

Skjåk kommune

# ► Skredfarevurdering av Øyberget industriområde, Dønfoss, Skjåk kommune

Reguleringsplan

Oppdragsnr.: 52107941 Dokumentnr.: INGCEO-01 Versjon: J01 Dato: 2022-01-10





**Oppdragsgiver:** Skjåk kommune  
**Oppdragsgivers kontaktperson:**  
**Rådgiver:** Norconsult AS, Bryggerigata 1, NO-2609 Lillehammer  
**Oppdragsleder:** Ann Ginzkey  
**Fagansvarlig:** Henrik Langeland  
**Andre nøkkelpersoner:** Martine Lund Andresen

J01	2022-01-10	Rapport for bruk	M. L. Andresen	H. Langeland	A. Ginzkey
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

## ► Sammen drag

Norconsult AS er engasjert av Skjåk kommune for å utarbeide reguleringsplan for Øyberget industripark, ved Dønfoss i Skjåk. Store deler av planområdet ligger innenfor aktsomhetsområder for skred definert av NVE, noe som utløser krav til skredfarevurdering ved regulering av området. Skredfarevurderingen er utført i henhold til krav i plan- og bygningsloven med tilhørende byggt teknisk forskrift TEK17. Det er utarbeidet faresonekart for det aktuelle området.

Kommunen ønsker å regulere området for lett industri og fritidsbebyggelse, definert i sikkerhetsklasse S2. I tillegg er det muligens ønskelig å regulere et mindre område for tiltak definert i sikkerhetsklasse S3. Norconsult har vurdert planområdet for alle sikkerhetsklasser (S1, S2 og S3).

Det er lø sneområder for steinsprang og steinskred i fjellsiden, men det vurderes at årlig nominell sannsynlighet er mindre enn 1/5000 for denne skredtypen i planområdet. Det vurderes å kunne være potensiale for mindre jordskred i østlig del av skråningen, men slike hendelser vurderes å ha lav sannsynlighet for å nå planområdet, og vil i så fall ha svært begrenset skadepotensiale. Det kan ikke utelukkes at det finnes lø sneområder for sørpeskred innenfor platåkanten langs bekkeløpet til Gjølgingi, på bakgrunn av topografi og avstand fra bekkeløp til planområdet vurderes sannsynligheten for at et eventuelt sørpeskred når planområdet som liten, men det kan ikke utelukkes. Sørpeskred er ikke vurdert å være dimensjonerende skredtype.

NGI utførte faresonekartlegging av flere delområder i kommunen på vegne av NVE i 2018. Det ble i den forbindelse utarbeidet faresoner som berører deler av planområdet som er vurdert i denne rapporten. Faresonen som berører deler av planområdet, er knyttet til jord- og flomskred fra/langs bekkeløpet til elva Gjølgingi. Det er ikke funnet grunnlag for å revidere denne faresonen.

NGI utførte skredfarevurdering ifm. reguleringsplan for Dønfoss camping i 2016, og det ble utarbeidet faresone for skred med årlig nominell sannsynlighet  $\geq 1/5000$ , der snøskred er dimensjonerende skredtype. Planområdet fra vurderingen fra 2016 ligger rett sør for området som er vurdert i denne rapporten, og som dermed er omrammet av faresonen. Norconsult har utført dynamisk modellering av snøskred ved bruk av programvaren RAMMS:Avalanche som et hjelpemiddel til vurdering av utløpslengde til snøskred, og revurdering av faresone utarbeidet i forbindelse med reguleringsplan for Dønfoss camping i 2016. Modelleringsresultater viser at modellert scenario har utløpslengde som stopper i god avstand til plangrensen i det aktuelle området (ca. 200 m). Basert på dette, terrenghelning, avstand fra lø sneområde til planområdet og forventede snødybder vurderes sannsynligheten for snøskred med utløp til planområdets østlige del å være liten. Det er vurdert å være liten sannsynlighet for snøskred med tilstrekkelig volum og energi til å få utløp til planområdets sentrale og vestlige del, dette på bakgrunn av modelleringsresultater fra østlig del, terrengruhet i lø sneområdet, vegetasjon i form av tett, kraftig skog og mindre potensiale for pålagring av vindtransporter snø. Det er vurdert at kartleggingsområdet i sin helhet tilfredsstillende krav til sikkerhet mot snøskred for sikkerhetsklasse S3.

Planområdet er i sin helhet vurdert å ha tilstrekkelig sikkerhet mot skred i henhold til krav til sikkerhetsklasse S2. Et mindre område som er aktuelt for regulering for S3-tiltak er vurdert å ikke tilfredsstillende krav til sikkerhet mot skred i henhold til krav til sikkerhetsklasse S3. Det er utarbeidet faresonekart som viser planområdet og faresonegrense utarbeidet av NGI på vegne av NVE i 2018. Jord- og flomskred er vurdert å være dimensjonerende skredtype. Faresonegrensen er førende for plassering av byggverk og tillatt personopphold på uteareal.

## ► Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>7</b>
1.1	Bakgrunn og hensikt	7
1.2	Grunnlagsmateriale	8
1.3	Utførte undersøkelser	9
1.4	Gjeldene retningslinjer og styrende dokumenter	9
1.5	Restrisiko for skred	10
1.6	Forutsetninger for skredfarevurderingen	10
1.7	Historiske hendelser og eksisterende sikringstiltak	11
1.8	Eksisterende skredfarevurderinger	11
<b>2</b>	<b>Områdebeskrivelse</b>	<b>14</b>
2.1	Topografi og helning	14
2.2	Vannveier	15
2.3	Skog	15
2.4	Berggrunn og løsmasser	16
2.5	Aktsomhetskart	17
2.6	Klimatologiske data	17
<b>3</b>	<b>Feltobservasjoner</b>	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>Modellering</b>	<b>23</b>
4.1	RAMMS	23
4.1.1	<i>Input</i>	23
4.1.2	<i>Resultater</i>	24
4.2	Empirisk modell, Alfa Beta	24
<b>5</b>	<b>Skredfarevurdering</b>	<b>26</b>
5.1	Steinsprang	26
5.2	Steinskred	26
5.3	Jordskred	26
5.4	Flomskred	27
5.5	Snøskred	28
5.6	Sørpeskred	29
<b>6</b>	<b>Faresoner for skred</b>	<b>30</b>
6.1	Avvik fra tidligere skredfarevurderinger	30
6.2	Aktuelle sikringstiltak	30
<b>7</b>	<b>Oppsummering</b>	<b>31</b>
<b>8</b>	<b>Vedlegg</b>	<b>32</b>
<b>9</b>	<b>Referanser</b>	<b>33</b>



# 1 Innledning

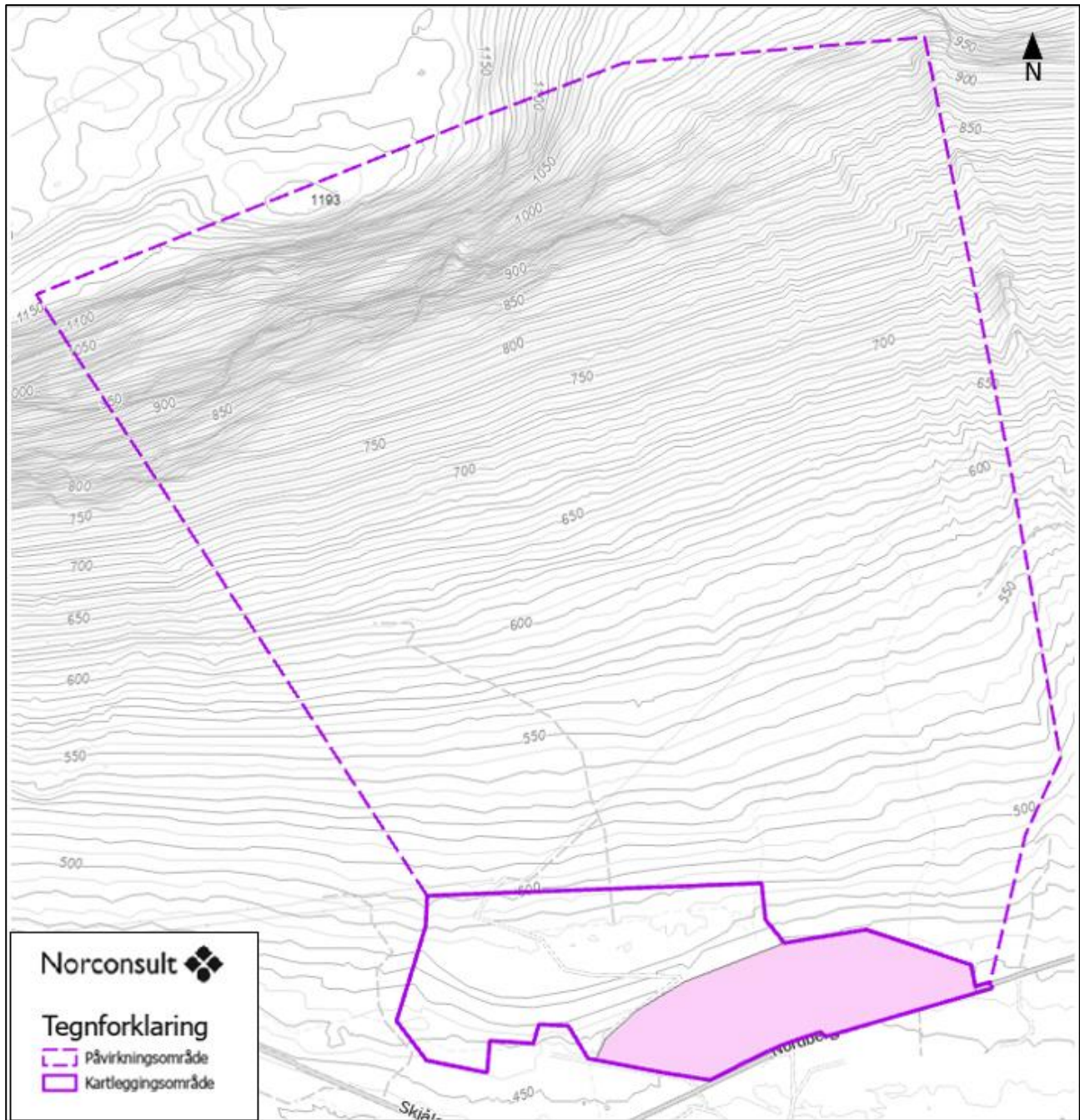
## 1.1 Bakgrunn og hensikt

Norconsult AS er engasjert av Skjåk kommune for å utarbeide reguleringsplan for Øyberget industripark, ved Dønfoss i Skjåk. I den forbindelse er det utført en skredfarevurdering for det aktuelle området. Området ligger innenfor NVEs aktsomhetsområder for snøskred og jord- og flomskred, og en del av planområdet er definert innenfor faresone for skred med sannsynlighet  $\geq 1 / 5000$ , der dimensjonerende skredtyper er jord- og flomskred og snøskred.

Skjåk kommune ønsker å regulere planområdet for lett industri og fritidsboliger, der aktuelle tiltak er definert i sikkerhetsklasse S2 iht. TEK17 §7-3. Det er også aktuelt å regulere for tiltak definert i sikkerhetsklasse S3 for et delområde vist med rosa skravur i Figur 1. Vurderingen er derfor utført med hensyn på tiltak i sikkerhetsklasse S1, S2 og S3 for hele planområdet, der nominell årlig sannsynlighet for *skred* skal være mindre enn henholdsvis 1/100, 1/1000 og 1/5000.

Kartleggingsområdet og påvirkningsområdet er angitt på (Figur 1). Kartleggingsområdet er området hvor tiltaket skal etableres og den reelle skredfaren skal avklares, mens påvirkningsområdet er området som kan generere skred inn mot kartleggingsområdet.





Figur 1: Oversikt over kartleggingsområdet og påvirkningsområdet. Rosa område er aktuelt for regulering for tiltak definert i sikkerhetsklasse S3.

## 1.2 Grunnlagsmateriale

Skredfarevurderingen er basert på følgende tilgjengelig grunnlagsdata:



- Høydemodell fra 2019 med 1 meter oppløsning ([www.hoydedata.no](http://www.hoydedata.no))
- Tilgjengelige flybilder fra 1958 til 2020 ([www.norgebilder.no](http://www.norgebilder.no))
- Berggrunns kart og kvartærgeologiske kart (løsmassekart) fra NGU ([www.ngu.no/emne/kart-pa-nett](http://www.ngu.no/emne/kart-pa-nett))
- Faresoner for skred i bratt terreng og fjellskred fra NVE atlas ([atlas.nve.no](http://atlas.nve.no))
- Skredhendelser og aktsomhetskart for steinsprang, jord- og flomskred og snøskred fra NVE atlas ([atlas.nve.no](http://atlas.nve.no))
- Skogsdata fra NIBIO ([www.nibio.no/tjenester](http://www.nibio.no/tjenester))
- Historiske klimadata hentet fra eksisterende skredfarevurderinger [1] og [2].
- Deformasjonsmålinger basert på satellittmålinger hentet fra kartjenesten InSAR ([www.ngu.no/emne/kart-pa-nett](http://www.ngu.no/emne/kart-pa-nett))
- NGUs nasjonale database for ustabile fjellpartier ([geo.ngu.no/kart/ustabilefjellparti\\_mobil/](http://geo.ngu.no/kart/ustabilefjellparti_mobil/))
- *Skredfarekartlegging i Lom, Skjåk og Vågå kommuner*, NGI, 2018. NVE Eksternrapport nr 7-2018 [1].
- *Skredfarevurdering for Dønness Camping*, NGI, 2016 [2].

