

Oppdragsgiver: **Skånland Kommune**

Oppdragsnr.: **5191458** Dokumentnr.: **N-INGGEO-01**

Til: Skånland Kommune v/Ivar Hartviksen

Fra: Norconsult v/Stein Tore Wien

Dato 2019-08-29

► **Regulering Tovikskjæret - Skjærmarka** **Ingeniørgeologisk vurdering massetak**

Sammendrag

Det er foretatt en ingeniørgeologisk vurdering av to områder aktuelt for utvikling av massetak; henholdsvis sør og vest for dagens industriområde. Uttaksmasser skal benyttes til sjøutfylling.

Observert bergart i området er en lagdelt kalkstein/finkornig marmor. Sprekkeregistrering og kartlegging av bergmasse er primært gjort i bergskjæringen på industriområdet. Det er registrert vertikale sprekkesett samt en sub-horisontal lagdeling i bergart. Bergmassen er generelt tett oppsprukket, men oppsprekingsgrad varierer en del. Forventet blokkstørrelse for normalt oppsprukket berg er fra 0,1 til 0,4 m langs største lengderetning. Større blokkstørrelse opptrer kun i en mindre andel av bergskjæringen, slik at potensialet for uttak av storstein/plastringsstein er begrenset. Observerte blokker er generelt kantete, og retning på sprekkplanene gir rektangulær til kubisk blokkform.

Områdene som er aktuelt for masseuttak er dekket av løsmasser. Det er generelt lav løsmassemeknighet, men ventelig noe større sør for vei. Det er ikke observert forhold ved bergblotninger i området som tilsier vesensforskjellig bergmasse enn det som er observert i bergskjæringen. Det er generelt noe større usikkerhet knyttet til bergmassen sør for vei, men begge områdene vurderes som aktuelle uttaksområder. Det er størst volumpotensiale i det sørlige uttaksområdet.

Observert bergart vurderes som egnet som utfyllingsstein, og blokkenes kantethet ansees som gunstig for formålet. Kalkbergarter er generelt noe mekanisk svake, slik at ved spesielle benyttelsesområder bør det gjøres tester av blokkmaterialet for å vurdere egnethet.

Ved uttak av berg er det viktig at sprengningsopplegget tilpasses, for å unngå unødig knusning av bergmassen. Det må også hensyntas at karst kan forekomme.

Innledning og bakgrunn

Norconsult er engasjert av Skånland Kommune for å utarbeide reguleringsplan for Tovikskjæret/Skjærmarka industriområde (Figur 1). Formål er å øke tilrettelegging for sjørettet næringsvirksomhet i et eksisterende industriområde, blant annet gjennom utvidelse av dagens fylling i sjø. Det er gjort en ingeniørgeologisk befaring og vurdering av egnethet til bergmassen i nærområdet for etablering av massetak. Befaringen ble utført av ingeniørgeologer Stein Tore Wien og Marianne Rødseth 11. juni 2019.

Grunnlagsdata

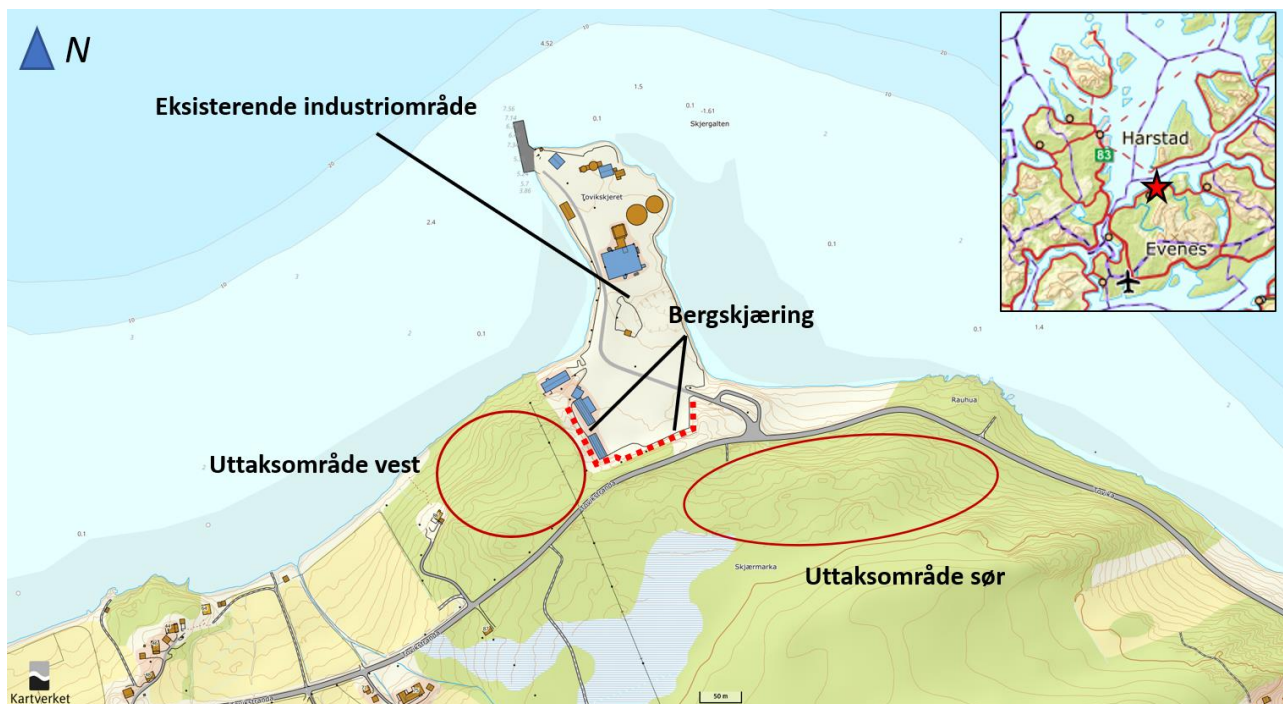
Følgende grunnlagsdata er benyttet i vurderingen:

