Rapport

0Oppdragsgiver	Navn Hol kommune	Kontaktperson Ola Toftdahl
Oppdrag	Nummer og navn 24222 Hol, Holsbygda – Skredfarevurdering og mulige sikringstiltak for større område	Oppdragsleder Espen Eidsvåg
Dokument	Nummer 24222-01-2 Utført av Espen Eidsvåg, Hans Georg Grue, Henrik Langeland	Dato 2025-08-28 Kontrollert av Kalle Kronholm, Hallvard Nordbrøden

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
2	2025-08-28	EE	HN	Justert etter uavhengig kvalitetssikring
1	2024-06-28	EE, HGG, HL	KK	Original

Skredfarevurdering for Seim-Tingvollane, Hol kommune

Sammendrag

Skred AS har utført et oppdrag for Hol kommune i forbindelse med skredfareutredning. Oppdraget omfatter kartlegging av området Seim-Tingvollane i Hol kommune. Området ble rammet av en rekke skred under ekstremværet Hans i august 2023.

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 (≥1/100), S2 (≥1/1000) og S3 (≥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 jord- og flomskred under dagens skogforhold. Vi vurderer at den samlede årlige sannsynligheten for skred er større enn 1/1000 for en betydelig del av kartleggingsområdet. Det er jord- og flomskred som vurderes

å være dimensjonerende skredtype for store deler av området ved dagens skogforhold, men steinsprang og sørpeskred er stedvis også dimensjonerende.

For en situasjon uten dagens produktive skog, vurderer vi at skredfare øker betydelig og blir større enn 1/100 for store deler av kartleggingsområdet. I en slik situasjon er fortsatt jord- og flomskred den skredtypen med størst utbredelse. I tillegg er fortsatt steinsprang og sørpeskred aktuelt i deler av kartleggingsområdet, mens snøskred er aktuelt i noen få parti.

2 boliger ligger innenfor soner med årlig sannsynlighet for skred større enn 1/100. 26 boliger ligger innenfor soner med årlig sannsynlighet for skred større enn 1/1000. Disse boligene oppfyller dermed ikke dagens krav om sikkerhet mot skred i TEK 17 §7-3.

Innhold

1 Innledning 7
1.1 Forord 7
1.2 Bakgrunn 7
1.3 Kartlagt område 7
1.4 Krav til sikkerhet mot skred 9
1.5 Tilpassing fra NVEs rapportmal 9
1.6 Forbehold 10

2 Områdebeskrivelse 11
2.1 Topografi 11
2.2 Drenering 12
2.3 Geologi 13
2.4 Flyfoto og skråfoto 14
2.5 Skog 15
2.6 Klima 16
2.7 Historiske skredhendelser 19
2.8 Tidligere skredfareutredninger 24
2.9 Eksisterende skredsikringstiltak 25
2.10 Befaring 26

3 Skredfarevurdering 27
3.1 Steinsprang 27
3.1.1 Løsneområder og løsnesannsynlighet 27
3.1.2 Utløp 27
3.1.3 Vurdering av steinsprangfare 28
3.2 Steinskred 28
3.3 Snøskred 29
3.3.1 Løsneområder og løsnesannsynlighet 29
3.3.2 Utløp 31
3.3.3 Vurdering av snøskredfare 32
3.4 Jordskred og flomskred 32
3.4.1 Løsneområder og løsnesannsynlighet 33
3.4.2 Utløp 36
3.4.3 Vurdering av jord- og flomskredfare 37
3.5 Sørpeskred 38
3.5.1 Løsneområder og løsnesannsynlighet 38
3.5.2 Utløp 38
3.5.3 Vurdering av sørpeskredfare 39
3.6 Samlet skredfare 39
3.7 Skog med betydning for skredfaren 41
3.8 Avvik fra tidligere skredfareutredninger 42
3.9 Stedsspesifikk usikkerhet 43

3.10 Mulighet for å redusere faresonene 43

4 Konklusjon 44

5 Referanseliste 45

Figurer

Figur 1: Oversiktsbilde av skråningen, med kartleggingsområdet inntegnet i lilla. 8
Figur 2: Oversiktskart som viser det kartlagte området, samt påvirkningsområdet mellom Seim og Tingvollane på nordøstsiden av Holsfjorden i Hol kommune. 8
Figur 3: Eksempel på beregning av høydeendring fra 2018 til 2023. Her vises ett av skredene (ID. 7, kap. 2.7) som gikk under ekstremværet Hans. 12
Figur 4: En bergskrent ved Rueberget, øst i øvre del av kartleggingsområdet. 13
Figur 5: En skråning vest i kartleggingsområdet, ovenfor Søndrol, hvor det er relativt grove morenemasser. 14
Figur 6: Kart over skog med kronedekning tett nok til å forhindre eller redusere utløsning av snøskred (SR16). 16
Figur 7: Klimaoversikt for Slettokamben (619 moh.) fra AV-klima. 18
Figur 8: Maksimumsverdier for døgnnedbør (venstre) og returperioder for døgnnedbør beregnet fra griddata for Hol. 19
Figur 9: Skredhendelser som er registrert i området. Skredhendelse 1 gikk i 1935, mens de øvrige gikk under ekstremværet Hans i august 2023. Ortofoto tatt etter Hans i bakgrunnen. 22
Figur 10: Faresoner fra Skred AS sin skredfarekartegging i 2019 for området som skal kartlegges i inneværende rapport. 25
Figur 12: Kart som viser samlet skredfare for kartleggingsområdet. 40
Figur 13: Skog med betydning for skredfaren. Alle arealene med skog som er avmerket har kun effekt mot løsnesannsynligheten. Skredtypene skogen har effekt mot er angitt som tekst. 42

Tabeller

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (Direktoratet for byggkvalitet, 2024). 9
Tabell 2: Ekstremverdier for 3 døgns nysnø fra både AV-klima og egne beregninger. 19
Tabell 3: Utvalgte historiske skredhendelser for området. 19
Tabell 4: Analyse av løsneområdene for historiske skred i området. 23
Tabell 5: Verdier som har gitt overensstemmelse med utløp ved etterregning av skredhendelser i RAMMS::Debris Flow. 24
Tabell 6: Observerte sikringstiltak i kartleggingsområdet. 26
Tabell 7: Inndata benyttet for modelleringer av steinsprang i Rockyfor3D. 28
Tabell 8: Løsneområder for snøskred. 29
Tabell 9: Bruddkanthøyder benyttet i modellering av snøskred. 31
Tabell 10: Løsneområder for jord- og flomskred. *Alle løsneområdene er navngitt som jordskred, men flere av skredene kan enten starte som eller utvikle seg til flomskred. Flere løsneområder har potensiale for begge deler, og vi har ikke differensiert mellom disse. 33
Tabell 11: Løsneområder for sørpeskred. 38

Vedlegg

Vedleggene er organisert for kartleggingsområdet med følgende underinndeling:

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

I tillegg er det følgende generelle vedlegg til rapporten:

- Egenerklæringsskjema kompetanse

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 Hol kommune utført en utredning av skredfare i bratt terreng for området Seim-Tingvollane i Hol kommune. Betydelige deler av kartleggingsområdet ligger innenfor NVEs aktsomhetssoner for snøskred og jord- og flomskred (NVE, 2024b). Det er tidligere utredet for skredfare (Skred AS, 2019b). Det gikk en rekke skred i området under ekstremværet Hans i august 2023, og noen av disse gikk utenfor faresonene fra 2019.

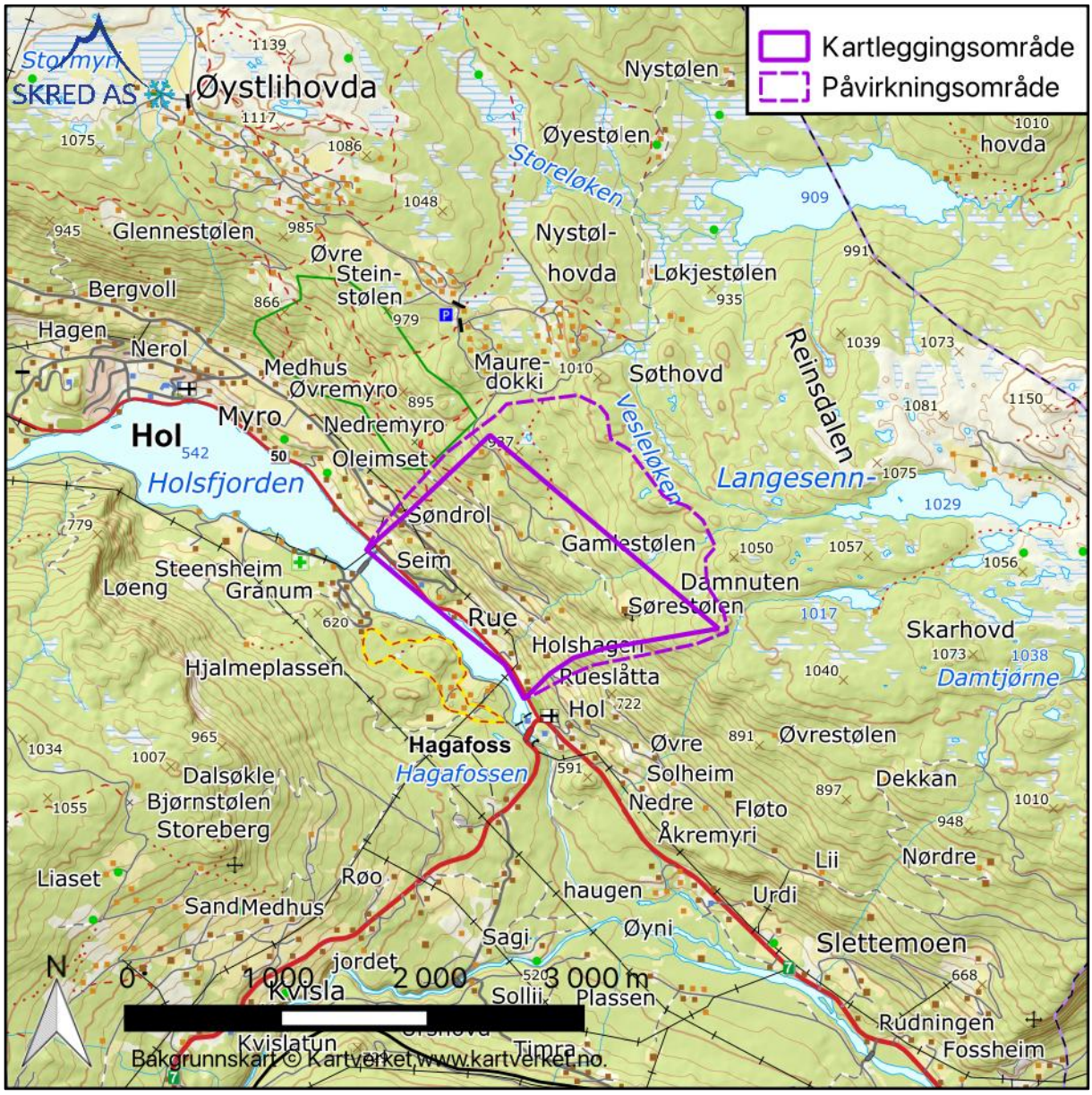
1.3 Kartlagt område

Området som er utredet ligger på nordøstsiden av Holsfjorden, fra Seim i nordvest til Tingvollane i sørøst. Kartleggingsområdet omfatter mesteparten av selve fjellsiden (Figur 1 og Figur 2).

Påvirkningsområdet omfatter arealer som kan gi skred inn i kartleggingsområdet. I enkelte tilfeller kan det skje prosesser også i øvrige deler av nedbørsfeltet som er relevant for skredvurderingen, f.eks. flom eller skred som kan utløse andre skred. Hele nedbørsfeltet er vurdert og hensyntatt i vurderingene. For bedre lesbarhet på kart både i figurer og i vedlegg er imidlertid påvirkningsområdet snevret inn i forhold til nedbørsfeltet, slik at det bare er det arealet som gir skred direkte inn i kartleggingsområdet som er vist som påvirkningsområdet.



Figur 1: Oversiktsbilde av skråningen, med kartleggingsområdet inntegnet i lilla.



Figur 2: Oversiktskart som viser det kartlagte området, samt påvirkningsområdet mellom Seim og Tingvollane på nordøstsiden av Holsfjorden i Hol kommune.

1.4 Krav til sikkerhet mot skred

Byggteknisk forskrift TEK17 § 7-3 (Direktoratet for byggkvalitet, 2024) definerer krav til sikkerhet mot skred for nybygg og tilhørende uteareal. Sannsynligheten i Tabell 1 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.

Oppdraget omfatter kartlegging av faresoner med årlig sannsynlighet større enn både 1/100, 1/1000 og 1/5000.

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (Direktoratet for byggkvalitet, 2024).

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

1.5 Tilpassing fra NVEs rapportmal

Denne rapporten følger NVEs veileder (NVE, 2024a), hentet fra internett den 15.05.2024. Rapporten bygger på rapportmal tilhørende NVEs veileder, men er tilpasset på følgende måter:

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

1.6 Forbehold

Vurderingene er gjort basert på dagens terreng- og vegetasjonsforhold. Ved eventuelle endringer som hogst eller større terrenginngrep kan det være nødvendig med en ny vurdering. Ny informasjon om skredhendelser kan også føre til behov for en ny vurdering. Vurderingen gjelder naturlig utløste skred i bratt terreng, og omfatter ikke stabilitet i menneskeskapte fyllinger, skjæringer el.

Vurderingen som er gjort for terreng uten skog, tar utgangspunkt i at produktiv skog (AR5) er fjernet, men 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.

2 Områdebeskrivelse

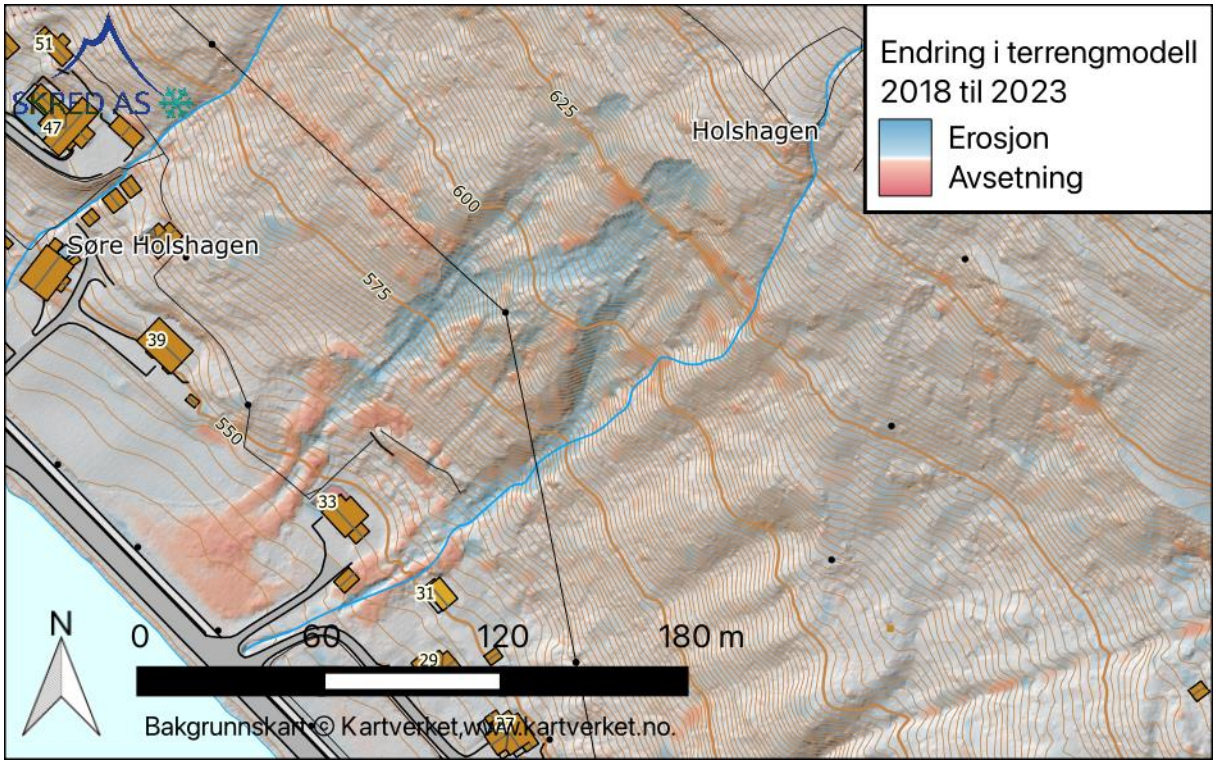
2.1 Topografi

Det er benyttet følgende terrengmodeller fra Høydedata (Kartverket, 2024) i oppdraget:

- NDH Hol-Ål 5pkt 2018, 0,5 m x 0,5 m
- Innlandet-Viken flom-skred 2023, 0,25 m x 0,25 m (scannet sep.-okt. 2023, altså kort tid etter ekstremværet Hans).

Utsnittet for terrengmodellen fra 2023 dekker bare nedre del av kartleggingsområdet. Vi har derfor laget en kombinert terrengmodell hvor 2023-data er benyttet der de finnes, mens 2018-data er benyttet for øvrige deler av området. Den kombinerte terrengmodellen har oppløsning på 0,25 m, men for de delene av modellen hvor data er fra 2018, så er oppløsningen på de underliggende dataene bare 0,5 m. Det er denne kombinerte terrengmodellen som er benyttet til skyggekart, helningskart, avrenningsanalyse og modelleringer. For en del analyser er oppløsningen endret til 1 m, 2 m og 5 m.

Vi har også gjort en beregning av høydeforskjellen fra 2018 og 2023, som dermed viser områder med erosjon og avsetning i denne tidsperioden (Figur 3). Denne viser i hovedsak erosjon og avsetning fra skredene som gikk under ekstremværet Hans i august 2023. I tillegg vises noen endringer som kommer fra graving/utfylling langs veier og andre menneskelige terrenginngrep. Forskjell i prosessering av skogen i de to datasettene antas også å gi noen utslag enkelte steder, men disse representerer trolig ikke reelle terrengendringer.



Figur 3: Eksempel på beregning av høydeendring fra 2018 til 2023. Her vises ett av skredene (ID. 7, kap. 2.7) som gikk under ekstremværet Hans.

Kart med terrenghelning er vist i vedlegg B. Som en del av terrenganalysene er det også utarbeidet skyggekart fra terrengmodellene, som vist i vedlegg C. Skyggekartet gjengir terrengoverflaten uten vegetasjon og bygninger, og brukes for å avdekke morfologiske elementer som ellers er vanskelige å observere, f.eks. grunnet tett skog.

Terrenget i området strekker seg fra Holsfjorden (542 moh.) og opp til 900-1000 moh. Fra ca. 600 moh. til 800 moh. er terrenget for det meste brattere enn 25-30°, men for det meste slakere enn 45° med unntak av noen lokale skrenter. Over dette er terrenget for det meste slakere enn 20-25°.

2.2 Drenering

Det er utført en avrenningsanalyse basert på nevnte terrengmodell som viser overflateavrenningen (Multi-Flow Direction) for områdene. Analysen påvirkes av veier og andre menneskeskapte terrenginngrep, der disse fanges opp av laser-skanningen og terrengmodellen. Analysen tar ikke hensyn til stikkrenner, broer, løsmasser etc. Avrenningsanalysen er vist i helningskartet i vedlegg B.

Det er tre bekker i området som er avmerket på topografiske kart som drenerer ned rett sør for henholdsvis Holsfjordvegen 55, 43 og 33. Nevnte avrenningsanalyse viser i tillegg en rekke andre raviner, bekkeløp og vannsig hvor det ved økt nedbør og avrenning kan komme mye vann i terrenget. I tillegg viser erfaringer fra ekstremværet Hans at vann mange steder kan følge veier og stier.

2.3 Geologi

NGUs berggrunnskart i målestokk 1:50 000 (NGU, 2024a) viser at berggrunnen i området for det meste består av ryolitt. Et parti lengst vest ved Seim består av gabbro, mens det også er et bånd med granitt rett over bebyggelsen langs Holsfjordvegen.

Det er kun et begrenset antall steder at berget er eksponert i overflaten. Observasjoner av berget fra befaring (Figur 4) viser at berget er moderat oppsprukket langs flere sprekkesett:

- Sprekkesett som er tilnærmet horisontalt
- Sprekkesett med fall ca. 45-70° omtrent mot sør-sørvest
- Sprekkesett med fall ca. 40-80° omtrent mot vest-nordvest

Til sammen gjør disse sprekkesettene at det er en del oppsprukkede partier i de observerte bergskrentene, for det meste mindre enn ca. 0,5 m^3, men stedvis opp mot ca. 10 m^3. Orienteringen på sprekkesettene varierer noe fra sted til sted, og det finnes også andre sprekkesett. Berget er også omtalt i to bergskjæringsrapporter fra SVV på 1980-tallet (Statens vegvesen, 2024).

InSAR (NGU, 2024b) har få datapunkter i området, trolig på grunn av mye skog. De punktene som finnes, viser ikke noe særlig bevegelse. Det er ikke registrert noen ustabile fjellparti i nærheten (NGU, 2024c).



Figur 4: En bergskrent ved Rueberget, øst i øvre del av kartleggingsområdet.

NGUs løsmassekart i målestokk 1:250 000 (NGU, 2024d) viser at løsmassene i området består av tykke morenemasser opp til ca. 650 moh., tynne morenemasser videre oppover skråningen, samt skredavsetninger lengst nordvest. Observasjoner fra befaring viser for det

meste grove morenemasser i skråningene (Figur 5). Foruten avsetningene fra skredene i Tabell 3 er det lite tydelige skredavsetninger i området, men dette kan være fordi store deler av terrenget er sterkt bearbeidet av mennesker. Det er mye ravinering som trolig i mange tilfeller tyder på tidligere skredaktivitet, men selve avsetningene er trolig bearbeidet på inn- eller utmark, eller fjernet. Noen få steder er det observert leveer som antas å stamme fra skred. Det er også observert store blokkansamlinger flere steder. Rett under noen skrenter antas i alle fall deler av disse blokkansamlingene å være steinsprangavsetninger, men utbredelsen på avsetningene antyder at en del av blokkene kanskje har et annet opphav, f.eks. morene. Arealene med steinsprangavsetninger markert i registreringskartet er derfor noe usikre.

