กำหนดการสัมมนา

เรื่อง "การศึกษาตาดการณ์พื้นที่ดินถล่มจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ/ภาวะโลกร้อน" ภายใต้โครงการ
ความเป็นไปได้และความถี่ของการเกิดอุทกภัย/ดินถล่มจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ/
ภาวะโลกร้อน:พื้นที่ศึกษาภาคเหนือ

วันอังคาร ที่ 3 มิถุนายน 2557 เวลา 8.30-15.00 น.

ณ ห้องแมจิก 3 ชั้น 2 โรงแรมมิราเคิล แกรนด์ คอนเวนชั่น ถนนวิภาวดีรังสิต หลักสี่ กรุงเทพฯ

จัดโดย กรมทรัพยากรน้ำ ร่วมกับ หน่วยวิจัยดินถล่ม ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และ ศูนย์วิจัยน้ำและภูมิอากาศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

.....

08:30-09:00 ลงทะเบียนผู้เข้าร่วมสัมมนา

09:00-09:45 พิธีเปิดการสัมมนา

โดย กล่าวต้อนรับ โดย หัวหน้าโครงการ/ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยฯ

รศ.ดร.สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์

กล่าวรายงาน โดย ผู้อำนวยการสำนักวิจัย พัฒนาและอุทกวิทยา

นายธีระวุฒิ สุคนธประดิษฐ

กล่าวเปิด โดย รองอธิบดีกรมทรัพยากรน้ำ

นายนิวัติชัย ตัมภีร์

09:45-10:00 พักรับประทานอาหารว่าง

10:00-11:30 **การศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ/สภาวะโลกร้อน**

โดย ผศ.ดร.ศิริลักษณ์ ชุ่มชื่น ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมแหล่งน้ำ

ศูนย์วิจัยน้ำและภูมิอากาศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

11:30-12:00 ตอบข้อซักถาม

12:00-13:00 รับประทานอาหารกลางวัน

13:00-14:30 **การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ/สภาวะโลกร้อนที่มีผลต่อการเกิดดินถล่ม**

โดย รศ.ดร.สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมดินถล่ม

ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

14:30-15:00 **ตอบข้อซักถามและคำแนะนำ/ ปิดการสัมมนา**

รับประทานอาหารว่าง

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ/สภาวะโลกร้อน ที่มีผลต่อการเกิดดินถล่ม

รศ.ดร.สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์ และคณะ

ณ ห้องแมจิก 3 ชั้น 2 โรงแรมมิราเคิล แกรนด์ คอนเวนชั่น

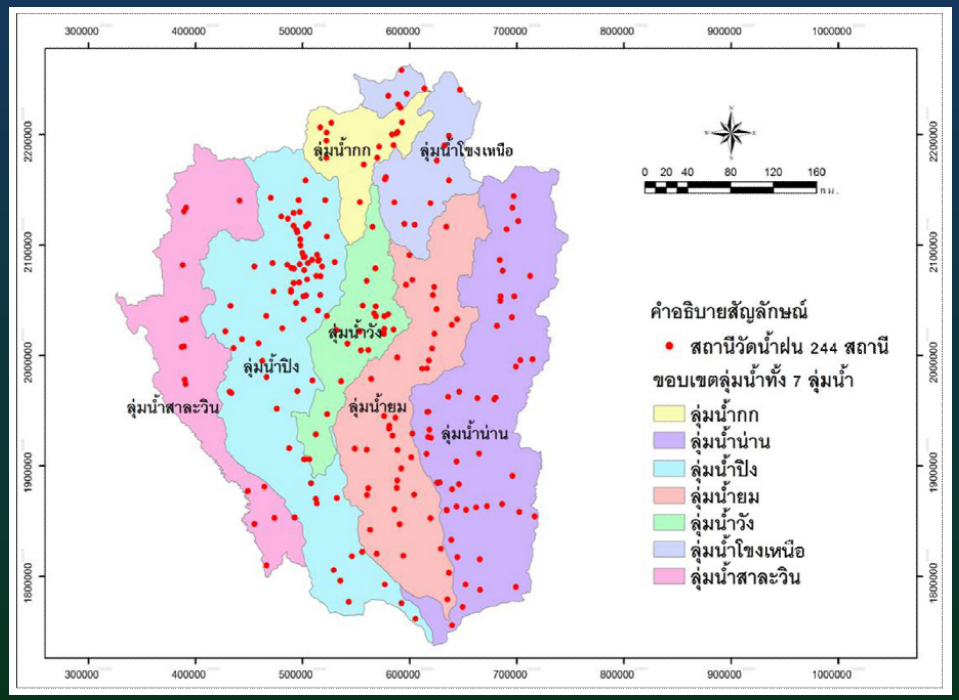
3 มิถุนายน 2557

หน่วยวิจัยดินถล่ม
ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.หลักการและเหตุผล

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ/ภาวะโลกร้อนเป็นที่แน่ชัดว่ายังคงจัดให้เป็นเรื่องสภาวะที่ไม่แน่นอน

สาเหตุหลักอันหนึ่งของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมาจาก **การใช้พลังงานของโลกในปัจจุบัน** ซึ่งทำให้เกิดผลตามมาที่เห็นได้ชัดเจนคือเรื่องเกี่ยวกับน้ำ เช่น การเกิดพายุที่รุนแรงขึ้น ฤดูกาลเปลี่ยนไป การเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในรอบปีส่งผลให้เกิด ความถี่และความรุนแรงของสภาพน้ำท่วมหรือภัยแล้งเพิ่มขึ้น หรือการเกิดภาวะฝนตกหนักและส่งผลให้เกิดภัยด้านดินถล่มตามมา



การศึกษาความเป็นไปได้และความถี่ของการเกิดอุทกภัย/ดินถล่ม จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ/ภาวะโลกร้อนจำเป็นต้องใช้แบบจำลองสภาพภูมิอากาศในอนาคตเข้าช่วยร่วมกับแบบจำลองการวิเคราะห์พื้นที่อ่อนไหวต่อดินถล่มแบบพลวัติ ตามปริมาณน้ำฝนคาดการณ์ล่วงหน้า

2.วัตถุประสงค์โครงการ

2.1 เพื่อวิเคราะห์พื้นที่อ่อนไหวและความถี่ของการเกิดอุทกภัย/ดินถล่ม จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ/ภาวะโลกร้อน โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

2.2 เพื่อสร้างชุดความรู้ในการเตรียมพร้อมรับมือกับปัญหาอุทกภัย/ดินถล่ม จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ/ภาวะโลกร้อน

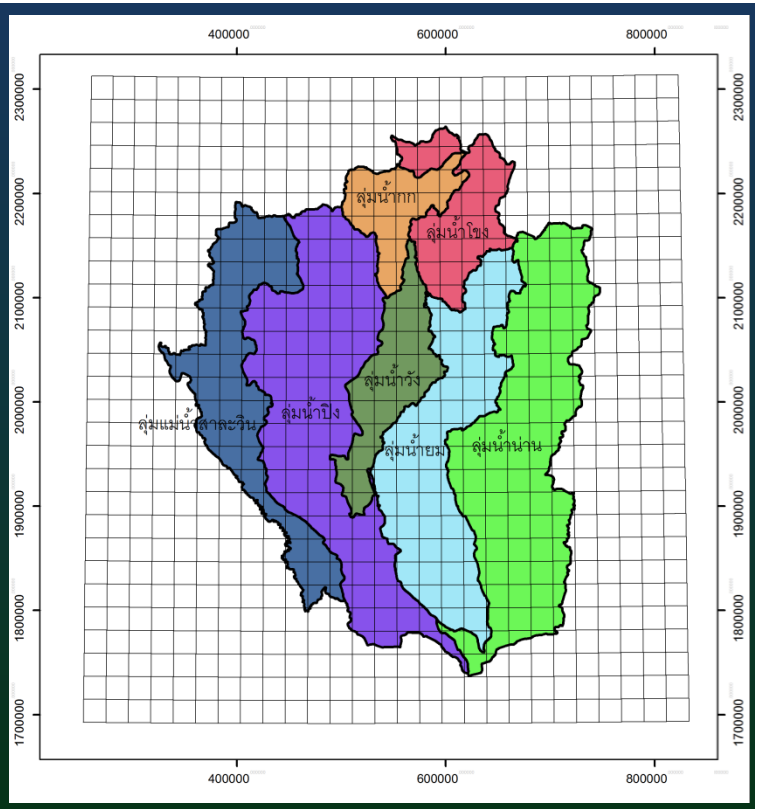
2.3 เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการวางแผนระยะยาวเพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

2.4 เพื่อให้ผู้กำหนดนโยบายเตรียมพร้อมในการกำหนดนโยบายสำหรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

3.ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

โครงการวิจัยฯ นี้ ได้ทำการศึกษาถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยต่อปริมาณฝนซึ่งอาจก่อให้เกิดอุทกภัย/ดินถล่ม บริเวณขอบเขตลุ่มน้ำภาคเหนือจำนวน 7 ลุ่มน้ำ ได้แก่

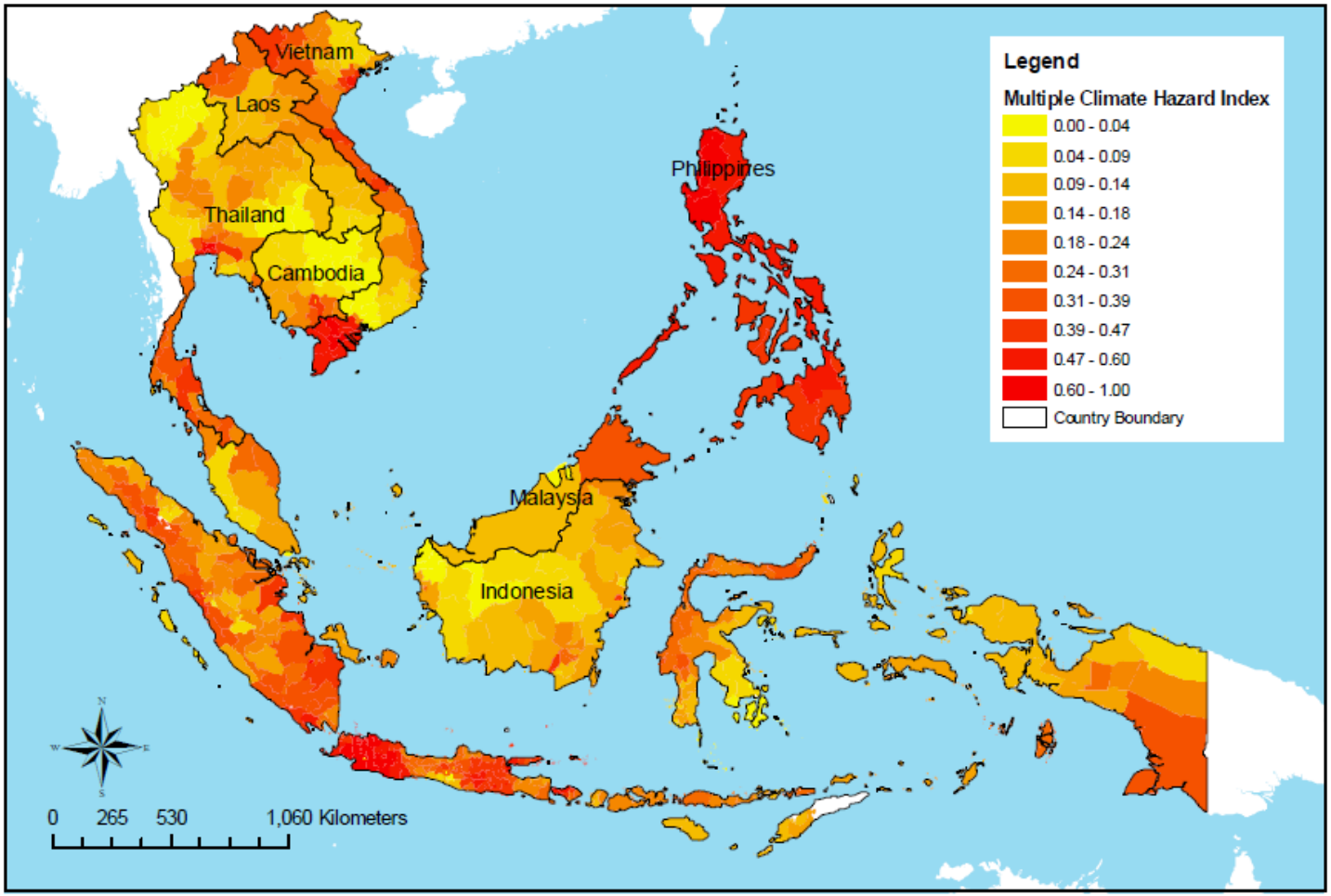
- ลุ่มน้ำสาละวิน
- ลุ่มน้ำโขงเหนือ
- ลุ่มน้ำกก
- ลุ่มน้ำปิง
- ลุ่มน้ำวัง
- ลุ่มน้ำยม
- ลุ่มน้ำน่าน

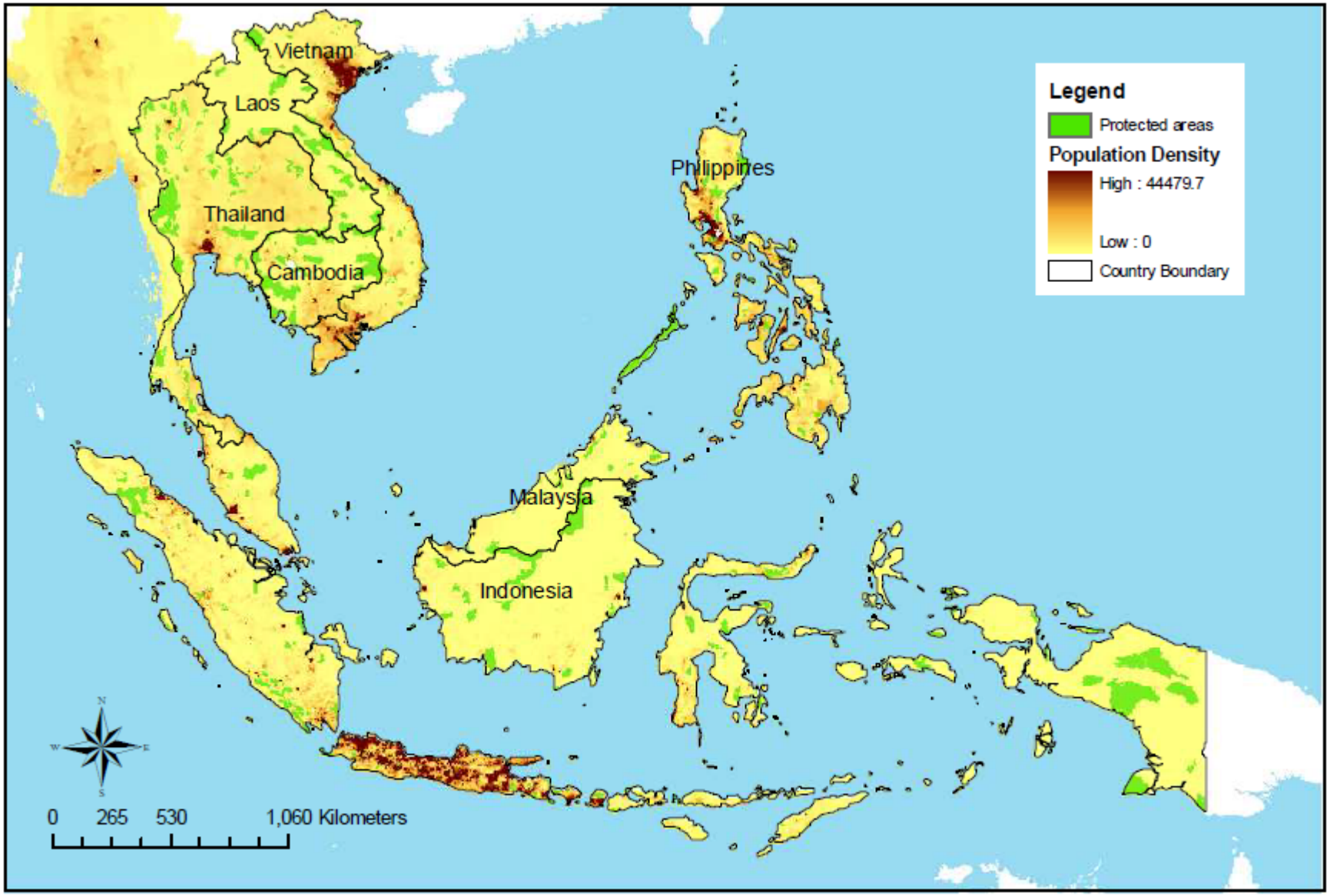


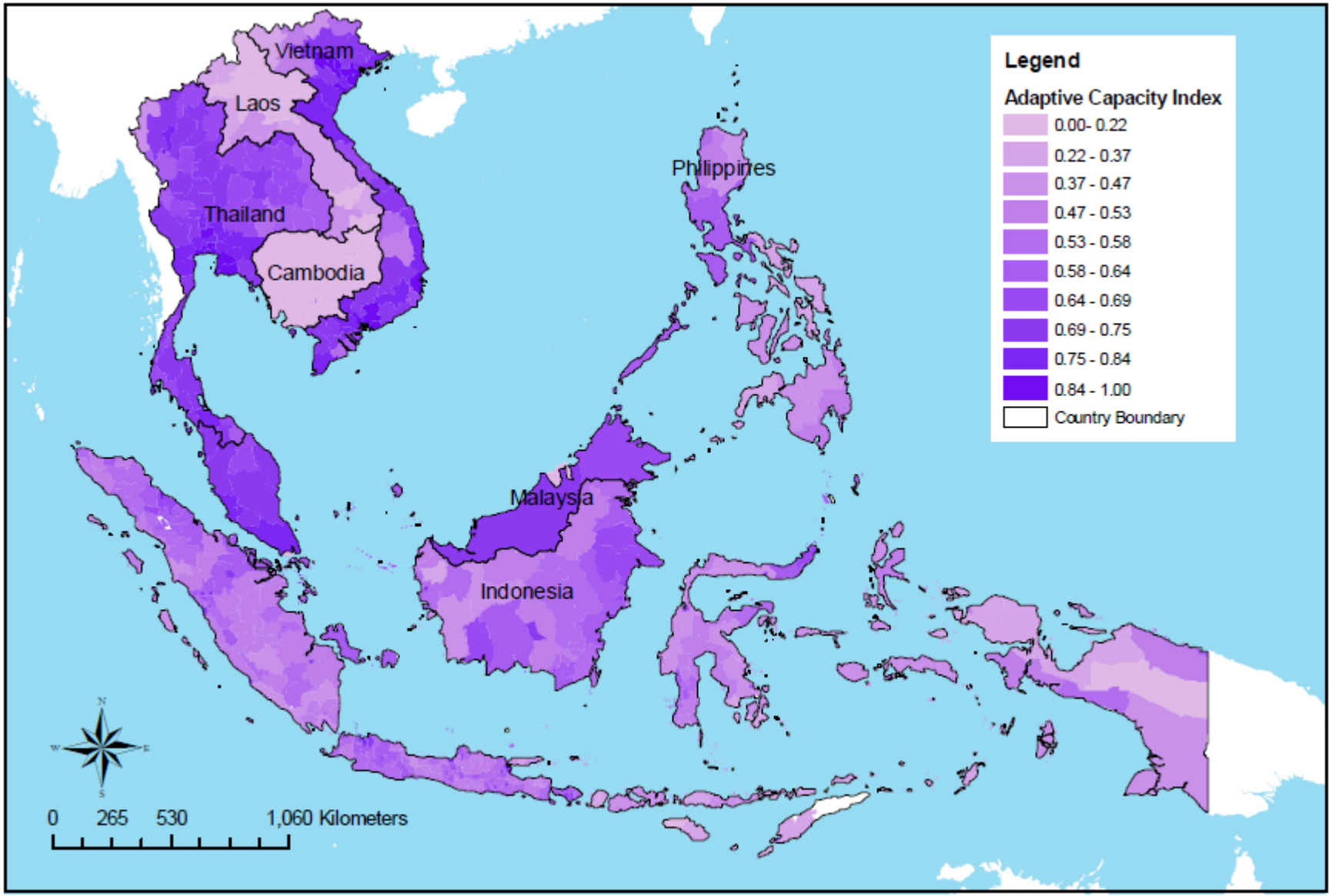
ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ในจังหวัดต่างๆ ทางภาคเหนือทั้งหมด 16 จังหวัด อันได้แก่ กำแพงเพชร เชียงราย เชียงใหม่ ตาก นครสวรรค์ น่าน พะเยา พิจิตร พิษณุโลก แม่ฮ่องสอน เพชรบูรณ์ แพร่ ลำปาง ลำพูน สุโขทัย และอุตรดิตถ์

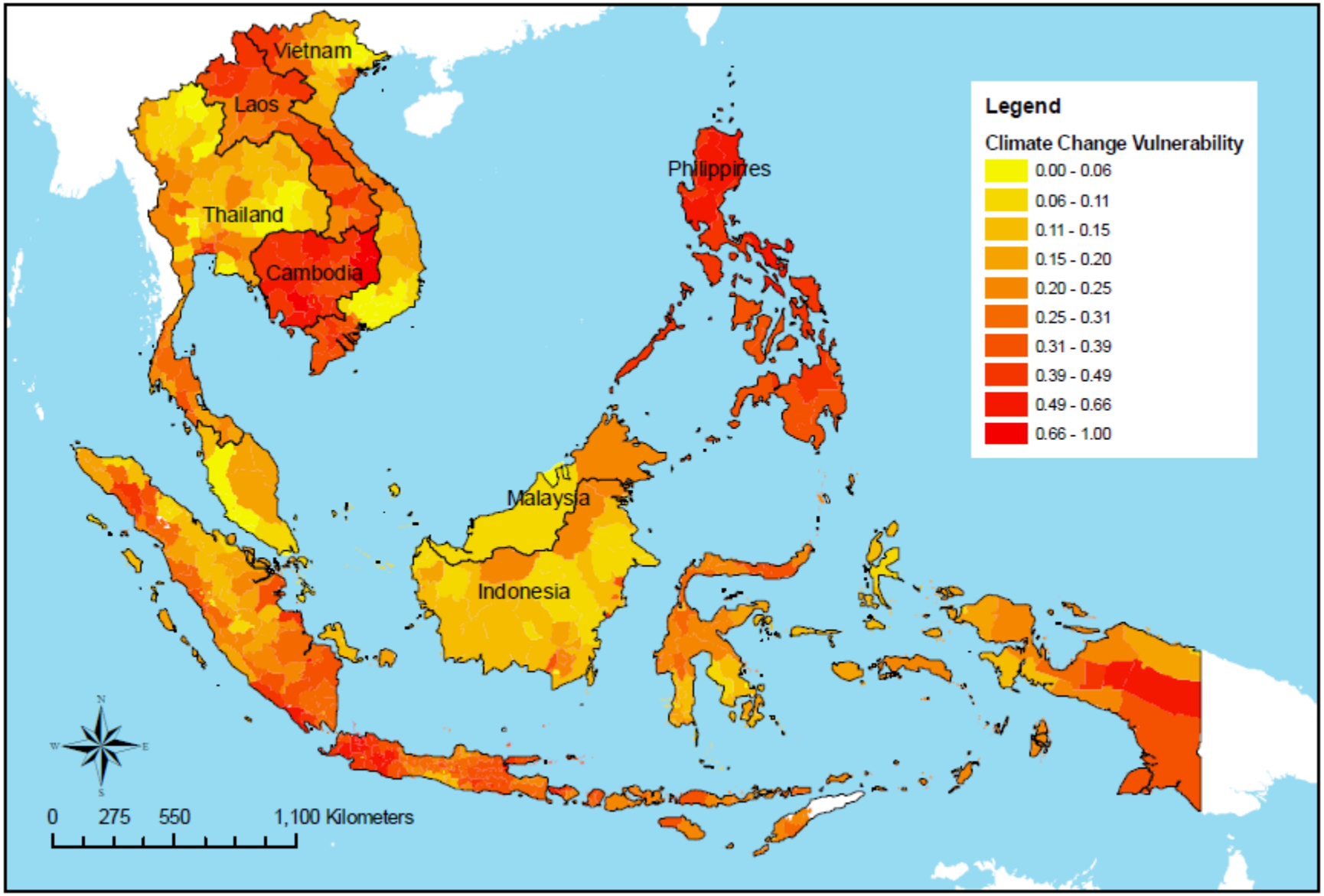
Climate Change Vulnerability Mapping for Southeast Asia

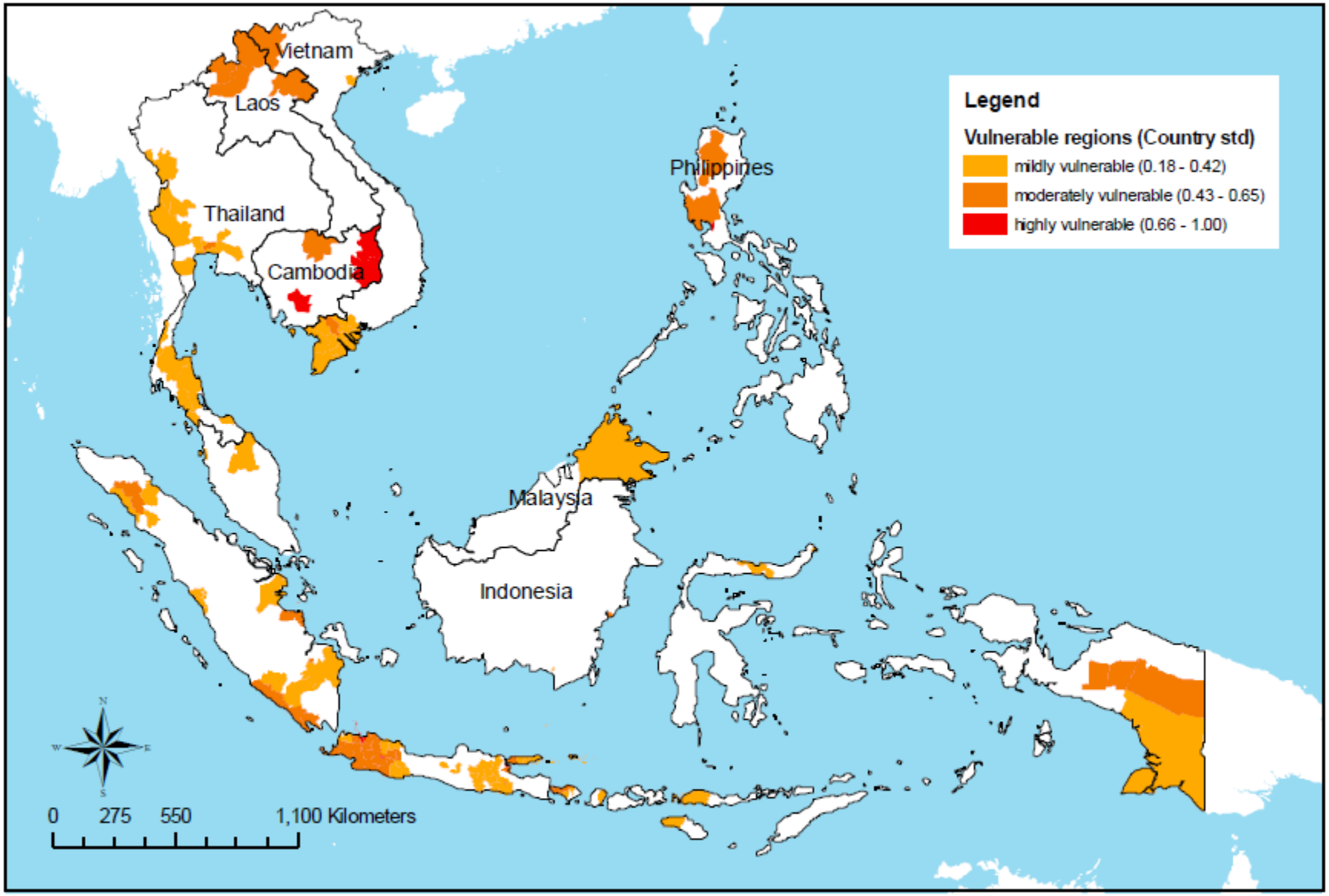
Arief Anshory Yusuf & Herminia Francisco

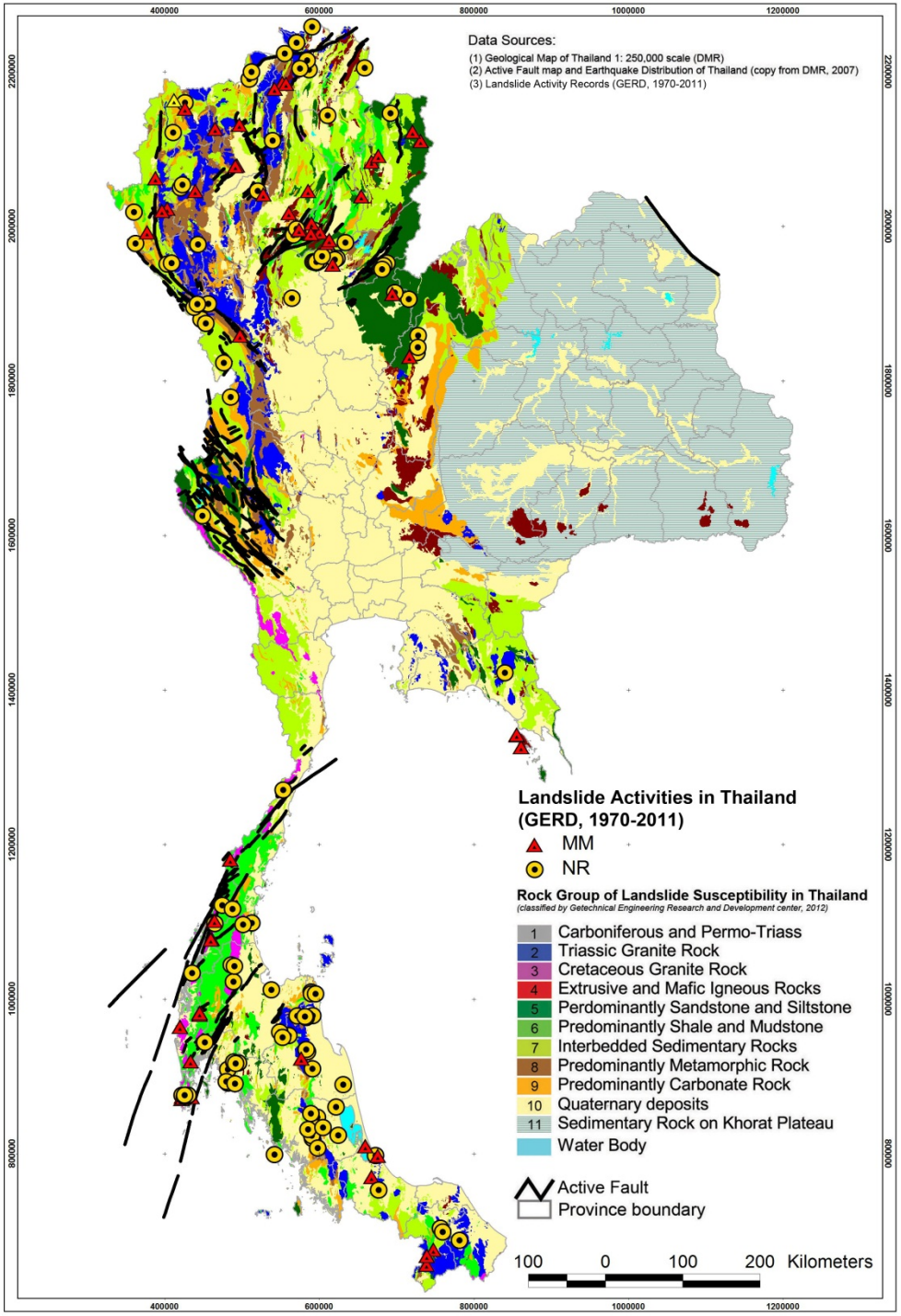



Vietnam
Laos
Thailand
Cambodia
Philippines
Malaysia
Indonesia
Legend
Protected areas
Population Density
High : 44479.7
Low : 0
Country Boundary
0 265 530 1,060 Kilometers


Vietnam
Laos
Thailand
Cambodia
Philippines
Malaysia
Indonesia
Legend
Adaptive Capacity Index
0.00- 0.22
0.22 - 0.37
0.37 - 0.47
0.47 - 0.53
0.53 - 0.58
0.58 - 0.64
0.64 - 0.69
0.69 - 0.75
0.75 - 0.84
0.84 - 1.00
Country Boundary
0 265 530 1,060 Kilometers

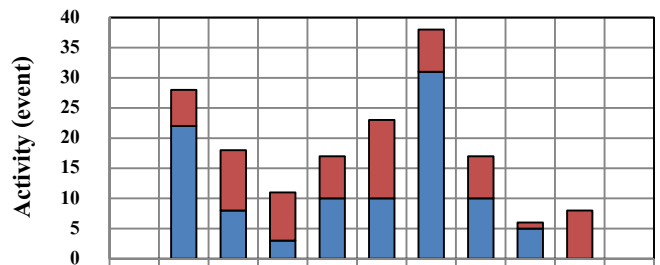

Vietnam
Laos
Thailand
Cambodia
Philippines
Malaysia
Indonesia
Legend
Climate Change Vulnerability
0.00 - 0.06
0.06 - 0.11
0.11 - 0.15
0.15 - 0.20
0.20 - 0.25
0.25 - 0.31
0.31 - 0.39
0.39 - 0.49
0.49 - 0.66
0.66 - 1.00
N
W
E
S
0
275
550
1,100 Kilometers


Vietnam
Laos
Thailand
Cambodia
Philippines
Malaysia
Indonesia
Legend
Vulnerable regions (Country std)
mildly vulnerable (0.18 - 0.42)
moderately vulnerable (0.43 - 0.65)
highly vulnerable (0.66 - 1.00)
0 275 550 1,100 Kilometers



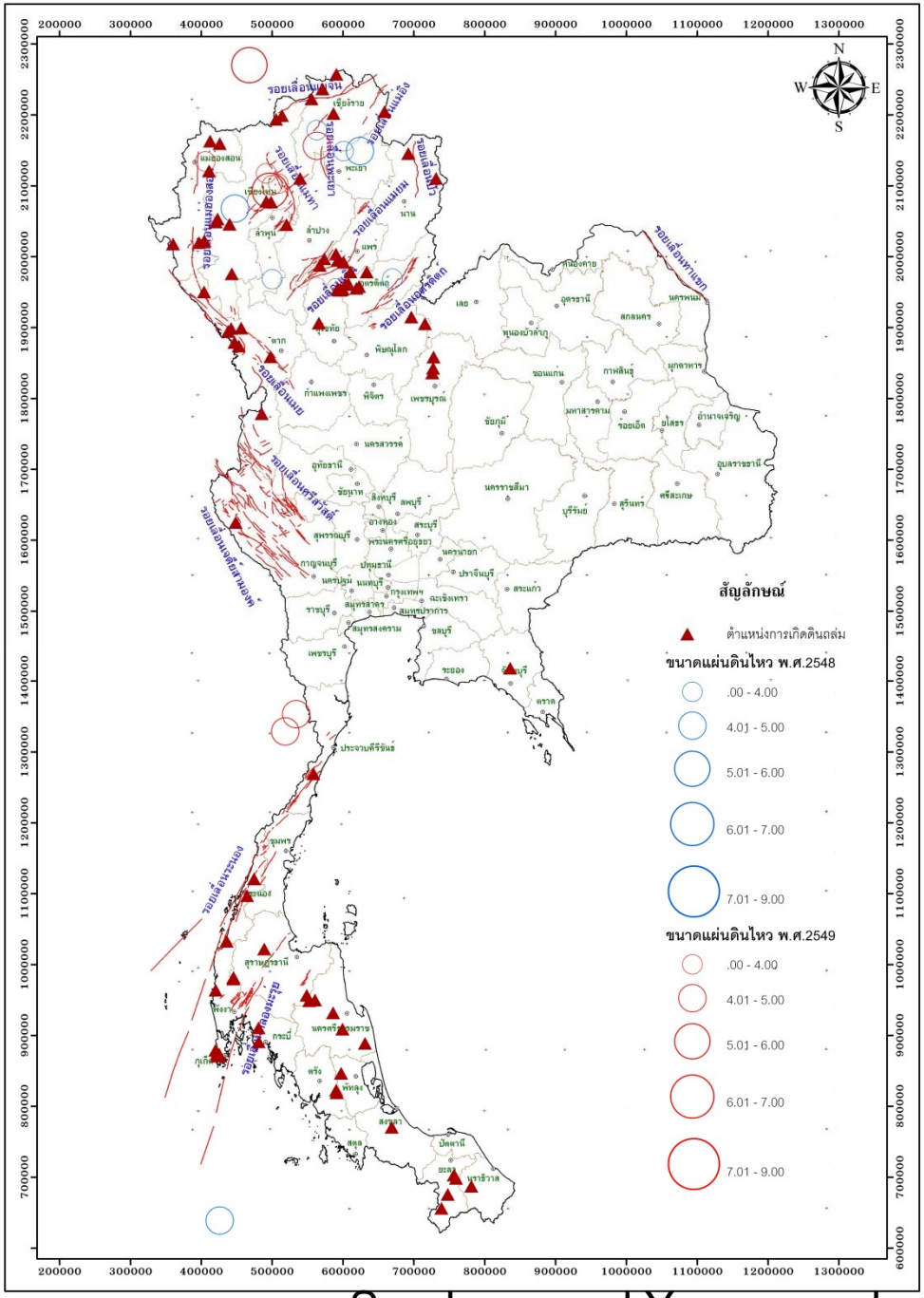
Landslide record

	11 Rock Groups	Landslide Activity			
		NR	MM	Sum	% Sum
1	Carboniferous and Permo-Triassic Granite Rocks	0	0	0	0.00
2	Triassic Granite Rock	22	6	28	16.87
3	Cretaceous Granite Rock	8	10	18	10.84
4	Extrusive and Mafic Igneous Rocks	3	8	11	6.63
5	Predominantly Sandstone and Siltstone	10	7	17	10.24
6	Predominantly Shale and Mudstone	10	13	23	13.86
7	Interbedded Sedimentary Rocks	31	7	38	22.89
8	Predominantly Metamorphic Rock	10	7	17	10.24
9	Predominantly Carbonate Rock	5	1	6	3.61
10	Quaternary deposits	0	8	8	4.82
11	Sedimentary Rock on Khorat Plateau	0	0	0	0.00
	Total	99	67	166	100



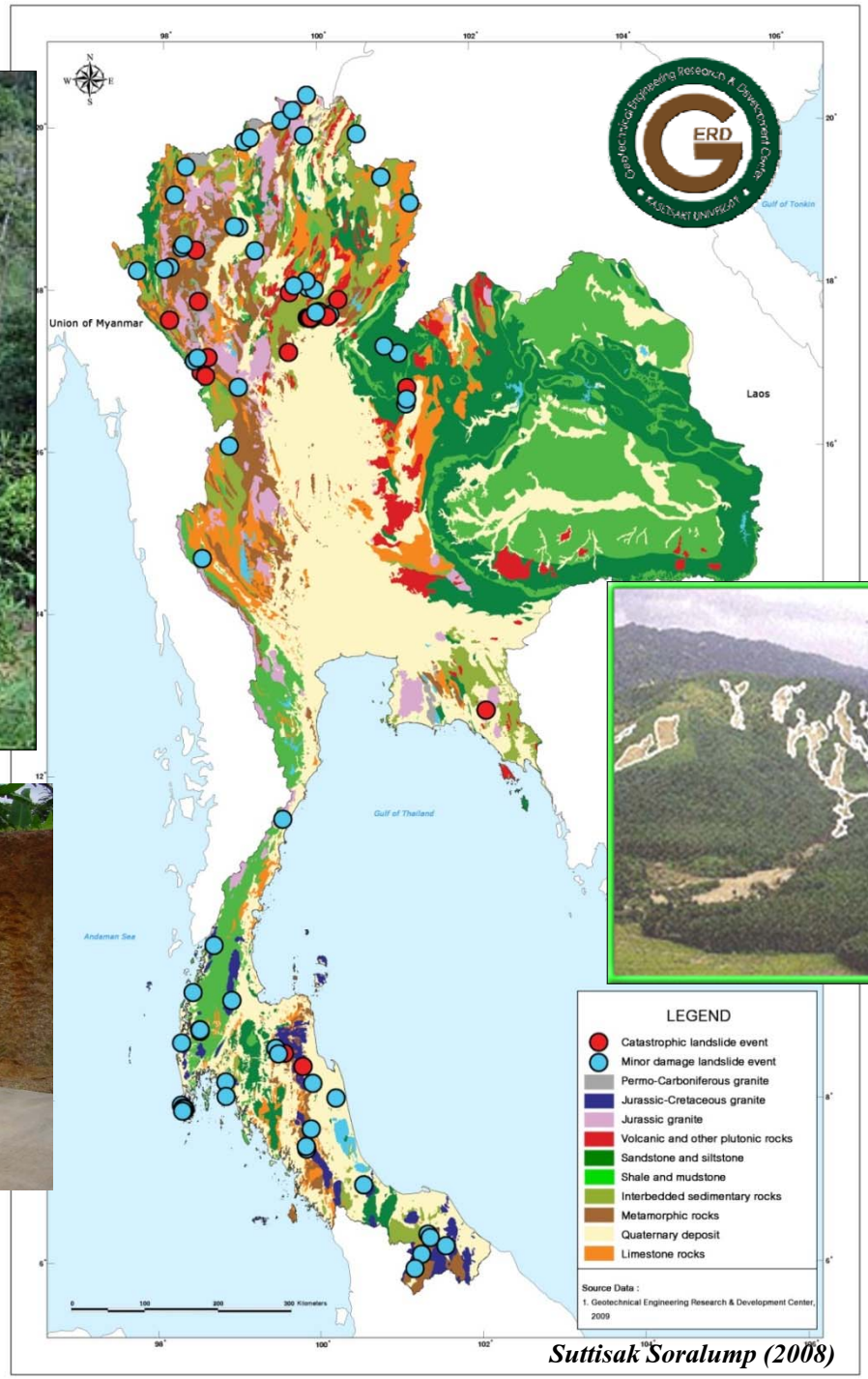
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Stimulated by Human	0	6	10	8	7	13	7	7	1	8	0
Stimulated by Heavy Rainfall	0	22	8	3	10	10	31	10	5	0	0

11 Rock Groups

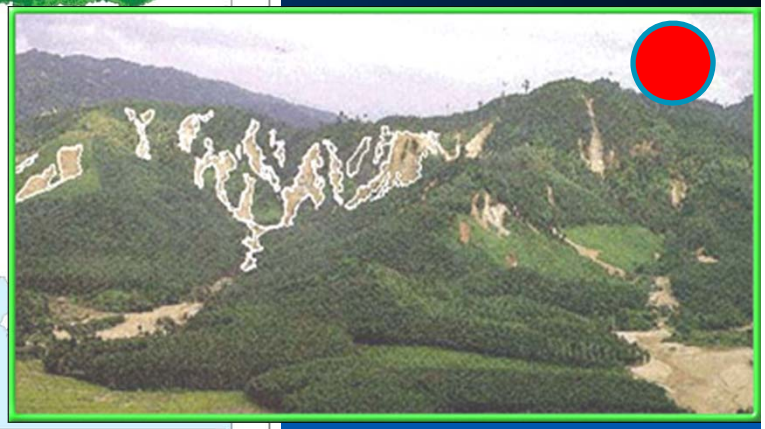

สัญลักษณ์
ตำแหน่งการเกิดดินถล่ม
ขนาดแผ่นดินไหว พ.ศ.2548
.00 - 4.00
4.01 - 5.00
5.01 - 6.00
6.01 - 7.00
7.01 - 9.00
ขนาดแผ่นดินไหว พ.ศ.2549
.00 - 4.00
4.01 - 5.00
5.01 - 6.00
6.01 - 7.00
7.01 - 9.00
N
S
W
E

Uslope

Deep/local



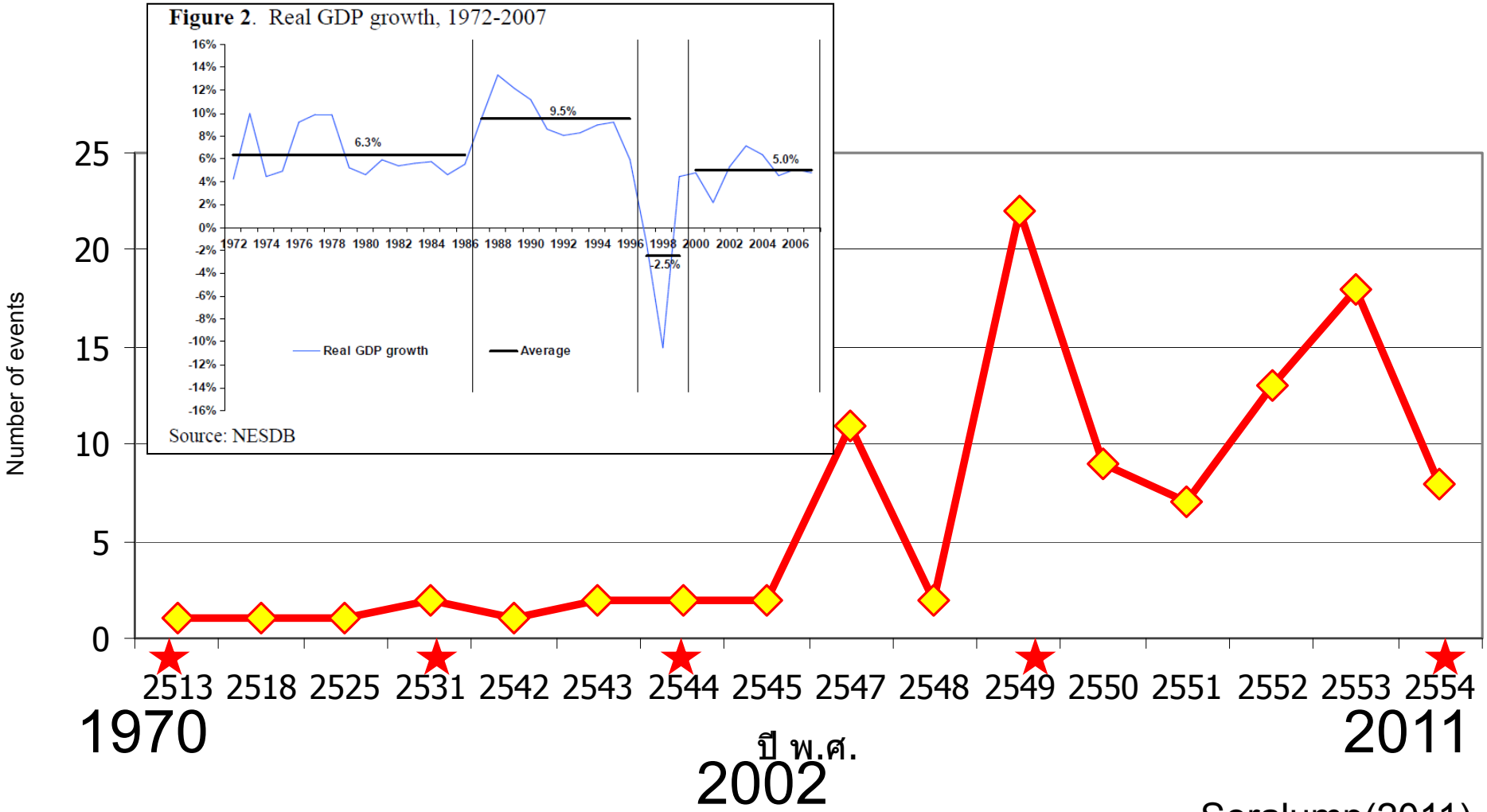
Suttisak Soralump (2008)



Shallow/Large area

สุทธิศักดิ์ และคณะ

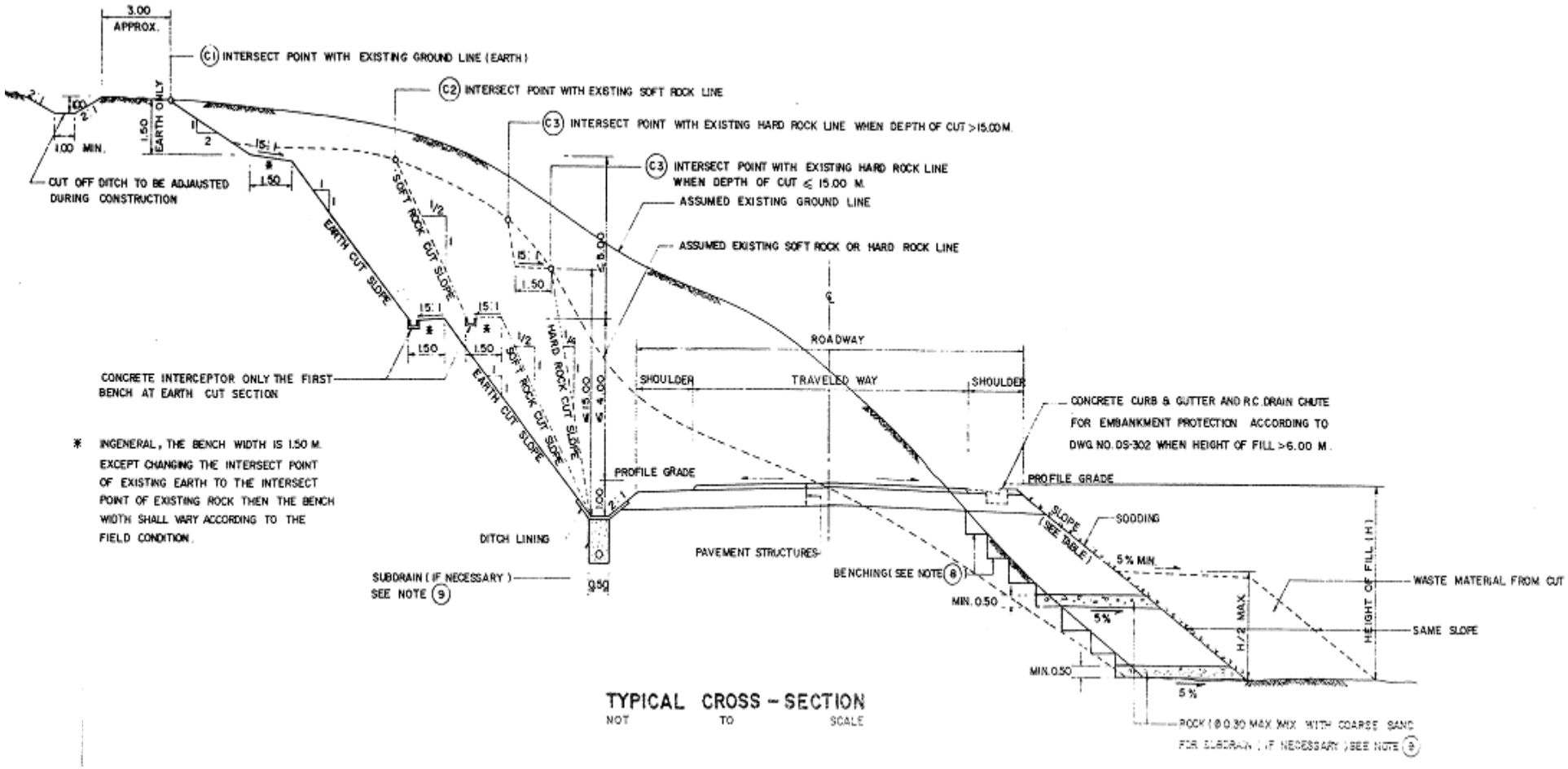
Landslide and Debris flow Situation from 1970-2011



