
RAPPORT

Mellebergvegen, Lillehammer

OPPDRAKSGIVER

Lillehammer kommune

EMNE

Skredfarevurdering og vurdering av sikringstiltak

DATO / REVISJON: 19. november 2018 / 00

DOKUMENTKODE: 10207441-RIG-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	Mellebergvegen, Lillehammer	DOKUMENTKODE	10207441-RIG-RAP-001
EMNE	Skredfarevurdering og vurdering av sikringstiltak	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Lillehammer kommune	OPPDRAGSLEDER	Kjetil Moen
KONTAKTPERSON	Anders Breili	UTARBEIDET AV	
KOORDINATER	SONE: 32V ØST: 577419 NORD: 6775151	ANSVARLIG ENHET	10101040 Bergteknikk
GNR./BNR./SNR.	31 / 112 / X / Lillehammer		

SAMMENDRAG

På oppdrag for Lillehammer kommune har Multiconsult utført en skredfarevurdering iht. TEK17 og NVEs retningslinje 2-2011, for boligeiendommene i Mellebergvegen 6 – 24 i Lillehammer kommune. Veggen og eiendommene ligger ved foten av en sørøstvendt fjellskrent.

Vurderingen har kun omfattet skredtypen steinsprang/-skred.

Bakgrunnen for oppdraget er en steinspranghendelse som oppsto i begynnelsen av mai 2018. To steinblokker på opptil ca. 1m³ løsnet fra et steilt bergparti i fjellskrenten, og raste ned på boligeiendommen Mellebergvegen 24.

Det er foretatt en detaljert kartlegging av potensielt ustabile partier i fjellskrenten. På bakgrunn av registreringene, inkl. steinspranghendelsen i mai 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.

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, wireforankringer, stag og nettsikring.

Et antatt sikringsomfang er stipulert og kostnadsberegnet.

00	19.11.2018	Skredfarevurdering og vurdering av sikringstiltak	Kjetil Moen	Per Heimli	Kjetil Moen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
2	Utførte undersøkelser.....	5
3	Observasjoner og grunnforhold	6
3.1	Topografi, løsmasseforhold, berggrunn og vegetasjon.....	6
3.2	Vann- og vassdragsforhold	6
4	Vurdering av skredfare	6
4.1	Steinsprang ned på Mellebergvegen 24 i mai 2018.....	7
4.2	Kartlegging av potensielt ustabile steinblokker og bergpartier	8
5	Risikovurdering med hensyn på steinsprang / -skred	10
5.1	Sikkerhetsklasser, konsekvenser og sannsynlighet for skred.....	10
5.2	Numerisk modellering	11
6	Faresoner	16
7	Risikoreducerende tiltak – Bergsikring	19
7.1	Generelt	19
7.2	Anbefalte sikringstiltak	19
7.2.1	Spettrensk og vegetasjonsrensk	19
7.2.2	Fjellbolter, fjellbånd, wireforankringer og stag.....	19
7.2.3	Nettsikring	20
7.2.4	Utførelse av sikringsarbeidene	20
8	Foreløpig antatt sikringsomfang	20
9	Levetid / vedlikehold av utført fjellsikring.....	21
10	Kostnadsoverslag for anbefalte sikringstiltak	22

Vedlegg:

1. Tegning 10207441-900

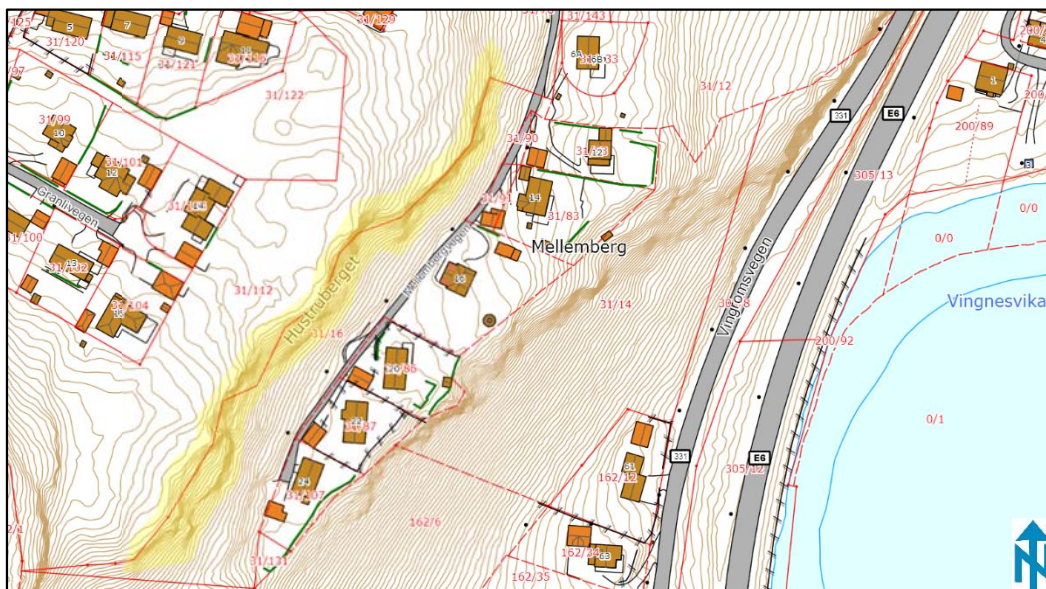
Fotobilag

1 Innledning

Multiconsult har på oppdrag for Lillehammer kommune utført en skredfarevurdering iht. TEK17 i en ca. 200m lang fjellskrent langs Mellebergvegen i Lillehammer kommune. Skredfarevurderingen omfatter fare for steinsprang relevant for eiendommene Mellebergvegen 6, 12, 14, 16, 20, 22 og 24. Boligeiendommene ligger på sørøstsiden av veien som går langs foten av den sørøstvendte fjellskrenten. Se kartutsnittet på fig. 1 nedenfor.

Behovet for skredfarevurdering er utløst av at det i begynnelsen av mai 2018 gikk et steinsprang ned mot Mellebergvegen 24. To steinblokker kom ned i hagen rett sør for bolighuset på eiendommen.

Skredfarevurderingen er gjort med tanke på å anslå gjentaksintervall for steinsprang og definering av faresonene 1/100, 1/300 og 1/1000. I tillegg er det gjort en vurdering av behov for sikringstiltak.



Figur 1: Kartutsnittet viser den kartlagte fjellskrenten med gul skraver.

2 Utførte undersøkelser

Befaring i området ble utført den 12. september 2018. Det ble utført befaring til fots i skråningen mellom Mellebergvegen og fjellskrenten (jfr. fig. 1). Det ble lagt vekt på å identifisere og kartlegge antatt ustabile partier og løse steinblokker i den steile fjellskrenten (potensielt løснеområde for steinsprang). Det ble tatt bilder for å dokumentere registreringene.

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 Direktoratet for byggkvalitet, www.lovdata.no og www.dibk.no.
- Veileder til kartlegging av flom- og skredfare i arealplaner fra NVE (retningslinjer 2011-02), www.nve.no.
- DWG-fil med digitalt kart over området, tilsendt fra Lillehammer kommune (17.09.2018).

3 Observasjoner og grunnforhold

3.1 Topografi, løsmasseforhold, berggrunn og vegetasjon

Nedre del av skråningen består av urmasser, jord og vegetasjon i form av busker og trær. Helningen på denne skråningen er 30-40°. Ovenfor skråningen stiger det opp en bratt bergskrent der det for det meste er blottlagt berg og lite vegetasjon. Flere steder er bergskrenten vertikal. Bergskrenten er opptil ca. 15m høy.

Løsmassene i området består av morenemateriale med varierende mektighet (kilde: www.ngu.no).

Berggrunnen består av sandstein og skifer i veksling (kilde: www.ngu.no).

På oversiden av den steile bergskrenten flater terrenget ut. Her er det skogbunn og middels tett skog. Litt lenger inn (min. ca. 20m) på oversiden av skrenten er det boligbebyggelse.

Bergmassen i det undersøkte området er moderat til tett oppsprukket. Dette gir seg utslag i at berget har dels relativt grovblokkig, og dels skifrig/flakig preg. Det ble registrert tre hovedsprekkesett:

1. Fallretning 205-270° (sørvest), fallvinkel 70-85° - Steile sprekker som skjærer inn i skrenten mer eller mindre vinkelrett.
2. Fallretning 100-150° (sørøst), fallvinkel 60-90° - Steile sprekker med fall ut av skrenten.
3. Fallretning 290-345° (nordvest), fallvinkel 10-35° - Foliasjonssprekker (lagdeling), slakt fall inn i skrenten. Gir berget et tett oppsprukket preg, spesielt i midtre og nordøstre del av skrenten.