Hele området ligger vesentlig over marin grense. I NADAG (NGU, 2024e) er det registrert tre geotekniske rapporter langs Holsfjordvegen. Disse omtaler blant annet en utrasing av en fylling i Holsfjorden 23. august 1984. Ettersom dette verken er et naturlig skred eller et skred i bratt terreng er det ikke inkludert i kap. 2.7. Rapportene omtaler også at det primært er sand og siltige masser, samt noe humus i grunnboringene tatt langs Holsfjordvegen. For øvrig har rapportene liten relevans for vurdering av skred i bratt terreng og er derfor ikke omtalt i detalj. Det er ellers ingen grunnundersøkelser med relevans for kartleggingsområdet i NADAG.



Figur 5: En skråning vest i kartleggingsområdet, ovenfor Søndrol, hvor det er relativt grove morenemasser.

2.4 Flyfoto og skråfoto

Det finnes serier med flyfoto for området fra 1963, 2006, 2009, 2013, 2014, 2019, 2020 og 2023 (x4) (Statens vegvesen et al., 2024). På bilder fra 1963 kan det skimtes spor etter skredet ved Rue som gikk i 1935 (kap. 2.7). På bilder tatt 10. august 2023 vises tydelig utløp

av skredene som gikk under ekstremværet Hans (kap. 2.7). For øvrig fremkommer det at det har vært utført hogst i ulike deler av skråningen på ulike tidspunkt. Det er ikke funnet historiske skråfoto for området (Nasjonalbiblioteket, 2024).

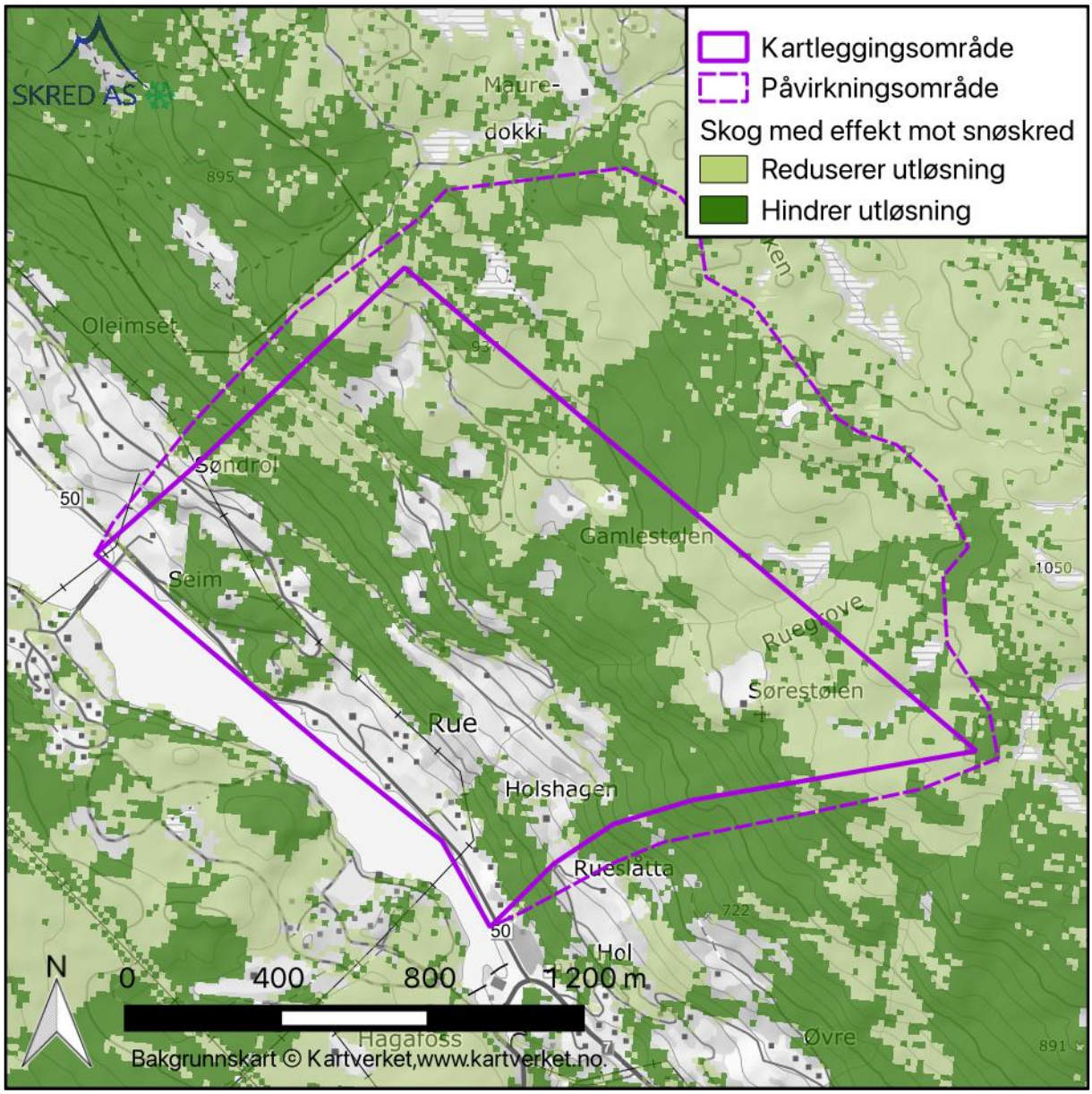
2.5 Skog

Ifølge NIBIOs datasett SR16 Beta (NIBIO, 2024) består skogen i området av mest granskog, men stedvis også noe løvskog og furuskog. Dette stemmer godt overens med observasjoner fra feltbefaring. Tregrensen i området ligger på ca. 1000 moh.

I NVEs veileder beskrives skogens forebyggende effekt mot utløsning av snøskred som et forhold mellom treslag, stammediameter og kronedekning. Det er ikke gitt konkrete krav, men anbefalinger om hvilke verdier av nevnte egenskaper som hindrer utløsning på bakgrunn av PROALP standarden (NVE, 2024a). Veilederens bør-anbefalinger er utfordrende å konkretisere, blant annet fordi det ikke er klart hvorvidt det er en, noen eller alle de ulike egenskapene som må være til stede for å hindre skredutløsning. Vi har valgt å benytte tilgjengelige skogressurskart SR16 (NIBIO, 2024), og utarbeide en oversikt over områder hvor skogen tilfredsstiller kravene til kronedekning for henholdsvis løvskog (≥ 80 %) og barskog (≥ 50 %). Skog som ikke er tett nok til å hindre utløsning vil i mange tilfeller likevel kunne redusere utløsningssannsynligheten for snøskred, både pga. forankring og at lagdeling i snødekket kan bli påvirket i skogkledde områder. Basert på beregninger fra SR16 (NIBIO, 2024) og vurderinger i felt, er skogen tett nok til å forhindre og redusere utløsning av snøskred i store deler av skråningene (Figur 6).

Så og si all skog som har effekt mot snøskred regnes som produktiv skog i AR5-datasettet til NIBIO (NIBIO, 2024). For skredfarevurdering av en situasjon uten skog er det i praksis derfor tatt høyde for at det ikke er skog i området.

Vurderinger av skogens effekt på skredfare er gjort for hver enkelt skredtype i kapittel 3.



Figur 6: Kart over skog med kronedekning tett nok til å forhindre utløsning av snøskred (SR16). All annen skog er markert som skog som reduserer utløsning.

2.6 Klima

For steinsprang og steinskred vurderes klimadata å ikke ha en avgjørende betydning i for utløsning av skred (NVE, 2024a). Det er derfor ikke utført klimaanalyse for disse skredtypene. For jordskred og flomskred har klimatiske faktorer stor betydning ved utløsning av skred, men faktorer som terrenghelning, drenering og løsmassesammensetning er viktigere i å avgjøre hvor det er fare for slike skred i en gitt skråning (NGI, 2021). Klimadata kan derfor ikke brukes direkte for å fastslå faresoner for jordskred og flomskred (NVE, 2024a). Vi har likevel gjort en analyse av utvalgte historiske hendelser for å se på returperioder for nedbøren som utløste skredene. I forbindelse med vurdering av snøskred er det utført en klimaanalyse, blant annet for å bestemme bruddkanthøyde ved ulike returperioder, som input til snøskredmodellering.

Det er hentet interpolerte grid-data (tidsperiode 1957-2024) fra AV-klima (Asplan Viak and NVE, 2024) og det er i tillegg gjort egne beregninger basert på det samme datasettet, hentet fra NVEs API (NVE, 2024c). Data er hentet for punktet Slettokamben, sentralt i kartleggingsområdet (UTM33: N6737575, Ø125913). Punktet har reell høyde 832 moh., mens modellhøyden i grid-data med 1 km oppløsning er 619 moh.

Dataene viser at klimaet i området er relativt tørt, med årsmiddelnedbør på 781 mm (Figur 7). Den mest ekstreme døgnnedbøren i datasettet er fra ekstremværet Hans i august 2023, da det ble beregnet over 60 mm nedbør på ett døgn (Figur 8). Denne døgnnedbøren har en returperiode på om lag 200-300 år. I tillegg er det en faktor at terrenget var ganske vannmettet i forkant av ekstremværet Hans, slik at den totale returperioden for situasjonen under hans trolig er enda lengre. Til sammenligning ble det i Bagn i Sør-Aurdal kommune beregnet en returperiode på om lag 1000-2000 år for en kombinasjon av 30 dagers nedbøren i forkant av Hans og 3-døgnsnedbøren under Hans (Skred AS, 2024).

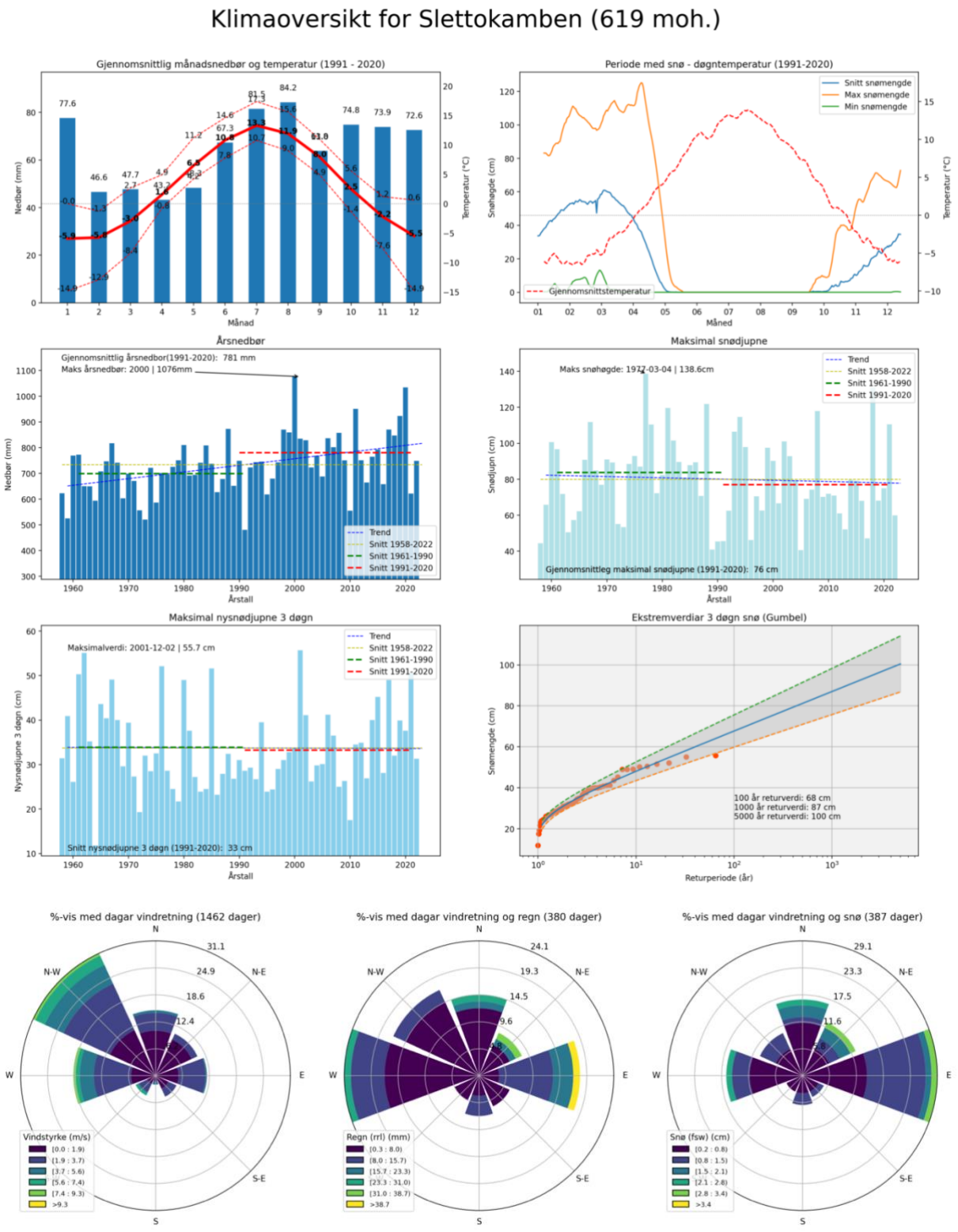
Gjennomsnittlig maksimal snødybde i området på 76 cm, og i det kan være snø i månedene oktober til mai. Returperioder for 3-døgns nysnø er angitt i Tabell 2. Det er ganske små forskjeller mellom ulike beregningsmetodene.

Vind i området er trolig ganske topografisk styrt. Vinddata fra AV-klima har svært begrenset tidsperiode, og er derfor ikke veldig pålitelig. Disse viser dominerende vindretning fra nordvest, mens snøførende vind i større grad er fra øst (Figur 7). Dette kan gi noe snødrift inn i skråningene i kartleggingsområdet.

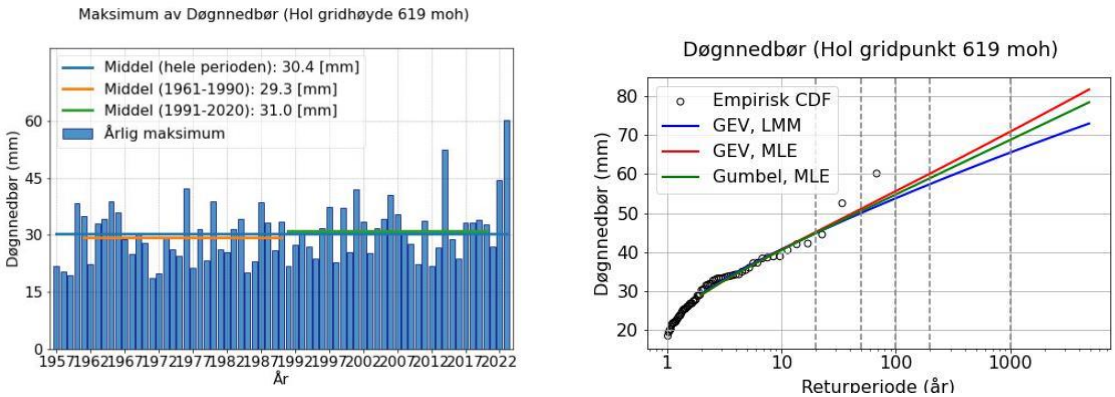
Norsk klimaservicesenter har utarbeidet klimaprofiler for de tidligere fylkene i Norge (Norsk Klimaservicesenter, 2024). De mest relevante forventede endringene for Buskerud fylke med tanke på skredfare er:

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

Forventede endringer i skredfrekvens er tatt høyde for i vurderingene, selv om det ikke er lagt på noen konkret, ekstra margin på faresonene (Miljøverndepartementet, 2013).



Figur 7: Klimaoversikt for Slettokamben (619 moh.) fra AV-klima.



Figur 8: Maksimumsverdier for døgnnedbør (venstre) og returperioder for døgnnedbør beregnet fra griddata for Hol.

Tabell 2: Ekstremverdier for 3 døgns nysnø fra både AV-klima og egne beregninger.

Datasett	**Ekstremverdier**		
	100 år	**1000 år**	**5000 år**
AV-klima (Gumbel)	68 cm	87 cm	100 cm
Egne beregninger fra NVEs griddatasett (GEV LMM)	69 cm	90 cm	105 cm
Benyttet til beregning av bruddkanthøyde	**70 cm**	**90 cm**	**100 cm**

2.7 Historiske skredhendelser

Det gikk en rekke skred i området under ekstremværet Hans, som ble oppsummert i et notat fra Skred AS (Skred AS, 2023a). Informasjon om disse er også senere lagt inn i NVE Atlas (NVE, 2024b). I tillegg har vi fått informasjon om en historisk skredhendelse fra lokalkjente. Historiske skredhendelser er oppsummert i Tabell 3 og vist i Figur 9. Omrissene er hentet fra Skred AS sin rapport, og er modifisert basert på blant annet beregningen av endring i terrengmodell (kap. 2.1). Omrissene skiller seg derfor noe fra de som er vist i NVE Atlas. På befaringer er det også observert flere mindre utglidninger av løsmasser og berg i skjæringer langs Varaldsetvegen som krysser gjennom den sentrale delen av skråningen.

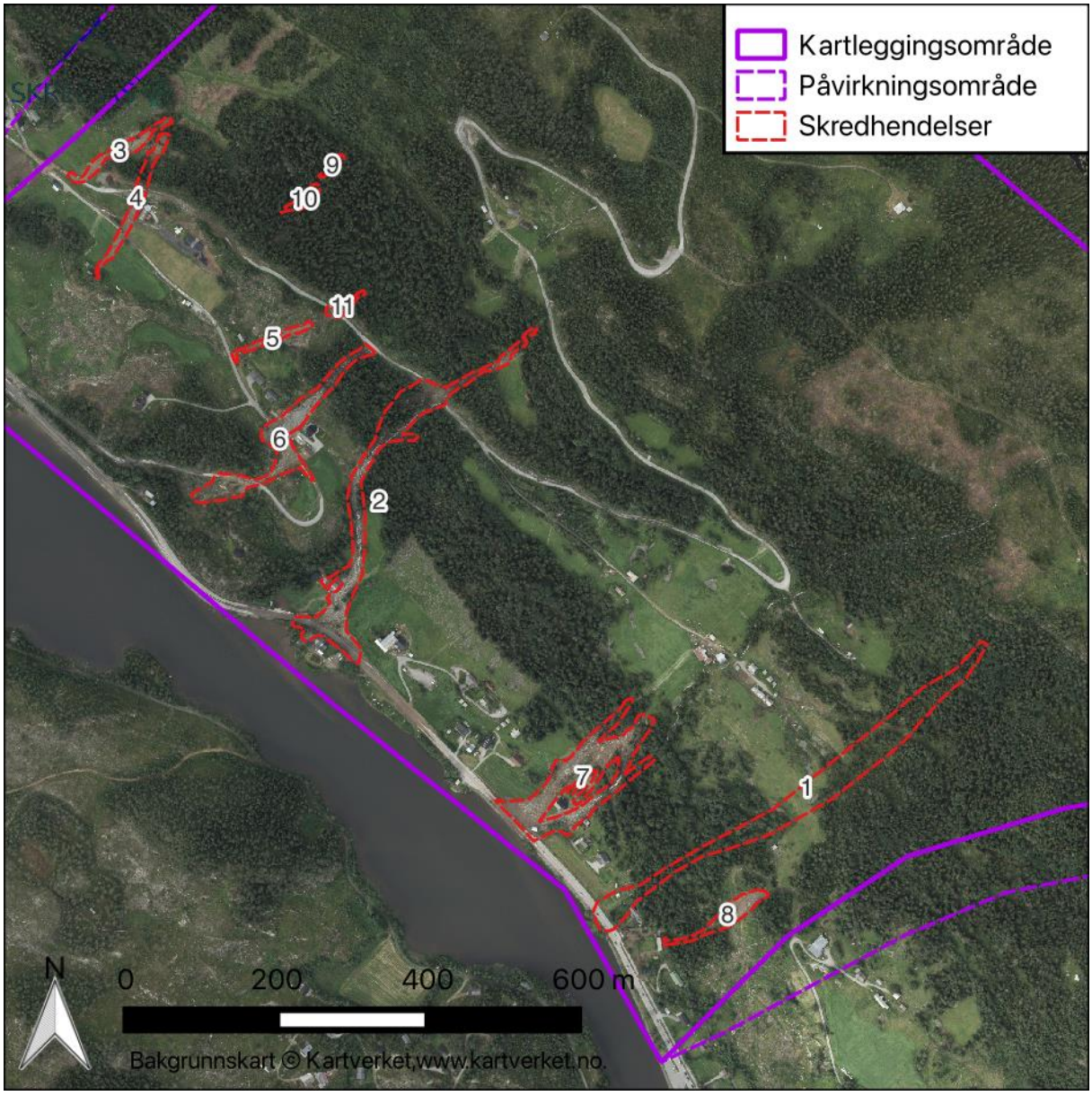
I NVE Atlas ligger også informasjon om et jordskred den 15. juni 1860 på plassen Vesleslåtta noe sørøst for kartleggingsområdet (NVE, 2024b). Da dette ikke er direkte relevant, er det ikke tatt med i tabellen. Det er også registrert steinsprang langs Holsfjordvegen i nordvestlig del av kartleggingsområdet den 1. nov. 2010 og den 9. mai 2013. Begge disse antas å være utfall fra veiskjæringen, og er også av begrenset relevans.

Tabell 3: Utvalgte historiske skredhendelser for området.

