

1. บทนำ

กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยความรับผิดชอบของสำนักธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อมและธรณีพิบัติภัย ได้มอบหมายให้ภาควิชาวิทยาศาสตร์พื้นพิภพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เป็นผู้ดำเนินการสำรวจและศึกษาคาบอุบัติซ้ำของรอยเลื่อนมีพลัง ในพื้นที่ที่กลุ่มรอยเลื่อนอุตรดิตถ์และกลุ่มรอยเลื่อนปัวพาดผ่าน

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อจัดทำแผนที่รอยเลื่อนมีพลังของกลุ่มรอยเลื่อนอุตรดิตถ์และกลุ่มรอยเลื่อนปัว
- 2.2 เพื่อจัดทำแผนที่ภัยพิบัติแผ่นดินไหว ที่จะมีผลกระทบต่อชุมชนต่างๆ จากกลุ่มรอยเลื่อนอุตรดิตถ์และกลุ่มรอยเลื่อนปัว

3. เป้าหมาย

- 3.1 ข้อมูลและแผนที่รอยเลื่อนมีพลังของกลุ่มรอยเลื่อนอุตรดิตถ์และกลุ่มรอยเลื่อนปัวที่ได้มีการปรับปรุงขึ้นมาใหม่
- 3.2 ตำแหน่งและขนาดความยาวของรอยเลื่อนมีพลัง ทิศทางการวางตัว ลักษณะการเลื่อนตัว และคาบอุบัติซ้ำของการเกิดแผ่นดินไหว ของกลุ่มรอยเลื่อนอุตรดิตถ์และกลุ่มรอยเลื่อนปัว และ
- 3.3 ขอบเขตและแนวทางการลดผลกระทบจากแผ่นดินไหว ที่จะมีผลกระทบต่อชุมชนต่างๆ จากกลุ่มรอยเลื่อนอุตรดิตถ์และกลุ่มรอยเลื่อนปัว ในเขตจังหวัด อุตรดิตถ์ น่าน พิชณุโลก และสุโขทัย

4. พื้นที่ดำเนินการศึกษา

พื้นที่ศึกษาครอบคลุมหลายจังหวัดที่มีแนวกลุ่มรอยเลื่อนอุตรดิตถ์และกลุ่มรอยเลื่อนปัวพาดผ่านที่สำคัญ ได้แก่ จังหวัดอุตรดิตถ์ น่าน พิชณุโลก และสุโขทัย (รูป 1)

5. ขั้นตอนการศึกษา

5.1 รวบรวมข้อมูลด้านธรณีวิทยาแผ่นดินไหว และข้อมูลศูนย์กลางแผ่นดินไหวในพื้นที่โครงการ รวมทั้งเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่มีบันทึกไว้ในพงศาวดาร จดหมายเหตุ หรือ ประวัติศาสตร์ ทั้งในประเทศไทยและประเทศเพื่อนบ้านที่ส่งผลกระทบต่อพื้นที่โครงการ เพื่อนำมาประกอบเป็นข้อพิจารณาถึงความสัมพันธ์กับกลุ่มรอยเลื่อนอุตรดิตถ์และกลุ่มรอยเลื่อนปัว

5.2 ศึกษาภาพถ่ายดาวเทียมจากข้อมูลเชิงตัวเลขด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ประมวลผลข้อมูลภาพ (image processing) ด้วยโปรแกรมที่ทันสมัย เช่น ENVI 4.0 หรือเทียบเคียง พร้อมทั้งศึกษาข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ มาตราส่วน 1:50,000 เพื่อกำหนดแนวเส้นธรณีโครงสร้างของรอยเลื่อนที่สำคัญ และลักษณะธรณีสัณฐานที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อน

5.3 แปลข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศเพื่อจัดทำแผนที่ธรณีสัณฐานที่สัมพันธ์กับรอยเลื่อนที่คาดว่ามีพลัง (Potentially active fault) ของกลุ่มรอยเลื่อนอุตรดิตถ์และกลุ่มรอยเลื่อนบัว และรวบรวมข้อมูลธรณีวิทยา จัดทำแผนที่ธรณีวิทยาตามแนวรอยเลื่อน (Strip Map) มาตราส่วน 1:50,000

5.4 วิเคราะห์ข้อมูลด้านธรณีวิทยาและธรณีวิทยาแผ่นดินไหวทั้งหมด เพื่อจำแนกพื้นที่ ที่มีลักษณะทางธรณีสัณฐานวิทยาที่มีความสัมพันธ์กับรอยเลื่อนที่คาดว่ามีพลัง เพื่อนำไปสู่การวางแผนกำหนดตำแหน่งในการขุดร่องสำรวจชั้นดินที่คาดว่ามีแนวรอยเลื่อน

