

Oppdragsgiver	Navn Stranda kommune	Kontaktperson Ole Marius Sve Hagen
Oppdrag	Nummer og navn 19143 Stranda, Sløgstadmarka - Skredfarevurdering for planområde	Oppdragsleder Andrea Taurisano
Dokument	Nummer 19143-01-1 Utført av Andrea Taurisano	Dato 2019-06-13 Kontrollert av Kalle Kronholm

Skredfarekartlegging i bratt terreng

Sammendrag

Stranda kommune har engasjert Skred AS til å utføre en detaljert skredfarekartlegging for et nytt planområde ved Sløgstadmarka. Formålet er å vurdere om området tilfredsstiller gjeldende sikkerhetskrav for tiltak som faller i sikkerhetsklasse S1, S2 og S3.

Alle skredtyper i bratt terreng er vurdert.

Det er ikke tegnet 100 års-skredfaresone i det kartlagte området. Det er tegnet 5000 års- og 1000 års skredfaresoner i mindre deler av området, der vi vurderer at sjeldne snøskred og sørpeskred kan ha utløp. Snøskred og sørpeskred vurderes å være dimensjonerende skredtyper i fjellsiden.

Skogen er begrensende for potensielle løснеområder for løsmasseskred og snøskred og er derfor en forutsetning for skredfarevurderingen. Dersom skogen blir borte over store arealer der terrenget er brattere enn 25°, anbefales en ny vurdering, og faresonene kan bli noe større.

Faresonene og polygoner for skog av betydning for skredfarevurderingen leveres også i digitalt format.

Innhold

1	Innledning	4
1.1	Bakgrunn.....	4
1.2	Mål.....	5
1.3	Befaring.....	5
1.4	Forbehold.....	5
2	Krav til sikkerhet mot skred	6
2.1	Lovverket	6
2.2	Aktuelle krav	7
2.3	Vurderte skredtyper	7
2.3.1	Snøskred og sørpeskred	7
2.3.2	Skred i fast fjell	7
2.3.3	Jordskred og flomskred	8
2.3.4	Skredfare og klimaendringer	8
3	Beskrivelse av området	9
3.1	Topografi.....	9
3.2	Geologi.....	12
3.3	Vegetasjon	12
3.4	Registrerte skredhendelser	12
3.5	Tidligere rapporter.....	12
3.6	Aktsomhetsområder	12
3.7	Eksisterende skredsikringstiltak	12
3.8	Områdets klimatiske trekk av betydning for skredfarevurderingen	13
4	Vurdering av skredfare	15
4.1	Snøskred	16
4.2	Sørpeskred	18
4.3	Løsmasseskred.....	21
4.4	Skred i fast fjell	22
4.5	Faresoner for skred.....	22
4.6	Forutsetninger for faresonene	24
4.7	Implikasjoner av faresonene	25
5	Konklusjon	26
6	Referanseliste	27

Figurer

Figur 1: Lokalisering av det vurderte området, ca. 1 - 3 km vest for Stranda sentrum. Figuren viser også de meteorologiske stasjonene benyttet for klimaanalysen i avsnitt 3.8. 4

Figur 2: Mesteparten av det kartlagte området sett fra Reitane, i den motsatte dalsiden. 9

Figur 3: Kart med beregnet terrenghelning i og ovenfor det kartlagte området. 10

Figur 4: Bekken fra Storgrova fotografert rett oppstrøms (A) og nedstrøms (B) for gangbrua mellom Småledbakkane og Tegane.....	11
Figur 5: Normale årsnedbør på Nord-Vestlandet (fra www.xgeo.no).	13
Figur 6: Ekstremnedbørsanalyse med fokus på 3-døgns nedbør som kan antas å komme i formen av snø.....	14
Figur 7: Skyggekart med noen registreringer av betydning for skredfarevurderingen.	15
Figur 8: Potensielt løснеområde for snøskred ovenfor det kartlagte området. Skogen rundt løснеområdene viser tydelige tegn på snøsig.	16
Figur 9: Potensielt løснеområde for snøskred ovenfor det kartlagte området. Skogen rundt løснеområdene viser tydelige tegn på snøsig.	17
Figur 10: Utvalgte modelleringsresultater, RAMMS Snøskred.	18
Figur 11: Et mulig løснеområde for mindre sørpeskred på Meraftashornet. Dette området drenerer direkte mot kartleggingsområdet.	19
Figur 12: Flere mulige løснеområder for sørpeskred i fjellsiden mellom Roaldshornet og Meraftashornet. Dette området drenerer i Storgrova.....	19
Figur 13: Utvalgte modelleringsresultater, RAMMS::Debris Flow.	21
Figur 14: Faresoner for skred i bratt terreng i det kartlagte området.	23
Figur 15: Skog med skredforebyggende funksjon og betydning for faresonene.....	24

Tabeller

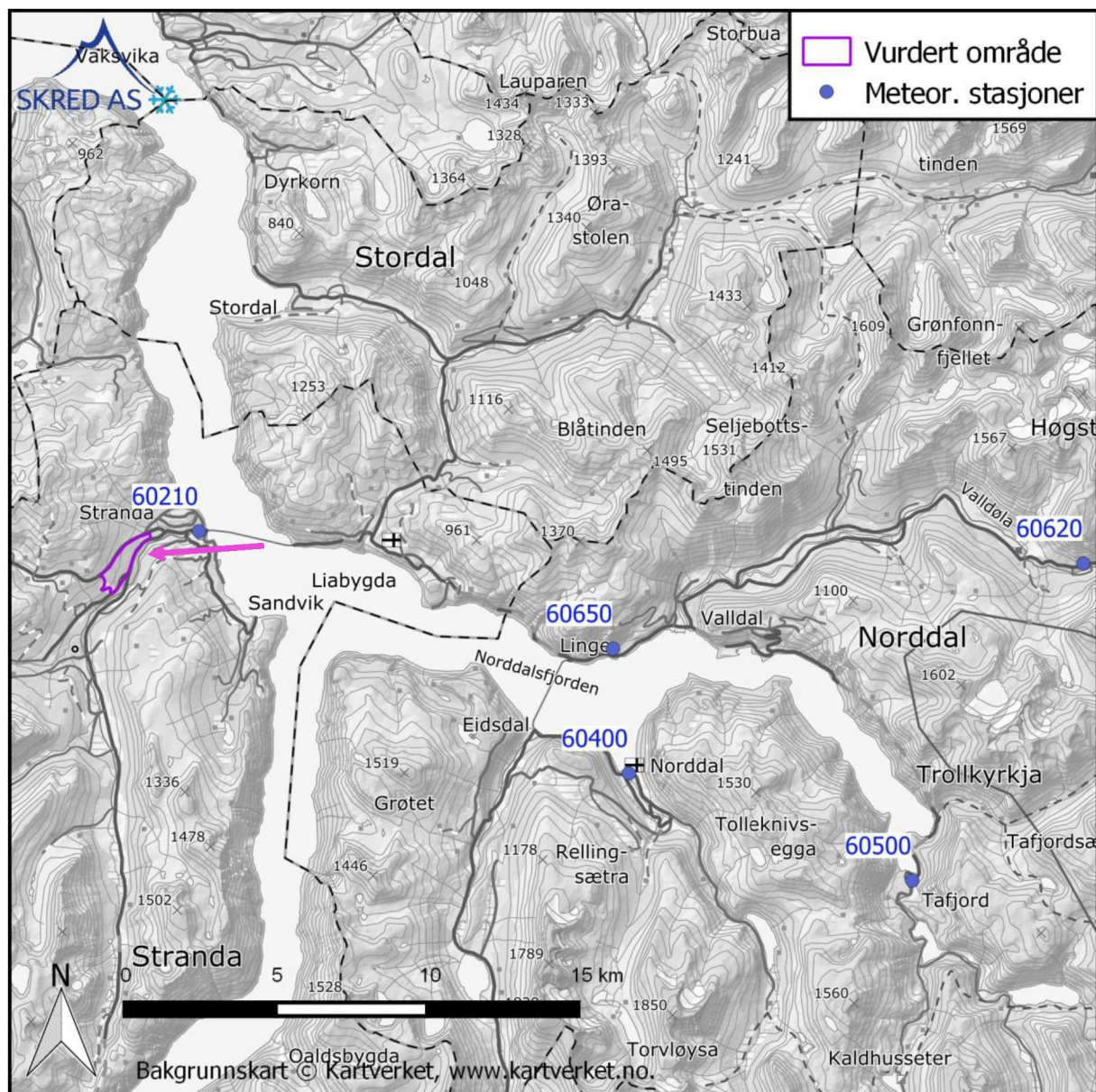
Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2016).	6
Tabell 2: Oversikt over det meteorologiske stasjonene benyttet for klimaanalysen. Stasjonene er også vist i Figur 1.	13

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Skred AS er av Stranda kommune engasjert til å utføre en detaljert skredfarekartlegging for et planområde ved Sløgstadmarka. Formålet er å vurdere om området tilfredsstillende gjelder sikkerhetskrav for tiltak som faller i sikkerhetsklassene S1, S2 og S3.

