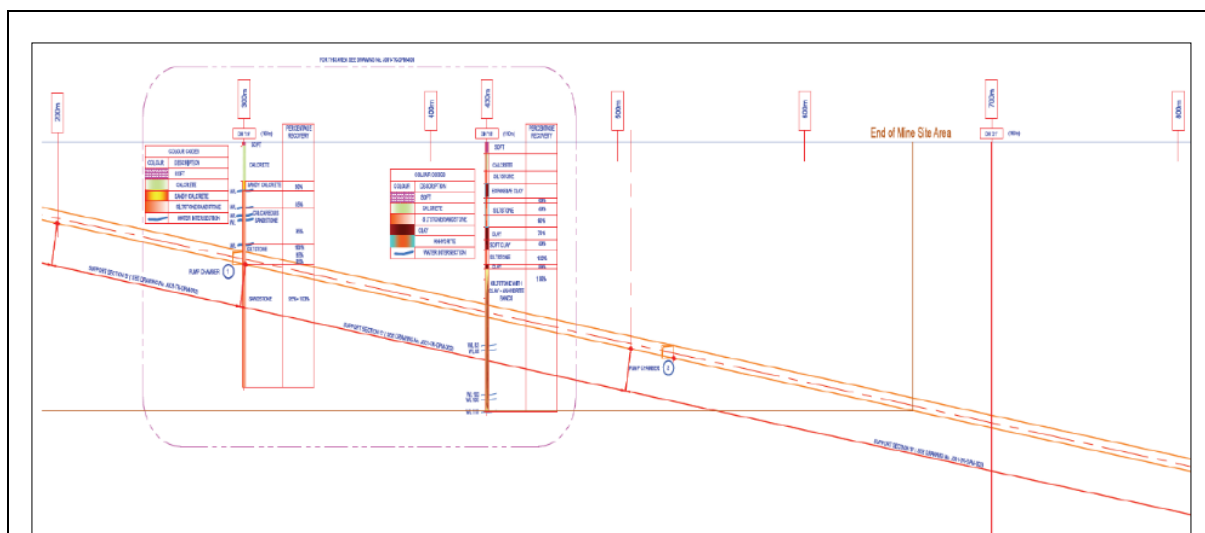


### 3.7 การทรุดตัวของพื้นดิน

มาตรการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อมกำหนดให้มีการตรวจวัดการทรุดตัวของพื้นดินในระยะเตรียมการทำเหมือง โดยติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดทั้งบนผิวดินและใต้ดิน เพื่อตรวจสอบก่อสร้างบนผิวดินและใต้ดินให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ โดยมีความถี่ในการตรวจวัดเดือนละครั้ง และเมื่อเข้าสู่ระยะดำเนินการทำเหมืองจึงจะเพิ่มจุดตรวจในชุมชนโดยรอบพื้นที่ประทานบัตรตามข้อกำหนดในมาตรการดังกล่าวเป็นลำดับต่อไป

ปัจจุบันบริษัทฯ อยู่ระหว่างการก่อสร้างพัฒนาโครงการฯ โดยได้ดำเนินการก่อสร้างอุโมงค์แนวลาดและอุโมงค์แนวดิ่ง (รูปที่ 3.7-1) ซึ่งในส่วนของการวิเคราะห์กลศาสตร์หินและติดตามตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของค่าระดับผิวดิน ค่าความเอียงตัวพื้นดินและแรงดันน้ำใต้ดิน บริษัทฯ ได้ดำเนินการติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดต่างๆ ตามเงื่อนไขมาตรการฯ ซึ่งเป็นไปตามหลักวิศวกรรมธรณี ประกอบด้วยวิธีการและเครื่องมือดังต่อไปนี้



ที่มา : รายงานวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการเหมืองแร่โพแทชของ บริษัทไทยคาลิ จำกัด, 2557

รูปที่ 3.7-1

ภาพตัดขวางของแบบอุโมงค์แนวลาดส่วนกลาง

#### 3.7.1 หมดหลักฐานอ้างอิงและหมดตรวจสอบตามแนวอุโมงค์แนวลาด สำหรับตรวจสอบการทรุดตัวของระดับผิวดิน

เพื่อให้การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงค่าระดับผิวดินตามแนวบริเวณพื้นที่การก่อสร้างและชุดเจาะอุโมงค์แนวลาดเป็นไปอย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ บริษัทฯ ได้ดำเนินการก่อสร้างหมดหลักฐานอ้างอิง (Benchmark Point) จำนวน 2 จุด (รูปที่ 3.7-2) อยู่นอกเขตพื้นที่ก่อสร้างบนผิวดินและพื้นที่การชุดเจาะอุโมงค์แนวลาด ซึ่งเป็นบริเวณที่มีความมั่นคงแข็งแรง ไม่มีการทรุดตัวโดยได้ดำเนินการก่อสร้างหมด



ตรวจสอบบริเวณแนวการขุดเจาะอุโมงค์แนวลาดอีกจำนวน 9 จุด สำหรับใช้ตรวจสอบค่าระดับผิวดินโดยการ  
ยึดโยงเปรียบเทียบจากหมุดหลักฐานอ้างอิง (รูปที่ 3.7-3)



รูปที่ 3.7-2

การก่อสร้างหมุดหลักฐานอ้างอิง (Benchmark Point) และหมุดตรวจสอบบริเวณแนว  
การก่อสร้างขุดเจาะอุโมงค์แนวลาด



รูปที่ 3.7-3

จุดติดตั้งหมุดหลักฐานอ้างอิง (Benchmark Point) และหมุดตรวจสอบตามแนวอุโมงค์



วิธีการตรวจวัดดำเนินการโดยใช้กล้องรังวัดแบบใช้แสงเลเซอร์ (Total Station) ทำการวัดหา  
ระดับความสูงของหมุดตรวจสอบแต่ละหมุด เทียบอิงจากระดับความสูงของหมุดหลักฐานอ้างอิง BM01 โดยใช้  
การคำนวณดังนี้

$$\text{ความสูงของหมุด} = \text{Vertical Distance} = \tan(\infty) \times \text{horizontal distance} \quad (1)$$

เมื่อ  $\infty$  = มุมตั้ง (Vertical angle)

$$\text{ระดับความสูงของหมุดเทียบกับหมุดหลักฐานอ้างอิง} = 0 - \text{ความสูงของหมุด} \quad (2)$$

การเปลี่ยนแปลงของระดับความสูงของแต่ละหมุดตรวจสอบที่ได้จากการตรวจวัดแต่ละครั้ง  
สามารถนำมาประมวลผลและวิเคราะห์หาแนวโน้มการทรุดตัวของระดับผิวดินที่เป็นผลจากการพัฒนาอุโมงค์  
ได้ โดยได้ดำเนินการตรวจสอบเป็นประจำทุกเดือนต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน

### 3.7.1.1 ผลการตรวจวัดหมุดตรวจสอบ

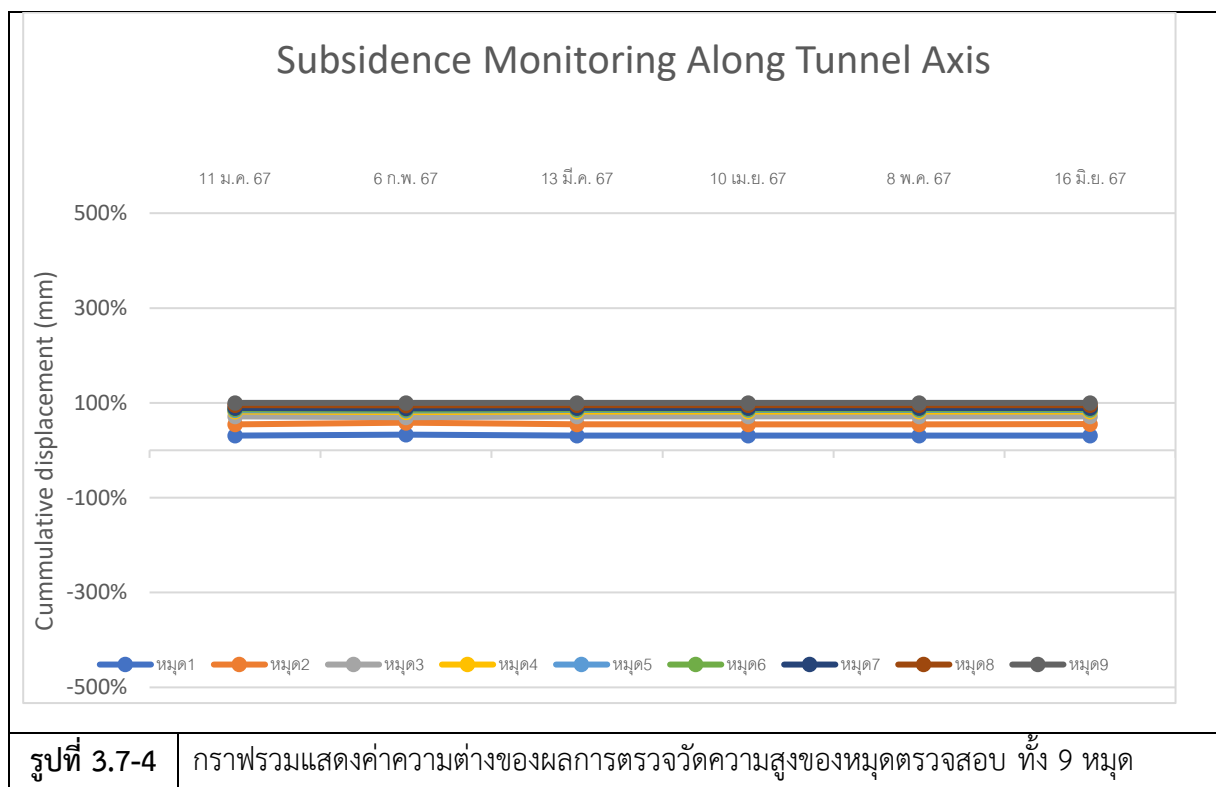
ผลการตรวจวัดระดับความสูงของหมุดตรวจสอบ 9 หมุด เปรียบเทียบจากหมุดหลักฐาน  
อ้างอิง BM01 ได้ดำเนินการตั้งแต่วันที่ 11 มกราคม 2567 จนถึงวันที่ 16 มิถุนายน 2567 โดยการดำเนินการ  
ตรวจวัดเดือนละ 1 ครั้งเป็นอย่างน้อย แสดงผลการตรวจวัดในช่วงเวลาดังกล่าวดัง ตารางที่ 3.7-1

โดยค่าความต่างสะสมและค่าสถิติพื้นฐานของผลการตรวจวัดระดับความสูงของหมุดตรวจสอบทั้ง  
9 หมุด แสดงค่าเฉลี่ย, ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ค่าน้อยที่สุด และค่ามากที่สุดของผลการตรวจวัดตามหมุด  
ต่างๆตามตารางที่ 3.7-1

ตารางที่ 3.7-1 ผลการตรวจวัดระดับความสูงของหมุดตรวจสอบ เทียบอิงจากหมุดหลักฐานอ้างอิง BM01  
สำหรับใช้ประเมินแนวโน้มการทรุดตัวของระดับผิวดินช่วงเดือนมกราคม ถึง มิถุนายน พ.ศ. 2567

ผลการตรวจวัดระดับความสูงของหมุดตรวจสอบ									
Data	หมุด1	หมุด2	หมุด3	หมุด4	หมุด5	หมุด6	หมุด7	หมุด8	หมุด9
11-ม.ค.-67	5.4987	4.2064	2.9208	1.8017	0.5579	0.2912	0.4659	1.0629	0.8994
06-ก.พ.-67	5.4948	4.2047	1.9020	1.8010	0.5580	0.2920	0.467	1.0608	0.8709
13-มี.ค.-67	5.4646	4.2009	2.9144	1.8009	0.5591	0.2952	0.4682	1.0608	0.8709
10-เม.ย.-67	5.4956	4.2071	2.9182	1.7982	0.5572	0.2917	0.4774	1.0592	0.8769
08-พ.ค.-67	5.5048	4.2258	2.9161	1.8001	0.5537	0.2919	0.4781	1.0604	0.8764
16-มิ.ย.-67	5.5087	4.2290	2.9180	1.7993	0.5552	0.2913	0.4713	1.0577	0.8709
ค่าเฉลี่ย	5.4945	4.2123	0.1680	0.5993	0.1849	0.0978	0.4713	1.0603	0.8776
ค่าเบี่ยงเบน	0.0156	0.0119	3.0334	1.8595	0.5754	0.3016	0.0053	0.0017	0.0111
มากที่สุด	5.4646	4.2009	2.9182	1.8009	0.5591	0.2952	0.4781	1.0629	0.8994
น้อยสุด	5.5087	4.2290	2.9208	1.8017	-0.558	-0.292	0.4659	1.0577	0.8709