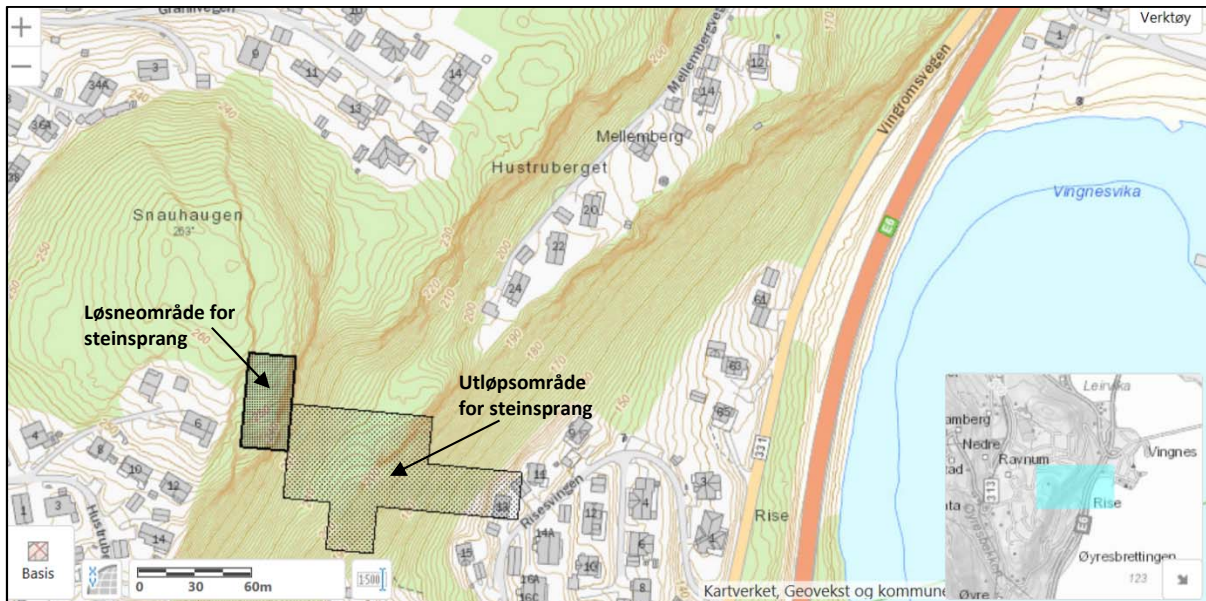
For øvrig forekommer sporadiske sprekker med orientering som avviker fra de gjentakende sprekkesettene.

3.2 Vann- og vassdragsforhold

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

4 Vurdering av skredfare

Vi har studert aktsomhetskart for steinsprang (ref. <http://atlas.nve.no>) gjeldene for det undersøkte området ved Mellebergvegen. I aktsomhetskartet er det markert et aktsomhetsområde i skrenten lenger mot sørvest. I fjellskrenten som ligger innenfor det området som er relevant for Mellebergvegen 6 – 24 er det imidlertid ikke markert noe aktsomhetsområde. Se for øvrig utsnitt fra aktsomhetskart i fig. 2.



Figur 2: Aktsomhetskart der aktsomhetsområde for steinsprang er vist med sort skravur. Kilde: NVE Atlas. Vi har påført anvisning av løseområde og utløpsområde for steinsprang.

Totalstabiliteten i berggrunnen i området vurderes som tilfredsstillende. Dette vil si at det ikke regnes som sannsynlig at fjellskred og større steinsprang skal kunne forekomme. Potensiale for steinsprang er imidlertid helt klart til stede.

Tatt i betraktning registrering av steinblokker i skråningen ned mot boligvegen, og ikke minst steinspranget ned på Mellebergvegen 24 i mai, er det vår vurdering at det er en åpenbar risiko for steinsprang som kan nå boligbebyggelsen. Det kan derfor betraktes som misvisende at det ikke er markert aktsomhetsområde for steinsprang langs veien (se fig. 2).

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

- Vanntrykk
- Frost-/issprengning
- Rotsprengning
- Forvitring

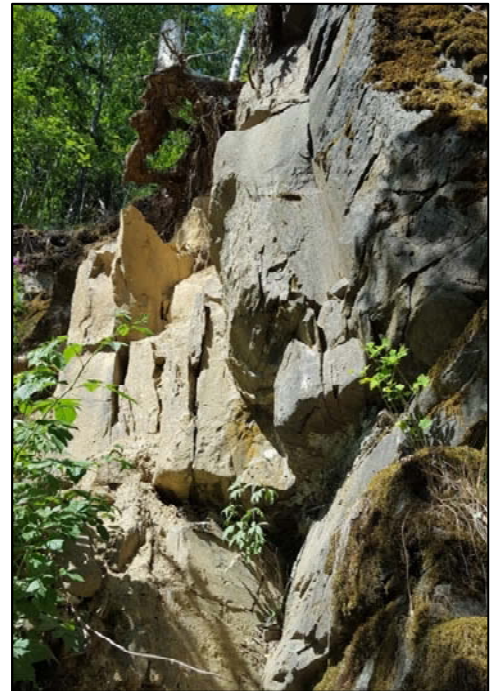
4.1 Steinsprang ned på Mellebergvegen 24 i mai 2018

I begynnelsen av mai 2018 gikk det et steinsprang i fjellskrenten, og to steinblokker raste ned i hagen rett sør for bolighuset i Mellebergvegen 24. Kun små, materielle skader oppsto som følge av steinspranget.

NVE v/Jaran Wasrud var på befaring til stedet den 27.06.2018, og konstaterte i e-post av 12.07.2018 at den største steinblokken var på anslagsvis 1m^3 . Wasrud sin videre vurdering var: «Blokkene har trolig løst som følge av teleløsning og økt vanntilførsel som følge av snøsmelting. Rotsprengning er også en aktiv prosess i berget her».

Vi støtter NVE sin vurdering. Steinspranghendelsen i mai gir en indikasjon på at det er overveiende sannsynlig at lignende hendelser kan skje i fremtiden, og at det derfor er behov for en detaljvurdering av stabilitetsforhold og konkret sikringsbehov i fjellskrenten.

Foto i fig. 3 viser steinblokkene fra steinspranget i mai, samt løснеområdet oppe i fjellskrenten.



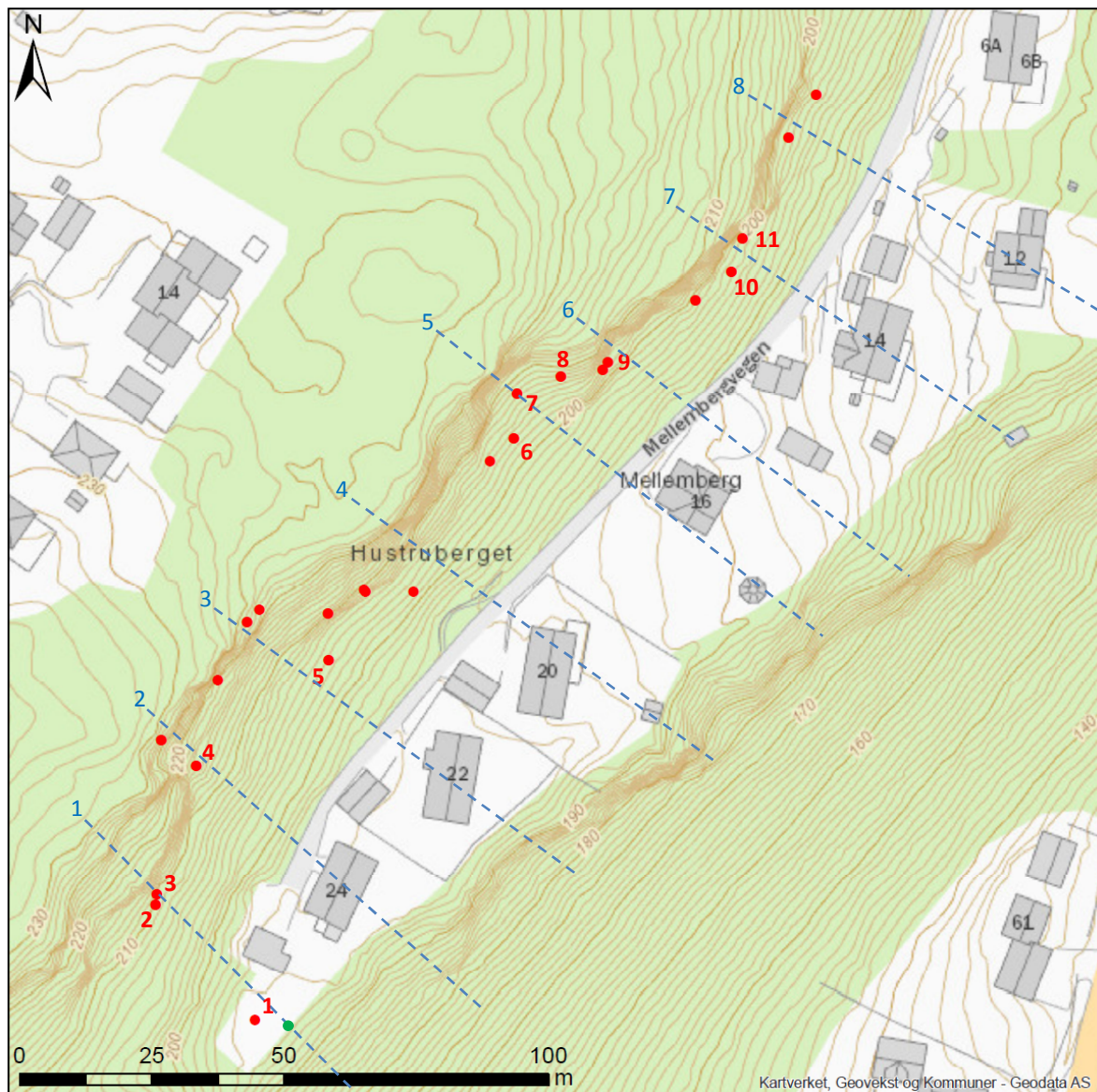
Figur 3: Bildet til venstre viser oversikt over steinspranget mai 2018, med de to steinblokkene (ringet inn) som kom ned på eiendommen Mellebergvegen 24. Bildet til høyre viser løснеområdet for steinspranget, oppe i den bratte bergskrenten.

