

Oppdragsgiver	Navn Ål kommune	Kontaktperson Svein Furuhaug
Oppdrag	Nummer og navn 23458 Ål, Breie/Tune/Skottebøl – Gjennomgang av Kristin Lome bekkeløp og skredfarevurdering med prosjektering av sikringstiltak for naturskade, flom og skred	Oppdragsleder
Dokument	Nummer 23458-01-1 Utført av Kristin Lome og Kalle Kronholm	Dato 2024-02-29 Kontrollert av Espen Eidsvåg

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
2	2024-02-29	KL	EE	Endelig
1	2024-02-01	KL, KK	EE	Original

## Skredfarekartlegging for Breie, Tune og Skottebøl

### Sammendrag

Skred AS har utført en skredfarekartlegging for Breie/Tune/Skottebøl 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 og flomskred. Mindre deler av området er også utsatt for steinsprang, og i tre bekkeløp 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 og flomskred betydelig.

Bebyggelsen i kartleggingsområdene er grovt klassifisert i sikkerhetsklassene S2 og S3. Det ligger også bygg i sikkerhetsklasse S1 innenfor faresone med årlig sannsynlighet større enn 1/100. Vi bemerker at husene som ble ødelagt av skred under «Hans» ikke er telt med i tabellen. Skredfareutredningen viser at flere bygg har for høy skredfare for sin sikkerhetsklasse iht. kravene i TEK17 § 7-3, som vist i tabellen under:

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

Område	S2-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 Tangeviki-Djupedokki-Bekkestad		12	12	19		
2 Breiehagen-Breie-Sundbrei		18	18	30	1	1
3 Tunehago-Tune	1	10	9	24		
4 Skottebøl-Noss			3	3		
<b>Samlet</b>	<b>1</b>	<b>39</b>	<b>41</b>	<b>76</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

## Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>8</b>
1.1	Forord	8
1.2	Bakgrunn	8
1.3	Kartlagte områder	8
1.4	Krav til sikkerhet mot skred	9
1.5	Tilpassing fra NVEs rapportmal	10
1.6	Forbehold	10
<b>2</b>	<b>Grunnlag</b>	<b>11</b>
2.1	Digital terrengmodell	11
2.2	Avrenning	11
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	23
2.9	Eksisterende sikringstiltak	24
2.10	Feltarbeid	24
<b>3</b>	<b>Metode</b>	<b>26</b>
3.1	Steinsprangvurdering	26
3.2	Steinskredvurdering	28
3.3	Snøskredvurdering	28
3.4	Jordskredvurdering	32
3.5	Flomskred	37
3.6	Sørpeskredvurdering	38
3.7	Vurderinger med og uten skog	39
3.8	Bebyggelsens effekt på skredfaren	41
3.9	Andre faremomenter	41
<b>4</b>	<b>Område 1 – Tangeviki-Djupedokki-Bekkestad</b>	<b>42</b>
4.1	Områdebeskrivelse	42
4.2	Vurdering av skredfare	49
4.3	Samlede faresoner	57
<b>5</b>	<b>Område 2 – Breie</b>	<b>60</b>
5.1	Områdebeskrivelse	60
5.2	Vurdering av skredfare	66
5.3	Samlede faresoner	76
<b>6</b>	<b>Område 3 – Tunehago-Tune</b>	<b>79</b>
6.1	Områdebeskrivelse	79
6.2	Vurdering av skredfare	86

6.3	Samlede faresoner .....	93
<b>7</b>	<b>Område 4 – Skottebøl-Noss .....</b>	<b>96</b>
7.1	Områdebeskrivelse.....	96
7.2	Vurdering av skredfare.....	101
7.3	Samlede faresoner .....	108
<b>8</b>	<b>Konklusjon .....</b>	<b>111</b>
<b>9</b>	<b>Referanser.....</b>	<b>112</b>

## Figurer

Figur 1: Oversiktskart over kartleggingsområdet.....	9
Figur 2: Berggrunnskart med data fra NGU for kartleggings- og påvirkningsområdet.....	12
Figur 3: Løsmassekart med data fra NGU fra kartleggings- og påvirkningsområdet.....	13
Figur 4: Middelerverdi og ekstremer (maksimum og minimum) per måned for temperatur, nedbør, 3-døgn nysnø og snødybde for perioden 1957-2023 er hentet fra SeNorge (NVE et al., 2023).....	16
Figur 5: Normalisert kombinert nedbør 40 dager fulgt av 3-døgns nedbør. Årlige maksimumsverdier fra Ål III.....	19
Figur 6: Ekstremverdifordeling basert på 3 ulike metoder for dataene vist i Figur 3 (markert med svarte ringer). Observasjonen under Hans er innringet med oransje. ....	19
Figur 7: Vind og nedbørfordeling 2006 -2023 vind fra Geilo – Oldebråten (SN25630) nedbør i samme periode fra Ål III (SN25320). ....	20
Figur 8: Vind og nedbørfordeling 2016-2023 fra Hemsedal Skisenter (SN25115) 1344 moh., nedbør i samme periode fra Hemsedal -Holtø (SN25100).....	20
Figur 9: Vindfordeling og nedbør fra Geilo-Oldebråten 7. til 10. august.....	21
Figur 10: Nedbør og vind under Hans fra Hemsedal. Nedbør registrert kl. 00 er fra 08 dagen før til 08 samme dag.....	22
Figur 11: Bilde er fra MET (2023) .....	23
Figur 12: Oversiktskart over kartleggingsområde 1 – Tangeviki-Djupedokki-Bekkestad. ....	43
Figur 13: Oversiktsbilde satt sammen fra flere dronebilder av Tangeviki-Djupedokki-Bekkestad, sett mot NV. Bildet er satt sammen fra flere bilder og proporsjonene i bildet er stedvis noe forvrent. Kartleggingsområdet er antydnet med lilla omriss. ....	44
Figur 14: Estimerte nedbørfelt for fjellsiden. Figuren er hentet fra rapport 23458-02-1, som vurderer kritiske punkter i det samme området som denne rapporten omfatter.....	45
Figur 15: Kart over skog med kronedekning tett nok til å forhindre eller redusere utløsning av snøskred (SR16). ....	47
Figur 16: Faresonekart med dagens skogforhold for kartleggingsområde 1 – Tangeviki-Djupedokki-Bekkestad. Symbol for dimensjonerende skredtype er utelatt fra figuren for å bedre lesbarheten. Dimensjonerende skredtype er vist i vedlegg 1E. ....	58
Figur 17: Oversiktskart over kartleggingsområde 2 – Breie.....	60

Figur 18: Oversiktsbilde satt sammen fra flere dronebilder av Breie, sett mot nordvest. Bildet er satt sammen fra flere bilder og proporsjonene i bildet er stedvis noe forvrent. Kartleggingsområdet er antydnet med lilla omriss. ....	61
Figur 19: Estimerte nedbørfelt for fjellsiden. Figuren er hentet fra rapport 23458-02-1, som vurderer kritiske punkter i det samme området som denne rapporten omfatter. ....	62
Figur 20: Kart over skog med kronedekning tett nok til å forhindre eller redusere utløsning av snøskred (SR16). ....	64
Figur 21: Faresonekart med dagens skogforhold for kartleggingsområde 2 – Breie. Symbol for dimensjonerende skredtype er utelatt fra figuren for å bedre lesbarheten. Dimensjonerende skredtype er vist i vedlegg 2E. ....	77
Figur 22: Oversiktskart over kartleggingsområde 3 – Tunehago-Tune.....	79
Figur 23: Oversiktsbilde satt sammen fra flere dronebilder av Tunehago-Tune, sett mot NV. Bildet er satt sammen fra flere bilder og proporsjonene i bildet er stedvis noe forvrent. Kartleggingsområdet er antydnet med lilla omriss. ....	80
Figur 24: Estimerte nedbørfelt for fjellsiden. Figuren er hentet fra rapport 23458-02-1, som vurderer kritiske punkter i det samme området som denne rapporten omfatter. ....	81
Figur 25: Kart over skog med kronedekning tett nok til å forhindre eller redusere utløsning av snøskred (SR16). ....	83
Figur 26: Figur fra rapport nr. 22210-01-1 som viser faresone for skred med årlig sannsynlighet større enn 1/1000, dimensjonert av steinsprang. ....	85
Figur 27: Faresonekart med dagens skogforhold for kartleggingsområde 3 – Tunehago-Tune. Symbol for dimensjonerende skredtype er utelatt fra figuren for å bedre lesbarheten. Dimensjonerende skredtype er vist i vedlegg 3E. ....	94
Figur 28: Oversiktskart over kartleggingsområde 4 – Skottebøl-Noss.....	97
Figur 29: Oversiktsbilder av Skattebøl-Noss, sett mot nord. Kartleggingsområdet er antydnet med lilla omriss.....	98
Figur 30: Kart over skog med kronedekning tett nok til å forhindre eller redusere utløsning av snøskred (SR16). ....	100
Figur 31: Faresonekart med dagens skogforhold for kartleggingsområde 4 – Skottebøl-Noss. Symbol for dimensjonerende skredtype er utelatt fra figuren for å bedre lesbarheten. Dimensjonerende skredtype er vist i vedlegg 4E. ....	109

## 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. ....	8
Tabell 3: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggt teknisk forskrift, TEK17 § 7-3 (Direktoratet for byggkvalitet, 2023). ....	10
Tabell 4: Informasjon om gridpunktene fra de interpolerte datasettet som er brukt til klimaanalysen. Tabellen viser hvilken høyde de utvalgte punktene ligger på, samt høydenivå for modellen. ....	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 punktene 1-4 (kart og koordinater i kapittel 2.6.2) samt 1 døgn nedbør fra værstasjonen ÅL III hele året og 3 døgn nedbør des-april. ....	16
Tabell 7: Returperiode for 1 og 3 døgns nedbør under ekstremværet «Hans» .....	18
Tabell 8: Beskrivelse av infopunkt vist i registreringskart, vedlegg C .....	24
Tabell 9: Inndata benyttet for modelleringer av steinsprang i Rockyfor3D. ....	26
Tabell 10: Beregninger som ligger til grunn for vurderte bruddkanthøyder (*avrundet). ....	30
Tabell 11: Analyse av løснеområder for jord- og flomskred fra ekstremværet "Hans" .....	34
Tabell 12: Oppsummering av hvilke parametere som ga "best fit" ved etterregning av "Hans-hendelsene" med RAMMS::Debris flow, type løsmasser i skredene og terrengform. Alle beregninger er kjørt med erosjon .....	35
Tabell 13: Utvalgte historiske skredhendelser for området. ....	47
Tabell 14: Løснеområder for snøskred. ....	52
Tabell 15: Løснеområder 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. De fargede feltene synliggjør løsneområdene hvor det gikk skred under «Hans».....	55
Tabell 16: Antall bygg i ulike sikkerhetsklasser som ligger innenfor faresonene i området. ..	57
Tabell 17: Utvalgte historiske skredhendelser for området. ....	64
Tabell 18: Løснеområder for snøskred. ....	68
Tabell 19: Løснеområder for jordskred. De fargede radene synliggjør løsneområdene hvor det gikk skred under «Hans» .....	71
Tabell 20: Løснеområder for flomskred. *Dybde på løsneområde for modellkjøringer vist i vedlegg D. For mange løsneområder er det gjort modelleringer med flere dybder/volum.....	74
Tabell 21: Løснеområder for sørpeskred. *Dybde og parametere på løsneområde for modellkjøringer vist i vedlegg D. For mange løsneområder er det gjort modelleringer med flere dybder og parametere. **Vurdering av skog avviker til dels fra skogkartet som følge av lokalt mindre skog i forsenkninger og raviner enn det som fremgår i kartdata. ....	75
Tabell 22: Antall bygg i ulike sikkerhetsklasser som ligger innenfor faresonene i området. ..	76
Tabell 23: Utvalgte historiske skredhendelser for området. ....	83
Tabell 24: Oppsummering av tidligere utførte skredfarevurderinger i kartleggingsområdet. ....	84
Tabell 25: Løснеområder for snøskred. ....	88
Tabell 26: Løснеområder for jordskred. De fargede radene synliggjør løsneområdene hvor det gikk skred under «Hans». ....	91
Tabell 27: Løснеområder for sørpeskred. *Dybde og parametere på løsneområde for modellkjøringer vist i vedlegg D. For mange løsneområder er det gjort modelleringer med flere dybder og parametere. **Vurdering av skog avviker til dels fra skogkartet som følge av lokalt mindre skog i forsenkninger og raviner enn det som fremgår i kartdata. ....	92
Tabell 28: Antall bygg i ulike sikkerhetsklasser som ligger innenfor faresonene i området. ..	93

Tabell 29: Utvalgte historiske skredhendelser for kartleggingsområde 4. ....	100
Tabell 30: Løsneområder for snøskred. Bruddkanthøyde for 1/100 og 1/1000 er ikke relevant.....	103
Tabell 31: Løsneområder for jordskred.....	106
Tabell 32: Antall bygg i ulike sikkerhetsklasser som ligger innenfor faresonene i området.	108
Tabell 33: Antall bygg i ulike sikkerhetsklasser som ligger innenfor faresonene totalt sett. Tall i parentes viser antall bygg i faresonene ved fjerning av produktiv skog.....	111

## Vedlegg

De fleste vedleggene er organisert for hvert område (1-4) 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
- UKS utført av Multiconsult
- Skred AS sitt tilsvare på UKS

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 Byggeteknisk forskrift (TEK 17, kap 7.3) (Direktoratet for byggkvalitet, 2023) 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 Breie/Tune/Skottebøl i Ål kommune. Kartleggingsområdet ligger innenfor NVEs aktsomhetssoner for jord- og flomskred, snøskred og steinsprang (NVE, 2023a).

## 1.3 Kartlagte områder

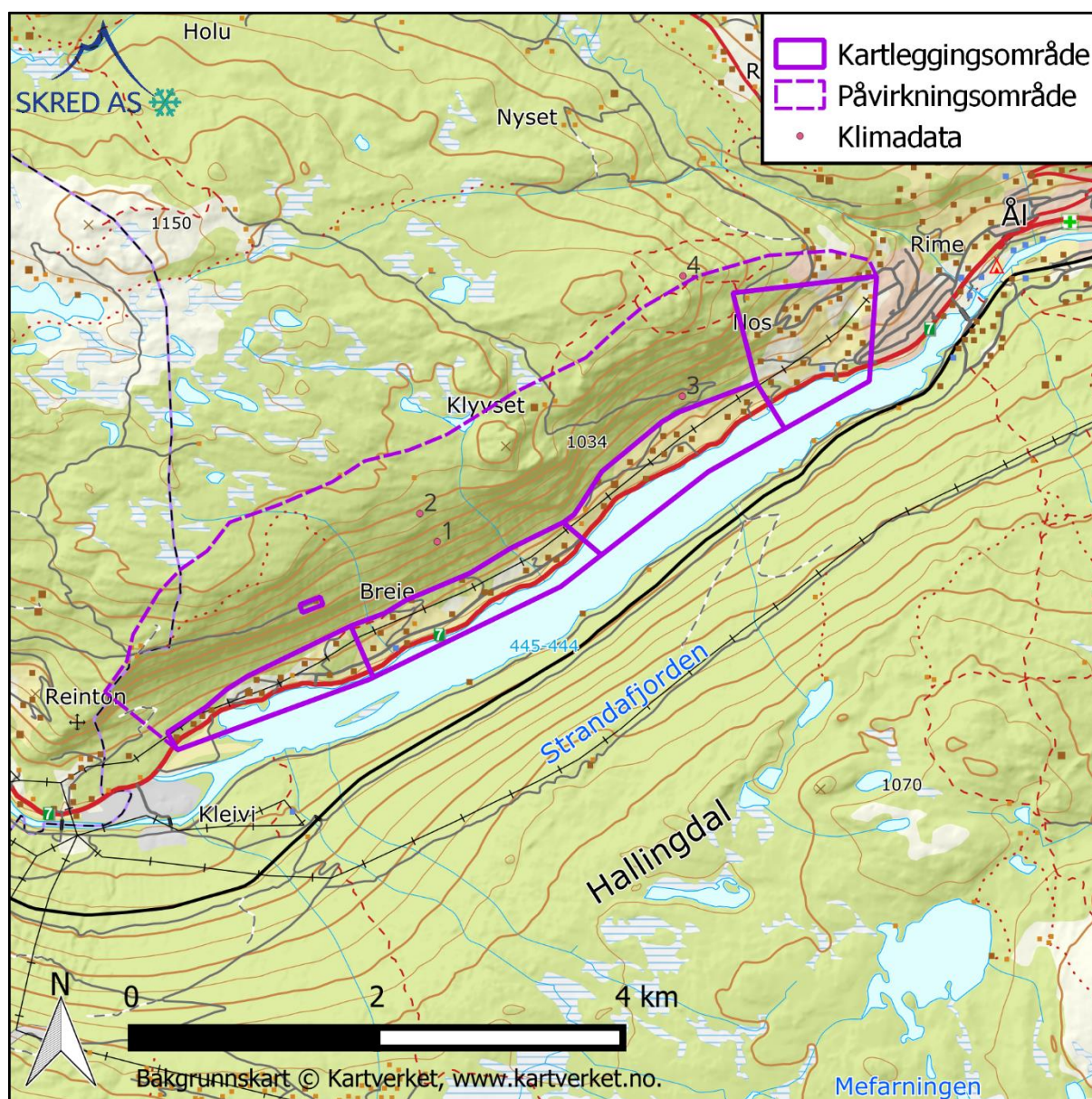
Ål kommune har etterspurt en skredfarekartlegging fra Tangeviki i vest til Noss i øst. Vi har etter dialog med kommunen delt området opp i fire delområder (Tabell 2 og Figur 1) for å forbedre lesbarheten til rapporten, samt kvaliteten på kartvedleggene.

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

Nr.	Navn
1	Tangeviki-Djupedokki-Bekkestad
2	Breiehagen-Breie-Sundbrei
3	Tunehago-Tune
4	Skottebøl-Noss

**Påvirkningsområdene** er definert som de arealer som kan gi skred direkte inn i **kartleggingsområdene**. I en del tilfeller kan det skje prosesser også i øvrige deler av **nedbørfeltet** som er relevant for skredvurderingen, f.eks. flom eller skred som kan utløse andre skred. For alle områdene er hele nedbørfeltet 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 nedbørfeltet, slik at det bare er de områdene som gir skred direkte inn i kartleggingsområdet som er vist som påvirkningsområdene.





Figur 1: Oversiktskart over kartleggingsområdet

#### 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 tilfredsstillir dagens krav til sikkerhet mot skred (gitt at de skal tilfredsstillir kravene for nybygg) skal identifiseres.

Byggteknisk forskrift TEK17 § 7-3 (Direktoratet for byggkvalitet, 2023) 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 byggt teknisk forskrift, TEK17 § 7-3 (Direktoratet for byggkvalitet, 2023).

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 bygger på rapportmal tilhørende NVEs veileder (NVE, 2024a), hentet fra NVEs nettside den 20.02.2024. Rapportmalen er imidlertid 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 og gjennomført befarings er gitt på førstesiden og i kapittel 1. 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 menneskeskapt fyllinger, skjæringer el.

## 2 Grunnlag

### 2.1 Digital terrengmodell

Det er benyttet bakgrunnskart tilgjengelige i WMS-format fra Statens kartverk (Kartverket, 2023a).

For terrenganalyser er det benyttet nasjonal digital høydemodell med oppløsning 1x1 m, hentet fra hoydedata.no (Kartverket, 2023b). Dataene er bearbeidet videre for å lage skyggekart, helningskart og avrenningskart. Terrengmodellen er også benyttet til modelleringer som grunnlag for modelleringer av skred, da med endret oppløsning til 2 m og 5 m.

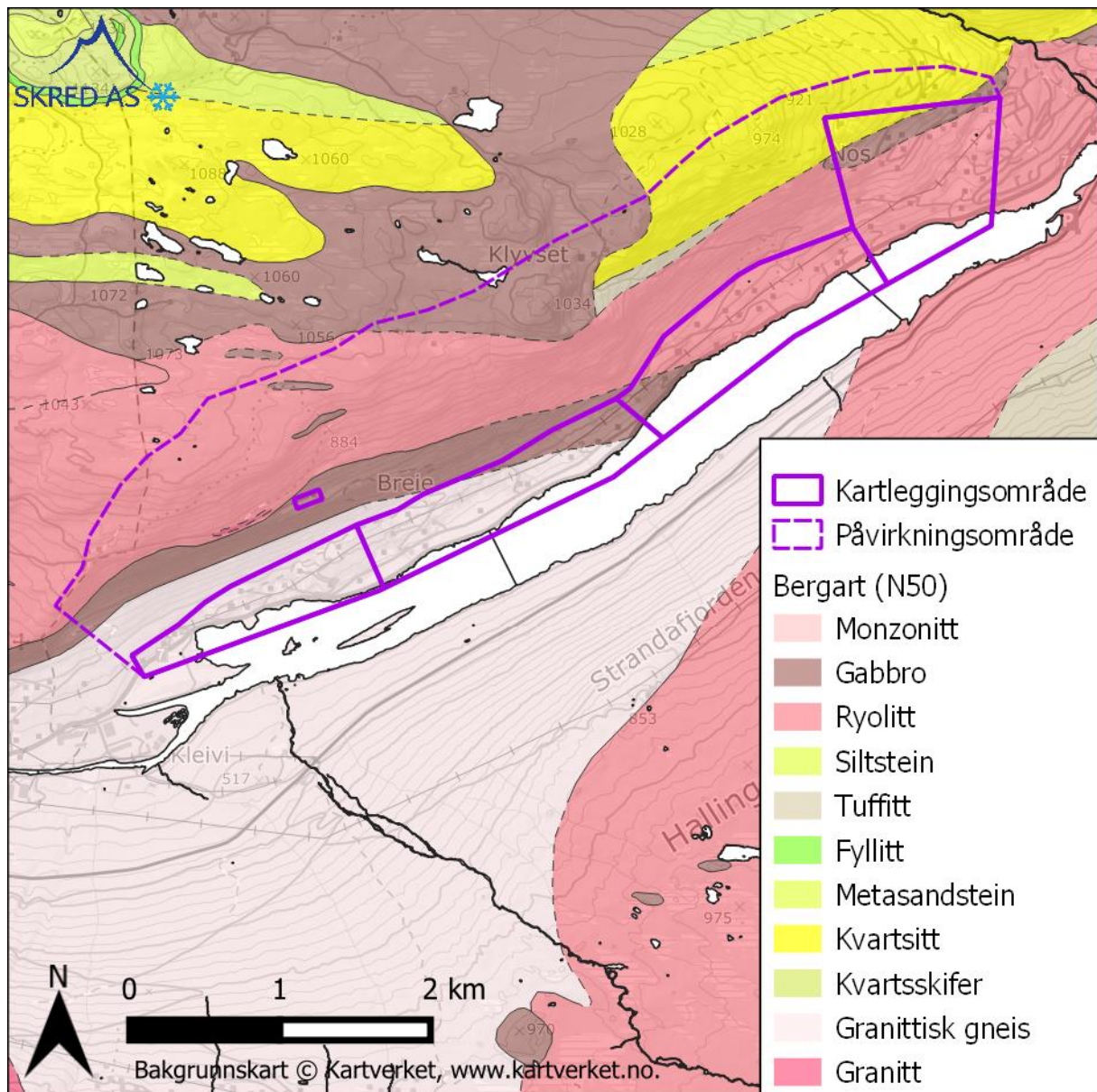
### 2.2 Avrenning

Det er utført en avrenningsanalyse basert på nevnte terrengmodell som viser overflateavrenningen (Multi-Flow Direction) for områdene. 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 23458-02. 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. I tillegg er programvaren Scalgo benyttet til å analysere dreneringsveienes nedbørfelt. Avrenning spiller en viktig rolle for skredfaren. Det vil være fordelaktig å planlegge flom- og skredsikringstiltak sammen.

### 2.3 Geologiske kart

NGUs berggrunnskart i målestokk 1:50 000 (NGU, 2024a) viser at berggrunnen består av granittisk gneis og gabbro i nedre del av fjellsiden, ryolitt i øvre deler og noe kvartsitt i nordøstlige deler av fjellsiden (Figur 2). InSAR-data viser ikke bevegelse i fjellsiden, men det er få punkter og vi har derfor ikke ilagt dataene stor vekt (NGU, 2024b).

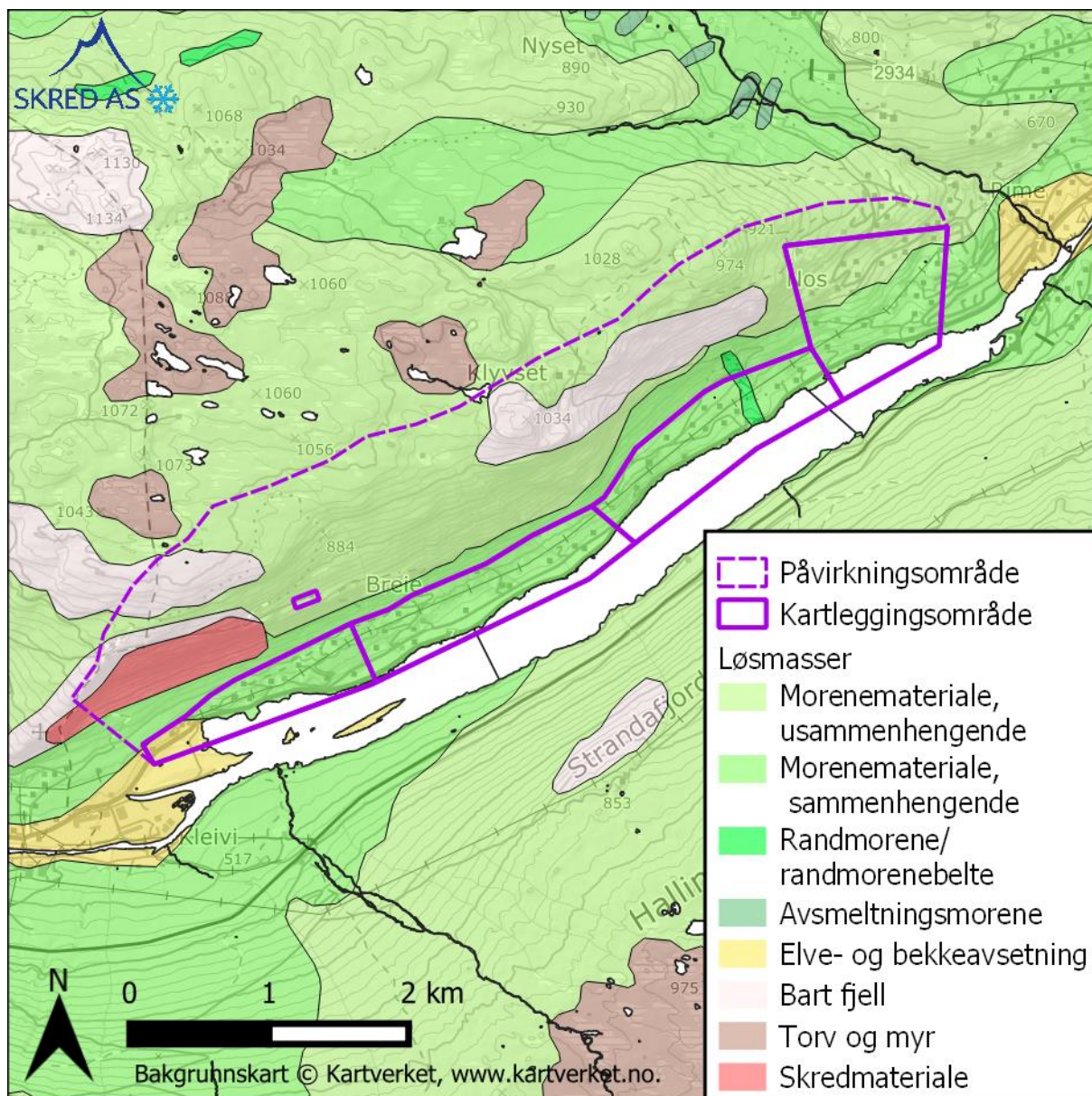




Figur 2: Berggrunnskart med data fra NGU for kartleggings- og påvirkningsområdet.

NGUs løsmassekart i målestokk 1:250 000 (NGU, 2024c) viser at løsmassene i kartleggingsområdet og nedre del av fjellsiden (opp til ca. 550 moh.) i stor grad består av sammenhengende morenemateriale (Figur 3). Ovenfor dette er det kartlagt tynt morenedekke opp til toppen av påvirkningsområdet, med noe bart fjell både i østlige og vestlige del. I vest, ovenfor Tangeviki og Halvorstølen, er det også kartlagt skredmateriale.

Marin grense i området ligger på om lag 150 moh., og alt kartlagt areal er dermed over marin grense.



Figur 3: 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., 2023) hvor det finnes bildeserier fra årene 1963, 2006, 2009, 2011, 2013, 2016, 2019, 2020, 2023, samt 1991 for deler av området. Bildeserier fra 1963, 1991, 2006, 2009 og 2013 har vi tilgjengelige også som WMS-tjeneste direkte i GIS.

Vi har ikke funnet skråfoto for området.

## 2.5 Skog

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



Datasettet SR16 og SR16 Beta er benyttet for informasjon om både treslag og tetthet (kronedekning) på skogen (NIBIO, 2023). 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, 2023) 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 steinskred vurderes klimadata å ikke ha en avgjørende betydning for utløsning av skred (NVE, 2024a). Det er derfor ikke utført klimaanalyse spesifikt 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 gjentaksintervallet 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 gjentaksintervallet 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, 2023b). Dataene består av interpolerte, beregnede verdier for 1 km<sup>2</sup> 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 1957-2023. 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., 2023). 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 flere punkter med forskjellige høyder i aktuelle skredbaner. For denne skredfarevurderingen har vi hentet data fra fire punkter; i to ulike høyder i sørvestlige ende av området nære Breie og to ulike høyder i nordøstlig ende nære Ål sentrum. Høyden til utvalgte punkter 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 punktene er summert i Tabell 4.

*Tabell 4: Informasjon om gridpunktene fra de interpolerte datasettet som er brukt til klimaanalysen. Tabellen viser hvilken høyde de utvalgte punktene ligger på, samt høydenivå for modellen.*

Punkt	N UTM33N	Ø UTM33N	Moh. punkt	Moh. i modellen
Punkt 1	6735939	142267	730	464
Punkt 2	6736171	142133	877.6	930
Punkt 3	6737123	144267	573.3	735
Punkt 4	6738099	144268	939	783

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.

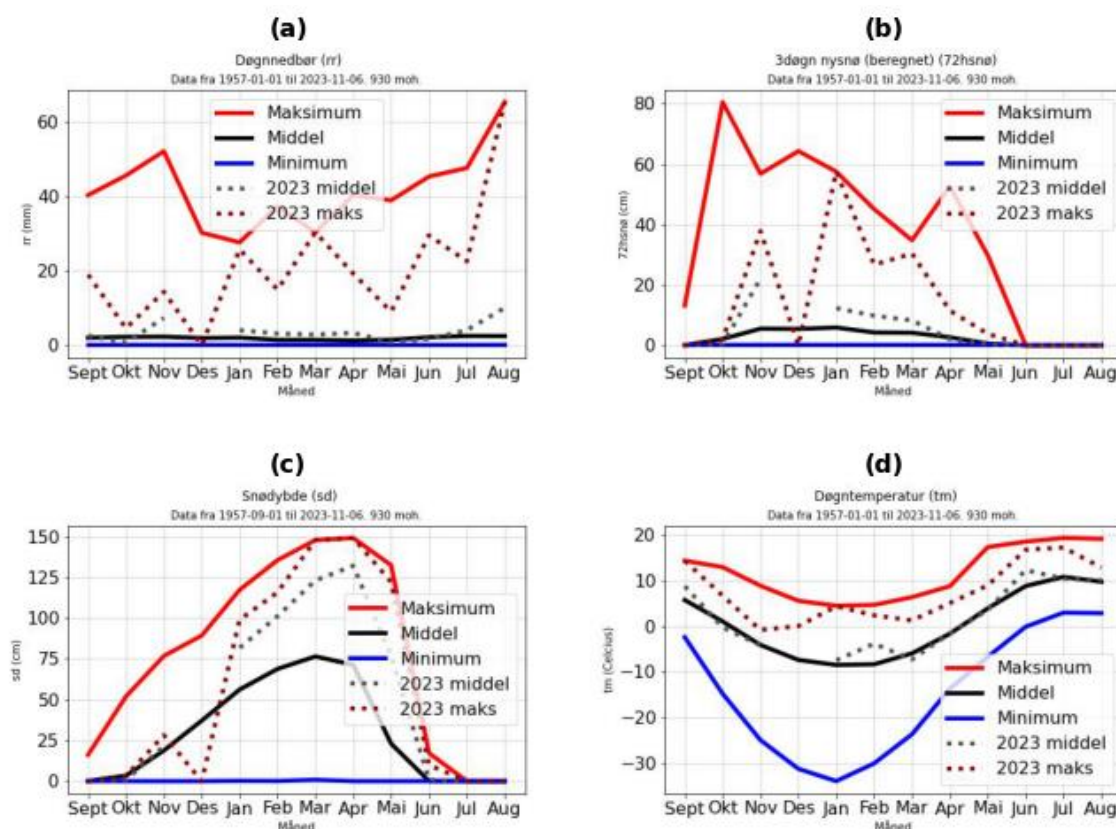
*Tabell 5: Informasjon om værstasjonene benyttet i klimaanalysen.*

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 - Hølto	Breddegrad: 60.8703° N Lengdegrad: 8.5285° Ø	648 moh.	01.09.1982 - nå	nedbør
SN25112	Hemsedal - Hollekolten	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 1957-2023 er hentet fra SeNorge (NVE et al., 2023).

Figur 4 viser data fra punkt 2, som har de høyeste nedbørsmengdene og snødybdene av alle punktene. Punkt 2 ligger høyest i terrenget. Figur 4c viser at en gjennomsnittlig snøsesong (snødybde > 0) er fra november til mai og at det kun er juli og august som ikke har noen snødekte dager i datasettet.



Figur 4: Middelerverdi og ekstremverdi (maksimum og minimum) per måned for temperatur, nedbør, 3-døgn nysnø og snødybde for perioden 1957-2023 er hentet fra SeNorge (NVE et al., 2023).

#### 2.6.4 Ekstremverdier

Ekstremverdianalysen baserer seg på både interpolerte data fra punktene 1 til 4 (presentert i Tabell 4) 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 middelerverdien. 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 punktene 1-4 (kart og koordinater i kapittel 2.6.2) 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 1	113cm	134 cm	144 cm
Snødybde (sd) Punkt 2	146 cm	159 cm	165 cm
Snødybde (sd) Punkt 3	129 cm	143 cm	149cm
Snødybde (sd) Punkt 4	132 cm	148 cm	154cm
Nysnødybde 3 døgn (beregnet fra temperatur + rr) Punkt 1	61cm	76 cm	88 cm
Nysnødybde 3 døgn (beregnet fra temperatur + rr) Punkt 2	77 cm	109cm	136 cm
Nysnødybde 3 døgn (beregnet fra temperatur + rr) Punkt 3	73cm	99cm	118cm
Nysnødybde 3 døgn (beregnet fra temperatur + rr) Punkt 4	73 cm	96 cm	114 cm
Nedbør 1 døgn (rr) Punkt 1	62 mm	82 mm	99 mm
Nedbør 1 døgn (rr) Punkt 2	63 mm	83 mm	100 mm
Nedbør 1 døgn (rr) Punkt 3	60mm	78mm	92mm
Nedbør 1 døgn (rr) Punkt 4	61mm	80 mm	94mm
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 med noen forskjeller. Dette er som forventet i og med at grid datasettet ikke er basert på observasjoner. Punkt 1 viser best samsvar med stasjonsdata.

### 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 8.8.2023<sup>1</sup>) en hendelse med returintervall på over 100 år. Det ble satt ny stasjonsrekord for døggnedbør på Ål III med 59,1 mm. Den forrige rekorden var i august 2022.

