
RAPPORT

Turistvegen 277 - 279

OPPDRAUGSGIVER

NVE

EMNE

Skredfarevurdering

DATO / REVISJON: 6. juni 2018 / 01

DOKUMENTKODE: 10203390-RIGberg-RAP-001



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAG	Turistvegen 277 - 279	DOKUMENTKODE	10203390-RIGberg-RAP-001
EMNE	Skredfarevurdering	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	NVE	OPPDRAGSLEDER	Kjetil Moen
KONTAKTPERSON	Jaran Wasrud	UTARBEIDET AV	
KOORDINATER	SONE: 32V ØST: 589900 NORD: 6760200	ANSVARLIG ENHET	10101040 Bergteknikk
GNR./BNR./SNR.	384 / 6 / 11 / / Ringsaker		

SAMMENDRAG

På oppdrag for Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) har Multiconsult utført en skredfarevurdering iht. TEK17 og NVEs retningslinje 2-2011, for boligeiendommene Turistvegen 277 og 279 i Ringsaker kommune. Eiendommene ligger ved foten av en sørvestvendt fjellskrent.

Vurderingen har omfattet alle skredtyper i bratt terreng (steinsprang/-skred, jord- og flomskred, snø- og sørpeskred). Det er imidlertid steinsprang/-skred som er den mest relevante skredtypen.

Bakgrunnen for oppdraget er en steinspranghendelse som oppsto på formiddagen den 25.04.2018. Flere steinblokker løsnet fra et steilt bergparti i fjellskrenten, og raste ned mot boligeiendommene. Én steinblokk på i underkant av 1 m³ endte opp nede på gårdsplassen til eiendommen Turistvegen 279.

Det er foretatt en detaljert kartlegging av potensielt ustabile partier i fjellskrenten. På bakgrunn av registreringene, inkl. steinspranghendelsen den 25. april er risiko for nye steinsprang og –skred ned på de aktuelle boligeiendommene vurdert. Som et hjelpemiddel i skredfarevurderingen er det statistiske analyseprogrammet RocFall benyttet. Den numeriske modelleringen er utført med utgangspunkt i sannsynlig utløsning av steinsprang fra registrerte lokaliteter og «tilbakeregning» av den nylige steinspranghendelsen.

Analysearbeidet har ledet til definering av faregrenser for faresonene $s = 1/100$, $1/300$ og $1/1000$. På dette grunnlaget er det tegnet et Faresonekart.

Løsmasseskred og snø-/sørpeskred utgjør ikke en risiko som er større enn tillatte verdier gitt i Plan- og bygningsloven og TEK17, og antas representert med en sannsynlighet, $s < 5000$ som er tilfredsstillende for alle sikkerhetsklasser.

Risikoreduserende tiltak er funnet nødvendig for å oppnå forskriftsmessig sikkerhet mot steinsprang/-skred. Anbefalte bergsikringstiltak er vurdert og beskrevet. Dette innebærer i hovedsak tiltak som rensk, bolter / -bånd, stag og nettsikring.

Et antatt sikringsomfang er stipulert og kostnadsberegnet.

01	06.06.2018	Lagt til Fotobilag i vedleggsliste, samt i Tabell 2	KM	PHe	KM
00	04.06.2018	Turistvegen 277 / 279, Skredfarevurdering	Kjetil Moen	Per Heimli	Kjetil Moen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
2	Bakgrunn	5
3	Utførte undersøkelser	6
4	Observasjoner og grunnforhold	6
4.1	Topografi, løsmasseforhold, berggrunn og vegetasjon	6
4.2	Vann- og vassdragsforhold	8
5	Vurdering av skredfare	8
5.1	Steinsprang og –skred	9
5.1.1	Steinsprang 25.04.2018	9
5.1.2	Kartlegging av potensielt ustabile steinblokker og bergpartier	10
5.2	Løsmasseskred	12
5.3	Snø- og sørpeskred	12
6	Risikovurdering med hensyn på steinsprang / -skred	12
6.1	Sikkerhetsklasser, konsekvenser og sannsynlighet for skred	12
6.2	Numerisk modellering	13
7	Faresoner	16
8	Risikoreduserende tiltak – Bergsikring	18
8.1	Generelt	18
8.2	Anbefalte sikringstiltak	18
8.2.1	Spettrensk og vegetasjonsrensk	18
8.2.2	Fjellbolter, fjellbånd og stag	18
8.2.3	Nettsikring	19
8.2.4	Utførelse av sikringsarbeidene	19
9	Foreløpig antatt sikringsomfang	20
10	Levetid / vedlikehold av utført fjellsikring	20
11	Kostnadsoverslag for anbefalte sikringstiltak	21

Vedlegg:

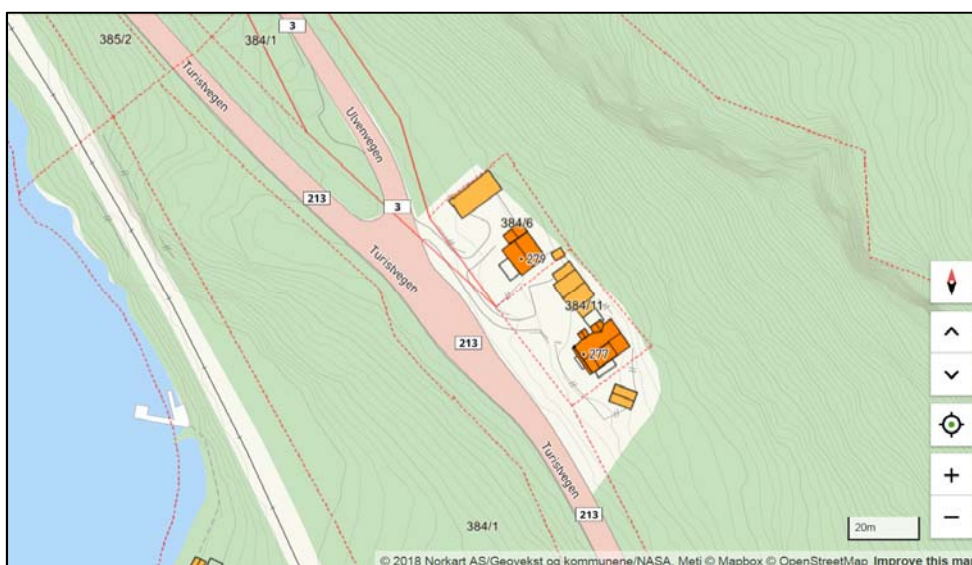
- | | |
|----------------------------|--------------|
| 1. Tegning 10203390-02-001 | Faresonekart |
| 2. Tegning 10203390-02-900 | Fotobilag |

1 Innledning

Multiconsult har på oppdrag for Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) utført en skredfarevurdering iht. TEK17 og NVEs retningslinje 2-2011, for boligeiendommene Turistvegen 277 og 279 i Ringsaker kommune. Eiendommene ligger ved foten av en sørvestvendt fjellskrent.

Skredfarevurderingen er gjort med tanke på å anslå gjentakintervall for skred og definering av faresonene 1/100, 1/300 og 1/1000.

Vurderingen har omfattet alle skredtyper i bratt terreng (steinsprang/-skred, jord- og flomskred, snø- og sørpeskred). Det er imidlertid steinsprang/-skred som er den mest relevante skredtypen.



Figur 1: Kartutsnitt som viser boligeiendommene Turistvegen 277 og 279 og den sørvestvendte fjellskrenten (opp til høyre på kartet). Kilde: Norkart AS, <https://kommunekart.com/>

2 Bakgrunn

Bakgrunnen for oppdraget er en steinspranghendelse som oppsto på formiddagen den 25.04.2018. Flere steinblokker løsnet fra et steilt bergparti i fjellskrenten, og raste ned mot boligeiendommene. Én steinblokk på i underkant av 1 m³ endte opp nede på gårdsplassen til eiendommen Turistvegen 279. Steinblokken la seg til ro omtrent midt mellom bolighuset og garasjen på eiendommen. Huseier ble evakuert umiddelbart etter steinspranghendelsen, og Multiconsult ble engasjert for å vurdere akutt steinsprangfare.

Befaring som grunnlag for å vurdere akutt steinsprangfare ble foretatt den 26.04.2018 (dagen etter steinspranghendelsen). Med på befaringen var Jaran Wasrud fra NVE og Kjetil Moen fra Multiconsult.

Vår konklusjon fra befaringen var at vi vurderte akutt steinsprangfare som lav, og anbefalte at huseier kunne flytte hjem igjen. For mer detaljert beskrivelse av steinspranghendelsen 25.04.2018 vises til vår skredfarevurdering i kap. 5 i foreliggende notat.

Vår vurdering etter den første befaringen var at det på mellomlang og lengre sikt vil være vedvarende risiko for nye steinsprang, og at det derfor er behov for en helhetlig skredfarevurdering inkludert vurdering av aktuelle risikoreduserende sikringstiltak.

