

ความรู้ด้านธรณีวิทยาและภูมิศาสตร์เชิงระบบจากภัยพิบัติคลื่นยักษ์สึนามิ สำหรับระบบเฝ้าระวังและการจัดการเพื่อลดผลกระทบในอนาคต

รวบรวม วิเคราะห์และประมวลผลโดย **ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมบัติ อยู่เมือง**
 (อาจารย์ประจำภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ และหัวหน้าศูนย์วิจัยภูมิสารสนเทศเพื่อประเทศไทย
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย e-mail: sombat@gisthai.org www.gisthai.org)

บทนำ

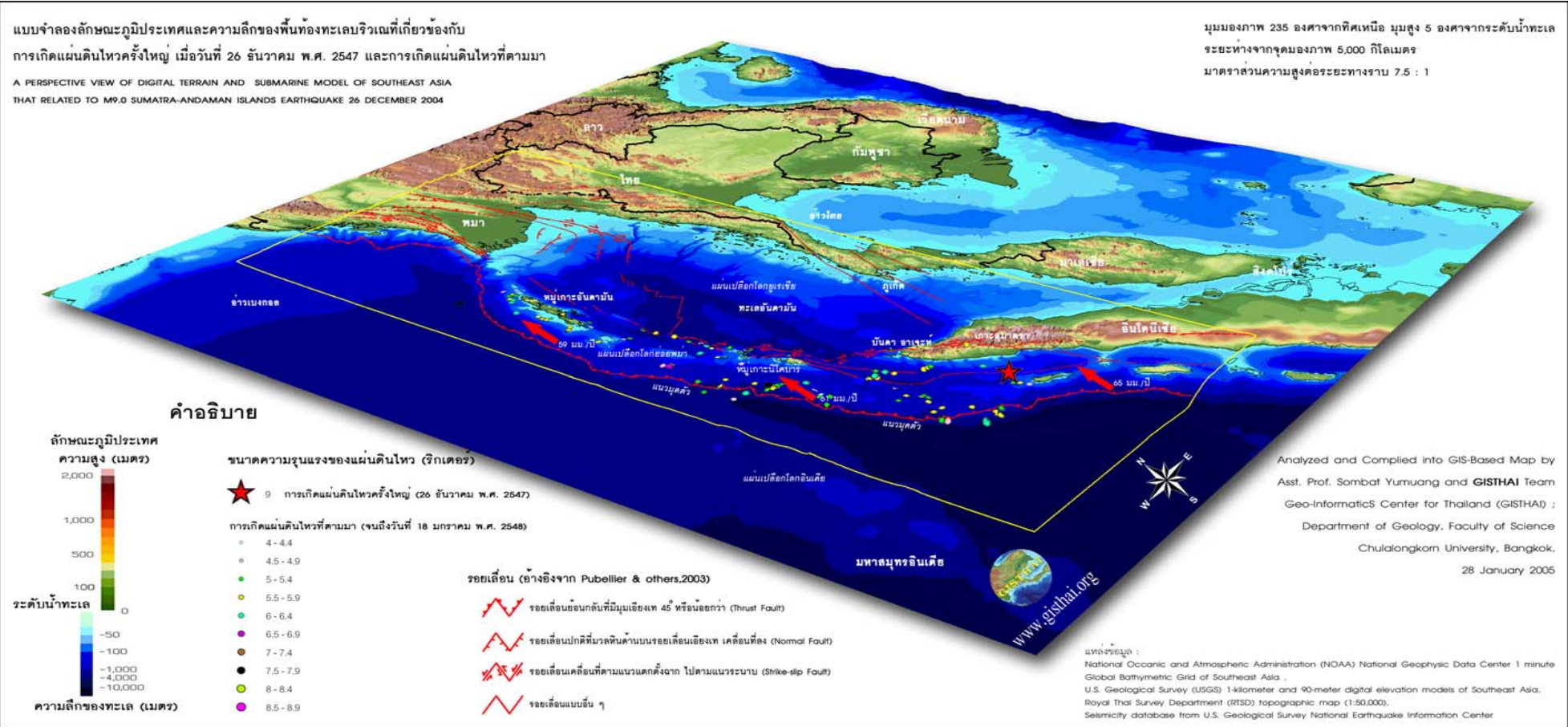
จากเหตุการณ์สึนามิที่เกิดขึ้นเมื่อ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547 นอกจากจะให้ความทรงจำอันปวดร้าวต่อภูมิภาคโดยรอบมหาสมุทรอินเดียและทะเลอันดามันแล้ว องค์ความรู้ของสาเหตุการเกิด กระบวนการที่เกี่ยวข้องกัน รวมทั้งลักษณะของ

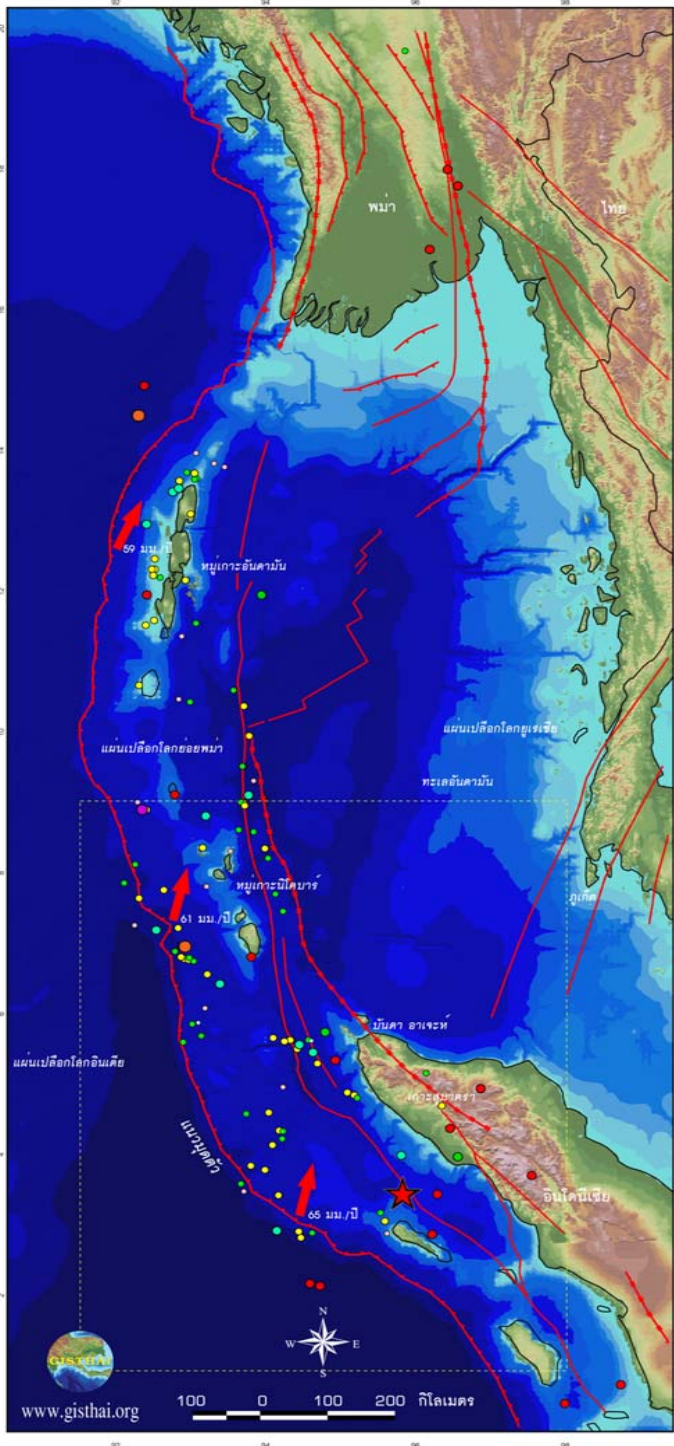
ผลกระทบโดยตรงที่เกิดขึ้นต่อชีวิตและทรัพย์สิน ก็เป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งที่เราควรจะเรียนรู้และทำความเข้าใจให้ถ่องแท้กับความรู้ด้านโลกศาสตร์ (Earth Sciences) โดยเฉพาะด้านธรณีวิทยา (Geology) ของลักษณะการเคลื่อนตัวบริเวณรอยต่อของเปลือกโลกที่ก่อให้เกิดแผ่นดินไหวครั้งใหญ่ขนาด 9.0 ริคเตอร์ ที่ส่งผลต่อเมืองทำให้เกิดสึนามิตามมาซึ่งก่อให้เกิด

เกิดผลกระทบอย่างรุนแรงต่อภูมิภาคโดยรอบ รวมทั้งกับความรู้ด้านภูมิศาสตร์เชิงระบบ (Systematic Geography) ที่อธิบายถึงกระบวนการซึ่งทำให้บริเวณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องมีความแตกต่างกันทั้งในมิติของเวลาและมิติของพื้นที่จากเหตุการณ์ การอธิบายถึงความรู้อย่างนี้เป็นรูปธรรม สามารถกระทำได้โดยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System – GIS) มารวบรวม วิเคราะห์และประมวลผล จากข้อมูลเชิงพื้นที่ด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งในรูปแบบเวกเตอร์ และข้อมูลเชิงภาพจากดาวเทียม (ที่บันทึกทั้งก่อนและหลังเหตุการณ์) และแสดงผลองค์ความรู้ที่ได้เป็นแผนที่และแบบจำลอง (Model) ที่ครอบคลุมทั้งในระดับภูมิภาคและในบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามันทางภาคใต้ของประเทศไทย