<sup>1</sup> Måleperiode 0800 7.8.2023 – 0800 8.8.2023 (sommertid)

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

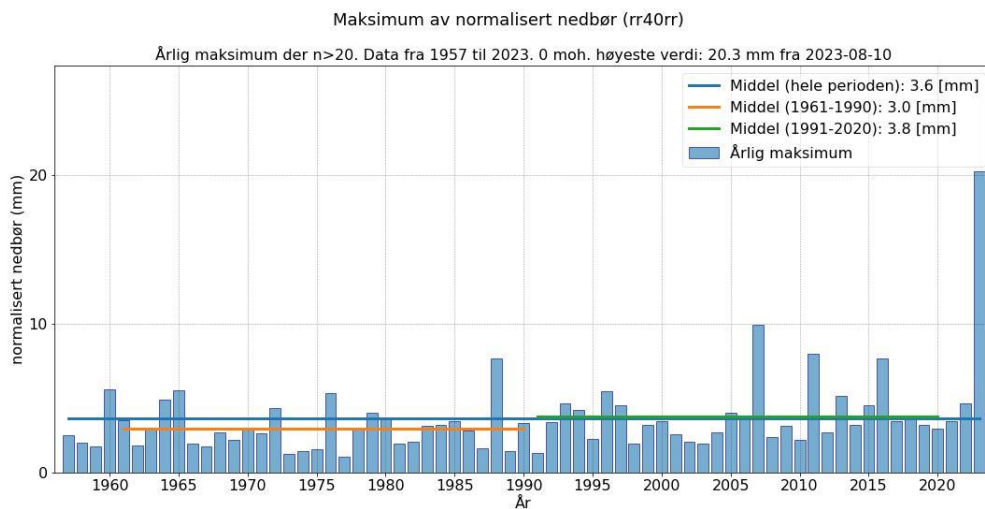
Stasjon	Returperiode i år* (nedbørmengde i mm under Hans)	
	24h nedbør (den høyeste i perioden 8.-10. august)	72h nedbør (8.-10. august)
Ål III (SN25320)	114-154 år (59.1 mm)	170 år (125 mm)
Hemsedal (SN25100)	25-30 år (72.2 mm)	58-74 år (120 mm)
Tunhovd (SN29600)	77-84 år (66.5 mm)	154-185 år (128.9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

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

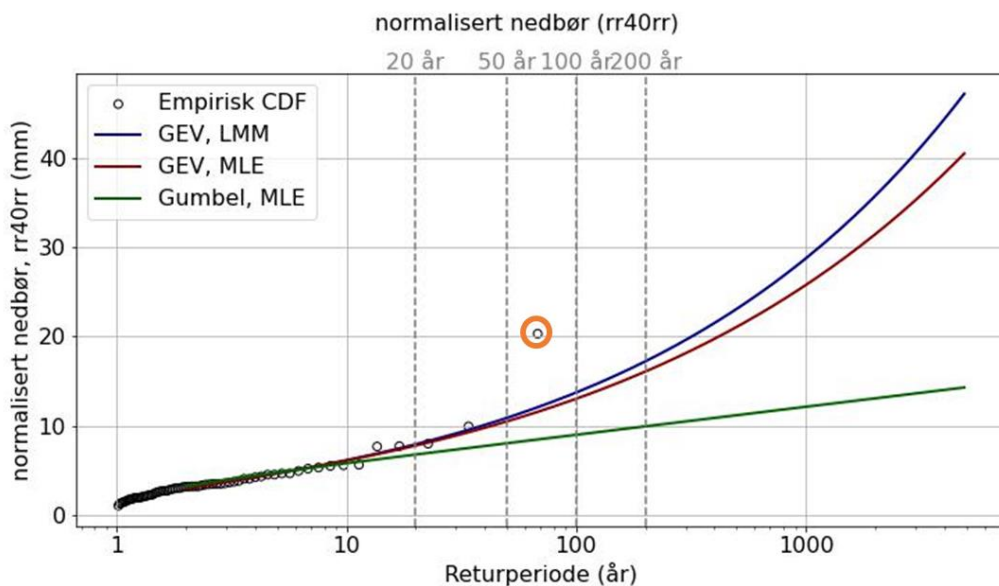
En våt periode vil gi en høy vannmetning i bakken som vil begrense bakkens evne til å oppta regn under en ekstrem nedbørhendelse, og dermed bidra til en større sannsynlighet for løsmasseskred. Sommeren 2023 var generelt kald og våt på Østlandet. Vi har analysert data før hendelsen i kombinasjon med selve 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 døgn før «Hans», sammen med 3-døgns nedbør som kom under «Hans». Med GEV fordelingen som har best resultat i statistisk test ( $p$ -verdi  $> 0.99$ ) får vi et gjentaksintervall på 332-441 år. Figur 5 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 5: Normalisert kombinert nedbør 40 dager fulgt av 3-døgns nedbør. Årlige maksimumsverdier fra Ål III



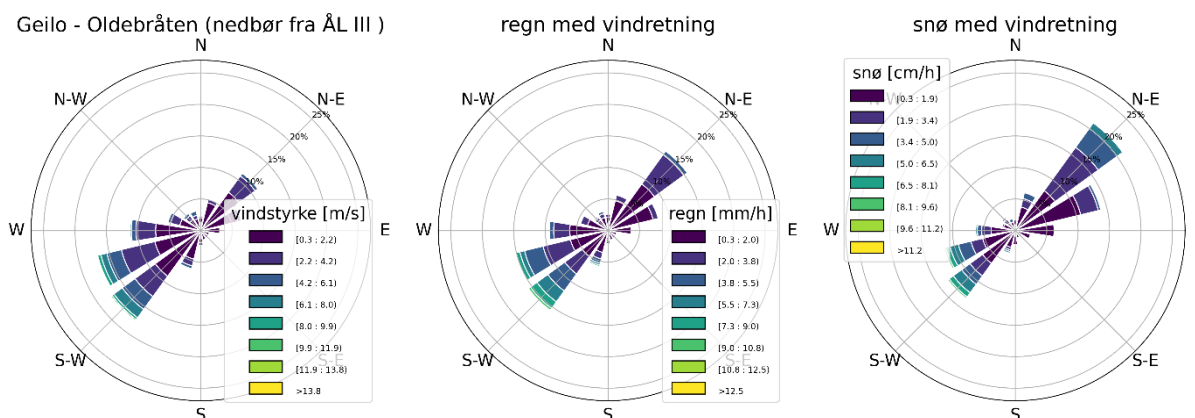
Figur 6: Ekstremverdifordeling basert på 3 ulike metoder for dataene vist i Figur 3 (markert med svarte ringe). Observasjonen under Hans er innringet med oransje.

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

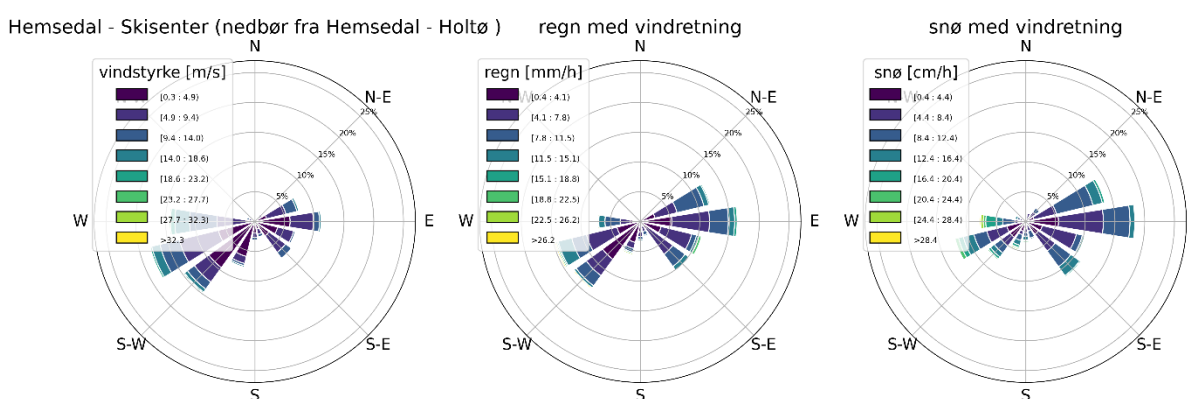
vannmetting av grunnen og økt sannsynlighet for utløsning av jord- og flomskred, som for eksempel snøsmelting.

### 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. For vind fra Hemsedal-stasjonen er det brukt nedbør fra Hemsedal – Holtø.



Figur 7: Vind og nedbørfordeling 2006 -2023 vind fra Geilo – Oldebråten (SN25630) nedbør i samme periode fra Ål III (SN25320).

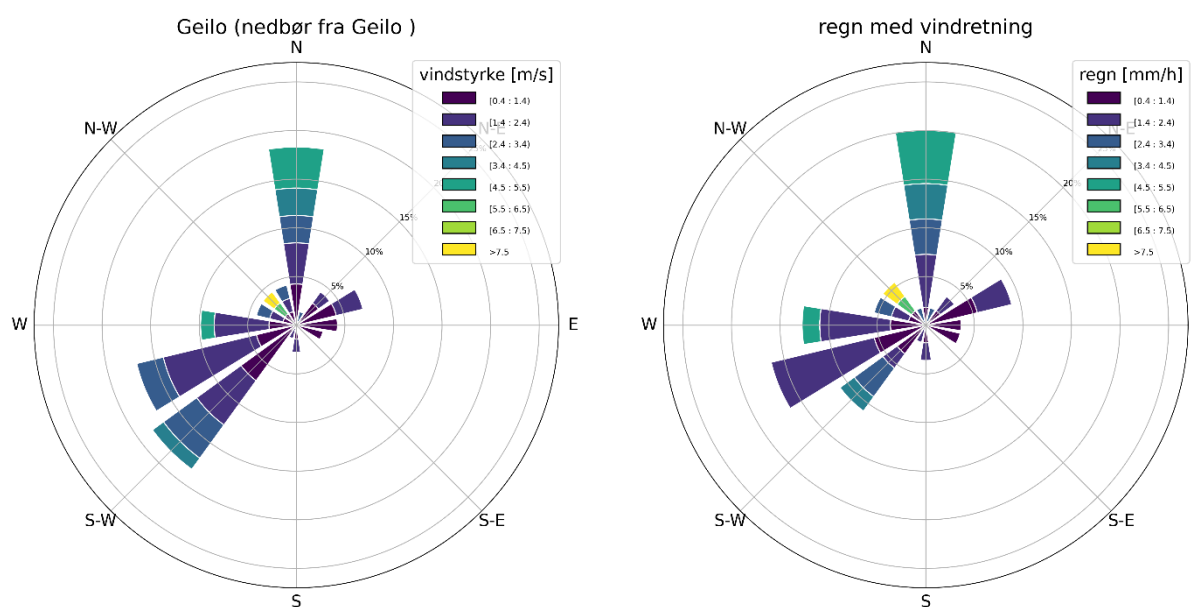


Figur 8: Vind og nedbørfordeling 2016-2023 fra Hemsedal Skisenter (SN25115) 1344 moh., nedbør i samme periode fra Hemsedal -Holtø (SN25100)

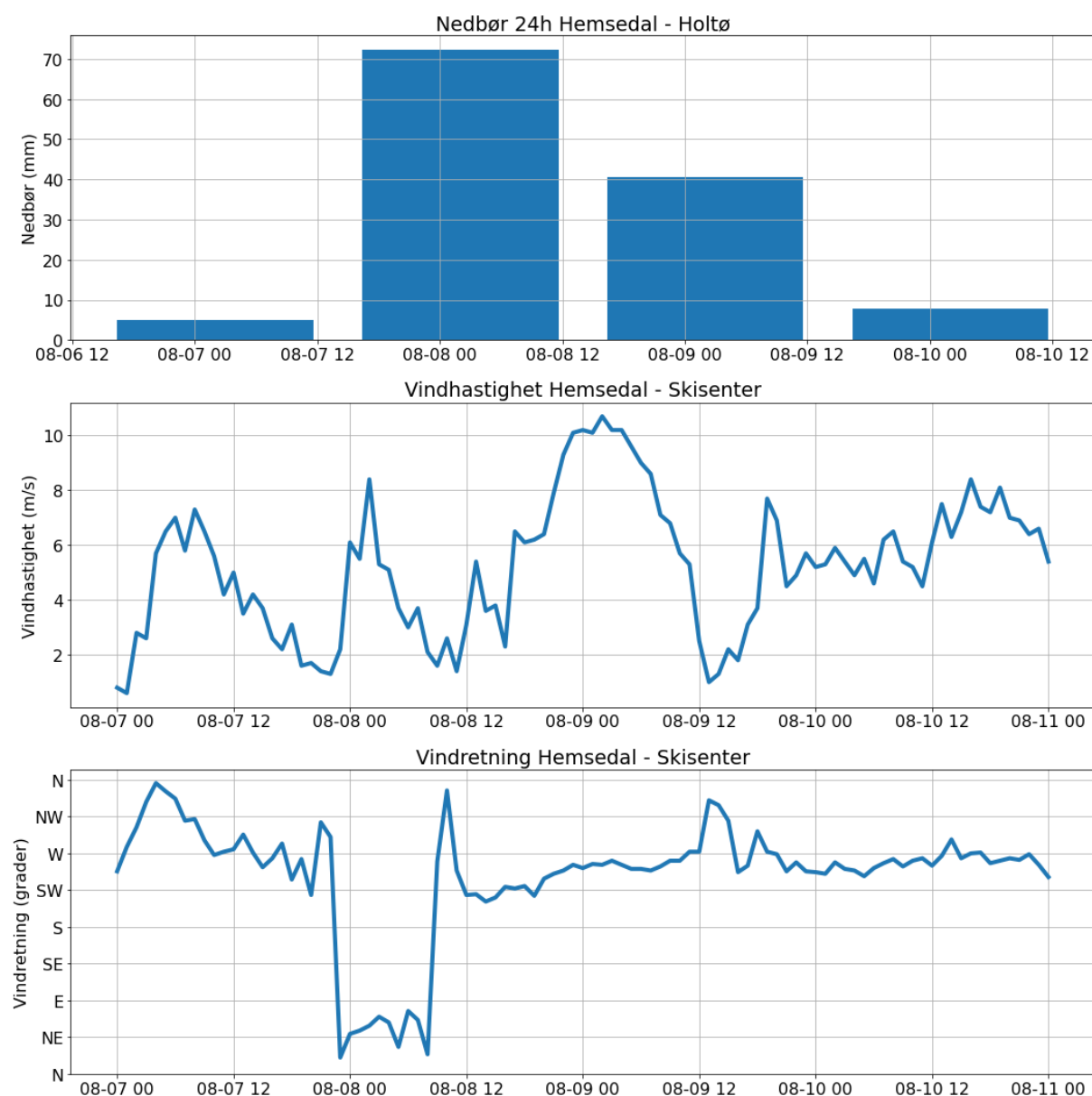
#### 2.6.6.1 Vind under Hans

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 9 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 10 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 nedbørmengdene kom med vind fra nordvest og vest (merk i Figur 10 at nedbør registrert kl. 00 er fra 08 dagen før til 08 samme dag), nordvestlig er en utypisk vindretning for værstasjonen Hemsedal -Skisenter.



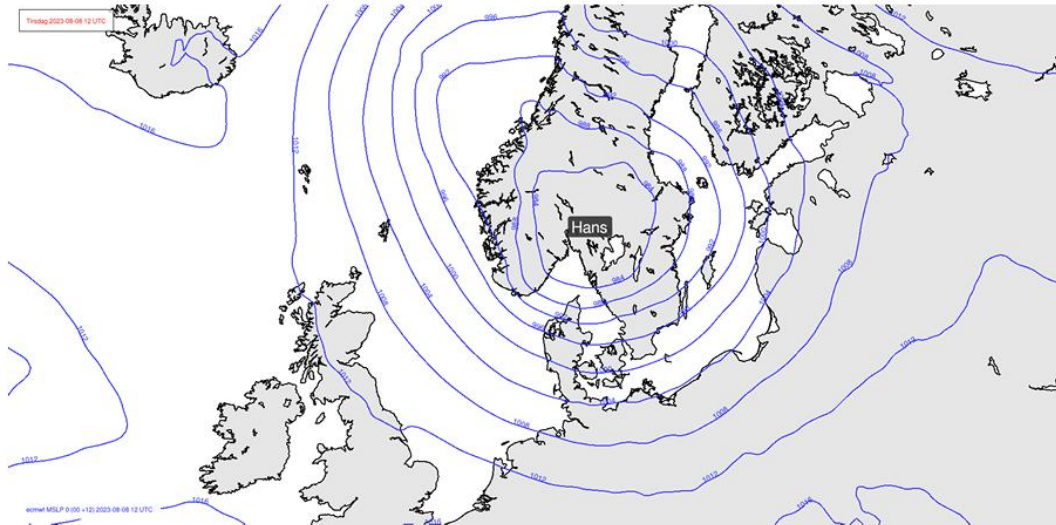
Figur 9: Vindfordeling og nedbør fra Geilo-Oldebråten 7. til 10. august



Figur 10: 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 10). 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 11: 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, 2023). 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, 2023a), fra SVV sin database over hendelser (Statens vegvesen, 2023), fra tidligere skredfareutredninger, fra intervju med lokale, og fra observasjoner gjort på flyfoto og under befarung.

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

## 2.8 Tidligere skredfareutredninger

Skred AS har utført flere skredfarevurderinger på byggesaksnivå i kartleggingsområdet. Det er også undersøkt om det finnes rapporter i NVE Atlas (NVE, 2023a) og NVEs

rapportdatabase (NVE, 2024b), samt etterspurt skredfarevurderinger fra kommunen. 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, 2023a), skyggekart og befaring. Relevante sikringstiltak er omtalt i beskrivelsen av hvert kartleggingsområde, samt vist i registreringskartene. Sikringstiltakenes effekt for faresonene fremgår i vurderingene av skredfare for hvert kartleggingsområde.

## 2.10 Feltarbeid

Befaring i området ble utført i tidsrommet 23.-25. oktober av Espen Eidsvåg, Kalle Kronholm og Kristin Lome fra Skred AS. Under befaringen snakket vi med flere lokale. Sporlogg fra befaringene er vist i registreringskart i vedleggene.

Under befaringen benyttet vi digitale kart på mobil/nettbrett. 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. Infopunktene som ikke har blitt tegnet inn som symbol er oppsummert i Tabell 8.

I forbindelse med ekstremværet «Hans» 7.-9. august 2023 gikk det mange 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 registreringskart, vedlegg C

Infopunkt	Beskrivelse
1	Masseførende flom under "Hans"
2	Økt nedbør under "Hans" førte til sig i vegfylling
3	Avskjærende grøft uten tegn til avrenning eller erosjon
4	Mulig tidligere skredløp
5	Raviner, sannsynlig fra tidligere skred.
6	Lite oppsprukket berg
7	Leveer, og mulige løsmasseavsetninger både øst og vest for dette
8	Noe berg i dagen, vanskelig å utelukke jordskred fullstendig
9	Historikk for at blokk har trillet ned skråningen til gårdstun
10	To delvis avløste blokker
11	Ikke fersketegn til jordskred, men tynt humusdekke i bratt terreng Vanskelig å utelukke jordskred fullstendig
12	Ravine, mulig at det har gått jordskred tidligere.
13	Eldre jordskredavsetninger
14	Jordskred, rydningsrøys eller kombinasjon?
15	Generelt i denne delen: lite trolig at alt er rydningsrøys, antar at det er en kombinasjon av jordskred og rydding.
16	Liten Bekk



17	Mulig Jordskredavsetning
18	Utløsning jordskred mulig
19	Avsetninger og tegn til erosjon fra masseførende flom under "Hans"
20	Avsetninger fra masseførende flom i en finger hit
21	Påfallende mye stein/blokk, mulig avsetning fra jordskred
22	Avsetninger og erosjon fra masseførende flom under "Hans"
23	Ur, men ikke nødvendigvis fra steinsprang
24	Dyp ravine, 8 m?. Bekk i bunn.
25	Tegn til avsetning, mulig fra masseførende flom under "Hans"
26	Deler av vegfyllingen er erodert med i skredet
27	Bekkeløp
28	Bekkeløp
29	Liten bekk
30	Vann renner langs turveg/sti
31	Felt med blokker
32	Bekk kommer ned, og her står det vann
33	Lavbrekk
34	Grøft langs oversiden av vegen, overhøyde kanskje 30 cm?
35	Lavbrekk
36	Skrent, fremstår massiv
37	Skrent. Må Ha 1/5000. Muligens Ikke 1/1000. Fremstår Massiv. Men Hvis Det Først Går Steinsprang Kan Det Godt Nå Langt.
38	Bratte gressbakker, vanskelig å utelukke jordskred fullstendig
39	Berg, fremstår massivt
40	Berg, fremstår massivt
41	Bratt, løsmasser, vanskelig å utelukke jordskred fullstendig
42	Berg i dagen, små skrenter
43	Utglidning i vegskjæring. Påvirket vegen i en bredde på ca. 10 meter
44	Ser tegn til at det har blitt transportert noe grus over vegen mot skredsåret, tyder på at Stikkrenne gikk tett
45	Ur, mulig forvitningsur eller fra skrent like ovenfor. Mulig utløp fra skrent over er kort pga stor ruhet i ur og lav skrent

## 3 Metode

### 3.1 Steinsprangvurdering

#### 3.1.1 Løsneområder

Løsneområder som er vist i registreringskartet er beregnet basert på en terrengmodell med 2 meters oppløsning. Det er tatt utgangspunkt i at terreng brattere enn 52,2 grader utgjør potensielle løsneområder for steinsprang (Dorren, 2016), noe som tilsvarer områder som RockyFor3D anser som løsneområder i simuleringene.

#### 3.1.2 Dynamisk modellering av rekkevidde

Modelleringer av rekkevidde for steinsprang er utført ved hjelp av programmet Rockyfor3D (Dorren, 2016). Inndata og innstillinger som er benyttet i modelleringene er vist i Tabell 9.

Tabell 9: Inndata benyttet for modelleringer av steinsprang i Rockyfor3D.

Parameter	Valgt verdi	Kommentar
Oppløsning terrengmodell	2 m	
Antall blokker simulert per løsnecelle	100	
Variasjon i blokkvolum	+/- 0 %	
Ekstra initiell fallhøyde	0 m	
Terrengforhold og løsneområder	Rapid automatic simulation	Rapid automatic simulation gir gode resultater, og betydelig tidsbesparelse (NGI, 2020). Ved 2 m oppløsning anser modellen terreng brattere enn 52,2 grader som løsneområder for steinsprang.
Blokkstørrelse	1 m <sup>3</sup> 8 m <sup>3</sup>	Begge blokkstørrelsene er modellert for alle kartleggingsområdene. Hvilke modellkjøringer som er vektlagt, avhenger av stedlige forhold. For alle blokkstørrelser er det benyttet like akser, f.eks. 1*1*1 m.
Blokkform	Rektangulær	
Skog	Ingen skog	Skogforhold er skjønnsmessig vurdert basert på AR5/SR16 der det er relevant, fremfor å være innarbeidet i simuleringene.
Nett	Ingen nett	Sikringstiltak er skjønnsmessig vurdert der det er relevant.

Som anbefalt i (NGI, 2020) har vi ikke tilpasset modelleringsparametere til forholdene på hvert enkelt sted. I tolkning og bruk av modelleringsresultatene er det imidlertid tatt høyde for at løsnesannsynligheten varierer mellom ulike løsneområder, og stedvis internt i enkelte løsneområder. Det er også tatt hensyn til at RockyFor3D til en viss grad antas å overdrive effekten av kanalisering av steinsprang i forsøkninger (NGI, 2020).

Hvilke modellkjøringer som er mest vektlagt i fastsettelse av faresoner varierer fra skråning til skråning, mens stort sett har vi vektlagt blokker med volum 1 m<sup>3</sup>. Modelleringene som er vist i modelleringskartet er av blokker med volum 1 m<sup>3</sup>.

### 3.1.3 Empirisk modellering av rekkevidde

Vi har benyttet programmet E-line fra EcorisQ for å beregne siktevinkelen til toppen av løснеområdene. Resultat fra ulike studier tilsier at maksimalt utløp for blokker ligger mellom 28-40 graderspunktet, og at 30-graderspunktet ofte er brukt som maksimalt utløp for blokker (NVE, 2024a). Siktevinkel 30° er vist i modelleringskart, vedlegg D1.

### 3.1.4 Fastsette faresoner

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 og på bilder/flyfoto. Modelleringer av utløpslengder er tillagt noe vekt.
- 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, 2023). 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.

### 3.1.5 Hensyn til skog

Skog kan ha bremsende effekt på steinsprang hvor enkeltblokker er mindre enn 2 m<sup>3</sup> (NVE, 2024a). For blokkstørrelse 1 m<sup>3</sup> må eksempelvis diameteren til trestammene være minimum 40 cm, tettheten (trær/ha) være større enn 350 og stammeareal per hektar (m<sup>2</sup>/h) være større enn (NVE, 2024a). SR16-datasettet (NIBIO, 2023) viser at stammediameteren i skogen i påvirkningsområdet er mindre enn 40 cm, noe som støttes av befaringsobservasjoner. Vår vurdering er derfor at skogen har neglisjerbar effekt på utløp av steinsprang.

## 3.2 Steinskredvurdering

Der det finnes bergskrenter innenfor påvirkningsområdet med en betydelig høyde er det gjort vurderinger av steinskred. Observasjoner fra befaring og studie av dronebilder er benyttet til dette formål, i tillegg til InSAR-data (NGU, 2024b).

## 3.3 Snøskredvurdering

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

### 3.3.1 Løsneområder og bruddkanthøyder

Løsneområder 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 relativt store, og består av det arealet vi vurderer kan løsne med årlig sannsynlighet større enn 1/1000. For årlig løsnestannsynlighet 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 liten høydeforskjell (30-50 meter) i kartleggingsområdene, og særlig område 4. For slike skråninger vurderer vi at den kombinerte sannsynligheten for at snøskred løses ut naturlig, samt at snøskredene faktisk har skadepotensiale er lav, 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 langt nede i fjellsiden. 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. Det kan stedvis finnes andre løsneområder som også kan løsne, men som er vurdert å ikke ha innvirkning på faresonene i forhold til de som er inntegnet. Det vanligste eksempelet er at snøskred også kan løsne fra lavereliggende deler av en skråning, mens det er de større løsneområdene øverst i skråningen som gir lengst utløp og som dermed er relevante for ytterkant av faresonene. Skavlnefall og løssnøskred fra bratte partier er også i liten grad modellert og tegnet inn, selv om det ikke utelukker at slike prosesser kan forekomme. Vi forventer at utbredelsen av tørre flakskred som er modellert, dekker området berørt av skavlnefall og løssnøskred.

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 (typisk høyere i skråningene) vil ruhet og småskala topografi ha mindre betydning.

For å fastsette bruddkanthøyder er det gjort følgende vurderinger, som vist i Tabell 10:

- **Nedbørsdata.** Det er tatt utgangspunkt i ekstremverdier fra klimaanalysen for 3 døgns nysnødybde for 100 år, 1000 år og 5000 år. Verdiene fra de ulike punktene varierer noe. Vi har lagt vekt på stasjonsdata fra Ål III ved utregning av relevante bruddkanthøyder i Tabell 10.
- **Snødrift** er skjønnsmessig vurdert basert på hvor mye snø som forventes transportert inn i løснеområdet av vind. Hvert løснеområde er plassert i en av tre kategorier og gitt et tillegg for snødrift på hhv. 0%, 50% eller 100 % av forventet nedbørsmengde. Kategorisering er primært basert på topografi, eksposisjon (himmelretning) og tilgjengeligheten av større henteflater. For løснеområder med løsnesannsynlighet større enn 1/100 har dominerende vindretning fra klimaanalysen betydning. For løснеområder med løsnesannsynlighet større enn 1/1000 vurderer vi at dominerende vindretning har mindre å si, og at dersom løснеområde har en snøsamlede form (konkav) så er det mulig med betydelig snødrift inn i løснеområdet uavhengig av eksposisjon.
  - **Lite (+ 0 %).** Løснеområdet er enten avblåst eller på annen måte lite utsatt for snødrift, f.eks. ved at det har en konveks form eller ligger midt i fjellsiden.
  - **Noe (+ 50 %).** Løснеområdet kan få noe snødrift på grunn av terrengform (svakt konkav), og/eller plassering høyt i fjellsiden med tilgang til henteområder.
  - **Mye (+ 100 %).** Løснеområdet har godt egnet topografi (f.eks. konkave terrengformer) og ligger høyt i fjellsiden med 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 løснеområdene på 40 grader gir dette en faktor på ca. 0,75 for snømengden i bratt terreng, og denne faktoren er benyttet for alle løснеområder, selv om reell, gjennomsnittlig terrenghelning i løснеområdene varierer noe.
- **Høydekorreksjon.** Bruddkanthøyde er satt basert på klimadata fra værstasjon Ål III som ligger 720 moh., sammen med klimadata fra utvalgte gridpunkt med modellhøyde både lavere og høyere en aktuelle løснеområder. Vi anser derfor høydekorreksjon for å være hensyntatt i utvelgelse av 3 døgns nysnøverdier i Tabell 10.

Tabell 10: 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	65 cm	+0 cm	65 cm	<b>65 cm</b>
	1000 år	90 cm	+0 cm	90 cm	<b>90 cm</b>
	5000 år	115 cm	+0 cm	115 cm	<b>115 cm</b>
Noe (50 % tillegg for snødrift)	100 år	65 cm	+40 cm	105 cm	<b>80 cm</b>
	1000 år	90 cm	+55 cm	145 cm	<b>110 cm</b>
	5000 år	115 cm	+70 cm	185 cm	<b>140 cm</b>
Mye (100 % tillegg for snødrift)	100 år	65 cm	+80 cm	145 cm	<b>110 cm</b>
	1000 år	90 cm	+110 cm	200 cm	<b>150 cm</b>
	5000 år	115 cm	+140 cm	255 cm	<b>290 cm</b>

For hvert kartleggingsområde er aktuelle løснеområder beskrevet i egne tabeller. Hvert løснеområde er i tillegg plassert i en kategori for snødrift, som gir ett sett med bruddkanthøyder for ulike returperioder (Tabell 10). Disse høydene er benyttet som inndata for modellkjøringer.

### 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 løснеområder. 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, 2023). 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 løснеområde. 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 løsnesannsynligheten for snøskred.

### 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  $300 \text{ kg/m}^3$
- **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 10. Om ikke annet er spesifisert er det bruddkanthøyder med forventet løsnensannsynlighet  $1/1000$  som er vist i modelleringskartene i vedlegg D.
- **Størrelse** er satt basert på volumet av hvert enkelt løsneområde. Kategoriene som RAMMS foreslår er benyttet: Tiny ( $<5000 \text{ m}^3$ ), Small ( $5000-25.000 \text{ m}^3$ ), Medium ( $25.000-60.000 \text{ m}^3$ ) 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  $30.000 \text{ m}^3$  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, selv om det finnes enkelte lokale variasjoner. Det er derfor benyttet høydeverdier på 1000 moh. og 500 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 friksjonsparametrene som RAMMS legger til grunn ved skog, antar vi det primært er snakk om storvokst barskog. Modellkjøringer er gjort uten effekten av skog. Der hvor vi forventer at skogen har en betydning for utløpet av snøskred er dette vurdert skjønnsmessig i fastsettelsen av faresoner.

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

Parameterne som er benyttet er fastsatt basert på tidligere erfaring. Vi har ikke hatt noen skredhendelser å kalibrere modellen mot. Det er to kjente skredhendelser i område 4, men disse har liten fallhøyde og er derfor ikke hensiktsmessig å gjøre kalibreringer etter da RAMMS::Avalanche er laget for snøskred i større fjellsider.

### 3.3.4 Alfa-Beta

NVEs kartløsning for beregning av Alfa-Beta (NVE, 2023c) er benyttet for utvalgte skredløp. Metoden er tilpasset forholdsvis store skred i ganske ideelle skredbaner og er derfor kun



benyttet for skredbanene i område 1-3. Resultatene er i noen grad benyttet, men vi har ilagt dynamiske beregninger større vekt ved tegning av faresoner.

### 3.3.5 Fastsetting av faresoner

Det er kun historikk for to snøskred i området, og disse snøskredene er begge størrelse én skred i skråninger med liten høydeforskjell (maks 50 meter). Vi har ikke historikk for større skred, og de aller fleste løснеområdene er knyttet til områder som under dagens skogforhold ikke er aktuelle. Som følge av dette har vi fastsatt faresonene på grunnlag av beregninger og faglig skjønn.

Eksisterende sikringstiltak er hensyntatt skjønnsmessig. F.eks. er voller vurdert å ha en viss, men relativt begrenset effekt på utløp av snøskred. Vollens effekt er sett i lys av forventede hastigheter på skredene.

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 (< 50 meter) og for jordskred fra høye fjellsider.

Skred som løsner som jordskred, men med skredbane i definerte raviner/nedskjærte løp er beskrevet som kanaliserte jordskred. Dette gjelder mange av skredene som gikk under «Hans», da de utviklet seg til mer flomskredlignende skred nedover i skredbanen på grunn av de kanaliserte løpene og store mengder vann. Vi har altså likevel beskrevet denne typen skred som jordskred på grunn av løsnemekanismen. Skred som går i eksisterende bekke- og elveløp omtales i kapitlene om flomskred.

### 3.4.1 Analyse av løснеområder for historiske skredhendelser

Som et grunnlag for vurderingen av løснеområder og løsnesannsynlighet for løsmasseskred er det utført en enkel analyse av løснеområdene til de jord- og flomskredene som skjedde i fjellsiden under ekstremværet «Hans» i 2023 (Tabell 11). Oppsummert viser analysen følgende om skredene:

- **Terrenghelning:** Snitthelningen for alle løснеområdene er 34 grader, men den varierer betydelig for de enkelte løснеområdene, helt fra 21 grader til 44 grader.
- **Løsmasser:** Skredene har gått enten i morenemasser eller på tynt humusdekke som ligger på berg. Typisk for mange av skredene er at de løsnet på tynt løsmassedekke/kun humus over fjell og eroderte dypere i løsmassedekket nedover i skredbanen der det var tilgjengelige løsmasser. Skredene som har løsnet i morenemateriale ser ut til å ha løsnet i overgangen mellom humusdekke og morenemateriale.



- **Skog:** 15 av 19 skred har løsnet i skog med varierende tetthet og treslag. Gjennomsnittshelningen for løsneområdene med skog er 36,6 grader, mens for løsneområdene uten skog er den 24,6. Det ser altså ut til å være en betydelig forskjell i terrenghelningen for løsneområdene med og uten skog.
- **Avrenning:** I minst seks av løsneområdene har vann blitt ledet inn i bratt terreng som følge av ugunstig overvannshåndtering oppstrøms løsneområdene. Overflateavrenning inn i løsneområdene er synlig i avrenningsanalysen (MDF) for tolv av skredene. De store nedbørsmengdene som kom i løpet av kort tid under «Hans» førte til betydelig mer avrenning i deler av terrenget som i en mer normal situasjon ikke får den samme tilførselen av vann. Dette gjelder spesielt Breie-skredene hvor nedbørfeltet er lite.

Tabell 11: Analyse av løснеområder for jord- og flomskred fra ekstremværet "Hans"

Navn	Snitthelning (grader)	Løsmasser	Skog i løснеområde	Avrenning
Tangeviki V	42	Vegetasjon/humusdekke på berg	Granskog	Avrenning oppstår her, ifølge MFD
Tangeviki Ø	39,9	Vegetasjon/humusdekke på berg	Granskog	Vann ledes inn i bratt terreng som følge av lavbrekk på veg, synlig på MFD
Halvorstølen	37,5	Morene	Granskog	Avrenning ifølge MFD
Bekkestad SV	34,8	Morene	Spredte løvtrær, busk/einer	Vann på avveie langs veg, delvis synlig på MFD
Bekkestad midtre	35,6	Morene	Få, tynne løvtrær	Avrenning ifølge MFD
Bekkestad midtre	36,3	Morene	Få, tynne løvtrær	Avrenning ifølge MFD
Bekkestad NØ	34	Morene	Få, tynne løvtrær og en gran.	Avrenning ifølge MFD
Eikra V	39,1	Morene	Få, tynne løvtrær	Vann på avveie langs veg/tursti, ikke synlig på MFD.
Eikra Ø	34,8	Morene	Blandingsskog	Mulig vann på avveie langs tursti/veg. Delvis synlig på MFD.
Breie V	33,5	Morene	Blandingsskog	Avrenning oppstår her, ifølge MFD. Lite nedbørfelt.
Breie midt	35	Vegetasjon/humusdekke på berg	Blandingsskog	Avrenning ifølge MFD. Lite nedbørfelt.
Breie Ø	33,7	Morene	Blandingsskog, mest gran	Avrenning ifølge MFD. Lite nedbørfelt.
Tune nedre Ø	21,8	Morene	Ingen skog	Kritisk punkt like ovenfor
Tune nedre V	21	Morene	Ingen skog	Kritisk punkt like ovenfor
Tune øvre	29,6	Vegetasjon/humusdekke på berg	Blandingsskog	Vann ledes inn i bratt terreng som følge av lavbrekk på veg, synlig på MFD
Klyvsetvegen V	44,1	Morene, vegskjæring	Tynne løvtrær	Ikke avrenning ifølge MFD
Klyvsetvegen Ø	39,1	Morene	Blandingsskog	Ikke avrenning ifølge MFD
Råan	29,8	Morene	Ingen skog	Avrenning ifølge MFD
Larsgården	25,8	Morene	Ingen skog	Ikke avrenning ifølge MFD

### 3.4.2 Etterregning av hendelser

Vi har etterregnet de fleste skredene som gikk under ekstremværet «Hans» ved hjelp av den dynamiske modellen RAMMS::Debris Flow, versjon 1.8.1 (SLF WSL, 2022b). Utglidninger, og skred med svært liten høydeforskjell i skredbanen er ikke etterregnet.

Vi har fått gode resultater ved etterregning av «Hans-hendelsene» med parametersettene xi 200 m/s<sup>2</sup> og my 0,2 for rene jordskred i grovere morenemasser, og xi 500 m/s<sup>2</sup> og my 0,05 for de mer mobile skredene bestående av finere masser og mer vann i etablerte nedskjæringer/raviner. Bruddkanthøydene varierer noe, men 0,5 m har stort sett gitt gode resultater. Det har vært vanskelig å få gode resultater for skredene som har gått i mindre

skråninger (Bekkestad SV og midt, Eikra V, Tune nedre, Klyvsetvegen V og Lardgården). Tabell 12 oppsummerer parametersett som ga best resultat iht. de reelle hendelsene, sett opp mot terrengform og løsmasser i skredløpet (ikke bare i løsneområdet).