Området er vist i figur 1, figur 2 og Figur 3.



Figur 1: Lokalisering av det vurderte området, ca. 1 - 3 km vest for Stranda sentrum. Figuren viser også de meteorologiske stasjonene benyttet for klimaanalysen i avsnitt 3.8.

1.2 Mål

Skred AS er bedt om å utføre skredfarekartlegging for området vist i figur 1 og figur 2. Dagens krav til sikkerhet mot skred, definert i TEK17 med veileder, skal legges til grunn for vurderingene.

1.3 Befaring

Den 3.6.2019 var Andrea Taurisano, Skred AS, på befaring i kartleggingsområdet. Det var varierende skydekke med både solgløtt og forbigående regnbyger på befaringstidspunktet. Fjellsiden var fortsatt snødekket over ca. 800 – 900 moh.

Sikts- og observasjonsforholdene var generelt gode, men grunnet nedbør i lufta kunne ikke droneobservasjoner utføres. Befaringen ble derfor foretatt til fots helt opp til de fleste potensielle løseområdene for skred. Det ble i tillegg tatt oversiktsbilder av området fra den motsatte dalsiden, ved Reitane.

1.4 Forbehold

Informasjon om tidligere skredhendelser er viktige for vurdering av skredfare. Dersom det kommer mer informasjon om tidligere skred, bør det tas med i betraktningene.

Vurderingene er gjort ut fra terreng og vegetasjon slik de var på vurderingstidspunktet, på tilgjengelig bildemateriale, flyfoto, og kotegrunnlag. Hvis terreng eller vegetasjon endres, kan det ha betydning for skredforholdene. Da anbefales det å utføre en ny vurdering.

2 Krav til sikkerhet mot skred

2.1 Lovverket

Plan- og bygningsloven § 28-1 stiller krav om tilstrekkelig sikkerhet mot fare for nybygg og tilbygg:

«Grunn kan bare bebygges, eller eiendom opprettes eller endres, dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold. Det samme gjelder for grunn som utsettes for fare eller vesentlig ulempe som følge av tiltak.»

Byggteknisk forskrift TEK17 § 7-3 definerer krav til sikkerhet mot skred for nybygg og tilhørende uteareal (Tabell 1). 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. I veilederen til TEK17 gis retningsgivende eksempler på byggverk som kommer inn under de ulike sikkerhetsklassene for skred (DiBK, 2016).

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2016).

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

I sikkerhetsklasse S1 inngår byggverk der det normalt ikke oppholder seg personer og der det er små økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Mindre brygger og lagerbygninger med lite personopphold er nevnt som eksempler. Tilbygg på inntil 50 m² faller også inn under sikkerhetsklasse S1.

Sikkerhetsklasse S2 omfatter tiltak der et skred vil føre til middels konsekvenser. Dette kan eksempelvis være byggverk der det normalt oppholder seg maksimum 25 personer og/eller der det er middels økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Driftsbygninger i landbruket samt parkeringshus og havneanlegg er nevnt som eksempler.

Sikkerhetsklasse S3 omfatter tiltak der et skred vil føre til store konsekvenser. Dette kan eksempelvis være byggverk der det normalt oppholder seg mer enn 25 personer og/eller der det er store økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Eksempler på byggverk som kan inngå i denne sikkerhetsklassen er:

- eneboliger i kjede/rekkehus/boligblokk/fritidsbolig med mer enn 10 boenheter
- arbeids- og publikumsbygg/brakkerigg/overnattingssted hvor det normalt oppholder seg mer enn 25 personer
- skole, barnehage, sykehjem og lokal beredskapsinstitusjon

Kravet til sikkerhet for uteareal tilhørende bygninger, skal i utgangspunktet være lik kravet til bygningen. Allikevel åpner lovverket for å redusere sikkerhetsnivået til uteareal med en klasse, dersom dette vil gi tilfredsstillende sikkerhet for tilhørende uteareal. Momenter som må vurderes i denne sammenheng er blant annet eksponeringstiden for personer og antall personer som oppholder seg på utearealet.

2.2 Aktuelle krav

Det er opp til kommunene å vurdere aktuelle krav til sikkerhet i de ulike arealplan- og byggesakene. Vi kjenner ikke til detaljer rundt planlagte tiltak i det aktuelle planområdet. Vi har derfor kartlagt skredfare i forhold til gjeldende krav for sikkerhetsklasse S1, S2 o S3 i TEK17.

2.3 Vurderte skredtyper

I TEK17 er det spesifisert at samlet sannsynlighet for alle skredtyper skal legges til grunn for vurderingen av årlig sannsynlighet. Vi har derfor vurdert følgende skredtyper:

- Skred i fast fjell
- Skred i løsmasser
- Snøskred, inkludert sørpeskred

Den endelige vurderingen av skredfare er samlet nominell årlig sannsynlighet for skred, som kan sammenliknes direkte med kravene i Tabell 1.

2.3.1 Snøskred og sørpeskred

Snøskred kan inndeles i løssnøskred og flakskred. Løssnøskred utløses i snø med lav fasthet, som gjerne starter med en liten lokal utglidning. Etter hvert som nye snøkorn blir revet med utvider skredet seg og kan få en pæreform. Flakskred oppstår når en større del av snødekket løsner som et flak langs et glideplan. Det er flakskred som har størst skadepotensiale. Store snøskred løsner vanligvis der terrenget er mellom 30-50° grader bratt. Der det er brattere enn dette glir snøen stadig ut slik at det ikke dannes større skred. Snøskred kan skape skredvind med kraft til å utrette stor skade.

Sørpeskred er en strøm med vannmettede snømasser. Sørpeskred følger som oftest forsenkninger i terrenget, og oppstår når dreneringen i grunnen er dårlig, som for eksempel på grunn av tele og is. Sørpeskred kan utløses i slakt terreng, for eksempel når kraftig snøfall blir etterfulgt av regn og mildvær. Sørpeskred kan også utløses når varme gir intens snøsmelting. Skredmassene har høy tetthet og skred med lite volum kan gi stor skade. Det er ikke utarbeidet aktsomhetskart for sørpeskred.

2.3.2 Skred i fast fjell

Når en eller flere steinblokker løsner og faller, spretter, ruller, eller sklir nedover en skråning benyttes begrepene steinsprang (volum <math><100\text{ m}^3</math>) og steinskred (volum 100-10.000 m^3). Steinsprang og steinskred løsner oftest i bratte fjellparti der terrenghelningen er større enn 40-45°.

2.3.3 Jordskred og flomskred

Jordskred starter med en plutselig utglidning i vannmettede løsmasser og blir som regel utløst i skrånninger som er brattere enn 25-30°. Man kan skille mellom kanaliserte og ikke-kanaliserte jordskred.

Et kanalisert jordskred skaper en kanal i løsmassene som kan fungere som skredbane for nye skred. Skredmasser kan bli avsatt og danne langsgående rygger parallelt med kanalen. Når terrenget flater ut blir skredmassene avsatt i en tungeform. Over tid kan flere slike skred bygge en vifte av skredavsetninger. I et ikke-kanalisert jordskred flytter massene seg nedover langs en sone som gradvis kan bli bredere. Mindre jordskred kan oppstå i slakere terreng med finkorna, vannmettet jord og leire, gjerne på dyrka mark eller i naturlig terrasseformede skrånninger i terrenget.

Flomskred er raske, vannrike, flomlignende skred som følger elve- og bekkeløp, eller raviner, gjel eller skar, ofte uten permanent vannføring. Helningen i utløsningsområdet kan være ned mot 10°. Skredmassene kan bli avsatt som langsgående rygger på siden av skredløpet, og oftest i en stor vifte nederst, der de groveste massene ligger ved roten av vifta og finere masser blir avsatt utover vifta. Massene i et flomskred kan komme fra store og små flomskred langsetter flomløpet, undergraving av sideskrånninger og erosjon i løpet, eller i kombinasjon med sørpeskred.