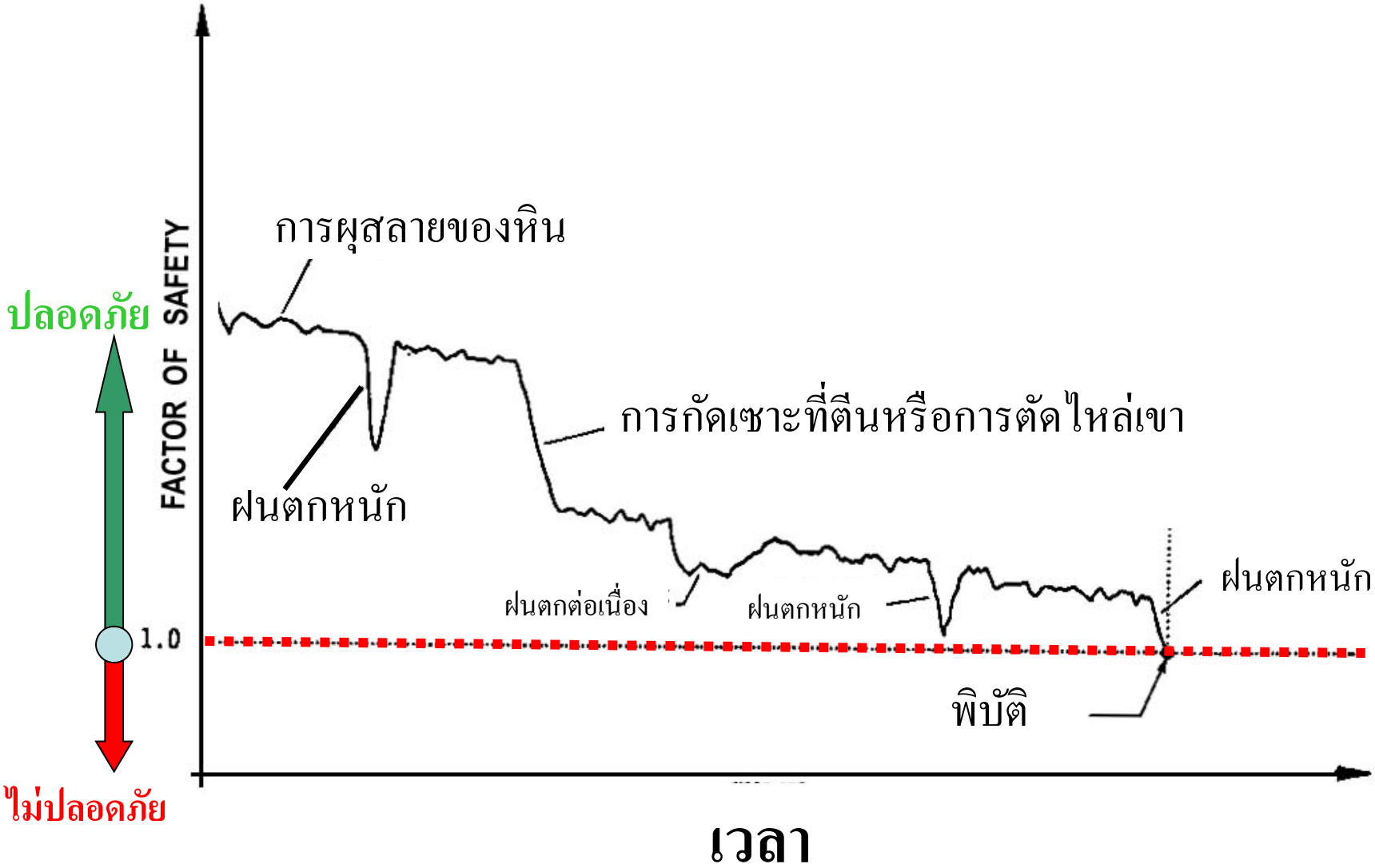
★ Large landslide caused by extreme rainfall

Soralump(2011)

ผศ.ดร.สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



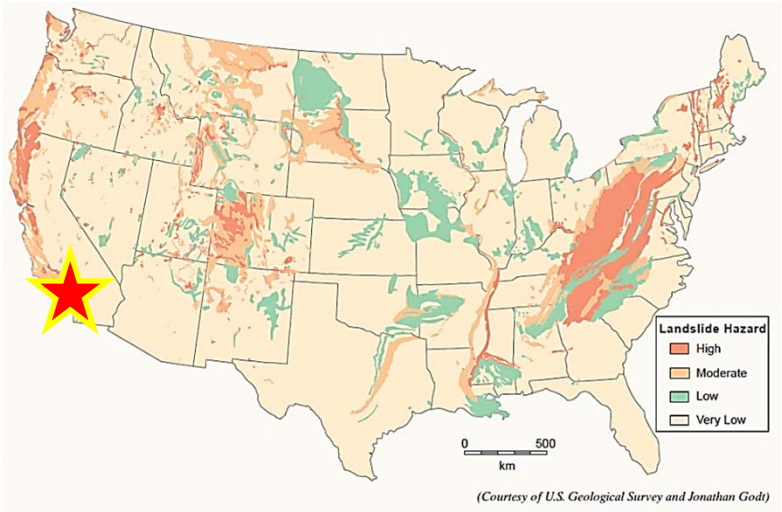
TYPICAL CROSS - SECTION
NOT TO SCALE

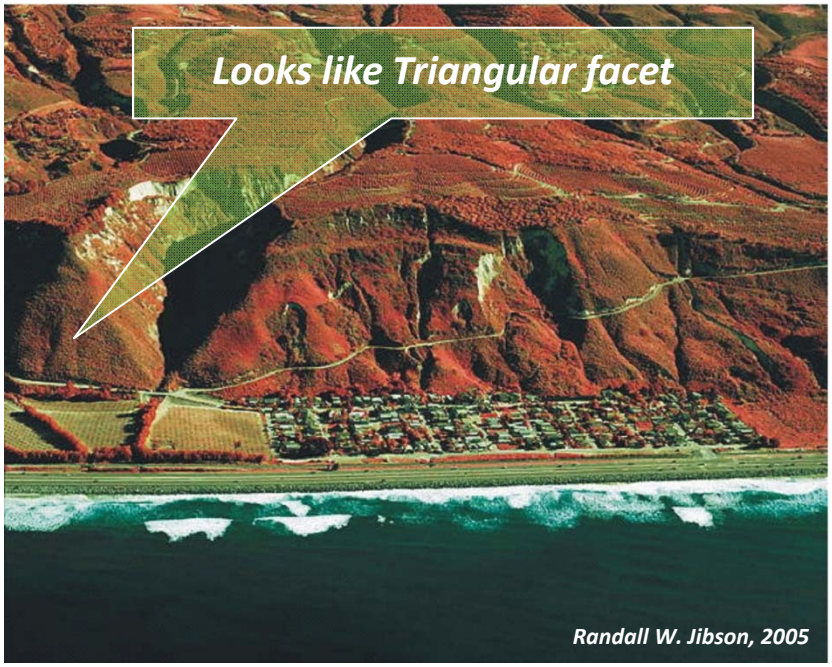


ดัดแปลงจาก Popescu (1996)

The La Conchita Landslide, United State (1999, 2005)

Event Name	La Conchita Landslide
Country	United State
Occurred	ครั้งแรก 4 มีนาคม ค.ศ.1995 ครั้งที่สอง 10 มกราคม ค.ศ. 2005
Causes	ฝนตกหนัก
Lost Lived	ครั้งที่สอง อย่างน้อย 10 ชีวิต
Geomorphology	ที่ลาดเชิงเขาตามแนวชายฝั่ง
Geology	Siliceous Shale, sandstone, siltsone and mudstone
Field Investigation	
Laboratory Testing	





The La Conchita Landslide, United State (1995, 2005)

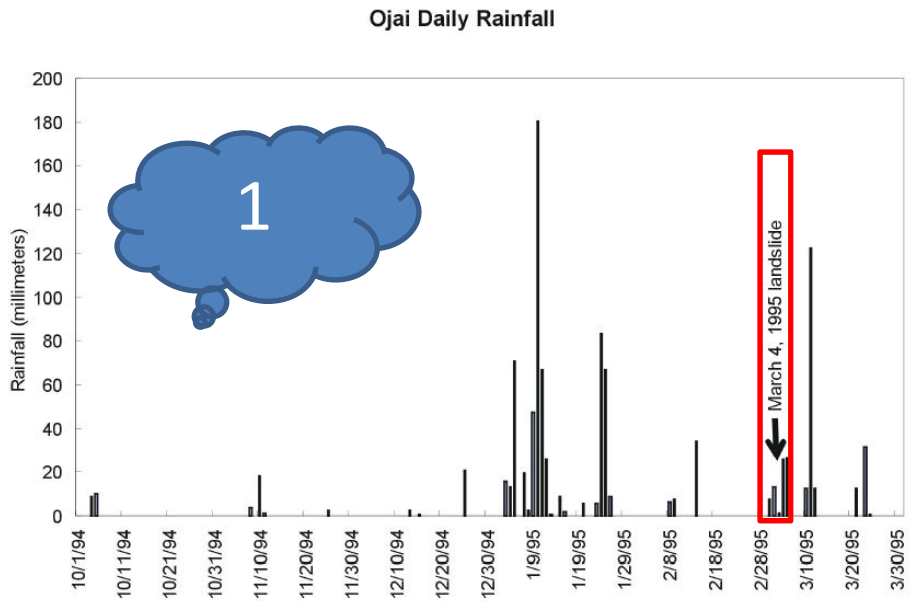
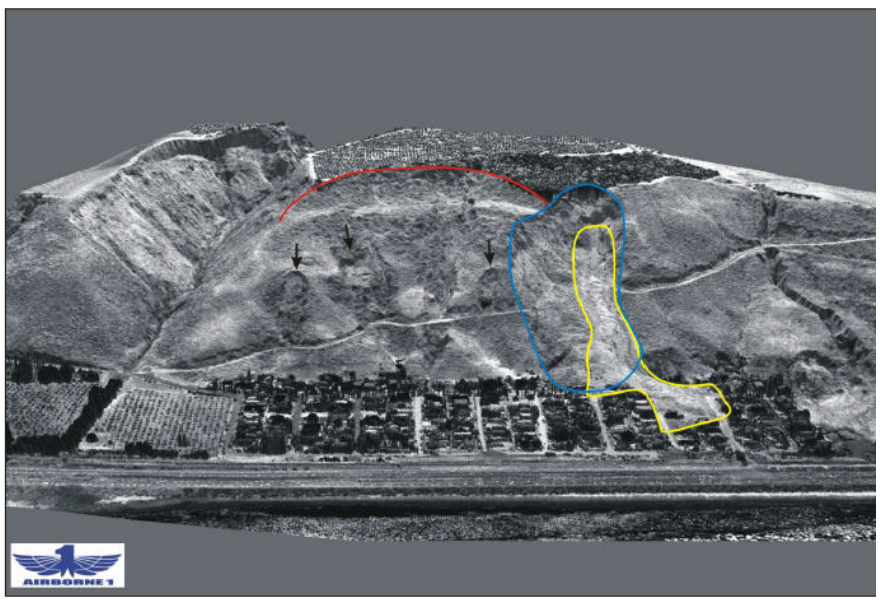
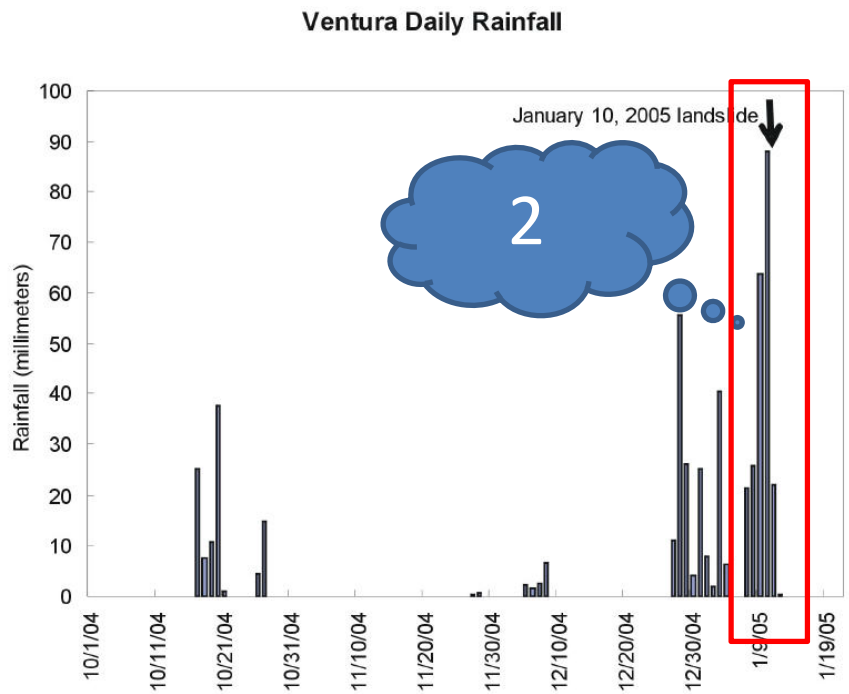


Figure 4. Daily rainfall at Ojai (20 km [12 mi] northeast of La Conchita) from October 1, 1994, through March 31, 1995 (data from National Oceanic and Atmospheric Administration, 1994b, 1995b). The 1995 landslide occurred more than 1 month after the heaviest rainfall of the season.





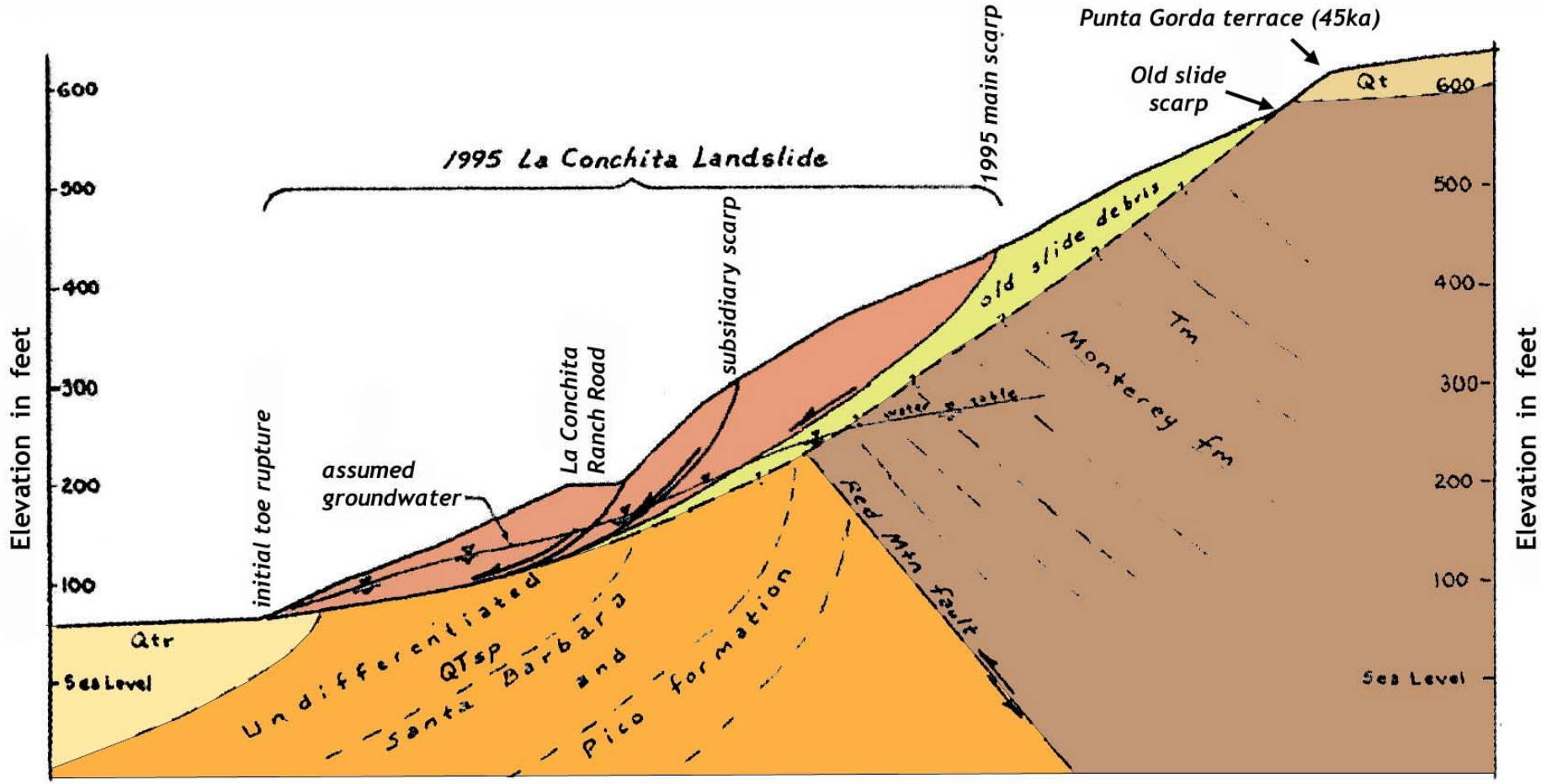
-เกิดการพิบัติ 2 ครั้ง

-รัฐให้ย้ายออกจากพื้นที่

-ทำ สัญญา จะไม่เรียกร้องค่าเสียหายจากรัฐ-

- ติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดการเคลื่อนตัวของดินและสร้างกำแพงกันดิน

- การโต้งเถียงกัน เกี่ยวกับสาเหตุการพิบัติเกิดจากการรดน้ำสวนอโวคาโด



Conceptual geologic cross section through the bluff face in the vicinity of the 1995 and 2005 La Conchita landslides (modified from Rogers et al. 2007).

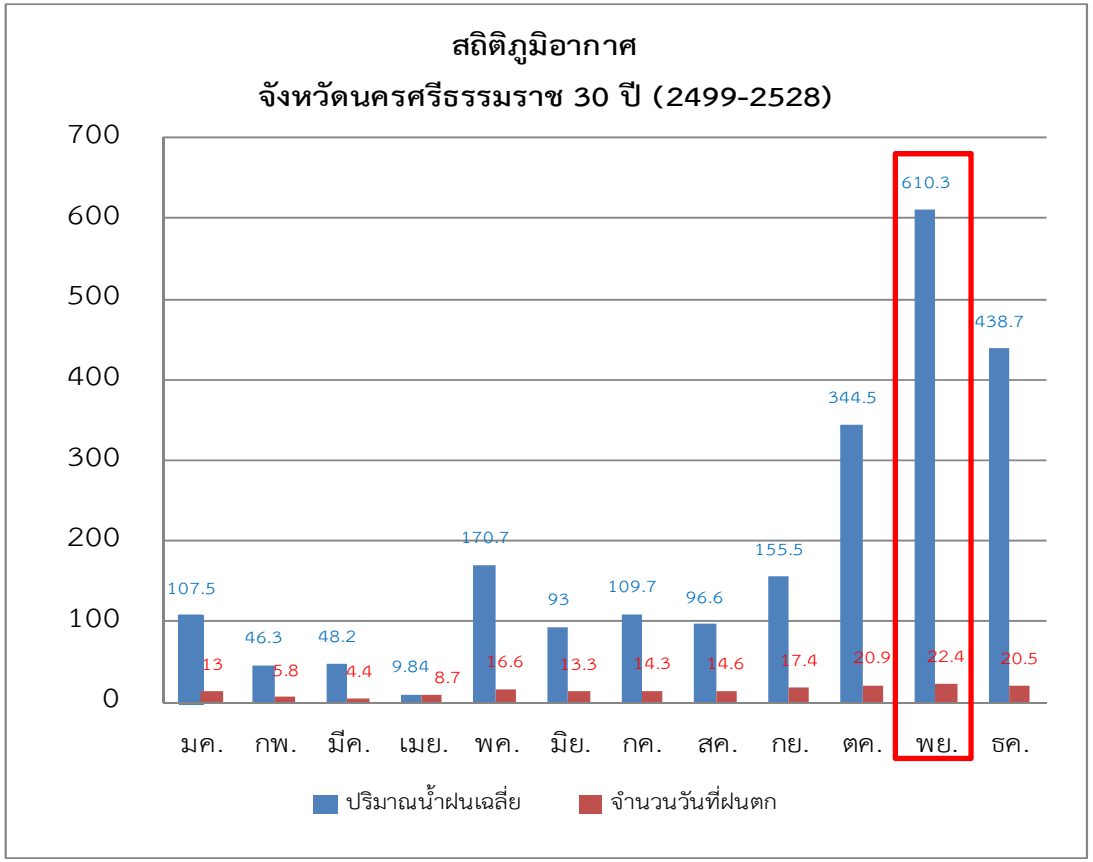
Debris Flow Disasters
Song-Her Village
1 injured, 10 houses buried, No agriculture land loss, affected area 30 Hec
2004.07.03

Nakornsrithamarat

DMR

กรณีที่1 อ.พิปูน อ.ฉวาง อ.ลานสกา อ.พรหมคีรี อ.ท่าศาลา จ.นครศรีธรรมราช (2531)

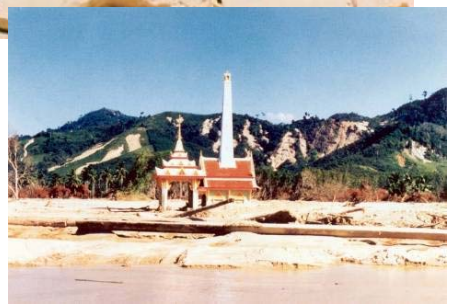
- ภูมิอากาศ



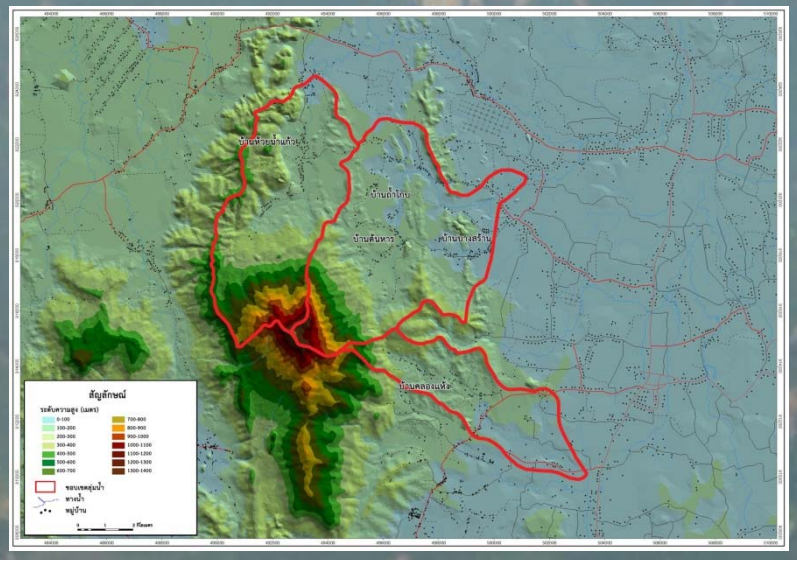
ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรอบ 30 ปี รอบปี พศ. 2499-2528 ทั้งปี 2,230.84 มม.

วันที่เกิดเหตุการณ์

เดือนพฤศจิกายน 2531 มีฝนตก 24 วัน ฝนตกหนักระหว่างวันที่ 20-23 มีปริมาณน้ำฝนสูงสุดถึง 1,021.7 มิลลิเมตร โดยเฉพาะวันที่ 21 พฤศจิกายน ปริมาณน้ำฝนสูงสุดมีค่าถึง 447.8



28 March 2011
Khao Panom, Krabi province

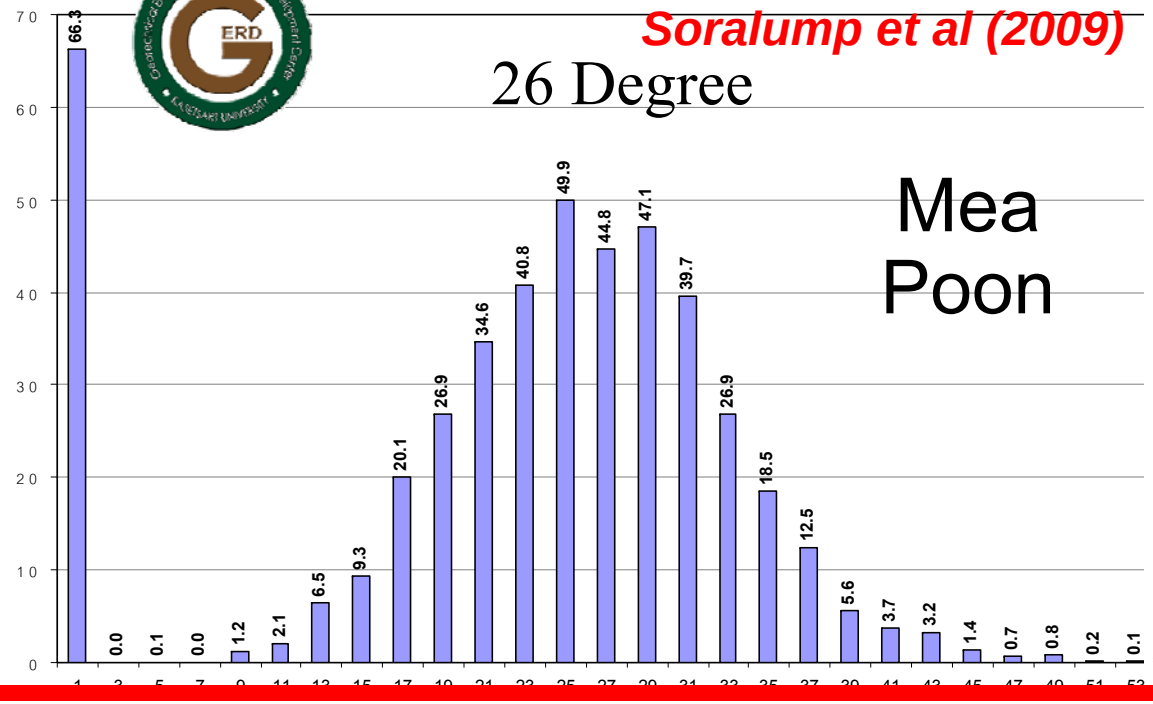


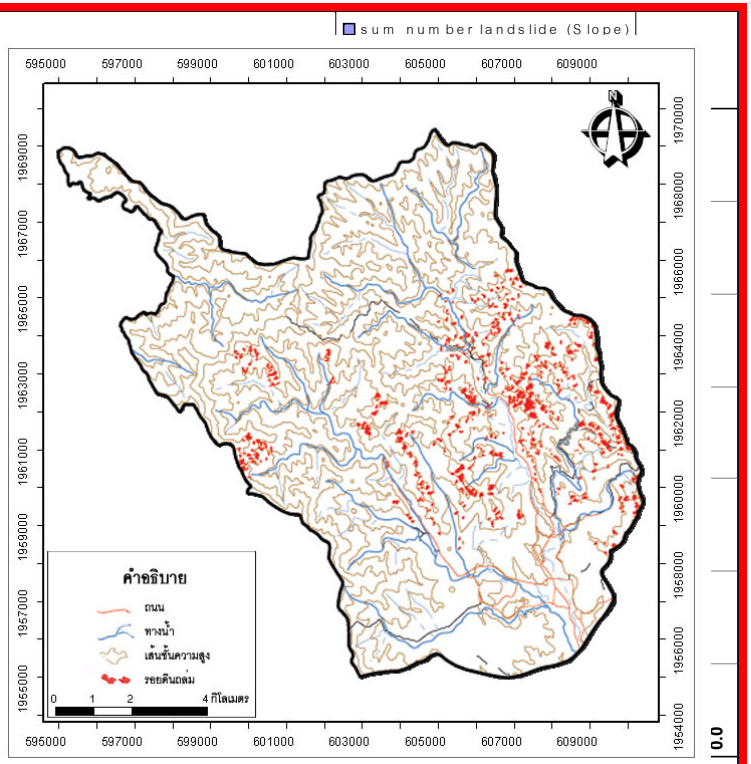
Failed Slope Angles

Soralump et al (2009)

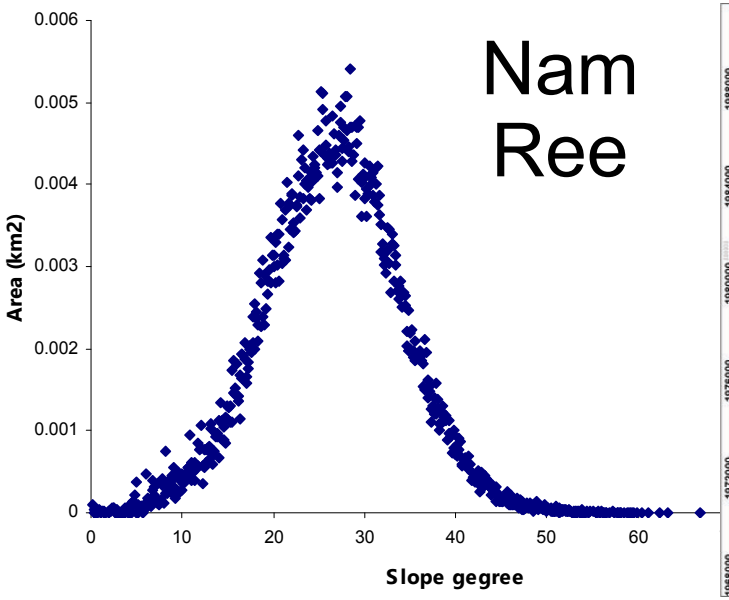
26 Degree

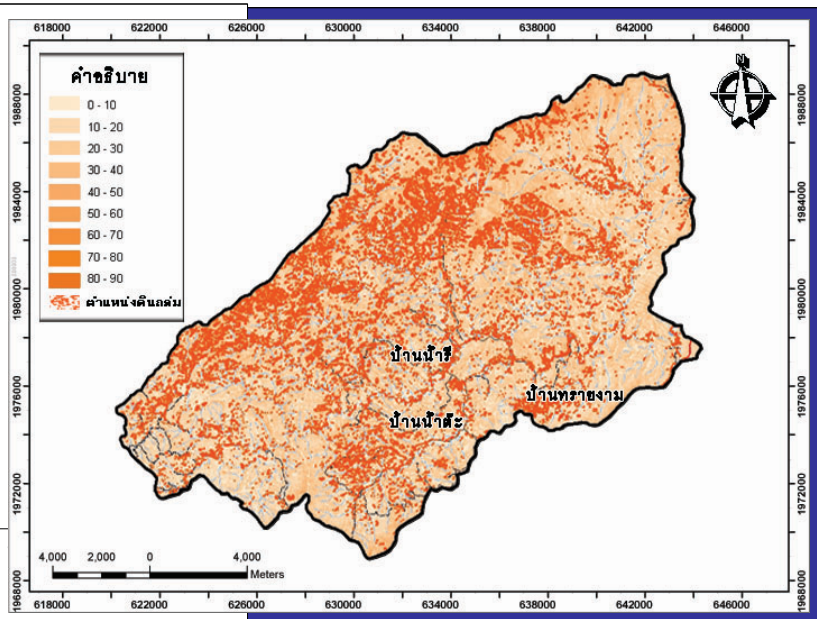
Mea Poon

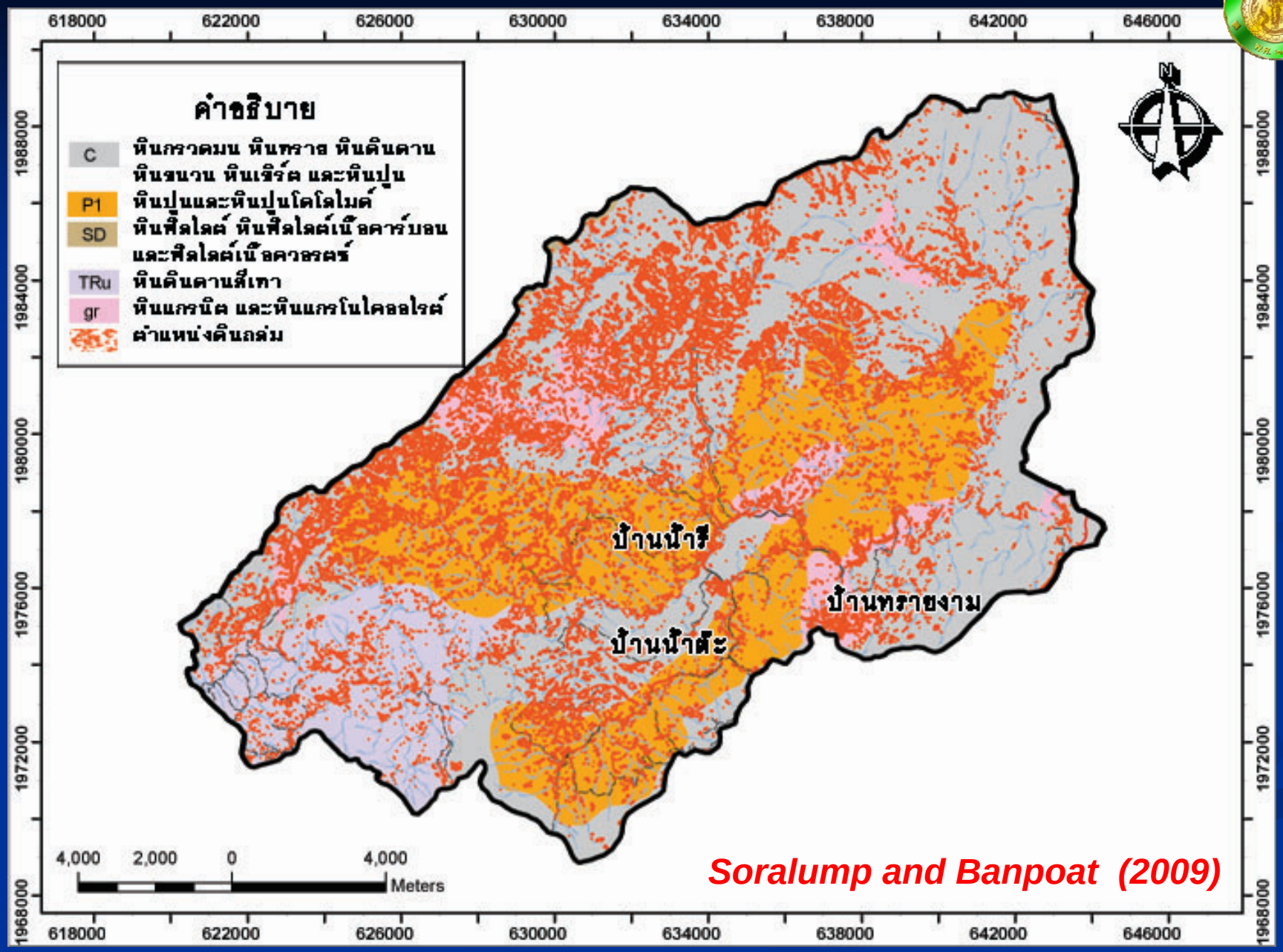




Nam Ree

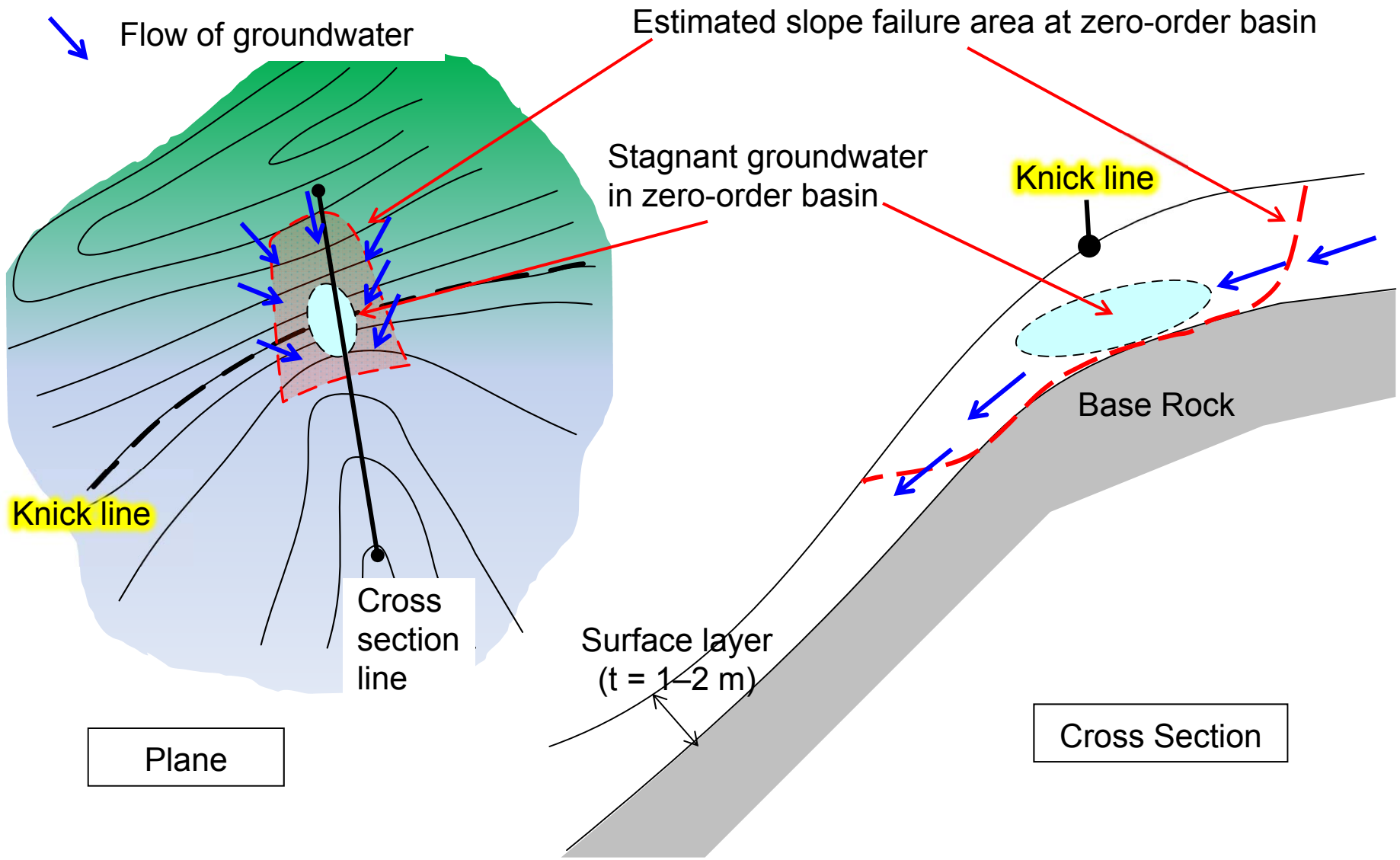




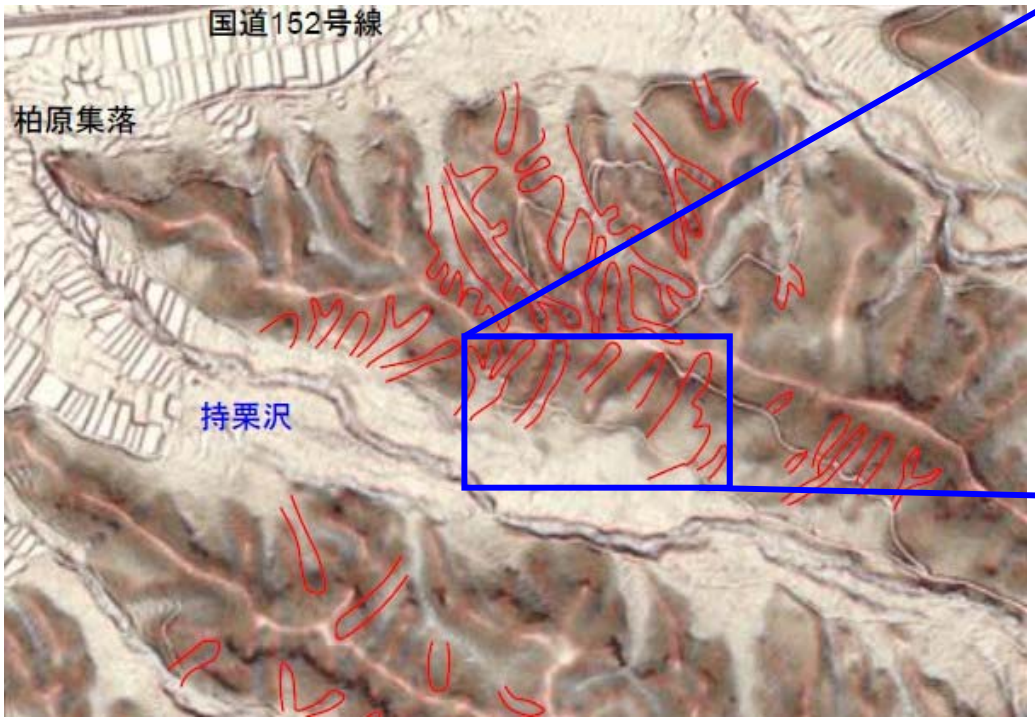


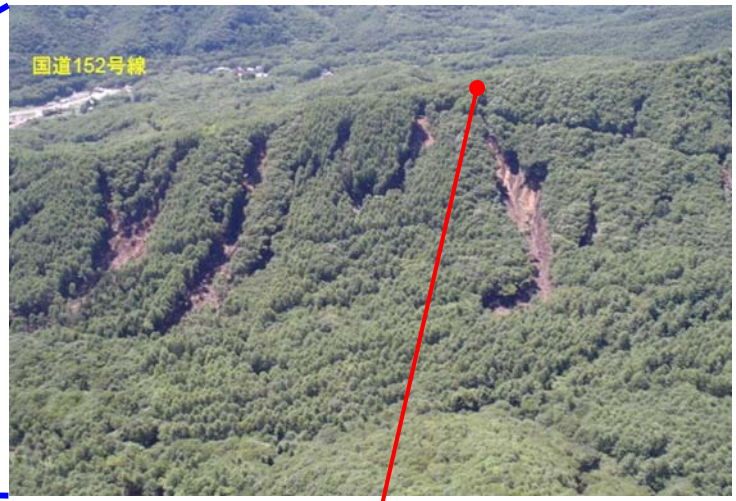
Soralump and Banpoat (2009)

Water Behavior in Zero-Order Basin



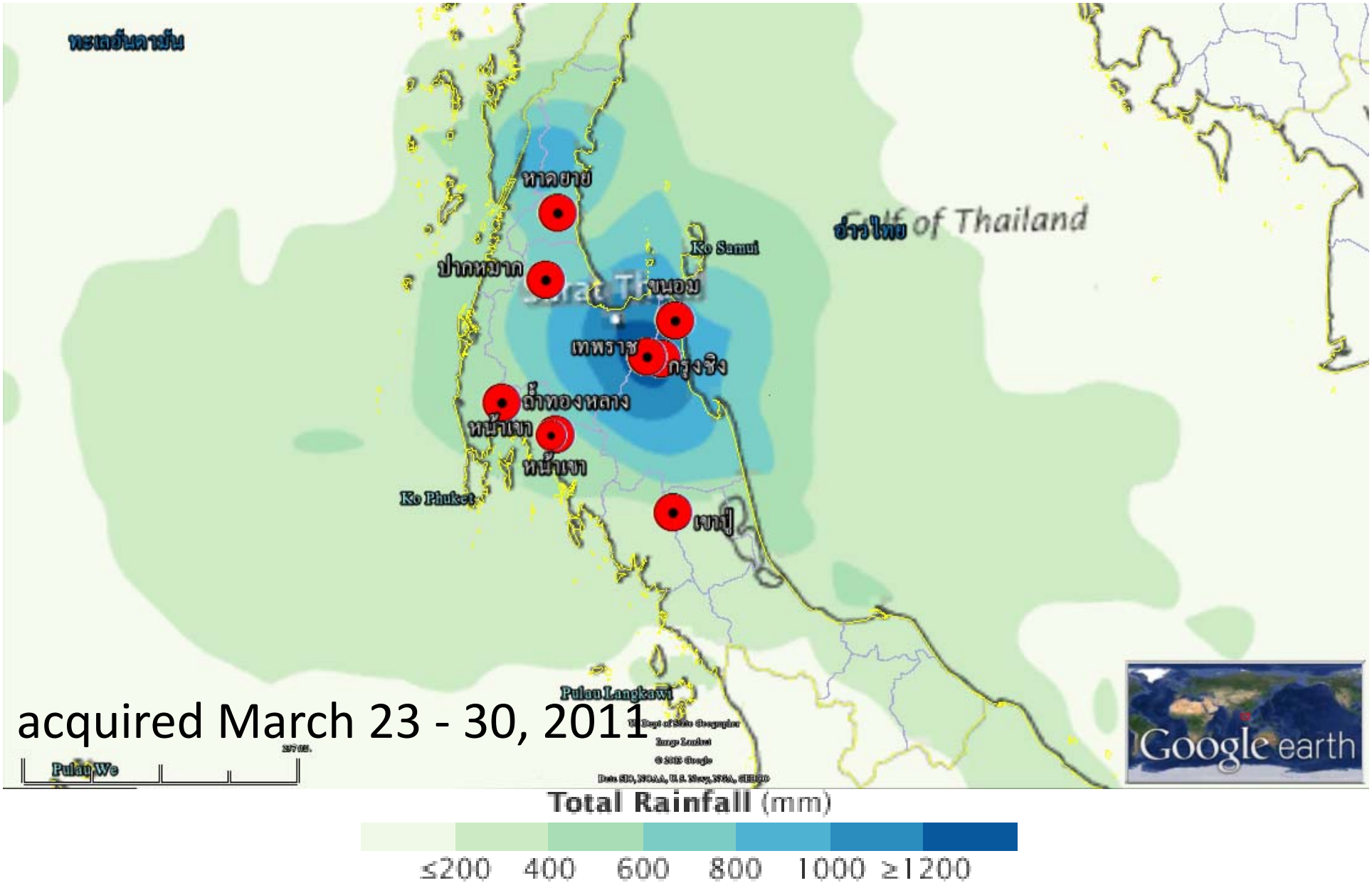
Laser Profiler: Shaded Relief Topographic Map in the Debris Flow Area





Debris flow in Kashiwabara, Chino, Nagano (2012)

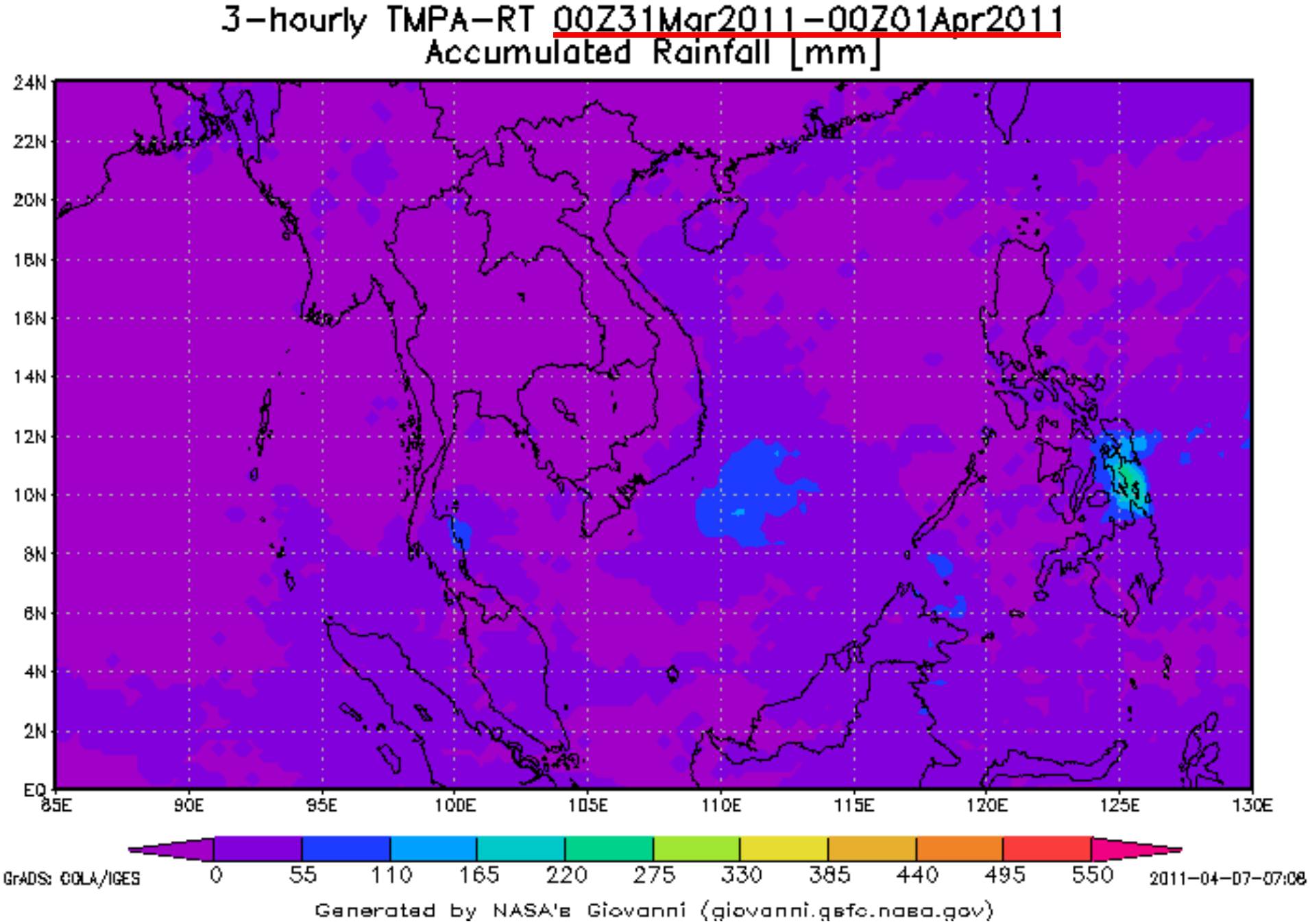
Based on the topographic interpretation, it is estimated that surface failures around knick line of zero-order basin at the head of valley caused the debris flow.

