

การประชุมเพื่อรับฟังความคิดเห็นทางวิชาการ เทคนิคพิจารณา

โครงการจ้างศึกษาการกำหนดเกณฑ์มาตรฐานการออกแบบอาคารชลประทานที่สามารถต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว

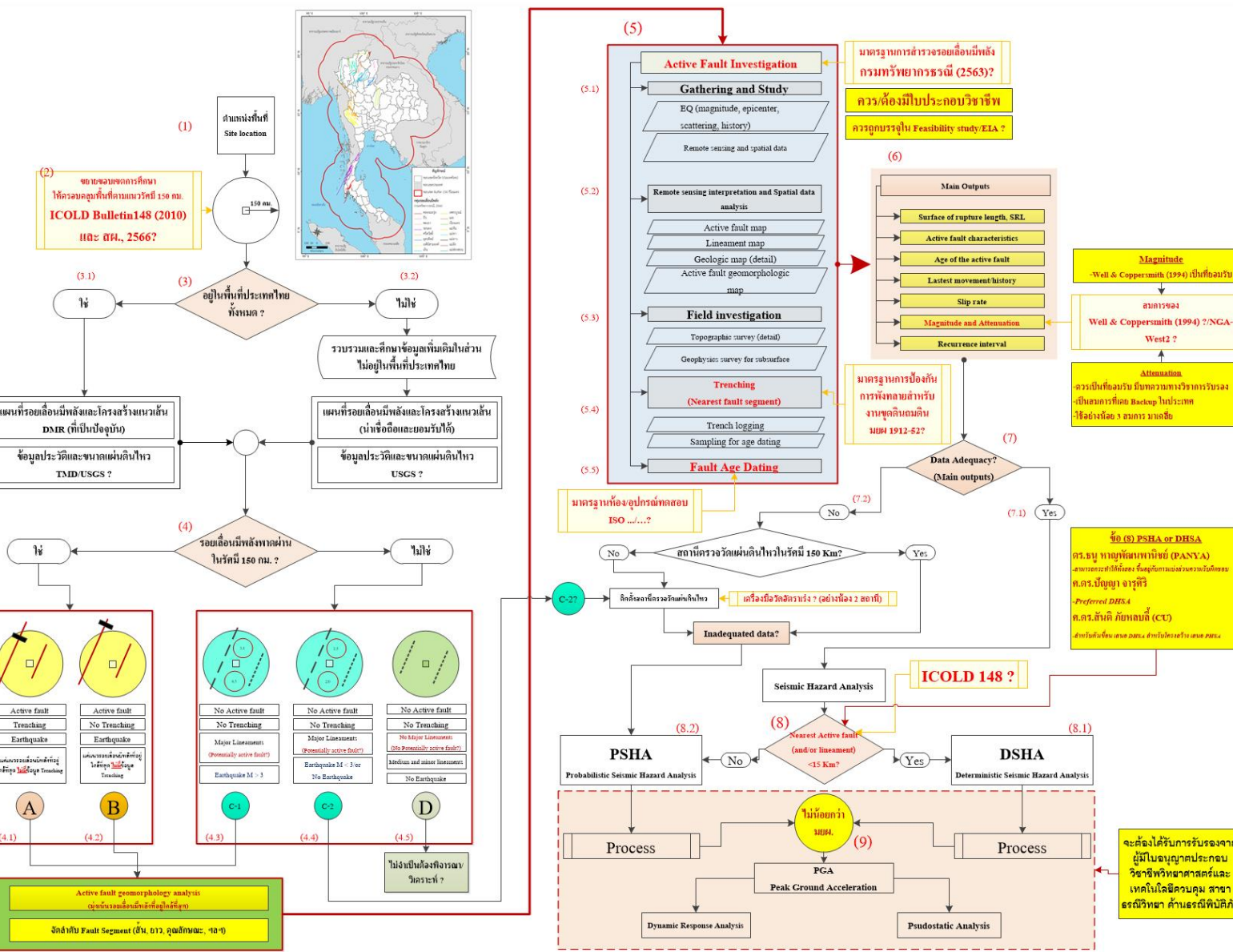
การวิเคราะห์ค่าแรงกระทำแผ่นดินไหว (Seismic hazard analysis)

ดำเนินรายการโดย รศ.ดร.ภาสกร ปนานนท์

6 มิถุนายน 2568

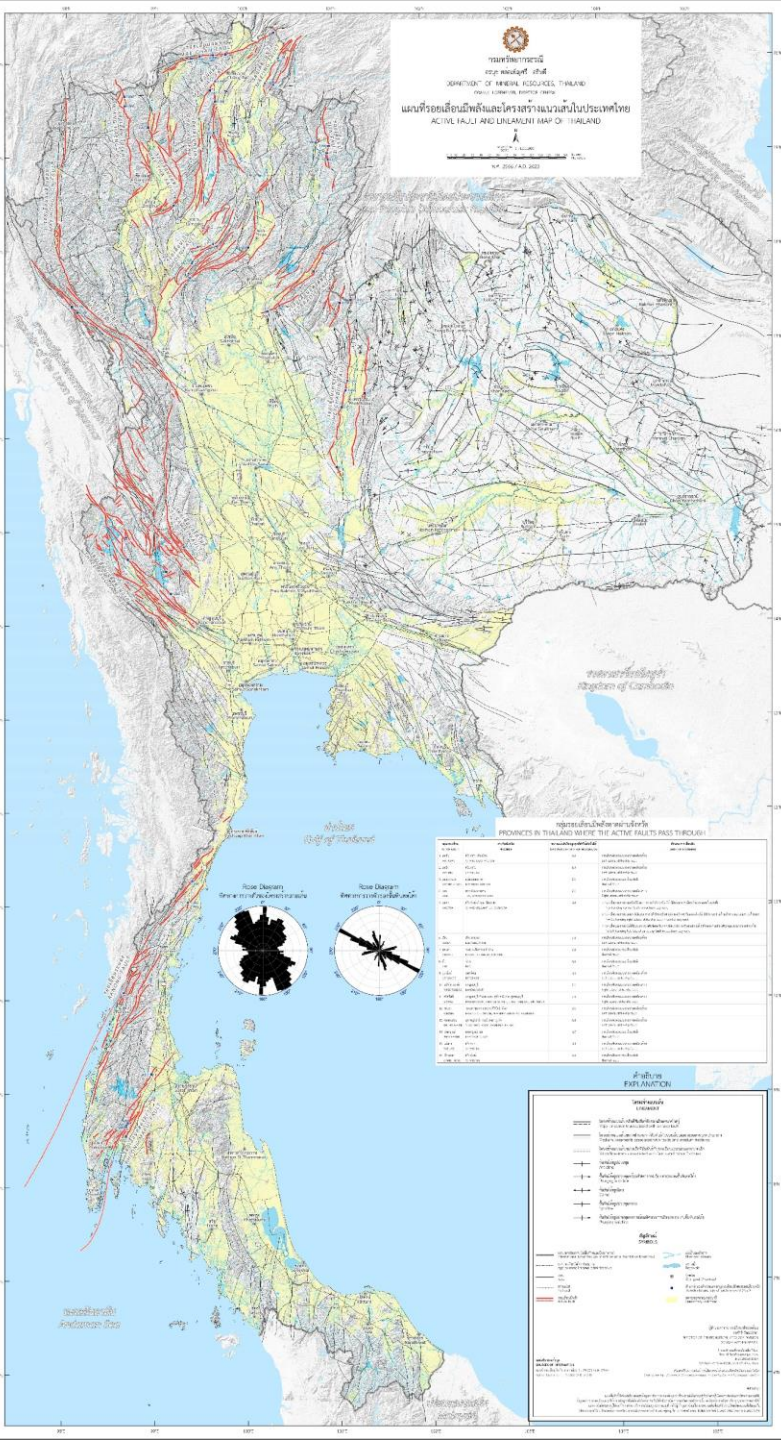
ณ ห้องพระศิวะ โรงแรมอัศวิน แกรนด์ คอนเวนชั่น ถนนวิภาวดีรังสิต หลักสี่ กรุงเทพฯ

Procedure of Seismic Load Determination (Draft)



อธิบายกลไกและขั้นตอน Flow Chart-Seismic Load Determination

- กำหนดพิกัดตำแหน่งพื้นที่โครงการ
- ขยายขอบเขตพื้นที่ตามแนวรัศมี 150 กิโลเมตร จากพื้นที่โครงการ (ตามหลักเกณฑ์ของ สผ., 2566) เพื่อกำหนดขอบเขตพื้นที่ในการศึกษาข้อมูลรอยเลื่อนมีพลังและแผ่นดินไหว
- พิจารณาขอบเขตพื้นที่ตามแนวรัศมี 150 กิโลเมตร จากพื้นที่โครงการว่าพื้นที่ทั้งหมดตั้งอยู่ภายในประเทศไทยหรือไม่
 - กรณี “ใช่” สามารถนำขอบเขตพื้นที่ตามแนวรัศมี 150 กิโลเมตร จากพื้นที่โครงการไปพิจารณาร่วมกับข้อมูลแผนที่รอยเลื่อนมีพลังและโครงสร้างแนวเส้นของกรมทรัพยากรธรณี (ฉบับที่ปรับปรุงล่าสุด) และข้อมูลแผ่นดินไหวจากแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือได้ เช่น USGS, กรมอุตุนิยมวิทยา หรือแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถืออื่นๆ เป็นต้น
 - กรณี “ไม่ใช่” ต้องมีการรวบรวม ค้นคว้า และศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมในพื้นที่ส่วนที่ไม่อยู่ในประเทศไทย เพื่อนำข้อมูลไปใช้พิจารณาร่วมกับข้อมูลที่มีอยู่ในประเทศไทย
- พิจารณาข้อมูลรอยเลื่อนมีพลังและแผ่นดินไหวในขอบเขตพื้นที่ตามแนวรัศมี 150 กิโลเมตร จากพื้นที่โครงการ เพื่อจำแนกรายละเอียดพื้นที่ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม A, กลุ่ม B, กลุ่ม C และกลุ่ม D ผลที่ได้จำเป็นต้องดำเนินการ Active fault geomorphology analysis (มุ่งเน้นรอยเลื่อนมีพลังที่อยู่ใกล้ที่สุด) ในขั้นตอนต่อไป
- การสำรวจคุณลักษณะของรอยเลื่อนมีพลัง (ตามเกณฑ์มาตรฐานการสำรวจรอยเลื่อนมีพลังของกรมทรัพยากรธรณี, 2563) ผู้ดำเนินการควร/จำเป็นต้องมีใบประกอบวิชาชีพ
- ผลลัพธ์สำคัญ (Main Outputs) ที่ได้จากการสำรวจคุณลักษณะของรอยเลื่อนมีพลัง
- การตรวจสอบและพิจารณาข้อมูลผลลัพธ์สำคัญ (Main Outputs) ที่ได้จากการสำรวจคุณลักษณะของรอยเลื่อนมีพลังเป็นการตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูลที่ได้โดยผู้ดำเนินการที่ควร/จำเป็นต้องมีใบประกอบวิชาชีพ
 - กรณี “ใช่” แสดงถึงการมีข้อมูลสมบูรณ์และเพียงพอต่อการดำเนินการ (Data Adequacy) สามารถนำข้อมูลที่ได้ เข้าสู่ขั้นตอน Seismic Hazard Analysis ต่อไป
 - กรณี “ไม่ใช่” แสดงถึงการมีข้อมูลไม่สมบูรณ์ (Inadequated data) หรือเป็นพื้นที่ที่มีสภาพในระดับต่ำมากที่อาจได้รับผลกระทบจากรอยเลื่อนมีพลังและแผ่นดินไหวหรือเป็นพื้นที่ที่ยังมีข้อสงสัยที่ไม่สามารถระบุสาเหตุของการมีกิจกรรมแผ่นดินไหวที่ปรากฏได้เพื่อการตรวจวัดพฤติกรรมและเฝ้าระวังแผ่นดินไหว ควรดำเนินการตรวจสอบว่ามีตำแหน่งที่ตั้งสถานีวัดแผ่นดินไหวในขอบเขตพื้นที่ตามแนวรัศมี 150 กิโลเมตร จากพื้นที่โครงการอยู่หรือไม่ กรณี “ไม่มี” ควรดำเนินการติดตั้งสถานีวัดแผ่นดินไหว (เครื่องมือวัดอัตราเร่งของพื้นดิน) ในพื้นที่โครงการอย่างน้อย 2 สถานี ได้แก่ บริเวณแนวสันเขื่อน และบริเวณพื้นดินส่วนฐานของเขื่อน
- การพิจารณาเลือกแนวทางการวิเคราะห์ในขั้นตอน Seismic Hazard Analysisประกอบด้วยกระบวนการวิเคราะห์ย่อย Deterministic Seismic Hazard Analysis (DSHA) และ Probabilistic Seismic Hazard Analysis (PSHA) ว่าควรเลือกกระบวนการวิเคราะห์แบบใด โดยใช้ข้อมูลผลลัพธ์สำคัญ (Main Outputs) ที่ได้จากการสำรวจคุณลักษณะของรอยเลื่อนมีพลัง โดยให้พิจารณาระยะทางที่ใกล้ที่สุดจากพื้นที่โครงการ ภายในแนวรัศมี 15 กิโลเมตร ? ขั้นตอนนี้อยู่ในช่วงของการกำหนดหลักเกณฑ์ตาม (USBR/ICOLD/USGS?)
- นำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอน Seismic Hazard Analysis (ต้องมีค่าไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ มผ.) เข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ที่เกี่ยวข้องต่อไป