Med tanke på en helhetlig skredfarevurdering ble det foretatt en ny befaring i området den 07.05.2018. Med på denne befaringen var ingeniørgeologene Kjetil Moen og Stine Merete Moe, begge fra Multiconsult.

Risiko med hensyn til ulike typer skred er en funksjon av sannsynligheten for at ulike skredhendelser finner sted, og konsekvensen av dem dersom de skulle inntreffe. En foreslått plan for avbøtende tiltak tar utgangspunkt i gjeldende akseptkriterier for skredrisiko slik disse er formulert i Plan- og bygningsloven med tilhørende teknisk forskrift.

3 Utførte undersøkelser

Som nevnt over ble befaring mht. helhetlig skredfarevurdering utført den 7. mai 2018. Det ble utført befaring til fots i et avgrenset område i fjellskrenten, på forhånd definert av risiko for skred ned på eiendommene Turistvegen 277 og 279. Hovedfokuset på befaringen var å vurdere:

- Berggrunn og geologiske strukturer av betydning for skredfare.
- Løsmasseforhold av betydning for skredfare.
- Snø- og sørpeskredfare.
- Registrering av vann- og vassdragsforhold.

Grunnlag

For vurdering av skredfare har følgende materiale blitt gjennomgått:

- Observasjoner gjort under befaring
- Topografisk kart og flyfoto fra Norgeskart (www.norgeskart.no)
- Skrednett (www.skrednett.no)
- Berggrunns- og løsmassekart fra NGU (www.ngu.no)
- Lovgrunnlag fra Plan- og bygningslovens tekniske forskrift (TEK17) § 7-3, samt veileder til forskrift av Direktorat for byggkvalitet, www.lovdato.no og www.dibk.no.
- Veileder til kartlegging av flom- og skredfare i arealplaner fra NVE (retningslinjer 2011-02), www.nve.no.
- DWG-filer med Terreng, Bygg/Veg og Eiendom, tilsendt fra Ringsaker kommune (11.05.2018).

4 Observasjoner og grunnforhold

4.1 Topografi, løsmasseforhold, berggrunn og vegetasjon

Nedre del av skrenten nordøst for boligene i Turistvegen 277 / 279 har en helning på 25 - 35° og består for det meste av urmasser. Urmassene er generelt godt begrodd av mose og annen vegetasjon. Denne delen av skrenten er også bevokst av middels tett skog med til dels store trær.

Ovenfor skråningen med urmasser stiger det opp en bratt bergskrent der det for det meste er blottlagt berg og lite vegetasjon. Flere steder er bergskrenten vertikal, lokalt med overheng.

På oversiden av den steile bergskrenten flater terrenget ut. Her er det skogbunn og middels tett skog. Kun stedvis er det observert bergblotninger.

Tabell 1: Topografiske nøkkeltall (varierer noe sideveis i det aktuelle området)

Beskrivelse	Ca. kotehøyde
Bebyggelse i Turistvegen 277 / 279	kt. 148 - 151
Skråning med urmasser	kt. 150 - 194
Steil bergskrent	kt. 170 - 223
Slakere terreng på toppen	Kt. 210 →

Iht. NGU består løsmassene i skrenten av tykk isbreavsatt morene, se fig. 2.



Figur 2: Utklipp fra kvartærgeologisk kart, NGU. Mørk grønn: Tykk isbreavsatt morene. Lys grønn: Tynn isbreavsatt morene. Rosa: Berg i dagen. Kilde www.ngu.no

Iht. NGU består berggrunnen i området av en feltspatisk sandstein, tilhørende Hedmarksgruppen, se fig. 3.



Figur 3: Utklipp fra berggrunnskart, NGU. Gul: Bergarten i området er en Feltspatisk sandstein. Kilde www.ngu.no

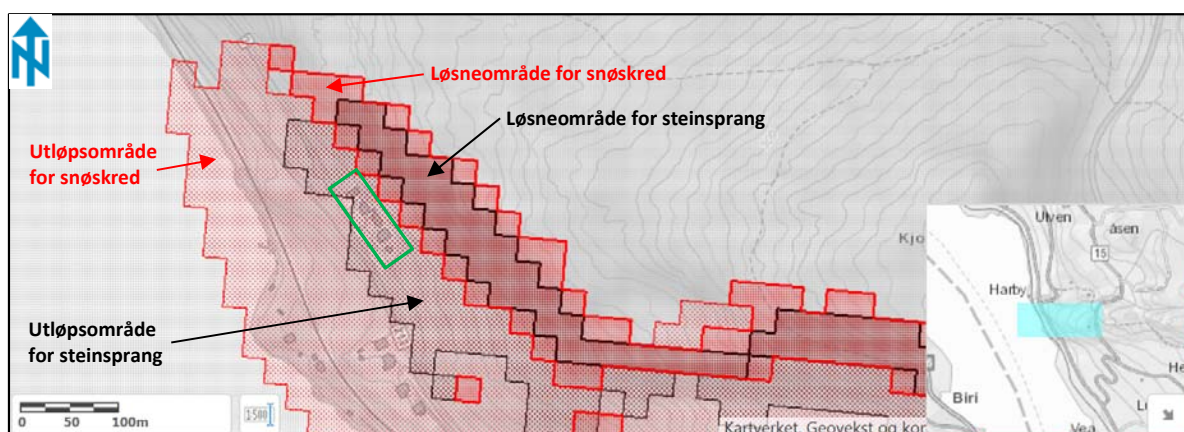
Oppsprekkingsgraden i berget i det undersøkte området er moderat og berget har generelt et relativt grovblokkig preg. Det ble registrert tre hovedsprekkesett. For øvrig forekommer sporadiske sprekker med orientering som avviker fra de gjentakende sprekkesettene.

4.2 Vann- og vassdragsforhold

Det er ikke observert noen vann eller vassdrag (bekker, elver) i det befarte området.

5 Vurdering av skredfare

I følge aktsomhetskartene (ref. www.skrednett.no) for skred (steinsprang, snøskred og jord/flomskred) er det risiko for to typer skred i det aktuelle området som er relevant for Turistvegen 277 og 279; steinsprang og snøskred, se fig. 4.



Figur 4: Aktsomhetskart for steinsprang (sort skravur) og snøskred (rød skravur). Kilde: NVE Atlas. Vi har påført anvisning av løsneområder og utløpsområder for skred med piler. Vi har også markert boligeiendommene i Turistvegen 277 og 279 med grønt rektangel.

5.1 Steinsprang og –skred

Totalstabiliteten i berggrunnen i området vurderes som tilfredsstillende. Dette vil si at det ikke regnes som sannsynlig at fjellskred og større steinskred skal kunne forekomme. Tatt i betraktning registrering av steinblokker nede på boligeiendommene (inkl. steinspranget den 25.04.2018), samt observasjoner ved våre befaringer i skrenten, er det vår vurdering at det er en åpenbar risiko for steinsprang.

Drivende faktorer som kan virke utløsende på steinsprang- og skred er:

- Vanndrykk
- Frost-/issprengning
- Rotsprengning
- Forvitring

5.1.1 Steinsprang 25.04.2018

På formiddagen den 25. april 2018 gikk det et steinsprang i skrenten ovenfor Turistvegen 279. En steinblokk på i underkant av 1 m³ (se foto i fig. 5) endte opp nede på gårdsplassen mellom bolighuset og garasjen på eiendommen. Deler av en lav støttemur ble knust, men utover dette oppsto det ingen skader på eiendommen.



Figur 5: Bildene viser steinblokk på oppunder 1 m³ etter steinsprang den 25. april 2018.06.02.

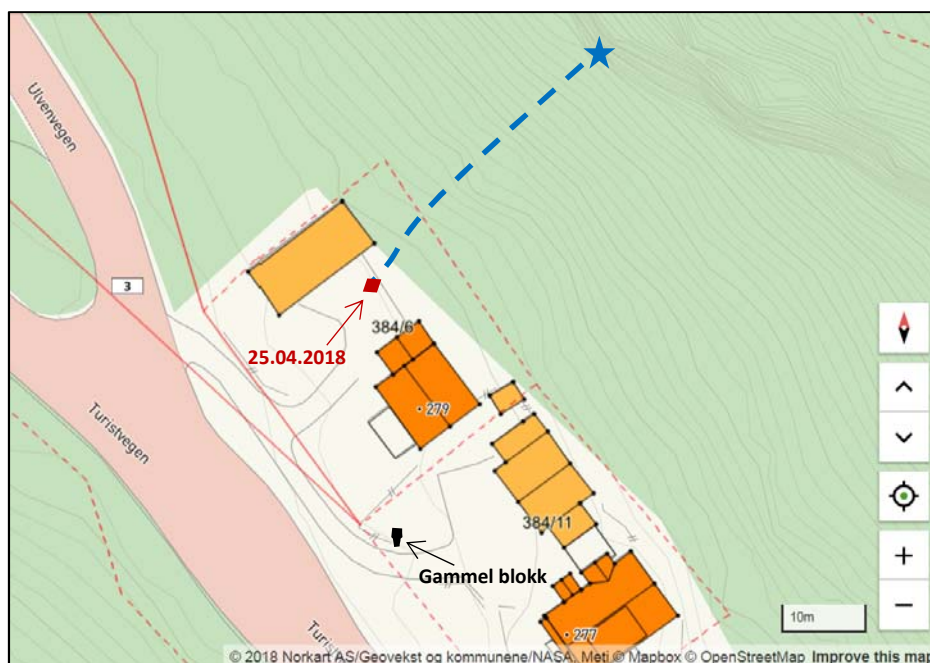
Vi kunne følge steinsprangets skredbane hele veien opp til løснеområdet. Relativt store mengder stein lå igjen i skredbanen, og det ble observert ferske skader på trær og annen vegetasjon. Selve løśnieområdet for steinspranget ble lokalisert i nedre del av den steile bergskrenten, jfr. kap. 4.1. Her ble det observert ferske bruddflater i berget. Se for øvrig foto i fig. 6.

