

NOTAT

Oppdragsnavn **Opera, museum og kulturhus Kristiansund**

Prosjekt nr. **1350046789**

Kunde **HENT AS**

Notat nr. **G-not-001**

Versjon **0**

Til **HENT AS v/Gustav Lindskog**

Fra **Rambøll Norge AS v/Endre Kjærnes Øen**

Kopi

Utført av **David Nigel Whittles Sjølie, Olav Roset og Endre Kjærnes Øen**

Kontrollert av **Werner Stefanussen**

Godkjent av **Endre Kjærnes Øen**

1 Geoteknisk og ingeniørgeologisk notat, NORMORIA

Dato 25.10.2021

1.1 Bakgrunn og hensikt

Det skal bygges nytt opera, museum og kulturhus i Kristiansund sentrum i Kristiansund kommune. Det skal rives et eksisterende bygg og nytt bygg skal bygges og kobles sammen med noe av den eksisterende bygningsmassen på stedet. Dette notatet oppsummerer grunnforholdene og gir en vurdering av forhold som vil ha innvirkning på blant annet etablering av byggegrop og fundamentering. Notatet er beregnet som vedlegg til skisseprosjektrapport.

Rambøll
Kobbegate 2
PB 9420 Torgarden
N-7493 Trondheim

1.2 Tidligere utførte undersøkelser

Det er tidligere utført grunnundersøkelser på tomten, samt en innledende geoteknisk vurdering basert på grunnundersøkelsene:

- Grunnundersøkelser, Norconsult 2012
- Innledende geoteknisk vurdering, Cowi 2020

T +47 73 84 10 00
<https://no.ramboll.com>

2 Observasjoner og fakta

2.1 Topografi og plassering av bygget

Bygget vil bli plassert i øvre del av sentrum i Kristiansund, hvor eksisterende terrenget er omtrent på kote +15 til +20. På tomten står et bygg som skal delvis rives, og grunnboringer viser at tomten består delvis av fjell, delvis av løsmasser på nivå hvor det skal fundamenteres (kote +10,5/+12,5).

2.2 Ingeniørgeologi - berg

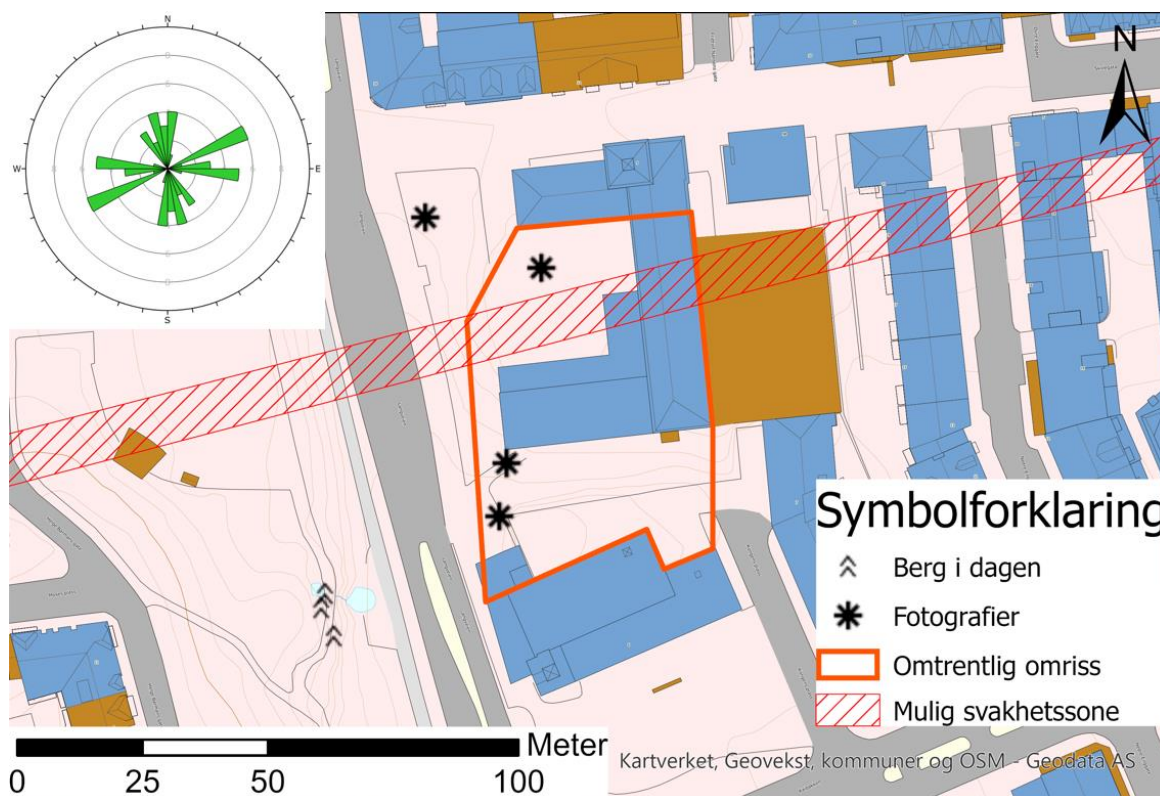
Bergarten på tomten er på NGUs berggrunnskart kartlagt til en granittisk gneis. Det er observert blotninger med berg flere steder i Kristiansund sentrum, blant annet på østsiden av Langveien, ca. 25 meter fra Folkets hus som skal bevares. Alle bergblotninger viser lik bergart, foliert granittisk gneis, og oppsprekkingen i berget opptrer likt i observerte blotninger. Enkelt geologisk kart med sprekkerose er vist i Figur 1. Det er fire sprekkese sett som opptrer:

