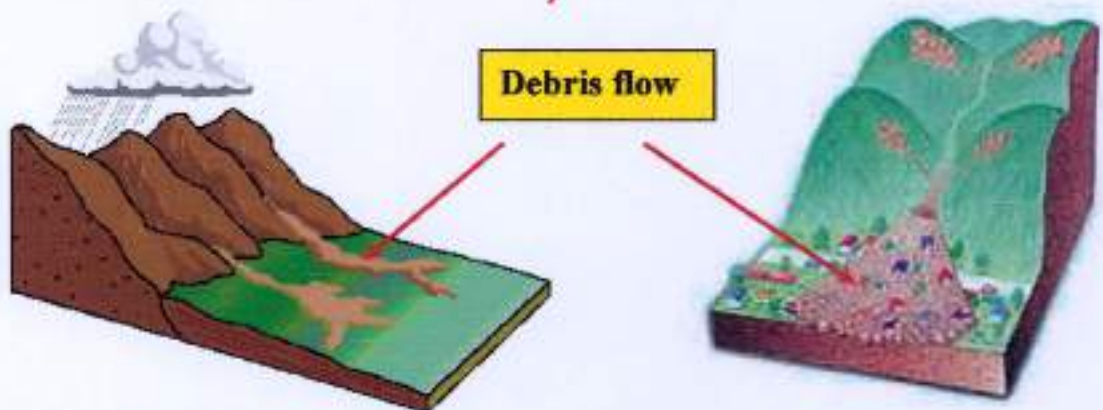
3.1 ลักษณะและการเกิดดินถล่ม

3.1.1 ดินถล่ม (Landslide) หมายถึง การเคลื่อนที่ของแผ่นดินและขบวนการซึ่งเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของแผ่นดิน หิน ตามแนวลาดชัน เนื่องจากแรงดึงดูดของโลก การเคลื่อนที่ของมวลเหล่านี้มีความเร็วปานกลางถึงเร็วมาก (คณะกรรมการจัดทำปทานุกรมรัฐวิวิทยา, 2541 และ คณะอนุกรรมการจัดทำพจนานุกรมธรณีวิทยา, 2530) ในประเทศไทยดินถล่มโดยส่วนใหญ่ เกิดจากฝนตกหนักมากบริเวณเทือกเขาที่เรียกว่า Shallow Landslides (Piersson et al., 1991) ตามรูปที่ 1 และมักเกิดพร้อมกับน้ำป่าไหลหลาก ทำให้มีการพัดพาหิน หิน ทราบและเศษซากไม้ต่างๆ ไปกับน้ำด้วย เรียกว่า Debris flow (รูปที่ 2) ซึ่งจะต่างจาก Mud flow ที่มีเฉพาะดินโคลนที่จะไหลไปกับน้ำ (Church and Miles, 1987)



รูปที่ 1 ลักษณะดินถล่มแบบ Shallow Landslides ที่เกิดบริเวณเทือกเขา

(บ้านน้ำต๊ะ น้ำลิ ต.น้ำหมัน อ.ท่าปลา จ.อุตรดิตถ์ เมื่อวันที่ 22-23 พ.ค. 2549)



รูปที่ 2 ลักษณะ Debris flow (จาก BC Geological Survey 2006; International Sabo Association 2004 และ บริเวณบ้านน้ำต๊ะ ค.น้ำหมื่น อ.ท่าปลา จ.อุตรดิตถ์ เมื่อวันที่ 22-23 พ.ค. 2549)

3.1.2 การเกิดดินถล่ม มีหลายสาเหตุด้วยกัน กรณีเกิดจากธรรมชาติ เช่น แผ่นดินไหว คลื่นยักษ์ อุทกภัย ภูเขาไฟระเบิด หิมะถล่ม แผ่นดินไหว หรือเกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การตัดถนนบริเวณภูเขา การขุดอุโมงค์ เป็นต้น การเกิดดินถล่ม มีหลายลักษณะ แบ่งตามลักษณะต่างๆ (BC Geological Survey, 2006) ได้ดังนี้

3.1.2.1 แบ่งตามอัตราการเคลื่อนที่ (rate of movement) โดยมีช่วงตั้งแต่ อัตราการเคลื่อนที่อย่างช้าๆ (มม./ปี) ซึ่งเรียกว่า การคืบตัว (Creep) (รูปที่ 3) ถึงอัตราการเคลื่อนที่อย่างรวดเร็ว (ม./วินาที)



รูปที่ 3 ลักษณะของการเคลื่อนที่อย่างช้าๆ (การคืบตัว: Creep) (BC Geological Survey, 2006)

3.1.2.2 แบ่งตามลักษณะของวัตถุ โดยดินถล่มที่เกิดมีส่วนประกอบของ หินพื้นหรือดิน หินผสมกับหิน หรือ หิมะหรือเศษซากของต้นไม้ สิ่งมีชีวิตต่างๆ

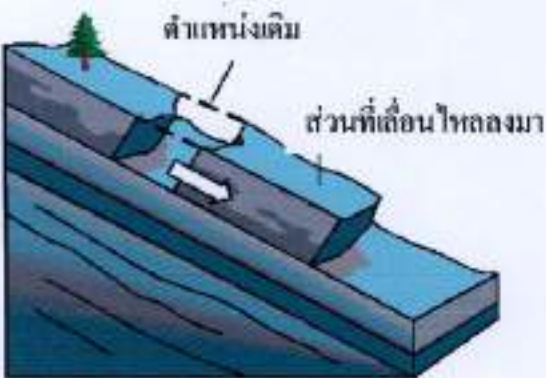
3.1.2.3 แบ่งตามลักษณะการเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่ของหินพื้นหรือดิน หินผสมกับหิน หรือ เศษซากของต้นไม้ สิ่งมีชีวิตต่างๆ มีหลายลักษณะ เช่น การเลื่อนไถล (slide) การถล่ม (slump) การไหล (flow) การร่วง (fall) ตามรูปที่ 4

3.1.3 การเกิดดินถล่มในประเทศไทย ที่ทำให้เกิดความเสียหายรุนแรงเป็นลักษณะ Debris flow เกิดจากน้ำฝนเป็นปัจจัยหลัก เช่น

3.1.3.1 เหตุการณ์ดินถล่มที่ อ.พื้งและอ.ลานสกา จ.นครศรีธรรมราช (รูปที่ 5 และ 6) ในวันที่ 21-22 พฤศจิกายน พ.ศ. 2531 เนื่องจากฝนตกหนักติดต่อกัน รวมปริมาณฝน 447 มม. (อุษาคเนย์และคณะ 2532; สุรพล และคณะ 2532) ในบริเวณเทือกเขาหลวง ซึ่งลักษณะดิน ส่วนใหญ่เป็นดินร่วนเหนียวปนทรายหยาบ ถึงดินเหนียวปนทรายหยาบปะปนอยู่กับหิน จากการสลายตัวของหินแกรนิต (พิสุทธิ และคณะ 2533; สุรพล และคณะ 2532) พืชพรรณเป็นยางพารา ไม้ผลผสมป่าไม้ และป่าดิบชื้น

3.1.3.2 เหตุการณ์ดินถล่มที่ อ.เขาคิชฌกูฏ จ.จันทบุรี ในวันที่ 28 กรกฎาคม ถึง 1 สิงหาคม

2542 สันตทหนักในลุ่มน้ำจันทบุรี ลักษณะดินมาจากการสลายตัวของหินแกรนิตเช่นกัน (วรกร และ คณะ 2546)



การเลื่อนไหล (Slide)



การถล่ม (Slump)



การไหล (Flow)



การร่วง (Fall)

รูปที่ 4 ดินถล่มแบ่งตามลักษณะการเคลื่อนที่ (BC Geological Survey, 2006)



รูปที่ 5 พื้นที่เกิดดินถล่มบริเวณ อ.พิปูน จ.นครศรีธรรมราช (จาก กรมทรัพยากรธรณี)



รูปที่ 6 สภาพปัจจุบันพื้นที่ที่เคยถูกชะกอนทรายทับถมจากดินถล่ม อ.พิปูน

3.1.3.3 เหตุการณ์ดินถล่มที่ อ.วังจั่น จ.แพร่ (รูปที่ 7) ในวันที่ 3-4 พฤษภาคม 2544 เนื่องจากฝนตกหนัก วันที่ 2-3 พฤษภาคม 2544 โดยมีปริมาณฝน 68 มม. และ 285 มม. ตามลำดับ ลักษณะดิน เป็นดินเหนียว และดินเหนียวปนลูกรัง จากการสลายตัวของหินดินดาน หินทรายแป้งหินกรวดมน (คณะทำงานเฉพาะกิจในการวิเคราะห์สภาพปัญหาอุทกภัย 2544)



รูปที่ 7 พื้นที่เกิดดินถล่มบริเวณ อ.วังจั่น จ.แพร่ (จาก กรมอุตุนิยมวิทยาและกรมทรัพยากรธรณี)

3.1.3.4 เหตุการณ์ดินถล่มที่ อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์ ในวันที่ 11 สิงหาคม 2544 (รูปที่ 8 และ 9) ลักษณะดิน เป็นดินเหนียว ทรายแป้งและก้อนกรวดหรือหินขนาดใหญ่ (วรากร และคณะ 2546) พื้นที่ส่วนใหญ่ ใช้ปลูกข้าวโพด ชิง และป่าเสื่อมโทรม



รูปที่ 8 พื้นที่ที่เกิดดินถล่มบริเวณเทือกเขา อ.ห้วยสัก จ.เพชรบูรณ์



รูปที่ 9 พื้นที่หมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่มบริเวณเทือกเขา อ.ห้วยสัก จ.เพชรบูรณ์

3.2 การวิเคราะห์และทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงดินถล่ม

วิธีวิเคราะห์และทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงดินถล่ม มี 4 วิธีหลักๆ เรียงลำดับจากง่ายไปยาก และมีความถูกต้องมากขึ้นด้วย ดังนี้

3.2.1 วิธีการธรณีสัณฐาน (Geomorphology method) โดยวิเคราะห์จากลักษณะภูมิประเทศ ร่องน้ำและลาดเขา เช่น มี ลักษณะของ ตะกอนรูปพัดเก่า (alluvium fan) ซึ่งอาจแสดงว่าเคยเกิดการพัดพา ตะกอนดินถล่มมาก่อน หรือ ลักษณะไหล่เขา มีโอกาสเกิดดินถล่มมากกว่าบริเวณเชิงเขาหรือ ยอดเขา นอกจากนี้ Westen (2003) พบว่าบริเวณที่มักเกิดดินถล่มจะมีค่าความลาดชัน ที่ 20-30 องศา และมีเกิดดินถล่มมากที่สุด ที่ความลาดชัน 50-60 องศา ส่วนที่ความลาดชันมากกว่า 70 องศา จะไม่เกิดดินถล่ม เป็นต้น

3.2.2 วิธีดัชนีปัจจัยรวม (Weighted factor index method) โดยนำปัจจัยที่เกิดจากธรรมชาติและการกระทำของมนุษย์มาจัดจำแนกความรุนแรง และให้น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัย แล้วคิดออกมาเป็นคะแนนรวม เพื่อจัดลำดับความรุนแรงในแต่ละพื้นที่ วิธีนี้ต้องปรับแก้ความสำคัญของปัจจัยต่างๆ ให้เข้ากับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น วิเคราะห์โดยการกำหนดค่าถ่วงน้ำหนัก (Ranking Weighting) ของแต่ละปัจจัย (Malczewski, 1999 และ Eastman, 1999) ตามสมการ (1) โดยได้แสดงตัวอย่างในการศึกษาของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ในหัวข้อ 3.3.1.1 และตารางที่ 1

$$W_i = (M_1W_1) + (M_2W_2) + (M_3W_3) + \dots + (M_nW_n) \quad \text{สมการ(1)}$$

โดย W_i =ระดับ โอกาสที่จะเกิด

โดยเป็นค่าคะแนนรวมของแต่ละปัจจัย

$M_1, M_2, M_3, \dots, M_n$ = ค่าคะแนนของปัจจัยที่ 1, 2, 3, ถึง n

$W_1, W_2, W_3, \dots, W_n$ = ค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัยที่ 1, 2, 3, ถึง n

3.2.3 วิธีการธรณีเทคนิค (Geotechnical engineering method) โดยสำรวจและทดสอบคุณสมบัติทางธรณีวิทยาและวิศวกรรมปฐพีของชั้นดินและหิน ร่วมกับอิทธิพลของความชื้นที่เปลี่ยนไป แล้ววิเคราะห์ความมั่นคงของพื้นที่ลาดเท

แบบจำลองวิเคราะห์ความมั่นคงของพื้นที่ลาดเท (The infinite slope stability model factor of safety: FS) ของ Pack et al. (1998a) ซึ่งปรับปรุงจาก Hammond et al. (1992) ตามสมการที่ 2 โดยใช้ค่าความหนาของชั้นดิน (h) แทนความลึกของดิน ตามสมการที่ 3 และรูปที่ 10 ฉะนั้นจะได้ค่า FS ตามสมการที่ 4

$$FS = \frac{C_r + C_s + c \cos^2 \theta [\rho_s g (D - D_w) + (\rho_s g - \rho_w g) D_w] \tan \phi}{D \rho_s g \sin \theta \cos \theta} \quad \text{สมการ (2)}$$

C_r = root cohesion [N/m^2], C_s = soil cohesion [N/m^2],

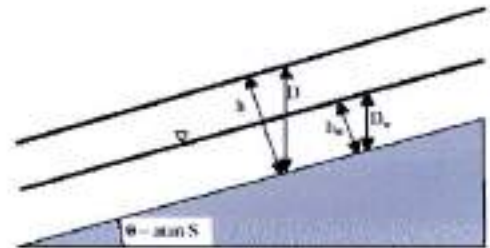
θ = slope angle, ρ_s = wet soil density [kg/m^3],

ρ_w = the density of water [kg/m^3], g = gravitational acceleration (9.81 m/s^2),

D = the vertical soil depth [m],

D_w = the vertical height of the water table within the soil layer [m],

ϕ = the internal friction angle of the soil



รูปที่ 10 แสดง infinite slope stability model

$$h = D \cos \theta \quad \text{สมการ (3)}$$

$$FS = \frac{C + \cos \theta [1 - wr] \tan \phi}{\sin \theta} \quad \text{สมการ (4)}$$

C = สัดส่วนแรงยึดของดินและรากพืชกับน้ำหนักตัวถังของดิน ตามสมการที่ 5

$$C = (C_r + C_s) / (h \rho_s g) \quad \text{สมการ (5)}$$

r = สัดส่วนความหนาแน่นของน้ำกับดิน ตามสมการที่ 6

$$r = \rho_w / \rho_s$$

สมการ (6)

w = สัดส่วนของระดับน้ำใต้ดินกับความหนาของชั้นดิน ตามสมการที่ 7

$$w = D_w / D = h_w / h$$

สมการ (7)

เนื่องจากค่าระดับน้ำใต้ดินกับความหนาของชั้นดิน วัดได้ยากในสนาม จึงต้องอาศัยแบบจำลองคำนวณ ตามสมการที่ 8

$$w = \text{Min} \left(\frac{R a}{T \sin \theta}, 1 \right)$$

สมการ (8)

R - ค่าการไหลของน้ำผิวดิน

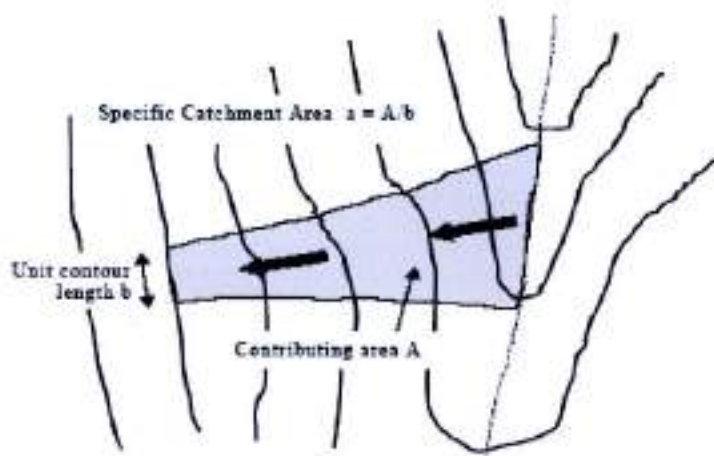
T - ค่าการไหลของน้ำซึมผ่านดิน

a - พื้นที่รับน้ำ (รูปที่ 11)

จากสมการที่ 4 และแทนค่า w ตามสมการที่ 8 ก็สามารถหาค่า FS ได้ตามสมการที่ 9

$$FS = \frac{C + \cos \theta \left[1 - \min \left(\frac{R a}{T \sin \theta}, 1 \right) r \right] \tan \phi}{\sin \theta}$$

สมการ (9)



รูปที่ 11 การคำนวณพื้นที่รับน้ำจากแบบจำลอง

ค่าอัตราส่วนความปลอดภัย (FS) ที่คำนวณ สามารถแบ่งได้ดังนี้

$FS > 1$ หมายถึง มีความมั่นคง (Stable)

$FS < 1$ หมายถึง ไม่มั่นคง (Unstable)

$FS = 1$ หมายถึง จุดวิกฤต (Critical)

3.2.4 วิธีวิเคราะห์ความเสี่ยง (Risk analysis method) โดยการวิเคราะห์ต่อจากวิธีที่ 2 และ 3 โดย

การศึกษาทางสถิติของโอกาสที่จะเกิดภัยพิบัติและผลเสียหายทางด้านเศรษฐกิจและสังคมที่จะเกิดตามมา

3.3 การวิเคราะห์และทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงดินถล่มในประเทศไทย

การวิเคราะห์และทำแผนที่พื้นที่เสี่ยงดินถล่มในประเทศไทย ที่จัดทำกันอยู่ มี 2 วิธี คือ

3.3.1 การจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยโดยวิธีดัชนีปัจจัยรวม (Weighted factor index method) ซึ่ง

หน่วยงานส่วนใหญ่ใช้วิธีนี้ในการทำแผนที่ เช่น

3.3.1.1 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ศึกษาและทำแผนที่เสี่ยงดินถล่ม โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เฉพาะพื้นที่ภาคใต้ ใช้วิธีการให้ค่าคะแนนน้ำหนักจากปัจจัย 5 ปัจจัย เรียงลำดับความสำคัญจากมากไปน้อย ได้แก่ ชนิดของดินและหิน ความลาดชันของพื้นที่ ปริมาณฝน สภาพการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุม ระดับความสูงของพื้นที่ ตามตารางที่ 1 และในตารางที่ 2 ได้แสดงตัวอย่างค่าคะแนนถ่วงน้ำหนักรวมค่าสุดของข้อมูลที่ได้ศึกษา จากค่าคะแนนถ่วงน้ำหนักของปัจจัยต่างๆ รวมกันมาจัดระดับความรุนแรงของโอกาสที่จะเกิดดินถล่มเป็น 5 ชั้น

ชั้น	ระดับความรุนแรง	ค่าคะแนนถ่วงน้ำหนัก
1	ต่ำมาก	40-72
2	ต่ำ	73-104
3	ปานกลาง	105-136
4	สูง	137-168
5	สูงมาก	169-200

ตารางที่ 1 ปัจจัย ประเภทข้อมูล ค่าถ่วงน้ำหนัก และค่าคะแนนที่ใช้ในการศึกษา

ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา	ประเภทข้อมูล	ค่าถ่วงน้ำหนักของปัจจัย (a)	ค่าคะแนนประเภทข้อมูล (b)	ค่าคะแนนถ่วงน้ำหนัก (a X b)
1.ชนิดดินและ หิน	ตะกอนแม่น้ำทับถมค่า	10	1	10
	หินทรายหินดินดาน		2	20
	หินปูน/โคลนโสมค์/ฟิลไอต์		3	30
	หินแปรของหินอัคนี/เทอร์ตไซต์		4	40
	หินแกรนิต/หินชนวน		5	50
2.ความถาดชั้นของพื้นที่ (%)	0-3	9	1	9
	3-8		2	18
	8-15		3	27
	15-35		4	36
	>35		5	45
3.ปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี (มม./ ปี)	1,000-1,800	8	1	8
	1,801-2,100		2	16
	2,101-2,400		3	24
	2,401-3,200		4	32
	3,201-4,000		5	40
4.การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ป่าไม้สมบูรณ์	7	1	7
	พื้นที่ทุ่งหญ้าและป่าสมบูรณ์		2	14
	พื้นที่สวนผลไม้ผสม		3	21
	พืชไร่/นา		4	28
	พื้นที่เปิดโล่ง		5	35
5.ระดับความสูงของพื้นที่	<100	6	1	6
	100-300		1.5	9
	300-500		2	12
	500-800		3	18
	800-1,200		4	24
	>1,200		5	30