กลุ่มรอยเลื่อนมีพลังพาดผ่านจังหวัด PROVINCES IN THAILAND WHERE THE ACTIVE FAULTS PASS THROUGH

กลุ่มรอยเลื่อน ACTIVE FAULT	รายชื่อจังหวัด PROVINCE	ขนาดแผ่นดินไหวสูงสุดที่ทำได้ MAXIMUM CREDIBLE EARTHQUAKE, Mw	ลักษณะการเคลื่อนตัว SENSE OF MOVEMENT
1. แม่จัน MAE CHAN	เชียงราย เชียงใหม่ CHIANG RAI, CHIANG MAI	6.8	การเคลื่อนตัวตามแนวระนาบเลื่อนซ้าย Left lateral strike-slip fault
2. แม่อิง MAE ING	เชียงราย CHIANG RAI	6.9	การเคลื่อนตัวตามแนวระนาบเลื่อนซ้าย Left lateral strike-slip fault
3. แม่อ่องสอน MAE HONG SON	แม่อ่องสอน ตาก MAE HONG SON, TAK	7.1	การเคลื่อนตัวแบบรอยเลื่อนปกติ Normal fault
4. เมย MOEI	ตาก กำแพงเพชร TAK, KAMPHAENG PHET	7.1	การเคลื่อนตัวตามแนวระนาบเลื่อนขวา Right lateral strike-slip fault
5. แม่ทา MAE THA	เชียงใหม่ ลำพูน เชียงราย CHIANG MAI, LAMPHUN, CHIANG RAI	6.9	1. รอยเลื่อนแม่ทาส่วนเหนือที่มีแนวการวางตัวทิศเหนือ-ใต้ มีลักษณะการเคลื่อนตัวแบบรอยเลื่อนปกติ N-S trending normal fault in northern segment 2. รอยเลื่อนแม่ทาส่วนกลางที่มีแนวการวางตัวทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ มีลักษณะการเคลื่อนตัวตามแนวระนาบเลื่อนขวา NW-SE trending right lateral strike-slip fault in central segment 3. รอยเลื่อนแม่ทาส่วนใต้ที่มีแนวการวางตัวทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ มีลักษณะการเคลื่อนตัวตามแนวระนาบเลื่อนซ้าย NE-SW trending left lateral strike-slip fault in southern segment
6. เถิน THOEN	ลำปาง แพร่ LAMPANG, PHRAE	7.0	การเคลื่อนตัวตามแนวระนาบเลื่อนซ้าย Left lateral strike-slip fault
7. พะเยา PHAYAO	พะเยา เชียงราย ลำปาง PHAYAO, CHIANG RAI, LAMPANG	7.0	การเคลื่อนตัวแบบรอยเลื่อนปกติ Normal fault
8. ปัว PUA	น่าน NAN	6.6	การเคลื่อนตัวแบบรอยเลื่อนปกติ Normal fault
9. อุดรดิตต์ UTTARADIT	อุดรดิตต์ UTTARADIT	6.6	การเคลื่อนตัวตามแนวระนาบเลื่อนซ้าย Left lateral strike-slip fault
10. เจดีย์สามองค์ THREE PAGODA	กาญจนบุรี KANCHANABURI	7.1	การเคลื่อนตัวตามแนวระนาบเลื่อนขวา Right lateral strike-slip fault
11. ศรีสวัสดิ์ SI SAWAT	กาญจนบุรี กำแพงเพชร อุทัยธานี ตาก สุพรรณบุรี KANCHANABURI, KAMPHAENG PHET, UTHAITHANI, TAK, SUPHANBURI	7.0	การเคลื่อนตัวตามแนวระนาบเลื่อนขวา Right lateral strike-slip fault
12. रणอง RANONG	रणอง ชุมพร ประจวบคีรีขันธ์ พังงา RANONG, CHUMPHON, PRACHUAP KHIRI KHAN, PHANGNGA	7.1	การเคลื่อนตัวตามแนวระนาบเลื่อนซ้าย Left lateral strike-slip fault
13. คลองมะรุ่ย KHLONG MARUI	สุราษฎร์ธานี กระบี่ พังงา ภูเก็ต SURATTHANI, KRABI, PHANGNGA, PHUKET	6.8	การเคลื่อนตัวตามแนวระนาบเลื่อนซ้าย Left lateral strike-slip fault
14. เพชรบูรณ์ PHETCHABUN	เพชรบูรณ์ เลย PHETCHABUN, LOEI	6.7	การเคลื่อนตัวแบบรอยเลื่อนปกติ Normal fault
15. แม่ลาว MAE LAO	เชียงราย CHIANG RAI	6.8	การเคลื่อนตัวตามแนวระนาบเลื่อนซ้าย Left lateral strike-slip fault
16. เวียงแหง WIANG HAENG	เชียงใหม่ CHIANG MAI	6.8	การเคลื่อนตัวแบบรอยเลื่อนปกติ Normal fault

การจัดจำแนกชนิดของรอยเลื่อน (Keller และ Pinter, 1996)

TERMINOLOGY RELATED TO DEGREE OF FAULT ACTIVITY.					
Geologic Age			Years Before Present	Fault Activity	
Era	Period	Epoch			
Cenozoic	Quaternary	Historic (Calif.)	200	Active	Potentially active
		Holocene	10,000		
	Tertiary	Pleistocene	1,650,000	Inactive	
		Pre-Pleistocene	65,000,000		
Pre-Cenozoic time			4,500,000,000		
Age of the earth					

(After California State Mining and Geology Board Classification, 1973.)

(DMR, 2023)

นิยามและการจัดจำแนกรอยเลื่อน (พิจารณาการเลื่อนตัวครั้งล่าสุด)

(อ้างอิงจากมาตรฐานการสำรวจรอยเลื่อนมีพลัง กรมทรัพยากรธรณี, 2563)

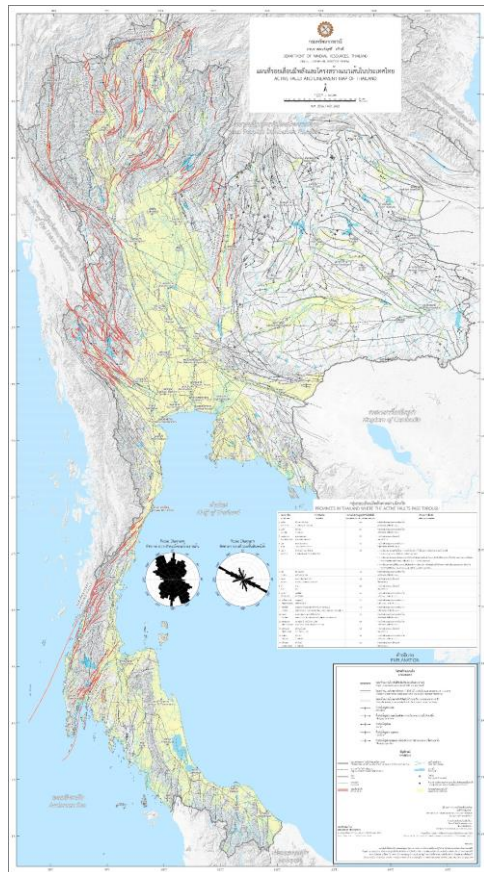
การจัดจำแนกชนิดของรอยเลื่อน (Keller และ Pinter, 1996)

TERMINOLOGY RELATED TO DEGREE OF FAULT ACTIVITY.

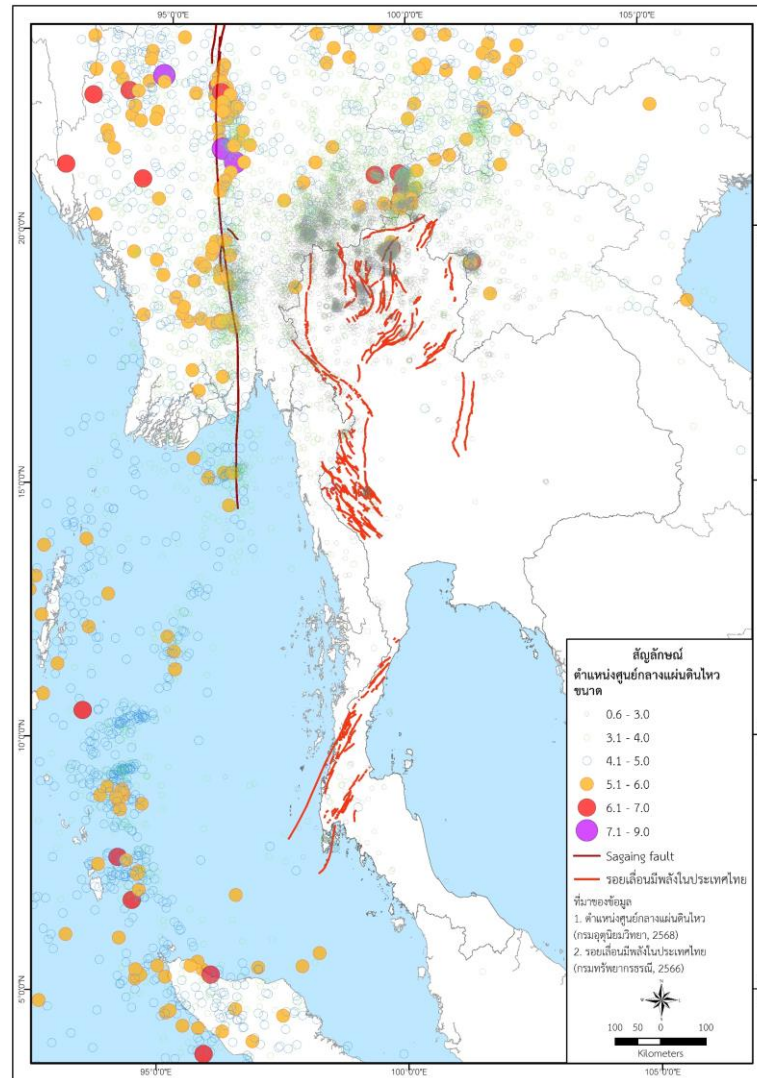
Geologic Age			Years Before Present	Fault Activity		
Era	Period	Epoch				
Cenozoic	Quaternary	Historic (Calif.) Holocene	200	Active		
			10,000			
		Pleistocene		Potentially active		
	Tertiary	Pre-Pleistocene	1,650,000	Inactive		
	Pre-Cenozoic time		65,000,000			
Age of the earth		4,500,000,000				

(After California State Mining and Geology Board Classification, 1973.)

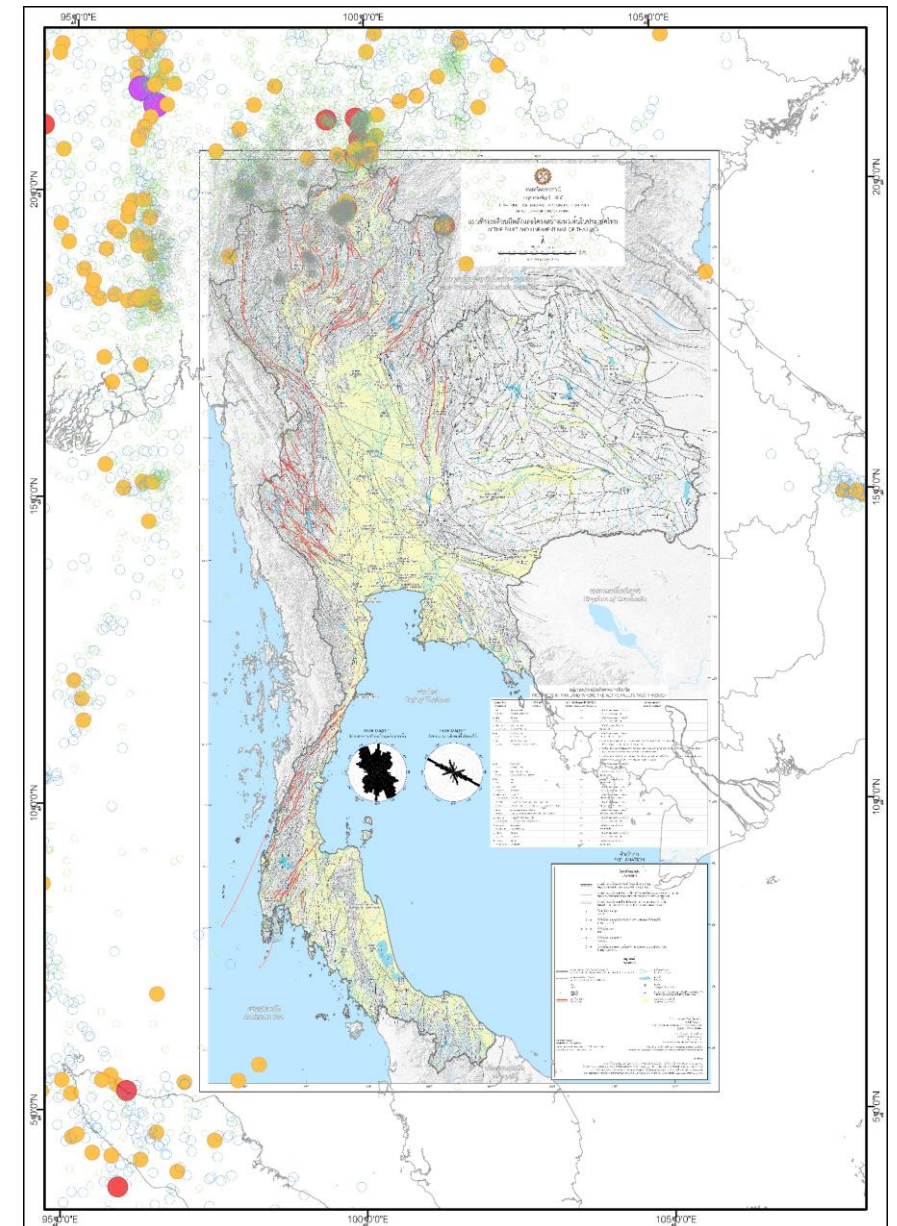
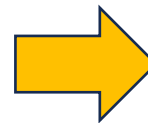
แผนที่รอยเลื่อนมีพลังและโครงสร้างแนวเส้นและข้อมูลแผ่นดินไหว