การเรียนรู้และการทำความเข้าใจให้ถ่องแท้ถึง สาเหตุและกลไกการเกิดสึนามิ เวลาในการเคลื่อนที่ของสึนามิถึงบริเวณชายฝั่ง และผลกระทบจากสึนามิกับบริเวณชายฝั่งทะเล จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการระบบเฝ้าระวังและการเตือนภัยซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญในการบริหารจัดการด้านธรณีพิบัติภัย เพื่อลดผลกระทบจากเหตุการณ์สึนามิที่มีโอกาสจะเกิดขึ้นอีกในอนาคตให้มีความเสี่ยงและเกิดความเสียหายน้อยที่สุดต่อชีวิตทรัพย์สิน และทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่ชายฝั่งมหาสมุทรอินเดียและบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามันที่ครอบคลุมพื้นที่ชายฝั่งทะเลของ 6 จังหวัดทางภาคใต้ของประเทศไทย

จากแบบจำลองด้านล่าง ลูกศรขนาดใหญ่สีแดงแสดงถึงทิศทางการกลไกเคลื่อนที่ตามปกติของแผ่นเปลือกโลกอินเดีย ที่มุดตัวลงด้านล่างแผ่นเปลือกโลกย่อยพม่าและแผ่นเปลือกโลกยูเรเชีย ด้วยอัตราประมาณ 60 มม./ปี ไปทางทิศเหนือโดยประมาณ ซึ่งในบริเวณดังกล่าวนี้ก็มี การเกิดแผ่นดินไหวอยู่เป็นประจำ (ดูแผนที่ประกอบหน้าสุดท้าย) เนื่องจากการปรับสมดุลของการมุดตัวของแผ่นเปลือกโลกดังกล่าว การเกิดแผ่นดินไหวครั้งใหญ่ เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547 และการเกิดแผ่นดินไหวตามมานั้น ก็เกิดตามบริเวณรอยต่อของแผ่นเปลือกโลกอินเดียและแผ่นเปลือกโลกย่อยพม่า





แผนที่แสดงแนวการมุดตัวและแนวรอยเลื่อนประเภทต่าง ๆ รวมทั้งตำแหน่งของการเกิดแผ่นดินไหวครั้งใหญ่ที่เกิดขึ้นเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547 และตำแหน่งการเกิดแผ่นดินไหวที่เกิดตามมา (ข้อมูลถึงวันที่ 18 มกราคม พ.ศ. 2548)

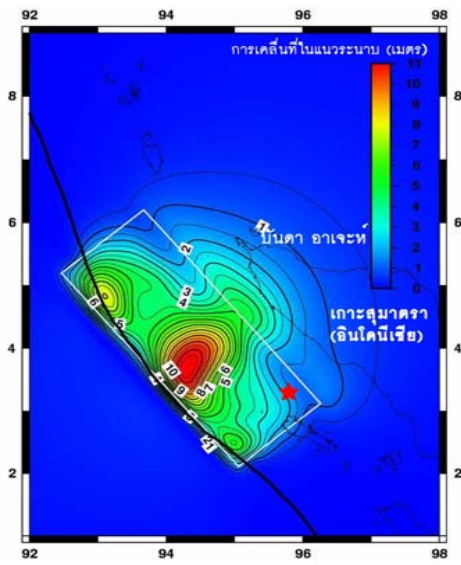
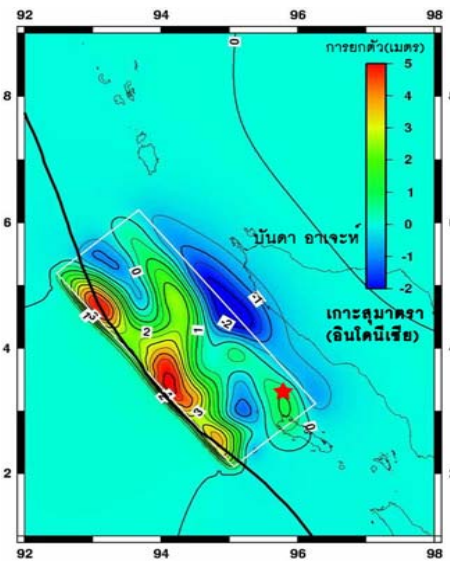


แหล่งข้อมูล :

- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) National Geophysical Data Center 1 minute Global Bathymetric Grid of Southeast Asia
- U.S. Geological Survey (USGS) 1-kilometer and 90-meter digital elevation models of Southeast Asia
- Royal Thai Survey Department (RTSD) topographic map (1:50,000)
- Seismically database from U.S. Geological Survey, National Earthquake Information Center

สาเหตุและกลไกการเกิดสึนามิ

การเกิดแผ่นดินไหวขนาดใหญ่ขนาดใหญ่นั้น บ่อยครั้งจะพบว่าเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้พื้นผิวโลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างถาวร และถ้าเหตุการณ์นี้เกิดขึ้นในพื้นที่ท้องทะเลลึก มักจะส่งผลกระทบต่อ การเกิด สึนามิตามมาเหมือนที่เกิดขึ้นเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547 ที่ผ่านมามีแผ่นดินไหวที่วัดความรุนแรงได้ 9.0 ตามมาตราริกเตอร์ ดังกล่าวเป็นผลมาจากการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อนบริเวณแนวการมุดตัวของแผ่นเปลือกโลกอินเดีย ที่มุดตัวลงด้านล่างแผ่นเปลือกโลกย่อยพม่า และแผ่นเปลือกโลกยูเรเชีย และการการวัดค่าคลื่นแผ่นดินไหว และการสร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์โดย Chen Ji ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญจากห้องปฏิบัติการคลื่นแผ่นดินไหว ของ California Institute of Technology ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้สรุปผลจากการวิจัยในเบื้องต้นว่า แผ่นเปลือกโลกย่อยพม่าได้ถูกยกตัวสูงขึ้น 20 เมตร ที่ตำแหน่งศูนย์กลางการเกิดแผ่นดินไหว ณ ความลึก 18 กิโลเมตร ซึ่งทำให้เกิดการยกตัวขึ้นในแนวตั้ง 5 เมตร และเคลื่อนตัวไปในแนวระนาบ 11 เมตรในบริเวณบนสุดของพื้นที่ท้องทะเล ดังแผนที่ด้านล่างซึ่งแสดงผลของการเคลื่อนตัวของพื้นผิวโลกบริเวณที่เกิดแผ่นดินไหวครั้งใหญ่ เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547 ทั้งในแนวตั้งและในแนวระนาบ

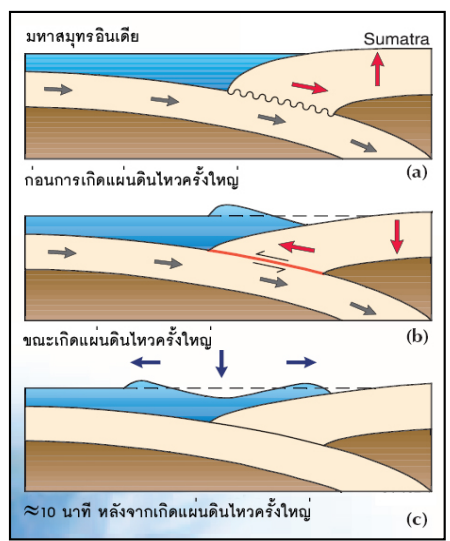


แผนที่แสดงผลของการเคลื่อนตัวของพื้นผิวโลกบริเวณที่เกิดแผ่นดินไหวครั้งใหญ่ เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547 ในแนวตั้ง (รูปซ้าย) และในแนวระนาบ (รูปขวา) โดยค่าสีแดงแสดงถึงตำแหน่งศูนย์กลางของการเกิดแผ่นดินไหวครั้งใหญ่ดังกล่าว (ดัชนีแผนที่อ้างอิงกับกรอบเส้นประสี่เหลี่ยม ในหน้าที่แล้ว)

(แหล่งข้อมูล : Chen Ji , California Institute of Technology , Seismological Laboratory)

