

PHẦN 2. YÊU CẦU VỀ KỸ THUẬT

Chương V. YÊU CẦU VỀ KỸ THUẬT

Mục 1. Yêu cầu về kỹ thuật

1. Thông tin về đề tài

1.1. Thông tin chung:

- Tên Đề tài: Nghiên cứu xây dựng hệ thống quan trắc tự động, dự báo, cảnh báo sớm ổn định bờ mỏ và an toàn đập chứa quặng đuôi cho các mỏ đồng thuộc TKV.

- Người quyết định đầu tư; Chủ đầu tư:

+ Người quyết định đầu tư: Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam.

Địa chỉ: số 3 Dương Đình Nghệ, phường Yên Hoà, Thành phố Hà Nội.

+ Chủ đầu tư: Tổng công ty Khoáng sản TKV-CTCP.

Địa chỉ: Số 193 Nguyễn Huy Tưởng, phường Thanh Xuân, Thành phố Hà Nội.

- Địa điểm thực hiện đề tài: Mỏ đồng Sin Quyền thuộc Tổng công ty Khoáng sản - TKV tại xã Bát Xát và xã Trịnh Tường, tỉnh Lào Cai.

- Giá trị tổng kinh phí thực hiện đề tài: 12.815.000.000 đồng.

- Thời gian thực hiện đề tài: từ tháng 9/2025 đến hết tháng 11/2026.

- Nguồn vốn: Quỹ phát triển Khoa học và Công nghệ của Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam và Quỹ Phát triển KH&CN của Tổng công ty Khoáng sản - TKV

- Mục tiêu đề tài: Xây dựng được hệ thống quan trắc tự động, dự báo, cảnh báo sớm ổn định bờ mỏ và an toàn đập chứa quặng đuôi cho các mỏ đồng thuộc TKV. Áp dụng thử nghiệm cho bờ mỏ khu Đông và đập chứa quặng đuôi số 01 và số 04 của mỏ đồng Sin Quyền.

2. Khái về gói thầu

Theo kế hoạch LCNT phục vụ nghiên cứu (Đợt 2) đề tài "Nghiên cứu xây dựng hệ thống quan trắc tự động, dự báo, cảnh báo sớm ổn định bờ mỏ và an toàn đập chứa quặng đuôi cho các mỏ đồng thuộc TKV" được Tổng công ty Khoáng sản - TKV phê duyệt tại Quyết định số 1247/QĐ-VIMICO ngày 16/12/2025, thông tin của gói thầu cụ thể như sau:

- Tên gói thầu: Cung cấp thiết bị hệ thống quan trắc ổn định bờ mỏ và an toàn đập chứa quặng đuôi mỏ đồng Sin Quyền;

- Giá gói thầu: 4.659.120.000 đồng.

- Nguồn vốn: Quỹ Phát triển KH&CN của Tổng công ty Khoáng sản - TKV.

- Thời gian tổ chức lựa chọn nhà thầu: 35 ngày.

- Thời gian bắt đầu tổ chức lựa chọn nhà thầu: Quý IV/2025.

- Hình thức lựa chọn nhà thầu: Chào hàng cạnh tranh trong nước, qua mạng.

- Phương thức lựa chọn nhà thầu: Một giai đoạn một túi hồ sơ.

- Loại hợp đồng: Trọn gói.

- Thời gian thực hiện gói thầu: 90 ngày.

- Tùy chọn mua thêm: Không áp dụng.

- Phạm vi công việc của gói thầu: Cung cấp thiết bị hệ thống quan trắc ổn định bờ mỏ tại khu Đông mỏ đồng Sin Quyền và an toàn đập chứa quặng đuôi số 01 và số 04 mỏ đồng Sin Quyền phục vụ nghiên cứu Đề tài, bao gồm nhưng không giới hạn các công việc sau:

1) Cung cấp và lắp đặt các thiết bị (phần cứng, phần mềm bản quyền, phụ kiện kèm theo, ...) gồm:

STT	Tên thiết bị	Đơn vị tính	Số lượng
I	BỜ MỎ KHU ĐÔNG		
I.1	Hệ thống quan trắc bề mặt GNSS (Chiều dài quan trắc: 1.000 mét)	HT	1
1	Mạng lưới tọa độ Quốc gia VN2000	Mốc	2
2	Trạm đo GNSS cơ sở (Base)	Bộ	2
3	Trạm đo GNSS bề mặt	Bộ	11
I.2	Hệ thống cảm biến quan trắc sâu trong lỗ khoan	HT	1
1	Cảm biến đo mực nước ngầm	Bộ	3
2	Cảm biến chuyển vị dịch ngang theo chiều sâu Inclinometer	Bộ	14
3	Cáp tín hiệu	m	340
4	Ống vách nhựa ABS, phi 70 hoặc phi 85	m	340
5	Phụ kiện (Khớp nối cảm biến; Nắp đáy ống đựng cảm nhựa ABS; Đầu giữ cáp; ...)	Bộ	70
6	Mô-đun thu thập dữ liệu	Bộ	6
II	Đập số 01		
II.1	Hệ thống quan trắc bề mặt GNSS (Chiều dài quan trắc: 400 mét)	HT	1
1	Mạng lưới tọa độ Quốc gia VN2000	Mốc	1
2	Trạm đo GNSS cơ sở (Base)	Bộ	1
3	Trạm đo GNSS bề mặt	Bộ	4
II.2	Hệ thống cảm biến quan trắc sâu trong lỗ khoan		
1	Cảm biến chuyển vị dịch ngang theo chiều sâu Inclinometer	Bộ	18
2	Cáp tín hiệu	m	320
3	Ống vách nhựa ABS, phi 70 hoặc phi 85	m	320
4	Phụ kiện (Khớp nối cảm biến; Nắp đáy ống đựng cảm nhựa ABS; Đầu giữ cáp; ...)	Bộ	60
5	Mô-đun thu thập dữ liệu	Bộ	6
6	Cảm biến mưa	Bộ	1
7	Cảm biến mức nước ngầm	Bộ	3
III	ĐẬP SỐ 04		
III.1	Hệ thống quan trắc bề mặt GNSS (Chiều dài quan trắc: 300 mét)	HT	1
1	Trạm đo GNSS bề mặt	Bộ	2
III.2	Hệ thống cảm biến quan trắc sâu trong lỗ khoan	HT	1

STT	Tên thiết bị	Đơn vị tính	Số lượng
1	Cảm biến chuyển vị dịch ngang theo chiều sâu Inclinometer	Bộ	9
2	Cáp tín hiệu	m	220
3	Ống vách nhựa ABS, phi 70 hoặc phi 85	m	220
4	Phụ kiện (Khớp nối cảm biến; Nắp đậy ống đựng cảm biến nhựa ABS; Đầu giữ cáp; ...)	Bộ	60
5	Mô-đun thu thập dữ liệu	Bộ	6
6	Cảm biến mực nước ngầm	Bộ	3

2) Thực hiện các dịch vụ kỹ thuật liên quan bao gồm nhưng không giới hạn bởi các dịch vụ sau:

- Nhập khẩu (nếu có), Vận chuyển, lắp đặt thiết bị tại vị trí thiết kế; Bảo hiểm thiết bị cho đến khi bàn giao cho Chủ đầu tư;

- Kiểm định, hiệu chuẩn thiết bị theo quy định (nếu có);

- Cài đặt, kết nối, cấu hình thiết bị theo thiết kế và yêu cầu của Chủ đầu tư;

3) Đào tạo, hướng dẫn sử dụng và chuyển giao:

- Tổ chức đào tạo, hướng dẫn sử dụng cho người sử dụng của Chủ đầu tư;

- Bàn giao hồ sơ tài liệu: sơ đồ kết nối, hướng dẫn sử dụng, tài liệu bản quyền phần mềm, tài liệu hoàn công (nếu có).

