

Notat

Oppdragsnavn Sjøverstø-Staubø – Vurdering av rasfare mot vannledning
 Prosjekt nr. 1350049293-004
 Kunde Arendal kommune
 Notat nr. G-not-01
 Versjon 0
 Til Terje Dalevoll
 Fra Jørgen Fjæran
 Kopi Atle Gulbrandsen

Utført av JOFJ
 Kontrollert av SDEKRS
 Godkjent av JOFJ

Sjøverstø-Staubø – Vurdering av rasfare mot vannledning

Dato 13.02.2023

1 Innledning

Arendal kommune, Kommunalteknikk, planlegger å etablere en ny vannledning i sjø for å bedre brannvannsdekningen i og rundt Kilsund. Sjøledningen vil legges gjennom Blekestrandfjorden og Kilsund, mellom landtak ved Sjøverstø og Staubø, i Arendal kommune.

Ved Kvalstien/Svartnesbu passerer traseen det smaleste og grunneste partiet. Her er det bratt sideterreng på vestsiden av sundet, med tegn etter hyppig rasaktivitet. Omkring år 2000 raste/skled det ut et stort bergparti i nedre del av skrenten.

Dette notatet omhandler vurdering av rasfare og sikringstiltak. Rambøll ved Jørgen Fjæran var på befaring på stedet 8.12.22. Fjellskråningen ble observert fra motsatt side av sundet, altså øst-siden. Det ble gjort observasjoner med kikkert og det ble tatt bilder med drone.

Rambøll
 Vestre Strandgate 67
 4612 Kristiansand
 (Quadrum, 4. etg.)

T +47 99 42 81 00
 F +47 38 12 81 01
<https://no.ramboll.com>

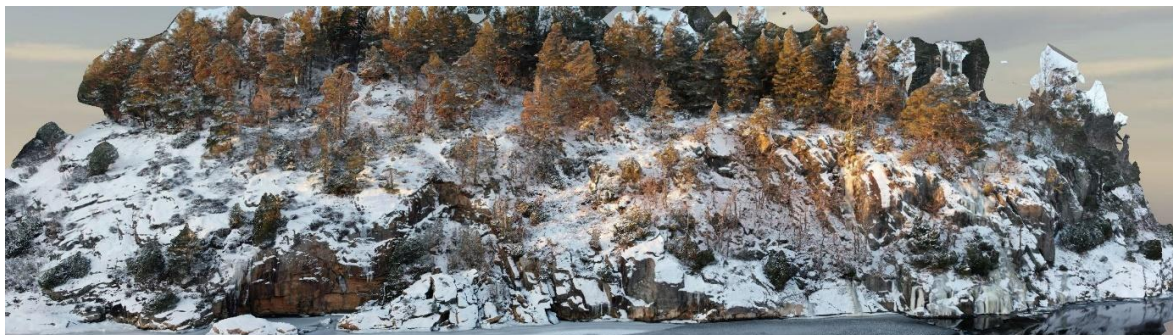


Figur 1. Oversiktskart. Prosjektområdet er markert med blå prikk.



Figur 2. Kart over sundet der ledningen skal passere. Terrengtet på nordvest-siden er bratt, og det har rast herfra tidligere. Det er lagt inn avstandsmålinger for å bedre illustrere bredden over vann.

Confidential



Figur 3. Den aktuelle skrenten sett mot nordvest. Venstre retning i bildet er mot sørvest, mens høyre retning i bildet er mot nordøst.

