

Oppdragsgiver: **Karmøy kommune**

Oppdragsnr.: **52308575** Dokumentnr.: **NOT-INGGEO-01**

Til: Karmøy kommune v/Hilde Pettersen

Fra: Skjalg Lie Bakken

Dato: 2024-01-02

► Vurdering og prosjektering av bergsikring - Parkfjellet, Skudeneshavn

1 Innledning

Norconsult AS er engasjert av Karmøy kommune for vurdering og prosjektering av bergsikring for en delvis utsprengt/naturlig bergskjæring ved Parkfjellet i Skudeneshavn (Figur 1).

Bakgrunn for oppdraget er ønske om tilrettelegging for gangveg nedenfor skjæring. Det er registrert løse blokker som kan utgjøre en risiko for gående.



Figur 1: Oversikt over vurdert område (rød polygon).

2 Gjeldende regelverk og styrende dokument

Følgende styrende dokument ligger til grunn for ingeniørgeologisk prosjektering:

- Eurokode 0, NS-EN 1990:2002+ A1:2005 +NA:2016: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner [1]
- Eurokode 7, NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020: Geoteknisk prosjektering - Del 1: Allmenne regler [2]
- Eurokode 8, 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 [3]
- NS8141:2022, Vibrasjoner og støt. Måling av svingehastighet og beregning av veiledende grenseverdier for å unngå skade på byggverk. [ref]
- Byggeteknisk forskrift (TEK17) [4]
 - Sikkerhet mot naturpåkjenninger er dekket i kapittel 7
 - Sikkerhet av konstruksjoner er dekket i kapittel 10. Tredje ledd i §10-2 knytter loven til Eurokodene, og ved å bruke Eurokoder i prosjektering vil TEK 17 §10 være ivaretatt.
- Byggesaksforskriften (SAK10) [5]

Eurokodene beskriver geoteknisk kategori, pålitelighetsklasse (CC/RC) og prosjekteringskontrollklasse. TEK17 gir krav til geoteknisk prosjektering, og SAK10 beskriver tiltaksklasse og kontrollomfang.

Eurokode 8 (EC8) tar for seg påvirkning fra seismiske laster (jordskjelv) på byggverk og konstruksjoner. Det er ikke vanlig praksis å benytte EC8 ifm. bergsikring der det er lokalstabilitet som er gjeldende problemstilling.

3 Geoteknisk kategori og tiltaksklasse

I samsvar med krav i Eurokode 0, Eurokode 7 og PBL/SAK10 skal henholdsvis pålitelighetsklasse, geoteknisk kategori og geoteknisk tiltaksklasse fastsettes for tiltaket. Tabell nedenfor viser forutsetninger for prosjektering og kontroll.

Tabell 1: Forutsetninger for prosjektering og kontroll

Prosjekteringsforutsetning	Valgt klasse/kategori	Referanse til regelverk	Kommentarer
Kompleksitet og risiko	Liten-middels	Veiledning til Eurokode 7, Tabell 1.	Grunnforhold er delvis kjent
Pålitelighetsklasse (CC/RC)	2	Eurokode 0, Tabell NA.A1 (901).	Oversiktlige grunnforhold. Middels konsekvens (gangvei)
Geoteknisk tiltaksklasse	2	PBL/TEK17/SAK10	Omfatter tiltak som gangvei o.l.
Geoteknisk kategori	2	Veiledning til Eurokode 7, Tabell 1	Vurderes ut fra kompleksitet og risiko.
Prosjekteringskontrollklasse (PKK)	2	Eurokode 0, Tabell NA.A1 (902)	Fastsettes av pålitelighetsklasse
Utførelseskontrollklasse (UKK)	2	Eurokode 0, Tabell NA.A1 (903)	Fastsettes av pålitelighetsklasse

Følgende informasjon om prosjekteringskontroll er hentet fra Eurokode 0, NA.A1 903.3 og 903.4:

Pålitelighetsklasse 2 setter krav om internkontroll samt utvidet kontroll utført av 3.part. Utvidet kontroll i prosjekteringskontrollklasse PKK2 innebærer kontroll av at egenkontroll og intern systematisk kontroll er gjennomført og dokumentert av det prosjekterende foretaket [1].