### 1.3 Utførte undersøkelser

Feltarbeidet i forbindelse med denne skredfarevurderingen har bestått i befarings av det aktuelle området for å gjøre observasjoner og registreringer. Befaringen ble gjennomført av ingeniørgeolog Martine Lund Andresen 14. oktober 2021. Under befaringsen var det vekslings mellom oppholdsvær og lett regn og omkring 5 grader. Det aktuelle området i lia ovenfor besøkssenteret til Øyberget kraftverk og Dønness camping ble gjennomgått og potensielle løснеområder for skred, terrengformer, vegetasjon og tegn til tidligere skredhendelser ble registrert. Registreringskart Figur 7 viser området som er vurdert og kartlagt til fots. Løsnakeområder for snøskred og berghamre i øvre del av skråningsen er observert fra avstand.

Observasjoner og registreringer er i etterkant sammenlignet med kartgrunnlag og øvrig grunnlagsmateriale.

Kartleggingsområdet har i etterkant av befaringsen blitt utvidet mot øst. Det er derfor ikke utført befarings i den østlige delen av påvirkningsområdet, se registreringskart vist i Figur 7.

### 1.4 Gjeldene retningslinjer og styrende dokumenter

Sikkerhetskravene som skal legges til grunn ved regulering og byggesak, er gitt i plan- og bygningsloven (PBL) §§ 28-1 og 29-5 med tilhørende byggteknisk forskrift (TEK17) §7-3 «Sikkerhet mot skred» [3].

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) sine retningslinjer «Flom- og skredfare i arealplaner» beskriver hvordan skredfare bør utredes og innarbeides i arealplaner og hvordan aktsomhetskart og faresonekart kan brukes til å identifisere skredfareområder [4]. Til retningslinjene er NVEs veileder (versjonsdato 12.11.2020) «Sikkerhet mot skred i bratt terreng. Utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak» tilknyttet, som gir anbefalings til hvordan skredfare bør vurderes og kartlegges i bratt terreng på ulike plannivå etter PBL [5].

I henhold til TEK17 skal byggverk og tilhørende uteareal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot skred slik at krav til nominelle årlige sannsynlighet ikke overskrider kravet til sikkerhetsklassen som tiltaket tilhører, se Tabell 1.

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområder [3].

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

Retningsgivende eksempler til bestemmelse av sikkerhetsklasse er beskrevet i TEK17. Byggverk hvor konsekvensen av et skred, herunder sekundærvirkninger av skred, er særlig stor, skal ikke plasseres i skredfarlig område.

I S1 inngår byggverk der skred vil ha liten konsekvens. Eksempel er garasjer, uthus, båtnaust, mindre brygger og lagerbygninger med lite personopphold. Enkelte mindre tilbygg, påbygg, ombygging og bruksendringer er omfattet av sikkerhetsklasse S1.

I S2 inngår byggverk der det normalt oppholder seg maksimum 25 personer, og/eller der det er middels økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser ved skredhendelser. Eksempel er boliger med maksimalt 10 boenheter, arbeids- og publikumsbygg/brakkerigg/overnattingssted der det normalt oppholder seg maksimum 25 personer, driftsbygninger i landbruket, parkeringshus og hamneanlegg.

I S3 inngår byggverk der det normalt oppholder seg mer enn 25 personer, og/eller der skred vil føre til store økonomiske og/eller samfunnsmessige konsekvenser. Eksempel er byggverk med flere boenheter og personer enn i S2, i tillegg til skoler, barnehager, sykehjem og lokale beredskapsinstitusjoner.

Området planlegges regulert for lett industri og fritidsbebyggelse som er vurdert å havne i sikkerhetsklasse S2. Det skal også etableres en ny adkomstveg til området, denne er tenkt å ta av fra hovedveg øst i planområdet og krysse området som er aktuelt for S3-tiltak. Adkomstvegen er definert i sikkerhetsklasse S1. Videre kan det være aktuelt å regulere et delområde for tiltak som defineres i sikkerhetsklasse S3, det kan være snakk om utvidelse av eksisterende campingplass eller fritidsbebyggelse der det må tas høyde for byggverk med personopphold over 25 personer, som defineres i sikkerhetsklasse S3.

## 1.5 Restrisiko for skred

Plan og bygningsloven med tilhørende byggeteknisk forskrift TEK17 [3] definerer hvor stor risiko (nominell årlig sannsynlighet) for skred som kan aksepteres, og dette er gjenspeilet i de ulike sikkerhetsklassene for skred. Kravene i forskriften er formulert ut ifra at desto større konsekvensen av skred kan være, desto lavere nominell sannsynlighet for skred kan aksepteres. Forskriften angir krav til nominell årlig sannsynlighet, fordi det er umulig å beregne skredsannsynligheten eksakt. Det skal i tillegg til teoretiske beregningsmetoder brukes faglig skjønn.

Årlig nominell sannsynlig er per definisjon i TEK17 vurdert ut ifra en enhetsbredde definert av en tomtebredde angitt til 30 meter. Regelverkets krav til største nominelle årlige sannsynlighet for skred medfører at maksimale utløpslengder for skred vil være lenger enn fastsatte faresonegrenser. Ut ifra gjeldende regelverk vil det derfor være en restrisiko for skred utover faresonegrensene.

## 1.6 Forutsetninger for skredfarevurderingen

Denne skredfarevurderingen tar utgangspunkt i terreng-, klima- og vegetasjonsforholdene som er aktuelle på utredningstidspunktet. Skredfarevurderingen benytter metodikk, kunnskap og verktøy som da er tilgjengelig.

Ifølge NVE veileder [5] kan det være behov for ny skredfarevurdering om forutsetningene endres. Eksempler på endret forutsetninger som kan utløse behov for ny vurdering er blant annet nye skredhendelser, nye opplysninger om tidligere skredhendelser som ikke var nevnt, endret terrengforhold (eks. sikringstiltak, terrenginngrep), endret vegetasjonsforhold (eks. flatehogst), endret hydrologiske forhold (eks. grøfter, skogsbilveier), oppdaget tydelige feil og mangler i tidligere skredfarevurdering og ny metodikk tilgjengelig.

## 1.7 Historiske hendelser og eksisterende sikringstiltak

I NVEs database over skredhendelser er det ikke registrert skredhendelser i det aktuelle området for denne vurderingen. Det er registrert et steinsprang i 2018, rapportert å være utfall fra vegskjæring, langs Fv 15 vest for planområdet samt et flomskred i 1938 i elva Gjøingi øst for planområdet [6].

I rapport utarbeidet i forbindelse med regional faresonekartlegging i området er det opplyst om et steinsprang i 1971 ved gården Gjerdet, øst for det aktuelle planområdet [1].

Det er ikke observert eller registrert sikringstiltak mot skred i det aktuelle området.

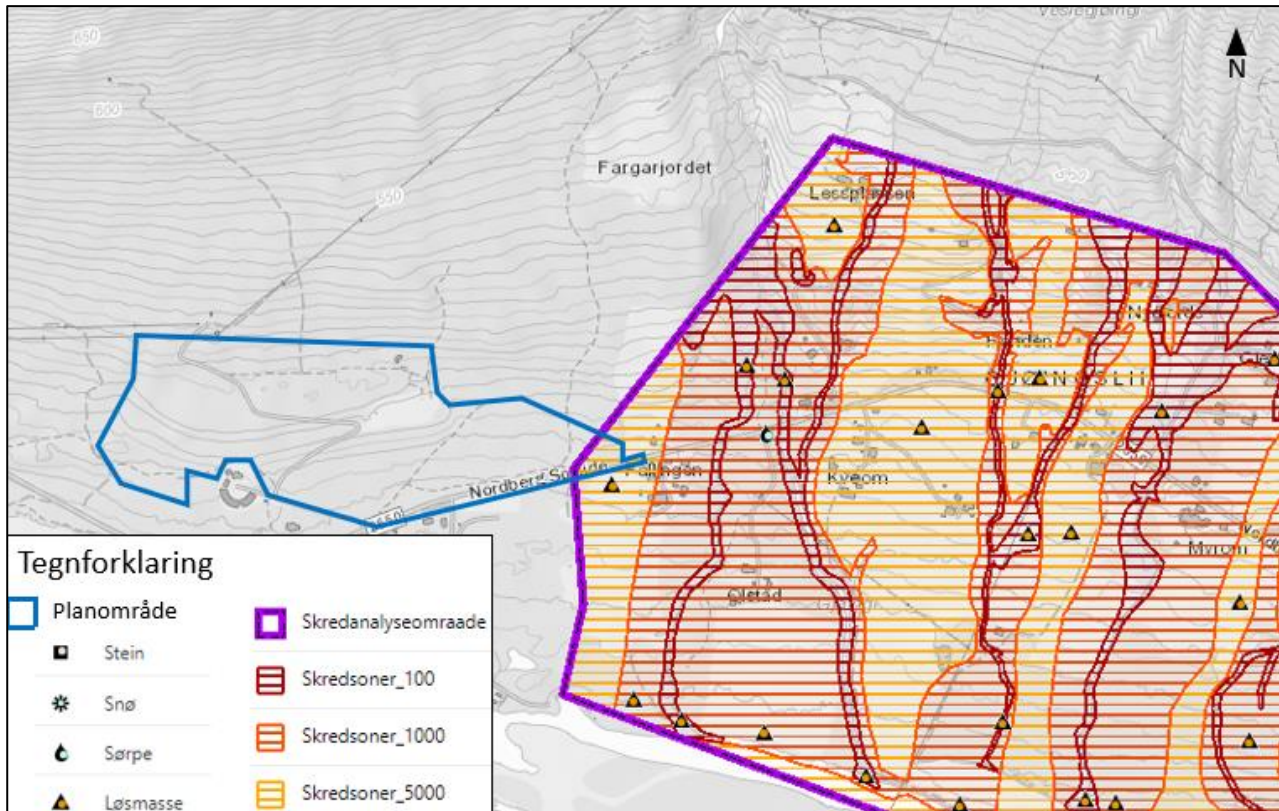
## 1.8 Eksisterende skredfarevurderinger

I forbindelse med reguleringsplan for Dønness camping utførte NGI i 2016 en skredfarevurdering for et område sør for det aktuelle planområdet for Øyberget industriområde [2]. Vurderingen konkluderer med at deler av det vurderte planområdet ikke tilfredsstiller krav til sikkerhet mot skred for sikkerhetsklasse S3, og det er tegnet faresone for skred med årlig nominell sannsynlighet  $\geq 1/5000$  i planområdets hjørne mot nordøst. Det framkommer noe uklart i rapporten, men ut ifra tekst antas det som mest sannsynlig at snøskred er vurdert å være dimensjonerende skredtype. Faresonegrense er kun utarbeidet innenfor det aktuelle planområdet, kartleggingsområdet for skredfarevurdering for Øyberget industripark er derfor ikke berørt. Planområdet for vurderingen er tilgrensende til kartleggingsområdet.

Det er også utført faresonekartlegging i regi av NVE i et større område som berører østre del av det aktuelle planområdet [1]. Her er det definert faresone for skred med årlig nominell sannsynlighet  $\geq 1/5000$  som berører en mindre del av kartleggingsområdet i sørøst, der adkomstveg er tenkt etablert (Figur 3). Flomskred er vurdert å være dimensjonerende skredtype.



Figur 2: Faresonekart fra skredfarevurdering utført av NGI i forbindelse med reguleringsplan for Dønness Camping i 2016.



Figur 3: Kartutsnitt som viser faresonekart utarbeidet av NGI på vegne av NVE. Kartleggingsområdet er berørt av faresone for skred med gjentaksintervall 1/5000 (oransje) i sørøst. Dimensjonerende skredtype er jord- og flomskred.

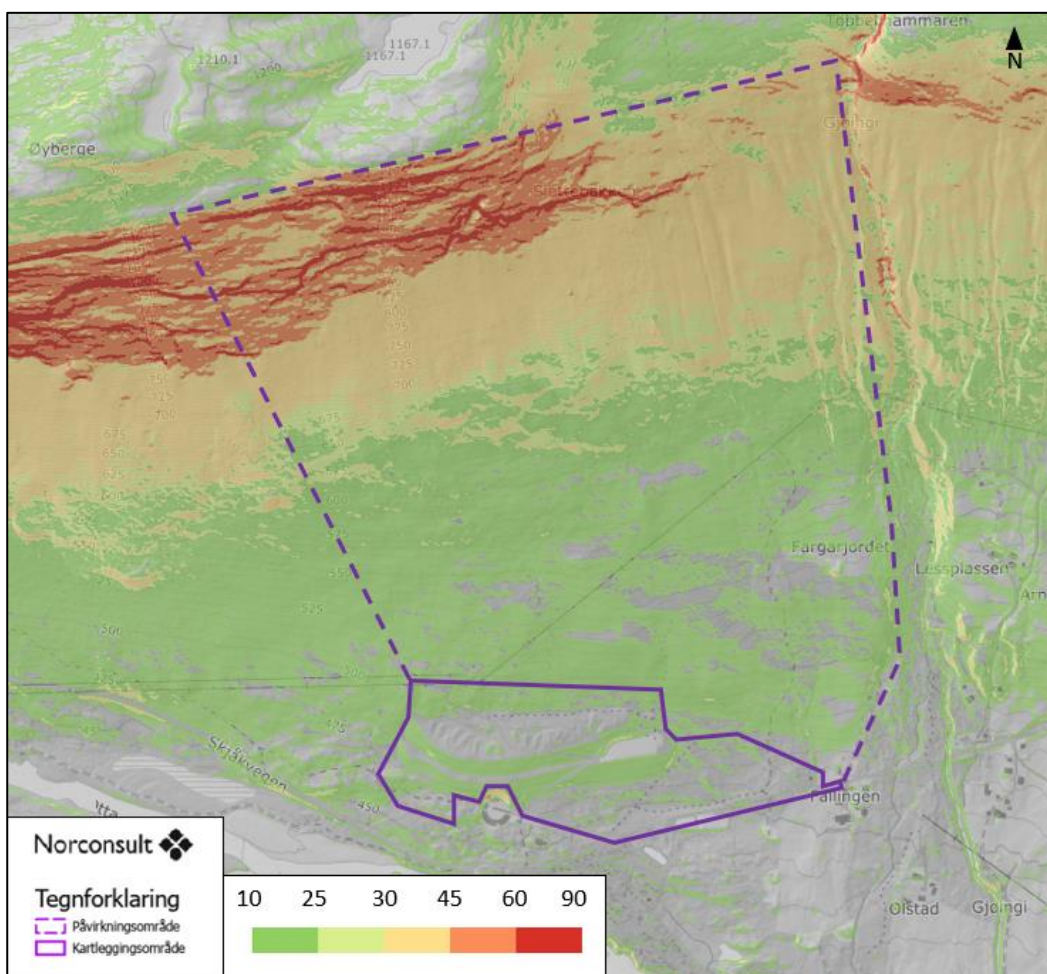


## 2 Områdebeskrivelse

### 2.1 Topografi og helning

Kartleggingsområdet ligger på massedeponi etter bygging av Øyberget kraftverk samt i skråningen ned mot lokalveg ovenfor Dønfoss camping, terrenget er flatt på det gamle deponiet og slakt hellende (0-25°) i kartleggingsområdet for øvrig. Ovenfor kartleggingsområdet stiger terrenget opp mot toppen Øyberget på 1225 moh. Fra planområdets øvre avgrensning og opp til ca. kote 650 er terrenghelningen fra 10 - 25°. Fra kote 650 og opp til platåkant på ca. kote 1150 består fjellsiden av bratte berghamre med helning 45 - 90°. Fra platåkant og opp mot toppen på Øyberget på kote 1225 stiger terrenget noe slakere, hovedsakelig 10 - 30°. Se helningskart presentert i Figur 4.

