

Oppdragsgiver	Navn Ål kommune	Kontaktperson Svein Furuhaug
Oppdrag	Nummer og navn 23521 Ål, Liagardane - Gjennomgang av bekkeløp og skredfarevurdering med prosjektering av sikringstiltak for naturskade, flom og skred	Oppdragsleder Kristin Lome
Dokument	Nummer 23521-01-2 Utført av Kristin Lome og Kalle Kronholm	Dato 2024-08-15 Kontrollert av Espen Eidsvåg

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
1	2024-06-27	KL, KK	EE	Original
2	2024-08-15	KL, KK	EE	Revisjon av tabell 1, med adresser

Skredfarekartlegging for Liagardane

Sammendrag

Skred AS har utført en skredfarekartlegging for området Liagardane 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 produktiv 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 løsmasseskred. Mindre deler av området er også utsatt for steinsprang og en liten del for snøskred. Sørpeskred kan forekomme på dyrka mark og i tre bekkeløp som sjeldne hendelser. For en situasjon uten produktiv skog øker faren for løsmasseskred og snøskred.

Bebyggelsen i kartleggingsområdene er klassifisert i sikkerhetsklassene S2 og S3, ut fra FKB-data fra Ål kommune. Skredfareutredningen viser at noen bygg har for høy skredfare for sin sikkerhetsklasse iht. kravene i TEK17 § 7-3, som vist i tabellen under:

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

Område	Bolighus i faresone $\geq 1/100$		Bolighus 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 Gullhagen-Oppsata	0	2	2	8	0	0
2 Liagardane	0	2	6	15	1	1
3 Torpomoen	0	0	0	0		
Samlet	0	4	8	23	1	1
Gjeldende adresser		<i>Oppsatav. 67, 72, 110, 132</i>	<i>Oppsatav. 67, 72, 110, 132 Liagardsv. 93, 105, 115, 452</i>	<i>Bøygardsv. 35, Skjervheimv. 11, 45, 55, 57 Oppsatav. 28, 67, 72, 111, 113, 110, 132 Liagardsv. 93, 105, 115, 117, 452, 511, 499 Satakroken 234, 236, 240, 242</i>	<i>Oppsatav. 145</i>	<i>Oppsatav. 145</i>

Innhold

1	Innledning	7
1.1	Forord	7
1.2	Bakgrunn	7
1.3	Kartlagte områder	7
1.4	Krav til sikkerhet mot skred	8
1.5	Tilpassing fra NVEs rapportmal	9
1.6	Forbehold	9
2	Grunnlag.....	10
2.1	Digital terrengmodell	10
2.2	Avrenning	10
2.3	Geologiske kart.....	10
2.4	Flyfoto og skråfoto	12
2.5	Skog	12
2.6	Klimadata.....	13
2.7	Historiske skredhendelser	22
2.8	Tidligere skredfareutredninger	22
2.9	Eksisterende sikringstiltak.....	23
2.10	Feltarbeid	23
3	Metode.....	25
3.1	Steinsprangvurdering.....	25
3.2	Steinskredvurdering	27
3.3	Snøskredvurdering	27
3.4	Jordskredvurdering	31
3.5	Flomskred	39
3.6	Sørpeskredvurdering.....	39
3.7	Vurderinger med og uten skog.....	41
3.8	Bebyggelsens effekt på skredfare	42
3.9	Andre faremomenter	43
4	Område 1 – Gullhagen-Oppsata.....	44
4.1	Områdebeskrivelse.....	44
4.2	Vurdering av skredfare	51
4.3	Samlede faresoner	58
5	Område 2 – Liagardane	61
5.1	Områdebeskrivelse.....	61
5.2	Vurdering av skredfare	69
5.3	Samlede faresoner	77
6	Område 3 – Torpomoen	80
6.1	Områdebeskrivelse.....	80
6.2	Vurdering av skredfare	86

6.3	Samlede faresoner	90
7	Konklusjon	93
8	Referanser.....	94

Figurer

Figur 1: Oversiktskart over kartleggingsområdet, delt inn i område 1, 2 og 3.	8
Figur 2: Berggrunnskart med data fra NGU for kartleggings- og påvirkningsområdet.....	11
Figur 3: Løsmassekart med data fra NGU fra kartleggings- og påvirkningsområdet.....	12
Figur 4: 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., 2024).....	15
Figur 5: Normalisert kombinert nedbør 40 dager fulgt av 3-døgns nedbør. Årlige maksimumsverdier fra Ål III.....	18
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.	18
Figur 7: Vind og nedbørfordeling 2006 -2023 vind fra Geilo – Oldebråten (SN25630) nedbør i samme periode fra Ål III (SN25320).	19
Figur 8: Vind og nedbørfordeling 2016-2023 fra Hemsedal Skisenter (SN25115) 1344 moh., nedbør i samme periode fra Hemsedal -Holtø (SN25100).....	19
Figur 9: Vindfordeling og nedbør fra Geilo-Oldebråten 7. til 10. august.....	20
Figur 10: Nedbør og vind under Hans fra Hemsedal. Nedbør registrert kl. 00 er fra 08 dagen før til 08 samme dag.....	21
Figur 11: Bilde er fra MET (2023)	22
Figur 12: Antall løseområder sett opp mot terrenghelning og avrenning (basert på datasettet fra Tabell 11).....	34
Figur 13: Oversiktskart over kartleggingsområde 1 – Gullhagen-Oppsata.....	45
Figur 14: Oversiktsbilde satt sammen fra flere dronebilder av Gullhagen-Oppsata, sett mot NNV. Bildet er satt sammen fra flere bilder og proporsjonene i bildet er stedvis noe forvrent. Kartleggingsområdet er antydnet med lilla omriss.	46
Figur 15: Estimerte nedbørfelt for fjellsiden. Figuren er hentet fra rapport 23521-02-1, som vurderer kritiske punkter i det samme området som denne rapporten omfatter.	47
Figur 16: Kart over skog med kronedekning tett nok til å forhindre eller redusere utløsning av snøskred (SR16) vist sammen med produktiv skog (AR5).	49
Figur 17: Faresonekart med dagens skogforhold for kartleggingsområde 1 –Gullhagen- Oppsata. Symbol for dimensjonerende skredtype er utelatt fra figuren for å bedre lesbarheten. Dimensjonerende skredtype er vist i vedlegg 1E.	59
Figur 18: Oversiktskart over kartleggingsområde 2 – Liagardane.	61
Figur 19: Oversiktsbilde satt sammen fra flere dronebilder av Liagardane og proporsjonene i bildet er stedvis noe forvrent. Kartleggingsområdet er antydnet med lilla omriss.	62
Figur 20: Estimerte nedbørfelt for fjellsiden. Figuren er hentet fra rapport 23251-02-1, som vurderer kritiske punkter i det samme området som denne rapporten omfatter.	63

Figur 21: Kart over skog med kronedekning tett nok til å forhindre eller redusere utløsning av snøskred (SR16).	65
Figur 22: Figuren er hentet fra rapport 20266-01-1 (Skred AS, 2020e). Område 1 og 2 tilfredsstiller krav til sikkerhet mot skred i bratt terreng for sikkerhetsklasse S1. Område 3 og 4 tilfredsstiller ikke krav til sikkerhet for sikkerhetsklasse S2.	69
Figur 23: Faresonekart med dagens skogforhold for kartleggingsområde 2 – Liagardane. Symbol for dimensjonerende skredtype er utelatt fra figuren for å bedre lesbarheten. Dimensjonerende skredtype er vist i vedlegg 2E.	78
Figur 24: Oversiktskart over kartleggingsområde 3 – Ton-Torpomoen.....	81
Figur 25: Oversiktsbilde satt sammen fra flere dronebilder av Torpomoen og Ton, sett mot NV. Bildet er satt sammen fra flere bilder og proporsjonene i bildet er stedvis noe forvrengt. Kartleggingsområdet er antydnet med lilla omriss.	82
Figur 26: Estimerte nedbørfelt for fjellsiden. Figuren er hentet fra rapport 23521-02-1, som vurderer kritiske punkter i det samme området som denne rapporten omfatter.	83
Figur 27: Kart over skog med kronedekning tett nok til å forhindre eller redusere utløsning av snøskred (SR16).	85
Figur 28: Faresonekart med dagens skogforhold for kartleggingsområde 3 – Torpomoen. Symbol for dimensjonerende skredtype er utelatt fra figuren for å bedre lesbarheten. Dimensjonerende skredtype er vist i vedlegg 3E.	91

Tabeller

Tabell 1: Antall bolighus i de ulike faresonene, med og uten produktiv skog.	2
Tabell 2: Oversikt over kartlagte områder som inngår i rapporten.	7
Tabell 3: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggt teknisk forskrift, TEK17 § 7-3 (Direktoratet for byggkvalitet, 2024).	9
Tabell 4: Informasjon om gridpunktene fra de interpolerte datasettet som er brukt til klimaanalysen. Tabellen viser hvilken høyde de utvalgte punktene ligger på, samt høydenivå for modellen.	14
Tabell 5: Informasjon om værstasjonene benyttet i klimaanalysen.	14
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»	17
Tabell 8: Beskrivelse av infopunkt vist i registreringskart, vedlegg C	23
Tabell 9: Inndata benyttet for modelleringer av steinsprang i Rockyfor3D.	25
Tabell 10: Beregninger som ligger til grunn for vurderte bruddkanthøyder (*avrundet).	29
Tabell 11: Analyse av løснеområder for kjent jordskredhistorikk	33
Tabell 12: Utvalgte historiske skredhendelser for området.	50
Tabell 13: Løsneområder for snøskred. Radene markert med grønn har produktiv skog, resterende rader har ikke produktiv skog og dermed heller ikke skog som skal forutsettes fjernet.	53
Tabell 14: Løsneområder for sørpeskred	57

Tabell 15: Antall bygg i ulike sikkerhetsklasser som ligger innenfor faresonene i området. ..	58
Tabell 16: Historiske skredhendelser for området.....	66
Tabell 17: Oppsummering av konklusjon fra Skred AS sin rapport nr. 20266 og 22141	68
Tabell 18: Løsneområder for snøskred. Radene markert med grønn har produktiv skog, resterende rader har ikke produktiv skog og dermed heller ikke skog som skal forutsettes fjernet.	71
Tabell 19: Løsneområder for sørpeskred	77
Tabell 20: Antall bygg i ulike sikkerhetsklasser som ligger innenfor faresonene i området. ..	77
Tabell 21: Løsneområder for snøskred. Alle løsneområdene har produktiv skog og er derfor markert med grønt.	87
Tabell 22: Løsneområder for sørpeskred	89
Tabell 23: Antall bygg i ulike sikkerhetsklasser som ligger innenfor faresonene i området. ..	90
Tabell 24: Antall bygg i ulike sikkerhetsklasser som ligger innenfor faresonene totalt sett. Tall i parentes viser antall bygg i faresonene ved fjerning av produktiv skog.	93

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

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

1 Innledning

1.1 Forord

Plan- og bygningsloven (pbl) og Byggteknisk forskrift (TEK 17, kap 7.3) (Direktoratet for byggkvalitet, 2024) stiller krav til sikkerhet mot naturfare. For reguleringsplan og byggesak/-tiltak, søknadspliktig 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 områdene Gullhagen/Liagardane/Torpomoen i Ål kommune. Kartleggingsområdene ligger innenfor NVEs aktsomhetssoner for jord- og flomskred, snøskred og steinsprang (NVE, 2024b).

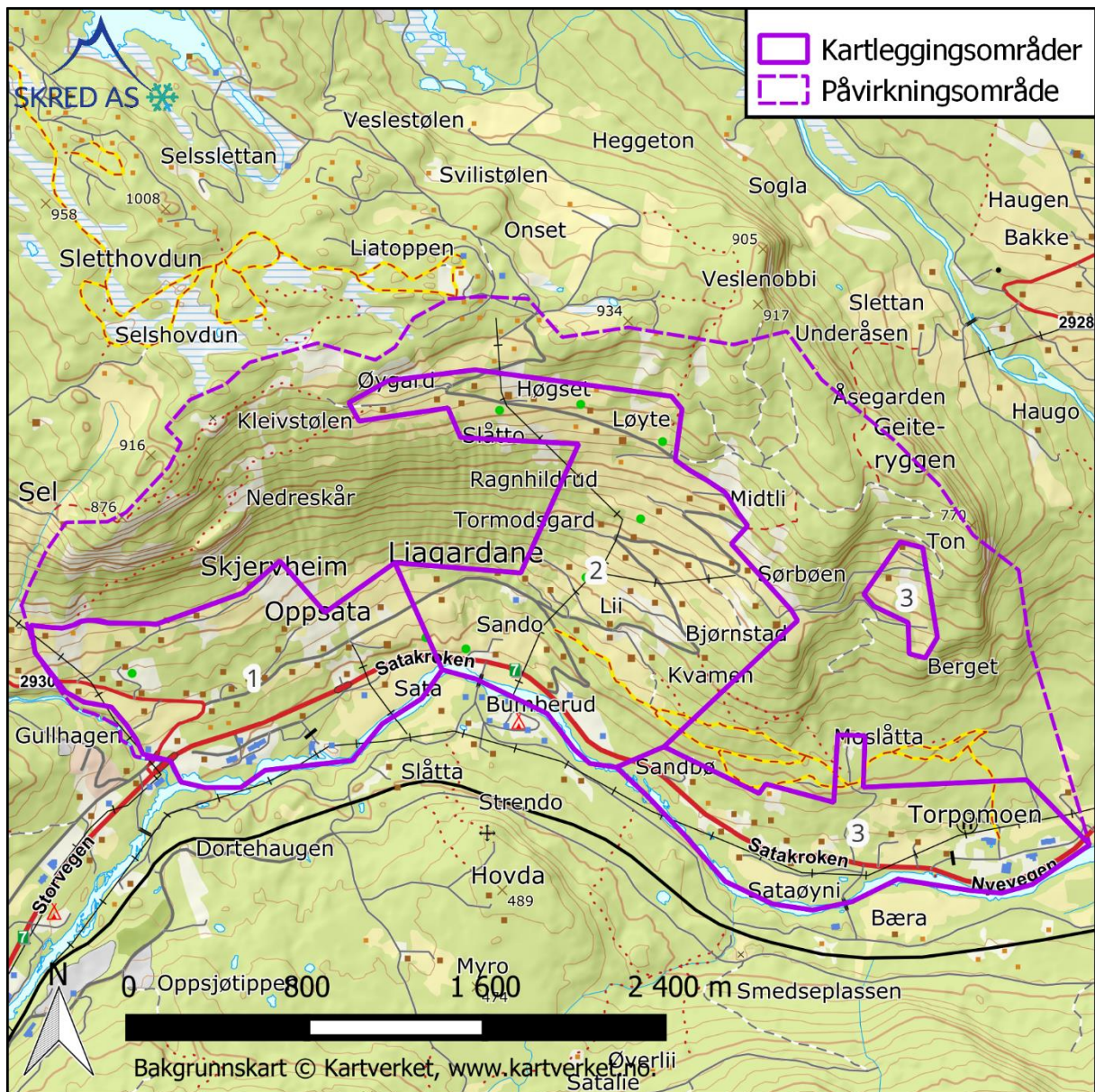
1.3 Kartlagte områder

Ål kommune har etterspurt en skredfarekartlegging for området Liagardane, som omfatter bebyggelsen i fjelsiden fra Søre Bøygard og Gullhagen i vest til industriområdet ved Torpomoen i øst. Vi har etter dialog med kommunen delt området opp i tre delområder (Tabell 2 og Figur 1) for å forbedre lesbarheten til rapporten, samt kvaliteten på kartvedleggene.

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

Nr.	Navn
1	Gullhagen-Oppsata
2	Liagardane
3	Torpomoen

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, delt inn i område 1, 2 og 3.

1.4 Krav til sikkerhet mot skred

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

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

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

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

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

1.5 Tilpassing fra NVEs rapportmal

Denne rapporten bygger på rapportmal tilhørende NVEs veileder (NVE, 2024a), hentet fra NVEs nettside den 20.04.2024. 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 menneskeskapte fyllinger, skjæringer el.

2 Grunnlag

2.1 Digital terrengmodell

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

For terrengeanalyser er det benyttet nasjonal digital høydemodell med oppløsning 1x1 m, hentet fra hoydedata.no (Kartverket, 2024b). Dataene er bearbeidet videre for å lage skyggekart, helningskart og avrenningskart. Terrengmodellen er også benyttet som grunnlag for modelleringer av skred, da med endret oppløsning til 2 m og 5 m. For avrenningsanalysen har vi benyttet terrengmodellen fra 2023 med 0,25 m oppløsning (Innlandet-Viken 2023).

2.2 Avrenning

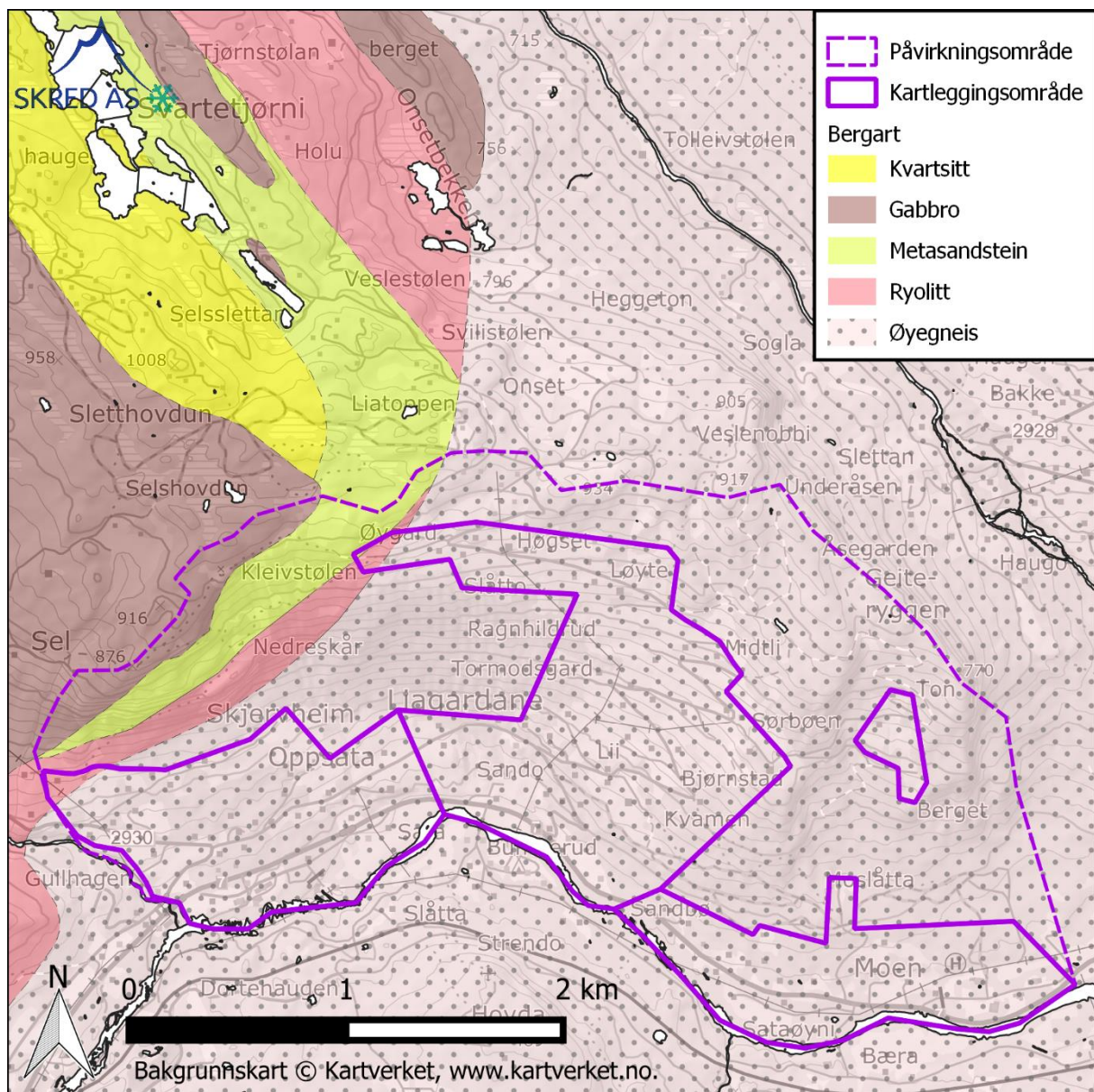
Da avrenningen i påvirkningsområder har stor innvirkning på sannsynligheten for at jorda i ett punkt vannmettes og løses ut som jordskred, har vi utført flere avrenningsanalyser for å kunne si noe om hvor vannet mest sannsynlig vil renne. Dette er imidlertid kun analyser basert på terrenget slik det var det terrengmodellen ble laget, og er ingen fasit for hvor overflateavrenningen faktisk vil skje. Selv mindre terrengendringer, samt enkelte tette stikkrenner, kan føre til at avrenningsmønsteret i påvirkningsområder endres. Vurdering av vann på avveie og kritiske punkt er gjort parallelt med skredfarevurderingen i Skred AS sin rapport 23521-02, som inneholder mer detaljer om grunnlag for avrenningsanalysene.

I denne rapporten har vi i hovedsak benyttet to avrenningsanalyser. En Multi-Flow Direction analyse basert på nevnte terrengmodell viser overflateavrenningen for områdene, og hvordan vannet vil spre seg utover. Avrenningsanalysen påvirkes av veier og andre menneskeskapte terrenginngrep. Analysen tar ikke hensyn til stikkrenner, broer, løsmasser etc. Vi har også gjort en single-flow (D8) analyse basert på terrengmodell fra 2023, hvor vi har lagt inn stikkrenner som forsenkninger for å få et bedre bilde av hvordan vannet renner i en normal situasjon, når stikkrennene er åpne. Oppsatavegen og Liagardsvegen er kommunale veger, og stikkrennene skal derfor dimensjoneres for 100-års flom. I de fleste situasjoner vil derfor denne analysen gi et mer riktig bilde av avrenningen i påvirkningsområdet.

I tillegg er programvaren Scalgo benyttet til å analysere dreneringsveienes nedbørfelt.

2.3 Geologiske kart

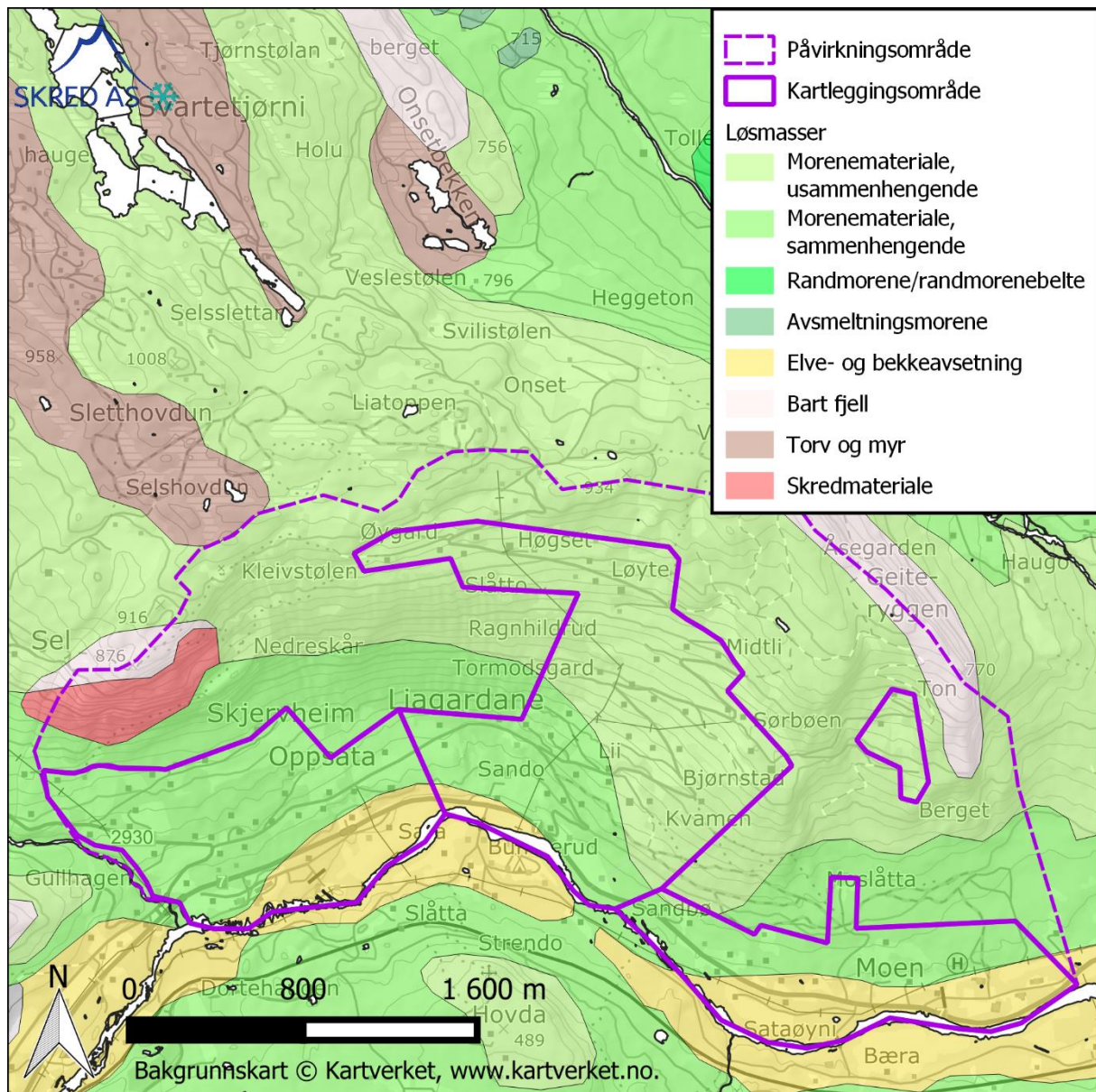
NGUs berggrunnskart i målestokk 1:50 000 (NGU, 2024a) viser at berggrunnen består av granittisk gneis og gabbro i nedre del av fjellsiden, ryolitt i øvre deler og noe kvartsitt i nordøstlige deler av fjellsiden (Figur 2). InSAR-data viser ikke bevegelse i fjellsiden, men det er få punkter og vi har derfor 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 betydelig 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., 2024) 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, 2024). Beregninger basert på dette datasettet ligger til grunn for å vurdere hvilken skog som er tett nok til å hindre utløsning av snøskred. Datasettet AR5 Produktiv skog (NIBIO, 2024) er også benyttet for informasjon om hvilken skog som må antas å kunne bli hugget.

2.6 Klimadata

2.6.1 Klimaanalyse og skredtyper

For steinsprang og steinscred 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). Klimaanalyse av forholdene før en skredhendelse kan ikke gi et spesifikt gjentaksintervall for selve hendelsen da det er flere faktorer som kan føre til den samme vannmetningen i jorda (som for eksempel snøsmelting, grad av tele i bakken, tette stikkrenner). Analysering av nedbør og temperatur i forkant av en skredhendelse kan imidlertid si noe om gjentaksintervall for klimaforholdene som førte til at jorda ble vannmettet og skred ble utløst. Denne informasjonen kan være nyttig i en skredfarekartlegging. I påvirkningsområdet er det kjent historikk for løsmasse- og sørpeskred i forbindelse med snøsmelting 18. april 2018, og for løsmasseskred i forbindelse med ekstremværet «Hans» 7.-9. august. Det er også kjent historikk for enkelte andre skredhendelser, men uten eksakte dato og tilstrekkelig informasjon til at det er hensiktsmessig å gjøre klimaanalyse spesifikt for disse hendelsene.

Vi har sett litt nærmere på klimadata fra april 2018, men ikke gjort en spesifikk klimaanalyse av forholdene før skredene. Skredene ble utløst som følge av nedbør og at temperaturen steg fra minusgrader 12. april til 6 °C 18. april og dermed førte til betydelig smelting av snødekket. Det er ikke registrert spesielt mye nedbør (1,2 mm registrert 18. april på stasjon Ål III og ingen nedbør i dagene før), men lokalkunnskap tilsier at det regnet betydelig dagen før skredene gikk. 2018 var et snørikt år med 105 cm som maks (registrert av stasjonsdata fra Ål III) mot 92,5 som middelerdi (beregnet fra griddata), men snømengden dette året utpeker seg ikke spesielt fra andre år. Snøsmelting, samt målt nedbør på 1,2 mm, skjer hver vår og forholdene utpeker seg ikke nok til at det er hensiktsmessig å gjøre en spesifikk klimaanalyse.

Vi har god kjennskap til skredene som gikk under «Hans», og 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. Vi har valgt å benytte den samme klimaanalysen som ble utført i forbindelse med utredning av skredfare i bratt terreng i Skred AS sin rapport 23458-01-2 (Skred AS, 2024). Avstanden mellom kartleggingsområdet i 23458-01 og Liagardane er ca. 6 km og det er dermed de

samme værstasjonene som er aktuelle for begge områdene. Løsneområder for snøskred ligger i omtrent samme høyde.