1. Subhorizontal oppsprekking. Sprekkeavstand fra ca. 5 cm til ca. 0,5 meter. Foliaasjonen er også observert til å være horisontal.
2. Sprekkesett i nord-sør retning, med steilt fall både mot øst og vest, gjennomsnittlig strøk og fall: 353/78 og 160/88. Sprekkeavstand varierer fra 5 cm til dm-skala. Stedvis tett oppsprukket og stedvis gjennomgående sprekkeplan. Sprekkesettet er undulerende/foldet.
3. Sprekkesett i øst-vest retning med fall mot nord, gjennomsnittlig strøk og fall: 256/62 sprekkeavstand i størrelsesorden 30 cm til 1,5 meter.
4. Sprekkesett i øst-vest med fall mot sør, gjennomsnittlig strøk og fall: 088/66

Generelt kan bergmassen betraktes som medium til lite oppsprukket (anslagsvis 10-15 sprekker per m³). Kinematisk analyse for fjellskjæringene viser at det teoretisk er mulig med følgende utfallsmekanismer:

- Fjellskjæring i nord, fall mot sør: Mulighet for plan utglidning, kileutglidning og toppling.
- Fjellskjæring i øst, fall mot vest: Mulighet for plan utglidning, kileutglidning og toppling. Sannsynligvis vil det steiltstående sprekkesettet med fall mot både øst og vest ha stor innvirkning på stabiliteten på denne fjellskjæringen.

Av større lineamenter er det observert en øst-vest sone på tvers av sentrumshalvøyen og videre østover gjennom Nordsundet. Denne sonen krysser gjennom tomten. Øst på sentrumshalvøyen viser topografien at bergmassen i sonen er svakere enn bergmassen på sidene av sonene. I datarapporten om grunnboringene er det antydnet mulig svakhetszone i berget. Det kan være svakere fjell i forbindelse med denne sonen som er påvist. Det er også en mulig svakhetszone/sannsynlig forsenkning i terrenget parallelt Langveien. Bergblotningene på vestsiden av veien viser at berget stuper bratt ned, og grunnboringene viser også de største løsmassemekthetene ut mot Langveien.



Figur 1 Kart over området med omtrentlig omriss av byggegrop i rødt og enkel sprekkerose. Bergarten er granittisk gneis.