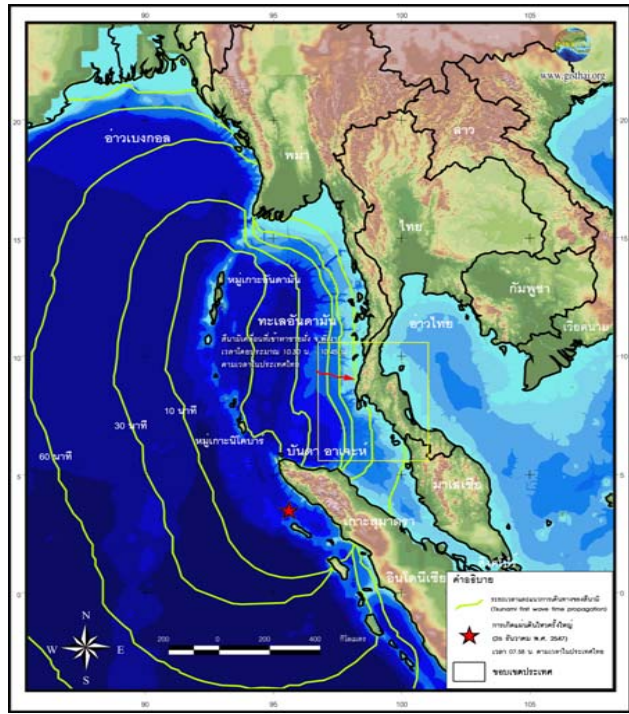
เวลาในการเคลื่อนที่ของสึนามิถึงชายฝั่ง

การก่อตัวของสึนามิมาจากพลังของการเคลื่อนตัวในแนวตั้งและทรุดตัวในแนวระนาบของรอยเลื่อนในบริเวณจุดศูนย์กลางของการเกิดแผ่นดินไหวครั้งใหญ่ไปตามแนวการมุดตัวของขอบเปลือกโลกดังกล่าวข้างต้น ทำให้ปริมาณน้ำบนรอยลูกบาศก์กิโลเมตรเคลื่อนเข้ามาแทนที่ คลื่นขนาดยักษ์ก็เริ่มเคลื่อนตัวจากแนวจุดศูนย์กลางแผ่นดินไหวข้างต้น แต่ไปทั่วมหาสมุทรอินเดียและทะเลอันดามันนั้นจึงเริ่มเป็นที่มาของ สึนามิเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547 สึนามิเมื่อเคลื่อนตัวผ่านน้ำทะเลลึกจะมีช่วงความยาวคลื่นยาวมาก (80-200 กิโลเมตร) เมื่อเทียบกับระดับความสูงของตัวคลื่น แต่จะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่สูงมากเฉลี่ย 700-1,000 กิโลเมตร/ชม. ทำให้เรือที่แล่นอยู่ในทะเลไกลจากชายฝั่งจะไม่รู้ว่าจะเกิดคลื่นยักษ์ขึ้น และเมื่อคลื่นเคลื่อนที่เข้าใกล้ชายฝั่งที่เป็นพื้นน้ำตื้นมากขึ้น คลื่นจะเคลื่อนตัวช้าลงและจะเพิ่มระดับความสูงมากขึ้น ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศของพื้นทะเลและความลาดชันบริเวณชายฝั่งด้วยเช่นกัน (ความเร็วของสึนามิ $\approx \sqrt{gD}$ เมื่อ $g=9.8$ เมตร/วินาที² และ D =ความลึกของทะเล (เมตร))

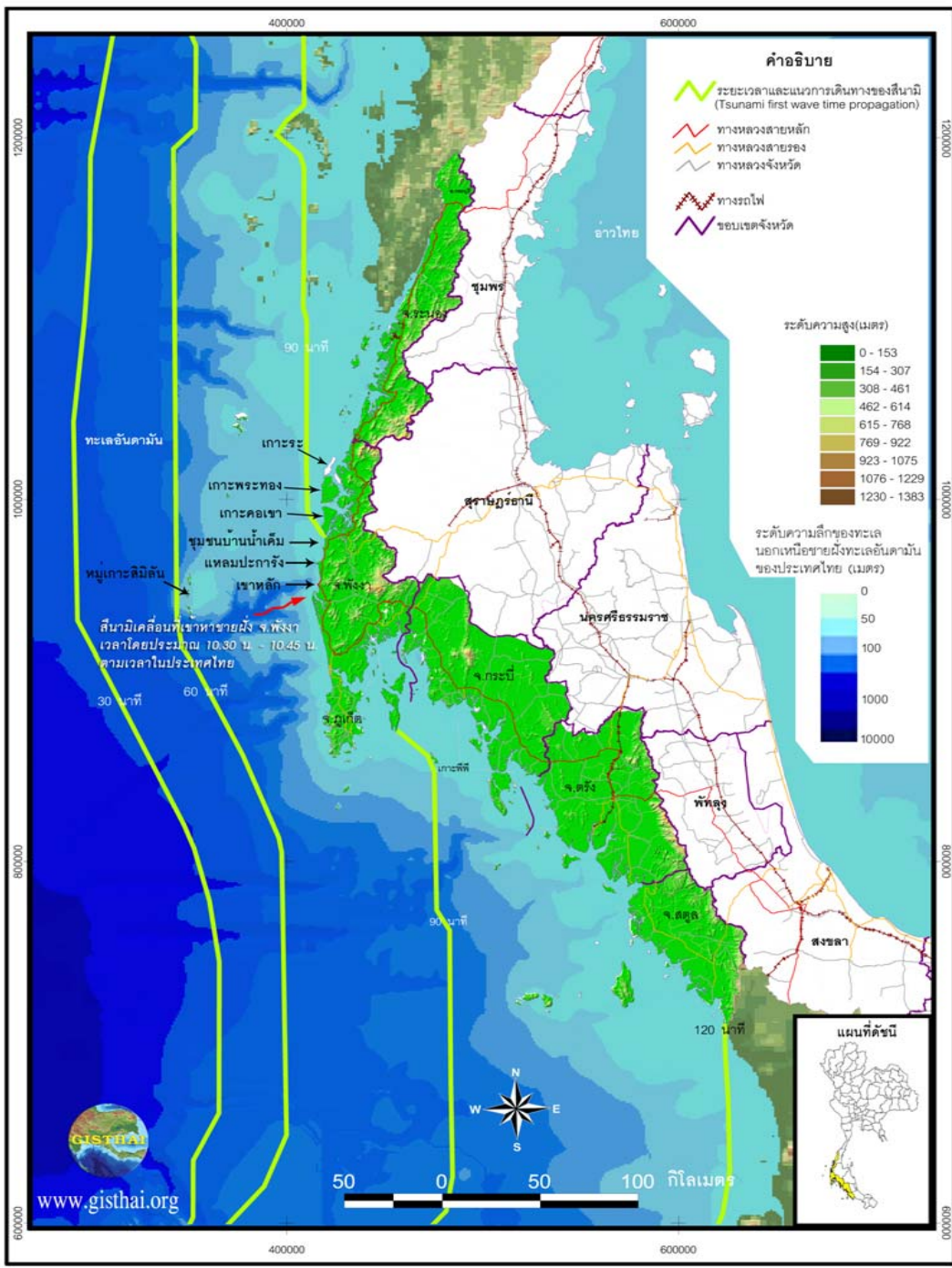


แผนภาพจำลองแสดงลักษณะการก่อตัวของสึนามิจากพลังของการเคลื่อนตัวในแนวตั้งและทรุดตัวในแนวระนาบของรอยเลื่อนในบริเวณแนวการมุดตัวของขอบเปลือกโลก

การเคลื่อนที่ของสึนามิหลังจากเกิดแผ่นดินไหวดังกล่าว ได้ใช้ระยะเวลาเคลื่อนที่จากจุดกำเนิดไปจนกระทั่งกระทบชายฝั่งของประเทศต่างๆ ในภูมิภาคนี้ แตกต่างกันตั้งแต่ประมาณ 30 นาทีถึงเกาะสุมาตรา 60 นาทีถึงหมู่เกาะสิมิลัน 90 นาทีถึงเกาะภูเก็ต เขาหลัก และเกาะพีพี ตามลำดับ ดังที่ได้แสดงด้วยแผนที่ด้านล่าง โดย UNESCO UNDP และ GRID-Europe จะใช้ข้อมูลต่างๆ เช่น ความรุนแรงของการเกิดคลื่นแผ่นดินไหว ลักษณะการเคลื่อนที่ของรอยเลื่อน ความลึกและลักษณะภูมิประเทศใต้ท้องทะเล ข้อมูลของเวลาจริงที่สึนามิกระทบชายฝั่งในแต่ละแห่ง เป็นต้น มาการจัดทำแบบจำลองลักษณะและเวลาในการเคลื่อนที่ของสึนามิที่เกิดขึ้น



แผนที่แสดงระยะเวลาการเคลื่อนที่ของสึนามิจากจุดกำเนิด ไปจนกระทั่งกระทบชายฝั่งของประเทศต่างๆ (แหล่งข้อมูล : เส้นเวลาการเคลื่อนที่ของสึนามิอ้างอิงจากแบบจำลองของ UNESCO UNDP และ GRID-Europe)



แผนที่ (บริเวณกรอบสี่เหลี่ยมในหน้าที่แล้ว) แสดงระยะเวลาการเคลื่อนที่ของสึนามิที่กระทบชายฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย (แหล่งข้อมูล : เส้นเวลาการเคลื่อนที่ของสึนามิอ้างอิงจากแบบจำลองของ UNESCO UNDP และ GRID-Europe)

