

# Rapport



Oppdragsgiver	Navn Ola Fjøsne	Kontaktperson Ola Fjøsne
Oppdrag	Nummer og navn 21419 Oppdal, Nedre Stølslia - Skredfarevurdering for GBnr. 298/5	Oppdragsleder Pål Lohne
Dokument	Nummer 21419-01-1 Utført av Pål Lohne, Nils Arne K. Walberg og Sondre Lunde	Dato 2021-09-27 Kontrollert av Nils Arne K. Walberg

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
1	2021-09-27	PL, NAKW og SL	NAKW	Opprinnelig dokument

## Skredfarevurdering

### Sammendrag

Skred AS har utført skredfarevurdering for et nytt reguleringsområde for ca. 20 frittliggende fritidsboliger på deler av GBnr. 298/5, i Oppdal kommune. Kommunen stilte derfor krav om en detaljert skredfarevurdering, da reguleringsområdet ligger innenfor NVEs aktsomhetssone for jord- og flomskred.

Området er vurdert opp mot sikkerhetsklasse S1 og S2 i Byggteknisk forskrift, hvor årlig nominell sannsynlighet for skred ikke skal overstige henholdsvis 1/100 og 1/1000. Sistnevnte er gjeldende krav for oppføring av nye frittstående fritidsboliger. Alle skredtyper i bratt terreng er vurdert.

Vår totalvurdering er at den årlige sannsynligheten for skader fra skred er lavere enn 1/1000 for hele kartleggingsområdet. Det er derfor ikke behov for sikringstiltak for de planlagte tomtene for fritidsboliger.

Skredfaren er ikke vurdert opp mot sikkerhetsklasse S3.

## Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>4</b>
1.1	Bakgrunn	4
1.2	Befaring	4
1.3	Forbehold	5
<b>2</b>	<b>Krav til sikkerhet</b>	<b>5</b>
2.1	Lovverket	5
2.2	Aktuelle krav	6
2.3	Vurderte skredtyper	6
2.3.1	Snøskred og sørpeskred	6
2.3.2	Skred i fast fjell	7
2.3.3	Jordskred og flomskred	7
2.3.4	Skredfare og klimaendringer	7
<b>3</b>	<b>Beskrivelse av området</b>	<b>8</b>
3.1	Topografi	8
3.2	Geologi	9
3.3	Vegetasjon	10
3.4	Registrerte skredhendelser	10
3.5	Tidligere skredfareutredninger	10
3.6	Eksisterende skredsikringstiltak	10
3.7	Klimatiske trekk av betydning for skredfare	11
<b>4</b>	<b>Skredfarevurdering</b>	<b>14</b>
4.1	Snøskred	14
4.2	Sørpeskred	15
4.3	Løsmasseskred	17
4.4	Skred i fast fjell	17
4.5	Faresoner for skred	17
<b>5</b>	<b>Konklusjon</b>	<b>17</b>
<b>6</b>	<b>Referanser</b>	<b>18</b>

## Figurer

Figur 1:	Lokalisering av planområdet (kartleggingsområde) og påvirkningsområdet	4
Figur 2:	Dronebilde av deler av kartleggings- og påvirkningsområdet (omtrentlig markert med hhv. lilla linje og lilla stiplet linje)	8
Figur 3:	Kart med beregnet terrenghelning og vannavrenning i dalsiden	9
Figur 4:	Månedsnormaler 1991-2020 for nedbør og temperatur. Data fra <a href="http://www.eklima.no">www.eklima.no</a>	12
Figur 5:	Beregnet 3-døgnsnedbør med ulike gjentaksintervaller for vintermånedene november til april. Data fra <a href="http://www.eklima.no">www.eklima.no</a>	12

Figur 6: Fremherskende vindretninger i vintermånedene desember til april, Oppdal - Sæter. Figuren er fra <a href="http://www.eklima.no">www.eklima.no</a> .....	13
Figur 7: Skisserte løснеområder for snøskred og modellert skredutløp med RAMMS. ....	15
Figur 8. Potensielt løснеområde for sørpeskred, samt modellert skredutløp med RAMMS:debris flow modul, visualisert med maks flyte høyde. ....	16

