

Oppdragsgjevar	Namn Linja	Kontaktperson Åsmund Kleiva Nilsen
Oppdrag	Nummer og namn 21532 Hareid, Hareidsberget – Skredvurdering for transformatorstasjon	Oppdragsleder Kalle Kronholm
Dokument	Nummer 21532-01-3 Utført av Hedda Breien	Dato 2024-10-17 Kontrollert av Kalle Kronholm, Espen Eidsvåg, Kristin Lome

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Skildring
1	2021-11-15	HB	KK	Første versjon
2	2022-01-12	HB	EE	Revidert kap. 2
3	2024-10-17	HB	KL	Uttak av sensitiv info. ifbm. konsesjonssøknad

Skredfarevurdering for transformatorstasjon

Samandrag

Tidlegare Mørenett, no Linja, vurderer ei utviding av transformatorstasjonen på Hareidsberget, Hareid kommune, og ynskjer difor skredfarevurdering for relevante område. Områda ligg innanfor aktsemdskart for både jord-, flaum og snøskred.

Transformatorstasjonen står i dag på gnr./bnr. 41/706, 41/1216 og 41/1217. Utviding vurderast primært mot vest (gnr/bnr 41/16), men også eit alternativ aust for eksisterande stasjon er aktuelt (gnr/bnr 41/1).

På bakgrunn av terrenganalysar, flyfoto, synfaring og modellering vurderer vi at det samla sannsynet for skred mot dei aktuelle områda overstig 1/1000 per år. Områda ligg i utkanten av potensielt skredutløp, og tiltak som leiar vatn og massar til sides for stasjonen vil kunne gjere at områda likevel vil kunne nyttast. Aktuelle tiltak kan vere grøfter kombinert med for eksempel plogvoll. Eventuelle sikringstiltak vil måtte vurderast i meir detalj ved prosjektering.

Innhald

1	Innleiing	4
1.1	Bakgrunn	4
1.2	Mål.....	6
1.3	Synfaring.....	6
1.4	Atterhald.....	6
2	Vurderte skredtypar	7
2.1.1	Snøskred og sørpeskred	7
2.1.2	Steinsprang og steinskred	7
2.1.3	Jordskred og flaumskred	7
2.1.4	Skredfare og klimaendringar	8
3	Skildring av området	9
3.1	Topografi	10
3.2	Geologi	12
3.3	Vegetasjon.....	14
3.4	Registrerte skredhendingar	14
3.5	Tidlegare rapportar	14
3.6	Aktsemdområder	15
3.7	Eksisterande skredsikringstiltak	15
3.8	Hydrologiske tilhøve.....	15
3.9	Klimatiske trekk	16
4	Vurdering av skredfare	20
4.1	Snøskred	20
4.2	Sørpeskred.....	21
4.3	Jordskred og flaumskred	22
4.4	Skred i fast fjell	24
4.5	Faresoner for skred	24
4.6	Moglege tiltak.....	25
5	Konklusjon	26
6	Referansar	27

Figurar

Figur 1: Oversiktskart over Hareid. Vurderte område Vest og Øst (markert med lilla farge) ligg under Melshornet.....	4
Figur 2: Situasjonsplan tilsendt fra Mørenett viser aktuelle områder.....	5
Figur 3: Oversiktsbilde over fjellsida. Dagens stasjon er synleg i biletet.	5
Figur 4: Austsida av stasjonen.	9
Figur 5: Vestsida av stasjonen.	9
Figur 6: Hellingskart over fjellsida.	10

Figur 7: Flyfoto 2006. Stasjonen er synleg.	11
Figur 8: Flyfoto frå 2018. Ferskt skredsår synleg (raud stipla strek).	11
Figur 9: Lausmassekart.	12
Figur 10: Flaumskredavsetjingar er synlege langs bekk vest for stasjonen.	13
Figur 11: Kart som viser feltregistreringar i nedre del av fjellsida samt losneområder for skred.	13
Figur 12: På flybilete frå 2018 er det synleg eit relativt ferskt, mindre skredsår i øvre del av fjellsida (oransje pil). Det ser også ut til å vere fleire eldre skredsår bortover lia omtrent i same høgd.	14
Figur 13: Grøft rundt stasjonen og ned på austsida.	15
Figur 14: Flaumveganalyse (MFD) for fjellsida viser kvar vatn tek vegen. Jo mørkare blåfarge jo meir vatn.	16
Figur 15: Vindrose for stasjonen Hareid -Grimstad.	17
Figur 16: Normalverdiar for nedbør for stasjonen Brandal.	18
Figur 17: Nedbør Brandal.	18
Figur 18: Snødjupn ved Hareid-Grimstad (27 moh) og Brandal (17 moh).	19
Figur 19: Årsmaksimum snødjupn (cm) for normalperioden 1971-2000 (www.senorge.no).	19
Figur 20: Eksempel på modellering av snøskred med RAMMS. Brotkanthøgde er sett til 1 m.	21
Figur 21: Eksempel på modellering med RAMMS. Her er hastigheit til jordskred vist.	22
Figur 22 Eksempel på modellering av flaumskred med RAMMS. Her visast hastigheit.	23
Figur 23: Faresoner for skred med årlig sannsynlighet $\geq 1/1000$	24