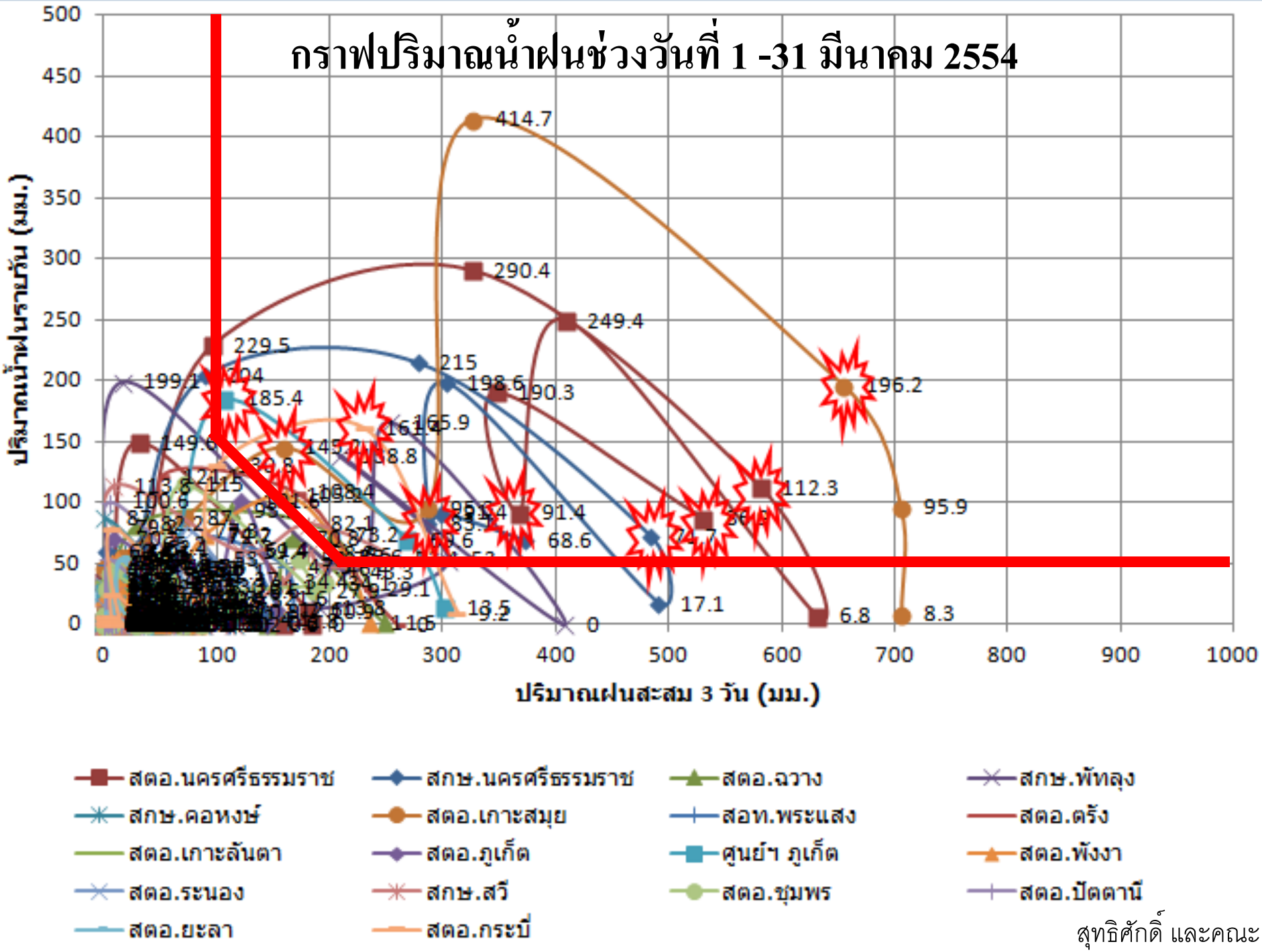


acquired March 23 - 30, 2011

Total Rainfall (mm)

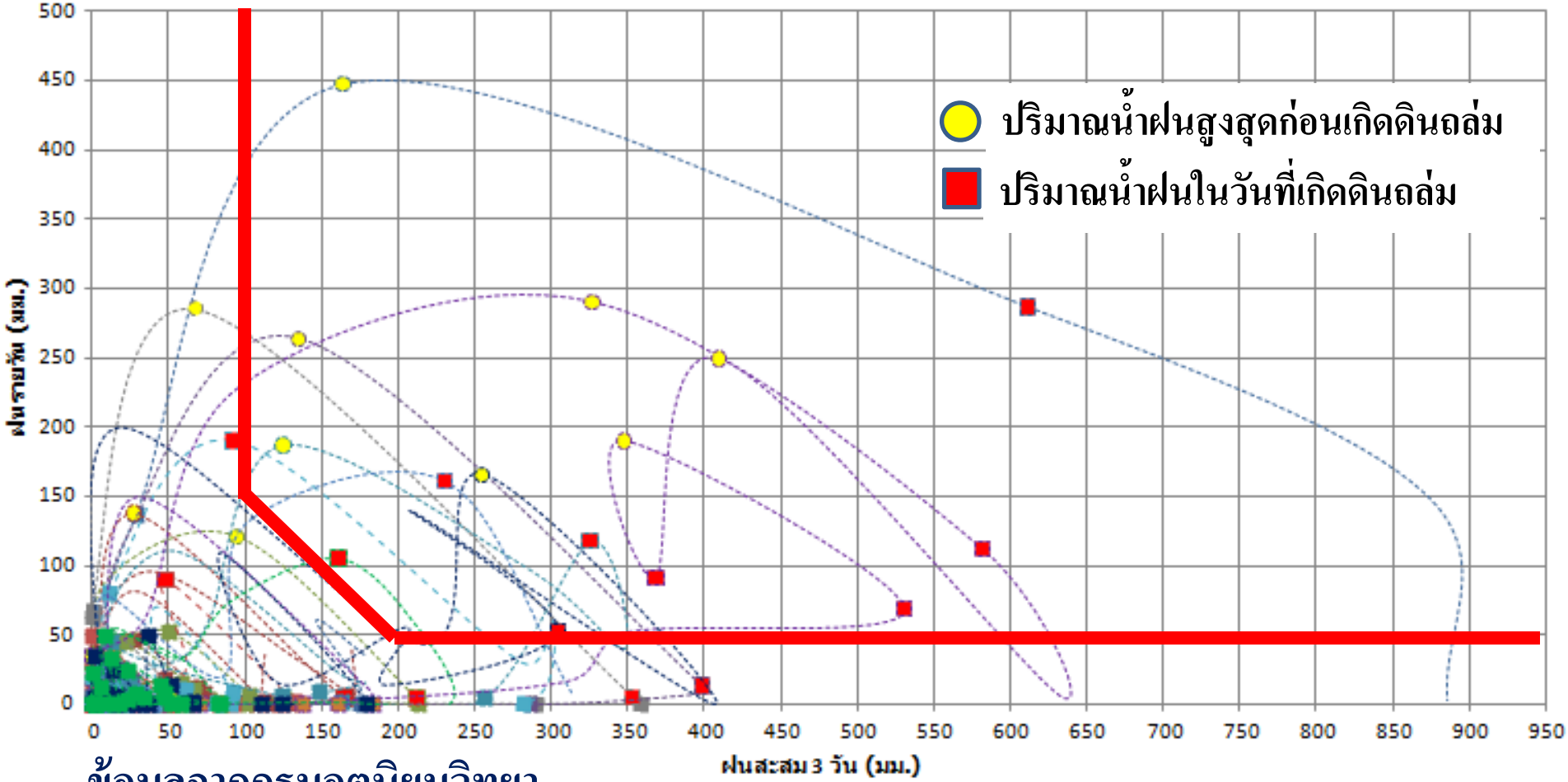
≤200 400 600 800 1000 ≥1200


3-hourly TMPA-RT 00Z31Mar2011-00Z01Apr2011
Accumulated Rainfall [mm]
24N
22N
20N
18N
16N
14N
12N
10N
8N
6N
4N
2N
EQ
85E
90E
95E
100E
105E
110E
115E
120E
125E
130E
0
55
110
165
220
275
330
385
440
495
550
GrADS: COLA/IGES
2011-04-07-07:08
Generated by NASA's Giovanni (giovanni.gsfc.nasa.gov)



สุทธิศักดิ์ และคณะ

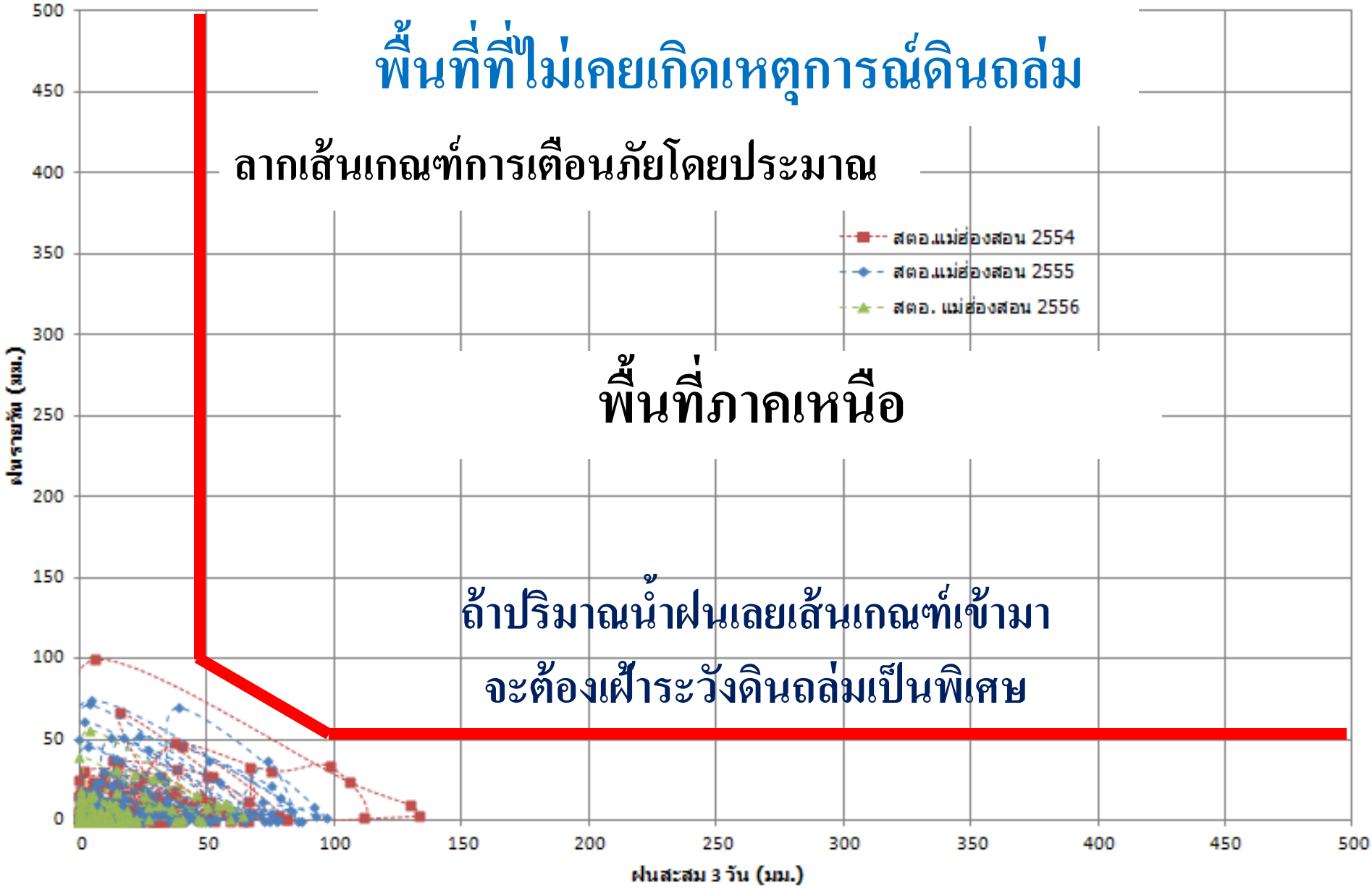
ข้อมูลน้ำฝนในช่วงเกิดดินถล่มในอดีต

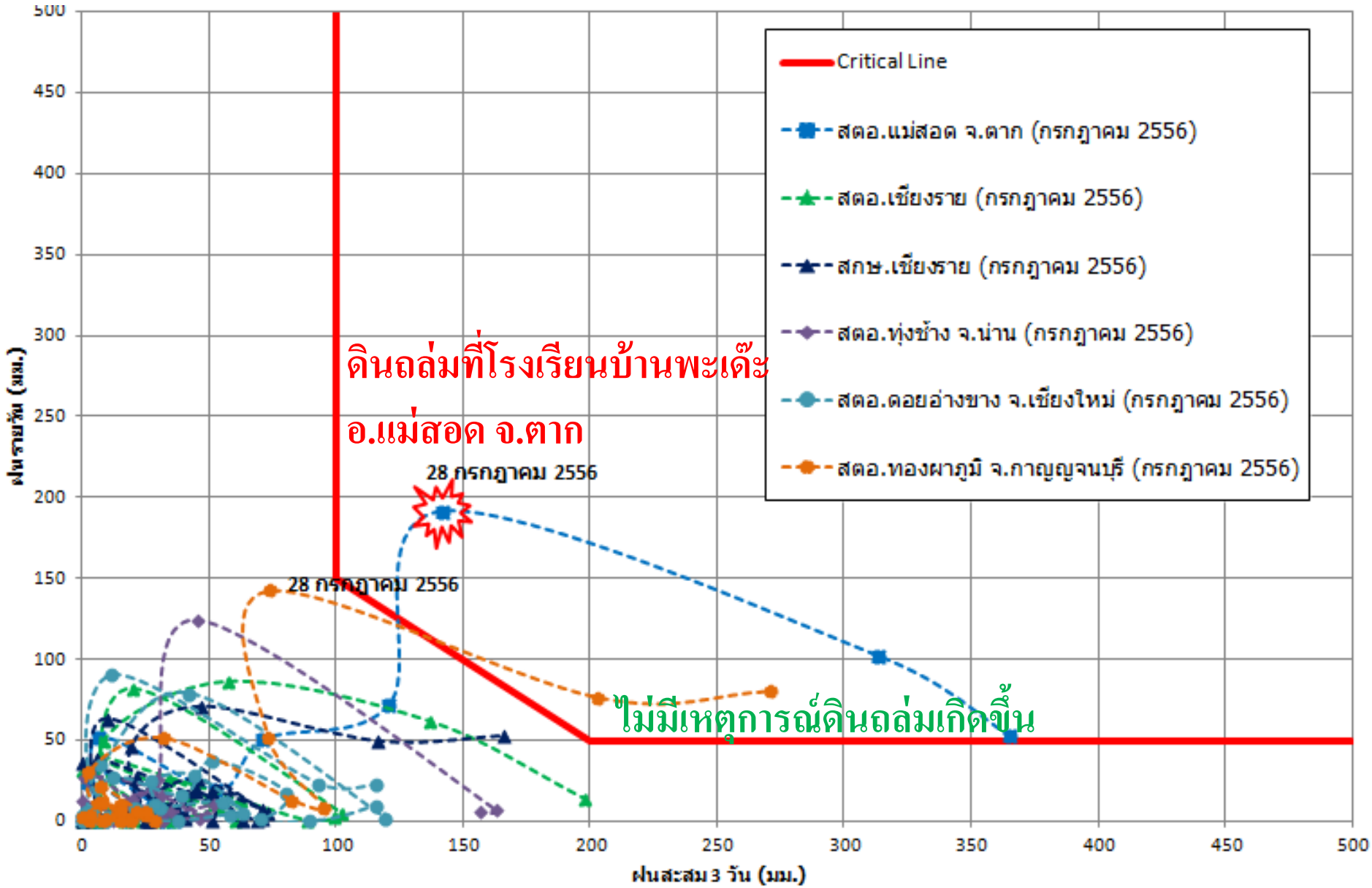


ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา

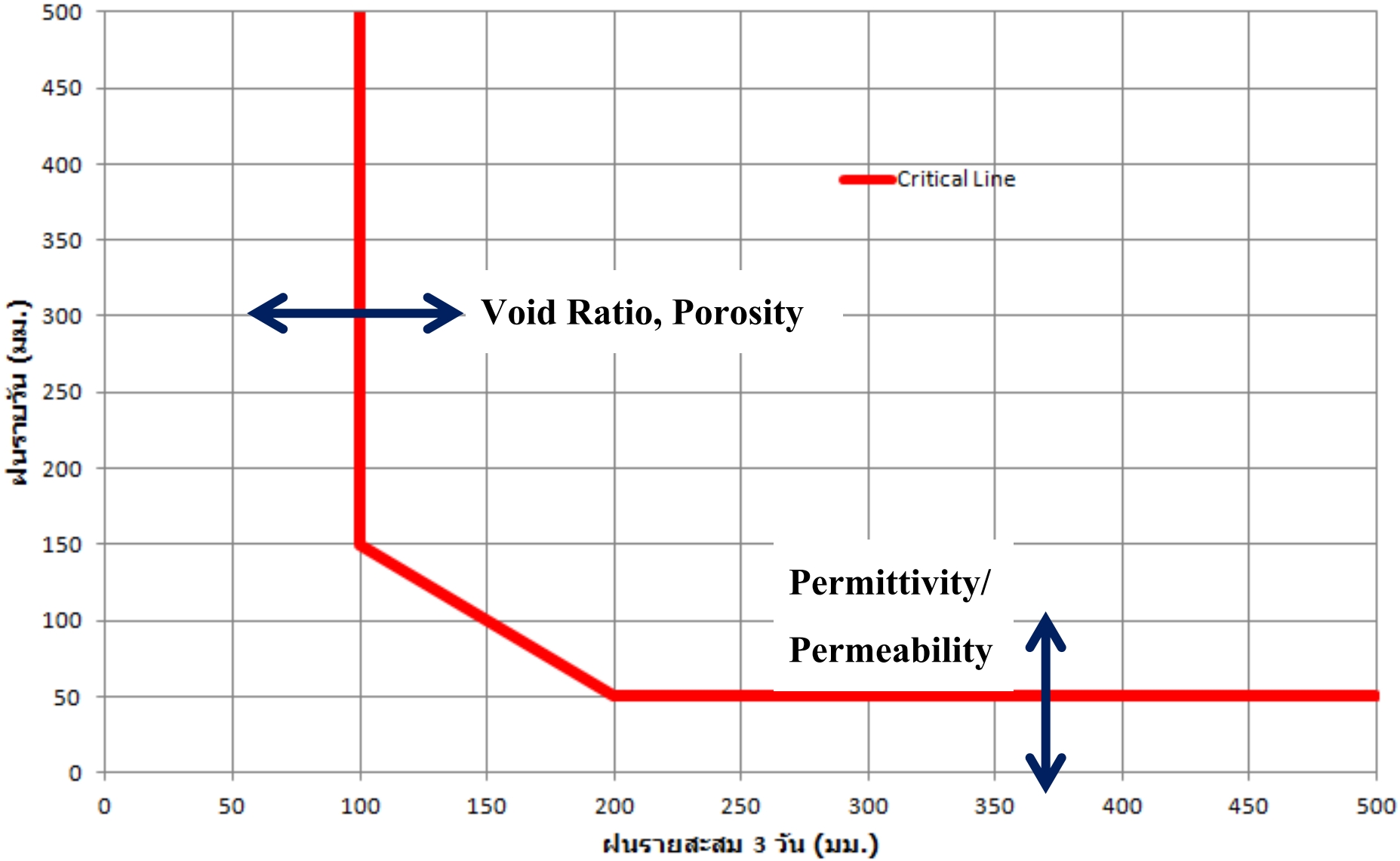
- พฤศจิกายน 2531 - นครศรีธรรมราช
- กรกฎาคม 2542 - จันทบุรี
- สิงหาคม - กันยายน 2543 - เพชรบูรณ์
- เมษายน - พฤษภาคม 2544 - แพร่
- พฤษภาคม 2547 - ตาก, เชียงใหม่
- พฤษภาคม 2549 - อุตรดิตถ์
- พฤษภาคม 2549 - สุโขทัย
- ตุลาคม - พฤศจิกายน 2553 - นครศรีธรรมราช
- มีนาคม 2554 - นครศรีธรรมราช
- มีนาคม 2554 - กระบี่
- มีนาคม 2554 - พัทลุง
- มีนาคม 2554 - พังงา

การสร้างเกณฑ์น้ำฝนสะสมเตือนภัย
พื้นที่ที่ไม่เคยเกิดเหตุการณ์ดินถล่ม

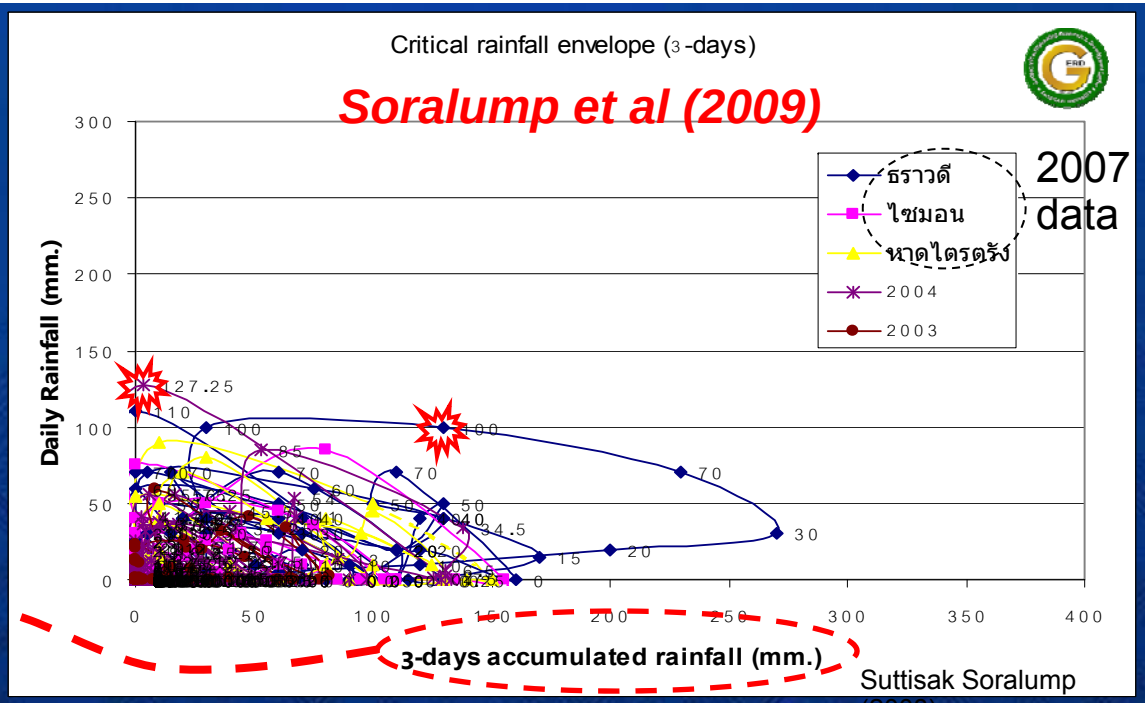



Critical Line
สตอ.แม่สอด จ.ตาก (กรกฎาคม 2556)
สตอ.เชียงราย (กรกฎาคม 2556)
สกษ.เชียงราย (กรกฎาคม 2556)
สตอ.ทุ่งช้าง จ.น่าน (กรกฎาคม 2556)
สตอ.ดอยอ่างขาง จ.เชียงใหม่ (กรกฎาคม 2556)
สตอ.ทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี (กรกฎาคม 2556)
ดินถล่มที่โรงเรียนบ้านพะเด๊ะ
อ.แม่สอด จ.ตาก
28 กรกฎาคม 2556
28 กรกฎาคม 2556
ไม่มีเหตุการณ์ดินถล่มเกิดขึ้น
ฝนรายวัน (มม.)
ฝนสะสม 3 วัน (มม.)
0
50
100
150
200
250
300
350
400
450
500

ปัจจัยด้านคุณสมบัติทางธรณีวิศวกรรม

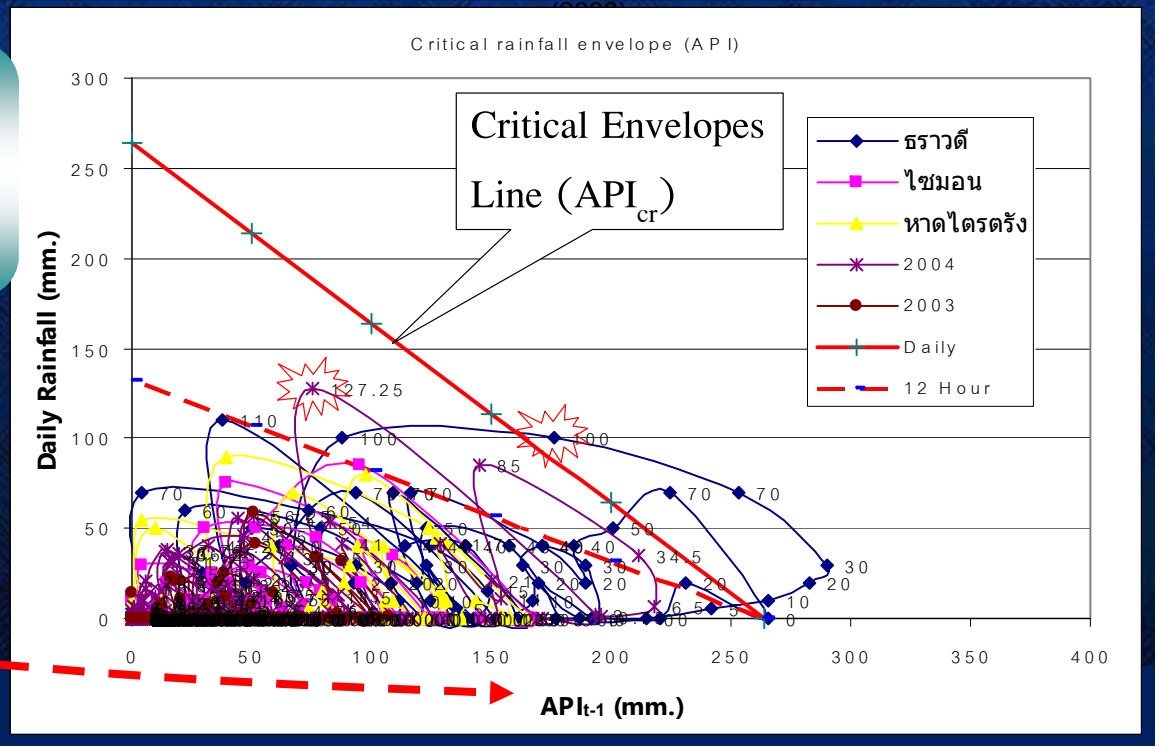


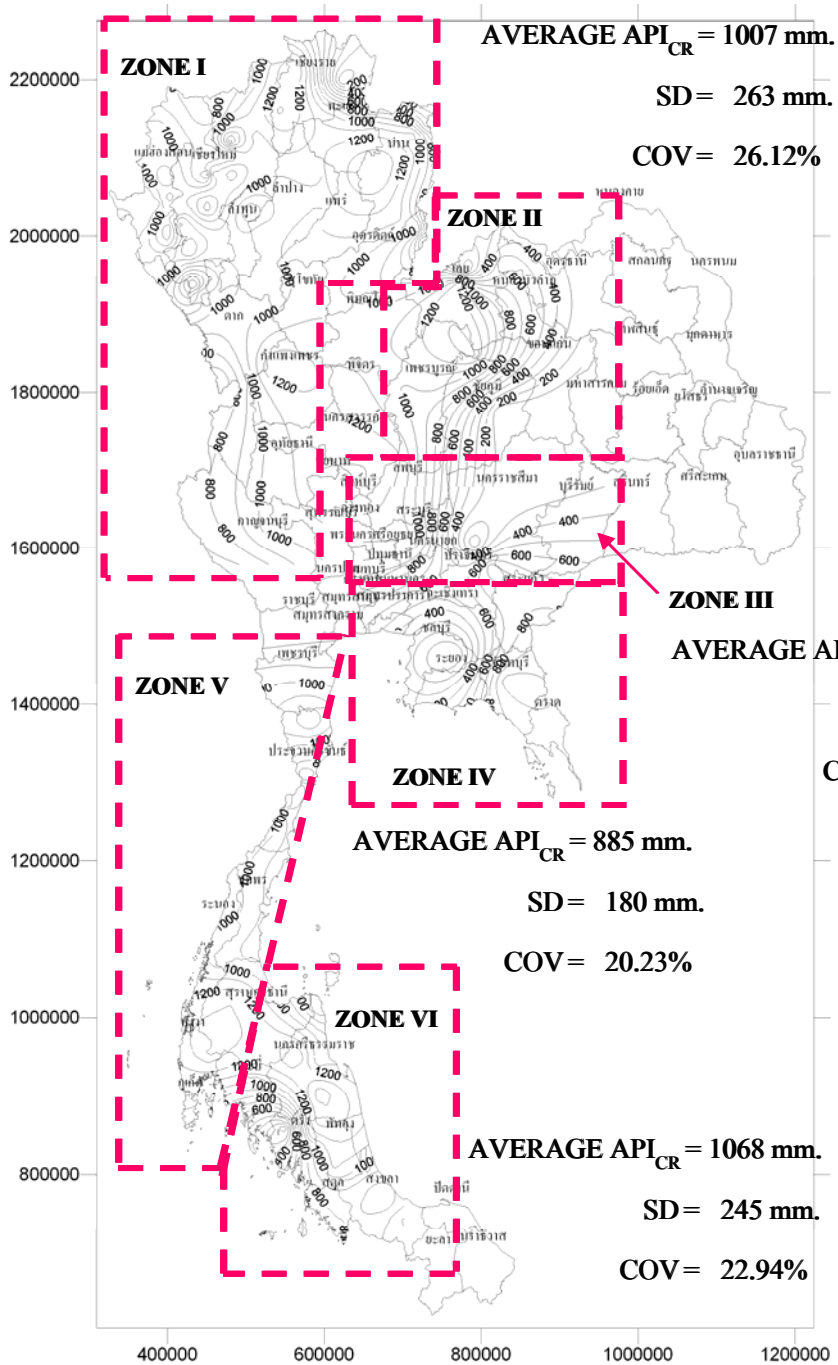
E. J. Gabet et. al. (2004)



Antecedence Precipitation Index (API)

$$API_t = (K_t * API_{t-1}) + P_t$$





ZONE I: AVERAGE API_{CR} = 1003 mm.
SD = 234 mm.
COV = 23.33%

ZONE II: AVERAGE API_{CR} = 1007 mm.
SD = 263 mm.
COV = 26.12%

ZONE III: AVERAGE API_{CR} = 885 mm.
SD = 180 mm.
COV = 20.23%

ZONE IV: AVERAGE API_{CR} = 885 mm.
SD = 180 mm.
COV = 20.23%

ZONE V: AVERAGE API_{CR} = 1022 mm.
SD = 235 mm.
COV = 22.99%

ZONE VI: AVERAGE API_{CR} = 1068 mm.
SD = 245 mm.
COV = 22.94%

วรวัชร์และสุทธิศักดิ์

Review

Deciphering the effect of climate change on landslide activity: A review

M.J. Crozier

School of Geography, Environment and Earth Sciences, Victoria University, PO Box 600, Wellington, New Zealand

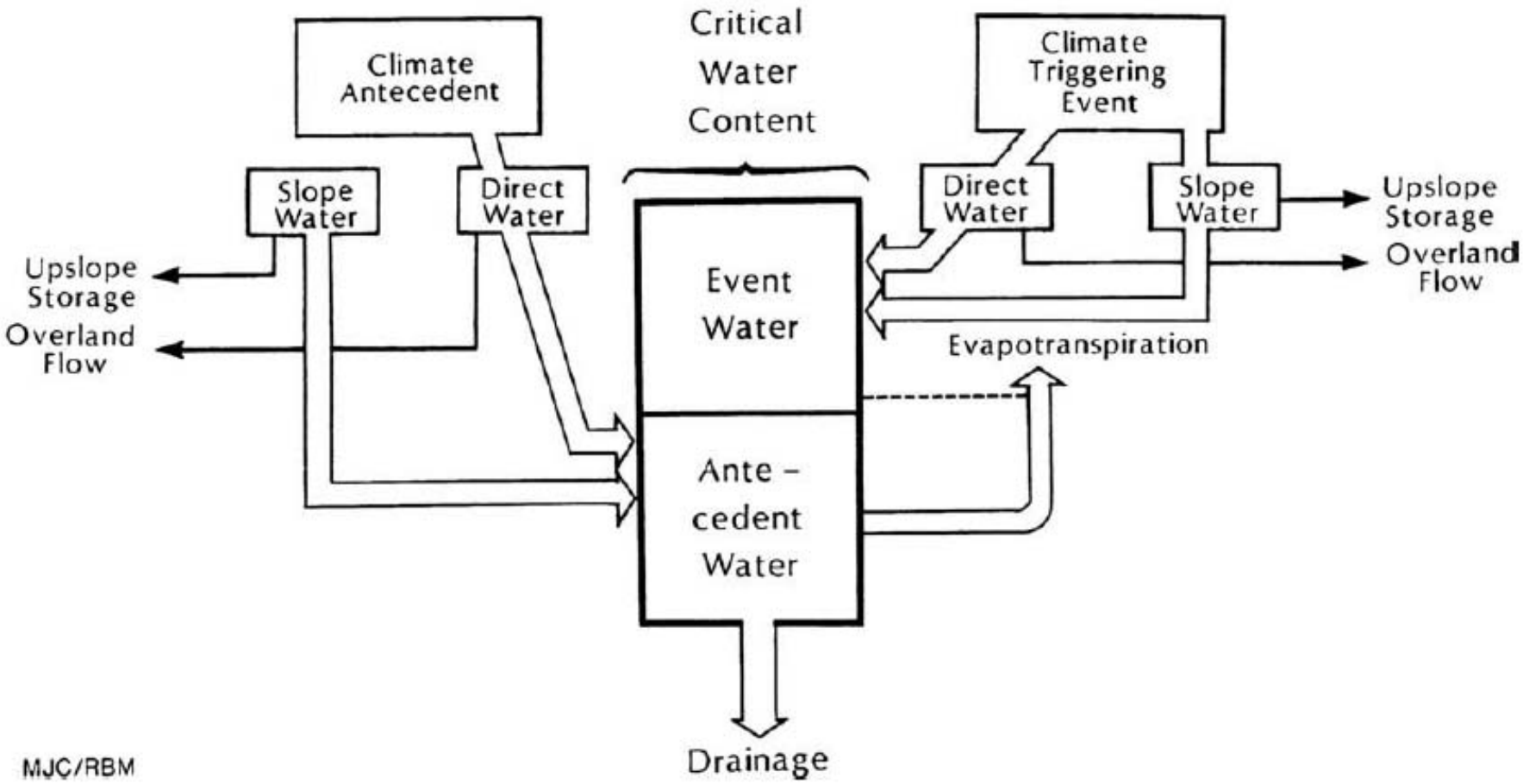


Fig. 1. Conceptual hydro-climatic landslide triggering model.

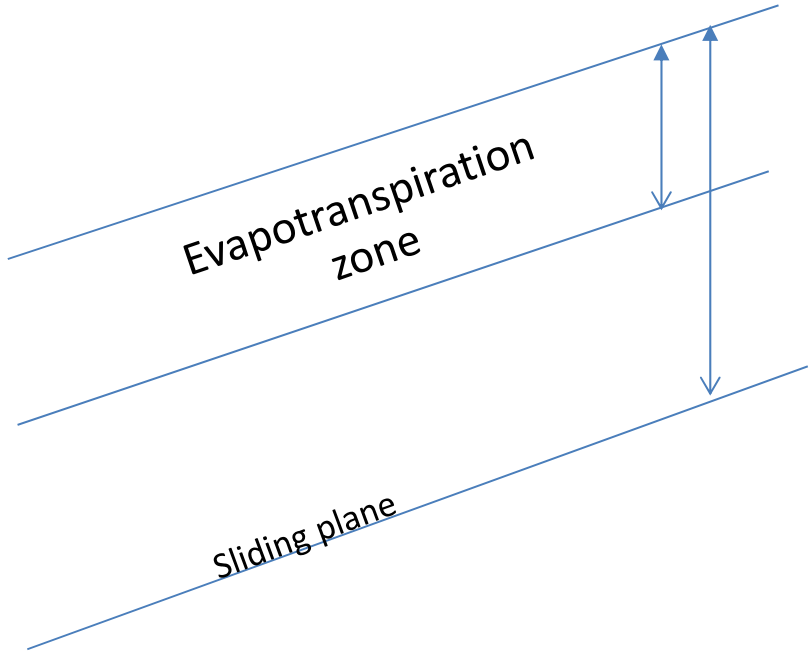


Table 2
Properties of landslide types with respect to climatic triggering in mid-latitudes (after Asch 1996)

	debris flows	flat slides	deep seated slides
depth of shear plane	superficial	1–10 m	10–40 m
hydrological system	surface flow	infiltration, percolation, evapotranspiration	(regional) groundwater flow
climatic trigger	high *event-based* precipitation intensities	high *daily/monthly* effective precipitation	high *monthly/yearly* effective precipitation

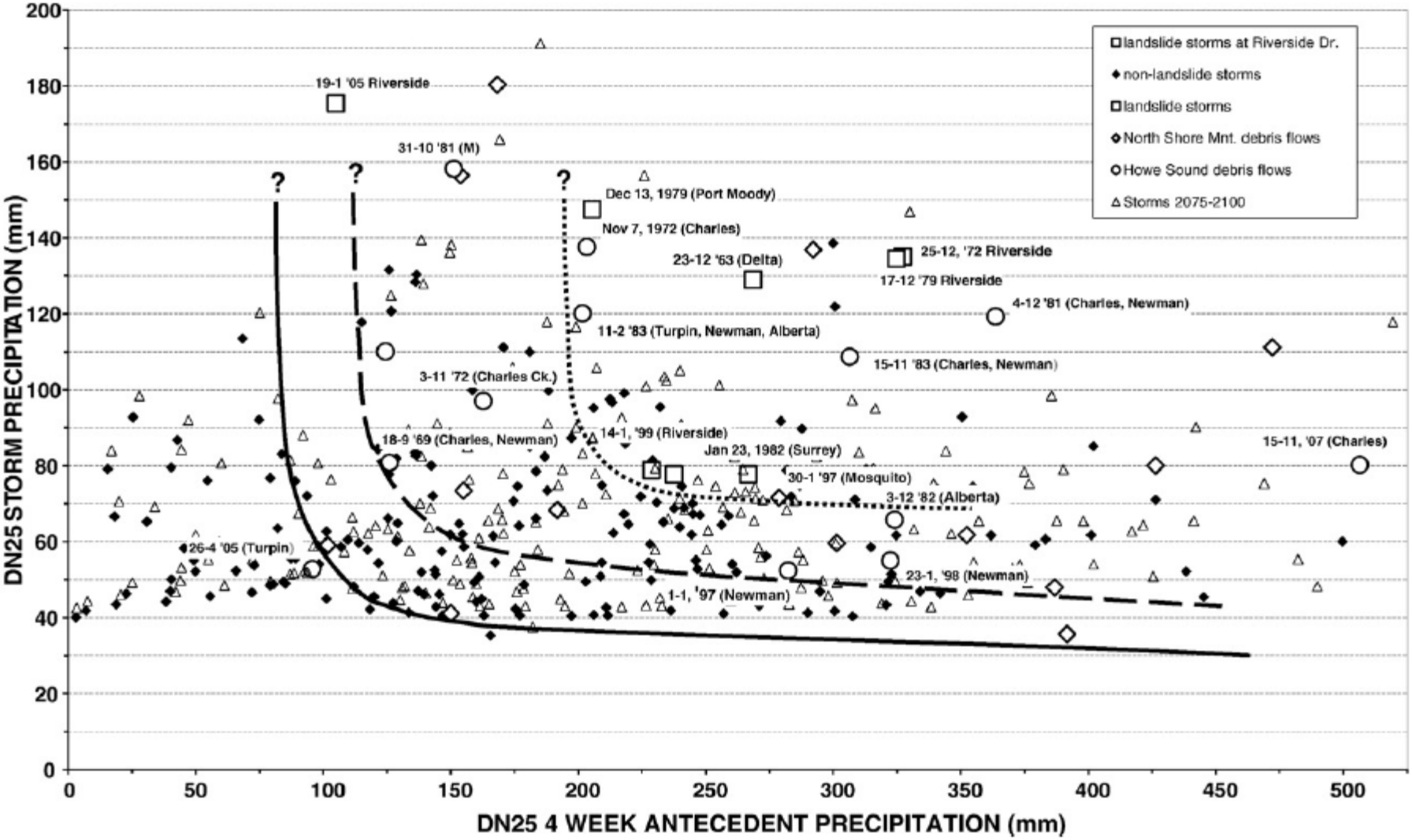
Table 1
Direct changes and potential slope stability responses to climate change.

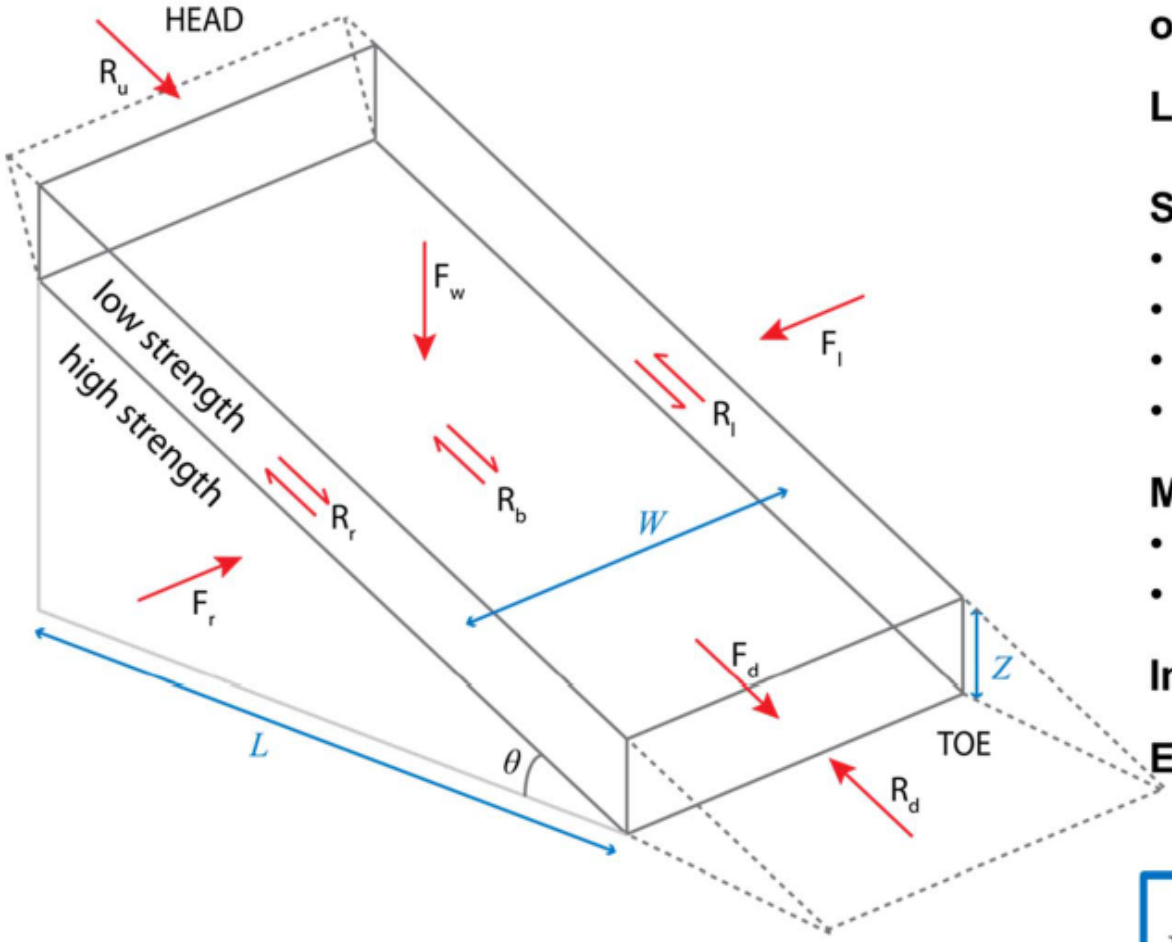
Climate change	Condition/process affected	Slope stability response
Increase in precipitation totals	Wetter antecedent conditions	Less rainfall in an event required to achieve critical water content
		Reduction in soil capillary suction—reduction in cohesion. Softened layers can act as lubricants
		Higher water tables—reduction in shear strength
	Increased weight (surcharge)	Increased bulk density, leading to decrease in shear strength/stress ratio in cohesive material
	Higher water tables for longer periods	More frequent attainment of critical water content during rainfall events
	Increased lubrication of contact surfaces between certain minerals	Reduction in friction (only occurs with certain platy minerals e.g. micas)
	Increase in river discharge	Increase bank scour and removal of lateral and basal support from slopes
		Higher lake levels, increase in bordering slope water tables
		Increase in rapid draw down events and higher drag forces, removal of lateral confining pressure plus perched groundwater levels on flood recession, increasing shear stress.
Increase in rainfall intensity	Infiltration more likely to exceed subsurface drainage rates. Rapid build up of perched water tables	Landslide triggering by reduction in effective normal stress leading to reduction in shear strength.
		Increase in cleft water pressures.
	Increased throughflow	Increase in seepage and drag forces, particle detachment and piping. Piping removes underlying structural support. Enhances drainage unless blockage occurs
Shift in cyclone tracks and other rain bearing weather systems	Areas previously unaffected, subject to high rainfall	Rapid adjustment of slopes to new climate regime
Increased variability in precipitation and temperature	More frequent wetting and drying cycles	Increase fissuring, widening of joint systems
		Reduction in cohesion and rock mass joint friction
Increased temperature	Reduction in antecedent water conditions through evapotranspiration	Lower antecedent water status—more rain required to trigger slides
	Reduction in interstitial ice and permafrost	Reduction in cohesion in jointed rock masses, debris and soil
	Rapid snow melt—runoff and infiltration	Build up of porewater pressure and strength reduction
	Reduction in glacier volume	Removal of lateral support to valley side slopes
	Increased sea level	Enhanced basal erosion on coasts, increase in groundwater levels on coastal slopes
Increased wind speed and duration	Enhanced evapotranspiration	Reduction of soil moisture
		Enhanced drying and cracking
	Enhanced root levering by trees	Loosening and dislodging joint blocks
	Increased wave action on shorelines (enhanced by higher sea levels)	Removal of slope lateral support

Climate change effects on landslides along the southwest coast of British Columbia

Matthias Jakob [a,*], Steven Lambert [b,1]

[a] BGC Engineering Inc., 500-1045 Howe Street, Vancouver, Canada V6Z 2A9
[b] Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis, Environment Canada, University of Victoria, P.O. Box 1700, STN CSC, Victoria, B.C., Canada V8W 2Y2





a.