ผลกระทบจากสึนามิกับบริเวณชายฝั่ง

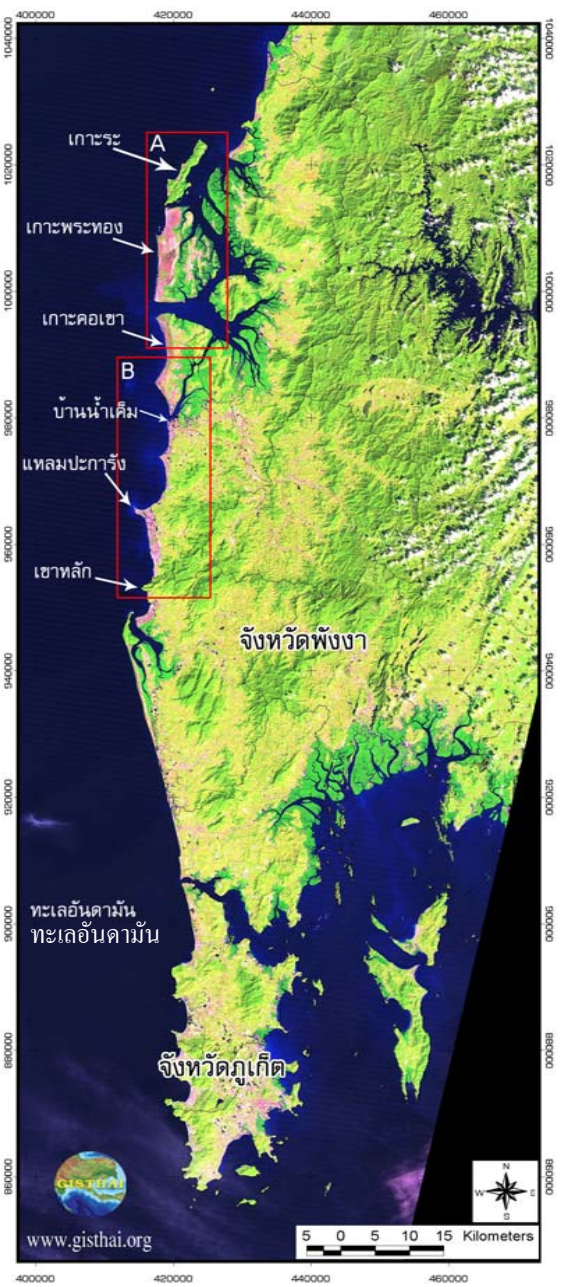
ทะเลอันดามันของประเทศไทย

หลังจากที่สึนามิได้เคลื่อนที่ถึงชายฝั่งทะเลแล้ว โดยทั่วไปจะสามารถจำแนกผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อบริเวณชายฝั่งออกได้เป็น 2 ระดับ คือ

1. ผลกระทบทางตรง (Primary effects) ได้แก่ ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับชีวิตและทรัพย์สินของคนในบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทยอย่างรุนแรงหลายแห่ง(เช่นที่เขากลักและบ้านน้ำเค็ม) การกัดเซาะชายฝั่ง และการสะสมตัวของตะกอนชายฝั่ง เป็นต้น
2. ผลกระทบทางอ้อม (Secondary effects) ได้แก่ การทรุดตัวของแผ่นดิน (Subsidence) การเกิดแผ่นดินถล่ม(Landslides) และการเลื่อนตัวของรอยเลื่อนที่ยังมีพลัง(Active faults) เป็นต้น

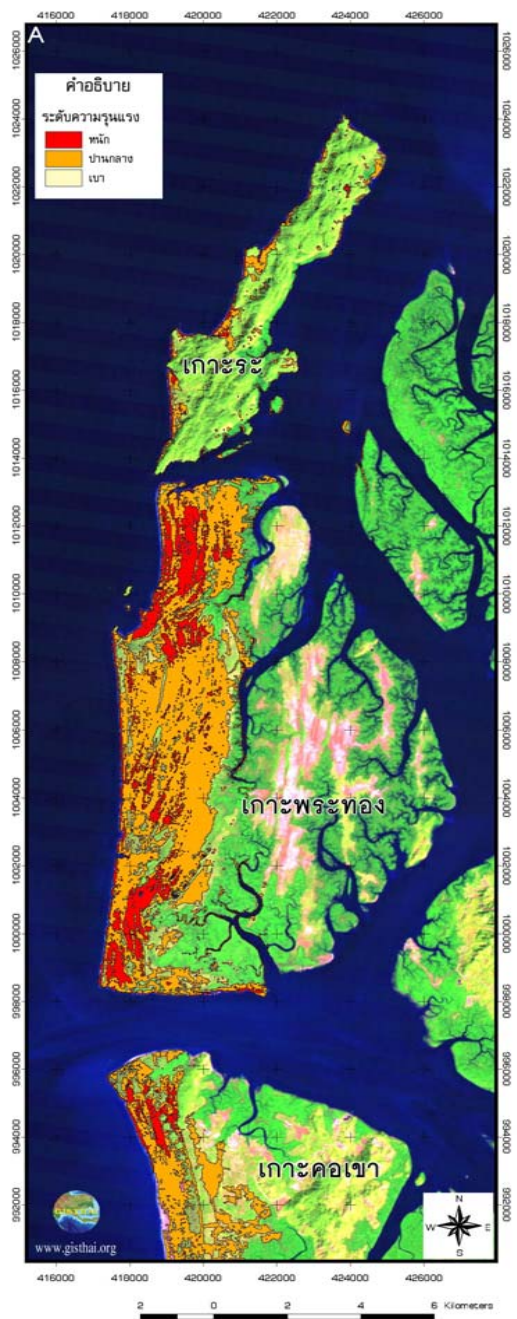
จากการประเมินผลกระทบและความเสียหายทางตรงต่อสภาพทางกายภาพและสภาพทางธรณีวิทยาในเบื้องต้นของพื้นที่ที่ประสบธรณีพิบัติภัยจากสึนามิในพื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย ทั้ง 6 จังหวัด ตั้งแต่จังหวัดระนอง พังงา ภูเก็ต กระบี่ ตรังและสตูลได้จำแนกออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

1. การจำแนกในระดับรายละเอียดปานกลาง โดยอาศัยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat (รายละเอียดภาพ 30 เมตร) ในพื้นที่ชายฝั่งทะเลอันดามันของจังหวัดระนอง พังงา และภูเก็ต ซึ่งในเบื้องต้นการจำแนกในระดับรายละเอียดปานกลางในพื้นที่ชายฝั่งทะเลอันดามัน ได้วิเคราะห์ในบริเวณชายฝั่งของ พังงา โดยการวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณ (Normalize Difference Vegetation Index: NDVI) ที่เปลี่ยนแปลงไปจากการเกิดสึนามิ โดยอาศัยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat ทั้งช่วงก่อนและหลังเกิดเหตุการณ์ ซึ่งได้สรุปและแสดงผลอ้างอิงจากแผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมทางด้านขวามือ และแผนที่แสดงผลการจำแนกระดับความรุนแรงของผลกระทบในบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดพังงา บริเวณเกาะระ-เกาะคอเขา(บริเวณ A) และในบริเวณบ้านน้ำเค็ม - เขากลัก (บริเวณ B) ในหน้าถัดไป
2. การจำแนกในระดับรายละเอียดสูง โดยอาศัยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม IKONOS (รายละเอียด 1 เมตร) โดยเฉพาะในบริเวณแหลมปะการัง-หาดเขากลัก และบริเวณชุมชนบ้านน้ำเค็ม อำเภอตะกั่วป่า จังหวัดพังงา ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบอย่างรุนแรงมากที่สุดต่อชีวิตและทรัพย์สินในบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย (ดูรายละเอียดในหน้าถัดๆไป)