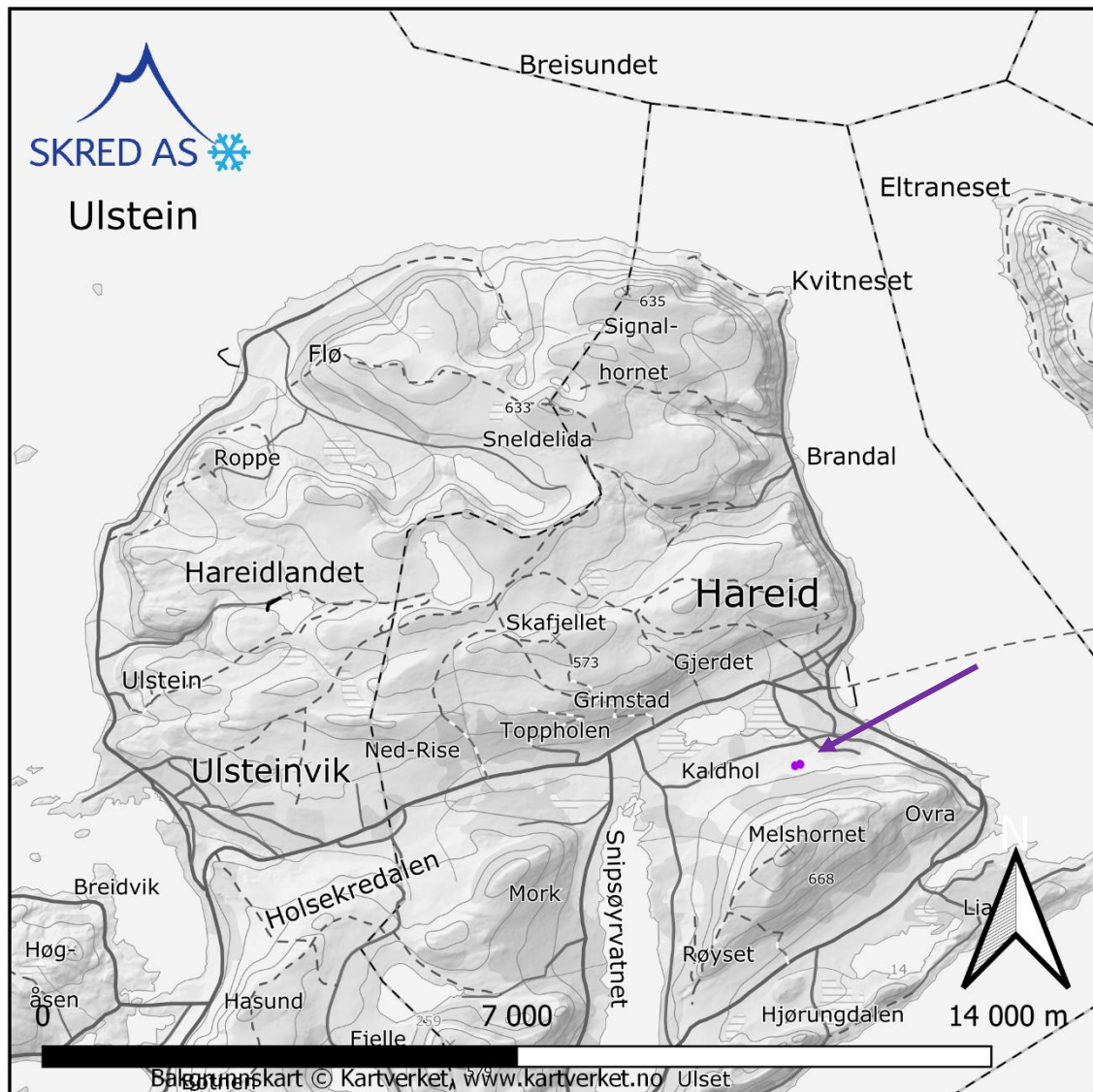
Tabellar

Tabell 1: Returperiodar 3-døgnsnedbør Brandal, Gumbel.	17
---	----

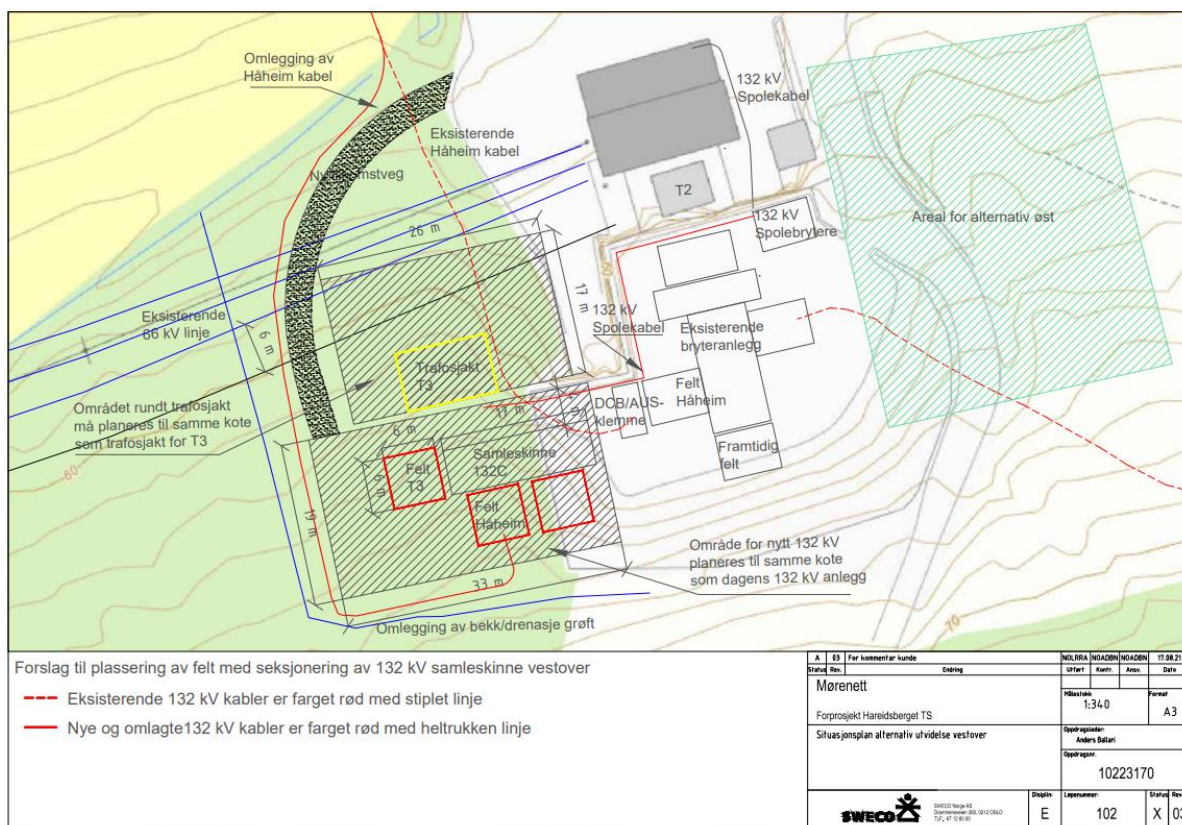
1 Innleiing

1.1 Bakgrunn

Tidlegare Mørenett, no Linja, vurderer ei utviding av transformatorstasjonen på Hareidsberget, Hareid kommune, og ynskjer difor skredfarevurdering for relevante område. Transformatorstasjonen står i dag på gnr./bnr. 41/706, 41/1216 og 41/1217. Utviding vurderast primært mot vest (gnr/bnr 41/16), men også eit alternativ aust for eksisterande stasjon er aktuelt (gnr/bnr 41/1).



Figur 1: Oversiktskart over Hareid. Vurderte område Vest og Øst (markert med lilla farge) ligg under Melshornet.



Figur 2: Situasjonsplan tilsendt fra Mørenett viser aktuelle områder.



Figur 3: Oversiktsbilde over fjellsida. Dagens stasjon er synlig i bildet.

1.2 Mål

Skred AS er bedt om å utføre skredfarevurdering for området vist i Figur 1. Målet er å undersøke om sannsynet for skred mot området er større eller mindre enn 1/1000 per år.

1.3 Synfaring

Synfaring i området vart utført 2021-11-01 av Hedda Breien, Skred AS. Åsmund Kleiva Nilsen frå Mørenett var med på delar av synfaringa.

1.4 Atterhald

Informasjon om tidlegare skredhendingar er viktige for vurdering av skredfare. Dersom det kjem meir informasjon om tidlegare skred, bør det takast inn i biletet.

Vurderingane er gjort utifrå terreng og vegetasjon slik det vart observert på synfaring, på tilgjengelege flyfoto, og på kotegrunnlag. Dersom terreng eller vegetasjon endrast, kan det ha innverknad på skredtilhøva. Då vil ny skredfarevurdering kunne bli naudsynt.

2 Vurderte skredtypar

Vi har vurdert følgande skredtypar:

- Steinsprang og steinskred
- Jord- og flaumskred
- Snøskred, inkludert sørpeskred

Den endelege vurderinga av skredfare er samla nominelt årleg sannsyn for skred.

2.1.1 Snøskred og sørpeskred

Snøskred kan inndelast i laussnøskred og flaskskred. Laussnøskred utløysast i snø med låg fastleik, som gjerne startar med ein liten lokal utgliding. Etter kvart som nye snøkorn blir rive med utvidar skredet seg og kan få pæreform. Flaskskred oppstår når ein større del av snødekket losnar som eit flak langs eit glideplan. Det er flaskskred som har størst skadepotensiale. Store snøskred losnar vanlegvis der terrenget er mellom 30 og 50° bratt. Der det er brattare enn dette glir snøen stadig ut slik at det ikkje dannast større skred. Snøskred kan skape skredvind med kraft til å utrette stor skade.

Sørpeskred er ein straum med vassmetta snømassar. Sørpeskred følger som oftast forseinkingar i terrenget, og oppstår når dreneringa i grunnen er dårleg, som for eksempel på grunn av tele og is. Sørpeskred kan utløysast i slakt terreng, for eksempel når kraftig snøfall blir etterfylgd av regn og mildvêr. Sørpeskred kan også utløysast når varme gjev intens snøsmelting. Skredmassane har høg tettleik og skred med lite volum kan gje stor skade. Det er ikkje utarbeidd aktsemdskart for sørpeskred.

2.1.2 Steinsprang og steinskred

Når ei eller fleire steinblokker losnar og fell, sprett, rullar, eller sklir nedover ein skråning nyttast omgrepa steinsprang (volum $<100 \text{ m}^3$) og steinskred (volum $100\text{-}10.000 \text{ m}^3$). Steinsprang og steinskred losnar oftast i bratte fjellparti der terrenghellinga er større enn 40-45°.

2.1.3 Jordskred og flaumskred

Jordskred startar med ei plutselig utgliding i vassmetta lausmassar og blir som regel utløyst i skråningar som er brattare enn 25-30°. Vi kan skilje mellom kanaliserte og ikkje-kanaliserte jordskred.

Eit kanalisert jordskred skapar ein kanal i lausmassane som kan fungere som skredbane for nye skred. Skredmassar kan bli avsett og danne langsgåande ryggar parallelt med kanalen. Når terrenget flatar ut blir skredmassane avsett i ei tungeform. Over tid kan fleire slike skred bygge ei vifte av skredavsetjingar. I eit ikkje-kanalisert jordskred flyttar massane seg nedover langs ei sone som gradvis kan bli breiare. Mindre jordskred kan oppstå i slakare terreng med finkorna, vassmetta jord og leire, gjerne på dyrka mark eller i naturleg terrasseforma skråningar i terrenget.

Flaumskred er raske, vassrike, flaumliknande skred som følger elve- og bekkeløp, eller raviner, gjel eller skar, ofte utan permanent vassføring. Hellinga i losneområdet kan vere ned

mot 10°. Skredmassane kan bli avsett som langsgåande ryggar på sida av skredløpet, og oftast i ei stor vifte nedst, der dei grovaste massane ligg ved roten av vifta og finare massar blir avsett utover vifta. Massane i eit flaumskred kan komme frå store og små flaumskred langsetter flaumløpet, undergraving av sideskråningar og erosjon i løpet, eller i kombinasjon med sørpeskred.

2.1.4 Skredfare og klimaendringar

Spesielle vêrtilhøve er ein dokumentert utløysande faktor for dei fleste typar skred, og førekomsten av desse skredtypane vil naturleg bli påverka dersom klimaet utviklar seg slik at ekstremt vêr inntreff oftare. Generelt vil eit varmare og våtare klima kunne påverke frekvensen av jordskred, flaumskred, snøskred og sørpeskred, men i kva grad skredaktiviteten vil endrast i kvar landsdel er uvisst.

Det hefter allereie med dagens klima så stor usikkerheit ved fastsettinga av faresonegrenser for skred med sannsyn mindre enn 1/1000 at det er lite aktuelt no å legge til ein ekstra margin som følge av klimautviklinga (Olje- og energidepartementet, 2012). Klimautviklinga inngår dermed i ei rekke usikkerheitsmoment som det er vanskeleg å kvantifisere, men som vurderast skjønnsmessig når ein utreiar eller kartlegg skredfare.

3 Skildring av området

Transformatorstasjonen og dei aktuelle områda for utviding ligg like ved Hareid, ved foten av Melshornet (668 moh.) (Figur 1 og Figur 3). Melshornet er ein fjellrygg og området like over stasjonen vert kalla Litlehornet. Figur 4 og Figur 5 viser bilete av stasjonen og fjellsida.