*Tabell 12: Oppsummering av hvilke parametere som ga "best fit" ved etterregning av "Hans-hendelsene" med RAMMS::Debris flow, type løsmasser i skredene og terrengform. Alle beregninger er kjørt med erosjon*

Navn	Løsmasser i skredløp	Terrengform skredbane	My	Xi
Tangeviki V	Vegetasjon/humusdekke på berg	Åpen skråning	0,2	200
Tangeviki Ø	Vegetasjon/humusdekke på berg. Fine løsmasser i nedre halvdel.	Nedskjært	0,05	500
Halvorstølen	Morene, mye grove masser	Åpen skråning	0,2	200
Bekkestad SV	Grov morene	Ravine	0,2	200
Bekkestad midt	Grov morene	Ravine	0,2	200
Bekkestad midt	Grov morene	Ravine	0,2	200
Bekkestad NØ	Morene, delvis humusdekke over berg, delvis finere masser i nedre del	Ravine i øvre del, åpen skråning i midtre del, svak forsenkning i midtre og nedre del	0,05	500
Eikra V	Morene	Svak forsenkning	0,2	200
Eikra Ø	Morene	Ravine i øvre del, åpent i nedre del	0,05	500
Breie V	Morene	Det meste av løpet er ravinert	0,05	500
Breie midt	Vegetasjon/humusdekke på berg	Det meste av løpet er svakt ravinert	0,05	500
Breie Ø	Morene	Ravine	0,05	500
Tune nedre Ø	Morene	Åpen skråning	0,2	200
Tune nedre V	Morene	Åpen skråning	0,2	200
Tune øvre	Vegetasjon/humusdekke på berg, grove masser lengre ned	Forsenkning, men ikke kraftig nedskjært	0,2	200
Klyvsetvegen V	Morene, vegskjæring	Skjæring	0,2	200
Klyvsetvegen Ø	Morene	Svak forsenkning/bekkeløp	0,2	200
Råan	Morene	Ravine, bekkeløp	0,05	500
Larsgården	Morene	Åpen skråning	0,2	200

### 3.4.3 Modellering av jordskred

For å kunne si noe om potensiell utløpslengde for fremtidige jord- og flomskred har vi benyttet RAMMS::Debrisflow.

#### 3.4.3.1 Fastsetting av løsneområder

Analysing av løsneområdene fra hendelsene under «Hans» indikerer at flere av løsneområdene var nokså «tilfeldige». For eksempel løsnet enkelte skred i eksisterende raviner (Breie øst), hvor avrenningsanalysen viste at avrenningen var betydelig større i naboravinen hvor det ikke løsnet skred. . Og enkelte skred løsnet over eller mellom raviner (Breie midt). Dette gjør det utfordrende å tegne avgrensede løsneområder for fremtidige skred, og samtidig være sikker på at vi har grunnlag for å vurdere potensiell utløpslengde fra

alle mulige løsneområder i fjellsiden. Vi har derfor modellert med løsneområder som belter langsetter fjellsiden. Høyden disse beltene er tegnet inn på er basert på hvor skredene under «Hans» løsnet og hvor det i skyggekart er tegn til tidligere løsneområder.

Beregningsresultater fra disse beltene er så sammenlignet med beregningsresultater fra etterregning av «Hans-hendelsene». Basert på denne sammenligningen av resultater har vi justert «belte-beregningene» slik at de ved de punktene der vi har kjente hendelser stemmer overens med etterregningene. Justeringen er gjort ved justering av selve løsneområdene (løsnevolum) og parametersett. I tillegg til løsneområdene fra Hans-hendelsene og de belteformede løsneområdene har vi tegnet avgrensede løsneområder der hvor geomorfologi, og/eller avrenningsanalysen tilsier at fremtidige skred kan løsne. Dette gjelder spesielt områder ovenfor formasjoner vi har tolket som avsetninger fra tidligere jordskred i skyggekart, og i forsenkninger/raviner.

For mindre løsmasseskråninger er det tegnet få, men store langsgående løsneområder i øvre del av disse skrånningene i stedet for mange små løsneområder som i realiteten er det vi forventer at kan løsne. Det er usikkerhet knyttet til hvor store flak som faktisk kan løsne samtidig.

#### 3.4.3.2 Fastsetting av parametere

Parameterne som er benyttet er fastsatt både basert på tidligere erfaring og ved kalibrering opp mot kjente skredhendelser og avsetninger. Vi har tatt utgangspunkt i parameterne som ga best overensstemmelse ved etterregning av hendelsene under «Hans». Det vil si at for skred som går i tydelig definerte løp/raviner med høy andel finstoff har vi benyttet  $\xi$  500  $m/s^2$  og  $\mu$  0,05. For skred i mer åpne skrånninger, og med grovere masser har vi benyttet  $\xi$  200  $m/s^2$  og  $\mu$  0,2. Modellresultatene i vedlegg D viser modellkjøringen vi vurderer å være tette opp mot faresonen med årlig sannsynlighet 1/1000 for hvert enkelt løp.

- **Terrengmodellen** som er benyttet har oppløsning på 2 m.
- **Tetthet** er satt til 2000  $kg/m^3$
- **Løsneområder** er tegnet i partier med løsmasser hvor det er brattere enn 25-30 grader, og gjerne hvor det også ansamles vann. Hvordan løsneområdene er tegnet er beskrevet i 3.4.3.1. Videre erosjon er hensyntatt med bruk av erosjonsmodulen i RAMMS. Løsneområder er navngitt etter skredtype, nummer på kartleggingsområde og nummer på løsneområdet, f.eks. Jord1-1.
- **Bruddkanthøyde** er konsekvent satt til 1 m.
- **Blokk-simulering** er benyttet fremfor hydrograf.
- **$\xi$**  er variert mellom standardverdien 200  $m/s^2$  og 500  $m/s^2$  som er mer typisk for vannholdige skred
- **$\mu$**  er variert mellom standardverdien 0,2 og 0,05 som er mer typisk for vannholdige skred.
- **Stopp-momentum** er satt til standardverdien 5 %.
- **Erosjonsmodulen** er benyttet. Erosjonspolygoner er tegnet for de delene av skrånningen hvor det reelt sett er eroderbare løsmasser og hvor skred forventes å

erodere, fremfor å avsette (brattere enn ca. 20-25 grader). Erosjonsparametere er satt som angitt i tidligere FoU (Skred AS, 2020).

#### 3.4.4 Fastsetting av faresoner

Fastsetting av faresoner for jordskred har fulgt følgende prinsipper:

- 1/100 års soner er fastsatt i enkelte etablerte raviner hvor geomorfologi, historikk og /eller avrenning tilsier at skred har forekommet tidligere og med høy sannsynlighet vil forekomme igjen. De fleste løpene 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 etablerte raviner og svake forsenkninger hvor vi tolker geomorfologien slik at jordskred har forekommet historisk, og hvor det er løsmasser tilgjengelig for fremtidig utløsning. 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, og de fulgte eksisterende raviner og forsenkninger. Vi kan ikke utelukke at fremtidige skred for eksempel plugges seg i skredbanen, og at noe masser spiller over en etablert forsenkning. I en del tilfeller er det derfor også faresone mellom raviner der disse ligger tett. Noe terreng mellom ravinene har også mindre skråninger som er brattere enn 20-25 grader, og der vi har vært i tvil om lokale utglidninger kan forekomme i slikt terreng har vi tegnet faresoner også her.
- 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 skjønsmessig ut fra beregningsresultater og terreng.

### 3.5 Flomskred

Flere av hendelsene som gikk under «Hans» var ikke rene jord- eller flomskred. Noen av skredene startet for eksempel som jordskred, og utviklet seg til flomskred i definerte raviner og med høyt vanninnhold. Vi har beskrevet denne typen skred som jordskred på grunn av utløpsmekanismene. I eksisterende bekkeløp som Sundbreigrove og Tunebekken gikk det masseførende flom. I eksisterende bekkeløp hvor vi forventer at betydelige volum av løsmasser kan løsne samtidig, som én puls, har vi beskrevet flomskred som en aktuell prosess.

#### 3.5.1 Modellering av flomskred

Som et verktøy for å vurdere utløpslengde til fremtidige flomskred 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 2000 kg/m<sup>3</sup>

- **Løsneområder** er tegnet langs bekker og forsenkninger hvor det forventes at vann kan rive med seg betydelige mengder løsmasser. Løsneområdene er til en viss grad tegnet beregningsteknisk for å gi et representativt volum, og viser ikke nødvendigvis hele området hvor et flomskred kan starte. Løsneområder er navngitt etter skredtype, nummer på kartleggingsområde og nummer på løsneområdet, f.eks. Flom1-1.
- **Bruddkanthøyde** er i noen tilfeller variert for ulike skredløp ved kalibrering av modellen. Det er benyttet verdier fra 0,25 m til 1 m, med hovedvekt på verdier mellom 0,5 og 1 m. Bruddkanthøyde er til en viss grad definert slik at modellert volum blir representativt for forventet/observert skredvolum.
- **Blokk-simulering** er benyttet.
- **$\Xi$**  er satt til 200-1000 m/s<sup>2</sup>, med hovedvekt på 500 m/s<sup>2</sup>
- **$\text{My}$**  er satt til 0,05-0,2, med hovedvekt på 0,05
- **Stopp-momentum** er satt til standardverdien 5 %.
- **Erosjonsmodulen** er benyttet. Erosjonspolygoner er tegnet for de delene av skråningen hvor det reelt sett er eroderbare løsmasser og hvor skred forventes å erodere, fremfor å avsette (brattere enn ca. 20-25 grader). Erosjonsparametere er satt som angitt i tidligere FoU (Skred AS, 2020).

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

Modellresultatene vist i vedlegg D viser modellkjøringen vi vurderer å være tette 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.

### 3.6 Sørpeskredvurdering

For vurdering av løsnensannsynligheten til sørpeskred er både terreng og klima avgjørende. De fleste forsenkninger, bekkeløp og raviner med utløp inn i kartleggingsområdet vurderer vi som for bratt til at snø kan vannmettes og løses ut som sørpeskred. Terrenget ligger imidlertid enkelte steder til rette for utløsning av sørpeskred i form av slake forsenkninger, bekkeløp med slakere partier, åpne skråninger og myrområder. Løsneområder som vurderes å være aktuelle er beskrevet i egne tabeller for hvert kapittel.

Mildværsperioder og/eller regn på et snødekke med svake lag/begerkrystaller kan være utløsende årsak for sørpeskred. Det er historikk for en jordskredhendelse i Hellinggrove i 2. mai 1966 (NVE, 2023a), men dette kan ha vært et sørpeskred som følge av intens snøsmelting og flom i elva. Det foreligger altså mulig historikk kun for én kjent sørpeskredhendelser i direkte nærhet til kartleggingsområdet, noe som tilsier at klimaet generelt ikke tilrettelegger for utløsning av sørpeskred og at sørpeskred dermed er sjeldne hendelser.

### 3.6.1 Modellering av sørpeskred

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  $1000 \text{ kg/m}^3$
- **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 variert mellom 0,5 m - 1 m. 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.
- **Xi-verdi**  $3000 \text{ m/s}^2$  og **my-verdi** 0,05 som anbefalt i (Skred AS, 2021a) for modellering av sørpeskred med gjentaksintervall 1/1000. Vi har også utført modelleringer med mer og mindre konservative parametersett som en sensitivetsanalyse. I mangel på skred og avsetninger og kalibrere modellen mot, har vi stort sett vurdert parametersett for gjentaksintervall 1/1000 som realistisk.
- **Stopp-momentum** er satt til 5%.
- **Erosjonsmodulen** er ikke benyttet benyttet.

Modellresultatene vist i vedlegg D viser modellkjøringen vi vurderer å være tettest opp mot faresonen med årlig sannsynlighet 1/1000 uten skog for de tre bekkeløpene i område 2 (Kvednagrove, Teigegrove og Sundbreigrove), og årlig sannsynlighet 1/5000 uten skog for resterende løsneområder. Vi har ikke lagt vekt på modelleringer med mer konservative parametersett enn de som er anbefalt for gjentaksintervall 1/1000, fordi sørpeskred i utgangspunktet er svært sjeldne hendelser i området. 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.

## 3.7 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 vurderes 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 løsningsannsynligheten ved at:

- Tre kronene virker som vannfordrøyer 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 løsningsannsynlighet 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 løsningsannsynligheten 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 løsningsannsynligheten ikke endres betydelig.

For flomskred vurderer vi også at løsningsannsynligheten kan øke, både langs selve bekkeløpet, og stedvis også noe oppstrøms og rundt bekkeløpet. Dette skyldes blant annet at hastigheten på avrenningen kan øke ved hogst langs og oppstrøms for bekkeløpet, som kan føre til hyppigere erosjon og utløsning av flomskred.



### 3.7.2.2 Snøskred

Skog kan forhindre eller redusere løsningsansynligheten 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 (kapittel 3.1.5), vurderer vi at fjerning av skog ikke vil ha betydning for faresoner for steinsprang og steinskred. Fjerning av skog kan ha en mindre betydning for løsningsansynligheten til steinsprang, da steinsprang kan være drevet av rot sprengning. 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 løsningsansynligheten 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 løsningsansynligheten for løsneområder som også er aktuelle i en situasjon med skog øker.

## 3.8 Bebyggelsens effekt på skredfare

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 ikke gjøre skredskade av betydning inne i bygget, er faresoner tegnet til veggen på bygget.

## 3.9 Andre faremomenter

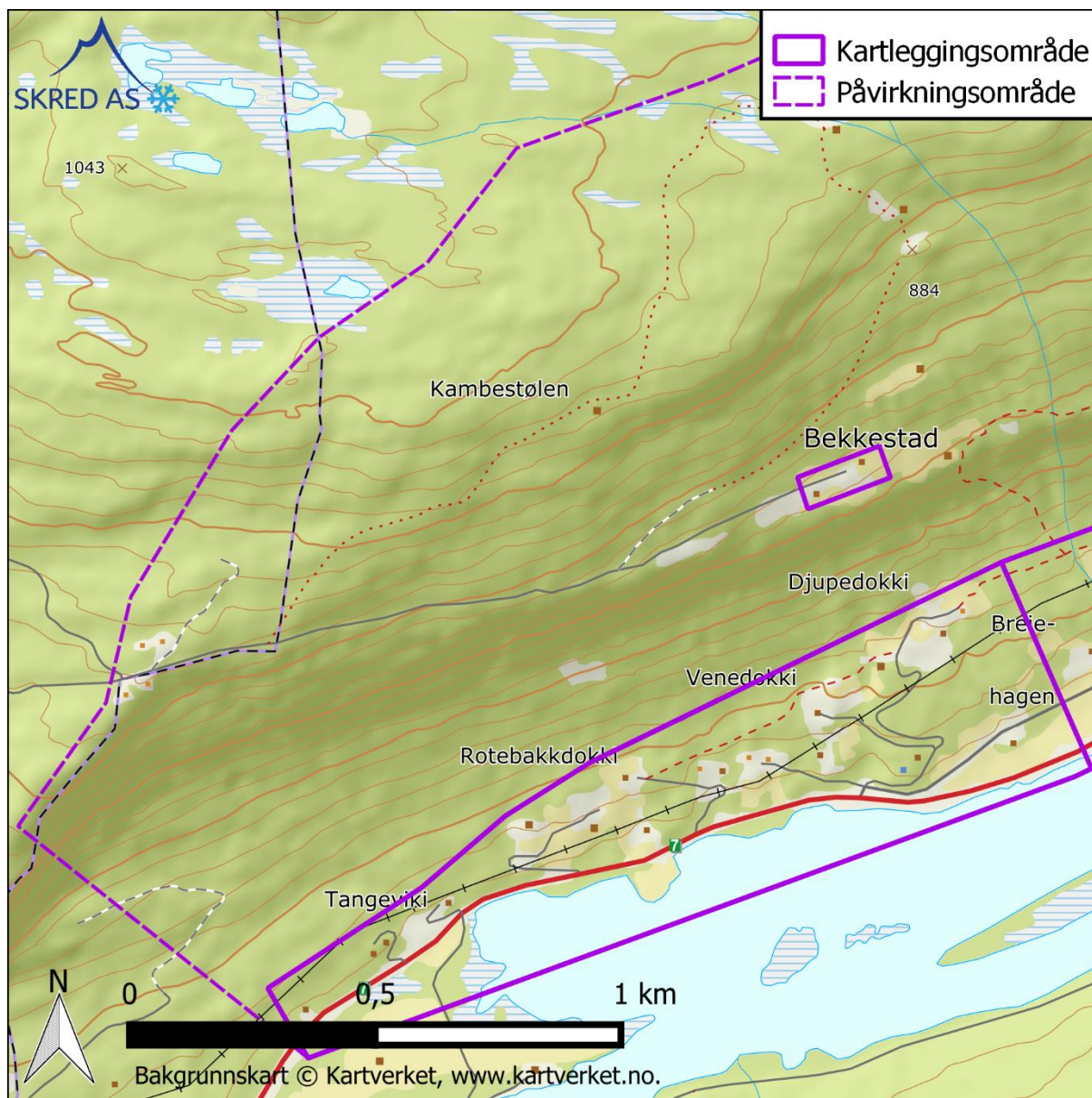
Faremomenter som ikke utgjør eller skyldes typiske skredprosesser, men som kan være viktig å være klar over, er oppsummert for hvert område i rapporten. Slike faremomenter kan være f.eks. flom i bratte vassdrag, mindre skråninger med dårlig overflatestabilitet eller erosjonsproblemer, lokale stabilitetsproblemer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

## 4 Område 1 – Tangeviki-Djupedokki-Bekkestad

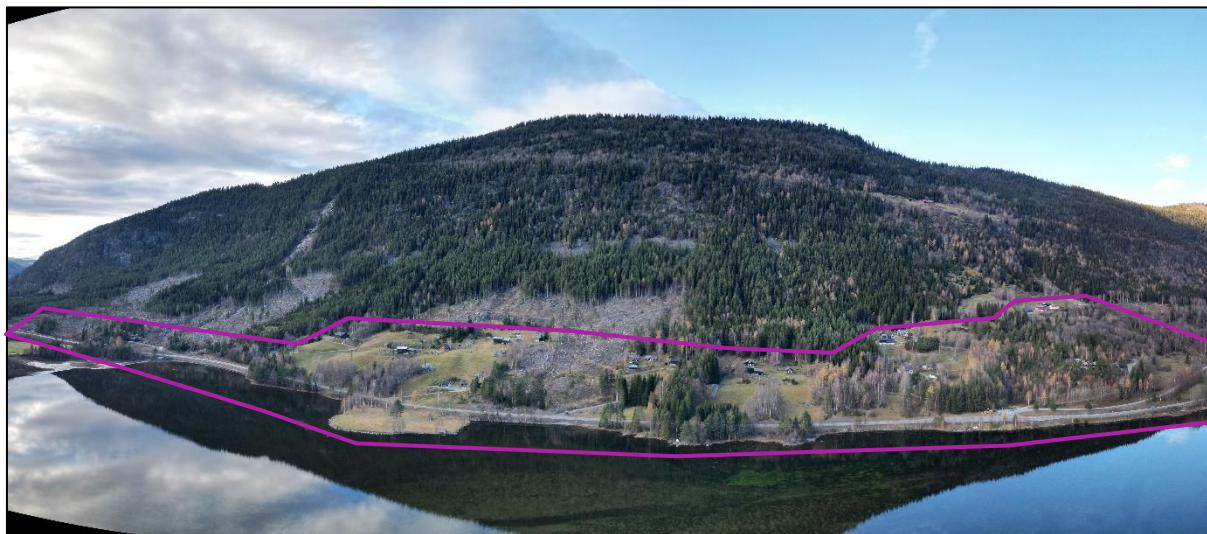
### 4.1 Områdebeskrivelse

Kartleggingsområde 1 er det vestligste kartleggingsområdet, og strekker seg fra Tangeviki i vest til Djupedokki i øst, og inkluderer også Bekkestad på en hylle i fjellsiden (ca. 730 moh.). Figur 12 viser beliggenheten til kartleggingsområdet. Figur 13 viser bilde av kartleggingsområdet og omkringliggende terreng.

Med unntak av det vestligste tunet er det meste av kartleggingsområdet dekket av aktsomhetssoner for jord- og flomskred (NVE, 2023a). Store deler av kartleggingsområdet ligger også innenfor aktsomhetssone for steinsprang. Hele området er dekket av de nye aktsomhetskartene for snøskred (NAKSIN) uten skogeffekt, og deler av området er også dekket av NAKSIN med skogeffekt.



Figur 12: Oversiktskart over kartleggingsområde 1 – Tangeviki-Djupedokki-Bekkestad.



*Figur 13: Oversiktsbilde satt sammen fra flere dronebilder av Tangeviki-Djupedokki-Bekkestad, sett mot NV. Bildet er satt sammen fra flere bilder og proporsjonene i bildet er stedvis noe forvrent. Kartleggingsområdet er antydnet med lilla omriss.*

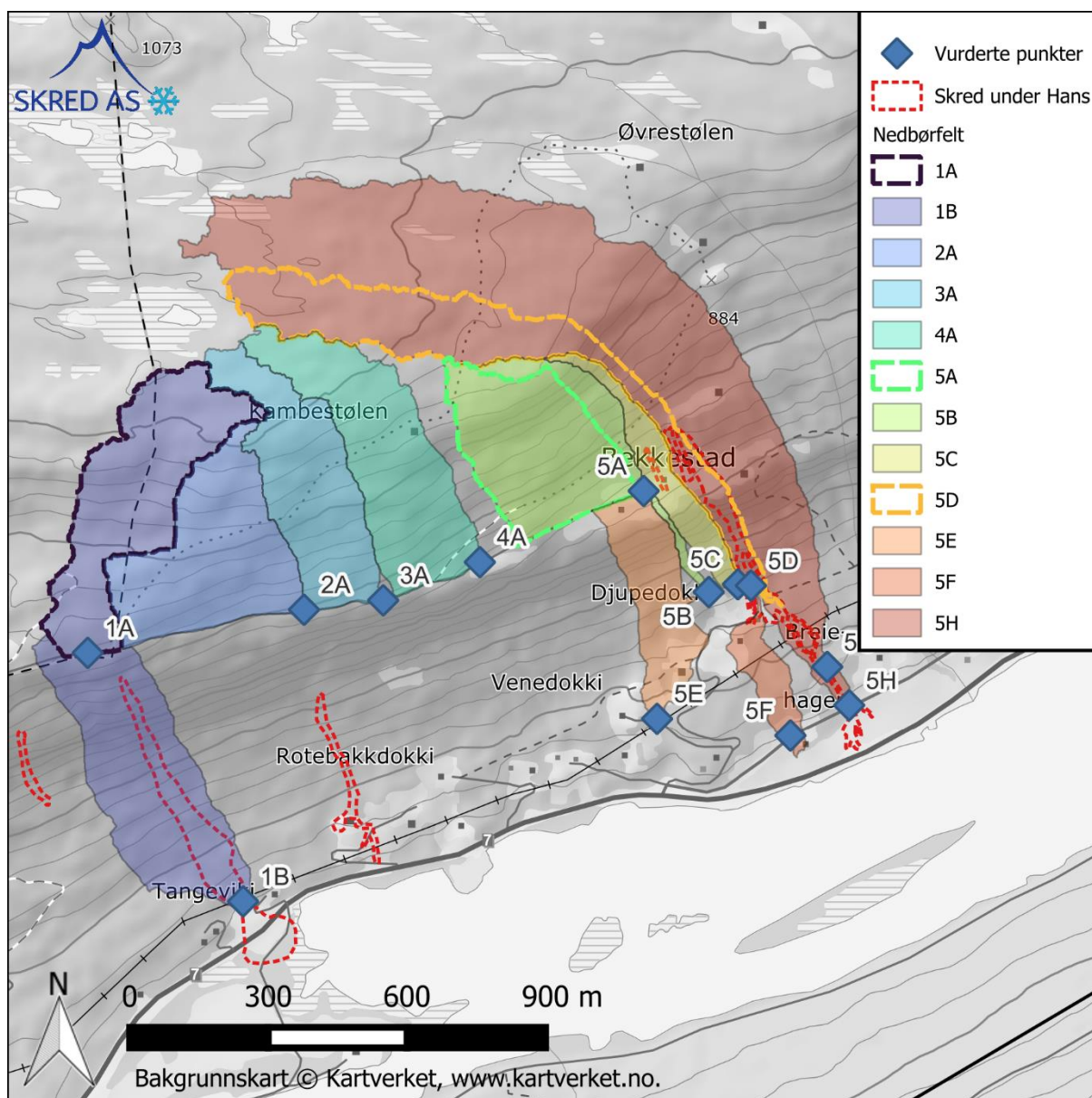
#### 4.1.1 Topografi

Nedre del av fjellsiden (ca. 450-500 moh.) er i stor grad slakere enn 20 grader. Videre oppover i fjellsiden blir terrenget gradvis brattere, og det er flere tydelige raviner. Et langsgående belte med skrenter som i stor grad er brattere enn 45 grader er høyere vest (ca. 620-820 moh.) og lavere i øst (ca. 620-720 moh.). Skrentene har en egenhøyde på maksimalt ca. 40 meter (i vest). Fra Bekkestadhøgde (ca. 820 moh.) i vest til gårdstunet Bekkestad (ca. 720 moh.) i øst går Reintonvegen langsetter fjellsiden. Gårdstunet Bekkestad ligger på en fjellhulle. Terrenget ovenfor Reintonvegen er i sentrale og østlige deler av påvirkningsområdet preget av mindre skrenter brattere enn 45 grader, samt en større skrent ved Bekkestadkamben. I skråningen direkte ovenfor Bekkestad er det flere raviner.

#### 4.1.2 Drenering

Det er flere små vann og myrområder på toppen av fjellsiden som drenerer ned mot kartleggingsområdet. Overflateavrenningen ned mot bebyggelsen i nedre del av kartleggingsområdet styres i stor grad av Reintonvegen som går langsetter fjellsiden fra Bekkestadhøgda (840 moh.) til Bekkestad (730 moh.). Ovenfor Bekkestad er det også en mindre skogsbilveg, som styrer deler av avrenningen ned mot gårdstunet, og fjellhyllen det ligger på. Figur 14 viser estimerte nedbørfelt for fjellsiden.





Figur 14: Estimerte nedbørfelt for fjellsiden. Figuren er hentet fra rapport 23458-02-1, som vurderer kritiske punkter i det samme området som denne rapporten omfatter.

#### 4.1.3 Geologi

Ifølge NGUs berggrunnskart (NGU, 2024a) består berggrunnen i kartleggingsområdet og opp til ca. 600 moh. av granittisk gneis. Fra ca. 600 moh. til ca. 750 moh. består berggrunnen av gabbro. Fra ca. 750 moh. til fjelltopphøyde består berggrunnen av metaryolitt og metaryodacitt, med lommer av monzogranitt og gabbro.

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 til fots, men ut fra dronebilder anslår vi en sprekkeavstand på ca. 1-2 meter.

Ifølge NGUs løsmassekart (NGU, 2024c) består løsmassene i kartleggingsområdets vestlige del av breelvavsetninger. Kartleggingsområdets østlige del, samt store deler av fjellsiden opp til ca. 550 moh. består av tykt morenedekke. Fra ca. 550 moh. og opp til Reintonvegen er det vest for Venedokki kartlagt skredmateriale, mens det i østlige del er kartlagt tynt morenedekke. Det er også områder kartlagt som bart fjell ved Reintonvegen, samt i øvre del av påvirkningsområdet.

På befaring observerte vi områder med steinsprangur, ett langsgående belte med bart fjell og ellers blokkrik morene.

#### 4.1.4 Flyfoto og skråfoto

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

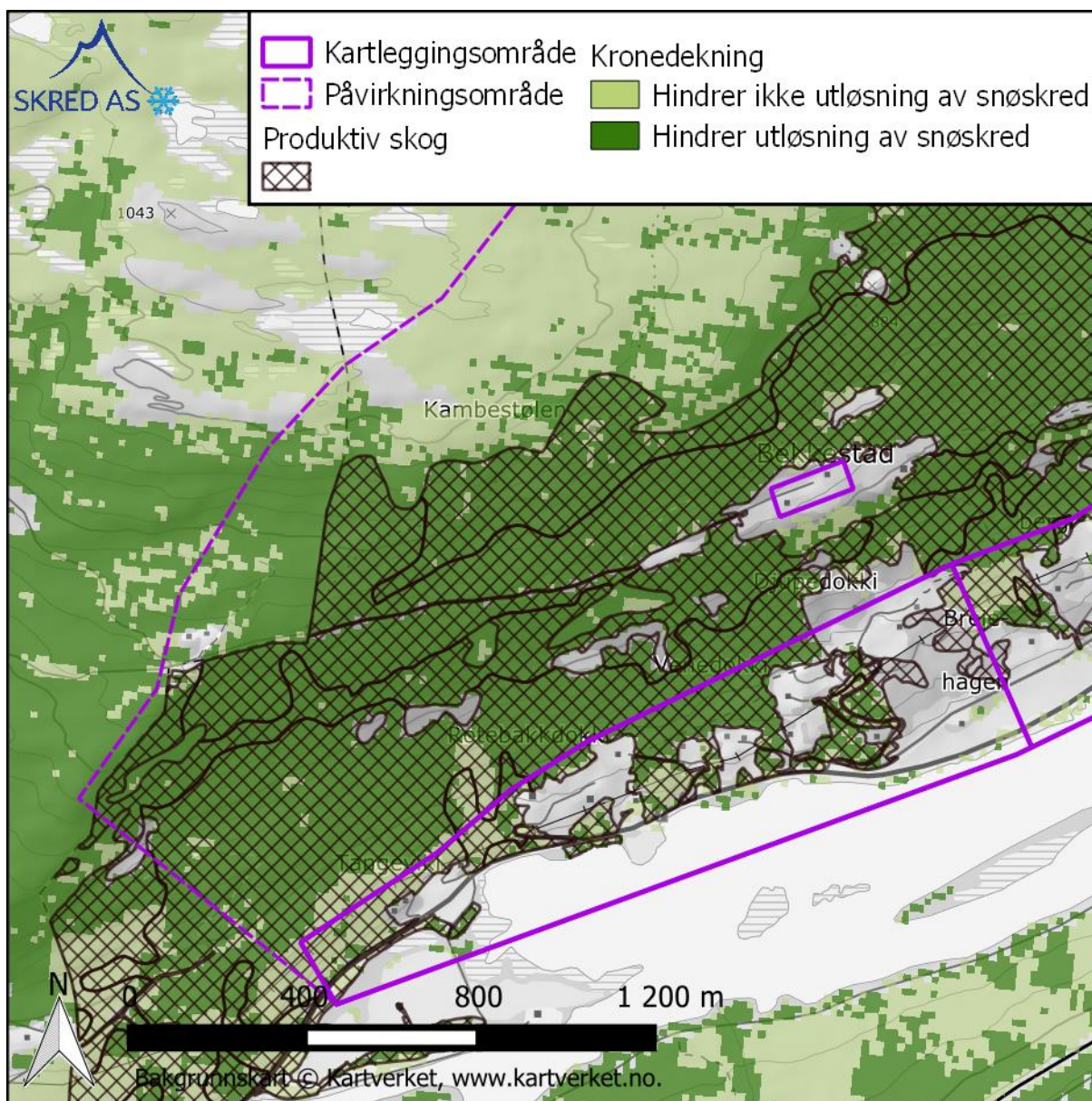
Det har ikke funnet skråfoto for området (Nasjonalbiblioteket, 2023b).

#### 4.1.5 Skog

Ifølge NIBIOs datasett SR16 Beta (NIBIO, 2023) består skogen i området av furu og gran, med innslag av løvtrær. På befaring observerte vi i stor grad gran og furu, med innslag av løvtrær i fjellsiden.

Basert på beregninger fra SR16 (NIBIO, 2023) og vurderinger i felt, er skogen tett nok til å forhindre og redusere utløsning av snøskred i de aller fleste løsnedområdene for snøskred.





Figur 15: Kart over skog med kronedekning tett nok til å forhindre eller redusere utløsning av snøskred (SR16).

#### 4.1.6 Historiske skredhendelser

Skredhendelsene som vurderes å ha relevans for utredningen er beskrevet i Tabell 13. I NVE Atlas er det registrert fire jordskredhendelser ved Bekkestad 8. august 2023. Vi har god oversikt over skredhendelsene som gikk i fjellsiden 8. august 2023 og syns det virker som den fjerde av disse skredhendelsene er en feilregistrering. Vi har derfor ikke inkludert den i tabellen, eller lagt vekt på registreringen.

Tabell 13: Utvalgte historiske skredhendelser for området.

Skredtype	Tidspunkt	Beskrivelse	ID
Jordskred	1870	Ifølge flere av de lokale vi snakket med skal det ha gått et jordskred ved Bekkestad på siste halvdel av 1800-tallet. Vi har ikke kjennskap til	22

		utløpet.	
Jordskred	8. august 2023	«Under ekstremværet «Hans» gikk det to jordskred ved Tangeviki. Dette skredet (det vestlige) var mindre enn det østligste. Skredet løsnet i blandingsskog, like nedenfor Bekkestadhøgde. Det er tegn til overflateavrenning i vegkrysset rett øst for hyttene på høgda. Skredet har erodert humusdekke, noe tilgjengelige løsmasser og skog. Skredet gikk i et område med tynt løsmassedecke/delvis kun humus på berg. Skredet er synlig på flybilder fra august 2023.» (NVE, 2023a)	1
Jordskred	8. august 2023	«Tangeviki. Under ekstremværet «Hans» gikk det to jordskred ved Tangeviki. Det østligste var det største og gikk ca. kl 16.30. Skredet gikk helt ned til Strandafjorden, og totalskadde våningshuset på gården Tangeviki. En person var inne i huset da skredet gikk, og en person var på gårdstunet. Begge slapp unna skredet uten større skader og ble reddet med helikopter. Skredet løsnet i blandingsskog nedenfor tilkomstvegen til Bekkestad. Det er et lavbrekk i veggen som trolig har ført til overflateavrenning inn i bratt terreng, hvor skredet har løsnet. I øvre del av skredbanen var det i utgangspunktet tynt løsmassedecke eller kun humus og skog på berg. Omtrent midt i skredbanen delte skredet seg i to, og like ovenfor gårdstunet Tangeviki samlet de to skredbanene seg igjen.» (NVE, 2023a)	2
Jordskred	8. august 2023	«Under ekstremværet «Hans» gikk det et jordskred mot en driftsbygning ved Halvorstølen. Skredet løsnet i granskog og eroderte løsmasser og skog i skredløpet. Skredet traff bakveggen av driftsbygning uten å gjøre betydelig skade, og deler av skredet strømmet videre på hver sin side av bygningen. En del blokk og trær stoppet på en slakere parti i terrenget, rett ovenfor driftsbygningen. Arealet direkte bak driftsbygningen var ryddet på befaringstidspunkt, men det var fortsatt synlige tegn til at skredmassene hadde nådd ca. 1,5 meter opp i bakveggen til driftsbygningen. Slam/finere fraksjoner har nådd noe høyere. Slam og vann fra skredet nådde ned til rv7. Skredet er synlig i flybilder fra august 2023. (NVE, 2023a)	3
Jordskred	8. august 2023	«Under ekstremværet «Hans» gikk det flere jordskred ved gårdstunet Bekkestad, som ligger på en fjellhulle. Dette skredet løsnet i skråningen like ovenfor våningshuset på tunet og skredmassene stoppet i en mur på eiendommen, i samme høyde som låven. Skredmassene besto av jord og stein, noe små blokk. Det er tydelige spor i terrenget i ortofoto fra 2023.» (NVE, 2023a)	4
Jordskred	8. august 2023	«Under ekstremværet «Hans» gikk det flere jordskred ved gårdstunet Bekkestad, som ligger på en fjellhulle. Dette skredet løsnet nordøst for våningshuset på gårdstunet og stoppet i en mur på eiendommen, i samme høyde som låven. Skredmassene besto av jord og stein, noe små blokk. Ikke betydelig erosjon.» (NVE, 2023a)	5
Jordskred	8. august 2023	«Under ekstremværet «Hans» gikk det flere jordskred ved gårdstunet Bekkestad. Dette skredet løsnet nordøst for våningshuset på gårdstunet. Skredet har fortsatt ned forbi fjellhylla som gården ligger på, og ned til gårdstunet på Djupedokki. Nedenfor fjellhylla er terrenget bratt, med bergskrenter og berg i dagen med stedvis tynt humusdekke og noe skog. Skredet eroderte masser i skredbanen, både humusdekke og løsmasser i øvre og midtre del av skredbanen. I nedre del av skredbanen bredte skredmassene seg utover et jorde. Slam	6

		<i>nådde det østligste bolighuset på tunet. Skredmassene besto av stein, små blokk, trær og jord. Noe vann og slam fra skredet nådde helt ned til rv7, som er betydelig lengre enn gårdstunet ved Djupedokki.» (NVE, 2023a)</i>	
--	--	---	--

#### 4.1.7 Tidligere skredfareutredninger

NGI har utført en skredfarevurdering for GBnr. 125/66 ved Skriu (NGI, 2011). Vi er også kjent med at det har blitt utført en vurdering av geolog, mulig skredfarevurdering, ved Djupedokki like etter «Hans» høsten 2023. Vi har ikke hatt tilgang til denne rapporten. 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

Det er bergskrenter brattere enn 45 grader i påvirkningsområdet, og dermed potensielle løsneområder for steinsprang. Det langsgående bratte terrenget mellom 620-820 har partier med bergskrenter som er oppsprukket, men vi har ikke observert tydelige lysere partier i bergmassen eller andre tegn til nylige utfall (Vedlegg A). Nedenfor noen av skrentene har vi observert ur som tydelig fremstår som steinsprangur (Vedlegg C). Vi har imidlertid ikke observert sammenhengende steinsprangur langs hele det bratte terrenget, og heller ikke ur eller steinsprangblokker inne i kartleggingsområdet.

Dynamisk modellering med Rockyfor3D viser at blokker kan nå inn i området i forsenkninger. Empirisk modellering med E-line viser at utløp inn i kartleggingsområdet er teoretisk mulig. Bergskrentene er ikke spesielt oppsprukket eller har mange delvis avløste blokker. Vi har kun observert ur under noen av skrentene, og denne er i god avstand (150 m) fra kartleggingsområdet. Vi har ikke observert sikre steinsprangavsetninger i kartleggingsområdet. Løsnesannsynlighet for blokker som kan ha utløp til kartleggingsområdet vurderes derfor som mindre enn 1/1000, men større enn 1/5000.