ตารางที่ 2 ตัวอย่างค่าคะแนนถ่วงน้ำหนักรวมต่ำสุด

ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา	ประเภทข้อมูล	ค่าถ่วง น้ำหนักของ ปัจจัย (a)	ค่าคะแนน ประเภท ข้อมูล (b)	ค่าคะแนนถ่วง น้ำหนัก (a X b)
1.ชนิดดินและหิน	ตะกอนน้ำพาหัตถมเก่า	10	1	10
2.ความลาดชัน ของพื้นที่ (%)	0-3	9	1	9
3.ปริมาณฝนเฉลี่ย รายปี (มม./ปี)	1,000-1,800	8	1	8
4.การใช้ประโยชน์ ที่ดิน	พื้นที่ป่าไม้สมบูรณ์	7	1	7
5.ระดับความสูง ของพื้นที่	<100	6	1	6
รวมค่าคะแนนถ่วงน้ำหนัก				40

3.3.1.2 กรมพัฒนาที่ดิน ศึกษาทั่วประเทศ (กรมพัฒนาที่ดิน 2545) โดยปรับปรุงจากของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ใช้วิธีการให้คะแนนน้ำหนักจากปัจจัย 5 ปัจจัย เรียงลำดับความสำคัญจากมากไปน้อย คือ ชนิดของหิน ความลาดชันของพื้นที่ สภาพการใช้ที่ดินและสิ่งปกคลุม ลักษณะและสมบัติบางประการของดินและ ปริมาณฝน ในการจัดทำแผนที่เสี่ยงดินถล่ม ซึ่งต่อมาในปี 2546 ได้จัดทำแผนที่เสี่ยงดินถล่มขึ้นใหม่ โดย ประทุมพร (2548) และ สมพร (2548) ใช้วิธีการประเมินดินถล่มจากโอกาสอื่น น้ำของชั้นดินบน ลึก 30 ซม. จากผิวดิน ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติด้านความยากง่ายในการไหลตัวของดิน และปริมาณน้ำฝนที่ไหลซึมผ่านลงไปใผดิน ตามสมการ 10 ร่วมกับโอกาสเกิดการเคลื่อนตัวของมวลดิน ชั้นบนหนา 30 ซม. ในการประเมินใช้ข้อมูลพื้นที่ลาดชันเชิงชัน (ความลาดชันมากกว่า 35%) เป็นพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดการเคลื่อนตัวของมวลดินและโอกาสเกิดดินถล่ม

$$R_f = M \times I$$

สมการ (10)

R_f คือ โอกาสอิ่มตัวของดิน (Liquefaction) คิดเป็นปริมาณพื้นที่ตกติดต่อกันในช่วงเวลาหนึ่ง มีหน่วยวัดเป็น มม.ต่อวัน

M คือ ปริมาณความชื้นที่ทำให้มวลดินร้อยละ 63 ของหน้าตัดดิน ซึ่งมีความลึก 50 ซม. เกิดการเหลวและเคลื่อนตัว มีหน่วยเป็น มม. ความชื้นที่ทำให้ดินถึงจุดเหลวและเคลื่อนที่มีค่าเท่ากับ 0.9 เท่าของความชื้น ณ จุดเหลวของดิน (Liquid Limit, LL)

I คือ ปริมาณฝนที่ไหลซึมลงไปนดิน (Infiltration Rainfall) มีหน่วยเป็น มม.

3.3.1.3 กรมทรัพยากรธรณี ศึกษาทั่วประเทศ (กรมทรัพยากรธรณี 2548) ใช้วิธี

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Landslide predictive model) ปัจจัยที่ใช้คำนวณ ได้แก่ ระดับความสูง หน้ารับน้ำฝน ความลาดชัน ทิศทางการไหลของน้ำ การไหลรวมของน้ำ พืชพรรณ คุณสมบัติของดิน และความชื้นของพื้นที่

3.3.2 การจัดทำแผนที่เสี่ยงภัยโดยวิธีทางธรณีเทคนิค (Geotechnical engineering method)

ซึ่งหน่วยงานที่ใช้วิธีนี้ในการทำแผนที่ คือ ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยเป็นการศึกษาเฉพาะพื้นที่ เช่น การศึกษาเสถียรภาพของลาดดินในพื้นที่ถล่มน้ำก้อ (นงลักษณ์ 2546) การศึกษาพฤติกรรมของดินถล่มในจังหวัดภูเก็ต (ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก 2548)

4. อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์ที่ใช้เป็นคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง เนื่องจากเป็นข้อมูลจำนวนมากทั้งประเทศ พร้อมด้วยโปรแกรมด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ และข้อมูลแผนที่ต่างๆ ในรูป digital โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์

1) โปรแกรมด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcView (ESRI) ทำงานร่วมกับแบบจำลองวิเคราะห์ความมั่นคงของพื้นที่ลาดเท ของ Pack et al. (1998a, b)

2) ข้อมูลแผนที่กลุ่มชุดดิน กรมพัฒนาที่ดิน มาตราส่วน 1:50,000

3) ข้อมูลแผนที่สภาพการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน มาตราส่วน 1:50,000

4) ข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี มาตราส่วน 1:250,000

5) ข้อมูลความสูงเชิงเลข (DEM : Digital Elevation Model) ESRI ประเทศไทย ที่ความละเอียด 30 ม.

6) ข้อมูลแผนที่ลุ่มน้ำ มาตราส่วน 1:50,000

7) ข้อมูลแผนที่หมู่บ้าน กรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1:50,000

4.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์พื้นที่ที่มีความเสี่ยงจากดินถล่ม

สำหรับวิธีการวิเคราะห์ที่ได้ใช้วิธีทางธรณีเทคนิค (Geotechnical engineering method) ของ Pack et al. (1998a, b) และการเตรียมข้อมูลสำหรับวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcView สามารถลำดับรายละเอียด ดังนี้

4.2.1 นำข้อมูลแผนที่กลุ่มชุดดิน มาตราส่วน 1:50,000 จำนวน 62 กลุ่มชุดดิน มาจำแนกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มดินลึก กับ กลุ่มดินตื้น (ผสมก้อนหิน) โดยกลุ่มดินตื้นได้แก่ กลุ่มชุดดินที่ 25 45 46 47 48 49 51 52 และ 61 ส่วนกลุ่มชุดดินที่เหลือให้เป็นกลุ่มดินลึก ยกเว้นกลุ่มชุดดินที่ 62 ซึ่งเป็น ดินบนพื้นที่ลาดชันเกิน 35 % (slope complex soils) ซึ่งยังไม่มี การจัดแบ่งเป็นกลุ่มชุดดินให้สมบูรณ์ จึงต้องใช้ข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยา มาตราส่วน 1:250,000 มาจัดกลุ่มดินลึกและดินตื้น โดยใช้ชนิดของหิน ซึ่งเป็น วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นตัวแบ่งแทน ก็จะได้แผนที่ดินลึกและดินตื้น เพื่อใช้วิเคราะห์ต่อไป

4.2.2 นำข้อมูลแผนที่สภาพการใช้ที่ดิน มาตราส่วน 1:50,000 มาจัดกลุ่มเป็นพื้นที่ป่าไม้ ธรรมชาติและสวนป่ากับพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม พื้นที่เกษตร พืชไร่และพื้นที่อื่นๆ ก็จะได้แผนที่ชนิดพืช

4.2.3 นำแผนที่ดินลึกและดินตื้นมาซ้อนทับ (overlay) กับแผนที่ชนิดพืช ก็จะได้แผนที่ใหม่ของลักษณะดินและพืชในแต่ละพื้นที่ จากนั้นนำแผนที่ลุ่มน้ำมาซ้อนทับกับแผนที่ใหม่ที่ได้ เพื่อแบ่งพื้นที่ทั้งประเทศออกเป็นลุ่มน้ำย่อย 255 ลุ่มน้ำ (จากลุ่มน้ำหลัก 25 ลุ่มน้ำ) เนื่องจากไม่สามารถวิเคราะห์ข้อมูลพร้อมกันทั้งประเทศได้ เพราะข้อมูลแผนที่มีขนาดใหญ่มาก ระบบคอมพิวเตอร์ที่มีไม่สามารถวิเคราะห์ได้ ต้องแบ่งวิเคราะห์เป็นส่วนๆ ตามลักษณะของลุ่มน้ำย่อยต่างๆ

4.2.4 นำแผนที่ที่ได้จาก ข้อ 4.2.3 แบ่งเป็นลุ่มน้ำย่อยแล้ว ซึ่งเป็นแผนที่แบบเส้น (vector) มาแปลงให้เป็นแบบ raster (เป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมจัตุรัส) ความละเอียด 30 ม. เพราะแบบจำลองและ DEM ที่ใช้วิเคราะห์เป็นแบบ raster พร้อมทั้งใส่ข้อมูลตามตารางที่ 3 ซึ่ง Pack et al. (1998a, b) ได้ศึกษาไว้ จากข้อมูลพืชและลักษณะดิน ทำให้ทราบ ค่าแรงยึดของรากพืชกับดิน (C) มุมของดินที่ทำกับชั้นหินพื้น (Phi, ϕ) ส่วนปริมาณน้ำและการไหลของน้ำ จากลักษณะดินและชนิดพืชแตกต่างกันทำให้ค่าการไหลซึมผ่านดิน ค่าการไหลผ่านผิวดินแตกต่างกัน ในแต่ละพื้นที่

ตารางที่ 3 ค่าปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์ในแบบจำลอง (Pack et al., 1998a, b)

ลักษณะดิน	ชนิดพืช	สัดส่วนแรงยึดของดิน และรากพืชกับน้ำหนัก ถ่วงของดิน (C)		มุมของดินที่ทำกับชั้น หินพื้น (Φ , ϕ)		สัดส่วนการไหลของ น้ำลงใต้ดินกับไหล ผิวดิน (T/R)	
		ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
ดินดินผสม ก้อนหิน	ป่าไม้	0.0	0.1	39	45	2000	3000
ดินดินผสม ก้อนหิน	ป่าเสื่อมโทรม พื้นที่เกษตร ทุ่งหญ้า	0.0	0.0	39	45	2000	3000
ดินลึก	ป่าไม้	0.0	0.35	35	39	1500	2000
ดินลึก	ป่าเสื่อมโทรม พื้นที่เกษตร ทุ่งหญ้า	0.0	0.25	35	39	1500	2000

4.2.5 นำข้อมูลความสูงเชิงเลข (DEM : Digital Elevation Model) ที่ความละเอียด 30 ม.

มาัดแบ่งตามกลุ่มน้ำย่อย 255 กลุ่มน้ำ เพื่อแบ่งวิเคราะห์ร่วมกับแผนที่ดินและชนิดพืชที่เตรียมไว้

4.2.6 โดยใช้โปรแกรมด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcView Spatial Analysis (ESRI)

ร่วมกับแบบจำลองของ Pack et al. (1998a, b) ที่ชื่อ SINMAP วิเคราะห์ DEM (Digital Elevation Model) ตามลักษณะกลุ่มน้ำย่อยที่ละกลุ่มน้ำ จนครบ 255 กลุ่มน้ำ ในที่นี้จะแสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ในกลุ่มน้ำย่อยของกลุ่มน้ำน่าน โดยเลือก DEM ที่จะวิเคราะห์ เพื่อหาค่าความลาดเท (Slope) และทิศทางการไหลของน้ำ (Flow direction) และพื้นที่รับน้ำย่อย (contributing area)

4.2.7 นำข้อมูลแผนที่ที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์ร่วมกันเพื่อหาค่า Stability index และแบ่งเป็นพื้นที่เสี่ยงดินถล่มได้ 3 ระดับ ดังนี้

Stability Index (SI) ระดับชั้นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงเกิดดินถล่ม

> 1	พื้นที่ที่ไม่มีมีความเสี่ยงเกิดดินถล่มหรือเกิดน้อย
1.0-0.5	พื้นที่ที่มีความเสี่ยงเกิดดินถล่มปานกลาง
< 0.5	พื้นที่ที่มีความเสี่ยงเกิดดินถล่มสูง

4.3 ขั้นตอนการกำหนดหมู่บ้านเสี่ยงภัยจากดินถล่มและน้ำป่าไหลหลาก

สำหรับหมู่บ้านเสี่ยงภัยจากดินถล่ม ได้จากการหาระยะห่างจากพื้นที่ที่มีความเสี่ยงเกิดดินถล่ม ประมาณ 2 กม. และอยู่ใกล้ลำน้ำในรัศมี 200 เมตร เนื่องจากน้ำจะเป็นตัวพาหิน หินและต้นไม้มาด้วย

4.3.1 การวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม ArcView ร่วมกับแผนที่เส้นทางน้ำ เพื่อหาหมู่บ้านที่อยู่ใกล้ลำน้ำในรัศมี 200 ม. โดยใช้คำสั่ง buffer จากเส้นทางน้ำ 200 เมตร

4.3.2 นำแผนที่พื้นที่เสี่ยงดินถล่มที่ได้จากการวิเคราะห์ เพื่อหาหมู่บ้านที่อยู่ในรัศมี 2 กม. โดยใช้คำสั่ง buffer 2 กิโลเมตร จากบริเวณเสี่ยงดินถล่ม

4.3.3 นำแผนที่ที่ได้จากข้อ 4.3.1 และ 4.3.2 ซ้อนทับกับแผนที่ตำแหน่งหมู่บ้านก็จะได้หมู่บ้านที่เสี่ยงภัยจากดินถล่มและน้ำป่าไหลหลาก

4.3.4 เข้าตรวจสอบหมู่บ้านในพื้นที่จริง พร้อมทั้งติดป้ายเตือนดินถล่มและน้ำป่าไหลหลาก ในบริเวณหมู่บ้าน

5. ผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ จะได้แผนที่เสี่ยงดินถล่มและหมู่บ้านเสี่ยงภัยจากดินถล่ม โดยมีรายละเอียด ดังนี้

5.1 การวิเคราะห์พื้นที่ที่มีความเสี่ยงจากดินถล่ม

เป็นการวิเคราะห์รายลุ่มน้ำ 255 ลุ่มน้ำย่อย ในมาตราส่วน 1:50,000 โดยใช้กลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำน่าน เป็นตัวอย่างในการเสนอรายงาน ดังนี้

5.1.1 นำแผนที่ดินและพืชที่ได้แบ่งเป็นกลุ่มน้ำย่อยแล้ว ซึ่งเป็นแผนที่แบบเส้น (vector) มาแปลงให้เป็นแบบ raster (เป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมจัตุรัส) ความละเอียด 30 ม. เพราะแบบจำลองและ DEM ที่ใช้วิเคราะห์เป็นแบบ raster จากข้อมูลพืชและลักษณะดิน ซึ่ง Pack et al. (1998a, b) ได้ศึกษาไว้ ทำให้ทราบ ค่าแรงยึดของรากพืชกับดิน (C) มุมของดินที่เท่ากับชั้นหินพื้น (Phi, ϕ) ส่วนปริมาณน้ำและการไหลของน้ำ จากลักษณะดินและชนิดพืชแตกต่างกันทำให้ค่าการไหลซึมผ่านดิน ค่าการไหลผ่านผิวดินแตกต่างกัน ในแต่ละพื้นที่ รูปที่ 12 ได้แสดงตัวอย่างข้อมูลกลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำน่าน

5.1.2 ใช้โปรแกรมด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcView Spatial Analysis (ESRI) ร่วมกับแบบจำลอง ที่ชื่อ SINMAP (รูปที่ 13) วิเคราะห์ DEM ตามลักษณะกลุ่มน้ำย่อยที่ละลุ่มน้ำ จนครบ 255 ลุ่มน้ำ ในที่นี้จะแสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ในลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำน่าน โดยเลือก DEM ที่จะวิเคราะห์ (รูปที่

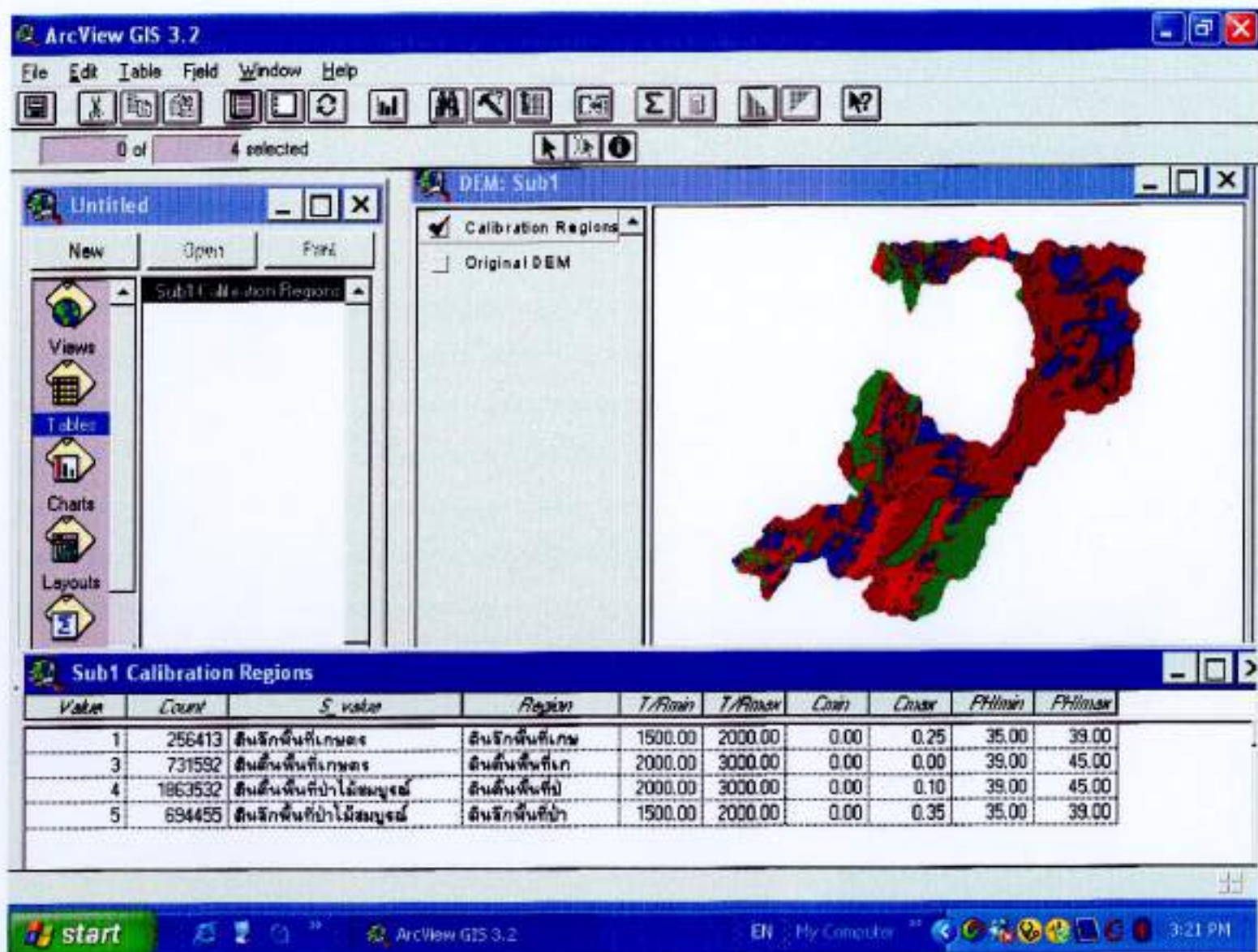
14) เพื่อหาค่าความลาดเท (Slope) (รูปที่ 15) และทิศทางการไหลของน้ำ (Flow direction) (รูปที่ 16) และพื้นที่รับน้ำย่อย (contributing area) (รูปที่ 17)