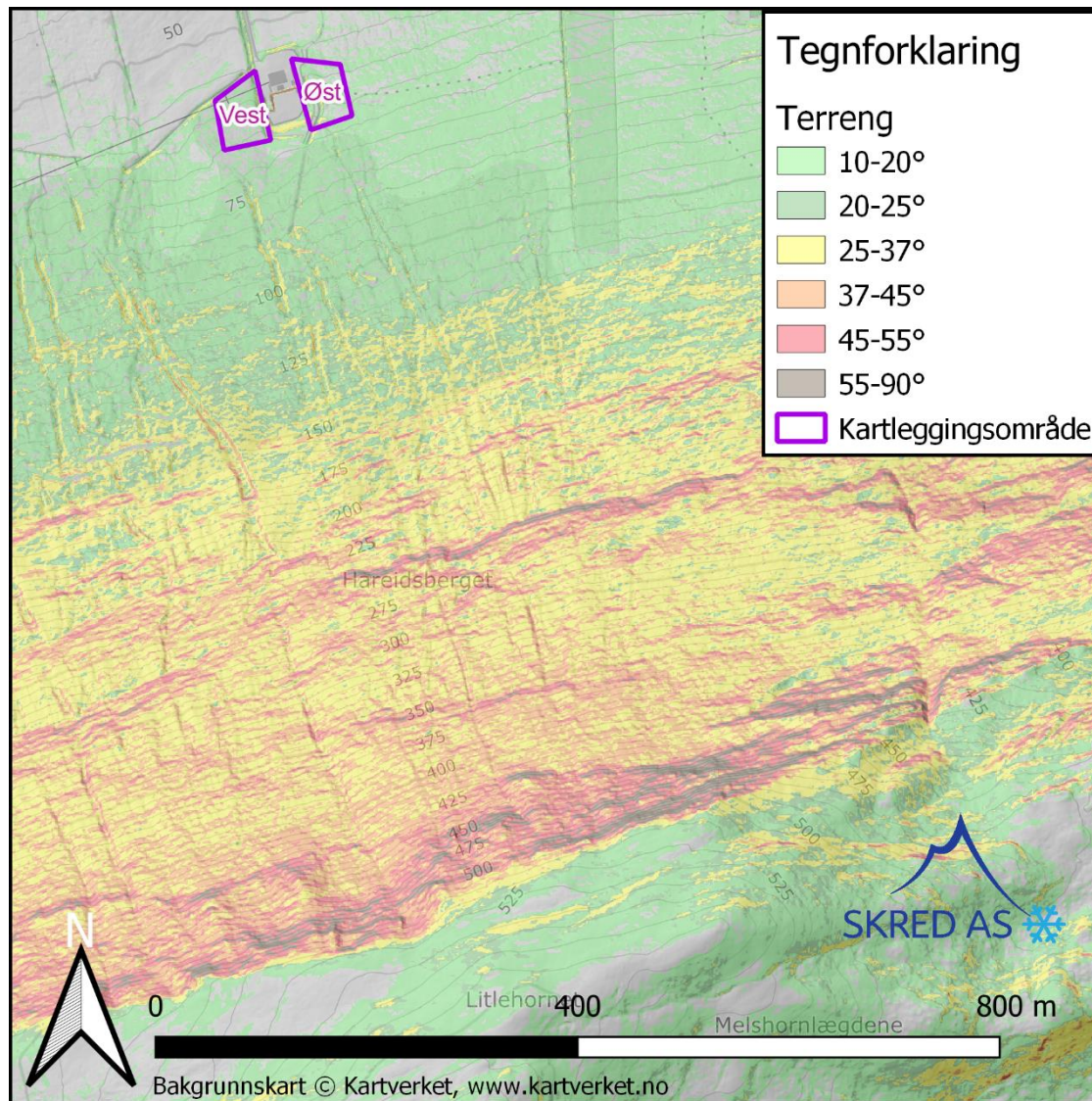
Figur 4: Austsida av stasjonen.



Figur 5: Vestsida av stasjonen.

3.1 Topografi

Området ligg på om lag 60 moh. og det er dyrkamark i umiddelbar nærleik til stasjonen. Hareidselva renn forbi nokre hundre meter lenger nord og i sør stig terrenget opp mot Hareidsberget og Litlehornet. Figur 6 viser hellingskart for fjellsida. Terrenget er slakt (10-20°) opp mot omkring 125 moh., herifrå og oppover er fjellsida brattare enn 25°. Mykje terreng er brattare enn 37°, særleg frå 350 moh. og oppover. Det er ein brattkant/skrent om lag 250 moh., samt i området mellom 425-500 moh. Frå 500 moh. vert terrenget slakt opp mot Litlehornet.



Figur 6: Hellingskart over fjellsida.

Det er mange raviner og forseinkingar i terrenget, mange av desse er godt synlege i kombinert hellingskart og skyggekart i Figur 6, men desse er ikkje markert som bekkar på kart. I ravinene har det rent vatn eller gått lausmasseskred opp gjennom tidene etter siste istid. I den øvre delen av fjellsida er jordskredet som vart registrert i 2018 synleg, og på flyfoto ser vi spor etter mange skred av om lag same storleik på same høgd bortover heile

fjellsida, men i særleg grad aust for stasjonen. Det er fleire eldre tilgjengelege flyfoto frå området, det eldste frå 1965.



Figur 7: Flyfoto 2006. Stasjonen er synleg.



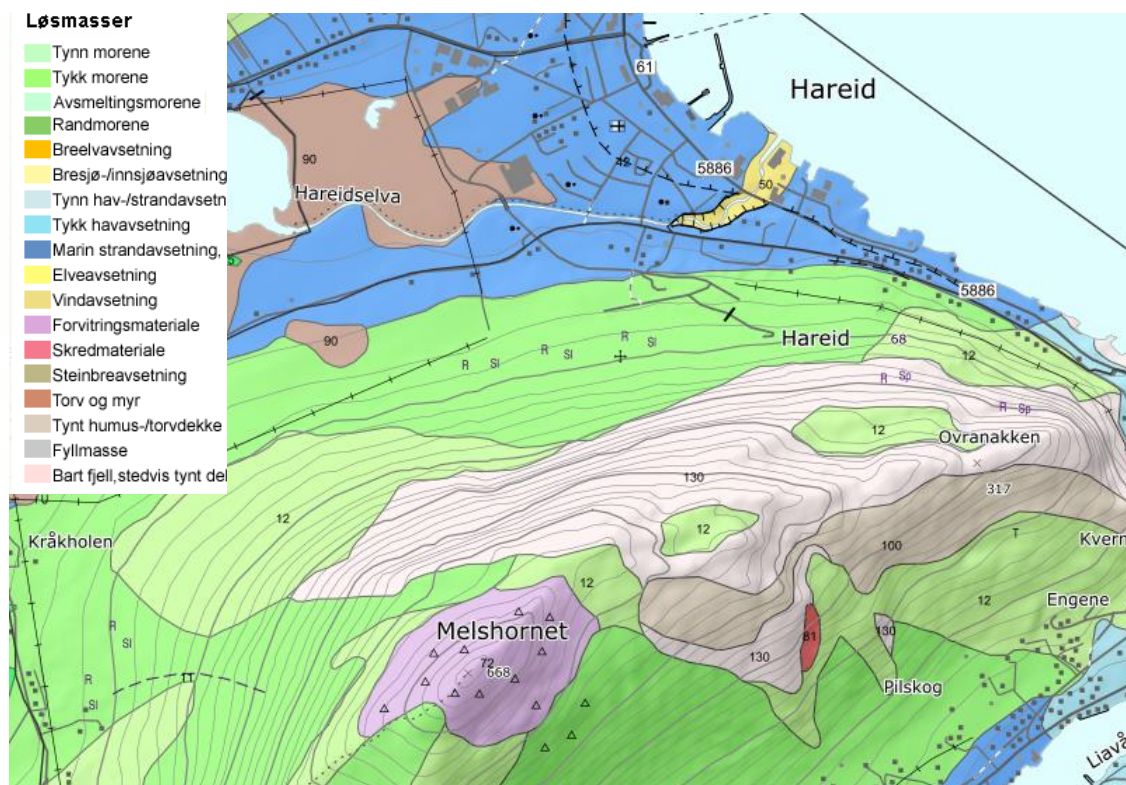
Figur 8: Flyfoto frå 2018. Ferskt skredsår synleg (raud stipla strek).

3.2 Geologi

Berggrunnen i området er kartlagt i målestokk 1:50 000 og består for det meste av gneis. Mot toppen er det innslag av knollegneis og eklogitt (NGU, 2021a).

Ifølge NGUs lausmassekart (NGU, 2021b) (Figur 9) ligg det aktuelle arealet over marin grense, i eit område som opptil ca 200 moh. er kartlagt som tjukt morenedekke. Det er også symbol for skredmateriale (R) og lausmasseskredmateriale (SI) fleire stader i lia rett bak stasjonen. Frå ca 200 moh. og oppover er det bart fjell og tynt morenedekke. Nede i dalen nedanfor stasjonen er det marine strandavsetningar, torv og myr.