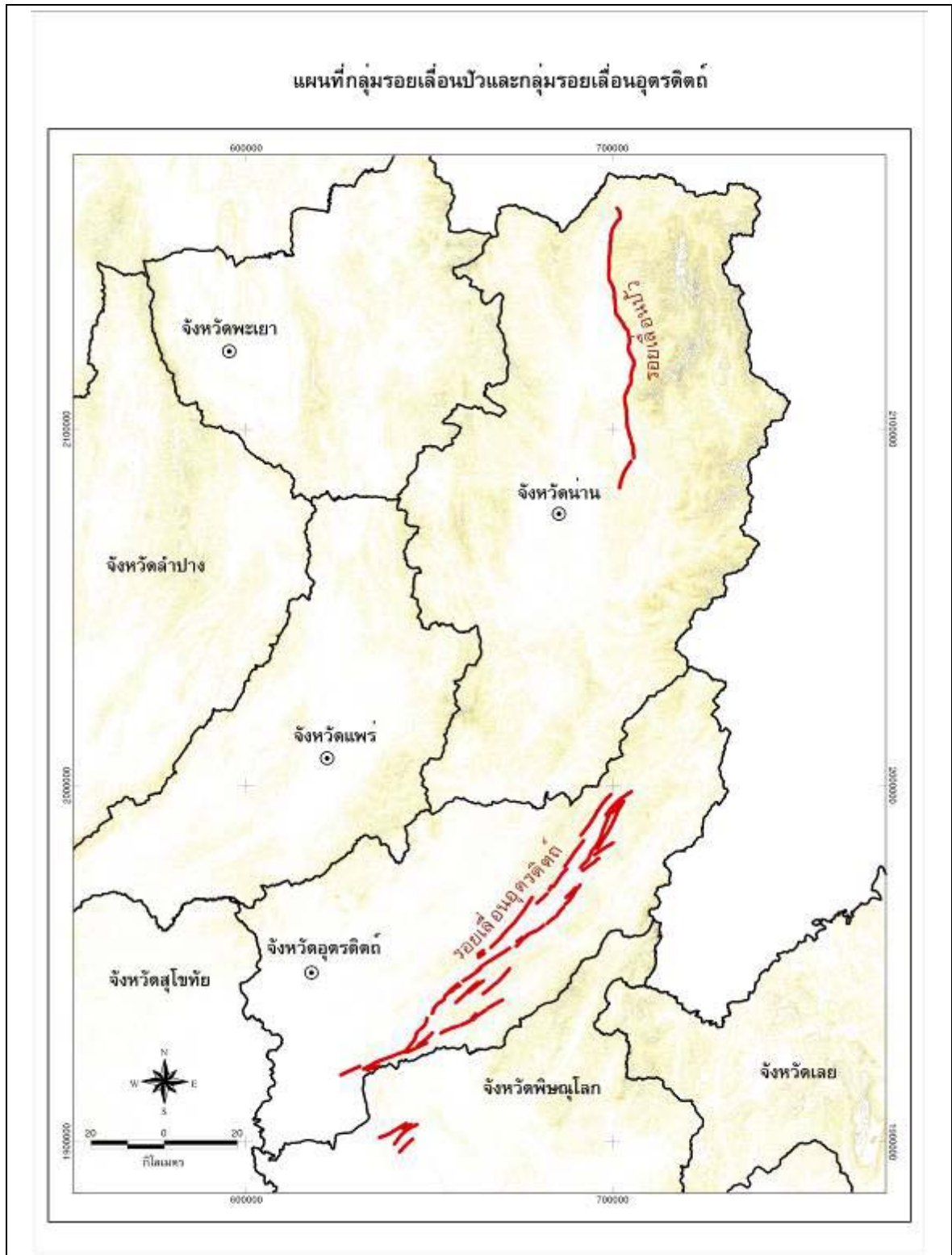
5.5 ฝังวัดสำรวจและจัดทำแผนที่ภูมิประเทศชั้นรายละเอียดมาตราส่วน 1:1,000 และมีเส้นชั้นความสูง 1 เมตร โดยให้ครอบคลุมพื้นที่เป้าหมายขุดร่องสำรวจ และบริเวณใกล้เคียงที่เป็นประโยชน์ในการศึกษารอยเลื่อนมีพลัง

5.6 สำรวจทางธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธี Ground Penetration Radar (GPR) ครอบคลุมพื้นที่ที่สัมพันธ์กับแนวรอยเลื่อนมีพลัง เพื่อให้ได้ข้อมูลแบบภาคตัดขวางทางธรณีวิทยา (geological cross section) โดยจะแสดงค่าความลึก/ความหนาของชั้นดินหิน ในพื้นที่ศึกษาบริเวณที่เลือกสรรไว้แล้ว

5.7 ขุดร่องสำรวจทั้งแบบตั้งฉากแนวรอยเลื่อน ไม่น้อยกว่า 10 แห่ง โดยในแต่ละแห่ง มีปริมาตรของร่องสำรวจรวมกันไม่น้อยกว่าขนาดความกว้าง 3 เมตร x ความยาว 20 เมตร x ความลึก 3 เมตร หรือแต่ละแห่งมีจำนวนร่องสำรวจมากกว่า 1 ร่องสำรวจได้ แต่มีปริมาตรรวมไม่น้อยกว่าที่กำหนด และจัดทำบันทึกลำดับชั้นดินและแนวรอยเลื่อนในผนังร่องสำรวจ (trench logging) พร้อมถ่ายภาพต่อเนื่องและวัดหาระยะการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อนในชั้นดินต่างๆ

