

Oppdragsgiver	Navn Ål kommune	Kontaktperson Svein Furuhaug
Oppdrag	Nummer og navn 23520 Ål, Vestlia – Skred- og flomvurdering for Ingrid Alne Kulufossen, Vestlia og deler av Oppsjø.	Oppdragsleder
Dokument	Nummer 23520-01-1 Utført av Birgit Katrine Buck-Persson	Dato 2024-07-04 Kontrollert av Espen Eidsvåg

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
1	04.07.2024	BKBP	EE	Original

Skredfarekartlegging for Kulufossen, Vestlia og deler av Oppsjø

Sammendrag

Skred AS har utført en skredfarekartlegging for Kulufossen, Vestlia og deler av Oppsjø i Ål kommune, på oppdrag for Ål kommune.

Utredningen følger kravene om sikkerhet mot skred iht. TEK17 § 7-3. Samlet skredfare er kartlagt for følgende sikkerhetsklasser med tilhørende årlige sannsynligheter for skred: S1 ($\geq 1/100$), S2 ($\geq 1/1000$) og S3 ($\geq 1/5000$). Det er utført vurderinger både for dagens vegetasjonsforhold og for en situasjon hvor hogstutsatt skog forutsettes fjernet.

Utredningen er utført av fagkyndig personell og følger NVEs veileder «*Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak*» og vil dermed kunne dokumentere om sikkerhetskravene er oppfylt. Skredtypene snø-, jord-, flom-, sørpe-, steinskred og steinsprang har blitt utredet. Utredning av faresoner for kvikkleireskred og fjellskred er ikke inkludert.

Utredningen viser at store deler av området er utsatt for jordskred. Mindre deler av området er også utsatt for steinsprang, og i ett elveløp, Kulu, kan sørpeskred forekomme som sjeldne hendelser. Ved dagens skogforhold kan snøskred forekomme som sjeldne hendelser, men i en situasjon der produktiv skog er fjernet vurderer vi snøskred som en aktuell skredtype. For en situasjon uten produktiv skog øker faren for jordskred betydelig.

Bebyggelsen i kartleggingsområdene er grovt klassifisert i sikkerhetsklassene S2 og S3. Skredfareutredningen viser at enkelte bygg ligger innenfor faresone skred, men iht. kravene i TEK17 § 7-3 har byggene innenfor tilfredsstillende sikkerhet. I en situasjon med andre skogforhold, er det enkelte bygg som ikke ligger innenfor tilfredsstillende sikkerhet, som vist i tabellen under:

Tabell 1: Antall bygg i de ulike faresonene, med og uten produktiv skog.

Område	S1-bygg i faresone $\geq 1/100$		S2-bygg i faresone $\geq 1/1000$		S3-bygg i faresone $\geq 1/5000$	
	Dagens skog-forhold	Andre skog-forhold	Dagens skog-forhold	Andre skog-forhold	Dagens skog-forhold	Andre skog-forhold
1 Kulu	0	0	0	0	0	0
2 Oppsjø	0	0	0	0	0	0
3 Vestlia	0	0	0	5	0	0
Samlet	0	0	0	5	0	0

Innhold

1	Innledning	7
1.1	Forord	7
1.2	Bakgrunn	7
1.3	Kartlagte områder	7
1.4	Krav til sikkerhet mot skred	8
1.5	Tilpassing fra NVEs rapportmal	9
1.6	Forbehold	9
2	Grunnlag	10
2.1	Digital terrengmodell	10
2.2	Avrenning	10
2.3	Geologiske kart	11
2.4	Flyfoto og skråfoto	13
2.5	Skog	13
2.6	Klimadata	14
2.7	Historiske skredhendelser	23
2.8	Tidligere skredfareutredninger	24
2.9	Eksisterende sikringstiltak	24
2.10	Feltarbeid	24
3	Metode	25
3.1	Steinsprangvurdering	25
3.2	Steinskredvurdering	25
3.3	Snøskredvurdering	25
3.4	Jordskredvurdering	30
3.5	Flomskredvurdering	33
3.6	Sørpeskredvurdering	33
3.7	Vurderinger med og uten skog	34
3.8	Bebyggelsens effekt på skredfaren	36
3.9	Andre faremomenter	36
4	Område 1 – Kulufossen	37
4.1	Områdebeskrivelse	37
4.2	Vurdering av skredfare	42
4.3	Samlede faresoner	44
5	Område 2 – Deler av Oppsjø	47
5.1	Områdebeskrivelse	47
5.2	Vurdering av skredfare	52
5.3	Samlede faresoner	56
6	Område 3 - Vestlia	59
6.1	Områdebeskrivelse	59
6.2	Vurdering av skredfare	66

6.3	Samlede faresoner	72
7	Konklusjon	77
8	Referanser	78

Figurer

Figur 1: Oversiktskart over kartleggingsområdene som er undersøkt, merket med tall 1-3. ...	8
Figur 2: En oversikt over nedbørsfeltene for det vurderte området. De ulike nedbørsfeltene er gitt ulike farger.	11
Figur 3: Berggrunnskart med data fra NGU for kartleggings- og påvirkningsområdet.....	12
Figur 4: Løsmassekart med data fra NGU fra kartleggings- og påvirkningsområdet.....	13
Figur 5: Middelverdi og ekstremer (maksimum og minimum) per måned for temperatur, nedbør, 3-døgn nysnø og snødybde for perioden 1957-2024 er hentet fra SeNorge (NVE et al., 2024).	16
Figur 6: Normalisert kombinert nedbør 40 dager fulgt av 3-døgns nedbør. Årlige maksimumsverdier fra Ål III.....	18
Figur 7: Ekstremverdifordeling basert på 3 ulike metoder for dataene (markert med svarte ringer). Observasjonen under Hans er innringet med oransje.	19
Figur 8: Vind og nedbørfordeling 2006 -2023 vind fra Geilo – Oldebråten (SN25630) nedbør i samme periode fra Ål III (SN25320).	20
Figur 9: Vind og nedbørfordeling 2016-2023 fra Hemsedal Skisenter (SN25115) 1344 moh., nedbør i samme periode fra Hemsedal -Holtø (SN25100).....	20
Figur 10: Vindfordeling og nedbør fra Geilo-Oldebråten 7. til 10. august.....	21
Figur 11: Nedbør og vind under Hans fra Hemsedal. Nedbør registrert kl. 00 er fra 08 dagen før til 08 samme dag.....	22
Figur 12: Bilde er fra MET (2023)	23
Figur 13: Oversikt av skogens effekt mot snøskred i kartleggingsområdene. Merk at nylig hogde områder ikke er lagt til i figuren.....	28
Figur 14: Oversiktskart over kartleggingsområde 1 – Kulufossen.	38
Figur 15: Oversiktsbilde satt sammen fra flere dronebilder av Kulufossen, sett mot sør. Bildet er satt sammen fra flere bilder og proporsjonene i bildet er stedvis noe forvrengt. Kartleggingsområdet er antydnet med lilla omriss.	39
Figur 16: Kart over skog med kronedekning tett nok til å forhindre eller redusere utløsning av snøskred (SR16).	41
Figur 17: Faresonekart med dagens skogforhold for kartleggingsområde 1 – Kulu.....	45
Figur 18: Oversiktskart over kartleggingsområde 1 – deler av Oppsjø.....	47
Figur 19: Oversiktsbilde satt sammen fra flere dronebilder av kartleggingsområde 2, deler av Oppsjø,, sett mot sør. Bildet er satt sammen fra flere bilder og proporsjonene i bildet er stedvis noe forvrengt. Kartleggingsområdet er antydnet med lilla omriss.	48
Figur 20: Kart over skog med kronedekning tett nok til å forhindre eller redusere utløsning av snøskred (SR16). Merk at fra kote + 500 og ned mot jernbanesporet er skogen hogd. Dette vises ikke i figuren.	50

Figur 21: En oversikt over skredhendelser i kartleggingsområdene. Kartutsnittet er justert slik at faktiske hendelser vises.....	51
Figur 22: Faresonekart med dagens skogforhold for kartleggingsområde 2 – Oppsjø.	57
Figur 23: Oversiktskart over kartleggingsområde 3 – Vestlia (vestlig del).....	60
Figur 24: Oversiktskart over kartleggingsområde 3 – Vestlia (østlig del).	61
Figur 25: Oversiktsbilde fra flere dronebilder av Vestlia, sett mot sør. Bildet er satt sammen fra flere bilder og proporsjonene i bildet er stedvis noe forvrent. Kartleggingsområdet er antydnet med lilla omriss.	62
Figur 26: Kart over skog med kronedekning tett nok til å forhindre eller redusere utløsning av snøskred (SR16). Merk at nedenfor gardstunet Dokklien, mot vest, har det nylig blitt hogd. Dette vises ikke i figuren.	64
Figur 27: Faresonekart (i tre deler) med dagens skogforhold for kartleggingsområde 3 - Vestlia	75

Tabeller

Tabell 1: Antall bygg i de ulike faresonene, med og uten produktiv skog.	2
Tabell 2: Oversikt over kartlagte områder som inngår i rapporten.	7
Tabell 3: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggt teknisk forskrift, TEK17 § 7-3 (Direktoratet for byggkvalitet, 2024).	9
Tabell 4: Informasjon om gridpunktene fra de interpolerte datasettet som er brukt til klimaanalysen.	15
Tabell 5: Informasjon om værstasjonene benyttet i klimaanalysen.	15
Tabell 6: Ekstremverdier for snødybde, nysnødybde 3 døgn og nedbør 1 døgn fra interpolerte data i punktet ved Piperslåtta (koordinater i Tabell 4) samt 1 døgn nedbør fra værstasjonen ÅL III hele året og 3 døgn nedbør des-april.	16
Tabell 7: Returperiode for 1 og 3 døgn nedbør under ekstremværet «Hans»	17
Tabell 8: Beskrivelse av infopunkt vist i registreringskartet (Vedlegg C).	24
Tabell 9: Beregninger som ligger til grunn for vurderte bruddkanthøyder (*avrundet).	27
Tabell 10: Erosjonsparameter brukt for modellering av sørpeskred.	34
Tabell 11: Løsneområder for jordskred. Årlig løsnestannsynlighet med og uten skog er gitt, hvor f.eks. 1/1000 vil si at vi vurderer løsneområdet relevant for skred med årlig løsnestannsynlighet 1/1000 og 1/5000.	43
Tabell 12: Løsneområder for sørpeskred. For løsneområdet er det gjort modelleringer med to ulike dybder.....	44
Tabell 13: Antall bygg i ulike sikkerhetsklasser som ligger innenfor faresonene i området. ..	44
Tabell 14: Utvalgte historiske skredhendelser for området. Oversikt over hendelsene er gitt i Figur 21.	50
Tabell 15: Løsneområder for snøskred.	53
Tabell 16: Løsneområder for jordskred. Årlig løsnestannsynlighet med og uten skog er gitt, hvor f.eks. 1/1000 vil si at vi vurderer løsneområdet relevant for skred med årlig løsnestannsynlighet 1/1000 og 1/5000.	54

Tabell 17: Utvalgte historiske skredhendelser for området. Skrift i kursiv er tekst hentet fra NVE Atlas (NVE, 2024b). Oversikt over hendelsene er gitt i Figur 21.	65
Tabell 18: Løsneområder for snøskred.	67
Tabell 19: Løsneområder for jordskred. Årlig løsnestannsynlighet med og uten skog er gitt, hvor f.eks. 1/1000 vil si at vi vurderer løsneområdet relevant for skred med årlig løsnestannsynlighet 1/1000 og 1/5000.	69
Tabell 20: Løsneområder for jordskred. Årlig løsnestannsynlighet med og uten skog er gitt, hvor f.eks. 1/1000 vil si at vi vurderer løsneområdet relevant for skred med årlig løsnestannsynlighet 1/1000 og 1/5000.	71
Tabell 21: Antall bygg i ulike sikkerhetsklasser som ligger innenfor faresonene i området. ..	72
Tabell 22: Antall bygg i ulike sikkerhetsklasser som ligger innenfor faresonene totalt sett. Tall i parentes viser antall bygg i faresonene ved fjerning av produktiv skog.	77

Vedlegg

De fleste vedleggene er organisert for det konkrete kartleggingsområdet med følgende underinndeling:

- A- Bilder
- B- Helningskart
- C- Registreringskart
- D- Modelleringskart (alle modellerte skredtyper)
- E- Faresonekart (dagens skogforhold og uten skog)
- F- Skog med betydning for skredfaren

I tillegg er det følgende generelle vedlegg til rapporten:

- Egenerklæringsskjema kompetanse
- NVEs tilbakemelding på foreløpig leveranse
- Uavhengig kvalitetssikring utført av NGI
- Skred AS sitt tilsvarende på NVEs tilbakemelding og NGIs uavhengige kvalitetssikring

I tillegg til vedlegg som følger rapporten er det overlevert GIS-vedlegg og bildefiler til oppdragsgiver iht. NVEs veileder (NVE, 2024a).

1 Innledning

1.1 Forord

Plan- og bygningsloven (pbl) og Byggteknisk forskrift (TEK 17, kap 7.3) (Direktoratet for byggkvalitet, 2024). stiller krav til sikkerhet mot naturfare. For reguleringsplan og byggesak/-tiltak, søknadspiktig eller ikke, må det derfor dokumenteres at tilstrekkelig sikkerhet mot skredfare vil bli oppnådd i henhold til disse sikkerhetskravene.

Denne utredningen er utført av fagkyndig personell og følger NVEs veileder «Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak» (NVE, 2024a), og vil dermed kunne dokumentere om sikkerhetskravene er oppfylt.

Skredtypene snø-, jord-, flom-, sørpe-, steinskred og steinsprang utredes.

1.2 Bakgrunn

Skred AS har på oppdrag for Ål kommune utført en utredning av skredfare i bratt terreng for området Kulufossen, Vestlia og deler av Oppsjø i Ål kommune. Kartleggingsområdene ligger innenfor NVEs aktsomhetssoner for snøskred og jord- og flomskred (NVE, 2024b).

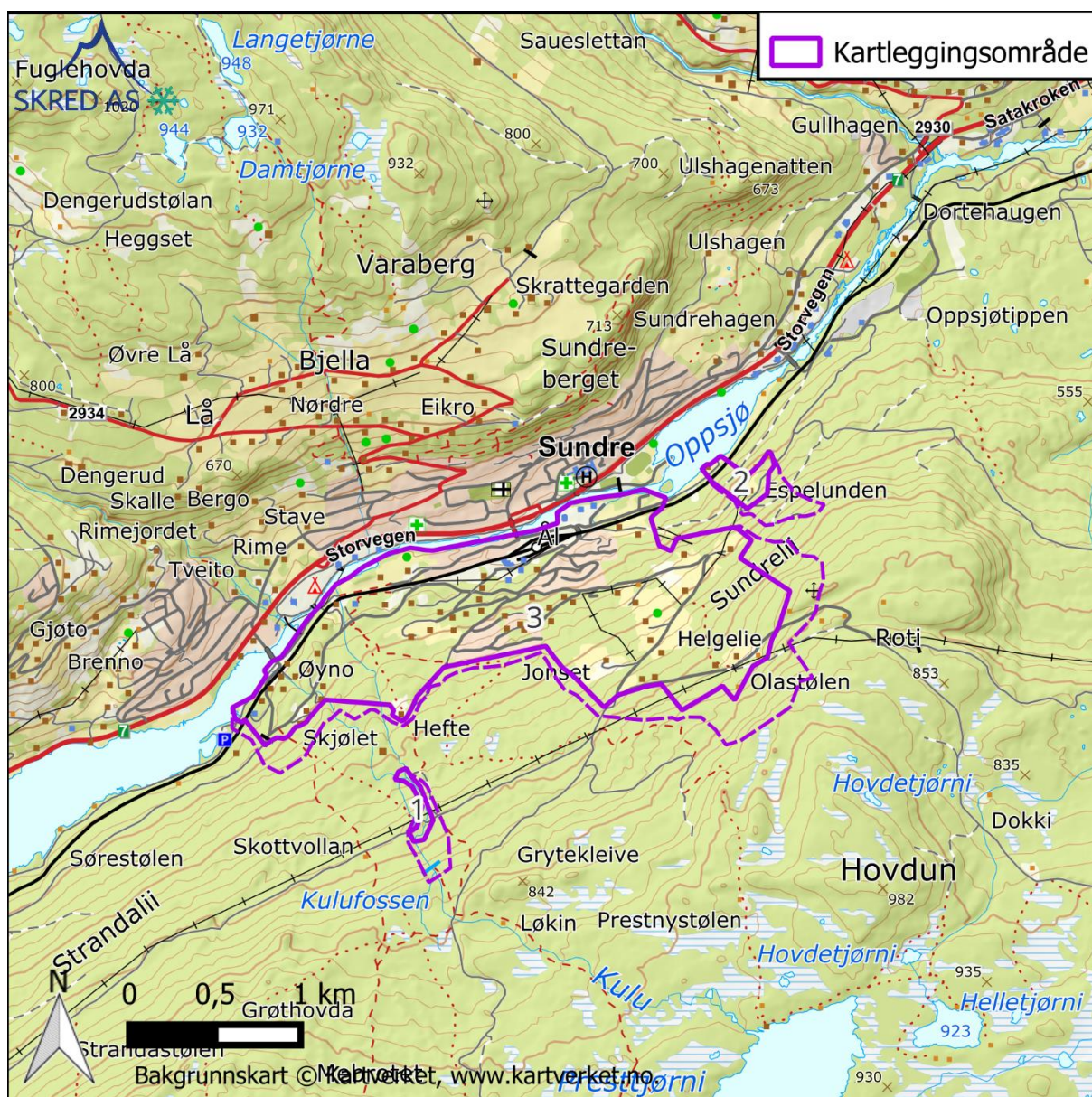
1.3 Kartlagte områder

Ål kommune har etterspurt en skredfarekartlegging fra Oppsjø i øst til Øyno i vest. Vi har etter dialog med kommunen delt området opp i tre delområder (Tabell 2 og Figur 1) for å forbedre lesbarheten til rapporten, samt kvaliteten på kartvedleggene.

Tabell 2: Oversikt over kartlagte områder som inngår i rapporten.

Nr.	Navn
1	Kulufossen
2	Oppsjø
3	Vestlia

Påvirkningsområdene omfatter arealer som kan gi skred direkte inn i **kartleggingsområdene**. I en del tilfeller kan det skje prosesser også i øvrige deler av **nedbørsfeltet** som er relevant for skredvurderingen, f.eks. flom eller skred som kan utløse andre skred. For alle områdene er hele avrenningsfeltet vurdert og hensyntatt i vurderingene. For bedre lesbarhet på kart både i figurer og i vedlegg er imidlertid en del av påvirkningsområdene snevret inn i forhold til avrenningsfeltet, slik at det bare er de områdene som gir skred direkte inn i kartleggingsområdet som er vist som påvirkningsområdene.



Figur 1: Oversiktskart over kartleggingsområdene som er undersøkt, merket med tall 1-3.

1.4 Krav til sikkerhet mot skred

I oppdraget inngår en vurdering av sikkerhetskravet for eksisterende bygninger i forhold til dagens krav i TEK17 § 7-3. Eksisterende bygninger som ikke tilfredsstiller dagens krav til sikkerhet mot skred (gitt at de skal tilfredsstille kravene for nybygg) skal identifiseres.

Byggteknisk forskrift TEK17 § 7-3 (Direktoratet for byggkvalitet, 2024) definerer krav til sikkerhet mot skred for nybygg og tilhørende uteareal. Sannsynligheten i Tabell 3 angir den årlige sannsynligheten for skredskader av betydning, dvs. skred med intensitet som kan medføre fare for liv og helse og/eller større materielle skader.

Tabell 3: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 § 7-3 (Direktoratet for byggkvalitet, 2024).

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

Oppdraget omfatter kartlegging av faresoner med årlig sannsynlighet større enn både 1/100, 1/1000 og 1/5000 for hele de kartlagte områdene.

1.5 Tilpassing fra NVEs rapportmal

Denne rapporten følger NVEs veileder (NVE, 2024a), lokalisert på internett den 03.04.2023. Rapporten bygger på rapportmal tilhørende NVEs veileder, men er tilpasset på følgende måter:

- Rapporten er bygd opp som øvrige Skred AS rapporter, og følger våre rutiner for intern kvalitetssikring.
- Rapporten omfatter alle kapitler fra NVEs rapportmal, men i litt annen rekkefølge.
- Rapporten inneholder noen flere kapitler enn NVEs rapportmal.
- Informasjon om oppdraget er gitt på førstesiden og i kapittel 1. Informasjon om gjennomført befarings er gitt i kapittel 2.10. Siden «Om oppdraget» fra NVEs rapportmal er derfor ikke direkte gjengitt."
- Enkelte overskrifter har lignende, men ikke identiske navn som i NVEs rapportmal.
- I kapitlene om vurdering av hver enkelt skredtype er underkapitlene (tredje nivå) systematisk omtalt i teksten, uten at det er gitt egne overskrifter for dem.
- Egenkontroll og sidemannskontroll er dokumentert på førstesiden i rapporten. Det er derfor ikke lagt ved en egen side for egen- og sidemannskontroll, slik NVEs rapportmal legger opp til.
- Vi bruker vår egen rapportmal som sjekklister, og det er derfor ikke lagt ved noen ytterligere sjekklister ved UKS.
- Rapporten er godkjent iht. interne rutiner og har derfor ikke signatur.

1.6 Forbehold

Vurderingene er gjort både for dagens vegetasjonsforhold, og for en situasjon hvor all produktiv skog er fjernet. Vurderingen som er gjort for terreng uten skog omfatter ikke vurdering av terrenginngrep som hogst kan medføre. Ved eventuell hogst må utførende selv påse at ikke terrenginngrep medfører økt skredfare ut over kun fjerning av skogen.

Ny informasjon om skredhendelser kan føre til behov for en ny vurdering. Vurderingen gjelder naturlig utløste skred i bratt terreng, og omfatter ikke stabilitet i menneskeskapte fyllinger, skjæringer el.

2 Grunnlag

2.1 Digital terrengmodell

Det er benyttet bakgrunnskart tilgjengelige i WMS-format fra Statens kartverk (Kartverket, 2024a).

For terrenganalyser er det benyttet nasjonal digital høydemodell med oppløsning 1x1 m, hentet fra hoydedata.no (Kartverket, 2024b). Dataene er bearbeidet videre for å lage skyggekart, helningskart og avrenningskart (Vedlegg B). Terrengmodellen er også benyttet til modelleringer som grunnlag for modelleringer av skred, da med endret oppløsning til 2 m og 5 m.

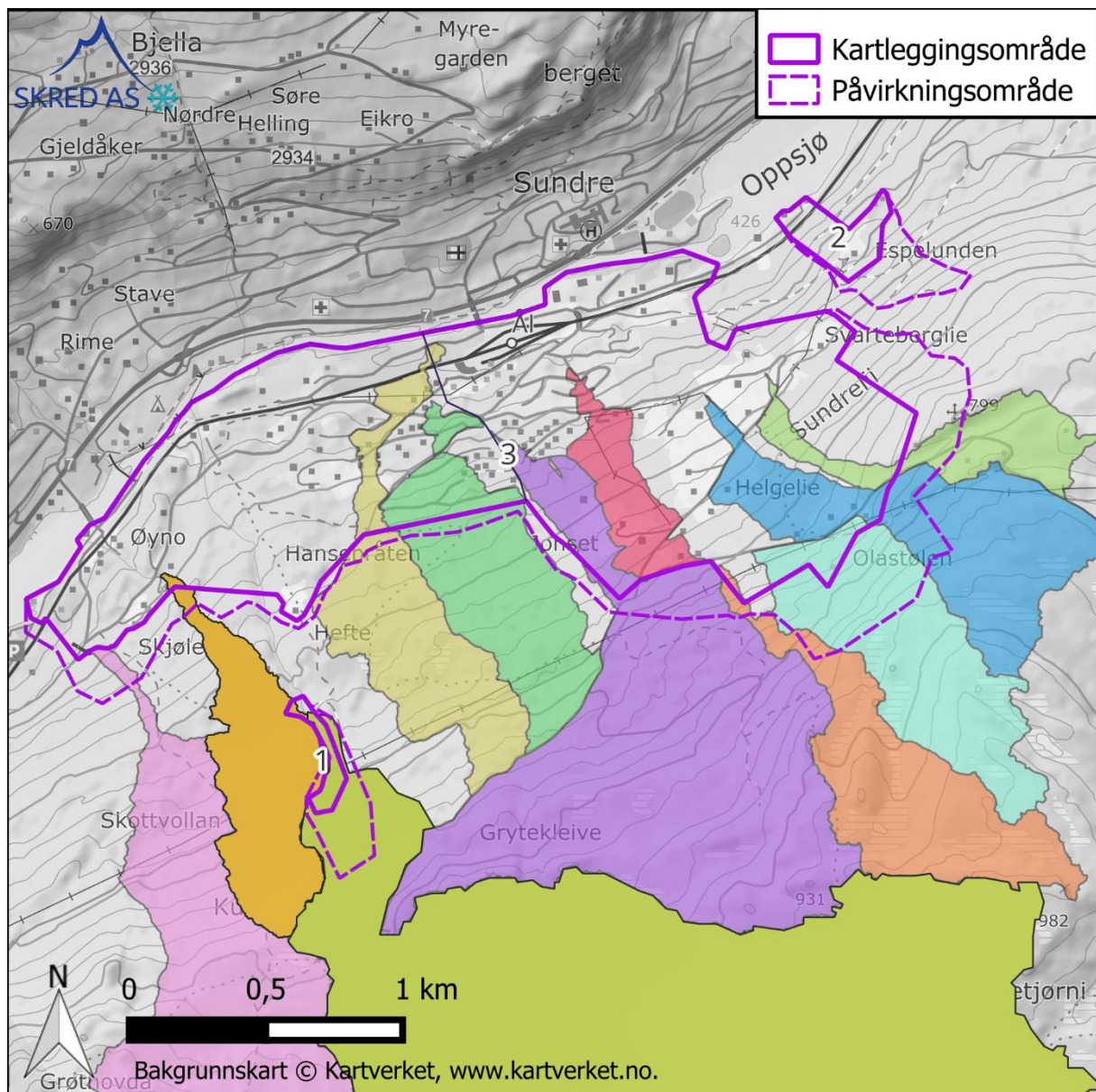
2.2 Avrenning

Det er utført en avrenningssanalyse basert på nevnte terrengmodell som viser overflateavrenningen (Multi-Flow Direction) for områdene (Vedlegg B). Figur 2 gir en oversikt over de ulike nedbørsfeltene for de ulike kartleggingsområdene.

Avrenningsanalysen påvirkes av veier og andre menneskeskapte terrenginngrep. Analysen tar ikke hensyn til stikkrenner, broer, løsmasser etc. Vurdering av vann på avveie og kritiske punkt er gjort parallelt med skredfarevurderingen i skred AS sin rapport 23520-02.

Rapporten beskriver de viktigste dreneringsveiene og kritiske punkter. Ifølge rapporten er de fleste stikkrenner underdimensjonert, og vi kan derfor anta at avrenningsanalysen (MFD) viser realistisk overflateavrenning i en situasjon med betydelig nedbør/snøsmelting.

