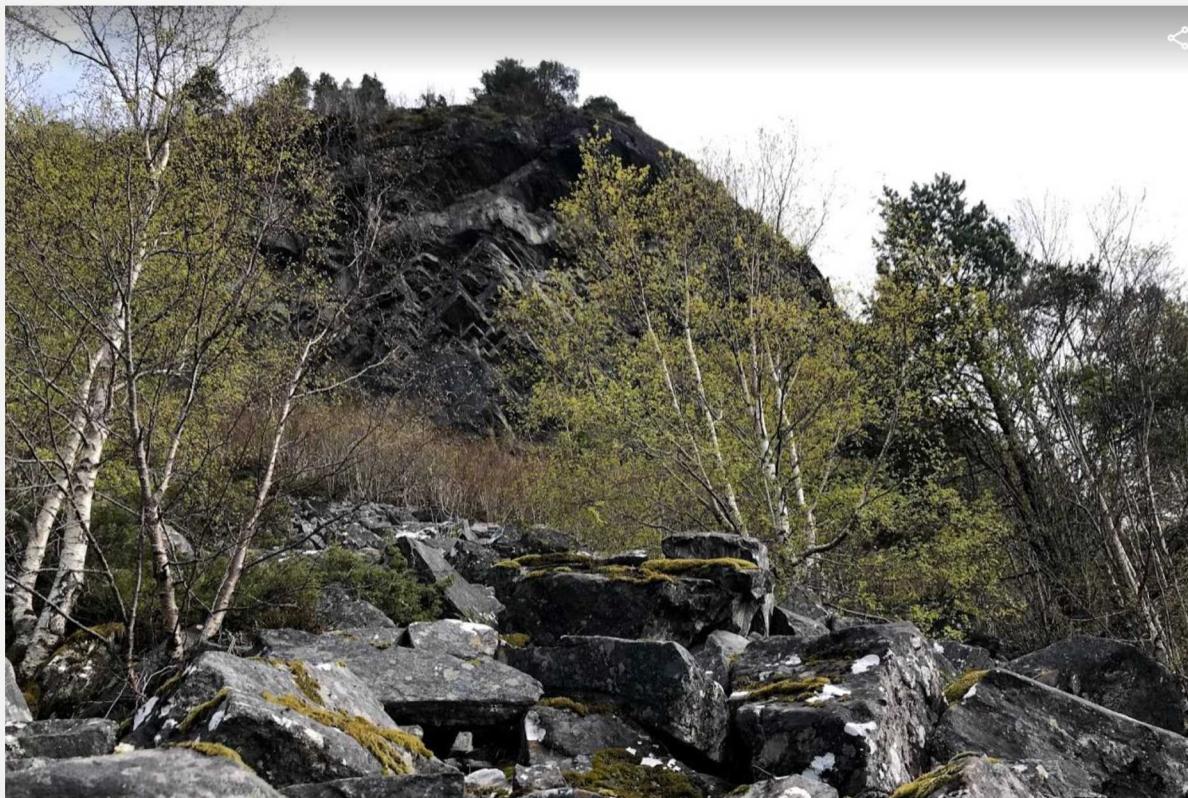


Aurstad Tunnel AS

SKREDFAREVURDERING OG VURDERINGER KNYTT TIL UTTAK AV URMASSAR **GREIFSNESET MASSEUTTAK**

Rapporten omhandlar ei skredfarevurdering i bratt terreng etter TEK17, samt anbefalingar knytt til uttak av urmassar ved Greifsneset masseuttak i Volda kommune.

Dato: 14.06.2021
Versjon: 02



Dokumentinformasjon

Oppdragsgiver:	Aurstad Tunnel AS
Tittel på rapport:	Vurderingar knytt til uttak av urmassar ved Greifsneset masseuttak
Oppdragsnavn:	Skredfarevurdering Greifsneset, Volda Rapport
Oppdragsnummer:	627152-01
Utarbeidet av:	Tonje Mek Eidset
Oppdragsleder:	Leif Egil Friestad
Tilgjengelighet:	Åpen

Kort sammendrag

I samband med uttak av urmassar ved Greifsneset masseuttak, er det gjennomført ei detaljert skredfarevurdering for området nedanfor ura som skal takast ut. Det vurderte området ligg innanfor NGI sitt kombinerte aktsemdeskart for steinsprang og snøskred. Rapporten omhandlar ei detaljert vurdering av faren for skred i bratt terreng i sett opp mot krava som er gjevne i TEK17, kap. 7 tryggleik mot skred.

Plan- og bygningsloven og TEK17 stiller krav til tryggleik mot skred for nybygg eller tilbygg på eksisterande bygg og tilhøyrande uteareal. Området er vurdert opp mot krava i tryggleiksklassene S1 og S2.

Fare for alle typer skred i bratt terreng er vurdert på bakgrunn av følgende arbeid:

- Terrengeanalyse
- Klimaanalyse
- Kartdata
- Historiske opplysninger
- Tidlegare rapport frå nærliggande område
- Synfaring
- Erfaring/ fagleg skjønn
- Modellarbeid i Rocfall av Rocscience.Inc

Lausmasseuttaket vil påverke terrengetforminga og dermed også skredsannsynet. Eit uttak skal ikkje auke skredfara for tredjepart. Det er på bakgrunn av dette vurdert om uttaket av urmasser vil få ei negativ innverknad på skredsannsynet i området nedanfor planområdet. Det er vidare gjeve råd angåande uttak av urmassane på staden. Anbefalingane er basert på litteratur om vegbygging i urmassar, samt stadsspesifikke vurderinger.

Steinsprang er den mest aktuelle skredtypen for det aktuelle området. Det blir vurdert at området ikkje tilfredsstiller loverket sitt krav til tryggleik mot skred i tryggleiksklasse S2 ved eksisterande busetnad for dagens terrenghistorie.

Masseuttaket må gjerast på ein slik måte at det ikkje påverkar skredsannsynet for busetnaden på negativt vis. Ein skredvoll vert anbefalt som tiltak for dette området, saman med reduksjon av hellinga til urmassane. Uttak av ura må skje på ein skånsom måte, ovanfrå og nedover. Graving i foten av ura er ikkje ønska då det negativt kan påverke stabiliteten til urmassane.

VERSJON	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	LEF
02	14.06.21	Kap 5. oppdatert med faresonekart (figur 40)	TME	AHP
01	25.05.20	Skredfarevurdering område A		

Forord

Plan- og bygningsloven (pbl) og Byggteknisk forskrift (TEK 17) set krav til tryggleik mot naturfare. For reguleringsplan og bygesak/-tiltak, søknadspliktig eller ikke, må det derfor dokumenterast at tilstrekkeleg tryggleik mot skredfare vil bli oppnådd i høve til desse tryggleikskrava.

Denne utgreiinga er utført av fagkyndig personell og følgjer NVE sin veiledar Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og bygesak [1], og vil dermed kunne dokumentere om i kva grad desse tryggleikskrava er oppfylt.

Skredtypane snø-, jord-, flaum-, sørpe-, steinskred og steinsprang er kartlagt. Det er vidare kome med rådgjeving knytt til uttak av urmassar i området.

Asplan Viak har vore engasjert av Aurstad Tunnel AS for å gjennomføre vurderinga ved masseuttaket på Greifsneset i Volda kommune. Området ligg innanfor aktsemdsområder for steinsprang og snøskred. Tonje Mek Eidset har utført synfaring, modellering og rapportering, medan Anja H. Pedersen har stått for sidemannskontroll.

Trondheim, 25.05.2020

Tonje Mek Eidset

Rapportansvarleg

Leif Egil Friestad

Oppdragsleder

Anja H. Pedersen

Kvalitetssikrar

Om oppdraget

Oppdragsgiver	Aurstad Tunnel AS
Oppdragstaker	Asplan Viak
Skredfarevurdering for	Område A ved Greifsneset masseuttak, sjå kap. 1 for innleiing og kap. 3 for områdeskildring
Følgande tiltak og tryggleioklasse(r) er vurdert for området	S1, S2
Synfaring gjennomført	Ja
Synfaring gjennomført av og når	Tonje Mek Eidset, 04.05.2020

Innhald

1. INNLEIING	6
1.1. Grunnlag for vurdering	7
1.1.1. Kartgrunnlag	7
1.1.2. Atterhald og avgrensinger	7
2. KRAV TIL TRYGGLEIK MOT SKREDFARE	8
2.1. Krav til tryggleik mot skredfare.....	8
2.1.1. Krav til tryggleik mot skred for nybygg og tilbygg	8
2.1.2. Krav til tryggleik mot skred for veg og gang- og sykkelveg.....	8
2.1.3. Krav til tryggleik mot skredfare for masseuttak	9
2.1.4. Krav aktuelle i samband med uttak av lausmasser ved Greifsneset	9
2.2. Vurdering av skredfare	9
3. OMRÅDESKILDRING	10
3.1. Synfaring	11
3.2. Topografi.....	11
3.3. Geologi.....	12
3.3.1. Berggrunn	13
3.3.2. Lausmasser	14
3.4. Drenering og vegetasjon.....	15
3.5. Klima	16
3.5.1. Normalar	17
3.6. Registrerte skredhendingar	18
3.7. Tidlegare skredfarevurderinger av området.....	19
3.8. Observasjoner i felt.....	20
3.9. Eksisterende sikringstiltak	22
4. VURDERING AV SKREDFARE	23
4.1. Skred i fast fjell.....	23
4.1.1. Steinsprang	23
4.1.2. Steinskred	31
4.2. Jordskred.....	32
4.3. Flaumskred.....	34
4.4. Snøskred	35
4.4.2. Sørpeskred	37
5. SAMLA SKREDFARE	38
6. RÅD KNYTT TIL SIKRINGSTILTAK	40
6.1. Skredvoll som sikringstiltak	40
6.1.1. Alternativt sikringstiltak i delar av strekninga - steinsprangnett.....	40
6.2. Dimensjonering av skredvoll.....	40
6.3. Etablering av skredvoll.....	41
6.4. Faresoner etter bygging av skredvoll.....	41
7. RÅD KNYTT TIL UTTAK AV STEINUR	42
7.1. Generelt om ur.....	42

7.2.	Urmassane på Greifsneset.....	42
7.3.	Metode for uttak av urmassar	42
7.3.1.	Atterhald	43
7.4.	Konsekvensar av uttak av urmassar	43
7.4.1.	Fjerning av buffersone	43
7.4.2.	Eksponering av bergskrent	44
8.	KONKLUSJON	45
	KILDER.....	46
	VEDLEGG	47
8.1.	Vedlegg – Bilder	47
8.2.	Vedlegg - Hellingskart	50
8.3.	Vedlegg - Oversiktskart.....	51
8.4.	Vedlegg – Modellering og modelleringsresultat.....	53

1. INNLEIING

Asplan Viak har vore engasjert av Aurstad Tunnel AS for å gjere ei vurdering av fare for skred i bratt tereng for området til masseuttaket ved Greifsneset, Volda kommune. Greifsneset masseuttak er lokalisert ca. 3,5 km søraust for Volda sentrum. Området har blitt vurdert i høve krava gitt i TEK17, i tryggleiksklasse S1 og S2. Rapporten er utarbeidd med utgangspunkt i anbefalingane til NVE sin rettleiar 8-2014. Det er på bakgrunn av skredfarevurderinga sett på om uttaket av urmassar påverkar skredfara på negativt vis. Vidare, kjem rapporten med rådgiving angående sjølve uttaket av urmassane. For oversikt over det vurderte området i høve tettstadane Volda, Ørsta og Ulsteinvik, samt eit ortofoto over området, sjå Figur 1. Sjå Figur 50 for områdeavgrensing av område A.



Figur 1: Oversiktsfigur som viser lokasjonen til området som er vurdert.

1.1. Grunnlag for vurdering

I skredfarevurderinga har alle typar skred i bratt terrenget blitt vurdert med bakgrunn i relevant bakgrunnsmateriale, terrengeanalyse, klimaanalyse, synfaring, erfaring og tidlegare skredfarevurdering for masseuttaket sørøst for område A (dvs. tidlegare rapport for område B).

Tabell 1 gjev ei oversikt over nytta bakgrunnsmateriale i skredfarevurderinga, der det også går fram kven som eig materialet og kvar materialet er henta. Som det går fram av tabellen er eksisterande topografiske og geologiske kart, flyfoto, skreddata, aktsemndskart og arealinformasjon henta inn som grunnlagsmateriale.

Tabell 1: Oversikt over nytta bakgrunnsmateriale, eigar og referanse.

Bakgrunnsmateriale	Eigar	Kjelde
Digital terrenghmodell	Kartverket	5
Historiske skredhendelser	NVE, Statens vegvesen	7
Tidligere skredfarevurderinger	Asplan Viak	6
Aktsemndskart	NVE	7, 8, 9
Berggrunnskart	NGU	10
Lausmassekart	NGU	11
Flyfoto	Kartverket	
Klimadata	NVE, NIBIO, Statens kartverk	12
Skog	NIBIO	13

1.1.1. Kartgrunnlag

Kartgrunnlaget er laserdata med oppløsing 5 punkt per kvadratmeter frå 2017 (NDH Volda-Ørsta 5pkt 2017) som er lasta ned frå hoydedata.no [5]. Terrenghdata er studert i ArcGIS Pro og ArcGIS 10.6, og det er laga terrenghmodell og skyggerelieffkart. Terrenghmodellen er vidare nytta til å lage tverrprofil til simuleringsprogrammet Rocfall av Rocscience.Inc.

Nettressursen NorgeiBilder av Kartverket, NIBIO og Statens vegvesen er nytta for 2D og 3D visning av området.

1.1.2. Atterhald og avgrensingar

Vurderingane er basert på terrengh og vegetasjon som blei observert under synfaringa, flyfoto og terrenghmodell.

Graving/flytting av massar er arbeid som kan føre til endring av skredfara. Det vert føresett at alle slike framtidige inngrep vert gjort på forsvarlig vis med tanke på skredfare.

Asplan Viak ikkje har utført ei detaljert tilstandsvurdering av bergskrenten over urmassane som planleggast fjerna. Det vi har sett på og vurdert, er moglege utløpslengder for blokker som evt. losnar frå skrenten eller fjellsida over, samt korleis utløpslendene påverkast av å fjerne ura heilt eller delvis.

Gamlevegen mellom Volda og Hjartåbygda som går gjennom det vurderte området vert ikkje vurdert, fordi dette er ei lengre strekning der heile strekninga bør vurderast under eitt.

Store endringar i terrengh og vegetasjon utover det masseuttaket som er vurdert i rapporten, kan ha innverknad på skredfara i området. Ved slike høve bør vurderingane utførast på nyt.

2. KRAV TIL TRYGGLEIK MOT SKREDFARE

2.1. Krav til tryggleik mot skredfare

2.1.1. Krav til tryggleik mot skred for nybygg og tilbygg

Plan- og bygningslova § 28-1 stiller krav om tilstrekkeleg tryggleik mot naturfare for nybygg og tilbygg:

Grunn kan bare bebygges, eller eiendom opprettes eller endres, dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold. Det samme gjelder for grunn som utsettes for fare eller vesentlig ulempe som følge av tiltak.

Byggeteknisk forskrift TEK17 § 7-3 definerer krav til tryggleik mot skred for nybygg og tilhøyrande uteareal (Tabell 1). I rettlederen til TEK17 gis det retningsgivende eksempel på byggverk som kommer inn under de ulike sikkerhetsklassene for skred.

Tabell 2: Tryggleiksklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde i høve Byggeteknisk forskrift, TEK17 § 7-3.

Tryggleiksklasse for skred	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsyn
S1	Liten	1/100
S2	Middels	1/1000
S3	Stor	1/5000

Tryggleiksklasse S1 omfattar til dømes byggverk der det normalt ikkje oppheld seg personar og der det er små økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvensar. Byggverk som kan inngå i denne tryggleiksklassen er garasjar, uthus, båtnaust og moloar.

Tryggleiksklasse S2 omfattar byggverk der det normalt oppheld seg maksimum 25 personar og der det er middels økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvensar. Byggverk som kan inngå i denne tryggleiksklassen er eksempelvis einebustad, tomannsbustad og einebustadar i kjede/rekkehus/bustadblokk/fritidsbustad med maksimum 10 bueiningar, parkeringshus og hamneanlegg.

2.1.2. Krav til tryggleik mot skred for veg og gang- og sykkelveg

Krava for tryggleik mot skred for veg skil seg noko frå krava for nybygg. Det er ikkje skildra krav spesifikt for gang- og sykkelveg i N200, men ofte vert same krav som for veg nyutta. Akseptkriteria er gitt i SVV si Handbok N200 Vegbygging (2018), og gjengjeve i Figur 2.

I likskap med TEK17 så skal alle typar skred vurderast. Ut frå SVV si trafikkmengdeoversikt på vegevesen.no/vekart viser nærmeste veg en årsdøgntrafikk (ÅDT) på 20. Dette gir ut frå Figur 3 en minste akseptable sannsyn for skred på 1/10 per einingsstrekning på 1 km.

Dimensjonerende trafikkmengde	< 200	200 – 499	500 – 1499	1500 – 3999	4000 – 7999	> 8000
Skred- sannsynlighet						
Akseptabel skredsannsynlighet pr. km og år (bør-krav)	1/10	1/20	1/50	1/50	1/100	1/1000
Tolererbar skredsannsynlighet pr. km og år (skal-krav)	1/2	1/5	1/10	1/20	1/50	1/100

Figur 2: Utklipp fra Statens vegvesen si handbok N200, som syner tryggleikskrav for skredsannsyn på veg.

2.1.3. Krav til tryggleik mot skredfare for masseuttak

Det finnast ikkje eigne krav til tryggleik mot skred for masseuttak. TEK17 nyttast som utgangspunkt, med stadspesifikke vurderingar, mellom anna med omsyn til opphaldstid i området.

Verdien ein får for akseptabelt skredsannsyn ved bruk av N200 (sjå Figur 2) gjeld strekningar der trafikken normalt flyt. I følgje N200, skal TEK17 gjelde for områder der det leggast til rette for stans. Verken krava i TEK17 eller N200 er optimale for bruk i prosjektet, men krava i TEK17 bør med dette nyttast som utgangspunkt, fordi det må leggast til rette for stans og midlertidig personopphold i eit masseuttak.

2.1.4. Krav aktuelle i samband med uttak av lausmasser ved Greifsneset

For dette prosjektet er det ikkje etablering av nybygg eller tilbygg som er føremålet med vurderinga. Fordi skredsannsynet ved eksisterande einebustadar i området potensielt vert påverka av uttaket av urmassane, er det likevel vurdert som naudsynt å utgreie skredfara med omsyn til tryggleiksklassene S1 og S2. Det er også naudsynt å vurdere om uttaket av lausmasser påverkar skredfara i området.

2.2. Vurdering av skredfare

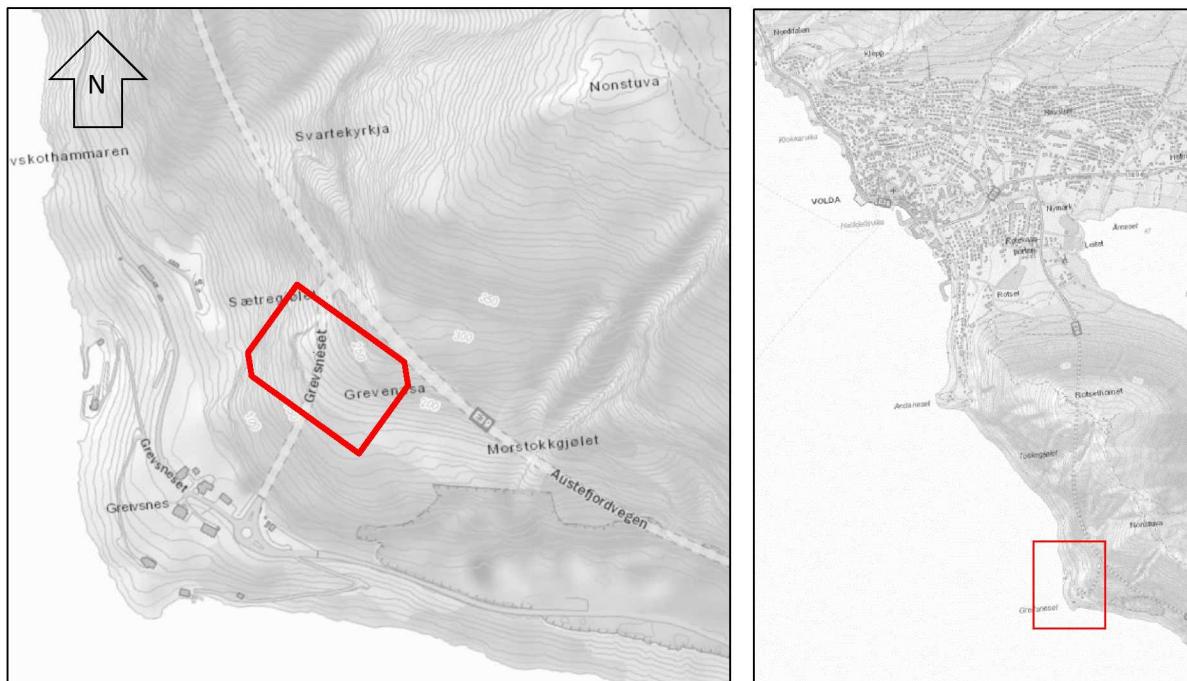
Vurderinger og rapport har blitt utført etter gjeldende retningslinjer og standarder gitt av NVE (2014). I TEK17 er det spesifisert at samlet sannsynlighet for alle skredtyper skal legges til grunn for vurderingen av årlig sannsynlighet. Følgende skredtyper har blitt vurdert:

- Skred i fast fjell
- Skred i løsmasser
- Snøskred, inkludert sørpeskred

Den endelige vurderinga av skredfare er samla nominell årlig sannsynlighet for skred, som kan samanliknast direkte med krava som er gjevne i Tabell 2.

3. OMRÅDESKILDRING

Området som er vurdert i denne rapporten ligg på Greifsneset i Volda kommune, ca. 3,5 km søraust for Volda sentrum. Området strekk seg fra busetnaden ved ca. 35 m.o.h. og opp til Nonstuva på 530 m.o.h. Figur 3 og Figur 4 viser det vurderte området si plassering i høve Volda sentrum og lokale stedsnamn.



Figur 3: Topografisk oversiktskart over området, med ura innramma i rød figur til høgre.



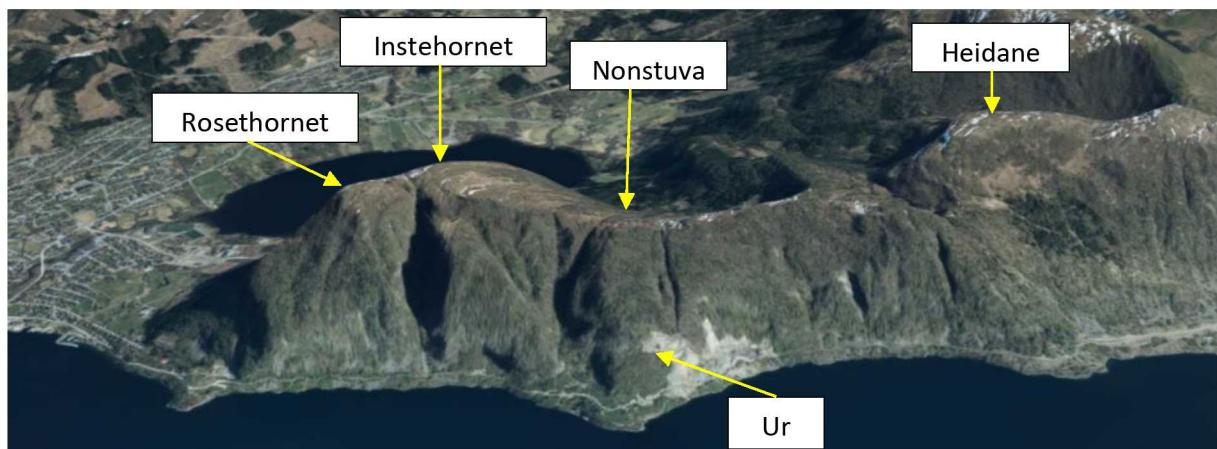
Figur 4: Oversikt over topografin i området. Området der uttaket av urmasser er lokalisert er innramma i ei raud ellipse.

3.1. Synfaring

Tonje Mek Eidset var på synfaring i området mandag 4. mai 2020. Bilete og vurderingar for synfaringa er presentert i etterfølgande avsnitt. Austad Tunnel AS var også representert på synfaringa ved Ove Gunnar Hjelle. På befaringsdagen var det sol og lettskya.