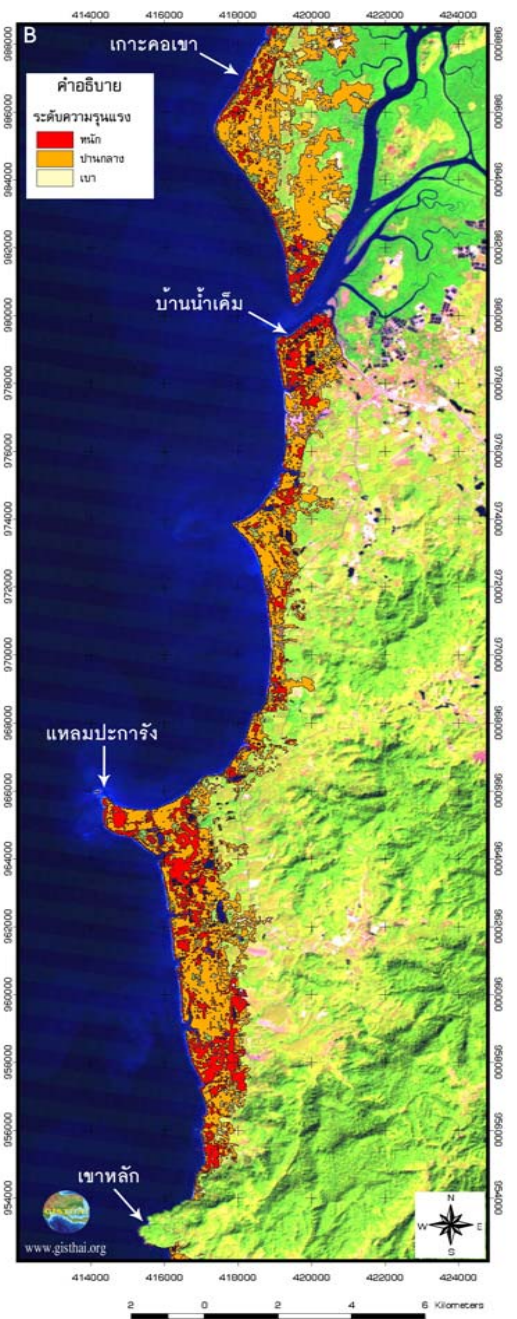


แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat บริเวณชายฝั่งทะเลบริเวณจังหวัดพังงาและจังหวัดภูเก็ต แสดงลักษณะสิ่งปกคลุมดิน ที่บันทึกภาพเมื่อวันที่ 30 ธันวาคม พ.ศ. 2547 หลังเกิดเหตุการณ์ สึนามิ

(แหล่งข้อมูล : ภาพข้อมูลดาวเทียม Landsat ได้รับความอนุเคราะห์จากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน))



แผนที่แสดงผลการจำแนกระดับความรุนแรงของผลกระทบจากสึนามิต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลบริเวณเกาะระ-เกาะคอเขา (บริเวณ A ในหน้า 81) ที่ซ้อนทับบนภาพถ่ายดาวเทียม Landsat หลังเกิดเหตุการณ์ สึนามิ



แผนที่แสดงผลการจำแนกระดับความรุนแรงของผลกระทบจากสึนามิต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลบ้านน้ำเค็ม-เขากลัก (บริเวณ B ในหน้า 81) ที่ซ้อนทับบนภาพถ่ายดาวเทียม Landsat หลังเกิดเหตุการณ์สึนามิ



**ผลกระทบจากสึนามิ
กับบริเวณแหลมปะการัง-ชายหาดเขาหลัก**

ภาพข้อมูลจากดาวเทียม IKONOS บันทึกภาพเมื่อวันที่ 29 ธันวาคม พ.ศ. 2547
ซ้อนทับแบบจำลองสามมิติของลักษณะภูมิประเทศ บริเวณแหลมปะการัง - เขาหลัก จ.พังงา



ภาพข้อมูลจากดาวเทียม IKONOS ที่บันทึกภาพเมื่อวันที่ 29 ธันวาคม พ.ศ. 2547 หลังจากที่สึนามิเข้าถล่มบริเวณชายฝั่งบริเวณ แหลมปะการัง-ชายหาดเขาหลัก อำเภอตะกั่วป่า จังหวัดพังงา ที่ซ้อนทับแบบจำลองสามมิติของลักษณะภูมิประเทศบริเวณดังกล่าว ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบอย่างรุนแรงมากที่สุดต่อชีวิตและทรัพย์สินในบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามันของ ประเทศไทย



แผนที่เปรียบเทียบภาพข้อมูลจากดาวเทียม IKONOS ที่บันทึกก่อนและหลังจากที่สึนามิเข้าถล่มชายฝั่งบริเวณแหลมปะการัง - โซฟีเทลเม จิกลาตุริสอร์ทแอนด์สปา ที่แสดงให้เห็นถึงลักษณะทางกายภาพและทางธรณีวิทยาที่เปลี่ยนแปลงไปได้อย่างชัดเจน โดยเฉพาะในบริเวณ A เปรียบเทียบกับบริเวณ B บริเวณ C เปรียบเทียบกับบริเวณ D และบริเวณ E เปรียบเทียบกับบริเวณ F (ที่จะอธิบายถึงในหน้าถัดไป)

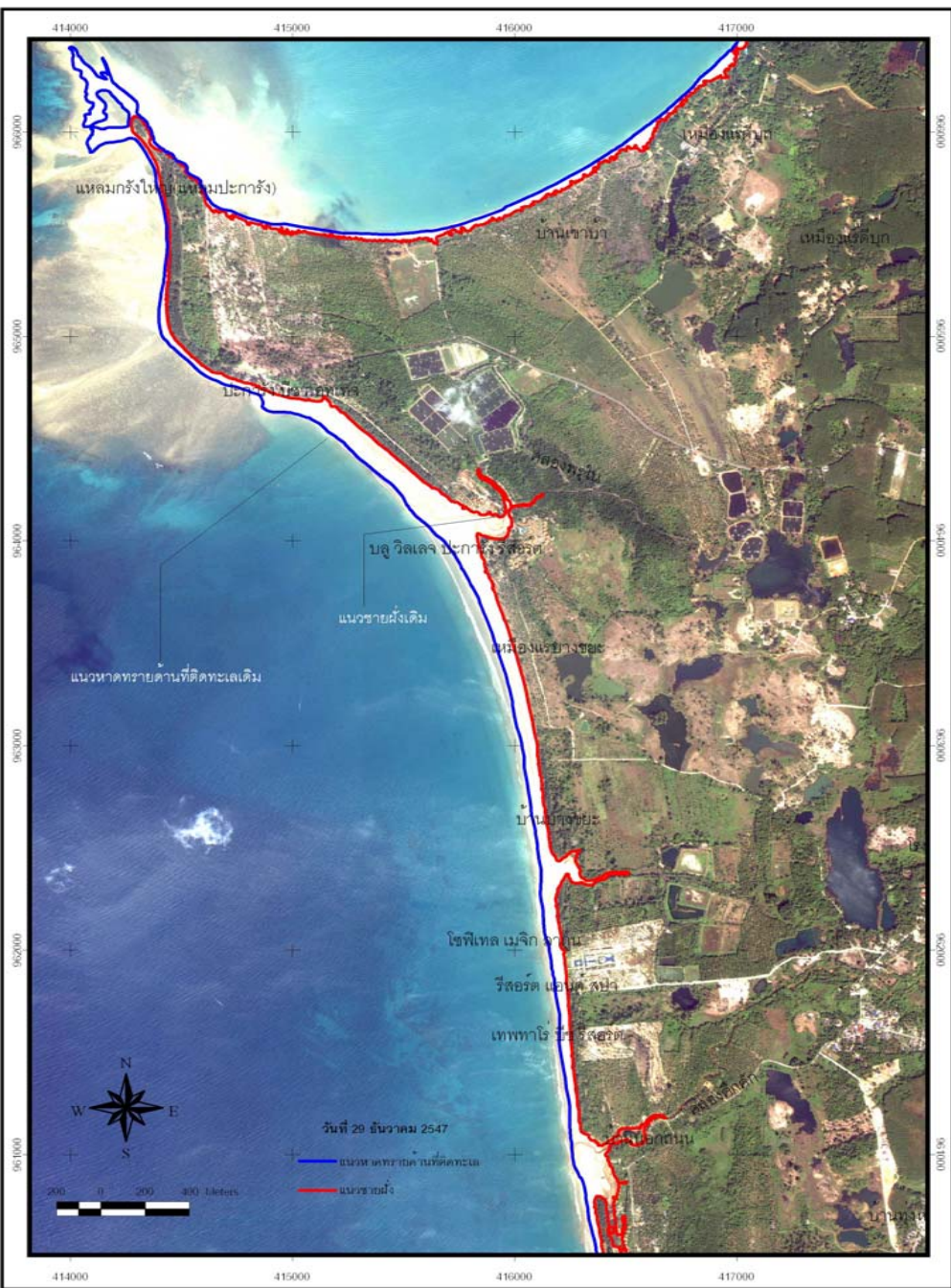
(แหล่งข้อมูล : ภาพข้อมูลดาวเทียม IKONOS ได้รับความอนุเคราะห์จาก สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน))

