

บทที่ 1

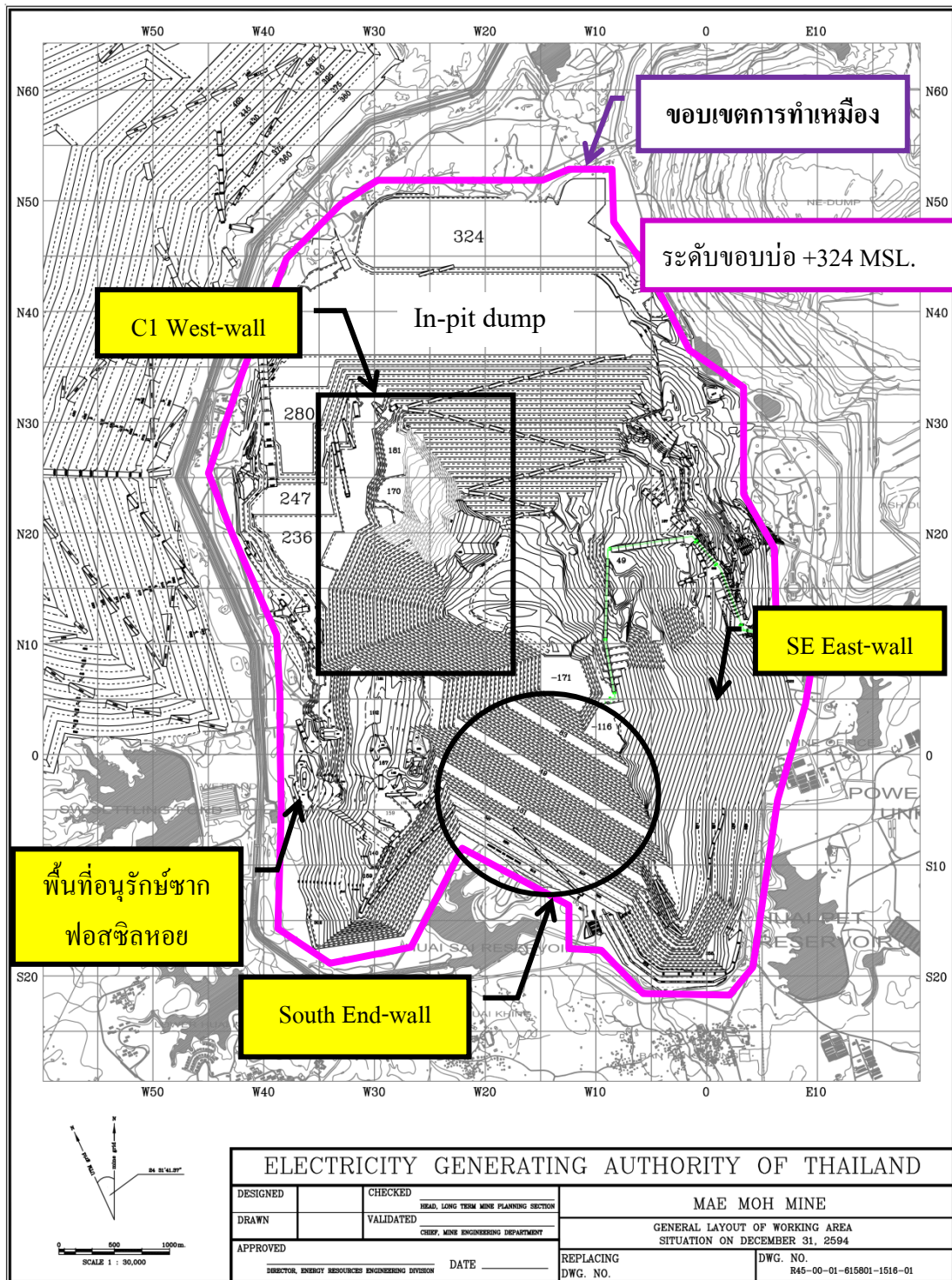
บทนำ

1.1 ปัญหาที่ทำการวิจัย และความสำคัญของปัญหา

เหมืองแม่เมาะเป็นเหมืองแร่ถ่านหินแบบเปิด (Open-cast coal mine) ขนาดใหญ่ที่สุดในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ดำเนินโครงการโดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ. หรือ Electricity Generating Authority of Thailand, EGAT) เป็นแหล่งผลิตเชื้อเพลิงถ่านหินลิกไนต์ อัตราการผลิต 15 – 16 ล้านตันต่อปี ส่งให้กับโรงไฟฟ้าพลังความร้อนแม่เมาะจำนวน 10 โรง กำลังการผลิตรวม 2,400 MW ดำเนินการผลิตและจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับจังหวัดต่าง ๆ ทางภาคเหนือ ภาคอีสาน และภาคกลาง ของประเทศไทย คิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 10 ของกำลังการผลิตรวมทั้งประเทศ