4) Thực hiện trách nhiệm bảo hành thiết bị, hàng hóa theo tiêu chuẩn của nhà sản xuất, nhưng không ít hơn 12 tháng kể từ ngày toàn bộ thiết bị, hàng hóa được nghiệm thu bàn giao; hỗ trợ kỹ thuật trong quá trình sử dụng; Hỗ trợ kỹ thuật trong và sau thời gian triển khai.

3. Yêu cầu về kỹ thuật

3.1. Yêu cầu kỹ thuật chung

- Trong đề xuất kỹ thuật, thiết bị do Nhà thầu cung cấp phải có đủ tối thiểu các thông tin: Ký mã hiệu; Số lượng; Nhân hiệu; Năm sản xuất; Xuất xứ; Hãng sản xuất; Thông số kỹ thuật cơ bản; Mã HS (nếu có).

- Tất cả thiết bị cung cấp trong gói thầu phải là hàng mới 100%, chính hãng, được sản xuất từ năm 2024 trở lại đây, chưa qua sử dụng. Thiết bị phải đảm bảo đầy đủ phụ kiện đi kèm theo tiêu chuẩn của nhà sản xuất để vận hành hoàn chỉnh; Phần mềm tích hợp kèm theo thiết bị cung cấp trong gói thầu phải là phần mềm bản quyền, đáp ứng đầy đủ các chức năng yêu cầu (Nhà thầu phải cung cấp giấy chứng nhận bản quyền phần mềm của hãng sản xuất hoặc nhà phân phối tại Việt Nam).

3.2. Yêu cầu kỹ thuật cụ thể

Yêu cầu số lượng thiết bị, thông số kỹ thuật tối thiểu cần đáp ứng được mô tả trong bảng dưới đây:

STT	Tên thiết bị, yêu cầu thông số kỹ thuật	ĐVT	Số lượng
I	BỜ MỎ KHU ĐÔNG		
I.1	Hệ thống quan trắc bề mặt GNSS (Chiều dài quan trắc: 1.000 mét)	HT	1
1	Mạng lưới tọa độ Quốc gia VN2000	Mốc	2
2	<p>Trạm đo GNSS cơ sở (Base)</p> <p>Các kênh thu vệ tinh: GPS L1C/A, L1C, L2C, L2P(Y), L5, GLO G1, G2, G3, Gal E1, E5a, E5b, E6, BDS B1I, B2I, B3I, B1C, B2a, B2b, QZSS L1C/A, L1C, L2C, L5, L6, SBAS L1C/A, NavIC L5</p> <p>- Tần số đầu ra tối đa 20 Hz</p> <p>- Độ chính xác đo RTK</p> <p>+ Mặt bằng: 8 mm + 1 ppm,</p> <p>+ Độ cao: 1.5 cm + 1 ppm</p> <p>- Độ chính xác đo tĩnh</p> <p>+ Mặt bằng: 3 mm + 0.5 ppm,</p> <p>+ Độ cao: 5 mm + 0.5 ppm</p> <p>- Dữ liệu ra đồng thời: NMEA 0183, RTCM 1005 Stationary RTK reference station ARP, RTCM1003 GPS RTK L1 and L2 EX, RTCM1009 GLONASS RTK L1, RTCM1011 GLONASS RTK L1 and L2, RTCM1074 GPS MSM4, RTCM1084 GLONASS MSM4, RTCM1124 BDS MSM4, RTCM1042 BDS ephemerides, RTCM1019 GPS ephemerides, RTCM1020 GLONASS ephemerides, RTCM1045 GALILEO ephemerides.</p> <p>- Tích hợp phần mềm bản quyền gồm các chức năng:</p> <p>+ Lọc nhiễu để đảm bảo sai số vị trí điểm quan trắc ở thời gian thực ≤ 3 cm ở tần số 1 Hz.</p> <p>+ Bình sai mạng lưới tự động với chu kỳ báo cáo hàng giờ, hàng ngày hoặc tùy chọn và xuất báo cáo với sai số vị trí quan trắc ≤ 5 mm.</p> <p>+ Kết hợp giữa giá trị đo GNSS RTK và đo tĩnh để dự đoán xu hướng dịch chuyển và đưa ra các cảnh báo khi vượt ngưỡng nguy cơ trượt lở.</p> <p>+ Truyền dữ liệu thông qua giao thức NTRIP, MQTT và mã hoá AES-256.</p>	Bộ	2

STT	Tên thiết bị, yêu cầu thông số kỹ thuật	ĐVT	Số lượng
3	<p>Trạm đo GNSS bề mặt</p> <p>Các kênh thu vệ tinh: GPS L1C/A, L1C, L2C, L2P(Y), L5, GLO G1, G2, G3, Gal E1, E5a, E5b, E6, BDS B1I, B2I, B3I, B1C, B2a, B2b, QZSS L1C/A, L1C, L2C, L5, L6, SBAS L1C/A, NavIC L5</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tần số đầu ra tối đa 20 Hz - Độ chính xác đo RTK <ul style="list-style-type: none"> + Mặt bằng: 8 mm + 1 ppm, + Độ cao: 1.5 cm + 1 ppm - Độ chính xác đo tĩnh <ul style="list-style-type: none"> + Mặt bằng: 3 mm + 0.5 ppm, + Độ cao: 5 mm + 0.5 ppm - Dữ liệu ra đồng thời: NMEA 0183, RTCM 1005 Stationary RTK reference station ARP, RTCM1003 GPS RTK L1 and L2 EX, RTCM1009 GLONASS RTK L1, RTCM1011 GLONASS RTK L1 and L2, RTCM1074 GPS MSM4, RTCM1084 GLONASS MSM4, RTCM1124 BDS MSM4, RTCM1042 BDS ephemerides, RTCM1019 GPS ephemerides, RTCM1020 GLONASS ephemerides, RTCM1045 GALILEO ephemerides. - Tích hợp phần mềm bản quyền gồm các chức năng: <ul style="list-style-type: none"> + Lọc nhiễu để đảm bảo sai số vị trí điểm quan trắc ở thời gian thực ≤ 3 cm ở tần số 1 Hz. + Bình sai mạng lưới tự động với chu kỳ báo cáo hàng giờ, hàng ngày hoặc tùy chọn và xuất báo cáo với sai số vị trí quan trắc ≤ 5 mm. + Kết hợp giữa giá trị đo GNSS RTK và đo tĩnh để dự đoán xu hướng dịch chuyển và đưa ra các cảnh báo khi vượt ngưỡng nguy cơ trượt lở. + Truyền dữ liệu thông qua giao thức NTRIP, MQTT và mã hoá AES-256. 	Bộ	11
I.2	Hệ thống cảm biến quan trắc sâu trong lỗ khoan	HT	1
1	<p>Cảm biến đo mực nước ngầm</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dải đo: 50-100m - Độ sai số: 0.25% - Ngõ ra tín hiệu: RS485 - Nguồn cấp: 8-30VDC - Chất liệu thân cảm biến: Inox SS316 	Bộ	3