ID	Skredtype	Tidspunkt	Beskrivelse
1	Jordskred	10. mai 1935 kl. 16.	«Ved tre – halvfiretida ein vårdag 1935 høyrde Olav Seim ein uhyggeleg lyd som kom frå lenger sør i bygda. Han var 11 år den gongen og sprang fort dei 600 meterane frå Lunde til Fiskevikji der raset hadde kome. Det hadde starta oppe i Ruegardane og rive med seg stort og smått av skog, stein og jord i store mengder. Bilvegen var sperra over fleire meter. Ein kar som budde på gamleheimen på Gyrihaugen, «Skarseten», hadde vore

			borti Holet ein tur og var på veg attende då raset kom. Lufttrykket frå raset gjorde at hatten bles av han og på fjorden, men karen berga seg! Oppsynsmannen frå vegvesenet kom snart til staden og han fekk hyra inn snekkerfolk som bygde ei bru over Fiskevikji lengst ute og forbi raset slik at bilane kom fram. Så vart det hyra inn folk til å få vekk dei store stein- og jordmassane som stengde vegen. Dei hadde ikkje annan reiskap enn spader, hakker, spett og trillebår. Men arbeidet gjekk jamt og trutt og ikkje så mange dagar etter var vegen opna. Men det låg att mykje jordmassar som måtte bort seinare. Det meste av rasmassene vart trilla bort i Fiskevikji som dermed vart fylt opp og ein veldig god fiskeplass vart borte. Årsaka til at raset gjekk var at ein bonde hadde dyrka jord på stølen sin og etter råd frå jordstyret hadde han leda vatnet dit dei sa han skulle. Det var ikkje naturen førebudd på, så då vårløysinga kom, fanst det ikkje noko bekkefar å følgje så vatnet tok si eiga lei – dermed gjekk skriu. Ingen menneske vart skadde, men skaden på inn- og utmark var stor. I dag er det vanskeleg å sjå spor etter denne hendinga.» (Informasjon fra Knut Medhus, gjengitt av Åsmund Vindegg, 2023). Det gis noe supplerende informasjon i NVE Atlas: «Hol. Ruevaldet. På Søre Rue gjekk eit stort stein- og jordskred over garden fredags ettermiddag kl 16.00 den 10. mai 1935. Skredet var 30-40 meter breitt og 700-800 meter langt. Det gjekk over hovudvegen og gjorde også mykje skade på jorda på to gardar, og kraftmastrer etc. Ingen menneske kom til skade. Skredet rasa ut i Holsfjorden.» (NVE, 2024b). På flyfoto fra 1963 (kap. 2.4), samt på skyggekart kan man se spor som antas å stamme fra dette skredet. Omrisset er tegnet inn basert på disse. Skredet er også undersøkt til fots på feltbefaring og er stedvis godt synlig.
2	Jordskred/ flomskred	8. aug. 2023 kl. 11:48	«Jordskred som har utviklet seg til et større flomskred og gått ned mot fv. 50/Holsfjordvegen ved Sørheim. Dette var det første av skredene som løsnet i skråningen. Løsneområdet virker å være relativt beskjedent, men skredet virker å ha revet med seg stadig mer løsmasser nedover skråningen. Den øvre vegen skredet passerer har blitt vasket ut og i stor grad ødelagt. Fra vegen og nedover har skredet fulgt to separate raviner et stykke, før disse går sammen igjen. Skredet traff et hus ved Sørheim og tok med seg et stabbur. Skredmasser og slam har spredt seg utover fv.50/Holsfjordvegen.»(Skred AS, 2023a)
3	Jordskred	8-9. aug. 2023	«Jordskred fra en skråning over Øvre Holsvegen 30. Løsneområdet er i en vag forsenkning som tilsynelatende ikke har mye drenering. En eldre skogsvei/traktorvei kan imidlertid ha ledet vann ned i løsneområdet. Slam fra skredet har gått helt ned i krysset med Øvre Holsvegen 30, mens de grovere skredmassene har stoppet noe høyere.» (Skred AS, 2023a)
4	Jordskred	8-9. aug. 2023	«Jordskred fra skråning vest for gården Synste Søndrol (Øvre Holsvegen 43). Løsneområde er nært på skred 3, og kan også skyldes vann som er ledet ut i terrenget fra en eldre skogsvei. Skredmassene har til en viss grad bremset i et autovern, mens finere masser har gått videre ned rett øst for Øvre Holsvegen 20.» (Skred AS, 2023a)
5	Jordskred	8-9. aug. 2023	«Jordskred fra skråning mellom Øvre Holsvegen 33 og 29. Skredet har løsnet i skråning som tilsynelatende ikke har permanent vannføring. En utglidning langs vegen over løsneområdet kan ha bidratt til en brå puls av vann og slam inn i løsneområdet, og kan være utløsende årsak til skredet. Det virker å ha skjedd hogst relativt nylig i området hvor skredet har løsnet.» (Skred AS, 2023a)

6	Jordskred/ flomskred	8-9. aug. 2023	«Betydelig skred mellom Øvre Holsvegen 21 og 25 som kan karakteriseres å være en overgangsform mellom jordskred og flomskred. Skredet har løsnet i underkant av en veg og revet med seg noe masser fra vegens underbygning. Det har fulgt en etablert ravine nedover mot bebyggelsen. Skredet har tatt med seg en rekke større trær, som i stor grad er avsatt ved Øvre Holsvegen (øvre del). En bil og en tilhenger er også tatt av skredet her. Skredet virker å ha vært svært mobilt, og har bevegd seg videre ned skråningen før det møter Øvre Holsvegen igjen nord for nr. 11. Her har skredet gått videre ned i terrenget og stoppet opp. Slam og finstoff fra skredet er fraktet videre langs Øvre Holsvegen ned på fv. 50.» (Skred AS, 2023a)
7	Jordskred	8. aug. 2023 kl. 13:45	«Jordskred som har gått ned langs Holsfjordvegen 33 og 31. Skredet består av tre separate løsneområder, alle i bratt terreng ved om lag 600-650 moh. på steder hvor det tilsynelatende har drenert mye vann inn i løsmassene. Hvorvidt skredene har løsnet samtidig eller separat er uvisst. Skredene har gått nedover tett på de nevnte boligene. Det meste av skredmassene har stoppet i det slake terrenget ved boligene, mens slam har skylt ut på gang- og sykkelvegen langs fv.50/Holsfjordvegen.» (Skred AS, 2023a)
8	Jordskred	8-9. aug. 2023	«Jordskred som har løsnet i skråningen over Holsfjordvegen 15. Løsneområdet ligger i et parti hvor det virker å ha skjedd hogst, og hvor det trolig kom ned mye vann. Skredmassene har truffet veggen på huset og slam fra skredet har rent rundt huset og ned i hagen.» (Skred AS, 2023a)
9	Jordskred	8-9. aug. 2023	Lite skred som ikke fremkommer tydelig på ortofoto og dronebilder, men som synes ved beregning av høydeendring mellom terrengmodell før og etter ekstremværet Hans.
10	Jordskred	8-9. aug. 2023	Lite skred som ikke fremkommer tydelig på ortofoto og dronebilder, men som synes ved beregning av høydeendring mellom terrengmodell før og etter ekstremværet Hans.
11	Jordskred	8-9. aug. 2023	Lite skred som bare delvis fremkommer på ortofoto og dronebilder, men som synes ved beregning av høydeendring mellom terrengmodell før og etter ekstremværet Hans.



Figur 9: Skredhendelser som er registrert i området. Skredhendelse 1 gikk i 1935, mens de øvrige gikk under ekstremværet Hans i august 2023. Ortofoto tatt etter Hans i bakgrunnen.

Vi har videre gjort en analyse av de historiske jord- og flomskredhendelsene i området, både av løsneområdene og etterregning av utløpet.

Løsneområdene som er analysert er tegnet manuelt basert på dronefoto, befaring, terrengmodell og ortofoto. Analysene er gjort basert på terrengmodell fra 2018 (kap. 2.1), men oppløsningen er omregnet til 1 m. Kronedekningsdata er hentet fra SR16 (kap. 2.5). Analysen av løsneområdene (Tabell 4) viser følgende:

- **Helning:** Løsneområdene har hatt helning på 29-36°, med en snitthelning på 32°.
- **Drenering:** Single flow-analyse av avrenning (D8) viser at 7 av 13 løsneområder har et nedbørsfelt som er mindre enn 500 m^2. Tilsvarende multi flow-analyse (MFD) viser at 5 av 13 løsneområder har nedbørsfelt som er mindre enn 500 m^2. Andre data tyder

imidlertid på at dreneringen inn i de aller fleste av løsneområdene reelt sett var ganske stor, f.eks. på grunn av vann som fulgte veier og skogsveier. Ikke alle steder er disse vannveiene fanget opp av dreneringsanalysene nevnt ovenfor.

- **Skog:** 11 av 12 skred under ekstremværet Hans gikk i områder hvor det var relativt tett skog (> 50 % kronedekning). Det er usikkert om det var skog i løsneområdet til skred 1 da skredet løsnet i 1935, selv om det er tett skog der i dag.

Tabell 4: Analyse av løsneområdene for historiske skred i området.

Løsne-område	Kommentar	Areal (m^2)	Helning snitt (°)	Nedbørs-felt D8 (m^2)	Nedbørs-felt MFD (m^2)	Krone-dekning (%)
1	Historiske kilder sier det ble ledet vann inn i området. Det er uvisst om det var skog i løsneområdet på skredtidspunktet.	129	33,9	197	2481	98
2	Det var reelt sett mye vann inn i løsneområdet under Hans.	83	29,9	171	376	87
3	Det var reelt sett mye vann inn i løsneområdet under Hans.	221	32,9	398	397	52
4	Det var reelt sett mye vann inn i løsneområdet under Hans.	218	32,4	5638	1254	76
5	Løsnet kanskje som følge av puls med slam fra skred 11.	144	29,2	621	264	100
6	Det var reelt sett mye vann inn i løsneområdet under Hans.	211	33,9	22	17	53
7a	Det var reelt sett mye vann inn i løsneområdet under Hans.	70	33,8	406	13053	58
7b	Løsnet kanskje etter løsneområde 7a.	298	36,2	338	11887	63
7c	Bekk. Løsnet kanskje etter løsneområde 7a og/eller 7b.	79	33,7	635866	81644	99
8	Det var reelt sett mye vann inn i løsneområdet under Hans.	280	30,5	62	5967	
9	Lite skred.	101	29,7	1304	489	88
10	Lite skred.	150	31,3	3375	738	92
11	Lite skred.	117	29,4	596	2246	95

Utløpet til de historiske skredhendelsene er også etterregnet ved hjelp av RAMMS Debris Flow (SLF WSL, 2022a). Vi har fått akseptabel til god overensstemmelse av utløpslengder ved hjelp av anbefalinger gitt i tidligere FOU (NVE, 2020), men med noen mindre variasjoner basert på skredtype, som angitt i Tabell 5. For øvrige parametere er standardverdier brukt.

Vi presiserer at vi ikke har prioritert å få optimal overensstemmelse i etterregningen. Flere av skredhendelsene har trolig hatt vesentlig mer kompleks skreddynamikk enn det våre modellkjøringer i RAMMS tilsier, f.eks. med flere pulser og påvirkning fra store trestammer. Hastigheter og trykk fra etterregnede modelleringer er ikke nødvendigvis representative selv om utløpslengden er noenlunde representativ.

Tabell 5: Verdier som har gitt overensstemmelse med utløp ved etterregning av skredhendelser i RAMMS::Debris Flow.

Skredtype	Xi	My	Erosjon
Jordskred med liten eller ingen erosjon	200	0,2	Ingen erosjon
Jordskred med vesentlig erosjon	200	0,2	Iht. FOU (NVE, 2020)
Flomskred med vesentlig erosjon	200	0,1	Iht. FOU (NVE, 2020)

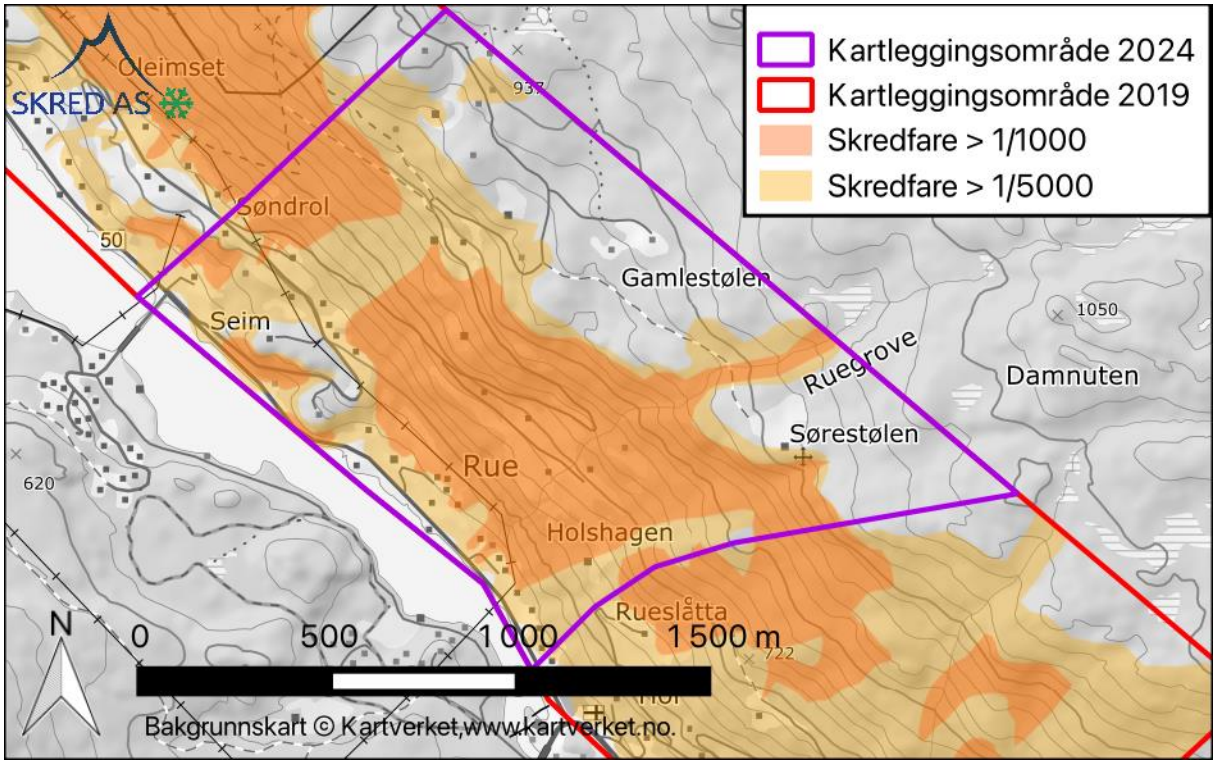
Returperiode på skredene som gikk under Hans er vanskelig å fastslå presist. Generelt sett antyder klimaanalysen at nedbøren som utløste skredene hadde returperiode på ca. 200-2000 år. Det at det kun finnes en annen historisk hendelse i et område som har vært bebodd i lang tid, tyder også på at det ikke har gått hyppige, store skredhendelser i området. Dette antyder at returperioden på skred tilsvarende de som skjedde under ekstremværet Hans trolig er sjeldnere enn 100 år, men kanskje i en del tilfeller hyppigere enn 1000 år.

Unntaket er til en viss grad skredhendelse 6. Terrenget i løsneområdet var tilstrekkelig bratt til å få utløst skred, men den beregnede avrenningen tilsa på ingen måte at man skulle få et så stort skred som det faktisk oppsto. Skredet skjedde som følge av at vannet rant fra Varaldsetvegen og ut i terrenget akkurat her, på tross av at ingen avrenningsanalyser på forhånd pekte mot det. Som følge av enorme mengder vann inn i terreng som normalt ikke får mye vann, oppsto det et stort og svært mobilt skred med veldig langt utløp. Skred 6 er slikt sett et godt eksempel på at også svært lite sannsynlige skred kan forekomme i noen tilfeller. Det gjelder kanskje spesielt i situasjoner med vann på avveie, der det ikke er mulig å forutsi nøyaktig hvor dette vannet vil renne. Likevel forventes tilsvarende store skredhendelser å være svært sjeldne på lignende steder hvor det normalt er lite avrenning.

2.8 Tidligere skredfareutredninger

Skred AS har tidligere gjort en vurdering av skredfare langs Øvre Holsvegen nedenfor Seimsberget (Skred AS, 2019a). Vurderingen ble kun utført for veg (ikke bebyggelse) og dermed iht. Statens vegvesens Håndbok N200. Det ble konkludert med at årlig sannsynlighet for steinsprang var 1/2 – 1/5 for deler av strekningen, og ble anbefalt tiltak som rensk, bolting og sognemur.

Skred AS gjorde i 2019 også en kartlegging av skredfare for tre større områder i Hol kommune (Skred AS, 2019b), inkludert området som utredes i inneværende rapport. Store deler av det nåværende kartleggingsområdet ble vurdert å ha årlig sannsynlighet for skred større enn 1/1000 og 1/5000, men ingen større enn 1/100 (Figur 10). Jordskred ble vurdert som dimensjonerende skredtype de fleste steder, men stedvis var også steinsprang og snøskred dimensjonerende.



Figur 10: Faresoner fra Skred AS sin skredfarekartegging i 2019 for området som skal kartlegges i inneværende rapport.

I forbindelse med ekstremværet Hans bisto Skred AS Hol kommune med vurderinger på stedet knyttet til evakuering og akutt skredfare. Vurderingene som ble gjort underveis, samt skredene som ble identifisert under Hans er oppsummert i et notat (Skred AS, 2023a). I etterkant bistå også Skred AS med innspill til strakstiltak for å bedre sikkerheten mot skred for utsatt bebyggelse (Skred AS, 2023b).

Som nevnt i kap. 2.3 finnes det to ingeniørgeologiske rapporter og tre geotekniske rapporter for veger i området, men disse har begrenset direkte relevans for skredfaren. Vi har ikke kjennskap til noen ytterligere tidligere skredfareutredninger med relevans for området, verken i NVE Atlas (NVE, 2024b) eller NVEs rapportdatabase (NVE, 2024d).

2.9 Eksisterende skredsikringstiltak

Noen av strakstiltakene som ble foreslått etter Hans har blitt gjennomført, men det varierer om de er iht. anvisningene gitt av Skred AS (Skred AS, 2023b). Vi har på befaring observert følgende sikringstiltak i området, som vist i registreringskartet i vedlegg C, samt bilder i vedlegg A.

Tabell 6: Observerte sikringstiltak i kartleggingsområdet.

ID	Type	Beskrivelse
I	Fangvoll	Fangvoll i et skredløp fra Hans mellom Øvre Holsvegen 21 og 25. Vollen har ca. 1,5 m høyde og hadde opprinnelig en åpning som slapp gjennom vann. I ettertid har åpningen blitt fylt igjen.
II	Ledevoll	Ledevoll over Holsfjordvegen 55 med høyde på ca. 2 m i øvre del og 1 m i nedre del langs bekkeløp.
III	Fangvoll	Det er etablert en relativt stor fangvoll over Holsfjordvegen 33 med høyde på 2-4 m. Anbefalingene fra Skred AS (Skred AS, 2023b) om å etablere ledevoller langs løpene er kun til en viss grad fulgt.
IV	Grøft	Det er etablert en ca. 1 m dyp dreneringsgrøft langs en skogsvei i terrenget hvor det gikk skred over Holsfjordvegen 15.

I tillegg til de konkrete skredsikringstiltakene nevnt over, har det også blitt utført tiltak knyttet til håndtering av vann både før og etter ekstremværet Hans, f.eks. etablering av større stikkrenner, dypere grøfter ol. Selv om slike tiltak kan ha god effekt mot skred, primært gjennom å sikre bedre kontroll på overvann, har vi ikke gitt noen fullstendig oversikt over slike tiltak i rapporten.

Vi har ikke kjennskap til ytterligere eksisterende sikringstiltak med relevans for området, verken fra NVE Atlas (NVE, 2024b) eller andre kilder.

2.10 Befaring

Skred AS har utført befaring i området ved flere anledninger i forbindelse med ekstremværet Hans og nevnte rapporter som ble utarbeidet etter det. I tillegg ble det gjennomført en systematisk befaring for store deler av området av Hans Georg Grue, Kalle Kronholm og Espen Eidsvåg den 26. april 2024. Værforholdene var gode, men det lå noe snø på bakken i øvre del av terrenget på denne befaringen. Det ble derfor utført en supplerende befaring av Espen Eidsvåg i øvre del av terrenget den 23. mai 2024. Vi har benyttet digitale kart underveis på befaring, og registreringer er gjort direkte i disse kartene. Sporlogg fra befaring er vist i registreringskartet i Vedlegg C. Alle relevante observasjoner fra befaring er inntegnet i registreringskartet som ulike symboler, og det er derfor ikke vist noen GPS-punkt.

3 Skredfarevurdering

3.1 Steinsprang

3.1.1 Løsneområder og løsnesannsynlighet

Det finnes en del bratte bergskrenter i kartleggingsområdet hvor det kan løsne steinsprang. Primært er disse lokalisert i følgende deler av området:

- Skrenter og bergskjæringer langs veier vest i området ved Seimsbergi og Svenskebergi.
- En langsgående bergskrent over Solheim og Holshagen ved om lag 650 moh. sentralt i området.
- Flere mindre skrenter mellom 700 og 800 moh. i et bratt parti som strekker seg gjennom hele kartleggingsområdet. Lengst øst går skrentene opp mot ca. 900 moh.

Det finnes enkelte andre, mindre skrenter. Noen steder er det også tatt hensyn til at blokker som ligger i bratt terreng kan remobiliseres.

Som beskrevet i kap. 2.3 finnes det sprekkesett som muliggjør oppsprekking, selv om orientering varierer noe. Berget er jevnt over moderat oppsprukket og utfall forventes for det meste å være mindre enn 10 m^3. Løsneområder for steinsprang som er vist i kartene (vedlegg C og D) er beregnet basert på terrenghelning 45-90° fra terrengmodell med 1 m oppløsning. En del av skrentene som teoretisk sett kan være løsneområder er så små og lave at det likevel ikke er tegnet faresoner for dem.

