

Oppdragsgiver	Navn Fjellheim Panorama AS	Kontaktperson Frank Thune
Oppdrag	Nummer og navn 19119 Vang, Grindaheim - Skredfarevurdering for reguleringsplan, Bøagøta 50	Oppdragsleder Andrea Taurisano
Dokument	Nummer 19119-01-1 Utført av Andrea Taurisano	Dato 2020-12-17 Kontrollert av Kalle Kronholm

Skredfarevurdering for reguleringsplan

Sammendrag

Et område på om lag 3 hektar rundt eksisterende bygg på Bøagøta 50 i Vang kommune planlegges detaljregulert. Planområdet er delvis dekket av aktsomhetssoner for jord- og flomskred. Skred AS er derfor bedt utføre en detaljert skredfarevurdering av planområdet.

Formålet er å vurdere om området tilfredsstiller gjeldende sikkerhetskrav for tiltak som faller i sikkerhetsklasse S1, S2 og S3 i TEK17 §7-3.

Alle skredtyper i bratt terreng er vurdert.

Alle skredtyper er aktuelle, i den forstand at de kan utløses i fjellsiden sørvest for planområdet. Løsneområdene ligger imidlertid så langt fra planområdet at steinsprang og steinskred, jord- og flomskred, samt snøskred ikke vurderes å kunne gå inn i planområdet.

Kun sørpeskred, samt mindre lokale utglidninger i øvre deler planområdet, vurderes å kunne berøre deler av planområdet med en årlig sannsynlighet større enn 1/5000. Det er derfor tegnet en 5000 års faresone, relevant for tiltak i sikkerhetsklasse S3, i aktuelle deler av planområdet.

Resten av vurderingsområdet tilfredsstiller gjeldende krav for nye bygg i sikkerhetsklassene S1, S2 og S3 i TEK17 §7-3.

Innhold

1	Innledning	4
1.1	Bakgrunn	4
1.2	Mål	4
1.3	Befaring	5
1.4	Forbehold	5
2	Krav til sikkerhet mot skred	6
2.1	Lowverket	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	8
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	11
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	12
4	Vurdering av skredfare	13
4.1	Snøskred	14
4.2	Sørpeskred	15
4.3	Løsmasseskred	16
4.4	Skred i fast fjell	17
4.5	Faresoner for skred	17
5	Konklusjon	19
6	Referanseliste	19

Figurer

Figur 1: Lokalisering av det vurderte området (markert i lilla).	4
Figur 2: Fjellsiden ovenfor det vurderte området (i lilla) i et flybilde fra www.norgeibilder.no , sett i 3D mot nordvest.	9
Figur 3: Kart med beregnet terrenghelning i fjellsiden i og like ovenfor det vurderte området (forstørret i den hvite rammen).	10
Figur 4: Kart med beregnet vannavrenning i fjellsiden, og inn i planområdet (forstørret i den hvite rammen).	11
Figur 5: Skyggekart med registreringer av betydning for skredfarevurderingen.	13
Figur 6: Utvalgte modellresultater, RAMMS snøskred.	15
Figur 7: Utvalgte modelleringsresultater for sørpeskred (RAMMS::Debris Flow).	16
Figur 8: Faresoner for skred med årlig sannsynlighet $> 1/5000$ i vurderingsområdet. Dimensjonerende skredtype er sørpeskred og mindre, lokale utglidninger (NV for bekken).	18

Tabeller

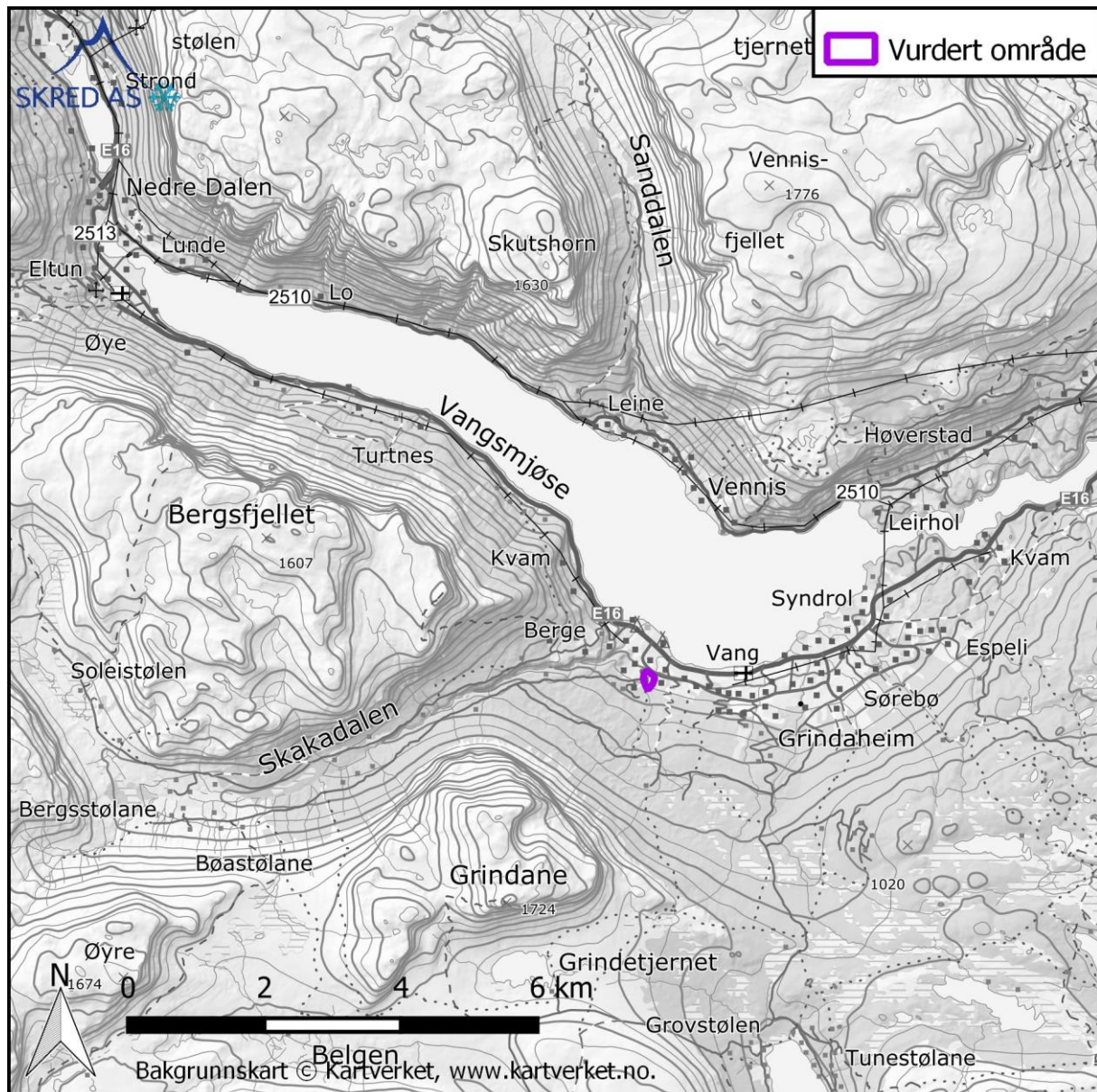
Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggt teknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2016).	6
--	---