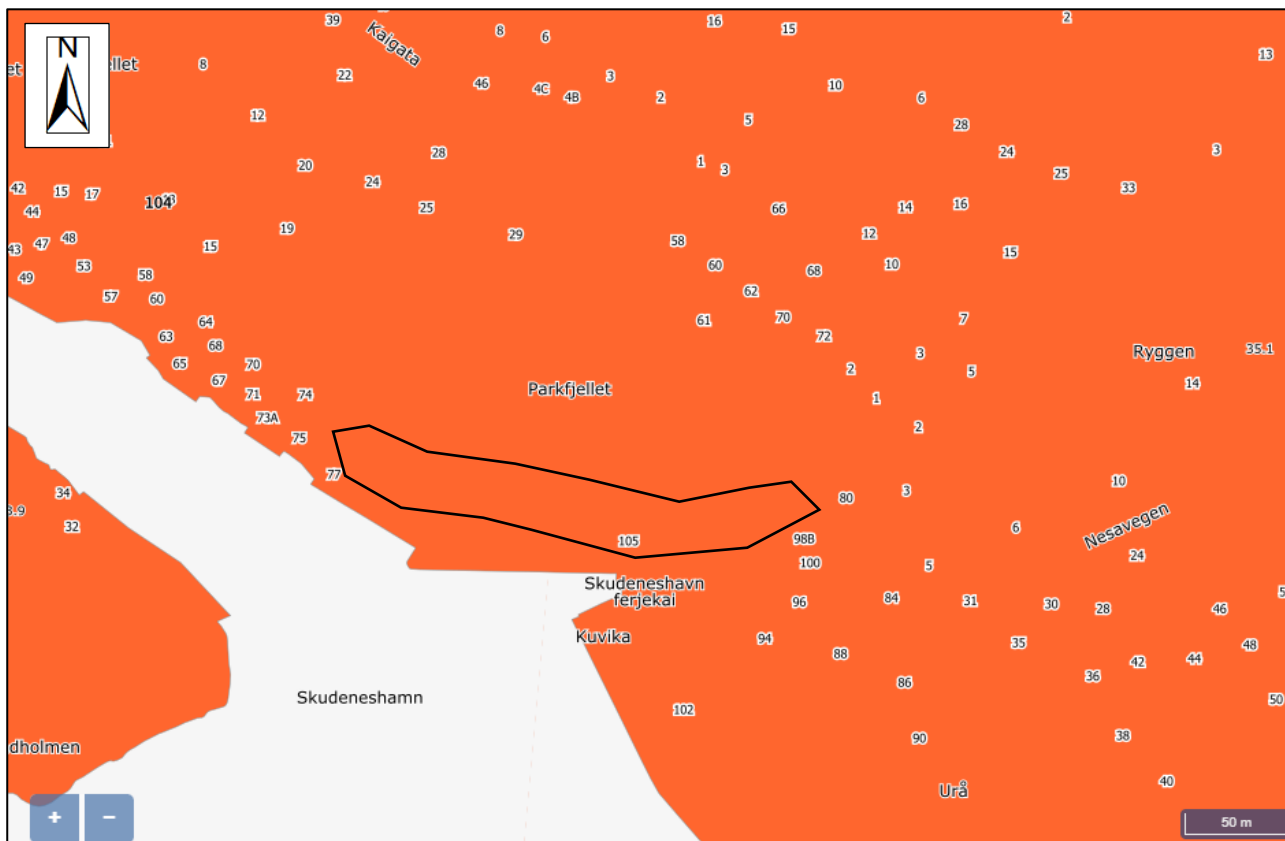
Utvidet kontroll skal gjennomføres i byggherrens regi enten av byggherrens egen organisasjon eller et uavhengig foretak som ikke har vært involvert i tidligere utførelse av arbeide. Den som utfører uavhengig kontroll etter byggesaksforskriften, kan også utføre utvidet kontroll der dette er hensiktsmessig [1].

4 Områdebeskrivelse

Vurdert område består av en delvis bearbeidet/delvis naturlig bergskjæring med lengde på ca. 100 m og høyde opp mot 20 m (Foto 1-9). Det er i hovedsak kun mindre deler av skjæringen som er bearbeidet, og da kun de nederste 4 – 5 m. Bergpartiet er en del av en fredet krykkje-koloni.

4.1 Geologi

Store deler av Skudenes, inkl. vurderingsområdet, er kartlagt som trondhemitt på NGUs berggrunnskart (Figur 2).



Figur 2: NGUs berggrunnskart med vurderingsområdet markert i svart [6]. Oransje farge markerer trondhemitt.

4.2 Befaring

Befaring ble utført 31.10.23 til fots av ingeniørgeolog Skjalg Lie Bakken fra Norconsult. Befaringsforholdene var gode, med klarvær og god sikt.