2.3 Geoteknikk – løsmasser

Løsmasser på tomten og omkring er på NGU løsmassekart kartlagt til fyllmasser. Ifølge NGUs løsmassekart er hele Kristiansund sentrum dekket av fyllmasser, mens vest for sentrum er det kartlagt bart fjell med stedvis tynt humus-/torvdekke. Grunnundersøkelser har tidligere blitt utført i forbindelse med forprosjektarbeid nytt opera-, museum og Kulturhus i Kristiansund. Rapporten er utarbeidet av Norconsult AS, rapport nr. 5124621-1 "Operahus – Grunnundersøkelser, Datarapport", datert 06.12.2012. Undersøkelsen omfatter 11 prøvepunkter med totalsonderinger som er supplert med prøvetaking i 3 av de 11 prøvepunktene. Generelt viser boringene at grunnforholdene på tomten består av et topplag av torv med 0,5 – 1,5 m mektighet, men i et punkt strekker dette laget seg til ca. 4 m dybde. Under dette torvlaget er det registrert middels faste til faste friksjonsmasser med 0,5 – 8,0 m mektighet. Generelt består disse massene av sandig, siltig morenemateriale som også inneholder steinblokker. Undersøkelsene viser at dybden til fjell varierer fra 0,6 til 9,0 m ved de undersøkte prøvepunktene. Generelt kan en se at det er svært små dybder til berg sentralt på tomten og mektigheten av løsmasser øker mot sør, vest og nord. Løsmassene er tykkest i vestlige delen av tomten og her er det ca. 9 m ned til berg. I nord, sør og sørøst er berg registrert mellom 2,7 og 4,3 m i dybde.

2.4 Grunnvann

Det er ikke målt grunnvannsnivå på tomten. Ved Folkets hus i sørlige del av tomten ligger terreng på kote ca. +13. Det er derfor antatt at grunnvannsnivået ved Folkets hus ligger under kote +13 men grunnvannsnivået i nord kan ligge høyere.

Det anbefales å installere hydrauliske piezometere i neste fase for å måle grunnvannsstand. Det er viktig å installere piezometere tidlig i prosjekteringsfase slik at sesongvariasjoner av grunnvannet blir målt. Grunnvannsnivå kan påvirkes av planlagte bygninger, og dette bør tas med i vurderingen om dimensjonering av grunnvannsnivå på tomten.

2.5 Eksisterende konstruksjoner

I området rundt tomten er det flere bygg, som stedvis kommer tett inntil byggegroppen, blant annet Folkets hus og deler av Langveien ungdomsskole som skal bevares. I tillegg ligger Langveien langs østkanten av tomten. Fra tidligere forprosjekt (2013) er fundamentering av nabobygg beskrevet som:

- Folkets hus er sannsynligvis fundamentert på fjell, muligens ved bruk av pelar.
- Østfløyen av Langveien ungdomsskole er sannsynligvis fundamentert med betongfundamenter på antatt utsprengt område.
- Andre bygg: Det er ikke klargjort hvilke typer fundamentering som ligger til grunn for eksisterende bygninger, men det er imidlertid sannsynlig at de eksisterende bygningene står på fundamenter på eller nært fjell.

2.6 Vann og is

Det er ikke observert overflatevann ved tomten. Da det er relativt mildt klima i Kristiansund, forventes det ikke større problematikk med is i skjæringsvegger i byggeperioden, men periodevis kan det forekomme at det vil renne vann i fjellskjæringene vinterstid.

3 Vurderinger

3.1 Seismisk påvirkning

Basert på utelatelseskriteriene i Eurokode 8 (NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021) kan motstand mot seismisk påvirkning utelates under forutsetning at Grunntypen er E. Bygget oppfyller kriteriet:

Konstruksjoner der grunntype er A-E og med beliggenhet der grunnakselerasjon inklusiv grunnforsterkning tilfredsstillende formelen $a_g S \leq 0,50 \text{ m/s}^2 \rightarrow a_g S$ er for dette eksempelet = $0,3125 \text{ m/s}^2$.

3.2 Skredfare fra naturlig bratt terreng.

Det er ikke skredfare fra naturlig bratt terreng.

3.3 Etablering av byggegrop

Byggegroppen medfører uttak av bergmasser og løsmasser for å få tilstrekkelig dybde og areal for etablering av bygget. Byggegroppen vil bli etablert delvis med sprengning av fjell og etablering av fjellskjæring og delvis i løsmasser, hvor behov for sikring av løsmasser vil bli nødvendig.

3.4 Ingeniørgeologi

Uttaket av fjell vil foregå ned til et laveste nivå på ca. kote +10, som er laveste fundamentnivå på bygget. Detaljstabiliteten i fjellskjæring under uttak av berg forutsettes ivaretatt ved rensk, samt montering av bergbolter og nettsikring. Forbolter kan også være aktuelt. Omtrentlig høyde på fjellskjæringen vil bli opptil ca. 8 meter + mulige løsmasser på topp av fjellskjæring.