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Et område på om lag 3 hektar rundt eksisterende bygg på Bøagøta 50 i Vang kommune planlegges detaljregulert. Planområdet er delvis dekket av aktsomhetssoner for jord- og flomskred. Skred AS er derfor bedt utføre en detaljert skredfarevurdering av planområdet.

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



Figur 1: Lokalisering av det vurderte området (markert i lilla).

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. Formålet er å vurdere om området tilfredsstiller gjeldende sikkerhetskrav for tiltak som faller i sikkerhetsklasse S1, S2 og S3 i TEK17 §7-3.

1.3 Befaring

Den 16.12.2020 var Kari Torgersen, Skred AS, på befaring i vurderingsområdet. Det var oppholdsvær med snødekket mark og akseptable lysforhold på befaringstidspunktet.

Befaringen ble foretatt til fots i og like ovenfor planområdet.

Skred AS har også i tidligere anledninger vært på befaring på sørsiden av Vangsmjøse, dog ikke detaljert i fjellsiden over planområdet.

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/brakkerrigg/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 detaljene rundt bebyggelsen planlagt i reguleringsplanområdet. Vi har derfor kartlagt skredfaren i forhold til gjeldende krav for tiltak i sikkerhetsklasse S1, S2 og S3 i TEK17 §7-3, og altså vurdert skred med årlig sannsynlighet $\geq 1/100$ (S1), $\geq 1/1000$ (S2) og $\geq 1/5000$ (S3).

I november 2020 publiserte NVE den nye veilederen for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng (NVE, 2020b). Veilederen stiller blant annet krav om at *«utredninger kvalitetssikres av et uavhengig foretak for oppdrag der konsekvensene av skred er særlig store – det vil si alle bygg i sikkerhetsklasse S3 og over»*. Denne rapporten ble bestilt før NVEs nye veileder ble publisert, og vi kjenner ikke til om planområdet faktisk innebærer tiltak i sikkerhetsklasse S3. Vi er derfor usikre på om det nye kravet i dette tilfellet er aktuelt.

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 flaskred. 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. Flaskred oppstår når en større del av snødekket løsner som et flak langs et glideplan. Det er flaskred 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 $<100 \text{ m}^3$) og steinskred (volum $100\text{-}10.000 \text{ m}^3$).

Steinsprang og steinskred løsner oftest i bratte fjellparti der terrenghelningen er større enn $40\text{-}45^\circ$.

2.3.3 Jordskred og flomskred

Jordskred starter med en plutselig utglidning i vannmettede løsmasser og blir som regel utløst i skråninger som er brattere enn $25\text{-}30^\circ$. 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 skråninger 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 sideskråninger og erosjon i løpet, eller i kombinasjon med sørpeskred.

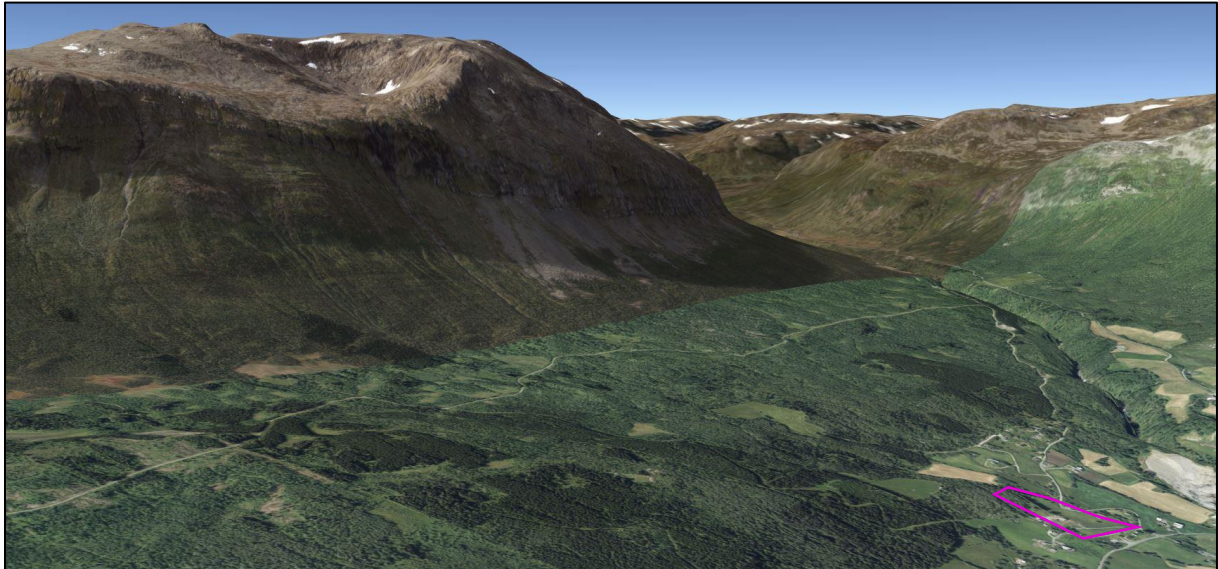
2.3.4 Skredfare og klimaendringer

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 vurderte området (Figur 2) ligger like ovenfor Ellingbøvegen, ca. 1,5 km vest for Grindaheim.



Figur 2: Fjellsiden ovenfor det vurderte området (i lilla) i et flybilde fra www.norgeibilder.no, sett i 3D mot nordvest.

