

Oppdragsgiver	Navn Gunnar Wangen	Kontaktperson Gunnar Wangen
Oppdrag	Nummer og navn 18328 Ørsta, Melsgjerdet – Skredfarevurdering for reguleringsplan	Oppdragsleder Andrea Taurisano
Dokument	Nummer 18328-01-1 Utført av Andrea Taurisano	Dato 2018-09-24 Kontrollert av Kalle Kronholm og Sondre Lunde

Skredfarevurdering

Sammendrag

Skred AS har utført en skredfarevurdering ifb. ny reguleringsplan på Melsgjerdet, Ørsta.

Alle skredtyper i bratt terreng er vurdert.

Vår totalvurdering er at kun det sørøstlige og det nordvestlige hjørnet av planområdet, samt noen områder langs de bratte elveterrassene, har årlig sannsynlighet for skader større enn 1/5000. I det sørøstlige hjørnet vurderes den årlige sannsynlighet også å overstige 1/1000. Faresonene i områdets sørøstlige hjørne vil kunne øke litt ved flatehogst i fjellsidene.

Ved utbygging langs de bratte elveterrassene, er det viktig å forholde seg til NVEs retningslinjer (NVE, 2011) og DiBKs veiledning til TEK17 når det gjelder sikkerhetsavstanden fra kanten av skråningene.

Innhold

1	Innledning	4
1.1	Bakgrunn	4
1.2	Befaring	4
1.3	Forbehold	5
2	Krav til sikkerhet	6
2.1	Lovverket	6
2.2	Skred	6
2.3	Aktuelle krav	7
2.4	Vurderte skredtyper	7
2.4.1	Snøskred og sørpeskred	7
2.4.2	Skred i fast fjell	7
2.4.3	Jordskred og flomskred	8
2.4.4	Skredfare og klimaendringer	8
3	Beskrivelse av området	9
3.1	Topografi	9
3.2	Geologi	11
3.3	Vegetasjon	11
3.4	Registrerte skredhendelser	12
3.5	Tidligere skredfareutredninger	13
3.6	Eksisterende skredsikringstiltak	13
3.7	Klimatiske trekk av betydning for skredfare	13
4	Vurdering av skredfare	14
4.1	Snøskred	14
4.2	Sørpeskred	18
4.3	Løsmasseskred	20
4.4	Skred i fast fjell	21
4.5	Faresoner for skred	21
4.6	Forutsetninger for faresonene	22
4.7	Muligheter for å redusere faresonene eller bygge i faresonene	24
5	Konklusjon	25
6	Referanseliste	26

Figurer

Figur 1:	Lokalisering av det vurderte området, 2 - 3 km sørøst for Ørsta sentrum	4
Figur 2:	Kart med beregnet terrenghelning	9
Figur 3:	Skyggekart med skredrelevante registreringer i fjellsiden sørvest for planområdet	11
Figur 4:	Skredhendelser registrert på www.atlas.nve.no	12

Figur 5: Dronebilde av fjellsiden ovenfor den vestlige delen av planområdet. Flere mulige løsneområder for snøskred ligger i områdene omtrentlig markert med blå polygoner.	14
Figur 6: Dronebilde av fjellsiden ovenfor den vestlige delen av planområdet. Flere mulige løsneområder for snøskred ligger i områdene omtrentlig markert med blå polygoner.	15
Figur 7: Dronebilde av fjellsiden nord for planområdet, med løsneområder for snøskred i enkelte brattheng der det er foretatt hogst (til venstre i bildet) og større bratte partier over skoggrensen lenger øst på Kråkenakken (til høyre i bildet).....	15
Figur 8: Utvalgte RAMMS resultater. Utløp av 1000 års snøskred.	17
Figur 9: Utvalgte RAMMS resultater. Utløp av 5000 års snøskred.	18
Figur 10: Utvalgte RAMMS resultater. Mulig utløp av sørpeskred.	19
Figur 11: Sikkerhetssone ved bratte skråninger langs vassdrag, fra NVE (2011) og DiBK.	21
Figur 12: Faresoner for skred i bratt terreng under dagens vegetasjonsforhold.	22
Figur 13: Faresoner for skred i bratt terreng under forutsetning av at skogen i fjellsiden blir borte.	23

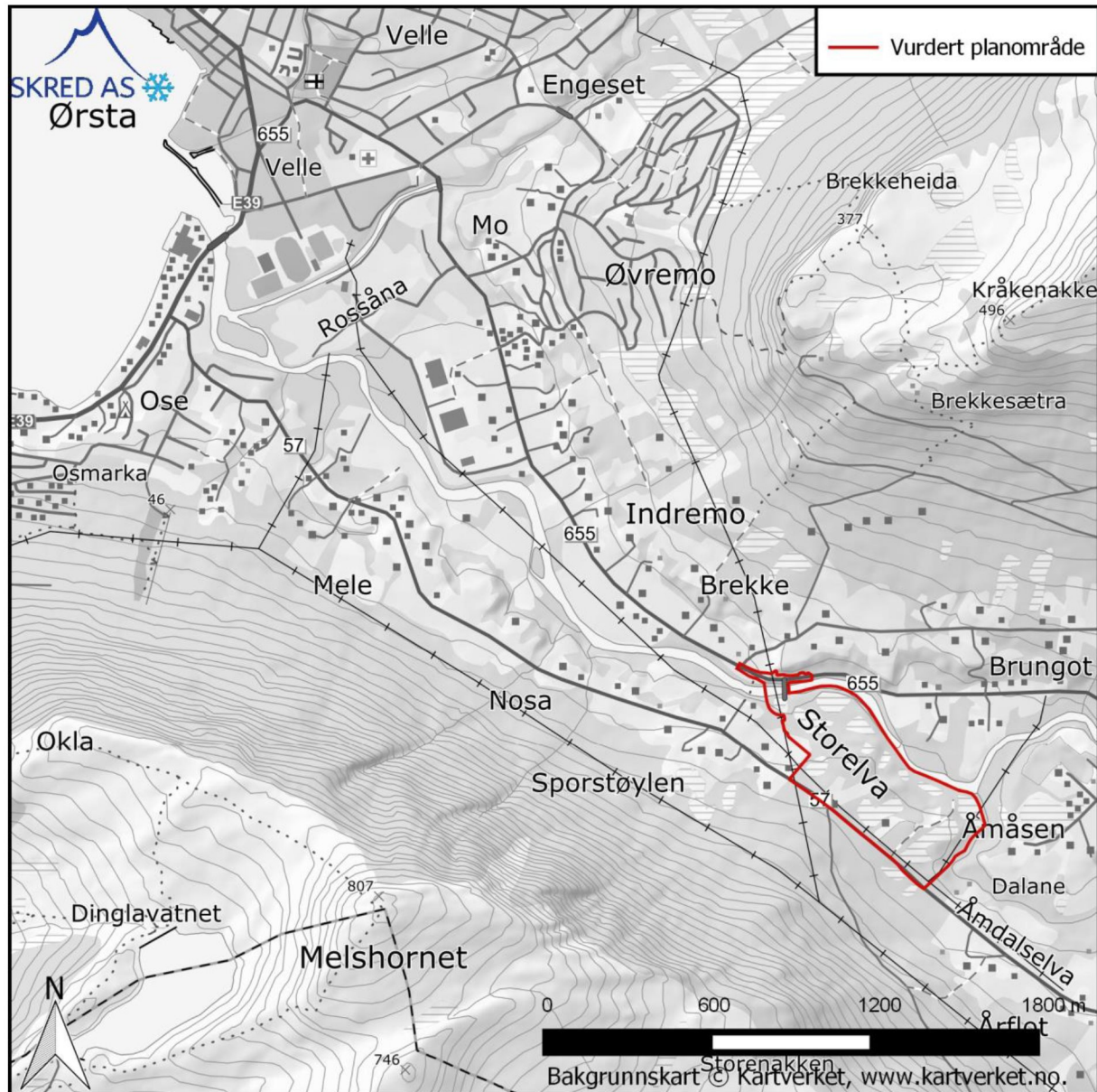
Tabeller

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

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Det arbeides med ny reguleringsplan for et industriområde på Melsgjerdet i Ørsta kommune. Deler av området er potensielt utsatt for snøskred, samt jord- og flomskred ifølge NVEs aktsomhetskart. NGIs kombinerte aktsomhetskart for snø- og steinskred viser også potensiell fare i deler av reguleringsområdet. Området er vist i Figur 1.