Grunnlagsdata	Kilde
Topografisk kart	Kartverket (2019a): www.norgeskart.no
Kvartærgeologisk kart	NGU (2005): Kvartærgeologisk kart Sandstrand, 1:15 000
Berggrunnskart	NGU (1974): Berggrunnskart Narvik 1:250 000
Skyggerelieffkart basert på laserhøydedata	Kartverket (2019b): www.hoydedata.no

Observerte grunnforhold

Kartlegging av bergmassen er gjort for å for å identifisere bergart, oppsprekkingsgrad til bergmassen, og vurdere bergartens egnethet som fyllingsstein. Kartlegging er primært gjort langs dagens utsprenge bergskjæring i bakkant av industriområde (Figur 1). Den N-S gående del av skjæringen i vest og den Ø-V-gående del av skjæringen i sør omtales videre henholdsvis som vestlig og sørlig (del av) bergskjæring.

Aktuelle områder for massetak er både som en utvidelse av dagens industriområde ved sjøen («uttaksområde vest»), og området sør for Fylkesvei 825, omtalt videre henholdsvis som uttaksområde vest og uttaksområde sør. Områdene er primært dekket av løsmasser, og ble befart for å observere bergmasse ved blotninger.



Figur 1: Kart over industriområdet, som viser eksisterende bergskjæring (rød stiple linje) og omtrentlig plassering av uttaksområder. Modifisert fra www.norgeskart.no.

Løsmasser

Det er kartlagt torv- og forvitningsmateriale av NGU i området. Det ble observert primært torvmasser på befaring, og generelt tykkere på sørside av vei enn på nordsiden. Skyggerelieffkart viser tydelig strukturering av overflaten i de største delene av angitte uttaksområdene (se Figur 5), sannsynligvis knyttet til den underliggende bergflaten.

Bergart og oppsprekking

Bergarten i området er kartlagt av NGU av å være kalkspatmarmor, og med foliasjon¹ med svakt fall (10°) mot sørøst. Bergarten er del av det kaledonsk skyvedekket, og er altså en ikke-stedegen bergart.

Selve bergartsklassifikasjonen er i stor grad bekreftet ved befaringen. Det er observert en båndet kalkbergart med sub-horizontale foliasjon (Figur 2). Bergarten viser lokalt tegn til folding, primært i soner mellom foliasjonsplan. Kornstørrelse til kalkmineralene er generelt liten, og bergarten fremstår som en båndet (tydelige lag med ulike mineraler) kalkstein eller alternativt en finkornig marmor.

Det er tydelig økt forvitring i topp av bergskjæring, hvor kjemisk og mekanisk nedbryting av bergarten (på grunn av økt tilgang på luft, vann og biologiske organismer) fører til en mer oppsprukket og mindre

¹ *Foliasjon*: parallell struktur i bergart, skyldes parallellorientering av mineraler i en omdannet/metamorf bergart. Omtales også som skifrighet eller lagdeling. Betydelig utviklet foliasjon fører normalt til at det dannes svakere plan hvor bergmassen lettere spaltes/sprekker opp.

kompetent bergart. Dette øvre sjiktet kalles dagfjellsonen, og tykkelsen på denne anslås til 1-2 m. Det er registrert et mindre karsthull² i hjørnet ved overgang mellom sørlig og vestlig del av bergskjæring (Figur 3).

Oppsprekingsgrad og -mønster til bergmassen vil påvirke både blokkstørrelse og blokkform. Med oppsprekking menes eksisterende sprekker i bergmasse grunnet geologiske forhold. Nær parallelle *sprekkeplan* danner et *sprekkesett*, og et sprekkese sett vil vanligvis ha en karakteristisk avstand mellom sprekkplanene. Bergmasse på et sted vil normalt ha flere sprekkese sett.