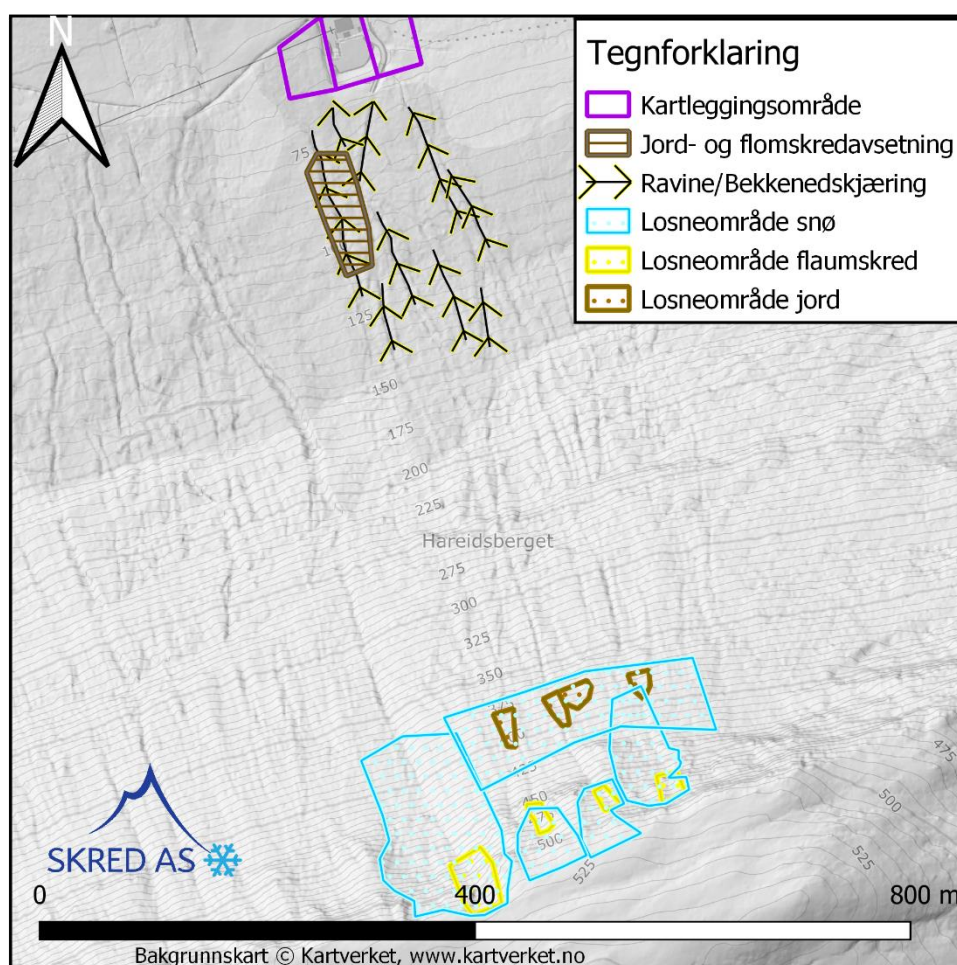
Under synfaringa vart det registrert avsetjingar etter flaumskred langs bekken (Figur 11) som kjem ned like sørvest for stasjonen. Det er mykje tett skog akkurat her, men på Figur 10 er mosegrodde flaumskredavsetjingar synleg inne i skogen.



Figur 9: Lausmassekart.



Figur 10: Flaumskredavsetjingar er synlege langs bekk vest for stasjonen.



Figur 11: Kart som viser feltregistreringar i nedre del av fjellsida samt losneområder for skred.

3.3 Vegetasjon

Flyfoto viser at det er teke ut skog ved flatehogst like bak stasjonen mellom 2010 og 2013. Dette hogstfeltet strekk seg oppover bak stasjonen og austover til omkring 150 moh. Herifrå og opp til skoggrensa (250 moh.) er fjellsida elles prega av blandingsskog. Det er mykje rotvelt og skade i skogen, truleg grunna sterk vind, som Dagmar el.l. Skogen er likevel tettare i dag enn i 1965, tolka utifrå flyfoto. Det er elles mykje einerkratt og høge grassortar i lia.

3.4 Registrerte skredhendingar

I nasjonal skreddatabase (www.atlas.nve.no) er det registrert eit skiløparutløyst snøskred, evt. skavlulukke, med kort utløp. Det er også registrert eit jordskred 6. desember 2017. Det er uvisst om skredet gjekk denne dagen. På flybilete frå 2018 er det synleg eit mindre jordskredsår i øvre del av fjellsida, truleg skredet frå 2017 (Figur 12). Dette var fortsett synleg under synfaring. I NGI-rapport frå 2008 (NGI, 2008) ser vi at det har gått eit mindre jordskred ein anna stad i området i 2003.



Figur 12: På flybilete frå 2018 er det synleg eit relativt ferskt, mindre skredsår i øvre del av fjellsida (oransje pil). Det ser også ut til å vere fleire eldre skredsår bortover lia omtrent i same høgd.

På motsett side av Melshornet, mot Vartdalsfjorden er det også registrert eit snøskred (1835). Her står også at det har «gått fleire snøfonner på Pilskog, som m.a. har teke hus».

3.5 Tidlegare rapportar

Vi kjenner til ei skredfarevurdering for ei kabelgrøft, truleg litt aust for stasjonen. Denne vart skriva i 2008 etter eit mindre jordskred i 2003 (NGI, 2008).

3.6 Aktsemdområder

Aktuelle område dekkast heilt av aktsemdsoner for snøskred samt av NGIs kombinerte snø- og steinskredsoner. Aktsemdsoner for jord- og flaumskred når delvis inn i det austlege området. Steinsprangsoner når ikkje inn i dei aktuelle områda, men kjem ned på omtrent same kotehøgda som øvre tomtegrense i andre delar av fjellsida.

3.7 Eksisterande skredsikringstiltak

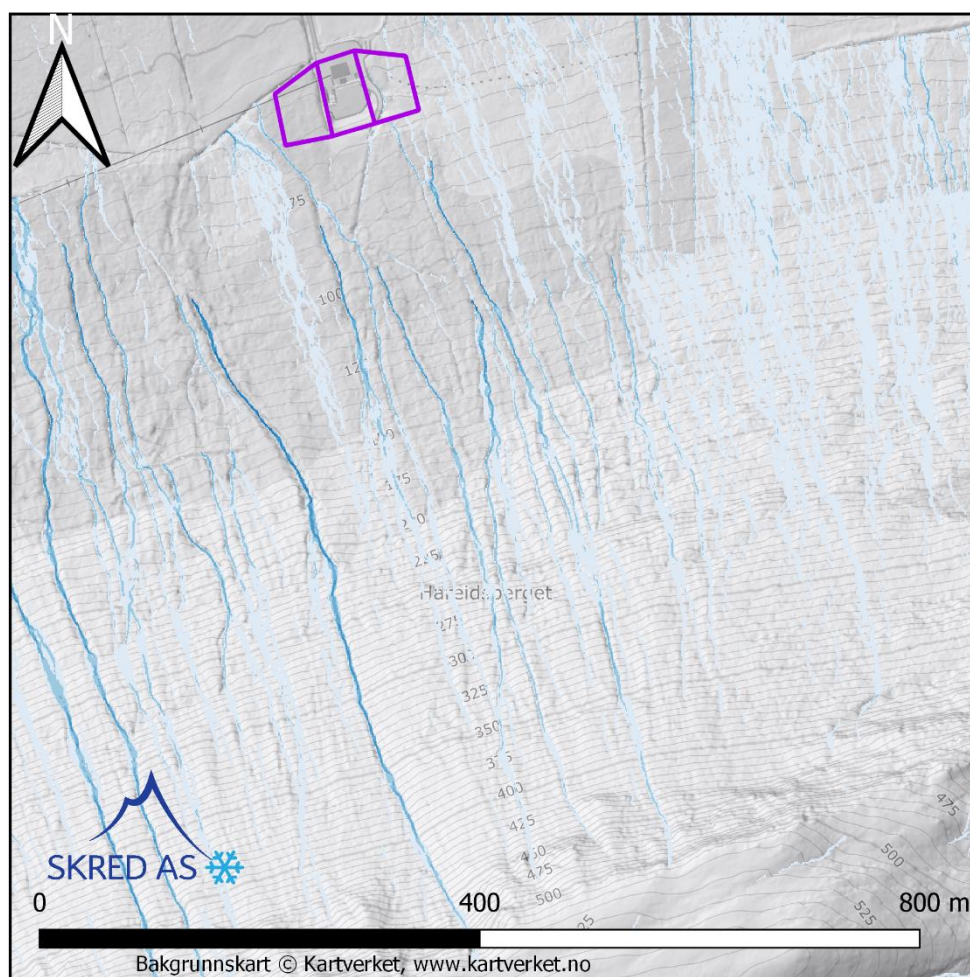
Ingen sikringstiltak er registrert i NVE Atlas, men det vart registrert fleire avleiande grøfter ovanfor dagens stasjon. I rapport frå 2008, samt i terrengmodell, ser vi at det er grøfter bak den øvste rekka med nyare bustadhus i lia.