เหมืองแม่เมาะมีปริมาณถ่านหินลิกไนต์สำรองทางธรณีวิทยา (Geological reserves) ประมาณ 1,140 ล้านตัน โดยคิดเป็นปริมาณที่คุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์สำหรับการทำเหมือง (Economical mineable reserves) ไม่น้อยกว่า 825 ล้านตัน นับถึงปัจจุบันได้ดำเนินการขุดขนถ่านหินไปแล้วทั้งสิ้น 440 ล้านตัน และเปิดหน้าดินคลุมถ่าน (Overburden removal) ออกไปแล้วกว่า 2,300 ล้านลูกบาศก์เมตรแน่น (MBCM.) โดยอ้างอิงจากข้อมูลการทำเหมืองเมื่อสิ้นสุดไตรมาสที่ 3 ปี พ.ศ. 2559 ของฝ่ายวางแผนและบริหารเหมืองแม่เมาะ

พื้นที่การทำเหมืองเมื่อสิ้นสุดโครงการตามแผนระยะยาว หรือ Mine Master Plan (รูปที่ 1.1) จะมีขนาดครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 28 ตารางกิโลเมตร โดยมีความกว้าง 4 กิโลเมตร ยาว 7 กิโลเมตร ชั้นถ่านหินที่วางตัวอยู่ลึกมากที่สุดจากระดับปากบ่ออยู่ที่ประมาณ 500 ถึง 600 เมตร รูปแบบของความลาดผนังบ่อเหมืองขอบเขตสุดท้าย (Final limit) จะมีขนาดหน้าเปิดยาว และมีความสูงเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ตามระดับความลึกของหน้างานเหมือง อีกทั้งหน้างานก้นบ่อจะมีพื้นที่ทำงานจำกัด และคับแคบ ซึ่งความท้าทายของเหมืองแม่เมาะในอนาคต ย่อมเป็นประเด็นปัญหาด้านวิศวกรรมธรณี ทั้งเรื่องเสถียรภาพของหน้างานขุดขน และเสถียรภาพของผนังบ่อระยะยาว โดยเป้าหมายสูงสุดต้องการให้ผนังบ่อเหมืองมีเสถียรภาพเพียงพอที่จะสามารถดำเนินการทำเหมืองต่อไปได้อย่างปลอดภัย ประหยัด มีความต่อเนื่องสอดคล้องตามแผนที่วางไว้จนกระทั่งจบโครงการ



รูปที่ 1.1 แบบแปลนของเหมืองแม่เมาะตาม Mine Master Plan สิ้นสุดปี พ.ศ. 2594
(กองวิศวกรรมเหมือง ฝ่ายวิศวกรรมแหล่งพลังงาน, 2559)

เสถียรภาพความลาดผนังบ่อเหมืองในพื้นที่สำคัญที่ต้องเร่งดำเนินการประเมินและศึกษาวิเคราะห์เพิ่มเติม ได้แก่ ผนังบ่อเหมืองพื้นที่ C1 West-wall, พื้นที่ SE East-wall, South End-wall, In-pit dump และพื้นที่พิเศษ ได้แก่ พื้นที่อนุรักษ์ซากฟอสซิลหาย

โดยเฉพาะอย่างยิ่ง พื้นที่ C1 West-wall ตามแผนงานขุดในปี พ.ศ. 2556 เป็นต้นไป จะเริ่มลดระดับหน้างานลงอย่างรวดเร็ว จนเป็นผนังบ่อสูงมากกว่า 200 เมตร เกี่ยวข้องกับปริมาณงานขุดขนขึ้นดินใต้ถ่าน (Underburden, UB) ปริมาณมหาศาล จึงได้มีการกำหนดไว้ในแผนงานของกองวิศวกรรมธรณีเหมืองแม่เมาะ ให้มีการติดตามสำรวจข้อมูลธรณีวิทยาโครงสร้างในสนาม และเจาะสำรวจเพิ่มเติม โดยหากพบว่าข้อมูลเปลี่ยนแปลงไปจากที่คาดการณ์ไว้เดิม จะทบทวนปรับเปลี่ยนผนังบ่อเหมืองให้มีความเหมาะสมต่อไป