4.2 Kartlegging av potensielt ustabile steinblokker og bergpartier

Ved vår befaring den 12. september foretok vi en systematisk kartlegging av potensielt ustabile steinblokker og bergpartier i skrenten, i den utstrekning vi har vurdert som relevant mht. fare for steinsprang mot Mellebergvegen 6 – 24. Omfanget av registrerte lokaliteter er vist på kartutsnittet i fig. 4, og en kortfattet beskrivelse av de enkelte lokaliteter er gitt i tabell 1.

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

For vurdering av steinsprangfare og sannsynlig utløpsdistanse for eventuelle steinsprang, vil det alltid være nyttig å kartlegge historiske steinspranghendelser. Etter det vi kjenner til har man ikke registrert andre steinsprang i området, i samme størrelsesorden som steinspranget som gikk i mai 2018. Beboere i området har imidlertid fortalt om mindre steinsprang, som har stoppet på veien.



Figur 4: Kartutsnittet viser oversikt over registrerte lokaliteter (røde prikker) i fjellskrenten ovenfor Mellebergvegen 6 – 24. Blå stiplede linjer 1 – 8 markerer profiler benyttet til numerisk modellering i RocFall, se kap. 5.2. Grønn prikk markerer ca. beliggenhet av steinblokken som kom lengst ved steinspranget i mai 2018.

Tabell 1: Beskrivelse av registrerte lokaliteter

Lokalitet nr.	Beskrivelse	Foto
1	To steinblokker raste ned på eiendommen Mellebergvegen 24 i mai 2018	Figur 3
2	Avløste blokker på opptil et par m ³ . Fare for rotsprengning.	Fotobilag
3	Løseområde for steinspranget i mai 2018. Fortsatt avløste blokker er observert.	Figur 3
4	Flere store, antatt løse blokker. Har marginal fot.	Fotobilag
5	Mindre, avløste blokker i liten brattskrent.	Fotobilag
6	Oppsprukket, overhengende bergparti med til dels åpne baksprekker.	Fotobilag
7	Stort, oppsprukket bergparti (30 – 40 m ³) med åpen baksprekk og dårlig, oppsprukket fot.	Fotobilag
8	Stort, oppsprukket bergparti (ca. 20 m ³) med åpen baksprekk. God friksjon	Fotobilag
9	Stor blokk, ca. 5 m ³ . Står steilt og har dårlig fot.	Fotobilag
10	Stor blokk med åpen baksprekk. Delvis overheng og dårlig fot.	Fotobilag
11	Steile bergskiver i bergvegg. Åpne baksprekker. Flere antatt ustabile partier.	Fotobilag

5 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 bygningssloven (PBL) med tilhørende Teknisk forskrift (TEK17).

Steinsprang / -skred er vurdert som den eneste sannsynlige skredtype relatert til skred mot eiendommene i Mellebergvegen 6 - 24, som ikke tilfredsstiller sikkerhetskravene i PBL og TEK17. Skredfarevurderingen er utført i samsvar med NVEs retningslinje 2-2011.

5.1 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 Mellebergvegen 6 – 24 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 2: 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, har vi foretatt tilsvarende vurdering og definering av faresone 1/300 relatert til bebyggelsen i Mellebergvegen 6 – 24.

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

- Registrering av potensielt ustabile steinblokker og bergpartier, jfr. kap. 4.2
- Registrering av historiske steinsprang, med deres utløpsdistanse, jfr. kap. 4.1 og 4.2
- Bruk av numerisk modellering av steinsprang/-skred – se kap. 5.2

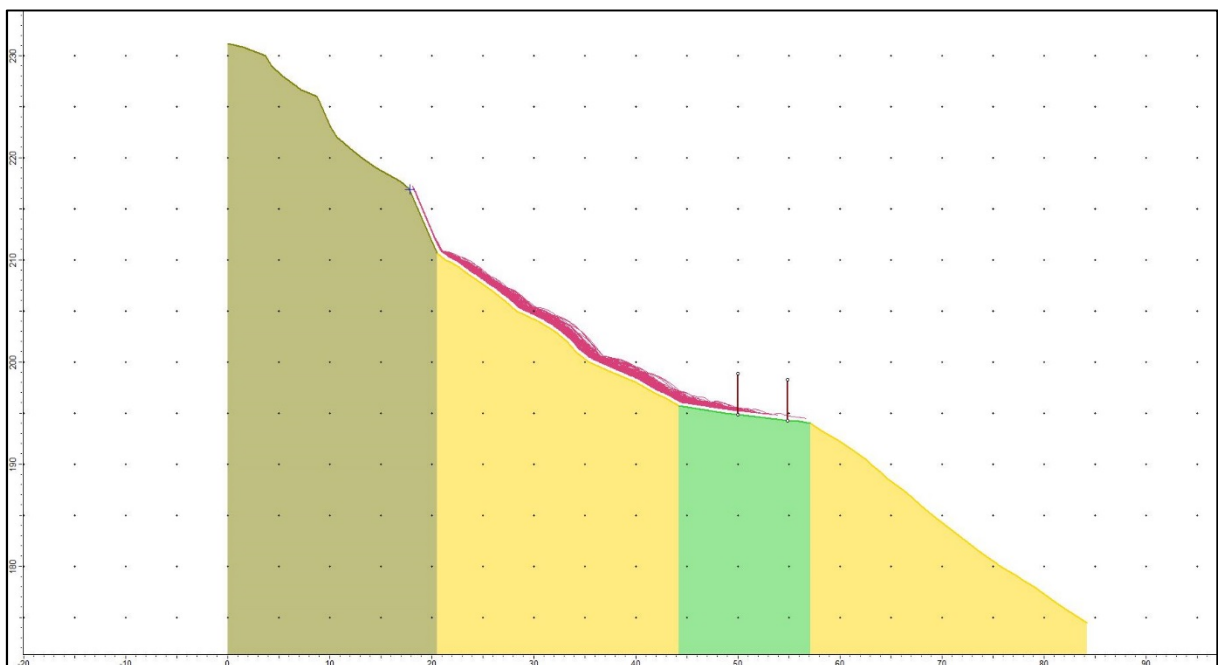
5.2 Numerisk modellering

Vi har utført datasimulering av steinsprang i analyseprogrammet RocFall (versjon 6.0). RocFall er et todimesjonalt simuleringsprogram for statistiske analyser av steinsprang langs et profil. For hver blokk beregnes energi, fart, spretthøyde og endepunkt langs hele profilet.

Numerisk modellering av steinsprang i RocFall har vært nyttig med tanke på å definere faresoner relatert til boligeiendommene i Mellebergvegen 6 – 24.

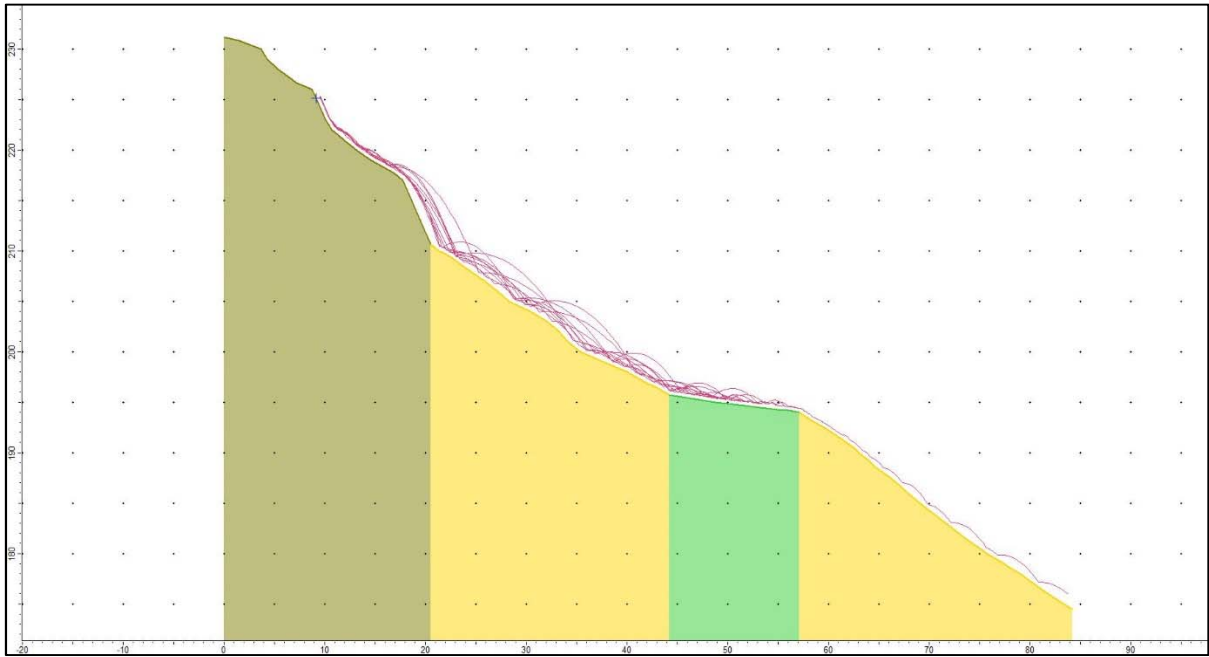
Vi startet med å simulere steinspranget som gikk i mai 2018. Dette steinspranget hadde kjent posisjon for løснеområde og kjent endepunkt. Ved å foreta gjentakende simuleringer med stadig endring av inngangsparametre kom vi frem til et sett med parametre for underlaget i fjellskrenten (bergblotninger, ur med skog, gressplen m.m.) som ga et resultatbilde som stemte bra med det faktiske steinspranget. «Hexagon» ble valgt som standard blokkform.