5.8 เก็บตัวอย่างสารอินทรีย์ และตะกอนในชั้นดิน มาทำการวัดหาอายุด้วยวิธีคาร์บอน-14 AMS และ/หรือ วิธีเรืองแสงด้วยความร้อน (Thermoluminescence) จำนวนไม่น้อยกว่า 45 ตัวอย่าง เพื่อหาช่วงเวลาที่มีสัมพันธ์ของชั้นดินกับการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อนในแต่ละแนวรอยเลื่อน

5.9 จัดทำแผนที่รอยเลื่อนมีพลังของกลุ่มรอยเลื่อนอุตรดิตถ์และกลุ่มรอยเลื่อนบัว ในพื้นที่ศึกษาในมาตราส่วนที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ประโยชน์สูงสุด



รูป 1 พื้นที่ดำเนินการศึกษาตามแนวกลุ่มรอยเลื่อนมีพลังอุตรดิตถ์และกลุ่มรอยเลื่อนปัว

5.10 จัดทำแผนที่ระดับภัยพิบัติแผ่นดินไหว (seismic hazard map) ที่จะส่งผลกระทบต่อสิ่งปลูกสร้าง ตามแนวที่กลุ่มรอยเลื่อนอุตรดิตถ์และกลุ่มรอยเลื่อนปัวพาดผ่านและบริเวณใกล้เคียง ในมาตราส่วน 1:250,000 และกำหนดมาตรการลดผลกระทบจากแผ่นดินไหว

6. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

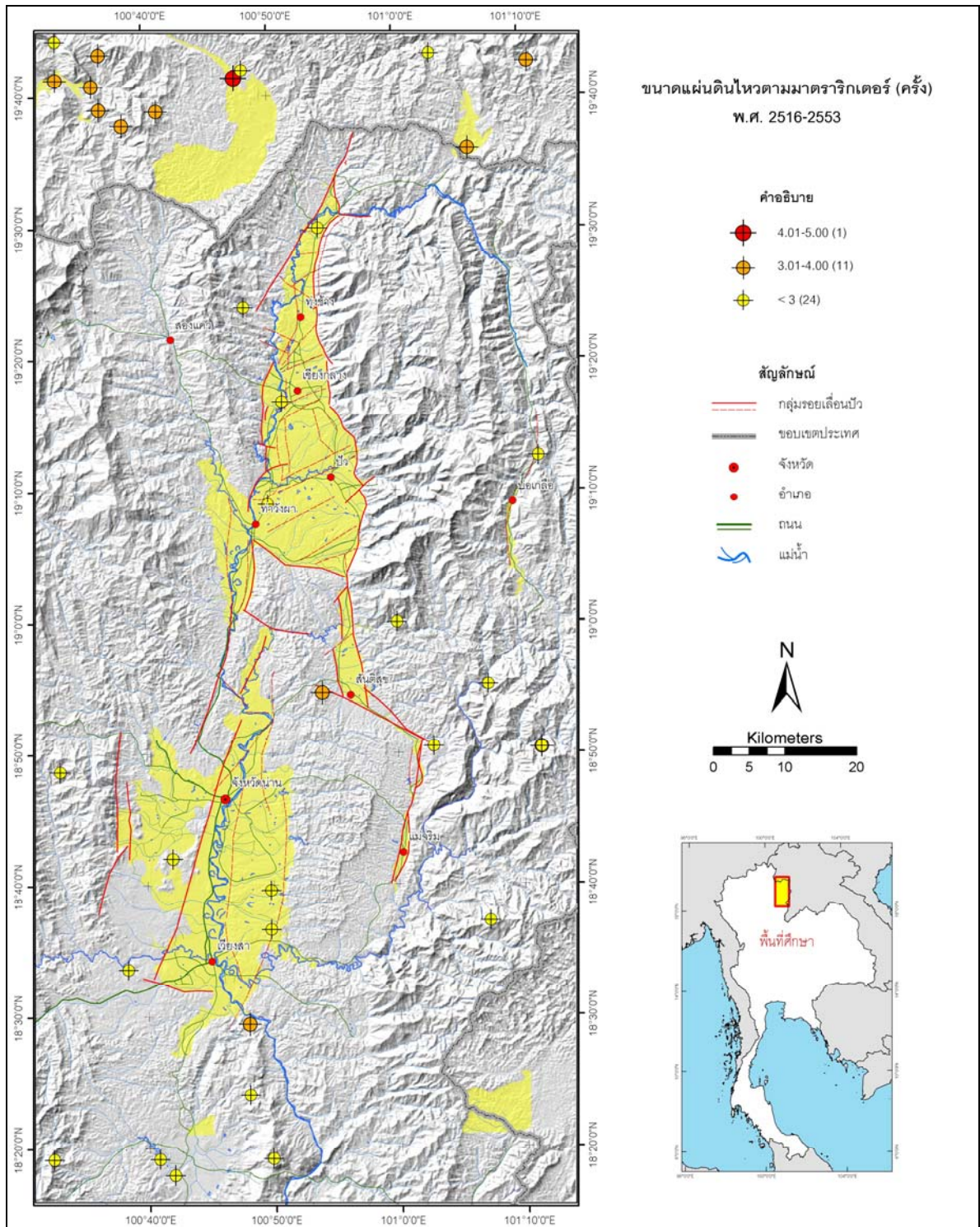
6.1 ข้อมูลศูนย์กลางแผ่นดินไหว

ข้อมูลจากเครื่องวัดแผ่นดินไหวของกรมอุตุนิยมวิทยา (www.tmd.go.th, 2553) สถานีวัดความสั่นสะเทือน จังหวัดเชียงใหม่ ของกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ (www.hdrtnsrs.com, 2553) และสำนักสำรวจธรณีวิทยาของสหรัฐอเมริกา (www.usgs.org, 2553) ที่ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาและพื้นที่บริเวณใกล้เคียง พบว่า พื้นที่จังหวัดน่าน ตรวจพบแผ่นดินไหวขนาดน้อยกว่า 3.0 ริกเตอร์ 24 ครั้ง แผ่นดินไหวขนาด 3.01 - 4.0 ริกเตอร์ 11 ครั้ง แผ่นดินไหวขนาด 4.01-5.0 ริกเตอร์ 1 ครั้ง (รูป 2) สำหรับจังหวัดอุตรดิตถ์ ตรวจพบแผ่นดินไหวขนาดน้อยกว่า 2.0 ริกเตอร์ 10 ครั้ง แผ่นดินไหวขนาด 2.01 - 3.0 ริกเตอร์ 11 ครั้ง แผ่นดินไหวขนาด 3.01-4.0 ริกเตอร์ 11 ครั้ง(รูป 3)

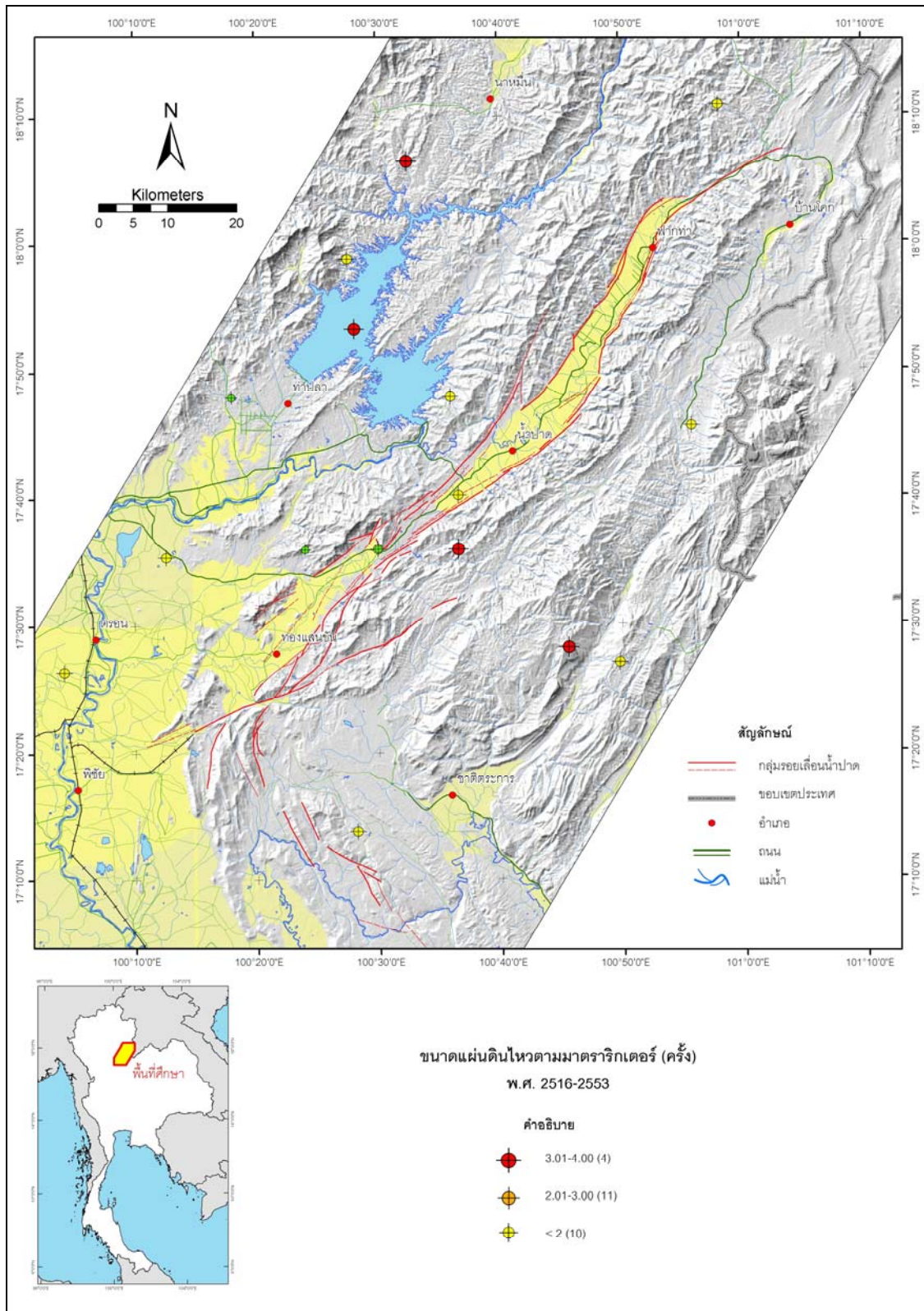
6.2 การประเมินขนาดแผ่นดินไหวสูงสุดในอดีต