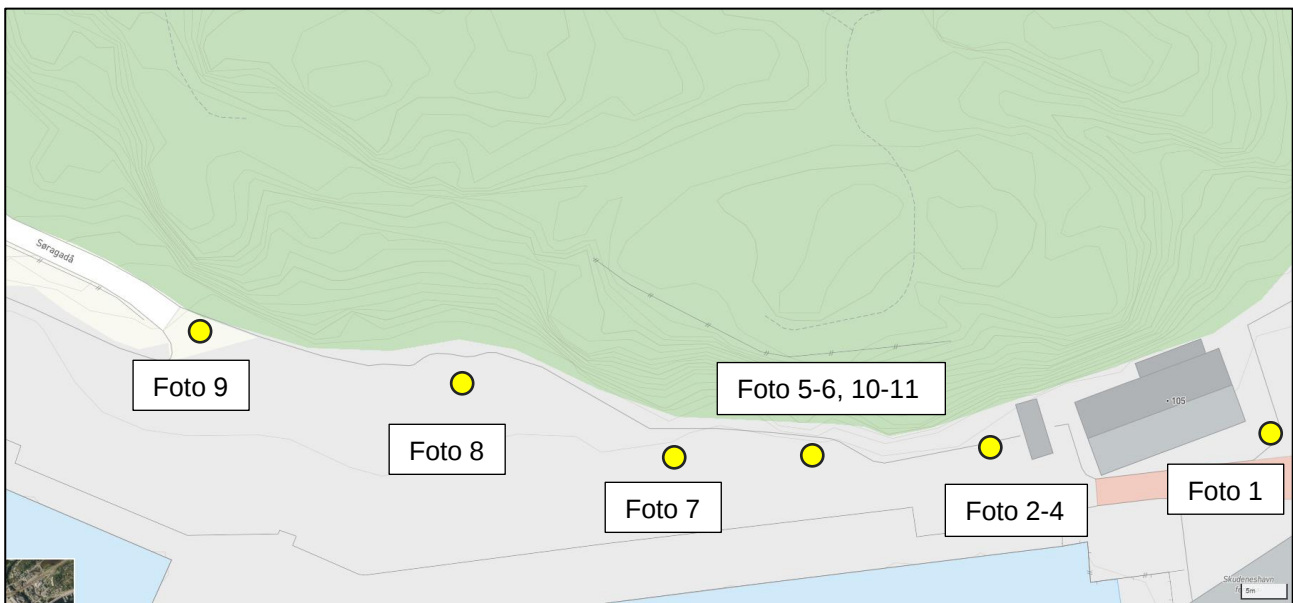
4.3 Observasjoner

Bildeplassering er markert på figur 3.

Vurderingsområdet består i stor grad av massiv og kompetent bergmasse, med grovblokkig oppsprekking i øvre del av skjæringen (naturlig berg) (Foto 1 -9). Bergmassen i øvre del av skjæringen domineres av sprekkesett S1 og S3 som vist i tabell 2 og foto 10-11.

Ved midtre del av vurderingsområdet er nedre del av skjæringen noe bearbeidet, og det er tidligere utført spredt boltesikring av enkelte blokker (Foto 5,6,11). Sprekkesett S2 er i hovedsak synlig i nedre del av skjæring, og utgjør et steilt sprekkplan med utgående fallretning mot sør.

Videre mot vest er ikke skjæringen bearbeidet, og består av en naturlig bergskråning med enkelte overhengende blokker som følge av nedfall ved foten av skråningen (Foto 8). Ved vestre ende av vurderingsområdet har det tidligere rast ut større mengder bergmasse langs sprekkesett S3 (Foto 9).



Figur 3: Oversikt over plassering av foto langs vurderingsområdet.

Tabell 2: Observerte strukturer i bergmassen. Registrering er gjort med høyrehåndsregel. Sprekkesett er markert på foto 10 og 11.

Foliasjon/sprekkesett	Strøk (°)	Fall (°)	Sprekkeavstand (cm)	Sprekkeåpning (cm)	Kommentar
S1	285	45	40 - 60	0,5 - 1	Skråstilt sprekkplan synlig i øvre del av bergparti (fall mot nord)
S2	75	50 - 80	100 - 200	1	Steilt sprekkplan med utgående fall mot sør i skjæring
S3	330	60 - 70	70 - 200	1 - 2	Observerert langs hele vurderingsområdet (fall mot NØ)

Notat

Oppdragsgiver: **Karmøy kommune**

Oppdragsnr.: **52308575** Dokumentnr.: **NOT-INGGEO-01**

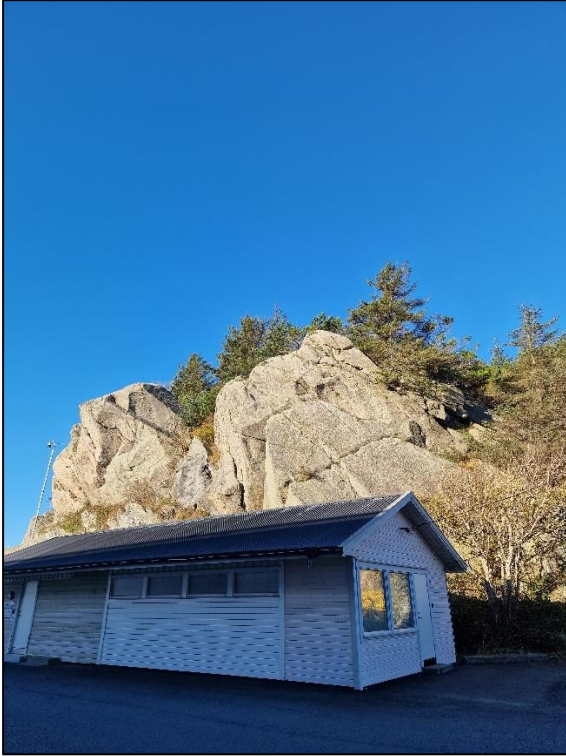


Foto 1 og 2: Østre del av vurderingsområdet. Foto mot NV.