Fjellsiden i påvirkningsområdet er sør- /sørøstvendt og består av vegetasjon i form av barskog i nedre del og bratt ur og berghamre opp mot platåkant på kote 1150. Nordøst i påvirkningsområdet finnes et større åpent parti med tegn til skredaktivitet fra snøskred og eldre erosjonsløp, her er det ikke bratte berghamre i toppen av skråningen (Figur 5, Figur 8).



Figur 4: Helningskart over det aktuelle området.



Figur 5: Bilde som viser den aktuelle fjellsiden.

## 2.2 Vannveier

Det er ikke registrert eksisterende bekker, elver eller vannveier innenfor kartleggingsområdet eller påvirkningsområdet på tilgjengelig kartgrunnlag. Øst for planområdet og påvirkningsområdet renner elva Gjølgingi, elveløpet er markert og definert i øvre del av lia og noe mindre definert i nedre del. På skyggerelieff sees tydelige kanaler i øvre del av skråningen like vest for bekkeløpet. Det er også tegn til vifteformasjon i nedre del.

Det aktuelle området er ikke dekket av NIBIOs markfuktighetskart [7].

## 2.3 Skog

Ifølge skogressurskart fra NIBIO består området hovedsakelig av tett og velutviklet furuskog, med enkelte mindre innslag av granskog [7]. Kronedekningen er god og generelt mellom 80 – 100%, med unntak av et mindre område sentralt i påvirkningsområdet og et område nordøst i påvirkningsområdet. Det er enkelte hogstfelt øst i påvirkningsområdet som er snauhogde. Dette er hovedsakelig i det slake partiene i nedre del.

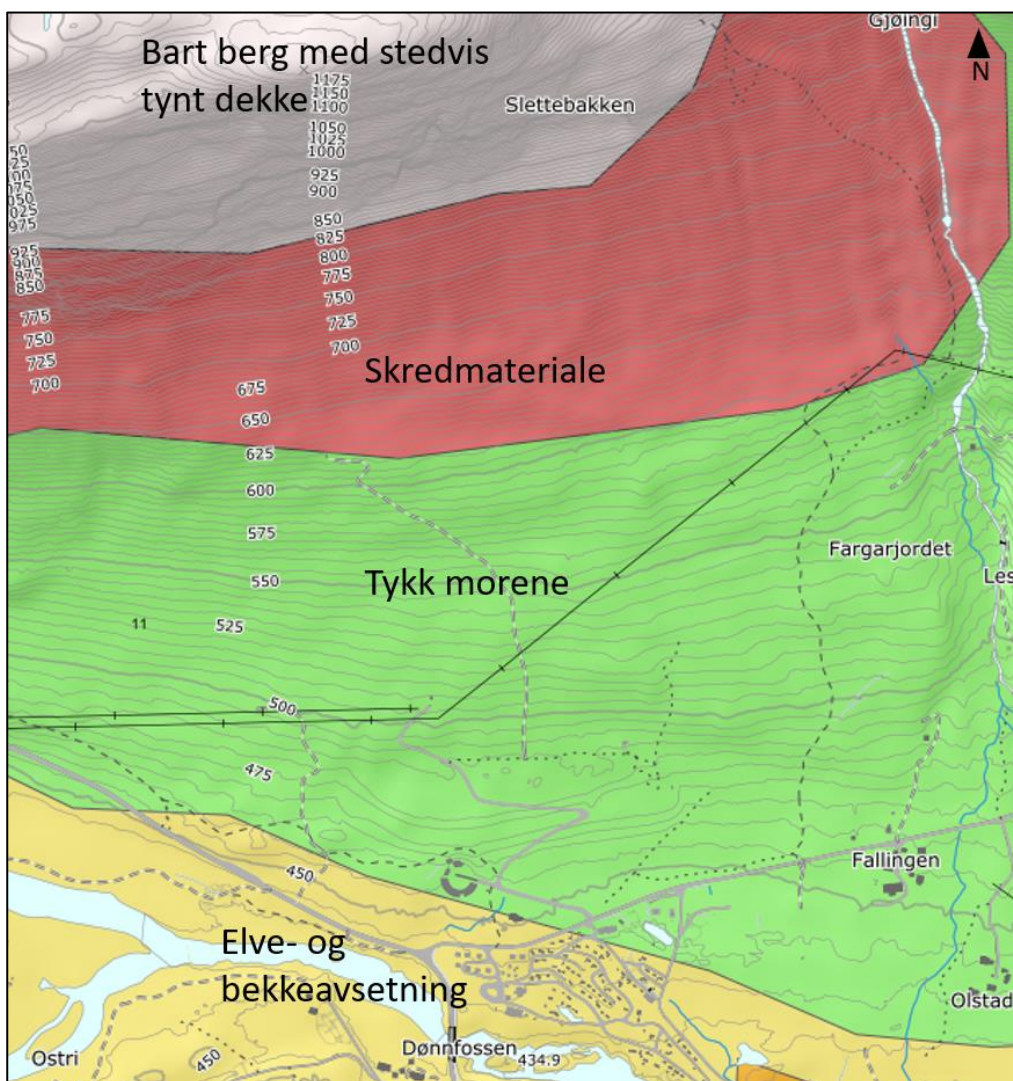


## 2.4 Berggrunn og løsmasser

NGU har utarbeidet berggrunnskart og kvartærgeologisk kart i henholdsvis målestokk 1:50 000 for det aktuelle området [8]. Målestokken er for grov til bruk i en detaljert vurdering, men er benyttet for å få en overordnet oversikt over grunnforholdene i området.

Ifølge NGUs berggrunnskart er det kartlagt å være en granittisk gneis av typen ortogneis, med striper og bånd samt stedvis augegneis [8]. Dette stemmer godt overens med observasjoner på befaring.

Det er registrert å være bart berg med stedvis tynt dekke i øvre del, etterfulgt av skredmateriale (urmasser) og tykk morene i den aktuelle skråningen. I dalbunnen ligger elve- og bekkeavsetninger (Figur 6). På befaring ble det observert urmasser fra steinsprang/steinskred noe lavere i skråningen enn det kvartærgeologisk kart antyder.



Figur 6: Kvartærgeologisk kart over området. Hentet fra [8].

## 2.5 Aktsomhetskart

I henhold til NVE sine aktsomhetskart er det definert aktsomhetsområde for snøskred og jord- og flomskred innenfor planområdet (*Vedlegg 1*). Det eksisterer ikke aktsomhetskart for snø- og steinskrud utarbeidet av NGI over det aktuelle området.

## 2.6 Klimatologiske data

Klimaanalyse er spesielt viktig i forbindelse med vurdering og modellering av snøskred. I tillegg er klima nyttig for å analysere værforhold før og under en nærliggende skredhendelse av jordskrud, flomskred og sørpeskrud. Dette for å få en bedre forståelse av hvordan klima direkte påvirker utløsning av denne typen skred. Klimaanalyse er derfor en viktig informasjonsparameter i fastsettelse av faresoner [5].

Det er utført klimaanalyse i forbindelse med de to eksisterende skredfarevurderingene som er utført i området. Disse vurderes å være representative også for kartleggingsområdet som er vurdert i denne rapporten. Data presentert i dette kapitlet er hentet fra NGIs skredfarevurdering for reguleringsplan for Dønness Camping [2], samt faresonekartlegging for Lom, Skjåk og Vågå kommuner utført av NGI for NVE [1].

Det aktuelle området er preget av innlandsklima og generelt lite nedbør, årsnedbør ved 15660 Skjåk er 317 mm [1]. Det er kalde vintre, og stort sett minusgrader i perioden november - mars. Data fra den nærmeste målestasjonen (15660 Skjåk) er vurdert som mest representativ. 3-døgns nedbør er like over 60 mm for 100 års returperiode (NERC fordeling), og rundt 100 mm for 1000 års returperiode (NERC fordeling) [1]. Årlig maks snødybde i området (15660 Skjåk) er rundt 1 m (100 års returverdi) [1]. 3-døgns nysnøtilvekst er like over 60 cm for samme stasjon ved 1000 år returperiode. Dominerende nedbørsførende vindretning vinterstid er vest / nordvest for 15720 Bråta [2]. Den aktuelle fjellsiden vil hovedsakelig få pålagring av snø ved vestnordvest vindretning.

Det er ikke registrert jord- eller flomskredhendelser i planområdet som det kan utføres detaljert klimaanalyse for. 1-døgns nedbør er like over 47 mm for 100 års returperiode (NERC fordeling), og rundt 75 mm for 1000 års returperiode (NERC fordeling) for 15660 Skjåk [1].

### 3 Feltobservasjoner

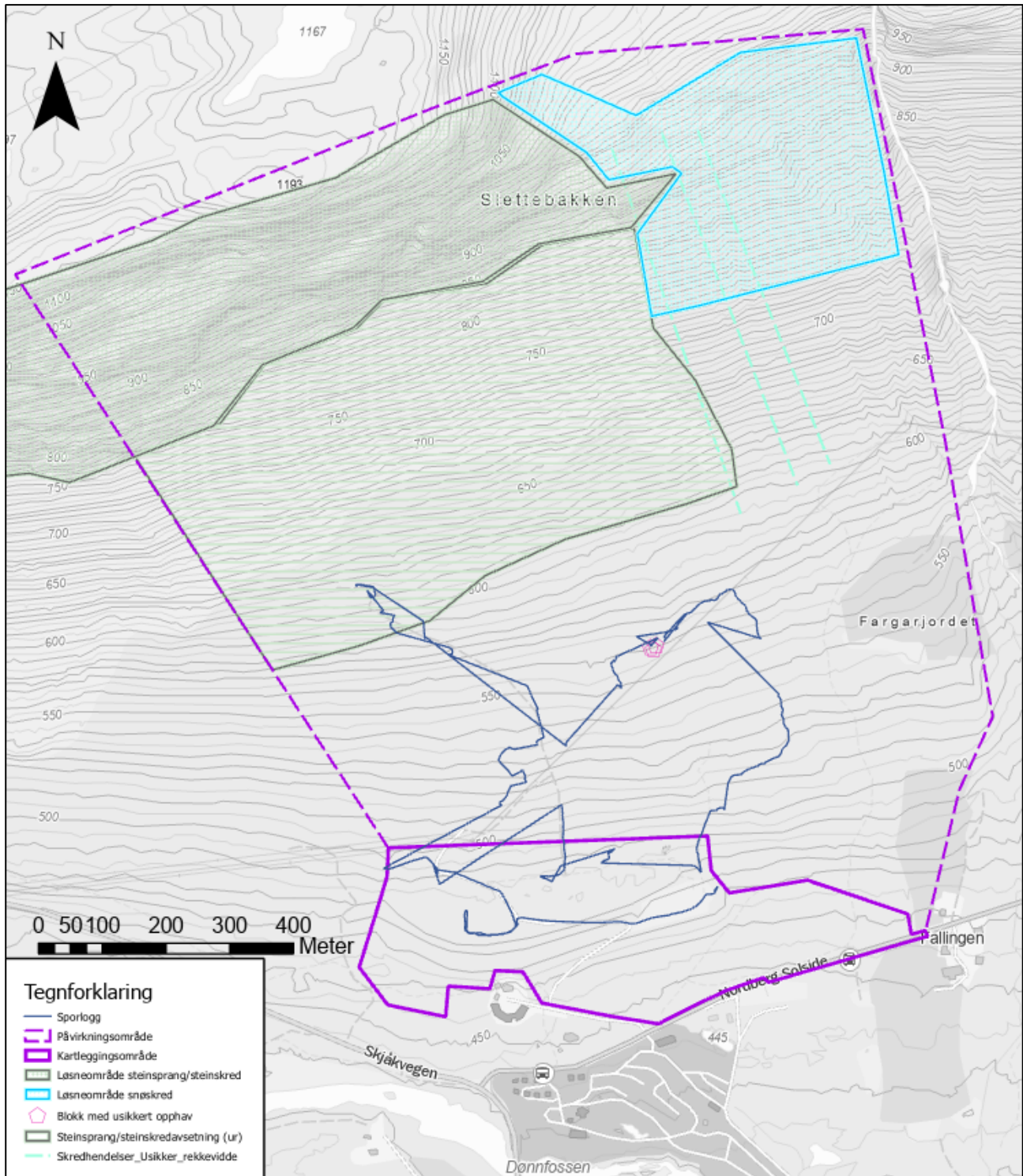
Hensikten med feltarbeidet var å få et inntrykk av topografiske forhold og aktsomhetsområdet. Omtalte observasjoner fra feltarbeidet og tilgjengelig grunnlagsdata er sammenfattet i et registeringskart (Figur 7).