I de høyeste og/eller mest oppsprukkede skrentene vurderer vi at løsnesannsynligheten er større enn 1/100, 1/1000 og 1/5000. I øvrige skrenter vurderer vi at løsnesannsynligheten er mindre enn 1/100, men større enn 1/1000 og 1/5000.

3.1.2 Utløp

Det er observert enkelte urer i terrenget (Vedlegg C), men disse har stort sett begrenset utstrekning. En god del av blokkavsetningene som er observert i kartleggingsområdet tolkes å være blokkrik morene.

Vi har gjort modelleringer av utløp for steinsprang i RockyFor3D (Dorren, 2016) med inndata som angitt i Tabell 7. 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 skrent til skrent. Modelleringene som er vist i modelleringskartet i Vedlegg D er av blokker med volum 1 m^3. Blokkstørrelse 0,125-1 m^3 har blitt mest vektlagt ved fastsetting av faresoner.

Tabell 7: Inndata benyttet for modelleringer av steinsprang i Rockyfor3D.

Parameter	Valgt verdi	Kommentar
Oppløsning terrengmodell	1 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 1 m oppløsning anser modellen terreng brattere enn 55 grader som løsneområder for steinsprang.
Blokkstørrelse	0,125 m^3 1 m^3 8 m^3	Hvilke modellkjøringer som er vektlagt, avhenger av stedlige forhold. For alle blokkstørrelser er det benyttet like akser, f.eks. 1 m*1 m*1 m.
Blokkform	Rektangulær	
Skog	Ingen skog	
Nett	Ingen nett	

3.1.3 Vurdering av steinsprangfare

Vi vurderer at den årlige sannsynligheten for steinsprang en del steder i kartleggingsområdet er større enn 1/100, 1/1000 og 1/5000. Faresonene omfatter primært lokale skrenter og urer eller terreng direkte i underkant av disse.

Skog kan i teorien ha påvirkning på utløp på steinsprang opp til ca. 2 m^3 (NVE, 2024a). Områdene hvor det er fare for steinsprang består i stor grad av skrenter og urer hvor det er noe, men ikke veldig mye skog. Noen få steder er det relativt tett skog. Likevel er strekningen hvor steinsprang vil gå gjennom skog kort. Vi vurderer at skogens påvirkning på utløp av steinsprang vil være marginal. Det er derfor ingen endring i faresonene med og uten skog.

3.2 Steinskred

Selv om det finnes sprekkesett som også kan bidra til oppsprekking av større blokker, så er det ikke observert større avgrensede partier i skråningene. Verken observasjoner i felt, skyggekart, ortofoto eller InSAR tyder på at steinskred er særlig aktuelt. Høyden på det aller fleste skrentene er også for lave til at steinskred kan forekomme.

Vi vurderer at den årlige sannsynligheten for steinskred i kartleggingsområdet er mindre enn 1/100, 1/1000 og 1/5000. Skogen har ingen påvirkning på vurderingen.

3.3 Snøskred

3.3.1 Løsneområder og løsnesannsynlighet

Ved dagens skogforhold er det svært få aktuelle løsneområder for snøskred. Der hvor terrenghelningen er egnet, viser SR16-data for det aller meste at skogen er tett nok til å hindre utløsning av snøskred (jmf. kap. 2.5). Noen få steder hvor kronedekningen er lav i SR16-datasettet, er det likevel observert en god del småskog i felt, og vi tolker at denne reelt sett vil binde snødekket og hindre utløsning av snøskred. Enkelte andre steder er det mindre åpninger i skogen i tilstrekkelig bratt terreng, men disse arealene er enten så små eller så kuperte at snøskred herfra vil ha begrenset skadepotensiale. Skogen er også nylig hugget enkelte steder hvor SR16-data viser tett skog, men disse partiene er for slake til å utløse snøskred. Terrenget over Holsfjordvegen 39-47 mangler skog i SR16-datasettet, men i realiteten er det tett skog i skråningen her, og snøskred vil ikke være aktuelt.

De eneste stedene vi vurderer at det kan løsne snøskred under dagens skogforhold er i skredsårene til skred 7 og 8 hvor skredene som gikk under Hans tok med seg all skogen i ganske bratt terreng (Sno36, Sno37 og Sno46 i Tabell 8 og Vedlegg C). Områdene er forholdsvis små, ligger lavt i fjellsiden, er noe småkupert og omkringliggende skog vil begrense snødrift. Vi vurderer at løsnesannsynligheten for snøskred i skredsårene er mindre enn 1/100, men større enn 1/1000 og 1/5000 under dagens skogforhold.

For en situasjon uten skog er det mange områder med egnet terrenghelning som er aktuelle løsneområder for snøskred (Tabell 8 og Vedlegg C). Likevel vurderer vi at snøskred vil være forholdsvis sjeldne, og at løsnesannsynligheten vil være mindre enn 1/100, men større enn 1/1000. Med unntak av løsneområdene øverst i fjellsiden vil det være lite eller ingen snødrift. Snøforholdene i området gjør det også at det sjeldent vil være snødekke som legger til rette for større flakskred. Denne vurderingene tar blant annet høyde for at vi kjenner til snøskredhendelser i lignende terreng andre steder i Hallingdal, f.eks. i Ål i 2023. Så selv om snøskred trolig er sjeldne, så vurderer vi at de kan forekomme.

Løsneområdene avmerket i kartet representerer arealene hvor snøskred kan løsne fra, og indikerer ikke nødvendigvis at et helt løsneområde vil løsne samlet. I de fleste tilfeller vil snøskred som løsner ha mindre areal enn de inntegnede løsneområdene. Under ekstreme snøforhold kan det være større bruddforplantning, slik at et helt løsneområde eller i noen tilfeller flere løsneområder løsner samlet.

Tabell 8: Løsneområder for snøskred.

Navn	Kommentar	Areal (m^2)	Skog	Årlig løsne-sannsynlighet dagen skog	Årlig løsne-sannsynlighet uten skog
Sno1	Egnet terrenghelning	5097	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno2	Egnet terrenghelning	5034	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno3	Egnet terrenghelning	7374	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno4	Egnet terrenghelning	1762	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno5	Egnet terrenghelning	2252	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno6	Egnet terrenghelning	1945	Hindrer utløsning	-	>1/1000

Navn	Kommentar	Areal (m^2)	Skog	Årlig løsne-sannsynlighet dagen skog	Årlig løsne-sannsynlighet uten skog
Sno7	Egnet terrenghelning	3158	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno8	Egnet terrenghelning	2762	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno9	Egnet terrenghelning	1450	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno10	Egnet terrenghelning	2475	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno11	Egnet terrenghelning	2162	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno12	Egnet terrenghelning	1798	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno13	Egnet terrenghelning	9616	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno14	Egnet terrenghelning	2362	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno15	Egnet terrenghelning	1387	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno16	Egnet terrenghelning	1511	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno17	Egnet terrenghelning	1983	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno18	Egnet terrenghelning	2822	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno19	Egnet terrenghelning	3076	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno20	Egnet terrenghelning	5386	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno21	Egnet terrenghelning	4712	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno22	Egnet terrenghelning	5206	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno23	Egnet terrenghelning	6698	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno24	Egnet terrenghelning	3922	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno25	Egnet terrenghelning	4322	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno26	Egnet terrenghelning	5712	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno27	Egnet terrenghelning	11912	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno28	Egnet terrenghelning	5743	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno29	Egnet terrenghelning	3380	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno30	Egnet terrenghelning	2558	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno31	Egnet terrenghelning	5569	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno32	Egnet terrenghelning	1954	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno33	Egnet terrenghelning	7098	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno34	Egnet terrenghelning	5298	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno35	Egnet terrenghelning	1182	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno36	Skredsåret til skred 7	1073	Ingen	>1/1000	>1/1000
Sno37	Skredsåret til skred 7	1464	Ingen	>1/1000	>1/1000
Sno38	Egnet terrenghelning	14133	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno39	Egnet terrenghelning	3672	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno40	Egnet terrenghelning	1897	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno41	Egnet terrenghelning	8635	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno42	Egnet terrenghelning	2332	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno43	Egnet terrenghelning	2921	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno44	Egnet terrenghelning	2935	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno45	Egnet terrenghelning	2231	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno46	Skredsåret til skred 8	905	Ingen	>1/1000	>1/1000
Sno47	Egnet terrenghelning	13031	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno48	Egnet terrenghelning	2430	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno49	Egnet terrenghelning	2613	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno50	Egnet terrenghelning	3351	Hindrer utløsning	-	>1/1000
Sno51	Egnet terrenghelning	2979	Hindrer utløsning	-	>1/1000

Bruddkanthøyder som forventes for ulike sannsynligheter er fastsatt basert på beregnede ekstremverdier for 3 døgns snømengder (Tabell 2 i kap. 2.6). Topografisk ligger løsneområdene til en viss grad til rette for snødrift, spesielt ved østlige vinder. Vi forventer imidlertid at vindene i stor grad følger dalføret, og da er de fleste løsneområdene lite egnet for mye snødrift. Noe snødrift kan likevel forekomme i enkelte tilfeller.

Det er en viss ruhet i de fleste løsneområdene, og snømengdene i området er mange vintre forholdsvis moderate. Derfor forventes det ikke at snødekket i området er egnet for utløsning av snøskred i alle tilfeller hvor det kommer mye nysnø og/eller snødrift. Dette taler for å redusere bruddkanthøydene for snøskred noe i forhold til nysnømengdene fra klimadata. Basert på en totalvurdering har vi derfor direkte benyttet de beregnede ekstremverdiene for 3 døgns nysnømengde uten tillegg for snødrift. Vi har imidlertid gjort en korrigering for terrenghelning i løsneområdene (Tabell 9). Ettersom klimadataene er fra omtrent samme terrenghøyde som løsneområdene, så er det ikke gjort noen høydekorreksjon av dataene.

Tabell 9: Bruddkanthøyder benyttet i modellering av snøskred.

Retur-periode (år)	3 døgns nysnø (cm)	Tillegg for snødrift (%)	Snøhøyde flatmark (cm)	Korreksjon for helning på 37°	Beregnet bruddkanthøyde (cm)	Bruddkanthøyde brukt i RAMMS (cm)
100	70	0	70	0,8	56	55
1000	90	0	90	0,8	72	70
5000	100	0	100	0,8	80	80

3.3.2 Utløp

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

- **Terrengmodell** med oppløsning 2 m.
- **Størrelse** er i utgangspunktet primært satt til Tiny (<5000 m^3), som er riktig størrelseskategori basert på arealet til mange av løsneområdene kombinert med forventede bruddkanthøyder. Enkelte løsneområder har areal som kombinert med bruddkanthøyde gir volum større enn 5000 m^3. Likevel har vi også der benyttet skredstørrelse Tiny, da dette stemmer best overens med den reelle forventede skredstørrelsen som ikke alltid tilsvarer størrelsen på løsneområdet.
- **Gjentaksintervall** er satt til 100 år for 100-årsskred og 300 år for 1000-års- og 5000-årsskred.
- **Høydeverdier** er satt til 1000 moh. og 500 moh.
- **Medrivning** av snø er ikke direkte tatt hensyn til i modelleringene. Medrivning forventes å være forholdsvis begrenset for de aktuelle skredløpene.

- **Skog** er ikke tatt med i modellkjøringene da det i liten grad forventes å være skog i skredløpene ved eventuelle snøskred.
- For øvrig er standard parametere i RAMMS::Avalanche benyttet.

Det er flere faktorer som gjør at de utførte modelleringene trolig er konservative:

- En del av løsneområdene er større enn hva som forventes at løsner samlet, og representerer slikt sett i større grad arealene som snøskred kan løsne fra, fremfor sannsynlige enkeltskred.
- Modellering av løsneområdene er i hovedsak gjort samlet, noe som fører til interaksjon mellom skred som kanskje reelt sett ville gått hver for seg. Dette fører til lenger utløp. Vi presiserer imidlertid at enkelte løsneområder har vært modellert hver for seg. Dette bekrefter at samlede modelleringer er noe mer konservative, men likevel gir sammenlignbare resultat som modelleringer av hvert løsneområde.
- RAMMS::Avalanche er erfaringsmessig ikke veldig presist for skred i lave skråninger. I slike tilfeller har modellen en tendens til å overdrive utløp for snøskred.

Ved dagens skogforhold viser modelleringene at snøskred i skredsårene kan nå ned mot det flate terrenget ved bebyggelsen. For en situasjon uten skog viser modelleringene at tilnærmet hele den aktuelle fjellsiden under ca. 800-900 moh. kan være utsatt for snøskred, samt noen områder andre steder. Modelleringene som er vist i vedlegg D er i utgangspunktet for returperiode på 1000 år med bruddkanthøyde 70 cm og for en situasjon uten skog (Tabell 9), men resultatene regnes altså som ganske konservative.

På tross av at veilederen sier at statistiske/empiriske modeller også skal brukes, så har vi valgt å ikke gjøre beregninger av Alfa-Beta for de aktuelle løsneområdene. Alle de aktuelle skredbanene i området har relativt liten høydeforskjell, og er forholdsvis lite ideelle skredbaner for modellering med Alfa-Beta modellen, da de avviker fra datagrunnlaget for den statistiske modellen. Vi vurderer at utløpsberegninger med Alfa-Beta trolig vil være misvisende, da metoden er utviklet for større skredbaner enn de vi har her, og lite nyttig for de aktuelle løsneområdene, og har derfor valgt å ikke benytte dette.

3.3.3 Vurdering av snøskredfare

Vi vurderer at snøskred kun er aktuelt ved skredsårene for skred 7 og 8 under dagens skogforhold. Her vurderer vi at den årlige sannsynligheten for snøskred er større enn 1/1000 og 1/5000, men mindre enn 1/100. For øvrige deler av området vurderer vi at den årlige sannsynligheten for snøskred er mindre enn 1/5000.

For en situasjon uten skog vurderer vi at store deler av området under ca. 800-900 moh. kan være utsatt for snøskred. Vi vurderer at den årlige sannsynligheten for snøskred uten skog er større enn 1/1000 og 1/5000 for store deler av området, og større enn 1/100 for to løsneområder i øvre del av kartleggingsområdet.

3.4 Jordskred og flomskred

Skredene som har skjedd i området er i en del tilfeller overgangsformer mellom jordskred og flomskred. Vi har derfor valgt å omtale disse skredprosessene samlet. Vurderingene

omfatter kun skred som kan forårsake skredskade av betydning. Masseførende flom og slam fra skred er ikke hensyntatt i vurderingene.

3.4.1 Løsneområder og løsnesannsynlighet

Store deler av kartleggingsområdet består av terreng brattere enn 20-25° hvor det er løsmasser. Erfaringen fra skredhendelsene under ekstremværet Hans, tyder på at jordskred både kan løsne i etablerte raviner og i terrenget for øvrig. Vi vurderer at store deler av terrenget kan være aktuelt som løsneområder, men at enkelte arealer er mer aktuelle enn andre (Tabell 10):

- Løsneområder med årlig sannsynlighet større enn **1/100** er i hovedsak i tilknytning til skredgropene fra skredene som gikk under Hans, eller tidligere skredhendelser. Her står det i mange tilfeller igjen bratt terreng med eksponerte løsmasser, stedvis med bratte skredkanter. I de fleste av skredgropene er det fortsatt løsmasser tilgjengelig, enten nedi selve skredgropen eller i side- eller bakkantene. Vi vurderer at slike skred i de fleste tilfeller vil være noe mindre eller av tilsvarende størrelse som skredene som løsnet under Hans.
- Løsneområder med årlig sannsynlighet større enn **1/1000** er i vurdert å omfatte terreng som primært er brattere enn 25° hvor det også er vann tilgjengelig eller andre spor som tyder på tidligere skredaktivitet. Dette omfatter en rekke løsneområder i hele kartleggingsområdet.
- Løsneområder med årlig sannsynlighet større enn **1/5000** omfatter alt terreng med løsmasser som er brattere enn 20-25°, uavhengig av om det drenerer vann der i dag eller er spor etter tidligere skredhendelser. Hele skråningen i kartleggingsområdet er preget av veier, skogsveier og stier og disse kan i noen tilfeller lede vannet på helt nye steder. Et eksempel på det er skred 6 som skjedde under ekstremværet Hans. Løsneområdene er tegnet for å omfatte alt areal som det kan løsne jord- og flomskred fra. Arealene tegnet som løsneområder med årlig sannsynlighet 1/5000 representerer derfor ikke realistiske løsneområder for enkeltskred, men er tegnet for å indikere hvor i terrenget slike skred kan oppstå.

Vi har også gjort vurderinger for en situasjon hvor all produktiv skog er fjernet. Som vist i Tabell 10 forventes løsnesannsynligheten for de fleste av løsneområdene å øke for en situasjon uten skog. I grove trekk vurderes skogen å ha mindre betydning for utløsning der hvor terrenget er brattere.

*Tabell 10: Løsneområder for jord- og flomskred. *Alle løsneområdene er navngitt som jordskred, men flere av skredene kan enten starte som eller utvikle seg til flomskred. Flere løsneområder har potensiale for begge deler, og vi har ikke differensiert mellom disse.*

Navn*	Kommentar	Areal (m^2)	Skog	Årlig løsne-sannsynlighet dagens skog	Årlig løsne-sannsynlighet uten skog
Jord1	Ravinerte løsmasser som ligger bratt med mulighet for betydelig drenering.	113	Tett	>1/100	>1/100

Navn*	Kommentar	Areal (m^2)	Skog	Årlig løsne-sannsynlighet dagens skog	Årlig løsne-sannsynlighet uten skog
Jord2	Ravinerte løsmasser som ligger bratt med mulighet for betydelig drenering.	94	Noe	>1/100	>1/100
Jord3	Løsmasser i skredsår som ligger bratt med mulighet for betydelig drenering.	100	Noe	>1/100	>1/100
Jord4	Løsmasser i skredsår som ligger bratt med mulighet for betydelig drenering.	126	Tett	>1/100	>1/100
Jord5	Løsmasser langs ravinekant som stedvis står svært bratt. Primært mindre utglidninger.	1185	Tett	>1/100	>1/100
Jord6	Løsmasser i skredsår som ligger bratt med mulighet for betydelig drenering.	213	Tett	>1/100	>1/100
Jord7	Ravinerte løsmasser med mulighet for svært mye drenering.	228	Tett	>1/100	>1/100
Jord8	Løsmasser i skredsår som ligger bratt med mulighet for betydelig drenering.	399	Tett	>1/100	>1/100
Jord9	Løsmasser i skredsår som ligger bratt med mulighet for betydelig drenering.	154	Tett	>1/100	>1/100
Jord10	Løsmasser i skredsår som ligger bratt med mulighet for betydelig drenering.	177	Tett	>1/100	>1/100
Jord11	Løsmasser i skredsår som ligger bratt med mulighet for betydelig drenering.	159	Tett	>1/100	>1/100
Jord12	Ravinerte løsmasser med mulighet for svært mye drenering.	245	Tett	>1/100	>1/100
Jord13	Løsmasser i skredsår som ligger bratt med mulighet for betydelig drenering.	184	Ingen	>1/100	>1/100
Jord14	Løsmasser i skredsår som ligger bratt med mulighet for betydelig drenering.	166	Ingen	>1/100	>1/100
Jord15	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	137	Tett	>1/1000	>1/100
Jord16	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	216	Tett	>1/1000	>1/100
Jord17	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	163	Tett	>1/1000	>1/100
Jord18	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	228	Noe	>1/1000	>1/1000
Jord19	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	154	Tett	>1/1000	>1/100
Jord20	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	144	Noe	>1/1000	>1/1000
Jord21	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	160	Tett	>1/1000	>1/100
Jord22	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	156	Tett	>1/1000	>1/100
Jord23	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	230	Tett	>1/1000	>1/100
Jord24	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	136	Tett	>1/1000	>1/100
Jord25	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	133	Tett	>1/1000	>1/100
Jord26	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	113	Tett	>1/1000	>1/100
Jord27	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	159	Tett	>1/1000	>1/100
Jord28	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	107	Tett	>1/1000	>1/100
Jord29	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	127	Noe	>1/1000	>1/1000
Jord30	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	126	Noe	>1/1000	>1/1000
Jord31	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	215	Tett	>1/1000	>1/100
Jord32	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	201	Tett	>1/1000	>1/100
Jord33	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	156	Tett	>1/1000	>1/100
Jord34	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	122	Tett	>1/1000	>1/100
Jord35	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	126	Tett	>1/1000	>1/100
Jord36	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	187	Tett	>1/1000	>1/100
Jord37	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	195	Tett	>1/1000	>1/100