3.1 Topografi

Terrenganalysen er basert på en digital terrengmodell med oppløsning på 1 m x 1 m basert på laserscanningdata fra 2007 (www.hoydedata.no). Senere laserscanninger utført i 2013 og 2019, dekker ikke de øvre deler av fjellsiden. Kart med terrenghelning beregnet fra denne terrengmodellen er vist i figur 3.

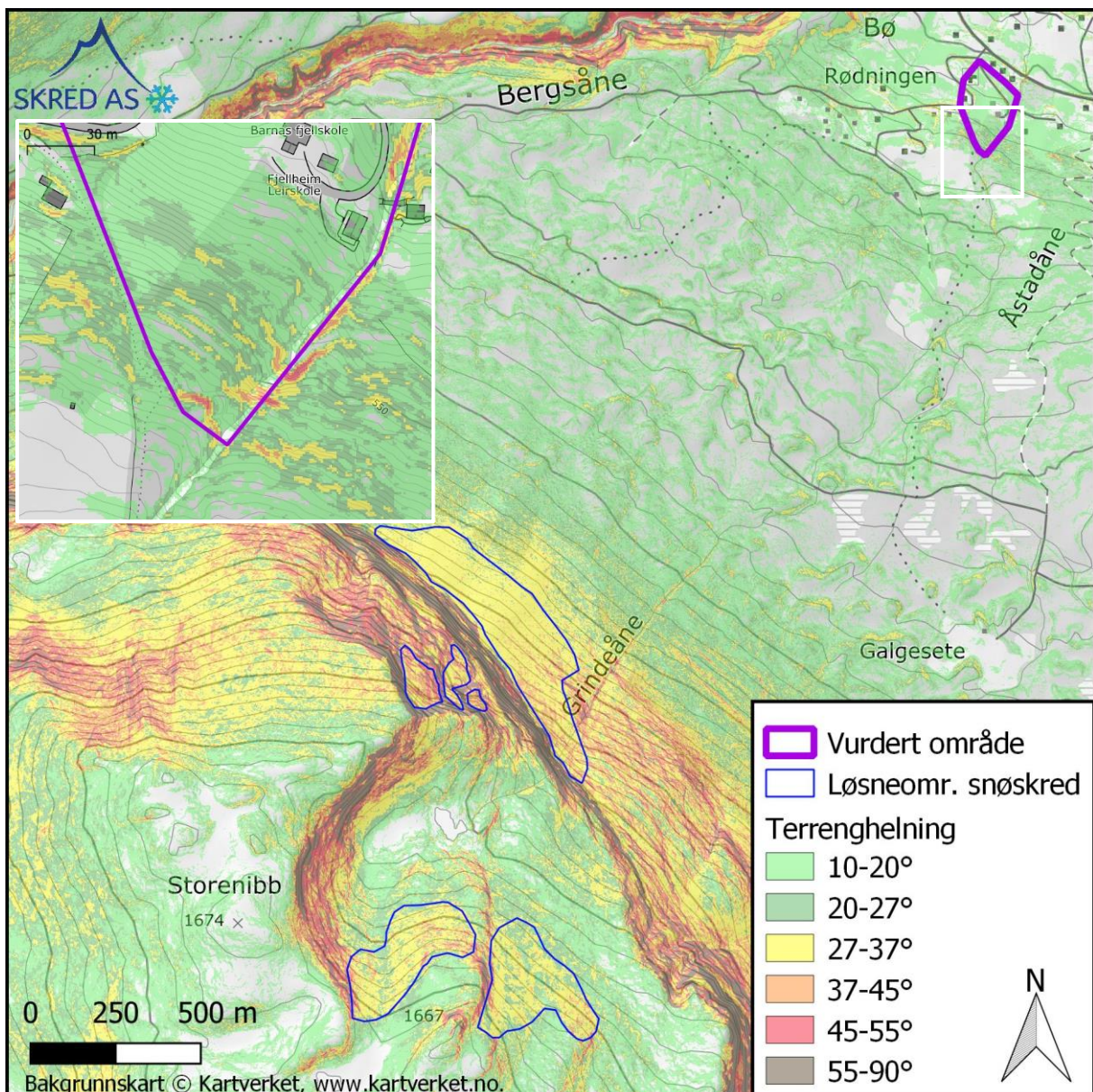
Det vurderte planområdet ligger mellom ca. 500 - 560 moh. i foten av den nordøstvendte siden av Grindane (1724 moh.), samt Storenibb (1674 moh.) og Veslenibb (1667 moh.). Dette betyr at fjellsiden av relevans for denne skredfarevurderingen er ca. 1200 m høy i forhold til planområdet.

I grove trekk er fjellsiden veldig slak opptil ca. 760 moh.: Den 200 høydemeters stigning fra planområdet skjer over en avstand på mer enn 1,5 km, noe som gir en snitthelning på ca. 8° i den delen av fjellsiden. Fra ca. 760 moh. blir fjellsiden raskt brattere, først med et belte med helning på 20 - 27° opptil 860 moh., så med helning på 27 - 37° opptil ca. 1000 moh., og videre med svært bratte til nær vertikale skrenter opptil 1350 – 1500 moh. Bare over denne høyden, dvs. i de 150 – 200 høydemetrene rett under fjelltoppene, flater terrenget ut igjen til under 27°.