Det er observert blokker også nedenfor det som er definert som urfot på registeringskartet, men dette er kun spredte blokker og ikke sammenhengende ur. Blokkene som er observert sentralt i området og markert med 'ukjent opprinnelse' på registeringskart vurderes å mest sannsynlig være moreneblokker eller smelteblokker fra isen under siste istid, men det kan ikke utelukkes at de stammer fra en større skredhendelse. Det er observert å være morenemasser, til dels med noe mektighet, i nedre del av skråningen (Figur 11). Massene framstår stabile og det er ikke observert utglidninger eller erosjon.

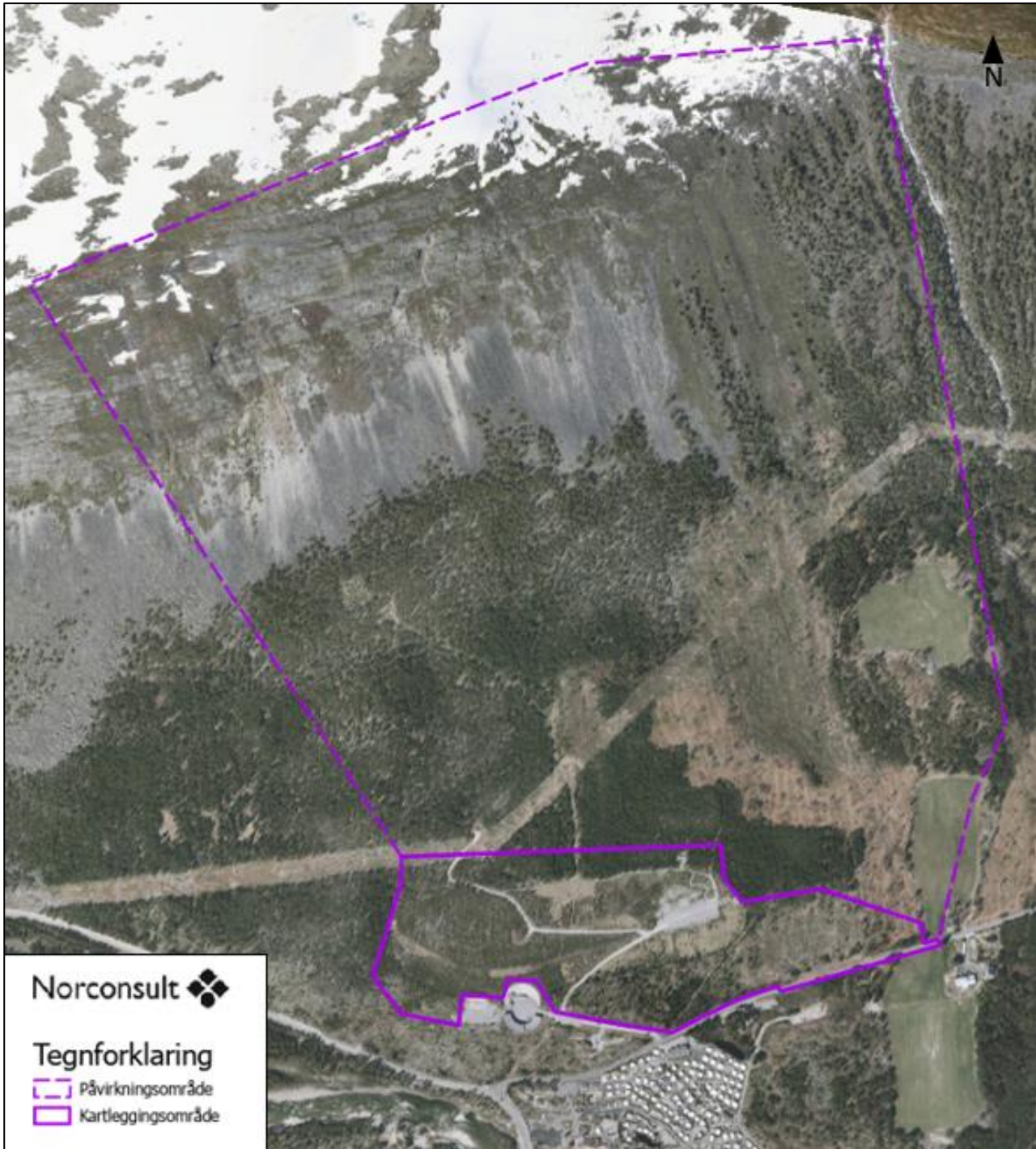
Påvirkningsområdet består hovedsakelig av tett, velutviklet furuskog, med enkelte innslag av granskog. Øst i påvirkningsområdet er det et større parti som er tilnærmet fritt for skog. Her ser en tydelig mindre raviner i skråningen (Figur 8).

Det ble ikke observert bekker, elver eller andre definerte vannveier på befaring. Det er observert enkelte mindre terrengsøkk som potensielt kan drenere vann, men det ble ikke observert tegn til vannføring eller erosjon. Øst for påvirkningsområdet renner Gjøinga i et definert bekkeløp.





Figur 7: Registreringskart med observasjoner fra felt og skyggerelieff/høydemodell.



Figur 8: Flyfoto over området. Endringer i vegetasjonsforhold i forhold til hva som vises på flyfoto fra 2020 kan ikke utelukkes.





Figur 9: Bilde av område hvor det er tegn til at det har vært noe vannføring og erosjon.





Figur 10: Til venstre: Bilde som viser vegetasjonen i skråning ovenfor sentrale og vestlige deler av planområdet. Til høyre: Bilde som viser vegetasjon og utflating ovenfor kraftlinje sentralt i området.



Figur 11: Bilde tatt i vegkant. Viser morenemassene i området.



## 4 Modellering

### 4.1 RAMMS

Norconsult har modellert mulige utløpslengder til snøskred fra løsnedområder i fjellsiden ovenfor kartleggingsområdet. Resultater fra modelleringen er vist i Vedlegg 3 og beskrevet i nærmere detalj i kap. 5.5. I denne rapporten har RAMMS (Rapid Mass Movements) blitt brukt som modelleringsverktøy. Programmet er en 2-dimensjonal numerisk modell som beregner skredhastighet, flyte høyde (skredtykkelse) og bredde til snøskred over et 3 – dimensjonalt terreng i skredbanen. Modellen er utviklet i Sveits, og er kalibrert etter fullskala testforsøk gjort med snøskred i alpine (Christen, 2004).

Forståelsen av de fysiske og dynamiske egenskapene til et snøskred i bevegelse er komplisert og er ennå ikke fullt ut forstått. Skredets hastighet, volum, vanninnhold og temperatur er i konstant endring når skredet beveger seg nedover skredbanen. Det er også en utfordring å implementere stoppkriterier for å modellere oppbremsingen til skredene i utløpsområdet. Terrenghelning og kurvatur i skredbanen er også faktorer som i stor grad påvirker dynamikken og egenskapene i skredet. RAMMS tar ikke hensyn til snøsky som utvikles i front av tørre snøskred. Erfaringer viser at snøsky og den fluidiserte delen av skredet kan gå en god del lenger enn de faste massene.

I dette tilfelle er det standard versjonen av RAMMS (1,7,20) som er benyttet. Denne modulen er bygd på granulære friksjonslover som er bedre tilpasset tørre skred enn våte skred, og tar ikke betraktning at snøens fysiske egenskaper endres underveis i skredløpet. De fleste snøskred øker gjerne i volum nedover skredbanen som følge av meddriving/erosjon (entrainment). Samtidig kan skred også avsette masser. Standard versjonen tar ikke hensyn til endring i volum slik at løsnenvolumet (startvolumet) er det samme som det totale skredvolumet i modellen. I noen skredløp kan denne forenklingen gi et godt resultat, mens i andre skredløp kan det totale skredvolumet bli underestimert. En måte å kompensere for eventuelt meddriving er å legge til et løsnedområde i skredbanen der man forventer at skredet vil vokse.

En annen utfordring er å ha en god nok digital terrengmodell som klarer å fange opp små terrengformasjoner som påvirker oppførselen til skredene. Dette kan føre til at modellen simulerer skred som tar andre veier i terrenget enn det som er observert i virkeligheten. I dette tilfelle ble det brukt en terrengmodell med grid-oppløsning på 2 meter som gir en god fremstilling av kanalisert terreng. Modellen vil aldri simulere virkeligheten, og er kun et hjelpemiddel for å vurdere av utbredelse og hastighet til skredene.

#### 4.1.1 Input

Det er tatt utgangspunkt i et flakskredscenario med tørr snø langs hele skredbanen (kohesjon=0). Vurdert skredscenario har en antatt returperiode på 1000 - 5000 år. Bruddkant til løsnedområdene er vurdert ut ifra flyfoto, terenganalyse og erfaring fra lignende prosjekter. Det ble gjort følgende vurdert av inputparametere i RAMMS:

- Tykkelse av skredflak er vurdert til å være 1,5 m. Dette er basert på forventet 3-dgnsnedbør med returperiode på ca. 1000 år (ca. 120 cm) og forventet pålagring fra vindtransportert snø (ca. 30 cm). Dette forventes å gjenspeile et scenario med ønsket returperiode.
- Det er benyttet standard friksjonsparametere med høydeintervall for friksjon tilpasset norske forhold. lim 1: 900 m og lim 2: 400 m.
- Friksjonsparametere er justert til returperiode 300 år (maksimalt i RAMMS).
- Det er ikke tatt hensyn til skog med tanke på bremsemotstand.
- Meddriving i skredbanen er ikke tatt hensyn til.



Det er simulert utløpslengde til snøskred fra et løsneområde like nedenfor platåkant. Dette for å simulere skred fra det området der det forventes størst pålagring av vindtransportert snø og dermed størst forventet flaktykkelse. Volum av løsneområdet er av RAMMS beregnet å være 67453 m<sup>3</sup>, og er av RAMMS definert å være et skred av medium størrelse.

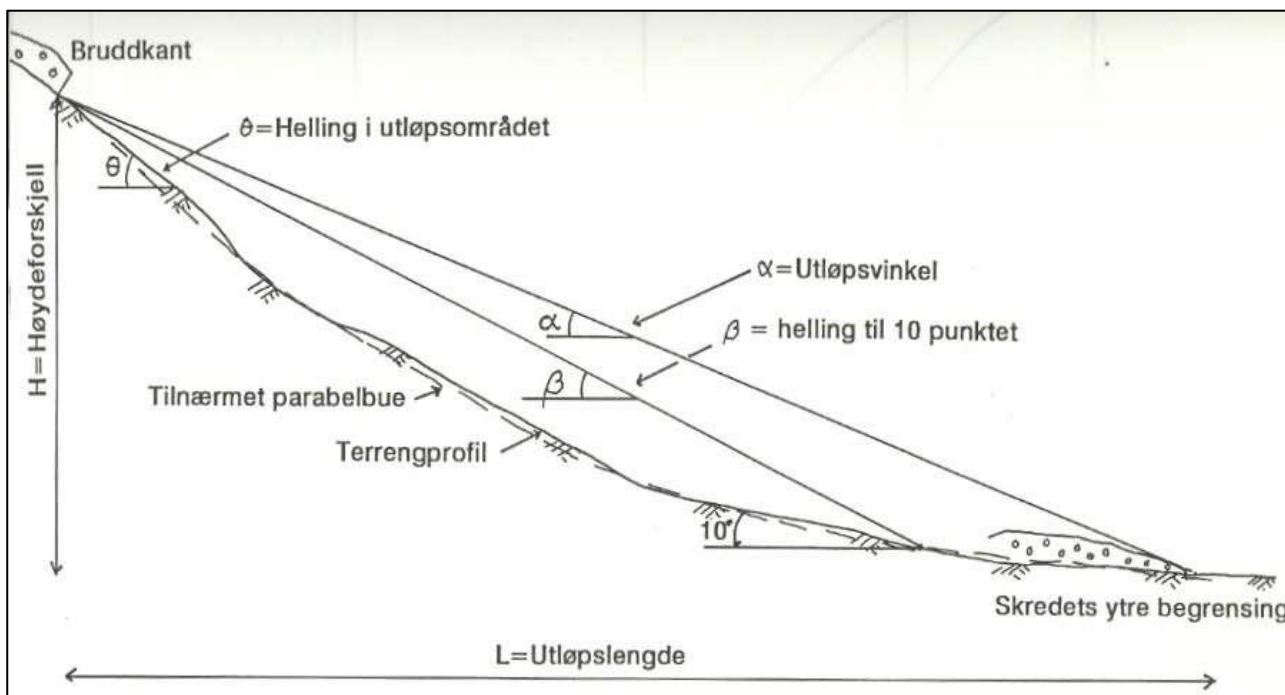
#### 4.1.2 Resultater

Vedlegg 3 viser modelleringsresultater for snøskred med utgangspunkt i en returperiode på 5000 år. Resultatene viser at snøskred fra løsneområdet stopper i skråningen ovenfor planområdet (maks utløp 510 – 520 moh), og avstanden fra lengste utløp til plangrensen i dette området er ca. 200 m. RAMMS beregner en gradvis oppbremsing av skredmassene på grunn av den gradvise utslakingen av terrenghelning ned mot planområdet. Dette stemmer godt med vurderinger som ble gjort på befaring.

