

# Spatial Landslide Hazard and Risk Assessment in Thailand

Assistant Professor Dr. Sombat Yumuang  
Department of Geology  
Faculty of Science  
Chulalongkorn University

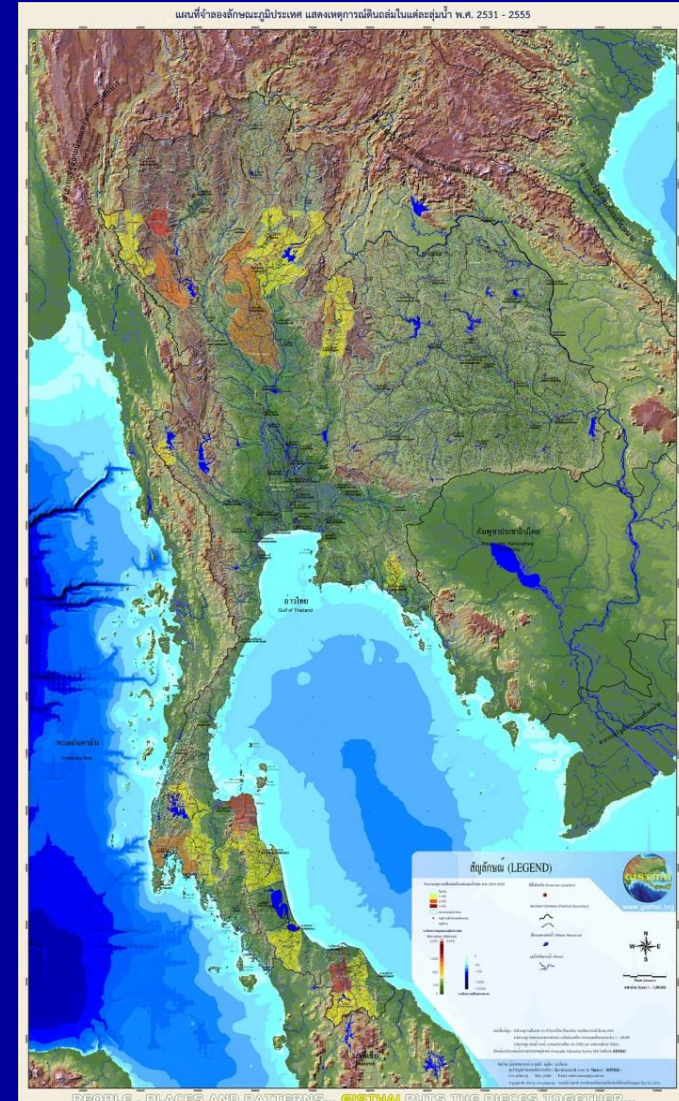
**Geo-Informatics Center for Thailand**

**[www.gisthai.org](http://www.gisthai.org)**



October 31, 2018

BITEC, Bangkok, Thailand



# Topics

Knowledge for Water-related Disasters Management : Landslides, Flash Floods and Floods

1 Landslide Types, Causes and Triggering Mechanism

Spatial Landslide Hazard and Risk Assessment Framework

2 องค์ความรู้และภูมิสารสนเทศสำหรับการบริหารจัดการแบบองค์รวมเพื่อลดผลกระทบในอนาคต จากการเกิดตะกอนไหลถล่ม (Debris flow) และน้ำปนตะกอนท่วมป่า (Debris flood) ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยบริเวณเทือกเขาสูง : กรณีศึกษาในปี ๒๕๔๔ บริเวณเนินตะกอนรูปพัดของลุ่มน้ำย่อยลำน้ำก้อใหญ่ อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

3 องค์ความรู้เบื้องต้นเพื่อการจัดการพิบัติภัยธรรมชาติจากดินถล่ม (Landslides) ในพื้นที่ที่เคยได้รับผลกระทบอย่างรุนแรง เพื่อเป็นกรอบแนวคิดในการประเมินความเสี่ยงจากการเกิดดินถล่มในเชิงพื้นที่ (Spatial landslides Risk Assessment) ตั้งแต่ระดับพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยของประเทศไทย : บริเวณพื้นที่บ้านกระทูนเหนือ ต.กะทูน อ.พิปูน (22 พฤศจิกายน 2531) และ บริเวณพื้นที่ ต.แม่พูน อ.ลับแล (22 พฤษภาคม 2549 )

4 แผนที่แสดงจำนวนเหตุการณ์ของการเกิดดินถล่ม (Landslides) และน้ำป่าไหลหลาก ถึงระดับตำแหน่งหมู่บ้าน (ในอดีต) ที่ได้รับผลกระทบอย่างรุนแรงในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่เกี่ยวข้อง ในพื้นที่ภาคเหนือ และพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย







จัดทำโดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ อยู่เมือง และทีมงาน ศูนย์วิจัยภูมิสารสนเทศเพื่อประเทศไทย (GISTHAI) ภาควิชาธรณีวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (Page : Gisthai)

องค์ความรู้เพื่อการจัดการพิบัติภัยธรรมชาติที่เกิดจากน้ำ

ความสำคัญของการจัดการพิบัติภัยธรรมชาติ เพื่อลดผลกระทบที่เกิดขึ้น... 1. ส่งเสริมความเข้าใจเกี่ยวกับภัยธรรมชาติ... 2. พัฒนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์... 3. การวางแผนการรับมือภัยพิบัติ...

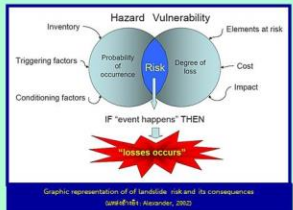
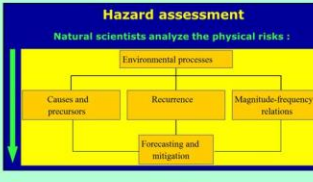


Table titled 'Typology of hazards' showing various hazard types (man-made, climate change related, natural) and their potential impacts on life/health, food/water/biodiversity, and housing.



- List of measures to reduce losses from natural hazards, including: 1. Hazard identification, 2. Risk assessment, 3. Hazard mapping, 4. Land use planning, 5. Engineering design, 6. Distribution of losses.



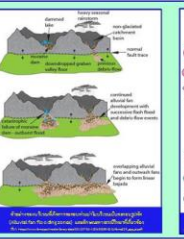
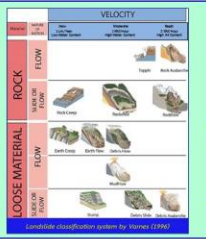
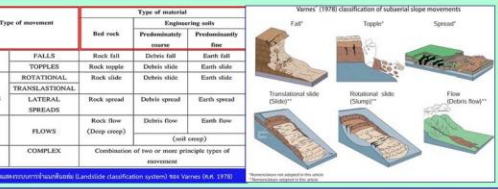
Combating risk : the five steps. Assess: characterize the hazard regime. Mitigate: reduce vulnerability. Prepare: educate, warn, evacuate. Respond: remove bodies, locate and treat survivors, destroy unstable structures. Recover: rebuild communities and infrastructure.

Table titled 'The Cycle of Disaster Management' showing the relationship between hazard, vulnerability, and disaster risk, with a sub-table for disaster risk assessment.



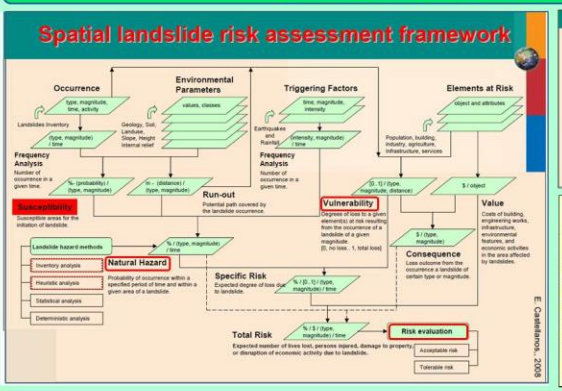
ระบบการจำแนกดินถล่ม สาเหตุ และกลไกในการกระตุ้นให้เกิดดินถล่ม (Landslide Types, Causes and Triggering Mechanism)

Table of Landslide classification system by Varnes (1978) showing types of movement and material.



กรอบแนวทางในการประเมินความเสี่ยงจากดินถล่มในเชิงพื้นที่ : Spatial Landslide Risk Assessment Framework

United Nations University - ITC School for Disaster Geo-Information Management International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC)



What is susceptibility? - The relative spatial likelihood for the occurrence of landslides of a particular type and volume. - The probability of occurrence of a particular landslide type (initiation and run-out, volume, speed) within a specified period of time and in a given area.

Scales of analysis - National scale (< 1,000,000), Regional scale (1,000,000 - 10,000,000), Medium scale (10,000,000 - 100,000,000), Large scale (> 100,000,000).

Table showing input data for landslide risk assessment, including geological, topographic, and socio-economic factors.

Table showing the general trend in landslide hazard assessment, comparing different scales and methods.

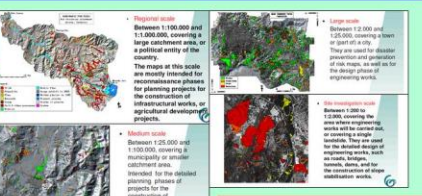


Table titled 'Relation between scale and landslide susceptibility models' comparing qualitative and quantitative methods across different scales.

Table titled 'General trend in landslide hazard assessment' showing the relationship between scale, area, and hazard assessment methods.

CONCLUSIONS - Relation between scale and landslide susceptibility models. - The availability of data greatly influences the quality of the risk assessment. - Don't forget to use the factors analysis to help the decision maker to understand the process and the results.



# 1 องค์ความรู้เพื่อการจัดการพิบัติภัยธรรมชาติที่เกิดจากน้ำ (Knowledge for Water-related Disasters Management)

ระบบการจำแนกดินถล่ม สาเหตุ และกลไกในการกระตุ้นให้เกิดดินถล่ม (Landslide Types, Causes and Triggering Mechanism)

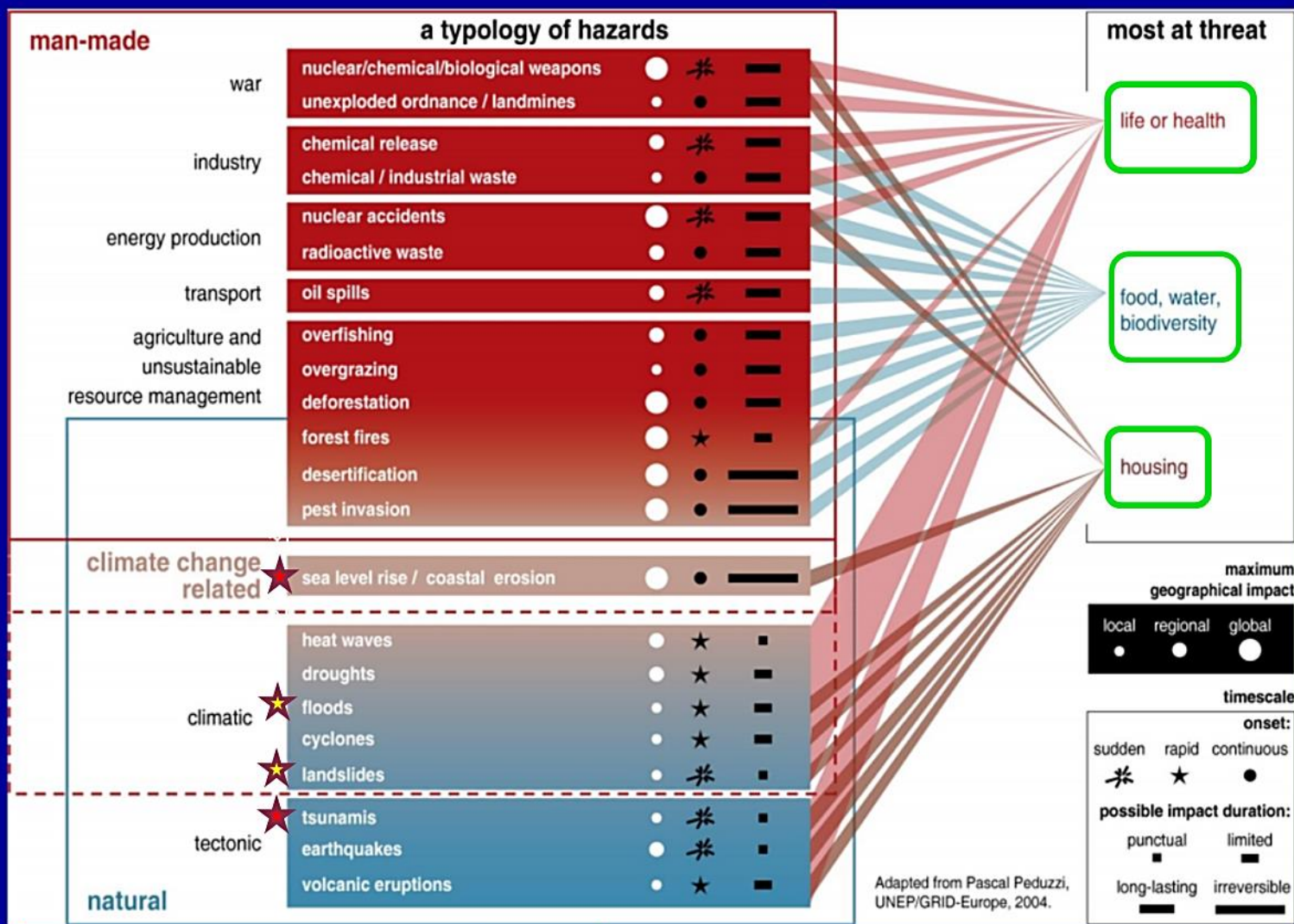
กรอบแนวทางในการประเมินความเสี่ยงจากดินถล่มในเชิงพื้นที่ (Spatial Landslide Risk Assessment Framework )

## ความสำเร็จในการบริหารจัดการพิบัติภัยธรรมชาติ เพื่อลดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น จำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยหลัก ๓ ประการ

1. องค์ความรู้ของสาเหตุของการเกิดพิบัติภัยธรรมชาติที่เกิดขึ้น กระบวนการของการเกิดเหตุการณ์พิบัติภัยธรรมชาติ และลักษณะรูปแบบของผลกระทบจากพิบัติภัยธรรมชาติ (Causes - Processes – Effects) วัฏจักรของการบริหารจัดการภัยพิบัติ (การบริหารจัดการความเสี่ยง - Risk Management และการบริหารจัดการในช่วงวิกฤติ – Crisis Management) ด้วยการประยุกต์ใช้ภูมิสารสนเทศ (Geo-Informatics) และแบบจำลองเชิงพื้นที่ (Spatial Modeling)
2. หลักการและแนวทางสากลในการสร้างระบบเฝ้าระวังและเตือนภัย ที่เหมาะสมกับประเภทของพิบัติภัยธรรมชาติที่เกิดขึ้น
3. การกำหนดมาตรการที่เหมาะสมกับลักษณะ รูปแบบ และผลกระทบจากประเภทของพิบัติภัยธรรมชาติที่เกิดขึ้น ในแต่ละขั้นตอนของการบริหารจัดการพิบัติภัยธรรมชาติ (Risk Management & Crisis management)







# Typology of hazards

Source: Emmanuelle Bournay; UNEP/GRID-Arendal



- การลดความรุนแรง (Mitigation)
- การเตรียมความพร้อม (Preparedness)
- การคาดการณ์และการเตือนภัย (Prediction & Warning)
- การเกิดภัยพิบัติ (Disaster)

- การประเมินผลกระทบ (Impact Assessment)
- การช่วยเหลือและตอบสนอง (Response)
- การฟื้นฟู (Recovery) และ
- การซ่อมแซม (Reconstruction)



วัฏจักรการบริหารจัดการพิบัติภัย : The Cycle of Disaster Management (แหล่งอ้างอิง : Wihite and Svaboda, 2001)



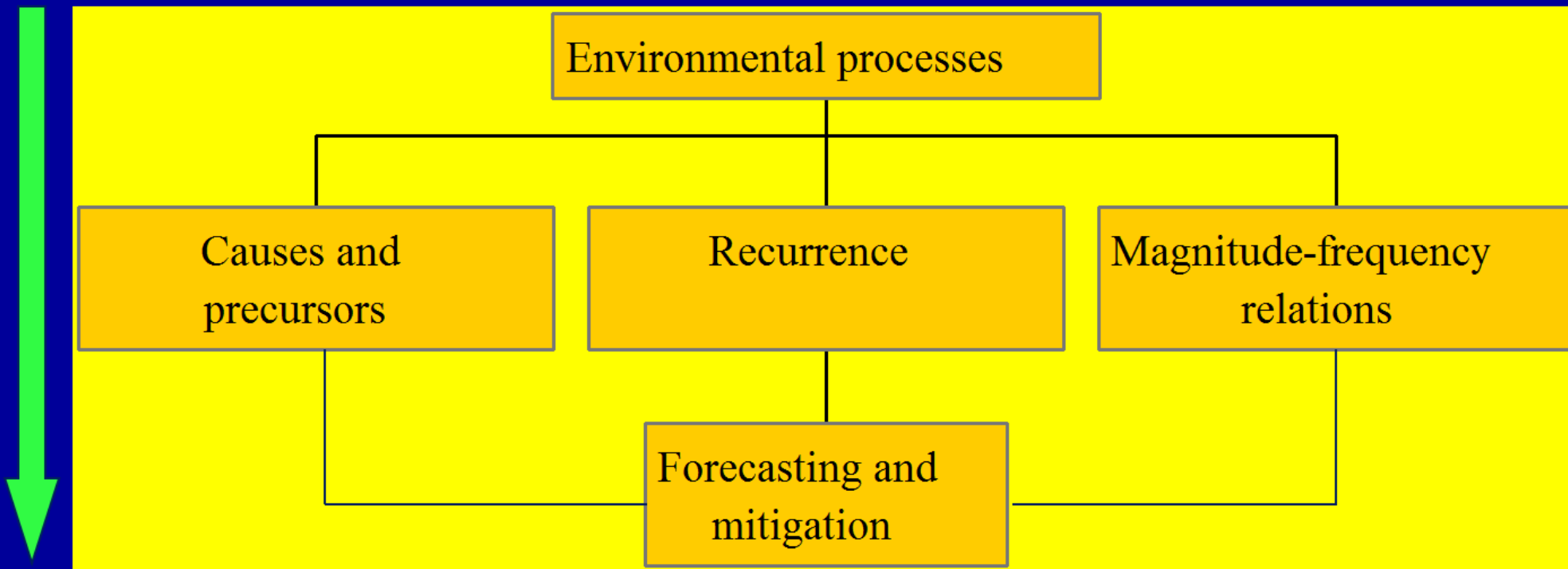
ประเภทของพิบัติภัยธรรมชาติที่เกี่ยวข้องกับน้ำที่เกิดขึ้นในประเทศไทยและส่งผลกระทบอย่างรุนแรงและต่อเนื่องตั้งแต่อดีต..ถึงปัจจุบัน..และคาดการณ์ว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต

**กับความสามารถในการป้องกัน การคาดการณ์ และการลดผลกระทบ**

ประเภทของพิบัติภัยธรรมชาติ Types of Hazard	การป้องกัน Prevention	การคาดการณ์ Prediction	การลดผลกระทบ Mitigation
ดินถล่ม (*ตะกอนไหลถล่ม Landslide และน้ำปนตะกอนท่วมบ่า)	+/-	+	+
น้ำท่วม Flood	+/-	+	+
การกัดเซาะชายฝั่ง Shoreline Erosion	+/-	+	+
*สึนามิ *Tsunami	-	+/-	+

# Hazard assessment

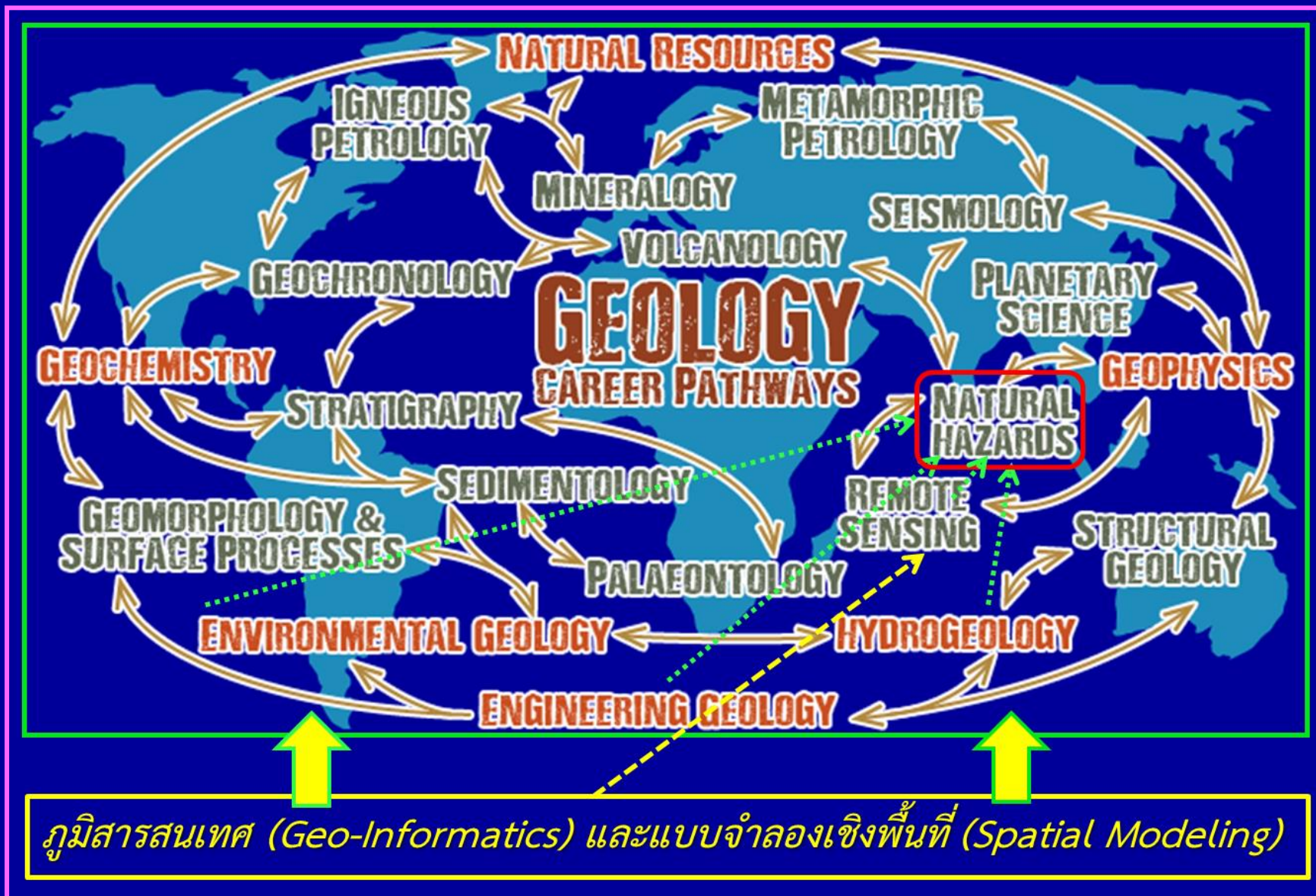
Natural scientists analyze the physical risks :





## ข้อมูลที่จำเป็นต่อการลดความสูญเสียจากพิบัติภัยทางธรรมชาติ (Data require to reduce losses from natural hazards)

การหลีกเลี่ยง (Avoidance)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• พื้นที่ใดที่มีพิบัติภัยเกิดขึ้นในอดีตที่ผ่านมา และพื้นที่ใดที่กำลังเกิดพิบัติภัยขึ้นในปัจจุบัน ?</li> <li>• พื้นที่ไหนที่คาดการณ์ (Predict)ว่าจะเกิดขึ้นในอนาคต ?</li> <li>• ความถี่ (Frequency) ของการเกิดพิบัติภัย ?</li> </ul>
การกำหนดเขตการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land-use zoning)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• สาเหตุของการเกิดพิบัติภัยทางกายภาพ (Physical) คือ ?</li> <li>• ผลกระทบทางกายภาพ (Physical effects) ของพิบัติภัยคือ ?</li> <li>• ผลกระทบทางกายภาพมีความแตกต่างกันอย่างไรในพื้นที่ที่เกิดพิบัติภัย</li> <li>• การจัดเขตการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ มีผลต่อการลดความสูญเสียของสิ่งก่อสร้างอย่างไร ?</li> </ul>
การออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering design)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• กระบวนการและเทคนิคในการออกแบบทางวิศวกรรม จะสามารถปรับปรุงความสามารถในการรองรับผลกระทบทางกายภาพของพื้นที่ (Site) และโครงสร้าง (Structure) กับระดับของความเสียหาย ในระดับที่สามารถยอมรับได้ ได้หรือไม่ ?</li> </ul>
การกระจายตัวของความสูญเสีย (Distribution of losses)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ความสูญเสียในรอบปีที่คาดการณ์ไว้กับพื้นที่เสี่ยงภัยคือ ?</li> <li>• ความสูญเสียที่มากที่สุดของความสูญเสียในรอบปีที่เป็นไปได้คือ ?</li> </ul>





องค์ความรู้ด้านธรณีวิทยาและด้านอื่นๆ ในการบริหารจัดการลุ่มน้ำและพิบัติภัยที่เกี่ยวข้อง  
แบบองค์รวม (Geology knowledge & related disciplines for Integrated Watershed Management)

**..THE PRESENT IS THE KEY TO THE PAST..**

**PROCESSES** - RECENT FLUVIAL ENVIRONMENTS (ALLUVIAL FAN & FLOOD PLAIN)  
(physical, Chemical, and biological parameters)

: **EROSION**

: **TRANSPORTATION**

: **DEPOSITION**



**SEDIMENTARY FACIES**

(Geometry, Lithology, Sedimentary Structure,  
Fossil, Paleocurrent pattern)

**Sedimentary Environments**

...Sedimentology ...Stratigraphy

...Geomorphology...Environmental Geology...

