GEOTEKNISK PROSJEKTERING

Roald Amundsens vei 192, Svartskog



Rekvirent: **Museene i Akershus**

Saksnummer: **26-0089**

Dokument: **GEORAP01 – Geoteknisk rapport nr. 1**

Revisjon / Dato: **0 / 23. september 2026**

DMR MILJØ OG GEOTEKNIKK AS

Maridalsveien 163, 0461 Oslo
Havnegata 9, 7010 Trondheim
oslo@dmr.as
trondheim@dmr.as
Tlf. 22 12 02 03
www.dmr.as

Geoteknisk prosjektering – Roald Amundsens vei 192, Svartskog

INNHOLD

1. Registreringsblad 3
2. Innledning 4
2.1 Bakgrunn 4
2.2 Prosjektbeskrivelse 4
3. Terreng og grunnforhold 5
3.1 Topografi 5
3.2 Kvartærgeologi 5
3.3 Befaring 6
3.4 Grunnvann og poretrykk 6
3.5 Berggrunn 7
4. Geoteknisk prosjekteringsgrunnlag 7
4.1 Regelverk 7
4.2 Prosjekteringsforutsetninger 8
4.3 Jordskjelvpåkjenning 9
4.4 Sikkerhet mot flom og skred 10
4.5 Kvalitetssystem og kvalitetssikring 11
4.6 Uavhengig kontroll av prosjektering og utførelse 12
5. Geotekniske vurderinger 12
5.1 Fundamentering 12
5.2 Gravearbeider 13
5.3 Sprengning 14
5.4 Overvåkning av rystelser 14
5.5 Grunnvann og overflatevann 17
6. Kontroll og overvåking 17
7. Konklusjon og videre arbeid 18
8. Referanser 19

SAMMENDRAG

DMR Miljø og Geoteknikk AS er engasjert av Museene i Akershus, for å gjennomføre geoteknisk prosjektering av nytt museumsbygg ved Roald Amundsens hjem på Svartskog.

Bygningen skal fundamenteres hovedsakelig på berg og på gode masser i tillegg. Per i dag er det vurdert tre løsninger for fundamentering av bygning. Den anbefalte er platefundament med hensyn til begrensning av sprengningsarbeider og øket sikkerhet av konstruksjon mot seismiske påvirkninger. Den andre mulige løsningen er linjefundamenter i L-form for å begrense lateral utvikling av gravegropa. Tredje mulig variant er fundamentering av vegg på tynt fundament og forankring av den i berg med bolter.

Det oppstår behov for ingeniørgeologisk vurdering av gravegropa og vurdering av behov for bergsikring, både som arbeidssikring og permanent sikring.

Generelt forutsettes det ikke vesentlige problemer med grunnvann, men kjelleren til bygningen bør være vanntett da det oppstår risiko for at grunnvannstand står høyere enn kjellerens gulvflate etter store mengder av nedbør/snøsmelting. Rund kjelleren må det etableres drenering. I anleggsfase kan det oppstå behov for tiltak for å begrense vanninntrengning til gravegropa, evt. pumping.

1. Registreringsblad

Rekvirent / Tiltakshaver	MIA - Museene i Akershus STI
Kontaktperson	AK Teigland (MIA) Thea Chronie-De Maria (arkitekt, Fragment AS)
Lokalitet	Roald Amundsens vei 192, 1420 Svartskog
Gnr./bnr.	235/62, Nordre Follo kommune
Konsulent	DMR Miljø og Geoteknikk AS
Oppdragsnavn	Roald Amundsens vei 192, Svartskog
Saksnummer	26-0089
Dokument	GEORAP02 – Geoteknisk rapport nr. 2
Saksbehandler	Ewa T. Sokalska
Kvalitetskontroll	Bjarni B. Kristjánsson
PRO geoteknikk	DMR Miljø og Geoteknikk AS

Revisjonslogg

Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarb. av	Kontr. av	Godkj. av
0	23.09.2026	Førstegangsleveranse	ETS	BBK	BBK

Egenkontroll

Ewa T. Sokalska
Geotekniker

Kvalitetskontroll

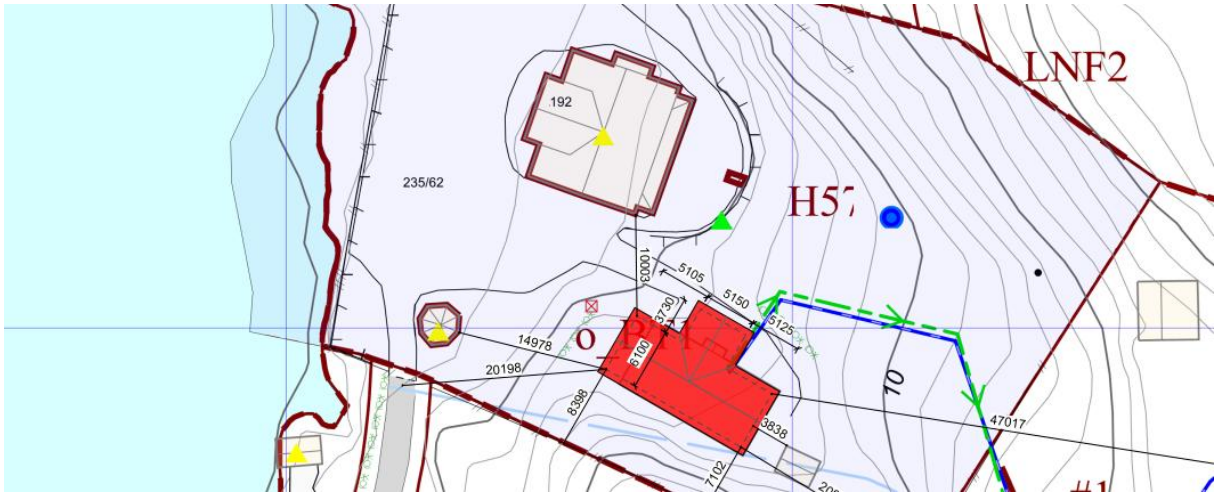
Bjarni B. Kristjánsson
Geotekniker

2. Innledning

DMR Miljø og Geoteknikk AS er engasjert av MIA - Museene i Akershus, for å gjennomføre geoteknisk prosjektering av nytt publikumsbygg ved Roald Amundsens hjem på Svartskog i Nordre Follo kommune.

2.1 Bakgrunn

MIA skal rive eksisterende besøkssenter ved Roald Amundsens hjem og erstatte med et nytt publikumsbygg på tilnærmet samme grunnflate. Se Figur 2.1 for plassering av nybygg, rett sør for det historiske bygget.



Figur 2.1: Utklipp fra situasjonsplan, tegnet av Fragment AS og datert 27.05.2026. Nytt publikumsbygg i rødt.