2.6.2 Datakilder

Tidsserier med nedbør (snø og regn), snødybder og temperaturer er hentet fra det interpolerte observasjonsdatasettet SeNorge2018 gjennom et script fra NVEs API (NVE, 2024c). Dataene består av interpolerte, beregnede verdier for 1 km² ruter i kartet (grid), og er ikke direkte måleverdier fra værstasjonen. Værdataene vurderes å være representative for kartleggingsområdet, selv om enkelte lokale forskjeller må påregnes. Det er hentet data for perioden 1957-2023. 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., 2024). Værstasjonsdata er hentet gjennom et script fra Frost API (Meteorologisk Institutt). All vindanalyse er basert på observerte vindmålinger fra representative værstasjoner.

I og med at temperatur og nedbørmengder varierer med høyde over havet har vi valgt å se på 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 området 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.

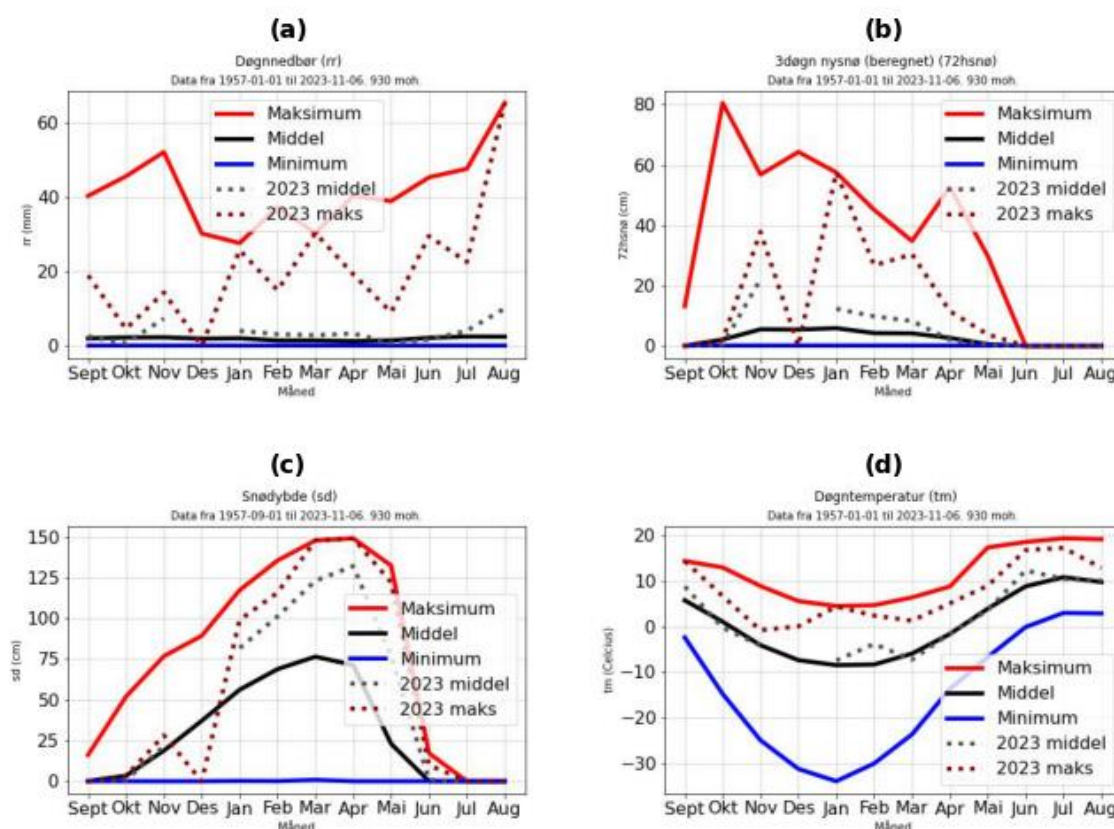
Stasjons ID	Navn	Posisjon	Høyde	Måleperiode	Analyserte variabler
SN25320	Ål III	Breddegrad: 60.6391° N Lengdegrad: 8.5609° Ø	720 moh.	01.09.1949 - nå	Nedbør
SN24960	Gol-Stake	Breddegrad: 60.7188° N Lengdegrad: 8.9478° Ø	542 moh.	01.12.1963 - nå	Vind, temperatur, nedbør
SN25100	Hemsedal - Hølto	Breddegrad: 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., 2024).

Figur 4 viser data fra punkt 2, som har de høyeste nedbørsmengdene og snødybdene av alle punktene. Punkt 2 ligger høyst 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: 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., 2024).

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 middelverdien. De oppgitte verdiene brukes som grunnlag for videre analyser av dimensjonerende bruddkanthøyder for snøskred.

Tabell 6: Ekstremverdier for snødybde, nysnødybde 3 døgn og nedbør 1 døgn fra interpolerte data i 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 8.8.2023¹) en hendelse med returintervall på over 100 år. Det ble satt ny stasjonsrekord for døgnsnedbør på Ål III med 59,1 mm. Den forrige rekorden var i august 2022.

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

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

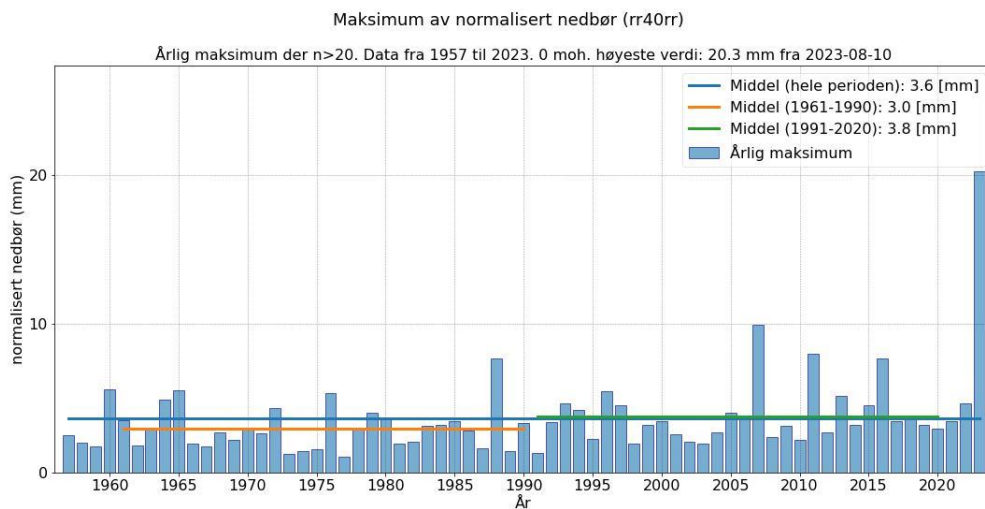
** usikre data ettersom ingen av ekstremverdifordelingene har en $p > 0.99$

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».

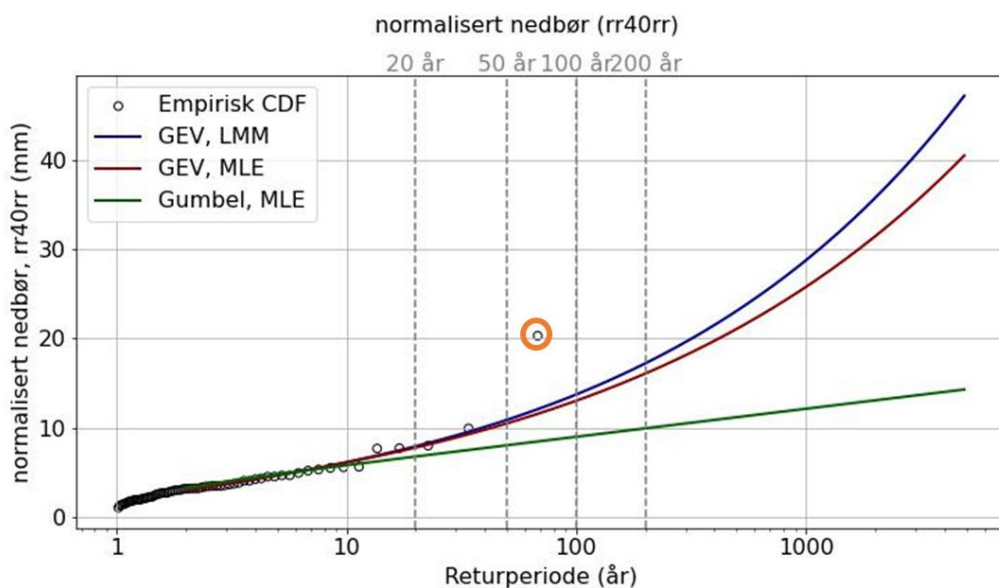
Dette har vi gjort ved å se på nedbørsdata for en periode på 40 døgn før «Hans», sammen med 3-døgns nedbør som kom under «Hans». Med GEV fordelingen som har best resultat i statistisk test ($p\text{-verdi} > 0.99$) får vi et gjentakintervall på 332-441 år. Figur 5 viser at den kombinerte 40 døgns- og 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 gjentakintervall 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.

¹ Måleperiode 0800 7.8.2023 – 0800 8.8.2023 (sommertid)



Figur 5: Normalisert kombinert nedbør 40 dager fulgt av 3-døgns nedbør. Årlige maksimumsverdier fra Ål III



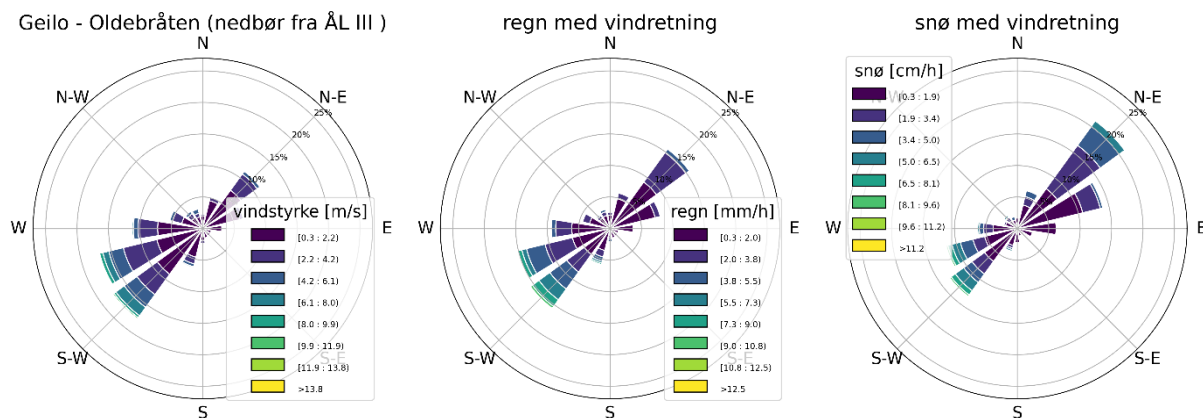
Figur 6: Ekstremverdifordeling basert på 3 ulike metoder for dataene vist i Figur 3 (markert med svarte ringe). Observasjonen under Hans er innringet med oransje.

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

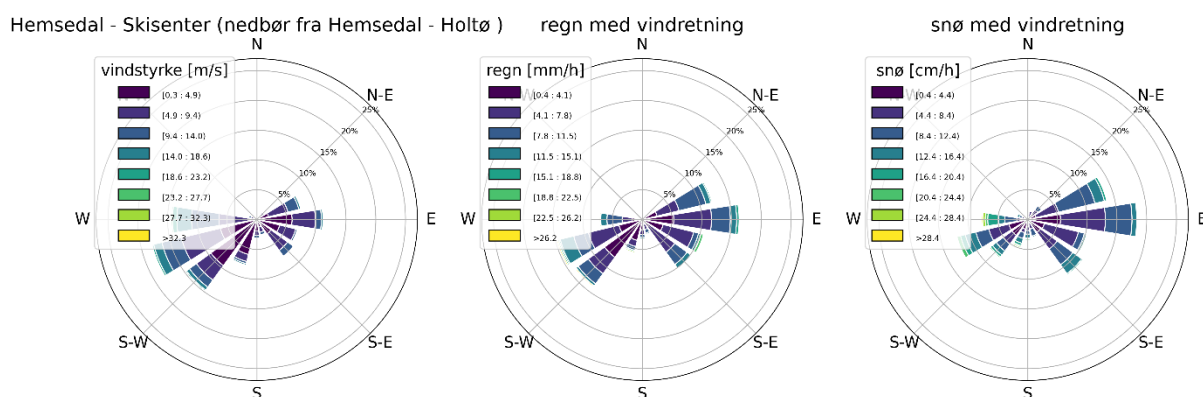
vannmetting av grunnen og økt sannsynlighet for utløsning av jord- og flomskred, som for eksempel snøsmelting.

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).

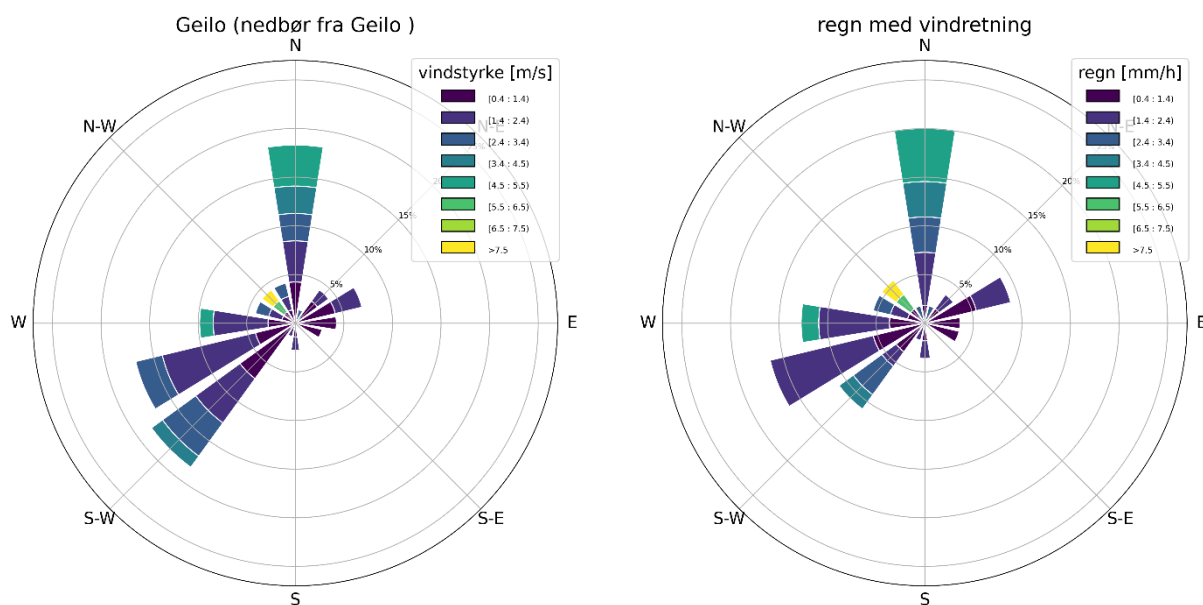


Figur 8: Vind og nedbørfordeling 2016-2023 fra Hemsedal Skisenter (SN25115) 1344 moh., nedbør i samme periode fra Hemsedal -Holtø (SN25100)

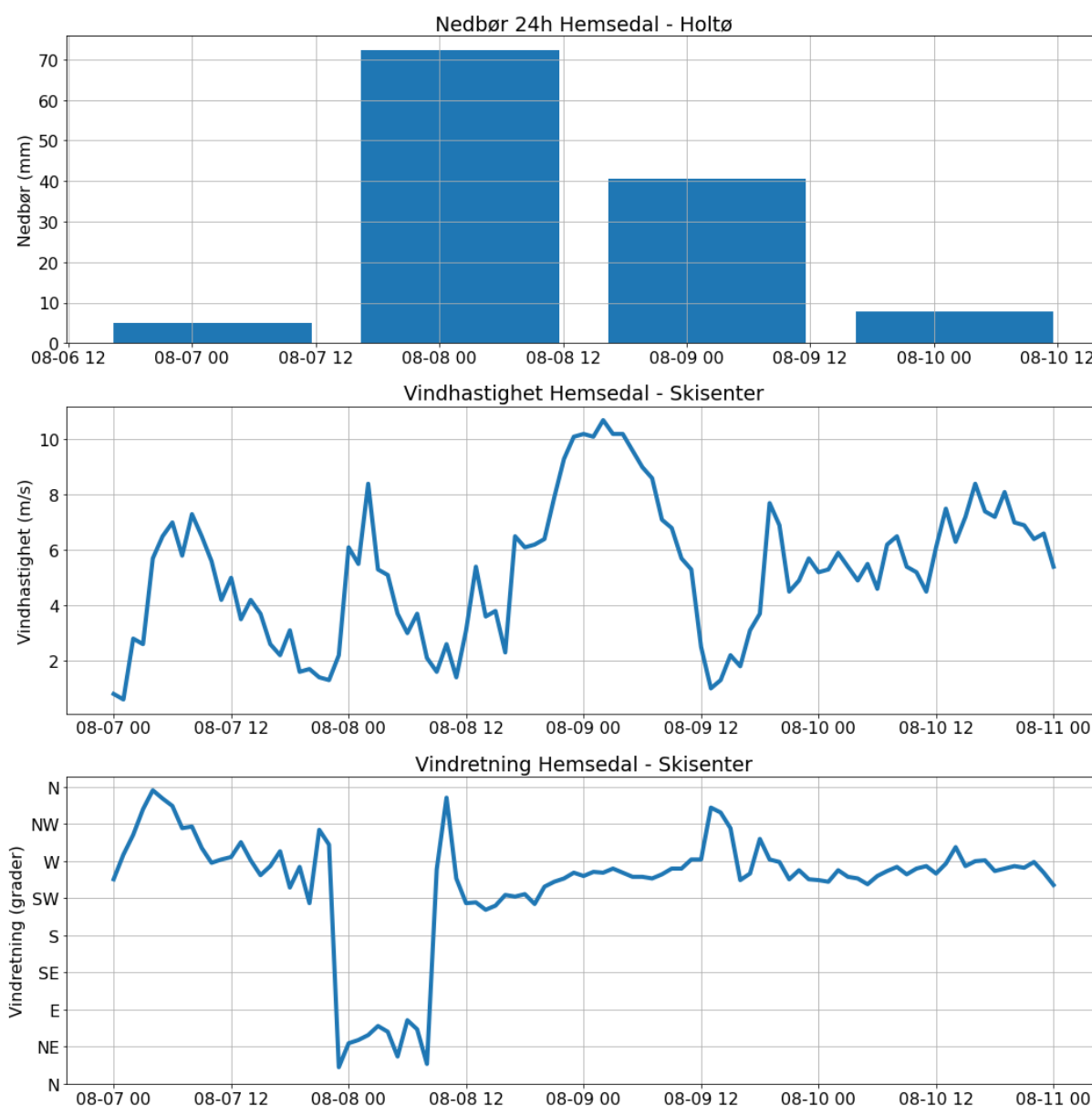
2.6.6.1 Vind under Hans

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.

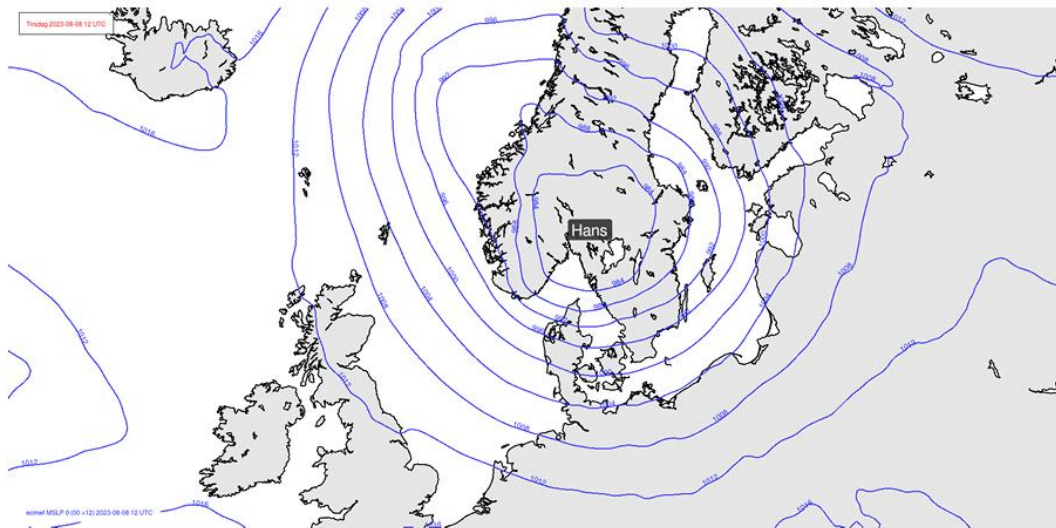


Figur 9: Vindfordeling og nedbør fra Geilo-Oldebråten 7. til 10. august



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, 2024). De mest relevante forventede endringene for gamle Buskerud fylke med tanke på skredfare er:

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

2.7 Historiske skredhendelser

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

rapportdatabase (NVE, 2024d), samt etterspurt skredfarevurderinger fra kommunen. Der det finnes rapporter, er de omtalt i beskrivelsen av hvert kartleggingsområde.

I NVE Atlas ligger det i tillegg til registreringer for enkelte skred i området også inne minst tre årstall hvor det har gått mange skred i regionen, 1706, 1789 og 1860. Registreringene er plassert ved Torpo, noen km øst for kartleggingsområdet. 1789 er årstallet for Storofsen som påvirket store områder i regionen, og det er kjent at det gikk en rekke jord- og flomskred og at det var flom. Teksten som ligger inne i NVE Atlas for 1706 og 1860 tilsier at dette også var årstall med mange skredhendelser og flom i området. Det er rimelig å anta at det også gikk mange skred i kartleggingsområdet i disse årstallene.

2.9 Eksisterende sikringstiltak

Informasjon om eksisterende skredsikringstiltak er hentet fra NVE Atlas (NVE, 2024b), 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 24.-25. april av Espen Eidsvåg, Kalle Kronholm og Kristin Lome fra Skred AS. Hydrologene Ingvild Brekke og Ingrid Alne fra Skred AS var også med på deler av befaringen i forbindelse med vurdering av kritiske punkter, rapport 23521-02. 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 tillegg til infopunktene og registreringer i kart, fremkom det noe mer generell info fra lokale vi snakket med. Lokale snakker om hendelser i 2013, 2018 og 2023, samt at det en gang på 1960-tallet skal ha vært en del avrenning på avveie, som førte til utglidninger og skred. Flere av de lokale snakker om at vann «blir borte» og så kommer ut av grunnen på tilsynelatende tilfeldige plasser. Noen av de lokale forteller om at grunnen består av leirige og «utrygge» masser, andre snakker om grove morenemasser.

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. Vi var også på befaring i forbindelse med noen av skredene som gikk 18. april 2018.

Tabell 8: Beskrivelse av infopunkt vist i registreringskart, vedlegg C

Infopunkt	Beskrivelse
1	Fersk steinsprangblokk, ca. 0,2 m ³ . Stoppet i ytterkant av ur.

2	Betydelig overflateavrenning under "Hans".
3	Ytregrense ur. Blokkstørrelse 1 m ³
4	Ravine/søkk, mulig eldre skredbane, med en del større blokker
5	Kraftig nedskjært bekk, uten tegn til massetransport under "Hans"
6	Flere små forsenkninger, hvor vannet går virker noe tilfeldig
7	Bekk, delvis på berg, ikke tegn til erosjon under "Hans" i dette løpet
8	Mye masser igjen, potensial for nye skred
9	Lav voll, overhøyde ca. 0,5-1 m, bygd nylig, like etter "Hans" (?)
10	Jordskredavsetninger i skogen, gjengrodd med trær
11	Lav voll, tolker det som at det er for å styre overflateavrenning
12	Dette løpet virker relativt potent, og med aktivitet lengre opp i samme løp
13	Bekk, vann kan lett finne andre veier enn ned i ravinen, f.eks. langs skogsbilveg
14	Skredsår, deler av veg har sklidd ut. Stoppet ganske raskt. Ikke fra "Hans", men kanskje 2018 eller 2013
15	Tegn til at det gikk mye vann her under "Hans"
16	Ravine, virker ikke som den har vært aktiv på en god stund
17	Ravine, ikke tydelig markert, men potensiale for løsmasseskred
18	Bekk renner på berg
19	Bekk lagt under jordet nylig, fikk testet seg under "Hans". Vann gikk som planlagt under jordet
20	Avrenning på "ny" plass, etter første vårløsning etter "Hans"
21	Sva, med avrenning og tynt lag med løsmasser
22	Utglidning av løsmasser på sva.
23	Berg i dagen
24	Tynt løsmassedekke
25	Grove masser, høy friksjon
26	Skalk av jord som har sklidd litt ut, sprekker i humusdekket i bakkant
27	Utglidning i skjæring, ikke skred
28	Vann kommer ut av grunnen
29	Bratt fylling
30	Oppsprukket berg med flere lysere partier
31	Erosjon, liten utglidning av skogsbilveg
32	Anlagt grøft med betydning for drenering
33	Svært blokkrik morene i hele nedre del av påvirkningsområdet for Torpomoen

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 ³ 8 m ³	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.

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 forsenkninger (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 m³. Modelleringene som er vist i modelleringskartet er av blokker med volum 1 m³.

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 D.

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, 2024). Det er derfor ikke tegnet faresoner for skred der hvor steinsprang vurderes å ikke medføre betydelig skade, som ved lave skrenter eller der hvor steinsprang har liten energi. I noen tilfeller er f.eks. faresonen tegnet inntil veggen på eksisterende bebyggelse for å vise at steinsprang kan nå til bygget, men at de ikke forventes å påføre bygget betydelig skade.
- Bergskjæringer som åpenbart er menneskeskapt, er ikke vurdert.

3.1.5 Hensyn til skog

Skog kan ha bremsende effekt på steinsprang hvor enkeltblokker er mindre enn 2 m³ (NVE, 2024a). For blokkstørrelse 1 m³ må eksempelvis diameteren til trestammene være minimum 40 cm, tettheten (trær/ha) være større enn 350 og stammeareal per hektar (m²/h) være større enn (NVE, 2024a). SR16-datasettet (NIBIO, 2024) viser at stammediameteren i skogen i påvirkningsområdet stort sett 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 løснеområder og vurdering av utløpslengder for disse.

3.3.1 Løснеområder og bruddkanthøyder

Løснеområder er fastsatt basert på faglig skjønn, primært i områder med terrenghelning mellom 30-50 grader, men stedvis også i områder med helning ned til 25 grader og opp til 55 grader. Løснеområdene 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 løснеområdene hvor helningen varierer innad i løснеområdet. I disse løśnieområdene vurderer vi at det kun er terreng mellom 30-50 grader som vil løsne med årlig sannsynlighet 1/100.

Det er noen lokale skråninger med liten høydeforskjell (30-50 meter) i kartleggingsområdene. For slike skråninger vurderer vi at den kombinerte sannsynligheten for at snøskred løses ut naturlig, samt at snøskredene faktisk har skadepotensiale er lavere enn 1/5000. Det er derfor ikke tegnet løśnieområder for alle områder hvor terrenghelningen alene tilsier potensiell utløsning av snøskred.

Det er de mest aktuelle og relevante løøgneområdene som er inntegnet i kartet og videre modellert. Det kan stedvis finnes andre løøgneområder 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 løøgneområdene 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 løøgneområdene. I områder med stor ruhet og/eller mye småskala topografi er løøgneområder 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 døgn's 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.
- **Høydekorleksjon.** 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 enn aktuelle løснеområder. Vi anser derfor høydekorleksjon 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	65 cm
	1000 år	90 cm	+0 cm	90 cm	90 cm
	5000 år	115 cm	+0 cm	115 cm	115 cm
Noe (50 % tillegg for snødrift)	100 år	65 cm	+40 cm	105 cm	80 cm
	1000 år	90 cm	+55 cm	145 cm	110 cm
	5000 år	115 cm	+70 cm	185 cm	140 cm
Mye (100 % tillegg for snødrift)	100 år	65 cm	+80 cm	145 cm	110 cm
	1000 år	90 cm	+110 cm	200 cm	150 cm
	5000 år	115 cm	+140 cm	255 cm	290 cm

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, 2024). For å hindre utløsning av snøskred må (slik vi tolker det i veilederen) løvskog og barskog minst ha kronedekning på henholdsvis 80 % og 50 %.

Det er tatt utgangspunkt i disse arealene, men skogen og andre forhold er også skjønnsmessig vurdert for hvert 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 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 ($5000\text{-}25.000 \text{ m}^3$), Medium ($25.000\text{-}60.000 \text{ m}^3$) og Large ($>60.000 \text{ m}^3$). Merk at det er volum av hvert enkelt skred som styrer valget av gruppe, og ikke det totale skredvolum i en beregning som kan bestå av flere løsneområder. For 5000-årsskred er volum satt en kategori opp i forhold til skredvolum, slik at et f.eks. et skred på 30.000 m^3 er satt i kategori Large.
- **Gjentaksintervall** er satt til 100 år for 100-årsskred og 300 år for 1000-års- og 5000-årsskred.
- **Høydeverdier** er tilpasset tregrensen, som anbefalt i manualen. I henhold til manualen skal høyeste nivå for høydeverdi ligge på eller like under tregrensen. Dette er noe forskjellig fra NVE-rapport om sammenligning av modelleringsverktøy for norske forhold, som anbefaler +250 høydemeter fra skoggrensen som høyeste verdi (NVE et al., 2015). Både manualen og NVE-rapporten foreslår en høydeforskjell for de to verdiene på 500 meter. Tregrensen ligger for det meste omtrent 1000 moh. i de kartlagte områdene, 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 da vi ikke er kjent med at det har forekommet snøskred i kartleggingsområdet.