#### 4.2 Empirisk modell, Alfa Beta

$\alpha/\beta$  modellen er en empirisk modell utviklet av NGI [9]. Dette er en modell hvor data fra mer enn 200 skred med kjent utløpsdistanse er benyttet til å bestemme vinkelen ( $\alpha$ ) fra skredets bruddkant til ytterste avsetning (Figur 12). I FoU programmet NIFS ble det gjort en statistisk sammenligning av ulike empiriske og numeriske modeller for snøskredsimulering ved å modellere 15 ulike skredløp i Norge med kjente utløpslengder [10]. Resultater herfra viser at  $\alpha/\beta$  - modellen med standardavvik gjennomgående beregnet de lengste utløpslengdene. Det finnes ikke data fra kjente skred i det aktuelle området, men bruk av  $\alpha/\beta$  - modellen med standardavvik vurderes å gi konservative anslag på maksimale utløpslengder.

$$\text{Snøskred: } \alpha = 0,96\beta - 1,4^\circ \quad \text{SD} = 2,3^\circ$$



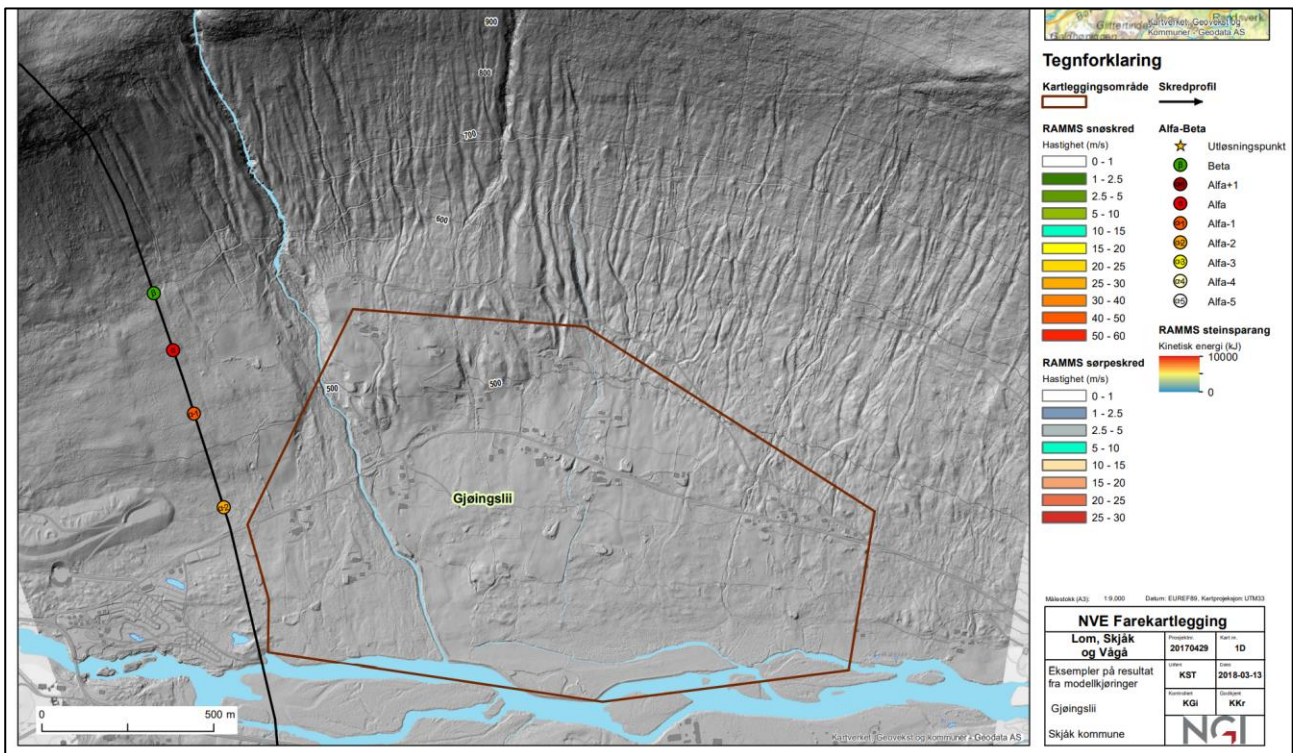
Figur 12: Prinsippskisse  $\alpha/\beta$  modellen for snøskred. Vinkel fra bruddkant til ytterste skredavsetning kan beregnes etter følgende formel  $\alpha = 0,96\beta - 1,4$ . Standardavviket SD er  $2,3^\circ$ . Hentet fra [11].

$\beta$ -punktet er det punktet langs skredbanen der skredet mister energi og begynner å avsettes. Dette punktet er funnet å være der terrenget flater ut til en helning på  $10^\circ$  for snøskred.

$\alpha/\beta$  modellen tar ikke hensyn til lokale faktorer som berggrunn, løsmasser, vegetasjon og klima og bør derfor kun benyttes som et supplement til feltobservasjoner og andre vurderinger av utløpslengde.

#### 4.2.1 Resultater fra NGIs vurdering

NGI har gjennomført empirisk modellering av skredutløp ved hjelp av Alfa beta modell [1] langs skredprofil ned mot østre del av kartleggingsområdet (Figur 13). Resultatene viser at alfapunktet er på omtrent 560 moh., alfapunktet minus ett standardavvik er på omtrent 520 moh. og alfapunktet med to standardavvik er på omtrent 460 moh. Kartleggingsområdet er lokalisert fra omtrent 470-460 moh. langs dette skredprofilet, det vil si betydelig lengre ut fra fjellsiden enn alfapunktet minus ett standardavvik.



Figur 13 Empirisk modell Alfa beta fra NGI [1].

## 5 Skredfarevurdering

Det henvises til Vedlegg 2 for en mer utdypende beskrivelse av de ulike skredtypene. Modelleringsresultater og parametervalg er fremstilt i kap. 4 og *Vedlegg 3*.

### 5.1 Steinsprang

Steinsprang og steinskred løsner vanligvis i fjellskråninger som er brattere enn 45° [5]. Stabiliteten i bergmassene påvirkes av blant annet bergartstype, oppsprekingsgrad, sprekkeforhold og foliasjon, vanntilgang og tilstedeværelse av trær og røtter (rotsprengning). Steinsprang består av enkeltblokker som hovedsakelig beveger seg uavhengig av hverandre, og det mest vesentlige energitapet skjer i kontakt med terrengoverflaten.

Det er ikke definert aktsomhetsområde for steinsprang i det aktuelle kartleggingsområdet, dette stopper høyere opp i fjellsiden. De bratte berghamrene i øvre del av fjellsiden er potensielle løsneområder for steinsprang, og det er betydelige urmasser nedenfor. Urtot er registrert å ligge på mellom kote 615 og ca. 670, og planområdets øvre grense ligger på ca. kote 500. Terrenghelningen avtar nedover mot planområdet og horisontalavstand til berghamrene er fra ca. 500 m. Det er observert enkelte spredte blokker nedenfor urttot, men det er ikke observert steinsprang med utløp til kartleggingsområdet.

Urmassene og den kraftige skogen nedenfor berghamrene vil sammen med avtakende terrenghelning bremse eventuelle steinsprang fra berghamrene. På bakgrunn av dette og god avstand til potensielle løsneområder, vurderes kartleggingsområdet i sin helhet å ha tilstrekkelig sikkerhet mot steinsprang for sikkerhetsklasse S3 da nominelle årlige sannsynlighet for steinsprang med utløp til planområdet vurderes å være mindre enn 1/5000.

### 5.2 Steinskred

Et steinskred er en massebevegelse av et større bergparti. Blokkene i steinskredet splittes oftest i mindre deler nedover skredbanen. Energien til et steinskred avtar ved støt mellom blokkene i skredet og ved kontakt med terrengunderlaget.

InSAR-data indikerer ikke bevegelse i den aktuelle fjellsiden [8]. Det er ikke observert strukturer på kartgrunnlag eller befaring som indikerer at det finnes større ustabile bergpartier som kan gi steinskred. Det ble ikke utført befaring til topplataet, observasjoner er utført fra kartleggingsområdet.

Det vurderes at vurdert område har tilstrekkelig sikkerhet mot steinskred for sikkerhetsklasse S3 da nominell årlige sannsynlighet for steinskred til kartleggingsområdet vurderes å være mindre enn 1/5000.

### 5.3 Jordskred

Jordskred er utglidning av løsmasser i terreng brattere enn 20°. De starter med en plutselig utglidning, eller vedvarende sig i terrenget, i vannmettede løsmasser [5]. Røtter fra vegetasjon vil kunne bidra til at løsmassedekket får økt styrke, samtidig som det vil kunne øke permeabiliteten i jorden. Løsmassetype og tykkelse spiller også en viktig rolle, samt menneskelige inngrep som kan endre naturlige dreneringsveier for vann. Ifølge NVEs veileder er skog stabiliserende for jordskred siden røtter og vegetasjon reduserer faren for erosjon og utglidning. I tillegg bidrar skogen høyere opp i dreneringsfeltet til å dempe vannføringen ved intens nedbør [5]. De viktigste utløsningsfaktorene er oppbygging av vanntrykk som følge av langvarig nedbør, intense regnskyl og/eller sterk snøsmelting.

Hele skråningen ovenfor sentrale og vestlige deler av planområdet er dekket av kraftig, velutviklet barskog i nedre del og urmasser/bergskrenter i øvre del. De grove urmassene drenerer vann og er ikke potensielle løsneområder for jordskred. Det er observert å være morenemasser i øvrige deler av skråningen, og den kraftige skogen binder løsmassene og absorberer vann, slik at potensialet for erosjon og utglidning

reduseres. Det er ikke observert bekkeløp eller andre vannveger i skråningen som går inn i kartleggingsområdet under befarig, og løsmassene framstår stabile. Det ble observert tegn til vannføring og noe erosjon i forbindelse med skogsbilvegen vest i påvirkningsområdet, dette vurderes å være forårsaket av vann på avveie og manglende drenering langs skogsbilvegen, utløp og omfang er begrenset (Figur 9). Utover dette er det ikke observert tegn til jordskred, erosjon eller grunn utglidning i sentrale og vestlige delen av skråningen på befarig. Det er heller ikke observert tegn til jordskred inn i kartleggingsområdet i form av vifter og avsetninger på høydemodell.

Det er ikke utført befarig til den østlige delen av påvirkningsområdet, da dette ble inkludert i vurderingen etter befarig. Av flyfoto ser det ut til at øvre deler av påvirkningsområdet er dekket av urmasser og det er enkelte mindre synlige bergskrenter, som deler opp løsmassedekke og indikerer at løsmassemektigheten i de brattere områdene er begrenset. Det er ikke observert tegn til jordskredaktivitet i området, men det er synlige renneformasjoner som viser tegn til erosjon i fjellsiden.

Det kan ikke utelukkes erosjon, utglidninger av løsmasse og mindre jordskred i påvirkningsområdet, men eventuelle jordskred vurderes å ville ha begrenset hastighet og skadepotensiale om de når kartleggingsområdet.

Det vurderes at kartleggingsområdet har tilstrekkelig sikkerhet mot jordskred for sikkerhetsklasse S3 da nominelle årlige sannsynlighet for jordskred til kartleggingsområdet vurderes å være mindre enn 1/5000.

## 5.4 Flomskred

Flomskred er hurtige vannrike skred som opptrer typisk langs bratte elver/bekkeløp, eller i raviner, hvor det er eroderbare løsmasser til stede. Oftest er helningen i løsnedområdet mellom 25 – 45°, men kan også oppstå i slakere terreng helt ned mot 15° [1]. Flomskred opptrer også der det vanligvis ikke er permanent vannføring. Vannmassene kan rive løs og transportere store mengder løsmasser, større blokker, trær og annen vegetasjon i og langs løpet. I flomsituasjoner eller ved høy vannføring kan det oppstå erosjon langs bekkeløp som over tid kan føre til ustabile masser. Ifølge NVEs veileder er skog stabiliserende for flomskred siden røtter og vegetasjon reduserer faren for erosjon og utglidning. I tillegg bidrar skogen høyere opp i dreneringsfeltet til å dempe vannføringen ved intens nedbør.

Det er ikke registrert elver eller bekker på kartgrunnlag eller flyfoto, og det er heller ikke observert bekker eller andre vannveier i skråningen i påvirkningsområdet på befarig. Videre er det ikke observert å være spor etter vannføring i forsenkninger eller ellers i terrenget, utover ved punkt langs skogsbilveg beskrevet i kap. 5.3. Det vurderes å være potensielle løsnedområder for flomskred innenfor det definerte påvirkningsområdet, og elva Gjølgingi som ligger like øst for planområdet er av NGI vurdert å kunne gi flomskred med utløp til det aktuelle planområdet. Det er her definert faresone for skred ( $p \geq 1/5000$ ) som berører en mindre del i sørøst, se Figur 3. Norconsult har ikke utført befarig til det aktuelle bekkeløpet som denne faresonen vurderes å ha utløp fra, da planområdet ble utvidet etter utført befarig. Basert på gjennomgang av kartgrunnlag og rapport fra faresonekartleggingen er det valgt å ikke endre foreliggende faresone.

Deler av planområdet tilfredsstiller på bakgrunn av dette ikke krav til sikkerhet mot flomskred for sikkerhetsklasse S3. Kartleggingsområdet er vurdert å tilfredsstille krav til sikkerhet mot flomskred for sikkerhetsklasse S2, da nominell sannsynlighet for flomskred til kartleggingsområdet er vurdert å være mindre enn 1/1000.



## 5.5 Snøskred

Snøskred løsner vanligvis der terrenget er mellom 25° - 55° bratt [5]. I slake skråninger (30° - 35°) må det komme 1-2 meter snø i løpet av tre døgn før det oppstår ustabile forhold. Forsenkninger som skålformasjoner, gjel og skar er vanlige terrengformasjoner der det kan løsne skred. Store flate områder/plataer over løsneområdene vil ofte bidra til økt akkumulering av snø inn i løsneområdene, noe som kan gi økt snøskredfare. Tett skog i fjellsiden vil ofte hindre utløsning av snøskred. Forutsetningen er at trærne er så høye at de ikke snør ned. Store snøskred med høy hastighet vil vanligvis ikke bremses før helningsvinkelen kommer under 10 - 20 grader.