2.2 Prosjektbeskrivelse

Eksisterende bygg har kjeller, men nytt bygg skal ligge lavere i terrenget, samtidig skal det være høyere til lufts i kjelleren. Planlagt gulvkote på kjeller er +3,19 moh. Kote på dagens kjellergulv er noe uklart, men antas å ligge nærme kote +4 moh.

Dermed medfører tiltaket en ytterligere utgraving i forhold til dagens konstruksjon. Største utgravingsdybde blir på ca. 3,5 m.

3. Terreng og grunnforhold

3.1 Topografi

Tiltaksområdet er i nærheten av Bunnefjorden og terrenget skråner svakt ned mot sjøen. Oppover fra tiltaket er det brattere skråninger, se figur 3.1.



Figur 3.1: Topografisk kart med høydevariasjon (fargeskala strekkes dynamisk fra laveste til høyeste kote innenfor kartutsnittet) og skyggerelieff, kartgrunnlag ref. /1/. Tiltaksområdet omringet i rødt.

3.2 Kvartærgeologi

Figur 3.2 viser kvartærgeologisk løsmassekart fra Norges geologiske undersøkelse (NGU), ref. /2/, som angir kartlagte løsmasser i overflaten, samt marin grense iht. NGUs karttjeneste.

Hele tomta ligger under marin grense, som ligger ca. 210 moh. i området. I områder under marin grense kan det potensielt være marin leire i grunnen og dermed mulig leire med sprøbruddegenskaper (inkl. kvikkleire) som kan føre til fare for områdeskred.

Besøkssenter ved Roald Amundsens hjem ligger i område klassifisert som bart fjell, og øvre del av skråningen over er kartlagt som hav- og fjordavsetninger av tykkelse over 0,5 m. Det ble ikke utført grunnundersøkelser, men ved befaring den 03.06.2026 var det dokumentert bergblotninger i enkelte områder rundt tiltaket. Imidlertid kan det ikke utelukkes mulighet for forekomster av marine avsetninger i nedre del av tomta, under Roald Amundsens hjem, under lag av fyllmasser etablert i forbindelse med bebyggelse.

Det kvartærgeologiske kartet viser den generelle utbredelse av løsmasser i overflaten, men er i hovedsakelig basert på visuell overflatekartlegging og kun i begrenset omfang utførte grunn-undersøkelser. Det gir ingen informasjon om fordeling av løsmassene i dypere lag og kun svært begrenset informasjon om løsmassemektighet. Nærmere vurdering av grunnforhold må baseres på befaring, foto og/eller grunnundersøkelser.



Figur 3.2: Kvartærgeologisk løsmassekart som viser marin grense og kartlagte typer av løsmasser i overflaten, kartgrunnlag ref. /2/. Rød ellipse indikerer tiltaksområde.

3.3 Befaring

Det ble utført befaring den 03.06.2026. Under befaringen var det dokumentert at eksisterende bygningen til besøkssenter står delvis på berg. Det er ikke utført hverken prøvegravinger eller andre grunnundersøkelser.

Under befaring ble det avdekket bergoverflate i kjeller av bygningen som skal rives. Det ble også observert at skråningen rett sør for bygningen og skråningen nord for Roald Amundsens hjem består av bart fjell. Mellom disse skråningene er det ikke observert berg i dagen.

Det ble vurdert behov til videre befaringer. Først, anbefales det sjekk av utgravde masser for å vurdere muligheter for begrensning av masseutskifting eller undersprenging av berg. Deretter bør bergoverflate sjekkes og vurdere om man må, eller kan unngå sømboring ved sprengning. Det er også krav for obligatorisk befaring for å sjekke behov til arbeids- og permanentsikring etter ferdig renskning av bergoverflate.

3.4 Grunnvann og poretrykk

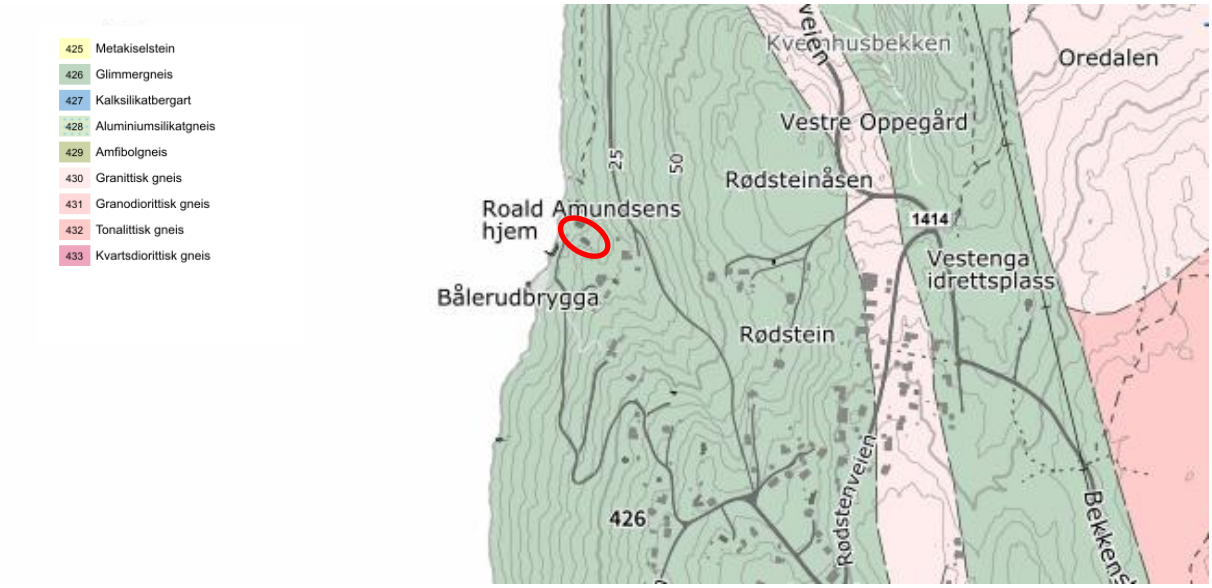
Grunnvannsnivå ble ikke målt. Siden tiltaksområdet ligger ved havkysten, dikterer havnivå hva kan bli lavest mulig grunnvannsnivå, dvs. ca. kote +0,5 m til +1 m, men mest sannsynlig ligger grunnvannsnivå mellom kote +2 m og +4 m, avhengig av nedbør. Det forutsettes risiko for vannstrømming på grense mellom avsetninger og bergoverflate.

Basert på terrengutforming og flomaktsomhetskart fra NVE, ref. /4/, kan det forutsettes risiko for vesentlig overflatevann og øket grunnvannsinntrengning i gravegropa ved vesentlige mengder av nedbør. Dette kan føre til oversvømming av gravegropa.

Ingen brønn eller piezometer er installert i området, men det er mulig å installere piezometer før oppstart av gravearbeider. Den bør i så fall installeres til kote +1,5 m eller på grense med bergoverflate, avhengig hva kommer først. Dette for å kunne avkrefte/bekrefte grunnvannsnivå over gravebunn.