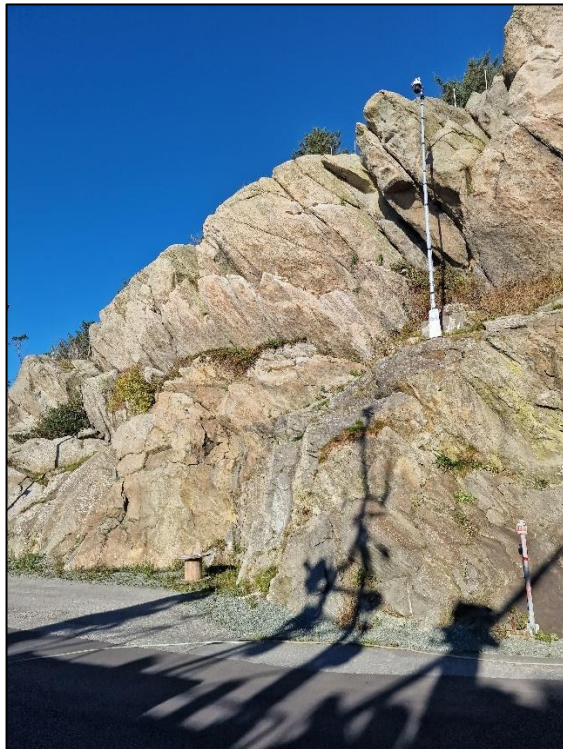


Foto 3 og 4: Overgang mellom østre og midtre del av vurderingsområdet. Foto mot N/NV.

Notat

Oppdragsgiver: **Karmøy kommune**

Oppdragsnr.: **52308575** Dokumentnr.: **NOT-INGGEO-01**



Foto 5: Bearbejdet bergskjæring ved midtre del av vurderingsområdet. Foto mot NØ.

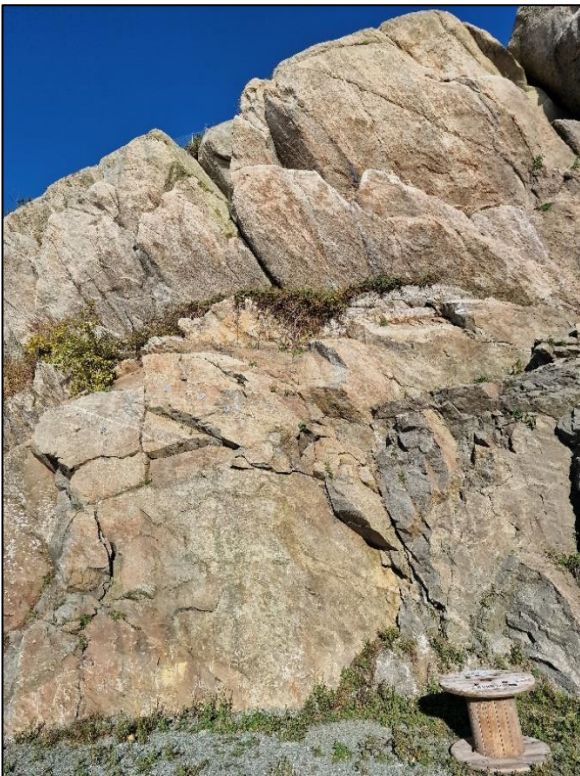


Foto 6 og 7: Skjæring ved midtre og overgangen til vestre del av vurderingsområdet. Foto mot nord.

Notat

Oppdragsgiver: **Karmøy kommune**

Oppdragsnr.: **52308575** Dokumentnr.: **NOT-INGGEO-01**

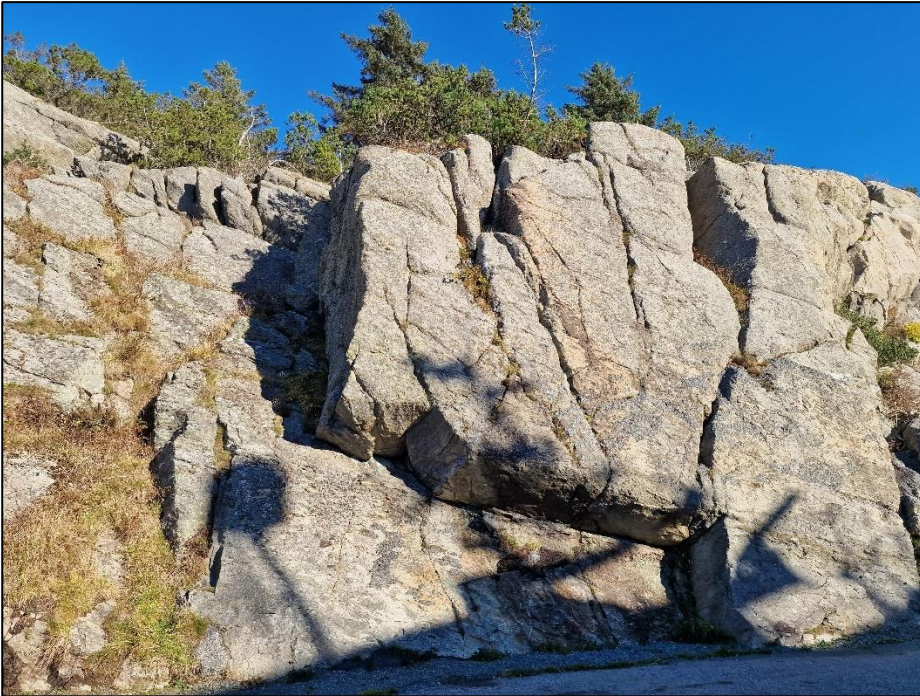


Foto 8: Naturlig skjæring ved vestre del av vurderingsområdet. Foto mot NØ.