### **Sentral og vestlig del av fjellsiden**

I den vestlige delen av påvirkningsområdet er det definert aktsomhetsområde for snøskred innenfor kartleggingsområdet, og det er terrenghelning som er bratt nok til at snøskred kan utløses [6]. Det vil ikke kunne akkumuleres nok snø i de bratte berghamrene til at et snøskred kan løsne. Urmassene nedenfor de bratte berghamrene er mest sannsynlig ikke så grove at det ikke vil kunne løsne snøskred fra dette området, men ura har en ujevn overflate som bidrar til at det kreves et tykkere snødekke før et snøskred av betydelig størrelse vil løsne. Sammen med forventet snømengde i området vurderes det å gi lav sannsynlighet for større snøskred fra dette området, men det kan ikke utelukkes.

Den tette og velutviklede skogen i den sentrale og vestlige delen av lia vurderes å redusere potensialet for akkumulasjon av snø og utløsning av snøskred fra dette området, og vil sammen med den avtagende terrenghelningen bremse eventuelle utglidninger fra høyereliggende terreng. Avstanden fra potensielle løsneområder til planområdet er stor (ca. 600 m) og terrenghelningen er avtagende, stedvis < 10°. Modelleringsresultater fra løsneområde øst for ura viser at snøskred vil stoppe før det når planområdet i denne delen av skråningen. Modelleringen er utført uten skog, som vurderes å ville ha en bremsende effekt på et eventuelt skred. Det forventes mindre pålagring av vindtransportert snø i dette området enn i løsneområdene lenger øst. Snøskred fra ura i sentrale og vestlige deler av planområdet vurderes å ha mindre volum og energi, og dermed kortere utløp. Sannsynligheten for snøskred med utløp til planområdets sentrale og vestlige del vurderes å være lav slik vegetasjonsforholdene er per i dag.

### **Østlig del av fjellsiden**

I den østlige delen av påvirkningsområdet, mot elva Gjølgingi, er det observert enkelte kanaler og potensielle skredrenner i det åpne partiet, både fra avstand i felt og på skyggerelieff og flyfoto (Figur 7). Den øvre, bratte delen av lia er dekket av humusdekke med gras og spredt/tynn vegetasjon, og potensialet for utløsning av snøskred fra dette området vurderes å være større enn for områdene lenger vest. Midtre og nedre deler av skråningen er avskoget, noe som forventes å gi lengre utløp enn der det er kraftig, veietablert skog. Avstanden fra potensielle løsneområder til planområdet er imidlertid stor (ca. 800 m) og terrenghelningen er avtakende med stedvis helning < 10°. Det er forventet relativt beskjedne snømengder i det aktuelle området, men øvre del forventes å få pålagring av vindtransportert snø i tillegg til nysnø. Det er ikke registrert snøskredhendelser i området og det er ikke observert tegn til større, nylige hendelser. Empirisk modell Alfa Beta fra NGI [1] viser at kartleggingsområdet er lokalisert langt utenfor alfapunktet minus ett standardavvik. Modelleringsresultater viser at snøskred stopper i lia ovenfor planområdet med avstand omkring 200 til plangrensen i dette området, dette vurderes å være realistisk basert på feltobservasjoner og gjennomgang av grunnlagsmateriale. At utløpslengde til modellert snøskred sammenfaller med alfapunktet minus ett standardavvik fra alfa-beta modellering langs samme skredprofil, utført av NGI ifm. faresonekartleggingen i 2018, underbygger at det er modellert en større, sjelden hendelse med langt utløp som vurderes å være konservativ.

Avstanden fra planområdet til terreng som er bratt nok til å kunne utløse snøskred, er stor og terrenghelningen avtakende og slak inn mot kartleggingsområdet. På bakgrunn av dette,



modelleringsresultater og observasjoner i felt vurderes sannsynligheten for snøskred med utløp til planområdets østlige del å være liten.

Det at vurderes at kartleggingsområdet har tilstrekkelig sikkerhet mot snøskred for sikkerhetsklasse S3 da nominelle årlig sannsynlighet for snøskred vurderes å være mindre enn 1/5000.

## 5.6 Sørpeskred

For at et sørpeskred skal utløses kreves et snødekke av en viss tykkelse og en terrengformasjon som muliggjør en vannmetting av snødekket. Typiske løsnedområder for sørpeskred er langs elve- og bekkeløp og andre større forsenkninger i terrenget med tilgang til vann i kombinasjon med terrengformasjoner som tillater akkumulasjon av snø. Sørpeskred kan løsne i slake partier (helt ned mot 5°) hvor det kan bli store vannansamlinger i snødekket.

Det er ikke observert vannveger i påvirkningsområdet utover bekkeløpet hvor Gjøingi renner. Det kan ikke utelukkes at sørpeskred kan utøses innenfor platåkant og følge dette bekkeløpet nedover, eller ta andre retninger. Avstanden til planområdet fra et eventuelt løsnedområde er stor, men avstanden fra Gjøingi elveløpet til planområdet er slik at et eventuelt sørpeskred kan nå bort til planområdet, som for jord- og flomskred. Sørpeskred er vurdert å ikke være dimensjonerende skredtype.

Kartleggingsområdet vurderes å ha tilstrekkelig sikkerhet mot sørpeskred for sikkerhetsklasse S2, da nominell sannsynlighet for sørpeskred er vurdert å være mindre enn 1/1000.

## 6 Faresoner for skred

Planområdet er vurdert av Norconsult i forbindelse med regulering for tiltak definert i sikkerhetsklasse S1, S2 og S3 (rosa område på Figur 1), der største nominelle årlige sannsynlighet for skred ikke skal overstige henholdsvis 1/100, 1/1000 og 1/5000.

Det er ikke funnet grunnlag for å revidere faresonen for skred med sannsynlighet  $\geq 1/5000$  definert i særøstlig hjørne av planområdet [6], der dimensjonerende skredtype er jord- og flomskred. Deler av det aktuelle planområdet vurderes derfor å ikke tilfredsstillende krav til sikkerhet mot skred for tiltak i sikkerhetsklasse S3. Det er derfor utarbeidet et faresonekart som viser planområdet og faresonen, som er utarbeidet av NGI på oppdrag for NVE [1]. Faresonegrensen er førende for plassering av byggverk og tillatt personopphold på uteareal. Nødvendig sikkerhet mot skred kan oppnås ved å etablere sikringstiltak, se kap. 6.2

Skredfarevurderingen er basert på observasjoner og vurderinger fra kartstudie og feltbefaring, resultater fra tidligere rapporter, i tillegg til modellering av utløpslengde og utbredelse av snøskred ved bruk av programvaren RAMMS:Avalanche.

Faresonekart er presentert i *Vedlegg 4*.

### 6.1 Avvik fra tidligere skredfarevurderinger

Det er tidligere utført skredfarevurdering ifm. reguleringsplan for Dønfoss camping [2]. Det ble i forbindelse med denne vurderingen tegnet faresone for skred ( $p \geq 1/5000$ ) innenfor deler av reguleringsplanområdet, som ligger nedenfor kartleggingsområdet som er vurdert i denne rapporten. Kartleggingsområdet i denne rapporten er dermed omrammet av faresonen. Dimensjonerende skredtype for faresonen er snøskred, og vurderingen og fastsettelse av faresonen er basert på blant annet alfa-beta modellen for snøskred, der alfa-punktet er vurdert å ligge ca. 300 m nord for plangrensen (opp i skråningen). Det framkommer ikke om det er benyttet dynamisk modellering av snøskred i vurderingen fra 2016, slik gjeldende veileder fra NVE (2020) nå anbefaler. Den nye vurderingen fra NGI [1] har også gjennomført vurdering av skredutløp langs et profil med Alfa beta, fra det som vurderes å være samme løsnemåte som rapportert av NGI i 2016 [2]. Resultatet fra den nye vurderingen viser at alfapunktet ligger ved omtrent 560 moh, med lengre horisontalavstand fra 2016 kartleggingsområdet enn 300 meter.

Resultater fra dynamisk modellering av snøskred viser at maksimal utløpslengden ligger ca. 200 m nord for plangrensen i østlige del av området. Maksimal utløpslengde sammenfaller med punktet alfa minus ett standaravvik fra NGIs vurdering fra 2018. Dette unerbygger vurderingen av at modellert scenario er konservativt og representerer en større, sjelden hendelse.

### 6.2 Aktuelle sikringstiltak

Om det er ønskelig eller nødvendig å benytte området innenfor faresone for skred med sannsynlighet  $p \geq 1/5000$  til tiltak som defineres i sikkerhetsklasse S3 kan det utføres sikringstiltak for å kunne oppnå tilfredsstillende sikkerheten mot skred. Aktuelle sikringstiltak kan være eksempelvis voll ved tiltaket eller sikringstiltak direkte i bekkeløpet. Sikringstiltak mot skred må dimensjoneres og detaljprosjekteres av kyndig personell.

## 7 Oppsummering

Skjåk kommune har engasjert Norconsult for å utarbeide reguleringsplan for Øyberget industriområde ved Dønfoss i Skjåk kommune. Området skal reguleres for lett industri og fritidsbebyggelse definert i sikkerhetsklasse S2, samt at et delområde muligens skal reguleres for tiltak definert i sikkerhetsklasse S3. Det skal også etableres en adkomstveg til området, denne er definert i sikkerhetsklasse S1.

Kartleggingsområdet er i sin helhet vurdert å tilfredsstille krav til sikkerhet mot skred for sikkerhetsklasse S2. Adkomstvegen, definert i sikkerhetsklasse S1, er dermed også vurdert å ha tilstrekkelig sikkerhet mot skred.

Et mindre område i sørøst er vurdert å ikke tilfredsstille krav til sikkerhet for sikkerhetsklasse S3, dette området kan ikke benyttes til tiltak definert i sikkerhetsklasse S3 med mindre det utføres sikringstiltak slik at det aktuelle området tilfredsstiller krav til sikkerhet mot skred.



## 8 Vedlegg

Vedlegg 1 Aktsomhetskart

Vedlegg 2 Skredtyper

Vedlegg 3 Modelleringsresultater RAMMS Snøskred

Vedlegg 4 Faresonekart

## 9 Referanser

- [1] NGI, «Skredfarekartlegging i Lom, Skjåk og Vågå kommuner. Eksternrapport Nr 7/2018,» NVE, 2018.
- [2] NGI, «Skredfarevurdering for Dønfoss Camping,» NGI, Oslo, 2016.
- [3] Direktoratet for byggkvalitet, «Veiledning om tekniske krav til byggverk,» [Internett]. Available: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/>.
- [4] NVE, «Flaum- og skredfare i arealplanar,» Norges vassdrags- og energidirektorat, 2014.
- [5] NVE, «Sikkerhet mot skred i bratt terreng. Utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak,» 2020. [Internett]. Available: <https://www.nve.no/veileder-skredfareutredning-bratt-terreng/>.
- [6] NVE, «Aktsomhetskart for skred, skredhendelsesdatabase,» 2021. [Internett]. Available: <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>.
- [7] NIBIO, «NIBIO - Skogressurs- og markfuktighetskart,» 2021. [Internett]. Available: [kilden.nibio.no](http://kilden.nibio.no).
- [8] NGU, «Berggrunns- og løsmassekart, Ustabile fjellparti, InSAR-kart,» 2021. [Internett]. Available: <https://www.ngu.no/emne/kart-pa-nett>.
- [9] Lied og Bakkehøi, «Empirical calculations of snow-avalanche run-out distance based on topographic parameters,» *Journal of Glaciology*, Vol 26, No.94, 1980,, 1980.
- [10] NVE, «Sammenligning av modelleringsverktøy for norske snøskred. Naturfareprosjektet: Delprosjekt 7: Skred og flomsikring,» NVE, 2015.
- [11] NVE, «Sammenligning av modelleringsverktøy for norske snøskred. Naturfareprosjektet: Delprosjekt 7: Skred og flomsikring. Rapport 107:2015,» Norges vassdrags og energidirektorat, 2015.
- [12] NVE, «Sikkerhet mot skred i bratt terreng. Utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak,» 2020. [Internett]. Available: <https://www.nve.no/skredfarekartlegging>.
- [13] NVE, «NVE-veileder nr.8-2014. Sikkerhet mot skred i bratt terreng. Kartlegging av skredfare i arealplanlegging og byggesak,» Norges vassdrags og energidirektorat (NVE), Oslo, 2014b.
- [14] NVE, «Jordskred og flomskred. Fakta korr. 09.11.2018,» Norges Vassdrags- og energidirektorat, 2018.
- [15] NGU, «Komplekse skredvifter: monitorering og karakterisering av skredavsetninger fra ulike prosesser. NGU rapport 2020.21.,» Norges geologiske undersøkelse (NGU), Trondheim, 2020.
- [16] NIFS, «Terminologi om naturfare. Naturfareprosjektet: Delporsjekt 1 Naturfarestrategi. NVE-rapport 90/2015.,» Norges Vassdrags- og energidirektorat, 2015.
- [17] Lied&Bakkehøi, «Empirical calculations of snow-avalanche run-out distance based on topographic parameters,» *Journal of Glaciology*, Vol 26, No.94, 1980, pp. 165-177, 1980.

[18] NVE, «alfa/beta modellen: GIS-verktøy for beregning av utløpslengder til skred,» januar 2022.  
[Internett]. Available:  
<https://www.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=e510e316b4654982a64a5e5c2fcff474>.