Navn*	Kommentar	Areal (m^2)	Skog	Årlig løsne-sannsynlighet dagens skog	Årlig løsne-sannsynlighet uten skog
Jord38	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	130	Tett	>1/1000	>1/100
Jord39	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	176	Tett	>1/1000	>1/100
Jord40	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	95	Tett	>1/1000	>1/100
Jord41	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	141	Tett	>1/1000	>1/100
Jord42	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	131	Tett	>1/1000	>1/100
Jord43	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	167	Tett	>1/1000	>1/100
Jord44	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	194	Tett	>1/1000	>1/100
Jord45	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	70	Tett	>1/1000	>1/100
Jord46	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	71	Tett	>1/1000	>1/100
Jord47	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	154	Tett	>1/1000	>1/100
Jord48	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	109	Tett	>1/1000	>1/100
Jord49	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	86	Tett	>1/1000	>1/100
Jord50	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	97	Tett	>1/1000	>1/100
Jord51	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	111	Noe	>1/1000	>1/1000
Jord52	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	186	Tett	>1/1000	>1/100
Jord53	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	326	Noe	>1/1000	>1/1000
Jord54	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	231	Tett	>1/1000	>1/100
Jord55	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	300	Noe	>1/1000	>1/1000
Jord56	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	321	Tett	>1/1000	>1/100
Jord57	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	329	Noe	>1/1000	>1/1000
Jord58	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	249	Tett	>1/1000	>1/100
Jord59	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	331	Tett	>1/1000	>1/100
Jord60	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	354	Tett	>1/1000	>1/100
Jord61	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	144	Tett	>1/1000	>1/100
Jord105	Løsmasser i bratt terreng med drenering.	112	Tett	>1/1000	>1/100
Jord62	Løsmasser i bratt terreng.	15491	Tett	>1/5000	>1/1000
Jord63	Løsmasser i bratt terreng.	7010	Tett	>1/5000	>1/1000
Jord64	Løsmasser i bratt terreng.	12518	Tett	>1/5000	>1/1000
Jord65	Løsmasser i bratt terreng.	2804	Tett	>1/5000	>1/1000
Jord66	Løsmasser i bratt terreng.	5225	Tett	>1/5000	>1/1000
Jord67	Løsmasser i bratt terreng.	57052	Tett	>1/5000	>1/1000
Jord68	Løsmasser i bratt terreng.	55063	Tett	>1/5000	>1/1000
Jord69	Løsmasser i bratt terreng.	8065	Tett	>1/5000	>1/1000
Jord70	Løsmasser i bratt terreng.	1819	Tett	>1/5000	>1/1000
Jord71	Løsmasser i bratt terreng.	3730	Tett	>1/5000	>1/1000
Jord72	Løsmasser i bratt terreng.	2927	Tett	>1/5000	>1/1000
Jord73	Løsmasser i bratt terreng.	1852	Tett	>1/5000	>1/1000
Jord74	Løsmasser i bratt terreng.	1225	Tett	>1/5000	>1/1000
Jord75	Løsmasser i bratt terreng.	118623	Tett	>1/5000	>1/1000
Jord76	Løsmasser i bratt terreng.	6454	Tett	>1/5000	>1/1000
Jord77	Løsmasser i bratt terreng.	1582	Ingen	>1/5000	>1/5000
Jord78	Løsmasser i bratt terreng.	2134	Ingen	>1/5000	>1/5000
Jord79	Løsmasser i bratt terreng.	697	Ingen	>1/5000	>1/5000
Jord80	Løsmasser i bratt terreng.	1252	Tett	>1/5000	>1/1000
Jord81	Løsmasser i bratt terreng.	10752	Tett	>1/5000	>1/1000
Jord82	Løsmasser i bratt terreng.	21902	Tett	>1/5000	>1/1000
Jord83	Løsmasser i bratt terreng.	2033	Tett	>1/5000	>1/1000

Navn*	Kommentar	Areal (m^2)	Skog	Årlig løsne-sannsynlighet dagens skog	Årlig løsne-sannsynlighet uten skog
Jord84	Løsmasser i bratt terreng.	2549	Tett	>1/5000	>1/1000
Jord85	Løsmasser i bratt terreng.	106558	Tett	>1/5000	>1/1000
Jord85	Løsmasser i bratt terreng.	15471	Tett	>1/5000	>1/1000
Jord87	Løsmasser i bratt terreng.	1083	Ingen	>1/5000	>1/5000
Jord88	Løsmasser i bratt terreng.	1162	Ingen	>1/5000	>1/5000
Jord89	Løsmasser i bratt terreng.	63554	Tett	>1/5000	>1/1000
Jord90	Løsmasser i bratt terreng.	2275	Tett	>1/5000	>1/1000
Jord91	Løsmasser i bratt terreng.	22587	Tett	>1/5000	>1/1000
Jord92	Løsmasser i bratt terreng.	2693	Tett	>1/5000	>1/1000
Jord93	Løsmasser i bratt terreng.	643	Tett	>1/5000	>1/1000
Jord95	Løsmasser i bratt terreng.	4565	Tett	>1/5000	>1/1000
Jord96	Løsmasser i bratt terreng.	4148	Tett	>1/5000	>1/1000
Jord97	Løsmasser i bratt terreng.	703	Tett	>1/5000	>1/1000
Jord98	Løsmasser i bratt terreng.	3278	Tett	>1/5000	>1/1000
Jord99	Løsmasser i bratt terreng.	20928	Tett	>1/5000	>1/1000
Jord100	Løsmasser i bratt terreng.	2719	Tett	>1/5000	>1/1000
Jord101	Løsmasser i bratt terreng.	1054	Ingen	>1/5000	>1/5000
Jord102	Løsmasser i bratt terreng.	898	Ingen	>1/5000	>1/5000
Jord103	Løsmasser i bratt terreng.	775	Tett	>1/5000	>1/1000
Jord104	Løsmasser i bratt terreng.	3178	Tett	>1/5000	>1/1000

3.4.2 Utløp

For å vurdere utløp av skred har vi både tatt utgangspunkt i observerte avsetninger, skredhistorikk og modelleringer av utløp. Til modellering av fremtidige jordskred og flomskred har vi benyttet den dynamiske modellen RAMMS::Debris Flow, versjon 1.8.1 (SLF WSL, 2022a). Inndata er valgt delvis basert på tidligere erfaring og delvis basert på etterregning av hendelser (avsnitt 2.7). Det er benyttet følgende inndata:

- **Terrengmodellen** som er benyttet har oppløsning på 2 m.
- **Tetthet** er satt til 2000 kg/m^3
- **Bruddkanthøyde** er konsekvent satt til 1 m.
- **Blokk-simulering** er benyttet fremfor hydrograf, da vi har lite eller ikke noe datagrunnlag om avrenning for de ulike flomskredløpene.
- **Xi** er satt til 200 m/s^2.
- **My** er satt til 0,2 for jordskred og 0,1 for flomskred.
- **Stopp-momentum** er satt til standardverdien 5 %.
- **Erosjonsmodulen** er benyttet for enkelte modelleringer. Volumene fra denne modulen kan i noen tilfeller være misvisende, men utløpslengdene fremstår likevel noenlunde representativt. Erosjonspolygoner er tegnet for de brattere delene av skredløpene hvor skred forventes å erodere, fremfor å avsette. Erosjonsparametere er satt som angitt i tidligere FoU (Skred AS, 2020). Det er også utført modellering uten erosjon, og disse forventes å best representere skred i løp hvor det er begrenset mulighet for erosjon.

- For øvrig er standard parametere i RAMMS::Debris Flow benyttet.

Modellresultatene i vedlegg D viser kjøringer med Xi=200 m/s^2, My=0,2 og med erosjon, men kun for løsneområder med løsnesannsynlighet større enn 1/1000. Disse og de andre modelleringene viser at jord- og flomskred kan nå store deler av kartleggingsområdet. Vi har gjort vurderinger av utløp for skred i lys av modelleringer, skredhendelser, observasjoner i felt og faglig erfaring.

Vi har tatt hensyn til de ulike sikringstiltakene som finnes i området i vurderinger av utløp. Sikringstiltaket mellom Øvre Holsvegen 21 og 25 (I, Tabell 6) var delvis etablert da terrenget ble scannet i september-oktober 2023, og vises derfor i terrengmodellen som er brukt til modelleringer. De øvrige sikringstiltakene (II, III og IV, Tabell 6) er ikke representert i terrengmodellen og dermed heller ikke i modellkjøringer. Vi har tatt dette i betraktning ved tolkning av modellresultater for de aktuelle stedene. De ulike sikringstiltakene er strakstiltak som alle har redusert skredfaren, men ingen av dem vurderes å være utformet og dimensjonert tilstrekkelig til å fullstendig stoppe jord- og flomskred.

Skogens betydning for utløp av jordskred og flomskred vurderes å være usikker. Skog kan i noen tilfeller kan medføre kortere utløp som følge av bremsing av løsmasseskredskred. Men skog kan også føre til lenger utløp ved at skredvolumet blir større med skog. I tillegg øker i enkelte tilfeller skadepotensialet i skred som følge av høye punktlaster fra trestammer. I sum har vi tatt utgangspunkt i at fjerning av skog ikke endrer utløpet av faresoner for jord- og flomskred. Utløpet øker bare indirekte gjennom at løsnesannsynligheten øker, og skred av en gitt utbredelse vil derfor forekomme hyppigere. Dermed øker også størrelsen på faresonene for en situasjon uten skog.

3.4.3 Vurdering av jord- og flomskredfare

Vi vurderer at den årlige sannsynligheten for jord- og flomskred i kartleggingsområdet er større enn 1/100, 1/1000 og 1/5000. 1/100-sonene omfatter noen utvalgte skredløp hvor det gikk skred under Hans og fortsatt er potensiale for nye skred. I tillegg omfattes enkelte skredløp som vi vurderer å ha stort potensiale for løsmasseskred, selv om det ikke gikk skred der under ekstremværet Hans. Et eksempel på dette sistnevnte er ravinen over Holsfjordvegen 17 hvor store vannmengder i kombinasjon med tilgjengelige løsmasser og skredhistorikk gjør at vi vurderer at fremtidige løsmasseskred er ganske sannsynlig.

1/1000-sonene omfatter store deler av området med utgangspunkt i hvor det finnes spesielt aktuelle løsneområder med mye vanntilførsel i terreng brattere enn ca. 25 grader. Det er i noen tilfeller tatt hensyn til at det ikke er sikkert hvilket løp et skred vil ta. 1/5000-sonene omfatter mesteparten av den nedre delen av kartleggingsområdet, og gjenspeiler at det finnes svært mye bratt terreng med løsmasser. Som følge av mange veier, skogsveier og stier kan store mengder vann i prinsippet distribueres nesten hvor som helst under gitte forhold, og dette kan føre til utløsning av skred på steder der det under normale forhold er lite som tilsier at skred vil utløses. 1/5000-sonene gjenspeiler også usikker knyttet til utløp av skred.

For en situasjon uten skog øker faren for utløsning av jord- og flomskred vesentlig, og dermed øker også faresonene betydelig.

3.5 Sørpeskred

3.5.1 Løsneområder og løsnesannsynlighet

Området har moderate snømengder og forholdsvis stabile snøforhold gjennom vintrene. Det er relativt få konkrete sørpeskredhendelser i regionen, selv om det ikke er ukjent at sørpeskred kan forekomme. På generell basis vurderer vi at sannsynligheten for sørpeskred med betydelig skadepotensiale er relativt liten, men vi utelukker ikke at sørpeskred kan forekomme med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 der hvor forholdene topografisk sett ligger til rette for det.

Det er identifisert en del mulige sørpeskredløp (Sorpe1 til Sorpe11, Tabell 11). 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 i for slakt terreng til at man klarer å modellere skredbevegelse derfra. Løsneområdene er derfor tegnet inn på steder som er representative for akselerasjon av vannmettet snødekke i et potensielt skredløp.

For mange av løsneområdene vil dagens skog kunne bidra til å redusere løsnesannsynligheten, både der løsneområdet er tegnet og i terrenget oppstrøms (Tabell 11). For en situasjon uten skog forventes dermed løsnesannsynligheten å øke noe for disse løsneområdene. Vi vurderer at løsnesannsynligheten er større enn 1/1000 for Sorpe2, Sorpe4, Sorpe5 og Sorpe9 ved dagens skogforhold, og større enn 1/5000 for øvrige løsneområder. For en situasjon uten skog vurderer vi at løsnesannsynligheten er større enn 1/1000 for alle løsneområdene. Ingen av løsneområdene har løsnesannsynlighet større enn 1/100, verken ved dagens skogforhold eller uten skog.

Tabell 11: Løsneområder for sørpeskred.

Navn	Kommentar	Areal (m^2)	Skog	Årlig løsne-sannsynlighet dagens skog	Årlig løsne-sannsynlighet uten skog
Sorpe1	Forsenkning med drenering.	222	Reduserer utløsning	>1/5000	>1/1000
Sorpe2	Forsenkning med drenering.	272		>1/1000	>1/1000
Sorpe3	Forsenkning med drenering.	79	Reduserer utløsning	>1/5000	>1/1000
Sorpe4	Forsenkning med drenering.	137		>1/1000	>1/1000
Sorpe5	Bekkeløp	222		>1/1000	>1/1000
Sorpe6	Forsenkning med drenering.	185	Reduserer utløsning	>1/5000	>1/1000
Sorpe7	Forsenkning med drenering.	238	Reduserer utløsning	>1/5000	>1/1000
Sorpe8	Bekkeløp	179	Reduserer utløsning	>1/5000	>1/1000
Sorpe9	Forsenkning med drenering.	188		>1/1000	>1/1000
Sorpe10	Bekkeløp	290	Reduserer utløsning	>1/5000	>1/1000
Sorpe11	Forsenkning med drenering.	144	Reduserer utløsning	>1/5000	>1/1000

3.5.2 Utløp

Som et verktøy for å vurdere utløpslengde av sørpeskred har vi benyttet den dynamiske modellen RAMMS::Debris Flow, versjon 1.8.1 (SLF WSL, 2022a). Vi har til dels fulgt anbefalingene om inndata fra tidligere FOU om modellering av sørpeskred (NVE, 2021). Det

er imidlertid benyttet mindre konservative parametere enn angitt i FOU-en i forhold til forventede returperioder, ettersom vi forventer at hyppigheten på sørpeskred i området er ganske liten. Det er benyttet følgende inndata:

- **Terrengmodellen** som er benyttet har oppløsning på 2 m.
- **Tetthet** er satt til 1000 kg/m^3
- **Bruddkanthøyde** er satt til 1 m.
- **Blokk-simulering** er benyttet fremfor hydrograf, da vi har lite eller ikke noe datagrunnlag om avrenning for de ulike sørpeskredløpene.
- **Xi**-verdier er variert mellom 2000 og 5000 m/s^2. Modelleringer med 2000 m/s^2 er mest vektlagt.
- **My**-verdier er variert mellom 0,04 og 0,08. Modelleringer med 0,08 er mest vektlagt.
- **Stopp-momentum** er satt til 5%.
- **Erosjonsmodulen** er benyttet for noen modellkjøringer, men ikke for alle. Erosjonspolygoner er tegnet for de bratte deler av terrenget. Erosjonsparametere er satt som angitt i tidligere FoU (NVE, 2021), med unntak av critical shear stress som i de fleste tilfeller er gitt en verdi på 1 kPa.
- For øvrig er standard parametere i RAMMS::Debris Flow benyttet.

Modellkjøringene som er mest vektlagt og som vises i vedlegg D har parametere Xi=2000 m/s^2, My=0,08 og uten erosjon. Modellkjøringer med Xi=3000 m/s^2, My=0,08 og erosjon med critical shear stress = 1 kPa er også tillagt en del vekt.

Modelleringene viser at sørpeskred vil ha størst hastighet langs etablerte bekkeløp og forsenkninger, men at de også kan bre seg ut og ta andre løp. I vurderingene av utløp har vi tatt høyde for slik sideveis utbredelse, spesielt ved lavere sannsynligheter. Vi vurderer at sørpeskred kan ha utløp ned til terrenget flater ut, og langs bekkeløp vil utløpet være ekstra langt.

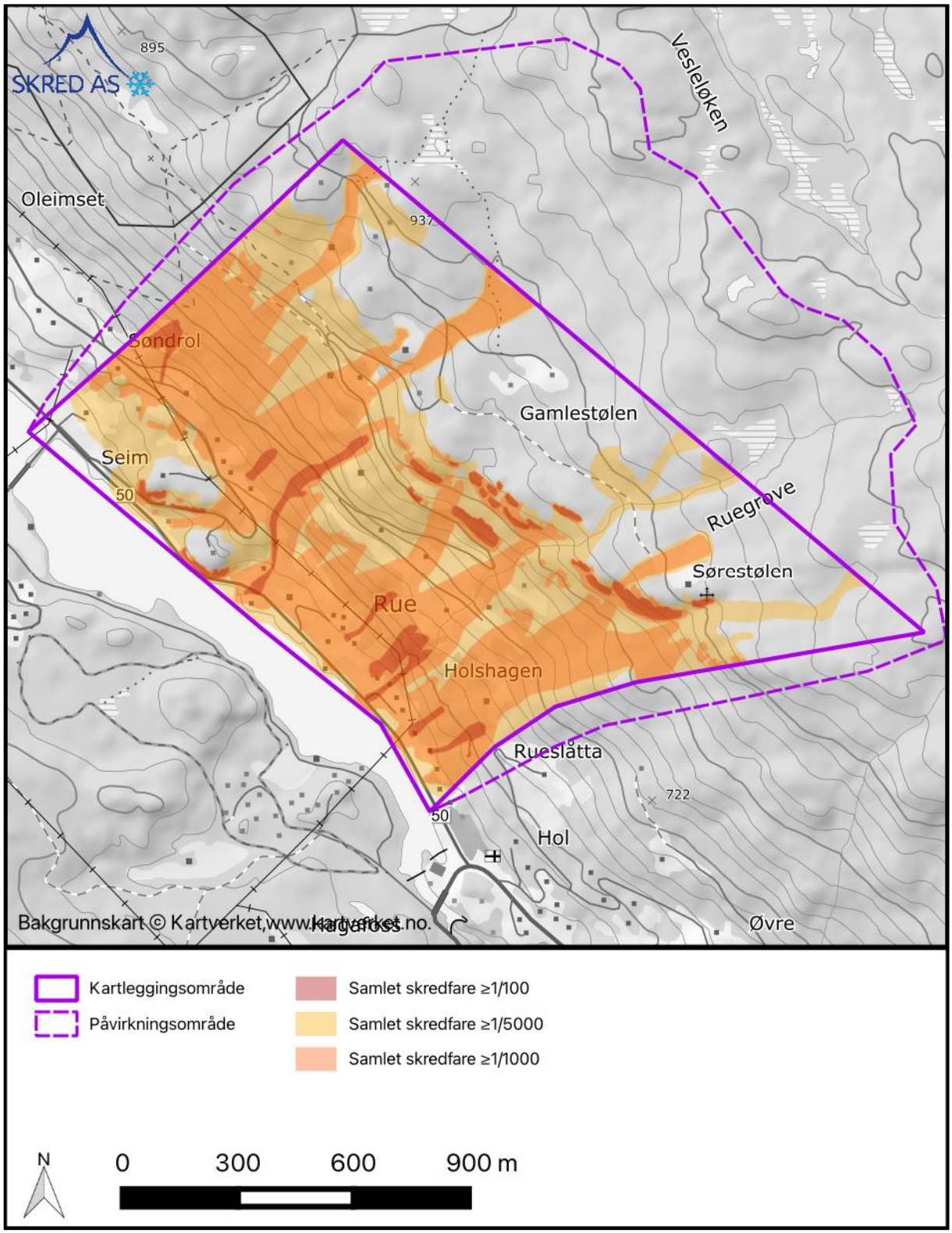
3.5.3 Vurdering av sørpeskredfare

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

For en situasjon uten skog vurderes sørpeskredfaren å øke i enkelte av løpene slik at den er større enn 1/1000 i alle skredløp.

3.6 Samlet skredfare

Vi vurderer at den samlede skredfaren er større enn 1/100, 1/1000 og 1/5000 for deler av området (Figur 11 og Vedlegg E). Jord- og flomskred er for det meste dimensjonerende.



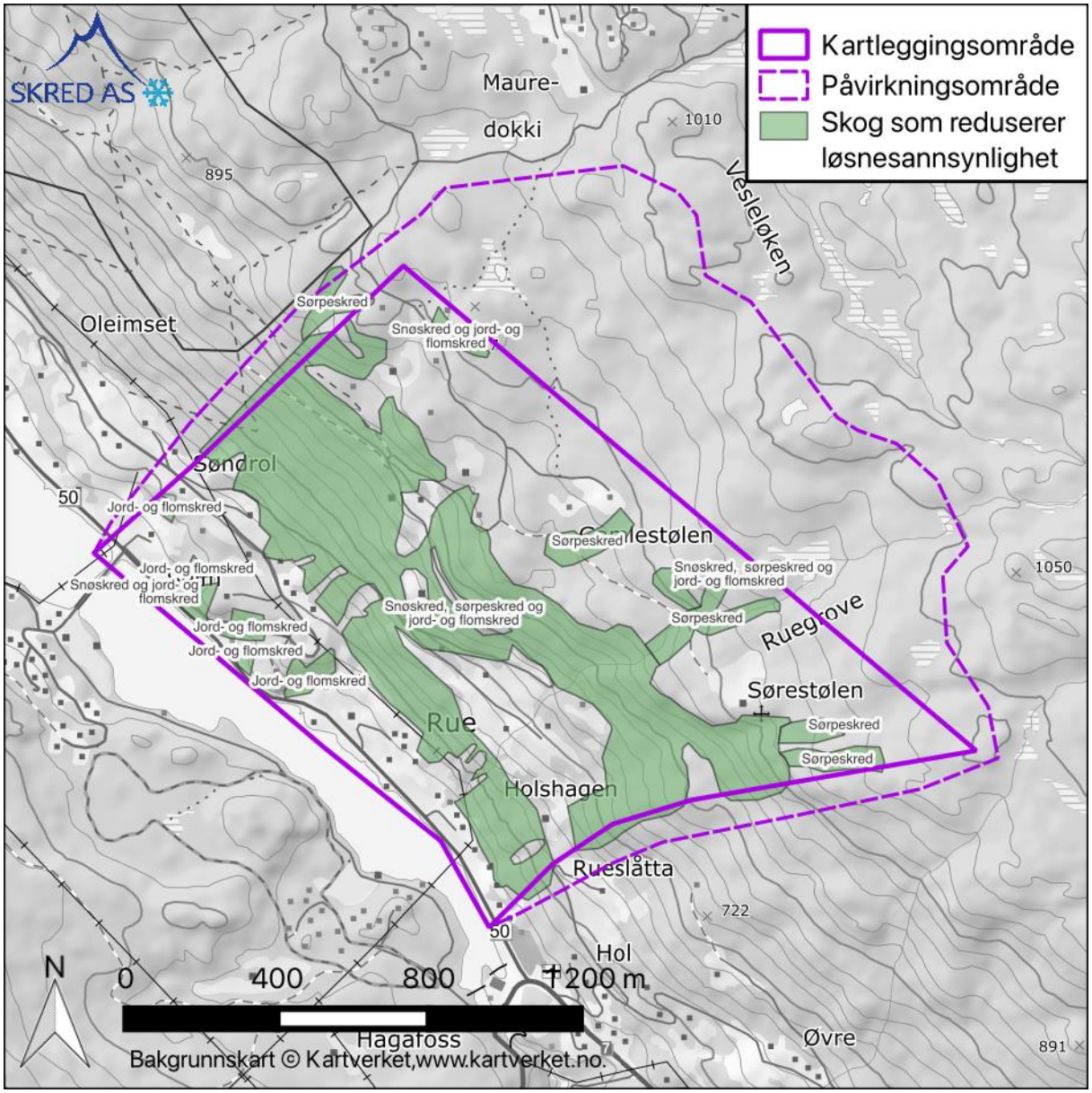
Figur 11: Kart som viser samlet skredfare for kartleggingsområdet.

