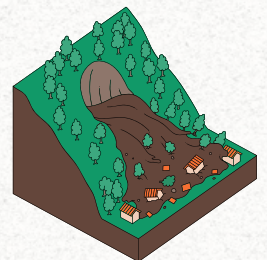
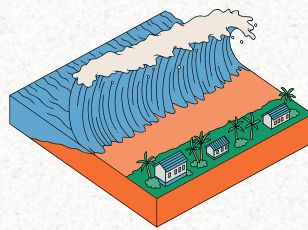
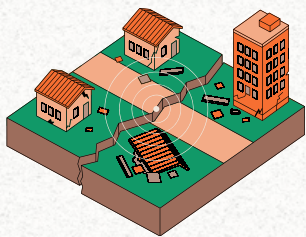




กิจกรรมการเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจและพัฒนา
ศักยภาพบุคลากรสำหรับผู้ที่เกี่ยวข้องกับการประเมิน
ผลกระทบสิ่งแวดล้อม

การประเมินผลกระทบด้านธรณีวิทยาและแผ่นดินไหว สำหรับรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม



เมื่อวันที่ ๑๙ ธันวาคม ๒๕๖๖ เวลา ๐๘.๓๐ – ๑๖.๓๐ น.
ณ ห้องประชุม ๑๐๐๑ อาคารทิปโก้ ๒ สำนักงานนโยบายฯ
และผ่านระบบออนไลน์

จัดทำโดย

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

กิจกรรมการเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจและพัฒนาศักยภาพบุคลากรสำหรับผู้ที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม	ครั้งที่ 2
เรื่อง : การประเมินผลกระทบด้านธรณีวิทยาและแผ่นดินไหวสำหรับรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม	
วันที่ : 19 ธันวาคม 2566	
สถานที่ : ห้องประชุม ๑๐๐๑ อาคารทิปโก้ ๒ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และผ่านระบบออนไลน์	
จัดทำโดย : กลุ่มงานพัฒนาแนวทางการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม และกลุ่มคมนาคม กองประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม	

กองประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) ได้จัดการเสวนา เรื่อง "การประเมินผลกระทบด้านธรณีวิทยาและแผ่นดินไหว สำหรับรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม" เมื่อวันอังคารที่ ๑๙ ธันวาคม ๒๕๖๖ เวลา ๐๘.๓๐ – ๑๖.๓๐ น. ณ ห้องประชุม ๑๐๐๑ อาคารทิปโก้ ๒ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และผ่านระบบออนไลน์ โดยมีสาระสำคัญของการเสวนา ดังนี้

1. วัตถุประสงค์

เพื่อให้บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมได้รับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการประเมินผลกระทบด้านธรณีวิทยาและแผ่นดินไหว สำหรับรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม รวมทั้งสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดทำรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม

2. ผู้เข้าร่วมการเสวนา

คณะกรรมการผู้ชำนาญการพิจารณารายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม เจ้าของโครงการ ผู้ได้รับใบอนุญาตจัดทำรายงานฯ หน่วยงานอนุญาต หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และเจ้าหน้าที่สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ประมาณ 300 คน

3. การเสวนา

นางอินทิรา เอี่ยมลฉัตร รองเลขาธิการสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เป็นประธานในการเปิดเสวนา และนายสิทธิชัย ปิตินิชชูชัย ผู้อำนวยการกองประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม เป็นผู้กล่าวรายงาน การเสวนาครั้งนี้ มีวิทยากร จำนวน 3 ท่าน ได้แก่

1. นายวรวิทย์ ตันตวินิช ผู้ทรงคุณวุฒิด้านธรณีวิทยาและแผ่นดินไหว

คณะกรรมการผู้ชำนาญการพิจารณารายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม

2. นายสุวิทย์ โคสุวรรณ ผู้เชี่ยวชาญด้านรอยเลื่อนมีพลัง อดีตข้าราชการกรมทรัพยากรธรณี
3. ธนุ หาญพัฒนาพาณิชย์ ผู้เชี่ยวชาญด้านธรณีวิทยาวิศวกรรม สมาคมธรณีวิทยาแห่งประเทศไทย

โดยเป็นวิทยากรให้ความรู้เกี่ยวกับการประเมินผลกระทบด้านธรณีวิทยาและแผ่นดินไหวสำหรับรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม และตอบข้อซักถามต่าง ๆ โดยมีสาระสำคัญการเสวนา สรุปได้ดังนี้

3.1 การเสวนา เรื่อง “การประเมินผลกระทบด้านธรณีวิทยาและแผ่นดินไหว สำหรับรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม” โดย นายวรวุฒิ ตันตวนิช ผู้ทรงคุณวุฒิด้านธรณีวิทยาและแผ่นดินไหว

3.1.1 นิยามความหมาย

ธรณีวิทยา (Geology) เป็นวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับโลก สสารต่าง ๆ ที่เป็นส่วนประกอบของโลก เช่น แร่ หิน ดินและน้ำ รวมทั้ง กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลก ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ ตั้งแต่กำเนิดโลกจนถึงปัจจุบัน เป็นการศึกษาทั้งในระดับโครงสร้าง ส่วนประกอบทางกายภาพ เคมี และชีววิทยา ทำให้รู้ถึงประวัติความเป็นมา และสภาวะแวดล้อมในอดีตจนถึงปัจจุบัน ศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ทั้งภายใน และภายนอกที่มีอิทธิพล ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นผิว วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ตลอดจนรูปแบบ และวิธีการนำเอาทรัพยากรธรรมชาติ มาใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนอีกด้วย (กรมทรัพยากรธรณี, มมป.) โดย Geology มาจากภาษากรีกว่า Geos ซึ่งแปลว่าโลก และ Logy หมายถึง ศาสตร์ ดังนั้น ธรณีวิทยาจึงหมายถึง ศาสตร์เกี่ยวกับโลก ซึ่งครอบคลุมถึงกำเนิดของโลก มนุษย์ที่รวมถึงดวงดาวต่าง ๆ และระบบสุริยะจักรวาล วัสดุ และรูปร่างลักษณะของโลก ประวัติความเป็นมา และกระบวนการที่กระทำต่อโลกทั้งในอดีต และปัจจุบัน (ภาควิชาธรณีวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, มมป.)

3.1.2 กระบวนการทางธรณีวิทยา

กระบวนการทางธรณีวิทยา คือ กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาต่าง ๆ ได้แก่ การผุพัง (Weathering) การกร่อน (Erosion) การพัดพา (Transportation) และการสะสมตัวของตะกอน (Deposition) กระบวนการที่กล่าวมานี้เป็นต้นเหตุที่ทำให้เกิดภูมิลักษณะหรือภูมิประเทศต่าง ๆ โดยกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีบางกระบวนการ เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วจนสังเกตเห็นได้ทันทีและเกิดเป็นเหตุการณ์แผ่นดินไหว แต่บางกระบวนการเกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ซึ่งเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงวัสดุ หิน ดิน แร่ ตามระยะเวลา

3.1.3 รอยเลื่อนมีพลัง

รอยเลื่อนมีพลัง (Active Fault) คือ พื้นที่ที่พบหลักฐานว่าเคยเกิดการเลื่อนหรือขยับตัว มาแล้วในช่วง 10,000 ปี ซึ่งบริเวณรอยเลื่อนมีพลังนี้จะพบแผ่นดินไหวบ่อยครั้ง รอยเลื่อนมีพลังมีโอกาสที่จะขยับตัวได้อีกในอนาคต (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2560) แต่รอยเลื่อนบางแห่งอาจมีมานานและไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงมาเป็นระยะเวลามากกว่า 10,000 ปี จะถือเป็นรอยเลื่อนไม่มีพลังและไม่เสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินไหว อย่างไรก็ตาม อาจมีการกระตุ้นจากปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อรอยเลื่อนให้มีการเปลี่ยนแปลงได้ โดยเฉพาะการดำเนินโครงการขนาดใหญ่ เช่น กรณีเขื่อน 3 ผา (ประเทศจีน) ที่โครงการมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะภูมิประเทศและกระบวนการทางธรณีวิทยา (พื้นที่น้ำท่วม) รวมถึงการสร้างแรงกดทับบริเวณใต้เขื่อน ซึ่งต้องมีการประเมินผลกระทบและวางแผนทางมาตรการ

ป้องกันต่าง ๆ ไว้ด้วย ทั้งในเรื่องความแข็งแรงในการรับโครงสร้าง (ปัจจุบันมีเกณฑ์ระบุไว้แล้ว) รอยแตกรอยเลื่อน การก่อสร้างโครงสร้างต่าง ๆ ซึ่งต้องมีการประเมินเพื่อวางแผนทางปรับปรุงฐานราก หรือพื้นที่อาจไม่เหมาะสม เนื่องจากอาจมีหินแตก รอยร้าว และเกิดความไม่เหมาะสมในการเป็นแหล่งเก็บน้ำ

3.1.4 ข้อมูลสำคัญที่ควรมีในรายงาน EIA ด้านธรณีวิทยาและแผ่นดินไหว

โครงการทุกประเภทที่ต้องจัดทำรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact Assessment: EIA) ควรมีข้อมูลธรณีวิทยาเป็นองค์ประกอบ โดยเฉพาะโครงการเหมืองแร่ โครงการพัฒนาแหล่งน้ำและเกษตรกรรม โครงการก่อสร้างพื้นฐานทางบกและอากาศ และโครงการก่อสร้างพื้นฐานทางน้ำ เช่น การสร้างสันฐานชายฝั่งป้องกันการกัดเซาะ ท่าเรือ แนวกันคลื่น เป็นต้น โดยข้อมูลทั่วไปทางด้านธรณีวิทยาที่ควรมีประกอบในรายงาน EIA ได้แก่

- แผนที่ธรณีวิทยา ขนาด 1 : 50,000 เนื่องจากสามารถใช้ประยุกต์รายละเอียดกับข้อมูลอื่น ๆ และมีความละเอียดของข้อมูลที่อยู่ในระดับใช้ประโยชน์ได้มากกว่า (ขนาดที่ใช้ปัจจุบันมักเป็น 1 : 250,000) และควรจัดทำให้อยู่ถูกต้องตามหลักวิชาการในการใช้สีและสัญลักษณ์ โดยมีมาตรฐานตามที่กรมทรัพยากรธรณีจัดทำไว้ (มาตรฐานสากล)
- ภาพตัดขวาง โดยจะเป็นข้อมูลสำคัญในการพิจารณารอยเลื่อนและลักษณะธรณีวิทยา รวมถึงการประเมินอายุของรอยเลื่อนด้วย
- การประเมินเวลา/อายุของรอยเลื่อน การระบุชนิดดินหรือหินเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอ เนื่องจากหินชนิดเดียวกันอาจมีคุณสมบัติ เช่น สีต่างกันตามอายุของหินชนิดนั้น ๆ

3.1.5 ประเด็นการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านธรณีวิทยาและแผ่นดินไหว

การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมในด้านธรณีวิทยาและแผ่นดินไหว เป็นมุมมองที่แตกต่างจากการประเมินผลกระทบด้านอื่น ๆ กล่าวคือ การประเมินผลกระทบในด้านอื่น ๆ จะมุ่งเน้นไปที่การสร้างผลกระทบจากโครงการสู่สิ่งแวดล้อม ขณะที่การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านธรณีวิทยาและแผ่นดินไหวจะเป็นการมุ่งเน้นไปที่การสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบกับโครงการ ทั้งนี้ ประเด็นการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านธรณีวิทยาและแผ่นดินไหว มีประเด็นสำคัญตามประเภทโครงการต่าง ๆ ดังนี้

1) กรณีโครงการเหมืองแร่

- แนวทางการจัดทำรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการเหมืองแร่ พ.ศ. 2563
- ข้อมูลทั่วไปด้านธรณีวิทยา
 - โครงสร้างธรณีวิทยา
 - ข้อมูลแหล่งแร่ โดยมีการประเมินปริมาณแร่ (ความคุ้มค่า) และการประเมินความเหมาะสมของสัดส่วนแร่ที่สามารถขุดได้

- การประเมินผลกระทบจะครอบคลุมในส่วนของสิ่งแวดล้อม ชุมชน และส่วนต่าง ๆ ที่ได้รับผลกระทบ แต่ในขณะเดียวกันจะไม่ค่อยมีรายงานผลกระทบที่เกิดขึ้นภายในโครงการ ซึ่งหมายถึงผลกระทบต่อเจ้าหน้าที่ที่ดำเนินการทำเหมืองทั้งในระยะก่อสร้างและระยะดำเนินการ โดยเฉพาะกรณีเกิดภัยพิบัติ เช่น แผ่นดินไหว การเกิดหลุมยุบ
- การประเมินผลกระทบกรณีแผ่นดินไหว ดินถล่ม นอกจากการเกิดภายในพื้นที่โครงการโดยตรงแล้ว ยังต้องคำนึงถึงกรณีที่เกิดแผ่นดินไหว ดินถล่ม นอกพื้นที่โครงการด้วย เนื่องจากการเกิดเหตุการณ์ดังกล่าวอาจส่งผลกระทบมายังโครงการได้ เช่น ดินโคลนถล่ม
- แนวทางการจัดทำรายงาน EIA โครงการเหมืองแร่ พ.ศ. 2563 ในหัวข้อ 5.2.8 ผลกระทบด้านทรัพยากรดิน ดินถล่ม หลุมยุบ และแผ่นดินไหว ตรงจุดนี้ให้พิจารณารอยเลื่อนมีพลัง และประเมินผลกระทบที่โครงการจะได้รับ โดยมีวิธีอย่างง่าย คือ ใช้เกณฑ์ระยะห่างตามกฎกระทรวงของกรมโยธาธิการและผังเมือง เพื่อประเมินระดับความเสี่ยงและกำหนดมาตรการ

2) โครงการพัฒนาแหล่งน้ำ

- แนวทางการจัดรายงาน EIA โครงการพัฒนาแหล่งน้ำ พ.ศ. 2566
- บทที่ 2 การพิจารณาความเสี่ยงของโครงสร้างและระดับความเสี่ยงภัย ปัจจุบันมี 2 ตาราง ซึ่งความจริงแล้วต้องมีตารางที่ 3 แสดงค่าความเสี่ยงภัยอุบัติเหตุซ้ำ (Return period) ในการเกิดแผ่นดินไหวหรือการเคลื่อนตัวของพื้นผิว โดยทั้ง 3 ตารางจะเชื่อมโยงกันในการประเมิน
- ธรณีพิบัติภัย ต้องมีการศึกษาบริเวณพื้นที่โครงการที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม น้ำป่าไหลหลาก ซึ่งโครงการอาจส่งผลกระทบในทางบวก เช่น การมีอ่างเก็บน้ำสามารถป้องกันเหตุการณ์น้ำป่าไหลหลากที่ชุมชนจะได้รับ
- การศึกษาโดยเฉพาะพื้นที่ห้วงานที่ต้องคำนึงถึงโครงสร้างเขื่อนและความสามารถในการรองรับของฐานราก ซึ่งควรมีการสำรวจธรณีวิทยาและรอยเลื่อนในบริเวณดังกล่าว
- ความเสี่ยงเกิดหลุมยุบ พื้นที่ที่มีความเสี่ยงในการเกิดหลุมยุบจะมีลักษณะเป็นโพรงหรือถ้าได้พื้นผิว ซึ่งมักจะพบลักษณะดังกล่าวได้ในบริเวณที่เป็นหินปูน นอกจากนี้ ลักษณะโพรงหรือถ้ำจะส่งผลต่อการกักเก็บน้ำด้วย โดยสามารถศึกษาการรั่วไหลได้ด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น การใช้สีผสมในน้ำและสังเกตเส้นทางน้ำ
- การศึกษาด้านธรณีวิทยาในโครงการพัฒนาแหล่งน้ำ เป็นการบ่งชี้ทรัพยากรที่อาจมีค่าสำหรับการใช้ประโยชน์ เช่น การทำเหมือง แต่ต้องมีการประเมินความคุ้มค่าในการดำเนินการ ซึ่งอาจวางแผนทางโครงการต่อเนื่องได้ หรือเลือกดำเนินการในส่วนที่เกิดผลประโยชน์มากที่สุด