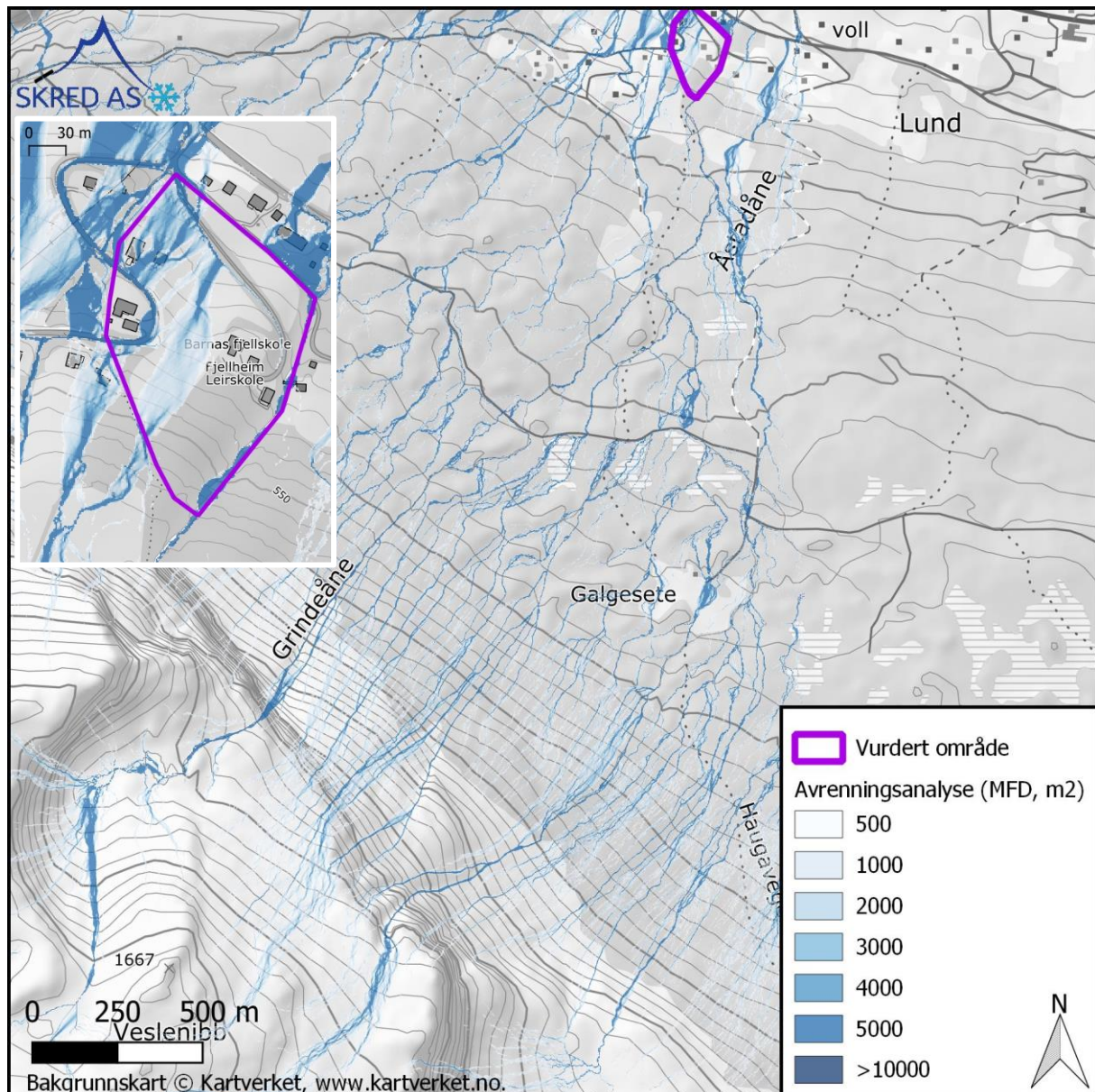
Når man ser på litt mer detaljert på terrengforholdene i og rett ovenfor planområdet (i hvit ramme i Figur 3), registreres et litt brattere parti i den øvre delen av planområdet, der

terrenget er kupert, og helningen varierer lokalt mellom 20 - 27° og 27 - 37°. Der er det også et par veldig små partier brattere enn 45°, som antas å være utstikkende fjell.

En markert gryteformasjon, i praksis en kort hengende dal, kjennetegner også fjellsiden. Denne hengende dalen og store deler av fjellområdet rundt den og ovenfor det vurderte planområdet drenerer i grove trekk i bekken Grindeåne. Lenger ned i fjellsiden går denne bekken inn i (eller blir til) Åstadåne, som renner langs planområdets SØ-grense. Det er i tillegg et stort antall mindre bekker, derunder både helårsbekker og mindre søkk som i situasjoner med mye vann i fjellsiden fungerer som avrenningsveier. Resultatet av avrenningsanalysen i fjellsiden er vist i Figur 4.



Figur 3: Kart med beregnet terrenghelning i fjellsiden i og like ovenfor det vurderte området (forstørret i den hvite rammen).



Figur 4: Kart med beregnet vannavrenning i fjellsiden, og inn i planområdet (forstørret i den hvite rammen).

3.2 Geologi

Berggrunnen i fjellsiden er kartlagt i målestokk 1:50 000 og består ifølge NGUs berggrunnsdatabase av kvartsitt, kvartsfyllitt og fyllitt og i den nedre og slakere delen av fjellsiden, inkludert selve planområdet, og av gneiss, monzonitt og gabbro i den øvre og brattere delen av fjellsiden, (NGU, 2020a).

Ifølge NGU løsmassekart (NGU, 2020b) er det tykk og sammenhengende morene i hele den slakere delen av fjellsiden, inkl. i planområdet. Morena blir raskt tynn og usammenhengende i et lite terrengbelte der fjellsiden begynner å bli bratt, og videre oppover er det bart fjell.

3.3 Vegetasjon

Fjellsiden er dekket av blandet skog opptil ca. 800 – 900 moh. Derfra og videre oppover er det steinur og bratte fjellskrenter uten høy vegetasjon.

Det foreligger gode flyfotoer av fjellsidene fra 1982, samt flere fotograferinger på 2000-tallet (www.norgebilder.no). Sammenligning av disse bildene viser ikke vesentlige forskjeller i vegetasjonen, og ellers ingen tegn på skred under ca. 750 – 800 moh. De skred som dannet sporene som synes ned til den høyden, skal ha gått før 1982, ettersom sporene er omtrent like i de første som i de nyeste flyfotoene.

3.4 Registrerte skredhendelser

I NVE Atlas (NVE, 2020) er det registrert flere snøskredhendelser noen få hundre meter øst og vest for planområdet. Beskrivelsene gjør det imidlertid klart at det handler om en snøskredulykke i 1784, da en gutt fra Vang døde i fjell (ikke nærmere angitt), og flere naturlig og menneskeutløste snøskred i årene 2016 – 2018, som nok skjedde i fjellet, men ble registrert nede i bebyggelsen.

Skred AS og oppdragsgiveren har ikke egne opplysninger om skredhendelser som kan ha relevans for det vurderte området.

3.5 Tidligere rapporter

Skred AS har utført flere skredfarevurderinger i Vang kommune, inkludert skredfarekartlegging av flere større områder langs Vangsmjøse på oppdrag fra NVE (NVE, 2019). Ingen av de kartlagte områdene i det oppdraget eller våre andre tidligere oppdrag ligger så nært planområdet at det gir direkte overførbar informasjon til denne rapporten, utover klimaanalysen utført i NVE, 2019 og omtalt i avsnitt 3.8.