แผนที่รอยเลื่อนมีพลังและโครงสร้างแนวเส้น
กรมทรัพยากรธรณี (2566)

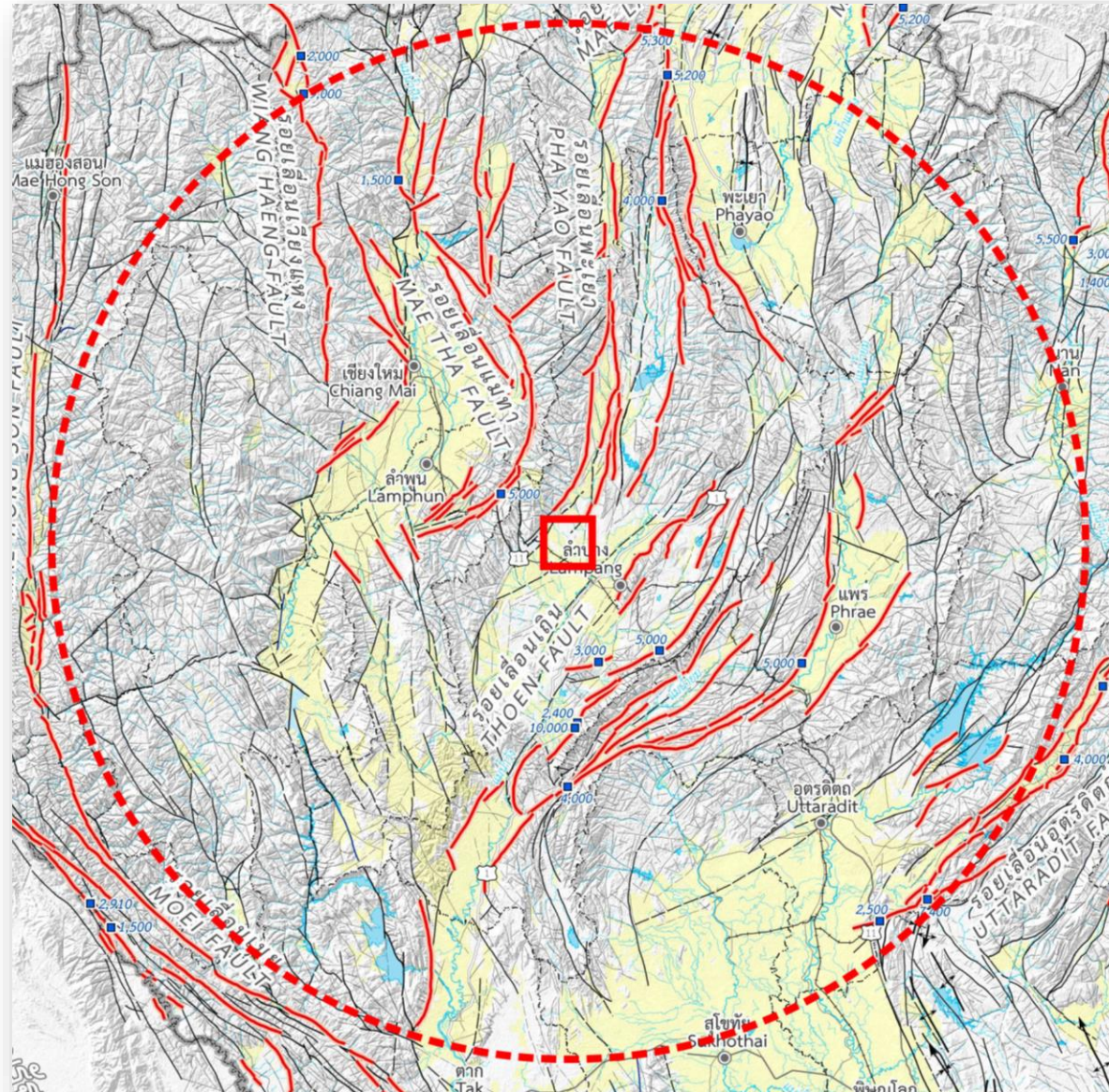
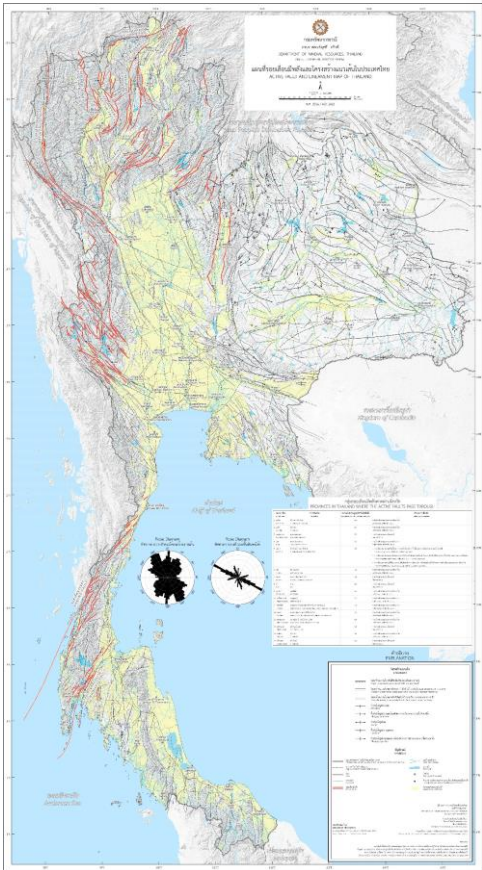


ข้อมูลแผ่นดินไหวอ้างอิงจากกรมอุตุนิยมวิทยา
(ปรับปรุงข้อมูลล่าสุด วันที่ 21.04.2568)



ตัวอย่างกรณีของพื้นที่ศึกษาที่มีข้อมูลรอยเลื่อนมีพลังและแผ่นดินไหว
ในขอบเขตพื้นที่ตามแนวรัศมี 150 กิโลเมตร

แผนที่รอยเลื่อนมีพลังและโครงสร้างแนวเส้นและตัวอย่างข้อมูลที่แสดงในแผนที่ กรมทรัพยากรธรณี (2566)



โครงสร้างแนวเส้น LINEAMENT

- โครงสร้างแนวเส้นหลักที่สัมพันธ์กับรอยเลื่อนขนาดใหญ่ (Potentially Active Fault ?)
Major lineaments associated with a major fault
- โครงสร้างแนวเส้นขนาดปานกลางที่สัมพันธ์กับรอยเลื่อนและรอยแตกขนาดปานกลาง
(Lineaments associated with fault and fractures ?)
- โครงสร้างแนวเส้นขนาดเล็กที่สัมพันธ์กับรอยเลื่อนและรอยแตกขนาดเล็ก
Minor lineaments associated with faults and minor fractures

- ชั้นหินโค้งรูปประทุน
Anticline
- ชั้นหินโค้งรูปประทุนพร้อมทิศทางการเอียงของแกนชั้นหินคดโค้ง
Plunging anticline
- ชั้นหินโค้งรูปโดม
Dome
- ชั้นหินโค้งรูปประทุนหยาบ
Syncline
- ชั้นหินโค้งรูปประทุนหยาบพร้อมทิศทางการเอียงของแกนชั้นหินคดโค้ง
Plunging syncline

สัญลักษณ์ SYMBOLS

- รอยเลื่อนมีพลัง
Active fault
- ตำแหน่งร่องสำรวจและอายุการเลื่อนตัวของรอยเลื่อน (ปี)
Trench site and age of faulting event (Year)

แผนที่รอยเลื่อนมีพลังและโครงสร้าง
แนวเส้น

ตัวอย่างข้อมูลในแผนที่ (รัศมี 150 กม.)

คำอธิบายสัญลักษณ์รอยเลื่อนมีพลังและโครงสร้างแนวเส้น

การพิจารณาข้อมูลในแผนที่รอยเลื่อนมีพลังและโครงสร้างแนวเส้น

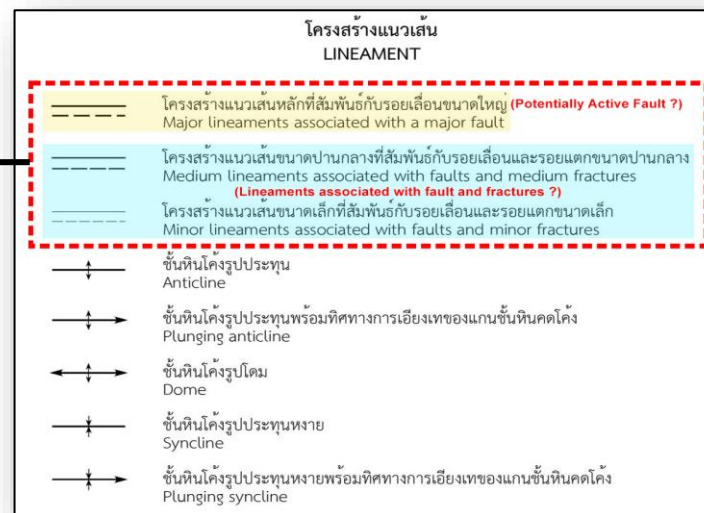
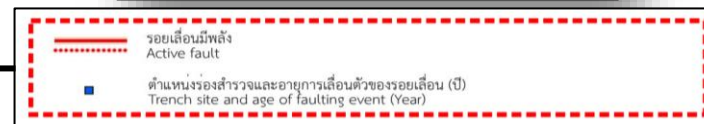
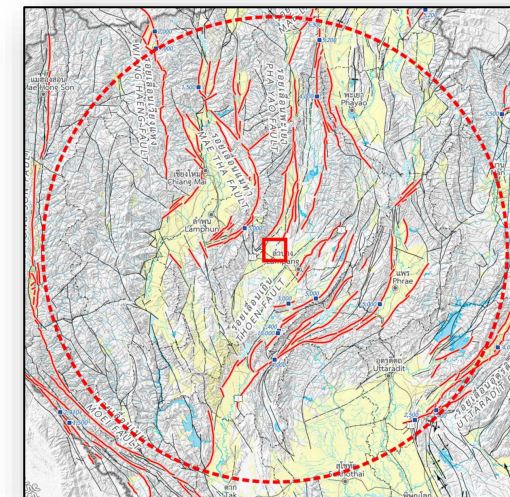
กรมทรัพยากรธรณี (2566)

การจัดจำแนกชนิดของรอยเลื่อน (Keller และ Pinter, 1996)