Det er faresoner for steinsprang med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 i øvre del av kartleggingsområdet basert på at vi ikke kan utelukke steinsprang fullstendig. Beregningsresultatene er tillagt noe vekt, utenom i forsenkninger hvor vi vurderer at de viser overdrevent lange utløp. Faresonen går for det meste i overkant av bebyggelsen. En driftsbygning ved Halvorstølen, samt deler av gårdstunet ved Djupedokki ligger imidlertid innenfor faresonen. Vest for Tangeviki ligger kartleggingsområdet lengre unna løsneområder for steinsprang og utløp til kartleggingsområdet vurderes som svært lite sannsynlig (<1/5000).

Skog har ikke effekt på skredfaren.

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



#### 4.2.2 Steinskred

Det er bratte bergskrenter med betydelig egenhøyde (opp mot 100 meter) i påvirkningsområdet. InSAR-data viser ikke bevegelse i fjellsiden, men det er få datapunkter og vi har derfor ikke ilagt dette stor vekt. Vi har ikke observert steinskredavsetninger eller større delvis avløste partier på befaring, skyggekart eller flyfoto. Steinskred vurderes ikke som en aktuell skredtype.

Skog har ikke effekt på skredfaren.

*Vi vurderer at den årlige sannsynligheten for steinsprang i kartleggingsområdet er mindre enn 1/5000.*

#### 4.2.3 Snøskred

Store deler av fjellsiden har terrenghelning 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 15), med unntak av jordskredbanen fra skredet som gikk mot Tangeviki under «Hans». Her er terrenget rensket for skog i en bredde på ca. 20 meter. Skredbanen ligger midt i en fjellside som ellers er skogdekt, noe som reduserer mulighet for snødrift og dermed sannsynlighet for at det bygger seg opp større flak. Løsningsannsynlighet for snøskred under dagens forhold vurderes som lavere enn 1/5000 for terrenget som er skogdekt, og større enn 1/1000 i skredbanen ved Tangeviki. Modelleringer tilsier at snøskred i skredbanen ved Tangeviki kan ha utløp så vidt inn i kartleggingsområdet ovenfor Strandafjorden 710. Vi vurderer at årlig sannsynlighet for utløp av snøskred inn i kartleggingsområdet er større enn 1/1000.

*I dagens situasjon vurderer vi at den årlige sannsynligheten for snøskred i kartleggingsområdet er større enn 1/1000 så vidt inn i kartleggingsområdet ved Tangeviki. Faresonen stopper like ovenfor Strandafjorden 710. Ellers i fjellsiden vurderer vi den årlige sannsynligheten for snøskred som mindre enn 1/5000.*

Dersom skogen forsvinner, vil det oppstå flere løsneområder for snøskred. Vi vurderer at noen av disse har årlig løsningsannsynlighet for snøskred større enn 1/100, mens andre har årlig løsningsannsynlighet større enn 1/1000. Løsneområdene er beskrevet i Tabell 14.

Dynamisk modellering av utløp ved hjelp av RAMMS::Avalanche viser at snøskred kan nå inn i store deler av kartleggingsområde med årlig sannsynlighet større enn 1/100. Empirisk modellering utført ved hjelp av alfa-beta viser også utløp langt inn i kartleggingsområdet. Som beskrevet i metodekapittelet 3.3.5, er faresonene i stor grad fastsatt etter dynamiske modelleringer.

*Dersom skogen fjernes vurderer vi at den årlige sannsynligheten for snøskred i kartleggingsområdet er større enn 1/100 i enkelte skredløp. I en slik situasjon ligger bebyggelsen ved Perstølen innenfor faresone med årlig sannsynlighet større enn 1/100. Faresonen med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 går ned til Strandafjorden vest for Tangeviki og nedenfor Perstølen. Den årlige sannsynligheten vurderes å være større enn 1/1000 for det meste av bebyggelsen, med unntak av Tellehaug. Faresonene med årlig*

*sannsynlighet større enn 1/5000 dekker ganske store deler av kartleggingsområdet, og i stor grad ned til Strandafjorden i en situasjon uten produktiv skog.*

Tabell 14: Løsneområder for snøskred.

Navn	Beskrivelse	Snø-drift	Areal (m <sup>2</sup> )	Brudd-kant 100 år (m)	Brudd-kant 1000 år (m)	Brudd-kant 5000 år (m)	Effekt av skog	Løsne-sannsynlig het m/skog	Løsne-sannsynlig het u/skog
Sno1-01	Godt egnet, høyt i terrenget, svak konkav	Noe	25247	0.8	1.1	1.4	Hindrer		1/100
Sno1-02a	Middels godt egnet, høyt i terrenget, ujevn	Ingen	23221	0.8	0.9	1.15	Hindrer		1/100
Sno1-02b	Ikke spesielt godt egnet, midt i skogen, skredsår	Ingen	575		0.9	1.4	Ingen	1/1000	1/100
Sno1-03	Middels godt egnet, høyt i terrenget, ujevn	Ingen	17718	0.8	0.9	1.15	Hindrer		1/100
Sno1-04	Middels godt egnet, høyt i terrenget	Ingen	4916	0.8	0.9	1.15	Hindrer		1/100
Sno1-05	Middels godt egnet, høyt i terrenget, svakt konkav, ujevn	Noe	11934	0.8	1.1	1.4	Hindrer		1/100
Sno1-06	Middels godt egnet, svak konkav	Noe	6021	0.8	1.1	1.4	Hindrer		1/100
Sno1-07	Ikke spesielt godt egnet, ujevn	Ingen	13854	0.8	0.9	1.15	Hindrer		1/100
Sno1-08	Middels godt egnet, konkav, men lite.	Noe	365	0.8	1.1	1.4	Hindrer		1/100
Sno1-09a	Middels godt egnet, konkav	Noe	782	0.8	1.1	1.4	Hindrer		1/100
Sno1-09b	Ikke spesielt godt egnet, midt i skogen, skredsår	Ingen	338		1.1	1.4	Ingen	1/1000	1/100
Sno1-10	Ikke spesielt godt egnet, ujevn, midt i fjellside, delvis ur med stor ruhet	Ingen	8239		0.9	1.15	Hindrer		1/1000
Sno1-11	Ikke spesielt godt egnet, ujevn, svakt konkav, midt i fjellside, delvis ur	Ingen	9615		0.9	1.15	Hindrer		1/1000



Navn	Beskrivelse	Snø-drift	Areal (m <sup>2</sup> )	Brudd-kant 100 år (m)	Brudd-kant 1000 år (m)	Brudd-kant 5000 år (m)	Effekt av skog	Løsne-sannsynlig het m/skog	Løsne-sannsynlig het u/skog
Sno1-12	Ikke spesielt godt egnet, midt i fjellside, ur med stor ruhet	Ingen	5969		0.9	1.15	Hindrer		1/1000
Sno1-13	Ikke spesielt godt egnet, midt i fjellside, ur med stor ruhet	Ingen	10210		0.9	1.15	Hindrer		1/1000
Sno1-14	Ikke spesielt godt egnet, midt i fjellside, delvis ur med stor ruhet	Ingen	9839		0.9	1.15	Hindrer		1/1000
Sno1-15	Ikke spesielt godt egnet, ujevn, midt i fjellside	Ingen	7362		0.9	1.15	Hindrer		1/1000
Sno1-16	Ikke spesielt godt egnet, midt i fjellside, ur med stor ruhet	Ingen	3070		0.9	1.15	Hindrer		1/1000
Sno1-17	Ikke spesielt godt egnet, ujevn, midt i fjellside	Ingen	6568		0.9	1.15	Hindrer		1/1000
Sno1-18	Ikke spesielt godt egnet, ujevn, midt i fjellside	Ingen	6040		0.9	1.15	Hindrer		1/1000

#### 4.2.4 Jordskred

Det er gunstige forhold for utløsning av jordskred i fjellsiden, noe som bekreftes av tydelige tegn til tidligere skred i skyggekart og kjent historikk. Det kan også gå løsmasseskred som er i grenseland mellom jordskred og flomskred. I kapittelet om jordskred beskriver vi skred som løsner som jordskred, selv om de kan utvikle seg til flomskred lengre ned i løpet.

Løsneområder er vist i registreringskart, og noen er også vist i modelleringskart. I tillegg er hvert av løsneområdene også beskrevet i ulike tabeller, med unntak av de brede belteløsneområdene. I det følgende redegjør vi for vurdering av løsnestannsynlighet (Tabell 15), utløpssannsynlighet og årlig sannsynlighet for jordskred for de ulike delene av kartleggingsområdet. Siden løsmasser, drenering og skog for hvert enkelt løsneområde er angitt i tabellene, så er dette ikke omtalt i detalj i teksten for øvrig.

*Vest for Tangeviki* er det ikke terreng som utpeker seg som potensielle løснеområder for jordskred, og i liten eller ingen grad tydelige geomorfologiske spor etter tidligere hendelser. Under «Hans» gikk det imidlertid et jordskred i dette området (Jord1-01). Vi vurderer at terrengutflatningen like ovenfor kartleggingsområdet effektivt vil stoppe jordskred med årlig sannsynlighet større enn 1/1000. Modellering utført med brede belteløsnemråder viser at sjeldne skred kan ha utløp forbi flaten. Vi vurderer derfor at jordskred med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 kan ha utløp forbi Strandafjordvegen.

*Ved Tangeviki* er det flere raviner og forsenkninger som leder inn i ett punkt direkte ovenfor tidligere hus nr. 710. Skredet som gikk under «Hans», samt beregningsresultater tilsier at skred i fjellsiden ovenfor Tangeviki vil kanaliseres til dette punktet. Resultatene tilsier at skredmassene vil splittes over en ryggformasjon bak hus nr. 708. Vegetasjon i løsnemråde Jord1-04 kan gro igjen ila. 50-100 år og føre til utløsning av nye skred i samme løp. Skredbanen til skredet som gikk under «Hans» (Jord1-04) er i stor grad rensket og fremtidige skred i samme skredløp vil antagelig ikke ha like stort volum. Forsenkningene øst og vest for skredløpet, som også fører til samme punkt, ble ikke påvirket under «Hans», og kan (ifølge beregningsresultater) føre til skred med sammenlignbart utløp. Vi vurderer derfor at jordskred med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 vil kunne ha omtrentlig likt utløp som skredet som gikk under «Hans». Jordskred med årlig sannsynlighet større enn 1/100 og 1/5000 vil hhv. kunne ha noe kortere og noe lengre utløp.

*Mellom Tangeviki og Halvorstølen* er det ikke tydelige tegn til tidligere løsmasseskred. Avrenningsanalysen tilsier heller ikke at det er noen spesielle punkter hvor vann konsentreres med tilløp av vann ovenfor Reintonvegen. Basert på at enkelte løsnemråder under «Hans» virker relativt tilfeldige, kan vi ikke utelukke jordskred i denne skråningen fullstendig. Vi vurderer årlig utløps sannsynlighet for jordskred som mindre enn 1/1000, men større enn 1/5000.

*Ved Halvorstølen og Rotebakkdokka* er det flere tydelige raviner, og det gikk et skred mot en driftsbygning under «Hans». Driftsbygningen tok ikke betydelig skade av skredet og vi vurderer derfor, under dagens forhold, at skader av betydning også fra fremtidige jordskred med årlig sannsynlighet større enn 1/100 vil stoppe i bakveggen. Fremtidige jordskred i samme løp er mulig pga. avrenningen langs Reintonvegen, men vil antagelig ha mindre volum da skredløpet til en viss grad allerede er rensket. Avrenningsanalysen viser avrenning gjennom løsnemråde Jord1-09 og Jord1-12 og løsnesannsynligheten vurderes også her som større enn 1/100. Vi vurderer at faresonene for årlig sannsynlighet større enn 1/1000 og 1/5000 har lengre utløp, og flere mulige løsnemråder.

*Ved Skria* er det flere tydelige raviner, og noen mindre tydelige forsenkninger. Stedsnavnet «Skria» vitner om gjentatte skredhendelser, noe som bekreftes av geomorfologien. Vi er imidlertid ikke kjent med at det foreligger historikk for skred her i nyere tid, og vurderer derfor at årlig sannsynlighet er mindre enn 1/100, men større enn 1/1000 og 1/5000.

*Ved Perstølen* kommer det ned en dreneringsvei med betydelig avrenning og en tydelig ravine. Bygningene ligger i noen grad skjermet bak en ryggformasjon, men vi vurderer at

utløsning lengre øst også er mulig, selv om det ikke er like tydelige tegn til tidligere aktivitet her. Årlig sannsynlighet vurderes som mindre enn 1/100, men større enn 1/1000 og 1/5000.

*Ved Venedokki* er der flere mulige løsneområder som kanaliseres mot gårdstunet. Det er ingen kjent historikk, eller tydelige tegn til relativt nylige hendelser. Årlig sannsynlighet vurderes som mindre enn 1/100, men større enn 1/1000 og 1/5000.

*Ved Djupedokki* er det i vestlige og midtre del av gårdstunet få tegn til tidligere hendelser. I vestlige del er det tydelige tegn, og deler av bebyggelsen ligger midt i en ravine. Flere jordskred løsnet i skråningen ovenfor under «Hans», men kun ett nådde forbi hylleformasjonen og ned til Djupedokki. De andre skredne som løsnet i skråningen ovenfor Bekkestad kunne med små marginer også hatt utløp forbi fjellhyllen. Årlig sannsynlighet for skred i samtlige raviner ned mot Djupedokki vurderes derfor som større enn 1/1000.

*Ved Bekkestad* er det en skråning direkte bak gårdstunet med tykt morenedekke og raviner. To av disse ravinene har utløp mot kartleggingsområdet ved Bekkestad. Det gikk skred i en av disse under «Hans», men dette skredet nådde bare så vidt inn i kartleggingsområdet. Det er også en traktorveg opp til et jorde som avskjærer skråningen ovenfor gårdstunet. En del av denne vegen skled ut under «Hans» og førte til et jordskred ned mot bebyggelsen på Bekkestad, trolig som følge av at vann fulgte traktorvegen og dermed ledet vann ut i bratt terreng. Den ravinerte skråningen som kan påvirke kartleggingsområdet ved Bekkestad har relativt liten høydeforkjell (ca. 40 meter), men basert på skredene som gikk under «Hans», avrenningen, og at det fortsatt er masser som kan føre til jordskred vurderer vi årlig løsnesannsynlighet som større enn 1/100 i disse ravinene, og et stykke langs traktorvegen. Sannsynlighet for at skred som løsner på nedsiden av traktorvegen kan medføre skader av betydning reduseres vestover da høyden på skråningen nedenfor traktorvegen minker. Jordskred kan også løsne i terrenget ovenfor traktorvegen, men her er løsmassedekket skrint, og avrenningen naturlig. Vi vurderer årlig løsnesannsynlighet som mindre enn 1/100, men større enn 1/1000. Dersom skred løsner her, vurderer vi at de vil kunne ha utløp i kartleggingsområdet.

*Ved dagens skogforhold vurderer vi at den årlige sannsynligheten for jordskred i kartleggingsområdet er større enn 1/100, og dermed også større enn 1/1000 og 1/5000.*

Fjerning av skog vil øke løsnesannsynligheten og skredene vil kunne få lengre utløp, som beskrevet i 3.7.2.1. *De fleste løsneområdene vil i en situasjon uten skog ha løsnesannsynlighet større enn 1/100 (Tabell 15), og kunne ha utløp som skredene beskrevet med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 i teksten over.*

*Tabell 15: 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. De fargede feltene synliggjør løsneområdene hvor det gikk skred under «Hans».*

Navn	Areal (m <sup>2</sup> )	Snitt-helning (°)	Løsmasser	Skog	Årlig løsne-sannsynlighet	Årlig løsne-sannsynlighet uten skog	Kommentar
------	-------------------------	-------------------	-----------	------	---------------------------	-------------------------------------	-----------

Jord1-01	390	42,0	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Kjent historikk, avrenning starter i løснеområdet
Jord1-02	625	36,3	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Svak forsenkning, avrenning inn i løsnakeområdet, tegn til skred nedstrøms
Jord1-03	324	36,4	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Svak forsenkning, tegn til skred nedstrøms
Jord1-04	566	39,6	Tynn morene	Tett	1/100	1/100	Kjent historikk, svak forsenkning, ravine nedstrøms, avrenning inn i løsnakeområdet
Jord1-05	412	40,5	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Svak forsenkning, ravine nedstrøms
Jord1-06	259	35,9	Tynn morene	Tett	1/5000	1/1000	Utydelige tegn til skred nedstrøms
Jord1-07	281	34,1	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Svak forsenkning, avrenning inn i løsnakeområdet
Jord1-08	188	37,5	Tykk morene	Tett	1/100	1/100	Kjent historikk. Ovenfor svak forsenkning, avrenning inn i løsnakeområdet
Jord1-09	201	38,1	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Svak forsenkning, avrenning inn i løsnakeområdet
Jord1-10	125	37,0	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Svak forsenkning, avrenning inn i løsnakeområdet
Jord1-11	195	32,4	Tykk morene	Tett	1/1000	1/100	Svak forsenkning, avrenning starter i løsnakeområdet
Jord1-12	219	29,6	Tykk morene	Tett	1/100	1/100	Svak forsenkning, avrenning inn i løsnakeområdet. Mulig avsetningsform
Jord1-13	251	31,5	Tykk morene	Tett	1/1000	1/100	Svak forsenkning, avrenning starter i løsnakeområdet
Jord1-14	114	38,9	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Ovenfor ravine, ikke avrenning
Jord1-15	211	33,6	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Ovenfor ravine, avrenning inn i løsnakeområdet
Jord1-16	182	31,1	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Ovenfor ravine, avrenning inn i løsnakeområdet
Jord1-17	82	37,8	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Ovenfor ravine, ikke avrenning
Jord1-18	280	38,7	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	
Jord1-19	237	37,1	Tynn morene	Tett	1/5000	1/100	Ovenfor ravine, ikke avrenning
Jord1-20	73	41,3	Tynn morene	Tett	1/5000	1/100	Ovenfor ravine, ikke avrenning
Jord1-21	86	32,6	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Ovenfor ravine, ikke avrenning
Jord1-22	93	40,1	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Ovenfor ravine, ikke avrenning
Jord1-23	52	34,8	Tykk morene	Tett	1/100	1/100	Svak forsenkning,

							avrenning
Jord1-24	136	36,3	Tykk morene	Tett	1/100	1/100	Ravine, avrenning
Jord1-25	77	35,6	Tykk morene	Tett	1/100	1/100	Ravine, avrenning
Jord1-26	123	34,0	Tykk morene	Tett	1/100	1/100	Ravine, avrenning
Jord1-27	208	32,6	Tykk morene	Tett	1/100	1/100	Ravine, avrenning
Jord1-28	74	35,5	Tykk morene	Tett	1/1000	1/100	Ravine, ikke avrenning
Jord1-29	138	29,4	Tykk morene	Tett	1/100	1/100	Ravine, avrenning
Jord1-30	172	29,5	Tykk morene	Tett	1/100	1/100	Ravine, avrenning starter i løснеområdet
Jord1-31	310	28	Tykk morene	Moderat	1/5000	1/1000	Topp av liten løsmasseskråning
Jord1-32	160	28	Tykk morene	Moderat	1/5000	1/1000	Topp av liten løsmasseskråning
Jord1-33	130	27	Tykk morene	Moderat	1/5000	1/1000	Topp av liten løsmasseskråning
Jord1-34	143	25	Tykk morene	Moderat	1/5000	1/1000	Topp av liten løsmasseskråning

#### 4.2.5 Flomskred

Vi vurderer at løsmasseskred i kartleggingsområde 1 kan ta form som overgangsprosesser mellom jord- og flomskred, men at de vil løses ut som jordskred. Denne typen skred er derfor beskrevet i kapittel om jordskred. Det er ingen gjel, eller bratte elve-/bekkeløp hvor vi vurderer at rene flomskred kan løsne med årlig sannsynlighet større enn 1/5000.

#### 4.2.6 Sørpeskred

Det foreligger historikk kun for én mulig sørpeskredhendelse i Ål (Hellinggrove). Dette tilsier at klimaet ikke ligger spesielt godt til rette for utløsning av sørpeskred. Det er flere forsenkninger, raviner og nedskjærte bekker med utløp i kartleggingsområdet. Vi vurderer imidlertid ikke disse som typiske løснеområder for sørpeskred. De ligger i under tregrensa, og de er bratte. Brattheten reduserer sannsynligheten for at vann kan hopes opp i snødekket og løses ut sørpeskred. Heller ikke i en situasjon uten skog vurderer vi at det vil oppstå typiske løснеområder for sørpeskred. *Sørpeskred vurderes derfor ikke som en reell skredprosess.*

#### 4.2.7 Andre faremomenter

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

### 4.3 Samlede faresoner

#### 4.3.1 Med skog

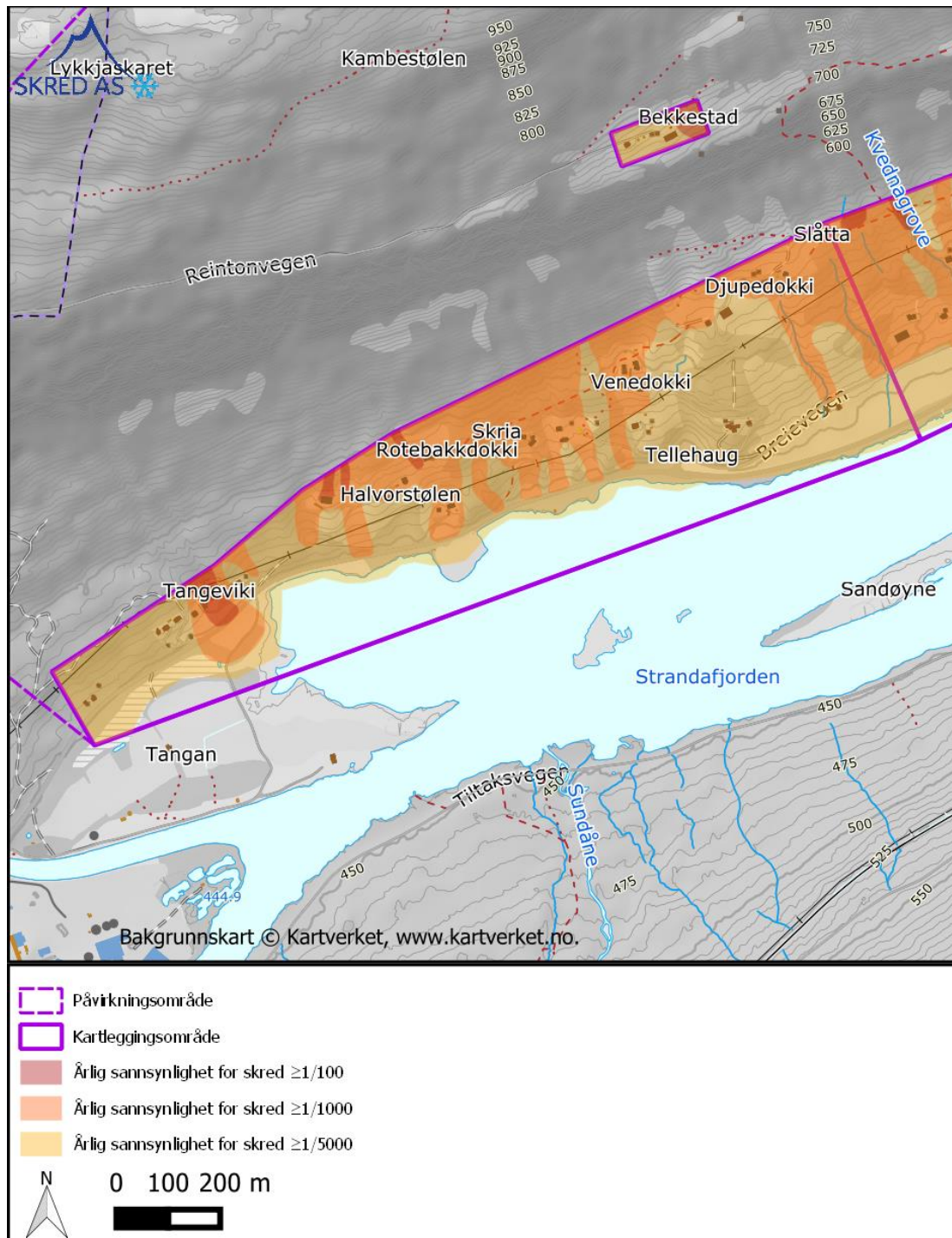
Ved dagens skogforhold vurderer vi at det er fare for jordskred i store deler av kartleggingsområdet (Figur 16). I utløpet av skredsåret fra «Hans» ved Tangeviki er det også fare for snøskred med årlig sannsynlighet større enn 1/1000. Langs øvre grense av kartleggingsområdet er det faresone for steinsprang med årlig sannsynlighet større enn 1/5000, men mindre enn 1/1000.

*Tabell 16: Antall bygg i ulike sikkerhetsklasser som ligger innenfor faresonene i området.*

Årlig sannsynlighet for skred	S2	S3
≥1/100	0	0



≥1/1000	<b>12</b>	<b>0</b>
≥1/5000	-	<b>0</b>





#### 4.3.2 Uten skog

Dersom all produktiv skog fjernes vurderer vi at løsnessannsynligheten for snøskred øker, og oversiger 1/100. Beregninger viser at mange av disse skredløpene har potensial for snøskred med utløp inn i kartleggingsområdet. Faresonene for løsmassekred får også større utbredelse, og det er fortsatt i stor grad denne skredtypen som er dimensjonerende i en situasjon uten skog. Faresonene ved Bekkestad er dimensjonert av snøskred i en situasjon uten skog. Ved Tellehaug er faresonen for årlig sannsynlighet større enn 1/1000 dimensjonert av jordskred.

#### 4.3.3 Avvik fra tidligere skredfareutredninger

Faresonene avviker fra skredfarevurderingen for GBnr. 125/66 ved Skriu (NGI, 2011). NGIs skredfarevurdering beskriver flomskred som en mulig prosess i ravinene som har utløp på gårdstunet, men at det er vanskelig å si noe om løsnessannsynligheten. Løsnessannsynligheten vurderes imidlertid som mindre enn 1/1000 basert vurderinger av løsmassedekket i fjellsiden. Videre beskrives løsmassedekket som «typisk» for Hallingdal, med relativt godt drenerte morenemasser. Skredfarevurderingen friskmelder dermed tomte for skred med årlig sannsynlighet større enn 1/1000. Hendelsene under «Hans» viste at det er potensiale for jord- og flomskred i morenemasser i fjellsiden. Vi vurderer derfor at argumentet om et «relativt godt drenert løsmassedekke» ikke er tilstrekkelig for å kunne si at løsnessannsynligheten er lavere enn 1/1000. I tillegg har vi i dag tilgang til en vesentlig bedre og mer detaljert terrengmodell og skyggekart, og har derfor et bedre grunnlag for å kunne vurdere geomorfologien. Vi vurderer at det i dag er grunn til å si at løsnessannsynligheten for løsmassekred i ravinene er større enn 1/1000.

#### 4.3.4 Steds spesifikk usikkerhet

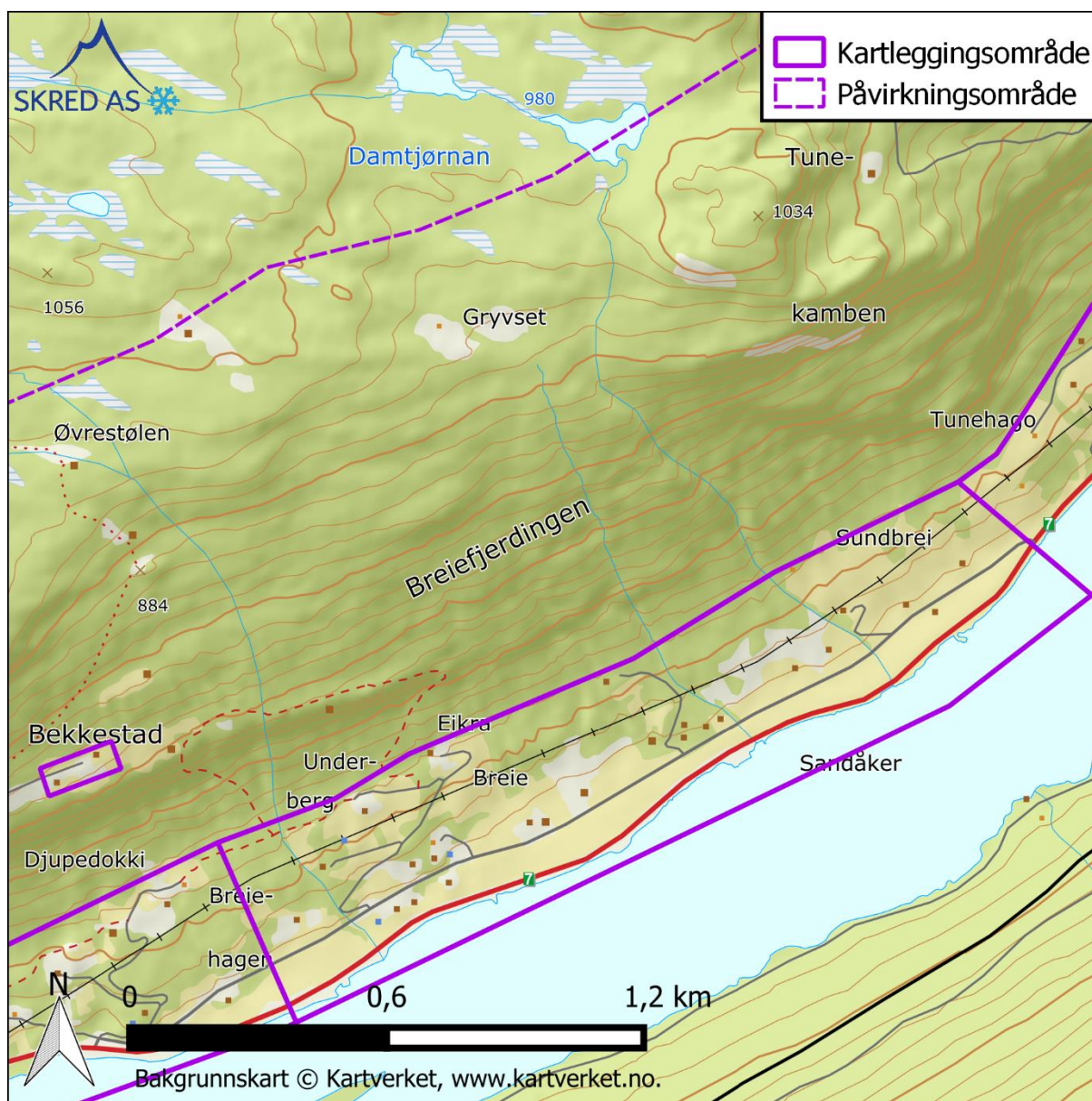
Dyrking av mark og bebyggelse kan ha fjernet tegn til tidligere skred. Enkelte steinsprangblokker kan ha blitt oversett som følge av det svært blokkrike morenedekke. Vi vurderer imidlertid ikke at dette har betydelig innvirkning på faresonene. Det er knyttet stor usikkerhet til faresonene uten skog dimensjonert av snøskred da vi ikke har historikk og faresonene i stor grad er tegnet etter modellberegninger. Effekten av skog for jordskred er også usikker.

## 5 Område 2 – Breie

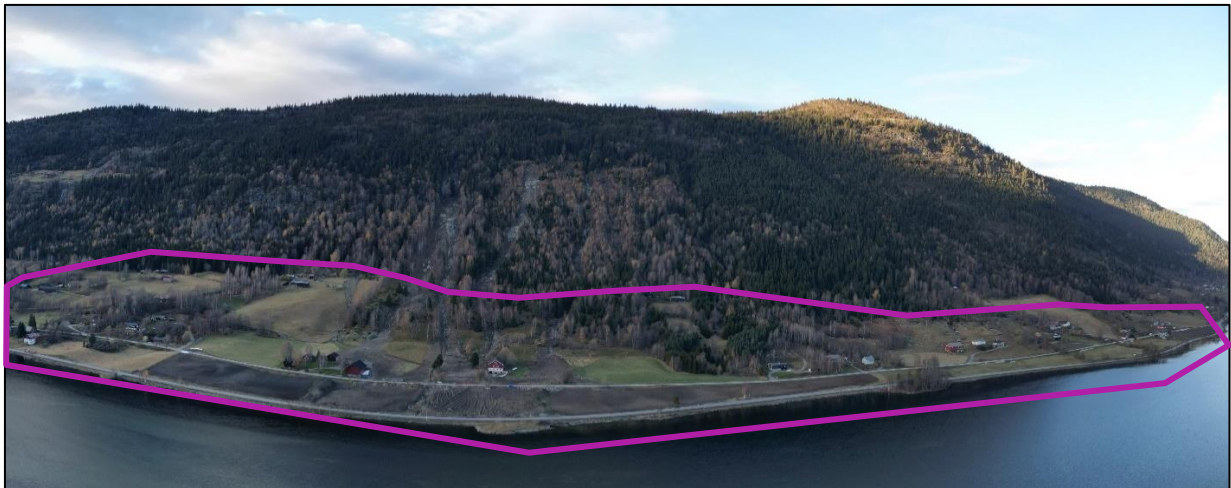
### 5.1 Områdebeskrivelse

Kartleggingsområdet strekker seg fra Breiehagen i vest til Nedre Sundbrei i øst og består av ca. 2 km fjellside. Figur 17 viser beliggenheten til kartleggingsområdet. Figur 18 viser bilde av kartleggingsområdet og omkringliggende terreng.

Stort sett hele kartleggingsområdet er dekket av aktsomhetssoner for jord- og flomskred (NVE, 2023a). Deler av kartleggingsområdet er dekket av aktsomhetszone for steinsprang. Hele området er dekket av de nye aktsomhetskartene for snøskred (NAKSIN) uten skogeffekt, og deler av området er også dekket av NAKSIN med skogeffekt.



Figur 17: Oversiktskart over kartleggingsområde 2 – Breie.



*Figur 18: Oversiktsbilde satt sammen fra flere dronebilder av Breie, sett mot nordvest. Bildet er satt sammen fra flere bilder og proporsjonene i bildet er stedvis noe forvrengt. Kartleggingsområdet er antydnet med lilla omriss.*

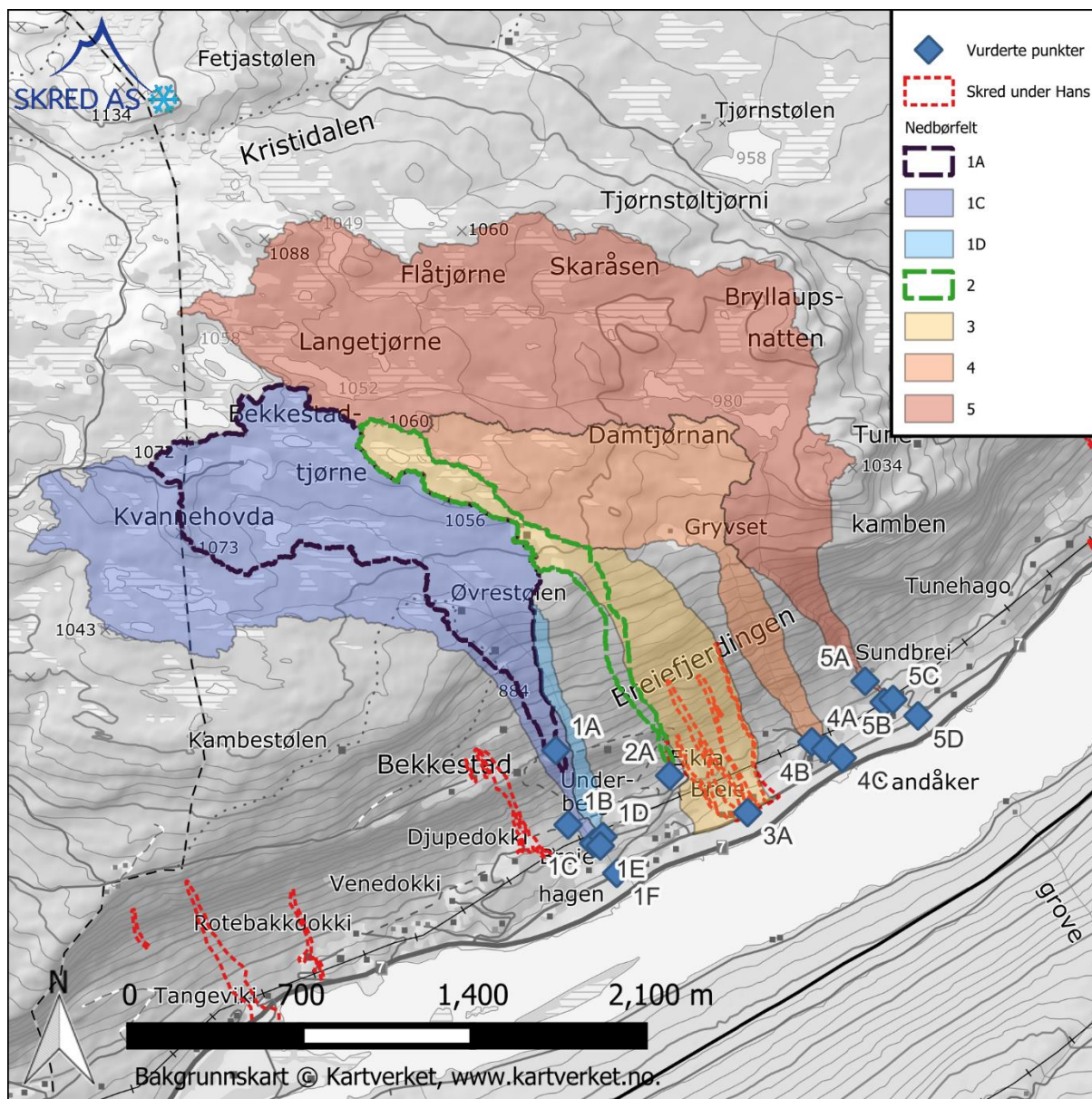
#### 5.1.1 Topografi

Terrenget mellom Breievegen og Strandafjorden er tilnærmet flatt. På nordsiden av Breievegen stiger terrenget mot NV og blir gradvis brattere. Et langsgående belte med skrenter som i stor grad er brattere enn 45 grader er høyere vest (ca. 615-680 moh.), til det gradvis opphører i sentrale deler av kartleggingsområdet. Sentrale deler er preget av raviner og nedskjærte bekkeløp. Helt i øst er det også en bergskrent, som går SØ-NV. Påvirkningsområdet strekker seg opp til toppen av fjellsiden (ca. 1000 moh.), hvor terrenget flater ut.