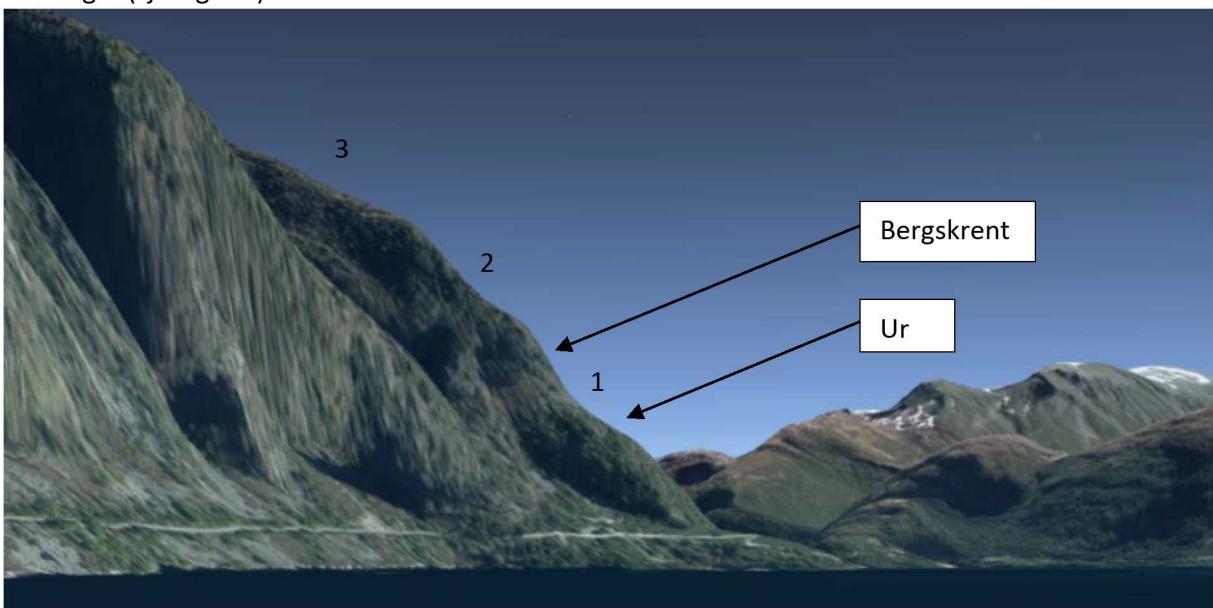
3.2. Topografi

Topografien i området er prega av bratte fjellsider, typisk for regionen. Området som er vurdert ligg på neset som strekk seg i sørvestleg retning frå Nonstuva (530 moh). Nonstuva utgjer delar av ein nordvest-søraustvendt rygg som strekk seg frå Rosethornet (649 moh), via Nonstuva og Heidane (648 moh), til Hornet (693 moh).



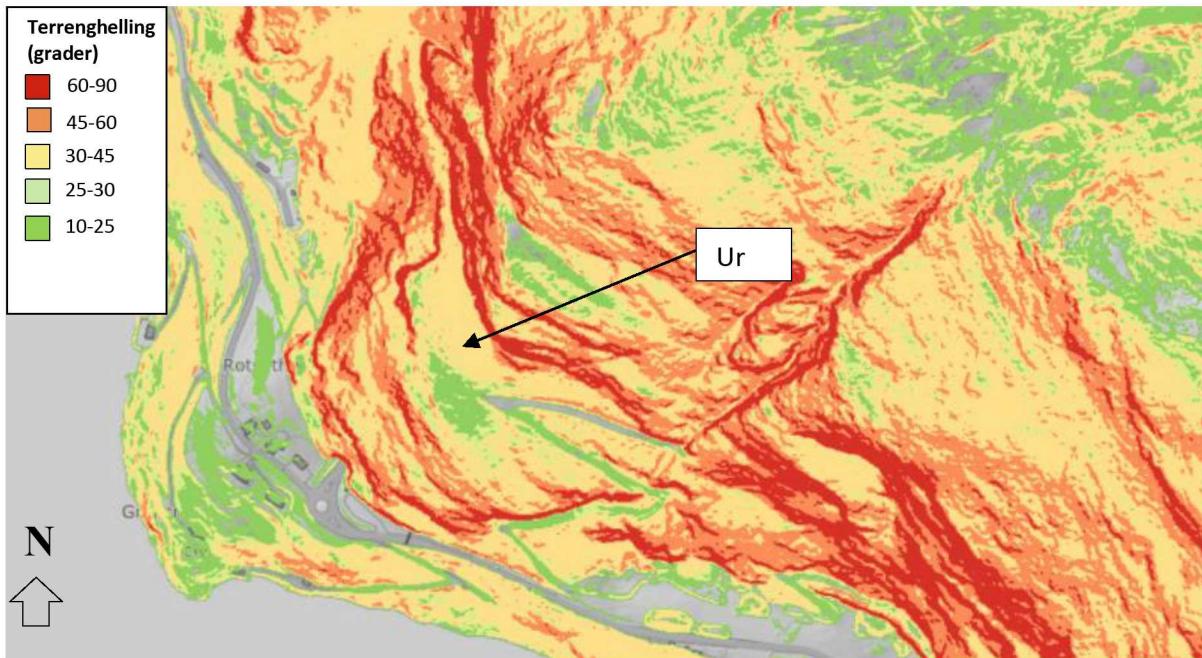
Figur 5: Utsnitt frå 3D visning i nettressursen NorgeiBilder med lokale stadsnamn for fjelltoppane langs ryggen.

Ura som vert omtala i denne rapporten ligg ca. 180 – 220 m.o.h. Ura er lokalisert i nedkant av ein nær vertikal bergskrent i fjellsida, og saman har dei ei trappetrinnsutforming sett frå sida. Denne utforminga ser ein att to stadar lenger opp mot Nonstuva, men desse er noko mindre markerte i terrenget (sjå Figur 6).



Figur 6: Utsnitt frå 3D visning i NorgeiBilder. Ura som er særleg omtala i rapporten er markert med pil og tekstboks, det same er den nær vertikale skrenten i bakkant/overkant av ura. Saman er dei gjevne nummereringa 1 for den trappetrinnsliknande utforminga. Vidare oppover neset, i retning Nonstuva er det ytterlegare to stadar med trappetrinnsutforming, dog mindre markerte enn den ved ura. Desse er gjeve nummereringa 2 og 3.

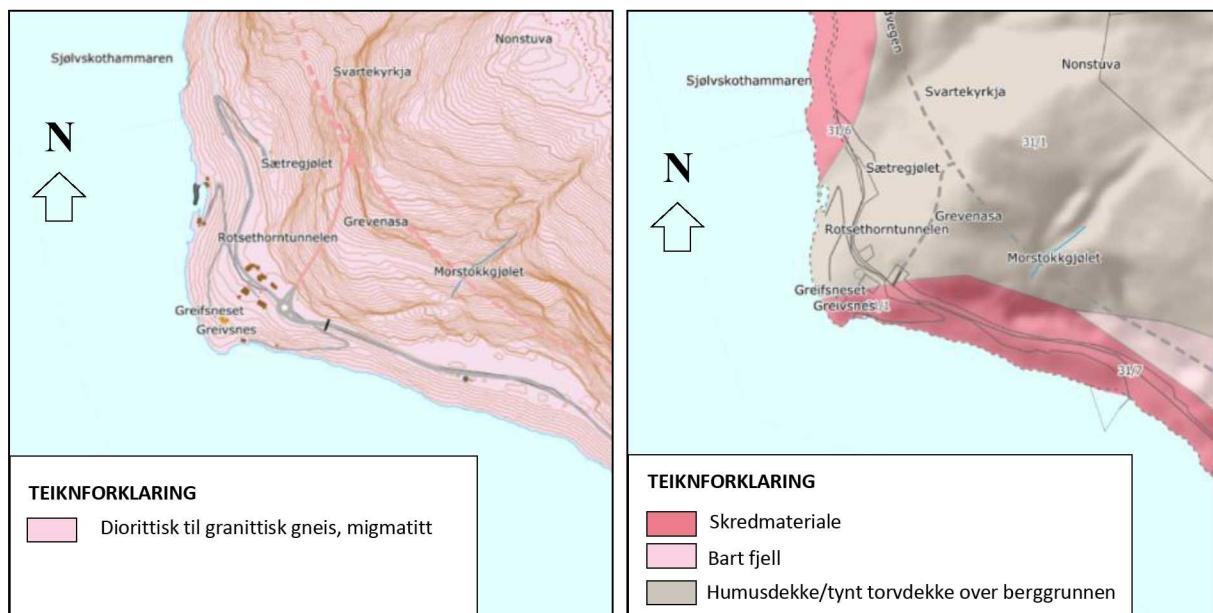
For detaljar om terrenghellinga i det vurderte området, sjå Figur 7, der ulike terregnintervall er gjevne eigne fargar for å illustrere variasjonen i helling.



Figur 7: Terrenghellingskart over det vurderte området

3.3. Geologi

Figur 8 viser to oversiktskart over området, som viser hhv. berggrunn (t.v.) og lausmasser (t.h.).



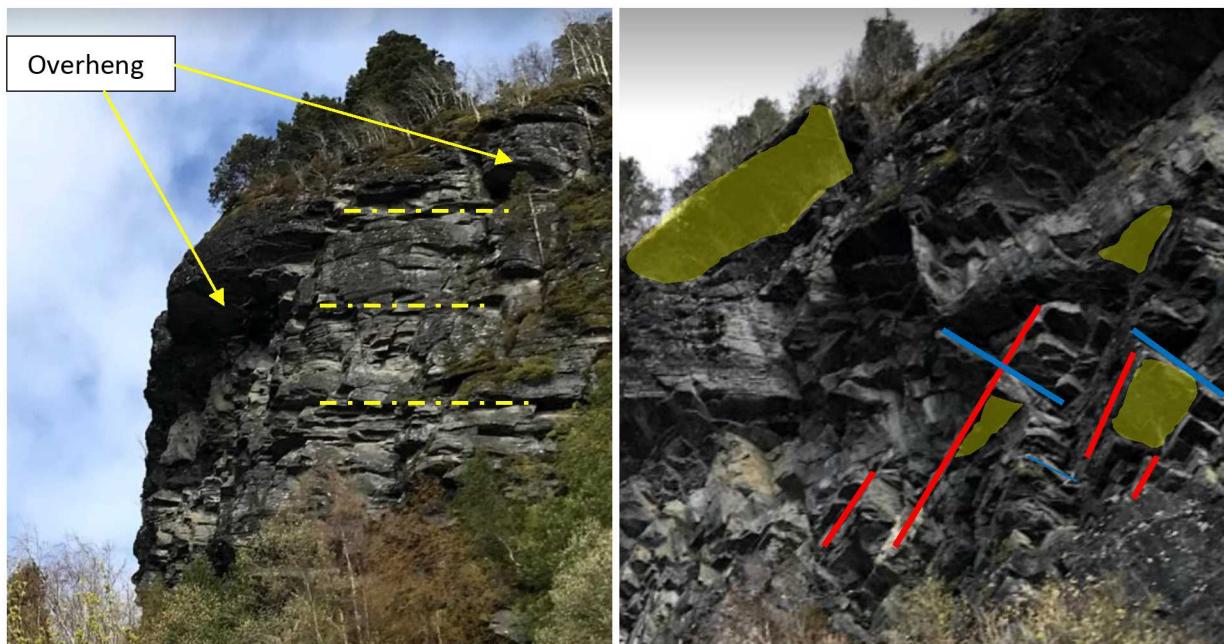
Figur 8: Oversikt over berggrunnen i området (t.v.). Oversikt over lausmassene i området (t.h.). Begge utsnitta er frå NGUs kartserie i målestokk 1:250 000.

3.3.1. Berggrunn

Ifølge bergrunnskartet til NGU består berggrunnen av diorittisk til granittisk gneis/ migmatitt i det vurderte området [10]. Diorittisk til granittisk gneis har ei samansetting der hovudkomponentane er felsiske mineral som kvarts og feltspat. Dette er generelt ein høvesvis hard og sterk bergart, med låg porøsitet og primær permeabilitet.

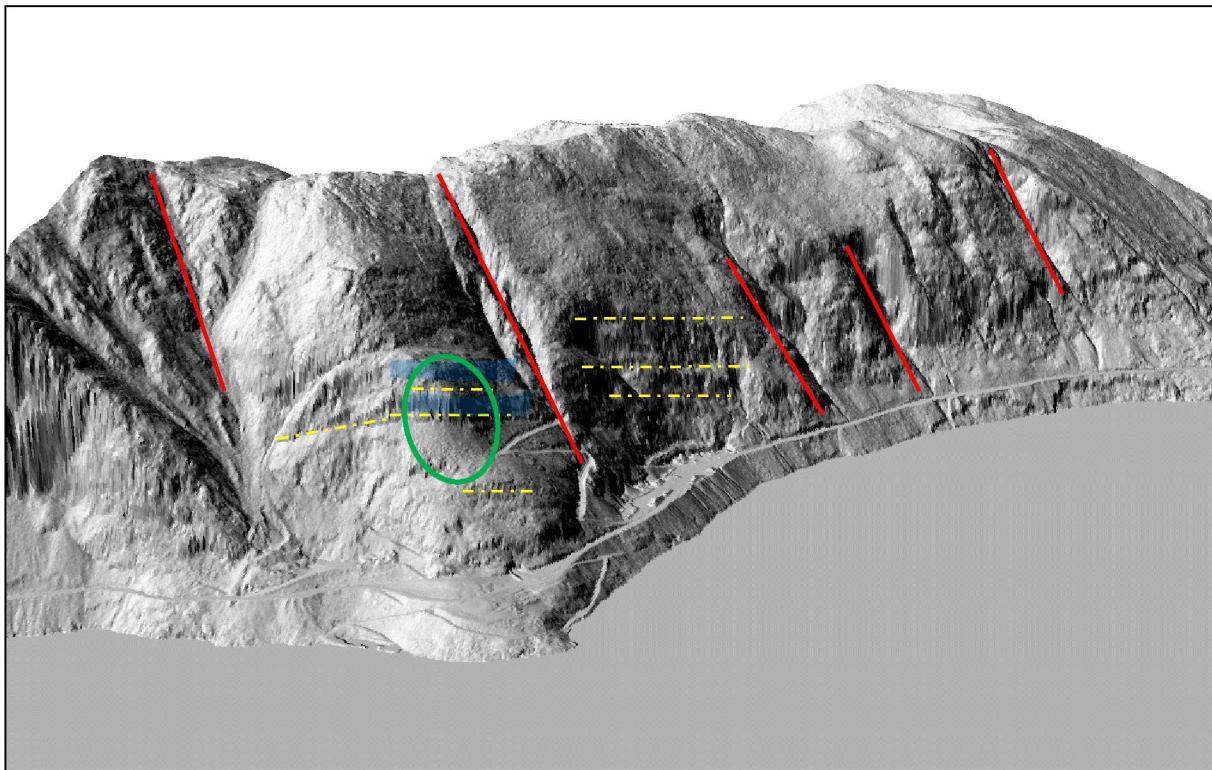
3.3.1.1. Oppsprekking

Det er ikke utført detaljkartlegging av oppsprekking i området eller måling av sprekker. På avstand ser det ut til at bergmassen i bergskrenten over ura er gjennomsett av 3 stk. sprekkesett, orientert tilnærma vinkelrett på kvarandre. Eit tilnærma flatt sprekkesett, tilsynelatende orientert med slakt fall inn i skrenten, dannar overheng fleire stadar. Her kan nedfall førekome dersom bergmassen er avløyst sidevegs av dei steile sprekkesetta på staden. Om det er avløyste blokker i bergskjeringa kan ikkje avkrefast på bakgrunn av føreliggande informasjon. Figur 9 syner oversiktsbileter som illustrerer oppsprekkinga i bergskrenten over ura.



Figur 9: Oversiktsbileter som illustrerer oppsprekkinga i bergskrenten over ura. Biletet t.v. er teke frå anleggsbrakka til Aurstad mot nordvest, medan biletet t.h. er teke oppover frå senter av urmassane i retning nordaust. Gul markering viser det tilnærma horisontale sprekkesett med et slakt fall inn i bergskjeringa, som fleire stadar dannar overheng i bergskrenten. Blå og raud linjer syner dei nær horisontale sprekkesetta i området, som har potensiale til å avløyse blokker frå overhenga.

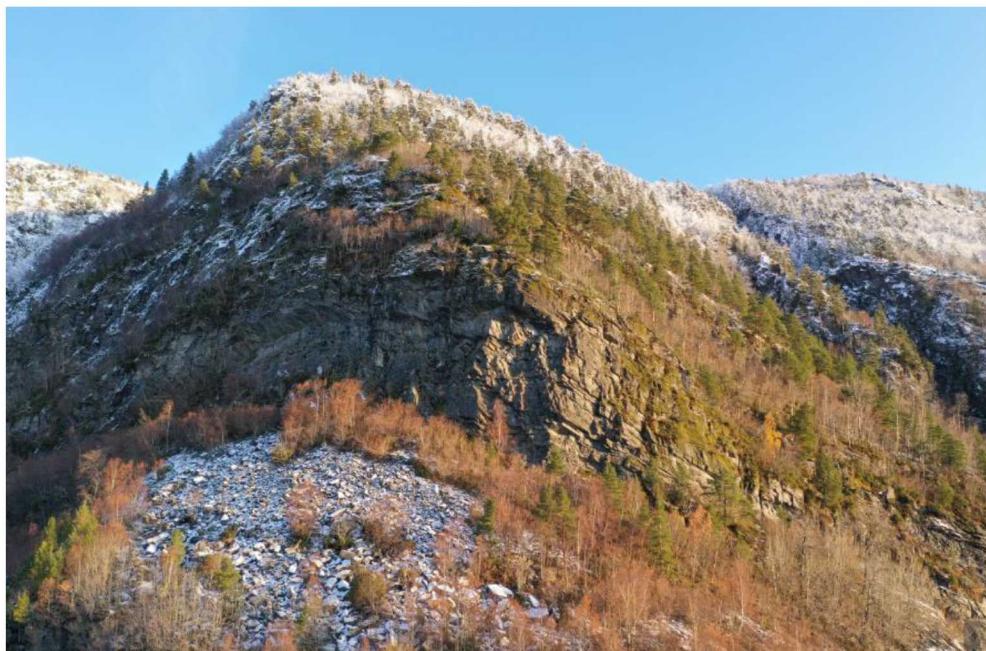
Figur 10 syner eit skyggerelieff over området. Som det går fram av figuren, synast det å vere noko samsvar mellom oppsprekkinga i bergskrenten og strukturane som synast i terrenget på større skala.



Figur 10: Skjermbilete av terrengmodell konstruert i ArcGIS. Særleg markert i området er to steile og parallele strukturar i terrenget. Ei grøn ellipse rammar inn aktuelt område ved ura og overliggende bergskrent [5].

3.3.2. Lausmasser

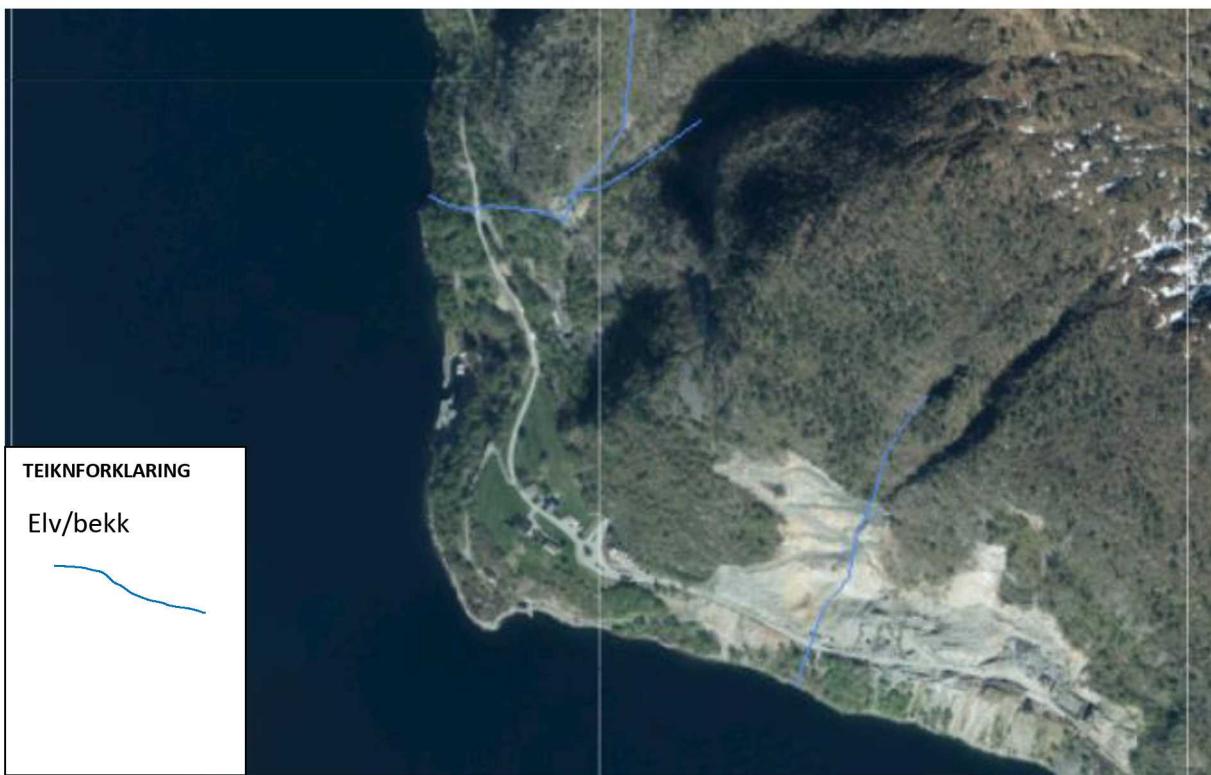
Lausmassekartet angir at det er eit samanhengande dekke av skredmateriale langs sjøen og opp til ca. 50 m.o.h. aust-søraust og nordvest for sjølve Greifsneset. Elles skildrast lausmassedekket som eit humusdekket/ tynt torvdekke over berggrunnen. Figur 11 syner eit dronefoto av området frå Aurstad.



Figur 11: Foto tilsendt frå Aurstad 14.05.2020. Viser eit oversiktsbilete over steinsprangura i området. Elles er det, som det også går fram av lausmassekartet, berre eit tynt lausmasselag over berggrunnen eller bart fjell i fjellsida.

3.4. Drenering og vegetasjon

Innanfor området som er vurdert er det ingen synlege bekkar eller vassdrag. Det er heller ikke registrert elver eller bekker i NVE sitt temakart Elvenett (sjå Figur 12).



Figur 12: Utsnitt fra NVE sitt temakart Elvenettverk (ELVIS) som syner hovedelver og elvenett.

Vegetasjonen i området består primært av uproduktiv lauvskog, stadvis blandingsskog [13]. Omkring busetnaden ved ca. 35 m.o.h er det fulldyrka jord, og nedanfor busetnaden i retning sjøen er det innmarksbeite. Området kring ura er karakterisert som ikke tresatt, opa fastmark [13]. For ytterlegare informasjon om vegetasjon visast det til NIBIO sin nettressurs Kilden [13].



Figur 13: Utsnitt fra NorgeiBilder (3D visning) over området som er omtala i rapporten.

3.5. Klima

Klimadata og statistikk er henta frå Metereologisk institutt si vær- og klimadatabase eKlima [12]. Data er henta frå representative målestasjonar i området.

Til vurderingar av nedbør og temperatur på bakgrunn av normalperioden 1961-1990, har vi brukt stasjonen Ekset i Volda (58 moh). Målestasjonen på Ekset var i drift i perioden 1959-2008, med plassering omlag 6 km nordvest for det vurderte området.

Måleseriar for nedbør, temperatur og vind frå 2014 er tilgjengeleg for målestasjonen Ørsta-Eitrefjell (600 moh). Vinndata frå stasjonen Ørsta-Eitrefjell er brukt til å dokumentere vind og vindretningar i området. Sjå Figur 14 for ein oversiktsfigur for vinndata frå målestasjonen Eitrefjell i Ørsta.

For ytterlegare informasjon om klimaet i området, sjå NGI sin rapport Faresonekartlegging skredfare i bratt terreng, Volda kommune [18].