3.8 Hydrologiske tilhøve

Avrenninga ned mot det vurderte området er avgrensa av nedbørfeltet i sjølve fjellsida. Dei største bekkane kjem ned noko vest om stasjonen, men under synfaringa vart det registrert fleire mindre bekkar som renn ned mot dei aktuelle områda, samt vått og myrete terreng i nedre del av lia. Det er avleiande grøfter i overkant av dagens stasjon samt ovanfor øvste husrekka austover i lia. Rista på austsida av stasjonen var delvis tett av lauv ved synfaring (Figur 13). Det er utført ei vurdering av flaumvegane vist i Figur 14 (Multiple Flow Direction) som viser kvar vatnet helst renn i lia.



Figur 13: Grøft rundt stasjonen og ned på austsida.



Figur 14: Flaumveganalyse (MFD) for fjellsida viser kvar vatn tek vegen. Jo mørkare blåfarge jo meir vatn.

3.9 Klimatiske trekk

Vi har utført ei detaljert vurdering av området klimatiske trekk der vi blant anna har sett på stasjonane Hareid – Grimstad (1961-1973, 26 moh) og Brandal (1980-1996, 17 moh) som begge ligg på Hareid, men også på omkringliggende stasjonar. Vi har sett spesielt på klima i høve til snøskred.

Området ligg langt ut mot havet, og klimaet er difor relativt varmt. Klimaanalysen viser at temperaturnormalen ligg over 0 grader også i vintermånadene, både så langt ut mot havet som på Vigra og inne ved Ørsta/Volda lufthamn. Stasjonane på Hareid måler ikkje temperatur. Vi ser og at vinden vinterstid overvegande kjem frå SV (Figur 15). Dette er ein vindretning som normalt sett fører relativt varm luft med seg inn over land, medan vind frå NV gjerne gjev noko kaldare luft.

Hareid er eit svært nedbørrikt område (Brandal 2574 mm/år) og mest nedbør kjem det om hausten og vinteren. Ved Brandal er det målt høge døgnverdiar for nedbør (Figur 17) i høve til andre stasjonar i nærleiken som for eksempel Vigra. 11. januar 1992 kom det for

eksempel 115 mm nedbør ved Brandal og 1000 års returperiode for 1-døgns nedbør i vintermånadane er estimert til 187 mm, 3-døgns nedbør til 335 mm (Tabell 1). Mykje av dette kjem som regn og det er generelt lite snø så langt ut mot kysten, men vi ser at det for eksempel er 4 snøhøgdeobservasjonar på over 75 cm ved Brandal (17 moh) i løpet av ein om lag 20 års måleserie (Figur 18). Om vi ser på snødjupn på www.senorge.no ser vi og at årsmaksimum snødjupn for normalperioden 1971-2000 ligg på om lag 50-100 cm oppe i fjellsida, 25-50 cm lenger ned, og at det normalt er 10-25 dagar med tørrsnø her i året.

Vindrose, frekvensfordeling av vind

Vindretning delt inn i sektorar på 30°

Frekvensfordeling av vindfart i prosent %

Vindfart (m/s)

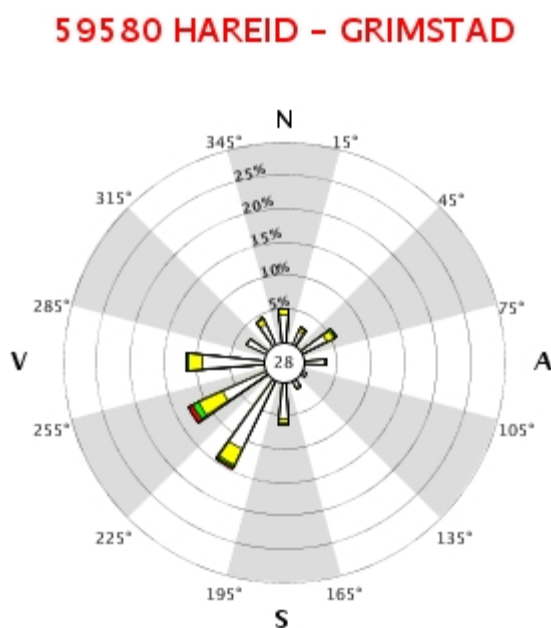
- > 20.2
- 15.3-20.2
- 10.3-15.2
- 5.3-10.2
- 0.3-5.2

Stille (%)

28



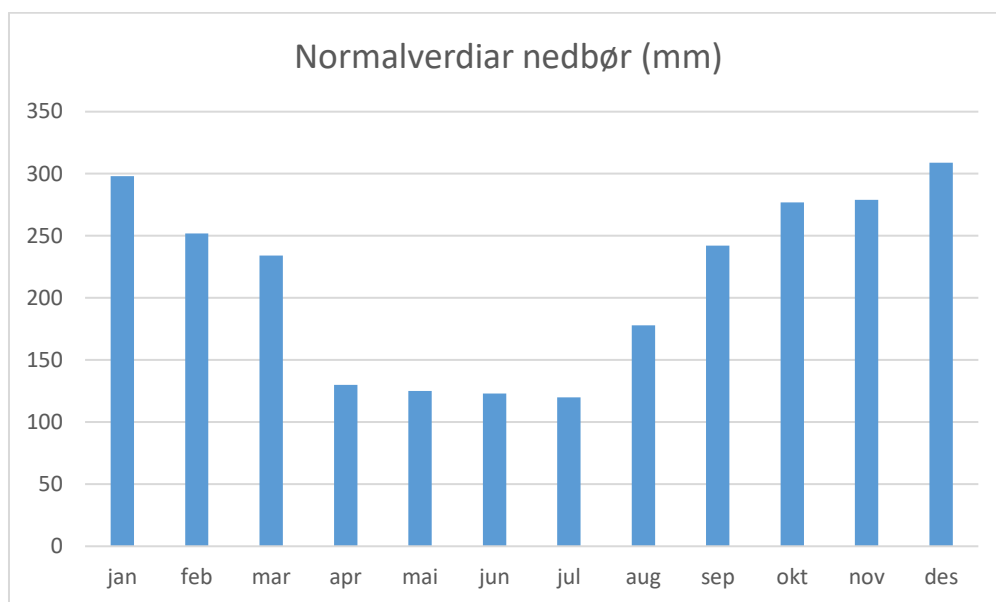
År: 1961 - 1972
 jan, feb, mar, apr, des
 Tidspunkt: 7, 13, 19 (NMT)



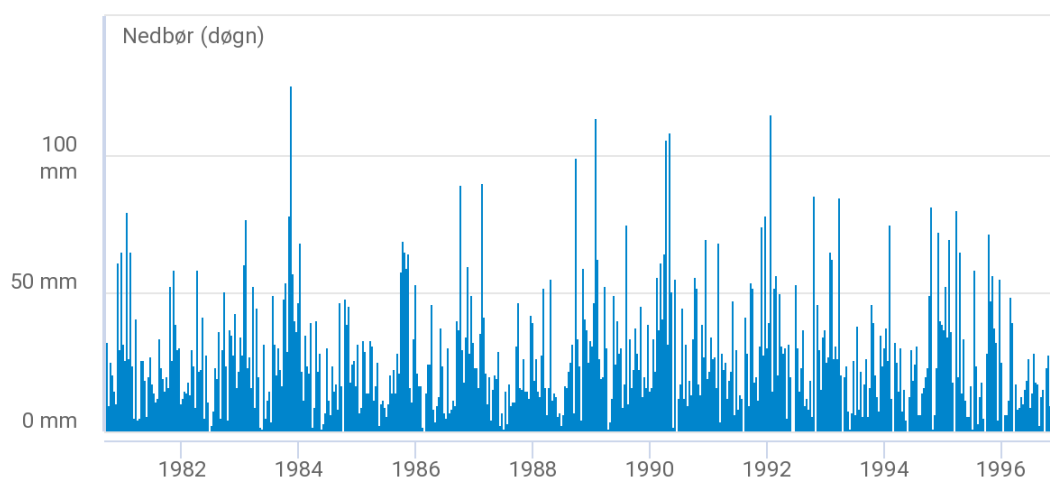
Figur 15: Vindrose for stasjonen Hareid -Grimstad.

Tabell 1: Returperiodar 3-døgnsnedbør Brandal, Gumbel.

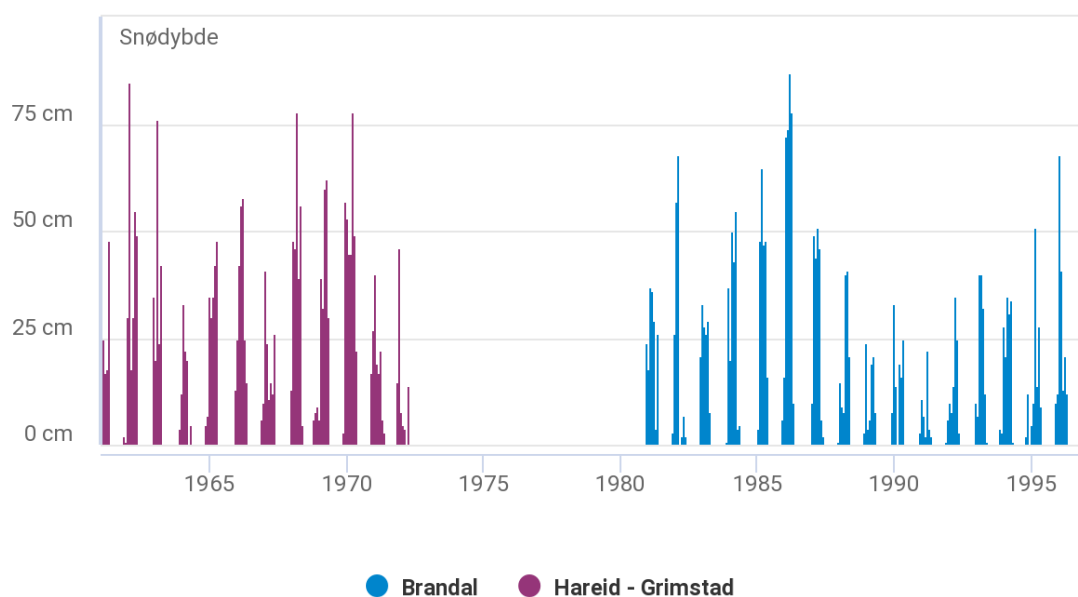
Returperiode(år)	jan, feb, mar, apr, des
5	164
10	187
25	217
50	240
100	262
500	313
1000	335