5.1.3 นำข้อมูลแผนที่ที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์ร่วมกันเพื่อหาค่า Stability index และแบ่งเป็นพื้นที่เสี่ยงดินถล่มได้ 3 ระดับ คือ พื้นที่ที่ไม่มีความเสี่ยงเกิดดินถล่มหรือเกิดน้อย พื้นที่ที่มีความเสี่ยงเกิดดินถล่มปานกลาง และพื้นที่ที่มีความเสี่ยงเกิดดินถล่มสูง ตามรูปที่ 18 และ ขยายให้เห็นบางส่วน ในมาตราส่วน 1:50,000 ในรูปที่ 19

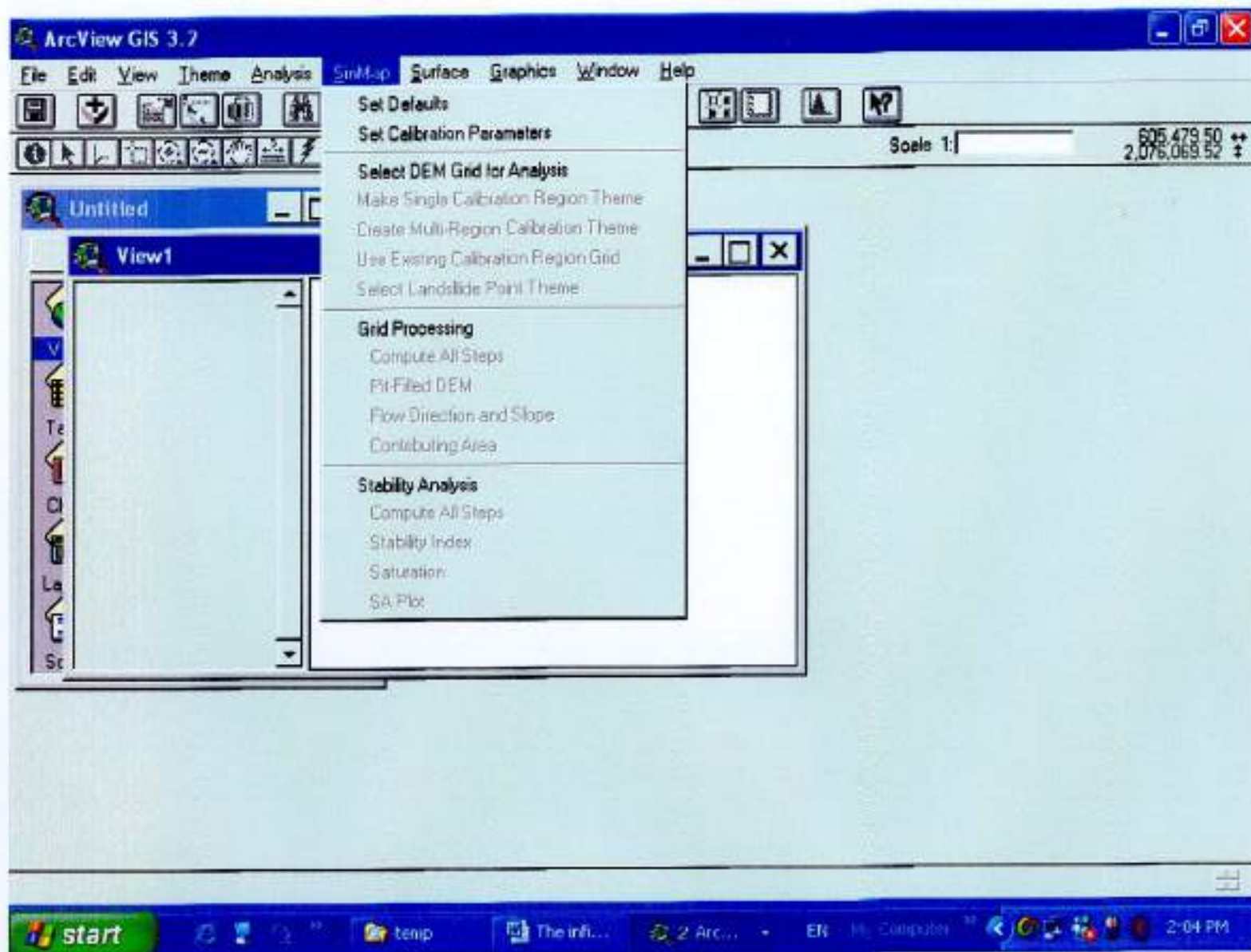
ข้อจำกัดในการศึกษา เนื่องจากข้อมูล DEM ที่ใช้มีความละเอียดที่ 30 ม. ต่อ จุด ซึ่งเป็นข้อมูลที่หาบถ้าต้องการให้แผนที่มีความถูกต้องมากขึ้น จำเป็นต้องใช้ข้อมูล DEM ที่ละเอียดขึ้น เช่น ที่ความละเอียด 5 ถึง 10 ม. ในบริเวณพื้นที่ภูเขา ส่วนค่าของปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์ เช่น ข้อมูลดิน พืช ข้อมูลน้ำ เป็นค่ากว้างๆ ไม่สามารถเจาะจงพื้นที่ได้ เนื่องจากเป็นการศึกษาระดับทั้งประเทศ ในกรณีที่ต้องการความถูกต้องสูง จำเป็นต้องวิเคราะห์หรือเก็บตัวอย่างในพื้นที่จริง และทำได้เฉพาะจุด ซึ่งต้องใช้เวลาและงบประมาณจำนวนมาก นอกจากนี้การวิเคราะห์แบบจำลองยังขาดการตรวจสอบในสนามที่เพียงพอ เนื่องจากขาดงบประมาณและเวลาจำกัด จำเป็นต้องมีการตรวจสอบและปรับปรุงในโอกาสต่อไป

5.2 การแสดงพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มในภาพรวมของประเทศ

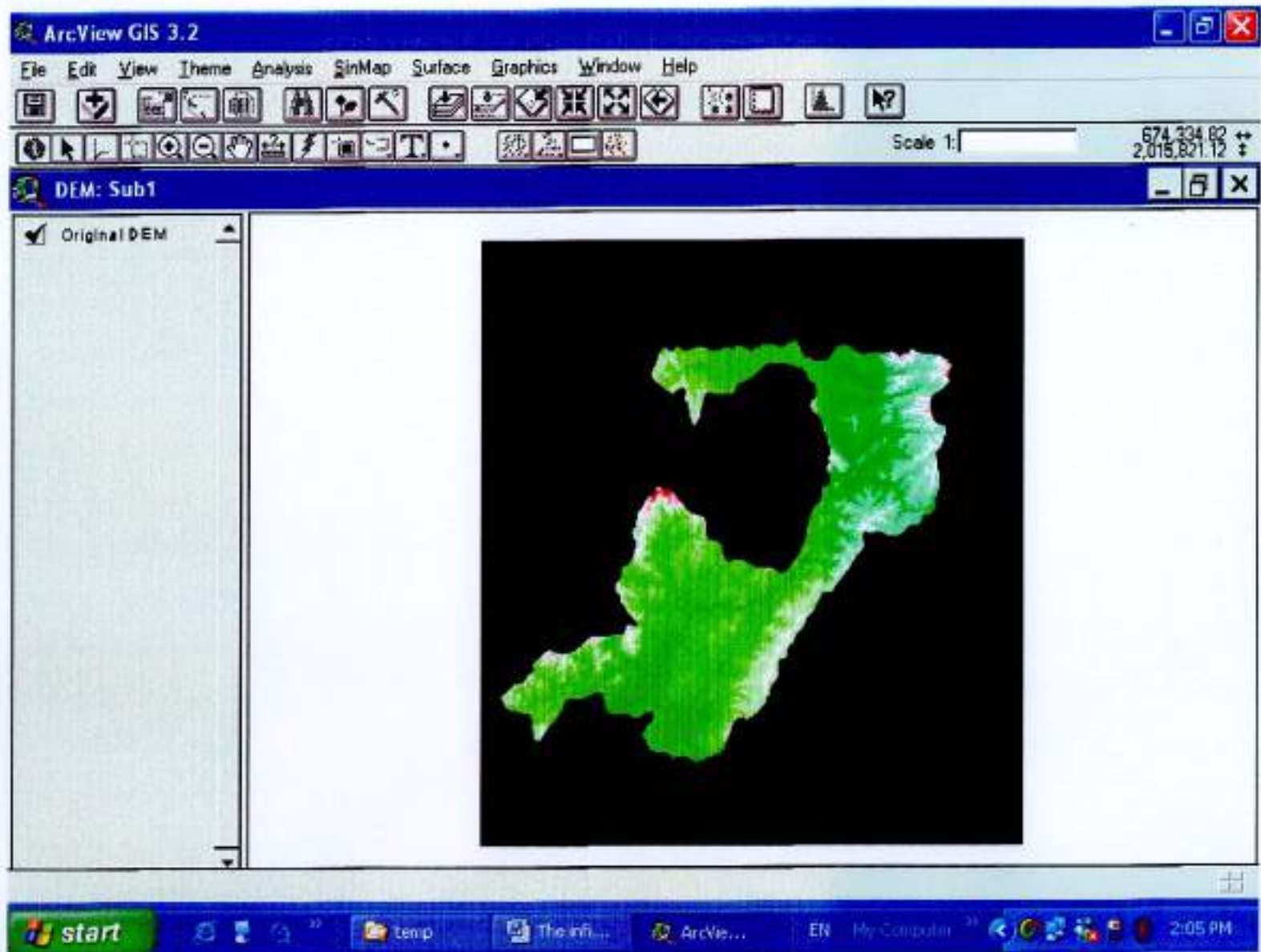
เมื่อนำข้อมูลจากการวิเคราะห์พื้นที่ที่มีความเสี่ยงดินถล่มเป็นรายลุ่มน้ำทั้ง 255 ลุ่มน้ำ มาเชื่อมต่อกันทั้งประเทศ ก็จะได้แผนที่แสดงพื้นที่ที่มีความเสี่ยงดินถล่มของประเทศไทย ดังรูปที่ 20



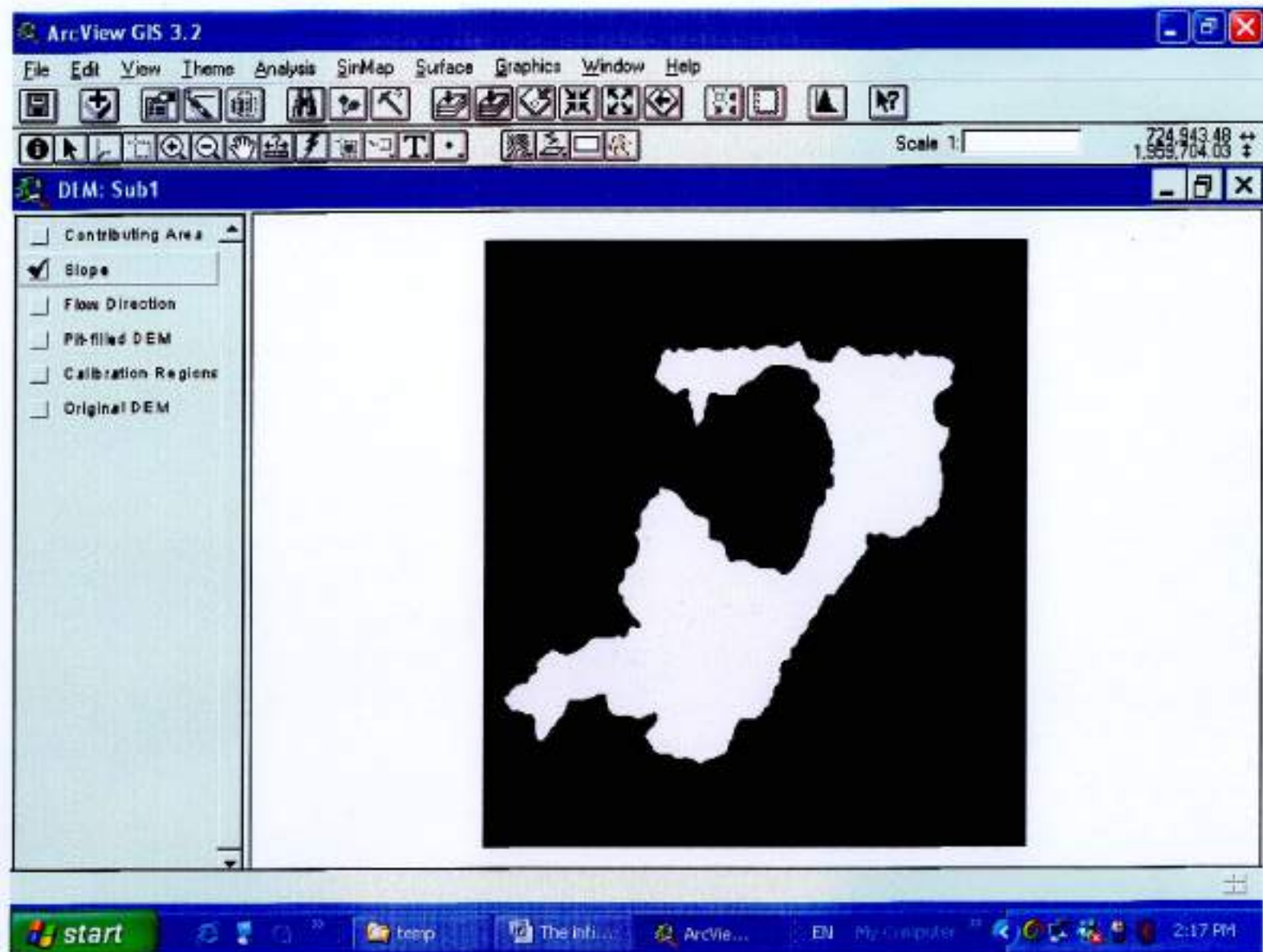
รูปที่ 12 ตัวอย่าง แผนที่ดิน ชนิดพืชและข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์ ถูมน้ำย่อยของกลุ่มน้ำน่าน



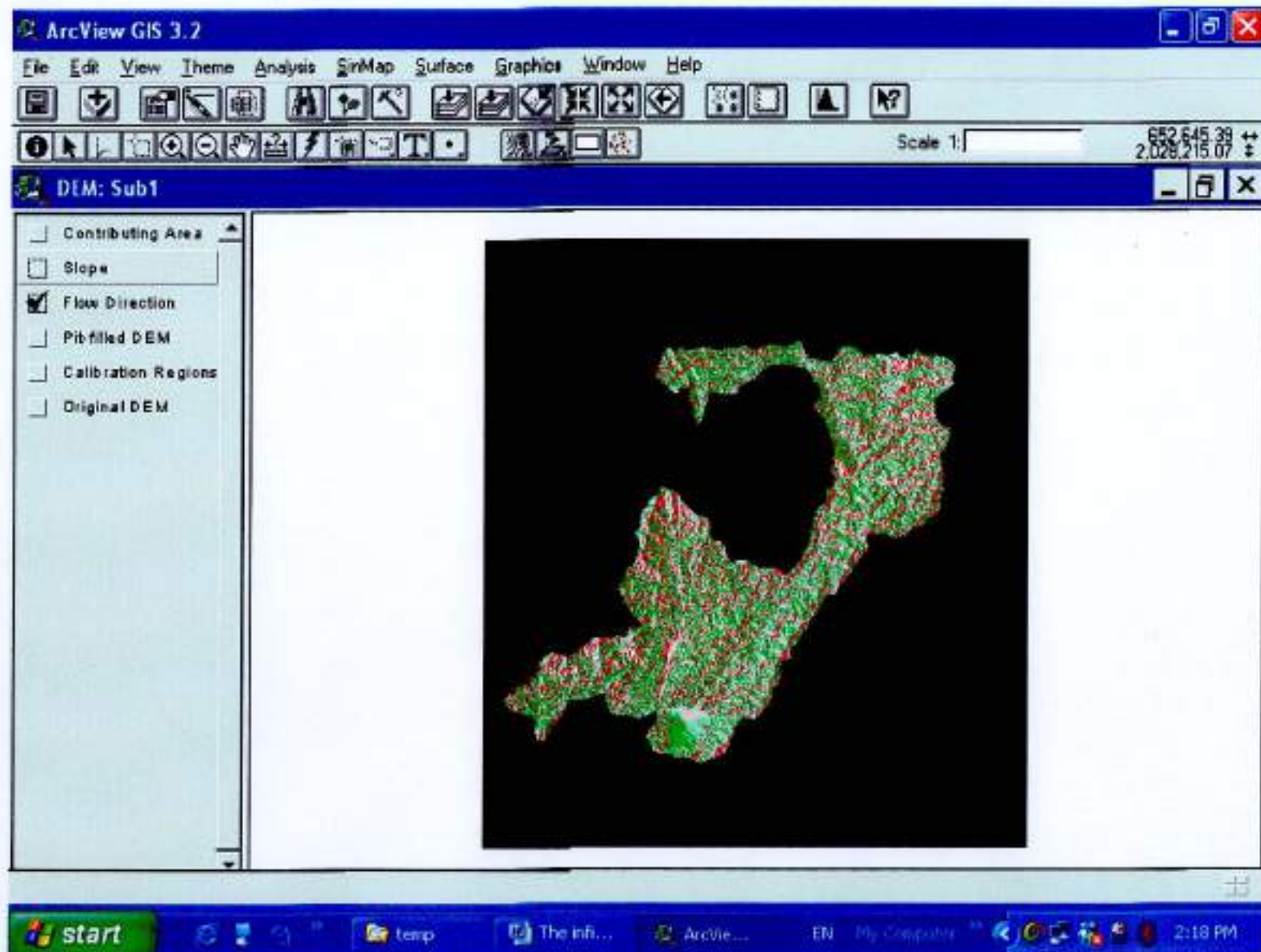
รูปที่ 13 โปรแกรม ArcView Spatial Analysis ร่วมกับแบบจำลองของ Pack ชื่อ SINMAP



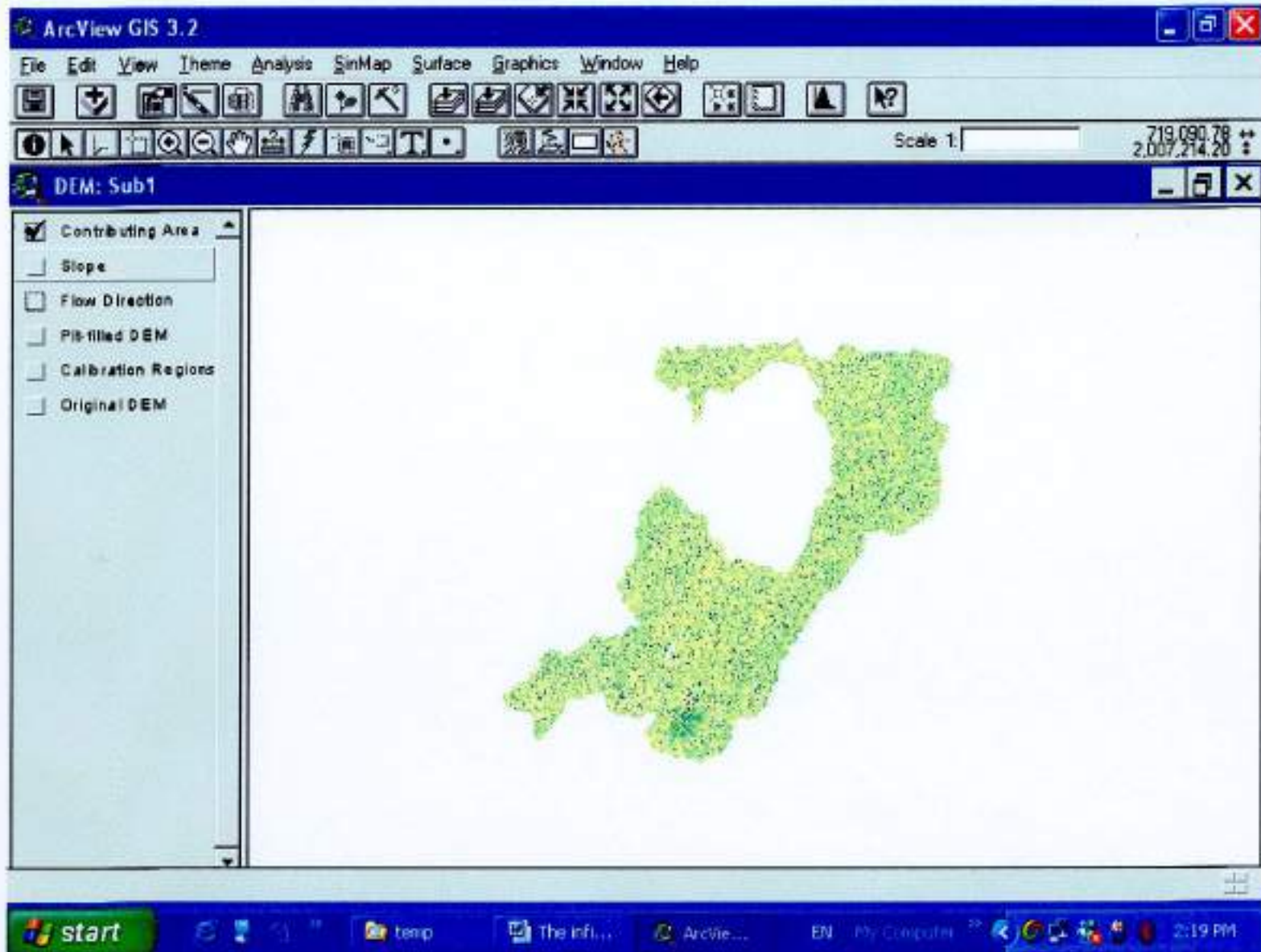
รูปที่ 14 ตัวอย่าง DEM กลุ่มน้ำย่อยของกลุ่มน้ำน่าน