...Geo-Informatics (GIS, RS and GPS) & Spatial Modeling...

**.. THE PAST AND THE PRESENT ARE THE KEY FOR OUR FUTURE ..**

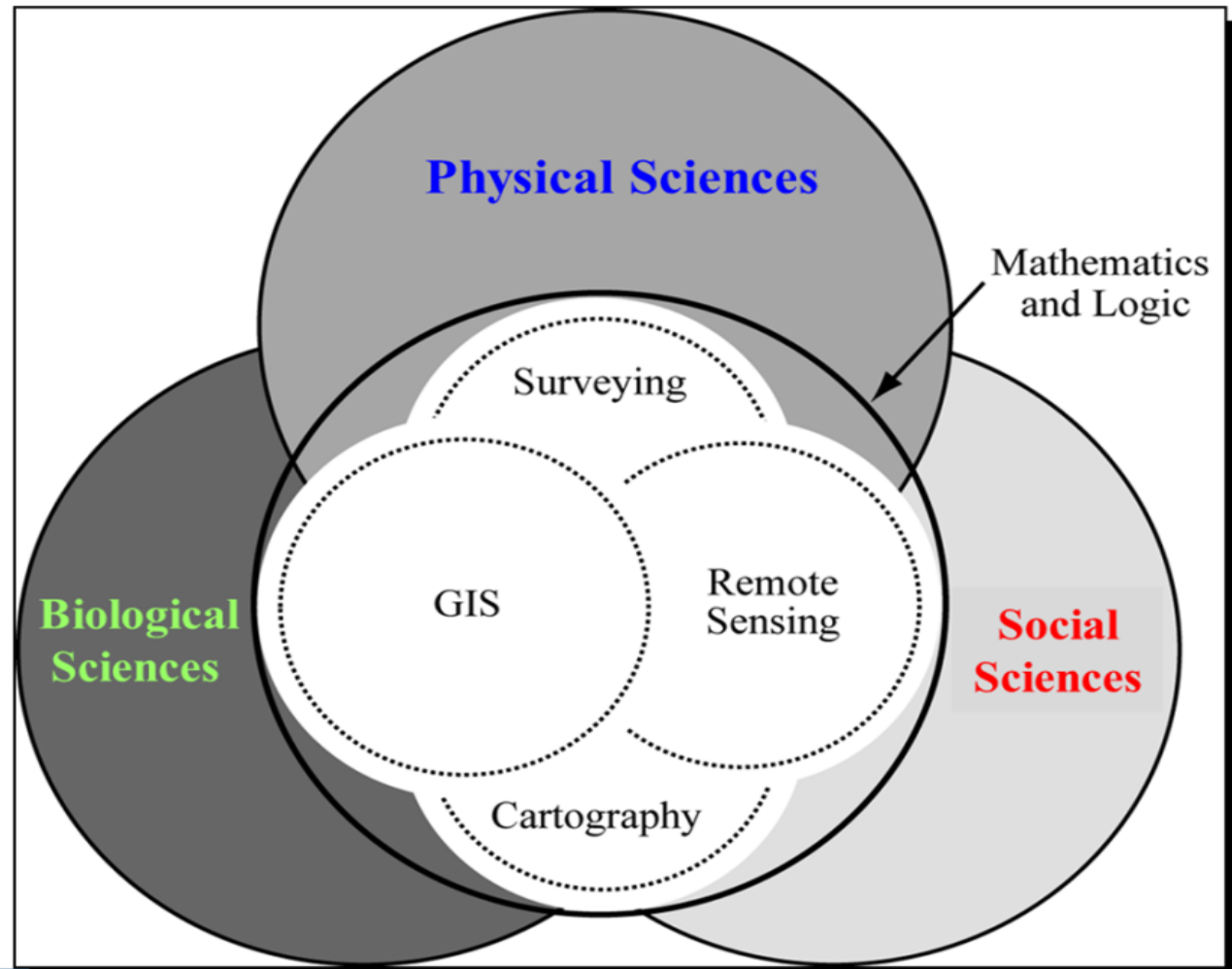


# Why we use GIS and Remote Sensing

- Real world is not homogenous
- Spatial variability often cannot be express by only one parameter
- Especially, in water resource management we need to include spatial variability of catchment, river valley or water table
- GIS can handle this variability and could be used for statistics and parameter calculations of our system and subsystems
- Remote Sensing provides us actual spatial information based on satellite and air photo images (spatial and time variability)
- GPS is used as a nowadays measurement tool and verify our analytical concepts

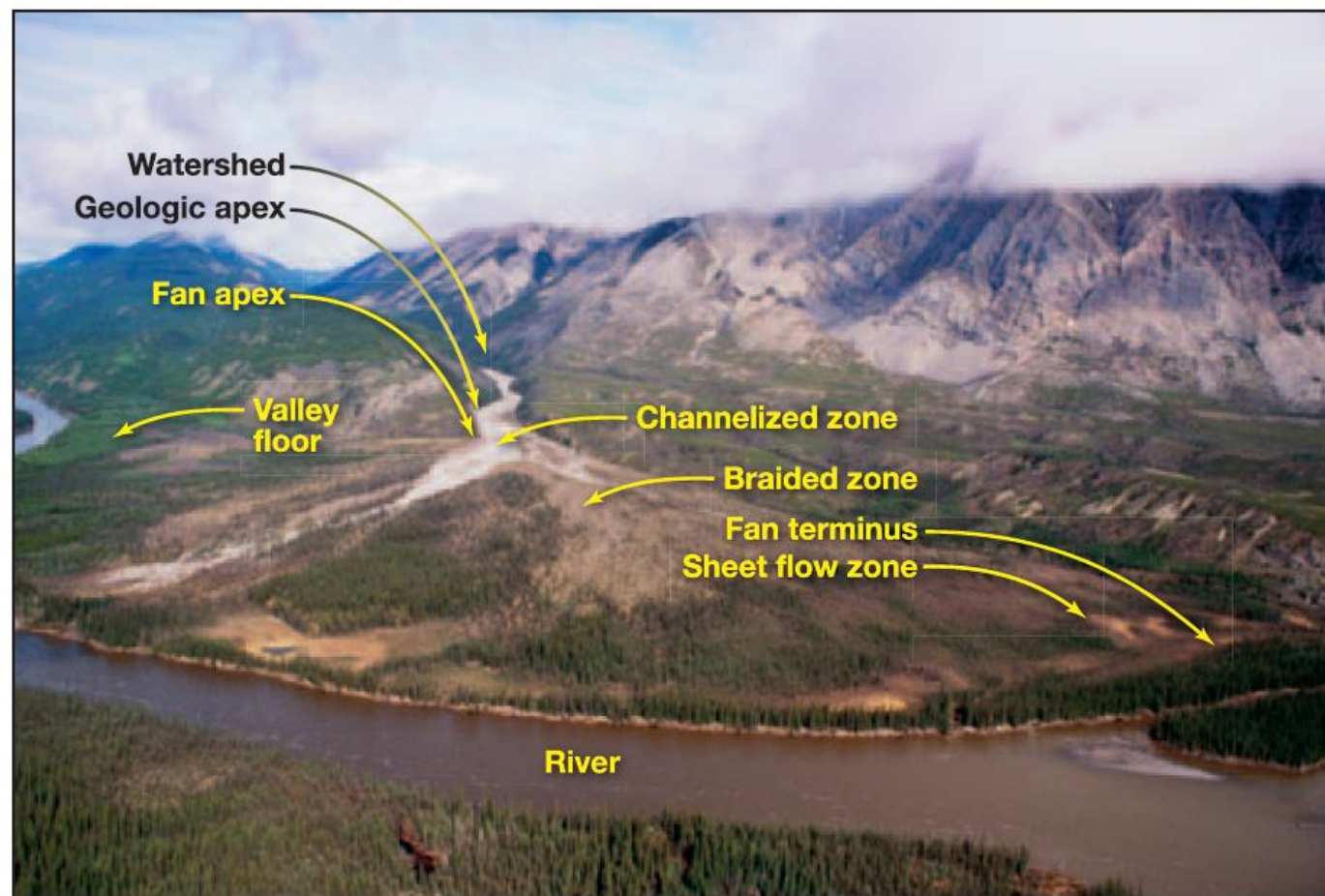


Interaction Model Depicting the Relationships of the Mapping Sciences as they relate to Mathematics and Logic, and the Physical, Biological, and Social Sciences



Jensen, 2007

Figure D-1.  
Alluvial fan  
flooding zones  
and other geologic  
features



([https://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1506-20490-8114/fema259\\_app\\_d.pdf](https://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1506-20490-8114/fema259_app_d.pdf))



# Using Digital Geologic Maps to Assess Alluvial-Fan Flood Hazards

By Jeremy

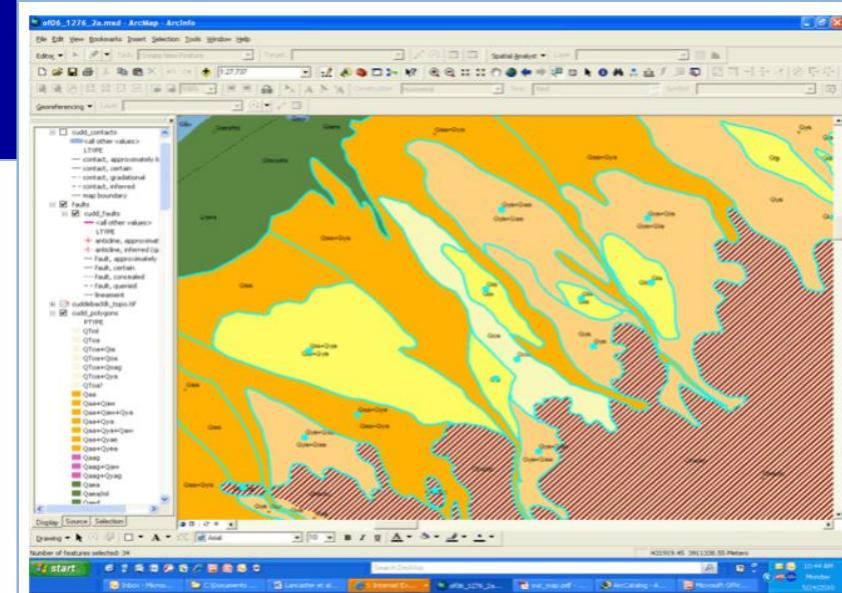
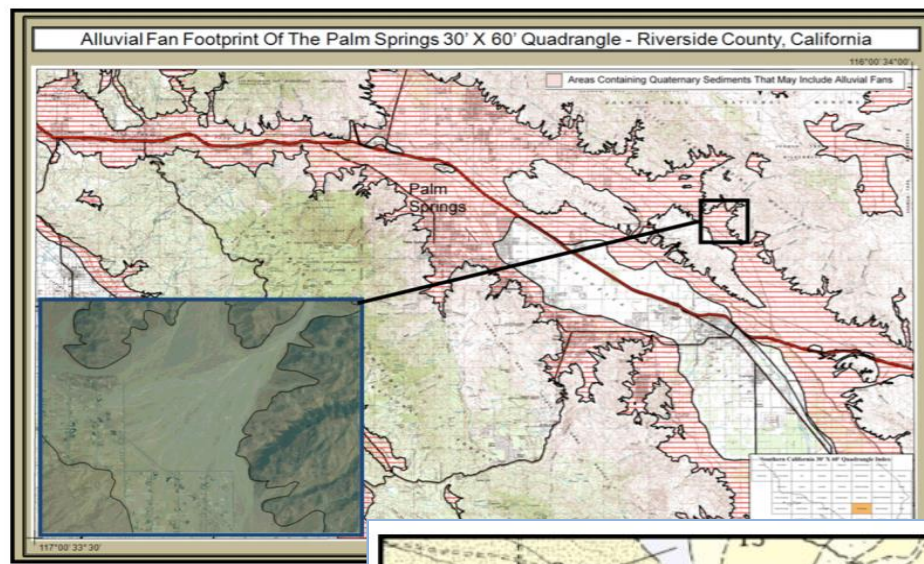


Figure 3B. Selection of all Quaternary alluvial-fan units.

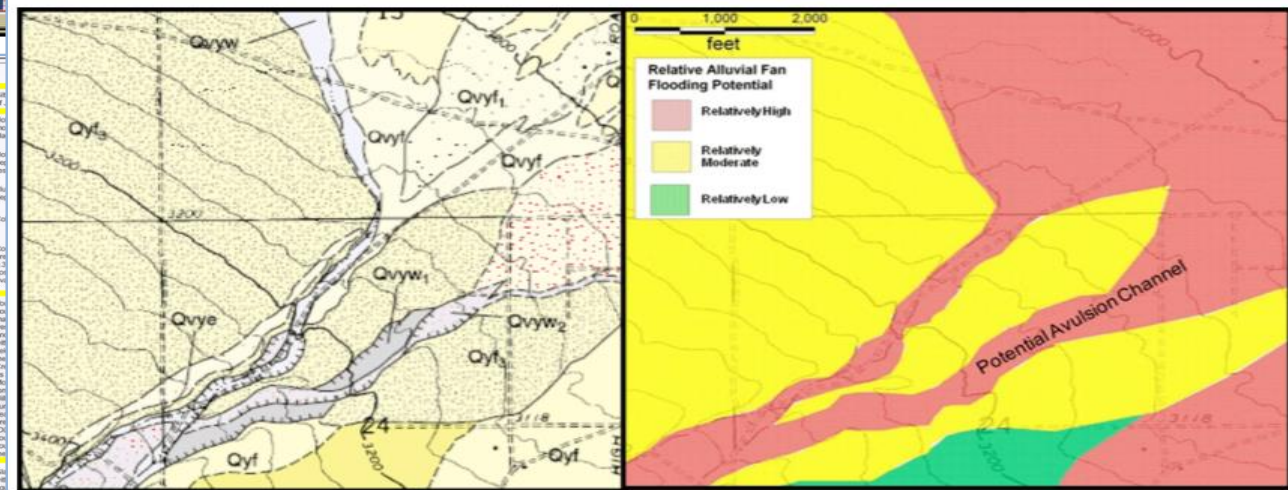
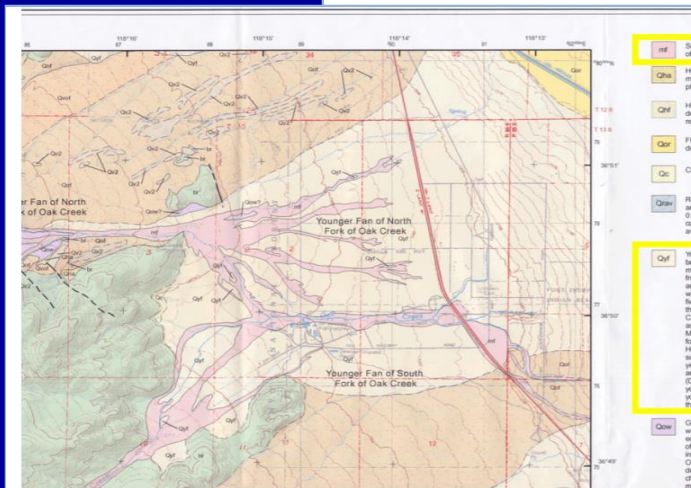


Figure 10. A portion of the geologic map of the Fifteenmile Valley 7.5' quadrangle (left) (Miller and Matti, 2001), and identification of relative alluvial-fan flood-hazard areas for the same area (right).

Figure 6. Draft Quaternary geologic map of the Oak Creek alluvial-fan system (Wagner and others, 2001), showing historical debris flow deposits, and the designation of Holocene debris-flow deposits. Highlight box shows debris flow deposit of July 2008 and around the





1 ระบบการจำแนกดินถล่ม สาเหตุ และกลไกในการกระตุ้นให้เกิดดินถล่ม (Landslide Types, Causes and Triggering Mechanism)

สำหรับคำจำกัดความของ **ตะกอนไหลถล่ม และน้ำปนตะกอนท่วมบ่า (Debris flow and debris flood)** ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ถูกจำแนกมาจากหมวดหมู่ย่อยของ *Landslide classification systems* (ซึ่งในทางทฤษฎีนั้นสามารถจำแนกได้ในหลายรูปแบบตามปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ทั้งจากลักษณะของการเคลื่อนที่ ตะกอน ความเร็ว ปัจจัยทางด้านธรณีสิ่งแวดล้อม ปริมาณของน้ำที่เข้ามาเกี่ยวข้อง และภูมิอากาศ เป็นต้น) ที่ถูกใช้เป็นหลักการจำแนก *Landslides* ซึ่งถูกนำมาใช้อ้างอิงกันมากที่สุดของ *Sharpe (ค.ศ. 1938)* ที่ได้จำแนกด้วยหลักการของลักษณะการเคลื่อนที่ (*slip and flow*) ชนิดของตะกอน (*earth or rock*) และบทบาทของน้ำ/น้ำแข็ง ที่เป็นปัจจัยหลัก ในขณะที่ความเร็วของการเคลื่อนที่เป็นปัจจัยที่รองลงมา (*ตารางที่ ๑*)

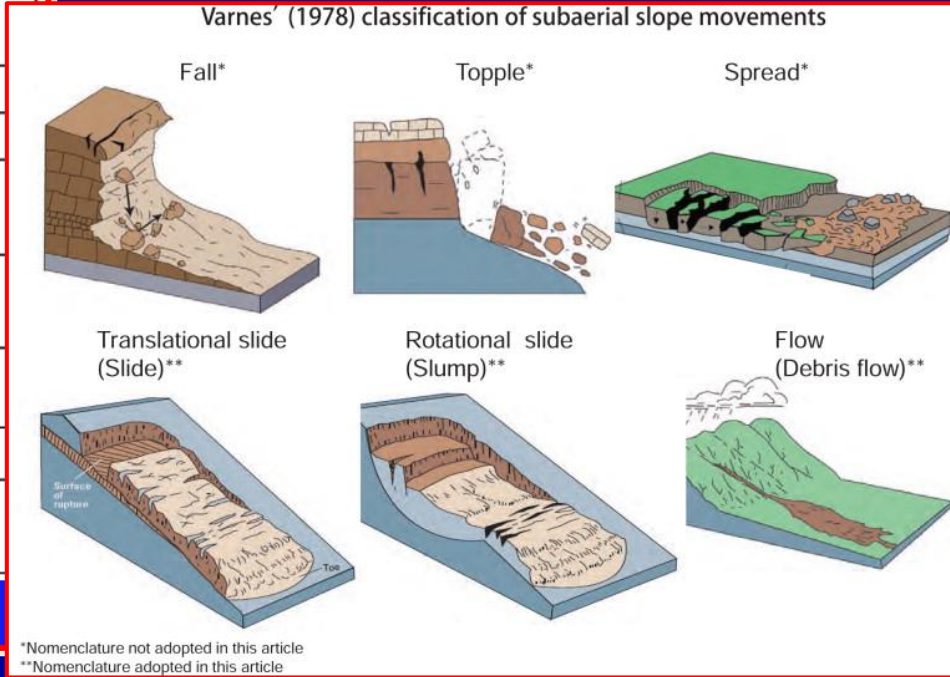
ตารางที่ ๑ Landslide classification system โดย Sharpe (1938)

MOVEMENT		EARTH OR ROCK				
KIND	RATE	ICE	EARTH OR ROCK PLUS ICE	EARTH OR ROCK DRY OR WITH MINOR AMOUNTS OF ICE OR WATER	EARTH OR ROCK PLUS WATER	WATER
		CHIEFLY ICE				CHIEFLY WATER
WITH FREE SIDE	FLOW	GLACIAL TRANSPORTATION	ROCK GLACIER CAP	ROCK ---- CREEP	SOLIFLUCTION	FLUVIAL TRANSPORTATION
			TALUS CREEP			
	SOIL CREEP			SOLIFLUCTION		
	DEBRIS ---- AVALANCHE			EARTHFLOW		
SLIP (LANDSLIDE)	PERCEPTIBLE				MUDFLOW SEMIARID, ALPINE VOLCANIC	
					(Debris Flow & Debris Flood) DEBRIS ---- AVALANCHE	
SLIP (LANDSLIDE)	PERCEPTIBLE		SLUMP			
			DEBRIS --- SLIDE			
SLIP (LANDSLIDE)	PERCEPTIBLE		DEBRIS --- FALL			
NO FREE SIDE	FAST OR SLOW		ROCKSLIDE			
			ROCKFALL			
			SUBSIDENCE			



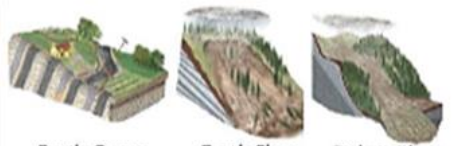




Type of movement		Type of material		
		Bed rock	Engineering soils	
			Predominately coarse	Predominantly fine
FALLS		Rock fall	Debris fall	Earth fall
	TOPPLES	Rock topple	Debris slide	Earth slide
SLIDES	ROTATIONAL	Rock slide	Debris slide	Earth slide
	TRANSLASTIONAL			
	LATERAL SPREADS	Rock spread	Debris spread	Earth spread
FLOWS		Rock flow (Deep creep)	Debris flow	Earth flow
			(soil creep)	
COMPLEX		Combination of two or more principle types of movement		

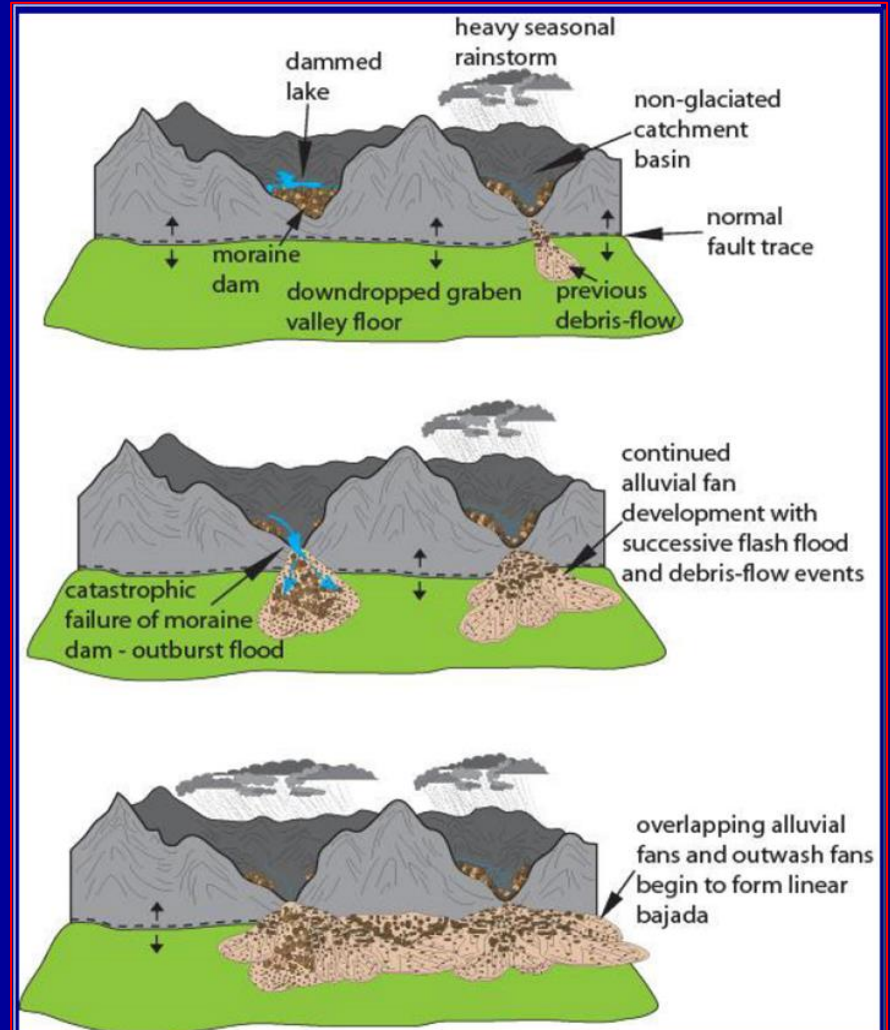
ตารางแสดงระบบการจำแนกดินถล่ม (Landslide classification system) ของ Varnes (ค.ศ. 1978)



1 ระบบการจำแนกดินถล่ม สาเหตุ และกลไกในการกระตุ้นให้เกิดดินถล่ม (Landslide Types, Causes and Triggering Mechanism) (Cont.)

