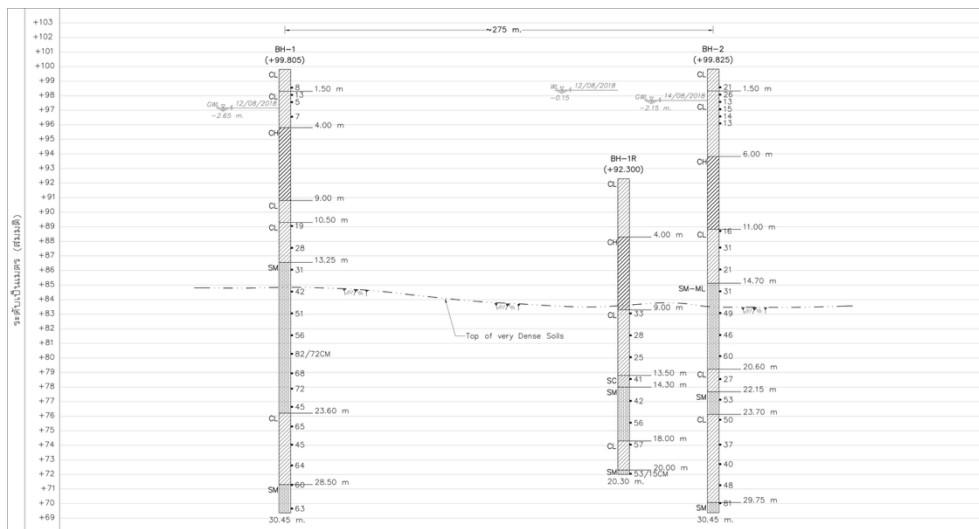


การประยุกต์ใช้การสำรวจสภาพต้านทานไฟฟ้าเพื่อยกระดับ ความละเอียดของการตีความโครงสร้างใต้ดิน

โดยทั่วไป งานออกแบบโครงสร้างทางวิศวกรรมอาศัยข้อมูลจากการเจาะสำรวจชั้นดินเป็นหลัก โดยอาจกำหนดระยะห่างหลุมเจาะทุก ๆ 200 เมตร และใช้ข้อมูลดังกล่าวเป็นตัวแทนของสภาพชั้นดินระหว่างหลุมเจาะ (มักพิจารณาที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างหลุมเจาะ) แนวทางนี้ให้ผลเหมาะสมในพื้นที่ที่โครงสร้างใต้ดินมีความแปรผันต่ำ อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่ชั้นดินมีความแปรผันสูง จำเป็นต้องเพิ่มความหนาแน่นของหลุมเจาะเพื่อยกระดับความละเอียดของข้อมูลสำหรับการออกแบบ

อย่างไรก็ตาม มีความเป็นไปได้ที่ตำแหน่งหลุมเจาะอาจวางทับหรือครอบคลุมบริเวณที่มีความผิดปกติของชั้นดิน ส่งผลให้การตีความสภาพชั้นดินในพื้นที่โดยรวมคลาดเคลื่อน ตัวอย่างเช่น ผลการเจาะสำรวจโน้ตโครงการเขื่อนป้องกันตลิ่งริมแม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณหมู่ที่ 10 ตำบลบ้านป้อม อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา (รูปที่ 1) พบชั้นดินเหนียวอ่อนวางตัวอยู่บนชั้นทรายแน่นมาก โดยชั้นทรายแน่นมากปรากฏที่ระดับประมาณ +83.00 ถึง +85.00 และพบชั้นดินดานอยู่ใต้ชั้นทราย อีกทั้งระดับความลึกที่พบชั้นทรายแน่นมากมีค่าใกล้เคียงกันในทั้งสองหลุมเจาะ จึงอาจตีความเบื้องต้นได้ว่าโครงสร้างใต้ดินในพื้นที่โครงการมีลักษณะเป็นชั้นต่อเนื่อง



รูปที่ 1 รูปตัดธรณีวิทยาหลุมเจาะบกในโครงการเขื่อนป้องกันตลิ่งริมแม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณ หมู่ที่ 10 ตำบลบ้านป้อม อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