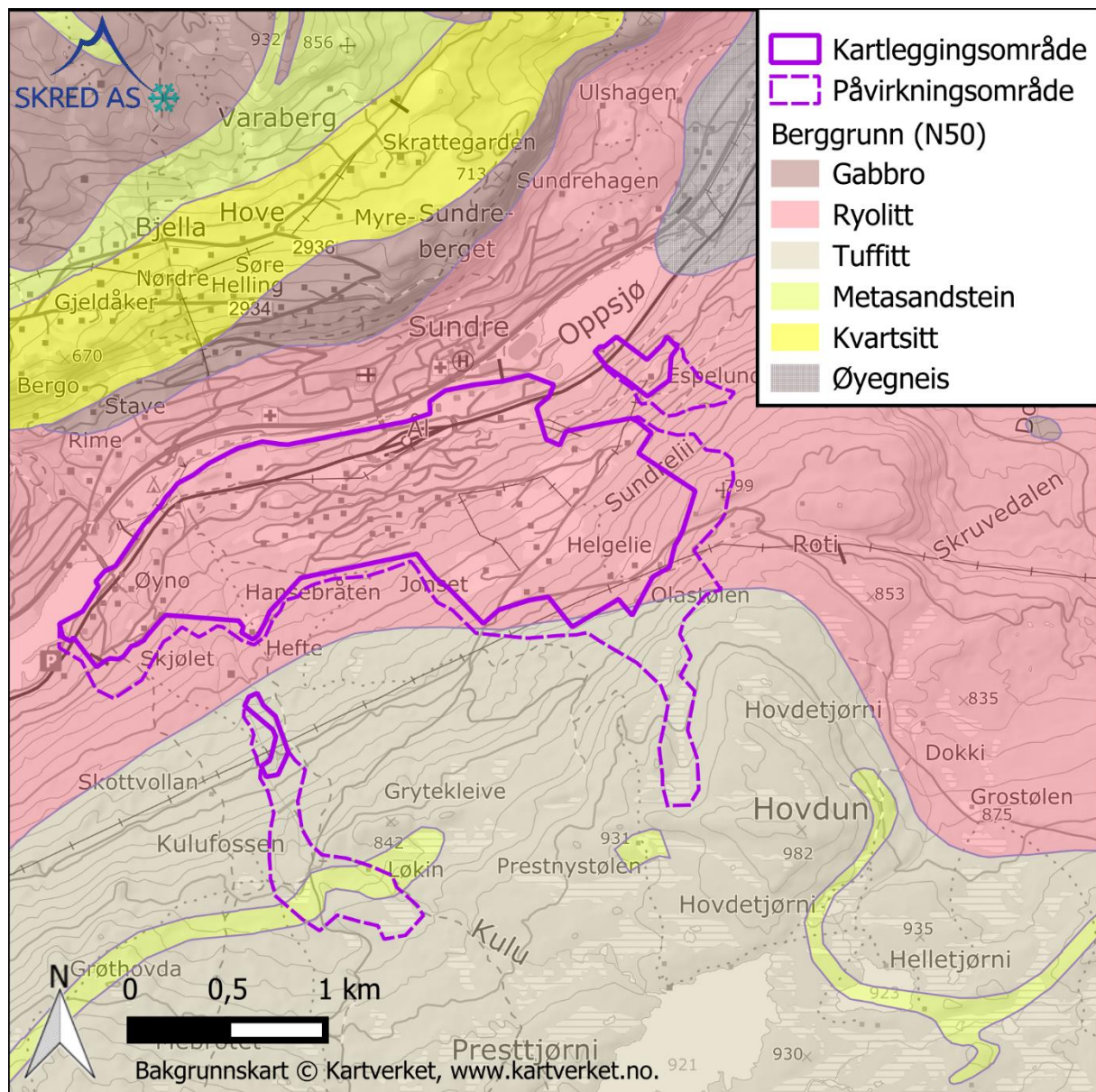
Avrenning spiller en viktig rolle for skredfaren. Det vil være fordelaktig å planlegge flom- og skredsikringstiltak sammen.



Figur 2: En oversikt over nedbørsfeltene for det vurderte området. De ulike nedbørsfeltene er gitt ulike farger.

2.3 Geologiske kart

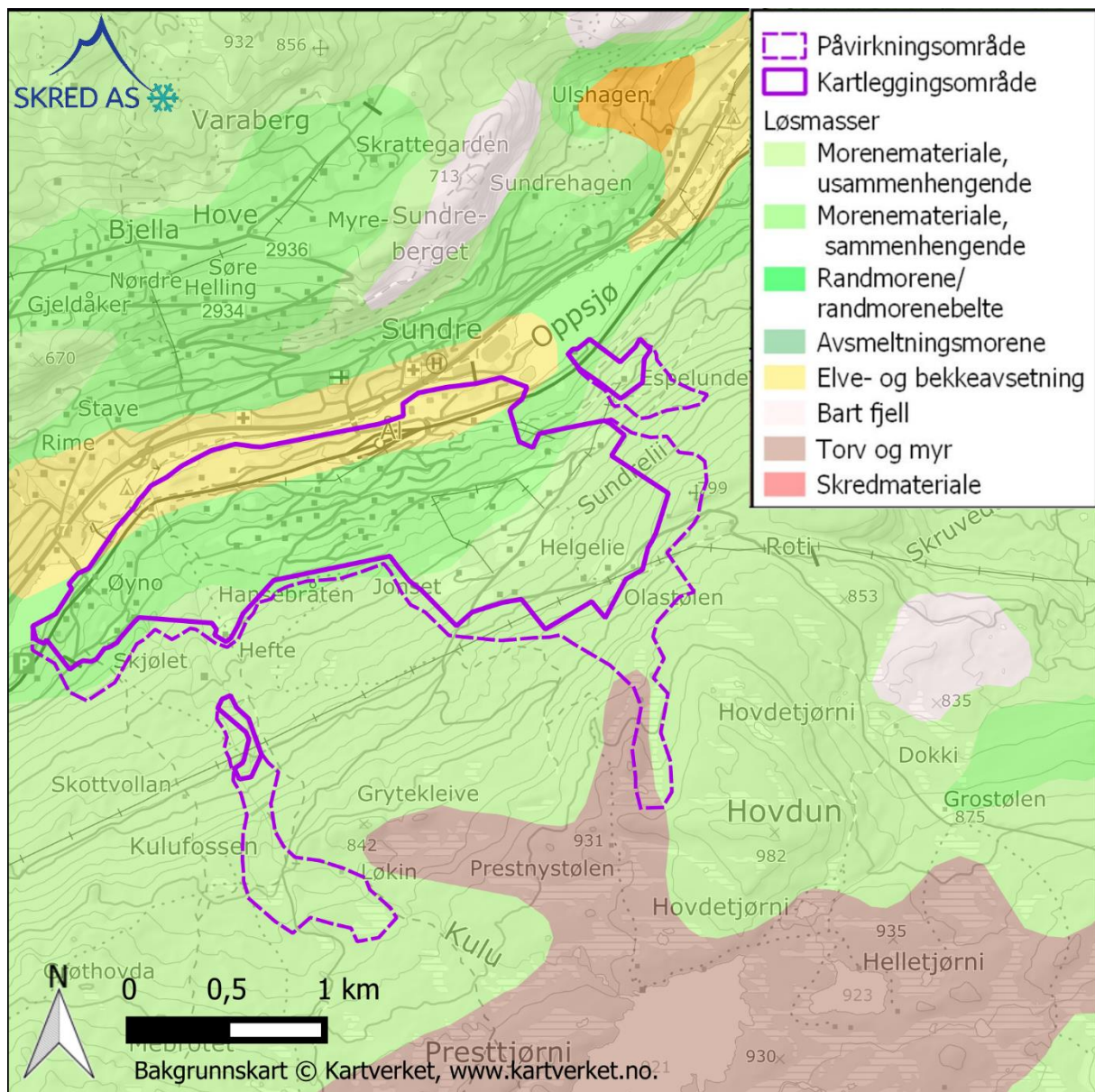
NGUs berggrunnskart i målestokk 1:50 000 (NGU, 2024a) viser at berggrunnen består hovedsakelig av Ryolitt, og Tuffitt med innslag av kvartsitt i øvre deler av området (Figur 3).



Figur 3: Berggrunnskart med data fra NGU for kartleggings- og påvirkningsområdet.

NGUs løsmassekart i målestokk 1:250 000 (NGU, 2024b) viser at løsmassene består av elveavsetninger i dalbunn, og morenemateriale høyere i terrenget (Figur 4).

Kartleggingsområdene ligger over marin grense. I NADAG (NGU, 2024c) er det tre registrerte grunnundersøkelser fra 1964 og 1994 som er utført i nærheten av kartleggingsområdet, på nordsiden av Hallingdalselva. Undersøkelsen viser at det er opp mot 3,2 m ned til fast fjell og består av grovere løsmasser.



Figur 4: Løsmassekart med data fra NGU fra kartleggings- og påvirkningsområdet.

2.4 Flyfoto og skråfoto

Det er benyttet flyfoto fra Norge i bilder (Statens vegvesen et al., 2024) hvor det finnes bildeserier fra årene 1963, 1964, 1991, 2006, 2009, 2011, 2013, 2016, 2019, 2020 og 2023. Disse har vi tilgjengelige også som WMS-tjeneste direkte i GIS. Relevante funn fra flyfoto er nærmere omtalt for hvert enkelt område.

Vi har ikke funnet skråfoto for området.

2.5 Skog

I tillegg til vurderinger fra befaring til fots og med drone, er det benyttet flere datasett for informasjon om skogen.

Datasettet SR16 er benyttet for informasjon om både treslag og tetthet (kronedekning) på skogen (NIBIO, 2024). Beregninger basert på dette datasettet ligger til grunn for å vurdere hvilken skog som er tett nok til å hindre utløsning av snøskred. Datasettet AR5 Produktiv skog (NIBIO, 2024) er også benyttet for informasjon om hvilken skog som må antas å kunne bli hugget.

2.6 Klimadata

2.6.1 Klimaanalyse og skredtyper

For steinsprang og steinskrud vurderes klimadata å ikke ha en avgjørende betydning i for utløsning av skred (NVE, 2024a). Det er derfor ikke utført klimaanalyse for disse skredtypene.

For utløsning av jord- og flomskred er klimatiske faktorer underordnet faktorer som terrenghelning, drenering og løsmassesammensetning i en gitt skråning (NGI, 2021). I områder med kjent dato for en jord- eller flomskred hendelse, og tilgjengelige klimadata, kan en klimaanalyse bidra til å indikere gjentakintervallet til disse skredene. Denne informasjonen kan være nyttig i en skredfarekartlegging. Under ekstremværet «Hans» 7.-9. august gikk det flere skred i kartleggingsområdet. Vi har derfor utført en klimaanalyse for denne perioden, og tiden før, for å forsøke å si noe om gjentakintervallet til disse hendelsene.

I forbindelse med vurdering av snøskred er det utført en klimaanalyse, blant annet for å bestemme bruddkanthøyde ved ulike returperioder, som input til snøskredmodellering.

2.6.2 Datakilder

Tidsserier med nedbør (snø og regn), snødybder og temperaturer er hentet fra det interpolerte observasjonsdatasettet SeNorge2018 gjennom et script fra NVEs API (NVE, 2024c). Dataene består av interpolerte, beregnede verdier for 1 km² ruter i kartet (grid), og er ikke direkte måleverdier fra værstasjonen. Værdataene vurderes å være representative for kartleggingsområdet, selv om enkelte lokale forskjeller må påregnes. Det er hentet data for perioden 1957-2024. Per i dag er 3-døgns nysnø mengdene fra den gamle SeNorge2 modellen, og vi har derfor valgt og heller regne ut 3 døgnsnysnø basert på nedbør og temperatur som det er beskrevet på Varsom sin nettbaserte SeNorge-løsning (NVE et al., 2024). Værstasjonsdata er hentet gjennom et script fra Frost API (Meteorologisk Institutt). All vindanalyse er basert på observerte vindmålinger fra representative værstasjoner.

I og med at temperatur og nedbørmengder varierer med høyde over havet har vi valgt å se på ett punkt i øvre deler av kartleggingsområdet. Dette punktet representerer omtrentlig høyde for løseområder snøskred som er aktuelle for det vurderte området, rundt 800 moh. Høyden til utvalgt punkt er ulik fra høyden til modellen på grunn av at griddene har en horisontal oppløsning på 1 km x 1 km, og høydenivået innenfor en kvadratkilometer kan variere betydelig. Eksakte koordinater for punktet er gitt i Tabell 4.

Tabell 4: Informasjon om gridpunktene fra de interpolerte datasettet som er brukt til klimaanalysen.

Punkt	N UTM33N	Ø UTM33N	Moh. punkt	Moh. i modellen
Punkt 1 (Piperslåtta)	6737397	149032	771	852

Vi har valgt værstasjoner i nærheten av Breie og Ål med lange tidsserier fra en representativ høyde. Stasjonene og hvilke meteorologiske variabler som er analysert er summert i Tabell 5.

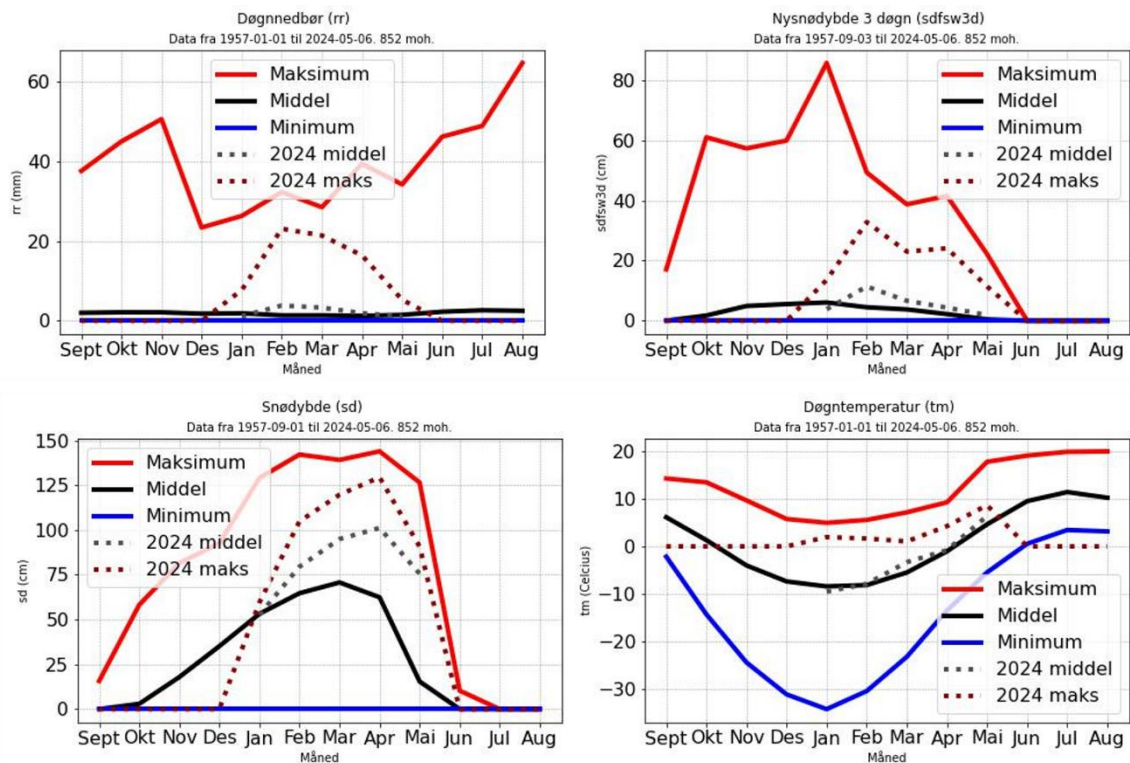
Tabell 5: Informasjon om værstasjonene benyttet i klimaanalysen.

Stasjons ID	Navn	Posisjon	Høyde	Måleperiode	Analyserte variabler
SN25320	Ål III	Breddegrad: 60.6391° N Lengdegrad: 8.5609° Ø	720 moh.	01.09.1949 - nå	Nedbør
SN24960	Gol-Stake	Breddegrad: 60.7188° N Lengdegrad: 8.9478° Ø	542 moh.	01.12.1963 - nå	Vind, temperatur, nedbør
SN25100	Hemsedal - Høltø	Breddegrad: 60.8703° N Lengdegrad: 8.5285° Ø	648 moh.	01.09.1982 - nå	nedbør
SN25112	Hemsedal - Hollekollen	Breddegrad: 60.8705° N Lengdegrad: 8.5175° Ø	807 moh.	06.12.2006 - nå	Vind, temperatur
SN25115	Hemsedal Skisenter	Breddegrad: 60.8397° N Lengdegrad: 8.4968° Ø	1344 moh.	13.10.2016 - nå	Vind, temperatur
SN25630	Geilo - Oldebråten	Breddegrad: 60.53° N Lengdegrad: 8.1948° Ø	772 moh.	01.07.2006 - nå	Vind, temperatur
SN29600	Tunhovd	Breddegrad: 60.4629° N Lengdegrad: 8.7511° Ø	870 moh.	01.07.1895 - nå	Nedbør

2.6.3 Normaler

Middelverdi og ekstremer (maksimum og minimum) per måned for temperatur, nedbør, 3-døgn nysnø og snødybde for perioden 1957-2024 er hentet fra SeNorge (NVE et al., 2024).

Figur 5 viser data fra punktet, der figur 5c viser at en gjennomsnittlig snøsesong (snødybde > 0) er fra november til mai og at det kun er juni, juli og august som ikke har noen snødekte dager i datasettet.



Figur 5: Middelverdi og ekstremer (maksimum og minimum) per måned for temperatur, nedbør, 3-døgn nysnø og snødybde for perioden 1957-2024 er hentet fra SeNorge (NVE et al., 2024).

2.6.4 Ekstremverdier

Ekstremverdianalysen baserer seg på både interpolerte data fra punktet (presentert i Tabell 6) og observerte tidsserier fra representative værstasjoner med lange tidsserier. De lengste tidsseriene med interpolerte data går fra 1957 til dags dato. De lengste tidsseriene med værstasjonsdata finnes fra stasjonen Ål III, fra 1949 til dags dato (SN25320). En tidsserie på hhv. 66 og 74 år er relativt kort. Det er dermed knyttet stor usikkerhet til beregnede returperioder på 1000 år og 5000 år.

Estimerte verdier i Tabell 6 for 3 døgns nysnøtilvekst, snødybde og 1 døgns nedbør avhenger av valgt punkt, valgt estimator i ekstremverdianalysen, og valg av ekstremverdifordeling. Ekstremverdier er oppgitt fra fordelingen med den høyeste p-verdien (minimum 0.99) ved bruk av Kolmogorov-Smirnov testen. Ved to like gode p-verdier oppgis middelverdien. De oppgitte verdiene brukes som grunnlag for videre analyser av dimensjonerende bruddkanthøyder for snøskred.

Tabell 6: Ekstremverdier for snødybde, nysnødybde 3 døgn og nedbør 1 døgn fra interpolerte data i punktet ved Piperslåtta (koordinater i Tabell 4) samt 1 døgn nedbør fra værstasjonen ÅL III hele året og 3 døgn nedbør des-april.

Datasett	Ekstremverdier		
	100 år	1000 år	5000 år
Snødybde (sd) Punkt ved Piperslåtta 771 moh.	157 cm	183 cm	200 cm
Nysnødybde 3 døgn (beregnet fra temperatur + rr) Punkt ved Piperslåtta 771 moh.	78 cm	108 cm	133 cm
Nedbør 1 døgn (rr) Punkt ved Piperslåtta 771 moh.	60 mm	79 mm	90 mm
Nedbør 1 døgn Ål III (SN25320)	50 mm	76 mm	89 mm
Nedbør 3 døgn des.-april Ål III (SN25320)	61 mm	82 mm	98 mm

Data i Tabell 6 viser at ekstremverdier fra en lang værstasjons dataserie (Ål III) er relativt like verdiene i det interpolerte datasettet, men det interpolerte er noe høyere. Dette er som forventet i og med at grid datasettet ikke er basert på observasjoner.

2.6.5 Målt nedbør under ekstremværet «Hans»

Under ekstremværet «Hans» kom det store mengder nedbør som regn i Ål kommune 7.-9. august 2023. Nedbøren førte til flere skred i kartleggingsområdet. For å kunne si noe om hvor «sjelden» denne nedbørhendelsen var så har vi sett på returperioder for observerte nedbørmengdene under «Hans». Vi har benyttet data fra stasjoner med lange nedbørtidsserier i Viken. Data for 1 og 3 døgn fra disse stasjonene er oppsummert i Tabell 7. Returperiodene er beregnet med de samme beregningsmetodene som ekstremverdiene i kapittel 2.6.4 (Gumbel Max Likelihood, GEV Max Likelihood og GVE L-Moments). I Tabell 7 vises et spenn av returperioden for alle fordelinger med en p-verdi over 0.99 ved bruk av Kolmogorov-Smirnov testen.

Observasjonene viser at målt 3 døgns nedbør ved både Ål III og Tunhovd tilsvarer en hendelse med returintervall på over 150 år. På Ål var også 1 døgns nedbøren (registrert 8.8.2023¹) en hendelse med returintervall på over 100 år. Det ble satt ny stasjonsrekord for døgnnedbør på Ål III med 59,1 mm. Den forrige rekorden var i august 2022.

Tabell 7: Returperiode for 1 og 3 døgns nedbør under ekstremværet «Hans»

Stasjon	Returperiode i år* (nedbørmengde i mm under Hans)	
	24h nedbør (den høyeste i perioden 8.-10. august)	72h nedbør (8.-10. august)
Ål III (SN25320)	114-154 år (59.1 mm)	170 år (125 mm)
Hemsedal (SN25100)	25-30 år (72.2 mm)	58-74 år (120 mm)
Tunhovd (SN29600)	77-84 år (66.5 mm)	154-185 år (128.9 mm)
Gol -Stake (SN24960)	62 år (58.4 mm)	344-629** år (113.4 mm)

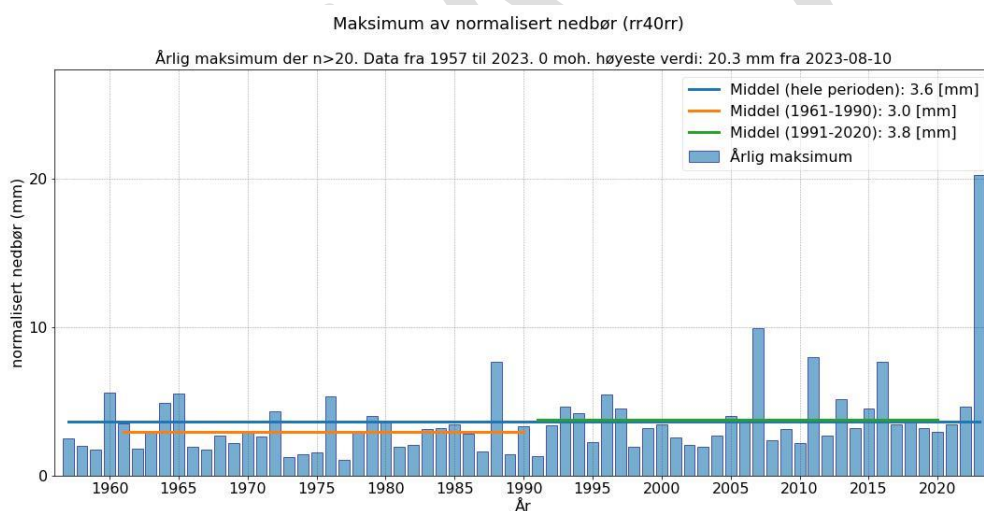
** usikre data ettersom ingen av ekstremverdifordelingene har en $p > 0.99$

¹ Måleperiode 0800 7.8.2023 – 0800 8.8.2023 (sommertid)

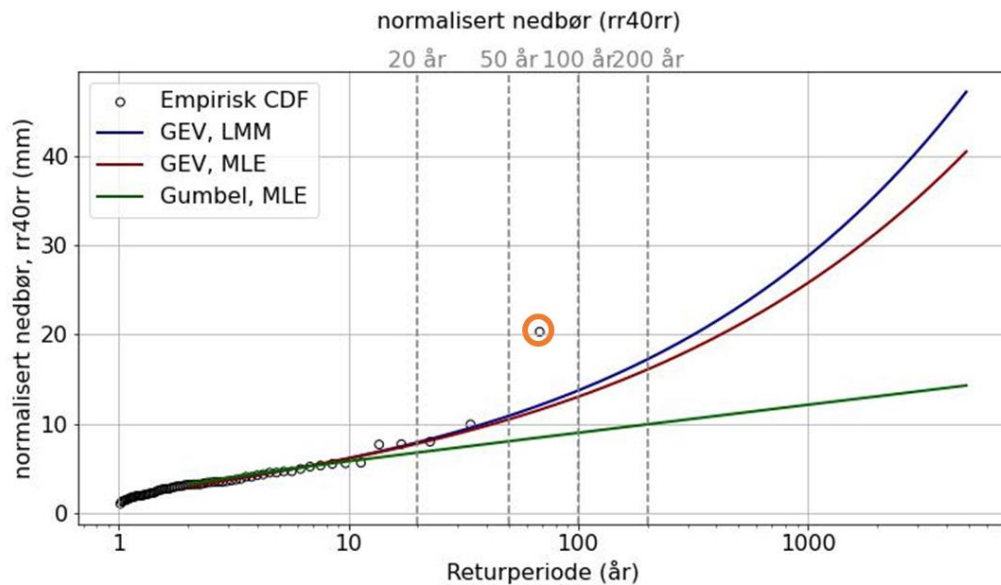
En våt periode vil gi en høy vannmetning i bakken som vil begrense bakkens evne til å oppta regn under en ekstrem nedbørhendelse, og dermed bidra til en større sannsynlighet for løsmasseskred. Sommeren 2023 var generelt kald og våt på Østlandet. Vi har analysert data før hendelsen i kombinasjon med selve nedbørhendelsen for å finne returperioden for en kombinasjon av en lengre våt periode i forkant av en ekstremnedbørshendelse som «Hans».

Dette har vi gjort ved å se på nedbørsdata for en periode på 40 døgner før «Hans», sammen med 3-døgns nedbør som kom under «Hans». Med GEV fordelingen som har best resultat i statistisk test ($p\text{-verdi} > 0.99$) får vi et gjentaksintervall på 332-441 år. Figur 6 viser at den kombinerte 40 døgns- og 3-døgns nedbøren hhv. før og under «Hans» har en over dobbelt så høy verdi som den neste høyeste verdien i tidsserien med årlige maksimumsverdier.

Vi vil også nevne at gjentaksintervall slik vi har beregnet det er sensitivt til valg av periode for tiden før «Hans» og vi kunne like godt valgt for eksempel 30 dager. Analysen understreker likevel at kombinasjonen av nedbør sommeren 2023 etterfulgt av nedbøren under «Hans» var en ekstremhendelse basert på målte verdier fra ÅL III.



Figur 6: Normalisert kombinert nedbør 40 dager fulgt av 3-døgns nedbør. Årlige maksimumsverdier fra Ål III

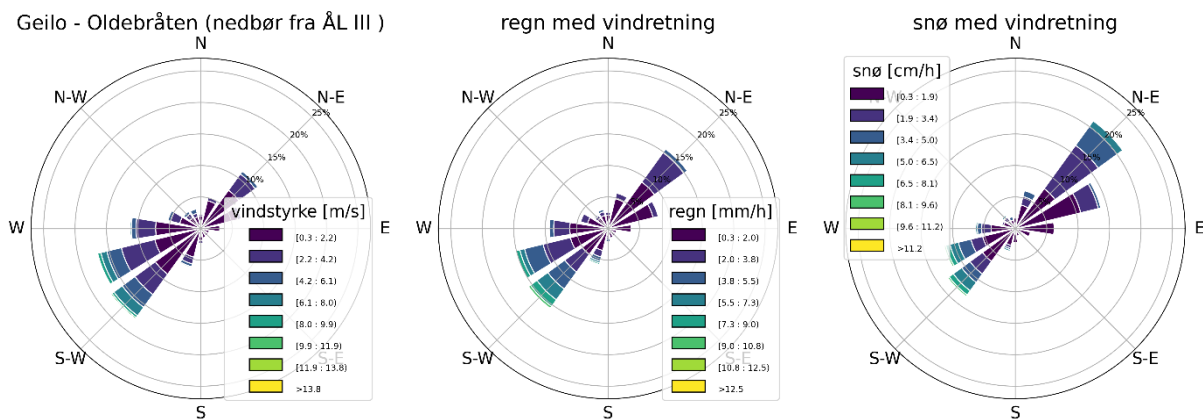


Figur 7: Ekstremverdifordeling basert på 3 ulike metoder for dataene (markert med svarte ringer). Observasjonen under Hans er innringet med oransje.