#### 5.1.2 Drenering

Det er flere små vann og myrområder på toppen av fjellsiden som drenerer ned mot kartleggingsområde. Kvednagrove, Sundbreigrove og en Teigegrove/liten elv har utløp gjennom kartleggingsområdet. Fjellsiden er ravinert, og avrenningsanalysen viser at vann vil samles i elveløpene, og i raviner/forsenkninger i terrenget. Figur 19 viser estimerte nedbørfelt for fjellsiden.





Figur 19: Estimerte nedbørfelt for fjellsiden. Figuren er hentet fra rapport 23458-02-1, som vurderer kritiske punkter i det samme området som denne rapporten omfatter.

### 5.1.3 Geologi

Ifølge NGUs berggrunnskart (NGU, 2024a) består berggrunnen i kartleggingsområdets vestlige og sentrale del av granittisk gneis. Nordøstlige del, samt fjellsiden opp til ca. 700 moh. består av gabbro. I vestlige del er det metaryolitt og metaryodacitt opp til toppen av påvirkningsområdet, mens øvre del av Tune kamben i øst består av gabbro.

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 til fots, men ut fra dronebilder anslår vi en sprekkeavstand på ca. 1-2 meter.

Ifølge NGUs løsmassekart (NGU, 2024c) består løsmassene i området av tykt morenedekke opp til ca. 600 moh. med avtakende mektighet oppover i fjellsiden og et område med bart fjell ved Tunekamben. Befaringsobservasjoner viser blokkrik morene i nedre del av fjellsiden. Vi observerte også områder med bart fjell, særlig rundt Trøberget. Ovenfor og øst for Bekkestad viser skyggekart at morenedekket er tykt ca. 700-800 moh. Det er også flere vifteformasjoner i nedre del av fjellsiden som vi tolker som avsetninger fra skred- og flomprosesser.

#### 5.1.4 Flyfoto og skråfoto

Det finnes serier med flyfoto for området fra 1963, 1991, 2006, 2009, 2011, 2013, 2016, 2019, 2020 og 2023 (Statens vegvesen et al., 2023). Skredhendelsene som skjedde under «Hans» er synlig i flyfoto fra 2023. Et stort felt ovenfor Breie ble flatehogd mellom 1991 og 2006.

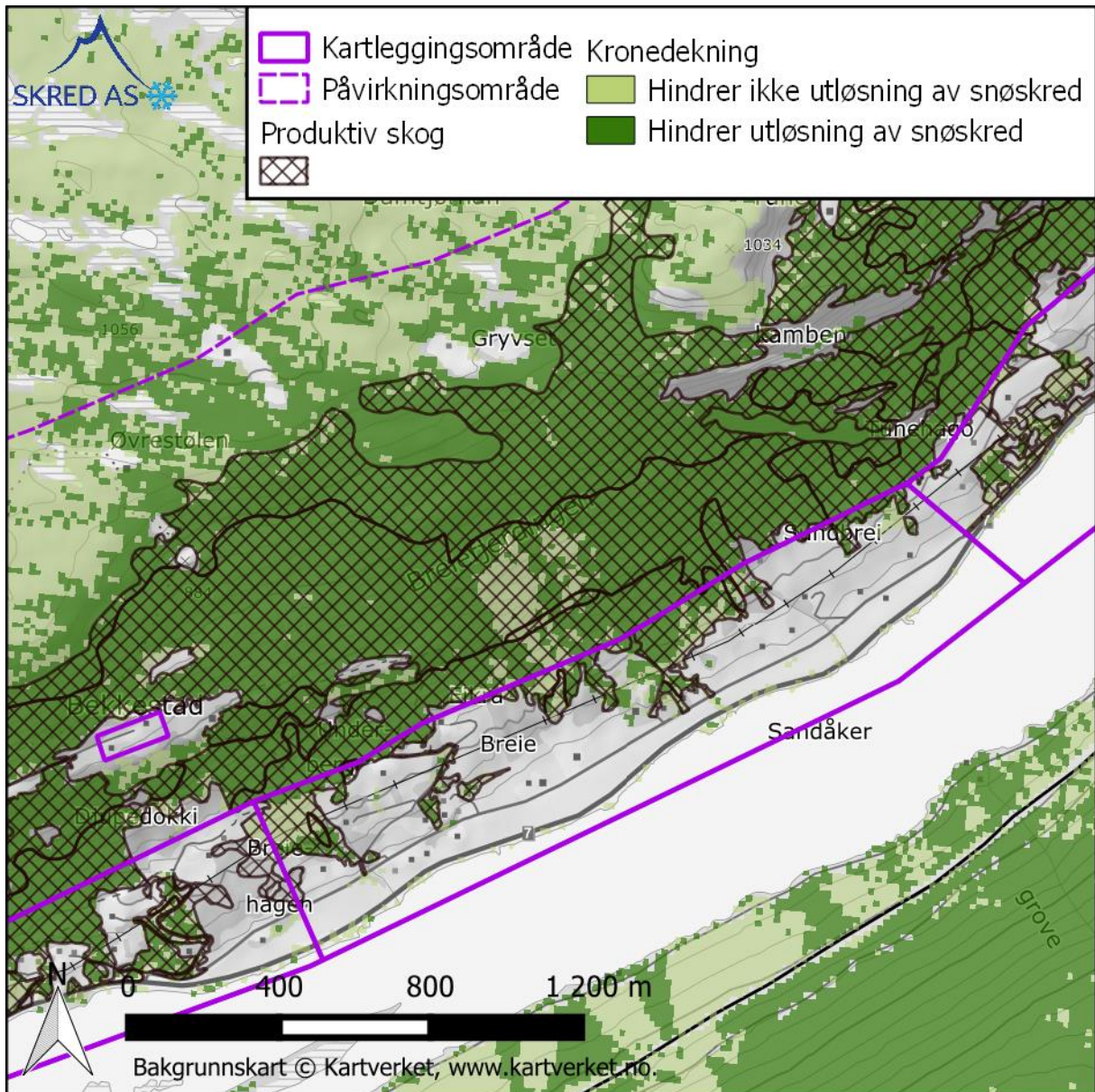
Vi har ikke funnet skråfoto for området (Nasjonalbiblioteket, 2023b).

#### 5.1.5 Skog

Ifølge NIBIOs datasett SR16 Beta (NIBIO, 2023) består skogen i området av gran, noe furu og områder med løvskog, spesielt ovenfor søre Breie. På befarings så vi i stor grad granskog i fjellsiden, men innslag av løvtrær.

Basert på beregninger fra SR16 (NIBIO, 2023) og vurderinger i felt, er skogen tett nok til å forhindre og redusere utløsning av snøskred i de aller fleste løsneområdene for snøskred.





Figur 20: Kart over skog med kronedekning tett nok til å forhindre eller redusere utløsning av snøskred (SR16).

### 5.1.6 Historiske skredhendelser

Skredhendelsene som vurderes å ha relevans for utredningen er beskrevet i Tabell 13.

Tabell 17: Utvalgte historiske skredhendelser for området.

Skredtype	Tidspunkt	Beskrivelse	ID
Jordskred	1876	Ifølge grunneier på gården Eikra skal det ha gått jordskred mellom Eikra og Breie i 1876. Grunneier har i sin tid flyttet fjøs pga. dette.	7
Jordskred	7. august 2023	«Under ekstremværet «Hans» gikk det to skred ned i lia ovenfor gården Eikra. Det vestligste skredet (dette) var mindre. Skredet løsnet i ytterkanten av en gammel vei/tilrettelagt turvei/ bred sti. Vann og slam fra skredet gikk over gårdstunet og ifølge grunneier også gjennom låven, den nederste bygningen på gårdstunet. Det er utført	8



		en kvalitetskontroll av skredhendelsen.» (NVE, 2023a) Vi er usikre på om skredet gikk 7. eller 8. august.	
Jordskred	8. august 2023	«Under ekstremværet «Hans» gikk det to skred ned i lia ovenfor gården Eikra. Dette skredet løsnet ved Vesleberget, sneiet den østlige yttersvingen av tilkomstveien opp mot gården Eikra og hadde utløp ned til gårdstunet på Breie. Ifølge grunneier skal det ha gått skred her også i 1876, med utløp ned til Strandafjorden. Skred er synlig i flyfoto fra august 2023. Det er utført en kvalitetskontroll av skredhendelsen.» (NVE, 2023a)	9
Jordskred	8. august 2023	«Under ekstremværet «Hans» gikk det tre skred ved Breie, og to ved nabogården Eikra. Det ene skredet ved Eikra hadde utløp til Breie. Breie vest er det vestligste av de tre skredene mot Breie. Skredet løsnet i en forsenkning i blandingsskog og fulgte forsenkningen ned til gården Breie. Skredet eroderte masser i siden av og i den eksisterende forsenkningen. Skredet delte seg i to. Den ene delen av skredet tok våningshuset på gården Søre Breie og totalskadde dette. Beboerne i huset hadde blitt evakuert ca. 1 time før skredet gikk. Den andre delen av skredet stoppet i låven på gården Breie, og flyttet på deler av tilbygget på våningshuset. Det er utført en kvalitetskontroll av skredhendelsen.» (NVE, 2023a)	10
Jordskred	8. august 2023	«Under ekstremværet «Hans» gikk det tre skred ved Breie, og to ved nabogården Eikra. Skredet startet som et jordskred, men utviklet seg til flomskred. Det ene skredet ved Eikra hadde utløp til Breie. Breie midt er det midterste av de tre skredene mot Breie, med utløp over gården Søre Breie. Skredet løsnet i blandingsskog ovenfor en svak forsenkning i terrenget og fulgte forsenkningen ned til gården. Det meste av skredmassene stoppet på nedsiden av Breievegen, men slam hadde utløp til Strandafjorden. Skredet gikk etter skredet Breie vest. Det er utført en kvalitetskontroll av skredhendelsen.» (NVE, 2023a). Vi mener dette var et kanalisert jordskred, ikke et flomskred.	11
Jordskred	8. august 2023	«Under ekstremværet «Hans» gikk det tre skred ved Breie, og to ved nabogården Eikra. Skredet startet trolig som et mindre jordskred, men utviklet seg senere til et flomskred. Det ene skredet ved Eikra hadde utløp til Breie. Breie øst er det østligste av de tre skredene, med utløp øst for gården Søre Breie. Skredet løsnet i blandingsskog, i en allerede eksisterende ravine. Skredet fulgte forsenkningen ned til dyrka mark hvor det bredte seg noe utover og over Breievegen. Det meste av skredmassene stoppet ved Breievegen. Vann og slam fra skredet nådde Strandafjorden. Skredet gikk etter Breie vest. Det er utført en kvalitetskontroll av skredhendelsen.» (NVE, 2023a). Vi mener dette var et kanalisert jordskred, ikke et flomskred.	12

Det er også relevant å nevne at Sundbreigrove hadde stor vannføring under ekstremværet «Hans». Løsmasser ble avsatt på vifta i utløpet av bekkenedskjæringen. Ett eller flere løsneområder kan ha gått samtidig eller hver for seg som flomskred, eller det kan ha vært masseførende flom. Under «Hans» brukte Sundbreigrove store deler av vifta, og endret løp flere ganger. Dette førte til avsetning av løsmasser flere steder på vifta, og erosjon i

hovedbekkeløpet. Gården Nygard ligger omtrent midt på vifta, og i omtrent direkte fallinje for Sundbreigrove. Vi var på befaring like etter «Hans» og observerte at det var avsatt 0,5-1 m løsmasser (for det meste finstoff) i låven på tunet (rett øst for Breievegen 49).

#### 5.1.7 Tidligere skredfareutredninger

Asplan Viak har utført en skredfarevurdering for et bolighus ved Øvre Sundbrei (Asplan Viak, 2014). Skredfarevurderingen konkluderer med at løsnanssynlighet for løsmasseskred i forsenkningene ovenfor lokaliteten er større enn 1/1000, men at det kun er finkornede skredmasser uten skadepotensial som vil kunne nå ned til det planlagte bolighuset. 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 bergskrenter brattere enn 45 grader i påvirkningsområdet, og dermed potensielle løsneområder for steinsprang. Det er spesielt i vestre del (Trøberget) og østre del (Tunekamben) at det finnes bergskrenter bratt nok for utløsning av steinsprang. I midtre del, mellom Breie og Sundbrei, er det kun noen få bergskrenter og disse har liten høydeforskjell (< 10 meter). Bergskrentene er ikke spesielt oppsprukket eller har mange delvis avløste blokker. Vi har kun observert ur under noen av skrentene. Vi har ikke observert sikre steinsprangavsetninger i kartleggingsområdet. Dynamisk modellering med Rockyfor3D viser at blokker kan nå inn i området, særlig i forsenkninger. Beregningsresultatene er tillagt noe vekt. Vi har vist forsiktighet ved tolkning utløp i forsenkninger, hvor vi vurderer at beregningene viser overdrevent lange utløp. Empirisk modellering utført med E-line viser at utløp inn i kartleggingsområdet er teoretisk mulig.

*Nedenfor Trøberget* har vi observert ur som tydelig fremstår som steinsprangur (Vedlegg C) ca. 50 fra kartleggingsområdets øvre grense, ellers har vi ikke observert sikker steinsprangur. Bergskrentene er oppsprukket, men vi har ikke observert tydelige lysere partier i bergmassen eller andre tegn til nylige utfall. Årlig løsnanssynlighet vurderes som større enn 1/1000. Sannsynlighet for at blokker har utløp til kartleggingsområdet vurderes som mindre enn 1/1000, men større enn 1/5000 for de to øverste gårdene (Underberg og Eikra)

*Ved Syversteigen* har vi også observert en ur, som vi er usikre på hvordan er dannet. Det er ikke utpregede løsneområder for steinsprang i terrenget ovenfor, og vi har derfor ikke tolket det som en sikker steinsprangavsetning. Andre forklaringer på blokkansamlingen som vi vurderer som mer tenkelig kan være rydding i forbindelse med utbygging, in situ forvitring av et bergparti, avsetninger fra løsmasseskred eller utvasket morene. Årlig løsnanssynlighet fra de mindre skrentene ovenfor dette området vurderes som mindre enn 1/1000, men større enn 1/5000. Dersom blokker løsner kan de ha utløp til kartleggingsområdet.

Ovenfor kartleggingsområdets østlige del går nedre skrent ved Tunekamben NV-SØ. Like øst for dette, ved Tunehago, har vi observert steinsprangavsetninger inn i kartleggingsområdet.

Årlig løsningsannsynlighet fra denne skrenten vurderes som større enn 1/1000. Årlig sannsynlighet for at blokker har utløp til kartleggingsområdet vurderes som større enn 1/1000 i østligste del, hvor avstand fra skrent til kartleggingsområdet er minst og større enn 1/5000 noe lengre vekk fra skrenten. Hollebakken ligger akkurat innenfor faresonen med årlig sannsynlighet større enn 1/5000. I østlige avgrensning av kartleggingsområdet strekker den samme faresonen seg ned til kraftlinja. Faresonen for årlig sannsynlighet større enn 1/1000 dekker kun noen få kvadratmeter i det nordøstlige hjørnet.

Skog har ingen effekt på skredfaren.

*Vi vurderer at den årlige sannsynligheten for steinsprang i kartleggingsområdet er mindre enn 1/100, men større enn 1/1000 for en liten del av kartleggingsområdet. Det er faresoner for steinsprang med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 i øvre del av kartleggingsområdet basert på at vi ikke kan utelukke steinsprang fullstendig.*

### 5.2.2 Steinskred

Det er bratte bergskrenter med betydelig egenhøyde (opp mot 60 meter) i påvirkningsområdet. InSAR-data viser ikke bevegelse i fjellsiden, men det er få datapunkter og vi har derfor ikke ilagt dette stor vekt. Vi har ikke observert steinskredavsetninger eller større delvis avløste partier. Steinskred vurderes ikke som en aktuell skredtype.

Skog har ikke effekt på skredfaren.

*Vi vurderer at den årlige sannsynligheten for steinsprang i kartleggingsområdet er mindre enn 1/5000.*

### 5.2.3 Snøskred

Store deler av fjellsiden har terrenghelning gunstig for utløsning av snøskred. Dette terrenget er imidlertid dekket av skog som vi vurderer som tett nok for å forhindre utløsning av snøskred, med unntak av to av jordskredbanene fra skredene som gikk mot Breie under «Hans». Her er terrenget rensket for skog i en bredde på ca. 25-30 meter. Skredbanene ligger midt i en fjellside som ellers er skogdekt, noe som reduserer mulighet for snødrift og dermed sannsynlighet for at det bygger seg opp større flak. Løsningsannsynlighet for snøskred under dagens forhold vurderes som mindre enn 1/5000 for terrenget som er skogdekt, og større enn 1/1000 i to av skredbanene ved Breie. Modelleringer tilsier at snøskred fra Sno2-209b ved Breie kan ha utløp til kartleggingsområdet, men vil stoppe like nedenfor kraftlinja (ovenfor bebyggelsen). Vi vurderer at årlig sannsynlighet for utløp av snøskred inn i kartleggingsområdet er større enn 1/1000, men utløp i ravinene, like nedenfor kraftlinja. Eksisterende bebyggelse er ikke berørt av faresonen.

*I dagens situasjon vurderer vi at den årlige sannsynligheten for snøskred i kartleggingsområdet er større enn 1/1000 ved Breie. Ellers i fjellsiden vurderer vi den årlige sannsynligheten for snøskred som mindre enn 1/5000.*

Dersom skogen forsvinner vil det oppstå løsneområder for snøskred med årlig sannsynlighet større enn 1/100. Løsneområdene er beskrevet i Tabell 18.

Dynamisk modellering av utløp ved hjelp av RAMMS::Avalanche viser at skred kan nå inn i store deler av kartleggingsområde med årlig sannsynlighet større enn 1/100. Som beskrevet i metodekapittelet 3.3.5, er faresonene i stor grad fastsatt etter dynamiske modelleringer. Empirisk modellering utført ved hjelp av alfa-beta viser også utløp langt inn i kartleggingsområdet.

*Dersom skogen fjernes vurderer vi at den årlige sannsynligheten for snøskred i kartleggingsområdet er større enn 1/100 for deler av kartleggingsområdet. Noe av bebyggelsen ved Eikra, samt Syversteigen ligger innenfor faresonen med årlig sannsynlighet større enn 1/100. Faresonen med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 stopper de fleste steder like ovenfor Breievegen. I en situasjon uten produktiv skog ligger dermed det meste av bebyggelsen innenfor faresonen med årlig sannsynlighet større enn 1/1000. All bebyggelsen ligger innenfor faresonen med årlig sannsynlighet større enn 1/5000.*

Tabell 18: Løsneområder for snøskred.

Navn	Beskrivelse	Snødrift	Areal (m <sup>2</sup> )	Bruddkant 100 år (m)	Bruddkant 1000 år (m)	Bruddkant 5000 år (m)	Effekt av skog	Løsnesannsynlighet m/skog	Løsnesannsynlighet u/skog
Sno2-01	Ikke spesielt godt egnet, stor ruhet, midt i fjellside, svak konkav	Ingen	3116		0.9	1.15	Hindrer		1/1000
Sno2-02	Middels godt egnet, stor ruhet, konkav	Noe	2637	0.8	1.1	1.4	Hindrer		1/100
Sno2-03	Ikke spesielt godt egnet, stor ruhet, midt i fjellside, svakt konveks, delvis ur	Ingen	4697		0.9	1.15	Hindrer		1/1000
Sno2-04	Ikke spesielt godt egnet, stor ruhet, midt i fjellside, svakt konveks, delvis ur	Ingen	8937		0.9	1.15	Hindrer		1/1000
Sno2-05	Middels godt egnet, konkav, men liten formasjon og delvis slakt	Noe	1307		1.1	1.4	Hindrer		1/1000
Sno2-06	Middels godt egnet, konkav, men liten formasjon og delvis slakt	Noe	954		1.1	1.4	Hindrer		1/1000
Sno2-07a	Middels godt egnet, konkav, men liten formasjon og delvis slakt	Noe	1382		1.1	1.4	Hindrer		1/1000
Sno2-07b	Middels godt egnet, konkav, men liten formasjon og delvis slakt	Noe	363		1.1	1.4	Hindrer		1/1000
Sno2-08	Ikke spesielt godt egnet, ujevn, høyt i fjellside, svakt konveks	Ingen	5030	0.65	0.9	1.15	Hindrer		1/100
Sno2-09a	Ikke spesielt godt egnet, høyt i fjellside, svakt konveks	Ingen	30522	0.65	0.9	1.15	Hindrer		1/100

Navn	Beskrivelse	Snødrift	Areal (m <sup>2</sup> )	Bruddkant 100 år (m)	Bruddkant 1000 år (m)	Bruddkant 5000 år (m)	Effekt av skog	Løsnansynlighet m/skog	Løsnansynlighet u/skog
Sno2-09b	Ikke spesielt godt egnet, midt i skogen, skredsår	Ingen	773		0.9	1.15	Ingen	1/1000	1/1000
Sno2-09c	Ikke spesielt godt egnet, midt i skogen, skredsår	Ingen	452		0.9	1.15	Ingen	1/1000	1/1000
Sno2-10	Ikke spesielt godt egnet, moderat ruhet, høyt i fjellside, svakt konveks	Ingen	8848	0.65	0.9	1.15	Hindrer		1/100
Sno2-11	Ikke spesielt godt egnet, lav ruhet, høyt i fjellside, svakt konveks	Ingen	13289	0.65	0.9	1.15	Hindrer		1/100
Sno2-12	Middels godt egnet, moderat ruhet, høyt i fjellside	Ingen	14397	0.65	0.9	1.15	Hindrer		1/100
Sno2-13	Middels godt egnet, høyt i fjellside	Ingen	9061	0.65	0.9	1.15	Hindrer		1/100
Sno2-14	Middels godt egnet, svak konkav	Noe	10667	0.8	1.1	1.4	Hindrer		1/100
Sno2-15	Middels godt egnet, svak konkav	Noe	7672	0.8	1.1	1.4	Hindrer		1/100
Sno2-16	Middels godt egnet, svak konkav, høyt i terrenget	Noe	4386		1.1	1.4	Reduserer	1/1000	1/100
Sno2-17	Middels godt egnet, svak konkav, høyt i terrenget	Noe	2022	0.8	1.1	1.4	Ingen	1/100	1/100

#### 5.2.4 Jordskred

Det er gunstige forhold for utløsning av jordskred i fjellsiden, noe som bekreftes av tydelige tegn til tidligere skred i skyggekart og kjent historikk. Det kan også gå løsmasseskred som er i grenseland mellom jordskred og flomskred. I kapittelet om jordskred beskriver vi skred som løsner som jordskred, selv om de kan utvikle seg til flomskred lengre ned i løpet.

Det er ikke skogsbilveier eller andre terrenginngrep i høyt i fjellsiden ovenfor kartleggingsområdet og avrenningen inn i potensielle løsneområder styres dermed av nedbør og snøsmelting.

Løsneområder er vist i registreringskart, og noen er også vist i modelleringskart. I tillegg er hvert av løsneområdene også beskrevet i Tabell 19. I det følgende redegjør vi for vurdering av løsnansynlighet, utløpsansynlighet og årlig sannsynlighet for jordskred for de ulike delene av kartleggingsområdet. Siden løsmasser, drenering, løsnansynlighet og skog for hvert enkelt løsneområde er angitt i tabellen, så er dette ikke omtalt i detalj i teksten for øvrig.

Ved Breiehagen er det i skyggekart tydelige tegn til tidligere jordskred og bebyggelsen på gårdstunet ligger i utløpet av en ravine. Selv om ravinen er tydelig, har vi ikke observert noe



som tyder på at det går hyppige skred i ravinen, og det gikk heller ikke skred her under «Hans». Årlig sannsynlighet vurderes som større enn 1/100 et stykke ned i ravinen, men ikke ned til bebyggelsen. Større jordskred er mulig som sjeldnere hendelser og vi vurderer at bebyggelsen ligger innenfor faresone med årlig sannsynlighet større enn 1/1000.

*Gårdstunet Underberg* ligger også i utløpet av en svak ravineformasjon. Selv om vi ikke har observert tegn til tidligere aktivitet i her, kan vi ikke utelukke fremtidige jordskred her og vurderer derfor årlig sannsynlighet som større enn 1/1000.

*Ved Eikra* tilsier både nyere historikk og geomorfologi at jordskred kan forekomme. Årlig sannsynlighet for større jordskred som kan medføre skader av betydning vurderes som større enn 1/100 ned mot gårdstunet. Vi vurderer at bebyggelsen ligger utenfor faresone med årlig sannsynlighet større enn 1/000.

*Ved Breie* er det både tegn til tidligere jordskred, og det gikk skred her som ødela bebyggelse under «Hans». Massene som løsnet initialt bestod av tynt lag med løsmasser, eller i stor grad vegetasjon/humus som lå oppå en tilnærmet impermeabel glideflate av berg. Om 50-100 år kan vi anta at vegetasjonen har vokst opp igjen. Ved neste ekstremnedbør og/eller ekstremsmelteperiode kan det derfor finnes betydelig løsnevolum i de samme løsneområdene som allerede har gått, selv om vi forventer at skredvolumet i fremtidige hendelser vil være mindre enn under «Hans». Vi vurderer dermed at det både er sannsynlig at eventuelle fremtidige skred kan gå i de samme skredbanene som skredene under Hans, og at de kan løsne i nærliggende terreng med like egenskaper. Skredene kan rive med seg masser i sideveggene til eksisterende raviner/skredløp, og fortsatt bli av betydelig størrelse selv om store mengder løsmasser allerede har blitt medrevet av tidligere skred. Årlig sannsynlighet for mindre skredvolum som følger eksisterende raviner vurderes som større enn 1/100. Løsningsannsynlighet for større volum, samt løsneområder i nærliggende terreng vurderer vi som større enn 1/1000 og 1/5000. Vi vurderer at jordskred med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 vil kunne nå forbi eksisterende bebyggelse. Jordskred med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 vil kunne ha utløp til Strandafjorden.

*Mellom Søre Breie og Sandåker* ligger det flere hus (Breievegen 85, 87, 97 og 99) på en vifteformasjon som vi tolker er bygd opp av gjentatte skred- og flomhendelser. Vi vurderer at både jord- og flomskred kan forekomme i ravinen. På grunn av den definerte kanalen og betydelige nedbørfelt vurderer vi at flomskred er mest aktuelt, og vil ha lengst utløp. Dette er vurdert i kap. om flomskred. Vifteformasjonen ligger i utløpet av en definert ravine. På befaringstidspunkt sildret det så vidt noe vann i ravinen. Det samme gjelder for Sundbrei.

*Syversteigen* ligger noe høyere i fjellsiden, på siden av en ravine hvor vi vurderer årlig sannsynlighet for jordskred som større enn 1/100. Det er flere mulige løsneområder i fjellsiden ovenfor Syversteigen, og det er bratt helt ned til bebyggelsen. Årlig sannsynlighet vurderes som mindre enn 1/100, men større enn 1/1000.

*Øst for Sundbreigrove* er det i skyggekart tegn til tidligere skred i fjellsiden. I nedre del av fjellsiden er tegn til avsetninger fra tidligere skred vanskelig å tolke pga. at området i dag er

opparbeidet terreng. Vi vurderer at skred i dette området vil følge forsenkningene, og spre seg utover når skredmassene når slakere terreng med mindre definerte terrengformer. Ut fra beregningsresultater og hvor tydelig definert potensielle løснеområdene er, forventer vi at skred vil kunne ha skadepotensiale utover deler av de opparbeidede jordene. Slam vil kunne ha utløp forbi faresonene, men ikke med betydelig skadepotensiale.

*Ved dagens skogforhold vurderer vi at den årlige sannsynligheten for jordskred i kartleggingsområdet er større enn 1/100, og dermed også større enn 1/1000 og 1/5000.*

Fjerning av skog vil øke løsnesannsynligheten og skredene vil kunne få lengre utløp, som beskrevet i 3.7.2.1. *De fleste løsneområdene vil i en situasjon uten skog ha løsnesannsynlighet større enn 1/100 (Tabell 15), og kunne ha utløp som skredene beskrevet med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 i teksten over.*

*Tabell 19: Løsneområder for jordskred. De fargede radene synliggjør løsneområdene hvor det gikk skred under «Hans»*

Navn	Areal (m <sup>2</sup> )	Snitt-helling (°)	Løsmasser	Skog	Årlig løsne-sannsynlighet	Årlig løsne-sannsynlighet uten skog	Kommentar
Jord2-01	124	27,7	Tykk morene	Tett	1/1000	1/100	Mellom raviner
Jord2-02	198	27,2	Tykk morene	Tett	1/100	1/100	Ravine med avrenning
Jord2-03	120	28,7	Tykk morene	Tett	1/100	1/100	Ravine med avrenning
Jord2-04	514	27,9	Tykk morene	Tett	1/100	1/100	Ravine med avrenning
Jord2-05	399	26,8	Tykk morene	Tett	1/100	1/100	Ravine med avrenning
Jord2-06a	302	27,5	Tykk morene	Tett	1/100	1/100	Ravine med avrenning
Jord2-06b	240	30	Tykk morene	Tett	1/100	1/100	Svak ravineformasjon med avrenning
Jord2-07	205	26,6	Tykk morene	Tett	1/100	1/100	Svak ravineformasjon med avrenning
Jord2-08	202	30,5	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Svak forsenkning med avrenning
Jord2-09	116	24,7	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Svak forsenkning, ikke avrenning
Jord2-10	194	29,3	Tynn morene	Tett	1/1000		Svak forsenkning med avrenning
Jord2-11	271	29,7	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Svak forsenkning med avrenning
Jord2-12	224	33,4	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Svak ravine med avrenning
Jord2-13a	276	32,2	Tynn morene	Tett	1/100	1/100	Ravine med avrenning
Jord2-13b	261	35,9	Tynn morene	Tett	1/100	1/100	Ravine med avrenning
Jord2-14	725	33,5	Tynn morene	Tett	1/100	1/100	Kjent historikk, svak forsenkning ovenfor ravine med avrenning som oppstår i løsneområdet
Jord2-15	241	35,1	Tynn morene	Tett	>1/100	1/100	Svak forsenkning ovenfor ravine, med avrenning som oppstår i løsneområdet
Jord2-16	185	34,2	Tynn morene	Tett	>1/100	1/100	Svak forsenkning ovenfor ravine, avrenning som oppstår i løsneområdet
Jord2-17	136	31,6	Tynn morene	Tett	>1/100	1/100	Svak forsenkning

							ovenfor ravine med avrenning som oppstår i løснеområdet
Jord2-18	530	35,0	Tynn morene	Moderat	>1/1000	1/100	Svak forsenkning ovenfor ravine med avrenning
Jord2-19	113	32,3	Tynn morene	Moderat	>1/1000	1/100	Svak forsenkning ovenfor ravine med avrenning
Jord2-20	225	33,9	Tynn morene	Moderat	1/1000	1/100	Svak forsenkning ovenfor ravine med avrenning
Jord2-21	198	31,7	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Svak forsenkning ovenfor ravine med avrenning
Jord2-22	119	33,7	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Ravine med avrenning
Jord2-23	291	36,5	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Ravine med avrenning
Jord2-24	429	32,5	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Svak forsenkning med avrenning
Jord2-25	400	32,8	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Svak forsenkning med avrenning
Jord2-26	311	32,9	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Svak forsenkning med avrenning
Jord2-27	359	36,0	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Svak forsenkning med avrenning
Jord2-28	296	39,6	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Ravine med avrenning
Jord2-29	410	40,0	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Svak forsenkning med avrenning
Jord2-30	292	34,5	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Svak forsenkning ovenfor ravine, avrenning som oppstår i løснеområdet
Jord2-31	539	34,0	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Svak forsenkning med avrenning
Jord2-32	355	33,2	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Avrenning inn i bratt terreng, med ravine nedstrøms
Jord2-33	362	36,7	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Avrenning inn i bratt terreng, med ravine nedstrøms
Jord2-34	353	34,7	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Avrenning inn i bratt terreng, med ravine nedstrøms
Jord2-35	500	33,7	Tykk morene	Tett	1/1000	1/100	Svak forsenkning med avrenning
Jord2-36	342	34,9	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Avrenning inn i bratt terreng, med ravine nedstrøms
Jord2-37	66	39,1	Tykk morene	Tett	1/100	1/100	Kjent historikk, på siden av forsenkning med avrenning, og rett under skogsbilveg.
Jord2-38	230	34,8	Tykk morene	Tett	1/100	1/100	Kjent historikk, på siden av forsenkning med avrenning

### 5.2.5 Flomskred

I de fleste ravienene/forsenkningene i fjellsiden vurderer vi at løsmasseskred kan løsne som jordskred, men utvikle seg til flomskred. Denne typen skred er beskrevet i kapittelet om jordskred. Løsmasseskred som vi vurderer kan løsne som flomskred er beskrevet i dette kapittelet, og vi vurderer at det er gjeldende for Kvednagrove, Teigegrove og Sundbreigrove.

#### **Kvednagrove (Flom02-3)**

Flybilder tatt etter «Hans» vitner om at ekstremværet førte masseførende flom i Kvednagrove, men ikke flomskred. Basert på geomorfologien, med stedvis bratte sidekanter i løsmasser spesielt i øvre del, vurderer vi at det er mulig med flomskred i Kvednagrove. Det foreligger ikke historikk verken fra tidligere eller fra «Hans», men skyggekart indikerer en svak vifteformasjon i utløpet av ravinen. Vi vurderer årlig løsnesannsynlighet for små volum som større enn 1/100. For større volum vurderer vi årlig løsnesannsynlighet som større enn 1/1000. Beregninger tilsier at flomskred kan nå helt ned til Strandafjorden. *Vi vurderer årlig sannsynlighet for flomskred i Kvednagrove som større enn 1/100, for en liten del av løpet inn i kartleggingsområdet og større enn 1/1000 for store deler av den observerte vifteformasjonen i utløpet. Svært sjeldne hendelser, med årlig sannsynlighet større enn 1/5000, kan ha utløp ned til Strandafjorden.*

#### **Teigegrove (Flom02-3)**

Mellom Kvednagrove og Sundbreigrove er det en definert kanal med et betydelig nedbørfelt, hvor vi vurderer vi at flomskred er aktuelt og vil ha lengre utløp enn jordskred. Skred som løsner som jordskred også kan forekomme. På befaringstidspunkt sildret det så vidt noe vann i ravinen. Bilder tatt under «Hans», og like etterpå viser betydelig avrenning i ravinen. Vi vurderer årlig løsnesannsynlighet for små volum som større enn 1/100. For større volum vurderer vi årlig løsnesannsynlighet som større enn 1/1000. Beregninger tilsier at flomskred kan nå helt ned til Strandafjorden. *Vi vurderer årlig sannsynlighet for flomskred i Teigegrove som større enn 1/100, for en liten del av løpet inn i kartleggingsområdet og større enn 1/1000 for store deler av den observerte vifteformasjonen i utløpet. Svært sjeldne hendelser, med årlig sannsynlighet større enn 1/5000, kan ha utløp ned til Strandafjorden.*

#### **Sundbreigrove (Flom02-1)**

Vifteformasjonen i utløpet av Sundbreigrove er bygget opp av gjentatte flom- og flomskredhendelser med både finere løsmasser og blokk. I skyggekart er det tegn til at det har løsnet betydelige volum som skred tidligere. Avsetninger i form av leveer langs Sundbreigrove, tyder også på at flomskred er en aktuell prosess i løpet. Sundbreigrove har stedvis bratte sidekanter med løsmasser, og vi kan derfor ikke utelukke fremtidig flomskred. Vi vurderer årlig løsnesannsynlighet som større enn 1/100.

Strømningsmønsteret til flomskred modellert ved hjelp av RAMMS::Debrisflow er påfallende likt som strømningsmønsteret til masseførende flom i Sundbreigrove under «Hans». Volumet av masser som ble transportert under «Hans» var betydelig mindre enn det vi forventer ved en ren flomskredhendelse, og dynamikken er også ulik. Disse to faktorene gjør

at skadepotensialet ved en flomskredhendelse kan være betydelig større enn ved en masseførende flom. Dersom et større volum løsner som en puls, kan vi dermed forvente skadepotensiale utover de delene av vifte hvor den masseførende flommen under «Hans» gikk.