		VELOCITY		
Material	NATURE OF MOTION	Slow 1cm/Year Low Water Content	Moderate 1KM/Hour High Water Content	Rapid 5KM/Hour or More High Air content
ROCK	FLOW	 <p>Tumble      Rock Avalanche</p>		
	SLIDE OR FLOW	 <p>Rock Creep      Rockslide      Rockflow</p>		
	FLOW	 <p>Earth Creep      Earth Flow      Debris Flow</p>		
LOOSE MATERIAL	FLOW	 <p>MudFlow</p>		
	SLIDE OR FLOW	 <p>Slump      Debris Slide      Debris Avalanche</p>		

Landslide classification system by Varnes (1996)

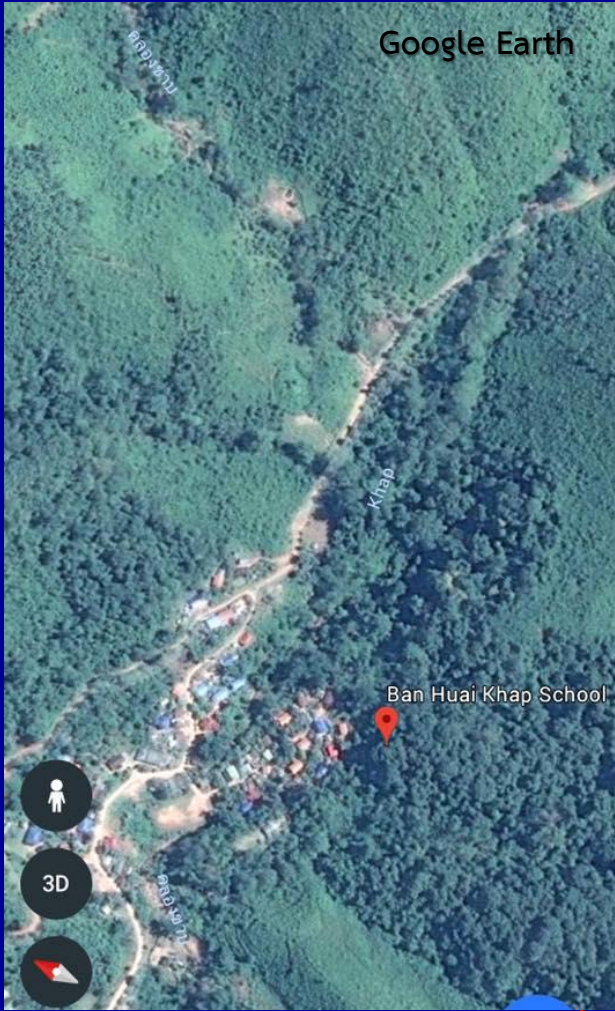


ตัวอย่างของบริเวณที่เกิดการตะกอนท่วมป่าในบริเวณเนินตะกอนรูปพัด (Alluvial fan flooding zones) และลักษณะทางธรณีวิทยาที่เกี่ยวข้อง

(ที่มา: [https://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1506-20490-8114/fema259\\_app\\_d.pdf](https://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1506-20490-8114/fema259_app_d.pdf))







แหล่งข้อมูล : <http://www.khaosan-nannakorn.com/18207> และ <https://news.thaipbs.or.th/content/273674>



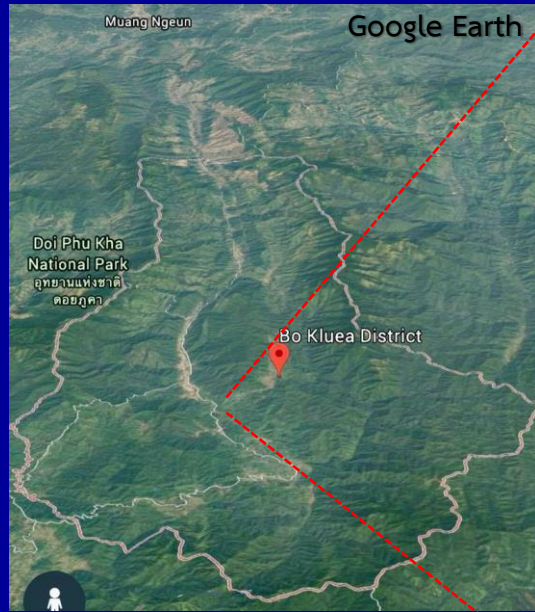
บ้านห้วยขาบ ต.บ่อเกลือเหนือ จ.น่าน (28 ก.ค. 2561)  
 ดินถล่ม (Landslides) ประเภท "ตะกอนไหลถล่ม (Debris flow)  
 และน้ำปนตะกอนท่วมป่า (Debris flood)  
 กระบวนการเกิดและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง...ที่ทำให้มี Susceptibility  
 ส่งผลให้เกิดเป็น Hazard และเกิด Risk ต่อชีวิตและทรัพย์สิน ...!!

หลังจากเกิดสภาวะฝนตกสะสมหลายวันที่จังหวัดน่าน และมีหลายพื้นที่ได้รับผลกระทบจากน้ำเอ่อท่วม ล่าสุดเข้าวันที่ 7  
 อำเภอบ่อเกลือ บนเขาหินปูนน้ำมากได้ไหลลงมากในพื้นที่บ้านห้วยขาบ หมู่ 7 ตำบลบ่อเกลือเหนือ เป็นหมู่บ้านอยู่ในหุบเขา  
 มีบ้านเรือนถูกดินโคลนทับ 4 หลัง

แหล่งข้อมูล : <https://www.onbnews.com/post/26311>







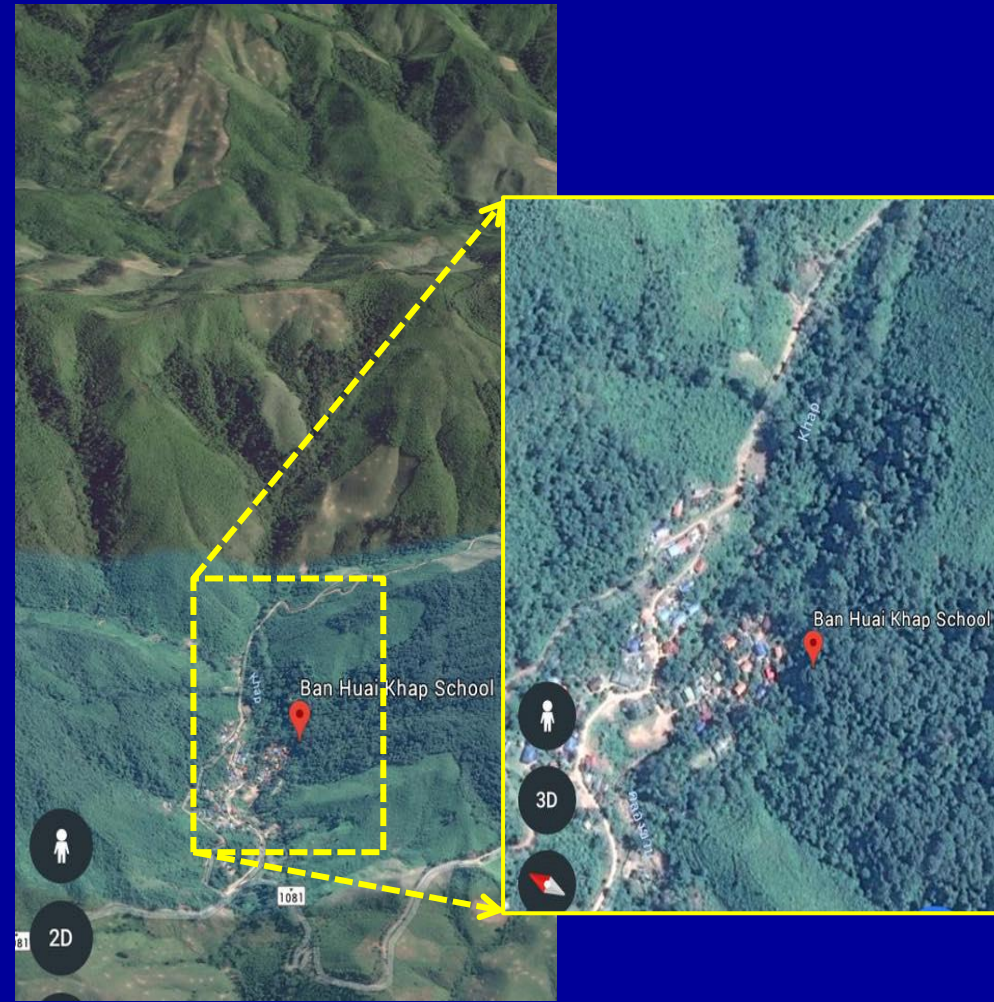
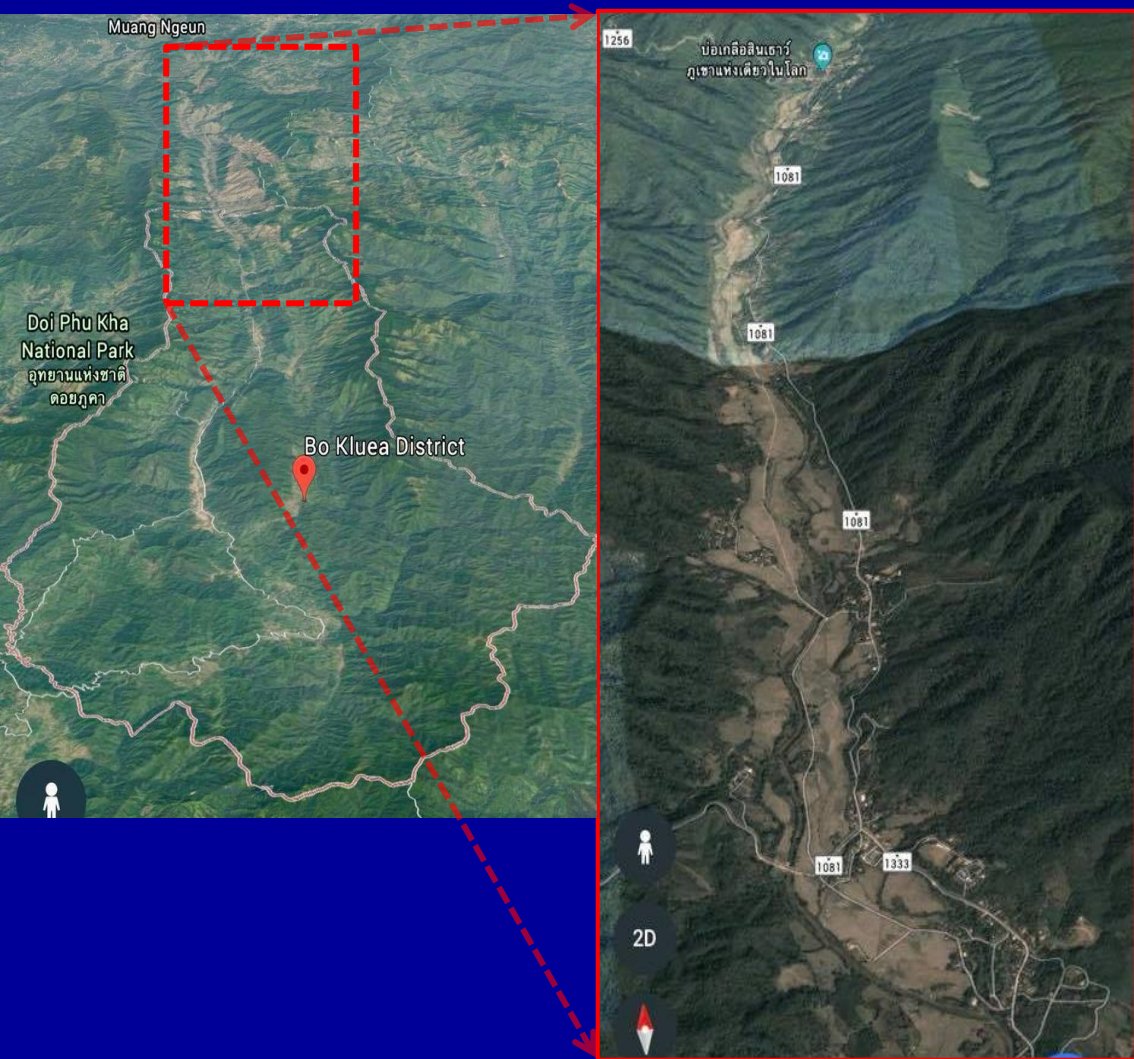
แหล่งข้อมูล : [www.cm108.com](http://www.cm108.com)



เส้นทางบ้านสะละ - บ้านบ่อหยวก ต.บ่อเกลือเหนือ ซึ่งห่างจากบ้านห้วยขาบ ประมาณ 1 กิโลเมตรกว่าๆ โคนถนนเส้นนี้มาจาก อ.เฉลิมพระเกียรติ จ.น่าน



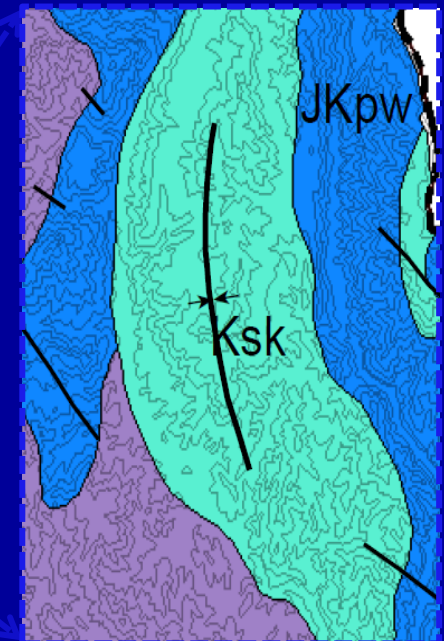
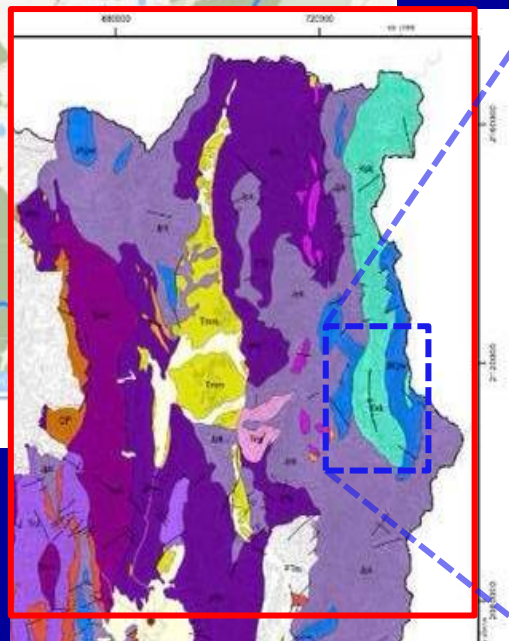
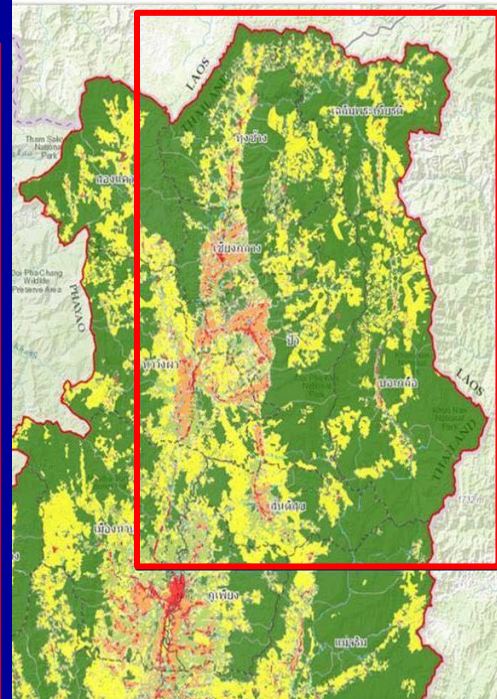
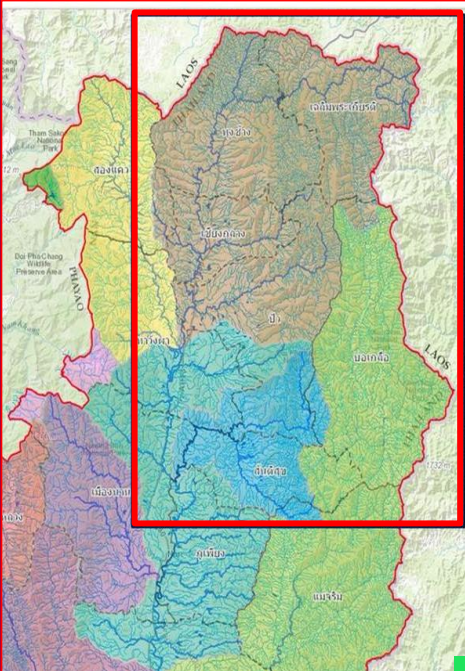
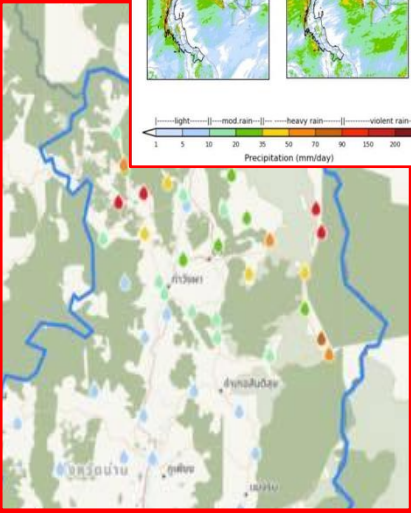
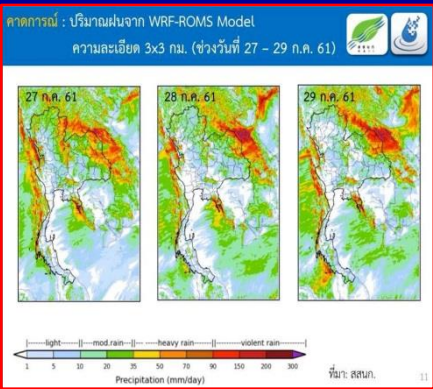




ริมถนนสาย 1081 และบริเวณบ้านห้วยขาบ ต.บ่อเกลือเหนือ จ.น่าน (28 ก.ค. 2561) ดินถล่ม (Landslides) ประเภท “ตะกอนไหลถล่ม (Debris flow) และน้ำปนตะกอนท่วมป่า (Debris flood) .....  
 .....กระบวนการและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง..ที่ทำให้มี Susceptibility ส่งผลให้เกิดเป็น Hazard และเกิด Risk ต่อชีวิตและทรัพย์สิน ...!!







**ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง...!? ที่ทำให้มี Susceptibility ส่งผลให้เกิดเป็น Hazard และเกิด Risk ต่อชีวิต และทรัพย์สิน ...!!**





# 1 ระบบการจำแนกดินถล่ม สาเหตุ และกลไกในการกระตุ้นให้เกิดดินถล่ม (Landslide Types, Causes and Triggering Mechanism) (Cont.)

## Physical Causes—Triggers

- Intense rainfall
- Rapid snowmelt
- Prolonged intense precipitation
- Rapid drawdown (of floods and tides) or filling
- Earthquake
- Volcanic eruption
- Thawing
- Freeze-and-thaw weathering
- Shrink-and-swell weathering
- Flooding

For further reading:  
References 9, 3, and 45

## Natural Causes

### Geological causes

- Weak materials, such as some volcanic slopes or unconsolidated marine sediments, for example
- Susceptible materials
- Weathered materials
- Sheared materials
- Jointed or fissured materials
- Adversely oriented mass discontinuity (bedding, schistosity, and so forth)
- Adversely oriented structural discontinuity (fault, unconformity, contact, and so forth)
- Contrast in permeability
- Contrast in stiffness (stiff, dense material over plastic materials)

### Morphological causes

- Tectonic or volcanic uplift
- Glacial rebound
- Glacial meltwater outburst
- Fluvial erosion of slope toe
- Wave erosion of slope toe
- Glacial erosion of slope toe
- Erosion of lateral margins
- Subterranean erosion (solution, piping)
- Deposition loading slope or its crest
- Vegetation removal (by forest fire, drought)

## Human Causes

- Excavation of slope or its toe
- Use of unstable earth fills, for construction
- Loading of slope or its crest, such as placing earth fill at the top of a slope
- Drawdown and filling (of reservoirs)
- Deforestation—cutting down trees/logging and (or) clearing land for crops; unstable logging roads
- Irrigation and (or) lawn watering
- Mining/mine waste containment
- Artificial vibration such as pile driving, explosions, or other strong ground vibrations
- Water leakage from utilities, such as water or sewer lines
- Diversion (planned or unplanned) of a river current or longshore current by construction of piers, dikes, weirs, and so forth



Fig.4 Landslide Contributing Factors

## ปัจจัยทั้งหลายที่กระตุ้นให้เกิดดินถล่ม (Landslide Contributing Factors)

: Adapted from Malaysia (PWD, 2008) and USGS (2003) [http://www.gnpgeo.com.my/download/publication/2008\\_08.pdf](http://www.gnpgeo.com.my/download/publication/2008_08.pdf)



ผังแสดงสาเหตุการเกิดดินถล่มประเภทต่างๆ และกลไกในการกระตุ้นให้เกิดขึ้น (Landslide Causes and Triggering Mechanisms)

(ที่มา: The Landslide Handbook—A Guide to Understanding Landslides, Circular 1325, U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey, 2008)



แผนภาพแบบจำลองเชิงพื้นที่ในระดับลุ่มน้ำย่อย เพื่อใช้ในวัฏจักรของการจัดการพิบัติภัยจากดินถล่ม ตะกอนท่วมป่า และน้ำป่าไหลหลาก ในแต่ละขั้นตอนของการจัดการตามลำดับ เพื่อให้เกิดประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลอย่างยั่งยืนและสมดุล (สมบัติ อยู่เมือง, 2560)