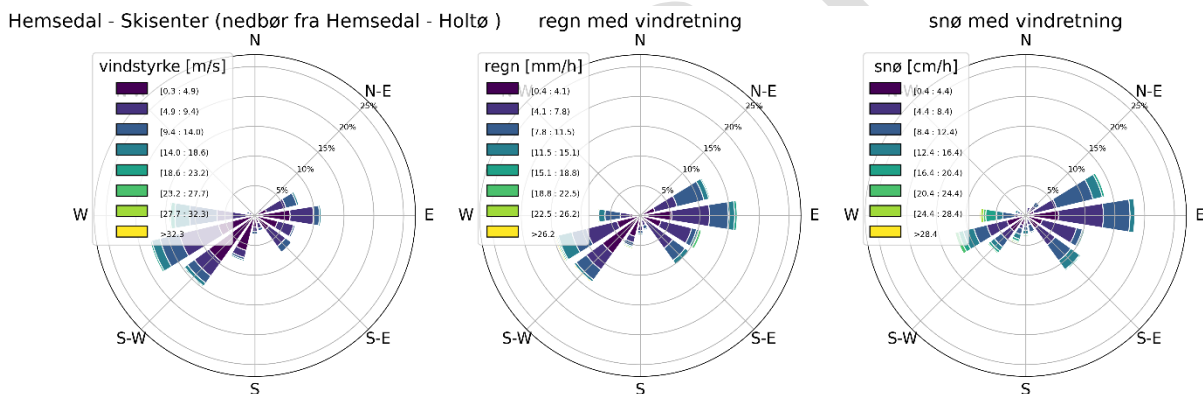
Gjentaksintervall for nedbørsmengdene registrert i løpet av 24 timer under «Hans» er 114-154 år. Gjentaksintervall for nedbørsmengdene registrert i løpet av 72 timer under «Hans» er 170 år. Gjentaksintervall for været som bidro til utløsning av skredene under «Hans», altså 40-dagers nedbør som målt på stasjonen Ål III kombinert med nedbørsmengdene 7.-9. august, er 332-441 år. Dette betyr ikke nødvendigvis at gjentaksintervall for skredene som gikk under «Hans» er 332-441 år. Det er også andre kombinasjoner av vær som kan føre til vannmetting av grunnen og økt sannsynlighet for utløsning av jord- og flomskred, som for eksempel snøsmelting.

2.6.6 Vind

Det er hentet vinddata for perioden 2006-2023 fra Geilo – Oldebråten (SN25630) på 772 moh. og perioden 2016-2023 fra Hemsedal Skisenter 1344 moh. Vinden følger gjerne topografien i daler og forsenkninger. Derfor har vi valgt å se på vindmålinger fra de værstasjonene som ligger høyere i terrenget i Viken i og med at det vil gi en bedre indikasjon på hvor luftmassene egentlig kommer fra. Ingen av de lange nedbørmåleseriene (de i Tabell 5) er fra en stasjon med vinddata, men vi har supplert vinddataene med data fra nærliggende nedbørstasjon for å se på hvilken retning som er dominerende for regn (nedbør og temperatur over -0.5) og for snø (nedbør og temperatur under -0.5). For vinddata fra Geilo- Oldebråten viser vi nedbørsdata fra Ål III (Figur 8). For vind fra Hemsedal-stasjonen er det brukt nedbør fra Hemsedal – Holtø (Figur 9).



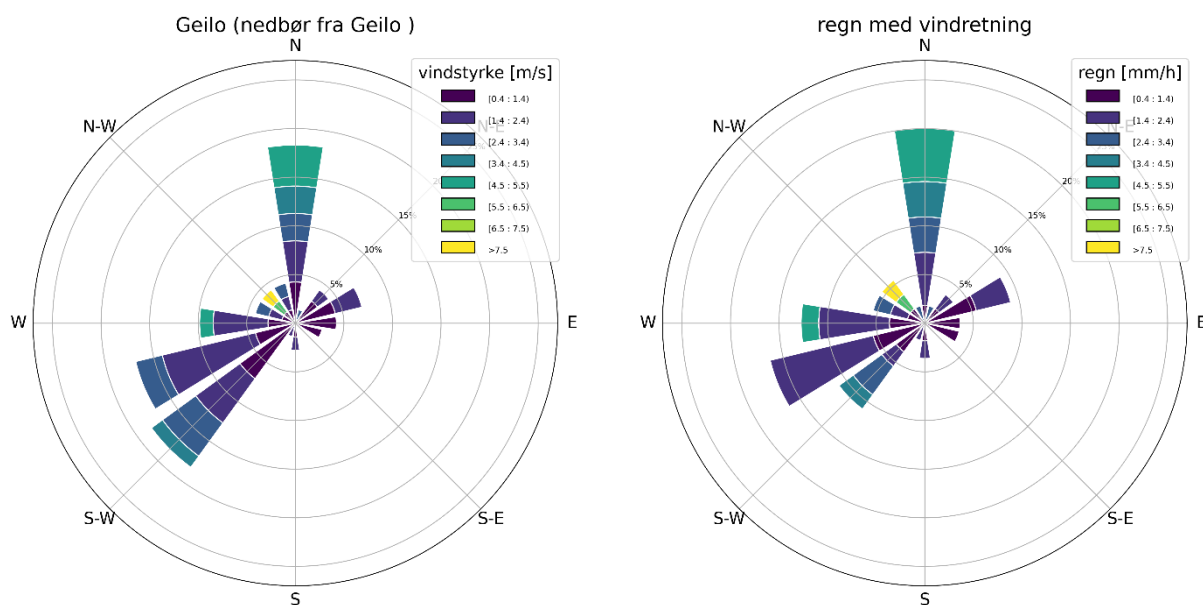
Figur 8: Vind og nedbørfordeling 2006 -2023 vind fra Geilo – Oldebråten (SN25630) nedbør i samme periode fra Ål III (SN25320).



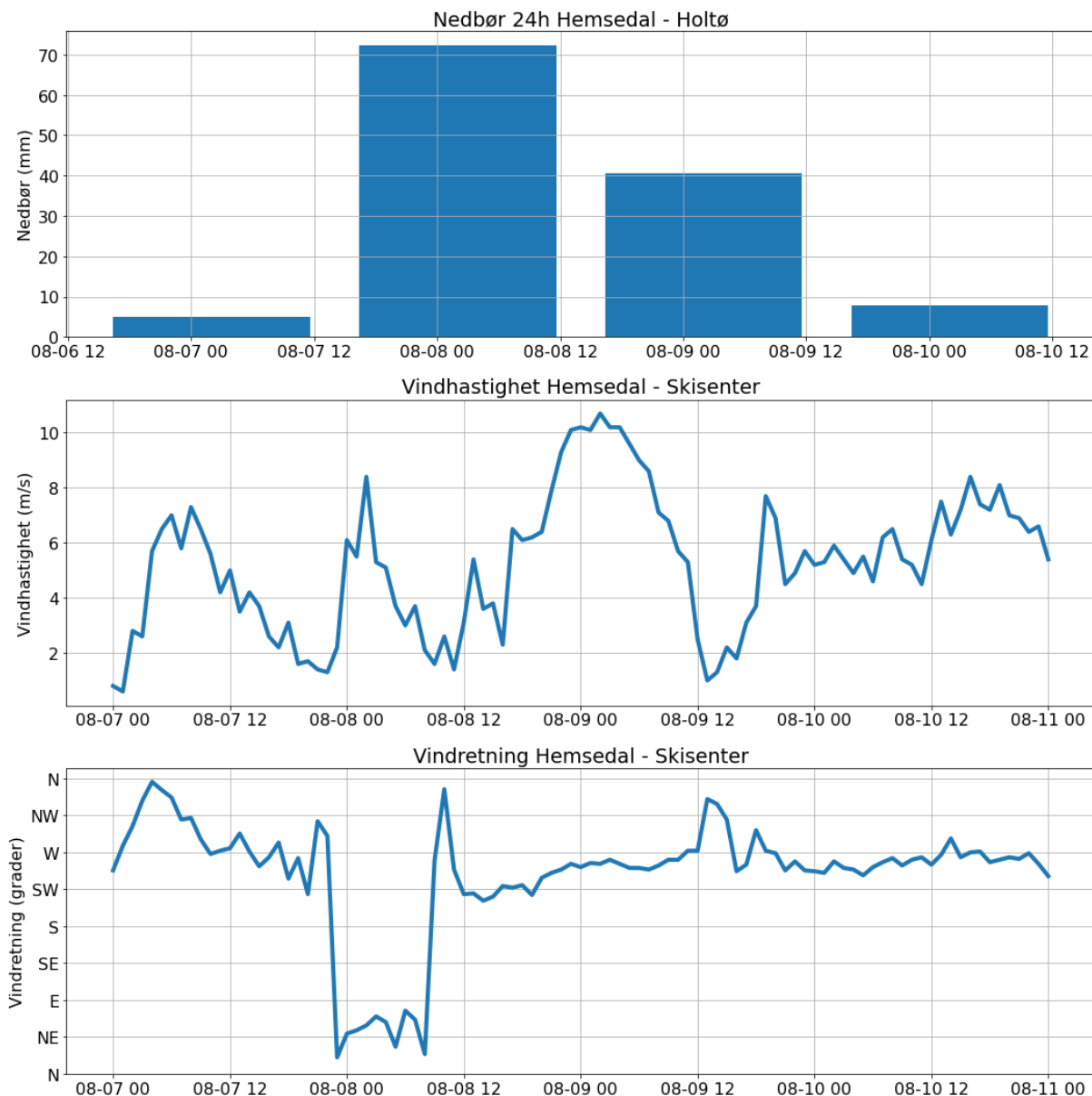
Figur 9: Vind og nedbørfordeling 2016-2023 fra Hemsedal Skisenter (SN25115) 1344 moh., nedbør i samme periode fra Hemsedal -Holtø (SN25100)

2.6.6.1 Vind under Hans

Den storskala atmosfæriske situasjonen under Hans var uvanlig, med lavtrykk som nådde Norge fra sørøst (MET 2023). På nordlig halvkule er vindfeltet mot klokka rundt lavtrykket, og dermed er vindretningen bestemt av størrelse og posisjonen til lavtrykket. Vi har 10 minutters nedbørdata fra Geilo-Oldebråten som viser at 20% av regnet som falt under Hans kom med vind fra nord og det mest intense regnet falt med nordvestlig vind. Disse vindretningene er ikke de dominerende vindretningene for regn i Figur 10 hvilket understreker at nedbørsmengdene var ekstreme (høy returperiode) og at retningen regnet kom fra var utypisk for området. For Hemsedal har vi valgt å vise en tidslinje av nedbør og vind i Figur 11 i og med at vinddata er fra hver time og nedbøren bare 1 gang i døgnet (gir bare 3 verdier i en vindrose). Her ser vi at de største nedbørsmengdene kom med vind fra nordvest og vest (merk i Figur 11 at nedbør registrert kl. 00 er fra 08 dagen før til 08 samme dag), nordvestlig er en utypisk vindretning for værstasjonen Hemsedal -Skisenter.

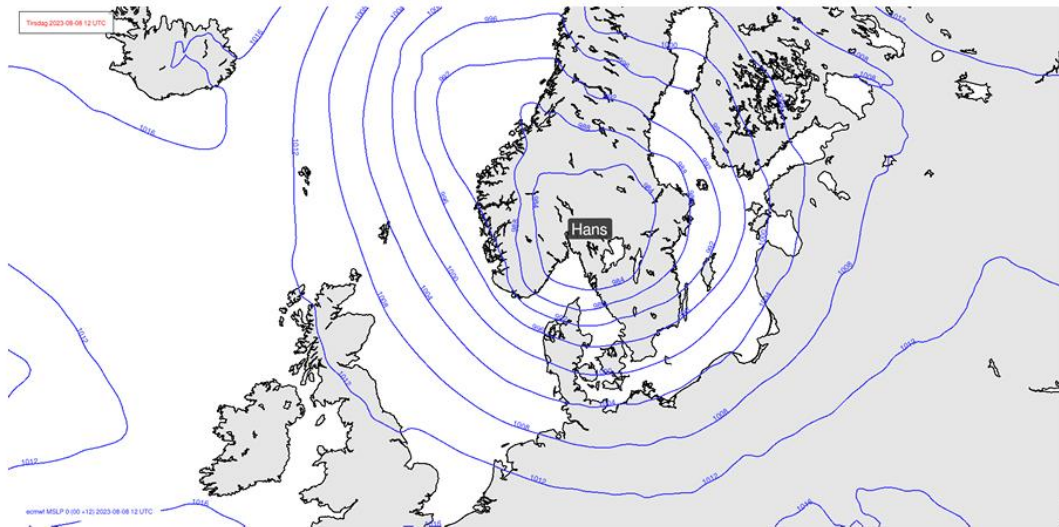


Figur 10: Vindfordeling og nedbør fra Geilo-Oldebråten 7. til 10. august



Figur 11: Nedbør og vind under Hans fra Hemsedal. Nedbør registrert kl. 00 er fra 08 dagen før til 08 samme dag.

Under Hans lå lavtrykket relativt stasjonært over Sør-Norge og beveget seg sakte nordvestover med nordlig/nordvestlig vindfelt på vestsiden av lavtrykket og sørvestlig vindfelt sørøst for lavtrykket. Hvilket stemmer bra med observasjonen om først nordlig vindfelt som dreier til sørvestlig (Figur 12Figur 11). I og med at Ål befant seg nærme stormens øye var de observerte vindhastighetene relativt lave.



Figur 3. Trykk (MSLP) fra ECMWF tirsdag 8. august klokken 12 UTC.

Figur 12: Bilde er fra MET (2023)

2.6.7 Permafrost

Kart fra CryoWall-prosjektet (Magnin et al., 2019) viser ikke at kartleggingsområdet ligger i et område med spesielt mye permafrost.

2.6.8 Klimaendringer

Norsk klimaservicesenter har utarbeidet klimaprofiler for de tidligere fylkene i Norge (Norsk Klimaservicesenter, 2024). De mest relevante forventede endringene for gamle Buskerud fylke med tanke på skredfare er:

- Jord-, flom- og sørpeskred: Sannsynlig økning.
- Snøskred: Mulig sannsynlig økning.
- Steinsprang og steinskred: Usikkert.

2.7 Historiske skredhendelser

Historiske skredhendelser er hentet fra NVEs skreddatabase (NVE, 2024b), fra SVV sin database over hendelser (Statens vegvesen, 2024), fra tidligere skredfareutredninger, fra intervju med lokale, og fra observasjoner gjort på flyfoto og under befarings.

Historiske skredhendelser er omtalt i beskrivelsen av hvert kartleggingsområde og nummerert. Informasjon om konkrete tids- og stedfestede skredhendelser som ikke allerede var i NVE Atlas har blitt registrert på skredregistrering.no.

2.8 Tidligere skredfareutredninger

For ett av kartleggingsområdene har vi fått tilgang på tidligere vurderinger av skredfare. Det er også undersøkt om det finnes rapporter i NVE Atlas (NVE, 2024b) og NVEs rapportdatabase (NVE, 2024d). Der det finnes rapporter, er de omtalt i beskrivelsen av hvert kartleggingsområde.

2.9 Eksisterende sikringstiltak

Informasjon om eksisterende skredsikringstiltak er hentet fra NVE Atlas (NVE, 2024b), skyggekart og befaring. NVE Atlas viser ikke til registrerte sikringstiltak, og det ble ikke observert sikringstiltak under befaringen.

2.10 Feltarbeid

Befaring i områdene ble utført i tidsrommet 21-23. mai 2024 av Birgit K. Buck-Persson, Kalle Kronhold og Espen Eidsvåg fra Skred AS. Under befaringene oppsøkte vi ikke lokalkjente, men Skred AS har snakket med lokale tidligere, samt fått relevante opplysninger fra Ål kommune. Sporlogg fra befaringene er vist i registreringskart i vedlegg C.

Under befaringen benyttet vi digitale kart på mobil. Observasjoner gjort underveis er registrert direkte i det digitale kartet, som senere er overført til GIS-programvare. Observasjoner med relevans for skredfaren er tegnet inn som ulike symboler i registreringskartet. Det er derfor ikke gitt en konsekvent oppramsing av alle innsamlede GPS-punkt i infopunkt i registreringskartet (vedlegg C).

I forbindelse med ekstremværet «Hans» 7.-9. august 2023 gikk det skred i området. I den forbindelse var vi ute på befaring både under og etter ekstremværet for å bistå kommunen med vurdering av skredfaren.

Tabell 8: Beskrivelse av infopunkt vist i registreringskartet (Vedlegg C).

Infopunkt	Beskrivelse
1	Mye vann i overflaten
2	Delvis utrast fylling
3	Utglidning på garasjetak
4	Vegen delvis sklidd ut
5	Vegen delvis sklidd ut
6	Skrent med finere løsmasser. Ser sår etter mindre utglidning
7	Utgliidning
8	Bekk
9	Nylig utglidninger
10	Utgliidning i fylling
11	Erosjonsspor/mindre utglidninger etter vann på avveie.
12	Erosjonsspor/mindre utglidninger etter vann på avveie.
13	Erosjonsspor i form av mindre utglidninger av løsmasser.

3 Metode

3.1 Steinsprangvurdering

I kartleggingsområdene er kun et fåtall skrenter der steinsprang er aktuell prosess. Skrentene har lavt relieff (<10 skadepotenstmeter), og vi har derfor ikke utført modellering av steinsprang da modellering av mindre skrenter ikke vil gi realistiske resultat.

Følgende prinsipper er benyttet som utgangspunkt for fastsettelse av faresoner for steinsprang:

- Faren for steinsprang er i hovedsak vurdert basert på observasjoner av berg og oppsprekking i skrenter, samt spor etter tidligere utrasinger i felt.
- Skrenter lavere enn noen få meter eller skråninger med terrenghelning slakere enn ca. 45-50 grader vurderes i noen tilfeller å ikke være reelle kildeområder. Dette kan også gjelde skrenter som er noe høyere og/eller brattere hvis berget fremstår som veldig lite oppsprukket. Selv om det i enkelte av disse skråningene teoretisk sett kan løsne steinsprang fra berg eller løsmasseblokk, vurderes den årlige sannsynligheten i noen tilfeller å være mindre enn 1/5000. I disse tilfellene er derfor ikke tegnet faresoner.
- Faresoner med årlig sannsynlighet større enn 1/100 er ikke tegnet i alle skrenter, men kun der hvor steinsprang forventes å forekomme relativt hyppig. I praksis betyr det at det f.eks. bør være en viss oppsprekking i berget, betydelig høyde på skrenten og/eller tydelige urmasser i underkant av skrenten. I de fleste tilfeller er 1/100-sonene tegnet for å omfatte urmassene som er observert, men stedvis vil 1/100-sonene avvike fra observert ur, f.eks. ved mistanke om at steinsprangavsetninger er flyttet.
- Faresonene gjelder for skred som kan medføre «skredskader av betydning» (Direktoratet for byggkvalitet, 2024). Det er derfor ikke tegnet faresoner for skred der hvor steinsprang vurderes å ikke medføre betydelig skade, som ved lave skrenter eller der hvor steinsprang har liten energi. I noen tilfeller er f.eks. faresonen tegnet inntil veggen på eksisterende bebyggelse for å vise at steinsprang kan nå til bygget, men at de ikke forventes å påføre bygget betydelig skade.
- Bergskjæringer som åpenbart er menneskeskapt, er ikke vurdert.

3.2 Steinskredvurdering

Steinskred er ikke en aktuell prosess i kartleggingsområdene.

3.3 Snøskredvurdering

Vurderingene av snøskred baserer seg på identifisering av løснеområder og vurdering av utløpslengder for disse.

3.3.1 Løснеområder og bruddkanthøyder

Løснеområder er fastsatt basert på faglig skjønn, primært i områder med terrenghelning mellom 30-50 grader, men stedvis også i områder med helning ned til 25 grader og opp til 55 grader.

Løsneområdene er tegnet slik at de utgjør det arealet vi vurderer kan løsne med årlig sannsynlighet større enn 1/1000. For årlig løsesannsynlighet større enn 1/100 vurderer vi at løsnearealet vil være noe mindre, særlig for de løsneområdene hvor helningen varierer innad i løsneområdet. I disse løsneområdene vurderer vi at det kun er terreng mellom 30-50 grader som vil løsne med årlig sannsynlighet 1/100.

Det er en del lokale skråninger med lav høydeforskjell i kartleggingsområdene, særlig i kartleggingsområde nr. 3. For slike skråninger vurderer vi at den kombinerte sannsynligheten for at snøskred løses ut naturlig, samt at snøskredene faktisk vil kunne gi skredskade av betydning, og i de fleste tilfeller lavere enn 1/1000. I noen tilfeller vurderer vi denne sannsynligheten som også lavere enn 1/5000 da sammenhengende områder med gunstig terrenghelning er små, og ligger relativt lavt i terrenget. Det er derfor ikke tegnet løsneområder for alle områder hvor terrenghelningen alene tilsier potensiell utløsning av snøskred.

Det er de mest aktuelle og relevante løsneområdene som er inntegnet i kartet og videre modellert. I tillegg er hvert av løsneområdene også beskrevet i ulike tabeller. I tabellene redegjør vi for vurdering av løsesannsynlighet, utløpsannsynlighet, om skog hindrer eller ikke at skred løsner, og en beskrivelse av terrengets karakter med tanke på snøskred er gitt. Dette er ikke omtalt i detalj i teksten for øvrig.

Forventet bruddforplantning har betydning for hvor store arealer som er tegnet inn for løsneområdene. I områder med stor ruhet og/eller mye småskala topografi er løsneområder enten ikke tegnet i det hele tatt, eller tegnet for et mindre areal enn i områder med glattere terreng. Forventet snømengde basert på nedbør og vindtransport er også tatt med i betraktningen, slik at i områder med mye snø vil ruhet og småskala topografi ha mindre betydning.

For å fastsette bruddkanthøyder er det gjort følgende vurderinger, som vist i Tabell 9:

- **Nedbørsdata.** Det er tatt utgangspunkt i ekstremverdier fra klimaanalysen for 3 døgns nysnødybde for 100 år, 1000 år og 5000 år.
- **Snødrift** er skjønnsmessig vurdert basert på hvor mye snø som forventes transportert inn i løsneområdet av vind. Hvert løsneområde er plassert i en av tre kategorier og gitt et tillegg for snødrift på hhv. 0%, 50% eller 100 % av forventet 3- døgns nedbørsmengde. Kategorisering er primært basert på topografi, eksposisjon (himmelretning) og tilgjengeligheten av større henteflater. I tillegg kan skredhistorikk påvirke valg av kategori, f.eks. ved at det finnes historiske skredhendelser fra løsneområdet.
 - **Lite (+ 0 %).** Løsneområdet er enten avblåst eller på annen måte lite utsatt for snødrift, f.eks. ved at det ligger vendt rett imot snøførende vindretning eller er på en terrengrygg.
 - **Noe (+ 50 %).** Løsneområdet kan få noe snødrift ved dominerende vindforhold, eventuelt mye ved vindforhold som forekommer sjeldent.

- **Mye (+ 100 %).** Løsneområdet har enten godt egnet topografi (f.eks. konkave terrengformer), ligger i le for nedbørsførende vind og/eller har store henteflater for snødrift.
- **Terrenghelning.** Det er gjort en omregning av snødybde i bratt terreng i forhold til på flat mark. Dette gjøres fordi snødybde måles vertikalt på flatmark, mens bruddhøyder i modellene fastsettes normalt på terrenget i bratt terreng. Ved antatt terrenghelning i løsneområdene på 40 grader gir dette en faktor på ca. 0,75 for snømengden i bratt terreng, og denne faktoren er benyttet for alle løsneområder, selv om reell, gjennomsnittlig terrenghelning i løsneområdene varierer noe.
- **Høydekorreksjon.** Tradisjonell høydekorreksjon antar at nedbøren i form av snø øker med 5 cm for hvert 100 høydemeter. Høydekorreksjon er utført for de ulike løsneområdene for snøskred.

For hvert kartleggingsområde er aktuelle løsneområder beskrevet i egne tabeller. Hvert løsneområde er i tillegg plassert i en kategori for snødrift, som gir ett sett med bruddkanthøyder for ulike returperioder (Tabell 9). Disse høydene er benyttet som inndata for modellkjøringer.

Tabell 9: Beregninger som ligger til grunn for vurderte bruddkanthøyder (*avrundet).

Snødrift	Retur-periode nedbør	3 døgns nysnø	Tillegg for snødrift	Snøhøyde flatmark	Bruddkanthøyde ved ca. 40° helning*
Lite (0 % tillegg for snødrift)	100 år	78 cm	+0 cm	78 cm	60 cm
	1000 år	108 cm	+0 cm	108 cm	80 cm
	5000 år	133 cm	+0 cm	133 cm	100 cm
Noe (50 % tillegg for snødrift)	100 år	78 cm	+39 cm	117 cm	90 cm
	1000 år	108 cm	+ 54 cm	162 cm	120 cm
	5000 år	133 cm	+67 cm	200 cm	150 cm
Mye (100 % tillegg for snødrift)	100 år	78 cm	+78 cm	156 cm	120 cm
	1000 år	108 cm	+108 cm	216 cm	160 cm
	5000 år	133 cm	+133 cm	266 cm	200 cm

3.3.2 Skog

I en del tilfeller kan tilstedeværelse av skog bidra til å redusere eller hindre utløsning av snøskred i områder som ellers ville vært egnede løsneområder. I NVEs veileder (NVE, 2024a) oppgis ulike kriterier for at skogen skal ha tilstrekkelig effekt til å hindre utløsning av snøskred. Det er uklart i veilederen om det menes at alle disse kriteriene må være oppfylt for å hindre utløsning, eller om det holder at noen av dem er oppfylt. Vi har valgt å ta utgangspunkt i kronedekning som det finnes tilnærmet landsdekkende data for i datasettet SR16 Beta (NIBIO, 2024). For å hindre utløsning av snøskred må (slik vi tolker det i veilederen) løvskog og barskog minst ha kronedekning på henholdsvis 80 % og 50 %.

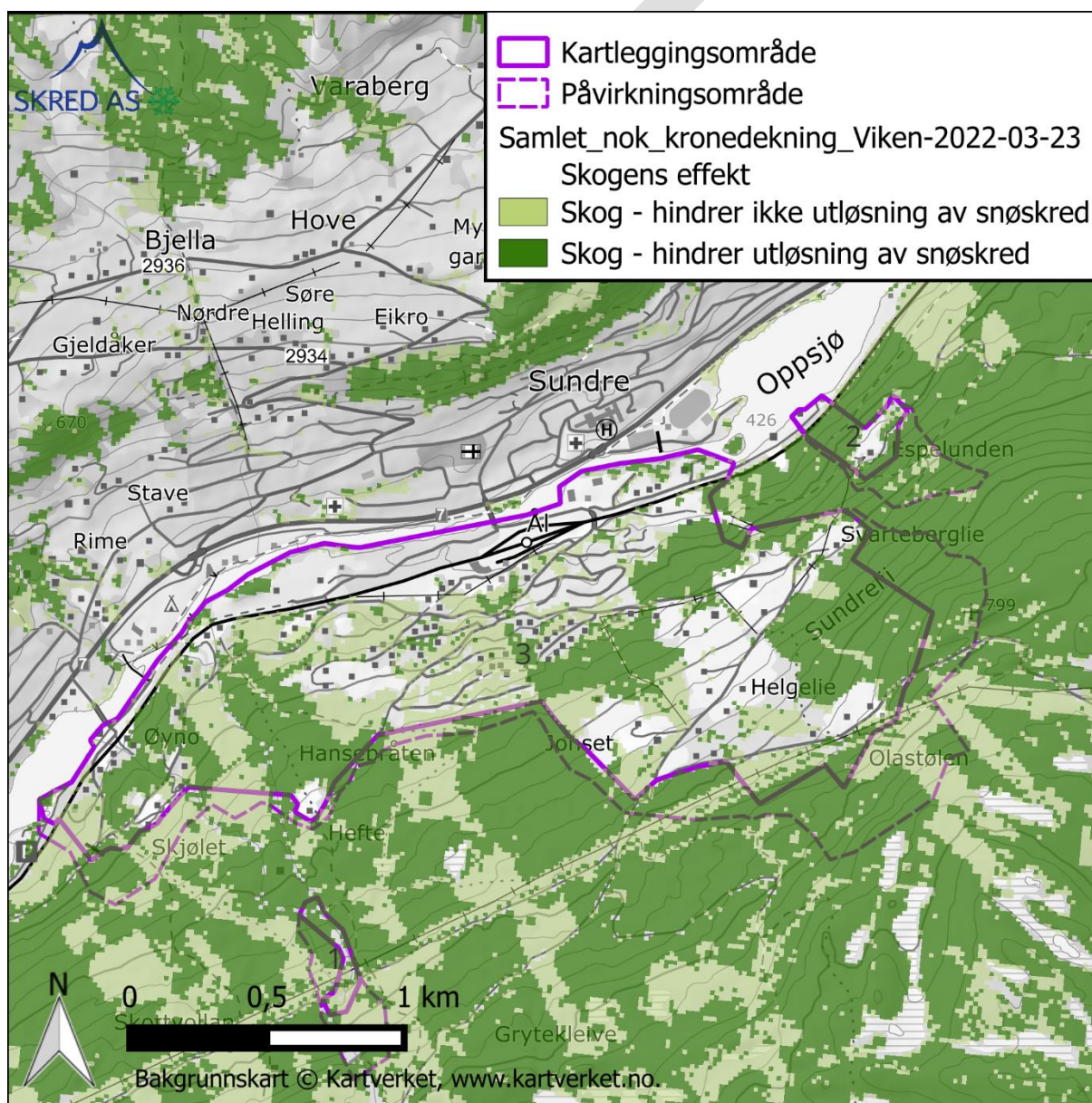
Det er tatt utgangspunkt i disse arealene, men skogen og andre forhold er også skjønnsmessig vurdert for hvert løsneområde. Det er nylig hogde områder i påvirknings- og

kartleggingsområdene. Der hvor det er skog, men kronedekningen ikke er tett nok til å hindre utløsning av snøskred, vil skogen som regel likevel bidra til å redusere sannsynligheten for utløsning sammenlignet med terreng uten skog.