Då det ikkje er direkte nedbørsutlysande skredtypar, som snøskred og flaum- og jordskred, som blir vurdert til å utgjere den største faren for planområdet har vi ikkje samla inn statistikk på ekstremnedbør.

Vindrose, frekvensfordeling av vind

Vindretning delt inn i sektorar på 30°

Frekvensfordeling av vindfart i prosent %

Vindfart (m/s)

- >20.2
- 15.2-20.2
- 10.2-15.1
- 5.1-10.1
- 0.1-5

Stille (%)

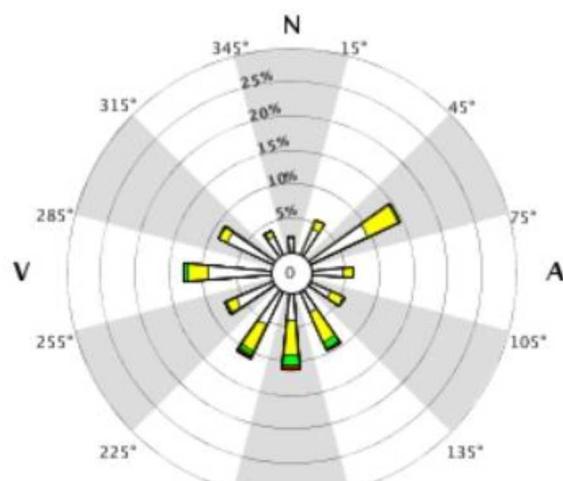


År: 2014 - 2019

jan, feb, mar, apr, mai, jun, jul, aug, sep, okt, nov, des

Tidspunkt: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 (NMT)

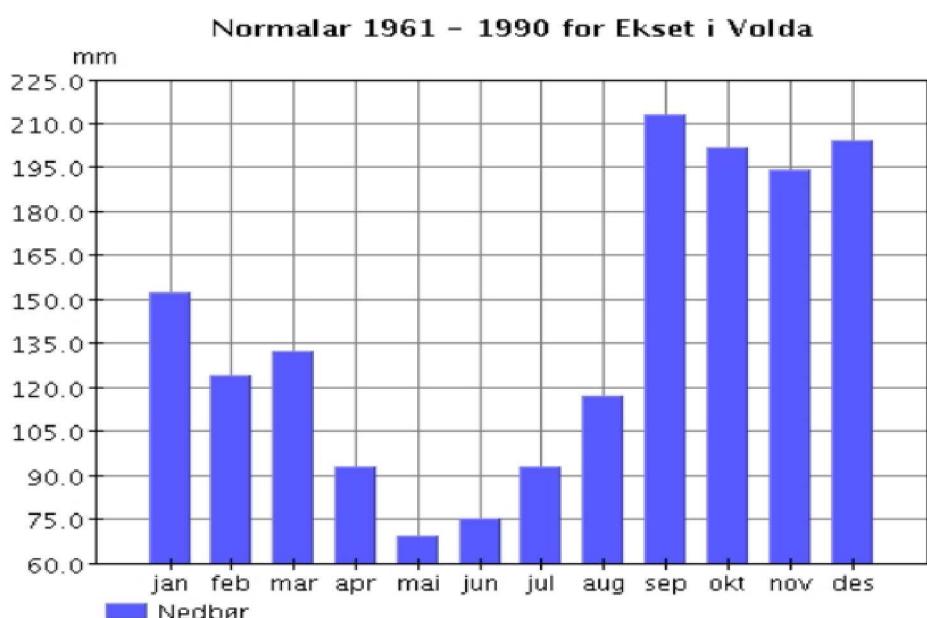
59695 ØRSTA - EITREFJELL



Figur 14: Vindrose som viser ei frekvensfordeling av vind for målestasjonen ved Eitrefjell i Ørsta.

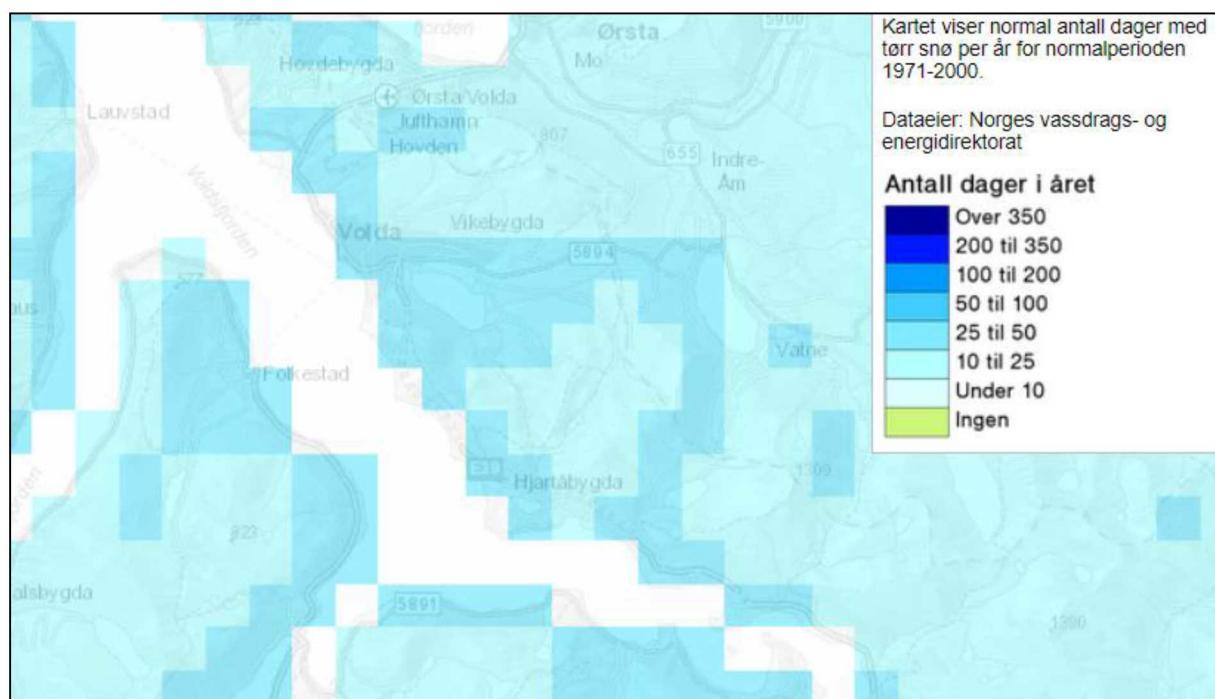
3.5.1. Normalar

Figur 15 viser månadsnormal for normalperioden 1961-1990 for stasjonen Ekset i Volda. Klimaet i området er maritimt med milde vintrar. Mesteparten av nedbøren kjem om hausten og tidleg vinter, ei nedbørsfordeling som er vanleg for kyststrøka i Noreg. Middel årsnedbør for stasjonen Ekset i Volda er 1668 mm. Nedbørsførande vindretning ved stasjonen Ørsta-Eitrefjell er nordaustleg, vestleg og sørleg.

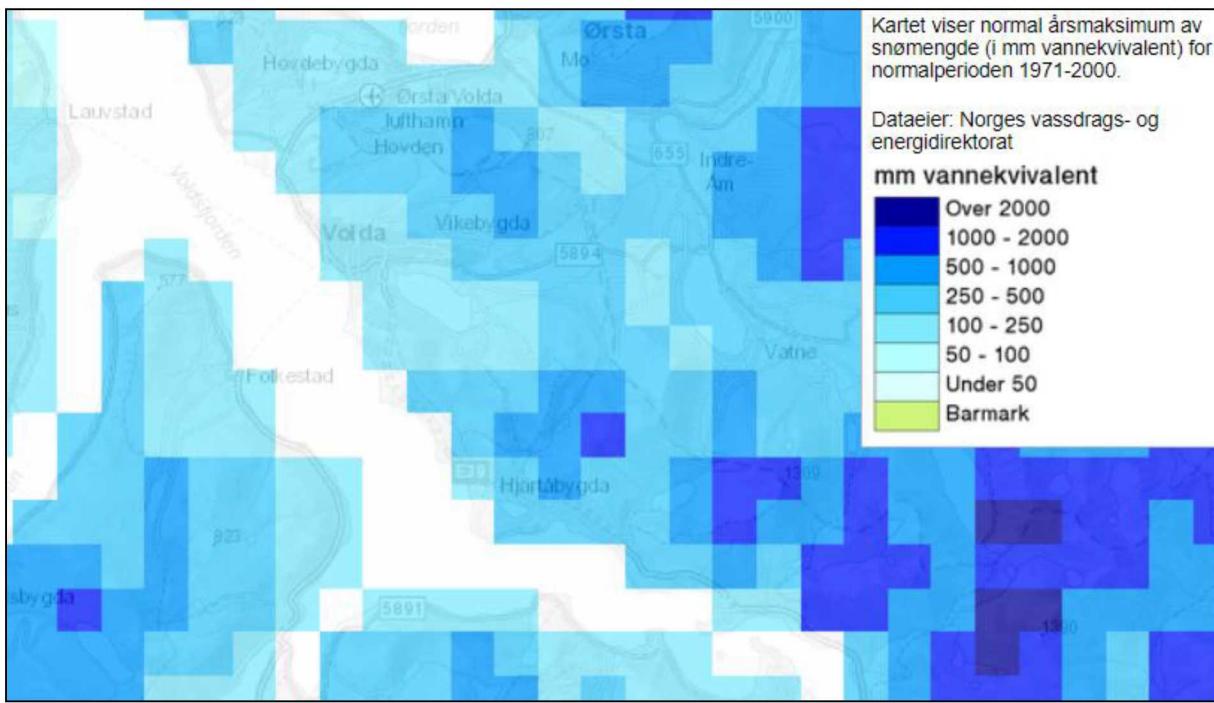


Figur 15: Månadsnormal for nedbør i området. [Feil! Fant ikke referansekilden.]

Figur 16 og Figur 17 illustrerer forhold knytt til dagar med snødekke og snødekke i området for normalperioda 1971-2000.



Figur 16: Oversiktsfigur som syner antal dagar med tørr snø per år for normalperioda 1971-2000.



Figur 17: Oversiktsfigur som syner normal årsmaksimum av snømengde (i mm vaskekvalent) for normalperioda 1971-2000.

3.6. Registrerte skredhendingar

Det er ikkje registrert tidlegare skredhendingar innanfor det vurderte området.

Figur 18 syner eit utsnitt frå kartlaget Skredhendingar i NVE Atlas [7]. Næraste registrerte skredhending er eit steinsprang (volum < 100 m³) frå mars 1993, lokalisert meir enn 650 meter i luftlinje frå det vurderte området i kartet. Merk at sjølv om skredhendinga er lokalisert nordvest for Greifsneset i kartet, vert det i skildringa av punktet gjeve følgande informasjon: «Kartreferansen er plassert på strekninga Andaneset-Greifsneset.» og «På vegan mellom Hjartåbygda og Volda er ein plaga av stadige steinras og steinsprang.». Faktisk plassering av skredet er dermed noko usikker.



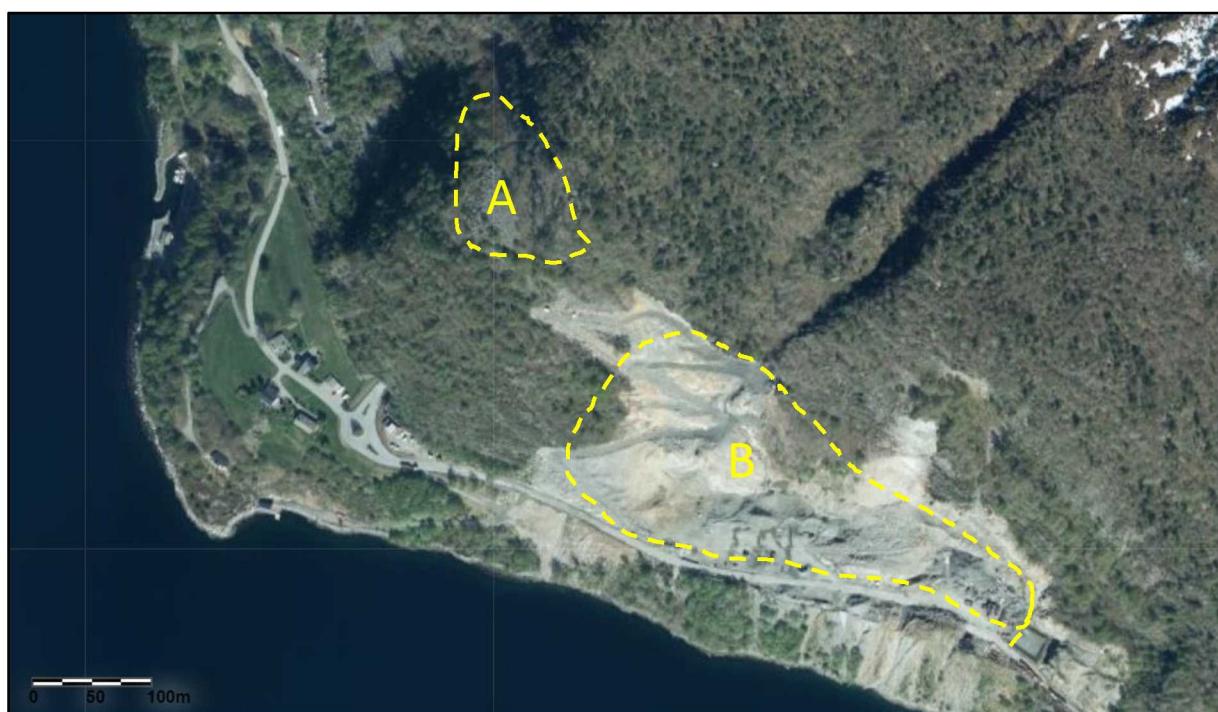
Figur 18: Kart som syner lokasjonen til steinsprangen i 1993, samanlikna med lokasjonen til ura.

Observasjonar under synfaring og lausmassekartet til NGU [11] viser skredavsettingar knytt til steinsprang/steinskred ved Greifsneset. Særleg på nedsida av vegen nord og søraust for neset, observerast det mykje skredmateriale (sjå Figur 8). Basert på flyfoto og eigne observasjonar, verkar det som vegen på desse stadane går gjennom urmassar.

3.7. Tidlegare skredfarevurderingar av området

Asplan Viak har utført skredfarevurdering like sørøst (område B) for det vurderte området i denne rapporten (område A), sjå Figur 19. Sentralt i denne samanheng, er at situasjonen etter drift er ulik for dei ulike områda. Som det går fram i rapporten for område B, vil tilbakeføring av arealet til jordbruksområde medføre at det ikkje lenger blir permanent midlertidig opphold i området etter at masseuttaket er ferdig. Det er av denne grunn vurdert at sikringstiltak berre er naudsynt i driftsfasen, og at tiltaket kan fjernast når masseuttaket avviklast. Dette vert annleis for område A, der busetnad vil vere plassert nedanfor dagens urmassar også etter uttak. Det vil derfor vere sentralt å vurdere om eventuelle tiltak i område A også bør bli ståande att på permanent basis etter masseuttaket er avvikla.

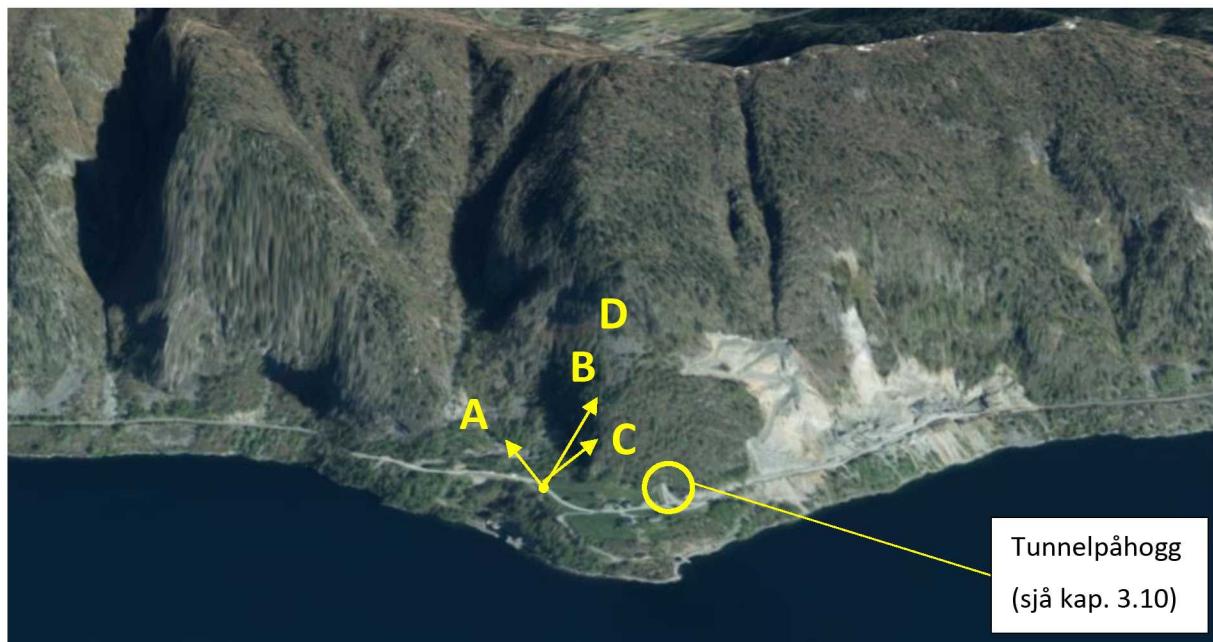
Området vart ikkje vurdert i NGI si faresonekartlegging i bratt terreng for Volda kommune (2019) [18].



Figur 19: Oversiktsfigur som syner plasseringa av område A (omtala i denne rapporten) og område B (omtala i tidlegare rapport).

3.8. Observasjoner i felt

I det følgande presenterast relevante biletene tekne på synfaringsdagen (sjå Figur 20, Figur 21, Figur 22 og Figur 23). Særleg relevante merknadar er teikna inn på biletene og omtala i figurteksten. Utøver desse biletene, er det også samla biletene i vedlegg 1.



Figur 20: Oversiktsfigur for plassering av biletene tekne på synfaringsdagen.



Figur 21: To biletene som syner terrenget i området. Biletet t.v. er teke i retning vekk frå det vurderte området, der det også er observert urmassar i terrenget. Dette vitnar om tidlegare nedfallshendingar i området. Biletet t.h. er teke mot lokasjonen til urmassane som er omtala i denne rapporten. Bergskrenten bak urmassane er markert med oransje, stipla linje.



Figur 22: Biletet t.v. syner ei oversikt over terrenget i området. Bergskrenten som er vist nedst er boltesikra. Eit nærbilete av området som er uthøva med eit gult kvadrat, er inkludert et biletet t.h. Dette biletet er teke frå urmassene i retning opp mot fjellskrenten over ura. Både blokkene i ura og observerte sprekkesett i skrenten vitnar om gjennomgåande sprekkesett som er orientert tilnærma vinkelrett på kvarandre. Konsekvensen av dette er nedfall med former som er nær kvadratiske/rektangulære.



Figur 23: Bildet syner brattskrenten over ura, samt urmassar, frå ulike vinklar. Biletet t.v. er teke frå urmassane og oppover i retning sørøst medan biletet t.h. er teke frå lokasjonen til pausebrakka til Aurstad Tunnel AS i retning nordvest. Sistnemnde biletet syner dermed austlege delar av urmassane, der blokkstorleiken er mindre og lauvtre har etablert seg i ura.

Storleiken på steinblokkene i urområdet varierer, noko som går fram av bileta i vedlegg 1 og bilet over. Medan steinblokkene stadvis ikkje når opp til knehøgde på representanten til Aurstad (Ove Gunnar Hjelle), har somme steinblokker ein lengdeakse som overgår heile høgda hans – og er over 2 m. Steinblokkene har primært kvadratiske til rektangulære former, og syner lita grad av avrunding langs kantane.

Steinblokkene har størst storleikar i nedre og sentrale delar av ura. I nedre og austlege delar av urmassane, er blokkstorleiken mindre og lauvtre og mose/lyng har etablert seg i ura. Dronebileter og observasjonar frå sentrale delar av ura tyder på at det same er tilfellet for dei vestlege delane av ura, men her er vart det ikkje utført synfaring til fots.

3.9. Eksisterende sikringstiltak

Det er sett opp et fangnett/fanggjerde over tunnelportalen til Rosethorntunnelen på Greifsneset (sjå Figur 24). Det er også utført boltesikring i ein liten, nær vertikal bergvegg på oversida av dei øverste bustadhusa. Utover dette, er det ikkje registrert sikringstiltak i det vurderte området.



Figur 24: Bilete av tunnelportalen til Rosethorntunnelen og det etablerte fanggjerdet over tunnelportalen.

4. VURDERING AV SKREDFARE

Vurdering av skredfare er basert på tidligere kartlegging, NVE sine aktsemndskart, studie av kart og ortofoto, samt klimatiske data, synfaring, modellarbeid og fagleg skjønn. For steinsprang er det køyrt modellar for eit bestemt antal blokkutfall (1000 blokker per utløpspunkt), der det er sett på utløpslengde, energi og spretthøgde. Relevante modellar for vurdering av skredfare og sikringsomfang er lagt inn i rapporten som figurar, sjå vedlegg (kap. 8.4).

Planområdet ligg innanfor aktsemndskart for steinsprang og snøskred [7,8,9].

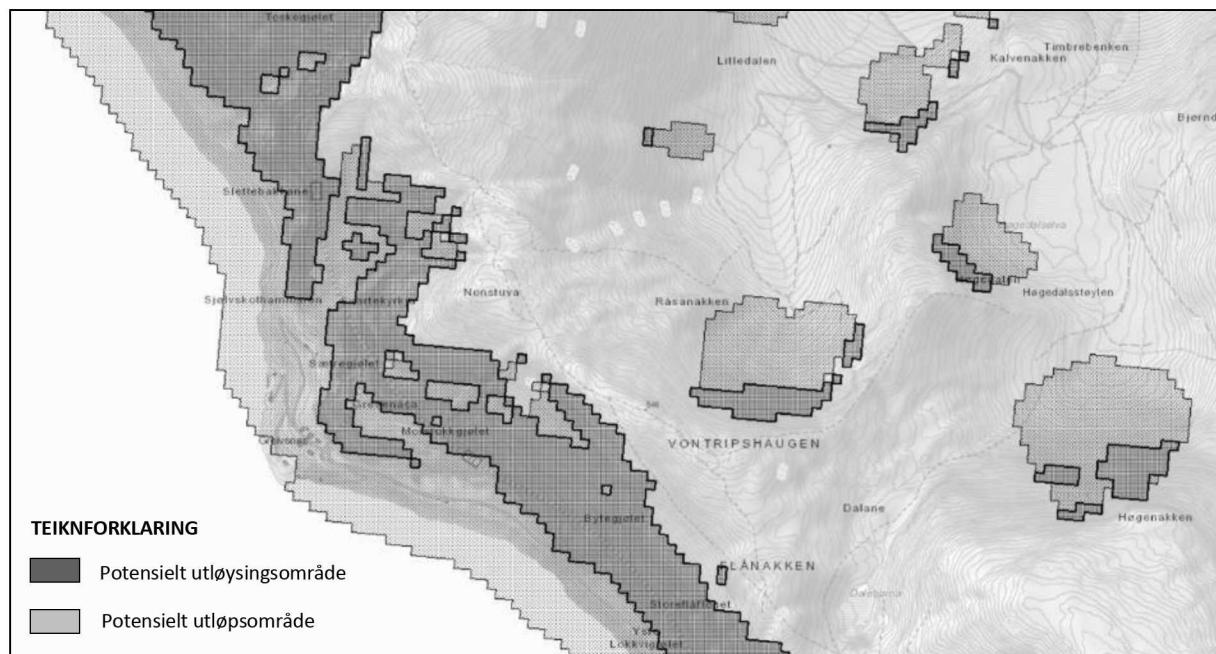
4.1. Skred i fast fjell

4.1.1. Steinsprang

Omgrepet steinsprang vert nytta når ei eller fleire steinblokker lausnar, sprett, rullar eller sklir nedover ei skråning. Steinsprang blir generelt utløyst i terrenget som er brattare enn 45° , og i terrenget slakare enn 23° vil steinsprangblokker generelt byrje å bremse opp. Utløysande årsaker kan vere store nedbørsmengder, fryse/tine-prosessar eller rotsprenging. Avgjerande grunnforhold for lausneområder er bergartstype, oppsprekkingsgrad, oppsprekkingsmønster, sprekkefyll, tilgang til vatn og røter.