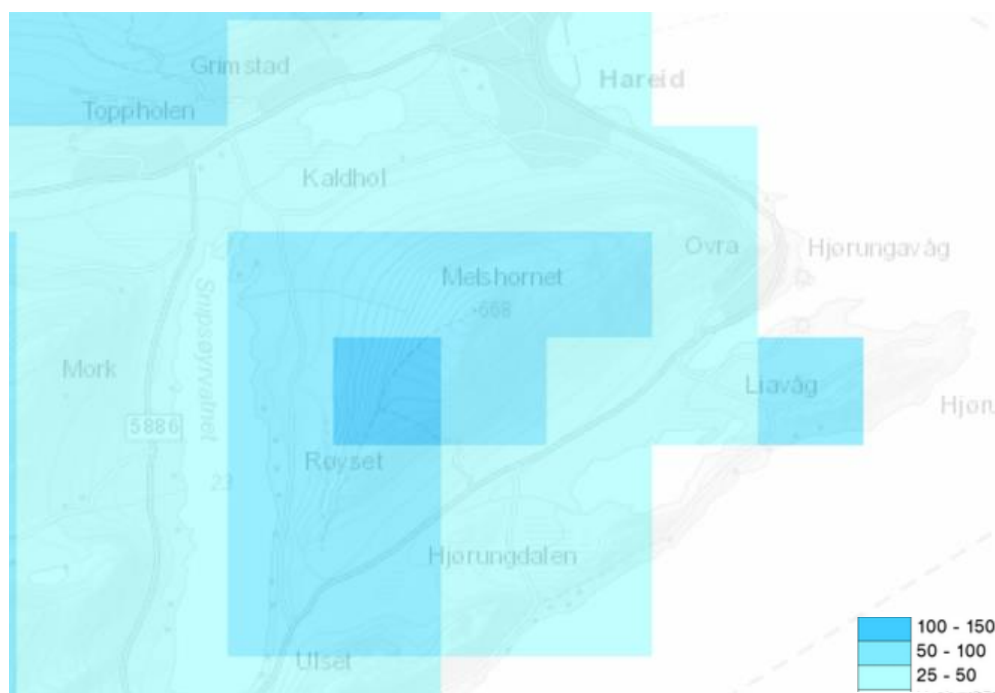
Figur 16: Normalverdiar for nedbør for stasjonen Brandal.



Figur 17: Nedbør Brandal.



Figur 18: Snødjupn ved Hareid-Grimstad (27 moh) og Brandal (17 moh).



Figur 19: Årsmaksimum snødjupn (cm) for normalperioden 1971-2000 (www.senorge.no).

4 Vurdering av skredfare

4.1 Snøskred

Hareid ligg langt mot vest og det er berre få dagar i året at her er mykje snø, men når vi ser nærare på klimaet meiner vi at vi ikkje kan sjå vekk i frå at det ligg snø heilt ned til stasjonen eller at snøskred kan løysast ut. Det viser blant anna snøskredhendinga i 2021 der ein mann måtte reddast ut med helikopter.

Det vurderte området ligg under nordvestsida av ei bratt fjellside. NVE atlas viser at det har vore fleire hendingar med snøskred, men desse har gått på søraustleg side av fjellet. Den sida er truleg meir utsett for større snøskred grunna klimatiske og topografiske tilhøve.

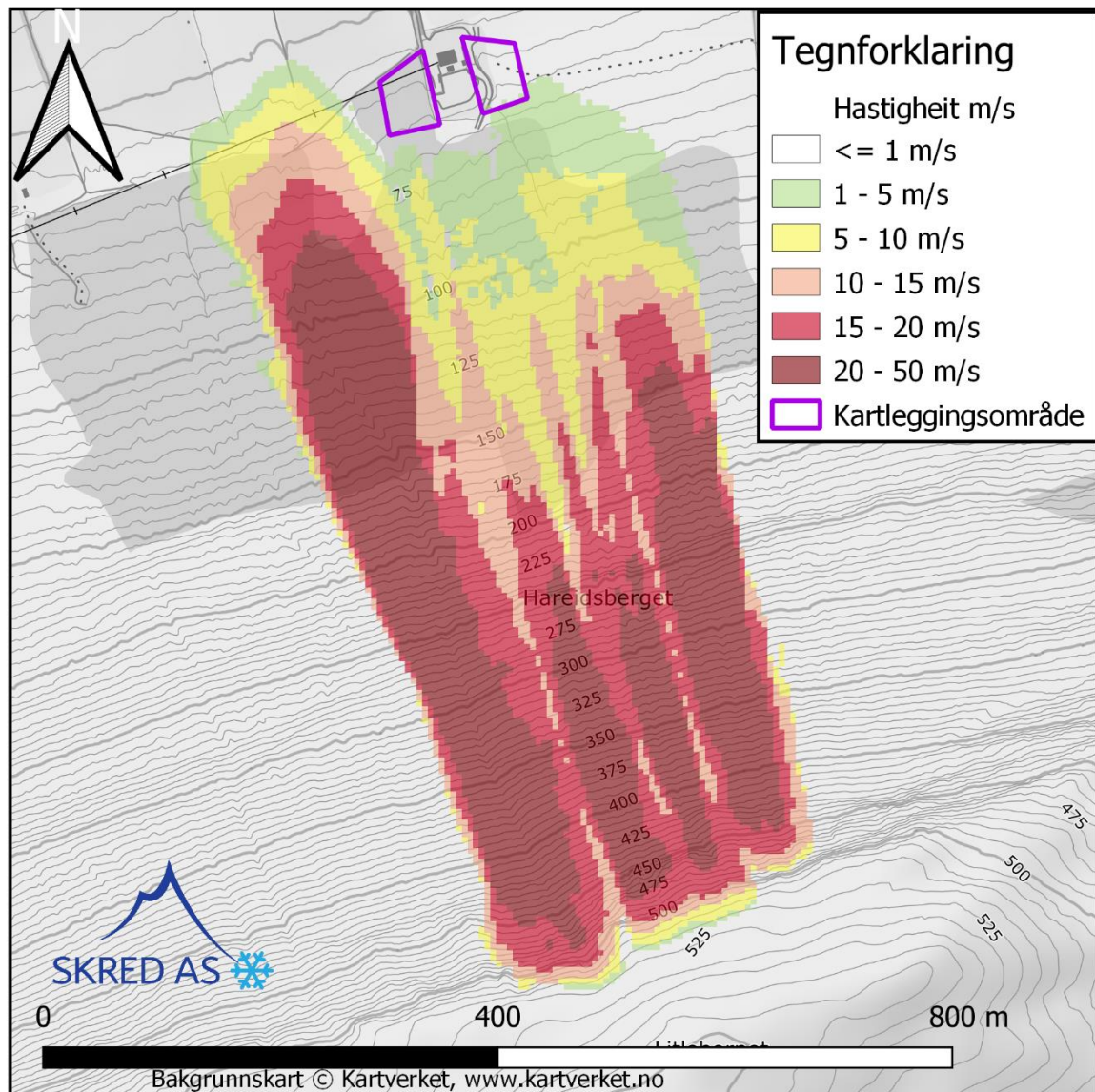
Sjølv om mesteparten av snøen kjem med vestlege vindar i dette området vil det i periodar med kald og tørr austavind kunne bli snøtransport ut i fjellsida og skavloppbygging, det vil også føregå krysspålagring når vinden kjem for eksempel frå SV.

Det er særleg i beltet mellom tregrensa og brattkanten i øvre del at terrenget ligg til rette for utløyising av snøskred. Det er og nokre mindre skar og renneformasjonar heilt øvst som kan fungere som losneområder, men mange stader er det så bratt at snø vil rause ned ofte. Skogen i øvre del av skogbeltet er glissen, men det er ikkje spesielle spor som dokumenterer snøskred. Det er eitt litt større losneområde, eit skar, berre litt lenger vest i fjellsida. I fallina nedanfor dette losneområdet er det ope heilt ned, dvs ingen skog.

Vi har valt å nytte den dynamiske modellen RAMMS::Avalanche (Christen, Kowalski, & Bartelt, 2010) til å simulere utløp av snøskred frå utvalde losneområde, då terrenget og resultat frå klimaanalysen ligg til rette for utløyising av snøskred. Vi meiner det vil gje feil resultat dersom vi skulle bruke 3-døgns nedbør som grunnlag for brotkant fordi mykje av nedbøren her kjem som regn. Vi har etter ei heilskapsvurdering av klima og terreng valt eit scenario med brotkant 1 m, men har også køyrt berekningar med 1.5 m brotkant. Vi har sett på snøskred frå mindre skar og renner øvst (500 moh) i området, eit større losneområde omlag 375-425 moh rett opp for stasjonen, samt det litt større skålforma losneområdet i vest. Desse losneområda er vist i Figur 11.