3.3.4 Alfa-Beta

NVEs kartløsning for beregning av Alfa-Beta (NVE, 2024e) 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

Vi har ikke historikk for snøskred i kartleggingsområdet, og de aller fleste løsneområdene 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.

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

Det er i hovedsak to typer jordskred som forekommer i fjellsiden. Den første typen er mindre utglidninger med løsnevolum i størrelsesorden 50-200 m³, som i noen tilfeller utvikler seg til grunne jordskred. Den andre typen kan ha samme utløsningsmekanisme, men dersom løsneområdet ligger ovenfor bratte raviner har skredet potensiale til å utvikle seg til et kanalisert jordskred. Ved store vannmengder kan skredet også utvikle seg videre til mer flomskredlignende skred. Dette gjelder for eksempel de kjente skredhendelsene med utløp til hhv. gården Nordre Oppsata og Sando barnehage, som begge gikk under «Hans». Selv om denne skredtypen ligner flomskred, og også kan beskrives som det, er utløsningsmekanismen jordskred og denne skredtypen er derfor beskrevet som jordskred. Skred som går i eksisterende bekke- og elveløp omtales i kapitlene om flomskred.

For vurdering av faren for jordskred er det lagt stor vekt på skredhistorikk og geomorfologiske observasjoner i skyggekart. Naturlig utløste historiske jordskred har de samme drivende faktorene som de skredene som vil utløses naturlig i fremtiden. Disse drivende faktorene er hovedsakelig avrenning og helning, som begge er faktorer vi kan beregne verdier for, både i tidligere utløste løsneområder og i fjellsiden for øvrig. Metodikken for å bestemme løsnesannsynlighet for fremtidige skred bygger av den grunn i stor grad på analyse av de drivende faktorene for utløste skred i fjellsiden, og identifisering av områder med de samme beregnede verdier for avrenning og helning ellers i kartleggings- og påvirkningsområdet.

Generelt gjelder det at løsnesannsynligheten er større ved større avrenning og brattere terreng. Samtidig kan områder som normalt ikke har avrenning bestå av løsmasser som kun i sjeldne tilfeller tidligere har blitt utsatt for større mengder avrenning. Dette kan gjøre at disse løsmassene er mer ustabile i en situasjon med f.eks. ekstremnedbør som under «Hans» enn de områdene som normalt har avrenning. I områder som normalt får mye vann kan mye finstoff for eksempel være vasket ut, eller de mest ustabile deler av skråningen kan allerede ha rast ut. Vi ser at avrenningsanalyser viser avrenning inn i alle løsneområdene, selv om variasjon av mengde avrenning er stor. Ett av løsneområdene, Nedre Medgard vest har svært lite avrenning (22 m²), og fire av løsneområdene har avrenning <500 m². Det har dermed vist seg at jordskred også kan løsne i områder hvor avrenningsanalyser viser svært lite avrenning. Mulig årsak til dette kan være grunnvannsstrømmer eller rør og vannveier som går under bakken i forbindelse med vanningsystemer flere steder i fjellsiden. Vi er ikke

kjent med akkurat hvor disse vannveiene går. Og det har ikke vært mulig å oppdrive denne informasjonen.

I tillegg til avrenning og helning har både skog og type løsmasser også betydning for løsnessannsynlighet. Skog vurderes totalt sett å ha en stabiliserende effekt på løsmasser, mer om dette i avsnitt 3.7.2.1. Generelt er det grov morene i nedre del av fjellsiden og morenedekke med høyere finstoffinnhold høyere i fjellsiden, men det finnes unntak. De fleste kjente skredhendelser har løsnet i overgang mellom humusdekke og morene, med varierende grad av medrivning i skredbanen. Da de fleste skredene ikke har løsnet innad i løsmassene, og ser ut til å ha løsnet både der det er grov morene og også der det er større innhold av finstoff, har vi ikke sett noen konkret sammenheng mellom type løsmasser økt eller redusert sannsynlighet for fremtidige skred. Steinsprangur skiller seg imidlertid ut fra morenedekke med humusdekke, ved at massene er grove og godt drenert. Løsnessannsynlighet for jordskred i steinsprangur vurderes som lavere enn 1/5000.

3.4.1 Analyse av løsneområder for historiske skredhendelser

Som et grunnlag for vurderingen av løsneområder og løsnessannsynlighet for løsmasseskred er det utført en enkel analyse av løsneområder fra kjente løsmasseskredhendelser i kartleggings- og påvirkningsområdet. Analyserte løsneområder inkluderer 18 skred som gikk under ekstremværet «Hans» i august 2023, fem hendelser som gikk under en kombinert smelte- og nedbørshendelse våren 2018 og to skred som har ukjent tidspunkt. Vi har utført en avrenningsanalyse (singleflow, D8) både for en situasjon hvor stikkrennene langs Liagardsvegen og Oppsatavegen er åpne, og for en situasjon hvor de er tette. Løsneområdene med beregnet avrenning, skog, løsmasser og gjennomsnittshelning er oppsummert i Tabell 11. Oppsummert viser analysen følgende om skredene:

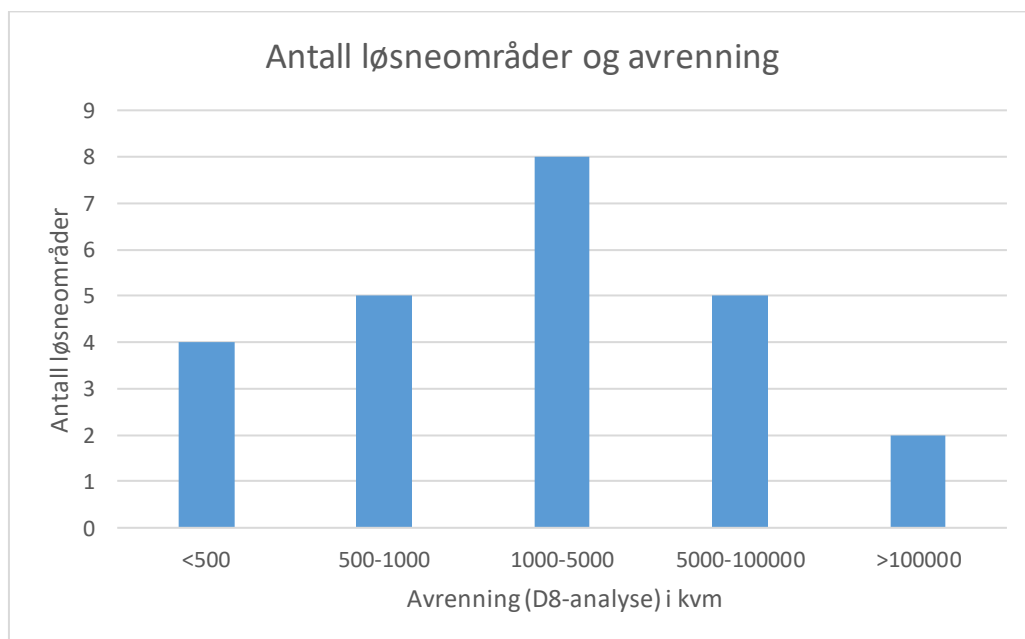
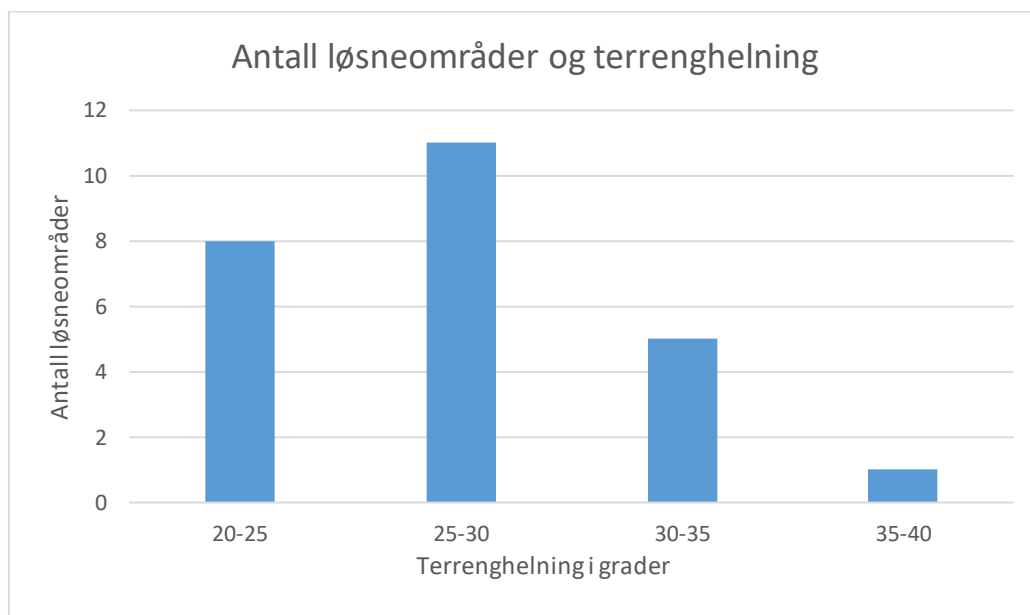
- **Terrenghelning:** Snitthelningen for alle løsneområdene er 27,5 grader, men den varierer fra 21 grader til 40 grader. 8/25 (32 %) løsneområder hadde terrenghelning slakere enn 25 grader og 19/25 (76 %) løsneområder hadde helning slakere enn 30 grader.
- **Løsmasser:** Skredene har gått i områder med morenemateriale, og samtlige skred ser ut til å ha løsnet i overgangen mellom humusdekke og morenemateriale. Skredene som har gått i eksisterende raviner har i tillegg erodert dypere i løsmassedekket i skredløpet, og også helt ned til berg.
- **Skog:** Flertallet av de analyserte løsneområdene ligger på dyrka mark, og har ikke skog. Tre av løsneområdene hadde skog på løsnetidspunkt, hvorav ett hadde tett granskog og to hadde åpen blandingsskog. Gjennomsnittshelningen for disse tre løsneområdene er verken veldig høy eller lav og vi ser derfor ingen tydelig sammenheng mellom helning og skog i dette området. For sammenhengen mellom avrenning og skog kan det nevnes at det kun finnes ett løsneområde som hadde granskog ved utløsning, og at dette løsneområde også har den nest høyeste verdien for avrenning i D8-analysen.
- **Avrenning:** Løsneområdene hadde stor variasjon i avrenning, hvor verdiene fra singleflow D8-analysen viser at avrenningen inn i løsneområdene varierer fra

nærmest ingen (22 m²) til svært mye (129764 m²). D8 med stikkrenner viser at Ragnhildrud vest, Tormodsgard vest, Sando vest, Sando øst får betydelig høyere maks D8 verdier i en situasjon hvor stikkrennene er åpne. 4/25 (16 %) av løснеområder hadde D8-verdi under 500 m² og 9/25 (36 %) av løśnieområder hadde D8-verdi lavere enn 1000 m².

Tabell 11: Analyse av løśnieområder for kjent jordskredhistorikk

Navn	Snitthelning [grader]	Løsmasser	Skog i løøgneområde	D8 med stikkrenner (maksverdi) [m ²]	D8 uten stikkrenner (maksverdi) [m ²]
Nordre Oppsata midt	33,3	Morene, men kun humusdekke som løsnest	Blandingsskog	4796	4796
Nordre Oppsata øst	33,2	Morene, men kun humusdekke som løsnest	Ingen skog	42158	42158
Kleivstølen vest	28,9	Morene, men kun humusdekke som løsnest	Ingen skog	525	525
Kleivstølen midt	23,9	Morene, men kun humusdekke som løsnest	Ingen skog	37032	37032
Kleivstølen øst	25,3	Morene, men kun humusdekke som løsnest	Ingen skog	867	867
Nordre Oppsata vest	28,4	Morene, men kun humusdekke som løsnest	Spredt løvskog	2986	2986
Ragnhildrud vest	24,4	Morene, men kun humusdekke som løsnest	Ingen skog	1514	1514
Ragnhildrud øst	27,0	Morene, men kun humusdekke som løsnest	Ingen skog	24184	1035
Søre Medgard vest	20,9	Morene, men kun humusdekke som løsnest	Ingen skog	392	392
Søre Medgard øst	21,9	Morene, men kun humusdekke som løsnest	Ingen skog	174056	174056
Tormodsgard øst	25,4	Morene, men kun humusdekke som løsnest	Ingen skog	762	762
Tormodsgard vest	29,9	Morene, men kun humusdekke som løsnest	Granskog	129764	36805
Sando midt 3	28,8	Morene, men kun humusdekke som løsnest	Ingen skog	1192	1192
Sando øst	23,6	Morene, men kun humusdekke som løsnest	Ingen skog	1141	1141
Sando vest	22,6	Morene, men kun humusdekke som løsnest	Ingen skog	66867	429
Sando midt 2	22,9	Morene, men kun humusdekke som løsnest	Ingen skog	652	652
Sando øst	26,1	Morene, men kun humusdekke som løsnest	Ingen skog	37364	5723
Krosshaug	40,4	Morene, men antagelig kun humusdekke som løsnest	Ingen skog	1638	1638
Kolbjørnsgard	31,4	Morene, men kun humusdekke som løsnest	Ingen skog	6749	6749
Sando vest 2	29,3	Morene, men kun humusdekke som løsnest	Ingen skog	2931	2931

Ragnhildrud vest	29,5		Ingen skog	2861	2861
Ranghildrud sørøst	22,4	Morene, men kun humusdekke som løsnet	Ingen skog	382	382
Løyte sør	25,7	Morene, men kun humusdekke som løsnet	Ingen skog	134	134
Sel sør	31,1	Morene	Ingen skog	930	930
Nedre Medgard	30,7	Morene, men kun humusdekke som løsnet	Ingen skog	22	22



Figur 12: Antall løsneområder sett opp mot terrenghelning og avrenning (basert på datasettet fra Tabell 11).

3.4.1.1 Fastsetting av løснеområder

Løснеområdene i Tabell 11 er videre analysert for å fastsette løснеområder og for å vurdere løsnesannsynlighet. Vi har i tillegg sammenlignet resultatene fra analysen med en grov analyse vi har gjort for 375 av løснеområdene til løsmasseskred som løsnet andre steder i regionen under ekstremværet «Hans».

Analysen i avsnitt 3.4.1 viser at det er to hendelser som skiller seg spesielt ut fra resten av datasettet. Vi har derfor behandlet disse løснеområdene som «uteliggere» fra resten av datasettet, og ikke benyttet de videre i fastsetting av løснеområder for fremtidige skred.

- Løснеområdet **Søre Medgard vest** har den laveste terrenghelningen, med 20,9 grader. Analysene fra regionen indikerer at 97,9 % av løснеområdene hadde terrenghelning større enn 22 grader. Det vil si at det er svært sjeldent at jordskred løsner i terreng slakere enn 22 grader.
- Løснеområdet **Nedre Medgard** har den laveste avrenningen, med 22 m². I forhold til de andre løśnieområdene vurderer vi en beregnet verdi på 22 m² som svært lavt.

Dersom vi tar disse to hendelsene ut av datasettet i Tabell 11, har vi 23 løśnieområder igjen å analysere. Da viser analysen følgende:

- 21/23 (91%) av løśnieområdene har en D8 verdi > 500
- 16/23 (70 %) av løśnieområdene har en D8 verdi > 1000
- 22/23 (96 %) av løśnieområdene har helning > 22 grader
- 16/23 (70 %) av løśnieområdene har helning > 25 grader
- Kun ett av skredene i tett skog ifølge SR-16 datasett, og to av skredene i mindre tett skog.

Basert på analysen av avrenning og helning, har vi tegnet løøgneområder basert på følgende:

- Løøgneområder med årlig sannsynlighet større enn **1/100** er i større grad basert på vurdering av **kjente hendelser og geomorfologiske spor**, enn av analysen.
- Løøgneområder med årlig sannsynlighet større enn **1/1000** er med utgangspunkt tegnet der **terrenghelningen er > 25 grader** og avrenning > **1000 m²**. Dette stemmer overens med NVEs veileder som indikerer at terreng brattere enn 25 grader kan ha løøgneansynlighet større enn 1/1000 (NVE, 2024a). Vi har også gjort en skjønsmessig vurdering av egenhøyde til skråningen der løøgneområdet er definert og størrelsen på løøgneområder. I lave skråninger vil utglidning av et mindre løøgneområde ikke nødvendigvis kunne medføre til skader av betydning. For løøgneområder med årlig løøgneansynlighet større enn 1/1000 har vi også hensyntatt geomorfologiske tegn til tidligere skred og skog som en stabiliserende faktor. Det vil si at vi i de fleste tilfeller ikke har tegnet løøgneområder for jordskred med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 i tett skog.
- Løøgneområder med årlig løøgneansynlighet større enn 1/5000 er tegnet der **terrenghelningen er > 22 grader** og avrenning > **500 m²**. Skog er ikke hensyntatt, og

det er dermed tegnet løsneområder med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 også der hvor det i dag er skog.

Alle celler med de nevnte kombinasjonene av D8-verdier og helning er identifisert ved hjelp av raster-kalkulator i QGIS og deretter benyttet som hjelp til å visualisere og videre identifisere potensielle løsneområder. I de aller fleste områder der det er løsmasser tilgjengelig (med unntak av steinsprangur), er det altså tegnet løsneområder ut fra kriteriene over. Løsneområdene vi har fastsatt ut fra analysen er eksempler på hvor det kan løsne, og da det er svært mange punkter som tilfredsstiller kriteriene satt for hhv. D8 og helning har vi i noen tilfeller fastsatt faresoner noen meter utenfor de faktisk tegnede løsneområdene for å få med alle punktene i nærliggende terreng. Der det er flere punkter som har disse egenskapene like ovenfor hverandre er det ikke nødvendigvis tegnet egne løsneområder for alle punktene, men det er tegnet i det punktet som i den skredbanen vurderes å kunne gi «worst case» i kartleggingsområdet. I noen tilfeller har det derfor vært naturlig å tegne løsneområde i det øverste punktet, som da vurderes og også dekke skred som ev. løsner like nedenfor. I andre tilfeller har det vært naturlig å tegne løsneområdet i det nederste av disse punktene, dersom dette punktet vurderes å definere et løsneområde som har større betydning for skadepotensialet i kartleggingsområdet. Størrelsen på løsneområdene er skjønnsmessig tegnet, ut fra størrelsen på de historiske løsneområdene i lignende, nærliggende terreng og representerer et eksempel på hva som kan løsne.

Terreng som åpenbart er menneskeskapte fyllinger eller skjæringer (i forbindelse med planering av tomter, veger etc.) er ikke vurdert.

En svakhet ved å benytte denne metoden til fastsetting av løsneområder er at det åpenbart ikke går skred like ofte alle steder med en viss terrenghelning og en viss avrenning. For eksempel har alle løsneområdene vi har identifisert med 1/1000 teoretisk sett de samme forutsetningene for å løsne, men det var kun en brøkdel av disse som har skredhistorikk. Ekstremværet «Hans», som vi i klimaanalysen har beskrevet at har en returperiode på ca. 300-400 år førte til utløsning av 18 løsneområder, av totalt 190 løsneområder (med løsnesannsynlighet større enn 1/1000) identifisert vha. analysen vår. Det vil si at dersom vi skal tegne faresoner basert på at alle disse løsneområdene har den samme løsnesannsynligheten blir faresonene konservative. Vi har imidlertid ikke andre faktorer å skille disse løsneområdene fra hverandre på, og har derfor med hensikt tegnet faresonene noe konservative for å hensynta den store usikkerheten knyttet til hvor løsmasseskred løsner i kartleggings- og påvirkningsområdet.

Denne metoden har resultert i svært mange løsneområder. På grunn av det høye antallet løsneområder som er identifisert (190 stk. totalt med løsnesannsynlighet større enn 1/1000 og 730 stk. totalt med løsnesannsynlighet større enn 1/5000) har vi ikke vurdert det som hensiktsmessig å navngi og beskrive hvert enkelt løsneområde nærmere. Selv om analysen har bidratt til å visualisere områder med kriterier hvor det iht. analysen skal tegnes løsneområder, har vi valgt å se bort fra noen av punktene på bakgrunn av faglig skjønn.

I det ravinerte terrenget i midtre del av området er det ut 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 dette området. I tillegg har vi derfor tegnet belte-løsneområder for å se på strømningsmønsteret dersom skred løsner like ved, men ikke akkurat i de definerte løsneområdene.

3.4.2 Etterregning av hendelser

Vi har etterregnet noen av 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 ok resultater ved etterregning av «Hans-hendelsene» med parametersettene ξ 200 m/s² og μ 0,1 for de mer mobile skredene bestående av finere masser og mer vann i etablerte nedskjæringer/raviner. Med dette parametersettet viser skredene viser noe lengre utløp av skadepotensiale enn det vi har observert. Bruddkanthøydene varierer noe, men 0,5 m er stort sett vurdert som reelt. Det har vært vanskelig å få gode resultater for skredene som har gått i mindre, åpne skråninger hvor skredbanen har begrenset med høydeforskjell. Parametersettet ξ 200 m/s² og μ 0,2 har vist best overensstemmelse med observerte utløp.

3.4.3 Modellering av jordskred

For å kunne si noe om potensiell utløpslengde for fremtidige jord- og flomskred har vi benyttet RAMMS::Debrisflow. Fastsettelse av løsneområdene er beskrevet i forbindelse med analysing av historiske hendelser i avsnitt 3.4.1

Fastsetting av parametre

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 ξ 200 m/s² og μ 0,1. For skred i mer åpne skråninger, og med grovere masser har vi benyttet ξ 200 m/s² og μ 0,2. Modellresultatene i vedlegg D viser modellkjøringen vi vurderer å være tettest 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/m³
- **Løsneområder** hvordan løsneområdene er tegnet er beskrevet i 3.4.1.1. Videre erosjon er hensyntatt med bruk av erosjonsmodulen i RAMMS.
- **Bruddkanthøyde** er konsekvent satt til 0,5 m.
- **Blokk-simulering** er benyttet fremfor hydrograf.
- **ξ** er variert mellom standardverdien 200 m/s² og 500 m/s², hvorav sistnevnte er mer typisk for vannholdige skred
- **μ** er variert mellom standardverdien 0,2 og 0,05, hvorav sistnevnte er mer typisk for vannholdige skred.

- **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). Det vil si i skredløpene med stor høydeforskjell, i ravinene i midtre del av området. For skredene med mindre høydeforskjell, eksempelvis på jordene i Liagardane, er det ikke benyttet erosjon. Erosjonsparametere er satt som angitt i tidligere FoU (Skred AS, 2020a).

3.4.4 Fastsetting av faresoner

Ved tegning av faresoner har vi benyttet både beregninger av belte-løsneområder og enkelte løsneområder for å sikre at vi ikke har utelatt mulige løsneområder ved tegning av de separate løsneområder. Det er imidlertid lagt mest vekt på de tegnede separate løsneområdene, da disse er tegnet iht. analysen i avsnitt 3.4.1.

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.
- 1/1000 års soner er i hovedsak fastsatt etter modelleringer og skjønnsmessige vurderinger av utløp fra løsneområdene gitt av analysen i avsnitt 3.4.1. I åpne skråninger med liten høydeforskjell, typisk mindre enn 20-30 meter, har vi i større grad benyttet skjønn og sammenligning av utløp fra kjente hendelser enn modellresultater. Enkelte steder har vi også valgt å gå bort fra løsneområdene gitt av analysen, dersom det er spesielle forhold som for eksempel tydelige tegn til tidligere gjentatte utglidninger eller skred. 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, var svært mobile, og de fulgte eksisterende raviner og forsengkninger. Vi kan ikke utelukke at fremtidige skred for eksempel plukker 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.
- 1/5000 års soner er fastsatt også på bakgrunn løsneområdene gitt av analysen i 3.4.1. I tillegg til løsneområdene fastsatt fra analysen, har vi også fastsatt faresoner i de fleste skråninger med løsmasser brattere enn 25 grader. Eksempelvis gjelder dette terreng på noen titalls meter mellom fastsatte løsneområder. Maks utløpslengde er vurdert skjønnsmessig ut fra beregningsresultater og terreng.

Modellresultatene vist i vedlegg D viser modellkjøringen vi vurderer å være tettest opp mot faresonen med årlig sannsynlighet 1/1000 for hvert enkelt løsneområde, gitt en situasjon med dagens skog.

Faresonene er fastsatt der vi vurderer at skred vil kunne forårsake skader av betydning. Det finnes ingen eksakt definisjon av hva skader av betydning betyr. Vi vurderer at skader av betydning vil si utløp av grovere masser med en vis hastighet. I tilfellet for løsmasseskred vil

det i de aller fleste tilfeller også forekomme en strøm av slam og vann som går betydelig lengre enn de faste massene, men med lite skadepotensiale. Vi har ikke tegnet faresoner for strømmen av slam og vann. Vann og slam kan medføre mindre skader, og eksempelvis fylle kjellere med sedimenter. Bygging av nye tiltak rett utenfor faresonene bør derfor unngås.

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 utløsningsmekanismene. Det er ingen eksisterende bekkeløp eller andre forsenkninger/raviner hvor vi vurderer at rene flomskred er mer aktuelt enn kanaliserte jordskred.

3.6 Sørpeskredvurdering

For vurdering av løsnessannsynligheten til sørpeskred er både terreng og klima avgjørende. Sørpeskred kan utløses i flere typer terreng. Uansett terrengform utløses sørpeskred ved rask tilførsel av vann. Noen forsenkninger, bekkeløp og raviner i midtre del av påvirkningsområdet vurderer vi som for bratt til at snø kan vannmettes og løses ut som sørpeskred. Derimot vurderer vi jordene i kartleggingsområdet, særlig i delområde Liagardane, samt forsenkninger med slakere partier som reelle løснеområder for sørpeskred. På jordene og i slake forsenkninger kan sørpeskred for eksempel forekomme i situasjoner der en eller flere av følgende faktorer er tilstede; (1) tele i bakken slik at vann ikke får drenert ned i grunnen og hopper opp i snødekket, (2) det er lagdelt snø med for eksempel begerkrystaller med lav tetthet ned mot bakken som lett kan vannmettes (3) mye vann i snødekket som følge av smelting og/eller regn.

Løsneområder som vurderes å være aktuelle er beskrevet i egne tabeller for hvert kapittel.

Det er vanskelig å definere løsneområder for sørpeskred på de åpne jordene, og vi har derfor ikke tegnet spesifikke løsneområder her. Vi har forsøkt å vise eksempelvis hvor det kan løsne, ved å tegne belter med løsneområder for sørpeskred i øvre del av skråning. Sannsynligheten for skadepotensiale er mindre i åpne områder hvor massene sprer seg utover, enn i forsenkninger hvor massene konsentreres. Den kombinerte sannsynligheten for at sørpeskred faktisk utløses i disse åpne områdene og at skredene har skadepotensiale vurderes som mindre enn 1/1000. Selv om vi vurderer det som sjeldent at sørpeskred på dyrka mark forekommer med skadepotensiale, kan vi ikke utelukke det. Vi vurderer årlig sannsynlighet for at dette skal skje som mindre enn 1/1000, men større enn 1/5000. Ut fra det grunnlaget vi har, vurderer vi det ikke som mulig å differensiere løsnessannsynligheten mellom ulike deler av fjellsiden. Faresonene for sørpeskred med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 har derfor nokså stor utbredelse. Vi vurderer det ikke som hensiktsmessig å modellere utløpslengden til sørpeskred da løsneområdene er utfordrende å definere, og i utgangspunktet for slake for å få skredene skikkelig i gang i debrisflow-modulen til RAMMS. Beregningstekniske løsneområder måtte i så fall blitt definert, men selv disse er svært

vanskelig å definere på en god måte i praksis da terrenget i stor grad er slakere enn 20 grader.

I NVE Atlas er det registrert en jordskredhendelse i Hellinggrove (ca. 4 km sørvest for kartleggingsområdet) 2. mai 1966 (NVE, 2024b), men dette kan ha vært et sørpeskred som følge av intens snøsmelting og flom i elva ut fra beskrivelsen og bilder. I 2024 gikk det sørpeskred i elva Kvinda (ca. 5 km sørøst for kartleggingsområdet), som følge av intens snøsmelting. Disse to hendelsene skjedde i eksisterende elveløp med relativt store nedbørfelt (hhv. ca. 60 km² for Kvinda og Hellinggrove ca. 2 km²), hvor store deler av nedbørfeltene ligger over tregrensa. Det finnes ikke sammenlignbare elveløp i kartleggings- eller påvirkningsområdet og hendelsene i elveløpene er derfor ikke direkte relevant.