Figur 5 viser et skjermbilde fra RocFall der det faktiske steinspranget i mai 2018 er simulert.



Figur 5: Skjermbilde fra RocFall som viser simulering av steinspranget i begynnelsen av mai 2018. De vertikale strekene nederst i profilet (1, ref. fig. 4) markerer punktene der de to steinblokkene stoppet. Simuleringen gir et representativt bilde av gjentatte simuleringer med statistisk fordeling av 100 blokker som er utløst fra det samme løснеområdet.

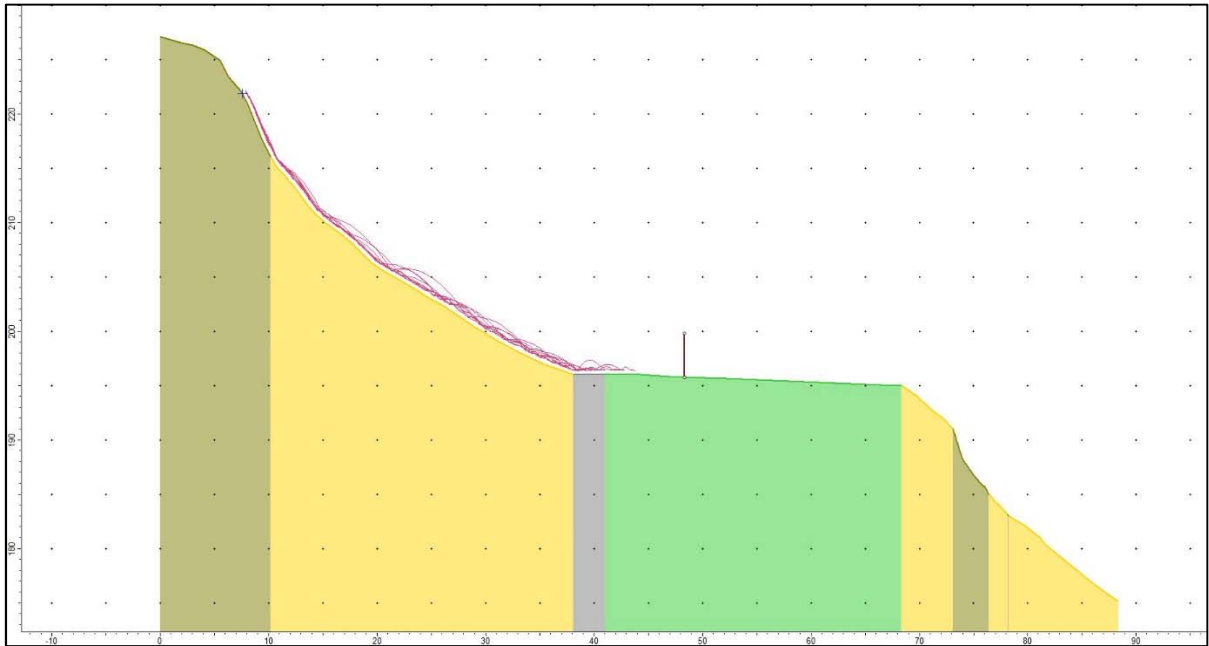
Med utgangspunkt i det datasettet som er benyttet for simuleringen av steinspranget som gikk i mai 2018, har vi foretatt simulering av steinsprang på til sammen 8 profiler, 1 – 8, som vist på fig. 4. Faktisk registrerte, antatt ustabile blokker og bergpartier er tilordnet profilene. En viss grad av konservativt skjønn er foretatt i denne sammenheng. Fig. 6 – 13 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 (bolighus) nærmest fjellskrenten.



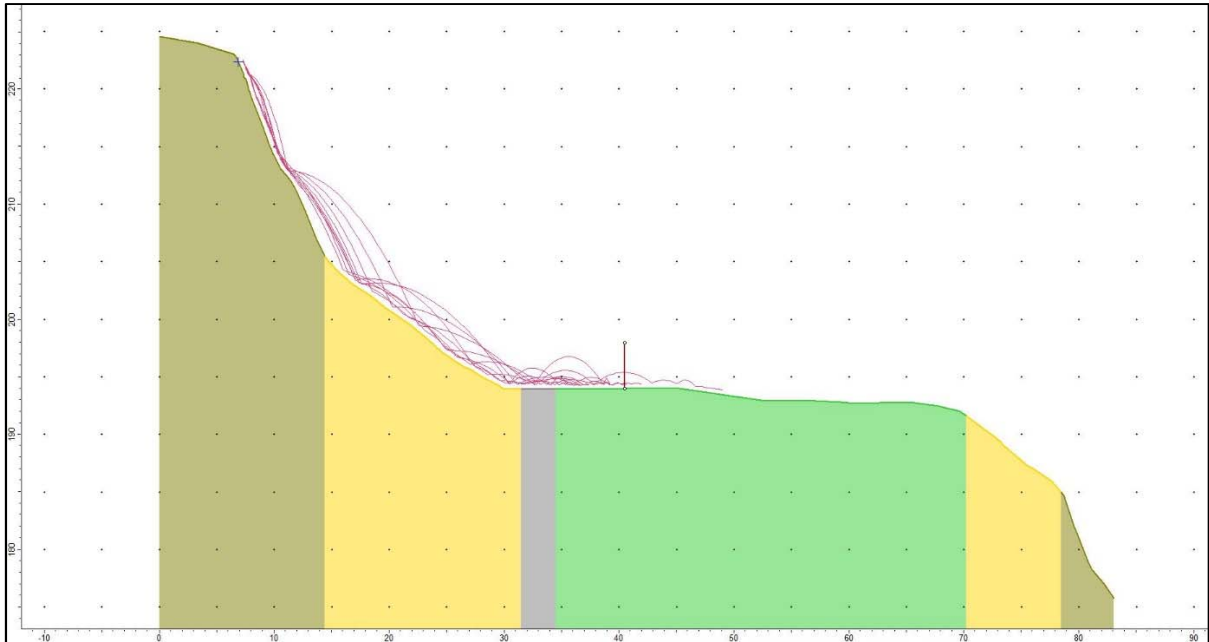
Figur 6: Steinsprangsimulering på Profil 1



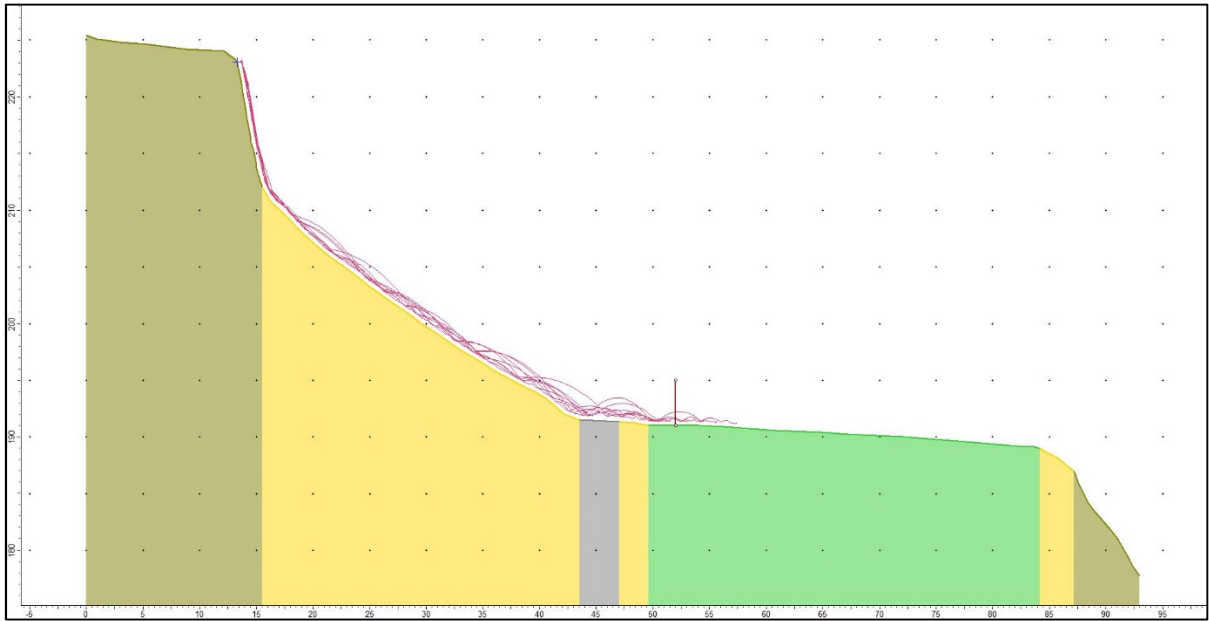
Figur 7: Steinsprangsimulering på Profil 2