Friksjonsverdiar i RAMMS (μ og ξ) er sett basert på volum, som anbefalt i RAMMS. Høgdenivåa (standard 1500 og 1000 moh.) er endra til 1000 og 500 moh. Det er nytta 5 m x 5 m oppløysing på køyringane basert på terrengmodellen med 1 x 1 m oppløysing. Modellresultata antyd at snøskred stansar like før stasjonsområda. Det er små forskjellar i utstrekning modellert med 1,0 m og 1,5 m brotkant. Resultat for 1,0 m brotkant er vist i Figur 20.

Basert på ei heilskapleg vurdering meiner vi at sannsyn for snøskred inn i dei aktuelle områda er marginalt lågare enn 1/1000 per år.



Figur 20: Eksempel på modellering av snøskred med RAMMS. Brotkanthøgde er sett til 1 m.

4.2 Sørpeskred

Identifisering av losneområde for sørpeskred kan være krevjande, men NVE har nyleg gjeve ut ein FOU-rapport som tek for seg klassifikasjon og skildring av dei mest typiske løsnemåta (NVE, 2021b). I likskap med andre skred styrt av høgt vassinnhald (eks. flaumskred) har sørpeskred ein tendens til å følge forsenkingar i terrenget som bekkeløp og raviner.

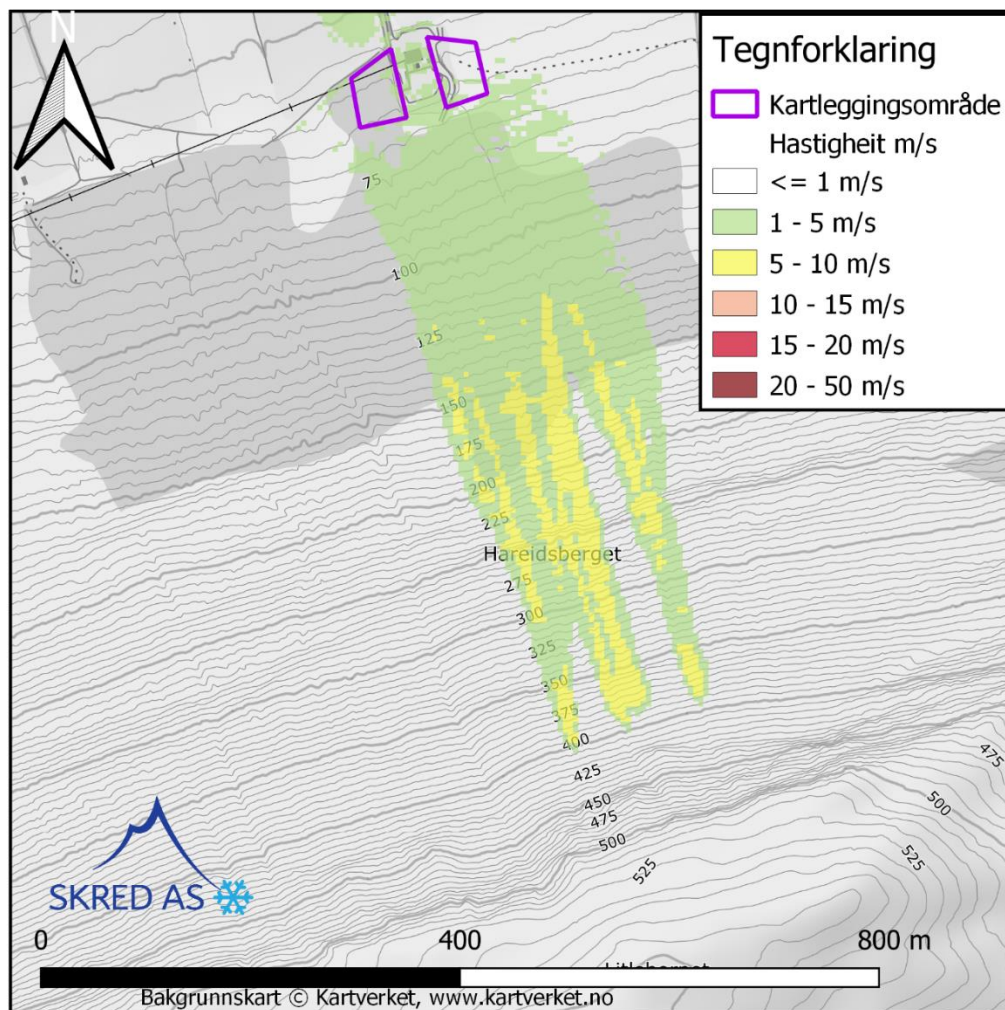
Fjellsida like over den vurderte tomta manglar parti eigna for utløysing av sørpeskred, som slake skål- eller gryteliknande terrengformer over skoggrensa der større snømengder kan akkumulerast og bli vassmetta.

Eventuelle mindre sørpeskred langs bekkeløpa ventast å gå ned i fjellsida som modellert for flaumskred, muligens med litt lenger utløp og noko mindre sidespreiing.

4.3 Jordskred og flaumskred

I øvre del av fjellsida har det gått mykje grunne jordskred. Her er det grunt lausmassedekke over berg som fort kan bli vassmetta. Like ovanfor er det eit skrentområde som fungerer som losneområde for mindre steinsprang. Når steinsprang treff vassmetta, tynt lausmassedekke kan jordskred oppstå. Noko lenger ned er det eit parti som fleire stader nærast er bart fjell. Lenger ned i fjellsida er morenedekket tjukkare med mykje blokk. Dette dekket har truleg betre drenering og jordskred vil sjeldnare oppstå her. Vi vurderer at jordskred i øvre del av fjellsida inntreff ofte. Dei fleste skreda forblir små, men kan i sjeldne tilfelle erodere mykje masse i det litt tjukkare morenedekket lenger ned.

Vi har modellert jord- og flaumskred ved hjelp av programvaren RAMMS: Debris Flow (Christen, et al., 2012). Vi har nytta «block release» som utløysingsmekanisme, standard friksjonsparametrar for jordskred og erosjonsmodul etter gjeldande anbefalingar frå FoU-prosjekt i regi av NVE (Skred AS, 2020). Modellen viser at jordskred vil kunne nå ned mot øvre grense for dei aktuelle områda (Figur 21).

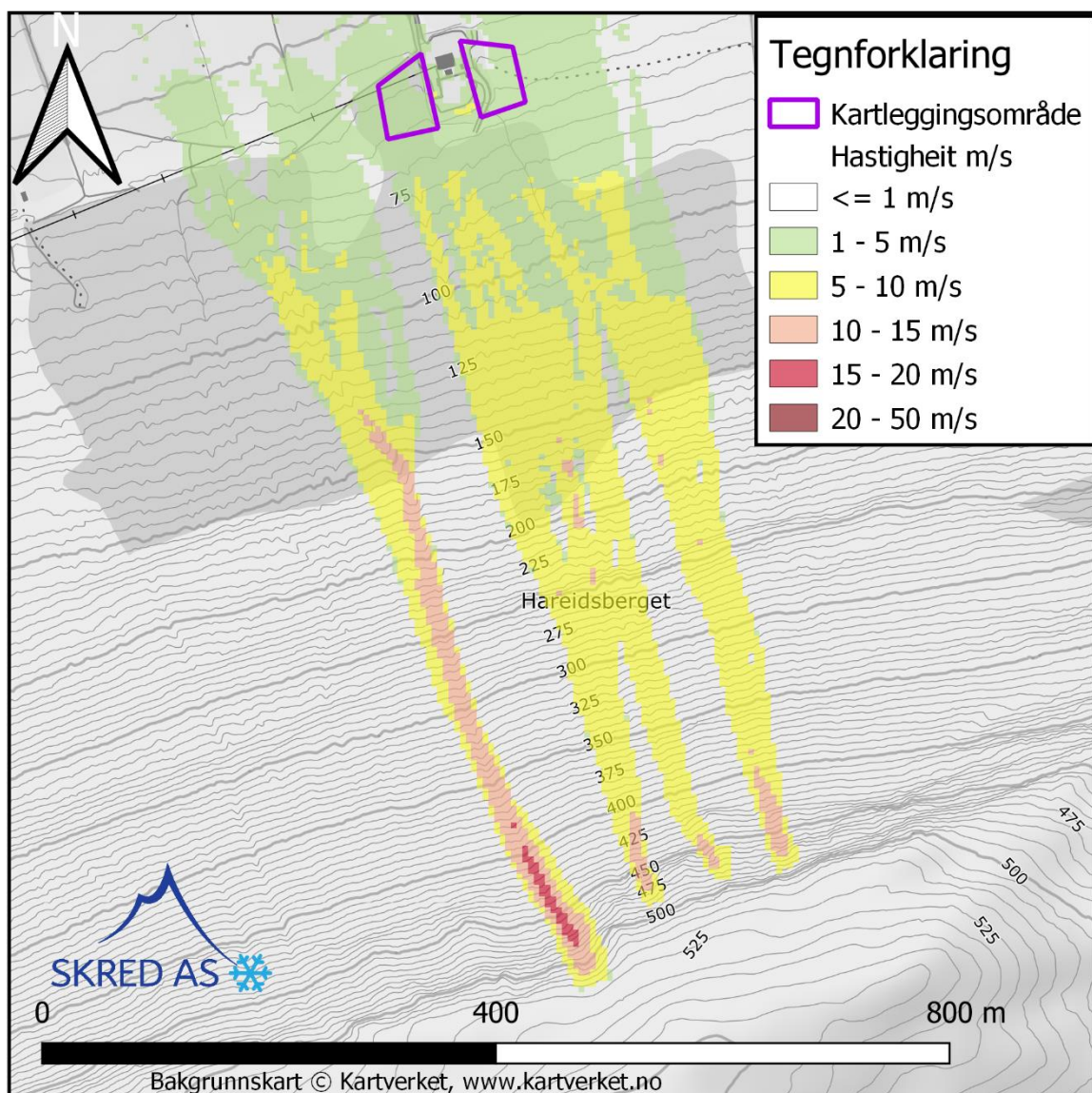


Figur 21: Eksempel på modellering med RAMMS. Her er hastighet til jordskred vist.