การประเมินขนาดแผ่นดินไหวสูงสุดที่เคยเกิดขึ้นมาแล้วในอดีต โดยใช้ลักษณะธรณีสัณฐานที่บ่งชี้ถึงรอยเลื่อนมีพลังเป็นหลัก แบ่งกลุ่มรอยเลื่อนออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ได้แก่กลุ่มรอยเลื่อนปัว และกลุ่มรอยเลื่อนอุตรดิตถ์ จากข้อมูลโทรสัมผัส กลุ่มรอยเลื่อนปัวมีความยาวประมาณ 100 กิโลเมตร และสามารถแบ่งรอยเลื่อนย่อยเป็น 13 รอยเลื่อนย่อย (รูป 4) และกลุ่มรอยเลื่อนอุตรดิตถ์ มีความยาวประมาณ 160 กิโลเมตร สามารถแบ่งออกเป็น 33 รอยเลื่อนย่อย (รูป 5)

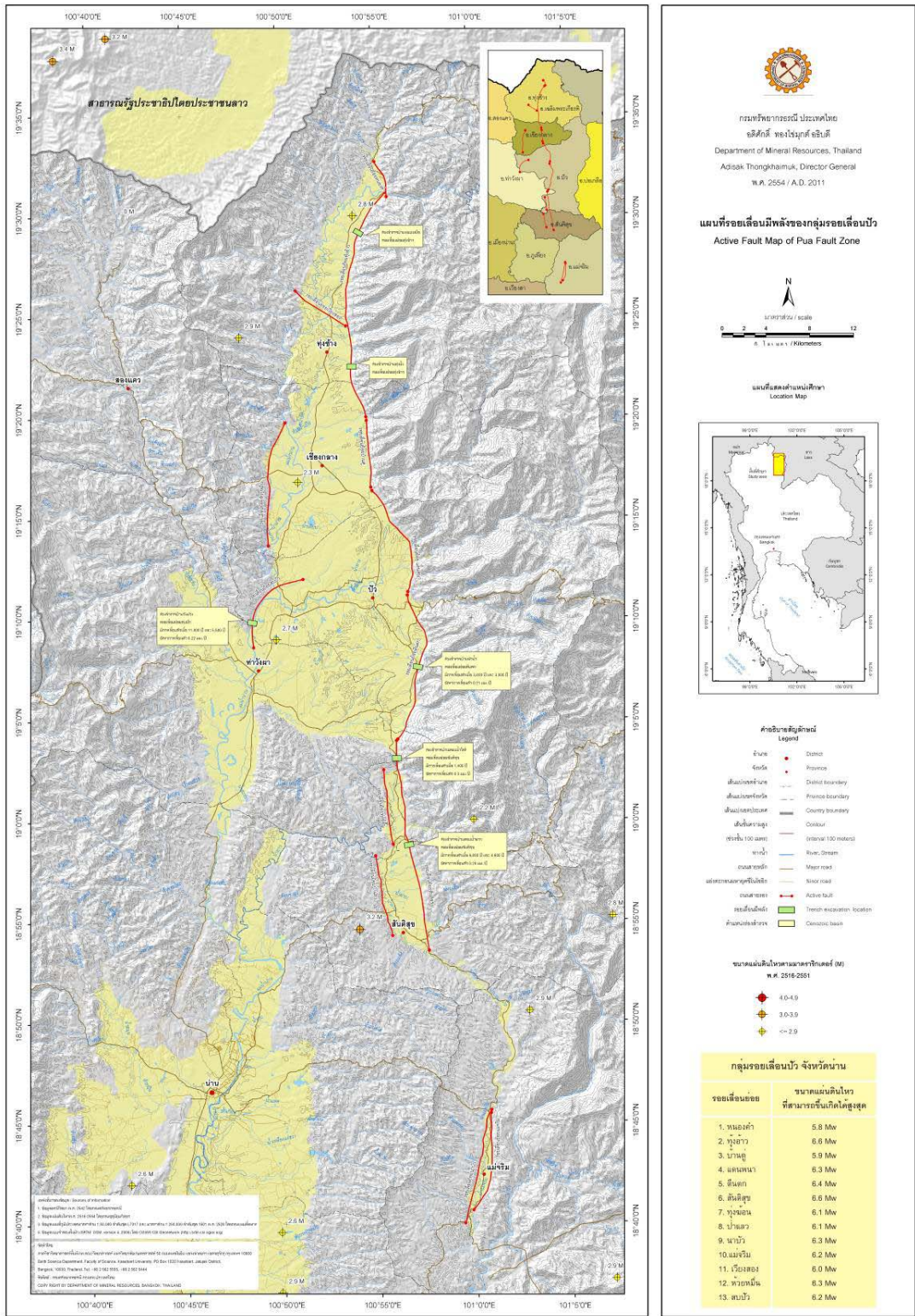
เมื่อประเมินขนาดแผ่นดินไหวสูงสุดที่เคยเกิดแล้วในอดีตจากสมการที่เสนอโดย Well และ Coppersmith (1994) โดยใช้ค่าความยาวของรอยแตกที่ปรากฏบนผิวดิน (Surface Rupture Length, SRL) ซึ่งเป็นดัชนีธรณีสัณฐานจากการแปลความหมายทางโทรสัมผัส แสดงดังตาราง 1 และตาราง 2 สามารถสรุปได้ว่าเคยเกิดแผ่นดินไหวขนาดใหญ่สุดของกลุ่มรอยเลื่อนปัวมีขนาดตั้งแต่ 5.78-6.59 ริกเตอร์ และกลุ่มรอยเลื่อนอุตรดิตถ์ ขนาดตั้งแต่ 5.78-6.6 ริกเตอร์