3.6 Aktsomhetsområder

En liten del av planområdet er berørt av en aktsomhetssone for jord- og flomskred ifølge NVEs aktsomhetskart (NVE, 2020a).

3.7 Eksisterende skredsikringstiltak

Ingen sikringstiltak er registrert i nasjonal skredatabase (NVE, 2020a), og ingen er observert på befaring eller flyfoto.

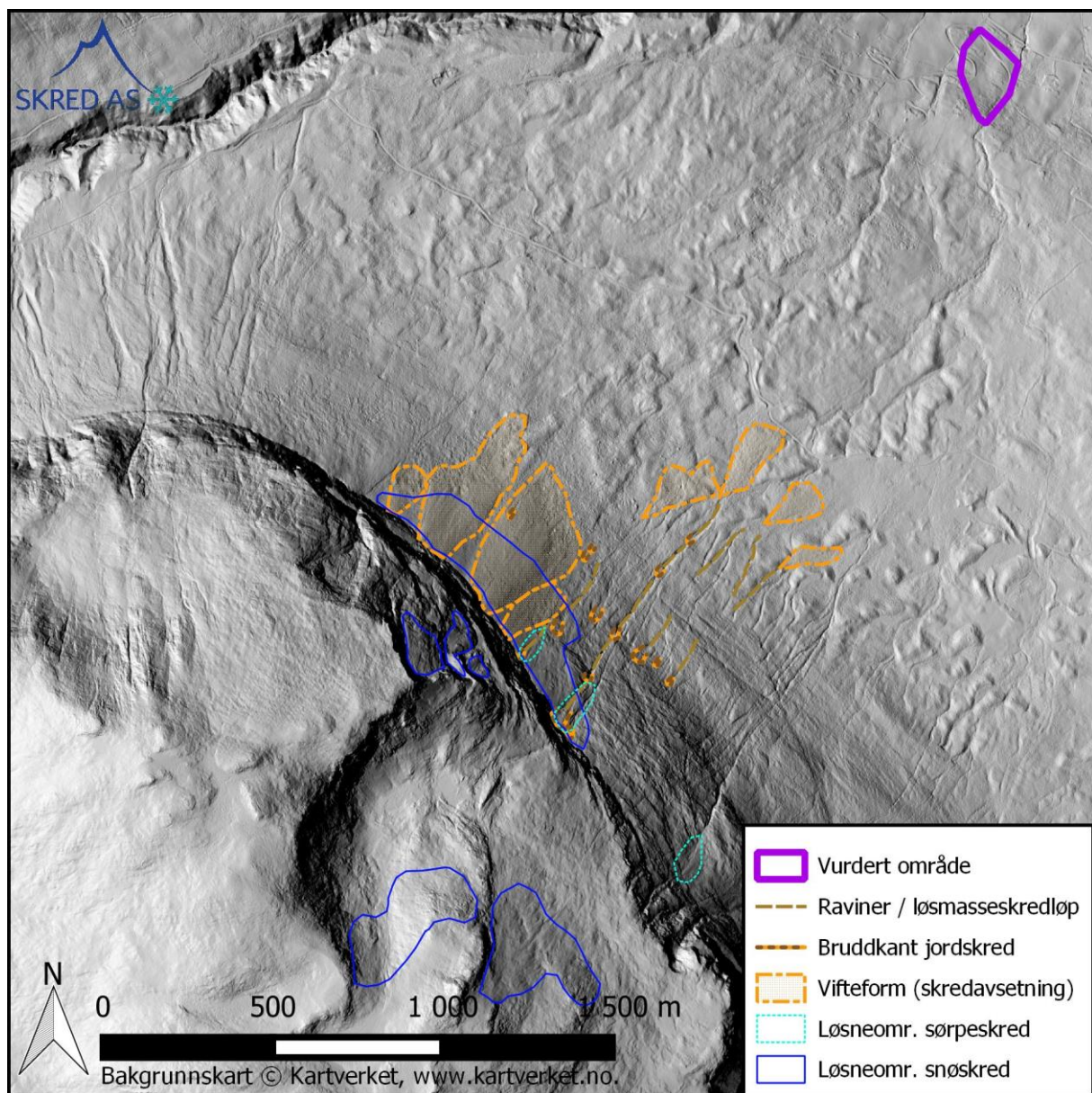
3.8 Områdets klimatiske trekk av betydning for skredfarevurderingen

Som en del av skredfarekartleggingen utført av Skred AS i Vang kommune på oppdrag fra NVE (NVE, 2019), er det utført en analyse av områdets klimatiske trekk med størst betydning for skredfarevurderingen. Analysen er gjort på bakgrunn av data fra Meteorologisk institutt (eklima.no). Analysene i NVE, 2019 viser at området har et utpreget innlandsklima, med en årsnedbør på ca. 600 mm, for det meste konsentrert i sommer- og høstmånedene. Den beregnede 3-døgns nedbør med 1000 års gjentaksintervall er for vintermånedene funnet å være på 146 mm, som omtrentlig tilsvarer 150 cm nysnø. Samme analyse for et 5000 års gjentaksintervall, med svært stor usikkerhet, viser ca. 260 cm snø på 3 døgn. Slike analyser gir et utgangspunkt for modellering av store, sjeldne snøskred.

4 Vurdering av skredfare

Som en del av terrengeanalysene er det 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 og ovenfor vurderingsområdet (Figur 5) viser skredavsetninger i foten av de brattere deler av fjellsiden, samt noen små utglidninger. Det er imidlertid over 1,5 km avstand mellom disse skredrelaterte formene og planområdet. Nærmere planområdet viser skyggekartet bare noen nedskårne bekkeløp.



Figur 5: Skyggekart med registreringer av betydning for skredfarevurderingen.