Figur 1: Lokalisering av det vurderte området, 2 - 3 km sørøst for Ørsta sentrum.

1.2 Befaring

Den 17.09.2018 var geolog Sondre Lunde, Skred AS, på befaring i området. Været på befaringstidspunktet var overskyet, med regn i perioder. Observasjonsforholdene var ikke

ideelle, men akseptable. Det er også benyttet en drone med 12 Mpx kamera for bedre observasjon av ufremkommelige deler av fjellssidene.

1.3 Forbehold

Skredfarevurderingen er gjort ut fra terreng og vegetasjon slik de fremkom fra befaringsobservasjoner, tilgjengelige flyfoto og kotegrunnlag på vurderingstidspunktet. Hvis terreng eller vegetasjon endres betydelig, kan det ha betydning for skred- og flomforholdene. Det kan innebefatte hogst, terrenginngrep i bratt terreng eller fysiske endringer i vassdrag som en konsekvens av erosjon, masseavlagring og menneskelige inngrep. Da anbefales det å utføre en ny vurdering.

Informasjon om tidligere skredhendelser er viktig for vurderingene. Dersom det kommer mer informasjon om tidligere hendelser, bør det tas med i betraktningene.

2 Krav til sikkerhet

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.»

2.2 Skred

Byggteknisk forskrift TEK17 § 7-3 definerer krav til sikkerhet mot skred for nybygg og tilhørende uteareal (tabell 1). Sannsynligheten i tabellen 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.

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.

2.3 Aktuelle krav

Det er opp til kommunene å vurdere aktuelle krav til sikkerhet i de ulike regulerings- og byggesakene. I retningslinjene til TEK17 er det gitt ulike eksempler, nevnt ovenfor. De aktuelle arealene skal reguleres til industriområdet. Vi har ikke detaljert kjennskap til type av næringsvirksomhet, størrelse, antall ansatte osv., dvs. om de ulike tiltakene i reguleringsområdet vil falle i sikkerhetsklasse S2 eller S3. For enkelte tiltak og utearealer kan det også være aktuelt med sikkerhetsklasse S1. Vi har derfor vurdert skredfare i forhold til samtlige sikkerhetsklasser i TEK17.

2.4 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.

2.4.1 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.

2.4.2 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°.

2.4.3 Jordskred og flomskred

Jordskred starter med en plutselig utglidning i vannmettede løsmasser og blir som regel utløst i skråninger som er brattere enn 25-30°. 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 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.

2.4.4 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.

På www.klimatilpasning.no gis det følgende hovedfunn for forventet endring i skredfare for Møre og Romsdal:

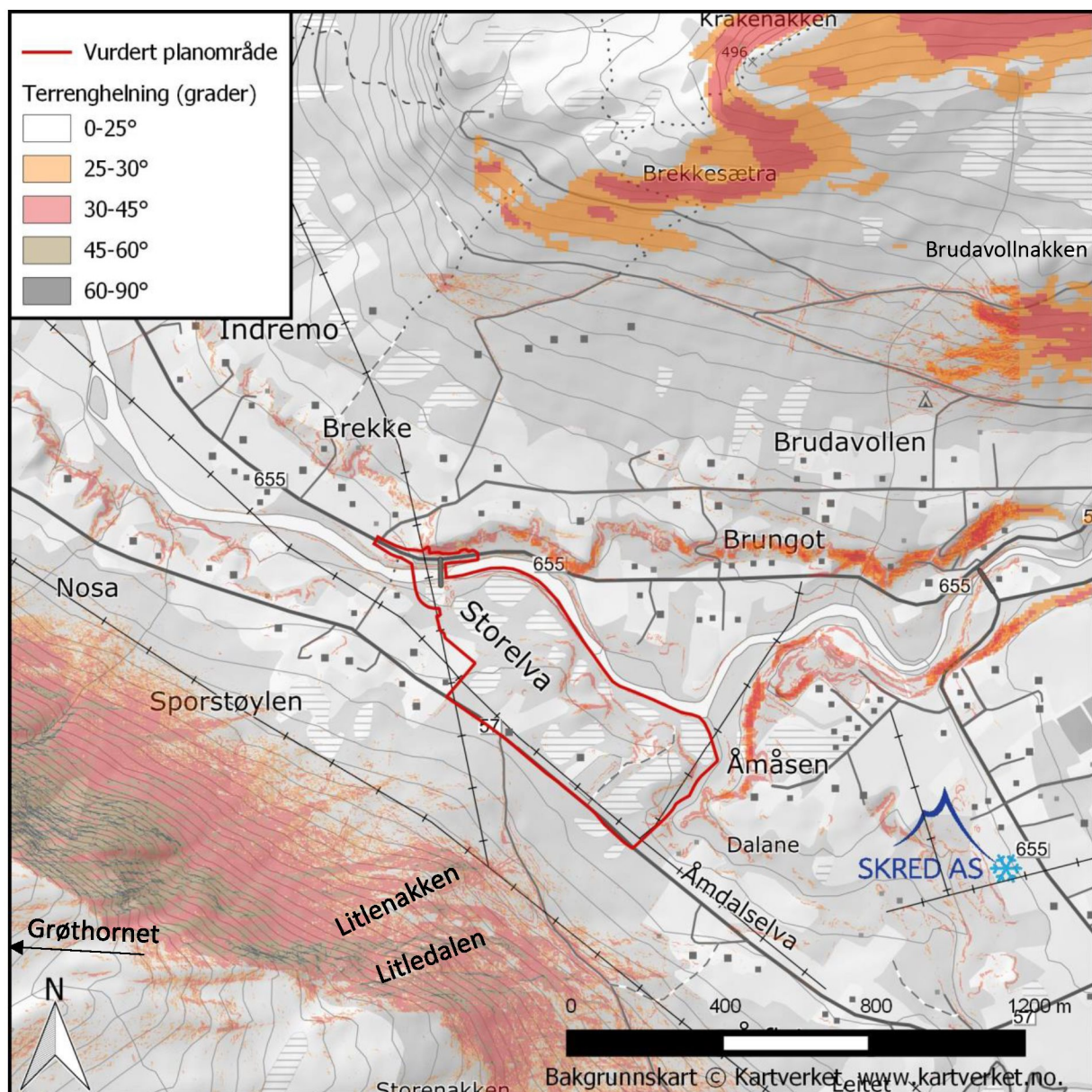
- Årstemperaturen øker med ca. 4°C (3,5°C om sommeren)
- Årsnedbøren øker med ca. 15 % (mest om sommer og minst om våren)
- Det forventes at episoder med kraftig nedbør øker vesentlig både i intensitet og hyppighet. Det anbefales et 40% klimapåslag på regnskyll som varer under 3 timer.
- Det forventes flere og større regnflommer, mens snøsmelteflommene vil komme stadig tidligere på året og bli mindre mot slutten av århundret
- Klimaendringene kan føre til økt frekvens av skred knyttet til regnskyll, flom, snøfall og snøsmelting. Dette gjelder først og fremst jordskred, flomskred og sørpeskred, og muligens også våtsnøskred og kvikkleireskred. Også frekvensen av steinsprang og steinskred kan øke.

Det er ikke mulig å beregne et «klimapåslag» for 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

3.1 Topografi

Terrenganalysen er i hovedsak basert på en terrengmodell med celler på 1 m x 1 m generert fra LiDAR data fra 2015 og 2017. Deler av fjellsiden nord for reguleringsområdet er ikke dekket av denne terrengmodellen, men kun av den nasjonale terrengmodellen med celler på 10 m x 10 m. Kart med terrenghelning generert fra den beste tilgjengelige terrengmodellen i hver fjellside er vist i Figur 2.