[Milledge et al., in prep.; Dietrich et al., 2008]

Frictional and cohesive forces on 5 boundaries

Limit-equilibrium analysis

Spatial Data:
- Elevation
- Soil depth
- Pore water pressure
- Root strength field

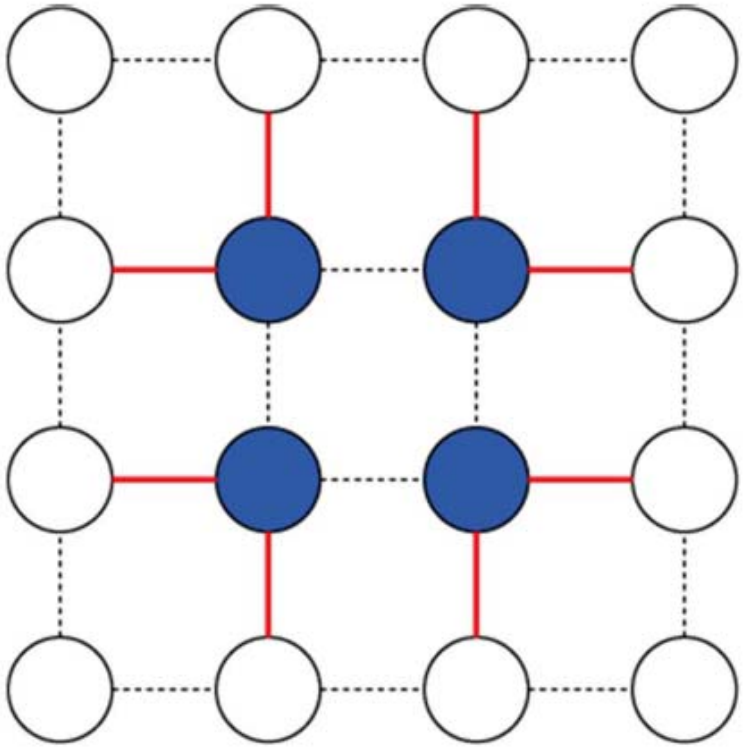
Material Properties:
- Friction angle
- Bulk density

Implicit assumption: Rigid block

Explicit assumption: Failure plane

$$FS = \frac{R_u + R_d + R_l + R_r + R_b}{F_d}$$

b.



- Discretize landscape into *grid* of cells
- Associate each cell with a node in a *graph*
- *Nodes:* landscape cells annotated by driving forces
- *Edges:* resistive forces between neighboring grid cells

R = *Resistance matrix*
F = *Force matrix*
x = *Indicator vector for hypothesized landslide*

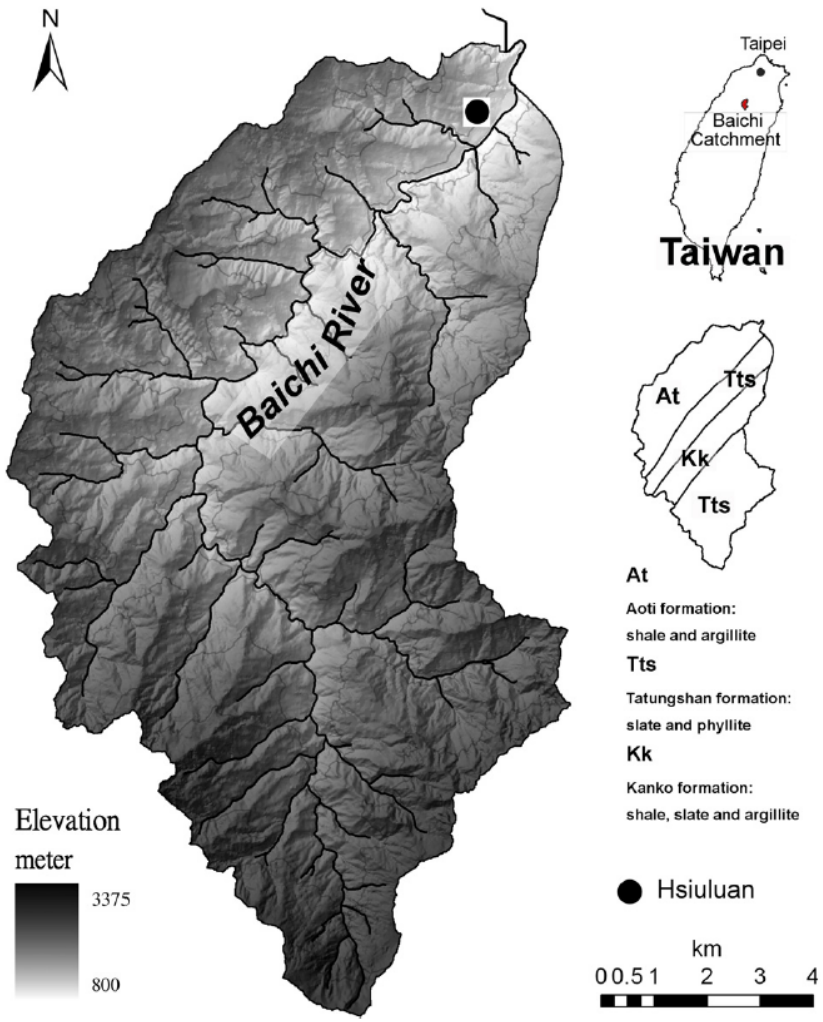
Factor of Safety:

$$FS = \frac{x^T R x}{x^T F x} = \frac{\mathbf{x}^T \begin{bmatrix} \blacksquare & \blacksquare & \blacksquare &

The potential impact of climate change on typhoon-triggered landslides in Taiwan, 2010–2099

Shou-Hao Chiang [a], Kang-Tsung Chang [b,*]

[a] Department of Geography, National Taiwan University, Taipei 106, Taiwan
[b] Kainan University, Taoyuan County 33857, Taiwan



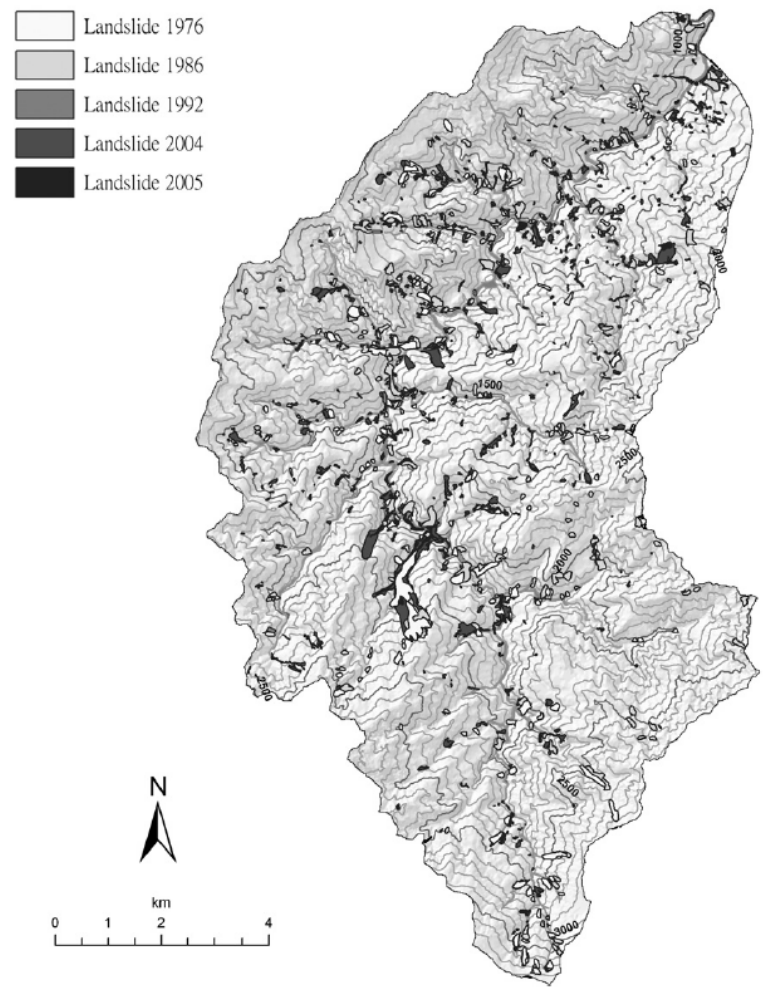


Fig. 4. Landslide map from Taiwan's Forestry Bureau (1976, 1986, 1992, 2004, and 2005).

The factor of safety (FS) is defined as the ratio of the available shear strength (stabilizing forces), including soil and root cohesion, to the shear stress (destabilizing forces) (O'Loughlin, 1986; Montgomery and Dietrich, 1994; Pack et al., 1998, 2001):

$$FS = \frac{C + \cos\theta\left[1 - \min\left(\frac{Ra}{bT\sin\theta}, 1\right)\left(\frac{\rho_w}{\rho_s}\right)\right]\tan\phi}{\sin\theta} \tag{5}$$

where ρ_s[kgm^{-3}] is wet soil density; ρ_w[1.0 kgm^{-3}] is the density of water; θ[deg] is slope angle; ϕ[deg] is the internal friction angle of the soil; R [md^{-1}] is the daily net rainfall; a [m^2] is the upslope contributing drainage area; b [m] is the unit contour length; and T [m^{2}d^{-1}] is the soil transmissivity. C [−] is combined cohesion, made dimensionless relative to soil depth D [L] and defined as:

$$C = \frac{C_r + C_s}{D\rho_s g} \tag{6}$$

where C_r is root cohesion [N m^{-2}], C_s soil cohesion [N m^{-2}], and g the gravitational acceleration constant (9.81 m s^{-1}).

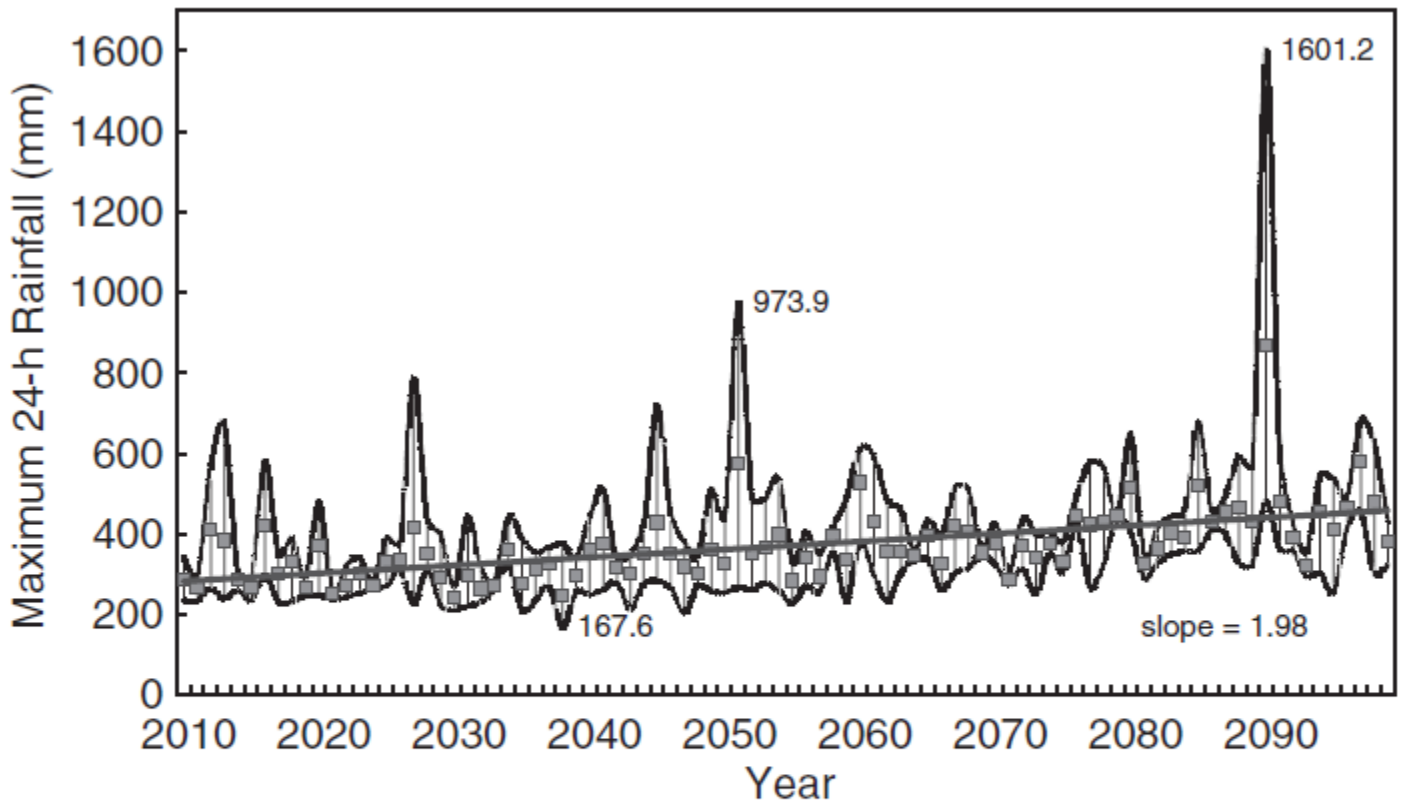


Fig. 7. Predicted annual maximum rainfall for 2010–2099. The square indicates the average of the three GCM scenarios. Two gray curves are the highest and lowest boundaries among the three scenarios for each year. Black solid line represents a linear trend line based on the averages for 2010–2099.

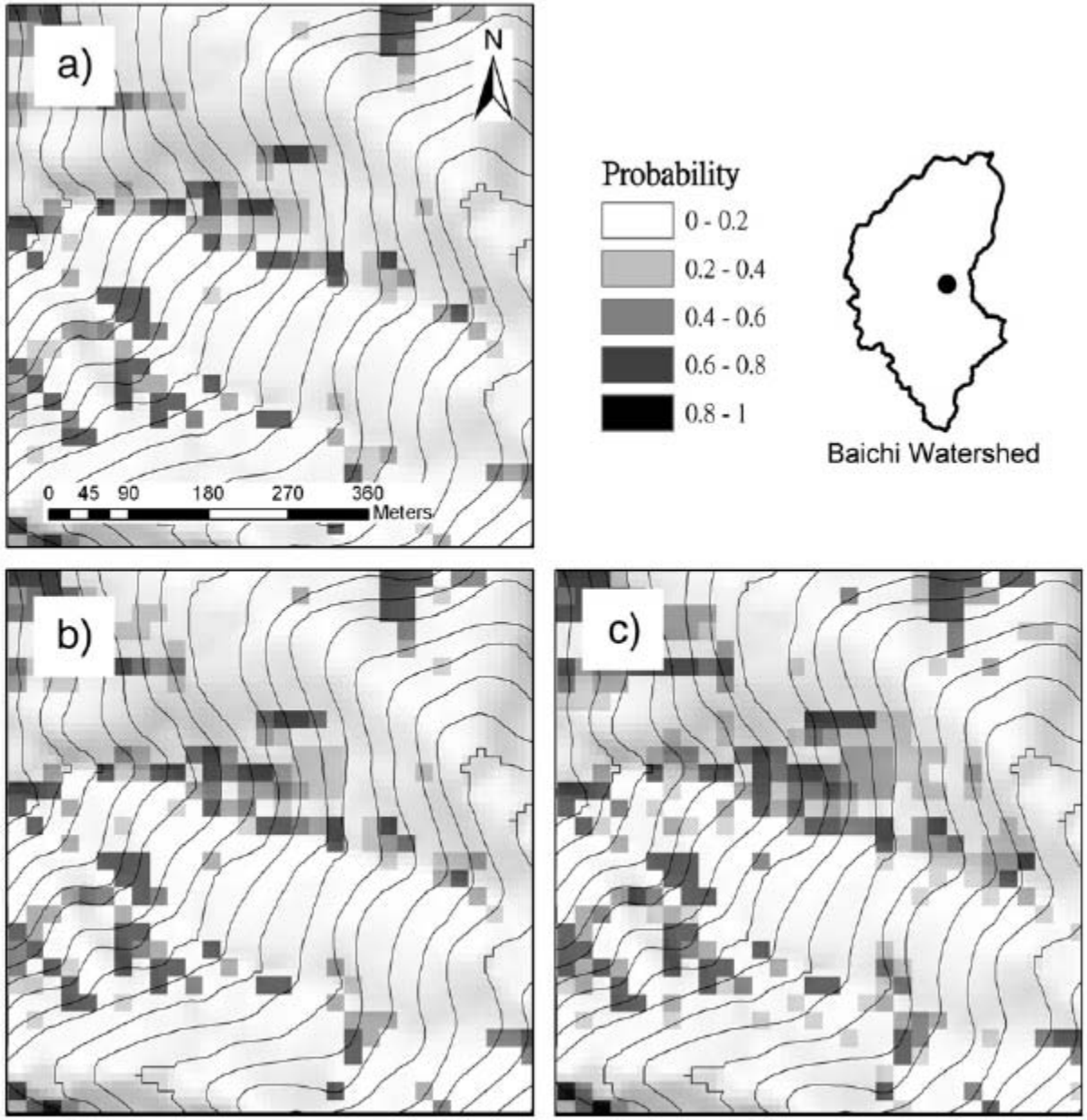


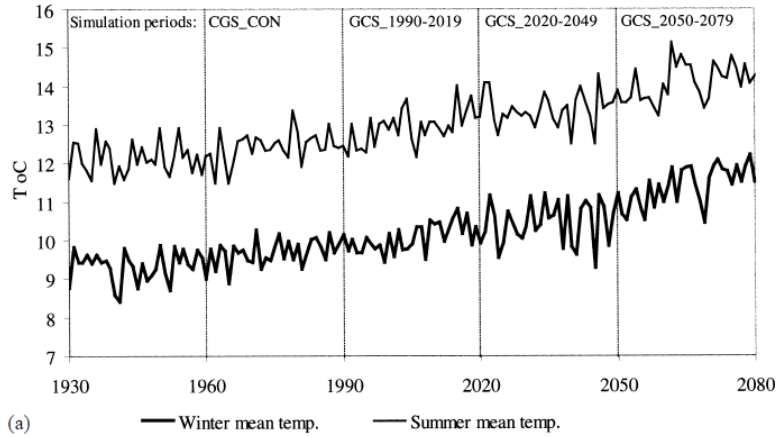
Fig. 9. Predicted instability of a slope unit within the study area for 2010 (a), 2050 (b), and 2099 (c).

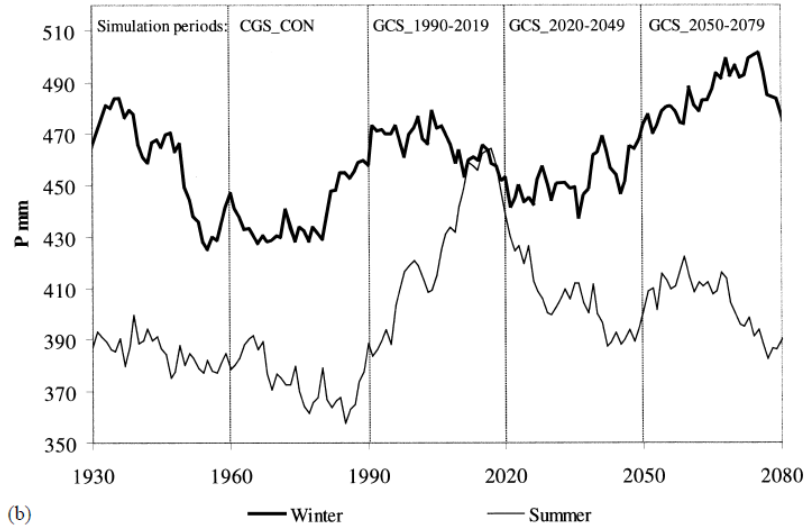
Modelling the impact of predicted climate change on landslide frequency and magnitude in SE England

ENGINEERING GEOLOGY

Andrew Collison [a,*], Steven Wade [a], Jim Griffiths [a], Martin Dehn [b]

[a] *Department of Geography, King's College London, The Strand, London WC2R 2LS, UK*
[b] *Department of Geography, University of Bonn, Meckenheimer Allee 166, D-53115 Bonn, Germany*





In a simulation all rainfall is initially delivered to the upper root layer. Vertical drainage is simulated in two phases: matric flow and macropore or bypass flow. On the Roughs the top soil layer is dissected with a network of tension and desiccation cracks which allow water to bypass directly to the second layer, a common and important process on recently active landslides. Fissure flow is described empirically based on a relationship between the bypass coefficient and rainfall intensity (Coles and Trudgill, 1985). The bypass coefficient is estimated as a function of rainfall intensity:

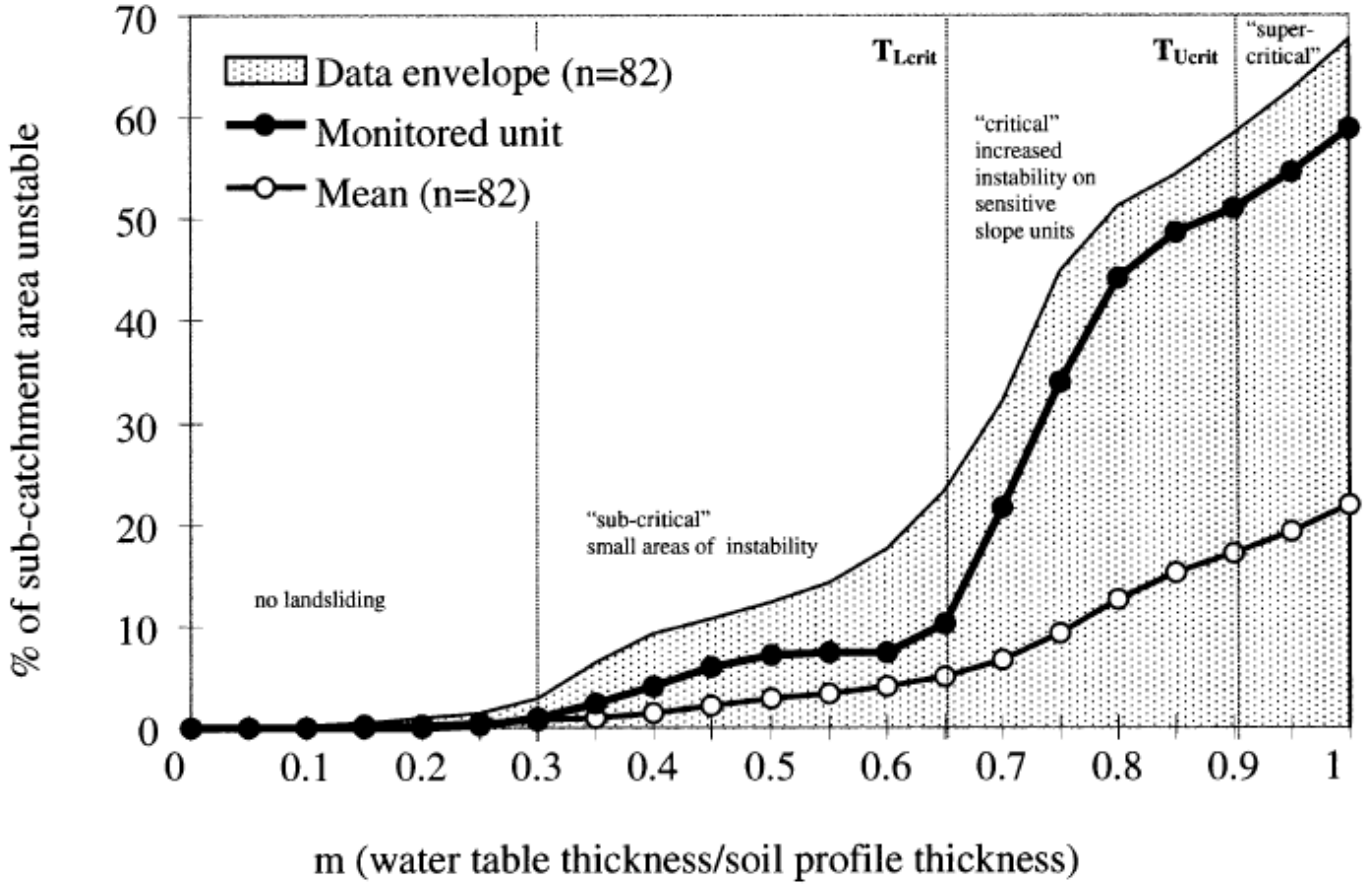
$$B_y = a \ln(I) + b \tag{2}$$

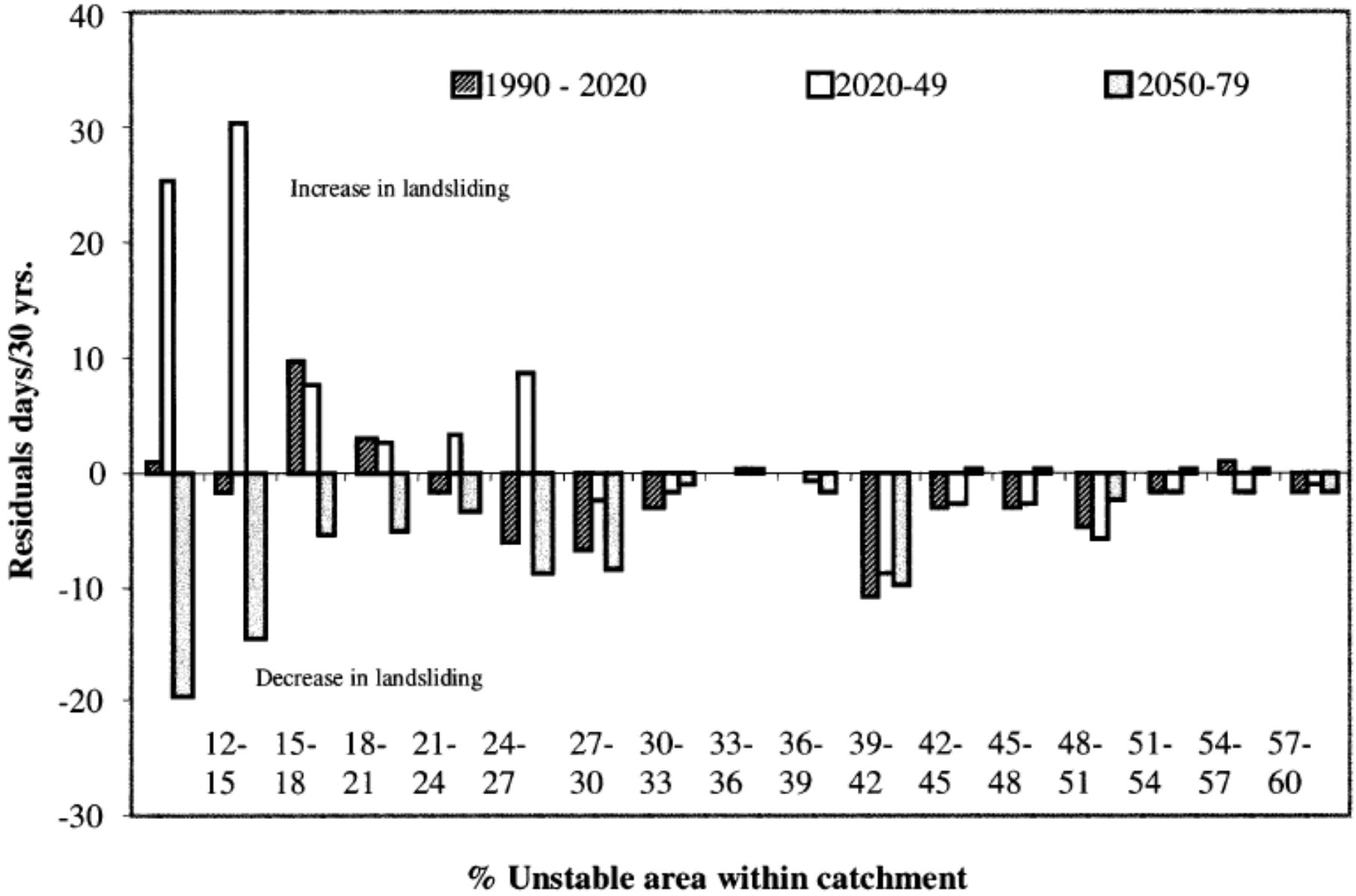
where I is the hourly rainfall intensity (mm) and B_y is the percentage of effective rainfall (HER) which bypasses the root zone. Since high resolution GCM rainfall data were not available, an average hourly intensity for each month was assumed based on hourly rainfall data for 1996 and 1997.

the factor of safety (FOS):

$$\frac{T}{z} = 1 - \frac{\rho_s}{\rho_w}\left[1 - \frac{1}{\tan\phi}\left(\tan\theta - \frac{C_r + C_{sw}}{z\rho_s g\cos^2\theta}\right)\right] \tag{11}$$

where ρ_s = soil bulk density; ρ_w = water bulk density; θ = slope angle; ϕ = angle of internal friction; C_r = cohesion of plant roots; C_{sw} = cohesion of wet soil; g = gravity.



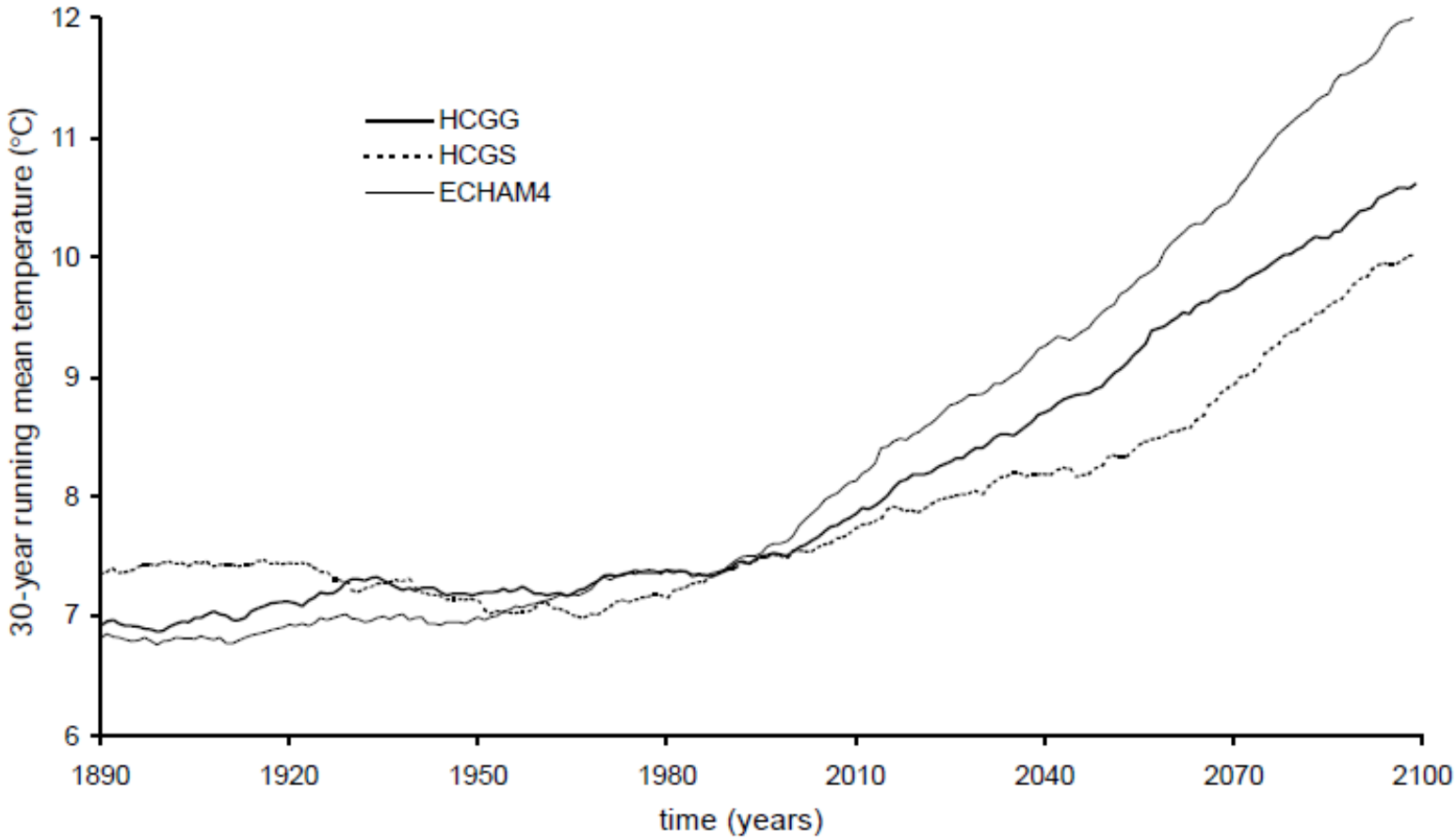

1990 - 2020
2020-49
2050-79
Increase in landsliding
Decrease in landsliding
Residuals days/30 yrs.
40
30
20
10
0
-10
-20
-30
12-15
15-18
18-21
21-24
24-27
27-30
30-33
33-36
36-39
39-42
42-45
45-48
48-51
51-54
54-57
57-60
% Unstable area within catchment

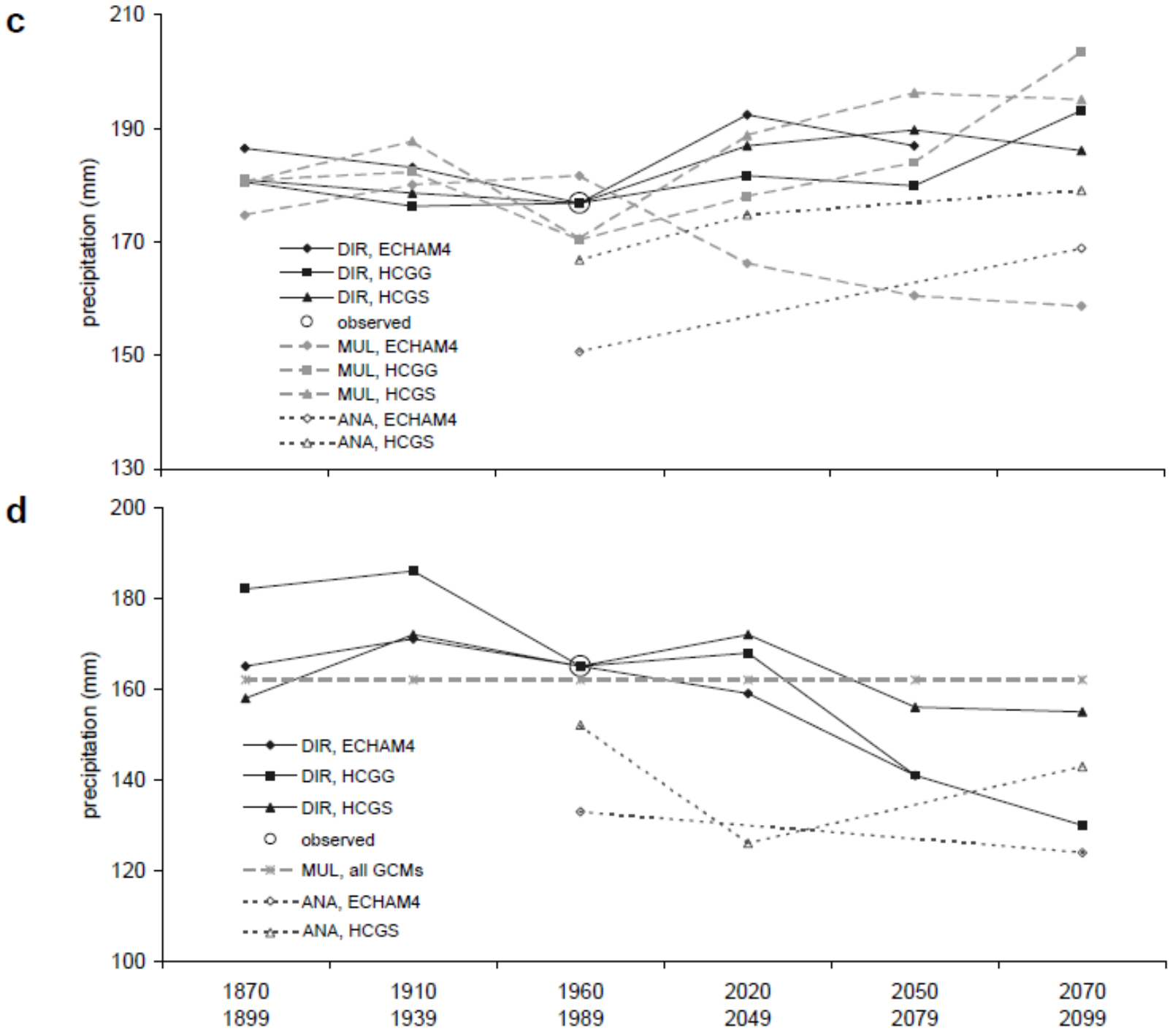
Downscaled GCM output for the south coast of Kent suggests an increase in mean annual rainfall of 11% from 741 mm to 816 mm, with a slight increase in variability. Increasing temperature is expected to raise evapotranspiration rates by 13%, resulting in an intensification of the hydrological cycle. The modelling results suggest that climate change is unlikely to have dramatic consequences on the frequency of large landslides (exceedence of T_{Ucrit}), but small changes in the distribution of water table depths may significantly decrease periods of small scale instability (exceedence of T_{Lcrit}). Although the climate change signal suggests some changes in periods of instability, it is likely that factors such as land use change and human activity will have a greater impact on landslide frequency than climate change over the next 80 years.

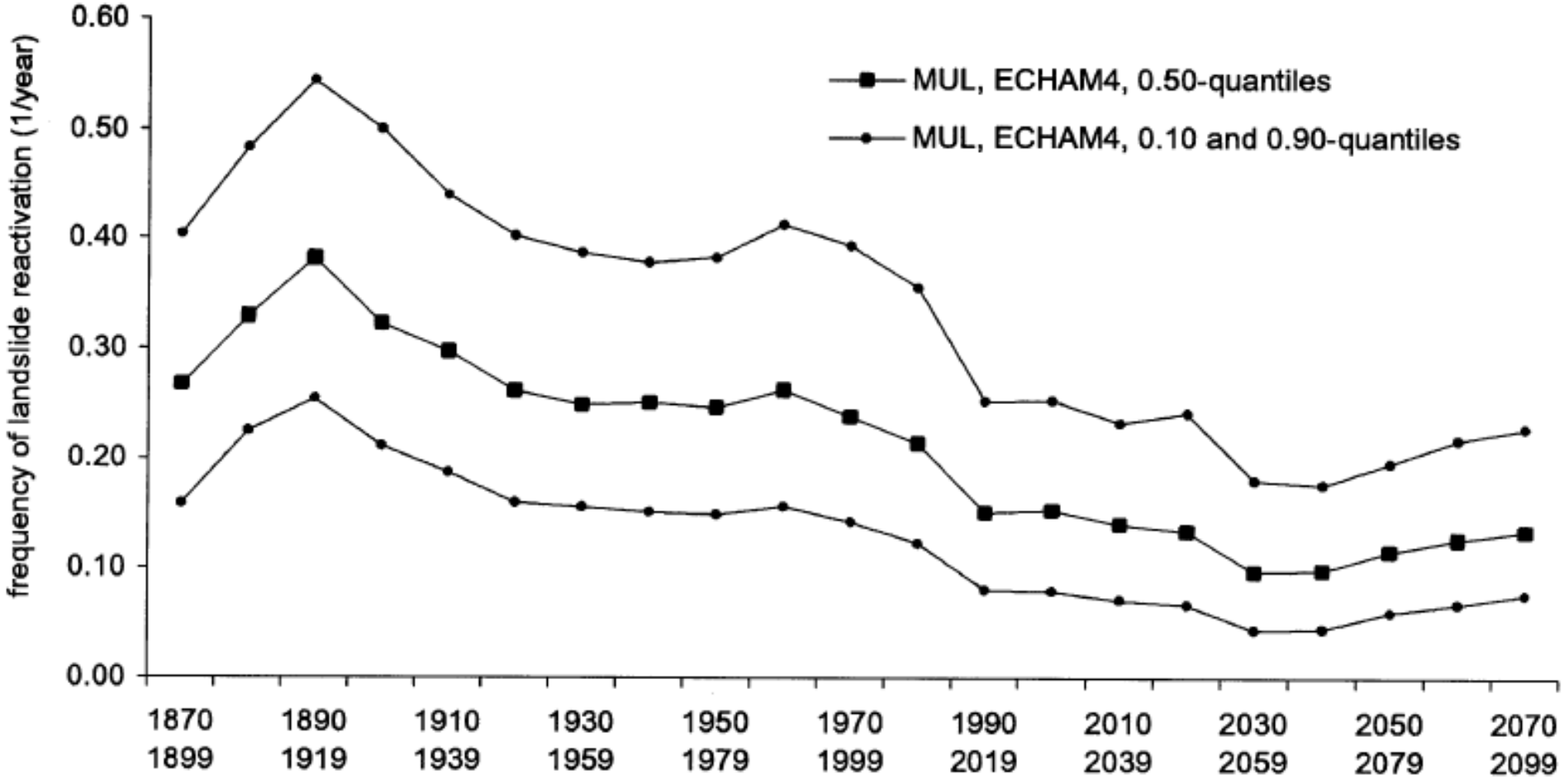
Impact of climate change on a landslide in South East France, simulated using different GCM scenarios and downscaling methods for local precipitation

Jelle Buma[1,*], Martin Dehn[2]

[1]Department of Physical Geography, Utrecht University, PO Box 80115, 3508TC Utrecht, The Netherlands
[2]Department of Geography, University of Bonn, Meckenheimer Allee 166, 53115 Bonn, Germany

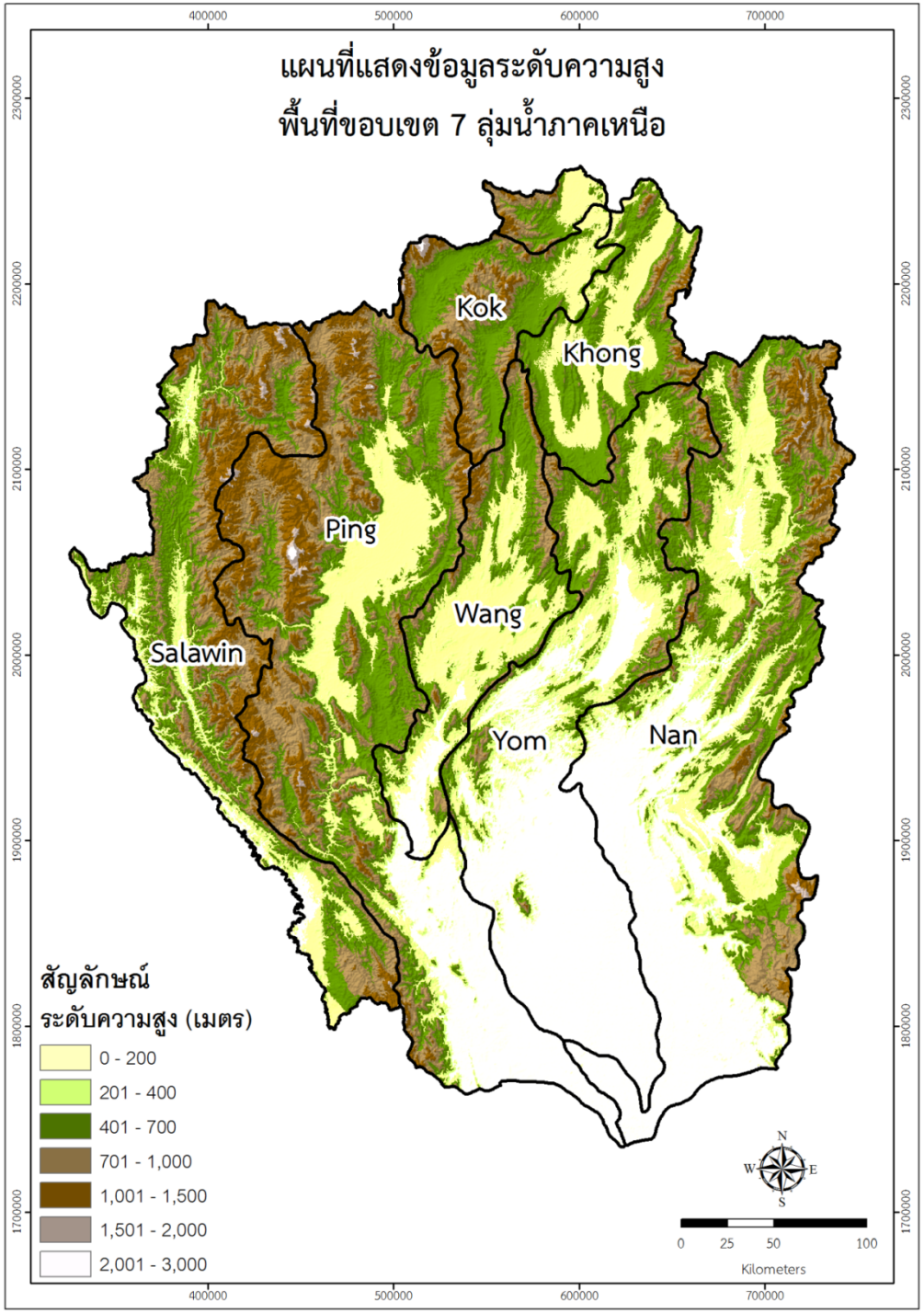



c
210
190
170
150
130
precipitation (mm)
DIR, ECHAM4
DIR, HCGG
DIR, HCGS
observed
MUL, ECHAM4
MUL, HCGG
MUL, HCGS
ANA, ECHAM4
ANA, HCGS
d
200
180
160
140
120
100
precipitation (mm)
DIR, ECHAM4
DIR, HCGG
DIR, HCGS
observed
MUL, all GCMs
ANA, ECHAM4
ANA, HCGS
1870 1899
1910 1939
1960 1989
2020 2049
2050 2079
2070 2099

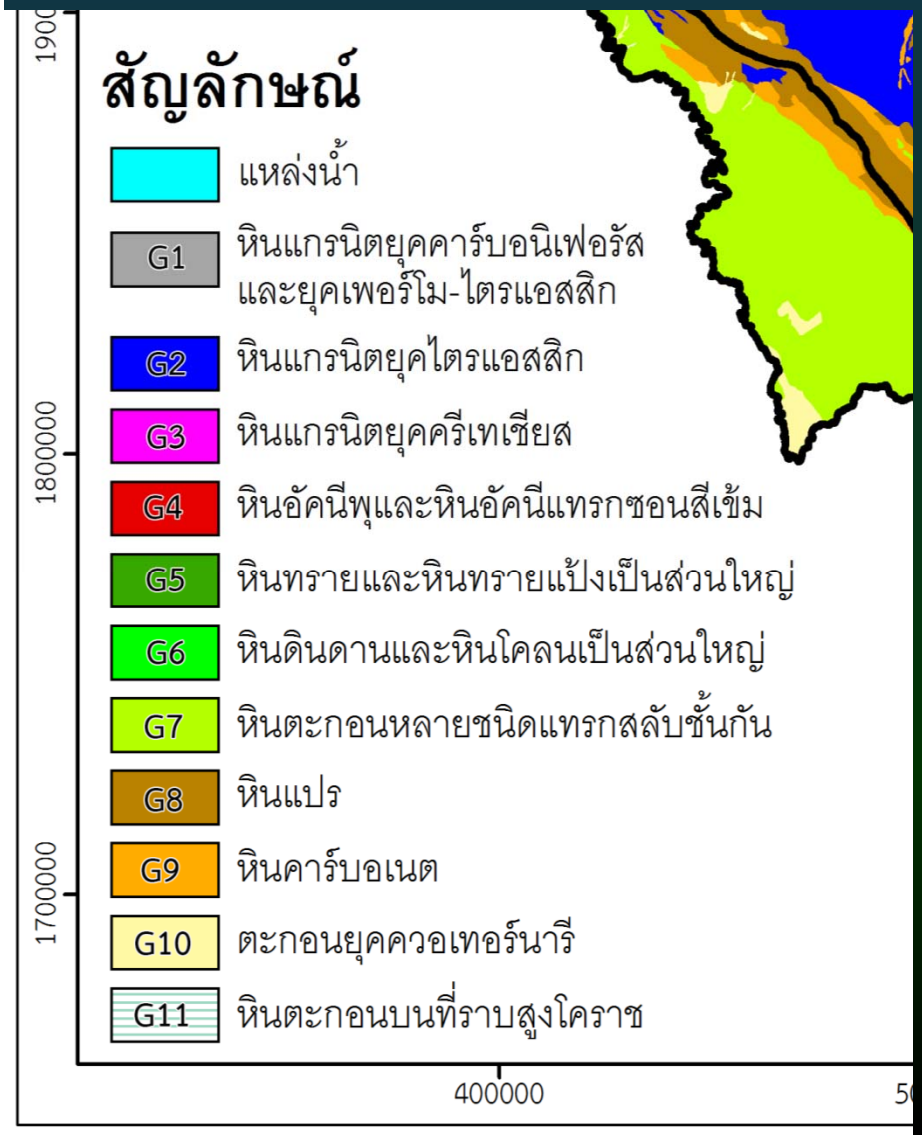

frequency of landslide reactivation (1/year)
0.60
0.50
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
MUL, ECHAM4, 0.50-quantiles
MUL, ECHAM4, 0.10 and 0.90-quantiles
1870 1899
1890 1919
1910 1939
1930 1959
1950 1979
1970 1999
1990 2019
2010 2039
2030 2059
2050 2079
2070 2099