STT	Tên thiết bị, yêu cầu thông số kỹ thuật	ĐVT	Số lượng
	<ul style="list-style-type: none"> - Cáp truyền tín hiệu: chất liệu PUR, chiều dài cáp đảm bảo đủ để lắp đặt đúng kỹ thuật theo yêu cầu thiết kế. - Cấp bảo vệ: IP68 – chống xâm nhập 		
2	Cảm biến chuyển vị dịch ngang theo chiều sâu Inclinometer <ul style="list-style-type: none"> - Dải đo: ± 90 độ - Độ phân dải: ± 0.00025 độ (0.004 mm/m) - Độ chính xác: ± 0.0075 độ (± 0.13 mm/m) - Phi tuyến: ± 0.005 độ - Phương thức truyền dữ liệu: RS485 - Giao thức truyền dữ liệu: Modbus, tốc độ truyền: 115,200 bps - Chu kỳ thu thập dữ liệu 350 ms - Nhiệt độ hoạt động: $-40 \sim +65$ độ C - Vật liệu: thép không gỉ - Tiêu chuẩn bảo vệ: IP68, 3 Mpa 	Bộ	14
3	Cáp tín hiệu <ul style="list-style-type: none"> - 4 lõi, ở giữa là dây trung tính, áo bọc cao su Polyurethane, 22AWG (0.33mm²) đường kính 6.35 mm. - Lực căng lớn nhất: 200kg.f - Nhiệt độ hoạt động: $-25 - 80$ độ C 	m	340
4	Ống vách nhựa ABS, phi 70 hoặc phi 85	m	340
5	Phụ kiện <ul style="list-style-type: none"> - Khớp nối cảm biến - Nắp đậy ống đựng cảm nhựa ABS - Đầu giữ cáp (khối lượng 0.3kg, ống vách nhựa ABS loại phi 70 hoặc phi 85) 	Bộ	70
6	Mô-đun thu thập dữ liệu <ul style="list-style-type: none"> - Nhiệt độ hoạt động: -40 độ C - $+70$ độ C - Port Analog: 4 kênh - Port Digital: 7 kênh - Điện áp kích thích: 2 kênh - Cổng giao tiếp: RS-232, RS-485, Type C - Độ chính xác đo hiệu điện thế tín hiệu Analog: $\pm(0.04\%$ of measurement + offset) at 0° to 40°C; $\pm(0.1\%$ of measurement + 	Bộ	6

STT	Tên thiết bị, yêu cầu thông số kỹ thuật	ĐVT	Số lượng
	offset) at -40° to +70°C - ADC: 24-bit - Nguồn cấp: 16 – 32 VDC - Giao thức Internet: Ethernet, PPP, RNDIS, ICMP/Ping, Auto-IP(APIPA), IPv4, IPv6, UDP, TCP, TLS (v1.2), DNS, DHCP, SLAAC, NTP, Telnet, HTTP(S), FTP(S), SMTP/TLS, POP3/TLS, MQTT(S) - Giao thức truyền thông: PakBus, PakBus Encryption, Modbus RTU/ASCII/TCP, DNP3, SDI-12		
II	ĐẠP SỐ 01		
II.1	Hệ thống quan trắc bề mặt GNSS (Chiều dài quan trắc: 400 mét)	HT	1
1	Mạng lưới tọa độ Quốc gia VN2000	Mốc	1
2	Trạm đo GNSS cơ sở (Base) - Các kênh thu vệ tinh: GPS L1C/A, L1C, L2C, L2P(Y), L5, GLO G1, G2, G3, Gal E1, E5a, E5b, E6, BDS B1I, B2I, B3I, B1C, B2a, B2b, QZSS L1C/A, L1C, L2C, L5, L6, SBAS L1C/A, NavIC L5 - Tần số đầu ra tối đa 20 Hz - Độ chính xác đo RTK + Mặt bằng: 8 mm + 1 ppm, + Độ cao: 1.5 cm + 1 ppm - Độ chính xác đo tĩnh + Mặt bằng: 3 mm + 0.5 ppm, + Độ cao: 5 mm + 0.5 ppm - Dữ liệu ra đồng thời: NMEA 0183, RTCM 1005 Stationary RTK reference station ARP, RTCM1003 GPS RTK L1 and L2 EX, RTCM1009 GLONASS RTK L1, RTCM1011 GLONASS RTK L1 and L2, RTCM1074 GPS MSM4, RTCM1084 GLONASS MSM4, RTCM1124 BDS MSM4, RTCM1042 BDS ephemerides, RTCM1019 GPS ephemerides, RTCM1020 GLONASS ephemerides, RTCM1045 GALILEO ephemerides. - Tích hợp phần mềm bản quyền gồm các chức năng: + Lọc nhiễu để đảm bảo sai số vị trí điểm quan trắc ở thời gian thực ≤ 3 cm ở tần số 1 Hz. + Bình sai mạng lưới tự động với chu kỳ báo cáo hàng giờ, hàng ngày hoặc tùy chọn và xuất báo cáo với sai số vị trí quan trắc ≤ 5 mm.	Bộ	1

STT	Tên thiết bị, yêu cầu thông số kỹ thuật	ĐVT	Số lượng
	<ul style="list-style-type: none"> + Kết hợp giữa giá trị đo GNSS RTK và đo tĩnh để dự đoán xu hướng dịch chuyển và đưa ra các cảnh báo khi vượt ngưỡng nguy cơ trượt lở. + Truyền dữ liệu thông qua giao thức NTRIP, MQTT và mã hoá AES-256. 		
3	Trạm đo GNSS bề mặt - Các kênh thu vệ tinh: GPS L1C/A, L1C, L2C, L2P(Y), L5, GLO G1, G2, G3, Gal E1, E5a, E5b, E6, BDS B1I, B2I, B3I, B1C, B2a, B2b, QZSS L1C/A, L1C, L2C, L5, L6, SBAS L1C/A, NavIC L5 - Tần số đầu ra tối đa 20 Hz - Độ chính xác đo RTK <ul style="list-style-type: none"> + Mặt bằng: 8 mm + 1 ppm, + Độ cao: 1.5 cm + 1 ppm - Độ chính xác đo tĩnh <ul style="list-style-type: none"> + Mặt bằng: 3 mm + 0.5 ppm, + Độ cao: 5 mm + 0.5 ppm - Dữ liệu ra đồng thời: NMEA 0183, RTCM 1005 Stationary RTK reference station ARP, RTCM1003 GPS RTK L1 and L2 EX, RTCM1009 GLONASS RTK L1, RTCM1011 GLONASS RTK L1 and L2, RTCM1074 GPS MSM4, RTCM1084 GLONASS MSM4, RTCM1124 BDS MSM4, RTCM1042 BDS ephemerides, RTCM1019 GPS ephemerides, RTCM1020 GLONASS ephemerides, RTCM1045 GALILEO ephemerides. - Tích hợp phần mềm bản quyền gồm các chức năng: <ul style="list-style-type: none"> + Lọc nhiễu để đảm bảo sai số vị trí điểm quan trắc ở thời gian thực ≤ 3 cm ở tần số 1 Hz. + Bình sai mạng lưới tự động với chu kỳ báo cáo hàng giờ, hàng ngày hoặc tùy chọn và xuất báo cáo với sai số vị trí quan trắc ≤ 5 mm. + Kết hợp giữa giá trị đo GNSS RTK và đo tĩnh để dự đoán xu hướng dịch chuyển và đưa ra các cảnh báo khi vượt ngưỡng nguy cơ trượt lở. + Truyền dữ liệu thông qua giao thức NTRIP, MQTT và mã hoá AES-256. 	Bộ	4
II.2	Hệ thống cảm biến quan trắc sâu trong lỗ khoan	HT	1
1	Cảm biến chuyển vị dịch ngang theo chiều sâu Inclinator - Dải đo: ± 90 độ	Bộ	18