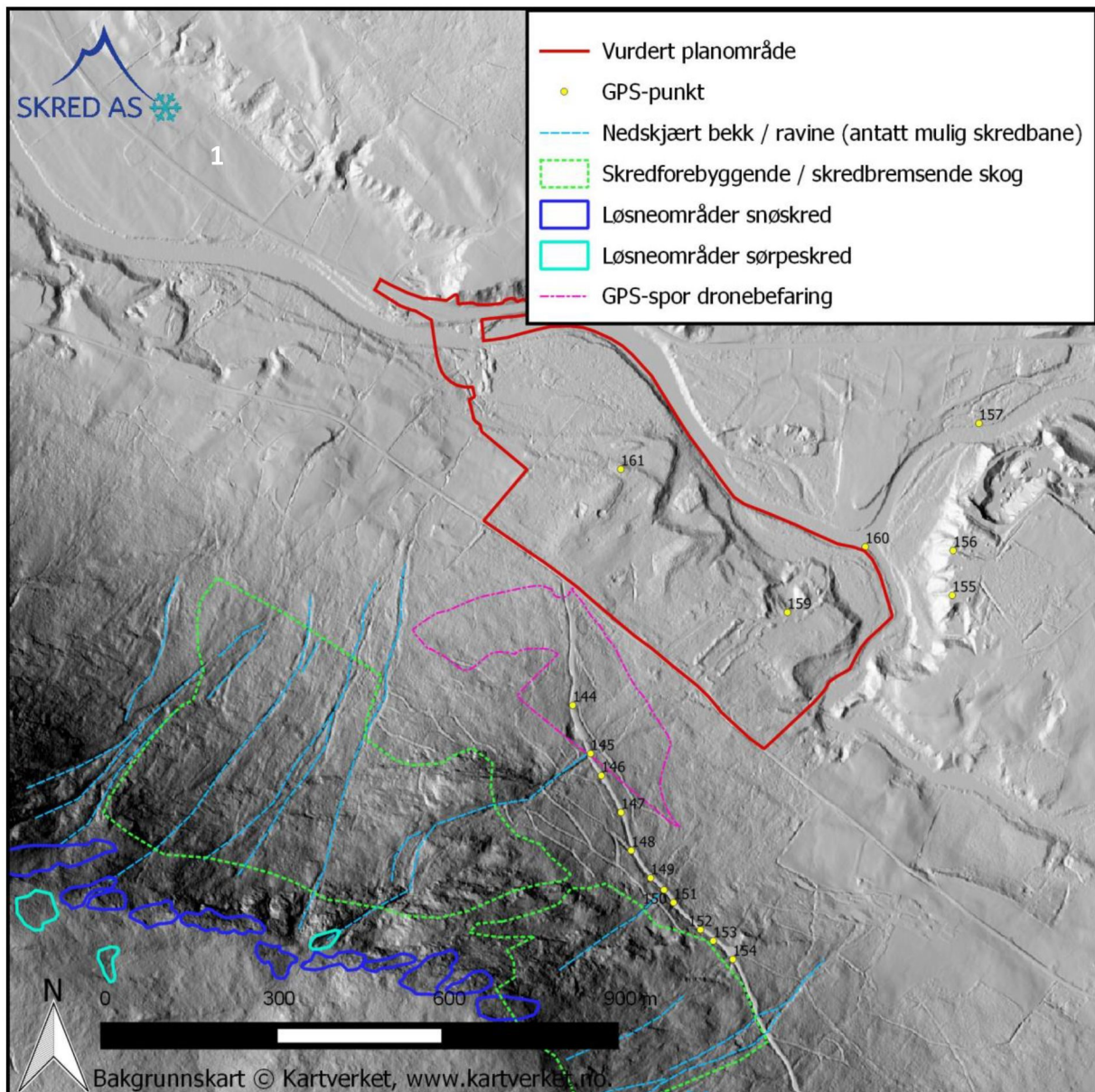
Figur 2: Kart med beregnet terrenghelning.

Det vurderte området ligger i dalbunnen, på sørsiden av Storelva, rett nedstrøms for punktet der Åmdalselva munner ut i den.

Dalsiden i sørvest har mest relevans for delområdet. Fjellsiden består av nordøstsiden av Melshornet (807 moh.) og Grøthornet (746 moh.). Fra Grøthornet fortsetter fjellsiden mot øst med avtakende høyde og definerer to rygger, Litlenakken og Storenakken, med Litledalen imellom. Fjellsiden er slakere enn 25 - 30° opptil ca. 120 – 130 moh. Derfra og opptil ca. 400 moh. i sørøst og 600 moh. i nordvest, er det brattere enn 25 - 30°, med mange skrenter med helning mellom 45° og vertikalt. Over 400 – 600 moh. flater terrenget ut igjen mot toppen. Den øvre delen av fjellsiden har en veldig kupert form, med flere markert konkave partier. En rekke bekker renner fra disse konkave partiene ned mot dalbunnen. Mange av disse er ganske nedskjært (Figur 3), og det virker som erosjon og skredprosesser har vært aktive i hvert fall langs noen av dem. En av disse, i nordvest, går ned til en lokalitet vist på kartene under navnet «Fonna».

Dalsiden i nord, mindre relevant for planområdet, består av sørsiden av Kråkenakken (496 moh.). En lang rygg fortsetter derfra mot nordøst med økende høyde. Fjellsiden inneholder flere partier brattere enn 25 - 30°. Disse definerer et nesten sammenhengende belte over 250 – 400 moh., samt et bratt, men litt mindre sammenhengende belte mellom ca. 150 og 280 moh. (Brudavollnakken, i Figur 2).

I planområdet er det i tillegg en elveterrasse som er mellom 8 og 20 m høy, der terrenget er brattere enn 25 - 30°.



Figur 3: Skyggekart med skredrelevante registreringer i fjellsiden sørvest for planområdet.

3.2 Geologi

Ifølge NGUs berggrunnkart i 1:250 000 (NGU, 2018) består begge fjellsidene av diorittisk til granittisk gneis og migmatitt. Ifølge NGUs løsmassekart er fjellsiden i sørøst dekket av skredavsetninger ned til ca. kote 100 og morene videre nedover til kote 40, der elveavsetningene begynner. I fjellsiden i nord er det ikke kartlagt skredavsetninger, men morene helt ned til der elve- og breelveavsetninger begynner.

3.3 Vegetasjon

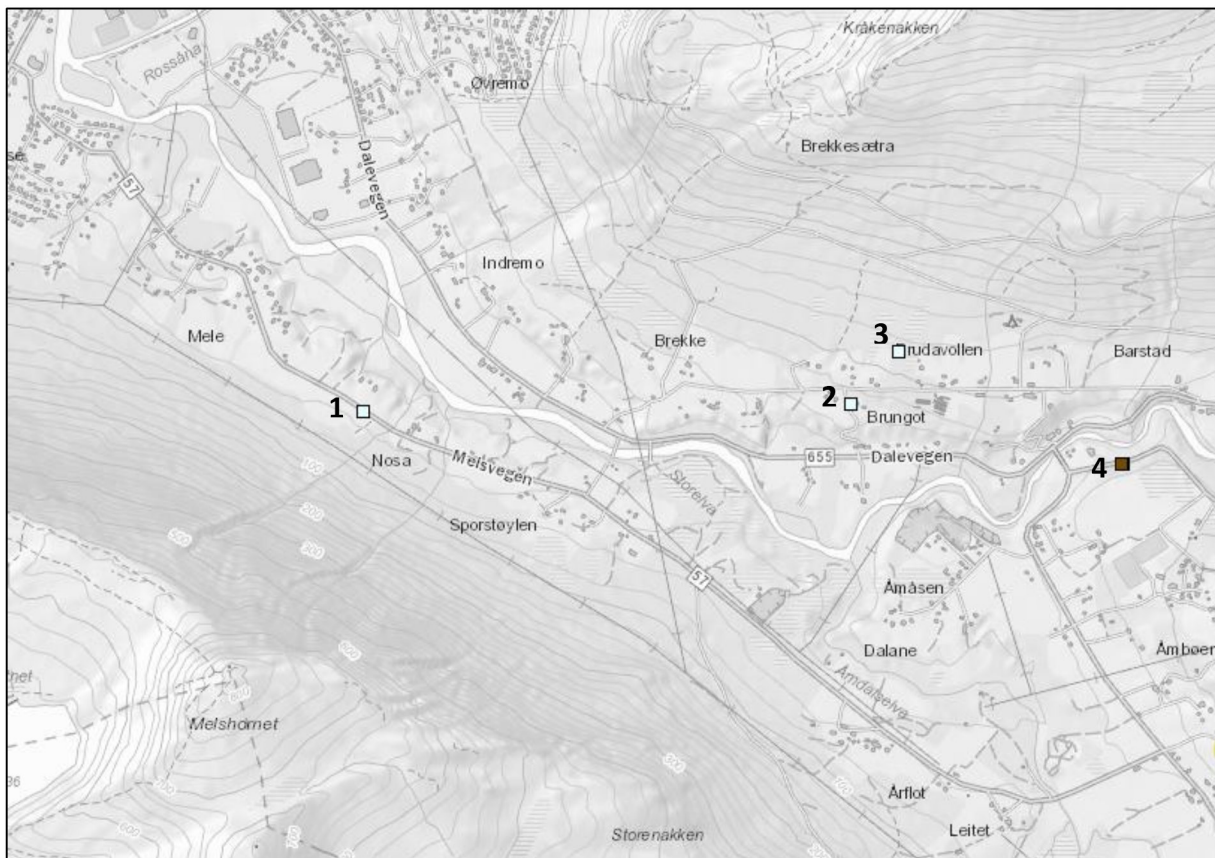
Begge fjellsider er dekket av skog opptil ca. 400 moh., med lavere og mer glissen skog og kratt opptil ca. 500 moh. Det er for de aktuelle fjellsidene tilgjengelige flybilder fra 2003 til 2015. Sammenligning av disse viser ingen vesentlig forskjell når det gjelder skogtetthet eller