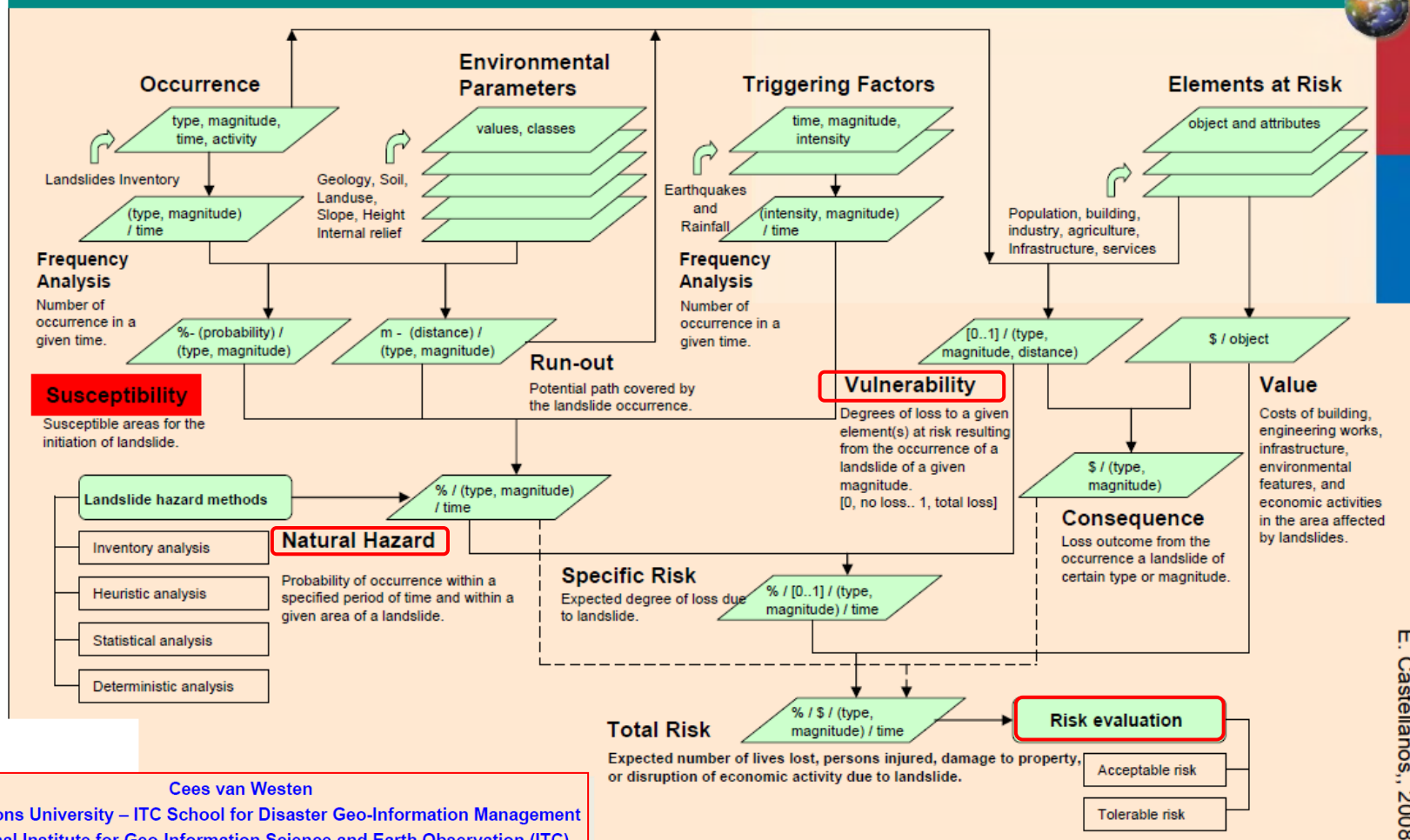




1 กรอบแนวทางในการประเมินความเสี่ยงจากดินถล่มในเชิงพื้นที่ (Spatial Landslide Risk Assessment Framework)

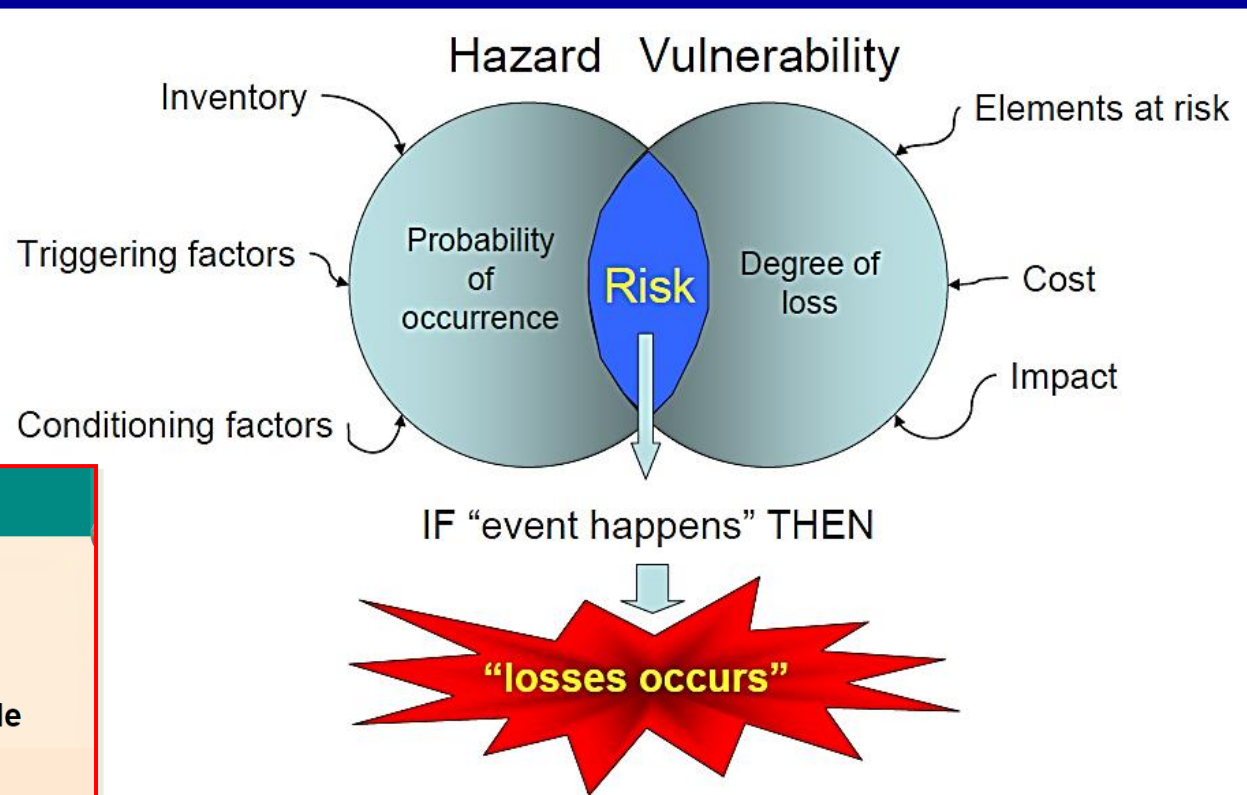
([http://www.unicaen.fr/mountainrisks/spip/IMG/pdf/02\\_MountainRisks\\_IntensiveCourse-Barcelona-08\\_vanWesten-Susceptibility.pdf](http://www.unicaen.fr/mountainrisks/spip/IMG/pdf/02_MountainRisks_IntensiveCourse-Barcelona-08_vanWesten-Susceptibility.pdf))

# Spatial landslide risk assessment framework



E. Castellanos, 2008





## What is susceptibility?

### Landslide susceptibility is:

- The relative spatial likelihood for the occurrence of landslides of a particular type and volume

### Landslide hazard is:

- The probability of occurrence of a particular landslide type (initiation and run-out, volume, speed) within a specified period of time and in a given area.

### Landslide risk is:

- The expected losses (monetary, or in number of buildings / people) due to specific landslide type type (initiation and run-out, volume, speed) within a specified period of time and in a given area.

$$\text{Hazard} = \text{Susceptibility} * \text{Triggering factors}$$

Where?

When?

Spatial probability

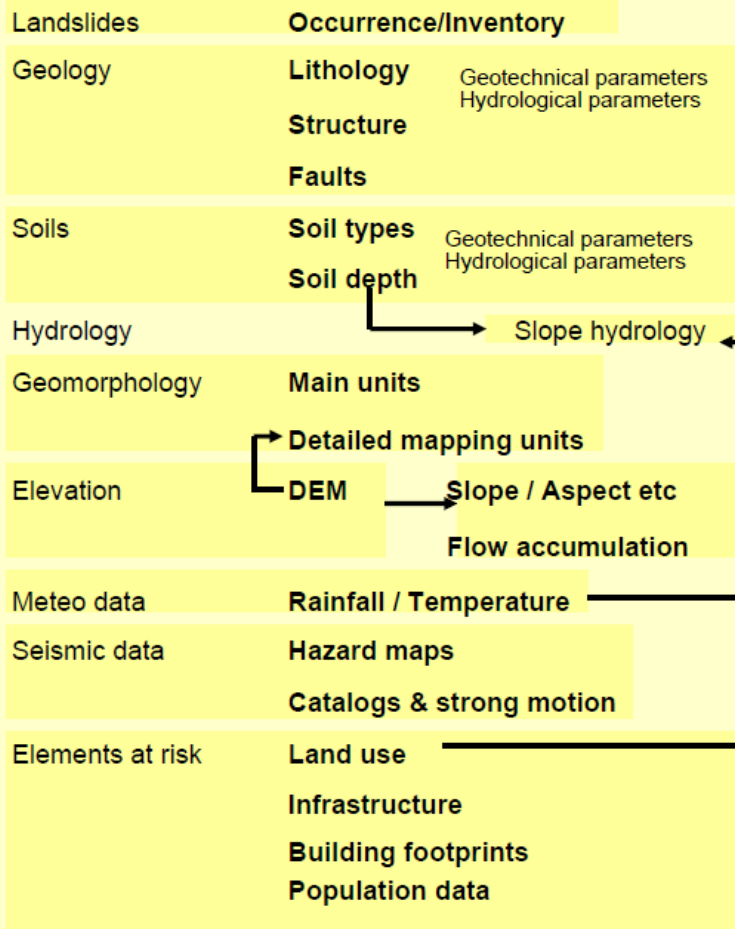
Temporal probability

Graphic representation of of landslide risk and its consequences

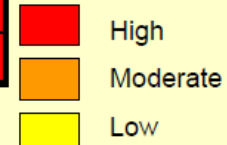
(แหล่งอ้างอิง : Alexander, 2002)



# Input data



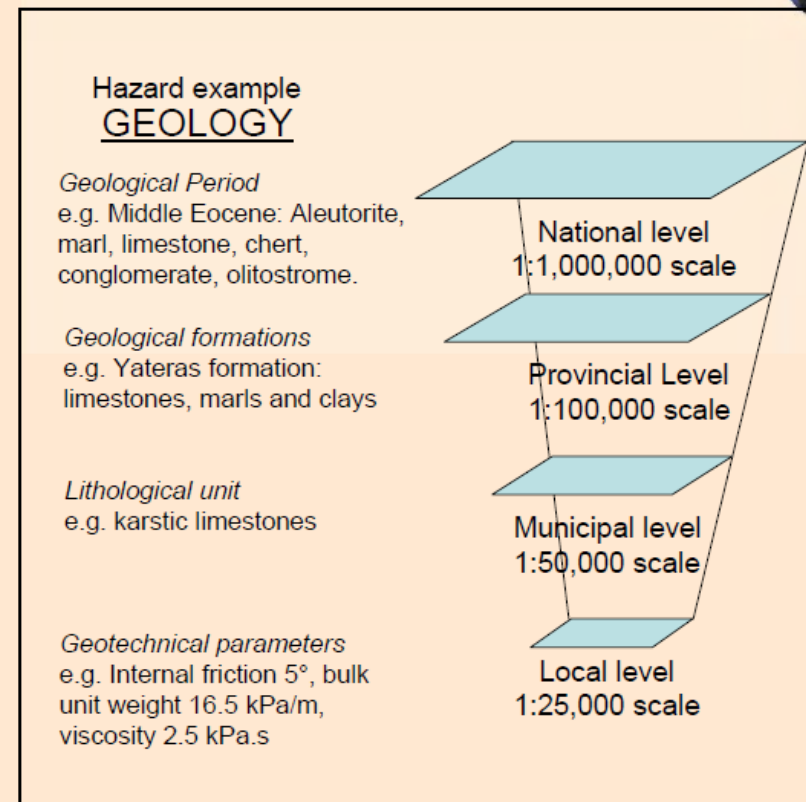
					Regional Medium Large							
Update Frequency					RS	Scale			Models			
>10	10	1	0.8	day	Use	R	M	L	H	S	P	D
Landslides Occurrence/Inventory					High	High	High	High	High	High	High	High
Geology Lithology Geotechnical parameters Hydrological parameters					Moderate	High	High	High	High	High	High	High
Structure					Moderate	High	High	High	High	High	High	High
Faults					Moderate	High	High	High	High	High	High	High
Soils Soil types Geotechnical parameters Hydrological parameters					Moderate	High	High	High	High	High	High	High
Soils Soil depth					Low	High	High	High	High	High	High	High
Hydrology Slope hydrology					Low	High	High	High	High	High	High	High
Geomorphology Main units					Moderate	High	High	High	High	High	High	High
Detailed mapping units					Moderate	High	High	High	High	High	High	High
Elevation DEM Slope / Aspect etc Flow accumulation					High	High	High	High	High	High	High	High
Meteo data Rainfall / Temperature					Moderate	High	High	High	High	High	High	High
Seismic data Hazard maps					Low	High	High	High	High	High	High	High
Catalogs & strong motion					Low	High	High	High	High	High	High	High
Elements at risk Land use					High	High	High	High	High	High	High	High
Infrastructure					High	High	High	High	High	High	High	High
Building footprints					High	High	High	High	High	High	High	High
Population data					High	High	High	High	High	High	High	High





# Scale of analysis

- **National scale**  
( $< 1:1.000.000$ ) Mainly inventory. Public awareness & policy support
- **Regional scale**  
( $1:100.000 - 1:1.000.000$ ) For reconnaissance phases for planning projects for the construction of infrastructural works, or agricultural development projects.
- **Medium scale**  
( $1:25.000 - 1:100.000$ ). For land use planning and construction of infrastructural works, environmental impact assessment and municipal planning.
- **Large scale**  
( $1:2.000 - 1:25.000$ ). For risk assessment and detailed planning.
- **Site investigation**  
( $> 1: 2.000$ ). Detailed risk assessment, and design of slope stabilization works

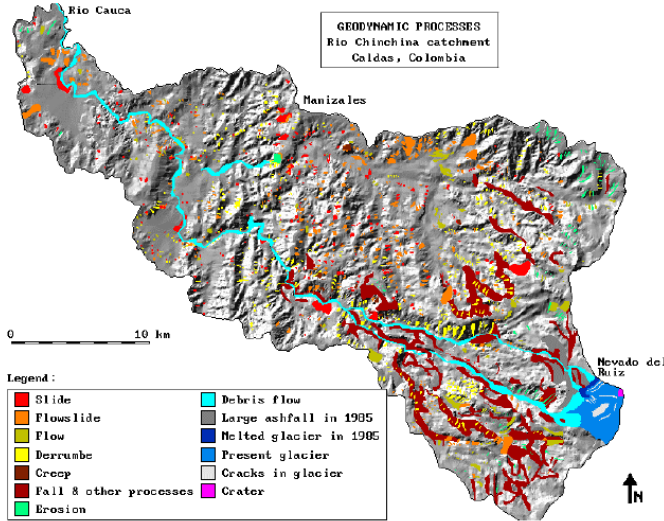


Castellanos and Van Westen, 2008

**Each scale has its own objectives, and has its own possibilities for data collection**



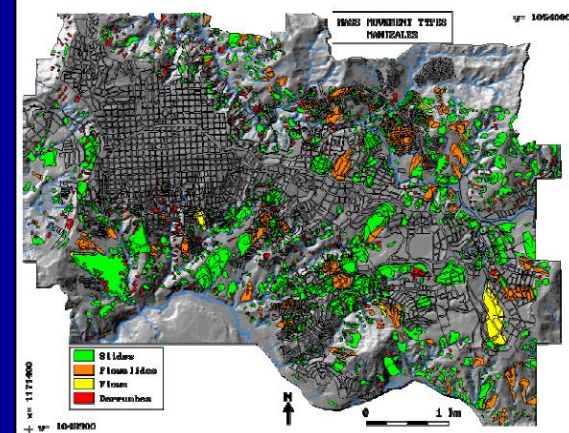
([http://www.unicaen.fr/mountainrisks/spip/IMG/pdf/02\\_MountainRisks\\_IntensiveCourse-Barcelona-08\\_vanWesten-Susceptibility.pdf](http://www.unicaen.fr/mountainrisks/spip/IMG/pdf/02_MountainRisks_IntensiveCourse-Barcelona-08_vanWesten-Susceptibility.pdf))



### Regional scale

Between 1:100.000 and 1:1.000.000, covering a large catchment area, or a political entity of the country.

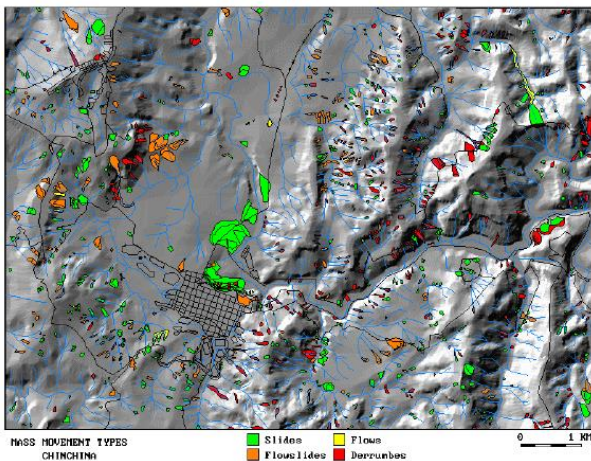
The maps at this scale are mostly intended for reconnaissance phases for planning projects for the construction of infrastructural works, or agricultural development projects.



### Large scale

Between 1:2.000 and 1:25.000, covering a town or (part of) a city.

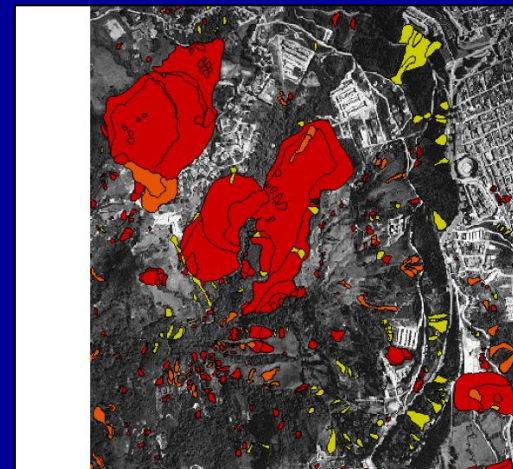
They are used for disaster prevention and generation of risk maps, as well as for the design phase of engineering works.



### Medium scale

Between 1:25.000 and 1:100.000, covering a municipality or smaller catchment area.

Intended for the detailed planning phases of projects for the construction of infrastructural works, environmental impact assessment and municipal planning.

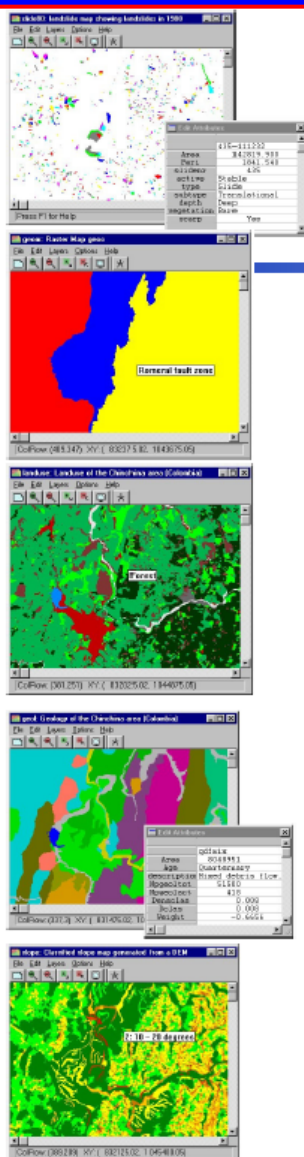


### Site investigation scale

Between 1:200 to 1:2.000, covering the area where engineering works will be carried out, or covering a single landslide. They are used for the detailed design of engineering works, such as roads, bridges, tunnels, dams, and for the construction of slope stabilisation works.



([http://www.unicaen.fr/mountainrisks/spip/IMG/pdf/02\\_MountainRisks\\_IntensiveCourse-Barcelona-08\\_vanWesten-Susceptibility.pdf](http://www.unicaen.fr/mountainrisks/spip/IMG/pdf/02_MountainRisks_IntensiveCourse-Barcelona-08_vanWesten-Susceptibility.pdf))



Data layers for slope instability hazard zonation		Scale of analysis		
		Regional	Medium	Large
GEOMORPHOLOGY	1. Terrain Mapping Units	3	3	3
	2. Geomorphological (sub)units	2	3	3
	3. Landslides (recent)	1	3	3
	4. Landslides (older period)	1	3	3
TOPOGRAPHY	5. Digital Terrain Model	2	3	3
	6. Slope map	2	3	3
	7. Slope direction map	2	3	3
	8. Slope length	2	3	3
	9. Concavities/convexities	1	1	3
ENGINEERING GEOLOGY	10. Lithologies	2	3	3
	11. Material sequences	1	2	3
	12. Structural geological map	3	3	3
LANDUSE	13. Seismic accelerations	3	3	3
	14. Infrastructure (recent)	3	3	3
	15. Infrastructure (older)	3	3	3
	16. Landuse map (recent)	2	3	3
HYDROLOGY	17. Landuse map (older)	2	3	3
	18. Drainage	3	3	3
	19. Catchment areas	2	3	3
	20. Rainfall	2	3	3
	21. Temperature	2	3	3
	22. Evapotranspiration	2	3	3
	23. Watertable maps	1	1	2





1

# กรอบแนวทางในการประเมินความเสี่ยงจากดินถล่มในเชิงพื้นที่ (Spatial Landslide Risk Assessment Framework) – Cont.

([http://www.unicaen.fr/mountainrisks/spip/IMG/pdf/02\\_MountainRisks\\_IntensiveCourse-Barcelona-08\\_vanWesten-Susceptibility.pdf](http://www.unicaen.fr/mountainrisks/spip/IMG/pdf/02_MountainRisks_IntensiveCourse-Barcelona-08_vanWesten-Susceptibility.pdf))

Type of analysis	Techniques	Required data from table 1			
			Regional 1:100,000	Medium 25.000	Large 10.000
Inventory	Landslide distribution analysis	3	Yes, but... (*)	Yes	Yes
	Landslide activity analysis	4,5,14,15,16,17	No	Yes	Yes
	Landslide density analysis	1,2,3	Yes, but... (*)	No	No
Heuristic analysis	Geomorphological analysis	2,3,4	Yes	Yes, but... (**)	Yes, but... (**)
	Qualitative map combination	2,3,5,6,7,8,9,10,12,14,16,18	Yes, but... (***)	Yes, but... (**)	No
Statistical analysis	Bivariate statistical analysis	2,3,5,6,7,8,9,10,12,14,16,18	No	Yes	No
	Multivariate statistical analysis	2,3,5,6,7,8,9,10,12,14,16,18	No	Yes	No
Deterministic analysis	Safety factor analysis	6,11,12,13,16,20,21,22,23	NO	No	Yes, but... (****)



1

# กรอบแนวทางในการประเมินความเสี่ยงจากดินถล่มในเชิงพื้นที่ (Spatial Landslide Risk Assessment Framework) – Cont.

([http://www.unicaen.fr/mountainrisks/spip/IMG/pdf/02\\_MountainRisks\\_IntensiveCourse-Barcelona-08\\_vanWesten-Susceptibility.pdf](http://www.unicaen.fr/mountainrisks/spip/IMG/pdf/02_MountainRisks_IntensiveCourse-Barcelona-08_vanWesten-Susceptibility.pdf))

Scale description	Indicative range of scale	Typical area of zoning	Types of landslide zoning	Examples of zoning application
National	< 1:100,000	> 10,000 km <sup>2</sup>	<u>Inventory mapping, susceptibility zoning of geological contexts</u>	Landslide inventory and susceptibility to inform policy makers and the general public.
Regional	1:100,000 to 1:25,000	1000 ÷ 10,000 km <sup>2</sup>	<u>Inventory mapping, susceptibility and hazard zoning referring to local areas</u>	Landslide inventory and susceptibility zoning for regional development; or very large scale engineering projects. Preliminary level hazard mapping for local areas
Local	1:25,000 to 1:5,000	10 ÷ 1000 km <sup>2</sup>	<u>Hazard and risk zoning referring to single landslides (from qualitative to quantitative)</u>	Landslide inventory, susceptibility and hazard zoning for local areas. Intermediate to advanced level hazard zoning for regional development. Preliminary to advanced level risk zoning for local areas and the advanced stages of planning for large engineering structures, roads and railways.
Site-specific	> 1:5,000	Several hectares to tens of square kilometers	<u>Quantitative Risk Assessment (QRA) for individual slopes or singular locations</u>	Intermediate and advanced level hazard and risk zoning for local and site specific areas and for the design phase of large engineering structures, roads and railways

ตารางแสดงรายการข้อมูลในเชิงพื้นที่ที่จำเป็นสำหรับการประเมินความเสี่ยงจากดินถล่ม – Landslide Risk Assessment (Van Westen et al. 2008)