På fig. 6 er også vist beliggenheten til en annen stor steinblokk (antakelig fra et tidligere, gammelt steinsprang). Denne steinblokken ligger ved innkjørselen til Turistvegen 277.

Utover dette kjenner vi ikke til andre registrerte skredhendelser i det undersøkte området, jfr. NVE sin oversikt over skredhendelser på nett.



Figur 6: Bildet til venstre viser løснеområde for steinspranget 25.04.2018. Bildet til høyre viser øvre del av skredbanen, der det ligger igjen utraste steinblokker.

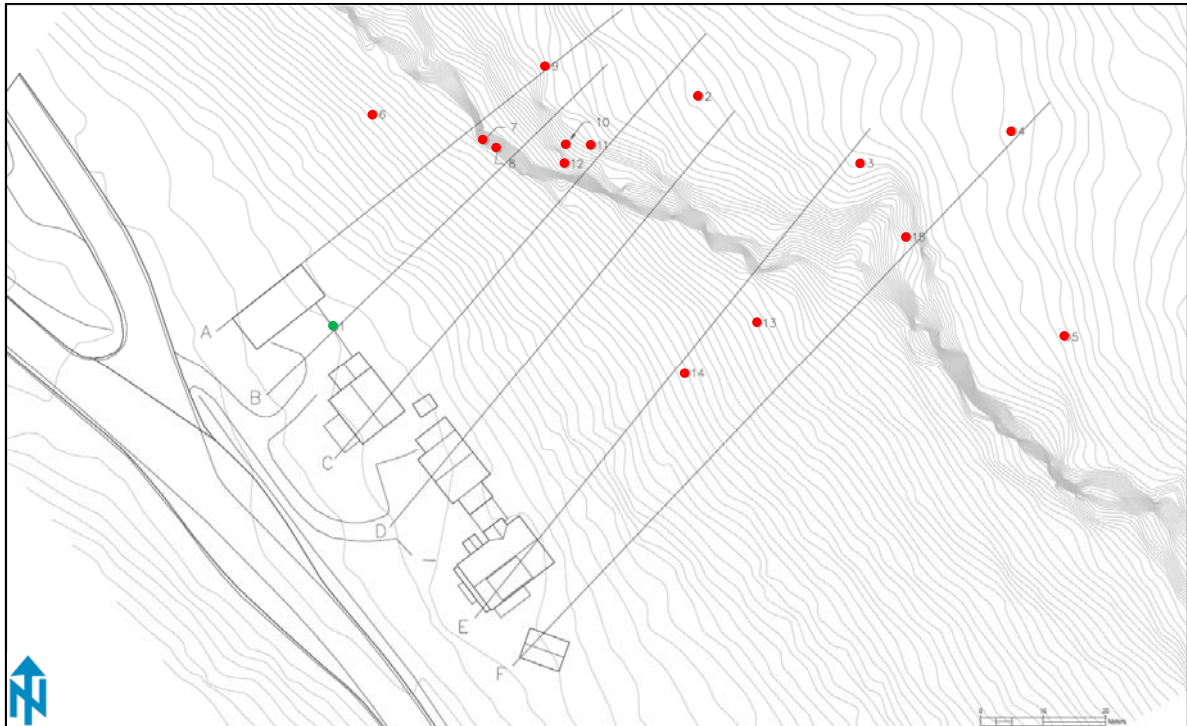


Figur 7: Kartutsnittet viser løснеområde for steinsprang 25.04.2018 med blå stjerne, skredbanen med blå stiplestrek, og blokk på gårdsplassen i Turistvegen 279 er markert med rødt. I tillegg er det vist beliggenhet av en steinblokk (sort) fra et antatt tidligere steinsprang, ved innkjørselen til Turistvegen 277.

5.1.2 Kartlegging av potensielt ustabile steinblokker og bergpartier

Ved vår befaring den 7. mai foretok vi en systematisk kartlegging av potensielt ustabile steinblokker og bergpartier i skrenten, i den utstrekning vi har vurdert som relevant mht. skredfare mot Turistvegen 277 og 279. Omfanget av registrerte lokaliteter er vist på kartutsnittet i fig. 8, og en kortfattet beskrivelse av de enkelte lokaliteter er gitt i tabell 2.

Programmet ArcGis Collector på nettbrett ble benyttet som hjelpemiddel under befaringen, for å få plottet lokalitetenes gps-posisjon, samt notater.



Figur 8: Kartutsnittet viser beliggenhet av registrerte, potensielt ustabile steinblokker og bergpartier (røde prikker). Grønn prikk markerer beliggenhet av steinblokk etter steinspranget 25. april 2018. Linjene betegnet A – F markerer profiler benyttet til numerisk modellering i RocFall, se kap. 6.

Tabell 2: Beskrivelse av registrerte lokaliteter

Lokalitet nr.	Beskrivelse	Foto
1	Blokk som falt ned på Turistvegen 279 den 25.04.2018. Blokkstørrelse ca. 1 m ³ (litt i underkant)	Figur nr. 5
2	Blokk med åpen baksprekk og begrenset fot. Flere løse blokker i samme område. Blokkene er i størrelse ca. 0,5 - 1 m ³	Fotobilag
3	Samling av flere løse blokker på 0,5 - 1 m ³ . Liten steinrøys.	
4	Steil bergvegg med flere avløste steinblokker (opptil ca. 2 m ³) uten fot. Topp av kløft.	Fotobilag
5	Avløst blokk (2-3 m ³) som henger i bratt vegg. Har en liten fot, men denne er også avløst. Åpen steil baksprekk. Vurderes som meget ustabil.	Fotobilag
6	Blokker på flere m ³ som har rast ut, men lagt seg oppå hverandre like på nedsiden av brattskrenten. Ligger foreløpig stabilt.	Fotobilag
7	Løseområde for steinspranget 25.04.2018. Tydelig sår i bergveggen. Ikke registrert fortsatt løse blokker her.	Figur nr. 6
8	Stort overhengende bergparti, ca. 100 m ³ . Åpne sprekker på sidene, og dels under. Begrenset fot. Kan ha intakt bergkontakt i toppen, men vurderes som ustabilt på sikt.	Fotobilag
9	Blokk, ca. 0,5 m ³ . Avløst med åpne sprekker i kile.	Fotobilag
10	Bergskiver (til sammen mange m ³) med fall ca. 70° utover. Dårlig fot.	Fotobilag
11	Kileformet bergparti, ca. 10 m ³ .	Fotobilag
12	Strøk- og fall målinger. Tre hovedsprekkesett registrert	
13	Bergflak, 0,5 - 1 m ³ i steil bergvegg.	Fotobilag
14	Stort avløst og delvis overhengende bergparti, anslagsvis ca. 50 m ³ . Flere blokker som ligger stablet på hverandre.	Fotobilag
15	Avløst bergflak, ca. 0,5 m ³ .	Fotobilag

5.2 Løsmasseskred

Ifølge kvartærgeologisk kart fra NGU består løsmassene i det aktuelle området av tykk isbreavsatt morene på nedsiden av den steile bergskrenten, og av tynn morene på oversiden av bergskrenten. Det ble ikke observert tegn nylig bevegelse i urmassene i den nedre del av skrenten, og heller ikke tegn til riss eller sprekker i løsmassedekket, hverken over eller under bergskrenten. Videre er det ikke registrert rester/spor etter løsmasseskred fra nyere tid. Faren for løsmasseskred i eller mot boligene i Turistvegen 277 / 279 anses som svært liten.

5.3 Snø- og sørpeskred

I følge klimamodeller vil det i framtiden bli en økende årstemperatur i området, mer nedbør i form av regn, og snøen vil smelte hurtigere. Dette medfører liten og minkende sannsynlighet for snøskred i framtiden. Vegetasjonen og topografien med relativt slakt terreng over og under den steile bergskrenten vil hindre at det dannes svake lag i snødekket og vil binde snødekket. Det ble ikke gjort observasjoner i terrenget i form av knekte trær eller ung/glissen vegetasjon som kan tyde på at det tidligere har gått snøskred i området.