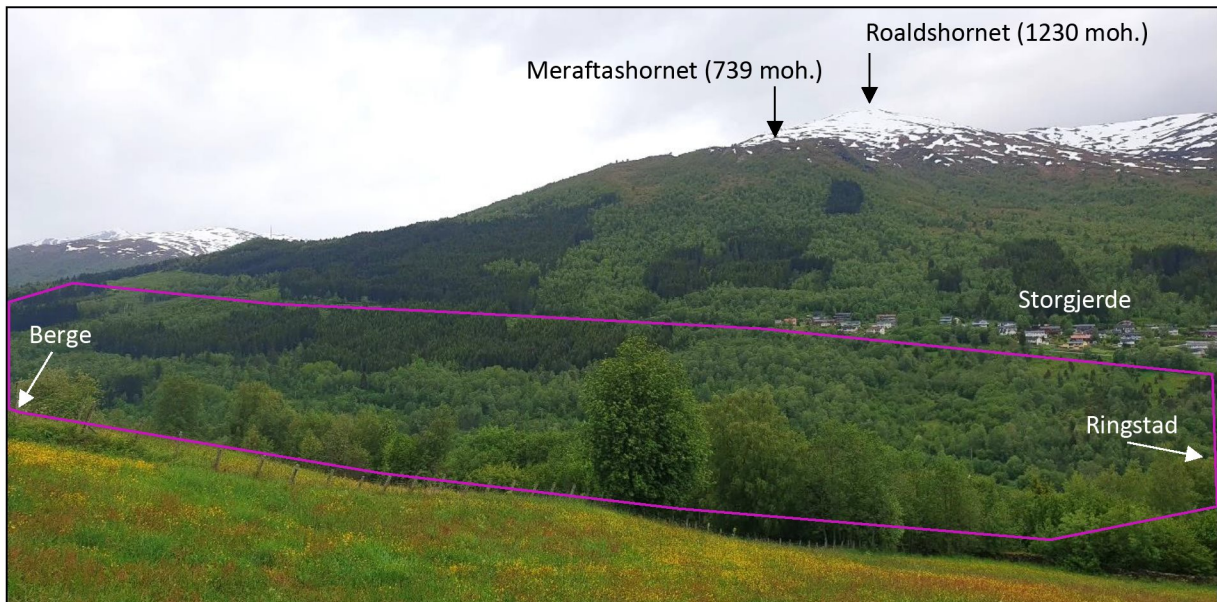
2.3.4 Skredfare og klimaendringer

Spesielle værforhold er en dokumentert utløsende faktor for de fleste typer skred, og forekomsten av disse skredtypene vil naturlig bli påvirket dersom klimaet utvikler seg slik at ekstremt vær inntreffer oftere. Generelt vil et varmere og våtere klima kunne påvirke frekvensen av jordskred, flomskred, snøskred og sørpeskred, men i hvilken grad skredaktiviteten vil endres i hver landsdel er uvisst.

Det er ikke mulig å beregne et «klimapåslag» for skredsannsynlighet, skredstørrelse eller skredutløp og så bruke dette i skredfarekartlegging. Klimautviklingen inngår dermed i en rekke usikkerhetsmomenter som det ikke finnes verktøy for å kvantifisere, men som vurderes skjønnsmessig når en utreder eller kartlegger skredfare.

3 Beskrivelse av området

Det kartlagte området (Figur 2) ligger mellom Hevsdalsvegen og Dalevegen og strekker seg fra Ringstadmarka like utenfor Stranda sentrum til Berge, som ligger ca. 3 km lenger vest.



Figur 2: Mesteparten av det kartlagte området (lilla polygon) sett fra Reitane, i den motsatte dalsiden.

3.1 Topografi

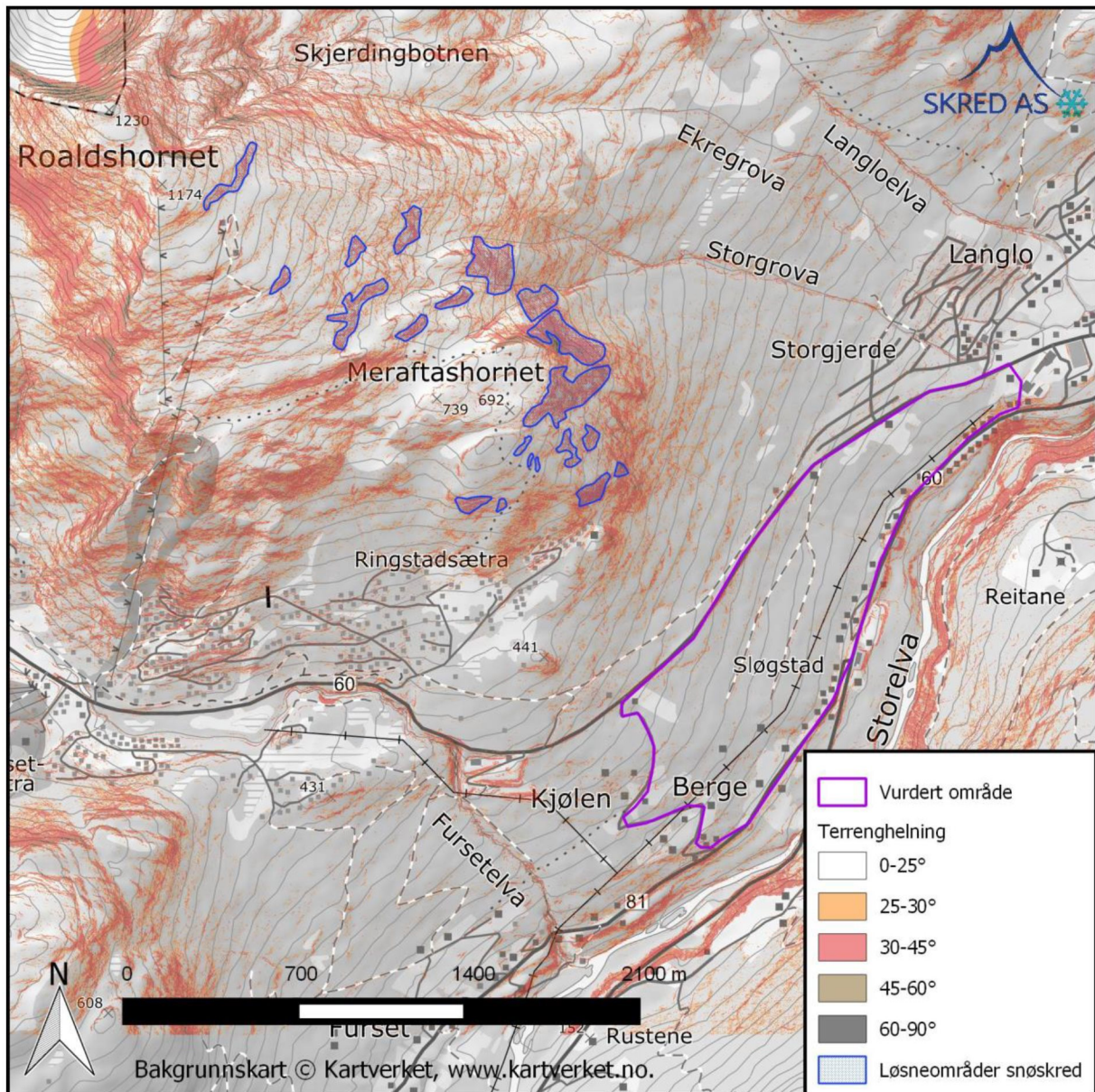
Terrenganalysen er basert på en digital terrengmodell med oppløsning på 1 m x 1 m basert på laserscanningdata fra 2015. Kart med terrenghelning beregnet fra denne terrengmodellen er vist i figur 3.

Det kartlagte området ligger mellom ca. 100 og 300 moh. på sørøstsiden av Meraftashornet (739 moh.). Meraftashornet er en for topp til Roaldshornet (1230 moh.), som ligger ca. 1,5 km lenger nordvest. Mellom Meraftashornet og Roaldshornet er det et markert konkavt terrengparti, noe som gjør at for toppen har størst relevans for denne skredfarevurderingen.

Innenfor grensene av kartleggingsområdet er terrenget slakere enn 25°. Slik fortsetter det opptil ca. 370 – 390 moh. Derfra og opptil 650 moh. er det relativt store terrengpartier som er brattere enn 25 - 30°. Disse har betydning for denne skredfarekartleggingen.

Fra ca. 650 moh. til toppen av Roaldshornet (1230 moh.) er terrenget i hovedsak slakere enn 25°, men det er flere terrengpartier over 25 - 30°. Noen av disse bratthengene faller i retning mot kartleggingsområdet (eller mot det konkave terrenget som skiller Meraftashornet fra resten av Roaldshornet). Andre brattheng på Roaldshornet faller i østlig retning mot Storgrova eller i sørlig/sørvestlig retning. Kun bratthengene som vender mot kartleggingsområdet og har relevans for denne skredfarekartleggingen, er markert som potensielle løснеområder for snøskred i Figur 3.