4.1.1.1. Er steinsprang aktuell prosess i påvirkningsområdet?

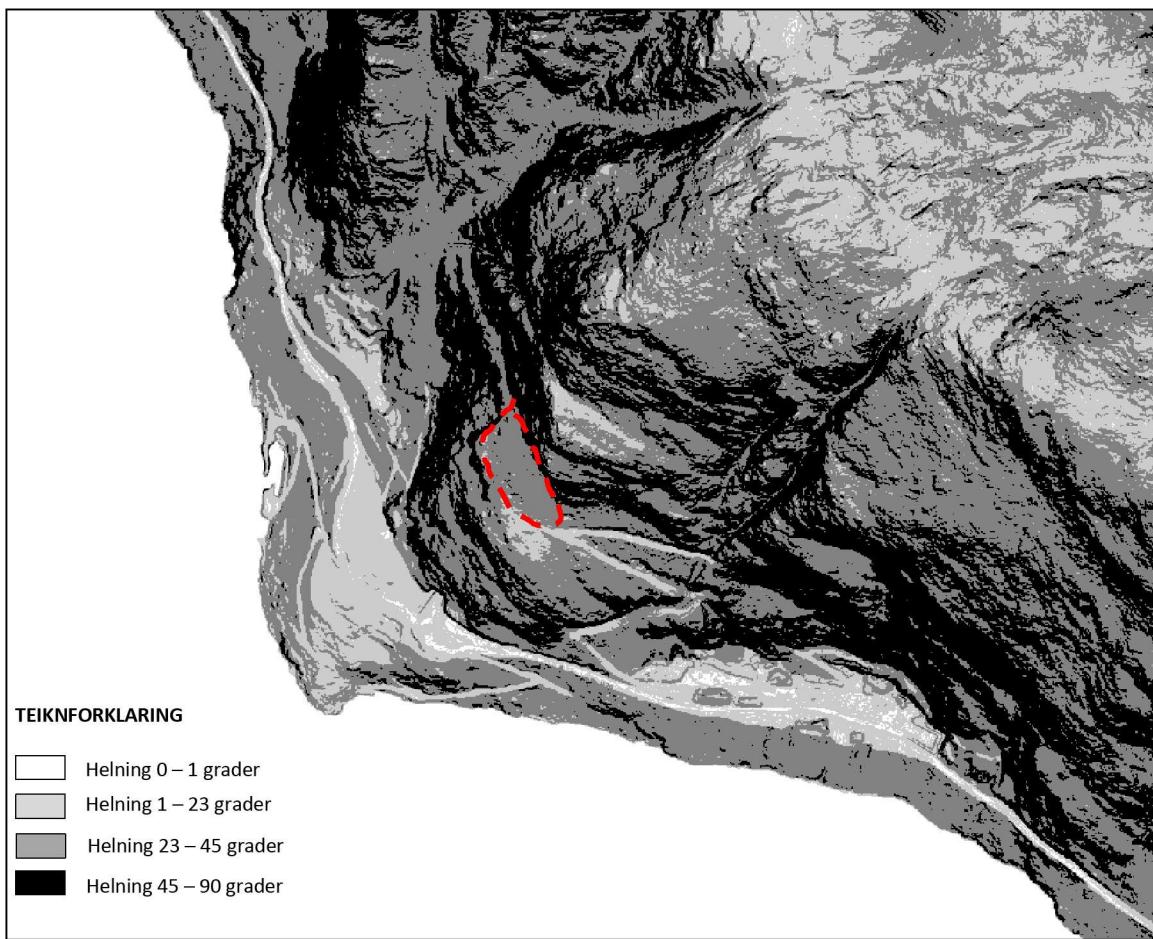
Aktsemndskartet frå NVE viser at det er potensiale for utløsing av steinsprang inn i det vurderte området, både frå bergskrenten og fjellsida over ura, samt i steile områder under ura. Om lag heile neset er definert som potensielt utløpsområde. Sjå Figur 25 for fleire detaljar om potensielle utløysings- og utløpsområder i planområdet.



Figur 25: Aktsemndskartet til NVE viser at det er potensiale for utløp av steinsprang inn i planområdet og nedanfor planområdet. Mørk grå farge markerar potensielle utløysingsområder for steinsprang ($>45^\circ$), medan lys grå farge markerar terrenget i utløpsområdet til potensielle steinsprang.

Det er ein grov digital terrenghelling (10mx10m) som vert nytta som grunnlag for aktsemdkarta for steinsprang, utan feltregistreringar [8, 9]. Kartet viser områder med potensiell skredfare, men tek ikkje omsyn til lokale faktorar som kan påverke utløsing og utløp. Lokale faktorar inkluderer klima, vegetasjon, avrenning og terren. Kartet er eit hjelpemiddel for ei vidare vurdering av skredfare, men seier ikkje noko om sannsyn for steinsprang aleine [8, 9].

Steinsprang blir generelt utløyst i terrenget som er brattare enn 45° . Figur 26 syner skrånningar og skrentar i området som har ei helling som overstig 45° , der steinsprang har potensiale til å bli utløyst, med svart farge. Den lysaste gråfargen i kartet representerar områder der terrenget er slakare enn 23° , som representerer dei hellingane der steinsprang normalt bremsast opp. Raud, stipla linje syner plasseringa til ura.



Figur 26: Kart som illustrerer terrenghellinga i området basert på typiske grenseverdiar for steinsprang (svart farge angir typiske lausneområder, lys grå områder det steinsprang typisk bremsast opp). Raud, stipla linje syner plasseringa til ura i fjellsida.

Urmassar vitnar om tidlegare nedfallshendingar i området. Om blokkene har kome som enkeltblokker, mindre puljer eller større steinskred er vanskeleg å vurdere, men det kan uansett basert på terrenghelling og observasjonar konkluderast med at steinsprang er ein aktuell skredprosess i området.

Figur 28 syner eit historisk biletet frå 1961, henta frå finn.no. Basert på ruheita til terrenget ser det ut å vere mykje urmassar like bak bustadane på oversida av vegen. Desse har vorte rydda bort. Vidare er det observert ei stor blokk (ca. $30 m^3$) ved vegen. Dette understrekar at steinsprang er ein aktuell skredprosess i området. Basert på oppsprekkinga i observert bergskrent, er det likevel særslit sannsynleg at like store blokker som den ved vegen (Figur 27) vil falle ned.



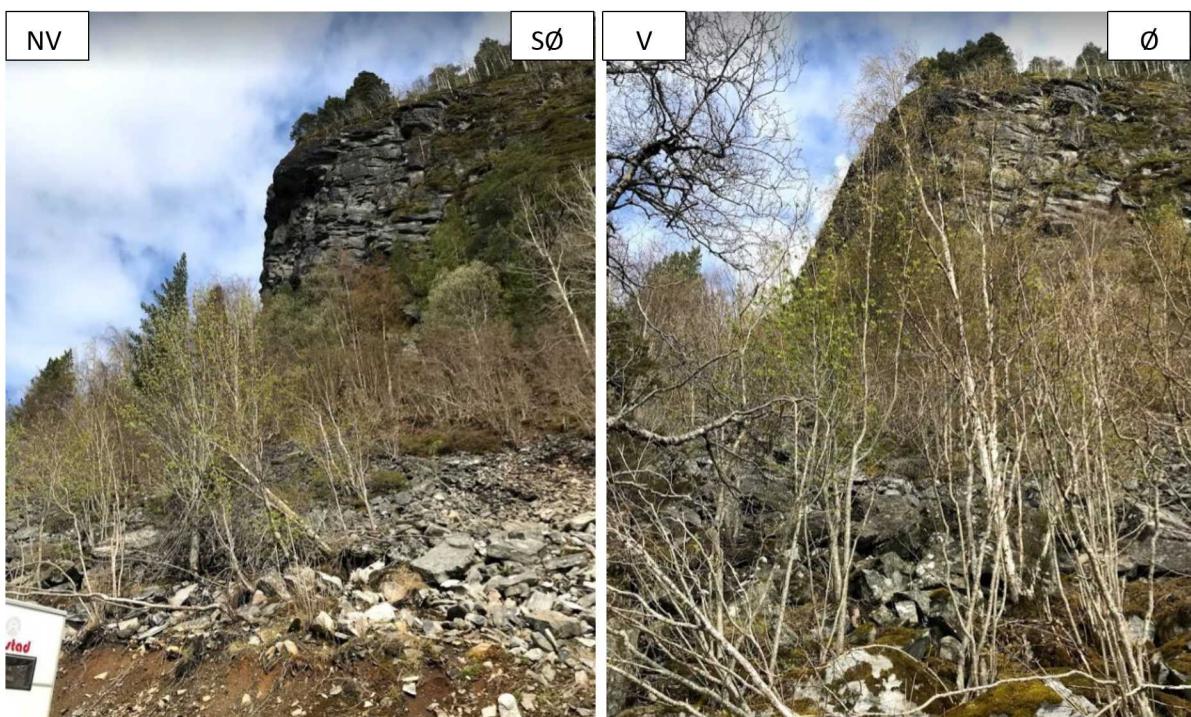
Figur 28: Historisk biletet frå 1961, henta frå finn.no.



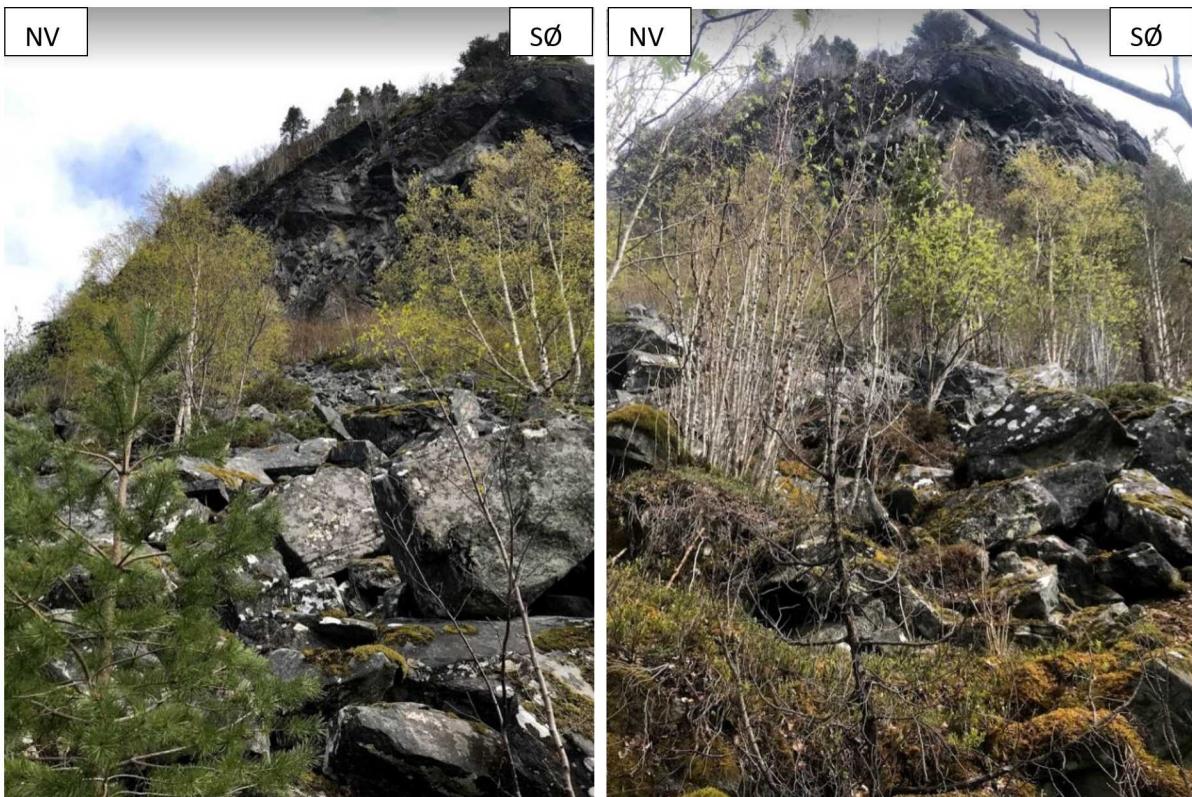
Figur 27: Blokk på oversida av vegen. Det historiske biletet viser at denne også låg her i 1961.

4.1.1.2. Vurdering av lausneområde og lausnesannsyn

Frå tunnelportalen til Rosethorntunnelen og oppover fjellsida opp til Nonstuva på ca. 530 m.o.h, er det 2-3 større, nær vertikale fjellskrentar der terrenghellinga i stor grad tilseier at utløysing av steinsprang kan skje. I skrenten bak ura som skal takast ut, er det tydelig at det har skjedd nedfall før og at det framleis er potensial for nedfall basert på oppsprekkinga på staden. I øvre delar av skrenten er det eksempelvis berg som manglar støtte i nedkant og dannar overheng (Sjå biletet v i Figur 29). Figur 30 viser oversiktsbilete av ur og bergskrent bak/over urmassane.



Figur 29: Oversiktsbilete av ur og bergskrent bak/over urmassane. Bileta er tekne frå søraustlege delar av urmassane, ved Aurstad si pausebrakke.

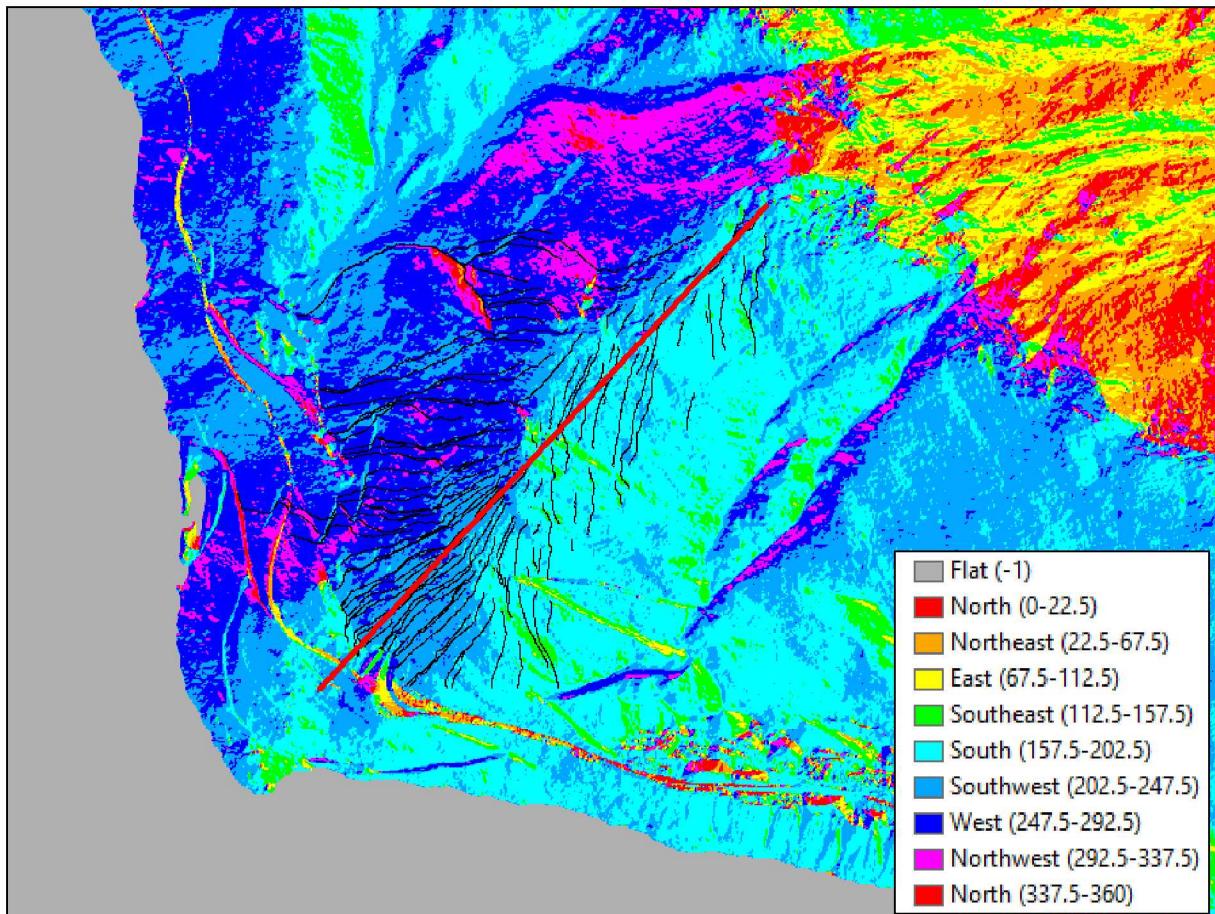


Figur 30: Oversiktsbilete av ur og bergskrent bak/over urmassane. Biletene er tekna ca. frå senter av urmassane i sidevegs retning.

4.1.1.3. Vurdering av moglege orienteringar av utløp

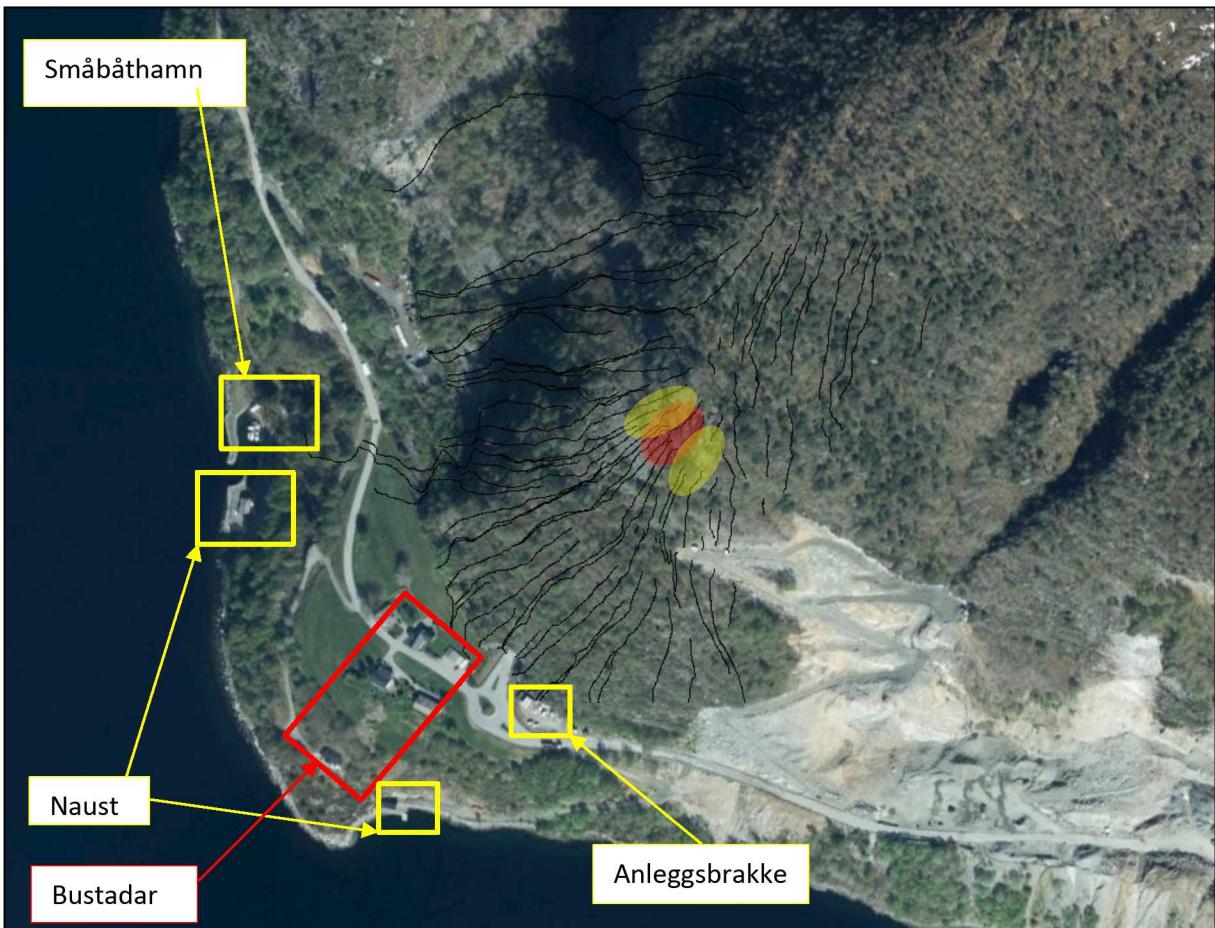
Urmassane ved ca. 180 – 220 m.o.h. har vorte avsett ved nedfall frå fjellsida i overkant. Bergskrenten like bak ura, viser tegn til nedfall av blokker av kvadratisk og rektangulær form. Fjellsida over denne skrenten er ikkje synfart. Medan terrenghellinga angir at nedfall også kan kome lenger oppe frå, er det på bakgrunn av variasjonar i himmelretningane til dagens fjellside, vurdert at nedfall frå høgare oppe mest truleg vil svinge av før dei når toppen av bergskrenten og at det er nedfall frå sjølve skrenten som er mest kritisk for bustadområdet og vegen. Unnatak kan førekome.

Figur 31 syner eit oversiktskart over himmelorienteringane til skråningane.



Figur 31: Oversikt over himmelorienteringane til skråningane i det aktuelle området. Basert på dette er det venta at bergskrenten like i bakkant/overkant av urmassane er dei massane høgast oppe i fjellsida med potensial til å nå busetnaden på neset. Sorte linjer syner «Steepest Path» i fjellsida, medan raud linje syner plasseringa av modellert tverrprofil. Denne går ca. midt gjennom i ura, sjå figur i avsnitt «modellering av utløp» for ein oversiktsfigur der profilet er teikna over flyfoto.

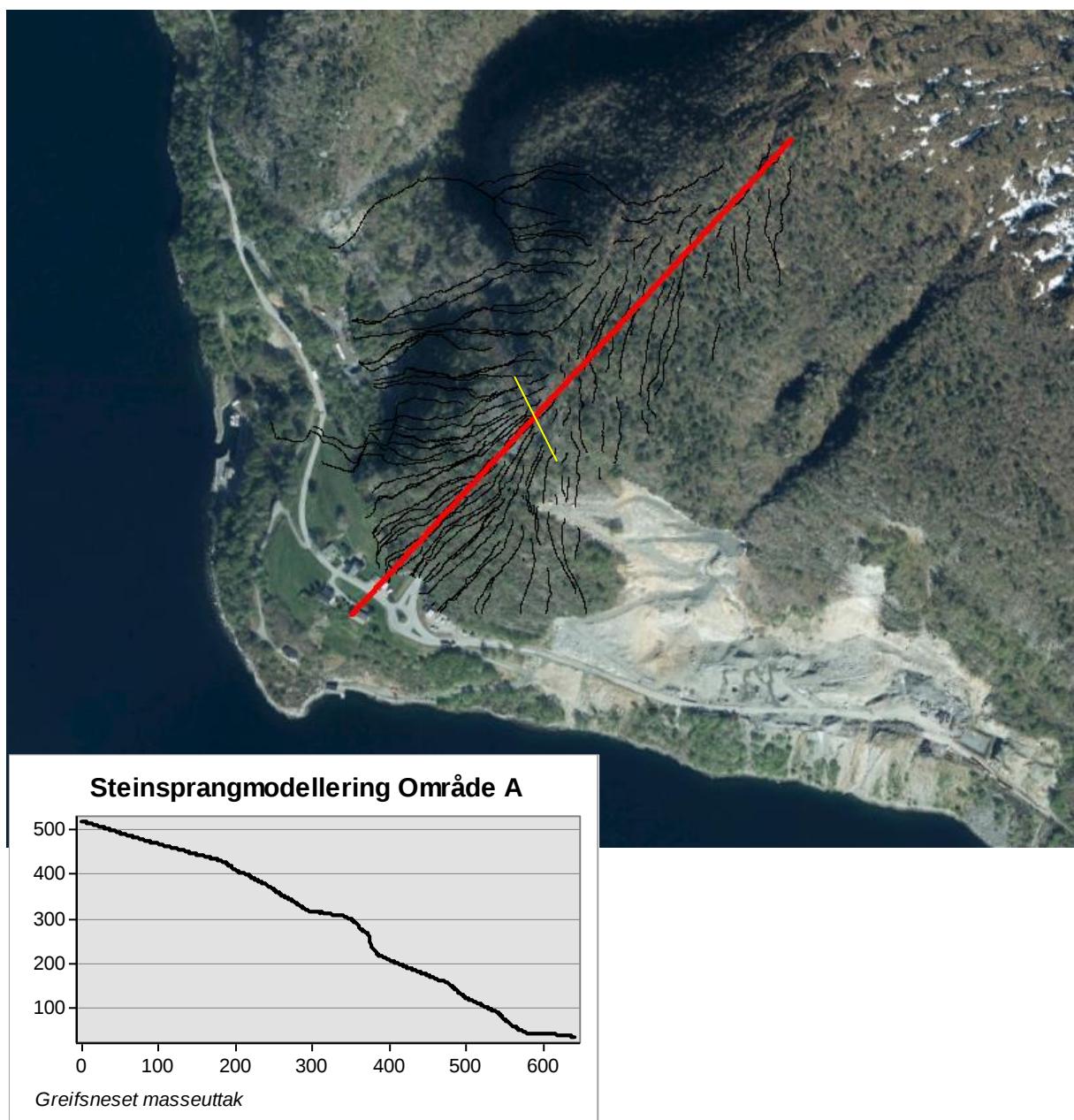
Figur 32 syner venta fordelingsmønster i fjellsida, basert på Rasterdata og vertyet «Create Steepest Path» i ArcMap, med eigne markeringar som syner plassering av eksisterande byggverk og busetnad. Steinsprang med utløp frå skrenten like i bakkant/overkant av urmassane, samt remobiliserte blokker frå sjølve ura har basert på fordelingsmønsteret i skråninga potensial til å nå ned til busetnaden og vegen. Raudt skravert område representerer dei utløpsområda der eventuelle nedfall vil falle ned i retning bustadhusa, gul skravering i retning naust/småbåthamn.