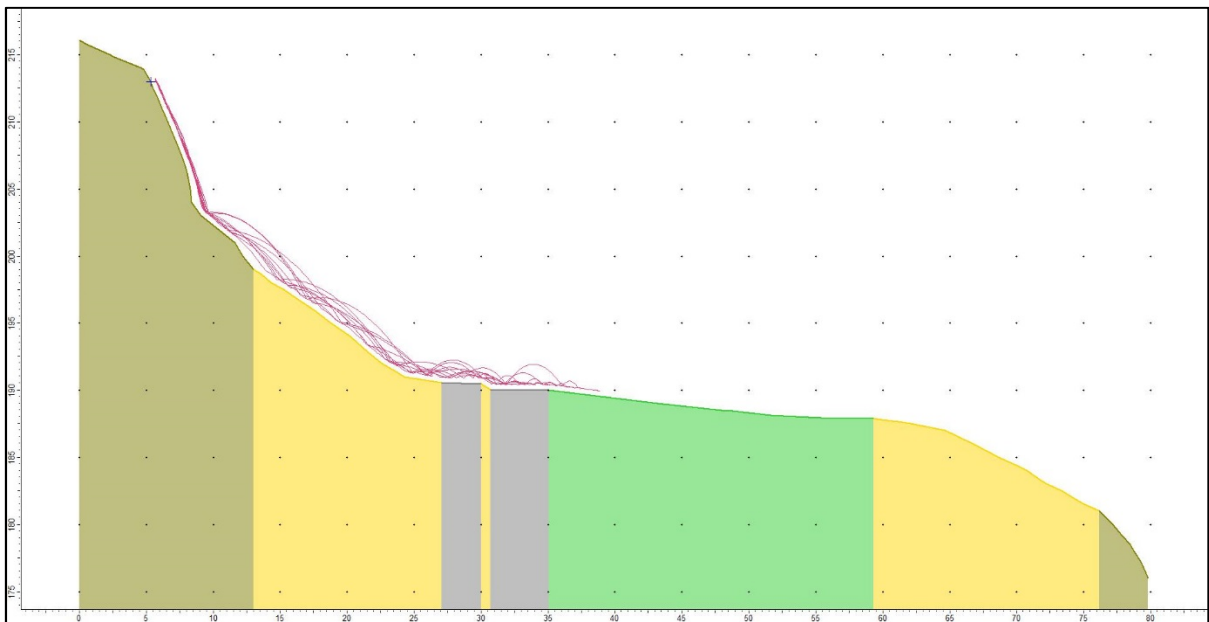
Figur 8: Steinsprangsimulering på Profil 3



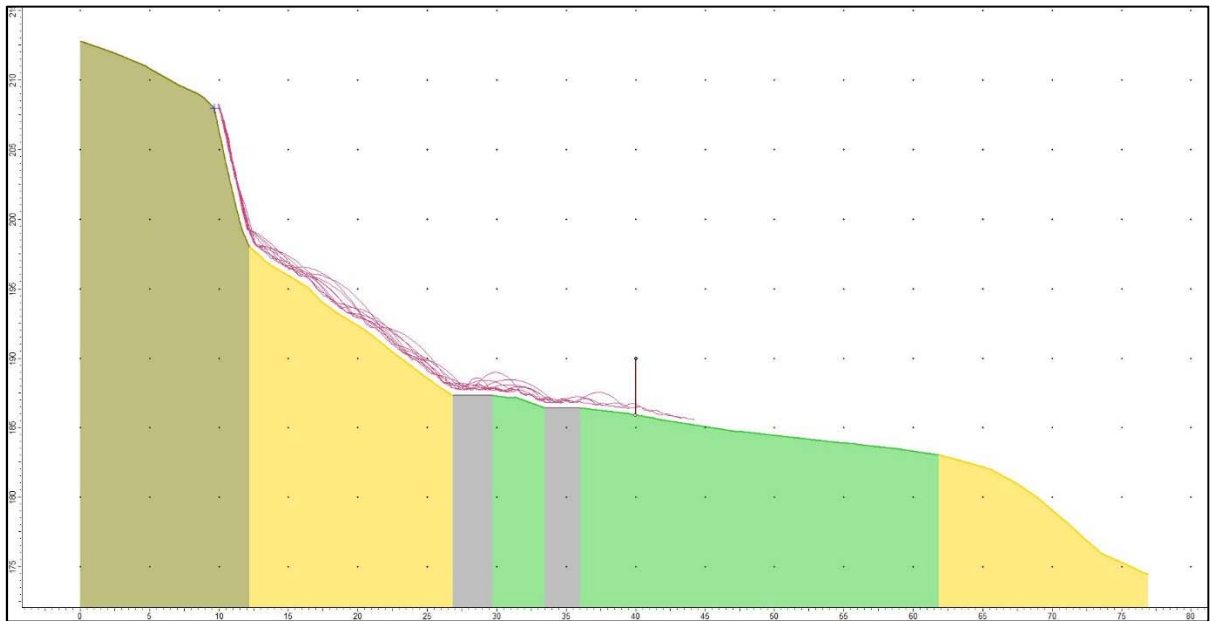
Figur 9: Steinsprangsimulering på Profil 4



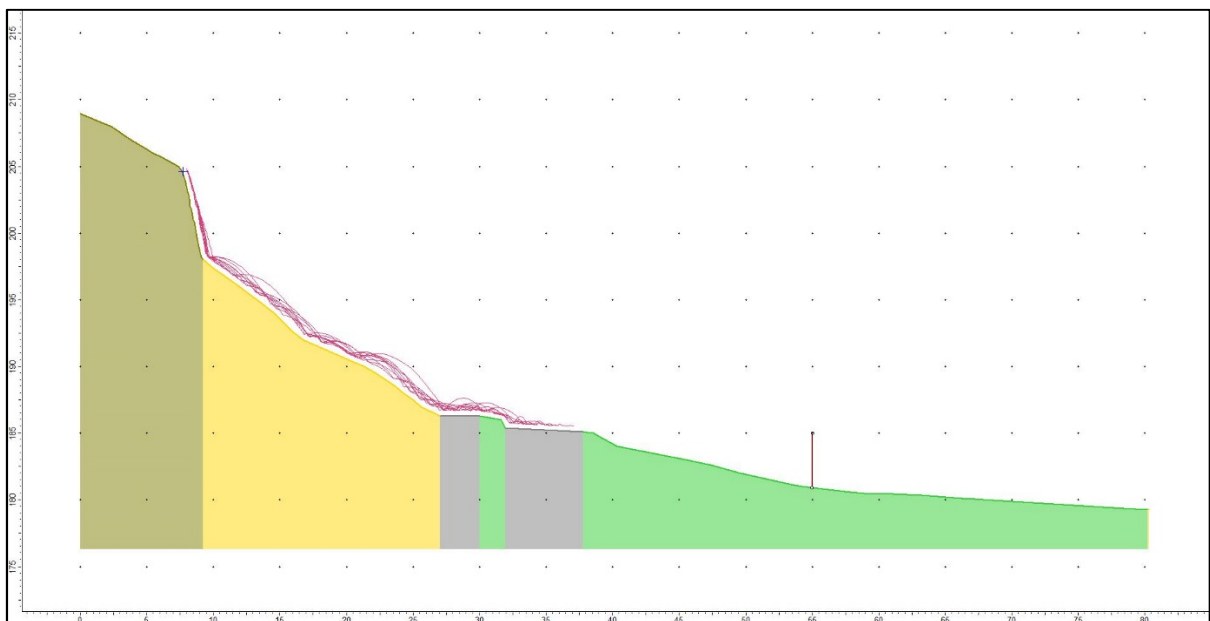
Figur 10: Steinsprangsimulering på Profil 5