høyden av skogens øvre grense. Flybildene viser tydelige tegn på at snøskred like vest for Melsgjerdet har gått ned til ca. kote 80.

3.4 Registrerte skredhendelser

I nasjonal skredatabase (NVE, 2018) er det registrert fire skredhendelser i umiddelbar nærhet av det vurderte området (Figur 4, med nummerering iht. lista nedenfor):

- 1) Snøskred, 1979. *Nosafonna eller Nossafonna.*
- 2) Snøskred, 1643. «*Dette skjedde i 1643 eller noko før. Ørsta. Garden Brungot var så og seie heilt utteken av fonn, står det i Lensrekneskapen for dette året. Der står ikkje noko om skredtype, men truleg var dette snøfonn. Folk og dyr kan ha stroke med. Det manglar informasjon om skadeomfang.*»
- 3) Snøskred, 1650. «*Årstalet 1650 er ca. Talet på omkomnet er antatt. Garden Brudevoll i Ørsta fekk stor skade av fonn (mest sannsynleg snøfonn), og husa vart tekne ut. Jordkommisjonen av 1661 nemner dette. Fonna skulle ha gått medan folk frå Hovednakk var på Brudevoll for å bede inn til bryllup, og m.a. brorkona til brudgommen Nils Ivarson frå Brudevoll omkom. Truleg var det fleire døde.*»
- 4) Jordskred, 2014. På Brauta. Uten beskrivelse.



Figur 4: Skredhendelser registrert på www.atlas.nve.no.

3.5 Tidligere skredfareutredninger

I 2015 kartla Asplan Viak skredfare i store deler av Ørsta kommune på oppdrag fra NVE (NVE rapport 23-2015). Den vestligste delen av det aktuelle planområdet ligger innenfor et av områdene NVE har fått utarbeidet faresoner for. Kalle Kronholm, Skred AS, medvirket til utarbeidelse av den rapporten.

Vi er ikke kjent med flere detaljerte skredfarevurderinger i området.

3.6 Eksisterende skredsikringstiltak

Ingen sikringstiltak er registrert i nasjonal skredatabase (NVE, 2018) eller observert under befaringen.

3.7 Klimatiske trekk av betydning for skredfare

NVE rapporten med resultatet av skredfarekartlegging i Ørsta kommune (NVE, 2015) inneholder en analyse av områdets klimatiske trekk med størst betydning for skredfarevurderingen. Det er benyttet data fra met.no stasjon 59900 Sæbø, som har vært i drift siden 1972. De klimatiske trekkene av størst relevans for våre vurderinger er oppsummert nedenfor:

- Normal årsnedbør: 2040 mm, med vintermånedene mest nedbørsrike
- Nedbørsførende vindretning: SV-V-NV, med østlig vind ikke uvanlig om vinteren
- Ekstremnedbør vinter, 1 døgn, 100 år gjentaks.: 114 / 118 mm (Gumbel / NERC)
- Ekstremnedbør vinter, 3 døgn, 100 år gjentaks.: 199 / 247 mm (Gumbel / NERC)
- Ekstremnedbør vinter, 1 døgn, 1000 år gjentaks.: 153 / 163 mm (Gumbel / NERC)
- Ekstremnedbør vinter, 3 døgn, 1000 år gjentaks.: 256 / 247* mm (Gumbel / NERC)
- Ekstremnedbør vinter, 1 døgn, 5000 år gjentaks.: 279 mm (NERC modell)
- Ekstremnedbør vinter, 3 døgn, 5000 år gjentaks.: 356* mm (NERC modell)

Verdiene markert med * er i NVE-rapporten benyttet som dimensjonerende scenarioer for modellering av 1000 års og 5000 års snøskred.

4 Vurdering av skredfare

4.1 Snøskred

Fjellsidene på begge sider av planområdet inneholder mange potensielle løsnemråder for snøskred, dvs. terrengpartier som er både brattere enn 28 - 30° og der skogen enten er fraværende eller er for lav og/eller glissen til å effektivt forebygge snøskredutløsning. Disse terrengpartiene er omtrentlig vist i figurene 3, 5, 6, 7 og 8.

Det kupert terrenget i fjellsiden sørøst for planområdet gjør at løsnemrådene der ligger i le for vind fra V, SV, S og SØ. Vind fra V-SV kan ifølge klimaanalysen gi snøfall i dette området. Vind fra SØ antas å forekomme oftere i oppholdsperioder, men kan flytte tørr snø som er tidligere akkumulert i fjellet. Løsnemrådet i fjellsiden nord for planområdet ligger i le for vind fra V-NV-N. Klimaanalysen viser at vind fra V-NV kan gi store snøfall. Derfor vurderes løsnemrådene vist i figurene 3, 5, 6, 7 og 8 å ha et reelt snøskredpotensial. Flere av dem har også en konkav form, som egner til snøakkumulasjon.



Figur 5: Dronebilde av fjellsiden ovenfor den vestlige delen av planområdet. Flere mulige løsnemråder for snøskred ligger i områdene omtrentlig markert med blå polygoner.



Figur 6: Dronebilde av fjellsiden ovenfor den vestlige delen av planområdet. Flere mulige løснеområder for snøskred ligger i områdene omtrentlig markert med blå polygoner.



Figur 7: Dronebilde av fjellsiden nord for planområdet, med løснеområder for snøskred i enkelte brattheng der det er foretatt hogst (til venstre i bildet) og større bratte partier over skoggrensens lenger øst på Kråkenakken (til høyre i bildet).

Vi har utført modellering av snøskredutløp med den vel utprøvde programvaren RAMMS (Christen m.fl., 2010). For alle de aktuelle løснеområdene har vi benyttet bruddkanthøyder på 2,47 m og friksjonsparametere tilsvarende skred av størrelse «large» som forutsetninger

for modellering av snøskred med 1000 års gjentaksintervall. I mangel på norske retningslinjer er bruddkanthøyden bestemt med utgangspunkt i de sveitsiske retningslinjene, som tilsvarer det beregnet 3 døgn snøfall med 1000 års gjentaksintervall. Dette er også iht. skredfarekartleggingen utført i NVEs regi i 2015 (NVE, 2015).