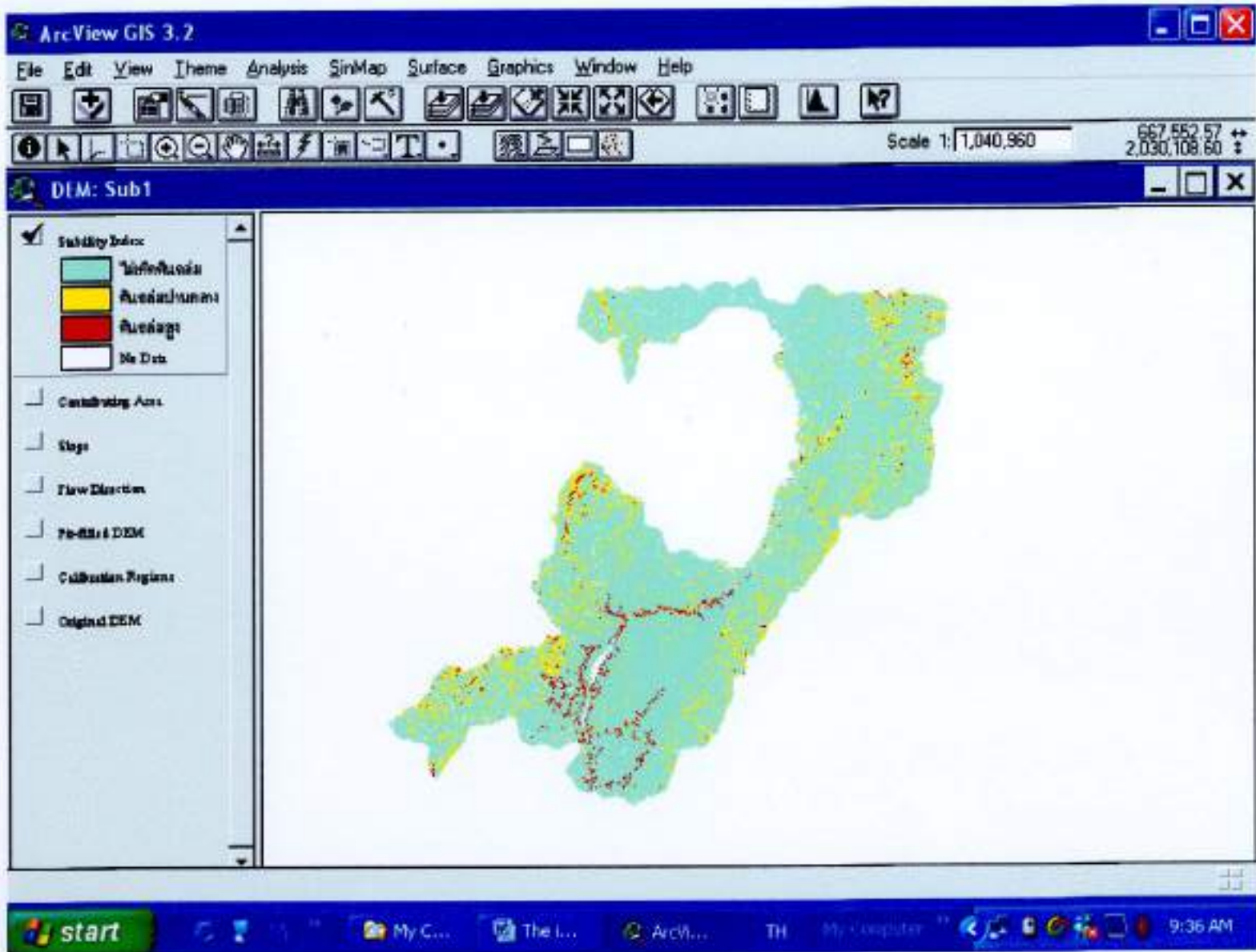
รูปที่ 15 ตัวอย่าง ค่าความลาดเท (Slope) ส่วนน้ำของส่วนน้ำน่าน



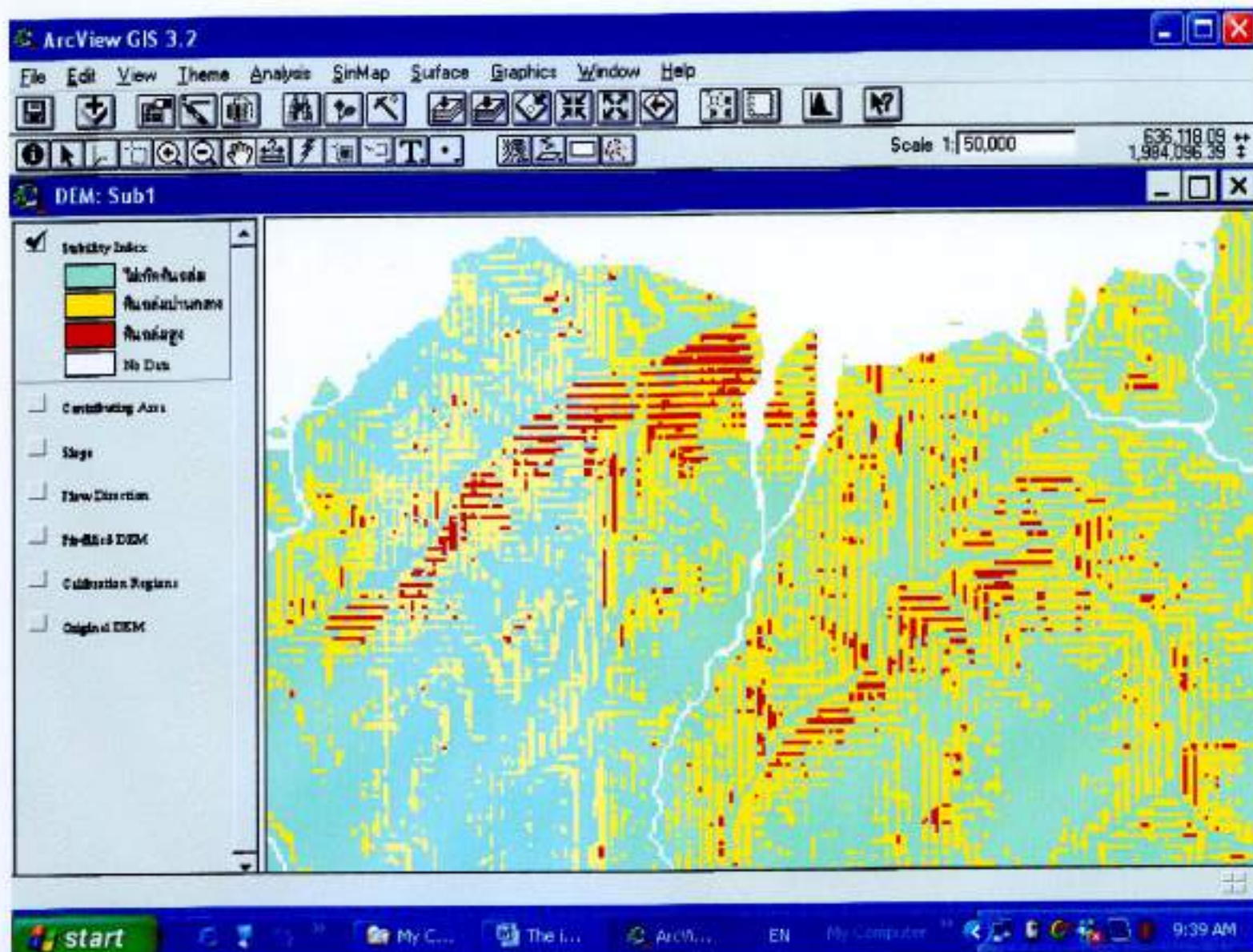
รูปที่ 16 ตัวอย่างทิศทางการไหลของน้ำ (Flow direction) ลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำน่าน



รูปที่ 17 ตัวอย่าง พื้นที่รับน้ำย่อย (Contributing area) ตุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำน่าน

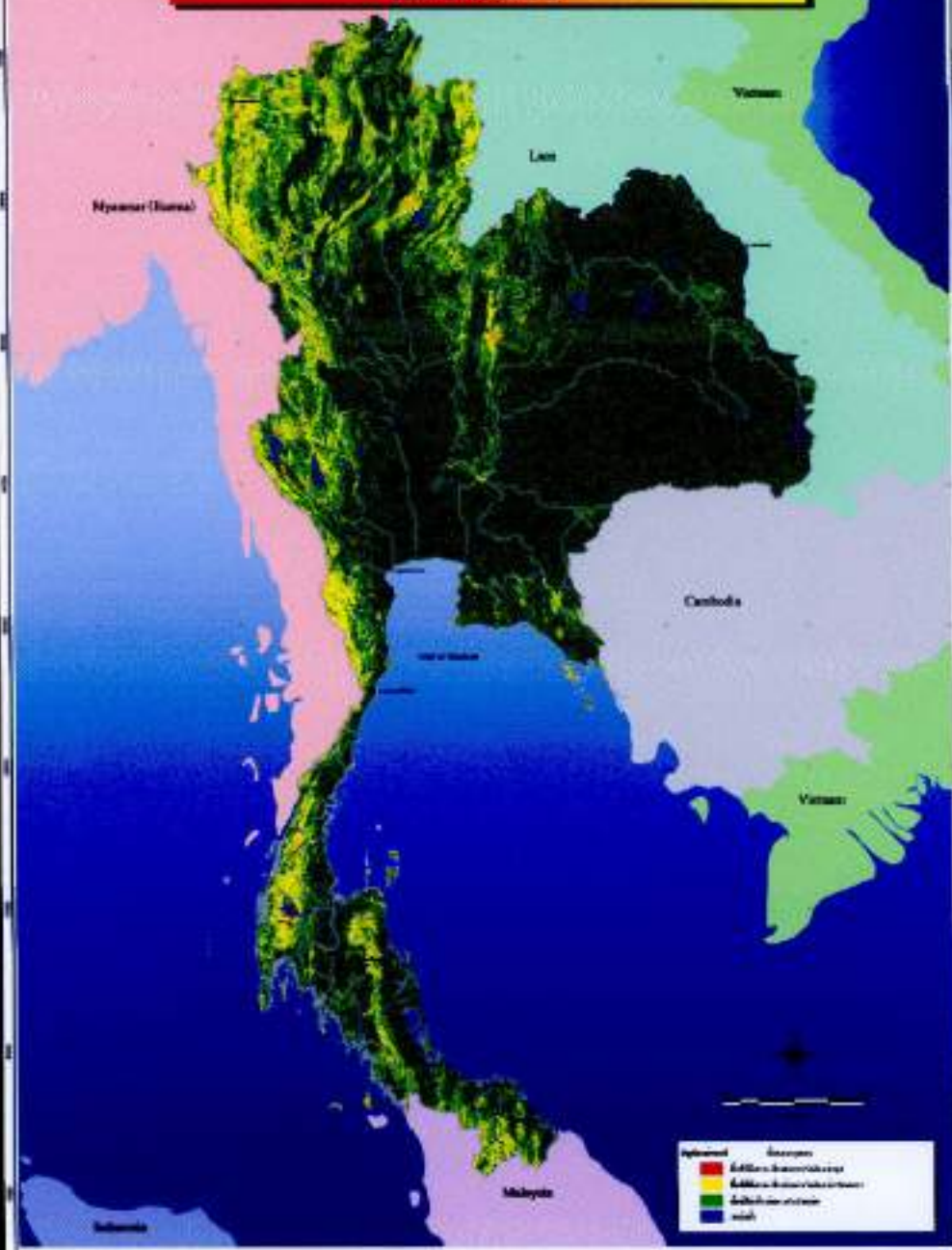


รูปที่ 18 ตัวอย่าง พื้นที่ เสี่ยงดินถล่ม ถูมน้ำย่อยของกลุ่มน้ำน่าน



รูปที่ 19 ตัวอย่าง แบบขยายมาตราส่วน 1:50,000 พื้นที่เสี่ยงดินถล่ม กลุ่มน้ำย่อยของกลุ่มน้ำน่าน

**พื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อกาเกิดดินถล่ม
ในประเทศไทย**



สถาบันวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมภาคในทะเลอันดามันของกรมทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม - กรุงเทพมหานคร ปีที่ 2549

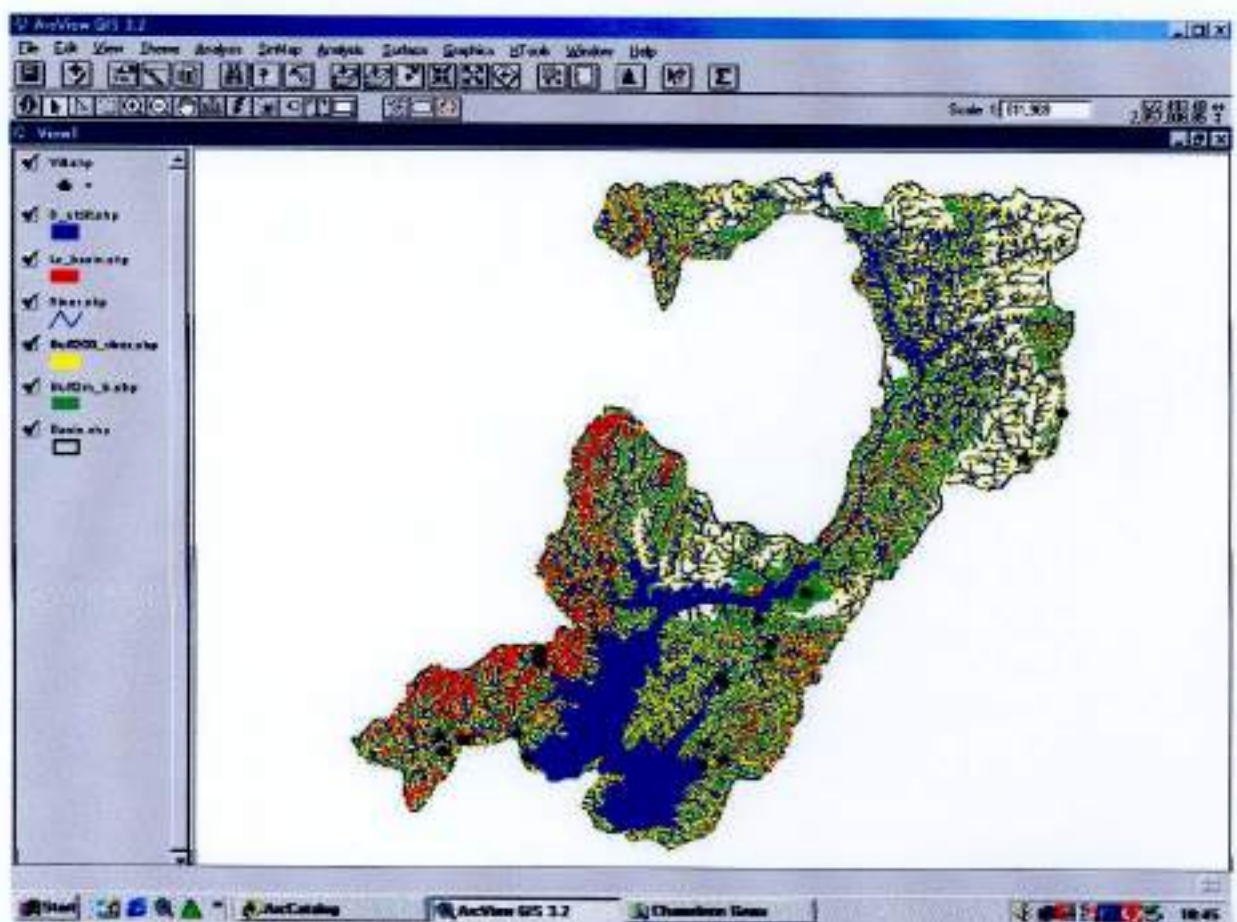
<http://www.ddd.go.th>

ปีที่ 20 แผนที่แสดงพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มในประเทศไทย

5.3 การกำหนดหมู่บ้านเสี่ยงภัยจากดินถล่มและน้ำป่าไหลหลาก

สำหรับหมู่บ้านเสี่ยงภัยจากดินถล่ม ได้จากการหาระยะห่างจากพื้นที่ที่มีความเสี่ยงเกิดดินถล่ม ประมาณ 2 กม. และอยู่ใกล้ลำน้ำว้ามี 200 เมตร เนื่องจากน้ำจะเป็นตัวพาหิน หินและต้นไม้มาด้วย

5.3.1 การวิเคราะห์ได้แบ่งวิเคราะห์ตามกลุ่มน้ำย่อย 255 กลุ่มน้ำ เช่นกัน ในที่นี้ก็ใช้กลุ่มน้ำย่อยของกลุ่มน้ำแม่ เป็นตัวอย่าง โดยใช้โปรแกรม ArcView ร่วมกับแผนที่เส้นทางน้ำ ที่ใช้ คำสั่ง buffer 200 เมตร ซ้อนทับกับแผนที่ตำแหน่งหมู่บ้านและแผนที่เสี่ยงดินถล่มที่ใช้ คำสั่ง buffer 2 กิโลเมตร (รูปที่ 21) ก็จะได้หมู่บ้านที่เสี่ยงภัยจากดินถล่มและน้ำป่าไหลหลากของกลุ่มน้ำ



รูปที่ 21 การกำหนดคาหมู่บ้านเสี่ยงภัยจากดินถล่มและน้ำป่าไหลหลาก

5.3.2 เมื่อนำหมู่บ้านเสี่ยงภัยดินถล่มและน้ำป่าไหลหลากของแต่ละลุ่มน้ำย่อยมารวมกัน ก็จะได้หมู่บ้านเสี่ยงภัยดินถล่มและน้ำป่าไหลหลากของทั้งประเทศ จำนวน 581 หมู่บ้าน 42 จังหวัด พร้อมทั้งเข้าตรวจสอบหมู่บ้านในพื้นที่จริง และติดป้ายเตือนดินถล่มในบริเวณหมู่บ้าน (รูปที่ 22)

โดยมีรายละเอียด แบ่งเป็นภาคต่างๆ ดังนี้ ภาคกลางและภาคตะวันตก (ตารางที่ 4) ภาคตะวันออก (ตารางที่ 5) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ตารางที่ 6) ภาคใต้ (ตารางที่ 7) และภาคเหนือ (ตารางที่ 8)



รูปที่ 22 ติดป้ายเตือนหมู่บ้านเสี่ยงภัยจากดินถล่มและน้ำป่าไหลหลาก
(บ้านน้ำสี ต.น้ำหมัน อ.ท่าปลา จ.อุตรดิตถ์)