Foto 9: Nedfall ved vestre ende av vurderingsområdet. Foto mot NV.

Notat

Oppdragsgiver: **Karmøy kommune**

Oppdragsnr.: **52308575** Dokumentnr.: **NOT-INGGEO-01**



Foto 10: Markering av dominerende strukturer i bergmassen. Farger samsvarer med tabell 2.

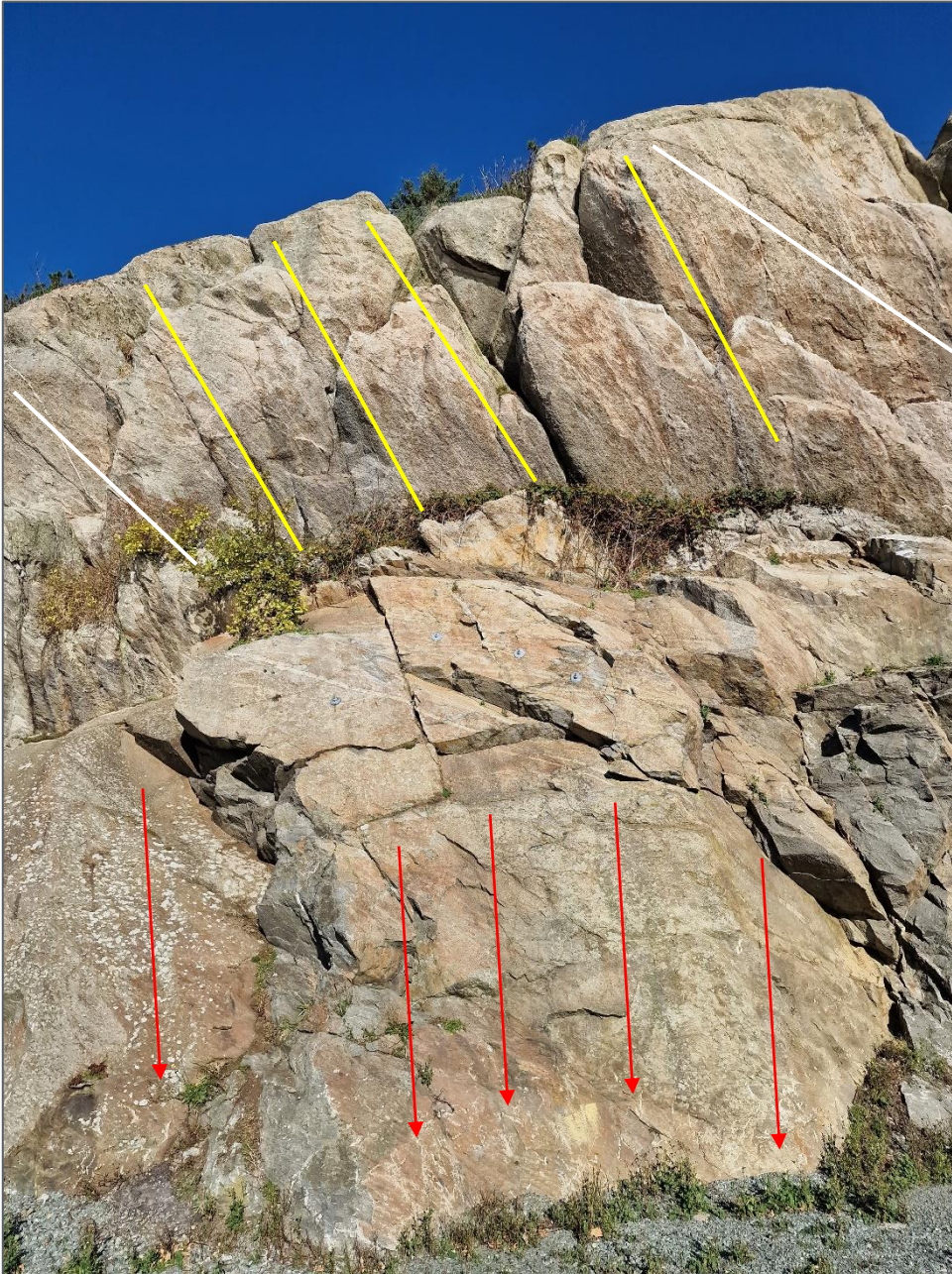


Foto 11: Markering av dominerende strukturer i bergmassen. Farger samsvarer med tabell 2.

4.4 Utførte undersøkelser

Norconsult har ikke gjennomført andre grunnundersøkelser i prosjektområdet enn befarings av bergskjæring.

5 Vurderinger og tiltak

Følgende vurderinger baseres på kap 2.5 i (NBG, 2011) *Veileder for bruk av Eurokode 7 til bergteknisk prosjektering. Versjon 1, november 2011. Norsk bergmekanikkgruppe (NBG) [7]*: Prosjektering ved konstruktive tiltak. Konstruktive tiltak i denne sammenhengen betyr tiltak som, dokumentert gjennom erfaring og normal praksis, gir tilfredsstillende stabilitet. Veilederen åpner for at det er akseptabelt, i tilfeller der det finnes «sammenlignbar erfaring», å gjøre vurderinger av stabiliserende tiltak uten bruk av beregningsbaserte metoder.