I NVE Atlas er det også ved Leveld (ca. 10 km nordvest for kartleggingsområdet) i 1900 registrert et «digert sørpeskred over garden Håeim». Det er også historikk for overgangsprosesser mellom jord- og sørpeskred i kartleggingsområdet, og lokale har uttalt seg om viktigheten av å holde stikkrenner og grøfter åpne og sørge for at vann ikke kommer på avveie i situasjoner hvor det er betydelig smelting og eller regn.

I likhet med løsmasseskred løses sørpeskred ut på grunn av vannmetting av masser, men med grunnlag i at historikken for skred i fjellsiden i stor grad er jordskred, vurderer vi at løsnesannsynligheten for sørpeskred er langt lavere enn for jordskred.

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 kg/m³
- **Løsneområder** er tegnet langs øvre deler av bekkeløpene hvor sørpeskred vurderes å være aktuelle. Løsneområdene er til en viss grad beregningstekniske ved at de representerer deler av løpet hvor skredet forventes å akselerere og erodere snø, men ikke nødvendigvis startpunktet. I noen tilfeller forventes det initiale løsneområdet å være plassert høyere oppe i skråningen, men for i for slakt terreng til at man i RAMMS klarer å få skredbevegelse derfra. Løsneområder er navngitt etter skredtype, nummer på kartleggingsområde og nummer på løsneområdet, f.eks. Sorpe1-1.
- **Bruddkanthøyde** er 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 m/s² og **my-verdi** 0,05 som anbefalt i (NVE, 2021a) for modellering av sørpeskred med gjentakintervall 1/1000. Vi har også utført modelleringer med mer og mindre konservative parametersett som en sensitivitetsanalyse. I mangel på skred og avsetninger og kalibrere modellen mot, har vi stort sett vurdert parametersett for gjentakintervall 1/1000 som realistisk skred med denne sannsynligheten.

- **Stopp-momentum** er satt til 5%.
- **Erosjonsmodulen** er ikke 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 løsneområdene. 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 løsnessannsynligheten ved at:

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

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 løsnesevne og utløpslengde. Selv om skog potensielt kan øke skredvolum og føre til punktlaster, så vil rotsystem redusere medrivning, og totalen av disse to faktorene vurderer vi som mer gunstig enn ugunstig. For de fleste av løsneområdene for jordskred vurderes løsnesevnen 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 løsnesevnen ikke endres betydelig.

3.7.2.2 Snøskred

Skog kan forhindre eller redusere løsnesevnen for snøskred, og den kan bremse skredmasser i bevegelse og dermed redusere utløpet. Vurderingen uten skog forutsetter at all produktiv skog er fjernet. 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 løsnesevnen 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 løsnesevnen 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 løsnesevnen 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. 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 vegg på bygget.

3.9 Andre faremomenter

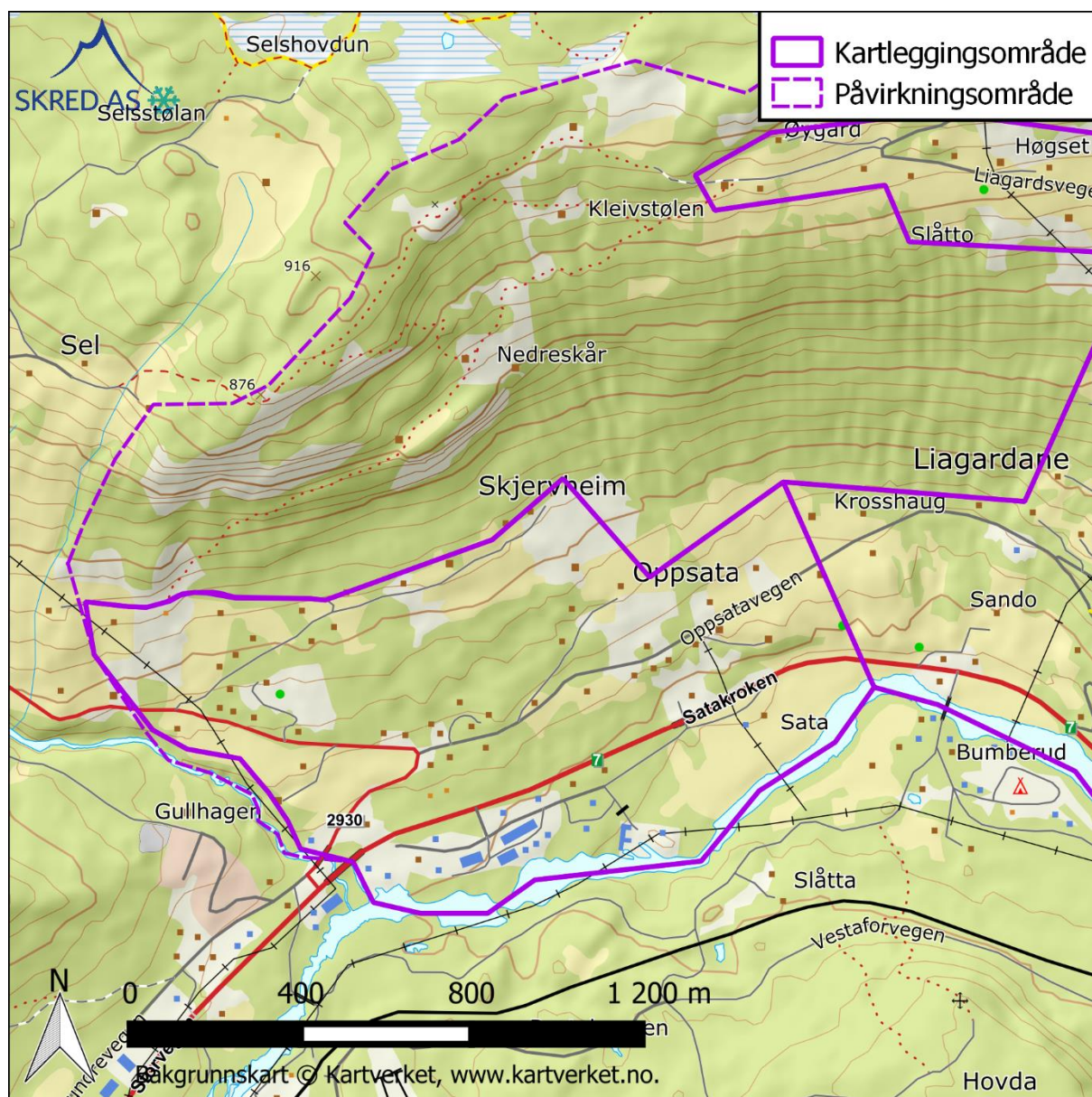
Faremomenter som ikke utgjør eller skyldes typiske skredprosesser, men som kan være viktig å være klar over, er oppsummert for hvert område i rapporten. Slike faremomenter kan være f.eks. flom i bratte vassdrag, mindre skråninger med dårlig overflatestabilitet eller erosjonsproblemer, lokale stabilitetsproblemer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

4 Område 1 – Gullhagen-Oppsata

4.1 Områdebeskrivelse

Kartleggingsområde 1 er det vestligste kartleggingsområdet og består av ca. 1,6 km fjellside. Kartleggingsområdet omfatter bebyggelsen mellom Søre Bøygard i vest og Søre Oppsata i øst, nord for Votna og Hallingdalselva. Figur 13 viser beliggenheten til kartleggingsområdet. Figur 14 viser bilde av kartleggingsområdet og omkringliggende terreng.

Nordlige deler av bebyggelsen er dekket av aktsomhetssone for steinsprang (NVE, 2024b). Aktsomhetssone for jord- og flomskred dekker store deler av området, helt ned til Votna og delvis helt ned til Hallingdalselva. 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 13: Oversiktskart over kartleggingsområde 1 – Gullhagen-Oppsata



Figur 14: Oversiktsbilde satt sammen fra flere dronebilder av Gullhagen-Oppsata, sett mot NNV. Bildet er satt sammen fra flere bilder og proporsjonene i bildet er stedvis noe forvrengt. Kartleggingsområdet er antydnet med lilla omriss.

4.1.1 Topografi

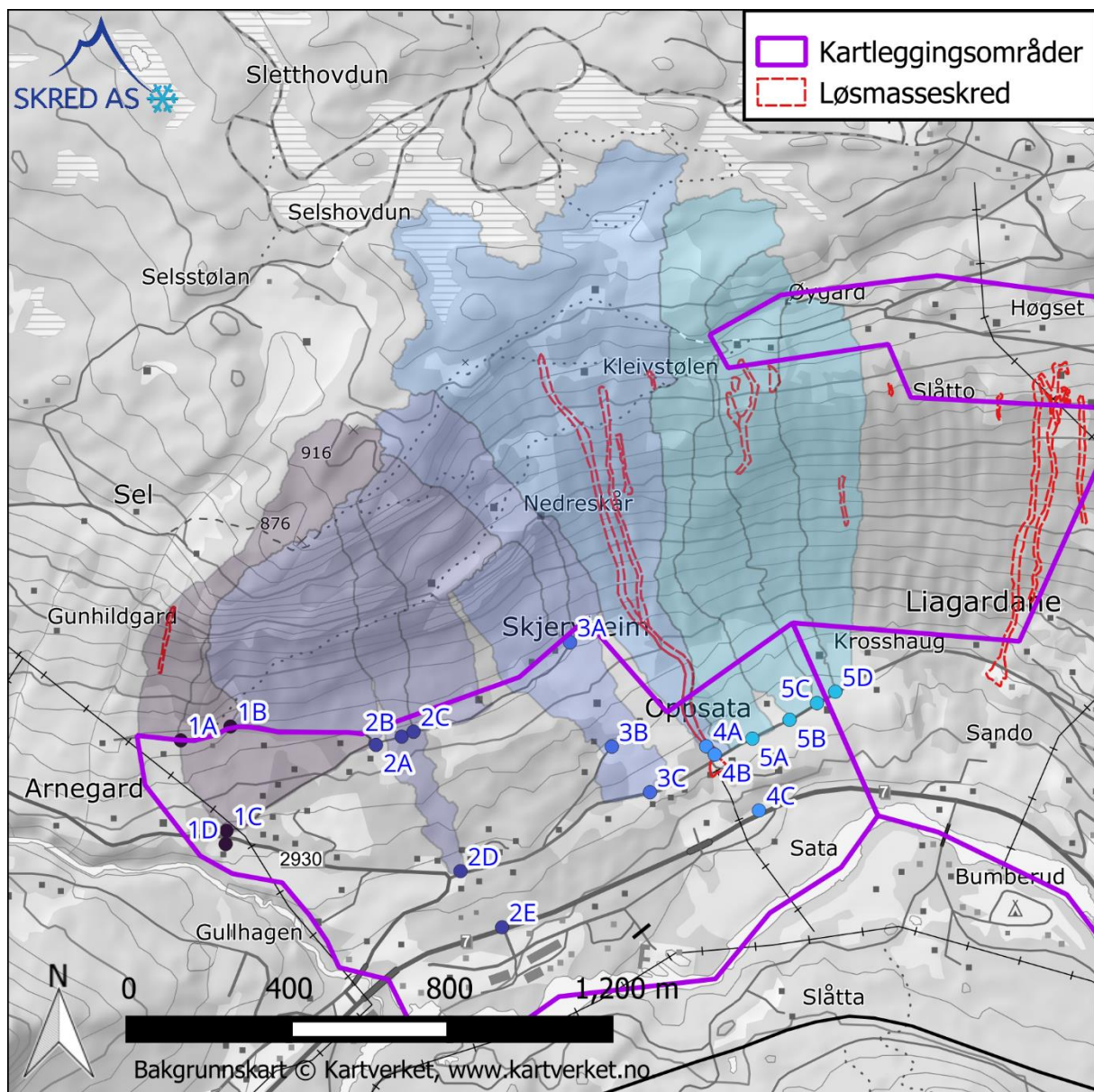
Nedre del av fjellsiden (opp til ca. 500 moh.) er i stor grad slakere enn 20 grader, med unntak av noen mindre partier med høydeforskjell på 5-25 meter som er brattere enn 27 grader. I vestlige del blir terrenget ovenfor ca. 500 moh. gradvis brattere, og det er flere sett med > 45 grader bratte bergskrenter. Områdene med terreng brattere enn 45 grader har høydeforskjell opptil 60-70 meter, men består stort sett av små skrenter med lavere egenhøyde. I østlige del (fra Søre Skjervheim-Søre Oppsata) er terrenget ovenfor ca. 500 moh. preget av tydelige raviner opp til ca. 900 moh. i midtre del og opp til ca. 800 moh. i østlige del. Terrenget er generelt 27-45 grader bratt og det er flere skogsbilveger langsetter fjellsiden.

Påvirkningsområdet strekker seg opp til ca. 950 moh.

4.1.2 Drenering

Overflateavrenningen konsentrerer seg til hver sin side av bergpartiet ovenfor Gullhagen. Øst for dette bergpartiet, drenerer flere myrområder i øvre del av fjellsiden ned i eksisterende raviner. Et ikke navngitt lite vann på ca. 936 moh. drenerer ned i bekkeløpet ved Nordre Oppsata. Avrenningsanalysen viser at avrenning vil skje langs skogsbilvegene i påvirkningsområdet. Analysen tar ikke hensyn til stikkrenner, og gir derfor et bilde av en flomsituasjon der ev. stikkrenner er tette.

Figur 15 viser estimerte nedbørfelt for fjellsiden.



Figur 15: Estimerte nedbørfelt for fjellsiden. Figuren er hentet fra rapport 23521-02-1, som vurderer kritiske punkter i det samme området som denne rapporten omfatter.

4.1.3 Geologi

Ifølge NGUs berggrunnskart (NGU, 2024a) består berggrunnen i kartleggings- og påvirkningsområdet av gabbro, metasandstein, ryolitt og øyegneis. Det meste av kartleggingsområdet består av øyegneis. Fra Bøygard til Kleivstølen er det et belte med ryolitt i dagen. Deler av dette partier består av bratte skrenter. Ovenfor dette består berggrunnen av metasandstein, og noe 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 tilgjengelig i målestokk 1:250 000 (NGU, 2024c) består løsmassene i området av morenemateriale med avtakende mektighet oppover i fjellsiden. I vestlige del av påvirkningsområdet er det kartlagt et område med bart fjell ovenfor Gullhagen, ca. 650-800 moh. Langs Hallingdalselva er det kartlagt elve- og bekkeavsetninger.

På befaring observerte vi områder med steinsprangur, mulig forvittringsur, bergskrenter og ellers blokkrik morene.

4.1.4 Flyfoto og skråfoto

Det finnes serier med flyfoto for området fra 1963, 1964, 1991, 2006, 2009, 2011, 2013, 2016, 2019, 2020 og 2023 (Statens vegvesen et al., 2024). Sammenligning av flyfotoene viser følgende:

- Det har pågått flatehogst i østlige del på påvirkningsområdet, ovenfor Nordre Oppsata, (i et område med raviner) mellom 1964 og 1991, ut fra bildene sannsynligvis nærmere 1991.
- Det er generelt mer og mer bygninger i de nyere fotoseriene.
- Sammenligning av bildene tatt i 2011 og 2013 viser at det i perioden har pågått flatehogst av et område mellom Teigen og Kleivstølen.
- Sammenligning av bilder fra 2013 og nyere bilder viser at det flatehogde området ovenfor Nordre Oppsata har delvis grodd igjen.
- Skredhendelsene som skjedde under «Hans» er synlig i flyfoto fra 2023.

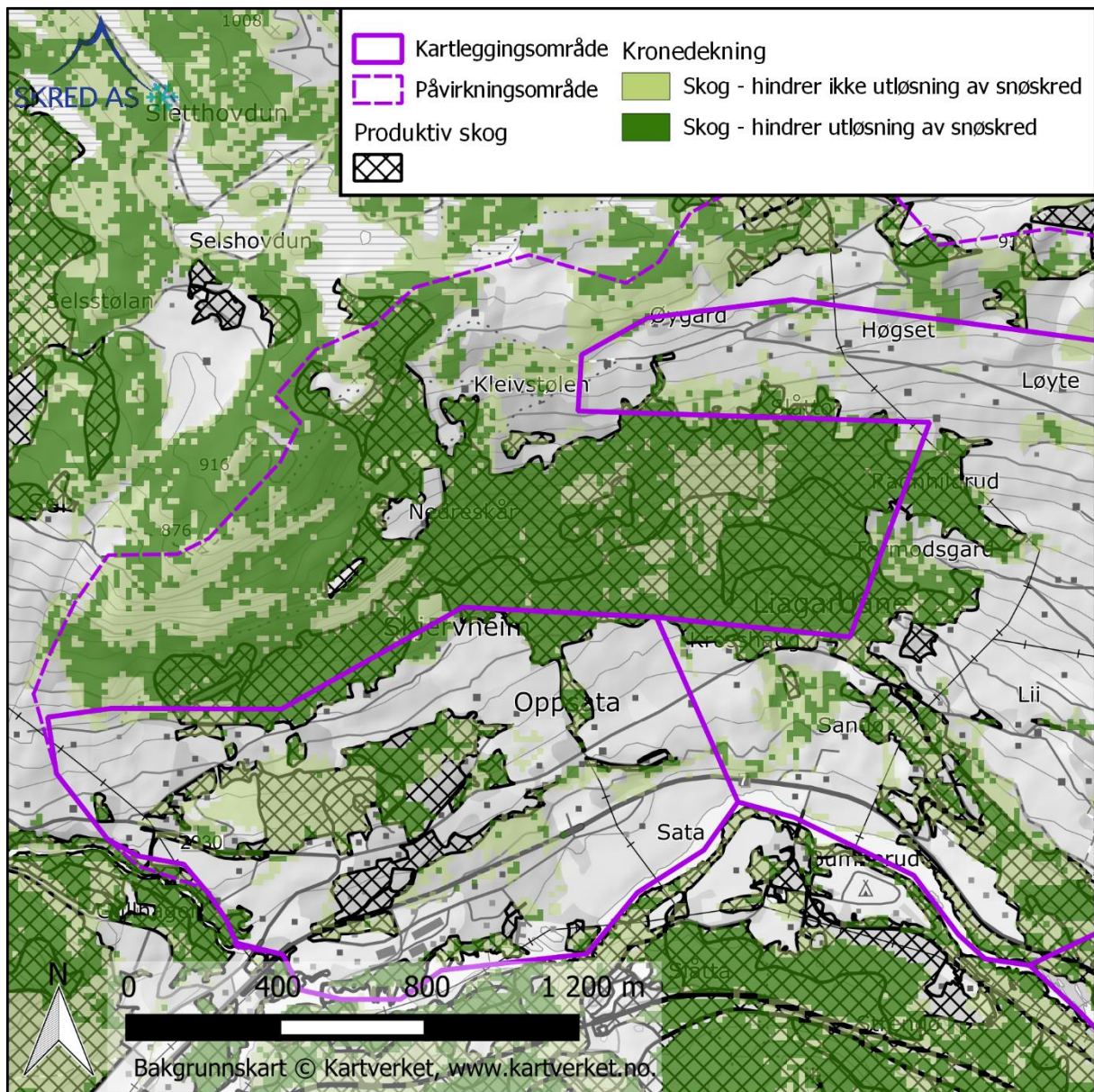
Ellers har vi ikke gjort observasjoner relevant for skredfarevurderingen ved sammenligning av bildene.

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

4.1.5 Skog

Ifølge NIBIOs datasett SR16 Beta (NIBIO, 2024) består skogen i området av furu og gran, med innslag av løvtrær. Dette stemmer godt overens med observasjoner på befaring.

Basert på beregninger fra SR16 (NIBIO, 2024) og vurderinger i felt, er skogen tett nok til å forhindre og redusere utløsning av snøskred i de aller fleste løsneområdene for snøskred.



Figur 16: Kart over skog med kronedekning tett nok til å forhindre eller redusere utløsning av snøskred (SR16) vist sammen med produktiv skog (AR5).

4.1.6 Historiske skredhendelser

I NVE Atlas er det registrert flere jordskredhendelser i dalsiden rett vest for kartleggingsområdet, ved gårdene Nørdre Sel, Søre Sel, Gunhildgard og Arnegard. En rekke jordskred gikk i 2018 i forbindelse med stor mye smelting. I samme område gikk det også jordskred i 2013.

Skredhendelsene som vurderes å ha relevans for utredningen er beskrevet i Tabell 12 og vist i Vedlegg C. Det gikk flere skred ved Kleivstølen under «Hans» i august 2023. Disse er beskrevet under 5.1.6.

Tabell 12: Utvalgte historiske skredhendelser for området.

Skredtype	Tidspunkt	Beskrivelse	ID
Jord- eller flomskred	Mellom 2005-2015	«Vi er kjent med at det i perioden 2005-2015 har gått minst ett flomskred ned mot, eller muligens helt frem til, bebyggelsen på enten gården Oppsata eller gården Oppsata nordre, men kjenner ikke til detaljene.» (Skred AS, 2017a).	29
Jordskred	1. juli 2007	Løsmasseskred, uspesifisert. (NVE, 2024b)	1
Jordskred	18. april 2018	«Fra Søre Sel mot Søre Bøygard. Jordskred. Hendelse registrert av Skred AS: "Utløpslengde angir maks rekkevidde av slam. Faste masser stoppet rundt kote 625. " NRK skriver: "NRKs reporter på stedet i Bøygardsvegen, måtte ved 18-tiden bevege seg ut av området ettersom det gikk et tredje ras." Usikker på om det er dette skredet, eller skredet som gikk vest like ved. NRK skriver og: "Totalt fire ras har blitt registrert som kunne være til fare for hus eller fjøs i Ål-området onsdag ettermiddag og kveld. Det siste av disse fire gikk ved 21-tiden. Men totalt sett har det gått langt flere ras." Polygon av utløpsområdet er tegnet ut fra tilgjengelige bilder. Mye nedbør og høye temperaturer dagen før. Sendt ut jordskredvarsel.» (NVE, 2024b)	31
Jordskred	8. august 2023	«Under ekstremværet «Hans» løsnet tre skred i lia ovenfor gården Nordre Oppsata. Det vestligste (2a) løsnet rett vest for Teigen, ovenfor en eksisterende ravine. Det midtre (2b) løsnet rett sørøst for Teigen, i en eksisterende ravine. Vestre og midtre skred gikk i parallelle løp før de gikk sammen like øst for Skjervheim. Herfra fortsatte skredene i en bekkenedskjæring ned mot gården Nordre Oppsata, hvor den ødela deler av en garasje ovenfor Oppsatavegen og totalskadde et redskapshus på nedsiden av Oppsatavegen. Det meste av skredmassene stoppet like nedenfor Oppsatavegen, men slam hadde utløp ned til Rv7. Det virker som det kun var humuslaget som løsnet som et flak, og skredene har så erodert skog og noe løsmasser i skredløpet Det østligste skredet(2c) var mindre og stoppet i lia.» (NVE, 2024b)	2a-c
Jordskred	8. august 2023	«Kleivstølen. Skredet ble utløst i forbindelse med ekstremværehendelsen Hans i august 2023. Skredtype definert som DS og verifisert med ortofoto av HVL. Polygon utarbeidet av HVL gjennom satellittetektering.» (NVE, 2024b) Ut fra det vi kan se på bilder tatt like etter 8. august vurderer vi dette som en mindre, lokal utglidning av humusdekket.	3

4.1.7 Tidligere skredfareutredninger

Skred AS har utført tre skredfarevurderinger på byggesaksnivå i kartleggingsområdet:

- Rapportnr. 21127 konkluderer med at gårdstunet på Søre Skjervheim, Skjerveheimvegen nr. 57 (GBnr. 35/38), tilfredsstiller krav til sikkerhet mot skred i

bratt terreng for sikkerhetsklasse S1 (Skred AS, 2021). Det vil si at årlig nominell sannsynlighet for skred i det vurderte området vurderes som lavere enn 1/100.

- Rapportnr. 17080 konkluderer med at den vurderte tomte, Oppsatavegen 59 (GBnr. 32/41), tilfredsstiller krav til sikkerhet mot skred i bratt terreng for sikkerhetsklasse S2 (Skred AS, 2017b). Det vil si at årlig nominell sannsynlighet for skred i det vurderte området vurderes som lavere enn 1/1000. Rapporten beskriver flomskred som en aktuell skredtype i ravinen rett øst for den vurderte tomte, ned mot Nordre Oppsata.
- Rapportnr. 20387 vurderer et større område, Gullhagen boligfelt (GBnr. 36/1) (Skred AS, 2020b). Rapporten konkluderer med at hele det vurderte området tilfredsstiller krav til sikkerhet mot skred i bratt terreng for sikkerhetsklasse S2. Det vil si at årlig nominell sannsynlighet for skred i det vurderte området vurderes som lavere enn 1/1000.

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

4.1.8 Eksisterende sikringstiltak

Det er to sikringstiltak i form av en ledevoll og terrengtilpasning ovenfor Søre Bøygard (vedlegg C) prosjektert av Skred AS (Skred AS, 2020c). Ledevollen ca. 628-635 moh. ble prosjektert med en høyde på 2 m (Skred AS, 2020c) og terrengtilpasningen ca. 563-570 moh. har som hensikt å lede masser vekk fra gården Søre Bøygard i nedre del av skredløp. Sikringstiltak er registrert som en ledevoll/fangvoll i NVE Atlas (NVE, 2024b).

I terrenget nordøst for gården Søre Sel er det en drenggrøft (infopunkt nr 31 i Vedlegg C) som leder vann bort fra gården og ned i påvirkningsområdet ovenfor Søre Bøygard, ned i det samme skredløpet hvor nevnte sikringstiltak er bygget. Vi har ikke befart grøften, men den vises i terrengmodeller og avrenningsanalyser gjenspeiler grøftens virkning.

4.2 Vurdering av skredfare

4.2.1 Steinsprang

I terrenget mellom ca. 600 moh. – 800 moh. er det bergskrenter brattere enn 45 grader med egenhøyde opp mot 40-50 m, og det er dermed løснеområder for steinsprang i påvirkningsområdet. Generelt fremstår berget som nokså massivt, og består i større grad av småskrenter avbrutt av slakere partier og i mindre grad av høye steile bergskrenter (vedlegg A). Vi har imidlertid observert enkelte delvis avløste blokker, enkelte lysere områder i berget som vi tolker som tegn til nylige utfall, samt en steinsprangblokk som fremstår relativt fersk (<10 år gammel) i nedre del. Løsnestannsynlighet vurderes som større enn 1/1000 langs hele skrenten.

I vest er det noen områder med ur nedenfor skrentene (ovenfor Halvorsgard) (vedlegg C). Noen av områdene er tydelig steinsprangur, mens noen områder er mindre tydelig steinsprangur og kan også delvis bestå av forvittringsmateriale. Ura stopper like ovenfor Bøygardsvegen. Vi har ikke observert sikre steinsprangavsetninger i vestre del av kartleggingsområdet, men området kan være ryddet.

I øst, i nedkant av skrentene ovenfor Skjervheimgårdene er det ur, som tydelig fremstår som steinsprangur (Vedlegg A og C). Områdene med sammenhengende ur stopper i god avstand (ca. 90 meter) fra kartleggingsområdet. Nedenfor ura er det enkelte blokker. Det er vanskelig å skille mellom hva som er steinsprangblokker og moreneblokker. Basert på hvor avrundede blokkene er og at det er et område med svært blokkrik morene har vi inntrykk av at det stort sett er moreneblokker i dette området. Vi har ikke observert sikre steinsprangavsetninger i østre del av kartleggingsområdet.

Dynamisk modellering med Rockyfor3D viser at blokker kan nå inn i kartleggingsområdet 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 ikke sikre steinsprangavsetninger i kartleggingsområdet. Årlig sannsynlighet for utløp av steinsprang til kartleggingsområdet vurderes derfor som stort sett mindre enn 1/1000, men større enn 1/5000. Vi vurderer at steinsprang med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 vil ikke ha utløp forbi Bøygardsvegen.

Skog har ikke effekt på steinsprangfaren.

Vi vurderer at den årlige sannsynligheten for steinsprang i kartleggingsområdet er større enn 1/1000 i et lite område ovenfor Halvorsgard, og større enn 1/5000 for øvre del av kartleggingsområdet. Det er ikke faresoner for steinsprang med årlig sannsynlighet større enn 1/100 i kartleggingsområdet.

4.2.2 Steinskred

Det er bratte bergskrenter med betydelig egenhøyde (opp mot 50 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

Deler av fjellsiden har terrenghelning gunstig for utløsning av snøskred. Dette terrenget er imidlertid i stor grad dekket av skog som vi i vurderer som enten tett nok for å forhindre utløsning av snøskred eller som tett nok til at den reduserer sannsynligheten for snøskred (Figur 16). Det er noen få, mindre partier som er bratte nok for utløsning av snøskred som ikke har skog (Sno1-02 - Sno1-05). Disse områdene er små, med lite sammenhengende terreng med gunstig terrenghelning for utløsning og ligger dessuten under tregrensa hvor muligheten for snødrift er begrenset. Årlig løsesannsynlighet vurderes derfor som mindre enn 1/1000, men større enn 1/5000. Skogen vil også til en viss grad redusere utløpslengden

til skredene, og sannsynlighet for utløp til kartleggingsområdet vurderes derfor som mindre enn 1/5000.