3.5 Geoteknikk

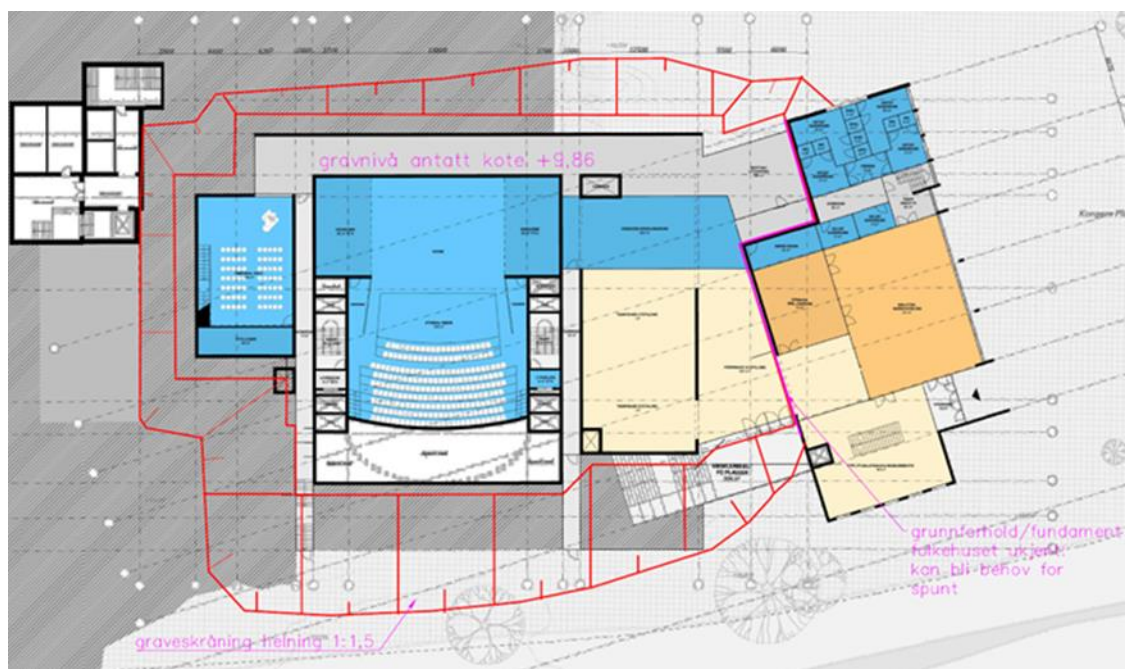
Det skal graves ned til ca. kote +10 for å etablere underetasje nivå, dette er ca. 5 til 10 m under dagens terreng. Dybde til berg varierer fra ca. 0,9 m i midten av tomten til ca. 9 m i vestlige område. Det skal derfor graves delvis i løsmasser og delvis sprenges ut berg for etablering av byggegropen. Utfra utførte grunnundersøkelser vil tykkelsen av løsmasser i skråningen variere mellom ca. 8 m i vestlige del av byggegropen og 1 m i nordøst. Løsmasser på stedet er hovedsakelig faste friksjonsmasser og det er forutsett at forsvarlig skråningshelning er på 1:1,5. Det er også forutsett at byggegropen skal holdes tørr under byggefase. Graving under grunnvann i friksjonsmasser er vanskelig. Hvis grunnvannsnivået ligger høyere enn gravedybden må det gjøres tiltak med å senke grunnvannsnivå i byggegropen. Vurdering av grunnvannshåndtering må utføres i senere fase etter måling av grunnvannsnivået i tomten.

Mot Folkets hus skal det graves eller sprenges ned til ca. kote +10. Kjelleretasjen til Folkets hus ligger på ca. kote +13 og fundamenteringsmetode av huset er ukjent. Det er ikke gjort boringer i dette område og dybde til fjell er heller ikke kjent. Hvis Folkets hus er fundamentert direkte på løsmasser eller på peler til berg, kan det bli behov for installering av spunt for å unngå undergraving av fundamentene. I dette tilfelle må det mest sannsynlig brukes en boret rørsputt siden løsmassene inneholder stein og blokk og er uegnet for ramming av en vanlig Z spunt. Det er anbefalt at supplerende boringer blir utførte i dette området.

Dybde til fjell er ikke kjent under den delen av skolen som skal rives og dybde av gravskråningen i dette området er antatt utfra nærmeste boringer. Supplerende boringer må utføres i neste fase i dette området for å få bekreftelse av bergdybde.