Sørøstsiden av Meraftashornet drenerer gjennom en rekke relativt små bekker som kommer ned til Hevsdalsvegen, og fortsetter nedover gjennom kartleggingsområdet. Disse bekkene er markert på registreringskartet i Figur 7. Den relevante delen av Roaldshornet drenerer i Storgrova, en større bekk som renner ned gjennom boligfeltet på Storgjerde (Figur 4). Brua som bekkene renner under, før den kommer ned til eksisterende bebyggelse, har en lysåpning estimert til ca. 1,5 m og et tverrsnitt på 4 - 5 m².



Figur 3: Kart med beregnet terrenghelning i og ovenfor det kartlagte området.



Figur 4: Bekken fra Storgrova fotografert rett oppstrøms (A) og nedstrøms (B) for gangbrua mellom Småledbakkane og Tegane. Nedstrøms lysåpning på brua er vist i det hvite rektangelet i B.

3.2 Geologi

Berggrunnen i fjellsiden er kartlagt i målestokk 1:250 000 og består ifølge NGUs berggrunnsdatabase av diorittisk og granittisk gneis med migmatitt (NGU, 2019a).

Ifølge NGU løsmassekart (NGU, 2019b) er det tykk morene i det kartlagte området og rett ovenfor, og tynn morene i mesteparten av fjellsiden ovenfor. Flere steder rundt Meraftashornet er det kartlagt torv- og humusdekket over berget, og dette stemmer godt med våre befaringsobservasjoner.

3.3 Vegetasjon

Fjellsiden ovenfor kartleggingsområdet er dekket av bjørkeskog opptil ca. 550 - 700 moh. I dette høydeintervallet er skogen egentlig allerede ganske glissen og består av 2 – 4 m høye trær som er ganske tynne, og mange steder preget av snøsig. Det er dessuten mange lysninger i krattskogen, både der terrenget er slakt (myrområder) og der det er bratt.

Lenger nede i fjellsiden er det også en del granplantefelt, som virker modne for hogst. Disse vises som mørkere skogflekker i Figur 2.

Det foreligger gode flyfotoer av fjellsidene fra 1961, 2006, 2012, 2014 og 2018 (www.norgebilder.no). Sammenligning av disse bildene viser ingen store endringer i vegetasjonen, utover hogst foretatt flere steder, delvis ifb. etablering av bolig- og hyttefelt. Flybildene viser heller ikke tegn på nye skred i perioden mellom fotograferingene.

3.4 Registrerte skredhendelser

I nasjonal skredatabase (NVE, 2019) er det registrert fire - fem snøskredhendelser på sør- og østsiden av Roaldshornet, hvorav ett med tap av menneskeliv. Samtlige var skiløperutløste skred. Flere andre snøskred er registrert litt lenger vest mot skianlegget. Ved flere av disse er det kommentert at de gikk etter NV-vær.

Skred AS har ikke egne opplysninger om skredhendelser som kan ha relevans for det vurderte området. Det hadde heller ikke lokalkjente som vi snakket med etter anbefaling fra Stranda kommune.

3.5 Tidligere rapporter

Skred AS har ikke utført skredfarevurderinger i nærliggende og relevante områder, og vi er ikke kjent med andre rapporter fra området.

3.6 Aktsomhetsområder

Deler av kartleggingsområdet er berørt av aktsomhetssoner for snøskred og for jord- og flomskred ifølge NVEs aktsomhetskart (NVE, 2019). Ingen deler av området er dekket av aktsomhetssoner i NGIs aktsomhetskart for stein- og snøskred.

3.7 Eksisterende skredsikringstiltak

Ingen sikringstiltak er registrert i nasjonal skredatabase (NVE, 2019), og ingen er observert på befaring eller flyfoto.

3.8 Områdets klimatiske trekk av betydning for skredfarevurderingen

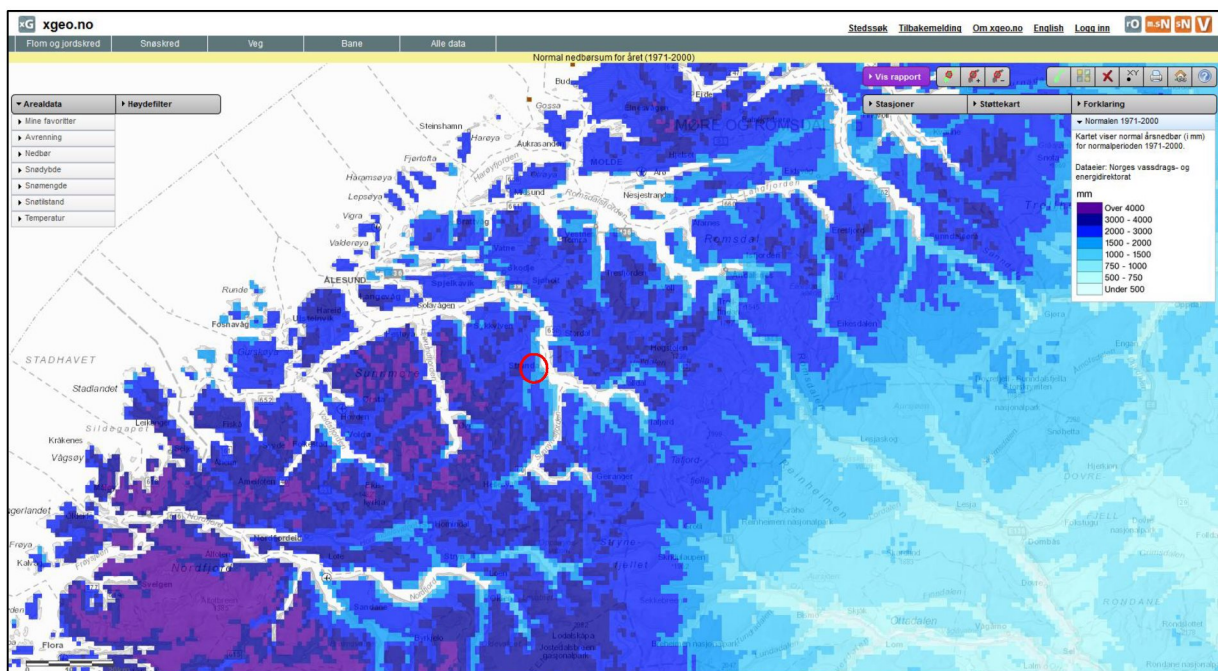
Vi har utført en analyse av områdets klimatiske trekk med størst betydning for skredfarevurderingen. Analysen er gjort på bakgrunn av data fra Meteorologisk institutt (eklima.no). En utfordring er at de aller fleste meteorologiske stasjonene har alt for korte dataserier eller ligger alt for langt fra de kartlagte områdene til å gi representative og robuste analyseresultater. Resultatene av analysen anses derfor som usikre, men gir allikevel den mest objektive informasjon om klimaforholdene i området.

Plasseringen av stasjonene er vist i **Feil! Fant ikke referanse-kilden.**, og en oversikt over stasjonenes høyde over havet og driftsperiode er vist i Tabell 2.

Tabell 2: Oversikt over det meteorologiske stasjonene benyttet for klimaanalysen. Stasjonene er også vist i Figur 1.

St.nr.	Navn	I drift fra	I drift til	Moh.	Breddegrad	Lengdegrad	Kommune
60210	STRANDA VEGST.	aug.79	jul.03	79	62,315	6,9322	Stranda
60400	NORDDAL	jul 1895		28	62,2477	7,2392	Norddal
60500	TAFJORD	jan.25		11	62,2305	7,4218	Norddal
60620	GRØNNING	nov.72		312	62,3242	7,5077	Norddal
60650	LINGE	jan.61		34	62,288	7,2173	Norddal

I Stranda-området er det vanlig med normale årsnedbør på 1500 til 2000 mm i lav høyde og opptil 3000 mm oppe i fjellet. Dette gjør Stranda til et forholdsvis nedbørsrikt område, dog ikke helt som fjellområder litt lenger i sørvest (Figur 5).