Figur 11: Steinsprangsimulering på Profil 6



Figur 12: Steinsprangsimulering på Profil 7



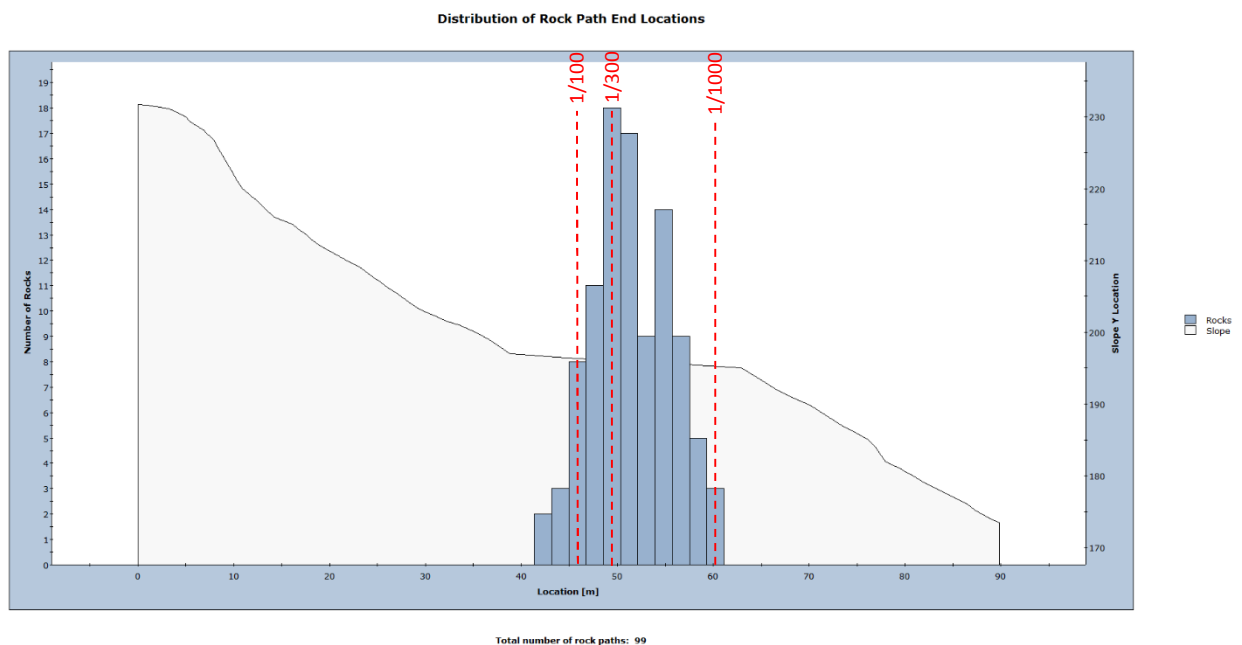
Figur 13: Steinsprangsimulering på Profil 8

6 Faresoner

Vi har definert faresoner for steinsprang relatert til eiendommene Mellebergvegen 6 – 24, 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. 14.

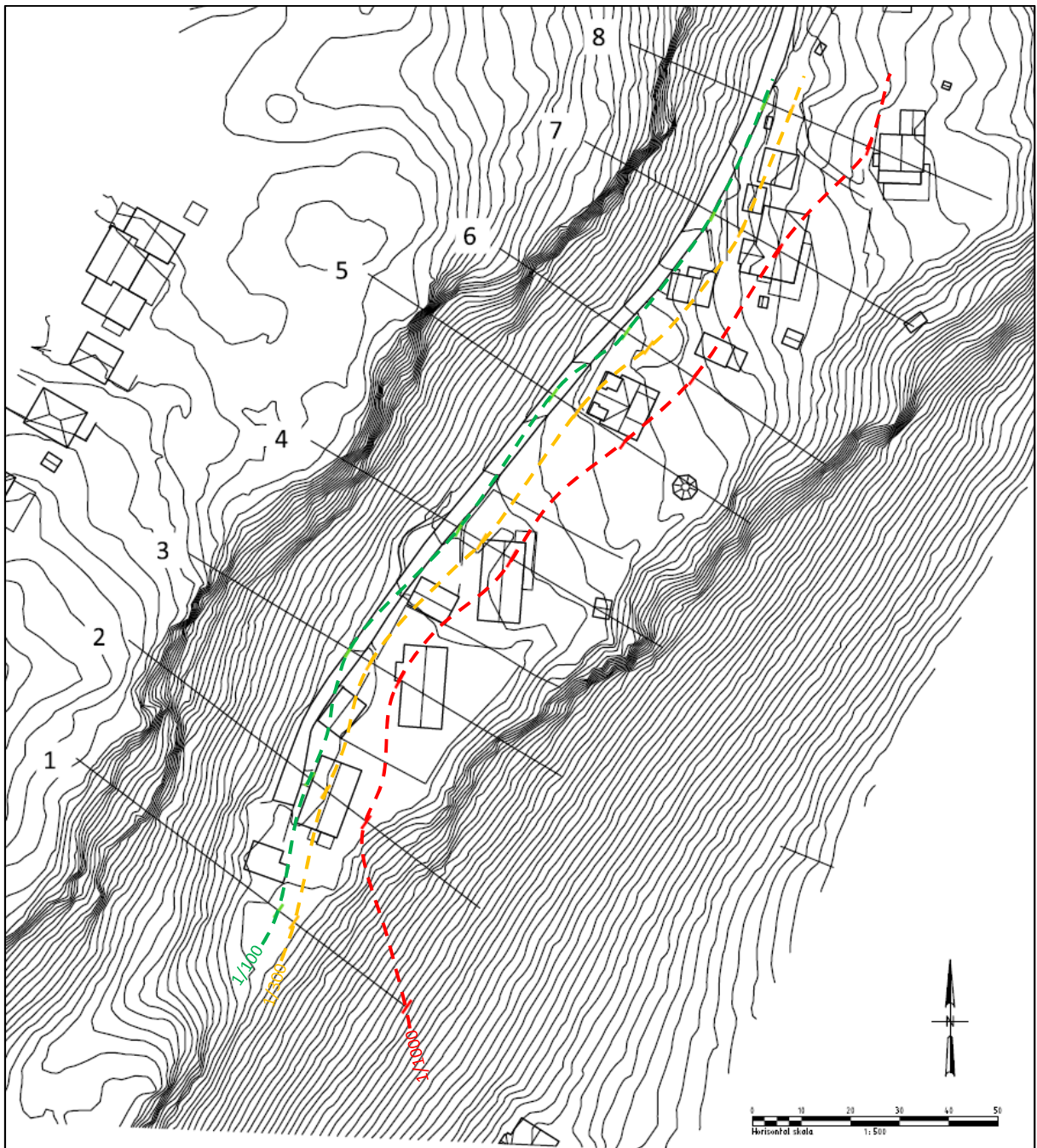


Figur 14: Eksempel på graf generert i RocFall, der det er vist en statistisk fordeling av endepunkter for steinsprang (100 steinblokker) utløst i Profil 2. Røde stiplede streker markerer typiske posisjoner i diagrammene der faregrensene for faresone 1/100, 1/300 og 1/1000 er antatt, basert på den statistiske 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.

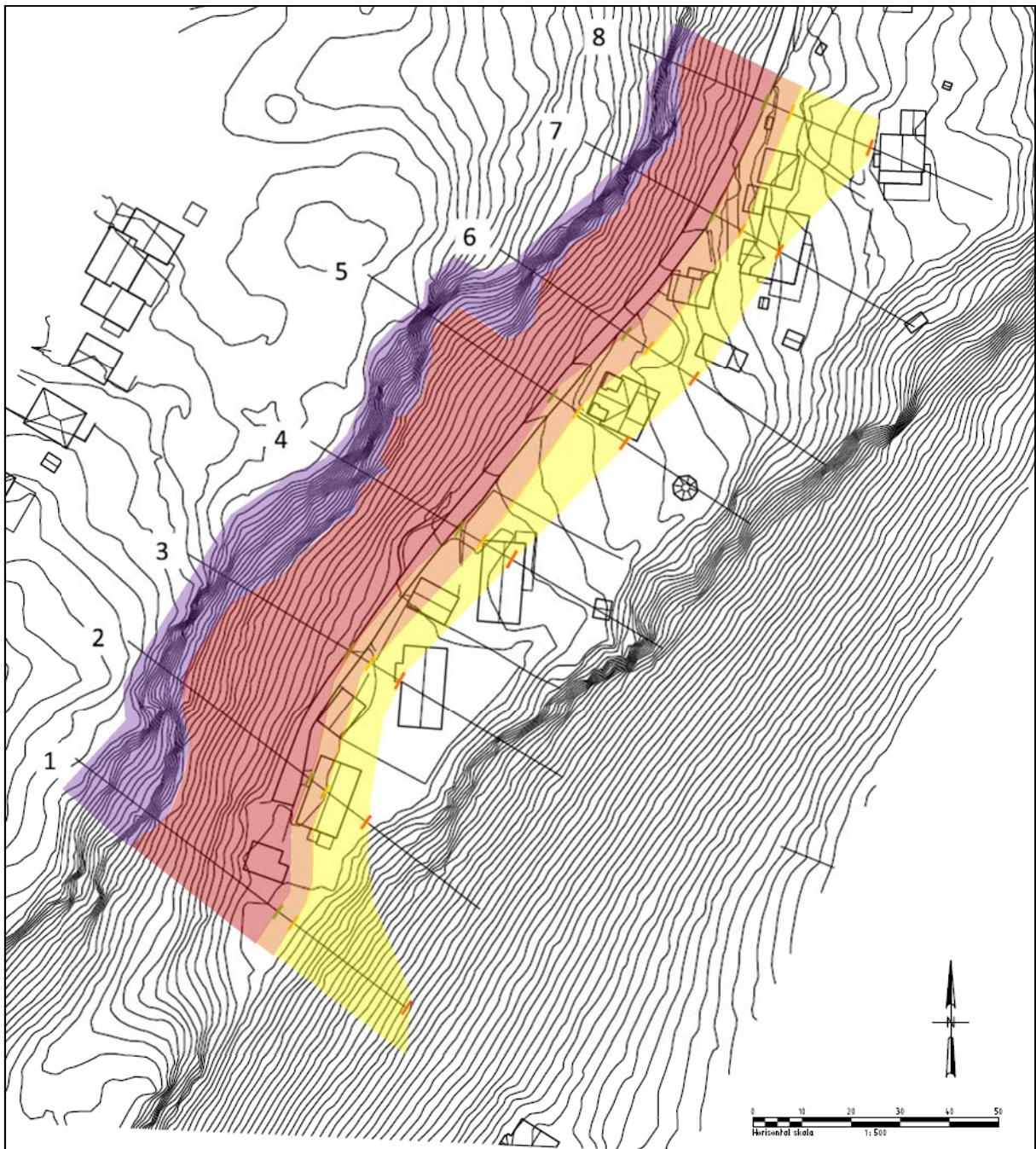
Ut fra disse prinsippene har vi plottet faregrenser pr. faresone og pr. profil på kartet, se fig. 15.



