

Oppdragsgiver	Navn Rune Oterholm	Kontaktperson Rune Oterholm
Oppdrag	Nummer og navn 20232 Oppdal, Sandbekkhaugen – Flom- og skredfarevurdering for Gnr.293 Bnr.3, 49 m.fl.	Oppdragsleder Andrea Taurisano
Dokument	Nummer 20232-01-1 Utført av Andrea Taurisano (skred) og Petter Reinemo (flom)	Dato 2020-07-09 Kontrollert av Kalle Kronholm (skred), Lars Staver Eid (flom)

## Skred- og flomfarevurdering

### Sammendrag

Skred AS har utført en skred- og flomfarevurdering ifb. regulering av et område ved Gardågrenda på Oppdal. Området er delvis potensielt utsatt for flom og for jord- og flomskred ifølge de aktuelle aktsomhetskartene.

Alle skredtyper i bratt terreng er vurdert. Vår totalvurdering er at den vestlige delen av planområdet tilfredsstiller sikkerhetskrav for tiltak i sikkerhetsklassene S2. Den østlige delen av området, langs Sandbekken, vurderes ikke å tilfredsstille gjeldende sikkerhetskrav for sikkerhetsklasse S2, da det kan berøres av mulig utløp av sørpeskred. Der bør utbygging unngås.

Faresonen kan alternativt reduseres ved å etablere sikringstiltak mot flom-/sørpeskred ovenfor planområdet. Det mest realistiske tiltaket vil trolig være et sedimentasjonsbasseng der Sandbekken kommer ned til de nylig etablerte vegene ovenfor det vurderte området. Et slikt tiltak er søknadspliktig og må detaljprosjekteres.

Store deler av planområdet vurderes utsatt for flom etter sikkerhetsklasse F2. Faresonen er et resultat av liten dimensjon og diffuse flomveier fra oppstrøms stikkrenner, samt liten kapasitet i Sandbekken sin øvre del langs planområdet. Før det etableres bebyggelse innenfor planområdet må det utføres risikoreduserende tiltak. Alle tiltak må inngå i detaljprosjekteringen for å sikre nødvendig funksjon. Tiltak må ikke påføre omliggende områder økt ulempe.

## Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>5</b>
1.1	Bakgrunn	5
1.2	Befaring	5
1.3	Forbehold	6
<b>2</b>	<b>Krav til sikkerhet</b>	<b>7</b>
2.1	Lovverket	7
2.2	Skred	7
2.2.1	Aktuelle krav	8
2.2.2	Vurderte skredtyper	8
2.3	Flom	10
2.3.1	Aktuelle krav	10
<b>3</b>	<b>Skred</b>	<b>11</b>
3.1	Beskrivelse av området: Topografi	11
3.2	Geologi	13
3.3	Vegetasjon	13
3.4	Registrerte skredhendelser	13
3.5	Tidligere skredfareutredninger	13
3.6	Eksisterende skredsikringstiltak	13
3.7	Klimatiske trekk av betydning for skredfare	14
3.8	Vurdering av skredfare	17
3.8.1	Snøskred	17
3.8.2	Sørpeskred	17
3.8.3	Løsmasseskred	18
3.8.4	Skred i fast fjell	19
3.8.5	Faresoner for skred	19
3.8.6	Muligheter for å redusere faresonen	20
<b>4</b>	<b>Flom</b>	<b>21</b>
4.1	Vurdert vassdrag og kritiske punkter	21
4.2	Flomberegning	21
4.2.1	Beskrivelse av nedbørfelt	22
4.2.2	Målestasjoner og flomfrekvensanalyse	23
4.2.3	Forholdstall mellom kulminasjon- og døgnmiddelvannføring	24
4.2.4	Flomformler for små nedbørfelt	25
4.2.5	Rasjonelle metoden	25
4.2.6	Klimaframskrivninger	26
4.2.7	Dimensjonerende flommer	26
4.3	Vurdering av kritiske punkter	27
4.4	Vurdering av kapasitet til bekkeløp og kryssinger	28
4.4.1	Bekkeløp	28
4.4.2	Stikkrenner	29

4.5	Vurdering av fare for erosjon .....	29
4.6	Faresone for flom .....	30
4.7	Risikoreduserende tiltak .....	30
<b>5</b>	<b>Konklusjon .....</b>	<b>31</b>
<b>6</b>	<b>Referanseliste .....</b>	<b>32</b>

## Figurer

Figur 1:	Lokalisering av det vurderte området (vist med blå pil), ca. 3 km nordøst for Oppdal sentrum. Kartet viser i tillegg de meteorologiske stasjonene som ble benyttet for klimaanalysene: 63530 Hafsås, 63580 Ångardsvatnet og 63705 Oppdal Sæter. ....	5
Figur 2:	Kart med beregnet terrenghelning. Blå polygoner fremhever terrengparti som kan være potensielle løснеområder for snøskred. ....	11
Figur 3:	Skyggekart for fjellsiden ovenfor planområdet. Områdene vurdert i en tidligere rapport av Skred AS (nr. 18145-01) er også vist, i rød farge. ....	12
Figur 4:	Månedsnormaler 1961-90 for nedbør. Data fra <a href="http://www.eklima.no">www.eklima.no</a> . ....	15
Figur 5:	Beregnet 3-døgnsnedbør med ulike gjentaksintervaller for vintermånedene desember til april. Data fra <a href="http://www.eklima.no">www.eklima.no</a> . ....	15
Figur 6:	Fremherskende vindretninger i vintermånedene desember til april, Oppdal - Sæter. Figuren er fra <a href="http://www.eklima.no">www.eklima.no</a> . ....	16
Figur 7:	Utvalgte RAMMS resultater: Sørpeskred (skredvolum 1000 m <sup>3</sup> i Sandbekken, 3000 m <sup>3</sup> i Gardåa; xi=3000 m/s <sup>2</sup> ; mu=0,05). ....	18
Figur 8:	Faresone for skred med årlig sannsynlighet for skader $\geq 1/1000$ . ....	20
Figur 9:	Planområder med bekker som utgjør potensiell flomfare, samt identifiserte kritiske punkter. ....	21
Figur 10:	Feltgrensene til Sandbekken og Gardåa ved planområdet. ....	22
Figur 11:	Hypsografisk kurve for Gardåa og utvalgte referensefelt. ....	23
Figur 12:	Lokasjon til utvalgte målestasjoner. ....	24
Figur 13:	Bilde av to bekketryssinger rett oppstrøms planområdet (punkt 1). ....	27
Figur 14:	Karakteristika bilder av Sandbekken langs planområder. ....	28
Figur 15:	Delstrekninger langs Sandbekken. ....	29
Figur 16:	Faresone for 200-årsflom (sikkerhetsklasse F2). ....	30

## Tabeller

Tabell 1:	Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2016). ....	7
Tabell 2:	Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i flomfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2016). ....	10
Tabell 3:	Feltkarakteristika til vurderte vassdrag. ....	22
Tabell 4:	Utvalgte målestasjoner som er vurdert representative for Haugaelva. ....	23

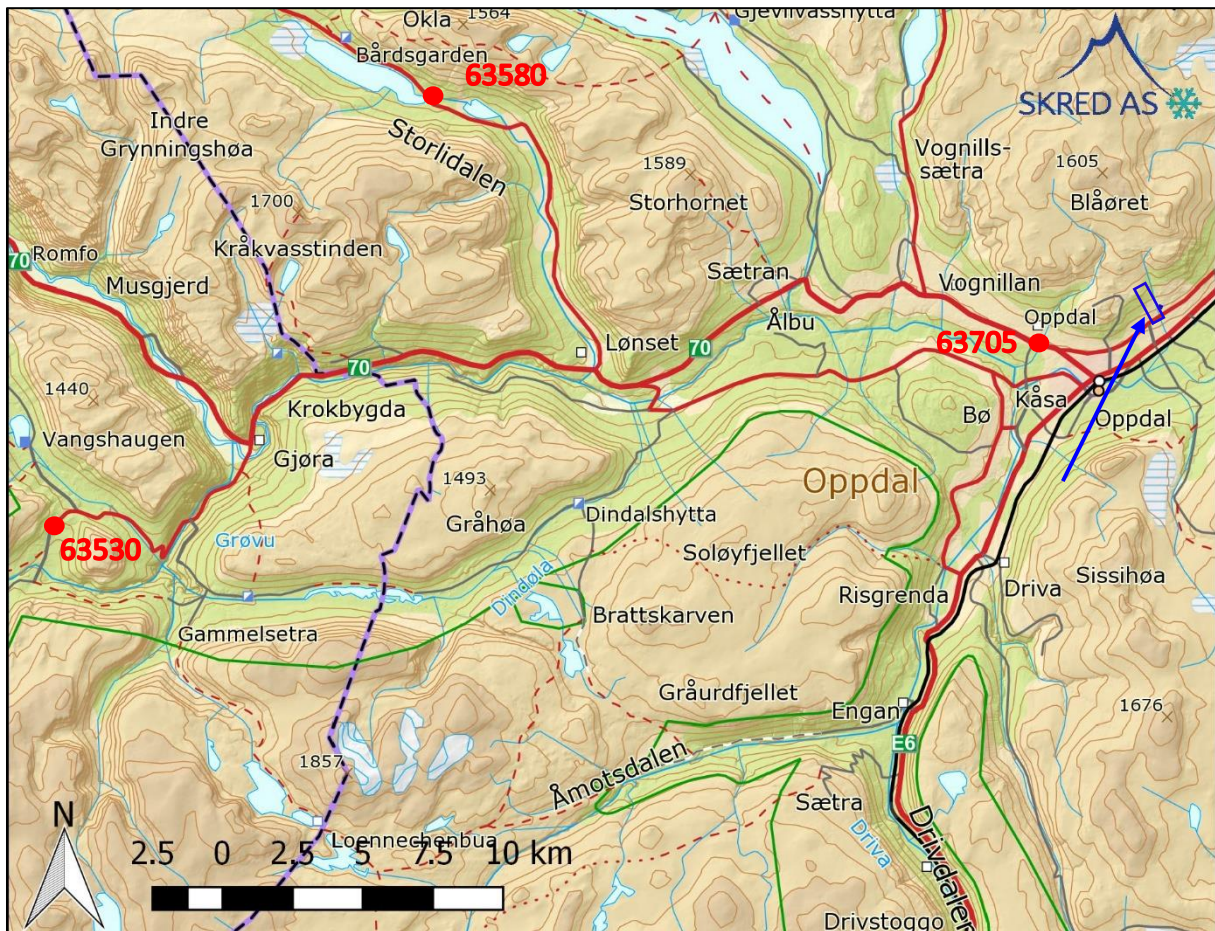
Tabell 5: Resultater fra flomfrekvensanalyse på årsflommer, frekvensfordeling (døgnmiddel). .....	24
Tabell 6: Resultater fra flomformelverket for små nedbørfelt for Sandbekken (kulminasjon). .....	25
Tabell 7: Resultater fra flomformelverket for små nedbørfelt for Gardåa (kulminasjon).....	25
Tabell 8: Resultat fra frekvensanalyse på døgndata ved utvalgte nedbørstasjoner. ....	26
Tabell 9: Benyttede parametere og resultater fra beregninger med den rasjonelle metoden (kulminasjon). ....	26
Tabell 10: Dimensjonerende flommer for Gardåa, inkludert klimapåslag (kulminasjon). ....	27

# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn

Skred AS har utført en skred- og flomfarevurdering ifb. regulering av et område ved Gardågrenda på Oppdal. Området er delvis potensielt utsatt for flom og for jord- og flomskred ifølge de aktuelle aktsomhetskartene.