STT	Tên thiết bị, yêu cầu thông số kỹ thuật	ĐVT	Số lượng
	<ul style="list-style-type: none"> - Độ phân dải: ± 0.00025 độ (0.004 mm/m) - Độ chính xác: ± 0.0075 độ (± 0.13 mm/m) - Phi tuyến: ± 0.005 độ - Phương thức truyền dữ liệu: RS485 - Giao thức truyền dữ liệu: Modbus, tốc độ truyền: 115,200 bps - Chu kỳ thu thập dữ liệu 350 ms - Nhiệt độ hoạt động: $-40 \sim +65$ độ C - Vật liệu: thép không gỉ - Tiêu chuẩn bảo vệ: IP68, 3 Mpa 		
2	Cáp tín hiệu - 4 lõi, ở giữa là dây trung tính, áo bọc cao su Polyurethane, 22AWG (0.33mm ²) đường kính 6.35 mm. - Lực căng lớn nhất: 200kg.f - Nhiệt độ hoạt động: $-25 - 80$ độ C	m	320
3	Ống vách nhựa ABS, phi 70 hoặc phi 85	m	320
4	Phụ kiện - Khớp nối cảm biến - Nắp đậy ống đựng cảm nhựa ABS - Đầu giữ cáp (khối lượng 0.3kg, ống vách nhựa ABS loại phi 70 hoặc phi 85)	Bộ	60
5	Mô-đun thu thập dữ liệu - Nhiệt độ hoạt động: -40 độ C - $+70$ độ C - Port Analog: 4 kênh - Port Digital: 7 kênh - Điện áp kích thích: 2 kênh - Cổng giao tiếp: RS-232, RS-485, Type C - Độ chính xác đo hiệu điện thế tín hiệu Analog: $\pm(0.04\%$ of measurement + offset) at 0° to 40°C ; $\pm(0.1\%$ of measurement + offset) at -40° to $+70^{\circ}\text{C}$ - ADC: 24-bit - Nguồn cấp: 16 – 32 VDC - Giao thức Internet: Ethernet, PPP, RNDIS, ICMP/Ping, Auto-IP(APIPA), IPv4, IPv6, UDP, TCP, TLS (v1.2), DNS, DHCP,	Bộ	6

STT	Tên thiết bị, yêu cầu thông số kỹ thuật	ĐVT	Số lượng
	SLAAC, NTP, Telnet, HTTP(S), FTP(S), SMTP/TLS, POP3/TLS, MQTT(S) - Giao thức truyền thông: PakBus, PakBus Encryption, Modbus RTU/ASCII/TCP, DNP3, SDI-12		
6	Cảm biến mưa: - Loại cảm biến: Cốc đo lượng mưa dạng lật cân (Tipping bucket) với siphon và công tắc từ kép tạo xung - Dải đo: 0 - 700 mm/h (tương đương 27.6 in./h) - Độ chính xác: $\pm 2\%$ nếu lượng mưa < 250 mm/h và $\pm 3\%$ nếu lượng mưa từ 250 - 500 mm/h - Độ phân dải (lượng mưa cho mỗi chu kỳ lật): 0.254 mm - Nhiệt độ hoạt động: 0 – 70 độ C - Giải độ ẩm hoạt động: 0 – 100% - Đường kính phễu: 20 cm - Vật liệu: Nhôm Anodized siêu bền	Bộ	1
7	Cảm biến mực nước ngầm - Dải đo: 0~0,5,..., 400m (đảm bảo đáp ứng yêu cầu kỹ thuật tối thiểu theo thiết kế lỗ khoan, phù hợp với số lượng cảm biến mưa sấm, đảm bảo hệ thống hoạt động ổn định). - Độ sai số: 0.1% - Bù nhiệt độ: -10 ~ 70 °C - Ngõ ra tín hiệu: RS485 - Nguồn cấp: 8-30VDC - Chất liệu thân cảm biến: Inox SS316 - Cáp truyền tín hiệu: chất liệu PUR, chiều dài cáp đảm bảo đủ để lắp đặt đúng kỹ thuật theo yêu cầu thiết kế - Cấp bảo vệ: IP68 – chống xâm nhập - Nhiệt độ hoạt động: -30°C~80°C - Tính ổn định theo thời gian sử dụng: Sai số $\pm 0.1\%$	Bộ	3
III	ĐÁP SỐ 04		
III.1	Hệ thống quan trắc bề mặt GNSS (Chiều dài quan trắc: 300 mét)	HT	1

STT	Tên thiết bị, yêu cầu thông số kỹ thuật	ĐVT	Số lượng
1	<p>Trạm đo GNSS bề mặt</p> <ul style="list-style-type: none"> - Các kênh thu vệ tinh: GPS L1C/A, L1C, L2C, L2P(Y), L5, GLO G1, G2, G3, Gal E1, E5a, E5b, E6, BDS B1I, B2I, B3I, B1C, B2a, B2b, QZSS L1C/A, L1C, L2C, L5, L6, SBAS L1C/A, NavIC L5 - Tần số đầu ra tối đa 20 Hz - Độ chính xác đo RTK <ul style="list-style-type: none"> + Mặt bằng: 8 mm + 1 ppm, + Độ cao: 1.5 cm + 1 ppm - Độ chính xác đo tĩnh <ul style="list-style-type: none"> + Mặt bằng: 3 mm + 0.5 ppm, + Độ cao: 5 mm + 0.5 ppm - Dữ liệu ra đồng thời: NMEA 0183, RTCM 1005 Stationary RTK reference station ARP, RTCM1003 GPS RTK L1 and L2 EX, RTCM1009 GLONASS RTK L1, RTCM1011 GLONASS RTK L1 and L2, RTCM1074 GPS MSM4, RTCM1084 GLONASS MSM4, RTCM1124 BDS MSM4, RTCM1042 BDS ephemerides, RTCM1019 GPS ephemerides, RTCM1020 GLONASS ephemerides, RTCM1045 GALILEO ephemerides. - Tích hợp phần mềm bản quyền gồm các chức năng: <ul style="list-style-type: none"> + Lọc nhiễu để đảm bảo sai số vị trí điểm quan trắc ở thời gian thực ≤ 3 cm ở tần số 1 Hz. + Bình sai mạng lưới tự động với chu kỳ báo cáo hàng giờ, hàng ngày hoặc tùy chọn và xuất báo cáo với sai số vị trí quan trắc ≤ 5 mm. + Kết hợp giữa giá trị đo GNSS RTK và đo tĩnh để dự đoán xu hướng dịch chuyển và đưa ra các cảnh báo khi vượt ngưỡng nguy cơ trượt lở. + Truyền dữ liệu thông qua giao thức NTRIP, MQTT và mã hoá AES-256. 	Bộ	2
III.2	Hệ thống cảm biến quan trắc sâu trong lỗ khoan	HT	1
1	<p>Cảm biến chuyển vị dịch ngang theo chiều sâu Inclinometer</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dải đo: ± 90 độ - Độ phân dải: ± 0.00025 độ (0.004 mm/m) - Độ chính xác: ± 0.0075 độ (± 0.13 mm/m) - Phi tuyến: ± 0.005 độ - Phương thức truyền dữ liệu: RS485 - Giao thức truyền dữ liệu: Modbus, tốc độ truyền: 115,200 bps 	Bộ	9

STT	Tên thiết bị, yêu cầu thông số kỹ thuật	ĐVT	Số lượng
	<ul style="list-style-type: none"> - Chu kỳ thu thập dữ liệu 350 ms - Nhiệt độ hoạt động: -40 ~ +65 độ C - Khối lượng quả nặng treo: 1.6kg - Vật liệu: thép không gỉ - Tiêu chuẩn bảo vệ: IP68, 3 Mpa 		
2	<p>Cáp tín hiệu</p> <ul style="list-style-type: none"> - 4 lõi, ở giữa là dây trung tính, áo bọc cao su Polyurethane, 22AWG (0.33mm²) đường kính 6.35 mm. - Lực căng lớn nhất: 200kg.f - Nhiệt độ hoạt động: -25 - 80 độ C 	m	220
3	Ống vách nhựa ABS, phi 70 hoặc phi 85	m	220
4	<p>Phụ kiện</p> <ul style="list-style-type: none"> - Khớp nối cảm biến - Nắp đậy ống đựng cảm nhựa ABS - Đầu giữ cáp (khối lượng 0.3kg, ống vách nhựa ABS loại phi 70 hoặc phi 85) 	Bộ	60
5	<p>Mô-đun thu thập dữ liệu</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nhiệt độ hoạt động: -40 độ C - +70 độ C - Port Analog: 4 kênh - Port Digital: 7 kênh - Điện áp kích thích: 2 kênh - Cổng giao tiếp: RS-232, RS-485, Type C - Độ chính xác đo hiệu điện thế tín hiệu Analog: $\pm(0.04\% \text{ of measurement} + \text{offset})$ at 0° to 40°C; $\pm(0.1\% \text{ of measurement} + \text{offset})$ at -40° to +70°C - ADC: 24-bit - Nguồn cấp: 16 – 32 VDC - Giao thức Internet: Ethernet, PPP, RNDIS, ICMP/Ping, Auto-IP(APIPA), IPv4, IPv6, UDP, TCP, TLS (v1.2), DNS, DHCP, SLAAC, NTP, Telnet, HTTP(S), FTP(S), SMTP/TLS, POP3/TLS, MQTT(S) - Giao thức truyền thông: PakBus, PakBus Encryption, Modbus RTU/ASCII/TCP, DNP3, SDI-12 	Bộ	6