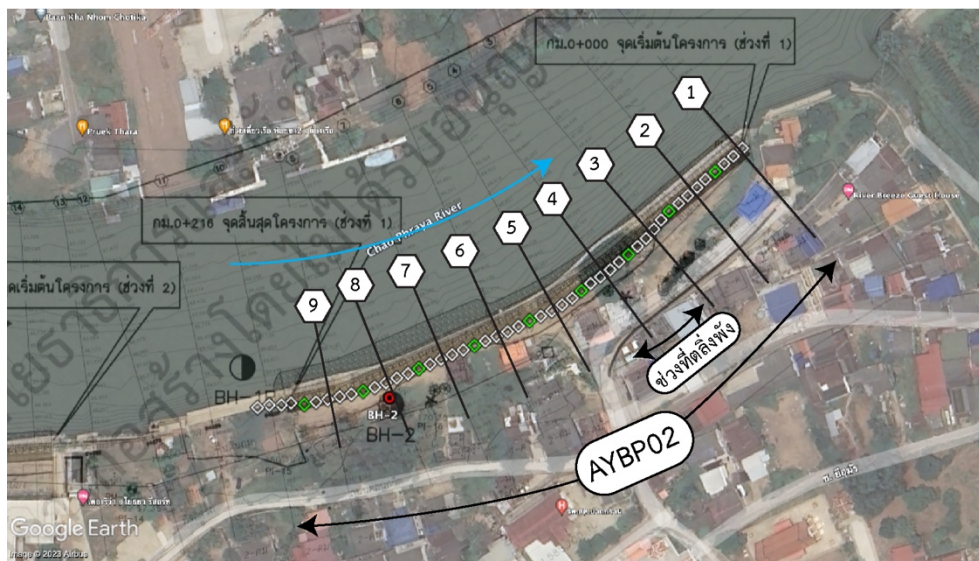
อย่างไรก็ดี ภายหลังจากก่อสร้างได้เกิดความเสียหายของเขื่อนป้องกันตลิ่งในบางช่วง จึงดำเนินการสำรวจสภาพต้านทานไฟฟ้าเพื่อสนับสนุนการวิเคราะห์สาเหตุ โดยกำหนดแนวสำรวจจำนวน 2 แนว เพื่อให้ครอบคลุมทั้งบริเวณที่เขื่อน

การประยุกต์ใช้การสำรวจสภาพต้านทานไฟฟ้าเพื่อยกระดับความละเอียดของการตีความโครงสร้างใต้ดิน

มีสภาพปกติ (AYBP01) และบริเวณที่เกิดความเสียหาย (AYBP02) ดังแสดงในรูปที่ 2 ทั้งนี้ บริเวณที่พบความเสียหายอยู่ในช่วงกิโลเมตรที่ 0+035 ถึง 0+085 ตามรูปที่ 3



รูปที่ 2 แผนเขียนป้องกันตลิ่งริมแม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณ หมู่ที่ 10 ตำบลบ้านป้อม อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา พร้อมทั้งลักษณะพื้นที่ หลุมเจาะสำรวจ (วงกลมสีแดง) ทิศทางการไหลของน้ำ (เส้นสีฟ้า) และแนวสำรวจวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้า (สี่เหลี่ยมหน้าจั่ว)