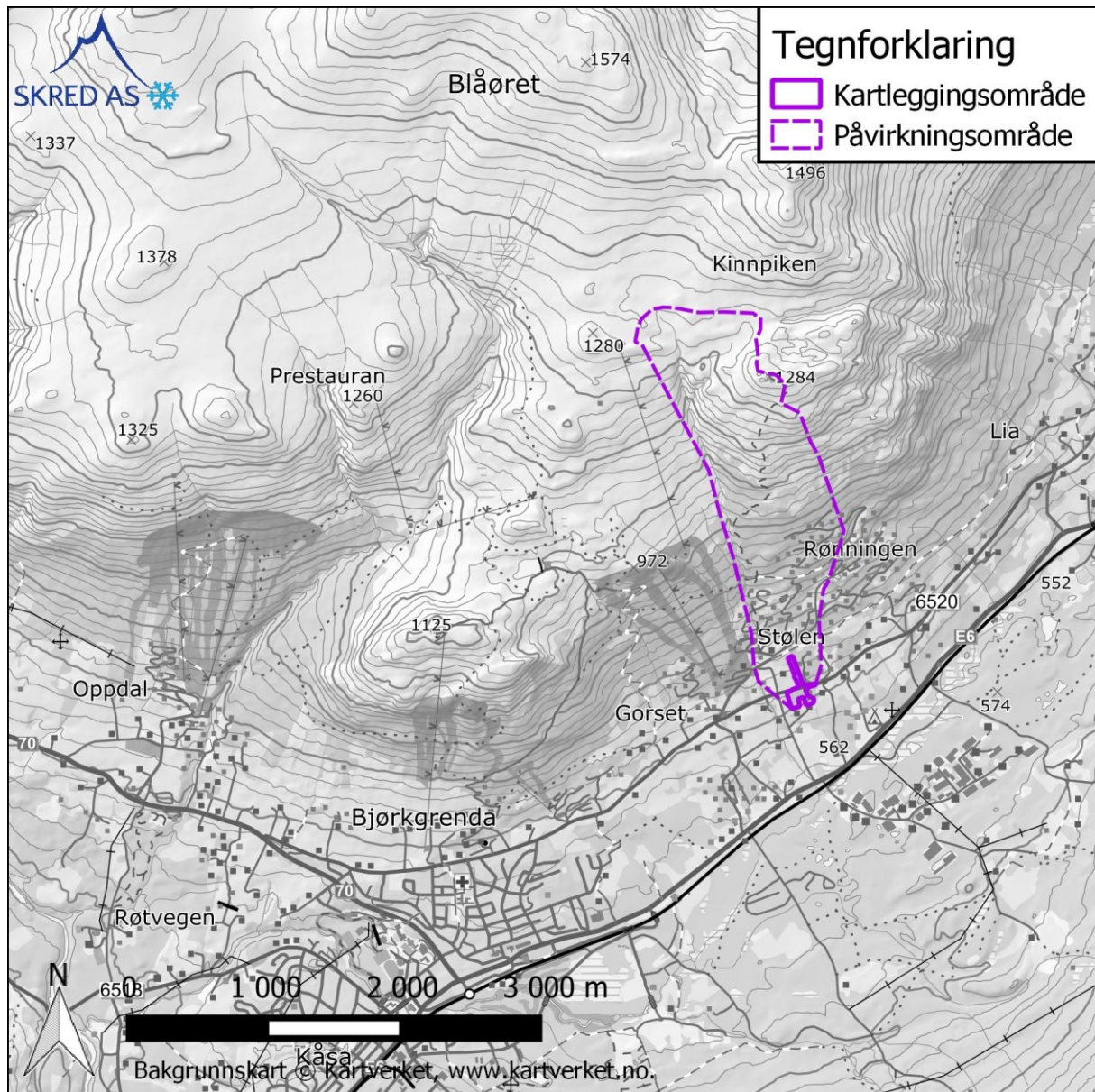
## Tabeller

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2021). ....	5
---	---

# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn

Oppdragsgiver arbeider med regulering av et nytt område for ca. 20 frittliggende fritidsboliger på deler av GBnr. 298/5, i Oppdal kommune. Området ligger innenfor NVEs aktsomhetszone for jord- og flomskred, og det er derfor stilt krav om en detaljert skredfarevurdering for planområdet. Kartleggingsområdet er vist i Figur 1 og Figur 2.



Figur 1: Lokalisering av planområdet (kartleggingsområde) og påvirkningsområdet.

## 1.2 Befaring

Skred AS har flere ganger tidligere vært på befaring i det aktuelle området i forbindelse med lignende oppdrag på begge sider av Gardåa (Skred AS, 2018). En ny befaring er derfor ikke

vurdert som nødvendig. På de tidligere befaringene ble det benyttet en drone med 12 Mpx kamera for bedre observasjon av ufremkommelige deler av fjellsidene.

### 1.3 Forbehold

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

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

## 2 Krav til sikkerhet

### 2.1 Lowerket

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). Verdiene 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, 2021).*

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. Garasje, uthus 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. Enebolig/fritidsbolig, driftsbygninger i landbruket og parkeringshus 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 byggesakene. I retningslinjene til TEK17 er det gitt ulike eksempler, nevnt ovenfor. Frittstående fritidsboliger faller normalt inn under sikkerhetsklasse S2. Skred AS har derfor vurdert skredfare i forhold til sikkerhetsklasse S2 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 (NVEs veileder angir et spenn mellom 25-55°). 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 bekeløp, eller raviner, gjel eller skar, ofte uten permanent vannføring. Helningen i utløsningsområdet kan være ned mot  $10^\circ$ . 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 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

Planområdet, Nedre Stølslia hytteområde, ligger på deler av GBnr. 298/5, i Oppdal kommune. Området er delvis vist i Figur 2, hvor de viktigste påvirkningsområdene er synlig. Det er etablerte hytteområder både ovenfor og på begge sidene av planområdet.



Figur 2: Dronebilde av deler av kartleggings- og påvirkningsområdet (omtrentlig markert med hhv. lilla linje og lilla stiplet linje).