STT	Tên thiết bị, yêu cầu thông số kỹ thuật	ĐVT	Số lượng
6	<p>Cảm biến mực nước ngầm</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dải đo: 0~0,5,..., 400m (đảm bảo đáp ứng yêu cầu kỹ thuật tối thiểu theo thiết kế lỗ khoan, phù hợp với số lượng cảm biến mua sắm, đảm bảo hệ thống hoạt động ổn định). - Độ sai số: 0.1% - Bù nhiệt độ: -10 ~ 70 °C - Ngõ ra tín hiệu: RS485 - Nguồn cấp: 8-30VDC - Chất liệu thân cảm biến: Inox SS316 - Cấp truyền tín hiệu: chất liệu PUR, chiều dài cáp đảm bảo đủ để lắp đặt đúng kỹ thuật theo yêu cầu thiết kế - Cấp bảo vệ: IP68 - chống xâm nhập - Nhiệt độ hoạt động: -30°C~80°C - Tính ổn định theo thời gian sử dụng: Sai số $\pm 0.1\%$ 	Bộ	3

** Nhà thầu cần lưu ý khi đề xuất kỹ thuật:*

- Chủ đầu tư mong muốn sử dụng hàng hóa với các thông số kỹ thuật cơ bản trong bảng nêu trên.

- Trong đề xuất kỹ thuật của Nhà thầu phải nêu rõ chủng loại, nhà sản xuất thiết bị chào thầu; Catalog (hoặc tài liệu kỹ thuật) của nhà sản xuất kèm theo E-HSDT của Nhà thầu phải đầy đủ các thông số kỹ thuật để chứng minh đáp ứng yêu cầu của E-HSMT (nếu tài liệu bằng tiếng nước ngoài thì Nhà thầu phải nộp kèm bản dịch sang tiếng Việt do một đơn vị dịch thuật đóng dấu và xác nhận). Trong trường hợp Nhà thầu nêu thông số kỹ thuật chào thầu mà không có tài liệu Catalog/tài liệu kỹ thuật của nhà sản xuất gửi kèm hồ sơ đề xuất thì thông số kỹ thuật của nhà thầu nêu không được xem xét.

- Thiết bị chào thầu đáp ứng các yêu cầu về tính năng, thông số kỹ thuật nêu trên hoặc Nhà thầu đưa ra được các tiêu chuẩn chất lượng, nhãn hiệu hàng hóa, catalog khác để chứng minh cho Chủ đầu tư thấy rằng những thay thế đó vẫn bảo đảm sự tương đương cơ bản hoặc cao hơn (theo hướng dẫn tại mục 15.9 E-CDNT của E-HSMT) so với yêu cầu về tính năng, thông số kỹ thuật nêu trên thì thiết bị đó được xét là thể hiện đầy đủ và phù hợp về tính năng, thông số kỹ thuật.

- Tất cả nội dung yêu cầu liên quan đến thương hiệu, mã hiệu, model, nguồn gốc (nếu có) trong E-HSMT chỉ mang tính tham khảo, nhằm thuận lợi cho quá trình đề xuất kỹ thuật của Nhà thầu; Nhà thầu không bắt buộc phải chào theo yêu cầu về thương hiệu, mã hiệu, model, nguồn gốc (nếu có).

3.3. Yêu cầu về triển khai hệ thống:

- Nhà thầu phải đề xuất phương án triển khai hệ thống quan trắc tự động bằng hệ thống định vị vệ tinh toàn cầu (GNSS) phù hợp, đáp ứng quy định tại Phụ lục 01 kèm theo.

- Việc triển khai lắp đặt, cài đặt các thiết bị của gói thầu, kết nối và truyền dữ liệu về máy chủ phải được thực hiện bởi nhà thầu một cách hoàn chỉnh.

3.4. Yêu cầu về tiến độ thực hiện

3.4.1. Thời gian thực hiện hoàn thành toàn bộ công việc của gói thầu này (không bao gồm thời gian bảo hành) tối đa là 90 ngày. Trong đó:

- Thời gian nhập khẩu (nếu có) và vận chuyển thiết bị đến nơi giao hàng: 70 ngày.
- Thời gian thực hiện các dịch vụ liên quan: triển khai lắp đặt, cài đặt, chạy thử, đào tạo, hướng dẫn vận hành các hệ thống; Kiểm định, hiệu chỉnh thiết bị (nếu có); Kiểm tra và thử nghiệm; Nghiệm thu, bàn giao đưa vào sử dụng: 20 ngày.

3.4.2. Nhà thầu phải thuyết minh đầy đủ tối thiểu các thông tin về tiến độ cung cấp nêu tại Mẫu 10, Chương IV của E-HSMT; những hoạt động bổ sung (nếu có) phù hợp với việc chạy thử và các hoạt động trợ giúp vận hành; mô tả chi tiết cách thức thực hiện phù hợp, đảm bảo khả thi với các mốc tiến độ.

3.4.3. Thuyết minh kế hoạch tiến độ thực hiện cần chi tiết:

- Nhà thầu cần nêu các cơ sở để lập kế hoạch tiến độ cho toàn bộ phạm vi công việc;
- Các mốc tiến độ thực hiện và mốc thanh toán cần phải được xác định rõ và được tích hợp thành một hệ thống theo lô gíc;
- Tiến độ của các nhà thầu phụ (nếu có) và nhà cung cấp thiết bị, đảm bảo phải bao trùm toàn bộ các hạng mục cần thực hiện.
- Cần đủ thông tin để thể hiện rõ giao diện chính giữa các công tác mua sắm, nhập khẩu (nếu có), vận chuyển, giai đoạn kiểm tra và thử nghiệm, bảo hành và trợ giúp vận hành;
- Tiến độ chi tiết này phải xác định các mốc ngày tháng cần phải bàn giao thiết bị tại hiện trường, triển khai, cấu hình, cài đặt, kiểm tra và thử nghiệm, đào tạo, hướng dẫn vận hành để Chủ đầu tư biết và chuẩn bị các điều kiện cần thiết.
- Xây dựng biểu đồ kế hoạch và thuyết minh biện pháp kiểm soát tiến độ.

3.5. Yêu cầu về đào tạo, hướng dẫn vận hành

- Việc đào tạo, hướng dẫn vận hành của nhà thầu cho chủ đầu tư phải đảm bảo đội ngũ nhân sự được đào tạo của chủ đầu tư có thể tiếp nhận, quản lý, vận hành và khai thác hiệu quả các hệ thống/thiết bị sau khi triển khai, đồng thời giảm thiểu rủi ro trong vận hành thực tế.

- Hình thức và thời gian đào tạo: Đào tạo tập trung tại chỗ (onsite), có kết hợp lý thuyết - thực hành; Tối thiểu 02 buổi (4h/buổi).