I tabellene som angir beskrivelse av hvert enkelt løснеområde er det også oppgitt skogens effekt på utløsning av snøskred:

- Skog **hindrer** utløsning av snøskred
- Skog **reduserer** utløsning av snøskred
- Skog har **ingen** vesentlig betydning for løsnestannsynligheten for snøskred.

En oversikt over skogens effekt i det vurderte området er gitt i Figur 13.



Figur 13: Oversikt av skogens effekt mot snøskred i kartleggingsområdene. Merk at nylig hogde områder ikke er lagt til i figuren.

3.3.3 RAMMS::Avalanche

Som et verktøy for å vurdere utløpslengde har vi benyttet den dynamiske modellen RAMMS::Avalanche, versjon 1.8.1 (SLF WSL, 2022a). Det er benyttet følgende inndata til modellering av snøskred:

- **Terrengmodell** med oppløsning 5 m.
- **Tetthet** er satt til 300 kg/m^3
- **Løsneområder** er navngitt etter skredtype, nummer på kartleggingsområde og nummer på løsneområdet, f.eks. Sno1-1.
- **Bruddkanthøyder** er fastsatt basert på metodikk beskrevet over, oppsummert i Tabell 9.
- **Størrelse** er satt basert på volumet av hvert enkelt løsneområde. Kategoriene som RAMMS foreslår er benyttet: Tiny ($<5000 \text{ m}^3$), Small ($5000\text{--}25.000 \text{ m}^3$), Medium ($25.000\text{--}60.000 \text{ m}^3$) og Large ($>60.000 \text{ m}^3$). Merk at det er volum av hvert enkelt skred som styrer valget av gruppe, og ikke det totale skredvolum i en beregning som kan bestå av flere løsneområder. For 5000-årsskred er volum satt en kategori opp i forhold til skredvolum, slik at et f.eks. et skred på 30.000 m^3 er satt i kategori Large.
- **Gjentaksintervall** er satt til 100 år for 100-årsskred og 300 år for 1000-års- og 5000-årsskred.
- **Høydeverdier** er tilpasset tregrensen, som anbefalt i manualen. I henhold til manualen skal høyeste nivå for høydeverdi ligge på eller like under tregrensen. Dette er noe forskjellig fra NVE-rapport om sammenligning av modelleringsverktøy for norske forhold, som anbefaler +250 høydemeter fra skoggrensen som høyeste verdi (NVE et al., 2015). Både manualen og NVE-rapporten foreslår en høydeforskjell for de to verdiene på 500 meter. Tregrensen ligger for det meste omtrent 1000 moh. i de kartlagte områdene. Det ble valgt å ta utgangspunktet i skoggrensen fordi denne påvirkes av lokalt klima og er samtidig et objektive kriterium. Det er derfor benyttet høydeverdier på skoggrensen + 250 høydemeter og skoggrensen – 250 høydemeter, det vil si 1250 moh. og 750 moh.
- **Medrivning** av snø er ikke direkte tatt hensyn til i modelleringene. For de løpene hvor medrivning vurderes å være betydelig, er det gjort skjønnsmessige vurderinger av modellresultatene opp mot dette, og faresonene er gjerne da tegnet noe mer konservativt enn modellkjøringene tilsier.
- **Skog** er i liten grad konkret spesifisert i RAMMS-manualen. Basert på den relativt store endringen i friksjonsparameterne som RAMMS legger til grunn ved skog, antar vi det primært er snakk om storvokst barskog. Modellkjøringer er gjort uten effekten av skog.

For øvrig er standard parametere i RAMMS::Avalanche benyttet.

Parameterne som er benyttet er fastsatt både basert på tidligere erfaring. Det er ingen konkrete snøskredhendelser eller skredavsetninger som vi kan kalibrere oss opp mot.

3.3.4 Fastsetting av faresoner

Ved fastsetting av faresoner for snøskred er det gjort skjønnsmessige vurderinger basert på observasjoner i felt, historiske hendelser og modelleringsresultater.

Det er skred som kan medføre betydelig skade som er vurdert. Mindre snøskred fra lave skråninger kan ikke utelukkes helt alle steder, men er altså vurdert å ikke ville medføre betydelig skade der hvor det ikke er tegnet faresoner.

3.4 Jordskredvurdering

For vurdering av faren for jordskred er det lagt stor vekt på både hendelsene under ekstremværet «Hans» og geomorfologiske observasjoner i skyggekart. Det er også lagt vekt på forventet overflateavrenning inn i bratt terreng der vi har kunnskap om dette. Det er gjort ulike typer vurderinger for utglidninger/mindre skred i skråninger med liten høydeforskjell (< 10-20 meter) og for jordskred fra høyere skråninger. Basert på informasjonen gitt i kapittel 2.6.5 kan gjentakintervall for skredene som gikk under «Hans» være 300-500 år.

Alle løснеområdene er beskrevet i ulike tabeller. I tabellene redegjør vi for vurdering av løsnesannsynlighet, utløpsannsynlighet og årlig sannsynlighet for jordskred for de ulike delene av kartleggingsområdet. Siden både løsmasser, drenering, skog og løsnesannsynlighet for hvert enkelt løснеområde er angitt i tabellene, så er dette ikke omtalt i detalj i teksten for øvrig.

3.4.1 Utglidninger i løsmasseskråninger <10-20 m

En aktuell prosess i kartleggingsområdene, særlig område 2 og 3, er utglidninger av løsmasser i mindre skråninger. Terrenghelningen i slike skråninger har stor betydning for løsnesannsynligheten. Som beskrevet i veilederen til NVE (NVE, 2024a): «Skråninger brattere enn 30 grader gir i utgangspunktet en årlig løsnesannsynlighet større enn 1/1000. Dette kan begrunnes med at skråningen vil ha en betinget stabilitet – den må være drenert i alle vær-situasjoner, også ved smelting av tele og snø, for å være stabil. Terreng brattere enn 30 grader er nær friksjonsvinkelen til de fleste sedimenter, og da vil i utgangspunktet skråningen være labil. Dette vil bare forsterkes med økende terrenghelning – jo brattere skråning, jo større sannsynlighet for jordskred». Innvirkning av vann må også tas hensyn til. Ofte vil drenering inn mot et område være en mulig årsak til jordskred, siden vannet kan gi redusert stabilitet og mulighet for erosjon i foten av løsmasseskråninger. Flere av hendelsene registrert etter ekstremværet «Hans» er som følge av endret dreneringsforhold. Vi har derfor gjort en avrenningsanalyse i området, og videre en hydrologisk analyse av kapasitet på stikkrenner for å se på hvilke løsmasseskråninger som kan få økt vanntilførsel ved endring av vannveier som følge av mye nedbør og eller stor grad av snøsmelting.

Vi har fulgt anbefalt fremgangsmåte fra NVE (NVE, 2024a) for å estimere sannsynligheten for utløsning av jordskred:

- Skråning med helning brattere enn 30 grader gir i utgangspunktet et løснеområde med årlig høyere sannsynlighet enn 1/1000.

- En skråning med helning brattere enn 20 grader og mulighet for at vann konsentreres inn i skråningen, kan gi et løснеområde for skred med årlig sannsynlighet 1/5000.
- Hvis det i en skråning er lite stabiliserende vegetasjon, terrenghelning på 35 grader, vått og tegn på kildehorisonter, samt tegn på nylige skred/utglidninger, bør det defineres med en årlig løsnestannsynlighet større enn 1/100.

Vurdering av utløp tar utgangspunkt i observerte avsetninger i felt eller i skyggerelieffkart. For de områdene det ikke er geomorfologiske tegn i terrenget er terrengets form og helning avgjørende parametere for utløp.

3.4.2 Jordskred og RAMMS::Debris Flow

For skråninger >10 m hvor jordskred kan forekomme er det gjort modelleringer som et verktøy for å vurdere utløpslengde. Løснеområder som vurderes å være aktuelle er beskrevet i egen tabell for det aktuelle kapitlet.

Til modelleringene har vi benyttet den dynamiske modellen RAMMS::Debris Flow, versjon 1.8.1 (SLF WSL, 2022b). Det er en historisk skredhendelse i skråningen, men datagrunnlaget for denne hendelsen er noe usikkert. Modellering med parametere som angitt i (Skred AS, 2020) gir tilstrekkelig overensstemmelse med skredhendelsen, og det er ikke sett behov for ytterligere kalibrering. Det er benyttet følgende inndata:

- **Terrengmodellen** som er benyttet har oppløsning på 2 m.
- **Tetthet** er satt til 2000 kg/m³
- **Løsnakeområder** er tegnet i partier med løsmasser hvor det er brattere enn 25-30 grader, og gjerne hvor det også ansamles vann. Løsnakeområdene er tegnet ut ifra terrenghelningen. Løsnakeområder er navngitt etter skredtype, nummer på kartleggingsområde og nummer på løsnakeområdet, f.eks. Jord1-1.
- **Bruddkanthøyde** er konsekvent satt til 1 m.
- **Blokk-simulering** er benyttet fremfor hydrograf, da vi har lite eller ikke noe datagrunnlag om avrenning for de ulike flomskredløpene.
- **Xi** er satt til standardverdien 200 m/s².
- **My** er satt til standardverdien 0,2.
- **Stopp-momentum** er satt til standardverdien 5 %.
- **Erosjonsmodulen** er ikke benyttet da kalibrering opp mot hendelser under ekstremværet «Hans» ble kjørt uten erosjon, og vi fikk greie resultater for sammenligning (kapittel 3.4.3).

Parameterne som er benyttet er fastsatt både basert på tidligere erfaring og ved kalibrering opp mot kjente skredhendelser og avsetninger.

Modellresultatene vist vedlegg D viser modellkjøringen vi vurderer å være tettest opp mot faresonen med årlig sannsynlighet 1/1000 for hvert enkelt løp. Fastsetting av faresoner bygger på både historikk, tolkning av avsetninger og modelleringer. Der hvor skog vurderes å ha effekt på utløsning eller utløp av sørpeskred, er dette beskrevet i hvert enkelt kapittel.

3.4.3 Etterregning av hendelser

Vi har forsøkt å etterregne tre av jordskredhendelsene som gikk under ekstremværet «Hans». Det er to kjente hendelser til i kartleggingsområdene som gikk under «Hans». Basert på observasjoner og prosessforståelse er disse vurdert til å være masseførende flom og erosjon/utglidninger.

Vi har fått greie resultater ved etterregning av «Hans-hendelsene» ved Bråten (skred nr. 1, 4 og 5 i Tabell 14 og Tabell 17) med standard parametersett x_i 200 m/s² og m_y 0,2, uten erosjon for rene jordskred i grovere morenemasser. Bruddkanthøyde 0,5 m har stort sett gitt gode resultater. Ut ifra at modelleringsverktøyet er ment for skred i større terreng er det vanskelig å få gode resultater for skredene som har gått i mindre skråninger.

3.4.4 Fastsetting av faresoner

Fastsetting av faresoner for jordskred har fulgt følgende prinsipper:

- Det er skred som kan medføre betydelig skade som er vurdert. Mindre utglidninger fra lave skråninger kan ikke utelukkes helt alle steder, men er altså vurdert å ikke ville medføre betydelig skade der hvor det ikke er tegnet faresoner.
- 1/100 års soner er fastsatt i skråninger hvor geomorfologi, historikk og /eller avrenning tilsier at skred har forekommet tidligere og med høy sannsynlighet vil forekomme igjen. De fleste områdene hvor det gikk skred under «Hans», samt nærliggende og løp med de samme egenskaper (ut fra vår tolkning) har 1/100 års faresoner for skred. De fleste av disse med noe kortere utløp enn observerte hendelser under «Hans».
- 1/1000 års soner er fastsatt i alle skråninger og svake forsenkninger hvor vi tolker geomorfologien slik at jordskred har forekommet historisk, hvor det er løsmasser tilgjengelig for fremtidig utløsning, og dreneringsanalyse viser mulighet for økt vanntilførsel ved endring av vannveier. Faresonene er i de fleste løp tegnet noe bredere enn selve ravinen for å ta høyde for usikkerheten ved avsetnings- og erosjonsmønsteret innad i skredet. Skredene som gikk under «Hans» hadde høyt vanninnhold og de fleste var svært mobile.
- 1/5000 års soner er fastsatt også på bakgrunn i at jordskred kan løsne i områder også hvor det ikke er like tydelige forsenkninger, og med mulig utløp ut i relativt slakt terreng. Maks utløpslengde er vurdert skjønnsmessig ut fra beregningsresultater og terreng.
- For løsneområder med utløp inn i elveløp/større bekker har ikke faresoner med lavere gjentakintervall har lengre utløp enn inn elve/bekkeløp da skredmasser vil bremses betydelig når det treffer vann.

På toppen av terrasser med løsneområder for jordskred er det inntegnet faresone innover på terrassen, på grunn av dybden av utglidningen. Hvor langt innover terrassen denne faresonen går, er vurdert ut fra estimert dybde av eventuelle brudd. Som utgangspunkt er følgende avstander anvendt fra knekkpunktet mellom skråning og nær-horisontal topp av terrasse:

- 1/100: 1 meter
- 1/1000: 5 meter
- 1/5000: 10 meter

3.5 Flomskredvurdering

For kartleggingsområdene vurdert i denne rapporten er ikke flomskred en aktuell skredprosess. Det gikk ingen løsmasseskred med høyt vanninnhold i definerte raviner under «Hans», og det er ingen typiske terrengformasjoner i kartleggingsområdene som kan gi flomskred.

I elveløpet Kulu ble det under «Hans» erodert og avsatt store mengder løsmasser. Dette har vi vurdert som masseførende flom, og ikke flomskred. Vi vurderer at løsmasser ikke løsnet samtidig, som én puls som kan defineres som flomskred, men at økte vannmasser periodevis eroderte understøtte til sidekantene til elva, og videre ført til periodevis utglidninger av masser i elveløpet. Denne prosessen anses som masseførende flom, og ikke flomskred.

3.6 Sørpeskredvurdering

Sørpeskred forventes å kunne oppstå i et par bekkeløp og forsenkninger over kartleggingsområdene. Enkelte steder er det også observert åpne skråninger, myrområder eller andre terrengformer som kan være aktuelle for utløsning av sørpeskred. Løsneområder som vurderes å være aktuelle er beskrevet i egne tabeller for hvert kapittel. Dette er ikke omtalt i detalj i teksten for øvrig.

Som et verktøy for å vurdere utløpslengde av sørpeskred har vi benyttet den dynamiske modellen RAMMS::Debris Flow, versjon 1.8.1 (SLF WSL, 2022b). Det er benyttet følgende inndata:

- **Terrengmodellen** som er benyttet har oppløsning på 2 m.
- **Tetthet** er satt til 1000 kg/m³
- **Løsneområder** er tegnet langs øvre deler av bekkeløpene hvor sørpeskred vurderes å være aktuelle. Løsneområdene er til en viss grad beregningstekniske ved at de representerer deler av løpet hvor skredet forventes å akselerere og erodere snø, men ikke nødvendigvis startpunktet. I noen tilfeller forventes det initiale løsneområdet å være plassert høyere oppe i skråningen, men for i for slakt terreng til at man i RAMMS klarer å få skredbevegelse derfra. Løsneområder er navngitt etter skredtype, nummer på kartleggingsområde og nummer på løsneområdet, f.eks. Sorpe1-1.
- **Bruddkanthøyde** er justert mellom 0,5 og 1 m. Denne er sett i sammenheng med arealet på løsneområdet, og bruddkanthøyden representerer ikke nødvendigvis en verdi som ansees som reell, men er satt for å få et representativt volum på skredet.
- **Blokk-simulering** er benyttet fremfor hydrograf, da vi har lite eller ikke noe datagrunnlag om avrenning for de ulike sørpeskredløpene.
- **Xi-verdi** 3000 m/s² og **my-verdi** 0,05 som anbefalt i (Skred AS, 2021a) for modellering av sørpeskred med gjentakintervall 1/1000. I mangel på skred og avsetninger og kalibrere modellen mot, har vi stort sett vurdert parametersett for gjentakintervall 1/1000 som realistisk.

- **Stopp-momentum** er satt til 5%.
- **Erosjonsmodulen** er benyttet. Erosjonspolygoner er tegnet for de delene av skråningen hvor det reelt sett er eroderbare snømasser, og hvor skred forventes å erodere, fremfor å avsette (brattere enn ca. 10-15 grader). Erosjonsparametere er satt som angitt i tidligere FoU (NVE, 2021a) og er gitt i Tabell 10:

Tabell 10: Erosjonsparameter brukt for modellering av sørpeskred.

Erosjons-rate (m/s)	Potensial erosjonsdybde (per kPa)	Critical shear stress (kPa)	Maks erosjons-dybde (m)
0,050	0,050	0,5	1

Parameterne som er benyttet er fastsatt basert på tidligere erfaring og ved hjelp av FoU (NVE, 2021a). Modellering med FOU-parameterne gir ganske konservative resultater i en del settinger, spesielt med erosjon. Det fins tilfeller der sørpeskred får stor lateral spredning, men kjenner også til ganske mange eksempler på sørpeskred der de forblir små og holder seg i stor grad til bekkeløpet enn det modelleringer med FOU-parameterne tilsier.

Modellresultatene vist vedlegg D viser modellkjøringen vi vurderer å være tettest opp mot faresonen med årlig sannsynlighet 1/1000 for hvert enkelt løp. Vi har ikke lagt vekt på modelleringer med mer konservative parametersett enn de som er anbefalt (NVE, 2024a).

3.7 Vurderinger med og uten skog

3.7.1 Skog med betydning

For vurderinger gjort for dagens skogforhold er det markert hvilke arealer med dagens skog som vurderes å ha betydning for skredfaren (Vedlegg F). For hvert skogareal som vurderes å ha betydning er det angitt:

- Hvilke skredtyper skogen har betydning mot. Det kan være en eller flere skredtyper. I tilhørende GIS-filer er det oppgitt sosikode(r) for alle aktuelle skredtyper.
- Om skogen beskytter mot skredutløsning, skredutløp eller begge deler. I tilhørende GIS-filer er det oppgitt verdi 1 for skredutløsning, verdi 2 for skredutløp eller verdi 3 for begge deler.

Det er oppgitt i en kommentar for hvert skogområde hvilken effekt skogen har i vedlegg F.

Ettersom skredfarevurderinger har i seg mye usikkerhet, er det lagt til grunn at skogen må forventes å ha en signifikant effekt på enten utløsningssannsynlighet, utløpssannsynlighet eller begge for at den skal vurdere å ha betydning. Skog som vurderes å ha marginal effekt på skredutløsning eller -utløp er ikke markert som skog av betydning. Da områdene hvor spesielt skredtypene jord- og sørpeskred kan løsne har skogspolygonene relativt stor utbredelse.

3.7.2 Faresoner uten skog

Det er også utarbeidet faresoner hvor det er sett bort i fra effekten skog har på utløsning og utløp av skred. Disse faresonene forutsetter at all produktiv skog (AR5) er fjernet. Det er

imidlertid ikke tatt hensyn til endring i skredfaren som følge av terrenginngrep i forbindelse med hogst, f.eks. etablering av skogsveier eller endret drenering.

3.7.2.1 Jordskred og flomskred

Skog kan påvirke løsnessannsynligheten ved at:

- Tre kronene virker som vannfordrøyere og reduserer hastighet på avrenning (+)
- Røtter binder opp vann i jordsmonnet (+)
- Store trær på tynt jordsmonn kan redusere stabiliteten til løsmasser i bratte skrånninger (-)

Skog kan påvirke utløpslengden ved at:

- Røtter reduserer mulighet for erosjon og medrivning (+)
- Skog kan øke potensielt skredvolum dersom den blir revet med (-)
- Trær kan føre til punktlaster, selv helt i utløp av skred hvor løsmasser ellers kanskje bare består av slam/vann som i seg selv har lite skadepotensiale (-)

Disse faktorene kan ikke kvantifiseres, og vi har derfor gjort en kvalitativ vurdering av hvordan skogen påvirker faresonene. Vi vurderer at skogen overordnet har en gunstig effekt på løsnessannsynlighet og utløpslengde. Selv om skog potensielt kan øke skredvolum og føre til punktlaster, så vil rotsystemet redusere medrivning, og totalen av disse to faktorene vurderer vi som mer gunstig enn ugunstig. For de fleste av løsneområdene for jordskred vurderes løsnessannsynligheten derfor å øke dersom skog fjernes, f.eks. fra $>1/5000$ til $>1/1000$. For noen løsneområder vurderes endringen ved fjerning av skog å være såpass liten at løsnessannsynligheten ikke endres betydelig.

3.7.2.2 Snøskred

Skog kan forhindre eller redusere løsnessannsynligheten for snøskred, og den kan bremse skredmasser i bevegelse og dermed redusere utløpet. Vurderingen uten skog forutsetter at all produktiv skog er fjernet. Med unntak av område 4 ligger de aller fleste løsneområdene i produktiv skog, som vi vurderer som tett nok for å forhindre utløsning av snøskred under dagens forhold. I en situasjon uten produktiv skog blir mange løsneområder aktuelle, og skredene kan potensielt få lange utløp dersom all skog i skredløpet også er fjernet.

3.7.2.3 Steinsprang og steinskred

Da vi vurderer at skog har neglisjerbar effekt på utløp av steinsprang for de vurderte områdene da det kun er mindre skrenter som kan gi utfall av blokker. Derfor vurderer vi at fjerning av skog ikke vil ha betydning for faresoner for steinsprang. Fjerning av skog kan ha en mindre betydning for løsnessannsynligheten til steinsprang, da steinsprang kan være drevet av rotsprengning. Denne effekten anses som neglisjerbar og er ikke noe vi har tatt hensyn til.

3.7.2.4 Sørpeskred

Utløsning av sørpeskred i skogdekt terreng er mulig, men sjeldent (NVE, 2021). Fjerning av skog vil kunne øke løsnessannsynligheten til sørpeskred ved at hastigheten til avrenning øker

og snø lettere kan eroderes. Vi vurderer følgelig at flere løsneområder er aktuelle i en situasjon uten skog enn i dagens situasjon, og at løsnesannsynligheten for løsneområder som også er aktuelle i en situasjon med skog øker.

3.8 Bebyggelsens effekt på skredfaren

Der det står bebyggelse som forventes å ha en viss sikringseffekt mot eventuelle skredhendelser, er dette tatt hensyn til i faresonene. Det er primært større bygg (næringsbygg, industri etc.) som er vurdert å påvirke faresonene og det er ingen slike bygg i kartleggingsområdene. Mindre bygg som boder, garasjer etc. er i liten grad hensyntatt ved tegning av faresoner, mens den beskyttende effekten til mellomstore bygg som eneboliger el. varierer noe basert på antatt skredstørrelse. Bebyggelse kan medføre både økt og redusert skredfare, avhengig av forventet interaksjon mellom bygg og skred.

Der skred forventes å kunne nå et bygg, men skredet ikke vil gi skredskade av betydning er det ikke inntegnet faresone.

3.9 Andre faremomenter

Faremomenter som ikke utgjør eller skyldes typiske skredprosesser, men som kan være viktig å være klar over, er oppsummert for hvert område i rapporten. Slike faremomenter kan være f.eks. flom i bratte vassdrag (vurdert i rapport 23520-02), mindre skråninger med dårlig overflatestabilitet eller erosjonsproblemer, lokale stabilitetsproblemer el.

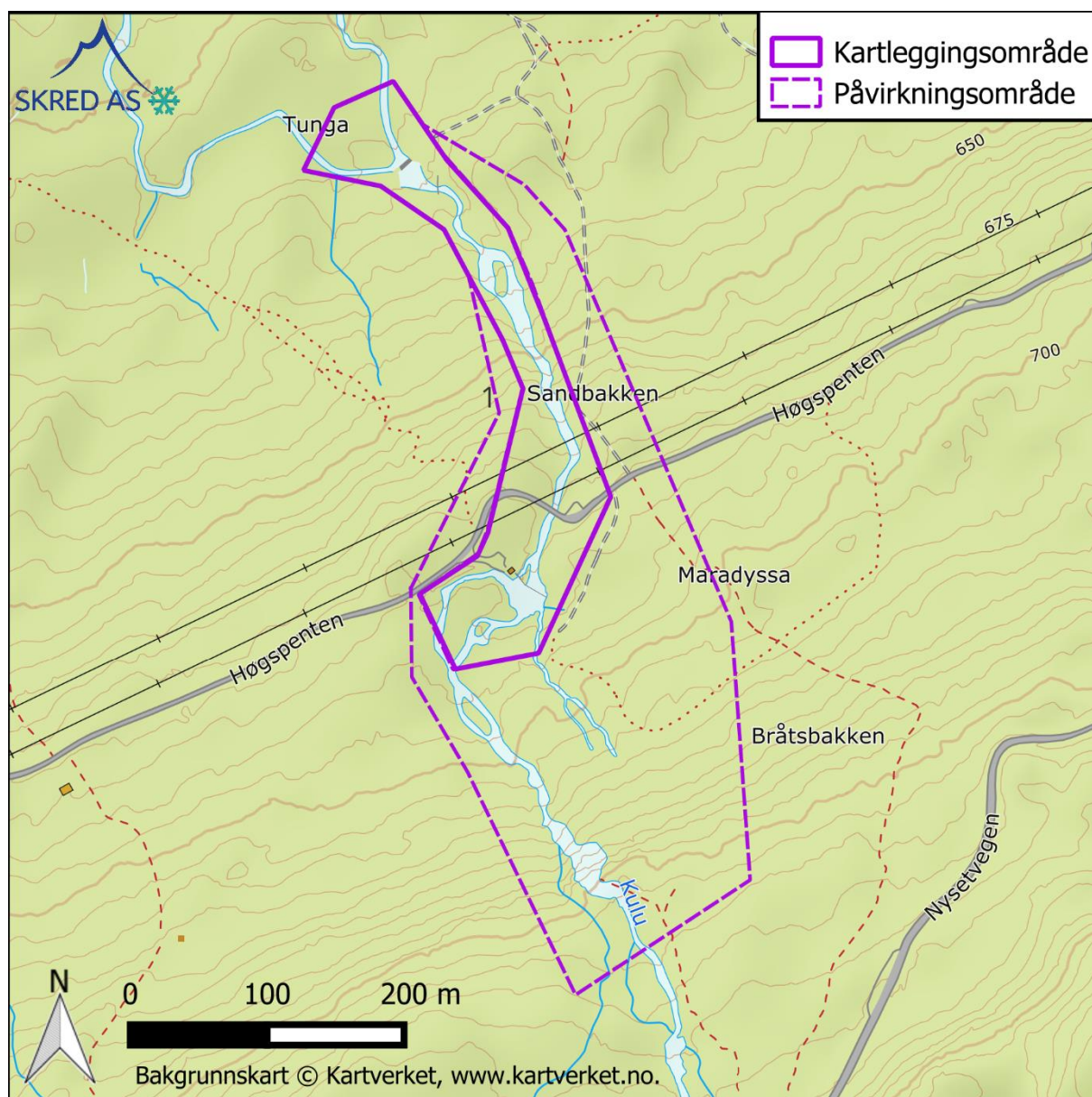
4 Område 1 – Kulufossen

4.1 Områdebeskrivelse

Kartleggingsområdet omfatter deler av elva Kulu. Kulufossen ligger rett sør for kartleggingsområdet.

Kartleggingsområde streker seg fra nedre del av Kulufossen, fra dammen sør for vegen «Høgspanten» på 690 moh., og ned løpet, nordover, til dammen ved Tunga, ca. 600 moh. Ved Tunga deler Kulu seg i et vestlig og østlig løp. Figur 14 viser beliggenheten til kartleggingsområdet. Figur 15 viser bilde av kartleggingsområdet og omkringliggende terreng. Et oversiktsbilde er gitt i Figur 15.

Det meste av kartleggingsområdet er dekket av aktsomhetssoner for jord- og flomskred (NVE, 2024b), men ingen andre aktsomhetssoner for skred i bratt terreng.



Figur 14: Oversiktskart over kartleggingsområde 1 – Kulufossen.