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

Mye av skogen i fjellsiden, spesielt i øvre del, er ikke produktiv og vurdering av skredfare uten skog hensyntar ikke fjerning av denne skogen. Vurderingen uten skog er altså gjort for en situasjon hvor store deler av skogen i øvre del av fjellsiden fortsatt står. Dersom den produktive skogen forsvinner, vil det likevel kunne oppstå flere løsneområder for snøskred. Vi vurderer at noen av disse løsneområdene som kan bli aktuelle dersom den produktive skogen forsvinner har årlig løsnesannsynlighet for snøskred større enn 1/100, mens andre har årlig løsnesannsynlighet større enn 1/1000. Løsneområdene er beskrevet i Tabell 13. Generelt er løsnesannsynligheten og muligheten for snødrift større i de øvre løsneområdene på grunn av at det her finnes større henteområder. Løsneområdene er også generelt tegnet nokså små, spesielt i den ravinerte delen av fjellsiden, men kjørt samtidig.

Dynamisk modellering av utløp ved hjelp av RAMMS::Avalanche tilsier 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 en slik situasjon vurderer vi at snøskred kan ha utløp til gården Søre Skjervheim med årlig sannsynlighet større enn 1/100. Faresonen med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 omfatter Bøygardsvegen 35 og inntil veggen på nr.46, Skjervheimvegen 11 og østover til Nordre og Søre Skjervheim. Snøskred med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 vil kunne ha større løsnevolum og noen flere løsneområder blir også aktuelle. Faresonene med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 har noe lengre utstrekning enn faresonene for 1/1000.

Tabell 13: Løsneområder for snøskred. Radene markert med grønn har produktiv skog, resterende rader har ikke produktiv skog og dermed heller ikke skog som skal forutsettes fjernet.

Navn	Beskrivelse	Snødrift	Areal (m ²)	Effekt av skog	Løsne-sannsynlighet u/skog	Løsne-sannsynlighet m/skog
Sno1-02	Middels godt egnet, midt i fjellside, delvis konkav	Noe	925	Reduserer	-	1/5000
Sno1-03	Godt egnet, høyt i fjellside, svakt konkav, i le for nedbørførende retning	Mye	904	Reduserer	-	1/5000
Sno1-04	Middels godt egnet, ujevn, høyt i fjellside, svak konkav	Noe	1048	Reduserer	-	1/5000

Navn	Beskrivelse	Snø-drift	Areal (m ²)	Effekt av skog	Løsne-sannsynlighet u/skog	Løsne-sannsynlighet m/skog
Sno1-05	Middels godt egnet, lite, men svak konkav og høyt i fjellside	Noe	245	Reduserer	-	1/5000
Sno1-18	Middels godt egnet, høyt i fjellsiden, delvis konkav	Noe	803	Hindrer	1/100	
Sno1-19	Middels godt egnet, høyt i fjellsiden, ujevn	Noe	390	Hindrer	1/1000	
Sno1-20	Godt egnet, høyt i fjellsiden. konkav, jevn	Mye	284	Hindrer	1/100	
Sno1-21	Godt egnet, høyt i fjellsiden, konkav, jevn	Mye	452	Hindrer	1/100	
Sno1-22	Middels godt egnet, høyt i fjellsiden, slakt	Noe	710	Hindrer	1/1000	
Sno1-24	Middels godt egnet, høyt i fjellsiden, ujevn	Noe	4086	Reduserer	1/100	
Sno1-26	Middels godt egnet, høyt i fjellsiden, plant, jevn helning	Noe	1979	Hindrer	1/1000	
Sno1-27	Middels godt egnet, høyt i fjellsiden, jevn helning, plant	Noe	1656	Reduserer	-	1/1000
Sno1-28	Middels godt egnet, høyt i fjellsiden, konkav, ujevn helning	Noe	2500	Reduserer	-	1/1000
Sno1-29	Middels godt egnet, høyt i fjellsiden, plant, jevn helning, men lite areal	Noe	1173	Reduserer	-	1/1000
Sno1-30	Middels egnet, midt i fjellsiden, jevn helning, konkav	Noe	884	Hindrer	1/1000	
Sno1-31	Middels godt egnet, plant, ujevn helning	Noe	1596	Hindrer	1/1000	
Sno1-32	Middels godt egnet, midt i fjellsiden, moderat ruhet	Noe	1603	Hindrer	1/1000	
Sno1-33	Middels godt egnet, midt i fjellsiden, plant, moderat ruhet	Noe	2040	Hindrer	1/1000	
Sno1-34	Middels godt egnet, midt i fjellsiden, plant, moderat ruhet	Noe	2871	Hindrer	1/1000	
Sno1-35	Middels godt egnet, midt i fjellsiden, moderat ruhet, svakt konkav	Noe	5353	Reduserer	1/1000	
Sno1-36	Middels godt egnet, moderat ruhet, svakt konkav	Noe	2480	Hindrer	1/1000	
Sno1-37	Middels godt egnet, midt i fjellsiden, svakt konkav	Noe	1437	Hindrer	1/1000	
Sno1-38	Godt egnet, midt i fjellsiden, jevn helning, konkav	Mye	3263	Hindrer	1/100	
Sno1-39	Middels godt egnet, høyt i fjellsiden, svakt konveks	Noe	755	Hindrer	1/1000	
Sno1-40	Middels godt egnet, midt i fjellsiden, plant, jevn helning	Noe	9106	Hindrer	1/1000	
Sno1-41	Middels godt egnet, midt i fjellsiden, plant, jevn helning	Noe	2226	Hindrer	1/1000	
Sno1-42	Middels godt egnet, konkav, lite areal	Noe	245	Ingen effekt	-	1/1000

Navn	Beskrivelse	Snø-drift	Areal (m ²)	Effekt av skog	Løsne-sannsynlighet u/skog	Løsne-sannsynlighet m/skog
Sno1-43	Middels godt egnet, midt i fjellsiden, plant	Noe	434	Ingen effekt	-	1/1000
Sno1-44	Middels godt egnet, midt i fjellsiden, konkav, jevn helning	Noe	1234	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 kan beskrives som overgangsprosesser 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 i modelleringskart. Metodikk for identifisering av løsneområder med hhv. løsnestannsynlighet større enn 1/100, 1/1000 og 1/5000 er beskrevet i metodekapittel. Videre følger en begrunnelse for utbredelsen av faresonene.

Ovenfor Søre Bøygard er det ett kjent jordskredløp med historikk for jordskred med høyt vanninnhold fra april 2018. Bebyggelsen på Søre Bøygard ble i ettertid sikret mot fremtidige skred ved at den naturlige forsenkningen som skredbanen består av, ble forsterket med to mindre voller. Det er fortsatt løsneområder med tilgjengelige løsmasser for utløsning av jordskred i skråningen ovenfor Søre Bøygard. Analysen for løsneområder identifiserer løsneområdet for skredet i 2018 ved kriteriene satt for løsnestannsynlighet 1/5000. Det er mange punkter med kriteriene satt for løsnestannsynlighet større enn 1/1000 i skredløpet. Årlig løsnestannsynlighet vurderes som større enn 1/100 ut fra historikk. Ut fra modellering og historikk vurderer vi årlig utløpsannsynlighet til kartleggingsområdet som mindre enn 1/100, men større enn 1/1000. Modelleringer viser at forsenkningen med voller vil skjerme bebyggelsen på Søre Bøygard fra nye skred. Noe vann og slam kan følge tilkomstvegen til låven, men vi vurderer at dette ikke vil ha skadepotensiale på eksisterende bygninger. Vi vurderer at jordskred med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 kan ha utløp øst for bolighuset på Søre Bøygard. For skred med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 vurderer vi at jordskred kan ha noe større utbredelse, og noen flere løsneområder blir også aktuelle. Det er ikke produktiv skog i denne delen av området.

I midtre øvre del (ovenfor Halvorsgard-Bergahagen), er deler av terrenget i påvirkningsområdet noe ravinert. Dette terrenget består i stor grad av grove masser som forvittringsmateriale og steinsprangur. Dette er masser som generelt er godt drenert. Spesielt en vannvei er tydelig, i en ravine uten skog (vedlegg A og C). Basert på de grove massene vurderer vi det som sannsynlig at finstoff har blitt utvasket, noe som gjør det vanskelig for trær å etablere seg. Løsnestannsynligheten i denne type masser vurderes som lavere enn 1/1000, men større enn 1/5000. I terrenget østover er løsmassene ikke like grove, men i dette området er det tett skog som ikke er produktiv. Vi vurderer årlig løsnestannsynlighet

for jordskred som mindre enn 1/1000 på grunn av skogen, men større enn 1/5000. Vi har derfor fastsatt faresoner for årlig sannsynlighet større enn 1/5000 i deler av dette området. Skogen i de områdene der det er grove masser er produktiv, samt i deler av skredløpene til løsneområdene østover. Faresonene har noe større utbredelse dersom skogen forsvinner.

I midtre nedre del (i området ved Gullhagen), er det mange små skråninger, hvor kriteriene for løsneområdene er identifisert. Løsnesannsynlighet kombinert med at skredene faktisk har skadepotensiale vurderes som lav, men kan ikke utelukkes. Det er kun faresoner med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 i dette området, og for skred med så lav årlig sannsynlighet vurderer vi at skogen ikke har betydning for løsnesannsynlighet. Det er lite skog i området, og skredbaner med liten høydeforskjell, og vi vurderer derfor at skogen heller ikke vil ha effekt på utløpslengden til skredene. Vi har fastsatt faresoner for jordskred med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 for en del mindre skråninger i kartleggingsområdet. Faresonene er like både i en situasjon med og uten skog.

Ved Søre Skjervheim er terrenget ravinert. Ravinene ovenfor Søre Skjervheim fremstår ikke særlig aktive. Analysen for løsneområder identifiserer mulige løsneområder i to av ravinene ned mot gården. Den østligste av de to ravinene har imidlertid skog, og vurderes ikke som et reelt løsneområde for skred med årlig sannsynlighet større enn 1/1000. Det er derfor kun den vestligste av disse to ravinene som har faresoner for jordskred med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 under dagens forhold. Vi vurderer at skred med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 vil kunne ha utløp lengre enn byggene på gården, men at skredmassene vil strømme utenfor bolighuset på gårdstunet. Sjeldne skred, her vurdert som skred med årlig sannsynlighet større enn 1/5000, vurderer vi at kan løsne også i tett skog. Faresonene for skred med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 har derfor noe større utbredelse, og i to raviner ned mot gårdstunet. I en situasjon uten skog vil skred kunne få lengre utløp som følge av mer erosjon og flere aktuelle løsneområder.

Ved Nordre Oppsata er det historikk for flere skred, hvorav de nyligste gikk i august 2023. Med bakgrunn i historikk og at det fortsatt er masser tilgjengelig i ravinene som har utløp ned mot gårdstunet vurderer vi årlig løsnesannsynlighet som større enn 1/100. Vi vurderer at skred med årlig sannsynlighet større enn 1/100 vil ha noe kortere utløp enn skredene som gikk under «Hans», og denne faresonen stopper derfor ved Oppsatavegen. Vi vurderer at skred med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 vil kunne ha lignende utløp som skredene som gikk under «Hans», eller noe lengre. Utløpsberegninger viser også at skredmasser kan strømme ut av ravinen og ned mot bolighuset på Nordre Oppsata (Oppstavegen 72). Årlig sannsynlighet for at dette skjer vurderes som liten, men så vidt større enn 1/1000. Årlig sannsynlighet for jordskred vurderes som større enn 1/100 i ravinen og ned til Oppsatavegen, og større enn 1/1000 på gårdstunet Nordre Oppsata, Oppsatavegen 67 og redskapshuset på sørsiden av vegen for gården Nordre Oppsata. Faresoner med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 har noe større utbredelse. I en situasjon hvor skogen er fjernet vil skredene kunne få lengre utløp, og faresonene gjenspeiler dette.

Ved Søre Oppsata er terrenget også ravinert, men mellom det ravinerte terrenget og selve gårdstunet er terrenget forholdsvis jevnt og slakt. Vi vurderer at skred med utløp til bunn av ravinene vil spre seg utover området med dyrka mark og at de faste massene vil stoppe før de når gårdstunet. Årlig sannsynlighet for jordskred vurderes som større enn 1/1000 i kartleggingsområdet ovenfor tunet. Vi vurderer at jordskred vil kunne ha utløp til tunet med årlig sannsynlighet større enn 1/5000. Dersom skogen forsvinner vil skredene kunne få lengre utløp, og flere løснеområder vil kunne bli aktuelle. Nedenfor Søre Oppsata er det skråninger med løsmasser ned mot Satakroken, som stedvis er brattere enn 37 grader. Årlig sannsynlighet for løsmasseskred fra disse skråningene vurderes som større enn 1/1000 der analysen tilsier at vann kan ansamles, og større enn 1/5000 langs hele skråningen.

4.2.5 Flomskred

Vi vurderer at løsmasseskred i kartleggingsområdet 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.

4.2.6 Sørpeskred

Det er to sørpeskredprosesser som er mulig i området. Sørpeskred i eksisterende elve- eller bekkeløp og sørpeskred i åpne skråninger, f.eks. på dyrka mark. Sørpeskred på dyrka mark har forekommet i delområdet Liagardane. Vi vurderer at både terreng og avrenning er ulikt fra delområdet Gullhagen-Oppsata og at denne historikken derfor ikke nødvendigvis betyr at sørpeskred på dyrka mark er aktuelt i dette delområdet. Sørpeskred er sjeldne hendelser, selv der de forekommer oftest (NVE, 2024a). Årlig sannsynlighet for sørpeskred på dyrka mark vurderes som mindre enn 1/5000.

Ravinene i østlige del vurderes ikke som reelle løснеområder for sørpeskred da de er for bratte til at vann hopes opp i snødekket og utløses som sørpeskred.

Vi har identifisert to mulige sørpeskredløp i eksisterende forsenkninger/drensløp, som beskrevet i Tabell 14 . Både nedbørfelt og selve løснеområdene ligger under tregrensa. Utløsning av sørpeskred under tregrensa er sjeldent (NVE, 2021c), og skogen i nedbørfeltet er gunstig for å bremse overflateavrenning. Årlig løsnesannsynlighet vurderes som mindre enn 1/1000, men større enn 1/5000 ved dagens vegetasjonsforhold. Dersom skogen forsvinner vil løsnesannsynligheten øke, og bli større enn 1/1000.

Tabell 14: Løснеområder for sørpeskred

Navn	Beskrivelse	Areal (m ²)	Løsnesannsynlighet med skog	Løsnesannsynlighet uten skog
Sorpe1-01	Løснеområdet ligger ovenfor gården Søre Sel, hvor det er anlagt en grøft som sender vann ned i bratt terreng. Løснеområdet er tegnet i overgang slakt til bratt terreng.	337	1/5000	1/1000
Sorpe1-02	Bekkeløp ovenfor Nedreskår som drenerer en myr i øvre del av	1357	1/5000	1/1000

	påvirkningsområdet			
--	--------------------	--	--	--

Under dagens vegetasjonsforhold er det faresoner for sørpeskred med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 i forbindelse med de identifiserte løsneområdet for sørpeskred. Faresonen fra Sorpe1-01 har utbredelse ned mot Søre Bøygard. Faresonen fra Sorpe1-02 har utbredelse forbi Søre Skjervheim, Mellom Skjervheim, Nordre Oppsata og Roen. Dersom skogen forsvinner, vil de samme faresonene gjelde for årlig sannsynlighet større enn 1/1000 og faresonene for årlig sannsynlighet større enn 1/5000 vil ha noe større utbredelse.

4.2.7 Andre faremomenter

Vann/slam i ytre utløp av jord-, flom- og sørpeskred kan nå lengre enn faresonene.

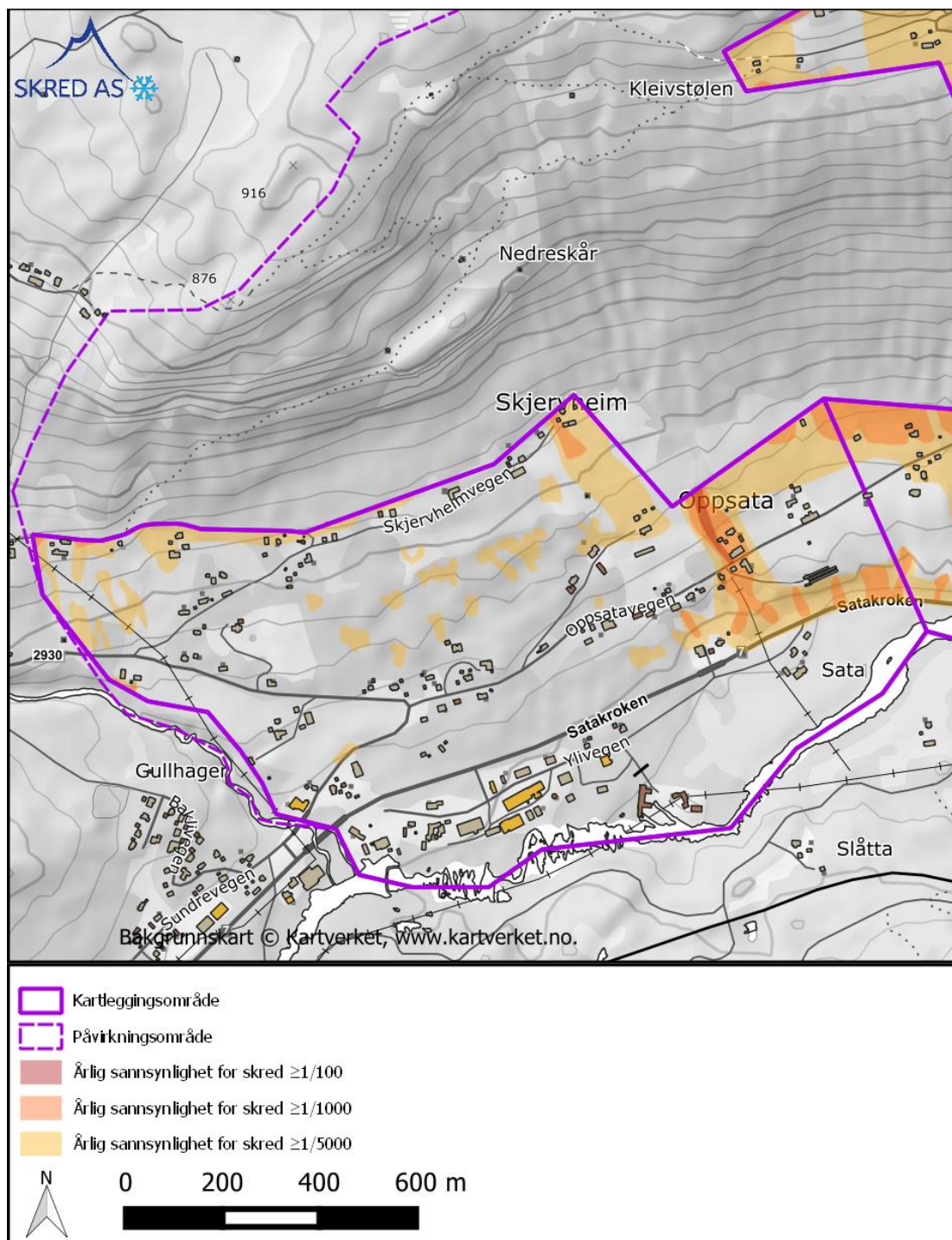
4.3 Samlede faresoner

4.3.1 Med skog

Ved dagens skogforhold vurderer vi at det er fare for løsmasseskred med årlig sannsynlighet større enn 1/100 i skredløpet ved Nordre Oppsata. Ellers i kartleggingsområdet (Figur 17) er det faresoner for løsmasseskred med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 og 1/5000. Det er også faresoner for steinsprang i øvre del av området med årlig sannsynlighet større enn 1/1000.

Tabell 15: Antall bygg i ulike sikkerhetsklasser som ligger innenfor faresonene i området.

Årlig sannsynlighet for skred	S2	S3
≥1/100	0	0
≥1/1000	2	0
≥1/5000	-	0



Figur 17: Faresonekart med dagens skogforhold for kartleggingsområde 1 –Gullhagen-Oppsata. Symbol for dimensjonerende skredtype er utelatt fra figuren for å bedre lesbarheten. Dimensjonerende skredtype er vist i vedlegg 1E.

4.3.2 Uten skog

Dersom all produktiv skog fjernes vurderer vi at løsnessannsynligheten for snøskred øker, og oversiger 1/100. Ved Søre Skjervheim vurderer vi at snøskred kan ha utløp til kartleggingsområdet med årlig sannsynlighet større enn 1/100. Beregninger viser at mange

av løsneområdene med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 vil kunne ha utløp inn i kartleggingsområdet. Faresonene for løsmasseskred får også større utbredelse, men det er hovedsakelig snøskred som blir dimensjonerende dersom skogen forsvinner.

4.3.3 Avvik fra tidligere skredfareutredninger

Faresonene avviker ikke fra tidligere skredfareutredninger.

4.3.4 Stedspesifikk usikkerhet

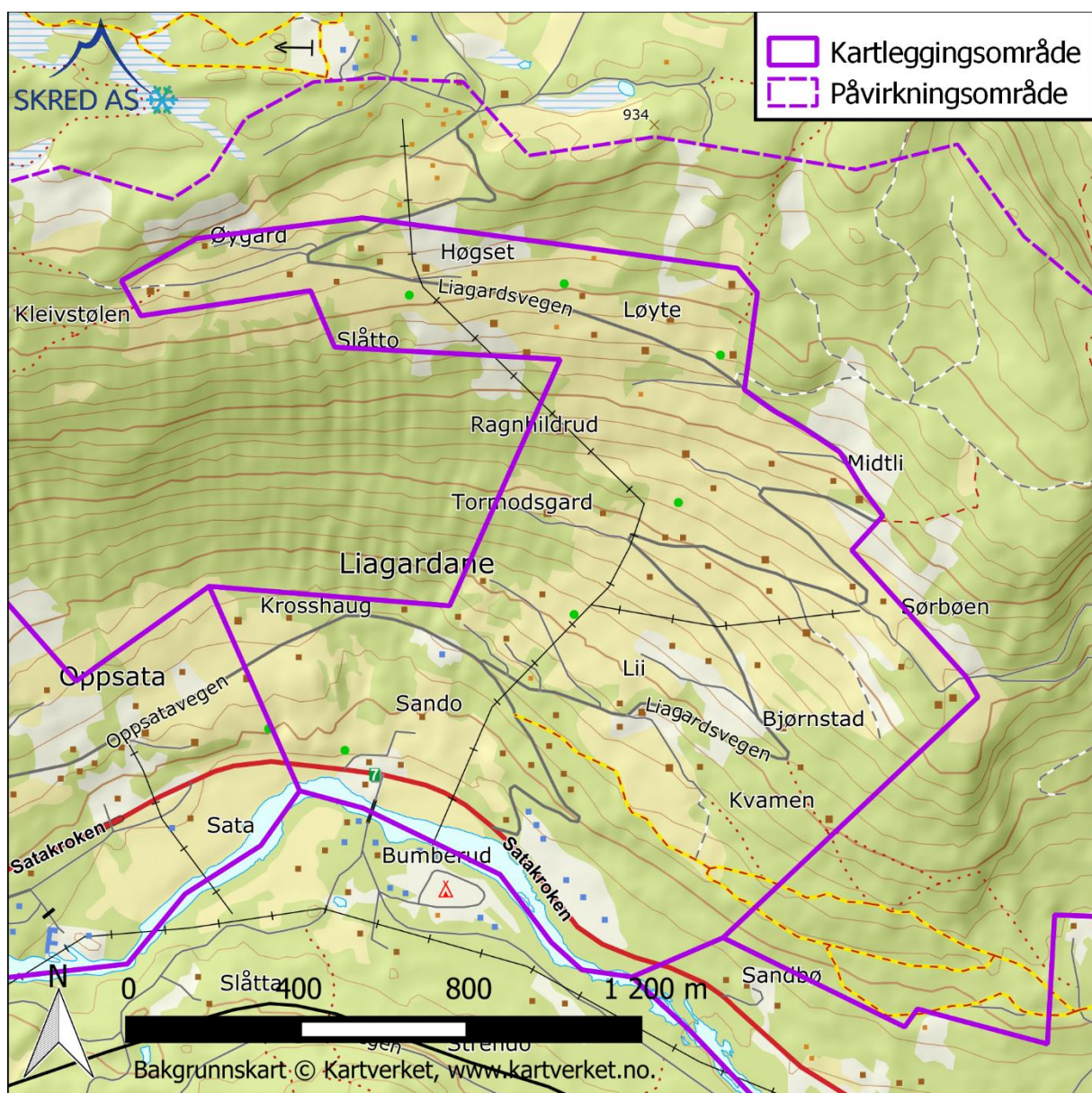
Dyrking av mark og bebyggelse kan ha fjernet tegn til tidligere skred. Enkelte steinsprangblokker kan ha blitt oversett som følge av det svært blokkrike morenedekke. Vi vurderer imidlertid at dette trolig ikke har betydelig innvirkning på faresonene. Det er knyttet stor usikkerhet til faresonene uten 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 – Liagardane

5.1 Områdebeskrivelse

Kartleggingsområdet omfatter bebyggelsen i Liagardane, ved Krosshaug i vest til Sandbø i øst. Figur 18 viser beliggenheten til kartleggingsområdet. Figur 19 viser bilde av kartleggingsområdet og omkringliggende terreng.

Aktsonhetssoner for jord- og flomskred dekker vestlige halvdel av kartleggingsområdet, og noen mindre områder i østlige del (NVE, 2024b). Aktsonhetssoner for snøskred (NAKSIN) uten skogeffekt dekker store deler av området i vest. Med skogeffekt er aktsonhetssonene for snøskred betydelig mindre, og dekker kun et område ved Krosshaug og ovenfor Søre Medgard.



Figur 18: Oversiktskart over kartleggingsområde 2 – Liagardane.



Figur 19: Oversiktsbilde satt sammen fra flere dronebilder av Liagardane og proporsjonene i bildet er stedvis noe forvrengt. Kartleggingsområdet er antydnet med lilla omriss.

5.1.1 Topografi

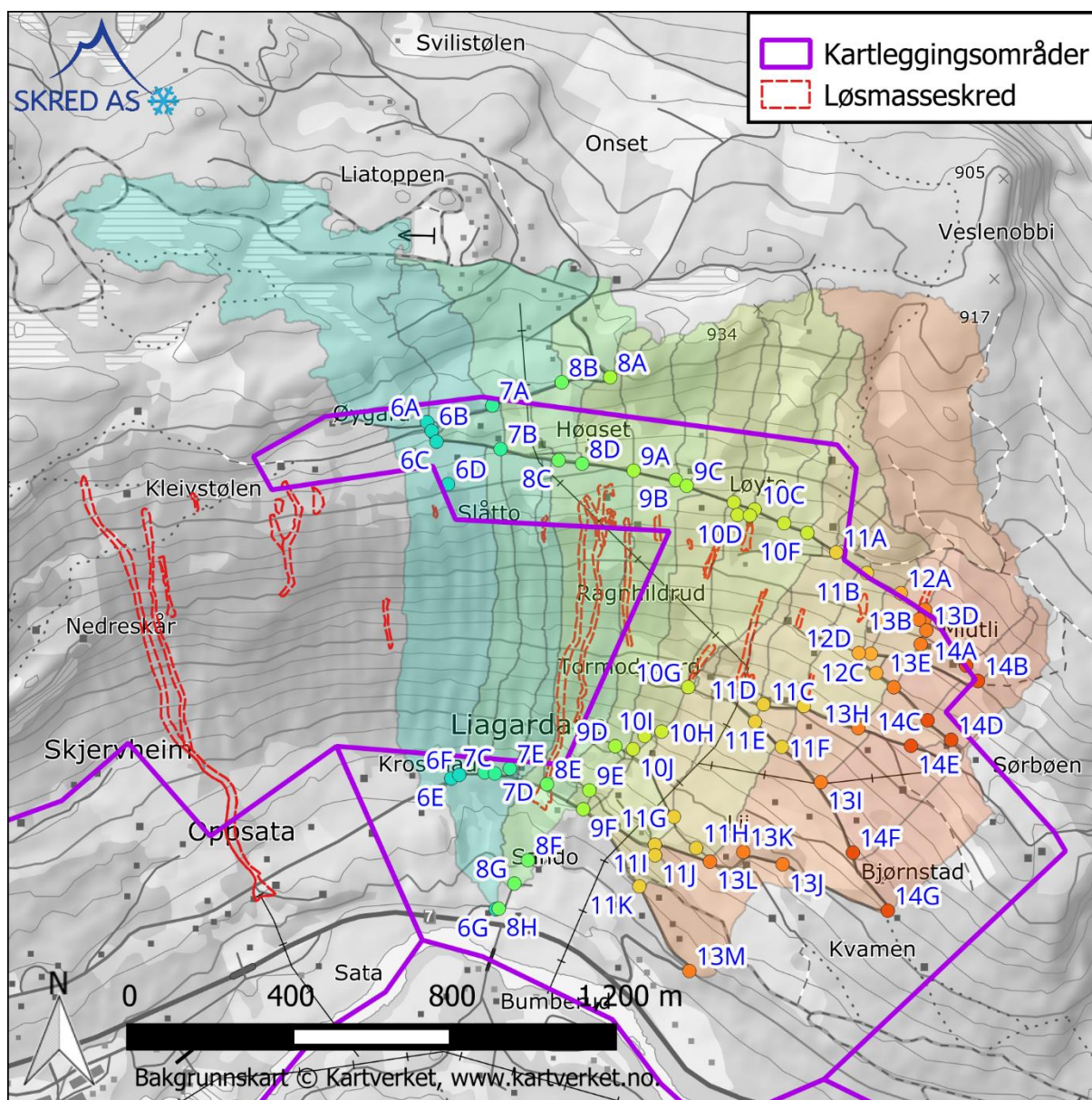
Vestlige del er preget av raviner i bratt terreng (27-45 grader). Ravinene er tydeligst mellom ca. 430-770 moh., som tilsvarer terrenget ovenfor Oppsatavegen. I nedre del av fjellsiden er det kun enkelte av ravinene som er tydelige, og terrenget mellom ravinene er stort sett slakere enn 27 grader, med unntak av enkelte mindre skråninger. Ovenfor ca. 770 moh. er terrenget igjen slakere, med enkelte mindre, bratte skrenter.