- การศึกษาสมบัติดิน/หิน สามารถใช้ข้อมูลหลุมเจาะ ข้อมูลฐานราก ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการประเมินความแข็งแรงในการรับโครงสร้าง ความสามารถในการรับน้ำและน้ำรั่ว เพื่อวางแผนทางมาตรการที่เหมาะสม
- การใช้วิธีการหรือมาตรการต่าง ๆ ไม่ได้จำกัดวิธีแบบจำเพาะเจาะจง เนื่องจากอาจมีวิธีการหรือมาตรการที่สามารถใช้ได้ตามความเหมาะสม รวมถึงการมีเทคโนโลยีใหม่ ๆ ซึ่งคณะกรรมการผู้ชำนาญการฯ จะเป็นผู้พิจารณาไปตามวาระ

3) โครงการโครงสร้างพื้นฐานทางบกและอากาศ

- ข้อมูลหลุมเจาะธรณีวิทยา หมายถึงดินรวมไปด้วย ซึ่งต้องมีการประเมินความเหมาะสม ซึ่งบางกรณีพื้นที่อาจมีความเหมาะสมสำหรับทำเกษตรกรรมมากกว่า ซึ่งต้องเลี่ยงบริเวณนั้น ๆ ส่วนในทางวิศวกรรม การวิเคราะห์และประเมินปรับโครงสร้างดิน เพื่อสำรวจและประเมินความคุ้มค่าในการดำเนินการ
- ในการปรับโครงสร้างดิน หรือการใช้วิธีการต่าง ๆ เพื่อดำเนินการ ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยและผลกระทบของการจราจรที่มีอยู่ก่อน เช่น กรณีการสร้างทางต่างระดับ สะพานข้าม การวางเสาเข็ม (Pile Cap) ต้องไม่ยื่นเข้าไปในเส้นทางการจราจรด้านล่าง
- การประเมินดินเทียบจากแผนที่แผ่นดินไหว แนวรอยเลื่อน และหลุมยุบ กรมทรัพยากรธรณี
- กฎกระทรวง กรมโยธาธิการและผังเมือง ที่กำหนดให้สะพานที่มีความสูงไม่เกิน 5 เมตร หรือทางต่างระดับที่สูงไม่เกิน 10 เมตร ต้องสามารถรับแผ่นดินไหวได้
- การดำเนินโครงการบริเวณที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขา เช่น การสร้างทางรถไฟ ต้องศึกษาความลาดชัน (Slope) การผุพังของหินและดิน (Weathering) เพื่อประเมินความเสี่ยงในการเกิดดินถล่มและวางมาตรการป้องกัน
- โครงการอุโมงค์ควรเน้นไปที่มาตรการป้องกันและความปลอดภัย เกณฑ์เดิมค่อนข้างต่ำ ซึ่งกำลังมีการพิจารณาปรับปรุงโดยสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

3.2 การเสวนา เรื่อง “ธรณีวิทยา รอยเลื่อนมีพลังของประเทศไทย และกฎหมายมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง”

โดย นายสุวิทย์ โสสุวรรณ ผู้เชี่ยวชาญด้านรอยเลื่อนมีพลัง

ปัจจุบันกรมทรัพยากรธรณี ได้มีการจัดทำและเผยแพร่ข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทยผ่านทางเว็บไซต์บริการดาวน์โหลดแผนที่ (www.dmr.go.th) ซึ่งมีความละเอียดตั้งแต่ระดับประเทศไปจนถึงระดับจังหวัด ทั้งนี้ การจัดทำแผนที่ดังกล่าวใช้สัญลักษณ์และสีตามมาตรฐานสากล และมีการปรับความละเอียดเป็น 1 : 50,000 แล้วในหลายพื้นที่ ซึ่งจะมีการปรับไปจนครบถ้วน

3.2.1 การออกแบบเขื่อน ต้องคำนึงถึงประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

1) การเลือกใช้วัสดุก่อสร้าง

- เขื่อนเป็นสิ่งก่อสร้างที่จะต้องใช้วัสดุเป็นปริมาณมาก ดังนั้นการเลือกใช้วัสดุธรรมชาติที่มีอยู่ในพื้นที่ และมีปริมาณมากพอ จึงเป็นแนวทางเลือกที่ดี
- เขื่อนจะต้องออกแบบโดยการสำรวจบ่อยืมดินและบริเวณที่จะทำเหมืองหินอย่างละเอียด แล้วประมวลปริมาณและคุณสมบัติของวัสดุเป็นหน้าตัดเขื่อน และคุณสมบัติทางวิศวกรรมเพื่อการออกแบบ
- มีการวิเคราะห์ออกแบบให้เรียบร้อย แล้วจึงเขียนข้อกำหนดทางวิศวกรรมให้สอดคล้องกับวัสดุที่มี จะไม่มีการกำหนดคุณสมบัติของวัสดุก่อสร้างไว้ก่อนล่วงหน้า ดังเช่นการออกแบบอาคารคอนกรีต หรือสะพาน ซึ่งผู้รับจ้างจะต้องไปหาวัสดุมาให้ตรงตามแบบที่กำหนด

2) การเลือกตำแหน่งเขื่อน

- ภูมิประเทศที่เหมาะสมเป็นช่องเขาแคบเพื่อให้เขื่อนสั้นและมีพื้นที่อ่างด้านเหนือ เปิดกว้างเพื่อให้จุน้ำได้มาก
- มีลักษณะทางธรณีวิทยาที่ดี ไม่อยู่บนรอยเลื่อนในชั้นหินที่เป็นอันตราย หินฐานรากสามารถปรับปรุงให้ทึบน้ำและกันการรั่วซึมผ่านได้
- ไม่อยู่ในสถานที่หวงห้าม เช่น เขตอุทยานหรือพื้นที่ต้นน้ำชนิด 1A หรือ เขตหวงห้ามทางศาสนา
- มีผลกระทบต่อชุมชนน้อย เช่น ต้องอพยพหรือเวนคืนที่ราษฎรน้อย
- สามารถวางตำแหน่งอาคารประกอบเขื่อนได้สอดคล้องกับตัวเขื่อนและลำน้ำ
- สามารถมีความสูงของน้ำที่กักเก็บเพียงพอที่จะส่งน้ำ หรือ ผลิตกระแสไฟฟ้าได้

3) การออกแบบการปิดกั้นน้ำ

การปิดกั้นน้ำที่ไหลซึมผ่านเขื่อนหรือฐานรากไม่สามารถจำกัดทึบน้ำได้โดยสมบูรณ์ แต่จะยอมให้มีการให้มีการไหลในอัตราที่ยอมรับได้และควบคุมได้และจะต้องไม่เกิดอันตรายจากการกัดเซาะและพัดพาวัสดุตัวเขื่อน ฐานรากเขื่อน หรือ ฐานยัน ทำให้เกิดการรั่วซึมที่เพิ่มขึ้นต่อเนื่อง

4) การออกแบบความมั่นคงของลาดเขื่อนและลาดดิน

ลาดเขื่อนทั้งสองด้าน ลาดดินที่ฐานยัน ลาดดินที่ตัดเหนือทางน้ำล้น ลาดดินธรรมชาติ บริเวณขอบอ่างเก็บน้ำ จะต้องมีการตรวจสอบโดยการวิเคราะห์ความมั่นคง และออกแบบให้มีอัตราส่วนปลอดภัยที่เหมาะสมที่จะไม่เกิดการเคลื่อนพิบัติทั้งในระหว่างการก่อสร้างและการใช้งานของเขื่อน

5) การตรวจสอบการทรุดตัว

เขื่อนจะยอมให้มีการทรุดตัวได้ระดับหนึ่งที่จะไม่ให้เกิดอันตรายจากน้ำล้นสันเขื่อนและการแตกร้าวในตัวเขื่อน การทรุดตัวอาจเกี่ยวข้องไปถึงอาคารประกอบเขื่อน เช่น ทางน้ำล้น ท่อส่งน้ำฯ ที่จะต้องไม่ให้เกิดการทรุดตัวที่ต่างกันจนเกิดรอยแตกแยกที่เป็นอันตรายได้

6) การออกแบบอาคารประกอบเขื่อน

อาคารประกอบเขื่อนนอกจากจะต้องออกแบบให้มีประโยชน์ใช้สอยได้ตามวัตถุประสงค์ เช่น สามารถระบายน้ำได้ตามกำหนด ควบคุมระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำ ผลิตกระแสไฟฟ้าฯ แล้วยังต้องออกแบบให้สอดคล้องกับตัวเขื่อนโดยการวางตำแหน่งและกำหนดระดับให้เข้ากับการออกแบบเขื่อน ขณะเดียวกันก็ต้องควบคุมใช้งานได้สะดวก และไม่เกิดอันตรายจากกระแสน้ำที่ระบายเกิดการปั่นป่วนวกเข้ามากัดเซาะตัวเขื่อนจนเป็นอันตรายได้

7) การป้องกันการกัดเซาะจากน้ำในอ่างเก็บน้ำ

อ่างเก็บน้ำของเขื่อนมีพื้นที่ผิวน้ำมากทำให้เกิดคลื่น หากพัดเข้าสู่ลาดเขื่อนหรือลาดดินที่ต่อเชื่อมกับเขื่อน จะเกิดการกัดเซาะได้ จึงต้องมีการออกแบบชั้นหินกันคลื่นที่เหมาะสม เพื่อป้องกันการกัดเซาะ

8) การป้องกันสภาวะแวดล้อมในระหว่างการก่อสร้างและการใช้งาน

การก่อสร้างหรือใช้งานเขื่อนมักจะมีสภาวะเกิดขึ้นเสมอ เช่น ฝุ่นจากการระเบิด หรือโมหิน น้ำเสียจากโรงผสมคอนกรีต การขนส่งวัสดุโรงซ่อมเครื่องจักรก่อสร้าง หรือบ้านพักคนงาน เป็นต้น ผู้ที่เกี่ยวข้องต้องพยายามลดมลภาวะดังกล่าวให้น้อยที่สุด

9) การตรวจสอบพฤติกรรมเขื่อน

เขื่อนขนาดกลางหรือขนาดใหญ่จะต้องคำนึงถึงการตรวจวัดพฤติกรรมเพื่อให้ทราบพฤติกรรมที่แท้จริงของเขื่อนและเป็นมาตรการความปลอดภัยของเขื่อนทั้งในระหว่างการก่อสร้างและการใช้งานของเขื่อน

3.2.2 ชนิดของเขื่อน

1) เขื่อนถม (Embankment Dam)

- เขื่อนดินเนื้อเดียว (Homogeneous Earth Dam)
- เขื่อนดินแบ่งส่วน (Zoned Earth Dam)
- เขื่อนหินทิ้งแกนดินเหนียว (Rockfill Clay Core Dam, RFD)
- เขื่อนหินทิ้งดาดหน้า (Concrete Faced Rockfill Dam, CFRD)

2) เขื่อนคอนกรีต (Concrete Dam)

- เขื่อนคอนกรีตถ่วงน้ำหนัก (Concrete Gravity Dam)
- เขื่อนคอนกรีตโค้ง (Concrete Arch Dam)

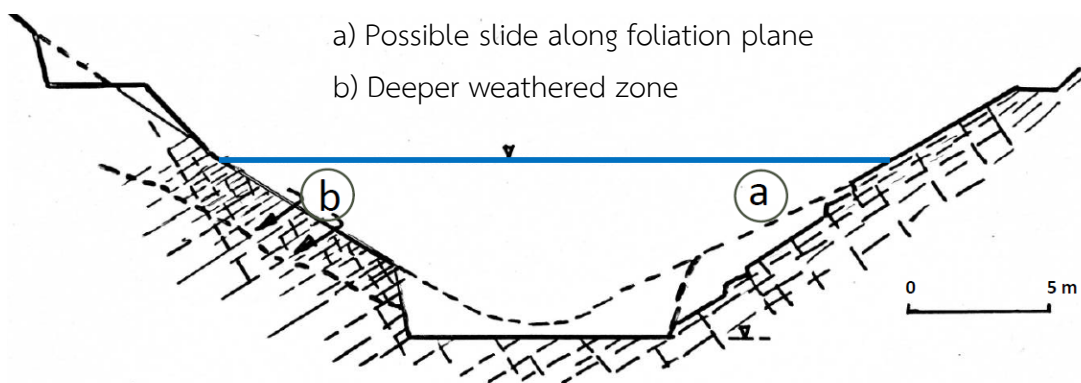
- เชื่อนคอนกรีตค้ำยัน (Concrete Buttress Dam)

3.2.3 สาเหตุสำคัญของการสร้างเขื่อน

การดำเนินโครงการสร้างเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของตัวเขื่อน อายุการใช้งาน และสภาพธรณีวิทยาบริเวณที่จะสร้างเขื่อน (ธรณีวิทยาฐานราก และบริเวณอ่างเก็บน้ำ) โดยลักษณะทางธรณีวิทยาจะเป็นตัวกำหนดปัจจัยที่ต้องคำนึงถึง ดังนี้

1) การสร้างเขื่อนในบริเวณหินอัคนี และหินแปร

- หินสด และมีเนื้อแน่นที่สุด
- หลีกเลี่ยงบริเวณมีกลุ่มแนวรอยแตก
- หากจำเป็นมีแนวรอยแตกต้องฉีดน้ำปูนปิด
- ส่วนหินผุดต้องขุดลอกออกให้หมด
- หินแปรชนิดที่ไม่มีแนวเรียงตัวจะแข็งแรงก่อนหินแปรชนิดมีแนวเรียงตัว