- Tài liệu đào tạo, hướng dẫn vận hành: Nhà thầu phải cung cấp cho Chủ đầu tư toàn bộ các tài liệu hướng dẫn sử dụng, hướng dẫn vận hành, sửa chữa, bảo dưỡng thiết bị. Các tài liệu này được xây dựng dưới dạng File PDF hoặc Word, nội dung chi tiết theo

từng hệ thống/thiết bị/phần mềm (nếu là tài liệu bằng tiếng nước ngoài thì Nhà thầu phải nộp kèm bản dịch sang tiếng Việt)

- Nhân sự thực hiện đào tạo: Nhà thầu phải cử cán bộ kỹ thuật có kinh nghiệm trực tiếp đào tạo; Tổ chức kiểm tra cuối khóa đào tạo (nếu chủ đầu tư yêu cầu).

3.6. Yêu cầu về bảo hành, bảo trì thiết bị

3.6.1. Về bảo hành hàng hóa:

i) Nhà thầu phải thực hiện nghĩa vụ bảo hành theo quy định
ii) Về thời gian bảo hành đối với toàn bộ công việc: Nhà thầu có trách nhiệm bảo hành thiết bị theo tiêu chuẩn của Nhà sản xuất, nhưng không ít hơn 12 tháng kể từ ngày thiết bị được nghiệm thu bàn giao đưa vào sử dụng.

iii) Về nội dung bảo hành: Nhà thầu phải có thuyết minh về việc công việc bảo hành bao gồm nhưng không giới hạn bởi các tiêu chí sau:

- Thời gian bảo hành: Nêu rõ thời gian bảo hành của từng thiết bị.
- Điều kiện bảo hành: Nêu rõ các điều kiện được bảo hành, điều kiện nào không được bảo hành.

- Hình thức bảo hành:

+ Trong thời gian bảo hành, nếu thiết bị xảy ra tình trạng lỗi, hư hỏng mà thiết bị đủ điều kiện bảo hành thì Nhà thầu có trách nhiệm:

- Cung cấp thiết bị tương đương cho Chủ đầu tư mượn để vận hành hệ thống trong vòng 24h kể từ khi Chủ đầu tư thông báo tình trạng lỗi, hư hỏng của thiết bị;
- Cung cấp thiết bị mới tương đương cho Chủ đầu tư trong thời gian 06 tuần kể từ ngày Chủ đầu tư thông báo tình trạng lỗi, hư hỏng của thiết bị.

+ Miễn phí sửa chữa và thay thế linh kiện cho thiết bị tại địa điểm giao hàng.

- Thời gian phản hồi và xử lý thông tin:

+ Mọi hư hỏng của công việc được thực hiện bởi Nhà thầu mà nguyên nhân do lỗi của Nhà thầu trong thời gian bảo hành sẽ được Chủ đầu tư thông báo cho Nhà thầu.

+ Trong thời hạn tối đa là 03 ngày kể từ khi Nhà thầu nhận được thông báo của Chủ đầu tư (thông báo bằng Văn bản/điện thoại/zalo/SMS), nhà thầu phải hoàn thành việc sửa chữa, khắc phục bằng chi phí của mình để hệ thống thiết bị hoạt động bình thường và được Chủ đầu tư chấp nhận là đã sửa chữa, hoặc xử lý xong.

+ Nếu Nhà thầu không tiến hành, hoặc trong thời hạn quy định ở trên Nhà thầu không thực hiện xong việc sửa chữa và xử lý, Chủ đầu tư sẽ tự tiến hành, hoặc thuê người khác tiến hành việc sửa chữa và xử lý. Trong trường hợp này, mọi chi phí phát sinh cho việc sửa chữa và xử lý các hư hỏng, sự cố thiết bị sẽ được thông báo cho Nhà thầu với các tài liệu hỗ trợ và Nhà thầu sẽ được coi là đã chấp thuận chi phí chi trả này.

3.6.2. Về bảo trì thiết bị.

- Nhà thầu phải lập kế hoạch bảo trì thiết bị, trong đó Thuyết minh về bảo trì nêu rõ tối thiểu nhưng không giới hạn bởi các nội dung sau:

+ Tên thiết bị:

+ Chu kỳ bảo trì: Nêu rõ tần suất bảo trì (hàng ngày, hàng tuần, hàng tháng hoặc theo số giờ hoạt động); lịch trình cụ thể (ngày giờ; thời gian dự kiến thực hiện cho từng bộ phận thiết bị).

+ Quy trình và phương pháp bảo trì: Nêu rõ các thông tin như công tác chuẩn bị; thực hiện bảo trì; kiểm tra sau bảo trì; quy trình xử lý sự cố.

+ Hướng dẫn an toàn trong quá trình bảo trì: Nêu rõ các biện pháp an toàn cần thực hiện.

+ Danh mục vật tư thay thế (nếu có).

- Trợ giúp kỹ thuật miễn phí trong thời gian 12 tháng kể từ khi thiết bị được bàn giao đưa vào sử dụng nếu có yêu cầu của Chủ đầu tư. Trong vòng 24h kể từ khi nhận được thông báo của Chủ đầu tư về đề nghị trợ giúp kỹ thuật (thông báo bằng Văn bản/điện thoại/zalo/SMS), Nhà thầu phải có biện pháp (cử cán bộ đến hiện trường/ hướng dẫn trực tuyến, ...) trợ giúp kỹ thuật đảm bảo yêu cầu của Chủ đầu tư.

3.7. Yêu cầu về tài liệu kèm theo thiết bị

3.7.1. Đề xuất kỹ thuật của Nhà thầu phải có đủ các tài liệu để chứng minh về tính khả thi việc cung cấp hàng hoá và các dịch vụ của gói thầu này, bao gồm nhưng không giới hạn bởi các tài liệu sau:

- Giấy chứng nhận bản quyền đối với phần mềm của hãng sản xuất hoặc nhà phân phối tại Việt Nam;

- Cam kết/Thư xác nhận bảo hành hàng hoá và cam kết hỗ trợ kỹ thuật (trong trường hợp Nhà cung cấp không phải là nhà sản xuất ra hàng hoá);

** Trong trường hợp tài liệu viết bằng ngôn ngữ khác thì phải kèm theo bản dịch sang tiếng Việt có xác nhận đóng dấu của cơ quan dịch thuật.*

3.7.2. Nhà thầu phải cam kết cung cấp các tài liệu kèm theo thiết bị bao gồm nhưng không giới hạn bởi các giấy tờ sau:

- Tài liệu liên quan đến nhập khẩu, vận tải (nếu có);

- Giấy chứng nhận xuất xứ hàng hoá (C/O), Giấy chứng nhận chất lượng hàng hoá của nhà sản xuất (C/Q) đối với thiết bị nhập khẩu;

- Giấy chứng nhận xuất xưởng hoặc Văn bản tương đương của đơn vị sản xuất chế tạo đối với hàng hóa sản xuất trong nước;

- Giấy chứng nhận bản quyền đối với phần mềm của hãng sản xuất hoặc nhà phân phối tại Việt Nam;

- Giấy chứng nhận kiểm định, hiệu chỉnh các thiết bị theo quy định hiện hành (nếu có);

- Catalog, tài liệu kỹ thuật thể hiện đầy đủ các thông số kỹ thuật theo yêu cầu của E-HSMT;

- Cam kết/Thư xác nhận bảo hành hàng hoá và cam kết hỗ trợ kỹ thuật (trong trường hợp Nhà cung cấp không phải là nhà sản xuất ra hàng hoá);

- ...

Trường hợp tài liệu là tiếng nước ngoài phải được dịch thuật sang tiếng Việt do một đơn vị dịch thuật đóng dấu và xác nhận.

Mục 2. Bản vẽ: Chủ đầu tư cung cấp các bản vẽ (file đính kèm)

Mục 3. Kiểm tra và thử nghiệm

- Việc kiểm tra và thử nghiệm được tiến hành tại mỏ đồng Sin Quyền, Lào Cai, Việt Nam.