Figur 15: Tolkede faregrenser 1/100, 1/300 og 1/1000

På grunnlag av tolkede faregrenser er det tegnet et faresonekart, se fig. 16.

Faregrenser og faresonekartet viser at den nominelle årlige sannsynligheten for steinsprang/-skred på boligeiendommene i Mellebergvegen 6 og 24 er større enn tillatt. Det må derfor gjøres sikringstiltak for å tilfredstille kravene i Plan- og bygningsloven og TEK 17.



Figur 16: Faresonekart. Se tegnforklaring nedenfor.

Tegnforklaring:

- Løsneområde for steinsprang
- Faresone $s \geq 1/100$
- Faresone $s \geq 1/300$
- Faresone $s \geq 1/1000$

7 Risikoreduserende tiltak – Bergsikring

7.1 Generelt

I dette kapittelet er det foreslått tiltak som er nødvendig for å møte kravene til sikkerhet med hensyn på steinsprang fra skrenten nordvest for Mellebergvegen 6 – 24.

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.

7.2 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 fanggjerde, skredvoll e.l. Slike tiltak må dimensjoneres (f.eks. ved hjelp av numerisk modellering i RocFall) og prosjekteres. Da skråningsfoten ligger tett ned til vegen og boligeiendommene tror vi skredvoll vil være en uegnet metode. Likeledes tror vi etablering av fanggjerder vil bli en uforholdsmessig kostbar sikringsmetode.

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

7.2.1 Spettrensk og vegetasjonsrensk

Innledningsvis foretas spettrensk i den steile bergskrenten, for å fjerne helt løse steinblokker slik at andre sikringstiltak kan utføres 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 løsneområder har dempende effekt på steinsprang/-skred, og skal så langt det er mulig bevares.

7.2.2 Fjellbolter, fjellbånd, wireforankringer og stag

Steinblokker og bergpartier som betraktes som ustabile, men som ikke kan eller bør renskes ned, sikres med fjellbolter. Det benyttes primært Ø20 (diameter 20mm) 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, 4 og 5m er aktuelt.

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.

Wireforankringer benyttes som permanent sikring eller som midlertidig arbeidssikring der det er behov for å sikre større avløste steinblokker og bergpartier. Det benyttes korrosjonsbeskyttet wire med diameter ca. 10mm. Festemateriell (wireklemmer m.m.) må også være korrosjonsbeskyttet. Wire festes til fjellbolter.

For sikring av større bergpartier kan det bli behov for større boltelengder enn det som er mulig med vanlige fjellbolter. Et egnet alternativ kan da være selvborende stag (type Ischebeck Titan eller tilsvarende). Slike stag bores inn med engangs-borkrone og kan skjøtes i 3m intervaller opp til ønsket 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.

7.2.3 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 antas behov for et kraftigere nett enn et tradisjonelt steinsprangnett.

Nettsikringen må dimensjoneres for blokkstørrelser opptil ca. 2 m³. Dette tilsier en kapasitet vinkelrett på nettplaten 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).

7.2.4 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.

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

8 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 beregnet et stipulert sikringsomfang (hovedmengder) i fjellskrenten ovenfor Mellebergvegen 6 – 24. Mengdeestimatet er presentert i tabell 3.

Tabell 3: Foreløpig stipulert sikringsomfang (hovedmengder)

Sikringstiltak	Spesifikasjoner	Enhet	Mengde
Renskearbeider	Spettrensk, vegetasjonsrensk og inspeksjon	lagtimer	50
Fjellbolter, Ø20	Lengde 2 – 5m	stk.	80
Fjellbånd	Lengde 3m	stk.	30
Wireforankringer	Diameter ca. 10mm	m	100
Selvborende stag	Lengde 6 – 9m	stk.	5
Nettsikring	Kapasitet min. 100 kN/m	m ²	200
Festebolter for bånd, wire og nett	Ø20, lengde 0,8 – 1,5m	stk.	60

9 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.

10 Kostnadsoverslag for anbefalte sikringstiltak

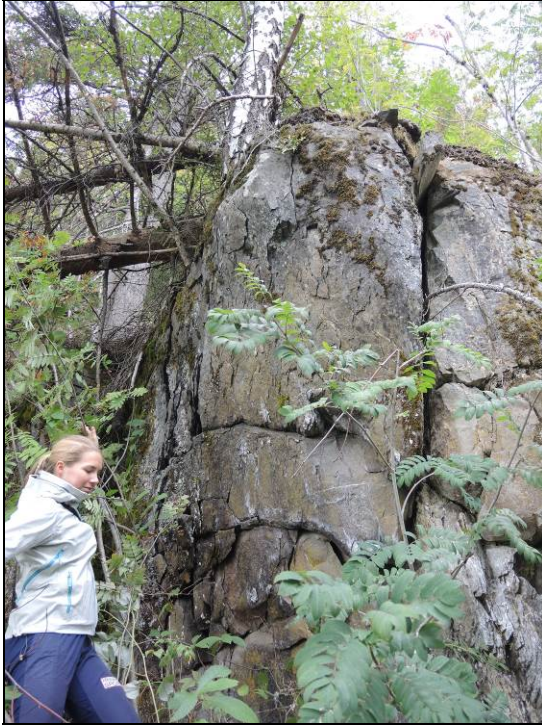
Det antatte sikringsomfanget i kap. 8 er usikkert, noe som gir betydelig usikkerhet også i kostnadsoverslaget (tabell 4). Foruten usikre sikringsmengder vil det være stor usikkerhet knyttet til enhetspriser for sikringstiltakene. Enhetsprisene kan variere mye, avhengig av sikringsarbeidets kompleksitet, tilkomstmuligheter og markeds situasjonen 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 4: Kostnadsoverslag for sikringsarbeider (entreprisestruktur)

Kostnadselement	Mengde	Enhet	Enhetspris	SUM
Spettrensk, vegetasjonsrensk og inspeksjon	50	Lagtimer	kr 2 000	kr 100 000
Fjellbolter, Ø20, lengde 2 – 5m	80	Stk.	kr 3 500	kr 280 000
Fjellbånd, lengde 3m	30	Stk.	kr 1 000	kr 30 000
Wireforankringer, 10mm	100	m	kr 500	kr 50 000
Selvborende stag, lengde 6 - 12m	5	Stk.	kr 6 000	kr 30 000
Nettsikring, kapasitet min. 100 kN/m	200	m ²	kr 700	kr 140 000
Festebolter for nett, wire og fjellbånd	60	Stk.	kr 1 000	kr 60 000
Delsum				kr 690 000
Rigg & drift, 20 %	1	RS	kr 138 000	kr 138 000
Total sum (eks. mva.)				kr 828 000



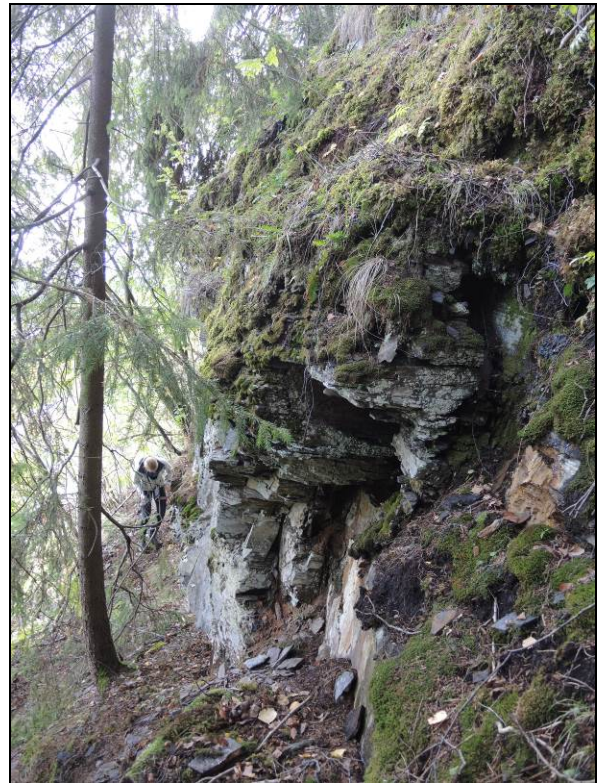
Lokalitet 2



Lokalitet 4



Lokalitet 5



Lokalitet 6

Fotobilag – Mellebergvegen

FOTOBREDDE (mm)

DATO

KONTROLL

21.11.18

Multiconsult

OPPDRAK NR.