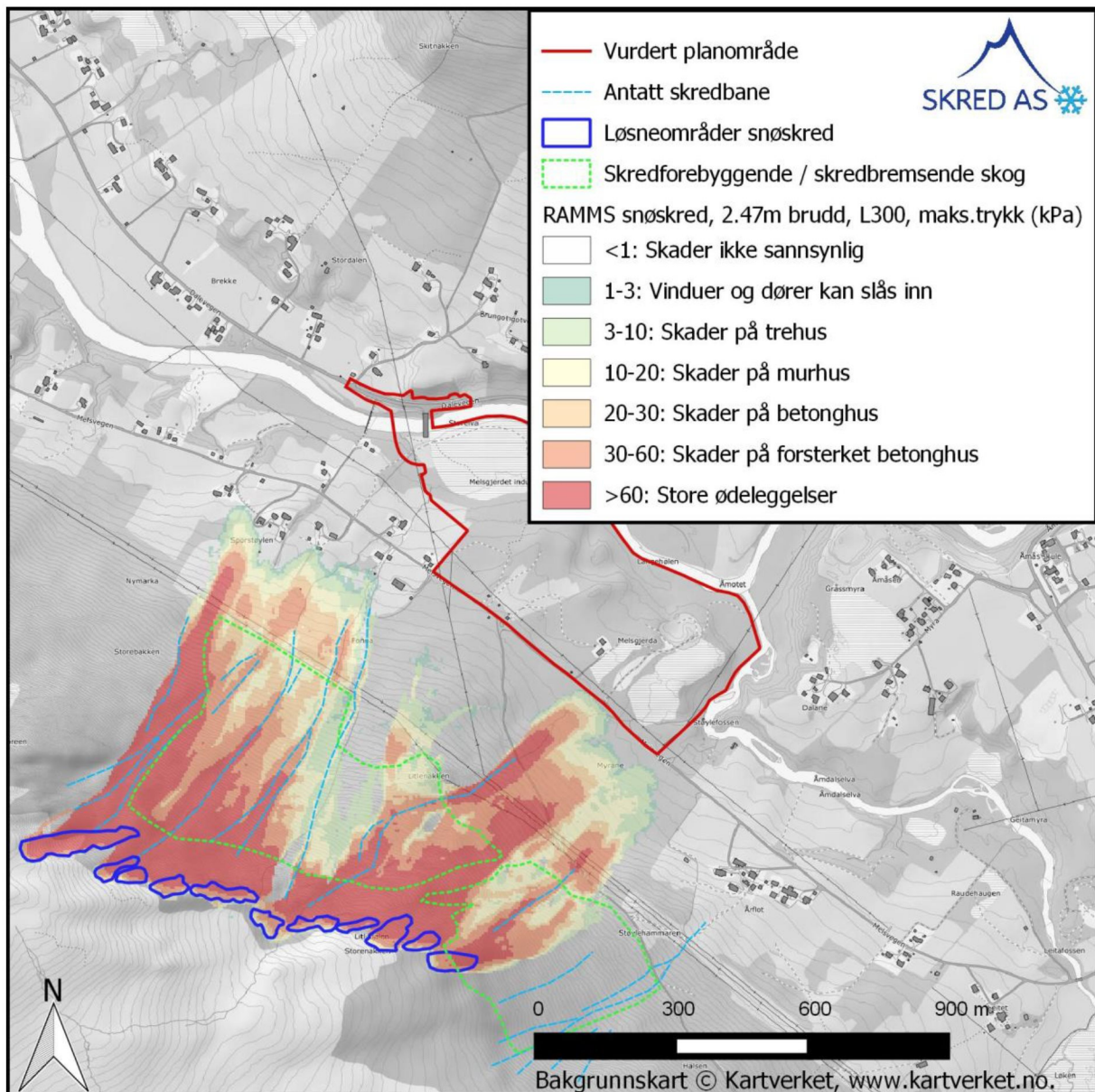
For 100 års snøskred har vi benyttet samme bruddkanthøyde, men mindre konservative friksjonsparametere (størrelse «medium»).

For 5000 års snøskred har vi benyttet bruddkanthøyde på 3,56 m iht. avsnitt 3.7., med de samme friksjonsparametere brukt for 1000 års skred (bl.a. størrelse «large»).

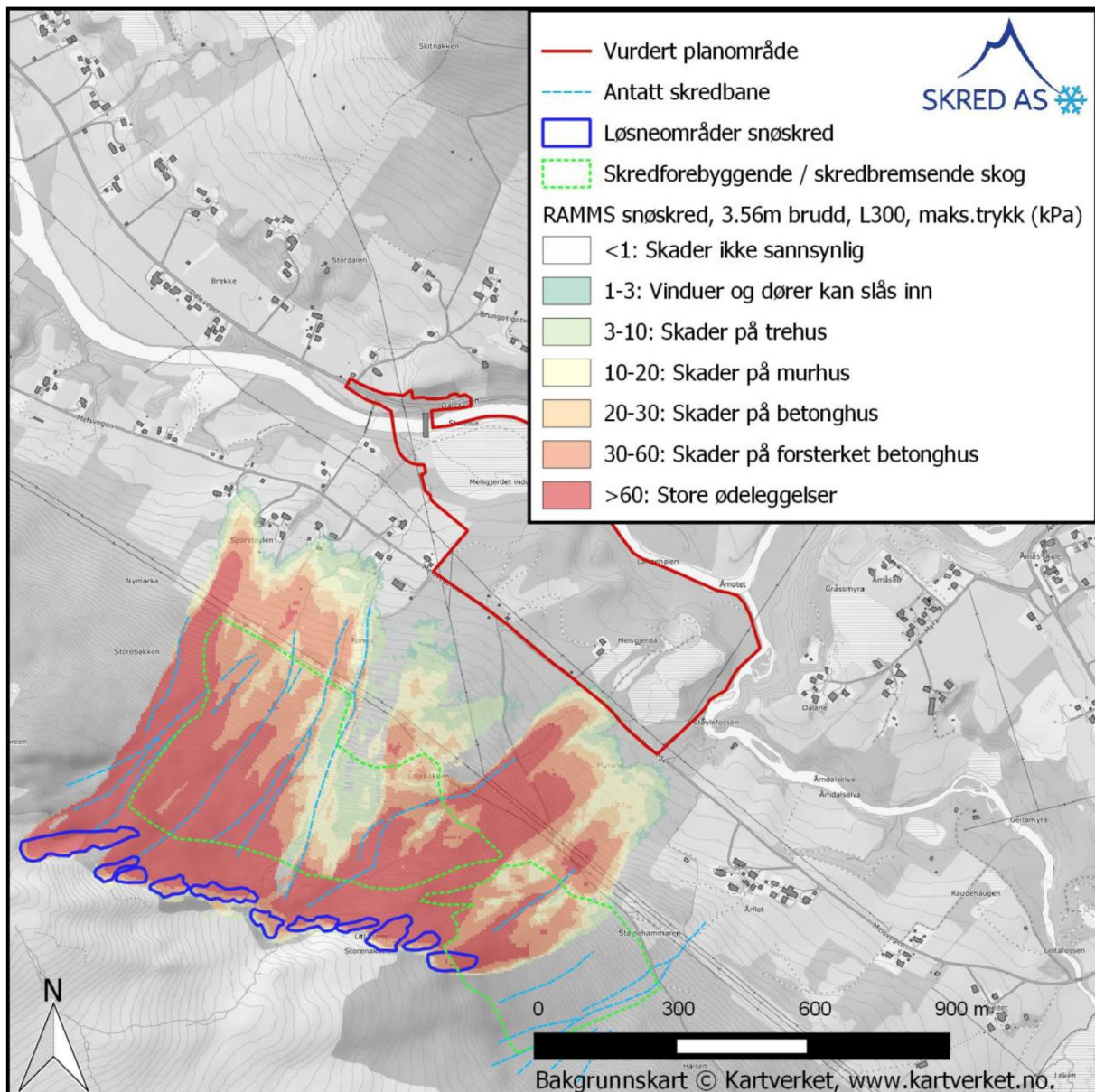
Alle utløpsberegningene tar i betraktning dagens skog. Figur 8 og Figur 9 viser resultatet av utløpsberegningen for antatt 1000 års og 5000 års snøskred.

Resultatene indikerer at dimensjonerende 1000 års snøskred stopper før det når inn i planområdet. Videre viser resultatene at 5000 års snøskred kan berøre det sørøstlige hjørnet av planområdet. Ingen av løsneområdene i fjellsiden i nord vurderes å kunne gi snøskred som når inn i planområdet (modellresultater som underbygger denne vurderingen er ikke vist i figurer).