ในบริเวณ A เมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณ B (บริเวณปลายแหลมปะการัง) จะเห็นว่าก่อนการเกิดเหตุการณ์ ในบริเวณนี้ยังเต็มไปด้วยความสมบูรณ์ของพืชพรรณต่างๆ (พื้นที่สีเขียว) รูปร่างของปลายแหลมปะการัง ตลอดจนแนวหาดทราย ที่เห็นรูปร่างได้อย่างชัดเจน ท้องทะเลรอบแหลมปะการัง จะมีสีเหลืองอ่อนผสมฟ้าอ่อน ซึ่งแสดงถึงการสะท้อนลักษณะของน้ำทะเลผสมกับสิ่งอื่น ที่อาจจะเป็นโคลนและตะกอนต่างๆ รวมทั้งเป็นแนวปะการัง ที่ได้สะสมตัวอยู่ทำให้บริเวณแหลมงอกเพิ่มขึ้นและตื้นเขินซึ่งจะเป็นพื้นที่ที่อ่อนไหวง่ายต่อการกัดเซาะและพัดพา การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่บริเวณนี้หลังการเกิดเหตุการณ์จะเห็นว่าบริเวณพื้นที่สีเขียวที่เคยแสดงเป็นลักษณะของพืชพรรณนั้นจะเห็นว่าถูกแทนที่ด้วยโคลนและตะกอน บริเวณปลายสุดของแหลมปะการังจะไม่มีปรากฏให้เห็นในภาพเลย ซึ่งต้องรอผลจากการสำรวจภาคสนามว่าบริเวณนี้อยู่ต่ำกว่าระดับน้ำทะเลในปัจจุบัน หรือพื้นที่เหนือน้ำทะเลส่วนใหญ่ถูกอิทธิพลของ สึนามิได้กัดเซาะและพัดพาตะกอนด้านบนเข้าสู่ฝั่ง แนวหาดทรายเกือบทั้งหมดได้ถูกทำลายกัดเซาะและพัดพาไป ทำให้มีผลกระทบต่อบริเวณพื้นที่ชายฝั่งที่บางพื้นที่พบว่าแนวชายฝั่ง ได้ถูกกัดเซาะเข้าไปอย่างมาก ท้องทะเลรอบแหลมปะการัง จะมีสีครามเข้มขึ้นซึ่งน่าจะมีระดับความลึกมากกว่าเดิม

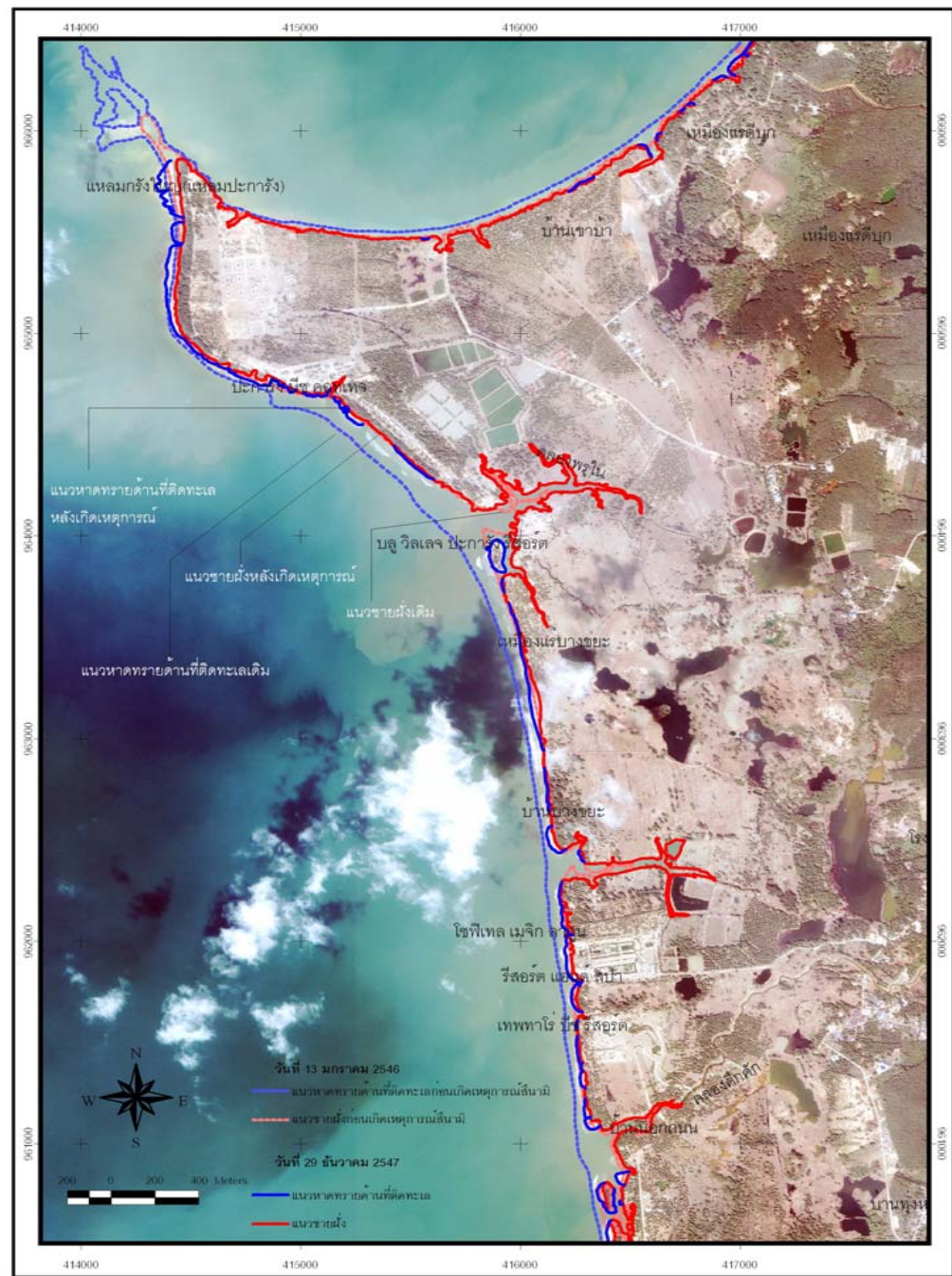
ในบริเวณ C เมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณ D (บริเวณบวลิลเลงปะการังริสอร์ทใกล้กับแหลมปะการัง) จะเห็นว่าก่อนการเกิดเหตุการณ์ ในบริเวณนี้ยังเต็มไปด้วยความสมบูรณ์ของพืชพรรณต่างๆ (พื้นที่สีเขียว) กลุ่มอาคารของริสอร์ทที่เห็นเป็น จุดสีส้มที่เรียงตัวกันในภาพ และสามารถมองเห็นแนวหาดทราย

หน้าริสอร์ทได้อย่างชัดเจน การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่บริเวณนี้หลังการเกิดเหตุการณ์จะเห็นว่าบริเวณที่เคยเป็นพื้นที่สีเขียวของพืชพรรณถูกแทนที่ด้วยโคลนตะกอน (สีน้ำตาล) และการเปลี่ยนแปลงของความขุ่นของตะกอนในบ่อเลี้ยงกุ้งทางชายฝั่ง รวมทั้งกลุ่มอาคารของริสอร์ทที่เป็นจุดสีส้มซึ่งพบว่าบางส่วนได้สูญหายไป และแนวหาดทรายหน้าริสอร์ทได้ถูกกัดเซาะและพัดพาหายไปหมด ทำให้แนวชายฝั่ง ได้ถูกกัดเซาะเข้าไปอย่างมาก พร้อมๆกับร่องน้ำได้ถูกเปิดกว้างขึ้นมากกว่าเดิมอย่างชัดเจน

ในบริเวณ E เมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณ F (บริเวณโซฟีเทล เมจิกลาตุริสอร์ทแอนด์สปา) จะเห็นว่าก่อนการเกิดเหตุการณ์ ในบริเวณนี้ยังเต็มไปด้วยความสมบูรณ์ของพืชพรรณต่างๆ (พื้นที่สีเขียว) สามารถมองเห็นแนวหาดทรายหน้า ริสอร์ทได้อย่างชัดเจน ตลอดจนเส้นทางน้ำ (ทางคันขามือ) ยังเต็มไปด้วยพืชพรรณปกคลุมทั้งสองฝั่ง และในบริเวณริสอร์ทที่ยังเห็น สระน้ำในโครงการมีสีน้ำเงินชัดเจน การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่บริเวณนี้หลังการเกิดเหตุการณ์จะเห็นว่าบริเวณที่เคยเป็นพื้นที่สีเขียวของพืชพรรณถูกแทนที่ด้วยโคลนตะกอน (สีน้ำตาล) แนวหาดทรายหน้าริสอร์ทหายไปหมด และพบว่าชายฝั่งถูกกัดเซาะเปลี่ยนแปลงรูปร่างอย่างมาก พืชพรรณที่เคยปกคลุมทั้งสองฝั่งตลอดเส้นทางน้ำสูญหายไปทำให้เห็นเส้นทางน้ำชัดเจนมากกว่าเดิม และสระน้ำในโครงการของ ริสอร์ทมีสีขุ่นเปลี่ยนไปและมองเห็นสิ่งปลูกสร้างต่างๆ ของโครงการไม่ชัดเจน เพราะถูกปกคลุมด้วยตะกอนหลังเหตุการณ์



แผนที่แสดงแนวหาดทรายด้านติดทะเลและแนวชายฝั่งเดิม บริเวณแหลมปะการัง - โซฟีเทลเมจิกลากูนรีสอร์ทแอนด์สปา โดยการแปลความหมายด้วยภาพถ่ายจากภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูง IKONOS ที่บันทึกเมื่อวันที่ 3 มกราคม พ.ศ. 2546 ก่อนการเกิดเหตุการณ์สึนามิ