2 Tidligere rashendelser

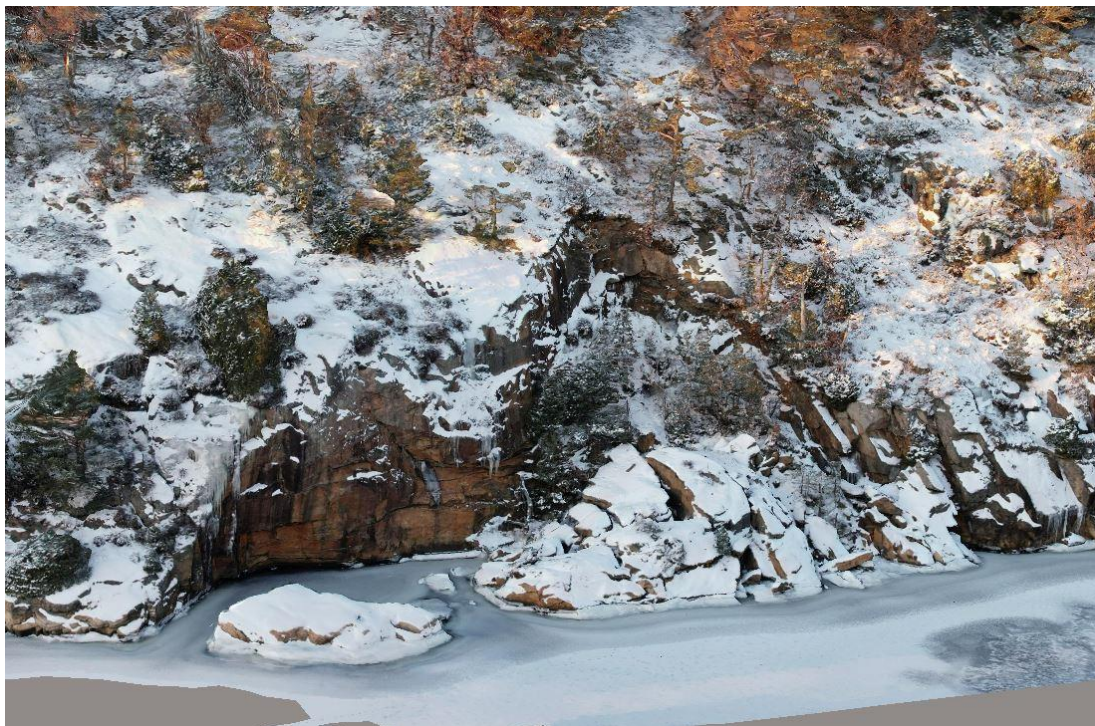
Det er tydelig at det raser steinblokker fra skråningen relativt jevnlig. Observerte overheng, blokker med trær i sidesprekker, åpne jordlommer og partier med grov steinur er tegn på dette.

Fra oppdragsgiver er det opplyst at det omkring år 2000 raste/skled ut et stort bergparti i nedre del av skrenten. Flybilder viser at skredet ser relativt ferskt ut i 2003, altså stemmer tidsantagelsen bra. Det skal også ha vært en rashendelse omkring 2010, men denne er ikke stedfestet eller tydelig i flyfoto. Ellers er det flere steder i skrenten der det er tegn etter mindre rashendelser. Fra bunnscanning av området er det derimot ikke registrert annet enn enkeltblokker nedenfor disse områdene.

Rashendelsene er ikke markert i NVEs register for skredhendelser.



Figur 4. Flyfoto av terrenget. Område med rashendelse er markert med rød ring.



Figur 5. Foto fra delen der raset gikk omkring år 2000.