## CONCLUSIONS

### • Relation between scale and landslide susceptibility models

Scale	Qualitative methods		Quantitative methods		
	Inventory	Heuristic Analysis	Statistical Analysis	Process-based Analysis	Neural network Analysis
< 1:10,000	Yes	Yes	No	Yes	Yes
1:25,000 – 1:50,000	Yes	Yes	Yes	No	Yes
> 1:100,000	Yes	Yes	Yes/No	No	No

based on Soeters & van Westen (1996) and Aleotti & Chiyang (1999)

- **Separate landslide susceptibility models are needed:**
  - For different landslide types
  - For different failure mechanisms
- **Sometimes it is better to skip susceptibility assessment.**
  - If you already know the landslide initiation areas
  - If landslides are caused by reactivation of old ones

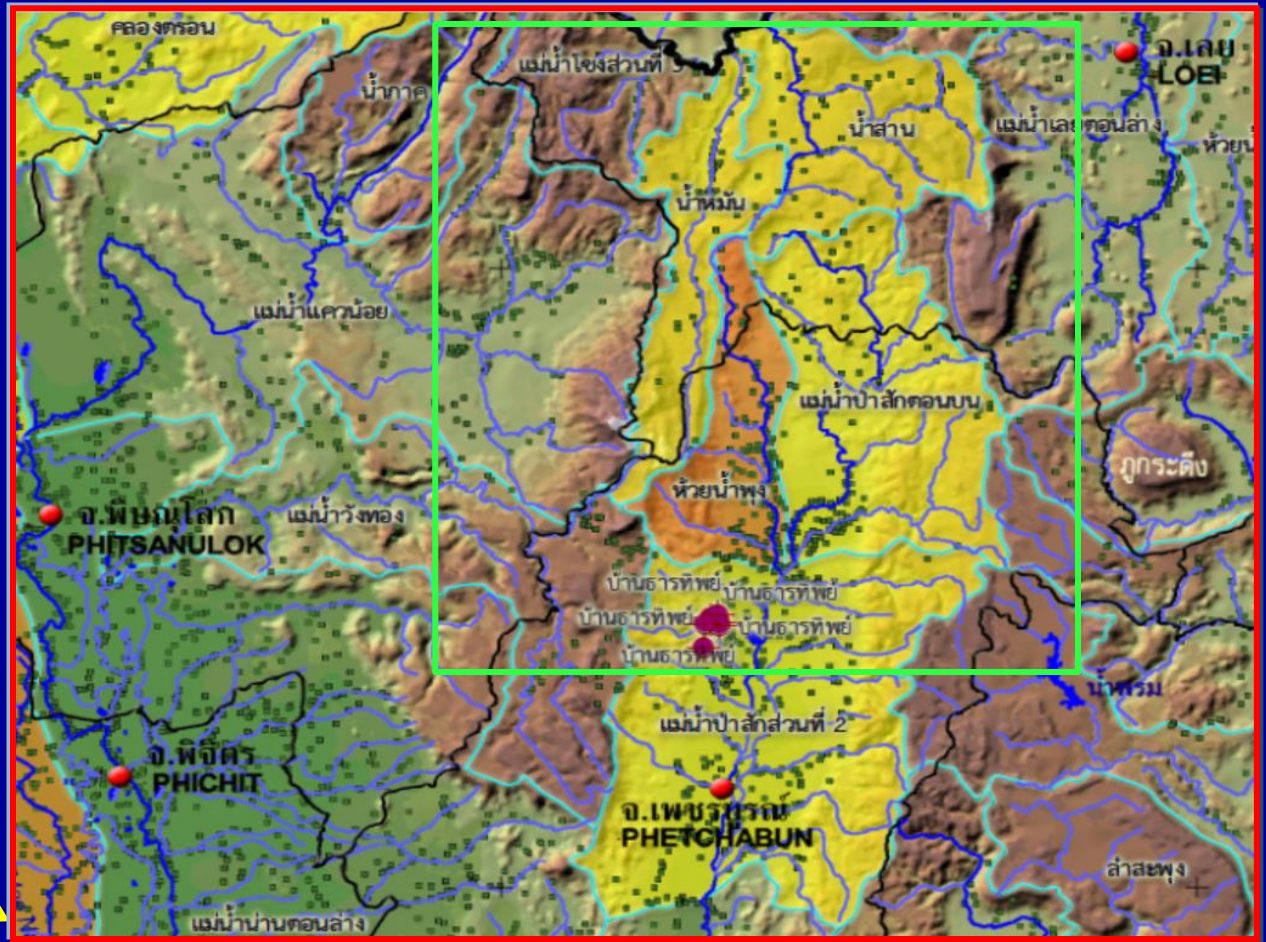
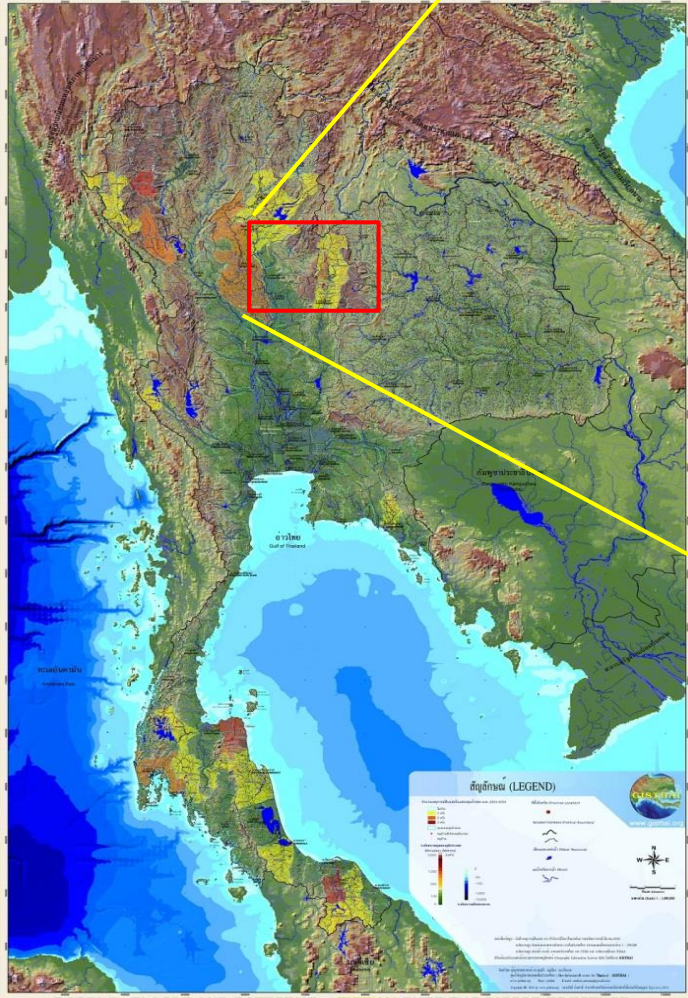
- **The availability of data greatly determines the possibility of using particular susceptibility methods**
  - Physical based models require detailed soil/rock characteristics
  - Depends on the homogeneity of the area
- **Don't simple use the factors everyone is using:**
  - GIS-based factor derived from DEMs are easy to make but are they also useful?
  - Strong relation between failure mechanism and factors to collect.

- **Validation....**
  - A susceptibility map is useless unless it is validated.
    - Spatial validation
    - Temporal validation
  - Validation of statistically derived results are often more difficult
- **How long is a susceptibility map valid?**
  - As soon as any of the (intrinsic or triggering) factors changes, e.g.:
    - Road construction
    - Climate change





แผนที่จำลองลักษณะภูมิประเทศ แสดงเหตุการณ์ดินถล่มในแต่ละชั้นปี พ.ศ. 2531 - 2555



### จำนวนเหตุการณ์ดินถล่มในแต่ละลุ่มน้ำย่อย พ.ศ. 2531-2555

- ไม่เกิด
- 1 ครั้ง
- 2 ครั้ง
- 3 ครั้ง
- ขอบเขตลุ่มน้ำย่อย
- หมู่บ้านที่เกิดเหตุดินถล่ม
- หมู่บ้าน

แหล่งที่มาข้อมูล : บันทึกเหตุการณ์ดินถล่ม จาก สำนักธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี มีนาคม 2555  
 ระดับความสูง ตำแหน่งและเขตกว้างปัดกรอง ภายในประเทศไทย จากกรมแผนที่ทหารมาตราส่วน 1 : 250,000  
 ระดับความสูง แหล่งน้ำ ทางน้ำ ภายนอกประเทศไทย จาก USGS และ ระดับความลึกจาก NOAA  
 ปรับแก้และประมวลผลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) โดยทีมงาน GISTHAI

จัดทำโดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ อยู่เมือง และทีมงาน  
 ศูนย์วิจัยสารสนเทศเพื่อประเทศไทย (Geo-InfomaticS center for Thailand - GISTHAI)  
 www.gisthai.org Page: gisthai E-mail: sombat.yumuang@gmail.com  
 Copyright © 2016 by www.gisthai.org สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามทำซ้ำ ทำการคัดลอกหรือเผยแพร่ส่วนหนึ่งส่วนใดทั้งนี้แก่ท่าน

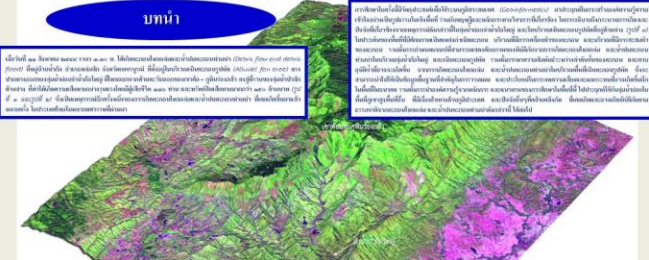




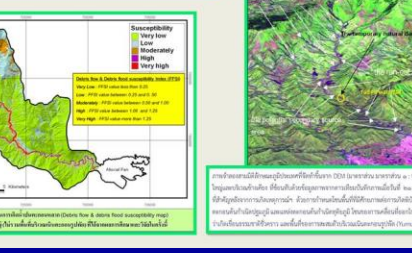
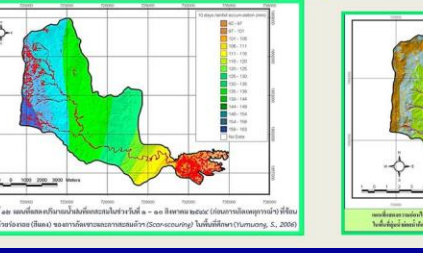
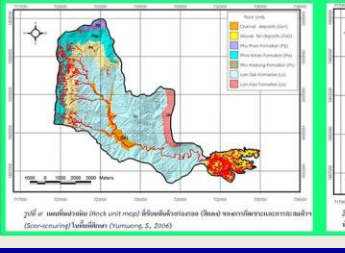
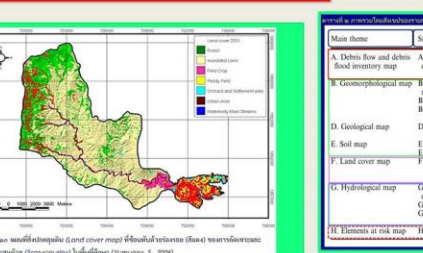
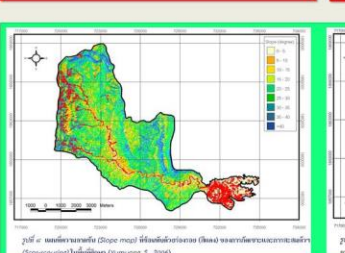
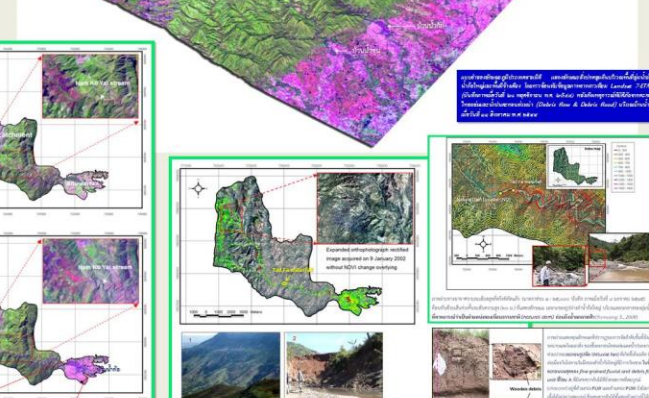
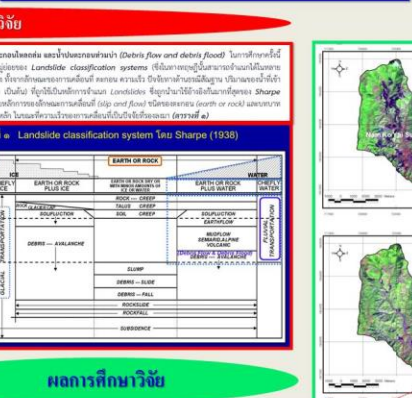
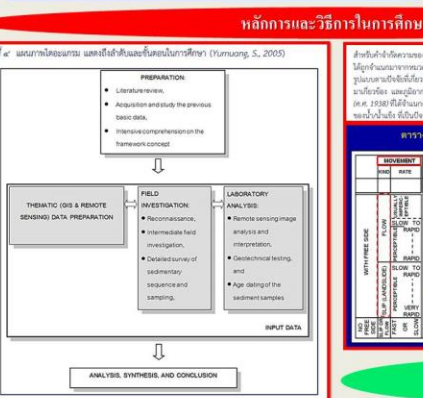


จัดทำโดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมปิต อยู่มิ่ง และทีมงาน ศูนย์วิจัยภูมิสารสนเทศเพื่อประเทศไทย (GISTHAI) ภาควิชาธรณีวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (Page : Gisthai)

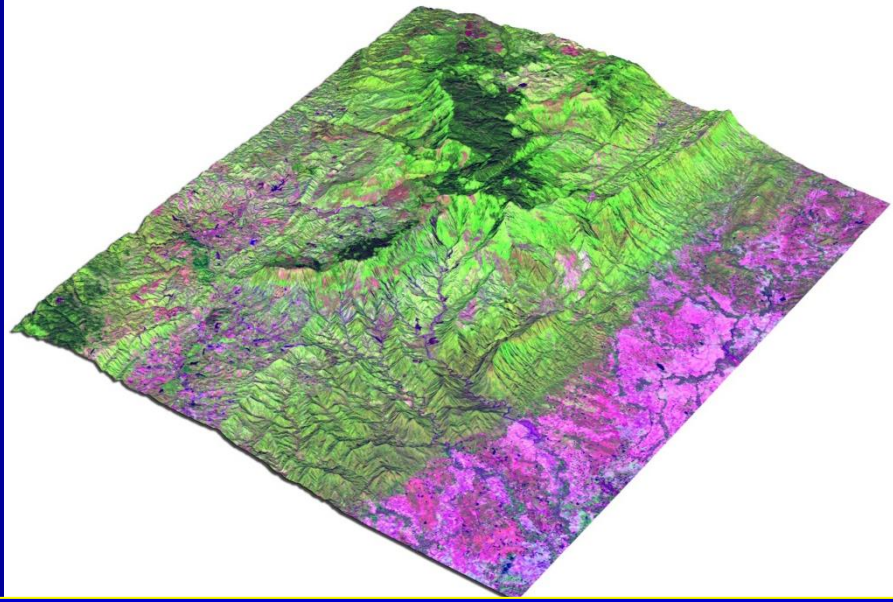
บทคัดย่อ
วัตถุประสงค์
วิธีการศึกษา
พื้นที่ศึกษา
บทนำ



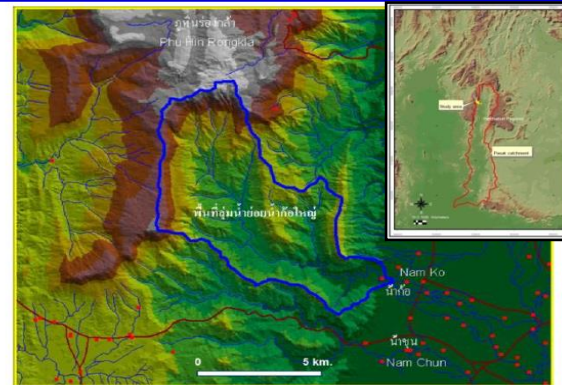
บทคัดย่อ
วัตถุประสงค์
วิธีการศึกษา
พื้นที่ศึกษา
บทนำ



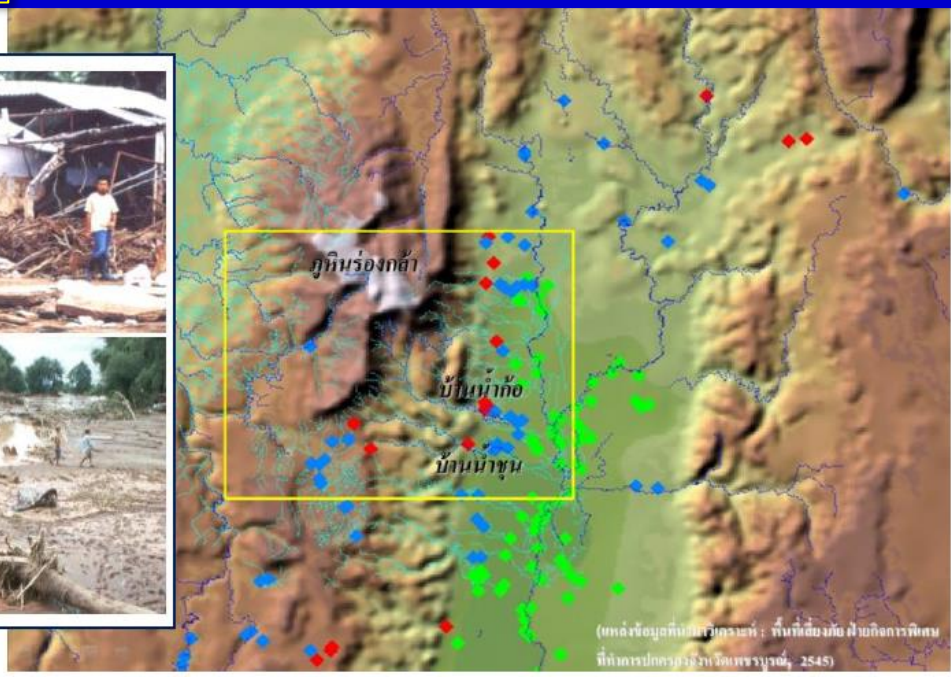




แบบจำลองลักษณะภูมิประเทศสามมิติ แสดงลักษณะสิ่งปกคลุมดินบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อย น้ำก้อใหญ่และพื้นที่ข้างเคียง โดยการซ้อนทับข้อมูลภาพจากดาวเทียม Landsat 7-ETM+ (บันทึกภาพเมื่อวันที่ ๒๑ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๔๔) หลังเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมจากตะกอนไหลถล่มและน้ำปนตะกอนท่วมบ้าน (Debris flow & Debris flood) บริเวณบ้านน้ำก้อ เมื่อวันที่ ๑๑ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๔๔



รูปที่ ๑ ภาพบน ภาพแบบจำลองสามมิติแสดงลักษณะภูมิประเทศบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยลำน้ำก้อใหญ่ ที่ตั้งของหมู่บ้านน้ำก้อ และบริเวณข้างเคียง ภาพซ้าย ภาพถ่ายมุมมองจากเฮลิคอปเตอร์ที่แสดงให้เห็นบริเวณที่ตั้งของหมู่บ้านน้ำก้อใหญ่ ที่ตั้งอยู่ในบริเวณเนินตะกอนรูปพัด ที่ได้รับความเสียหายอย่างรุนแรงจากการเกิดตะกอนไหลถล่มและน้ำปนตะกอนท่วมบ้าน เมื่อวันที่ ๑๑ สิงหาคม ๒๕๔๔

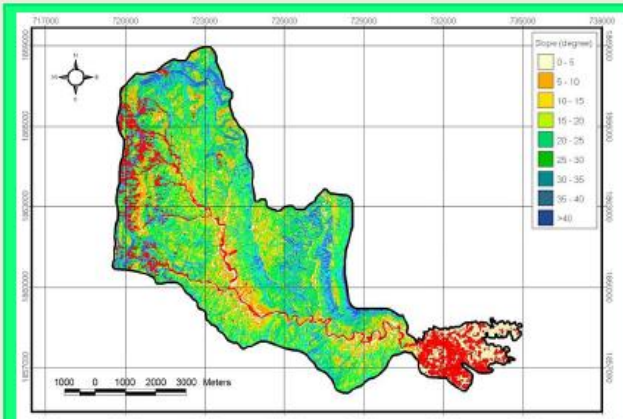


(ภาพถ่ายมุมสูงบริเวณนี้จัดทำโดย : ทีมวิจัย หน่วยปฏิบัติการพิเศษ ที่กองบรรณาธิการ จอร์เจียเทค, 2545)

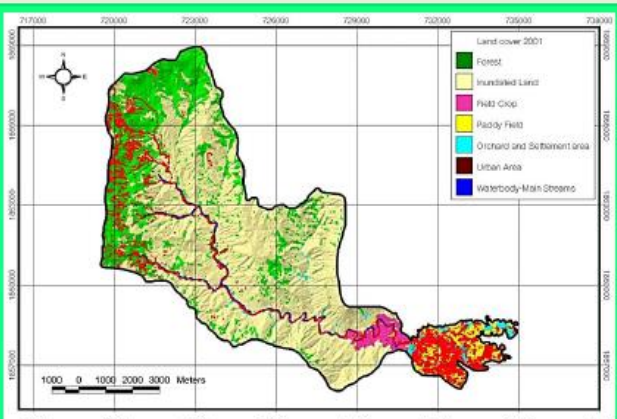




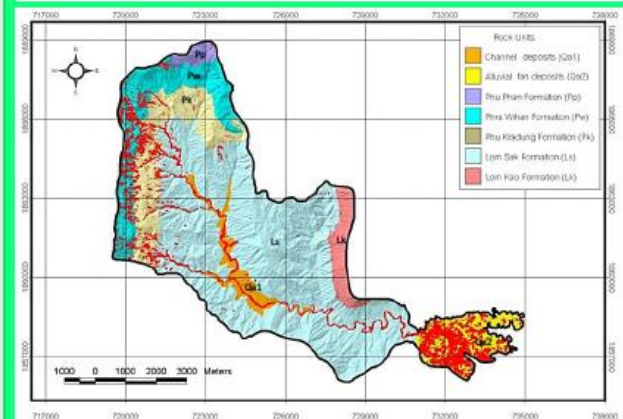
# ผลการศึกษาวิจัย



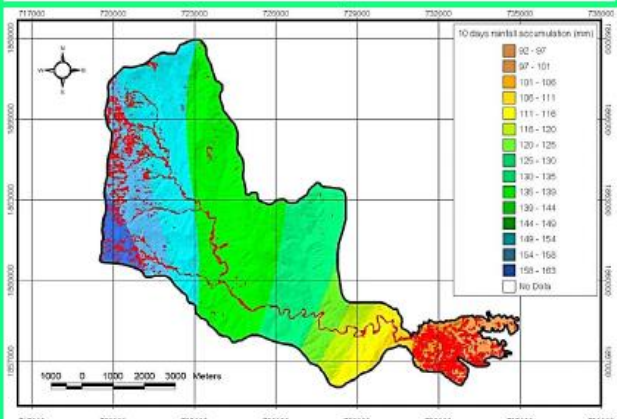
รูปที่ ๔ แผนที่ความลาดชัน (Slope map) ที่เชื่อมกับตัวร่องรอย (สีแดง) ของการกัดเซาะและการสะสมตัว (Scar-scouring) ในพื้นที่ศึกษา (Yumuang, S., 2006)



รูปที่ ๑๐ แผนที่สิ่งปกคลุมดิน (Land cover map) ที่เชื่อมกับตัวร่องรอย (สีแดง) ของการกัดเซาะและการสะสมตัว (Scar-scouring) ในพื้นที่ศึกษา (Yumuang, S., 2006)