สืบเนื่องจากแผนงานดังกล่าว ภายหลังการติดตามสำรวจข้อมูลจากภาคสนามเพิ่มเติม พบว่ามีความเป็นไปได้ในการปรับปรุงรูปแบบของผนังบ่อในพื้นที่ C1 West-wall ซึ่งหากดำเนินการได้จริง จะลดปริมาณการขุดดิน UB ได้ถึง 43 MBCM. หรือ คิดเทียบเป็นค่าใช้จ่ายในการขุดขนดินและหินทิ้งได้ประมาณ 3 ถึง 4 พันล้านบาท เมื่อคิดตามต้นทุนค่าใช้จ่ายต่อหน่วยในการขุดขนประมาณ 80 ถึง 100 บาทต่อ BCM.

แนวความคิดการปรับปรุงรูปแบบของผนังบ่อในพื้นที่ C1 West-wall

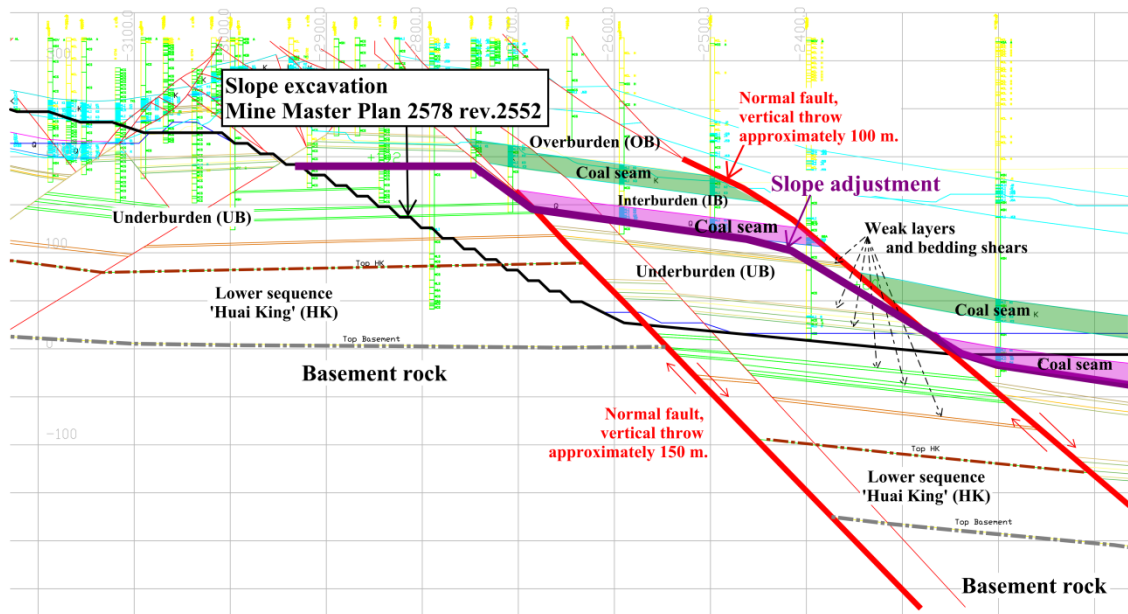
ตามแผนการทำเหมืองระยะยาวถึงปี พ.ศ. 2578 เดิม ผนังบ่อเหมืองด้านตะวันตก ช่วง N 20 – N 30 ของพื้นที่ C1 หรือที่เหมืองแม่เมาะเรียกว่า C1 West-wall ได้รับการออกแบบไว้ให้มีการขุดผายดินและหินใต้ชั้นถ่าน (Underburden, UB) และชั้นหน่วยหินห้วยคิง (HK) ใต้ชั้น UB ออกไป แต่เมื่อพิจารณาตามข้อมูลในภาพตัดขวาง (Cross sections) จะมีแนวรอยเลื่อนวางตัวแนวเหนือ-ใต้ ตัดและดึงชั้นดินชั้นถ่านให้มีความต่างระดับกัน เป็น 3 ระดับ ประกอบกับโครงสร้างชั้นดินเอียงเทเข้าหาบ่อเหมือง ทำให้ไม่สามารถออกแบบโดยทิ้งดินใต้ชั้นถ่านไว้ได้ แสดงดังภาพตัดขวางรูปที่ 1.2