Det ble utført sprekkkartlegging i kalkspatbergarten. Formål er å identifisere hovedsprekkesett, orientering og sprekkerekvens/sprekkeavstand. Det er registrert tre hovedsprekkesett i bergmassen, inkludert foliasjonen. Strøk og fall-målinger er basert på observasjoner i den vestlige del av bergskjæringen:

- Foliasjon (F1): Sub-horisontal oppsprekking/lagdeling. Registrert strøk/fall 115°Ø/15°S. Fallretning varierer noe, men er generelt mot sør. Sprekkeavstand varierer, fra 0,1-1,0 m, gjennomsnitt på ~0,5 m. Gjennomsettende sprekkplan, og overflate er plant og bølgete.
- Sprekkesett 1 (S1): Tilnærmet vertikal oppsprekking i retning N-S, registrert strøk/fall 000°Ø/85°Ø. Sprekkeavstand varierer, men gjennomsnittlig 0,5 m. Mindre gjennomsettende enn F1, og sprekkplan terminerer ofte i F1. Overflate er plant.
- Sprekkesett 2 (S2): Tilnærmet vertikal oppsprekking i retning Ø-V, registrert strøk/fall 115°/85°S. Sprekkeavstand varierer, gjennomsnitt på 1,0 m. Mindre gjennomsettende enn F1, og sprekkplan terminerer ofte i F1. Overflate er plant.

S1 og S2 står tilnærmet vinkelrett på hverandre, og begge med en vinkel på den vestlige bergskjæringen. Oppsprekkingen gir den NV-SØ-gående skjæringen en sagtakket form (Figur 4). Disse to vertikale sprekkese settene står videre tilnærmet vinkelrett på den sub-horisontale oppsprekkingen, F1. Sprekkplanene er illustrert på et skyggerelieffkart i Figur 5.

Sprekkeavstand i oversikten over angir avstand mellom mer gjennomgående sprekkplan. Det er en del sporadiske sprekker assosiert med både S1 og S2, slik at lokalt er den reelle sprekkese settens lavere. Noen av disse sprekkeene kan være relatert til utsprenning av skjæringen. Det er en del utrast blokk i den vestre del av bergskjæringen. På grunn av plane sprekkese sett og sprekkese sett som står tilnærmet vinkelrett på hverandre har blokker generelt kantete og kubisk form. Størrelse på blokker er fra knyttneve til typisk 0,2 x 0,4 x 0,4 m. Se også avsnitt angående RQD for registreringer av sprekkese sett avstand horisontalt/vertikalt.

Den sørlige delen av bergskjæringen ble visuelt undersøkt, men det ble ikke foretatt sprekkemålinger her. Hovedsprekkese settene ser ut til å være tilsvarende som for den vestlige del av bergskjæringen. Generelt virker oppsprekking her å være noe tettere, og spesielt foliasjonen ser ut til å ha lavere avstand mellom sprekkese settene (Figur 6). Det er et mindre parti lengst mot øst som er nylig utsprenget, og hvor sprengsteinen ikke er fraktet vekk. Avstand mellom sprekkese sett langs de vertikale sprekkese settene S1 og S2 virker her å være noe større. Sammen med en mer utviklet foliasjon gir dette stedvis større blokker, men en flatere blokkform enn det som er registrert i vest. Det er lokalt observert glimmer på foliasjonssprekkese settene i dette området.

I tillegg til bergskjæringen ved industriområdet ble de to områdene hvor det er aktuelt med massetak befart. Disse områdene er generelt dekket av løsmasser, og med få bergblotninger (se Figur 5 for lokasjon av observerte blotninger). Blotningene viser en foliert kalkbergart med svakt fall sørover, og et eksempel på blotning er gitt i Figur 7. Det ble observert vertikale sprekker i blotningene, men på grunn av blotningenes begrensede størrelse og usikkerhet knyttet til representativitet ble det ikke foretatt noen målinger. Det er

² *Karst*: hulrom i kalkbergarter på grunn av kjemisk oppløsning gjennom geologisk tid. Kan ofte ha tilnærmet rørforn, og størrelse kan variere betydelig.

ingenting som tyder på en vesentlig forskjellig bergmasse ved disse blotningene og dermed de to uttaksområdene sammenlignet med registrerte forhold ved bergskjæringen.

Det er ikke registrert noen knusningssoner eller skjærsoner i bergskjæringen eller bergblotninger.

Registrering av RQD

Som mål på oppsprekingsgrad ble det også foretatt registrering av verdier for RQD (Rock Quality Designation) ved to målepunkter langs den vestlige del av bergskjæringen. RQD-verdien angir andelen av bergmasse langs et profil hvor sprekkeavstand er over 10 cm (høy verdi tilsier lite oppsprekking, og motsatt).

Oppsprekkingen varierer mye langs skjæringen, og det ble valgt to målepunkter som gjenspeiler henholdsvis lite og normal oppsprekking i bergmassen observert. Lokasjoner for målepunkter er vist på Figur 5. Registrering er foretatt både horisontalt og vertikalt, langs 3 m lange profiler. Oppmåling av vertikale profiler er gjort noe skjønnsmessig, på grunn av manglende tilkomst til øvre del.