4.1 Snøskred

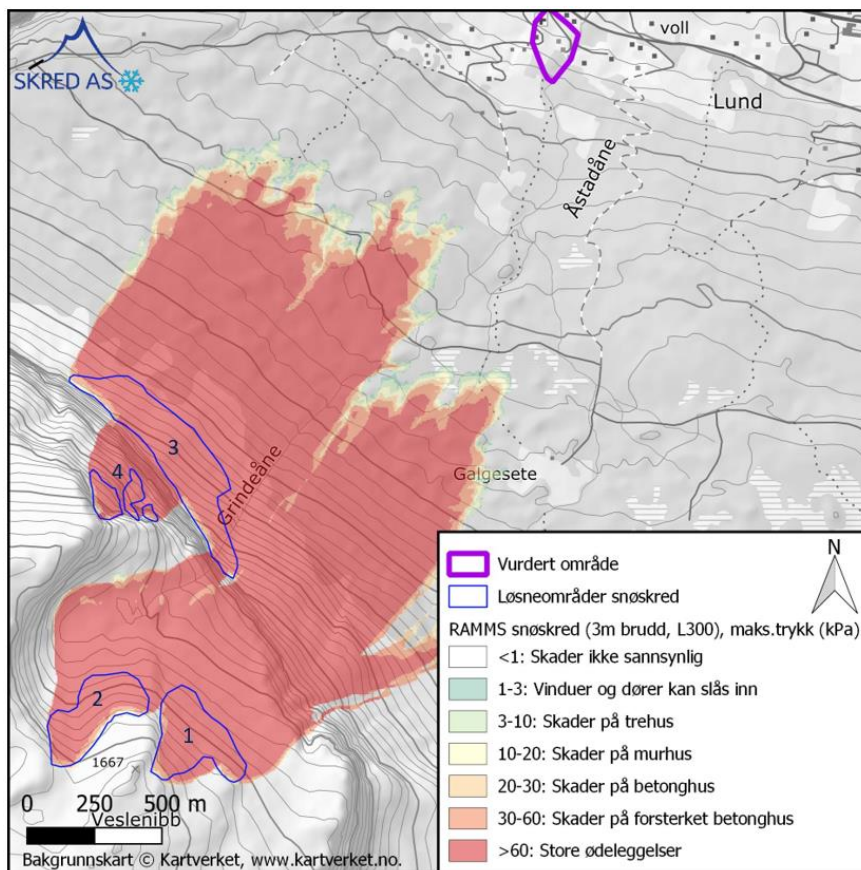
Fjellsiden sørvest for planområdet, over 850 – 900 moh., inneholder større terrengpartier der helningen er over 27 - 30° og det ikke er skog, der snøskred derfor kan utløses.

Løsneområdene i og rett sør for hangedalen som drenerer i Grindeåne (1 og 2 i **Feil! Fant ikke referansekilden.**), har trolig en høyere utløsningssannsynlighet enn den bratte og stedvis grove steinura i foten av fjellskrentene (3 i **Feil! Fant ikke referansekilden.**).

Utløsning av snøskred derfra kan imidlertid ikke utelukkes, og det er derfor definert som mulig løsneområde. Mindre løsneområder for snøskred finnes også i mindre avsatser oppi den bratte fjellsiden (4 i **Feil! Fant ikke referansekilden.**).

Topografien i dalsiden, med et over 1,5 km langt, slakt parti ovenfor planområdet, tilsier imidlertid at selv de største, sjeldne snøskred ikke kan nå planområdet. Dette underbygges av resultatet av modellering av skredutløp utført med den dynamiske modellen RAMMS (Christen, 2010). Simuleringene, hvis resultat er vist i **Feil! Fant ikke referansekilden.**, er utført med svært konservative inngangsparametere: Bruddkanthøyde på 300 cm i alle løsneområder, som kjøres samtidig, med friksjonsparametere for store, sjeldne skred (Large, 300 års returperiode), og uten å ta i betraktning den bremsende effekten av skogen som dekker de nedre 2 km av den teoretiske skredbanen. Selv under disse forutsetningene tilsier modellresultatene at snøskred ikke kan gå lenger enn ned til ca. 650 moh.

Den årlige sannsynligheten for skader fra snøskred i det vurderte området vurderes derfor som mindre enn 1/5000.



Figur 6: Utvalgte modellresultater, RAMMS snøskred.

4.2 Sørpeskred

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

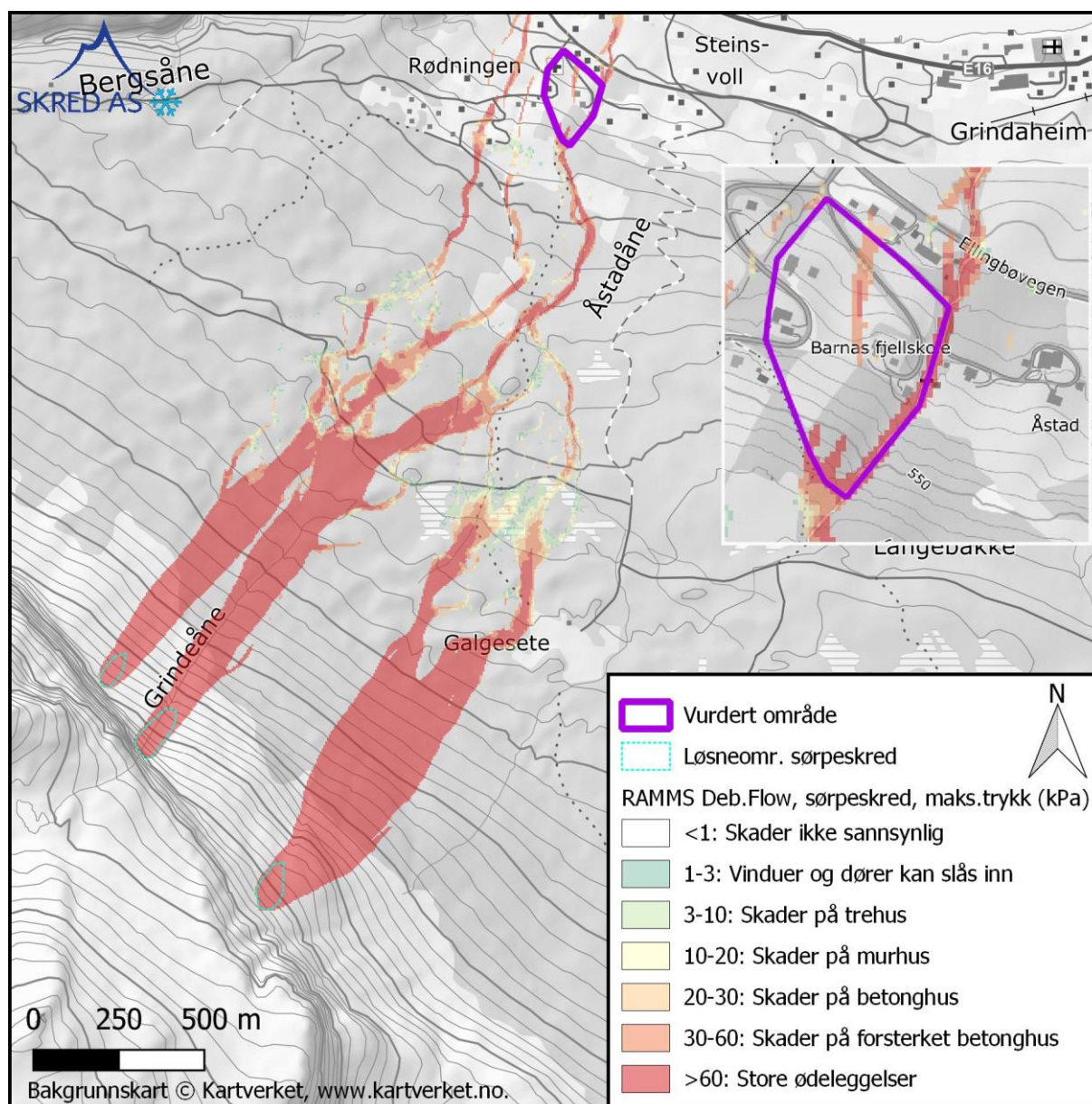
Ovenfor det vurderte området, dog i relativt stor avstand fra det, er det en større fjellside med mange områder som kan samle store snømengder, derunder hendedalen som drenerer i Grindeåne og Åsteåne, ned mot planområdet. Flere terrengpartier i den øvre delen av fjellsiden utgjør således mulige løснеområder for sørpeskred, i hvert fall når en vurderer sjeldne vær- og snøforhold av relevans for 1000 års og 5000 års skred.