แต่จากการเจาะสำรวจ และการติดตามเก็บข้อมูลธรณีวิทยาโครงสร้างภาคสนาม (Pit mapping) มีข้อมูลเพิ่มเติมสรุปได้ดังนี้

- 1) ทิศทางการเอียงเทของชั้นหิน (Dip direction) ไม่ได้เอียงเทไปทางทิศตะวันออกโดยตรง (แนว Cross section มาตรฐานของเหมืองแม่เมาะ ตัดตามแนวตะวันตก – ตะวันออก) พื้นที่ด้านเหนือชั้นดินเอียงเทไปทางใต้ ส่วนพื้นที่บริเวณด้านใต้เอียงเทไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ มีเพียงบริเวณใกล้แนวรอยเลื่อนที่เอียงไปทางตะวันออก ดังนั้น เมื่อ

พิจารณาในภาพรวมแบบ 3 มิติ จึงตั้งสมมติฐานว่า รูปแบบการเคลื่อนตัวของมวล UB ทั้งก้อน น่าจะเคลื่อนออกไปทางตะวันออกเฉียงใต้ ตามทิศทางการเอียงของชั้นหิน มากกว่าจะเคลื่อนตัวไปในทิศตะวันออกโดยตรง

- 2) ผลการทดสอบสมบัติกำลังต้านทานแรงเฉือน (Shear strength) ของตัวอย่างจากชั้น ห้วยคิงใต้ชั้น UB พบว่ามีกำลังต่ำกว่าที่คาดไว้มาก ทำให้เสถียรภาพของผนังบ่อที่ ออกแบบไว้เดิมอาจไม่สูงเพียงพอ อนึ่ง จากข้อมูลการตรวจวัดระดับแรงดันน้ำใต้ดินในพื้นที่ พบว่าระดับแรงดันน้ำใต้ดินในชั้นห้วยคิง คงตัวอยู่ในระดับที่ค่อนข้างสูง ดังนั้น หากหลีกเลี่ยงการขุดตัดผนังบ่อเข้าไปในชั้นห้วยคิงได้ จะเป็นการลดผลกระทบจากน้ำ ใต้ดินกับหน่วยงานที่อยู่ด้านล่างได้อีกทางหนึ่ง



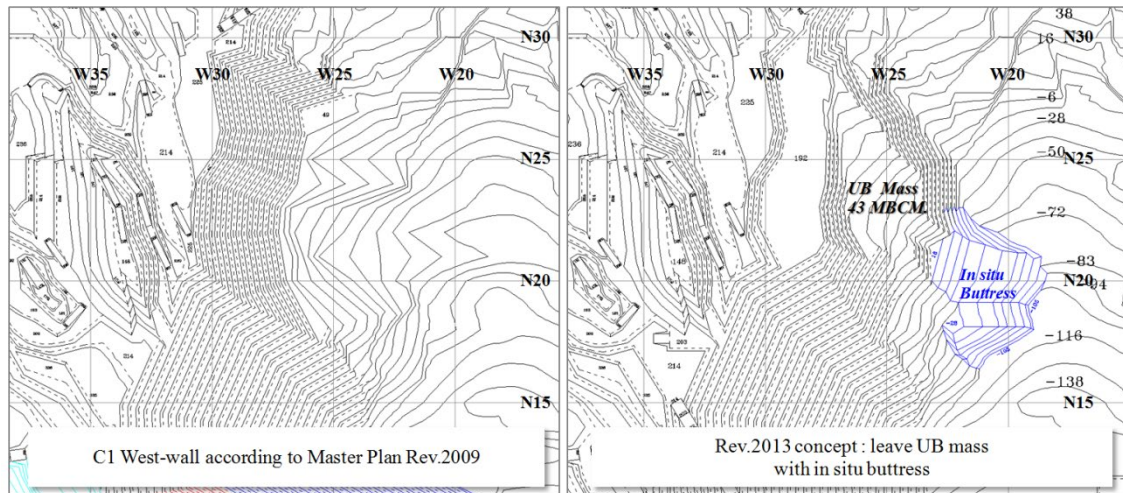
รูปที่ 1.2 ภาพตัดขวางแนว N 25 พื้นที่ C1 West-wall