Vurderinger og anbefalinger er ikke endelige, og kan justeres i samråd med utførende entreprenør dersom det oppdages alternative løsninger under sikringsarbeid. Det må utføres generell bergrensk og vegetasjonsrensk i hele bergpartiet for å avdekke potensielle elementer som ikke er vurdert i dette notatet. Det må også utføres vegetasjonsrensk 2 meter bak toppkant av skjæring. Ingeniørgeolog kontaktes ved behov. All rensk skal utføres med varsomhet.




Området nedenfor bergskrentene må sperres for ferdsel og aktivitet under arbeid med rensk og sikring.

5.1 Krav til permanent bergsikring

Bergsikring skal utføres iht. til krav i NS 3420 og det spesifiseres følgende krav:

- Bolter og bergbånd skal være galvanisert og pulverlakkert («dobbel korrosjonsbeskyttelse») inklusiv plate og mutter
- Lengde og dimensjon på bolter er angitt i tegnforklaring
- Alle bolter er fullt innstøpte med mindre annet er avtalt mellom byggherrens ingeniørgeolog og entreprenør.
- Boltehull skal spyles rene med vann/luft før montering
- Boltemørtel skal fylles i boltehull med slange fra bunn av boltehull for å sikre fullstendig innstøping av bolter
- Polyester-patroner er akseptabel fyllmasse i områder der det vil være ugjenomførbart med tilførsel av boltemørtel. Det skal brukes minimum 2 patroner per bolt.
- Ved bruk av polyester-patroner må bolten roteres iht. leverandørens produktbeskrivelse for å oppnå tilstrekkelig blanding av polyester og herder
- Mutter skal tiltrekkes etter at mørtel/polyester er tilstrekkelig herdet. Dette skal utføres iht. leverandørens produktbeskrivelse
- Bolter skal ha godt berg innerst i boltehull for å sikre god forankring. Boltelengder må om nødvendig økes ut ifra bergmasseforhold og påtrufne forhold ved boring. Nødvendig forankringslengde bak sleppe/sprekk er avhengig av boltedimensjon:
 - Ø20 – min. 1,0 m
 - Ø25 – min. 1,3 m
 - Ø32 – min. 1,6 m
- Angitt boltelengder i dokumentet er veiledende og må tilpasses om det viser seg at det er sprekker inne i berget.
- Utførelse av forankringer når det er frost i bakken og/eller lufttemperaturer ned mot frysepunktet medfører spesielle forholdsregler for å sikre tilstrekkelig kvalitet. Bolter må monteres iht. leverandørens produktbeskrivelse for slike forhold.
- Sikringsbolter (Ø20 mm) må settes med vinkel ca. 20 grader mot terrengstigningen slik at boltens strekk-kapasitet utnyttes i størst mulig grad. Det kan være behov for å gjøre justeringer på bolteretning om en får mer informasjon om sprekkeretninger som avløser blokker.

Tabell 2: Symbol for lengde og plassering av sikringsbolt. Antall er en omtrentlig beregning, og reelt behov kan avvike noe fra gitte mengder.

Type bolt	Symbol	Diameter [mm]	Lengde [m]	Antall [stk]
Fullt innstøpt		20	3,0	16
Fullt innstøpt		25	4,0	8
Rensk				Generell rensk av tiltaksområder (vegetasjon og spettrensk)

5.2 Anvisninger for sikring

Anbefalt bergsikring består i hovedsak av spredt blokkbolting og rensk av løse elementer.

I østre del av vurderingsområdet er det en større blokk som er delvis avløst langs sprekkesett S2 (Foto 12). Blokken anbefales sikret ved å sette en bolterekke som vist av foto 12, med Ø20 3 m fjellbolter og senteravstand (c/c) ca. 1,5 m. Bergsikringsentreprenør må forsøke å vinkle borehullene for å utnytte mest mulig av strekk-kapasiteten til boltene. På grunn av den lave høyden og manglende overdekning må vinkel tilpasses stedlige forhold under utførelse.

Videre mot vest er det et rufsete bergparti som anbefales rensket (Foto 13). Videre bergsikring vurderes ikke å være nødvendig på grunn av den lave høyden (<4 m), men ingeniørgeolog må kontaktes dersom det skulle dukke opp elementer som ikke kunne observeres under befaring, og som tilsier et behov for sikring.

Neste parti består av bearbeidet skjæring som tidligere er sikret med spredt blokkbolting (Foto 14). Det er ikke funnet dokumentasjon på utført sikring, og det anbefales derfor å forsterke eksisterende sikring ved å sette flere Ø20 3 m bergbolter. Lengden vurderes å være nødvendig for å oppnå tilstrekkelig heft i bakenforliggende bergmasse, da dagfjellet er tydelig oppsprukket. Rensk må utføres med varsomhet, da det er potensiale for destabilisering av nærliggende bergmasse ved fjerning av nøkkelblokker.