Figur 32: Anteke fordelingsmønster av steinblokken ved hjelp av ArcMap verktyget "Create Steepest Path" som simulerar bana ein ball ville teke langs brattaste veg ned frå eit spesifisert punkt. Merk at det at linjene stoggar idet dei treff dei flate områda (fulldyrka jord), så betyr ikkje dette at steinsprang automatisk vil stoppe her.

4.1.1.4. Modellering av utløp

Modellering av utløpslengde er utført i det todimensjonale steinsprangsimuleringsprogrammet Rocfall av Rocscience.Inc. Informasjon om programmet, inngangsparameterar og simuleringar er oppsummert i vedlegget (Sjå avsnitt 8.4). Figur 33 syner ei oversikt over tverrsnittet som er nytta i steinsprangssimuleringar.



Figur 33: Det er utført steinsprangssimulering langs eit tverrprofil i skråninga. Plasseringa av dette går fram av den raude linja i figuren. Gul linje viser plasseringa av omtala skrent i bakkant/overkant av urmassane som planleggast fjerna. Nede til venstre er eit utsnitt av sjølv tverrprofilet inkludert.

4.1.1.5. Vurdering av steinsprangfare inn i kartleggingsområdet

Det blir vurdert at sannsynet for steinsprang i delar av området er høgare enn 1/1000 ved dagens terrengr. Dette er basert på følgande argument:

- Urmassar tyder på tidlegare steinsprangaktivitet.
- Oppsprekking i nær vertikal fjellskrent tyder på at dette er eit mogleg utløysingsområde for steinsprangblokker. Meir om dette i avsnitt 7.3.1.
- Brattheit i området overskrid fleire stadar 45 grader.
- Simuleringar viser at ca. 25% av simuleringane går forbi eksisterande busetnad ved dagens terrengrforhold. Merk at dette seier noko om utløpslengda dersom nedfall av forhåndsdefinert storleik skjer, ikkje sannsynet for at nedfall faktisk skjer.

Basert på observasjonar i felt og modellkjøringar vurderer vi at årleg nominelt sannsyn for steinsprang ved eksisterande busetnad er høgare enn 1/1000 ved dagens terrengtiltak. På bakgrunn av dette, vurderar vi det som naudsynt med sikringstiltak mot steinsprang for å tilfredsstille krava i lovverket.

4.1.2. Steinskred

Omgrepet steinskred nyttast oftest om større nedfall (ca. $100 - 10\,000 m^3$), der blokkene splittast opp nedover skråninga. Steinskred opptrer, som steinsprang, i oppsprukne fjellparti med helling som overskrid $40-45^\circ$. I høve blokkene si rørsle nedover skråninga, vil det vere eit samspel mellom blokker som kolliderer og påverkar skredbanene til kvarandre. For enda større volum (storleksorden $>100\,000 m^3$), nyttast omgrepet fjellskred.

4.1.2.1. Er steinskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

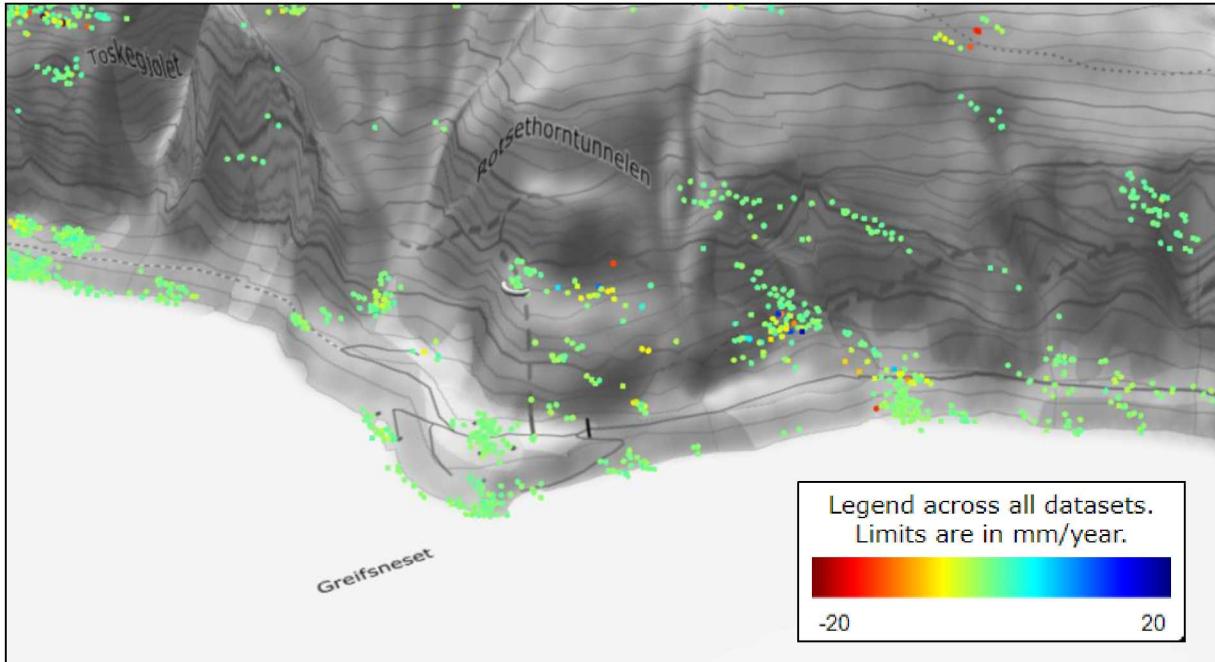
Vi har ikkje observert strukturar i berggrunnen som indikerer fare for utglidning av fjellmassar tilsvarannde ein storleik lik steinskred. NVE arbeidar med ei oversikt over moglege ustabile fjellparti i heile Noreg. Etter det vi har kjennskap til, er det her ikkje registrert ustabile fjellparti som kan true det aktuelle området.

På bakgrunn av dette, vurderer vi steinsprang som dimensjonerande skredtype i området. Vi gjer likevel merksam på at steinskred er så store strukturar og sjeldne hendingar at dei er vanskelege å vurdere.

4.1.2.2. Vurdering av lausneområde og lausnesannsynlighet

Steinskred opptrer, som steinsprang, i oppsprukne fjellparti med helling som overskrid $40-45^\circ$. Som det går fram av Figur 26, er det fleire skrentar i området som har helling større enn 45° . Med omsyn til terrenghelling er dermed steinskred mogleg.

Vi har ikkje observert strukturar i berggrunnen som indikerer fare for utgliding av fjellmassar tilsvarannde ein storleik lik steinskred. NVE arbeidar med ei oversikt over moglege ustabile fjellparti i heile Noreg. Etter det vi har kjennskap til, er det her ikkje registrert ustabile fjellparti som kan true det aktuelle området. Vidare, er det ikkje registrert signifikante deformasjonar/ rørsler i større fjellparti i området (sjå Figur 34). Merk at InSAR dataane har avgrensingar, t.d. at dei er lite sensitive for rørsler i nord-sør retning og at særslig bratte fjellsider gir dårlegare målingar, men at dei gir ein peikepinn på rørsle i større fjellparti.



Figur 34: Utsnitt fra NGU sin nettressurs InSAR for det aktuelle området.

På bakgrunn av dette, vurderer vi steinsprang som dimensjonerande skredtype i området. Vi gjer likevel merksam på at steinskred er så store strukturar og sjeldne hendingar at dei er vanskelege å vurdere.

4.1.2.3. Vurdering av lausneområde og lausnesannsynlighet

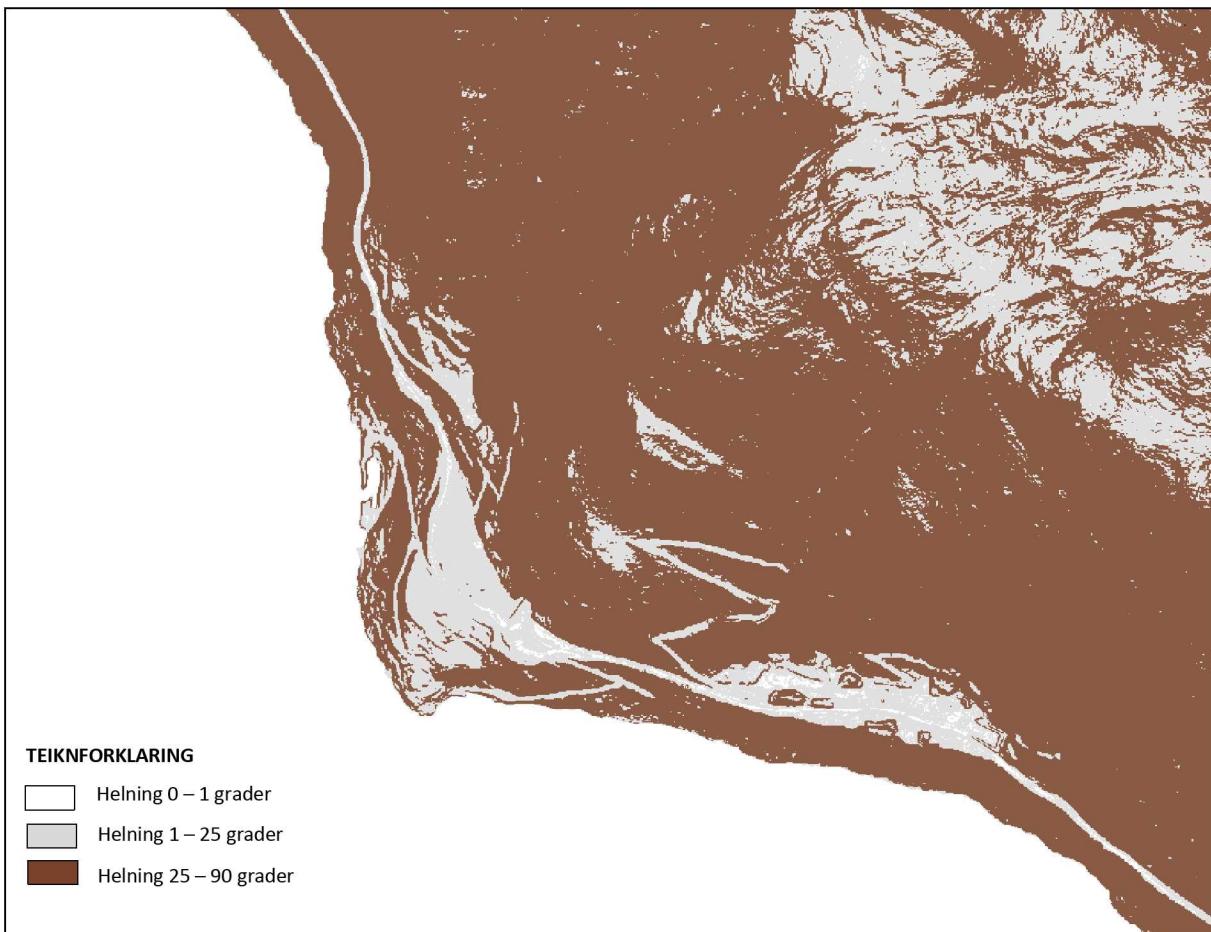
Det blir vurdert at årleg nominelt sannsyn for steinskred inn i planområdet (og ned til eksisterande busetnad) med øydeleggande kraft er lågare enn 1/1000.

4.2. Jordskred

Jordskred utløysast vanlegvis i skråningar med helling over 25° . Ofte startar skreda med plutselig utglidning av vassmetta lausmasser [16]. Skredtypen kan delast inn i to hovudgrupper – kanaliserte jordskred og ikkje-kanaliserete jordskred.

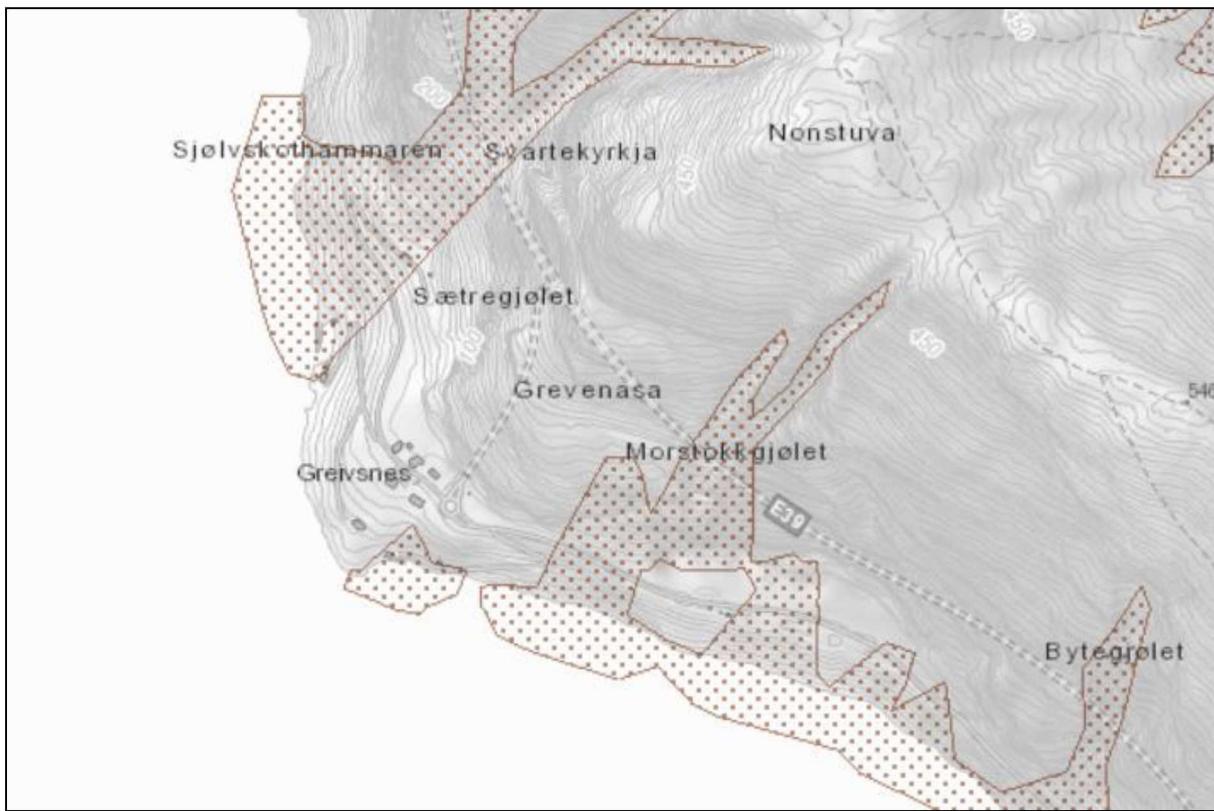
4.2.1.1. Er jordskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Jordskred kan generelt bli utløyst i terrenget $>25^\circ$, men i tilfeller der vasstrykk har moglegheit til å bygge seg opp, kan skred skje også ved mindre hellingar [15]. Så å seie heile terrenget over og i planområdet har ei helling $>25^\circ$ (sjå Figur 35).



Figur 35: Kart som illustrerer kvar terrenget er brattare enn 25° i området (brun farge).

Aktsemdeskartet frå NVE for lausmasseskred indikerer ikkje potensiale for lausmasseskred innanfor det aktuelle området. I aktsemdeskartet er potensielle kjeldeområder identifisert basert på analyse av hellingsvinkel, planarkurvatur og storleik på det vasstilførande dreneringsområdet. Frå identifiserte kjeldeområder er utløpslengder utrekna vha. ein «multiple flow direction» modell, som tek omsyn til moglege rørsleretningar basert på topografien [16].



Figur 37: Utsnitt fra NVE sitt aktsemdskart

4.2.1.2. Vurdering av lausneområde og lausnesannsynlighet

Vi vurderer at faren for jordskred mot det vurderte området som særslig er låg. Dette er basert på følgande argument:

- Med unnatak av ura, er lausmassedekket i området skrint til fråverande.
- Ryggformasjon som drenerar vatnet vekk frå det vurderte området.
- Grove lausmassar. Lågare sannsyn for poretrykk i lausmassane, som er den viktigaste årsaken til utløysing av jordskred.
- Det er ikkje teikn til nyleg erosjon og massetransport, eller ferske skredavsetningar i form av lausmasseskred i eller i nærleiken av området som er vurdert.
- Det er ingen registrerte hendingar knytt til lausmasseskred i (eller i nærleiken av) området.

Det blir vurdert at årleg nominelt sannsyn for jordskred inn i planområdet, og for busetnaden nedanfor, med øydeleggande kraft er lågare enn 1/1000.

4.3. Flaumskred

Overgangen mellom jord- og flaumskred kan vere flytande, og det kan vere vanskeleg å skilje mellom dei [15, 16]. Fordi flaumskred ofta følger eit dreneringsløp, har skredtypen ofte ei større innblanding av vatn enn jordskred [15]. Rørsleforma til flaumskred er derfor meir straumande.

Bratte bekke- og elveløp er vanlege utløsningsområder for flaumskred. Flaumskred kan utløysast ved hellingar heilt ned til 10° ved særlege tilfeller.

4.3.1.1. Er flaumskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Aktsemdskartet frå NVE for lausmasseskred indikerer ikkje potensiale for flaumskred innanfor det aktuelle området.

Det er ikkje identifisert definerte vassvegar eller bekkeløp over, i eller forbi det aktuelle området med potensial for at flaumskred skal kunne oppstå.

4.3.1.2. Vurdering av lausneområde og lausnesannsynlighet

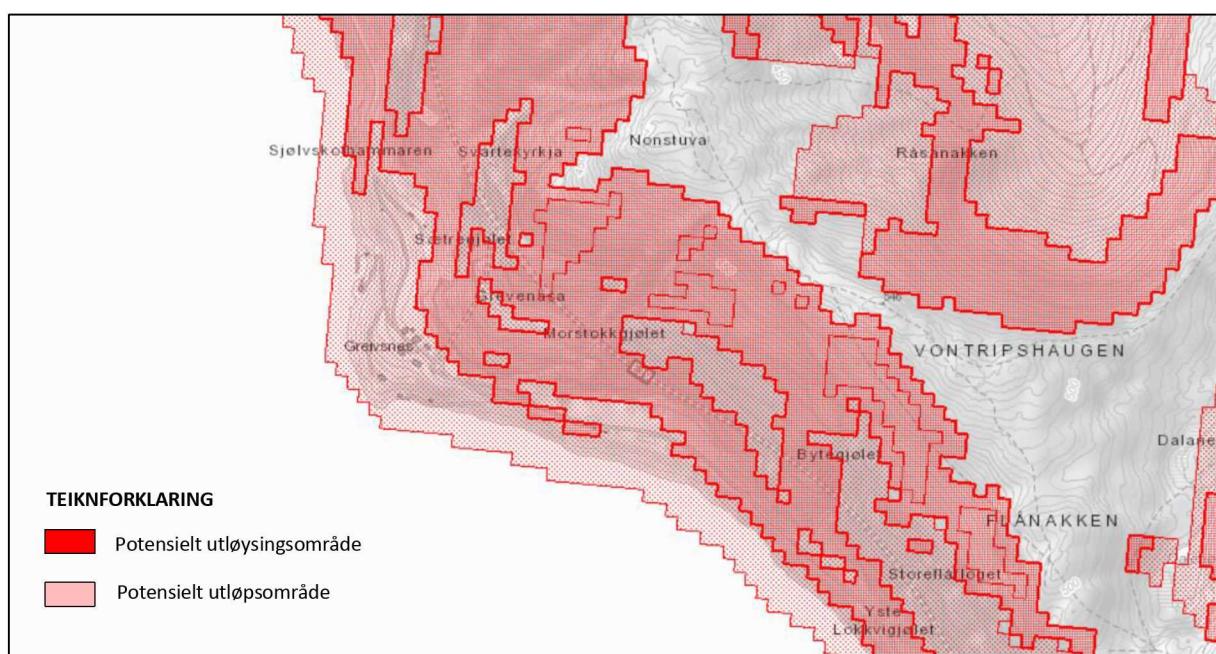
Det blir vurdert at årleg nominelt sannsyn for flaumskred med øydeleggande kraft inn i planområdet, og busetnadane nedanfor, er lågare enn 1/1000.

4.4. Snøskred

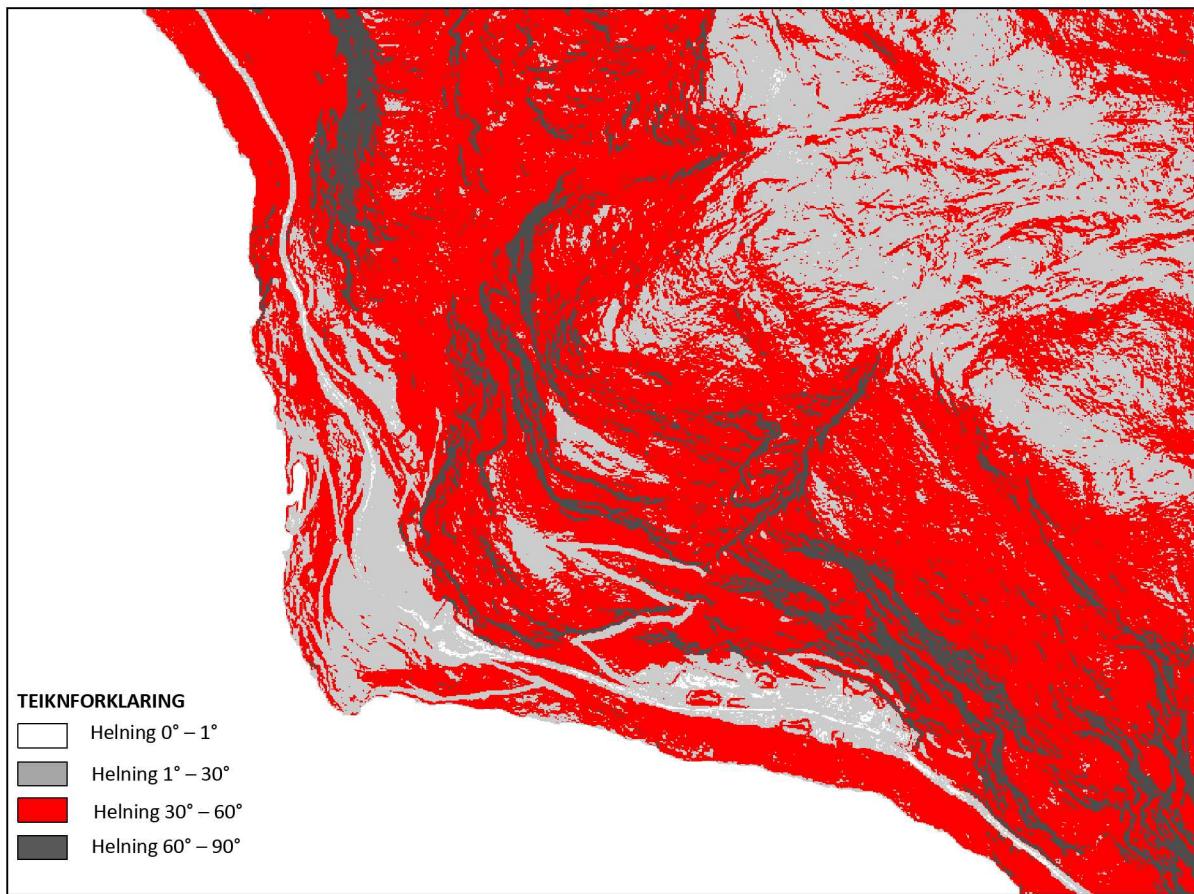
Snøskred startar vanlegvis i terrenget med helling større enn 30° og som ikkje er dekkja av tett skog [15]. Når hellinga er bratt (ca. $60 - 90^\circ$) vert skreda som regel små, fordi snøen glir ut ettersom den avlagrast. Ei inndeling av snøskred i laussnøskred og flakskred er vanleg. Flakskred oppstår når ein større del av eit snødekte losnar som eit flak langs eit glideplan, som enten er eit lausare lag i snødekket eller bakken [15]. Det er denne typen som gjev dei største og farlegaste snøskreda. Laussnøskred vert utløyst i snø med låg fastheit, som t.d. lett, laus nysnø. Skredet startar gjerne med ei lita lokal utgliding, og utvidar seg etter kvart som nye snøkorn vert rivne med.