Vi har modellert det mulige utløpet av sørpeskred ved hjelp av programvaren RAMMS::Debris Flow (Christen m. fl., 2012), med resultatet vist i Figur 7. Per i dag er ingen modelleringsverktøy spesifikt utviklet for å modellere sørpeskred. Det anvendte modelleringsverktøyet er utviklet for flomskred, og bruk for sørpeskred krever tilpasning av friksjonsparametere.

For denne modelleringen har vi anvendt friksjonsparametere som våre erfaringer fra Norge viser gir troverdige resultater for sørpeskred ($\mu = 3000 - 3500 \text{ m/s}^2$; $\mu_0 = 0,05$). Løснеområdene er tegnet i områder som konsentrerer vann og representerer større avrenningsveger, og den nøyaktige plasseringen tar også modelltekniske hensyn (dvs. tilstrekkelig terrenghelning i startområdet). Som datagrunnlag har vi brukt en terrengmodell med $5 \times 5 \text{ m}$ celler, som erfaringsmessig gir litt større utløp, både i lengde og bredde, enn terrengmodell med $2 \times 2 \text{ m}$ celler. Det er forutsatt volumer på ca. $10.000 - 23.000 \text{ m}^3$.

Resultatene i Figur 7 viser det beregnede utløpet av sørpeskred under de mest konservative modelleringsforutsetningene, og anses derfor å representere et 5000 års scenario. Under slike forutsetningene indikerer modellresultatene at sørpeskred kan komme inn i den øvre delen av planområdet, og gå videre ned langs Åsteåne som avgrenser planområdet i sørøst. Dette gjenspeiles i faresonen tegnet i den delen av det vurderte området (Figur 8).

Under litt mindre ekstreme forhold, inkl. et antatt 1000 års scenario, vurderes ikke sørpeskred å kunne komme inn i planområdet, og det er derfor ikke tegnet faresone for 1000 års skred dimensjonert av sørpeskred.



Figur 7: Utvalgte modelleringsresultater for sørpeskred (RAMMS::Debris Flow).

4.3 Løsmasseskred

Terrenget i den midtre – øvre delen av dalsiden ovenfor vurderingsområdet er dekket av morene og viser, på skyggekartet (Figur 5), tegn på noen tidligere jord- og flomskred.

Det er flere terrengpartier i fjellsiden som fortsatt kan gi jordskred. Det er imidlertid 1,2 – 1,5 km avstand, og terreng med en gjennomsnittlig helning på bare 7 – 8°, mellom foten av de kartlagte løsmasseskredavsetningene og den øvre delen av planområdet.

Disse forholdene tilsier at jord- og flomskred utløst i midtre og øvre deler av fjellsiden ikke kan nå inn i planområdet, dvs. at den årlige sannsynligheten for det er mindre enn 1/5000.

Resultatet av modellering utført for sørpeskred, vist i Figur 7, er for øvrig også dekkende for flomskred, men friksjonsparameterne brukt for sørpeskred gir massene en betydelig større mobilitet enn den de ville hatt i en flomskredhendelse. Dvs. at modelleringen utført for sørpeskred i praksis bekrefter at det skal unaturlig konservative forutsetninger til, for å få et modellert flomskredutløp som berører planområdet.

I selve planområdet (øvre del) og i et lite parti rett ovenfor det er terrenget brattere enn 20 - 27°, lokalt enda mer (hvit ramme i Figur 3). Stedvis i det samme området viser avrenningsanalysen en tendens til konsentrasjon av vann (hvit ramme i Figur 4). Under slike forhold anbefaler NVEs nye veileder (NVE, 2020b) at det tegnes en faresone for jordskred med årlig sannsynlighet større enn 1/5000. Dette gjenspeiles i den nordvestlige delen av faresonen vist i Figur 8.

4.4 Skred i fast fjell

Utfall av steinblokker krever skrenter med blottet fjell og helning over 40 - 45°. I øvre deler av fjellsiden ovenfor planområdet er det større, sammenhengende skrenter med en slik helning. I foten av disse skrentene er det vel utviklet steinsprangur, som representerer tidligere utfall fra skrentene.

Det er imidlertid 1,5 km avstand mellom foten av steinura og planområdet.

Vi har modellert utløpet av eventuelle steinsprang ved hjelp av programvaren Rockyfor3d (Dorren, 2015), under svært konservative forhold. Resultatet er ikke vist i figur, men bekrefter at steinsprang og steinskred ikke kan nå planområdet.