Målepunkt 1 RQD – lite oppsprekking (Figur 8):

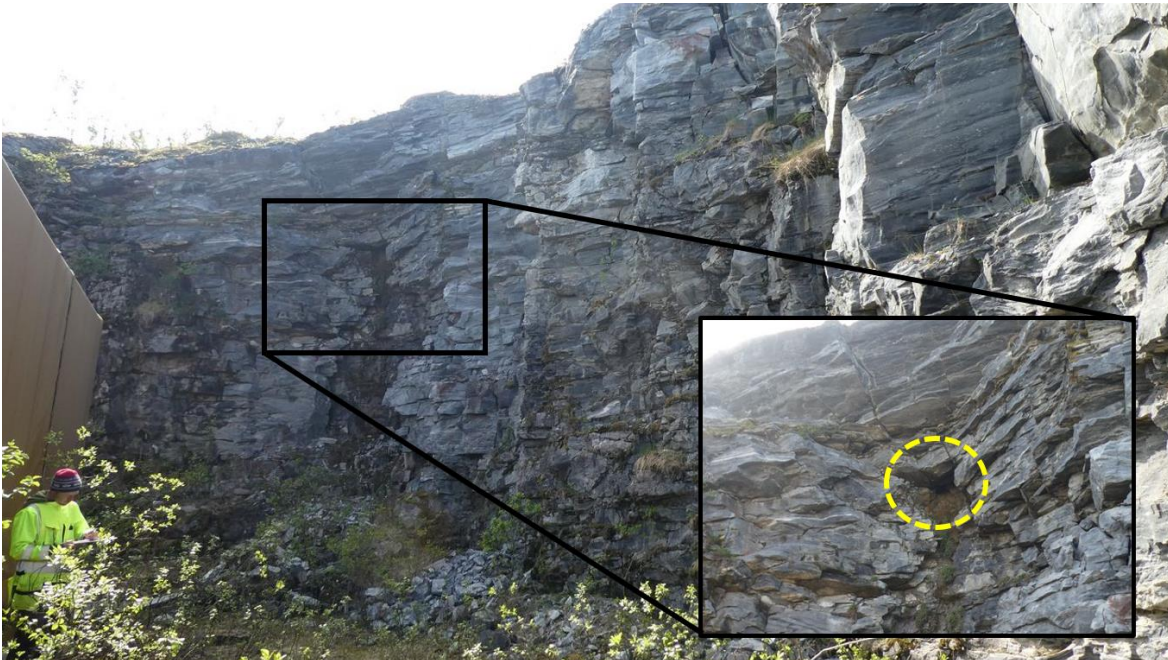
- Vertikal RQD: 85%
- Horisontal RQD: 90%
- Representativitet i vestre skjæring ~20%

Målepunkt 2 RQD – normal oppsprekking (Figur 9):

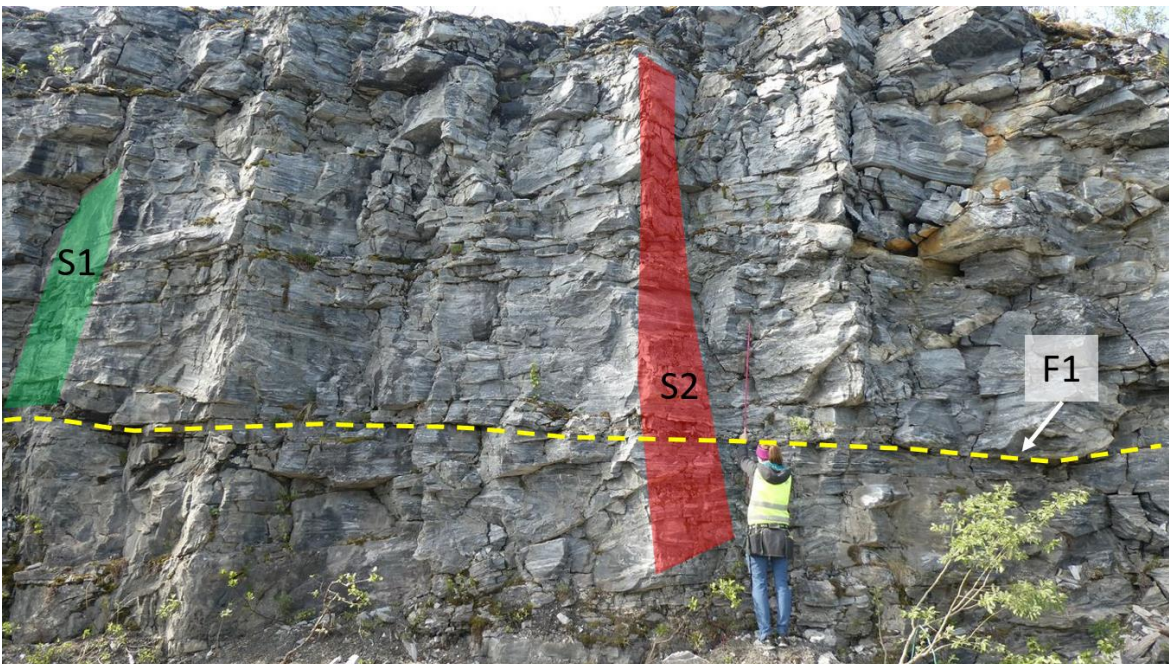
- Vertikal RQD: 65%
- Horisontal RQD: 65%
- Representativitet i vestre skjæring ~80%