#### 3.1 Topografi

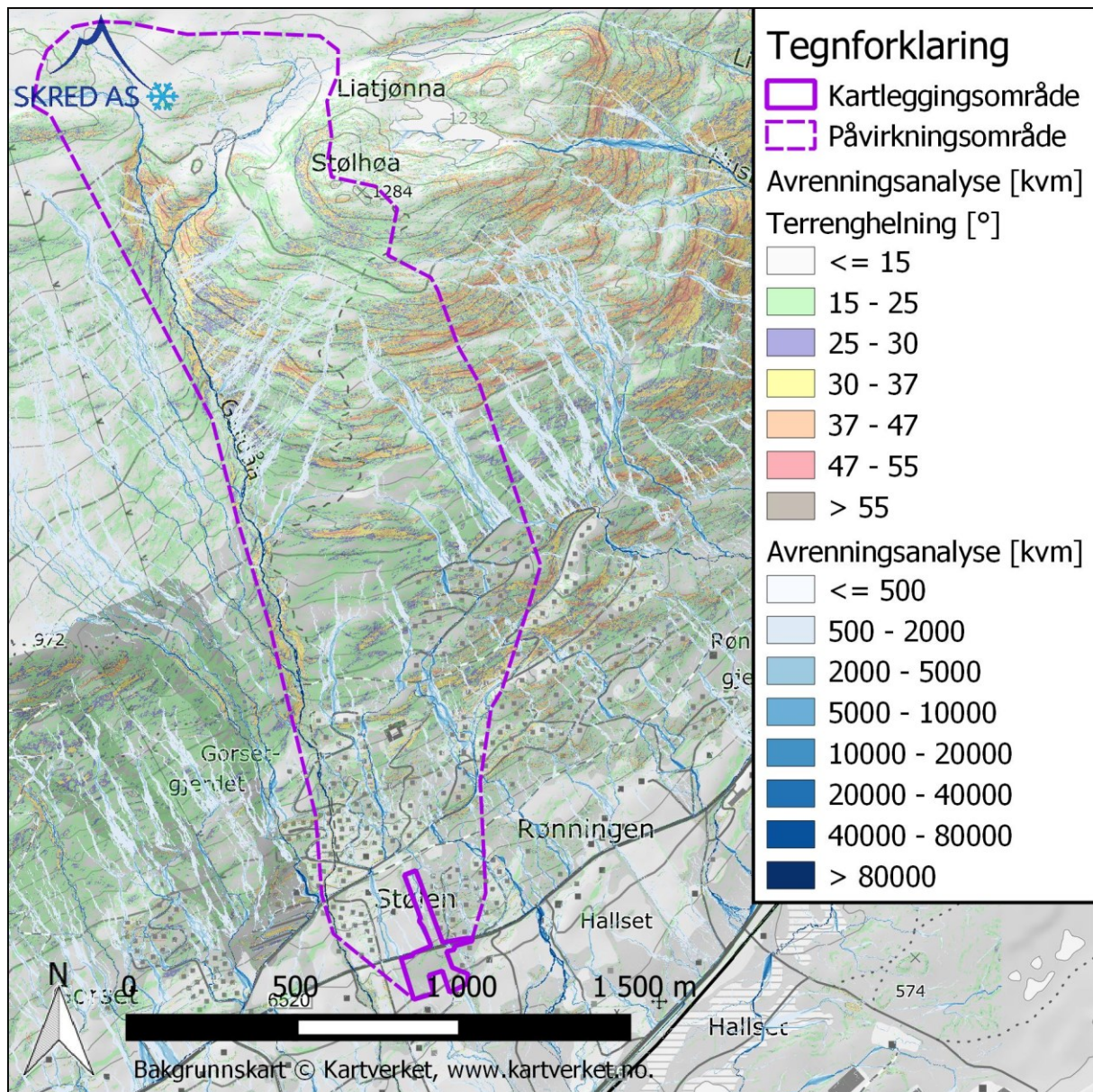
Terrenganalysen er basert på laserscanningdata (Terratec AS, 2016) med en punkttetthet på 2 pkt/m<sup>2</sup> som er benyttet for å lage en terrengmodell med oppløsning på 1 m x 1 m. Kart med terrenghelning beregnet fra den benyttede terrengmodellen er vist i Figur 3.

Planområdet ligger på nordsiden av E6, ca. 3 km nordøst for sentrum, i dalsiden opp mot til Stølhøa. Planområdet streker seg fra ca. 590-650 moh. i lett hellende (primært <math><25^\circ</math>) terreng, og deles i to av Gamle Kongevegen. Terrenget ovenfor området stiger mot toppen av Stølhøa (1284 moh.), først med helning for det meste slakere enn 25 - 30° opp til 900 moh., og så med flere partier over 25 - 30° mellom 900 og 1250 moh. Fjellsiden har en lett konveks form, men den kuperte topografien skaper flere mindre, lokale terrengpartier med konkav form.

Det er gjort avrenningsanalyse for terrengmodellen basert på «multiple flow direction» (MFD) algoritmen for å identifisere mulige flomveier i dalsiden, som vist i Figur 3. Modellen viser at avrenningen i den relevante delen av fjellsiden skjer gjennom Gardåa, som drenerer relativt store høyfjellsområder. Videre viser avrenningsanalysen noe mindre avrenning gjennom den nordlige delen av planområdet, men samtidig antas veinettet rundt



planområdet å ha en større drenerende effekt enn det som fremkommer fra benyttet avrenningsmodell.



Figur 3: Kart med beregnet terrenghelning og vannavrenning i dalsiden.

### 3.2 Geologi

Ifølge NGUs berggrunnskart i 1:250 000 (NGU, 2021a) består dalsiden av udefinert vulkansk bergart opptil ca. 650 moh., grønnstein og amfibolitt fra ca. 650-800 moh., og leirskifer, sandstein og kalkstein for resterende del av dalsiden. Mesteparten av fjellsiden er imidlertid dekket av morene, som NGUs løsmassekart i 1:50 000 (NGU, 2021b) indikerer har stor stedvis mektighet nede ved planområdet, men blir tynnere og mer usammenhengende oppover dalsiden fra ca. 675 moh.

### 3.3 Vegetasjon

Begge de aktuelle fjellsidene, dvs. øst og vest for Gardåa, er dekket av bjørkeskog. Skogen er imidlertid ganske flekkvis eller glissen, og relativt store, tidligere skogsdekkede terrengpartier er i de siste tiårene avskoget i forbindelse med etablering av skianlegg (vest for Gardåa) og hyttefelt (både øst og vest for elva). Utover det viser ikke sammenligning av flyfoto tatt mellom 1958 og 2019 ([www.norgebilder.no](http://www.norgebilder.no)) stor forskjell når det gjelder skogtettheten eller høyden av den øvre skoggrensen.

### 3.4 Registrerte skredhendelser

I NVE Atlas (NVE, 2021a) er det ikke registrert hendelser i umiddelbar nærhet av de vurderte områdene. Det er registrert et flakskred ca. 1 km nordøst for planområdet i 2016, samt flere snøskred ved Skjørstadvodden, ca. 2 km vest for planområdet. I tillegg er det registrert et par steinsprang / steinskred ved Voll, ca. 1 km i vest, et snøskred som gikk på Stølhøa, ca. 1 km i øst, og et til snøskred som i 1844 skal ha gått inn i daværende bebyggelse på Øverlia, ca. 3 km øst for den vurderte tomta.

Vi har i tillegg usikre og ikke nøyaktig stedsfestbare opplysninger om et mulig sørpeskred i Gardåa rundt 1980.

### 3.5 Tidligere skredfareutredninger

I 2017 utførte Rambøll AS en skredfarevurdering ovenfor/nord for det aktuelle planområdet (notat nr. 1350022634). Alle typer skred i bratt terreng er vurdert i den rapporten, og Rambølls konklusjon var at planområdet tilfredsstiller gjeldende krav til sikkerhet for sikkerhetsklasse S2. NVE mente senere at konklusjonene i Rambølls rapport var for lite begrunnet og dokumentert. I tillegg var flom ikke utredet i Rambølls rapport.