ที่มา : บริษัท ไทยคาลิ จำกัด, 2567



### 3.7.1.2 สรุปผลการตรวจวัดการทรุดตัวของระดับผิวดินในพื้นที่โครงการ

พิจารณาจากผลการตรวจวัดตามรายละเอียดข้างต้นแล้วสรุปได้ว่าการตรวจวัดและเก็บข้อมูลด้วยวิธีการตรวจวัดการทรุดตัวของระดับผิวดิน (Subsidence) โดยใช้กล้องรังวัดแบบใช้แสงเลเซอร์ (Total Station) ทำการวัดหาระดับความสูงของหมุดตรวจสอบแต่ละหมุด เทียบอิงจากระดับความสูงของหมุดหลักฐานอ้างอิง BM01 เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์แล้วสามารถบ่งชี้ได้ว่าลักษณะการแปรปรวนขึ้นลงสลับกันดังกล่าวนี้ เสมือนเป็นค่าความเบี่ยงเบนปกติของการวัดที่สัมพันธ์กับค่าแปรปรวนมาตรฐานของเครื่องมือและอาจรวมถึงค่าแปรปรวนที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานของผู้ตรวจวัดด้วย อย่างไรก็ตามค่าการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเล็กน้อยนี้สามารถพบได้เป็นปกติของผิวดินธรรมชาติโดยทั่วไป จึงแสดงให้เห็นได้ว่าไม่มีแนวโน้มการทรุดตัวในบริเวณดังกล่าว

### 3.7.2 การวัดการเคลื่อนตัวในแนวราบของมวลดินในพื้นที่โครงการ โดยใช้มาตรวัดการเคลื่อนตัวของมวลดินในแนวราบ (Inclinometer)

มาตรการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อมตามรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม (ฉบับสมบูรณ์) กำหนดให้บริษัทดำเนินการติดตั้งมาตรวัดการเคลื่อนตัวของมวลดินในแนวราบ (Inclinometer) โดยการติดตั้งหลุมเจาะแนวตั้ง (Vertical Hole) และติดตั้งมาตรวัดเพื่อทำการตรวจสอบนั้น ในระยะเตรียมการทำเหมืองได้ดิน บริษัทได้ทำการเจาะหลุมและติดตั้งมาตรวัดการเคลื่อนตัวของมวลดินใน



แนวราบ 4 จุด จากที่กำหนดไว้ 7 จุด เพื่อให้การติดตามตรวจสอบทางด้านธรณีเทคนิค (รูปที่ 3.7-5) โดยในบริเวณอุโมงค์แนวลาด (Decline) ติดตั้งจำนวน 1 หลุม (Incl-03) อยู่ห่างจากแนวกลางอุโมงค์ 43 เมตรไปทางทิศตะวันออก ซึ่งอยู่ทางทิศใต้ของพื้นที่โครงการหรือที่ระยะ 543-549 เมตรของความยาวแนวอุโมงค์ และอยู่ที่ระดับความลึกประมาณ 40 เมตรจากผิวดิน และบริษัทฯ ได้ดำเนินการติดตั้งมาตรวัดการเคลื่อนตัวของมวลดินในแนวราบ (Inclinometer) จำนวน 2 หลุม โดยอยู่ทางด้านตะวันออกและทางด้านตะวันตกของอุโมงค์แนวดิ่ง (Shaft) เดิม ทั้งนี้ทางโครงการได้ดำเนินการเฝ้าตรวจวัดเป็นจำนวนมากในชั้นหินบริเวณดังกล่าวทำให้มีคอนกรีตบางส่วนทะลักเข้าไปทำลายมาตรวัดการเคลื่อนตัวของมวลดินหลุม (Incl-01 และ Incl-02) จึงไม่สามารถวัดค่าได้ โดยบริษัทวางแผนดำเนินการติดตั้งมาตรวัดดังกล่าวในบริเวณก่อสร้างอุโมงค์แนวดิ่งแห่งใหม่แทน อีกทั้งได้ดำเนินการติดตั้งมาตรวัดเพิ่มเติมในบริเวณวัดหนองแดง (Incl-04) อยู่ที่ระดับความลึกประมาณ 58 เมตรจากผิวดิน และวัดหนองไทร (Incl-05) อยู่ที่ระดับความลึกประมาณ 50 เมตรจากผิวดิน ตามข้อกำหนดมาตรการฯ

โดยปัจจุบันบริษัทฯ ได้ดำเนินการตรวจวัดมาตรวัดการเคลื่อนตัวของมวลดินในแนวราบ (Inclinometer) 3 จุด คือ Incl-03 ใกล้แนวอุโมงค์แนวลาด สำหรับเฝ้าตรวจตามแนวอุโมงค์แนวลาดเดิม Incl-04 ที่วัดหนองแดง สำหรับเฝ้าตรวจพื้นที่ตอนบนด้านตะวันออกของแปลง และ Incl-05 ที่วัดหนองไทร สำหรับเฝ้าตรวจพื้นที่ตอนบนด้านตะวันตกของแปลง คือที่จุดในตำแหน่งที่ 1, 2, และ 3 ในแผนที่แสดงตำแหน่งจุดมาตรวัดฯ ในรูปที่ 3.7-5

ในการกำหนดทิศทางของรางและลำดับการวัดรางของทั้ง 3 หลุม ผลออกมาเป็นรูปแบบเดียวกัน ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับแผนการทำเหมืองในระยะยาวด้วยนั้น จึงกำหนดทิศทางการตรวจวัดตามรูปที่ 3.7-6

รางวัด A1 อยู่ด้านทิศเหนือ ทำให้ B1 อยู่ด้านทิศตะวันออก

รางวัด A2 อยู่ด้านทิศตะวันออก ทำให้ B2 อยู่ด้านทิศใต้

รางวัด A3 อยู่ด้านทิศใต้ ทำให้ B3 อยู่ด้านทิศตะวันตก

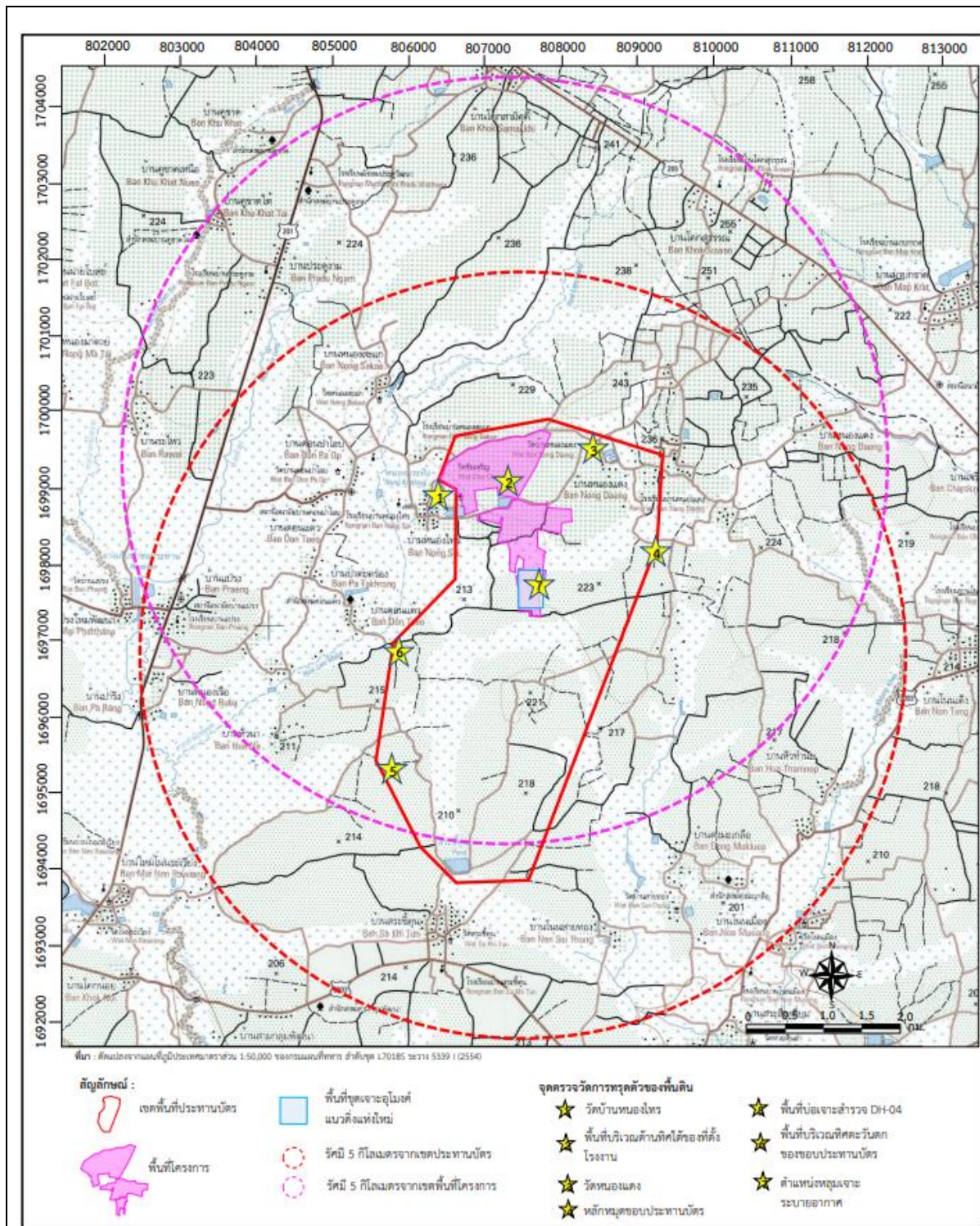
รางวัด A4 อยู่ด้านทิศตะวันตก ทำให้ B4 อยู่ด้านทิศเหนือ

บริษัทฯ ได้ใช้มาตรวัดการเคลื่อนตัวของมวลดินในแนวราบ (Inclinometer) ของ SISGEO รุ่น S200D ซึ่งติดตั้งอุปกรณ์วัดความเอียงสองแกนตั้งฉากกัน แกน A เป็นแกนหลักตามความยาว และแกน B จะวัดขวางตั้งฉากกับความยาวมีความละเอียด 0.0013 องศา หรือ 0.02 มิลลิเมตร/เมตร มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า  $\pm 0.005$  เปอร์เซ็นต์ สามารถวัดมุมเอียงได้ถึง  $\pm 30$  องศา กลไกในการวัดจะเป็นแบบ Force Balance Servo Accelerometer โดยทำการอ่านค่าจากกันหลุมขึ้นมา ทุก 1 เมตรที่หลุม จนถึงปากหลุมโดยทำการวัดซ้ำทุกๆเดือน (รูปที่ 3.7-7) ทั้งนี้การวัดครั้งแรกของหลุมนั้นจะใช้เป็นข้อมูลอ้างอิง





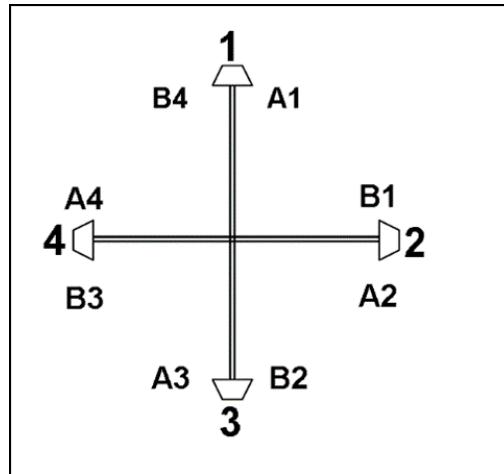
สำหรับเทียบหาค่าความเปลี่ยนแปลงของการเคลื่อนตัวของมวลดินในครั้งต่อๆมา ซึ่งจะใช้คำนวณเพื่อหาการเคลื่อนตัวของมวลดินและมวลหินที่ความลึกต่างๆ ได้



ที่มา : รายงานวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการเหมืองแร่โพแทชของ บริษัทไทยคาลิ จำกัด



รูปที่ 3.7-5	แผนที่แสดงตำแหน่งของจุดติดตั้งมาตรวัดการเคลื่อนตัวของมวลดินในแนวราบ จำนวน 7 จุด ตามแผนที่กำหนดไว้
--------------	---



รูปที่ 3.7-6	ผังแสดงการจัดวางชื่อรางในการวัดโดยใช้มาตรวัดการเคลื่อนตัวของมวลดินในแนวราบ (Inclinometer) ซึ่งในการตรวจวัดได้ทำการวัดตามรางที่ 1 (A1) และรางที่ 3 (A3)
--------------	--



รูปที่ 3.7-7	การตรวจมาตรวัดการเคลื่อนตัวในแนวราบ (Inclinometer) ในท่อรางหลุมเจาะ (Inclinometer Access Tube)
--------------	--

### 3.7.2.1 ผลการวัดการเคลื่อนตัวในแนวราบของมวลดินในพื้นที่โครงการ

หลังจากทำการตรวจวัดหาการเคลื่อนตัวแต่ละครั้งได้ทำการถ่ายโอนข้อมูลที่บันทึกไว้ของทุกหลุมลงในคอมพิวเตอร์เพื่อทำการประมวลผลและวิเคราะห์หาการเคลื่อนตัวของมวลดินที่ระดับความลึกต่างๆ โดยมีขั้นตอนสังเขป ดังนี้