Området er vist i Figur 1.



Figur 1: Lokalisering av det vurderte området (vist med blå pil), ca. 3 km nordøst for Oppdal sentrum. Kartet viser i tillegg de meteorologiske stasjonene som ble benyttet for klimaanalysene: 63530 Hafsås, 63580 Ångardsvatnet og 63705 Oppdal Sæter.

## 1.2 Befaring

Befaring i planområdet ble utført av Andrea Taurisano, Skred AS, den 22.5.2020. På befaringstidspunktet var det klart vårlig vær, med gode observasjonsforhold, men sterk vind gjorde det ikke tilrådelig å bruke drone for oversiktsbilder av området.

Skred AS var imidlertid flere ganger tidligere på befaring i den samme fjellsiden, sist den 24.2.2018. En drone med 12 Mpx kamera ble i den anledningen anvendt for observasjon og fotografering av fjellsiden.



### 1.3 Forbehold

Skred- og flomvurderinger 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 vassdraget som en konsekvens av erosjon, masseavlagring og menneskelige inngrep. Da anbefales det å utføre en ny vurdering.

Informasjon om tidligere flom- og 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 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.

### 2.2.1 Aktuelle krav

Fritidsbebyggelse plasseres som regel innenfor sikkerhetsklasse S2 i TEK17. Vurderingene presentert i denne rapporten, er derfor utført slik at de er dekkende for sikkerhetsklassene S1 og S2 i TEK17.

### 2.2.2 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.

#### 2.2.2.1 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.

#### 2.2.2.1 Skred i fast fjell

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

#### 2.2.2.2 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 skrån timer 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 sideskrån timer og erosjon i løpet, eller i kombinasjon med sørpeskred.

#### 2.2.2.3 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](http://www.klimatilpasning.no) gis det følgende hovedfunn for forventet endring i skredfare for Oppland:

- Årstemperaturen i Sør-Trøndelag øker med ca. 4 °C (mest om vinteren)
- Årsnedbøren øker med ca. 20 % (mest om høst)
- Det er forventet at episoder med kraftig nedbør øker vesentlig både i intensitet og hyppighet, og dette vil føre til mer overvann.
- Det forventes flere og større regnflommer, mens snøsmelteflommene vil komme stadig tidligere på året og bli mindre mot slutten av århundret
- Klimaendringene kan på kort sikt føre til økt fare for snøskred bl.a. på grunn av mer regn på snødekket underlag. På lenger sikt vil snømengdene bli så redusert at faren for snøskred vil avta.

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.

## 2.3 Flom

Byggteknisk forskrift TEK17 § 7-2 definerer krav til sikkerhet mot flom og stormflo for nybygg. Paragrafen gjelder for saktevoksende flommer som normalt ikke medfører fare for menneskeliv. Sannsynligheten i tabell 2 angir største årlige sannsynligheten for flom. Byggverk skal plasseres, dimensjoneres eller sikres i henhold til aktuell sikkerhetsklasse. I veilederen til TEK17 gis retningsgivende eksempler på byggverk som kommer inn under de ulike sikkerhetsklassene for flom (DiBK, 2016).

*Tabell 2: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i flomfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2016).*

Sikkerhetsklasse for flom	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
F1	Liten	1/20
F2	Middels	1/200
F3	Stor	1/1000

Sikkerhetsklasse F1 omfatter byggverk der oversvømmelse har liten konsekvens, både økonomisk og samfunnsmessig. Det innebærer byggverk med lite personopphold som garasjer og lagerbygninger.

Sikkerhetsklasse F2 omfatter tiltak der flom vil føre til middels konsekvenser. Dette innebærer de fleste byggverk beregnet for personopphold som bolighus, hytter, kontorer, skoler og barnehager. Det kan tillates større økonomiske konsekvenser, men kritiske samfunnsfunksjoner skal ikke påvirkes.

Sikkerhetsklasse F3 omfatter tiltak der flom vil føre til store konsekvenser. Sårbare samfunnsfunksjoner og byggverk der oversvømmelse kan påføre omgivelsene stor forurensning ligger innenfor sikkerhetsklassen. Sykehjem, beredskapsfunksjoner, kritisk infrastruktur og avfallsdeponier er nevnt som eksempler.

I paragrafens fjerde ledd er det gitt at byggverk skal plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon. Avstanden til erosjonsutsatt elvekant bør være minst like stor som høyden på elvekanten og ikke under 20 meter. Dersom vassdraget sikres mot erosjon kan avstanden være mindre.

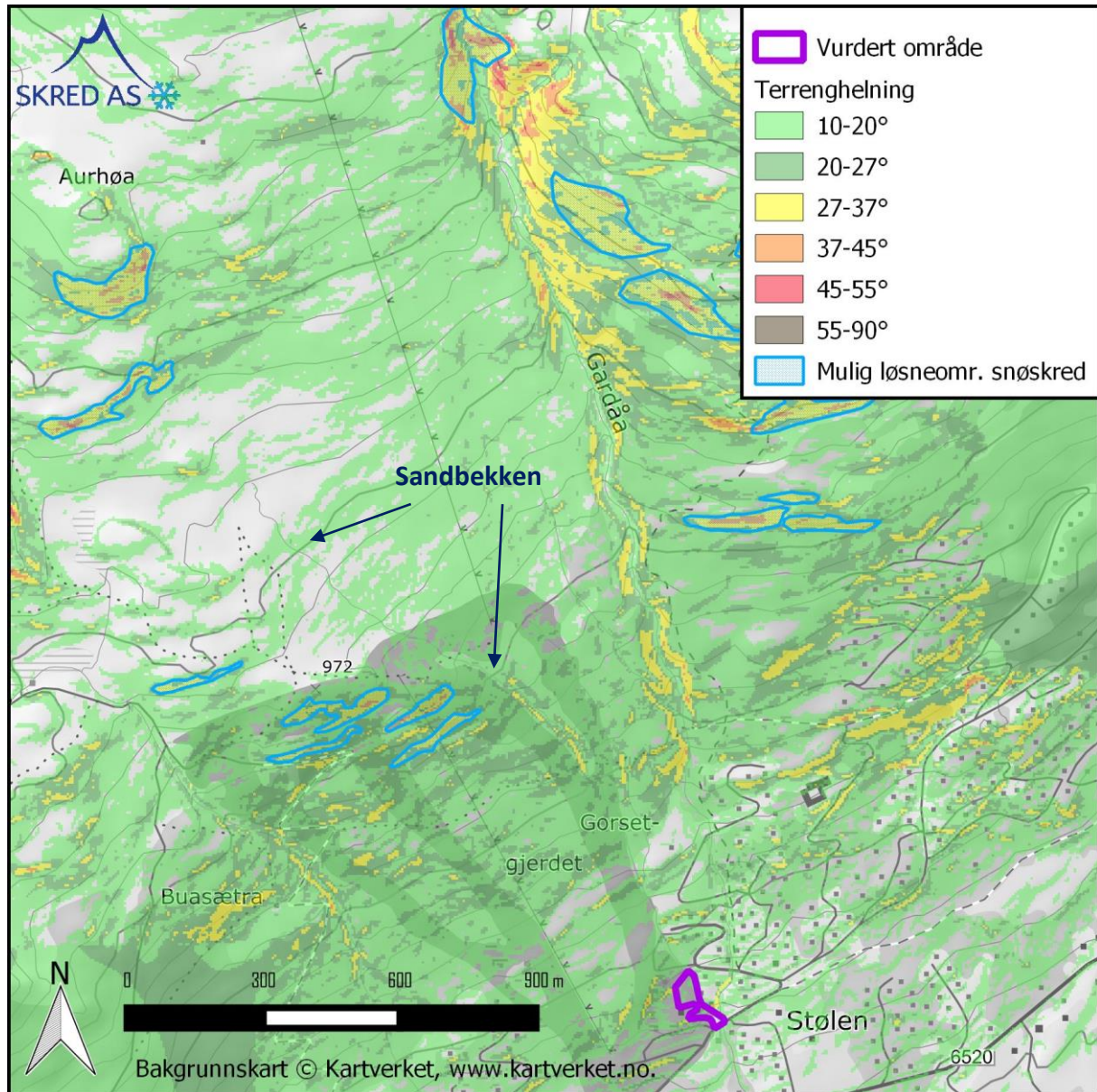
### 2.3.1 Aktuelle krav

I retningslinjene til TEK17 er det gitt ulike eksempler, beskrevet ovenfor, på hva slags bebyggelse som ligger innenfor de ulike sikkerhetsklassene mot flom. Sikkerhetsklasse F2 virker mest aktuelt for planlagte hytter.

## 3 Skred

### 3.1 Beskrivelse av området: Topografi

Terrenganalysen er basert på LiDAR data fra 2015. Fra disse er det generert en terrengmodell med celler på 1 m x 1 m. Kart med terrenghelning er vist i figur 2.



Figur 2: Kart med beregnet terrenghelning. Blå polygoner fremhever terrengparti som kan være potensielle løснеområder for snøskred.

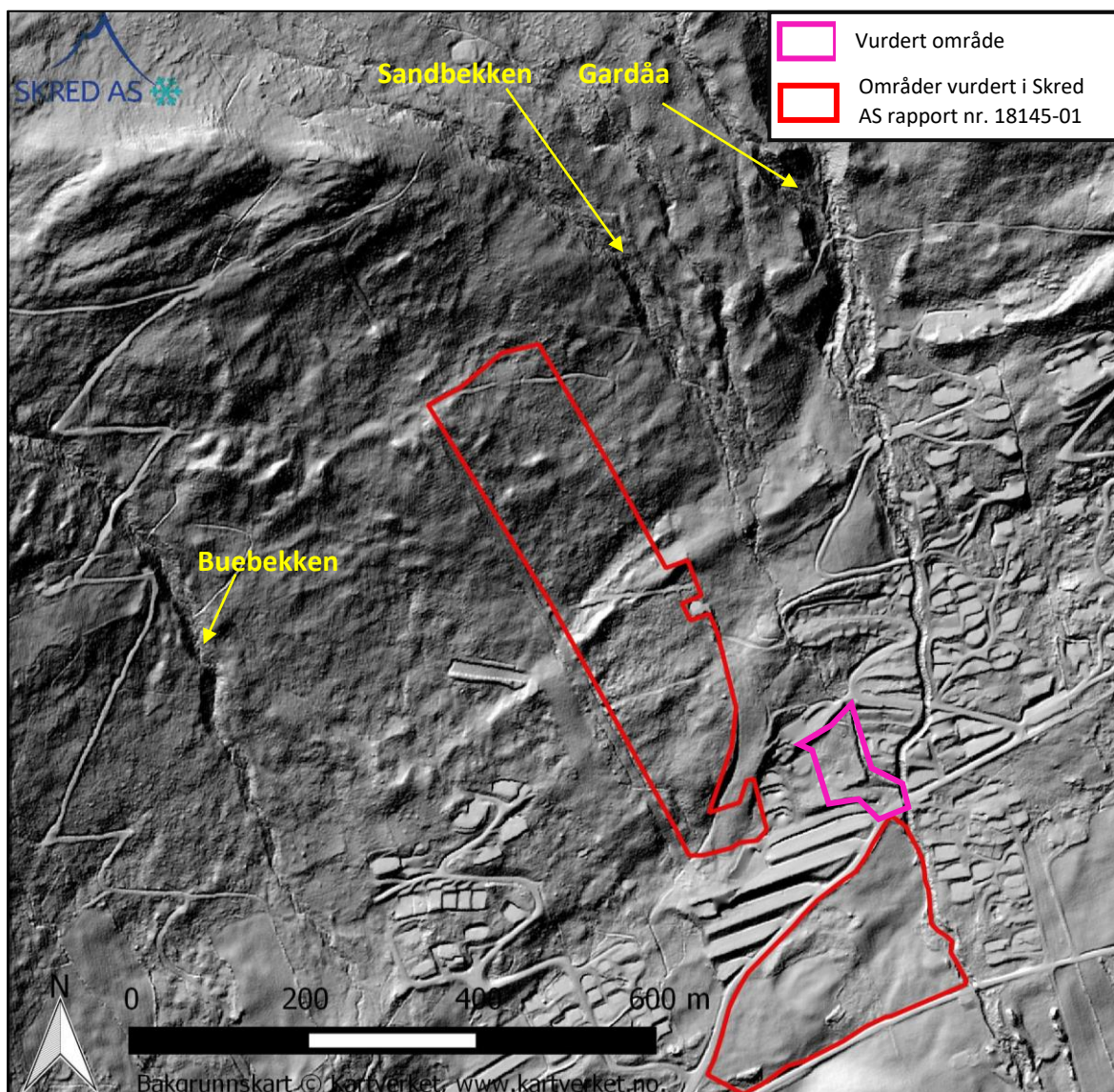
Planområdet ligger i en sørøstvendt fjellside mellom kote 652 og 676. Mot nordvest stiger terrenget først opp til 972 moh., en liten for topp av Auran (1280 moh.). Terrenget stiger videre nordover mot Aurhøa (1200 moh.), nok en for topp av Auran. Selve Auran ligger rett nord for Aurhøa, og ca. 2,5 km fra det vurderte området.