2) การสร้างเขื่อนในบริเวณหินชั้น

ควรคำนึงถึงโครงสร้างทางธรณีวิทยา และ คุณสมบัติของหินตะกอน ได้แก่

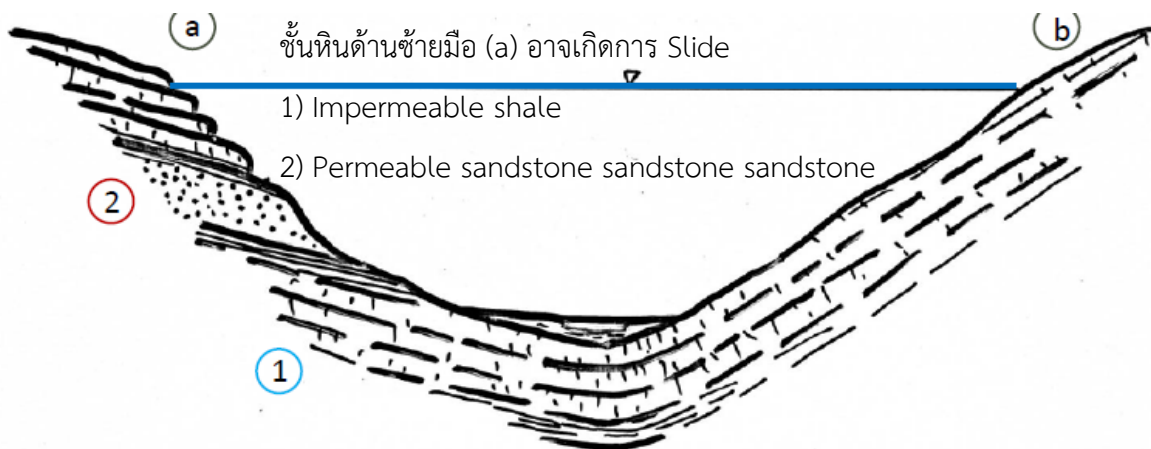
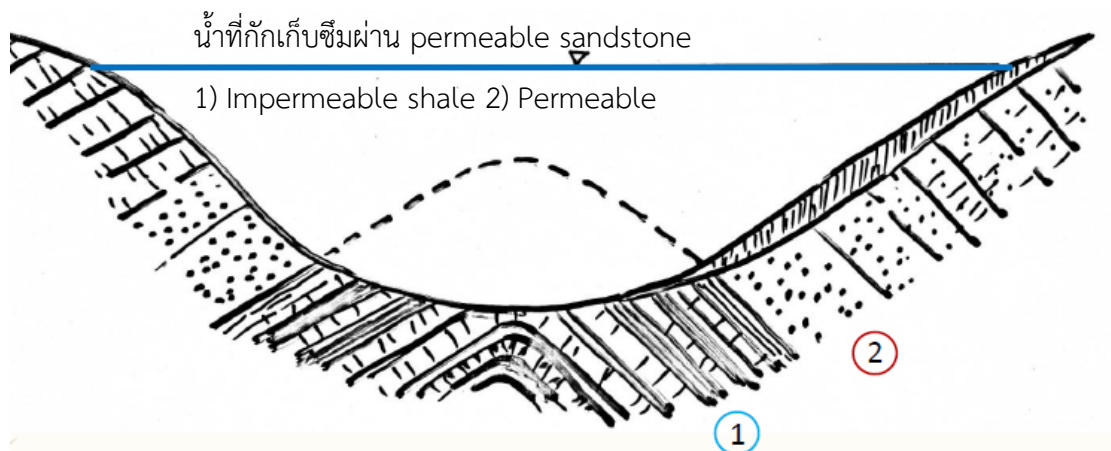
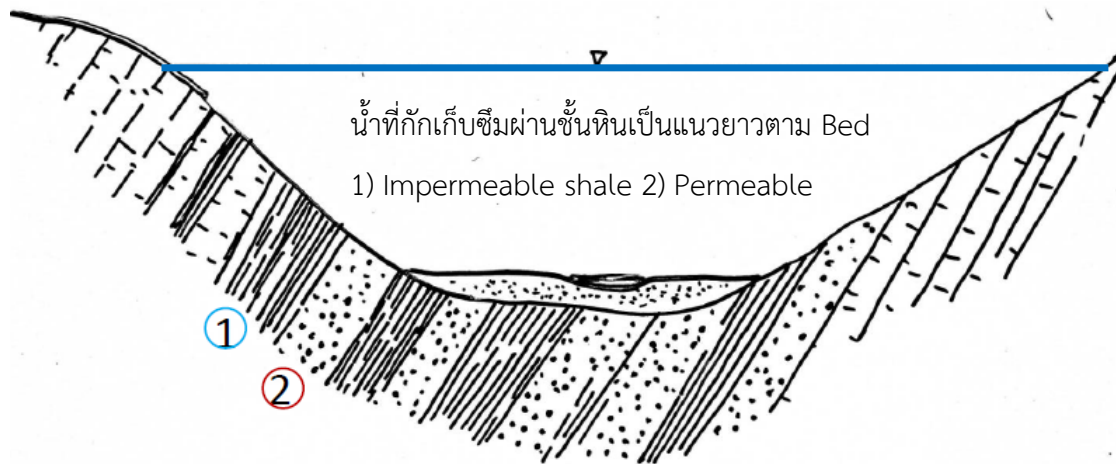
2.1) หินทราย

- ความแข็งแรงของหินขึ้นอยู่กับ
 - การเชื่อมประสานระหว่างเม็ดทราย ดีหรือไม่
 - ชนิดของสารเชื่อมประสาน เช่น silica, iron-oxide, calcite, clay มีผลต่อความพรุน และความซึมผ่านได้

- ความแข็งแรงของหินทรายสด สูงกว่าคอนกรีต

- การเรียงตัวของชั้นหิน (Bed) แนวการวางตัวของชั้นหินขนานไปกับหุบเขา : ปริมาณน้ำมีการรั่วซึมสูง เนื่องจากชั้นหินที่มีเนื้อพรุน ที่ยาวขนานไปกับลำน้ำเป็นช่องทางที่ให้น้ำไหลซึมได้ง่ายและมีปริมาณสูง แม้โดยอัดฉีดน้ำปูน แต่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก ปัญหานี้เกิดขึ้นได้ ทั้งการวางตัวของชั้นหินอยู่ในแนวราบ แนวเอียงมุม

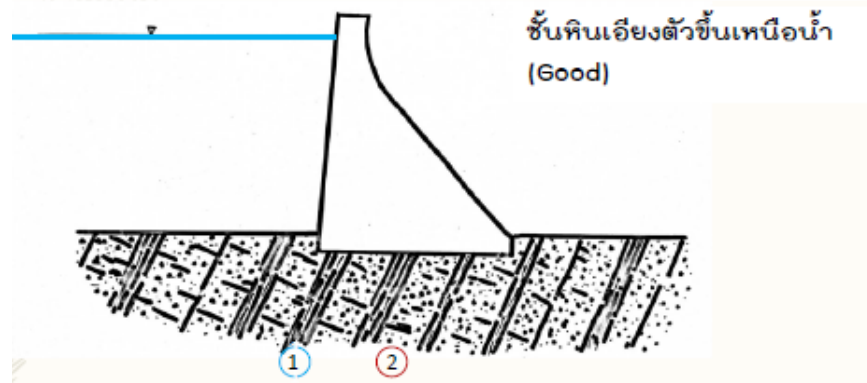
สูง หรือโครงสร้างทางธรณีวิทยาแบบ Anticline ยกเว้น Syncline แต่ว่าอาจเกิดปัญหาการ Slide ของมวลหินลง
อ่างเก็บน้ำได้



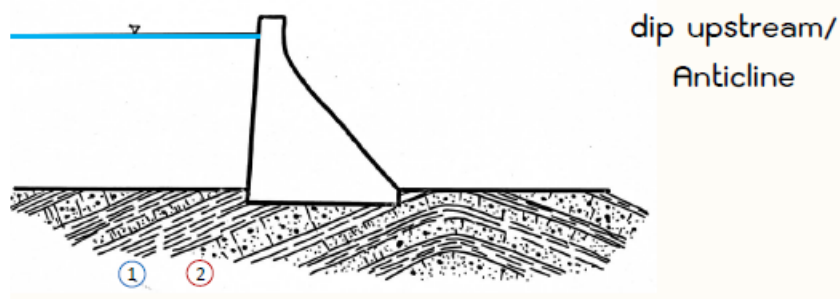
การวางตัวของชั้นหินตั้งฉากกับหุบเขา

- ปัญหาการรั่วซึมลดน้อยลง และความสามารถในการรับน้ำหนักของหินที่รองรับสันเขื่อนก็สูงมาก
- ยิ่งการเอียงตัวของชั้นหินทำมุมขึ้นเหนือน้ำ (dip upstream) ยิ่งเหมาะสม
- หากการเอียงตัวของชั้นหินทำมุมลงใต้น้ำ (dip downstream) พบว่ามีปัญหาการรั่วซึมตามชั้น

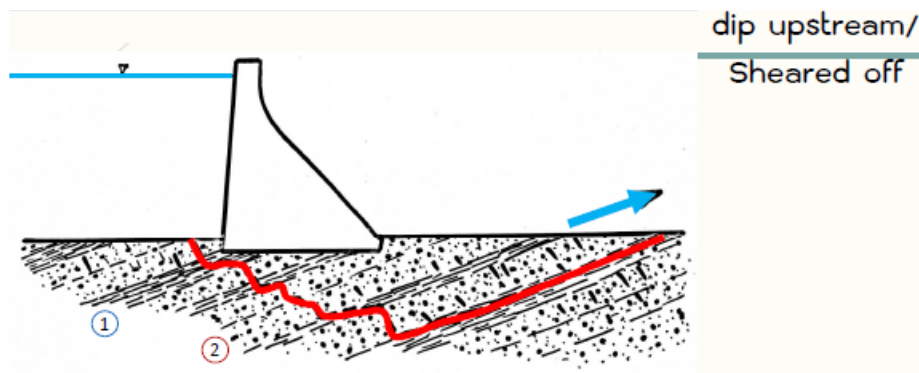
หินที่มีความพรุน รวมทั้งโครงสร้างทางธรณีวิทยาแบบ syncline หรือไหลออกตาม แนวรอยเลื่อนที่อยู่หน้าเขื่อน



1) Impermeable shale 2) Permeable sandstone

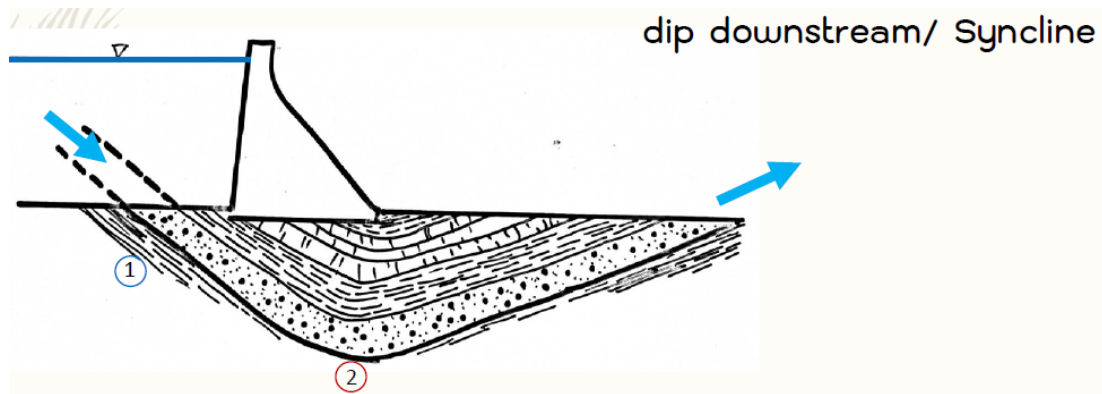


1) Impermeable shale 2) Permeable sandstone



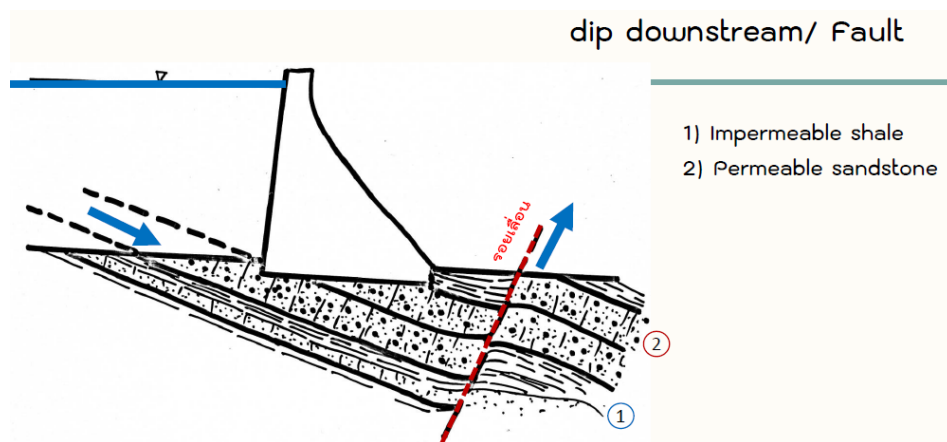
อาจเกิด Sheared off ได้ตามแนวของชั้นหิน

1) Impermeable shale 2) Permeable sandstone

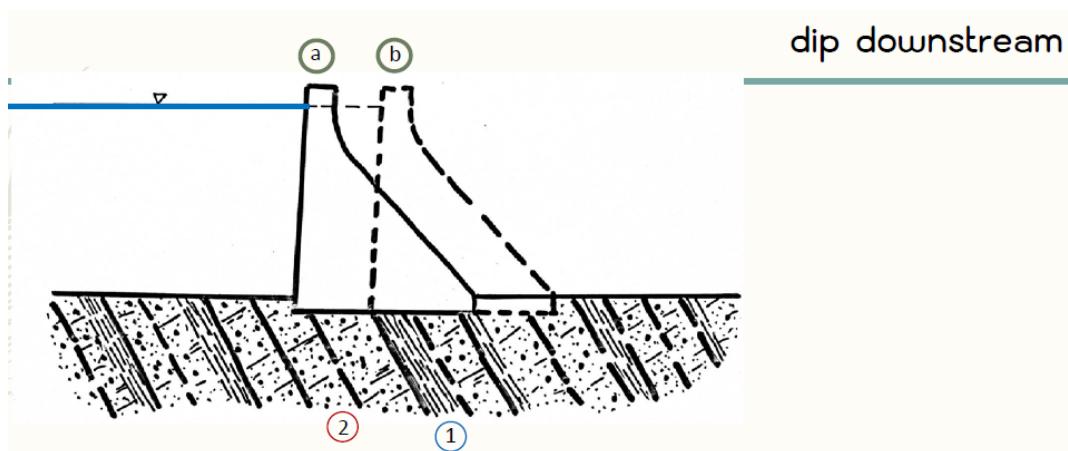


สันเขื่อนตั้งบนส่วนชั้นหินที่เอียงตัวตามน้ำบน Syncline

1) Impermeable shale 2) Permeable sandstone



สันเขื่อนตั้งบนส่วนชั้นหินที่เอียงตัวตามน้ำ น้ำซึมได้ง่ายตาม Permeable sandstone และตามแนวรอยเลื่อน