4.4.1.1. Er snøskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Aktsemdeskartet for snøskred frå NVE (sjå Figur 38) [7] viser at planområdet, og busetnadane nedanfor, ligg innanfor mogleg rekkevidde for snøskred. Potensielt er alt terrenget brattare enn 30° mogleg utløsningsområde for snøskred. I svært bratt terrenget, terrenget brattare enn 50° , vil snø som oftast skli ut i mindre delar under eller like etter snøfall, og større akkumulasjon av snømengder ventast ikkje. I terrenget som er mellom $30-50^\circ$ bratt vil det kunne bli akkumulasjon av større mengder med snø og snøskred kan bli utløyst. Figur 39 viser eit oversiktskart over terrehellinga i området med omsyn til vanlege inndelingsintervall for snøskred (1-30 slakkare enn vanleg utløsningsvinkel, 30-(50)60 vanleg utløsningsvinkel, >60 snøs sklir vanlegvis ut i mindre delar utan større akkumulasjon).



Figur 38: Det kombinerte aktsemdeskartet til NVE for snøskred viser at det er potensielle for både utløsningsområde og utløpsområde for snøskred inn i planområdet. Mørk raud farge markerar potensielle utløsningsområder for snøskred (terrenget $>30^\circ$). Lys raud farge markerar potensielle utløpsområder for snøskred.



Figur 39: Oversiktsfigur som viser terrenghellinga i området med omsyn til vanlege utløysingsintervall for snøskred (rød farge).

4.4.1.2. Vurdering av lausneområde og lausnesannsynlighet

Planområdet ligg i aksemdområdet for snøskred og det kan vere tilstrekkeleg med snø i området. Sannsynet for utløsing og utløp av større snøskred med øydeleggande kraft vurderast likevel som avgrensa. Dette er basert på følgande argument:

- Det er ingen registrerte snøskredhendingar i eller i nærleiken av planområdet eller busetnadane nedanfor.
- Det er ingen teikn i terrenget eller skader på skog som tydar på tidlegare snøskred med utløp inn i eller i nærleiken av området som vurderast.
- Det er ingen større botnformasjonar høgt oppe i fjellsida som har potensiale for oppsamling av større snømengder og vidare utløysning av store snøskred ned mot planområdet.
- Område med terrenghelling mellom 30-50° er lett skogkledd. Skog forhindrar snøskred av fleire grunnar:
 - o Mykje av nedbøren som kjem som snø vil legge seg på greinene og falle ned som snøklumper, smelteomvandla snø eller smeltevatn. Dette vil øydelegge lagdelinga i snødekket. Ei lagdeling i snødekket som kan resultere i flakskred vil dermed ikkje bygge seg opp.
 - o Sidan snøen legg seg på greinene, vil det bli mindre snø på skogbotnen. Snødekket vil derfor vere mindre tjukt enn i områder utan skog. Jo tjukkare snødekket, desto større flakskred kan det bli.
 - o Trestammene i skogen har ein forankringseffekt på snøen og redusere sannsynet for at snøskred skal bli utløyst.

- Vind får mindre tak på øvre deler av snødekket i ein skog, og får dermed ikkje pakka snøen til flak, noko som igjen reduserer sannsynet for flakskred.

Mindre snøskred kan ikkje utelukkast, men desse er ikkje venta å ha lange utløp og øydeleggande kraft. Steinsprang er meir dimensjonerande skredtype for området enn mindre snøskredutglidinger.

Det blir vurdert at årleg nominelt sannsyn for snøskred inn i planområdet med øydeleggande kraft er lågare enn 1/1000. Det same gjeld for busetnaden nedanfor.

4.4.2. Sørpeskred

Eit sørpeskred er ein straum av vassmetta snømassar med stor densitet [15]. Denne typen skred losnar oftast langs bekke- eller elveløp, eller i forsenkingar i terrenget med potensial til å demme opp vatn. Sørpeskred kan utløysast i slakt terrengr. Terrenghellinga for utløsing av sørpeskred er frå tilnærma horisontal til ca. 30°. Det er ikkje utarbeida nasjonale aktsemeldskart for sørpeskred (NVE).

4.4.2.1. Er sørpeskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Terrenghellinga for utløsing av sørpeskred er frå tilnærma horisontal til ca. 30°, noko som samsvarar med lys grå farge i Figur 39. Områder som har denne terrenghellinga på Greifsneset er definert som fulldyrka jord og innmarksbeite. Det er ikkje identifisert områder der det naturleg vil demmest opp mykje vatn.

4.4.2.2. Vurdering av lausneområde og lausnesannsynlighet

Det er ingen historikk for sørpeskred i dette området. Det vurderast vidare at det ikkje er områder over eller i det vurderte området der vatn vil kunne bli demma opp.

Det blir vurdert at årleg nominelt sannsyn for sørpeskred inn i planområdet med øydeleggande kraft er lågare enn 1/1000. Det same gjeld for busetnaden nedanfor.

5. SAMLA SKREDFARE

Basert på føreliggende informasjon, presentert ovanfor, vurderer vi at steinsprang er den dimensjonerende skredtypen i området. Utforminga til neset (sjå særleg Figur 31 for ei oversikt over variasjonar i himmelretning for fjellsida), gjer at eventuelle blokker som losnar frå steile skrentar høgare enn 300 meter oppe i fjellsida, høgst sannsynleg vil førast vekk frå det vurderte området og tunnelportalen. Det er med dette berre nedfall frå den steile skrenten like over urmassane som planleggast fjerna, som vurderast å ha potensial til å gå i retning mot vurdert område.

Simuleringar i Rocfall syner at ca. 25% av dei simulerte nedfalla av storleiken $0,5\text{-}1,0\text{ m}^3$ når vurdert område på neset ved dagens terregnforhold. Kombinert med ytterlegare observasjonar i terrenget og relevant bakgrunnsinformasjon, vurderast skredsannsynet å vere høgare enn 1/1000 ved vurdert område. Området tilfredsstiller med dette ikkje krav gjeve i Plan- og bygningsloven og TEK17 for tryggleiksklasse S2. For å tilfredsstille desse krava, vil etablering av sikringstiltak vere naudsynt.

Lausmasseuttaket vil påverke terregnutföringa og dermed også skredsannsynet. Eit uttak skal ikkje auke skredfara for tredjepart. Simuleringa av steinsprang viser at det vil vere gunstig for utløpslengdene, og dermed også skredsannsynet ved busetnaden, å redusere hellinga på urmassane. Dette føresett at terrenget beheld ei ruheit som verkar bremsande på blokkane, og at det ikkje vert teke ut urmasser heilt ned til bergoverflata. Blokker som treff reint, hardt grunnfjell beheld mykje meir av energien sin både normalt og tangentialt, samanlikna med blokker som treff blokkområder og urmasser. Simuleringar syner at uttak til bergoverflata kan auke skredfara for eksisterande busetnad. Bergoverflata kan fungere som «springbrett» for steinblokker som fell ned, slik at blokkene kan få sprettretninng ut mot busetnaden.

I tillegg til reduksjon av hellingsvinkelen, vil etablering av ein sikringsvoll vere naudsynt for å tilfredsstille krav i pbl og TEK17. Etablering av sikringsvollen med høgde 4 m vil redusere steinsprangsannsynet i området nedanfor uttaket.

Det vurderast at det er behov for at skredvollen som etablerast for driftsfasa også blir ståande i permanent fase.

Figur 40 viser faresonekart for vurdert område. Brakker som skal tilfredsstille krav til sikkerhet mot skred i tryggleiksklasse S1, må plasserast utanfor faresone 1/100 (raud skravur).



Figur 40: Faresonekart for kartleggingsområde.

6. RÅD KNYTT TIL SIKRINGSTILTAK

6.1. Skredvoll som sikringstiltak

For å oppnå tilstrekkeleg tryggleik mot skred, må det utførast sikringstiltak. Det kan etablerast ein skredvoll med fanggrøft i nedkant av urmassane. Vollen kan byggast av stadlege massar.

Det må merkast at føremålet til sikringsvollen vil vere å stoppe steinsprang før dei når busetnaden, samt eventuelle nedfall av enkeltblokker frå toppen av urmassane takast ut. Vollen er ikkje meint for å støtte opp urmassane og hindre større utglidningar av denne. Det er med dette ikkje lagt opp til at sikringstiltak skal dimensjonerast som støttemur. Tiltak for å hindre utgliding av urmassane, vil vere å starte uttaket frå toppen og ikkje utføre graving i foten av ura.

Ein sikringsvoll er å føretrekke framfor fangnett fordi den er særskild bestandig, typisk krev mindre vedlikehald, har lenger levetid og legg til rette for god samling og handtering av eventuelt overflatevatn. Samanlikna med eit fangjerde er tiltaket likevel meir synleg i terrenget, og krev også meir plass.

Overvatn som samlar seg bak skredvollen må handterast. Det må mellom anna opparbeidast rutiner for reinsking av grøfta, samt naudsynt vedlikehald av skredvollen.

6.1.1. Alternativt sikringstiltak i delar av strekninga - steinsprangnett

I nordvestre delar av området er det ein steil skrent på nedsida. Her kan sikringa måtte tilpassast pga. utilstrekkeleg areal til å etablere skredvoll utan å måtte gå inn i urmassane, eksempelvis ved bruk av steinsprangnett. Basert på modelleringar, bør steinsprangnettet ha ein kapasitet på minst 2500 kJ.

6.2. Dimensjonering av skredvoll

I inndeiane vurdering av plassering og høgde av skredvollen, er det teke utgangspunkt i krav for fanggrøfter for bergskjeringar langs veg der bergskjeringane ikkje sikrast på anna vis. Utgangspunktet vart funne passande fordi det ikkje er venta steinblokker frå terrenget over bergskrenten som er lokalisert like bak omtala skredur, berre nedfall frå sjølve skrenten.

Statens vegvesen si handbok N200 Vegbygging [19] tek føre seg minimumsbreidda av ei fanggrøft avhengig av skjeringshøgder og skjeringshellings for skjeringar opp til 30 m. For nær vertikale skjeringar, dvs. skjeringar med hellingsvinkel på 84 grader eller brattare, og (maksimal oppgitt) høgde på 30 meter, er det satt krav om 5,3 m breidde på fanggrøfta. I føregåande utgåve av handboka (2014), er ei breidde på 6 m presentert som naudsynt for bergskjeringar med høgde over 30 m. Fordi bergskrenten si høgde overskrid 30 m, skal vollen plasserast minst 6 meter frå bergskrenten.

Det er generelt alltid lurast å plassere ein skredvoll lengst mogleg frå fjellsida slik at blokker naturleg misser spretthøgde og energi. Ei plassering av steinsprangsvollen i høve korleis blokker bevegar seg nedover fjellsida er viktig. Ein voll får vanskeleg effektiv høgde i bratt terrenget, dvs. at det er vanskeleg å få vollen høg nok til å fange opp nedfalla der terrenget er bratt. I områder der terrenghellinga er svak, kan ein voll byggast. Det er ikkje tilrådeleg å fundamentere skredvollen på urmassar. Ei plassering på nedsida av urfoten vil medføre at anbefalingane knytt til minimumsbreidde for fanggrøfter frå N200 er tilfredsstilt med god margin [19].

Resultata frå simuleringar i Rocfall er nyttar for å vurdere storleik på vollen i høve forventa utløpslengde og retning på steinsprang, spretthøgde på steinsprangblokker og energi i blokker når dei treff vollen. Eventuelle steinsprangblokker vil også ha eit bremseområde i vollmaterialet som tappar blokker for energi og reduserer spretthøgde.

Simuleringar syner at ein skredvoll med høgde på 4 meter stoppar dei simulerte steinsprangblokkene. Ein skredvoll byggast opp med ei støt- og ei leside. Breidda for toppen til vollen skal vere minst 1 m. I Statens vegvesen sin vugleande rapport «Sikring av veger mot steinskred» vert det anbefalt at støtsida på skredvollar vert bygd med ein brattheit på 3:1, eller så bratt som mogleg.

Hellinga på vollen til skal ikkje overskride anbefalingar gitt i V221 (sjå Figur 41) [20].

Materiale	Største skråningshelning
Stein	1: 1,25 ¹⁾
Grus	1:1,5
Sand	1:1,5
Finsand/silt	1:2
Leire	Se Figur 3-1- 3

1) Fylling av sprengt stein kan legges med helning brattere enn 1:1,25.
Det forutsettes lagvis utlegging og stein med egn form og størrelse i skråningsflaten

Figur 3-1- 2 Største skråningshelning for vegfyllinger

Figur 41: Utsnitt frå V221 som syner største helling for fyllingar.

6.3. Etablering av skredvoll

Under anleggsfasen og også i samband med vedlikehald av vollen vil ein anleggsveg vere naudsynt. Ved etablering av anleggsvegen, er det viktig at ein ikkje fjernar foten til urmassane på staden (meir om konsekvensen av dette for totalstabiliteten til ura i avsnitt 7.3).

Det må utførast ein SJA for arbeidet med etablering av skredvollen. I denne bør ein eksempelvis vurdere eventuell avsperring av veg ved tunnelportalen.

6.4. Faresoner etter bygging av skredvoll

Sannsynet 1/333 er ikkje inkludert som ein del av krava som i TEK17 er stilt til ny busetnad. Dette skredsannsynet har tidlegare likevel vorte mykje nytta til å identifisere eksisterande busetnad som er akseptabelt utsett for skred, og som på bakgrunn av dette bør vurderast sikra. For nybygg stillast det krav til at skredsannsynet ikkje er større enn 1/1000 for einebustadar og andre bygg i S2.

Ved reduksjon av hellinga på ura og etablering av ein skredvoll i fjellsida, er skredsannsynet ved busetnaden under dette skredsannsynet. Etablering av ein skredvoll vil ha positiv effekt på skredfara i det vurderte området.

7. RÅD KNYTT TIL UTTAK AV STEINUR

7.1. Generelt om ur

I Statens vegvesen si handbok V221 *Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger*, er ur definert på følgande måte [20];

Ur er bratt løsmasseskråning med grove masser, stein og blokk i overflaten. Urmasser er stein/blokkrike løsmasser i litereng, med varierende finstoffinnhold i hulrommene i kornskjelettet.

Typisk ligg friksjonsvinkelen til urmassar i intervallet 35 – 42 grader, avhengig av storleiken på blokkene den består av. Om blokkene er særstak store, kan hellingsvinkelen overgå 42 grader.

7.2. Urmassane på Greifsneset

Urmassane ved Greifsneset har vorte avsett på bakgrunn av nedfall frå fjellsida i overkant. Bergskrenten like bak ura, viser tegn til nedfall av blokker av kvadratisk og rektagulær form. Grad av avrunding i kantane til blokkene er særstak avgrensa.

Storleiken på blokkene i området varierer, noko som går fram av biletet i vedlegg 1. Medan steinblokkene stadvis ikkje når opp til knehøgde på representanten til Aurstad, har somme steinblokker ein lengdeaksje som overgår heile høgda til mannen. Lengdeaksen til blokkene varierar i området ca. 15 – 200 cm.

I søraustleg del av urmassane, er det meir mose, lyng og vegetasjon enn i sentrale delar. I dei sentrale delane av ura er vegetasjonen avgrensa til enkeltvise førekommstar av mose, og eit par einslege tre. I toppen av ura er det vegetert, med tett førekommst av tynne lauvtre og mindre busker. Nedanfor ura er det også mykje tynne lauvtre, og blokker er primært fullstendig mosede.

Overflata til urmassane har ei helling på rundt 36-38 grader, og antakast å ha ein sikkerheitsfaktor like over 1 mot utrasingar. Dette vil seie at den ligg med hellingsvinkel like under friksjonsvinkelen til urmassane. Urmassane vert vurdert til å vere stabile i noverande tilstand, men ved anleggsarbeid kan dei bli ustabile.

Mektigheita til urmassane er ikkje kjend. Skilnaden på hellinga til ura i overflata og bergoverflata under, vil vere avgjerande for kor store volum av urmassar som faktisk ligg på staden. På bakgrunn av dette, er faktiske mengder urmassar som skal takast ut ikkje bestemt.

7.3. Metode for uttak av urmassar

Ved uttak i steinura, er det viktig at uttaket er sikra på ein slik måte at det ikkje oppstår fare for skred som kan medføre skader på bygningar som står (eller menneskjer som oppheld seg) nedanfor uttaksområdet.

Graving av skråningar i ur bør alltid startast ovanfrå. Å byrje å fjerne foten på ura, vil vere uheldig for totalstabiliteten. Dette skuldast at gravinga kan føre til ei overbratt skråning, som kan gli ut og dermed medføre remobilisering av steinblokkene i ura.

I vegprosjekt, der det ikkje er mogleg å fjerne heile ura ovanfrå, er tørrmurarar, fylling av ordna storstein, samt etablering av betongdragar i lengderetninga i massane med sikring med stag til berg, dørmer på tiltak som er gjort ved vegbygging i foten av ura. Ved alle desse løysingane, er utføringa trinnvis, der ein tek vekk noko ur før ein erstattar den med ei motvektsløysing. Ein repeterer deretter denne prosessen bortover. Fordi det her vurderast å vere moglegheiter for å kome til på oversida urmassane frå søraust ved eksisterande anleggsveg i masseuttaket, vert løysingar for forstøtning av urmassane ikkje omtala eller vurdert vidare.

Det vil vere naudsynt å gi området der ura takast ut ei naturleg avslutning etter uttaket. Dersom ein ikkje tek ut massar heilt ned til bergoverflata under, vil det vere gunstig å ta ut meir massar mot toppen av ura for å redusere overflatehellinga urmassane har. Dette fordi urmassane i dag ligg med ei helling opp mot friksjonsvinkelen til materialet, og ein reduksjon i hellinga vil vere gunstig for stabiliteten til massane.

7.3.1. Atterhald

Merk at Asplan Viak ikkje har utført ei detaljert tilstandsvurdering av bergskrenten over urmassane som planleggast fjerna (sjå Figur 42). Det vi har sett på og vurdert, er moglege utløpslengder for blokker som evt. losnar frå skrenten eller fjellsida over, samt korleis utløpslendene påverkast av å fjerne ura heilt eller delvis.

Aurstad må sørge for tilstrekkeleg arbeidssikring i samband med uttak av urmassane og utarbeide ein SJA for arbeid i området.



Figur 42: Bilete som syner bergskrenten bak ura sett på avstand. Det er ikkje utført ei detaljert tilstandsvurdering av denne skrenten. Observasjonar på avstand tyder på at oppsprekkinga av bergmassen kan medføre avløsing av blokker og nedfall, særleg ved vedvarande fryse- og tineprosessar. Ved arbeid under skrenten, må Aurstad sørge for tilstrekkeleg arbeidssikring.

7.4. Konsekvensar av uttak av urmassar

Både utløpsdistanse ved nedfall og sjølv sannsynet for at steinsprang skjer, kan potensielt bli negativt påverka av uttak av urmassar. Førstnemnde i større grad enn sistnemnde. I det følgande vert kvar av desse konsekvensane vurdert.

7.4.1. Fjerning av buffersone

Dersom heile urmassa fjernast ned til bergoverflata, vert det ikkje lenger ei buffersone for nedfall som tek i mot steinsprang der ura ligg i dag. Urmassane som tidlegare reduserte utløpslengdene til steinspranga i betydeleg grad, er no fjerna.

Effekta av å fjerne urmassane til bergoverflata går fram i skilnaden i erfaringstal for restitusjonskoeffisienten (dvs. dempningskoeffisienten) for urmassar og bergoverflater.

Restitusjonskoeffisienten vert nytta til å seie noko om kor mykje av hastigheita (evt. energien) som

vert bevart når eit steinsprang treff underlaget [17]. SVV sine erfaringstal for restitusjonskoeffisientar for Rocfall er gjengjeve i Tabell 3 [17]. Merk at blokker som treff reint, hardt grunnfjell beheld mykje meir av energien sin både normalt og tangentialt, samanlikna med blokker som treff blokkområder samt ur og kompakte forvitringsmassar. Avhengig av hellinga til bergoverflata, kan steinblokker skyte fart frå denne og utover frå fjellsida. Sjå også skilnaden i utløpslengde for simulering nr. 2 og nr. 4 (vedlegg 4, avsnitt 8.4).

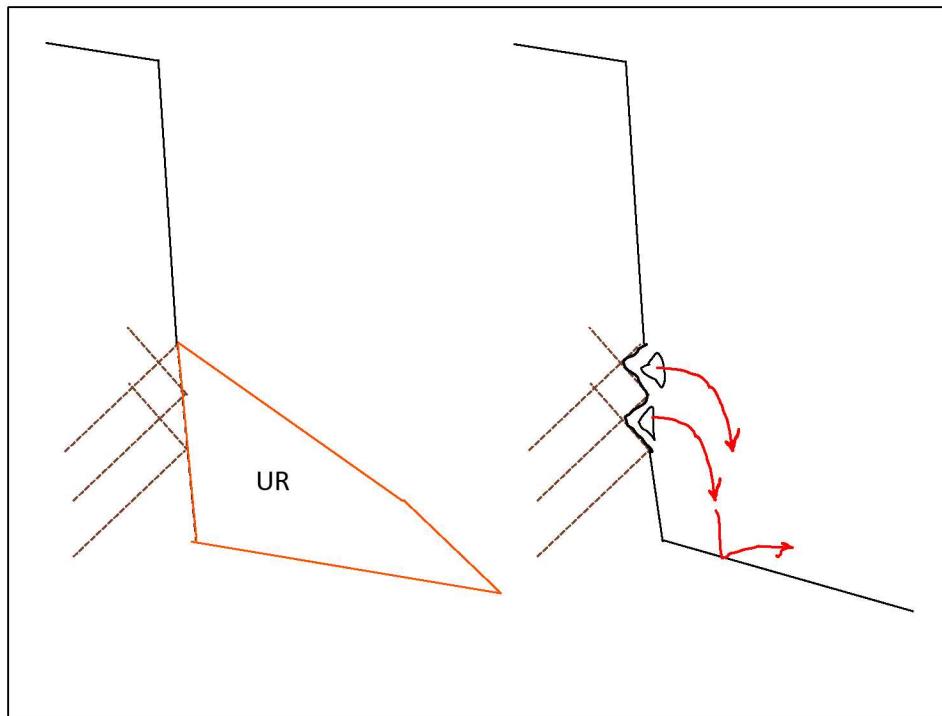
Tabell 3: Oppsummering av erfaringsverdiar for restitusjonskoeffisientar i Rocfall, gjengjeve frå SVV/Vegdirektoratet sin Vd-rapport nr. 32

Material	Normal restitusjonskoeffisient	Tangential restitusjonskoeffisient
Reint, hardt grunnfjell	0,53	0,99
Grunnfjell- og blokkområder	0,35	0,85
Ur og kompakte forvitringsmassar	0,32	0,82

7.4.2. Eksponering av bergskrent

Vidare, vil bergskrenten bak dagens urmassar eksponerast ved fjerning av ura. Avhengig av kor mykje urmassar som fjernast i vertikalretning og korleis tilstanden/oppbrekkinga til bergskrenten er bak urmassane, vil dette medføre ei fare for steinsprang. Det er venta at forholda i bergskrenten bak urmassane er tilnærma like dei som sjåast i bergskrenten i dag.