Ved vestre del av vurderingsområdet er det et større bergparti som mangler støtte som følge av tidligere nedfall (Foto 15). Det anbefales å sette 2 bolterekker med Ø25 4 m bergbolter som vist av foto 15 for å motvirke videre nedfall langs foten av partiet. I samme område er det observert en søylelignende blokk øverst oppe i skaret. Denne anbefales sikret med Ø20 3 m bergbolter som vist av foto 16.

Oppdragsgiver: Karmøy kommune

Oppdragsnr.: 52308575 Dokumentnr.: NOT-INGGEO-01



Foto 12: Anvist bergsikring i østre del av skjæring. Merk at stikning markerer vinkling av boltene iht. til horisontalplanet, og ikke reell orientering.



Foto 13: Anvist bergsikring i midtre del av skjæring.

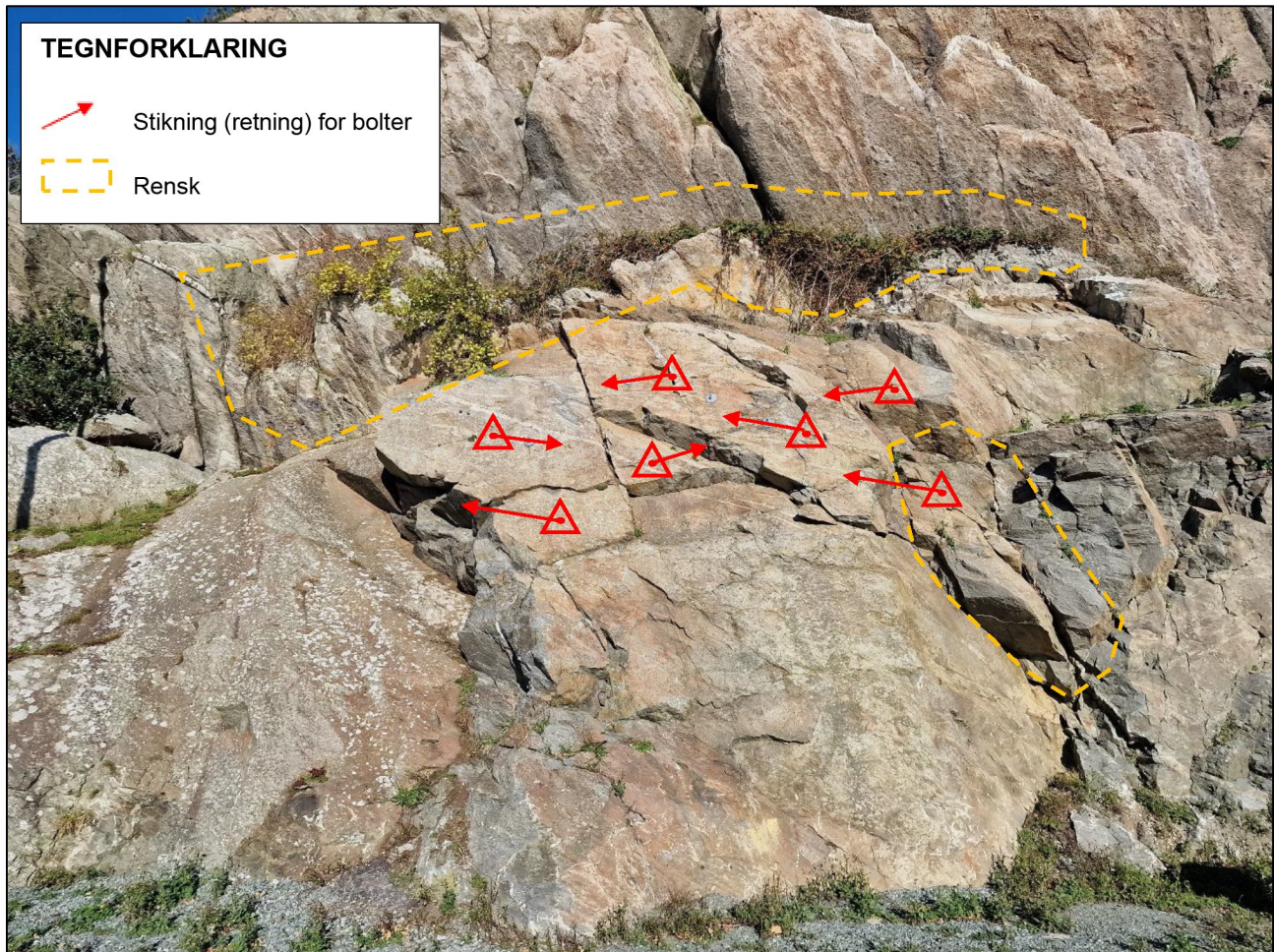


Foto 14: Anvist bergsikring i midtre del av skjæring. Merk at stikning markerer vinkling av boltene iht. til horisontalplanet, og ikke reell orientering.