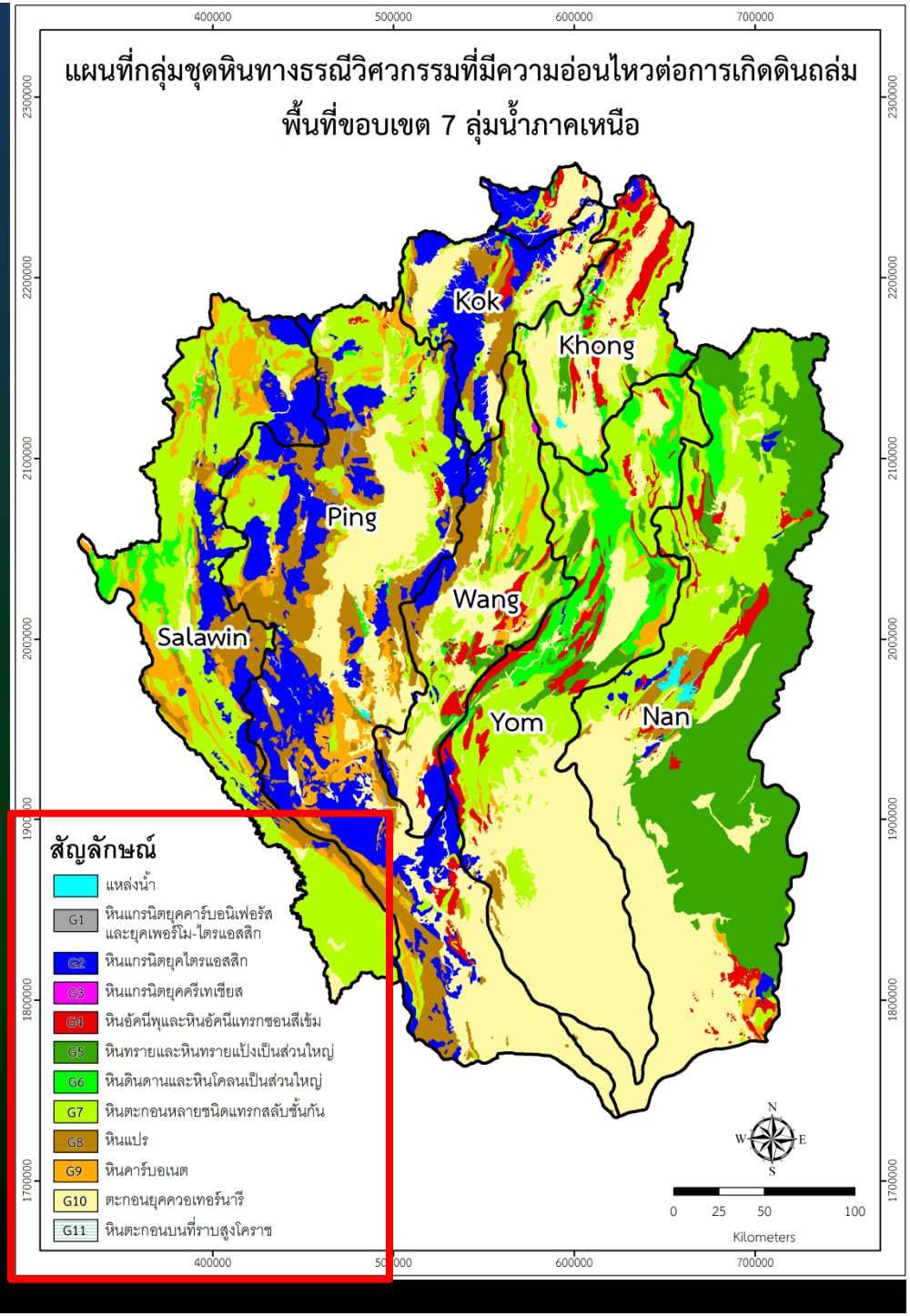
ข้อมูลลักษณะภูมิประเทศ

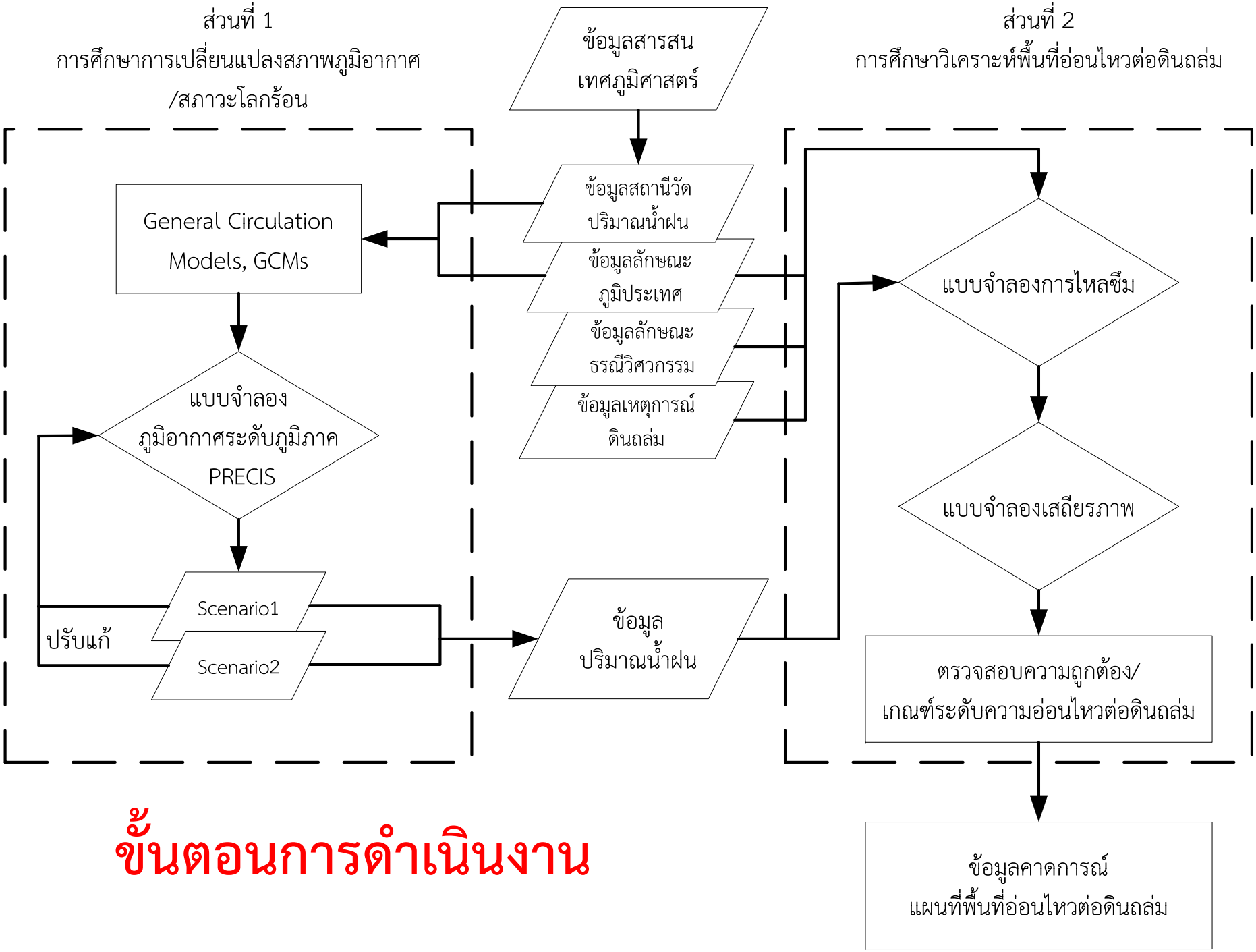
พื้นที่ลุ่มน้ำภาคเหนือ 7 ลุ่มน้ำ โดยอาศัยข้อมูลแบบจำลองระดับความสูงเชิงเลข (ASTER GDEM)



ข้อมูลด้านธรณีวิทยา



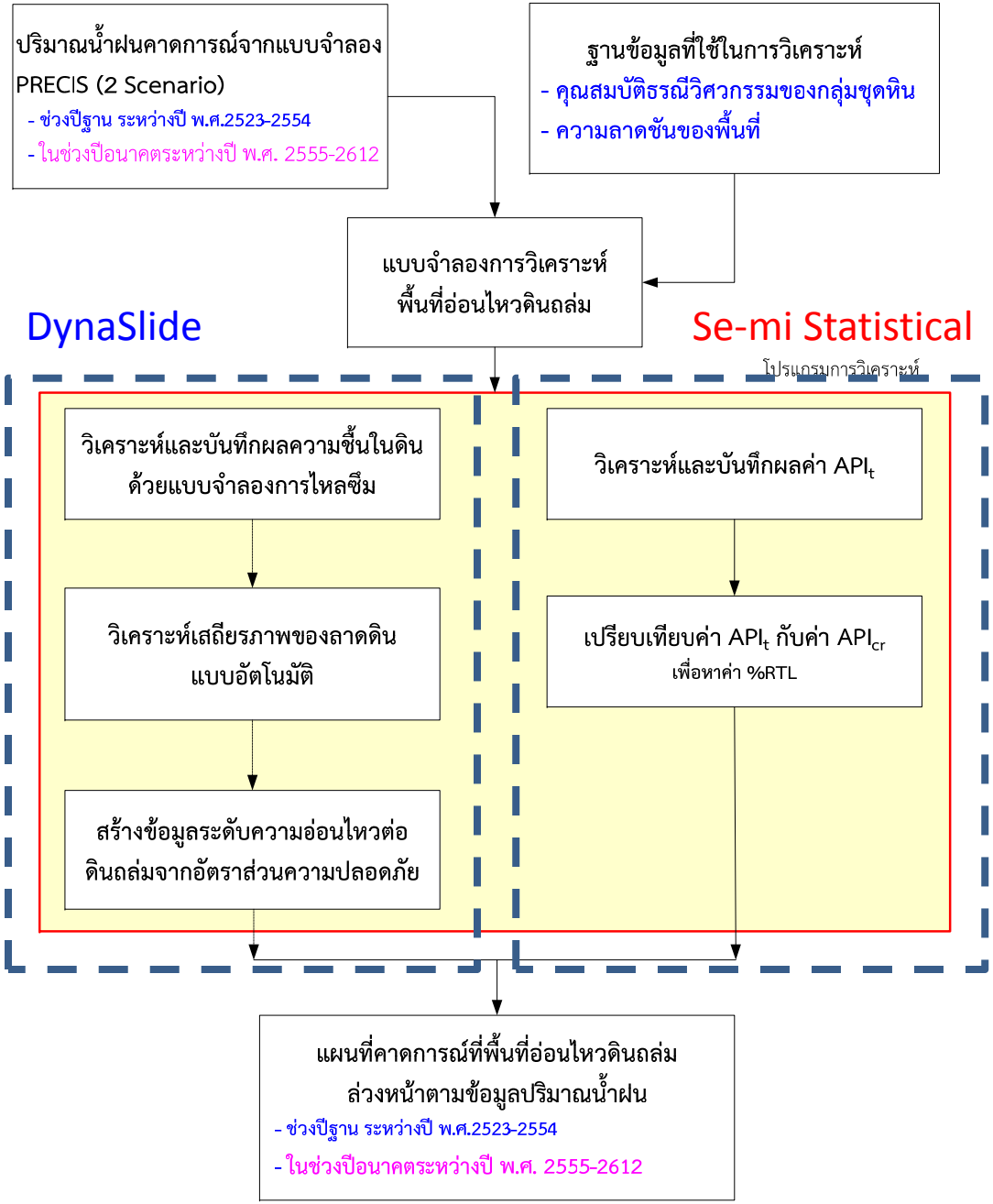




ขั้นตอนการดำเนินงาน

การวิเคราะห์พื้นที่อ่อนไหวต่อดินถล่มเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

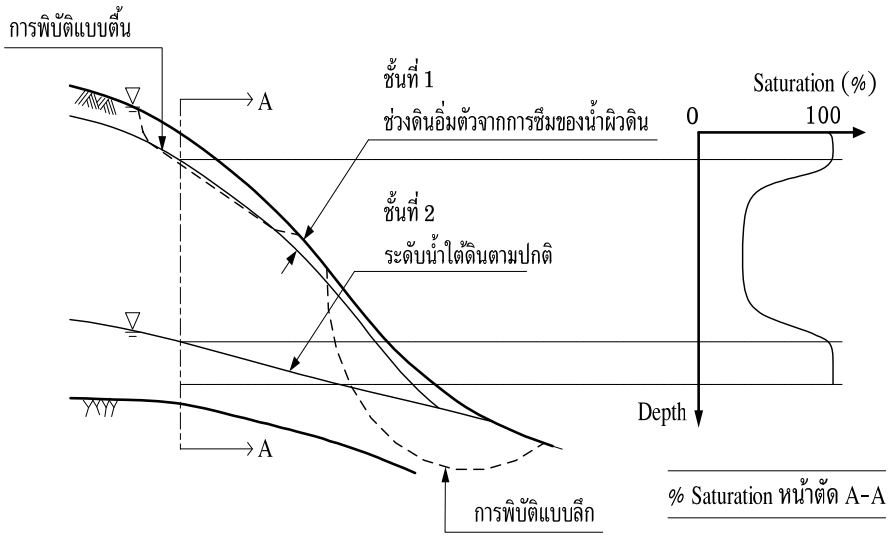
- DynaSlide Model
- Se-mi Statistical Model



วิธีทางธรณีเทคนิค (Geotechnical Engineering Method) DynaSlide Model

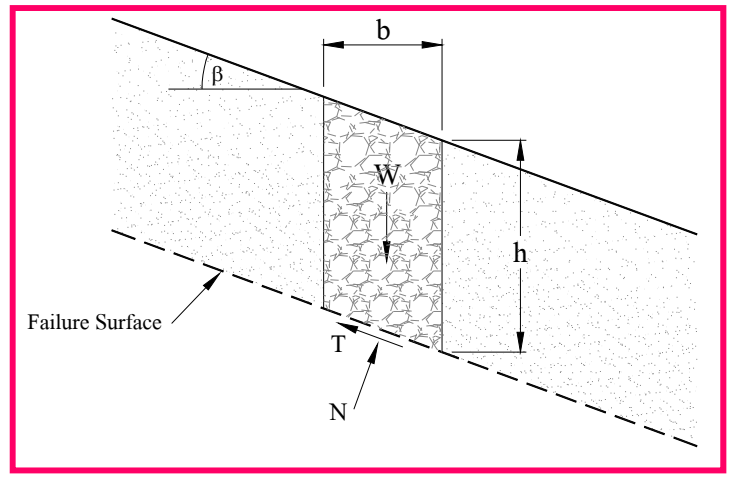
ทฤษฎีทางธรณีวิศวกรรมที่ใช้สร้างแบบจำลอง

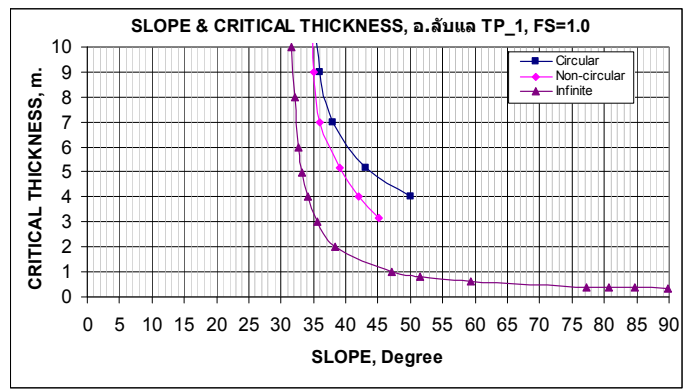
ทฤษฎีการไหลซึม



นงลักษณ์, 2546

ทฤษฎีเสถียรภาพของลาดดิน



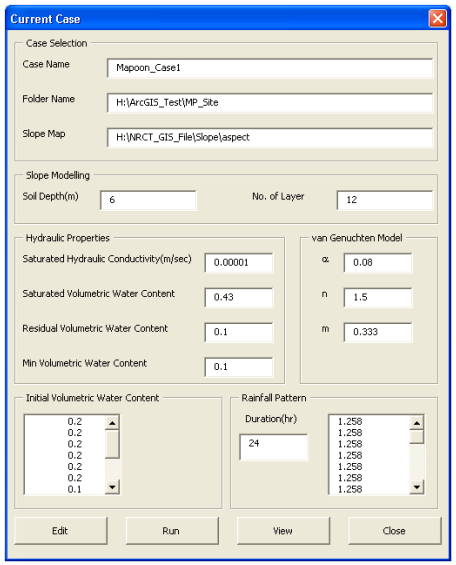


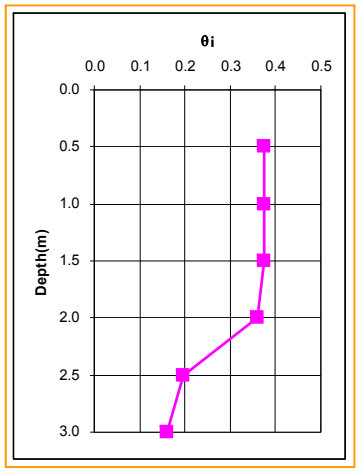
สุทธิศักดิ์และคณะ, 2551

DynaSlide Model วิธีทางธรณีเทคนิค

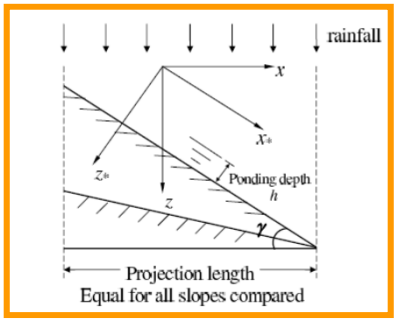
ทฤษฎีทางธรณีวิศวกรรมที่ใช้สร้างแบบจำลอง (Geotechnical Engineering Method)

ทฤษฎีการไหลซึม

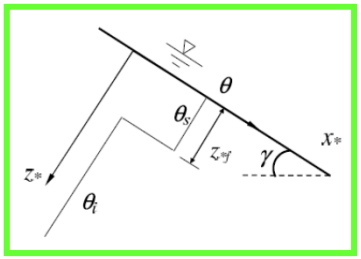




Green and Ampt Model



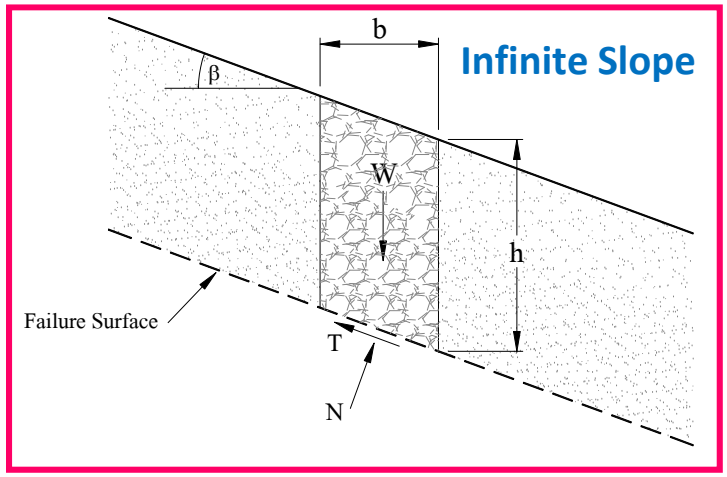
$$\Delta\theta \frac{dZ_{*f}}{dt} = K_e \frac{Z_{*f}\cos\gamma + S_f + H}{Z_{*f}}$$



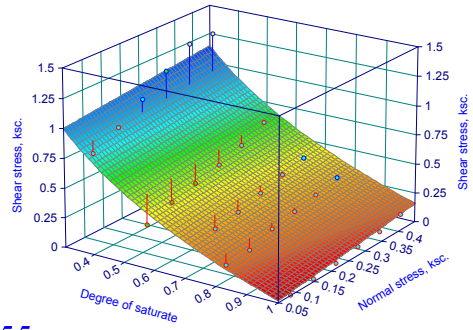
$$Z_{*f} = \frac{K_e \cos\gamma t}{\Delta\theta} + \frac{(S_f + H)}{\cos\gamma}\ln\left[\frac{Z_{*f}\cos\gamma + S_f + H}{S_f + H}\right]$$

เมื่อความชื้นในดินเพิ่มขึ้นจะทำให้กำลังรับแรงเฉือนในดินลดลงส่งผลกับเสถียรภาพลาดดิน

ทฤษฎีเสถียรภาพของลาดดิน

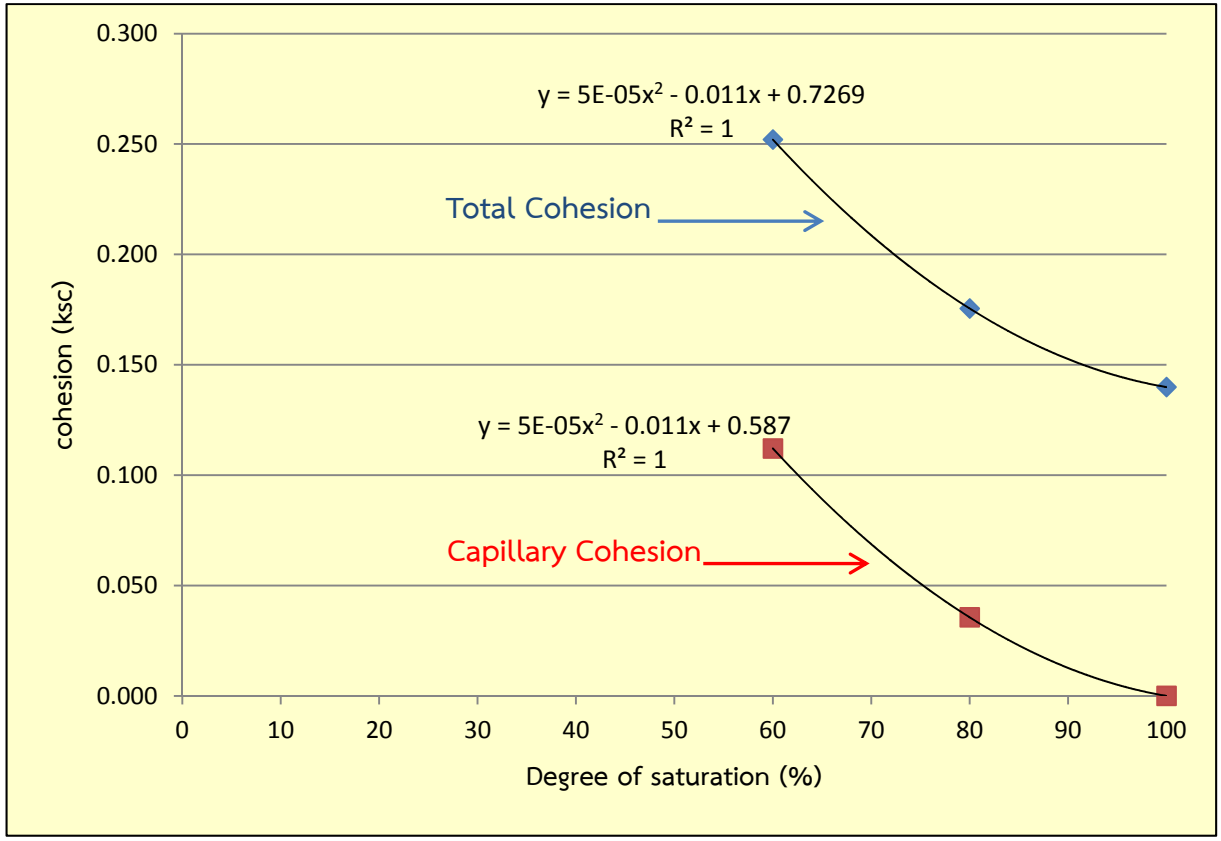


$$F.S. = \frac{\tau_0 + b\sigma - aS_r}{h\gamma_t \sin\beta\cos\beta}$$



สุทธิศักดิ์และคณะ, 2555

สมการความสัมพันธ์ของค่า apparent cohesion ที่เปลี่ยนไปตามความชื้น



$$c_{\psi} = c_{total} + c'$$

คำนวณหาค่า Capillary Cohesion จากความสัมพันธ์ที่นำเสนอโดย Ho and Fredlund (1982) พบว่าร้อยละการลดลงของค่า Total cohesion ตามระดับความอิ่มตัวที่เพิ่มขึ้น (80,100) มีค่าเท่ากับร้อยละ 30.36 และ 44.48

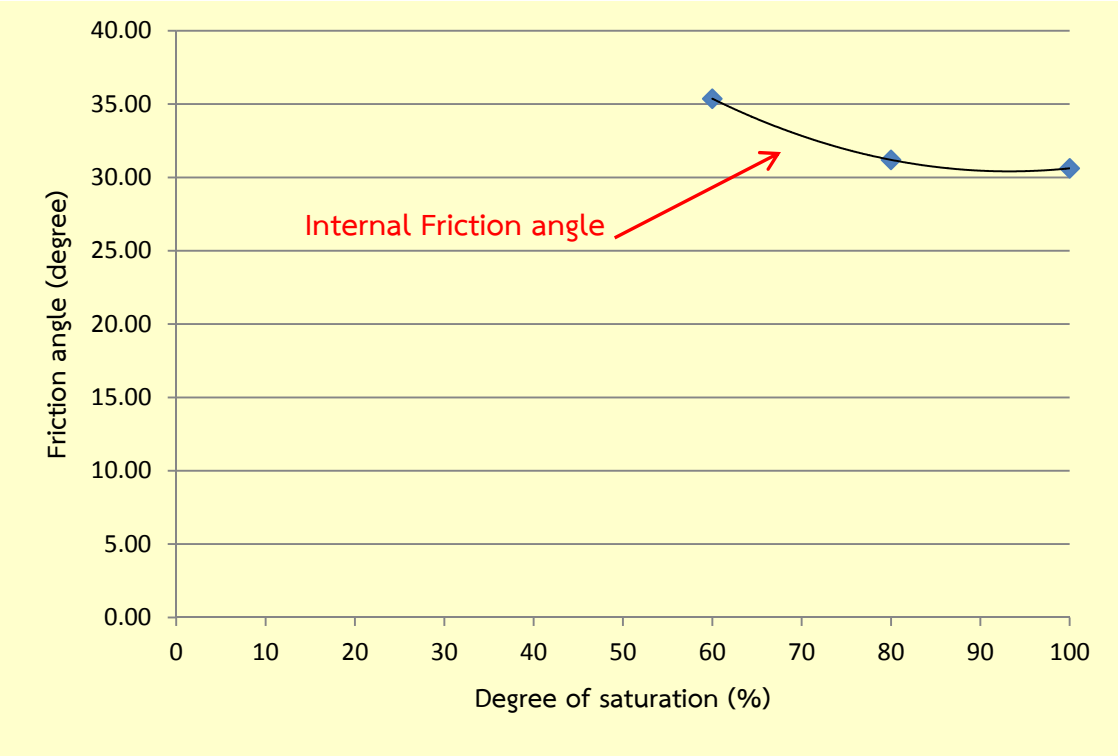
ค่า Capillary cohesion มีค่าเท่ากับร้อยละ 68.24 และ 100

ข้อมูลค่า Cohesion ของกลุ่มชุดหินแกรนิต ในประเทศไทยตามระดับความอิ่มตัว

Sr (%)	Total Cohesion (ksc)	Capillary Cohesion (ksc)
60	0.252	0.112
80	0.176	0.036
100	0.140	0.000

Ho and Fredlund (1982)

ผลการรวบรวมค่า Internal Friction angle ที่เปลี่ยนไปตามความชื้น



ข้อมูลค่า Internal Friction angle ของกลุ่มชุดหินแกรนิต ในประเทศไทยตามระดับความอิ่มตัว

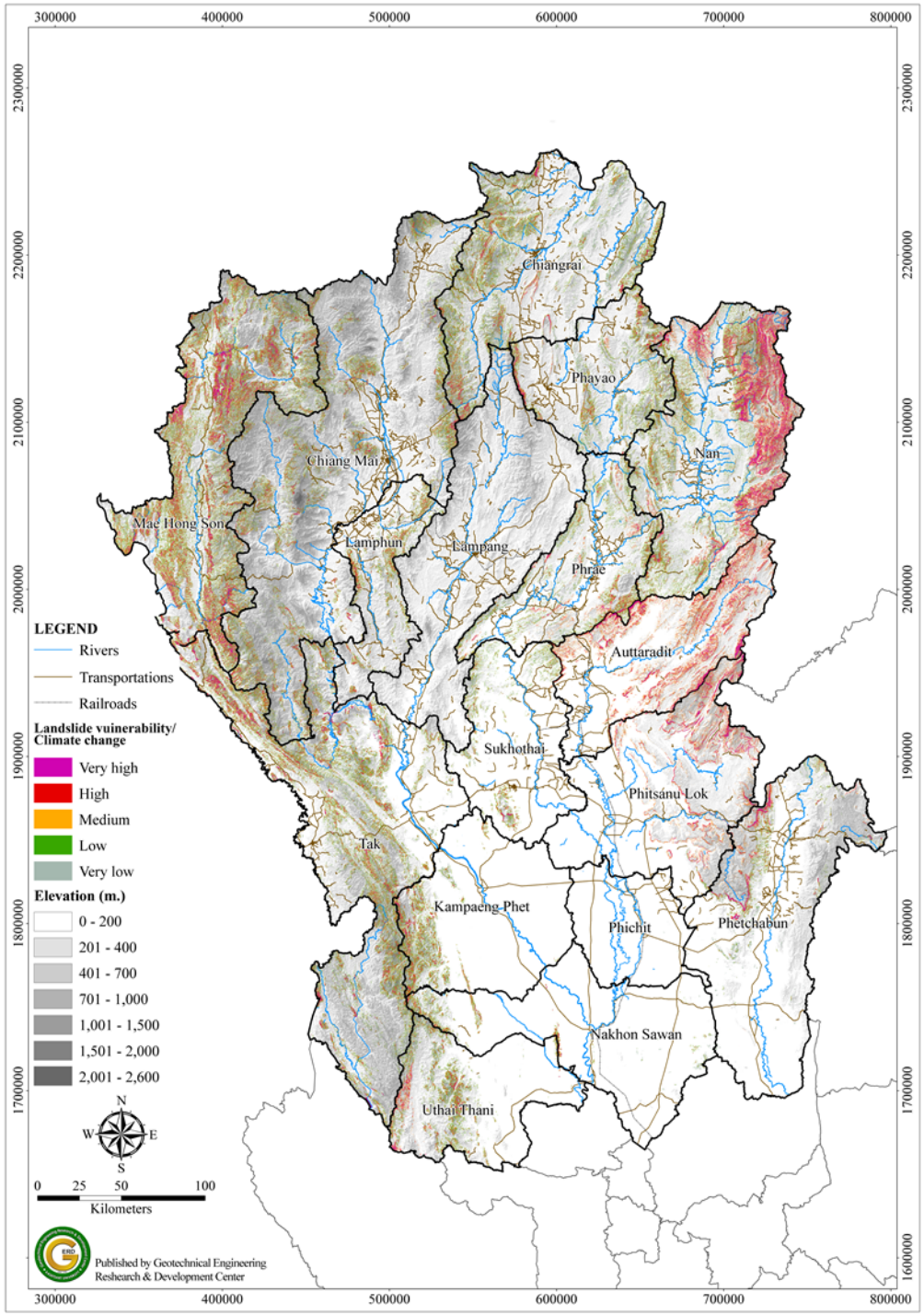
Sr (%)	Internal Friction angle
60	35.37
80	31.20
100	30.62

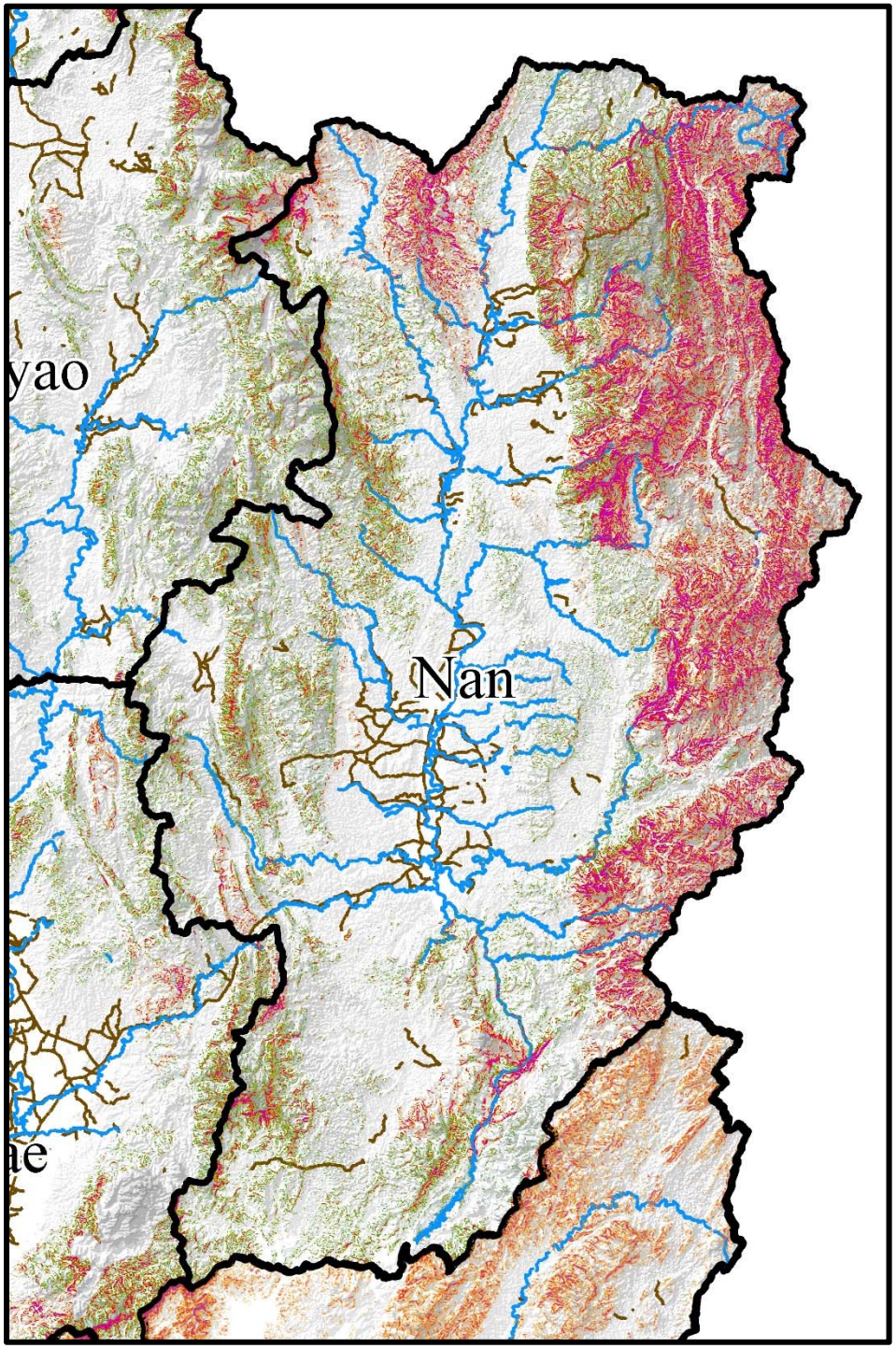
พบว่า มีอัตราส่วนร้อยละการลดลงของค่า Internal Friction angle ที่ระดับความอิ่มตัว**ร้อยละ 80 และ 100** เท่ากับร้อยละ 11.79 และ 13.43 ตามลำดับ

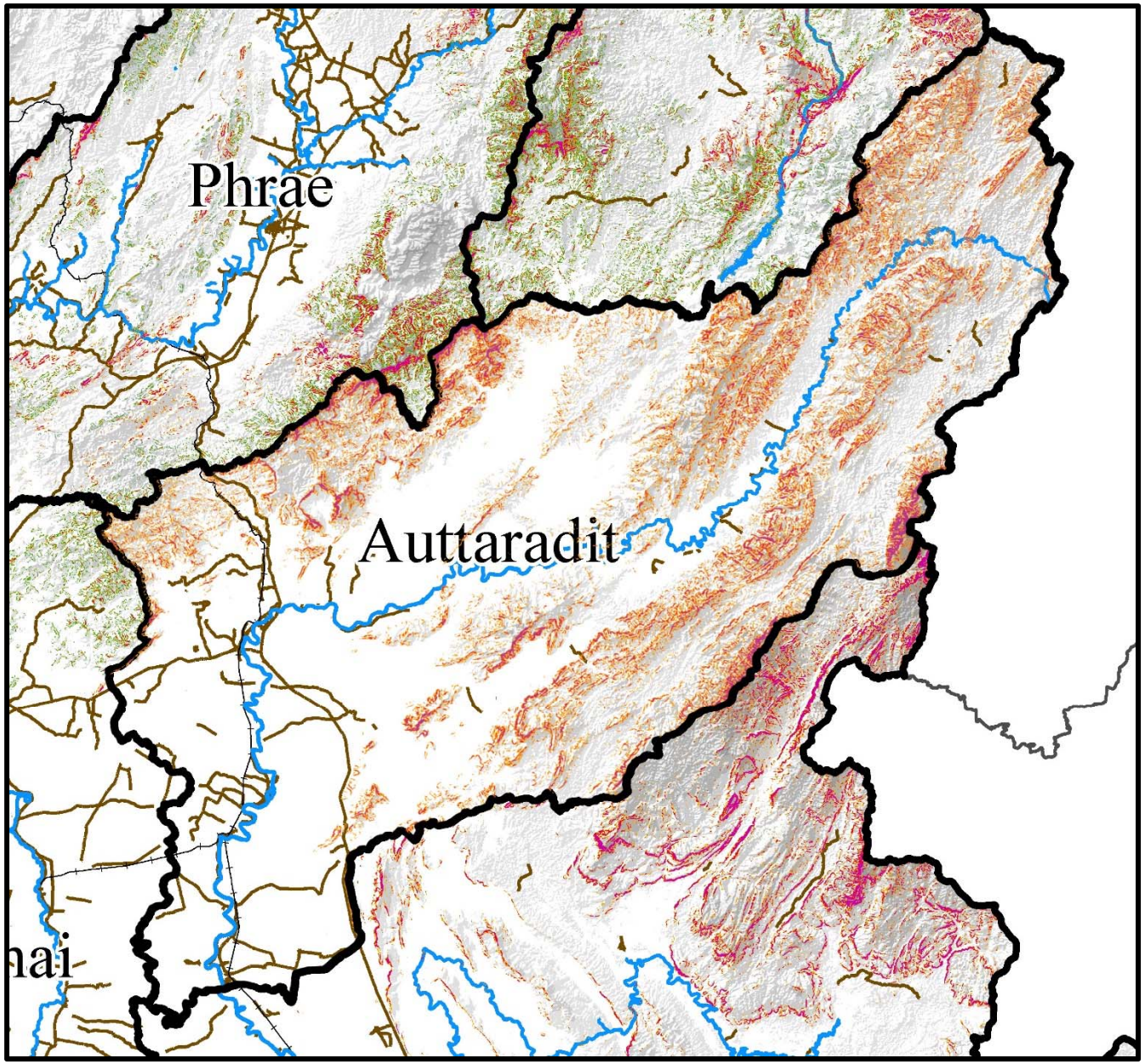
ซึ่งค่อนข้างสอดคล้องกับงานวิจัยในอดีตที่ได้ทำการศึกษาในเรื่องดังกล่าว

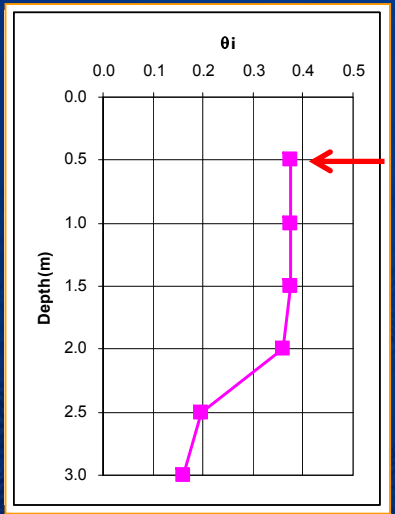
การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ

ต่อการเกิดดินถล่ม



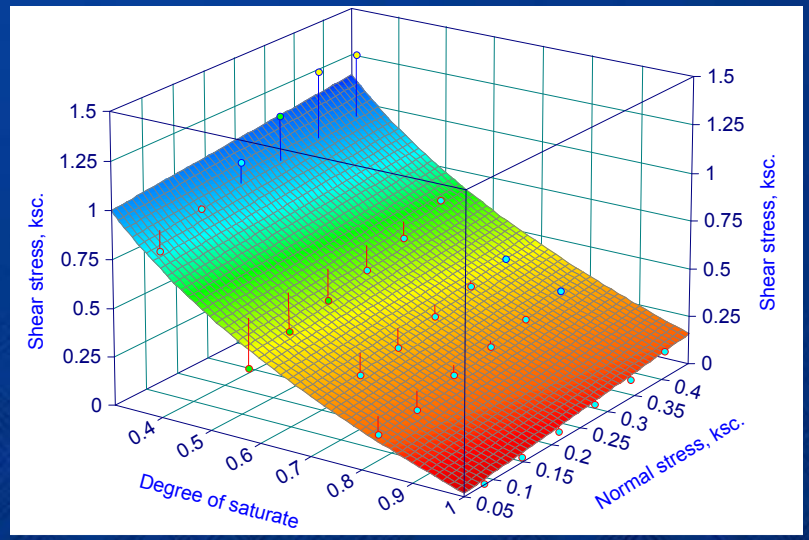

yao
Nan
ne


Phrae
Auttaradit
nai



Infiltration model

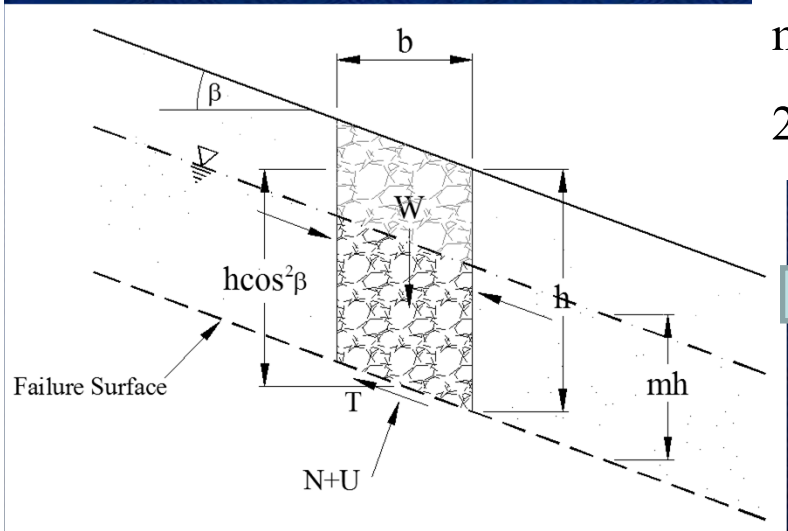
Sr > 90%



Stability analysis in two stages

1) **Sr% less than 90 %** : empirical strength reduction model

2) **Sr% > 90 %** considering positive pore pressure

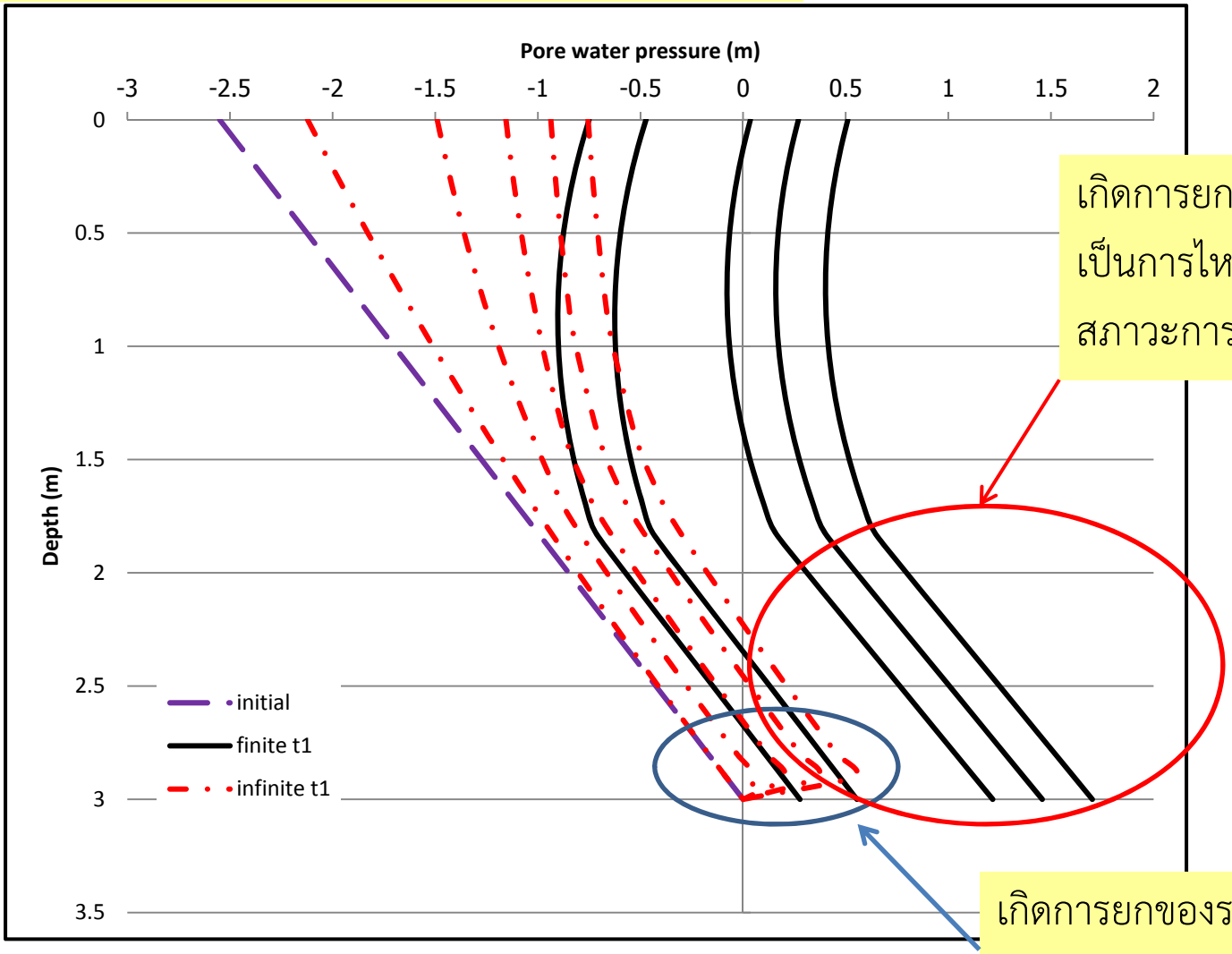


Sr% > 90%

$$FS = \frac{c' - \psi(\gamma_w)\tan\phi'}{h\sin\beta\cos\beta(\gamma_s)} + \frac{\tan\phi'}{\tan\beta}$$

Soralump and Torwiwat (2012)

อิทธิพลของ Initial Sr และ Drain condition ของแบบจำลองการไหลซึม



เกิดการยกตัวของระดับน้ำเนื่องจากเป็นการไหลแบบ fix drain จนเกิดสภาวะการเกิดแรงดันน้ำด้านบวกขึ้น

เกิดการยกของระดับน้ำน้อยเนื่องจาก เป็นการไหลแบบ free drain

วิธีทางกึ่งสถิติ (Se-mi Statistical Method)

Antecedence Precipitation Index (API)

$$API_t = (K_t * API_{t-1}) + P_t$$

API_t = API at time t (t) (ม.ม.)

API_{t-1} = Previous API (t-1) (mm)

P_t = Precipitation rate (t) (mm)

K_t = Regression Constant

Recession Constants: K

$$K_t = \exp(-E_t/W)$$

เมื่อ E_t = Evaporation at time

W = Moister content (mm)

$$W = \frac{\%WHC}{100} * D_B * \text{soil depth}$$

เมื่อ WHC = Water holding capacity (% by weight)

D_B = Total density (g/cm3)

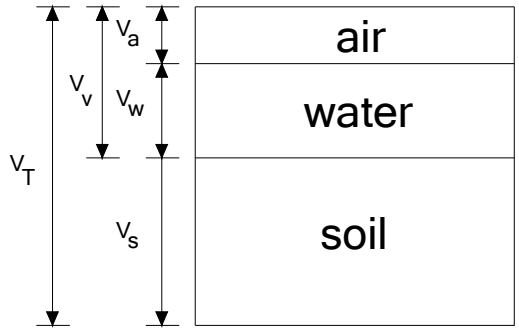
Soil depth = mm

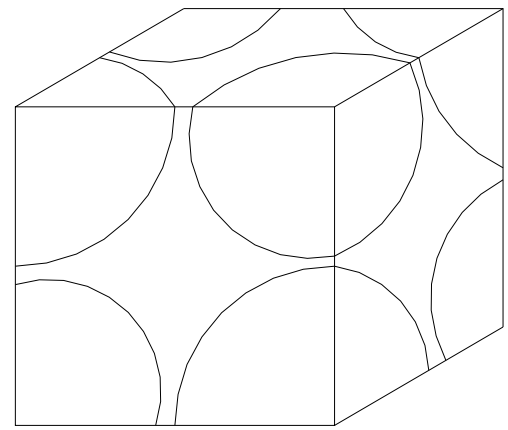
การวิเคราะห์ค่าการระเหยน้ำสูงสุด

$$ET_o = \frac{0.408\,\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T+273} U_2 (e_a - e_d)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34 U_2)}$$

เมื่อ	ETo	=	ปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (มม./วัน)
	R_n	=	ปริมาณรังสีของดวงอาทิตย์ทั้งหมดที่พืชได้รับ (MJ/m2/d)
	G		flux ค่าความร้อนของพื้นดิน (MJ/m2/d)
	T		อุณหภูมิของอากาศเฉลี่ย (°C)
	Δ		ค่าความลาดเทของเส้น curve แรงดันไอ (kPa/°C)
	γ		ค่าคงที่ของ psychrometric (kPa/°C)
	U_2		ค่าความเร็วลมที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 2 ม. (m/s)
	$(e_a - e_d)$		ค่าความต่างของแรงดันไอ (kPa)
	900		factor ปรับแก้

ทฤษฎีการประเมินความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับความชื้นสะสมในมวลดิน





ความพรุน(Porosity) $$n = \frac{V_v}{V_T}$$

ระดับความอิ่มตัว (Degree of saturation) $$Sr = \frac{V_w}{V_v}$$

$$API = nSrT$$

V_T = ปริมาตรของดินทั้งหมด

V_S = ปริมาตรของเม็ดดิน

V_v = ปริมาตรของช่องว่าง

V_w = ปริมาตรของน้ำ

V_a = ปริมาตรของอากาศ

T = ความหนาของชั้นดินถึงผิวการเคลื่อนพัง

สุทธิศักดิ์และวรวัชร์ (2551)

ทฤษฎีการเตือนภัยโดยการใช้ข้อมูลสถิติน้ำฝน

การใช้วิธีทางวิศวกรรมปฐพี

$$API_{cr} = n \cdot S_{r,cr} \cdot T_{cr}$$

API_{cr} คือ ดัชนีความชุ่มชื้นของดินวิกฤต

n คือ ความพรุนของดิน (Porosity)

$S_{r,cr}$ คือ ระดับความอิ่มตัวของดินวิกฤต (Critical Degree of Saturation)

T_{cr} คือ ความหนาของชั้นดินถึงผิวการเคลื่อนพัง (Critical Thickness)

วรวัชร์ (2552)

AVERAGE API_{CR} = 1003 mm.