På grunnlag av disse observasjonene/vurderingene er sannsynligheten for snøskred i området vurdert til å være svært liten.

Sørpeskred dannes stort sett langs og ut fra større bekker og elver. Vi ser derfor heller ikke denne skredtypen som en sannsynlig hendelse i området.

6 Risikovurdering med hensyn på steinsprang / -skred

Risiko med hensyn på skred er gitt som en sannsynlighet for at ulike skredhendelser finner sted, og konsekvensene av dem dersom de skulle inntreffe. Forslag til forebyggende tiltak tar utgangspunkt i gjeldende akseptkriterier for årlig nominell sannsynlighet for skred, slik disse er formulert i Plan- og bygningsloven (PBL) med tilhørende Teknisk forskrift (TEK17).

Steinsprang / -skred er vurdert som den eneste sannsynlige skredtype relatert til skred mot eiendommene Turistvegen 277 og 279, som ikke tilfredsstiller sikkerhetskravene i PBL og TEK17, jfr. kap. 5 i foreliggende rapport. Skredfarevurderingen er utført i samsvar med NVEs retningslinje 2-2011.

6.1 Sikkerhetsklasser, konsekvenser og sannsynlighet for skred

I «Forskrift om tekniske krav til byggverk» (TEK 17), kapittel 7 «Sikkerhet mot naturpåkjenninger», er det ut fra hvilke konsekvenser som aksepteres, definert sikkerhetsklasser for forskjellige byggverk (tabell 3).

Boligbebyggelsen i Turistvegen 277 / 279 er underlagt sikkerhetsklasse S2, med største nominelle årlige sannsynlighet på $s \leq 1/1000$ (se tabell 3). Det vil si at de lovpålagte akseptkriteriene tilsvarer mindre eller lik ett ødeleggende skred pr. tusen år pr. 30 m langs enhver linje på tomten som er vinkelrett på et eventuelt skredløp. Skred er en "sekkebetegnelse" som omfatter alle typer hendelser relatert til skred, som f. eks steinsprang, jordskred etc. I dette tilfellet er det imidlertid risiko for steinsprang/-skred vurdert som relevant.

Tabell 3: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde og krav til største tillatte nominelle sannsynlighet for skred (Tabell § 7-3, TEK 17).

Sikkerhets- klasser for byggverk (S)	Tillatte konsekvenser for byggverk (K)	Største tillatte nominelle årlige sannsynlighet for skred (s)
S1	Liten	$s \leq 1/100$
S2	Middels	$s \leq 1/1000$
S3	Stor	$s \leq 1/5000$

For bygninger som inngår i sikkerhetsklasse S2 kan kravet til sikkerhet for tilhørende uteareal reduseres til sikkerhetsnivået som er angitt for sikkerhetsklasse S1 (1/100). Dette fordi eksponeringstiden for personer og dermed faren for liv og helse normalt vil være vesentlig lavere utenfor bygningene.

I tillegg til vurdering av gjentakintervall for skred og definering av faresonene S2 - 1/1000 og S1 - 1/100, ønsker NVE tilsvarende vurdering og definering av faresone 1/300 relatert til bebyggelsen i Turistvegen 277 og 279.

Sannsynlighet og utbredelse av steinsprang/-skred er vurdert ut fra følgende faktorer og metoder:

- Registrering av potensielt ustabile steinblokker og bergpartier, jfr. kap. 5.1.2
- Registrering av historiske steinsprang, med deres utløpsdistanse, jfr. kap. 5.1.1 og 5.1.2
- Bruk av numerisk modellering av steinsprang/-skred – se kap. 6.2

6.2 Numerisk modellering

De mest vanlige modelleringsprogrammene for datasimulering av steinsprang er RocFall og Rockyfor3D.

RocFall er et todimensjonalt simuleringsprogram for statistiske analyser av steinsprang langs et profil. For hver blokk beregnes energi, fart, spretthøyde og endepunkt langs hele profilet.

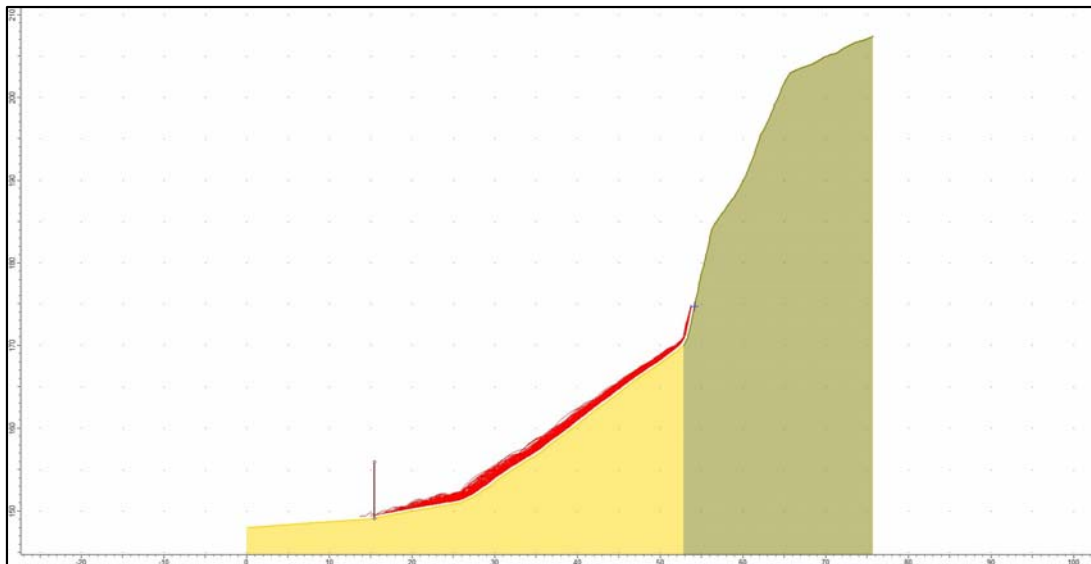
Rockyfor3D er et modelleringsprogram som simulerer banen til enkeltblokker og skred som faller nedover et tredimensjonalt terreng.

For simulering av steinsprang med tanke på å definere faresoner relatert til boligeiendommene i Turistvegen 277 og 279, har vi benyttet RocFall (versjon 6.0). Begrunnelsen for valg av modelleringsprogram er følgende:

- Forholdsvis lite geografisk område.
- Begrenset omfang av konkrete ustabile partier er registrert. Registrerte lokaliteter kan da tilordnes profiler med tilstrekkelig nøyaktighet, uten at antall profiler blir uforholdsmessig stort.
- Steinspranget 25.04.2018 med eksakt løseområde og endepunkt er benyttet for å «kalibrere» inngangsparametre (restitusjonskoeffisienter, friksjonsfaktorer og blokkform).
- Erfaring med at RocFall gir bedre samsvar med faktiske skredutløp, når man har det å kalibrere mot.

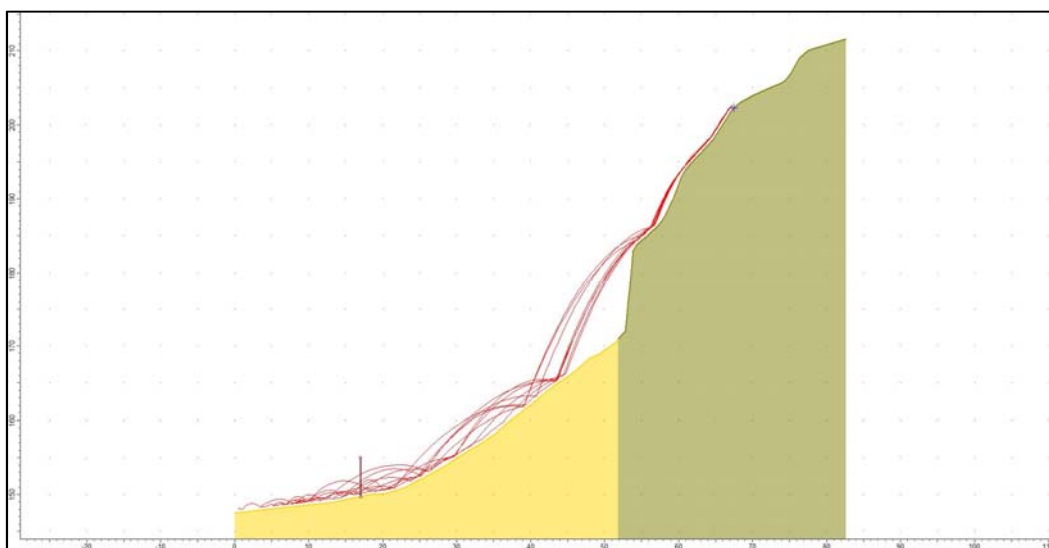
Vi startet med å simulere steinspranget 25.04.2018, som hadde kjent posisjon for løснеområde og kjent endepunkt. Ved å foreta gjentakende simuleringer med stadig endring av inngangsparametre kom vi frem til et sett med parametre for underlaget i fjellskrenten (bergblotninger, ur, ur med skog m.m.) som ga et resultatbilde som stemte bra med det faktiske steinspranget. «Pentagon» ble valgt som standard blokkform.