Nedslagsfeltet til dei små bekkane i fjellsida er lite, og avgrensar seg til sjølve fjellsida. Ved intense nedbørssituasjonar vil bekkane fort kunne vekse og erosjonspotensialet med dei. Synfaringa viste også avsetjingar etter flaumskred omkring bekken like vest for stasjonen mellom ca 75 og 100 moh. Det er etablert grøfter for å leie vatn i området like ovanfor stasjonen. Synfaringa viste at det finst kritiske punkt der overtopping kan skje og bekken vil kunne ta nye løp. Overvannsgrøftene er for små til å leie flaumskred effektivt rundt stasjonen.

Modelleringa viser at flaumskred vil kunne nå inn på dei aktuelle områda (Figur 22), men dei aktuelle områda ligg i utkanten av rekkevidda til flaumskred og modellerte hastigheiter og flytehogder er låge.

Basert på ei heilskapleg vurdering meiner vi at jord- og flaumskred vil kunne nå inn i områda med eit sannsyn høgare enn 1/1000 per år.



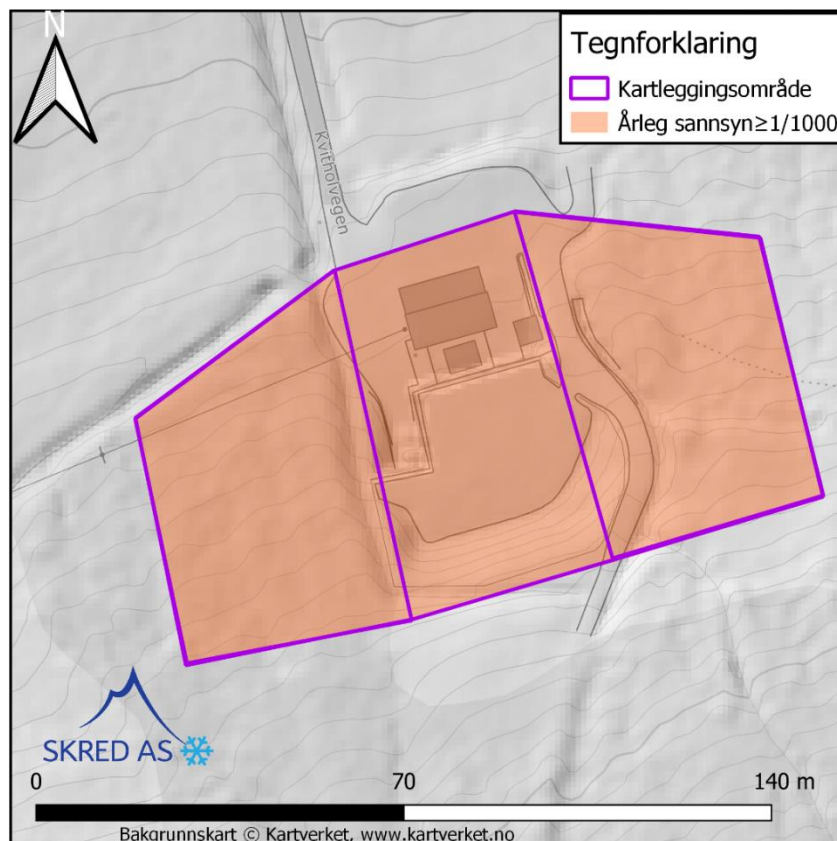
Figur 22 Eksempel på modellering av flaumskred med RAMMS. Her visast hastigheit.

4.4 Skred i fast fjell

Utfall av steinblokker kan truleg skje i den øvre, bratte delen av fjellsida. Steinsprangblokker som måtte losne, vil stoppe i terrenget før dei når inn i det vurderte området, men har heller potensiale til å løyse ut jordskred. Det vart ikkje observert ur eller steinsprangblokker i terrenget ovanfor stasjonen. Årleg sannsyn for steinsprang eller steinskred inn i det vurderte området er mindre enn 1/1000.

4.5 Faresoner for skred

Stasjonen og dei aktuelle områda ligg i utkanten av utløp for fleire typar skred; snøskred, jordskred og flaumskred, der flaumskred truleg er den dominerande skredtypen. Den samla vurderinga av alle skredtypar gjer difor at faresona med årleg sannsyn 1/1000 dekkar dei aktuelle områda (Figur 23). Både eksisterande stasjon samt det austlege og det vestlege området er dekkja av faresona. Det er noko meir spor etter skredhendingar ovanfor det vestlege området, men vi meiner sannsynet for skred er om lag like stort for både vestleg og austleg område. Faresonene dekkar heile arealet. Slik terrenget er i dag ville faresonene kunne detaljerast noko meir, men utnytting av arealet til trafostasjon vil medføre endring av terrenget inne på tomte slik at ei slik detaljering no ikkje er hensiktsmessig.



Figur 23: Faresoner for skred med årlig sannsynlighet $\geq 1/1000$.

4.6 Moglege tiltak

Sannsynet for skred mot området er større enn 1/1000 per år. Som nemnd ligg dei aktuelle områda i utkanten av utløp frå fleire skredtypar. Vi føresler ein mindre voll (1,5-2 m høg) i terrenget bak stasjonen som tiltak for å redusere faresonene. Dette vil gjere at faresona vil kunne reduserast, og områda dermed vil kunne brukast som tenkt.

Ved utviding og ombygging av stasjonen må det i alle tilfelle lagast nye, avleiande grøfter i overkant av stasjonen, slik at ein leiar vatn til sides for stasjonen og slik at vatn ikkje tek nye løp. Desse grøftene kan med fordel kombinerast med ein mindre voll, truleg av stadlege massar, slik at vi ender med eit tiltak som leier vatn og massar frå både flaumskred, jordskred og eventuelle snøskred bort frå stasjonen. Voll kan leggjast opp i nedkant av grøfta slik at det vert ei overhøgde på om lag 1,5-2 m. Vi presiserer at høgde, dimensjonar, utforming og plassering av tiltak må vurderast nærare dersom sikringstiltak blir aktuelt.

Ein plogvoll som leiar massar og vatn til begge sider av stasjonen er truleg ei god løysing, dette vil enklast kunne sikre både eksisterande stasjon og utvida areal. Området like bak stasjonen er relativt slakt og godt eigna til eit slikt tiltak.

5 Konklusjon

Dei undersøkte områda rundt dagens stasjon Hareidsberget har eit sannsyn for skred større enn 1/1000 per år. Samla fare for jordskred, flaumskred og snøskred gjer at faresone for skred med sannsyn 1/1000 per år kjem inn på områda, både på austsida og vestsida av stasjonen, samt inn på område for eksisterande stasjon. Dominerande skredtype er flaumskred. Områda kan relativt enkelt sikrast med grøfter og voll som leiar massar og vatn til sides for stasjonen. På den måten vil faresonene og sannsynet for skred kunne reduserast. . Sikringstiltak må evt. vurderast nærare med forprosjektering og detaljprosjektering.

6 Referansar

- Christen, M., Kowalski, J., & Bartelt, P. (2010). RAMMS: Numerical simulation of dense snow avalanches in three-dimensional terrain. *Cold Reg. Sci. Technol.*, ss. 63, 1–14.
- Christen, M., Perry, B., Bühler, Y., Leine, R., Glover, J., Schweizer, A., . . . Volkwein, A. (2012). *Integral hazard management using a unified software environment: numerical simulation tool 'RAMMS' for gravitational natural hazards*. 12th Congress INTERPRAEVENT 2012 – Grenoble / France, Conference Proceedings.
- NGI. (2008). *Skredvurdering kabelgrøft, Hareid 20081325*. NGI 20081325.
- NGU. (2021a). *Nasjonal beggrunnsdatabase*. Hentet fra <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/>
- NGU. (2021b). *Nasjonal løsmassedatabase*. Hentet fra <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>
- NVE. (2021b). *Ekstern rapport Nr.8/2021. FOU 80606 - Identifisering av løseområder for sørpeskred*. NVE.
- Olje- og energidepartementet. (2012). *Hvordan leve med farene- om flom og skred. Stortingsmelding 15 (2011-2012)*.
- Skred AS. (2020). *FOU 80607 - RAMMS::Debris Flow for beregning av jordskred. Casestudier og anbefalinger for bruk*. NVE Eksternrapport nr. 20/2020.