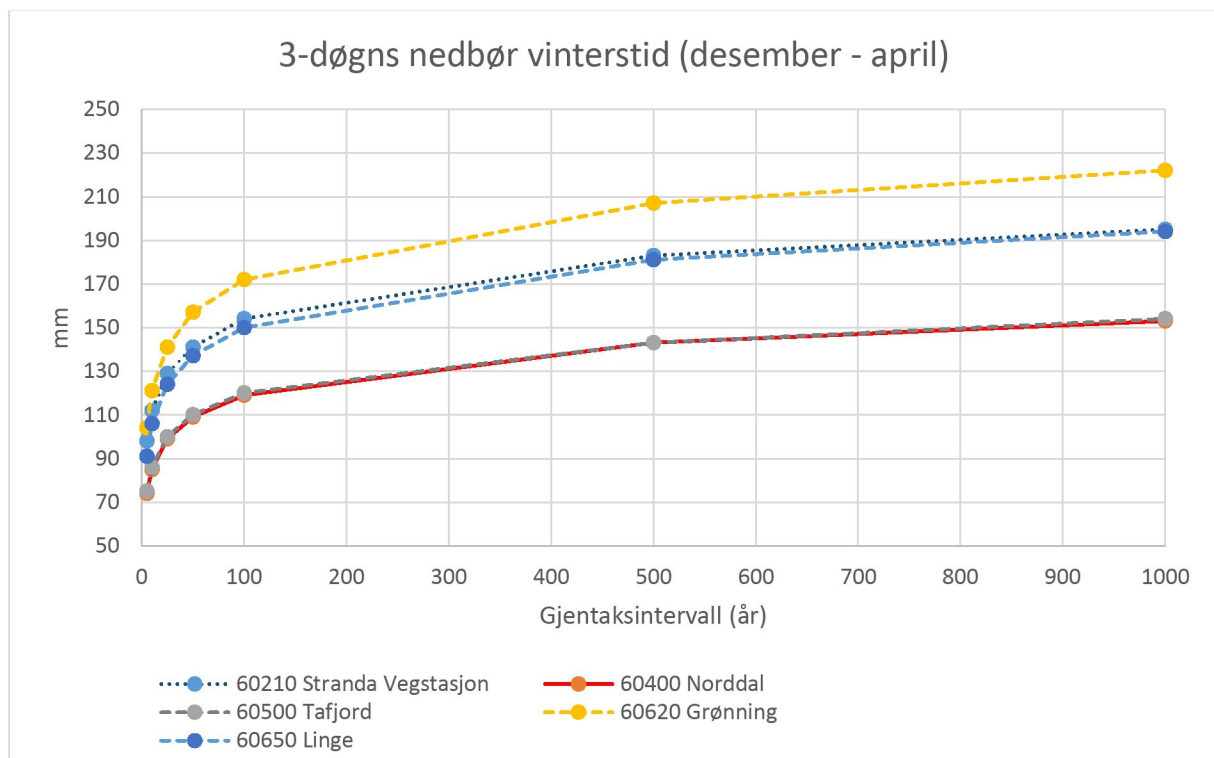


Figur 5: Normal årsnedbør på Nord-Vestlandet (fra www.xgeo.no). Stranda ligger i den røde sirkelen.

For snøskredfarevurderingen er det imidlertid mye viktigere å analysere ekstreme snøfall enn normale nedbørsverdier. Fokuset er spesielt på 3-døgns snøfall med store gjentaksintervaller. Nedbør som faller i fjellet over 700 moh. mellom desember og april, antas å komme i form av snø. For disse vintermånedene og ved de benyttede stasjonene varierer den beregnede 3-døgns nedbør med 1000 års gjentaksintervall fra ca. 155 mm for Norddal og Tafjord, til ca. 195 mm for Linge og Stranda, til ca. 220 mm ved Grønning (Figur 6). Den sistnevnte stasjonen anser vi som minst representativ av forholdene ved Stranda.

Ekstremnedbørsverdiene for stasjonen i Stranda (tilsvarende 195 cm nysnø på 3 døgn), vil bli benyttet som utgangspunkt for modellering av 1000 års snøskred.

Lokal kunnskap fra området indikerer at nedbør som oftest kommer med vindretninger fra NV til SV. Østlige vindretninger kan iblant også gi nedbør, og enda oftere assosieres med oppholdsvær med mulighet for transport av snø som allerede ligger i terrenget.

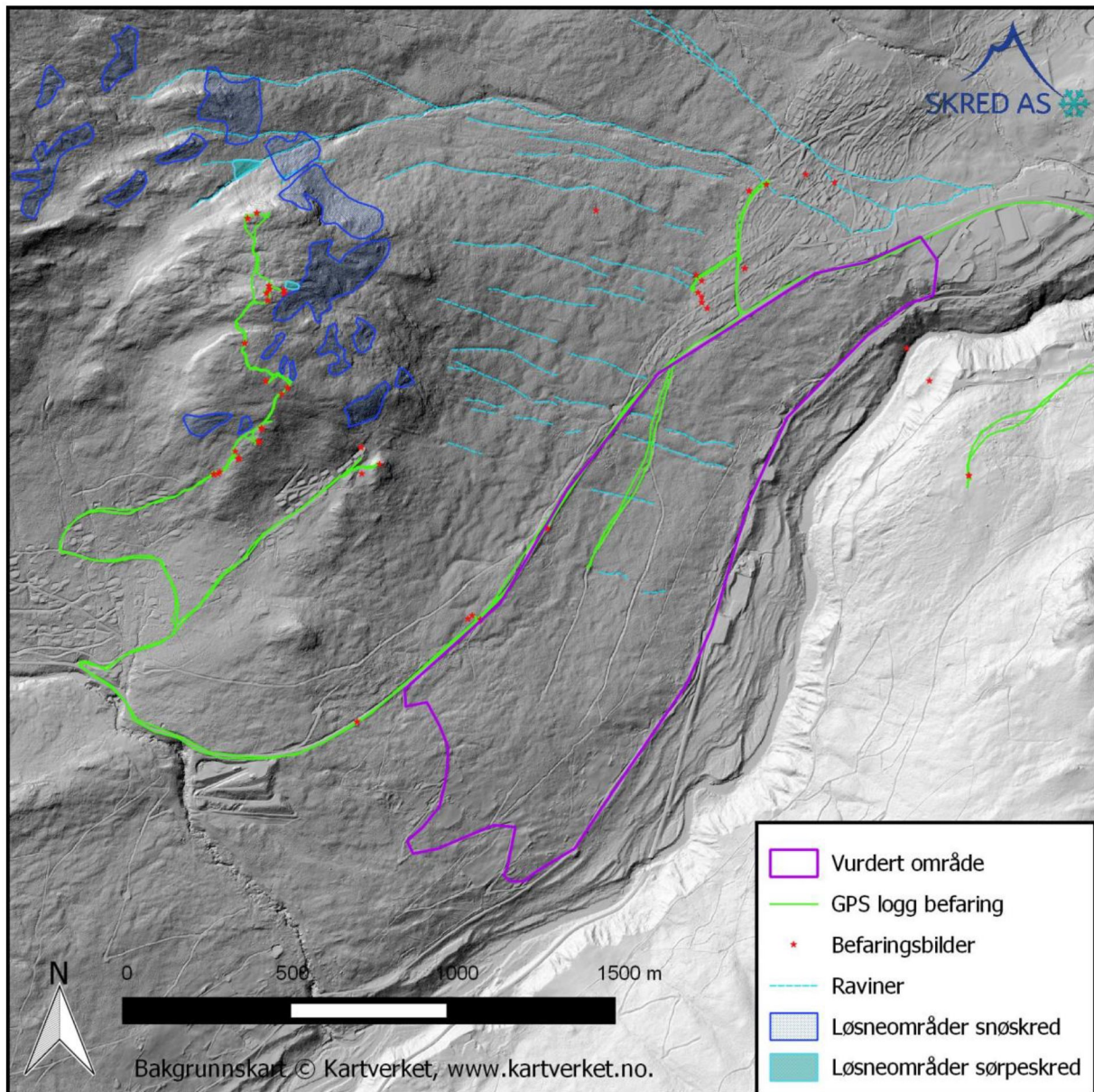


Figur 6: Ekstremnedbørsanalyse med fokus på 3-døgns nedbør som kan antas å komme i formen av snø.

4 Vurdering av skredfare

Som en del av terrengeanalysene er anvendt et skyggekart utarbeidet fra terrenge modellen med 1 m x 1 m oppløsning. Skyggekartet er en gjengivelse av terrengeoverflaten uten vegetasjon og bygninger og brukes for å avdekke morfologiske elementer som ellers er veldig vanskelige å observere, f.eks. grunnet tett skog.

Skyggekartet i fjellsiden ovenfor kartleggingsområdet viser noen litt nedskjærte bekkeløp der morenedekket er blitt erodert. Det er ellers ikke registrert terrengeformasjoner som kan tolkes å være skredvifter eller bruddkanter etter tidligere utglidninger/jordskred.



Figur 7: Skyggekart med noen registreringer av betydning for skredfarevurderingen.

4.1 Snøskred

Fjellsiden ovenfor kartleggingsområdet, spesielt mellom ca. 400 og 650 moh., inneholder store partier med helning over 27 - 30°, der snøskred i teorien kan utløses.

Kriterier for vurdering av snøskredforebyggende skog (NGI, 2012) viser at lauvskog bør ha en tetthet på minst 450 – 550 trær per hektar, for å effektivt forebygge utløsning av snøskred. Dette betyr at avstanden mellom trestammene bør være mindre enn ca. 5 m. Busker og små trær telles ikke, da de raskt snør ned og deretter ikke virker forebyggende mot snøskred.