Vi har gjort en opptelling av antall boliger med nummerert adresse som ligger innenfor de ulike faresonene. I tillegg finnes det en rekke flere bygninger i området f.eks. driftsbygninger, garasjer, boder etc. Opptellingen viser:

- 2 boliger ligger innenfor sone med årlig sannsynlighet for skred større enn 1/100.
- 26 boliger ligger innenfor sone med årlig sannsynlighet for skred større enn 1/1000.
- Vi har ikke gjort en opptelling av boliger innenfor sonen med årlig sannsynlighet større enn 1/5000, da det antas at ingen av boligene tilhører sikkerhetsklasse S3. I praksis ligger det aller meste av bebyggelsen i området innenfor sone med årlig sannsynlighet for skred større enn 1/5000.

3.7 Skog med betydning for skredfaren

Skog som vurderes å ha betydning for skredfaren i området er avmerket på kartet i Figur 12 og Vedlegg F. Skogens betydning er betydelig for løsnesannsynligheten for snøskred, jord- og flomskred og sørpeskred.



Figur 12: Skog med betydning for skredfaren. Alle arealene med skog som er avmerket har kun effekt mot løsnesannsynligheten. Skredtypene skogen har effekt mot er angitt som tekst.

3.8 Avvik fra tidligere skredfareutredninger

Vurderingen gjort langs Øvre Holsvegen nedenfor Seimsberget (Skred AS, 2019a) var gjort iht. Statens vegvesens håndbok N200. Slike vurderinger er ikke direkte sammenlignbare med vurderinger iht. TEK17 §7-3, men i grove trekk samsvarer vurderingene i denne rapporten med de tidligere vurderingene.

Skred AS gjorde i 2019 også en kartlegging av skredfare for tre større områder i Hol kommune (Skred AS, 2019b). Vurderingene i inneværende rapport samstemmer i at det er jord- og flomskred som er dimensjonerende skredtype. Det er imidlertid noen endringer i faresonene fra 2019 til nå:

- De nye faresonene inkluderer også noen arealer med årlig sannsynlighet større enn 1/100 for jord- og flomskred og for steinsprang.
- De nye faresonene for jord- og flomskred med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 dekker ikke hele bredden av skråningen, slik 2019-faresonene gjorde. Derimot har de nye faresonene lenger utløp ned på flatene enn 2019-faresonene.
- De nye faresonene for jord- og flomskred med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 er ganske like som 2019-faresonene, men har også noe lenger utløp.
- Sørpeskred er vurdert å være aktuelt i noen flere løp nå, enn i 2019-vurderingen.

I grove trekk er det ganske moderate forskjeller mellom faresonene fra 2019 og de nye faresonene. De fleste endringene kan tilskrives at det i 2020 kom en ny veileder for utredning av skredfare i bratt terreng (NVE, 2024a), som har gjort at slike utredninger nå gjøres på et mer detaljert nivå enn tidligere. Datagrunnlaget vi har hatt tilgang på nå har også vært noe større, både i form av informasjon fra hendelser under Hans og ortofoto/terrengmodeller. Det har også skjedd en generell utvikling av kunnskap og praksis i bransjen knyttet til slike vurderinger.

3.9 Stedsspesifikk usikkerhet

Vi vurderer at det er usikkerhet knyttet til skogens effekt på spesielt jord- og flomskred. Under Hans gikk det mange skred i områder med tett skog. Vi har inntil videre holdt fast ved den antakelsen om at skogen har en ganske vesentlig betydning for løsnesannsynligheten, spesielt ved slakere terrenghelning. Det bør gjøres mer forskning på den reelle effekten skog har på både utløsning og utløp av jordskred.

Det er også en stor usikkerhet knyttet til hvor vannet tar veien i kartleggingsområdet. Under ekstremværet Hans gikk vannet i mange tilfeller der man ville forventet det, men i noen tilfeller også helt andre steder. Vi har forsøkt å ta hensyn til denne usikkerheten ved å inkludere ganske store arealer som potensielle løsneområder for jord- og flomskred med årlig sannsynlighet større enn 1/5000. I sum er trolig denne tilnærming noe konservativ, men vi mener likevel det blir mest riktig i lys av den store usikkerheten rundt hvor vann vil drenere.

Videre er det også en viss usikkerhet knyttet til vurderingen av snøskred med årlig sannsynlighet større enn 1/100 for en situasjon uten skog. Vi har under tvil valgt å ikke tegne faresoner for denne situasjon for mesteparten av kartleggingsområdet.

3.10 Mulighet for å redusere faresonene

Det er 26 boliger med adressenummer som antas å tilhøre sikkerhetsklasse S2 og som ligger innenfor faresoner med årlig sannsynlighet for skred større enn 1/1000 under dagens skogforhold. For de mest utsatte av disse har vi gjort en vurdering av hva som trolig er det mest hensiktsmessige sikringstiltaket og en grov kostnadsestimering av et slikt sikringstiltak. Denne vurderingen er gitt i et eget notat (24222-02-1).

4 Konklusjon

Vi vurderer at den samlede årlige sannsynligheten for skred er større enn 1/1000 for en betydelig del av kartleggingsområdet. Det er jord- og flomskred som vurderes å være dimensjonerende skredtype for store deler av området ved dagens skogforhold, men steinsprang og sørpeskred er stedvis også dimensjonerende.

For en situasjon uten dagens produktive skog, vurderer vi at skredfare øker betydelig og blir større enn 1/100 for store deler av kartleggingsområdet. I en slik situasjon er fortsatt jord- og flomskred den skredtypen med størst utbredelse. I tillegg er fortsatt steinsprang og sørpeskred aktuelt i deler av kartleggingsområdet, mens snøskred er aktuelt i noen få parti.

2 boliger ligger innenfor soner med årlig sannsynlighet for skred større enn 1/100. 26 boliger ligger innenfor soner med årlig sannsynlighet for skred større enn 1/1000. Disse boligene oppfyller dermed ikke dagens krav om sikkerhet mot skred for nybygg gitt i TEK 17 §7-3.

5 Referanseliste

Åsmund Vindegg, 2023. Personlig kommunikasjon.

Asplan Viak, NVE, 2024. AV-Klima [WWW Document]. URL https://nve-av-klima.azurewebsites.net

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, 2024. Høydedata [WWW Document]. URL https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/

Miljøverndepartementet, 2013. Klimatilpasning i Norge, Stortingsmelding 33.

Nasjonalbiblioteket, 2024. Nettbibliotektet [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. Nasjonal database for ustabile fjellparti [WWW Document]. URL https://geo.ngu.no/kart/ustabilefjellparti_mobil/

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Skred AS, 2024. Faresoneutredning i bratt terreng - Spangrud i Bagn, Sør-Aurdal kommune - NVE ekstern rapport nr. 11 / 2024.

Skred AS, 2023a. Akuttvurderinger skred under ekstremværet Hans - Hol kommune.

Skred AS, 2023b. 23411-02-1 Strakstiltak mot skred.

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

Skred AS, 2019a. 19194-01-1 Steinsprangfare langs Øvre Holsvegen.

Skred AS, 2019b. 19244-01-1 Skredfarekartlegging i Hol kommune.

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

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

Statens vegvesen, 2024. Rapportweb [WWW Document]. URL https://vegvesen.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=6d7d9d02d6fb4b70bfdfa955bdb3602a

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

Egenerklæring for kompetanse

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

Egenerklæring om utførende foretaks kompetanse	JA	NEI	Kommentar
Ansvarlig for å utføre skredfaglige utredninger er godt kjent med gjeldende forskrifter[1], veiledere[2], retningslinjer[3] og fagnormer som gjelder for å utføre skredfareutredninger.	X		Se liste med gjeldende krav og lover nedenfor.
Minst to kvalifiserte fagpersoner blir benyttet i oppdraget, en som utførende og en som sidemannskontrollør. De to påkrevde fagpersonene må ha minst 5 og 3 års netto erfaring med tilsvarende oppdrag, samt relevant utdannelse 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	Naturgeograf; Dr. sc. nat., Universitetet i Zürich / SLF-WSL i Davos, Sveits.	2005-2025	20
Hedda Breien	Geolog; Ph.d. Naturkatastrofer. Institutt for Geofag, Universitetet i Oslo	2008-2025	17
Birgit K. Buck-Persson	Geolog; M. Sc. Berggrunnsgeologi. Institutt for geologi, Universitetet i Tromsø	2010-2025	15
Espen Eidsvåg	Geolog; M. Sc. Kvartærgeologi og paleoklima, Universitetet i Bergen	2012-2025	13
Nils Arne Kavli Walberg	Geolog; M. Sc. Miljøgeologi og Geofarer. Institutt for Geofag, Universitetet i Oslo.	2013-2025	12
Hallvard Nordbrøden	Ingeniørgeolog; M. Sc. Tekniske Geofag, NTNU Trondheim.	2014-2025	11
Hans Georg Grue	Geolog; M. Sc. Kvartærgeologi og paleoklima, Universitetet i Bergen.	2016-2025	9
Sondre Lunde	Ingeniørgeolog; M. Sc. Tekniske geofag, NTNU Trondheim.	2017-2025	8
Pål Lohne	Geolog; B. Sc. Geologi og geofare, Høgskulen i Sogn og Fjordane, Sogndal.	2020-2025	5
Kristin Brandtsegg Lome	Geolog; M. Sc. Kvartærgeologi og sedimentologi, Universitetet i Tromsø.	2020-2025	5
Kari Noer Lilli	Ingeniørgeolog; M. Sc. Tekniske geofag, NTNU Trondheim.	2020-2025	5

Vedlegg A – Bilder



Figur 1: Oversiktsbilde av den nordvestlige delen av kartleggingsområdet, sett mot nordøst.



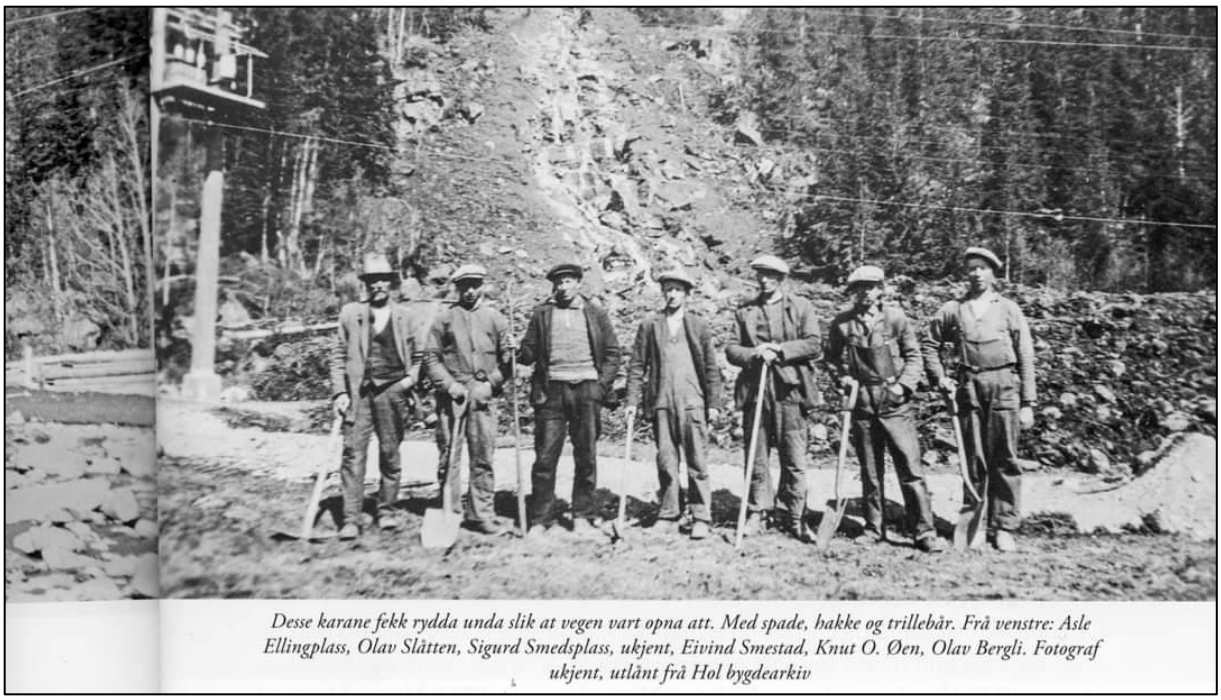
Figur 2: Oversiktsbilde av den sentrale delen av kartleggingsområdet, sett mot øst.



Figur 3: Oversiktsbilde av den sørøstlige delen av kartleggingsområdet, sett mot nordøst.



Figur 4: Bilde av skred 1 ved Fiskevikji våren 1935. Kilde: Åsmund Vindegg.



Desse karane fekk rydda unda slik at vegen vart opna att. Med spade, hakke og trillebår. Frå venstre: Asle Ellingplass, Olav Slåtten, Sigurd Smedsplass, ukjent, Eivind Smestad, Knut O. Øen, Olav Bergli. Fotograf ukjent, utlånt frå Hol bygdearkiv

Figur 5: Bilde av skred 1 ved Fiskevikji våren 1935. Kilde: Åsmund Vindegg.



Figur 6: Det som antas å være løsneområdet til skredet fra 1935 kan skimtes som en nedsenkning i venstre del av bildet (rød, stiplet linje).



Figur 7: Skred 2 var det første skredet som gikk under ekstremværet Hans. Dronebilde sett mot nordøst som viser ytre deler av skredavsetningene ved Holsfjordvegen 55 og 52.



Figur 8: Skred 2 rev med seg store deler av Varaldsetvegen. Dronebilde sett mot sørøst.



Figur 9: Øvre del av skred 2 som gikk under ekstremværet Hans. Omtrentlig plassering av løsneområdet er anvist med rød pil.



Figur 10: Dronebilde av skred 3 (venstre) og 4 (høyre) sett mot nord i august 2023.



Figur 11: Løsneområdene til skred 3 (venstre) og 4 (høyre) sett fra drone mot nordøst.



Figur 12: Nedre del av skred 3 (venstre) og 4 (høyre) sett mot nordøst fra drone.



Figur 13: Skred 5 (venstre) og restene av skred 11 (høyre) sett mot nordvest fra drone.



Figur 14: Øvre del av skredløpet til skred 5 sett mot nordøst.



Figur 15: Skred 6 løsnet langs Varaldsetvegen og gravde ut en ny ravine i terrenget.



Figur 16: Ravinen som skred 6 gravde ut, sett nedenfra mot nordøst.



Figur 17: Avsetningene fra skred 6 mellom Øvre Holsvegen 21 og 25, sett mot vest.



Figur 18: Ytre deler av skredavsetningene fra skred 6, sett mot vest fra drone.



Figur 19: Skred 7 sett fra drone mot nord.



Figur 20: Skredavsetningene etter skred 7 sett ovenfra med drone rett etter skredet.



Figur 21: Dronebilde av hele skred 8 som traff Holsfjordvegen 15, sett ovenfra mot nordøst.



Figur 22: Under ekstremværet Hans skjedde det også en del mindre utglidninger, f.eks. langs Varaldsetvegen sentralt i området. Det er også spor etter erosjon og vann på avveie.



Figur 23: En utglidning langs Varaldsetvegen som trolig har skjedd i løpet av våren 2024.



Figur 24: Fangvoll (ID I) mellom Øvre Holsvegen 21 og 25 i et løpet fra skred 6.



Figur 25: Ledevoll (ID II) ved Holsfjordvegen 55 hvor skred 1 gikk under Hans.



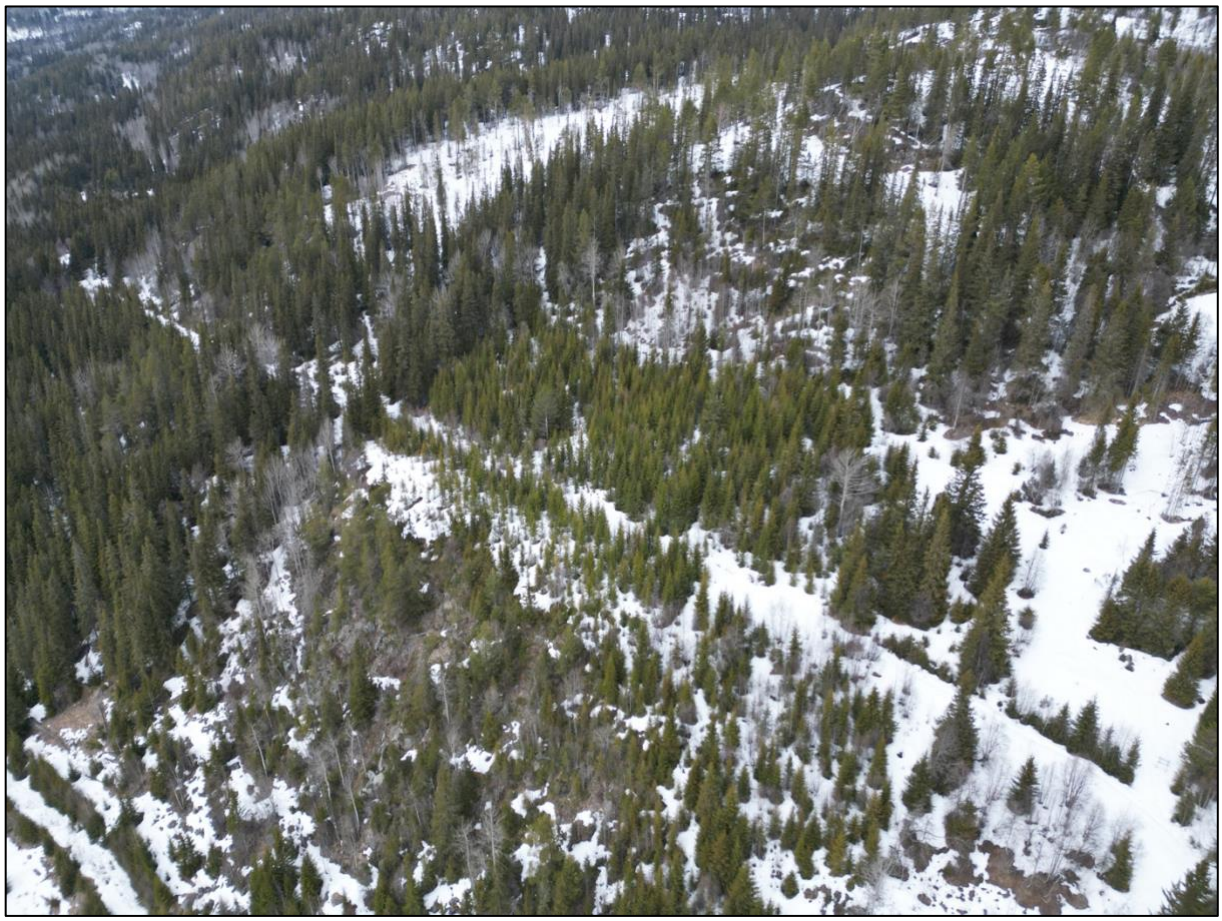
Figur 26: Fangvoll (ID III) over Holsfjordvegen 33 ved skred 7. Vollen er bare delvis bygget iht. anbefalinger fra Skred AS.



Figur 27: Dreneringsgrøft (ID IV) i terrenget over Holsfjordvegen 15 ved skred 8.



Figur 28: Skråningen nordvest i kartleggingsområdet er blokkrik uten særlig skog. Bildet viser terrenget rett over løsneområdene til skred 3 og 4.



Figur 29: Den øvre, nordvestlige delen av kartleggingsområdet, sett mot nord.



Figur 30: Skråningen langs Øvre Holsveg ved Seimsbergi i den nedre, vestlige delen av kartleggingsområdet.



Figur 31: Den øvre, sentrale delen av kartleggingsområdet sett mot øst.



Figur 32: Den nedre delen av kartleggingsområdet langs Holsfjorden, sett mot nord.



Figur 33: Den nedre, sentrale delen av kartleggingsområdet er blokkrik over bebyggelsen.



Figur 34: Den sørøstlige delen av terrenget ved skred 1 og 8.



Figur 35: Den øvre delen av terrenget i den sørøstlige delen av kartleggingsområdet.



Figur 36: Berget i den øvre, østlige delen av skråningen, sett mot nordøst.



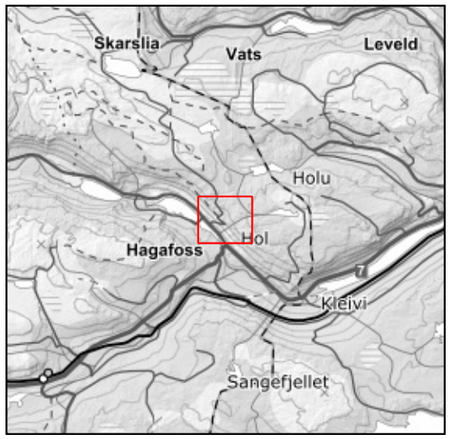
Figur 37: Berget i den øvre, østlige delen av kartleggingsområdet.



Figur 38: Uravsetninger over Varaldsetvegen i den øvre, sentrale delen av kartleggingsområdet.



Figur 39: Øvre del av kartleggingsområdet er ganske slakt. Dronebilde sett mot nordvest.