Totalt sett er fjellsiden ganske slak, dvs. de fleste steder godt under 25°. Det er imidlertid noen brattere partier, også over 27°, like nedenfor toppen av Aurhøa og dets fortopper.

De brattere terrengpartiene som ligger slik at de teoretisk kan ha betydning for skredfaren i planområdet, er imidlertid små, med høydeforskjeller, enkeltvis sett, mellom 10 og 20 m.

Avrenningen i den relevante delen av fjellsiden skjer ved to relativt store bekker: Sandbekken, som renner langs østsiden av planområdet og deretter går inn i Gardåa, og Buabekken, som renner ca. 500 m vest for det vurderte området. Gardåa drenerer fjellområdet i nord mellom Auran (1200 moh.), Aurhøa (1280 moh.) og Stølhøa (1282 moh.). Disse vassdragene er vist i Figur 3.



Figur 3: Skyggekart for fjellsiden ovenfor planområdet. Områdene vurdert i en tidligere rapport av Skred AS (nr. 18145-01) er også vist, i rød farge.

### 3.2 Geologi

Ifølge NGUs berggrunnkart i 1:250 000 (NGU, 2018) består fjellsiden av grønnstein og amfibolitt opptil ca. 800 moh., og leirskifer, sandstein og kalkstein lenger oppe i fjellet. Mesteparten av fjellsiden er imidlertid dekket av morene, som NGUs løsmassekart indikerer er tykkere nede ved planområdet og opptil 1000 moh. og blir tynnere oppover.

### 3.3 Vegetasjon

Det vurderte planområdet er bart, og så er delene av fjellsiden med skianleggets nedfartsløyper, samt etablerte hyttefelt og veger. Deler av fjellsiden foreløpig uberørt av utbygging, opptil ca. 870 moh. er dekket av bjørkeskog.

Sammenligning av flyfoto tatt mellom 1958 og 2014 viser ikke stor forskjell når det gjelder skogtettheten eller høyden av den øvre skoggrensen, men viser omfattende hogst foretatt i disse fjellsidene ifb. etablering av skianlegg.

### 3.4 Registrerte skredhendelser

I nasjonal skreddatabase (NVE, 2018) er det ikke registrert hendelser i umiddelbar nærhet av det vurderte området. Det er 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 de vurderte områdene.

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

### 3.5 Tidligere skredfareutredninger

Skred AS kartla i 2018 flom- og skredfaren i de to områdene vist med rød farge i Figur 3 (rapport nr. 18145-01).

Det nedre av de to områdene var også kartlagt av Rambøll AS i 2017 (notat nr. 1350022634). Flom var ikke utredet i Rambølls rapport.

Enda tidligere (i 2009) kartla NGI skredfaren i den store fjellsiden det aktuelle området er del av (rapport nr. 20091488). NGI tegnet ikke noen faresoner relevante for sikkerhetsklasse S2 innenfor de kartlagte områdene, men de tegnet en mindre faresone dimensjonert av snøskred like ovenfor. Det er ikke klart om NGIs rapport også vurderte sørpeskredfare.

Skred AS har i tillegg vurdert skredfare for tre tomter rett øst for Gardåa (rapporter nr. 17182-01, 18218-01 og 18355-01).

Vi er ikke kjent med flere detaljerte skredfarevurderinger for planområdet.

### 3.6 Eksisterende skredsikringstiltak

Ingen sikringstiltak er registrert i nasjonal skreddatabase (NVE, 2018), og ingen er observert under befarings.

### 3.7 Klimatiske trekk av betydning for skredfare

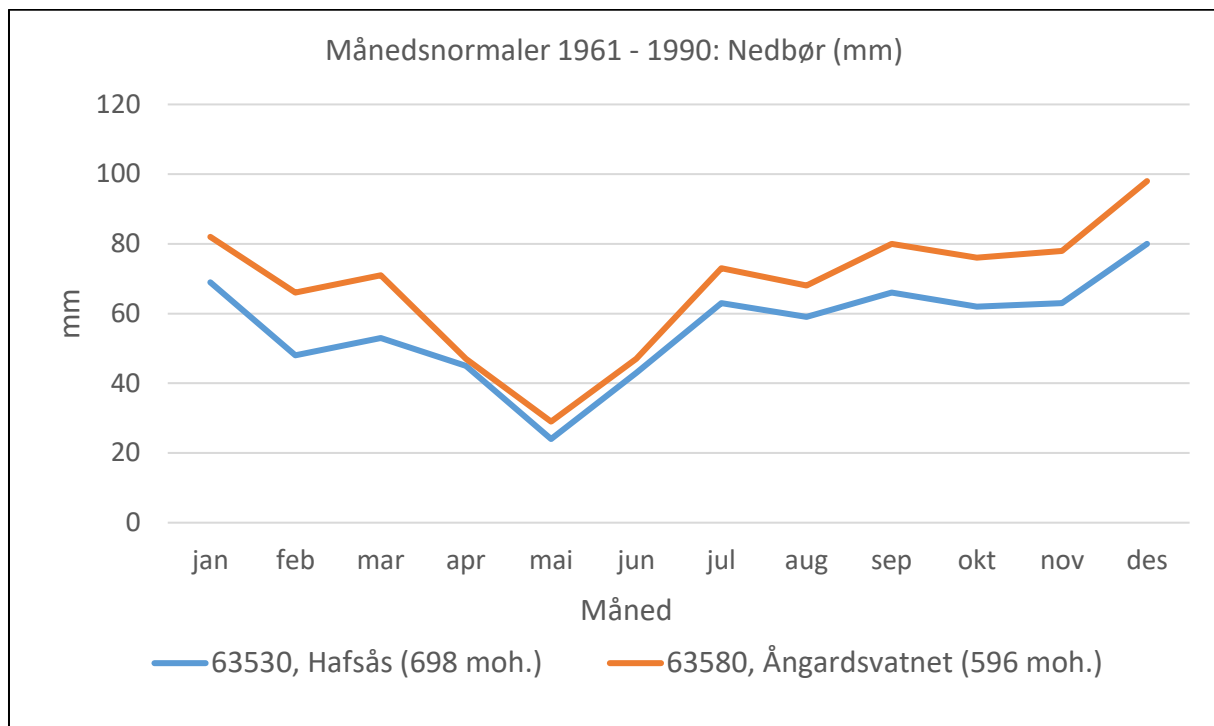
Vi har utført en enkel analyse av områdets klimatiske trekk med størst betydning for skredfarevurderingen. Analysen er gjort på bakgrunn av data fra Meteorologisk institutt (eklima.no). En utfordring er at de aller fleste meteorologiske stasjonene har alt for korte dataserier eller ligger alt for langt 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.

Plasseringen av stasjonene er vist i Figur 1. Stasjonene 63530 Hafsås (698 moh.) og 63580 Ångardsvatnet (596 moh.) har nedbørsmålinger som startet i 1965. Den tredje stasjonen, 63705 Oppdal Sæter (605 moh.), gir de beste vinddata, men har samtidig ikke målinger for nedbør.

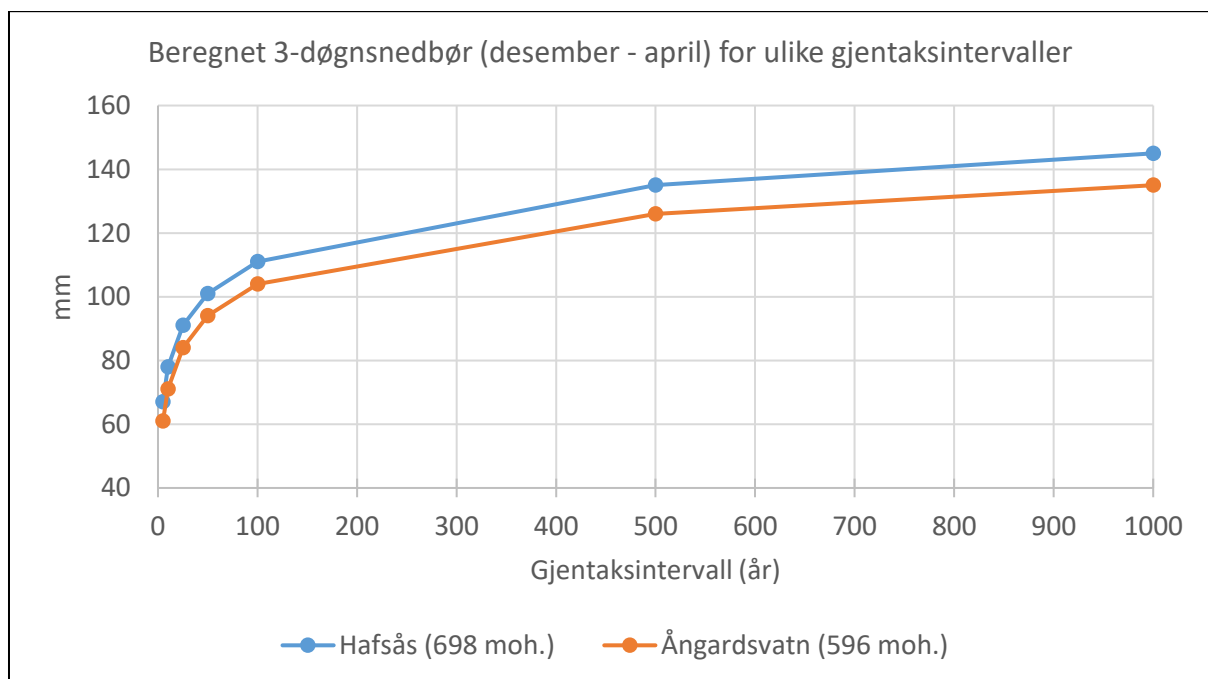
Stasjonene på Hafsås og Ångardsvatnet har en normal årsnedbør på henholdsvis 675 og 815 mm, fordelt over årets 12 måneder som vist i figur 4. Disse nedbørmengdene er relativt små tatt i betraktning at stasjonene ligger 600 – 700 moh.