Kun i deler av fjellsiden ovenfor kartleggingsområdet (Meraftashornet) er skogen tett nok til å forebygge snøskredutløsning. Flere bratte terrengpartier har en altfor lav skogtetthet eller er helt bare (Figur 8 og Figur 9), og de har derfor et reelt snøskredpotensial. Det er i tillegg flere løснеområder ovenfor skoggrensen i fjellsiden som går opp mot Roaldshornet. Løsneområdene er markert i Figur 3 og Figur 7.

Nesten alle løsneområdene ligger i le for vind fra V og NV, noe som tilsier at de kan akkumulere en del snø under typisk NV-vær. De høyereliggende løsneområdene (på Roaldshornet) kan i tillegg akkumulere en del fokksnø, også med andre vindretninger, ettersom de ligger i åpent terreng. De lavereliggende løsneområdene (på Meraftashornet) ligger omringet av mer skogdekket terreng, og der ventes vindtransport å være mer begrenset.



Figur 8: Potensielt løsneområde for snøskred ovenfor det kartlagte området. Skogen rundt løsneområdene viser tydelige tegn på snøsig.



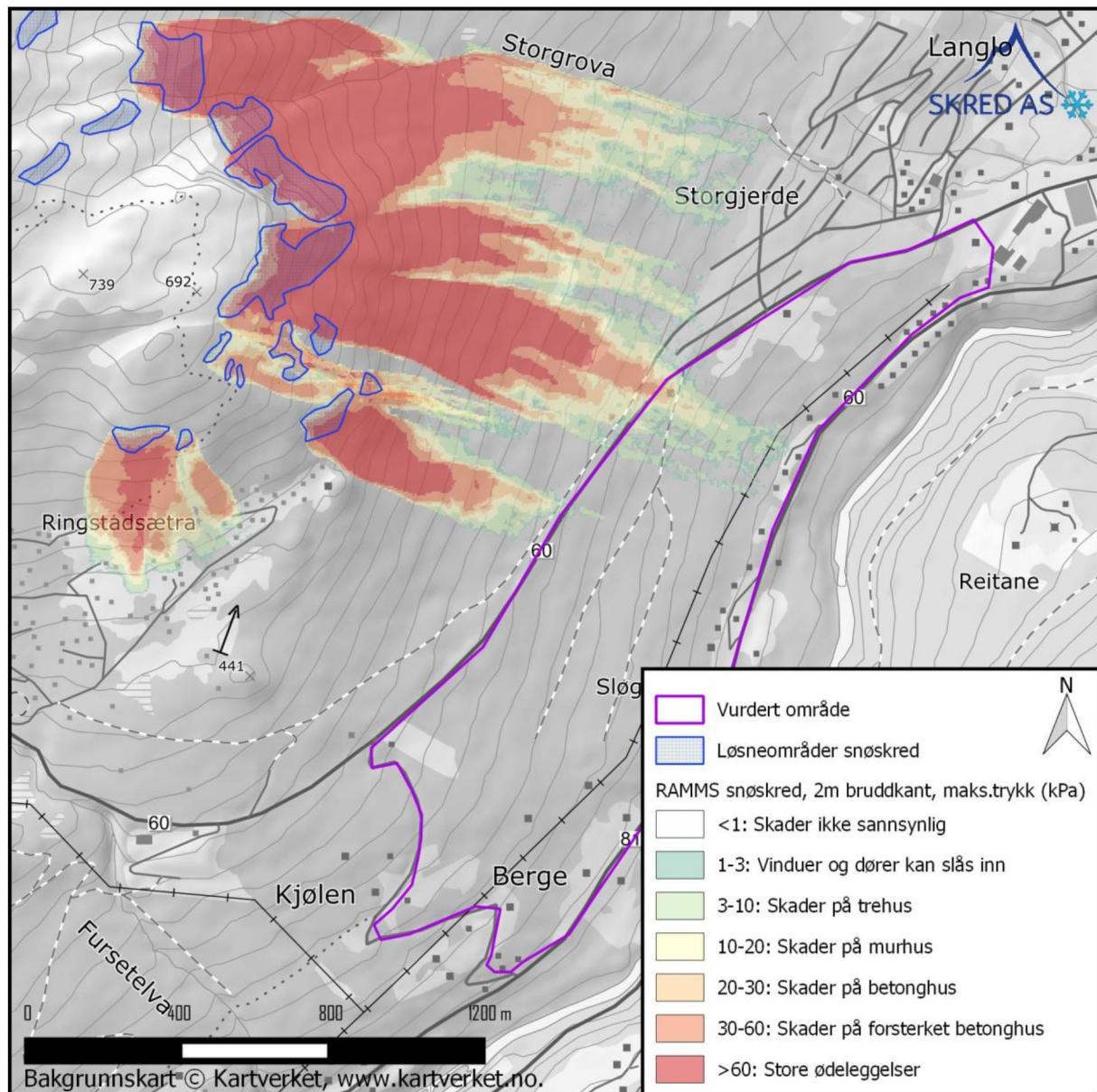
Figur 9: Potensielt løснеområde for snøskred ovenfor det kartlagte området. Skogen rundt løснеområdene viser tydelige tegn på snøsig.

Vi har modellert det mulige utløpet av snøskred ved hjelp av programvaren RAMMS (Christen m. fl., 2010), med forutsatt bruddkant på 2 m. I mangel på norske retningslinjer for dette arbeidet er bruddkanten bestemt med utgangspunkt i de sveitsiske retningslinjer. Disse anbefaler at bruddkanten settes utfra den beregnede 3 døgns-nedbør i formen av snø, som i dette området, med gjentaksintervall på 1000 år, er på 194 cm.

Vi har benyttet friksjonsparametere kalibrert på skred av middels størrelse (i RAMMS: Medium, 300 års gjentaksintervall). Meddriving av snø langs skredbanen (som gjør at skredvolumet øker mens skredet beveger seg nedover) er ikke tatt i betraktning, men den bremsende effekten av skogen er heller ikke tatt med, og de to faktorene antas å kompensere for hverandre.

Resultatet (Figur 10) viser at snøskred under sjeldne forhold kan bevege seg langt nedover sørøstsiden av Meraftashornet, og stedvis komme inn i det vurderte området. Dette vil gjenspeiles i 1000 års faresonen tegnet i området (Figur 14).

Mesteparten av det kartlagte området ligger imidlertid utenfor det forventede utløpet av snøskred.



Figur 10: Utvalgte modelleringsresultater, RAMMS Snøskred.

4.2 Sørpeskred

Sørpeskred kan oppstå under ulike terrengsetninger og hydrologiske forhold og utløses etter forskjellige mekanismer. I likhet med andre skred styrt av høyt vanninnhold (flomskred) har sørpeskred tendens til å følge forsenkede terrengpartier som bekkeløp og raviner.

I fjellsiden ovenfor det kartlagte området er det noen konkave terrengpartier som er egnet til å akkumulere en del snø, og som også samler en del vann i perioder med mye nedbør eller snøsmelting. Noen relativt små, konkave myrområder drenerer i bekker som fortsetter bratt nedover mot kartleggingsområdet (Figur 11). Andre mulige løснеområder for sørpeskred er mye større og ligger i den konkave delen av fjellsiden mellom Roaldshornet og Meraftashornet (Figur 12), og disse drenerer i Storgrova og Ekregrova.



Figur 11: Et mulig løснеområde for mindre sørpeskred på Meraftashornet. Dette området drenerer direkte mot kartleggingsområdet.