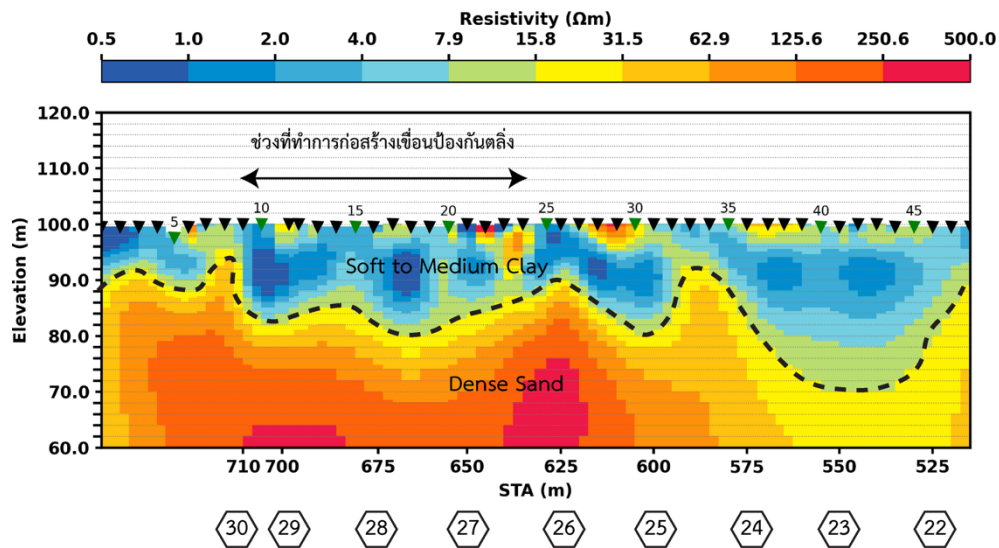


รูปที่ 3 แผนเขียนป้องกันตลิ่งริมแม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณ หมู่ที่ 10 ตำบลบ้านป้อม อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ในช่วงการก่อสร้างที่ 1 ที่พบปัญหาการทรุดตัวของเขื่อนป้องกันตลิ่ง พร้อมทั้งลักษณะพื้นที่ หลุมเจาะสำรวจ (วงกลมสีแดง) ทิศทางการไหลของน้ำ (เส้นสีฟ้า) และแนวสำรวจวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้า AYBP02 (สี่เหลี่ยมหน้าจั่ว)

แบบจำลองสภาพต้านทานไฟฟ้าของแนวสำรวจ AYBP01 (รูปที่ 4) แสดงโครงสร้างใต้ดินที่มีลักษณะเป็นชั้นค่อนข้างต่อเนื่อง โดยดินชั้นบนมีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำกว่าดินชั้นล่าง เมื่อพิจารณาค่าขอบเขตที่ประมาณ 15.8 โอห์ม เมตร พบระดับอยู่ราว +80.00 ถึง +86.00 เมื่อนำผลดังกล่าวพิจารณาร่วมกับข้อมูลหลุมเจาะ จึงมีความเป็นไปได้ว่า

การประยุกต์ใช้การสำรวจสภาพต้านทานไฟฟ้าเพื่อระดับความละเอียดของการตีความโครงสร้างใต้ดิน

บริเวณที่มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำเป็นตัวแทนของชั้นดินเหนียวอ่อนถึงแข็งปานกลาง ขณะที่บริเวณที่มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าสูงเป็นตัวแทนของชั้นทรายแน่นมาก



รูปที่ 4 แบบจำลองค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าในช่วงแนวสำรวจ AYBP01 ซึ่งเป็นช่วงที่ไม่พบการพังเสียหายของเขื่อนป้องกันตลิ่ง

ในทางตรงกันข้าม แบบจำลองสภาพต้านทานไฟฟ้าของแนวสำรวจ AYBP02 (รูปที่ 5) มีลักษณะแตกต่างจากแนว AYBP01 อย่างชัดเจน และไม่สอดคล้องกับข้อมูลหลุมเจาะ BH-2 กล่าวคือ แบบจำลองของแนว AYBP02 ไม่ปรากฏโครงสร้างแบบชั้นที่ต่อเนื่อง และให้ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าสูงมากเมื่อเทียบกับชนิดดินที่พบในระดับความลึกเดียวกัน โดยในระดับที่พบดินชนิด CH กลับตรวจวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าประมาณ 125 โอห์มเมตร ซึ่งถือว่าสูงผิดปกติเมื่อเทียบกับการตีความเชิงธรณีเทคนิคทั่วไป