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 desember og april, antas her å komme i form av snø. For disse vintermånedene og ved de to benyttede stasjonene er den beregnede 3-døgns nedbør med 1000 års gjentaksintervall på henholdsvis 135 og 145 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.

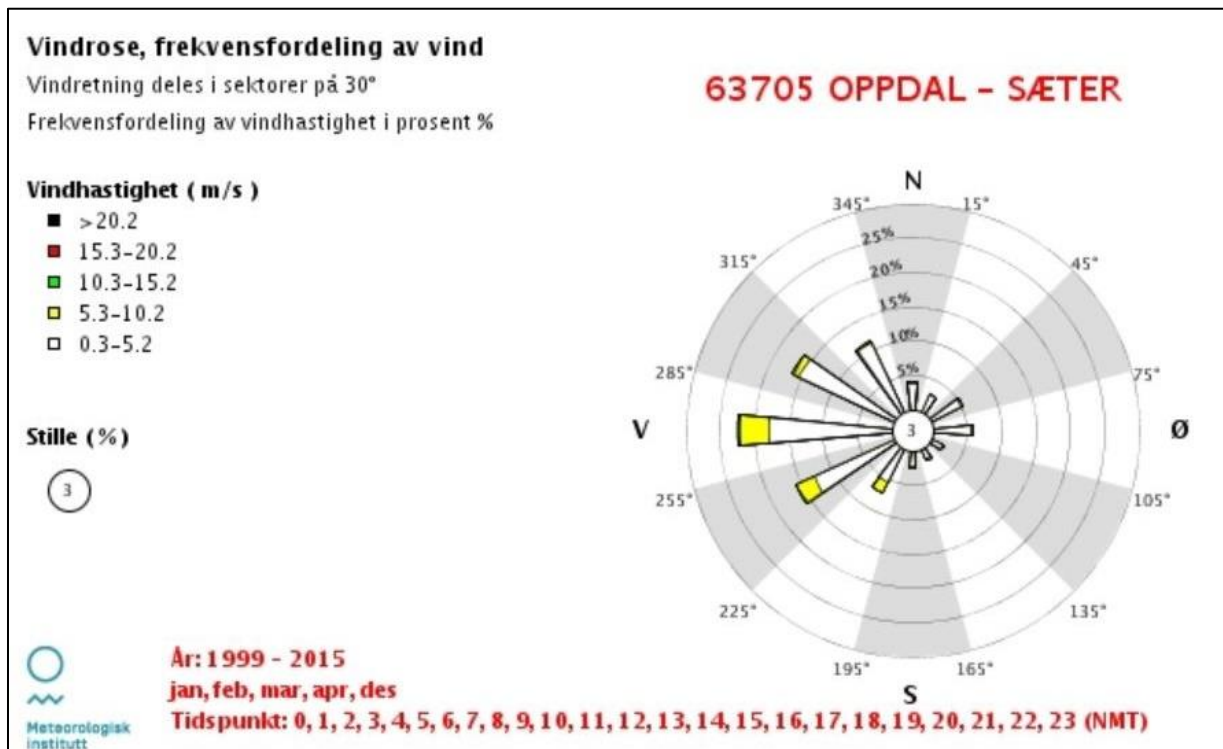




Figur 4: Månedsnormaler 1961-90 for nedbør. Data fra [www.eklima.no](http://www.eklima.no).



Figur 5: Beregnet 3-døgnsnedbør med ulike gjentakintervaller for vintermånedene desember 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 ekstremver dianalyse 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.

Sannsynligheten for at en nedbørsintensitet 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.

## 3.8 Vurdering av skredfare

### 3.8.1 Snøskred

Fjellsiden ovenfor det vurderte området inneholder få potensielle løснеområder for snøskred, dvs. terrengpartier som er både brattere enn 27° og uten skog (Figur 2). De terrengpartiene er imidlertid små, med høydeforskjell på 10 – 20 m, og ligger 0,8 – 1 km unna det vurderte området, med slakt terreng imellom.

Resultatet av modellering av snøskredutløp utført ifb. Skred AS rapport nr. 18145-01 (ikke vist i figur i denne rapporten), utelukker at eventuelle snøskred kan komme inn i planområdet vurdert i denne rapporten. Til det er det for langt og slakt mellom de løснеområdene og planområdet.

Tatt i betraktning topografien og spesielt størrelsen av de mulige løснеområdene, samt områdets klima, mener vi at snøskred fra de relevante løснеområdene under ekstreme forhold kan utløses, men at sannsynligheten for at snøskred berører det vurderte området er mye lavere enn 1/1000.

### 3.8.2 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.

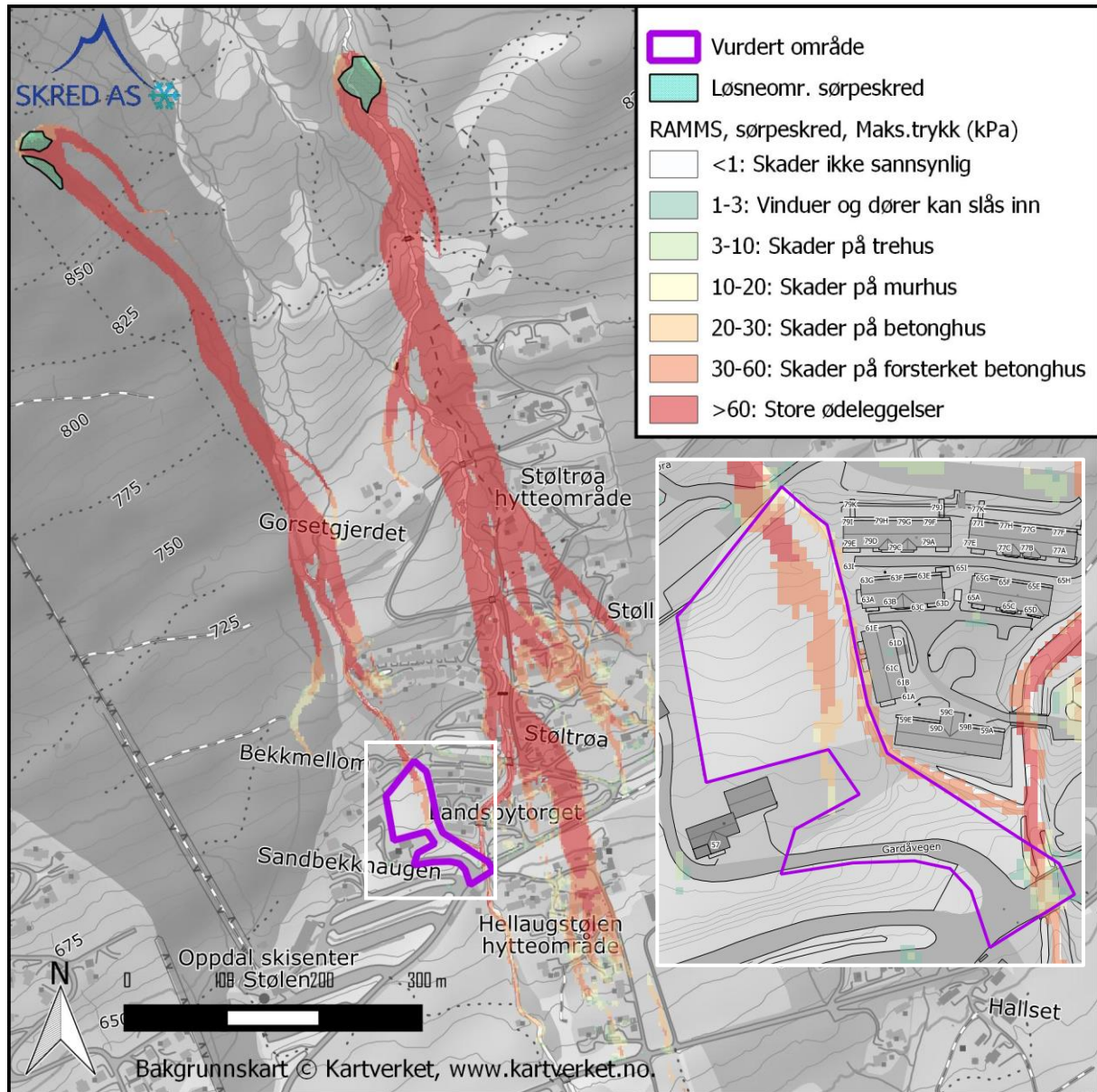
Fjellsiden det vurderte området er del av, mangler ikke partier som egnet for utløsning av sørpeskred, som større, slake skål- eller grytelignende terrengformer der betydelige snømengder kan akkumuleres og bli vannmettet. Mulige løснеområder for sørpeskred finner vi flere steder i nedslagsfeltet av både Buabekken, Sandbekken og Gardåa (Figur 3). Utløpet av eventuelle sørpeskred i Buabekken vil gå ned langs det bekkeløpet uten å berøre det vurderte området. Dette er skjønnsmessig vurdert utfra terreng, og vi føler ikke behov for modellering for å verifisere dette.

Et eventuelt sørpeskred langs Sandbekken vil i grove trekk følge bekkeløpet nedover, men vil trolig spre seg i sideterrenget der selve elveløpet ikke er nok kanalisert til å holde eventuelle sørpeskredmasser innenfor løpet. Eventuelle sørpeskred i Gardåa vil også spre seg i sideterrenget til elva, og ventes å kunne berøre planområdets sørøstlige hjørne, der Sandbekken renner inn i Gardåa.

Dette underbygges av resultatet av utført modellering med RAMMS, der en terrengmodell med 2m x 2m oppløsning er benyttet som underlag (**Feil! Fant ikke referanse kilden.**). Aktsomhetskartet for jord- og flomskred bygger, til sammenligning, på en terrengmodell med 10m x 10m oppløsning, dvs. 25 ganger så store celler. Det gjør at den styrende effekten av bekkeløp ofte tas i betraktning i altfor liten grad. Dvs. at sidespredningen ifølge aktsomhetskartene i de fleste tilfellene er urealistisk stor.

Totalt sett mener vi at den årlige sannsynligheten for at sørpeskred utløses et eller annet sted i nedslagsfeltet til Sandbekken eller Gardåa, er noe større enn 1/1000.

Modelleringsresultater indikerer at den østlige delen av planområdet kan berøres av sørpeskredutløpet, i et slikt scenario. Dette vil gjenspeiles i faresonen (Figur 8).



Figur 7: Utvalgte RAMMS resultater: Sørpeskred (skredvolum  $1000 \text{ m}^3$  i Sandbekken,  $3000 \text{ m}^3$  i Gardåa;  $x_i=3000 \text{ m/s}^2$ ;  $\mu=0,05$ ).

### 3.8.3 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 vist i Figur 3. 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. Det er da rimelig å konkludere med at den årlige sannsynligheten for jordskred fra skråningen direkte ovenfor planområdet, er lavere enn 1/1000.

Skyggekartet viser imidlertid klare tegn på erosjon og nedskjæring langs både Sandbekken og Gardåa. Langs sistnevnte ser erosjonen delvis ut å ha skjedd ved utglidninger, dvs. jordskred, eller har videre utløst utglidninger. Muligheten for jordskred i Gardåa, og i mye mindre grad i Sandbekken, er derfor til stede. 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 (**Feil! Fant ikke referanseilden.**), 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.

