

Ullensvang kommune

# ► Skredfarevurdering for Freim og Ragde

Faresonekartlegging

Sikkerhetsklasse S1, S2 og S3 med og uten skog

Oppdragsnr.: 52309044 Dokumentnr.: RA-INGGEO-01 Versjon: J01 Dato: 2024-05-15



<b>Oppdragsgiver:</b>	Ullensvang kommune
<b>Oppdragsgivers kontaktperson:</b>	Eirik Lia
<b>Rådgiver:</b>	Norconsult Norge AS
<b>Oppdragsleder:</b>	Berit Soldal Skogseth og Maria Erichsen Ordemann
<b>Fagansvarlig:</b>	Gunne Håland
<b>Andre nøkkelpersoner:</b>	Geir Kristoffer Godtland og Ådne Hommedal

## ► Sammendrag

Norconsult er engasjert av Ullensvang kommune i forbindelse med områdekartlegging av området mellom Skogen i nord og Hjøllo i sør, inkludert Freim og Ragde. Store deler av området ligger innfor aktsomhetszone for steinsprang, NAKSIN sitt S2 aktsomhetskart med og uten skog og jord- og flomskred. Det er omfattende skredhistorikk i området, med flest hendelser av steinskred og steinsprang.

Alle skredtyper er aktuelle innenfor kartleggingsområdet, hvorav steinskred, steinsprang flomskred og snøskred er dimensjonerende skredtyper. Sørpeskred er også aktuelt i tilknytning til dreneringsveier. Jordskred er kun aktuelt i nedre deler av fjellsiden nært Opo hvor det er observert løsmasseskråninger med tilstrekkelig helning.

Det er tegnet samlede faresoner med og uten effekt av skog vist i vedlegg 3. Ved Freim går faresonene med skog ned til Tyssedalsvegen mellom Freimselva og Mjølstølkvitlet, hvor steinskred er dimensjonerende skredtype. Større deler av bebyggelsen på Freim dekkes av 5000-årssone, samt en mindre del dekkes også av 1000-årssone. I Freimselva er det tegnet 100-årssone ned til Ragdevegen, og 1000-, og 5000-årssone ned til fjorden.

På Oppheim ved Ragde er det tegnet 5000-årssone for flomskred ned i bebyggelse. Sør på Ragde er det tegnet 5000-årssone for steinsprang ned i bebyggelsen, men ikke 1000-årssone med bakgrunn i nylig utført fjellsikring i overliggende skrenter.

På Hjøllo går faresonene ned til Opo nord for Lothepus camping og ned til svingen i Hjøllovegen sør for Lothepus camping, hvor steinsprang og jordskred er dimensjonerende skredtype.

Ved Skogen i nord er det tegnet faresoner fra lokale skrenter og skrånninger mellom boligfeltet og Tyssedalsvegen. Disse faresonene har utløp ned på vegen. Ovenfor Skogen boligfelt er det tegnet 5000-årssone ned til kanten av øverste husrekke, hvor små steinsprang er dimensjonerende skredtype.

Uten effekt av skog er det generelt tegnet noe større områder med faresone 1/100, 1/1000 og 1/5000. Skogen er vurdert å ha størst effekt på Ragde hvor det er tett granskog som vil stoppe mesteparten av steinsprang, og i området mellom Byrkjehaug og Lyngberg hvor skogen vil ha bremsende effekt på snøskred og steinsprang. Skogen er vurdert å ha størst bremsende effekt på snøskred nord for Freimselva, og størst bremsende effekt på steinsprang sør for Freimselva. Faresonene uten skog kan gi informasjon om hvordan skredfaren vil påvirkes i områdene dersom skogen forsvinner. Det påpekes at faresonene er tegnet med fullstendig fravær av skog.



J01	2024-05-15	For bruk	GEIGOD og BERSOL	GUNHAA	BERSOL / MARORD
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.

## Forord

Plan- og bygningsloven (pbl) og Byggteknisk forskrift (TEK 17, kap 7.3) [1] stiller krav til sikkerhet mot naturfare. For reguleringsplan og byggesak/-tiltak, søknadspliktig eller ikke, må det derfor dokumenteres at tilstrekkelig sikkerhet mot skredfare vil bli oppnådd i henhold til disse sikkerhetskravene.

Denne utredningen er utført av fagkyndig personell og følger NVEs veileder Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak [2], og vil dermed kunne dokumentere om sikkerhetskravene er oppfylt.

Skredtypene snø-, jord-, flom-, sørpe-, steinskred og steinsprang utredes.

## Om oppdraget

<b>Oppdragsgiver:</b>	Ullensvang kommune		
<b>Utførende foretak:</b>	Norconsult Norge AS		
<b>Skredfareutredning for:</b>			
<input checked="" type="checkbox"/> Reguleringsplan, området spesifisert i kartutsnitt/vedlegg			
<input type="checkbox"/> Hele området for eiendom med gårdsnummer ..... og bruksnummer .....			
<input type="checkbox"/> Del/deler av eiendommen med gårdsnummer ..... og bruksnummer ..... spesifisert i kartutsnitt/vedlegg			
<b>Følgende tiltak og sikkerhetsklasse er planlagt på eiendommen/planområdet:</b>			
<b>Tiltak:</b>	Bebyggelse og utvikling i Odda		
<b>Sikkerhetsklasse:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> S1	<input checked="" type="checkbox"/> S2	<input checked="" type="checkbox"/> S3 <input type="checkbox"/> S4
<b>Skog:</b>	Med og uten dagens skog		
<b>Befaring er gjennomført, eventuelt hvorfor ikke:</b>			
<input checked="" type="checkbox"/> Ja			
<input type="checkbox"/> Nei, hvorfor ikke:			
<b>Befaring gjennomført:</b>			
<b>Av:</b>	Geir Kristoffer Godtland Ådne Hommedal Berit Soldal Skogseth Gunne Håland	<b>Når:</b>	20. – 21.11.2023 og 12. – 13.03.2024

# Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>9</b>
1.1	Bakgrunn og hensikt	9
1.2	Utførte undersøkelser i felt	10
1.3	Gjeldene retningslinjer og styrende dokumenter	10
1.4	Restrisiko for skred	11
1.5	Forutsetninger for skredfarevurderingen	11
<b>2</b>	<b>Grunnlag</b>	<b>12</b>
2.1	Digital terrengmodell (DTM)	12
2.2	Aktsomhetskart	12
2.3	Skredhistorikk og informasjon fra lokale	14
2.4	Historiske bilder	30
2.5	Eksisterende skredfarevurderinger	31
2.5.1	<i>Freimslia 1953 – 2016 utført av NGI</i>	31
2.5.2	<i>Freimslia 1953 og 1961 utført av NGI</i>	34
2.5.3	<i>Hjøllo 2015 utført av Asplan Viak AS</i>	37
2.5.4	<i>Freimsanden 2018 utført av NGI</i>	38
2.5.5	<i>Ragde 2019 utført av Skred AS</i>	39
2.5.6	<i>Skogen 2023 utført av Norconsult Norge AS</i>	41
2.6	Eksisterende skredsikringstiltak	41
2.7	Klimatologiske data	43
2.7.1	<i>Nedbør og snø</i>	43
2.7.2	<i>Vind</i>	48
2.8	Satellitmålinger fra InSar og ustabile fjellpartier	50
<b>3</b>	<b>Metode</b>	<b>53</b>
3.1	Metode for vurdering av skogens effekt på skredfaren	53
3.1.1	<i>Skogens effekt på snøskred</i>	53
3.1.2	<i>Skogens effekt på steinsprang</i>	54
3.1.3	<i>Skogens effekt på jordskred, flomskred og sørpeskred</i>	57
3.2	Metode for vurdering av steinsprang og steinskred	57
3.3	Metode for vurdering av Snøskred	58
3.4	Metode for vurdering av Jordskred	58
3.5	Metode for vurdering av Flomskred	58
3.6	Metode for vurdering av Sørpeskred	59
<b>4</b>	<b>Områdebeskrivelse</b>	<b>60</b>
4.1	Topografi og helning	60
4.2	Vannveier	65

4.3	Skog	66
4.4	Berggrunn og løsmasser	69
4.5	Flyfoto og skråfoto	73
<b>5</b>	<b>Feltobservasjoner</b>	<b>81</b>
5.1	Skogen	81
5.2	Freimslia	87
5.3	Ragde og Freimselva	114
<b>6</b>	<b>Modellering</b>	<b>140</b>
6.1	Snøskred	140
6.1.1	<i>RAMMS Avalanche – input</i>	140
6.1.2	<i>Alfa-beta metoden</i>	144
6.2	Steinsprang	145
6.2.1	<i>Rockyfor3D</i>	145
6.2.2	<i>RAMMS:Rockfall</i>	146
6.3	Flomskred og sørpeskred	149
6.3.1	<i>RAMMS:Debris – input</i>	149
<b>7</b>	<b>Skredfarevurdering</b>	<b>153</b>
7.1	Steinsprang	153
7.1.1	<i>Er steinsprang aktuell prosess i påvirkningsområdet?</i>	153
7.1.2	<i>Utredning av løснеområde og løsnesannsynlighet</i>	153
7.1.3	<i>Utredning av utløp</i>	154
7.1.4	<i>Når steinsprang inn i kartleggingsområdet?</i>	154
7.2	Steinskred	155
7.2.1	<i>Er steinskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?</i>	155
7.2.2	<i>Utredning av løснеområde og løsnesannsynlighet</i>	155
7.2.3	<i>Utredning av utløp</i>	155
7.2.4	<i>Når steinskred inn i kartleggingsområdet?</i>	156
7.3	Jordskred	156
7.3.1	<i>Er jordskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?</i>	156
7.3.2	<i>Utredning av løснеområde og løsnesannsynlighet</i>	156
7.3.3	<i>Utredning av utløp</i>	156
7.3.4	<i>Når jordskred inn i kartleggingsområdet?</i>	157
7.4	Flomskred	157
7.4.1	<i>Er flomskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?</i>	157
7.4.2	<i>Utredning av løснеområde og løsnesannsynlighet</i>	157
7.4.3	<i>Utredning av utløp</i>	158
7.4.4	<i>Når flomskred inn i kartleggingsområdet?</i>	160
7.5	Snøskred	160
7.5.1	<i>Er snøskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?</i>	160

7.5.2	<i>Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet</i>	160
7.5.3	<i>Utredning av utløp</i>	162
7.5.4	<i>Når snøskred inn i kartleggingsområdet?</i>	163
7.6	Sørpeskred	163
7.6.1	<i>Er sørpeskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?</i>	163
7.6.2	<i>Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet</i>	163
7.6.3	<i>Utredning av utløp</i>	163
7.6.4	<i>Når sørpeskred inn i kartleggingsområdet?</i>	164
<b>8</b>	<b>Oppsummering av skredfare og faresoner</b>	<b>165</b>
8.1	Avvik fra tidligere skredfarevurderinger	168
8.2	Stedsspesifikk usikkerhet	170
<b>9</b>	<b>Referanser</b>	<b>171</b>

Vedlegg 1: Terrenghelningskart

Vedlegg 2: Registreringskart

Vedlegg 3: Faresonekart

Vedlegg 4: Skog med betydning for skredfaren

Vedlegg 5: Modelleringskart – Steinsprang og steinskred

Vedlegg 6: Modelleringskart – Snøskred

Vedlegg 7: Modelleringskart – Flomskred

Vedlegg 8: Modelleringskart – Sørpeskred

Vedlegg 9: Oversikt infopunkter med feltobservasjoner

Vedlegg 10: Egenerklærings skjema

Vedlegg 11: Svarskjema for uavhengig kontroll

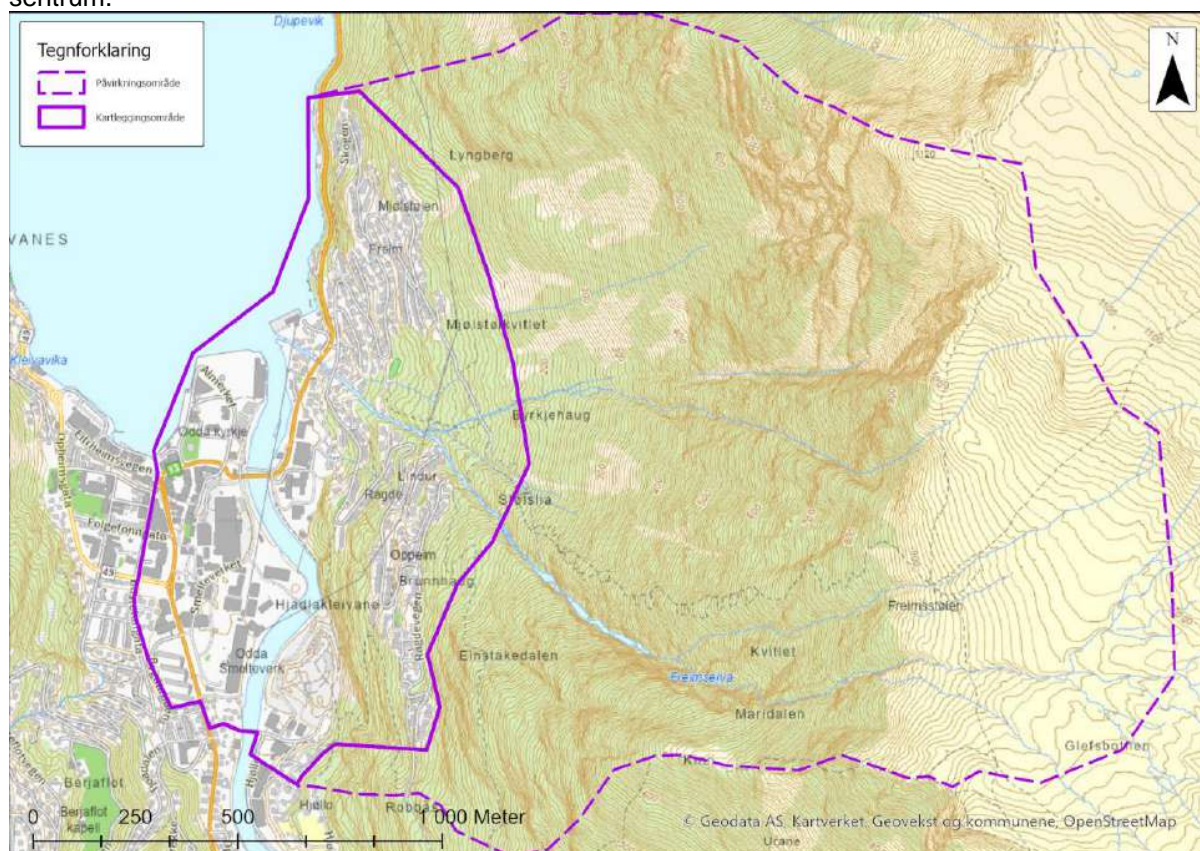
# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn og hensikt

Norconsult Norge AS er engasjert av Ullensvang kommune i forbindelse med detaljregulering av Freim, Ragde og deler av Odda sentrum. Deler av området ligger innfor aktsomhetszone for snøskred, steinsprang og jord- og flomskred. Foreliggende vurdering er en del av en større utredning for et større område i Odda som omfatter Kalvanes i nord, hele vestsiden av Odda sentrum, hele området mellom Odda og Sandvikvatnet. Foreliggende vurdering tar for seg fjellsiden på østsiden av Odda med og uten effekt av skog. For mange av de overnevnte delområdene foreligger det eksisterende faresoner med effekt av skog.

Områdekartleggingen omfatter alle tre sikkerhetsklassene S1, S2 og S3 iht. TEK17 §7-3, der største nominelle årlige sannsynlighet for skred skal være henholdsvis mindre enn 1/100, 1/1000 og 1/5000. Områdekartleggingen er gjennomført både med (der dette ikke foreligger fra før) og uten dagens vegetasjonsforhold, og det er følgelig utarbeidet samlede faresoner med dimensjonerende skredtype med og uten effekt av skog. Det presiseres at foreliggende vurdering tar kun for seg kartleggingsområdet øst for Odda sentrum etter ønske fra oppdragsgiver. Kartleggingsområdet og påvirkningsområdet for Odda øst er angitt på Figur 1-1. Kartleggingsområdet er området hvor tiltaket skal etableres og den reelle skredfaren skal avklares, mens påvirkningsområdet er området som kan generere skred inn mot kartleggingsområdet.

Vurdering av fjellsiden i vest, som kan påvirke vestre deler av kartleggingsområdet i Figur 1-1, er utført i separat rapport. Begge rapportene må derfor sees i sammenheng for vurdering av faresoner for Odda sentrum.



Figur 1-1: Oversikt over kartleggings- og påvirkningsområdet.



## 1.2 Utførte undersøkelser i felt

Feltarbeidet i forbindelse med denne skredfarevurderingen har bestått i befarings av det aktuelle området for å gjøre observasjoner og registreringer. Befaringer ble gjennomført av ingeniørgeologene Geir Kristoffer Godtland og Ådne Hommedal den 20.- 21.november.2023, og av ingeniørgeologene Gunne Håland og Berit Soldal Skogseth den 12.-13.mars.2024. Under befaringsen i november var det klarvær, vindstille og 0 grader. På bakken var det et tynt snølag, og med økende snømengde fra 200 moh. og oppover. Under befaringsen i mars var det pent vær og 8 – 10 plussgrader den første befaringsdagen, og regnvær med 6-8 plussgrader den andre dagen, med snøfri bakke opp til omtrent 500 moh.

Det aktuelle området ble gjennomgått og potensielle løsneområder for samtlige skredtyper, terrengformer, vegetasjon og urmasser og blokker fra tidligere skred ble registrert. Vedlagt registreringskart i vedlegg 2 viser området som er vurdert og kartlagt til fots og liste over observasjoner fra feltarbeidet. Deler av påvirkningsområdet var ikke lett tilgjengelig på grunn av utilgjengelig terreng med bratt helning i grov ur og kraftig vegetasjon.

Under feltarbeidet ble deler av kartleggingsområdet og påvirkningsområdet kartlagt til fots. Det ble sett nærmere på aktuelle løsneområder for skred, tidligere spor etter skred, og vurdert sannsynligheten for nye skred. Observasjoner og registreringer er i etterkant sammenlignet med kartgrunnlag og øvrig grunnlagsmateriale.

Det ble kartlagt med drone i området for å skaffe oversikt og observasjoner fra områder som var utilgjengelige å kartlegge til fots.

I tillegg til feltarbeid har gjennomgang av nødvendig grunnlagsmateriale i henhold til NVE veilederen blitt gjennomført. Grunnlagsmateriale som er benyttet i kartleggingen er listet opp i kapittel 1.6.

## 1.3 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 byggt teknisk forskrift (TEK17) §7-3 «Sikkerhet mot skred» [1]. Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) sine retningslinjer «Flom- og skredfare i arealplaner» [3] beskriver hvordan skredfare bør utredes og innarbeides i arealplaner og hvordan aktsomhetskart og faresonekart kan brukes til å identifisere skredfareområder. 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 anbefalinger til hvordan skredfare bør vurderes og kartlegges i bratt terreng på ulike plannivå etter PBL [2].

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

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

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/brakkerygg/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.

#### **1.4 Restrisiko for skred**

Plan og bygningsloven med tilhørende byggt teknisk forskrift TEK17 [1] 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 årlig sannsynlighet for skred kan aksepteres. Nominell årlig sannsynlighet 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.

#### **1.5 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. Det er utarbeidet faresoner for hver skredtype og samlet faresonekart for dimensjonerende skredtype. I denne skredfarevurderingen har oppdragsgiver også bestilt faresonekartlegging med dimensjonerende skredtyper uten skog. Vær oppmerksom på at vurderingen ikke tar hensyn til hvordan skogens effekt kan endres dersom visse områder i øvre deler av skredbaner blir fjernet, og potensielle skredløp blir eksponert for skred fra overliggende områder. Med andre ord tar vurderingen kun utgangspunkt i dagens vegetasjonsforhold og når all skog er fjernet, og ikke deler av skogen.

Skredfarevurderingen omhandler vurdering av sikkerhet mot skred i bratt naturlig terreng etter TEK17 §7-3 [1] og NVE veileder [2] og generell beskrivelse av aktuelle skredtyper er omtalt i kapittel 3.2-3.6. Kartleggingen omfatter ikke vurdering av:

- Fyllinger, skjæringer (løsmasse og berg), murer eller andre antropogene element (menneskeskapte) som kan medføre fare.
- Kvikkleireskredfare eller sikringstiltak mot dette.
- Mekaniske motstandsevne og stabilitet for byggverk i kartleggingsområdet (TEK17 §10 [1]).

Ifølge veileder [2] 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, skogveier), eller funn av tydelige feil og mangler i tidligere skredfarevurdering og ny metodikk tilgjengelig.

## 2 Grunnlag

Skredfarevurderingen er basert på tilgjengelig grunnlagsdata som skal gjennomgås i henhold til NVE-veileder. Grunnlagsmaterialet er presentert i kapittel 2.1 – 2.7, samt i områdebeskrivelsen i kapittel 4.

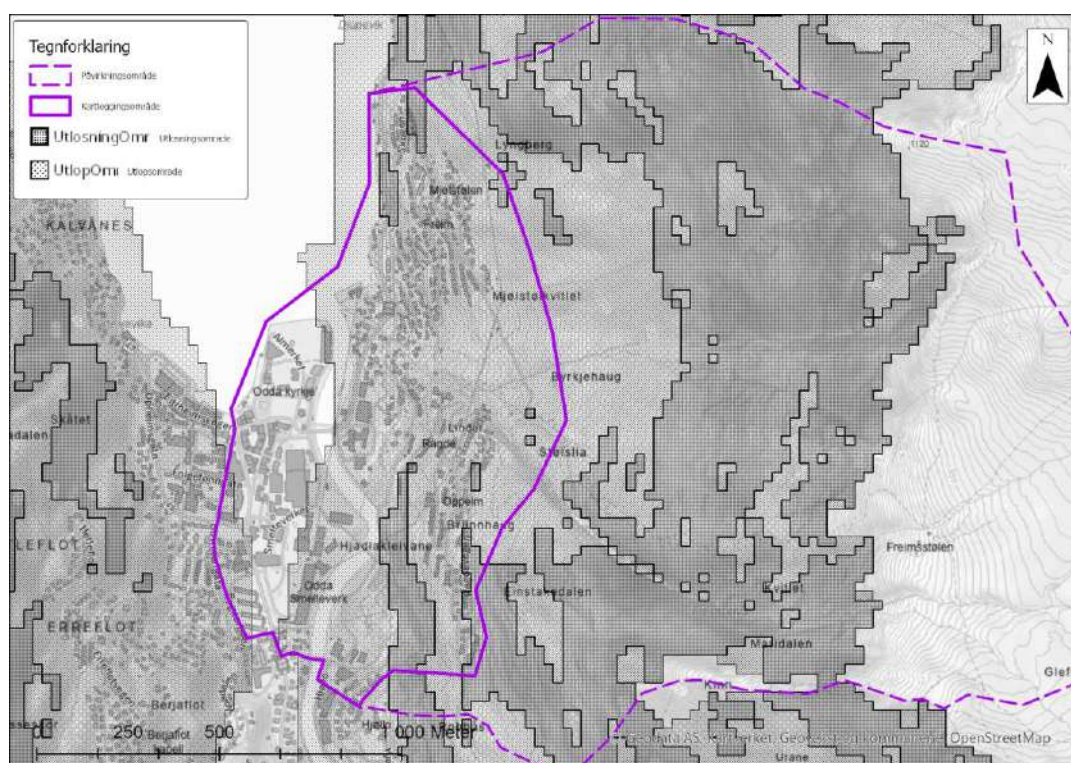
### 2.1 Digital terrengmodell (DTM)

Høydemodell fra 2011 og 2014 med henholdsvis 0,5 og 0,25 meter oppløsning [4] er benyttet i forbindelse med skredfarevurderingen. Høydemodellen fra 2014 med 0,25 meter oppløsning har kun dekning i kartleggingsområdet og i nedre deler av påvirkningsområdet.

Terrengmodellen er behandlet i ArcGis Pro ved hjelp av resampling for å endre oppløsning til 2 og 5 meter for videre bruk i modellering av skredutløp.

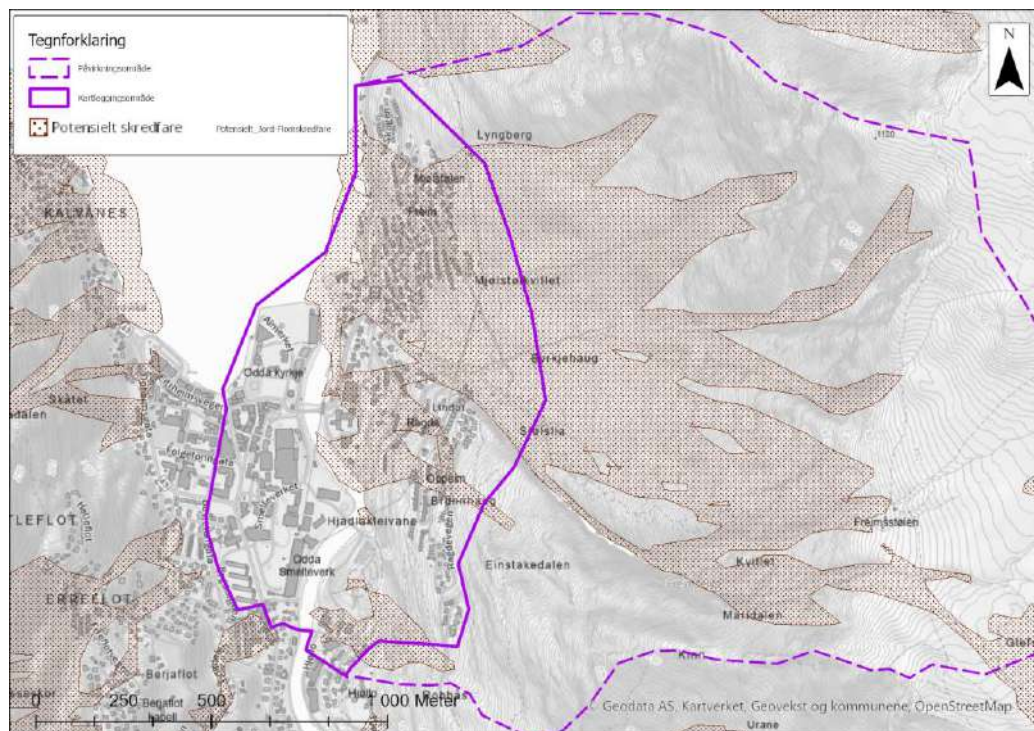
### 2.2 Aktsomhetskart

I henhold til NVE sine aktsomhetskart er kartleggingsområdet definert innenfor aktsomhetsområde for steinsprang, NAKSIN snøskred for S3, og S2 med og uten skog, og jord- og flomskred. Aktsomhetskart for de ulike skredtypene er vist i Figur 2-1 – Figur 2-4. Aktsomhetskart NAKSIN for snøskred er benyttet både for å skille og evaluere utløpsområder med og uten skog, samt brukt for å sammenligne utløpsberegninger. Store deler av kartleggingsområdene er dekt av aktsomhetskart for jord- og flomskred. Kartet viser stor spredning i områder uten kanalisering og flere av de øvre løsnepunktene er under befaring funnet å være ikke reelle. Likevel dekker arealene en del områder som kan være utsatt for jord- og flomskred.