Figur 15: Oversiktsbilde satt sammen fra flere dronebilder av Kulufossen, sett mot sør. Bildet er satt sammen fra flere bilder og proporsjonene i bildet er stedvis noe forvrengt. Kartleggingsområdet er antydnet med lilla omriss.

4.1.1 Topografi

Kartleggingsområdet er generelt slakere enn 20 grader, men stedvis langs med selve elveløpet Kulu er terrenget brattere. Det er også enkelte svært bratte skrenter langs med sidekantene med egenhøyde under 5 meter. Helningskart er gitt i vedlegg B. Påvirkningsområdet er snevret inn i forhold til avrenningsfeltet, og det er kun de områdene som kan gi skred direkte inn i kartleggingsområdet som er gitt som påvirkningsområde. Nedre del av inntegnet påvirkningsområde er slakt med terreng under 20 grader. Ved selve Kulufossen er terrenget terrassert med tilnærmet vertikale skrenter med egenhøyde ca. 5 m.

4.1.2 Drenering

Det er flere myrområder på toppen av fjellsiden som drenerer inn i Kulu, som deler seg i et østlig og vestlig løp ned mot bebyggelsen. Basert på avrenningsanalysen påvirker vegen Høgspanten avrenningen i liten grad. Figur 2 gir en oversikt over hvilke (t) nedbørsfelt som gjelder for området. Vedlegg B viser estimerte avrenning for området.

4.1.3 Geologi

Ifølge NGUs berggrunnskart (NGU, 2024a) består berggrunnen i kartleggings- og påvirkningsområdet av tuffitt (Figur 3).

Der det er berg i dagen, primært knyttet til bratte skrenter, er berget oppsprukket. Det er primært to sprekkesett som står nær vinkelrett på hverandre. Det ene er nært horisontalt og gjør at enkelte blokker mangler fot (støtte). Vi har ikke observert skrentene i detalj til fots, men vi anslår en sprekkavstand mindre enn 0,5 m.

Ifølge NGUs løsmassekart (NGU, 2024b) består løsmassene i både kartleggings- og påvirkningsområdet av et usammenhengende morenedekke (Figur 4). På befaringsobserverte vi områder med bart fjell. Stedvis var morenen svært blokkrik.

4.1.4 Flyfoto og skråfoto

Det finnes serier med flyfoto for området fra 1963, 1964, 1991, 2006, 2009, 2011, 2013, 2016, 2019, 2020 og 2023 (Statens vegvesen et al., 2024). Erosjon og massetransport i Kulu som skjedde under «Hans» er synlig i flyfoto fra 2023, ellers har vi ikke gjort observasjoner relevant for skredfarevurderingen ved sammenligning av bildene.

Det har ikke funnet skråfoto for området (Nasjonalbiblioteket, 2024).

4.1.5 Skog

Ifølge NIBIOs datasett SR16 Beta (NIBIO, 2024) består skogen i området av furu og gran, med innslag av løvtrær. På befaringsobserverte vi i stor grad gran og furu, med innslag av løvtrær i nedre del av kartleggingsområdet.

Basert på beregninger fra SR16 (NIBIO, 2024) og vurderinger i felt, er skogen tett nok til å forhindre og redusere utløsning av snøskred i de aller fleste løsneområdene for snøskred (Figur 16). All skog i både kartlegging – og påvirkningsområdet er iht. datasettet AR5 fra NIBIO (NIBIO, 2024) ansett for å være produktiv skog.



Figur 16: Kart over skog med kronedekning tett nok til å forhindre eller redusere utløsning av snøskred (SR16).

4.1.6 Historiske skredhendelser

Det er ingen skredhendelser av relevans i området. Som beskrevet i kapittel 3.5 er hendelsen i elveløpet Kulu under «Hans» vurdert å være masseførende flom og ikke skred.

4.1.7 Tidligere skredfareutredninger

Vi er ikke kjent med at det er utført andre skredfarevurderinger i kartleggingsområdet.

4.1.8 Eksisterende sikringstiltak

Det foreligger ingen informasjon om eksisterende sikringstiltak mot skred i området.

4.2 Vurdering av skredfare

4.2.1 Steinsprang

I sidekantene til elveløpet i kartleggingsområdet, ca. på kote + 640 til 650, og i øvre del av påvirkningsområdet, ca. på kote + 735-750, er terrenget bratt nok for utløsning av steinsprang. Skrentene i påvirkningsområdet utgjør langsgående terrasser.

Skrentene har lav egenhøyde under 10 meter. Skrentene er oppsprukket og under befaringen ble det observert tidligere utfall. For skrenter i selve elveløpet vil vann kunne grave ut understøtte og slik øke sannsynligheten for utfall.

Utfall fra skrentene vurderes å ha begrenset rekkevidde og vil ikke gi skredskade av betydning, men utfall kan ikke utelukkes. Fallhøyden er for liten til at dynamisk modellering er aktuelt. Vi vurderer at utfall vil stoppe i overgangen mellom bratt og slakt terreng. Løsnestannsynligheten vurderes til å være mindre enn 1/100, men større enn 1/1000 og 1/5000.

Skog har ikke effekt på skredfaren.

Vi vurderer at den årlige sannsynligheten for steinsprang i kartleggingsområdet er lavere enn 1/100, men større enn 1/1000 og 1/5000. For skrenter i selve kartleggingsområdet er det inntegnet faresone.

4.2.2 Steinskred

Det er ingen større skrenter i området som kan gi utfall av berg i den størrelsesorden som klassifiseres som steinskred.

Skog har ikke effekt på skredfaren.

Steinskred vurderes derfor ikke som en reell skredprosess.

4.2.3 Snøskred

Kun mindre deler av terrenget har helning gunstig for utløsning av snøskred. Dette terrenget er imidlertid dekket av skog som vi vurderer som tett nok for å forhindre utløsning av snøskred (Figur 16), med unntak av mindre områder i selve elveløpet som vi mener vil være u hensiktsmessig å vurdere som typiske løsneområder for snøskred. Løsneområdene er også begrenset i størrelse og utstrekning, og ligger i øvre del av påvirkningsområdet.

Løsnestannsynlighet for snøskred under dagens forhold vurderes som lavere enn 1/5000.

I dagens situasjon vurderer vi at den årlige sannsynligheten for snøskred i kartleggingsområdet er mindre enn 1/5000.

Dersom skogen forsvinner, vil det øke løsnestannsynligheten for snøskred noe og vi vurderer at den vil øke til større enn 1/1000, men lavere enn 1/100. Likevel, mulige løsneområder for snøskred er begrenset i størrelse og utbredelse og ligger langt fra kartleggingsområdet. Vi vurderer at terrengutflatningen ovenfor kartleggingsområdet effektivt også vil stoppe snøskred med årlig sannsynlighet større enn 1/1000.

Dersom skogen fjernes vurderer vi at den årlige sannsynligheten for snøskred i kartleggingsområdet også vil være mindre enn 1/5000.

4.2.4 Jordskred

Kun mindre deler av terrenget har helning gunstig for utløsning av jordskred. Dette terrenget er også begrenset i størrelse og utstrekning. Det er ingen tegn i skyggekartet til tidligere hendelser, ingen kjent historikk og under befaring ble det ikke observert tegn til tidligere jordskred. Det er lite avrenning ellers i området sett bort fra elveløpet Kulu.

Det er flere mindre skråninger (<15 m) i både påvirknings- og kartleggingsområdet. Langs med elveløpet er, nedstrøms kote + 660 er disse fast fjell. Løsmassedekte skråninger som vi vurderer har potensiale for skredskade av potensiale har blitt utpekt som mulige løsneområder for jordskred med en gitt sannsynlighet ut ifra kapittel 3.4.1. Vi vurderer at terrengutflatningen nedenfor skråningene vil gi kort utløp. Tabell 11 beskriver løsneområder for jordskred. Alle løsneområder er vist i registreringskartet (Vedlegg C).

Skogen vurderes til ikke å ha effekt på skredfaren.

Løsnestannsynlighet for jordskred under dagens forhold vurderes som mindre enn 1/100, men større enn 1/1000 og 1/5000.

Vi vurderer at den årlige sannsynligheten for jordskred inn i kartleggingsområdet er lavere enn 1/5000.

Tabell 11: Løsneområder for jordskred. Årlig løsnestannsynlighet med og uten skog er gitt, hvor f.eks. 1/1000 vil si at vi vurderer løsneområdet relevant for skred med årlig løsnestannsynlighet 1/1000 og 1/5000.

Navn	Areal (m ²)	Snitt-helling (°)	Løsmasser	Skog	Årlig løsne-sannsynlighet under dagens forhold	Årlig løsne-sannsynlighet uten skog	Kommentar
Jord1-1	209	27,9	Tynn morene	Tett	1/1000	1/1000	Nært elveløp. Understøtte kan vaskes bort.

4.2.5 Flomskred

Det er ingen bekke- eller drensløp som er egnet for å danne flomskred, og det er heller ikke observert spor etter tidligere flomskred i flyfoto eller skyggekart. Som beskrevet i kapittel 3.5 er hendelsen under «Hans» vurdert til å være masseførende flom og ikke skred.

Skog har ikke effekt på skredfaren.

Flomskred vurderes derfor ikke som en aktuell skredprosess i området.

4.2.6 Sørpeskred

Ifølge skredhendelsesdatabasen (NVE, 2024b) er det to kjente sørpeskredhendelser i nærliggende område til kartleggingsområdene vurdert i denne rapporten. Dette tilsier at klimaet legger til rette for at sørpeskred er mulig og at sørpeskred kan forekomme. Derimot,

basert på at avrenningen inn i kartleggingsområdet er svært stort (vedlegg B), og det er flere myrområder ovenfor og i selve påvirkningsområdet der vann kan demme seg opp i snødekket, vurderer vi at sørpeskred kan være en aktuell prosess. Løsnessannsynligheten til sørpeskred vurderes til større enn 1/1000.

Løsnedområde sørpeskred har blitt inntegnet iht. kapittel 3.6 og beregning av utløp har blitt utført i RAMMS::Debrisflow (vedlegg D). Beregninger viser at skredmasser følger elveløpet, men at overløp kan skje der elveløpet har lavere sidekanter i et scenario både med 0,5 m og 1 m bruddkant. Et scenario med 1 m bruddkant vurderer vi er et svært sjeldent scenario og vurderes til å tilsvare et scenario sjeldnere enn 1/1000, og med en årlig sannsynlighet større enn 1/5000. En oversikt over modellerte løsnedområder og tilhørende parametere er gitt i Tabell 12 og er vist i registreringskartet (Vedlegg C).

Skog har ikke effekt på skredfare.

Vi vurderer at den årlige sannsynligheten for sørpeskred i kartleggingsområdet er større enn 1/1000 og 1/5000, men mindre enn 1/100.

Tabell 12: Løsnedområder for sørpeskred. For løsnedområdet er det gjort modelleringer med to ulike dybder.

Navn	Kommentar	Areal (m ²)	Skog	Årlig sannsynlighet m/skog	Årlig sannsynlighet u/skog
Sorpe1-01	Myrområde	298	Ingen	1/1000	1/1000

4.2.7 Andre faremomenter

Flom og masseførende flom er aktuell problemstilling i Kulu.

4.3 Samlede faresoner

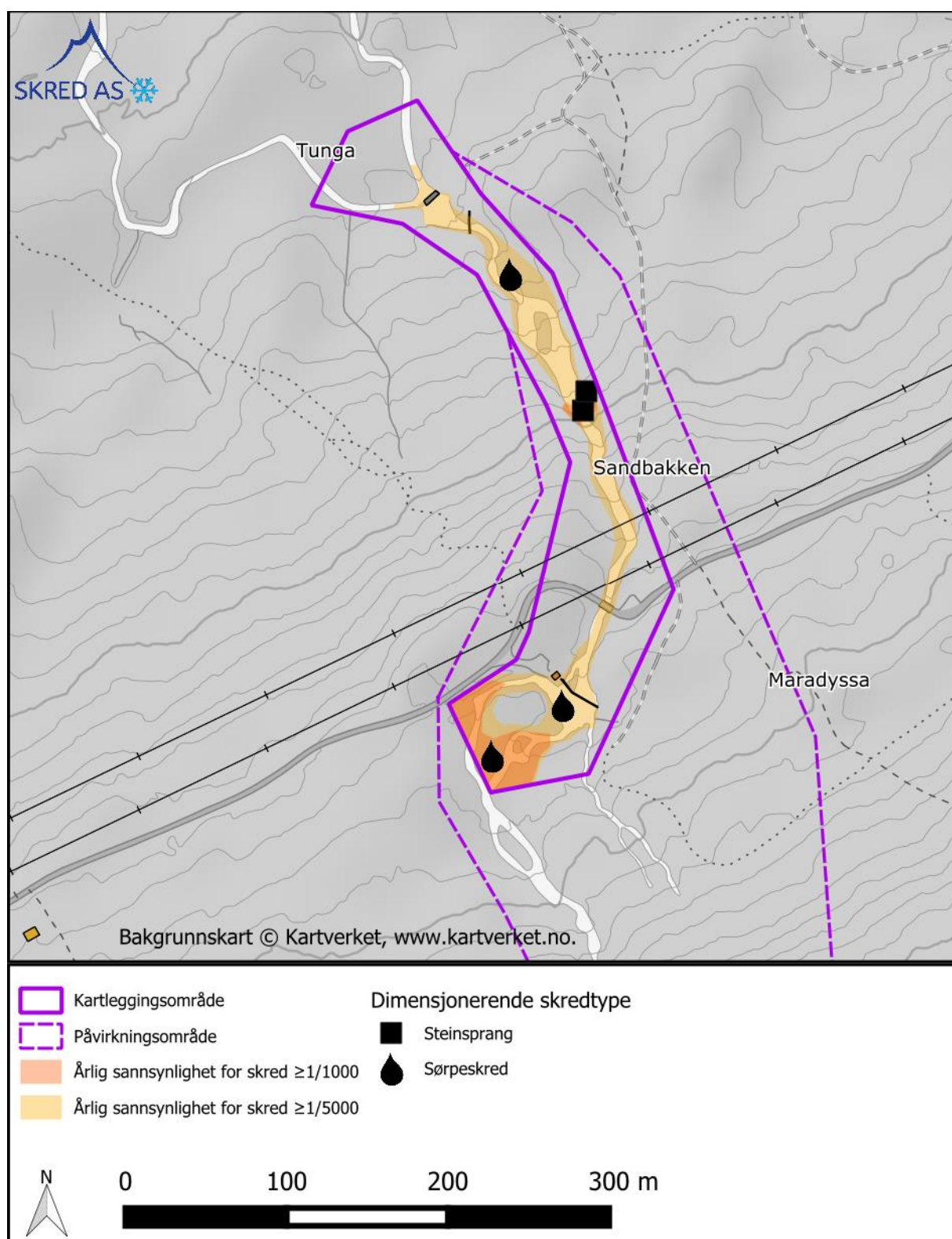
4.3.1 Med skog

Ved dagens skogforhold vurderer vi at det er fare for jordskred fra enkelte skråninger i kartleggingsområdet med årlig sannsynlighet større enn 1/1000. Langs med elveløpet Kulu er det sørpeskredfare, og stedvis også fare for steinsprang. Faresoner er gitt i Figur 17.

Tabell 13 angir antall bygg i ulike sikkerhetsklasser som innenfor faresonene.

Tabell 13: Antall bygg i ulike sikkerhetsklasser som ligger innenfor faresonene i området.

Årlig sannsynlighet for skred	S1	S2	S3
≥1/100	0	0	0
≥1/1000	-	0	0
≥1/5000	-	-	0



Figur 17: Faresonekart med dagens skogforhold for kartleggingsområde 1 – Kulu.

4.3.2 Uten skog

Dersom all produktiv skog fjernes vurderer vi at løsnesannsynligheten for snøskred vil øke noe. Likevel vil ikke dette påvirke faresonene i kartleggingsområdet. Skog har dermed ikke effekt på skredfaren.

4.3.3 Avvik fra tidligere skredfareutredninger

Det foreligger ingen tidligere skredfareutredninger for området.

4.3.4 Stedspesifikk usikkerhet

Det er generelt knyttet stor usikkerhet til faresonene for sørpeskred både med og uten skog da vi ikke har historikk og faresonene i stor grad er tegnet etter modellberegninger.

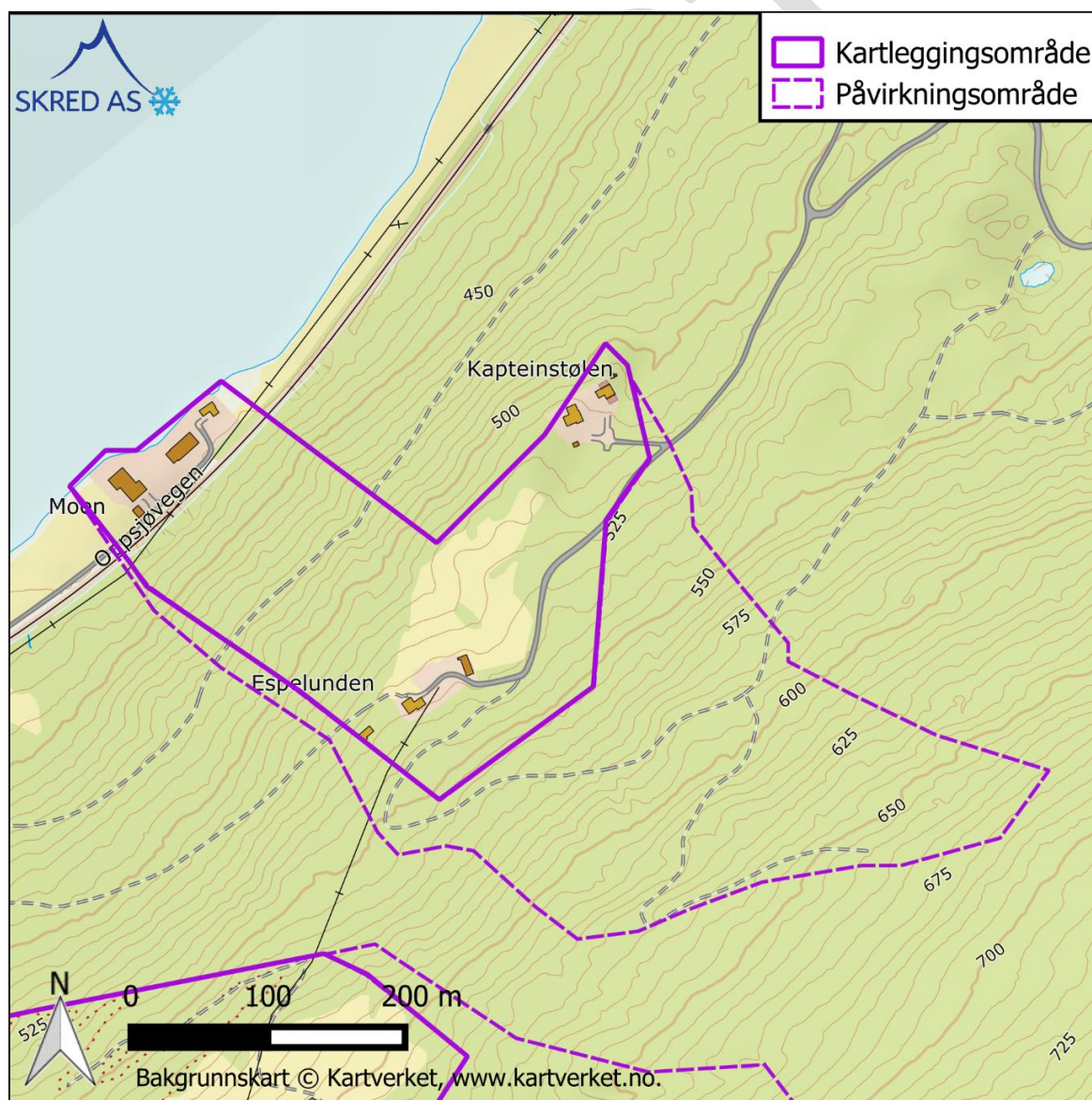
5 Område 2 – Deler av Oppsjø

5.1 Områdebeskrivelse

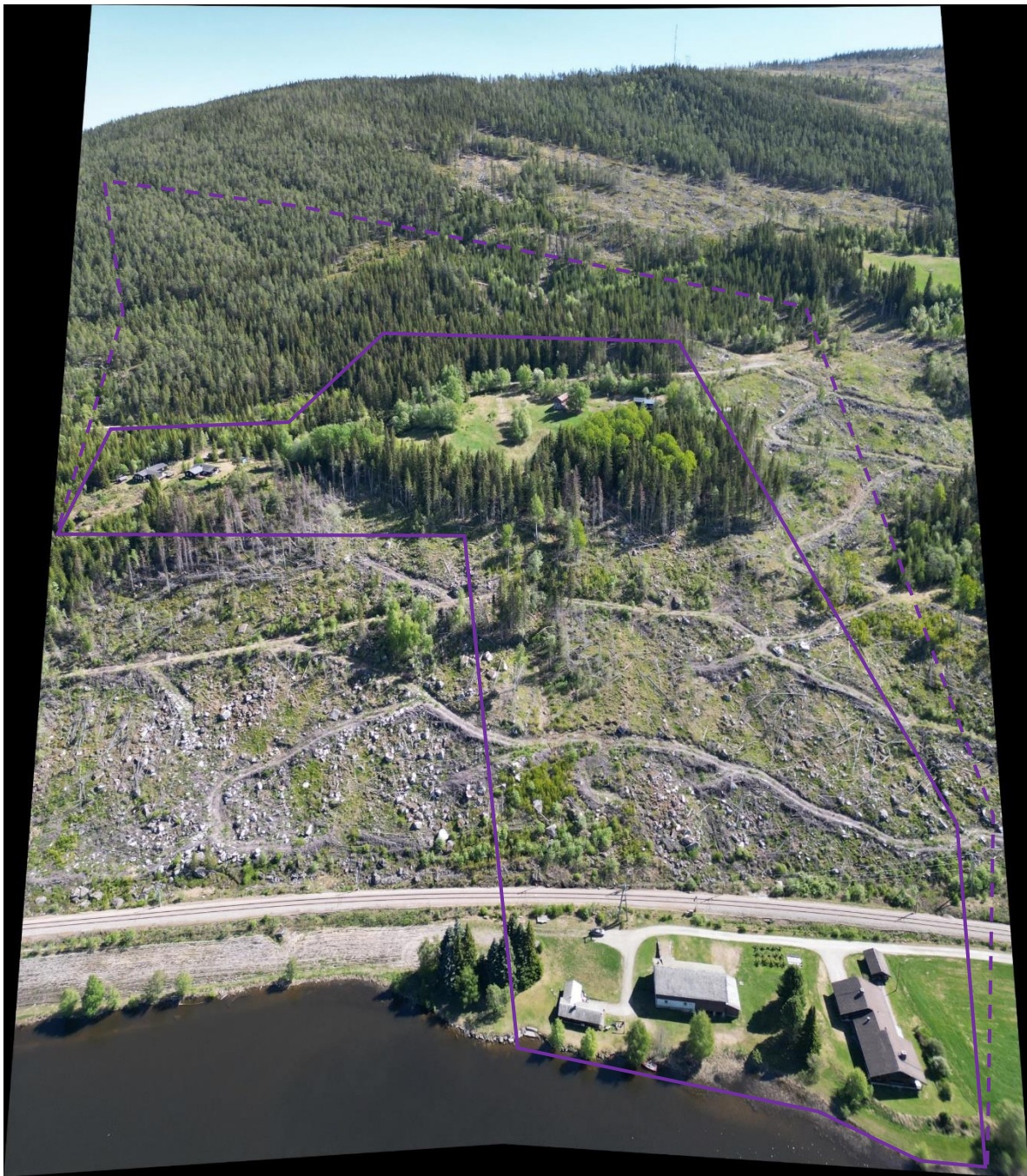
Kartleggingsområdet omfatter deler av skråningen på sørsiden av Oppsjø.

Kartleggingsområdet streker seg fra vannkanten av Oppsjø på 426 moh., og sørover opp til 555 moh. der øvre bebyggelsen er plassert. Nedre del av kartleggingsområdet utgjør et felt som er nylig hogd, og jernbanesporet krysser kartleggingsområdet på ca. 430 moh. I nyere tid har det blitt etablert flere skogsbilveger for hogst fra kote + 525 og ned. Figur 18 viser beliggenheten til kartleggingsområdet. Figur 19 viser bilde av kartleggingsområdet og omkringliggende terreng.

Så å si hele kartleggingsområdet er dekket av aktsomhetssoner for jord- og flomskred og snøskred (NVE, 2024b).



Figur 18: Oversiktskart over kartleggingsområde 1 – deler av Oppsjø.



Figur 19: Oversiktsbilde satt sammen fra flere dronebilder av kartleggingsområde 2, deler av Oppsjø,, sett mot sør. Bildet er satt sammen fra flere bilder og proporsjonene i bildet er stedvis noe forvrengt. Kartleggingsområdet er antydnet med lilla omriss.

5.1.1 Topografi

Kartleggingsområdet har en jevn helning og relativ bratt helning rundt 30 grader fra sørsiden av jernbanespetet til sørlig avgrensning av kartleggingsområdet, for utenom slakere parti ca. fra 510 moh. til 530 moh. der det er bebyggelse. På nordsiden av jernbanespetet er det tilnærmet flatt. Helningskart er gitt i vedlegg B. Påvirkningsområdet er snevret inn i forhold til avrenningsfeltet, og det er kun de områdene som kan gi skred direkte inn i

kartleggingsområdet som er gitt som påvirkningsområde. Påvirkningsområdet er også jevnt bratt med mye terreng rundt 30 grader.

5.1.2 Drenering

Det er ingen etablerte bekkeløp i verken kartleggings- eller påvirkningsområdet. Avrenningsanalysen viser at det kun er lokal avrenning fra selve skråningen som drenerer inn i kartleggingsområdet. Avrenningsanalysen får også tydelig fram mindre forsenkninger i terrenget. Ved bebyggelsen rundt Espelunden ble det observert overflatevann. Figur 2 gir en oversikt over hvilke (t) nedbørsfelt som gjelder for området.

Vedlegg B viser beregnet avrenning for området.

5.1.3 Geologi

Ifølge NGUs berggrunnskart (NGU, 2024a) består berggrunnen i kartleggings- og påvirkningsområdet av ryolitt (Figur 3).

Ifølge NGUs løsmassekart (NGU, 2024b) består løsmassene i både kartleggings- og påvirkningsområdet av et sammenhengende morenedekke fra kote + 465, under dette tykkere morenedekke (Figur 4). På befaring observerte vi et fåtalls steder områder med bart fjell. Stedvis var det svært blokkrik morene og større enkeltblokker.