Confidential

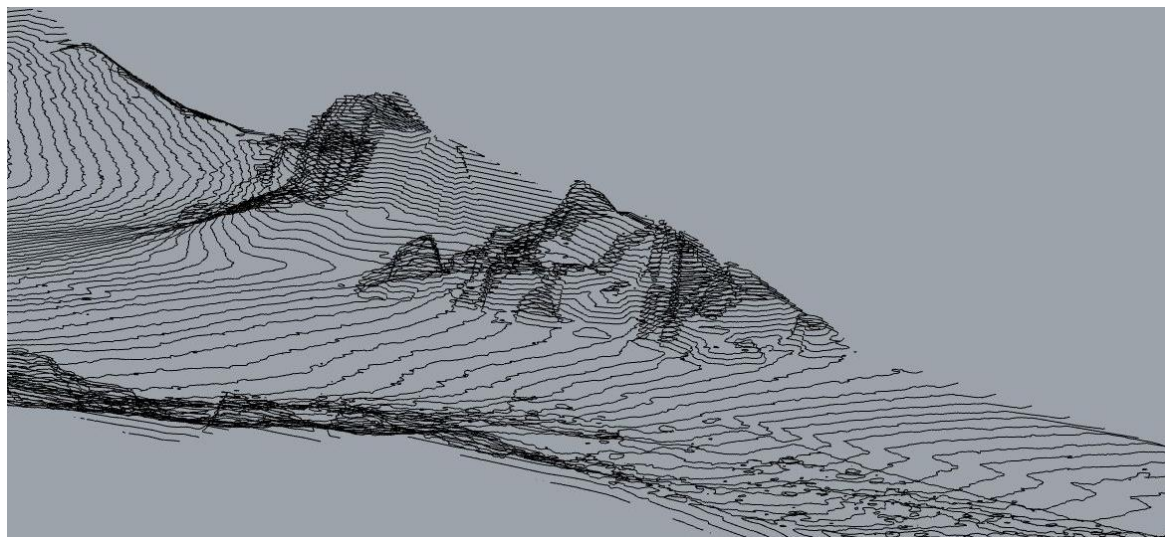
3 Situasjon og grunnlagsdata

Bakgrunnen for vurdering av rasfare er de tidligere registrerte hendelsene. Ledningen bør ikke ligge utsatt til for eventuelle nye ras. På havnivå er sundet er omtrent 40 m bredt på det smaleste, mens det i delen der raset gikk er i overkant av 60 m bredt. Under vann er det omtrent 35 m bredde mellom ytterste betydelige utløp av den tidligere rashendelsen og til punktet der terrenget stiger opp mot havoverflaten på motsatt side. Ledningstraseen er i utgangspunktet planlagt å ligge nærmere land mot nordvest enn mot sørvest i sundet, men dette er ikke fastsatt.

Det er tidligere blitt utført en multistrålekartlegging av havbunnen for å finne den best egnede traséen for ny vannledning. Denne gir et godt overblikk over utstrekningen av den store rashendelsen. I tillegg kan en ved hjelp av registrerte blokker på bunnen, tolke utløpslengder av mindre blokknedfall.

Det er også benyttet kartdata fra kartverkets nettjenester; hoydedata.no og norgebilder.no.

Ved befaringen ble det benyttet drone for å ta gode oversiktsbilder og video. Fra dette ble det laget en fotogrammetrisk modell av terrenget over vann.



Figur 6. Eksempel fra dybdekart som blant annet viser utstrekning av rasmassene på sjøbunnen.

4 Vurdering av rasfare

4.1 Tidligere rashendelse

Rashendelsen som er omtalt i kapittel 2 betegnes som stor. Den er i underkant av 50 m bred og høyden av den gjenstående bergveggen er ca. 10 m i den sørlige delen der hele skrenten er synlig, mens den er opp mot 17 m i den nordlige delen, men her er det kun de øverste 3-4 m som er eksponert. Resten ligger under og bak rasmassene. De oppgitte høydene gjelder det som er over vann. Volumet som har rast ut over vann er grovt anslått til å være 3500 m³. Når en i tillegg antar et videre forløp under vann ender volumet grovt regnet på 5000 m³.

I tillegg er det observert tegn etter rashendelser både sentralt i området og helt i nord. Disse er i en mye mindre skala enn rashendelsen fra 2000.

4.2 Vurdering av fremtidig rasfare

Helt sørvest i sundet, sør for rashendelsen, er det overflateparallel og skivete oppsprekingsforhold uten tegn etter hendelser av betydning. Bunnscanningene viser heller ikke tegn etter nedfall som har beveget seg lengre ut fra land enn noen meter. Området med selve raset vurderes som stabilt med unntak av mulige mindre blokkutfall i den gjenstående bakveggen. Disse vil få et kort utløp og i de fleste tilfeller bli liggende over vannoverflaten. Under vann viser scanningene stedvis bratte skråninger av utraste masser, men de vurderes å være stabile og å ikke utgjøre noen fare for ny vannledning.