ตารางที่ 4 แสดงรายชื่อหมู่บ้าน ที่เสี่ยงจากดินถล่ม และน้ำป่าไหลหลากในภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ภาค	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน
ภาคกลางและ	กาญจนบุรี	ทองผาภูมิ	ชะแล	บ้านอุเคอ(อพป.)
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ			ท่าขนุน	บ้านไร่ป่า
			สันติ	บ้านหนองนาง(อพป.)
		ศรีสวัสดิ์	เขาโจด	บ้านคันทก
			นาสวน	บ้านน้อย
				บ้านนิคม
				บ้านปลาขาม
				บ้านวังกระโดน
				บ้านหนองสาธา
				บ้านหนองหัว
				บ้านหัวดอ
				บ้านองเหตุ
	ประจวบคีรีขันธ์	ทับสะแก	แสงอรุณ	บ้านหินทิม
			อ่างทอง	บ้านตะแบกโพรง
		เมืองประจวบคีรีขันธ์	บ่อนอก	บ้านซีกกา
	เพชรบุรี	แก่งกระจาน	ป่าเต็ง	บ้านห้วยสักวิใหญ่
			ห้วยแม่เพรียง	บ้านบางกลอย
				บ้านพุไทร
	ราชบุรี	สวนผึ้ง	สวนผึ้ง	บ้านตะโกถ่าง
				บ้านด้าหิน
	สุพรรณบุรี	ด่านช้าง	องค์พระ	บ้านท่าทุ่งนา

ตารางที่ 5 แสดงรายชื่อหมู่บ้าน ที่เสี่ยงจากดินถล่ม และน้ำป่าไหลหลากในภาคตะวันออก

ภาค	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน
ภาคตะวันออก	จันทบุรี	แก่งหางแมว	พวา	บ้านตรอกคันทนาภิ
				บ้านท่ากาญรังนี้
				บ้านท่าวัง
		ขลุง	กวีชนหัก	บ้านกมณีไร่
				บ้านกวีชนหัก
				บ้านกานรูด
			ตรอกนอง	บ้านตรอกนองกลาง
				บ้านตรอกนองบน
				บ้านตรอกนองกลาง
		เขาคิชฌกูฏ(กิ่งอ.)	ตะเคียนทอง	บ้านคลองจัน
				บ้านตะเคียนทอง
			พลวง	บ้านปากพลวง
				บ้านพลวง
		ท่าใหม่	เขาบายศรี	บ้านคลองกะพง
		โป่งน้ำร้อน	ทับไทร	บ้านทุ่งกว้าง
		มะขาม	ดมบัน	บ้านทุ่งพล
		เมืองจันทบุรี	คลองนารายณ์	บ้านคลองนารายณ์
			พลับพลา	บ้านสระบาป
			พลับพลา	บ้านทุ่งวันเหลือง
		สอยดาว	ทวายขาว	บ้านคาบูล
	ชลบุรี	บ่อทอง	พลวงทอง	บ้านเขาพริก
	ตราด	เกาะช้าง(กิ่งอ.)	เกาะช้าง	บ้านคลองสน
		บ่อไร่	นนทรีย์	บ้านคลองโตน
			บ่อพลอย	บ้านหมื่นค่าน
	ระยอง	เขาชะเมา(กิ่งอ.)	ห้วยทับมอญ	บ้านเขาจันทร์
				บ้านเขาพัง

ตารางที่ 6 แสดงรายชื่อหมู่บ้าน ที่เสี่ยงจากดินถล่ม และน้ำป่าไหลหลากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ภาค	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ชัยภูมิ	ตึกศิชุมพล	เขาทอง	บ้านรวมราษฎร์พัฒนา
			แหลมทอง	บ้านชัยภูทอง
				บ้านคงสวรรค์
				บ้านวังตะกู
	เลย	ด่านซ้าย	กกสะทอน	บ้านเปาขาม (วัง)
			โป่ง	บ้านวังกุ่ม
			วังยาว	บ้านนาถวย
				บ้านปากแดง
				บ้านโพนสว่าง
			อีปุ่น	บ้านถ้ำพระ
			นาแห้ว	บ้านนาเขื่อน
				บ้านนาสิ่ง
			ปากชม	บ้านเชียงกลม สข.
			ห้วยพิชัย	บ้านปากบึก
			ภูเรือ	บ้านแก่งม่วง
			ปลาบ่า	บ้านโป่งกวาง
				บ้านหินสอ
			แก้งไถ่	บ้านหนองแสง
			สังคม	บ้านม่วงน้ำโพ
			นาแก	บ้านศิริวงศ
	สุพรรณบุรี	นาขึง		

ตารางที่ 7 แสดงรายชื่อหมู่บ้าน ที่เสี่ยงจากดินถล่ม และน้ำป่าไหลหลากในภาคใต้

ภาค	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน
ภาคใต้	กระบี่	อ่าวลึก	บ้านกลาง	บ้านเหนือคลอง
			อ่าวลึกใต้	บ้านอ่าวลึกเหนือ
			อ่าวลึกน้อย	บ้านบากัน
	ชุมพร	ทุ่งตะโก	ตะโก	บ้านทรัพย์สมบูรณ์
		เมือง	บ้านนา	บ้านท่ามะปริง
		หลังสวน	ท่ามะปลา	บ้านนกยาง
ตรัง		นาโยง	ช่อง	บ้านช่อง
				บ้านไทรโอน
			ปะเหลียน	บ้านนา ร
				บ้านโหล๊ะออนนอก
			ลิพัง	บ้านท่าเขา
		เมือง	น้ำตุด	บ้านคำน
			หัวหยอด	บ้านเขาปิยะ
			บางกุ้ง	บ้านทุ่งมด
นครศรีธรรมราช		ทุ่งสง	นาหลวงเสน	บ้านประดู่
		นบพิตำ(กิ่งอ.)	กรุงชิง	บ้านนา
				บ้านพิตำ
				บ้านมุด
				บ้านหนองบุด
				บ้านหัวพาน
			นบพิตำ	บ้านสองแพรก
		พรหมคีรี	ทอนหงส์	บ้านโนนเขียว 2
			บ้านเกาะ	บ้านเขาขุนพนม
		พิปูน	กระตุน	บ้านกระตุนใต้
				บ้านกระตุนเหนือ
			เขาพระ	บ้านหัวโคเหนือ
				บ้านหัวโหม

ตารางที่ 7 แสดงรายชื่อหมู่บ้าน ที่เสี่ยงจากดินถล่ม และน้ำป่าไหลหลากในภาคใต้ (ต่อ)

ภาค	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน
		เมือง	ท่าจั่ว	บ้านกลาง
		ว่อนพิบูลย์	ว่อนพิบูลย์	บ้านว่อนนา
		ลานสกา	คำโตน	บ้านข่มขาว
				บ้านวัดโลก
			เขาแก้ว	บ้านอ้งอ้ายโพ (สามขุน)
			ลานสกา	บ้านน้ำรอบ
				บ้านใบจุด
				บ้านสายเงิน
		สิชล	เขาน้อย	บ้านสีกก่นีเยน
			เทพราช	บ้านวังसान
นราธิวาส		มะจะไอร้อง	บุกิด	บ้านใหญ่
		มวัง	ไถ้ะซุด	บ้านวังกระบือ
		ศรีสาคร	ศรีสาคร	บ้านไอร้องไจ๊ะ
		สุคริน	ร่วมโพธิ์	บ้านคูยิ
ปัตตานี		มาบอ	สุโละฮิโร	บ้านโคกกอ
พังงา		กะปง	รวมชัย	บ้านท่าหัน
				บ้านรวมชัย
			เพด	บ้านช้างเขือ
				บ้านนกลูก
		ตะกั่วป่า	ตึกคัก	บ้านบางเนียง
			บางนาฮี	บ้านบางนาฮีสังข์
		ท้ายเหมือง	ลำภี	บ้านทับทิม
		เมือง	ทุ่งคาโงก	บ้านดินเขา
				บ้านบางมา
			สองแพรก	บ้านทับเขวน
				บ้านสองแพรก
พัทลุง		ตะโหมด	ตะโหมด	บ้านโคกมะม่วง
				บ้านหนองจิก

ตารางที่ 7 แสดงรายชื่อหมู่บ้าน ที่เสี่ยงจากดินถล่ม และน้ำป่าไหลหลากในภาคใต้ (ต่อ)

ภาค	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน
ภูเก็ต		กะปู้	กมลา	บ้านบางหวาน
			ป่าคอง	บ้านเมอญ (ชาววัด)
		เมือง	คลอง	บ้านบ่อไทร
			บางตะ	บ้านคลองปุด
		ธารโต	คีรีเขด	บ้านผ่านศึก
			ธารโต	บ้านนังกระแจะ
			บ้านแหวน	บ้านคลองรี
				บ้านซาไก
				บ้านปูโล๊ะตนิเซ
				บ้านวังศิลา
ยะลา			แม่หวาด	บ้านควนคินคำ
				บ้านคอกช้าง
		บันนังสตา	เขื่อนบางลาง	บ้านตยียด
			คั่งชัน	บ้านตลาดนิคม
				บ้านลิเ๊ะ
				บ้านหาดทราย
			คาบะปูเต๊ะ	บ้านกาสังโน
			น้ำทะลุ	บ้านคังกะดิง
				บ้านบันนังบูโฮ
			บางเจาะ	บ้านคลองอกทอ
		เบตง	ตะเนาะแมเราะ	บ้านกม.19
			เบตง	บ้านราโมง
		ยะหา	คางี	บ้านเก
				บ้านนอก
			ตะเฆ	บ้านกือ
		กระบุรี	จ.ป.ร.	บ้านในกรัง
			ลำเลียง	บ้านห้วยโพรง
		กะเปอร์	กะเปอร์	บ้านบางปูเหนือ

ตารางที่ 7 แสดงรายชื่อหมู่บ้าน ที่เสี่ยงจากดินถล่ม และน้ำป่าไหลหลากในภาคใต้ (ต่อ)

ภาค	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน
			บ้านนา	บ้านกลาง
		ตะกั่ว	ตะกั่วใต้	บ้านบางเกาะ
			ตะกั่วเหนือ	บ้านบางสังไค้ง
				บ้านคาง
				บ้านวังลุ่ม
				บ้านหมอลำ
สงขลา		คลองหอยโข่ง	คลองหอยโข่ง	บ้านคันทรง
				บ้านวัดกระ
		สะบ้าย้อย	บาโฮ	บ้านคลองคาหา
สตูล		มะนัง(กิ่งอ.)	ป่าตมพัฒนา	บ้านปัทม (ป่าตม)
สุราษฎร์ธานี		กาญจนดิษฐ์	คลองสระ	บ้านน้ำร้อน
				บ้านไผ่ฝ้าย
			ช้างซ้าย	บ้านบางจีนสี
		ศรีวิชัย	น้ำหัก	บ้านไทรงาม
				บ้านหินลาด
		ไชยา	ปากหมาก	บ้านเขาหลัก
		ดอนสัก	ปากพรก	บ้านอัมระหอ
		ท่าฉาง	ปากฉลุย	บ้านเทพนิมิต
				บ้านบางจำ
		บ้านนาพร	ทุ่งตา	บ้านบางหลัก
			พรุพี	บ้านมหาพร
			เพิ่มพูนทรัพย์	บ้านวังหิน
			ลำพูน	บ้านนิคม
		วิภาวดี(กิ่งอ.)	ตะกั่วใต้	บ้านคลองป่า
			ตะกั่วเหนือ	บ้านคลองมู
		เวียงสระ	บ้านส้อง	บ้านสวนกล้วย
				บ้านส้องเหนือ
				บ้านเหนือคลอง

ตารางที่ 8 แสดงรายชื่อหมู่บ้าน ที่ตั้งจากดินดอน และน้ำป่าไหลหลากในภาคเหนือ

ภาค	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน
เหนือ	กำแพงเพชร	คลองลาน	คลองน้ำไหล	บ้านท่าข้ามสามัคคี
			คลองลานพัฒนา	บ้านคลองน้ำไหลใต้
			โป่งน้ำร้อน	บ้านคลองสุข
		ปางศิลาทอง	ปางดาไว	บ้านคลองเปลาสร้อย
				บ้านแคน
				บ้านวังค้อยาง
		เมืองกำแพงเพชร	นาบ่อคำ	บ้านนาบ่อคำ
				บ้านหนองกองเหนือ
เหนือ	เชียงราย	ขุนตาล	ป่าตาล	บ้านเจดีย์
				บ้านป่าตาล
				บ้านป่าตาลกลาง
				บ้านป่าตาลค้อย
			ยางสอน	บ้านขมอู
				บ้านบ้านทุ่ง
				บ้านป่าบง
				บ้านยางสอน
				บ้านห้วยหลวงใต้
				บ้านห้วยหลวงเหนือ
		เชียงของ	ศรีวัง	บ้านหลวงใหม่พัฒนา
				บ้านขาววา
			บุญเรือง	บ้านป่าคา
		เทิง	ด้ายดำ	บ้านด้ายเชียง
				บ้านสันเปิด
				บ้านทรายกลาง
			เวียง	บ้านปางคำ
				บ้านห้วยไคร้

ตารางที่ 8 แสดงรายชื่อหมู่บ้าน ที่เสี่ยงจากดินดอน และน้ำป่าไหลหลากในภาคเหนือ (ต่อ)

ภาค	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน
		พญาเม็งราย	ดาดควีน	บ้านแม่ค้ำน้ำตก
		พาน	ทรายขาว	บ้านใหม่พัฒนา
			ป่าหุ่ง	บ้านปางเกาะทราย
				บ้านป่าหุ่ง
				บ้านสาละเมืองหิน
			สันกลาง	บ้านป่าหือง
				บ้านผาซ้อ
		เมืองเชียงราย	ดอยสาข	บ้านโป่งน้ำร้อน
				บ้านฮางค้ำ
			ท่าสาข	บ้านเขื่อนแก้ว
			นางแล	บ้านป่ารวก
			แม่กรณ์	บ้านเมืองหลวง
			แม่ข้าวต้ม	บ้านใหม่บัวแดง
			แม่ยาว	บ้านแคววัวคำ
				บ้านพนาสวรรค์
				บ้านห้วยขมิ้น
			ห้วยขมิ้น	บ้านกนกน้อย
				บ้านคาลัง
				บ้านห้วยแก้ว
				บ้านห้วยสาม
		แม่จัน	ป่าซาง	บ้านปวงภูแลย
			ป่าตึง	บ้านทุ่งค่าง
				บ้านปางสา
				บ้านห้วยค่าง
			แม่จัน	บ้านสันมงคล
				บ้านห้วยถ้ำปลา
				บ้านห้วยตาโง

ตารางที่ 8 แสดงรายชื่อหมู่บ้าน ที่เสี่ยงจากดินถล่ม และน้ำป่าไหลหลากในภาคเหนือ (ต่อ)

ภาค	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน
		แม่ฟ้าหลวง	เทอดไทย	บ้านแสนเมืองโก
			แม่สลองนอก	บ้านธาตุ
				บ้านป่าคงสุขใจ
		แม่สรวย	ท่าก้อ	บ้านท่าก้อหลวง
				บ้านปางน้ำ้าย
			แม่พริก	บ้านปางคันหึ่ง
				บ้านปางอาณาเขต
			ศรีด้อย	บ้านแม่ฮางมัน
		แม่สาย	โป่งผา	บ้านจองวัด
		เวียงแก่น	ป่อ	บ้านผาเต
				บ้านหนองเตา
		เวียงเชียงรุ้ง(กิ่งอ.)	ป่าขาง	บ้านหัวขี้เหล็กกลาง
		เวียงป่าเป้า	ป่าจั่ว	บ้านขุนเมืองงาม
			แม่เจดีย์	บ้านหัวทราย
			แม่เจดีย์ใหม่	บ้านขุนลาว
				บ้านดอนสอ
				บ้านเมืองน้อย
				บ้านหัวขี้เหล็กแสนเจริญ
			เวียง	บ้านแม่ปูนล่าง
			สันติ	บ้านปางมะขามป้อม
				บ้านแม่ตะละ
เชียงใหม่	จอมทอง		บ้านหลวง	บ้านดาคมื่น
				บ้านแม่หอข
	เชียงดาว		ป่าโค้ง	บ้านหัวขี้เหล็ก
	ดอยสะเก็ด		ป่าป้อง	บ้านป่าขางงาม
			หม่นโป่ง	บ้านคันหึ่ง
				บ้านแม่โป่ง

ตารางที่ 8 แสดงรายชื่อหมู่บ้าน ที่เสี่ยงจากดินถล่ม และน้ำป่าไหลหลากในภาคเหนือ (ต่อ)

ภาค	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน
		ฝาง	โป่งน้ำร้อน	บ้านม่อนปิ่น
			ม่อนปิ่น	บ้านเปียงกอก (โป่งน้ำร้อน)
				บ้านสถาน (สันตึง)
				บ้านห้วยนา
				บ้านห้วยผาย
			แม่คะ	บ้านปางปอย
				บ้านโป่งไผ่
		พร้าว	ป่าดู่	บ้านทุ่งห้า
			แม่ปิง	บ้านห้วยทราย
			แม่หวาน	บ้านด้อง
		เมืองเชียงใหม่	สุเทพ	บ้านโป่งน้อย
		แม่แจ่ม	แม่ศึก	บ้านปางเกี้ยว
				บ้านพระธาตุ
		แม่แตง	กุดช้าง	บ้านแม่คะมาน
			บ้านช้าง	บ้านช้างใน
				บ้านต้นตุง
		แม่ริม	ห้วยทราย	บ้านห้วยผาย (สันม่วง, หล้า)
		แม่อาว	ท่าคอน	บ้านหัวเมืองงาม
			แม่อาว	บ้านดอนงาม
				บ้านแม่บง
		สันกำแพง	ห้วยทราย	บ้านคอกขี้วัว
		สันทราย	หนองแห้ง	บ้านหนองบัว
		สันป่าตอง	น้ำอหลว	บ้านหัวใจ
		หางดง	หนองควย	บ้านฟ่อน
		อมก๋อย	นาเกียน	บ้านก้องปือเหนือ
				บ้านทีลอง
				บ้านใบหนา

ตารางที่ 8 แสดงรายชื่อหมู่บ้าน ที่เสี่ยงจากดินถล่ม และน้ำป่าไหลหลากในภาคเหนือ (ต่อ)

ภาค	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน
				บ้านแม่ใจง
				บ้านแม่ลอค
				บ้านแม่สอง
				บ้านหนองอึ่ง
				บ้านหัวชนง
				บ้านท่าหลวง
			สบใจ	บ้านตะกอกตะ
				บ้านพะปือย
				บ้านแม่เงา
				บ้านแม่หลวงน้อย
				บ้านแม่หลวงหลวง
			อมก๋อย	บ้านแม่ค้อม
				บ้านแม่ออกสู
ตาก	ท่าสองยาง	ท่าสองยาง		บ้านปางทอง
				บ้านแม่จะวง
				บ้านแม่คีน
				บ้านแม่ทว้อ
				บ้านแม่อนก
			แม่ค้ำ	บ้านขุนห้วยแม่ชะโหมะ
				บ้านหัวขุ่นแก
			แม่หวะหลวง	บ้านขุนแม่หว้อ
			แม่สอง	บ้านทีโป๊ะดี
				บ้านบ่อโป๊ะดี
				บ้านแม่ระเมิง
				บ้านแม่สอง
				บ้านรหว่อไกร
				บ้านหัวชะโหมะ

ตารางที่ 8 แสดงรายชื่อหมู่บ้าน ที่เสี่ยงจากดินถล่ม และน้ำป่าไหลหลากในภาคเหนือ (ต่อ)

ภาค	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน
			แม่หะ	บ้านกามาผาใต้
				บ้านขุนห้วยนกตก
				บ้านขุนห้วยแม่หะ
				บ้านพิจื่อหล่อคี
			แม่ตุ	บ้านจะนจื่อ
				บ้านด๊ะ ไคะคี
				บ้านแม่สองน้อย
		บ้านดาก	ห้องฟ้า	บ้านคอนใหญ่ (ลดอม)
				บ้านห้องฟ้า
				บ้านทุ่งกระจะ
				บ้านใหม่
		เมืองดาก	แม่ท้อ	บ้านถานสาาง
		แม่ระมาด	จะนจื่อ	บ้านทุ่งผู้เมือ
				บ้านพระตะบ (พระตะ)
			พระธาตุ	บ้านดินธาตุ
				บ้านป่าไร่เหนือ
				บ้านหนองหลวง
				บ้านห้วยสูง
			แม่ระมาด	บ้านแม่ระมาด
				บ้านห้วยนกเถ (หลายท่า)
		แม่ตอด	พะวอ	บ้านสามหมื่นทุ่ง
		วังเจ้า(กิ่งจ.)	นาโบสถ์	บ้านเพชรฆฏ
		กุ่มดาง	แม่จัน	บ้านกุยเล่ดอ
				บ้านพิจื่อซี
				บ้านเป็งคั่ง
			แม่ละมุ้ง	บ้านนาหลวงชมพู
				บ้านป่าทุ