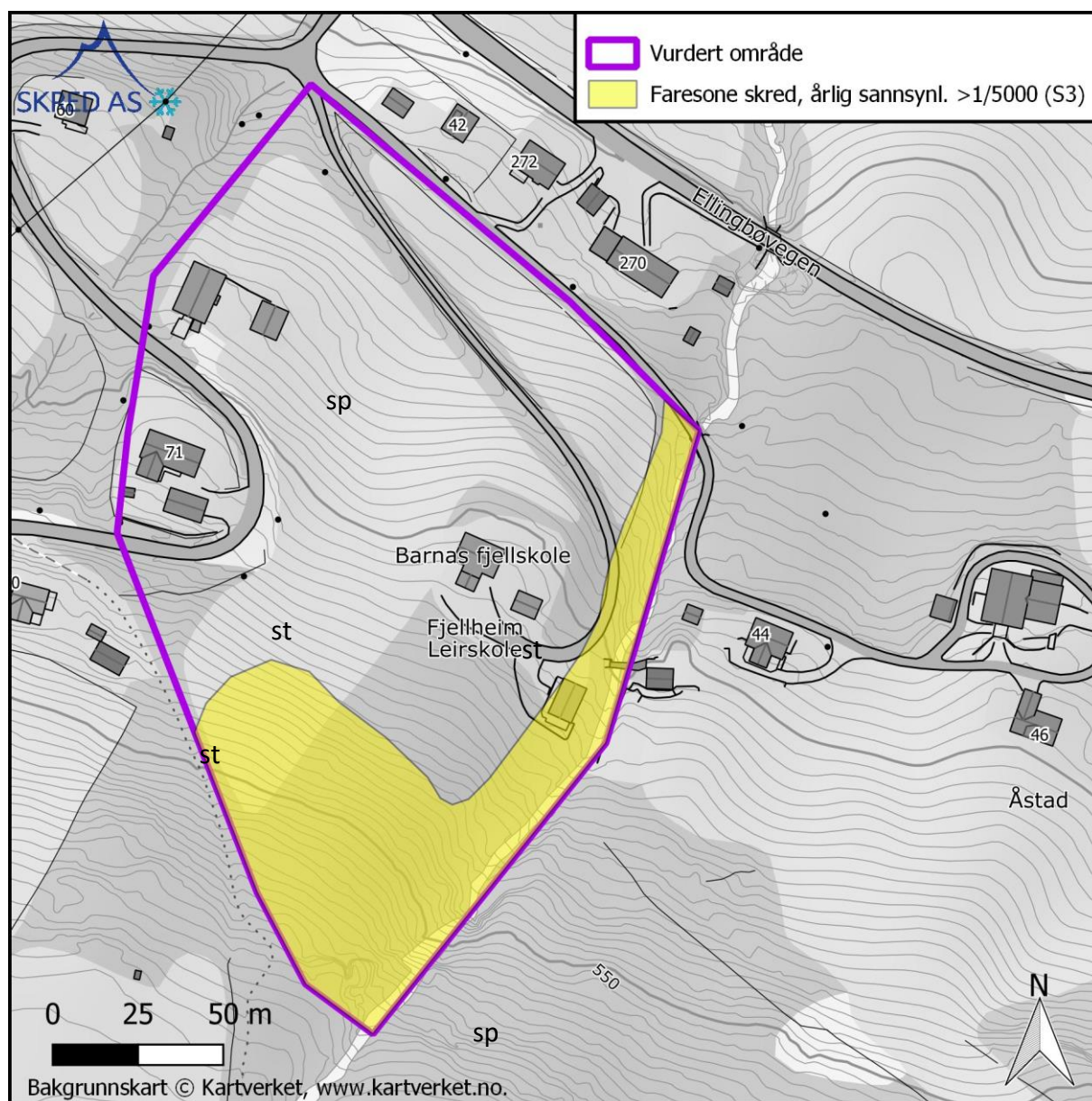
Alle forholdene tatt i betraktning vurderer vi at den årlige sannsynligheten for skader fra skred i fast fjell i det vurderte området er mindre enn 1/5000.

4.5 Faresoner for skred

Faresoner for skred med årlig sannsynlighet større enn 1/100 og 1/1000 vurderes ikke å berøre det vurderte området. Faresonen for skred med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 dekker derimot deler av planområdet, som vist i Figur 8.

Faresonen er for det meste dimensjonert av sørpeskred, med et mindre bidrag fra lokale utglidninger i området nordvest for bekken.

Skogen som i dag dekker store deler av dalsiden, er ikke en forutsetning for faresonene, dvs. at den ikke forventes å øke nevneverdig dersom skogen skulle bli borte.



Figur 8: Faresoner for skred med årlig sannsynlighet $> 1/5000$ i vurderingsområdet.
Dimensjonerende skredtype er sørpeskred og mindre, lokale utglidninger (NV for bekken).

5 Konklusjon

Alle skredtyper i bratt terreng er vurdert.

Alle skredtyper er aktuelle, i den forstand at de kan utløses i fjellsiden sørvest for planområdet. Løsnemrådene ligger imidlertid så langt fra planområdet at steinsprang og steinskred, jord- og flomskred, samt snøskred ikke vurderes å kunne gå inn i planområdet.

Kun sørpeskred, samt mindre lokale utglidninger i øvre deler planområdet, vurderes å kunne berøre deler av planområdet med en årlig sannsynlighet større enn 1/5000. Det er derfor tegnet en 5000 års faresone, relevant for tiltak i sikkerhetsklasse S3, i aktuelle deler av planområdet.

Resten av vurderingsområdet tilfredsstiller gjeldende krav for nye bygg i sikkerhetsklassene S1, S2 og S3 i TEK17 §7-3.

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/>

Dorren, L. K. (2015). Rockyfor3D (v5.2) revealed – Transparent description of the complete 3D rockfall model. *EcorisQ paper* (www.ecorisq.org).

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

NGU, 2020a. Nasjonal berggrunnsdatabase. Hjemmeside. URL http://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/

NGU, 2020b. Nasjonal løsmassedatabase. Hjemmeside. URL <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>

NVE, 2015. Oppsummeringsrapport for skog og skredprosjektet. NVE rapport nr. 92/2015

NVE, 2019. Skredfarekartlegging i Vang kommune. NVE rapport nr. 11/2019

NVE, 2020a. Skredatlas. Hjemmeside. URL <http://atlas.nve.no>

NVE, 2020b. Sikkerhet mot skred i bratt terreng - utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak. Versjon datert 12.11.2020. Webområde hentet fra <https://www.nve.no/skredfarekartlegging/startsidan/?ref=mainmenu>

NVE, 2020c. FoU 80607 - RAMMS: Debris Flow for beregning av jordskred. FoU rapport nr. 20/2020.