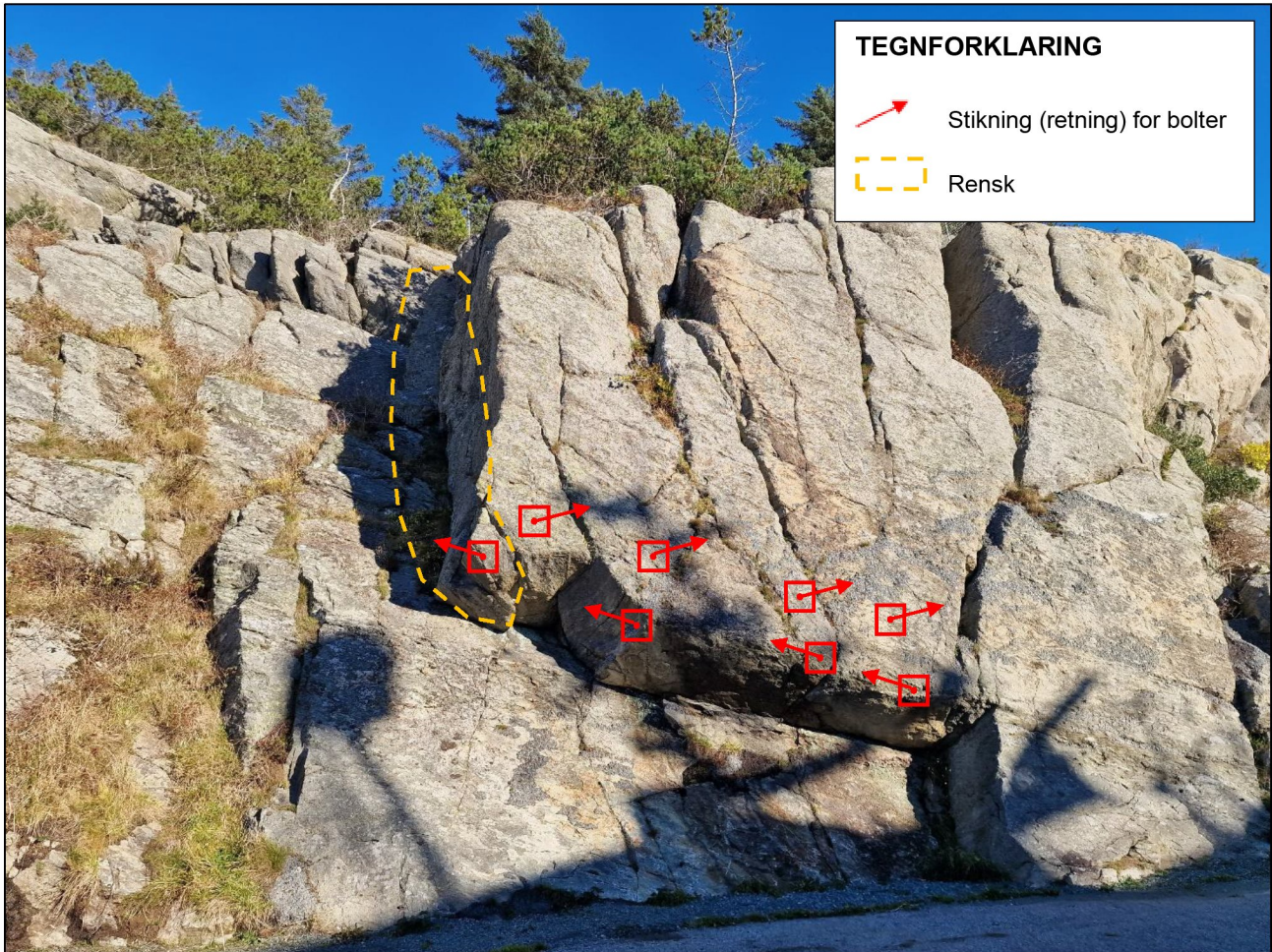


Foto 15: Anvist bergsikring i vestre del av skjæring. Merk at stikning markerer vinkling av boltene iht. til horisontalplanet, og ikke reell orientering.



Foto 16: Anvist bergsikring i vestre del av skjæring. Merk at stikning markerer vinkling av boltene iht. til horisontalplanet, og ikke reell orientering.

6 Krav til oppfølging i samband med sikring

Ingeniørgeologisk kompetanse skal følge sikringsarbeidet og prosjekterende ingeniørgeolog skal tilkalles ved følgende

- ved avdekking av forhold som kan føre til ytterligere sikring enn det som er beskrevet i dette notatet
- endrede forhold som ikke er beskrevet i denne rapporten

Oppdragsgiver: **Karmøy kommune**

Oppdragsnr.: **52308575** Dokumentnr.: **NOT-INGGEO-01**

Ingeniørgeolog skal varsles i god tid for når rensk vurderes å være utført. Arbeidssikring skal ivaretas av utførende entreprenør.

7 Restrisiko

Sikringsoperasjoner er velkjent, og arbeidssikring må utføres av entreprenør. Det tas forbehold om at sikring settes i henhold til leverandør. Over tid kan erosjon og endrede forhold medføre en sannsynlighet for nedfall. Etter rensk av bergskrent kan det bli behov for ytterligere sikring som ikke kunne registreres på befaringstidspunktet.

J-01	2024-01-02	For bruk	Skjalg Lie Bakken	Ole Håvard Barstad	Skjalg Lie Bakken
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. 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.