Figur 9 viser et skjermbilde fra RocFall der det faktiske steinspranget 25.04.2018 er simulert.

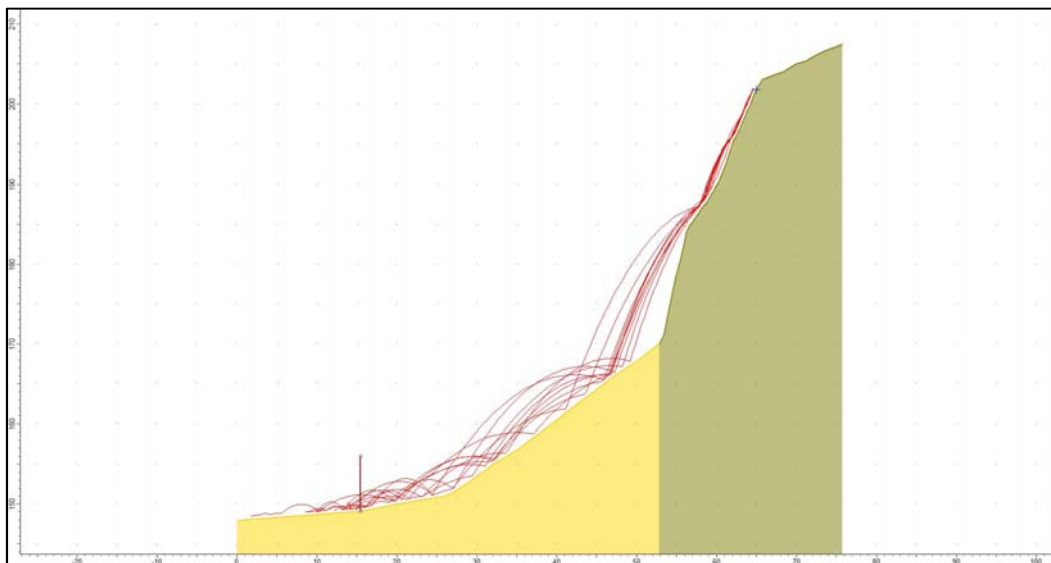


Figur 9: Skjermbilde fra RocFall som viser simulering av steinspranget den 25.04.2018. Den vertikale streken nederst i profilet (B, ref. fig. 8) markerer punktet der steinblokken stoppet. Simuleringen gir et representativt bilde av gjentatte simuleringer med statistisk fordeling av 100 blokker er utløst fra det samme løśnieområdet.

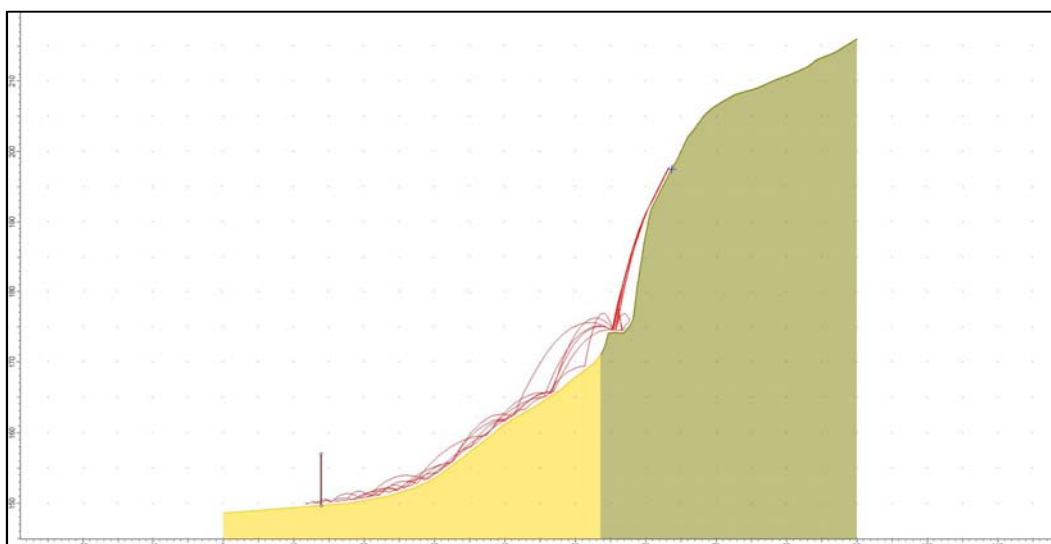
Med utgangspunkt i det datasettet som er benyttet for simuleringen av steinspranget den 25.04.2018, har vi foretatt simulering av steinsprang på til sammen 6 profiler, A – F, som vist på fig. 8. Faktisk registrerte, antatt ustabile blokker og bergpartier er tilordnet profilene. En viss grad av konservativt skjønn er foretatt i denne sammenheng. Fig. 10 – 15 viser typiske simuleringresultater på de ulike profilene. Disse viser statistisk fordeling av 10 stk. simulerte blokker fra samme posisjon. De vertikale strekene nederst i profilene markerer bygningsvegg nærmest fjellskrenten.



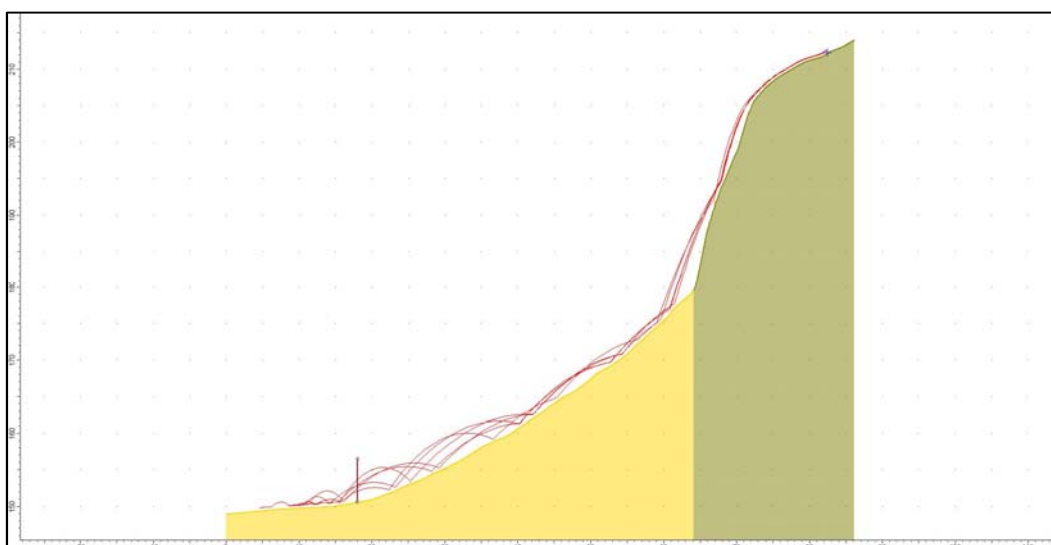
Figur 10: Steinsprangsimulering på Profil A



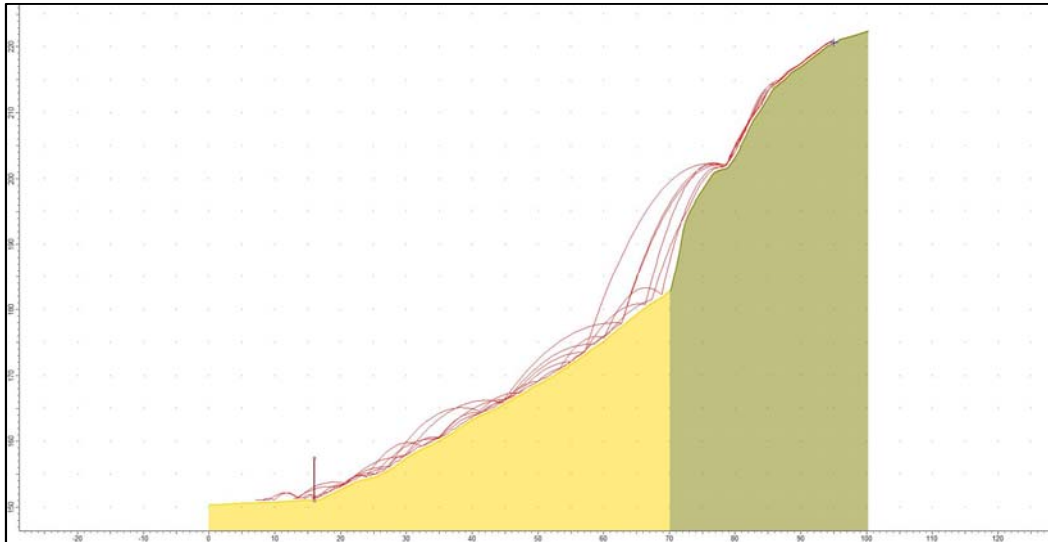
Figur 11: Steinsprangsimulering på Profil B