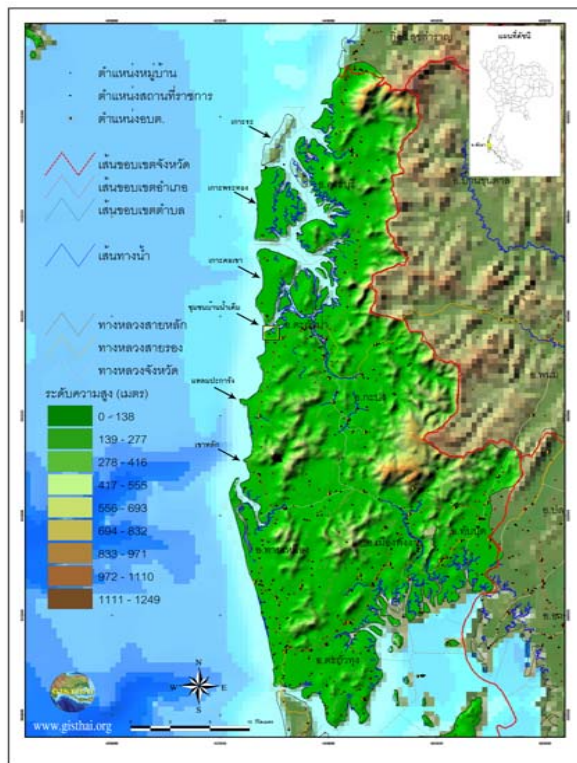
แผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงแนวหาดทรายด้านติดทะเลและแนวชายฝั่ง บริเวณแหลมปะการัง - โซฟีเทลเมจิก ลากูนรีสอร์ทแอนด์สปา โดยการแปลความหมายด้วยภาพถ่ายจากภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูง IKONOS ที่บันทึกเมื่อวันที่ 3 มกราคม พ.ศ. 2546 ก่อนการเกิดเหตุการณ์สึนามิ และวันที่ 29 ธันวาคม พ.ศ. 2547 หลังการเกิดเหตุการณ์สึนามิ

ผลกระทบจากสึนามิ กับชุมชนบ้านน้ำเค็ม

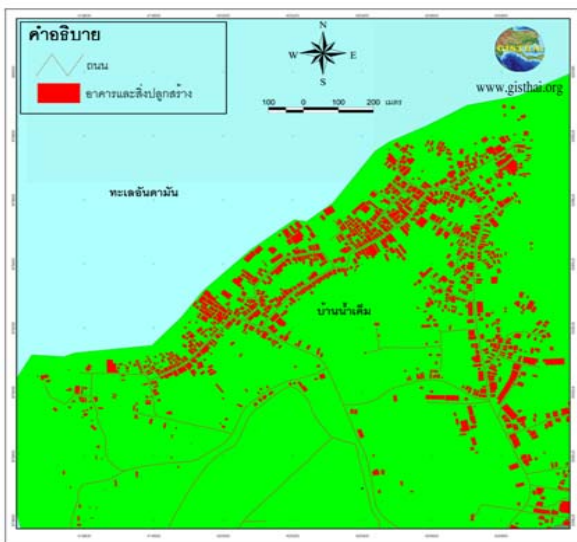
ชุมชนบ้านน้ำเค็ม ตำบลบางม่วง อำเภอกะทู้ป่า จังหวัดพังงา เป็นอีกบริเวณหนึ่งที่ได้รับผลกระทบอย่างรุนแรงที่สุดแห่งหนึ่งของประเทศไทยจากเหตุการณ์สึนามิ ในวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2547 ชุมชนบ้านน้ำเค็ม ตั้งอยู่ข้างปากคลองน้ำเค็ม ซึ่งเดิมเคยเป็นเหมืองแร่มาก่อน หลังจากนั้นจึงได้มีประชากรเข้ามาตั้งรกราก ประกอบไปด้วยบ้านเรือนจำนวนมาก รวมถึงถิ่นชุมชนขนาดใหญ่รวม 1,600 ครัวเรือน มีประชากรราว 4,600 คน แรงงานต่างหมู่บ้านที่เข้ามาพักในบริเวณใกล้เคียงอีก 1,500 คน และแรงงานต่างชาติดังกล่าวคือ 'ชาวมา' ที่มารับจ้างในเรือประมงอีกนับพันชีวิต

เนื่องจากตำแหน่งที่ตั้งและสภาพทางกายภาพของบ้านน้ำเค็ม ซึ่งอยู่ในแนวปะทะของสึนามิ และไม่มีเกาะแก่งซึ่งเปรียบเสมือนภูเขาน้ำทะเล ที่จะคอยรับแรงปะทะ ที่จะทำให้พลังงานของสึนามิลดลง นอกจากนี้เมื่อพิจารณาจากลักษณะความลึกของท้องทะเลแล้ว บริเวณบ้านน้ำเค็ม มีลักษณะของพื้นทะเล เป็นร่องลึก(เช่นเดียวกับบริเวณเขาหลัก) เมื่อสึนามิเคลื่อนตัวเข้าสู่ฝั่งจะมีความรุนแรงมากเป็นพิเศษ เนื่องจากพลังงานของคลื่นไม่ได้ถูกลดทอนลงโดยสภาพของพื้นที่ภูมิประเทศพื้นที่ท้องทะเล บริเวณชายฝั่งเลย นอกจากนี้จากลักษณะของปากคลองน้ำเค็มที่มีความกว้างมาก ทำให้สึนามิสามารถเคลื่อนที่เข้าไปได้สะดวกและเกิดการพัดพาอันตรายด้านปากน้ำและกัดเซาะบริเวณชายฝั่งรวมทั้งปากแม่น้ำเข้าไปอย่างมาก ดังปรากฏเห็น ได้อย่างชัดเจนจากภาพถ่ายดาวเทียม IKONOS (ในหน้าถัดไป) ที่เปรียบเทียบกันทั้งก่อนและหลังการเกิดสึนามิ

หลังจากที่สึนามิได้เข้าถล่มชุมชนบ้านน้ำเค็มได้มีการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ไปเป็นอย่างมากดังภาพที่ปรากฏจากเดิมบริเวณชายหาดซึ่งเป็นที่ตั้งของบ้านเรือนจำนวนมาก ถูกกัดเซาะและพัดพาไปพร้อมกับการพังทลายของชุมชนหมู่บ้านที่เปลี่ยนสภาพไปอย่างมาก แทบไม่เห็นลักษณะชุมชนเดิมเหลืออยู่เลย การจำแนกระดับความเสียหายในรายละเอียดของพื้นที่ในบริเวณนี้ มีความจำเป็นอย่างมากต่อการการกำหนดเขตการใช้ประโยชน์ที่ดินในอนาคต เพื่อลดผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นได้อีกในอนาคตจากสึนามิ



แผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศของจังหวัดพังงาและชายฝั่งทะเล อันดามัน



แผนที่แสดงที่ตั้งชุมชนบ้านน้ำเค็มบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามัน (แหล่งข้อมูล : แผนที่อาคารและสิ่งปลูกสร้างของกรมโยธาธิการและผังเมือง, 2542)



แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม IKONOS บริเวณบ้านน้ำเค็มก่อนเกิดคลื่นสึนามิ (บันทึกภาพเมื่อวันที่ 3 มีนาคม พ.ศ. 2545) (แหล่งข้อมูล : ภาพถ่ายดาวเทียม IKONOS ได้รับความอนุเคราะห์จาก สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน))



แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียม IKONOS บริเวณบ้านน้ำเค็มหลังเกิดสึนามิ (บันทึกภาพเมื่อวันที่ 29 ธันวาคม พ.ศ. 2547) (แหล่งข้อมูล : ภาพถ่ายดาวเทียม IKONOS ได้รับความอนุเคราะห์จาก สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน))

การวางแผนจัดการด้านธรณีพิบัติภัย

เพื่อลดผลกระทบในอนาคต

สึนามิเป็นธรณีพิบัติภัยชนิดหนึ่งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ยังมีธรณีพิบัติภัยชนิดอื่น ๆ ที่มีระดับความรุนแรงมากกว่า เทียบเท่า หรือน้อยกว่าสึนามิ ซึ่งเกิดขึ้นเป็นประจำในแต่ละภูมิภาคของโลก ในช่วงเวลาหรือฤดูกาลซึ่งมีความซ้ำของการเกิดแตกต่างกันไป ได้แก่ แผ่นดินไหว พายุ น้ำท่วม ดินถล่ม และการกัดเซาะชายฝั่ง ซึ่งธรณีพิบัติภัยเหล่านี้อาจมีความสัมพันธ์กัน ยกตัวอย่างเช่น การเกิดแผ่นดินไหวอย่างรุนแรงในทะเลก่อให้เกิดสึนามิพัดเข้าสู่ชายฝั่งดังกล่าวข้างต้น