Kartleggingsområde

Påvirkningsområde

Terrenghelning

- 10-25°
- 25-37°
- 37-45°
- 45-55°
- 55-90°

Avrenningsanalyse MFD (m2)

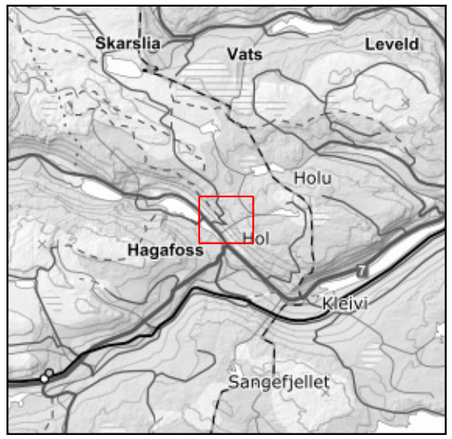
- <= 100
- 100 - 500
- 500 - 2500
- 2500 - 10000
- > 10000

N

0 300 600 m

Kartverket, Geovekst og kommuner - Geodata AS

	Vedlegg B **Helningskart**
Oppdrag:	Skredfareutredning for Seim-Tingvollane, Hol
Koordinatsystem:	Euref 1989 UTM Zone 33N
Dato: 2025-08-28	**Utarbeidet av:** Espen Eidsvåg
	Kontrollert av: Kalle Kronholm
	SKRED AS
Kartet er utarbeidet av Skred AS på oppdrag for Hol kommune	



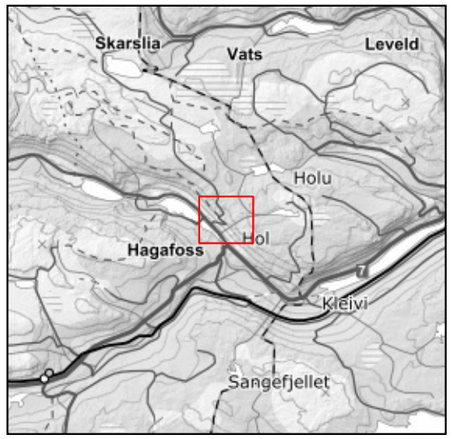
- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde
- Levee
- Ravine/Bekkenedskjæring
- Sikringstiltak (observert)
- Steinsprang/Steinskred (ur)
- Sporlogg bakke
- Sporlogg drone
- Løsneområde jord- og flomskred
- Løsneområde steinsprang
- Løsneområde sørpeskred
- Løsneområde snøskred
- Skredhendelser

	Vedlegg C **Registreringskart**
Oppdrag: Skredfareutredning for Seim-Tingvollane, Hol	
Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Zone 33N	
Dato: 2025-08-28	**Utarbeidet av:** Espen Eidsvåg / **Kontrollert av:** Kalle Kronholm / SKRED AS
Kartet er utarbeidet av Skred AS på oppdrag for Hol kommune	

N

0 300 600 m

Kartverket, Geovekst og kommuner - Geodata AS

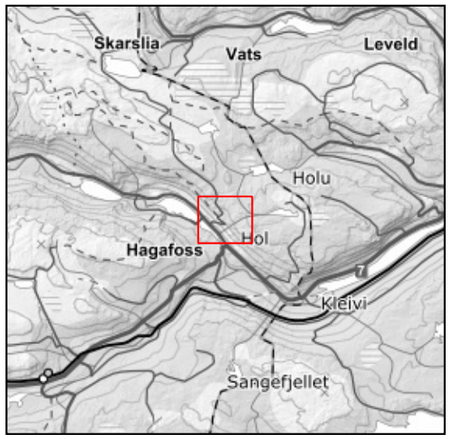


Kartleggingsområde
Påvirkningsområde
Levee
Ravine/Bekkenedskjæring
Sikringstiltak (observert)
Steinsprang/Steinskred (ur)
Sporlogg bakke
Sporlogg drone
Skredhendelser

N
0 300 600 m

Kartverket, Geovekst og kommuner - Geodata AS

	Vedlegg C **Registreringskart uten løsneområder**
Oppdrag:	Skredfareutredning for Seim-Tingvollane, Hol
Koordinatsystem:	Euref 1989 UTM Zone 33N
Dato: 2025-08-28	**Utarbeidet av:** Espen Eidsvåg
	Kontrollert av: Kalle Kronholm
	SKRED AS
Kartet er utarbeidet av Skred AS på oppdrag for Hol kommune	



Kartleggingsområde

Påvirkningsområde

Løsneområder steinsprang

RockyFor3D - 1 m3 - "Reach Probability" (%)

<= 1,5

1,5 - 3

3 - 10

10 - 20

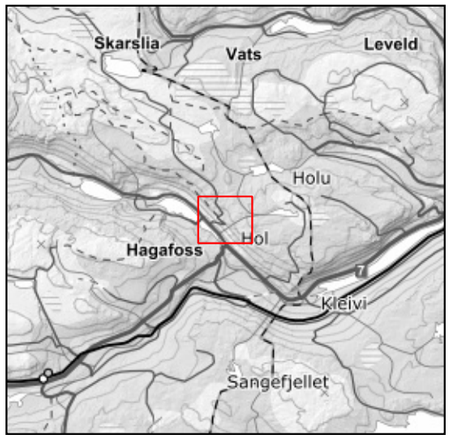
20 - 100

N

0 300 600 m

Kartverket, Geovekst og kommuner - Geodata AS

	Vedlegg D **Modelleringskart steinsprang**
Oppdrag:	Skredfareutredning for Seim-Tingvollane, Hol
Koordinatsystem:	Euref 1989 UTM Zone 33N
Dato: 2025-08-28	**Utarbeidet av:** Espen Eidsvåg
	Kontrollert av: Kalle Kronholm
	SKRED AS
Kartet er utarbeidet av Skred AS på oppdrag for Hol kommune	

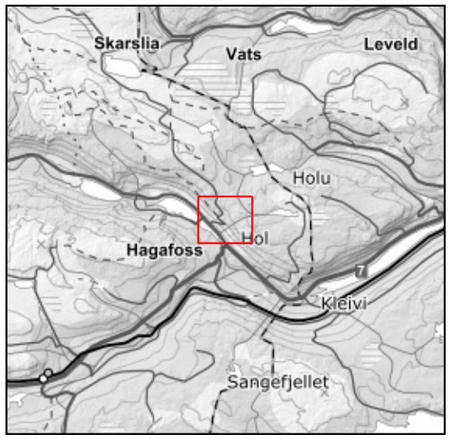


Kartleggingsområde
Påvirkningsområde
Løsneområder snøskred
RAMMS::Avalanche - Hastighet
< 1 m/s
1-5 m/s
5-15 m/s
15-25 m/s
> 25 m/s

N
0
300
600 m

Kartverket, Geovekst og kommuner - Geodata AS

	Vedlegg D **Modelleringskart snøskred (uten skog)**
Oppdrag: Skredfareutredning for Seim-Tingvollane, Hol	
Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Zone 33N	
Dato: 2025-08-28	**Utarbeidet av:** Espen Eidsvåg / **Kontrollert av:** Kalle Kronholm / SKRED AS
Kartet er utarbeidet av Skred AS på oppdrag for Hol kommune	



Kartleggingsområde

Påvirkningsområde

Løsmasseskred jord- og flomskred

RAMMS::Debris Flow - Hastighet

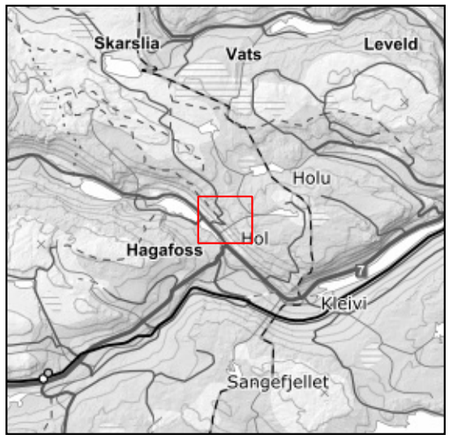
- <= 0,2 m/s
- 0,2 - 3 m/s
- 3 - 5 m/s
- 5 - 8 m/s
- 8 - 10 m/s
- 10 - 100 m/s

N

0 300 600 m

Kartverket, Geovekst og kommuner - Geodata AS

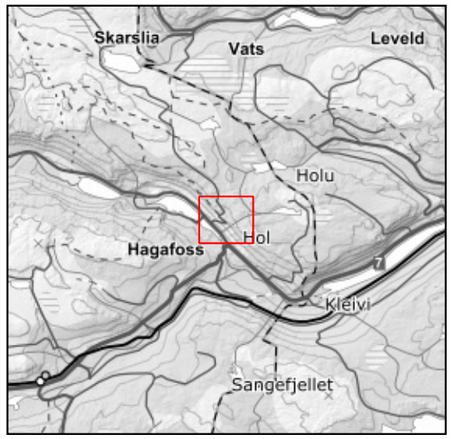
	Vedlegg D **Modelleringskart jord- og flomskred**
Oppdrag:	Skredfareutredning for Seim-Tingvollane, Hol
Koordinatsystem:	Euref 1989 UTM Zone 33N
Dato: 2025-08-28	**Utarbeidet av:** Espen Eidsvåg
	Kontrollert av: Kalle Kronholm
	SKRED AS
Kartet er utarbeidet av Skred AS på oppdrag for Hol kommune	



Kartleggingsområde
Påvirkningsområde
Løsneområde sørpeskred
RAMMS::Debris Flow - Hastighet
<= 0,2 m/s
0,2 - 3 m/s
3 - 5 m/s
5 - 8 m/s
8 - 10 m/s
10 - 100 m/s

Øyestølvegen
925.8
945.8
1019.6
1000
975
950
900
875
850
825
800
775
750
725
700
675
650
625
600
575
550
Skarsettjørne
Uksetjørne
Oleimset
Skarsethaugen
Sorpe1
Skarset
Nørdre Søndrol
Øvre Søndrol
Sorpe2
Nedre Søndrol
Søndrol
Sorpe3
Seimstølen
Venevollane
Sorpe4
Varaldsetvegen
Vasshøl
Gamlestølen
Undartjørnhovdune
Undartjørne
1029.9
Undarstein
1026.4
Synste Søndrol
Stølssletto
Øvre Holsvegen
Seim
Sorpe5
Sorpe6
Slettokamben
Sjugurdsrud
Lunde
Seimsbergi
Bøkko
Veslestølen
Sorpe7
Flatkleive
Fuglebrenna
Storemyr
Ruegrove
Bergahølu
Moltemyrskaret
Sorpe8
Kalvemyr
Svenskebergi
Sørheim
Nørdre Rue
Rue
Rueberget
Sorpe9
Søreståen
Grønodden
Myljo-Rue
Tubbodden
Neseikra
Nørdre Holshagen
Søre Rue
Sorpe10
Reir
Vestaførvegen
587.9
Holsfjorden
Holshagen
Søre Holshagen
Skardøkki
Sorpe11
Kamben
601.7
Mjølkedøkki
Skraddarstølen
Solheimsgrove
Vetrestøe
609.9
568.4
Liavegen
Rueslåtta
Vesleslåtta
Tingvollane
N
0
300
600 m
Kartverket, Geovekst og kommuner - Geodata AS

	Vedlegg D **Modelleringskart sørpeskred**
Oppdrag: Skredfareutredning for Seim-Tingvollane, Hol	
Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Zone 33N	
Dato: 2025-08-28	**Utarbeidet av:** Espen Eidsvåg / **Kontrollert av:** Kalle Kronholm / SKRED AS
Kartet er utarbeidet av Skred AS på oppdrag for Hol kommune	



Kartleggingsområde

Påvirkningsområde

Dimensjonerende skredtype

- Steinsprang
- Sørpeskred
- Jord- og flomskred

- Samlet skredfare ≥1/100
- Samlet skredfare ≥1/1000
- Samlet skredfare ≥1/5000

N

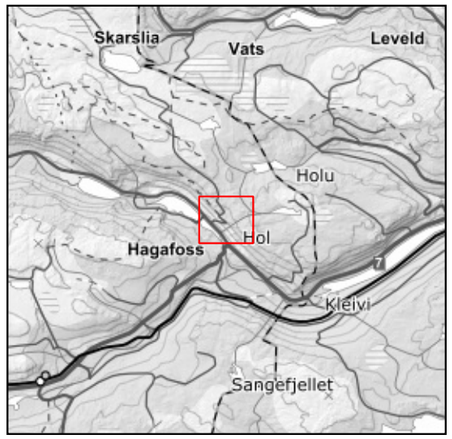
0 300 600 m

Kartverket, Geovekst og kommuner - Geodata AS

	Vedlegg E **Faresonekart - Samlet skredfare**
Oppdrag:	Skredfareutredning for Seim-Tingvollane, Hol
Koordinatsystem:	Euref 1989 UTM Zone 33N

Dato:	**Utarbeidet av:**	**Kontrollert av:**	
2025-08-28	Espen Eidsvåg	Kalle Kronholm	SKRED AS

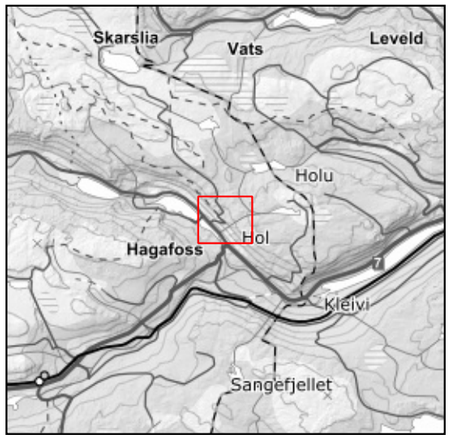
Kartet er utarbeidet av Skred AS på oppdrag for Hol kommune



Kartleggingsområde
Påvirkningsområde
Steinsprangfare ≥1/100
Steinsprangfare ≥1/1000
Steinsprangfare ≥1/5000

	Vedlegg E **Faresonekart - Steinsprang**
Oppdrag:	Skredfareutredning for Seim-Tingvollane, Hol
Koordinatsystem:	Euref 1989 UTM Zone 33N
Dato: 2025-08-28	**Utarbeidet av:** Espen Eidsvåg
	Kontrollert av: Kalle Kronholm
	SKRED AS
Kartet er utarbeidet av Skred AS på oppdrag for Hol kommune	

N
0 300 600 m
Kartverket, Geovekst og kommuner - Geodata AS

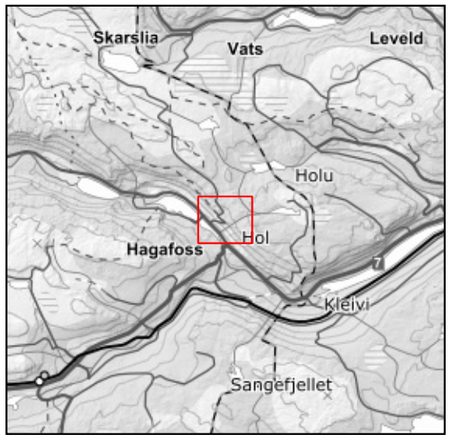


Kartleggingsområde
Påvirkningsområde
Snøskredfare ≥1/1000
Snøskredfare ≥1/5000

N
0
300
600 m

Kartverket, Geovekst og kommuner - Geodata AS

	Vedlegg E **Faresonekart - Snøskred**
Oppdrag:	Skredfareutredning for Seim-Tingvollane, Hol
Koordinatsystem:	Euref 1989 UTM Zone 33N
Dato: 2025-08-28	**Utarbeidet av:** Espen Eidsvåg
	Kontrollert av: Kalle Kronholm
	SKRED AS
Kartet er utarbeidet av Skred AS på oppdrag for Hol kommune	

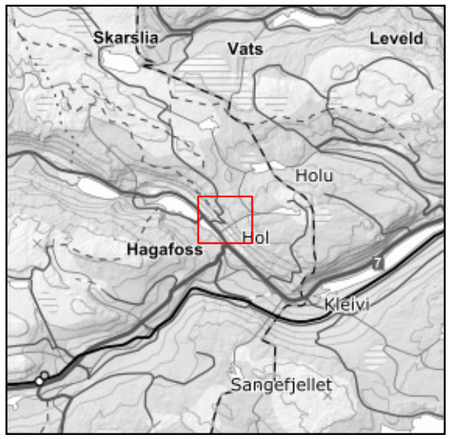


Kartleggingsområde
Påvirkningsområde
Jord- og flomskredfare ≥1/100
Jord- og flomskredfare ≥1/1000
Jord- og flomskredfare ≥1/5000

N
0 300 600 m

Kartverket, Geovekst og kommuner - Geodata AS

	Vedlegg E **Faresonekart - Jord- og flomskred**
Oppdrag:	Skredfareutredning for Seim-Tingvollane, Hol
Koordinatsystem:	Euref 1989 UTM Zone 33N
Dato: 2025-08-28	**Utarbeidet av:** Espen Eidsvåg **Kontrollert av:** Kalle Kronholm SKRED AS
Kartet er utarbeidet av Skred AS på oppdrag for Hol kommune	



Kartleggingsområde
Påvirkningsområde
Sørpeskredfare ≥1/1000
Sørpeskredfare ≥1/5000

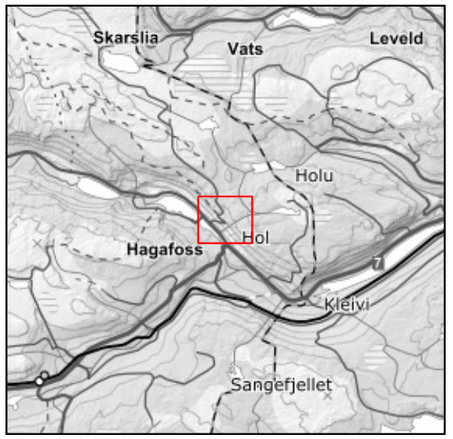
	Vedlegg E **Faresonekart - Sørpeskred**
Oppdrag:	Skredfareutredning for Seim-Tingvollane, Hol
Koordinatsystem:	Euref 1989 UTM Zone 33N

Dato:	**Utarbeidet av:**	**Kontrollert av:**	SKRED AS
2025-08-28	Espen Eidsvåg	Kalle Kronholm	

Kartet er utarbeidet av Skred AS på oppdrag for Hol kommune

N
0 300 600 m

Kartverket, Geovekst og kommuner - Geodata AS



Kartleggingsområde

Påvirkningsområde

Dimensjonerende skredtype (uten skog)

- Steinsprang
- Snøskred
- Sørpeskred
- Jord- og flomskred

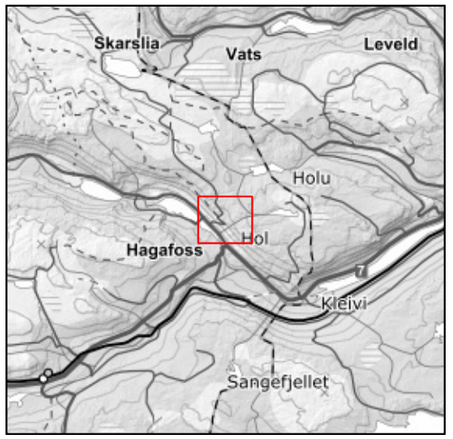
- Samlet skredfare ≥1/100 (uten skog)
- Samlet skredfare ≥1/1000 (uten skog)
- Samlet skredfare ≥1/5000 (uten skog)

N

0 300 600 m

Kartverket, Geovekst og kommuner - Geodata AS

	Vedlegg E **Faresonekart - Uten produktiv skog**
Oppdrag:	Skredfareutredning for Seim-Tingvollane, Hol
Koordinatsystem:	Euref 1989 UTM Zone 33N
Dato: 2025-08-28	**Utarbeidet av:** Espen Eidsvåg **Kontrollert av:** Kalle Kronholm SKRED AS
Kartet er utarbeidet av Skred AS på oppdrag for Hol kommune	



Kartleggingsområde

Påvirkningsområde

Skog som har betydning for om faresonene er gyldige

Skogen har betydning for løsnesannsynligheten for skred.

Skredtyper som skogen har betydning for er angitt i kartet.

Kartverket, Geovekst og kommuner - Geodata AS

N

0 300 600 m

	Vedlegg F **Skog med betydning for faresonene**
Oppdrag: Skredfareutredning for Seim-Tingvollane, Hol	
Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Zone 33N	
Dato: 2025-08-28	**Utarbeidet av:** Espen Eidsvåg
	Kontrollert av: Kalle Kronholm
SKRED AS	
Kartet er utarbeidet av Skred AS på oppdrag for Hol kommune	

UKS - Skredfarevurdering for Seim-Tingvollane

Uavhengig kvalitetssikring (UKS) av Skred AS-rapport: «24222-01-1 Skredfarevurdering for Seim-Tingvollane, Hol kommune»



Sweco Norge AS	Organisasjonsnr. 967032271
Prosjekt	Hol_Kommune_UKS_skred
Prosjektnummer	10247885
Kunde	Hol kommune
Opprettet av	NOLOHN
Kontrollert av	NOROAN
Godkjent av	NOLOHN
Dato	16.06.2025
Rev	00
Dokumentnummer	10247653-N01

SWECO

Innledning

Hol kommune har tidligere engasjert Skred AS for kartlegging av skredfare av ett område ved Holsbygda i Hol kommune.

I henhold til NVEs veileder «VEILEDER FOR UTREDNING AV SIKKERHET MOT SKRED I BRATT TERRENG» [1]kreves uavhengig kontroll for kartlegginger som kartlegger for strengeste sikkerhetsklasse, S3 (TEK17 §7.3). Sweco Norge AS er derfor engasjert for å utføre uavhengig kontroll av utredning etter NVEs gjeldene krav. Kvalitetssikringen er derfor utført i henhold til krav gitt i NVEs veileder utgitt første gang i november 2020. Veilederen blir fortløpende endret/oppdatert og forliggende kontroll er utført etter en versjon som sist ble endret 02.01.2025.