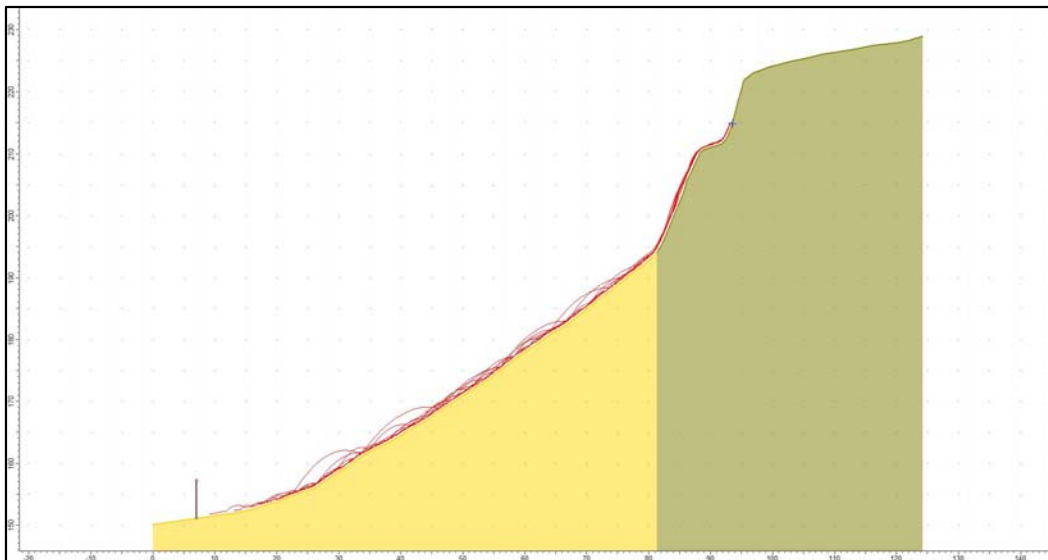
Figur 12: Steinsprangsimulering på Profil C



Figur 13: Steinsprangsimulering på Profil D



Figur 14: Steinsprangsimulering på Profil E

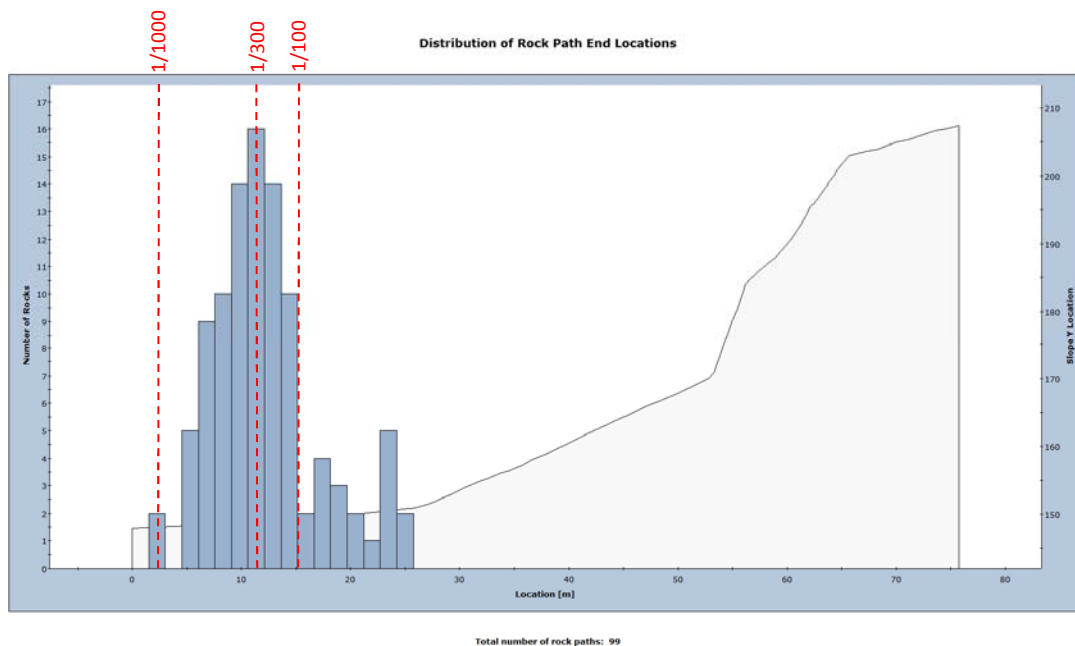


Figur 15: Steinsprangsimulering på Profil F

7 Faresoner

Vi har definert faresoner for skred relatert til eiendommene Turistvegen 277 og 279, basert på følgende registreringer og metoder:

- Beliggenhet og størrelse på potensielle ustabile steinblokker, registrert på feltbefaring
- Individuelle stabilitetsvurderinger av hver enkelt lokalitet der antatt ustabile forhold er registrert. Herunder vurdering av sannsynlighet for utløsning av steinsprang
- Numerisk modellering av steinsprang i RocFall, med statistisk fordeling av endepunkter for steinsprang som sannsynligvis kan utløses.
- Faregrensene for hver enkelt faresone (1/100, 1/300 og 1/1000) er definert gjennom å generere grafer for fordeling av endepunkter i RocFall, se eksempel i fig. 16.

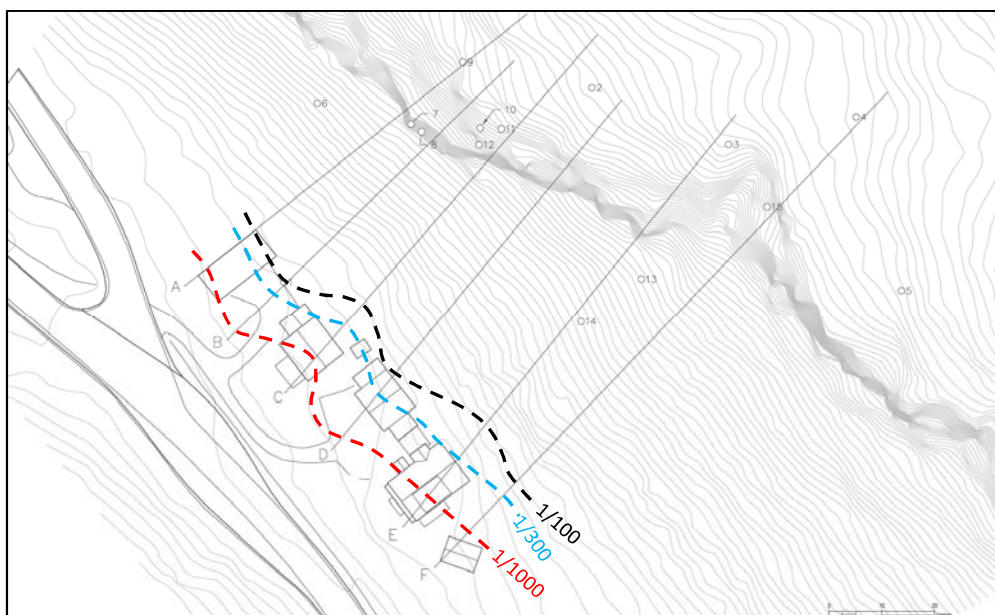


Figur 16: Eksempel på graf generert i RocFall, der det er vist en statistisk fordeling av endepunkter for steinsprang utløst i Profil B. Røde stiplede streker markerer typiske posisjoner i diagrammene der faregrensene for faresone 1/100, 1/300 og 1/1000 er antatt, basert på den statistiske fordelingen av endepunkter.

Slik vi har vurdert det samlede risikobildet mht. sannsynlighet for utløsning av steinsprang, samt bestemmelse av ulike inngangsparametre i den numeriske modelleringen, har vi lagt følgende forutsetninger til grunn for vurdering av faregrenser for de ulike faresonene:

- Faresone 1/100: Øvre grense for hovedtyngden av statistisk fordelte endepunkter
- Faresone 1/300: Tyngdepunktet for statistisk fordelte endepunkter
- Faresone 1/1000: Ytterste statistiske endepunkt i simuleringen.

Ut fra disse prinsippene har vi plottet faregrenser pr. faresone og pr. profil på kartet, se fig. 17.



Figur 17: Tolkede faregrenser 1/100, 1/300 og 1/1000.

Se for øvrig vedlagte faresonekart, tegning 10203390-001.

Faregrenser og faresonekartet viser at den nominelle årlige sannsynligheten for steinsprang/-skred på boligeiendommene i Turistvegen 277 og 279 er større enn tillatt. Det må derfor gjøres sikringstiltak for å tilfredsstille kravene i Plan- og bygningsloven og TEK 17.

Løsmasseskred og snø-/sørpeskred utgjør ikke en risiko som er større enn tillatte verdier gitt i Plan- og bygningsloven og TEK17, og antas representert med en sannsynlighet, $s < 5000$ som er tilfredsstillende for alle sikkerhetsklasser.