Alt tatt i betraktning mener vi at kun 5000 års snøskred har en reell betydning for faresonene i planområdet, spesielt i sørøst. Den årlige sannsynligheten for snøskred i planområdet er lavere enn 1/1000.



Figur 8: Utvalgte RAMMS resultater. Utløp av 1000 års snøskred.



Figur 9: Utvalgte RAMMS resultater. Utløp av 5000 års snøskred.

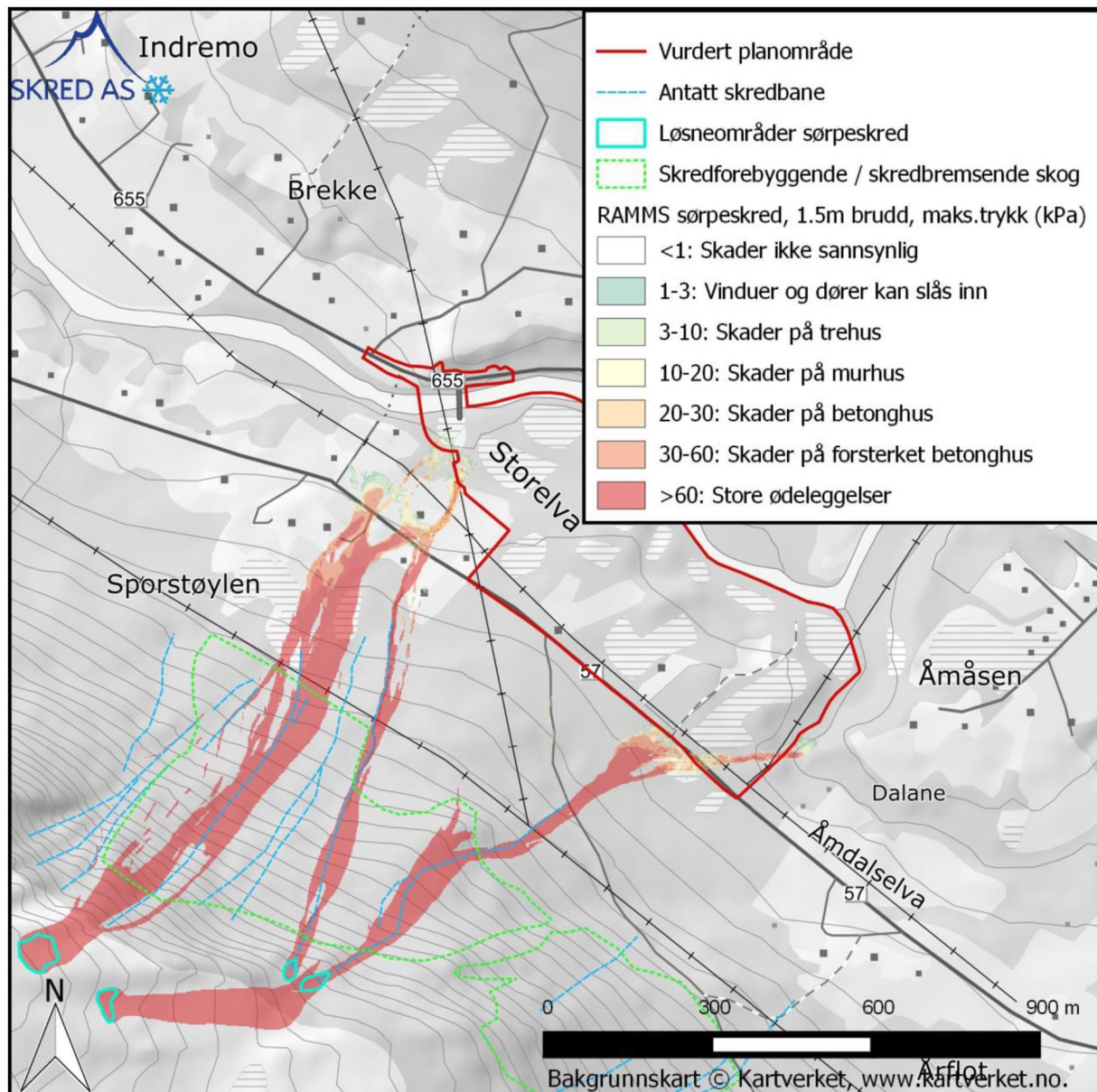
4.2 Sørpeskred

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 følge forsenkede terrengpartier som bekkeløp og raviner.

Fjellsiden i sørvest har ingen store, slake, konkave partier der betydelige snømengder kan akkumuleres og senere samle store vannmengder uten at vannet finner en naturlig avrenning. Fjellsiden har således ikke «typiske» løsneområder for sørpeskred. Fjellsiden har dog mindre forsenkede områder (eks. nedskjærte bekkeløp) der mindre sørpeskred kan initieres, selv om sannsynligheten er relativt lav fordi de delvis er lokalisert i skogdekt område. Disse områdene er vist i Figur 10. Figuren viser også utløpet beregnet for eventuelle

sørpeskred fra de definerte løsneområdene. Scenarioet vist i Figur 10 er det vi vurderer som 1000 års sørpeskred. Resultatet viser at utløpet av dette kan berøre planområdets sørligste hjørne, og kommer akkurat inn i områdets nordvestlige del, omtrent ved lokalitet Fonna. Vi mener at dette representerer området der årlig sannsynlighet for sørpeskred er større enn 1/1000. Et 5000 års sørpeskred vurderes konsekvent å berøre de samme områdene, men i noe større omfang.

I fjellsiden i nord vurderer vi at det ikke er realistiske løsneområder for sørpeskred.



Figur 10: Utvalgte RAMMS resultater. Mulig utløp av sørpeskred.

4.3 Løsmasseskred

Løsmasseskred, derunder jordskred og flomskred, vurderes også ut fra samspillet mellom topografiske, hydrologiske og klimatiske forhold. Området er relativt nedbørsrikt, og regn med intensitet teoretisk i stand til å utløse løsmasseskred, er ikke sjeldent.

Terrengforholdene er minst like viktige.

Vi har gjort flybildestudie og terrenganalyse ved hjelp av ortofoto og skyggekartet vist i Figur 3. Høydedatagrunnlaget i fjellsiden i nord er ikke like dekkende som på den andre siden av dalen, og derfor er terrenganalysen der noe mer usikker.

På skyggekartet, som viser terrengoverflaten i høy oppløsning uten vegetasjonen, ser vi flere nedskjærte bekker der erosjon og skredprosesser trolig ha vært aktive. Vi ser imidlertid ikke tydelige tegn på jordskred, hverken som typiske skredsår i de brattere terrengpartiene eller som typiske skredvifter i foten av fjellsiden. Mangel på tydelige skredsår kan imidlertid skyldes at skred har gått for veldig lenge siden, har vært små, eller at mye av løsmassedekket har sklidd ut, slik at enkelte sår ikke lenger vises. Mangel på tydelige vifter kan også skyldes at skredavsetninger er sammenhengende, slik NGUs løsmassekart indikerer i det aktuelle området ned til kote 100.

På grunnlag av terrenghelningen og at løsmasser fortsatt dekker bratte terrengpartier, samt at området er nedbørsrikt, kan jordskred ikke utelukkes. I foten av det bratte terrengpartiet går en veg, med en rekke stikkrenner (GPS-punkter 144 til 154 i Figur 3). En av disse (pkt. 154) er tett. Tette stikkrenner kan øke sannsynligheten for utglidninger eller problemer relatert til vann på avveie, og disse punktene bør derfor vedlikeholdes.