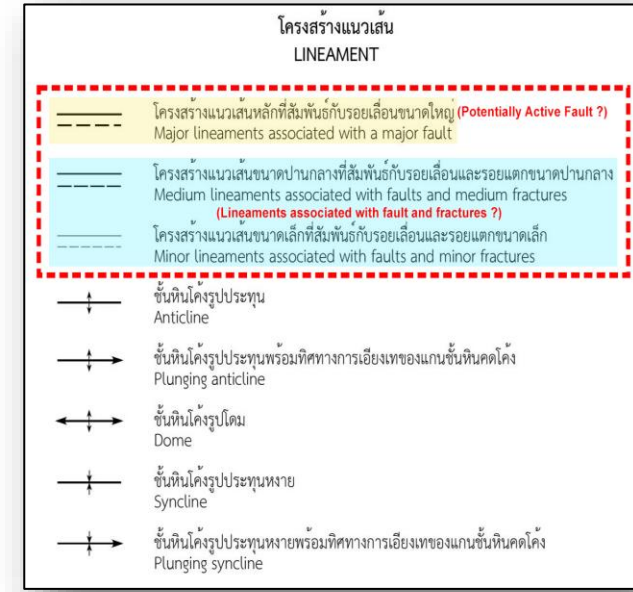
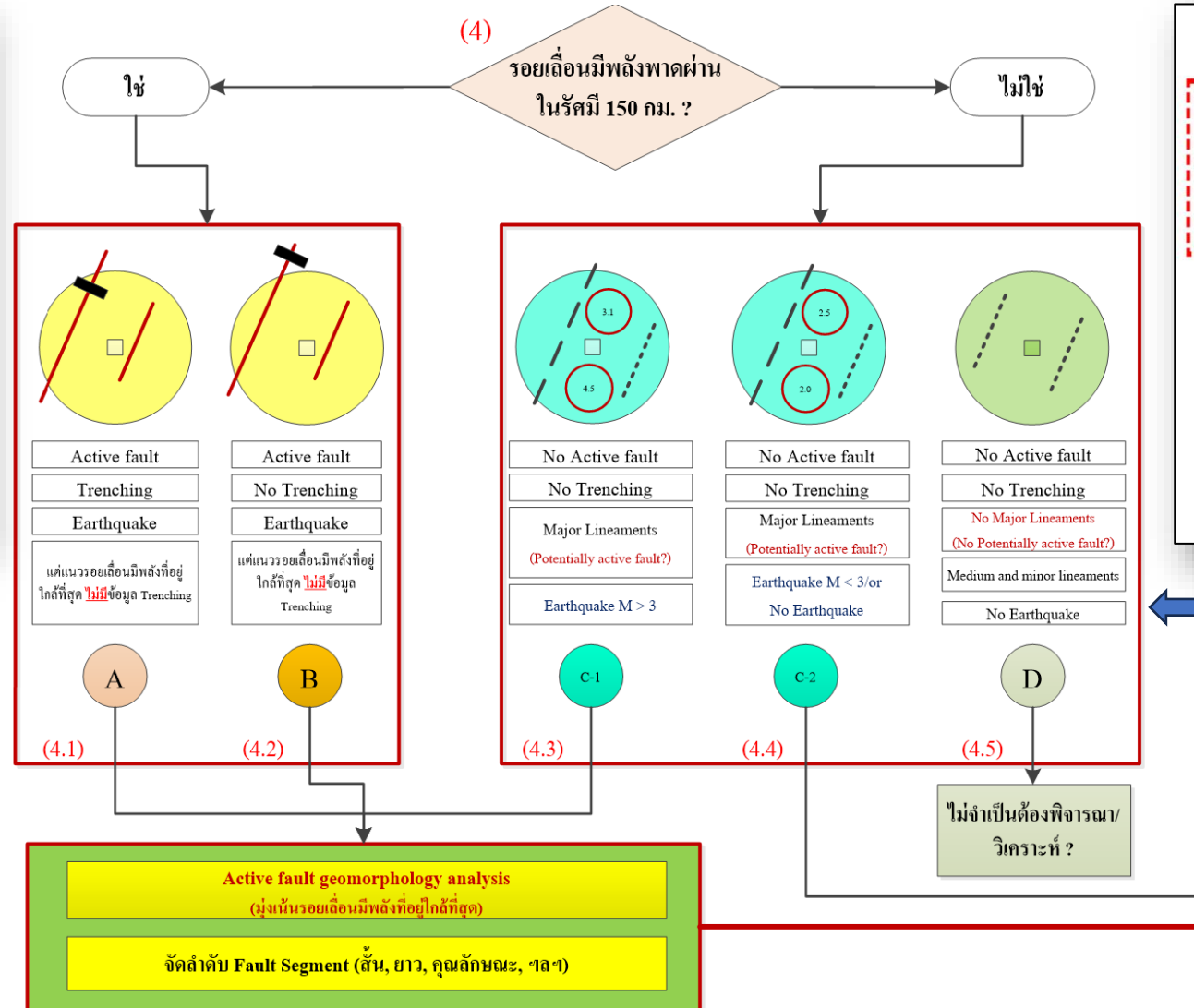
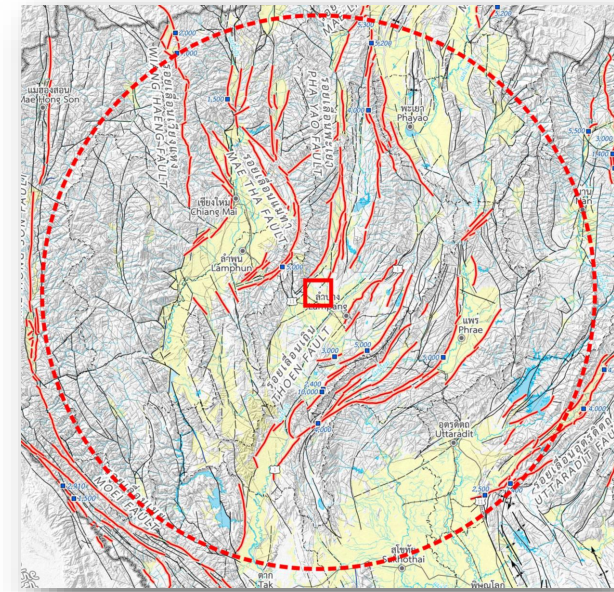
TERMINOLOGY RELATED TO DEGREE OF FAULT ACTIVITY.

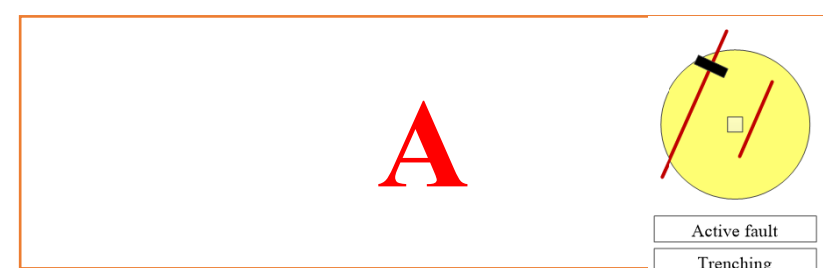
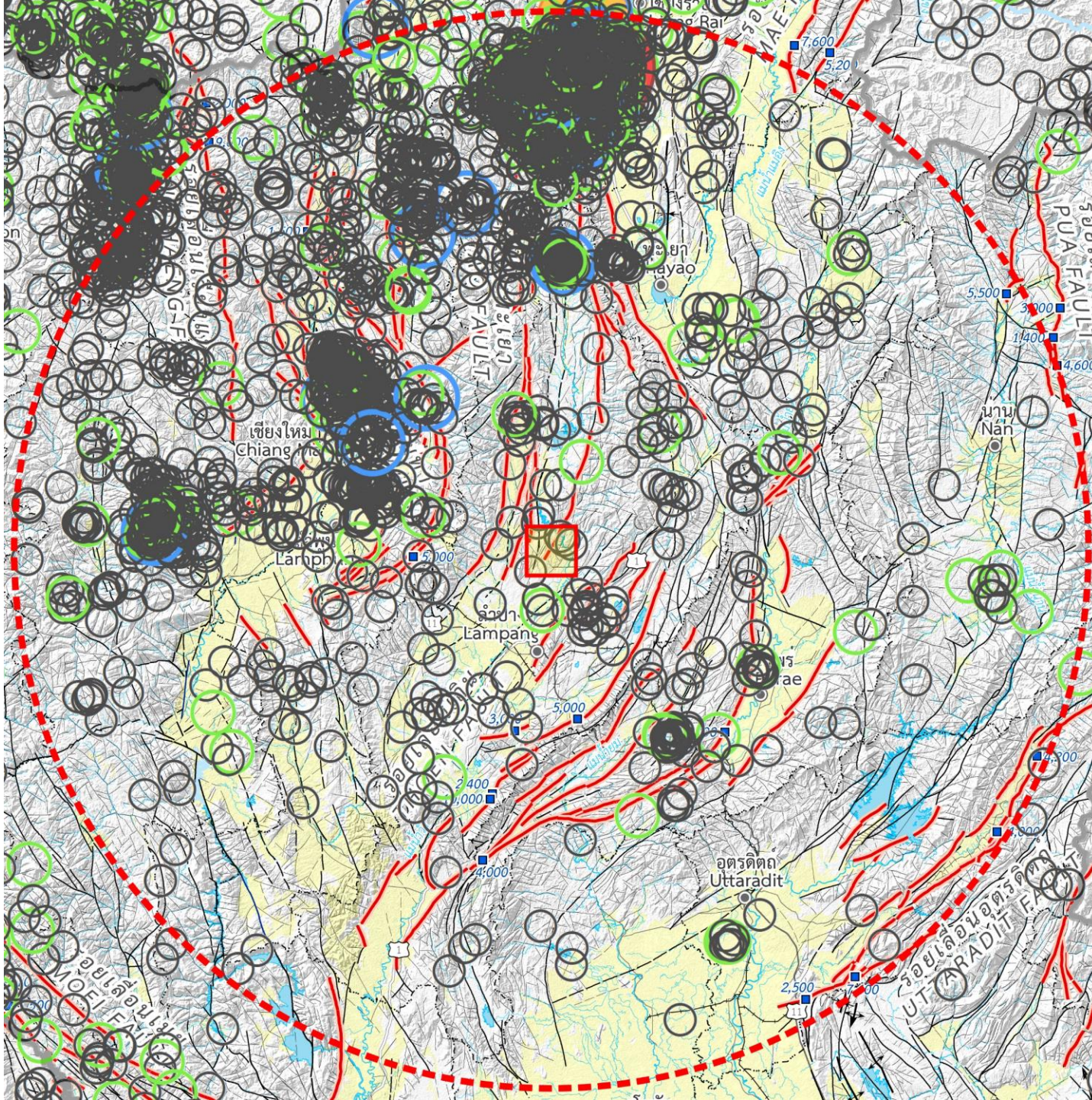
Geologic Age			Years Before Present	Fault Activity	
Era	Period	Epoch			
Cenozoic	Quaternary	Historic (Calif.) Holocene	200	Active	←
		Pleistocene	10,000		
	Tertiary	Pre-Pleistocene	1,650,000	Potentially active	
			65,000,000		
Pre-Cenozoic time				Inactive	
Age of the earth			4,500,000,000		

(After California State Mining and Geology Board Classification, 1973.)



การพิจารณาเงื่อนไขในขอบเขตพื้นที่ตามแนวรัศมี 150 กิโลเมตร





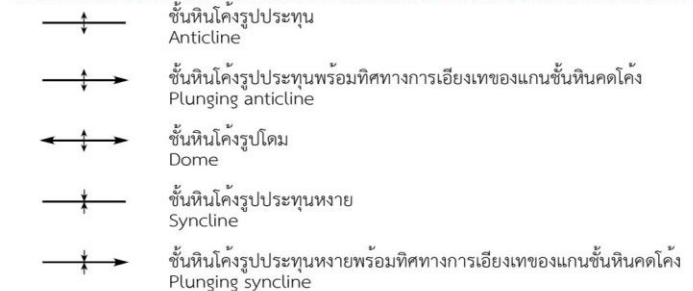
Active fault

Trenching

Earthquake

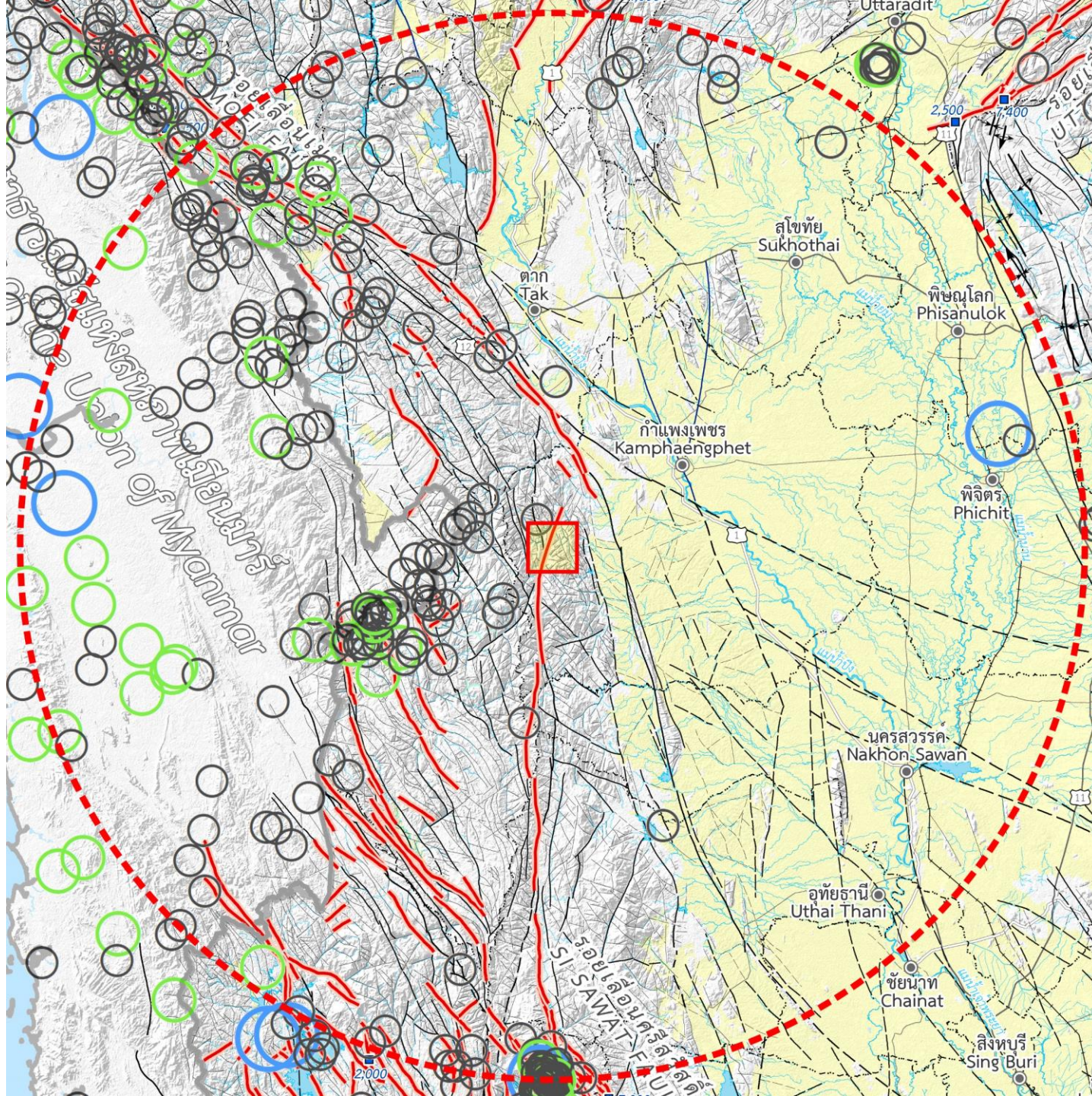
แต่แนวรอยเลื่อนมีพลังที่อยู่ใกล้ที่สุด ไม่มีข้อมูล Trenching