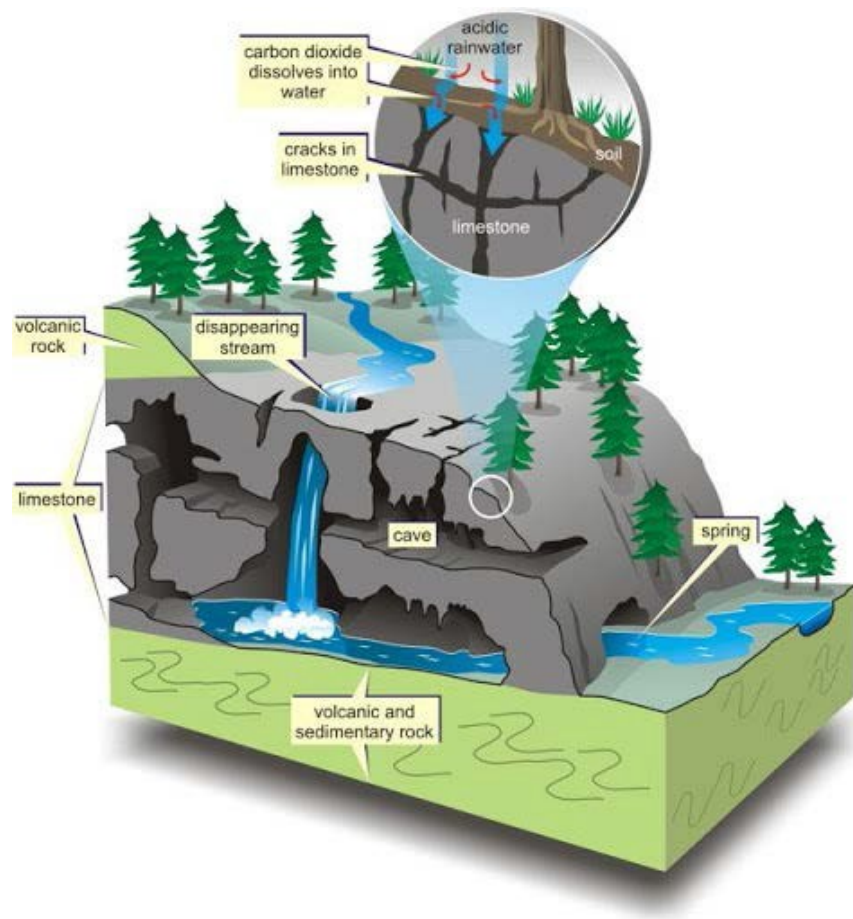


เลือกวางสันเขื่อนที่ impermeable shale (b) ดีกว่า Permeable sandstone (a) เพื่อลดการ Uplift pressure

1) Impermeable shale 2) Permeable sandstone

2.2) หินปูน

- ตระกูลหินปูน เป็นพวกเนื้อแน่น มีความสามารถในการรับน้ำหนักอยู่ในเกณฑ์สูง แข็งแรงกว่าคอนกรีตทั่วไป
- หากมีโพรง ถ้ำ หรือมีรอยแตกมาก (มีอยู่แล้ว.....) ความสามารถดังกล่าวลดลง
- โครงสร้างทางธรณีวิทยาแบบ Anticline/Syncline มักมีรอยแตกมากมาย และใหญ่
- แก้ปัญหา โดยการฉีดน้ำปูน อุดโพรงให้มากที่สุด (ใช้งบประมาณมาก)



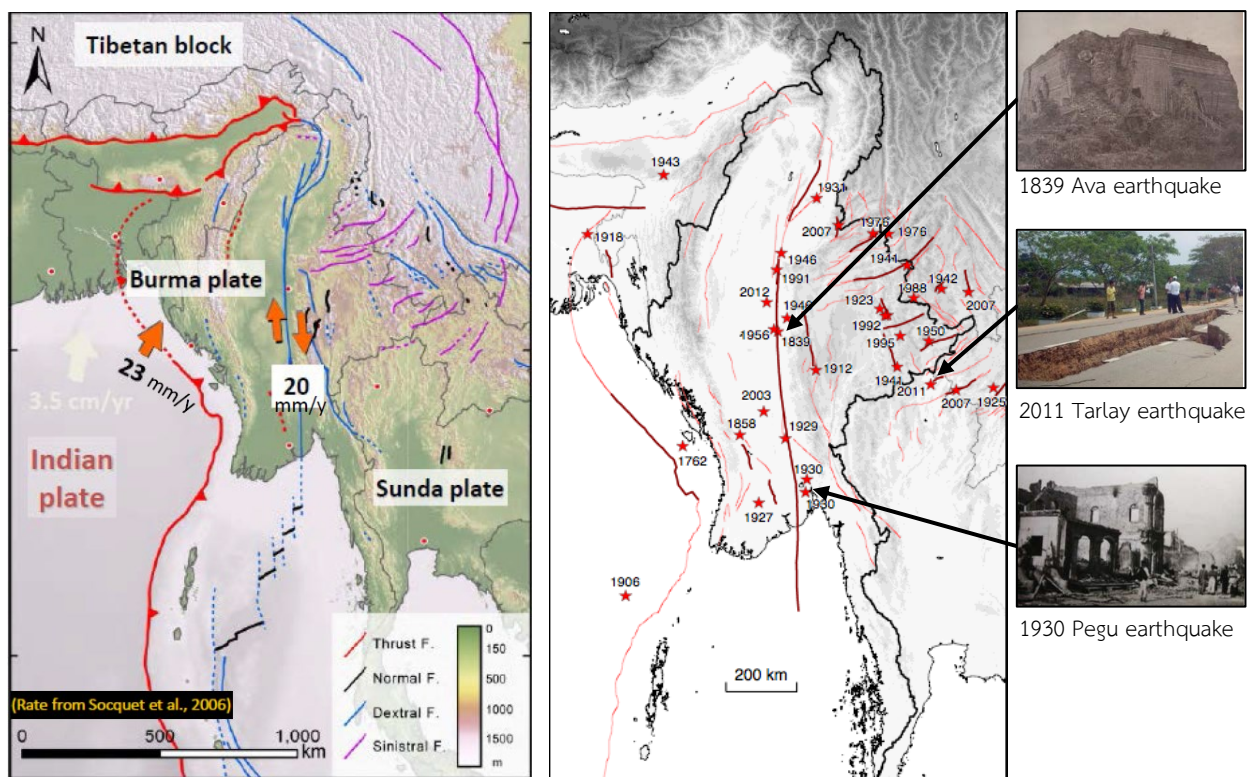
2.3) หินดินดาน

หินดินดานที่เกิดการสลายตัว หลังจากสัมผัสน้ำ และเกิดแห้งบางส่วน หินจะมีการหดตัวและเกิดรอยแตกเล็กๆ มากมาย เมื่อสัมผัสอากาศเป็นเวลานาน จะเกิด plastic deformation

แก้ปัญหา เมื่อขุดลอกหน้าดินและหินดินดานตอนบนออกแล้ว ลาดด้วยยางมะตอย ช่วยป้องกันการหดตัว และเป็นตัวเชื่อมประสานระหว่างคอนกรีตและหินดินดานได้ดี

3.2.4 รอยเลื่อนมีพลัง (Active Fault)

โลกมีลักษณะเป็นโครงสร้างคล้ายกับไข่เค็ม ซึ่งประกอบด้วยบริเวณใจกลางที่เปรียบเสมือนไข่แดง คือ แก่นโลกที่มีลักษณะเป็นของแข็ง และชั้นถัดมาเป็นของแข็งผสมกับของเหลว (Magma) ซึ่งสามารถเคลื่อนตัวได้ และชั้นนอกสุดที่มีลักษณะเป็นของแข็งเหมือนกันเปลือกไข่ คือ ผิวโลก ดังนั้น เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาและเกิดการเคลื่อนตัวของชั้นเปลือกโลก โดยการเคลื่อนตัวของเปลือกโลกจะทำให้เกิดรอยเลื่อนและแผ่นดินไหว ทั้งนี้ รอยเลื่อนมีพลัง (Active Fault) คือ รอยเลื่อนที่น่าจะเกิดแผ่นดินไหวอีกในอนาคต โดยทั่วไปสามารถบ่งชี้ว่าเป็นรอยเลื่อนมีพลังอยู่หากมีการเคลื่อนไหวอย่างน้อยหนึ่งครั้งในช่วง 10,000 ปีที่ผ่านมา

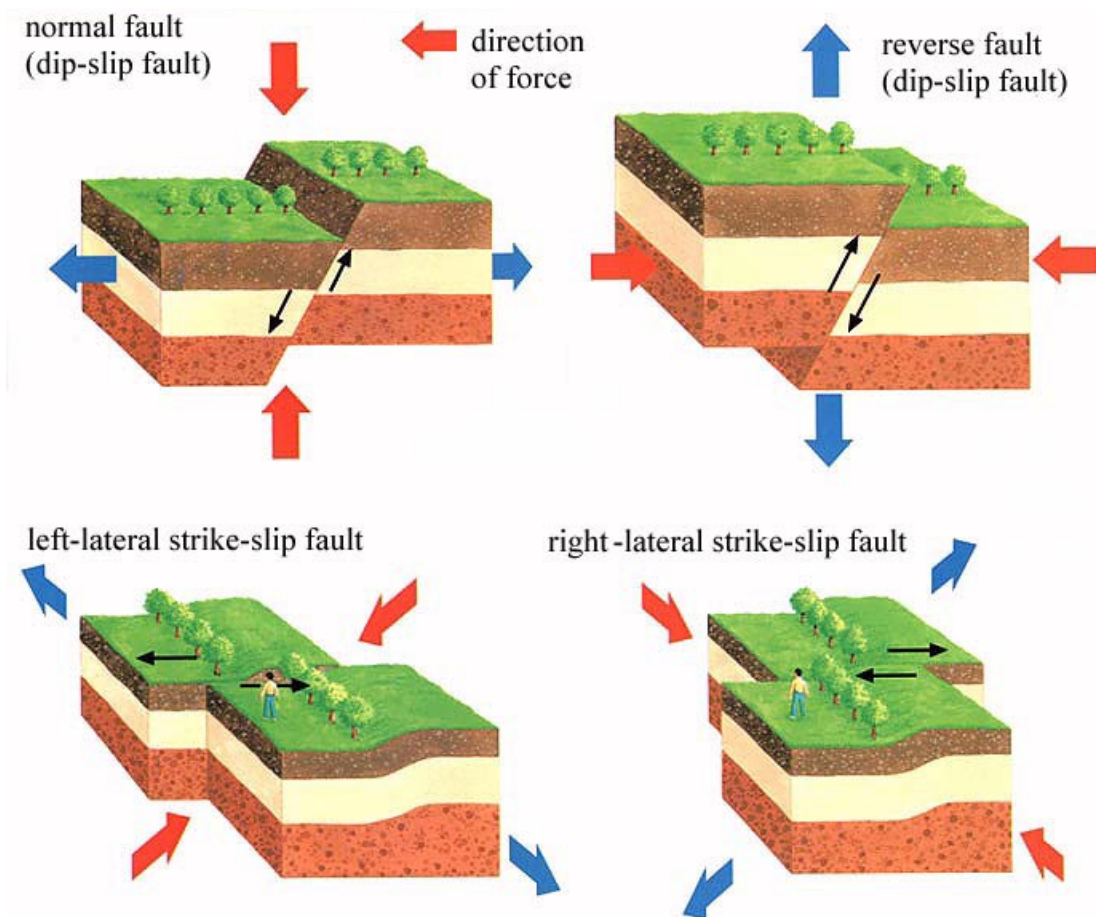


การเกิดรอยเลื่อนมักจะมีความสัมพันธ์กับลักษณะภูมิประเทศเสมอ ซึ่งอาจทำให้เปลือกโลกยกตัวสูงขึ้นลดระดับลง หรือ เอียงไปจากแนวเดิม ตามแนวรอยเลื่อนมักจะมียหินที่ถูกบดอัด หรือ กรวดเหลี่ยม ซึ่งง่ายต่อการกักร้อนมากกว่าหินที่อยู่ข้างเคียงรอยเลื่อนอาจพาเอาหินพวกที่มีความทนทานน้อยมาอยู่ติดกับหินที่มีความทนทานมาก ทำให้เกิดความแตกต่างของการกักร้อนทำลายในบริเวณสองข้างของรอยเลื่อน (มหาวิทยาลัยมหิดล, มมป.) โดยสามารถจำแนกชนิดของรอยเลื่อนได้ ดังนี้

- 1) รอยเลื่อนปกติ (normal fault) เป็นรอยเลื่อนที่หินเพดานเลื่อนลง เมื่อเปรียบเทียบกับหินพื้น

2) รอยเลื่อนย้อน (reverse fault) เป็นรอยเลื่อนที่หินเพดา เลื่อนขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับหินพื้น ถ้ารอยเลื่อนย้อนมีค่ามุมเทเท่ากับหรือน้อยกว่า 45 องศาเซลเซียส เรียกว่า รอยเลื่อนย้อนมุมต่ำ (thrust fault)

3) รอยเลื่อนตามแนวระดับ (strike-slip fault) หรือรอยเลื่อนเลื่อนข้าง (transcurrent fault) เป็นรอยเลื่อนในหินที่สองฟากของรอยเลื่อนเคลื่อนตัวในแนวราบ



ภาพจาก <http://4.bp.blogspot.com/-5xSNIGoq0yE/UZtqDWlvEul/AAAAAAAAAENI/IEFQCndPJNU/s1600/af1-2.jpg>

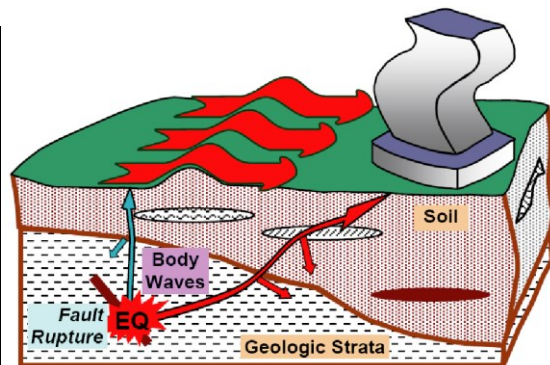
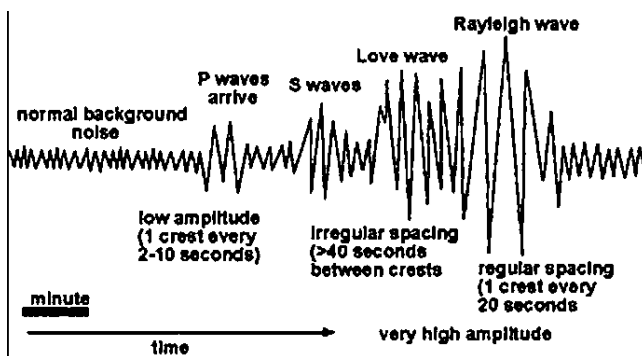
คลื่นไหวสะเทือน (seismic wave) เป็นคลื่นที่ถ่ายทอดพลังงานผ่านภายในโลก อาจเกิดจากแผ่นดินไหว การระเบิด หรือกิจกรรมอื่น ๆ ที่ก่อให้เกิดคลื่นความถี่ต่ำ :ซึ่งการเกิดแผ่นดินไหวสามารถก่อให้เกิดคลื่นไหวสะเทือนในหลายชนิดที่มีความเร็วแตกต่างกัน