Enda tidligere (i 2009) kartla NGI skredfare i deler av fjellsiden ovenfor det aktuelle planområdet (rapport nr. 20091488). NGI tegnet heller ikke noen faresoner relevante for sikkerhetsklasse S2 innenfor det kartlagte område, men de tegnet en mindre faresone dimensjonert av snøskred ovenfor planområdet.

Skred AS har tidligere vurdert skredfare for et større planområde ca. 350 m nordvest for kartleggingsområdet, Støltrøa hyttefelt (Skred AS rapport nr. 18355-01), hvor det ble konkludert med faresone for S2 på deler av planområdet grunnet sørpe- og flomskred. Skred AS har også gjort skredfarevurdering for tomtene med GBnr. 299/87 (Skred AS rapport nr. 18218-01) og 298/81 (Skred AS rapport nr. 17182-01), som ligger hhv. 200 m og 250 m NV for kartleggingsområdet. Det ble for de to tomtene ikke tegnet faresoner (hhv. S1 og S2 vurdering). I tillegg har Skred AS gjort skred- og flomfarevurdering rett vest for Gardåa (Skred AS rapport nr. 18145-01), hvor det ble tegnet inn faresone for S2 øverst i det vurderte området grunnet snøskred, samt lengst øst i området grunnet sørpe- og flomskred.

Vi er ikke kjent med flere detaljerte skredfarevurderinger av relevans for vurderingsområdet.

### 3.6 Eksisterende skredsikringstiltak

Ingen sikringstiltak er registrert i NVE Atlas (NVE, 2021a), og ingen ble observert sist Skred AS gjennomførte befaringsområde.

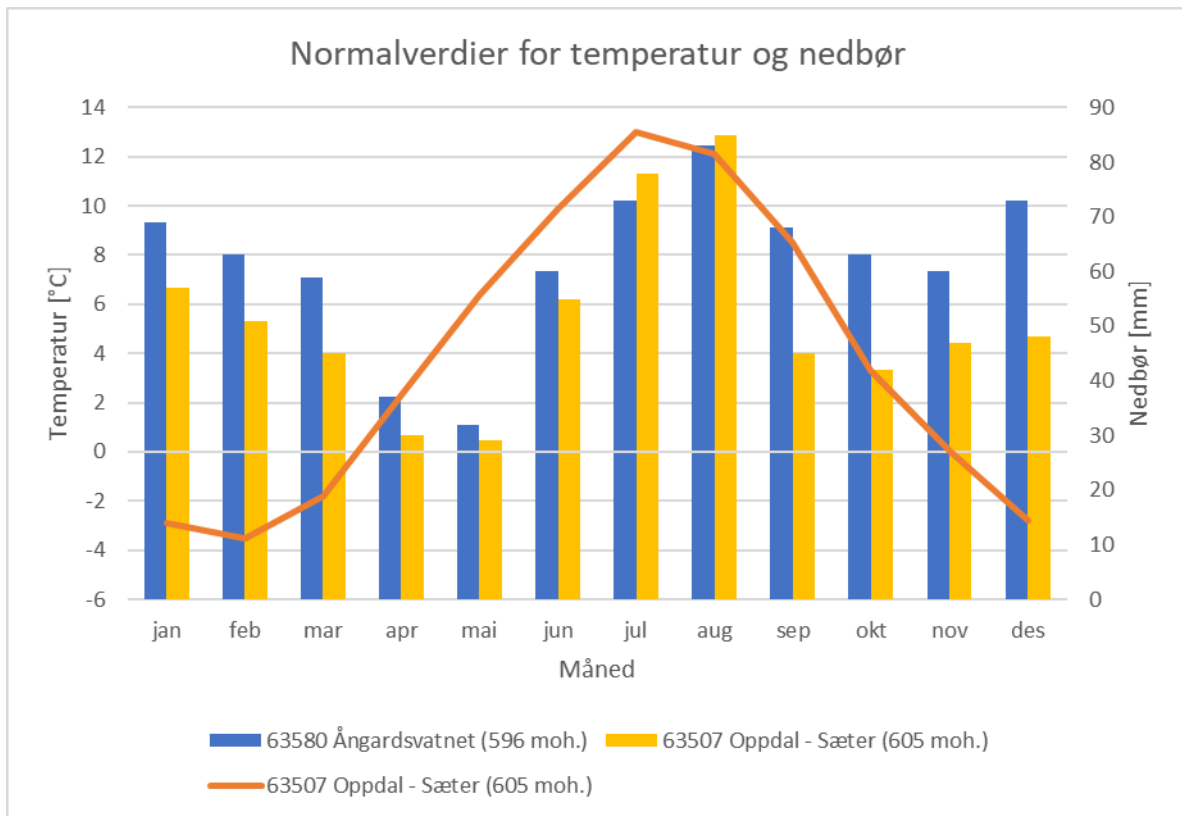
### 3.7 Klimatiske trekk av betydning for skredfare

Vi har utført en enkel 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 det vurderte området 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.