SD = 234 mm.

COV = 23.33%

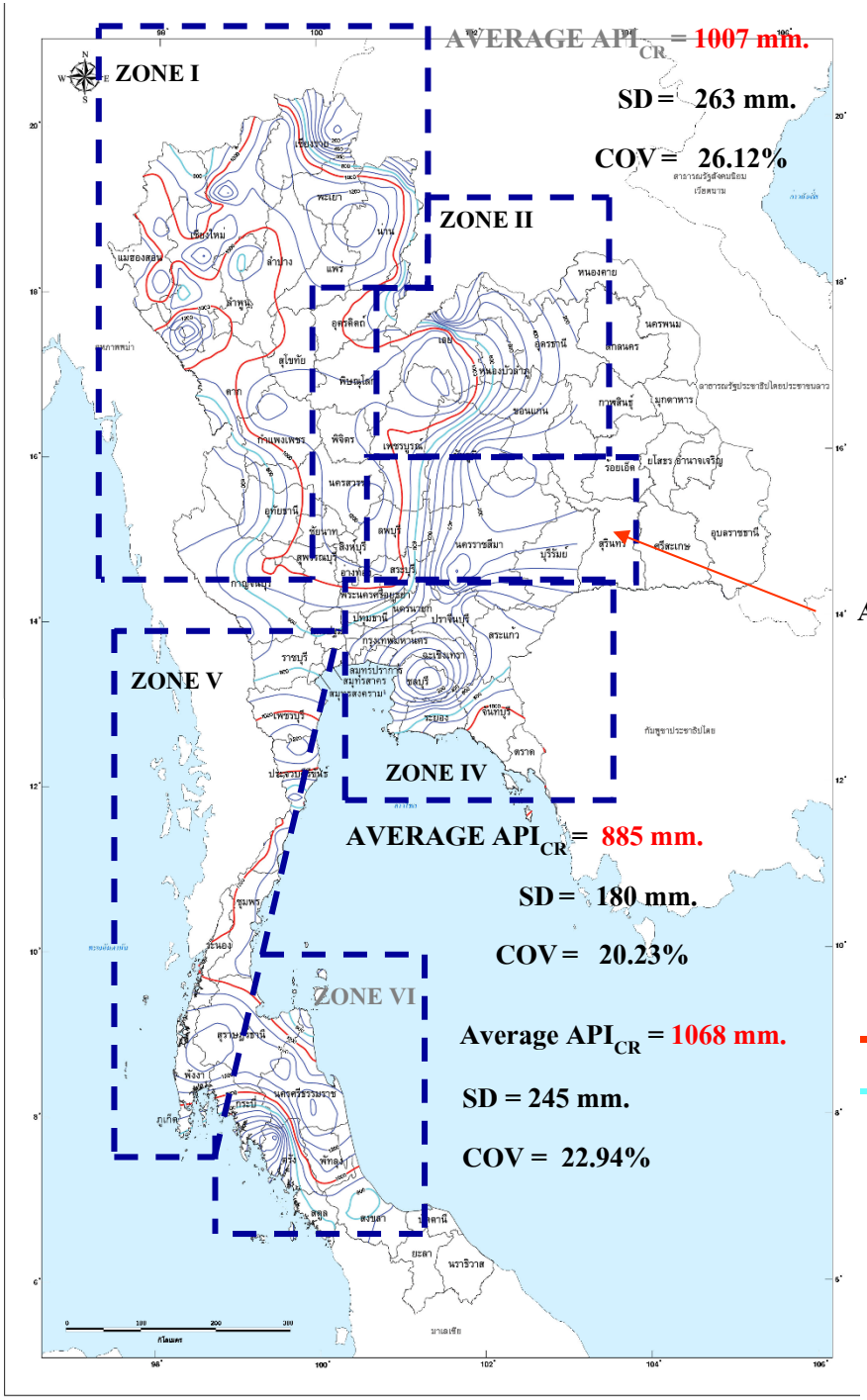
แผนที่ Contour API_{cr}

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความชุ่มชื้นวิกฤติเชิงพื้นที่พบว่าสามารถแบ่งพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มในประเทศไทยได้เป็น 6 พื้นที่ตามค่าดัชนีความชุ่มชื้นวิกฤติ โดยค่าดัชนีความชุ่มชื้นวิกฤติมีค่าเฉลี่ยประมาณ 800-1,000 mm. โดยมีสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนประมาณร้อยละ 20

AVERAGE API_{CR} = 1022 mm.

SD = 235 mm.

COV = 22.99%



Make it *Dynamics*

Rainfall

PRECIS

$$\%RTL = \frac{API_t}{API_{cr}} \times 100$$

API_{cr}

Landslide

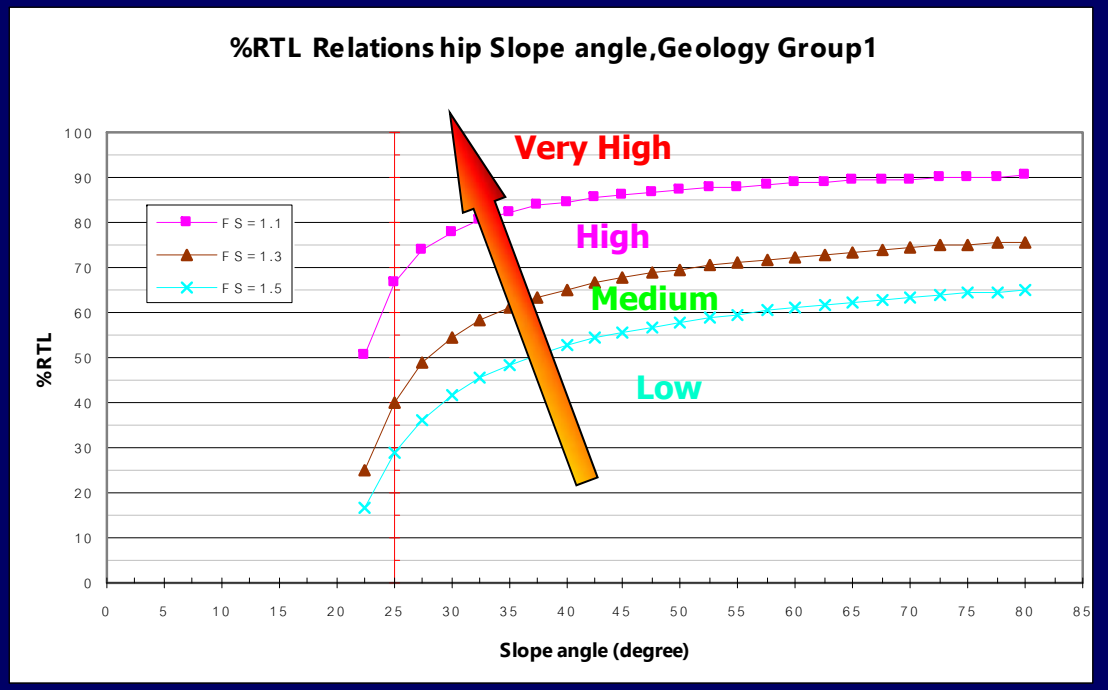
Susceptibility Map

(Se-mi Statistical)

Percent Rainfall Triggered Landslide (%RTL)

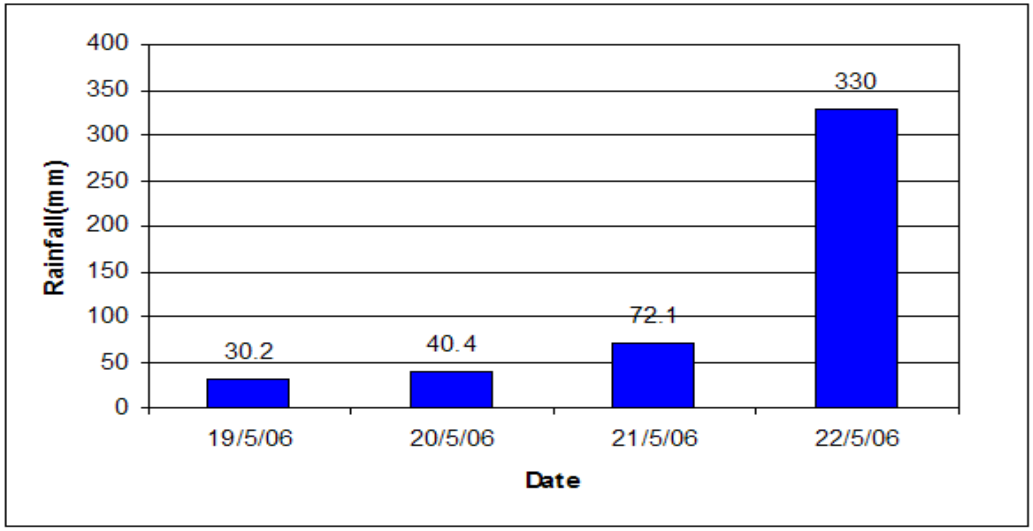
ร้อยละของฝนสะสมในดินที่บอกถึงระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่ม โดยพิจารณาปริมาณน้ำฝนสะสมย้อนหลัง 24 ชั่วโมง

$$(\%RTL) = \frac{API_t}{API_{cr}} \times 100$$



VERIFICATION MODEL

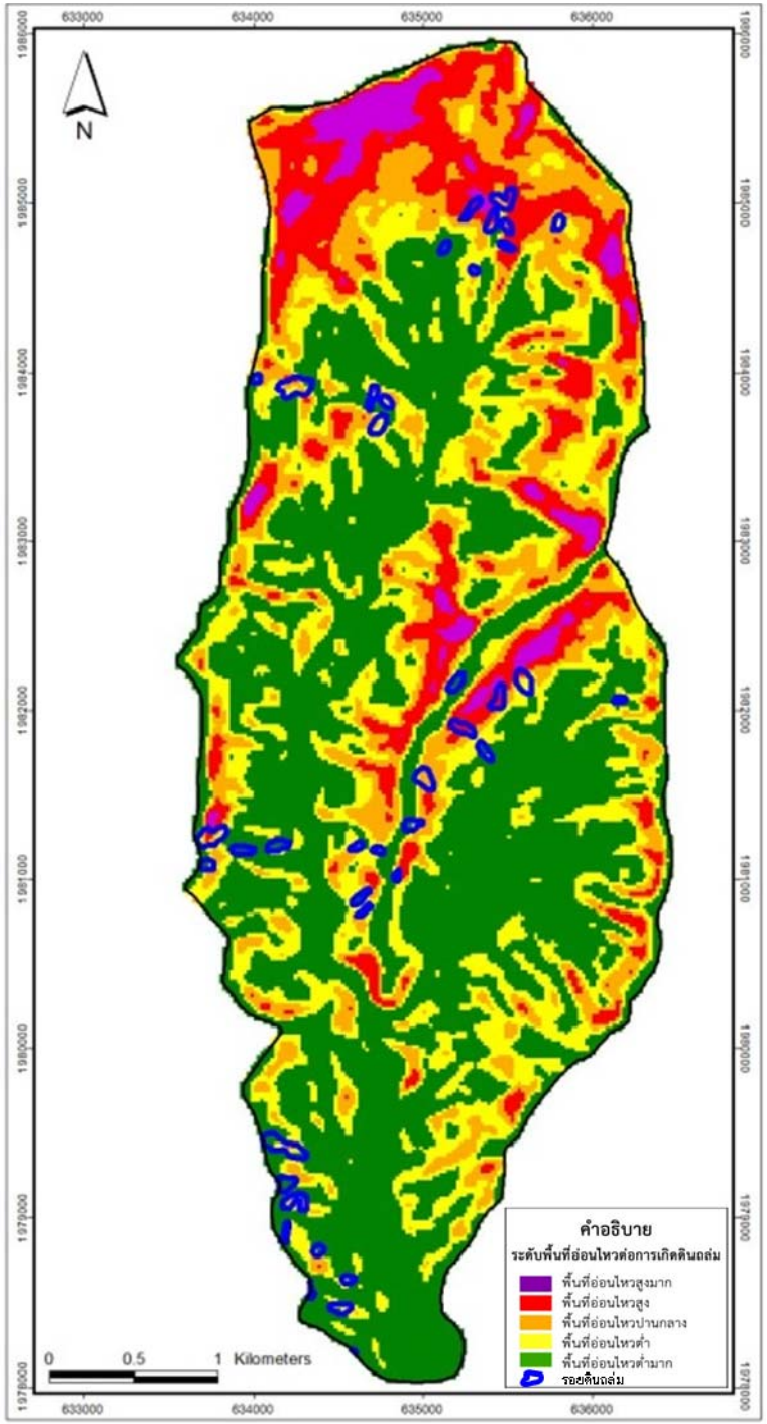
เหตุการณ์ดินถล่มอุตรดิตถ์ 22 พฤษภาคม 2549

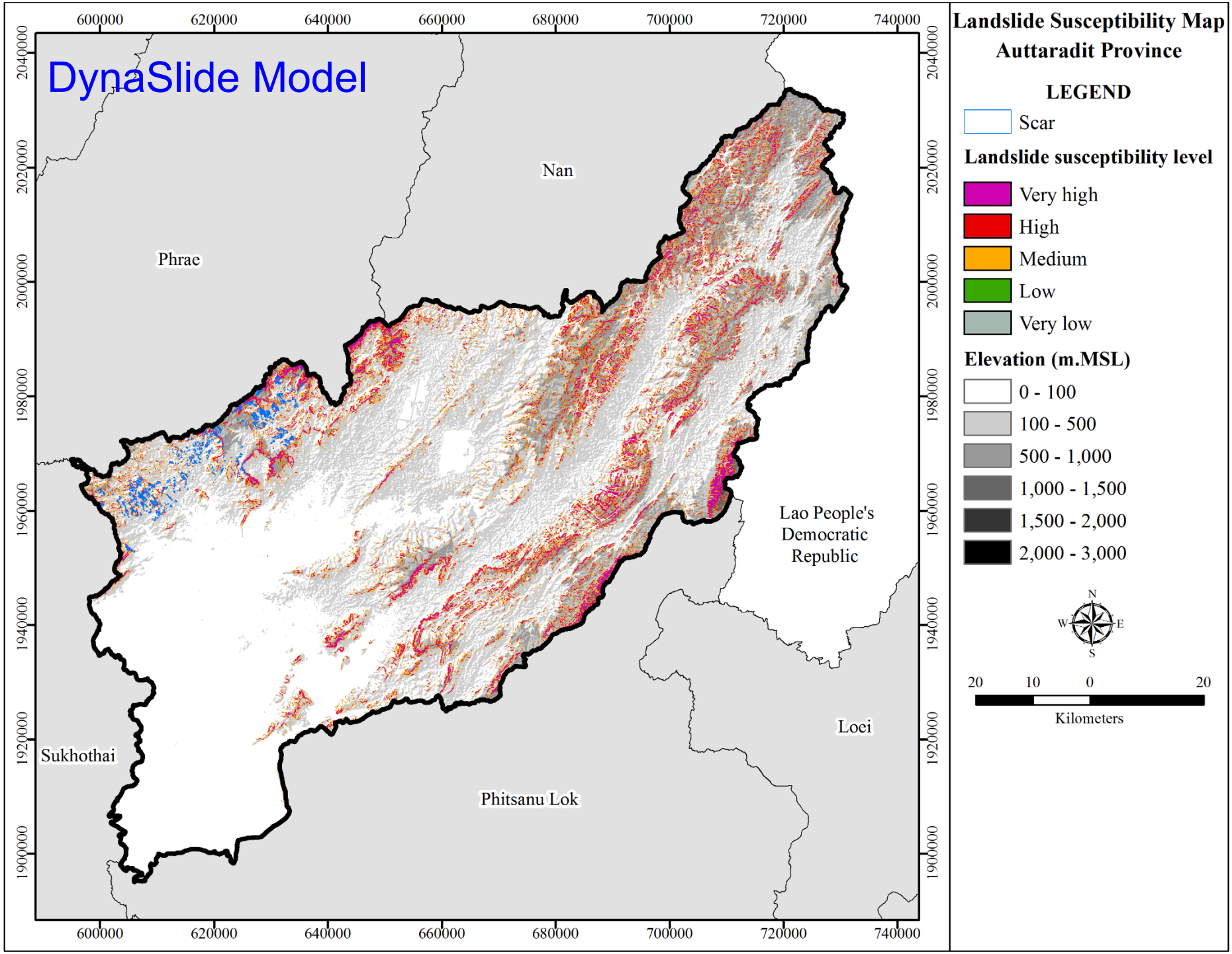


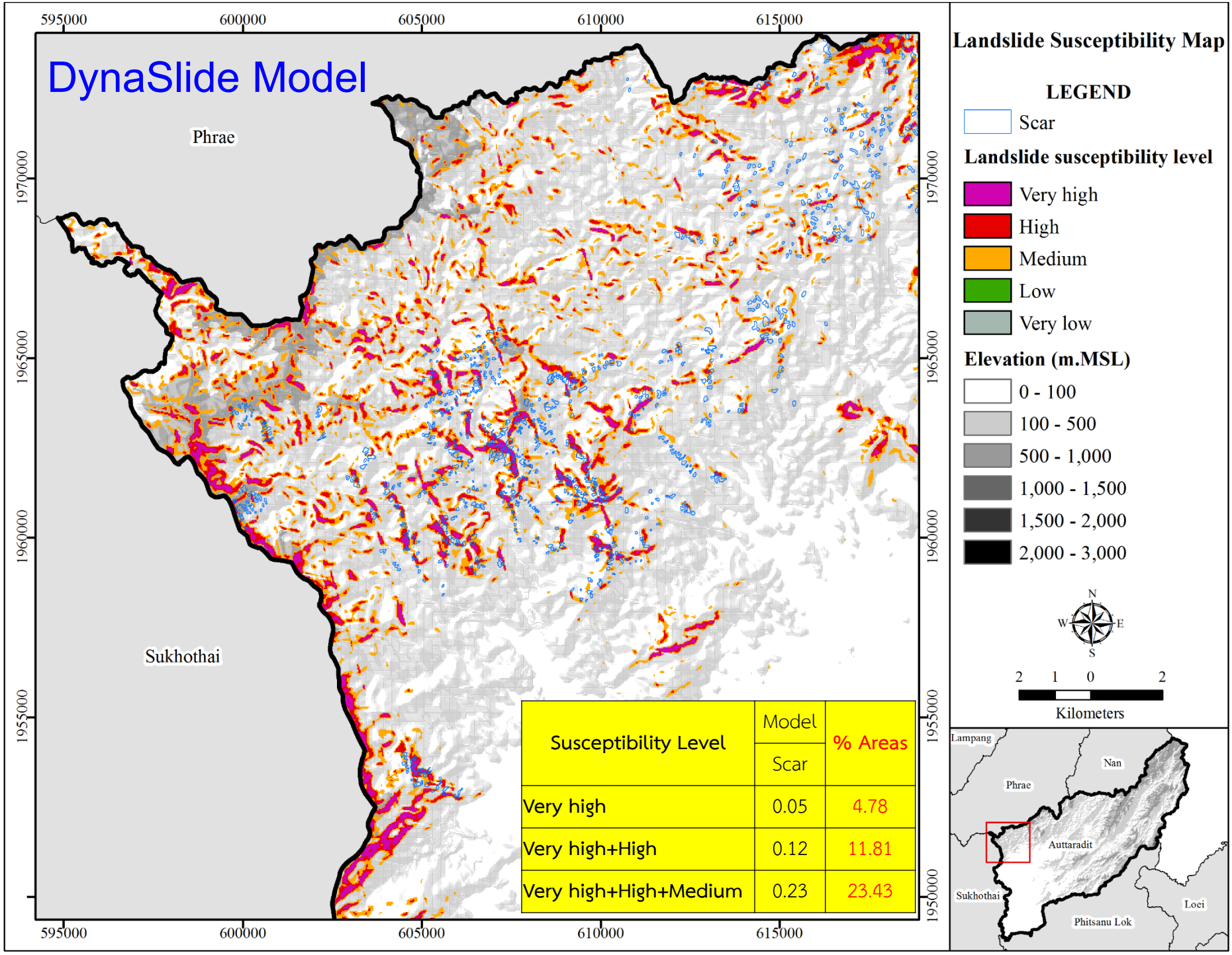
ปริมาณน้ำฝนรายวันจากสถานีตรวจวัด จังหวัดอุตรดิตถ์

ผลเปรียบเทียบร้อยละพื้นที่ดินถล่ม

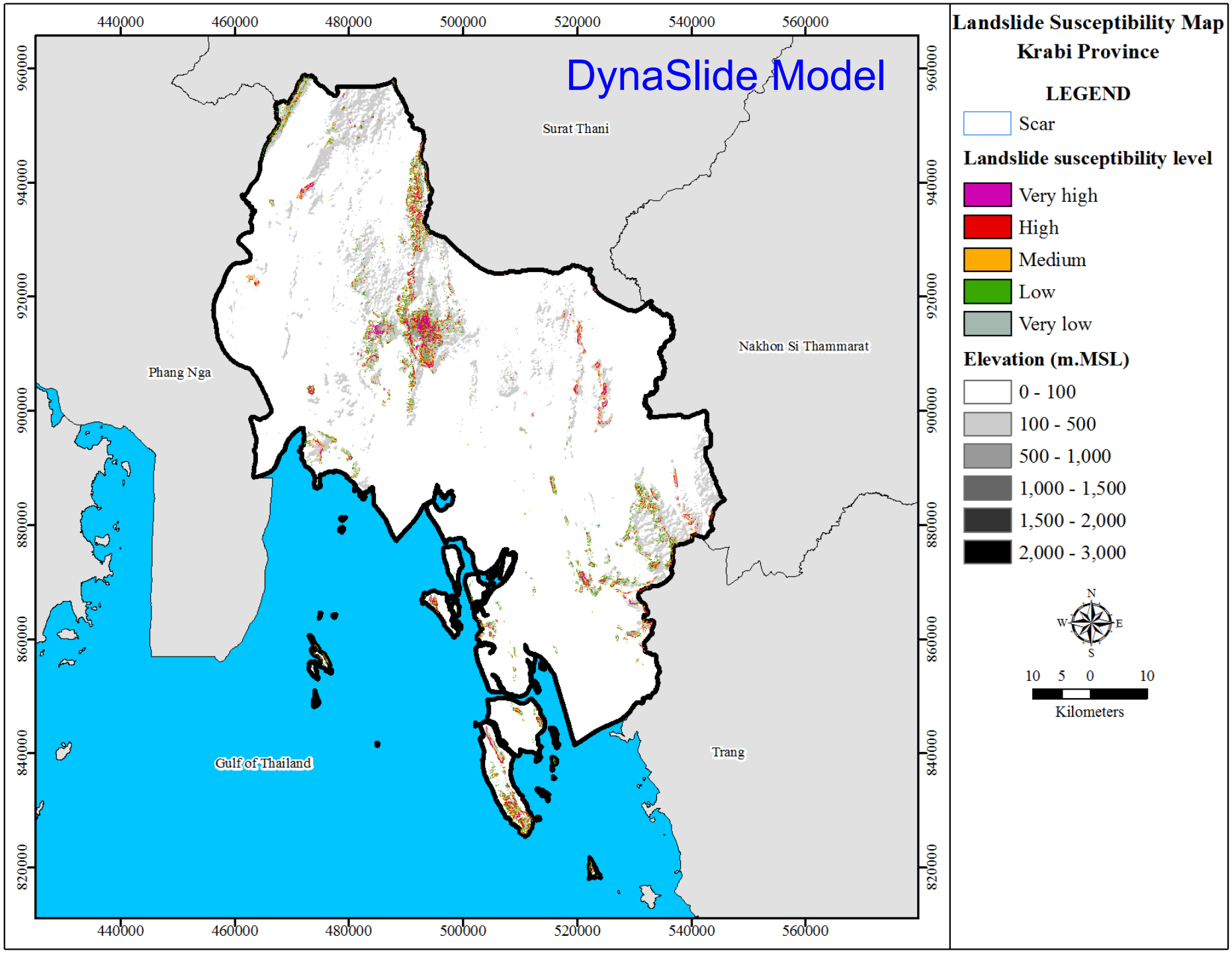
ระดับความอ่อนไหว	อัตราส่วนความปลอดภัย (FS)	พื้นที่รอยดินถล่มที่ตรงกับแบบจำลอง (ตร.ม)	ร้อยละของพื้นที่ดินถล่ม
อ่อนไหวสูงมาก	FS<1.1	1,084.78	0.48
อ่อนไหวสูง	1.1<FS<1.3	38,722.57	17.10
อ่อนไหวปานกลาง	1.3<FS<1.5	50,220.97	22.18
อ่อนไหวต่ำ	1.5<FS<1.8	58,953.30	26.03
อ่อนไหวต่ำมาก	FS>1.8	77,493.29	34.22
รวมพื้นที่จากรอยดินถล่มทั้งหมด		226,474.90	100.00



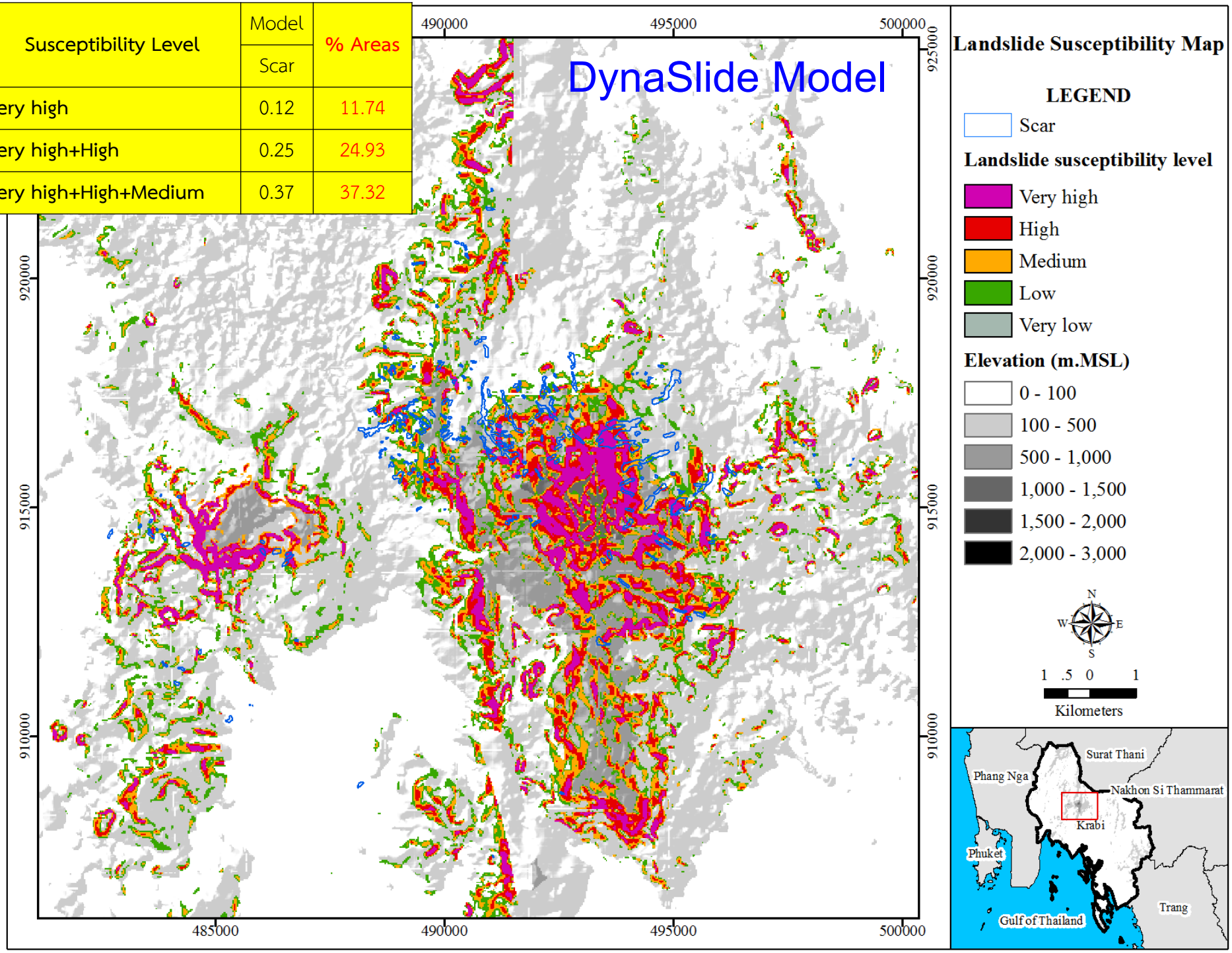

DynaSlide Model
Landslide Susceptibility Map
Auttaradit Province
LEGEND
Scar
Landslide susceptibility level
Very high
High
Medium
Low
Very low
Elevation (m.MSL)
0 - 100
100 - 500
500 - 1,000
1,000 - 1,500
1,500 - 2,000
2,000 - 3,000
N
W
E
S
20 10 0 20
Kilometers
Nan
Phrae
Lao People's Democratic Republic
Loei
Sukhothai
Phitsanu Lok
600000 620000 640000 660000 680000 700000 720000 740000
1900000 1920000 1940000 1960000 1980000 2000000 2020000 2040000



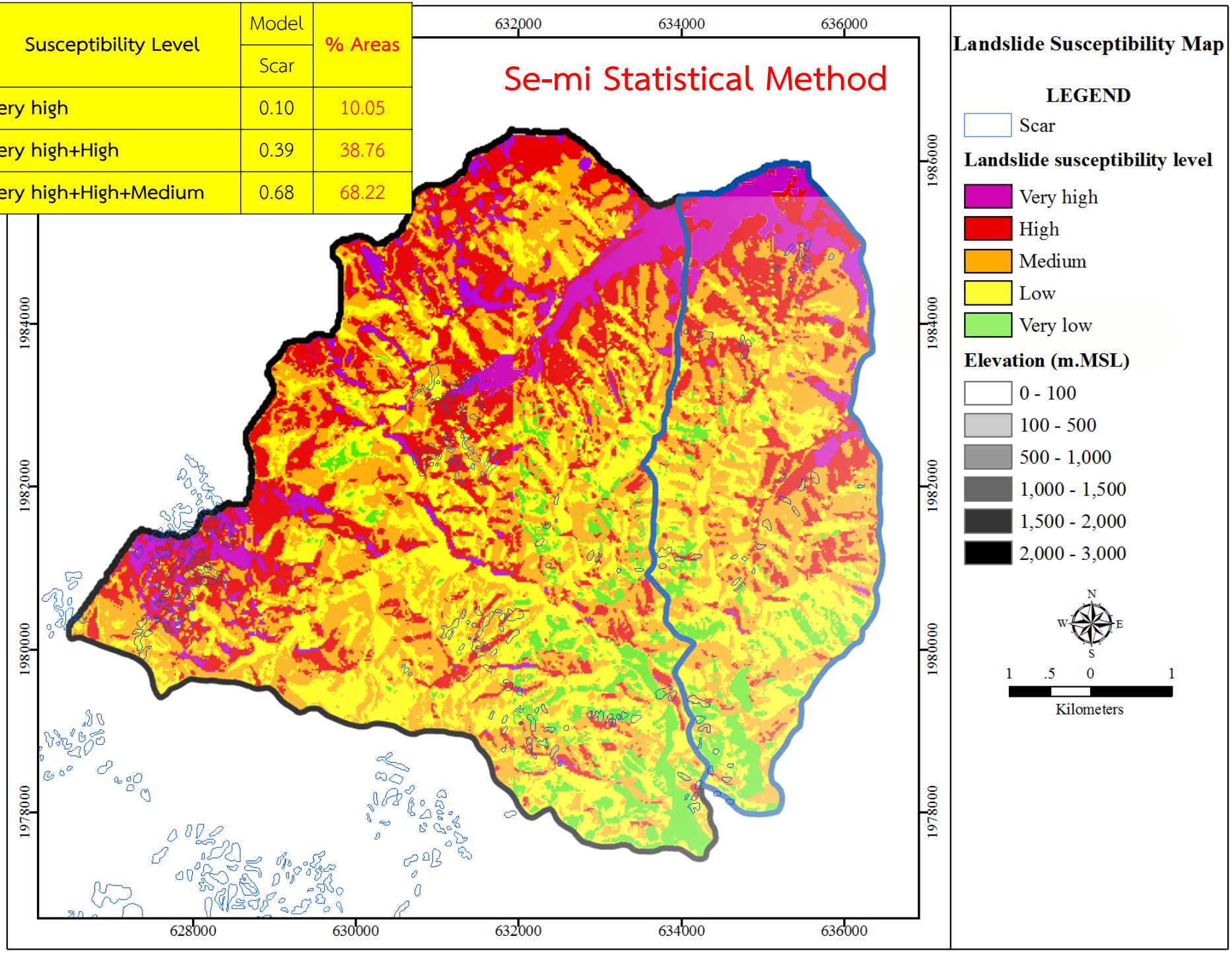
Susceptibility Level	Model	% Areas
	Scar	
Very high	0.05	4.78
Very high+High	0.12	11.81
Very high+High+Medium	0.23	23.43


DynaSlide Model
Landslide Susceptibility Map
Krabi Province
LEGEND
Scar
Landslide susceptibility level
Very high
High
Medium
Low
Very low
Elevation (m.MSL)
0 - 100
100 - 500
500 - 1,000
1,000 - 1,500
1,500 - 2,000
2,000 - 3,000
N
W
E
S
10 5 0 10
Kilometers
Surat Thani
Nakhon Si Thammarat
Phang Nga
Trang
Gulf of Thailand
440000
460000
480000
500000
520000
540000
560000
820000
840000
860000
880000
900000
920000
940000
960000

Susceptibility Level	Model	% Areas
	Scar	
Very high	0.12	11.74
Very high+High	0.25	24.93
Very high+High+Medium	0.37	37.32



Susceptibility Level	Model	% Areas
	Scar	
Very high	0.10	10.05
Very high+High	0.39	38.76
Very high+High+Medium	0.68	68.22



ข้อจำกัดของการตรวจพิสูจน์แบบจำลองละเอียด

1.พฤติกรรมการตกของฝนจริงในพื้นที่มีปัจจัยของทิศทาง จากกระแสลม, ระดับความกดอากาศที่ทำให้การตกของฝนไม่กระจายเท่ากันทั้งพื้นที่ แต่ในแบบจำลองเป็นการตกของฝนในแนวดิ่ง

2.ทิศทางความลาดชัน (Aspect Slope) เมื่อมองในแนวลักษณะของรูปแปลน (Plan View) จึงไม่ทราบถึงทิศทางหรือตำแหน่งของยอดความชัน (Top Slope) ในการแปลรอยดินถล่มจากภาพถ่ายดาวเทียมจึงเป็นการแปลรวมรอยที่มีการไหลลงมาด้านล่างของความชัน (Toe slope) ด้วย

3.ภาพถ่ายดาวเทียมที่นำมาแปลร่องรอยการพิบัติ ในช่วงเวลาที่มีข้อมูลภาพถ่ายจะมีส่วนที่ถูกบังด้วยกลุ่มเมฆ ซึ่งทำให้พื้นที่ในการแปลรอยดินถล่มขาดหายไปบ้าง

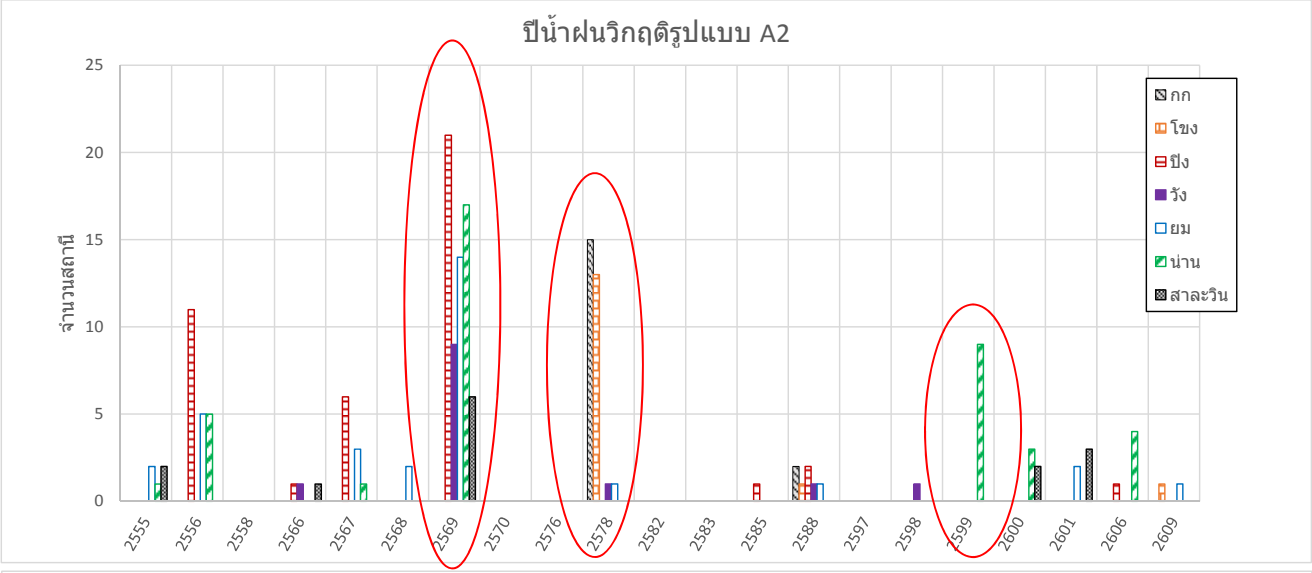
4.เกิดจากตัวแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เอง ซึ่งปัจจัยบางประการที่มีผลต่อการเกิดดินถล่มไม่อาจจำลองสมการทางคณิตศาสตร์เข้าไปในแบบจำลองการวิเคราะห์ได้ เช่น ปัจจัยของการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นต้น

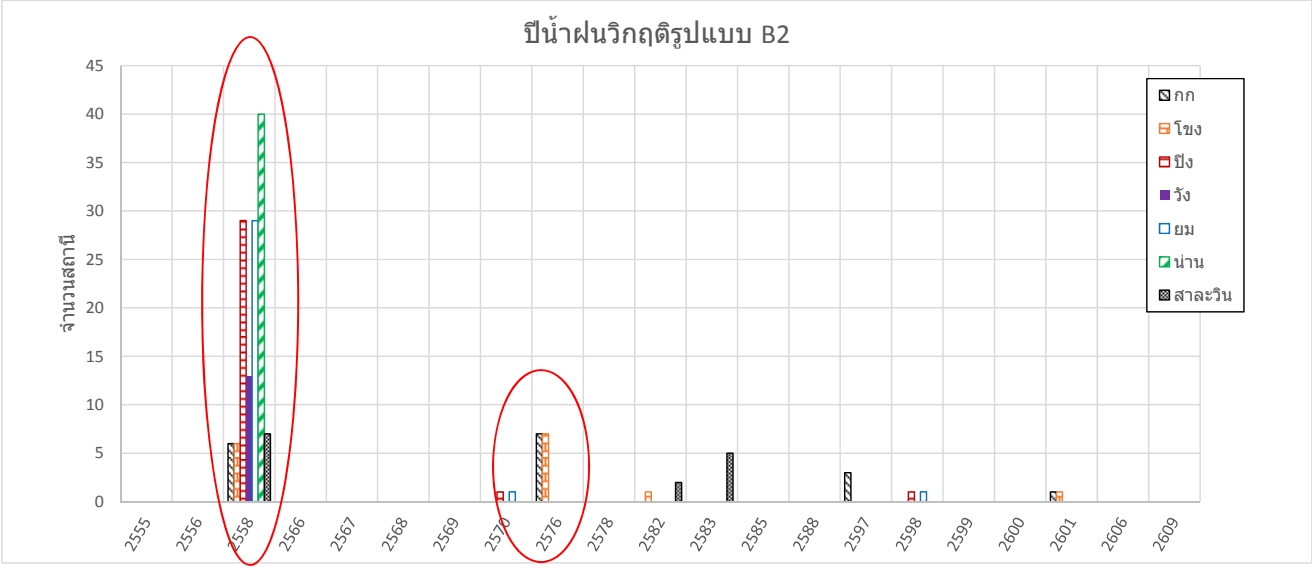
การพิจารณาเลือกแบบจำลองการวิเคราะห์

การใช้แบบจำลองทางธรณีวิศวกรรม DynaSlide Model ซึ่งเป็นแบบจำลองการวิเคราะห์แบบละเอียด ใช้ข้อมูลทางธรณีวิศวกรรมและขั้นตอนการวิเคราะห์ที่ซับซ้อน ทำให้ต้องใช้เวลาค่อนข้างนานและจำกัดพื้นที่ในการวิเคราะห์ เพื่อให้แบบจำลองมีความเหมาะสมสอดคล้องกับข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่นำมาใช้วิเคราะห์ในเชิงภาพรวมของพื้นที่ ดังนั้น คณะที่ปรึกษาจึงขอเสนอให้ใช้แบบจำลองการประเมินพื้นที่การเกิดดินถล่มโดยอาศัยปริมาณน้ำฝนสะสม วิธีการกึ่งสถิติ (Semi-Statistic Method) ซึ่งเป็นแบบจำลองที่ใช้สมการคำนวณที่ไม่ซับซ้อน สามารถวิเคราะห์ในเชิงพื้นที่ได้อย่างง่าย และสอดคล้องกับการวิเคราะห์ทางอุทกวิทยาของกรมทรัพยากรน้ำที่มีความเชี่ยวชาญอยู่แล้ว คือ ค่าดัชนีความชุ่มชื้นของดิน (API) อีกทั้ง สามารถนำแบบจำลองไปประยุกต์ใช้ร่วมกับสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝนและโทรมาตรของกรมทรัพยากรน้ำ เป็นการบูรณาการสร้างระบบเฝ้าระวังและเตือนภัยดินถล่มโดยกรมทรัพยากรน้ำได้ในอนาคตอีกด้วย

ผลการวิเคราะห์พื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่ม จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ/สภาวะโลกร้อน

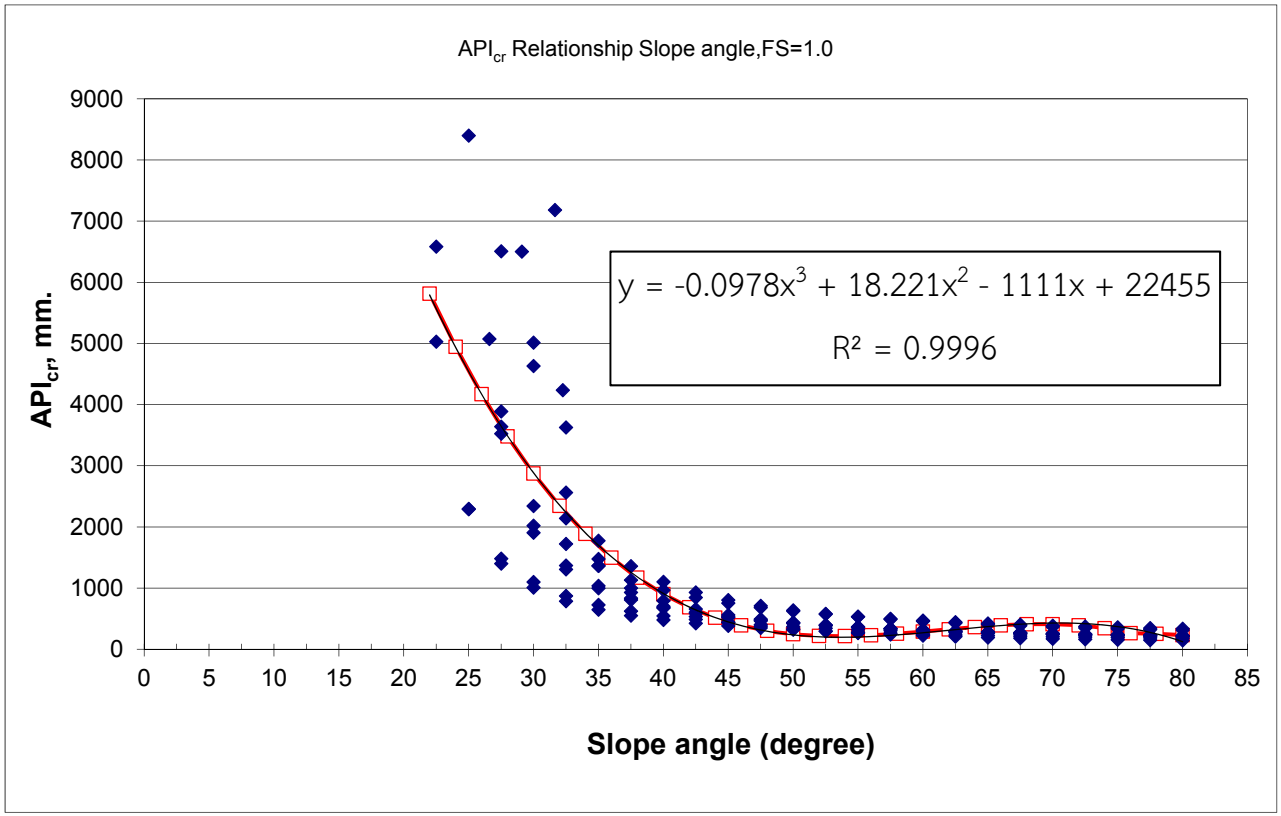
1. การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ใช้วิเคราะห์ในแบบจำลอง





PRECIS Scenario	ปีวิกฤตปริมาณน้ำฝนมากสุด
A2	พ.ศ. 2569
	พ.ศ. 2578
	พ.ศ. 2599
B2	พ.ศ. 2558
	พ.ศ. 2576

2. ความสัมพันธ์ของค่า APIcr ในแต่ละความลาดชัน



$y = ax^3 + bx^2 + cx + d$					
$y = -0.0978x^3 + 18.221x^2 - 1111x + 22455$, $R^2=0.9996$					
y =	a	b	c	d	R^2
API_{cr} =	-0.0978	18.221	-1111	22455	0.9996

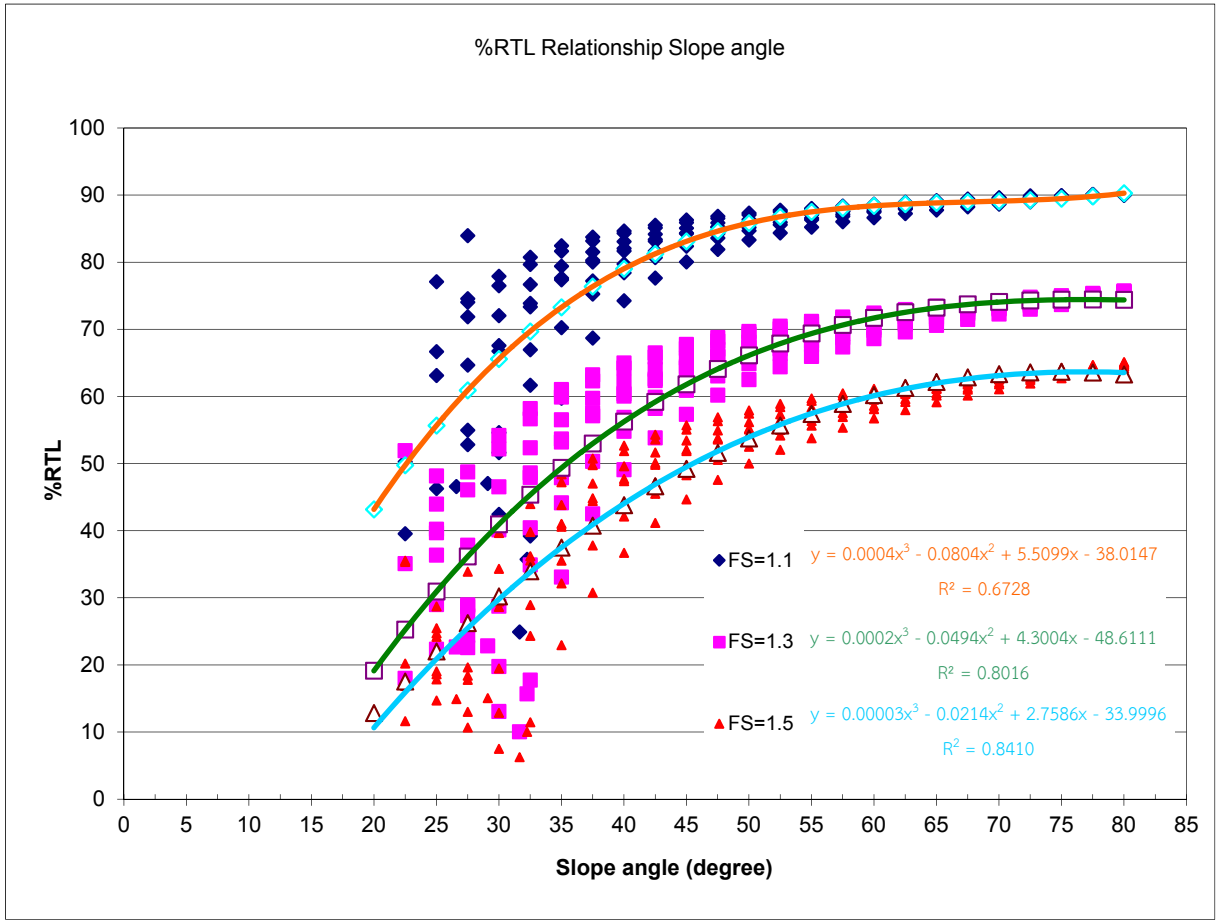
3. เกณฑ์กำหนดระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่มจากความสัมพันธ์ค่า %RTL