รูป 2 แผนที่แสดงการกระจายตัวศูนย์กลางแผ่นดินไหวในพื้นที่จังหวัดน่าน



รูป 2 แผนที่แสดงการกระจายตัวศูนย์กลางแผ่นดินไหวในพื้นที่จังหวัดอุดรธานี



รูป 3 แผนที่แสดงแนวรอยเลื่อนย่อย ของกลุ่มรอยเลื่อนปัวในพื้นที่จังหวัดน่าน

ตาราง 1 ผลการประเมินขนาดแผ่นดินไหวที่เคยเกิดขึ้นสูงสุดในอดีตของกลุ่มรอยเลื่อนบัว

ลำดับที่	รอยเลื่อนย่อย	รอยแตกที่ปรากฏบน ผิวดิน (SRL, กม)	ขนาดแผ่นดินไหวที่เคยเกิดในอดีต (ริกเตอร์)
1	หนองคำ	4	5.78
2	ทุ่งข้าว	22	6.64
3	บ้านคู	6	5.98
4	แดนพนา	11	6.29
5	ตีนตก	14	6.41
6	สันติสุข	20	6.59
7	ทุ่งซ็อน	7	6.06
8	ป่าแลว	8	6.13
9	นาบัว	11	6.29
10	แม่จริม	10	6.24
11	เวียงสอง	6	5.98
12	ห้วยหมื่น	12	6.33
13	สบบัว	9	6.19

ตาราง 2 ผลการประเมินขนาดแผ่นดินไหวที่เคยเกิดขึ้นสูงสุดในอดีตของกลุ่มรอยเลื่อนอุตรดิตถ์

ลำดับที่	รอยเลื่อนย่อย	รอยแตกที่ปรากฏบน ผิวดิน (SRL, กม)	ขนาดแผ่นดินไหวที่เคยเกิดในอดีต (ริกเตอร์)
1	นาไพร	20	6.59
2	ปากท่า	14	6.41
3	โพนคู	6	5.98
4	ไร่ตีนตก	4	5.78
5	หนองหัวนา	15	6.44
6	ร่องนาเสียม	8	6.13
7	ซำบอน	5	5.89
8	ห้วยทางลาว	8	6.13
9	แก่งประจ้อย	9	6.19

ตาราง 2 ผลการประเมินขนาดแผ่นดินไหวที่เคยเกิดขึ้นสูงสุดในอดีตของกลุ่มรอยเลื่อนอุตรดิตถ์ (ต่อ)

ลำดับที่	รอยเลื่อนย่อย	รอยแตกที่ปรากฏบน ผิวดิน (SRL, กม)	ขนาดแผ่นดินไหวที่เคยเกิดในอดีต (ริกเตอร์)
10	โคกทรายขาว	12	6.33
11	ชำบูน	7	6.06
12	ห้วยพังงา	2	5.43
13	น้ำปาด	15	6.44
14	ห้วยหูด	18	6.54
15	ภูทอก	23	6.66
16	เขาจันทร์	14	6.41
17	เขาถนน	6	5.98
18	ห้วยก้านเหลือง	6	5.98
19	วังโป่ง	12	6.33
20	คลองน้ำมีด	11	6.29
21	วังเบน	13	6.37
22	ปางหมื่น	9	6.19
23	วังเดือนห้า	6	5.98
24	เขาห้วยนกกระสา	6	5.98
25	โคกงาม	5	5.89
26	หนองหลวง	10	6.24
27	ขุนโนน	17	6.51
28	เขื่อนสิริกิติ์	17	6.51
29	ห้วยปูน	11	6.29
30	ห้วยสะเทิน	4	5.78
31	ห้วยปากคลอง	11	6.29
32	ภูแก่งเทา	9	6.19
33	ท่าปลา	9	6.19