1) คลื่นตัวกลาง (body wave) คือคลื่นที่เดินทางทะลุผ่านโลก เส้นทางการเคลื่อนที่ของคลื่นอาจหักเหให้เคลื่อนไปจากเส้นตรงเนื่องจากความแตกต่างของความหนาแน่นและความยืดหยุ่นของโครงสร้างภายในของโลก ในขณะที่เดียวกันคุณสมบัติเหล่านี้ของชั้นหินอาจเปลี่ยนไปตามอุณหภูมิ องค์ประกอบ และสถานะ การหักเหของคลื่นไหวสะเทือนเป็นไปในลักษณะเดียวกับคลื่นแสง แบ่งออกเป็นคลื่นตัวกลาง 2 ประเภท ได้แก่

- คลื่นปฐมภูมิ (primary wave หรือ p wave) เป็นคลื่นตัวกลางที่เกี่ยวข้องกับการบีบอัดและคลายตัวของวัสดุเนื่องจากความยืดหยุ่นเมื่อคลื่นเดินทางผ่านโดยไม่เกิดการหมุน ลักษณะของคลื่นประเภทนี้อาจเทียบได้กับคลื่นเสียงในอากาศ
- คลื่นทุติยภูมิ (secondary wave หรือ s wave) เป็นคลื่นตัวกลางที่เกี่ยวข้องกับการเฉือนและการหมุนของเนื้อวัสดุเมื่อคลื่นเดินทางผ่านโดยไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงทางปริมาตร

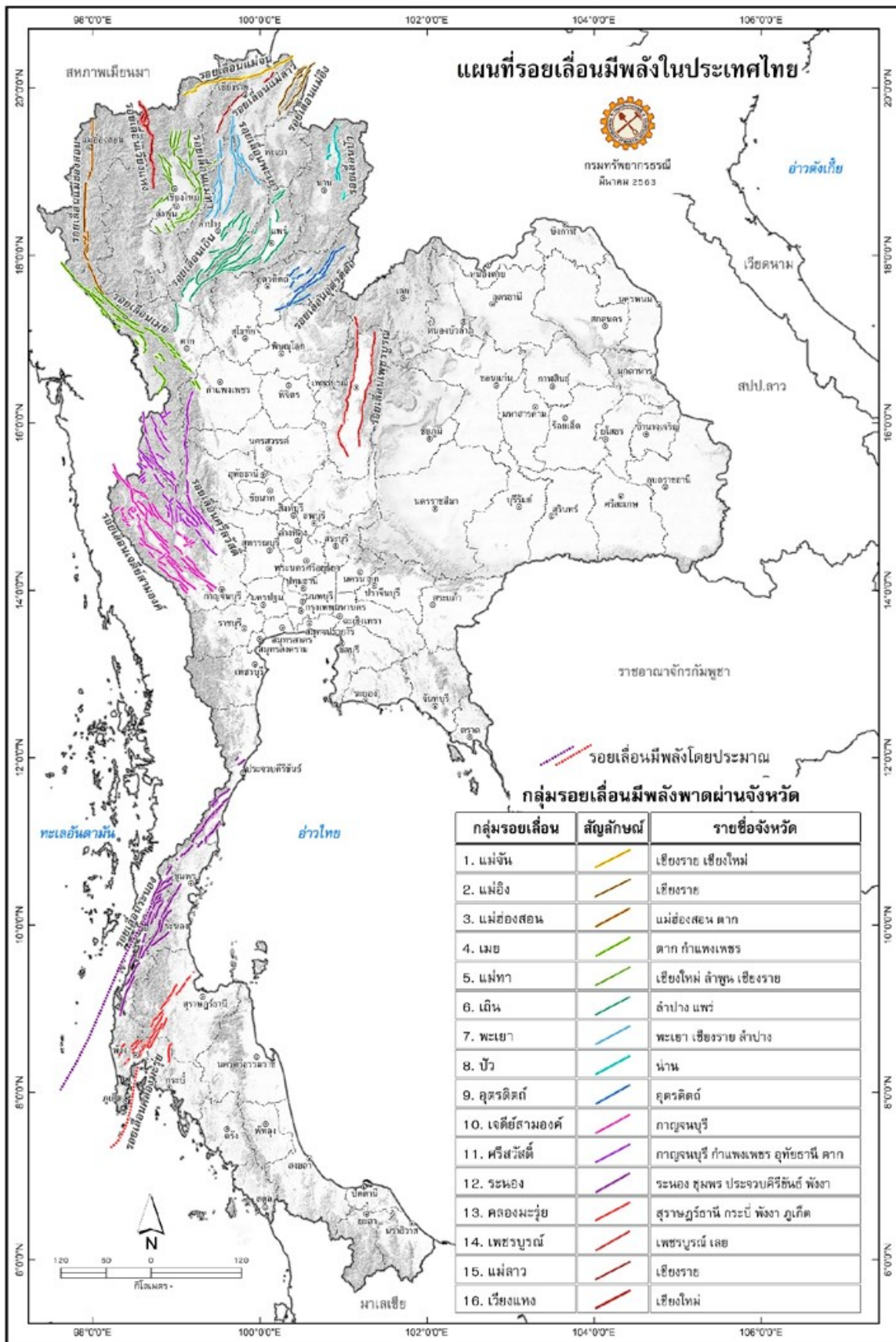
2) คลื่นพื้นผิว (surface wave) คือคลื่นที่เดินทางไปตามผิวโลกโดยไม่แพร่เข้าไปภายในของผิวโลกระดับลึก ส่วนใหญ่เกิดขึ้นในแผ่นดินไหวระดับตื้น คลื่นพื้นผิวนี้มีแอมพลิจูดสูงกว่าคลื่นในตัวกลางซึ่งหมายถึงระดับพลังงานที่สูงกว่า นั่นคือความเสียหายหลักจากแผ่นดินไหวเกิดจากคลื่นประเภทนี้ ในขณะที่คลื่นในตัวกลางจะก่อผลกระทบในระดับที่น้อยกว่า เนื่องจากการเคลื่อนที่ของคลื่นพื้นผิวใน 2 มิติ ซึ่งทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานที่น้อยกว่าการเคลื่อนที่ของคลื่นในตัวกลางซึ่งเป็น 3 มิติ คลื่นพื้นผิวที่เป็นที่รู้จักมี 2 ประเภท ได้แก่

- คลื่นเลิฟ (Love wave) คือคลื่นที่อนุภาคในตัวกลางเกิดการสั่นในแนวระดับตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นและไม่ก่อให้เกิดการกระจัดในแนวดิ่ง ในลักษณะเดียวกับการเลื้อยของงูไปตามผิวดิน
- คลื่นเรลีย์ (Rayleigh wave) คือคลื่นที่อนุภาคในตัวกลางเกิดการสั่นในแนวดิ่ง พื้นผิวโลกเกิดการเคลื่อนไหวในเชิงวงรีโดยมีแกนหลักในแนวแนวดิ่ง



ข้อมูลเพิ่มเติมจากวิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี

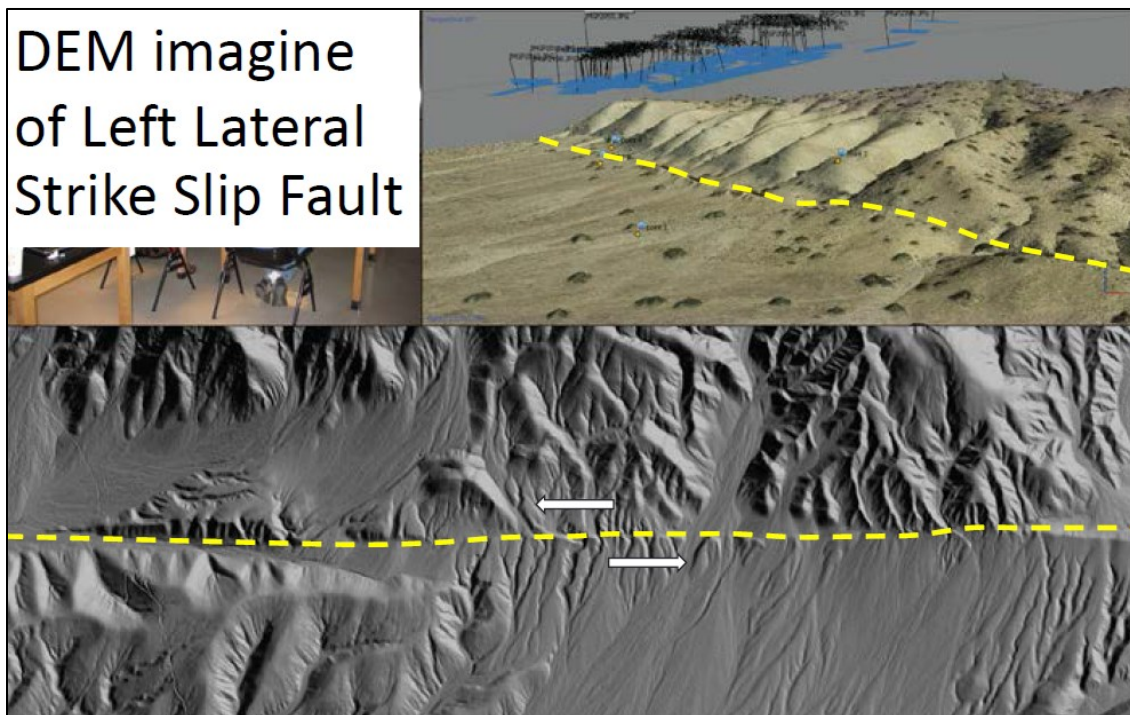
รอยเลื่อนมีพลัง (Active Fault) คือ พื้นที่ที่พบหลักฐานว่าเคยเกิดการเลื่อนหรือขยับตัวมาแล้วในช่วง 10,000 ปี ซึ่งบริเวณรอยเลื่อนมีพลังนี้จะพบแผ่นดินไหวบ่อยครั้ง รอยเลื่อนมีพลังมีโอกาที่จะขยับตัวได้อีกในอนาคต หน่วยงานที่รับผิดชอบในการขุดสำรวจรอยเลื่อนมีพลังในประเทศไทยได้แก่ กรมทรัพยากรธรณี ได้ระบุกลุ่มรอยเลื่อนมีพลังที่สำคัญของประเทศไทย 16 กลุ่มรอยเลื่อน ดังภาพ



การแบ่งส่วนรอยเลื่อนมีพลัง คือ การแบ่งรอยเลื่อนตามความยาวออกเป็นรอยเลื่อนเล็ก ๆ หลายจุด ซึ่งรอยเลื่อนมีพลังสามารถส่งผลกระทบต่อภูมิประเทศเปลี่ยนแปลง หรือการโค้งงอเมื่อเกิดการเลื่อน การแบ่งส่วนสามารถระบุความยาวของรอยเลื่อนในแผ่นดินไหว (ความยาวของรอยเลื่อนจนถึงจุดตัด) และยังสามารถคำนวณขนาดของแผ่นดินไหวได้ด้วย โดยมีวิธีการศึกษาเพื่อสำรวจรอยเลื่อนมีพลังต่าง ๆ ดังนี้

- 1) การรวบรวมจุดศูนย์กลางแผ่นดินไหวในพื้นที่ศึกษาเพื่อรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ความถี่
- 2) การใช้เทคโนโลยีรับรู้จากระยะไกล (remote sensing) โดยใช้การวิเคราะห์จากภาพถ่ายทางอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียม เพื่อระบุบริเวณที่เกิดรอยเลื่อนและการเปลี่ยนแปลง

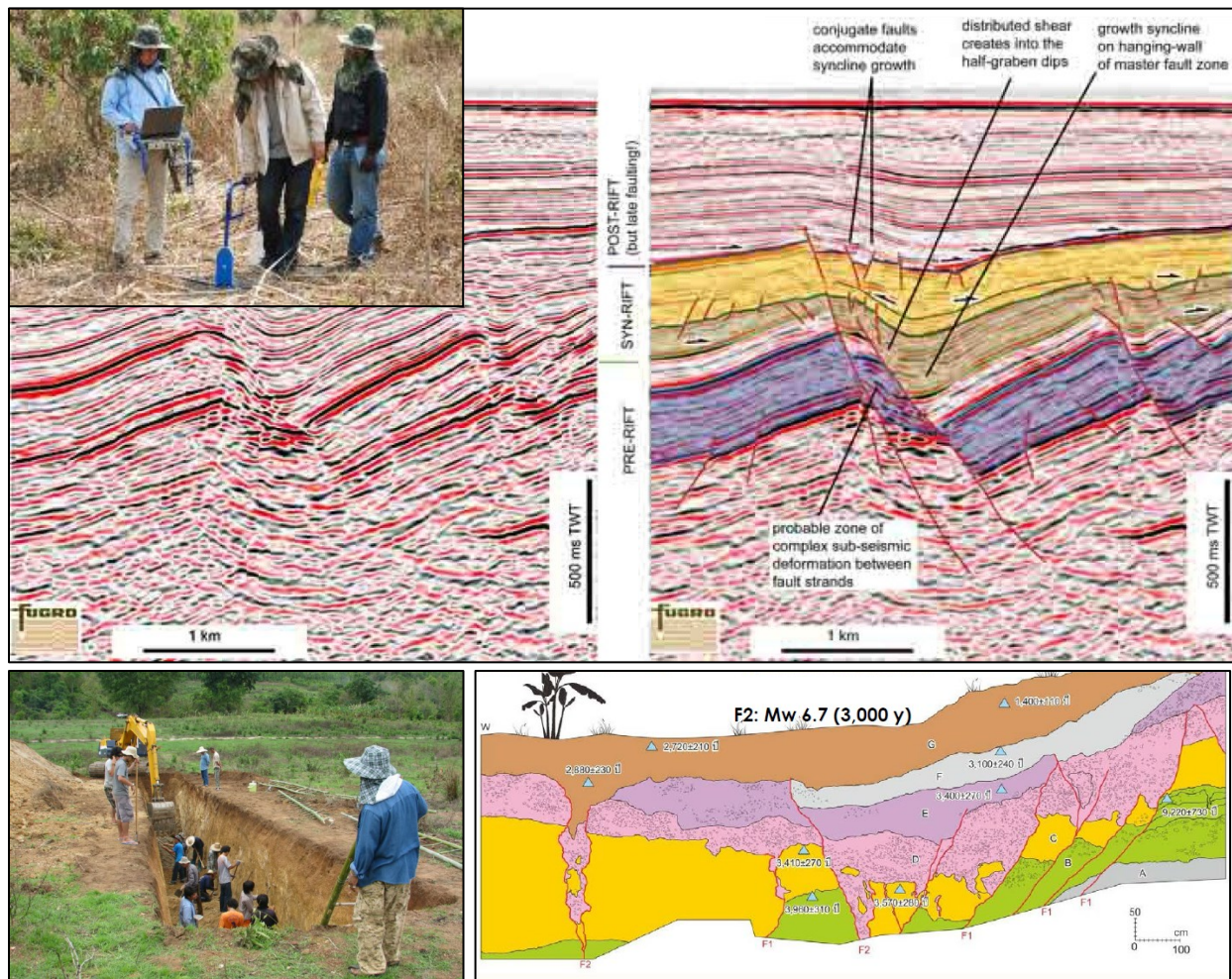
- ASTER image and DEM (15m)
- Aerial photograph
- Drone image
- SRTM DEM (90m)
- Landsat 7 ETM+ image (30m)