ระดับความอ่อนไหวสูงมาก FS<1.1

ระดับความอ่อนไหวสูง 1.1<FS<1.3

ระดับความอ่อนไหวปานกลาง 1.3<FS<1.5

ระดับความอ่อนไหวต่ำ FS>1.5



FS	$y = ax^3 + bx^2 + cx + d$						Equation
	y =	a	b	c	d	R^2	
1.1	%RTL =	0.00040	-0.08040	5.50990	-38.01470	0.67280	1
1.3	%RTL =	0.00020	-0.04940	4.30040	-48.61110	0.80160	2
1.5	%RTL =	0.00003	-0.02140	2.75860	-33.99960	0.84100	3

ระบบคาดการณ์พื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่ม จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ/สภาวะโลกร้อน

HOME PRECIS %RTL Model

K_t Kt อัตราส่วนการลดของปริมาณน้ำในดิน (0.8-1.0) DWR

API_{min} API ต่ำสุดที่อยู่ในมวลดิน

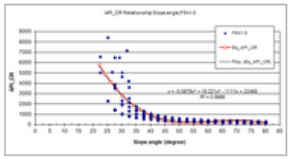
$API_{cr} = a(slope)^3 + b(slope)^2 + c(slope) + d$ API วิกฤต

a

b

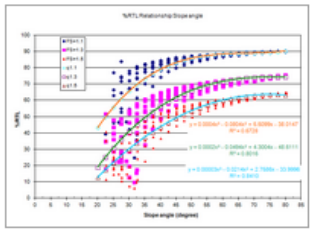
c

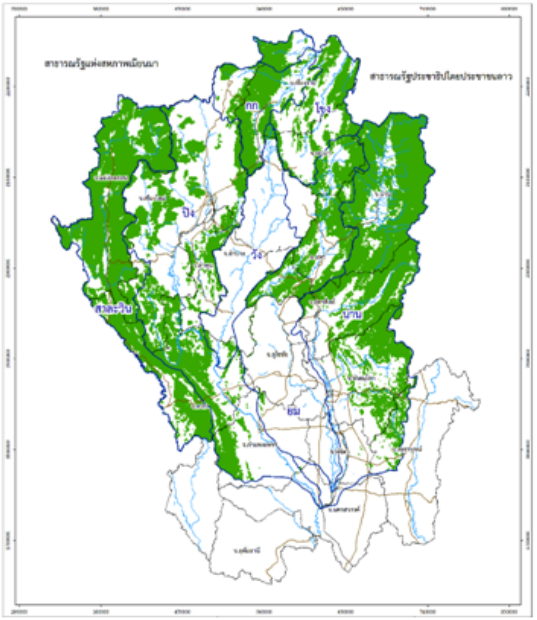
d



$\%RTL = a(slope)^3 + b(slope)^2 + c(slope) + d$ %RTL

FS	1.1	1.3	1.5
a			
b			
c			
d			





เลือกฝนคาดการณ์ในการวิเคราะห์

เลือกไฟล์ ไม่ได้เลือกไฟล์ใด

Upload File

RUN

OPEN

ระบบคาดการณ์พื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่ม จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ/สภาวะโลกร้อน

HOME | PRECIS | %RTL Model

K_t

API_{min}

API_{cr}

a

b

c

d

%RTL

FS

a

b

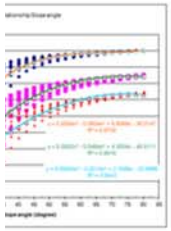
c

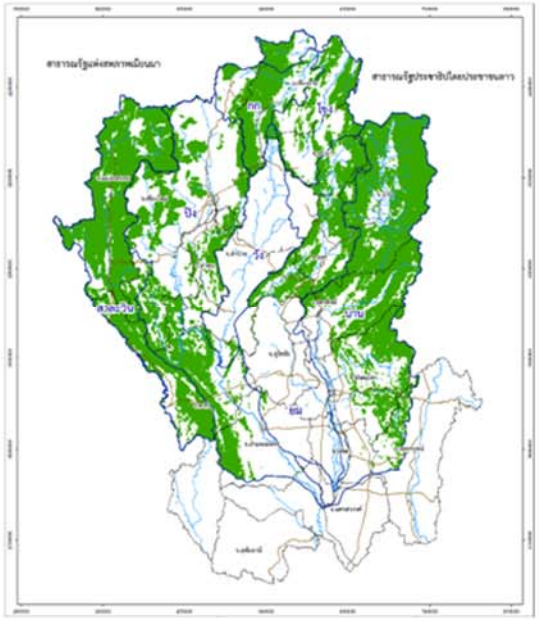
d

Kt

January	0.88
February	0.84
March	0.79
April	0.79
May	0.81
June	0.90
July	0.90
August	0.91
September	0.87
October	0.85
November	0.88
December	0.84

OK | Cancel





RUN

OPEN

ระบบคาดการณ์พื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่ม จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ/สภาวะโลกร้อน

HOME | PRECIS | %RTL Model

K_t [Kt] อัตราส่วนการลดของปริมาณน้ำในดิน (0.8-1.0)

API_{min} [ ] API ต่ำสุดที่อยู่ในมวลดิน

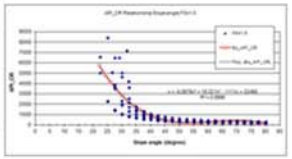
$API_{cr} = a(slope)^3 + b(slope)^2 + c(slope) + d$

a [ ]

b [ ]

c [ ]

d [ ]



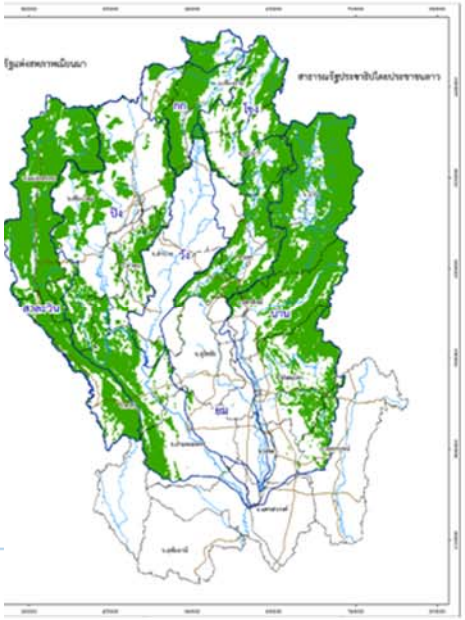
$\%RTL = a(slope)^3 + b(slope)^2 + c(slope) + d$

FS	1.1	1.3	1.5
a			
b			
c			
d			

DWR

January	0.88
February	0.84
March	0.79
April	0.79
May	0.81
June	0.90
July	0.90
August	0.91
September	0.87
October	0.85
November	0.88
December	0.89
Annual_K	0.84

Cancel



เลือกฝนคาดการณ์ในการวิเคราะห์

เลือกไฟล์ ไม่ได้เลือกไฟล์ใด

Upload File

RUN

OPEN

ระบบคาดการณ์พื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่ม จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ/สภาวะโลกร้อน

HOME | PRECIS | %RTL Model

K_t [Kt] อัตราส่วนการลดของปริมาณน้ำในดิน (0.8-1.0) [DWR]

API_{min} [ ] API ต่ำสุดที่อยู่ในมวลดิน

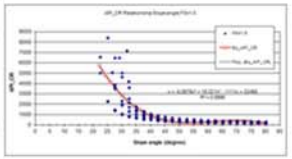
$API_{cr} = a(slope)^3 + b(slope)^2 + c(slope) + d$

a [ ]

b [ ]

c [ ]

d [ ]



$\%RTL = a(slope)^3 + b(slope)^2 + c(slope) + d$

FS	1.1	1.3	1.5
a			
b			
c			
d			

เลือกฝนคาดการณ์ในการวิเคราะห์

[เลือกไฟล์] ไม่ได้เลือกไฟล์ใด

[Upload File]

[RUN]

[OPEN]

APIcr

$y = ax^3 + bx^2 + cx + d$

$y = -0.978x^3 + 18.221x^2 - 1111x + 22455$, R2 = 0.996

y	APIcr
a	-0.0978
b	18.221
c	-1111
d	22455
R2	0.9996

[Cancel]

ระบบคาดการณ์พื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่ม จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ/สภาวะโลกร้อน

HOME | PRECIS | %RTL Model

K_t [Kt] อัตราส่วนการลดของปริมาณน้ำในดิน (0.8-1.0) [DWR]

API_{min} [ ] API ต่ำสุดที่อยู่ในมวลดิน

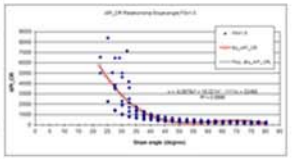
$API_{cr} = a(slope)^3 + b(slope)^2 + c(slope) + d$ [API วิกฤต]

a [ ]

b [ ]

c [ ]

d [ ]



$\%RTL = a(slope)^3 + b(slope)^2 + c(slope) + d$

FS	1.1	1.3	1.5
a			
b			
c			
d			

%RTL

FS	$y = ax^3 + bx^2 + cx + d$						Equation
	y =	a	b	c	d	R2	
1.1	%RTL =	0.0004	-0.0804	5.5099	-38.0147	0.6728	1
1.2	%RTL =	0.0002	-0.0494	4.3004	-48.6111	0.8016	2
1.3	%RTL =	0.00003	-0.0214	2.7586	-33.9996	0.841	3

เลือกฝนคาดการณ์ในการวิเคราะห์

[เลือกไฟล์] ไม่ได้เลือกไฟล์ใด

[Upload File]

[RUN]

[OPEN]

[Cancel]

ระบบคาดการณ์พื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่ม จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ/สภาวะโลกร้อน

HOME PRECIS %RTL Model

K_t Kt อัตราส่วนการลดของปริมาณน้ำในดิน (0.8-1.0) DWR

API_{min} API ต่ำสุดที่อยู่ในมวลดิน

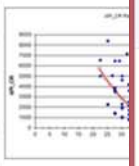
$API_{cr} = a(slope)^3 + b(slope)^2 + c(sl$

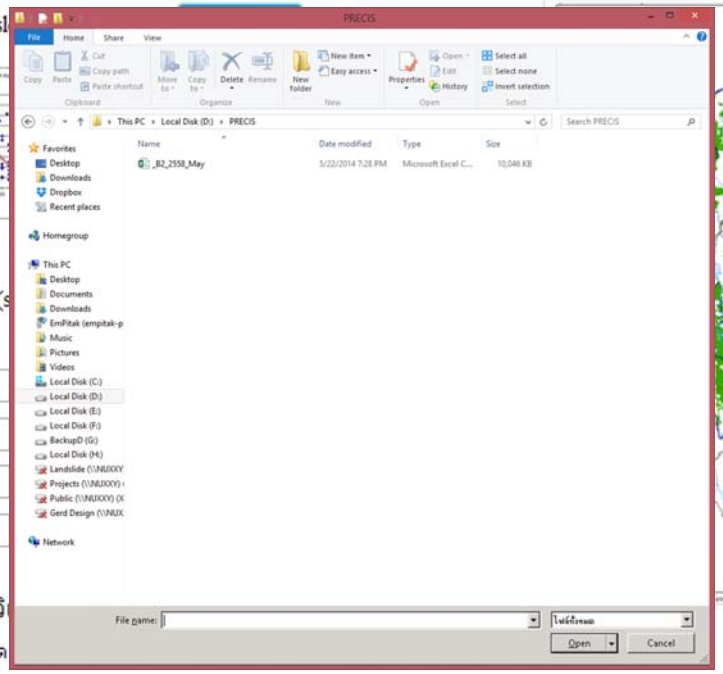
a

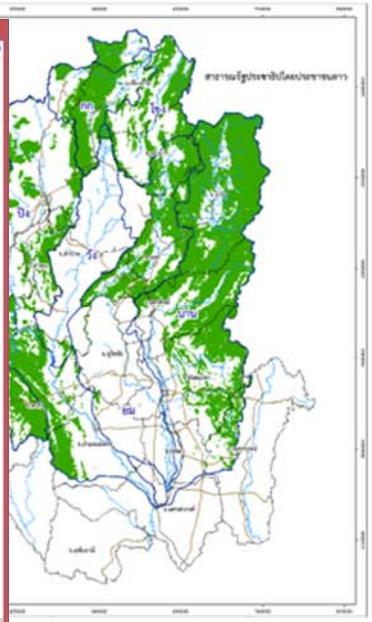
b

c

d







$\%RTL = a(slope)^3 + b(slope)^2 + c(s$

FS	1.1	1.3
a		
b		
c		
d		

เลือกฝนคาดการณ์ในการวิ

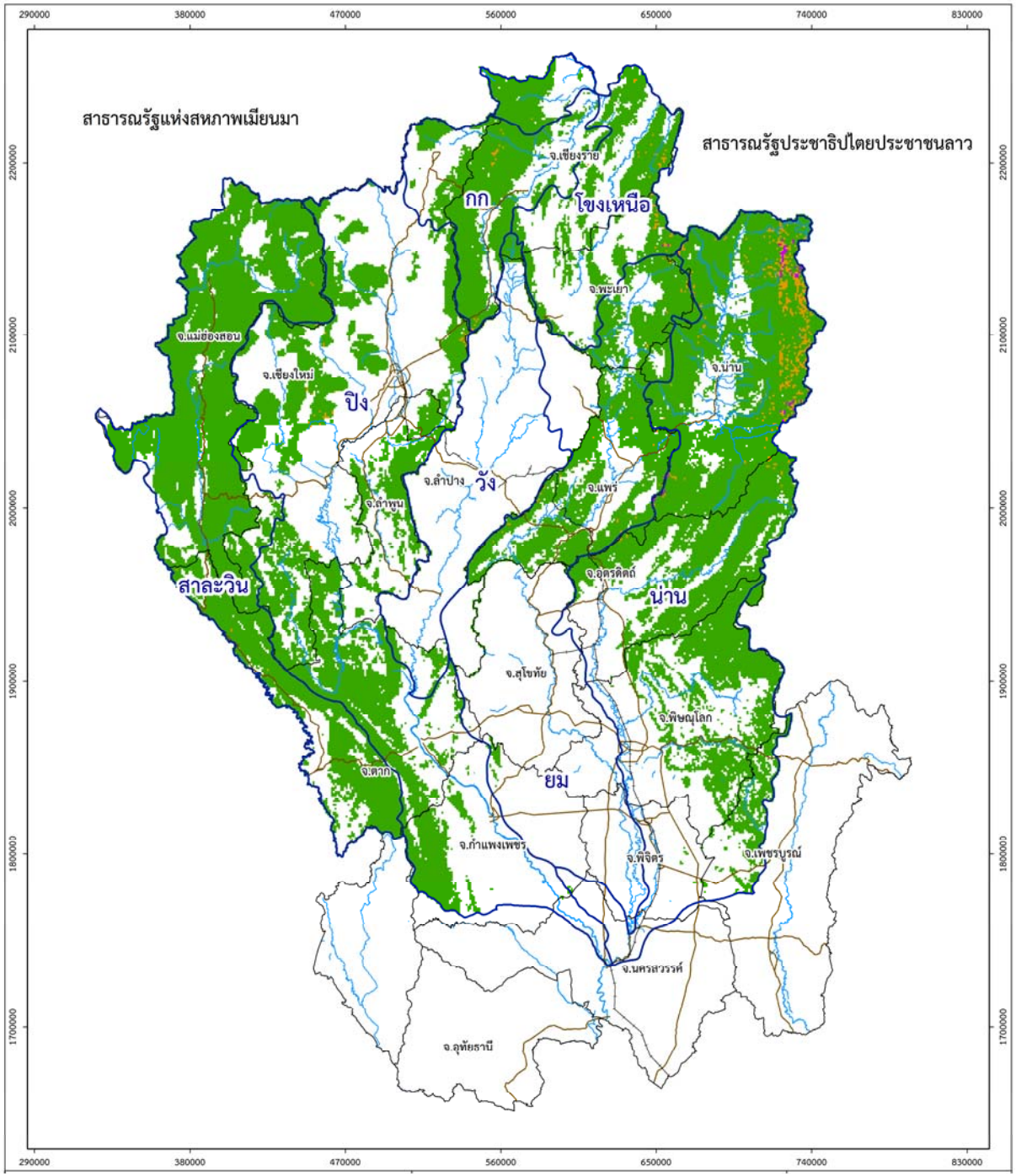
เลือกไฟล์ ไม่ได้เลือกไฟล์ใด

Upload File

RUN

OPEN

PRECIS SCENARIO A2



แผนที่แสดงพื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่ม
จากข้อมูลคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนปีอนาคต (PRECIS Scenario A2)
วันที่ 24 พฤษภาคม 2558

สัญลักษณ์

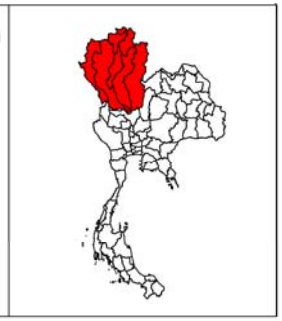
- แม่น้ำ
- ถนน
- ทางรถไฟ

ระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่ม

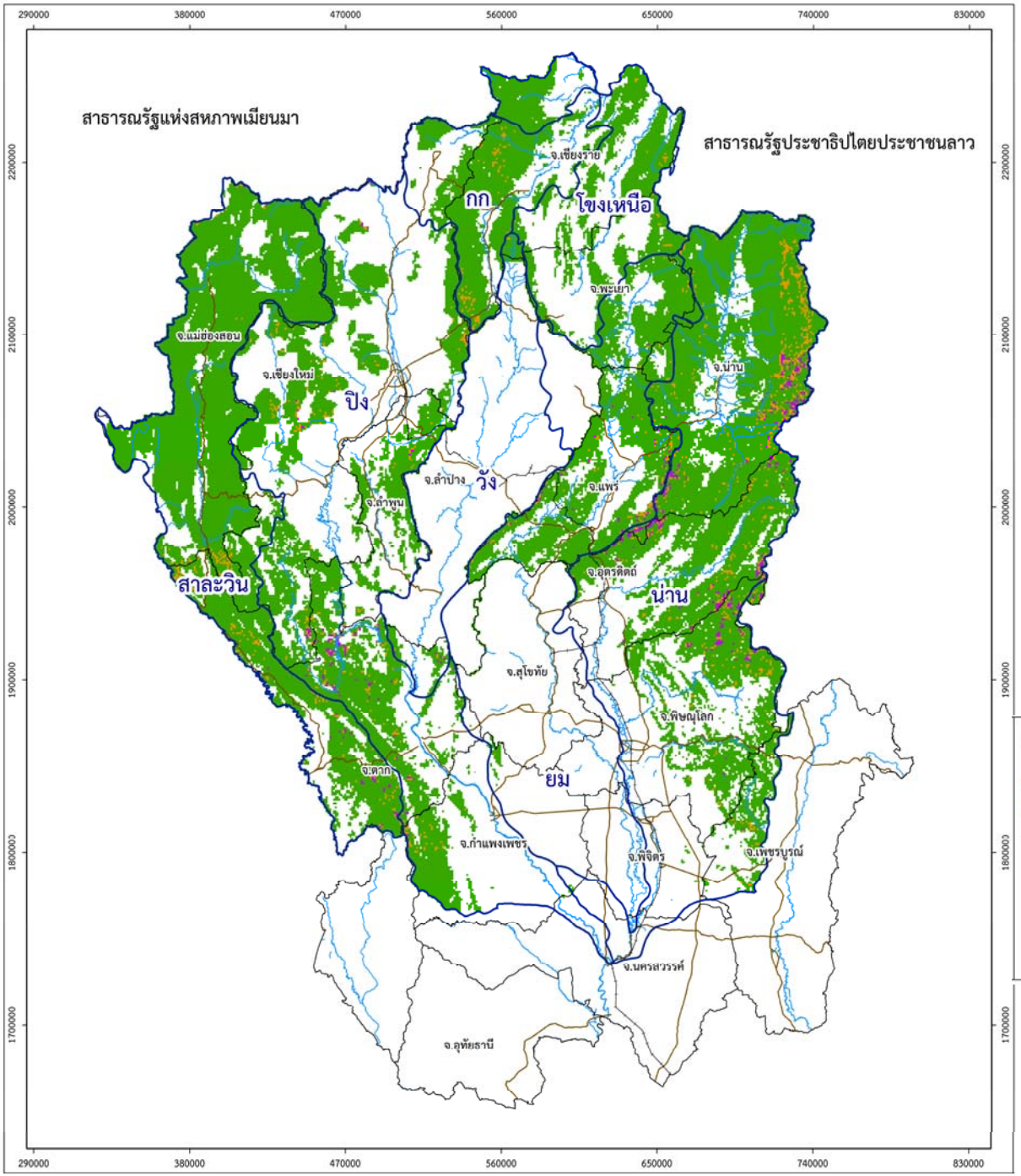
- สูงมาก
- สูง
- ปานกลาง
- ต่ำ

N W E S

40 20 0 40
Kilometers



PRECIS SCENARIO A2



แผนที่แสดงพื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่ม
จากข้อมูลคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนปีอนาคต (PRECIS Scenario A2)
วันที่ 28 พฤษภาคม 2569

สัญลักษณ์

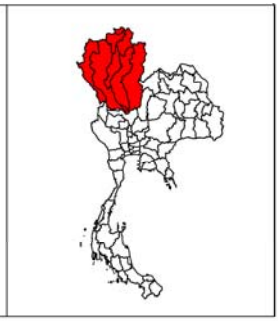
- แม่น้ำ
- ถนน
- ทางรถไฟ

ระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่ม

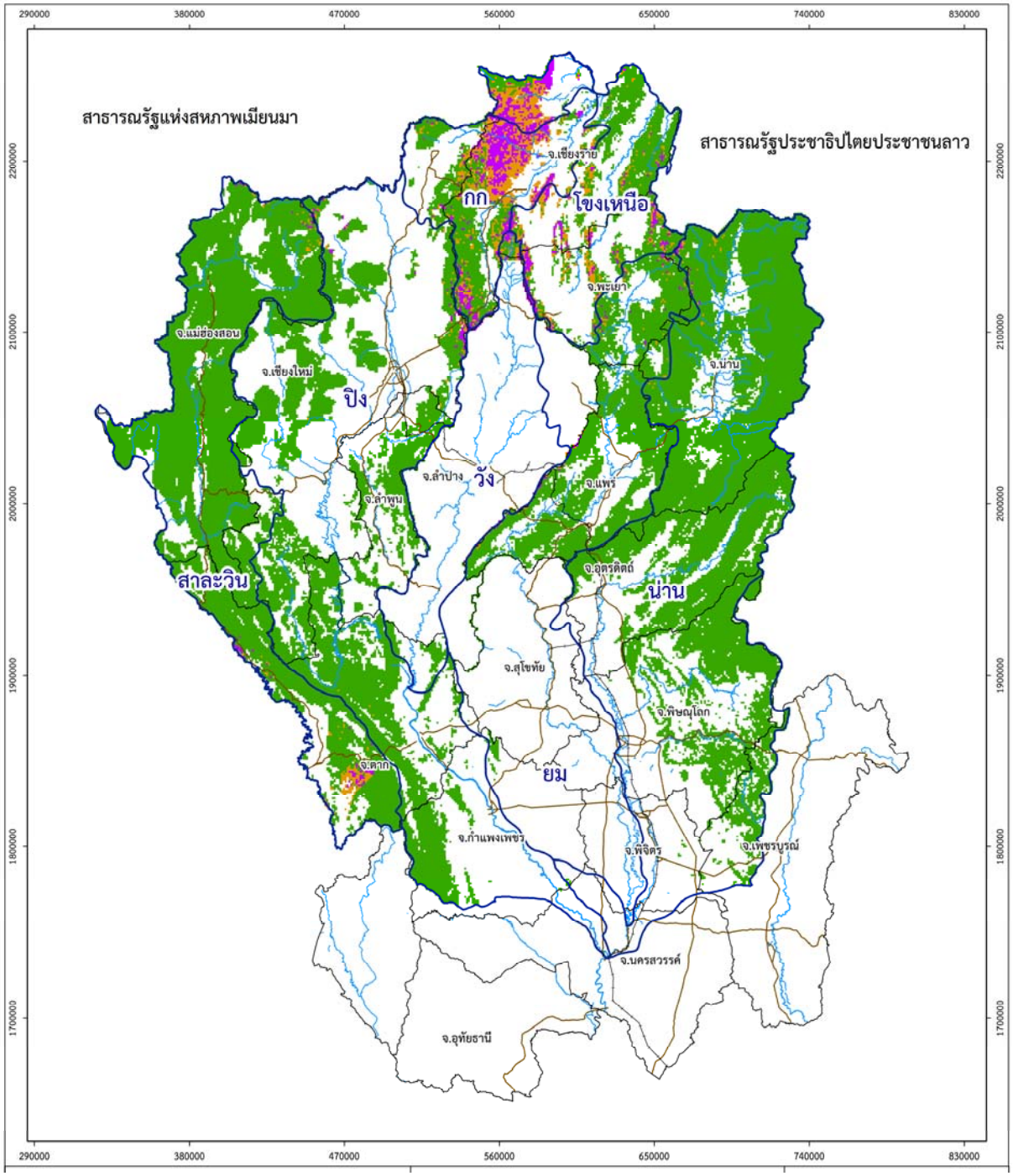
- สูงมาก
- สูง
- ปานกลาง
- ต่ำ

N W E S

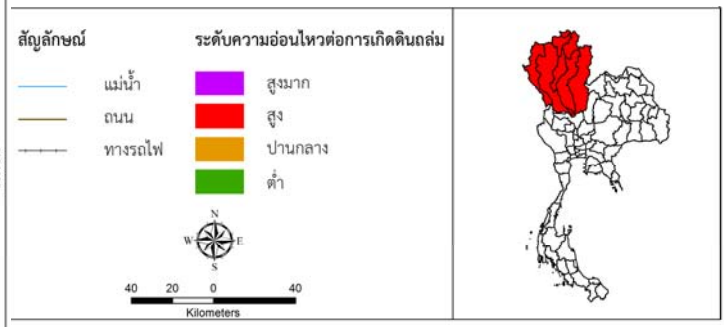
40 20 0 40
Kilometers



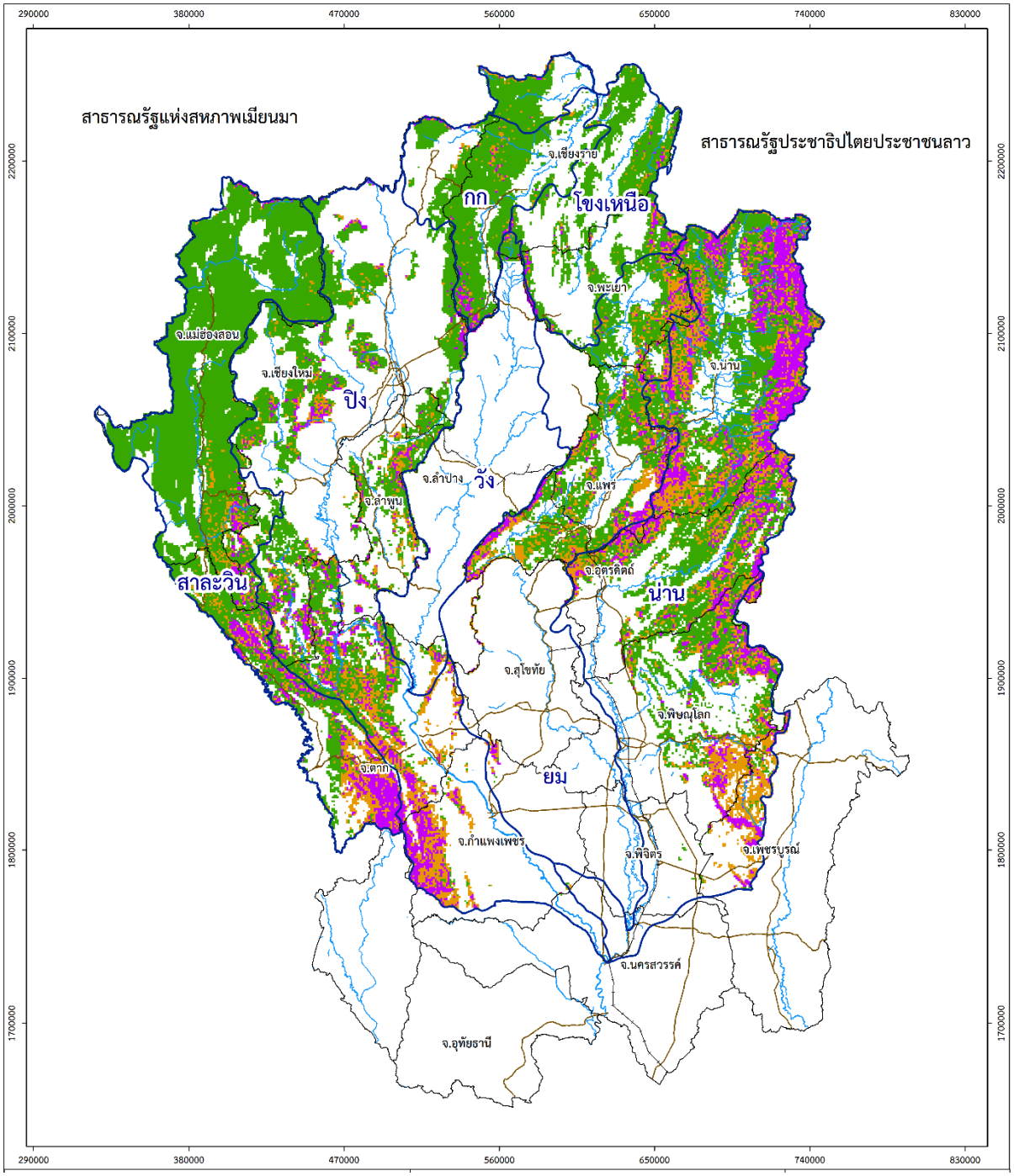
PRECIS SCENARIO A2



แผนที่แสดงพื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่ม
จากข้อมูลคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนปีอนาคต (PRECIS Scenario A2)
วันที่ 28 เมษายน 2578



PRECIS SCENARIO B2



แผนที่แสดงพื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่ม
จากข้อมูลคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนปีอนาคต (PRECIS Scenario B2)
วันที่ 24 พฤษภาคม 2558

สัญลักษณ์

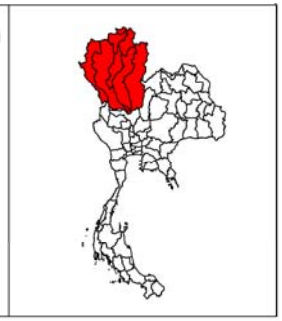
- แม่น้ำ
- ถนน
- ทางรถไฟ

ระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่ม

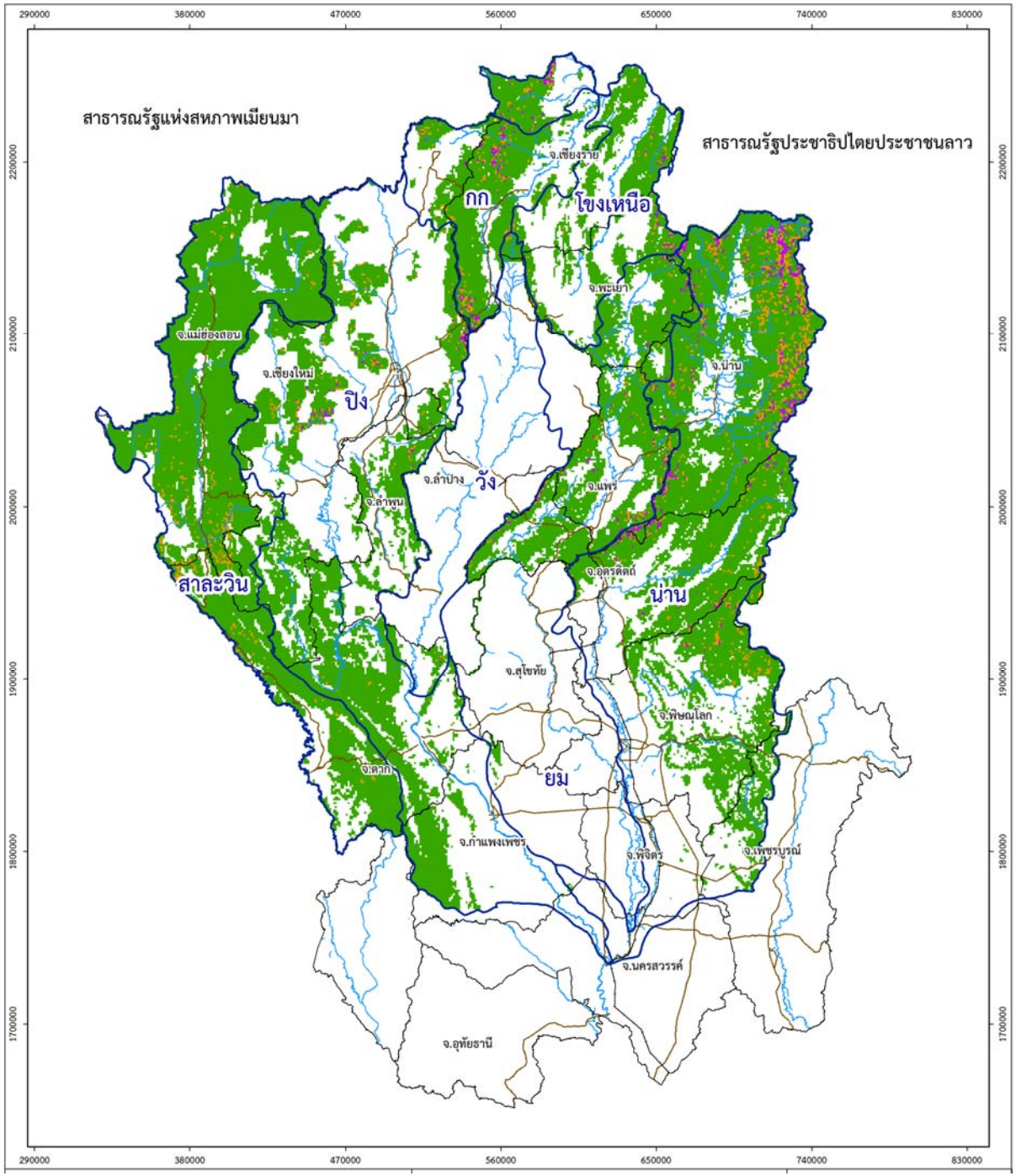
- สูงมาก
- สูง
- ปานกลาง
- ต่ำ

N W E S

40 20 0 40
Kilometers



PRECIS SCENARIO B2



แผนที่แสดงพื้นที่อ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่ม
จากข้อมูลคาดการณ์ปริมาณน้ำฝนปีอนาคต (PRECIS Scenario B2)
วันที่ 16 พฤษภาคม 2576

สัญลักษณ์

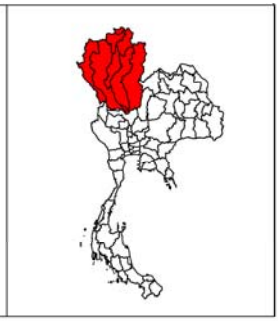
- แม่น้ำ
- ถนน
- ทางรถไฟ

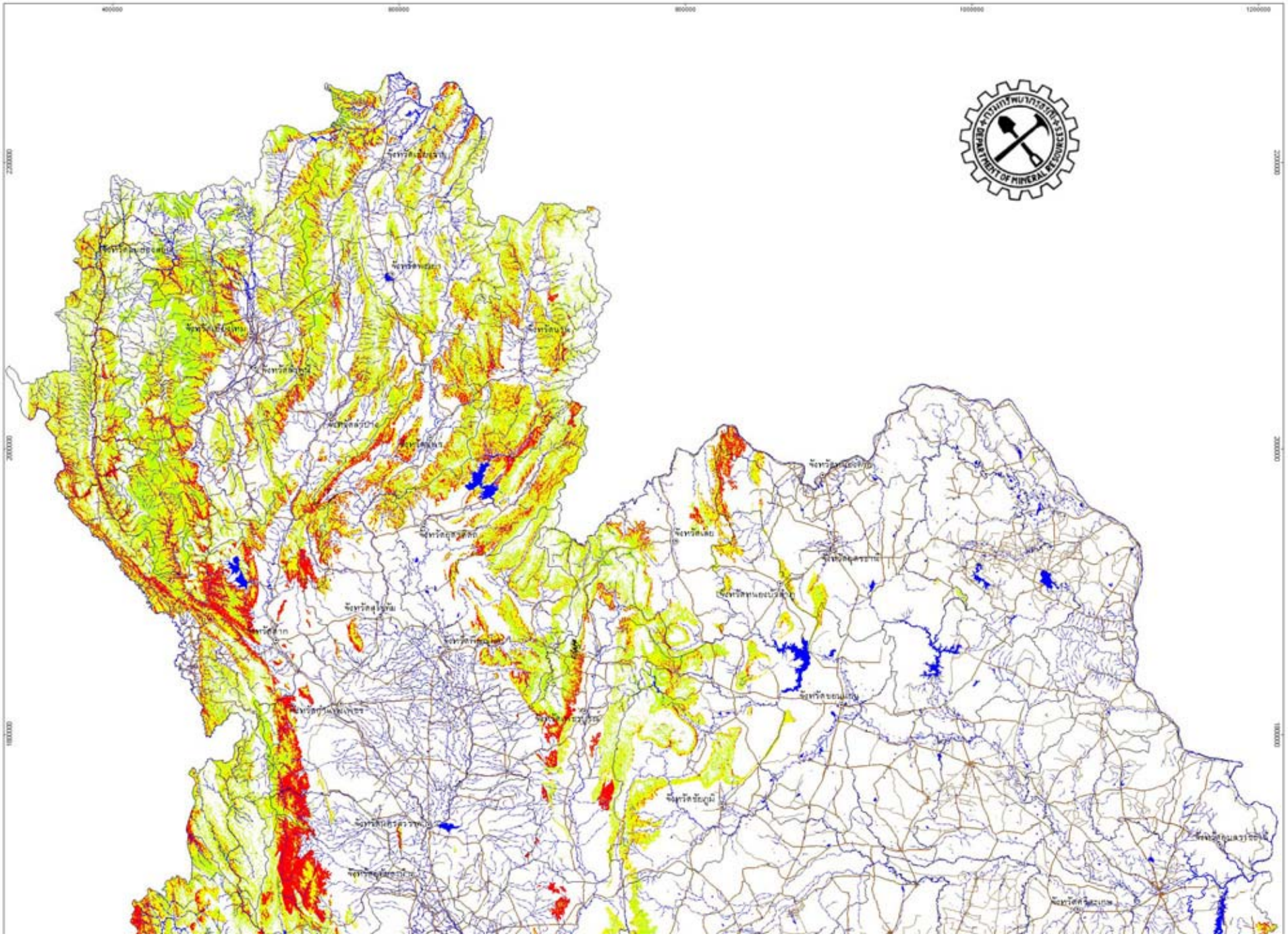
ระดับความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่ม

- สูงมาก
- สูง
- ปานกลาง
- ต่ำ

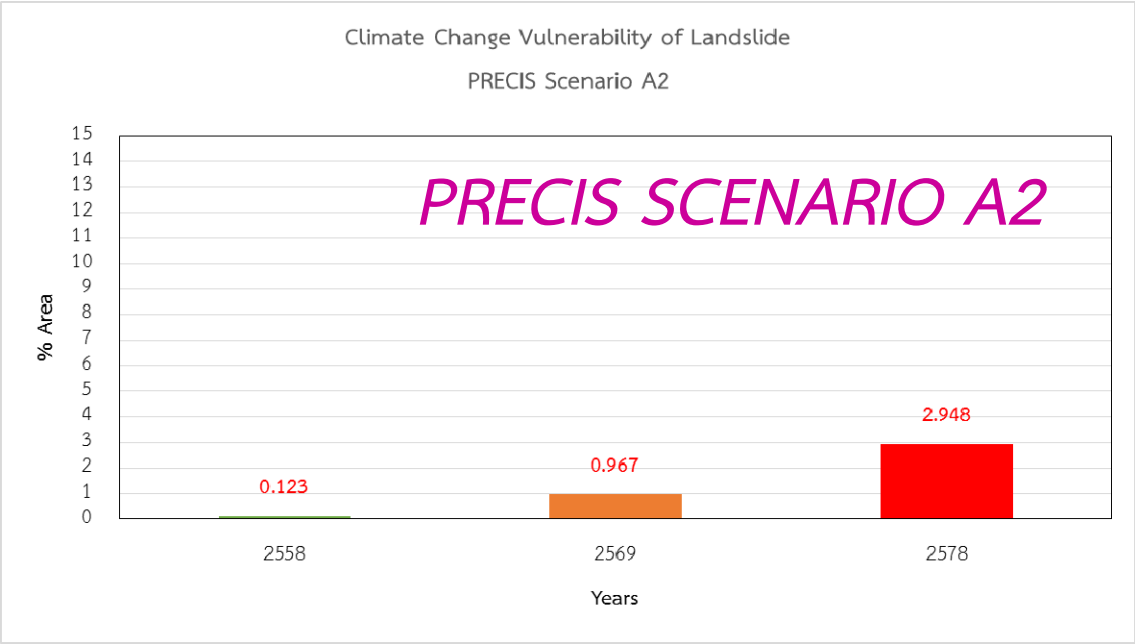
N W E S

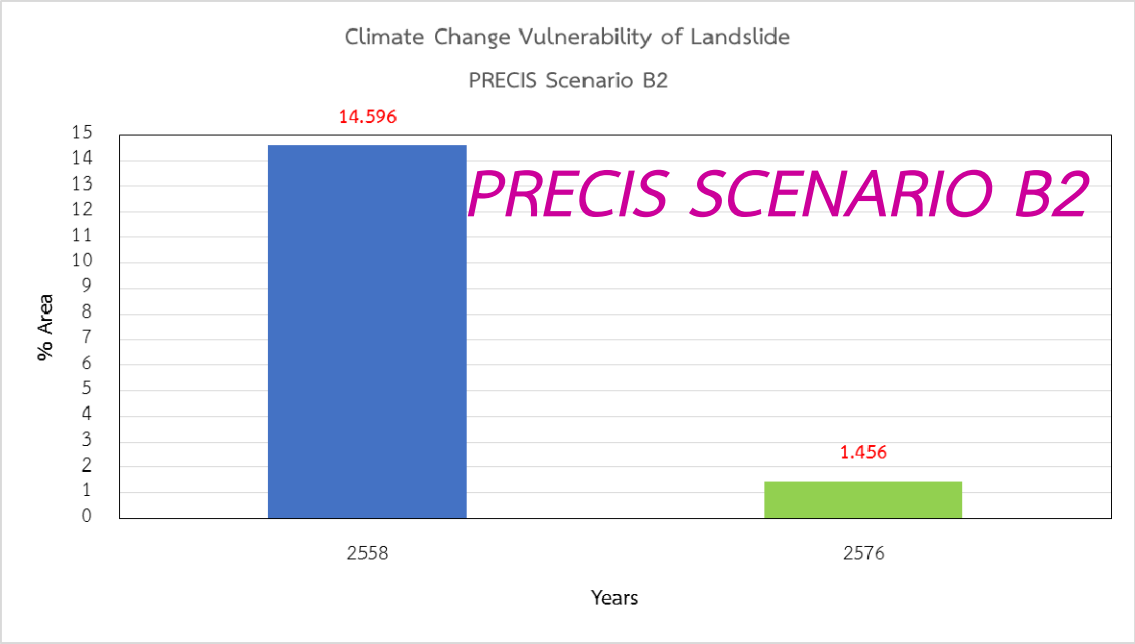
40 20 0 40
Kilometers




400000
800000
1000000
1200000
2200000
2000000
1800000

ร้อยละพื้นที่การเกิดดินถล่ม จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ/สภาวะโลก





มาตรการรับมือกับปัญหาอุทกภัย/ดินถล่ม
จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ/สภาวะโลกร้อน

การจัดการภัยดินถล่ม

ปัญหา	เครื่องมือ	มาตรการ
เกิดที่ใด ระดับโอกาสในการเกิด	Hazard and Susceptibility map	จำกัดการก่อสร้างในพื้นที่
ผลกระทบเป็นอย่างไร	Flow model, Flood Model	zoning
พื้นที่ใดเสี่ยง	Risk map	zoning/ ประกัน
ลำดับพื้นที่เสี่ยง	Risk prioritization	การจัดสรรงบประมาณ
เกิดเมื่อไร	Direct and indirect warning	กำหนดเกณฑ์การเตือนภัย
การเตือนภัยและอพยพ	Community corporation	ขบวนการกำหนดจากชุมชน
การป้องกัน/ลดผลกระทบ	Engineering Structures	บำรุงรักษา
<u>เกิดเมื่อไรและที่ไหน</u>	<u>Dynamic hazard map</u>	

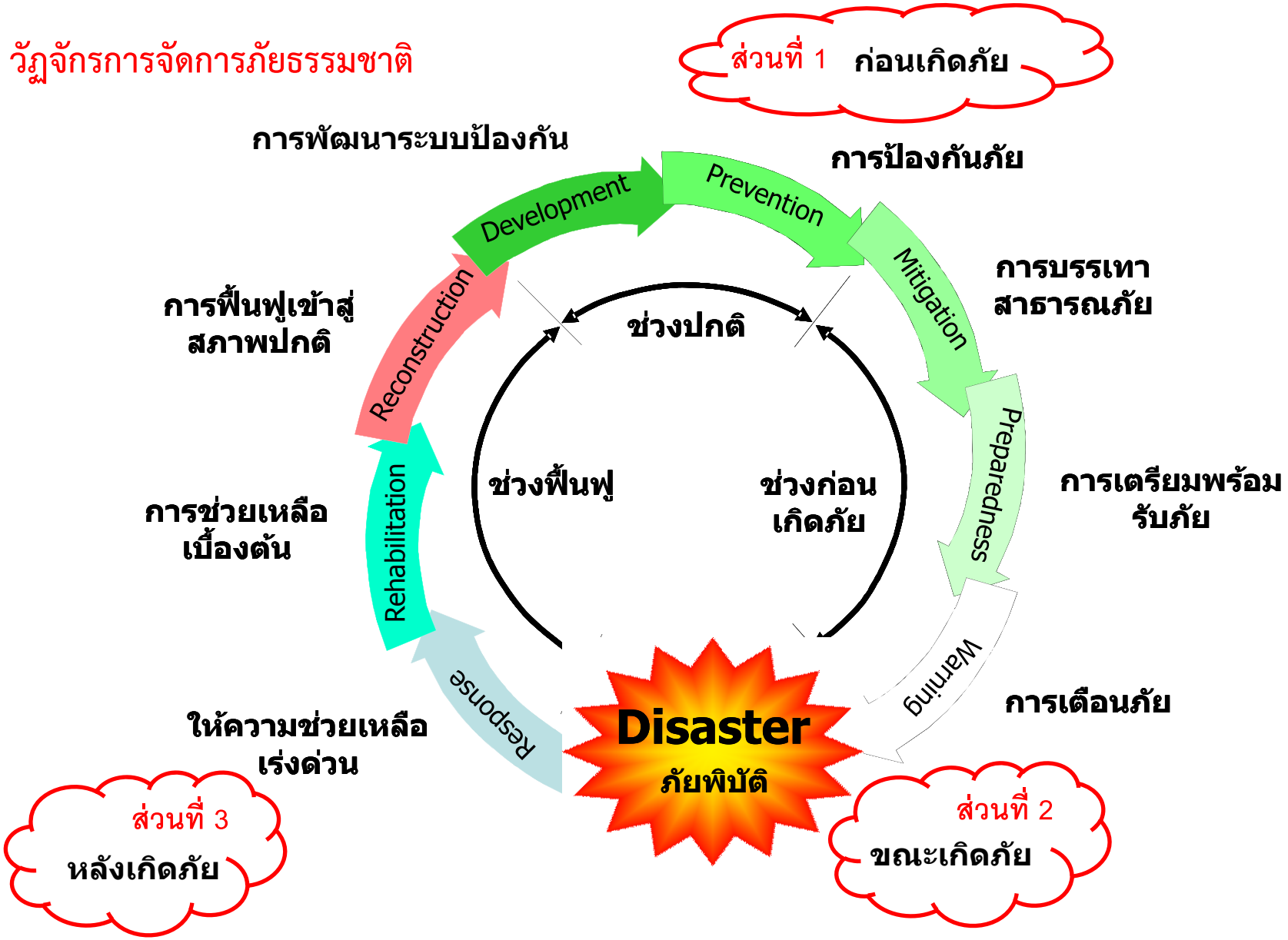
Debris Monitoring

4 day accumulated Rainfall 600 mm In July 2008

Jioufen-Ershan Site

การจัดการพิบัติภัยดินถล่ม

วัฏจักรการจัดการภัยธรรมชาติ



(The Philippine National Red Cross, 1999)

เกณฑ์กำหนดระดับความรุนแรง

ระดับความรุนแรง	ลักษณะทั่วไป	พื้นที่ที่เกิดแผ่นดินถล่ม (ตร.กม.)	จำนวนผู้เสียชีวิต (คน)	พื้นที่ปกครอง (อำเภอ-จังหวัด)
1	ความรุนแรงน้อยมาก มีจำนวนรอยถล่ม**น้อยกว่า 5 แห่ง**	< 5	ไม่มีผู้เสียชีวิต	1 อำเภอ
2	ความรุนแรงน้อย มีจำนวนรอยถล่ม **5-50 แห่ง**	5 – 30	1 – 5	1 อำเภอ
3	ความรุนแรงปานกลาง มีจำนวนรอยถล่ม **50-500 แห่ง**	30 – 100	5 – 35	> 1 อำเภอ
4	ความรุนแรงมาก มีจำนวนรอยถล่ม **มากกว่า 500 แห่ง**	> 100	> 35	> 1 จังหวัด