3.5 Berggrunn

Berggrunnskartlegging fra Norges geologiske undersøkelse (NGU), ref. /3/, viser til hovedbergart bestående av hovedsakelig glimmergneis i hele tiltaksområde og rundt den, se Figur 3.3. Andre typer av gneis treffes rundt også.



Figur 3.3: Berggrunnskart som viser bergarter i området, kartgrunnlag ref. /3/. Rød ellipse indikerer tiltaksområdet.

Berggrunnskartet bygger i all hovedsak på en kombinasjon av feltobservasjoner samt analyse og tolkning av geofysiske målinger samt innsamlede prøver.

4. Geoteknisk prosjekteringsgrunnlag

4.1 Regelverk

Geoteknisk prosjektering utføres med bakgrunn i gjeldende regelverk, normer, standarder og retningslinjer etter bestemmelser i plan- og bygningsloven (PBL), samt relevante veiledninger og publikasjoner i den grad det er aktuelt.

Følgende styrende dokumenter er lagt til grunn for prosjekteringen:

Lovverk og forskrifter:

- Byggteknisk forskrift (TEK17), «Forskrift om tekniske krav til byggverk» med tilhørende veiledning «Veiledning til tekniske krav til byggverk»
- Byggesaksforskriften (SAK10), «Forskrift om byggesak» med tilhørende veiledning «Veiledning om byggesak»

Prosjekteringsstandarder:

- Eurokode 0, NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016, «Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner»
- Eurokode 1-1-6, NS-EN 1991-1-6:2005+NA:2008, «Laster på konstruksjoner. Del 1-6: Allmenne laster – Laster under utførelse»
- Eurokode 7-1, NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020, «Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler»

- Eurokode 7-2, NS-EN 1997-2:2007+NA:2008, «Geoteknisk prosjektering. Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver»
- Eurokode 8-1, NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021, «Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning. Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger»
- NS 8141-1, «Vibrasjoner og støt - Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk - Del 1: Virkning av vibrasjoner og lufttrykkstøt på byggverk, inkludert tunneler og bergrom»

Flom- og skredfare:

- NVE retningslinjer 2/2011, «Flaum- og skredfare i arealplanar». Norges vassdrags- og energidirektorat, revidert 22.05.2014
- NVE veileder 2/2022, «Sikkerhet mot flom: utredning av flomfare i reguleringsplan og byggesak». Norges vassdrags- og energidirektorat, utgitt desember 2022
- NVE veileder «Utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng – utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak». Norges vassdrags- og energidirektorat. Internett: https://veiledere.nve.no/utredning-av-sikkerhet-mot-skred-i-bratt-terreng/
- NVE veileder 1/2019, «Sikkerhet mot kvikkleireskred: vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper». Norges vassdrags- og energidirektorat, utgitt desember 2020

Øvrige håndbøker:

- SVV vegnormal N200, «Vegbygging». Statens vegvesen, 20.12.2024
- SVV veiledning V220 «Geoteknikk i vegbygging». Statens vegvesen, 10.02.2025
- SVV veiledning V221, «Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger». Statens vegvesen, juni 2014
- Byggegropveiledningen. Norsk Geoteknisk Forening, 2019
- RVO Veileder for grøftearbeid, 2026

4.2 Prosjekteringsforutsetninger

Gjeldende regelverk setter krav til den geotekniske prosjekteringen basert på inndeling i ulike klasser og kategorier. Det må derfor fastsettes gjeldende premisser for prosjekteringen.

Tiltaksklasse

SAK10 §9-3 stiller krav om fastsettelse av tiltaksklasse, der ansvarsområder inndeles i tiltaksklasser basert på kompleksitet, vanskelighetsgrad og mulige konsekvenser for helse, miljø og sikkerhet ved feil og mangler.

Aktuelt prosjekt gjelder geoteknisk og ingeniørgeologisk prosjektering i forbindelse med riving av besøkssenter ved Roald Amundsens hjem og etablering av nytt publikumsbygg. Det forutsettes at gravearbeider skal ikke utføres på dybde større enn ca. 1,5 m under nåværende OK av kjellergulvet og største del av gravegropa skal sprenges. Sprengningsarbeider utføres i nærheten av Roald Amundsens hjem. Dette medfører risiko tilknyttet rystelser.

På bakgrunn av en helhetlig betraktning vurderes at prosjektering av grunnarbeidene innenfor fagområdet geoteknikk kan plasseres i tiltaksklasse 2, som iht. SAK10 §9-4 omfatter tiltak eller oppgaver av liten kompleksitet og vanskelighetsgrad, der feil og mangler kan føre til middels store konsekvenser, eller tiltak av middels kompleksitet og vanskelighetsgrad, der feil og mangler kan føre til små eller middels store konsekvenser.

Ved fastsettelse av tiltaksklasse er det valgt også å støtte seg på kriteriene som knytter seg til pålitelighetsklasse for prosjektering for fagområdet geoteknikk iht. SAK10 §13-5.

Geoteknisk kategori

Eurokode 7-1 stiller krav til omfang av prosjektering ut fra geoteknisk kategori, som bestemmes ut fra standardens punkt 2.1.

Prosjektering av grunnarbeidene plasseres i geoteknisk kategori 2 som omfatter konvensjonelle typer konstruksjoner uten unormale risikoer eller vanskelige grunn- eller belastningsforhold, eksempelvis utgravinger/grøftegraving ved vanlige grunnforhold.

I geoteknisk kategori 2 bør prosjekteringen normalt omfatte kvantitative geotekniske data på bakgrunn av rutinemessige grunnundersøkelser tilpasset prosjektet, samt analyse og beregning for å sikre at de grunnleggende kravene blir oppfylt.

Grunnundersøkelser ble ikke vurdert nødvendige i denne saken fordi det er bekreftete bergbløtninger, også over OK av gulvet i kjeller av eksisterende bygning. Disse er dokumentert med bilder og grunnforhold er dermed tilstrekkelig forutsigbart for prosjektering.

Konsekvens- og pålitelighetsklasse

Eurokode 0 stiller krav til prosjektering og utførelse ut fra fastsettelse av pålitelighetsklasse (RC), som iht. standardens punkt B3.2(2) kan knyttes til valg av konsekvensklasse (CC). I Eurokode 0 er konsekvensklasser definert i tabell B1, mens tabell NA.A1(901) gir veiledende eksempler på klassifisering av konsekvens- og pålitelighetsklasser (CC/RC) fra 1 til 4 for bygg og anlegg.

Prosjektering av grunnarbeidene plasseres i konsekvens- og pålitelighetsklasse CC2/RC2, som støtter seg på kategori for «*Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg*» etter tabell NA.A1(901), der det er lagt til grunn at gravearbeidene ikke anses som uvanlig komplisert tilfelle.