TEGN NR.

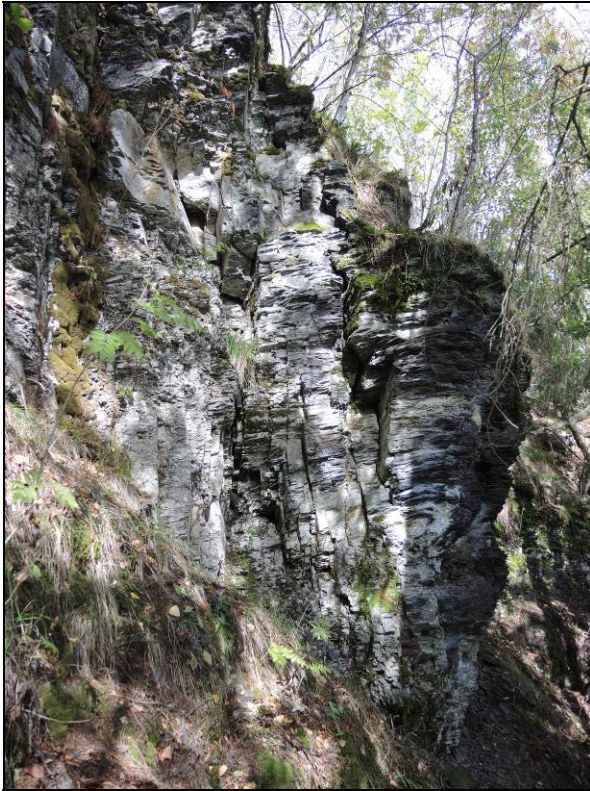
REV.

SIDE

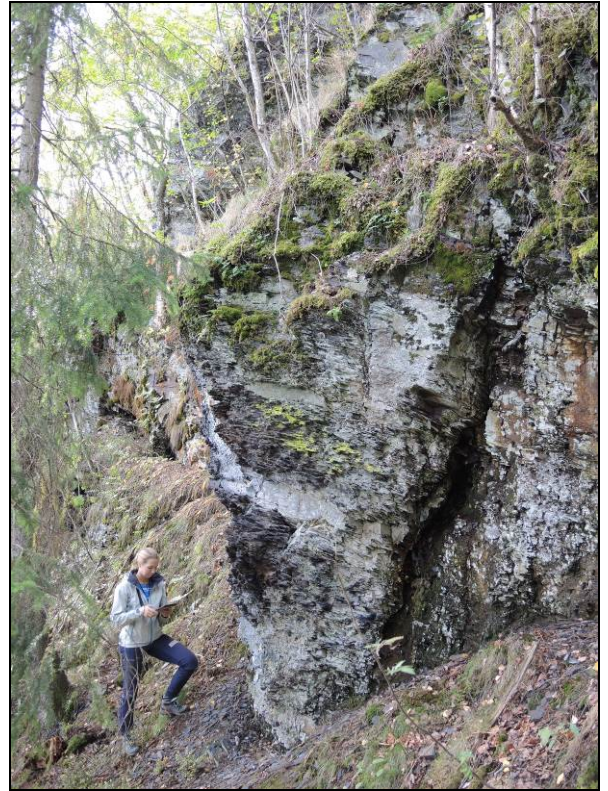
10207441

900

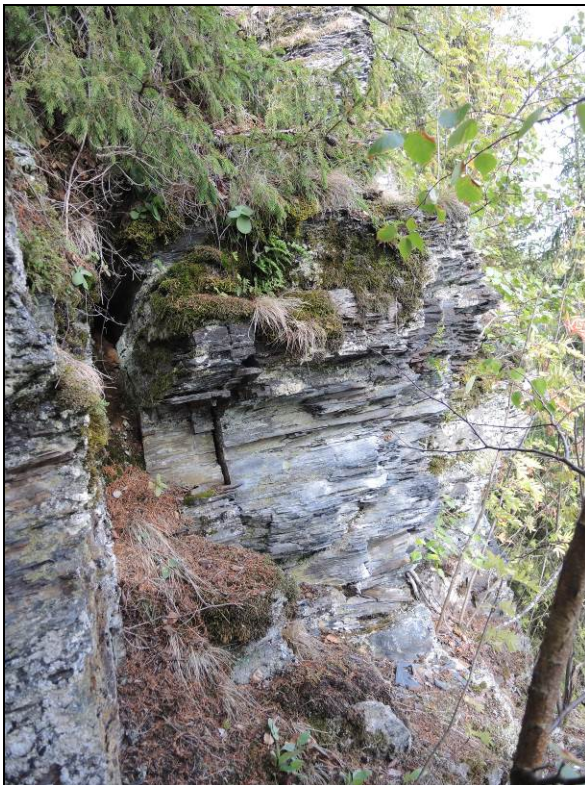
1 av 3



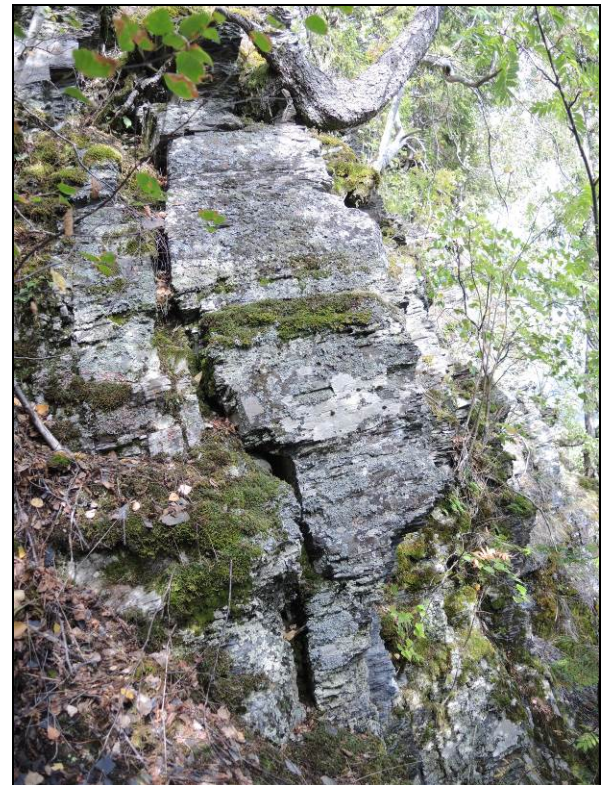
Lokalitet 7 (sett fra sørvest)



Lokalitet 7 (sett fra nordøst)



Lokalitet 8

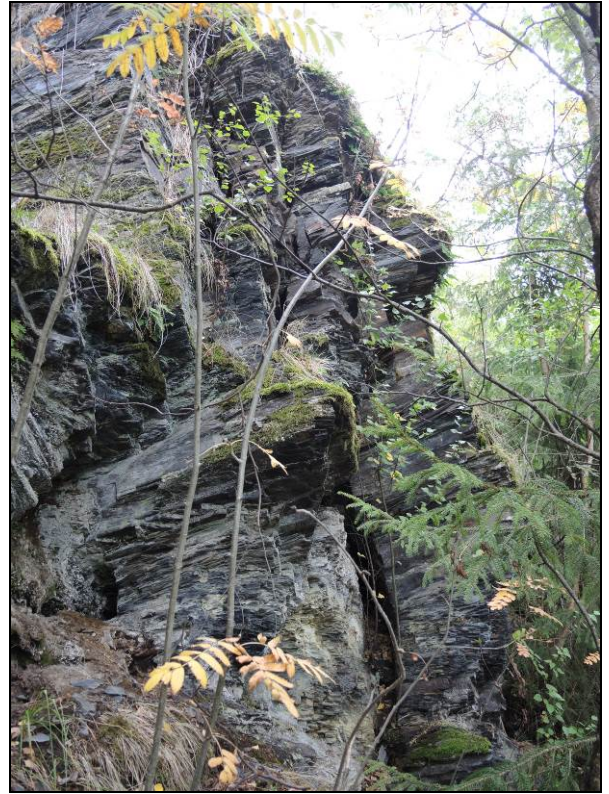


Lokalitet 9

Fotobilag – Mellebergvegen		FOTOBREDDE (mm)	DATO	KONTROLL
			21.11.18	
	OPPDRAG NR.	TEGN NR.	REV.	SIDE
	10207441	900		2 av 3



Lokalitet 10



Lokalitet 11

Fotobilag – Mellebergvegen		FOTOBREDDE (mm)	DATO	KONTROLL
			21.11.18	
Multiconsult	OPPDRAG NR.	TEGN NR.	REV.	SIDE
	10207441	900		3 av 3