Ved en reell hendelse, både rent flomskred, ren masseførende flom, og i et kombinasjonsscenario så vil det avsettes masser kontinuerlig i de områdene som er slake nok i forhold til energien skredet har. Skredet vil miste mye av sin energi når det når vifta, på grunn av overgangen til slakere terreng, samt at skredet brer seg utover og ikke lengre er samlet i en kanal. Akkurat hvor, og hvor mye løsmasser som avsettes vil påvirke den videre flyten til resten av skredet/flommen. Med beregningsverktøyene som er vanlige å benytte i skredfarekartlegging i dag, har vi ikke kunnet beregne dette. Vi vurderer at det skal lite avsetning til for at skredet/flommen tar et annet løp, og har derfor kun i noen grad lagt vekt på hva beregningene viser med tanke på utløp og fordeling av masser i de ulike løpene innad på vifta. *Vi vurderer derfor at årlig sannsynlighet for flomskred med løsnevolum i størrelsesorden 200-300 m<sup>3</sup> er større enn 1/1000 for store deler av vifta. Det vil være mer sannsynlig med flomskred av en mindre størrelse (størrelsesorden 50-200 m<sup>3</sup>), og faresonene for 1/100 har derfor mindre utbredelse. Faresonene for 1/5000 strekker seg over store deler av vifta.*

Fjerning av skog vil øke løsnesannsynligheten og skredene vil kunne få lengre utløp, som beskrevet i 3.7.2.1.

*Tabell 20: Løsneområder for flomskred. \*Dybde på løsneområde for modellkjøringer vist i vedlegg D. For mange løsneområder er det gjort modelleringer med flere dybder/volum.*

Navn	Kommentar	Areal (m <sup>2</sup> )	Dybde* (m)
Flom2-1a	Bekkeløp med løsmasser i sideveggene, og tegn til tidligere utglidninger.	634	0,5
Flom2-1b	Bekkeløp med løsmasser i sideveggene, og tegn til tidligere utglidninger.	539	0,5
Flom2-2a	Bekkeløp med løsmasser i sideveggene, og tegn til tidligere utglidninger.	425	0,5
Flom2-2b	Bekkeløp med løsmasser i sideveggene, og tegn til tidligere utglidninger.	619	0,5
Flom2-3a	Bekkeløp med løsmasser i sideveggene, og tegn til tidligere utglidninger.	436	0,5
Flom2-3b	Bekkeløp med løsmasser i sideveggene, og tegn til tidligere utglidninger.	619	0,5

### 5.2.6 Sørpeskred

Det foreligger historikk kun for én mulig sørpeskredhendelse i Ål (Hellinggrove). Dette tilsier at klimaet ikke ligger spesielt godt til rette for utløsning av sørpeskred. Det er flere forsenkninger/raviner med utløp i kartleggingsområdet. Vi vurderer imidlertid ikke disse som typiske løsneområder for sørpeskred. De ligger under tregrensa, og de er bratte. Brattheten reduserer sannsynligheten for at vann kan hopes opp i snødekket og løses ut sørpeskred.



*I bekkeløpene Kvednagrove, Teigegrove og Sundbreigrove er det slakere partier hvor bekkeløpene går på berg, og det betydelig avrenning. Vi vurderer at løsnesannsynlighet for sørpeskred i disse etablerte bekkeløpene er større enn 1/5000. Beregninger viser utløp i kartleggingsområdet. Med dagens vegetasjon vurderer vi årlig sannsynlighet for sørpeskred som større enn 1/5000. I utløpet av Kvednagrove vurderer vi at sørpeskred med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 kan ha utløp forbi Breie skule, mens stoppe før Strandaffjorden. For Teigegrove vurderer vi at sørpeskred med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 kan ha utløp til Breievegen. For Sundbreigrove vurderer vi at sørpeskred med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 kan ha utløp så vidt forbi Breievegen.*

Dersom skogen fjernes vil løsnesannsynligheten for sørpeskred øke og overstige 1/1000 for Kvednagrove, Teigegrove og Sundbreigrove. For enkelte løsneområder høyt oppe i fjellsiden hvor terrenget er slakere, og avrenningsanalyse tilsier mye avrenning vurderer vi at løsnesannsynligheten overstiger 1/5000. Uten trekronenes fordrøyende effekt, vil snødekket lettere kunne påvirkes av regn på snø. Dersom sørpeskred løsner viser beregninger at de kan nå kartleggingsområdet. Vi vurderer at årlig sannsynlighet for sørpeskred er større enn 1/1000 i en situasjon uten skog. Faresonene med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 uten skog gjenspeiler faresonene for årlig sannsynlighet større enn 1/5000 med skog. Faresonene med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 uten skog er skjønnsmessig og fra beregninger tegnet noe lengre ned mot Strandaffjorden.

*Tabell 21: Løsneområder for sørpeskred. \*Dybde og parametere på løsneområde for modellkjøringer vist i vedlegg D. For mange løsneområder er det gjort modelleringer med flere dybder og parametere. \*\*Vurdering av skog avviker til dels fra skogkartet som følge av lokalt mindre skog i forsenkninger og raviner enn det som fremgår i kartdata.*

Navn	Kommentar	Areal (m <sup>2</sup> )	Dybde* (m)	Parametere *	Skog**	Årlig sannsynlighet m/skog	Årlig sannsynlighet u/skog
Sorpe2-01	Kvednagrove, bekkeløp som stedvis går på bart fjell	1813	1	Xi: 3000; My: 0,05; Stop: 5%	Ingen	1/5000	1/1000
Sorpe2-02	Forsenkning høyt i fjellsiden som samler vann	1815	1	Xi: 3000; My: 0,05; Stop: 5%	Hindrer		1/5000
Sorpe2-03	Forsenkning høyt i fjellsiden som samler vann	863	1	Xi: 3000; My: 0,05; Stop: 5%	Hindrer		1/5000
Sorpe2-04	Teigegrove, bekkeløp som stedvis	1322	1	Xi: 3000; My: 0,05; Stop: 5%	Hindrer	1/5000	1/1000
Sorpe2-05	Sundbreigrove, bekkeløp som stedvis går på bart fjell	677	1	Xi: 3000; My: 0,05; Stop: 5%	Ingen	1/5000	1/1000

### 5.2.7 Andre faremomenter

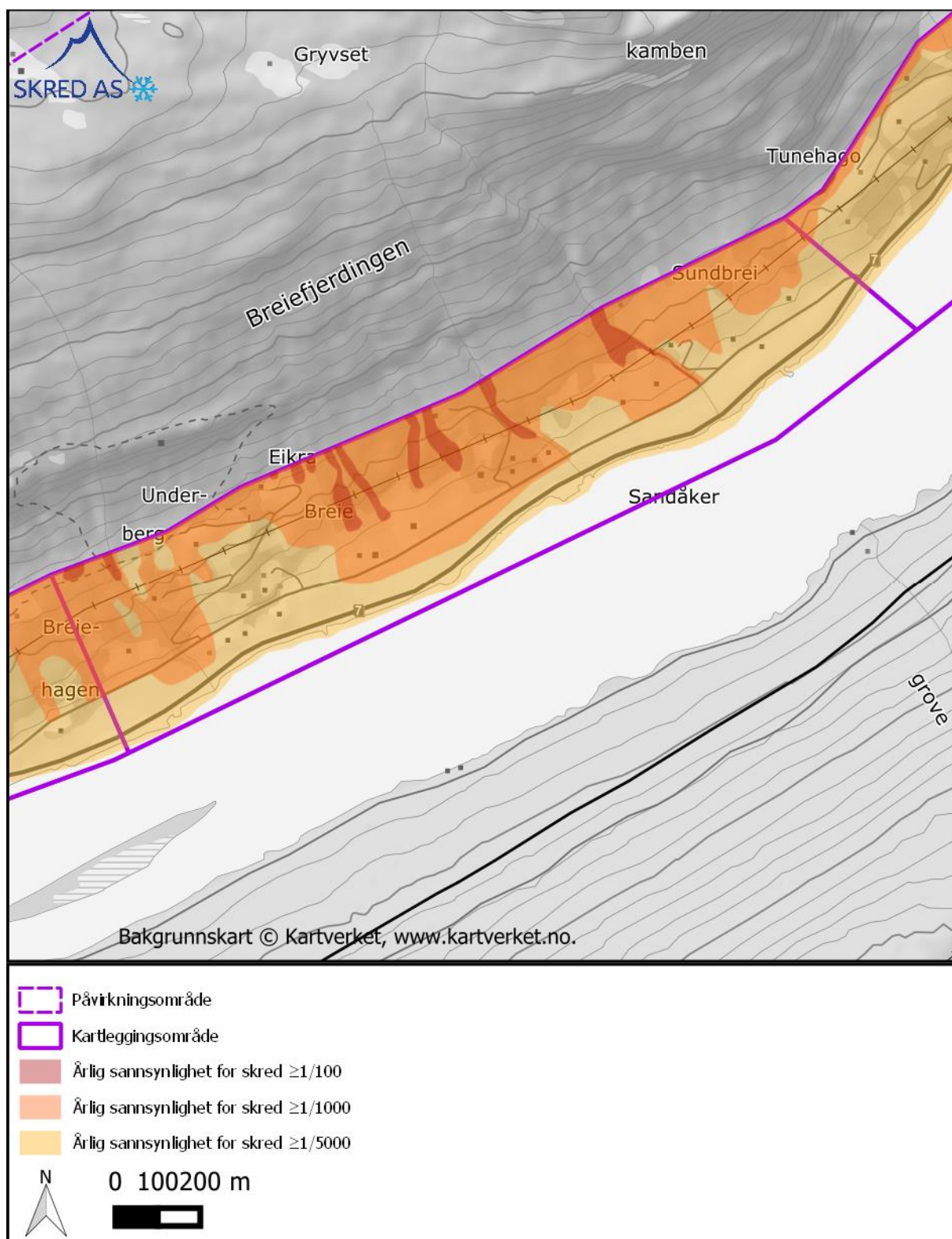
## 5.3 Samlede faresoner

### 5.3.1 Med skog

Ved dagens skogforhold vurderer vi at det er fare for jordskred i store deler av kartleggingsområdet (Figur 16). I utløpet av skredsårene fra «Hans» ved Breie er det også fare for snøskred med årlig sannsynlighet større enn 1/1000. I nordøstlige del er det faresone for steinsprang med årlig sannsynlighet større enn 1/1000. Langs øvre grense av kartleggingsområdet er det faresone for steinsprang med årlig sannsynlighet større enn 1/5000.

*Tabell 22: Antall bygg i ulike sikkerhetsklasser som ligger innenfor faresonene i området.*

<b>Årlig sannsynlighet for skred</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
≥1/100	0	0
≥1/1000	<b>18</b>	0
≥1/5000	-	<b>1</b>



Figur 21: Faresonekart med dagens skogforhold for kartleggingsområde 2 – Breie. Symbol for dimensjonerende skredtype er utelatt fra figuren for å bedre lesbarheten. Dimensjonerende skredtype er vist i vedlegg 2E.

### 5.3.2 Uten skog

Dersom all produktiv skog fjernes vurderer vi at løsnessannsynligheten for snøskred øker, og oversiger 1/100. Beregninger viser at mange av disse skredløpene har potensial for snøskred med utløp inn i kartleggingsområdet. Vi vurderer at snøskred i noen skredløp kan ha lengre utløp enn løsmasseskred. Faresoner for skred i en situasjon uten skog er i dimensjonert av snøskred og løsmasseskred. I en situasjon der produktiv skog er fjernet vil store dekket av faresoner for jordskred med årlig sannsynlighet større enn 1/100.

### 5.3.3 Avvik fra tidligere skredfareutredninger

Skredfaresoner fastsatt i denne rapporten avviker ikke fra tidligere skredfarevurderinger.

### 5.3.4 Steds spesifikk usikkerhet

Dyrking av mark og bebyggelse kan ha fjernet tegn til tidligere skred. Enkelte steinsprangblokker kan ha blitt oversett som følge av det svært blokkrike morenedekke. Vi vurderer imidlertid ikke at dette har betydelig innvirkning på faresonene. Det er knyttet stor usikkerhet til faresonene uten skog dimensjonert av snøskred da vi ikke har historikk og faresonene i stor grad er tegnet etter beregninger.

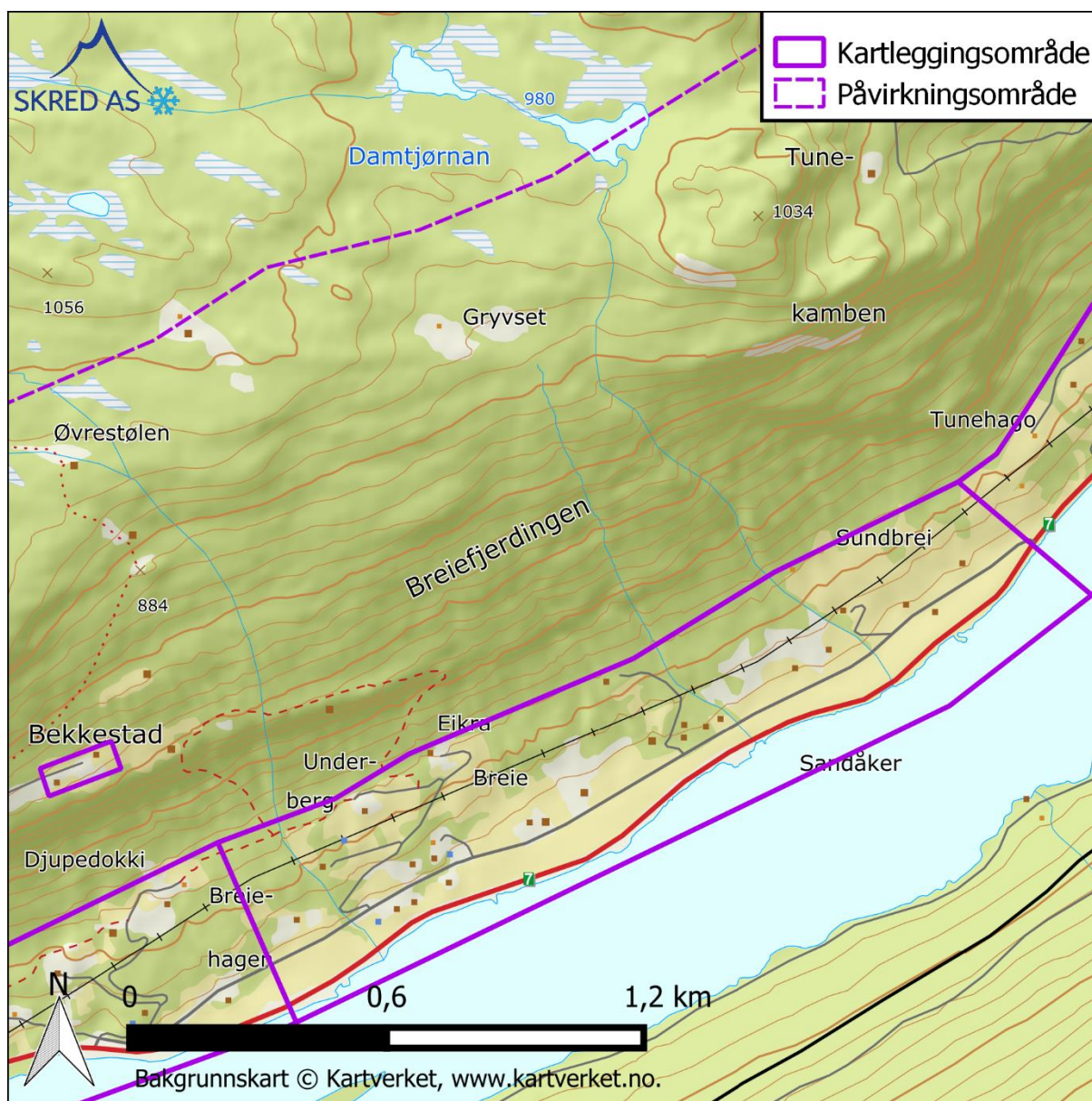


## 6 Område 3 – Tunehago-Tune

### 6.1 Områdebeskrivelse

Kartleggingsområdet strekker seg fra Haugerud i vest til Urdi i øst og består av ca. 1,9 km fjellside. Figur 22 viser beliggenheten til kartleggingsområdet. Figur 23 viser bilde av kartleggingsområdet og omkringliggende terreng.

Store deler av kartleggingsområdet er dekket av aktsomhetssoner for jord- og flomskred (NVE, 2023a). Deler av kartleggingsområdet er dekket av aktsomhetszone for steinsprang. Det meste av området er dekket av de nye aktsomhetskartene for snøskred (NAKSIN) uten skogeffekt, og deler av området er også dekket av NAKSIN med skogeffekt.



Figur 22: Oversiktskart over kartleggingsområde 3 – Tunehago-Tune.





*Figur 23: Oversiktsbilde satt sammen fra flere dronebilder av Tunehago-Tune, sett mot NV. Bildet er satt sammen fra flere bilder og proporsjonene i bildet er stedvis noe forvrent. Kartleggingsområdet er antydnet med lilla omriss.*

### 6.1.1 Topografi

Generelt er nedre del av fjellsiden 10-20 grader bratt opp til ca. 510 moh., men det er også enkelte områder både slakere og brattere enn dette i nedre del.

#### *Vestlige del*

I vest ligger Tunekamben (1030 moh.) og terrenget mellom Tunekamben og Tunehago består av flere bergskrenter brattere enn 45 grader. Den nedre av disse går SV-NØ like ovenfor kartleggingsområdet i vest.

#### *Sentrale del*

I sentrale og østlige deler av området stiger terrenget mot NV og blir gradvis brattere. Et langsgående belte med skrenter som i stor grad er brattere enn 45 grader er høyere i vest (660 moh. til 760 moh.) enn i sentrale deler (580 moh. til 610 moh.), hvor det gradvis opphører. Ovenfor det langsgående bratte beltet går Klyvsetvegen langsetter fjellsiden. Veggen er stedvis svært bratt (~20 grader). Terrenget ovenfor Klyvsetvegen er i stor grad brattere enn 27 grader, med flere mindre bergskrenter.

#### *Østlige del*

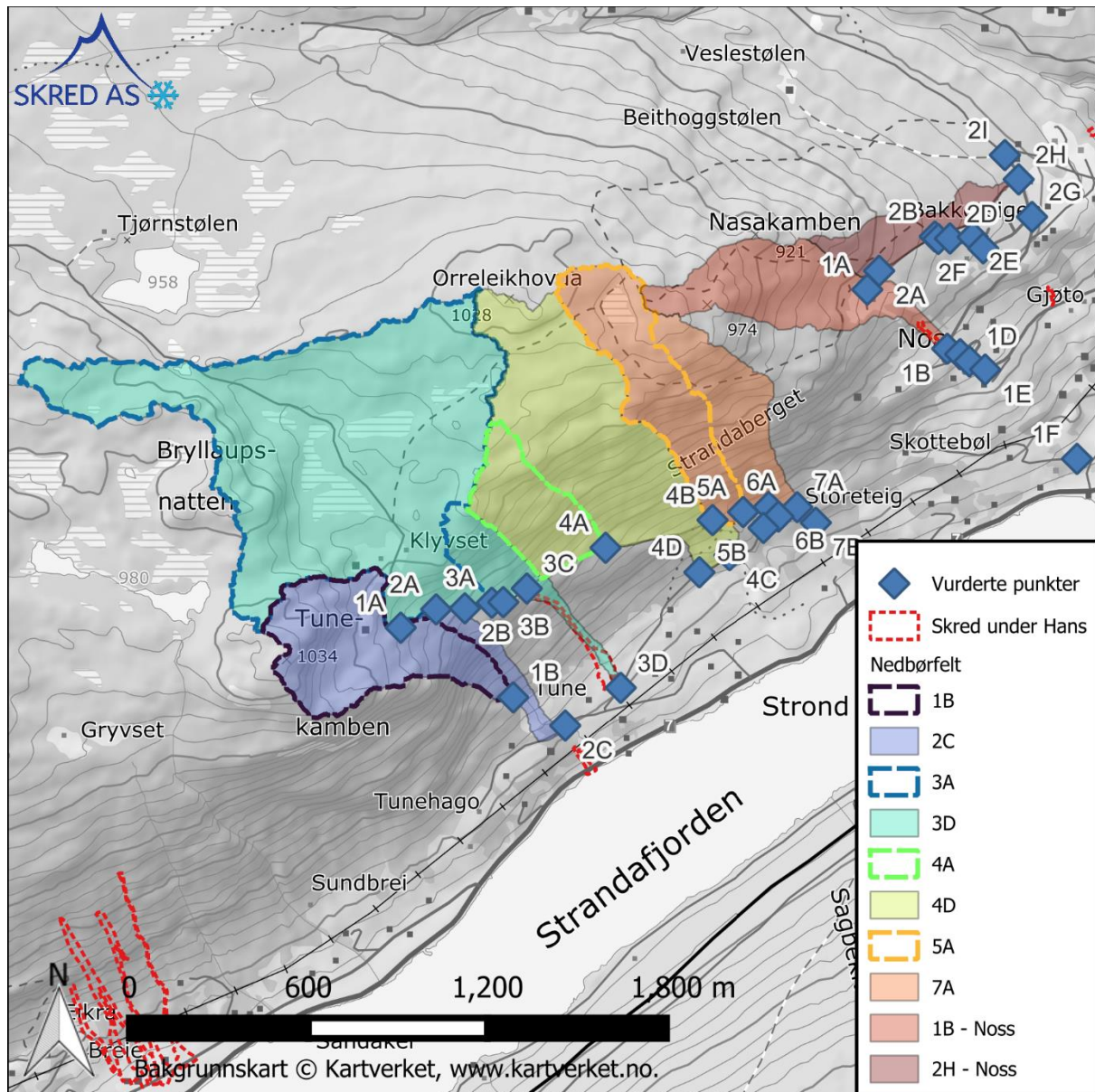
Ved Strond går Strandaeggen, en ryggformasjon på tvers av fjellsiden, fra ca. 625 moh. til Strandafjorden på 444 moh. Terrenget ovenfor ca. 510 moh. er i stor grad brattere enn 45 grader og består av flere bergskrenter avbrutt av enkelte avsatter.

Påvirkningsområdet strekker seg opp til toppen av fjellsiden (ca. 1000 moh.), hvor terrenget flater ut.

### 6.1.2 Drenering

Overflateavrenningen i området styres i stor grad av Klyvsetvegen, som går langsetter fjellsiden ovenfor det meste av sentrale og østlige del av kartleggingsområdet. Mellom Tune og Tunehago går det en bekk. I vestlige del, ovenfor Tunehago tilsier avrenningsanalysen at

avrenningen er mer lokal, og styres av naturlig terreng med mer avrenning i forsenkninger. Figur 24 viser estimerte nedbørfelt for fjellsiden.



Figur 24: Estimerte nedbørfelt for fjellsiden. Figuren er hentet fra rapport 23458-02-1, som vurderer kritiske punkter i det samme området som denne rapporten omfatter.

### 6.1.3 Geologi

Ifølge NGUs berggrunnskart (NGU, 2024a) består berggrunnen i kartleggingsområdets vestlige del, ved Tunehago, av gabbro ned mot Strandafjorden. Resten av kartleggingsområdet, samt påvirkningsområdet opp til ca. 750 moh. ryolitt. Det er også kartlagt en lomme med Tuffitt, ca. 775 moh. til 825 moh., med størst utbredelse i vest. Øvre del av fjellsiden består av kvartsitt.

Det er flere sett med bergskrenter i påvirkningsområdet. Noen partier av disse er oppsprukne med delvis avløste blokker. Andre deler av bergskrentene fremstår massive uten tydelige tegn til instabilitet.

Ifølge NGUs løsmassekart (NGU, 2024c) består løsmassene i området av morenemateriale med avtakende mektighet oppover i fjellsiden, og områder med bart fjell i øvre del av fjellsiden. Strandaeggen er kartlagt som randmorene. På befaring gjorde vi følgende observasjoner:

#### *Vestlige del*

Det er en del moreneblokker i øvre del av morenedekket. Og betydelig areal dekket med skredavsetninger, primært steinsprangur.

#### *Sentrale og østlige del*

Mye blokk i overflaten. Vi er usikre på om det er blokkrik morene eller skredmasser, men tolker det som at begge prosesser har bidratt til løsmassene i området. Mye blokk er ryddet på grunn av beite, og det er store rydningsrøysen. Om røysene er tilfeldig plassert, eller om det er skretunger som senere har blitt fylt på av ryddede blokker er vi usikre på.

#### 6.1.4 Flyfoto og skråfoto

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

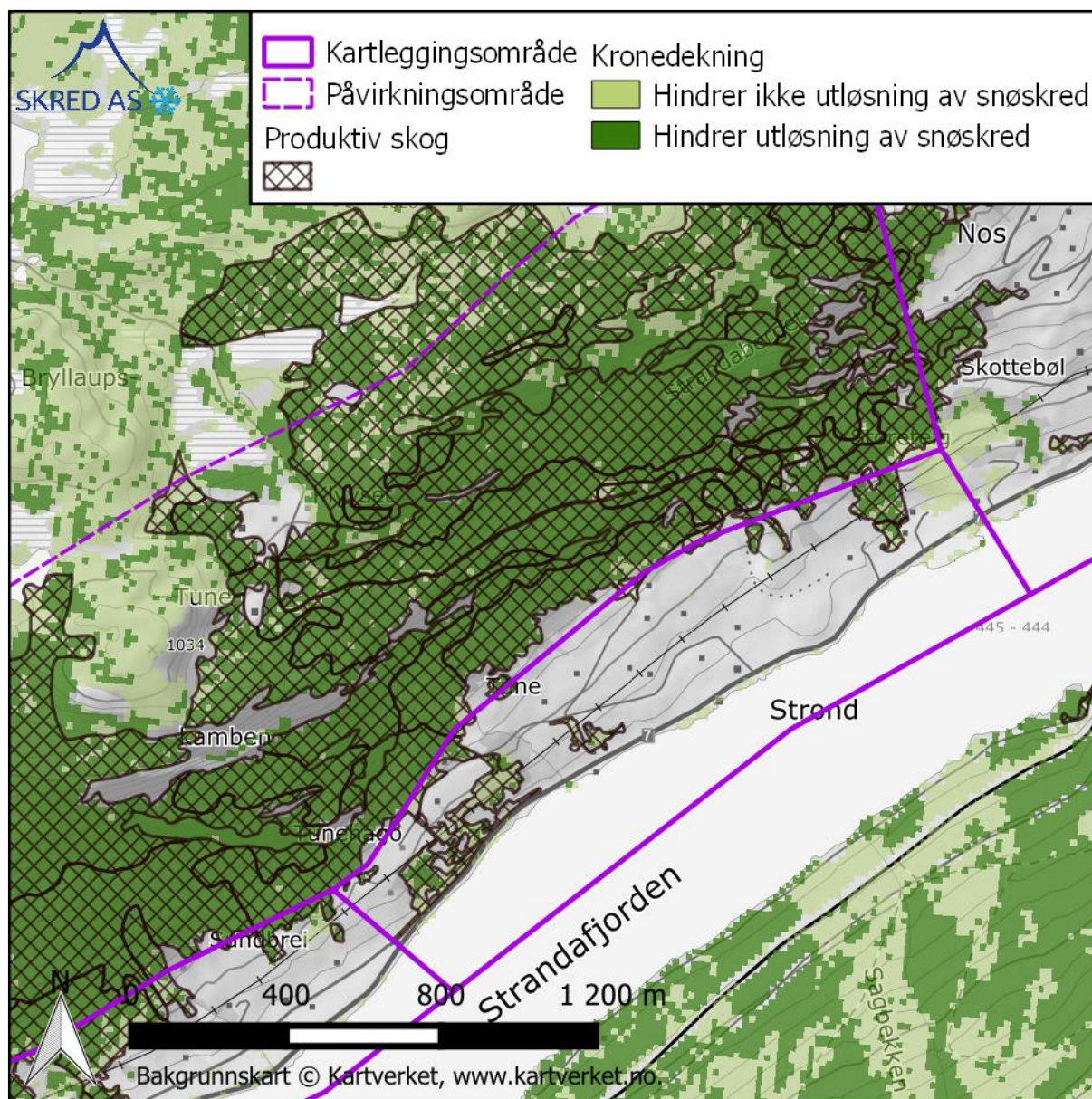
Vi har ikke funnet skråfoto for området (Nasjonalbiblioteket, 2023b).

#### 6.1.5 Skog

Ifølge NIBIOs datasett SR16 Beta (NIBIO, 2023) består skogen i området av gran og noe gran, med innslag av løvtrær. På befaring observerte vi i stor grad gran og furu, med innslag av løvtrær i fjellsiden.

Basert på beregninger fra SR16 (NIBIO, 2023) og vurderinger i felt, er skogen tett nok til å forhindre og redusere utløsning av snøskred i de aller fleste løsneområdene for snøskred.





Figur 25: Kart over skog med kronedekning tett nok til å forhindre eller redusere utløsning av snøskred (SR16).

### 6.1.6 Historiske skredhendelser

Skredhendelsene som vurderes å ha relevans for utredningen er beskrevet i Tabell 23.

Tabell 23: Utvalgte historiske skredhendelser for området.

Skredtype	Tidspunkt	Beskrivelse	ID
Jordskred	28. mai 1977	Grunneier på Tune har informert om at det skal ha gått et jordskred ned til fjorden i 1977 i samme skredløp som skred 8. august 2023.	15
Jordskred	8. august 2023	«Under ekstremværet «Hans» gikk det to jordskred på et jorde i skråningen direkte ovenfor rv7, ved Tune. Skredene krysset rv7. Skredmasser på ca. 1000 kubikkmeter, avsatt på gang- og sykkelvei, og rv7. Spor etter skredet er synlig i flyfoto fra august 2023.» (NVE, 2023a)	13

Jordskred	8. august 2023	«Under ekstremværet «Hans» gikk det ett jordskred ned til bebyggelsen på Tune. Skredet løsnet på nedsiden av Klyvsetvegen. Startet som jordskred og utviklet seg til flomskred. Vann og slam fra skredet rant gjennom stabburet på gårdstunet. Ifølge grunneier har det gått skred i samme løp i 1977, men da med lengre utløp. Det er utført en kvalitetskontroll av skredhendelsen.» (NVE, 2023a). Vi mener dette var et jordskred.	14
Jordskred	8. august 2023	«Under ekstremværet «Hans» gikk det flere skred i forbindelse med Klyvsetvegen. Ett skred ned til gårdstunet på Tune er beskrevet i en egen hendelse, «Tune øvre». Klyvsetvegen øst og vest var mindre skred, som begge gikk øst for Tune. Klyvsetvegen øst var et lite flomskred som startet over Klyvsetvegen, med utløp over Klyvsetvegen to steder, ved østligste serpentinsving. Skredet gikk i et bekkeløp. Klyvsetvegen vest var et mindre jordskred, mer som en utglidning av vegskjæringen med noe masser på vegeen.» (NVE, 2023a)	16
Jordskred	8. august 2023	«Under ekstremværet «Hans» gikk det flere skred i forbindelse med Klyvsetvegen. Ett skred ned til gårdstunet på Tune er beskrevet i en egen hendelse, «Tune øvre». Klyvsetvegen øst og vest var mindre skred, som begge gikk øst for Tune. Klyvsetvegen øst var et lite flomskred som startet over Klyvsetvegen, med utløp over Klyvsetvegen to steder, ved østligste serpentinsving. Skredet gikk i et bekkeløp. Klyvsetvegen vest var et mindre jordskred, mer som en utglidning av vegskjæringen med noe masser på vegeen.» (NVE, 2023a)	17

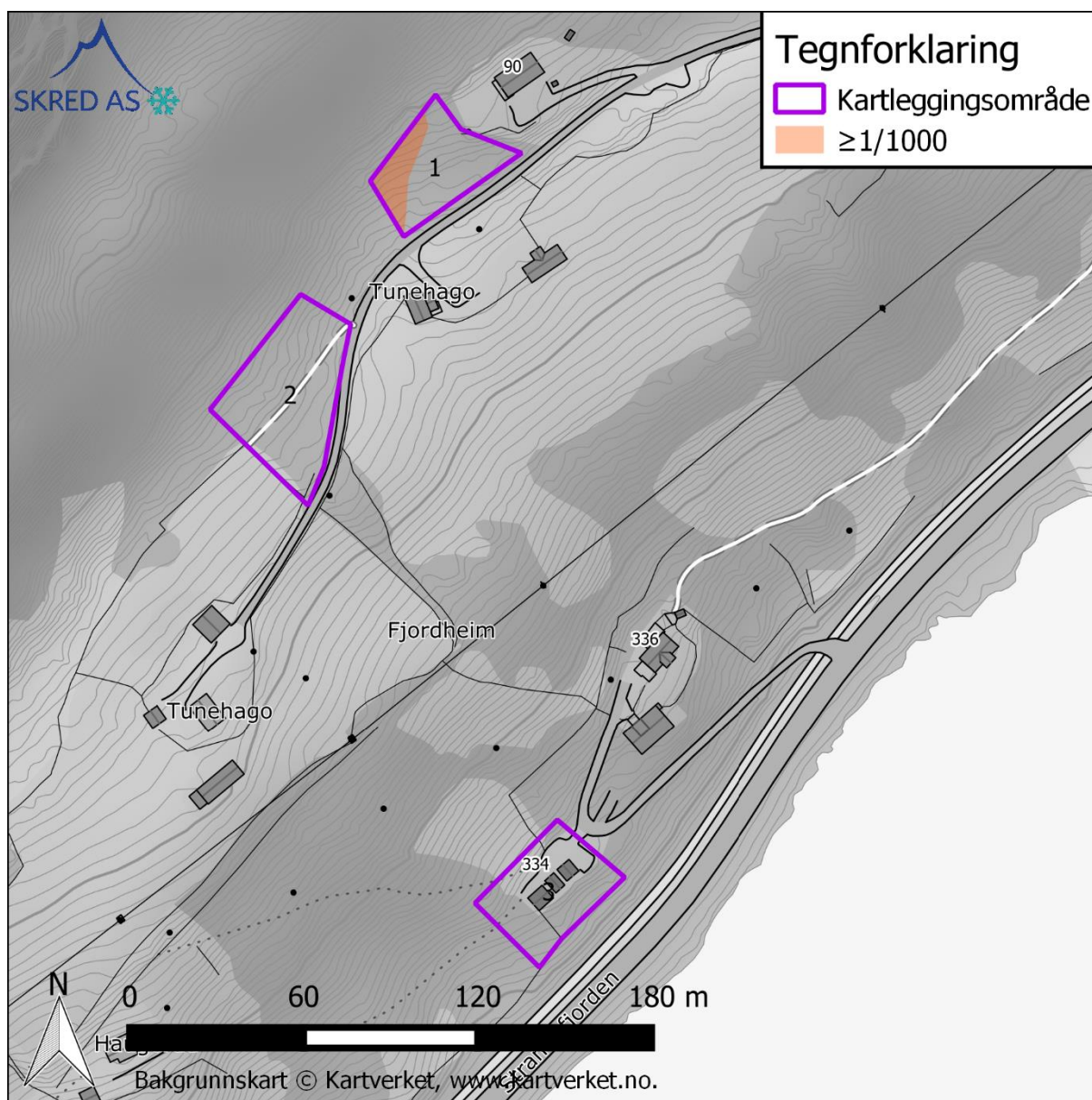
### 6.1.7 Tidligere skredfareutredninger

Skred AS har tidligere utført to skredfarevurderinger i forbindelse med byggesaker i kartleggingsområdet. Disse er oppsummert i Tabell 24. Vi er ikke kjent med at det er utført andre skredfarevurderinger i kartleggingsområdet.

Tabell 24: Oppsummering av tidligere utførte skredfarevurderinger i kartleggingsområdet

Dato	Sted	Rapportnr	Konklusjon	Sikkerhetsklasse	Referanse
2021-10-13	Ål, Strond GBnr. 123/52	21490-01-1	Ingen aktuelle skredtyper med årlig sannsynlighet større enn 1/100.	S1	(Skred AS, 2021b)
2022-01-1	Ål, Strandafjorden GBnr. 123/380, 124/31, deler av 124/6	22210-01-1	Løsneområder for steinsprang i påvirkningsområdet med årlig løsnesannsynlighet større enn 1/1000, og med mulig utløp til vurdert område. Faresoner for steinsprang (Figur 26).	S2	(Skred AS, 2022)





Figur 26: Figur fra rapport nr. 22210-01-1 som viser faresone for skred med årlig sannsynlighet større enn 1/1000, dimensjonert av steinsprang.

### 6.1.8 Eksisterende sikringstiltak

Det er ikke registrert sikringstiltak i NVE Atlas (NVE, 2023a). Etter jordskredet som gikk mot, og delvis over gårdstunet på Tune under «Hans» bygget grunneier to voller. Disse er tegnet inn i registreringskart. Vollene er så vidt oss bekjent bygget av stedeagne masser (skredmateriale og morenemateriale) av grunneier selv, for å lede skredmasser fra ev. nye skred vekk fra bebyggelse på gårdstunet. Vollene er ca. 3 meter høye, og hhv. 25 m og 50 m lange. Vi har vurdert effekten av vollene ved å analysere hvilke høyder dimensjonerende skred har ved vollene. Vi har også utført modellering med RAMMS::Debrisflow med den nyeste terrenngmodellen fra 2023 med oppløsning 0,5 m. Beregningene viser at dersom et nytt skred av samme størrelse som det som gikk under «Hans» treffer vollene, vil skredmasser ledes vekk fra Klyvsetvegen nr. 15 og noe masser vil ledes mot Klyvsetvegen nr.

9. Vi vurderer at den vestligste vollen vil bremse, og kanskje også stoppe, noe masser. Betydelig andel masser vil nok kunne klatre over denne vollen. Dersom det løsner større skred, er det også mulig at skred kan klatre over den østligste vollen. Vollene er imidlertid ikke detaljprosjektert, og vi har ikke kjennskap til hvordan de er bygget opp og om de tåler lastene fra fremtidige skred.

## 6.2 Vurdering av skredfare

### 6.2.1 Steinsprang

Det er bergskrenter brattere enn 45 grader i påvirkningsområdet, og dermed potensielle løsneområder for steinsprang. Det er spesielt i vestre del (Tunehago-Tunebekken) at det finnes bergskrenter med reelle løsneområder for steinsprang.