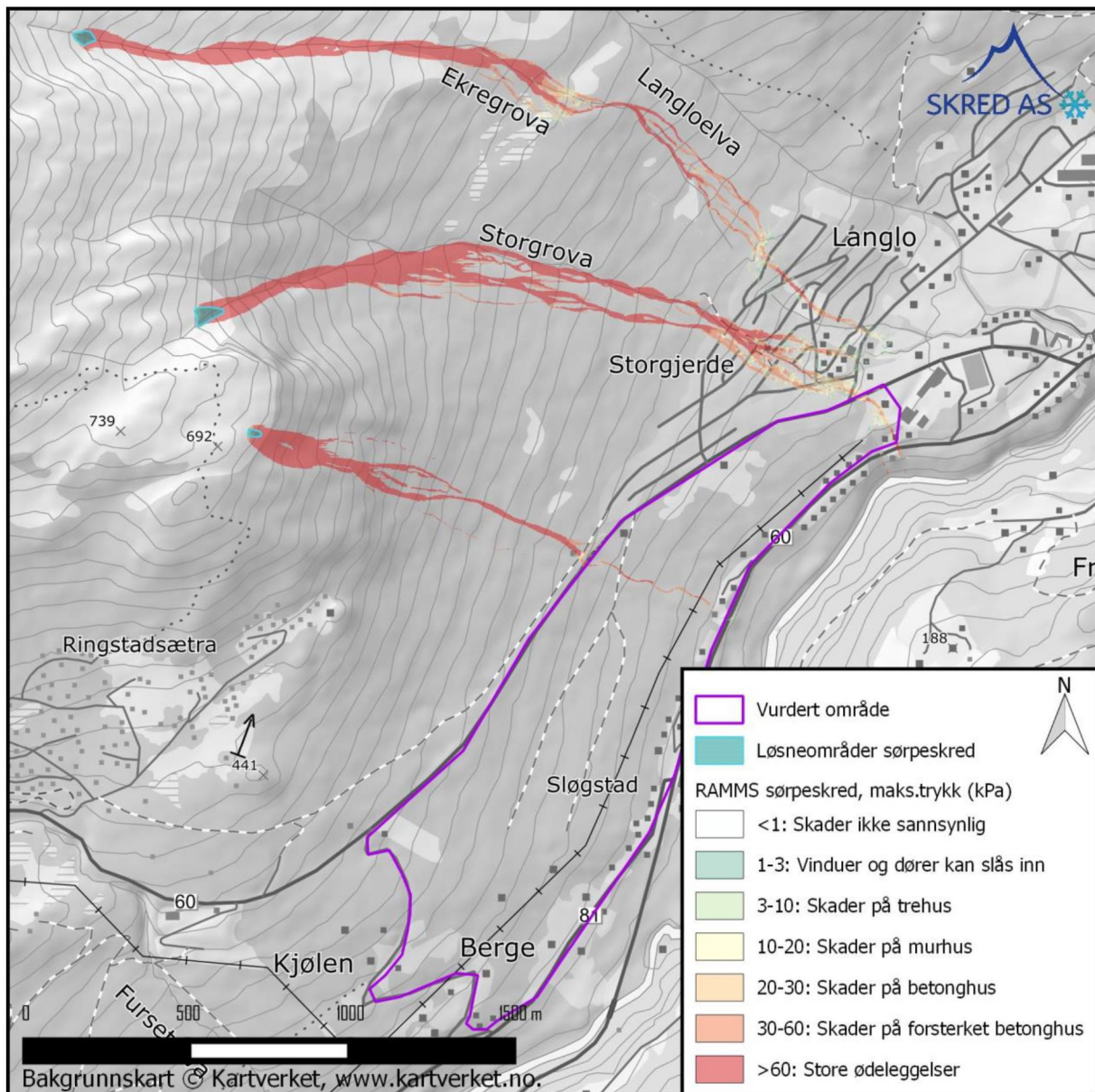
Figur 12: Flere mulige løснеområder for sørpeskred i fjellsiden mellom Roaldshornet og Meraftashornet. Dette området drenerer i Storgrova.

Terrengforholdene, samt det at området er relativt nedbørsrikt og at regn på snødekket mark ikke er uvanlig, tilsier at sannsynligheten for utløsning av sørpeskred er stor nok til å være relevant for denne skredfarekartleggingen med årlige sannsynligheter på 1/1000 og 1/5000.

Dersom et sørpeskred skulle bli utløst vil massene følge bekkene som drenerer løseområdet. Dette underbygges av resultater av modellering utført med RAMMS::Debris Flow (Christen m. fl., 2012), vist i Figur 13.

Per i dag er ingen modelleringsverktøy utviklet for å modellere sørpeskred. Det anvendte modelleringsverktøyet er utviklet for flomskred, og bruk for sørpeskred krever tilpasning av friksjonsparametere på en måte som ikke er underbygd av tilstrekkelig forskning. For denne modelleringen har vi anvendt friksjonsparametere som våre erfaringer fra Norge viser gir troverdige resultater for sørpeskred ($\chi_i = 2500 \text{ m/s}^2$; $\mu = 0,05$). Som datagrunnlag har vi brukt en terrengmodell med $2 \times 2 \text{ m}$ celler.

Resultatene i Figur 13 tilsier at eventuelle sørpeskred etter all sannsynlighet vil følge bekker, med forholdsvis liten sidespredning. Mindre deler av massene kan komme inn i kartleggingsområdet, i forbindelse med de aktuelle bekkene. Dette gjenspeiles i 1000 års- og 5000 års-faresonen tegnet i Figur 14.



Figur 13: Utvalgte modelleringsresultater, RAMMS::Debris Flow.

4.3 Løsmasseskred

Skråningen ovenfor kartleggingsområdet er dekket av morene som blir tynnere med høyden, og terrenget har stedvis helning over 25°, dvs. bratt nok til å kunne gi jordskred.

Vi har imidlertid ikke registrert tegn etter tidligere jordskred (avsnitt 4 og Figur 7). Tatt i betraktning størrelsen av fjellsiden, er dette en indikasjon om svært lav løsmasseskredaktivitet.

Eventuelle utglidninger og flomskred i de etablerte bekkene, ventes skjønsmessig ikke å få lengre utløpslengde enn det som er beregnet for snøskred og sørpeskred.

Den årlige sannsynligheten for at løsmasseskred gjør skader av betydning i det kartlagte området vurderes derfor å være mindre enn 1/5000. Det presiseres at dette gjelder under dagens terreng- og vegetasjonsforhold.

Flatehogst og terrenginngrep (eks. skog- og traktorveger) i bratt terreng, spesielt når håndtering av overflatevann ikke planlegges og utføres omhyggelig, kan øke sannsynligheten for løsmasseskred.

4.4 Skred i fast fjell

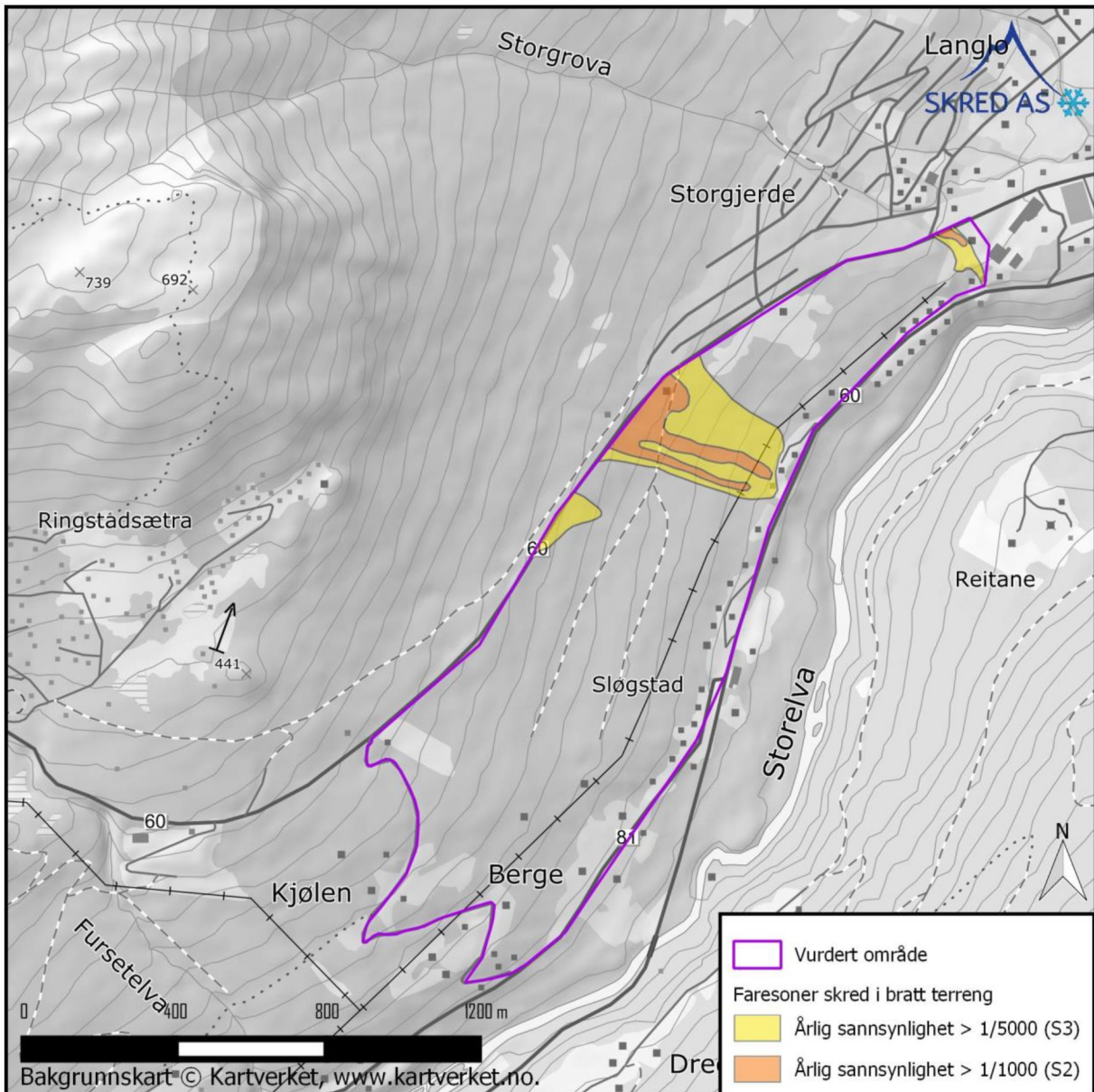
Utfall av steinblokker krever skrenter med blottet fjell og helning over 40 - 45°. I den vurderte fjellsiden er det kun veldig små lokale skrenter med en slik helning. Disse ligger langt oppe i fjellsiden og vender ikke direkte mot kartleggingsområdet. Det er store skogdekkede terrengpartier mellom de små skrentene og det kartlagte området. Vi vurderer derfor at den årlige sannsynligheten for steinsprang inn i det kartlagte området er lavere enn 1/5000.