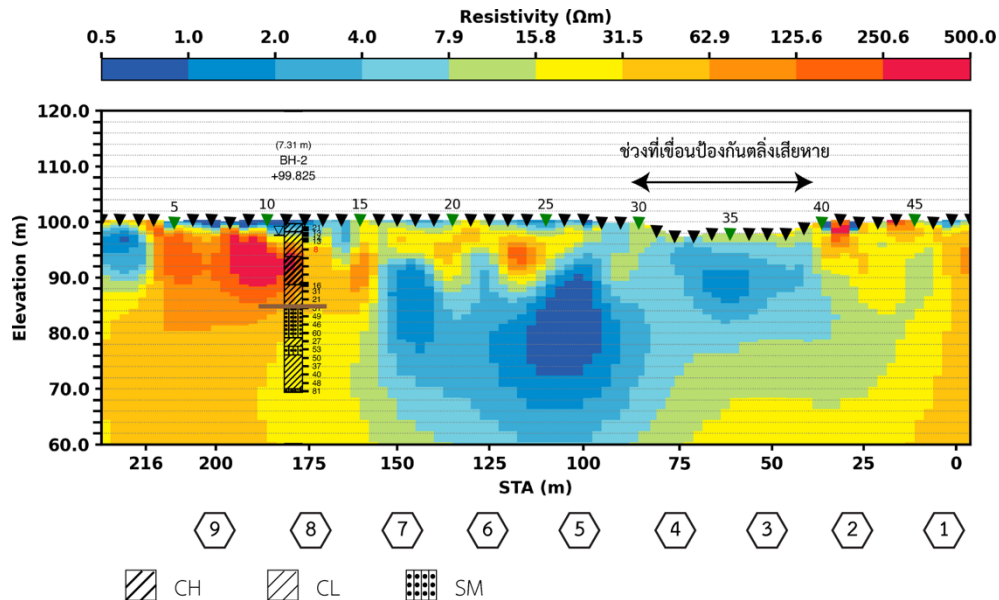
เมื่อพิจารณาดำแหน่งแนวสำรวจร่วมกับรูปแบบและองค์ประกอบของเขื่อนป้องกันตลิ่ง พบว่าใต้แนวสำรวจอาจประกอบด้วยวัสดุทรายชุ่มน้ำที่ถูกบดอัดแน่น ดังนั้น บริเวณที่ให้ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าสูงจึงอาจเป็นตัวแทนของชั้นทรายถมที่ใช้ในขั้นตอนการก่อสร้าง

สำหรับบริเวณที่เขื่อนป้องกันตลิ่งเกิดความเสียหาย แบบจำลองสภาพต้านทานไฟฟ้าให้ค่าค่อนข้างต่ำ ซึ่งมีแนวโน้มสอดคล้องกับชั้นดินอ่อน อีกทั้งไม่ปรากฏชั้นที่มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าสูงซึ่งคาดว่าเป็นตัวแทนของชั้นทรายแน่นมารองรับอยู่ด้านล่างเช่นเดียวกับที่พบในแนว AYBP01 จากข้อสังเกตดังกล่าว จึงมีความเป็นไปได้ว่าสาเหตุของการพังเสียหายอาจเกี่ยวข้องกับชั้นทรายแน่นมากที่วางตัวลึกกว่าที่ตีความจากข้อมูลหลุมเจาะ

การประยุกต์ใช้การสำรวจสภาพต้านทานไฟฟ้าเพื่อยกระดับความละเอียดของการตีความโครงสร้างใต้ดิน

จากกรณีศึกษาเขื่อนป้องกันตลิ่งริมแม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณหมู่ที่ 10 ตำบลบ้านป้อม อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา แสดงให้เห็นว่าผลการเจาะสำรวจจะบ่งชี้โครงสร้างใต้ดินที่มีลักษณะเป็นชั้นต่อเนื่อง แต่การสำรวจสภาพต้านทานไฟฟ้ากลับสะท้อนความแปรผันของชั้นดินในเชิงพื้นที่ (lateral variability) ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น กล่าวอีกนัยหนึ่ง หากตำแหน่งหลุมเจาะ BH-2 เลื่อนไปเพียงประมาณ 25 เมตร อาจทำให้การตีความสภาพชั้นดินเปลี่ยนไปอย่างมีนัยสำคัญ และอาจนำไปสู่การพิจารณาเพิ่มจำนวนหลุมเจาะหรือปรับแผนการสำรวจให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

การใช้แบบจำลองสภาพต้านทานไฟฟ้าเป็นข้อมูลสนับสนุนเพื่อกำหนดขอบเขตความเชื่อถือของผลการเจาะสำรวจ เป็นแนวทางประยุกต์ที่มีประโยชน์ต่อการออกแบบทางวิศวกรรม โดยสามารถช่วยลดความเสี่ยงจากการวางหลุมเจาะครอบคลุมบริเวณที่มีความแปรผันสูง และช่วยลดโอกาสการออกแบบที่ไม่สอดคล้องกับสภาพชั้นดินจริง อันอาจนำไปสู่ความเสียหายของโครงสร้างในระยะก่อสร้างหรือระยะใช้งาน