โครงสร้างแนวเส้น
LINEAMENT



สัญลักษณ์
SYMBOLS





- **Active fault**
- **No Trenching**
- **Earthquake**
- **แต่แนวรอยเลื่อนมีพลังที่อยู่ใกล้ที่สุดไม่มีข้อมูล Trenching**

โครงสร้างแนวเส้น
LINEAMENT

— — — — — โครงสร้างแนวเส้นหลักที่สัมพันธ์กับรอยเลื่อนขนาดใหญ่ (Potentially Active Fault ?)
Major lineaments associated with a major fault

— — — — — โครงสร้างแนวเส้นขนาดปานกลางที่สัมพันธ์กับรอยเลื่อนและรอยแตกขนาดปานกลาง
Medium lineaments associated with faults and medium fractures
(Lineaments associated with fault and fractures ?)

— — — — — โครงสร้างแนวเส้นขนาดเล็กที่สัมพันธ์กับรอยเลื่อนและรอยแตกขนาดเล็ก
Minor lineaments associated with faults and minor fractures

↕ ชั้นหินโค้งรูปประทุน
Anticline

↗ ↖ ชั้นหินโค้งรูปประทุนพร้อมทิศทางการเอียงของแกนชั้นหินคดโค้ง
Plunging anticline

↔↔↔ ชั้นหินโค้งรูปโดม
Dome

↕↕↕ ชั้นหินโค้งรูปประทุนหงาย
Syncline

↗ ↖ ชั้นหินโค้งรูปประทุนหงายพร้อมทิศทางการเอียงของแกนชั้นหินคดโค้ง
Plunging syncline

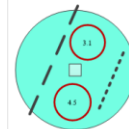
สัญลักษณ์
SYMBOLS

— — — — — รอยเลื่อนมีพลัง
Active fault

■ ตำแหน่งร่องสำรวจและอายุการเลื่อนตัวของรอยเลื่อน (ปี)
Trench site and age of faulting event (Year)



C-1



No Active fault

No Trenching

Major Lineaments

(Potentially active fault?)

Earthquake $M > 3$

C-1

- No Active fault
- No Trenching
- Major Lineaments (Potentially active fault?)
- Earthquake $M > 3$

โครงสร้างแนวเส้น LINEAMENT

- โครงสร้างแนวเส้นหลักที่สัมพันธ์กับรอยเลื่อนขนาดใหญ่ (Potentially Active Fault ?)
Major lineaments associated with a major fault
- โครงสร้างแนวเส้นขนาดปานกลางที่สัมพันธ์กับรอยเลื่อนและรอยแตกขนาดปานกลาง
Medium lineaments associated with faults and medium fractures
(Lineaments associated with fault and fractures ?)
- โครงสร้างแนวเส้นขนาดเล็กที่สัมพันธ์กับรอยเลื่อนและรอยแตกขนาดเล็ก
Minor lineaments associated with faults and minor fractures

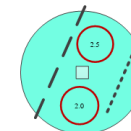
- ชั้นหินโค้งรูปประทุน
Anticline
- ชั้นหินโค้งรูปประทุนพร้อมทิศทางการเอียงของแกนชั้นหินคดโค้ง
Plunging anticline
- ชั้นหินโค้งรูปโดม
Dome
- ชั้นหินโค้งรูปประทุนหงาย
Syncline
- ชั้นหินโค้งรูปประทุนหงายพร้อมทิศทางการเอียงของแกนชั้นหินคดโค้ง
Plunging syncline

สัญลักษณ์ SYMBOLS

- รอยเลื่อนมีพลัง
Active fault
- ตำแหน่งร่องสำรวจและอายุการเลื่อนตัวของรอยเลื่อน (ปี)
Trench site and age of faulting event (Year)



C-2



No Active fault
No Trenching
Major Lineaments (Potentially active fault?)
Earthquake $M < 3$ / or No Earthquake

C-2

- ☐ No Active fault
- ☐ No Trenching
- ☐ Major Lineaments (Potentially active fault?)
- ☐ Earthquake $M < 3$ / or No Earthquake

โครงสร้างแนวเส้น LINEAMENT

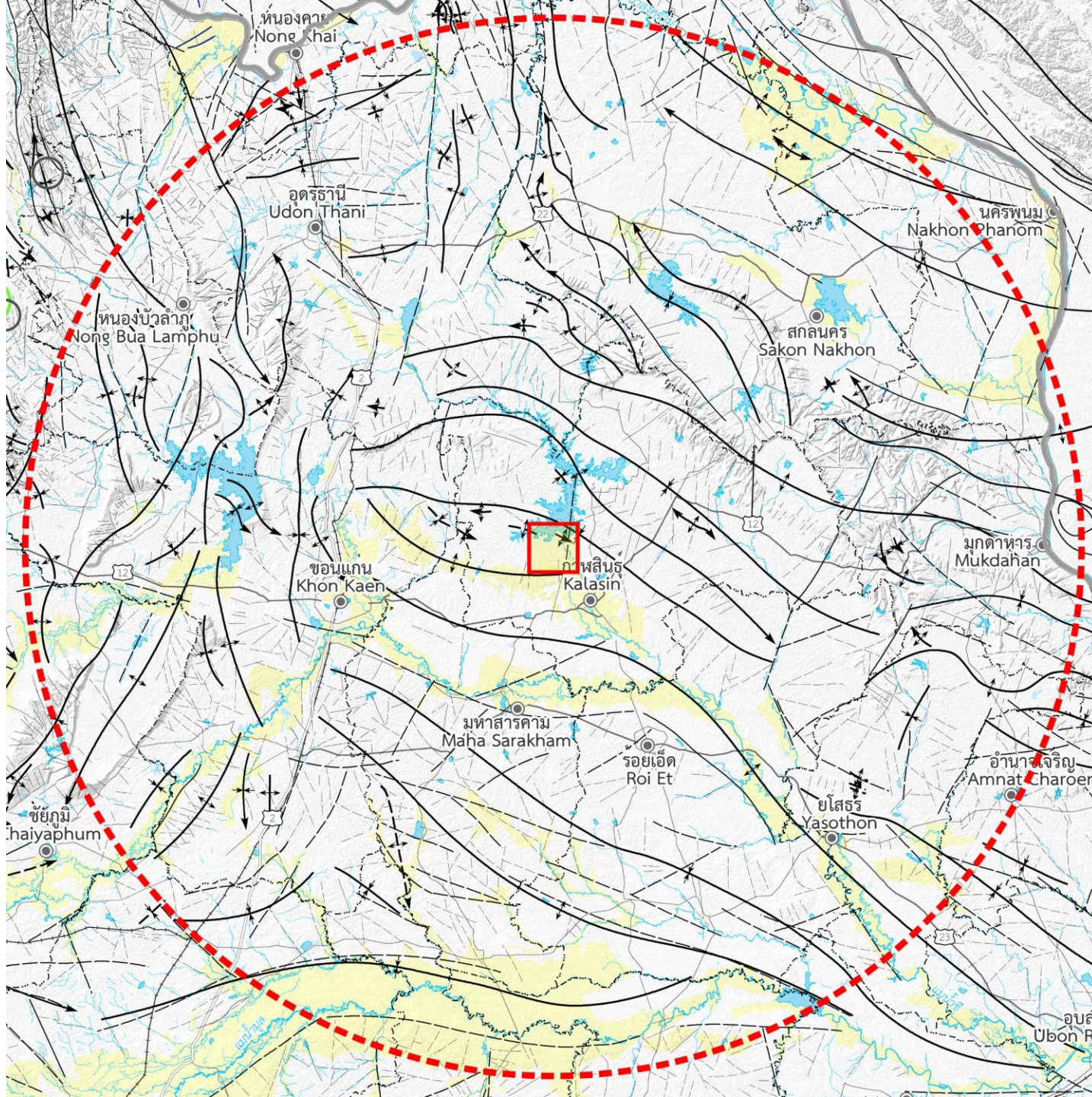
	โครงสร้างแนวเส้นหลักที่สัมพันธ์กับรอยเลื่อนขนาดใหญ่ (Potentially Active Fault ?) Major lineaments associated with a major fault
	โครงสร้างแนวเส้นขนาดปานกลางที่สัมพันธ์กับรอยเลื่อนและรอยแตกขนาดปานกลาง Medium lineaments associated with faults and medium fractures (Lineaments associated with fault and fractures ?)
	โครงสร้างแนวเส้นขนาดเล็กที่สัมพันธ์กับรอยเลื่อนและรอยแตกขนาดเล็ก Minor lineaments associated with faults and minor fractures

	ชั้นหินโค้งรูปประทุน Anticline
	ชั้นหินโค้งรูปประทุนพร้อมทิศทางการเอียงของแกนชั้นหินคดโค้ง Plunging anticline
	ชั้นหินโค้งรูปโดม Dome
	ชั้นหินโค้งรูปประทุนหงาย Syncline
	ชั้นหินโค้งรูปประทุนหงายพร้อมทิศทางการเอียงของแกนชั้นหินคดโค้ง Plunging syncline

สัญลักษณ์ SYMBOLS

	รอยเลื่อนมีพลัง Active fault
	ตำแหน่งร่องสำรวจและอายุการเลื่อนตัวของรอยเลื่อน (ปี) Trench site and age of faulting event (Year)

กลุ่มรอยเลื่อน ACTIVE FAULT	รายชื่อจังหวัด PROVINCE
--------------------------------	----------------------------



D

No Active fault

No Trenching

No Major Lineaments

(No Potentially active fault?)

Medium and minor lineaments

No Earthquake

D



No Active fault



No Trenching



No Major Lineaments (Potentially active fault?)



Medium and minor lineaments



Earthquake /No Earthquake

โครงสร้างแนวเส้น
LINEAMENT

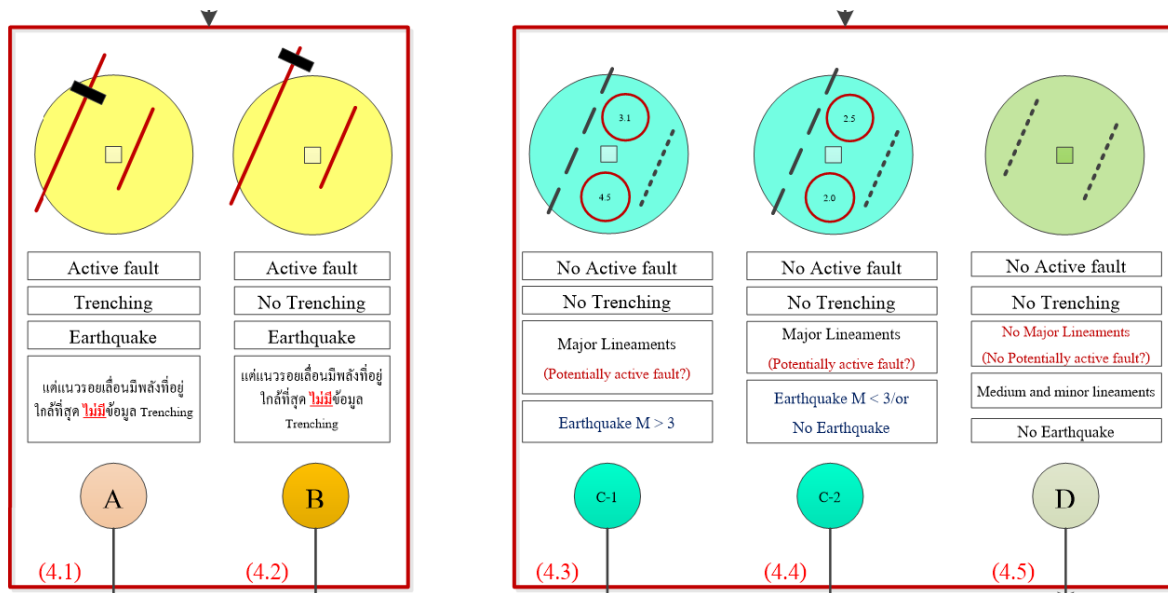
	โครงสร้างแนวเส้นหลักที่สัมพันธ์กับรอยเลื่อนขนาดใหญ่ (Potentially Active Fault ?) Major lineaments associated with a major fault
	โครงสร้างแนวเส้นขนาดปานกลางที่สัมพันธ์กับรอยเลื่อนและรอยแตกขนาดปานกลาง Medium lineaments associated with faults and medium fractures (Lineaments associated with fault and fractures ?)
	โครงสร้างแนวเส้นขนาดเล็กที่สัมพันธ์กับรอยเลื่อนและรอยแตกขนาดเล็ก Minor lineaments associated with faults and minor fractures