Sentralt i skråningen (like nord for rashendelsen) er det delvis lignende sprekkeforhold som i området ved rashendelsen fra 2000. Det er likevel en del ulikheter, spesielt i sørlig/venstre avgrensningsdel, som gjør at en lignende hendelse er mindre sannsynlig. Det er ikke observert andre tydelige tegn i terrenget som baksprekker eller andre strukturer. En lignende hendelse kan ikke utelukkes helt, men sannsynligheten anses som liten.

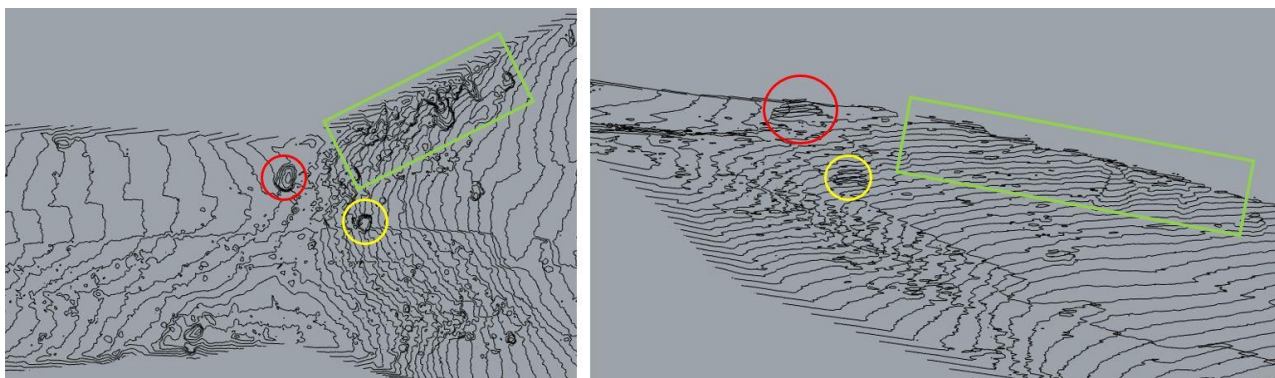
I samme parti, sentralt i området, er det tegn etter relativt hyppige, men mye mindre ras fra øvre deler. Det er overhengende blokker i toppen av skråningen og et parti nord for dette med tydelig definerte og sprekkeavløste blokker, som vurderes som ustabile. Blokkene avskjæres mot 3 ulike sprekkeplan. Partiet har en ganske tydelig grense mot nord der berget blir betraktelig bedre. Det omtalte partiet med dårlig og blokkig berg strekker seg over en avstand på omtrent 25 m. I bunn av skrenten der helningsvinkelen er noe slakere, ligger det en steinur med blokker helt ut på kanten av svaberget som stuper videre ned i sjøen. Blokkene som ligger på kanten, er relativt store. Bunnscanningen viser ikke blokker på sjøbunnen nedenfor dette området. Scanningen når ikke høyere enn kote -7 i denne delen, så det er likevel å forvente at det ligger rasblokker nedenfor skrenten under vann. I dette partiet vil det fortsette å rase med jevne mellomrom, men som scanningene viser er utløpslengden for den type blokker som raser, for kort til at ras herfra utgjør noen fare for en sjøledning om den legges midt i sundet.

Helt nord i sundet, like under kraftledningen, henger det en stor blokk (markert med rød firkant i Figur 7) uten tydelig/synlig støtte i foten, og på et antatt glideplan. Blokken har støtte innover som ikke er synlig, men denne er usikker. Det vokser enkelte små trær i bak- og sidesprekker, men med

begrensede størrelser. Det ser ut til å ha rast fra området tidligere, særlig noe lengre mot nord. Her er det både overhengende blokker og et større blokkparti som er tydelig ustabilt (markert med gul ring i Figur 7). Bunnscanningene viser én stor blokk (markert med rød ring i Figur 8, høyeste punkt kote -3,5) som ligger et stykke ut i sundet, og flere både store og små blokker videre mot nord der hvor sundet åpner seg og blir bredere igjen (grønn markering i Figur 8). Én blokk har nådd ut til midten av sundet og ligger i bakken ned mot dypere nivå (markert med gul ring i Figur 8).