6.3 อายุของเหตุการณ์เกิดแผ่นดินไหวในอดีตและคาบอุบัติซ้ำ

ผลจากการหาอายุในร่องสำรวจพบว่าตะกอนที่ค้นพบมีอายุระหว่าง 1,150 – 69,500 ปี ซึ่งเป็นตะกอนไม่อัดแน่น (unconsolidated sediments) ในยุคควอเทอร์นารีและเมื่อนำมาพิจารณาการหาเหตุการณ์แผ่นดินไหวในอดีตของส่วนรอยเลื่อนต่างๆ ที่มีการขุดร่องสำรวจ ในพื้นที่จังหวัดน่านพบว่ารอยเลื่อนย่อยดินตก รอยเลื่อนย่อยสบปัว รอยเลื่อนย่อยสันติสุข (ของกลุ่มรอยเลื่อนปัว) ที่ตัดผ่านเข้ามาในชั้นตะกอน พบว่าพื้นที่นี้เคยมีรอยเลื่อนที่ก่อให้เกิดแผ่นดินไหวขนาด 5.7 – 8 ริคเตอร์ อย่างน้อย 7 ครั้ง กล่าวคือ แผ่นดินไหวครั้งแรกจากรอยเลื่อนย่อยสบปัว ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มรอยเลื่อนปัว พบบริเวณพื้นที่วังม่วง อ.ปัว จ.น่าน (รูป 6 และรูป 7) พบการเลื่อนตัวแบบย้อน เนื่องจากชั้นตะกอน B สะสมตัวเมื่อประมาณ 11,000–7,000 ปี ไม่ถูกรอยเลื่อนนี้ตัดผ่าน พบเฉพาะในชั้นหิน A ซึ่งอาจบ่งชี้ว่าเคยเกิดแผ่นดินไหวจากรอยเลื่อนนี้เมื่อประมาณก่อน 11,000 ปี

แผ่นดินไหวครั้งที่สองในพื้นที่บ้านดอนน้ำยาว อ.สันติสุข จ.น่าน (รูป 8 และรูป 9) พบว่าชั้นตะกอน B สะสมตัว เมื่อ 7,800 – 6,800 ปี ถูกรอยเลื่อนย่อยสันติสุข (กลุ่มรอยเลื่อนปัว) ซึ่งเป็นรอยเลื่อนย้อนตัดผ่านเมื่อประมาณ 6,800 ปี

แผ่นดินไหวครั้งที่สามเกิดจากรอยเลื่อนย่อยสบปัว ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มรอยเลื่อนปัว พบบริเวณพื้นที่วังม่วง อ.ปัว จ.น่าน (รูป 6 และรูป 7) เนื่องจากชั้นตะกอน F และ G สะสมตัวเมื่อประมาณ 7,000–4,000 ปี พบการเลื่อนตัวแบบย้อนในร่องสำรวจ ตัดผ่านชั้นตะกอน F แต่ไม่ผ่านชั้นตะกอน G เมื่อประมาณ 5,500 ปี คาบอุบัติซ้ำ (recurrence interval) ของการเกิดแผ่นดินไหวของรอยเลื่อนย่อยสบปัว ขนาด 6 ริคเตอร์ คือประมาณ 5,000 ปี

แผ่นดินไหวครั้งที่สี่ในพื้นที่บ้านดอนน้ำยาว อ.สันติสุข จ.น่าน (รูป 8 และรูป 9) พบว่าชั้นตะกอน C สะสมตัว เมื่อ 6,800 – 4,900 ปี พบรอยเลื่อนย่อยสันติสุข (กลุ่มรอยเลื่อนปัว) ซึ่งเป็นรอยเลื่อนย้อนตัดผ่าน เมื่อประมาณ 4,600 ปี และตะกอน D สะสมตัวเมื่อ 4,500 ปี – ปัจจุบัน ไม่ถูกรอยเลื่อนตัดผ่าน คาบอุบัติซ้ำ (recurrence interval) ของการเกิดแผ่นดินไหวของรอยเลื่อนย่อยสันติสุข ขนาด 7 ริคเตอร์ คือประมาณ 3,000 ปี

แผ่นดินไหวครั้งที่ห้าในพื้นที่บ้านหัวน้ำ อ.ปัว จ.น่าน (รูป 12 และรูป 13) พบรอยเลื่อนย่อยดินตก (กลุ่มรอยเลื่อนปัว) ซึ่งเป็นรอยเลื่อนปรกติดตัดผ่านชั้นตะกอน B, C และ D ที่สะสมตัวระหว่าง 4,000 – 3,400 ปี เมื่อประมาณ 3,400 ปี