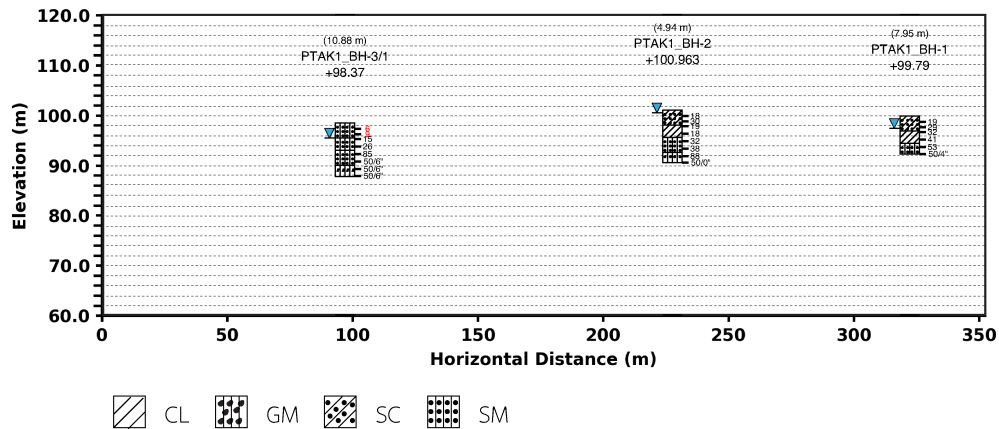


รูปที่ 5 แบบจำลองค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าในช่วงแนวสำรวจ AYBP02 ซึ่งเป็นช่วงที่พบการพังเสียหายของเขื่อนป้องกันตลิ่ง เส้นทึบสีน้ำตาลแสดงระดับที่พบชั้นทรายแน่นมาก

กรณีศึกษาที่สองดำเนินการในพื้นที่โครงการเขื่อนป้องกันตลิ่งริมแม่น้ำปิง หมู่ที่ 5 บ้านท่าปุย ตำบลสามเงา อำเภอสามเงา จังหวัดตาก โดยมีการเจาะสำรวจชั้นดินจำนวน 3 หลุม (รูปที่ 6) ผลการเจาะสำรวจพบว่าชั้นดินส่วนใหญ่เป็นดินมวลหยาบ และพบการแทรกตัวของดินมวลละเอียดชนิด Sandy Clay ในหลุมเจาะ PTAK1_BH-1 และ PTAK1_BH-2 ขณะที่หลุมเจาะ PTAK1_BH-3/1 ไม่พบชั้นดินมวลละเอียดดังกล่าว ลำดับชั้นดินที่ปรากฏในหลุมเจาะ PTAK1_BH-1 และ PTAK1_BH-2 มีความสอดคล้องกันสูง แต่แตกต่างจากหลุมเจาะ PTAK1_BH-3/1 อย่างมีนัยสำคัญ

การประยุกต์ใช้การสำรวจสภาพต้านทานไฟฟ้าเพื่อยกระดับความละเอียดของการตีความโครงสร้างใต้ดิน

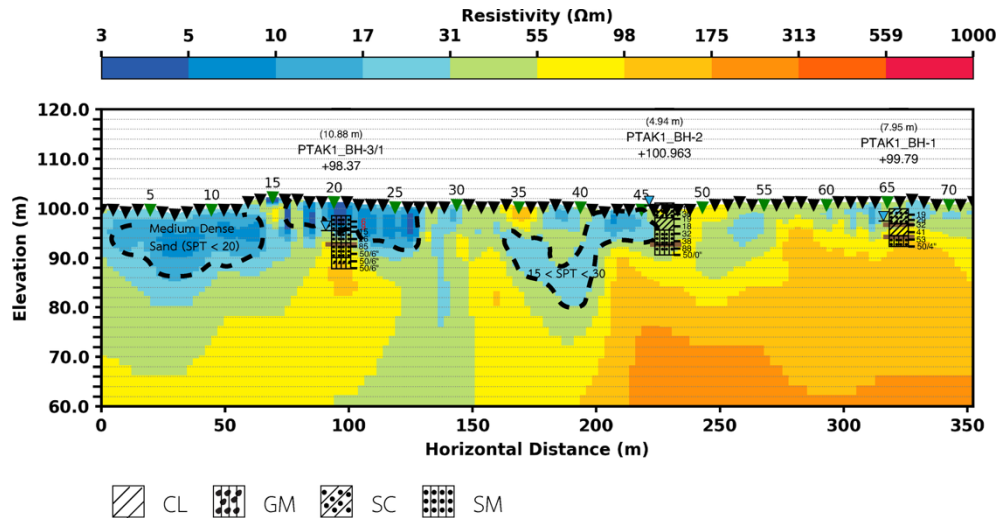
นอกจากนี้ ระดับความลึกที่พบชั้นดินแน่นมากของหลุมเจาะ PTAK1_BH-2 และ PTAK1_BH-3/1 มีค่าใกล้เคียงกัน และอยู่ลึกกว่าระดับที่พบในหลุมเจาะ PTAK1_BH-1 ประมาณ 1.4 เมตร