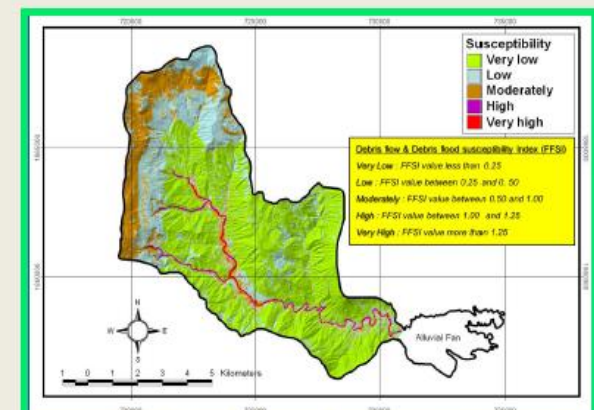
รูปที่ ๕ แผนที่หน่วยหิน (Rock unit map) ที่เชื่อมกับตัวร่องรอย (สีแดง) ของการกัดเซาะและการสะสมตัว (Scar-scouring) ในพื้นที่ศึกษา (Yumuang, S., 2006)



รูปที่ ๑๑ แผนที่แสดงปริมาณน้ำฝนที่ตกสะสมในช่วงวันที่ ๑ - ๑๐ สิงหาคม ๒๕๕๔ (ก่อนการเกิดเหตุการณ์) ที่เชื่อมกับตัวร่องรอย (สีแดง) ของการกัดเซาะและการสะสมตัว (Scar-scouring) ในพื้นที่ศึกษา (Yumuang, S., 2006)

ตารางที่ ๕ ภาพรวมโดยสังเขปของรายการข้อมูลเชิงซ้อนที่สำคัญ ซึ่งถูกนำมาใช้ในการศึกษาในพื้นที่ (Yumuang, S., 2006)

Main theme	Sub theme	Made through
A. Debris flow and debris flood inventory map	A1. Scar-scouring and depositional locations	Multi-temporal image interpretation, multi-temporal image classification, field investigation
B. Geomorphological map	B1. Digital elevation model (DEM) B2. Slope B4. Topographic shape	Topographic map, existing photogrammetric-elevation data With GIS from a DEM With GIS from a DEM, image interpretation, field investigation
D. Geological map	D1. Rock unit	Existing geological map, image interpretation, field investigation
E. Soil map	E1. Soil unit E2. Soil thickness	Existing soil properties map, field investigation Existing soil properties map, field investigation
F. Land cover map	F1. Land cover	Multi-temporal image interpretation, multi-temporal image classification, field investigation
G. Hydrological map	G1. Sub-catchment characteristics G2. Drainage network G4. Rainfall intensity	Topographic maps, DEM extraction, field mapping Topographic maps, DEM extraction Existing information, inflow hydrograph analysis
H. Elements at risk map	H1. Settlement area	Image interpretation, field investigation



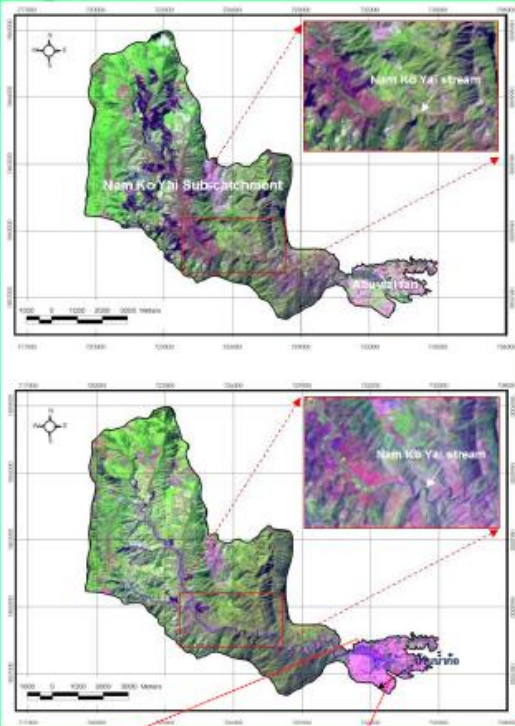
แผนที่แสดงความสามารถในการเคลื่อนย้ายตะกอนโคลน (Debris flow & debris flood susceptibility map) ในพื้นที่ศูนย์ข้อมูลภัยพิบัติ (บริเวณที่บริเวณต้นตะกอนรูปพัด) ที่จังหวัดสกลนคร และจังหวัดนครพนม

ภาพ  
ข้อมูล  
ที่เสถียร  
สะดวก  
ร่วมใช้





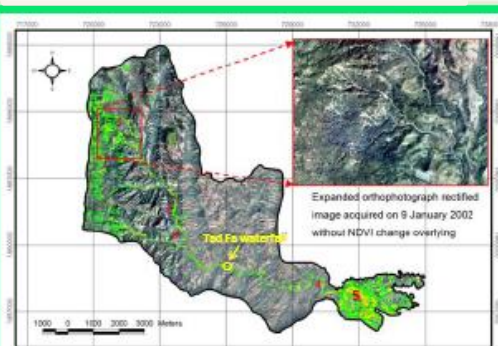
# ผลการศึกษาวิจัย



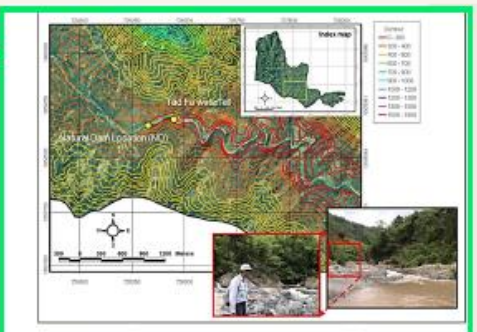
รูปที่ ๕ ภาพบน ซึ่ถูกถ่ายจากดาวเทียม Landsat 7 ETM+ (R = 5, G = 4, B = 3) ในพื้นที่ศึกษา ทั้งที่สภาพเมื่อวันที่ ๕ มกราคม ๒๕๕๕ (ก่อนการเกิดเหตุการณ์น้ำ) และ ภาพล่าง ซึ่ถูกถ่ายจากดาวเทียม Landsat 7 ETM+ (R = 5, G = 4, B = 3) ในพื้นที่การเกิดวันที่ ๒๓ พฤศจิกายน ๒๕๕๕ (วันที่เกิดเหตุการณ์น้ำ) ซึ่งแสดงให้เห็นความแตกต่างของลักษณะที่ปรากฏของสภาพการเกิดของภาพที่แสดงภาพโดยภาพถ่ายดาวเทียมบริเวณที่น้ำท่วมขังอย่างชัดเจน และในบริเวณเนินทรายรูปพัดที่ขุดลอก (Vanmanop, S., 2006)



ภาพบนแสดงภาพถ่ายดาวเทียมจากดาวเทียม Landsat 7 ETM+ (R = 5, G = 4, B = 3) ที่ใช้ถ่ายพื้นที่บริเวณพื้นที่การเกิดวันที่ ๕ มกราคม ๒๕๕๕ ซึ่งแสดงให้เห็นที่บริเวณที่ท่วมขัง (เป็นสีแดง) จากที่เดิม ของพื้นที่ป่าบนเขาซึ่งเดิม (สีเขียว) จากการเกิดของเหตุการณ์น้ำท่วมขังในวันที่ ๒๓ พฤศจิกายน ๒๕๕๕ (เป็นสีน้ำเงิน) ซึ่งเป็นปกติธรรมชาติของน้ำท่วมขัง ทั้งนี้ที่บริเวณที่น้ำท่วมขังและบริเวณที่ขุดลอกที่แสดงอยู่บริเวณตอนล่างของภาพ (Vanmanop, S., 2006)



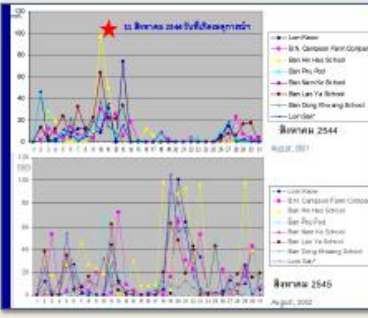
รูปที่ ๖ ภาพบน การนำภาพถ่ายดาวเทียมมาแปลงของ ค่าดัชนีพืชพันธุ์ (NDVI) มาซ้อนทับบนภาพถ่ายดาวเทียมจากดาวเทียม Landsat 7 ETM+ (R = 5, G = 4, B = 3) ในพื้นที่การเกิดวันที่ ๕ มกราคม ๒๕๕๕ (หลังเกิดเหตุการณ์น้ำ) และ ภาพล่าง ภาพก่อนเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมขังในภาพของภาพถ่ายดาวเทียมจากดาวเทียม Landsat 7 ETM+ (R = 5, G = 4, B = 3) ในพื้นที่การเกิดวันที่ ๕ มกราคม ๒๕๕๕ (ก่อนเกิดเหตุการณ์น้ำ) (Vanmanop, S., 2006)



ภาพถ่ายดาวเทียมจากดาวเทียม Landsat 7 ETM+ (R = 5, G = 4, B = 3) ในพื้นที่การเกิดวันที่ ๕ มกราคม ๒๕๕๕ ซึ่งแสดงให้เห็นที่บริเวณที่น้ำท่วมขัง (เป็นสีแดง) จากที่เดิม ของพื้นที่ป่าบนเขาซึ่งเดิม (สีเขียว) จากการเกิดของเหตุการณ์น้ำท่วมขังในวันที่ ๒๓ พฤศจิกายน ๒๕๕๕ (เป็นสีน้ำเงิน) ซึ่งเป็นปกติธรรมชาติของน้ำท่วมขัง ทั้งนี้ที่บริเวณที่น้ำท่วมขังและบริเวณที่ขุดลอกที่แสดงอยู่บริเวณตอนล่างของภาพ (Vanmanop, S., 2006)



ภาพถ่ายดาวเทียมจากดาวเทียม Landsat 7 ETM+ (R = 5, G = 4, B = 3) ในพื้นที่การเกิดวันที่ ๕ มกราคม ๒๕๕๕ ซึ่งแสดงให้เห็นที่บริเวณที่น้ำท่วมขัง (เป็นสีแดง) จากที่เดิม ของพื้นที่ป่าบนเขาซึ่งเดิม (สีเขียว) จากการเกิดของเหตุการณ์น้ำท่วมขังในวันที่ ๒๓ พฤศจิกายน ๒๕๕๕ (เป็นสีน้ำเงิน) ซึ่งเป็นปกติธรรมชาติของน้ำท่วมขัง ทั้งนี้ที่บริเวณที่น้ำท่วมขังและบริเวณที่ขุดลอกที่แสดงอยู่บริเวณตอนล่างของภาพ (Vanmanop, S., 2006)



กราฟแสดงเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนในช่วงวันที่ ๑๓-๑๕ เดือนสิงหาคม ในปี ๒๕๕๔ และวันที่ ๑๓-๑๕ เดือนสิงหาคม ในปี ๒๕๕๕ ซึ่งวิเคราะห์จากข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่สถานี ๒๕๔๕ และ ๒๕๔๖ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำฝนที่ตกในวันที่ ๑๓-๑๕ เดือนสิงหาคมปี ๒๕๕๔ มีปริมาณสูงกว่าปี ๒๕๕๕ แต่ไม่มีการเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมขังและน้ำป่าไหลหลาก (Debris flow & Debris Road) ในปี ๒๕๕๔ ในขณะที่ปีเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมขัง (Debris flow & Debris Road) ในปี ๒๕๕๕ นั้นเป็นปีเกิดเหตุการณ์น้ำท่วมขัง (Debris flow & Debris Road) ในปี ๒๕๕๕

## เอกสารอ้างอิง

Beverage JF, Cuzzellton JK (1964) Hyperconcentration of suspended sediment. American Society of Civil Engineers, Journal of the Hydraulics Division, 90 (1916):117-126

Cantress SH (1991) Evaluation of the potential for debris and hyperconcentrated flow in Capulin Canyon as a result of the 1891 Dome Fire, Bandelier National Monument, New Mexico, U.S Geological Survey Open File Report 91-136

Costa JE (1982) Rheologic, morphologic, and sedimentologic differentiation of water floods, hyperconcentrated flows, and debris flows. In: Baker VL, Kiedel GR, Patton PC, (eds) Flood geomorphology. New York, John Wiley and Sons:113-122

Costa JE, Javne RD (1983) Debris flow in small mountain channels of Colorado and their hydrologic implication. Bulletin of the Association of Engineering Geologists X(8) 329-332

Da FC, Lee CF, Li J, Xu ZW (2001) Assessment of landslide susceptibility on the natural terrain of Lantau Island, Hong Kong. Environmental Geology 40 (5):881-891

Guidard R (2002) Guidelines for the geological evaluation of debris-flow hazards on alluvial fans. Rocky Mountain Geological Society 34th Annual Meeting May 7-9, 2002 Cedar City, Utah





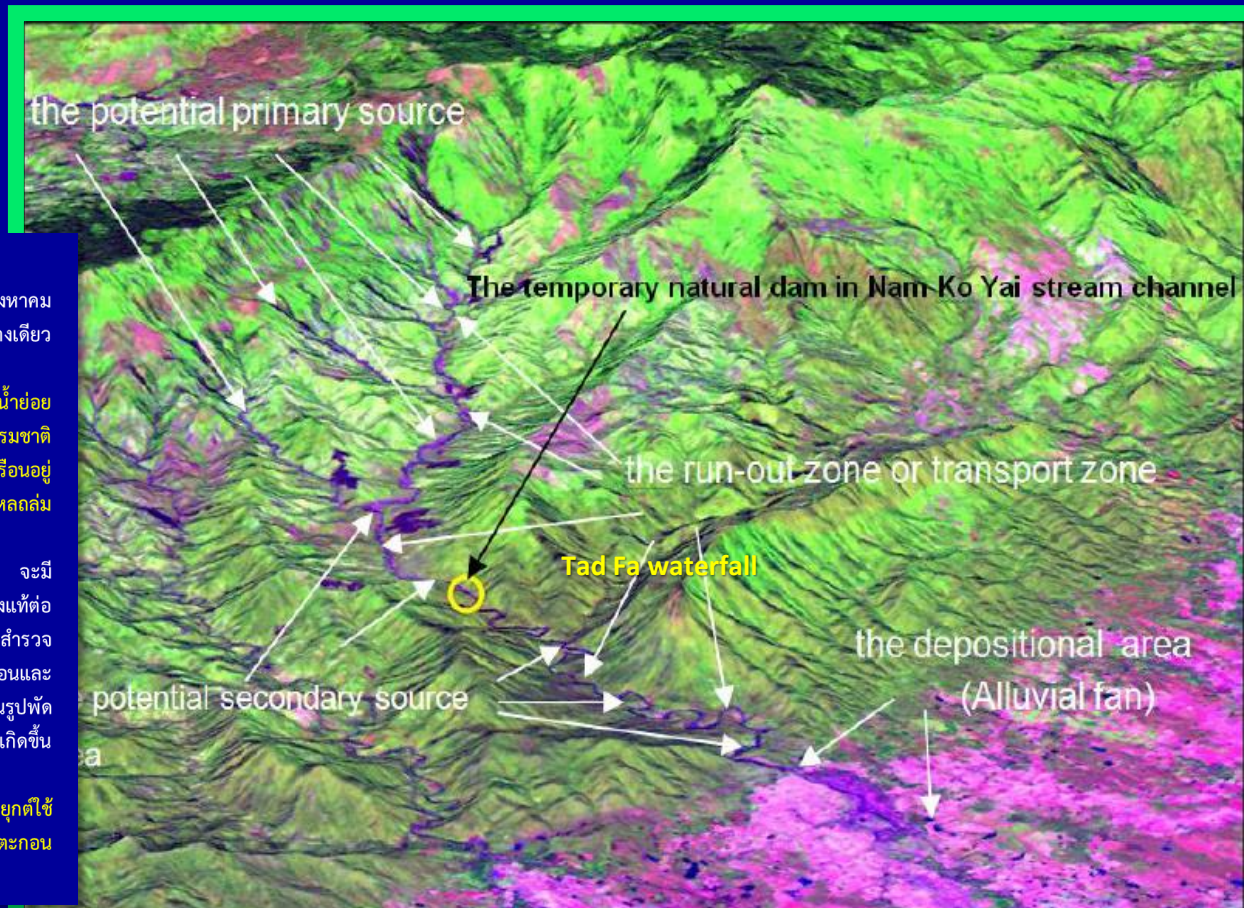
### บทสรุป

เหตุการณ์การเกิดตะกอนไหลล้นและน้ำปนตะกอนท่วมป่าอย่างรุนแรงมาก เมื่อวันที่ ๑๑ สิงหาคม ๒๕๔๔ ในพื้นที่ลุ่มน้ำก้อใหญ่ ไม่ได้เกิดจากสาเหตุของการทำงานจากปริมาณน้ำฝนที่ผิดปกติแต่เพียงอย่างเดียวตามที่ได้ตั้งสมมุติฐานกันเอาไว้ก่อนหน้านี้

แต่เป็นการทำงานร่วมกันของปัจจัยจากลักษณะของภูมิประเทศที่สูงชัน ลักษณะและรูปร่างของลุ่มน้ำย่อยระดับความลาดชัน ตะกอนที่รองรับการไหล สิ่งปกคลุมดิน และปริมาณน้ำฝนที่มากเกินไป การเกิดเขื่อนธรรมชาติชั่วคราวที่ได้พังทลายลงจากแรงดันของน้ำปนมวลตะกอนที่กักเอาไว้ด้านบน และโดยเฉพาะอย่างยิ่งการตั้งบ้านเรือนอยู่อย่างหนาแน่นบนพื้นที่ของเนินตะกอนรูปพัด ซึ่งเป็นที่สะสมตัวของตะกอนตอนท้ายสุดของการเกิดการตะกอนไหลล้นและน้ำปนตะกอนป่า และถึงแม้ว่าจะไม่ได้มีการเกิดซ้ำที่บ่อยนัก (ในช่วง ๑๐๐ หรือ ๑๐๐๐ ปี) ก็ตาม

แต่ถ้ามีปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการสร้างศักยภาพให้มีความพร้อมที่จะเกิดขึ้นอีกดังกล่าวย่างต้นได้แล้ว จะมีพลังงานในการทำลายล้างที่สูงมากต่อพื้นที่ที่ตั้งบริเวณเนินตะกอนรูปพัด ถ้าเราไม่มีความเข้าใจอย่างทอ้งแท้ต่อกระบวนการในการเกิด ไม่ได้มีการวางแผนป้องกันและเตือนภัยอย่างเป็นระบบในเชิงพื้นที่ที่ติพอ ที่ต้องมีการสำรวจอย่างรอบครอบตั้งแต่ต้นน้ำที่เกี่ยวข้องกับแหล่งที่มาของตะกอน การพัฒนาและการหน่วงหรือการกักมวลตะกอนและน้ำเอาไว้ในลุ่มน้ำย่อย จนถึงการพัฒนาและการเคลื่อนที่ของน้ำปนมวลตะกอนลงมาสู่ด้านล่างบริเวณเนินตะกอนรูปพัด พื้นที่ลักษณะนี้ก็จะมีโอกาสเป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยง (Risk) และมีอันตรายอย่างรุนแรงต่อชีวิตและทรัพย์สิน ที่ยังเกิดขึ้นได้อีกเสมอ

...กรณีศึกษาในการนำองค์ความรู้ดังกล่าวข้างต้นที่ได้จากพื้นที่ลุ่มน้ำก้อใหญ่นี้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นต้นแบบลักษณะหนึ่งกับพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยอื่นๆ ที่มีศักยภาพและโอกาสในการเกิดตะกอนไหลล้นและน้ำปนตะกอนท่วมป่าอย่างรุนแรง เพื่อลดผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตกันต่อไป...



ภาพจำลองสามมิติลักษณะภูมิประเทศที่จัดทำขึ้นจาก DEM (มาตราส่วน ๑ : ๒๐,๐๐๐) ของพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยลำน้ำก้อใหญ่และบริเวณข้างเคียง ที่ซ้อนทับด้วยข้อมูลภาพจากดาวเทียมบันทึกภาพเมื่อวันที่ ๒๑ พฤศจิกายน ๒๕๔๔ ที่แสดงถึงลักษณะที่สำคัญหลังจากการเกิดเหตุการณ์ฯ ด้วยการกำหนดโซนพื้นที่ที่มีศักยภาพต่อการเกิดพิบัติภัยฯ โดยแยกออกเป็นโซนของแหล่งตะกอนต้นกำเนิดปฐมภูมิ และแหล่งตะกอนต้นกำเนิดทุติยภูมิ โซนของการเคลื่อนที่ออกไปหรือพื้นที่ของการพัดพา ตำแหน่งที่คาดว่าจะเกิดเขื่อนธรรมชาติชั่วคราว และพื้นที่ของการสะสมตัวบริเวณเนินตะกอนรูปพัด (Yumuang, S., 2005)





สภาพพื้นที่บริเวณลุ่มน้ำย่อยน้ำก้อและเนินตะกอนรูปพัด (Alluvial Fan) ปากลำน้ำก้อใหญ่ ในปัจจุบันหลังผ่านการเกิดเหตุการณ์ฯ มา 15 ปี !!!!





# References :

- Beverage JP, Culbertson JK (1964) Hyperconcentrations of suspended sediment: American Society of Civil Engineers, Journal of the Hydraulics Division, 90 (HY6):117-126
- Cannon SH (1997) Evaluation of the potential for debris and hyperconcentrated flows in Capulin Canyon as a result of the 1996 Dome Fire, Bandelier National Monument, New Mexico. U S Geological Survey Open File Report 97-136
- Costa JE (1988) Rheologic, morphologic, and sedimentologic differentiation of water floods, hyperconcentrated flows, and debris flows. In: Baker VE, Kochel CR, Patton PC, (eds) Flood geomorphology. New York, John Wiley and Sons:113-122
- Costa JE, Jarrett RD (1981) Debris flow in small mountain channels of Colorado and their hydrologic implication. Bulletin of the Association of Engineering Geologists XVIII (3):309-322
- Dai FC, Lee CF, Li J, Xu ZW (2001) Assessment of landslide susceptibility on the natural terrain of Lantau Island, Hong Kong. Environmental Geology 40 (3):381-391
- Giraud RE (2002) Guidelines for the geological evaluation of debris-flow hazards on alluvial fan. Rocky Mountain Geological Society 54th Annual Meeting May 7-9, 2002 Cedar City, Utah
- Miyajima S (2001) Debris flow studies in Japan. In: Tianchi L, Chalise SR, Upreti BN (eds) Landslide Hazard Mitigation in the Hindu Kush-Himalayas, International Center for Integrated Mountain Development, Kathmandu, Nepal:215-228
- National Research Council (1982) Selecting a methodology for delineating mudslide hazard areas for the National Flood Insurance Program. National Academy Press, Washington, D.C.
- National Research Council (1996) Alluvial fan flooding: Washington, D.C., National Academy Press, Committee on Alluvial Fan Flooding 172
- Pierson TC, Costa JE (1987) A rheologic classification of subaerial sediment-water flows. In: Costa JE, Wieczorek GF (eds) Debris flows/avalanches. Geological Society of America, Reviews in Engineering Geology VI:1-12
- Varnes DJ (1984) Landslide hazard zonation: A review of principles and practice natural hazards UNESCO, France Vol.3
- Van Westen, JV. (1994) GIS in landslide hazard zonation : a review, with examples from the Andes of Columbia. In Mountain Environments and Geographic Information Systems. Taylor & Francis Ltd.:165-136
- Wieczorek GF, Ellen S, Lips EW, Cannon SH, Short DN (1983) Potential for debris flow and debris flood along the Wasatch Front between Salt Lake City and Willard, Utah, and measures for their mitigation. U.S. Geological Survey Open file report 83-635
- Yumuang, S. (2005) Evaluation of potential for 2001 debris flow and debris flood in the vicinity of Nam Ko area, Amphoe Lom Sak, Changwat Phetchabun, Central Thailand. A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy, Program in Geology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, 221 pp.
- Yumuang, S. (2006) 2001 debris flow and debris flood in Nam Ko area, Phetchabun province, central Thailand. Environmental Geology, 51: 565-579 DOI 10.1007/s00254-006-0352-8