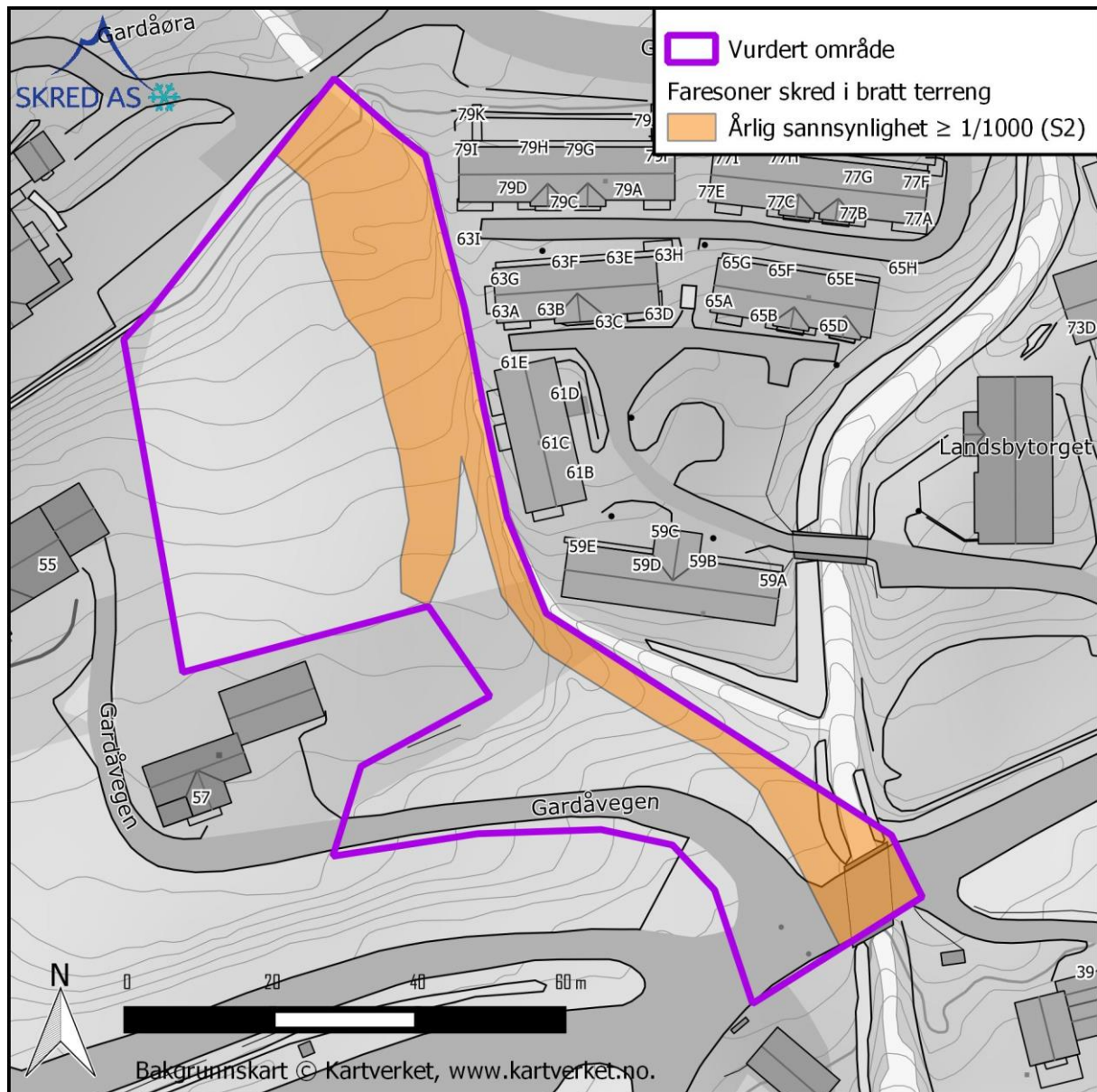
#### 3.8.4 Skred i fast fjell

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, og faktisk også mindre enn 1/5000.

#### 3.8.5 Faresoner for skred

Det er tegnet faresoner for skred med årlig sannsynlighet  $\geq 1/1000$  inn i det vurderte området (Figur 8). Faresonen er dimensjonert av sørpeskred / flomskred.





Figur 8: Faresone for skred med årlig sannsynlighet for skader  $\geq 1/1000$ .

### 3.8.6 Muligheter for å redusere faresonen

Faresonen kan reduseres ved å etablere sikringstiltak mot flom-/sørpeskred ovenfor planområdet. Det mest realistiske tiltaket vil trolig være et sedimentasjonsbasseng der Sandbekken kommer ned til de nylig etablerte vegene ovenfor det vurderte området. Et slikt tiltak er søknadspliktig og må detaljprosjekteres. Skred AS kan bistå med det, om ønskelig.

Alternativt, må man unngå utbygging der det er tegnet faresone.



## 4 Flom

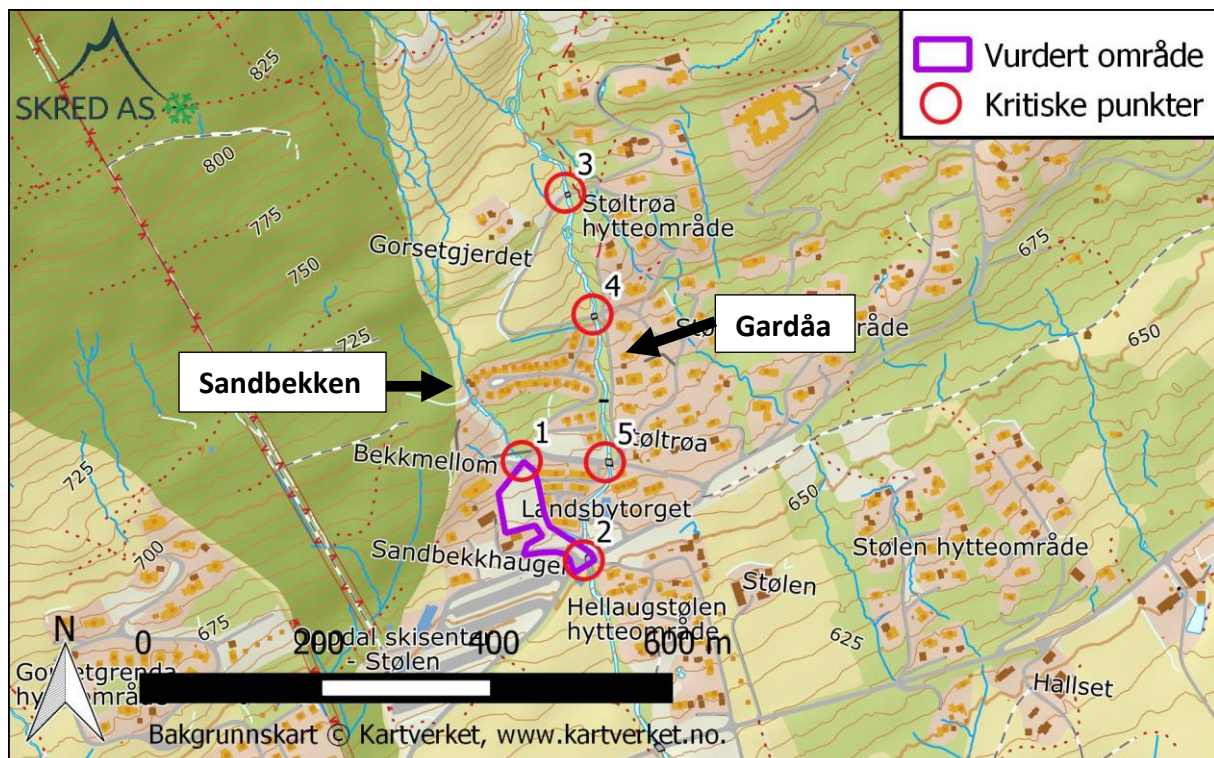
### 4.1 Vurdert vassdrag og kritiske punkter

Sandbekken og Gardåa renner rett øst for planområdet og utgjør en potensiell flomfare. Sandbekken renner inn på Gardåa i nedre del av planområdet. Gardåa kan også utgjøre en potensiell flomfare dersom den skifter løp ved kritiske punkter lengre oppstrøms.

Sandbekken har langs planområdet et definert løp der sidekantene består av grovere masser og noe vegetasjon. Bekkeløpet er bratt der gradienten varierer mellom ca. 10 og 20 %.

Det er gjort en kartlegging av kritiske punkter langs Sandbekken og Gardåa. Kritiske punkter er i NVE (2015a) definert som «tekniske inngrep og naturgitte forhold som ved auka vassføring kan føre til overfløyning.» Punktene ble undersøkt under befaringen.

Figur 9 viser planområdet med tilgrensende vassdrag og identifiserte kritiske punkter i Sandbekken og Gardåa.



Figur 9: Planområder med bekker som utgjør potensiell flomfare, samt identifiserte kritiske punkter.

### 4.2 Flomberegning

Dimensjonerende vannmengder i Sandbekken og Gardåa blir beregnet med utgangspunkt i *Veileder for flomberegninger i små nedbørfelt* (NVE, 2015a) og *Anbefalte metoder for flomberegninger i små uregulerte felt* (NVE, 2015b).



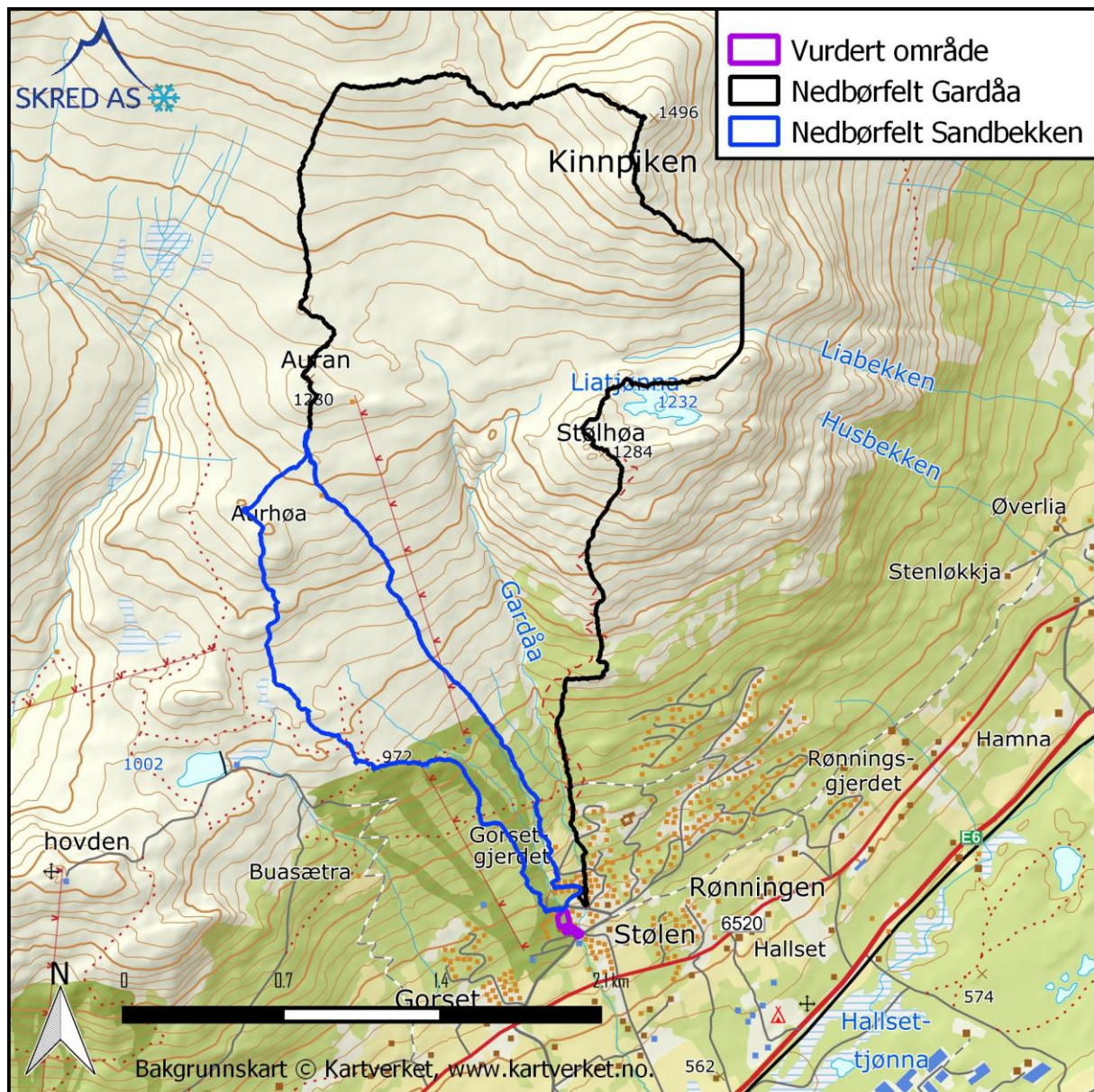
#### 4.2.1 Beskrivelse av nedbørfelt

Nedbørfeltene til Sandbekken og Gardåa er karakterisert som små og bratte, og er i stor grad dominert av snaufjell. Feltene har en jevn gradient uten innslag av innsjøer som bidrar med naturlig flomdempning. Det forventes at feltene responderer raskt ved kraftig nedbør og/eller snøsmelting. Feltkarakteristika ved planområder er vist i tabell 3. Feltgrensene er generert basert på en terrengmodell etablert på laserdata fra 2016 og er vist i figur 10.