Konsekvensklasse CC2 defineres som «*middels stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, betydelige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser*».

Prosjekterings- og utførelseskontrollklasse

Eurokode 0 tabell NA.A1(902) og NA.A1(903) stiller krav til prosjekterings- og utførelseskontroll hver for seg, avhengig av pålitelighetsklasse.

På bakgrunn av valgt pålitelighetsklasse fastsettes kontrollklasse PKK2 og UKK2 for henholdsvis prosjektering og utførelse. For kontrollklasse PKK2/UKK2 er det kav om egenkontroll, intern systematisk kontroll (kollegakontroll) og utvidet kontroll. Utvidet kontroll skal utføres av en annen organisasjon (tredjepart) som er uavhengig av det prosjekterende/utførende foretaket.

4.3 Jordskjelvpåkjenning

Eurokode 8-1 setter krav til motstand mot seismisk påvirkning ved jordskjelv for forskjellige typer av byggverk, men det anses ikke relevant å fastsette grunntype eller seismisk klasse for denne typen anlegg.

Bygningen tolkes som permanent konstruksjon, derfor oppstår det krav for dimensjonering mot seismiske påkjenninger. Bygningen skal fundamenteres direkte på fjell, derfor fastsettes det seismisk grunntype A og tykkelse av løsmasselag bør ikke overstige 5 m. Bygningen klassifiseres som seismisk klasse 2, derfor $\gamma 1 = 1$ og S faktor for grunntype A er lik 1 også

(tabell 3,2 og 3,3 i Eurokode 8) og a_{gR} for Nede Follo kommune er lik 0,25. Det er ikke behov for seismisk dimensjonering fordi a_{gS} er 0,25 m/s^2, og det er langt under grenseverdi som er 0,5 m/s^2. Grunnakselerasjon, a_{gS}, beregnes etter følgende formel:

$$a_{gS} = \gamma 1 * a_{gR} * S$$

$$a_{gS} = 1 * 0{,}25 * 1 = 0{,}25 \text{ m/s}^2$$

hvor:
a_{gS} – grunnakselerasjon inkludering grunnforsterkning, ≤0,50 m/s^2
γ1 – seismisk faktor
a_{gR} – referanseverdi for berggrunnens akselerasjon for grunnforhold type A
S – forstekningsfaktor som avhengig av grunnforholdene

Dimensjonering mot seismiske påvirkninger kan dermed utelates.

4.4 Sikkerhet mot flom og skred

I henhold til TEK17 §7-1 skal byggverk «*plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger*», herunder flom og skred, og videre skal tiltak «*prosjekteres og utføres slik at byggverk, byggegrunn og tilstøtende terreng ikke utsettes for skade eller vesentlig ulempe som følge av tiltaket*».

Fare for flom og stormflo

TEK17 §7-2 «Sikkerhet mot flom og stormflo» angir krav til sikkerhet mot flom og stormflo. Med flom menes oversvømmelse ved økt vannføring og vannstand i elver, bekker og vann som følger av økt vanntilførsel og/eller oppdemming i vannløp, mens det med stormflo menes høyere vannstander enn normalt i sjø som følge av flo (høyvann), kraftig lavtrykk og sterk vind.

Sikkerhet mot flom og stormflo reguleres etter sikkerhetsklasser med utgangspunkt i største nominelle årlige sannsynlighet, dvs. gjentaksintervall/returperiode for en flomhendelse.

Tiltaksområdet ligger ut til kysten og vil være utsatt for stormflo. I tjenesten «Se havnivå» fra Kartverket, ref. **Feil! Fant ikke referansekilden.**, er det gitt ekstreme vannstandsnivåer for de ulike sikkerhetsklassene. DSB veileder «Havnivåstigning og høye vannstander i samfunnsplanlegging», ref. **Feil! Fant ikke referansekilden.**, gir føringer for klimapåslag som skal benyttes for prognoser på havnivåstigning frem mot år 2100. Følgende vannstandsnivåer (over NN2000) skal legges til grunn for stormflo iht. tjenesten «Se havnivå»:

- Sikkerhetsklasse F1, 20-års stormflo: 2,0 moh.
- Sikkerhetsklasse F2, 200-års stormflo: 2,9 moh. (med klimapåslag)
- Sikkerhetsklasse F3, 1000-års stormflo: 3,0 moh. (med klimapåslag)

Risiko for stormflo har ikke betydning for den geotekniske prosjekteringen av grunnarbeidene, men bør hensyntas for ferdig bygg. Planlagt gulvflate i kjeller er på 3,19 moh., dvs. over 1000-års stormflo.

NVE temakart «Aktsomhetskart for flom» og «Flomsoner», ref. /4/ og /5/, gir oversikt over kartlagte aktsomhetsområder og utredete faresoner for flom. Aktsomhetsområder er gitt på landsdekkende oversiktsnivå og viser potensielle fareområder, mens faresoner er resultat av detaljert flomfareutredning innenfor et avgrenset område.

Selv om planlagt publikumsbygning ved Roald Amundsens hjem ikke er innenfor aktsomhet for flom, iht. overnevnte temakart, kan det ikke utelukkes risiko tilknyttet til vannstrømming inne i byggegropa ved stor nedbør da bygningen skal plasseres rett under utløp av en dal som samler vann fra skråninger over og i mindre grad overflatevann fra skråningen sør fra bygningen. Det kan derfor oppstå behov for pumping av vann ved store nedbørshendelser og det bør vurderes etablering av dreneringsgrofter rund gravegropa før forutsatt vesentlig uvær med store mengder av nedbør.

Fare for skred i bratt terreng

TEK17 §7-3 «Sikkerhet mot skred» angir krav til sikkerhet mot skred, som gjelder alle typer skred i bratt terreng, herunder skred i fast fjell, løsmasser og snø. Kravene gjelder også for sekundærvirkninger av skred, for eksempel der skred fører til flodbølger, flom og oppdemming i fjorder og vassdrag.

NVE temakart «Skred i bratt terreng», ref. /6/, gir oversikt over kartlagte aktsomhetsområder og utredete faresoner for steinskred, steinsprang, jordskred, flomskred, snøskred og sørpeskred. Aktsomhetsområder er gitt på landsdekkende oversiktsnivå og viser potensielle løsne- og utløpsområder for skred, mens faresoner er resultat av detaljert skredfareutredning innenfor et avgrenset område.

Roald Amundsens hjem og hele området rundt ligger utenfor aktsomhetssone for skred i bratt terreng.

Fare for område-/kvikkleireskred

Kravene i TEK17 §7-3 «Sikkerhet mot skred» gjelder også for områdeskred, dvs. sikkerhet mot kvikkleireskred. Tiltaksområdet ligger under marin grense og områdeskredfaren må da vurderes nærmere iht. NVE veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred».