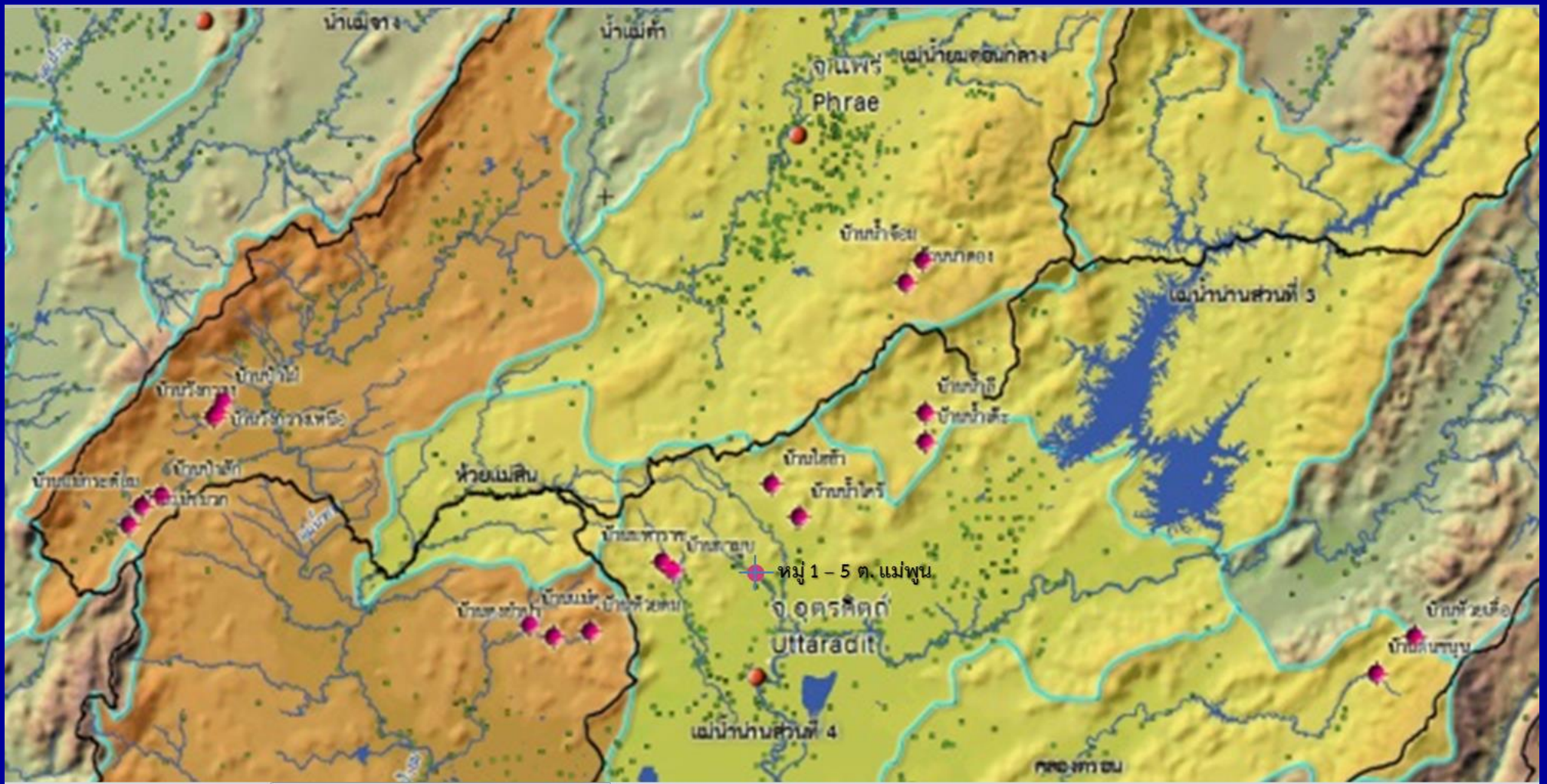
[http://www.gisthai.org/bookshelf/gisbook.html#namko\\_thesis](http://www.gisthai.org/bookshelf/gisbook.html#namko_thesis)

<http://www.gisthai.org/resource/sombat%20jurnal/fulltext.pdf>







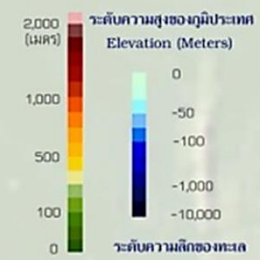


สัญลักษณ์ (LEGEND)

จำนวนเหตุการณ์ดินถล่ม-น้ำป่าไหลหลากในแต่ละลุ่มน้ำย่อย



หมู่บ้านที่เกิดเหตุดินถล่ม  
หมู่บ้าน



Spatial Landslide Hazard and Risk Assessment in Thailand by Dr. Sombat Yumuang



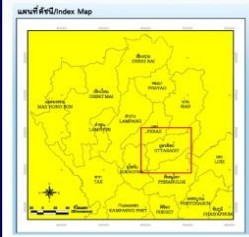
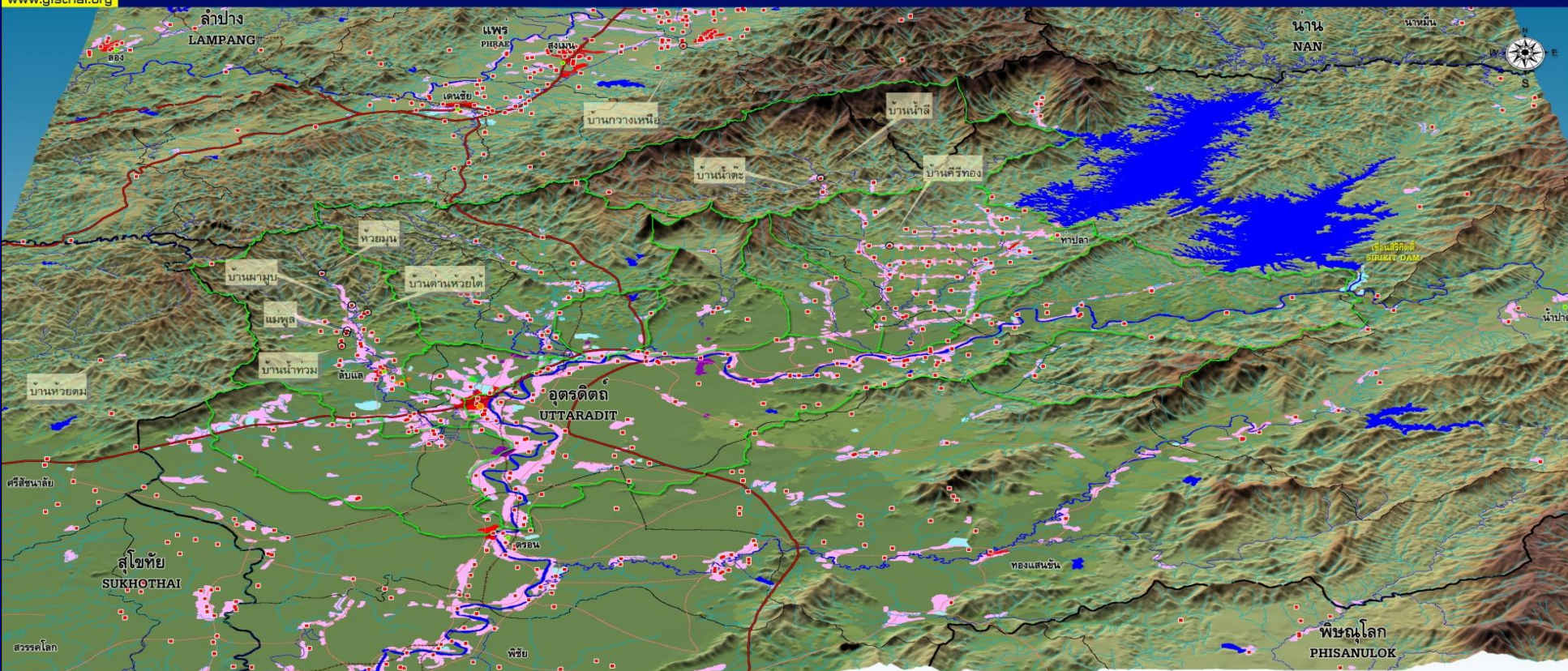
# ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ภูมิสารสนเทศเพื่อ ศึกษาปัจจัยเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับการเกิดดินถล่ม (Landslides)

บริเวณลุ่มน้ำย่อยหลายแห่ง ของลุ่มน้ำน่าน จังหวัดอุตรดิตถ์ และจังหวัดข้างเคียง



ศูนย์วิจัยภูมิสารสนเทศเพื่อประเทศไทย , จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
Geo - InformaticS center for Thailand (GISTHAI) , Chulalongkorn University

ภาพจำลองสามมิติแสดงลักษณะภูมิประเทศบริเวณจังหวัดอุตรดิตถ์  
3D Digital Terrain Model of Uttaradit Province



### สัญลักษณ์ / Explanation

- |  |   |  |   |
|--|---|--|---|
| <p><b>ภูมิประเทศ / Terrain</b><br/>Height (Meters)<br/>2,000<br/>1,000<br/>500<br/>100<br/>0</p> | <p><b>ตำแหน่งที่ตั้ง / Location</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>จังหวัด / Province</li> <li>อำเภอ / Amphur</li> <li>หมู่บ้าน / Village</li> </ul> <p><b>ขอบเขตการปกครอง / Political Boundary</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>จังหวัด / Province</li> <li>อำเภอ / Amphur</li> </ul> <p><b>เส้นทางคมนาคม / Transportation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ทางรถยนต์ / Highways</li> <li>ทางรถไฟ / railway</li> </ul> | <p><b>เขื่อนและแหล่งน้ำ / Dam and Water Bodies</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>เขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำ (River)</li> <li>เขตลุ่มน้ำ / Basin Boundary</li> <li>ลุ่มน้ำย่อย / Sub Basin</li> </ul> | <p><b>ชุมชน / Community</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ตัวเมือง อ่างกาหว้า</li> <li>โรงงานอุตสาหกรรม</li> <li>สถานีราชการ</li> <li>สถานศึกษา</li> <li>ชุมชน / หมู่บ้าน</li> </ul> |
|--|---|--|---|

Data Sources :  
 - 1 minute Global Bathymetric Grid of Southeast Asia  
 from : National Geographic Data Center - National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)  
 - 1 kilometer digital elevation models of Southeast Asia from U.S. Geological Survey (USGS)  
 - Contour line from topographic map (1:250,000) from Royal Thai Survey Department (RTSD)  
 - River : Stream from Royal Thai Survey Department (RTSD)  
 - Dam and Water bodies from Ingition Department (IRD)  
 - ข้อมูลอื่นๆ : ข้อมูลจากกรมการไฟฟ้าพลังน้ำและการชลประทาน

รวบรวม วิเคราะห์และประมวลผลข้อมูล ภูมิสารสนเทศจาก ทร. สบป. อสมิง และอื่นๆ  
 ศูนย์วิจัยภูมิสารสนเทศเพื่อประเทศไทย GISTHAI จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
 โทรศัพท / โทรศัพท์ : 0-2214-0610 e-mail : info@gisthai.org  
 Analyzed and Compiled into GIS-Based Map by Asst. Prof. Sombat Yumuang and  
 Geo-InformaticS center for Thailand (GISTHAI) Chulalongkorn University, B.  
 Tel/Fax : 0-2214-0610 e-mail :  
 Copyright © 2008 by GISTHAI







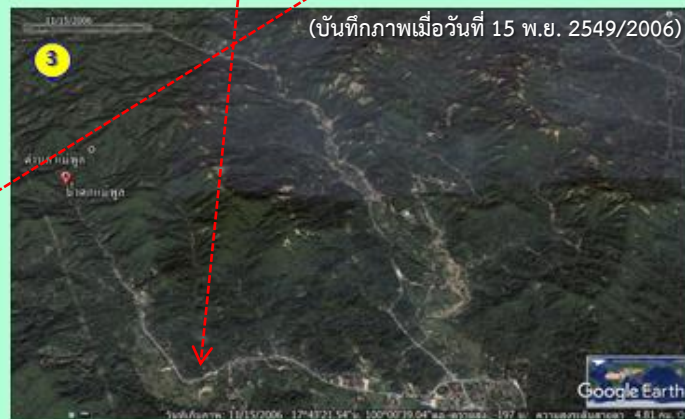
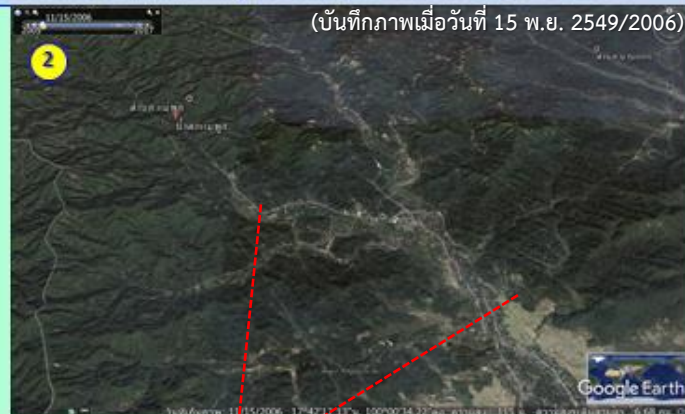




ม พ.ศ.  
 ธิกาณ  
 ูปแบบ  
 อกค้ม -  
 ลายวัน  
 ด้และมี  
 Fluvial  
 ีความ  
 ากอนทุก  
 ที่มีการ  
 กระทบ  
 ความกค  
 ัน เมื่อ  
 านเรือน  
 ่าในช่วง

ภาพถ่ายจากพื้นที่ตำบลบ้านพูนหลังเหตุการณ์ฯ แสดงลักษณะของสภาพการ ตกค้างของตะกอนซากต้นไม้ ตะกอนหิน ดิน และโคลน รวมทั้งร่องรอยของการ กัดเซาะพังทลายของพื้นที่ริมตลิ่งอย่างรุนแรง รวมทั้งสภาพของบ้านเรือนที่พัง และถูกทับถมด้วยตะกอนชนิดต่างๆ ที่ถูกกระทำจากการ กระบวนการ ดินถล่ม (Landslides) ประเภท "น้ำปนตะกอนท่วมป่า (Debris flood)" ที่ยังคงทิ้งร่องรอย





(บันทึกภาพเมื่อวันที่ 15 พ.ย. 2549/2006)



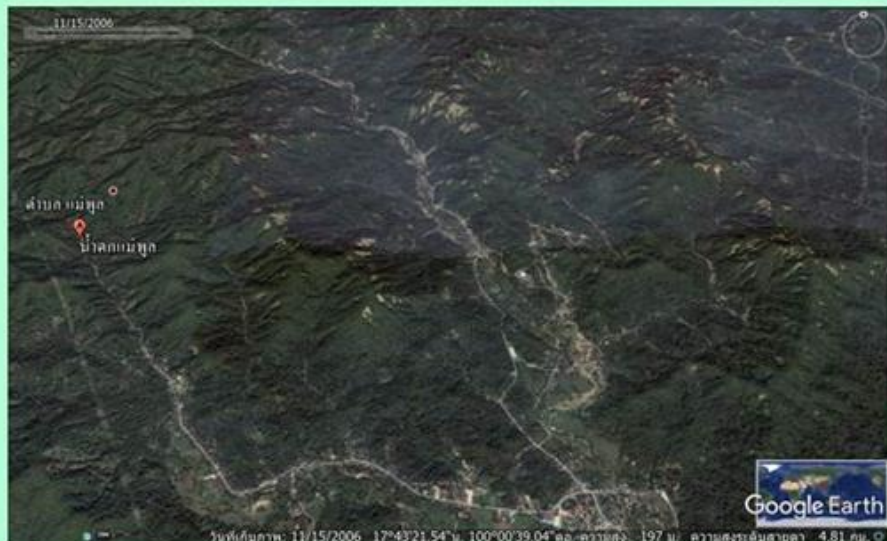


การเกิดดินถล่ม (Landslides) ประเภทตะกอนไหลถล่ม (Debris flow) และตะกอนไหลท่วมป่า (Debris flood) บริเวณพื้นที่ตำบลแม่พูน อ. ตำบล จ. อุดรดิตถ์ เมื่อวันที่ 22 พฤษภาคม พ.ศ. 2549





รองรับ  
 แอ่งเขา  
 ชีวิตแล  
 ชาวป่า  
 ผลการ  
 พ.ศ. 25  
 (แหล่งข  
 น้ำได้ก  
 สูงได้ย



ภาพจำลองภูมิประเทศสามมิติข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมของ Google Earth บริเวณพื้นที่ตำบลแม่พูน อ. สันแฉะ จ. อุตรดิตถ์ และพื้นที่โดยรอบ ซึ่งเกิดเหตุการณ์ดินถล่ม (Landslides) เมื่อวันที่ 22 พฤษภาคม พ.ศ. 2549 ภาพที่ 1 เป็นข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมก่อนการเกิดเหตุการณ์ฯ (บันทึกภาพเมื่อวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2547) และภาพที่ 2 เป็นข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมหลังเกิดเหตุการณ์ฯ (บันทึกภาพเมื่อวันที่ 15 พฤศจิกายน



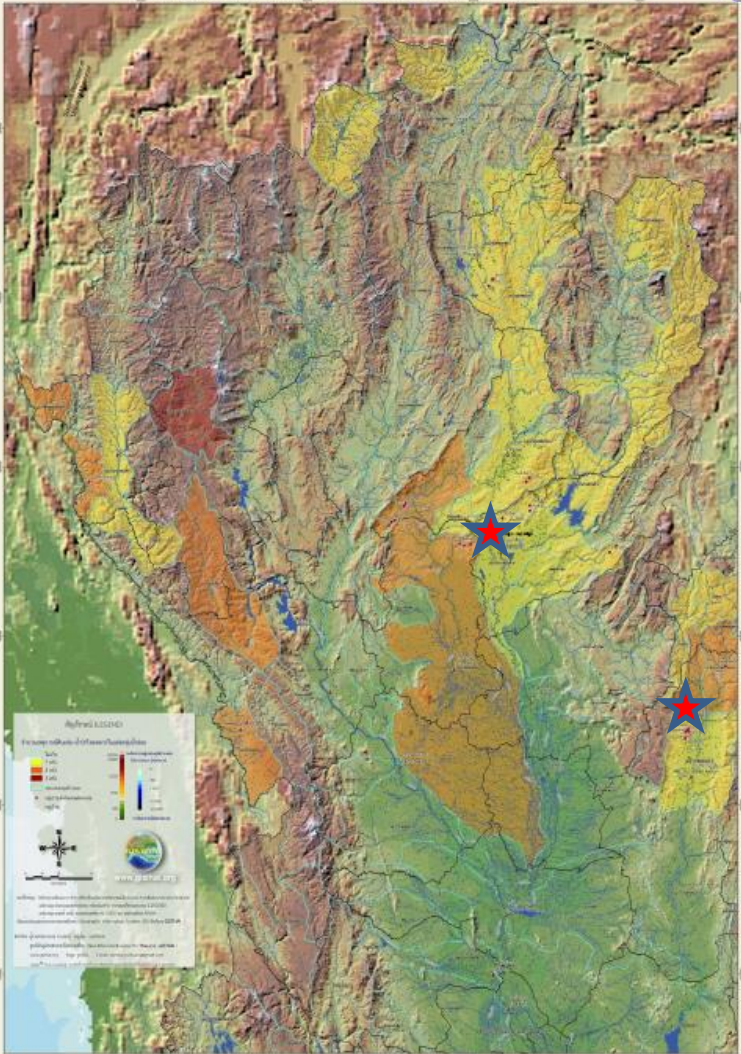
แผนที่แสดงจำนวนเหตุการณ์ของการเกิดดินถล่ม (Landslides) และน้ำป่าไหลหลาก ถึงระดับตำแหน่งหมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบอย่างรุนแรง (ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2531 - เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2561) ในพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยที่เกี่ยวข้อง ในพื้นที่ภาคเหนือ และพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย



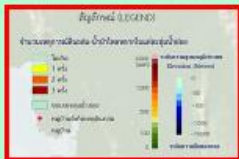
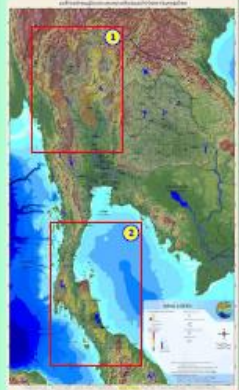
จัดทำโดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมบัติ อยู่เมือง และทีมงาน ศูนย์วิจัยภูมิสารสนเทศเพื่อประเทศไทย (GISTHAI) ภาควิชาธรณีวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (Page : Gisthai)

แผนที่จำลองสภาพภูมิประเทศ แสดงเหตุการณ์ดินถล่มและน้ำป่าไหลหลากในบริเวณลุ่มน้ำโดยภาคเหนือ

1

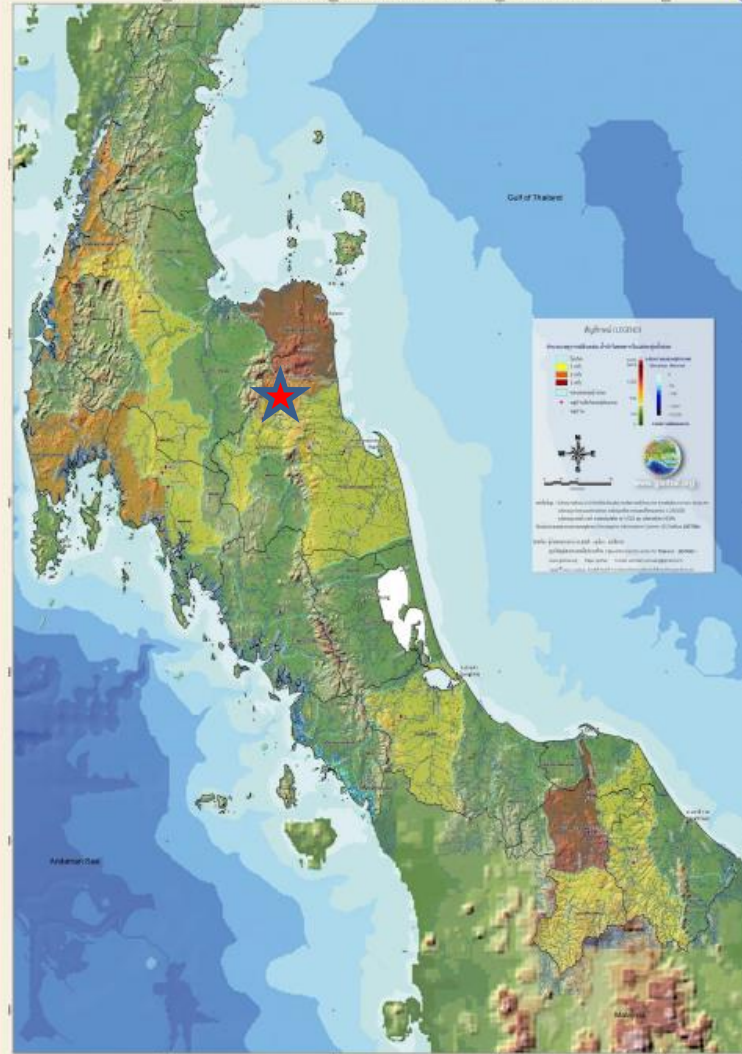


PEOPLE, PLACES AND PATTERNS... GISTHAI PUTS THE PIECES TOGETHER...



แผนที่จำลองสภาพภูมิประเทศ แสดงเหตุการณ์ดินถล่มและน้ำป่าไหลหลากในบริเวณลุ่มน้ำโดยภาคใต้

2



PEOPLE, PLACES AND PATTERNS... GISTHAI PUTS THE PIECES TOGETHER...