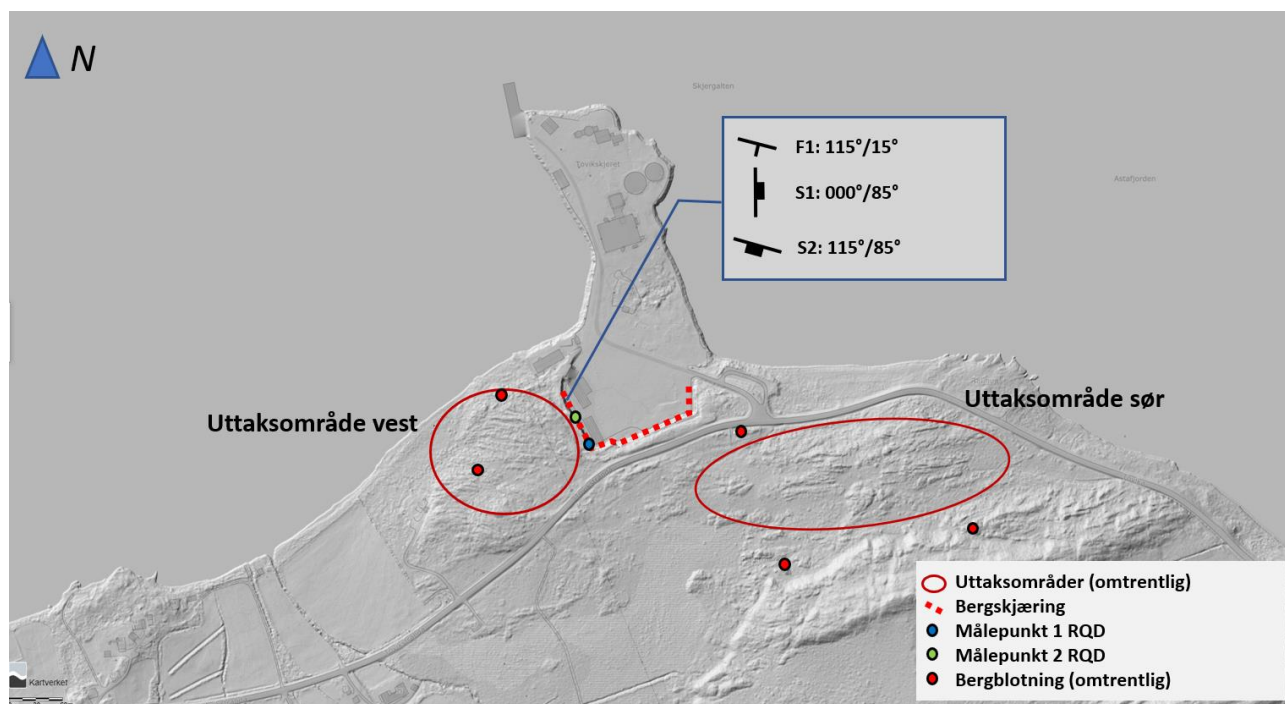
Figur 2: Båndet kalkspat-bergart i området. Figur viser utraste blokker i nedkant av vestlig del av bergskjæring.



Figur 3: Observert karsthull i hjørne ved overgang mellom vestlig og sørlig del av bergskjæring, vist med gult omriss.



Figur 4: Bergskjæring mot vest viser tydelig sagtakket form på grunn av samvirke mellom sprekkeplan S1 og S2. Eksempler på de tre identifiserte sprekkeplan er vist.