5.1.4 Flyfoto og skråfoto

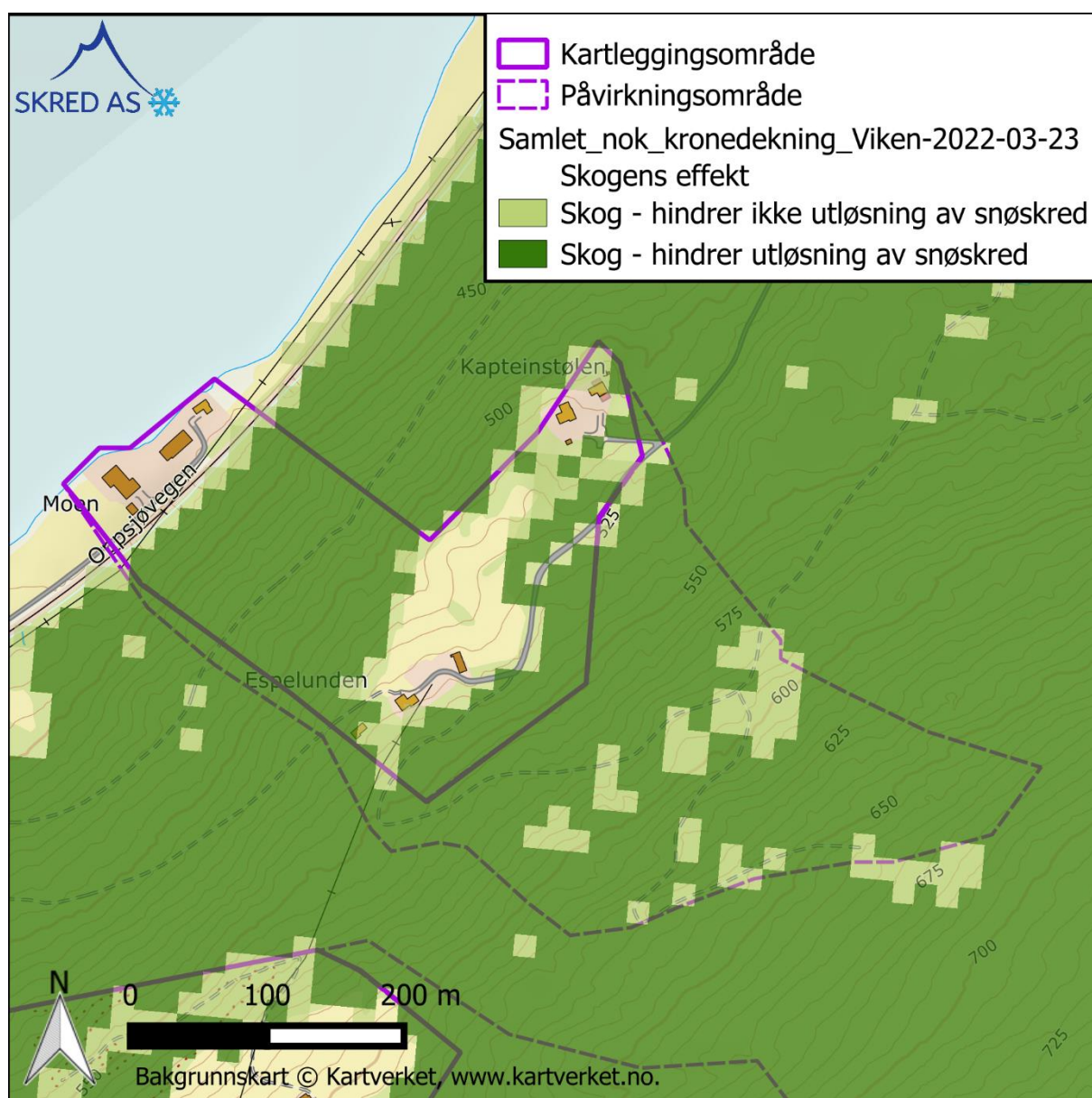
Det finnes serier med flyfoto for området fra 1964, 1991, 2006, 2009, 2011, 2013, 2016, 2019, 2020 og 2023 (Statens vegvesen et al., 2024). Jordskred som skjedde under «Hans» er synlig i flyfoto fra 2023, og vi fant to mindre skred i påvirkningsområdet ved å se på ortofoto fra høsten 2023, og ved å studere dronebilder tatt under befaringen.

Det har ikke funnet skråfoto for området (Nasjonalbiblioteket, 2024).

5.1.5 Skog

Ifølge NIBIOs datasett SR16 Beta (NIBIO, 2024) består skogen i området av furu og gran, med innslag av løvtrær. På befaring observerte vi i stor grad gran, med innslag av løvtrær i øvre del av kartleggingsområdet.

Basert på beregninger fra SR16 (NIBIO, 2024) og vurderinger i felt, er skogen tett nok til å forhindre og redusere utløsning av snøskred i de aller fleste løsnedområdene for snøskred (Figur 20), men fra ca. kote + 500 og ned mot jerbanespetet er skogen nylig hogd. All skog i både kartlegging – og påvirkningsområdet er iht. datasettet AR5 fra NIBIO (NIBIO, 2024) ansett for å være produktiv skog.



Figur 20: Kart over skog med kronedekning tett nok til å forhindre eller redusere utløsning av snøskred (SR16). Merk at fra kote + 500 og ned mot jernbanesporet er skogen hogd. Dette vises ikke i figuren.

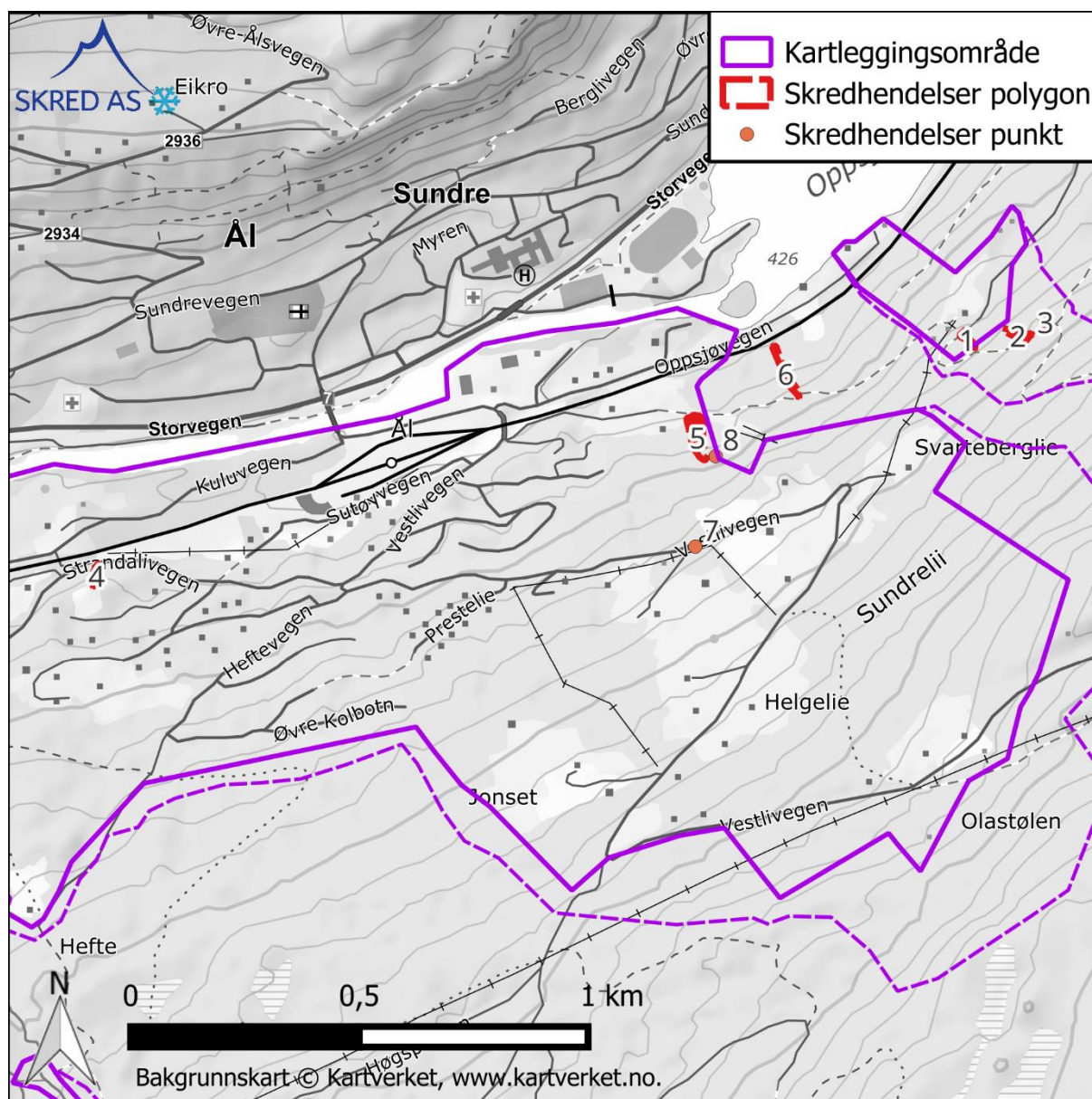
5.1.6 Historiske skredhendelser

Skredhendelsene som vurderes å ha relevans for utredningen er beskrevet (Tabell 14). Alle gikk trolig under ekstremværet «Hans». En oversikt over skredhendelser er også gitt i Figur 21.

Tabell 14: Utvalgte historiske skredhendelser for området. Oversikt over hendelsene er gitt i Figur 21.

Nr	Skredtype	Tidspunkt	Beskrivelse
1	Jordskred	7-9.august 2023	Jordskred i kartleggingsområdet. Skred i skråning i tilknytning til skogsbilveg. Tydelig tegn til at det har vært økt vannføring/drenering. Lavpunkt på veg har ført til at vannet har fulgt forsenkning ned mot

			nordvest, og ikke veg eller grøftekant. Oppdaget på befaring. Større enkeltblokker i skredmassene. Ca. 1 m bruddkant. Utløp ned og forbi skogsbilveg.
2	Jordskred	7-9.august 2023	Jordskred i påvirkningsområdet (det vestligste). Skred i tilknytning til skogsbilveg. Skred har gått nedside av skogsbilveg. Oppdaget på ortofoto fra 2023 (tatt etter ekstremværet «Hans»).
3	Jordskred	7-9.august 2023	Jordskred i påvirkningsområdet (det østligste). Skred i tilknytning til skogsbilveg. Skred har gått nedside av skogsbilveg. Oppdaget på ortofoto fra 2023 (tatt etter ekstremværet «Hans»).



Figur 21: En oversikt over skredhendelser i kartleggingsområdene. Kartutsnittet er justert slik at faktiske hendelser vises.

5.1.7 Tidligere skredfareutredninger

Vi er ikke kjent med at det er utført andre skredfarevurderinger i kartleggingsområdet.

5.1.8 Eksisterende sikringstiltak

Det foreligger ingen informasjon om eksisterende sikringstiltak mot skred i området.

5.2 Vurdering av skredfare

5.2.1 Steinsprang

Det er ingen skrenter i området som kan gi utfall av blokker.

Skog har ikke effekt på skredfaren.

Steinsprang vurderes ikke som en reell skredprosess.

5.2.2 Steinskred

Det er ingen større skrenter i området som kan gi utfall av berg i den størrelsesorden som klassifiseres som steinskred.

Skog har ikke effekt på skredfaren.

Steinskred vurderes ikke som en reell skredprosess.

5.2.3 Snøskred

Under dagens skogforhold er det flere mindre områder som egner seg som løснеområder for snøskred. Dette gjelder under kote +535 der det nylig har blitt utført hogst. Disse løснеområdene er imidlertid ikke spesielt gunstige som følge av f.eks. ruhet på terreng og liten størrelse, og utgjør ikke typiske områder som samler mye snø ut ifra klimadata. Det er heller ikke store henteområder for snø i nærliggende terreng. Det er heller ingen kjent historikk for snøskred i området. Løsnesannsynlighet for snøskred vurderes derfor som lavere enn 1/100, men større enn 1/1000 og 1/5000. Aktuelle løснеområdene er beskrevet i Tabell 15, og vist i registreringskartet (Vedlegg C) og modelleringskartet (Vedlegg D).

Over kote + 535 har terreng egnet helning for snøskred tett nok krondekning til å hindre at snøskred kan løsne. Vi vurderer derfor at løsnesannsynligheten for skred som kan gi skredskade av betydning fra disse er mindre enn 1/5000 ved dagens skogforhold.

Dynamisk modellering av utløp ved hjelp av RAMMS::Avalanche viser at snøskred kan ha utløp i deler av kartleggingsområde med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 og 1/5000 (vedlegg D). Som beskrevet i metodekapittelet (kapittel 3.3.4), er faresonene i stor grad fastsatt etter dynamiske modelleringer.

Vi vurderer at den årlige sannsynligheten for snøskred i kartleggingsområdet under dagens skogforhold er større enn 1/1000 og 1/5000 i nedre, østlige del av kartleggingsområdet.

Dersom skogen forsvinner, vil det oppstå flere løснеområder for snøskred. Vi vurderer at disse har årlig løsnesannsynlighet for snøskred mindre enn 1/100, men større enn 1/1000 og 1/5000. Dette som følge av ruhet i terrenget og at disse områdene ikke har en form som gjør at de typiske samler mye snø. Som beskrevet i metodekapittelet (kapittel 3.3.4), er faresonene uten skog i stor grad fastsatt etter dynamiske modelleringer og modelleringer viser at snøskred kan ha utløp inn i kartleggingsområdet større enn 1/1000 og 1/5000. Løснеområdene er beskrevet i Tabell 15.

Dersom skogen fjernes vurderer vi at den årlige sannsynligheten for snøskred i kartleggingsområdet er større enn 1/1000 og 1/5000 for store deler av kartleggingsområdet.

Tabell 15: Løsneområder for snøskred.

Navn	Beskrivelse	Snø-drift	Areal (m ²)	Effekt av skog	Årlig løsne-sannsynlighet	Årlig løsne-sannsynlighet u/skog
Sno2-1	Middels godt egnet, svak konkav, men også ujevn.	Lite	3046	Hindrer	-	>1/1000
Sno2-2	Middels godt egnet, svak konkav.	Lite	609	Hindrer	-	>1/1000
Sno2-3	Godt egnet. Konkav, men noe ruhet.	Noe	504	Ingen	>1/1000	>1/1000
Sno2-4	Godt egnet. Konkav, men noe ruhet.	Noe	566	Ingen	>1/1000	>1/1000
Sno2-5	Ikke spesielt godt egnet, ujevn.	Lite	607	Hindrer	-	>1/5000
Sno2-6	Ikke spesielt godt egnet, ujevn og med ruhet.	Lite	1092	Ingen	>1/5000	>1/5000
Sno2-7	Ikke spesielt godt egnet, noe konvekst og med ruhet.	Lite	437	Ingen	>1/5000	>1/5000
Sno2-8	Ikke spesielt godt egnet, noe konvekst.	Lite	729	Hindrer	-	>1/5000
Sno2-9	Middels godt egnet, svak konkav, men også ujevn.	Lite	885	Hindrer	-	>1/5000

5.2.4 Jordskred

Det er forhold for utløsning av jordskred i fjellsiden, noe som bekreftes av jordskredaktivitet under ekstremværet «Hans», se Tabell 14. Det er også tegn til tidligere jordskredaktivitet i skyggerelieffkart i påvirkningsområdet, gitt som skredkant i registreringskartet (vedlegg C).

I nylig hogde områder, under kote + 535 i kartleggingsområdet, avdekkes det at løsmassedekket består stedvis av grove blokker. Dette er løsmasser som drenerer vann bedre, og er mindre egnet for utløsning av jordskred.

Under dagens forhold vurderer vi årlig løsnesannsynlighet for jordskred til å være mindre enn 1/100, for utenom ett løsneområde, del av Jord 2-15 der det i skyggekartet er tegn til tidligere skredaktivitet. For resten av området vurderer vi løsnesannsynligheten til større enn 1/1000 og 1/5000 basert på skredhistorikk, geomorfologiske tegn og løsmasseavsetninger. I nylig hogde områder under ca. kote + 500 vurderer vi at løsnesannsynligheten er noe større, men basert på skredhistorikk og avrenningsanalyse vurderer vi at løsnesannsynligheten fortsatt vil være mindre enn 1/100, og større enn 1/1000.

I registreringskartet (vedlegg C) er generelt alt terreng som er løsmassedekt og brattere enn 25 grader merket som løsneområde for jordskred. Dette angir terreng vi vurderer har årlig løsnesannsynlighet større enn 1/1000 og ett sted 1/100. Vi vurderer at disse arealene ikke vil løsne i sin helhet, og vi ønsker å påpeke at det er vanskelig å utpeke hvilket terreng av dette som har noe høyere sannsynlighet for å utløses. Løsneområder for jordskred er gitt i Tabell 16 og vist i registreringskartet (Vedlegg C) og modelleringskartet (Vedlegg D).

Dynamisk modellering av utløp ved hjelp av RAMMS::Avalanche viser at jordskred kan nå inn i deler av kartleggingsområde med årlig sannsynlighet større enn 1/1000, og for store deler av kartleggingsområdet med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 (vedlegg D). Faresonene er fastsatt som beskrevet i metodekapittelet 3.4.4, men utflatningen jernbanespolet skaper vurderer vi vil redusere utløpslengde for jordskred i nedre del av kartleggingsområdet.

Vi vurderer at den årlige sannsynligheten for jordskred i kartleggingsområdet er større enn 1/1000 for deler av kartleggingsområdet, og 1/5000 for større deler av kartleggingsområdet. Ved bebygde områder er det ikke inntegnet faresoner.

For en situasjon uten produktiv skog, vurderer vi at den årlige sannsynligheten for jordskred er større enn 1/1000 fra de fleste løsneområdene, og stedvis 1/100 der terrenghelningen er mer enn 30 grader og det er større avrenning. Vi vurderer at jordskred med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 vil ha lengre utbredelse og nå enda større deler av skråningen. For en situasjon uten produktiv skog vurderer vi at den årlige sannsynligheten for jordskred er større enn 1/5000 i større deler av kartleggingsområdet.

Tabell 16: Løsneområder for jordskred. Årlig løsnesannsynlighet med og uten skog er gitt, hvor f.eks. 1/1000 vil si at vi vurderer løsneområdet relevant for skred med årlig løsnesannsynlighet 1/1000 og 1/5000.

Navn	Areal (m ²)	Snitt-helning (°)	Drenering	Skog	Årlig sannsynlighet med dagens forhold	Årlig sannsynlighet uten skog	Kommentar
Jord2-1	3691	30,7	Begrenset	Tett	>1/5000	>1/1000	
Jord2-2	5371	32,9	Moderat i østlig del	Ingen	>1/1000	>1/1000	Moderat skog og noe avrenning gir løsnesannsynlighet >1/1000 i deler av området.
Jord2-3	16498	29,7	Stedvis moderat	Ingen	>1/1000	>1/1000	Ingen skog og avrenning gir løsnesannsynlighet >1/1000 i deler av området.
Jord2-4	801	29,8	Begrenset	Tett	>1/1000	>1/1000	
Jord2-5	4173	28,5	Begrenset	Tett	>1/5000	>1/1000	
Jord2-6	170	30,3	Begrenset	Moderat	>1/1000	>1/1000	
Jord2-7	3161	30,9	Stedvis moderat	Tett	>1/1000	>1/100	Tydelig avrenning gir løsnesannsynlighet >1/100 i deler av området uten skog. Deler av løsneområdet ble utløst under

							«Hans», se Tabell 14, nr. 1
Jord2-8	599	31,4	Begrenset	Tett	>1/5000	>1/1000	
Jord2-9	1755	29,2	Begrenset	Tett	>1/5000	>1/1000	
Jord2-10	202	28,5	Begrenset	Tett	>1/5000	>1/1000	
Jord2-11	8573	31,6	Stedvis moderat	Tett	>1/1000	>1/100	Deler av løснеområdet har i vest løsnesevne >1/100 uten skog grunnet avrenning med dagens forhold. Deler av løснеområdet ble utløst under «Hans», se Tabell 14, nr. 2 og 3.
Jord2-12	179	31,5	Begrenset	Tett	>1/5000	>1/1000	
Jord2-13	285	28,9	Begrenset	Tett	>1/5000	>1/1000	
Jord2-14	2418	30,4	Begrenset	Tett	>1/5000	>1/1000	
Jord2-15	4832	32,9	Stedvis moderat	Tett	>1/100	>1/100	Midtre del av løснеområdet har ifølge skyggekart tegn til skredaktivitet, og avrenningsanalysen viser også mulighet for større avrenning. Dette området gis løsnesevne 1/100 uten skog.
Jord2-16	2445	32,9	Begrenset	Tett	>1/5000	>1/1000	
Jord2-17	18697	31,1	Stedvis moderat	Tett	>1/1000	>1/100	Deler av løснеområdet har løsnesevne >1/100 uten skog grunnet høyere avrenning.
Jord2-18	852	30,2	Begrenset	Tett	>1/5000	>1/1000	
Jord2-19	394	28,7	Stedvis moderat	Tett	>1/1000	>1/100	Deler av løснеområdet har løsnesevne >1/100 uten skog grunnet høyere avrenning.

5.2.5 Flomskred

Det er ingen bekke- eller drensløp som er egnet for å danne flomskred.

Skog har ikke effekt på skredfaren.

Flomskred vurderes derfor ikke som en reell skredprosess i området.

5.2.6 Sørpeskred

Det er ikke identifisert løснеområder for sørpeskred i området.

Skog har ikke effekt på skredfaren.

Sørpeskred vurderes derfor ikke som en reell skredprosess i området

5.2.7 Andre faremomenter

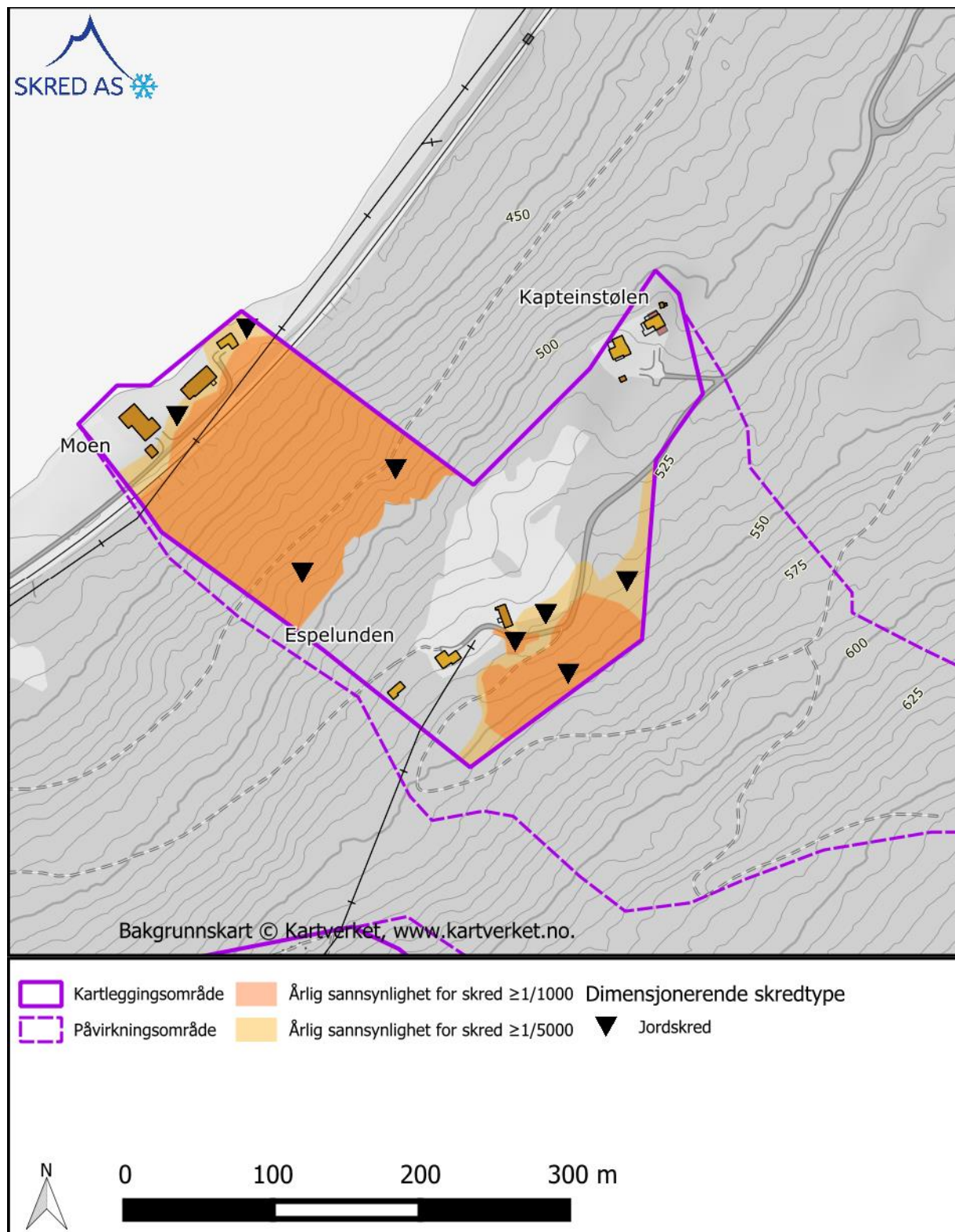
Vi har ikke registrert at det finnes andre spesifikke faremomenter i dette området.

5.3 Samlede faresoner

5.3.1 Med skog

Ved dagens skogforhold vurderer vi at det er fare for jordskred i større deler av kartleggingsområdet med årlig sannsynlighet større enn 1/1000. Faresoner er gitt i Figur 17.

Det er ingen bygg som ligger innenfor faresoner skred i bratt terreng under dagens forhold.



Figur 22: Faresonekart med dagens skogforhold for kartleggingsområde 2 – Oppsjø.

5.3.2 Uten skog

Dersom all produktiv skog fjernes vurderer vi at løsnessannsynligheten for jordskred og snøskred vil øke. For snøskred viser beregningene at mange av disse skredløpene har

potensial for snøskred med utløp inn i kartleggingsområdet. Økt løsnessannsynlighet for jordskred vil påvirke og utvide faresonene i kartleggingsområdet.

5.3.3 Avvik fra tidligere skredfareutredninger

Det foreligger ingen tidligere skredfareutredninger for området.

5.3.4 Stedspesifikk usikkerhet

Det er knyttet stor usikkerhet til faresonene med skog dimensjonert av snøskred da vi ikke har historikk, og faresonene i stor grad er tegnet etter modellberegninger.