## ► Vedlegg 1 – Aktsomhetskart

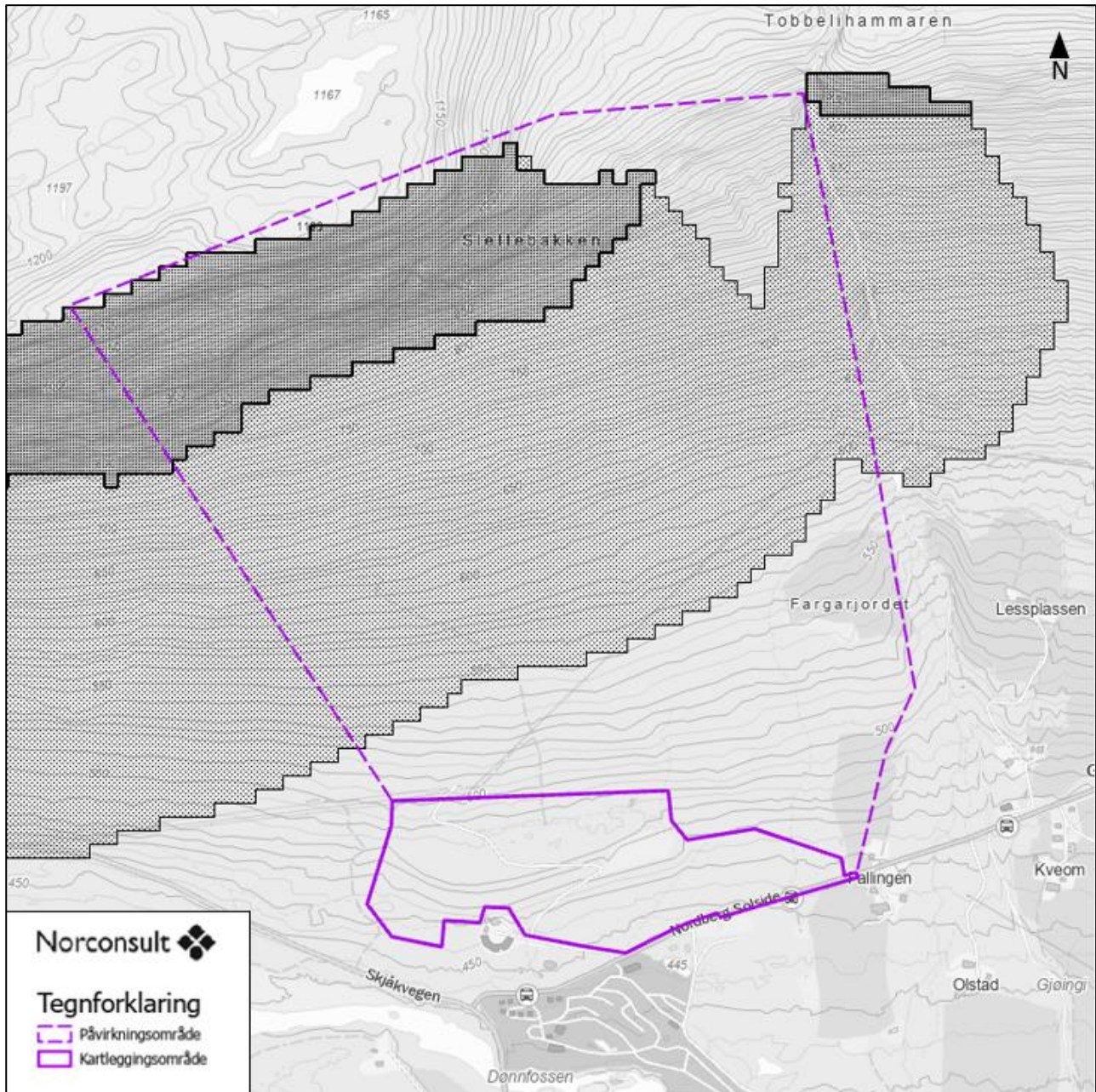
### Generell beskrivelse

NVE sine landsdekkende aktsomhetskart for steinsprang, snøskred samt jord- og flomskred viser *potensielle* fareområder for skred. Aktsomhetskart gir ikke opplysninger om sannsynlighet eller hyppighet for skred. Aktsomhetskartene er utarbeidet ved hjelp av datamodeller som ut fra terrengdata og utvalgte parametere gjenkjenner områder som teoretisk kan være utsatt for disse skredtypene. Dette er grove kart som ikke tar hensyn til lokale forhold som blant annet klima, skog og mindre terrengformasjoner. Det er ikke utført systematisk befarings ved utarbeiding av kartene. Oppløsningen på terrengmodellen som danner grunnlaget for kartene er grove (jord- og flomskred = 10 meter, steinsprang og snøskred = 25 meter), og dette kan føre til at ikke alle løsnemråder blir fanget opp. For eksempel vil skrenter lavere enn 25 meter falle utenfor. I områder der det eksisterer faresonekart erstatter disse aktsomhetskartene.

For utvalgte områder i landet finnes det aktsomhetskart for snø- og steinskrud utarbeidet av NGI. Disse er basert på tilsvarende modeller som de landsdekkende aktsomhetskartene fra NVE. I tillegg er det gjennomført enkel befarings med vurdering av terrengforhold, skogdekke og andre lokale forhold som kan påvirke utløpsområdet. I forhold til NVE sine retningslinjer kan disse kartene benyttes i stedet for de landsdekkende aktsomhetskartene for snøskred [1].

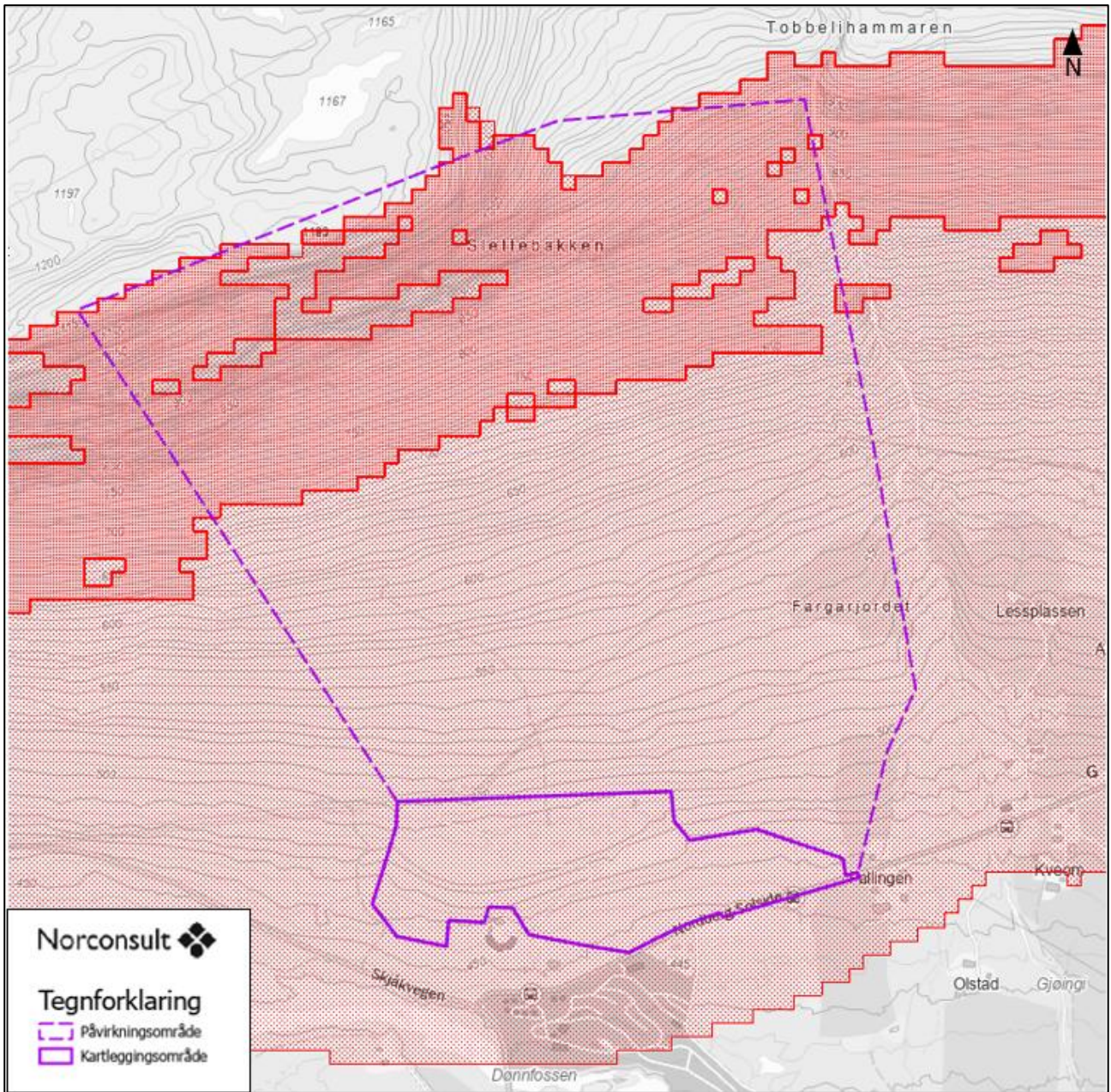
### Aktsomhetskart over vurdert område

NVEs aktsomhetskart for aktuelle skredtyper er hentet fra NVE atlas ([atlas.nve.no](http://atlas.nve.no)).



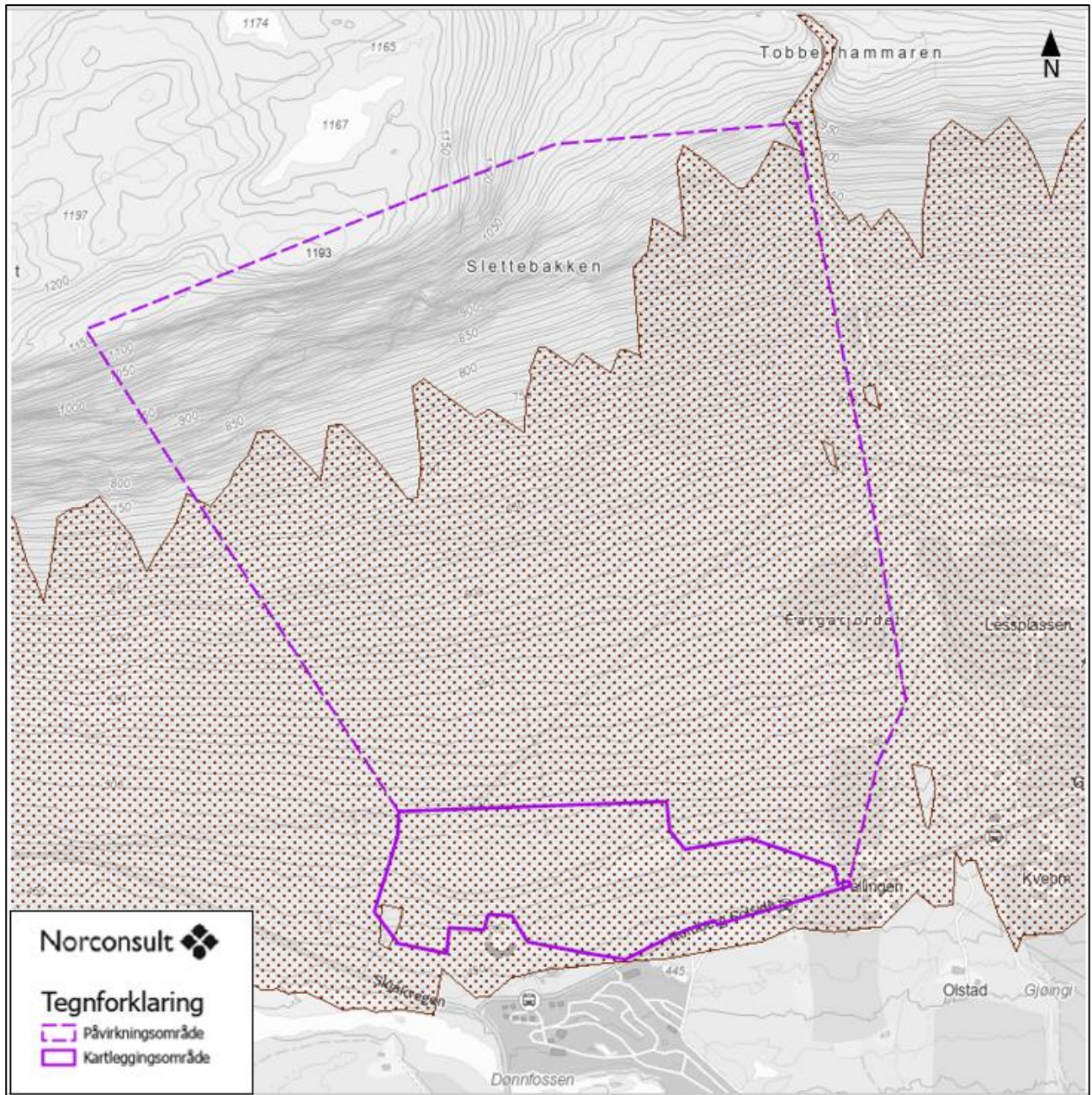
Figur 1: Aktsomhetsområder for steinsprang. Potensielle løsnemråder er vist med mørk grå skravur og potensielle utløpsområder med lys grå skravur.





Figur 2: Aktsomhetsområde for snøskred. Potensielle løsnedområder er vist med mørk rød skravur og potensielle utløpsområder med lys rød skravur.





Figur 3: Aktsomhetsområde for jord- og flomskred.



## Referanser

- [1] NVE, «Retningslinjer nr. 2/2011. Flaum- og skredfare i arealplanar.» 2014. [Internett]. Available: [http://publikasjoner.nve.no/retningslinjer/2011/retningslinjer2011\\_02.pdf](http://publikasjoner.nve.no/retningslinjer/2011/retningslinjer2011_02.pdf).

## ► Vedlegg 2 – Generell beskrivelse av ulike skredtyper

Under følger en kort beskrivelse av de ulike skredtypene. Se NVEs oppdaterte veileder [1] for ytterligere beskrivelse.

### Steinsprang og steinskred

Steinsprang og steinskred løsner vanligvis i fjellskråninger som er brattere enn 45° [1]. Stabiliteten i bergmassene påvirkes av blant annet bergartstype, oppsprekingsgrad, sprekkeforhold og foliasjon, vanntilgang og tilstedeværelse av trær og røtter (rotsprengning). Steinsprang består av enkeltblokker som beveger seg hovedsakelig uavhengig av hverandre, og det mest vesentlige energitapet skjer i kontakt med terrengoverflaten. Et steinskred er en massebevegelse av et større bergparti. Partiklene i steinskredet splittes oftest i mindre deler nedover skredbanen. Energien til et steinskred avtar ved støt mellom blokkene i skredet og ved kontakt med terrengunderlaget [1].