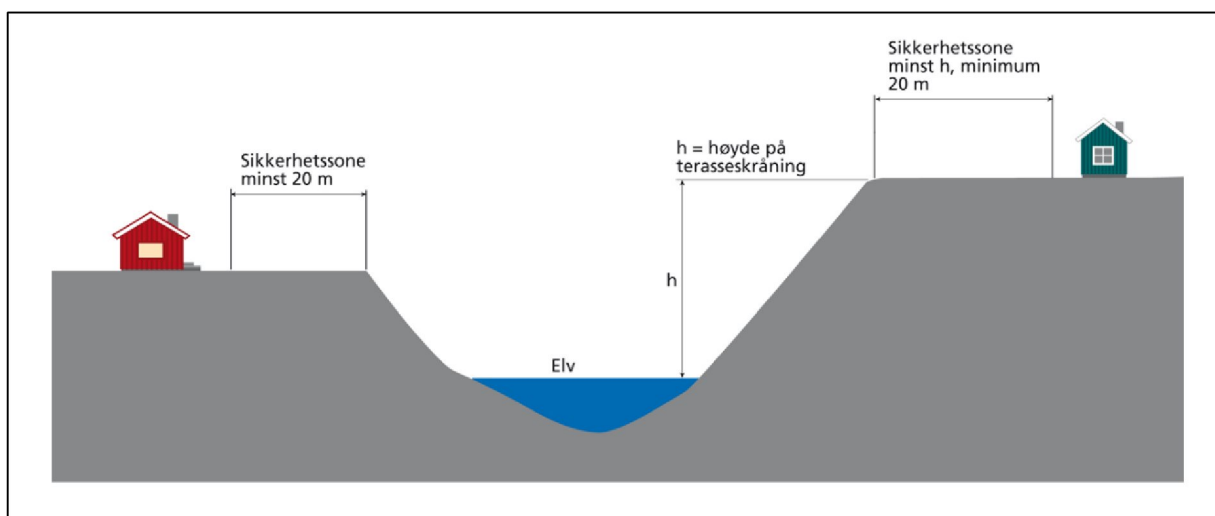
Heller ikke flomskred i de bratte bekkene som kommer ned mot planområdet fra fjellsiden i sørøst, kan utelukkes. For eventuelle flomskred der, forventes ikke utløpet å nå lenger enn det som er beregnet for sørpeskred (Figur 10). Jord- og flomskred fra fjellsiden i nord vurderes derimot ikke å kunne berøre planområdet.

Elveterrassene nede i dalbunnen har kanter med helning over 25 - 30° og høyde mellom 8 og 20 m. Disse skråningene bærer tegn på lokale utglidninger, sannsynligvis utløst av elveerosjon i foten. Det å tegne faresoner for skred fra slike lokale skråninger er innbefattet av enda større usikkerhet enn generell kartlegging av skred i bratt terreng. Dette er delvis fordi dynamiske modeller for beregning av skredutløp ikke kan anvendes, men spesielt fordi sannsynligheten for utløsning av slike utglidninger avhenger av kontrollen en har på eventuell erosjonen i foten av skråningene, vannavrenning og vegetasjon i skråningene. I skredfarekartlegging utført for NVE, er det relativt vanlig å tegne en 5000 års skredfaresone langs slike terrassekanter, og det er gjort også i området rett vest for det aktuelle planområdet (NVE, 2015). For å illustrere behovet for varsomhet ved utbygging, har vi derfor valgt samme tilnærming, og følgelig tegnet en 5000 års faresone ved alle de bratte elveterrassene.

For all utbygging på elveterrassene må en forholde seg til indikasjonene gitt i NVEs retningslinjer «Flaum- og skredfare i arealplanar» (NVE, 2011) og DiBKs «Veiledning om tekniske krav til byggverk», der en leser blant annet at:

«Byggverk må legges i sikker avstand fra erosjonsutsatt skråning, ev. må skråningen sikres mot erosjon. Avstanden til erosjonsutsatt elvekant bør være minst like stor som høyden på kanten (målt fra toppen av skrent til normalvannstand i elv/bekk), og ikke under 20 m selv om høyden er mindre enn dette. Avstanden kan være mindre dersom elven/bekken sikres mot erosjon, og bør være større der elvekanten består av lett eroderbare masser.»

Betydningen av dette kravet illustreres i Figur 11.



Figur 11: Sikkerhetssone ved bratte skråninger langs vassdrag, fra NVE (2011) og DiBK.

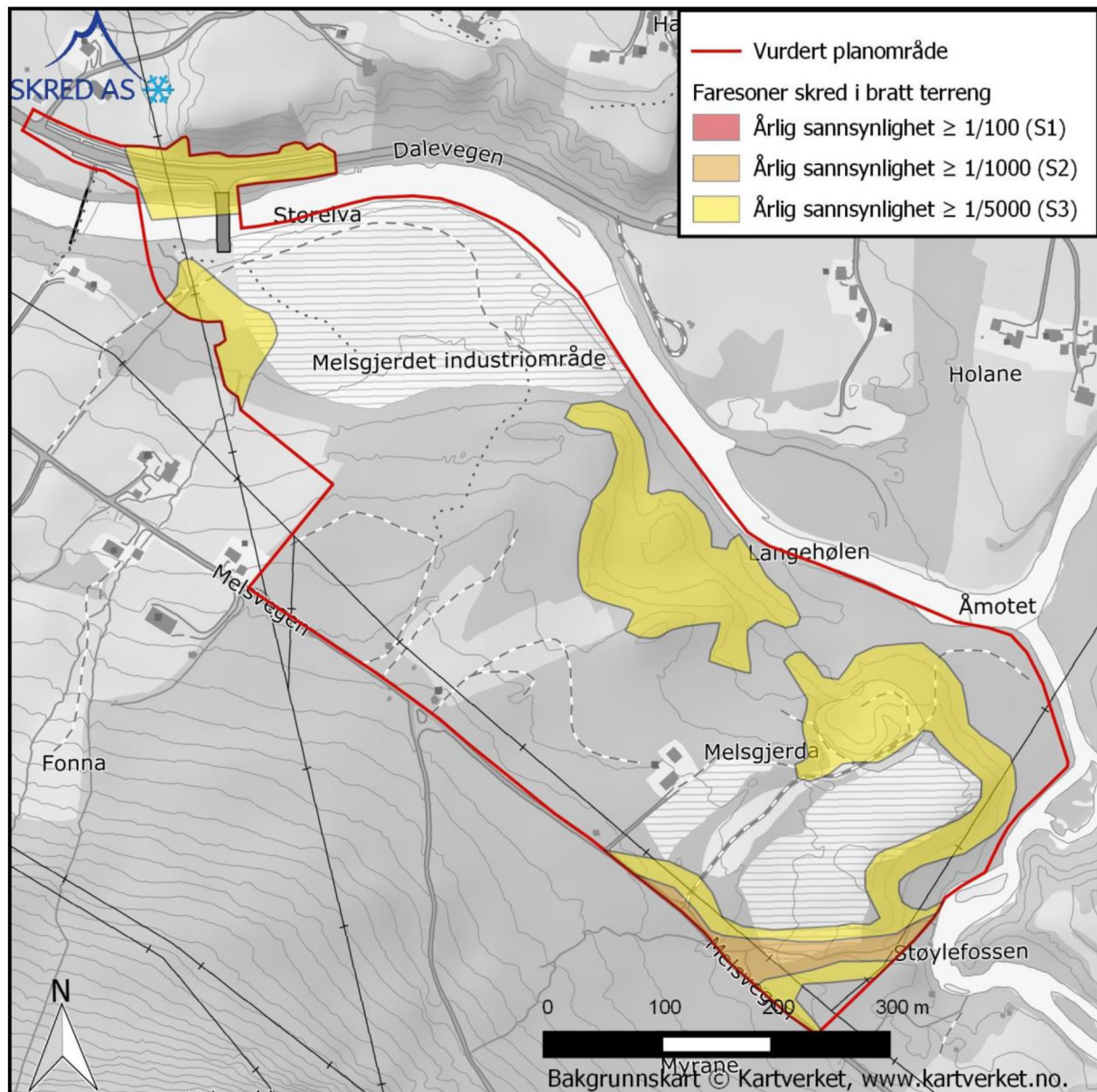
4.4 Skred i fast fjell

Utfall av steinblokker krever skrenter med blottet fjell og helning på minst 40 - 45°. I fjellsidene ovenfor det aktuelle området, spesielt den i sørøst, viser terrenngmodellen med 1 x 1 m oppløsning flere partier som er bratte nok for steinsprang. Disse løsneområdene er imidlertid enten veldig små eller langt unna grensen av planområdet, slik at den årlige sannsynligheten for utfall av betydning for reguleringsplanen er betydelig lavere enn vi har vurdert for andre skredtyper.