- 1) ตรวจสอบความคลาดเคลื่อนของการวัดโดยดูจากค่า Checksum ซึ่งเป็นผลรวมของการวัดจากรางที่อยู่ตรงกันข้ามในท่อราง ซึ่งเมื่อรวมแล้วจะทำการหารด้วย 2 ผลที่ได้แต่ละเมตรต้องมีค่าอยู่ในช่วง -10 ถึง +10 ซึ่งหากผลการวัดมีค่าความคลาดเคลื่อนเกินช่วงดังกล่าว จะทำการปรับแก้ข้อมูลการวัดโดยการเฉลี่ยจากผลการวัดของเมตรข้างเคียงที่ประกอบอยู่
- 2) ตรวจสอบอาการตรรกะ ท่อรางหลุดตรงข้อต่อ ท่อรางตีบตัน หรือท่อรางบิดเกลียว ซึ่งถ้าพบ ให้ทำการแก้ไขโดยใช้เครื่องวัดหาการบิดเกลียว ถ้าพบว่ามียากเกินไป ให้ยกเลิกใช้ข้อมูลผลการวัดดังกล่าวแล้วทำการวัดซ้ำใหม่ทันที เนื่องจากค่าที่วัดได้อาจแปรปรวนมากและไม่สื่อถึงการเคลื่อนตัวของมวลดินจนอาจทำให้การแปลความผลการวัดผิดไปจากความเป็นจริง ซึ่งการตรวจวัดนี้ไม่ตรวจพบความผิดปกติของข้อมูลที่น่าจะเกิดจากอาการดังกล่าว
- 3) นำข้อมูลที่ได้ผ่านการตรวจสอบแล้วมาทำการวิเคราะห์หาการเคลื่อนที่โดยแสดงเป็นค่าสถิติของผลการวัดและแสดงโดยใช้ภาพตัดขวางประเภทต่างๆ ในมุมมอง 4 แบบ คือ ภาพตัดขวางในทิศเหนือ-ใต้ ภาพตัดขวางในทิศตะวันออก-ตะวันตก ภาพตัดขวางที่วางฉากกับทิศทางจริงของแนวหลุมเจาะ และผังที่มองจากด้านบนเพื่อแสดงทิศทางของแนวหลุมเจาะ ภาพที่ใช้ดังนี้
  - a. ภาพตัดขวางแสดงแนวหลุมเจาะจริง โดยเป็นค่าเบี่ยงเบนของแนวหลุมเจาะจากแนวตั้งสมบูรณ์ จะใช้เฉพาะข้อมูลการวัดครั้งแรกของแต่ละหลุม
  - b. ภาพตัดขวางแสดงการเคลื่อนตัวในแนวราบที่ทุกความลึกที่วัดมา โดยเป็นผลต่างของการวัดครั้งถัด ๆ มา เทียบจากการวัดครั้งแรก ที่ความลึกของการวัดเดียวกัน
  - c. ภาพตัดขวางแสดงการเคลื่อนตัวสะสม โดยทำการบวกสะสมผลการเคลื่อนที่ทีละช่วงจากกันหลุมขึ้นมายังกันหลุม (Skulich, 2008)

โดยมีผลการตรวจวัดค่าการเคลื่อนตัวในแนวราบของมวลดิน Incl-03, Incl-04, และ Incl-05 แสดงตามตารางที่ 3.7-2 ที่แสดงค่าตรวจสอบคุณภาพของการวัด และตารางที่ 3.7-3 ที่เป็นค่าการเคลื่อนตัวสะสมเทียบจากการวัดครั้งแรก ทั้งนี้ช่วงเวลาเวลาที่ผ่านมาทางโครงการได้ดำเนินการเกรตคอนกรีตเป็นจำนวนมากในชั้นหินบริเวณโดยรอบอุโมงค์แนวตั้ง (Shaft) เพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงและลดความสามารถในการซึมผ่านของน้ำบาดาล ทำให้มีคอนกรีตบางส่วนทะลักเข้าไปทำลายมาตรวัดการเคลื่อนตัวของมวลดินหลุม Incl-01 และ Incl-02 จึงไม่สามารถวัดค่าได้ โดยโครงการอยู่ในระหว่างพิจารณาติดตั้งมาตรวัดใหม่เพื่อทดแทนหลุมที่ชำรุดหรืออาจติดตั้งที่บริเวณอื่นเพิ่มเติมตามความเหมาะสมต่อไป





ตารางที่ 3.7-2 ค่าสถิติผลการสอบเทียบระหว่างรางตรงข้ามของผลการวัด (Checksum) ซึ่งมีอยู่ระหว่าง -10 ถึง +10 แสดงว่ามีความคลาดเคลื่อนน้อยจากเครื่องมือ ท่อราง และการวัด

หมวดตรวจสอบ	วันที่ตรวจวัด	สถิติการการสอบเทียบ (A1+A3)/2			สถิติการการสอบเทียบ (B1+B3)/2		
		ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
Incli-03 (Decline)	17-01-2024	-5.4	-8.5	-2.9	-5.0	-8.4	-3.5
	14-02-2024	-5.6	-8.5	-2.7	-5.0	-8.4	-3.6
	20-03-2024	-5.4	-8.9	-1.5	-5.1	-9.3	5.7
	25-04-2024	-5.3	-8.6	-2.6	-5.5	-9.2	-0.6
	16-05-2024	-5.4	-8.3	-2.6	-6.2	-7.3	-4.5
	12-06-2024	-6.0	-8.1	-3.3	-6.5	-7.7	-5.3
Incli-04	17-01-2024	-5.2	-9.3	-0.3	-5.3	-8.9	-2.7
	14-02-2024	-5.3	-9.8	-1.9	-5.9	-9.6	-2.3
	20-03-2024	-5.6	-9.2	-2.0	-7.5	-10.3	-5.7
	25-04-2024	-4.5	-9.8	-1.9	-5.4	-9.4	-1.8
	16-05-2024	-4.3	-8.2	-1.8	-5.8	-9.5	-3.8
	12-06-2024	-4.6	-9.2	-2.4	-6.1	-10.0	-3.8
Incli-05	17-01-2024	-4.3	-9.6	3.7	-4.9	-9.8	1.1
	14-02-2024	-3.5	-9.0	6.5	-5.2	-8.4	-0.4
	20-03-2024	-4.5	-9.2	1.9	-5.5	-24.8	1.3
	25-04-2024	-4.6	-9.7	-5.7	-5.4	-9.7	1.4
	16-05-2024	-4.0	-9.1	3.6	-5.0	-9.4	1.6
	12-06-2024	-4.3	-8.5	1.9	-5.7	-9.0	-1.1

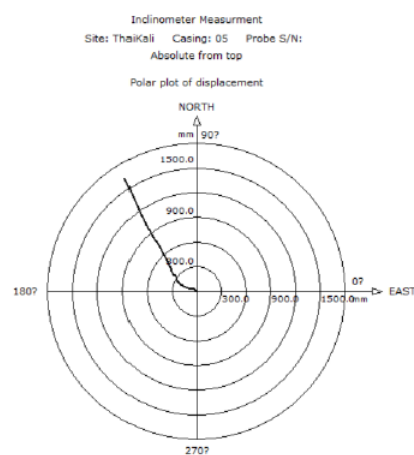
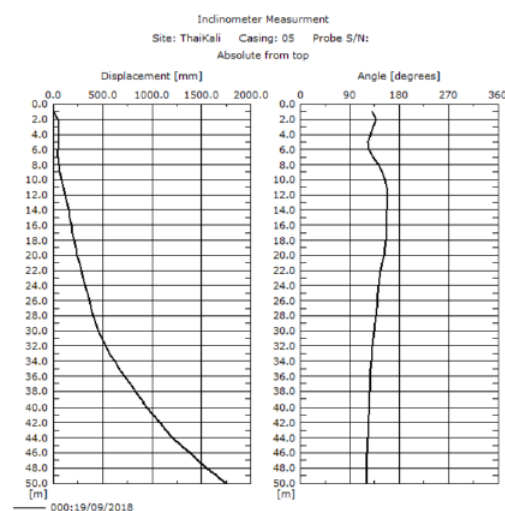
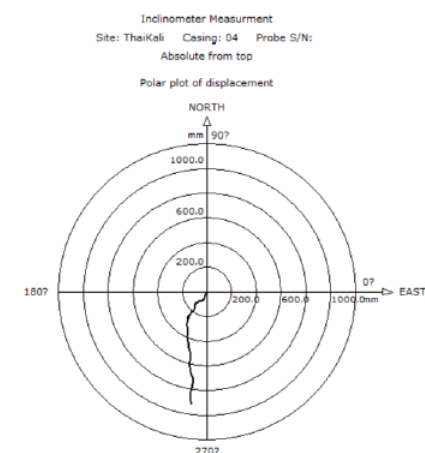
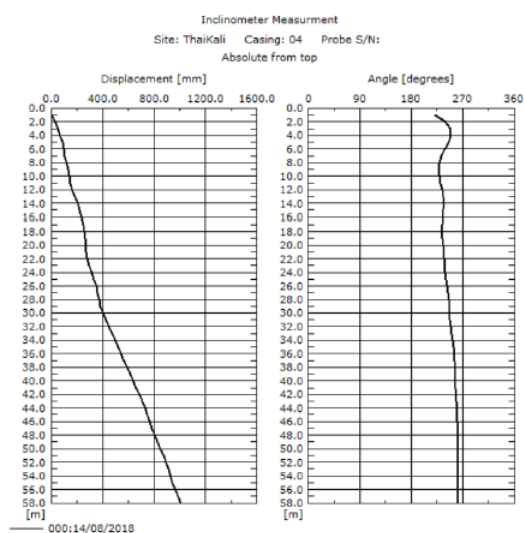
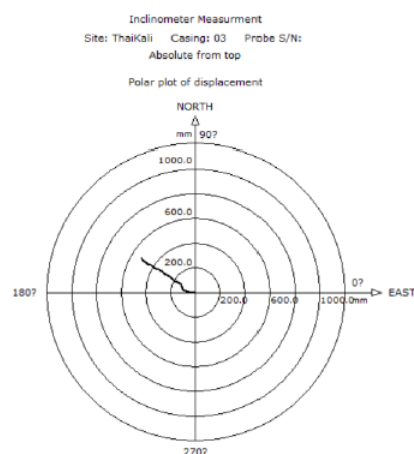
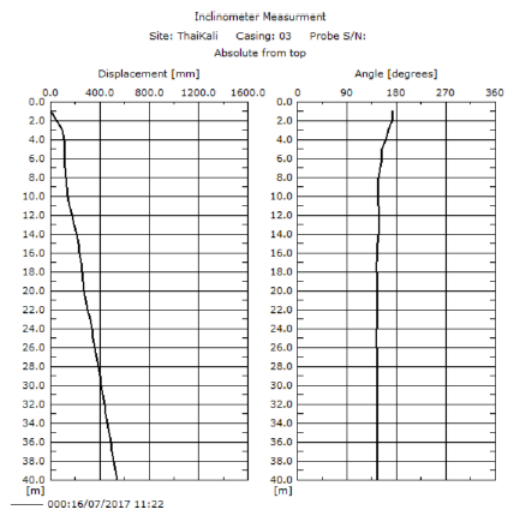
ที่มา : บริษัท ไทยคาลิ จำกัด, 2567



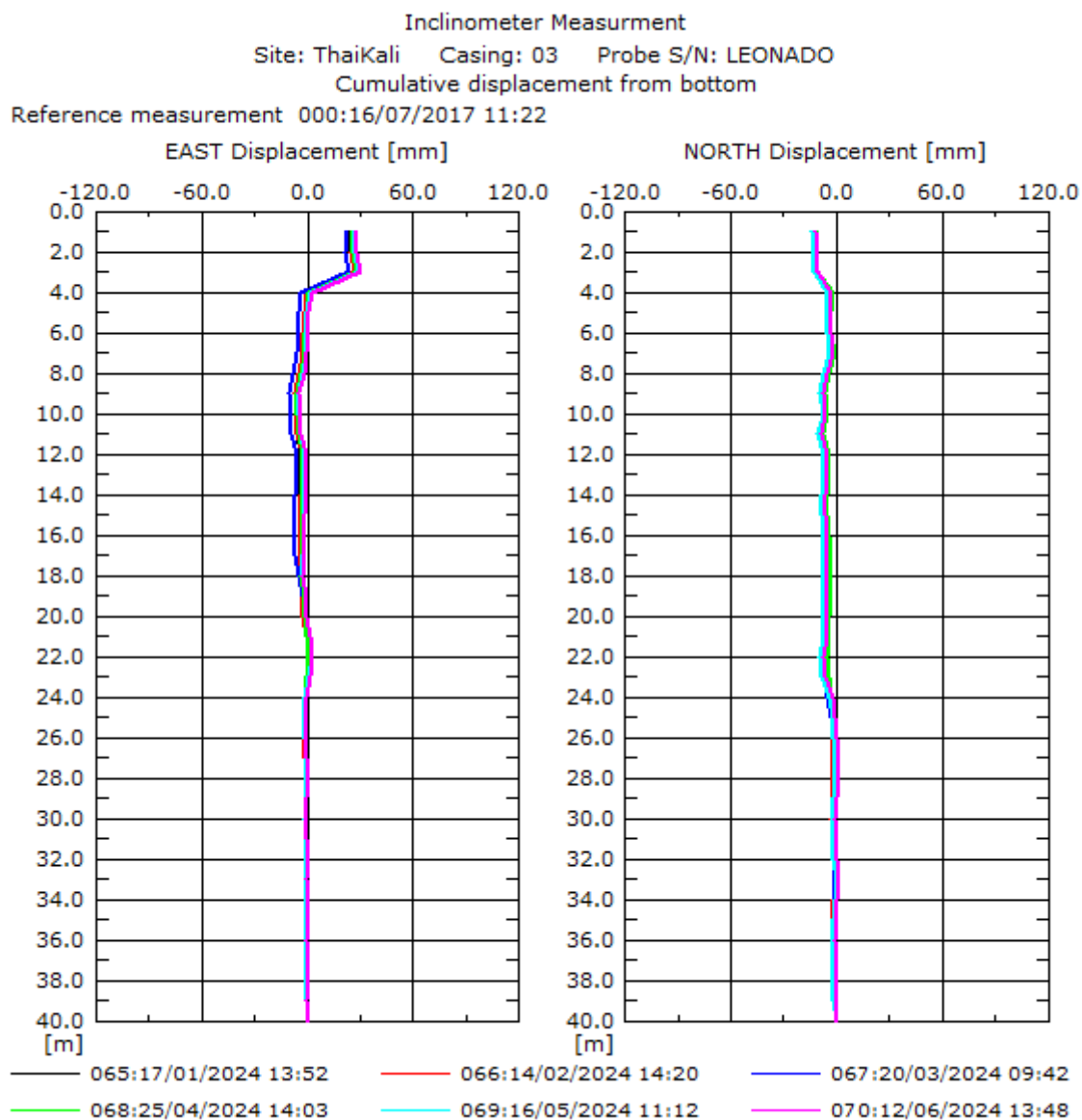
ตารางที่ 3.7-3 ค่าสถิติสรุปการเคลื่อนที่ในแนวราบจากผลการวัดในแต่ละครั้งเทียบกับครั้งแรก ที่หุมด Incl-03, Incl-04 ที่มีการเคลื่อนที่ในแนวราบไม่เกิน 16 มิลลิเมตรจน ส่วนหุมด Incl-05 มีการเคลื่อนที่ 48 มิลลิเมตรในระดับดินและหยุดการเคลื่อนที่ไป พื้นที่เป็นดินเลนชุ่มน้ำและมีงานขุดและถมบ่อในพื้นที่ใกล้เคียง