Tabell 3: Feltkarakteristika til vurderte vassdrag.

Vassdrag	Feltareal [km <sup>2</sup> ]	q <sub>N</sub> * [l/s*km <sup>2</sup> ]	Eff. Sjø [%]	Skog [%]	Snaufjell [%]	Høydeint. [moh]
Sandbekken	0,88	20	0	15	60	660 - 1268
Gardåa	3,73	27	0	10	85	660 - 1539

\*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-90.



Figur 10: Feltgrensene til Sandbekken og Gardåa ved planområdet.

#### 4.2.2 Målestasjoner og flomfrekvensanalyse

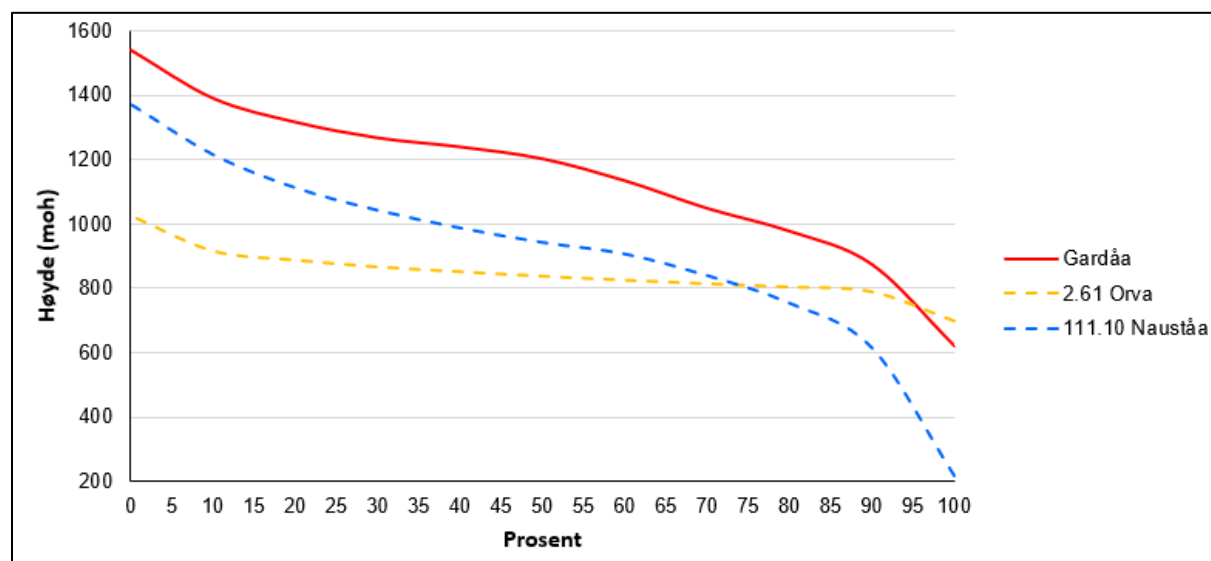
Det foreligger ingen kjente målinger av flomvannføringer i Sandbekken eller Gardåa. Det er derfor funnet et utvalg målestasjoner som sammen kan gi en indikasjon på flomforholdene. Indikasjonen fås gjennom beregning og vurdering av spesifikk middelflom og flomfrekvensanalyse, samt analyse av feltkarakteristika opp mot aktuelt nedbørfelt.

Det er funnet to målestasjoner som kan gi en indikasjon på flomforholdene. Begge stasjonene har lite feltareal, men ligger et stykke unna Oppdal. Feltkarakteristika for stasjonene er gitt i tabell 4 og hypsografisk kurve er vist i figur 11. Middelvannføringen er beregnet fra målte verdier ved hver stasjon. Beliggenhet og nedbørfeltene til målestasjonene er vist i figur 12.

Tabell 4: Utvalgte målestasjoner som er vurdert representative for Haugaelva.

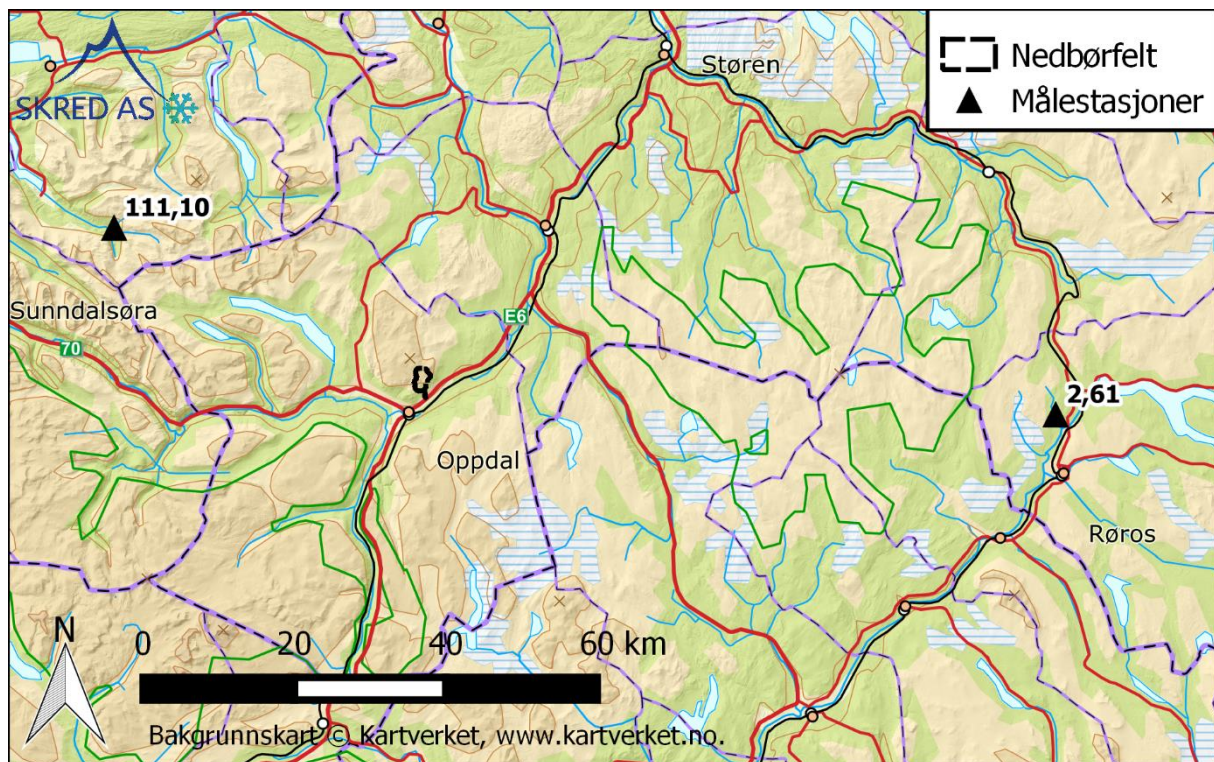
Målestasjon	Feltareal [km <sup>2</sup> ]	Målinger [år]	q <sub>N</sub> [l/s*km <sup>2</sup> ]	Eff. Sjø [%]	Skog [%]	Snau-fjell [%]	Høydeint. [moh]
<b>Sandbekken</b>	<b>0,88</b>	-	20*	0	15	60	660 - 1268
<b>Gardåa</b>	<b>3,73</b>	-	27*	0	10	85	660 - 1539
2.61 Orva	25,4	1996 - dd	20	6,4	36	15	701 - 1026
111.10 Nauståa	24,9	1978 - dd	71	0,3	5	85	217 - 1373

\*fra NVE sitt avrenningskart for normalperioden 1961-90.



Figur 11: Hypsografisk kurve for Gardåa og utvalgte referensefelt.





Figur 12: Lokasjon til utvalgte målestasjoner.

Vannføringsdata fra målestasjonene er hentet ut og analysert gjennom NVE-databasen Hydra2. Det er gjort flomfrekvensanalyse av måleseriene på årsflommer. Analysen er gjort på døgndata (DAGUT). Resultatene fra analysen er presentert i figur 9.

Tabell 5: Resultater fra flomfrekvensanalyse på årsflommer, frekvensfordeling (døgnmiddel).

Målestasjon	År	Feltareal [km <sup>2</sup> ]	Middelflom		Q200 / QM	Metode	Kurvekvalitet (flom)
			Q <sub>M</sub> [m <sup>3</sup> /s]	q <sub>M</sub> [l/s*km <sup>2</sup> ]			
2,61 Orva	19	25,4	5.12	201	2.9	Gumbel (I-mom)	Usikker
111,10 Nauståa	39	24.8	14.4	581	3.27	GEV (I-mom)	Middels

#### 4.2.3 Forholdstall mellom kulminasjon- og døgnmiddelvannføring

Kulminasjonsvannføringen kan være vesentlig større enn døgnmiddelvannføringen beregnet i tabell 5. Generelt er forholdstallet ofte størst i små og bratte nedbørfelt med liten innsjødempning.

I NVE (2011) er det presentert et formelverk som gir forhold mellom kulminasjons- og døgnmiddelvannføring for vår- og høstflom. For Sandbekken og Gardåa gir formelverket et forholdstall for vår-/høstflom på henholdsvis 1,7/2,3, og 1,6/2,1

Basert på feltkarakteristikk synes et forholdstall på ca. 2 realistisk i de to vassdragene.

#### 4.2.4 Flomformler for små nedbørfelt

I NVE (2015a) presenteres et nasjonalt formelverk for flomberegninger i nedbørfelt der feltareal er mindre enn 50 km<sup>2</sup>. Inngangsparameterne til formelen er feltareal, midlere avrenning og effektiv sjøprosent. Den største usikkerheten i formelverket er estimat av middelflom, og resulterende vekstkurve vurderes som robust. Det betyr at et godt estimat av middelflom vil redusere usikkerheten i beregningene betraktelig.

Resultatene gitt fra flomformelverket for små nedbørfelt for Sandbekken og Gardåa er presentert i Tabell 6 og

tabell 7. Middellavrenning fått fra NVE sitt avrenningskart er benyttet. Det er gitt resultater for middelestimat, samt øvre- og nedre konfidensintervall (95%).