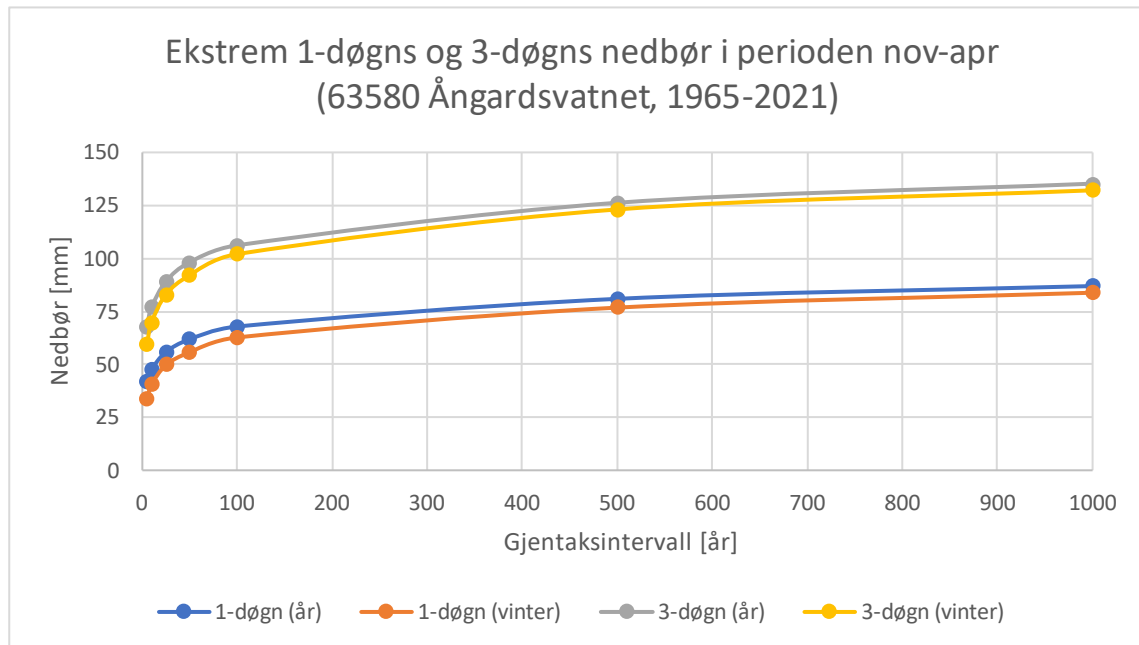
Stasjonen 63580 Ångardsvatnet (596 moh.), ca. 23 km nordvest for planområdet, har nedbørsmålinger som startet i 1965. Den andre stasjonen, 63705 Oppdal-Sæter (605 moh.), er lokalisert ca. 4 km vest for planområdet og har værdata tilbake til 1999.

Stasjonene på Oppdal-Sæter og Ångardsvatnet har en normal årsnedbør på henholdsvis 615 og 745 mm, fordelt over årets 12 måneder som vist i figur 4. Disse nedbørmengdene er relativt små tatt i betraktning at stasjonene ligger 600 – 700 moh.

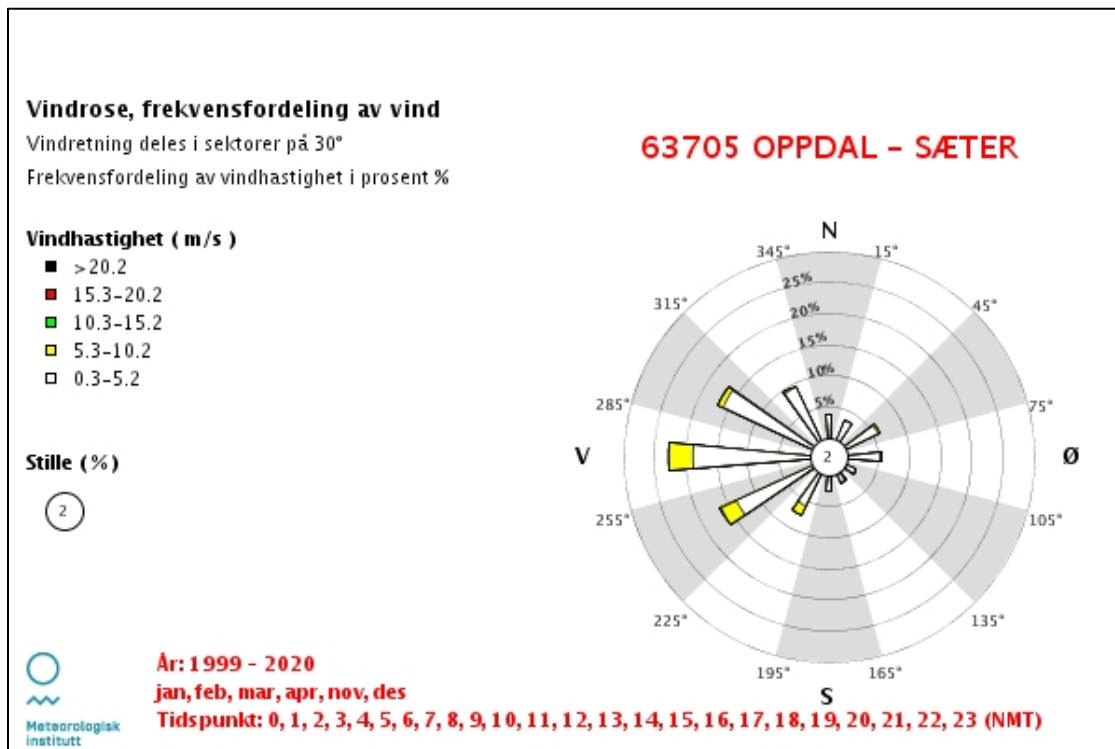
For snøskredfarevurderingen er det imidlertid mye viktigere å analysere ekstreme snøfall enn normale nedbørsverdier. Fokuset er spesielt på 3-døgns snøfall med store gjentaksintervaller. Nedbør som faller i fjellet over 700 moh. mellom november og april, antas her å komme i form av snø. For disse vintermånedene og ved benytte Ångardsvatnet stasjonen (lengst måleserie) er den beregnede 3-døgns nedbør med 1000 års gjentaksintervall på 132 cm (figur 5). Dette blir benyttet som utgangspunkt for modellering av store, sjeldne snøskred. Videre viser figur 6 at fremherskende vindretninger i de samme vintermånedene, er mellom SV og NV. Stasjonen ligger delvis skjermet for nordøstlige vinder, men dette vurderes ikke å ha stor betydning for analysen. Lokal kunnskap indikerer også at store snøfall i området primært forekommer med nordvestlig vind.



Figur 4: Månedsnormaler 1991-2020 for nedbør og temperatur. Data fra [www.eklima.no](http://www.eklima.no).



Figur 5: Beregnet 3-døgnsnedbør med ulike gjentaksintervaller for vintermånedene november til april. Data fra [www.eklima.no](http://www.eklima.no).



Figur 6: Fremherskende vindretninger i vintermånedene desember til april, Oppdal - Sæter. Figuren er fra [www.eklima.no](http://www.eklima.no).

Lignende analyser, men med fokus på nedbør som kommer i form av regn, er gjort for å skaffe bedre grunnlag for vurdering av jord- og flomskredfare.