ภาพจาก

http://3.bp.blogspot.com/wqZU0UYdlt8/Vq6ere0_Ldl/AAAAAABos8/fn5GT0MN1Ro/s1600/2016_SCEC_ShortCourse_rsz2.png

3) การสำรวจภาคสนามโดยละเอียดเพื่อสร้างแผนที่ภูมิประเทศ การสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ (การถ่ายภาพการเรียงตัวชั้นดิน/หิน และการใช้เรดาร์ทะลупื้นดิน) และการขุดหลุมเจาะ (Trenching)



4) การเก็บตัวอย่างดิน หิน ตะกอนเพื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการหาอายุที่ใช้ไอโซโทปคาร์บอน (C-14 AMS) และการเปล่งแสง (luminescence) (TL/OSL)

5) การสำรวจและประมวลผลเพื่อจัดทำแผนที่ธรณีวิทยาและรอยเลื่อนมีพลัง

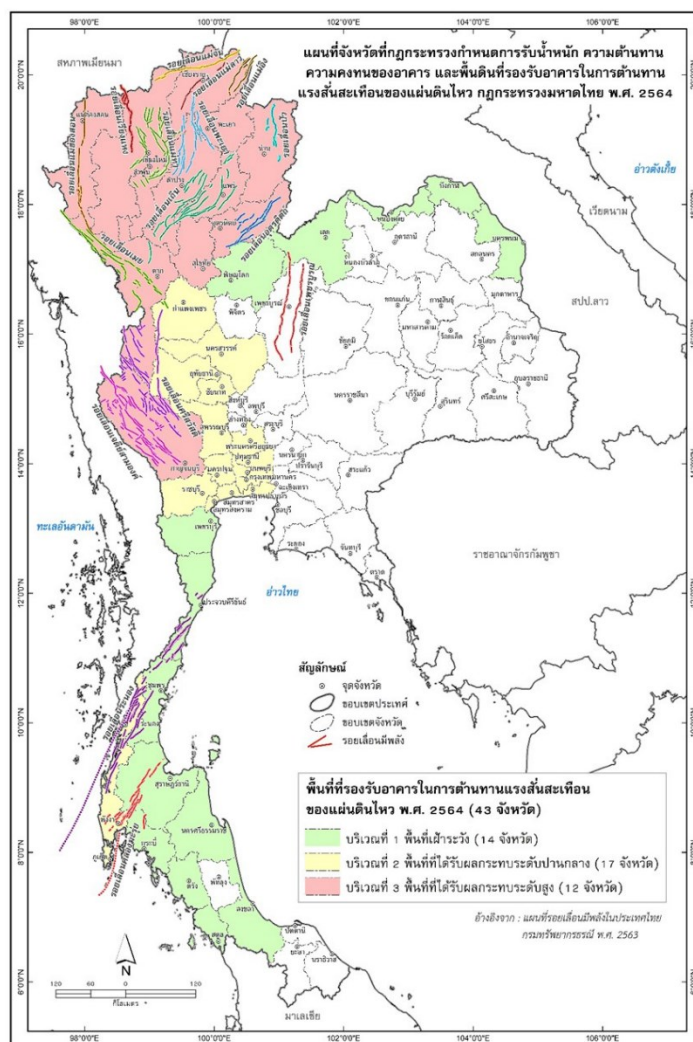
3.2.5 กฎหมายและแผ่นดินไหว

กฎกระทรวง (มหาดไทย) กำหนดการรับน้ำหนัก ความต้านทาน ความคงทนของอาคารและพื้นดินที่รองรับอาคารในการต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว พ.ศ. ๒๕๖๔ ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเมื่อวันที่ 4 มีนาคม 2564 เพื่อใช้บังคับแทนกฎกระทรวงกำหนดการรับน้ำหนักฯ ฉบับเดิม พ.ศ. 2550 โดยปรับปรุงบริเวณที่อาจได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหวให้เหมาะสมกับสภาพการณ์ปัจจุบันที่พบว่ามีพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหวในประเทศมากขึ้น จากเดิมมี บริเวณเฝ้าระวัง บริเวณที่ 1 และบริเวณที่ 2 โดยแบ่งใหม่เป็น 3 บริเวณ ได้แก่

– บริเวณที่ 1 (เดิมคือ บริเวณเฝ้าระวัง) มี 14 จังหวัด ได้แก่ กระบี่ ชุมพร สงขลา สุราษฎร์ธานี โดยมีหลายจังหวัดที่เพิ่มเติมขึ้นมา ได้แก่ ตรัง นครพนม นครศรีธรรมราช ปังกาฬ ประจวบคีรีขันธ์ พิชณุโลก เพชรบุรี เลย สตูล และหนองคาย และมีบางจังหวัดที่ปรับย้ายไปเป็นบริเวณที่ 2 (พังงา ภูเก็ต ระนอง)

– บริเวณที่ 2 (เทียบได้กับ บริเวณที่ 1 เดิม) เป็นบริเวณที่อาจได้รับผลกระทบในระดับปานกลาง มี 17 จังหวัด ได้แก่ กรุงเทพมหานคร นนทบุรี ปทุมธานี สมุทรปราการ สมุทรสาคร โดยมีจังหวัดที่ปรับย้ายมาจากบริเวณเฝ้าระวังเดิม คือ พังงา ภูเก็ต ระนอง และมีจังหวัดที่เพิ่มเติมขึ้นมา ได้แก่ กำแพงเพชร ชัยนาท นครปฐม นครสวรรค์ พระนครศรีอยุธยาราชบุรี สมุทรสงคราม สุพรรณบุรี และอุทัยธานี

– บริเวณที่ 3 (เทียบได้กับ บริเวณที่ 2 เดิม) เป็นบริเวณที่อาจได้รับผลกระทบในระดับสูง มี 12 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดเดิม 10 จังหวัด คือ กาญจนบุรี เชียงราย เชียงใหม่ ตาก น่าน พะเยาแพร่ แม่ฮ่องสอน ลำปาง และลำพูน และเพิ่มขึ้น 2 จังหวัด คือ สุโขทัย และอุดรดิตถ์



3.3 การเสวนา เรื่อง “การประเมินความเสี่ยงจากการเกิดแผ่นดินไหว กรณีการออกแบบอ่างเก็บน้ำ และมาตรการป้องกันและแก้ไขผลกระทบที่เกิดขึ้น” โดย นายธนู หาญพัฒน์พานิชย์ ผู้เชี่ยวชาญด้านธรณีวิทยา วิศวกรรม สมาคมธรณีวิทยาแห่งประเทศไทย

3.3.1 กฎหมายและแนวทางที่เกี่ยวข้อง

1) กฎกระทรวงกำหนดการรับน้ำหนัก ความต้านทาน ความคงทนของอาคาร และพื้นที่ดิน ที่รองรับอาคารในการต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว พ.ศ. 2564 มีพื้นที่บังคับ 3 พื้นที่ ได้แก่

บริเวณที่ 1 เป็นบริเวณเฝ้าระวัง มี 14 จังหวัด ได้แก่ กระบี่ ชุมพร สงขลา สุราษฎร์ธานี ตรัง นครพนม นครศรีธรรมราช บึงกาฬ ประจวบคีรีขันธ์ พิจิตร โขงเหล็ก เพชรบุรี เลย สตูล และหนองคาย

บริเวณที่ 2 เป็นบริเวณที่อาจได้รับผลกระทบในระดับปานกลาง มี 17 จังหวัด ได้แก่ กรุงเทพมหานคร นนทบุรี ปทุมธานี สมุทรปราการ สมุทรสาคร พังงา ภูเก็ต ระนอง กำแพงเพชร ชัยนาท นครปฐม นครสวรรค์ พระนครศรีอยุธยา ราชบุรี สมุทรสงคราม สุพรรณบุรี และอุทัยธานี

บริเวณที่ 3 เป็นบริเวณที่อาจได้รับผลกระทบในระดับสูง มี 12 จังหวัด ได้แก่ กาญจนบุรี เชียงราย เชียงใหม่ ตาก น่าน พะเยาแพร่ แม่ฮ่องสอน ลำปาง ลำพูน สุโขทัย และอุดรธานี

ใช้บังคับ

“ผู้ออกแบบ” หมายความว่า ผู้ออกแบบงานสถาปัตยกรรมหรือออกแบบ และคำนวณ งาน วิศวกรรม “ผู้ออกแบบและคำนวณ” หมายความว่า วิศวกรตามกฎหมายว่าด้วยวิศวกรซึ่งทำหน้าที่จัดทำรายการคำนวณ แบบแปลน และรายละเอียดในการก่อสร้างอาคารด้านวิศวกรรม

กรมชลประทาน ถูกบังคับอย่างไร....

(1) บริเวณที่ 1 และ 2

(ต) เชื่อนเก็บกักน้ำ เชื่อนทดน้ำ หรือฝายทดน้ำที่ตัวเขื่อนหรือตัวฝายมีความสูงตั้งแต่ 10 เมตร ขึ้นไป รวมถึงอาคารประกอบที่ใช้ในการบังคับหรือควบคุมน้ำของเขื่อนหรือของฝายดังกล่าว

(2) บริเวณที่ 3

(ญ) เชื่อนเก็บกักน้ำ เชื่อนทดน้ำ หรือฝายทดน้ำที่ตัวเขื่อนหรือตัวฝายมีความสูงตั้งแต่ 10 เมตร ขึ้นไปรวมถึงอาคารประกอบที่ใช้ในการบังคับหรือควบคุมน้ำของเขื่อน หรือของฝายดังกล่าว

บังคับอย่างไร

ข้อ 6 การออกแบบและคำนวณโครงสร้างอาคารตามข้อ 4 ให้ผู้ออกแบบและคำนวณ จัดโครงสร้างทั้งระบบ กำหนดรายละเอียดปลีกย่อยของชิ้นส่วนโครงสร้าง และบริเวณรอยต่อระหว่างปลายชิ้นส่วนโครงสร้างต่างๆ อย่างน้อยให้มีความเหนียวเป็นไปตามที่รัฐมนตรีโดยคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมอาคารประกาศกำหนดในราชกิจจานุเบกษาหรือหลักเกณฑ์ในเรื่องดังกล่าว ที่จัดทำโดยส่วนราชการอื่นที่มีหน้าที่และอำนาจในเรื่องนั้น การออกแบบและคำนวณโครงสร้างอาคารตามข้อ 4 ที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่ 2 หรือบริเวณที่ 3 ให้ผู้ออกแบบและคำนวณคำนวณให้อาคารสามารถรับแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวได้ด้วย โดยการคำนวณแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวต้องไม่ต่ำกว่าที่รัฐมนตรีโดยคำแนะนำของคณะกรรมการ ควบคุมอาคารประกาศกำหนดในราชกิจจานุเบกษา ผู้ออกแบบและคำนวณต้องเป็นผู้ได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม สาขาวิศวกรรมโยธา ตามกฎหมายว่าด้วยวิศวกร

ข้อ 7 ในกรณีที่ยังไม่มีประกาศของรัฐมนตรีตามข้อ 6 และยังไม่มีหลักเกณฑ์ การออกแบบและคำนวณโครงสร้างอาคารเพื่อดำเนินงานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวที่จัดทำโดยส่วนราชการอื่นที่มีหน้าที่และอำนาจในเรื่องนั้น การออกแบบและคำนวณโครงสร้างอาคารตามข้อ 4 ให้กระทำโดยนิติบุคคลซึ่งได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมหรือได้รับการรับรอง โดยนิติบุคคลซึ่งได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม โดยนิติบุคคลนั้นต้องมีวิศวกรระดับ วุฒิวิศวกร สาขาวิศวกรรมโยธิตามกฎหมายว่าด้วยวิศวกร เป็นผู้ให้คำแนะนำปรึกษาและลงลายมือชื่อ รับรองวิธีการคำนวณนั้นด้วย

ข้อ 8 การออกแบบและคำนวณโครงสร้างอาคารตามข้อ 4 ประเภทใดที่ประกาศ ของรัฐมนตรีตามข้อ 6 ยังไม่มีการกำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับการออกแบบและคำนวณโครงสร้างอาคารเพื่อดำเนินงานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวสำหรับอาคารประเภทนั้นไว้ และยังไม่มีหลักเกณฑ์ การออกแบบและคำนวณโครงสร้างอาคารเพื่อดำเนินงานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวที่จัดทำ โดยส่วนราชการอื่นที่มีหน้าที่และอำนาจในเรื่องนั้น การออกแบบและคำนวณโครงสร้างอาคารดังกล่าว ให้กระทำโดยนิติบุคคลซึ่งได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุมหรือได้รับการรับรอง โดยนิติบุคคลซึ่งได้รับใบอนุญาตประกอบวิชาชีพวิศวกรรมควบคุม โดยนิติบุคคลนั้นต้องมีวิศวกรระดับวุฒิวิศวกร สาขาวิศวกรรมโยธา ตามกฎหมายว่าด้วยวิศวกร เป็นผู้ให้คำแนะนำปรึกษาและ ลงลายมือชื่อรับรองวิธีการคำนวณนั้นด้วย

การออกแบบและคำนวณระดับความรุนแรงของแผ่นดินไหวของอาคารตามวรรคหนึ่ง ให้ผู้ออกแบบและคำนวณใช้ค่าระดับความรุนแรงของแผ่นดินไหวไม่ต่ำกว่าระดับที่กำหนดไว้ในประกาศ ของรัฐมนตรีตามข้อ 6

ประเภทโครงการที่เกี่ยวข้องกับ EIA

- 1) อาคารที่ต้องออกแบบด้านทานแผ่นดินไหว ซึ่งเป็นอาคารที่อยู่ในบริเวณพื้นที่บังคับ
- 2) สะพานหรือทางยกระดับ
- 3) อุโมงค์ที่ใช้เป็นเส้นทางคมนาคมขนส่ง
- 4) เขื่อนกักเก็บน้ำหรือเขื่อนทดน้ำ

3.3.2 ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง การออกแบบและคำนวณโครงสร้างอาคารเพื่อต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว พ.ศ. 2564

ข้อ 4 ประกาศนี้ให้ใช้กับการออกแบบและคำนวณโครงสร้างอาคารที่กำหนดตามกฎหมายกระทรวง เว้นแต่การออกแบบและคำนวณโครงสร้างอาคารดังต่อไปนี้ ให้การคำนวณแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว เป็นไปตามหลักเกณฑ์ในเรื่องดังกล่าวที่จัดทำโดยส่วนราชการอื่นที่มีหน้าที่และอำนาจในเรื่องนั้น และให้ใช้ค่าระดับความรุนแรงของแผ่นดินไหวไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในประกาศนี้

(1) สะพานหรือทางยกระดับ รวมถึงอาคารที่ใช้ในการควบคุมการจราจรของสะพาน หรือทางยกระดับดังกล่าว

(2) อุโมงค์ที่ใช้เป็นเส้นทางคมนาคมขนส่ง

(3) เขื่อนเก็บกักน้ำ เขื่อนทดน้ำ หรือฝายทดน้ำ รวมถึงอาคารประกอบที่ใช้ในการบังคับ หรือควบคุมน้ำของเขื่อน หรือของฝายดังกล่าว