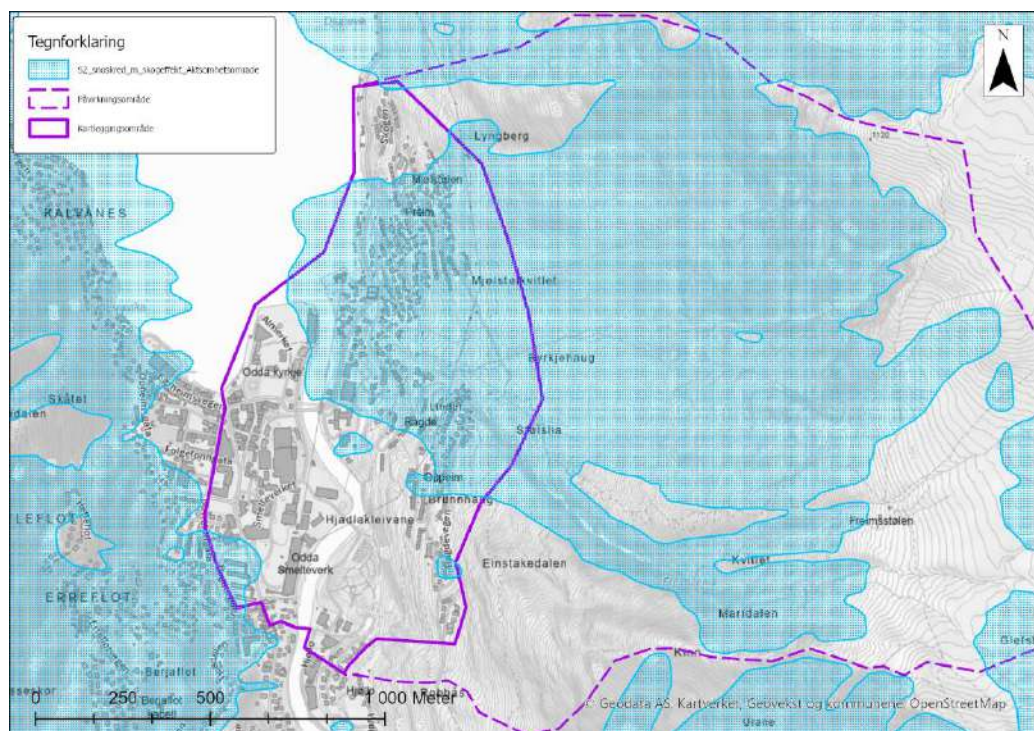


Figur 2-1: Aktsomhetskart for steinsprang. Merk at utredning av steinsprangfare i vestre del av kartleggingsområdet omtales i separat rapport.

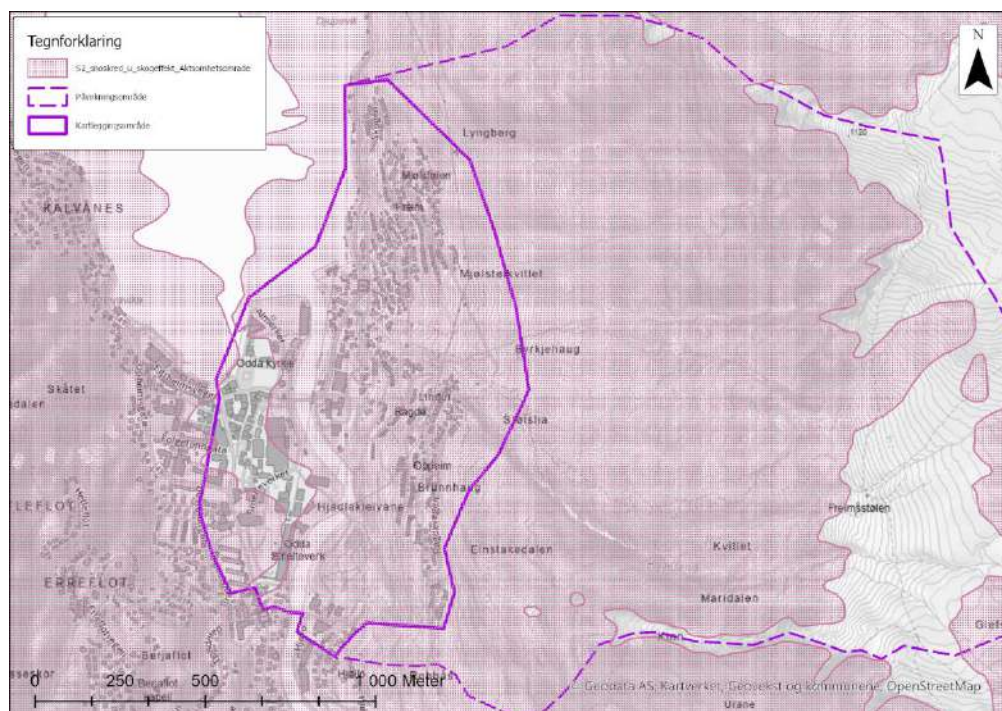




Figur 2-2: Aktsomhetskart for jord- og flomskred. Merk at utredning av jord- og flomskredfare i vestre del av kartleggingsområdet omtales i separat rapport.



Figur 2-3: NAKSIN Snøskred for S2 med skogeffekt. Merk at utredning av snøskredfare i vestre del av kartleggingsområdet omtales i separat rapport.



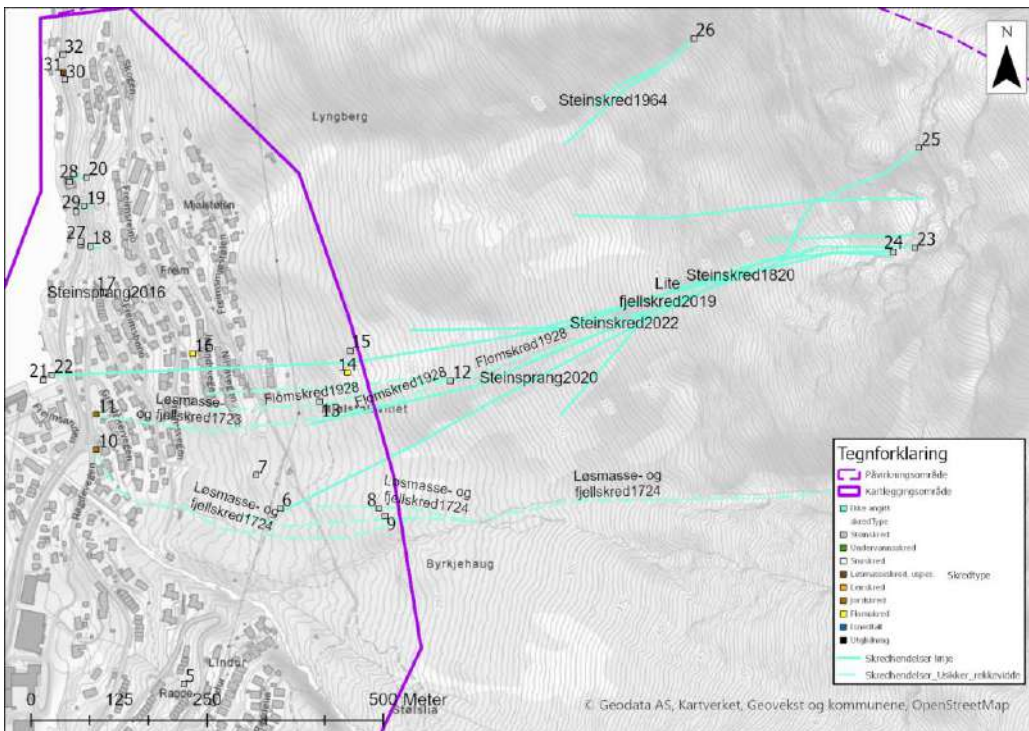
Figur 2-4: NAKSIN Snøskred for S2 uten skogeffekt. Merk at utredning av snøskredfare i vestre del av kartleggingsområdet omtales i separat rapport.

### 2.3 Skredhistorikk og informasjon fra lokale

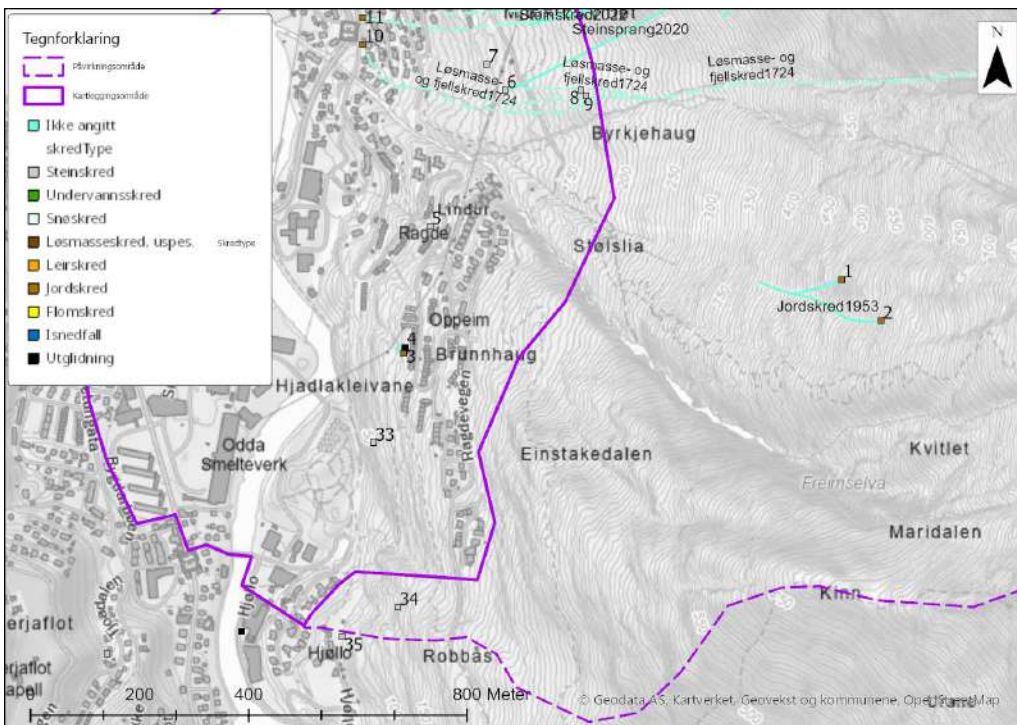
Det er registrert en del steinsprang- og steinskredhendelser innenfor kartleggings- og påvirkningsområdet, i tillegg til noen jord- og flomskredhendelser som har hatt utløp ned mot bebyggelse. Det er registrert steinskredhendelser som har gått helt ned til fjorden. Det er ikke registrert tidligere snø- og sørpeskredhendelser innenfor kartleggingsområdet, men det betyr ikke at det ikke kan ha skjedd her, da ikke alle hendelser registreres eller kildemateriale ikke er tilgjengelig. Figur 2-5 og Figur 2-6 viser kart over registrerte skredhendelser fra NVEs skredatabase, i tillegg er kjente skredløp som Norconsult kjenner til markert med turkise farger. Beskrivelser av hver skredhendelse med tilhørende nummering i figur, er listet opp i Tabell 2-1.

Det er under befaringen gjennomført samtaler med lokale for å få informasjon fra tidligere skredhendelser som ikke er registrert i andre databaser. Lokale fra Freim forteller at mesteparten av skred de har opplevd har gått ned mot den tidligere skytebanen ved Mjølstølvitlet, samt området mellom skytebanen og Byrkjehaug. Det er forøvrig ikke registrert snøskredhendelser i Freimslia, men lokale informerer om at det tidvis går snøskred ned fra området omkring Slettbakksvaet og fra Gudmundsjuvet, som har utløp ned til den gamle skytebanen og Byrkjehaug (Figur 2-7). Steinsprang og steinskred omtales også som mest aktuelt her, og at steinsprang ikke er opplevd ned til bebyggelse nord for Mjølstølvitlet.





Figur 2-5: Nummererte skredhendelser og tilhørende skredtype i nordre del av kartleggings- og påvirkningsområdet. Kjente og noe usikre skredløp er tegnet inn med heltrukne og stiplede turkise linjer.



Figur 2-6: Nummererte skredhendelser og tilhørende skredtype i søndre del av kartleggings- og påvirkningsområdet. Kjente og noe usikre skredløp er tegnet inn med heltrukne og stiplede turkise linjer.



Figur 2-7: Informasjon fra lokale som har forklart hvor det kommer ned snøskred i Freimslia, derav ned til eldre skytebane ved Mjølstølkvitlet fra Slettbakksvaet, og fra Gudmundsjuvet ned mot Byrkjehaug.

Tabell 2-1: Oversikt over registrerte skredhendelser fra NVEs skredatabase, SVV sitt vegkart, samt hendelser formidlet av lokalbefolkning og i bygdebøker.

Type hendelse	Lokasjon	Dato	Kilde	Beskrivelse
Løsmasse- og fjellskred	10	03.01.1724	NVE Atlas	Odda. Freim ligg på austsida nær fjordbotnen. Den 23.12, 1723 kom eit stort fjellskred på Freim, rett sør for husa, frå høgste fjellet og nådde heilt til sjøs på sørsida. Skredet tok mykje skog og jord som vart sopt på sjøen, også kvernhus, men tok ikkje dyr eller folk. Skaden var størst på bruk 1. Dette kan ha vor mest eit jordskred? Også nytt skred og skyld sett ned i 1743, sjå ldnr. 12166.
Løsmasse- og fjellskred	11	26.07.1743	NVE Atlas	Odda. Freim ligg på austsida av Opo og Sørfjorden. Dette året kom eit nytt, stort fjellskred. Det vart halde avtaksforretning, men tingboka er borte. Skaden skal ha vore like stor som i 1723, sjå der. Vanlege skred her er: Sletteskreda, Gudmundsjurskreda. Haugeskreda. Sjå 1723, ldnr. 12020.
Stein- og løsmasseskred	8 og 21	01.01.1820	NVE Atlas	I 1820-30 årene gikk det et skred helt ned til sjøen. skredtype er litt usikkert, mulig en kombinasjon av steinskred og jordskred. noen mener skredet kom ned i freimselva, andre mener det kom noe lengre nord. se bort ifra klokkeslett, dag og måned. informasjon hentet fra ngi-rapport nr 86434-1. Kilde: Jeg har lest i avis/rapport. Kompetansenivå: Helt ukjent kompetanse.

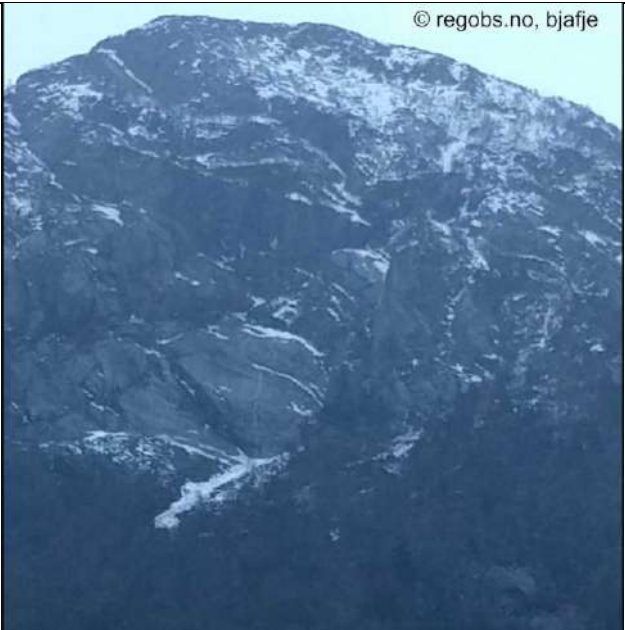
Steinsprang	33	15.12.1859	NVE Atlas	Odda. Austsida av Opo mellom Vasstun og Freim, er utsett for både snøskred og fjellskred. 15. desember 1859 omkom Johannes Jørgensen Mansager, 36 år, med bustad på Freim. Han frå bruk 2. Mannsåker. Han fekk eit steinsprang over seg. "Ihjelslaget af en steen." Det er uklart akkurat kvar dette skjedde. Sjå 1697, 1716, 1723, 1724. Også 1976, ldnr. 12289. Kartreferansen er omtrentleg.
Steinskred	9 og 22	01.01.1904	NVE Atlas	Steinsprang. I 1904 gikk det visstnok et skred over freimsmarka, og ned til sjøen. lest i ngu-rapportnr. s 42. se bort ifra klokkeslett, dag og måned. Kilde: Jeg har lest i avis/rapport. Kompetansenivå: Helt ukjent kompetanse.
Flomskred	14 og 16	15.09.1928	NVE Atlas	Odda, Freimslia. I NGI-rapport S42 frå 1953 er det nemd "I september 1928 gikk det flomskred ned til ca. 70 m.o.h. i område P på reguleringskartet. Dette resulterte i at engen ble helt dekket av grus og stein, som imidlertid senere er blitt ryddet." Område P er omtrent ved Nilsavegen/Freimsmjølstølen og 70 moh. ligg like på nedsida av Jørundsvegen. Skredpkt. og utløpspkt. er plassert på nedsida av Jørundsvegen 2 ca. ved 70-meters-koten.
Flom		1938		Stor flom i Freimselva. Elva ble etter dette lagt om og plastret.
Steinsprang	35	01.09.1952	NVE Atlas	Ullensvang kommune, Hjøllo. Ut frå NGI-rapport (67/904) frå 25. nov. 1967 skal det ha gått 2 steinsprang på Hjøllo på hausten "for ca. 15 år sida" - altså ca. 1952. Begge skreda kom ned til "bøgarden". Den eine stansa i sandtaket, den andre står det ikkje noko meir om. Ingen kjende skadar. Plassering er usikker. Skredhendinga er plassert bak Hjølloetnet.
Steinskred	15	05.08.1929	NVE Atlas	I Hardanger arbeiderblad, onsdag 7. aug. 1929 er det skildra eit steinskred i Freimslia: "Ras på Freim. Mandagskvelden blev hele Odda's befolkning opskremt av et ganske uhyggeleg buder og brak i Freimslie. Duret og braket var så sterkt, at en kunde nesten tro, at hele Freimslie kom ned, og at alt på den andre siden av elven vilde bli begravet. Fra alle kanter kom folk løpende for å se på katastrofen. Imidlertid blev husene ganske rolig stående, og eftersom det var så mørkt at man intet kunde se i fjellet var det umulig å kunne konstatere omfanget om kvelden. Man fikk vente til om morgenen. Men det blev helst en "skuffelse". De hadde visselig løsnet en blokk høit oppe men ikke på langt nær så meget som gjerne vilde tro. Det viste nesten ikke. Derimot hadde vannet laget en bred kjørebane tver gjennom åker og eng på Freim, så der var forvoldt endel skade." Skredpunkt er plassert i ura oppom Freim.



Jordskred	1 og 2	21.11.1953	NVE Atlas	To jordskredhendelser i Freimslia 1953 (Figur 4-17). Navn: Freimslia 1953 (S) /ODDA. Ullensvang kommune, Freimslia i Odda. I NGI-rapport S42 frå 1953 er det nemd "21.11.53 løsnet noen blokker i jordbakken i ca. 500 meters høyde ovenfor skytterbanen. Disse blokkene dro med seg en del mindre blokker, stein og jord et stykke nedover og stoppet selv i et lite bekkefar et stykke ovenfor skytterbanens hus." NGI-rapporten er datert 12.12.53, ca. 3 veker etter skredhendinga. På ortofoto frå 1964 er det spor etter skredløp i lia eit stykke oppom skytterbana. Losne-, skred- og utløpspunkt og skredløp for det sørlege skredløpet er her teikna inn.
Steinskred	7	02.06.1956	NVE Atlas	Freimslia. Naturlig utløst steinsprang. Blokk observert under befaring vist i Figur 5-31.
Steinskred	26	04.09.1964	NVE Atlas	På ortofoto frå 1964 (4. sep.) er det synleg eit skredløp i Freimslia. Det er truleg eit steinskred, men kan vere jordskred. Det kan vere samtidig med spor etter jordskred i lia oppom skytebana som er registrert på skredhendingane 21.11.1953 vist til i NGI-rapport S41-1 frå 12.12.1953, men kan òg vere nærmare opp til når flyfotoet er tatt.
Snøskred		1970-1980	Lokal	Informasjon fra lokale under befaringen beskriver at det har gått snøskred ned til tidligere skytebane ved mjølstølkvitlet frå området omkring Slettbakksvaet.
Utglidning	4	21.02.1998	NVE Atlas	Ullensvang, Ragde. Under ein synfaring av utrust mur i Ragdevegen den 18. okt. 2021 (eigen registrering) kom det fram at muren lenger nord hadde rast ut ein laurdag ettermiddag under OL i Nagano i 1998, mest truleg den 21.2, men kan vere laurdagen før.
Steinsprang	29	11.11.2006	NVE Atlas	Stein på Tyssedalsvegen rett sør for Skogen. Ingen mer info.
Steinsprang	32	15.04.2010	NVE Atlas	Stein på veg nedenfor Skogen. Ingen mer info.
Steinsprang	30	18.04.2012	NVE Atlas	Steinsprang på veg nedenfor Skogen. Ingen mer info.
Steinsprang	5	03.02.2014	NVE Atlas	Måndag ettermiddag 3. februar 2014 kom eit steinsprang i skråninga ved rekkehusa i Ragdevegen nr. 38-44. Folk høyrde eit bulder og såg ein stor stein kome og slå gjennom eit gjerde og ned på veggen. Steinspranget kom nær hus, og tett ved ein garasje.
Steinsprang	17	30.05.2016	NVE Atlas	Odda, freimslia. bak freimslia 9 skal det ha losna ein ca. 100-150 kg tung blokk frå ein lokal skjering bak huset. fallhøgde er anslått til å vere ca. 3,5 m. steinblokktraff ein betongmur og betongsøyler mellom bustadhuset og muren. Kilde: Jeg har lest i avis/rapport. Kompetansenivå: Helt ukjent kompetanse.
Steinsprang	18 og 20 (usikker plassering)	26.04.2018	NVE Atlas	Odda, gangveg mellom Freim og Skogen. Ein relativ stor stein har losna og kome ned på gangvegen og



				stoppa i rekkverket. Det er usikker på når steinen kom ned, men det var før 26. april
Steinsprang	19	18.06.2018	NVE Atlas	I løpet av søndagskvelden/natt til måndag losna ein stein i lia oppom gangvegen, knuste deler av stien og rekkverket, traff eit tre og stoppa mellom nokon tre i lia mellom gangvegen og Rv. 13. Det var lite som skulle til før steinen hadde hamna i riksvegen. Dette var nok ein sjeldan stor hending langs gangvegen sidan rekkverket sjeldan er blitt øydelagt langs gangvegen, men nedfall av mindre stein er meir vanleg.
Steinskred	34	17.06.2018	NVE Atlas	Odda, Hjøλλo. Steinskred vart observert av fleire på Hjøλλo og i Odda sentrum. Skredet gjekk ein gong mellom kl. 12.30 og 13, søndag 17. juni 2018. Ein stor steinblokk har losna i lia oppom Hjøλλo og knust ein gamal brønn (frå ca. 1905) og ført til at alt vatnet rann nedover lia (utan å gjere store skadar). Det ligg og fleire mindre steinar og blokkar i ura både oppom og nedanfor brønnen. Utanom ein liten avrunda stein nede på flata på garden så er det ikkje så lett å sjå spora etter skredet eller dambrotet i lia. 4 bustadar vart utan vatn pga. skredhendinga og reservevassføring for Hjøλλo vart øydelagt.
Steinsprang	28	12.12.2018	NVE Atlas	Stein på RV. 13 løsnet fra vegskjæring 0-50m over veg. Anslått skredvolum <math><1\text{m}^3</math>. Blokkert veglengde: Kun i grøft.. Kilde: Ikke gitt. Kompetansenivå: Helt ukjent kompetanse.
Lite fjellskred	25	25.06.2019	NVE Atlas	Den 25. juni 2019 kl. 10.31 losna eit større bergparti i fjellsida over Freim i Odda. Det var fleire augevitne til skredhendinga, som kunne høyrast og sjåast over store deler av Odda sentrum. Det er fleire bilde og video av skredhendinga som var godt dekket av media. Skredet vart meldt inn til naudetatane kl. 10.31 som rykka ut og vurderte evakuering. Nedste skredblokk vart vurdert til å stoppe ca. 200 meter i lia oppom bebyggelsen på Freim. Bergpartiet som losna låg på ca. 880 m.o.h. Foto av løsnemråde og utløp er vist i Figur 2-10 og Figur 2-11.
Snøskred		29.12.2019	RegObs	Lite snøskred over Freim. Registrert av bruker «Bjafje». Det er ingen nærmere beskrivelse, men vedlagt bilde viser mulige snøskredavsetninger nedenfor Slettbakksvaet, og at snøskredet følgelig kan ha løsnet høyere oppe i fjellsiden.