Studier utført i Norge (Sandersen m.fl., 1996) indikerer at løsmasseskred generelt løses ut ved døggnedbør på min. 8 % av gjennomsnittlig årlig nedbør. I det vurderte området betyr det døggnedbør på 54 – 65 mm. En ekstremverdianalyse lik den ovenfor presentert for snøfall, men utført for nedbør som kommer i form av regn, viser at gjentaksintervallet for en døggnedbør på 54 – 65 mm i vurderingsområdet er på mellom 10 og 50 år. I tillegg har NVE nylig utgitt en ny FoU-rapport (NVE, 2021c) som kobler klimaanalyse opp mot flomskred og grunne jordskred. Rapporten belager seg på studiene til Sandersen m.fl. og angir 3 farenivåer; moderat, alvorlig og ekstremt, som er hhv. 40-60 mm, 60-80 mm og >80 mm for regionen rundt Oppdal. Farenivåene ses videre opp mot klimamodeller, hvor det konkluderes med at Trøndelag vil få økt sommernedbør, og da særlig økning i korttidsnedbør (1-3 t), og vil dermed bli mer utsatt for flomskred og grunne jordskred i fremtiden.

Det er imidlertid viktig å poengtere at sannsynligheten for at en nedbør potensielt i stand til å utløse løsmasseskred forekommer, er ikke er det samme som sannsynligheten for at skred faktisk utløses. Det siste avhenger av mange flere forhold enn nedbørintensitet, og blant alle de forholdene er terrenget viktigst.

## 4 Skredfarevurdering

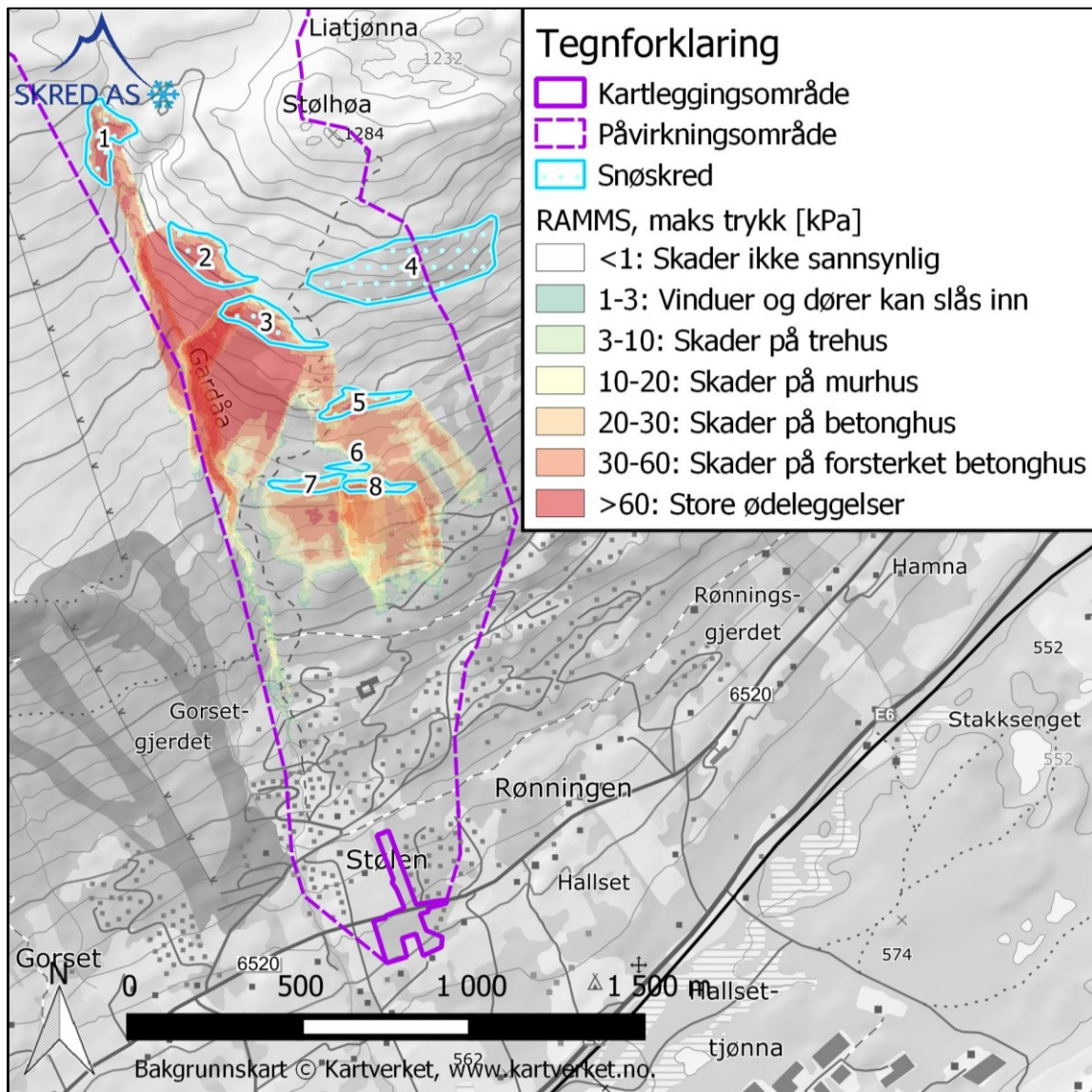
### 4.1 Snøskred

Terrenget i fjellsiden ovenfor kartleggingsområdet inneholder flere bratte partier, på mer enn 25-27° (Figur 3), hvor snøskred i teorien kan forekomme. I Figur 7 er det tatt ut 8 løснеområder som er lokalisert innenfor påvirkningsområdet.