Tabell 6: Resultater fra flomformelverket for små nedbørfelt for Sandbekken (kulminasjon).

Estimat	Middelflom		Q <sub>20</sub> / Q <sub>M</sub>	Q <sub>200</sub> / Q <sub>M</sub>	Q <sub>20</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>200</sub> [m <sup>3</sup> /s]
	Q <sub>M</sub> [m <sup>3</sup> /s]	q <sub>M</sub> [l/s*km <sup>2</sup> ]				
Lav (95 %)	0.3	329			0.5	0.8
<b>Middel</b>	<b>0.6</b>	<b>657</b>	<b>1.74</b>	<b>2.81</b>	<b>1.0</b>	<b>1.6</b>
Høy (95 %)	1.2	1314			2.0	3.3

Tabell 7: Resultater fra flomformelverket for små nedbørfelt for Gardåa (kulminasjon).

Estimat	Middelflom		Q <sub>20</sub> / Q <sub>M</sub>	Q <sub>200</sub> / Q <sub>M</sub>	Q <sub>20</sub> [m <sup>3</sup> /s]	Q <sub>200</sub> [m <sup>3</sup> /s]
	Q <sub>M</sub> [m <sup>3</sup> /s]	q <sub>M</sub> [l/s*km <sup>2</sup> ]				
Lav (95 %)	1.3	350			3.6	4.9
<b>Middel</b>	<b>2.6</b>	<b>700</b>	<b>1.71</b>	<b>2.74</b>	<b>7.2</b>	<b>9.8</b>
Høy (95 %)	5.2	1400			14.3	19.7

#### 4.2.5 Rasjonelle metoden

Den rasjonelle formelen beregner flomvannmengde basert på nedbørstatistikk, feltareal og antatt avrenningskoeffisient. Dimensjonerende nedbør hentes fra relevant IVF-kurve eller nedbørstatistikk, basert på estimert konsentrasjonstid. Det foreligger ulike anbefalinger til hvor store felt formelen bør benyttes til. Anbefalingene varierer mellom 0,2 og 5 km<sup>2</sup>. Generelt bør formelen benyttes forsiktig i naturlige felt og helst benyttes i kombinasjon med andre metoder.

Det ligger en stor grad av usikkerhet i valget av dimensjonerende nedbørverdier. Det finnes ingen nærliggende nedbørstasjon der det foreligger en representativ IVF-kurve av god kvalitet. Dimensjonerende 200-års 24-timesnedbør er vurdert basert på målinger av døgnnedbør ved stasjonene 63750 Mjøen og 66580 Nerskogen. 63750 Mjøen ligger i Oppdal sentrum ca. 5 kilometer sørvest for planområdet, mens 66580 Nerskogen ligger ca. 19 kilometer nord for planområdet. Det er utført frekvensanalyse på dataene. Resultater av frekvensanalysen på måledataene er vist i Tabell 8.

Tabell 8: Resultat fra frekvensanalyse på døgndata ved utvalgte nedbørstasjoner.

Stasjon	Måleperiode [år]	Høyde over havet [moh]	200-års døgnedbør [mm]	Metode
63750 Mjøen	1966 - 2017	512	61,4	GEV (L-mom)
66580 Nerskogen	1966 - 2008	803	67,0	GEV (L-mom)

De de to frekvensanalysene gir godt samsvar. Snittverdi (64 mm) er satt som dimensjonerende. For å justere fra døgnedbør til vilkårlig 24-timersnedbør er døgnedbøren multiplisert med en faktor på 1,13 som anbefalt i MET (2015). Det gir en 200-24-timers nedbør på 72 mm. Til sammenligning ligger Oppdal mellom nedbørregion 3 (Innlandet- Sør Norge) og 6 (Møre/Romsdal/Trøndelag), definert i MET (2015). Medianverdi for 24-timersnedbør med 200-års returperiode er her estimert til henholdsvis 54,4 og 91,6 mm. Det virker realistisk at valgt nedbørverdi ligger mellom de to estimatene.

Da det ikke foreligger gode måledata med tilstrekkelig oppløsning i området er nedbørverdier med varigheter opp mot 24 timer satt basert på forholdet til 24-timersnedbøren for aktuell region i MET (2015). Det er valgt å skalere mot region 3, som gir det mest konservative nedbørforløpet.

Konsentrasjonstiden til feltene er beregnet ved bruk av formel for naturlig felt gitt i SINTEF (1992). Avrenningskoeffisient (C-verdi) er satt basert på anbefalinger i aktuelle veiledere og erfaringsdata. Benyttede parametere og resultater fra beregninger med den rasjonelle metoden er vist i Tabell 9.

Tabell 9: Benyttede parametere og resultater fra beregninger med den rasjonelle metoden (kulminasjon).

Vassdrag	Areal [ha]	Kons. Tid [min]	I200 [l/s*ha]	C-verdi	q200 [l/s*km <sup>2</sup> ]	Q200 [m <sup>3</sup> /s]
Sandbekken	88	60	72	0,5	3600	3,2
Gardåa	373	90	56	0,5	2800	10,4

#### 4.2.6 Klimaframskrivinger

Basert på anbefalinger i NVE (2016) er et klimapåslag på 20 % vurdert som hensiktsmessig. Klimatillegget benyttes for å ta hensyn til forventende endringer i flomstørrelser frem mot år 2100.

#### 4.2.7 Dimensjonerende flommer

111.10 Nauståa har det nedbørfeltet som ligner mest på de vurderte feltene. Feltarealet er ca. 7 ganger større enn Gardåa, men til gjengjeld ligger Nauståa i et mer nedbørrikt område. Det kan derfor være sannsynlig at spesifikk døgnmiddelflom i Nauståa og Gardåa har omtrent samme størrelse. Det forventes vesentlig høyere spesifikke flomverdier i Gardåa og Sandbekken enn ved 2,61 Orva.

En spesifikk døgnmiddelflom på 550 – 600 l/s\*km<sup>2</sup> virker realistisk. Ved å benytte en spesifikk døgnmiddelflom på 580 l/s\*km<sup>2</sup>, som i Nauståa, og et forholdstall mellom



kulminasjon- og døgnmiddelvannføring på 2,0 gir det en spesifikk kulminert middelflom på 1160 l/s\*km<sup>2</sup>. Verdien ligger i øvre 95%-konfidensintervall fra flomformelverket, som kan virke realistisk basert på feltets bratthet og andel snaufjell.

Det er valgt å benytte frekvensfordelingen fått fra flomformelverket da den anses som robust. Valgt middelflom og frekvensfordeling for 200-årsflom ligger noe over resultatet fått fra den rasjonale formelen, og kan indikere at dimensjonerende vannmengder er satt noe konservativt. Det er valgt å ikke differensiere spesifikke vannmengder for Gardåa og Sandbekken, da grunnlaget er begrenset.

Dimensjonerende 200-årsflom beregnet for de to vassdragene er gitt i tabell 10.

Tabell 10: Dimensjonerende flommer for Gardåa, inkludert klimapåslag (kulminasjon).

Vassdrag	Feltareal [km <sup>2</sup> ]	Klimatillegg [%]	Middelflom		Q <sub>200</sub> [m <sup>3</sup> /s]
			Q <sub>M</sub> [m <sup>3</sup> /s]	q <sub>M</sub> [l/s*km <sup>2</sup> ]	
Sandbekken	0,88	20	1,2	1400	3,4
Gardåa	3,73	20	5,2	1400	14,2

#### 4.3 Vurdering av kritiske punkter

De kritiske punktene identifisert i avsnitt 4.1 er vurdert. Flomveiene er generert ut fra en terrengmodell med horisontal oppløsning på 1 x 1 meter (fra laserdata, 2016) og basert på metode beskrevet i Brattlie (2015), samt verifisert ved befaring.

Sandbekken renner fritt uten kryssinger frem kryssingen rett oppstrøms planområdet. Oppstrøms planområdet (Punkt 1) kysser bekken Gardåvegen gjennom et 800 mm rør. Oppstrøms Gardåvegen er det anlagt en helt ny veg hvor det også er lagt et 800 mm rør. Flomvei fra stikkrennene er diffuse der det vurderes at vannet kan ledes vestover, over parkeringsplass og videre ned i planområdet. Figur 13 viser bilde av to kryssingene.



Figur 13: Bilde av to bekkekryssinger rett oppstrøms planområdet (punkt 1).

Punkt 2 inkluderer brua under Gardåvegen, rett etter samløpet mellom Gardåa og Sandbeken nederst i planområdet. Brua har en dimensjon der  $H \times B > 2,3 \times 3.1$  meter (Lysåpning =  $7,1 \text{ m}^2$ ). Analysen av flomveier viser at naturlig flomløp forventes å gå direkte tilbake til elveløpet.

Punkt 3, 4 og 5 inkluderer bruer der Gardåa krysser under lokale hytteveier. Alle de tre bruene har en lysåpning  $> 6 \text{ m}^2$ , med et tynt brudekke. Med en dimensjonerende 200-årsflom på ca.  $14 \text{ m}^3/\text{s}$  forutsetter det gjennomsnittlig vannhastighet  $> \text{ca. } 2,5 \text{ m/s}$  for at bruene skal ha tilstrekkelig kapasitet. Hastigheten er vurdert realistisk basert på helningen til elva og resultatene i NVE (2014). Massetransport og drivgods kan potensielt redusere kapasiteten til bruene. Ved punkt 3 og 4 viser analysen av flomveier at naturlig flomløp går direkte tilbake til elveløpet. Ved punkt 5 er naturlig flomvei østover langs Gardåvegen.

Fra gjennomgangen av de kritiske punktene vurderes det at flomfare for planområdet er relatert til kapasitet på stikkrenner og flomveier fra punkt 1, samt kapasitet til bekkeløp langs planområdet.

#### 4.4 Vurdering av kapasitet til bekkeløp og kryssinger

##### 4.4.1 Bekkeløp

Karakteristiske bekketverrsnitt av Sandbekken ble målt inn under befaringen. Generelt har bekken en bunnbredde på ca. 1 – 1,5 meter. Overhøyden vestover mot planområdet varierer mellom ca. 0,6 og 2,0 meter, mens overhøyden mot eksisterende bebyggelse i øst generelt er lavere og mindre 0,5 meter på det laveste. Bekkeløpet er bratt der helningen varierer mellom ca. 10 og 20 %, og består av grovere masser. Det forventes høy friksjon mot vannmassene under flom. Figur 14 viser bilder av bekkeløp.