Figur 7. Større partier og blokker i nordlig ende av sundet.



Figur 8. Bunnscanning fra nordre del av sundet. Markeringene viser de samme blokkene fra ulike vinkler.

Confidential

Det er sannsynlig at de beskrevne partiene i nord vil rase ut i fremtiden, men det er vanskelig å si noe om tidshorisonten. Generelt kan en vente hyppigere perioder med frostsprengning (frysing/tining) fremover enn hva som har vært vanlig de siste 100 årene. Sammen med rotsprengning er dette den største destabiliserende påvirkningen på blokkene/partiene. Det forventes at minst ett av de to markerte partiene raser ut i løpet av de neste 100 år. Med bakgrunn i de andre hendelsene er utløpslengden på sjøbunnen sannsynligvis begrenset, men det kan ikke utelukkes at blokker går lengre ut enn det som er registrert på bunnen nå (omtrent til midten av sundet). Det største partiet, markert med rødt i Figur 7, vil sannsynligvis skli ut og dermed er utløpsdistansen begrenset.

5 Konklusjon og anbefalte tiltak

Som beskrevet i kapittel 4 vil det rase fra skrenten nordvest for sundet i fremtiden. Hendelser på størrelse med den registrerte, er svært lite sannsynlig (anslått til 1 hendelse per 1000 år) og det er liten grunn til å gjøre tiltak mot en slik fremtidig hendelse. Derimot er det fornuftig å gjøre tiltak i nordre del av skråningen der det er to partier med blokker som antas å være delvis ustabile og som vil destabiliseres ytterligere over tid. Tiltakene kan ses på som en ekstra forsikring mot skade på vannledningen.

Sentralt i sundet er berget oppsprukket og det ligger en steinur nedenfor skrentene. Her vil det fortsette å rase steiner fremtidig, men vurderingene tilsier at det er lite sannsynlig at de får utløp som kan skade vannledningen. Det vil være fornuftig å renske ned de mest ustabile blokkene om det allerede skal sikres andre steder i skrenten, men ikke som eneste tiltak.

Generelt anbefales det at ledningen ikke noe sted legges nærmere skrenten enn midten av sundet, aller helst legges den over mot andre siden, mot sør-øst.