	ชั้นหินโค้งรูปประทุน Anticline
	ชั้นหินโค้งรูปประทุนพร้อมทิศทางการเอียงของแกนชั้นหินคดโค้ง Plunging anticline
	ชั้นหินโค้งรูปโดม Dome
	ชั้นหินโค้งรูปประทุนหงาย Syncline
	ชั้นหินโค้งรูปประทุนหงายพร้อมทิศทางการเอียงของแกนชั้นหินคดโค้ง Plunging syncline

สัญลักษณ์
SYMBOLS

	รอยเลื่อนมีพลัง Active fault
	ตำแหน่งร่องสำรวจและอายุการเลื่อนตัวของรอยเลื่อน (ปี) Trench site and age of faulting event (Year)

ประเด็นหารือ



กรณีใด (A, B, C, D) ที่จำเป็นต้องดำเนินการ
ขุดร่องสำรวจ (Trenching) เพิ่มเติม ?
(บางกลุ่ม/ทั้งหมด)



A : แม้จะมี Active fault แต่รอยเลื่อนมีพลังที่อยู่ใกล้ที่สุดไม่มีข้อมูล Trenching

B : Trenching อยู่ห่างเกินรัศมี 150 กิโลเมตร

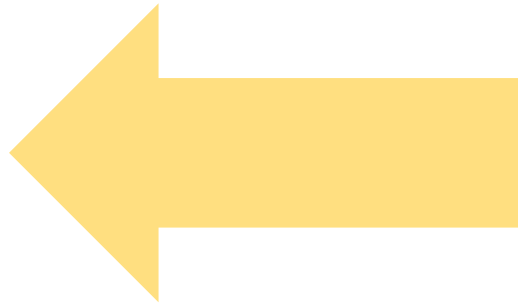
C : ไม่มี Active fault แต่มีกิจกรรมของแผ่นดินไหว และมี Major lineaments

D : ไม่มี Active fault, ไม่มี Major lineaments และไม่มีแผ่นดินไหว

A, B, C จำเป็น ?
D ไม่จำเป็น ?

ประเด็นหารือ

จำเป็นต้องดำเนินการขุดร่องสำรวจ
(Trenching) เพิ่มเติม ?

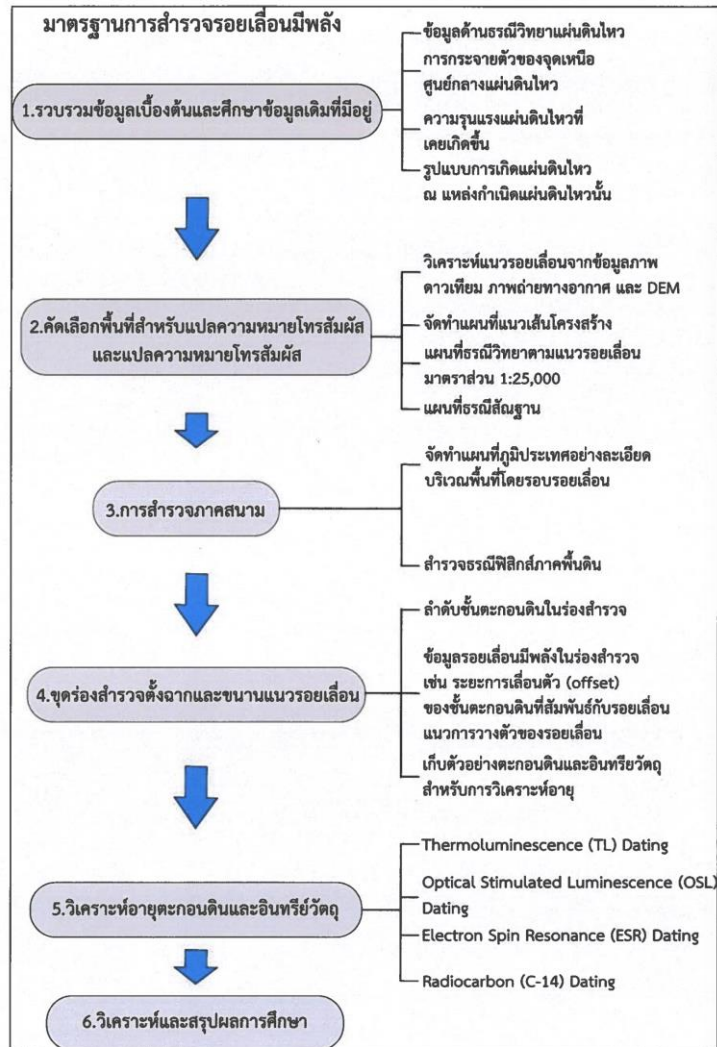


Active fault geomorphology analysis
(มุ่งเน้นรอยเลื่อนมีพลังที่อยู่ใกล้ที่สุด)

จัดลำดับ Fault Segment (สั้น, ยาว, คุณลักษณะ, ฯลฯ)

- มาตรฐานการสำรวจรอยเลื่อนมีพลัง (กรมทรัพยากรธรณี)?
- ผู้ดำเนินงานต้องมีใบอนุญาตประกอบวิชาชีพ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีควบคุม สาขา ธรณีวิทยา งานธรณีพิบัติภัย?

มาตรฐานการสำรวจรอยเลื่อนมีพลัง (DMR, 2019)



รูปที่ 2.13 มาตรฐานขั้นตอนการสำรวจรอยเลื่อนมีพลัง

DMR, 2019

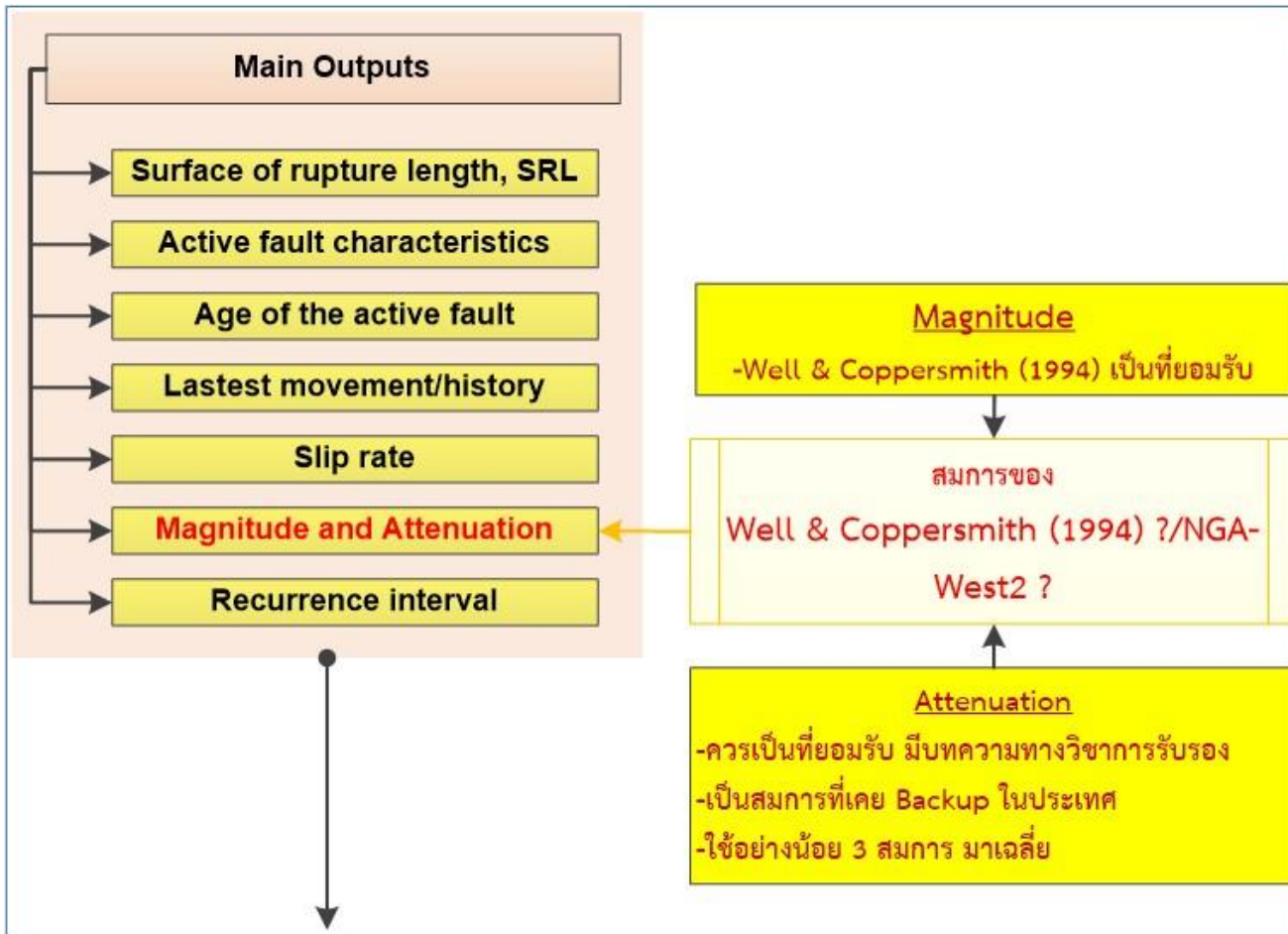
ตารางที่ 2.2 มาตรฐานขั้นตอนการสำรวจรอยเลื่อนมีพลัง

รายละเอียดการดำเนินการ	ผู้รับผิดชอบ	เอกสารอ้างอิง
1 รวบรวมข้อมูลเบื้องต้น และศึกษาข้อมูลเดิมที่มีอยู่ เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ ดังนี้ 1) การกระจายตัวของจุดเหนือศูนย์กลางแผ่นดินไหว 2) ความรุนแรงแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้น 3) รูปแบบการเกิดแผ่นดินไหว แหล่งกำเนิดแผ่นดินไหว	นักธรณีวิทยา นักธรณีวิทยาแผ่นดินไหว	ตัวอย่างแผนที่รอยเลื่อนมีพลังในภาคผนวก ก ตัวอย่างแผนที่ตำแหน่งแผ่นดินไหวในพื้นที่ศึกษาในภาคผนวก ข
2 เลือกพื้นที่เพื่อแปลความหมายข้อมูลโทรสัมผัสรับระยะไกล เพื่อให้ได้ข้อมูล ดังนี้ 1) วิเคราะห์แนวรอยเลื่อนโดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม ภาพถ่ายทางอากาศ และ/หรือ DEM มาตราส่วนไม่น้อยกว่า 1:50,000 2) จัดทำแผนที่แนวเส้นโครงสร้าง 3) จัดทำแผนที่ธรณีวิทยารายละเอียดตามแนวรอยเลื่อน มาตราส่วนไม่น้อยกว่า 1:25,000 4) จัดทำแผนที่ธรณีสัณฐานบริเวณใกล้แนวรอยเลื่อน	นักธรณีวิทยา นักธรณีวิทยาแผ่นดินไหว	ตัวอย่างขั้นตอนการเลือกพื้นที่เพื่อแปลความหมายข้อมูลโทรสัมผัสในภาคผนวก ค ตัวอย่างการวิเคราะห์แนวรอยเลื่อนจากภาพถ่ายดาวเทียม และการแปลความหมายข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม ในบทที่ 3
3 สำรวจภาคสนาม (field survey) เพื่อหาแนวรอยเลื่อน แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนหลัก คือ 1) จัดทำแผนที่ภูมิประเทศอย่างละเอียดบริเวณพื้นที่โดยรอบรอยเลื่อน 2) สำรวจธรณีสัณฐานภาคพื้นดิน เพื่อกำหนดตำแหน่งและทิศทางของรอยเลื่อนใต้พื้นดิน	นักธรณีวิทยา นักธรณีวิทยาแผ่นดินไหว นักธรณีสัณฐาน	ตัวอย่างขั้นตอนการสำรวจภาคสนามเพื่อหาแนวรอยเลื่อน ในบทที่ 4
4 ขุดร่องสำรวจให้ตั้งฉาก และขนานกับแนวรอยเลื่อน เพื่อพิสูจน์ว่ารอยเลื่อนมีอยู่จริง โดยการศึกษาข้อมูลดังต่อไปนี้ 1) จัดทำลำดับชั้นตะกอนดินในร่องสำรวจ และสถานะแวดล้อมการสะสมตัวในอดีต 2) วัดระยะการเลื่อนตัว (offset) ของชั้นตะกอนดินที่สัมพันธ์กับรอยเลื่อน	นักธรณีวิทยา นักธรณีวิทยาแผ่นดินไหว	ตัวอย่างการเก็บตัวอย่างสำหรับการกำหนดอายุด้วยวิธีการเรืองแสงความร้อน, วิธีการกระตุ้นด้วยแสง, วิธีการคาร์บอน-14 AMS และวิธีวัดแบบสปินของอิเล็กตรอน (ESR) ในบทที่ 4