Figur 43 syner ei prinsippskisse for ein situasjon der uttak av urmassar fører til eksponering av avløyste blokker i bergskrenten og påfølgande nedfall av blokkene fordi støtta i framkant er fjerna.



Figur 43: Prinsippskisse som syner ei aktuell problemstilling ved avdekking av bergskrent i bakkant av ura i samband med uttak av urmassane

8. KONKLUSJON

Vi vurderer at steinsprang er dimensjonerande skredtype i det aktuelle området. Delar av området nedanfor ura der masseuttaket skal føregå, tilfredsstiller ikkje lovverket sitt krav til tryggleik mot skred for nybygg/påbygg i tryggleiksklassene S1 og S2, der årleg nominelt sannsyn for skred ikkje må overskride høvesvis 1/100 og 1/1000.

Lausmasseuttaket vil påverke terrengutforminga og dermed også skredsannsynet. Eit uttak skal ikkje auke skredfara for tredjepart, og det er difor sett på konsekvensane for masseuttak på skredfara ved eksisterande busetnad.

Det er naudsynt med etablering av ein sikringsvoll i nedkant av eksisterande urmassar, i tillegg til reduksjon av hellingane til urmassane. Formålet med vollen er å fange opp eventuelle steinsprang med retning mot busetnad og veg på Greifsneset. Det vert føresett at området ved ura beheld ruheita si etter uttak, slik at ura framleis fungerer som ei buffersone for nedfall og ikkje som eit «springbrett» utover frå fjellsida. Sikringsvollen vi ikkje ha tilstrekkeleg høgde dersom buffersona vert fjerna i urområdet.

Informasjon om sikringstiltaket er gitt i kapittel 6. Graving skal ikkje utførast i foten av eksisterande urmassar, då dette kan føre til overbratte skråningar som kan gli ut. Råd angående uttak av urmassar, og generell informasjon om steinur, er gjeve i kapittel 7.

Ved etablering av sikringsvoll, reduksjon av urhelling og forsiktig uttak av urmassar ovanfrå, vurderer vi at uttaket av urmassar vil ha ei positiv innverknad på skredfara ved eksisterande busetnad.

KILDER

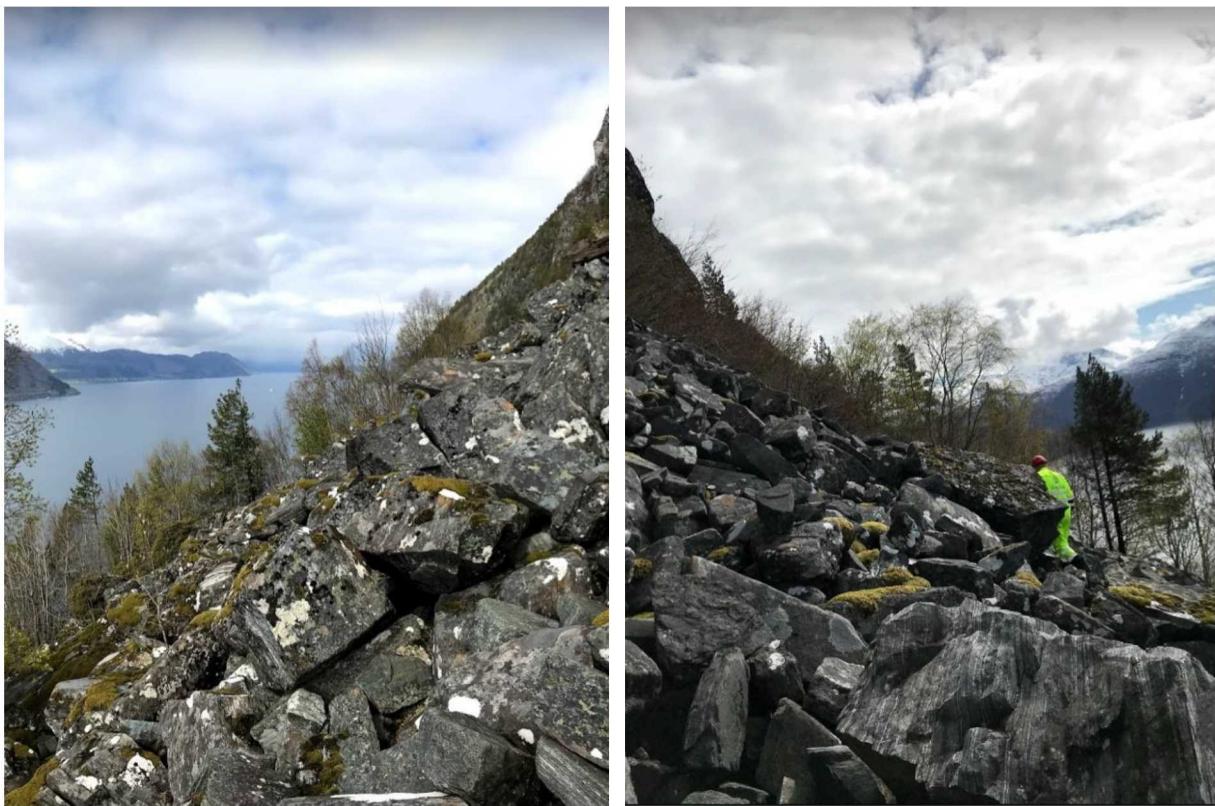
1. NVE (2020) Skredfarekartlegging <https://www.nve.no/skredfarekartlegging/>
2. NVE (2014). Retningslinjer 2/2011, Flaum og skredfare i arealplanar. Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo.
3. NVE (2014): Sikkerhet mot skred i bratt terreng – Kartlegging av skredfare i arealplanlegging og byggesak. Veileder 8 – 2014. Oslo.
4. Kartverket, Norgeskart (www.norgeskart.no)
5. Kartverket, Høydedata (www.hoydedata.no)
6. Asplan Viak (2020) Skredfarevurdering Greifsneset, Volda Rapport
7. NVE, NVE Atlas (www.atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#)
8. NVE, Aktsomhetskart for snø- og steinskred (NGI) ([www.nve.no flaum-og-skred/kartlegging/aktsemdkart/aktsomhetskart-for-sno-og-steinskred-ngi/](http://www.nve.no/flaum-og-skred/kartlegging/aktsemdkart/aktsomhetskart-for-sno-og-steinskred-ngi/)).
9. NVE, Aktsomhetskart for steinsprang, (www.nve.no/flaum-og-skred/kartlegging/aktsemdkart/aktsomhetskart-for-steinsprang/)
10. NGU, Berggrunnskart i målestokk 1:50 000 (<http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/>)
11. NGU, Kvartærgelogisk kart i målestokk 1:50 000 (www.geo.ngu.no/kart/losmasse/)
12. NVE, NIBIO, Statens Kartverk, Klimadata (<http://www.senorge.no/aboutXgeo.html>)
13. NIBIO, Kilden (www.kilden.nibio.no)
14. SINTEF, Materialdata for naturstein. Typiske verdier (https://www.sintef.no/globalassets/upload/teknologi_og_samfunn/berg-og-geoteknikk/lister/typiske-materialdata-for-naturstein.pdf)
15. NGI (2014) Skred, skredfare og sikringstiltak. Praktiske erfaringer og teoretiske prinsipper.
16. NGU (2014) Aktsomhetskart jord- og flomskred: Metodeutvikling og landsdekkende modellering
17. Vegdirektoratet/SVV (2011) VD-rapport nr. 32, Sikring av veger mot steinskred
18. NGI (2019) Faresonekartlegging skredfare bratt terreng, Volda kommune
19. SVV (2018) Håndbok N200 Vegbygging
20. SVV (2014) Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger

VEDLEGG

8.1. Vedlegg – Bilder



Figur 44: Utvalg av bilerter tekne på Greivsneset. Øverst t.v: Bilete frå tidlegare skredfarevurdering, viser plasseringa av den vurderte ura i høve masseuttaket. Øverst t.h: Bilete teke i nedre delar av urmassane, der både lauvtre og bartre er registrert. Nederst t.v: Bilete teke i nordvestre delar av bergskrenten som er lokalisert over ura. Gir eit inntrykk av blokkstorleik, og syner lauvskogen i nedkant av bergskrenten. Nedst t.h: Bilete teke i retning Voldsfjorden. Syner tre og mosedekte blokker i nedre delar av urmassane.



Figur 45: Bilder tekne av steinblokkene som utgjer urmassane. I biletet t.h. utgjer representanten frå Aurstad (Ove Gunnar Hjelle, høgde anslått til 1,8 m) ein skala for storleiken til blokkene. Blokkstorleiken varierer.

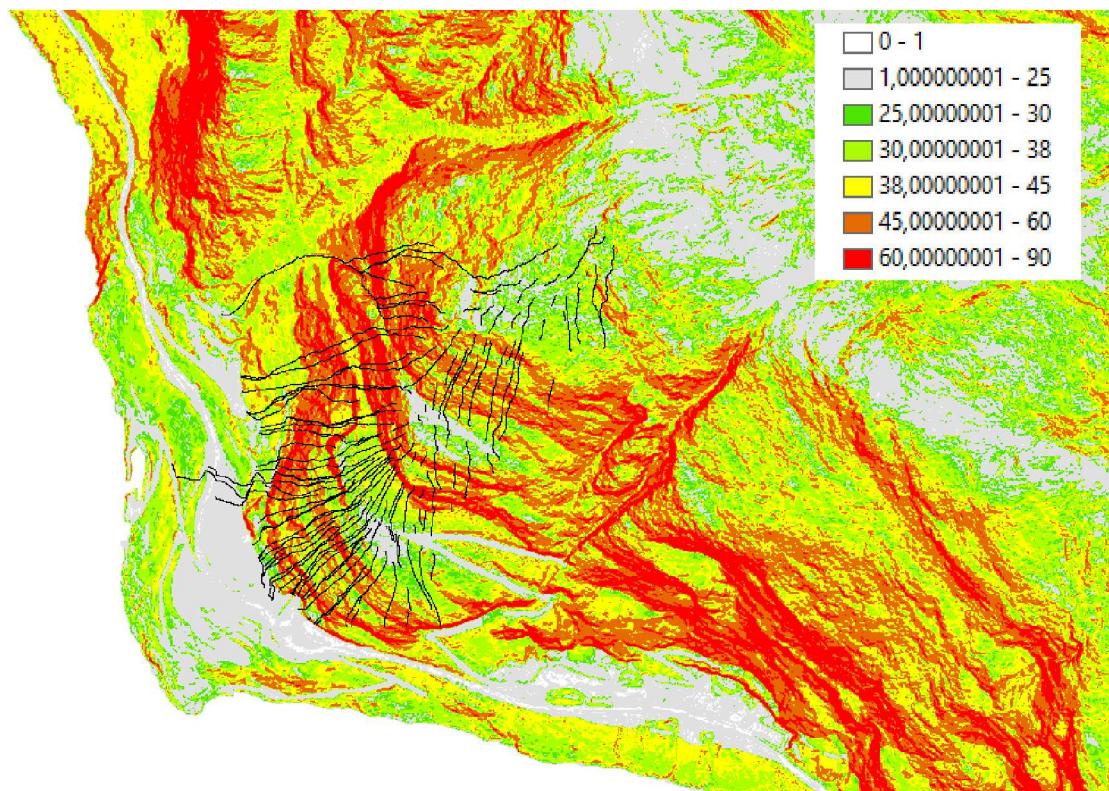


Figur 46: Bilete t.v er teke i retning mot dei mest søraustlege delane av urmassane. Her er det meir vegetasjon og mose samanlikna med sentrale delar av urmassane. Biletet t.h. syner terrenget over tunnelportalen. Fanggjerdet som er etablert er truleg berre dimensjonert til å fange opp nedfall frå nærmeste bergskrent, like ovanfor gjerdet. Nedfall frå denne er ikkje vurdert i føreliggande rapport.



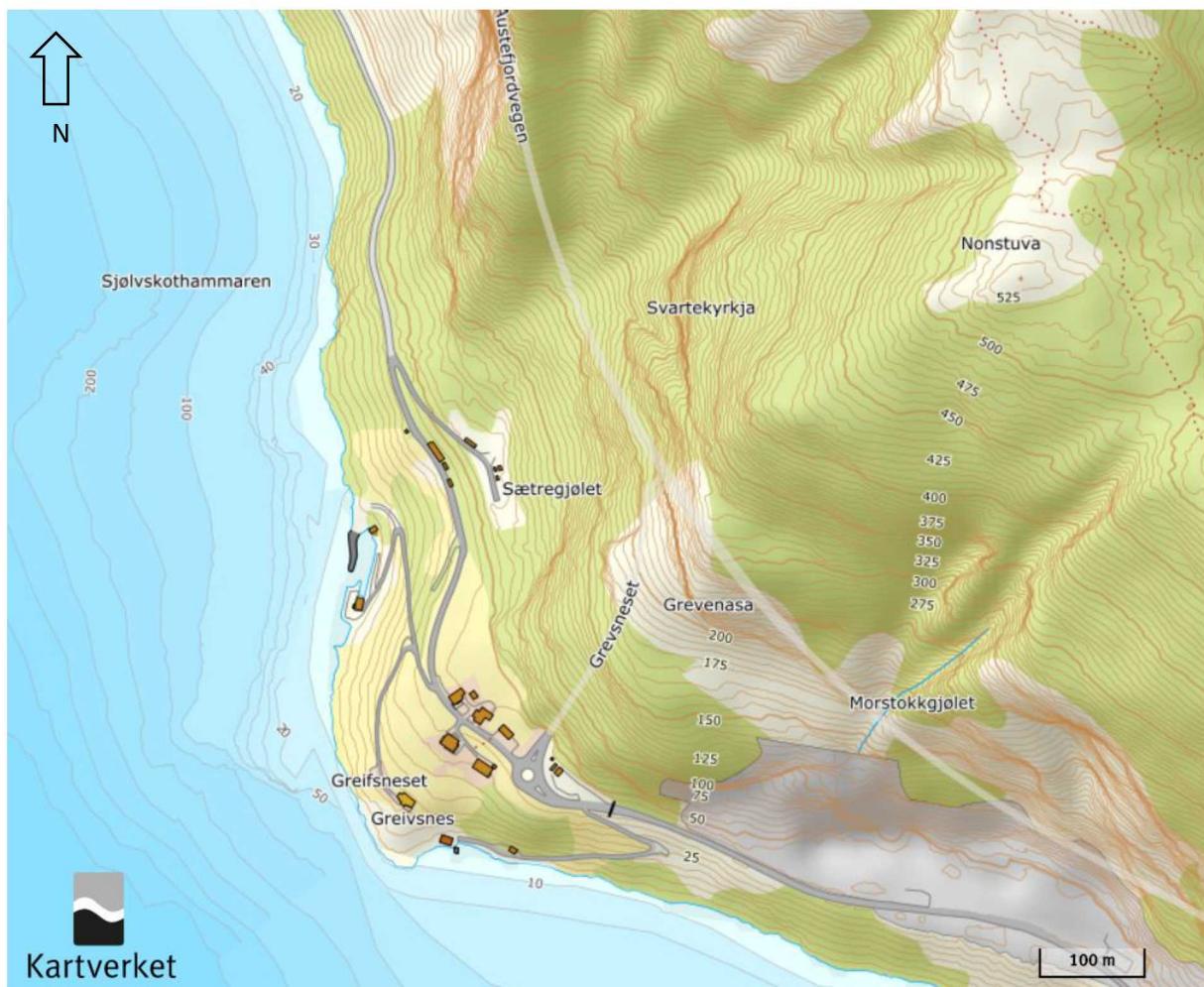
Figur 47: Bilete teke av nedre delar av ura/ området nedanfor urmassane frå søraust, like nordvest for pausebrakka til Aurstad. Her er det mykje meir mose og vegetasjon samanlikna med sentrale delar av urmassane. Steinblokkene nærmest i biletet t.h viser avsluttinga av Aurstad sin anleggsveg.

8.2. Vedlegg - Hellingskart

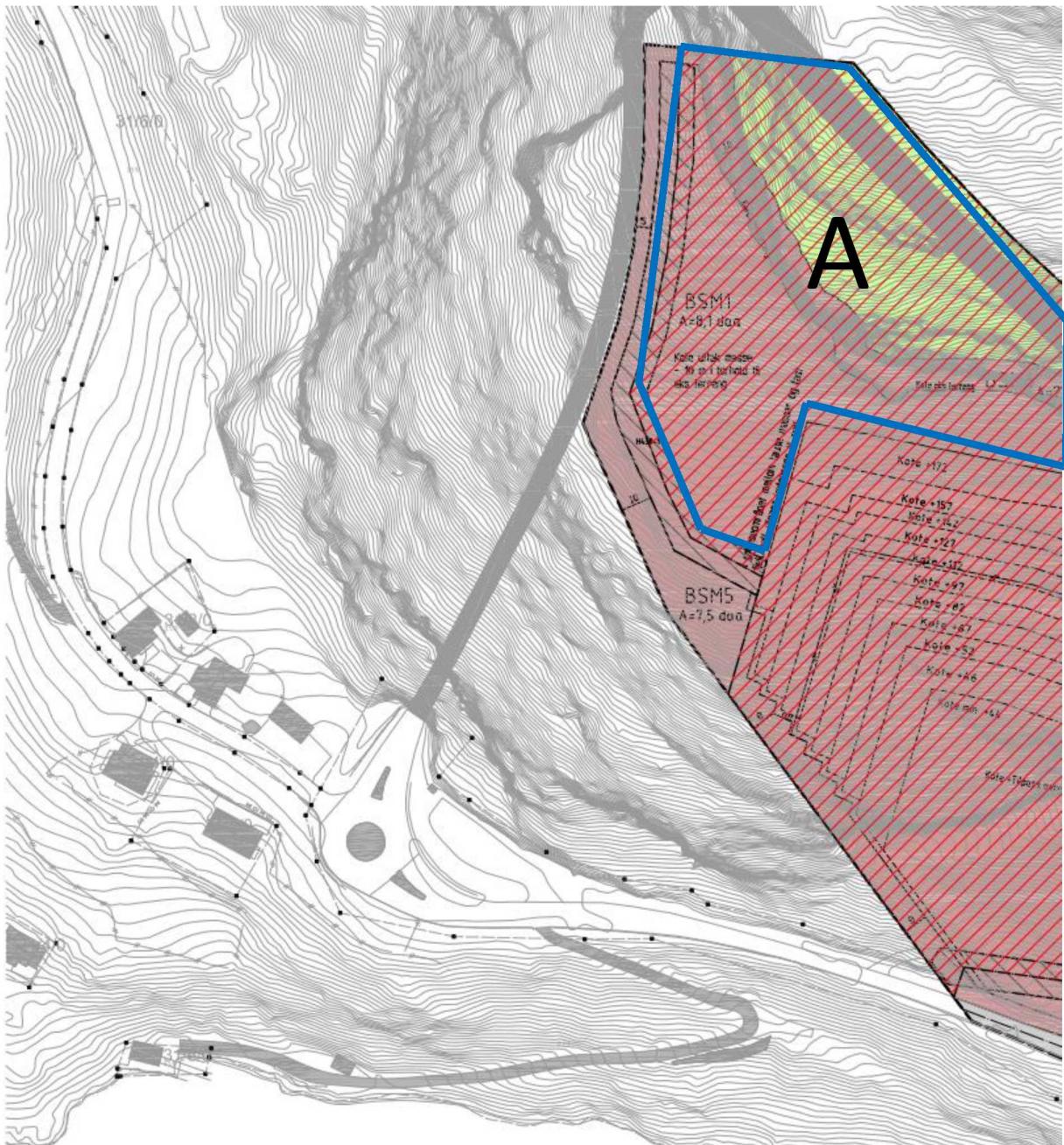


Figur 48: Hellingskart for området.

8.3. Vedlegg - Oversiktskart



Figur 49: Oversiktskart over området.



Figur 50: Områdeavgrensing - område A.

8.4. Vedlegg – Modellering og modelleringsresultat

Programvare for modellering

Rocfall er et todimensjonalt simuleringsprogram for steinsprang. Resultatet frå simuleringane er ei statistisk fordeling av sannsynlege skredbaner for eit spesifisert antal simuleringar. Blokkene sine mest trulege baner, energiar og utløpsdistansar vert rekna ut og presentert for heile skredbana.

Modellane i RocFall moglegjer val av spesifikke observasjonspunkt i skredbana for å vise blokkenergi og spranghøgde. Dette er nyttig for dimensjonering av sikringstiltak med tanke på plassering samt naudsynt høgde og kapasitet.

Nytta framgangsmåte

Generell framgangsmåte i RocFall er som følgande

- Fastsetting av eigenskapane til individuelle blokker, fjellsida sin geometri og dei materialeigenskapane den har.
- Det er simulert 1000 utløyste blokker per kjeldeområde. Det er nytta 2 kjeldeområder per profil.
- Det er ikkje teke høgde for skog, då vi ikkje ventar at den minimale skogen i skredbana vil ha noko å seie for bremsing av eventuelle store blokker.
- Terrenget over 45° med ein viss relief utgjer utgangspunkt for val av moglege utløysingsområde for steinsprang. Punkta er vald i toppen av særleg bratte parti.

Inngangsparameterar for steinsprangblokker

Tabell 4: Oppsummering av inngangsparameterar for steinsprangblokker nytta i simuleringsprogrammet Rocfall

Inngangsparameterar for steinsprangblokker		
Parameter	Verdi	Kommentar
Tettleik	2700 kg/m^3	Berggrunnen består av gneis. Typiske verdiar for brutto densitet for naturstein ligg i følgje SINTEF i området $2650\text{-}2950 \text{ kg/m}^3$ for gneis [14].
Blokkform	Kvadratisk og avrunda kvadratisk. Rektangulære.	Eigne observasjonar i felt viste kvadratiske og rektangulære blokker, med særslite teikn til avrunding langs kantane.
Antal steinblokker		Det vert sluppe 1000 blokker frå kvart utløysingspunkt. Blokkene er sluppe frå kjeldeområda i skrentane utan rotasjon eller starthastigkeit.
Storleik på steinblokker		Typiske verdiar som vi har brukte, er på $0,5 \text{ m}^3$ for 100 års hendingar og 1 m^3 for 1000 års hending. Dette valet er i utgangspunktet i liten grad avhengig av storleik og oppsprekkingsgrad vurdert for dei ulike kjeldeområda, heller typisk nytta verdiar. Dei lokale tilhøva i fjellsida og lokalitet av avsettingar observert i felt er tatt i betraktning i en seinare fase, dvs. ved tolking av modelleringsresultat opp mot andre element.

Inngangsparametarar knytt til geometrien til terrenget

Geometrien til utrekningsmodellen er basert på terrenghodden frå laserdata. I modelleringa har vi nytta raster terrenghodden med oppløsing på 1m som er basert på laserdata med 5 punkt per m² [5]. Alle operasjonar er utført med programvara ArcGIS 10.6. Med laserdata blir terrenghodden detaljert og terrenghodder i tverrprofilen som kan vere viktige for utløpslengda til kome fram.

I røynda har både helling og kurvatur mykje å seie for kor langt eit steinsprang vil nå. Sjølv om det todimensjonale simuleringsprogrammet RocFall ikkje tek omsyn til sidevegs rørsleendring undervegs i skredbana, dvs. at steinspranga tek andre retningar pga. sprett mot underlaget, vil detaljgrada til terrenget i analyseplanet vere viktig for analyseresultata.

Inngangsparameterar for skråninga sine materialeigenskapar

Skog, vegetasjonsforhold, type underlag og evt. etablerte sikringstiltak vil også verke inn på kor langt eit steinsprang vil nå. Energitap som resulterer frå støt og rotasjon undervegs i skredbana vert teke omsyn til i simuleringsprogrammet. Det vert lagt inn eigenskapar for terrenget langs steinsprangprofila.

For modellen har vi definert bakkeigenskapane i fjellsida. Segment av profila er gjevne ulike eigenskapar. Ruheit og dempingseigenskapane i fjellsida har mykje å seie på utløpslengdene til blokker. Normal restitusjonskoeffisienten og tangential restitusjonskoeffisienten angir kor mykje av hastigheita/energien som vert dempa i eit treff med underlaget. Ruheita speglar variasjonar i skråningsgeometrien innanfor dei ulike segmenta.