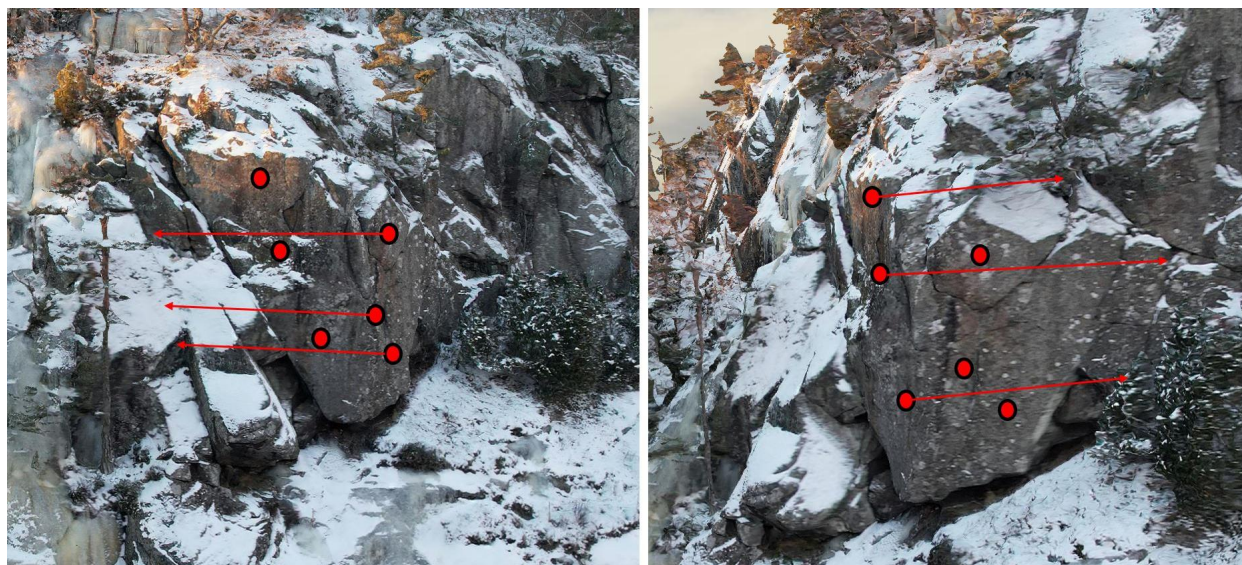
5.1 Beskrivelse av anbefalte tiltak

Sikrings tiltakene som omtales ovenfor omfatter boltesikring av begge partiene merket i Figur 7. Tiltakene er skissert i Figur 9 og Figur 10 i tillegg til i vedlegget. Sikringsnivået er beregnet ut ifra blokkstørrelse og antatte og erfaringsbaserte sprekkeforhold. Vurderingen er gjort fra avstand og fra fotogrammetrisk modell. Det er beregnet bruk av $\varnothing 25$ mm kamstålbolter med lengder fra 3 m til 6 m. Endelige lengder vil fremkomme i forbindelse med borearbeidet, og det kreves at boltene forankres i minst 1,0 m godt berg. Boltelengder er ikke vist i sikringsanvisningen.

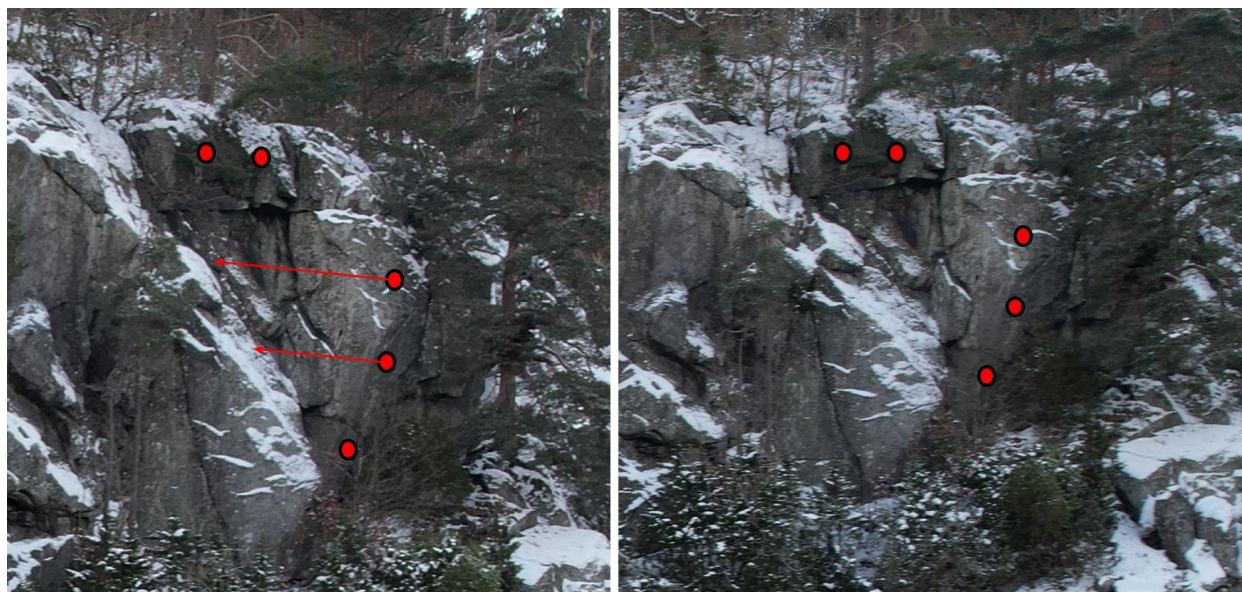
Sikringsarbeidet vil måtte foregå fra tau. Det er fornuftig å benytte arbeidsbåt/-plattform for frakt av utstyr som sikringsmidler, kompressor osv.