				
Steinsprang	6 og 24	03.07.2020	NVE Atlas	Den 3. juli losna eit steinskred i Freimslia og kom nær busetnaden og ein mykje brukt tursti. Skredhendinga førte til full blålys-utrykking. Ein stor skredblokk låg inn mot nokon tre nær kraftlinja og hastetiltak vart vurdert og sikringsarbeidet starta opp same dag. Politi og kommunegeolog tok ein helikoptersynfaring for å få ein overblikk over losneområde og om det kunne vere fare for meir nedfall. Kommunegeologen vurdert då at steinblokka truleg kom frå same losneområde som skredhendinga den 25. juni 2019, men seinare studie viser at steinblokka truleg har losna inne i ei "kløft", og er truleg ikkje med på radarmålingane til NVE i Freimslia i etterkant av skredhendinga.»
Steinsprang	12	15.07.2021	NVE Atlas	Sommaren 2021 kom det inn til kommunen bekymringsmelding om fleire mindre steinsprang i Freimslia. Det kom ikkje inn informasjon om mogleg losnepunkt eller utløp. Det vart tatt dronefoto 20 aug., og me hadde dronefoto frå 2. juni 2021, men kommunegeologen kunne ikkje finne tydelege teikn til nye skred i område. Det kan ha vore frå same losneområdet som skredhendingane den 3. juli 2020 og den 3. nov. 2022, men det kan òg ha kome frå andre stadar i Freimslia.
Utglidning	3	16.10.2021	NVE Atlas	Ullensvang, Ragdevegen- Ca. kl. 7.45 laurdags morgon rasa ein hage ut i Ragdevegen. Mest truleg har murfundament rast ut og tatt med seg deler av hagen. På synfaring den 18.10. kjem det fram forlengelsen av muren mot nord rasa ut i 1998, sjå eigen registrering.
Steinsprang	27	22.12.2021	NVE Atlas	Stein på RV13 løsnet fra vegskjæring 5-20m. Anslått skredvolum på veg: <math><1\text{m}^3</math>. Blokkert veglengde: Kun i

				grøft. Kilde: Ikke gitt. Kompetansenivå: Helt ukjent kompetanse.
Steinskred	23	03.11.2022	NVE Atlas	Ca. kl. 16. 00 losna eit steinskred i Freimslia, ned Sletteskreo, i Odda. Politiet fekk melding om raset kl. 16.04. Det var full utrykking, men ingen bustadar er ramma, og det er ikkje opplysningar om sakna eller skadde. To eller tre personar var i skredområde, men dei skal ha kome seg til ein sikker sone. På grunn av mangel på oversikt over losneområde og utløp, og det vart mørkare, så vart 10 bustadhus evakuert av politiet av tryggleikssyn. Det skal ha vore to steinsprang til frå same område første halvtimen etter raset. Ullensvang kommune og kommunegeologen var på helikoptersynfaring fredag føremiddag 4.11. Losneområdet er like i overkant av losneområdet til eit steinsprang i 2020. Skredet har kome nær bustad - dei nærmaste steinblokkane har stoppa ca. 50-100 meter lenger oppe i lia. NGI har laga faresonekart for Freim i 2016 som viser at bustadhusa ligg trygt nok. Etter råd frå geolog oppheva politiet evakueringa fredag ettermiddag.
Steinsprang/ steinskred	13	04.10.2023	NVE Atlas	Ca. kl. 11.30 gjekk det eit steinskred i Freimslia. Skredhendinga vart høyrd og sett frå store deler av Odda sentrum. Ut frå video så har skredet losna litt lenger sør enn skreda som har gått i dette område dei siste åra. Dronefoto viser det same - losneområdet ligg ca 840 moh. søraust for losneområdet for skreda i 2020 og 2022 i Freimslia. Ut frå video så har skredet stoppa i ura eit stykke frå byggverk i Freimslia, men det er ikkje bekrefta. Kilde: Jeg har lest i avis/rapport. Kompetansenivå: Helt ukjent kompetanse. Foto fra losneområde og utløp er vist i Figur 2-14- Figur 2-16.
Løsmasseskred	31	n/a	NVE Atlas	Løsmasseskred registrert på veg nedenfor Skogen. Ingen øvrig info.



Figur 2-8: Bilde av steinskredet som gikk ned mot mastetraséen 03.11.2022 [5].



Figur 2-9: Oversiktsbilde over utløpet til steinskredet den 03.11.2022. Foto: Ullensvang kommune.





Figur 2-10: Løsneområdet og øvre utløp til steinspranghendelsen 25.06.2019. Foto: Ullensvang kommune.



Figur 2-11: Helikopterfoto etter steinspranget i 2019. Foto: Ullensvang kommune.





Figur 2-12: Foto av nedre utløp og avsetning fra steinspranget som gikk den 03.07.2020. Bilde tatt av Ullensvang kommune.

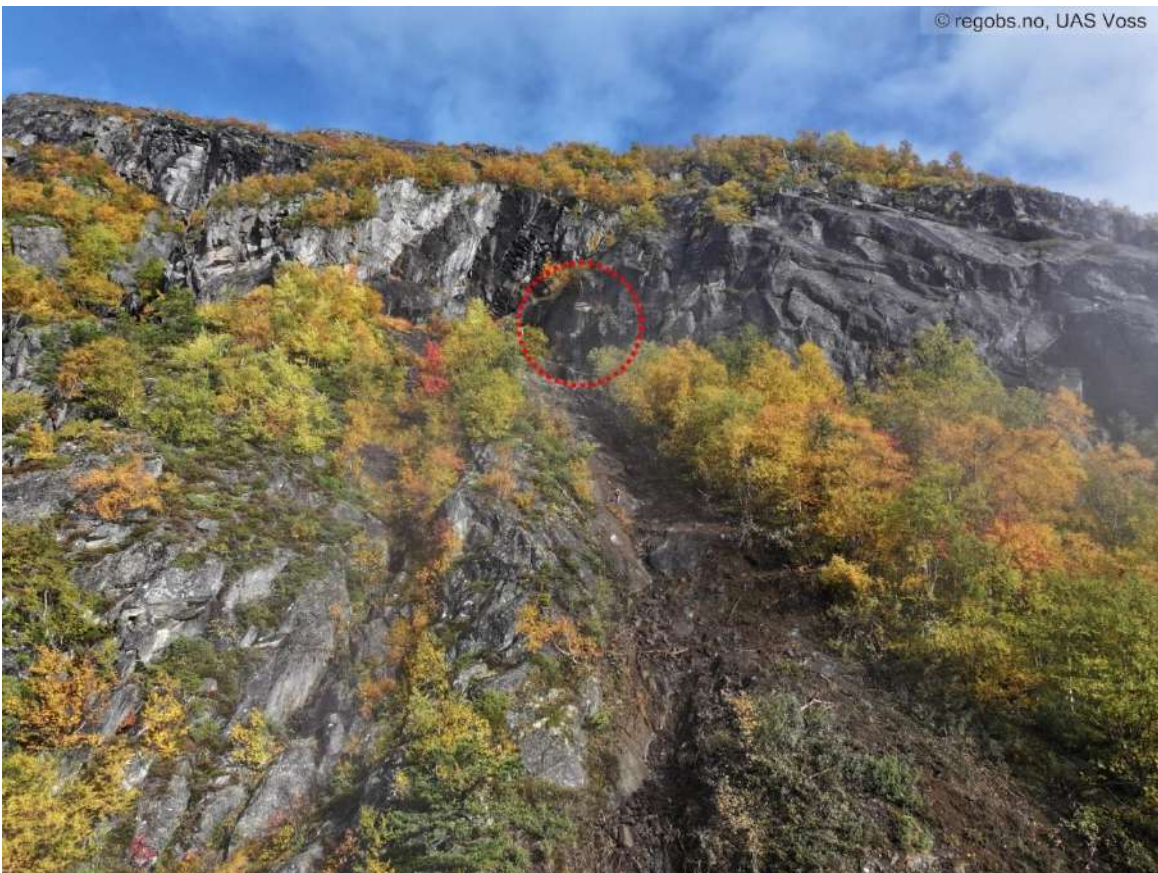


Figur 2-13: Steinsprangsår i traktorveg etter steinspranget den 03.07.2020. Foto: Ullensvang kommune.



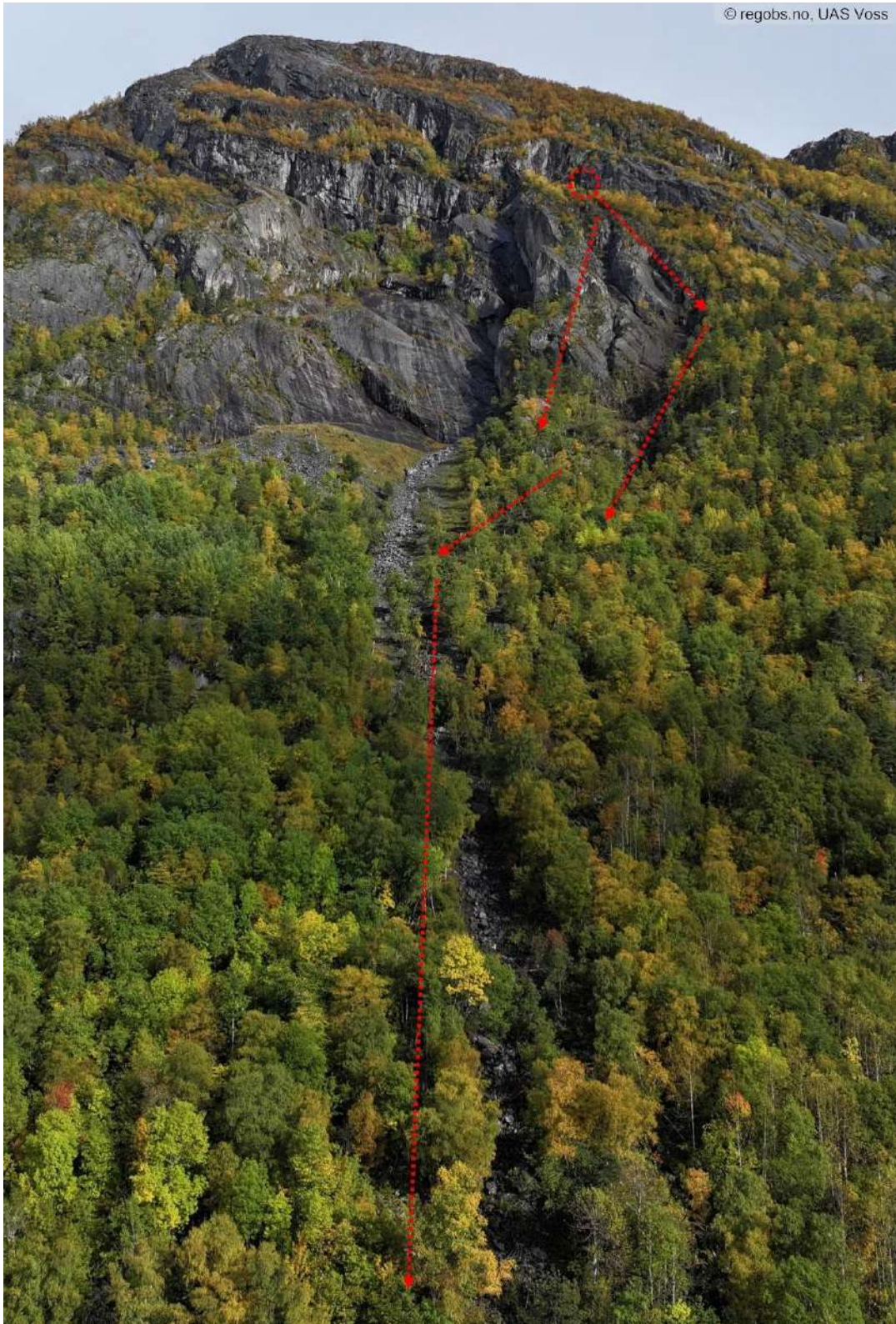


Figur 2-14: Løsneområdet til steinspranget som gikk 4.oktober 2023. Dronefoto tatt av UAS Voss.



Figur 2-15: Løsneområdet til steinspranget 04.10.2023. Dronefoto tatt av UAS Voss.





Figur 2-16: Utløp fra steinspranghendelsen 04.10.2023. Foto: Ullensvang kommune.





Figur 2-17: Oversiktsbilde over løsnemrådene fra 2019, 2020, 2022 og 2023. Foto: Ullensvang kommune.





Figur 2-18: Utglidning den 16.oktober 2021, nedenfor boligbebyggelse på Ragde. Foto tatt av Ullensvang kommune.

### **Annen skredhistorikk utenfor kartleggingsområdet**

Nord for kartleggingsområdet gikk det et snøskred ned til fjorden en gang mellom 1962 og 1964 vist i Figur 2-19. Hendelsen viser at det er potensiale for snøskred med lange utløp, også på østsiden av Sørfjorden. Snøskredet ble i stor grad kanalisert via gjelet i dalbunnen, og stoppet på nedsiden av riksvegen. Det er også registrert flomskredhendelser på riksveg 12 mellom Tyssedal og Odda, vist i Figur 2-20 og Figur 2-21.



Figur 4-17: Venstre og midt: snøskred mellom 1962 og 1964. Høyre: flyfoto fra 9.september 1964 (Kartverket, u.d.) som viser spor i vegetasjonen etter skredet.

Figur 2-19: Utklipp fra Asplan Viak-rapport. Snøskred ned fra Gurojuvet med utløp på Tyssedalsvegen, omtrent 500 m nord for kartleggingsområdet.



Riksveg 13 mellom Tyssedal og Odda er framleis stengd etter skredet som gjekk i helga.

FOTO: STATENS VEGVESEN

Figur 2-20: Utklipp fra Statens vegvesen, i Bergens tidene.





Slik såg det ut på rasstaden mellom Tyssedal og Odda, ved Byrkjenes på riksveg 13 måndag.

FOTO: TALE HAUSO / NRK

Figur 2-21: Utklipp fra Statens vegvesen.

## 2.4 Historiske bilder

Det er gjennomført søk etter historiske bilder i Kraftmuseet sin digitale bildekatalog. Det er hentet ut relevante bilder som kan gi informasjon om tidligere skred og avsetninger, vist i figurene under.



Figur 2-22: Freimslia sett fra kaiområdet i 1929-1931. Øverst i bildet skimtes snø fra mulige snøskredhendelser blant annet fra Gudmundsjuvet og slettbakksvaet.



Figur 2-23: Bilde fra midten av 1900-tallet i området omkring skytterbanen. Bildet viser større mengder blokkavsetninger omkring blinkene. Det er lite ansamlinger av blokker der dagens bebyggelse på Freim ligger.

## 2.5 Eksisterende skredfarevurderinger

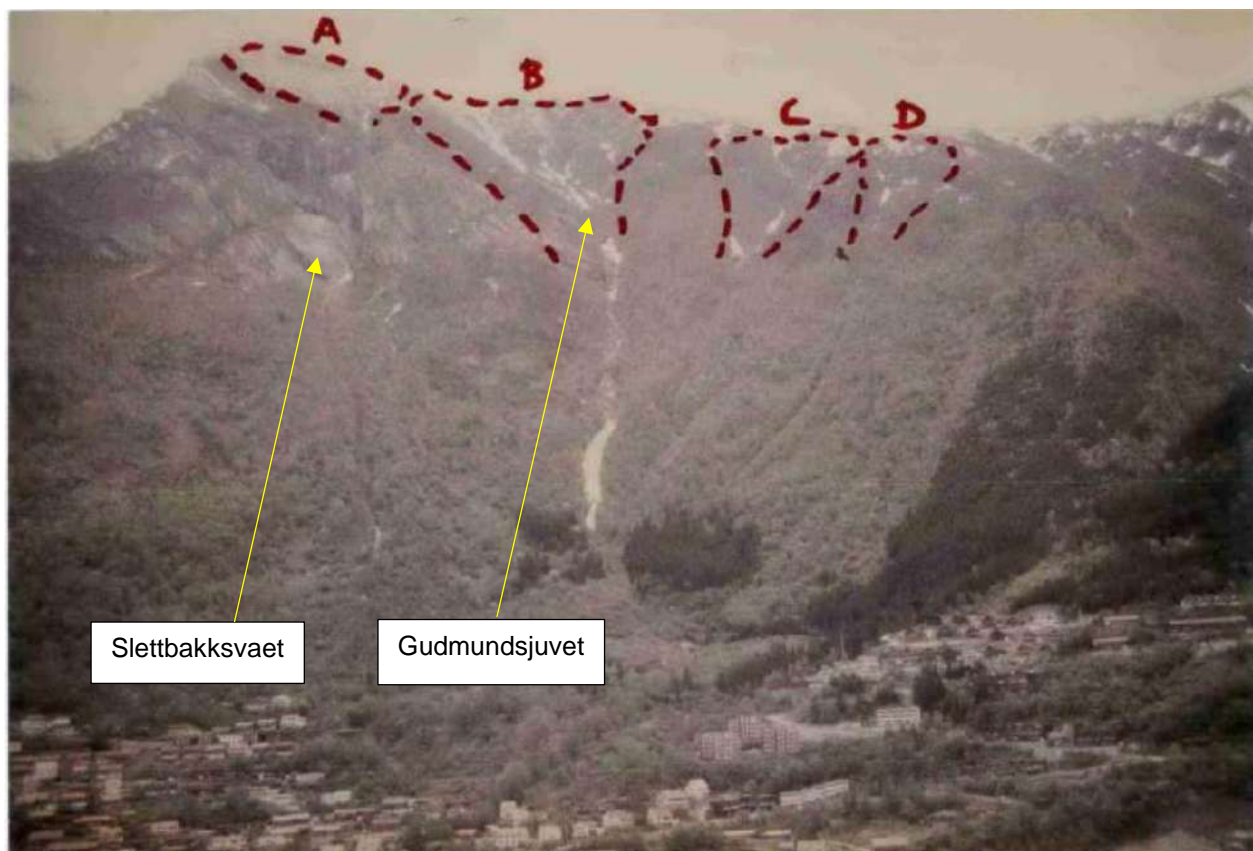
### 2.5.1 Freimslia 1953 – 2016 utført av NGI

NGI har i 2016 gjennomført en områdekartlegging for skred [6], innenfor kartleggingsområdet. Faresone for 1/5000 går ned i boligfeltet ved Mjølstølen og nedenfor Mjølstølkvitlet. Faresone 1/1000 følger oversiden av bebyggelsen med avstand på 5 – 50 m, mens faresone 1/100 ligger 40 m unna nærmeste bebyggelse.

Faresonen ser tilsynelatende ut til å være basert på Rockyfor3D-simuleringer i nordre del og på snøskredsimulering i søndre del, hvor kun løснеområder fra høyt oppe i fjellsiden (800 – 1100 moh løśnieområdet B i Figur 2-24.) er inkludert. Faresonene i NGI sin vurdering, ser dermed ikke ut til å inkludere løśnieområdene for steinsprang nedenfor 800 moh. som Norconsult har identifisert.

Steinsprangsimuleringene utført av NGI viser derimot at steinsprang fra løøgneområdene i fjellsiden på 800 – 1000 moh. kun når kartleggingsområdet ved Mjølstølen. Utførte snøskredsimuleringen går gjennom kartleggingsområdet og nesten helt ned til fjorden, og passerer gjennom skrehendelse 6 – 10 omtalt i Tabell 2-1.

Basert på faresonekartet til NGI, ble de bedt om å utarbeide forslag til sikring for å redusere utstrekning av faresonene. Det ble laget til tre forslag til vollplassering (Figur 2-26). Norconsult har videre sett på grunnforhold og gått videre med vurderinger av det nederste vollalternativet. Se ytterligere undersøkelser utført av Norconsult ifm. dette i kapittel 4.4.



Figur 2-24: Foto fra NGI rapport 86434 som viser den gang fire løснеområder for snøskred som ble vurdert som reelle, som kunne gå ned til Freimslia. Bildet viser også snøskredavsetninger fra Gudmundsjuvet ned mot skytebanen.

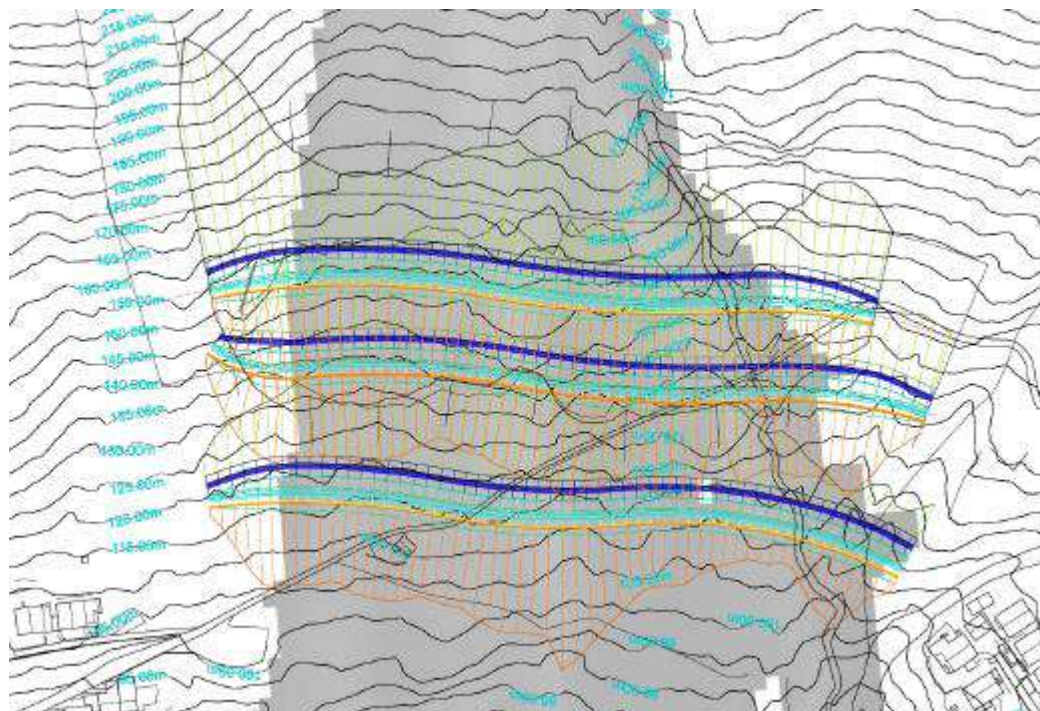
Følgende er vurdert om område A-D i NGI [6]:

- «Utløsningsområde A har begrenset areal (13.000 m<sup>2</sup>) og området ligger såpass vindutsatt at det er begrenset hvor mye snø som kan legge seg der. Hovedvekten av skredne som løsner herfra vil være våtsnøskred som blir utløst ved omslag til mildvær. Vi vurderer at skredmassene vil stoppe før de når ned i det undersøkte området.»
- «Utløsningsområde B er en skålformet terrengformasjon som kan samle mye snø, særlig når det blåser fra sørøstlig kant. Utløsningsområdet har et areal på ca. 25.000 m<sup>2</sup>, og dersom et flakskred med gjennomsnittlig snøhøyde 1 m går til brudd, kan dette gi et skred med større rekkevidde enn tilfellet er for de andre aktuelle utløsningsområdene.»
- «Utløsningsområdene C og D er begge i dag delvis bevokste og de har begrenset areal, rundt 10.000 m<sup>2</sup>. Skredmassene vurderes å kunne nå ned mot forsenkningen der skredmasser fra løснеområde B kommer ned langs Gudmundsjuvet.»





Figur 2-25: Faresonekartleggingen utført av NGI i 2016 med vegetasjonsforholdene den gangen. Mørkebrunt indikerer faresone 1/100, rødt 1/1000 og oransje 1/5000. Lilla polygon er kartleggingsområdet i foreliggende vurdering.



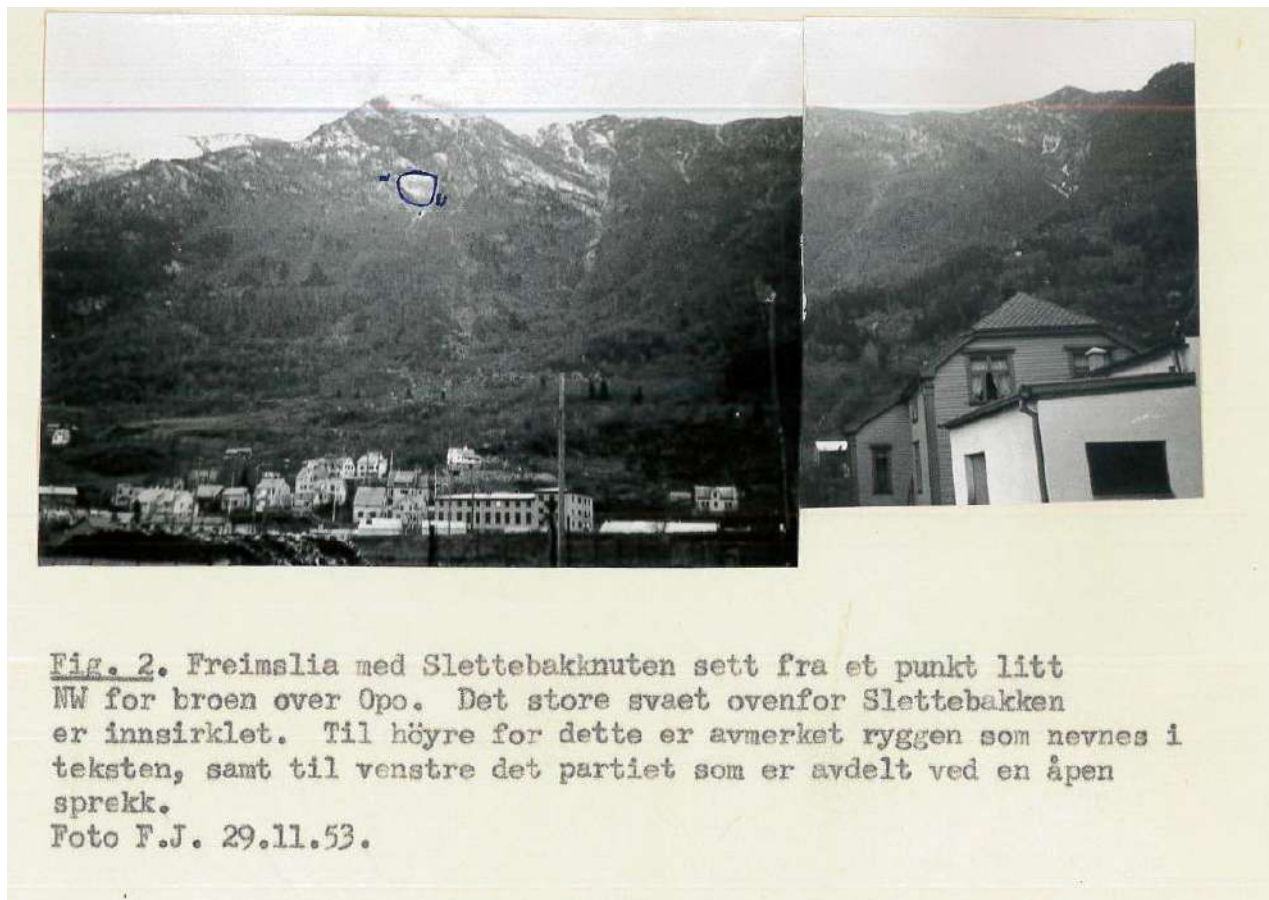
Figur 2-26. NGI sine tre forslag til vollplassering for å redusere utstrekning til faresoner i Freimslia.