- Nội dung kiểm tra và thử nghiệm bao gồm nhưng không giới hạn bởi các nội dung sau:

STT	Tên hệ thống/thiết bị/phần mềm	Nội dung kiểm tra, thử nghiệm
1	Hệ thống quan trắc bề mặt GNSS (Trạm đo GNSS cơ sở (Base); Trạm đo GNSS bề mặt)	- Kiểm tra cấu hình thực tế so với hồ sơ kỹ thuật - Kiểm tra tín hiệu và hiển thị dữ liệu
2	Hệ thống cảm biến quan trắc sâu trong lỗ khoan (Cảm biến chuyển vị dịch ngang theo chiều sâu Inclinator; Mô-đun thu thập dữ liệu; Cảm biến mực nước ngầm; Cảm biến mưa)	- Kiểm tra thông số thực tế so với hồ sơ kỹ thuật - Kiểm tra tín hiệu/dữ liệu ra.

- Ngoài ra Nhà thầu phải có bản cam kết các nội dung:

+ Hàng hóa do nhà thầu cung cấp phù hợp với điều kiện khí hậu tại nơi hàng hóa được sử dụng.

+ Trong trường hợp hàng hóa có ảnh hưởng tác động đến môi trường, nhà thầu phải đề xuất biện pháp xử lý hợp lý, phù hợp với các quy chuẩn, quy định của pháp luật Việt Nam.

PHỤ LỤC 01

PHƯƠNG ÁN TRIỂN KHAI HỆ THỐNG QUAN TRẮC TỰ ĐỘNG BẰNG HỆ THỐNG ĐỊNH VỊ VỆ TINH TOÀN CẦU (GNSS)

1. Tổng quan chung

Hệ thống quan trắc tự động bằng Hệ thống định vị vệ tinh toàn cầu (Global Navigation Satellite System - GNSS) được sử dụng để xác định và đánh giá mức độ chuyển vị của các điểm quan trắc thông qua việc lắp đặt các ăng ten (trạm quan trắc) GNSS. Các dữ liệu ghi nhận tại các trạm GNSS sẽ được so sánh với mốc tọa độ chuẩn quốc gia để làm cơ sở cho việc phân tích, đánh giá chuyển vị của điểm/đối tượng quan trắc.

2. Thiết bị chính trong hệ thống GNSS

Thiết bị chính trong hệ thống quan trắc tự động GNSS gồm:

- Các trạm quan trắc là các máy đo GNSS 2 tần, có thể đo tự động liên tục.
- Trạm cơ sở là trạm phát số hiệu cải chính đến các trạm quan trắc để đảm bảo độ chính xác đo đạc theo bảng thông số kỹ thuật của thiết bị. Tọa độ trạm quan trắc được đo nối tọa độ Quốc gia theo tiêu chuẩn mốc hạng IV nhà nước.
- Phần mềm xử lý kèm theo (Phần mềm xử lý dữ liệu quan trắc bản quyền Aicaster hoặc tương đương)

3. Thiết kế hệ thống GNSS quan trắc khu vực bờ mở và đập thải quặng đuôi mỏ đồng Sin Quyền

3.1. Cơ sở và nguyên tắc chung

Hệ thống GNSS được thiết kế dựa trên những cơ sở sau:

- Đặc điểm công nghệ GNSS;
- Quy mô, đặc điểm của khu vực quan trắc: bờ mở và đập thải quặng đuôi;
- Mục tiêu chung của đề tài
- Các chỉ tiêu thiết kế, đo đạc và xử lý dữ liệu được dựa trên tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 9401:2012 về kỹ thuật đo và xử lý số liệu GPS trong trắc địa công trình

Các trạm quan trắc GNSS được lắp đặt cố định, chắc chắn trên móng bê tông tại các vị trí quan trắc, riêng đối với khu vực bờ mở sử dụng các trạm quan trắc GNSS có tính linh động cao để phù hợp với hoạt động khai thác của khu vực bờ mở.

Các trạm GNSS được thiết kế tại vị trí thông thoáng lên bầu trời để có thể thu nhận được tín hiệu vệ tinh tốt nhất.

Độ chính xác đo GNSS RTK phổ biến là $a(\text{cm})+b.S(\text{PPM})$, trong đó a là sai số ngẫu nhiên cố định (thông thường $a=1\text{cm}$), b là sai số phụ thuộc vào khoảng cách từ trạm đo đến trạm cơ sở, S là khoảng cách từ trạm cơ sở đến trạm đo tính theo đơn vị phần triệu (PPM) của mét. Có nghĩa

là cứ 10km chiều dài thì sai số sai thêm 1cm. Để đảm bảo độ chính xác trong quan trắc đến cỡ xen ti mét hoặc nhỏ hơn, khoảng cách từ trạm cơ sở đến trạm đo nên nhỏ hơn 10 km.

Các trạm cơ sở và trạm Base nên bố trí thành các mạng lưới tam giác, thông qua các phương pháp xử lý số liệu như bình sai mạng lưới để có thể phát hiện những sai số thô và sai số hệ thống, đồng thời nâng cao độ chính xác vị trí điểm của các trạm quan trắc.

3.2 Vị trí và số lượng lắp đặt trạm GNSS

Vị trí lắp đặt của các trạm GNSS sẽ được chính xác hóa sau khi đã có kết quả khảo sát đánh giá hiện trạng khu vực bờ mỏ, và các đập số 01 & 04, trong đó vị trí lắp đặt trạm GNSS phải đảm bảo thu được tín hiệu vệ tinh GNSS tốt nhất, qua đó phản ánh được chính xác sự dịch động nếu có của đối tượng quan trắc.

Việc xác định số lượng trạm GNSS được thực hiện dựa trên các nguyên tắc và yếu tố kỹ thuật sau:

- Phạm vi và đặc điểm địa hình khu vực quan trắc: Các khu vực có nguy cơ dịch chuyển cao (bờ mỏ, đập thải) yêu cầu mật độ trạm GNSS cao hơn để đảm bảo phát hiện sớm và chính xác các biến động.
- Bán kính ảnh hưởng của trạm cơ sở trong đo RTK: Để đảm bảo sai số đo RTK ở mức centimet, khoảng cách từ trạm cơ sở đến trạm quan trắc không nên vượt quá 10 km. Do đó, cần bố trí ít nhất 03 trạm cơ sở để phủ toàn bộ khu vực quan trắc.
- Tính chất dịch chuyển có thể xảy ra: Khu vực bờ mỏ có thể xảy ra dịch chuyển cục bộ, tốc độ lớn và không đồng đều, do đó cần mật độ trạm cao (10 trạm). Trong khi đó, các đập thải ổn định hơn nên bố trí số lượng trạm ít hơn (03 trạm ở đập số 01 và 02 trạm ở đập số 04).
- Nguyên tắc bố trí mạng lưới quan trắc: Các trạm GNSS được bố trí thành mạng tam giác hoặc mạng lưới đồng đều nhằm phục vụ cho xử lý bình sai và phát hiện sai số hệ thống.
- Tham khảo kinh nghiệm thực tế và khuyến nghị kỹ thuật từ các tài liệu chuyên ngành, tiêu chuẩn TCVN 9401:2012 và hướng dẫn của nhà sản xuất thiết bị GNSS.

Tổng hợp các yếu tố trên làm cơ sở xác định số lượng 20 trạm GNSS (bảng 2.2), bao gồm 03 trạm cơ sở và 17 trạm quan trắc tại các khu vực mục tiêu.