NVE temakart «Kvikkleireskredfare», (også innarbeidet i NVE Atlas, ref. /7/), gir oversikt over kartlagte aktsomhetsområder og utredete faresoner for kvikkleire. Aktsomhetsområder omfatter terreng som kan være utsatt for områdeskred og dermed inngår i mulig løsneområde for et skred.

Tiltaksområdet ligger ikke innenfor kartlagt kvikkleiresone, eller innenfor aktsomhet for kvikkleireskred. Det vurderes ikke til at tiltaket heller befinner seg i potensial utløpsområde for områdeskred utløst i overliggende terreng. Dette grunnet fravær av potensiale for sammenhengende lag av marin leire.

Observasjoner fra befaring bekrefter kartlagte forhold. Det vurderes at det ikke er fare for områdeskred som kan berøre tiltaket. Krav til sikkerhet mot områdeskred gitt i Byggteknisk forskrift TEK17 §7-3 «Sikkerhet mot skred» anses dermed å være ivertatt.

Andre natur og miljøforhold

Det er ikke kjente forurensningskilder eller historikk som tilsier at det er potensiale for forurenset grunn på tiltaksområdet. Det er ikke vurdert til å være andre relevante natur- og miljøforhold som vil kunne berøre tiltaket.

4.5 Kvalitetssystem og kvalitetssikring

I henhold til SAK10 §10 er det for prosjektering, utførelse og kontroll krav om kvalitetssikringsrutiner, som skal sikre at krav gitt i eller i medhold av Plan- og bygningsloven ivaretas.

Ved prosjektering og utførelse, med tilhørende kontroll, av konstruksjoner i pålitelighetsklasse 2, 3 og 4, krever Eurokode 0 at det skal anvendes et kvalitetssystem, som ved pålitelighetsklasse 4 skal tilfredsstille NS-EN ISO 9000-serien.

DMR Miljø og Geoteknikk AS har prosedyrebeskrivelser for HMS, personalpolitikk og kvalitetsstyring. Ledelsessystemet er sertifisert iht. ISO 9001:2015.

DMR Miljø og Geoteknikk AS utfører egenkontroll og sidemannskontroll på sine leveranser som del av kvalitetssikringsprosedyre iht. eget interne kvalitetssystem.

4.6 Uavhengig kontroll av prosjektering og utførelse

For fagområdet geoteknikk i tiltaksklasse 2 er det obligatorisk krav om uavhengig kontroll av både prosjektering og utførelse iht. SAK10 §14-2 punkt c). Tiltaksklasse for prosjektering og utførelse fastsettes uavhengig av hverandre, men hvis utførelsen er i lavere tiltaksklasse, vil tiltaksklasse for prosjekteringen være bestemmende for at utførelsen uansett skal underlegges uavhengig kontroll svarende til tiltaksklasse for prosjekteringen.

For prosjekterings- og utførelseskontrollklasse PKK2/UKK2 stiller Eurokode 0 krav om utvidet (uavhengig) kontroll, som etter punkt NA.A1(903.4) og NA.A1(904.4) kan begrenses til en kontroll av at egenkontroll og intern systematisk kontroll (kollegakontroll) er gjennomført og dokumentert av det prosjekterende/utførende foretaket. Krav til utvidet kontroll vil derfor være dekket av uavhengig kontroll etter SAK10.

Den uavhengige kontrollen skal utføres av tredjepart som er uavhengig av det prosjekterende/ utførende foretaket. Det er tiltakshavers ansvar å engasjere uavhengig kontrollør og tilse at kontrollen blir gjennomført.

5. Geotekniske vurderinger

5.1 Fundamentering

Det forutsettes at bygningen skal direktefundamenteres. Med hensyn til omfang av grave- og sprengningsarbeider forutsettes det at platefundament er den mest effektive løsningen for å redusere omfang av grave- og sprengningsarbeider. OK kote av gulvet i kjeller er +3,19 m, og det betyr at man bør grave/sprenge ned minimum til ca. kote + 2,59 m, ved plate som valgt fundamentløsning. UK av plata bør være på kote + 2,89 m da ved antagelse at gulvet har 300 mm tykkelse og ingen tilleggsisolering under.

Under fundament må det brukes avretningslag med tykkelse minst 300 mm. Det anbefales bruk av 8/16 mm kornfraksjon med fin avretning med fraksjon 2/8 mm for å sikre tilstrekkelig drenering. I steder utenfor bergforekomster må det brukes fiberduk klasse 3 mellom stedlige masser og avretningslag under fundament, hvis det oppstår vesentlig forskjell i korngradering mellom massene. Hvis det er vurdert tilleggsisolasjon under gulvet, kan tykkelsen av avretningslaget reduseres, men den bør ikke være mindre enn 200 mm. Hvis tykkelsen av isolasjon overstiger 10 cm, da må OK kote for sprengningsnivå være tilsvarende lavere for å garantere minimum 200 mm avretningslag. Bruk av platefundament er gunstig på grunn av seismiske laster.

En annen mulighet er linjefundamenter. Denne løsningen kan føre til behov for etablering av fundamenter litt dypere under bunnplate, forutsettes ca. 300 mm eller mer, som fører til økning av volumet til gravegropa. Ved valg av den løsningen anbefales det L-form fundamenter med armen i retning mot bygning. Bruk av mer symmetriske løsninger vil føre til enda større økning av volumet til gropa. Denne løsningen kan dimensjoneres etter laster på fundament er kjente.

Tredje alternativ er linjefundament, men uten horisontal utvidelse, forankret med vertikale bolter i berg så lang det er relevant og klassiske linjefundamenter i delen av bygning som fundamenteres på løsmasser. Denne løsningen kan dimensjoneres etter laster på fundament er kjente.

Vi anbefaler den første løsningen med platefundament som den enkleste på grunn av kostnader og enkleste utførelse.

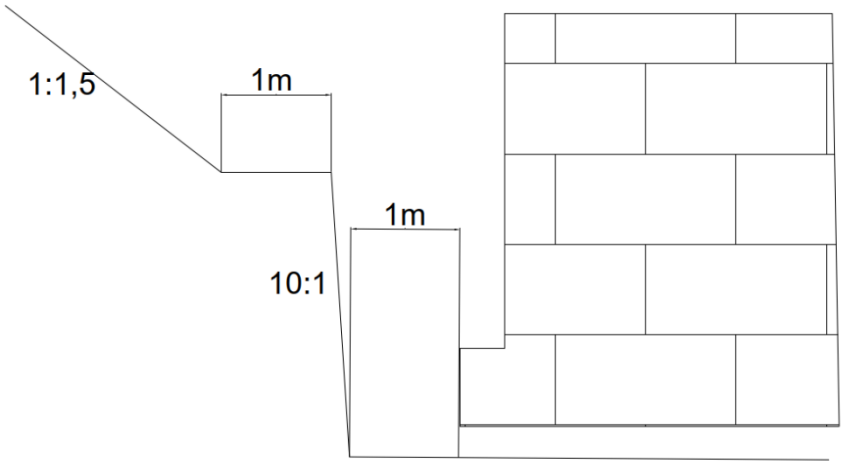
5.2 Gravearbeider

Det forutsettes utgravinger til kote +2,59 m i den enkleste situasjon, hvis det er valgt løsning med platefundament. Dybden kan øke, avhengig av fundamenteringsløsninger og evt. behov for masseutskifting. Det er forutsatt at gravedybde vil variere i byggegropen, fra nesten 0 til ca. 3,5 m, grunnet terreng og ujevn berggrunn.