### The potential primary sediments-sources



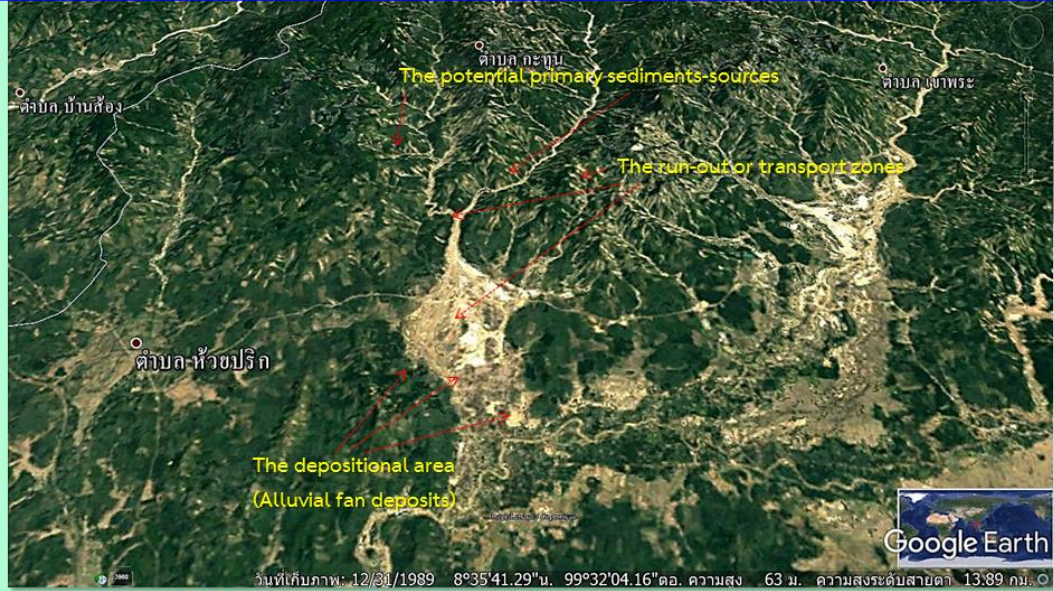
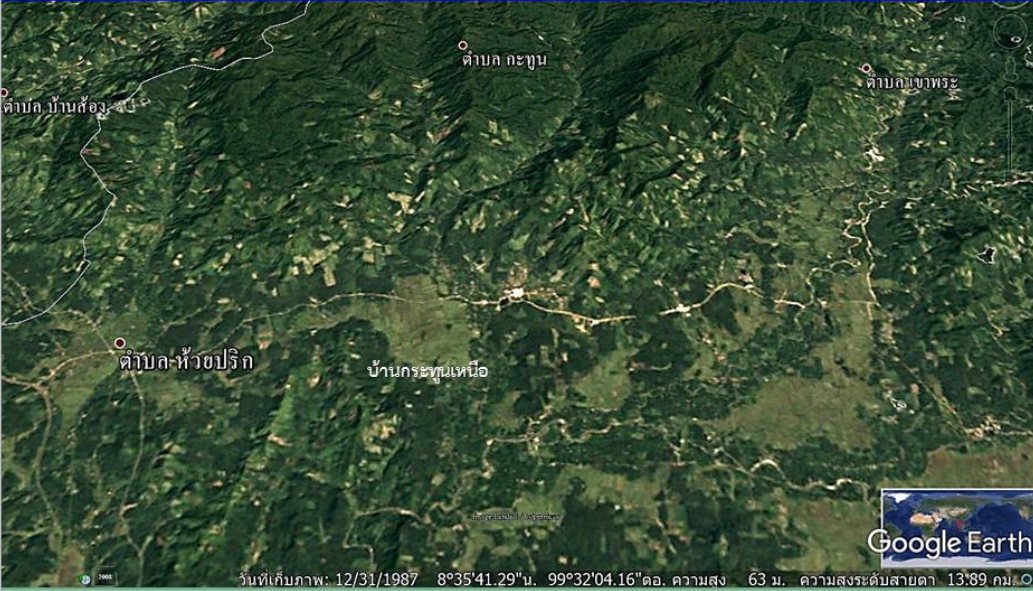
### The depositional area (Alluvial fan deposits)



ข้อมูลทางกายภาพในอดีตจากการบันทึกภาพวิดีโอ และข้อมูลจากการสัมภาษณ์และการบอกเล่าถึง  
การเกิดเหตุการณ์ระหว่างวันที่ 21 - 22 พฤศจิกายน พ.ศ. 2531 จากผู้ประสบภัยโดยตรงในพื้นที่  
(แหล่งข้อมูลอ้างอิง : รายการ “ข่าวดั่งข้ามเวลาพิบูล : มหันตภัยโคลนถล่ม” ช่อง 9 อสมท  
<https://www.youtube.com/watch?v=hB7NH2eVBml>)



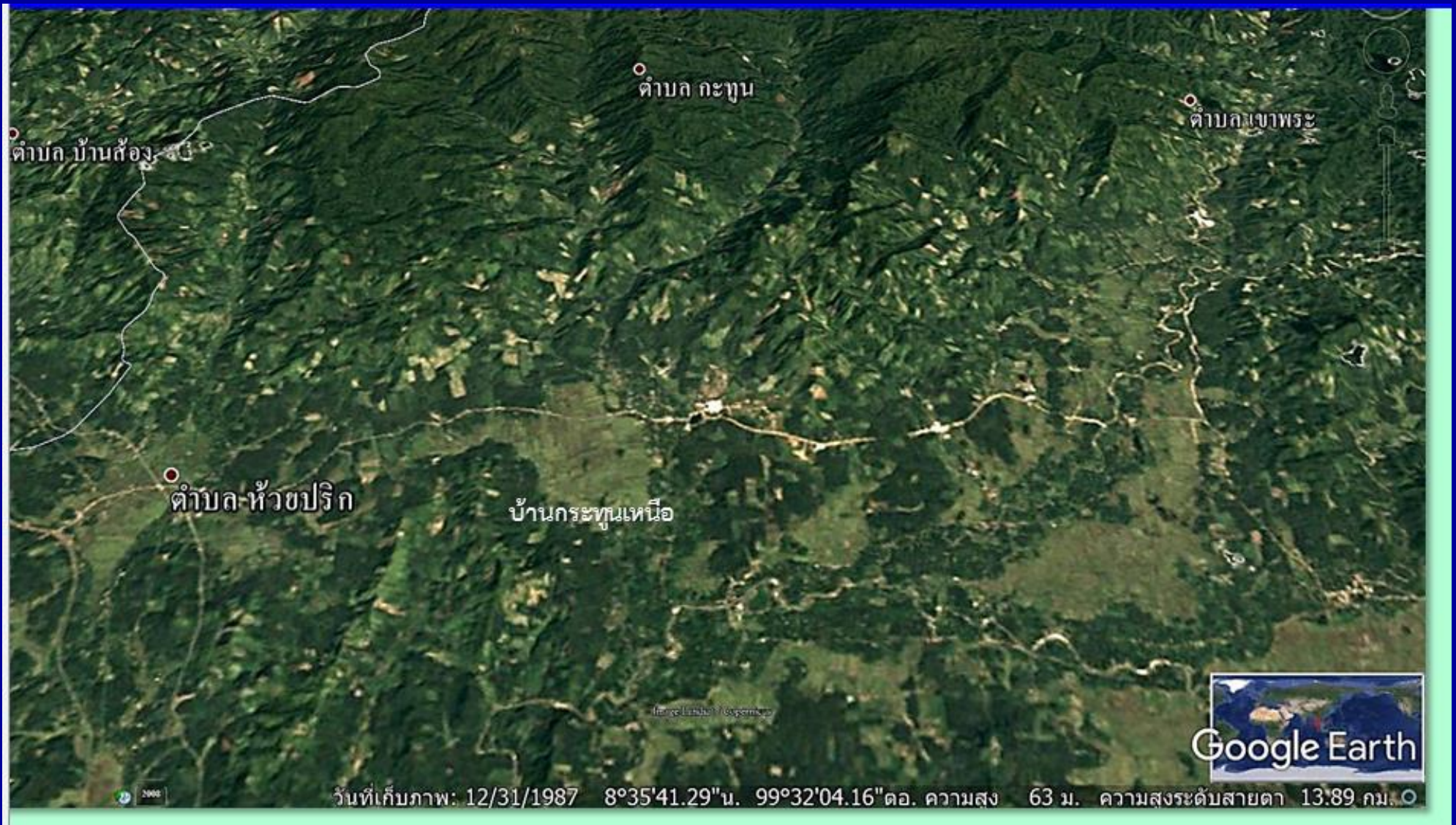
การเกิดดินถล่ม (Landslides) ประเภทตะกอนไหลถล่ม (Debris flow) และตะกอนไหลท่วมบ่า (Debris flood) บริเวณพื้นที่บ้านกระตุนเหนือ ต. กะตุน อ. พิบูลย์ จ. นครศรีธรรมราช เมื่อวันที่ 22 พฤศจิกายน พ.ศ. 2531



ภาพจำลองภูมิประเทศสามมิติข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมของ Google Earth บริเวณพื้นที่บ้านกระตุนเหนือ ต. กะตุน อ. พิบูลย์ จ. นครศรีธรรมราช และพื้นที่โดยรอบ ซึ่งเกิดเหตุการณ์ดินถล่ม (Landslides) เมื่อวันที่ 22 พฤศจิกายน พ.ศ. 2531 ภาพด้านซ้ายเป็นข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมก่อนการเกิดเหตุการณ์ฯ (บันทึกภาพเมื่อวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2530) และภาพด้านขวาเป็นข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมหลังเกิดเหตุการณ์ฯ (บันทึกภาพเมื่อวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2530) ที่แสดงการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ที่เกิดภัยพิบัติ (Hazard Zone) ตั้งแต่พื้นที่ตอนบนของเทือกเขาหลวงลงมาจากร่องรอยของหุบเขาที่มีลำน้ำสาขาย่อยทั้งหลาย





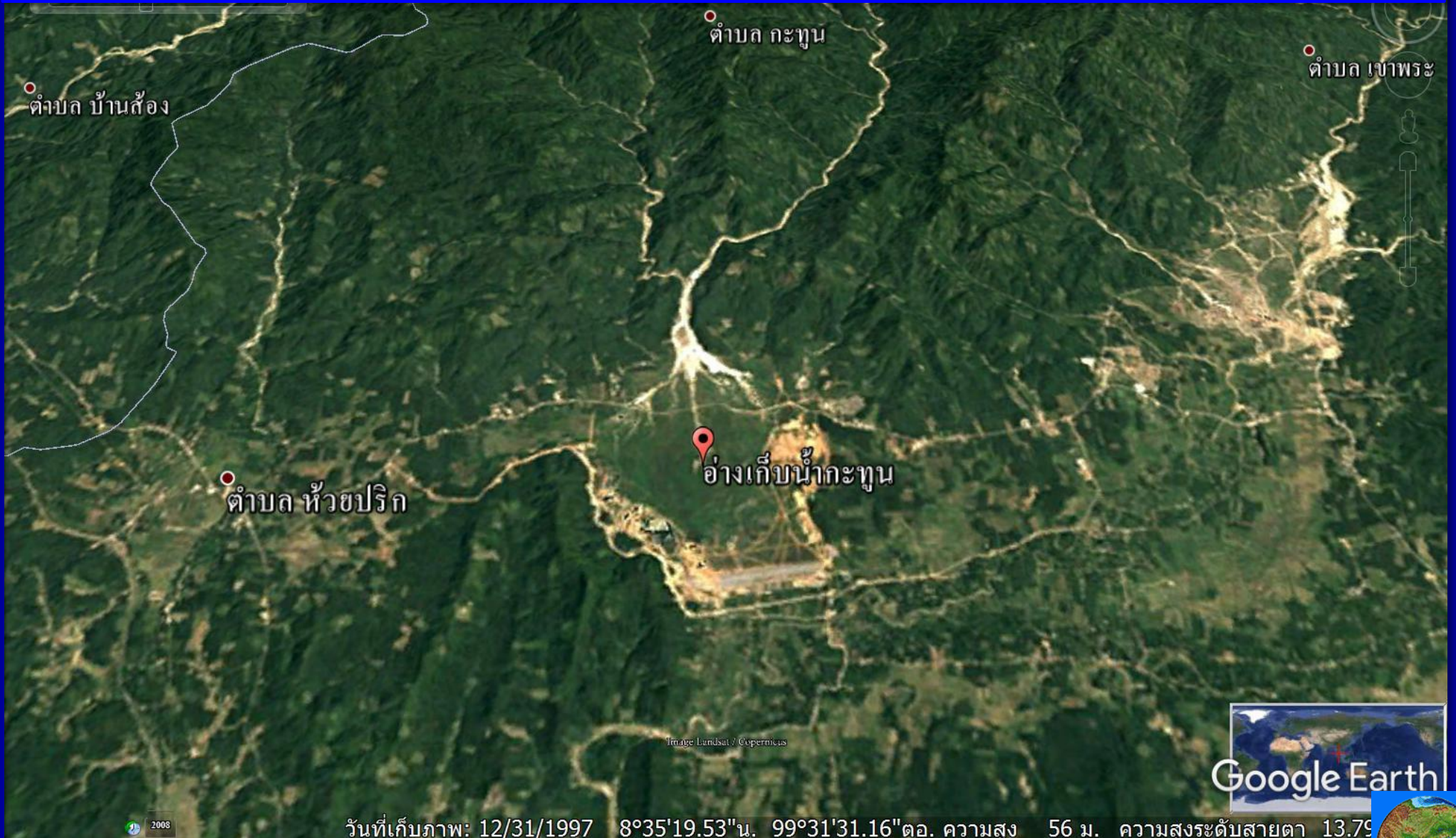








ภาพจำลองภูมิประเทศสามมิติที่ซ้อนทับด้วยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมของ Google Earth (ที่บันทึกภาพเมื่อวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ. 2540)  
แสดงพื้นที่ของอ่างเก็บน้ำคลองกะทูนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ที่เพิ่งดำเนินการก่อสร้างแล้วเสร็จในปี 2540





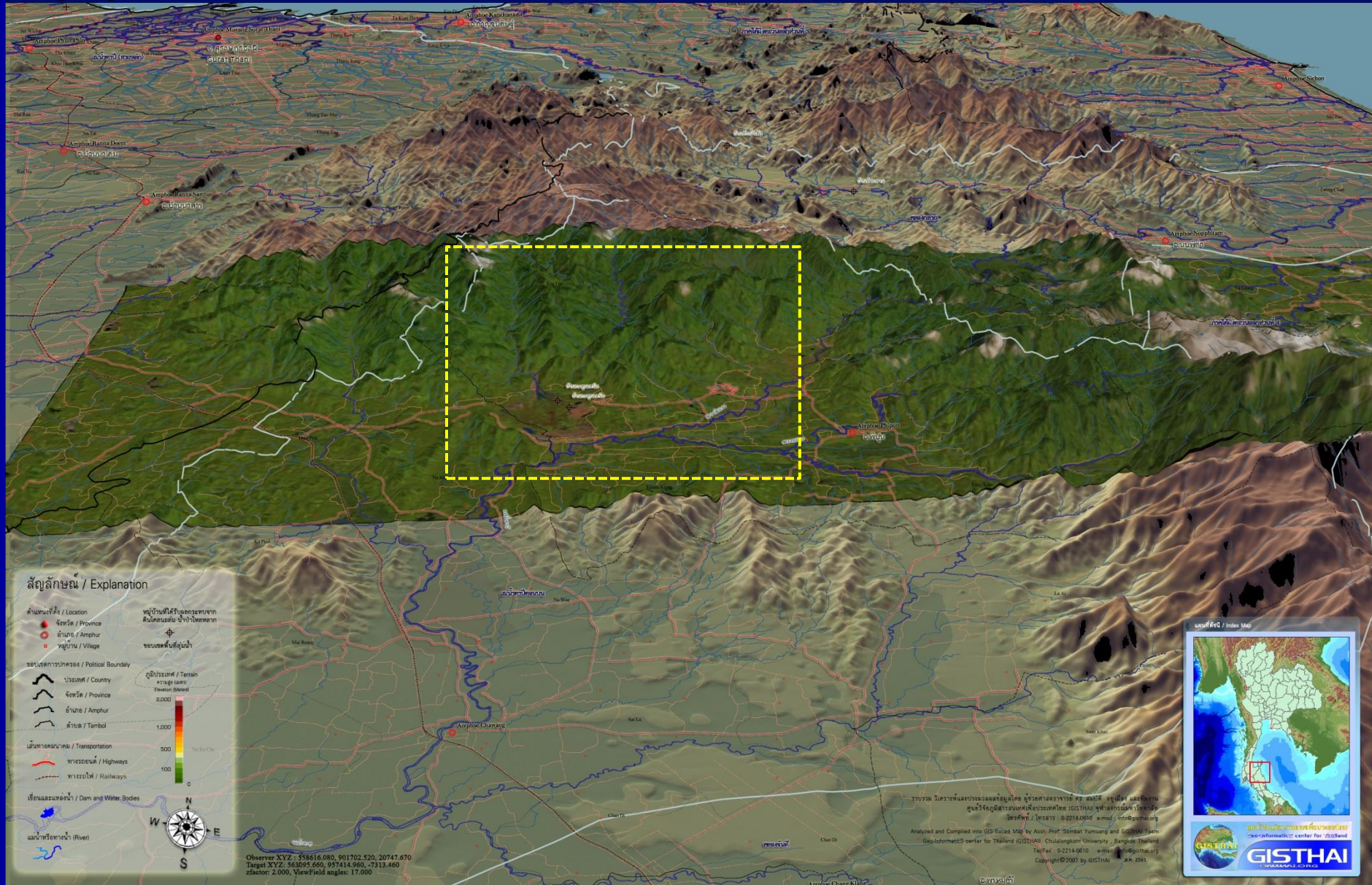


## “อ่างเก็บน้ำคลองกะทูนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ”

แต่ด้วยพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 9 ให้กรมชลประทานสร้างอ่างเก็บน้ำคลองกะทูน ในพื้นที่ประสบภัย ภัยทั้งแล้วเสร็จในปี 2540 นับแต่นั้นมาธรรมชาติก็ฟื้นตัว ชีวิตคนกะทูนกลับมาเข้มได้อีกครั้ง







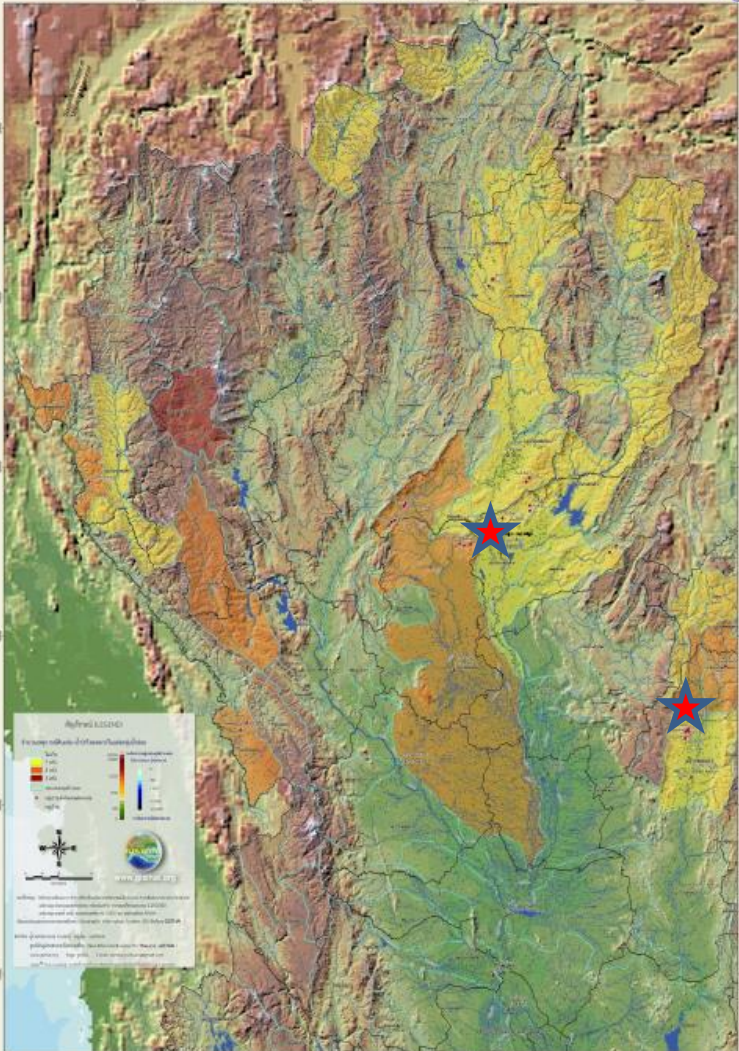




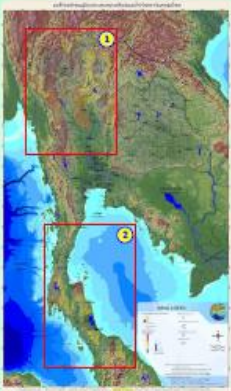
จัดทำโดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมบัติ อยู่เมือง และทีมงาน ศูนย์วิจัยภูมิสารสนเทศเพื่อประเทศไทย (GISTHAI) ภาควิชาธรณีวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (Page : Gisthai)

แผนที่จำลองสภาพภูมิประเทศ แสดงเหตุการณ์ดินถล่มและน้ำป่าไหลหลากในบริเวณลุ่มน้ำโดยภาคเหนือ

1



PEOPLE, PLACES AND PATTERNS... GISTHAI PUTS THE PIECES TOGETHER...



แผนที่จำลองสภาพภูมิประเทศ แสดงเหตุการณ์ดินถล่มและน้ำป่าไหลหลากในบริเวณลุ่มน้ำโดยภาคใต้

2



PEOPLE, PLACES AND PATTERNS... GISTHAI PUTS THE PIECES TOGETHER...



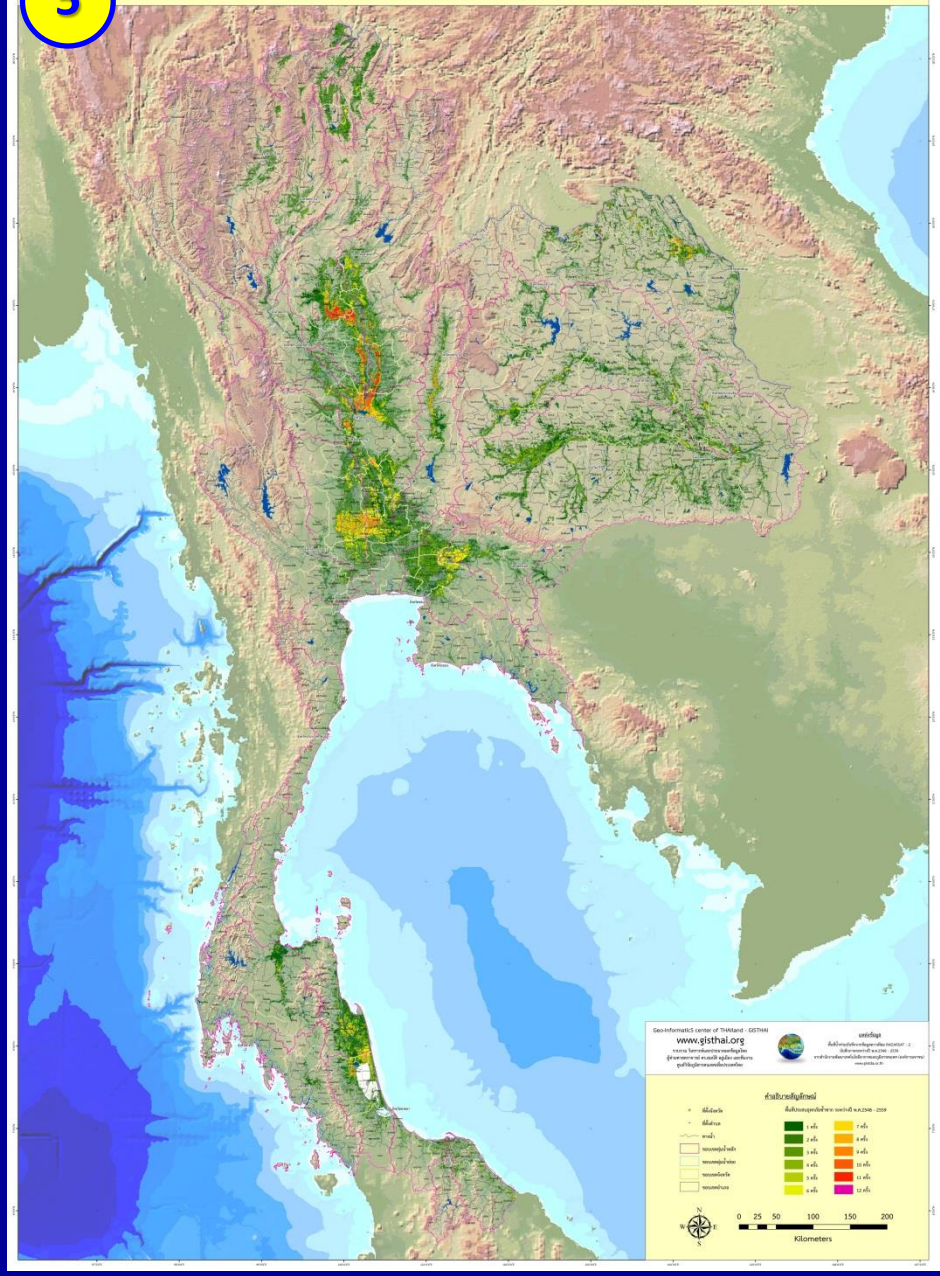






5

แผนที่พื้นที่ประสบอุทกภัยซ้ำซากในประเทศไทย ระหว่างปี 2548 - 2559









*..Thank you for your attention..*

People who wonder if the  
glass is half empty or half full,

*Miss the point.  
The glass is refillable.*



**Geo-Informatics Center for Thailand**

**[www.gisthai.org](http://www.gisthai.org)**