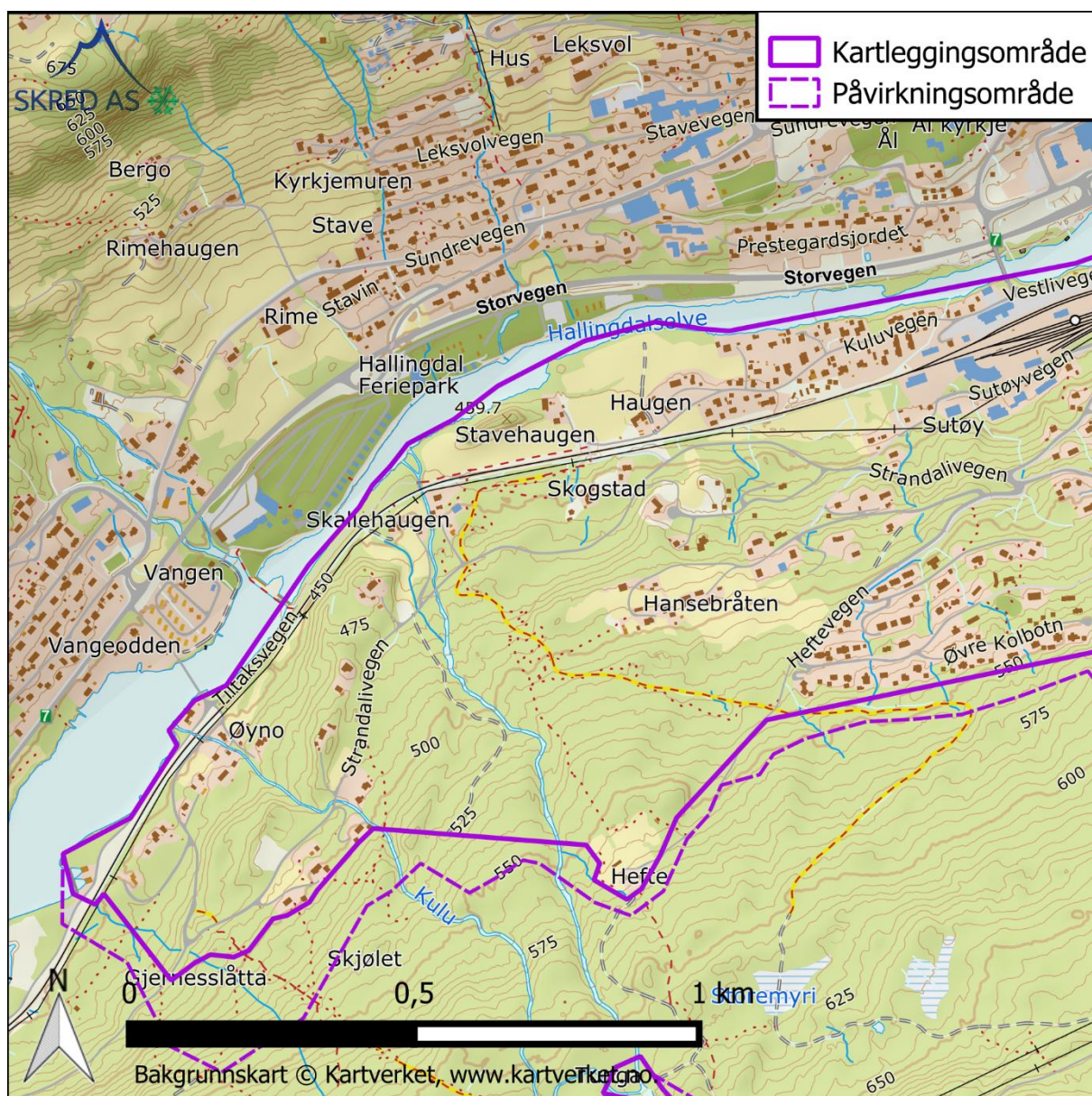
6 Område 3 - Vestlia

6.1 Områdebeskrivelse

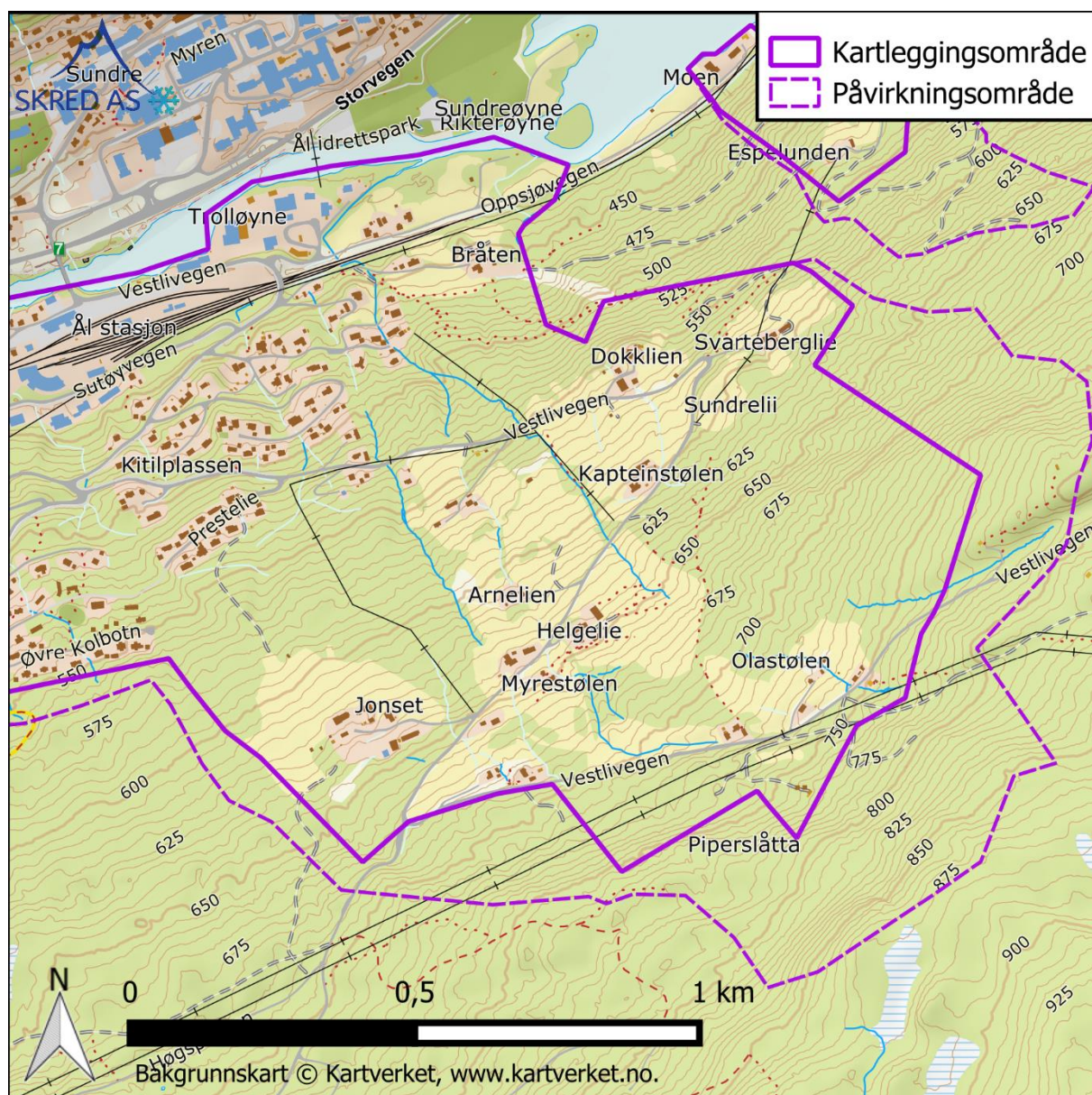
Kartleggingsområdet omfatter store deler av skråningen sør for Ål sentrum. Området går fra vestlig side av Oppsjø i øst til østlig side av Strandafjorden i vest, omtrent 3 km fra vest til øst. Hallingdalselva er avgrensning i nord ca. på 426 moh., mens øvre bebyggelse er sørlig avgrensning.

Kartleggingsområdet streker seg fra vannkanten til Oppsjø på 426 moh., og opp til 500 moh. i vest og stigende opp til ca. 800 moh. i øst. Kartleggingsområdet er delvis utbygd i flere områder, og krysses av flere kommunal veier og skogsbilveger. Figur 23 og Figur 24 viser beliggenheten til kartleggingsområdet. Figur 25 viser bilde av kartleggingsområdet og omkringliggende terreng.

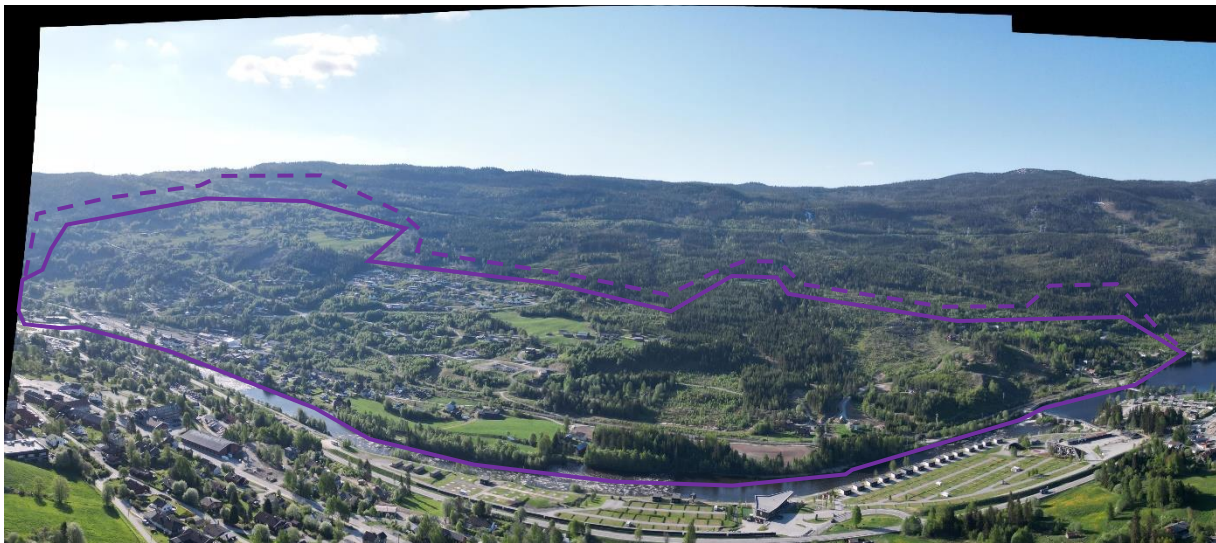
Så å si hele kartleggingsområdet er dekket av aktsomhetssoner for jord- og flomskred, mens kun en liten del av området er dekket av aktsomhetssone for snøskred (NVE, 2024b).



Figur 23: Oversiktskart over kartleggingsområde 3 – Vestlia (vestlig del).



Figur 24: Oversiktskart over kartleggingsområde 3 – Vestlia (østlig del).



Figur 25: Oversiktsbilde fra flere dronebilder av Vestlia, sett mot sør. Bildet er satt sammen fra flere bilder og proporsjonene i bildet er stedvis noe forvrengt. Kartleggingsområdet er antydnet med lilla omriss.

6.1.1 Topografi

Kartleggingsområdet har en jevn og relativ slak helning med kun stedvis terreng rundt 30 grader. Mye av terrenget brattere enn 30 grader er relatert til vegskjæringer og skjæringer bak hus, men det finnes også lokale, bratte skrenter som antas å være naturlige. I øst er det mer sammenhengende brattere terreng. En oversikt over helning er gitt i vedlegg B.

Påvirkningsområdet er snevret inn i forhold til avrenningsfeltet, og det er kun de områdene som kan gi skred direkte inn i kartleggingsområdet som er gitt som påvirkningsområde. Påvirkningsområdet er også slakt, med kun stedvis terreng brattere enn 30 grader.

6.1.2 Drenering

Det er en rekke markante drensløp som går gjennom området. De fleste drenerer i retning fra sør mot nord og har utløp i Hallingdalelve. Flere av bekkeløpene i de bebygde områdene er i stor grad lagt i rør i bakken. Elva Kulu renner i et stedvis nokså nedskåret gjel vest i kartleggingsområdet. Figur 2 gir en oversikt over hvilke (t) nedbørsfelt som gjelder for området.

Vedlegg B viser beregnet avrenning for området.

6.1.3 Geologi

Ifølge NGUs berggrunnskart (NGU, 2024a) består berggrunnen i kartleggings- og påvirkningsområdet av ryolitt (Figur 3).

Der det er berg i dagen, primært knyttet til bratte skrenter, er berget oppsprukket. Det er primært to sprekkesett som står nær vinkelrett på hverandre. Det ene er nært horisontalt og gjør at enkelte blokker mangler fot (støtte). vi anslår en sprekkeavstand mindre enn 0,5 m.

Ifølge NGUs løsmassekart (NGU, 2024b) består løsmassene i kartleggingsområdet av elve- og bekkeavsetninger langs med Hallingdalelve opp til kote + 440, og videre mot sør av et

sammenhengende morenedekke, usammenhengende morenedekke ca. fra kote + 550 (Figur 4). På befaring observerte vi et fåtalls områder med bart fjell. I østlige og øvre deler av kartleggingsområdet observerte vi mer blokkrik morene og større enkeltblokker.

6.1.4 Flyfoto og skråfoto

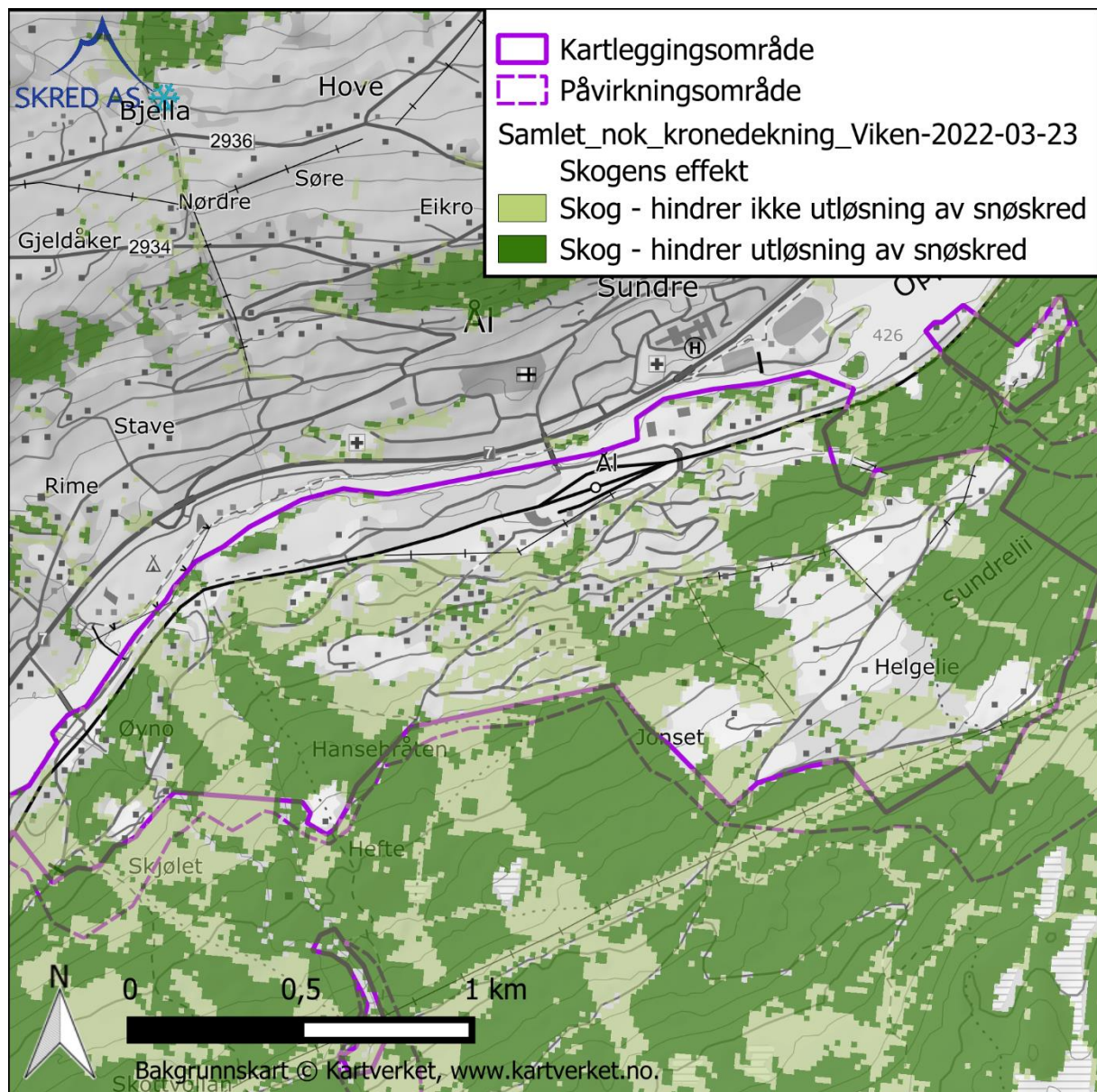
Det finnes serier med flyfoto for området fra 1963, 1994, 1991, 2006, 2009, 2011, 2013, 2016, 2019, 2020 og 2023 (Statens vegvesen et al., 2024). Jordskred som skjedde under «Hans» er synlig i flyfoto fra 2023, ellers har vi ikke gjort observasjoner relevant for skredfarevurderingen ved sammenligning av bildene.

Det har ikke funnet skråfoto for området (Nasjonalbiblioteket, 2024).

6.1.5 Skog

Ifølge NIBIOs datasett SR16 Beta (NIBIO, 2024) består skogen i området av furu og gran, med innslag av løvtrær. På befaring observerte vi i stor grad gran, med innslag av løvtrær.

Basert på beregninger fra SR16 (NIBIO, 2024) og vurderinger i felt, er skogen tett nok til å forhindre og redusere utløsning av snøskred i aktuelle løsnedområder for snøskred (Figur 26), men nedenfor gardstunet Dokklien, mot vest, har det nylig blitt hogd. All skog i både kartlegging – og påvirkningsområdet er iht. datasettet AR5 fra NIBIO (NIBIO, 2024) ansett for å være produktiv skog.



Figur 26: Kart over skog med kronedekning tett nok til å forhindre eller redusere utløsning av snøskred (SR16). Merk at nedenfor gardstunet Dokkliken, mot vest, har det nylig blitt hogd. Dette vises ikke i figuren.

6.1.6 Historiske skredhendelser

Skredhendelsene som vurderes å ha relevans for utredningen er beskrevet i Tabell 17. To av hendelsene gikk under ekstremværet «Hans». Som beskrevet i kapittel 3.5 er hendelsen i elveløpet Kulu under «Hans» vurdert å være masseførende flom og ikke skred.

Det er også flere mindre utglidninger i kartleggingsområdet. Disse er ikke lagt inn i tabellen, men er merket i registreringskartet (vedlegg C) som skredpunkt eller skredkant, og omtalt i vurderingen av jordskred, kapittel 6.2.4. Dette er hendelser med lavt potensiale for skredskade av betydning.

En oversikt over skredhendelser er gitt i Figur 21.

Tabell 17: Utvalgte historiske skredhendelser for området. Skrift i kursiv er tekst hentet fra NVE Atlas (NVE, 2024b). Oversikt over hendelsene er gitt i Figur 21.

Nr	Skredtype	Tidspunkt	Beskrivelse
4	Jordskred	8.august 2023	Jordskred i kartleggingsområdet. <i>Under ekstremværet «Hans» gikk det et jordskred i skråningen mellom Embrikshaugen og Strandalivegen. Skredet har en trekant-form, og virker å ha løsnet i ett punkt og erodert noe i skråningen.</i>
5	Jordskred	8.august 2023	Bråten, Ål. <i>Under ekstremværet «Hans» gikk det et jordskred ned mot gården Bråten. Mellom svingene i Vestlivegen (vest for Dokklien, ovenfor Vestlivegen) tok bekken et nytt løp. Dette førte til overflateavrenning inn i skråningen ovenfor Bråten og et jordskred ble utløst. Jordskredet stoppet på flata mellom hoppbakken og gården.</i>
6	Jordskred	Uvisst, men trolig under «Hans»	Jordskred fra kote + 485 og ned mot jernbanespor mellom Bråten og Espelunden. Mellom kartleggingsområde 2 og 3. Fulgte et bekkeløp/flomvei. Skredet nådde ikke ned til jernbane.
7	Løsmasseskred	23.april 2019	<i>Vestlivegen, utenfor Sandohuset. Løsmasseskred. Hendelse registrert av NVE jordskredvakt: "Vanskelig å finne riktig lokalitet, også tidspunkt er ikke indikert. Hallingdølen skriver "Tysdag i denne veka gjekk det eit leirras i Vestlia i Ål på vegen litt ovanfor Sandohuset....Vegen vart sperra for trafikk til leirmassene vart køyrt undan....Lensmann Stenersen opplyser at det for tida er fåre for fleire ras på Vestlivegen, då det er mykje leire i vegskråninga, og det no blir meir enn vanleg oppbløytt". Ingen bilder av hendelsen derfor stor usikkerhet skredtype og plassering, kan derfor ikke tegne utløppspolygon. Står ikke noe om tidspunkt for skredhendelsen i artikkelen, så stor usikkerhet for det og. Kan ikke se endringer på flyfoto heller. Finner ikke noe på google som heter Sandohuset. Det er ikke funnet mer informasjon om hendelsen og hendelsen har derfor fått kvalitetsnivå D. Kvaliteten kan økes hvis det forekommer mer dokumentasjon av skredet. Det er utført en kvalitetskontroll av denne skredhendelsen.</i>
8	Jordskred	80/90-tallet	Skredsår (løsneområdet) ble tydelig observert i terrenget under befarig. Svakt spor etter utløp ses i skyggekart. Det foreligger ingen informasjon om hendelsen.

6.1.7 Tidligere skredfareutredninger

I 2022 gjennomførte Asplan Viak en detaljert skredfarevurdering for Leirbakken 5, gårds- og bruksnummer 110/136 (Asplan Viak, 2022). Deler av det kartlagte området ble vurdert til å ikke tilfredsstille krav til sikkerhet mot skred, og faresoner jordskred med årlig gjentakintervall større enn 1/100 og 1/1000 ble tegnet inn.

Vi er ikke kjent med at det er utført andre skredfarevurderinger i kartleggingsområdet.

6.1.8 Eksisterende sikringstiltak

I elveløpet Kulu sin østlige del er det etter ekstremværet «Hans» utført plastring og sidekanter har fått økt høyde. Det foreligger ingen informasjon om eksisterende sikringstiltak mot skred i området.

6.2 Vurdering av skredfare

6.2.1 Steinsprang

I kartleggingsområdet er det et fåtall brattskrenter. Skrentene utgjør langsgående terrasser og har lav egenhøyde under 10 meter. Skrentene er oppsprukket og under befaringen ble det observert tidligere utfall, men i begrenset mengde. Løsnessannsynligheten vurderes til å være mindre enn 1/100, men større enn 1/1000.

Utfall fra skrentene vurderes å ha begrenset rekkevidde og potensiale for skredskade av betydning, men kan ikke utelukkes. Fallhøyden er for liten til at dynamisk modellering er aktuelt. Vi vurderer at utfall vil stoppe i overgangen mellom bratt og slakt terreng. Vi vurderer at sannsynligheten for steinsprang inn i kartleggingsområdet er større enn 1/1000 og 1/5000, og mindre enn 1/100. Dette er basert på antall utfall observert og fravær av ferske utfall av blokker.

Skog har ikke effekt på skredfaren.

Vi vurderer at den årlige sannsynligheten for steinsprang i kartleggingsområdet er lavere enn 1/100, men større enn 1/1000 og 1/5000. For skrenter i selve kartleggingsområdet er det inntegnet faresone.

6.2.2 Steinskred

Det er ingen større skrenter i området som kan gi utfall av berg i den størrelsesorden som klassifiseres som steinskred.

Skog har ikke effekt på skredfaren.

Steinskred vurderes derfor ikke som en reell skredprosess.

6.2.3 Snøskred

Kun mindre deler av terrenget har helning gunstig for utløsning av snøskred. Dette terrenget er imidlertid dekket av skog som vi vurderer som tett nok for å forhindre utløsning av snøskred (Figur 16) for flere av løснеområdene. Det er ingen historikk for snøskred i eller i nærheten av kartleggingsområdet. I tillegg er løснеområdene relativt lavt i skråningene og omringet av skog, noe som betyr at det skal en del til for at de fylles opp med snø og det blir vinddrift av snø. Løснеområdene både med og uten skog er begrenset i størrelse og utstrekning.

Løsnessannsynlighet for snøskred under dagens forhold vurderes som lavere enn 1/100 og 1/1000, men større enn 1/5000. For løснеområdene i øst er det stor ruhet i form av større

blokker og løsnesannsynligheten her vurderes til lavere enn 1/1000, men høyere enn 1/5000.

Dynamisk modellering av utløp ved hjelp av RAMMS::Avalanche viser at snøskred kan nå inn i deler av kartleggingsområde med årlig sannsynlighet større enn 1/5000. Som beskrevet i metodekapittelet 3.3.4, er faresonene i stor grad fastsatt etter dynamiske modelleringer.

Tabell 18 beskriver løsneområder for snøskred, og vist i registreringskartet (Vedlegg C) og modelleringskartet (Vedlegg D).

Vi vurderer at den årlige sannsynligheten for snøskred i kartleggingsområdet under dagens skogforhold er mindre enn 1/1000, men større enn 1/5000.

Dersom skogen forsvinner, vil det oppstå flere løsneområder for snøskred. Vi vurderer at disse har årlig løsnesannsynlighet for snøskred mindre enn 1/1000, men større enn 1/5000. Dette som følge av generell ruhet i terrenget, ligger relativt lavt i skråningen og at disse områdene ikke har en form som gjør at de typiske samler mye snø.

Dersom skogen fjernes vurderer vi at den årlige sannsynligheten for snøskred i kartleggingsområdet er større enn 1/5000 i østlige deler av kartleggingsområdet.

Tabell 18: Løsneområder for snøskred.

Navn	Beskrivelse	Snø-drift	Areal (m ²)	Effekt av skog	Årlig løsne-sannsynlighet	Årlig løsne-sannsynlighet u/skog
Sno3-1	Ikke spesielt godt egnet, svak konveks. Mye ruhet i form av blokker.	Lite	4414	Hogd i nyere tid	>1/5000	>1/5000
Sno3-2	Ikke spesielt godt egnet, svak konkav. Mye ruhet i form av blokker.	Lite	2095	Hindrer	-	>1/5000
Sno3-3	Ikke spesielt godt egnet svak konkav.	Lite	611	Hinder	-	>1/5000
Sno3-4	Ikke spesielt godt egnet, noe konveks.	Lite	3267	Hindrer noe i østlig del, nylig hogd i vestlig del	>1/5000	>1/5000
Sno3-5	Ikke spesielt godt egnet, ujevn og noe konveks.	Lite	5554	Hindrer	-	>1/5000
Sno3-6	Ikke spesielt godt egnet, svak konkav. Mye ruhet i form av blokker.	Lite	1895	Hindrer	-	>1/5000
Sno3-7	Ikke spesielt godt egnet, ujevnt. Mye ruhet i form av blokker.	Lite	2424	Hindrer	-	>1/5000
Sno3-8	Ikke spesielt godt egnet, ujevnt. Mye ruhet i form av blokker.	Lite	4545	Hindrer	-	>1/5000

6.2.4 Jordskred

Vest for Ål stasjon

Området er preget av flere bratte løsmasseskråninger der alle løsmasseskråninger med terrenghelning over 25 grader har blitt utpekt som mulige løsneområder for jordskred. Alle løsneområdene er begrenset i høyde og utstrekning, og er for det meste relatert til lavere og slake skrån timer i forbindelse med veg og etablerte boligtomter, både naturlige og ikke-naturlige. Ikke-naturlige løsmasseskråninger, som skjæringer, er vurdert. Løsneområdene har en høyde under 50 meter, og flere av de under 10 meter. De største løsneområdene er i denne delen av kartleggingsområdet navngitt Jord3-7, 3-12, 3-14, 3-15. Ifølge avrenningsanalysen er det lite/ingen avrenning i løsneområdene.

Mindre skrån timer lavere enn >10 meter har ikke blitt inntegnet som mulige løsneområder for jordskred. Dette fordi vi vurderer at disse vil ha lavt potensiale for skredskade av betydning.

Under ekstremværet «Hans» gikk det i dette området flere mindre skred. Det største fra Embrikshaugen ned mot Strandalivegen, skred nr. 4 i Tabell 17.

I bakkant av bolig- og næringsbygg ble det under befaring observert enkelte utglidninger. Det er grunn til å tro at disse skjedde i forbindelse med ekstremværet «Hans». Disse er merket som infopunkt i registreringskartet (vedlegg C). I en gjennomgang av skyggerelieffkartet har vi ikke observert spor etter historiske hendelser.

Tabell 19 beskriver løsneområder for jordskred, og er vist i registreringskartet (Vedlegg C) og modelleringskartet (Vedlegg D).

Løsnesannsynlighet for jordskred under dagens forhold vurderes som større enn 1/1000, men mindre enn 1/100. Dette baserer seg på generelt lav avrenning inn i løsneområdene og den lave frekvensen av historiske skredhendelser, samt hendelser under «Hans».

Dynamisk modellering av utløp ved hjelp av RAMMS::Avalanche viser at jordskred vi vurderer har årlig løsnesannsynlighet større enn 1/1000 har utløp inn i deler av kartleggingsområde. For skred med årlig løsnesannsynlighet større enn 1/5000 har utløp større utbredelse inn i kartleggingsområdet. Faresonene er fastsatt som beskrevet i metodekapittelet 3.4.4, men i de områder det er en brå overgang i terrenget til en utflating vurderer vi at utløpslengde vil bli kort.

Vi vurderer at den årlige sannsynligheten for jordskred inn i kartleggingsområdet er større enn 1/1000 og 1/5000, men lavere enn 1/100.

Fjerning av skog vil øke løsnesannsynligheten og antall løsneområder for jordskred. Utløpslengden vurderer vi til at vil også øke, som beskrevet i 3.7.2.1. De fleste løsneområdene vil i en situasjon uten skog ha løsnesannsynlighet større enn 1/1000, men lavere enn 1/100.

For en situasjon uten produktiv skog, vurderer vi at den årlige sannsynligheten for jordskred er større enn 1/1000 fra de fleste løsneområdene, men fortsatt lavere enn 1/100. Vi vurderer at faresonene med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 og 1/5000 vil dekke mer av kartleggingsområdet som følge av den økte løsnesannsynligheten.

Tabell 19: Løsneområder for jordskred. Årlig løsnesannsynlighet med og uten skog er gitt, hvor f.eks. 1/1000 vil si at vi vurderer løsneområdet relevant for skred med årlig løsnesannsynlighet 1/1000 og 1/5000.

Navn	Areal (m ²)	Snitt-helning (°)	Skog	Årlig løsne-sannsynlighet under dagens forhold	Årlig løsne-sannsynlighet uten skog	Kommentar
Jord3-3	782	29	Moderat	1/1000	1/1000	
Jord3-4	559	30	Tett	1/5000	1/1000	
Jord3-5	1732	28	Tett	1/1000	1/1000	Avrenning gjør at deler av løsneområdet har løsnesannsynlighet >1/1000 under dagens forhold.
Jord3-6	299	34	Tett	1/5000	1/1000	
Jord3-7	3381	30	Tett	1/5000	1/1000	Vann drenerer langs med vegkanten. Dette kan erodere understøtte.
Jord3-8	865	30	Tett	1/5000	1/1000	
Jord3-9	687	32	Tett	1/1000	1/1000	Kulu sitt vestlige løp kan erodere understøtte.
Jord3-10	676	33	Tett	1/1000	1/1000	Nært elveløp. Understøtte kan vaskes bort.
Jord3-11	922	32	Tett	1/5000	1/1000	
Jord3-12	4835	33	Moderat	1/1000	1/1000	Jernbanen kutter understøtten til skråning. Infopunkt 13
Jord3-13	3268	33	Delvis tett	1/1000	1/1000	Kulu sitt østlige løp kan erodere understøtte.
Jord3-14	2205	37	Tett	1/1000	1/1000	Elveløp kan erodere understøtte til skråningen.
Jord3-15	1524	32	Moderat	1/1000	1/1000	
Jord3-16	449	30	Moderat-tett	1/5000	1/1000	På befaring ble det observert tett skog.
Jord3-17	350	32	Nylig hogd	1/1000	1/1000	
Jord3-18	661	30	Lite	1/5000	1/5000	
Jord3-19	341	34	Lite	1/1000	1/5000	Skredsår observert under befaring.
Jord3-20	1243	32	Delvis tett	1/1000	1/1000	Skred omtalt i Tabell 17, nr. 4.
Jord3-21	734	33	Delvis tett	1/1000	1/1000	Potensiale for erosjon av understøtte. Tegn til at vann har rent i bunn av skråning.
Jord3-22	745	32	Moderat	1/1000	1/1000	Potensiale for erosjon av understøtte. Tegn til at vann har rent i bunn av skråning.
Jord3-23	408	32	Moderat	1/5000	1/5000	
Jord3-28	233	32	Delvis tett	1/1000	1/1000	

Øst for Ål stasjon

Området har mange likhetstrekk med vestlig del av kartleggingsområdet (vest for Ål stasjon). Området er preget av flere bratte løsmasseskråninger, og alle løsmasseskråningene med

terrenghelning over 25 grader har blitt utpekt som mulige løснеområder for jordskred. I motsetning til vest for Ål stasjon er flere av løснеområdene i øst større i utstrekning og høyde. De største løśnieområdene er registrert øst i området, men er preget av grovere og stedvis blokkrikt morenemateriale som generelt drenerer vann godt.