(กองวิศวกรรมธรณี เหมือนแม่มาะ, 2556)

จากข้อมูลดังกล่าว จึงนำไปสู่แนวทางการปรับแบบ โดยเฉพาะส่วนแนวคิดที่เกี่ยวกับรูปแบบ (Slope geometry) ที่น่าจะเป็นของผนังบ่อ แสดงผังแบบเปรียบเทียบรูปที่ 1.3 ดังนี้

- ทั้งชั้น UB ที่เอียงตัวไปทางด้านใต้ค้ำยันผนังบ่อเหมือนไว้มากขึ้น ทำให้ลดปริมาณการ ขุดมวล UB ได้ 43 MBCM.

- บริเวณด้านใต้ ซึ่งชั้นดินและชั้นหินเอียงตัวในทิศทางตะวันออกเฉียงใต้ ส่วนปลายสุดที่ถูกรอยเลื่อนตัดและดึงให้ต่างระดับลงไป จะต้องทิ้งถ่าน Q ประมาณ 2.5 ล้านตัน และชั้นดินระหว่างชั้นถ่าน (Interburden, IB) ประมาณ 2.5 MBCM. เพื่อค้ำยันเป็น In situ Buttress เอาไว้



รูปที่ 1.3 แบบแปลนเปรียบเทียบตามแนวทางการปรับแบบพื้นที่ C1 West-wall
(ซ้าย) รูปแบบกรณีการขุดผายออกทั้งหมดตามแบบ Master Plan 2578 rev.2552 เดิม
(ขวา) แบบปรับไม่ต้องขุด UB ปริมาณ 43 MBCM. แต่ต้องมีดินและถ่านค้ำยัน

ข้อดีของการปรับแบบ หากดำเนินการได้จริงตามแนวความคิดดังกล่าวนี้ ได้แก่

- จะทำให้ผนังบ่อเหมืองมีเสถียรภาพที่ดีขึ้น ซึ่งจำเป็นต้องมีการศึกษาเพื่อยืนยันแนวความคิดนี้เพิ่มเติม
- จะประหยัดค่าใช้จ่ายในการขุดขนมวลดินและหินชั้น UB ปริมาณ 43 MBCM. และมวลดิน IB 2.5 MBCM. รวมเป็น 45.5 MBCM. มูลค่าราว 3,640 ล้านบาท (คำนวณที่ค่าขุดขน 80 บาทต่อ BCM.) ถึงแม้ว่าอาจไม่สามารถขุดถ่านที่จะใช้ค้ำยันปริมาณ 2.5 ล้านตันนั้นออกมาได้ ก็ยังคงมีความคุ้มค่า
- จะประหยัดพื้นที่ทิ้งดิน จากการลดปริมาณการขุดมวลดินและหินชั้น UB ออกไปทิ้ง
- จะเป็นการลดการขุดดิน UB สามารถเปลี่ยนลำดับงานดังกล่าวนี้ไปให้ผู้รับจ้างขุดเปิดดินคลุมถ่าน (Overburden, OB) ได้เร็วขึ้น

ในประเด็นที่เกี่ยวกับเสถียรภาพของความลาดขนาดใหญ่ ที่จะเป็น Final pit slope จนสิ้นสุดโครงการนี้ จำเป็นต้องได้รับการประเมินเสถียรภาพ เพื่อให้มั่นใจในความปลอดภัยจริง เพราะหากเกิดการพังทลายขนาดใหญ่ จะส่งผลกระทบร้ายแรงต่อการทำเหมืองและแผนงานระยะยาว อันหมายถึงความมั่นคงในการส่งถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าให้กับประเทศในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1.2.1 เพื่อประเมินเสถียรภาพของผนังบ่อเหมืองแม่เมาะเชิงความน่าจะเป็น
- 1.2.2 เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ของพฤติกรรมและการเคลื่อนตัวของรูปแบบการพังทลายที่อาจเกิดขึ้นของผนังบ่อเหมืองแม่เมาะ
- 1.2.3 เพื่อหาแนวทางปรับเปลี่ยนผนังบ่อเหมือง สำหรับแผนระยะยาวของเหมืองแม่เมาะ ในกรณีที่เกิดการประเมินเสถียรภาพแสดงให้เห็นว่า เสถียรภาพของผนังบ่อเหมืองมีปัญหา