Det er også utført tidligere skredfarevurderinger innenfor kartleggingsområdet som er omtalt i NGI sin skredfarevurdering fra 2016:

- Rapport Befaring av Freimslia - Utført av NGI i 1953 i Freimslia [7]
- Tilleggsrapport over befaring av Freimslia i Odda - Utført av NGI i 1954 i Freimslia [8]
- Utført av NGI i 1961 i Freimslia [9]
- Vurdering av sikringstiltak mot skred i Freimslia - Utført av NGI i 2000 i Freimslia [10]
- Utført av NGI i 2013 på vestsiden av Odda [11]
- Utført av NGI i 2016 i Freimslia [6]

### 2.5.2 Freimslia 1953 og 1961 utført av NGI

Rapportene fra 1953 og 1961 inneholder mye informasjon om løснеområdene ovenfor Slettebakksvaet. Det ble den gangen utført befaring til fots helt opp til svart ved omtrent kote 600. Foto fra Slettebakksvaet og ovenforliggende løснеområder, samt illustrert stabilitetsproblematikk er vist i Figur 2-27 til Figur 2-31. Rapporten beskriver at bergmassen har markerte skifrihetsflater med fall utover, som utgjør gode glideflater. Det ble flere steder observert løse stein og blokker som vil rase ned med tiden. Rapporten fra 1953 konkluderer med at ingen deler av Freimslia ligger fullstendig utenfor skredfare, og at det er størst fare for steinskred nord for blå strek i Figur 2-32, og i tillegg steinsprang og flomskred sør for blå strek. Oppsummering av områder med skredfare er vist i Figur 2-32. Potensiell utglidningsmekanisme er vist i Figur 2-31.

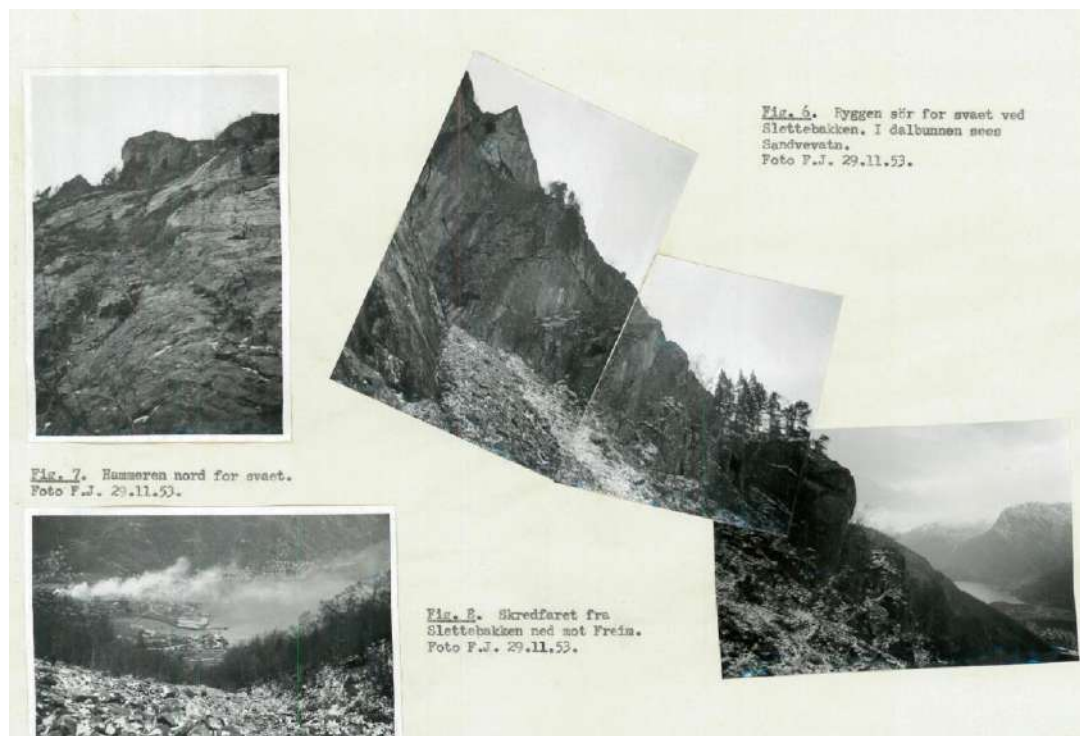


Figur 2-27: Oversiktsbilde over Freimslia hvor Slettebakksvaet er markert.





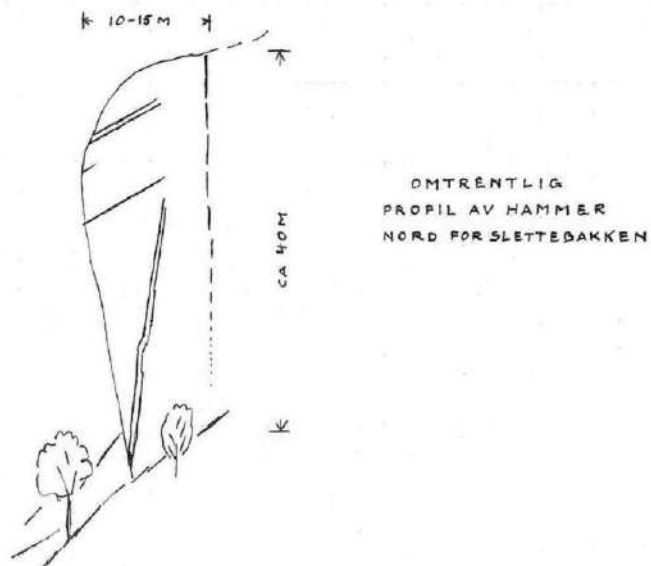
Figur 2-28: Foto fra NGI-rapport 1953 [7]. Løsneområde fra 1820-1830-årene for steinskred.



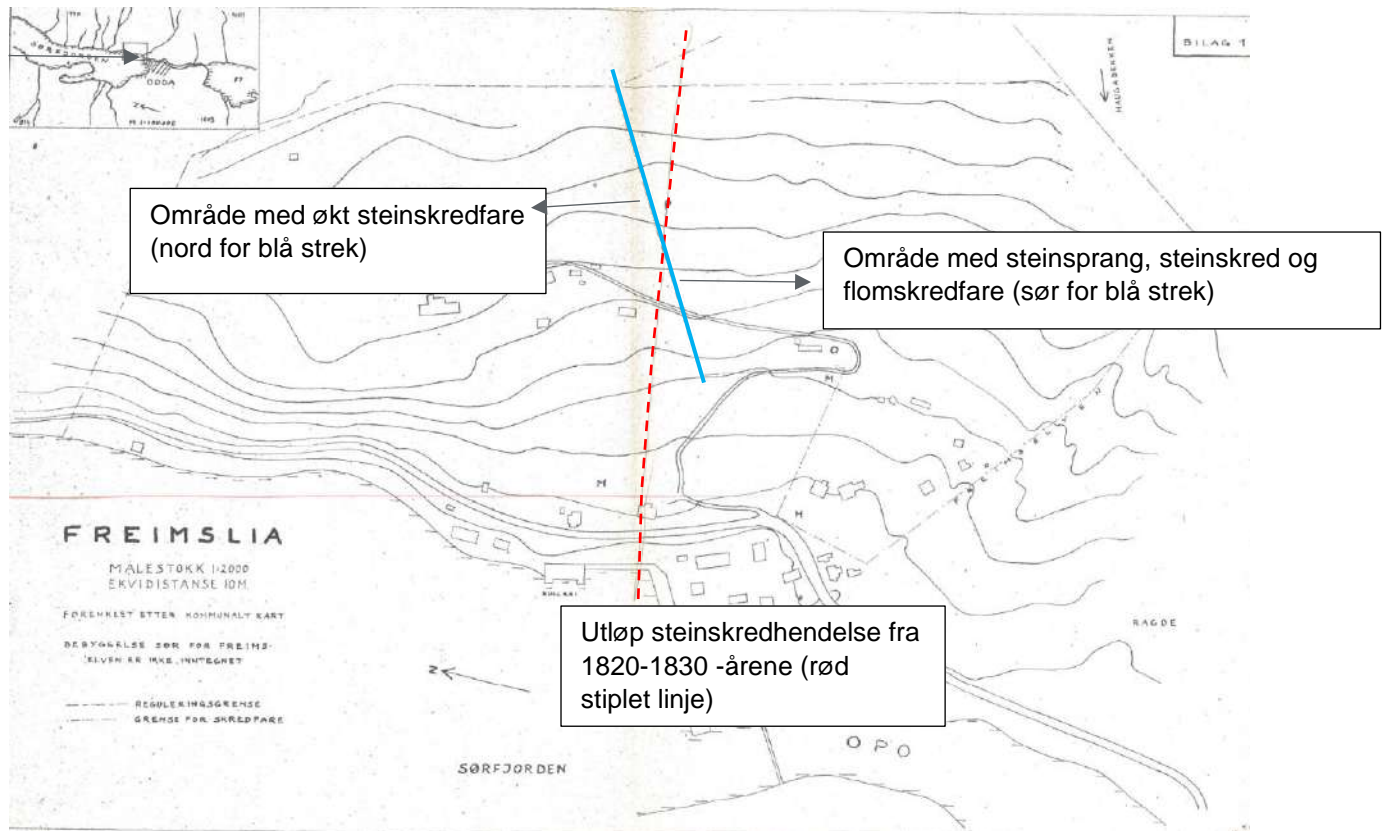
Figur 2-29: Foto fra NGU-rapport 1953 som viser løsneområdene og ura omkring Slettebakksvaet [7].



Figur 2-30: Øvre del av Slettebakksvaet og løseområdene omkring, foto fra NGI rapport 1961.



Figur 2-31: Profil av avløst bergparti. Oppsprekningen kan gi både plan utglidning langs glideplan og utvelting på grunn av steile baksprekker.

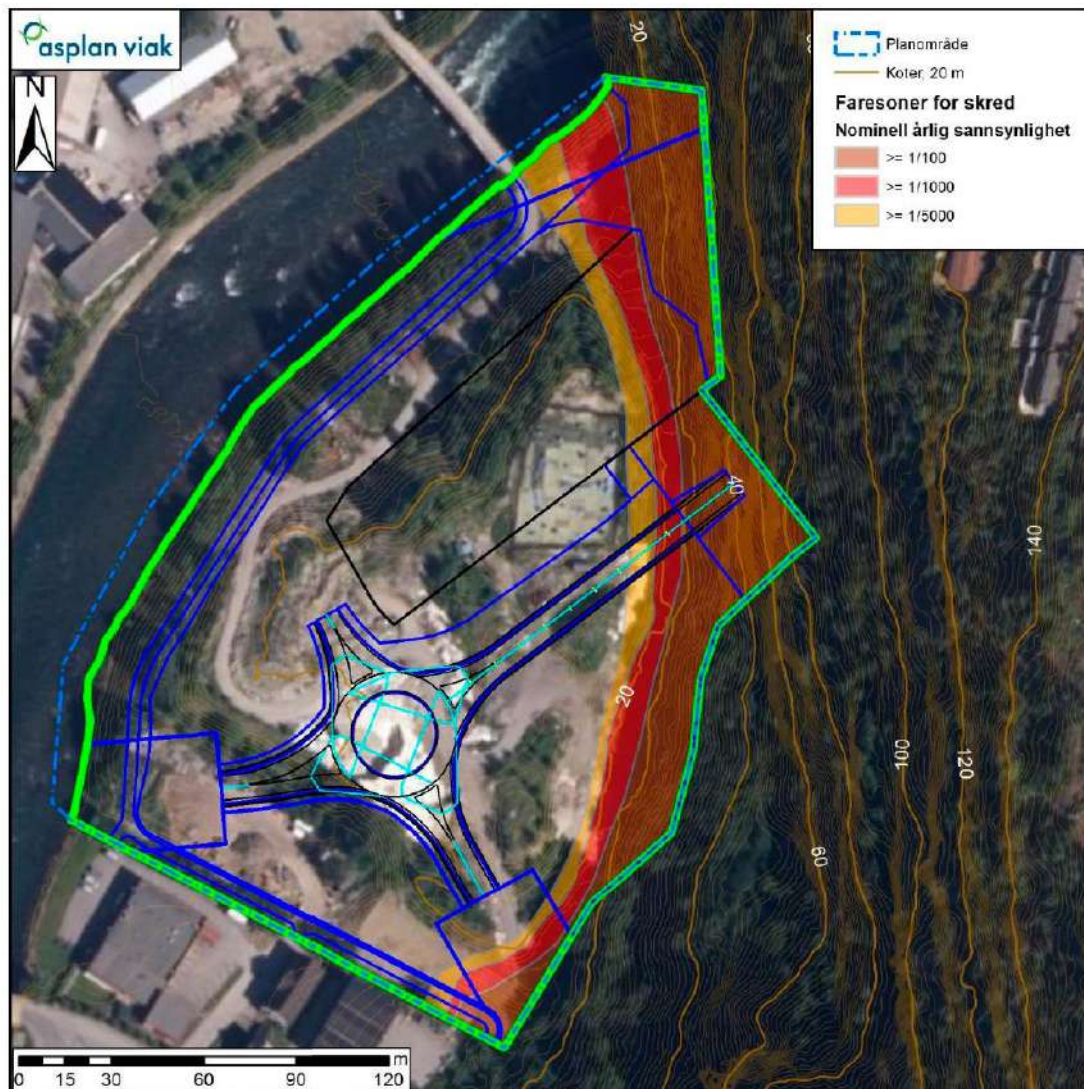


Figur 2-32: Oppsummeringskart fra skredfarevurdering fra 1953 i Freimslia [7]. Rapporten konkluderer med høy steinskredfare nord for blå strek, og i tillegg steinsprang og flomskredfare sør for blå strek.

### 2.5.3 Hjøllo 2015 utført av Asplan Viak AS

I forbindelse med reguleringsplan for Rv. Odda – Tyssedal ble det av Asplan Viak AS utført skredfarevurdering for utvalgte områder [12]. Område A i rapporten (grønt polygon i Figur 2-33), øst for Odda overlapper med kartleggingsområdet i foreliggende skredfarevurdering. Steinsprang ble her vurdert som dimensjonerende skredtype. Merk at terrenget er endret betydelig siden denne vurderingen i 2015 ble utført. Det prosjekteres og utføres også bergsikringstiltak i skrivende stund og det er planlagt utført bergsikring i skrenten øst for campingen i løpet av 2024.





Figur 2-33: Faresonekart for skred i område A, øst for Odda sentrum, det som i dag er lokasjon for Lothepus Camping på Hjøllø. Merk at terrenget er endret betydelig siden denne vurderingen i 2015 ble utført.

#### 2.5.4 Freimsanden 2018 utført av NGI

I forbindelse med ny reguleringsplan på Freimsanden utførte NGI i 2018 skredfarevurdering av området. Vurderingen sier at det er knyttet stor usikkerhet til faren skred mot det aktuelle bygget på Freimsanden. Bruer (Figur 2-34), veier og bygninger vil i stor grad påvirke strømmingen, og det er stor fare for at skred vil strømme ut av elveløpet ved de fire brokryssningene over Freimselva nede i det bebygde området. Særlig kritisk er de to krysningene ved RV13 der bruene kun har høyde 140-160 cm, og flomberegninger indikerer at bruene ikke har tilstrekkelig kapasitet ved sjeldne hendelser.

Det er vurdert mulig fare for flomskred og sørpeskred i området. Flomskred er vurdert som hyppigst forekommende. Modellering i RAMMS:Debris og beregning av masse som et sørpeskred viser at massen går til fjorden, men for mer sedimentførende hendelser viser det seg at hoveddelen av massene avsettes før en kommer ned til bruene.

Følgende er verdt å merke seg i rapporten:

«Som oftest vil det være overgangsformer i store flommer som oftest også vil føre til erosjon og stor sedimenttransport som i verste fall kan utvikle seg videre til flomskred som er karakterisert med at løpene blir ustabile fordi de fylles med sedimenter med fare for overløp og sideveis spredning av vann som, fører med seg sand, grus og stein. Bygninger, veier og bruer gjør det svært komplisert å uttale seg kategorisk om faren for flom og skred mot det påtenkte leilighetskomplekset nede på Freimsanden.»



Figur 11 Kryssingen av Ragdeveien

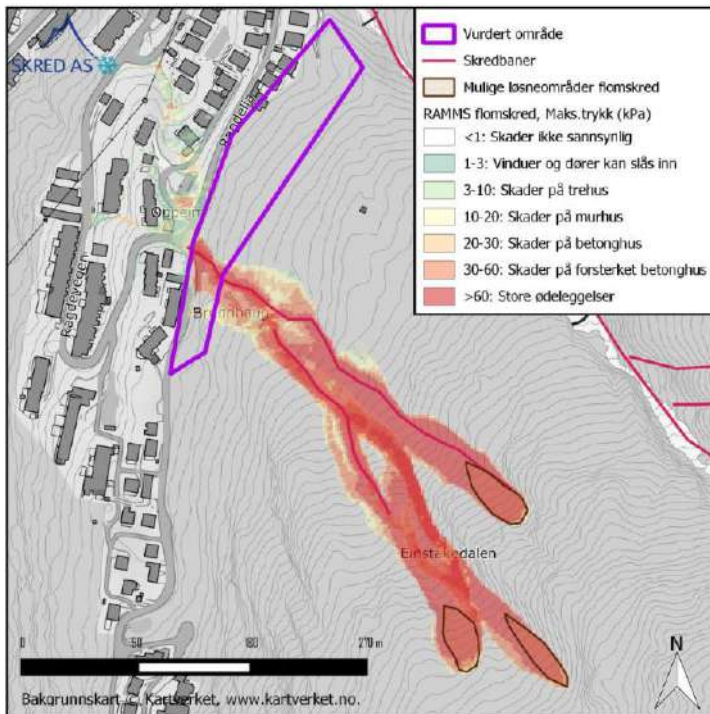
Figur 2-34: Utklipp fra NGI sin vurdering av flom- og skredfare i 2018. Bildet viser brukryssning av Ragdevegen.

### 2.5.5 Ragde 2019 utført av Skred AS

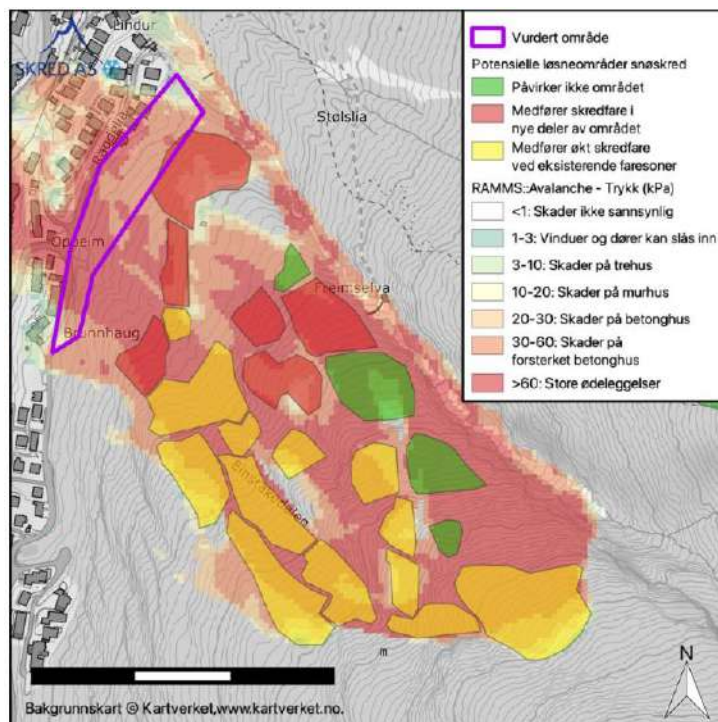
I forbindelse med regulering av nytt boligfelt på Ragde, utførte Skred AS en skredfarevurdering for området i 2019 [13]. Flomskred, sørpeskred og steinsprang ble vurdert som dimensjonerende skredtyper innenfor kartleggingsområdet, med en skredsannsynlighet over 1/1000 for deler av området i søndre del. Uten skog er det også vurdert fare for snøskred i nordre del.

I Einstakedalen ovenfor Brunnhaug har Skred AS modellert flomskred med utløp ned til Oppheim i Ragde boligfelt vist i Figur 2-35. Skred AS har vurdert at skogen ikke har vesentlig betydning på skredfaren for skredtypene flomskred, sørpeskred og steinsprang. Det er vurdert at snøskredfaren vil øke uten dagens vegetasjonsforhold, og det er vurdert mange potensielle løsnemråder for snøskred uten skog vist i Figur 2-36.



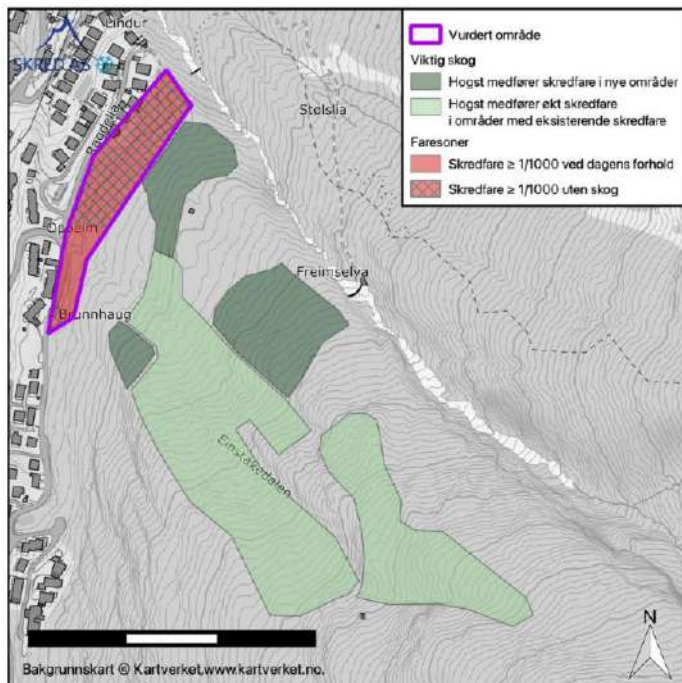


Figur 2-35: Skred AS har modellert mulige flomskred i Einstakedalen, som har potensielt utløp ned forbi Brunnhauget og ned til Oppeim [13].



Figur 2-36: Modellerte løsnemråder for snøskred utført av Skred AS. Modelleringsresultatene er et eksempel på en modellkjøring hvor alle løsnemrådene er kjørt samlet, noe som gir relativt konservative resultater.





Figur 2-37: Faresonekart med og uten dagens vegetasjonsforhold. Dimensjonerende skredtype med dagens skog er flomskred, sørpeskred og steinsprang. Uten skog er det vurdert økt fare for snøskred.