หุมดตรวจสอบ	วันที่ตรวจวัด	สถิติการขยับในแนวราบสะสมจนถึงครั้งที่วัด (มิลลิเมตร)				
		ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	แนวทิศเฉลี่ย
Incli-03 (Decline)	17 01 2024	6.77	6.72	0.35	29.33	249° Azm
	14 02 2024	6.70	6.72	1.35	29.45	251° Azm
	20 03 2024	6.68	6.09	1.11	26.12	242° Azm
	25 04 2024	5.02	7.14	0.12	29.67	218° Azm
	16 05 2024	7.09	7.28	1.03	31.44	257° Azm
	12 06 2024	5.47	7.58	0.16	31.58	222° Azm
Incli 04	17 01 2024	13.46	9.00	0.62	38.61	66° Azm
	14 02 2024	11.64	8.49	1.59	37.18	77° Azm
	20 03 2024	16.46	9.55	0.43	41.06	42° Azm
	25 04 2024	11.19	8.86	1.36	35.26	80° Azm
	16 05 2024	15.37	10.07	1.66	40.01	53° Azm
	12 06 2024	15.80	10.58	1.36	42.04	78° Azm
Incli 05	17 01 2024	42.97	20.61	2.14	101.25	86° Azm
	14 02 2024	42.98	20.64	2.22	100.51	87° Azm
	20 03 2024	42.48	20.68	2.25	100.03	88° Azm
	25 04 2024	43.13	20.95	2.14	101.20	87° Azm
	16 05 2024	43.52	20.95	1.99	103.13	82° Azm
	12 06 2024	48.42	22.33	2.04	109.93	76° Azm

จากตารางสถิติของผลการตรวจวัดหุมดต่างๆ เมื่อเทียบดูในการวัดแต่ละครั้งจะเห็นว่า มีค่าเพิ่มขึ้นและลดลงเป็นลักษณะของการแกว่งของข้อมูลนี้อาจเป็นผลมาจากความคลาดเคลื่อนปกติของการวัด และอาจมีการมีผลจากการเคลื่อนตัวของชั้นดินอันเป็นปกติของพื้นที่ที่มีความลาดเอียง แต่ไม่พบข้อบ่งชี้ถึงการเคลื่อนตัวของมวลดินแบบผิดปกติแต่อย่างใด โดยที่หุมด Incl-05 ที่อยู่ในบริเวณที่เป็นดินเลนหนา รองรับด้วยชั้นหินโคลนเค็มที่นิ่ม มีความชุ่มน้ำ พบว่าที่มีการเคลื่อนที่ 42-48 มิลลิเมตรนั้น น่าจะเป็นได้รับอิทธิพลจากการขุดและถมบ่อเพื่อปรับพื้นที่ในบริเวณใกล้เคียง เมื่อปลายปี พ.ศ.2566 และแต่เวลานั้นจนถึงปัจจุบัน ไม่พบการเคลื่อนที่เพิ่มขึ้นแต่อย่างใด จากภาพตัดขวางที่แสดงผลการตรวจวัดของทุกๆ ค่าที่ตรวจวัดของทุกหุมดไม่พบจุดหักเหผิดแนวที่แสดงถึงความผิดปกติของการเคลื่อนที่อาจมีจุดแหลมเล็กๆ ของเส้นกราฟบ้างแต่มีค่าน้อยไม่เกิน 5 มิลลิเมตร

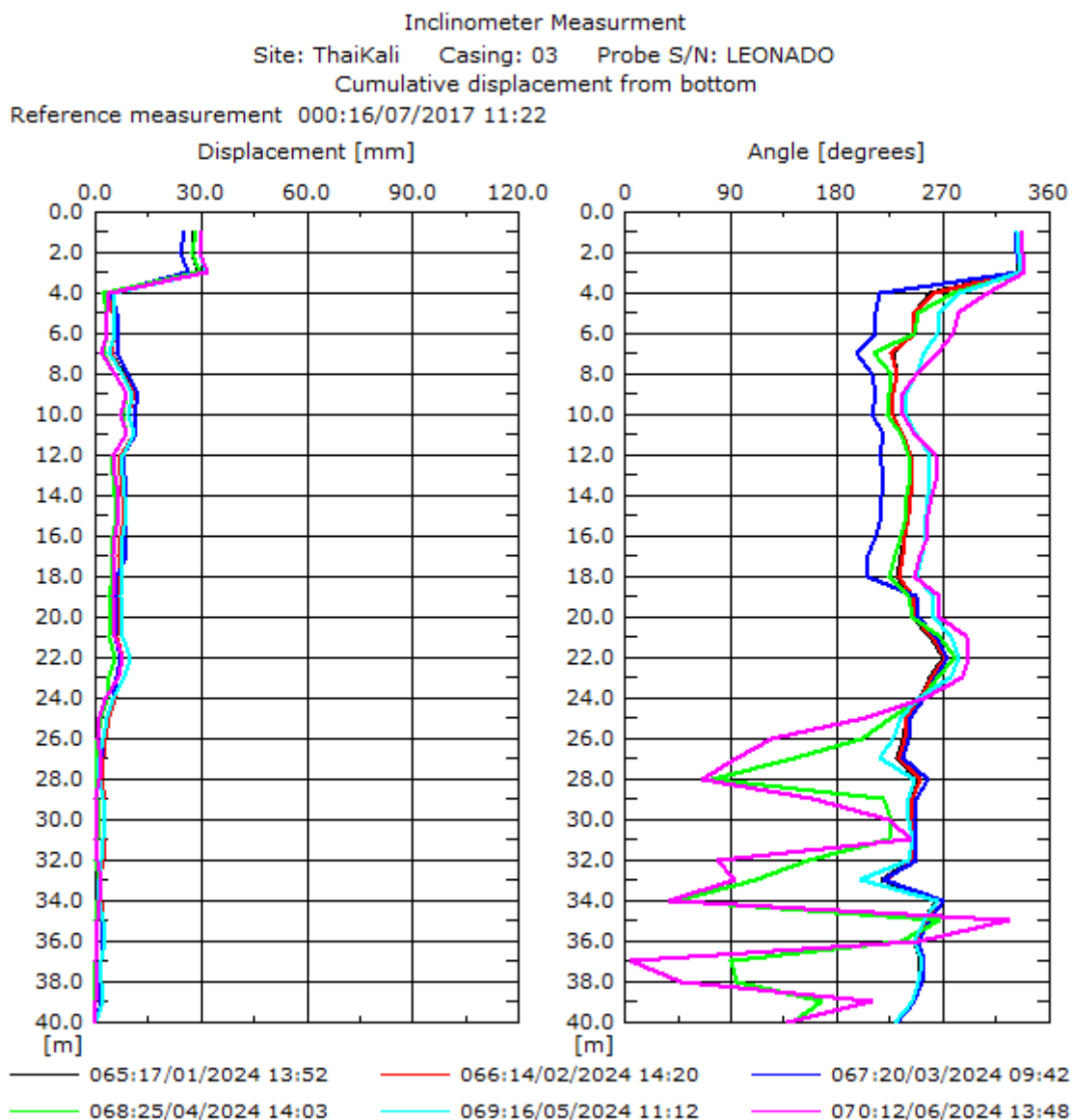


รูปที่ 3.7-8 แสดงแนวเส้นตามความลึกของหลุม Incli-03, Incli-04 และ Incli-05 ตอนติดตั้งเริ่มแรก  
ตามลำดับจากบนลงล่าง

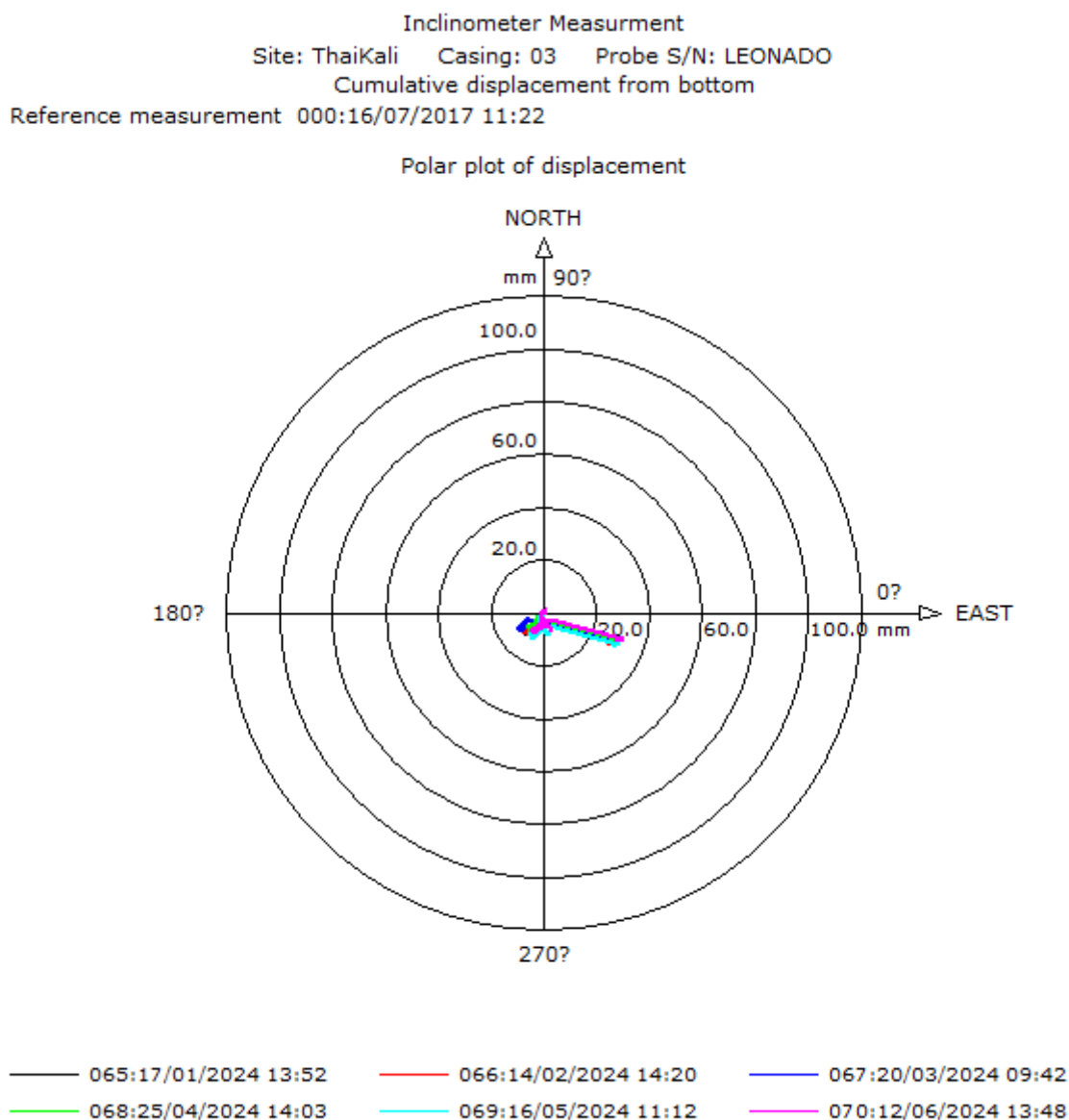


รูปที่ 3.7-9 ภาพตัดขวางแสดงการเคลื่อนที่ในแนวราบในทิศเหนือ-ใต้ และตะวันออก-ตะวันตก เป็นรายเดือน นับแต่เดือนมกราคม ถึง มิถุนายน พ.ศ. 2567 โดยเทียบกับข้อมูลการวัดครั้งแรก (000) ของหมุด Incl-03