ตารางที่ 8 แสดงรายชื่อหมู่บ้าน ที่เสี่ยงจากดินถล่ม และน้ำป่าไหลหลากในภาคเหนือ (ต่อ)

ภาค	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน
			โมโกร	บ้านเกาะ
				บ้านนันทน์
				บ้านแม่กองดู่
				บ้านแม่กองน้อย
				บ้านชะเมะ
				บ้านวังปลับ
				บ้านหนองจิกยาว
				บ้านหนองโมก
				บ้านหนองสรวง
				บ้านหนองหมอน
				บ้านหินโงน
			สุ่มผาง	บ้านจ่าน้อย
				บ้านคลองตะเคียนเคี้ยว
				บ้านทับดาบ
				บ้านประดาดหัก
น่าน		เฉลิมพระเกียรติ	จุนน่าน	บ้านจ่าน
				บ้านนาทุ
				บ้านเปือยก่อ
		เวียงกลาง	ถิ๋น	บ้านห้วยพัน
			พระธาตุ	บ้านหนองปลา
		ท่าวังผา	ศรีภูมิ	บ้านภูเขาก้าว
		ทุ่งช้าง	ทุ่งช้าง	บ้านป่าด้า
		นาน้อย	บัวใหญ่	บ้านทัพม่าน
			ต้นทะ	บ้านชะตวัน
		นาหมื่น	ปิงหลวง	บ้านจันตัม
				บ้านน้ำทา
				บ้านหัวชน

ตารางที่ 8 แสดงรายชื่อหมู่บ้าน ที่เสี่ยงจากดินถล่ม และน้ำป่าไหลหลากในภาคเหนือ (ต่อ)

ภาค	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน
			เมืองลี	บ้านน้ำแขวง
				บ้านวังน้ำเย็น
		บ่อเกลือ	คงพญา	บ้านตปิ่น
				บ้านหัวขมิ
			บ่อเกลือใต้	บ้านนาออก
				บ้านบ่อหลวง
				บ้านผาคับ
			บ่อเกลือเหนือ	บ้านนาเกิ่น
				บ้านน้ำทะ
				บ้านน้ำวัว
				บ้านบ่อห้วยก
				บ้านบ่อห้วยกใต้
				บ้านวร
				บ้านสระละ
				บ้านหัวขปอ
			ภูฟ้า	บ้านหัวขลอม
		บ้านหลวง	บ้านฟ้า	บ้านฟ้า
			สวด	บ้านเจริญราษฎร์
		ปัว	ภูคา	บ้านกอก
				บ้านขุนกู
				บ้านคาน้อย
				บ้านคากหลวง
		เวียงสา	แม่ชะนิง	บ้านหัวขห้วยก
			อำชนาโลย	บ้านปางมอญ
		สองแคว	นาไร่หลวง	บ้านปางไร่
			ยอด	บ้านน้ำเกาะ
	พะเยา	เชียงคำ	แม่ลาว	บ้านน้ำมื่นเหนือ

ตารางที่ 8 แสดงรายชื่อหมู่บ้าน ที่เสี่ยงจากดินถล่ม และน้ำป่าไหลหลากในภาคเหนือ (ต่อ)

ภาค	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน
		ภูซาง(กิ่งจ.)	ทุ่งฮั้ว	บ้านตา
			ภูซาง	บ้านห้วยสาม
พิษณุโลก	ชาติตระการ	บ่อภาค		บ้านลาดเรือ
	นครไทย	นครชุม		บ้านทุ่งมหาชัย
				บ้านห้วยกั้นเหลือง
			น้ำกุ่ม	บ้านนาแฝก
				บ้านทุ่งคำ
			บ้านพร้าว	บ้านห้วยทราย
	เนินมะปราง	วังสาม		บ้านมะค้อ
เพชรบูรณ์	เขาค้อ	แคมป์สน		บ้านทางแดง
				บ้านห้วยไผ่
			ทุ่งสมอ	บ้านแก้วน้อย
			วังสาม	บ้านจะวะกิด
	ชนแดน	ซับพุทรา		บ้านซับเจริญ
	เมืองเพชรบูรณ์	ตะพาน		บ้านห้วยนาตา
		นาป่า		บ้านนาเจริญ
		บ้านโคก		บ้านก่อโพธิ์
				บ้านห้วยชุม
			วังสาม	บ้านมือชนาสุวรรณ
				บ้านป้ารวก
			ห้วยตะแบก	บ้านเนินสามบุรุษ
			ห้วยใหญ่	บ้านน้ำเคืองเหนือ
	หล่มเก่า	ตาคลอ		บ้านตาคลอเหนือ
		บ้านเนิน		บ้านน้ำเพืองดิน
		วังบาล		บ้านภูปูน
				บ้านห้วยหอย
				บ้านหมือมแบ่ง

ตารางที่ 8 แสดงรายชื่อหมู่บ้าน ที่ตั้งจากดินดอน และน้ำป่าไหลหลากในภาคเหนือ (ต่อ)

ภาค	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน
			ศิลา	บ้านวังวินพัฒนา
				บ้านอุ้มกะทาด
		ห่มดัก	น้ำก้อ	บ้านน้ำก้อ
				บ้านห้วยปูน
			น้ำซุน	บ้านน้ำซุน
			บุงน้ำคำ	บ้านถ้ำสมบัติ
			ปากช่อง	บ้านน้ำคอกเหนือ
			ห้วยไว้	บ้านวังขอนขู่
	มพ	เมืองมพ	ปายคง	บ้านท่าเสาใหม่
				บ้านน้ำกลาย
				บ้านน้ำจ้อม
				บ้านปากกลาย
				บ้านฟ้าตีทอง
				บ้านแม่สัว
				บ้านห้วยห้วยก
			สวนเขื่อน	บ้านแม่แตง
				บ้านหล่าย
		ดอง	หัวทุ่ง	บ้านน้ำพร้าว
		วังจั่น	แม่เก้ง	บ้านปิ่นเงิน
			แม่ปึก	บ้านแม่จอกนอก
			แม่ทุ่ง	บ้านขุนห้วย
		สูงเม่น	หัวฝาย	บ้านคำงาม
	แม่ฮ่องสอน	ขุนยวม	ขุนยวม	บ้านแม่สะเป
				บ้านแม่สะเปเหนือ
			แม่กี้	บ้านพะไท
			แม่เงา	บ้านสวนอ้อย
			แม่ยวมน้อย	บ้านบวกครกน้อย

ตารางที่ 8 แสดงรายชื่อหมู่บ้าน ที่เสี่ยงจากดินถล่ม และน้ำป่าไหลหลากในภาคเหนือ (ต่อ)

ภาค	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน
				บ้านมะหินหลวง
				บ้านแม่แจ๊ะ
				บ้านแม่ลาเกะ
				บ้านหนองป่าครั่ง
				บ้านหัวแม่ลาเกะ
			แม่อุคอ	บ้านพัฒนา
				บ้านหัวพัน
				บ้านหัวแม่สุริน
		ปางมะผ้า	นาปู่ป้อม	บ้านซอนบะ
				บ้านโถ้งหลวง
				บ้านปางคอง
				บ้านป่าไผ่
				บ้านปงฮาม
			สาวป่อง	บ้านน้ำริน
		ปาย	ทุ่งขาว	บ้านแม่อินสย
			เมืองแปง	บ้านคอกหมากพริก
				บ้านหัวฝักฟ้า
			แม่มาดิง	บ้านปางเปก
			แม่สี	บ้านแม่สี
				บ้านหัวดแก้ว
			เวียงเหนือ	บ้านกัวหน่อ
				บ้านเมืองน้อย
				บ้านหัวขหมก
				บ้านหัวแม่เมือง
		เมืองแม่ฮ่องสอน	จองคำ	บ้านจองคำ
			ปางหมู	บ้านทุ่งกองมู
				บ้านในสอ

ตารางที่ 8 แสดงรายชื่อหมู่บ้าน ที่เสี่ยงจากดินถล่ม และน้ำป่าไหลหลากในภาคเหนือ (ต่อ)

ภาค	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน
			ผ่อง	บ้านหัวน้ำแม่สะกิด
			หมอกจำแป่	บ้านทบศอก
				บ้านหมอกจำแป่
				บ้านห้วยขาน
				บ้านห้วยมะเขือส้ม
			ห้วยปูลิง	บ้านหนองขาว
				บ้านห้วยปูเลอ
				บ้านห้วยไม้ดำ
				บ้านห้วยตา
			ห้วยโป่ง	บ้านร้องอู่
			ห้วยผา	บ้านนาปลาจาด
		แม่ลาน้อย	ขุนแม่ตาน้อย	บ้านขุนแม่ตาน้อย
				บ้านแม่ลาผาโหว
			แม่โต	บ้านผาแดงหลวง
				บ้านแม่จ่อ
				บ้านแม่โตใต้
			แม่ตาน้อย	บ้านขุนแม่ตาจั่ว
				บ้านแม่สะปังกกลาง
				บ้านแม่สะปังกเหนือ
			แม่ลาหลวง	บ้านห้วยกองเปี้ยะ
			สันติคีรี	บ้านแม่ปาง
				บ้านแม่สุ
		แม่สะเรียง	บ้านกาบ	บ้านขุนแม่ค้อบ (ดินดอย)
				บ้านแม่ค้อบเหนือ
			ป่าปี	บ้านป่าปี
				บ้านแม่ปุ่น
				บ้านแม่ละ
				บ้านแม่ต๋อนหลวง

ตารางที่ 8 แสดงรายชื่อหมู่บ้าน ที่เสี่ยงจากดินถล่ม และน้ำป่าไหลหลากในภาคเหนือ (ต่อ)

ภาค	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน
			แม่คง	บ้านจอท่า
				บ้านจอสิมลอว์ (ห้วยเหี้ยะ)
				บ้านแม่กอนใต้
				บ้านห้วยทองบ่
				บ้านห้วยห้อม
			แม่ฮวม	บ้านแม่กองคา
			แม่สะเวียง	บ้านปากกล้วย
			แม่เกาะ	บ้านแม่สวรรค์
				บ้านห้วยปลากั้ง
			เสาหิน	บ้านตลาดเชียงตอง
		สบเมย	ทองก้อย	บ้านแม่สะเต
				บ้านห้วยเก็ย
			แม่คะตวน	บ้านแม่ฮอดกลาง
			แม่สวด	บ้านแม่สวดใหม่
			แม่สามแลบ	บ้านกอนมูล
				บ้านแม่ลามาน้อย
			สบเมย	บ้านขุนแม่คะตวน
	ลำปาง	งาว	บ้านร้อง	บ้านแม่งาวใต้
			แม่ตึบ	บ้านดงพัฒนา
		แม่จัน	ปางตอน	บ้านเวียงใจ (เถาฮู)
			เมืองงาย	บ้านนางาม
				บ้านแม่เงิน
		เถิน	นาโป่ง	บ้านปากทอง
			แม่ฮอด	บ้านแม่แก้ว
		เมืองปาน	แม่จัน	บ้านป่าหม้อ
				บ้านแม่เงิน
			เมืองปาน	บ้านดอนไชย
				บ้านปางอ้าย

ตารางที่ 8 แสดงรายชื่อหมู่บ้าน ที่เสี่ยงจากดินถล่ม และน้ำป่าไหลหลากในภาคเหนือ (ต่อ)

ภาค	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน
		เมืองลำปาง	บ้านแดง	บ้านปู่ชื้อย
		แม่ทะ	ดอนไฟ	บ้านเอือก
		แม่พริก	ผาปิ้ง	บ้านป่ายางดก
				บ้านห้วยบ่อทอง
			แม่พริก	บ้านคำแม่คำมันกลาง
				บ้านคำแม่คำมันใต้
				บ้านคำแม่คำมันเหนือ
		วัดเหนือ	ทุ่งสั่ว	บ้านผาแดง
ลำพูน		ทุ่งหัวช้าง	ทุ่งหัวช้าง	บ้านทุ่งเป็ด
				บ้านแม่บ้านแดง
				บ้านหนองป่าคิง
		บ้านโสัง	ป่าพุด	บ้านป่าพุด
				บ้านแม่ลอบ
				บ้านหัวดงเกาะ
		ป่าขวาง	ม่วงน้อย	บ้านกอม่วง
			มะกอก	บ้านหนองสร้อย
		เมืองลำพูน	ศรีบัวบาน	บ้านจำขี้มด
				บ้านทุ่งยาว
			เหมืองจี	บ้านหนองขาว (ป่าตอง)
		แม่ทา	ท่ากพ	บ้านป่งผาง
				บ้านผาด่าน
			ท่าปลาดุก	บ้านหน้าสถานี
			ท่าแม่ลอบ	บ้านต้นผึ้ง
				บ้านหัวดงนอก
				บ้านหัวดงใน
			ท่าสายสัว	บ้านดง
				บ้านดอยดาวทิ

ตารางที่ 8 แสดงรายชื่อหมู่บ้าน ที่เสี่ยงจากดินถล่ม และน้ำป่าไหลหลากในภาคเหนือ (ต่อ)

ภาค	จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน
				บ้านผาตั้ง
				บ้านสบแม่สะปัวด (สบสะปัวด)
		ใต้	นาทราย	บ้านแม่หว่างลุ่ม
				บ้านแม่หว่างห้วยวินเสวีธรรม
			ศรีวิชัย	บ้านแม่จ้อง
				บ้านใหม่สุขสันต์
	สุโขทัย	ศรีสัชนาลัย	แม่ส้า	บ้านแม่สาน
		ศรีสำโรง	นาขุนไกร	บ้านนาคนตะ
	อุตรดิตถ์	ทองแสนขัน	บ่อทอง	บ้านน้ำพี
		ท่าปลา	ท่าแฝก	ท่าแฝก
				บ้านงอนสัก
			นาพญา	นาพญา
				บ้านน้ำพร้าว
			น้ำหมัน	น้ำหมัน
				บ้านน้ำค๊ะ
				บ้านน้ำลี
		ลับแล	แม่ซูล	บ้านแวนนาหิน
	อุทัยธานี	บ้านไร่	คลองควาย	บ้านน้ำพุ
				บ้านใหม่ลำปาง
			บ้านไร่	บ้านพุดอน
		ลานสัก	ระบำ	บ้านท่าสากระโจง
				บ้านหนองหญ้าไทร
				วังทอง

6. แนวทางการป้องกันและบรรเทาผลกระทบจากดินถล่ม

เมื่อได้ทราบพื้นที่ที่เกิดดินถล่ม ก็ทำให้สามารถวางแผนป้องกันผลกระทบจากดินถล่มต่อพื้นที่ชุมชนได้ ซึ่งมีมาตรการต่างๆ ดังนี้

6.1 การอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ ไม่ตัดไม้ทำลายป่า รัฐมีมาตรการดูแลป่าอย่างเข้มงวด รวมทั้งชี้ให้ชุมชนเห็นประโยชน์ของป่า ให้อยู่ร่วมกับป่าและช่วยกันดูแลรักษาป่า (รูปที่ 23) ในสภาพป่าที่สมบูรณ์ นอกจากจะสามารถดูดซับน้ำ ได้มากกว่าพื้นที่อื่น ระบบรากยังสามารถยึดกับดินได้มากและมั่นคงมากกว่า 20 % (Wu et al., 1996)

6.1.1 การทำโซนนิ่ง (Zoning) เพื่อใช้วางแผนจัดการพื้นที่สูงชันอย่างเป็นระบบ เช่น การทำแผนการใช้ที่ดินหรือแผนแม่บทด้านวางแผนการใช้ที่ดิน

6.1.2 กำหนดมาตรการทางกฎหมาย โดยการออกกฎหมายบังคับใช้พื้นที่อนุรักษ์ต่างๆ เช่น กฎหมายเกี่ยวกับลุ่มน้ำ ได้กำหนดให้พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นหนึ่งเอ เป็นพื้นที่ป่าต้นน้ำ ไม่สามารถทำอย่างอื่นได้และต้องอพยพชุมชนออก กฎหมายเขตป่าถาวร อุทยานแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า เป็นต้น หรือการห้ามใช้เครื่องมือและออกเอกสารสิทธิในพื้นที่ที่มีความลาดชันเกิน 35 %

6.1.3 การรณรงค์ให้ประชาชนรักป่า เห็นประโยชน์ของป่าไม้ เช่น โครงการป่าชุมชน ให้คนอยู่ร่วมกับป่า โครงการป่ารักษน้ำ



รูปที่ 23 สภาพป่าที่สมบูรณ์

6.2 การปลูกป่า ในบริเวณเทือกเขา ซึ่งป่าต้นน้ำถูกทำลาย เช่น ปลูกสัก สนสองใบ สนสามใบ หรือไม้ในป่าดิบชื้นต่างๆ เป็นต้น เนื่องจากป่าไม้เป็นเขื่อนธรรมชาติ ที่ช่วยชะลอความแรงของน้ำ เก็บกักน้ำ และระบบรากของป่าไม้จะช่วยยึดดินให้มีความมั่นคงมากขึ้นด้วย ดังพระราชดำรัสในสมเด็จพระนางเจ้าฯ พระบรมราชินีนาถ ความว่า “...พระเจ้าอยู่หัวเป็นน้ำ ดินจะเป็นป่า ป่าที่ถวายเป็นความรักกักคือน้ำ...” ซึ่งพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงให้แนวทาง การรักษาป่าที่เหมาะสมกับสภาพของท้องถิ่นเรียบง่ายและประหยัดที่สุด ดังนี้ (สำนักงาน กปร. 2547)

6.2.1 การปลูกป่า 3 อย่าง ให้ประโยชน์ 4 อย่าง

ทรงมีพระราชดำรัสว่า “...การปลูกป่า 3 อย่าง แต่ให้ประโยชน์ 4 อย่าง ซึ่งได้ไม้ ผล ไม้สร้างบ้านและไม้ฟืนนั้น สามารถให้ประโยชน์ถึง 4 อย่าง คือ นอกจากประโยชน์ในตัวเองตามชื่อแล้วยังสามารถใช้ประโยชน์อื่นที่ 4 ซึ่งเป็นข้อสำคัญ คือ สามารถช่วยอนุรักษ์ดินและต้นน้ำลำธารด้วย...” และได้ทรงอธิบายเพิ่มเติมว่า “...การปลูกป่า ถ้าให้ราษฎรมีประโยชน์ให้เขาอยู่ได้ให้ใช้วิธีปลูกไม้ 3 อย่าง แต่มีประโยชน์ 4 อย่าง คือ ไม้ใช้สอย ไม้กินได้ ไม้เศรษฐกิจ โดยปลูกทรงรับการชลประทาน ปลูกรับจับน้ำและปลูกอุลช่องไหลตามร่องห้วย โดยรับน้ำฝนอย่างคืดว ประโยชน์ที่ 4 คือ ได้ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ...” เช่นตัวอย่าง โครงการพัฒนากลุ่มน้ำห้วยฮ่องไคร้ฯ ซึ่งมีการปลูกไม้เพื่อใช้สอยและเศรษฐกิจ เช่น ไม้สัก ไม้แดง ไม้ไผ่ หวาย ไม้พินเข้กพลิง เช่น ไม้กระถินยักษ์ ไม้กินได้ เช่น สะเดา แคน ขี้เหล็ก มะไฟ มะขามป้อม มะเกลือ ซึ่งล้วนก่อประโยชน์ต่อชุมชนและให้ประโยชน์ คือ ช่วยอนุรักษ์ดินและน้ำในพื้นที่ต้นน้ำลำธาร

6.2.2 การปลูกป่าทดแทน การปลูกไม้ตามแนวพระราชดำริ จะต้องศึกษาถึงสภาพพื้นที่เสียก่อน ได้แก่ ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะดิน ลักษณะต้นไม้ม ของบริเวณพื้นที่นั้น สามารถจำแนกตามสภาพพื้นที่ได้ดังนี้

6.2.2.1 การปลูกป่าทดแทนบริเวณไหล่เขา

พระราชดำรัส วันที่ 26 มกราคม พ.ศ. 2520 ณ โครงการจัดการลุ่มน้ำแม่สา อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ “...การปลูกป่าทดแทนตามไหล่เขาจะต้องปลูกต้นไม้หลายๆ ชนิด เพื่อให้ได้ประโยชน์นอกประสงค์ คือ มีทั้งไม้ผล ไม้สำหรับก่อสร้าง และ ไม้สำหรับทำฟืน ซึ่งราษฎรจำเป็นต้องใช้ประจำ ซึ่งเมื่อตัดไปใช้แล้วก็ปลูกทดแทนเพื่อหมุนเวียนทันที...”