Det er ikke kjent historikk for snøskred mot det aktuelle kartleggingsområdet, men det har gått flere skred i området rundt. Vi har valgt å benytte den dynamiske modellen RAMMS::Avalanche (Christen, Kowalski, & Bartelt, 2010) til å simulere utløp av snøskred fra de aktuelle løснеområdene. Klimaanalysen for 3-døgns vinternedbør er benyttet som en indikasjon på bruddhøyde (1,32 m), hvor er det lagt til +5 cm /100 høydemeter, totalt 25 cm, for å korrigere for høydeforskjellen mellom de meteorologiske stasjonene (ca. 600 moh.) og løснеområdene (ca. 900-1100 moh.). Dette gir en gjennomsnittlig bruddhøyde på 1,57 m. I tillegg anbefaler NVEs veileder (NVE, 2020) at det legges til 30-50 cm på bruddkanthøyden for le-områder. Det er derfor benyttet en bruddkanthøyde på 2 m i simuleringene.

Friksjonsverdier i RAMMS ( $\mu$  og  $\xi$ ), er satt basert på volum, som anbefalt i RAMMS for en hendelse med 1000 års gjentaksintervall (maks 300 år i RAMMS). Høydenivåene (standard 1500 og 1000 moh.) er endret til 1000 og 500 moh. basert på skjønn, kalibrering mot kjente hendelser og sensitivitetsanalyser. Det er benyttet 5 m x 5 m oppløsning på beregningene basert på terrenngmodellen med 1 x 1 m oppløsning. Aktuelle løснеområde og modellresultatet er vist i Figur 7, hvor vi ser at snøskred med modellerte parametre ikke vil nå ned mot vurderingsområdet. Modellering viser at løснеområde 4 har utløp øst for kartleggingsområdet, modellresultatet er derfor ikke inkludert i Figur 7.

Vi mener derfor at den årlige sannsynligheten for skader fra snøskred i det vurderte området er lavere enn 1/1000.



Figur 7: Skisserte løснеområder for snøskred og modellert skredutløp med RAMMS.

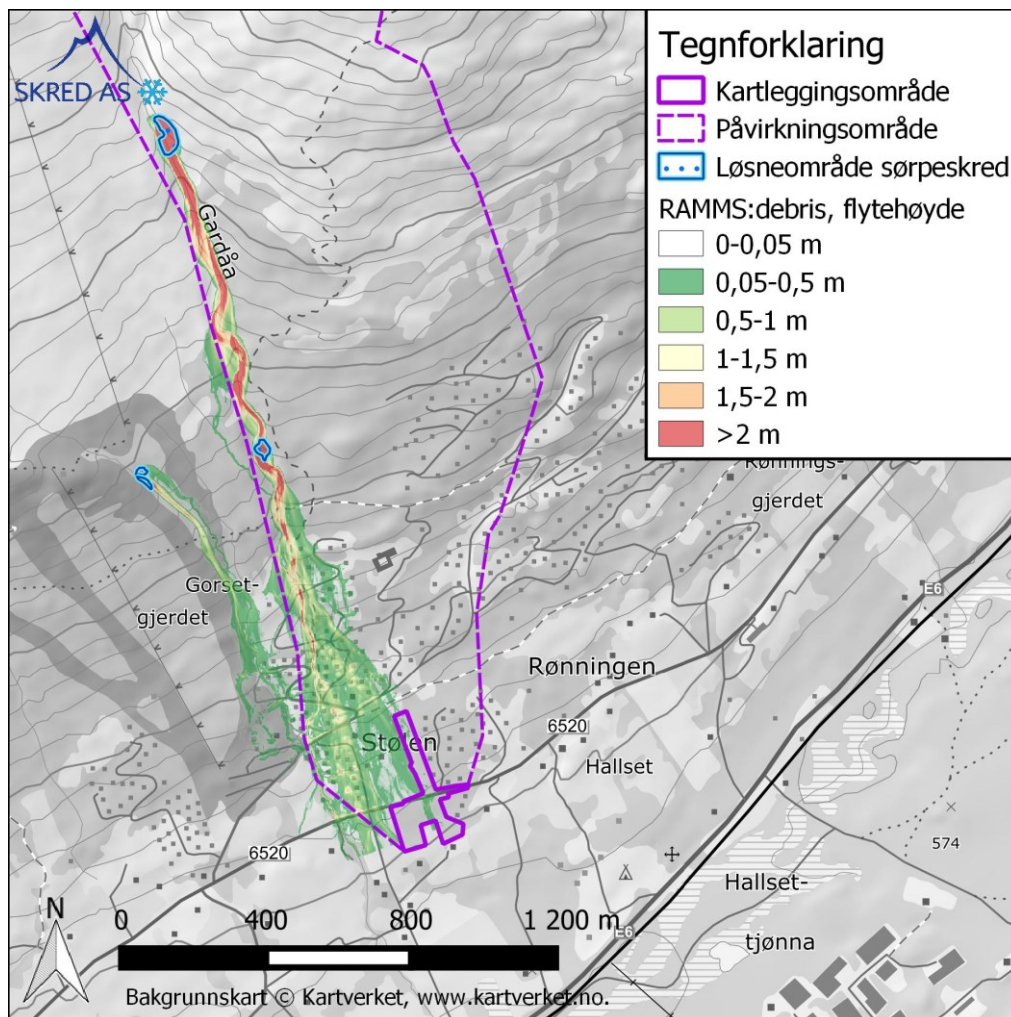
## 4.2 Sørpeskred

Sørpeskred kan oppstå under ulike terrengsetninger og hydrologiske forhold og utløses etter forskjellige mekanismer. Identifisering av løснеområder for sørpeskred kan være krevende, men NVE har nylig utgitt en FOU-rapport som tar for seg klassifikasjon og beskrivelse av de mest typiske løснеområdene (NVE, 2021b). I likhet med andre skred styrt av høyt vanninnhold (eks. flomskred) har sørpeskred en tendens til å følge forsenkede terrengpartier som bekkeløp og raviner.

Fjellsiden det vurderte området er del av, har flere partier som er egnet for utløsning av sørpeskred, som større, slake skål- eller grytelignende terrengformer der betydelige snømengder kan akkumuleres og bli vannmettet. Mulige løснеområder for sørpeskred finner vi flere steder i nedslagsfeltet av Gardåa (Figur 3). Det er dessuten historikk, dog noe usikker, for sørpeskred langs denne elva.