แผ่นดินไหวครั้งที่หกในพื้นที่บ้านหัวน้ำ อ.ปัว จ.น่าน พบรอยเลื่อนย่อยดินตก (กลุ่มรอยเลื่อนปัว) (รูป 12 และรูป 13) ซึ่งเป็นรอยเลื่อนปรกติดตัดผ่านชั้นตะกอน E และ F ที่มาสะสมตัวระหว่าง

3,400 – 3,000 ปี เมื่อประมาณ 3,000 ปีแต่ไม่ตัดผ่านชั้นตะกอน G ที่มาสะสมตัวเมื่อ 3,000-ปัจจุบัน และ คาบอุบัติซ้ำ (recurrence interval) ของการเกิดแผ่นดินไหวของรอยเลื่อนย่อยตีนตก ขนาด 8 ริกเตอร์ คือ ประมาณ 4,500 ปี

แผ่นดินไหวครั้งล่าสุดในพื้นที่บ้านน้ำไคร้ อ.ท่าวังผา จ.น่าน (รูป 10 และรูป 11) พบรอยเลื่อนย่อยสันติสุข (กลุ่มรอยเลื่อนบัว) ซึ่งเป็นรอยเลื่อนปกติตัดผ่านชั้นตะกอน B, C และ D ที่มาสะสมตัวระหว่าง 5,000 – 1,400 ปี ธรูรอยเลื่อนตัดผ่านเมื่อประมาณ 1,400 ปี แต่ไม่ตัดชั้นตะกอน E และ F ที่มาสะสมตัวระหว่าง 1,400-1,000 ปี

สำหรับพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์พบว่ารอยเลื่อนย่อยไร่ตีนตก รอยเลื่อนย่อยโพนตู รอยเลื่อนย่อยเขาสา และรอยเลื่อนย่อยขุนโนนของกลุ่มรอยเลื่อนอุตรดิตถ์ ที่ตัดผ่านเข้ามาในชั้นตะกอน พบว่าพื้นที่นี้เคยมีรอยเลื่อนที่ก่อให้เกิดแผ่นดินไหวขนาด 5.7 – 7.2 ริกเตอร์ อย่างน้อย 4 ครั้ง กล่าวคือ แผ่นดินไหวครั้งแรกเกิดจากรอยเลื่อนย่อยไร่ตีนตก ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มรอยเลื่อนอุตรดิตถ์ บริเวณพื้นที่บ้านไร่ตีนตก อ.ปากท่า จ.อุตรดิตถ์ (รูป 14 และรูป 15) พบรอยเลื่อนย่อยไร่ตีนตกซึ่งเป็นรอยเลื่อนปกติตัดผ่าน ชั้นตะกอน C, D และ E สะสมตัวระหว่าง 10,300-6,000 ปี เมื่อประมาณ 10,300 ปี

แผ่นดินไหวครั้งที่สองเกิดจากรอยเลื่อนย่อยเขาสา ในพื้นที่บ้านปางหมื่น อ.ทองแสนขัน จ.อุตรดิตถ์ (รูป 16 และรูป 17) เกิดการเลื่อนตัวแบบปกติเนื่องจากชั้นตะกอน B สะสมตัวระหว่าง 8,000-7,400 ปี เมื่อประมาณ 7,400 ปี คาบอุบัติซ้ำ (recurrence interval) ของการเกิดแผ่นดินไหวของรอยเลื่อนย่อยเขาสา ขนาด 8 ริกเตอร์ คือประมาณ 5,000 ปี

แผ่นดินไหวครั้งที่สามในพื้นที่บ้านโพนตู อ.ปากท่า จ.อุตรดิตถ์ (รูป 18 และรูป 19) พบรอยเลื่อนย่อยโพนตู (กลุ่มรอยเลื่อนอุตรดิตถ์) ซึ่งเป็นรอยเลื่อนปกติตัดผ่าน ชั้นตะกอน A และ B สะสมตัวระหว่าง 14,000 – 4,200 ปี เมื่อประมาณ 4,200 ปี

แผ่นดินไหวครั้งล่าสุดของพื้นที่จังหวัดอุตรดิตถ์ในพื้นที่บ้านหนองขวาง อ.พิชัย จ.อุตรดิตถ์ (รูป 20 และรูป 21) พบรอยเลื่อนย่อยขุนโนน (กลุ่มรอยเลื่อนอุตรดิตถ์) ซึ่งเป็นรอยเลื่อนปกติตัดผ่าน ชั้นหิน A และชั้นตะกอน B สะสมตัว เมื่อประมาณ 2,500 ปี

6.4 วิวัฒนาการการเกิดรอยเลื่อนมีพลัง

ในการศึกษาครั้งนี้ได้มุ่งเน้นถึงลำดับเหตุการณ์และพัฒนาการการเกิดรอยเลื่อนโดยอาศัยข้อมูลทั้งหมดในทุกบทที่ผ่านมาโดยเฉพาะข้อมูลจากร่องสำรวจ ผลการศึกษาได้บรรยายสรุปเป็นแบบจำลองที่ได้แสดงในรูป 7, รูป 9, รูป 11, รูป 13, รูป 15, รูป 17, รูป 19 และรูป 21