Østlige del består av store åpne områder med dyrka mark, og terrenget er generelt 10-25 grader bratt. Det er enkelte brattere partier (27-45 grader) med relativt lav egenhøyde (maksimalt 30 meter).

Påvirkningsområdet strekker seg opp til Liatoppen på ca. 950 moh.

5.1.2 Drenering

Det er flere myrområder på toppen av fjellsiden som drenerer ned mot kartleggingsområdet. Overflateavrenningen i vestlige del av området følger ravinene. I østlige del av området viser avrenningsanalysen at overflateavrenningen i stor grad styres av Liagardsvegen, som sender vann ut i terrenget ved lavbrekk. Avrenningsanalysen tar ikke hensyn til stikkrenner og tilsvarer dermed en flomsituasjon, hvor stikkrenner er tette.



Figur 20: Estimerte nedbørfelt for fjellsiden. Figuren er hentet fra rapport 23251-02-1, som vurderer kritiske punkter i det samme området som denne rapporten omfatter.

5.1.3 Geologi

Ifølge NGUs berggrunnskart tilgjengelig i målestokk 1:50 000 (NGU, 2024a), består berggrunnen i påvirknings- og kartleggingsområdet av øyegneis.

Ovenfor Søre Medgard (i midtre, øvre del av kartleggingsområdet) og rett vest for Ton (i øvre, østlige del av kartleggingsområdet) er det berg i dagen. Størst høydeforskjell er det ved Ton, med opptil 40 meter egenhøyde på enkelte av skrentene. Dette berget er oppsprukket, med et nært horisontalt sprekkesett og minst to avskjærende nær-vertikale sprekkesett vinkelrett på dette. Det er også ut i nedkant av begge skrentene både ved Ton og Søre Medgard, med nær-kvadratiske blokker.

Ellers er det få områder med berg i dagen, og i disse områdene fremsto berget massivt uten definerte sprekkesett (vedlegg 1B).

Ifølge NGUs løsmassekart tilgjengelig i målestokk 1:250 000 (NGU, 2024c) består løsmassene i området av morenemateriale med avtakende mektighet oppover i fjellsiden og elve- og bekkeavsetninger langs Hallingdalselva. Dette stemmer godt overens med observasjoner fra befaring, hvor vi så morenemateriale i de fleste løsmasseskjæringer og skredsår, samt enkelte partier med berg i øvre del av fjellsiden. Observasjoner fra befaring inkluderer også skredmateriale i form av steinsprangur under de nevnte skrentene i forrige avsnitt og løsmasseskredavsetninger.

5.1.4 Flyfoto og skråfoto

Det finnes serier med flyfoto for området fra 1963, 1964, 1991, 2006, 2009, 2011, 2013, 2016, 2019, 2020 og 2023 (Statens vegvesen et al., 2024). Sammenligning av flyfotoene viser følgende:

- Sammenligning av bilder fra 1964 og 1991 viser at det har pågått flatehogst flere områder. Mest relevant for skredfaren er flatehogsten i vestlige del av påvirkningsområdet, ovenfor Krosshaug, (i et område med raviner) og mellom gårdene Slette-Bjørkgården. Ut fra bildene var dette sannsynligvis nærmere 1991 enn 1964. Bildene fra 2006 viser ytterligere hogst i dette området, men også gjengroing av andre flatehogde områder.
- Sammenligning av bildene fra 1991 og 2006 viser at det har oppstått noen sprekker i humuslaget, samt noen mindre utglidninger på jordene i øvre vestre del av kartleggingsområdet, nedenfor Øygard/Slåtto. Det samme er observert ovenfor Nedre Medgard. Det er mulig sprekken er eldre, men at de først er synlig på bildene fra 2006 som er den første bildeserien i farger.
- Sammenligning av bilder fra 2013 og nyere bilder viser at det flatehogde området ovenfor Krosshaug delvis har grodd igjen.
- Sammenligning av flybilder tatt i 2013 og 2019 viser at det har skjedd en del utglidninger av humusdekke på dyrka mark i perioden. Utglidningene er i størrelsesorden 100-150 m².
- Generelt mer bebyggelse på nyere bilder
- Skredhendelsene under «Hans» er synlig i bildeserien fra 2023.

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

5.1.5 Skog

Store deler av kartleggingsområdet består av dyrka mark, og dermed ingen skog. Ifølge NIBIOs datasett SR16 Beta (NIBIO, 2024) er det noe skog i nedre og østlige del av kartleggingsområdet, dominert av blandingsskog og furuskog. I øvre, østlige del av kartleggingsområdet er det noe skog dominert av barblanding og gran. I nordlige del av påvirkningsområdet består skogen av gran, furu og løvskog. I vestlige del av påvirkningsområdet domineres skogen av gran, med innslag av blandingsskog.

5.1.6 Historiske skredhendelser

Ål kommune

Ifølge Skred AS, 2020b, skal det ha gått flere jordskred ved Øygard, sist i 1910 og 1930. Dette er trolig informasjon som har blitt samlet inn fra lokale, uten noen nærmere kilde.

Tabell 16: Historiske skredhendelser for området.

Skredtype	Tidspunkt	Beskrivelse	ID
Jordskred	1910	Ifølge Skred AS, 2020c står følgende tekst i NVE Atlas: «Ål. Øygard. Krosshaug. Frå Øygardsjordet og ned til Krosshaug har det fleire gonger gjennom tidene gått jordskred, det siste, større skredet gikk i 1910, truleg i august. Uklart skadeomfang. Det skal også ha kome eit jordskred her rett etter 1930. Etter det meiner ein at skogen har vakse opp her og bind no jorda.» Vi har ikke klart å finne igjen denne informasjonen i NVE Atlas.	30
Jordskred	1. mai 1966	«Ål. Liagardane. Den 1. mai 1966 gjekk jordskred i Liagardane, i alt 11 relativt små skred, men til saman tok dei mykje jord. Det rasa ut frå øvst i Liagardane og ned til gardane nedst i grenda. I Tormodsgard måtte dei evakuere då huset stod i fare. Alle vegane i området rasa ut. Dette skjedde i samband med sterk snøtining. Kartreferanse: Tormodsgard (skreda kom elles over eit vidt område).» (NVE, 2024b)	4
Jordskred	I perioden 2006-2009	Lite skred i en ravine i flatehogd område, oppdaget ved sammenligning av flyfoto 2006-2009	20
Jordskred	I perioden 2011-2013	Mindre utglidning, oppdaget ved sammenligning av flyfoto 2011-2013	21
Jordskred	I perioden 2011-2013	Mindre utglidning, oppdaget ved sammenligning av flyfoto 2011-2013	22
Jordskred	I perioden 2016-2019	Mindre utglidning, oppdaget ved sammenligning av flyfoto 2016-2019	23
Jordskred	I perioden 2016-2019	Mindre utglidning, oppdaget ved sammenligning av flyfoto 2016-2019	24
Jordskred	I perioden 2016-2019	Mindre utglidning, oppdaget ved sammenligning av flyfoto 2016-2019	25
Jordskred	I perioden 2016-2019	Mindre utglidning, oppdaget ved sammenligning av flyfoto 2016-2019	26
Jordskred	I perioden 2016-2019	Mindre utglidning, oppdaget ved sammenligning av flyfoto 2016-2019	27
Jordskred	18. april 2018	«Fra nedenfor Ragnhildrud, vest for Nedre Medgård ned til Liagardsvegen 231. Jordskred utløst av smelting av snø, og muligens tette eller feil i stikkrenner. Polygon av utløpsområdet er tegnet ut fra tilgjengelige bilder og flyfoto. Mye regn og høy temperatur dagen før, en del snøsmelting. Sendt ut jordskredvarsel. (NVE, 2024b)	5
Jordskred	18. april 2018	«Rv 7.Satakroken, ved avkjørsel til Liagardsvegen. Løsmasseskred. Jord/løsmasse på RV. 7 løsnet fra fjell/dalside 0-50m over veg.» (NVE, 2024b)	6
Jordskred	20. april 2018	«Liagardsvegen, fra nedenfor Nedre Medgård mot Kolbjørnsgard. Bekk rant 10 m for langt øst på grunn av tett stikkrenne og stor vannføring. Mettet da et område der det vanligvis ikke er vann. Skredmasser, ganske grove, på	7

		<i>Liagardsvegen. Polygon av utløpsområdet er tegnet ut fra tilgjengelig bilde og flyfoto. Ingen nedbør 20. april, men høye temperaturer (opp i 15 grader) og en del snøsmelting. Sendt ut jordskredvarsel.» (NVE, 2024b)</i>	
Jordskred	8. august 2023	<i>«Under ekstremværet «Hans» gikk det tre grunne jordskred ved Kleivstølen. Skredene har løsnet i overgangen mellom humus- og morenedekke. De tre skredene løsnet på jordet nedenfor Kleivstølen. Det vestligste hadde lengst utløp, med utløp av slam gjennom deler av skogen. Det er tegn til tidligere utglidninger på samme jorde.» (NVE, 2024b)</i>	8a-c
Jordskred	8. august 2023	<i>«Skredet ble utløst i forbindelse med ekstremværehendelsen Hans i august 2023. Skredtype definert som DS av HVL, og verifisert med ortofoto.» (NVE, 2024b)</i>	9
Jordskred	8. august 2023	<i>«Under ekstremværet «Hans» gikk det flere jordskred i skråningen ovenfor Sando barnehage. Ved dette skredpunktet var det flere løsneområder som til sammen resulterte i skred i to parallelle raviner ned mot barnehagen. Skredet i den vestligste ravinen nådde ned til Sando barnehage. Slam fra dette skredet nådde forbi barnehagen.» (NVE, 2024b)</i>	10
Jordskred	8. august 2023	<i>«Hallingdal. Et av flere jordskred i det aktuelle området i denne perioden. Skredet ble utløst i forbindelse med ekstremværehendelsen Hans i august 2023. Skredtype definert som DFW av HVL, og verifisert med ortofoto. Polygon utarbeidet av HVL gjennom satellittdetektering.» (NVE, 2024b)</i>	11
Jordskred	8. august 2023	<i>«Under ekstremværet «Hans» gikk det flere jordskred i skråningen ovenfor Sando barnehage. Ved dette skredpunktet skjedde det utglidning av humusdekket, med skredet kom ikke skikkelig i gang.» (NVE, 2024b)</i>	12
Jordskred	8. august 2023	<i>«Under ekstremværet «Hans» gikk det flere jordskred i skråningen ovenfor Sando barnehage. Ved det østligste skredet har vann har begynt å erodere i humusdekket, og en «skalk» av humusdekket og trolig også noe løsmasser har sklidd ut. Skredet har ikke erodert betydelig videre i skredbanen, men for det meste sklidd oppå vegetasjon. Et mindre flak har også sklidd ut rett øst for løsneområdet, men dette satte ikke i gang et skred.» (NVE, 2024b)</i>	13
Jordskred	8. august 2023	<i>«Under ekstremværet «Hans» gikk det to grunne jordskred i skråningen ovenfor gården Ragnhildrud. Skredene løsnet på dyrka mark, og det var humusdekket som skled ut.» (NVE, 2024b)</i>	14a-b
Jordskred	8. august 2023	<i>«Under ekstremværet «Hans» gikk det ett grunt jordskred i skråningen rett vest for gården Tormodsgard. Skredet løsnet på dyrka mark, og det var humusdekket som skled ut.» (NVE, 2024b)</i>	15
Jordskred	8. august	<i>«Under ekstremværet «Hans» gikk det ett grunt jordskred i</i>	16

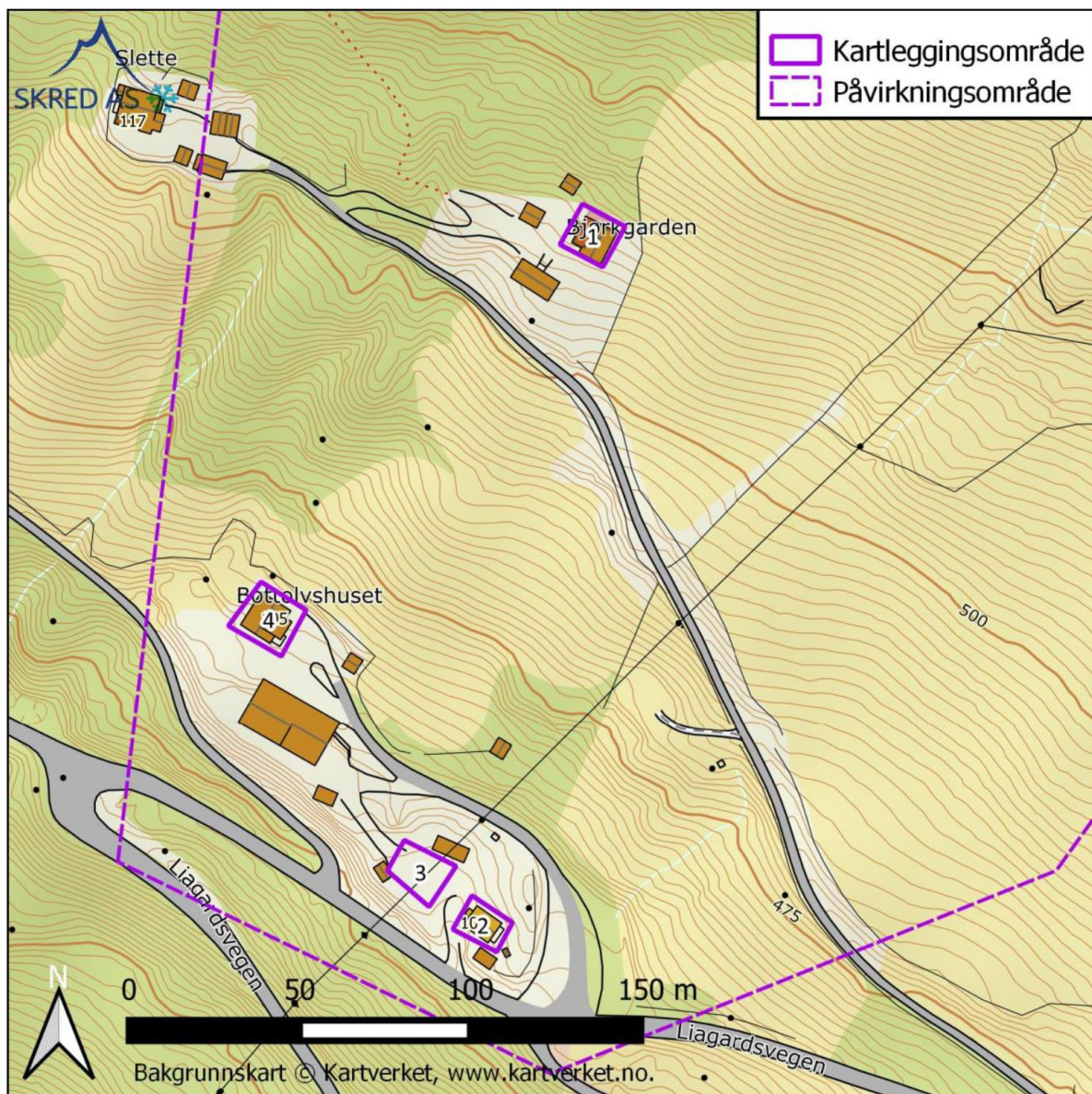
	2023	<i>skråningen rett øst for gården Tormodsgard. Skredet løsnet i blandingsskog.» (NVE, 2024b)</i>	
Jordskred	8. august 2023	<i>«Under ekstremværet «Hans» gikk det ett grunt jordskred i skråningen ovenfor gården Søre Medgard. Skredet løsnet på dyrka mark, og det var humusdekket som skled ut.» (NVE, 2024b)</i>	17
Jordskred	8. august 2023	<i>«Under ekstremværet «Hans» gikk det ett grunt jordskred i skråningen øst for gården Søre Medgard. Vann og slam fra skredet krysset Liagardsvegen og gikk ned mot tilkomstvegen til gården.» (NVE, 2024b)</i>	18
Jordskred	8. august 2023	<i>«Under ekstremværet «Hans» gikk det ett grunt jordskred i yttersvingen av Liagardsvegen ved gården Midtli. Det er trolig kun en liten del av vegfyllingen som har sklidd ut.» (NVE, 2024b)</i>	19

5.1.7 Tidligere skredfareutredninger

Skred AS har utført to skredfarevurderinger på byggesaksnivå i kartleggingsområdet. Skred AS sin rapport nr. 20266 vurderer skredfaren fire tiltak, område 1-4 i Tabell 17 (Skred AS, 2020e). Skred AS sin rapport nr. 22141 vurderer skredfaren for ett tiltak, område 5 i Tabell 17 (Skred AS, 2022). Dimensjonerende skredtype er jordskred for samtlige områder.

Tabell 17: Oppsummering av konklusjon fra Skred AS sin rapport nr. 20266 og 22141

Område	Tiltak og bygning	Antatt sikkerhetsklasse	Største tillatte årlige sannsynlighet for skred	Tilfredsstilles krav?	Rapportnr.
1	Tilbygg på bolighus på Liagardsvegen 115 (30/6), Bjørkgarden	S1	1/100	Ja	20266
2	Tilbygg på bolighus på Liagardsvegen 101 (31/9)	S1	1/100	Ja	20266
3	Nytt bolighus på 31/2	S2	1/1000	Nei	20266
4	Bolighus på 31/2, Liagardsvegen 105, Bottolvshuset	S2	1/1000	Nei	20266
5	Bolighus på 32/72, Satakroken 234	S2	1/1000	Nei	22141



Figur 22: Figuren er hentet fra rapport 20266-01-1 (Skred AS, 2020e). Område 1 og 2 tilfredsstiller krav til sikkerhet mot skred i bratt terreng for sikkerhetsklasse S1. Område 3 og 4 tilfredsstiller ikke krav til sikkerhet for sikkerhetsklasse S2.

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

5.1.8 Eksisterende sikringstiltak

Det er ikke registrert sikringstiltak i NVE Atlas (NVE, 2024b). Vi har heller ikke observert sikringstiltak på befaring.

5.2 Vurdering av skredfare

5.2.1 Steinsprang

Det er enkelte bergskrenter brattere enn 45 grader i påvirkningsområdet. Det er dermed potensielle løснеområder for steinsprang. De bratte skrentene i det ravinerte området ovenfor Krosshaug og Sando barnehage er 50-60 grader bratte og har egenhøyde kun på

noen få meter (1-2 m). Løsnessannsynlighet for steinsprang vurderes som mindre enn 1/5000. Berget i de bratte skrentene ved Kleivstølen fremstår massivt, og det er få deler av berget som er bratte nok (Vedlegg A). Løsnessannsynlighet vurderes som lavere enn 1/5000. Det samme skrentene ovenfor Høgset. Like ovenfor Søre Medgard er det en del blokk, som kan være avsatte steinsprangblokker fra skrenten like ovenfor skogsbilvegen. Kildeområdene har imidlertid liten høydeforskjell (2-5 m). Løsnessannsynlighet vurderes som større enn 1/1000, men basert på observerte avsetninger og høyden på kildeområdene vurderer vi det som lite sannsynlig at blokker vil kunne ha utløp forbi Liagardsvegen og inn i kartleggingsområdet.

Skog har ingen effekt på skredfaren.

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

5.2.2 Steinskred

Det er ikke bratte bergskrenter med betydelig egenhøyde 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 steinskred i kartleggingsområdet er mindre enn 1/5000.

5.2.3 Snøskred

Deler av fjellsiden har terrenghelning gunstig for utløsning av snøskred, og dette gjelder spesielt vestlige del. Dette terrenget er imidlertid dekket av skog som vi vurderer som enten tett nok for å forhindre utløsning av snøskred, eller tett nok til å redusere løsnessannsynligheten. Skråningen ovenfor Liagardsvegen 519 er et unntak fra dette. Terrenget i denne skråningen er generelt brattere enn 27 grader, og selv om det er noe spredt skog vurderer vi at det er flere små reelle løsneområder for snøskred hvor skogen ikke vurderes som tett nok for å forhindre utløsning. Skråningen ligger høyt i fjellsiden, og dermed med mulighet for snødrift fra større henteområder. Granskogen på toppen av skråningen vil redusere snødrift noe, men ikke nok til at snøskred med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 kan utelukkes.

Vi vurderer at årlig sannsynlighet for utløp av snøskred inn i kartleggingsområdet under dagens vegetasjonsforhold er større enn 1/1000 ved Liagardsvegen 519. Faresoner for snøskred med årlig sannsynlighet 1/5000 har noe lengre utstrekning da flere løsneområder kan løsne samtidig, og løsnevolumene bli større. Beregningsresultater fra løsneområdene ovenfor Liagardsvegen 519 er ikke vektlagt ved tegning av faresonene fordi både alfa-beta og RAMMS::Avalanche er kalibrert etter skredbaner med vesentlig større høydeforskjell enn de aktuelle skredbanene i dette tilfellet.

I dagens situasjon vurderer vi at den årlige sannsynligheten for snøskred i kartleggingsområdet er større enn 1/1000 inntil bebyggelsen ved Liagardsvegen 519. Ellers i fjellsiden vurderer vi den årlige sannsynligheten for snøskred som mindre enn 1/5000.

Dersom skogen forsvinner vil det oppstå løснеområder for snøskred med årlig sannsynlighet større enn 1/100 i det bratte, ravinerte terrenget vest i kartleggingsområdet. Løснеområdene er beskrevet i Tabell 18. Terrenget bratt nok for snøskred er i stor grad ravinert, og med snømengdene som forventes, vurderer vi det som mindre sannsynlig med bruddforplantning over ryggene mellom ravinene. Modelleringer hvor flere løснеområder er kjørt samtidig er hensyntatt ved sjeldne skred med løsnesannsynlighet større enn 1/1000 og 1/5000.

Ut fra dynamisk modellering av utløp ved hjelp av RAMMS::Avalanche vurderer vi at snøskred ikke vil ha utløp inn i kartleggingsområdet med årlig sannsynlighet større enn 1/100. Skred med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 og 1/5000 kan ha utløp til kartleggingsområdet ned til Oppsatavegen, og i noen av skredbanene kan skredene også ha utløp forbi Oppsatavegen. 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 øker. Vi vurderer at Oppsatavegen 132, samt Løyte, Slette og deler av Bjørkarden og Bottolvshuset (Liagardsvegen 105) i en slik situasjon ligger innenfor faresone med årlig sannsynlighet større enn 1/1000. Faresonen med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 uten produktiv skog dekker i tillegg Oppsatavegen 110, Sando barnehage, Liagardsvegen 93 og Kleivstølen.

Tabell 18: Løснеområder for snøskred. Radene markert med grønn har produktiv skog, resterende rader har ikke produktiv skog og dermed heller ikke skog som skal forutsettes fjernet.

Navn	Beskrivelse	Snø-drift	Areal (m ²)	Effekt av skog	Løsnesan-synlighet m/skog	Løsnesan-synlighet u/skog
Sno2-01	Middels godt egnet, høyt i fjellsiden, plant, jevn helning	Noe	885	Reduserer		1/1000
Sno2-02	Middels godt egnet, høyt i fjellsiden, moderat ruhet, spredte trær	Noe	515	Reduserer snødrift	1/1000	-
Sno2-03	Middels godt egnet, høyt i fjellsiden, moderat ruhet, spredte trær	Noe	255	Reduserer snødrift	1/1000	-
Sno2-04	Middels godt egnet, høyt i fjellsiden, moderat ruhet, spredte trær	Noe	411	Reduserer snødrift	1/1000	-
Sno2-05	Middels godt egnet, høyt i fjellsiden, moderat ruhet, spredte trær	Noe	173	Reduserer snødrift	1/1000	-
Sno2-06	Middels godt egnet, høyt i fjellsiden, moderat ruhet, spredte trær	Noe	248	Reduserer snødrift	1/1000	-
Sno2-07	Middels godt egnet, høyt i fjellsiden, moderat ruhet, spredte trær	Noe	541	Reduserer snødrift	1/1000	-

Navn	Beskrivelse	Snø-drift	Areal (m ²)	Effekt av skog	Løsnesan-synlighet m/skog	Løsnesan-synlighet u/skog
Sno2-08	Middels godt egnet, høyt i fjellsiden, moderat ruhet, spredte trær	Noe	250	Reduserer snødrift	1/1000	-
Sno2-09	Middels godt egnet, høyt i fjellsiden, moderat ruhet, spredte trær	Noe	448	Reduserer snødrift	1/1000	-
Sno2-10	Middels godt egnet, høyt i fjellsiden, moderat ruhet, tett skog	Noe	290	Hindrer utløsning		-
Sno2-11	Middels godt egnet, høyt i fjellsiden, moderat ruhet, spredte trær	Noe	677	Reduserer snødrift	1/1000	-
Sno2-12	Middels godt egnet, høyt i fjellsiden, moderat ruhet, spredte trær	Noe	604	Reduserer snødrift	1/1000	-
Sno2-13	Middels godt egnet, høyt i fjellsiden, moderat ruhet	Noe	1001	Reduserer snødrift		1/1000
Sno2-14	Middels godt egnet, høyt i fjellsiden, moderat ruhet	Noe	688	Hindrer utløsning		1/1000
Sno2-15	Middels godt egnet, høyt i fjellsiden, moderat ruhet	Noe	838	Reduserer snødrift		1/1000
Sno2-17	Ikke godt egnet, stor ruhet, delvis små klipper, høyt i fjellsiden	Ingen	1353	Ingen		1/5000
Sno2-19	Middels godt egnet, høyt i fjellsiden, konkav	Noe	1724	Reduserer		1/1000
Sno2-21	Middels godt egnet, midt i fjellsiden, delvis konkav, jevn helning	Noe	1209	Hindrer		1/1000
Sno2-22	Middels godt egnet, midt i fjellsiden, svakt konkav, jevn helning	Noe	1793	Hindrer		1/1000
Sno2-23	Middels godt egnet, midt i fjellsiden, delvis konkav, ujevn helning	Noe	2176	Hindrer		1/100
Sno2-24	Middels godt egnet, midt i fjellsiden, delvis konkav, ujevn helning	Noe	2731	Hindrer		1/1000
Sno2-25	Middels godt egnet, midt i fjellsiden, konkav, ujevn helning	Noe	843	Hindrer		1/100
Sno2-26	Middels godt egnet, midt i fjellsiden, konkav	Noe	920	Hindrer		1/1000
Sno2-27	Middels godt egnet, midt i fjellsiden, plant	Noe	1175	Hindrer		1/1000
Sno2-28	Middels godt egnet, midt i fjellsiden, konkav	Noe	609	Hindrer		1/1000
Sno2-29	Middels godt egnet, midt i fjellsiden, plant	Noe	557	Reduserer		1/1000
Sno2-30	Middels godt egnet, midt i fjellsiden, plant, ujevn helning	Noe	970	Hindrer		1/1000
Sno2-31	Middels godt egnet, midt i fjellsiden, delvis konkav, ujevn helning	Noe	1048	Hindrer		1/1000
Sno2-32	Middels godt egnet, midt i fjellsiden, konkav, ujevn helning	Noe	1653	Hindrer		1/100
Sno2-33	Lite egnet, midt i fjellsiden, slakt, plant, ujevnt helning	Ingen	1583	Hindrer		1/5000
Sno2-34	Middels godt egnet, midt i fjellsiden, delvis konkav, ujevn helning	Noe	1765	Ingen	1/1000	-
Sno2-35	Middels godt egnet, midt i fjellsiden, delvis konkav, ujevn helning	Noe	2016	Ingen	1/1000	-

Navn	Beskrivelse	Snø-drift	Areal (m ²)	Effekt av skog	Løsnesan-synlighet m/skog	Løsnesan-synlighet u/skog
Sno2-36	Middels godt egnet, midt i fjellsiden, delvis konkav, ujevn helning	Noe	3516	Hindrer		1/1000
Sno2-37	Middels godt egnet, midt i fjellsiden, konkav, jevn helning	Noe	730	Hindrer		1/1000
Sno2-38	Middels godt egnet, midt i fjellsiden, plant, jvn helning	Noe	752	Hindrer		1/1000
Sno2-39	Middels godt egnet, midt i fjellsiden, delvis konkav, jevn helning	Noe	1174	Hindrer		1/1000
Sno2-41	Middels godt egnet, høyt i fjellsiden, delvis konkav, ujevn helning	Noe	1560	Hindrer		1/1000
Sno2-42	Middels godt egnet, midt i fjellside, svakt konveks, jevn helning	Noe	1845	Hindrer		1/1000

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 mye kjent skredhistorikk.