Det forutsettes helning 1:1,5 til 1:2, avhengig av kvaliteten av masser, for dypeste utgravinger. Ved særlig gode masser kan det vurderes brattere skråning. For skråninger lavere enn 2 m kan det aksepteres helning 2:1 for utgravinger over grunnvannivå.

Det er ikke tillat mellomlagring av masser nærmere enn 2 ganger gravedybde fra øvre kanten av gropa, uten nærmere vurdering av geotekniker. Anleggstrafikk skal ikke foregå nærmere enn avstand tilsvarende gravedybde fra øvre kanten av skråning. Ved manglende plass kan geotekniker vurdere om det kan aksepteres minimum 1 m avstand fra øvre kanten av gravegropa.

Det er krav til minimum 1 m avstand mellom nedre kant av graveskråning i løsmasser og øvre kanten av sprengning for å unngå at løst material kommer i gropa ved sprengning. Hvis skråning skal være permanent, bør avstanden økes til minimum 2 m. Se figur 5.1 for skjematisk oppklaring.



Figur 5.1: Skjematisk skisse over graveskråning mot åsen. Det bør brukes minimum 1 m hylla mellom løsmasser og øvre kanten av bergskjæring for midlertidig skråning, 2 m for permanent skråning. Helning i løsmasser bør være 1:1 til 1:2 avhengig av tykkelsen av løsmasselaget, tillatt helning på bergskjæring 10:1 og 1 m rømningsvei mellom fundament og bergskjæring.

Det anbefales sjekk av kvaliteten av stedlige masser etter oppstart av gravearbeider for mer detaljert vurdering av behov for tiltak.

5.3 Sprengning

Basert på tilgjengelig dokumentasjon forutsettes det vesentlig behov for sprengning. Ved plate-fundamentering, blir minimum dybde for sprengning ned til kote +2,59 m. Bergart som glimmergneis kan ha vesentlig dempende egenskaper på grunn av mineral sammensetning, spesielt ved høyt glimmerinnhold. Det kan forventes lagdeling og sprekker i tillegg. For å få jevn overflate av sprengt vegg anbefales bruk av sømboring. Boremønster bør utarbeides med ansvarlig for sprengning. Avstand mellom hull for sømboring bør dimensjoneres med hensyn til tilgjengelig utstyr i anleggsfase.

Nedre kanten av sprengt eller gravet skråning må være minimum 1 m fra utvendige kanter av fundamenter for å få tilstrekkelig rømningsvei. Skråningen bør ha helning ikke brattere enn 10:1. Som nevnt øver, bør det beholdes minimum 1 m hylla mellom nedre kanten av løsmasse-skråning og øvre kanten av bergskjæring for å unngå behov for ytterligere stabiliserende tiltak.

Det forutsettes behov for arbeidssikring av bergskjæring og kanskje permanent sikring med bergbolter og eventuelt nett i tillegg, avhengig av kvaliteten av berg.

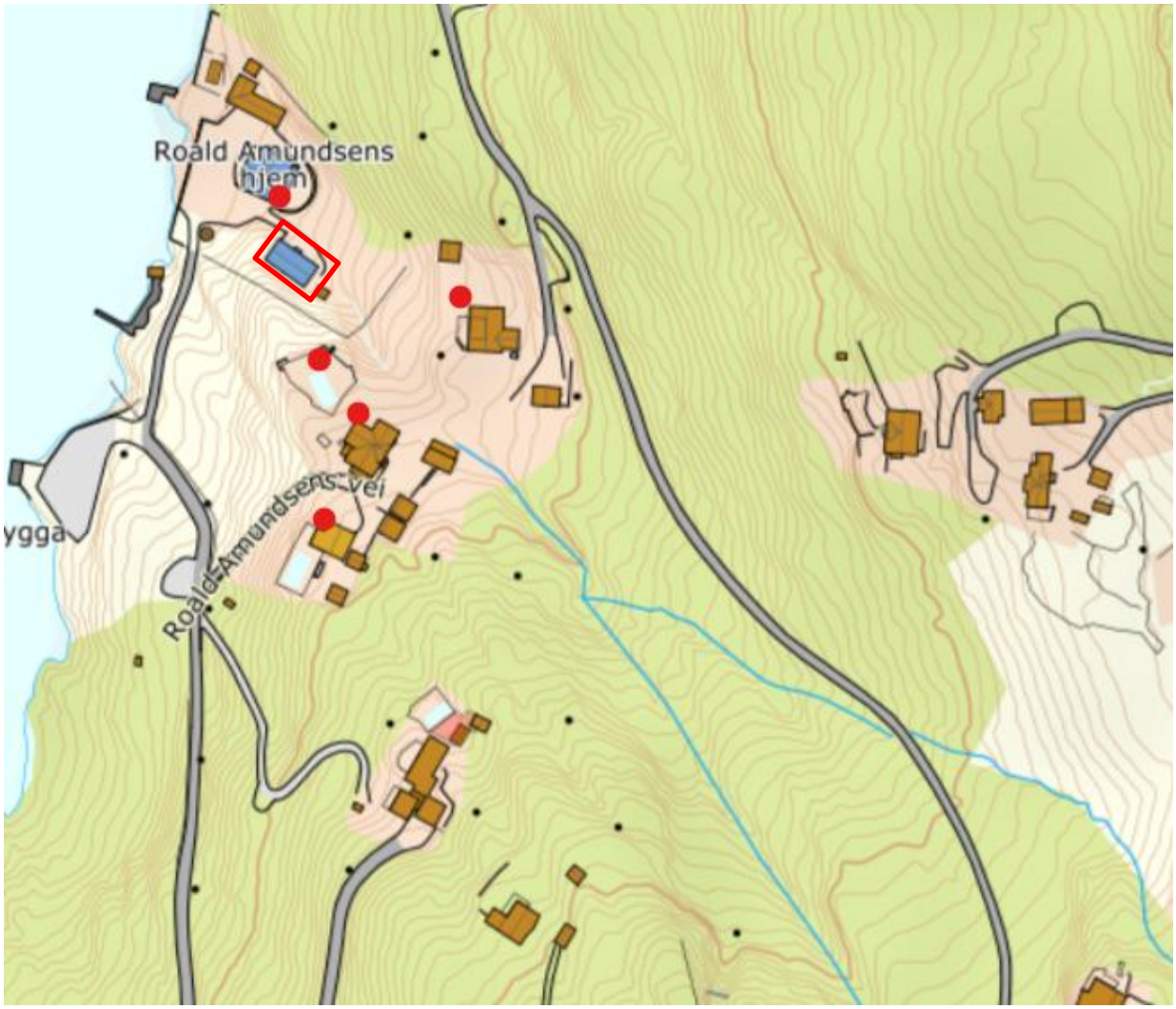
Skråningen over gropa, mot sør, må kartlegges for å vurdere behov for sikringstiltak og eventuelt behov for rydding. Tiltak bør dimensjoneres etter befaring før oppstart av sprengningsarbeid.