#### *Tunehago til Tunebekken*

Bergskrentene ved Tunekamben, ovenfor Tunehago, er oppsprukket med strukturer som ligger til rette for utfall av nye blokker. Det er lysere partier i bergmassen som tyder på nylig utfall og vi har observert sammenhengende ur og enkeltblokker som vi tolker som steinsprangavsetninger i kartleggingsområdet. De to tydeligste sprekkesettene står tilnærmet vinkelrett på hverandre med 1-2 meters avstand og kan avløse rektangulære blokker (vedlegg A) med volum  $1 \text{ m}^3$ –  $8 \text{ m}^3$ . For et spesielt oppsprukket parti med ur i nedkant, vurderer vi årlig løsnesannsynlighet som større enn 1/100. Ellers vurderer vi årlig sannsynlighet for utfall av blokker med volum ca.  $1 \text{ m}^3$  som mindre enn 1/100, men større enn 1/1000. Vi vurderer utløp av større volum også som mulig, men da som sjeldnere hendelser, med årlig sannsynlighet mindre enn 1/1000, men større enn 1/5000. Dynamisk modellering med Rockyfor3D viser at blokker kan nå inn i områdets vestlige del med høy sannsynlighet. Observerte avsetninger er tillagt mest vekt, og beregningsresultatene er tillagt noe vekt. *Årlig sannsynlighet for steinsprang vurderes som større enn 1/100 for en mindre del rett vest for Tunehago, hvor det er kort avstand mellom delvis avløste blokker og kartleggingsområdet. Årlig sannsynlighet for lengre utløp vurderes som noe mindre, og faresoner for hhv 1/1000 og 1/5000 er derfor fastsatt med avstand lengre ut fra skrenten. Faresonen for årlig sannsynlighet større enn 1/1000 går mellom bebyggelsen og kartleggingsområdet, men i veggen på Tunevegen 90. Bebyggelsen på Tunehago omfattes av faresonen med årlig sannsynlighet større enn 1/5000.*

#### *Øst for Tunebekken*

Øst for Tunebekken er det mange bratte bergskrenter med liten høydeforskjell (< 10 meter). Skrentene ligger i ulike høyder, og både nedenfor og ovenfor Klyvsetvegen. Kun de nedre skrentene er befart til fots, da tilkomsten til skrentene høyere i terrenget var svært vanskelig. Tett skog har også gjort det vanskelig å befare skrentene ved hjelp av drone. Skrentene befart til fots fremstår ikke spesielt oppsprukket, men vi har observert ur nedenfor to av disse skrentene. Vi tolker ura som steinsprangavsetninger. Urene går ikke inn i kartleggingsområdet, og vi har heller ikke observert enkeltblokker som vi tolker som steinsprangavsetninger i denne delen av kartleggingsområdet. Årlig løsnesannsynlighet for blokker fra noen av skrentene vurderes som større enn 1/1000.

Dynamisk modellering med Rockyfor3D viser at blokker kan nå inn i området i forsenkninger. Empirisk modellering viser også at utløp inn i kartleggingsområdet er teoretisk mulig. Vi vurderer at årlig sannsynlighet for at blokkene har utløp inn i kartleggingsområdet er mindre enn 1/1000, men større enn 1/5000. *Det er faresoner for steinsprang med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 i øvre del av kartleggingsområdet ved Myri basert på at vi ikke kan utelukke steinsprang fullstendig.*

Skog har ingen effekt på skredfaren.

*Vi vurderer at den årlige sannsynligheten for steinsprang i kartleggingsområdet er større enn 1/100 for et mindre område, og stedvis større enn 1/1000 og 1/5000.*

### 6.2.2 Steinskred

Det er bratte bergskrenter med betydelig egenhøyde (opp mot 60 meter) i påvirkningsområdet. InSAR-data viser ikke bevegelse i fjellsiden, men det er få datapunkter og vi har derfor ikke ilagt dette stor vekt. Vi har observert en ur som kan være en mulig steinskredavsetning på nordsiden av Tunevegen 103. Det er større partier i skrenten som mangler fot, og potensielt kan løsne samtidig. Disse volumene er imidlertid ikke av en størrelse som vil klassifiseres som steinskred. Vurdering for steinsprang er dekkende.

Skog har ikke effekt på faren for steinskred.

Vi vurderer at den årlige sannsynligheten for steinskred i kartleggingsområdet er mindre enn 1/5000.

### 6.2.3 Snøskred

Store deler av fjellsiden har terrenghelning gunstig for utløsning av snøskred. Med unntak av løsneområde Sno3-02 og Sno3-03 er dette terrenget imidlertid dekket av skog som vi vurderer som tett nok for å forhindre utløsning av snøskred. Løsnestannsynlighet for snøskred under dagens forhold vurderes som mindre enn 1/5000 for alle løsneområder unntatt sno3-02 og Sno3-03. For disse to løsneområdene er årlig sannsynlighet større enn 1/100. Beregninger viser at snøskred fra disse to løsneområdene ikke når inn i kartleggingsområdet. Vi har ikke tatt hensyn til skog i modelleringene, men i realiteten vil den tette granskogen i skredløpet bremse skredmassene betydelig.

*I dagens situasjon vurderer vi at den årlige sannsynligheten for snøskred i kartleggingsområdet er mindre enn 1/15000.*

Dersom skogen forsvinner vil det oppstå løsneområder for snøskred med årlig sannsynlighet større enn 1/100. Løsneområdene er beskrevet i Tabell 25.

Dynamisk modellering av utløp ved hjelp av RAMMS::Avalanche viser at skred kan nå inn i store deler av kartleggingsområde med årlig sannsynlighet større enn 1/100. Som beskrevet i metodekapittelet 3.3.5, er faresonene i stor grad fastsatt etter dynamiske modelleringer. Empirisk modellering utført ved hjelp av alfa-beta viser også utløp langt inn i kartleggingsområdet.

*Dersom skogen fjernes vurderer vi at den årlige sannsynligheten for snøskred i kartleggingsområdet stedvis er større enn 1/100 og 1/1000, mens sannsynligheten vurderes som større enn 1/5000 for mesteparten av området. Bebyggelsen ved Myri ligger innenfor faresonen med årlig sannsynlighet større enn 1/100. Faresonen for årlig sannsynlighet større enn 1/1000 har noe større utstrekning, og bebyggelsen på Tunehago og deler av bebyggelsen ved Tune omfattes av denne faresonen. Med unntak av moreneryggen ved Strond ligger det meste av kartleggingsområdet ned til Strandafjorden innenfor faresonen med årlig sannsynlighet større enn 1/5000.*

**Tabell 25: Løsneområder for snøskred.**

Navn	Beskrivelse	Snødrift	Areal (m <sup>2</sup> )	Bruddkant 100 år (m)	Bruddkant 1000 år (m)	Bruddkant 5000 år (m)	Effekt av skog	Løsnesansynlighet m/skog	Løsnesansynlighet u/skog
Sno3-01a	Middels godt egnet, konveks, men høyt i terrenget	Ingen	9157		0.9	1.15	Hindrer		1/100
Sno3-01b	Middels godt egnet, konveks, men høyt i terrenget	Noe	7057	0.8	1.1	1.15	Hindrer		1/100
Sno3-02	Middels godt egnet, svakt konkav	Noe	3811	0.8	1.1	1.15	Ingen	1/100	1/100
Sno3-03	Middels godt egnet, svakt konkav	Noe	3531	0.8	1.1	1.4	Ingen	1/100	1/100
Sno3-04	Middels godt egnet, svakt konkav, midt i fjellside	Ingen	8025	0.65	0.9	1.15	Hindrer		1/100
Sno3-05	Ikke spesielt godt egnet, ujevn, delvis slakt	Ingen	10723		0.9	1.15	Hindrer		1/1000
Sno3-06	Middels godt egnet, konkav, høyt i fjellside	Noe	2883	0.8	1.1	1.4	Hindrer		1/100
Sno3-07	Middels godt egnet, ujevn, svakt konkav, høyt i fjellside	Noe	9296	0.8	1.1	1.4	Hindrer		1/100
Sno3-08	Middels godt egnet, ujevn, svakt konkav, midt i fjellside	Noe	16390	0.8	1.1	1.4	Hindrer		1/100
Sno3-09	Middels godt egnet, ujevn, svakt konkav, midt i fjellside	Ingen	4589	0.65	0.9	1.15	Hindrer		1/1000
Sno3-10	Middels godt egnet, ujevn, svakt konkav, midt i fjellside	Ingen	9009	0.65	0.9	1.15	Hindrer		1/1000
Sno3-11	Middels godt egnet, midt i fjellside	Ingen	3591	0.65	0.9	1.15	Hindrer		1/100
Sno3-12a	Middels godt egnet, ujevn, konkav høyt fjellside	Noe	5546	0.8	1.1	1.4	Hindrer		1/100
Sno3-12b	Middels godt egnet, ujevn, konkav høyt fjellside	Noe	10929	0.8	1.1	1.4	Hindrer		1/100
Sno3-13	Middels godt egnet, svakt konkav, midt i fjellside	Ingen	7737	0.65	0.9	1.15	Hindrer		1/100

Navn	Beskrivelse	Snødrift	Areal (m <sup>2</sup> )	Bruddkant 100 år (m)	Bruddkant 1000 år (m)	Bruddkant 5000 år (m)	Effekt av skog	Løsnessannsynlighet m/skog	Løsnessannsynlighet u/skog
Sno3-14	Ikke spesielt godt egnet, ujevn, høyt i fjellside	Ingen	7752		0.9	1.15	Hindrer		1/100

#### 6.2.4 Jordskred

I dette kartleggingsområdet er det ikke like tydelige tegn til tidligere løsmasseskred som i kartleggingsområdene lengre vest. Det er flere svake forsenkninger, men ikke utpreget ravinert terreng. Dette tolker vi som at det historisk har gått færre løsmasseskred i dette kartleggingsområdet. Vi har observert mye blokk i overflaten i nedre del av fjellsiden, og mye av dette er flyttet i rydningsrøyser pga. jordbruk. Det er derfor vanskelig å tolke om blokkene er del av morenedekket, eller om det er skredavsetninger.

Løsneområder er vist i registreringskart, og noen er også vist i modelleringskart. I tillegg er hvert av løsneområdene også beskrevet i ulike tabeller. I det følgende redegjør vi for vurdering av løsnessannsynlighet, utløpsannsynlighet og årlig sannsynlighet for jordskred for de ulike delene av kartleggingsområdet. Siden løsmasser, drenering, løsnessannsynlighet og skog for hvert enkelt løsneområde er angitt i tabellene, så er dette ikke omtalt i detalj i teksten for øvrig.

*Ved Tunekamben, over Tunehago, er terrenget preget av flere sett med bratte skrenter med berg i dagen. Det er ikke typiske løsneområder for jordskred, og avrenningen styres øst og vest for dette området. Det er heller ikke tydelige tegn til avsetninger fra tidligere jordskred i nedre del av fjellsiden. Det er noen mindre partier med vegetasjon og tynt løsmassedekke, hvor det er vanskelig å utelukke fullstendig at jordskred kan løsne. Vi vurderer derfor årlig løsnessannsynlighet for jordskred i dette området som mindre enn 1/1000, men større enn 1/5000. Beregninger viser at jordskred fra Tunekamben vil stoppe på utflatningen i terrenget ved Tunehago inne i kartleggingsområdet. Vi vurderer at årlig sannsynlighet for jordskred i dette området er større enn 1/5000, men mindre enn 1/1000.*

*Fra Haugerud til Bakka løper en skråning i nedre del av fjellsiden inne i kartleggingsområdet, ned mot Strandafjorden. Denne skråningen har en høydeforskjell på ca. 50 meter. Det gikk to jordskred i denne skråningen under «Hans», som følge av at det kom mye vann ovenfra inn i løsneområdene fra nedbørfeltet til Tunebekken. På grunnlag av hydrologiske analyser vurderer vi denne typen skred i den nedre skråningen er mer sannsynlig i området hvor nedbørfeltet til Tunebekken kan påvirke, og mindre sannsynlig i områder hvor overflateavrenningen er mindre. Årlig løsnessannsynlighet for jordskred i området hvor nedbørfeltet fra Tunebekken kan påvirke vurderes som større enn 1/1000. Årlig løsnessannsynlighet for jordskred i området hvor avrenningsanalyse ikke viser at større nedbørfelt kan ha utløp vurderes som mindre enn 1/1000, men større enn 1/5000. Mulig utløp fra disse skråningene er vurdert basert på skjønn, og utløp av hendelsene under «Hans». Vi vurderer at årlig sannsynlighet for jordskred langs denne skråningen er større enn*



*1/1000 ved nedbørfeltet til Tunebekken, og større enn 1/5000 i områder uten tilførsel av vann fra større nedbørfelt.*

Tune og Myri ligger i utløpet fra flere mulige løsneområder, både på oversiden og nedsiden av Klyvsetvegen. Ovenfor Klyvsetvegen går avrenningen naturlig, og det er ikke typiske tegn etter tidligere jordskred. Vi vurderer årlig sannsynlighet som så vidt større enn 1/1000, men mindre enn 1/100. Vi vurderer at utløp fra disse løsneområdene ikke vil ha lengre utløp enn skredene som løsner på nedsiden av Klyvsetvegen. På nedsiden av Klyvsetvegen ligger løsneområdene Jord3-03 – Jord3-14. Klyvsetvegen er relativt «ny» i et geomorfologisk perspektiv. Den avskjærende vegen er stedvis svært bratt og har betydelig innvirkning på avrenningen i fjellsiden, og har potensialet til å lede vann inn i bratt terreng. Vi vurderer det derfor som at sannsynligheten for jordskred er høyere nå enn den var før vegen ble bygd, og at avrenningen langs denne til dels er avgjørende for hvor potensielle løsneområder kan oppstå i skråningen nedenfor. Vi vurderer derfor at få tegn til tidligere skred synlig i skyggekart ikke nødvendigvis betyr at løsnesannsynligheten er liten. To kjente hendelser ila. de siste 50 år fra løsneområde Jord3-06 tilsier at løsnesannsynligheten for dette løsneområdet er betydelig større enn de andre løsneområdene, trolig nettopp på grunn av avrenning i forbindelse med Klyvsetvegen. Avrenningsanalysen viser at Klyvsetvegen fører til økt avrenning ned i løsneområde Jord3-06, og dette er også observert i felt. Slik avrenningen er langs Klyvsetvegen i dag, er det derfor løsneområde Jord3-06 som har størst løsnesannsynlighet. Vi vurderer årlig løsnesannsynlighet fra dette løsneområdet som betydelig større enn 1/100. Selv om det har gått to skred i samme skredløp tidligere, vurderer vi at det fortsatt er tilgjengelige masser for fremtidige skred i samme skredbane. De to vollene i nedre del av skredløpet har en effekt på fremtidige skred.

De andre løsneområdene på nedsiden av Klyvsetvegen vurderes også som mulige løsneområder. Disse løsneområdene vurderer vi at har årlig sannsynlighet noe lavere enn 1/100, men betydelig større enn 1/1000. Vi vurderer at skred fra disse løpene vil ha sammenlignbar utløpslengde som skredet som gikk «Hans» for hendelser med årlig sannsynlighet 1/1000. For årlig sannsynlighet 1/5000 vil skredene kunne ha lengre utløp. Faresonene gjenspeiler dette. *Vi vurderer årlig sannsynlighet for jordskred som større enn 1/100 ved Tune og større enn 1/1000 for Myri. Store deler av kartleggingsområdet er dekket av faresoner med årlig sannsynlighet større enn 1/5000.*

*Øst for Strandaeggen er det noen mindre forsenkninger som kan være tegn til tidligere skred, og hvor vann vil samles. Under «Hans» gikk det et skred i en av disse. Vi vurderer at disse løsneområdene har årlig løsnesannsynlighet større enn 1/1000. Ut fra beregninger vurderer vi at disse løsneområdene kan ha lengre utløp enn observert i den ene forsenkningen under «Hans». Vi vurderer årlig sannsynlighet for jordskred som større enn 1/1000 i området øst for Strandaeggen. Faresone med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 har lengre utløp.*

*Ved dagens skogforhold vurderer at den årlige sannsynligheten for jordskred i kartleggingsområdet er større enn 1/100, og dermed også større enn 1/1000 og 1/5000.*

Fjerning av skog vil øke løsnensannsynligheten og skredene vil kunne få lengre utløp, som beskrevet i 3.7.2.1. *De fleste løsneområdene vil i en situasjon uten skog ha løsnensannsynlighet større enn 1/100 (Tabell 15), og kunne ha utløp som skredene beskrevet med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 i teksten over. For den nedre skråningen er det ikke produktiv skog av betydning, og faresonene er like både i dagens situasjon, og en situasjon hvor produktiv skog er fjernet.*

Tabell 26: Løsneområder for jordskred. De fargede radene synliggjør løsneområdene hvor det gikk skred under «Hans».

Navn	Areal (m <sup>2</sup> )	Snitt-helning (°)	Løsmasser	Skog	Årlig løsne-sannsynlighet	Årlig løsne-sannsynlighet uten skog	Kommentar
Jord3-01	125	20,9	Tykk morene	Ingen	1/1000	1/1000	Kjent historikk, vann på avveie
Jord3-02	15	21,8	Tykk morene	Ingen	1/1000	1/1000	Kjent historikk, vann på avveie
Jord3-03	255	35,9	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Svak forsenkning, avrenning starter i løsneområdet
Jord3-04	219	30,9	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	
Jord3-05	486	29,6	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Forsenkning, avrenning inn i løsneområdet
Jord3-06	405	32,9	Tynn morene	Tett	1/100	1/100	Kjent historikk, forsenkning, avrenning inn i løsneområdet
Jord3-07	244	30,6	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Svak forsenkning
Jord3-08	331	32,4	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Svak forsenkning
Jord3-09	179	32,0	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Svak forsenkning
Jord3-10	217	37,4	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Svak forsenkning med avrenning inn i løsneområdet
Jord3-11	92	35,5	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Svak forsenkning med avrenning inn i løsneområdet
Jord3-12	140	35,5	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Svak forsenkning med avrenning inn i løsneområdet
Jord3-13	114	36,7	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Svak forsenkning, ikke avrenning
Jord3-14	36	44,1	Morene, vegskjæring	Moderat da skredet gikk, ingen nå	1/100	1/100	Bratt vegskjæring med kjent historikk
Jord3-15	333	39,1	Tynn morene	Tett	1/100	1/100	Kjent historikk, Løsnet ovenfor forsenkning med bekk
Jord3-16	233	36,6	Tynn morene	Moderat	1/1000	1/100	Svak forsenkning med avrenning inn i løsneområdet
Jord3-17	174	42,8	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Liten forsenkning, avrenning starter i løsneområdet
Jord3-18	144	39,3	Tykk morene	Tett	1/1000	1/100	Liten forsenkning, avrenning starter i løsneområdet

Jord3-19	185	35,6	Tykk morene	Tett	1/1000	1/100	Svak forsenkning med avrenning inn i løснеområdet
Jord3-20	219	32	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Svak forsenkning med avrenning inn i løснеområdet
Jord3-21	231	37,4	Tynn morene	Tett	1/1000	1/100	Svak forsenkning med avrenning inn i løснеområdet

### 6.2.5 Flomskred

Ved svært høy vanninnhold kan løsmasseskred ta form som overgangsprosesser mellom jord- og flomskred. Vi vurderer at denne type skred vil løsne som jordskred, og faren for dette er beskrevet i kapittel om jordskred. Det er ingen gjel, eller bratte elve-/bekkeløp hvor vi vurderer at rene flomskred kan løsne med årlig sannsynlighet større enn 1/5000.

Masseførende flom i Tunebekken kan forekomme.

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

### 6.2.6 Sørpeskred

Det foreligger historikk kun for én mulig sørpeskredhendelse i Ål (Hellinggrove). Dette tilsier at klimaet ikke ligger spesielt godt til rette for utløsning av sørpeskred. Det er ingen typiske løснеområder for sørpeskred i påvirknings- eller kartleggingsområdet, og da klimaet heller ikke ligger til rette for utløsning av sørpeskred vurderer vi at den årlige sannsynligheten under dagens vegetasjonsforhold er lavere enn 1/5000.

Dersom skogen fjernes, vil løsnesannsynligheten for sørpeskred øke og overstige 1/5000 i Tunebekken. Uten trekronenes fordrøyende effekt, vil snødekket lettere kunne påvirkes av regn på snø. Dersom sørpeskred løsner viser beregninger at de kan nå kartleggingsområdet. *I en situasjon uten skog vurderer vi at årlig sannsynlighet for sørpeskred er større enn 1/5000 ned til Strandafjorden.*

*Tabell 27: Løsneområder for sørpeskred. \*Dybde og parametere på løsneområde for modellkjøringer vist i vedlegg D. For mange løsneområder er det gjort modelleringer med flere dybder og parametere. \*\*Vurdering av skog avviker til dels fra skogkartet som følge av lokalt mindre skog i forsenkninger og raviner enn det som fremgår i kartdata.*

Navn	Kommentar	Areal (m <sup>2</sup> )	Dybde* (m)	Parametere*	Skog**
Sorpe3-01	Forsenkning med drenering. Begrenset løsmassedecke, stedvis sva.	1840	1	Xi: 3000; My: 0,05; Stop: 5%	Hindrer

### 6.2.7 Andre faremomenter

Masseførende flom i Tunebekken kan forekomme.

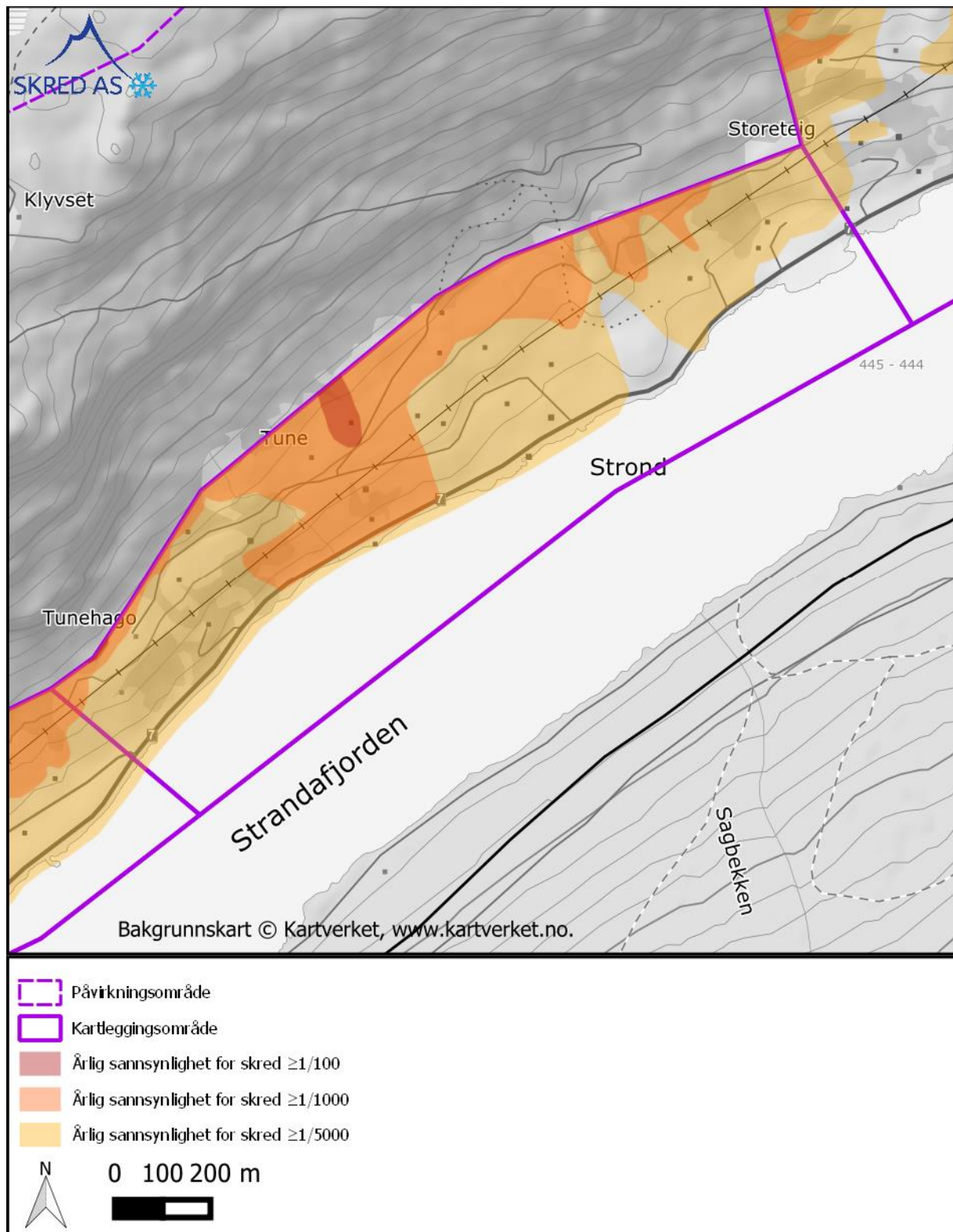
## 6.3 Samlede faresoner

### 6.3.1 Med skog

Ved dagens skogforhold vurderer vi at det er fare for jordskred i store deler av kartleggingsområdet (Figur 16). Ved Tune er det faresone for jordskred med årlig sannsynlighet større enn 1/100. I vest, nedenfor Tunekamben, er det faresone for steinsprang med årlig sannsynlighet større enn 1/100 for et lite område og større enn 1/1000 og 1/5000 for større områder.

*Tabell 28: Antall bygg i ulike sikkerhetsklasser som ligger innenfor faresonene i området.*

<b>Årlig sannsynlighet for skred</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
≥1/100	1	0
≥1/1000	9	0
≥1/5000	-	0



Figur 27: Faresonekart med dagens skogforhold for kartleggingsområde 3 – Tunehago-Tune. Symbol for dimensjonerende skredtype er utelatt fra figuren for å bedre lesbarheten. Dimensjonerende skredtype er vist i vedlegg 3E.



### 6.3.2 Uten skog

Dersom all produktiv skog fjernes vurderer vi at løsnestannsynligheten for snøskred øker, og oversiger 1/100. Beregninger viser at mange av disse skredløpene har potensial for snøskred med utløp inn i kartleggingsområdet. Vi vurderer at snøskred i noen skredløp kan ha lengre utløp enn løsmasseskred. Faresoner for skred i en situasjon uten skog er i dimensjonert av snøskred og løsmasseskred. I en situasjon der produktiv skog er fjernet vil store dekket av faresoner for jordskred med årlig sannsynlighet større enn 1/100.

### 6.3.3 Avvik fra tidligere skredfareutredninger

Faresonene fastsatt i denne rapporten avviker ikke fra tidligere skredfarevurderinger.

### 6.3.4 Steds spesifikk usikkerhet

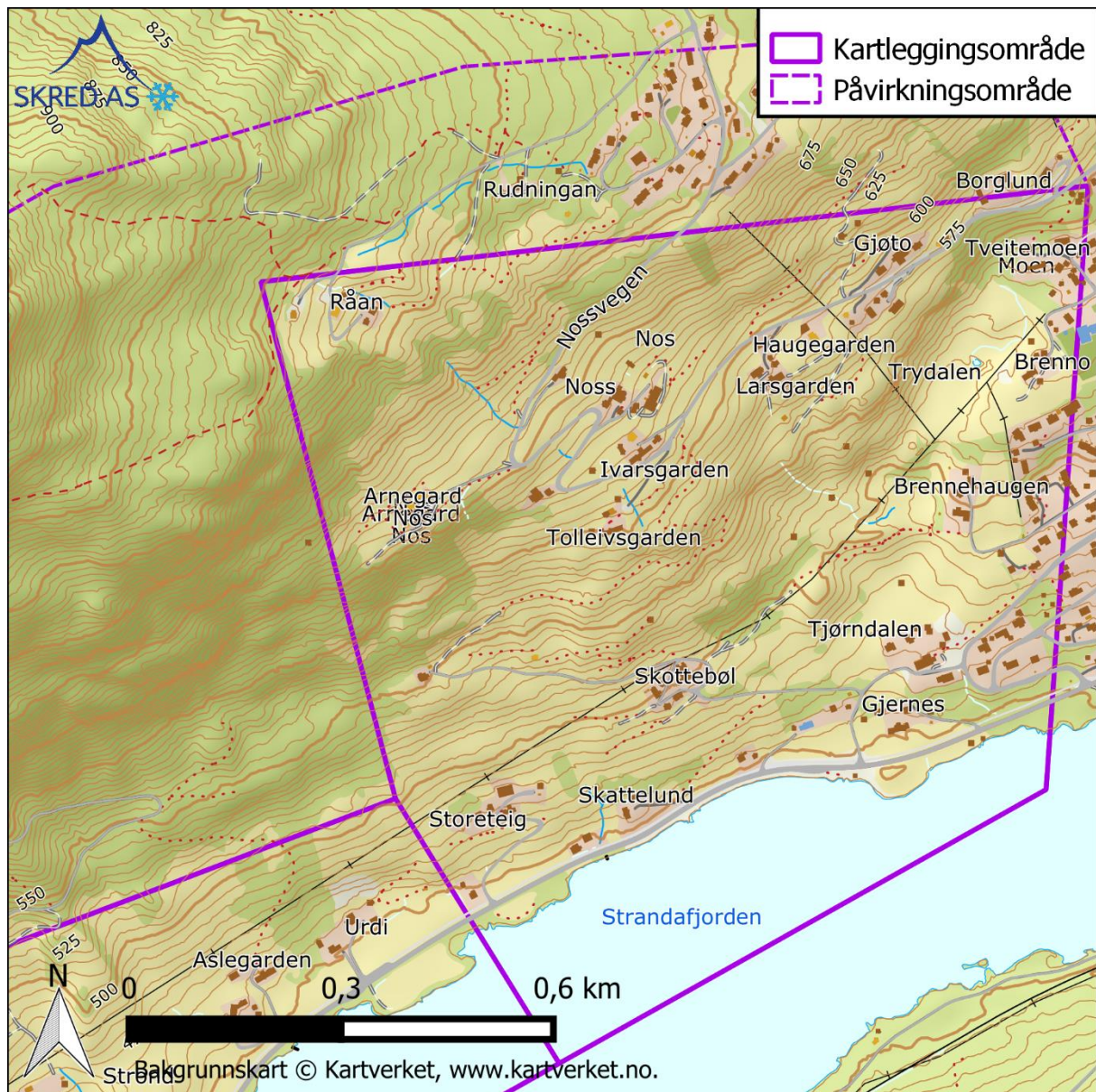
Dyrking av mark og bebyggelse kan ha fjernet tegn til tidligere skred. Enkelte steinsprangblokker kan ha blitt oversett som følge av det svært blokkrike morenedekke. Vi vurderer imidlertid ikke at dette har betydelig innvirkning på faresonene. Det er knyttet stor usikkerhet til faresonene uten skog dimensjonert av snøskred da vi ikke har historikk og faresonene i stor grad er tegnet etter beregninger. Det er usikkerhet knyttet til effekten av skog for faren av jordskred. Sikringstiltakene ved Tune er ikke detaljprosjektet og det er usikkerhet knyttet til effekten av disse, og hvilke laster de tåler.

## 7 Område 4 – Skottebøl-Noss

### 7.1 Områdebeskrivelse

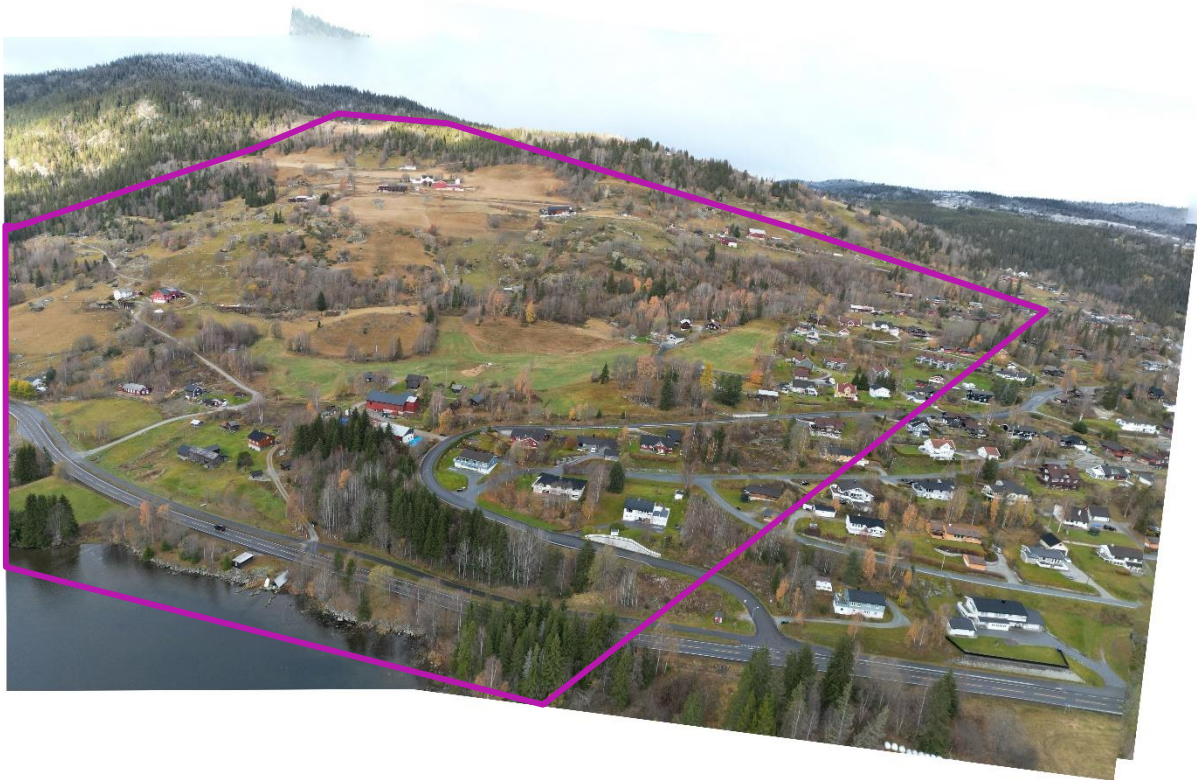
I kartleggingsområdet inngår gårdene Storeteig, Skattelund og Gjernes nede ved Strandafjorden, og området strekker seg opp til boligfeltet ved Noss og gården Råan (ca. 770 moh.). Kartleggingsområdet består av ca. 1,2 km fjellside. Figur 28 viser beliggenheten til kartleggingsområdet. Figur 28 viser bilde av kartleggingsområdet og omkringliggende terreng.

Store deler av kartleggingsområdet i vest, samt deler av kartleggingsområdet i øst, er dekket av aktsomhetssoner for jord- og flomskred (NVE, 2023a). Deler av kartleggingsområdet i vest er dekket av aktsomhetszone for steinsprang. Store deler av området er dekket av de nye aktsomhetskartene for snøskred (NAKSIN) uten skogeffekt, og deler av området er også dekket av naksin med skogeffekt.



Figur 28: Oversiktskart over kartleggingsområde 4 – Skottebøl-Noss.





Figur 29: Oversiktsbilder av Skottebøl-Noss, sett mot nord. Kartleggingsområdet er antydnet med lilla omriss.

### 7.1.1 Topografi

I nedre del av fjellsiden (opp til ca. 500 moh.) er terrenget i stor grad 10-20 grader bratt. Fra ca. 520 moh. til 650 moh. i vest og 530 moh. til 780 moh. i øst, er det flere skrenter brattere enn 45 grader, og flere mindre skråninger med terrenghelning brattere enn 27 grader. De bratte skråningene har relativt lav egenhøyde (20-30 m). Ovenfor småskrentene og skråningene er terrenget slakere, og det er flere gårdstun. Ovenfor gårdstunene er terrenget i stor grad brattere enn 27 grader. I nordvest er terrenget ravinert.

### 7.1.2 Drenering

Under dagens forhold tar vannet i hovedsak to løp i kartleggingsområdet. Nedbørfeltet til begge disse vannveiene er begrenset, og særlig til den østligste. Vann drenerer inn i kartleggingsområdets nordvestlige del, ved Råan. Den østligste av vannveiene følger delvis «storegrøfta», en mindre grøft på nedsiden av Nossvegen. Denne vannveien går så ut mot boligfeltet ved Noss. Den andre vannveien går ned i to av ravinene nedenfor Råan. Deler av vannveien følger så Nossvegen, og deler av vannveien renner ned i terrenget vest for Tolleivsgarden.

### 7.1.3 Geologi

Ifølge NGUs berggrunnskart (NGU, 2024a) består berggrunnen i området av Rylitt opp til ca. 650 moh., et område med gabbro ca. 650 moh. til 700 moh. og kvarsitt opp til toppen av påvirkningsområdet.

Det er områder med bart fjell i kartleggingsområdet. Det er enkelte delvis avløste blokker, men for det meste fremstår berget relativt massivt med svært få sprekker. For de fleste skrentene gjelder det at det kun er en liten del i dagen, og vi har ikke sett noen klare definerte sprekkesett.

Ifølge NGUs løsmassekart (NGU, 2024c) består løsmassene i området av tykt morenedekke med avtakende mektighet oppover i fjellsiden. På befaring observerte vi også områder med bart fjell. Morenedekke i nedre del av fjellsiden har høyt blokkinnhold i overflaten. Morenedekket i øvre del av fjellsiden består av mer finmateriale, med dype raviner.