ที่มา: วรากรและคณะ (2546)

บทบาทและหน้าที่ขององค์กรด้านการจัดการภัยธรรมชาติจากการเกิดเหตุการณ์ดินถล่มในประเทศไทย

กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย

ได้จัดทำแผนแม่บทการป้องกันและให้ความช่วยเหลือ ผู้ประสบภัยจากอุทกภัย วาตภัย และโคลนถล่ม (ระยะ 5 ปี) คณะรัฐมนตรีได้ให้ความเห็นชอบแผนปฏิบัติการและงบประมาณ พ.ศ.2553 – 2555

แผนดังกล่าวได้แบ่งช่วงของขั้นตอนการปฏิบัติออกเป็น **ช่วงก่อนเกิดภัย, ช่วงขณะเกิดภัย และช่วงหลังเกิดภัย** ซึ่งแผนดังกล่าวได้นำเสนอหน้าที่ของหน่วยงานรับผิดชอบและแผนการบริหารในสภาวะฉุกเฉินซึ่งมีนายกรัฐมนตรีเป็นผู้มีอำนาจในการบริหาร

กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (2552)

ขั้นตอนการปฏิบัติและหน้าที่ของหน่วยงานที่รับผิดชอบ

ขั้นตอนการปฏิบัติ	หน่วยงานที่รับผิดชอบ
1. ก่อนเกิดภัย	
1.1 การป้องกันและลดผลกระทบ	
- ประเมินความเสี่ยงภัย	กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กรมทรัพยากรธรณี กรมพัฒนาที่ดิน กรมทรัพยากรน้ำ กรมชลประทาน กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช จังหวัด อำเภอ องค์กร ปกครองส่วนท้องถิ่น และกรุงเทพมหานคร
- ศึกษาวิธีการป้องกันและวางแผน	กรมทรัพยากรน้ำ กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กรมชลประทาน กรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท จังหวัด อำเภอ และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น
- จัดทำสรุปบทเรียน	กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กรมทรัพยากรธรณี กรมทรัพยากรน้ำ กรมอุตุนิยมวิทยา กรมชลประทาน กรมพัฒนาที่ดิน กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช จังหวัด อำเภอ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และ กรุงเทพมหานคร
1.2 การเตรียมความพร้อม	
- จัดตั้งและฝึกอบรมอาสาสมัคร	สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กรมทรัพยากรธรณี กรมทรัพยากรน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน จังหวัด อำเภอ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น กรุงเทพมหานคร และมูลนิธิ
- ให้ความรู้แก่ชุมชน	สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย จังหวัด อำเภอ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น สถาบันการศึกษาและสภากาชาดไทย
- พัฒนาระบบการพยากรณ์ และติดตั้งอุปกรณ์เตือนภัย	กรมอุตุนิยมวิทยา กรมทรัพยากรน้ำ กรมชลประทาน กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย ศูนย์เตือนภัยพิบัติแห่งชาติ กรมทรัพยากรธรณี กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และกรุงเทพมหานคร

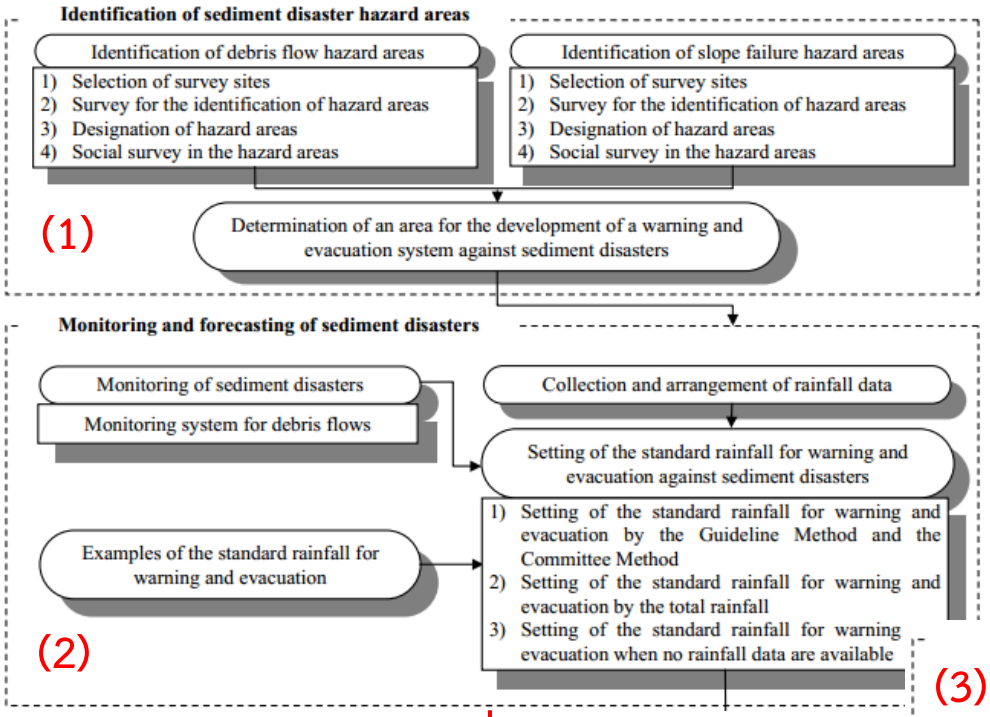
ขั้นตอนการปฏิบัติและหน้าที่ของหน่วยงานที่รับผิดชอบ(ต่อ)

2. ขณะเกิดภัย (การบริหารจัดการในภาวะฉุกเฉิน)	
- จัดตั้งศูนย์อำนวยการเฉพาะกิจ	กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย
3. หลังเกิดภัย (การจัดการหลังเกิดภัย)	
- ดำเนินการประเมินความเสียหายและความต้องการเบื้องต้น	ศูนย์อำนวยการเฉพาะกิจ
- จัดหาที่พักอาศัยชั่วคราวและให้ความช่วยเหลือแก่ผู้ประสบภัยด้านสุขภาพอนามัย	สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย จังหวัด อำเภอ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และกรุงเทพมหานคร
- ฟื้นฟูระบบสาธารณูปโภคและโครงสร้างพื้นฐานต่างๆในชุมชน	กระทรวงการพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์ สำนักงานปลัดกระทรวง สาธารณสุข สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ สำนักงานปลัดกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) และบริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน)) กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กรมโยธาธิการและผังเมือง กรมทางหลวง กรมทางหลวงชนบท กรมชลประทาน จังหวัด อำเภอ
- จัดให้มีการศึกษาผลกระทบจากอุทกภัยและดินโคลนถล่มที่มีต่อชีวิต	กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กรมชลประทาน กรมทรัพยากรน้ำ กรมทรัพยากรธรณี กรมพัฒนาที่ดิน กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กรุงเทพมหานคร และสถาบันการศึกษา

บทบาทและหน้าที่ขององค์กรด้านการจัดการภัยธรรมชาติ

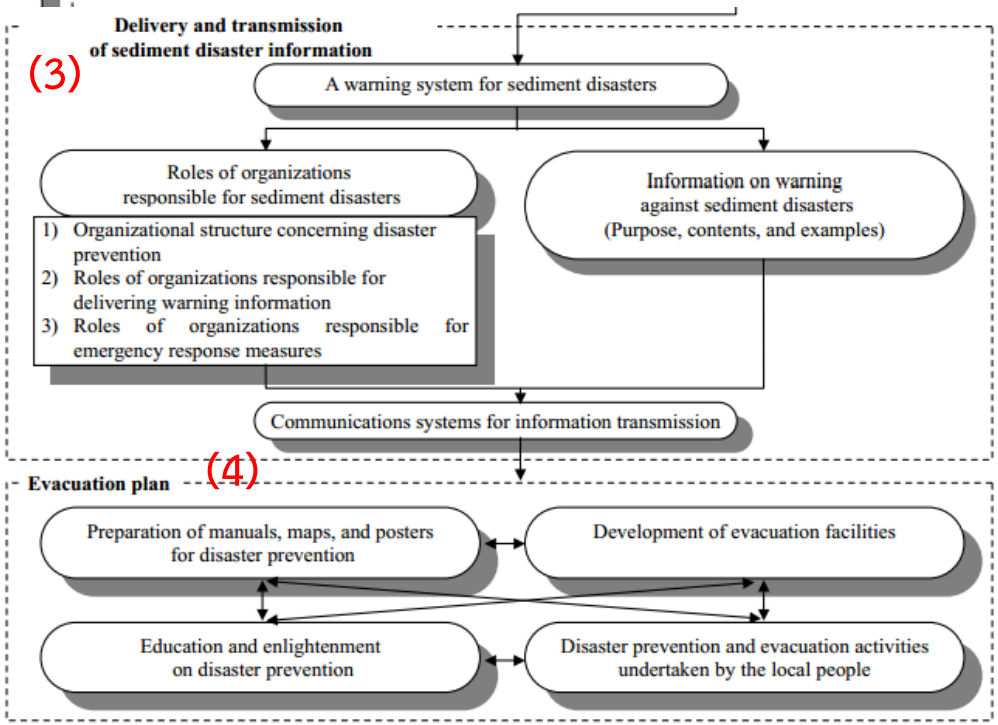
จากการเกิดเหตุการณ์ดินถล่มในต่างประเทศ

Ministry of Land, Infrastructure and Transport Infrastructure Development Institute - Japan



1) กำหนดขอบเขตพื้นที่ ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดเหตุการณ์และพัฒนาระบบเตือนภัยและแผนในการอพยพ

2) ตรวจวัดพฤติกรรมในพื้นที่เฝ้าระวัง และกำหนดเกณฑ์ในการเตือนภัยและอพยพจากข้อมูลน้ำฝน



3) กำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละองค์กรในการจัดการภัย และให้ข้อมูลเกี่ยวกับระบบการเตือนภัย

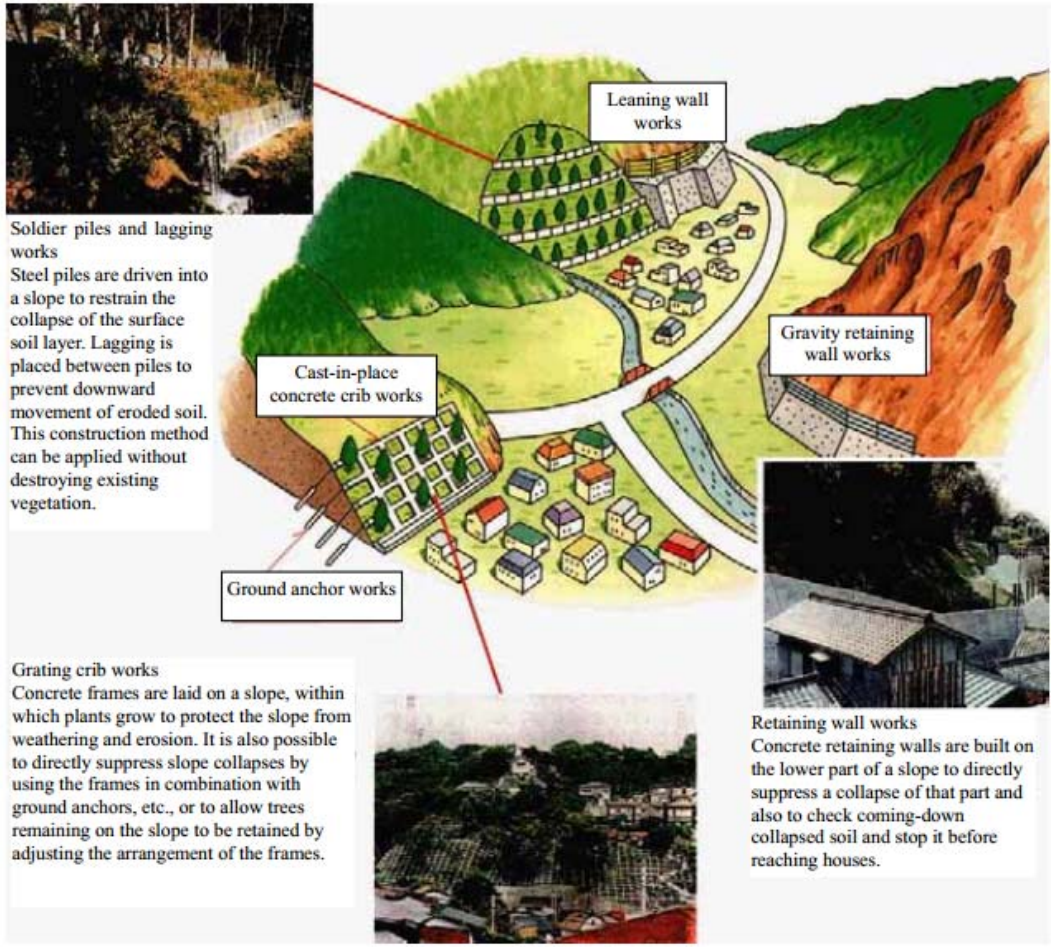
4) เตรียมแผนการอพยพ โดยการทำคู่มือและมาตรการป้องกันซึ่งดำเนินการโดยหน่วยงานท้องถิ่น

Activities needed for evacuation from disasters

	Normal time	Warning time
Disaster prevention organizations	- Preparation of disaster prevention plan - Dissemination of disaster prevention plan - Implementation of disaster prevention training - Establishment of information transmission system	- Collection and transmission of disaster information - Recommendation and instruction to evacuate - Guide for evacuees and rescue operation
Local people	- Voluntary disaster prevention organizations - Improvement of disaster prevention awareness - Disaster prevention training	- Grasp of the state and judgment - Actual evacuation - Mutual cooperation in community

หน้าที่ของหน่วยงานและชาวบ้านในพื้นที่เฝ้าระวังภัย ในช่วงเวลาปกติและช่วงเวลาที่เกิดเหตุการณ์

รูปแบบของโครงสร้างป้องกันและวัตถุประสงค์ในการใช้งาน

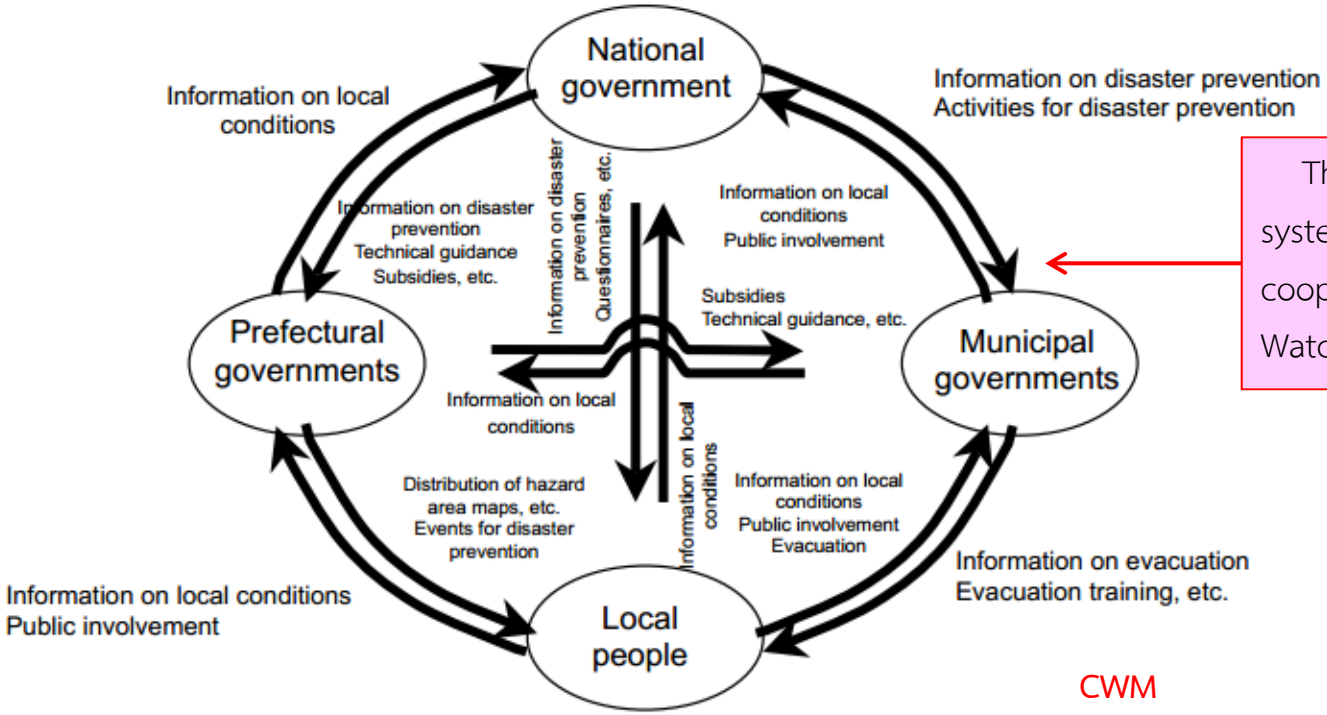


Type	Primary purpose	Type of works
Control works	To mitigate the effect of rainfall	Drainage works, vegetation works, slope protection works
	To remove a soil mass highly likely to collapse	Cutting of an unstable soil mass
Restraint works	To reinforce the surface soil layer in a slope	Cutting of slope to improve the form, retaining wall works, anchor works, pile works, loading embankment works

Ministry of Land, Infrastructure and Transport
Infrastructure Development Institute - Japan

GUIDELINES FOR DEVELOPMENT OF WARNING AND EVACUATION SYSTEM AGAINST SEDIMENT DISASTERS IN DEVELOPING COUNTRIES: PLANNING

Basic structure of the Everyone Watching System (EWS)

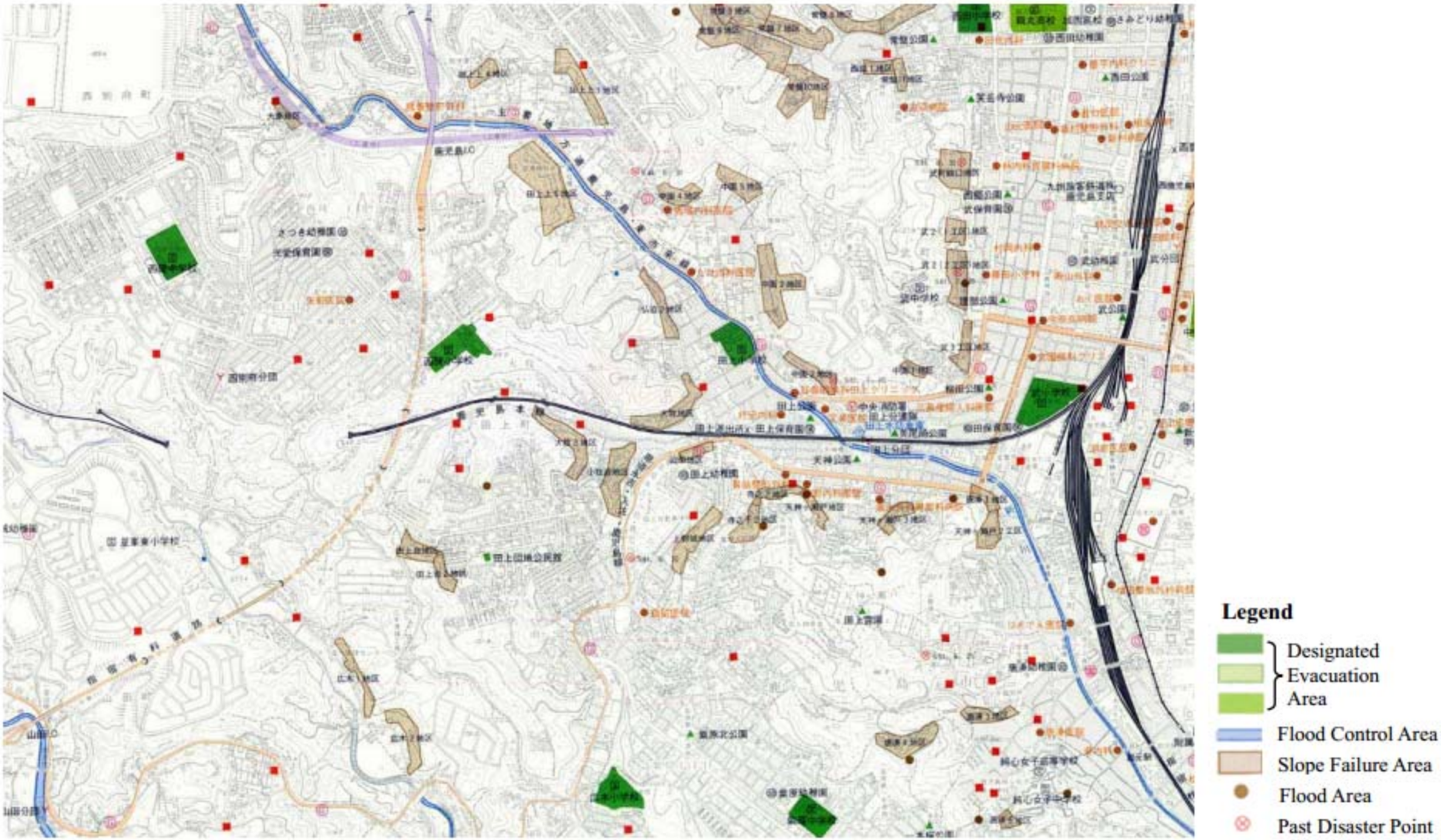


This kind of disaster prevention system based on the area-wide cooperation is called the Everyone Watching System (EWS)

CWM

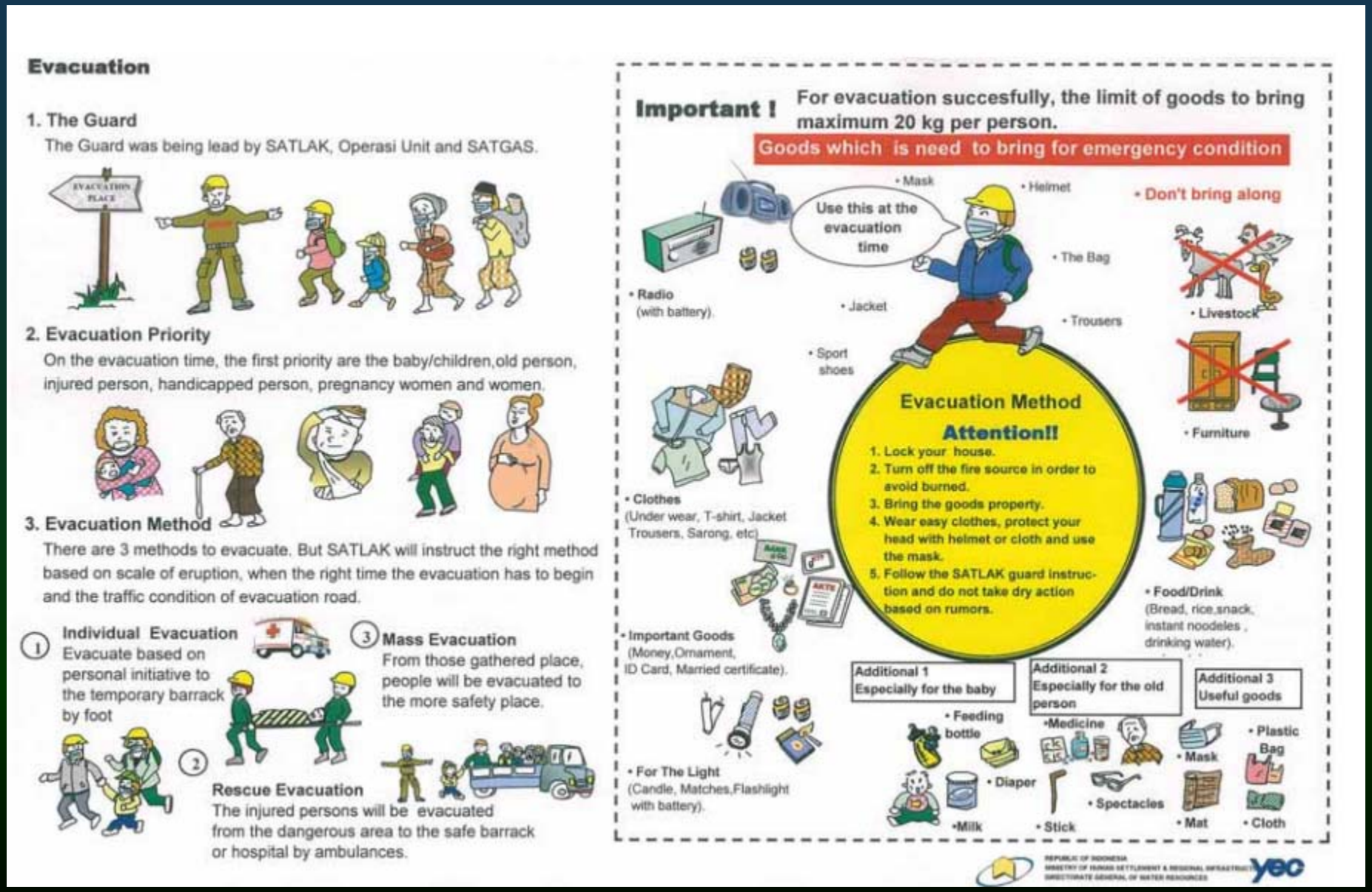
สร้างแผนที่ Country Watching Map (CWM) เพื่อให้ประชาชนในพื้นที่เสี่ยงภัยทราบข้อมูลที่จำเป็นของพื้นที่ที่มีความเสี่ยงและเมื่อเกิดเหตุการณ์ควรจะอพยพไปยังพื้นที่ใด

example of the disaster prevention map prepared for sediment disasters (Kagoshima City, Japan)



Ministry of Land, Infrastructure and Transport
Infrastructure Development Institute - Japan

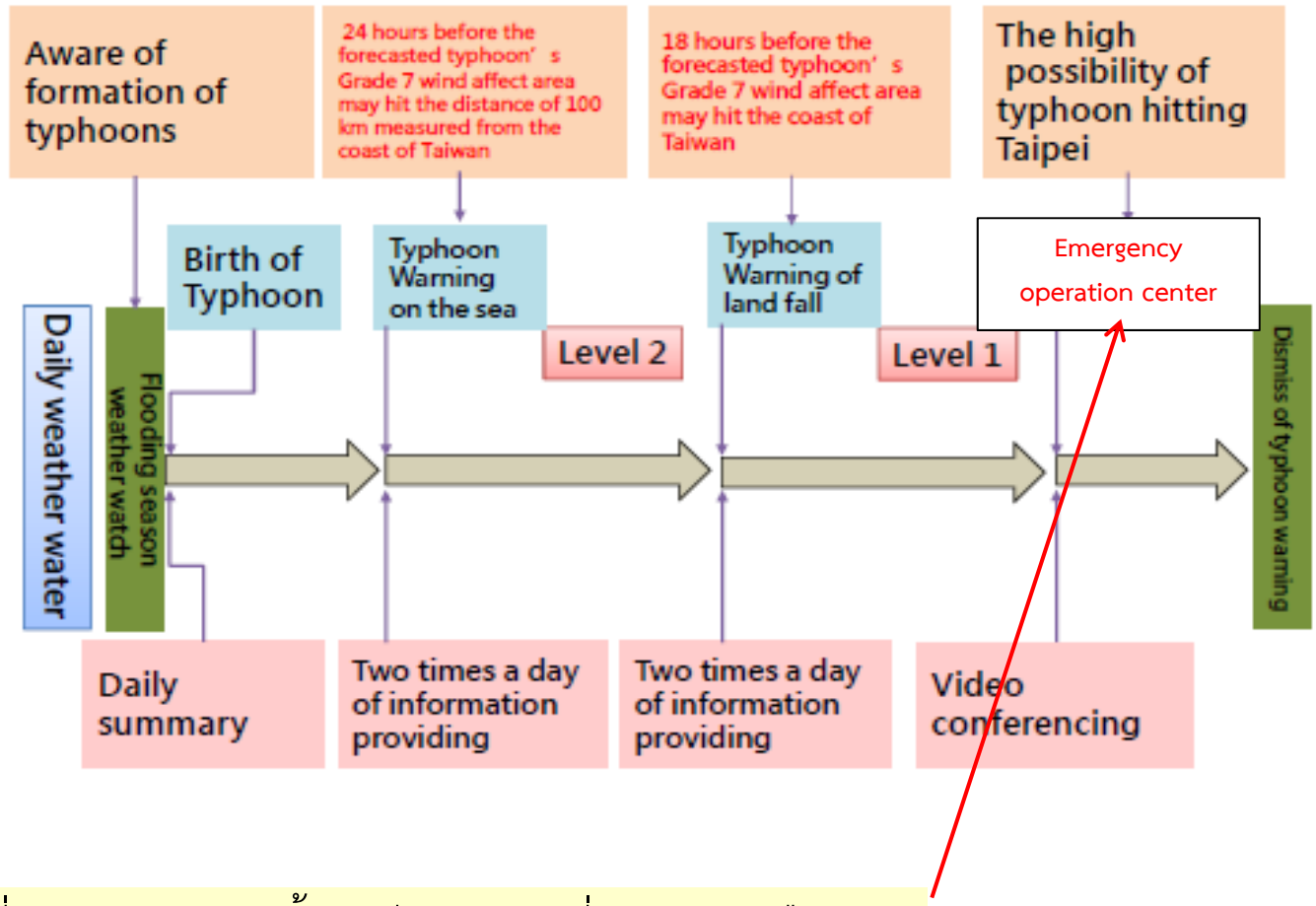
An example of the disaster prevention poster (Merapi Volcano, Indonesia)



Ministry of Land, Infrastructure and Transport Infrastructure Development Institute - Japan

Work flow of Weather Monitoring in Taiwan

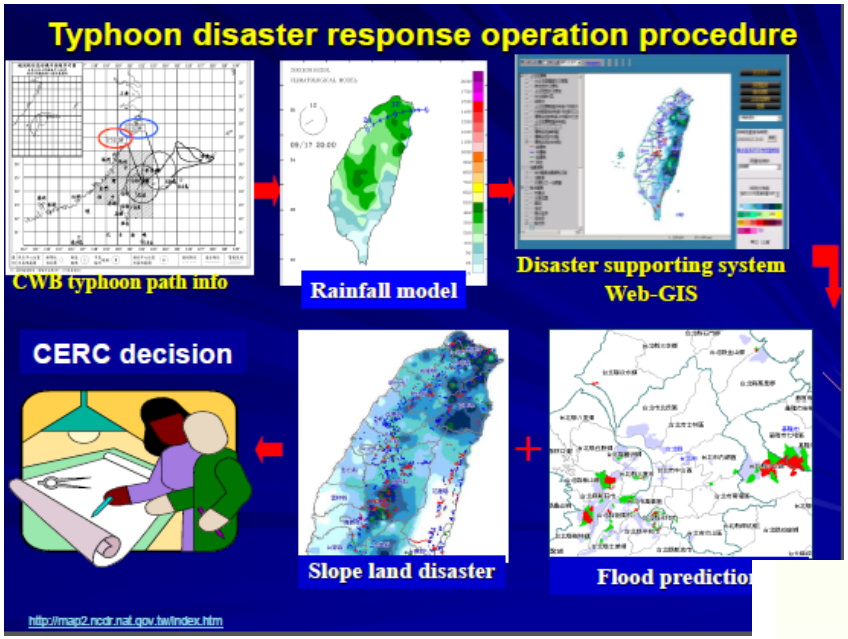
มาตรการเตือนภัยในประเทศไต้หวันจะ**ใช้วิธีการเตือนภัยมาจากส่วนกลาง**ซึ่งจะมีหน่วยงานที่คอยเฝ้าระวังในเรื่องสภาพอากาศและมีหน้าที่ในการติดตั้งเครื่องมือเฝ้าระวังในพื้นที่ ที่มีความเสี่ยง



ในช่วงที่เกิดภัยธรรมชาตินั้นจะมีหน่วยงานที่คอยช่วยเหลือผู้ประสบภัย (Emergency operation center, EOC) **ซึ่งถูกจัดตั้งขึ้นในช่วงที่มีเหตุการณ์ปกติ**

NTU (2013)

Warning System in Taiwan



(1). Post-event Type

Using geophone, wire sensor, or CCD image to take the signal of debris flow after occurring.

Advantage：Highly Accurate, less false alarms

Disadvantage：Shortage of Evacuation time, Higher cost, It could not be installed entire area, so always got leakage.

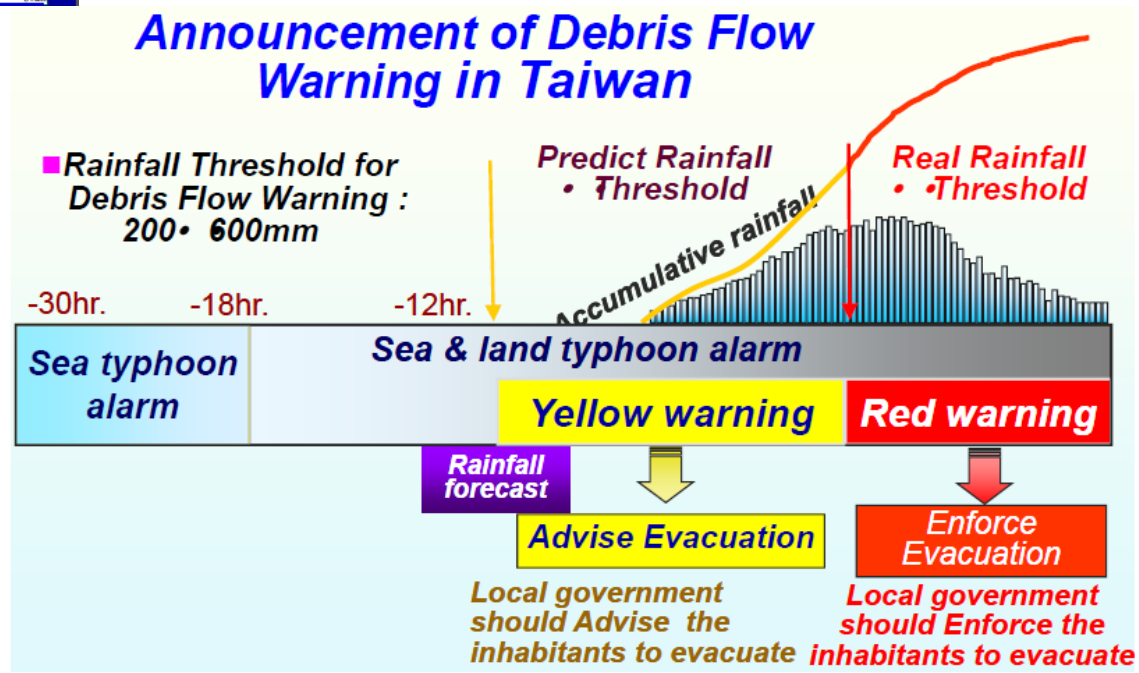
(2). Pre-event Type

Using rainfall parameters to set the warning criteria.

Advantage： Lower Cost, Wide coverage, Extend evacuation time

Disadvantage： Lower Accurate, more false - alarms

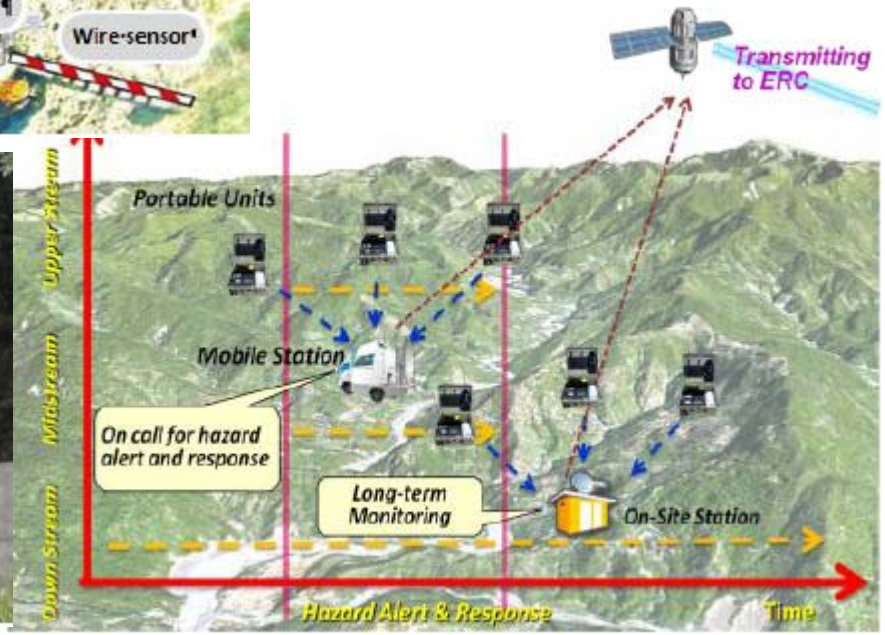
Debris-flow warning levels in Taiwan



SWCB (2013)

Debris Monitoring

(Field monitoring)



ข้อเสนอแนะสำหรับมาตรการและวิธีการจัดการภัยดินถล่มและน้ำป่าไหลหลาก

จากการศึกษาวิธีการบริหารจัดการภัยดินถล่มของทั้งประเทศไทยและต่างประเทศที่พบในปัจจุบันแล้ว พบว่า**ปัญหาที่เกิดขึ้น** โดยส่วนมากจะเป็นการวางแผนบริหารจากส่วนกลางลงมายังหน่วยงานท้องถิ่นซึ่งขาดการให้ความร่วมมือ ความรู้ และความเข้าใจ จากประชาชนในพื้นที่ที่มีความเสี่ยง ดังนั้นมาตรการที่จะนำเสนอในโครงการศึกษาครั้งนี้ควรจะ**มุ่งเน้นในการส่งผ่านความรู้และความร่วมมือจากภาคประชาชนในพื้นที่ด้วย**

รูปแบบของมาตรการ ที่นำเสนอจะประกอบไปด้วยแผนในระยะสั้นและระยะยาว รวมทั้งแผนการบริหารในสภาวะฉุกเฉินสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและภาคประชาชน

วิธีในการกำหนดช่วงเวลาระยะสั้นและระยะยาว นั้นแบ่งตามข้อมูลการศึกษาสถิติความถี่ของเหตุการณ์ดินถล่มที่เคยเกิดขึ้นในอดีต (สุทธิศักดิ์และคณะ, 2554) จากผลการศึกษาพบว่าความถี่ของการเกิดเหตุการณ์ดินถล่มจากในอดีตจนถึงปัจจุบันมีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้นส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วง***ระยะเวลาประมาณ 5 ปี*** ดังนั้นในการนำเสนอมาตรการครั้งนี้จะแบ่งช่วงระยะเวลาดังกล่าว

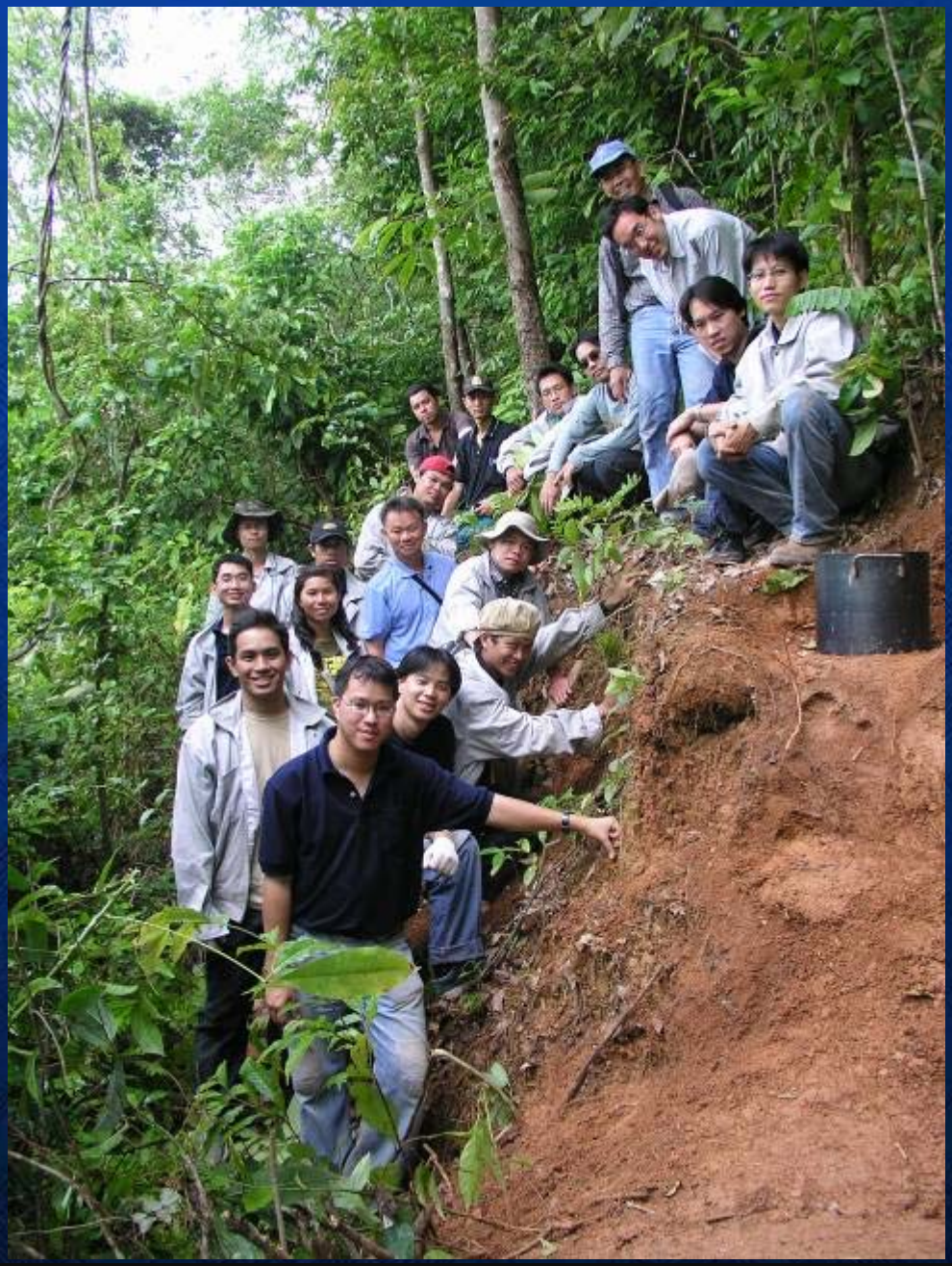
ขั้นตอนการปฏิบัติ	ลักษณะการดำเนินงาน	
1. ช่วงการพัฒนาระบบเฝ้าระวัง	**ระยะสั้น**	**ระยะยาว**
1) กำหนดขอบเขตของพื้นที่เสี่ยงภัย	ศึกษาจากปัจจัยที่คงที่ทำการสร้างแผนที่เสี่ยงภัยดินถล่ม	ศึกษาเรื่องสภาพภูมิอากาศ (climate change) และ**อัตราการเติบโตของจำนวนประชากร (population growth rate)**
2) สำรวจพื้นที่เสี่ยงภัย	ลงพื้นที่ตรวจสอบข้อมูลในแผนที่ นำมาปรับแก้เพื่อเพิ่มความถูกต้อง	เพิ่มบทบาทของประชาชนในการกำหนดขอบเขตพื้นที่เสี่ยงภัย
3) พัฒนาระบบพยากรณ์	พัฒนาระบบแบบจำลองในลักษณะพลวัตร	พัฒนาความถูกต้องของระบบพยากรณ์ข้อมูลสภาพน้ำฝนและสภาพอากาศ **ติดตั้งเครื่องมือวัดน้ำฝนและระบบสื่อสารเพิ่มเติม**
4) สร้างระบบเตือนภัย	ติดตั้งอุปกรณ์สำหรับการเตือนภัยที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นในพื้นที่เสี่ยง	**การสร้างระบบการเตือนภัยกันเองในชุมชน** (Community base)
5) ติดตั้งเครื่องมือเฝ้าระวัง	การติดตั้งระบบเครื่องมือเฝ้าระวังในพื้นที่ที่ได้กำหนดว่ามีความเสี่ยง	ดำเนินการต่อจากระยะแรก ทำเว็บไซท์ฐานข้อมูลสำหรับการเฝ้าระวังในพื้นที่เสี่ยงแต่ละจุด
6) พัฒนาระบบโครงสร้างป้องกันภัยดินถล่ม	**การวางแผนออกแบบและก่อสร้างในพื้นที่ต้นแบบ การทำ Disaster audit เพื่อนำเสนอแผนงบประมาณการออกแบบในระยะยาว**	ดำเนินการต่อจากมาตรก่อนระยะแรก ทำการก่อสร้างสิ่งป้องกันที่ได้ทำการศึกษาและออกแบบไว้
7) การให้ความรู้กับประชาชนในพื้นที่	อบรมเจ้าหน้าในหน่วยงานระดับภูมิภาคและประชาชนในพื้นที่เสี่ยง	พัฒนาระบบการศึกษาให้เยาวชนได้รับความรู้และมีส่วนร่วมมากขึ้น
8) ปฏิรูปหน่วยงานทางภาครัฐที่มีหน้าที่รับผิดชอบ	จัดประชุมสัมมนาระหว่างหน่วยงานทางราชการเพื่อแลกเปลี่ยนและปรับทัศนคติในการทำงาน	เสนอมาตรการหลักสำหรับทุกหน่วยงานราชการเพื่อให้มีความเข้าใจและทัศนะคติในการทำงานที่**ตรงกัน**

ขั้นตอนการปฏิบัติ	ลักษณะการดำเนินงาน	
2. ช่วงเตรียมความพร้อม	**ระยะสั้น**	**ระยะยาว**
1) อบรมเจ้าหน้าที่ท้องถิ่นที่มีหน้าที่ให้ความช่วยเหลือ	เริ่มจากการร่างหลักสูตรโดยทำเป็นคู่มือเพื่อแจกเจ้าหน้าที่และคัดเลือกพื้นที่อพยพ	เจ้าหน้าที่มีความรู้ความเข้าใจในวิธีการปฏิบัติงานและสามารถถ่ายทอดวิธีการ ความรู้ที่ได้รับไปสู่ประชาชนในพื้นที่ได้
2) ร่างคู่มือวิธีปฏิบัติในช่วงเกิดภัย	เขียนคู่มือสำหรับประชาชนในพื้นที่เสี่ยง	ประชาชนในพื้นที่เสี่ยงมีความรู้ความเข้าใจกับคู่มือและสามารถปฏิบัติตามแผนการในคู่มือได้
3) อบรมประชาชนในพื้นที่เสี่ยง	อบรมและแจกคู่มือให้กับประชาชนในพื้นที่	ประชาชนในพื้นที่สามารถเฝ้าระวังและแจ้งเตือนกันเองในพื้นที่ได้เมื่อขาดการติดต่อกับหน่วยงานราชการ
4) จัดตั้งอาสาสมัครในพื้นที่	จัดตั้งอาสาสมัครจากประชาชนในพื้นที่	ดำเนินการต่อจากมาตรการในระยะแรก
*5)*จัดเตรียมความพร้อมของระบบสาธารณูปโภค	สำรองระบบสาธารณูปโภค	สรุปและแก้ปัญหาจากมาตรการในระยะแรก
6) วางแผนระบบการสื่อสาร	ทำการศึกษาและพัฒนาระบบสื่อสารจากส่วนกลางไปยังพื้นที่เสี่ยง	สรุปและแก้ปัญหาจากมาตรการในระยะแรก
*7)*วางแผนระบบการคมนาคม	วางแผนเพื่อสร้างแผนที่สำหรับใช้ในการคมนาคมเข้าไปสู่พื้นที่เสี่ยงในช่วงเกิดภัยได้	สร้างโครงสร้างป้องกันจากเส้นทางคมนาคมในพื้นที่เสี่ยงที่ได้กำหนดไว้
8) วางแผนซ้อมอพยพ	อบรมและซักซ้อมแผนอพยพ	ลดความสำคัญของเจ้าหน้าที่จากส่วนกลางและเพิ่มบทบาทกับประชาชน
9) ประสานงานกับหน่วยงานเอกชนและองค์กรอิสระ	วางมาตรการสำหรับประสานงานขอความช่วยเหลือไปยังหน่วยงานเอกชน	สรุปและแก้ปัญหาจากมาตรการในระยะแรก
10) กำหนดหลักสูตรและแบบเรียนเกี่ยวกับภัยธรรมชาติ	ร่างแบบเรียนเกี่ยวกับภัยธรรมชาติ ในหลักสูตรของแต่ละโรงเรียน เริ่มจากโรงเรียนต้นแบบในพื้นที่เสี่ยง	ประเมินผลที่ได้จากแบบเรียนและขยายผลสู่ทั้งประเทศ

สรุปและข้อแนะนำจากผลการศึกษา

1. ผลกระทบจากดินถล่มเกิดโดยตรงที่จังหวัด น่าน พะเยา เชียงราย แม่ฮ่องสอน และตาก
2. เมื่อเปรียบเทียบกับแผนที่ความอ่อนไหวต่อการเกิดดินถล่มในปัจจุบัน พบว่ามีความสอดคล้องกัน แต่จะแตกต่างกันในจังหวัด น่านและแม่ฮ่องสอนที่ผลการวิเคราะห์แสดงค่าความอ่อนไหวที่รุนแรงกว่าจังหวัดอื่นมาก
3. ประเมินความเพียงพอของระบบตรวจวัดปริมาณน้ำฝนเพื่อวางแผนการติดตั้งเพิ่มเติม
4. ประเมินคาดการณ์ความสูญเสียจากผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพดินถล่ม
5. สร้างระบบที่ให้ทุกส่วนเห็นข้อมูลและช่วยกันดูความเปลี่ยนแปลง
6. จัดระบบการประเมินผลกระทบจาก climate change ต่อโครงการก่อสร้างที่จะเกิดขึ้นใหม่ในพื้นที่

จบการบรรยาย



www.gerd.eng.ku.ac.th

รศ.ดร.สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์