8 Risikoreduserende tiltak – Bergsikring

8.1 Generelt

I dette kapittelet er det foreslått tiltak som er nødvendig for å møte kravene til sikkerhet med hensyn på steinsprang fra skrenten nordøst for Turistvegen 277 og 279.

Endelige sikringstiltak kan avvike fra det som blir foreslått her. Begrunnelsen for dette er først og fremst at valg av sikringsmetode er avhengig av praktisk gjennomførbarhet og tilkomstmuligheter. Dessuten vil det ikke være mulig å få full oversikt over det totale sikringsomfanget før sikringsarbeidene er i gang.

8.2 Anbefalte sikringstiltak

Både aktive og passive sikringsmetoder kan i utgangspunktet være aktuelle.

Aktive sikringstiltak er sikring i berget som hindrer blokkutfall og utløsning av steinsprang. Eksempler på aktive sikringstiltak er rensk, bolting og nettsikring.

Passive sikringstiltak kan være i form av fanggjerd, skredvoll e.l. Slike tiltak må dimensjoneres (f.eks. ved hjelp av numerisk modellering i RocFall) og prosjekteres. Da skråningsfoten ligger tett ned til boligeiendommene tror vi skredvoll vil være en uegnet metode. Likeledes tror vi etablering av fanggjerder vil bli en uforholdsmessig kostbar sikringsmetode (meget kraftige fanggjerder med samlet lengde ca. 80m).

På bakgrunn av dette anbefaler vi utførelse av aktive sikringstiltak, som angitt i det etterfølgende.

8.2.1 Spettrensk og vegetasjonsrensk

Innledningsvis foretas spettrensk i den steile bergskrenten, for å fjerne helt løse steinblokker for å kunne utføre andre sikringstiltak på en forsvarlig måte. Unntak vil her være blokker som ved rensk vil kunne påføre bebyggelsen skade. Det er imidlertid mulig å begrense slike skader ved å spenne opp midlertidige wirenett mellom trær i skråningen nedenfor, og evt. beskytte husveggene med trepaller, skytematter e.l.

Vegetasjonsrydding utføres kun i den grad det er nødvendig for å kunne utføre andre sikringstiltak, og for å fjerne trær med røtter som vokser ned i bergsprekker som kan gi rotsprengning, med påfølgende utrasing av steinblokker. Trær og vegetasjon i skråningen nedenfor potensielle løснеområder har dempende effekt på steinsprang/-skred, og skal så langt det er mulig bevares.

8.2.2 Fjellbolter, fjellbånd og stag

Steinblokker og bergpartier som betraktes som ustabile, men som ikke kan eller bør renskes ned, sikres med fjellbolter. Det benyttes primært Ø20 og Ø25 (diameter hhv. 20 og 25mm) kamstålbolter

som endeforankres med polyesterpatroner. Det forutsettes at sikringsentreprenøren følger bolteprodusentens prosedyre for montering av fjellbolter.

Fjellboltene plassering og lengde må anvises av ingeniørgeolog. Boltelengder på 2, 3 og 4 m er aktuelt for Ø20 bolter, mens det for Ø25 bolter kan bli behov for 4 og 5m lengde.

Alle fjellbolter skal påføres skive, halvkule og mutter. Bolter m/tilbehør skal ha dobbel korrosjonsbeskyttelse (varmforsinking og pulverlakkering).

For å oppnå bedre samvirke mellom boltene i en boltegruppe, kan det bli aktuelt å knytte boltene sammen med fjellbånd. Fjellbånd benyttes også i tilfeller der det er risiko for at en ustabil blokk løsner ved boring av boltehull gjennom blokken. Fjellbånd trukket rundt blokken og festet med bolter i sidefjellet vil gi en god arbeidssikkerhet i slike tilfeller.

For sikring av større bergpartier (f.eks. det store overhengende bergpartiet i lokalitet nr. 8, jfr. fig. 8 og tabell 2) vil det bli behov for større boltelengder enn det som er mulig med vanlige fjellbolter. Et egnet alternativ kan da være selvboende stag (type Ischebeck Titan eller tilsvarende, med dobbel korrosjonsbeskyttelse). Slike stag bores inn med engangs-borkrone og kan skjøtes i 3m intervaller opp til ønsket lengde. Det er ikke utenkelig at det kan bli behov for stag opptil 12m lengde. Stagene gyses gjennom en sentrisk plassert injeksjonskanal og ut gjennom hull i borkrona. Det kreves min. 3m forankringslengde i fast berg. Stagene påføres underlagsplate, mutter og strammes til etter foreskrevet herdetid.

8.2.3 Nettsikring

Rensk av helt avløste steinblokker i skrenten kan være problematisk, da det er risiko for å påføre bebyggelsen nedenfor skade. Et brukbart alternativ til rensk kan være nettsikring. Dette innebærer at de ustabile blokkene «pakkes inn» i nett som forankres til omkringliggende fast berg med fjellbolter. Type nett må dimensjoneres i forhold til blokkstørrelsen, men det vil dreie seg om et kraftigere nett enn et tradisjonelt steinsprangnett / flettverksnett.

Nettsikringen må dimensjoneres for blokkstørrelser opptil ca. 3 m³ (ca. 8 tonn). Dette tilsier en kapasitet vinkelrett på nettflaten på min. 100 kN/m (målt i nettremsenes lengderetning).

Det vil bli stilt strenge krav til korrosjonsbeskyttelse av nettsikring, på lik linje med øvrige sikringsmidler (fjellbolter, –bånd og stag).

8.2.4 Utførelse av sikringsarbeidene

For utførelse av sikringsarbeidene er det ikke tilkomstmuligheter / rekkevidde for store maskiner, som mobilkran, lift e.l. Alle sikringsarbeider må derfor utføres ved hjelp av klatreutstyr. Dette innebærer bruk av klatrelag som forankrer seg i trær eller forankringsbolter på oversiden av brattskrenten. Bormaskiner og sikringsmidler fires ned eller heises opp med tau.

Alt fjellsikringsarbeid må utføres av personell som har kompetanse og erfaring på dette området. Det er sikringsentreprenørens ansvar å påse at sikringsarbeider foregår under kontrollerte forhold, slik at enhver form for skade på liv, helse og materiell/eiendom unngås.

Detaljanvisning av sikringsarbeidene må gjøres av ingeniørgeolog i samarbeid med sikringsentreprenøren når arbeidene kommer til utførelse.

I Norge finnes pr. i dag 5 – 10 sikringsentreprenører som er spesialisert på denne type fjellsikring.

9 Foreløpig antatt sikringsomfang

Stipulering av sikringsomfang er alltid forbundet med en betydelig usikkerhet. Uansett hvor grundig kartlegging som er gjort på forhånd må det påregnes avvik mellom estimerte og faktisk utførte mengder. Tett byggherreoppfølging av sikringsarbeidene vil imidlertid sikre at omfanget blir mest mulig riktig, sett i forhold til behovet.

Basert på vårt kartleggingsarbeid og våre stabilitetsvurderinger har vi kommet frem til følgende stipulerte sikringsomfang (hovedmengder) i fjellskrenten ovenfor Turistvegen 277 og 279:

Tabell 4: Foreløpig stipulert sikringsomfang.

Sikringstiltak	Spesifikasjoner	Enhet	Mengde
Renskearbeider	Spettrensk, vegetasjonsrensk og inspeksjon	Lagtimer	40
Fjellbolter, Ø20	Lengde 2 – 4m	Stk.	50
Fjellbolter, Ø25	Lengde 4 – 5m	Stk.	30
Fjellbånd	Lengde 3m	Stk.	20
Selvborende stag	Lengde 6 – 12m	Stk.	15
Nettsikring	Kapasitet min. 100 kN/m	m ²	100

10 Levetid / vedlikehold av utført fjellsikring

Det skal utelukkende benyttes sikringsmidler med høy grad av korrosjonsbeskyttelse. F.eks. skal bolter og stag m/tilbehør være dobbelt korrosjonsbeskyttet. Akselererte levetidsforsøk på varmforsinkede + pulverlakkerte bolter har dokumentert en levetid på min. 100 år. Dette forutsetter imidlertid at korrosjonsbeskyttelsen ikke påføres vesentlig skade før og under montering. Nettsikringen skal ha tilsvarende nivå på korrosjonsbeskyttelsen. Bruk av nett som kun er galvanisert er med andre ord ikke akseptabelt i dette tilfellet.

Under forutsetning av at alt sikringsarbeid utføres kvalitetsmessig korrekt, vil fjellsikringen være praktisk talt vedlikeholdsfri innenfor sikringsmidlenes levetid. All erfaring tilsier imidlertid at det kan bli behov for en viss grad av periodisk ettersyn. Dette er det naturlig å ta opp til vurdering etter endt sikringsarbeid, men vi vil uansett anbefale et første ettersyn ca. ett år etter utførelse av sikringsarbeidet. Deretter kan det bli aktuelt med ny kontroll etter 5 år. Videre intervaller for ettersyn vurderes etter de første inspeksjonene.