1.3 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษาเชิงประยุกต์

- 1.3.1 เสถียรภาพของผนังบ่อเหมืองแม่เมาะ ได้รับการประเมินเชิงความน่าจะเป็น
- 1.3.2 ผลการวิเคราะห์แสดงถึงพฤติกรรมและการเคลื่อนตัวของเชิงลาดผนังบ่อเหมืองแม่เมาะ
- 1.3.3 แนวทางการปรับเปลี่ยนพื้นที่ C1 West-wall สำหรับแผนระยะยาวของเหมืองแม่เมาะ
- 1.3.4 เสริมสร้างพื้นฐาน และยกระดับองค์ความรู้ด้านกลศาสตร์หิน (Rock mechanics) ของงานวิศวกรรมธรณีเหมืองแม่เมาะ

1.4 ขอบเขตของการศึกษาวิจัย

- 1.4.1 พื้นที่ในงานวิจัย คือ ผนังบ่อเหมืองด้านตะวันตกของพื้นที่ C1 (C1 West-wall)
- 1.4.2 การวิเคราะห์พฤติกรรมและการเคลื่อนตัวของเชิงลาดผนังบ่อเหมือง ซึ่งเป็นมวลดินใต้ชั้นถ่าน (UB) ขนาด 43 MBCM. ใช้วิธีดิสครีตเอลิเมนต์ 3 มิติ
- 1.4.3 กำหนดมวลถ่าน ซึ่งเป็นถ่านหินและดินระหว่างชั้นถ่าน (IB) ประมาณ 2.5 ล้านตันและ 2.5 MBCM. ตามลำดับ ไว้ด้านล่างมวลดินที่ศึกษา
- 1.4.4 การสร้างหรือขึ้นรูปแบบจำลอง 3 มิติ ใช้ข้อมูลปัจจุบันของแผนที่ภูมิศาสตร์ของเหมืองแม่เมาะ ข้อมูลภาพถ่ายทางและแบบแปลนธรณีวิทยาโครงสร้างชั้นดินชั้นหิน (Pit map and cross sections) และแบบแปลนเหมืองแม่เมาะตามแนวทางการปรับเปลี่ยนพื้นที่ C1 West-wall ใหม่

- 1.4.5 ข้อมูลสมบัติกำลังต้านทานแรงเฉือนของระนาบความไม่ต่อเนื่อง ใช้ค่าจากผลสรุปในรายงาน Mae Moh Geotechnical Report 1985 และการทดสอบยืนยันผลงานวิจัยที่ผ่านมา ซึ่งมีการสรุปไว้ใกล้เคียงกัน
- 1.4.6 ข้อมูลธรณีวิทยาโครงสร้างจากภาคสนามและหลุมเจาะ และสมบัติกำลังต้านทานแรงเฉือนของระนาบความไม่ต่อเนื่อง จะถูกรวบรวมและนำมาวิเคราะห์เชิงสถิติ เพื่อกำหนดพิสัย (Range) ของ Input parameters ได้แก่ ทิศทางการวางตัวและความชันของชั้นดินชั้นหิน (Bedding dip direction and dip angle) และกำลังต้านทานแรงเฉือนของระนาบการเคลื่อนตัว ในการวิเคราะห์เชิงความน่าจะเป็น
- 1.4.7 สภาพของน้ำใต้ดิน (Groundwater conditions) จะพิจารณาแยกเป็น 2 กรณี ได้แก่ (ก) สภาพแห้ง และ (ข) สภาพระดับน้ำสูงสุด