Det skal også graves i nærheten til Kongens plass 7 og det er anbefalt at det utføres bygningsbesiktigelse av bygg før gravearbeider for å dokumentere tilstand.

Foreløpige skisser for graveplan som viser løsmasseskråningene er vist i Figur 2. Utslag av gravskråning er basert på utførte grunnundersøkelser og er tilnærmet.



Figur 2 Foreløpige skisser graveplan.

3.6 Bergsprengning og vibrasjoner

Sprengning av berg medfører rystelser på omkringliggende bergmasser og konstruksjoner. Byggegroppa vil ligge i kort avstand til nabobygg, i et sentrumsområde. Sprengning må derfor utføres med forsiktighet for å redusere vibrasjonene ned til et akseptabelt nivå. Dette tilsier at det vil bli nødvendig å legge restriksjoner mht. vibrasjoner ved sprengning. Før sprengning må det utføres bygningsbesiktigelse av nabobygg, dette for å dokumentere tilstand, men også for å kunne sette grenseverdier for rystelser. Det vil også være aktuelt å utføre sømboring før sprengning. Både enkelt søm for å øke sannsynligheten for fin kontur, men også dobbelt søm som et tiltak for også å redusere rystelser kan være aktuelt. Det kan være aktuelt å benytte wiresaging av enkelte partier for å redusere vibrasjoner på berggrunnen og nærliggende boliger. Spesielt i området hvor fjellskjæring skal etableres rett i nedkant av eksisterende bygg. Wiresaging vil gi svært lite rystelser. Det vil være skånsomt mot berget, gi lite støy, og det kan oppnås en plan, stabil flate. Det må likevel påregnes behov for montering av bergbolter for å sikre detaljer i skjæringen.

3.7 Bergsikringsbolter

Det vil bli behov for detaljsikring av partier av fjellskjæringen. Plassering av bolter må påvises av geolog. Boltene vil sannsynligvis være 2 til 6 meter lange, fullt innstøpte, varmforsinkete og pulverlakkerte kamstålbolter som påmonteres plate og mutter. Dette må påregnes å bli utført suksessivt under uttak av berget. Før sprengningsarbeidet starter, kan det være aktuelt å montere vertikale forbolter, spesielt i sørvendt fjellskjæring. Dette for å redusere sannsynligheten for utfall utenfor kontur og evt. konflikt med eksisterende fundamenter.

3.8 Steinsprangnett/sprøytebetong

Det skal foregå anleggsarbeider i byggegropen og fjellskjæringene må være trygge å arbeide under. Det må utføres rensk i fjellskjæringene og det må regnes med at det kan bli behov for å montere steinsprangnett. I permanent fase vil fjellskjæringene bli tildekket. For å sikre ustabile og oppsprukne områder kan sprøytebetong også være aktuelt, f.eks. i evt. svakhetszone eller i

overgangen mellom fjellskjæring/løsmasser/eksisterende fundamenter. Evt. sprøytebetong må dreneres og sikres med bolter dersom heften mot berget er dårlig.

3.9 Sikring av eksisterende bygg/fundamenter

Det vil være bygg som står nært inntil fjellskjæring, hvor det vil sprenges/graves nært inntil fundamenter. Stabiliteten til fundamentene må ivaretas i hele byggeperioden og i permanent situasjon. Det vil være spesielt kritisk når det sprenges/graves nært inntil fundamentene.

3.10 Fundamentering

Vestre del av bygningen (ca. 30%) skal fundamenteres på friksjonsmasser med mektighet opptil ca. 5 m, mens resten av bygningen skal fundamenteres direkte på berg. Det er vurdert at det eksisterer en risiko for at deler av bygningen som er fundamentert direkte på løsmassene vil sette seg relativ til delen fundamentert på berg. Vi anbefaler derfor at fundamenter på løsmassene forankres på peler, evt. pilarer til fjell. Hvis det er mindre enn 2 meter til fjell og det er mulig å grave av løsmassene for å støpe pilarer.

3.11 Videre arbeider

- Supplerende grunnundersøkelser i senere faser.
- Undersøke fundamentering til nabobygg. Enten besiktigelse av bygg, prøvegraving eller informasjon fra arkiv.
- Installering av hydrauliske piezometer for å måle grunnvann.