Ifølge dreneringsanalysen er generelt lite/ingen avrenning inn i løśnieområdene, men vi vet fra observasjoner under ekstremværet «Hans» at det var vann på avveie/nye flomveier inn i flere områder som utpeker seg som mulige løøgneområder for jordskred. Dette førte også til skredhendelser, den største ved Bråten (beskrevet i Tabell 17). Under «Hans» gikk det også flere mindre skred/utglidninger med lavt potensiale for skredskade av betydning. Disse er merket som infopunkt i registreringskartet (vedlegg C). Under befaring og ved hjelp av skyggerelieffkartet har vi observert enkelte spor etter historiske hendelser. Disse er merket som skredkant i registreringskartet (vedlegg C).

Mindre skråninger lavere enn >10 meter har ikke blitt inntegnet som mulige løøgneområder for jordskred. Dette fordi vi vurderer at disse vil ha lavt potensiale for skredskade av betydning ved eventuell utglidning av løsmasser.

Tabell 19 beskriver løøgneområder for jordskred, og er vist i registreringskartet (Vedlegg C) og modelleringskartet (Vedlegg D).

Løøgne sannsynlighet for jordskred under dagens forhold vurderes som større enn 1/1000, men mindre enn 1/100. Dette baserer seg på generelt lav avrenning inn i løøgneområdene og lav frekvens av historiske skredhendelser, samt hendelser under «Hans».

Dynamisk modellering av utløp ved hjelp av RAMMS::Avalanche viser at jordskred vi vurderer har årlig løøgne sannsynlighet større enn 1/1000 har utløp inn i deler av kartleggingsområdet. har årlig sannsynlighet større enn 1/1000 i deler av kartleggingsområde, og for skred med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 har utløp større utbredelse. Faresonene er fastsatt som beskrevet i metodekapittelet 3.4.4, men i de områder det er en brå overgang i terrenget til en utflating vurderer vi at utløpslengde vil bli kort.

Vi vurderer at den årlige sannsynligheten for jordskred inn i kartleggingsområdet er større enn 1/1000 og 1/5000, men lavere enn 1/100.

Fjerning av skog vil øke løøgne sannsynligheten og skredene vil kunne få lengre utløp, som beskrevet i 3.7.2.1. De fleste løøgneområdene vil i en situasjon uten skog ha løøgne sannsynlighet større enn 1/1000, men lavere enn 1/100.

For en situasjon uten produktiv skog, vurderer vi at den årlige sannsynligheten for jordskred er større enn 1/1000 fra de fleste løøgneområdene, men fortsatt lavere enn 1/100. Vi vurderer at faresonene med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 og 1/5000 vil dekke mer av kartleggingsområdet som følge av den økte løøgne sannsynligheten

Tabell 20: Løsneområder for jordskred. Årlig løsnesannsynlighet med og uten skog er gitt, hvor f.eks. 1/1000 vil si at vi vurderer løsneområdet relevant for skred med årlig løsnesannsynlighet 1/1000 og 1/5000.

Navn	Areal (m ²)	Snitt-helling (°)	Skog	Årlig løsne-sannsynlighet under dagens forhold	Årlig løsne-sannsynlighet uten skog	Kommentar
Jord3-1	236	34	Tett	1/1000	1/1000	Skred ved den gamle hoppbakken, Skred omtalt i Tabell 17, nr.7. For et scenario uten skog er det inntegnet faresone 1/100.
Jord3-2	332	26	Lite	1/1000	1/1000	Skred ved Bråten, se Tabell 17, nr. 5.
Jord3-30	840	27	Moderat	1/1000	1/1000	
Jord3-31	936	31	Tett	1/5000	1/1000	
Jord3-33	1193	33	Tett	1/5000	1/1000	
Jord3-34	887	34	Delvis tett	1/1000	1/1000	
Jord3-35	940	31	Tett	1/5000	1/1000	
Jord3-36	2370	32	Tett	1/1000	1/1000	Bekk renner gjennom løsneområdet
Jord3-37	3293	34	Tett	1/5000	1/5000	
Jord3-38	770	34	Moderat	1/1000	1/1000	
Jord3-39	1152	35	Delvis tett	1/1000	1/1000	
Jord3-40	39067	31	Tett	1/5000	1/5000	Men hogd i utløpssone
Jord3-41	4025	31	Tett	1/5000	1/5000	Men hogd i utløpssone
Jord3-42	1683	31	Delvis tett	1/5000	1/1000	
Jord3-43	993	34	Tett	1/1000	1/100	Utglidning i fylling under «Hans». Førte til massetransport i nærliggende bekk, og videre erosjon nedover i løpet. Infopunkt 10. Der avrenningen er på sitt største er det inntegnet faresone 1/100 for et scenario uten skog.
Jord3-44	2277	30	Tett	1/5000	1/1000	
Jord3-45	8098	32	Delvis tett, vestlig del nylig hogd	1/1000	1/100	Der avrenningen er på sitt største er det inntegnet faresone 1/100 for et scenario uten skog.
Jord3-46	3036	30	Tett	1/1000	1/1000	Historisk skredkant observert i vestlig del av løsneområdet. For et scenario uten skog er det inntegnet faresone 1/100.
Jord3-47	1484	33	Tett	1/5000	1/1000	
Jord3-49	776	34	Delvis tett	1/1000	1/1000	Bratthet gjør at løsneområdet får noe høyere sannsynlighet
Jord3-50	548	33	Moderat	1/1000	1/1000	
Jord3-51	539	34	Delvis tett	1/5000	1/1000	
Jord3-52	6775	29	Lite	1/5000	1/5000	Nylig hogd
Jord3-53	4345	30	Tett	1/5000	1/5000	
Jord5-54	13409	31	Tett	1/5000	1/1000	
Jord5-55	671	33	Lite	1/1000	1/1000	Forsenkning som kan samle vann
Jord5-56	369	34	Delvis tett	1/1000	1/1000	Nylig utglidninger, infopunkt 14

6.2.5 Flomskred

Det er ingen bekke- eller drensløp som er egnet for å danne flomskred.

Skog har ikke effekt på skredfaren.

Flomskred vurderes derfor ikke som en reell skredprosess i området.

6.2.6 Sørpeskred

Det er ikke identifisert løsneområder for sørpeskred i området da vi vurderer at det er ingen større drensveier der vann kan samle seg opp i snødekket og fungere som løsnerområde for sørpeskred.

Skog har ikke effekt på skredfaren.

Sørpeskred vurderes derfor ikke som en reell skredprosess i området

6.2.7 Andre faremomenter

Flom og masseførende flom er aktuelle problemstillinger i Kulu. I tillegg er det fare for vann på avveie som kan gi erosjon og videre massetransport som følge av tette stikkrenner og nye flomveier. Disse problemstillingene er omtalt i rapport 23520-02.

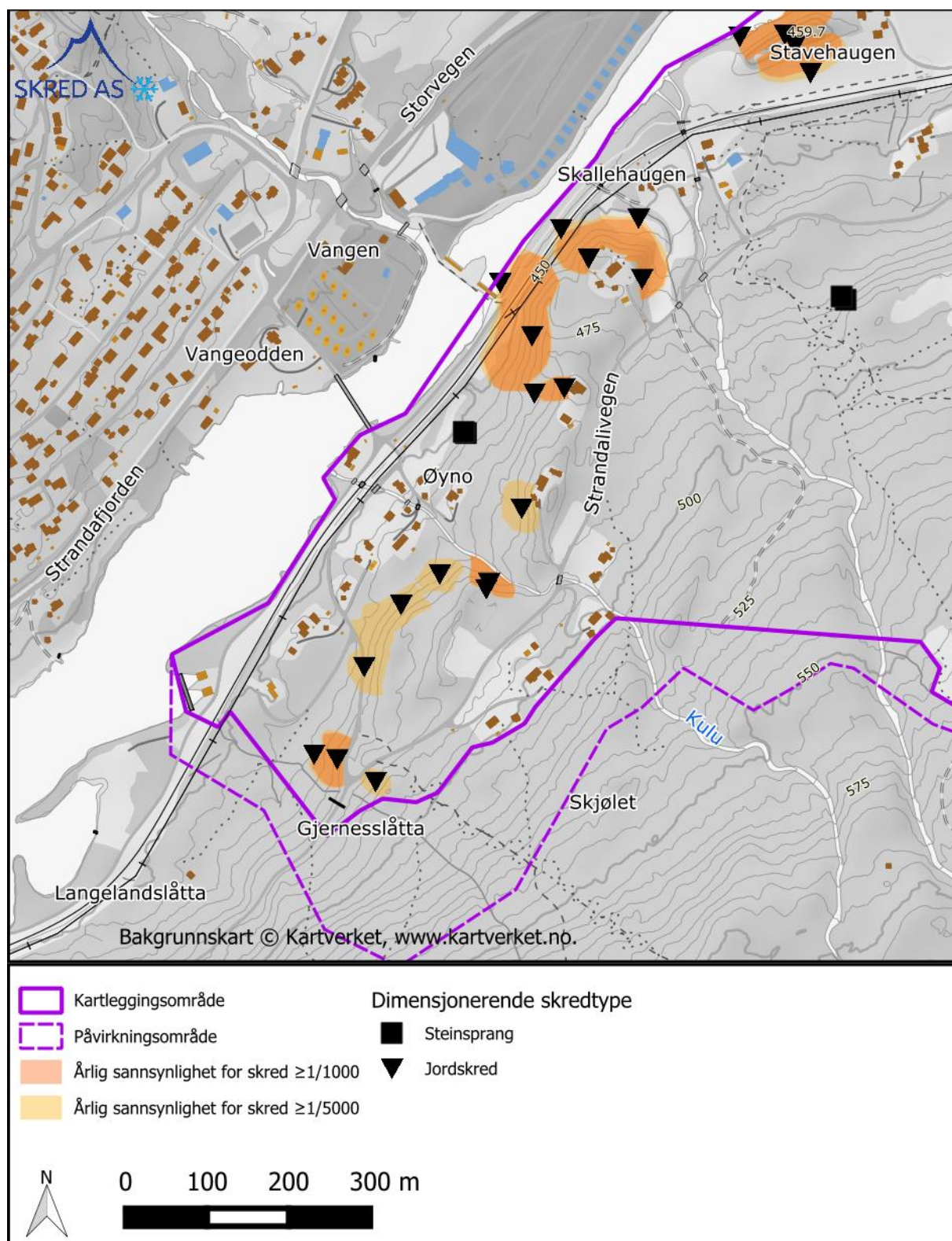
6.3 Samlede faresoner

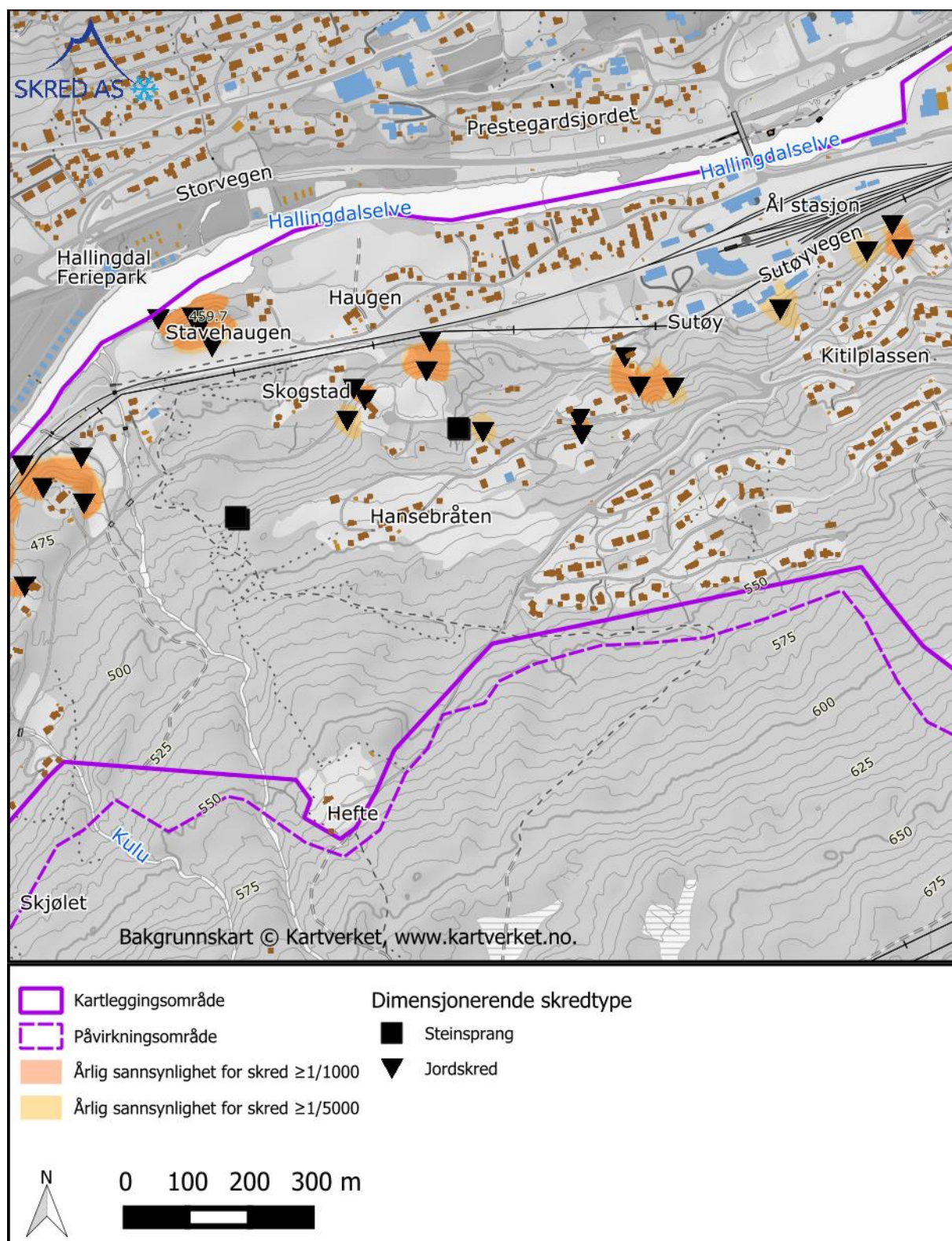
6.3.1 Med skog

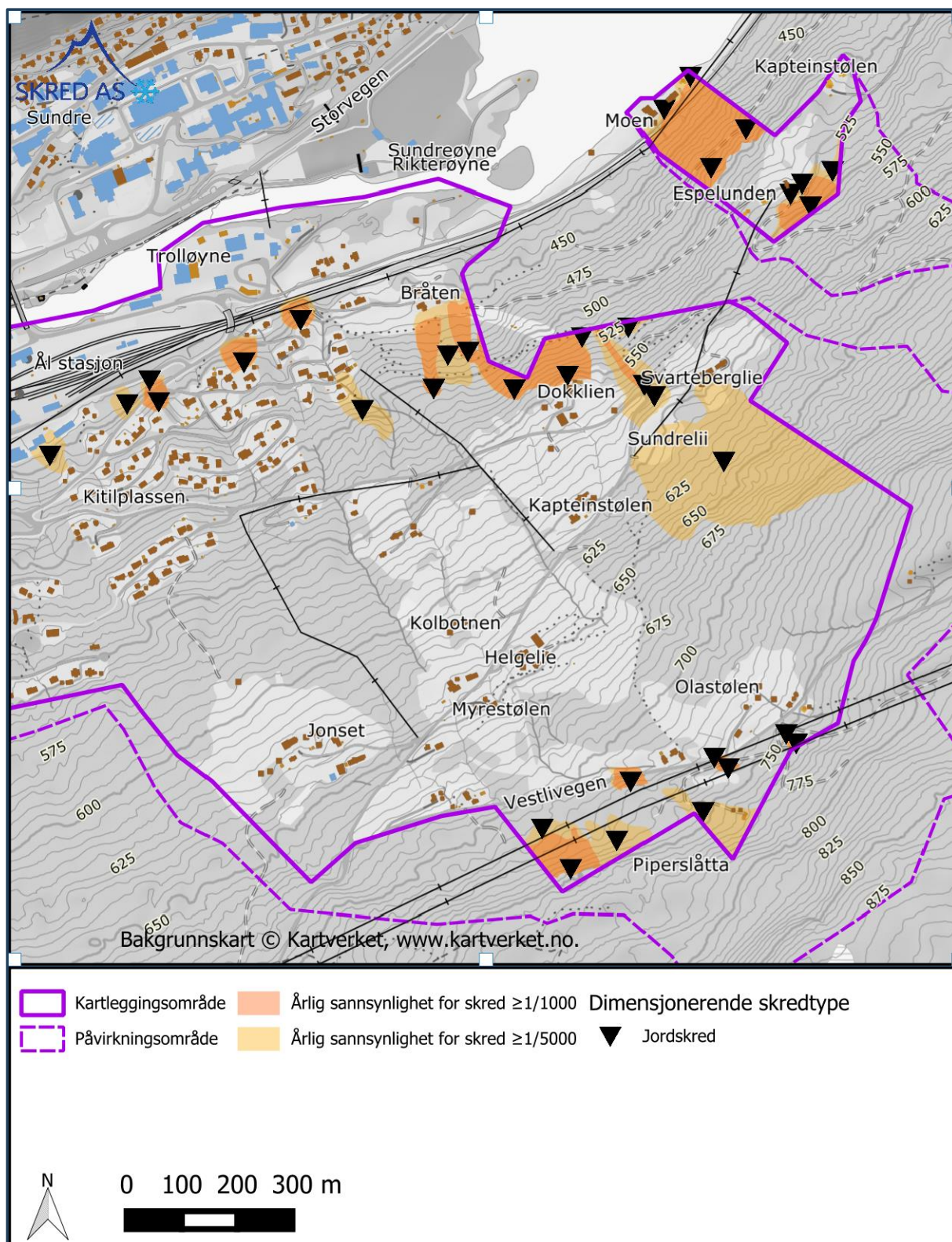
Med dagens skogforhold vurderer vi at det er fare for snøskred i mindre del av kartleggingsområdet med årlig sannsynlighet 1/5000. For jordskred vurderer vi at flere mindre deler av kartleggingsområdet har årlig sannsynlighet større enn 1/1000. Faresoner er gitt i Figur 27.

Tabell 21: Antall bygg i ulike sikkerhetsklasser som ligger innenfor faresonene i området.

Årlig sannsynlighet for skred	S1	S2	S3
≥1/100	0	0	0
≥1/1000	-	0	0
≥1/5000	-	-	0







Figur 27: Faresonekart (i tre deler) med dagens skogforhold for kartleggingsområde 3 - Vestlia

6.3.2 Uten skog

Dersom all produktiv skog fjernes vurderer vi at løsneseansynligheten for jordskred. Økt løsneseansynlighet for jordskred vil påvirke og utvide faresonene i kartleggingsområdet. For snøskred vurderer vi at løsneseansynligheten ikke vil øke, men det muliggjør nye løsneområder for snøskred, og dermed øker også faresonene.

6.3.3 Avvik fra tidligere skredfareutredninger

Faresonene fastsatt i denne rapporten avviker fra tidligere skredfarevurderinger. I vurderingen utført av Asplan Viak (Asplan Viak, 2022) ble det inntegnet faresoner jordskred med årlig gjentakintervall større enn 1/100 og 1/1000. De inntegnede faresonene gitt i Asplan Viak sin rapport vurderer vi representerer skråninger med for lavt skadepotensiale til å representere en faresone for skred. Vi vurderer at det kun er den nordligste av faresoner inntegnet av Asplan Viak faresonene som vil være gjeldende da skråningen her har en viss fallhøyde.

6.3.4 Stedspesifikk usikkerhet

Det er knyttet stor usikkerhet til faresonene med skog dimensjonert av snøskred da vi ikke har historikk, og faresonene i stor grad er tegnet etter modellberegninger. I vurderingen av jordskred kan infrastruktur kan ha ødelagt geomorfologiske tegn som viser tidligere løsneområder, skredsår og avsetninger som både sier noe om løsneseansynlighet og mulig utbredelse jordskred.

7 Konklusjon

Utredningen viser at store deler av området er utsatt for jordskred. Mindre deler av området er også utsatt for steinsprang, og i elveløpet Kulu kan sørpeskred forekomme som sjeldne hendelser. Ved dagens skogforhold kan snøskred forekomme som sjeldne hendelser, men i en situasjon der produktiv skog er fjernet vurderer vi snøskred som en aktuell skredtype. For en situasjon uten produktiv skog øker faren for jordskred betydelig.

Tabell 22: Antall bygg i ulike sikkerhetsklasser som ligger innenfor faresonene totalt sett. Tall i parentes viser antall bygg i faresonene ved fjerning av produktiv skog.

<u>Årlig sannsynlighet for skred</u>	<u>S1</u>	<u>S2</u>	<u>S3</u>
≥1/100	0 (0)	0	0
≥1/1000	-	0 (5)	0
≥1/5000	-	-	0 (0)

8 Referanser

Asplan Viak, 2022. Skredfarevurdering Leirbakken 5, Ål kommune.

Direktoratet for byggkvalitet, 2024. Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning § 7-3 [WWW Document]. URL <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/7/7-3/>

Kartverket, 2024a. Topografisk Norgeskart [WWW Document]. URL <https://openwms.statkart.no/skwms1/wms.topograatone?service=wms&request=getcapabilities>

Kartverket, 2024b. Høydedata [WWW Document]. URL <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>

Magnin, F., Etzelmüller, B., Westermann, S., Isaksen, K., Hilger, P., Hermanns, R.L., 2019. Permafrost distribution in steep rock slopes in Norway: measurements, statistical modelling and implications for geomorphological processes. Earth Surface Dynamics.

Nasjonalbiblioteket, 2024. Nettbiblioteket [WWW Document]. URL <https://www.nb.no/search?mediatype=bilder>

NGI, 2021. Jord- og flomskred. Klimaanalyse for bruk i skredfarekartlegging. NVE Ekstern rapport 11/2021.

NGU, 2024a. Berggrunn - Nasjonal berggrunnsdatabase [WWW Document]. URL https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/

NGU, 2024b. Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase [WWW Document]. URL https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/

NGU, 2024c. NADAG [WWW Document]. URL https://geo.ngu.no/kart/nadag_mobil/

NIBIO, 2024. Kilden [WWW Document]. URL <https://kilden.nibio.no/>

Norsk Klimaservicesenter, 2024. Klimaprofiler [WWW Document]. URL <https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/om>

NVE, 2024a. Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng [WWW Document]. URL <https://veileder-skredfareutredning-bratt-terreng.nve.no>

NVE, 2024b. NVE Atlas [WWW Document]. URL <https://atlas.nve.no/>

NVE, 2024c. NVE API [WWW Document]. URL api.nve.no

NVE, 2024d. Rapportdatabase [WWW Document]. URL <https://temakart.nve.no/tema/skredrapport>

NVE, 2021a. Rapport 9/2021 Bruk av RAMMS::DEBRISFLOW på kjente sørpeskredhendelser.

NVE, 2021b. FOU 80606 - Identifisering av løsneområder for sørpeskred.

NVE, Jernbaneverket, Statens vegvesen, 2015. Sammenligning av modelleringsverktøy for norske snøskred - Naturfareprosjektet: Delprosjekt 7 Skred og flomsikring.

NVE, Meteorologisk institutt, Statens vegvesen, Kartverket, 2024. Varsom SeNorge [WWW Document]. URL <https://www.senorge.no/map>

Skred AS, 2020. FOU 80607 - RAMMS::Debris Flow for beregning av jordskred.

SLF WSL, 2022a. RAMMS::AVALANCHE User Manual v1.8.0.

SLF WSL, 2022b. RAMMS::DEBRISFLOW User Manual v1.8.0.

Statens vegvesen, 2024. Vegkart [WWW Document]. URL <https://vegkart.atlas.vegvesen.no>

Statens vegvesen, NIBIO, Kartverket, 2024. Norge i bilder [WWW Document]. URL <https://www.norgeibilder.no>

Egenerklæring for kompetanse

Skred AS erklærer seg skikket til å utføre utredning av skredfare i bratt terreng og at utførende fagpersoner innehar nødvendig kompetanse i henhold til NVE veilederen «Sikkerhet mot skred i bratt terreng – Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak» (<https://www.nve.no/veileder-skredfareutredning-bratt-terreng/>).

Egenerklæring om utførende foretaks kompetanse	JA	NEI	Kommentar
Ansvarlig for å utføre skredfaglige utredninger er godt kjent med gjeldende forskrifter ¹ , veiledere ² , retningslinjer ³ og fagnormer som gjelder for å utføre skredfareutredninger.	X		Se liste med gjeldende krav og lover nedenfor.
Minst to kvalifiserte fagpersoner blir benyttet i oppdraget, en som utførende og en som sidemannskontrollør. De to påkrevde fagpersonene må ha minst 5 og 3 års netto erfaring med tilsvarende oppdrag, samt relevant utdanning som definert i veilederen. Personell med mindre enn 3 års erfaring kan benyttes i oppdraget i tillegg til de to med påkrevd erfaring.	X		Se tabell med fastansatt faglig personell nedenfor. CV kan tilsendes ved behov.
Foretaket har kunnskap om og tilgang på dynamiske skredmodeller der slike er kommersielt tilgjengelig.	X		
Foretaket har ansvarsforsikring som minst tilsvarer krav i NS 8401/8402 (prosjekterings- og rådgivningsoppdrag).	X		

¹ Byggteknisk forskrift (TEK17) og Plan- og bygningsloven (med veileder).

² NVE veileder: Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak.

³ NVE retningslinjer: Flaum- og skredfare i arealplanar – Revidert 22.mai 2014.

Kompetansen til våre medarbeidere ses i tabellen under.

Person	Utdanning	Erfaring med tilsvarende oppdrag fra-til	Erfaring med tilsvarende oppdrag år
Kalle Kronholm	<u>Naturgeograf</u> ; Dr. sc. nat., Universitetet i Zürich / SLF-WSL i Davos, Sveits.	2005-2024	19
Hedda Breien	<u>Geolog</u> ; Ph.d. Naturkatastrofer. Institutt for Geofag, Universitetet i Oslo	2008-2024	16
Birgit K. Buck-Persson	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Berggrunnsgeologi. Institutt for geologi, Universitetet i Tromsø	2010-2024	14
Espen Eidsvåg	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Kwartærgeologi og paleoklima, Universitetet i Bergen	2012-2024	12
Nils Arne Kavli Walberg	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Miljøgeologi og Geofarer. Institutt for Geofag, Universitetet i Oslo.	2013-2024	11
Henrik Langeland	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Geologi hovedprofil Ingeniørgeologi, NTNU Trondheim.	2014-2024	10
Hallvard Nordbrøden	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Tekniske Geofag, NTNU Trondheim.	2014-2024	10
Hans Georg Grue	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Kwartærgeologi og paleoklima, Universitetet i Bergen.	2016-2024	8
Sondre Lunde	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Tekniske geofag, NTNU Trondheim.	2017-2024	7
Pål Lohne	<u>Geolog</u> ; B. Sc. Geologi og geofare, Høgskulen i Sogn og Fjordane, Sogndal.	2020-2024	4
Kristin Brandtsegg Lome	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Kwartærgeologi og sedimentologi, Universitetet i Tromsø.	2020-2024	4