Som sikringsmidler benyttes kamstålbolter i angitt diameter med stålkvalitet B500NC i henhold til kravene i NS 3576-3. Boltene skal være varmforsinkede, midlere tykkelse 85 μm , lokal tykkelse minimum 70 μm i henhold til NS-EN ISO 1461 og pulverlakkerte med epoxy midlere tykkelse 85 μm , lokal tykkelse minimum 60 μm i henhold til EN 13438. Boltene skal være gjenget, og forsynt med mutter, halvkule og underlagsplate som gir stabilt anlegg mot bergoverflaten. Underlagsplater,

halvkuler og muttere skal være i stål og være korrosjonsbeskyttet på samme måte som boltene. Boltene endeforankres med polyester eller støpes inn over hele lengden med ekspanderende mørtel.



Figur 9. Anbefalt sikringsomfang i partiet markert med rød firkant i Figur 7.

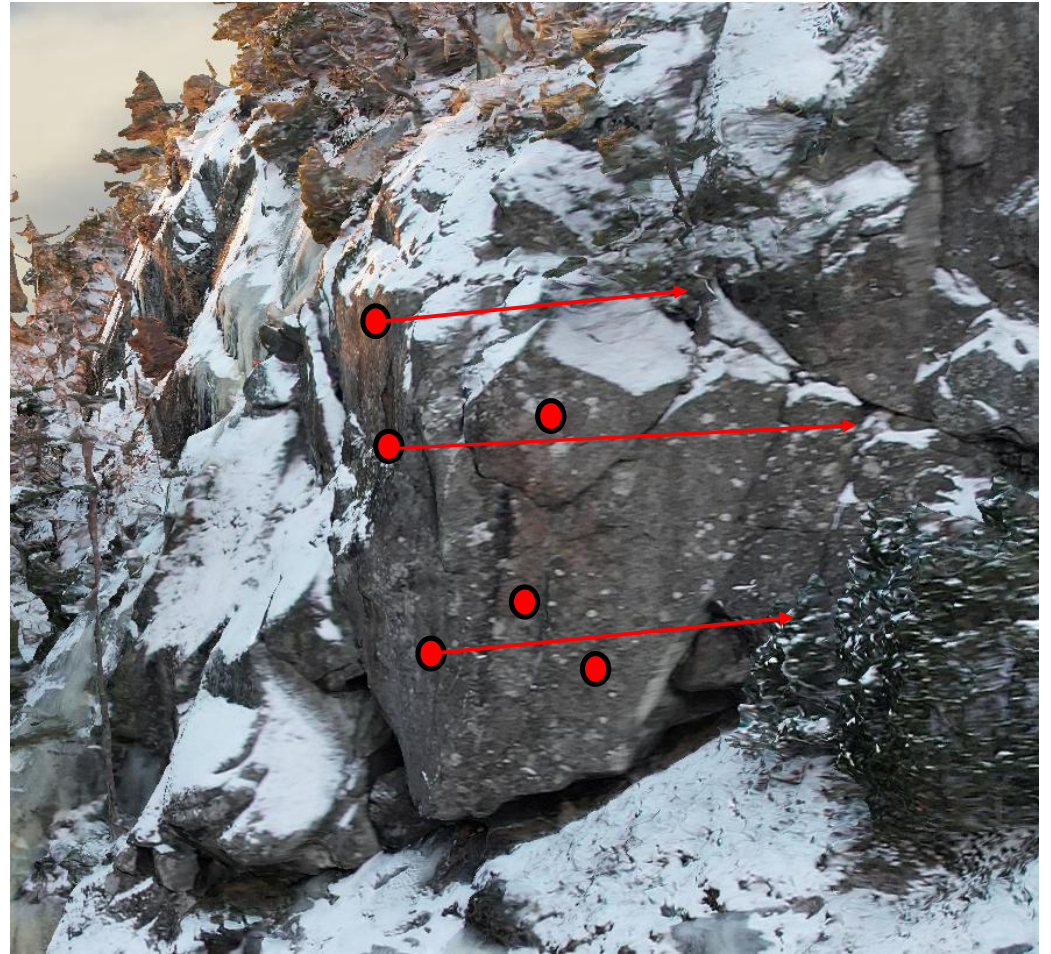
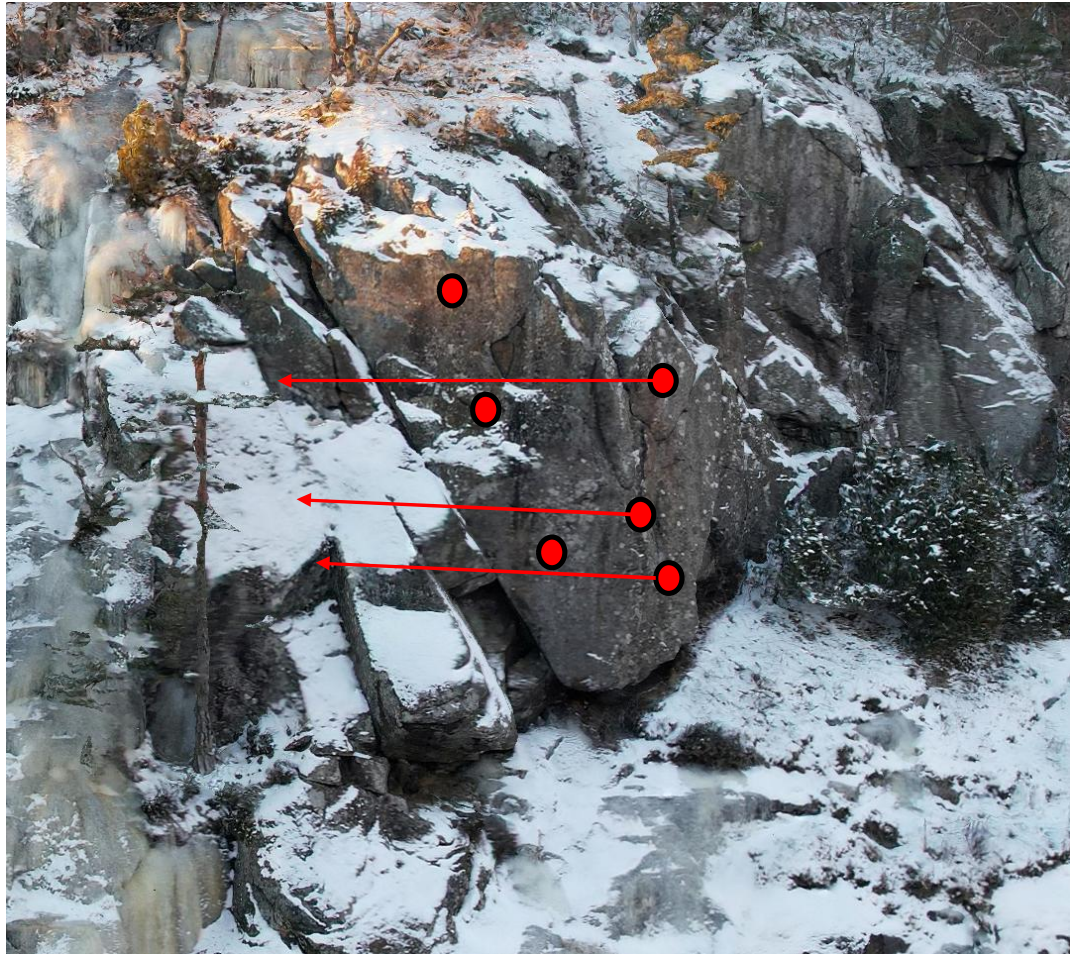


Figur 10. Anbefalt sikringsomfang i partiet markert med gul ring i Figur 7.

6 Vedlegg

Vedlegg 1 – Sikringsanvisning

Confidential



Tegnforklaring

● Ø25 mm bolt, 3-6 m

← Bolteretning



Tegnforklaring

● Ø25 mm bolt, 3-6 m

↖ Bolteretning