4.5 Faresoner for skred

Skred med årlig sannsynlighet større enn 1/100 vurderes ikke å berøre det kartlagte området. Det er derfor ikke tegnet 100 års-skredfaresone.

Det er stedvis tegnet faresoner for skred med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 og 1/1000. Faresonene er dimensjonert av snøskred og sørpeskred.

Faresonen er vist i Figur 14 og leveres i tillegg kommunen i digitalt format.

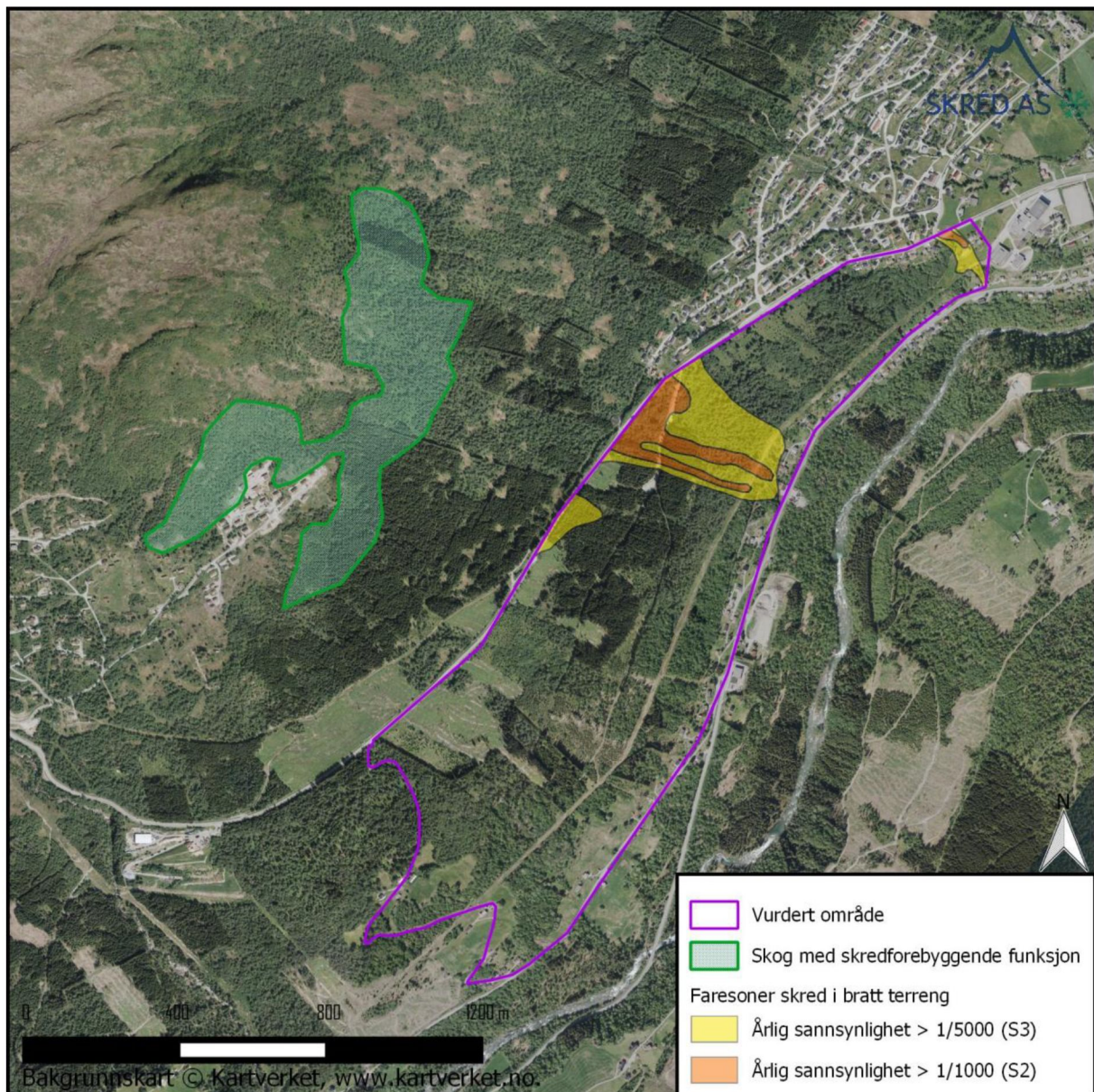


Figur 14: Faresoner for skred i bratt terreng i det kartlagte området.

4.6 Forutsetninger for faresonene

En skog tilsvarende dagens vegetasjonsforhold der terrenget er brattere enn 25° er en forutsetning for faresonene. Ved flatehogst der fjellsiden er brattere enn 25° (områder markert i grønn polygon i Figur 15) vil nye løснеområder for snøskred kunne oppstå, og de eksisterende løснеområdene vil kunne bli større. Snøskred vil da kunne få økt sannsynlighet for utløsning og lengre utløp i retning mot kartleggingsområdet.

Dersom skogen blir borte over store arealer innenfor området markert i Figur 15 bør det derfor utføres en ny skredfarevurdering.



Figur 15: Skog med skredforebyggende funksjon og betydning for faresonene.

4.7 Implikasjoner av faresonene

Faresonene vist i Figur 14 innebærer at ny bebyggelse som faller i sikkerhetsklasse S2 (hytter, hus og andre boligbygninger med opptil 10 boenheter / 25 personopphold), skal plasseres utenfor 1000 års-faresonen.

Bygninger som faller innenfor sikkerhetsklasse S3 skal plasseres utenfor 5000 års-skred-faresonen.

Dersom bygninger må oppføres innenfor faresonen som gjelder for den aktuelle sikkerhetsklassen, må sannsynligheten for skader reduseres ved fysiske sikringstiltak, eller ved at bygget dimensjoneres og utformes til å tåle påkjenninger fra eventuelle skred.

Skred AS kan bistå ved behov for dimensjonering av sikringstiltak mot skred.

5 Konklusjon

Alle skredtyper i bratt terreng er vurdert.

Snøskred og sørpeskred vurderes å være dimensjonerende skredtyper i fjellsiden.

Det er ikke tegnet 100 års-skredfaresone i det kartlagte området. Det er tegnet 5000 års- og 1000 års skredfaresoner i mindre deler av området, der vi vurderer at sjeldne snøskred og sørpeskred kan ha utløp.

Skogen er begrensende for potensielle løснеområder for løsmasseskred og snøskred og er derfor en forutsetning for skredfarevurderingen. Dersom skogen blir borte over store arealer der terrenget er brattere enn 25°, anbefales en ny vurdering, og faresonene kan bli noe større.

6 Referanseliste

Christen, M., Kowalski, J., Bartelt, P., 2010. RAMMS: Numerical simulation of dense snow avalanches in three-dimensional terrain. Cold Regions Science and Technology 63, 1-2.

Christen, M., et al., 2012. RAMMS: Integral hazard management using a unified software environment: numerical simulation tool 'RAMMS' for gravitational natural hazards. 12th Congress INTERPRAEVENT 2012 – Grenoble / France, Conference Proceedings.

DiBK, 2016. Byggteknisk forskrift med veiledning (TEK17). Hjemmeside. URL <http://dibk.no/no/BYGGEREGLER/Gjeldende-byggeregler/Veiledning-om-tekniske-krav-til-byggverk/>

NGI, 2012. Skog og Skred. Forslag til kriterier for vernskog mot skred – Del 1. Rapport nr. 20120078-01-R.

NGU, 2019a. Nasjonal berggrunnsdatabase. Hjemmeside. URL http://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/

NGU, 2019b. Nasjonal løsmassedatabase. Hjemmeside. URL <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>

NVE, 2019. Skredatlas. Hjemmeside. URL <http://skredatlas.nve.no>