5.4 Overvåkning av rystelser

Grave og sprengningsarbeider skal utføres i nærheten av eksisterende museum, samt andre bygninger. Det ble derfor vurdert behov for fastsetting av rystelsesgrenser i henhold til NS 8141-1. Basert på figur 1 i standarden, er det vurdert påvirkningssone for sprengning og gravearbeider. Denne er fastsatt 1 km fra anlegget.

Grenseverdier for rystelser var kun fastsatt for objekter som er mest utsatt for påvirkninger, nærmere enn ca. 350 – 360 m fra anlegget. I beregningene var det forutsatt mest kritiske forhold. Dette betyr at bygningene er antatt følsomme med hensyn til rystelser fordi det er risiko for at de er fundamenterte delvis på berg og delvis på løsmasser. Ettersom det mangler detalj om kvaliteten av konstruksjonene, var det konservativt antatt at de er bygd av tegl, uarmert betong og leca type material, mens bassenger i området er vurdert som bygd av armert betong.

Det forventes at rystelsesmålere plasseres i nærmeste punkter mot rystelseskilden i valgte bygninger, se figur 5.2. Forutsatt passering av målere er markerte på kart og punktene er i fet i tabell 5.1. Andre punkter kan vurderes av entreprenøren.



Figur 5.2: Kart over tiltaksområdet og vurderte konstruksjoner i nærheten. Røde prikker indikerer plassering av rystelsesmålere. Rektangel tilsvarer planlagt gravegropa.

Tabell 5.1: Rystelsesgrenser i forbindelse med anleggsarbeider ved etablering av ny publikumsbygning. Linjer i fet skrift er obligatoriske målinger, og de andre kan tas med etter avklaring med entreprenøren. Bare for Roald Amundsens hjem var det fastsatt grenseverdi for rystelser fra anleggsfase.

Lokalitet/ adresse/ gnr./bnr.	Grunnforh oldsfaktor Fg	Byggverk sfaktor Fb	Material- og bygnings detaljfak tor Fm	Fundame nteringsf aktor Ff	Avstands faktor/ Vibrasjon skilde Fd	Avstand d [m]	Kildefakt or Fk	Beregnet grense- verdi v [mm/s]
Roald Amundsens hjem	**1,3**	**0,7**	**1**	**0,8**	**1,03**	**9**	**1**	**15**
Roald Amundsens hjem - anleggstrafikk	**1,3**	**0,7**	**1**	**0,8**	**1,00**	**3**	**0,3**	**4**
Basseng Roald Amundsens vei 188	**1,3**	**0,7**	**1,2**	**0,8**	**1,00**	**23**	**1**	**17**
Ingjerstrandveien 146	**1,3**	**0,7**	**1**	**0,8**	**1,00**	**45**	**1**	**15**
Roald Amundsens vei 188	**1,3**	**0,7**	**1**	**0,8**	**1,00**	**40**	**1**	**15**
Basseng Roald Amundsens vei 186A	1,3	0,7	1,2	0,8	1,00	75	1	17
Roald Amundsens vei 186A	**1,3**	**0,7**	**1**	**0,8**	**1,00**	**67**	**1**	**15**
Basseng Roald Amundsens vei 184	1,3	0,7	1,2	0,8	0,88	127	1	15
Roald Amundsens vei 184	1,3	0,7	1	0,8	0,85	135	1	12
Roald Amundsens vei 176	1,3	0,7	1	0,8	0,71	189	1	10
Roald Amundsens vei 165	1,3	0,7	1	0,8	0,59	262	1	9
Roald Amundsens vei 174A	1,3	0,7	1	0,8	0,57	276	1	8
Roald Amundsens vei 167	1,3	0,7	1	0,8	0,55	301	1	8
Roald Amundsens vei 163 B	1,3	0,7	1	0,8	0,50	367	1	7
Bekkestenveien 57	1,3	0,7	1	0,8	0,75	171	1	11
Bekkestenveien 55	1,3	0,7	1	0,8	0,66	216	1	10
Bekkestenveien 51	1,3	0,7	1	0,8	0,56	285	1	8
Bekkestenveien 49	1,3	0,7	1	0,8	0,54	308	1	8

5.5 Grunnvann og overflatevann

Det er risiko for at gravearbeider utføres delvis under grunnvannsnivå. Det er potensiale for innsig av grunnvann på grense mellom berg og løsmasser, eventuelt i sprekker. Forutsatte mengder av vann i vanlige værforhold bør være mulig å håndtere ved pumping.

Det vurderes at senkning av grunnvann vil ikke påvirke Roald Amundsens hjem negativt, fordi bygningen står lavere enn utgravingsnivå og nedstrøms fra gravegropa.

Under gravearbeider må det sørges for at overflatevann kommer ikke til gropa, ved store mengder nedbør. Derfor må det planlegges en dreneringsløsning fordi vesentlige mengder av overflatevann kan komme gjennom dalen opp mot sørøst fra gropa. Den er kartlagt som aktsomhetssone for flom og har sitt utløp rett ved planlagt gropa. Det oppstår risiko fordi massene er generelt meget drenerende og innsig til gropa kan være vesentlig ila. kort tid. Ved forventede ugunstige værforhold, med store mengder av nedbør eller omfattende snøsmelting, bør man vurdere bruk av sprøytebetonglag for å begrense innsig til gropa fra nordøstlig side. Sprøytebetong er ikke alltid en god løsning for tetting mot vann på grunn av risiko for økning av vanntrykk bak den, bør dette ikke skje her, ettersom vannstrømming hovedsakelig vil skje parallelt med gravegropa. Geotekniker bør være kontaktet for å vurdere situasjonen nøye, hvis det oppleves problemer under store mengder av nedbør.

Det må brukes drenerende masser som tilbakefylling rund bygningen. Hvis hele fundamentet skal bygges direkte på berg, må det vurderes dreneringsanlegg for å transportere vann ut fra bygningen. Kjeller bør støpes vanntett for å unngå fukt, ettersom det antas at grunnvann kan periodevis ligge høyere enn planlagt gulvflate.

Det vurderes ikke behov for beregninger av risiko mot oppdrift. Hvis grunnvannivå mot formodning viser seg å være nært terrengnivå, må dette revurderes.