รายละเอียดการดำเนินการ	ผู้รับผิดชอบ	เอกสารอ้างอิง
3) เก็บตัวอย่างตะกอนดินและอินทรีย์วัตถุที่สัมพันธ์กับรอยเลื่อน เพื่อวิเคราะห์ค่าอายุรอยเลื่อนในเชิงความสัมพันธ์		
5 วิเคราะห์อายุตัวอย่างตะกอนดินและอินทรีย์วัตถุด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ เช่น 1) thermoluminescence dating (TL) 2) optical stimulated luminescence (OSL) 3) electron spin resonance dating (ESR) 4) radiocarbon dating (C-14)	นักธรณีวิทยา นักธรณีวิทยาแผ่นดินไหว	ตัวอย่างการกำหนดอายุด้วยวิธีวัดการเรืองแสง, วิธีการคาร์บอน-14 AMS และวิธีวัดแบบสปินของอิเล็กตรอน ในบทที่ 5
6 วิเคราะห์และสรุปผล เพื่อให้ได้ข้อมูล 1) ช่วงอายุของการเกิดรอยเลื่อนมีพลัง 2) ช่วงเวลาของการเกิดแผ่นดินไหวในอดีต 3) อัตราการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อน 4) ขนาดของแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นในอดีต 5) คาบอุบัติซ้ำของโอกาสเกิดแผ่นดินไหวขนาดปานกลาง-ขนาดใหญ่ในอนาคต	นักธรณีวิทยา นักธรณีวิทยาแผ่นดินไหว	ตัวอย่างการวิเคราะห์และสรุปผลการสำรวจรอยเลื่อนมีพลัง ในบทที่ 6

DMR, 2019

ประเด็นหารือ



การประเมิน earthquake magnitude
และใช้ GMPE (Attenuation model)
ที่เหมาะสมกับประเทศไทย

การประเมิน earthquake magnitude ที่เหมาะสมกับประเทศไทย ?

MCE: Is Wells and Coppersmith 1994 still valid? Any better/more update equation to use?

การประเมินขนาดความรุนแรงแผ่นดินไหวตามสมการ Wells & Coppersmith เพียงพอแล้วหรือมีมาตรฐาน/วิธีการอื่นเพื่อใช้ประเมินหรือไม่

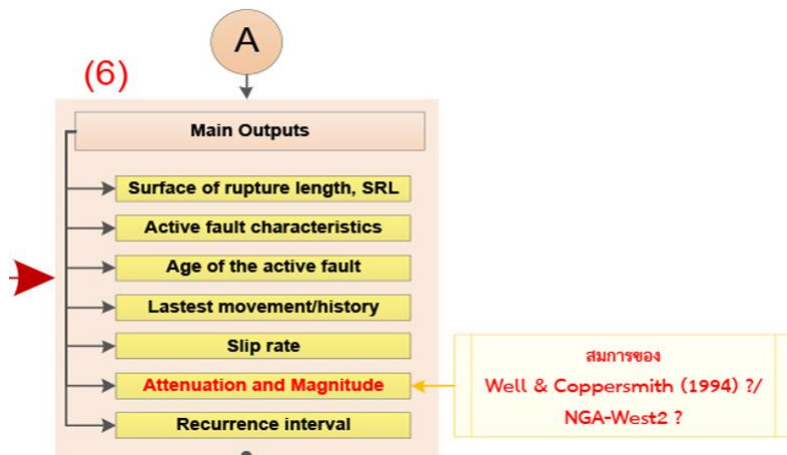
คนไทยคุ้นเคยกับ Wells and Coppersmith 1994 แต่ ต่างประเทศ มีหลายสมการ อันไหนเหมาะสมกับประเทศไทยมากที่สุด

Why Wells and Coppersmith is Still Widely Used

Despite the availability of newer models, Wells and Coppersmith is still widely used for MCE estimates because:

- It offers a robust and simple-to-use set of empirical relations applicable globally.
- Its dataset, though older, covers a broad range of fault types and settings.
- It is a conservative approach, meaning it tends to provide reliable, albeit possibly overestimated, magnitude predictions which are safe for critical infrastructure like dams.

While **Wells and Coppersmith (1994)** remains a trusted and widely used method for estimating MCE, there are several newer models and approaches that provide refined estimates, particularly for large-magnitude events and specific tectonic settings. These include region-specific empirical models updated global scaling laws and advanced rupture models that incorporate more detailed fault mechanics. However, the choice of model depends on the fault characteristics, available data, and the seismic hazard context, with Wells and Coppersmith still serving as a conservative and reliable option for many applications.



การประเมิน earthquake magnitude ที่เหมาะสมกับประเทศไทย ?

Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 103, No. 6, pp. 2993–3011, December 2013, doi: 10.1785/0120130052

Selection of Earthquake Scaling Relationships for Seismic-Hazard Analysis

by Mark Stirling, Tatiana Goded, Kelvin Berryman, and Nicola Litchfield

Abstract A fundamentally important but typically abbreviated component of seismic-hazard analysis is the selection of earthquake scaling relationships. These are typically regressions of historical earthquake datasets, in which magnitude is estimated from parameters such as fault rupture length and area. The mix of historical data from different tectonic environments and the different forms of the regression equations can result in large differences in magnitude estimates for a given fault rupture length or area. We compile a worldwide set of regressions and make a first-order shortlisting of regressions according to their relevance to a range of tectonic regimes (plate tectonic setting and fault slip type) in existence around the world. Regression relevance is based largely on the geographical distribution, age, and quantity/quality of earthquake data used to develop them. Our compilation is limited to regressions of magnitude (or seismic moment) on fault rupture area or length, and our shortlisted regressions show a large magnitude range (up to a full magnitude unit) for a given rupture length or area across the various tectonic regimes. These large differences in magnitude estimates underline the importance of choosing regressions carefully for seismic-hazard application in different tectonic environments.

Table 1
Tectonic Regime Classification Scheme, Comprising Plate Tectonic Settings, Subclasses, and Slip Types

Plate Tectonic Setting	Subclass	Slip Type*
A. Plate boundary crustal	A1: Fast plate boundary faults (> 10 mm/yr)	Strike-slip dominated (A11)
	A2: Slow plate boundary faults (< 10 mm/yr)	All faults (A21)
		Strike-slip (A22)
B. Stable continental		Normal (A23)
		Reverse (A24)
		Reverse (B1)
C. Subduction	Continental megathrust	Strike-slip (B2)
	Marine	Thrust (C1)
	Intraslab	Thrust (C2)
D. Volcanic	Thin crust (< 10 km)	Normal (C3)
	Thick crust (> 10 km)	Normal (D1)
		Normal (D2)

*The identifiers in parentheses allow cross referencing to Table 2 and have the following derivation: first character (A–D), primary tectonic regime; second character (1–2), tectonic subregime; and third character (1–4), mechanism or slip-type. For example, A11 indicates a plate boundary crustal setting (A), fast subclass (1), and strike-slip mechanism (1).

1. Is Well and Coppersmith 1994 still valid? Any better/more update equation to use?

Table 2
Shortlisted Regressions for Each Combination of Tectonic Setting, Subclasses and Slip Type Given in Table 1

Tectonic Regime ^a	Reference for Regression [†]	Regression Equations [‡]	Units	Quality Score [§]	Comments [¶]
A11	Hanks and Bakun (2008); $A \leq 537 \text{ km}^2$	$M_w = \log A + (3.98 \pm 0.03)$	A: area (km ²)	1	Best represented by Hanks and Bakun regressions. Regression datasets are dominated by fast-slipping plate boundary faults. Regressions should be chosen according to the relevant fault area range.
	Hanks and Bakun (2008); $A > 537 \text{ km}^2$	$M_w = 4/3 \log A + (3.07 \pm 0.04)$		1	
	Wesnousky (2008); strike-slip	$M_w = 5.56 + 0.87 \log L$ $\sigma = 0.24$ (in M_w)	L: surface rupture length (km)	1	
	Leonard (2010)	$M_w = 3.99 + \log A$ $\log A_e = -13.79 + 0.87 \log M_0$ $\sigma = 0.41$ (in A_e)	A: area (km ²) A _e : effective area (m ²)	1	
A21	Yen and Ma (2011); all	$\log M_0 = 16.05 + 1.5M$ $M_w = \log A + (3.98 \pm 0.03)$	A: area (km ²)	1	Best represented by Yen and Ma regression as datasets contain a mix of plate boundary earthquakes of strike-slip and dip-slip mechanisms. Larger magnitudes produced by Stirling <i>et al.</i> (2008) than by others (larger D–L scaling)
	Hanks and Bakun (2008); $A \leq 537 \text{ km}^2$	$M_w = 4.18 + 2/3 \log W + 4/3 \log L$ $\sigma = 0.18$ (in M_w)	L: subsurface rupture length (km) W: width (km)	1	
	Stirling <i>et al.</i> (2008); New Zealand; oblique-slip	$M_w = 5.56 + 0.87 \log L$ $\sigma = 0.24$ (in M_w)	L: surface rupture length (km)	1	
	Wesnousky (2008); strike-slip	$\log A_e = -14.77 + 0.92 \log M_0$ $\sigma = 0.40$ (in A_e)	A _e : effective area (m ²)	1	
A22	Yen and Ma (2011); strike-slip	$\log M_0 = 16.05 + 1.5M_w$ $M_w = 6.12 + 0.47 \log L$ $\sigma = 0.27$ (in M_w)	L: surface rupture length (km)	1	Basin and range-rich normal-slip earthquake dataset.
	Wesnousky (2008); normal	$M_w = 4.18 + 2/3 \log W + 4/3 \log L$ $\sigma = 0.18$ (in M_w)	W: width (km) L: subsurface rupture length (km)	1	
	Stirling <i>et al.</i> (2008); New Zealand; oblique slip	$M_w = 4.11 + 1.88 \log L$ $\sigma = 0.24$ (in M_w)	L: surface rupture length (km)	1	
	Wesnousky (2008); reverse	$\log A_e = -12.45 + 0.80 \log M_0$ $\sigma = 0.43$ (in A_e)	A _e : effective area (m ²)	1	
A23	Yen and Ma (2011); dip-slip	$\log M_0 = 16.05 + 1.5M_w$ $M_w = 5.12 + 1.16 \log L - 0.20 \log S$ $\sigma = 0.26$ (in M_w)	L: surface fault length (km) S: slip rate (mm/yr)	2	Equal priority to the three regressions, Nuttli (1983) and Johnston (1994) regressions are developed exclusively for stable continental regions (> 500 km from plate boundaries), but dataset is old. Anderson <i>et al.</i> (1996) dataset includes stable continental earthquakes, and negative coefficient on slip rate has a major influence on M_w . Johnston (1994) database dominantly reverse events.
	Anderson <i>et al.</i> (1996)				
A24					Yen and Ma (2011) dip-slip dataset dominated by reverse and thrust-slip earthquakes from wide area (Taiwan and east Asia).

(continued)

Table 2 (Continued)

Tectonic Regime ^a	Reference for Regression [†]	Regression Equations [‡]	Units	Quality Score [§]	Comments [¶]
B1	Nuttli (1983)	$\log M_0 = 3.65 \log L + 21.0$ $\log M_0 = 16.05 + 1.5M_w$	M_0 : seismic moment (dyn-cm) L: subsurface fault length (km)	3	As for B1
	Johnston (1994)	$M_w = 1.36^+ \log L + 4.67$	L: surface rupture length (km)	3	
	Anderson <i>et al.</i> (1996)	$M_w = 5.12 + 1.16 \log L - 0.20 \log S$ $\sigma = 0.26$ (in M_w)	L: surface fault length (km) S: slip rate (mm/yr)	2	
	Nuttli (1983)	$\log M_0 = 3.65$ $\log L + 21.0$ $\log M_0 = 16.05 + 1.5M_w$	M_0 : seismic moment (dyn-cm) L: subsurface fault length (km)	3	
C1	Strasser <i>et al.</i> (2010); interface events	$M_w = 4.441 + 0.846 \log_{10}(A)$ $\sigma = 0.286$ (in M_w)	A: rupture area (km ²)	1	Diverse dataset and M_w dependence on interface area makes the Strasser <i>et al.</i> (2010) regression the most suitable for using on a wide variety of subduction megathrusts.
	Strasser <i>et al.</i> (2010); interface events	$M_w = 4.441 + 0.846 \log_{10}(A)$ $\sigma = 0.286$ (in M_w)	A: rupture area (km ²)	1	
	Blaser <i>et al.</i> (2010); oceanic/subduction reverse	$\log_{10} L = -2.81 + 0.62M_w$ $Sky = 0.16$ (orthogonal standard deviation)	L: subsurface fault length (km)	1	
	Ichimose <i>et al.</i> (2006)	$\log_{10}(A_e) = 0.57(\pm 0.06)M_0 - 13.5(\pm 1.5)$ $\sigma = 16.1$ (in A_e)	A _e : combined area of asperities (km ²) M ₀ : seismic moment (dyn-cm)	1	
C2	Villamor <i>et al.</i> (2001); New Zealand; normal	$M_w = 3.39 + 1.33 \log A$ $\sigma = 0.195$ (in M_w)	A: area (km ²)	1	Only regression of relevance to volcanic-normal earthquakes in thin crust (rift environments).
	Wesnousky (2008); normal	$M_w = 6.12 + 0.47 \log L$ $\sigma = 0.27$ (in M_w)	L: surface fault length (km)	1	
	Mason (1996)	$M_w = 4.86 + 1.32 \log L$ $\sigma = 0.34$ (in M_w)	L: surface rupture length	2	

^aThe “Tectonic Regime” identifiers relate to the IDs given in parentheses in Table 1. For example, A11 signifies “Plate Boundary Crustal/Plate Boundary Fast Slipping/Strike-Slip Dominated.”