(4) เครื่องเล่นตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมเครื่องเล่น

ทั้งนี้ ในประกาศกระทรวงได้กล่าวถึงการสร้างเขื่อนเก็บกักน้ำ เขื่อนทดน้ำ หรือฝายทดน้ำ รวมถึงอาคารประกอบที่ใช้ในการบังคับ หรือควบคุมน้ำของเขื่อน หรือของฝายดังกล่าว โดยมี 2 เรื่องที่เกี่ยวข้องกับโครงการพัฒนาแหล่งน้ำ คือ เขื่อน และอ่างเก็บน้ำ หรือโครงการสร้างอาคารบังคับน้ำ หรือลุ่มน้ำสายหลักที่ต้องจัดทำรายงาน EIA โดยเขื่อน หรืออ่างเก็บน้ำ จะใช้มาตรฐาน ICOLD ในการศึกษาแผ่นดินไหวเป็นหลัก แต่ในส่วนของการจัดทำอาคารบังคับน้ำ หรือลุ่มน้ำสายหลักที่ต้องทำ EIA ให้ใช้ค่าตอบสนองเชิงสเปกตรัม (ค่าความเร่งตอบสนองเชิงสเปกตรัม) ในการออกแบบตามประกาศกระทรวงมหาดไทย เนื่องจากใน ICOLD ไม่พูดถึงอาคารบังคับน้ำ หรือประตูน้ำ

3.3.3 มาตรฐานการออกแบบอาคารต้านทานความสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว ของกรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย พ.ศ. 2564 (มยผ. 1301/1302-61)

มาตรฐานนี้สามารถนำไปใช้ในการคำนวณออกแบบอาคารทั่วไป ซึ่งรวมถึง อาคารขนาดเล็ก อาคารขนาดปานกลาง และอาคารสูง ทั้งที่มีรูปทรงสม่ำเสมอ (Regular) และไม่สม่ำเสมอ (Irregular) แต่ไม่ครอบคลุมถึงการออกแบบโครงสร้างสะพาน เขื่อน โครงสร้างชลประทาน ถังน้ำ เสาส่งไฟฟ้า เสาส่งสัญญาณวิทยุ บำบัดโฆษณา โครงสร้างที่อยู่ใต้ดิน เตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์ และโครงสร้างอื่นๆ ที่ไม่ได้เป็นลักษณะอาคาร

ข้อกำหนดต่าง ๆ ในมาตรฐานนี้ เป็นขั้นต่ำสุดที่จำเป็นต่อการออกแบบอาคาร เพื่อให้อาคารมีความปลอดภัย และเพื่อจำกัดผลกระทบในรูปแบบต่าง ๆ ของแรงแผ่นดินไหวที่มีต่ออาคารให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ตามเกณฑ์มาตรฐานสากล

อาคารต่อไปนี้ไม่มีความจำเป็นต้องออกแบบให้ต้านทานการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวตามข้อกำหนดในมาตรฐานนี้

(1) อาคารที่พักอาศัยแบบหลังเดี่ยว สูงไม่เกิน 2 ชั้น ที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่มีค่า S_s น้อยกว่า 0.4 หรือที่มีประเภทการออกแบบแรงแผ่นดินไหว (หัวข้อ 1.6) เป็นแบบ ก ข หรือ ค

(2) อาคารที่ใช้เก็บพืชผลการเกษตร

วิธีการวิเคราะห์โครงสร้างเพื่อคำนวณผลของแรงแผ่นดินไหวที่อนุญาตให้ใช้ได้

ประเภทการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหว	ลักษณะโครงสร้าง	วิธีแรงสถิตเทียบเท่า	วิธีสเปกตรัมการตอบสนองแบบโหมด	วิธีวิเคราะห์การตอบสนองแบบประวัติเวลา
ข, ค	โครงสร้างอาคารทุกรูปแบบ	อนุญาต	อนุญาต	อนุญาต
ง	อาคารที่มีประเภทความสำคัญ แบบ I หรือ II ที่ใช้โครงสร้างเบา (Light-frame Construction)	อนุญาต	อนุญาต	อนุญาต
	อาคารแบบอื่น ๆ ที่มีประเภทความสำคัญ แบบ I หรือ II และมีความสูงไม่เกิน 2 ชั้น	อนุญาต	อนุญาต	อนุญาต
	อาคารที่มีรูปทรงโครงสร้างสม่ำเสมอ และมีความสูงไม่เกิน 50 เมตร	อนุญาต	อนุญาต	อนุญาต
	อาคารนอกแอ่งกรุงเทพฯ ที่มีรูปทรงโครงสร้างสม่ำเสมอที่สูงเกิน 50 เมตรและมีคาบการสั่นพื้นฐานน้อยกว่า $3.5T_s$	อนุญาต	อนุญาต	อนุญาต
	อาคารที่มีความสูงไม่เกิน 50 เมตร และมีความไม่สม่ำเสมอของรูปทรงโครงสร้างในแนวระนาบ แบบ 2, 3, 4, หรือ 5 หรือในแนวตั้ง แบบ 4, 5 ก หรือ 5ข	อนุญาต	อนุญาต	อนุญาต
	อาคารแบบอื่น ๆ	ไม่อนุญาต	อนุญาต	อนุญาต

ทั้งนี้ อาคารแบบอื่นๆ หมายความว่า อาคารอื่นๆ ที่ไม่ได้อยู่ใน มยผ. ซึ่งจะไม่อนุญาตให้ใช้วิธีแรงสถิตเทียบเท่า เช่น เชื้อเพลิง สะพาน อุโมงค์ เป็นต้น

3.3.4. International Commission on Large Dams (ICOLD)

เป็นวิธีที่ใช้ในการออกแบบเขื่อนเพื่อต้านทานแผ่นดินไหว มีวิธีการประเมินแผ่นดินไหว 2 วิธี ได้แก่ 1) deterministic procedure และ 2) probabilistic seismic hazard โดยมีรายละเอียดที่ใช้ในการออกแบบ ดังนี้

Safety Evaluation Earthquake (SEE) คือ ระดับสูงสุดของการเคลื่อนที่ของพื้นดินที่ควรออกแบบหรือวิเคราะห์ สำหรับเขื่อนที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสังคมอย่างมาก ซึ่งใช้แทนคำว่า Maximum Credible Earthquake (MCE) คือ ค่าขนาดแผ่นดินไหวสูงสุดที่คาดว่าจะเกิดขึ้นต่อเขื่อน และ Design Basis Earthquake (DBE) โดยเขื่อนต้องออกแบบให้รองรับ SEE ตามมาตรฐานของ ICOLD

Operating Basis Earthquake (OBE) คือ ระดับการเคลื่อนที่ของพื้นดินในบริเวณที่ตั้งเขื่อน ซึ่งสามารถยอมรับได้เฉพาะความเสียหายเล็กน้อย โดยที่เขื่อนและโครงสร้างเขื่อนควรยังคงใช้งานได้ และความเสียหายสามารถซ่อมแซมได้ง่าย OBE สามารถวิเคราะห์ความเสียหายทางเศรษฐกิจ แต่อาจไม่สามารถทำได้จริงหรือเป็นไปได้เสมอไป ในหลายกรณี จะเหมาะที่เลือกระยะเวลาของการเกิดซ้ำ (return period) ขั้นต่ำ 145 ปี (นั่นคือความน่าจะเป็นร้อยละ 50 ที่จะไม่เกิดขึ้นใน 100 ปี)

Reservoir – Triggered Earthquake (RTE) คือ ระดับสูงสุดของการเคลื่อนที่ของพื้นดินที่สามารถกระตุ้นที่บริเวณเขื่อนได้ โดยการถม การดึงออก หรือการมีอยู่ของอ่างเก็บน้ำ การพิจารณาของ RTE โดยทั่วไปเชื่อมโยงกับเขื่อนที่สูงกว่าประมาณ 100 เมตร หรือกับอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ (ความจุมากกว่าประมาณ 500 Mm³) และกับเขื่อนใหม่ที่มีขนาดเล็กกว่าแต่ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีความอ่อนไหวหรืออยู่ในพื้นที่รอยเลื่อนมีพลัง

Construction Earthquake เป็นขั้นตอนในการก่อสร้างที่สำคัญและโครงสร้างชั่วคราว เช่น เขื่อนกันน้ำ โครงสร้างกันดิน ฯลฯ จำเป็นต้องตรวจสอบความปลอดภัยของแผ่นดินไหวด้วย ระยะเวลาของการเกิดซ้ำ (return period) ของแผ่นดินไหวดังกล่าว ขึ้นอยู่กับประเภทของโครงสร้าง ระยะเวลาการใช้งานและความเปราะบางของแผ่นดินไหว

Design Earthquake of Appurtenant Structures การออกแบบแผ่นดินไหวของโครงสร้างที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ penstocks, powerhouses, intake structures, rock caverns ฯลฯ ควรได้รับการออกแบบให้สอดคล้องกับรหัสแผ่นดินไหวที่ใช้บังคับสำหรับอาคารหรือโครงสร้างอื่นๆ ดังนั้น การเคลื่อนที่ภาคพื้นดินของแผ่นดินไหวที่ออกแบบเฉพาะสถานที่ควรมีระยะเวลาของการเกิดซ้ำ (return period) เท่ากับที่ระบุไว้ในรหัสอาคารเกี่ยวกับแผ่นดินไหว ซึ่งโดยทั่วไป คือ 475 ปี สำหรับโครงสร้างที่มีความสำคัญต่อความปลอดภัยของเขื่อน เช่น ทางออกด้านล่าง ประตูน้ำล้น และแหล่งจ่ายไฟ การออกแบบต้องยึดหลักการประเมินความปลอดภัยแผ่นดินไหว หรือ SEE

Seismic Input Parameters for Analysis โดยทั่วไปสำหรับการวิเคราะห์เขื่อนจะรวมถึง acceleration time histories, spectral acceleration หรือ peak ground acceleration developed by either a deterministic or a probabilistic approach ดังนี้

(a) For extreme or high consequence dams the SEE ground motion parameters should be estimated at the 84th percentile level if developed by a deterministic approach, and need not have a mean annual exceedance probability (AEP) smaller than 1/10,000 if developed by a probabilistic approach.

(b) For moderate consequence dams the SEE ground motion parameters should be estimated at the 50th to 84th percentile level if developed by a deterministic approach, and need not have a mean AEP smaller than 1/3,000 if developed by a probabilistic approach.

(c) For low consequence dams the SEE ground motion parameters should be estimated at the 50th percentile level if developed by a deterministic approach and need not have a mean AEP smaller than 1/1,000 if developed by a probabilistic approach.

(d) The ground motions for the OBE will usually have a mean AEP of about 1/145.

อย่างไรก็ตาม จะพิจารณาให้ใช้ probabilistic เป็นหลัก เพราะมีข้อดีกว่า deterministic เนื่องจากให้ข้อมูลเกี่ยวกับแผ่นดินไหว ตั้งแต่ขนาดเล็กไปถึงขนาดใหญ่ และแหล่งแผ่นดินไหวทุกแหล่งที่มี แต่ deterministic

ให้ข้อมูลแผ่นดินไหวขนาดใหญ่เพียงอย่างเดียว

ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นในการกำหนด high Risk และ Low Risk จะอ้างอิงตามแนวทางของประเทศอังกฤษ (An engineering guide to seismic risk to dams in the United Kingdom) เนื่องจากเป็นประเทศที่เกิดแผ่นดินไหวใกล้เคียงกับประเทศไทย

ทั้งนี้ วิทยาการได้นำเสนอขั้นตอนการประเมินและการออกแบบแผ่นดินไหวทางวิศวกรรม ซึ่งต้องใช้ข้อมูลทางธรณีวิทยาประกอบการประเมินตามมาตรฐาน Federal Guidelines for Dam Safety (FEMR) และแสดงผลการประเมิน ได้แก่ period of vibration, return period, max ground motion, control earthquake และ uncertainty ซึ่งเป็นผลการออกแบบทางวิศวกร โดยมาตรฐานดังกล่าวแนะนำให้ใช้วิธี deterministic

และ probabilistic ทั้งสองวิธีรวมกัน

4. คำถาม และข้อเสนอแนะ/ข้อคิดเห็นของผู้เข้าร่วมเสวนา และคำตอบของวิทยากร

4.1 โครงการควรมีระยะห่างจากบริเวณเสี่ยงหลุมยุบหรือพื้นที่ที่เป็นดินเหลวเท่าไร จึงจะเหมาะสม

ตอบ 1) การเกิดหลุมยุบ (Sinkhole) เกิดได้ 2 กรณี คือ บริเวณหินปูน และเหมืองเกลือ ซึ่งจะมีลักษณะเป็นโพรงอยู่ใต้พื้นดิน โดยปัจจุบันกรมทรัพยากรธรณีได้จัดทำแผนที่เสี่ยงหลุมยุบซึ่งสามารถนำไปใช้ได้ หากโครงการตั้งอยู่ในพื้นที่เสี่ยงให้จัดทำมาตรการตามความเหมาะสมตามให้อยู่ใน Safety factor 2) กรณีดินเหลว ต้องประเมินพื้นที่ความเสี่ยงและหามาตรการทางวิศวกรรม

4.2 กรณีที่ใช้แผนที่ประกอบการจัดทำข้อมูลโครงการ และบริเวณดังกล่าวต้องใช้ระวางแผนที่หลายชุด ซึ่งอาจมีการเชื่อมต่อข้อมูลไม่ตรงกันหรือหายไป จะมีวิธีแก้ไขอย่างไรบ้าง

ตอบ เนื่องจากการจัดทำแผนที่บางครั้งมีการจัดทำโดยบุคลากรหลายคน ดังนั้น บริษัทที่ปรึกษาหรือผู้จัดทำข้อมูลควรจัดทำข้อมูลบริเวณเชื่อมต่อขึ้นมา และสามารถนำไปแสดงกับแผนที่ที่มีความละเอียดที่หยากกว่า (แผนที่ขนาดใหญ่ เช่น 1:250,000) ซึ่งจะช่วยให้การแสดงผลเปรียบเทียบดีขึ้น

4.3 หน่วยงานใดเป็นผู้รายงานการเกิดแผ่นดินไหว และมีความคลาดเคลื่อนมากน้อยเพียงใด รวมถึงความคลาดเคลื่อนของการลากเส้นแนวรอยเลื่อนด้วย ทั้งนี้ การประเมินความเสี่ยงควรพิจารณาจากเส้นรอยเลื่อนหรือจุดศูนย์กลางแผ่นดินไหว

ตอบ 1) การรายงานธรณีพิบัติภัย แผ่นดินไหว โดยกรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งความคลาดเคลื่อนในการรายงานจะอยู่ในระดับที่สามารถยอมรับได้ ส่วนการลากเส้นแนวรอยเลื่อนจะไม่คลาดเคลื่อน (ดำเนินการโดนกรมทรัพยากรธรณี) เนื่องจากลากตามแนวของรอยแตกหรือร่องรอยเดิมที่มีอยู่แล้ว 2) การประเมินความเสี่ยงให้ใช้ข้อมูลรอยเลื่อน ไม่จำเป็นต้องใช้จุดศูนย์กลางแผ่นดินไหว