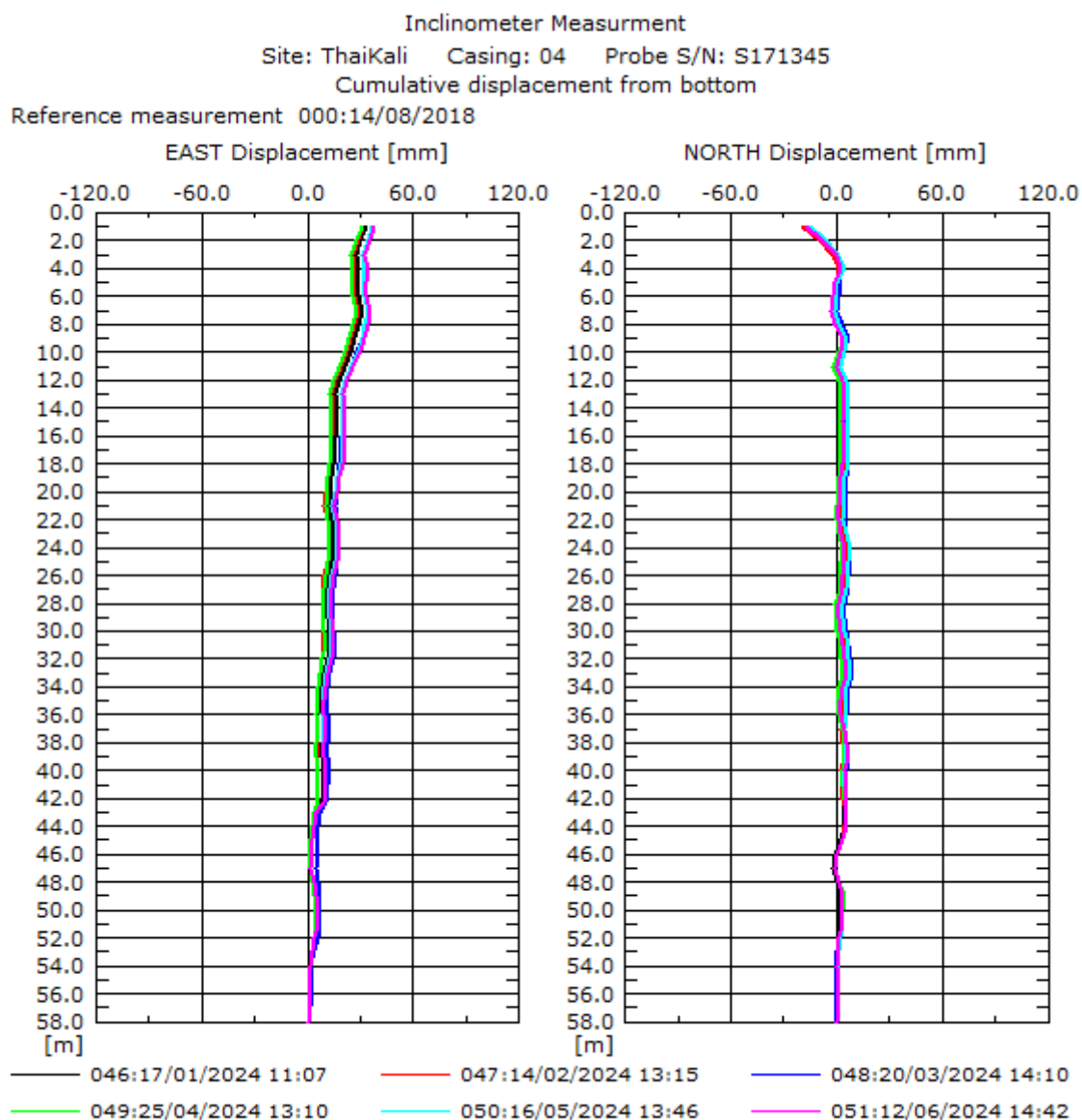




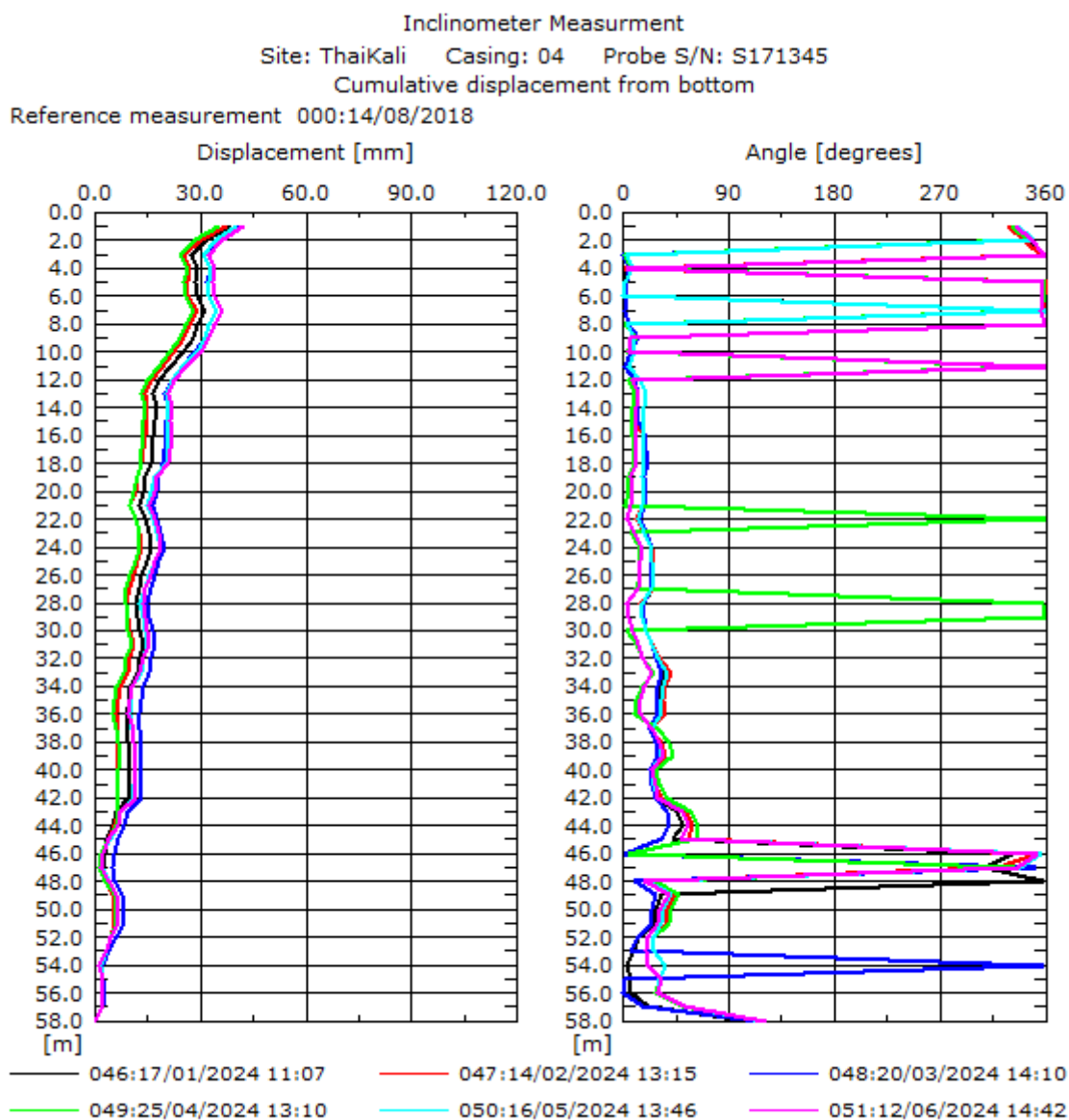
รูปที่ 3.7-10 ภาพตัดขวางแสดงการเคลื่อนที่ในแนวราบในทิศการเคลื่อนที่จริง และด้านขวาเป็นค่าเฉลี่ยของทิศทางการเคลื่อนที่ เป็นรายเดือนนับแต่เดือนมกราคม ถึง มิถุนายน พ.ศ. 2567 โดยเทียบกับข้อมูลการวัดครั้งแรก (000) ของหมุด Incl-03



รูปที่ 3.7-11 ภาพมุมมองเชิงมุมดิ่งลงตามหลุมวัด (Polar) แสดงทิศทางและระยะของภาพรวมเคลื่อนที่ในแนวราบ จุดศูนย์กลางเป็นก้นหลุม ปลายเส้นที่ออกมาเป็นปากหลุม เป็นข้อมูลรายเดือนนับแต่เดือนมกราคมถึง มิถุนายน พ.ศ. 2567 โดยเทียบกับข้อมูลการวัดครั้งแรก (000) ของหมุด Incl-03

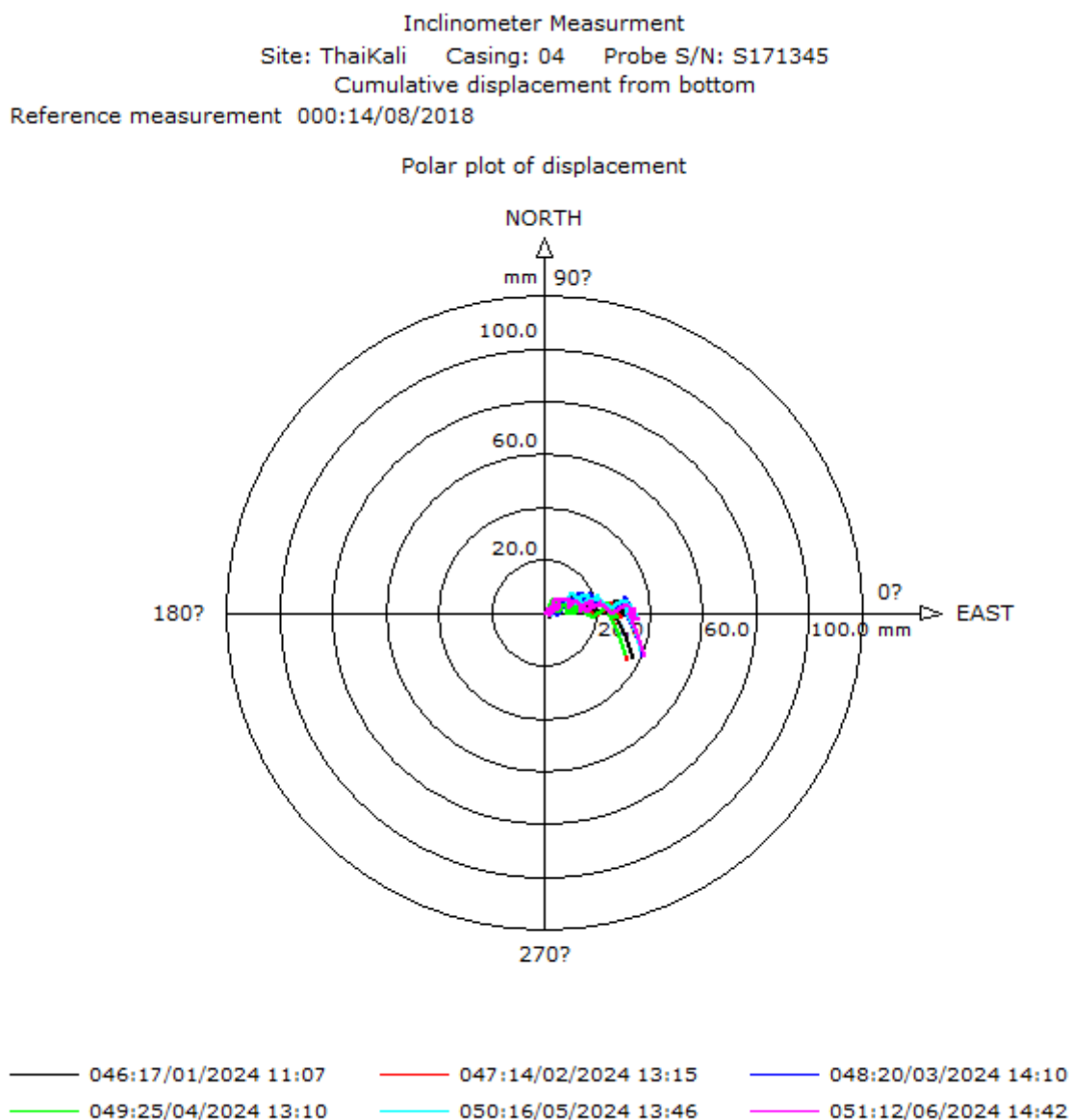


รูปที่ 3.7-12 ภาพตัดขวางแสดงการเคลื่อนที่ในแนวราบในทิศเหนือ-ใต้ และตะวันออก-ตะวันตก เป็นรายเดือนนับแต่เดือนมกราคม ถึง มิถุนายน พ.ศ. 2567 โดยเทียบกับข้อมูลการวัดครั้งแรก (000) ของหมุด Incli-