11 Kostnadsoverslag for anbefalte sikringstiltak

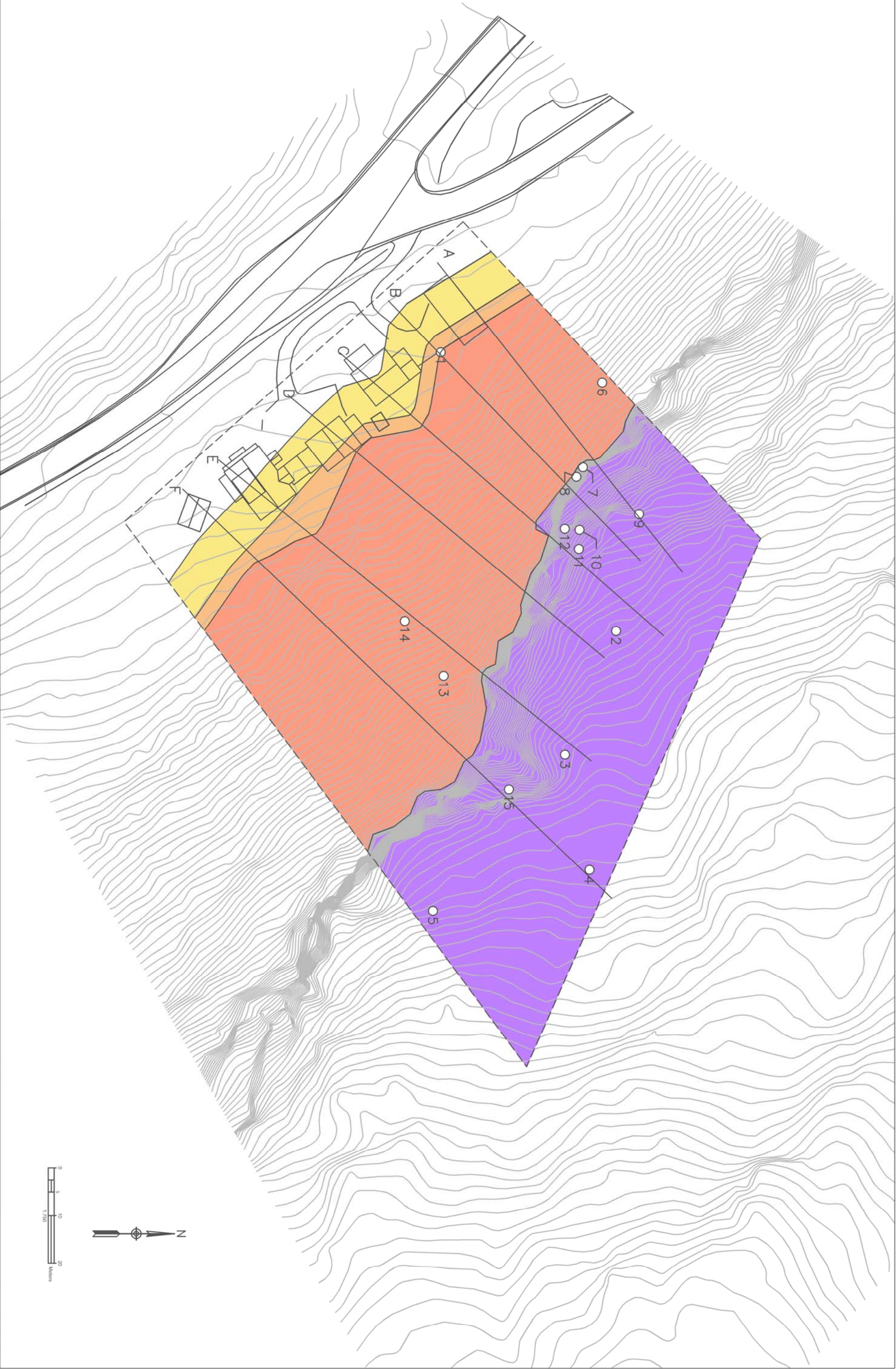
Det antatte sikringsomfanget i kap. 9 er usikkert, noe som gir betydelig usikkerhet også i kostnadsoverslaget. Foruten usikre sikringsmengder vil det være stor usikkerhet knyttet til enhetspriser for sikringstiltakene. Enhetsprisene kan variere mye, avhengig av sikringsarbeidets kompleksitet, tilkomstmuligheter og markedssituasjonen for de enkelte sikringsentreprenører som inviteres til å konkurrere om jobben.

Det forutsettes at alle sikringsarbeider må utføres ved hjelp av klatreutstyr. Dette gir vesentlig høyere enhetspriser for sikringstiltakene, sett i forhold til arbeider der mobilkran eller lift kan benyttes.

Alle priser er eks. mva.

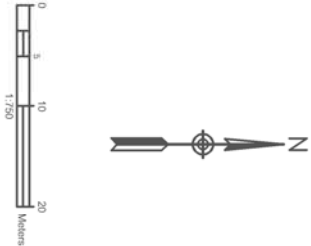
Tabell 5: Kostnadsoverslag for sikringsarbeider (entreprisekostnader)

Kostnadselement	Mengde	Enhet	Enhetspris	SUM
Spettrensk, vegetasjonsrensk og inspeksjon	40	Lagtimer	kr 2 000	kr 80 000
Fjellbolter, Ø20, lengde 2 – 4m	50	Stk.	kr 3 000	kr 150 000
Fjellbolter, Ø25, lengde 4 – 5m	30	Stk.	kr 4 000	kr 120 000
Fjellbånd, lengde 3m	20	Stk.	kr 1 000	kr 20 000
Selvborende stag, lengde 6 - 12m	15	Stk.	kr 6 000	kr 90 000
Nettsikring, kapasitet min. 100 kN/m	100	m ²	kr 700	kr 70 000
Festebolter for nett og fjellbånd	20	Stk.	kr 1 000	kr 20 000
Delsum				kr 550 000
Rigg & drift, 20 %	1	RS	kr 110 000	kr 110 000
Total sum (eks. mva.)				kr 660 000



Tegnforklaring

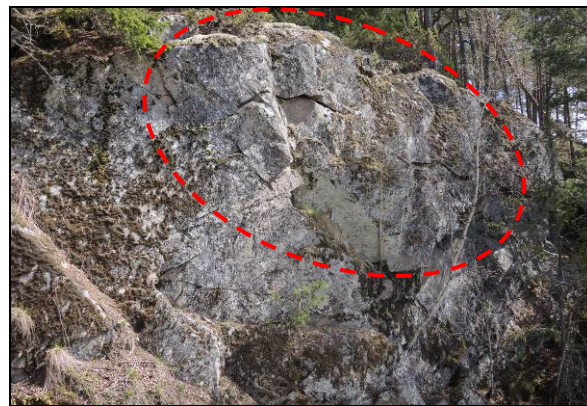
- Antatt løseområde
- Slope 1/100
- Slope 1/300
- Slope 1/1000
- 06 Registrerte lokaliteter
- A-F: Profilinjer for RoofFall-analyse



Prosjekt		Dato		Side	
NVE		04.06.2018		1 av 1	
Turistvegen 277/279, skredfarevurdering		04.06.2018		A3	
Faresonekart		1:750		Fotografert	
Multiconsult		10203390-02		001	
001		001		001	



Lokalitet 2



Lokalitet 4



Lokalitet 5



Lokalitet 6



Lokalitet 8



Lokalitet 9

Fotobilag – Turistvegen 277 / 279

FOTOBREDDE (mm)

DATO

KONTROLL

06.06.18

Multiconsult

OPPDAG NR.

TEGN NR.

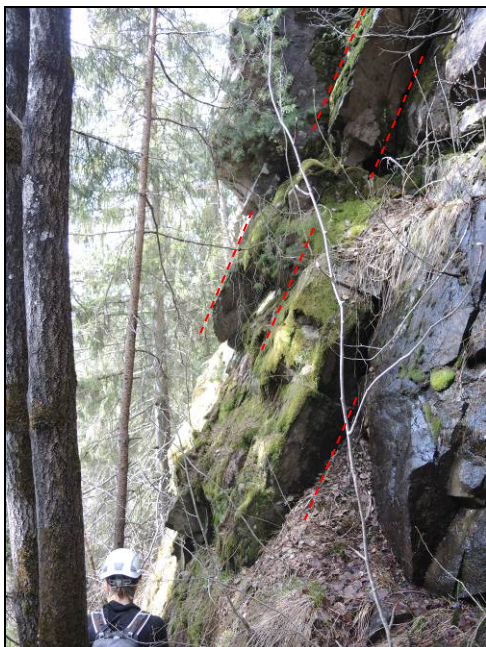
REV.

SIDE

10203390-02

900

1 av 2



Lokalitet 10



Lokalitet 11



Lokalitet 13



Lokalitet 14



Lokalitet 15

Fotobilag – Turistvegen 277 / 279		FOTOBREDDE (mm)	DATO	KONTROLL
			06.06.18	
	OPPDAG NR.	TEGN NR.	REV.	SIDE
	10203390-02	900		2 av 2