การเกิดแผ่นดินไหวหรือสึนามินั้น ไม่สามารถป้องกันหรือห้ามไม่ให้เกิดขึ้นได้ เราทำได้แค่เพียงเฝ้าระวังและคาดการณ์ตำแหน่งที่เกิดแผ่นดินไหว สร้างแบบจำลองการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อนและการเคลื่อนที่ของสึนามิ ซึ่งอ้างอิงบนพื้นฐานของข้อมูลที่มีอยู่ หรือข้อมูลที่ตรวจวัดได้ในปัจจุบันเท่านั้น นอกจากนี้การศึกษาเพื่อกำหนดบริเวณพื้นที่เสี่ยงหรือมีโอกาสที่จะได้รับผลกระทบจากการเกิดแผ่นดินไหวและสึนามิในระดับต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น มีความสำคัญมากต่อการวางแผนการจัดการกับเหตุการณ์ธรณีพิบัติภัยดังกล่าว เพื่อลดผลกระทบต่อความสูญเสียจากเหตุการณ์ดังกล่าว ที่อาจเกิดขึ้นอีกในอนาคต

ประเภทของธรณีพิบัติภัย กับความสามารถในการป้องกัน การคาดการณ์ และการลดผลกระทบ

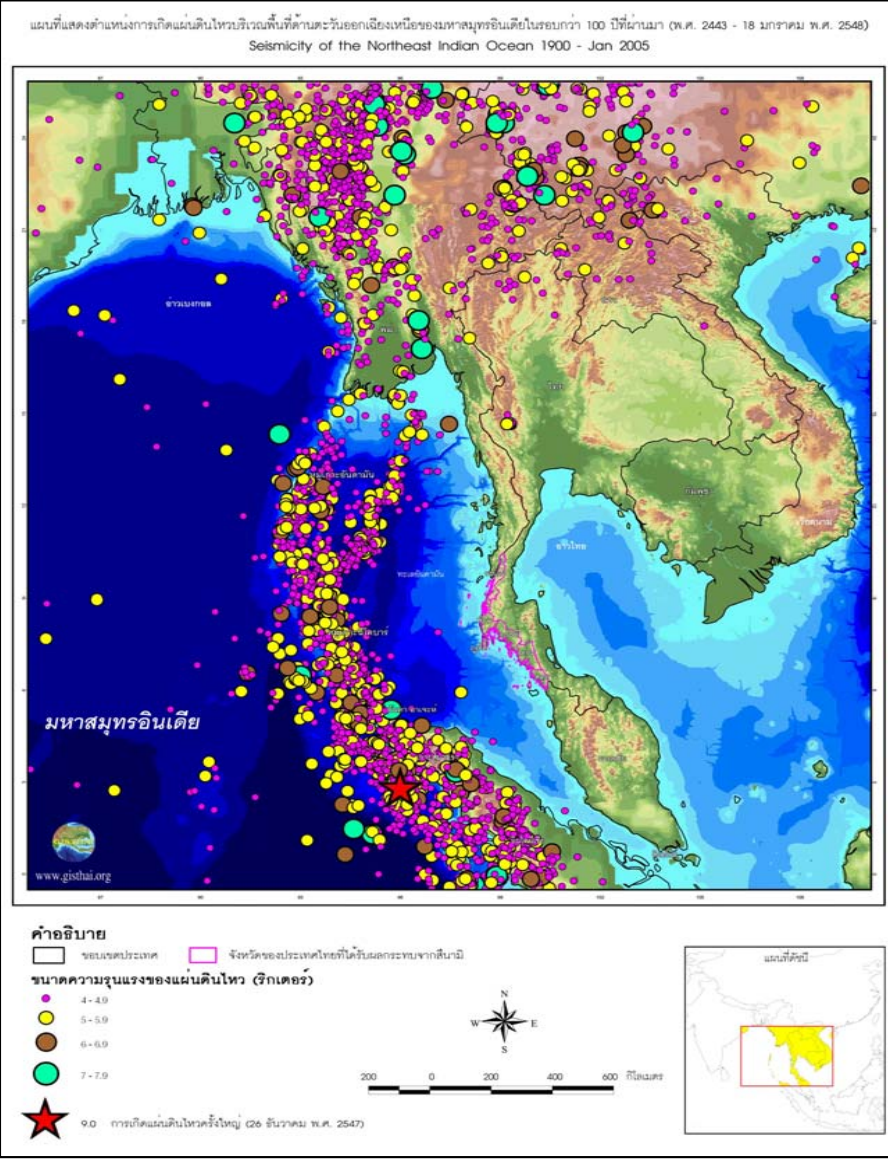
ประเภทของธรณีพิบัติภัย	การป้องกัน	การคาดการณ์	การลดผลกระทบ
แผ่นดินไหว	-	+/-	+
สึนามิ	-	+/-	+
น้ำท่วม	+/-	+	+
การกัดเซาะชายฝั่ง	+/-	+	+
ดินถล่ม	+/-	+	+

คำอธิบายเครื่องหมายในตาราง
 + สามารถกระทำได้
 +/- สามารถกระทำได้ในบางกรณี
 - ไม่สามารถกระทำได้

ความสำเร็จในการวางแผนจัดการธรณีพิบัติภัย เพื่อลดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัย 3 ประการ คือ
 1) องค์ความรู้เกี่ยวกับธรณีพิบัติภัย เช่น ลักษณะและรูปแบบในการเกิด ลักษณะการเกิดผลกระทบ ซึ่งจำเป็นอย่างไรที่จะต้องเข้าใจอย่างถ่องแท้เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในขั้นตอนต่างๆของกระบวนการจัดการธรณีพิบัติภัย ในลำดับต่อไป
 2) การสร้างระบบเฝ้าระวังและการเตือนภัยที่เหมาะสมกับลักษณะของธรณีพิบัติภัยนั้น ๆ ในแต่ละพื้นที่และ
 3) การกำหนดมาตรการที่เหมาะสมในการลดผลกระทบ ทั้งด้านการป้องกัน การคาดการณ์ การเตรียมการ การจัดการในช่วงวิกฤต และการประเมินผลกระทบหลังเหตุการณ์

กลยุทธ์และข้อมูลเชิงพื้นที่ซึ่งจำเป็นต่อการประกอบการตัดสินใจในการจัดการเพื่อลดความสูญเสียจากธรณีพิบัติภัย

รูปแบบการจัดการ	ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ต้องใช้ประกอบการตัดสินใจ
การหลีกเลี่ยง	พื้นที่ใดที่มีธรณีพิบัติภัยเกิดขึ้นในอดีตที่ผ่านมา และพื้นที่ใดที่กำลังเกิดธรณีพิบัติภัยขึ้นในปัจจุบัน?
	พื้นที่ไหนที่คาดการณ์ว่าจะเกิดธรณีพิบัติภัยขึ้นในอนาคต?
	ความถี่ หรือความซ้ำของการเกิดธรณีพิบัติภัย?
การกำหนดเขตการใช้ประโยชน์ที่ดิน	สาเหตุของการเกิดธรณีพิบัติภัยทางกายภาพ คือ?
	ผลกระทบทางกายภาพ ของธรณีพิบัติภัยคือ?
	ผลกระทบทางกายภาพมีความแตกต่างกันอย่างไรในพื้นที่ที่เกิดธรณีพิบัติภัย ?
	การจัดการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ มีผลต่อการลดความสูญเสียของสิ่งก่อสร้างอย่างไร?
การออกแบบทางวิศวกรรม	กระบวนการและเทคนิคในการออกแบบทางวิศวกรรม จะสามารถปรับปรุงความสามารถในการรองรับผลกระทบทางกายภาพของพื้นที่และโครงสร้าง กับระดับของความเสี่ยงที่สามารถยอมรับได้หรือไม่
การกระจายตัวของความสูญเสีย	ความสูญเสียในรอบปีหรือในคาบความซ้ำที่คาดการณ์ไว้กับพื้นที่ที่เสี่ยงภัยคือ?
	ความสูญเสียที่มากที่สุดในรอบปีหรือในคาบความซ้ำที่มีความเป็นไปได้คือ?



เอกสารอ้างอิง

Bell ,F.G ., 1999. Geological Hazards : Their assessment , avoidance and mitigation. . E & FN Spon, an imprint of Routledge.
 Chen Ji , 2005. Preliminary Result of the 04/12/26 (Mw 9.0) , Off Coast of Northern Sumatra Earthquake, California Institute of Technology.
 Petak, W.J.,and Atkisson, A.A., 1982. Natural hazard risk assessment and public policy. Springer-Verlag New York Inc.
 Pubellier,M., Ego, F., Chamot-Rooke, N., and Rangin, C., 2003. The building of pericratonic mountain ranges: structural and kinematic constraints applied to GIS-based reconstructions of SE Asia: Bull.Soc Geol. France, v. 174
 Strahler, A. and Strahler, A., 2003. Introducing physical geography (third edition). John Wiley&Sons, Inc.

แหล่งข้อมูลอ้างอิง

NOAA, National Geophysical Data Center
 (www.earthobservatory.nasa.gov)
 USGS,National Earthquake Information Center
 (www.earthquake.usgs.gov)
 UNESCO, UNDP and GRID-Europe
 (www.grid.unep.ch)
 สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) (www.gistda.or.th)
 ศูนย์วิจัยภูมิสารสนเทศเพื่อประเทศไทย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (www.gisthai.org)