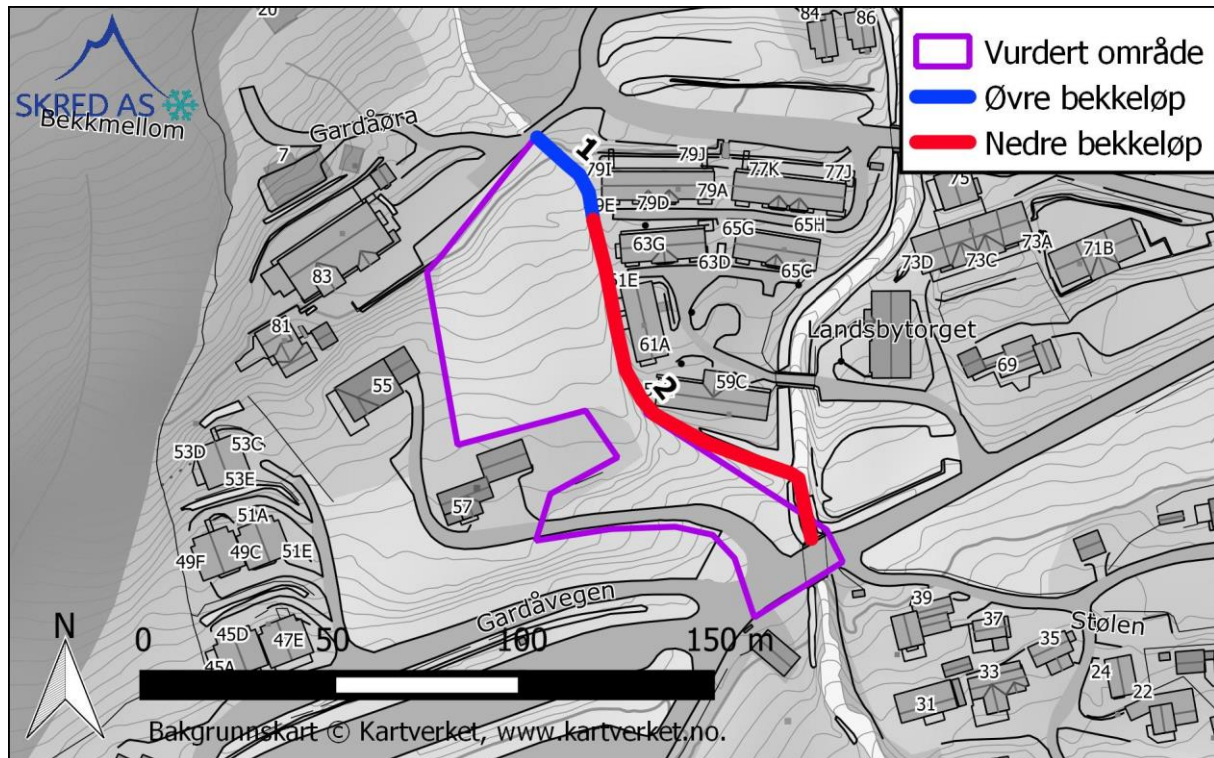


Figur 14: Karakteristika bilder av Sandbekken langs planområder.

Kapasitet til bekkeløp er estimert ved Mannings formel. Det er gjort beregninger for to delstrekninger, vist på Figur 15:



- 1) Øvre del der minimum overhøyde mot planområdet er ca. 0,6 meter.
- 2) Nedre del der bekkeløp er mer definert og overhøyde mot planområdet er > 1,5 meter. Terrenget øst for bekken ligger lavere.



Figur 15: Delstrekninger langs Sandbekken.

Det er benyttet et Manningstall på 10, bunnbredde på 1,0 meter, sidekanter på 1:1,5 og en konservativ helning på 10 %. Følgende kapasitet er estimert:

Øvre bekkeløp (1): ca. 1,8 m<sup>3</sup>/s

Nedre bekkeløp (2): > 10 m<sup>3</sup>/s

Det vurderes at øvre del ikke har kapasitet for en 200-årsflom, mens nedre del har tilstrekkelig kapasitet.

#### 4.4.2 Stikkrenner

Kapasitet til de to 800mm stikkrenne oppstrøms planområdet er estimert ved bruk av nomogram for innløpskontrollerte stikkrenner gitt i SINTEF (1992). Kapasitet er estimert til ca. 750 l/s, som er betydelig mindre en dimensjonerende 200-årsflom. Det må derfor forventes at flomveier blir aktivert også for flommer med lavere returperioder samt i situasjoner der stikkrennene er utsatt for tilstopping.

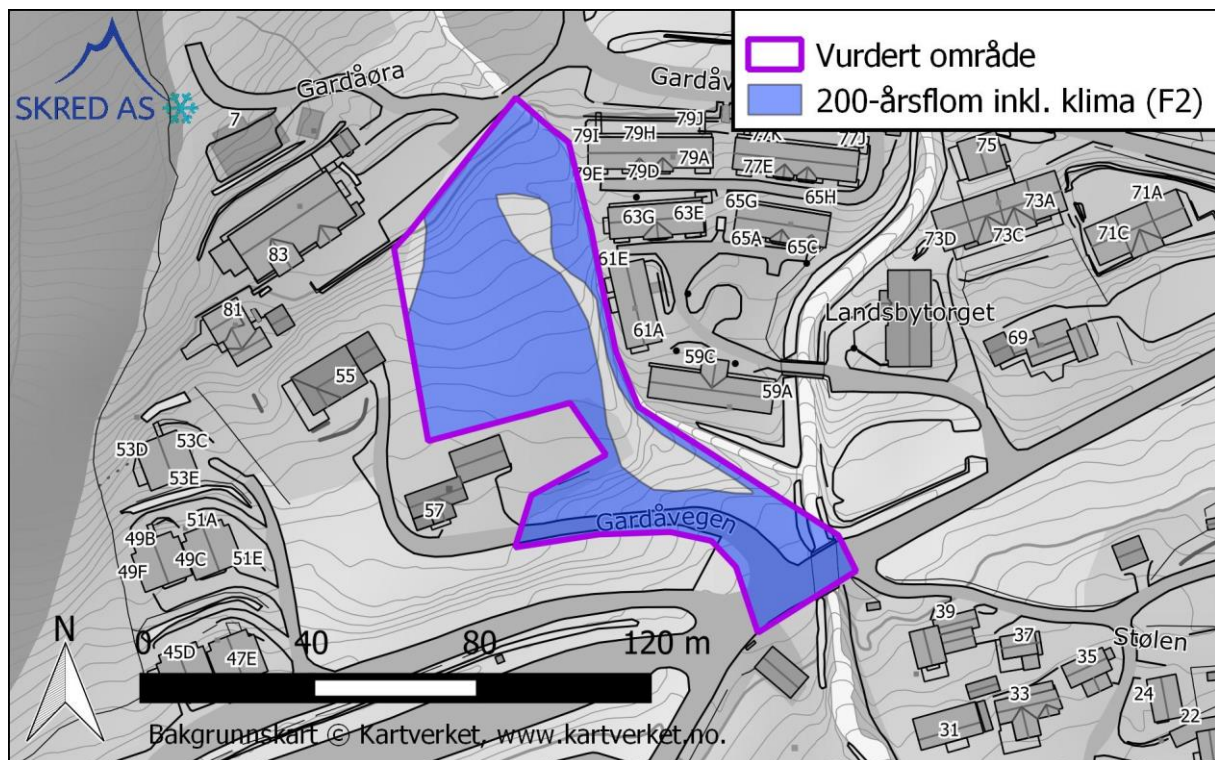
#### 4.5 Vurdering av fare for erosjon

Grunnet bekkeløpets bratthet kan det forekomme store vannhastigheter med erosjonspotensiale. Bekkeløp og kant består generelt av grovere stein og masser. Det ble under befaringen ikke påvist pågående erosjon. Forutsatt at det opprettholdes et uberørt

belte langs bekken > 5 meter vurderes det at erosjonssikkerheten er tilstrekkelig etter kravene i TEK 17 §7-2 (4). Erosjonsfare ved vann på avveie inn i planområdet er ikke vurdert.

#### 4.6 Faresone for flom

Basert på kartleggingen av kritiske punkter, flomveier og kapasitetsberegning av stikkrenner og bekkeløpet er det tegnet faresoner som viser hvilke områder som vurderes flomutsatt med en årlig sannsynlighet større enn 1/200 (sikkerhetsklasse F2). Faresonen er et resultat av liten dimensjon og diffuse flomveier fra oppstrøms stikkrenner, samt liten kapasitet i Sandbekken sin øvre del langs planområdet. Resulterende faresone er vist i Figur 16. Det store omfanget er et resultat av usikkerheten rundt flomvei fra oppstrøms stikkrenner.



Figur 16: Faresone for 200-årsflom (sikkerhetsklasse F2).

#### 4.7 Risikoreduserende tiltak

Før det etableres bebyggelse innenfor planområdet må det utføres risikoreduserende tiltak for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet mot flom. Tiltak må inkludere:

- Sikre flomvei fra oppstrøms stikkrenner, slik at flomvann ledes tilbake til bekkeløp. Flomvei bør gis en kapasitet på minimum 3,4 m<sup>3</sup>/s og bør holdes åpent. Et alternativ er å etablere definerte lavbrekk på vegbane over stikkrenner slik at vann umiddelbart ledes tilbake til bekk på nedstrøms side.
- Øke overhøyden mellom bekk og planområde i øvre del. Det må sikres en overhøyde > 1,0 meter. Dette må gjøres på en måte slik at områder øst for bekken ikke får økt ulempe.

Alle tiltak må inngå i detaljprosjekteringen for å sikre nødvendig funksjon.

## 5 Konklusjon

Skred AS har utført en skred- og flomfarevurdering ifb. regulering av et område ved Gardågrenda på Oppdal. Områdene er delvis potensielt utsatt for snøskred og jord-/flomskred ifølge de aktuelle aktsomhetskartene. I tillegg renner Sandbekken rett øst for området som utgjør en potensiell flomfare.

Alle skredtyper i bratt terreng er vurdert. Vår totalvurdering er at den vestlige delen av planområdet tilfredsstillende sikkerhetskrav for tiltak i sikkerhetsklassene S2. Den østlige delen av området, langs Sandbekken, vurderes ikke å tilfredsstillende gjeldende sikkerhetskrav for sikkerhetsklasse S2, da det kan berøres av mulig utløp av sørpeskred. Der bør utbygging unngås.

Faresonen for skred kan alternativt reduseres ved å etablere sikringstiltak mot flom-/sørpeskred ovenfor planområdet. Det mest realistiske tiltaket vil trolig være et sedimentasjonsbasseng der Sandbekken kommer ned til de nylig etablerte vegene ovenfor det vurderte området. Et slikt tiltak er søknadspliktig og må detaljprosjekteres. Skred AS kan bistå med det, om ønskelig.

Store deler av planområdet vurderes utsatt for flom etter sikkerhetsklasse F2. Faresonen er et resultat av liten dimensjon og diffuse flomveier fra oppstrøms stikkrenner, samt liten kapasitet i Sandbekken sin øvre del langs planområdet. Før det etableres bebyggelse innenfor planområdet må det utføres risikoreduserende tiltak. Alle tiltak må inngå i detaljprosjekteringen for å sikre nødvendig funksjon. Tiltak må ikke påføre omliggende områder økt ulempe.

## 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. Byggteknisk forskrift med veiledning (TEK17) [WWW Document]. Hjemmeside. URL <http://dibk.no/no/BYGGEREGLER/Gjeldende-byggeregler/Veiledning-om-tekniske-krav-til-byggverk/>
- MET, 2015                      Dimensjonerende korttidsnedbør. NIFS rapport 134-2015.
- NVE, 2011                      Retningslinjer for flomberegninger. NVE retningslinjer 4-2011.
- NVE, 2014                      Flomfarevurdering ved Gardåa. Ved området til detaljreguleringplan for Støltunet/Støltrøa.
- NVE, 2015a                    Flaumfare langs bekker – Råd og tips om kartlegging. NVE veileder 3-2015
- NVE, 2015b                    Veileder for flomberegninger i små nedbørfelt. NVE veileder 7-2015.
- NVE, 2015c                    Anbefalte metoder for flomberegninger i små uregulerte felt. NVE rapport 97-2015.
- NVE, 2016                      Klimaendring og framtidige flommer i Norge. NVE rapport 81-2016.
- Spreafico, M., Hodel, H.P., Kaspar, H., 2001. Rauheiten in ausgesuchten schweizerische Fliessgewässern.
- Terratec, 2016                NDH Oppdal 2pkt 2016