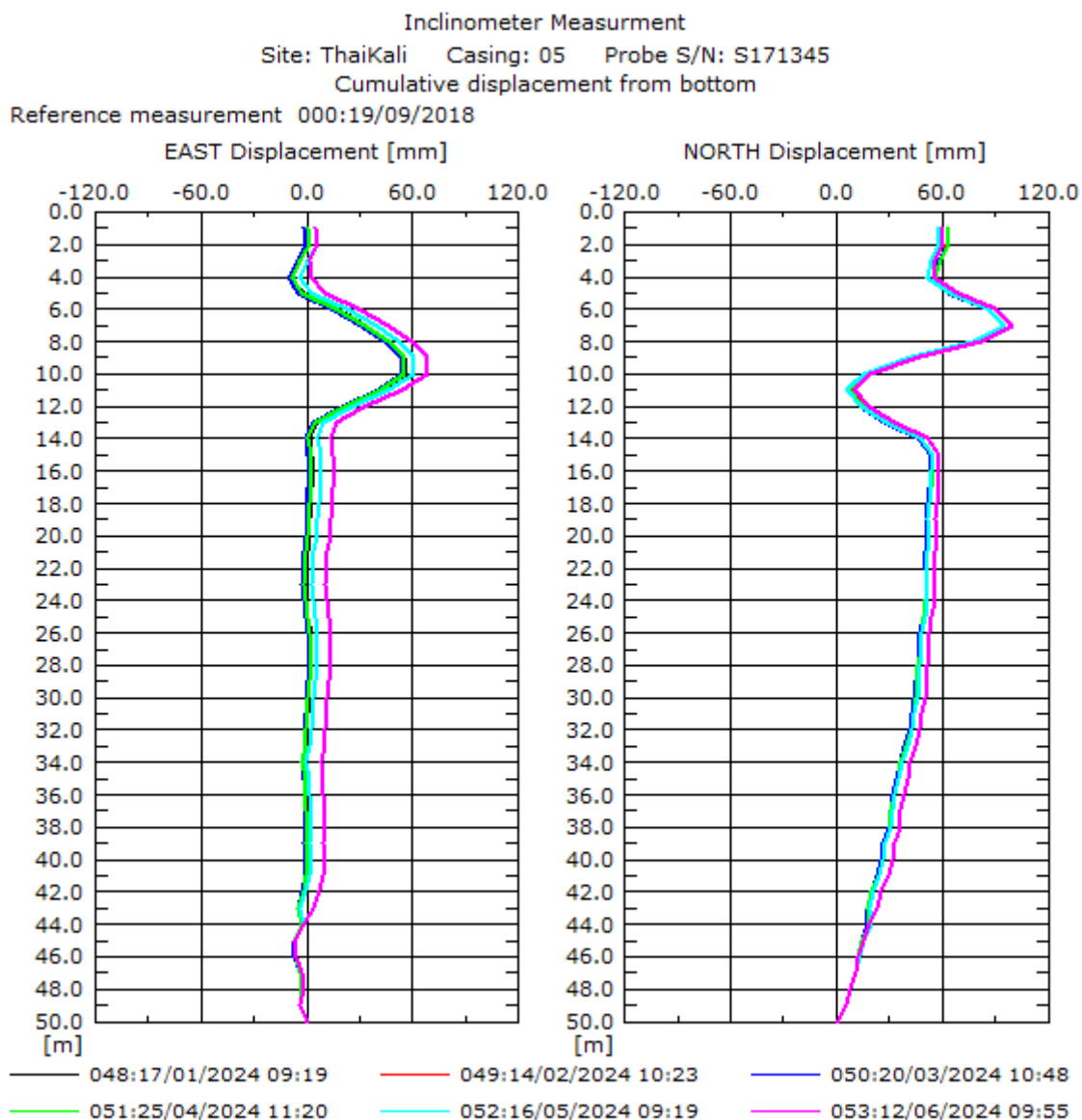


รูปที่ 3.7-13 ภาพตัดขวางแสดงการเคลื่อนที่ในแนวราบในทิศการเคลื่อนที่จริง และด้านขวาเป็นค่าเฉลี่ยของทิศทางการเคลื่อนที่ เป็นรายเดือนนับแต่เดือนมกราคม ถึง มิถุนายน พ.ศ. 2567 โดยเทียบกับข้อมูลการวัดครั้งแรก (000) ของหมุด Incl-04

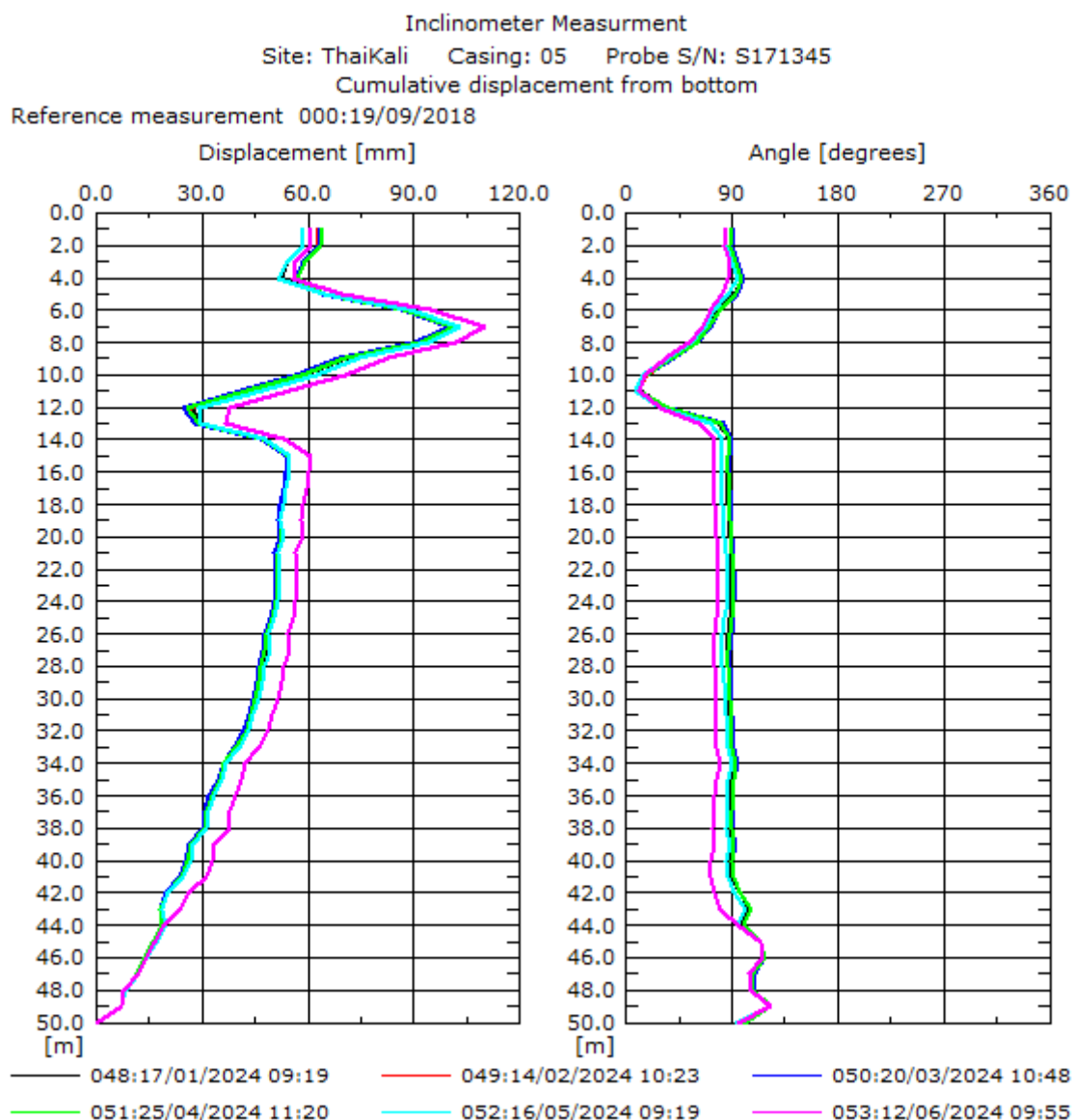




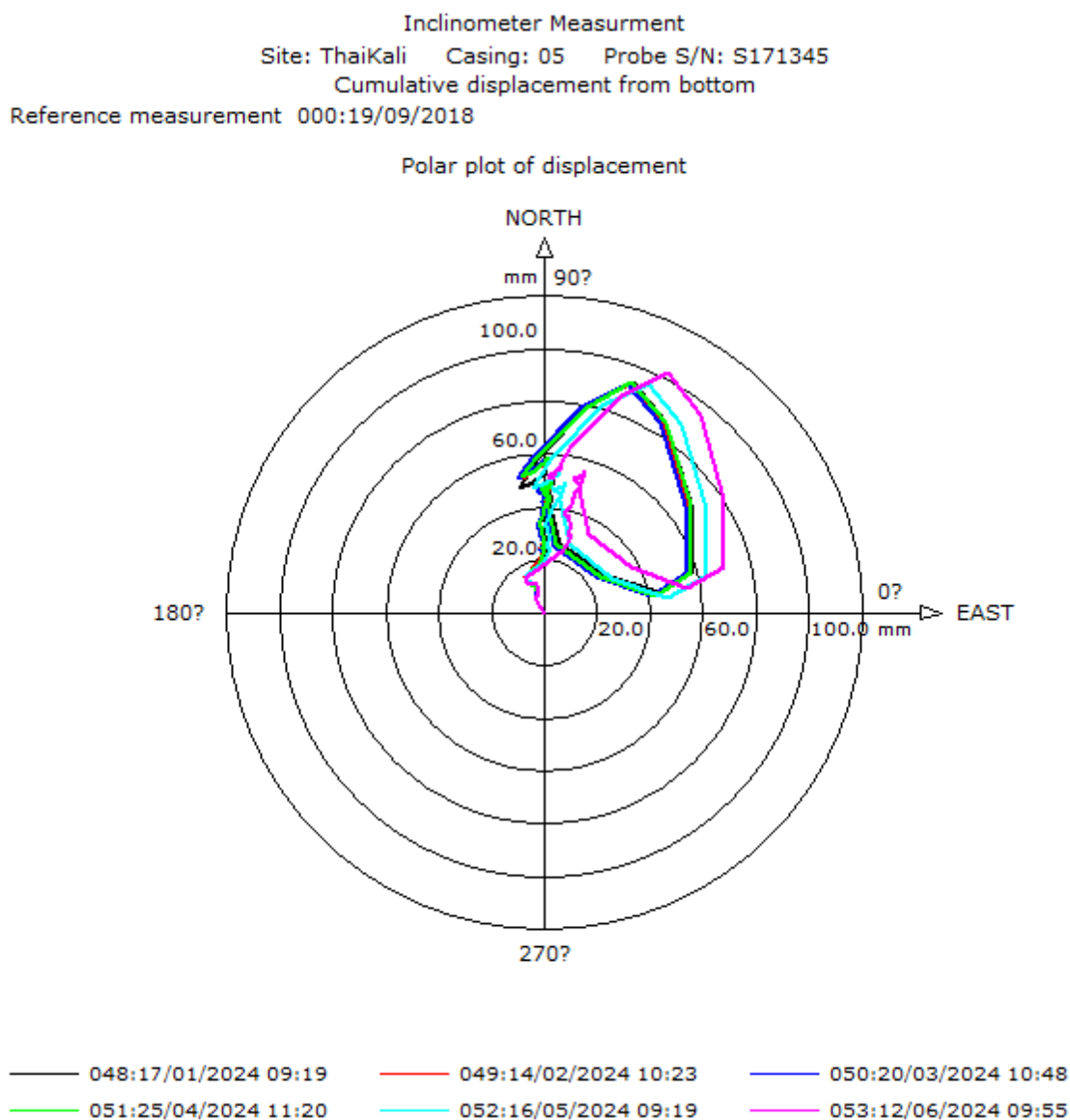
รูปที่ 3.7-14 ภาพมุมมองเชิงมุมดิ่งลงตามหลุมวัด (Polar) แสดงทิศทางและระยะของภาพรวมเคลื่อนที่ในแนวราบ จุดศูนย์กลางเป็นก้นหลุม ปลายเส้นที่ออกมาเป็นปากหลุม เป็นข้อมูลรายเดือนนับแต่เดือนมกราคมถึง มิถุนายน พ.ศ. 2567 โดยเทียบกับข้อมูลการวัดครั้งแรก (000) ของหลุม Incl-04



รูปที่ 3.7-15 ภาพตัดขวางแสดงการเคลื่อนที่ในแนวราบในทิศเหนือ-ใต้ และตะวันออก-ตะวันตก เป็นรายเดือนนับแต่เดือนมกราคม ถึง มิถุนายน พ.ศ. 2567 โดยเทียบกับข้อมูลการวัดครั้งแรก (000) ของหมุด Incl-



รูปที่ 3.7-16 ภาพตัดขวางแสดงการเคลื่อนที่ในแนวราบในทิศการเคลื่อนที่จริง และด้านขวาเป็นค่าเฉลี่ยของทิศทางการเคลื่อนที่ เป็นรายเดือนนับแต่เดือนมกราคม ถึง มิถุนายน พ.ศ. 2567 โดยเทียบกับข้อมูลการวัดครั้งแรก (000) ของหมุด Incl-05



รูปที่ 3.7-17 ภาพมุมมองเชิงมุมดิ่งลงตามหลุมวัด (Polar) แสดงทิศทางและระยะของภาพรวมเคลื่อนที่ในแนวราบ จุดศูนย์กลางเป็นก้นหลุม ปลายเส้นที่ออกมาเป็นปากหลุม เป็นข้อมูลรายเดือนนับแต่เดือนมกราคมถึง มิถุนายน พ.ศ. 2567 โดยเทียบกับข้อมูลการวัดครั้งแรก (000) ของหลุม Incl-05 แนวเส้นจะแสดงการโค้งวนที่มีการเคลื่อนที่ในระดับดินในส่วนที่เป็นดินเลน