[†]Primary reference for regression. Bold regression information corresponds to the shortlisted regressions (those having the highest quality score and/or most suitable regressions for the given tectonic regimes). Regression information not in bold provides close alternatives to the shortlisted regressions for the given tectonic regimes.

[‡]Regression equations and standard deviations or standard errors (if available). Applicable parameters are in parentheses; for example, “in M_w ” means the standard deviation is for M_w . The standard Hanks and Kanamori (1979) equation is also provided in cases for which seismic moment needs to be converted to moment magnitude. Use of A_e (combined asperity area on fault plane) is possible for well-modeled sources and correlates with M_w .

[§]Quality scores: 1, best available; 2, good; 3, fair.

[¶]Justification for shortlisting of regression into this table.

การใช้ GMPE (Attenuation model) ที่เหมาะสมกับประเทศไทย

เกณฑ์การเลือกใช้ Attenuation model ที่เหมาะสมของพื้นที่

ปัจจุบัน NGA-West2 (2014) ถ้าเชื่อ paper นี้ แต่ผู้ทรงยังคุ้นเคยกับ Sadigh 1997 ใน PSHA สามารถเลือกใช้หลาย GMPE ได้

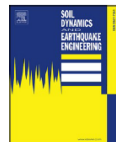
Soil Dynamics and Earthquake Engineering 133 (2020) 106145



Contents lists available at ScienceDirect

Soil Dynamics and Earthquake Engineering

journal homepage: <http://www.elsevier.com/locate/soildyn>



Verification of attenuation models based on strong ground motion data in Northern Thailand

Weeradetch Tanapalungkorn^a, Lindung Zalbuin Mase^b, Panon Latcharote^c,
Suched Likitlersuang^{d,*}

^a Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand

^b Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Bengkulu, Bengkulu, 38371, Indonesia

^c Department of Civil and Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Mahidol University, Nakorn Pathom, Thailand

^d Centre of Excellence in Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, Bangkok, 10330, Thailand

ARTICLE INFO

Keywords:

Attenuation model
Strong ground motion data
Northern Thailand
Peak ground acceleration
Spectral acceleration

ABSTRACT

Within the last decade, the number of earthquake events in Northern Thailand has significantly increased. At least, two major earthquakes have occurred in this region: the 2011 M_w 6.8 Tarlay Earthquake and the 2014 M_w 6.3 Mae Lao Earthquake. The lack of understanding on appropriate attenuation models to represent a specific region becomes a major issue if strong ground motion data is not available. This paper aims to determine an appropriate attenuation model for Northern Thailand based on seven recorded earthquake events in the region. Nine attenuation models, including ground motion prediction equations (GMPEs) from both NGA-West1 and NGA-West2 (Next Generation Attenuation Relationships for Western US), were employed to predict peak ground acceleration (PGA) and spectral acceleration (SA) during the selected earthquake events. Ground motion data during the events from twenty nearby seismic stations were collected for verifying the predictions from each attenuation model. Goodness of fit test and root mean square error (RMSE) were evaluated for each attenuation model prediction. The results show that the NGA-West2 are the most appropriate attenuation models to predict ground motion in Northern Thailand. As a consequence of verifying these attenuation models, it is hoped that further development of Thailand's seismic design standards for seismic hazard analysis of specific regions such as Northern Thailand can be based on more accurate, appropriately selected models.

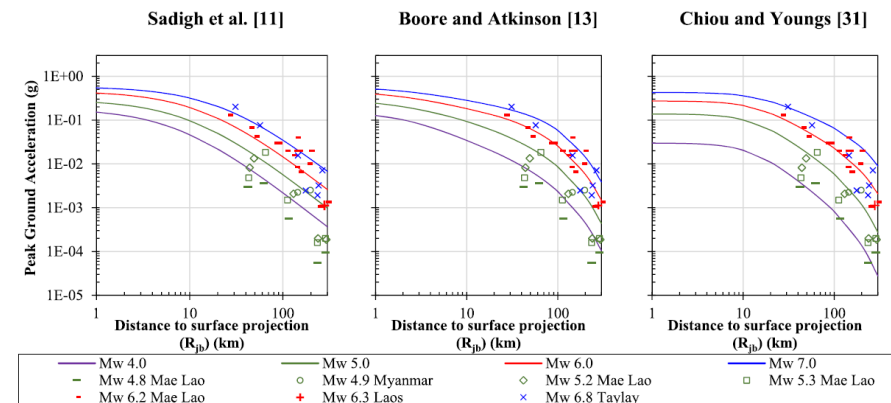


Fig. 2. Comparison of results from attenuation model with the recorded PGA.

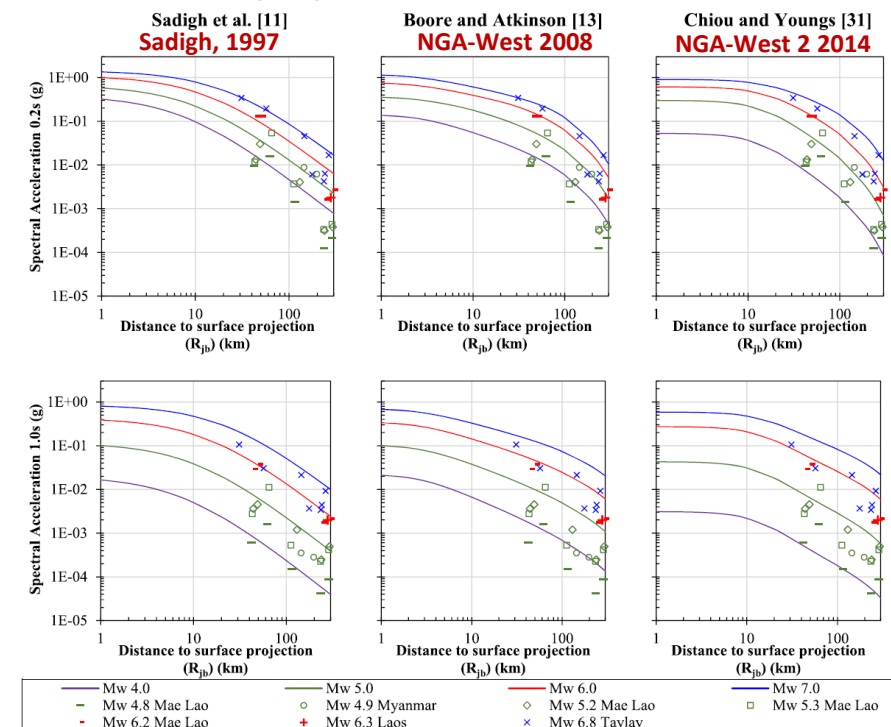
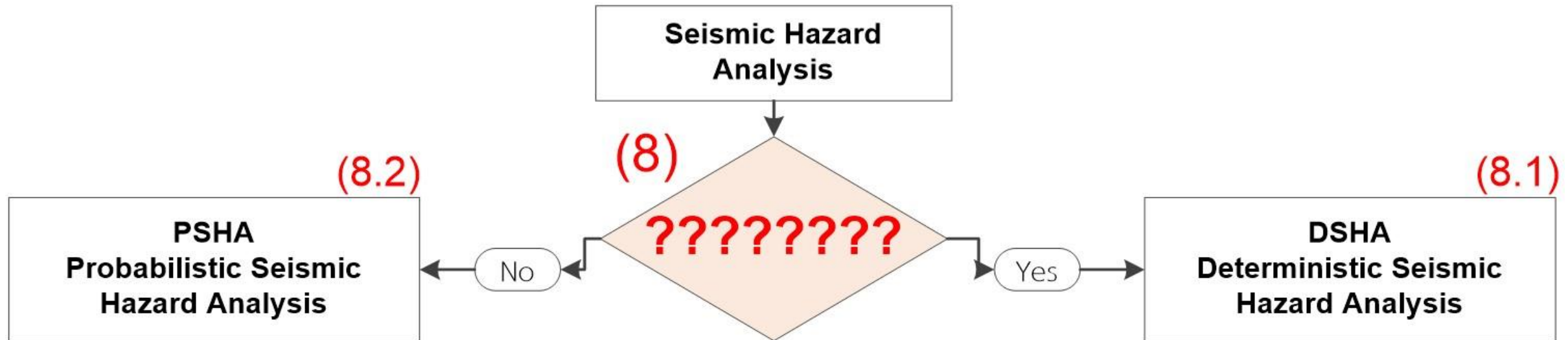
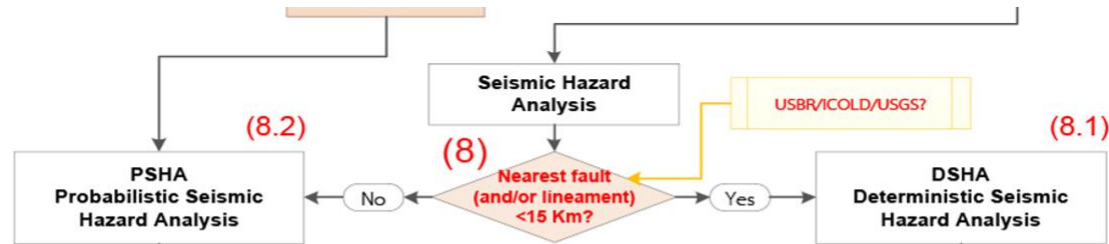


Fig. 3. Comparison of results from attenuation model with the recorded SA at 0.2 and 1.0 s.

เกณฑ์การพิจารณาเลือก PSHA หรือ DSHA?



เกณฑ์การพิจารณาเลือก PSHA หรือ DSHA?



(ICOLD 10km US Bureau of Reclamation 15 km CA DWR 5 km, USGS 10km)

Ideas

Faults within 5 km: Considered extremely close, often warrant DSHA, fault trenching, and detailed geophysical surveys. These faults pose a high risk of strong ground motion and surface rupture near the dam site.

Faults within 10 km: Also require detailed hazard assessments, with a preference for DSHA if the fault shows high seismicity or slip rates. Geophysical surveys are used to map subsurface structures, and monitoring networks might be installed.

Faults within 10-15 km: Typically included in the seismic hazard evaluation but may rely on a combination of PSHA and DSHA, especially for large dams or dams built in regions with high seismic risk.

Faults beyond 15-20 km: PSHA is typically sufficient unless the fault has a history of producing large-magnitude earthquakes that could affect the dam despite the distance.

มาตรฐานในการประเมิน DSHA และ PSHA (เลือกอย่างไร/กรณีใด)

ICOLD 148

The process can be accomplished by using either a deterministic procedure, or a probabilistic seismic hazard evaluation.

In a deterministic procedure for choosing seismic evaluation parameters, magnitude and distance should be ascertained by identifying the critical active faults which show evidence of movements in Holocene time (i.e. in the last 11,000 years), large faults which show evidence of movements in Latest Pleistocene time (i.e. between 11,000 and 35,000 years ago) or major faults which show evidence of repeated movements in Quaternary time (1.8 million years). The capability of these faults must be ascertained through appropriate established methods such as a rupture length-magnitude relationship or a fault movement and magnitude relationship. The distances of these critical faults from the site should be determined to evaluate the other parameters.

A probabilistic seismic hazard evaluation quantifies numerically the contributions to seismic motion, at the dam site, of all sources and magnitudes larger than a designated minimum (typically Richter magnitude 4 or 5) up to and including the maximum credible earthquake (MCE) on each source. The possible occurrence of each magnitude earthquake at any part of a source (including the closest location to the dam site) is directly incorporated in a probabilistic seismic hazard evaluation. Section 5 of Appendix 2 provides a summary of such an evaluation procedure.

If no obvious earthquake scenarios exist (e.g. no active faults are identified), the ground motions at a dam site are generally estimated using a probabilistic approach, and the ground motions are typically linked to a long return period, for example 10,000 years. Such ground motions estimated using a probabilistic approach may be either lower or stronger than MCE ground motions evaluated using a deterministic approach, depending on factors such as the types of uncertainties incorporated in each approach.

ข้อ (8) PSHA or DSHA

ดร.ธนุ หาญพัฒน์พานิชย์ (PANYA)

-สามารถกระทำได้ทั้งสอง ขึ้นอยู่กับการแบ่งส่วนความรับผิดชอบ

ศ.ดร.ปัญญา จารุศิริ

-Preferred DSHA

ศ.ดร.สันติ ภัยหลบลี้ (CU)

-สำหรับหัวเขื่อน เสนอ DSHA สำหรับโครงสร้าง เสนอ PSHA