### 7.1.4 Flyfoto og skråfoto

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

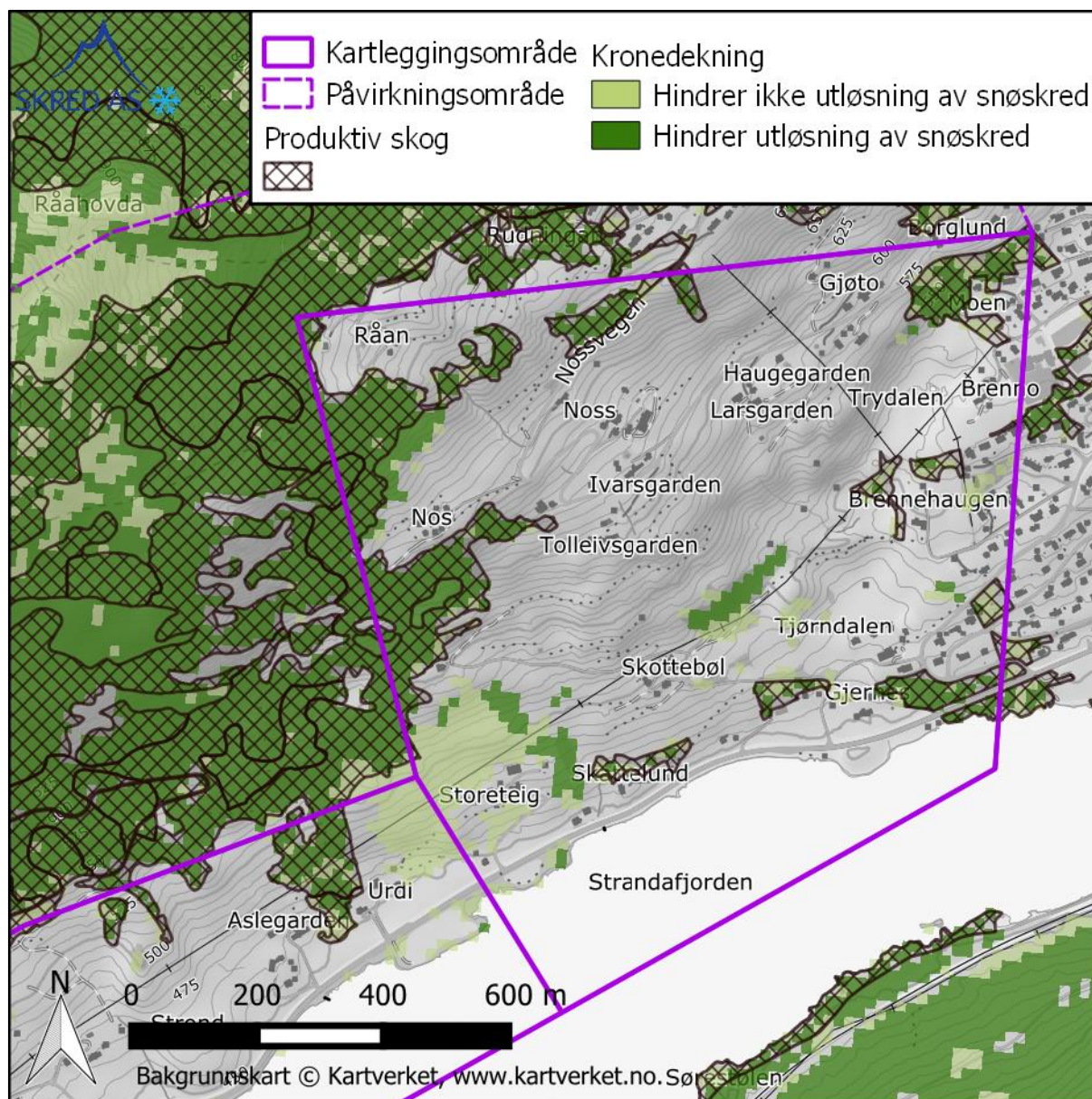
Vi har ikke funnet skråfoto for området (Nasjonalbiblioteket, 2023b).

### 7.1.5 Skog

Ifølge NIBIOs datasett SR16 Beta (NIBIO, 2023) består skogen i området av noe gran i nordlige og vestlige del, ellers for det meste løvskog.

Basert på beregninger fra SR16 (NIBIO, 2023) og vurderinger i felt, er skogen tett nok til å forhindre og redusere utløsning av snøskred for noen få løsneområder. Skogen i påvirkningsområdet består stort sett av gran. Skogen i kartleggingsområdet består av løvtrær, med enkelte mindre partier med gran.





Figur 30: Kart over skog med kronedekning tett nok til å forhindre eller redusere utløsning av snøskred (SR16).

### 7.1.6 Historiske skredhendelser

Skredhendelsene som vurderes å ha relevans for utredningen er beskrevet i Tabell 13. I NVE Atlas ligger det inne registrert fire jordskredhendelser ved Bekkestad 8. august 2023. Vi har god oversikt over skredhendelsene som gikk i fjellsiden 8. august 2023 og syns det virker som den fjerde av disse skredhendelsene er en feilregistrering. Vi har derfor ikke inkludert den i tabellen, eller lagt vekt på registreringen.

Tabell 29: Utvalgte historiske skredhendelser for kartleggingsområde 4.

Skredtype	Tidspunkt	Beskrivelse	ID
Snøskred	21. januar 2021	Registrering i varsom regobs: «Fjernutløst av skiløper på bratt kant på jorde. Bruddkant ca. 30 cm, 10-20 meter lengde, antar str 1-2» (NVE,	19

		2023d)	
Snøskred	17. januar 2023	«Mest sannsynlig utløst av brøytetraktor, som kjørte oppover vegen, og kastet snøen opp i skråningen. Når traktor kom nedover, hadde skredet gått, og skredmasser dekket vegen. Usikker på tidspunkt, men tirsdag morgen, 17. januar 2023. Se også første registrering av hendelsen: <a href="https://www.regobs.no/registration/322517">https://www.regobs.no/registration/322517</a> . Kilde: Jeg har sett dette. Kompetansenivå: Snøskredvarslingen (4c).» (NVE, 2023a) Det ligger også inne mer informasjon på varsom regobs. Blant annet at det var uvanlig mye snø i bunnen av dalen, med nær rekord for årstiden. Bilder av glideflaten viser noe oppstikkende stein, og det var dermed noe ruhet i skredbanen.	18
Jordskred	8. august 2023	«Ekstremværet «Hans» gikk det ett skred i en ravine nedenfor gården Råan. Et lite jordskred som trolig utviklet seg til Det var et mindre område i sideveggen til ravinen som løsnet, og utviklet seg til et skred. Skredet tok med seg ca. 1/3 av vegfyllingen til Nossvegen og stoppet ca. på høyde med Tormodsgard. Spor etter skredet er synlig i flyfoto fra august 2023. Det er utført en kvalitetskontroll av skredhendelsen.» (NVE, 2023a)	20
Jordskred	8. august 2023	«Larsgården, Hallingdal. Under ekstremværet «Hans gikk det et lite jordskred ned mot Larsgården. Skredet løsnet like ovenfor Nossvegen 169 og hadde utløp til vegen. Skredet hadde en liten grunn rotasjonsflate. Skredet er synlig i flyfoto fra august 2023. Det er utført en kvalitetskontroll av skredhendelsen.» (NVE, 2023a)	21

### 7.1.7 Tidligere skredfareutredninger

Skred AS har utført en skredfarevurdering i området, ved Tolleivsgården i 2017 (Skred AS, 2017). Rapporten vurderte sikkerhetsklasse S1 og S2. Rapporten konkluderte med at det er løснеområder for jordskred med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 i ravinene i skråningen ovenfor gården, men ikke med utløp til vurdert tomt. Vi er ikke kjent med at det er utført andre skredfarevurderinger i området.

### 7.1.8 Eksisterende sikringstiltak

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

## 7.2 Vurdering av skredfare

### 7.2.1 Steinsprang

Det er mange lokale bergskrenter i kartleggingsområdet. Enkelte av skrentene fremstår relativt massive, og har ikke tydelige sprekkesett som muliggjør utfall av blokker. Enkelte av skrentene har så liten egenhøyde (2-3 meter) at vi vurderer sannsynlighet for skadepotensiale som mindre enn 1/5000. Da området i stor grad er bebygd forventer vi at steinsprangblokker kan være fjernet og vi har derfor i liten grad lagt vekt på observerte avsetninger.

Nedenfor Arnegard er det flere bergskrenter brattere enn 45 grader med høydeforskjell 5-10 meter. Ved en av skrentene observerte vi to kubiske delvis avløste blokker (ca. 1 m<sup>3</sup>). Bak huset ligger en stor (~100 m<sup>3</sup>) blokk. Vi vurderer årlig løsnesansynlighet fra de nevnte

bergskrentene som lavere enn 1/100, men større enn 1/1000 og det er derfor tegnet faresoner i forbindelse med disse skrentene.

Nedenfor Tolleivsgarden er det noen mindre skrenter med egenhøyde 5-10 meter som for det meste fremstår massive. Årlig løsnings sannsynlighet for disse skrentene vurderer vi som mindre enn 1/1000, men større enn 1/5000 og det er derfor tegnet faresoner i forbindelse med disse skrentene.

Direkte ovenfor Skottebøl er det en bratt skråning som er 40-45 grader bratt i toppen (vedlegg A). Det er mye blokk i overflaten og remobilisering av disse er mulig. Blokkene er generelt rundt  $< 0,5\text{m}^3$ . Vi vurderer årlig sannsynlighet for remobilisering av blokker, og at dette skal ha skadepotensiale som svært liten. Det er imidlertid historikk for at en blokk har trillet nedover skråningen uten å medføre skade. Vi kan ikke utelukke at fremtidig remobiliserte blokker ikke vil ha skadepotensiale. Årlig sannsynlighet vurderes som mindre enn 1/1000, men større enn 1/5000. Det er derfor tegnet faresoner i forbindelse med skråningen.

For skrenter som har noe sprekkdannelse og er høyere enn 2-3 meter vurderer vi at det er vanskelig å utelukke steinsprang fullstendig. Det er derfor tegnet faresoner i forbindelse med disse skrentene. Det er lagt større vekt på skjønn enn beregningsresultater for å bestemme mulig utløpslengde da skrentene er lave, og oversiktlige.

Skog har ingen effekt på skredfaren.

Vi vurderer at den årlige sannsynligheten for steinsprang i kartleggingsområdet er større enn 1/1000 og 1/5000 for deler av området.

### 7.2.2 Steinskred

Det er ingen partier med berg i dagen bratter enn 45 grader som har egenhøyde på mer enn 15 meter og dermed ingen potensielle løsneområder for steinskred. Steinskred vurderes ikke som en aktuell skredtype.

Fjerning av skog vil ikke føre til at det oppstår løsneområder for steinskred. Skog har ikke effekt på skredfaren.

Vi vurderer at den årlige sannsynligheten for steinskred i kartleggingsområdet er mindre enn 1/5000.

### 7.2.3 Snøskred

Det er ikke større, sammenhengende områder med gunstig terrenghelning for utløsning av snøskred i kartleggings- og påvirkningsområdet. Det er imidlertid flere mindre skråninger med høydeforskjell 20-50 meter, hvor snøskred i teorien kan være mulig.

Det er også historikk for to snøskred i kartleggingsområdet, fra slike lokale skråninger. Ingen av skredene var naturlig utløst. Skredet ned mot gårdstunet på Skottebøl ble utløst som følge av undergraving av foten til flaket ved brøyting og flaket skled deretter ut. Skredet hadde kort utløpslengde, men det hadde potensialet til å medføre skader av betydning på



bygninger noen få meter nedenfor skråningsfoten. Den andre registrerte hendelsen er et mindre snøskred utløst av en skikjører. Da det verken var naturlig utløst eller hadde skadepotensial på bygninger vurderer vi den som lite relevant for skredfarekartleggingen.

I kartleggingsområdet er det flere skråninger som ligner skråningen ovenfor gården Skottebøl, og dermed i teorien flere mulige løснеområder for snøskred som kan medføre skader av betydning. Årlig sannsynlighet for at denne type skred skal løsne naturlig vurderes imidlertid som svært lav. Årlig sannsynlighet vurderes som mindre enn 1/1000 og større enn 1/5000 basert på følgende:

- Det finnes ikke relevant historikk for snøskred i en dalside som har vært bebyggt i minst 100 år
- Løsneområder ligger dessuten under tregrensa og midt i nedre del av en fjellside der det normalt er lite vindtransport av snø, noe som gjør det lite sannsynlig at større flak får bygd seg opp.
- Løsneområdene har lite areal og potensielle skredbaner liten egenhøyde, noe som reduserer sannsynlighet for at skredene blir av en størrelse som kan ha skadepotensiale
- Fjellsiden er sørvendt, noe som gjør at det er mindre sannsynlig at vedvarende svake lag i snødekket varer i lengre perioder. Snøskredsesongen i sørlige eksposisjoner er dessuten også kortere enn i sider vendt mot nord.

Løsneområdene vi vurderer som reelle er modellert ved hjelp av RAMMS::Avalanche. RAMMS::Avalanche er imidlertid kalibrert etter større skredbaner, og vi har derfor ilagt resultatene liten vekt ved tegning av faresoner. Vi har tegnet løsneområder i øvre del av skråninger med gunstig helning for utløsning av snøskred, og faresoner ut fra disse er vurdert skjønnsmessig. Enkelte løsneområder er kun aktuelle i en situasjon uten skog. Hvilke dette er, fremkommer av Tabell 30. *Vi vurderer at det er faresoner for snøskred med årlig sannsynlighet mindre enn 1/1000, men større enn 1/5000.*

#### *Vurdering uten skogens effekt på skredfare*

Det er produktiv skog som vi vurderer at har tilstrekkelig kronedekning til å redusere utløsning av snøskred i enkelte av løsneområdene for snøskred. Dersom denne skogen fjernes, vil også disse løsneområdene bli aktuelle. Hvilke løsneområder det gjelder fremkommer av Tabell 30. Løsnesannsynligheten vurderes, i likhet med de andre løsneområdene i område 4 for øvrig, som mindre enn 1/1000 og større enn 1/5000.

*Vi vurderer at den årlige sannsynligheten for snøskred i kartleggingsområdet er mindre enn 1/1000 og større enn 1/5000.*

*Tabell 30: Løsneområder for snøskred. Bruddkanthøyde for 1/100 og 1/1000 er ikke relevant.*

Navn	Beskrivelse	Snø-drift	Areal (m <sup>2</sup> )	Brudd-kant 5000 år (m)	Effekt av skog	Løsnesannsynlighet m/skog	Løsnesannsynlighet u/skog
------	-------------	-----------	-------------------------	------------------------	----------------	---------------------------	---------------------------

Navn	Beskrivelse	Snø-drift	Areal (m <sup>2</sup> )	Brudd-kant 5000 år (m)	Effekt av skog	Løsnessannsynlighet m/skog	Løsnessannsynlighet u/skog
Sno4-01	Middels godt egnet, svakt konkav, høyt i fjellside, delvis slakt	Ingen	8241	1.15	Hindrer		1/1000
Sno4-02	Middels godt egnet, svakt konkav	Ingen	659	1.15	Hindrer		1/5000
Sno4-03	Middels godt egnet, svakt konkav	Ingen	775	1.15	Hindrer		1/5000
Sno4-04	Lite egnet	Ingen	1443	1.15	Hindrer		1/5000
Sno4-05	Middels godt egnet, svakt konkav	Ingen	1189	1.15	Hindrer		1/5000
Sno4-06	Lite egnet	Ingen	623	1.15	Reduserer	1/5000	1/5000
Sno4-07	Middels godt egnet, konkav	Ingen	972	1.15	Hindrer		1/5000
Sno4-08	Middels godt egnet, konkav, slakt	Ingen	473	1.15	Hindrer		1/5000
Sno4-09	Ikke spesielt godt egnet	Ingen	1672	1.15	Ingen	1/5000	1/5000
Sno4-10	Ikke spesielt godt egnet, lite areal	Ingen	753	1.15	Ingen	1/5000	1/5000
Sno4-11	Ikke spesielt godt egnet, lite areal	Ingen	452	1.15	Ingen	1/5000	1/5000
Sno4-12	Middels godt egnet, svakt konkav	Ingen	405	1.15	Ingen	1/5000	1/5000
Sno4-12	Lite egnet, lite areal	Ingen	893	1.15	Ingen	1/5000	1/5000
Sno4-13	Lite egnet, lite areal	Ingen	465	1.15	Ingen	1/5000	1/5000
Sno4-14	Lite egnet, lite areal	Ingen	384	1.15	Ingen	1/5000	1/5000
Sno4-15	Lite egnet, langt nede i skråning	Ingen	584	1.15	Ingen	1/5000	1/5000
Sno4-16	Lite egnet, lite areal, langt nede i skråning	Ingen	640	1.15	Reduserer	1/5000	1/5000
Sno4-17	Lite egnet, midt i fjellside	Ingen	1039	1.15	Hindrer		1/5000
Sno4-18	Lite egnet, midt i fjellside	Ingen	902	1.15	Ingen	1/5000	1/5000
Sno4-19	Lite egnet, midt i fjellside	Ingen	789	1.15	Ingen	1/5000	1/5000
Sno4-20	Lite egnet, midt i fjellside, lite areal	Ingen	321	1.15	Ingen	1/5000	1/5000
Sno4-21	Lite egnet, midt i fjellside	Ingen	681	1.15	Ingen	1/5000	1/5000
Sno4-22	Lite egnet, midt i fjellside	Ingen	922	1.15	Ingen	1/5000	1/5000
Sno4-23	Lite egnet, midt i fjellside	Ingen	2194	1.15	Ingen	1/5000	1/5000
Sno4-25	Lite egnet, midt i fjellside, lite areal	Ingen	475	1.15	Ingen	1/5000	1/5000
Sno4-26	Lite egnet, midt i fjellside, lite areal	Ingen	345	1.15	Ingen	1/5000	1/5000
Sno4-27	Lite egnet, midt i fjellside, lite areal	Ingen	514	1.15	Ingen	1/5000	1/5000
Sno4-28	Middels godt egnet	Ingen	1704	1.15	Reduserer	1/5000	1/5000
Sno4-29	Middels godt egnet	Ingen	1649	1.15	Hindrer		1/5000
Sno4-30	Lite egnet, lite areal	Ingen	398	1.15	Hindrer		1/5000
Sno4-31	Lite egnet	Ingen	849	1.15	Hindrer		1/5000



Navn	Beskrivelse	Snø-drift	Areal (m <sup>2</sup> )	Brudd-kant 5000 år (m)	Effekt av skog	Løsningsannsynlighet m/skog	Løsningsannsynlighet u/skog
Sno4-32	Middels godt egnet, svakt konkav	Ingen	1368	1.15	Hindrer		
Sno4-33	Middels godt egnet, langt nede i fjellside, men historikk	Ingen	1037	1.15	Ingen	1/5000	1/5000
Sno4-34	Ikke spesielt godt egnet, lite areal, svak konkav, midt i fjellside, ikke produktiv skog	Ingen	814	1.15	Hindrer		
Sno4-35	Lite egnet, konkav langt nede i fjellside	Ingen	566	1.15	Reduserer	1/5000	1/5000

#### 7.2.4 Jordskred

I kartleggings- og påvirkningsområdet er det hovedsakelig to problemstillinger knyttet til jordskred; (1) jordskred i raviner, og (2) jordskred i mindre skrånninger, inkludert sjeldne rotasjonsskred. De fleste løsneområdene som er knyttet til faresonene er i selve kartleggingsområdet. For å ta hensyn til mulig bakoverskridende bevegelse i skredene er faresonene tegnet med noe større utstrekning enn løsneområdene.

##### *Jordskred i raviner*

*I øvre del av området vest er det raviner og tykt løsmassedekke. Nedenfor Råan er det to definerte raviner, hvor avrenningsanalysen viser avrenning. Skred kan løsne i øvre del, eller i de bratte sideveggene av ravinene som følge av undergraving. I den østligste av disse (Jord4-06) går det en bekk, og det var i denne ravinene det gikk et skred under «Hans». Årlig løsningsannsynlighet for fremtidige jordskred i denne ravinene vurderes som større enn 1/100 fra de områdene der det ikke er skog i dag. I den vestligste av disse to ravinene (Jord4-05) er det i en normal situasjon ikke en bekk og terrenget brattere enn 22 grader er dekket av skog. I en situasjon med skog vurderer vi årlig løsningsannsynlighet fra Jord4-05 som mindre enn 1/100, men større enn 1/1000. Dersom jordskred løsner i ravinene viser både historikk og beregninger at skred kan nå til Nossvegen, og tilkomstvegen til Arnegard. Direkte ovenfor Arnegard er terrenget mer konvekst, noe som reduserer sannsynlighet for vannmetting og dermed løsningsannsynlighet. Vi vurderer at årlig sannsynlighet for jordskred i raviner, er større enn 1/100 for en ravine i kartleggingsområdet. For de andre ravinene er årlig løsningsannsynlighet større enn 1/1000. For årlig sannsynlighet større enn 1/5000 vil flere løsneområder, mellom ravinene, også bli aktuelle. Jordskred med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 kan nå ned til Arnegard.*

*I øvre del av området midt/øst er det også raviner i tykt løsmassedekke. Avrenningen ned i disse ravinene styres av en avskjærende grøft nedenfor Nossvegen (tilkomsten til gårdstunet Råan). Noe vann kan i sjeldne tilfeller ta overløp og vann kan drenere ut i ravinene. Nedbørfeltet til ravinene er lite, noe som reduserer sannsynligheten for betydelig avrenning i disse ravinene. Jord4-07 og Jord4-08 er dekket av produktiv skog. Årlig løsningsannsynlighet vurderes som mindre enn 1/100, men større enn 1/1000 i dagens*

situasjon. For løснеområdene Jord4-01 og 02, Jord er det ikke skog, men på grunn av avrenningen vurderer vi årlig løsnesannsynlighet vurderes som mindre enn 1/100 og større enn 1/1000. *Vi vurderer at årlig sannsynlighet for jordskred i raviner, er større enn 1/1000 for flere av ravinene i kartleggingsområdet. Beregninger, historikk og tilgjengelige løsmasser tilsier at skredene med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 kan ha utløp forbi Nossvegen 244 og 222. Skred med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 vurderes å kunne ha noe lengre og bredere utløp.*

#### *Jordskred i mindre skråninger, inkludert sjeldne rotasjonsskred*

Med unntak av noen mindre bergskrenter så er det morenemateriale i stort sett hele kartleggings- og påvirkningsområdet. Mye av dette terrenget har gunstig terrenghelning for utløsning av jordskred. Det ene skredet som gikk i området under «Hans», ovenfor Larsgården, var ikke et typisk jordskred. Deler av løснеområdet er tilnærmet flatt, og har trolig samlet en del vann som førte til en rotasjonsutglidning som så fikk økt hastighet ned langs en bergskrent. Denne type skred vurderer vi generelt som svært sjeldne hendelser. Med historikk for slike skred er det imidlertid vanskelig å utelukke fremtidige rotasjonsskred fullstendig. Årlig løsnesannsynlighet vurderes derfor som større enn 1/5000 for de delene av kartleggingsområdet som har skrenter med tilgjengelige løsmasser med høydeforskjell større enn 10-15 meter.

Skråningene dette gjelder har liten høydeforskjell og vi har derfor ikke vurdert det hensiktsmessig å modellere med RAMMS::Debrisflow. Vi har tegnet løснеområder for de delen av skråningen der vi mener denne typen skred er mulig og kan ha skadepotensiale for å synliggjøre hvor vi vurderer denne skredtypen er mulig. I realiteten vil ikke skredene løsne fra hele løśnieområdet, men mindre deler. Vi ser det derfor som lite hensiktsmessig å omtale de nærmere, og de er ikke inkludert i Tabell 31. Vi har vurdert utløpslengde skjønnsmessig. *Vi vurderer at årlig sannsynlighet for jordskred i form av rotasjonsskred og mindre utglidninger, er mindre enn 1/1000 og større enn 1/5000 for store deler av kartleggingsområdet.*

I en situasjon uten produktiv skog vil løsnesannsynligheten for de løśnieområdene som er dekket av produktiv skog øke noe. For løśnieområdene med årlig løsnesannsynlighet mindre enn 1/100, men større enn 1/1000 blir løsnesannsynligheten nærmere 1/100. Vi vurderer likevel at den ikke overstiger årlig sannsynlighet 1/100 på grunn av avrenningen. I en situasjon uten skog vurderer vi at årlig sannsynlighet for jordskred i raviner øker noe, og faresonene er derfor større utbredelse enn i en situasjon uten skog for de faresonene som er knyttet til løśnieområder med skog i dag. Tilfeldigheten ved løśnieområder for årlig sannsynlighet større enn 1/5000 vurderes som så stor at effekten av skog blir neglisjerbar.

Tabell 31: Løśnieområder for jordskred.

Navn	Areal (m <sup>2</sup> )	Snitt-helning (°)	Løsmasser	Skog	Årlig løsne-sannsynlighet	Årlig løsne-sannsynlighet uten skog	Kommentar
Jord4-01	187	36,2	Morene	Tett	1/1000	1/1000	Bekkenedskjæring med noe tilførsel av

							vann
Jord4-02	197	33,5	Morene, delvis berg i dagen	Tett	1/1000	1/1000	Bekkenedskjæring med noe tilførsel av vann
Jord4-03	473	38,6	Morene med mye finstoff	Tett	1/1000	1/1000	Bratt topp av ravine, men ikke avrenning inn i løснеområdet
Jord4-04	442	34,8	Morene med mye finstoff	Tett	1/1000	1/1000	Bratt topp av ravine, men ikke avrenning inn i løsnakeområdet
Jord4-05	322	34,3	Morene med mye finstoff	Tett	1/1000	1/1000	Ravine med avrenning inn i løsnakeområdet
Jord4-06a	277	34,2	Morene med mye finstoff	Tett	1/1000	1/1000	Ravine med kjent historikk i samme løp
Jord4-06b	161	29,8	Morene med mye finstoff	Ingen	1/100	1/100	Ravine med kjent historikk
Jord4-06c	117	32,2	Morene med mye finstoff	Ingen	1/100	1/100	Ravine med kjent historikk i samme løp
Jord4-07	202	30,1	Morene med mye finstoff	Tett	1/1000	1/1000	Svak konkav, usikkerhet rundt avrenning oppstrøms
Jord4-08	367	30,5	Morene med mye finstoff	Ingen	1/1000	1/1000	Svak konkav, usikkerhet rundt avrenning oppstrøms
Jord4-09	257	31,7	Morene med mye finstoff	Ingen	1/1000	1/1000	Svak ravineformasjon, usikkerhet rundt avrenning oppstrøms
Jord4-10	190	33,1	Morene med mye finstoff	Ingen	1/1000	1/1000	Svak ravineformasjon, usikkerhet rundt avrenning oppstrøms
Jord4-11	130	25,8	Tynt morenedekke	Ingen	1/1000	1/100	Kjent historikk, men virker tilfeldig

### 7.2.5 Flomskred

Det er ikke bratte bekke- eller elveløp, eller gjel i påvirknings- eller kartleggingsområdet. Vi vurderer derfor ikke rene flomskred som en aktuell prosess. Skred som løsner som jordskred, og som på grunn av høyt vanninnhold har mobilitet som flomskred (for eksempel i forbindelse med utglidninger i ravinene ved Råan) er vurdert i kapittel om jordskred og derfor ikke nærmere omtalt her.

*Vi vurderer at den årlige sannsynligheten for flomskred i kartleggingsområdet er mindre enn 1/5000, både i en situasjon med og uten skog.*

### 7.2.6 Sørpeskred

Det foreligger historikk kun for én mulig sørpeskredhendelse i Ål (Hellingrove). Dette tilsier at klimaet ikke ligger spesielt godt til rette for utløsning av sørpeskred. Det er ingen typiske løsnakeområder for sørpeskred i påvirknings- eller kartleggingsområdet, og da klimaet heller ikke ligger til rette for utløsning av sørpeskred vurderer vi at den årlige sannsynligheten er lavere enn 1/5000.

*Vi vurderer årlig løsnestannsynlighet for sørpeskred som mindre enn 1/5000, både under dagens vegetasjonsforhold og i en situasjon hvor produktiv skog er fjernet.*

#### 7.2.7 Andre faremomenter

Vi har observert en vegfylling like øst for Nossvegen 244 som siger.

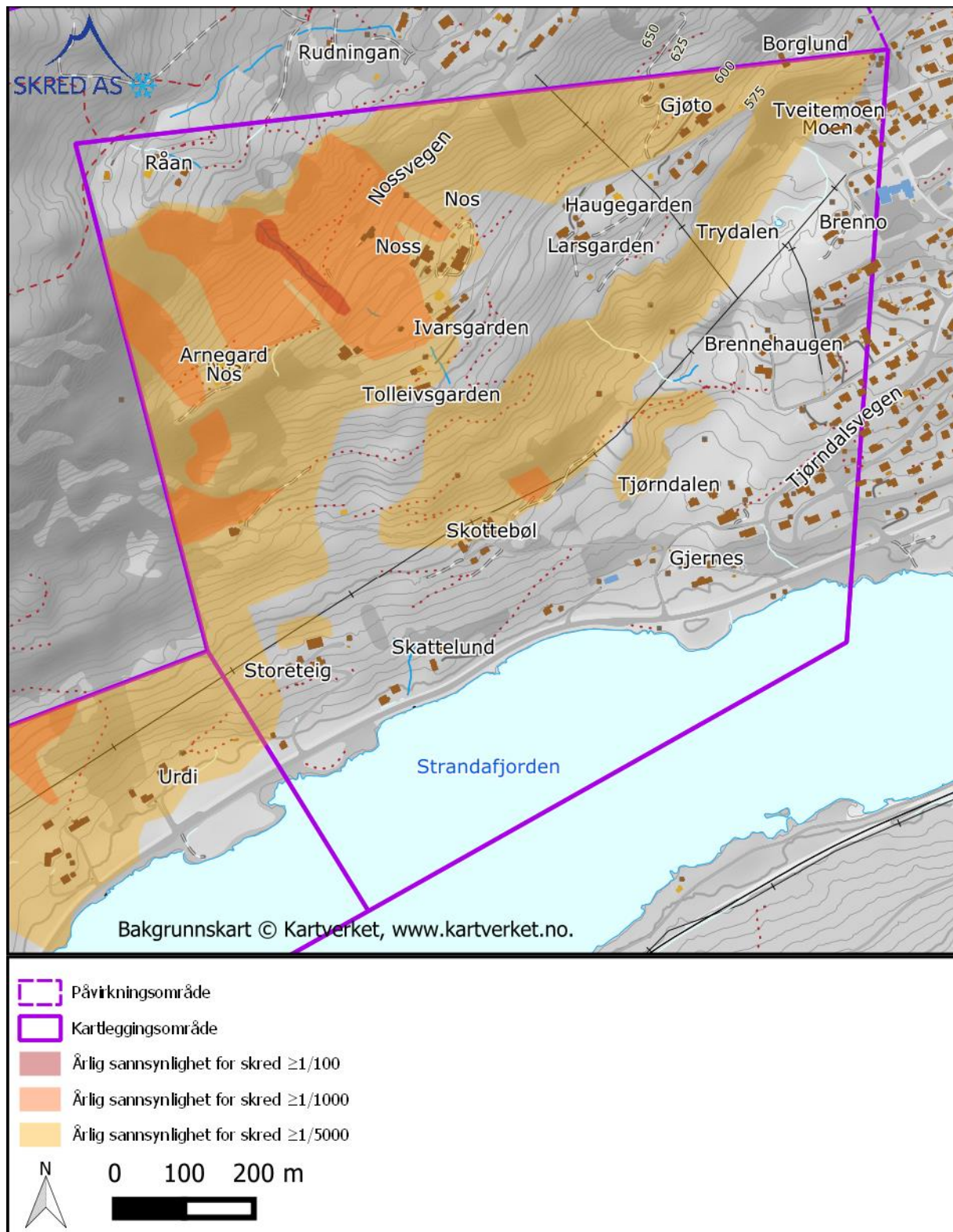
### 7.3 Samlede faresoner

#### 7.3.1 Med skog

Under dagens skogforhold er løsmasseskred aktuelt for årlig sannsynlighet 1/100 og 1/1000. For årlig sannsynlighet 1/1000 er steinsprang også aktuelt fra enkelte skrenter. For sjeldnere hendelser, men årlig sannsynlighet større enn 1/5000 vurderer vi også snøskred som en aktuell skredtype.

*Tabell 32: Antall bygg i ulike sikkerhetsklasser som ligger innenfor faresonene i området.*

<b>Årlig sannsynlighet for skred</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
≥1/100		0
≥1/1000	3	0
≥1/5000	-	0



Figur 31: Faresonekart med dagens skogforhold for kartleggingsområde 4 – Skottebøl-Noss. Symbol for dimensjonerende skredtype er utelatt fra figuren for å bedre lesbarheten. Dimensjonerende skredtype er vist i vedlegg 4E.



### 7.3.2 Uten skog

Dersom all produktiv skog fjernes vil faresonene dimensjonert av jordskred få større utbredelse. Faresonene dimensjonert av snøskred vil få større utbredelse i enkelte skredløp, der skogen kan ha reduserende effekt. Faresonene dimensjonert av snøskred vil få større utbredelse da flere løsneområder blir aktuelle

### 7.3.3 Avvik fra tidligere skredfareutredninger

Faresonene fastsatt i denne rapporten avviker ikke fra tidligere skredfarevurderinger.

### 7.3.4 Steds spesifikk usikkerhet

Dyrking av mark og bebyggelse kan ha fjernet tegn til tidligere skred. Vi vurderer imidlertid ikke at dette har betydelig innvirkning på faresonene.

## 8 Konklusjon

Utredningen viser at store deler av området er utsatt for jordskred og flomskred. Mindre deler av området er også utsatt for steinsprang, og i tre bekkeløp 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 og flomskred betydelig.

*Tabell 33: Antall bygg i ulike sikkerhetsklasser som ligger innenfor faresonene totalt sett. Tall i parentes viser antall bygg i faresonene ved fjerning av produktiv skog.*

<b>Årlig sannsynlighet for skred</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
≥1/100	1 (39)	
≥1/1000	40 (72)	1
≥1/5000	84 (84)	1

## 9 Referanser

- Asplan Viak, 2014. Skredfarevurdering Øvre Sundbrei, bolig på Gnr/Bnr 125/7.
- Direktoratet for byggkvalitet, 2023. Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning § 7-3 [WWW Document]. URL <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/7/7-3/>
- Dorren, L.K.A., 2016. Rockyfor3D (v5.2) revealed - Transparent description of the complete 3D rockfall model.
- Kartverket, 2023a. Topografisk Norgeskart 4 [WWW Document]. URL <https://openwms.statkart.no/skwms1/wms.topo4?service=wms&request=getcapabilities>
- Kartverket, 2023b. 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, 2023a. Nettbiblioteket [WWW Document]. URL <https://www.nb.no/search?mediatype=bilder>
- Nasjonalbiblioteket, 2023b. 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.
- NGI, 2020. Uttesting av eksisterende metodikk for modellering av steinsprang. NVE ekstern rapport 24/2020.
- NGI, 2011. Skredfarevurdering for planlagt ny bolig, 125/66 Skriu, Ål kommune.
- NGU, 2024a. Berggrunn - Nasjonal berggrunnsdatabase [WWW Document]. URL [https://geo.ngu.no/kart/berggrunn\\_mobil/](https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/)
- NGU, 2024b. NGU InSAR [WWW Document]. URL <https://insar.ngu.no/>
- NGU, 2024c. Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase [WWW Document]. URL [https://geo.ngu.no/kart/losmasse\\_mobil/](https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/)
- NIBIO, 2023. Kilden [WWW Document]. URL <https://kilden.nibio.no/>
- Norsk Klimaservicesenter, 2023. 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. Rapportdatabase [WWW Document]. URL <https://temakart.nve.no/tema/skredrapport>
- NVE, 2023a. NVE Atlas [WWW Document]. URL <https://atlas.nve.no/>
- NVE, 2023b. NVE API [WWW Document]. URL [api.nve.no](https://api.nve.no)
- NVE, 2023c. NVE AlfaBeta [WWW Document]. URL <https://nve.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=e510e316b4654982a64a5e5c2fcff474>
- NVE, 2023d. RegObs [WWW Document]. URL <https://www.regobs.no/>
- NVE, 2021. FOU 80606 - Identifisering av løснеområder 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, 2023. Varsom SeNorge [WWW Document]. URL <https://www.senorge.no/map>
- Skred AS, 2022. 22210-01-1 Ål, Strandafjorden - Skredfarevurdering for 123/380, 124/31 og deler av 124/6. Nybygg av boliger og carport.
- Skred AS, 2021a. Bruk av RAMMS::DEBRISFLOW på kjente sørpeskredhendelser.
- Skred AS, 2021b. 21490 Ål, Strond - Skredfarevurdering for 123/52, planlagt redskapshus.
- Skred AS, 2020. FOU 80607 - RAMMS::Debris Flow for beregning av jordskred.
- Skred AS, 2017. 16108 Ål, Noss - Skredfarevurdering Tolleivsgarden, Gnr/Bnr 117/42.
- SLF WSL, 2022a. RAMMS::AVALANCHE User Manual v1.8.0.
- SLF WSL, 2022b. RAMMS::DEBRISFLOW User Manual v1.8.0.
- Statens vegvesen, 2023. Vegkart [WWW Document]. URL <https://vegkart.atlas.vegvesen.no>
- Statens vegvesen, NIBIO, Kartverket, 2023. Norge i bilder [WWW Document]. URL <https://www.norgebilder.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 <sup>1</sup> , veiledere <sup>2</sup> , retningslinjer <sup>3</sup> 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		

<sup>1</sup> Byggteknisk forskrift (TEK17) og Plan- og bygningsloven (med veileder).

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

<sup>3</sup> 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 Katrine Rustad	Geolog; 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