## 2.5.6 Skogen 2023 utført av Norconsult Norge AS

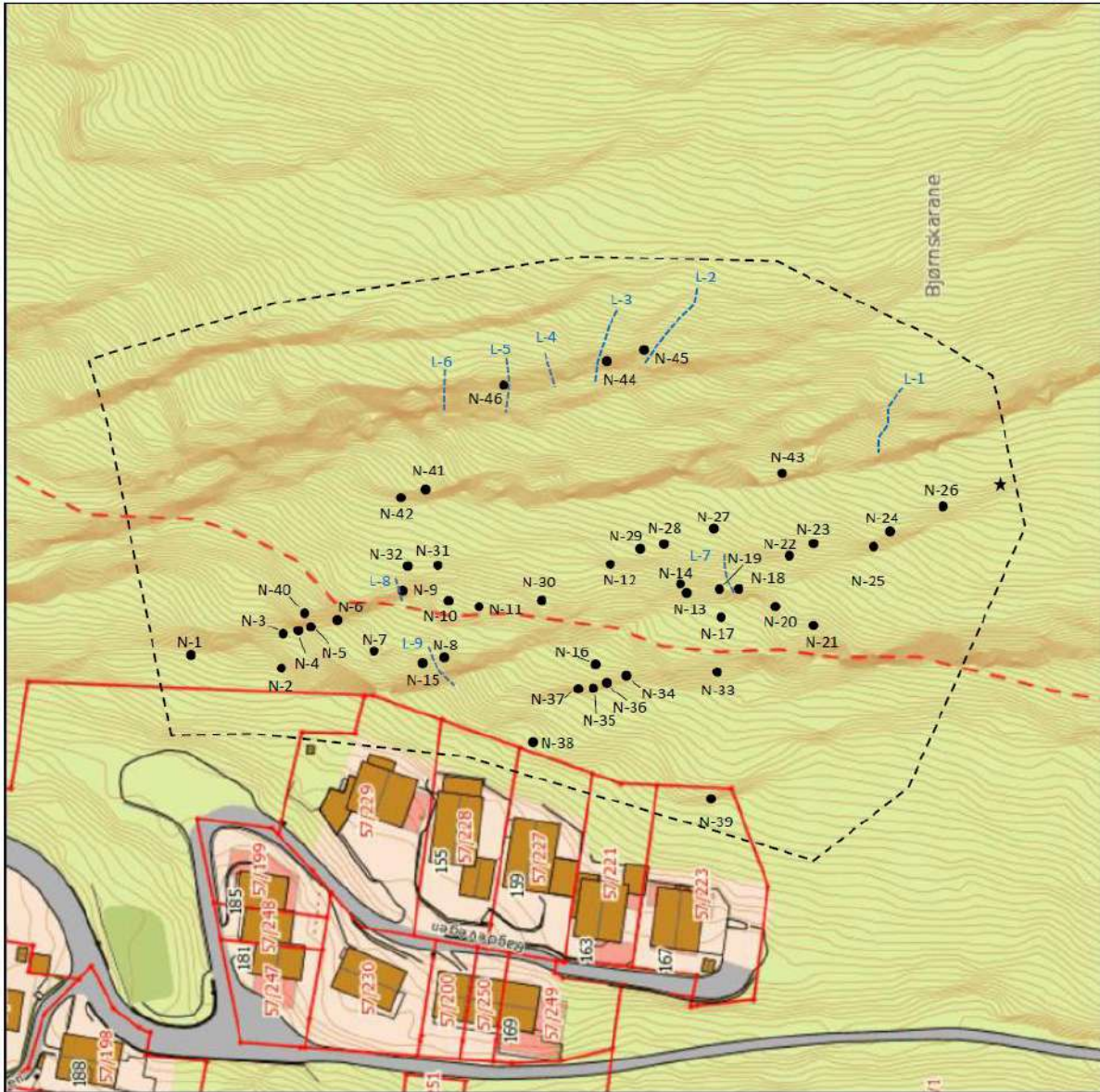
I forbindelse med byggesak på en liten eiendom i Skogen nord for Freim, ble det i 2023 utført skredfarevurdering av Norconsult Norge AS. Kartleggingsområdet i vurderingen som tilsvarer eiendom gnr/bnr. 58 185 på Skogen er vurdert av Norconsult til sikkerhetsklasse S2 med og uten skog, hvor største nominelle årlige sannsynlighet for skred ikke skal overstige  $1/1000$ . Basert på skredfarevurderingen er faresone ikke tegnet innenfor kartleggingsområdet for nominell årlig sannsynlighet  $> 1/1000$ , da sikkerhetskravet for S2 er tilfredsstillt med og uten skog. Det er vurdert at skogen i påvirkningsområdet ikke har betydning for faresonene.

## 2.6 Eksisterende skredsikringstiltak

Det er utført erosjonssikring i Freimselva opp til ca. 70 moh. og flomsikring langs Opo vest for Ragde. Det er observert boltesikring i mange av skrentene ovenfor Ragde og i lokale skrenter nært boligbebyggelse både ved Skogen, Freim og Ragde. Det pågår sikringstiltak i bergskrenten ovenfor Lothepus Camping i perioden høsten 2023 til våren 2024.




### Ragdevegen 151 - 167

Ovenfor Ragdevegen 151-167 ble det i løpet av høsten 2019 utført omfattende sikringsarbeider i bergskrentene ovenfor boligfeltet, nord-vest for Bjørnskarane. Sikringsarbeidet ble gjennomført av Sartor Maskin AS og sluttrapport for sikringsarbeidene ble skrevet av Norconsult Norge AS i 2020 [14]. Det ble sikret ved totalt 43 lokaliteter, hvor tiltakene besto av fjerning av løse blokker og trær, sikring med bolter (105 stk.), bergbånd (93 m) og wirenett (24 m<sup>2</sup>). Oversikt over hvor det er utført sikring er vist i Figur 2-38. Det legges til grunn i foreliggende skredfarevurdering at installert sikring har full kapasitet, og at anbefalt vedlikeholdsplan med inspeksjon hvert 20 år utføres for at faresonene skal være gyldige [14]. Dronefoto av sikringsområdet er vist i kapittel 5.1.3.



Tegnforklaring

Oversikt over sikrede lokaliteter			
Bergsikringstiltak over Ragdevegen 151-167			
Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.	Sluttrapport
5190013	GEO-01	J01	
			

-  Punkt for tiltak
- N-X Nummer på tiltak, se rapport
-  Utførte taulengder
-  Vurdert område

Figur 2-38: Utklipp fra sluttrapport etter sikringsarbeider ovenfor Ragdevegen, med oversikt over tiltakslokasjoner [14].





Figur 2-39: Eksempel på utført boltesikring ved lokalitet N-33.

### **Hjøllo – Øst for Lothe Camping**

Våren 2024 prosjekterer Norconsult bergsikringstiltak i bergskrenten øst for Lothe Camping på Hjøllo som vil sikre deler av eiendommen for sikkerhetsklasse S2.

## **2.7 Klimatologiske data**

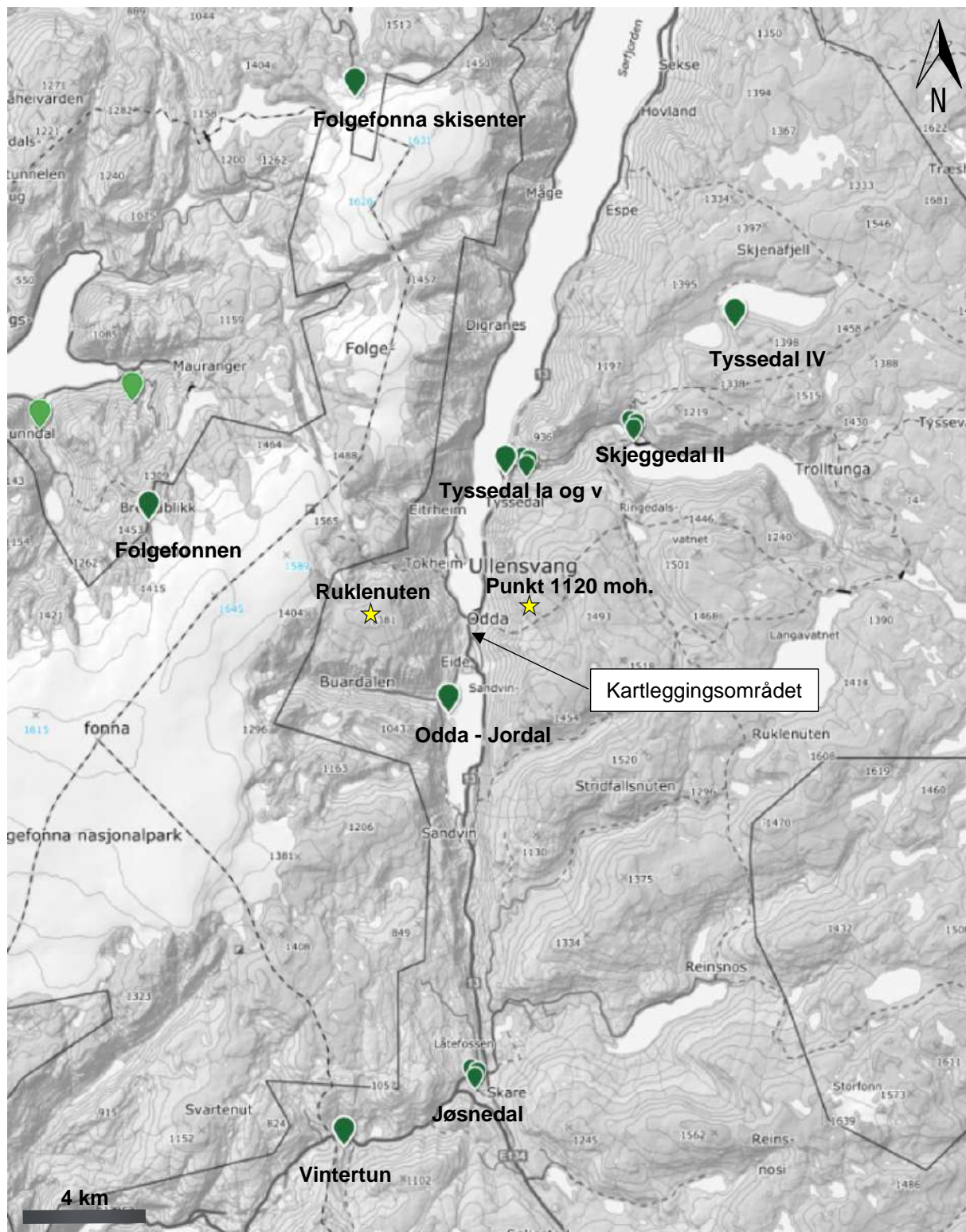
### **2.7.1 Nedbør og snø**

Klimaet langs Sørfjorden i Hardanger er typisk kystnært med tidvis intens nedbør og hurtige værromslag, noe som skyldes nærhet til Folgefonna. Det er flere meteorologiske stasjoner i regionen, men flere ligger i stor avstand til kartleggingsområdet. Måleperioder og type data som er registrert varierer. Det er hentet ut data for døggnedbør og snødybder fra forskjellige stasjoner vist i Figur 2-41 - Figur 2-42. Oversikt over målestasjonenes plassering er vist i Figur 2-40.

Intens nedbør kan være en mulig triggerfaktor for løsmasseskred i terreng med terrenghelning  $> 20^\circ$ . Forskning viser at sannsynligheten for jordskred og flomskred øker dersom døggnedbøren overstiger 8% av årsnedbøren [15]. Fra dataserien som gir gjennomsnittlig årsnedbør på 2142 mm på vestsiden (Figur 2-43) og 1785 mm på østsiden (Figur 2-44) vil 8% bli henholdsvis ca. 171 og 143 mm. Registrert ekstrem døggnedbør (24 timer) i observasjonsperioden (1910-2023) har vært over 130 mm 5 ganger (Figur 2-41). Verdier over 140 mm ble målt 9.februar 1928, Tyssedal IV 29.nov 2005 og Odda-Jordal 9.feb.1928.

Snødybder registrert ved de ulike stasjonene er vist i Figur 2-42. Største snødybde er registrert ved målestasjon Folgefonna skisenter i april 2017 og mars 2020 med 399 cm. Det er flere ganger registrert snødybder over og tett opp mot 300 cm ved målestasjonen Tyssedal Iv i perioden mellom 1994 og 2007.





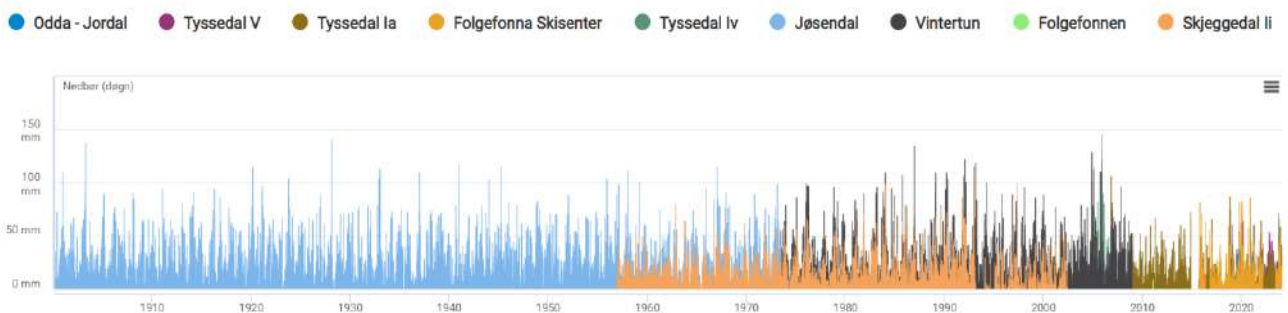
Figur 2-40: Oversiktskart som viser plassering av de ulike målestasjonene i området rundt Odda. Det er hentet ut klimadata med verktøyet AV-klima [16] ved to lokasjoner markert med gul stjerne.

Videre klimaanalyse er basert på griddede data fra SeNorge [12] [13] (AV-klima). I SeNorge er interpolerte temperatur- og nedbørsdata basert på meteorologisk institutt sine værstasjoner. De griddede dataene er videre brukt inn i en snømodell (HBV-modell) som beregner snødybde og nysnøtilvekst. Datasettet har kontinuerlige daglige dataserier for perioden 1958-2021, med 1x1 km grid celler som dekker hele Norge. Dette gir homogene dataserier med korresponderende nedbør, temperatur og snødata for de aktuelle fjellsidene, og muliggjør en klimaanalyse mer tilpasset selve skredområdene. Det er hentet ut klimadata fra et punkt på Ruklenuten (1326 moh.) vest for Odda sentrum og ved punkt 1120 moh. øst for Odda sentrum markert i Figur 2-40.

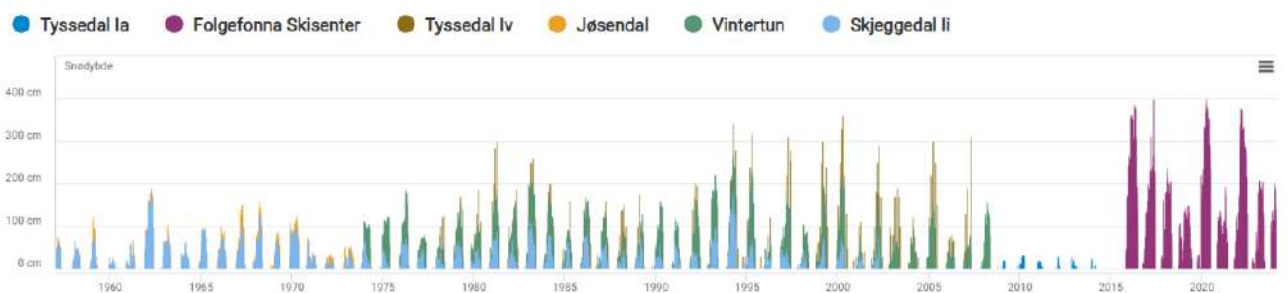
Klimaanalysen fra AV-klima [16] viser en gjennomsnittlig årsnedbør i normalperioden 1991-2020 på 2142 mm (Figur 2-43) ved Ruklenuten og 1741 mm ved punkt 1120 moh. Mesteparten av nedbøren kommer i månedene september til mars. Maksimal årsnedbør var ved begge lokalitetene i 2017 med 3116 mm ved Ruklenuten og 2624 mm ved punkt 1120 moh.

Gjennomsnittlig maksimal snødybde i perioden 1991-2020 var 422 cm i vest og 335 cm i øst. Maksimal observert snødybde i vest er 799 cm i april 1990, og 546 cm i mars 1993 i øst. Gjennomsnittlig 3 døgns nysnødybde i perioden 1991-2020 var 85 cm i vest og 72 cm i øst. Maksimal 3 døgns nysnødybde ble den 26.02.1976 målt til 149 cm i vest og 129 cm i øst.

Ekstremverdier for 3 døgns nedbør i form av snø er beregnet med Gumbel-metode til 167 cm for 100 års returperiode, 214 cm for 1000 års returperiode og 247 cm for 5000 års returperiode i vest. Tilsvarende verdier i øst er beregnet til henholdsvis 146 cm (100 års), 188 cm (1000 års) og 217 cm (5000 års).

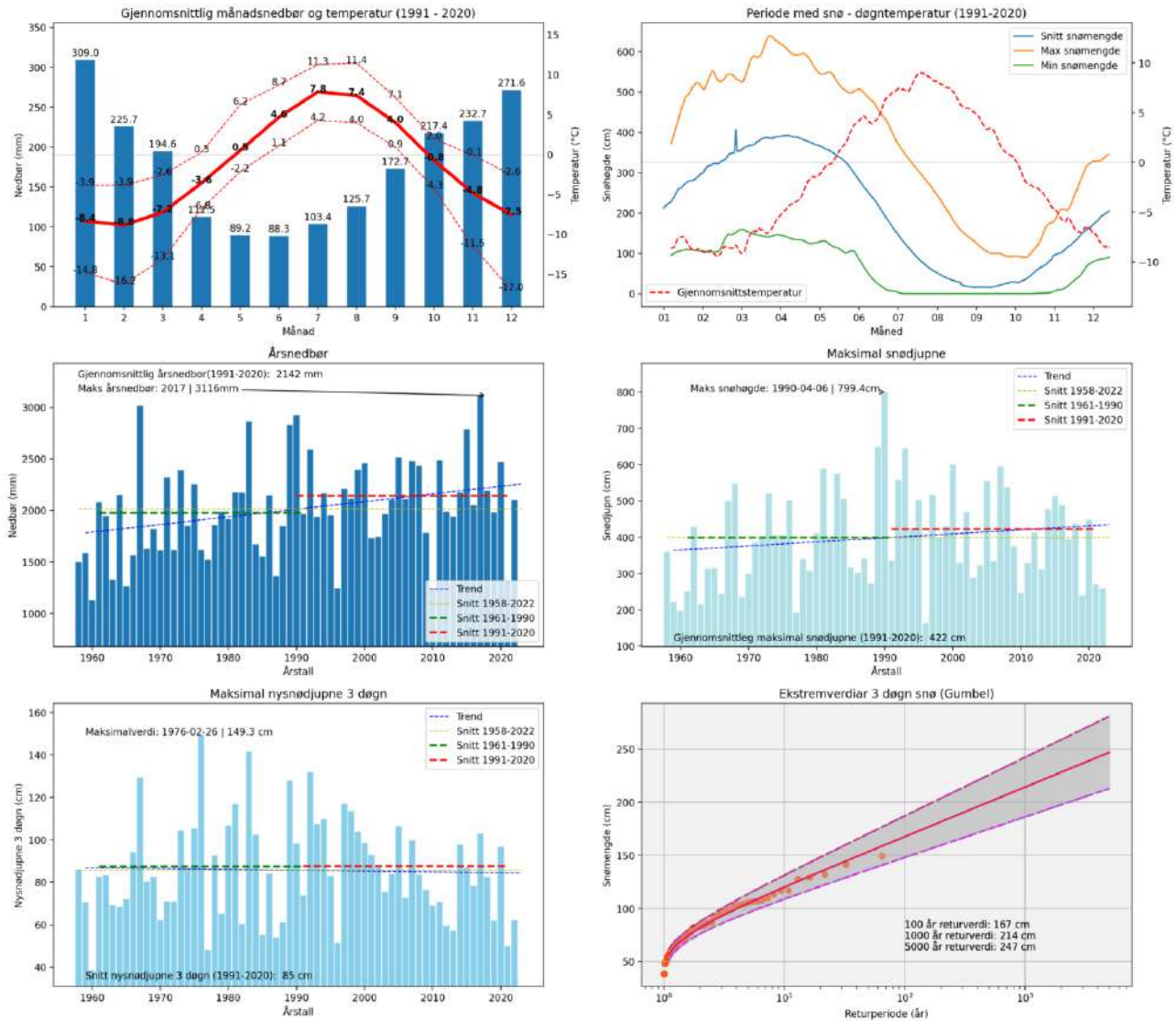


Figur 2-41: Registrerte døgnverdier for nedbør i perioden 1950-2022 [17].



Figur 2-42: Registrerte snødybder i perioden 1950-2022 [17].

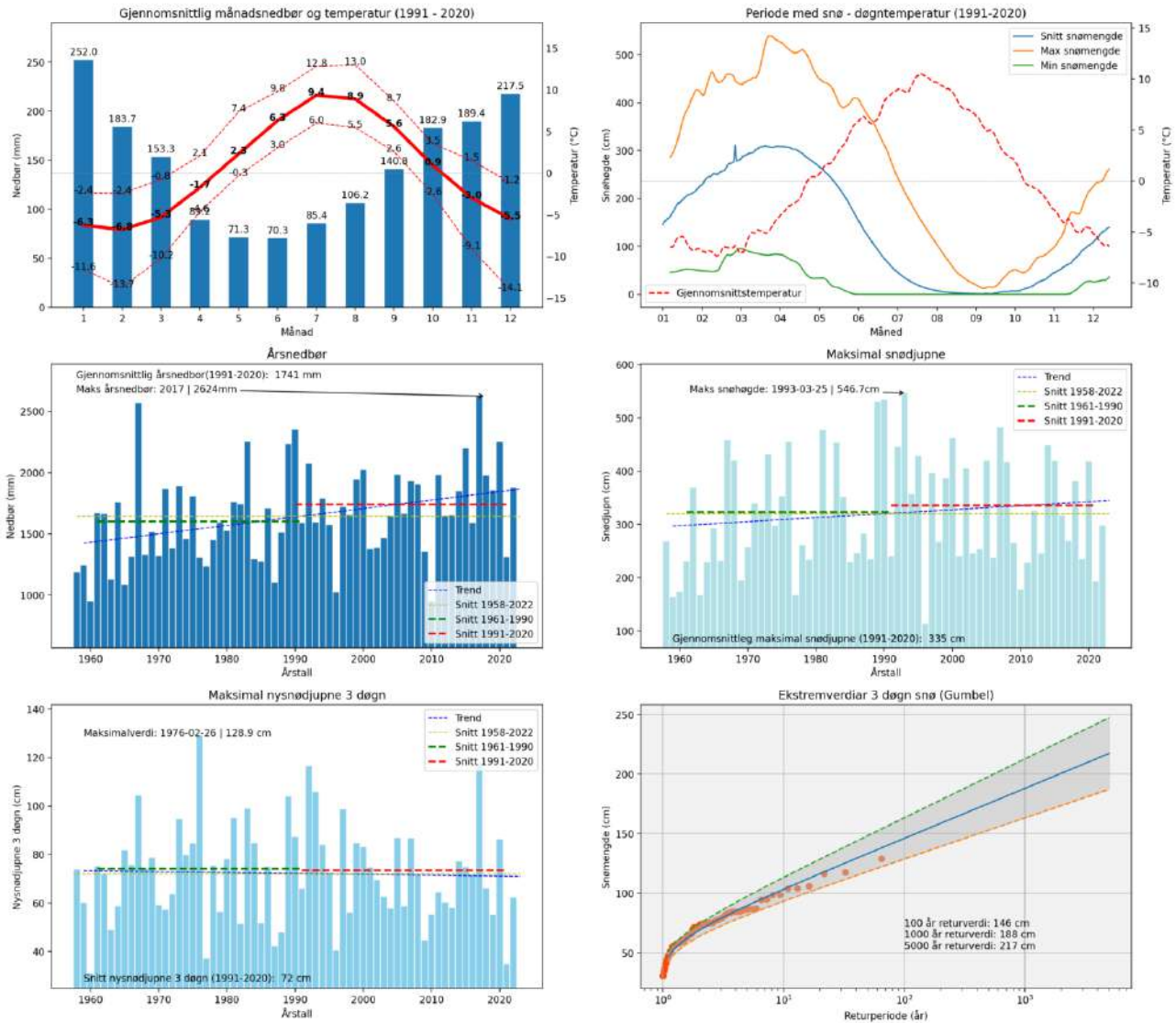
## Klimaoversikt for Ruklenuten (1326 moh.)



Figur 2-43: Klimaoversikt fra AV-klima som henter data fra NVE API griddede data. Datasettet tar utgangspunkt i snøkartene fra Xgeo (oppløsning 1 km x 1 km). Parametere som er benyttet er «Døgnsnedbør v2.0 – mm», "Døgntemperatur v2.0 - Celcius", "Snødybde v2.0.1 - cm", "Nysnø siste døgn - mm", "Nysnødybde 3 døgn - cm", "Regn - mm", "Vindretning 10m døgn", "Vindhastighet 10m døgn - m/s". Modellhøyde for utvalgte klimaoversikt er 1326 moh.



## Klimaoversikt for Punkt 1120 moh. (1094 moh.)



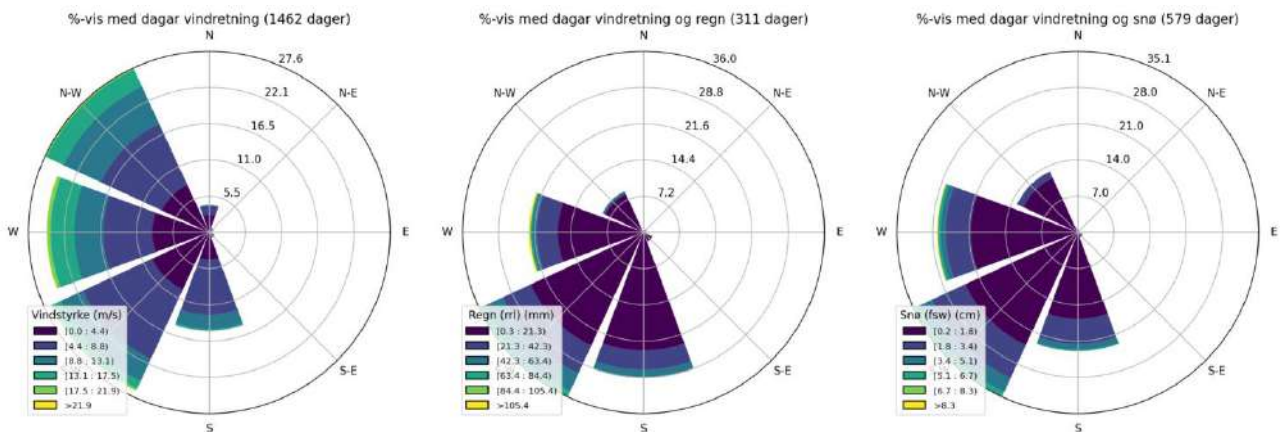
Figur 2-44: Klimaoversikt fra AV-klima som henter data fra NVE API griddede data. Datasettet tar utgangspunkt i snøkartene fra Xgeo (oppløsning 1 km x 1 km). Parametere som er benyttet er «Døgnsnedbør v2.0 – mm», «Døgntemperatur v2.0 - Celcius», «Snødybde v2.0.1 - cm», «Nysnø siste døgn - mm», «Nysnødybde 3 døgn - cm», «Regn - mm», «Vindretning 10m døgn», «Vindhastighet 10m døgn - m/s». Modellhøyde for utvalgte klimaoversikt er 1094 moh.