รูปที่ 6 รูปตัดธรณีวิทยาหลุมเจาะบกในโครงการเขื่อนป้องกันตลิ่งริมแม่น้ำปิง หมู่ที่ 5 บ้านท่าปูย ตำบลสามเงา อำเภอสามเงา จังหวัดตาก

ผลการตีความแบบจำลองสภาพต้านทานไฟฟ้า (รูปที่ 7) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความลึกที่พบชั้นทรายแน่นมากกับการยกตัวสูงขึ้นของโครงสร้างที่มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้ามากกว่า 55 โอห์มเมตรได้อย่างชัดเจน อีกทั้งพบว่าโครงสร้างดังกล่าวไม่ได้วางตัวต่อเนื่องในลักษณะเส้นตรง แต่มีการยกตัวสูงขึ้นและต่ำลงตลอดแนวสำรวจ ซึ่งบ่งชี้ว่าระดับความลึกของชั้นทรายแน่นมากอาจมิได้เปลี่ยนแปลงอย่างค่อยเป็นค่อยไปตามระยะทางดังที่อาจอนุมานจากผลการเจาะสำรวจเพียงอย่างเดียว โดยช่วงที่ควรให้ความสนใจเป็นพิเศษอยู่บริเวณขั้วไฟฟ้าหมายเลข 34 ถึง 41 ซึ่งตรวจพบโครงสร้างที่มีค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าอยู่ในช่วง 17 ถึง 31 โอห์มเมตรฝังตัวลงไปในระดับลึก เมื่อพิจารณาแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างค่าสภาพต้านทานไฟฟ้ากับค่า SPT จึงมีความเป็นไปได้ว่าโครงสร้างดังกล่าวอาจสอดคล้องกับชั้นดินที่มีค่า SPT อยู่ในช่วงประมาณ 15 ถึง 30 ครั้ง/ฟุต

การประยุกต์ใช้การสำรวจสภาพต้านทานไฟฟ้าเพื่อยกระดับความละเอียดของการตีความโครงสร้างใต้ดิน



รูปที่ 7 แบบจำลองค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าในโครงการเชื่อมป้องกันตลิ่งริมแม่น้ำปิง หมู่ที่ 5 บ้านท่าปุย ตำบลสามเงา อำเภอสามเงา จังหวัดตาก เส้นทึบสีน้ำตาลแสดงระดับที่พบชั้นทรายแน่นมากหรือชั้นดินดาน

กรณีศึกษาทั้งสองสะท้อนให้เห็นว่า การอาศัยข้อมูลหลุมเจาะเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอสำหรับพื้นที่ที่ชั้นดินมีความแปรผันด้านข้างสูง ขณะที่การสำรวจสภาพต้านทานไฟฟ้าสามารถเพิ่มความละเอียดในการทำความเข้าใจโครงสร้างใต้ดิน และสนับสนุนการระบุบริเวณที่มีความผิดปกติได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการบูรณาการข้อมูลธรณีฟิสิกส์ร่วมกับข้อมูลหลุมเจาะจึงเป็นแนวทางที่ช่วยยกระดับความเชื่อมั่นในการตีความชั้นดิน ลดความเสี่ยงในการออกแบบ และสนับสนุนการตัดสินใจด้านการสำรวจเพิ่มเติมในงานวิศวกรรมฐานราก