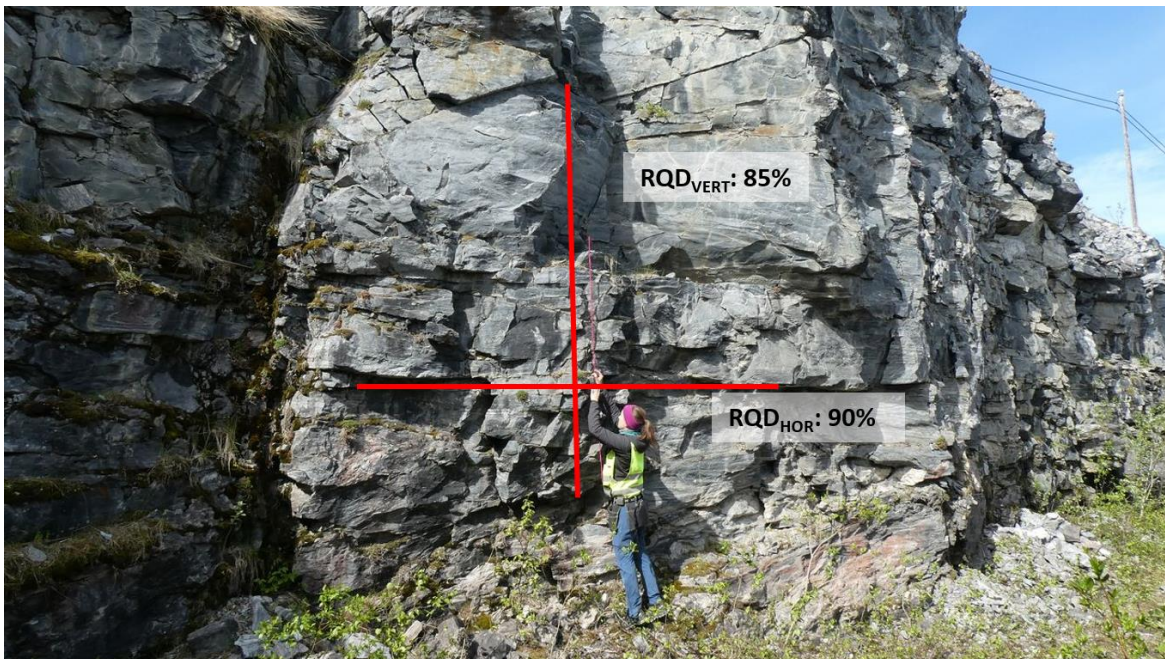
Figur 5: Skyggerelieffkart basert på laserhøydedata. Strukturering av bergmassen vises tydelig i områder aktuelt for massetak. Figur viser registrerte sprekkeplan og foliasjon i vestlige bergskjæring, lokasjon for RQD-målinger, samt observerte bergblotninger i områder. Kart modifisert fra www.hoydedata.no.



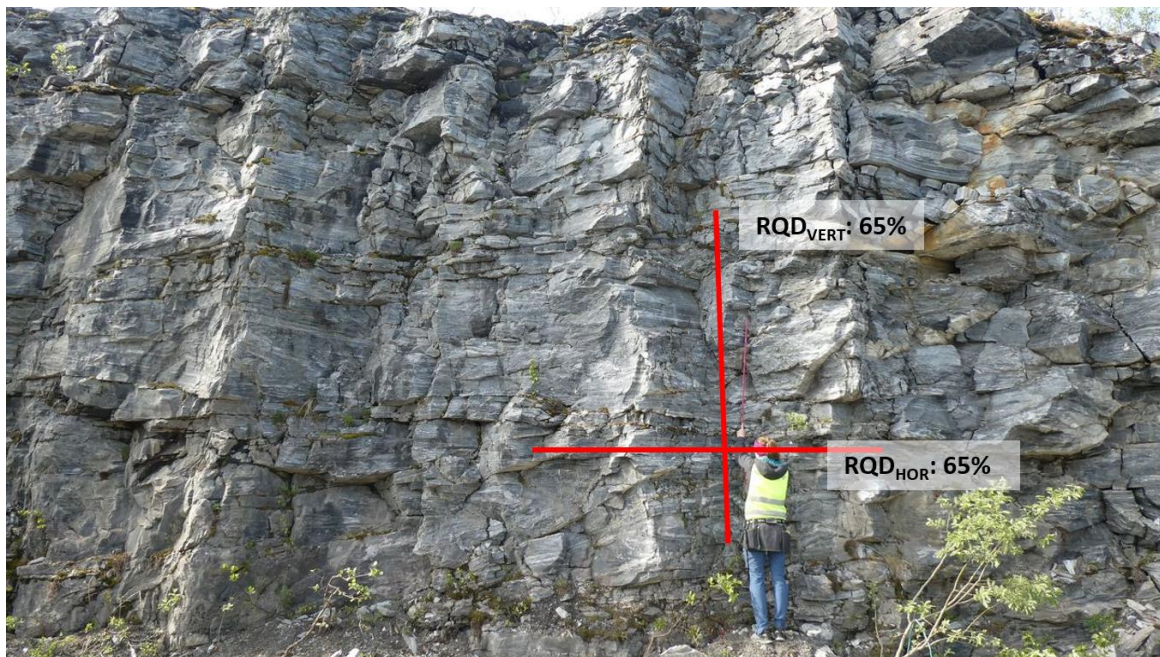
Figur 6: Eksempel på sørlig del av bergskjæring i industriområdet. Bergmassen er her generelt tettere oppsprukket enn i vestlig del av bergskjæring.



Figur 7: Bergblotning sør for vei (uttaksområde sør) viser kalkspat-bergart med godt utviklet foliasjon. Plassering er vist i Figur 5 (sør-østligste anviste punkt).



Figur 8: Registrering av RQD langs horisontalt og vertikalt profil, målepunkt 1 (lite oppsprukket bergmasse). Plassering er vist i Figur 5.



Figur 9: Registrering av RQD langs horisontalt og vertikalt profil, målepunkt 2 (normalt oppsprukket bergmasse). Plassering er vist i Figur 5.