ตัวอย่างโครงการพัฒนาคอยสูง จังหวัดเชียงราย ได้ดำเนินการเชิญชวนให้ราษฎรเข้าร่วมกันปลูกเพื่อฟื้นฟูป่าตามไหล่เขา โดยการปลูกไม้สนสามใบ ไม้ประดู่ และหญ้าแฝก เพื่อป้องกันการพังทลายของดิน

6.2.2.2 การปลูกป่าทดแทนในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม

พระราชดำรัส วันที่ 10 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2520 ณ โครงการพัฒนาและปรับปรุงพื้นที่เกษตรกรรม ชาวเขาบ้านป่าเถา อำเภอเสมิง จังหวัดเชียงใหม่ “...ปลูกต้นไม้ชนิดใดเร็วคลุมแนวร่องน้ำเสียก่อน เพื่อให้ความชุ่มชื้นค่อยๆ ทวีขึ้น และแผ่ขยายกว้างออกไปทั้งสองข้างร่องน้ำ อันจะทำให้ดินไม่จืดจางขึ้นและจะมีส่วนช่วยป้องกันไฟป่า ซึ่งจะเกิดขึ้นจากป่าขาดความชุ่มชื้น ส่วนต้นไม้ที่จะปลูกจะต้องมีทั้งต้นไม้คลุมแหล่งน้ำ ต้นไม้ยึดดินไม่ให้ผล ต้นไม้ใช้ทำฟืน ต้นไม้ใช้ในการก่อสร้างตลอดจนต้นไม้ที่มีค่าทางเศรษฐกิจ เพื่อให้ประโยชน์ได้อย่างอนเนกประสงค์...”

โครงการหนึ่งที่เห็นผลชัดเจน คือ สภาพป่าของกลุ่มน้ำห้วยสองไคร้ฯ เมื่อ 20 ปีที่ผ่านมา จะมีสภาพเสื่อมโทรม อาภากร่อนฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาล ต่อมาได้มีการพัฒนาพื้นที่ป่าด้วยการปลูกป่าในพื้นที่ 8,500 ไร่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณร่องน้ำ ร่องน้ำห้วยสาขาต่างๆ ของห้วยสองไคร้ฯ ได้ดำเนินการปลูกไม้โตเร็วเพื่อเป็นการฟื้นฟูสภาพป่าเสื่อมโทรมให้รวดเร็วเป็นผลให้สภาพป่ามีความสมบูรณ์และคืนสู่ธรรมชาติต่อไป

6.2.2.3 การปลูกป่าต้นน้ำ

พระราชดำรัส วันที่ 14 เมษายน พ.ศ. 2520 ณ พื้นที่อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี “...การที่จะมีต้นน้ำลำธารไปชั่วกาลนานนั้นสำคัญอยู่ที่การรักษาป่าและปลูกป่าบริเวณต้นน้ำ ซึ่งเป็นยอดเขาและเนินสูงชัน ต้องมีการปลูกป่าโดยไม้ยืนต้น และปลูกไม้พุ่ม ซึ่งไม้พุ่มนั้นราษฎรสามารถตัดไปใช้ได้ แต่ต้องมีการปลูกป่าทดแทนเป็นระยะ ส่วนไม้ยืนต้นนั้นจะช่วยให้อากาศมีความชุ่มชื้น เป็นขั้นตอนหนึ่งของระบบการให้ฝนตกแบบธรรมชาติ ทั้งยังช่วยยึดดินบนเขาไม่ให้พังทลายเมื่อเกิดฝนตกอีกด้วย ซึ่งถ้ารักษาสภาพป่าไม้ไว้ให้ดีแล้ว ท้องถิ่นก็จะมีน้ำไว้ใช้ชั่วกาลนาน...”

ตัวอย่างโครงการพัฒนาพื้นที่กลุ่มน้ำแม่วงง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นการปลูกป่าหรือพืชพรรณธรรมชาติเดิม ได้แก่ ไม้เต็ง ไม้รัง เพื่อรักษาความชุ่มชื้นให้ป่าค่อยๆ ฟื้นตัวเองตามธรรมชาติ

6.2.3 การปลูกป่าโดยไม่ต้องปลูก

พระราชดำรัส วันที่ 4 ธันวาคม พ.ศ. 2537 “...ทั้งป่านั้นไว้ 5 ปี ครบนั้น ไม่ต้องทำอะไรเลย แต่ป่าเจริญเติบโตเป็นป่าสมบูรณ์ โดยไม่ต้องปลูกสักต้นเดียว...คือว่าการปลูกป่านั้น สำคัญอยู่ที่ปล่อยให้เขาขึ้นเอง...”

กลยุทธการปลูกป่าโดยไม่ต้องปลูกเป็นไปตามหลักการกฎธรรมชาติ (Natural Succession) คือ การปรับสภาพแวดล้อมให้เอื้อต่อการเติบโตของต้นไม้และควบคุมไม่ให้มีคนเข้าไปตัดไม้ไม่มีการรบกวนเหยียบย่ำต้นไม้เล็กๆ เมื่อทิ้งไว้ช่วงระยะเวลาหนึ่ง พืช ลูกไม้ พันธุ์ไม้ต่างๆ จะสามารถ

ค่อยๆ เจริญเติบโต แรกหน่อๆ แรกกอๆ และขยายพันธุ์พื้นด้วขึ้น ทำให้ระบบนิเวศของสิ่งมีชีวิตเริ่มเกิดขึ้น และเกื้อกูลกัน ดินไม้เล็กๆ สามารถคลุมดินไว้ให้เกิดความชุ่มชื้น ไม้ยืนต้นก็สามารถเติบโตให้ร่มเงาช่วย ปกป้องชะลอการระเหยของน้ำในดิน พืชเล็กและไม้ใหญ่ก็สามารถเจริญเติบโตควบคู่กันไปได้

กลยุทธ์ของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวนี้เป็นวิธีที่แบบชล ง่าย ประหยัดที่สุด ไม่ต้อง เสืออะไร แต่ผลที่ได้กลับมามีคุณค่ามหาศาล

ตัวอย่าง โครงการปลูกป่าโดยไม่ต้องปลูก ที่ดำเนินการมาเป็นเวลานานและเห็นผลชัดเจน คือ โครงการศึกษาวิธีการฟื้นฟูที่ดินเสื่อมโทรมเขาชะงุ้มอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลเขาชะงุ้ม อำเภอบัวชุม จังหวัดราชบุรี ซึ่งพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวมีพระราชดำริ "...ให้ช่วยดูแลรักษา ป่าอย่างปิ้งแก่ป่าถ้าปล่อยทิ้งไว้ไม่ให้ใครไปรบกวน ระยะเวลา 30-40 ปี ป่าแห่งนี้จะฟื้นคืนสภาพจากป่า เต็งรังเป็นป่าเบญจพรรณ..." พระราชดำริ 15 กรกฎาคม 2539

6.2.4 การปลูกป่าในที่สูง

พระองค์ทรงให้ใช้ไม้ประเภทที่มีเมล็ดงอกหลายชั้นไปปลูกบนยอดเขาที่สูง เมื่อโตแล้ว ออกฝักออกเมล็ดก็จะถลอกกลงมา แล้วงอกขึ้นเองในที่ต่ำต่อไป เป็นการขยายพันธุ์โดยธรรมชาติ เป็นการปลูกป่าที่อาศัยหลักธรรมชาติพลังแรงโน้มถ่วงของโลก คือ สิ่งที่อยู่พื้นที่สูงย่อมตกลงสู่ที่ต่ำกว่าเสมอ ซึ่งทำให้ประหยัดพลังงาน และค่าใช้จ่ายในการปลูกป่า

ตัวอย่าง โครงการศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ฯ งานพัฒนาป่าไม้ ซึ่งดำเนินการปลูกป่าในที่สูง โดยการพัฒนาแมกไม้ธรรมชาติที่มีอยู่ให้สามารถเจริญเติบโตกระจายเมล็ดพันธุ์ตามธรรมชาติ รวมทั้งการปลูกไม้ในที่สูง เช่น ไม้กระถินยักษ์ ให้โปรยเมล็ดพันธุ์ลงสู่ด้านล่างเพื่อให้เจริญเติบโตได้เองตามธรรมชาติ หรือ โครงการพัฒนาพื้นที่ต้นน้ำหนาว อำเภอป่าสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งมีพื้นที่ป่า 147,000 ไร่ และมีการปลูกไม้ยืนต้นคืนสู่ธรรมชาติ ทำให้ป่าบริเวณน้ำหนาวเป็นแหล่งทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญ

6.2.5 ปลูกป่าในใจ คือ การปลูกป่าลงบนแผ่นดิน

ความต้องการอยู่รอดของมนุษย์ ทำให้ประชากรมนุษย์บริโภคและใช้สอยทรัพยากรธรรมชาติ อย่างสิ้นเปลือง มนุษย์หรือคนจึงเป็นทรัพยากรเดียวในโลกธรรมชาติที่คอยคอยผลประโยชน์จากทรัพยากรอื่นๆ เพื่อประโยชน์แก่กลุ่มชนของตนเอง และสร้างความเสียหายแก่สิ่งแวดล้อม ดังเช่น พระราชนิพนธ์พระมหาชนกได้ตรัสว่า "...นับแต่อุปราชจนถึงคนรักษาช้าง คนรักษาม้า และนับแต่คนรักษาม้าจนถึงอุปราช และโคขลเฉพาะเหล่าอมตย์ ถ้วนจาริกในโมหภูมิทั้งนั้น ... พวกนี้ขาดทั้งความรู้

วิชาการ ทั้งความรู้ทั่วไป คือความสำนึกธรรมชาติ พวกนี้ไม่รู้แม้แต่ประโยชน์ส่วนตน พวกนี้ชอบผลมะม่วง แต่ก็ทำถาดคันมะม่วง...”

ฉะนั้น หากคนอีกนับร้อยนับพันล้าน ยังคงใช้ปัจจัยความจำเป็นขั้นพื้นฐานของชีวิตแบบไม่รู้จักพอปัญหาความไร้สมดุลของธรรมชาติจะเกิดขึ้นวนเวียนอย่างไม่สิ้นสุด

“...เจ้าหน้าที่ป่าไม้ควรจะปลูกต้นไม้ลงในใจคนเสียก่อน แล้วคนเหล่านั้นก็จะพากันปลูกต้นไม้ลงบนแผ่นดิน และรักษาต้นไม้ด้วยตนเอง...”

ตัวอย่าง โครงการปลูกป่าในใจคนแห่งหนึ่ง ซึ่งทรงถึงเห็นและรับสั่งไว้เมื่อวันที่ 5 เมษายน พ.ศ. 2526 ว่า “...หากปล่อยทิ้งไว้จะกลายเป็นทะเลทรายในที่สุด...” ก็คือ ที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายฯ ทรงมีพระราชประสงค์ให้พัฒนาพื้นที่แห่งนี้ เป็นศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจากพระราชดำริ โดยให้ราษฎรที่เข้าทำกินอยู่เดิมได้มีส่วนร่วมในการดูแลรักษาป่าไม้ได้ประโยชน์จากป่าไม้และไม่ทำลายป่าไม้อีกต่อไป

6.3 การใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ เนื่องจากมีความจำเป็นต้องใช้พื้นที่ลาดชัน เช่น การตัดถนนผ่านภูเขาสูงชันต่างๆ การทำการเกษตรในพื้นที่สูง การดำเนินงานของโครงการหลวง (สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน, 2548) ซึ่งพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ พระราชทานพระราชดำริ และพระราชทานทรัพย์ส่วนพระองค์ ให้ดำเนินงานโครงการหลวงมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2512 เพื่อพัฒนาการเกษตรในพื้นที่สูง ลดการปลูกพืชเสพติดและการอนุรักษ์ป่าต้นน้ำลำธาร โดยมีพระราชประสงค์จะทรงช่วยเหลือราษฎรชาวไทยภูเขาในท้องถิ่นทุรกันดาร ซึ่งมีชีวิตความเป็นอยู่ยากจน อาศัยการปลูกพืชและทำไร่เลื่อนลอย ให้มีชีวิตความเป็นอยู่ดีขึ้น นับตั้งแต่โปรดเกล้าฯ จัดตั้งโครงการหลวงขึ้นมา เริ่มจากงานวิจัยพืชเมืองหนาว ส่งเสริมพัฒนาอาชีพควบคู่กันไป เพื่อให้เกษตรกรชาวเขาเลิกปลูกฝิ่น ปัจจุบันมีโครงการหลวงรวม 36 ศูนย์ในพื้นที่ 5 จังหวัดภาคเหนือ ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน แม่ฮ่องสอน และพะเยา สำหรับมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำมีหลายวิธี (กองแผนงาน 2539 , พิพัฒน์ และคณะ 2548) ตามรูปที่ 24 ซึ่งการจะใช้วิธีไหนให้เหมาะสมขึ้นกับสภาพพื้นที่และความลาดชัน (ตารางที่ 9) ส่วนมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำสามารถแบ่งเป็น 2 วิธีใหญ่ๆ คือ

6.3.1 มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำโดยวิธีทางวิศวกรรม เช่น การสร้างขั้นบันไดดิน (Bench terraces) ตามรูปที่ 24 และ 25 เป็นการปรับพื้นที่ลาดชันให้เป็นขั้นบันไดดินต่อเนื่องตามความลาดของพื้นที่ เป็นวิธีการที่สามารถลดการสูญเสียดินและน้ำได้ดินบนพื้นที่สูง เหมาะสมสำหรับปรับพื้นที่เพื่อปลูกพืชให้ผลตอบแทนสูงในระยะยาว เช่น พืชผักและไม้ผลเมืองหนาว โดยกรมพัฒนาที่ดิน ได้ดำเนินการจัดทำคันดินในบริเวณพื้นที่สูงชันมาเป็นเวลานาน และยังคงดำเนินการต่อไป ส่วนการสร้างคูรับน้ำชายเขา (Hillside ditches) ตามรูปที่ 24 ทำให้โดยการขุดคูลักษณะเป็นร่องน้ำขนาดเล็กขวางความ

ลาดเทของพื้นที่เป็นช่วงๆ เพื่อลดปริมาณน้ำไหลบ่า การวางแผนเพื่อชุมชนมีการลดระดับเล็กน้อย เพื่อระบายน้ำลงสู่แนวชายป่าหรือร่องน้ำธรรมชาติ



AC ย่อมาจาก Agronomic Conservation measure หมายถึง มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำโดยการจัดการพืช



AF ย่อมาจาก Agro-forestry หมายถึง วนเกษตร



CD ย่อมาจาก Conservation ditch หมายถึง คันดินกั้นน้ำ หรือขั้นบันไดดินธรรมชาติ



CT ย่อมาจาก Convertible terraces หมายถึง ขั้นบันไดอาจเปลี่ยนแปลงได้ ตัวอย่างคือ ตอนแรกสร้างเป็นคันหรือกำแพงกันไว้เป็นระยะๆ หลังจากนั้นเมื่อไถพรวนดินและเกิดการสะสมของตะกอนดิน พื้นที่ระหว่างคันจะกลายเป็นขั้นบันไดดิน



HD ย่อมาจาก Hillside ditches หมายถึง คูรับน้ำชาเขา



BT ย่อมาจาก Bench terraces หมายถึง ขั้นบันไดดิน



IT ย่อมาจาก Intermittent terraces หมายถึง ขั้นบันไดดินแบบวันระยะไม่ต่อเนื่อง อาทิเช่น สร้าง 1 ขั้นแล้วเว้นไว้ 3 ขั้น ใช้ในกรณีที่ยังบประมาณสำหรับก่อสร้างขั้นบันไดดินแบบต่อเนื่องมีไม่เพียงพอ เมื่อน้ำมาพองจึงมาสร้างตรงที่เว้นไว้ ก็จะได้ขั้นบันไดดินแบบต่อเนื่องนั่นเอง



OT ย่อมาจาก Orchard Terraces หมายถึง ขั้นบันไดดินสำหรับไม้ผล



DD ย่อมาจาก Diversion ditches หมายถึง คูเบนน้ำ

รูปที่ 24 มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำวิธีต่างๆ (พิพัฒน์ และคณะ 2548)

ตารางที่ 9 แสดงทางเลือกของการใช้มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำ ที่เหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการ ใช้ประโยชน์ที่ดิน สมรรถนะที่ดิน ลักษณะของภูมิประเทศ ดิน ที่ดินและเครื่องจักรกลที่มีอยู่

ระดับความลาดชันของพื้นที่	ความลาดชัน - องศา - % Slope	ความลึกของดิน (ซม.)	ชั้นสมรรถนะที่ดิน (Land capability)	มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำที่ใช้เป็นหลัก	เครื่องมือที่ใช้ดำเนินการ	ความเหมาะสมของการใช้ประโยชน์ที่ดิน
1.	0 – 7 ° หรือเท่ากับ 0 – 12 %	มากกว่า 15 ซม.	C ₁ เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูก อันดับ 1	- วิธีการเพาะปลูกพืชแบบอนุรักษ์และวัสดุคลุมดิน - คันดินกันน้ำแบบง่ายๆ	เครื่องจักรขนาดเล็ก ใหญ่ หรือแรงคน	ปลูกพืชได้ทุกชนิด
		ต่ำกว่า 15 ซม.	P	ปลูกหญ้าคลุมดิน		ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์
2.	7 – 15 ° หรือเท่ากับ 12 – 27 %	มากกว่า 30 ซม.	C ₂ เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูก อันดับ 2	- ขึ้นบันไดดินหรือคันดินกันน้ำแบบง่ายๆ	เครื่องจักรขนาดเล็ก กลาง หรือแรงคน	ปลูกพืชได้ทุกชนิด
		ต่ำกว่า 30 ซม.	P	คูรับน้ำชายเขา		ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์
3.	15 – 20 ° หรือเท่ากับ 27 – 36 %	มากกว่า 45 ซม.	C ₃ เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูก อันดับ 3	- ขึ้นบันไดดินและคันดินกันน้ำแบบง่ายๆ	เครื่องจักรขนาดเล็ก หรือแรงคน	ปลูกพืชได้ทุกชนิด
		ต่ำกว่า 45 ซม.	P	- คูรับน้ำชายเขา - ทุ่งหญ้าที่ไม่ปล่อยให้สัตว์เข้าไปเหยียบย่ำ	แรงคน หรือ ใจ เดินตาม	พืชล้มลุกที่ปล่อยปลูก ทุกปีและอายุ 2-3 ปี
4.	20 – 25 ° หรือเท่ากับ 36 – 47 %	มากกว่า 55 ซม.	C ₄ เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูก อันดับ 4	- คันดินกันน้ำแบบง่ายๆ และขึ้นบันไดดินบางประเภท	แรงคน หรือ ใจ เดินตาม	พืชล้มลุกอายุปี หรือ 2-3 ปี
		ต่ำกว่า 55 ซม.	P เหมาะสำหรับการ ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์	- คูรับน้ำชายเขา - ทุ่งหญ้าที่ไม่ปล่อยให้สัตว์เข้าไปเหยียบย่ำ		ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์
5.	25 – 30 ° หรือเท่ากับ 47 – 58 %	มากกว่า 60 ซม.	FT	- ขึ้นบันไดสำหรับปลูกไม้ผล	แรงคน	ไม้ผล ไม้ยืนต้น
		ต่ำกว่า 60 ซม.	F or AF	- ป่าไม้หรือสวนป่า		ไม้ยืนต้น
6.	มากกว่า 30 ° หรือ มากกว่า 58 %	ทุกความลึกของดิน	F	- ปล่อยเป็นพื้นที่ป่าไม้		ปล่อยเป็นป่าไม้