Tổng số lượng các trạm GNSS sử dụng trong nghiên cứu này để đạt mục tiêu của đề tài là:

- Trạm cơ sở: 03
- Trạm quan trắc:
 - + Khu vực đập số 01: 04 trạm;
 - + Khu vực đập số 04: 02 trạm;

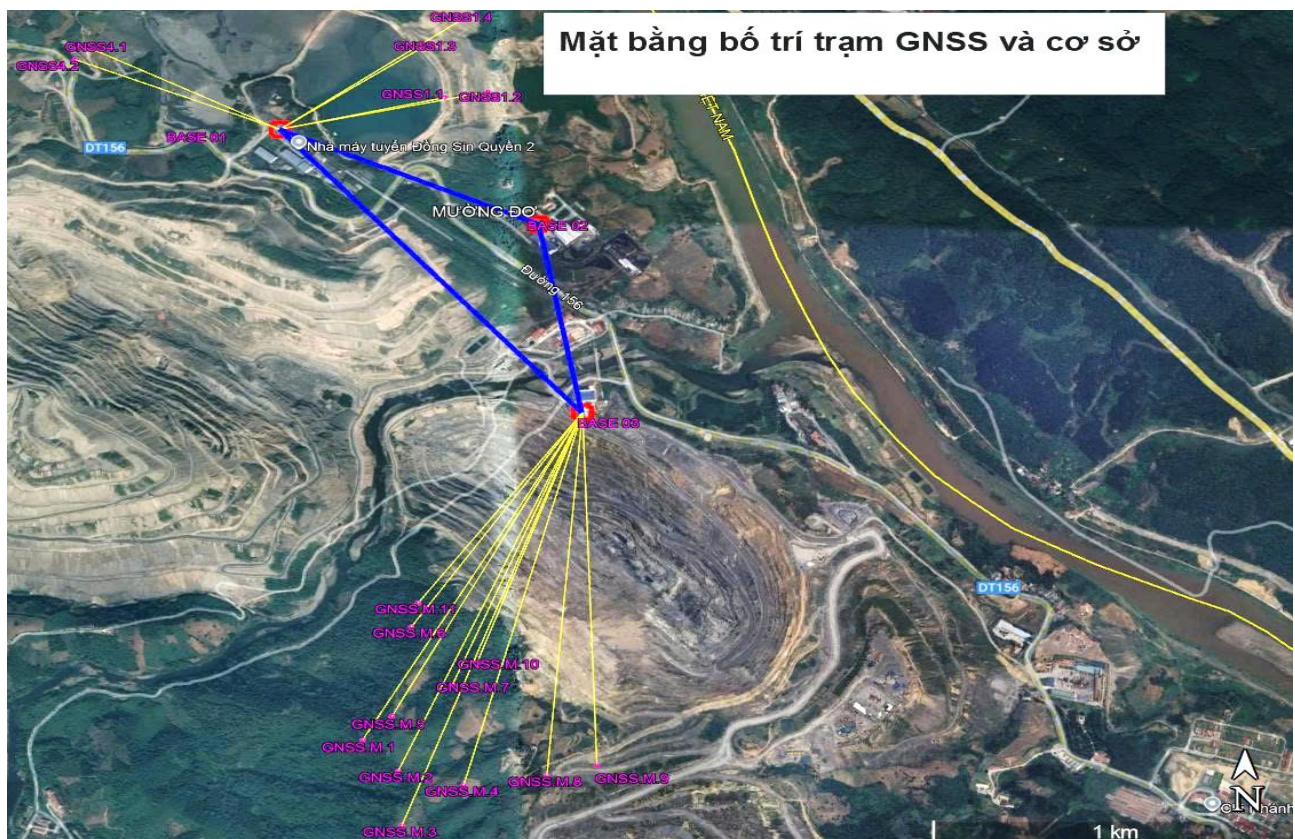
+ Khu vực bờ mỏ: 11 trạm

- Mốc cơ sở được lắp đặt tại các vị trí có nền địa chất ổn định, cách xa khu vực quan trắc từ 500 m đến 2 km.

Số lượng các trạm được tổng hợp trong bảng dưới đây:

Bảng 1. Số lượng trạm quan trắc

STT	Hạng mục	Số lượng	Ghi chú
1	Trạm GNSS cơ sở	03	Tương đương mốc tọa độ hạng IV.
2	Trạm quan trắc thân đập 01	04	
3	Trạm quan trắc thân đập 04	02	
4	Trạm quan trắc bờ mỏ	11	
	Tổng số trạm	20	



Hình 1. Sơ đồ bố trí các trạm quan trắc bằng GNSS

3.3. Quy trình đo đạc cơ bản của công nghệ GNSS

- Tiến hành chọn điểm, xây dựng mốc cơ sở và lắp đặt các trạm quan trắc.
- Đo nối các trạm cơ sở vào mạng lưới tọa độ Quốc gia VN2000.
- Máy GNSS tại trạm cơ sở được kết nối internet để liên tục truyền tín hiệu cải chính (Radio Technical Commission for Maritime Services - RTCM) về server.

- Các máy GNSS quan trắc liên tục thu tín hiệu vệ tinh GNSS, đồng thời nhận dữ liệu RTCM của trạm cơ sở từ server để cho ra tọa độ chính xác với tần số 1 gói dữ liệu trong 1 giây. Dữ liệu GNSS RTK này được sử dụng để phát hiện những tai biến có vận tốc chuyển vị lớn.

Ở bước tiếp theo, dữ liệu RTCM từ các trạm quan trắc được chuyển đổi sang định dạng RINEX sau một khoảng thời gian xác định, thường từ một đến vài giờ. Sau đó, các tính toán cạnh cơ sở giữa các trạm được thực hiện để thiết lập mạng lưới đo tĩnh. Các phép đo dư trong mạng cho phép đánh giá các sai số khép tam giác không gian để kiểm soát độ chính xác của phép đo. Thông qua giải pháp bình sai mạng lưới dựa trên nguyên lý số bình phương nhỏ nhất có thể thu được tọa độ điểm có độ chính xác cao (ở mức milimét)

- Số liệu đo RTK và đo tĩnh được kết hợp thông qua phép lọc Kalman để đưa ra các dự báo cho các chu kỳ tiếp theo.

- Số liệu đo hàng ngày được so sánh với chu kỳ đầu để xác định các tham số dịch chuyển tại các trạm quan trắc và xuất báo cáo.

3.4. Tính toán, phân tích số liệu đo

Các số đo thực địa được kiểm tra tại chỗ theo quy phạm, những kết quả đo không đạt tiêu chuẩn bị loại bỏ và thay thế bằng phép đo khác. Các số đo đạt tiêu chuẩn được lấy giá trị trung bình trọng số để có kết quả đo tốt nhất.

Giá trị tọa độ, độ cao (X, Y, H) của các điểm quan trắc được sử dụng để tính toán các tham số chuyển vị ngang, chuyển vị đứng, tốc độ và hướng dịch chuyển.

- Chuyển dịch ngang theo các trục X, Y:

$$\Delta X = X_{n+1} - X_n \quad (1)$$

$$\Delta Y = Y_{n+1} - Y_n \quad (2)$$

Chuyển dịch ngang ΔD :

$$\Delta D = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} \quad (3)$$

- Chuyển dịch đứng ΔH :

$$\Delta H = H_{n+1} - H_n \quad (4)$$

- Tốc độ dịch chuyển ngang:

$$V_D = \Delta D / \Delta T \quad (5)$$

- Tốc độ dịch chuyển đứng:

$$V_H = \Delta H / \Delta T \quad (6)$$

- Hướng dịch chuyển:

$$\alpha_i = \text{Atan}(\Delta X_i / \Delta Y_i) \quad (7)$$

Trong đó ΔT là thời gian giữa hai chu kỳ quan trắc.

3.5. Báo cáo và lưu trữ

- Các tham số dịch chuyển được truyền liên tục về máy chủ và hiển thị số liệu, đồ thị trên phần mềm hoặc website chuyên dụng để có thể theo dõi tình trạng trượt lở của khu vực quan trắc.

- Các số liệu quan trắc cũng được lưu trữ theo giờ và theo ngày để có thể tiến hành phân tích, lập báo cáo định kỳ.