Klimaanalysen viser at det er en stigende trend i gjennomsnittlig årsnedbør gjennom året. Det vurderes at det må forventes hyppigere perioder med ekstremnedbør som følge av klimaendringer. Trenden i maksimal snødybde er svakt stigende. Det må også forventes høyere gjennomsnittstemperaturer gjennom året. I de høyreliggende delene av fjellsiden, kan det forventes mer nedbør i form som snø, mens i lavlandet vil større andel av nedbøren antakeligvis komme som regn. Det er derfor vurdert noe konservative bruddkanthøyder i noen av løsnemrådene for snøskred, for å ta høyde for denne usikkerheten knyttet til klimaendringer [18].

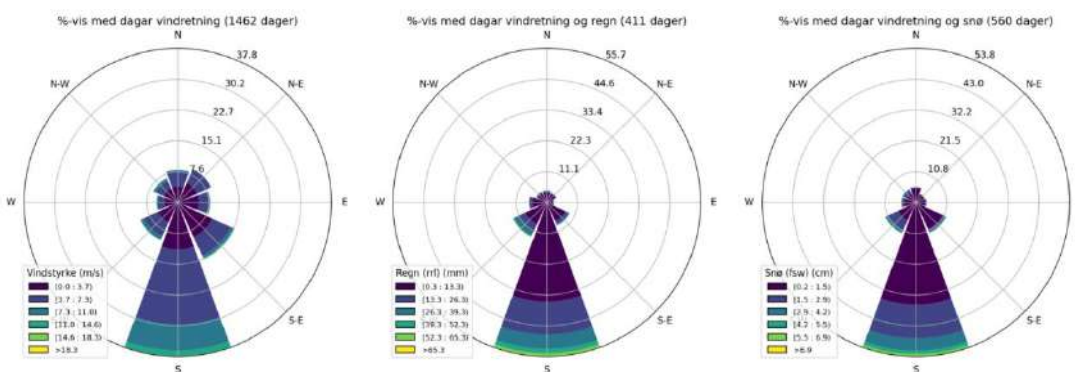
## 2.7.2 Vind

Målestasjonene som har måledata for vind i området vurderes å ligge tilstrekkelig nærme kartleggingsområdet for å benyttes som direkte grunnlag i skredfarevurderingen. Det er derfor valgt å se på vinddata som hentes fra AV-klima scriptet. Det gjøres oppmerksom på at dette er data med kort måleserie, 2018-2020, og som er interpolert fra omkringliggende stasjoner, noe som gjør at dataene er usikre. AV-klima scriptet viser at fremherskende vindretning på vestsiden med nedbør som snø er fra sør-vestlig og vestlig sektor. Generell vindretning med nedbør er også fra sør-vest og vest (Figur 2-45). Fremherskende vindretning på østsiden med nedbør som snø er fra sørlig og sør-vestlig sektor (Figur 2-46).

Det er også hentet ut vindroser fra seklima.met.no fra de nærmeste stasjonene, med noe begrenset måleperiode. Vindrosene fra Ullensvang – Forsøksgard (SN49490) viser fremherskende vindretning fra øst (Figur 2-49). Stasjoner fra Folgefonna (Figur 2-47 og Figur 2-48) viser derimot fremherskende vind V til SØ sektor. Denne variasjonen tyder på at topografiske forhold slår inn i betydelig grad i området, og har trolig sammenheng med orienteringen til Sørfjorden. Fjellsiden som ligger i le for vind fra øst vil gi pålagring av snø basert på dataene, noe som kan oppstå etter tunge snøfall fra vest kombinert med når vinden dreier på sør-østlig sektor.

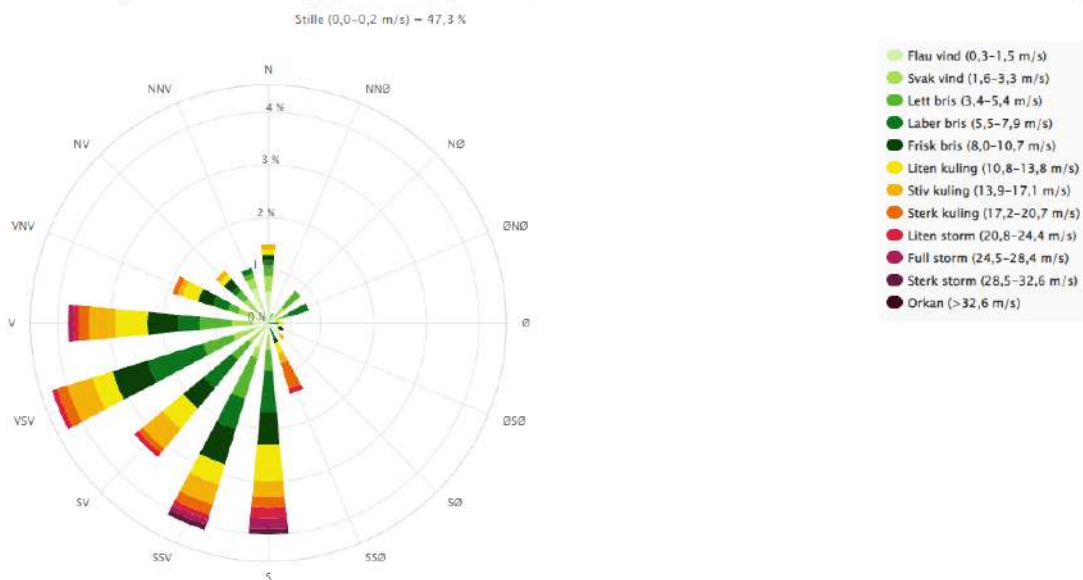


Figur 2-45: Vindroser hentet fra API scriptet for Ruklanuten (1326 moh.).



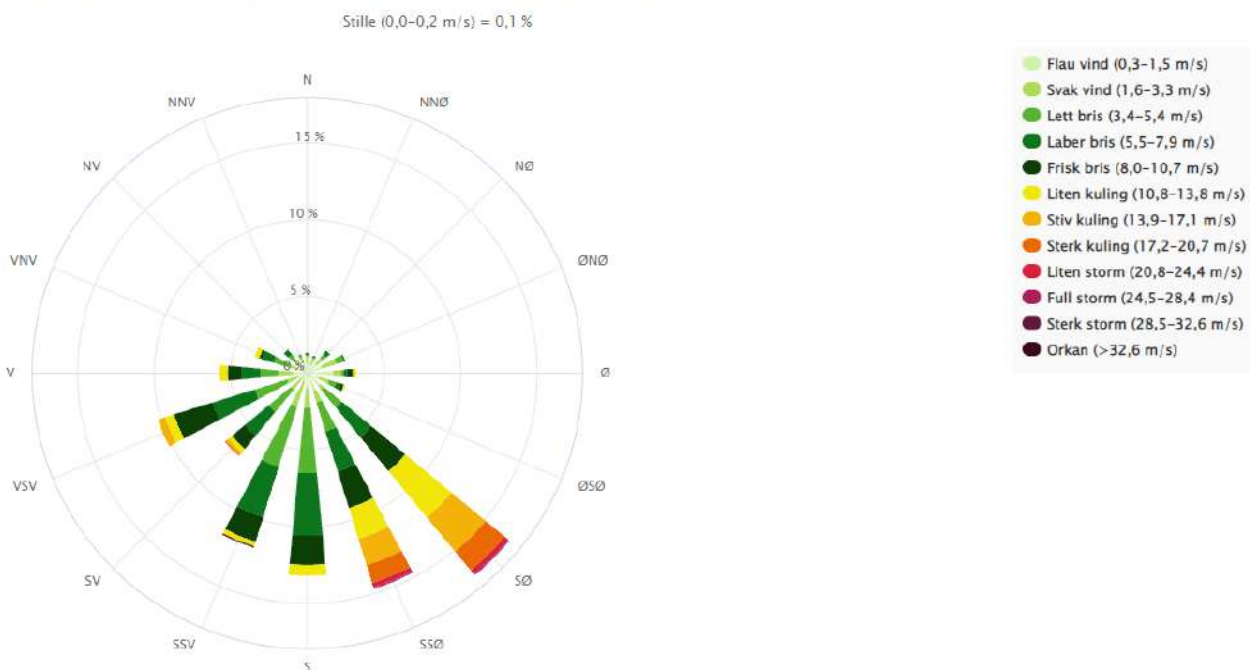
Figur 2-46: Vindroser hentet fra API scriptet for punkt 1120 moh. (modellhøyde 1094 moh.).

Vindrose for Folgefonna Skisenter Topp (SN49087) i perioden, 12.2014–12.2023. Mnd: 12



Figur 2-47: Vindrose fra Folgefonna Skisenter Topp (SN49087). Måleperioden er begrenset til 9 år.

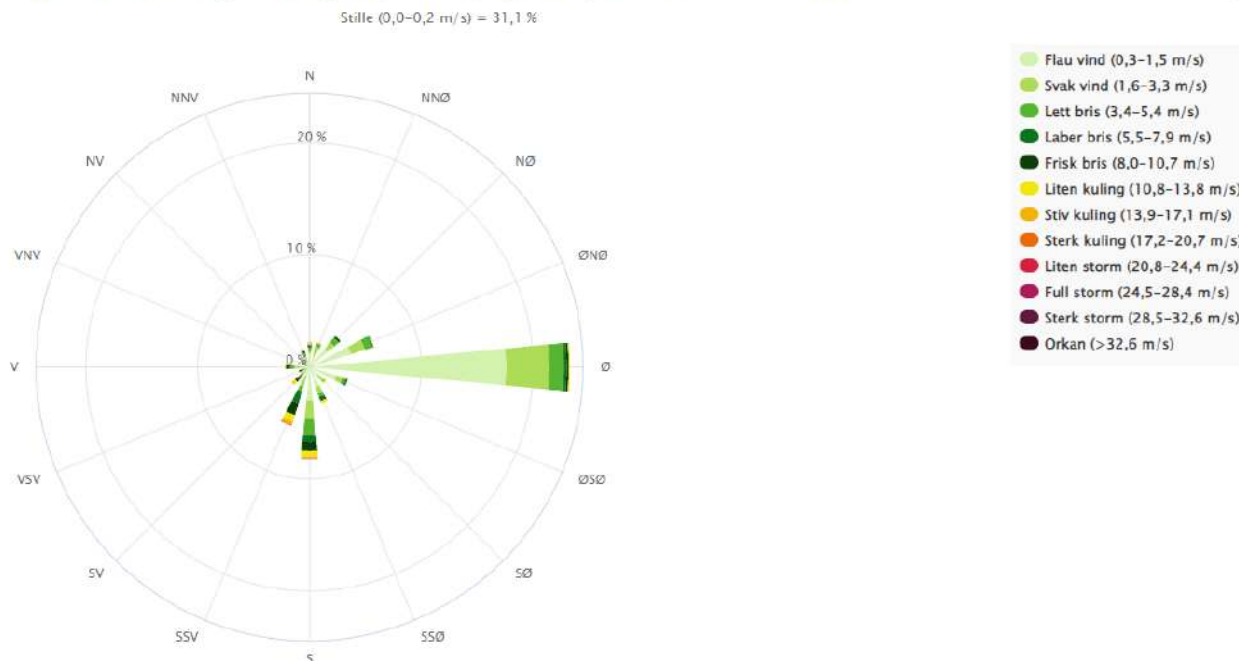
Vindrose for Folgefonna Skisenter (SN49085) i perioden, 12.2015–12.2023. Mnd: 12



Figur 2-48: Vindrose fra Folgefonna skisenter (SN49085). Måleperioden er 8 år.



Vindrose for Ullensvang Forsøksgard (SN49490) i perioden; 12.1962–12.2014. Mnd: 12

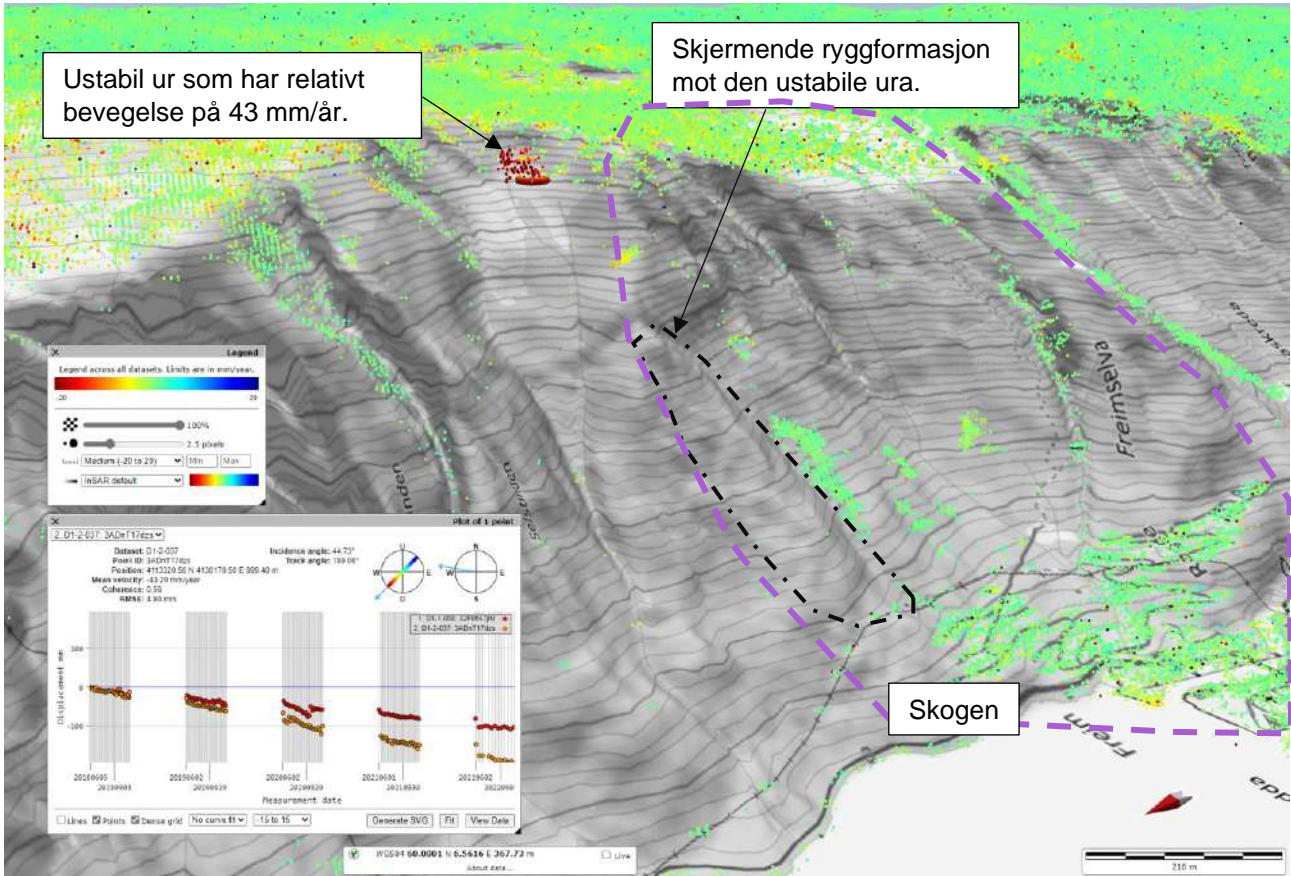


Figur 2-49: Vindrose fra Ullensvang – Forsøksgard (SN49490). Måleperioden er 52 år.

## 2.8 Satelittmålinger fra InSar og ustabile fjellpartier

Deformasjonsmålinger basert på satelittmålinger hentet fra karttjenesten INSAR [19] er vist i Figur 2-50. Det er observert ei ustabil ur, nord-øst for kartleggingsområdet og utenfor påvirkningsområdet. Dette vises som røde punkter i figuren under. Generelt viser InSar-kartet ingen store relative bevegelser i fjellet innenfor påvirkningsområdet.

NGUs nasjonale database for ustabile fjellpartier [20] viser ingen registrerte ustabile fjellpartier innenfor påvirkningsområdet som kan ha utløp ned i kartleggingsområdet. Det er imidlertid registrert ustabile fjellparti øst for Kinn, med antatt flanke og utgående glideplan ned mot Liasetbakkane sør for påvirkningsområdet vist i Figur 2-51. Siden dette området ligger på sørsiden av påvirkningsområdet har ikke Norconsult vært i kontakt ved NGU eller NVE for anskaffelse av ytterligere informasjon om denne overvåkingen.



Figur 2-50: Utsnitt fra InSar som viser et ustabilt parti litt nord-øst for kartleggingsområdet. Lille stiplet linje viser omtrentlig påvirkningsområdet. Sorte linje viser ryggformasjonen som vil lede eventuelle skred fra urmassene nordvest for påvirkningsområdet.



Figur 2-51: Utsnitt fra NGUs database over ustabile fjellparti. Det er registrert et ustabil fjellparti øst for Kinn, med flanke og utgående glideplan ned mot bollen ved Liasetbakkane sør for påvirkningsområdet.



## 3 Metode

### 3.1 Metode for vurdering av skogens effekt på skredfaren

Det er utarbeidet faresoner med utgangspunkt i dagens skog og faresoner uten effekten av skog i kartleggingsområdet. I henhold til NVE-veilederen skal scenarioet uten skog tilsvare en situasjon der absolutt all skog er fjernet. Generelt er det vurdert at skredfaren vil øke mest for snøskred og steinsprang når skog fjernes. Fjerning av skog vil eksponere flere løvsneområder for snøskred, og faren for snøskred vil derfor øke. Skogens bremsende effekt vil fjernes, og utløpslengden til steinsprang og snøskred kan derfor bli noe lengre tilsvarende skogens bremsende effekt.

Det er utarbeidet polygoner for skog som kan ha bremsende effekt på steinsprang og som kan hindre utløsning av snøskred vist i Figur 4-10. Vurderingen er basert NVE veilederen og dens spesifikasjoner til skogens egenskaper for å ha effekt på steinsprang og snøskred. Skogen i Freimslia er enten veldig tett i granskogfeltene, eller noe mer glissen i løvskogfeltene eller for åpen til å ha bremseeffekt på skred. All skog er basert på SR16-data som er registrert med antall stammer per hektar (for trær med stammehøyde over 10 cm) over 500 for løvskog og over 200 for barskog, og med kronedekning over 80% for løvskog og over 50% for granskog, er vurdert til å ha bremsende effekt på steinsprang og hindre utløsning av snøskred). Vurderingene er verifisert med befaringsobservasjoner, dronebilder og studie av tilgjengelige flybilder fra nyere tid. Skogens faktiske bremsende effekt på steinsprang er beregnet med hjelpeverktøyet fra RockforNET [21].

Skogspolygonet vist i Figur 4-10, sammen med flyfoto og dronebilder fra befarings, og vurderte faresoner er benyttet til å ta ut ytterligere polygoner for skog som har betydning for skredfaren innenfor de respektive kartleggingsområdene. Disse skogspolygonene er delt inn i tre underkategorier:

- ❖ 1 – Skog med betydning for løsningsansynligheten (primært snøskred).
- ❖ 2 – Skog med bremsende funksjon i skredbanen (primært steinsprang).
- ❖ 3 – Skog som reduserer løsningsansynligheten og har bremsende funksjon i skredbanen.

Vurderte skogspolygoner med betydning for skredfaren er lagt ved som vedlegg 4 - Skog med betydning for skredfaren».

#### 3.1.1 Skogens effekt på snøskred

Skog reduserer temperaturforskjeller mellom natt og dag, og følgelig oppbygningen av kantkorn og dannelse av svake lag i snødekket. Desto tettere skogen er, desto jevnere er temperaturen i snødekket. I størsteparten av skogsområdene på Freim og Ragde består skogen av både tett granskog, og til dels mer åpen lauvskog. Det forventes at sannsynligheten for dannelse av svake lag i snødekket er størst i åpne lauvsskogsområder, åpne bruks- og jordområder og på snaufjellet. Tett skog reduserer også sannsynligheten for dannelse av rimkrystaller, som senere kan bli svake lag i snødekket.

Trær påvirker vindtransport og avsetning av snø. I tett granskog finner en sjelden snø med vindavsatt lagdeling. Det er gjerne i overgangssoner mellom skogsfelter, snaufjellet og åpne områder der vindhastigheten reduseres og det akkumuleres mest snø fra vindtransport. Slike overgangssoner antas å ha størst sannsynlighet for utløsning av snøskred, eksempelvis i øvre deler av påvirkningsområdet på Freim.

I lauvskog er det snøegenskapene som hovedsakelig avgjør forankringseffekten til skogen. Hard snø gir god forankring, mens middels hard snø (én finger hardhet) har lavere styrke og det trengs større tretetthet for tilsvarende stabiliserende effekt [22]. Underliggende undervegetasjon og ur gir lufttilgang i snødekket og en ser at omvandling av snø går raskere i slike områder. Vedvarende svake lag vil da ha kortere levetid.

Basert på informasjonen over, SR16-data fra NIBIO, og krav til skog i NVE-veilederen, er det selektert ut skogspolygoner i ArcgisPro (med verktøyet Raster Calculator) som vil ha betydning for snøskredfare (Figur 4-10). SR16-data er verifisert med dronebilder og Norge i bilder for eventuelle hogstfelt eller annen påvirkning av skog som ikke er fanget opp på SR16-data.

Det er observert skog innenfor mange av de observerte løsneområdene for snøskred. For de løsneområdene hvor skogen er vurdert å ha tilstrekkelig effekt på løsnesannsynligheten (i henhold til NVE-veilederen), er det kun modellert snøskred i RAMMS:Avalanche for et scenario når skogen er fjernet i de gjeldende løsneområdene.

Der det er observert tett skog i antatte skredbaner for snøskred, er det lagt inn ekstra friksjon i RAMMS:Avalanche for å få en mer realistisk tilnærming av skogens bremsende effekt på snøskred. For et 5000-års scenario er det vurdert at skogen vil være for spinkel til å bremse og stoppe svært store skred med høy hastighet. For et 100- og 1000-års scenario er det observert at skogen bremser hastigheten på modellerte snøskred betydelig, men at utløpet tilsynelatende blir nokså likt ved modellering med og uten bremsende effekt av skog. Dette kommer av at friksjonsbidraget i RAMMS:Avalanche er ganske beskjeden. Det er derfor også lagt vekt på skjønnsmessige vurderinger av skogens bremsende effekt på disse to sistnevnte scenarioene, basert på feltobservasjoner og ortofoto. Generelt er det vurdert at skogens effekt på løsnesannsynligheten i løsneområdene er det som påvirker snøskredfare i størst grad.

### **3.1.2 Skogens effekt på steinsprang**

Verktøyet RockforNET EN (ecorisq.org) er benyttet for å vurdere graden av skogens bremsende effekt på steinsprang, og gir et anslag på prosentandelen av steinsprang som stoppes av skogen. Terrengparametere som er benyttet for vurdering av bremsende effekt er listet opp i tabellen under. Merk at oppgitt skogledd skråning vil variere, og er her tatt ut for et scenario hvor steinsprang løsner nedenfor punkt 1120 og har utløp mot et sted mellom Lyngberg og Byrkjehaug. Ved større lengder på skogfeltet vil skogen ha økende bremsende effekt, og motsatt ved smale partier med skog i ellers åpne områder. Der steinsprang forserer gjennom skogsområder over lange avstander (typisk over 300 m) og blokkstørrelse opptil 3 kubikk, vil bremsende effekt være i størrelsesorden 25 – 50 %. For større blokker eller kortere skogspartier med tett nok skog, må det forventes mindre eller ingen bremsende effekt.

For større steinsprangobjekt over 5 kubikk og steinsprang forventes det at skog ikke vil kunne ha bremsende effekt.

Eksempel på beregning av bremsende effekt med verktøyet RockforNET EN (ecorisq.org) er vist i Tabell 3-1, og det er brukt representative parametere i Freimslia.

Tabell 3-1: Beregning av et tenkt scenario der et steinsprang med dimensjoner 2 x 1,5 x 1 m løsner fra en 150 m høy skrent, og har først utløp langs 150 m av fjellsiden uten skog og deretter langs 750 m med 25 m<sup>2</sup>/ha tett skog. Utfallet av dette blir en bremsende effekt på 25 – 50 %, som er et anslag på %-andelen av blokker som stoppes av skogen.