### Jordskred

*Jordskred* er utglidning av løsmasser i terreng brattere enn 20°. De starter med en plutselig utglidning, eller vedvarende sig i terrenget, i vannmettede løsmasser [1]. Røtter fra vegetasjon vil kunne bidra til at løsmassedekket får økt styrke, samtidig som det vil kunne øke permeabiliteten i jorden. Løsmasstype og tykkelse spiller også en viktig rolle, samt menneskelige inngrep som kan endre naturlige dreneringsveier for vann. Ifølge NVEs veileder er skog stabiliserende for jordskred siden røtter og vegetasjon reduserer faren for erosjon og utglidning. I tillegg bidrar skogen høyere opp i dreneringsfeltet til å dempe vannføringen ved intens nedbør [1]. De viktigste utløsningsfaktorene er oppbygging av vanntrykk som følge av langvarig nedbør, intense regnskyll og/eller sterk snøsmelting.

### Flomskred

*Flomskred* er hurtige vannrike skred som opptrer typisk langs bratte elver/bekkeløp, eller i raviner, hvor det er eroderbare løsmasser til stede. Oftest er helningen i løsneområdet mellom 25 – 45°, men kan også oppstå i slakere terreng helt ned mot 15° [1]. Flomskred opptrer også der det vanligvis ikke er permanent vannføring. Vannmassene kan rive løs og transportere store mengder løsmasser, større blokker, trær og annen vegetasjon i og langs løpet. I flomsituasjoner eller ved høy vannføring kan det oppstå erosjon langs bekkeløp som over tid kan føre til ustabile masser. Ifølge NVEs veileder er skog stabiliserende for flomskred siden røtter og vegetasjon reduserer faren for erosjon og utglidning. I tillegg bidrar skogen høyere opp i dreneringsfeltet til å dempe vannføringen ved intens nedbør [1].

### Snøskred

Snøskred løsner vanligvis der terrenget er mellom 25° - 55° bratt [1]. I slake skråninger (30° - 35°) må det komme 1-2 meter snø i løpet av tre døgn før det oppstår ustabile forhold. Forsenkninger som skålfformasjoner, gjel og skar er vanlige terrengformasjoner der det kan løsne skred. Store flate områder/plataer over løsneområdene vil ofte bidra til økt akkumulering av snø inn i løsneområdene, noe som kan gi økt snøskredfare. Tett skog i fjellsiden vil ofte hindre utløsning av snøskred. Forutsetningen er at trærne er så høye at de ikke snør ned [2].

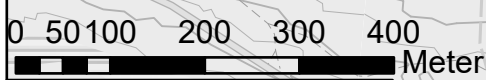
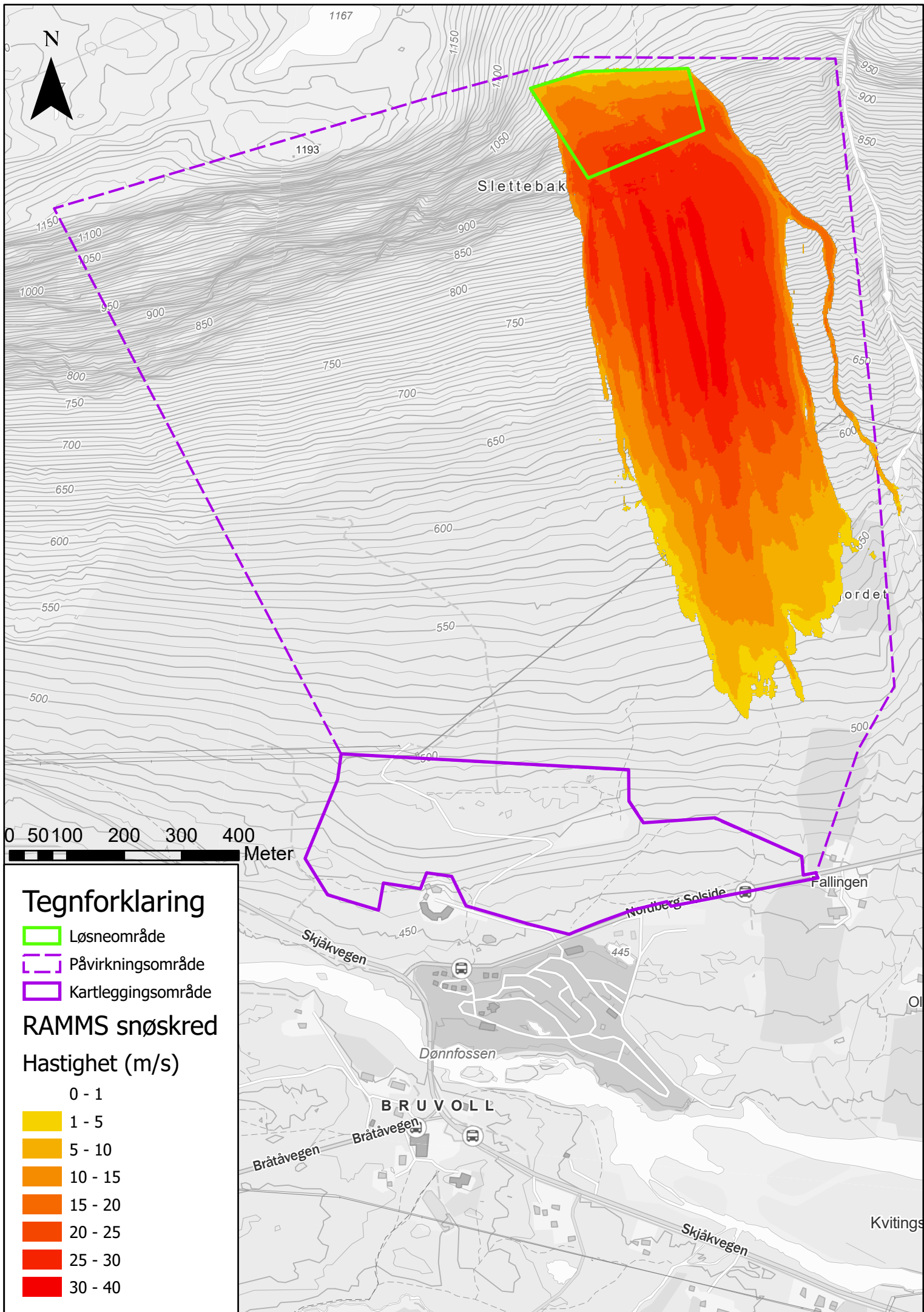
## Sørpeskred

For at et sørpeskred skal utløses kreves et snødekke av en viss tykkelse og en terrengformasjon som muliggjør en vannmetting av snødekket. Typiske løsneområder for sørpeskred er langs elve- og bekkeløp og andre større forsenkninger i terrenget med tilgang til vann i kombinasjon med terrengformasjoner som tillater akkumulasjon av snø. Sørpeskred kan løsne i slake partier (helt ned mot 5°) hvor det kan bli store vannansamlinger i snødekket. Erfaringer fra tidligere hendelser viser at snøskred som demmer opp en trang elvedal er en vanlig årsak til å få utløst sørpeskred. Når snøen er mettet med vann vil snødemningen fra snøskredet brytes som et sørpeskred. I slike tilfeller vil et sørpeskred kunne løses ut, selv om værforholdene ikke tilsier det. Sørpeskredene kan derfor forekomme i ulike terrengtyper og kan være vanskelig å forutsi. Sørpeskredene kan få lange utløp spesielt når de følger bekk – eller elveleier. Det er per i dag lite kunnskap på hvilken morfologisk og sedimentologisk signatur som kan knyttes til sørpeskred. Det er også mulig at sørpeskred kan være vanskelig å identifisere sikkert ut fra avsetninger alene siden skredene gjerne eroderer løsmasser langs løpet og kan ligne flomskred i avsetningsområdene [3].

## Referanser

- [1] NVE, «Sikkerhet mot skred i bratt terreng. Utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak.,» 2020. [Internett]. Available: <https://www.nve.no/skredfarekartlegging>.
- [2] NVE, «NVE-veileder nr.8-2014. Sikkerhet mot skred i bratt terreng. Kartlegging av skredfare i arealplanlegging og byggesak.,» Norges vassdrags og energidirektorat (NVE), Oslo, 2014b.
- [3] NGU, «Komplekse skredvifter: monitorering og karakterisering av skredavsetninger fra ulike prosesser. NGU rapport 2020.21.,» Norges geologiske undersøkelse (NGU), Trondheim, 2020.





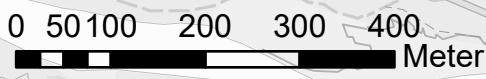
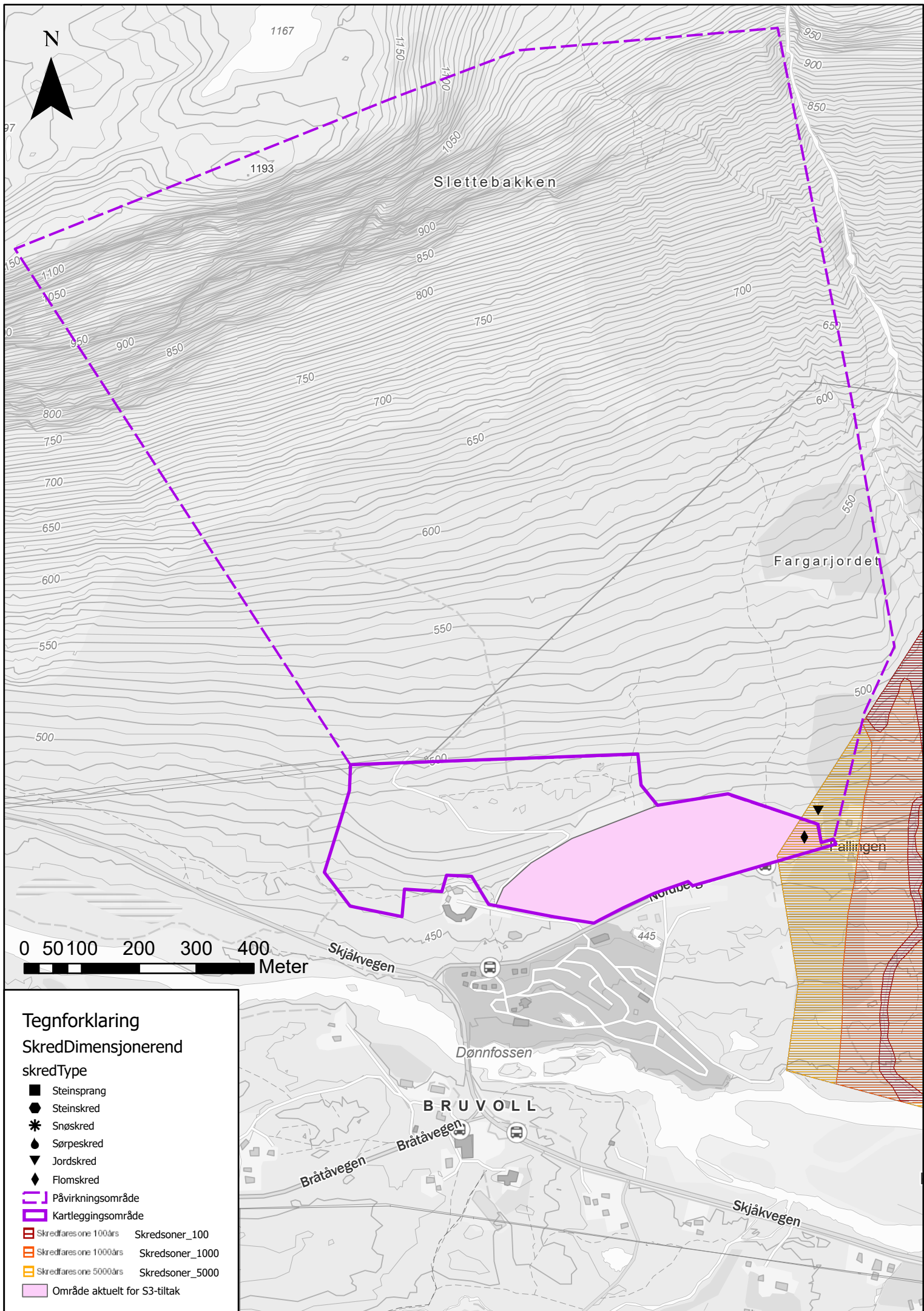
### Tegnforklaring

- Løsneområde
- Påvirkningsområde
- Kartleggingsområde

### RAMMS snøskred

#### Hastighet (m/s)

- 0 - 1
- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 25
- 25 - 30
- 30 - 40



**Tegnforklaring**

**SkredDimensjonerend**

**skredType**

- Steinsprang
- ◆ Steinskred
- \* Snøskred
- ◆ Sørpeskred
- ▼ Jordskred
- ◆ Flomskred

- ▭ Påvirkningsområde
- ▭ Kartleggingsområde

- ▭ Skredfarene one 100års Skredsoner\_100
- ▭ Skredfarene one 1000års Skredsoner\_1000
- ▭ Skredfarene one 5000års Skredsoner\_5000
- ▭ Område aktuelt for S3-tiltak

**BRUVOLL**

Slettebakken

Fargarjordet

Pallingen

Skjåkvegen

Bråtavegen

Dannfossen

Skjåkvegen

1167

1193

1150

1100

1050

900

850

800

750

700

650

600

550

500

450

400

350

300

250

200

150

100

50

0

950

900

850

800

750

700

650

600

550

500

450

400

350

300

250

200

150

100

50

0

445

400

350

300

250

200

150

100

50

0

0

0

0

0