Vurderinger

Løsmasser

Løsmassetykkelse i uttaksområdene er noe usikker, men det er observert spredte bergblotninger både vest og sør for industriområdet. Skyggerelieffkart viser tydelig strukturering i øst-vest retning, noe som tyder på at dyp til underliggende bergflate generelt er lav (anslagsvis 0,5-1 m). Det er områder sør for veien hvor denne struktureringen på relieffkartet er mindre tydelig/fraværende, og ved befaring ble her det observert mindre myrområder. Det må derfor forventes at det i dette området kan være lokalt noe større løsmassetykkelser.

Bergartens egnethet

Bergart i området er en foliert/lagdelt kalkstein, eventuelt en finkornig marmor. Generelt ansees kalkspatbergarter som mindre kompetente og mer lettknuselige/eroderbare enn for eksempel krystallinske bergarter som granitt eller gneis. Som fyllingsstein vurderes likevel bergarten som egnet, da de mekaniske påkjenningene vurderes som begrensede. Er det aktuelt å benytte masser som plastringsstein anbefales det å benytte de største og mest massive blokkfraksjoner som tas ut. Ved spesielle benyttelsesområder anbefales det å gjøre tilslagstester for å vurdere mekaniske egenskaper til uttaksmassen. Dette gjelder hvis det er aktuelt å benytte masser til veiformål, som underlag for større bygg/konstruksjoner med høyt såletrykk e.l.

Bergskjæringen (samt bergblotninger) viser tydelig forvitring i øvre del av profilet. Det må derfor forventes at de øverste 1-2 meterne av utsprenget berg er dagfjell av dårligere kvalitet enn det som påtreffes lenger ned. Ventelig kan disse massene også brukes som fyllingsstein, i de deler hvor det vil være mindre mekanisk slitasje (f.eks. i sentrale deler av fylling). Det er viktig at organisk materiale fjernes fra blokkmaterialet før denne bergmassen brukes i fylling.

Det er påvist glimmermineraler langs foliasjonsplanet lengst øst langs den sørlige del av bergskjæringen. Konsentrasjon av glimmer svekker bergartens mekaniske styrke betraktelig langs dette planet, og fører til at bergmassen/blokker lett splittes. Ettersom dette kun er påvist i et mindre område ansees dette som lite representativt for begge uttaksområdene. Det bør likevel utvises aktsomhet ved uttak og bruk av blokkstein, i tilfelle større konsentrasjoner av mineralet enn det som er observert forekommer.

Blokkform og størrelse

Blokkform og størrelse er betinget av oppsprekingsgrad og -mønster til bergmassen. I tillegg vil selve sprengningsopplegget ha stor betydning for uttaksmassen. Oppsprekkingen i undersøkte bergskjæring gir kantete blokker, og en blokkform som varierer fra rektangulær til kubisk form. Den kantete formen er generelt gunstig for bruk som utfyllingsstein, da det sikrer god låsing mellom blokker og høy friksjon.

Størrelse på blokk ser ut til å generelt være fra knyttnevestørrelse og opp til 0,4 m i største lengderetning. Noe større og flatere blokk er observert lokalt i den østligste del av den sørlige bergskjæringen, men generelt virker blokkstørrelse å være større i den vestlige bergskjæringen. Basert på observasjoner og RQD-målinger må det forventes at oppsprekking og blokkstørrelse kan variere en del over kortere avstander, også innenfor samme nivå i en lagpakke (mellom foliasjonsplan). Eksempler på blokkstein er vist i Figur 10, Figur 11, samt Figur 2.

Observert foliasjon i området har generelt svakt fall mot sør, og øst-vestgående strøk. Det kan derfor forventes at bergmassen i den vestlige bergskjæringen er representativ for området rett vest for dette. Sør for industriområdet vil en ventelig bevege seg oppover i lagrekken, og dermed over de lag som er observert i bergskjæringen. På grunn av dette, samt større avstand, er det noe større usikkerhet knyttet til bergets beskaffenhet i dette området. Basert på de blotninger som er observert er det ingen ting som antyder mer oppsprukket/mindre egnet berg i dette området enn i bergblotninger vest for industriområdet.

Det kan ikke utelukkes at det er mindre knusningssoner/skjærsoner eller andre forhold som gjør at bergmassen lokalt kan ha større oppsprekking i de aktuelle uttaksområdene enn det som er observert i bergskjæringen. Større knusningssoner kan føre til at bergmassen i et større område blir oppknust og omvandlet. Tilstedeværelse av dette vurderes ikke som sannsynlig, basert på fravær av større lineamenter på skyggerelieffkart (Figur 5) samt topografien i området. Ventelig vil derfor tilnærmet all masse som tas ut være anvendelig som fyllingsstein.