**Rock characteristics**

Rock dimensions (3x)	2	1,5	1	m
Rock density	2700			kg m <sup>-3</sup>
Rock shape	Rectangular ▼			-

**Slope characteristics**

Mean gradient of the slope	38	°
Height of the cliff	150	m
Length of the forested slope (planimetric)	750	m
Length of non-forested slope (planimetric)	250	m

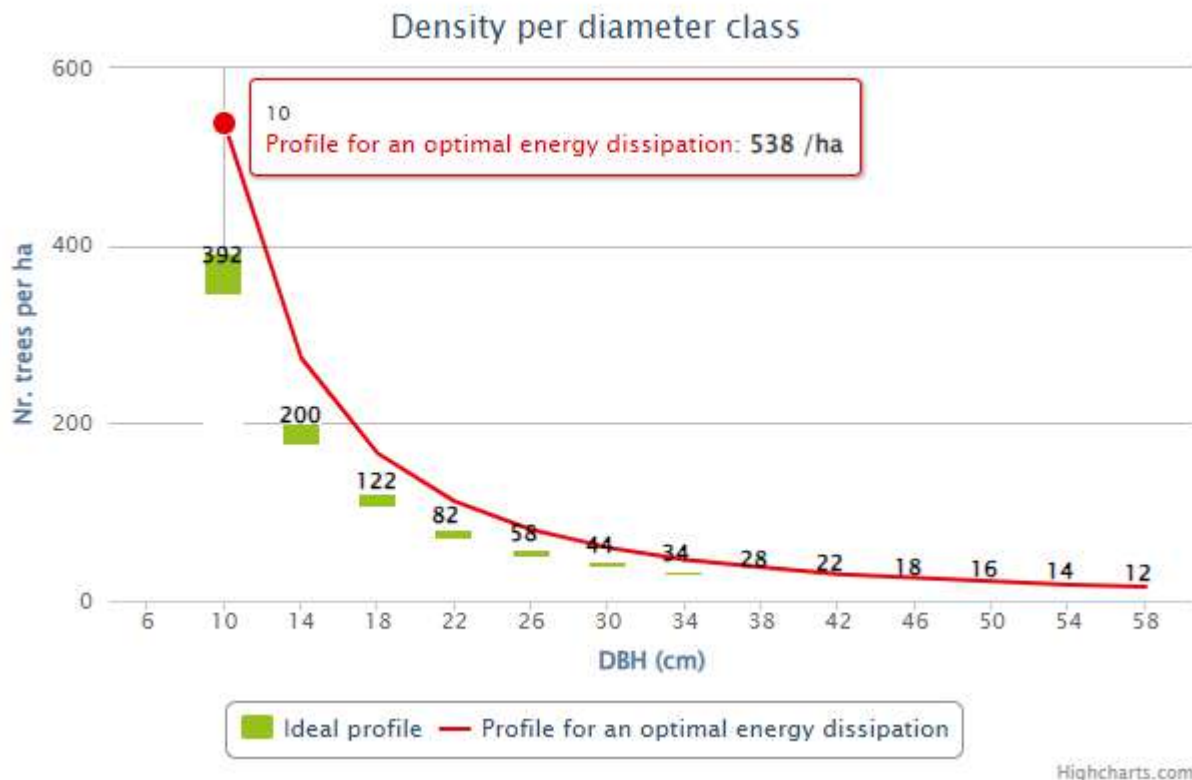
**Forest characteristics**

Mean stand density (DBH ≥ 8 cm)	500	ha <sup>-1</sup>
Basal area (DBH ≥ 8 cm)	25	m <sup>2</sup> /ha
<b>OR</b>		
Mean diameter at breast height (DBH; ≥ 8 cm)	25	cm
Occurrence of dominant tree species:		
- Norway spruce ( <i>Picea abies</i> )	10	%
- Silver fir ( <i>Abies alba</i> )	0	%
- European beech ( <i>Fagus sylvatica</i> )	0	%
- Other broadleaved species	90	%
- Other coniferous species	0	%

Submit

1. Current degree of protection: 25 - 50 %





Required density with DBH  $\geq$  8 cm: **1040 tr./ha**

Required density with DBH  $\geq$  12 cm: **650 tr./ha**

Required density with DBH  $\geq$  24 cm: **250 tr./ha**

Required density with DBH  $\geq$  36 cm: **110 tr./ha**

- Ideal basal area (DBH  $\geq$  8 cm; ideal target profile): **40 m<sup>2</sup>/ha**

- Minimum stand basal area (DBH  $\geq$  8 cm; minimum target profile): at least **35 m<sup>2</sup>/ha**

- Required basal area (DBH  $\geq$  8 cm) for an optimal energy dissipation (to potentially stop all falling rocks): **54 m<sup>2</sup>/ha**

#### Data used for the calculation:

Rock volume = 2 m<sup>3</sup>

Rock mass = 5400 kg

Maximum rock energy in the forest = 3600 kJ

Length of the forested slope (measured along the slope) = 952 m

Current stand basal area = 25 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>

### 3.1.3 Skogens effekt på jordskred, flomskred og sørpeskred

Det er generelt observert grove masser i påvirkningsområdet. Tilstedeværelse av skog vil derfor ha begrensende stabiliserende effekt og påvirkning på jordskred, flomskred og sørpeskred. De fleste løsneområder for flomskred og sørpeskred er observert i tilknytning til raviner og gjel hvor det er glissen eller ingen skog. Det er observert svært få løsneområder for jordskred, og her er det generelt også glissen eller ingen skog. Det er derfor lagt til grunn at skogen ikke vil ha påvirkning på jordskred, flomskred eller sørpeskred innenfor påvirkningsområdet.

## 3.2 Metode for vurdering av steinsprang og steinskred

Steinsprang og steinskred løsner vanligvis i fjellskråninger som er brattere enn 45°. 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. Et steinskred er en massebevegelse av et større bergparti (fra noen hundre kubikk opp til 100 000 kubikk). 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.

Løsneområder er observert i felt og bergartstype, generell oppsprekking og større potensielle avgrensede partier er registrert. Utfall i form av urmasser og enkeltblokker er kartfestet. For løsneområder som ikke er befart, er større områder med terrenghelning brattere enn 52° og som er vurdert til å kunne ha utløp inn i kartleggingsområdet inkludert i vurderingen.

Utsprengte skjæringer og mindre skrenter med høyde 1-2 meter er ikke vurdert.

### Faresoner steinsprang og steinskred

Faresoner for steinsprang og steinskred er trukket opp basert på en helhetlig vurdering av kildeområdene, registrerte steinsprangblokker og urmasser, tidligere hendelser og modelleringsresultater. Flere steder er det boligområder og på eldre ortofoto jordbruksarealer i underkant av kildeområdene og det kan ikke utelukkes at blokker er fjernet i forbindelse med boligbygging og jordbruk.

Der hvor det er godt samsvar mellom observerte ansamlinger av blokk og/ eller ur, og hovedtrend til modellerte utløpslengder i RAMMS Rockfall, er det satt faresone for steinsprang med sannsynlighet 1/100. Utstikkere i modellerte utløpslengder og observerte enkeltblokker med noe lengre utløp er brukt som utgangspunkt for faresone 1/1000. Rockyfor3D med «reach probability» større enn 1% og i eventuell kombinasjon med lengste observerte utløp av enkeltblokker, er brukt som utgangspunkt for faresone 1/5000.

Utløpslengder for steinsprang i RAMMS:Rockfall er modellert med moderate forest (35 m<sup>2</sup>/ha) som representerer et gjennomsnitt av skogstettheten. Modellen er kalibrert mot observerte steinsprangutløp, hvor det er antatt at hendelser har funnet sted etter at skogen har blitt fortettet.

Der hvor modellerte utløp i RAMMS er vesentlig kortere enn for eksempel observert rasur eller ansamling av blokker, er det antatt at steinspranghendelsene fant sted før skogen var tilstede. I slike tilfeller er det satt ekstra faresoner for «uten skog» hvor utløpslengden har avtatt som følge av oppvekst av ny skog. Faresone for 1/100 blir eksempelvis i slike tilfeller satt ved lengste utløp til modellert utløp i RAMMS for «med skog» og ved observerte blokkansamlinger «uten skog».

Vurdering av faresone for steinskred er i størst grad basert på historiske hendelser, men det er også utført modelleringer i RAMMS med input parametere tilpasset steinskred for ytterligere støtte.

### 3.3 Metode for vurdering av Snøskred

Snøskred løsner vanligvis der terrenget er mellom 25°-55° bratt. I slake skråninger (30°-35°) må det normalt komme 90-120 cm med nysnø i løpet av tre døgn for dannelse av større snøskred [23]. 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°.

Realiteten til potensielle løsneområder i NAKSIN har blitt vurdert både med og uten skog. Det er bemerket at mange av løsneområdene i NAKSIN har usannsynlig store bruddkanthøyder og utstrekning i areal både for situasjonen med og uten skog. For eksempel i NAKSIN-løsneområdet nord for Freimsstølen er det lagt til 4,12 m bruddkanthøyde og et volum på rett i underkant av 400.000m<sup>3</sup>, noe som i dette tilfellet er vurdert til ikke å være realistisk. Historisk sett har det gått store snøskred i Freimslia, men ikke i et slikt volum-omfang.

Aktsomhetskartet NAKSIN [24] er brukt som utgangspunkt, sammen med terrenyanalyse og klimadata, for å vurdere løsneområder og fare for snøskred for situasjonen med og uten skog. Utløpene i NAKSIN-kartene vil som følge av urealistisk store løsneområder og bruddkanthøyder, gi for konservative utløpslengder. Det er fire forhold i beregningsforutsetninger som er særlig vurdert:

- 1) Er løsneområde i NAKSIN sammenhengende og reelt i forhold til detaljert terrengmodell?
- 2) Består utløpet av flere NAKSIN løsneområder, er det reelt med samtidig utløsning? NAKSIN har benyttet en 10 m griddet terrengmodell.
- 3) Er benyttet bruddhøyde realistisk?
- 4) Hva er reell skogtilstand i løsneområdet?

Videre er det vurdert utløpslengde for snøskred ved modellering i RAMMS:Avalanche og ved bruk av Alfa-Beta metoden i kapittel 6.1.

Metode for vurdering av bruddkanthøyde er omtalt i kapittel 6.1.1.

### 3.4 Metode for vurdering av Jordskred

Faresoner for jordskred kan begrenses til lokale løsmasseskråninger med helning over 25 grader, kombinert med tilstedeværelse av vann. Vurdering av jordskred vil være mest aktuelt i nedre del av kartleggingsområdet omkring Opo, Hjøllø og nedre Ragde. Raviner og lignende bratte områder kan også være løsneområder, men mesteparten av løsmassene består i øvre deler av kartleggings- og påvirkningsområdet av grove urmasser eller bart fjell. Terminologien jord- og steinskred kan være aktuell å bruke i områder med potensiell fare for remobilisering av urmasser.

Faresoner for jordskred er trukket opp basert på en helhetlig vurdering av terrengforhold, løsmassetykkelse og -type, dreneringsveger og tidligere skredhendelser.

### 3.5 Metode for vurdering av Flomskred

RAMMS:Debris Flow er brukt til å beregne utløp av flomskred. Det er benyttet fast løsnenvolum inkludert erosjon. I området er det forventet flomskred med volum fra 1000-5000 m<sup>3</sup>. I skredrenner der en har til dels berg, grov ur og tilføring av masse skjer ved tilfeldig medrivning av skog og torv, er fastvolum en god tilnærming. I avsetningsområdene, som oftest er det viktigste fareområdet, er det avsatt skredvolum inn på vifte som er veiledende for faresonene.



I renner som går inn i hverandre, er enten et utvalg modellert, eller det er gjort en tidsforsinkelse slik at en ikke tilfeldig dobler skredvolum.

Faresoner for flomskred er trukket opp basert på kjente hendelser, form på avsetning vurdert i felt, og kvartærgeologisk kartgrunnlag. Uten tilstedeværelse av vifter vil det sjeldent tegnes faresoner for flomskred i utløpsområdet. Det tegnes nødvendigvis ikke faresone etter utløpsberegninger i RAMMS. Faresone 1/5000 vil normalt omfatte hele vifteområder eller kartlagt flomskredavsetning. Videre avgrensing av 1/1000 vurderes ut fra topografi der modelleringsresultater kan hjelpe på selve formen. Faresone 1/100 er tegnet i nærhet til der en har kjente flomskredhendelser.

Modelleringsparametere og modelleringsresultater for flomskred er gitt i kapittel 6.

### 3.6 Metode for vurdering av Sørpeskred

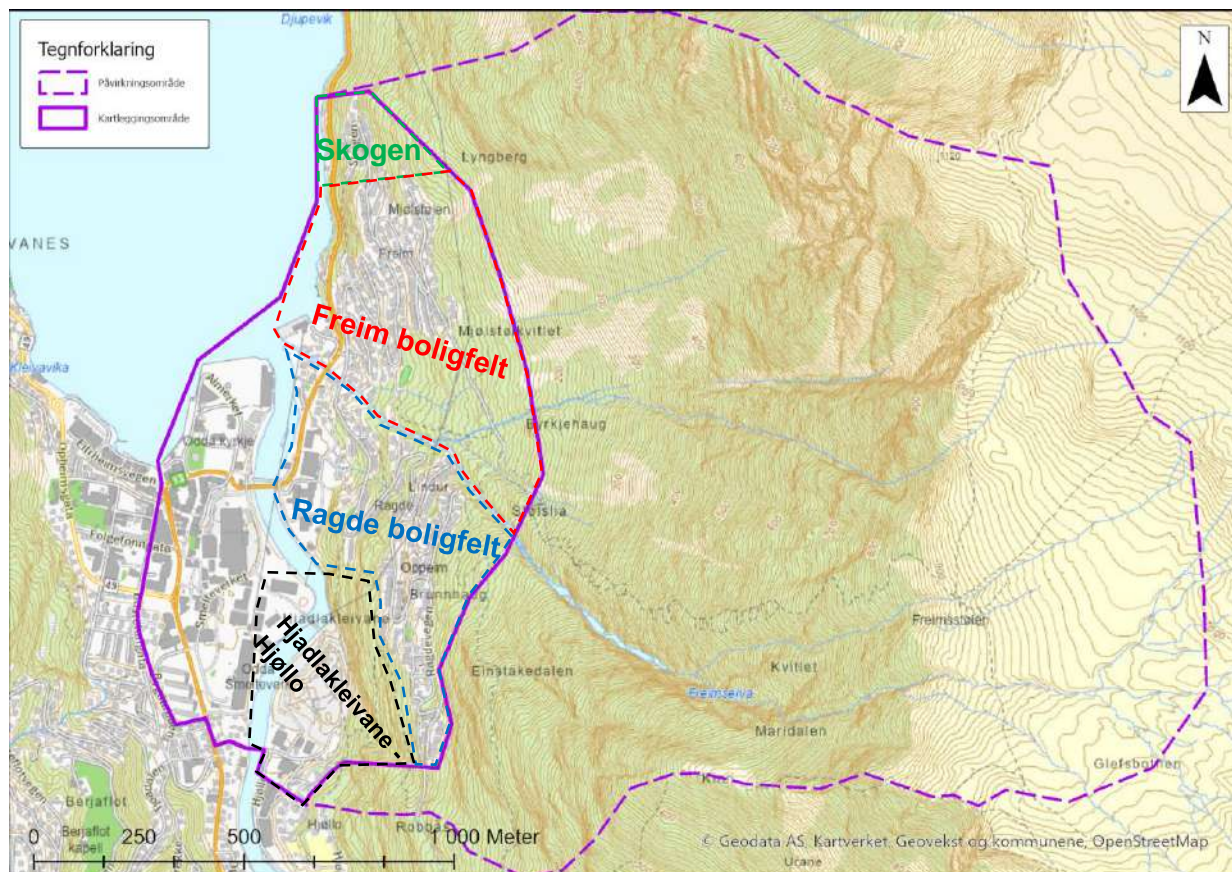
For at et sørpeskred skal utløses kreves et snødekke av en viss tykkelse og en terrengformasjon som muliggjør en vannmetting av snødekket. Frossen mark under kornet snødekke er et kriterie som gir mulighet for at snødekket skal bli tilstrekkelig vannmettet. Typiske løснеområder for sørpeskred er langs elve- og bekkeløp (vassdemmere) og andre større forsenkninger i terrenget med tilgang til vann, i kombinasjon med terrengformasjoner som tillater akkumulasjon av snø inkludert snøskred. Sørpeskred kan løsne i slake partier (helt ned mot 5°) hvor det kan bli store vannansamlinger i snødekket, for eksempel langs forsenkninger nedenfor myrdrag eller andre steder med betydelig vanntilførsel. En ny studie av observerte sørpeskred viser at over 50 % av sørpeskredene ofte løsner i selve bekkeløpet og kun 4 % i myrområder [25]. Skredene løsner oftest der bekkeløpet følger slake terrengformasjoner over en lengre avstand, for eksempel langs botn – eller gjelfformasjoner. Sørpeskredene kan få lange utløp spesielt når de følger bekk – eller elveleier. Det må normalt ligge mer enn 50 cm med snø i terrenget og snødekket må gjerne bestå av kantkornkrystaller (grove krystaller) som kan samle vann.

Faresoner for sørpeskred er trukket opp langs definerte vannveger hvor det er vurdert at det kan oppstå større vannansamlinger i snødekket. I dette tilfelle er trukket faresoner langs Freimselva og langs et mindre gjel som ligger på sørsiden av Gudmundsgjelet. Modelleringsparametere og modelleringsresultater for sørpeskred er gitt i kapittel 6.

## 4 Områdebeskrivelse

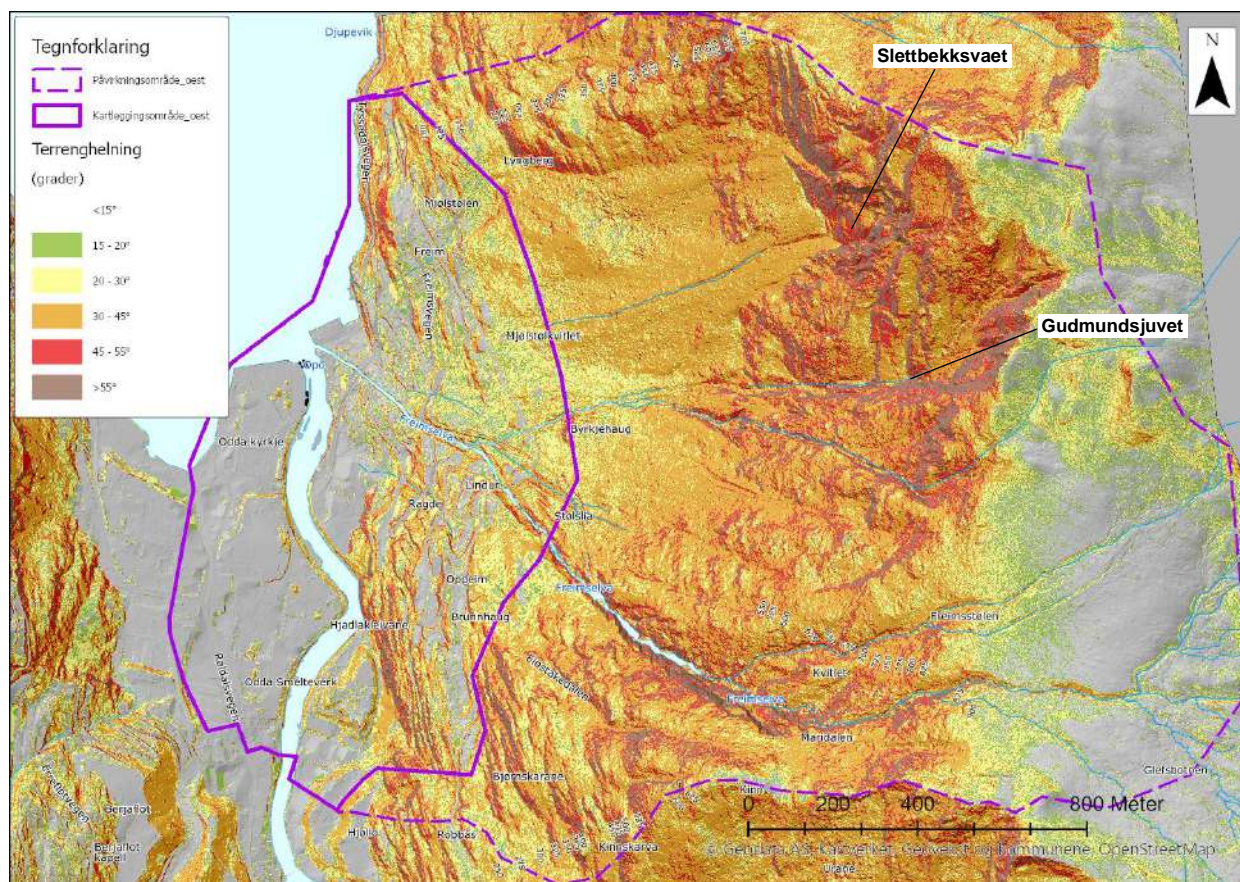
### 4.1 Topografi og helning

Under er terrenget beskrevet i mer detalj for Skogen, Freim, Ragde og området mellom Hadlackleivane-Hjøllo. Oversiktsfigur er vist Figur 4-1. Terrenghelningskart er gitt i Figur 4-2.



Figur 4-1: Oversikt over kartleggings- og påvirkningsområdet.





Figur 4-2: Terrenghelningskart over kartleggings- og påvirkningsområdet.

### Skogen boligfelt

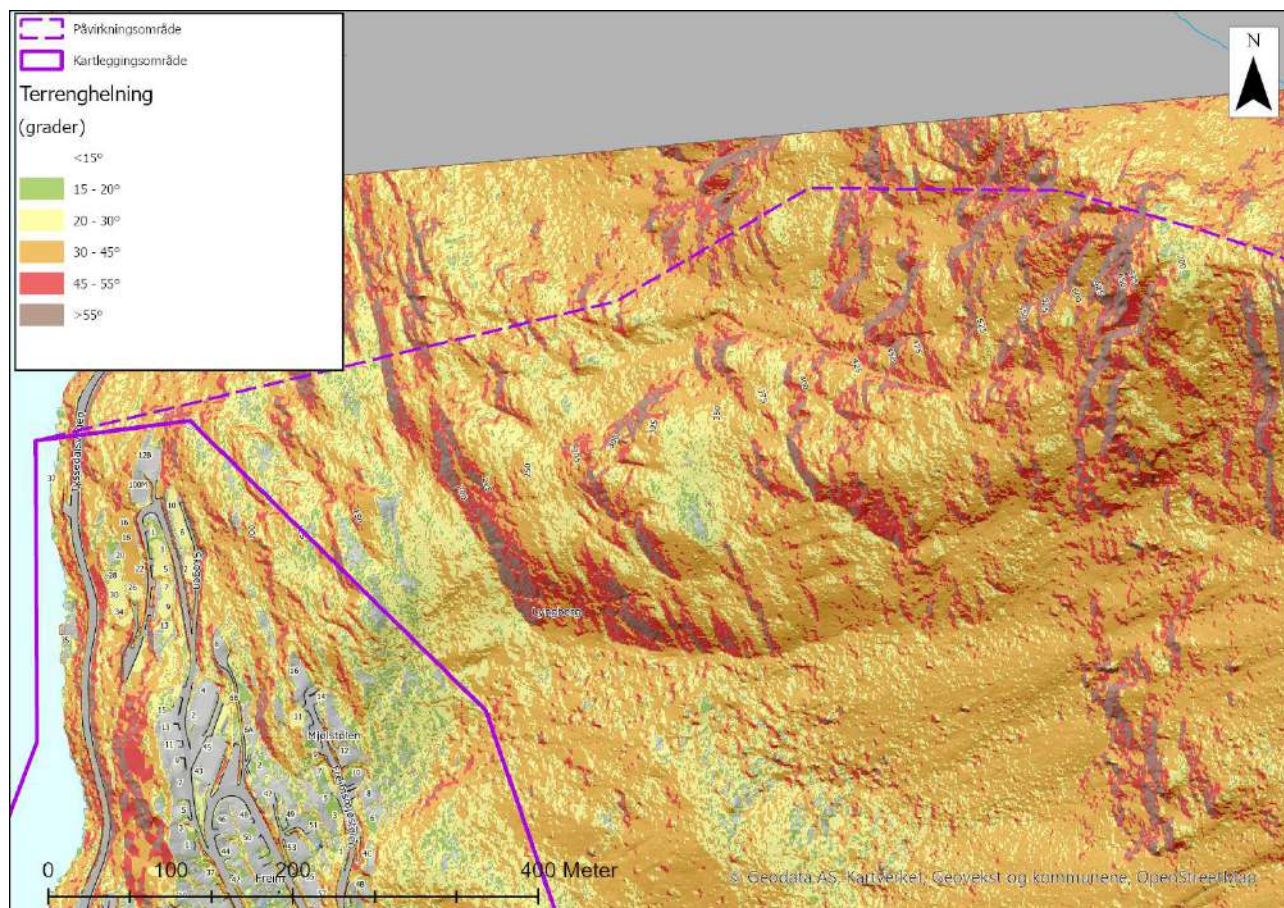
Skogen som ligger i nordre del av kartleggingsområdet på østsiden av Sørfjorden, og består av fire husrekker ovenfor Tyssedalsvegen og enkelte naust ned mot fjorden. Skogen ligger nedenfor en øst-vestgående ryggformasjon som går opp til omtrent 500 moh. Området rundt Skogen innenfor kartleggingsområdet er generelt preget av avgrensende skrenter med høyder på 10 – 15 m, og terreng imellom skrentene med helning på 20 – 40 grader.

Fra den øverste husrekken stiger terrenget bratt oppover med helning på 30 – 45 grader, med innslag av småskrenter over 55 grader. Terrenget fortsetter med helning 20 – 40 grader forbi en ny skrent og opp til 150 moh. hvor en mastetrasé krysser ryggformasjonen. Her slakker terrenget noe ut, før terrenget stiger jevnt opp til en større skrent mellom 200 – 225 moh. med helning over 55 grader. Denne skrenten er 25 – 30 m høy. Ovenfor denne skrenten slakker terrenget ut igjen til 20 – 30 grader, før det kommer en ny skrent med høyde 20 – 25 m mellom 275 – 300 moh. Ovenfor denne igjen slakker terrenget ut igjen til 20-30 grader, før en ny skrent møtes ved ca. 400 moh. Videre langs ryggformasjonen mellom 400 – 550 moh. er terrenget 20 – 45 grader. Ved 550 moh. innsnevres ryggformasjonen ved en større nord-sørgående skrent.



Sideskråningene til ryggformasjonen opp til 500 moh. har generell helning på 30 – 45 grader med innslags av flere skrenter på begge sider.

En ny ryggformasjon fortsetter videre oppover fra ca. 550 moh., men dreier herfra i retning nordvest-sørøst opp til 1150 moh. Langs denne ryggformasjonen er det brede og høye skrenter i øvre deler av påvirkningsområdet.



Figur 4-3: Terrenghelningskart ovenfor Skogen.

### Freim boligfelt

Freim ligger også i nordre del av kartleggingsområdet mellom Skogen og Freimselva. Kartleggingsområdet består i nedre del av Freim og Mjølstølen boligfelt som går fra havnivå og opp til omtrent 100 moh. Innimellom husrekkene er det mindre lokale bergskrenter med høyder på 3 – 10 m. Generell helning i boligfeltet er 20 – 30 grader. Mellom Tysedalsvegen og nordre del av Freim mot Skogen, er det en større bergskrent på omtrent 120 meters lengde og høyde på 30 – 40 m.