Sammenligning av flybilder og studering av skyggekart tilsier at det har gått en rekke grunne jordskred/utglidninger av humusdekket på jordene i Liagardane. Ikke alle disse er registrert i NVE Atlas, da en del av de ikke har utviklet seg til større skred. Det er først og fremst i perioder med mye avrenning (i smelteperioder eller ved ekstreme nedbørshendelser) at det har gått mange skred i Liagardane. Spesielt i 2013, 2018 og 2023 gikk det mange skred, og også i 1966. Det er også kjent at det finnes flere årstall, blant annet Storofsen i 1789, hvor det gikk mange skred i regionen og dermed trolig også i denne fjellsiden selv om det ikke ligger inne spesifikke registreringer her. I 2013 og 2018 ble skredene utløst i forbindelse med smelteperioder på våren. I 2023 ble skredene utløst i forbindelse med høy markfuktighet og påfølgende ekstremnedbør på sommeren. Historikk tilsier at løsmasseskred i Liagardane kan gå som overgangsprosesser mellom jord- flom- og sørpeskred.

Løснеområder er vist i registreringskart, og i modelleringskart. Metodikk for identifisering av løснеområder med hhv. løsnesannsynlighet større enn 1/100, 1/1000 og 1/5000 er beskrevet i metodekapittel. For alle skredløpene vurderes følgende: *I en situasjon uten skog vil også flere løснеområder bli aktuelle med årlig sannsynlighet større enn 1/1000, og det er høyere sannsynlighet for medrivning. Faresonene uten skog har derfor noe større utbredelse.*

I vest er terrenget ravinert, noe som tyder på hyppige og store hendelser historisk sett. Dette viste seg også gjeldende under «Hans» hvor det i denne vestlige delen ned mot Sando barnehage og Satakroken, gikk skred med relativt lange utløp selv om disse skredene, i likhet med skred med kortere utløp lengre øst, også ble initiert som grunn utglidning av humusdekket. Tegn til tidligere hendelser kan også være utslettet i deler av området da det i dag er dyrka mark i store deler.

Vi har befart enkelte av skogsbilveiene som går langsetter fjellsiden, på tvers av ravinene. Generelt gjelder det at vi vurderer vi at det er betydelig potensiale for at

overflateavrenningen påvirkes av disse veiene ved at vann konsentreres langs veiene. Når konsentrasjon av vann øker langs veiene, kan vann lettere drenere ut av veiene og inn i bratt terreng, i for eksempel lavbrekk. Skogsbilveiene øker dermed sannsynligheten for jord- og flomskred i området. På befaring så vi ferske spor etter overflateavrenning på disse veiene, og overløp inn i bratt terreng ved lavbrekk.

Ovenfor Oppsatavegen 110 (nord for Krosshaug) observerte vi avsetninger fra tidligere jordskred i forbindelse med ravinene ovenfor bebyggelsen. Ut fra sammenligning av flybilder har vi identifisert et historisk jordskred i ravinen med utløp rett vest for Oppsatavegen 110 (ID20). På befaring observerte vi at det nylig var bygget en lav voll/dreneringsgrøft, som så ut til å ha som hensikt å lede vann fra ravinen bort fra Oppsatavegen 110, mot øst (vedlegg A). Dette kan tyde på at det var stor avrenning i denne ravinen under «Hans». Ved dagens vegetasjonsforhold vurderer vi årlig løsnessannsynlighet for jordskred som større enn 1/1000. Jordskred med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 kan ha utløp ned til Oppsatavegen 110. Jordskred med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 kan ha noe lengre utløp, og flere løsneområder blir aktuelle. I en situasjon uten skog vil årlig løsnessannsynlighet øke og bli større enn 1/100, og jordskred kan ha utløp til bebyggelsen.

Øst for Krosshaug, er det flere raver som møtes i samme utløp ned mot Satakroken 234. I disse ravinene gikk det ikke store skred under «Hans», men ett mindre skred og en mindre utglidning løst i øvre del av ravinene. Vi vurderer at det er potensial for større jordskred også i disse ravinene. Årlig løsnessannsynlighet for jordskred med utløp til kartleggingsområdet vurderes som større enn 1/1000. Vurdering av mulig utløp av skred er basert på utløp av skred i nærliggende raver under «Hans», samt beregningsresultater. Vi vurderer at årlig sannsynlighet for skader av betydning forårsaket av jordskred er større enn 1/1000 i ravinene ovenfor Oppsatavegen, og like nedenfor vegen. Vi vurderer at de faste massene kan nå noe lengre enn Oppsatavegen, og at vann og slam kan nå helt ned til Satakroken. Jordskred med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 kan ha noe lengre utløp, og flere løsneområder blir aktuelle. I en situasjon uten produktiv skog vil årlig løsnessannsynlighet øke og bli større enn 1/100, og jordskred kan da ha utløp til bebyggelsen.

Oppsatavegen 132 ligger også i utløpet av noen av de samme ravinene som går ned mot Satakroken 234. Boligen ligger i utløpet av en ravine, med flere løsneområder for jordskred med årlig sannsynlighet større enn 1/1000. Tydelige tegn etter tidligere skredaktivitet, samt ett mindre skred (ID23) i en ravine med utløp til Oppsatavegen 132 gjør at vi vurderer årlig sannsynlighet for jordskred med utløp til kartleggingsområdet som større enn 1/1000. Årlig sannsynlighet for jordskred på Oppsatavegen 132 vurderes som større enn 1/1000. I likhet med beskrivelsen for forrige avsnitt vurderer vi at de faste massene vil stoppe like nedenfor Oppsatavegen. Jordskred med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 kan ha noe lengre utløp, og flere løsneområder blir aktuelle. I en situasjon uten skog vil årlig løsnessannsynlighet øke og bli større enn 1/100, og jordskred kan da ha utløp til bebyggelsen.

Ved Sando barnehage tilsier både historikk og utløpsberegninger at jordskred kan ha utløp forbi Oppsatavegen. Under «Hans» var det for det meste vann og slam som hadde utløp

forbi vegen. Løsnessannsynlighet for nye skred vurderes som større enn 1/100, noe som er større enn for naboravinene. Grunnen til dette er fersk historikk, som tilsier at skred i denne ravinen er mer sannsynlig enn i naboravinene. Det er fortsatt mye løsmasser tilgjengelig, og nye skred i samme løp er sannsynlig. *Vi vurderer at skred med årlig sannsynlighet større enn 1/100 vil kunne ha utløp av faste masser til Oppsatavegen. Basert på beregninger og historikk vurderer vi årlig sannsynlighet for jordskred på barnehagen og ned i deler av ravinen øst og vest som større enn 1/1000. Jordskred med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 kan ha noe lengre utløp, og flere løsneområder blir aktuelle. I en situasjon uten skog vil årlig løsnessannsynlighet øke og bli større enn 1/100, og jordskred kan da ha utløp til bebyggelsen.*

Liagardsvegen 93, 105 (Bottolvshuset) og 115 (Bjørkgarden) ligger alle i utløpet av raviner. Ravinene er ikke like definert som lengre vest, men vi vurderer at det er potensial for jordskred i disse ravinene, og årlig sannsynlighet for jordskred med skadepotensiale vurderes som så vidt større enn 1/1000. Utløpsberegninger viser at skred vil kunne ha utløp til husene. Ved dagens vegetasjonsforhold ligger alle tre bolighus derfor innenfor faresone med årlig sannsynlighet større enn 1/1000. Det er ikke betydelige mengder produktiv skog i løsneområdene og derfor ingen vesentlig økning i skredfaren ved en situasjon uten skog for dette området.

Liagardsvegen 117 (Slette) ligger nedenfor en rygg, som vi vurderer at den vil skjerme bolighuset for skred med årlig sannsynlighet større enn 1/1000. Det er faresoner for skred med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 på bolighuset, og faresoner med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 på andre bygninger på tunet.

I forbindelse med gårdene oppover langs Liagardsvegen (Ragnhildrud, Medgard-gårdene, Midtli, Sørbøen, Kolbjørnsgard, Tormodsgard, Kvelperud, Bjørnstad og Kvamen) har vi definert mange løsneområder ut fra analysen av historiske løsneområder, både for årlig sannsynlighet større enn 1/1000 og større enn 1/5000. *Vi vurderer at skredene flere steder (ved Kolbjørnsgard, Tormodsgard, Sørbøen og Nedre Medgard) vil kunne ha utløp til bygninger på gårdstunene med årlig sannsynlighet større enn 1/1000. Flere gårdstun ligger innenfor faresoner med årlig sannsynlighet større enn 1/5000. Det er imidlertid ingen bolighus på disse gårdene som ligger innenfor faresone med årlig sannsynlighet større enn 1/1000. Det slake og åpne terrenget gjør at vi vurderer at skredmassene i de aller fleste tilfeller vil miste sin energi relativt fort, og at delene av skredene som har skadepotensial for bygninger har liten utbredelse. Enkelte bygninger (antatte S1-bygg) ligger innenfor faresone med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 der bygningene ligger tett på løsneområder.*

I øvre del (Kleivstølen, Øygard, Slåtto, Løyte) er det løsneområder for jordskred på jordene nedenfor Liagardsvegen. Løsneområdene er tegnet med bakgrunn i analysen av historiske løsneområder. Vi har avviket noe fra analysen ved tegning av faresone. Faresonene har utbredelse noe høyere i terrenget enn tegnede løsneområder og analysen skulle tilsa. Dette er på grunnlag av at analysen ikke har plukket ut toppen av løsneområdene for noen av hendelsene som gikk under «Hans». Det er også tegn til tidligere utglidninger i skyggekart. /

dette område er det faresoner for jordskred med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 og 1/5000. Faresonene med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 berører ikke bebyggelse. I en situasjon uten skog blir to løснеområder ved Liagardsvegen 519 aktuelle med årlig løsnesannsynlighet større enn 1/1000, og det er derfor fastsatt to områder med faresoner for jordskred med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 i dette området. Uten skog blir også flere løснеområder aktuelle, og faresonene har derfor større utbredelse.

5.2.5 Flomskred

Vi vurderer at løsmasseskred i kartleggingsområdet 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.

5.2.6 Sørpeskred

Det er to sørpeskredprosesser som er mulig i området. Sørpeskred i eksisterende elve- eller bekkeløp og sørpeskred i åpne skråninger, f.eks. på dyrka mark. Sørpeskred er kjent for å kunne løsne i terreng ned mot 5 grader. Det er historikk for sørpeskred på dyrka mark i området, men ikke historikk for skred som har ført til skader av betydning. Kombinasjonen av at disse skredene faktisk forekommer, og at de har skadepotensiale, gjør at vi vurderer årlig sannsynlighet for skader fra denne type skredhendelser som mindre enn 1/100. Vi vurderer videre at områdene med dyrka mark hvor sørpeskred potensielt kan løsne har stor utbredelse og at det derfor ikke er grunnlag for at sannsynligheten for skader av betydning er større enn 1/1000 per tomtebredde noe spesielt sted i området. Sørpeskred kan likevel ikke utelukkes på områdene med dyrka mark. Vi vurderer årlig sannsynlighet for sørpeskred i store deler av området som enn 1/5000. *Det er faresoner for sørpeskred med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 for store deler av områdene med dyrka mark. Det er vanskelig å vurdere akkurat hvor de kan forekomme, og faresonene gjenspeiler stor usikkerhet. Faresonene er like i en situasjon med og uten skog da det ikke er skog i området.*

Vi har identifisert to mulige sørpeskredløp i eksisterende bekker som drenerer myrer i øvre del av påvirkningsområdet, hvor vi vurderer at sørpeskred kan være mulig (Tabell 19). Både nedbørfeltet og selve løснеområdet ligger under tregrensa. Utløsning av sørpeskred under tregrensa er sjeldent (NVE, 2021c). Skogen i nedbørfeltet er gunstig for å bremse overflateavrenning, skogen i løśnieområdet vil bidra til å hindre utløsning og skog i skredløpet vil begrense medrivning. Årlig løsnesannsynlighet for løśnieområdet ovenfor Sørbøen vurderes som mindre enn 1/5000 ved dagens vegetasjonsforhold, men større enn 1/5000 dersom all produktiv skog forsvinner. Årlig løsnesannsynlighet for løøgneområdet ovenfor Øygard vurderes som mindre enn 1/1000, men større enn 1/5000 ved dagens vegetasjonsforhold. Dersom skogen forsvinner vil løsnesannsynligheten øke, og bli større enn 1/1000.

Under dagens vegetasjonsforhold er det faresoner for sørpeskred med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 i forbindelse med det identifiserte løøgneområdet for sørpeskred ovenfor Øygard. Faresonen har utbredelse over Øygard, deler av Slåtto, deler av Krosshaug og Satakroken 234. Dersom skogen forsvinner, vil faresonen få større utbredelse og

løsneområdet ved Sørbøen også bli aktuelt. Faresonen fra dette løsneområdet har utbredelse over deler av gården Sørbøen og like øst for gården Bjørnstad.

Ravinene i midtre/vestlige del vurderes ikke som reelle løsneområder for sørpeskred da de er for bratte til at vann hopes opp i snødekket og utløses som sørpeskred, men sørpeskred som løsner lengre opp kan ha utløp i ravinene.

Tabell 19: Løsneområder for sørpeskred

Navn	Beskrivelse	Areal (m ²)	Løsnestannsynlighet med skog	Løsnestannsynlighet uten skog
Sorpe2-01	Løsneområdet ligger ovenfor Øygaard, i et bekkeløp. Løsneområdet er tegnet i overgang fra slakt til brattere terreng.	2115	1/5000	1/1000
Sorpe2-02	Bekkeløp ovenfor Sørbøen som drenerer vanningsdam. Løsneområdet er tegnet i overgang fra slakt til brattere terreng.	1545	-	1/5000

5.2.7 Andre faremomenter

Vann/slam i ytre utløp av jord-, flom- og sørpeskred kan nå lengre enn faresonene.

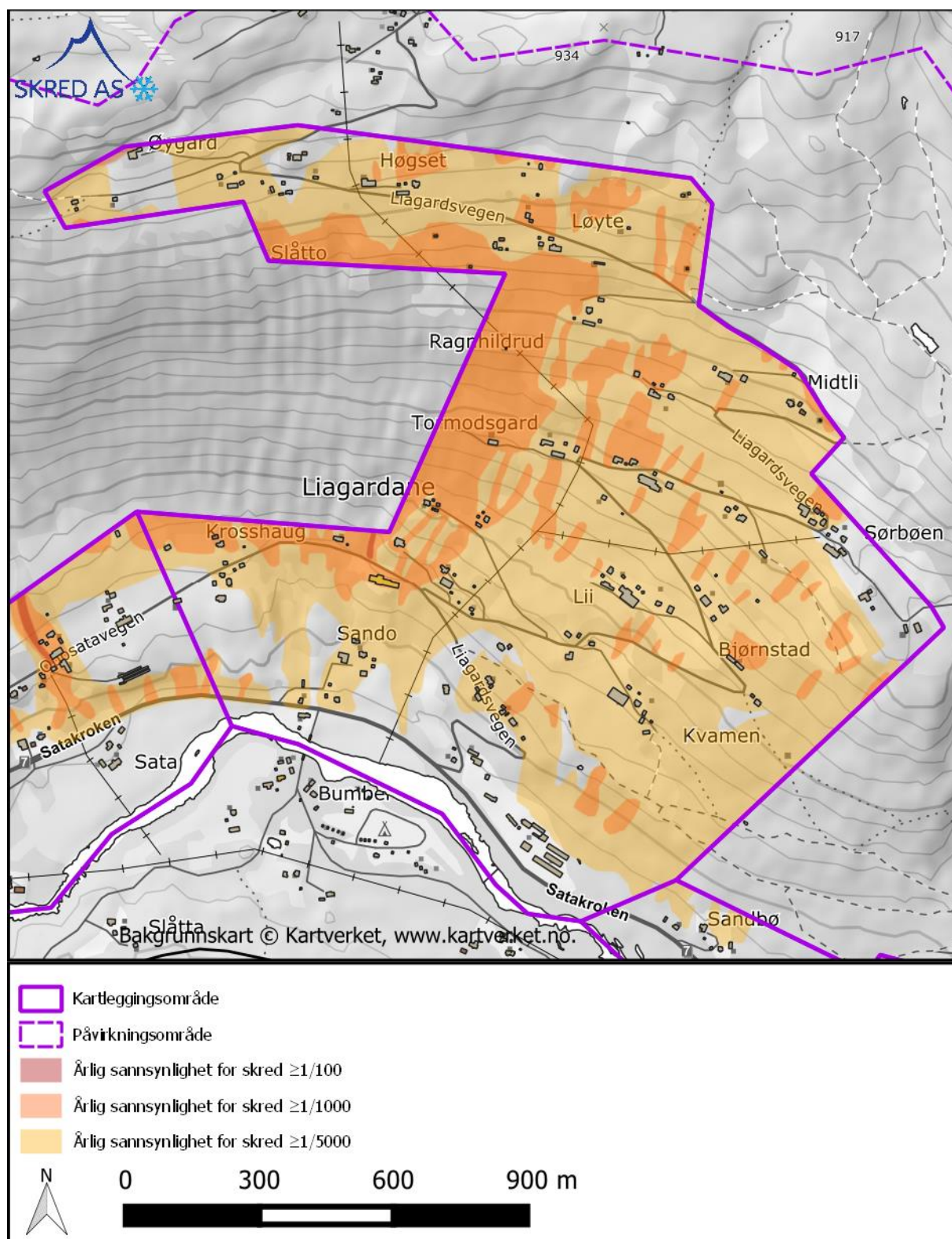
5.3 Samlede faresoner

5.3.1 Med skog

Ved dagens skogforhold vurderer vi at det er fare for jordskred med årlig sannsynlighet større enn 1/100 langs to skredløp hvor det gikk skred under «Hans». Faresonene for årlig sannsynlighet større enn 1/1000 og 1/5000 har betydelig større utbredelse. Det er også faresoner for sørpeskred i store deler av kartleggingsområdet (Figur 17).

Tabell 20: Antall bygg i ulike sikkerhetsklasser som ligger innenfor faresonene i området.

Årlig sannsynlighet for skred	S2	S3
≥1/100	0	0
≥1/1000	7	1
≥1/5000	-	1



Figur 23: Faresonekart med dagens skogforhold for kartleggingsområde 2 – Liagardane. 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 løsesannsynligheten for snøskred øker, og overstiger 1/100. Det er faresoner for snøskred med årlig sannsynlighet større enn 1/100 mellom Oppsatavegen 132 og 110. Beregninger viser at mange av løsneområdene med årlig sannsynlighet større enn 1/100 har potensial for snøskred med utløp inn i kartleggingsområdet. Da vi også vurderer at faresonene for løsmasseskred får større utbredelse i en situasjon uten skog, vil løsmasseskred stort sett fortsatt være dimensjonerende skredtype.

5.3.3 Avvik fra tidligere skredfareutredninger

Skred AS har tidligere utredet skredfare for flere enkelttomter i kartleggingsområdet. Disse er beskrevet i avsnitt 5.1.7. De tidligere fastsatte faresonene for årlig sannsynlighet 1/1000 avviker fra faresonene fastsatt i denne rapporten. Vurderinger av løsneområder og sannsynlighet avviker imidlertid ikke. Årsaken til avviket i faresoner er nye føringer fra NVE. Etter at de tidligere utredningene ble utført har det kommet nye føringer fra NVE om hvordan faresoner skal fastsettes, og det har blitt fokus på at det kun skal fastsettes faresoner der det er skadepotensial fra skred. De tidligere faresonene inkluderte utbredelse av vann og slam i ytterkant av skredene. I denne utredningen er faresonene fastsatt der vi forventer at faste masser vil stoppe. Faresonene fastsatt i de tidligere utredningene har derfor større utbredelse, selv om de forventede skredene er omtrent de samme.

5.3.4 Stedspesifikk usikkerhet

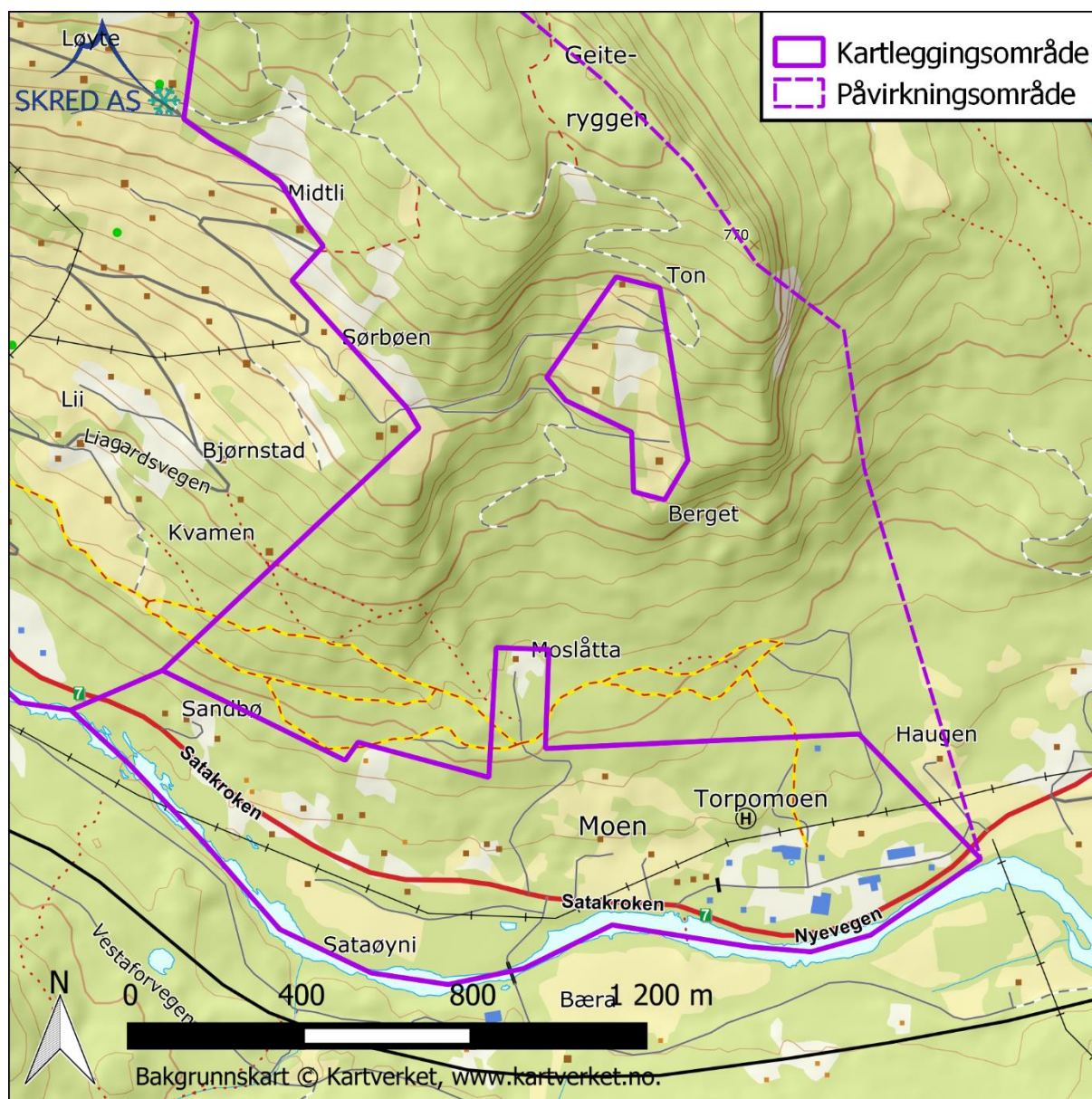
Dyrking av mark og bebyggelse kan ha fjernet tegn til tidligere skred. Det er knyttet stor usikkerhet til faresonene uten skog dimensjonert av snøskred da vi ikke har historikk og faresonene i stor grad er tegnet etter beregninger. Det er også stor usikkerhet til utbredelsen av faresonene for sørpeskred.

6 Område 3 – Torpomoen

6.1 Områdebeskrivelse

Kartleggingsområdet består av to deler. Nedre del strekker seg fra Sandbø i øst til Skomakarmoen i vest, avgrenset av Hallingdalselva i sør og bebyggelsen i nord. Øvre del består av bebyggelsen ved Ton og Berget. Kartleggingsområdet omfatter ca. 2 km fjellside. Figur 24 viser beliggenheten til kartleggingsområdet. Figur 25 viser bilde av kartleggingsområdet og omkringliggende terreng.

Området ved Nedre Moen er dekket av aktsomhetssoner for jord- og flomskred (NVE, 2024b). Øvre del av kartleggingsområdet, ved Midtslåtta, er dekket av aktsomhetssone for snøskred uten skogeffekt (NAKSIN). Med skogeffekt er kun ett mindre område dekket av aktsomhetssone for snøskred fra en lokal skrent (NAKSIN).



Figur 24: Oversiktskart over kartleggingsområde 3 – Ton-Torpomoen.



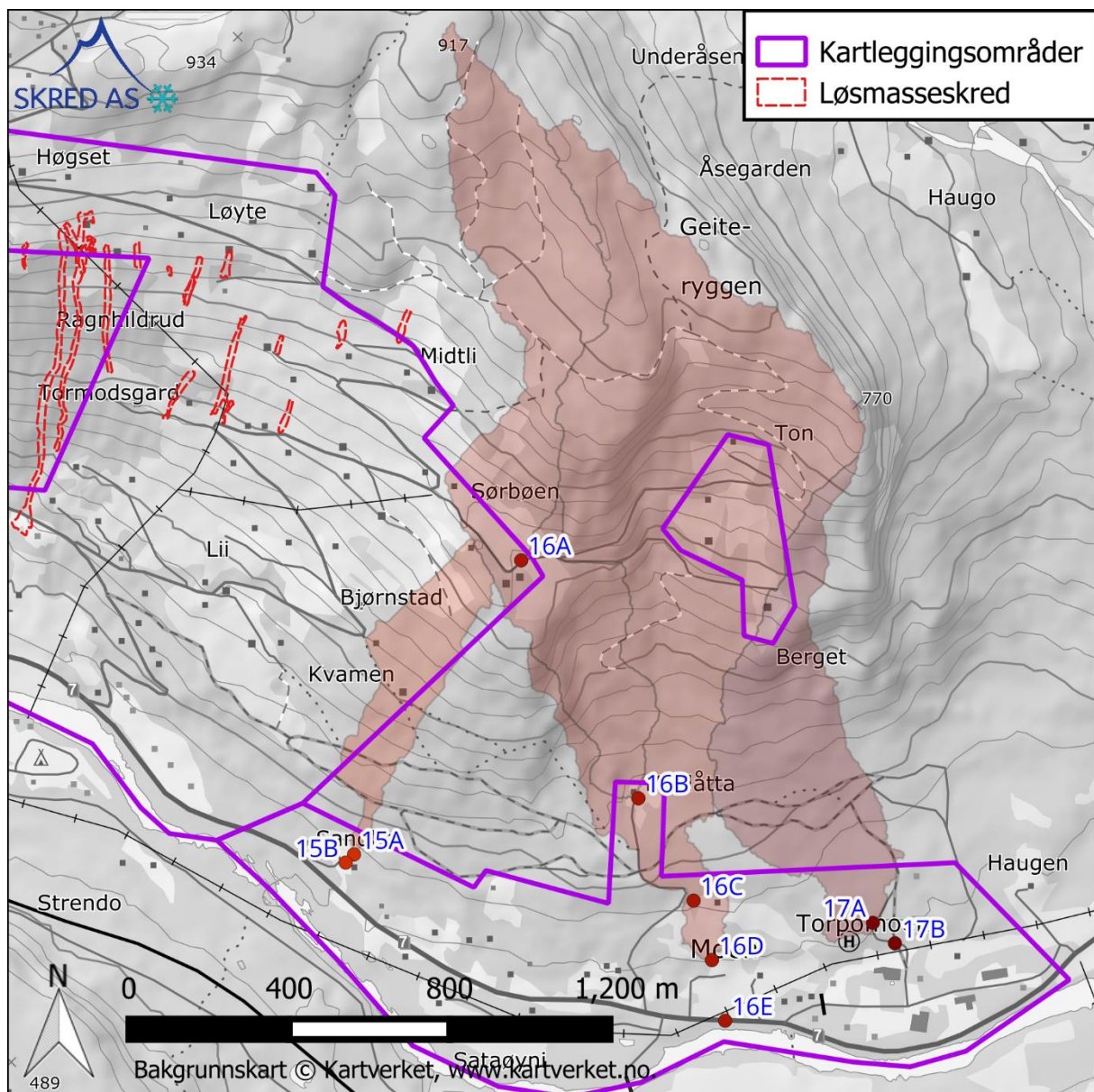
Figur 25: Oversiktsbilde satt sammen fra flere dronebilder av Torpomoen og Ton, sett mot NV. Bildet er satt sammen fra flere bilder og proporsjonene i bildet er stedvis noe forvrengt. Kartleggingsområdet er antydnet med lilla omriss.