NVEs veileder angir følgende retningslinjer for utførelse av kontrollen:

> *Kvalitetssikringen skal dokumentere at utredningen er i samsvar med denne veilederen, og har tilstrekkelig kvalitet. Arbeidet omfatter da følgende vurderinger:*
>
> - *Om det er benyttet relevant og dekkende grunnlagsdata, inkludert eventuelle tidligere utførte skredfareutredninger for samme område*
> - *Om feltarbeid/befaringer kan ansees som dekkende og tilstrekkelig*
> - *Om klimadata er brukt der det er relevant*
> - *Om beregningsverktøy er brukt fornuftig, og resultater av modelleringen er diskutert*
> - *Om det er sammenheng mellom registreringskart, eventuelle modellresultater og skredfareutredninger/faresoner*
>
> *Det skal også gjøres en samlet vurdering av konklusjoner og begrunnelser ut fra tilgjengelig grunnlagsdata og beregningsresultater.*
>
> *Det er viktig at uavhengig kvalitetssikring greier å oppdage eventuelle faglige svakheter i skredfareutredningen. For dette kan det være nødvendig å sammenligne kartvedlegg og dokumentasjon i skredfareutredningen, med f.eks. skyggekart tilgjengelige på NVE Atlas eller hoydedata.no. Man vil da kunne oppdage om det er relevante morfologiske elementer som ikke er dokumentert eller tatt i betraktning i skredfareutredningen. Ved uavhengig kvalitetssikring av større kartleggingsprosjekter forventes dette ikke gjort systematisk gjennom alle kartleggingsområdene, men der det skulle være usikkerhet og gjerne som «stikkprøver» (f.eks. i større kartleggingsområder, hvor tidligere erfaringer har vist tendens til en lavere detaljeringsgrad).*
>
> *Gjennomført kvalitetssikring skal alltid beskrives og dokumenteres.*

Etter kontrollen skal det utførende foretaket revidere sin rapport i ihht. innspill fra kontrollerende. Det understrekes at det er det utførende foretaket som er ansvarlig for det endelige produktet [1].

Grunnlagsmateriale

Vi har mottatt følgende dokumentasjon som grunnlag for vår kontroll:

- Rapport utarbeidet av Skred AS «24222-01-1 Skredfarevurdering for Seim-Tingvollane, Hol kommune», datert 2024-06-28.

Sweco har ikke hatt tilgang til GIS-filer og kontrollen er basert på forelagt tekst og kartmateriell i PDF-fil.

Det benyttet ulike kart- og bildedatabaser i kontrollen.

- Norge i bilder – plan og 3D (norge i bilder.no)
- Google Maps – Streetview, bilder fra 2023 og 2022 (gooogle.com/maps/))
- Høydedata – (høydedata.no)

Kontroll

Kontrollen er utført etter et system angitt i Tabell 1.

Tabell 1. Benyttet kontrollsystem

Kontrollstatus	Beskrivelse av kontrollstatus i henhold til anbefalinger i NVEs bransjestandard
OK	Vurdert tilstrekkelig omhandlet i skredfarevurderingen
ANM	Kommentar til utredningen, anbefales endret/utbedret eller kommentert
AV-1	Avvik i henhold til krav til utredning/dokumentasjon i NVEs bransjestandard eller andre grunner, men som vurderes ikke å ha avgjørende betydning for tolket skredfare (faresoner).
AV-2	Ikke tilstrekkelig utredet i henhold til NVEs bransjestandard eller andre faglige mangler som kan ha betydning for vurderte skredfare (faresone). Vurderes av kontrollerende som nødvendig å utbedre ved presisering av begrunnelse eller endring av vurdering av skredfaren, for å få en rapport som er av tilstrekkelig faglig kvalitet.
IR	Ikke relevant ved aktuelle skredfarevurdering

Tabell 2. Beskrivelse av funn i kontrollen i henhold til kontrollsystemet i Tabell 1.

KONTROLL-PUNKT IHHT. NVEs BRANSJE-STANDARD	KONTROLL STATUS	BESKRIVELSE
GENERELT		
Rapporttittel	OK	
Kompetanse - personell	OK	Egenerklæringsskjema utfylt av utførende som erklærer at de har tilstrekkelig kompetanse.
Sikkerhetsklasse til TEK17	OK	Kartlagt for alle 3 sikkerhetsklasser i TEK17 §7.3
Kartleggings- og påvirkningsområder	ANM	Stort kartleggingsområde som dekker hele dalsiden opp fra Holsfjorden til det flater ut. Påvirkningsområdet strekker seg minimalt høyere i dalsiden. Litt underlig plassering i sørøst der påvirkningsområdet er krysser gjennom skrånende terreng under Damnuten.
Befaring	OK	Det er gjennomfør befaring i flere omganger, også i forbindelse med mange hendelser under ekstremværet Hans i 2023.
Forbehold	OK	
GRUNNLAGSDATA (generelt i kap. 2)		
Digital terrengmodell	OK	To modeller. En før og en etter ekstramværet «Hans». Nyttig oppsett for å dokumentere hendelsene under «Hans».
Historiske hendelser	OK	
Tidligere skredfareutredninger	OK	
Aktsomhetskart	OK	
Eksisterende sikringstiltak	OK	

Geologiske kart - berggrunn	OK	
Flyfoto, dronefoto og skråfoto	OK	
Klimadata	OK	Det er fremskaffet klimadata som anbefalt av NVE. Det er også analysert nedbørsforhold i forbindelse med ekstremværet «Hans» som førte til en rekke skred.
Klimaendringer	OK	
Permafrost	IR	
Skog	ANM	Beskrevet hvordan de legger til grunn skogens egenskap til å hindre utløsning av snøskred ut fra ulike verdier av kronetetthet for løv og barskog. Det presenteres også (figur 6) en klasse som reduserer utløsning uten at det er klar hvordan de definerer dette. Er dette all annen skog eller er det gjort utvalg her? Savner en figur av type skog. Det er ikke beskrevet hvordan de forholder seg til skog for andre skredtyper.
Drenering	OK	
SKREDFAREVURDERING - STEINSPRANG		
Aktuell prosess?	OK	
Vurdering av løsneområde	OK	
Faresoner dagens skogforhold	OK	
Faresoner uten skog	OK	
SKREDFAREVURDERING - STEINSKRED		
Aktuell prosess?	OK	Sweco er enig i at jordskred ikke utgjør en fare i området
SKREDFAREVURDERING - SNØSKRED		
Aktuell prosess?	OK	
Vurdering av løsneområde	ANM	Det er benyttet veldig mange løsneområder. Mange av løsneområdene er veldig små begrenset utstrekking i fallretningen og utgjør trolig ingen fare reelle snøskred, men i sannsynligvis mindre utglidninger. Det legges til grunn at småskog hindrer utløsning av snøskred, selv om denne ikke har tilstrekkelig egenskaper i SR16-datasettet. Dette bør dokumenteres med ytterligere info og gjerne bilder, samt at det bør angis hvilke områder dette gjelder for. Det er ingen registrerte hendelser i området. Sweco er usikker på om det er reelt er fare for snøskred større enn 1/100, også for en situasjon uten skog.
Vurdering av utløp, inkludert modellering	ANM	Det argumenteres at modelleringene er konservative av flere grunner, blant annet at de er kjørt i sammen modell som gir økt rekkevidde. Her bør det kjøres modeller færre løsneområder for å teste hvor stor betydning denne effekten har. Område har mange små løsneområder med begrenset utløpsdistanse RAMMS::Avalanche forutsier dårlig forløpet til små snøskred, som ofte forholdsvis raskt begynner å avsette masse og etter hvert stoppe. Dette ville gjøre modelleringene ytterligere konservative og bør vektlegges ved tolkning av faresoner ved små skred. Mange om ikke alle løsneområdene i forelagt vurdering faller antagelig i denne kategorien.

	AV-1	Det er ikke utført statistisk/empirisk metode. Dette er egentlig et «skal krav» i veilederen (Skred AS skriver «bør-krav» i rapporten). Sweco er for øvrig enig i at metoden ikke er nyttig i foreliggende vurdering og også i mange av de utredningene som gjøres i Norge og mener veilederen med fordel kan endres på dette punkt.
Faresoner dagens skogforhold	AV-2	Bare to løsneområder er markert å utgjøre fare ved dagens vegetasjon. Disse er ikke dimensjonerende. Løsneområdene er veldig små, og det kan diskuteres om RAMMS:: Avalanche gir representative utløp. For de to sonene som er aktuelle i en situasjon med skog synes det som om det er lagt veldig stor vekt på modelleringene selv om disse er konservative
Faresoner uten skog	AV-2	Sweco er enig i at det vil være større fare for snøskred i en situasjon uten skog. Faresoner for en situasjon uten skog er kun fremstilt for den dimensjonerende skredtypen. I og med at snøskred kun i enkelte områder er dimensjonerende skredtype har Sweco ikke innsyn i hvordan dette er vurdert annet enn at snøskred for det meste er vurdert med mindre utstrekning enn andre skredtyper. Basert på terrengforhold, kart og bilder, synes faresonene under løsneområde f.eks. Sno8 og Sno32 å være konservativ sett i lys av størrelsen på løsneområdene. Spesielt kan dette ha betydning for området i nordvest der faresonene omfatter bygg, hvor det kan se ut til at utløpsvinkelen til bygg (Varaldsetvegen 42) er 23°, som for slike små skred, antagelig er veldig konservativt.
SKREDFAREVURDERING – JORDSKRED/FLOMSKRED		
Aktuell prosess?	OK	
Vurdering av løsneområde	ANM	Løsneområdene for jordskred er veldig omfattende og dekker store deler av dalsiden. Nylig hendelser viser at det er betydelig potensiale for jordskred/flomskred Det er vanskelig for Sweco å få fullstendig oversikt på forelagt grunnlag. Nylig hendelser gir godt innblikk i hvor jordskred kan løsne og framgangsmåten som Skred AS benytter synes adekvat. Det er lagt opp til forholdvis store løsneområder (f.eks. «Jord-89») som igjen føre til omfattende faresoner. Er det mulig å snevre inn disse med mer detaljerte analyser/feltarbeid?
	AV-2	Basert på stikkprøver synes det som det stedvis er inkludert områder som ut fra bilder synes å være hovedsakelig eksponert berg uten særlig løsmasser (se bilde under). Hvordan bestemmer Skred AS at det er til stede løsmasser som kan utgjøre en fare, når det ikke er undersøkt i felt og skyggekartet er utvetydig – (eksempel «Jord 95, 98 og 101»). Eksempel – løsneområdet: Jord94: 
Vurdering av utløp, inkludert modellering	ANM	Modellert små områder, fra nedre del av kartleggingsområdet. Ingen områder i øvre del. Dette bør begrunnes/forklares i rapporten.
Faresoner dagens skogforhold	AV-2	Skred AS argumenterer hvorfor det er valgt store løsneområder som føre til veldig store faresoner. Sweco mener det kan diskuteres spesielt i forhold til 5000-sonen øvre utstrekking, spesielt sett i sammenheng med løsneområdene som øyensynlig er bergskrenter/skråninger).
Faresoner uten skog	OK	Foruten de generelle innvendinger mot faresonene (se over) er dette punktet ok.
SKREDFAREVURDERING - SØRPESKRED		

Aktuell prosess?	OK	Det er ingen nærliggende hendelser, men det det er noen i regionen. Vurdering av løsnesannsynlighet er vanskelig, men Skred AS sin vurdering her er i tråd med det som normalt gjøres i bransjen.
Vurdering av løsneområde	OK	
Faresoner dagens skogforhold	OK	
Faresoner uten skog	OK	
SAMLET SKARDFAREVURERING		
Samlede faresoner	OK	OK sammenstilling – Se for øvrig kommentarer til faresonene under utredning av de ulike skredtypene over.
Samlede faresoner uten skog	ANM	Vurder å ta med dette kartet i rapporten da Swecos erfaring er at dette er mer interessant for kommunene fordi det er betydelig utfordringer med å sikre skogen mot hogst.
Vurdere krav opp mot tidligere skredfarevurderinger	OK	
Andre farer	OK	Ikke omtalt.
Mulighet for reduksjon av faresonene	OK	Ikke detaljert i denne rapporten.
Stedspesifikk usikkerhet	OK	
FIGURER OG KARTVEDLEGG		
Figurer	ANM	Det benyttet husnummer i teksten flere steder. Dette bør være med på figurene (minimum i en figur tidlig i rapporten). Blant annet er sikringstiltakene relatert il adresse.
Helningskart	OK	
Registreringskart	ANM	Flott at det er vedlagt et kart uten løsneområder for bedre oversikt, men kartene er likevel vanskelig å reelt benytte i kontrollarbeidet pga for mye detaljer i for liten målestokk. Dettet er et generelt problem med NVE-malen. Men dette kan justeres til bedre leselighet ved å justere symbologien (spesielt for gps-spor og raviner). Bruk gjerne infopunkt på f.eks. sikringstiltak som da enkelt kan relateres til teksten.
Modelleringskart	OK	
Faresonekart	OK	

Konklusjon

Sweco har kontrollert Skred AS sin skredrapport fra Seim-Tingvollane i Hol kommune. Sweco har noen anmerkninger og kommentarer som potensielt kan ha betydning for faresonene. Dette gjelder først og fremst vurderingen av snøskred og jord.-/flomskred. Noen av vurderingene er konservative, som også Skred AS skriver, men stedvis kan det være rom for å redusere faresonene noe. I hovedsak er Sweco enig i vurderingen som er gjort.

Referanser

[1] NVE, «Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng, gjeldene versjon ved dato for notat,» [Internett]. Available: https://veileder-skredfareutredning-bratt-terreng.nve.no/.

Notat

Oppdragsgiver	Navn Hol kommune	Kontaktperson Ola Toftdahl
Oppdrag	Nummer og navn 24222 Hol, Holsbygda – Skredfarevurdering og mulige sikringstiltak for større område	Oppdragsleder Espen Eidsvåg
Dokument	Nummer 24222-04-1 Utført av Espen Eidsvåg	Dato 2025-08-28 Kontrollert av Hallvard Nordbrøden

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
1	2025-08-28	EE	HN	Original

Tilsvar på uavhengig kvalitetssikring – Skredfarekartlegging for Seim-Tingvollane, Hol kommune

1 Innledning

I forbindelse med skredfarekartlegging som Skred AS har utført på oppdrag for Hol kommune har det blitt gjort uavhengig kvalitetssikring (UKS) av Sweco. Skred AS sitt tilsvar til kommentarene i utført UKS er gitt i følgende notat. Nummereringen er ikke inkludert i Sweco sine kommentarer, og er lagt til av oss for enklere referering. Punkt som er gitt status OK uten noen kommentar i mottatt UKS er ikke svart ut.

2 Tilsvar på UKS

ID	Tema (UKS)	Status (UKS)	Skred AS' tilsvar
1.1.	Kartleggings- og påvirkningsområde	ANM	Vi har forståelse for at påvirkningsområdets avgrensning i øst kan se pussig ut. Som forklart i kap. 1.3 har vi ikke tatt med hele nedbørsfeltet, kun terrenget som kan gi skred inn direkte inn i kartleggingsområdet.

ID	Tema (UKS)	Status (UKS)	Skred AS' tilsvar
1.2.	Skog	ANM	Vi har tydeliggjort at skogen markert som «reduserer utløsning» i figur 6 er all annen skog. Vi viser til NIBIOs kart, som det er referert til, for type skog. Vi har spesifisert at vurderinger av skogens effekt for hver skredtype er omtalt i farevurderingene i kapittel 3.
1.3.	Snøskred – Løsneområder	ANM	Vi kjenner til historikk for reelle snøskred fra ganske lave skråninger i Hallingdal, f.eks. fra Ål i 2023. Selv om sannsynligheten for slike snøskred ikke er veldig stor, mener vi løsneområdene er reelle for snøskred som kan medføre skredskade av betydning. Vi har supplert beskrivelsen noe.
1.4.	Snøskred – Løsneområder	ANM	Det finnes en god del bilder i vedlegget som viser skogen i området generelt.
1.5.	Snøskred – Løsneområder	ANM	Vi er enige i at faresoner med årlig sannsynlighet større enn 1/100 for snøskred (uten skog) ble noe konservativt. Vi har justert rapporten og faresonene slik at ingen løsneområder har løsnesannsynlighet større enn 1/100.
1.6.	Snøskred – Modellering	ANM	Vi har presisert at vi også har modellert enkelte løsneområder hver for seg.
1.7.	Snøskred – Modellering	ANM	Vi er enige i at RAMMS::Avalanche ikke er veldig godt egnet for små snøskred, og jevnt over gir for konservative resultater for slike skred. Vi har spesifisert dette i rapporten.
1.8.	Snøskred – Modellering	AV	Vi tolker at også Sweco mener empiriske modeller har liten verdi i dette tilfellet, og har ikke gjort noen endring i rapporten på dette punktet.
1.9.	Snøskred – Faresoner dagens skogforhold	AV	Vi er enige i at RAMMS::Avalanche gir konservative resultat. Faresonene er tegnet med en del kortere utløp enn modelleringene isolert sett gir grunnlag for, nettopp i lys av dette, slik rapporten vår også påpeker. Faresonene stopper relativt raskt opp der hvor terrenget slaker ut.
1.10.	Snøskred – Faresoner uten skog	AV	Vi anerkjenner at enkelte av faresonene for snøskred uten skog kanskje er noe konservative. Vi har justert utløpet til faresonene som ligger øverst i kartleggingsområde fra Sno8 og Sno32, i tillegg til å fjerne 100-sonene som nevnt.

ID	Tema (UKS)	Status (UKS)	Skred AS' tilsvar
			Øvrige faresoner velger vi å beholde slik de er, da det mange steder er mulighet for noe større snøskred som potensielt kan få vesentlige utløp, selv om det ikke er kjent at dette har forekommet tidligere.
1.11.	Jordskred – Løsneområder	ANM AV	Vi velger her å svare på begge Swecos kommentarer til løsneområder samlet, da de i stor grad adresserer samme problemstilling. Sweco etterspør om det er mulig å snevre inn løsneområder med mer detaljerte analyser/feltarbeid. Vi mener dette i liten grad er realistisk og/eller hensiktsmessig. Skredene som løsnet under ekstremværet Hans både her i Hol og andre steder i Hallingdal viser: - Mange jordskred løsner på «forventede» steder, typisk steder med mye løsmasser, bratt helning og en god del forventet avrenning. - Men en ikke ubetydelig andel av jordskredene under ekstremværet Hans løsnet på steder hvor det var vanskeligere å forutse at det kunne løsne jordskred. Vi har sett en rekke eksempler på skred som har løsnet steder hvor det fremstår å være relativt skrint med løsmasser, hvor det er forholdsvis slakt (ned mot 20 grader) eller hvor det ifølge avrenningsanalyser ikke er noe særlig vanntilførsel. Noen skred er nok også utløst av grunnvannsstrømning. De sistnevnte løsneområdene er isolert sett mindre sannsynlige, men erfaringen viser altså at også en god del slike skred forekommer. Vi mener derfor faresonene, og spesielt 5000-års-sonene må ta høyde for også slike mindre sannsynlige, men likevel fullt mulige jordskred. Dermed blir også løsneområdene ganske store for å fange opp alle slike arealer. Vi er enige i at løsneområdet Jord94 har liten sannsynlighet for jordskred gitt at det her er såpass mye berg i dagen. Vi har fjernet dette som løsneområde og revidert faresonene.

ID	Tema (UKS)	Status (UKS)	Skred AS' tilsvar
			Men for øvrig anser vi det som en svært krevende øvelse å presist både fange opp alle steder hvor jordskred kan løsne og samtidig unngå alle steder hvor de ikke kan løsne. Dette er krevende i enhver skredfareutredning, men blir ytterligere aktualisert her av at det er svært mye tett skog og et stort areal som kartlegges. Vi anerkjenner at det er fullt mulig å øke presisjonsnivået på løsneområdene noe, men dette vil kreve svært mye mer omfattende befaring og trolig ha ganske begrenset betydning for faresoner. Vi anser derfor at detaljnivået på både feltarbeid og inntegning av løsneområder er tilstrekkelig for formålet med utredningen og hensiktsmessig presisjonsnivå. Vi presiserer at vi har studert skyggekart ganske inngående, og mener disse i mange tilfeller avslører hvor det er berg og løsmasser. Vi er også klar over at vi har inkludert enkelte mindre skrenter hvor det åpenbart er berg inne i noen av de store løsneområdene. Dette er gjort da vi blant annet fra dronebilder og feltarbeid ser at det også finnes løsmasser tett på slike skrenter mange steder, og i en del områder grunt vegetasjonsdekke som kan skli ut. Det vil ikke ha noen betydning for faresonene om vi skulle brukt mye tid på å luke ut slike mindre flekker med berg i dagen fra de større løsneområdene. Vi bemerker også at sporlogg ikke gir et komplett inntrykk av hvilke deler av området vi har gode data for. I mange tilfeller gir f.eks. dronebilder tatt på skrått ganske god oversikt over forholdene i en skråning, selv om det på registreringskartet isolert sett fremstår som at vi ikke har sett på akkurat den delen av skråningen. Vi har også befart deler av området i forbindelse med skredhendelsene under Hans og tidligere oppdrag og, uten at dette fremkommer i sporloggen.
1.12.	Jordskred – Utløp	ANM	Vi har en rekke flere modelleringer enn det som vises i modelleringskartet, også for alle de store løsneområdene, inkludert løsneområdene i øvre del av området. Som det står i kap. 3.4.2 viser

ID	Tema (UKS)	Status (UKS)	Skred AS' tilsvar
			modelleringskartet enkeltmodelleringer av løsneområdene med løsnesannsynlighet større enn 1/1000.
1.13.	Jordskred – Faresoner dagens forhold	AV	Se tilsvar til ID 1.11 over.
1.14.	Samlet skredfare	ANM	Vi tenker det er tilstrekkelig at kart med faresoner uten skog er med som vedlegg, spesielt i lys av at det også er et figurkart som viser skog med betydning for skredfaren.
1.15.	Figurer	ANM	Vi er enige i at det hadde vært ideelt med adresser og husnummer på kartfigurer, men som følge av størrelsen på området er dette lite realistisk uten å produsere opp svært mange ekstra kart. Dette anser vi som lite hensiktsmessig. Nevnte notat om sikring inkluderer figurer med anvisning av adresser, noe vi anser å være tilstrekkelig for formålet.
1.16.	Registreringskart	ANM	Vi er enige i at symboliseringene til registreringskartet i noen tilfeller ikke er optimal. Vi har likevel valgt å beholde symbolisering slik den er angitt av NVE.