### 3.7.2.2 สรุปผลการวัดการเคลื่อนตัวของมวลดินในพื้นที่โครงการ

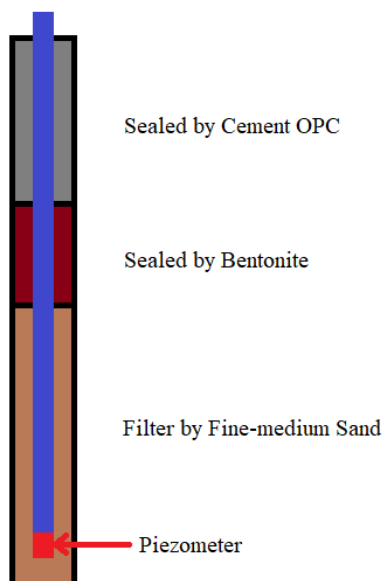
พิจารณาจากผลการตรวจวัดตามรายละเอียดข้างต้นสรุปได้ว่าการตรวจวัดและเก็บข้อมูลด้วยมาตรวัดการเคลื่อนตัวของมวลดินในแนวราบ (Inclinometer) Incl-03 , Incl-04 และ Incl-05 เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์แล้วยังไม่พบแนวโน้มที่บ่งชี้ถึงการเคลื่อนตัวของมวลดินในพื้นที่โครงการ ทั้งนี้วิเคราะห์ได้จากค่าความแปรปรวนของข้อมูลการตรวจวัดที่มีลักษณะการแกว่งขึ้นลงน้อยมากถึงคงที่ ซึ่งถือว่ายังอยู่ในช่วงความแปรปรวนปกติโดยเกิดจากความคลาดเคลื่อนทั่วไปของเครื่องมือวัด

### 3.7.3 การตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงความดันของน้ำใต้ดิน

การเปลี่ยนแปลงความดันของน้ำใต้ดินมีส่วนสัมพันธ์กับการทรุดตัวของผิวดินและการเคลื่อนตัวของมวลดิน การตรวจวัดหาการเปลี่ยนแปลงความดันของน้ำใต้ดินจะสามารถใช้บ่งชี้แนวโน้มการทรุดตัวของผิวดินในพื้นที่โครงการได้ ในทางอุทกวิทยาของน้ำใต้ดินชั้นหินอุทกนี้ เป็นชั้นหินอุ้มน้ำที่สำคัญชั้นหนึ่งของที่ราบสูงโคราช โดยน้ำใต้ดินจะแทรกซึมและไหลผ่านตามรอยแตกและรอยแยกของหิน โดยเฉพาะรอยแตกของหินที่เกิดตามแนวรอยสัมผัสระหว่างชั้นหินต่างๆ หลุมเจาะน้ำใต้ดินหนึ่งๆ มักจะเจาะพบรอยแตกที่มีน้ำใต้ดิน ที่ระดับความลึกต่างๆ ตามการกระจายตัวของรอยแตก ส่วนใหญ่จะมีความลึกอยู่ระหว่าง 20 – 250 เมตร โดยพื้นที่บริเวณชุดเจาะเหมืองอุโมงค์ในปัจจุบันพบชั้นน้ำใต้ดิน 2 ประเภท คือ ชั้นน้ำใต้ดินแบบชั้นน้ำเปิด (Unconfined Aquifer) และชั้นน้ำใต้ดินแบบชั้นน้ำปิด (Confined Aquifer) ชั้นน้ำใต้ดินแบบชั้นน้ำเปิดจะพบในระดับความลึกค่อนข้างตื้นที่ 3 – 10 เมตร และกระจายค่อนข้างจำกัดเฉพาะที่ จะเป็นชั้นที่เกิดจากน้ำฝนบางส่วนซึมผ่านชั้นดินลงไปมักจะมีการเปลี่ยนแปลงเร็วตามฤดูกาล ส่วนชั้นน้ำใต้ดินแบบชั้นน้ำปิดจะพบที่ระดับค่อนข้างลึกที่ 16 – 85 เมตร เป็นชั้นอุ้มน้ำที่เกิดจากการสะสมเป็นระยะเวลายาวนานของน้ำฝนหรือน้ำจากแหล่งอื่นที่ซึมผ่านลงไปตลอดเวลา ชั้นน้ำใต้ดินนี้จะอาศัยช่องว่างที่เกิดจากรอยแตกและรอยแยกของชั้นหินที่มีอยู่ ซึ่งจะเกิดกระจายตัวต่อเนื่องกันเป็นบริเวณกว้าง มีความถี่ และความหนาแน่นมากบ้างน้อยบ้างเป็นแห่งๆ ไป โดยมีตำแหน่งหลุมสังเกตการณ์สำหรับตรวจวัดความดันน้ำแสดงตามแผนที่ตามรูปที่ 3.7-6

#### 3.7.3.1 การตรวจวัดความดันน้ำ โดยใช้หัววัดความดันน้ำใต้ดิน (Piezometer)

ในการติดตั้งมาตรวัดความดันน้ำนั้น บริษัทฯ ใช้หัววัดความดัน Casagrande single-tube filter Model P101 ต่อเข้ากับท่อพีวีซีที่บดหย่อนลงไปในหลุมเจาะจนถึงความลึกที่ต้องการ และเทกลับด้วยทรายละเอียดปนหยาบปานกลางให้คลุมหัววัดไว้จนมีความหนา 30 เมตร เพื่อให้สามารถซึมผ่านไปถึงหัววัดได้ แล้วสร้างชั้นทับน้ำโดยปิดทับด้วยเบนโทไนต์ (Bentonite) แบบเม็ดหนา 5 เมตร และเทปิดทับด้วยปูนซีเมนต์ผสมเบนโทไนต์ (Bentonite) ดังรายละเอียดในรูปที่ 3.7-11 โดยใช้เครื่องวัดระดับน้ำ (Water Depth Meter) ยี่ห้อ Solinst Model 107 ดำเนินการวัดหาระดับน้ำใต้ดินเพื่อวิเคราะห์ความดันของน้ำใต้ดินต่อไป



รูปที่ 3.7-18 การติดตั้งมาตรวัดความดันน้ำ

บริษัทฯ ได้ทำการตรวจวัดความดันน้ำใต้ดินในบริเวณพื้นที่ก่อสร้างอุโมงค์แนวตั้งและอุโมงค์แนวลาดเพื่อติดตามตรวจสอบและควบคุมงานก่อสร้างใต้ดิน โดยมีหลุมสังเกตการณ์สำหรับตรวจวัดความดันน้ำบริเวณอุโมงค์แนวตั้ง 1 แห่ง (Piezo-01) และบริเวณอุโมงค์แนวลาด 1 แห่ง (Piezo-02) บริเวณบ้านหนองแดง (Piezo-03) และบ้านหนองไทร (Piezo-04) โดยได้ดำเนินการตรวจวัดความดันน้ำใต้ดินหลุมสังเกตการณ์ตามรายละเอียดตารางที่ 3.7-3

ตารางที่ 3.7-3 รายละเอียดจุดตรวจวัดความดันน้ำใต้ดิน (Piezometer)

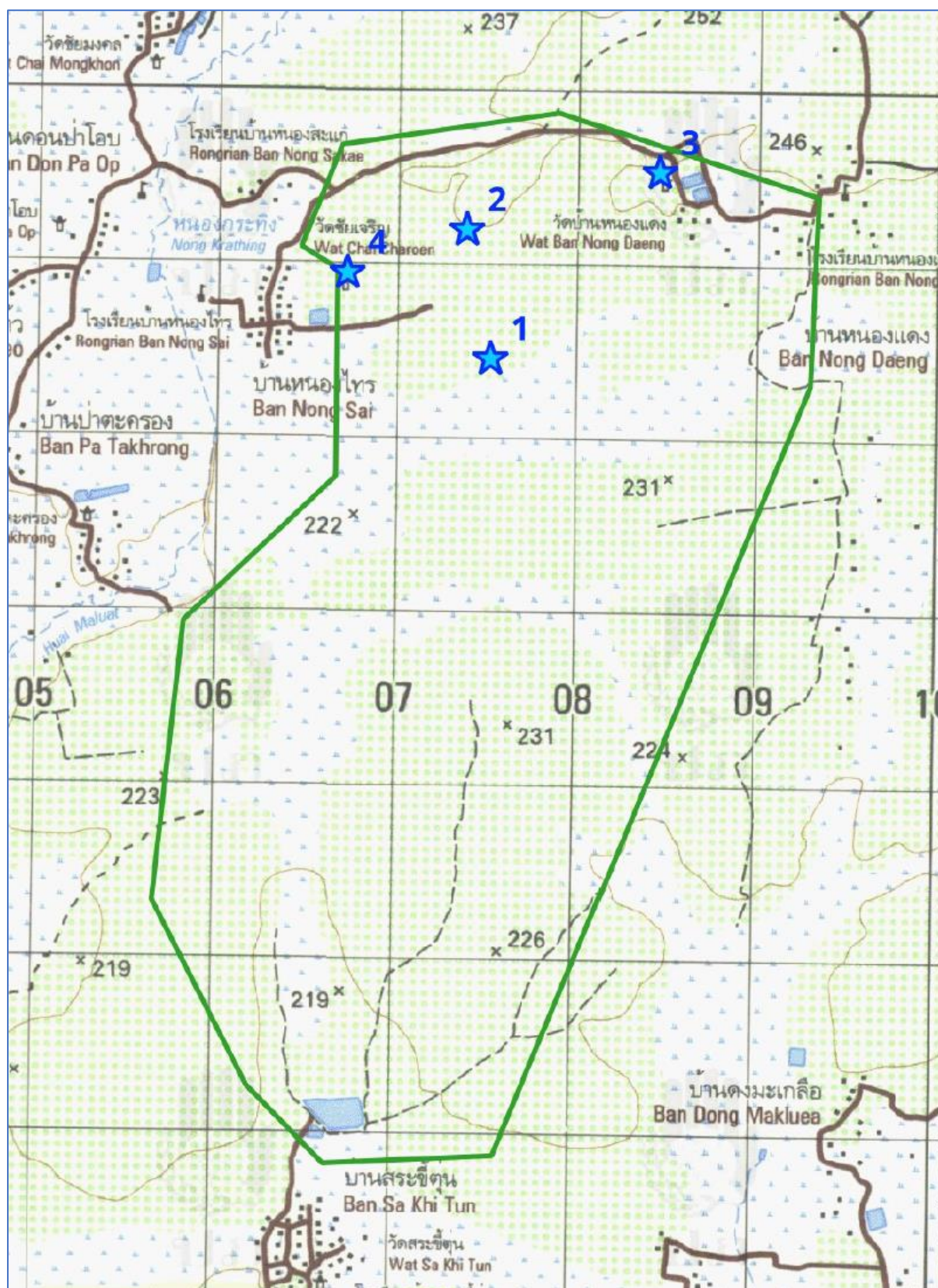
ชื่อบ่อตรวจวัดแรงดัน	เดือน	ความลึกที่วัดได้ (m)	ความดันน้ำ เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง (mMSL)
Piezo-01 (Shaft)	ม.ค.-24	3.86	214.90
	ก.พ.-24	3.91	214.85
	มี.ค.-24	4.09	214.67
	เม.ย.-24	4.19	214.92
	พ.ค.-24	4.97	214.18
	มิ.ย.-24	5.60	213.51
Piezo-02 (Decline)	ม.ค.-24	8.45	219.45
	ก.พ.-24	-8.50	-219.35
	มี.ค.-24	-8.56	-219.24
	เม.ย.-24	-8.66	-219.14
	พ.ค.-24	10.71	-217.09
	มิ.ย.-24	12.70	215.10



ตารางที่ 3.7-3 รายละเอียดจุดตรวจวัดความดันน้ำใต้ดิน (Piezometer)

ชื่อบ่อตรวจวัดแรงดัน	เดือน	ความลึกที่วัดได้ (m)	ความดันน้ำ เหนือ ระดับน้ำทะเลปาน กลาง (mMSL)
Piezo-03 (วัดหนอง แดง)	ม.ค.-24	9.37	-223.63
	ก.พ.-24	9.42	-223.59
	มี.ค.-24	9.45	223.55
	เม.ย.-24	-9.53	-223.47
	พ.ค.-24	11.10	-221.90
	มิ.ย.-24	12.70	220.30
Piezo-04 (วัดหนอง ไทร)	ม.ค.-24	1.68	-216.82
	ก.พ.-24	-1.42	217.08
	มี.ค.-24	-1.17	217.33
	เม.ย.-24	-0.94	217.56
	พ.ค.-24	-0.65	217.85
	มิ.ย.-24	-0.40	-218.10

หมายเหตุ : ความดันน้ำบาดาลเทียบเป็นค่ามาตรฐานตามระดับน้ำทะเลปานกลาง (mMSL) โดยหักค่าขอบปากบ่อแล้ว