6.1.1 Topografi

Terrenget i sørlige del av området (Sataøyne og Torpomoen) er tilnærmet flatt. Nord for dette blir dalsiden gradvis brattere. Terrenget nedenfor ca. 450 moh. er generelt slakere enn 20 grader, med enkelte skrenter (høydeforskjell 5-10 meter) brattere enn 27 grader. Ovenfor 450 moh. blir terrenget brattere, og det er flere skråninger med høydeforskjell 60-70 meter brattere enn 27 grader. Enkelte av disse skråningene består av skrenter brattere enn 45 grader i øvre del. 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. Påvirkningsområdet strekker seg opp til Geiteryggen (ca. 810 moh.).

6.1.2 Drenering

Avrenningsanalysen tilsier at overflateavrenningen vil konsentreres mot Nedre Moen. En flomvei kommer også ned fra Geiteryggen, gjennom Nedre Ton og deretter ned mot kartleggingsområdet. Figur 26 viser estimerte nedbørfelt for fjellsiden.



Figur 26: Estimerte nedbørfelt for fjellsiden. Figuren er hentet fra rapport 23521-02-1, som vurderer kritiske punkter i det samme området som denne rapporten omfatter.

6.1.3 Geologi

Ifølge NGUs berggrunnskart tilgjengelig i målestokk 1:50 000 (NGU, 2024a), består berggrunnen i påvirknings- og kartleggingsområdet av øyegneis. På befaring observerte vi at skrentene vest for Ton hadde flere delvis avløste blokker, hvor et nær-horisontalt sprekkesett gjør at flere blokker mangler fot.

Ifølge NGUs løsmassekart tilgjengelig i målestokk 1:250 000 (NGU, 2024c) består løsmassene i området av morenemateriale med avtakende mektighet oppover i fjellsiden og elve- og bekkeavsetninger langs Hallingdalselva. På befaring observerte vi grov morene i nedre del av fjellsiden, og morene med mindre blokkinnhold i øvre del.

6.1.4 Flyfoto og skråfoto

Det finnes serier med flyfoto for området fra 1963, 1964, 1991, 2006, 2009, 2011, 2013, 2016, 2019, 2020 og 2023 (Statens vegvesen et al., 2024). Sammenligning av flyfotoene viser følgende:

- Det ble anlagt skogbilveger parallelt med fjellsiden delvis i kartleggingsområdet, og delvis i påvirkningsområdet mellom 1964 og 1991.
- Sammenligning av bildene fra 1991 og nyere viser at det har pågått flatehogst i store deler av påvirkningsområdet.

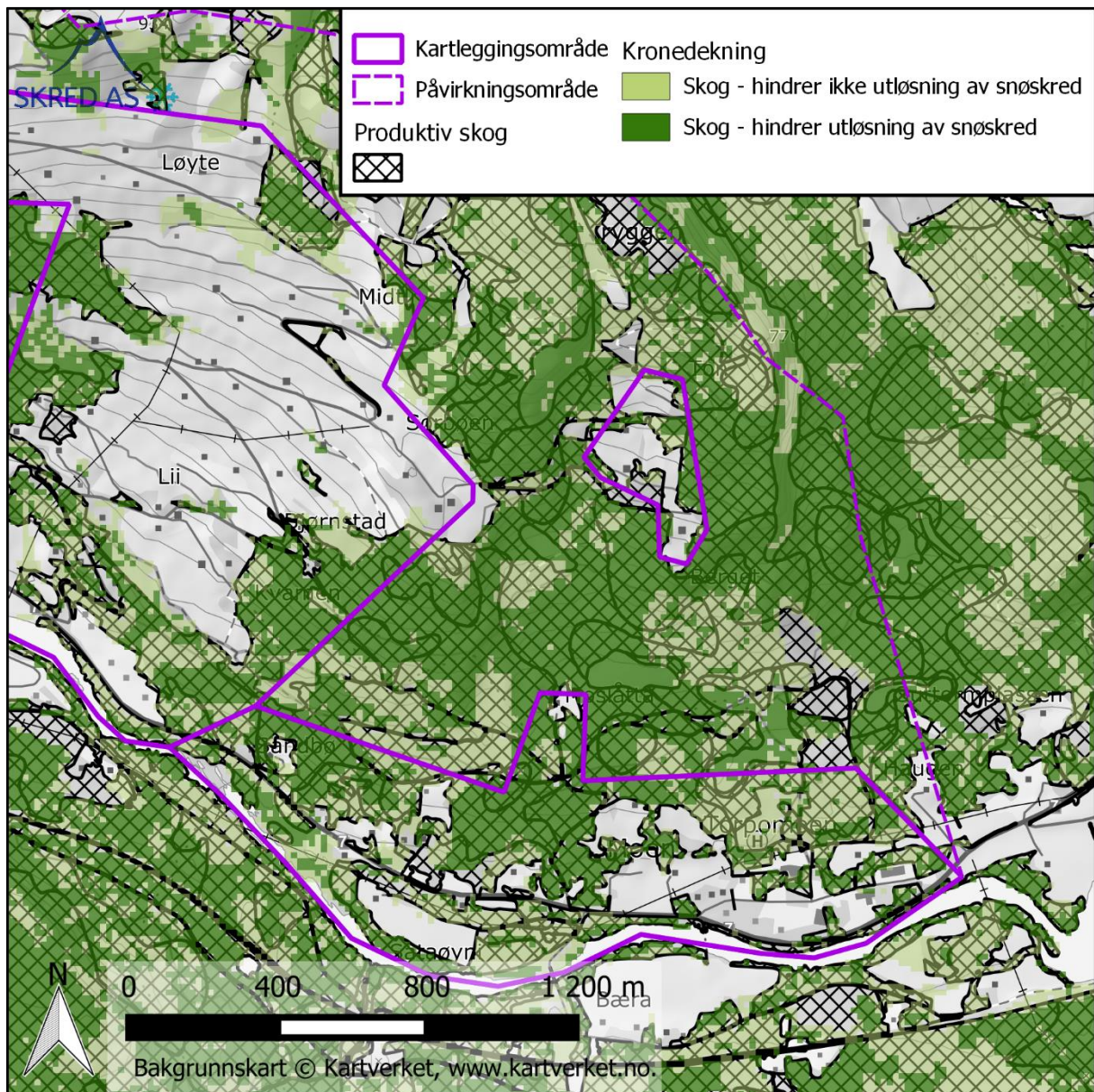
Ellers har vi ikke gjort observasjoner relevant for skredfarevurderingen ved sammenligning av bildene.

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

6.1.5 Skog

Ifølge NIBIOs datasett SR16 Beta (NIBIO, 2024) består skogen i nedre del av kartleggingsområdet av blandingsskog. Størsteparten av fjellsiden har furu som dominerende treslag, med noe gran i øvre del området. På befaring observerte vi i stor grad gran og furu, med innslag av løvtrær i fjellsiden.

Basert på beregninger fra SR16 (NIBIO, 2024) og vurderinger i felt, er skogen tett nok til å forhindre og redusere utløsning av snøskred i de alle løснеområdene for snøskred.



Figur 27: Kart over skog med kronedekning tett nok til å forhindre eller redusere utløsning av snøskred (SR16).

6.1.6 Historiske skredhendelser

Det er ingen registrerte skredhendelser i kartleggings- eller påvirkningsområdet på NVE Atlas (NVE, 2024b). Vi er heller ikke kjent med at det foreligger skredhistorikk fra andre kilder som lokale personer eller synlige spor i flyfoto.

6.1.7 Tidligere skredfareutredninger

Vi er ikke kjent med at det foreligger tidligere skredfareutredninger i området..

6.1.8 Eksisterende sikringstiltak

Det er ikke registrert sikringstiltak i NVE Atlas (NVE, 2024b). Vi har heller ikke observert sikringstiltak på befaring.

6.2 Vurdering av skredfare

6.2.1 Steinsprang

Det er bergskrenter brattere enn 45 grader i påvirkningsområdet, og dermed potensielle løснеområder for steinsprang.

Øvre del av kartleggingsområdet

Løsnesannsynlighet vurderes som større enn 1/100 for skrentene vest for Ton. Skrentene er oppsprukket, flere delvis avløste blokker mangler fot, og det er ur nedenfor skrentene. Beregningsresultater fra Rockyfor3D viser at steinsprang ved Ton kan ha utløp til kartleggingsområdets vestlige del i en forsenkning. Modellen overdriver utløp i forsenkninger og vi vurderer ikke dette som reelt. Basert på observerte avsetninger og beregningsresultater vurderes utløpssannsynligheten til kartleggingsområdet som mindre enn 1/5000.

Nedre del av kartleggingsområdet

Det er kun like ovenfor Moslåtta at det er en bergskrent som kan være potensielt løснеområde for steinsprang med utløp til kartleggingsområdet. Skrentene ellers i påvirkningsområdet ligger for langt unna kartleggingsområdet til at steinsprang vil kunne ha utløp til kartleggingsområdet. Skrenten ved Moslåtta har liten høydeforskjell (ca. 5 m) og terrenget nedenfor skrenten er slakt. Vi vurderer at steinsprang fra denne skrenten ikke vil kunne påføre skader av betydning i kartleggingsområdet. Det er svært blokkrikt i terrenget over nedre del av kartleggingsområdet, men dette tolkes å være morenemasser.

Skog har ingen effekt på skredfaren.

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

6.2.2 Steinskred

Det er bratte bergskrenter med betydelig egenhøyde (opp mot 40 meter) i påvirkningsområdet. InSAR-data viser ikke bevegelse i fjellsiden, men det er få datapunkter og vi har derfor ikke ilagt dette stor vekt.

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

Deler av fjellsiden har terrenghelning gunstig for utløsning av snøskred. Områdene med terrenghelning gunstig for utløsning av snøskred er imidlertid dekket av produktiv skog som vi vurderer tett nok for å forhindre utløsning av snøskred. Løsnesannsynlighet for snøskred under dagens forhold vurderes som mindre enn 1/5000 for alle løснеområder

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

Dersom skogen forsvinner vil det oppstå løснеområder for snøskred med årlig sannsynlighet større enn 1/100. Løснеområdene er beskrevet i Tabell 21.

Dynamisk modellering av utløp ved hjelp av RAMMS::Avalanche viser at skred fra løśnieområde sno3-04 kan nå inn i kartleggingsområdet ved Moslåtta. Vi vurderer løsnesannsynligheten til løøgneområdet sno 3-04 som større enn 1/5000, men mindre enn 1/1000. Som resultat av dette er det faresone for snøskred med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 ned mot Moslåtta.

I en situasjon uten skog vurderer vi at den årlige sannsynligheten for snøskred i kartleggingsområdet er større enn 1/5000 ved Moslåtta.

Tabell 21: Løøgneområder for snøskred. Alle løøgneområdene har produktiv skog og er derfor markert med grønt.

Navn	Beskrivelse	Snø-drift	Areal (m ²)	Effekt av skog	Løøgneannsynlighet m/skog	Løøgneannsynlighet u/skog
Sno3-01	Lite egnet, langt nede i fjellside, slakt, plant	Ingen	1588	Hindrer		1/5000
Sno3-02	Lite egnet, langt ned i fjellside, svakt konkav, ujevnt helning	Ingen	1827	Hindrer		1/5000
Sno3-03	Middels godt egnet, midt i fjellside, konkav formasjon	Mye	987	Hindrer		1/100
Sno3-04	Lite egnet, midt i fjellside, ujevnt hekning	Ingen	3952	Hindrer		1/5000
Sno3-05	Middels godt egnet, midt i fjellside, svakt konkav formasjon, slakt	Noe	1473	Hindrer		1/1000
Sno3-06	Lite egnet, lavt i fjellside, jevn helning, men ujevnt terreng	Ingen	1661	Hindrer		1/5000
Sno3-07	Middels godt egnet, midt i fjellside, konkav formasjon, ujevnt helning	Noe	4504	Hindrer		1/1000
Sno3-08	Middels godt egnet, plant, jevn helning	Noe	2744	Hindrer		1/1000

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. Det er likevel en del punkter som slår ut som mulige løøgneområder ut fra løøgneområde-analysen. Deler av påvirkningsområdet er nylig hogd.

Løsneområder er vist i registreringskart, og i modelleringskart. Metodikk for identifisering av løsneområder med hhv. løsnesannsynlighet større enn 1/100, 1/1000 og 1/5000 er beskrevet i metodekapittel.

Ved øvre Ton har løsneområde-analysen plukket ut en del punkter som mulige løsneområder (med årlig sannsynlighet større enn både 1/1000 og 1/5000). Vi er imidlertid verken kjent med at det tidligere har gått jordskred her eller ser tydelige tegn til tidligere skred i terrenget og vurderer derfor løsnesannsynligheten som så vidt større enn 1/1000. Vi vurderer at skred vil være relativt små basert på høydeforskjellene i området. Jordskred vil kunne ha utløp ned til bygningene på gårdstunet, men ikke kunne gjøre skade disse. Vi vurderer årlig sannsynlighet for jordskred som større enn 1/1000, men ingen av bygningene ligger innenfor faresonen. Skred med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 kan ha noe lengre utløp og flere løsneområder blir aktuelle. Flere av bygningene ligger av den grunn innenfor faresone med årlig sannsynlighet større enn 1/5000. Selv om SR-16 data tilsier at det er noe skog i løsneområdene er det i virkeligheten kun noen få trær og faresonene vil derfor være like også i en situasjon uten skog.

Ved nedre Ton og Berget finnes det også noen løsneområder med årlig sannsynlighet større enn 1/1000. Vi vurderer at skred fra disse løsneområdene heller ikke vil påvirke bebyggelse, men vi vurderer at det er faresoner i nedre del av området, både for årlig sannsynlighet større enn 1/1000 og større enn 1/5000. Det er ikke skog i løsneområdene, og faresonene er derfor like både med og uten skog.

Ved Moslåtta observerte vi tegn til avrenning ned mot bebyggelsen i ulike søkk, men ingen tegn til skred. Terrenget har noen ravinerte formasjoner. Deler av skogen er nylig flatehogd, spesielt slakere deler av terrenget. I de brattere delene ovenfor Moslåtta er det i stor grad fortsatt tett skog. Det er også grov morene (vedlegg A). Det er geomorfologiske tegn til erosjon, og at vann har laget kanaler i løsmassene. Vi tolker ikke disse erosjonsformene som tegn til tidligere skred, men på grunnlag av at det er løsmasser og avrenning i skråningen kan jordskred ikke utelukkes. Årlig løsnesannsynlighet vurderes som større enn 1/5000, men vi vurderer at utløpssannsynligheten er lavere enn 1/5000. Årlig sannsynlighet for at jordskred når ned til Moslåtta vurderes som mindre enn 1/5000, både i en situasjon med og uten skog.

Ellers i området Torpomoen: Vi vurderer at det ikke finnes løsneområder for jordskred som kan ha utløp til kartleggingsområdet fra påvirkningsområdet da nedre del av påvirkningsområdet er nærmest flatt. Det finnes imidlertid skråninger i kartleggingsområdet. Disse har lav egenhøyde og tett skog, og kombinert sannsynlighet for at skred løsner og at de fører til skader av betydning vurderes som mindre enn 1/1000. Årlig sannsynlighet for jordskred fra disse skråningene i kartleggingsområdet vurderes som større enn 1/5000, både i en situasjon med og uten skog. Det er faresoner i forbindelse med enkelte skråninger i kartleggingsområdet både for en situasjon med og uten skog. Faresonene har noe større utbredelse i en situasjon uten skog. Ingen bygninger ligger innenfor faresoner for skred i denne delen av området.

6.2.5 Flomskred

Vi vurderer at løsmasseskred i kartleggingsområdet 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.

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

6.2.6 Sørpeskred

Det er to sørpeskredprosesser som er mulig i området. Sørpeskred i eksisterende elve- eller bekkeløp og sørpeskred i åpne skrånninger på dyrka mark. Sørpeskred på dyrka mark har forekommet i delområdet Liagardane. Vi vurderer at både terreng og avrenning er ulikt fra delområdet Torpomoen og at denne historikken derfor ikke nødvendigvis betyr at sørpeskred på dyrka mark er aktuelt i dette delområdet. Sørpeskred er sjeldne hendelser, selv der de forekommer oftest (NVE, 2024a). Årlig sannsynlighet for sørpeskred på dyrka mark vurderes som mindre enn 1/5000.

Vi har identifisert to mulige sørpeskredløp i eksisterende forsenkninger/drensløp, som beskrevet i Tabell 22. Både nedbørfeltet og selve løsneområdene ligger under tregrensa. Utløsning av sørpeskred under tregrensa er sjeldent (NVE, 2021c). Skogen i nedbørfeltet er gunstig for å bremse overflateavrenning, skogen i løsneområdet vil bidra til å forhindre utløsning og skogen i skredbanen vil begrense medrivning. Årlig løsnesannsynlighet vurderes som mindre enn 1/5000, ved dagens vegetasjonsforhold. Dersom skogen forsvinner vil løsnesannsynligheten øke, og bli større enn 1/5000.

Under dagens vegetasjonsforhold er det faresoner for sørpeskred med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 i forbindelse med det identifiserte løsneområdet for sørpeskred ovenfor Ton (Sorpe3-01). Faresonen har utbredelse i deler av kartleggingsområdet ved Øvre og Nedre Ton. Dersom skogen forsvinner, vil faresonen få større utbredelse og løsneområdet ved Sørbøen (sorpe2-02) også bli aktuelt. Dersom sørpeskred løsner her, vurderer vi at det vil kunne ha utløp ned til Moslåtta.

Tabell 22: Løsneområder for sørpeskred

Navn	Beskrivelse	Areal (m ²)	Løsnesannsynlighet med skog	Løsnesannsynlighet uten skog
Sorpe3-01	Løsneområdet ligger ovenfor Ton, ved Geitetyggen, i et bekkeløp. Løsneområdet er tegnet i overgang fra slakt til brattere terreng.	1223	1/5000	1/1000
Sorpe2-02	Bekkeløp ovenfor Sørbøen som drenerer vanningsdam. Løsneområdet er tegnet i overgang fra slakt til brattere terreng.	1545	-	1/5000

6.2.7 Andre faremomenter

Vann/slam i ytre utløp av jord-, flom- og sørpeskred kan nå lengre enn faresonene.

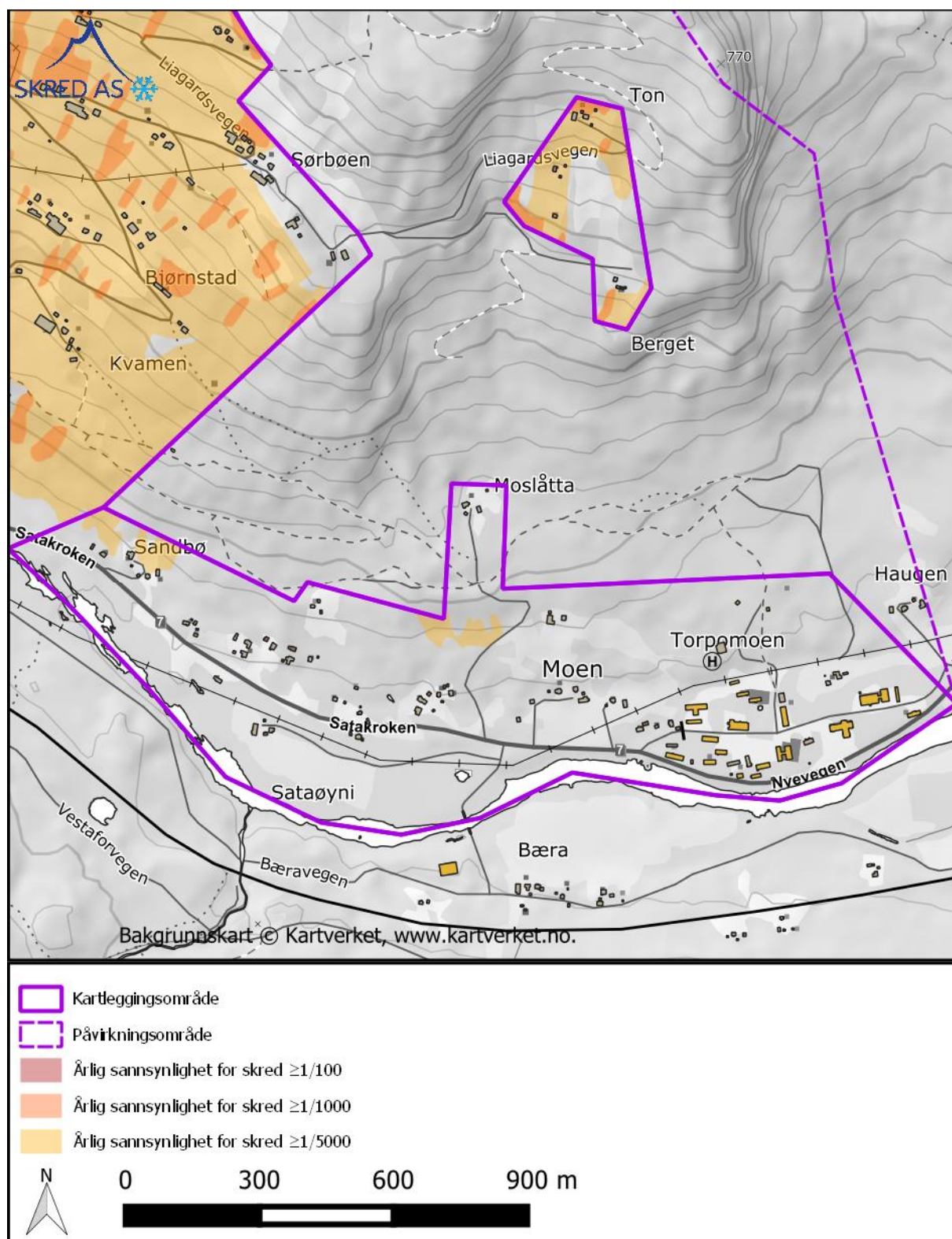
6.3 Samlede faresoner

6.3.1 Med skog

Ved dagens skogforhold vurderer vi at det er fare for jordskred i deler av kartleggingsområdet (Figur 17). Ved Ton, Nedre Ton og Berget er det faresone for jordskred med årlig sannsynlighet større enn 1/1000. Faresonene for 1/5000 for de samme områdene har noe større utbredelse. I nedre del av kartleggingsområdet er det faresoner for jordskred med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 i forbindelse med enkelte lave skråninger.

Tabell 23: Antall bygg i ulike sikkerhetsklasser som ligger innenfor faresonene i området.

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



Figur 28: Faresonekart med dagens skogforhold for kartleggingsområde 3 – Torpomoen. 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 løsnesannsynligheten for snøskred og sørpeskred øker. Det er kun snøskred og sørpeskred med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 som vi vurderer at vil kunne ha utløp inn i kartleggingsområdet. Dette gjelder ved Moslåtta.

6.3.3 Avvik fra tidligere skredfareutredninger

Faresonene fastsatt i denne rapporten avviker ikke fra tidligere skredfarevurderinger.

6.3.4 Stedspesifikk usikkerhet

Dyrking av mark og bebyggelse kan ha fjernet tegn til tidligere skred. Det er usikkerhet knyttet til effekten av skog for faren av jordskred.

7 Konklusjon

Utredningen viser at løsmasseskred dimensjonerer store deler av faresonene for årlig sannsynlighet større enn 1/100 og 1/1000 og dermed er den mest aktuelle skredtypen. For årlig sannsynlighet større enn 1/5000 er sørpeskred også i stor grad en aktuell skredtype. Steinsprang kan forekomme i området 1. I en situasjon der skogen forsvinner, vil snøskred bli en mer aktuell skredtype, og faresonene i deler av området vil i en slik situasjon dimensjoneres av snøskred.

Tabell 24: Antall bygg i ulike sikkerhetsklasser som ligger innenfor faresonene totalt sett. Tall i parentes viser antall bygg i faresonene ved fjerning av produktiv skog.

Årlig sannsynlighet for skred	S2	S3
≥1/100	0	
≥1/1000	9	1
≥1/5000	0	1

8 Referanser

- Direktoratet for byggkvalitet, 2024. 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, 2024a. Topografisk Norgeskart [WWW Document]. URL <https://openwms.statkart.no/skwms1/wms.topograaone?service=wms&request=getcapabilities>
- Kartverket, 2024b. Høydedata [WWW Document]. URL <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>
- Magnin, F., Etzelmüller, B., Westermann, S., Isaksen, K., Hilger, P., Hermanns, R.L., 2019. Permafrost distribution in steep rock slopes in Norway: measurements, statistical modelling and implications for geomorphological processes. Earth Surface Dynamics.
- Nasjonalbiblioteket, 2023. 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.
- NGU, 2024a. Berggrunn - Nasjonal berggrunnsdatabase [WWW Document]. URL 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/
- NIBIO, 2024. Kilden [WWW Document]. URL <https://kilden.nibio.no/>
- Norsk Klimaservicesenter, 2024. Klimaprofiler [WWW Document]. URL <https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/om>
- NVE, 2024a. Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng [WWW Document]. URL <https://veileder-skredfareutredning-bratt-terreng.nve.no>
- NVE, 2024b. NVE Atlas [WWW Document]. URL <https://atlas.nve.no/>
- NVE, 2024c. NVE API [WWW Document]. URL api.nve.no
- NVE, 2024d. Rapportdatabase [WWW Document]. URL <https://temakart.nve.no/tema/skredrapport>

NVE, 2024e. NVE AlfaBeta [WWW Document]. URL <https://nve.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=e510e316b4654982a64a5e5c2fcff474>

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

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

NVE, 2021c. 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, 2024. Varsom SeNorge [WWW Document]. URL <https://www.senorge.no/map>

Skred AS, 2024. 23458-01-2 Skredfarekartlegging for Breie, Tune og Skottebøl.

Skred AS, 2022. Rapport nr. 22141: Skredfarevurdering i bratt terreng.

Skred AS, 2021. Rapport nr. 21127-01-1: Skredfarevurdering i bratt terreng.

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

Skred AS, 2020b. Rapport nr. 20387: Skredfarevurdering i bratt terreng.

Skred AS, 2020c. 20168-01-1 Prosjekteringsrapport Sehlsgardane.

Skred AS, 2020d. Rapport nr. 20266: Skredfarevurdering for bolighus og tilbygg.

Skred AS, 2020e. Rapport nr. 20266: Skredfarevurdering for bolighus og tilbygg.

Skred AS, 2017a. Rapport nr. 17080: Skredfarevurdering for planlagt bolighus.

Skred AS, 2017b. Rapport nr. 17080: Skredfarevurdering for planlagt bolighus.

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

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

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

Statens vegvesen, NIBIO, Kartverket, 2024. Norge i bilder [WWW Document]. URL <https://www.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 ¹ , veiledere ² , retningslinjer ³ og fagnormer som gjelder for å utføre skredfareutredninger.	X		Se liste med gjeldende krav og lover nedenfor.
Minst to kvalifiserte fagpersoner blir benyttet i oppdraget, en som utførende og en som sidemannskontrollør. De to påkrevde fagpersonene må ha minst 5 og 3 års netto erfaring med tilsvarende oppdrag, samt relevant utdanning som definert i veilederen. Personell med mindre enn 3 års erfaring kan benyttes i oppdraget i tillegg til de to med påkrevd erfaring.	X		Se tabell med fastansatt faglig personell nedenfor. CV kan tilsendes ved behov.
Foretaket har kunnskap om og tilgang på dynamiske skredmodeller der slike er kommersielt tilgjengelig.	X		
Foretaket har ansvarsforsikring som minst tilsvarer krav i NS 8401/8402 (prosjekterings- og rådgivningsoppdrag).	X		

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

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

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

Kompetansen til våre medarbeidere ses i tabellen under.

Person	Utdanning	Erfaring med tilsvarende oppdrag fra-til	Erfaring med tilsvarende oppdrag år
Kalle Kronholm	<u>Naturgeograf</u> ; Dr. sc. nat., Universitetet i Zürich / SLF-WSL i Davos, Sveits.	2005-2024	19
Hedda Breien	<u>Geolog</u> ; Ph.d. Naturkatastrofer. Institutt for Geofag, Universitetet i Oslo	2008-2024	16
Birgit Katrine Rustad	Geolog; M. Sc. Berggrunnsgeologi. Institutt for geologi, Universitetet i Tromsø	2010-2024	14
Espen Eidsvåg	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Kvartærgeologi 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. Kvartærgeologi 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. Kvartærgeologi og sedimentologi, Universitetet i Tromsø.	2020-2024	4