Det finnes ingen modellverktøy utviklet spesifikt for å modellere utbredelsen av sørpeskred, men NVE har nylig utgitt en annen FOU-rapport (NVE, 2021c) som beskriver hvordan flomskredmodulen til RAMMS (Christen, et al., 2012) kan benyttes for å beregne flytmønstre. Oppløsning på terrengmodellen benyttet er 2 m x 2 m, friksjonsparametere er satt til  $\xi_i = 3000$  m/s og  $\xi_i = 0,05$  for sannsynlighet 1/1000. Dette iht. NVEs anbefalinger for hendelser med gjentakelsesintervall på 1000 år og uten bruk av erosjon (NVE, 2021c). Resultatet er vist i Figur 8, som indikerer at sørpeskred i stor grad vil følge Gardåa nedover, men får en større horisontal utbredelse når terrenget flater ut, og at en arm går ned mot, og inni kartleggingsområdet. Modellerte masser inn i kartleggingsområdet er imidlertid med svært lave flyte høyder. Breddeutvidelsen for skredmassene skjer i et område som er bebygd, og da terrengmodellen ikke inneholder bygg, trær m.m. kan en forvente at hastigheten på skredmassene vil gå ned, samt at massene blir sprett.

Basert på topografiske forhold og modellresultater vurderes den årlige sannsynligheten for sørpeskred til  $<1/1000$ .



Figur 8. Potensielt løsneområde for sørpeskred, samt modellert skredutløp med RAMMS:debris flow modul, visualisert med maks flyte høyde.



### 4.3 Løsmasseskred

Løsmasseskred, derunder jordskred og flomskred, vurderes også ut fra samspillet mellom topografiske, hydrologiske og klimatiske forhold. Klimaanalysen presentert i slutten av kapittel 3, har vist at meteorologiske forhold teoretisk i stand til å utløse jord- og flomskred, forekommer i dette området hvert 10. – 50. år.

Vi har så gjort flybildestudie og terrengmodellanalyse ved hjelp av skyggekartet (ikke vist i figur). Skyggekartet, som viser terrengoverflaten i høy oppløsning uten vegetasjonen, viser ikke tegn på jordskred i den aktuelle fjellsiden, hverken som sår i bratt terreng eller som mulige akkumulasjonsformer i foten av skråningen. Det er heller ikke noe historikk for løsmasseskred i denne dalsiden, med mindre den usikre sørpeskredhendelsen av 1980 i virkeligheten var et flomskred.

Skyggekartet viser imidlertid klare tegn på erosjon og nedskjæring langs Gardåa, hvor en kan se ut som noe av den erosjonen har skjedd ved utglidninger, dvs. jordskred, eller har videre utløst utglidninger. Muligheten for jordskred i Gardåa, og i mye mindre grad i Sandbekken, er derfor tilstede. Uansett hvor i bekkeløpet dette skjer, vil en evt. slik hendelse oppleves som et flomskred, om den i det hele tatt får innvirkninger helt ned i det aktuelle bekkeløpet.

Både modelleringsresultater (Figur 8), vurderingene og konklusjonene som er gjort for sørpeskred, er også dekkende for flomskred, ettersom dynamikken av de to skredtypene, når de først er utløst, er svært lik. Den årlige sannsynligheten for skader fra løsmasseskred vurderes derfor som lavere enn 1/1000.

### 4.4 Skred i fast fjell

Utfall av steinblokker krever skrenter med blottet fjell og helning på minst 40 - 45°. I, og ovenfor, det aktuelle området viser terrengmodellen med 1 x 1 m oppløsning ingen partier med slik helning. Vi mener derfor at den årlige sannsynligheten for steinsprang inn i det vurderte området er mindre enn 1/1000. Videre utredning er derfor ikke nødvendig iht. NVEs veileder (NVE, 2020).

### 4.5 Faresoner for skred

Det er ikke tegnet faresoner for skred med årlig sannsynlighet  $\geq 1/1000$  for kartleggingsområdet (Figur 1).

## 5 Konklusjon

Alle skredtyper i bratt terreng er vurdert.

Vår totalvurdering er at den årlige sannsynligheten for skader fra skred er lavere enn 1/1000 for kartleggingsområdet. Det vurderte området tilfredsstillende derfor kravene for sikkerhetsklasse S2 i Byggteknisk forskrift (TEK 17 §7-3). Det er derfor ikke behov for sikringstiltak mot skred for de planlagte tomtene for fritidsboliger.

Skredfaren er ikke vurdert opp mot sikkerhetsklasse S3.

## 6 Referanser

- Christen, M., Kowalski, J., & Bartelt, P. (2010). RAMMS: Numerical simulation of dense snow avalanches in three-dimensional terrain. *Cold Reg. Sci. Technol.*, ss. 63, 1–14.
- Christen, M., Perry, B., Bühler, Y., Leine, R., Glover, J., Schweizer, A., . . . Volkwein, A. (2012). *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. (2021). *Byggteknisk forskrift med veiledning (TEK17)*. Hentet fra <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/>
- NGU. (2021a). *Nasjonal beggrunnsdatabase*. Hentet fra <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/>
- NGU. (2021b). *Nasjonal løsmassedatabase*. Hentet fra <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>
- NVE. (2020). *Sikkerhet mot skred i bratt terreng - utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak*. Hentet fra <https://www.nve.no/skredfarekartlegging/startsiden/?ref=mainmenu>
- NVE. (2021a). *NVE Atlas*. Hentet fra <https://atlas.nve.no/>
- NVE. (2021b). *Ekstern rapport Nr.8/2021. FOU 80606 - Identifisering av løsneområder for sørpeskred*. NVE.
- NVE. (2021c). *Ekstern rapport Nr. 9/2021. Bruk av RAMMS::DEBRISFLOW på kjente sørpeskredhendelser*.
- NVE. (2021c). *Ekstern rapport nr. 11/2021. Jord- og flomskred. Klimaanalyse for bruk i skredfarekartlegging*.
- Skred AS. (2018). *18145-01-1 Oppdal, Gardårgrenda - flom- og skredfarevurdering*.
- Terratec AS. (2016). *Laserskanning for nasjonal detaljert høydemodell. NDH Oppdal 2pkt 2016*.