4.5 Faresoner for skred

Det er ikke tegnet faresoner for skred med årlig sannsynlighet $\geq 1/100$ (S1) i planområdet. Det er tegnet faresoner for skred med årlig sannsynlighet $\geq 1/1000$ (S2) og $\geq 1/5000$ (S3), vist i Figur 12.

Faresonen langs bekkene i det sørøstlige og nordvestlige hjørnet av området er dimensjonert av sørpeskred og flomskred. De andre faresonene er dimensjonert av jordskred i de bratte kantene av elveterrassene.



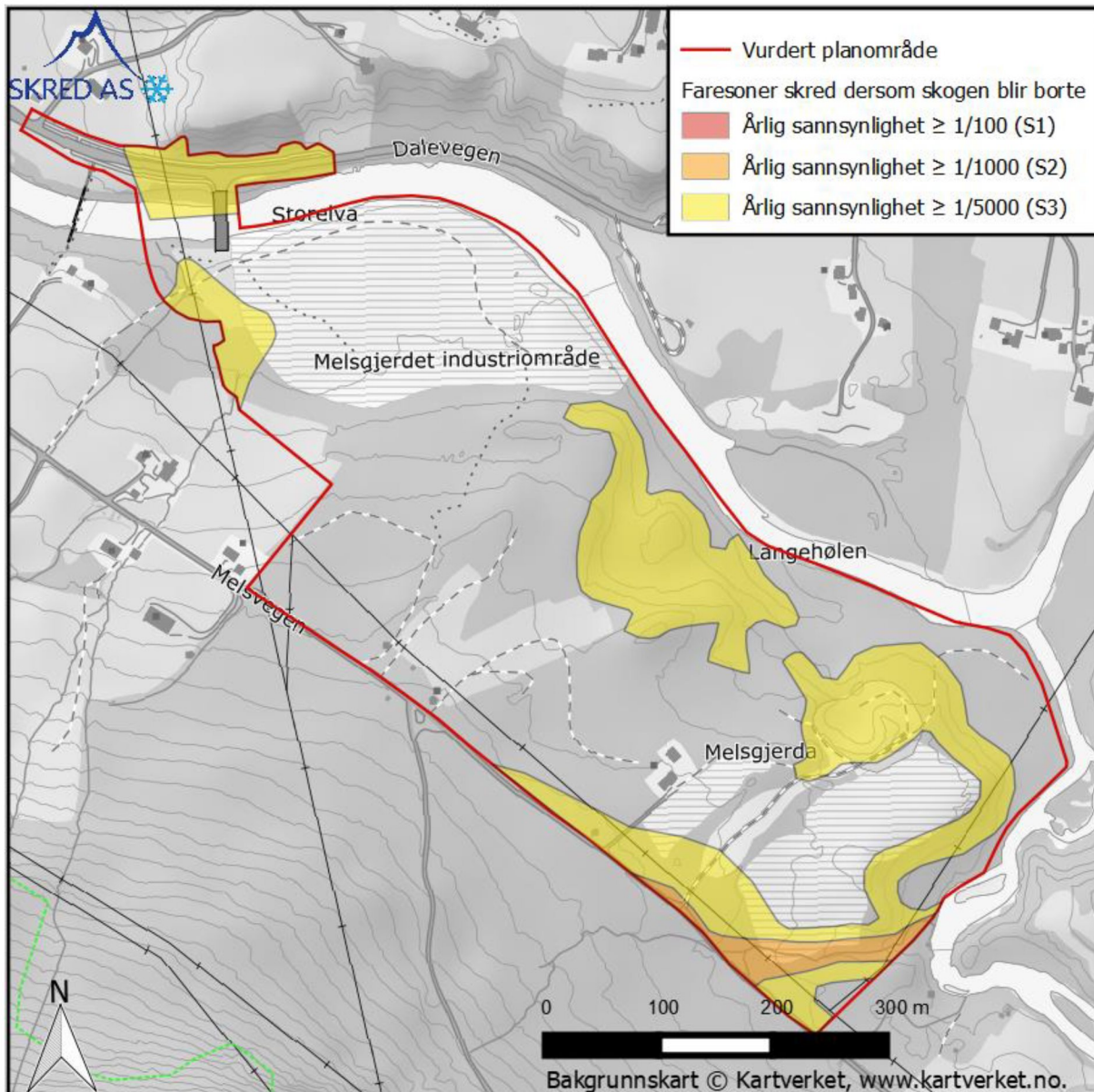
Figur 12: Faresoner for skred i bratt terreng under dagens vegetasjonsforhold.

4.6 Forutsetninger for faresonene

Faresonene vist i Figur 12 forutsetter at skogen i dalsiden sørøst for planområdet står med omtrent samme tetthet som på vurderingstidspunktet. Modellresultater indikerer at snøskred, dersom all skogen nedenfor løснеområdene blir borte, vil kunne gå litt lenger og nå inn i planområdet ved planområdets sørøstlige hjørne. Nye løснеområder for snøskred ville også kunne oppstå i fjellsiden. Utløpet fra disse ventes imidlertid ikke å kunne gå lenger enn utløpet av snøskred fra de høyereliggende løснеområdene. Faren for løsmasseskred vil også øke ved flatehogst i bratt terreng, men dette ventes ikke å påvirke faresonene i stor grad. Totalt sett ville kun faresonen for skred med årlig sannsynlighet $\geq 1/5000$ endre seg dersom skogen i fjellsiden ble borte. Den eventuelle økningen i faresonen ved flatehogst i

fjellsiden ventes å være begrenset til planområdets sørøstlige hjørne, der faresonene delvis er dimensjonert av snøskred. Faresonene under forutsetningen av at skogen ble borte er vist i Figur 13.

Ved de bratte elveterrassekantene (i midten av planområdet og i nord) og der faresonene er dimensjonert av sørpeskred (langs bekkene i nordvest og sørøst), vil eventuell hogst i fjellsiden ikke ha effekt på faresonene.



Figur 13: Faresoner for skred i bratt terreng under forutsetning av at skogen i fjellsiden blir borte.

4.7 Muligheter for å redusere faresonene eller bygge i faresonene

Deler av faresonene tegnet i planområdet, uttrykker behovet for varsomhet ved utbygging i nærheten av bratte terrassekanter. For muligheten til å bygge ut nærmere enn det Figur 11 viser, henviser vi til NVEs retningslinjer og DiBKs Veiledning til TEK17. Utbygging nærmere kantene enn det Figur 11 indikerer, vil kreve erosjonssikring av de aktuelle skråningene, samt kontroll på vannavrenning og elveerosjon i foten.

I sørøst og nordvest er faresonene dimensjonert av sørpeskred og flomskred. Vi fraråder plassering av bygg der. Dersom dette ikke kan unngås, kan sikringsmuligheter vurderes. Dette vil for eksempel være løsmassevoller eller bedre kanalisering av løpet som skredmassene ventes å ta i utløpsområdet. Eventuelle sikringstiltak må prosjekteres.

5 Konklusjon

Skred AS har utført en skredfarevurdering ifb. ny reguleringsplan på Melsgjerdet, Ørsta.

Alle skredtyper i bratt terreng er vurdert.

Vår totalvurdering er at kun den sørøstlige og den nordvestlige delen av planområdet, samt noen områder langs de bratte elveterrassene, har årlig sannsynlighet for skader større enn 1/5000. I det sørøstlige hjørnet vurderes den årlige sannsynlighet også å overstige 1/1000. Faresonene i områdets sørøstlige hjørne vil kunne øke litt ved flatehogst i fjellsidene.

Ved utbygging langs de bratte elveterrassene, er det viktig å forholde seg til NVEs retningslinjer (NVE, 2011) og DiBKs veiledning til TEK17 når det gjelder sikkerhetsavstanden fra kanten av skråningene.

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.

DiBK, 2017. Byggeteknisk forskrift med veiledning (TEK17) [WWW Document]. Hjemmeside. URL <http://dibk.no/no/BYGGEREGLER/Gjeldende-byggeregler/Veiledning-om-tekniske-krav-til-byggverk/>

NVE, 2011. Retningslinjer 2-2011 Flaum- og skredfare i arealplanar.

NVE, 2015. Skredfarekartlegging i Ørsta kommune. NVE rapport 23-2015.

NVE, 2016. Klimaendring og framtidige flommer i Norge. NVE rapport 81-2016.