1.5 สมมติฐานการวิจัย

- 1.5.1 รูปแบบการเคลื่อนตัว หรือ การพังทลายของมวลดินใต้ชั้นถ่าน (UB) ขนาด 43 MBCM. เป็นไปในลักษณะ Structurally-controlled failure mechanisms คือ รูปแบบการพังทลายขึ้นอยู่กับโครงสร้างความไม่ต่อเนื่อง และการวางตัวของชั้นดินชั้นหินเป็นหลัก ไม่พิจารณาการพังทลายของมวลหิน (Rock mass failure mechanisms)
- 1.5.2 วัสดุทางธรณีทั้งหมด ได้แก่ มวลหิน ดิน และถ่านหิน พิจารณาให้เป็นก้อนแข็งเกร็ง (Rigid blocks)
- 1.5.3 การเคลื่อนตัวของ Rigid blocks จะไถลตัวได้ตามระนาบของความไม่ต่อเนื่อง (Discontinuity planes) ซึ่งพิจารณาโอกาสเกิดการเลื่อนไถลบนระนาบรอยเลื่อน (Faults) และรอยเลื่อนในชั้นหิน (Bedding shears planes) และชั้นดินอ่อน (Weak layers) ที่เคยเกิดการพังทลายในเหมืองแม่เมาะมาแล้ว และมีบันทึกไว้เป็นหลักฐานเชิงประจักษ์
- 1.5.4 ระนาบของความไม่ต่อเนื่อง เป็นระนาบเรียบ ไม่มี Surface roughness หรือ Undulation เนื่องจาก การวิเคราะห์พิจารณาผลของการเปลี่ยนแปลงสมบัติต้านทานแรงเฉือนของระนาบการเคลื่อนตัว ค่าความชัน และทิศทางการวางตัวของ Bedding shears planes ตามวิธีการทางสถิติแทน
- 1.5.5 การวิเคราะห์รูปแบบการเคลื่อนตัว การไถล และการหมุนของ Rigid blocks ใช้วิธีดิสครีตเอลิเมนต์ 3 มิติ (3-Dimensional discrete element method)

1.6 วิธีการดำเนินการโครงการวิจัย

- 1.6.1 ค้นคว้าทบทวนเอกสาร งานวิจัย รายงาน และรายงานการทบทวน โดยที่ปรึกษา นักวิจัย และผู้เชี่ยวชาญในงานวิศวกรรมธรณีของเหมืองแม่เมาะ และสรุปสมบัติกำลังต้านทานแรงเฉือนของระนาบความไม่ต่อเนื่อง เพื่อใช้ในการวิเคราะห์
- 1.6.2 รวบรวมข้อมูลธรณีวิทยาโครงสร้างของพื้นที่ C1 West-wall ได้แก่ ทิศทางการวางตัวของธรณีโครงสร้าง (Orientations of geological discontinuities) ทั้งจากข้อมูลภาคสนาม และข้อมูลหลุมเจาะ
- 1.6.3 รวบรวมข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ และแผนที่ภูมิประเทศ (Topographic map) เพื่อประมวลจัดสร้างแบบจำลอง 3 มิติ ของผนังบ่อเหมืองพื้นที่ C1 West-wall
- 1.6.4 วิเคราะห์พฤติกรรมการเคลื่อนตัว โดยโปรแกรมแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์ด้วยวิธีดิสครีตเอลิเมนต์ 3 มิติ ที่เหมืองแม่เมาะมีใช้งานอยู่ ได้แก่ 3DEC (Itasca Consulting Group, 2007 และ 2016)
- 1.6.5 วิเคราะห์เชิงความน่าจะเป็น หรือ โอกาสเกิดการเคลื่อนตัว และการพิบัติในรูปแบบต่างๆ เช่น การเลื่อนไถลตัวของบล็อก (Block translation/sliding), การหมุนของบล็อก (Block rotation)
- 1.6.6 วิเคราะห์เปรียบเทียบ กรณี “มี” และ “ไม่มี” มวลค้ำยัน ซึ่งเป็นถ่านหินและดินระหว่างชั้นถ่าน (IB) ประมาณ 2.5 ล้านตัน และ 2.5 MBCM. ตามลำดับ อยู่ด้านล่างมวลดินที่ศึกษา
- 1.6.7 พิจารณาผลการวิเคราะห์เชิงสถิติที่ได้ กรณีหากเสถียรภาพของผนังบ่อเหมืองมีแนวโน้มจะเกิดปัญหา จากการพิจารณาโอกาสเกิดหรือความน่าจะเป็นของการพังทลาย และแรงลัพธ์ส่วนเกิน (Unbalanced forces) วิเคราะห์หาแนวทางการปรับปรุงทรง (Geometry) ของหน้าขุดมวลดินและหิน เพื่อลดโอกาสการพังทลาย
- 1.6.8 สรุปผลการศึกษา