ที่มา : พิพัฒน์และคณะ (2548)

หมายเหตุ C ไร่มาจาก Cultivable land, P ไร่มาจาก Pasture, FT ไร่มาจาก Land for food trees, fruit trees or tree crop, F ไร่มาจาก Forest land, AF ไร่มาจาก Land for agro-forestry



รูปที่ 25 แสดงการสร้างชั้นบันไดดินบนพื้นที่ลาดชัน

6.3.2 มาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำโดยวิธีทางพืช เช่น การใช้แถบไม้พุ่มบำรุงดินและการใช้แถบหญ้าเลี้ยงสัตว์ปลูกขวางความลาดชันของพื้นที่ สำหรับชนิดของไม้พุ่มบำรุงดินที่แนะนำบนพื้นที่ลาดชันทางภาคเหนือตอนบน มีหลายชนิดที่เหมาะสมและเจริญได้ดี ได้แก่ กระถินแปรู ถั่วมะแฮะ แคฝรั่ง ถั่วมะแฮะนก และครามป่า ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพืชตระกูลถั่ว มีปริมาณธาตุไนโตรเจนปริมาณสูง สามารถใช้ทำเป็นปุ๋ยพืชสดได้ ส่วนการใช้แถบหญ้า จะคล้ายคลึงกับการใช้ไม้พุ่มบำรุงดิน ทำการปลูกหญ้าขวางความลาดชันของพื้นที่ให้มีความกว้างของแถบหญ้าประมาณ 1 เมตร และระยะห่างระหว่างแถบหญ้าขึ้นอยู่กับความลาดชันของพื้นที่ สำหรับพืชหญ้าที่แนะนำ เช่น หญ้ารูซี่ หญ้าขาทานเรีย หญ้าถนเปีย หญ้าบานเฮีย และหญ้าแฝก ซึ่งการปลูกหญ้าแฝก กรมพัฒนาที่ดินได้ร่วมกับหลายหน่วยงานส่งเสริมการปลูกหญ้าแฝกเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ ในพื้นที่สูงชันมีทำชั้นบันไดดิน ร่วมกับการปลูกไม้ผลและหญ้าแฝก (รูปที่ 26) ส่วนบริเวณไหล่ทางและหน้าผาชันที่มีการตัดถนน ควรมีการปลูกหญ้าแฝกตามแนวระดับ (รูปที่ 27) หรือใช้การปลูกหญ้าแฝกร่วมกับระบบวิศวกรรม เช่น การใช้ตะแกรงค้ำชำร่วมกับการปลูกหญ้าแฝก เนื่องจากหญ้าแฝกมีระบบรากลึกและสามารถยึดกับดินได้อย่างดี (คิธี 2541, วราธร 2543, ชัยวาล 2545) ส่วนกอดันหญ้าแฝกจะอัดกันแน่น ช่วยชะลอความเร็วน้ำ



รูปที่ 26 ในพื้นที่สูงชันมีทำขั้นบันไดดิน ร่วมกับการปลูกไม้ผลและหญ้าแฝก



รูปที่ 27 แสดงการปลูกหญ้าแฝกบนพื้นที่ลาดชันบนไหล่ถนน

6.4 การสร้างเขื่อน อ่างเก็บน้ำ หรือฝายลัดตะกอน (ฝายชะลอความขุ่นขึ้นหรือ Check Dam) โดยเขื่อนมีขนาดใหญ่จะสร้างบนบริเวณที่ราบใกล้หุบเขา ส่วนอ่างเก็บน้ำขนาดความจุ้น้อยกว่า จะสร้างบริเวณหุบเขา (รูปที่ 28) สำหรับฝายลัดตะกอน จะอยู่บริเวณภูเขาหรือร่องน้ำ (รูปที่ 29) ซึ่งเป็นด่านแรกที่ช่วยเก็บกักน้ำและลดความรุนแรงของน้ำ

6.5 การติดตั้งระบบเตือนภัย เช่น ติดตั้งสถานีวัดอากาศแบบอัตโนมัติในบริเวณเทือกเขา (รูปที่ 30) ที่สามารถส่งข้อมูลได้ตลอดเวลา (realtime) สามารถติดตามและวิเคราะห์ข้อมูลที่ต้องการได้รวดเร็ว และทันต่อสถานการณ์ เช่น ข้อมูลปริมาณฝน ระดับน้ำในห้วย ระดับน้ำใต้ดิน ความชื้นดิน เป็นต้น ว่าค่าที่ได้ถึงจุดวิกฤตหรือไม่ หรือใช้เครื่องวัดปริมาณฝนอย่างง่าย (รูปที่ 31) สำหรับประชาชนในหมู่บ้านเสี่ยงภัยสามารถตรวจสอบปริมาณฝนว่าถึงจุดอันตราย จำเป็นต้องอพยพไปอยู่ในที่ปลอดภัยชั่วคราว และติดตั้งระบบส่งสัญญาณเสียงสำหรับเตือนและกระจายข่าว



รูปที่ 28 อ่างเก็บน้ำบริเวณพื้นที่เสี่ยงภัย



รูปที่ 29 ฝ่ายชะลอความชุ่มชื้น (Check Dam)



รูปที่ 30 สถานีวัดอากาศแบบอัตโนมัติ



รูปที่ 31 เครื่องวัดปริมาณฝนอย่างง่าย (กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย และกรมอุตุนิยมวิทยา)

6.6 การอพยพชุมชนที่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัย โดยเฉพาะบ้านเรือนที่อยู่ใกล้ลำน้ำ มีการกำหนดเขตปลอดภัยสำหรับการตั้งบ้านเรือนในพื้นที่เสี่ยง (รูปที่32)



รูปที่32 ชุมชนที่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัย

7. สรุปผล

จากข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ประกอบด้วย โปรแกรมด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcView (ESRI) ทำงานร่วมกับแบบจำลองวิเคราะห์ความมั่นคงของพื้นที่ลาดเท ของ Pack et al. (1998a, b) ข้อมูลแผนที่กลุ่มชุดดิน ข้อมูลแผนที่สภาพการใช้ที่ดิน ข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยา ข้อมูลความสูงเชิงเลข (DEM : Digital Elevation Model) ที่ความละเอียด 30 ม. ข้อมูลแผนที่ลุ่มน้ำ ข้อมูลแผนที่หมู่บ้าน วิเคราะห์พื้นที่ที่มีความเสี่ยงจากดินถล่ม โดยวิธีการวิเคราะห์ที่ได้ใช้วิธีทางธรณีเทคนิค (Geotechnical engineering method) ของ Pack et al. (1998a, b) เป็นการวิเคราะห์รายลุ่มน้ำ 255 ลุ่มน้ำย่อย ในมาตราส่วน 1:50,000 โดยได้ใช้ลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำน่าน เป็นตัวอย่างในการเสนอรายงาน ที่ใช้วิเคราะห์เป็นแบบ raster จากข้อมูลพืชและลักษณะดิน ซึ่ง Pack et al. (1998a, b) ได้ศึกษาไว้ ทำให้ทราบค่าแรงยึดของรากพืชกับดิน (C) มุมของดินที่เท่ากับชั้นหินพื้น (Phi) ส่วนปริมาณน้ำและการไหลของน้ำ จากลักษณะดินและชนิดพืชแตกต่างกันทำให้ค่าการไหลซึมผ่านดิน ค่าการไหลผ่านผิวดินแตกต่างกัน ในแต่ละพื้นที่ที่ใช้โปรแกรมด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcView Spatial Analysis (ESRI) ร่วมกับแบบจำลองของ Pack et al. (1998a, b) ที่ชื่อ SINMAP วิเคราะห์ DEM (Digital Elevation Model) ตามลักษณะลุ่มน้ำย่อยที่ละลุ่มน้ำ จนครบ 255 ลุ่มน้ำ ในที่นี้จะแสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ในลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำน่าน โดยเลือก DEM ที่จะวิเคราะห์ เพื่อหาค่าความลาดเท (Slope) และทิศทางการไหลของน้ำ (Flow direction) และพื้นที่รับน้ำย่อย (contributing area) นำข้อมูลแผนที่ที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์ร่วมกันเพื่อหาค่า Stability index และแบ่งเป็นพื้นที่เสี่ยงดินถล่มได้ 3 ระดับ คือ พื้นที่ที่ไม่มีความเสี่ยงเกิดดินถล่มหรือเกิดน้อย พื้นที่ที่มีความเสี่ยงเกิดดินถล่มปานกลาง และพื้นที่ที่มีความเสี่ยงเกิดดินถล่มสูง เมื่อนำข้อมูลจากการวิเคราะห์พื้นที่ที่มีความเสี่ยงดินถล่มเป็นรายลุ่มน้ำทั้ง 255 ลุ่มน้ำ มาเชื่อมต่อกันทั้งประเทศ ก็จะได้แผนที่แสดงพื้นที่ที่มีความเสี่ยงดินถล่มของประเทศไทย

สำหรับหมู่บ้านเสี่ยงภัยจากดินถล่ม ได้จากการหาระยะห่างจากพื้นที่ที่มีความเสี่ยงเกิดดินถล่ม ประมาณ 2 กม. และอยู่ใกล้ถนนรัศมี 200 เมตร เนื่องจากน้ำจะเป็นตัวพาหิน หินและคันไม้มาด้วย การวิเคราะห์ได้แบ่งวิเคราะห์ตามลุ่มน้ำย่อย 255 ลุ่มน้ำ เช่นกัน ในที่นี้ก็ได้ใช้ลุ่มน้ำย่อยของลุ่มน้ำน่าน เป็นตัวอย่าง โดยใช้โปรแกรม ArcView ร่วมกับแผนที่เส้นทางน้ำ ที่ใช้ ค่าตั้ง buffer 200 เมตร ซ้อนทับกับแผนที่ตำแหน่งหมู่บ้านและแผนที่เสี่ยงดินถล่มที่ใช้ ค่าตั้ง buffer 2 กิโลเมตร ก็จะได้หมู่บ้านที่เสี่ยงภัยจากดินถล่มและน้ำป่าไหลหลากของลุ่มน้ำ เมื่อนำหมู่บ้านเสี่ยงภัยดินถล่มและน้ำป่าไหลหลากของแต่ละลุ่มน้ำย่อยมารวมกัน ก็จะได้หมู่บ้านเสี่ยงภัยดินถล่มและน้ำป่าไหลหลากของทั้งประเทศ จำนวน 581 หมู่บ้าน 42 จังหวัด พร้อมทั้งเข้าตรวจสอบหมู่บ้านในพื้นที่จริง และคิดป้ายเตือนดินถล่มในบริเวณหมู่บ้าน

แนวทางการป้องกันแถบรพทผลกระทบจากดินถล่ม เช่น การอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ ไม่ตัดไม้ ทำลายป่า รัฐมีมาตรการดูแลป่าอย่างเข้มงวด รวมทั้งชี้ให้ชุมชนเห็นประโยชน์ของป่า ให้อยู่ร่วมกับป่า และช่วยกันดูแลรักษาป่า การทำโซนนิ่ง (Zoning) เพื่อใช้วางแผนจัดการพื้นที่สูงชันอย่างเป็นระบบ กำหนดมาตรการทางกฎหมาย โดยการออกกฎหมายบังคับใช้พื้นที่อนุรักษ์ต่างๆ การรณรงค์ให้ประชาชน รักป่า การปลูกป่า ในบริเวณเทือกเขา การปลูกป่า 3 อย่าง ให้ประโยชน์ 4 อย่าง การปลูกป่าทดแทน การปลูกป่าทดแทนบริเวณไหล่เขา การปลูกป่าทดแทนในพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม การปลูกป่าต้นน้ำ การปลูกป่า โดยไม่ต้องปลูก การปลูกป่าในที่สูง ปลูกป่าในใจ คือ การปลูกป่าลงบนแผ่นดิน การใช้มาตรการอนุรักษ์ ดินและน้ำ เนื่องจากมีความจำเป็นต้องใช้พื้นที่ลาดชัน เช่น การตัดถนนผ่านภูเขาสูงชันต่างๆ การทำ การเกษตรในพื้นที่สูง สำหรับการสร้างเขื่อน อ่างเก็บน้ำ หรือฝายกักตะกอน จะช่วยลดความเร็วของน้ำ และกักดิน หินและเศษซากต่างๆก่อนจะกระทบหมู่บ้าน ส่วนการติดตั้งระบบเตือนภัยช่วยให้ประชาชน สามารถหลบหนีได้ทัน หรืออพยพไปอยู่ในที่ปลอดภัยชั่วคราว หรืออพยพชุมชนที่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัย อย่างถาวร เป็นต้น

8. เอกสารอ้างอิง

- กรมทรัพยากรธรณี. 2548. www.dmr.go.th
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2545. แผนที่พื้นที่เสี่ยงภัยต่อดินถล่มของประเทศไทย.
- กรมอุตุมิชวิทยา. 2548. www.tmd.go.th
- กองแผนงาน. 2539. รายงานการจัดการดินกลุ่มชุดดินที่ 62. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 62 หน้า.
- คณะกรรมการจัดทำปทานุกรมปฐพีวิทยา. 2541. ปทานุกรมปฐพีวิทยา. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 169 หน้า.
- คณะทำงานเฉพาะกิจในการวิเคราะห์สภาพปัญหาอุทกภัย. 2544. ปัญหาวิกฤติอุทกภัย ที่อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 47 หน้า.
- คณะอนุกรรมการจัดทำพจนานุกรมธรณีวิทยา. 2530. พจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยา. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 161 หน้า.
- จักรวาล ตั้งวัฒนสุวรรณ. 2545. การเสริมกำลังดินทรายด้วยรากหญ้าแฝกคอน กลุ่มพันธุ์ราชบุรี. การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 8 เล่มที่ 2 GTE 423-428.
- ดิถี แห่งเชาวนิช. 2541. Vetiver Grass for Slope Stabilization and Erosion Control. in Pacific Rim Vetiver Network Technical Bulletin. No. 1998/2 pp. 4-16.
- นงลักษณ์ ไทยนิยมอารีย์. 2546. เสถียรภาพของลาดดินในพื้นที่ลุ่มน้ำก้อ โดยใช้คุณสมบัติทางวิศวกรรม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 196 หน้า.
- ประทุมพร พันเพ็ญ. 2548. พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มและอุทกภัยภาคเหนือของประเทศไทย. สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 82 หน้า.
- พิพัฒน์ ไทยกกล้า วินัย อักษรพันธ์ สมถ ไสภากร ชาดิราช พูนพาณิชย์ ปัญญา เจริญยุทธ และ สุวิมล ทูทธรธรรยาวงศ์. 2548. ดินแบบการเตรียมพื้นที่เพื่อป้องกันการเสื่อมและเพิ่มศักยภาพการผลิตพืชเศรษฐกิจของดินและที่ดินรวมทั้งการอนุรักษ์ดินและน้ำ. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 116 หน้า.
- พิสุทธิ วิจารณ์ สุรินทร์ ไวยเจริญ สติระ อุคมศรี อนุวัตร โพธิ์นาม และสุพร บุญประดับ 2533. สาเหตุและประเมินผลความเสียหายบริเวณพื้นที่อุทกภัยของจังหวัดนครศรีธรรมราช และ สุราษฎร์ธานี ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับดินและธรณีวิทยา. กรมพัฒนาที่ดิน 34 หน้า.

- วรากร ไฉ่เวียง วรณิ ศุขสาคร สุพันธ์ อนุภรณ์ วรวิมล ดันดิวนิช และ บุญชัย เขียวเกียรติประดับ. 2546. ร่าง รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการ “การพัฒนาแผนหลักการจัดการภัยธรรมชาติที่เกี่ยวกับดินถล่ม. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).
- วราธร แก้วแสง 2543. คุณสมบัติด้านวิศวกรรมของดินร่วนเหนียวผสมรากหญ้าแฝกคอนกรีตกลุ่มพันธุ์ประจวบคีรีขันธ์สำหรับงานป้องกันลาดดิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี.
- วุฒิชัย ติวิชัญญ์ ไมตรี สิงหะวาระ และสุชาติ นาควิทยา. 2532. รายงานการสำรวจพื้นที่น้ำท่วม อ.บ้านนาสาร จ.สุราษฎร์ธานี. กองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน 29 หน้า.
- ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก. 2548. การศึกษาพฤติกรรมของดินถล่มในจังหวัดภูเก็ต. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (www.ku.ac.th).
- สมพร ผาดินาวิน. 2548. พื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่มและอุทกภัยภาคใต้ ภาคตะวันออก และภาคกลางของประเทศไทย. สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 79 หน้า.
- สำนักงาน กปร. 2547. อันเนื่องมาจากพระราชดำริ. สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ บริษัททุ่งสักปีการพิมพ์ (1977) จำกัด 217 หน้า.
- สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน. 2548. คู่มือการจัดการดินสำหรับการปลูกพืชในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงอย่างขาว. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 123 หน้า.
- สุรพล เจริญพงษ์ ณรงค์ ศรีสุวรรณ เศรษฐา วิเศษสินธุ์ วุฒิชัย ติวิชัญญ์ อติ มาลัยโรจน์ศิริ ชัชวาล โชคบัณฑิต และชุมพล คงอินทร์. 2532. รายงานการสำรวจพื้นที่ตะกอนทับถม บริเวณพื้นที่น้ำท่วม อ.พิปูน อ.ฉวาง อ.พหลมหาราช อ.ท่าเสา จังหวัดนครศรีธรรมราช. กองสำรวจและจำแนกดิน กรมพัฒนาที่ดิน 98 หน้า.
- BC Geological Survey. 2006. Ministry of Energy, Mines and Petroleum Resources. <http://www.em.gov.bc.ca/Mining/Geolsurv/Surficial/landslid/default.htm>
- Church, M. and M.J. Miles. 1987. Meteorological antecedents to debris flow in southwestern British Columbia; Some case studies. Reviews in Engineering Geology, Vol. VII. Geological Society of America. pp. 63-78.
- Eastman, J.R., 1999. idrisi32 : Guide to GIS and Image Processing. Vol. 2. Clark University, Graduate School of Geography, Worcester, Massachusetts.

- Hammond, C., D. Hall, S. Miller and P. Swetik. (1992). "Level 1 Stability Analysis (LISA) Documentation for Version 2.0," General Technical Report INT-285, USDA Forest Service Intermountain Research Station.
- International Sabo Association. 2004. <http://www.sabo-int.org>
- Malczewski, Jack. 1999. GIS and multicriteria decision analysis. Department of Geography. University of Western Ontario. John Wiley & Sons, Inc, New York.
- Pack, R. T., D. G. Tarboton and C. N. Goodwin, (1998b). "Terrain Stability Mapping with SINMAP, technical description and users guide for version 1.00," Report Number 4114-0, Terratech Consulting Ltd., Salmon Arm, B.C., Canada (www.tclbc.com).
- Pack, R.T., D.G. Tarboton and C.N. Goodwin. (1998a). The SINMAP approach to terrain stability mapping. p. 1157–1165. In D.P. Moore and O. Hungr (ed.) *Proceedings—International Congress of the International Association of Engineering Geology and the Environment 8*, Vol. 2, 21–25 Sept. 1998. A. A. Balkema, Rotterdam, Netherlands.
- Pierson, T.C., R.M. Iverson and S.D. Ellen. 1991. Spatial and temporal distribution of shallow landsliding during intense rainfall, southeastern Oahu, Hawaii., *Landslides*. Balkema, Rotterdam, Netherlands.
- Tarboton, D. G., (1997). "A New Method for the Determination of Flow Directions and Contributing Areas in Grid Digital Elevation Models," *Water Resources Research*, 33(2): 309-319.
- Westen, C.J.V. 2003. Statistical landslide hazard analysis. Department of Earth Resources Surveys, International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC), Enschede, The Netherlands. <http://www.itc.nl/ilwis/applications/application05.asp>.
- Wu, W., M.A Abdel-Latif and G.F. Wieczorek. 1996. Landslide hazard prediction. In *Proc. Of the 7th Int. Symp. On landslides, Trondheim*, Vol 1 pp. 423-428.