Tabell 5 syner nytta parameterar i simuleringa og korleis desse er fastsett. For asfalt er det nytta standardverdiane i Rocfall, og verdiane er difor ikkje presentert i tabellen. Som det går fram av tabellen, er parametarane er fastsett frå erfaringstal og tabulerte verdiar frå bruk av Rocfall og CRSP, samt tabulerte verdiar av Rocscience.Inc for «Rigid Body» metoden, som tek omsyn til blokkform, rotasjon og spretthøgde.

Tabell 5: Inngangsparameterar for materialeigenskapane til skråninga

	Plassering	Bakgrunn for val av parameter	Vald parameter
Restitusjonsforhold, Rn	Fjelloverflate	Erfaringstal frå SVV for reint, hardt grunnfjell er 0,53. Erfaringstal frå Rocscience for rufsa/ujamne fjelloverflater viser Rn verdiar på ca. 0,5. Erfaringssal frå Rocscience for småhakkete avsatsar/fjellhyller viser Rn rundt 0,35.	0,45
	Grusdekka vegbane	Erfaringstal frå Rocscience ligg kring 0,35. I høve erfaringstal frå SVV for bløt mark (0,30) og asfalt (0,40) er det vurdert som vurdert at verdien for grusdekka vegbane bør ligge innanfor dette intervallet [17].	0,35
	Urmassar	Erfaringstal for grunnfjell- og blokkområder er 0,35 – for ur og kompakte forvitningsmassar samt ur med vegetasjon 0,32 [17]	0,33
	Vegetert underlag		0,4
	Talus med vegetasjon		0,32

Restitusjonsforhold, Rt	Fjelloverflate	Erfaringstal frå Rocscience for rufsa/ujamne fjelloverflater viser Rt verdiar på ca. 0,95. Erfaringsal frå Rocscience for småhakkete avsatsar/fjellhyller viser Rn rundt 0,85. Erfaringstal frå SVV for reint, hardt grunnfjell er 0,99 [17].	0,95
	Grusdekka vegbane	I høve erfaringstal frå SVV for bløt mark (0,80) og asfalt (0,90) er det vurdert som vurdert at verdien for grusdekka vegbane bør ligge innanfor dette intervallet [17].	0,85
	Urmassar	Erfaringstal frå SVV for ur og kompakte forvitningsområder er 0,82 – for ur med vegetasjon 0,80. For blokkområder er verdien erfaringmessig 0,85 [17].	0,82
	Vegetert underlag		0,8
	Talus med vegetasjon		0,8
Dynamisk friksjon	Fjelloverflate	Rocscience sin tabell «Dynamic Friction Rolling Friction Table» - rock. Verdien er basert på in-situ testing.	0,58
	Grusdekka vegbane		0,5
	Urmassar		0,5
	Vegetert underlag		0,5
	Talus med vegetasjon		0,5
Rullemotstand	Fjelloverflate		0,15
	Grusdekka vegbane	Rocscience sin tabell «Dynamic Friction Rolling Friction Table» - road, angir verdiar i området 0,4-0,45.	0,4
	Urmassar	Rocscience sin tabell «Dynamic Friction Rolling Friction Table» - coarse angular debris with angular rock fragments (40-120 cm dia), viser verdiar i intervallet 0,6-0,8.	0,7
	Vegetert underlag		0,3
	Talus med vegetasjon		0,4

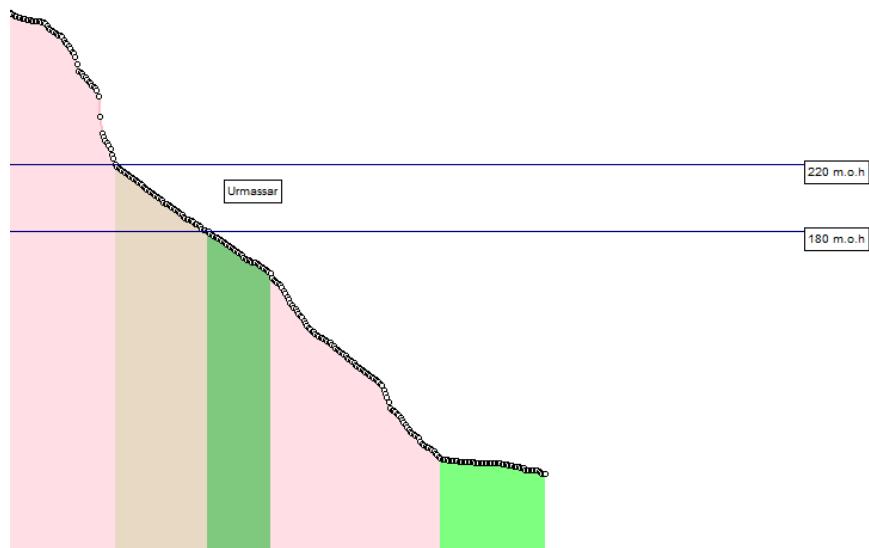
Føresetnadar ved bruk av Rocfall

Følgande antakingar er gjort for modelleringa av steinsprang i den aktuelle skråninga:

- Dei todimensjonale profila reflekterar den reelle, tredimensjonale fjellsida i tilstrekkeleg grad.
- Valde profil er representative for sannsynlege skredbaner i fjellsida.
- Blokker forblir intakte i heile skredbana. Rocfall tek ikkje omsyn til den oppknusing ei blokk vil ha under si ferd nedover fjellsida. Heller ikkje eventuell deformasjon når ei blokk treff sikringsvollen er teke omsyn til.
- I tillegg til storleik, forblir også forma til blokka konstant (kvadratisk) under simuleringa
- Mest aktuelle lausneområder ligg i øvre delar av steile bergparti.
- Steinspranget består berre av ei blokk. Ein ser såleis vekk i frå det samansette samspelet mellom blokker som kolliderer og påverkar skredbanene til kvarandre langs og på tvers av tverrprofilen.

Antakingane over er avgrensingar i analysen. Det er difor viktig at simulatingsresultata berre utgjer eit supplement til faglege og erfaringsmessige vurderingar.

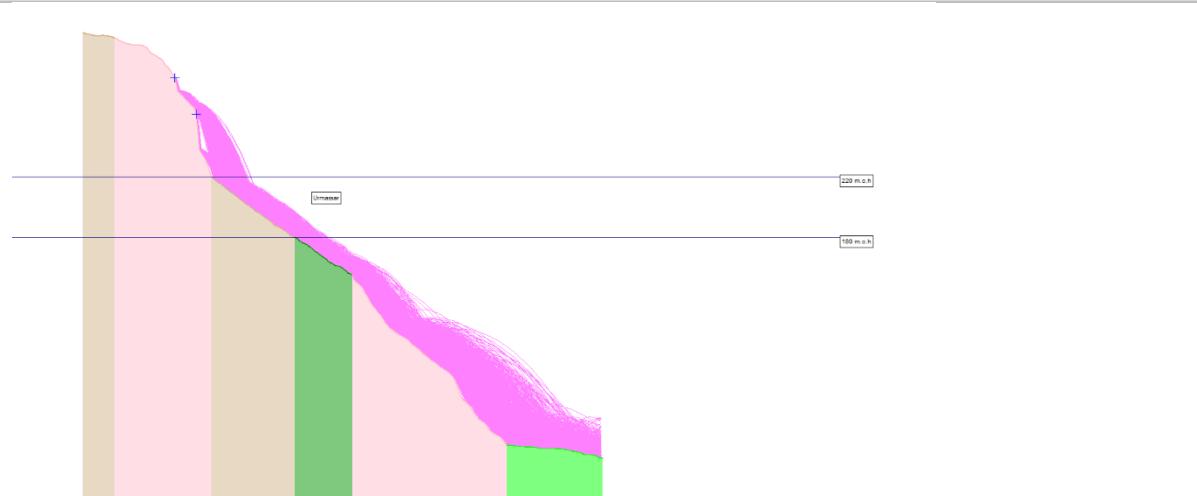
Endelig oppsett for simuleringer i Rocfall



Modelleringsresultat med $1 m^3$ store blokker

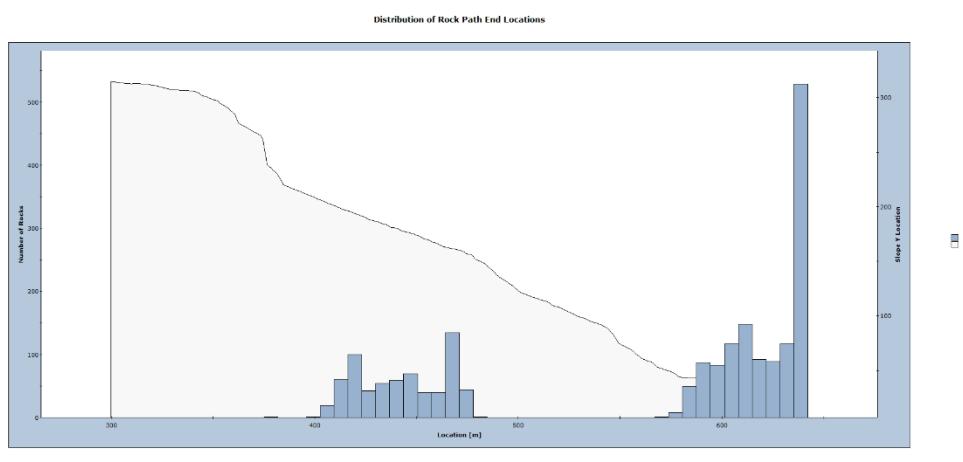
Simulering 1: Dagens terregnforhold, ingen sikringstiltak

Illustrasjon av utløp (steinblokk $1 m^3$)

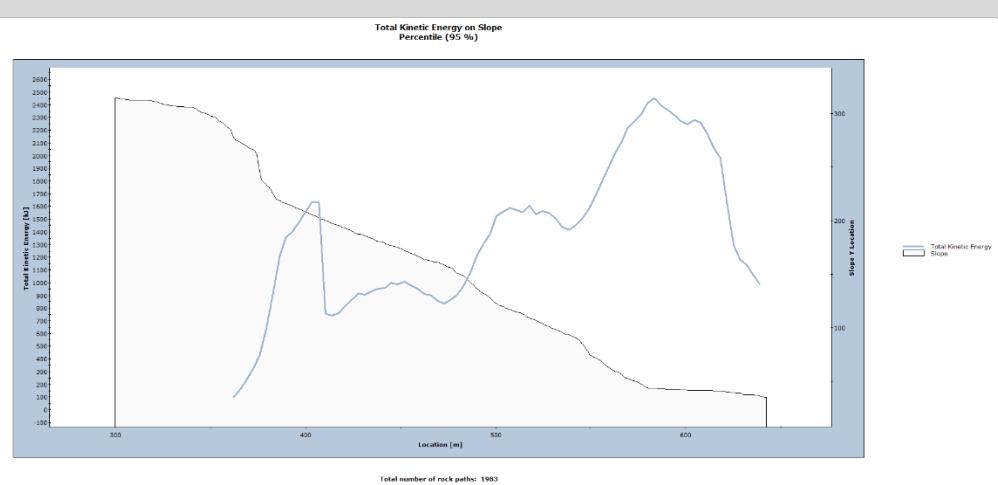


Utløpsdistanse

Totalt 1938 blokker simulert. 628 stoppar i området i og kring ura. 528 steinsprangblokker går forbi enden av profil-linja.



Total kinetisk energi



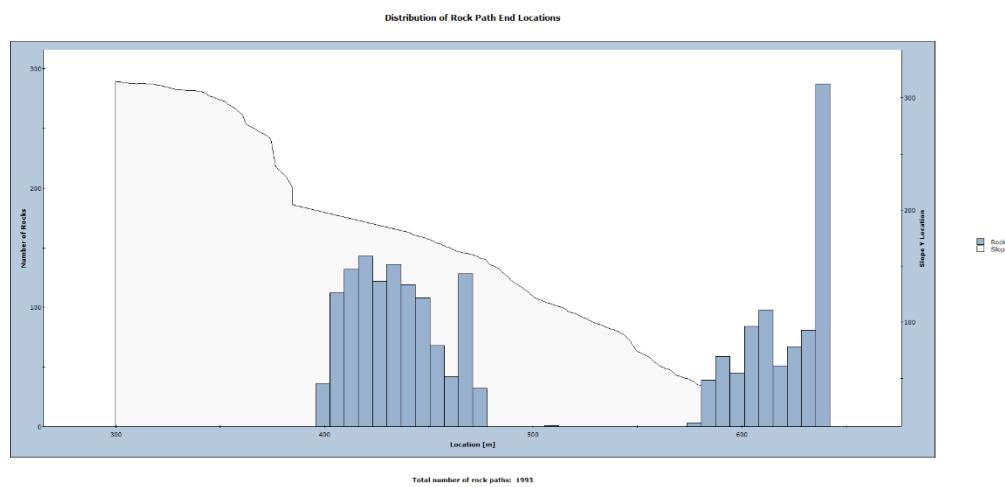
Simulering 2: Terrengforhold etter uttak (delvis fjerning av ur/ reduksjon av ura si helling til 25 grader), ingen sikringstiltak

Illustrasjon av utløp (steinblokk 1 m^3)

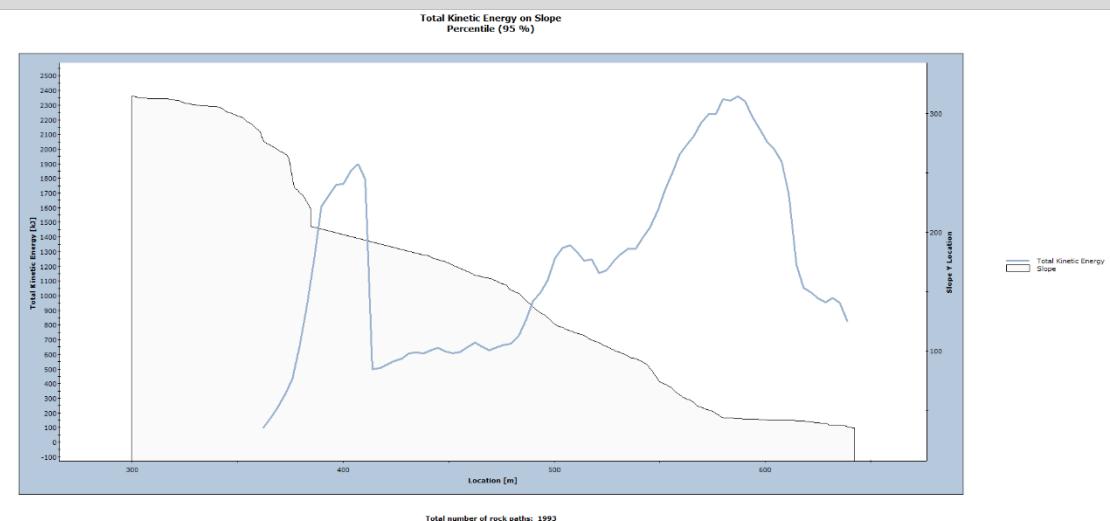


Utløpsdistanse

Kommentar: Totalt 1993 blokker simulert. 1178 stoppar i området i og kring ura. 287 steinsprangblokker går forbi enden av profil-linja.



Total kinetisk energi



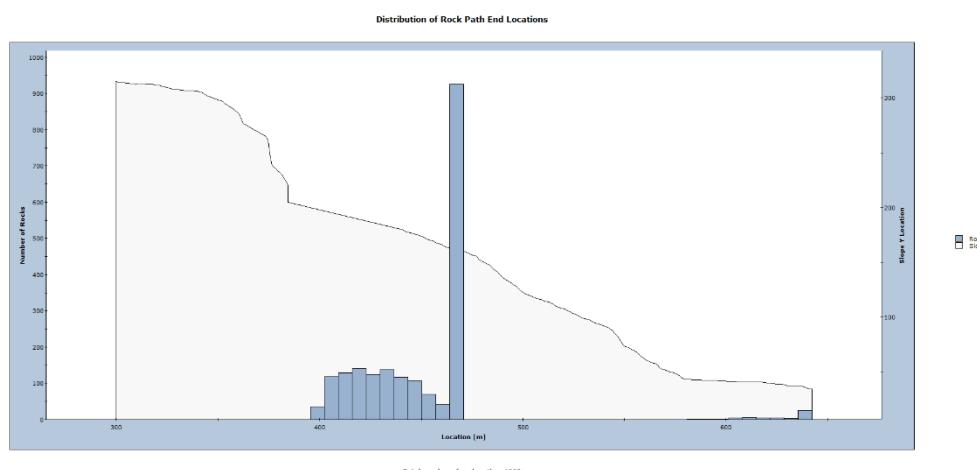
Simulering 3: Terrengforhold etter uttak (helling ur 25 grader), barriere (skredvoll)

Illustrasjon av utløp (steinblokk $1 m^3$)

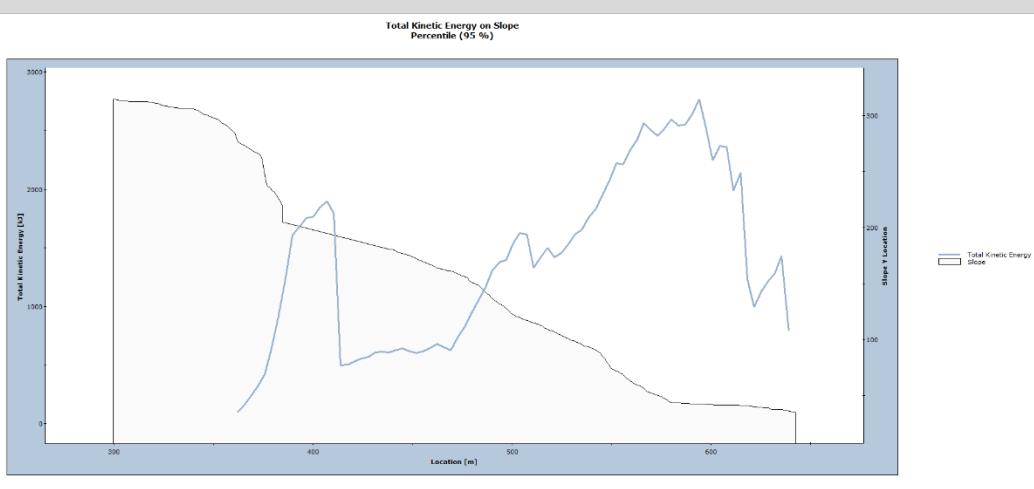


Utløpsdistanse

Kommentar: Totalt 1993 blokker simulert. 1942 stoppar før eller ved vollen (dvs. 99,44%). 25 steinsprangblokker går forbi enden av profil-linja.



Total kinetisk energi



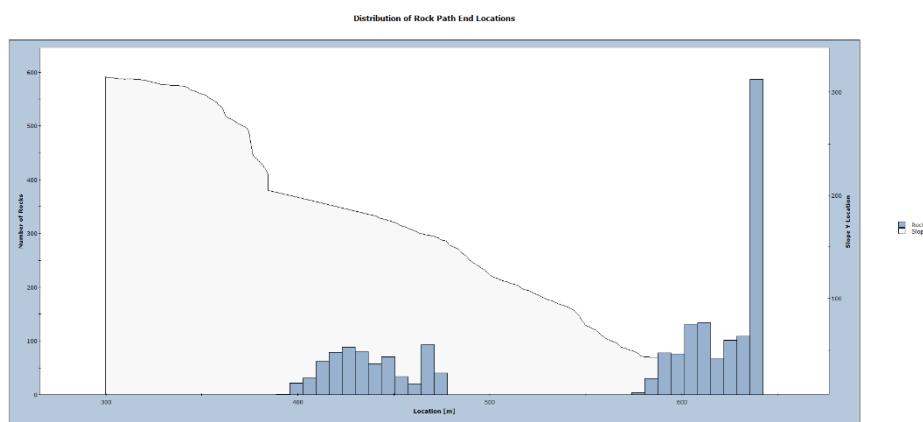
Simulering 4: Terrengforhold etter uttak (ned til bergoverflate på delar av strekninga), ingen sikringstiltak

Illustrasjon av utløp (steinblokk 1 m^3)

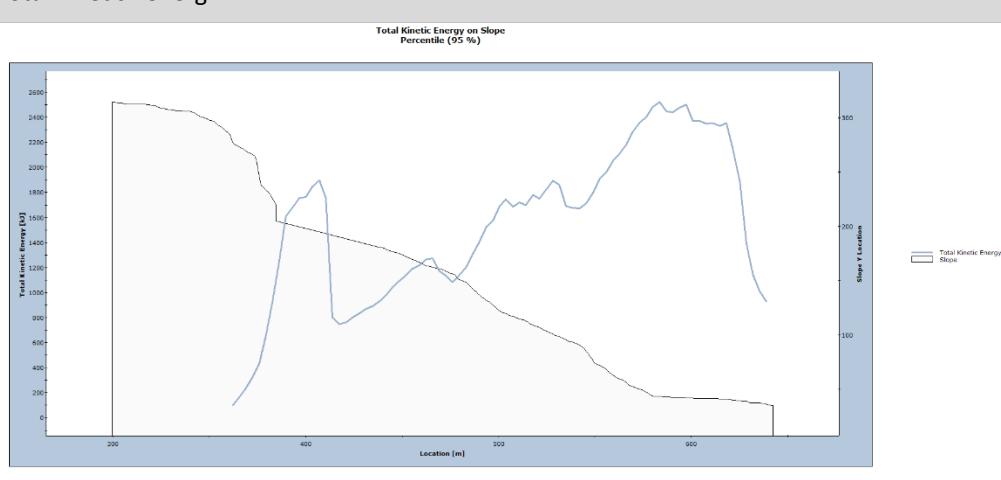


Utløpsdistanse

Kommentar: Totalt 1993 blokker simulert. 677 stoppar i området i og kring ura. 586 steinsprangblokker går forbi enden av profil-linja.



Total kinetisk energi



Tabell 6: Oversikt over resultat ved simulering med 2700 kg blokker ($1,0m^3$).

Simulering nr.	Antall blokker simulert	Stoppar i område kring ura		Forbi enden av profillinja		Kommentar
		Antall	Prosentandel av totalt [%]	Antall	Prosentandel av totalt [%]	
1	1983	628	31,7	528	26,6	Dagens terrenge, ingen sikringstiltak
2	1993	1178	59,1	287	14,4	Redusert helling ur, ingen sikringstiltak
3	1993	1942	97,4	25	12,5	Redusert helling ur, skredvoll
4	1993	677	34,0	586	29,4	Ur uttatt til bergoverflate, ingen sikringstiltak

Tabell 7: Oversikt over resultat ved simulering med 1350 kg blokker ($0,5m^3$).

Simulering nr.	Antall blokker simulert	Stoppar i område kring ura		Forbi enden av profillinja		Kommentar
		Antall	Prosentandel av totalt [%]	Antall	Prosentandel av totalt [%]	
1	1987	712	35,8	493	24,8	Dagens terrenge, ingen sikringstiltak
2	1987	1167	58,7	332	16,2	Redusert helling ur, ingen sikringstiltak
3	1989	1948	97,9	23	1,2	Redusert helling ur, skredvoll 5m
	1989	1902	95,6	43	2,2	Redusert helling ur, skredvoll 4m
	1989	1834	92,2	72	3,6	Redusert helling ur, skredvoll 3m
4	1987	1172	60	307	15,5	Ur uttatt til bergoverflate, ingen sikringstiltak

Koordinater sikringstiltak X469.53 Y160.93, X469.53 Y164.93 i høve profilet for simulering nr. 3.

Kommentarer til modelleringresultat

Modelleringsresultata gir maksimal utløpslengde for steinsprangblokkene og «worst case scenario» for dei aktuelle steinsprangblokkene. Tilfella kan sjåast på som tilfeller av rekkjevidder med låg returperiode. Vidare, fragmenterast ikkje blokkene i programmet når dei treff terrengeoverflata ved nedfall. Blokkene vil derfor bestå som heile blokker gjennom heile simuleringa. Basert på den observerte oppsprekkinga i bergskrenten og fragmentering under utløp, er det truleg mindre sannsynleg at blokkene har ein storleik på $1\ m^3$ ved vognivå/ nivået for busetnaden.

Steinblokkene er sluppe frå toppen av den vertikale bergskrenten. Nedfall frå lenger nede i bergskrenten vil ha eit mindre vertikalt fall før førstegangs treffet med terrengeoverflata.

Simuleringane seier noko om utløpslengdene dersom nedfall skjer, ikkje noko om sannsynet for at nedfall skjer. For å seie noko om skredsannsyn må simuleringane sjåast på som supplement i ei samla, større vurdering. I denne samanheng er det aktuelt å vurdere lausnesannsynet i identifiserte lausneområder.

8.5. Vedlegg – Faresonekart