4.4 การคำนวณค่าแผ่นดินไหวสูงสุดที่พิจารณา (Maximum. Considered Earthquake, MCE) ทางกรมทรัพยากรธรณีจะเป็นผู้จัดทำทั่วประเทศหรือไม่

ตอบ การจำทำค่า MCE ต้องเป็นความรับผิดชอบของเจ้าของโครงการหรือบริษัทที่ปรึกษา

4.5 แผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหวและรอยเลื่อนมีพลังของกรมทรัพยากรธรณีสามารถใช้เป็นแผนที่ประกอบการศึกษาได้หรือไม่

ตอบ แผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหว รอยเลื่อน ของกรมทรัพยากรธรณีที่เผยแพร่บนเว็บไซต์เป็นแผนที่ทางการสามารถนำไปใช้ประกอบการศึกษาได้

4.6 ค่าความถี่คลื่นสั่นสะเทือน (Frequency) มีวิธีการตรวจวัดมาตรฐานอะไร และต้องดำเนินการตรวจวัดเองใช้หรือไม่

ตอบ การตรวจวัดจะไม่ระบุวิธีหรือเครื่องมือไว้ เนื่องจากมีหลายวิธีมาตรฐาน ซึ่งอาจมีความเหมาะสมแตกต่างกันไปตามปัจจัยต่าง ๆ รวมถึงวิธีการที่บริษัทที่ปรึกษาสามารถดำเนินการได้ด้วย ทั้งนี้ เจ้าของโครงการหรือบริษัทที่ปรึกษาจะต้องเป็นผู้ตรวจวัดเอง โดยใช้การวัดจากโหมดพื้นฐาน จากนั้นค่อยนำไปจำลองในสถานการณ์ต่าง ๆ ตามที่ต้องการหรือเกี่ยวข้อง ซึ่งการตรวจวัดแบบนี้จะมีความสำคัญในด้านอาคารมากกว่าเขื่อน

4.7 กรณีถนน (พระราม 2) เป็นคลื่น มาจากสาเหตุทางธรณีวิทยาหรือไม่ อย่างไร

ตอบ เส้นถนนพระราม 2 ตั้งอยู่ในบริเวณที่เป็นดินอ่อน (ดินตะกอนทะเล) จึงมักเกิดการทรุดตัว และเมื่อมีโครงสร้างเพิ่มขึ้น เช่น เสา สะพาน ทำให้มีการทรุดตัวเพิ่ม และแม้จะใช้วิธีการตอกหมุดเสาเข็มก็ยังไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ซึ่งสามารถยกเป็นตัวอย่างการดำเนินการในพื้นที่ที่ไม่เหมาะสม

4.8 การหาค่า MCE เป็นไปได้หรือไม่ที่รอยเลื่อนที่อยู่ไกลกว่าจะมีค่าสูงกว่ารอยเลื่อนที่อยู่ใกล้

ตอบ การคำนวณและประเมินผลกระทบจากแผ่นดินไหวจะใช้ตัวแปร คือ ความยาวรอยเลื่อน (Magnitude) และระยะห่างจากรอยเลื่อน (Distance) ซึ่งรอยเลื่อนที่อยู่ไกลกว่าอาจมีค่า MCE สูงกว่าได้ หากเป็นรอยเลื่อนขนาดใหญ่

4.9 การขุดหลุมเจาะ (Trenching) ควรดำเนินการและเลือกจุดอย่างไร

ตอบ ในกรณีที่ไม่สามารถขุดเจาะได้จนกว่าจะเป็นช่วงดำเนินโครงการ สามารถใช้ข้อมูลอ้างอิงจากบริเวณใกล้เคียงกันก่อนได้ ส่วนการเลือกจุดขุด ต้องดูลักษณะทางธรณีวิทยาประกอบ (บริเวณร่องเขา ร่องน้ำ)

4.10 แบบจำลองลดทอนพลังงานนอกจากวิธีการแบบ NGA-West2 สามารถใช้วิธีอื่นได้หรือไม่

ตอบ ปัจจุบันมีการใช้ตัวนี้ และมีการเทียบค่าที่ค่อนข้างตรง แต่ก็สามารถใช้วิธีการอื่นได้

4.11 การขุด Trenching หากไม่สามารถดำเนินการในพื้นที่โครงการได้ มีกำหนดหรือไม่ว่าไม่ควรเกินระยะทางเท่าไร

ตอบ ไม่ได้กำหนด เพียงแต่ควรเลือกจุดทำการศึกษาที่อยู่ในแนวรอยเลื่อนเดียวกัน แต่กรณีที่ห้วงงาน (เขื่อน) อยู่บริเวณที่เป็นรอยเลื่อนก็ไม่ควรทำ ในกรณีที่หาแนวรอยเลื่อนบริเวณพื้นที่โครงการหรือบริเวณใกล้เคียงไม่ได้ ก็ไม่จำเป็นต้องทำ

4.12 รอยเลื่อนหลักและรอยเลื่อนย่อย มีความแตกต่างกันอย่างไร

ตอบ ปกติแล้ว การจำแนกรอยเลื่อนหลักและรอยเลื่อนย่อย เป็นการกำหนดตามมุมมอง แท้จริงแล้วรอยเลื่อนหลักจะประกอบไปด้วยรอยเลื่อนย่อยหลาย ๆ แห่ง ทั้งนี้ จะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ยกเว้นจะมีการคลื่นตัวรุนแรง

4.13 แผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ทั้งสองระวางไม่สามารถต่อกันได้ อยากทราบแนวทางการแก้ไข และการใช้งานของกรมทรัพยากรธรณี และคณะกรรมการผู้ชำนาญการฯ เนื่องจากบางโครงการมีพื้นที่โครงการที่ต้องใช้ข้อมูลทั้งสองระวาง

ตอบ ในการทำแผนที่ทางธรณีวิทยามีผู้ทำข้อมูลหลายคน ข้อมูลอาจแตกต่างกัน ดังนั้น จึงทำให้รอยต่อของแผนที่ไม่ต่อเนื่องกัน โดยมีวิธีการแก้ไข คือ

1) บริษัทที่ปรึกษาควรรวบรวมข้อมูลทางธรณีวิทยาที่มี โดยใช้แผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ทั้งสองระวาง เพื่อเชื่อมต่อข้อมูลกัน และ

2) ในกรณีที่ทำในข้อ 1 ไม่ได้ ให้ใช้แผนที่มาตราส่วน 1:50,000 แสดงไว้ในรายงาน EIA ให้ชัดเจน และแสดงแผนที่ขยายมาตราส่วน 1:250,000 เพื่อเป็นการเชื่อมต่อข้อมูล

4.14 จากรูปในสไลด์รอยเลื่อนกับแผ่นดินไหว ซึ่งจะเห็นได้ว่าจุดศูนย์กลางแผ่นดินไหว เฉียงไปไม่ตรงกับแนวตำแหน่งรอยเลื่อน แต่ในปัจจุบันการประเมินแผ่นดินไหว จากตำแหน่งแผ่นดินไหวที่มีโอกาสเกิดสูงสุดที่บริเวณรอยเลื่อนจากแผนที่รอยเลื่อนของกรมทรัพยากรธรณี ดังนั้น ถือว่าเป็นการคำนวณตำแหน่งแผ่นดินไหวมาผิดหรือไม่

ตอบ ตำแหน่งศูนย์กลางของการเกิดแผ่นดินไหว รายงานโดยกรมอุตุนิยมวิทยา ซึ่งจะมีค่า error อยู่แล้ว แต่สามารถยอมรับได้ทางสถิติ และการคำนวณตำแหน่ง X และ Y ของศูนย์กลางการเกิดแผ่นดินไหวมีการ error เป็นปกติ แต่สามารถอนุมานได้ว่ามันเกิดขึ้นจากรอยเลื่อนนั้นได้ หากต้องการความแม่นยำต้องใช้โปรแกรมในการคำนวณต่อไป

4.15 ในปัจจุบันการนำแผนที่รอยเลื่อนมีพลังของกรมทรัพยากรธรณีมาใช้ในการคำนวณค่า MCE ซึ่งเป็นการใช้ค่าความยาวจากแผนที่มาใช้คำนวณ ในอนาคตทางกรมทรัพยากรธรณีจะสามารถกำหนดค่าและคำนวณค่า MCE จากรอยเลื่อนย่อยแต่ละอันมาใช้เป็นค่ามาตรฐานเดียวกันสำหรับการใช้งานทุกประเภทหรือไม่

ตอบ ผู้ใช้งานควรคำนวณค่า MCE เอง เนื่องจากค่าดังกล่าว ต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ในการประเมิน

4.16 แผนที่รอยเลื่อนมีพลัง ปี พ.ศ. 2566 ที่เพิ่มเติม คือ รอยเลื่อนย่อยในกลุ่มรอยเลื่อนเพชรบูรณ์ แผนที่ตัวนี้เป็นทางการหรือยัง

ตอบ เนื่องจากเป็นข้อมูลที่ลงเผยแพร่ทางเว็บไซต์ของกรมทรัพยากรธรณีแล้ว ดังนั้น ถือว่าเป็นข้อมูลที่เป็นทางการแล้ว

4.17 วิธีการเลือกพื้นที่และวิธีการขุด trench ให้เจอรอยเลื่อนมีพลัง

ตอบ ต้องใช้ความรู้ทางด้านธรณีวิศวกรรม โดยพิจารณาลักษณะทางกายภาพหรือรูปพรรณสัณฐานที่เกิดขึ้นบนแผ่นเปลือกโลกที่แสดงว่ารอยเลื่อนมีพลังตัดผ่าน เช่น ผาสามเหลี่ยม ทางน้ำหักโค้ง และวิธีการขุด trench ให้ชุดเครื่องมือรอยเลื่อนนั้น ให้มากที่สุด

5. ผลการวัดระดับความรู้จากการเสวนา

จำนวนของผู้เข้ารับการเสวนาที่มีคะแนนเพิ่มขึ้นภายหลังการเสวนา คิดเป็นร้อยละ 91.59 ของจำนวนผู้เข้าร่วมทั้งหมด (มีผู้ทำแบบทดสอบก่อนและหลัง จำนวน 107 คน)

6. ผลการประเมินการเสวนาจากผู้ร่วมการเสวนา

ประเด็น	ร้อยละ
ได้รับประโยชน์จากการเสวนา	87.67
สามารถนำความรู้และประสบการณ์ไปใช้ได้	83.67
ความพึงพอใจต่อการเสวนาในภาพรวม	85.67

7. ความคิดเห็น / ข้อเสนอแนะ ในการเสวนา

คำชมเชย

- เป็นการอบรมที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดทำรายงาน และเป็นประโยชน์ต่อพนักงานน้องใหม่ที่เข้ามาทำงานในสายที่ปรึกษาสิ่งแวดล้อม
- ได้ความรู้เพิ่มเติมมากขึ้นค่อนข้างมาก
- ควรมีการจัดอบรมให้ความรู้ในลักษณะนี้ให้มีความถี่มากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

- เนื้อหามีค่อนข้างมาก ควรเพิ่มระยะเวลาในการบรรยาย และควรจัดประชุมแบบ on site
- รายละเอียดการบรรยายส่วนใหญ่เป็นความรู้เฉพาะทาง ทำให้เข้าใจในภาพรวมได้เท่านั้น
- อยากให้มีการจัดอบรมออนไลน์อีกหลาย ๆ หัวข้อ

8. หัวข้อที่ต้องการให้มีการจัดเสวนาในครั้งต่อไป

- การประเมินผลกระทบเศรษฐกิจและสังคม
- แนวทางการประเมินผลกระทบด้านโครงสร้างพื้นฐานทางบก
- แผ่นดินไหวกับเขื่อน
- โครงการพัฒนาแหล่งน้ำ
- การประเมินผลกระทบโครงการคมนาคม
- การประเมินความสั่นสะเทือน
- การประเมินผลกระทบด้านการบดบังแสงแดดและลมเพิ่มเติม
- การประเมินผลกระทบด้านประวัติศาสตร์และโบราณคดี ทัศนียภาพ
- การประเมินผลกระทบด้านสุขภาพ
- การประเมินผลกระทบด้านอากาศและเสียง
- การมีส่วนร่วมของประชาชน
- การสำรวจและเก็บตัวอย่างด้านนิเวศวิทยาทางบกในพื้นที่เขตอนุรักษ์ (อุทยาน)
- การออกแบบเขื่อน การออกแบบถนน
- ป่าไม้และสัตว์ป่า นิเวศทางบก นิเวศทางน้ำจืด และ ทะเล

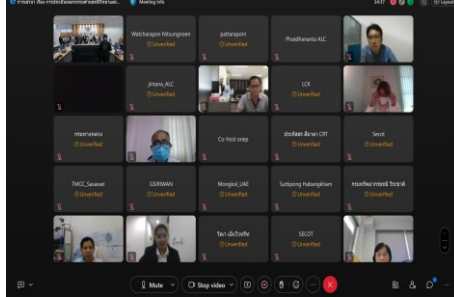
สรุปการเสวนาโดย

กลุ่มงานพัฒนาแนวทางการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม

กองประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (ร.ค. 2566)

ภาพบรรยากาศการจัดกิจกรรมครั้งที่ 2

การประเมินผลกระทบด้านธรณีวิทยาและแผ่นดินไหวสำหรับรายงานการประเมินผลกระทบลิ่งแวดล้อม



ที่ปรึกษา

นายจิรวุฒิ รัตติสุนทร

รองเลขาธิการสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

นางอินทิรา เอี่ยมลัตร์

รองเลขาธิการสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

นายสิทธิชัย ปิตินิชชัย

ผู้อำนวยการกองประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม

นางสาวรุ่งอรุณ ญาติบรรพต

ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านระบบประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม

คณะผู้ดำเนินการ

นางสาวศิริลักษณ์ จันทร์โพธิ์

นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการพิเศษ

นางสาวพิชานันท์ ชำนาญกิจ

นักวิชาการสิ่งแวดล้อมปฏิบัติการ

นางสาวกฤษณา พัฒนาลี้สกุล

นักวิชาการสิ่งแวดล้อมปฏิบัติการ

นายอลงกรณ์ วงศ์หมั่น

นักวิชาการสิ่งแวดล้อมปฏิบัติการ

นางสาวจริยา อมรปิยะกฤษณ์

เจ้าหน้าที่วิเคราะห์นโยบายและแผน

นางสาวปนัดดา ลำเจียก

เจ้าหน้าที่วิเคราะห์นโยบายและแผน

นางสาวติฆัมพร หวังพิทักษ์

เจ้าหน้าที่วิเคราะห์โครงการ

นายสิทธิกร จันทรถอด

เจ้าหน้าที่วิเคราะห์โครงการ



กองประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม
สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

อาคารทีปโก้ ทาวเวอร์ 2 ชั้นที่ 11 เลขที่ 118/1
ถนนพระราม 6 แขวงพญาไท เขตพญาไท
กรุงเทพฯ 10400



02-265-6636



eia@onep.go.th



eia.thailand.onep.go.th