6. Kontroll og overvåking

Før utførelsen skal entreprenøren sette opp egen kontrollplan for sine arbeider.

Kontrollplanen må sikre at bestemmelser fastlagt ved den geotekniske prosjekteringen ivaretas.

I tabell 6.1 under fremgår viktige kontrollpunkter som må ivaretas ift. stabilitet og HMS. Disse må inkluderes i entreprenørens utførelseskontrollplan for arbeidene. Entreprenørens kontroll-plan bør også inkludere kontrollpunkter ift. andre fagfelt og ajourføres minimum daglig. Det kan vurderes å engasjere kontrollingeniør for assistanse til byggeledelsen.

Det skal utarbeides sjekklister og prosedyrer som er relevante for prosjektet og som sikrer at tiltaket utføres som prosjektert og som ivaretar sikkerheten ifm. anleggsteknisk gjennomføring av tiltaket. Foto skal inngå i dokumentasjon av utførelsen.

Kontrollplanen skal være en del av entreprenørens kontrollsystem og framlegges for ansvarlig kontrollør for uavhengig kontroll av utførelsen.

Tabell 6.1: Kontrollplan for geotekniske og geologiske aspekter i forbindelse med arbeidene.

Kontrollpunkt	Beskrivelse	Ansvarlig
Grunnforhold	De faktiske grunnforholdene og kvaliteten av masser må kontrolleres.	Entreprenør/ byggeledelse
Bergnivå	Bergnivå må kontrolleres etter ferdig utgraving i løsmasser	Entreprenør/ byggeledelse
Mellomlagring av masser	Det skal ikke mellomlagres masser, vann osv. nærmere enn 2 ganger utgravingsdybde fra kanten av utgraving, uten godkjenning av geotekniker. Kortere avstand mellom gravdgropa og mellomlagring må avklares med geotekniker.	Entreprenør/ byggeledelse
Grunnvannstand	Piezometer, om ønskelig, bør installeres ved planlagt gravegropa i mest gunstig plass mot Roald Amundsens hjem. Den bør installeres tidligst mulig for å planlegge gravearbeider med hensyn til vurdering av behov for vanntettende tiltak før oppstart av arbeider.	Entreprenør
Helning på graveskråninger	Helning av graveskråninger er beskrevet i kapittel 5.2. Disse føringene må følges og bør kontrolleres underveis.	Entreprenør/ Geoteknisk rådgiver
Helning av sprenget skråning	Sprenget skråning bør ikke være brattere enn 10:1.	Entreprenør
Sikringstiltak før sprengning	Det må kontrolleres at det oppstår ikke risiko for utglidninger ved sprengning.	Entreprenør/ geolog
Rystelser ved sprengning/anleggs-arbeider	Det må kontrolleres rystelser ved sprengning. Minimum mengde av målere er presentert på kart, figur 5.2 og tabell 5.1. Flere punktet kan kontrolleres, om ønskelig.	Entreprenør/ Ekspert i målingene
Kvaliteten av sprenget bergoverflate	Bergoverflate bør være fri for knøler. Ved ujevn overflate må det brukes sømboring.	Entreprenen/ Sprengningsekspert
Renskning av berg etter sprengning	Det må kontrolleres om det er løse stein på skråningen etter mekanisk og manuell renskning.	Entreprenør
Dimensjonering av bergsikring	Dimensjonering av bergsikring må utarbeides etter ferdig renskning av veggen.	Entreprenør/ Geolog
Gravenivåer/ fundamenteringsnivåer	Sjekk om gravenivåer stemmer, for å ha tilstrekkelig plass for etablering av fundament og gulv på ønsket nivå	Entreprenør
Innsig av vann	Grunnvannsinnsig skal pumpes og det må løpende vurdere behov for beskyttelse mot innsig av overflatevann.	Entreprenør

7. Konklusjon og videre arbeid

Ikke alle geotekniske og geologiske problemstillinger er løst per i dag. Det kan oppstå behov for befaring for å sjekke både avdekkede grunnforhold og kvaliteten av berggrunn. Arbeidssikring kan delvis dimensjoneres når berg er avdekket og renset, mens permanent bergsikring kan ikke dimensjoneres før sprengning og pigging er ferdigstilt. Fundamentplan og fundamentlaster er ikke mottatt enda, derfor bør man vurdere behov for omprosjektering av gravearbeider og fundamentløsning etter RIB sin prosjektering er ferdig.

Oppsummering av konklusjoner og vurderinger:

1. Bygningen skal fundamenteres for det meste på berg, stedvis på tynne lag av løsmasser.
2. Fundamenteringsforhold er ikke utfordrende, men med hensyn til omfang av grave- og sprengningsarbeider anbefales det bruk av platefundament. Andre løsninger er mulige, men kan medføre økt omfang av utgraving eller andre utfordringer.

3. Det blir behov for sprengning og tilhørende overvåkning av rystelser. Man kan ikke utelukke behov for sømboring.
4. Utforming av skråning bak bygningen er ikke avklart enda, derfor ble det vurdert midlertidig situasjon med hensyn til utforming av gravegropa og fastsetting av sikkerhetskrav.
5. Det forventes ikke senkning av grunnvannstand, men det oppstår risiko for oversvømming med overflatevann ved store nedbør og flom.
6. Det tilbys overvåking av grunnvannstand for å sjekke mulige variasjoner av vannstanden ved nedbør og tilpasse løsninger for fjerning av vann fra gravegropa ved behov. Dette bør i så fall iverksettes raskest mulig.
7. Omfang av grave- og sprengningsarbeider er ikke sikkert og bør vurderes foreløpig etter riving av eksisterende bygning.
8. Detaljdimensjonering av fundamentløsninger må utarbeides etter den er valgt og basert på data fra RIB.
9. Det mangler fortsatt informasjon om tilleggs gravearbeider som VA-grøfter og tilsvarende.

8. Referanser

/1/ Høydedata, Kartverket. Internett: https://hoydedata.no/.

/2/ Nasjonal løsmassedatabase, Norges geologiske undersøkelse (NGU). Internett: https://geo.ngu.no/kart/losmasse/.

/3/ Nasjonal berggrunnsdatabase, Norges geologiske undersøkelse (NGU). Internett: https://geo.ngu.no/kart/berggrunn/.

/4/ NVE temakart «Flom aktsomhetsområder». Norges vassdrags- og energidirektorat. Internett: https://temakart.nve.no/tema/flomaktsomhet/.

/5/ NVE temakart «Flomsoner». Norges vassdrags- og energidirektorat. Internett: https://temakart.nve.no/tema/flomsone/.

/6/ NVE temakart «Skred i bratt terreng». Norges vassdrags- og energidirektorat. Internett: https://temakart.nve.no/tema/skredbrattterreng/.

/7/ NVE temakart «Kvikkleireskredfare». Norges vassdrags- og energidirektorat. Internett: https://temakart.nve.no/tema/kvikkleire/.