Under kartleggingen ble det vurdert mulighet for uttak av større blokk (lengste lengderetning større en 0,4 m). Generelt fremstår bergmassen som relativt tett oppsprukket, men med noen områder med mer massiv bergmasse (representert ved lokasjon 1 for RQD-måling). Ut fra observerte forhold i vestre del av bergskjæring kan det forventes en andel på ca. 20 % av større blokk (største lengderetning 0,4 -1,0 m) vest for industriområdet (uttaksområde vest). Det er vurdert at største fraksjon av blokkmaterialet ved uttak vil være i størrelsesorden 1 m³, og at dette utgjør en andel på ca. 5% av totalvolumet. Sør for industriområdet (uttaksområde sør) er det ingen større bergblotninger, og de som er observert viser primært forvitret dagfjellsone. Observerte forhold i bergskjæringen på industriområdet ansees som mindre representativt for dette området, slik at potensialet for uttak av større blokker her er noe mer usikkert.

Uttaksområder og volumestimat

Begge de to anviste områdene vurderes som aktuelle områder for uttak. Selv om det generelt er noe mindre oppsprekking av bergmasse langs den vestlige del av bergskjæringen må det forventes at dette kan variere lokalt. Det er derfor ingen holdepunkter for å angi at uttaksområdet i vest er mer egnet enn det sørlige, men det er noe større usikkerhet knyttet til bergmassen i uttaksområdet i sør.

Det er potensiale for et større uttaksvolum i uttaksområde sør enn i uttaksområde sør. Det er utført et enkelt volumestimat for områdene, som angir omtrentlige uttaksvolumer gitt et begrenset inngrep i terreng (maksimal høyde på uttak 15 m, tilsvarer én pallhøyde). Estimatenes er basert på en gjennomsnittshøyde på uttaket og areal. Fyllingsvolumer angitt inkluderer en ekspansjonsfaktor på 1,6 fra massivt fjell til sprengstein/fyllingsstein.

- *Uttaksområde vest:* fyllingsvolum 200-280.000 m³. Basert på forlenging av dagens utsprengte industriområde ca. 170 m vest-sørvest, ned mot bolighus (se Figur 1 og Figur 5). Antatt uttak går ned til samme kote som i tilgrensende industriområde. Ved utvidelse videre vest mot jordet vil en komme i konflikt med hus, og uttakspotensialet i området er begrenset da terrengflate går nedover her.
- *Uttaksområde sør:* fyllingsvolum 400-650.000 m³. Areal benyttet for uttaksområdet er avgrenset av myrområdet i vest, vei i nord og øst, og en lav ås rett sør for angitt uttaksområde (se Figur 1 og Figur 5). Antatt uttak går ned til samme kote som industriområdet nord for veien. Det er mulig å øke volumet ved å øke uttaksarealet, evt. gå dypere. Inngrepet vil bli betydelig større ved å gå sørover inn i den lave åsen, og det vil ventelig innebære etablering av flere pallhøyder i dette området. Det er videre mulig å minske uttaksvolumet ved å gå mindre inn i terrenget ved et uttak. Ved å la bunn av massetak følge kotehøyde til veien til uttaksvolumene reduseres med 30-40 %.

Uttakspotensialet for plastringsstein vil være avhengig av ønsket størrelse på blokkmaterialet som skal benyttes. Legges det til grunn at blokk med volum på 1 m³ kan benyttes (antatt største blokkfraksjon) gir dette estimerte fyllingsvolumer på 10-15.000 m³ og 20-30.000 m³ for henholdsvis uttaksområde vest og uttaksområde sør. Det er stor usikkerhet knyttet til andelen av største blokkfraksjon (vurdert til 5 %), og derav dette volumestimatet. Basert på de observerte forhold må det påregnes at plastringsstein må tiltransporteres hvis det er behov for større blokkfraksjoner.

Uttaksmetodikk

Det bør benyttes spesialtilpasset sprengningsopplegg ved uttak, slik at en i størst mulig grad unngår internknusning i bergmassen. Bergarten fremstår som sprø, og det er sannsynlig at en del av de mer sporadiske sprekke i bergskjæringen er sprengningsrelaterte. Det anbefales at uttak av berg gjøres med forsiktig sprengning. Aktuelle tiltak kan være redusert ladning, få eller kun én rast per salve. Sprengningsopplegget vil være spesielt viktig hvis en ønsker å ta ut større blokker.

Det er observert karst i bergskjæring, og på grunn av kalkbergart i området må det generelt påregnes at en påtreffer i karsthuler i borhull. Sprengningsopplegget må derfor tilrettelegges etter dette. Det bør vurderes bruk av patronisert sprengstoff, slik at en har størst mulig kontroll på forbruk av sprengstoff og eventuelle lekkasjer inn i hulrom og sprekker.

Kalkspatførende bergarter har generelt god borbarhet og gir lav borslitasje. Sprengbarhet forventes å være middels til god.



Figur 10: Utrast blokk langs vestre bergskjæring viser antatt typisk blokkform i bergmassen.



Figur 11: Nylig utsprengte blokker fra østligste del av sørlige bergskjæring. Blokkstørrelsen er her lokalt større enn observerte blokker i resten av skjæring, men med flatere form.

Notat

Oppdragsgiver: **Skånland Kommune**

Oppdragsnr.: **5191458** Dokumentnr.: **N-INGGEO-01**

J01	2019-08-29	Befaring og ressurskartlegging	ST Wien	M Rødseth	AC Schistad
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.