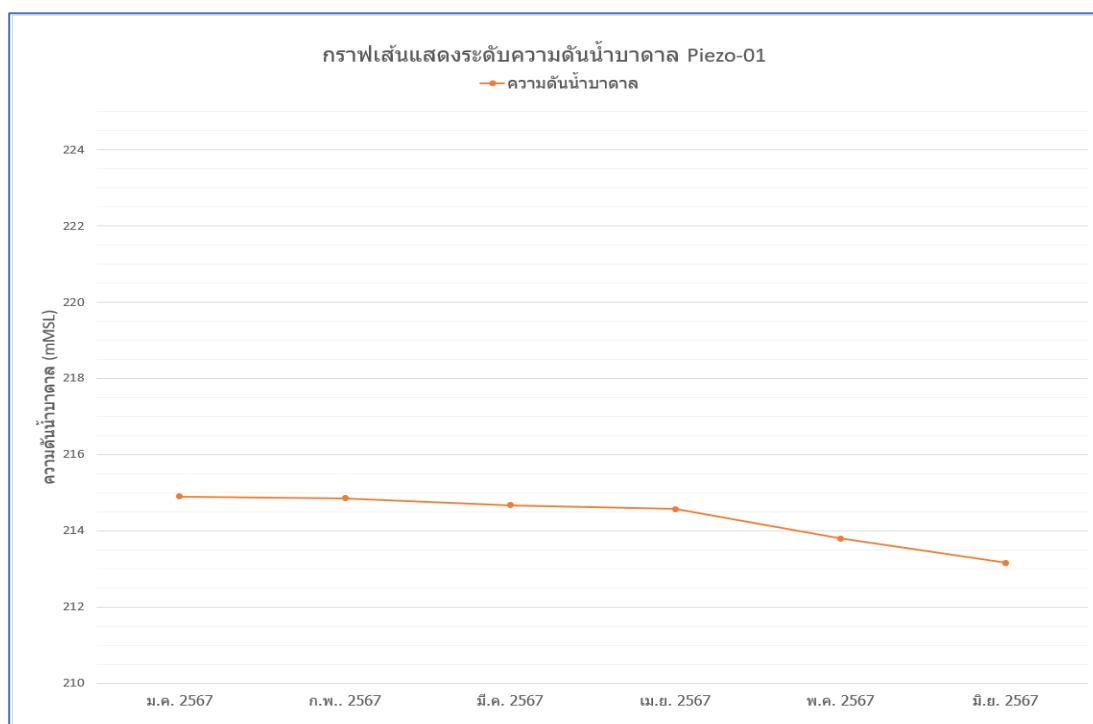


รูปที่ 3.7-19 แผนที่ภูมิประเทศแสดงตำแหน่งของ Piezometers โดยหมายเลขลำดับหมายถึง Piezo-01, Piezo-02, Piezo-03 และ Piezo-04 ตามลำดับ

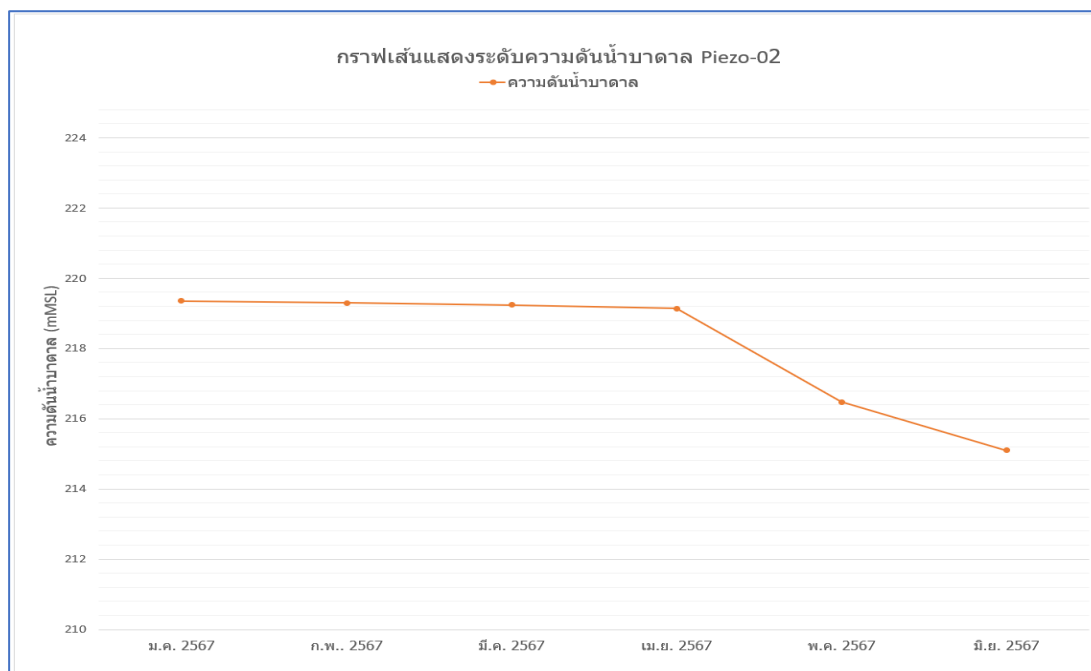


### 3.7.3.2 ผลการตรวจวัดความดันน้ำใต้ดิน โดยใช้หัววัดความดันน้ำใต้ดิน (Piezometer)

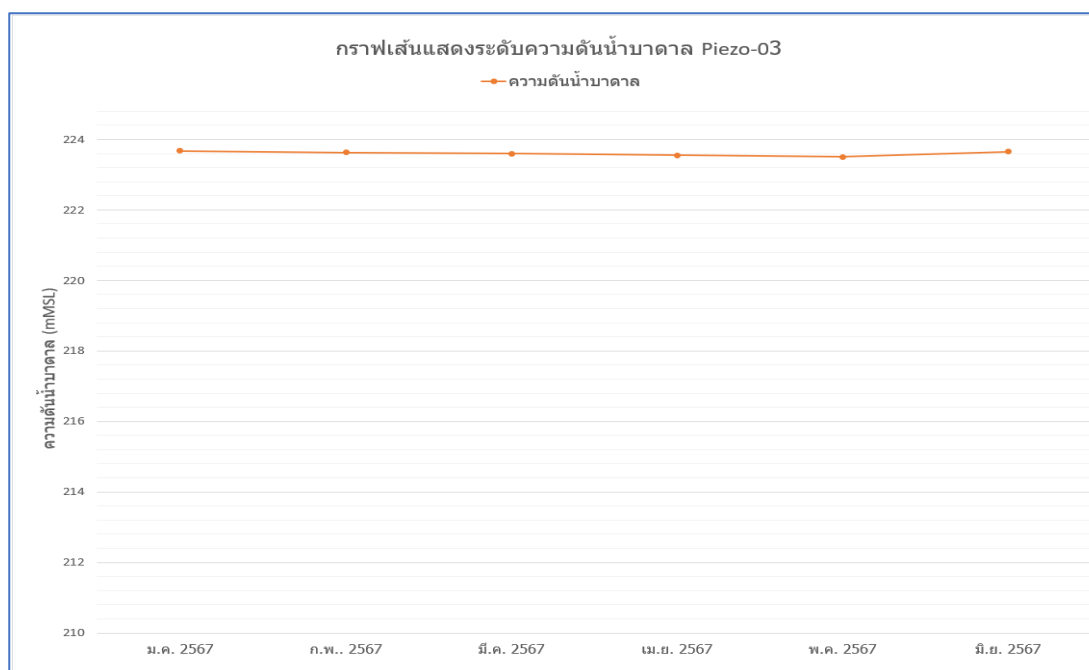
บริษัทฯ ได้ดำเนินการตรวจวัดความดันน้ำใต้ดินตามเงื่อนไขมาตรการฯ เป็นประจำทุกเดือน และปรับเป็นค่าความดันน้ำบาดาลมาตรฐานเทียบกับระดับน้ำทะเลปานกลาง (mean sea level mMSL) ซึ่งผลการตรวจวัดระหว่างเดือนมกราคม ถึง มิถุนายน พบว่าความดันน้ำบาดาลในบ่อ Piezo-01, Piezo-02, และ Piezo-03 มีค่าลดลงต่อเนื่องช้า ๆ จนถึงหลังจากเดือนเมษายนพบว่า มีความดันลดลงมาก เชื่อว่าเป็นผลมาจากมีการระเหยของน้ำในธรรมชาติเกิดขึ้นมาก โดยอาจได้รับอิทธิพลจากโดมความร้อนที่ปกคลุมประเทศไทยตลอดช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2567 ส่วนบ่อ Piezo-04 นั้น มีความดันลดลงต่อเนื่องอย่างช้า ๆ ตลอดช่วง เนื่องจากเป็นบ่อที่ตั้งอยู่ในดินเลนและมีชั้นหินโคลนและหินทรายแป้งละเอียดที่มีการผูกพันมาก ทำให้น้ำบาดาลซึมผ่านได้ช้ามาก ไม่พบการเปลี่ยนแปลงความดันที่ผิดปกติ



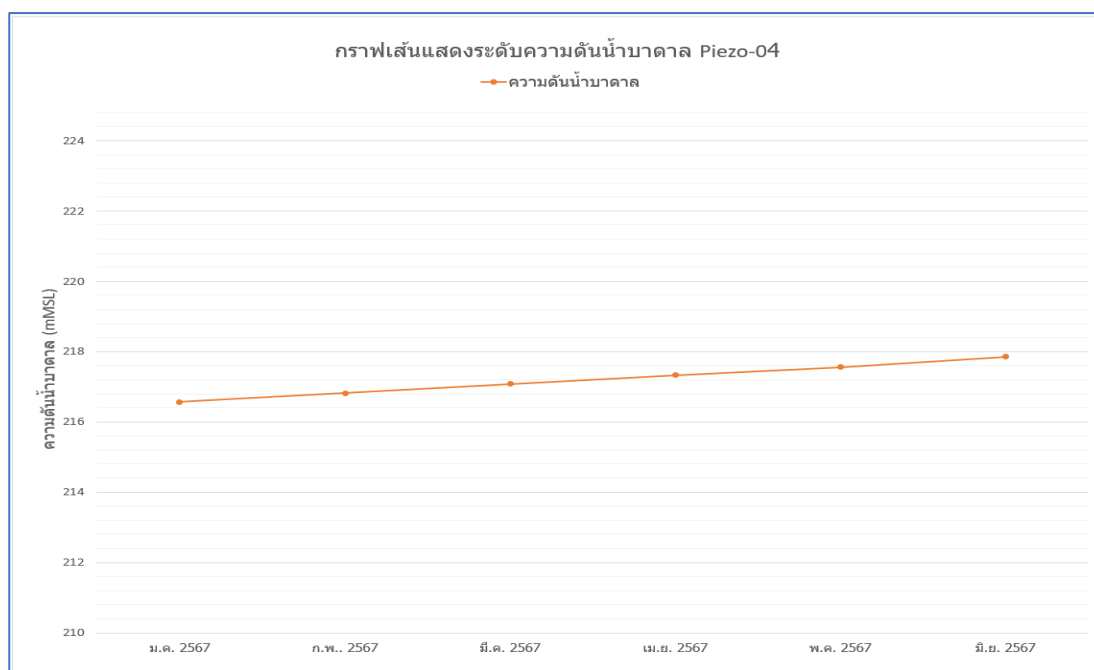
รูปที่ 3.7-20 กราฟแสดงระดับความดันน้ำบาดาลรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2567 จากการตรวจวัด Piezo-01 (Shaft) ความดันลดลงมากขึ้นหลังเดือนเมษายน เนื่องจากได้รับอิทธิพลทางภูมิอากาศแบบจากโดมความร้อน มีการระเหยนํ้ามากขึ้นกว่าปกติ



รูปที่ 3.7-21 กราฟแสดงระดับความดันน้ำบาดาลรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2567 จากการตรวจวัด Piezo-02 (Decline) ความดันลดลงมากขึ้นหลังเดือนเมษายน เนื่องจากได้รับอิทธิพลทางภูมิอากาศแบบจากโดมความร้อน มีการระเหยน้ำมากขึ้นกว่าปกติ



รูปที่ 3.7-22 กราฟแสดงระดับความดันน้ำบาดาลรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2567 จากการตรวจวัด Piezo-03 ความดันน้ำบาดาลลดลงเพียงเล็กน้อย และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยนับแต่เดือนพฤษภาคม อาจได้รับอิทธิพลจากบึงน้ำที่อยู่ใกล้เคียง



รูปที่ 3.7-23 กราฟแสดงระดับความดันน้ำบาดาลรายเดือนตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2567 จากการตรวจวัด Piezo-04 ความดันน้ำบาดาลเพิ่มขึ้นเล็กน้อยอย่างต่อเนื่อง อาจได้รับอิทธิพลจากบึงน้ำที่อยู่ใกล้เคียง ซึ่งมีอยู่หลายบึง ประกอบกับชั้นดินเลนวางตัวอยู่บนหินโคลนและหินทรายแข็งเนื้อละเอียดที่น้ำซึมผ่านได้ยาก ทำให้การระบายน้ำออกจากพื้นที่นี้เป็นไปได้ยาก

### 3.7.3.3 สรุปผลการตรวจวัดความดันน้ำ โดยใช้หัววัดความดันน้ำใต้ดิน (Piezometer)

ผลการตรวจวัดความดันของน้ำใต้ดิน (Piezometer) จำนวน 4 หลุม ดย Piezo-01 และ Piezo-02 มีค่าความดันน้ำใต้ดินเปลี่ยนแปลงทั้งลดลงช้า ๆ เพิ่มขึ้นช้า ๆ และลดลงมากในช่วงที่มีภูมิอากาศแบบโดมความร้อนปกคลุมประเทศไทยในเดือนเมษายนที่ผ่านมา และพบว่า Piezo-03 และ Piezo-04 นั้นมีความดันของน้ำบาดาลลดลงและเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ไม่ได้รับผลกระทบจากโดมความร้อนนั้น น่าจะมีปัจจัยคือทั้งสองจุด อยู่ใกล้กับบึงที่มีน้ำเต็มตลอดเวลา และใน Piezo-04 ยังอยู่ในชั้นดินเลนที่มีการระบายน้ำออกไปได้ยากมาก และไม่พบข้อมูลความดันน้ำบาดาลที่มีแนวโน้มบ่งชี้ถึงการทรุดตัวในพื้นที่ดังกล่าว