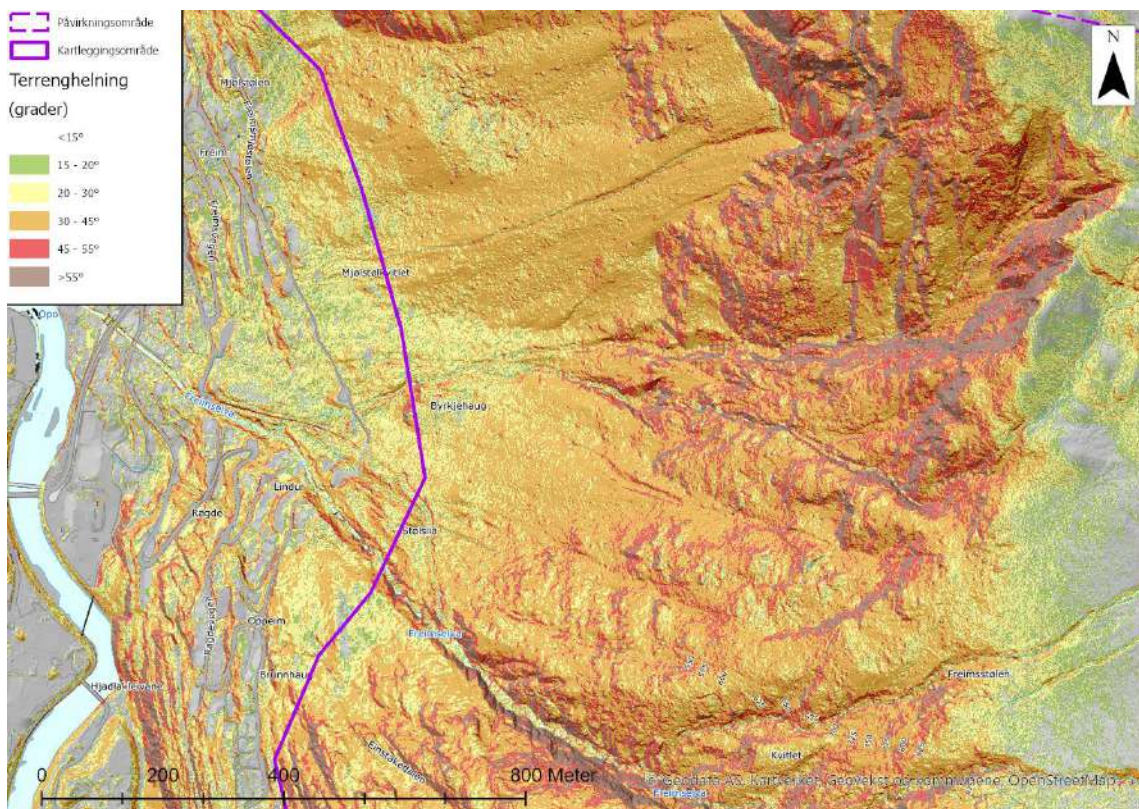
Dalsiden ovenfor Freim mellom 100 – 500 moh. består av en stor bolleformasjon, hvor det kommer ned flere elve- og bekkeraviner, samt elvegjel (Figur 5-13). Bolleformasjonen går fra ryggformasjonen ovenfor Skogen ved Lyngberg i nord, via Mjølstølkvitlet og Byrkjehaug, til Stølsia i sør hvor Freimselva kommer ned. Terrenget i bollen mellom ca. 100 – 200 moh. er 20 – 30 grader. Fra 200 – 500 moh. blir terrenget brattere



med generell helning på 30 – 45 grader. Spredt langs øvre deler av bolleformasjonen kommer det ned 7 – 8 større og mindre bekke- og elveraviner- og gjel (Figur 4-14 og Figur 4-15).

I sjiktet 400 – 500 moh. blir terrenget i bollen forholdsvis markant brattere med helning på 40 – 55 grader, med innslag av flere skrenter med helning over 55 grader. Fjellsiden består av knauser, gjel og skrenter opp til omtrent 900 – 1150 moh., opp til Maridalen og Freimsstølen i sør, og punkt 1120 i nord. Søndre del av fjellsiden mellom 500 – 900 moh. består av et større gjel hvor Freimselva renner ned forbi Stølslia. Videre nordover ovenfor Byrkjehaug er det også flere gjel som går ned i bollen som går over til raviner, og med mange skrenter med høyder på 50 – 150 m i øvre deler. Videre nordover er det sideskråninger tilhørende gjelet som kommer ned mellom Byrkjehaug og Mjølstølvkvitlet, flere sammenhengende bratte partier med helning på 25 – 45 grader, omkranset av bratte partier på 40 – 50 grader og skrenter. I nordre del mellom Mjølstølvkvitlet og Lyngberg, samt nedenfor punkt 1120, befinner de største skrentene seg mellom ca. 600 – 650 moh. til 900 – 1000 moh. Disse skrentene danner en mindre bolle/sirkelformasjon ovenfor slettbacksvaet omkranset av skrenter i 3 av 4 himmelretninger. Skrentene har varierende høyde fra ca. 20 – 200 m.

Videre oppover fjellet fra Freimsstølen til Glefsbotnen slakker terrenget ut med en generell helning på 5 – 15 grader, med innslag av bekkesøkk nedenfor Glefsbotnen hvor bekkesøkkende har helning på 5 – 20 grader ned mot Freimsstølen. Glefsbotnen går opp til ca. 1000 moh. hvor terrenget blir litt brattere igjen med helning 20 – 40 grader opp til 1100 moh. før terrenget igjen brer seg ut som en ny bolle med helninger på 5 – 20 grader mellom 1100 – 1200 moh. I øvre deler mellom 1200 – 1400 m avslutter fjellsiden med omkransende skrenter på 50 – 100 m og det slake fjellplatået ovenfor. I sør er det et brattere parti som går fra 1200 – 1400 m med helning på 25 – 40 grader som går opp til Rossnos.



Figur 4-4: Terrenghelningsskart ovenfor Freim.

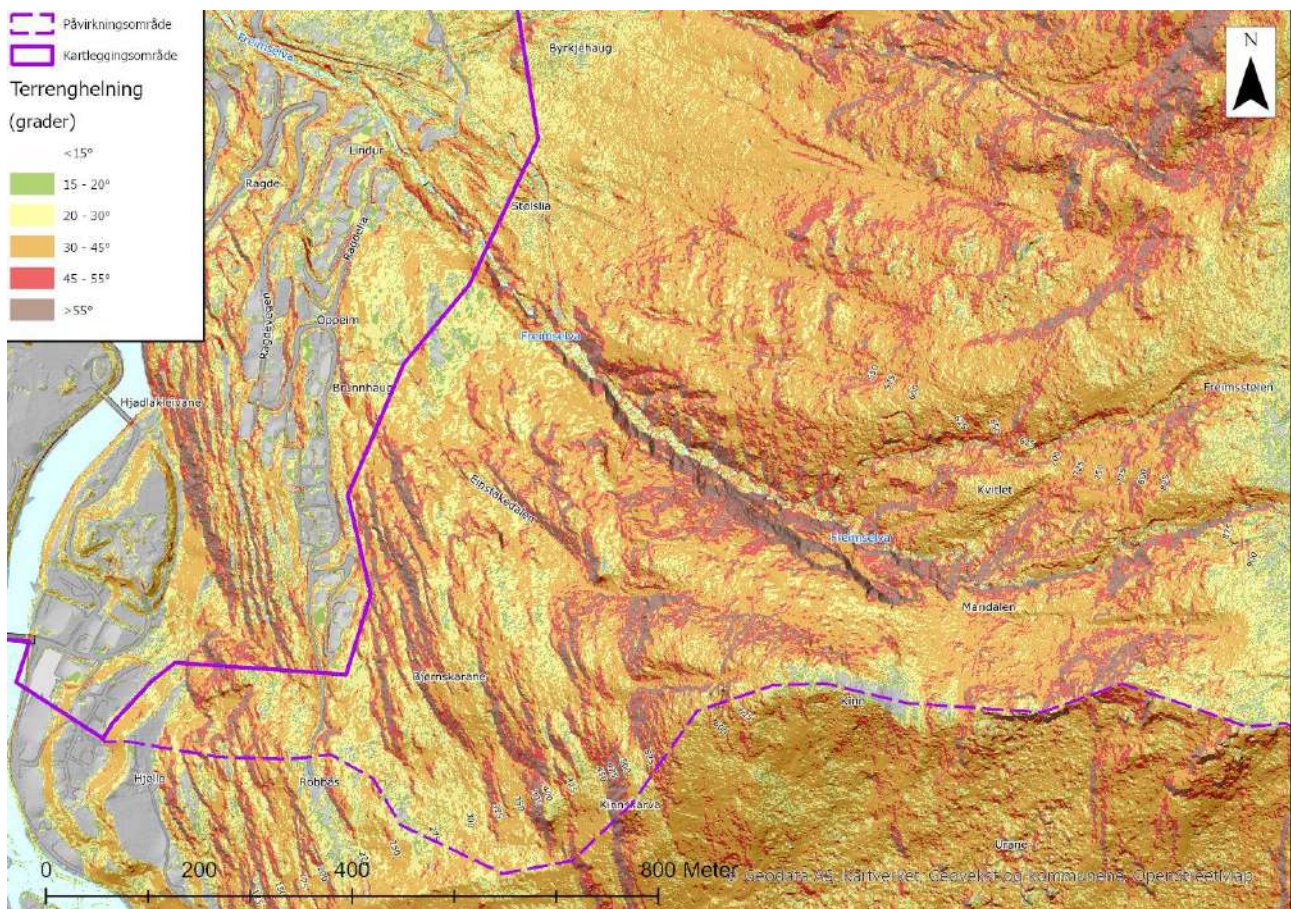


### Ragde boligfelt

Ragde er et boligområde som ligger sør for Freimselva og strekker seg sørover mot Oppheim og Brunnhaug, og slutter omtrent nedenfor Bjørnskarane, 150 m nord for Robbås. Ragde strekker seg fra fjorden ved Odda Kyrkje og opp til Brunnhaug (150 - 190 moh.). I nedre deler av boligområdet, mellom Freimselva og Hjadlackleivane, er det flere småskrenter som går nord-sør og nordvest-sørøst. Enkelte av disse ligger tett inntil bebyggelse. Småskrentene i og omkring boligfeltet har høyder på omtrent 5 – 10 m.

Øvre del av boligfeltet mellom Lindur og Robbås, nedenfor Einstakedalen og Bjørnskarane ligger i generelt bratt terreng med mange skrenter. Omkring Einstakedalen, mellom Freimselva og Bjørnskarane ovenfor Ragde, er det flere bratte skrenter med helning over 55 grader og høyder på 10 – 50 m. Skrentene avbrytes av små slake hyller med bredde på rundt 10 m, som gir en hakkete struktur. De største skrentene opphører ved ca. 300 moh. hvor terrenget blir noe slakere med generell helning på 30 – 45 grader mellom 300 – 625 moh., med innslag av flere skrenter over 55 grader.

Området mellom Bjørnskarane, Einstakedalen, Kinnskarva og Freimselva er en større ryggformasjon som går opp til toppen Kinn (650 moh.) Einstakedalen er et søkk i terrenget som skjærer ryggformasjonen i to mindre rygger, og som går fra ca. 525 moh. og ned mot Brunnhaug i Ragde. Einstakedalen er stedvis utformet som et gjel, med bredde på 30 – 40 m. Det er også et mindre gjel som starter noe lengre sør i ryggformasjonen ved 625 moh. og går fra Kinn og ned forbi Bjørnskarane.



Figur 4-5: Terrenghelningskart ovenfor Ragde og Hjøllo, samt søndre del av Freim.



### **Hjadelakleivane - Hjøllo**

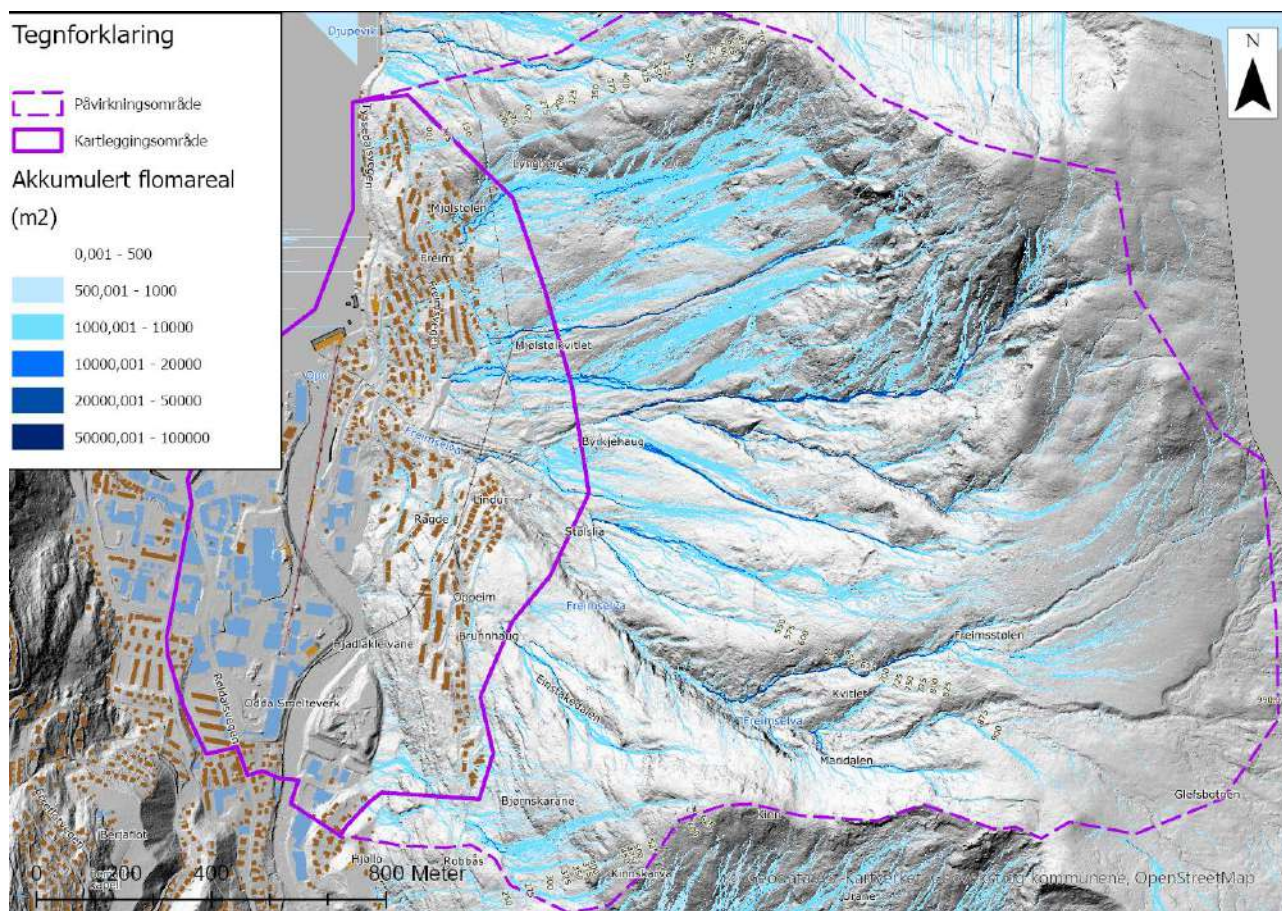
Området mellom Hjadelakleivane og Hjøllo ligger nedenfor søndre del av Ragde, øst for Odda Smelteverk og elva Opo. Området er forholdsvis planert og består av terrasserte oppfyllinger opp til ca. 50 moh. I østre del mellom 50 – 190 moh. er terrenget stupbratt med flere større skrenter. Fra elva Opo er terrenget jevnt bratt med helning på 30 – 45 grader opp til ca. 10 moh. Skråningshelningen til fyllingene har tilsvarende helning. Nedenfor skrentene i øst er det jordskråninger med helninger på 30 – 45 grader som går ned mot bebyggelse.

## **4.2 Vannveier**

Det er utført modellering av dreneringsveier i ArcgisPro, med bakgrunn i at NIBIOS markfuktighetskart ikke har dekning over området. Output fra modelleringen gir også et mer detaljert resultat over potensielle vannveier og hvor vann har større sannsynlighet for å akkumuleres. Figur 4-6 viser resultat fra modellerte vannveier og hvor det er størst sannsynlighet for vannakkumulasjon. Modellen er basert på den digitale terrenngmodellen omtalt i kapittel 2.1 med 0,5 m oppløsning, og tar kun hensyn til terrenngoverflatens helning og ikke løsmasstype. Det bemerkes at det er betydelige mengder med grov ur i fjellsiden, noe som er en mer drenerende løsmasstype sammenlignet med for eksempel tett morene.

Det modellerte dreneringskartet viser at det er størst potensiale for vannakkumulasjon i etablerte vannveier som raviner og gjel oppover fjellsiden. Det registreres 6 større dreneringsveier som renner via Freimselva i sør, samt via gjel og raviner ned mot Stølslia, Byrkjehaug, Mjølstølkvitlet og Mjølstølen. Ved Mjølstølen og nedenfor Mjølstølkvitlet er det noe bebyggelse som berøres av dreneringsveiene.

Dreneringsfeltet til Freimselva er det største, og har tilførsel av vann fra de slake områdene ovenfor Freimsstølen og området rundt Glefsbotnen. Dreneringsveiene som renner ned nord for Mjølstølkvitlet har et dreneringsfelt som avgrenses av toppkanten av fjellsiden. Dreneringsveiene mellom Byrkjehaug og Freimselva får større dreneringsfelt jo lengre sør en kommer, samt at de konsentreres i større grad i etablerte gjel og raviner. Nord for Mjølstølkvitlet er dreneringsveiene i større grad spredt utover et større område, med noe lavere konsentrasjon. Ved Freimsstølen er det potensiale for vannakkumulasjon i ravinene som går ned forbi, både nord og sør for Freimsstølen. Basert på ortofoto vist i kapittel 4.5 renner det bekker forbi Freimsstølen via disse ravinene, og ned til Freimselva og til vannveien mellom Byrkjehaug og Mjølstølkvitlet.



Figur 4-6: Dreneringskart over kartleggings- og påvirkningsområdet som viser områder med størst potensiale for betydelig vanntilførsel (større sannsynlighet ved mørkere blåfarge).

Dreneringskartet viser også potensiale for vannakkumulasjon via Einstakedalen og ned til Brunnhau, samt spredte dreneringsveier mellom Robbås og Bjørnskarane som tar veien ned mot utfyllingsområdet mellom Hjøllø og Hjadlakleivane.

Dreneringskartet viser også at i boligfeltene dreneres vannet via etablerte grøfter og veier.

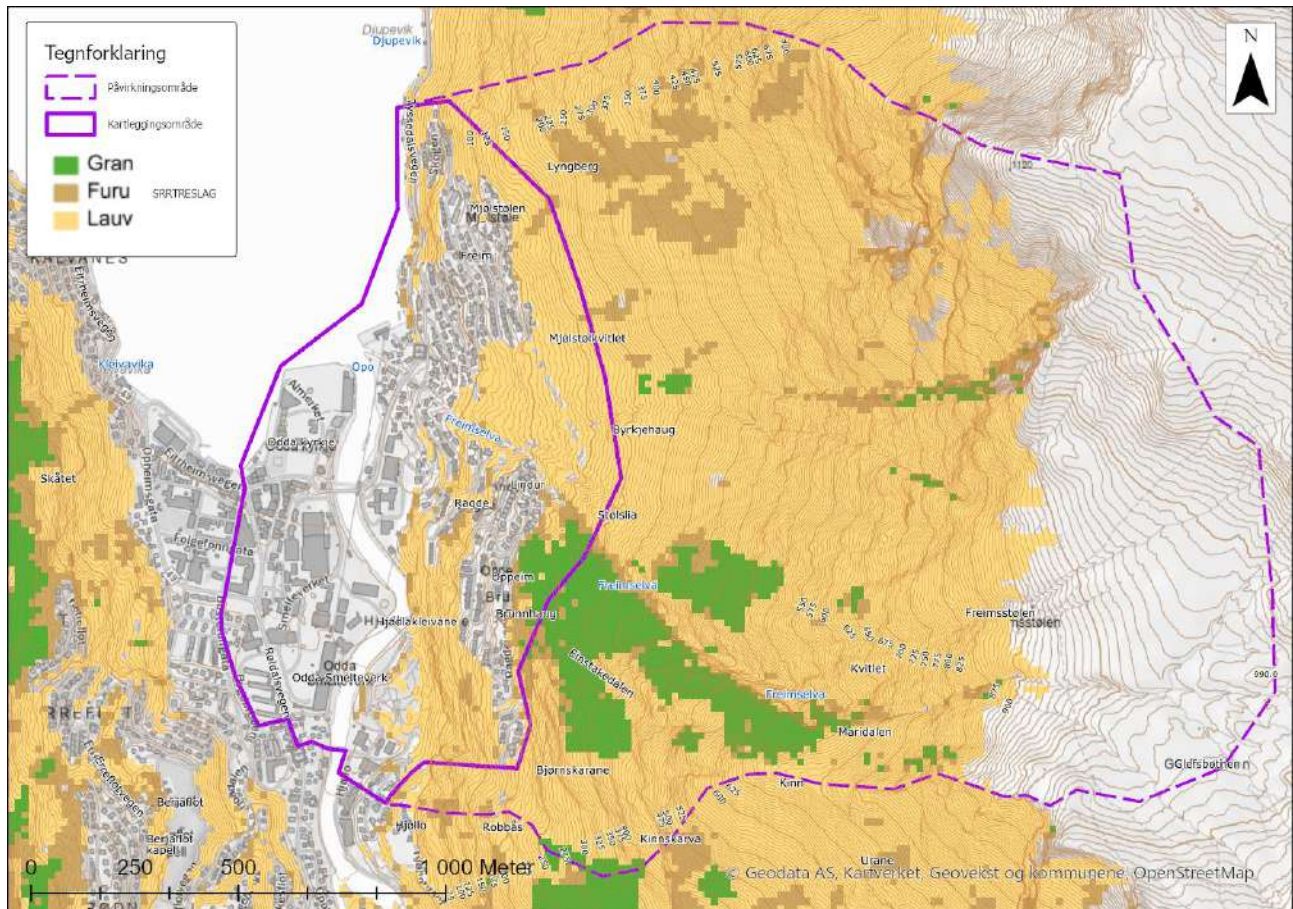
### 4.3 Skog

Basert på befaringsfoto (vist i kapittel 5) og SR16-data (Figur 4-7) består størsteparten av fjellsiden av løvskog, med spredt gran- og furuskog i nord og et par større områder bestående av granskog i sør. Skogen består hovedsakelig av tett skog med kronedekning på 70 – 100%, med gradvis glisnere skog fra ca. 750 moh. I området rundt Stølsli og Byrknehaug er det glisne skog, samt i ura oppe i fjellsiden øst for Mjølstølen. Det er ikke skog i skrentene i øvre deler av fjellsiden, samt i boligfeltene. Der det er skog varierer tre-tettheten fra 100 – 300 (antall / ha) i glisne områder, markert med lyse og gule farger i Figur 4-9. I områder med grønnfarger er tre-tettheten over 500, som er gunstig for påvirkning på skredfare uavhengig av treslag.

Figur 4-10 viser skog som har effekt på snøskred i henhold til NAKSIN og skog som oppfyller krav til skogsparametere i henhold til NVE veilederen og som dermed kan ha betydning for skredfare (aktuell skog selektert ut fra SR16-data med funksjonen «Raster Calculator» i ArcgisPro), for at skogen skal ha effekt på

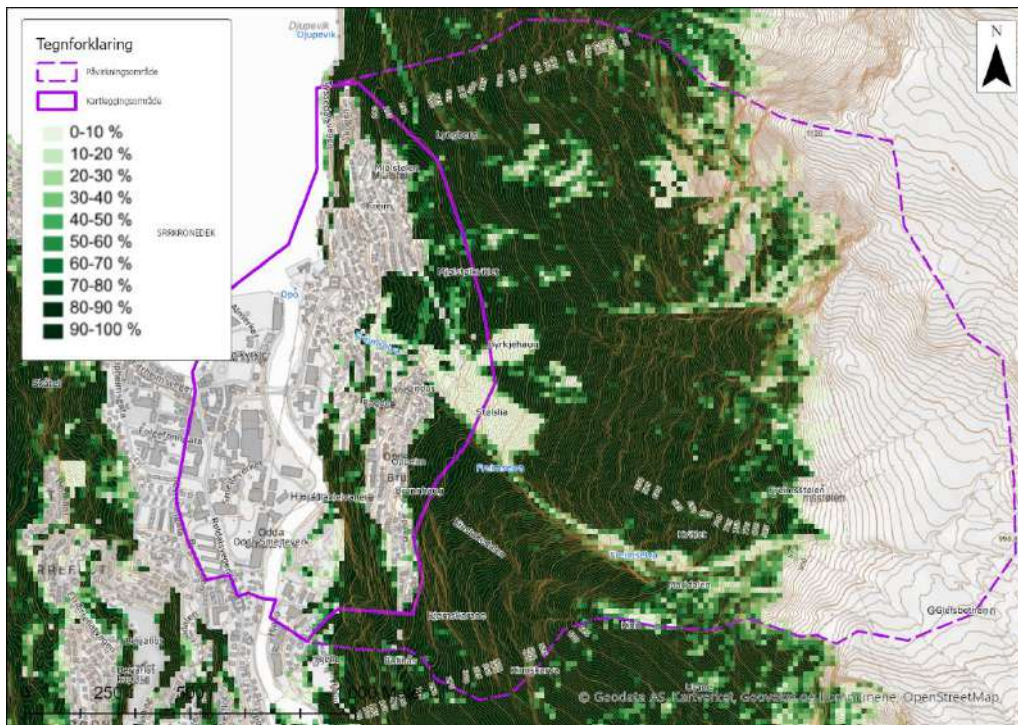


løsnanssynligheten til snøskred og ha bremsende effekt på steinsprang. Merk at ikke all denne skogen nødvendigvis vil ha betydning i forhold til faresoner som tegnes, og at skogen i varierende grad kan bremse skogen. Det bemerkes at det er forholdsvis god match mellom NAKSIN-generert skog og rasteranalysen utført i denne vurderingen. Merk at skogen er verifisert med dronebilder og faktisk skog observert under befaring, som sammen med vurderte faresoner, gir grunnlag for skog som har betydning for skredfaren vist i vedlegg 4.

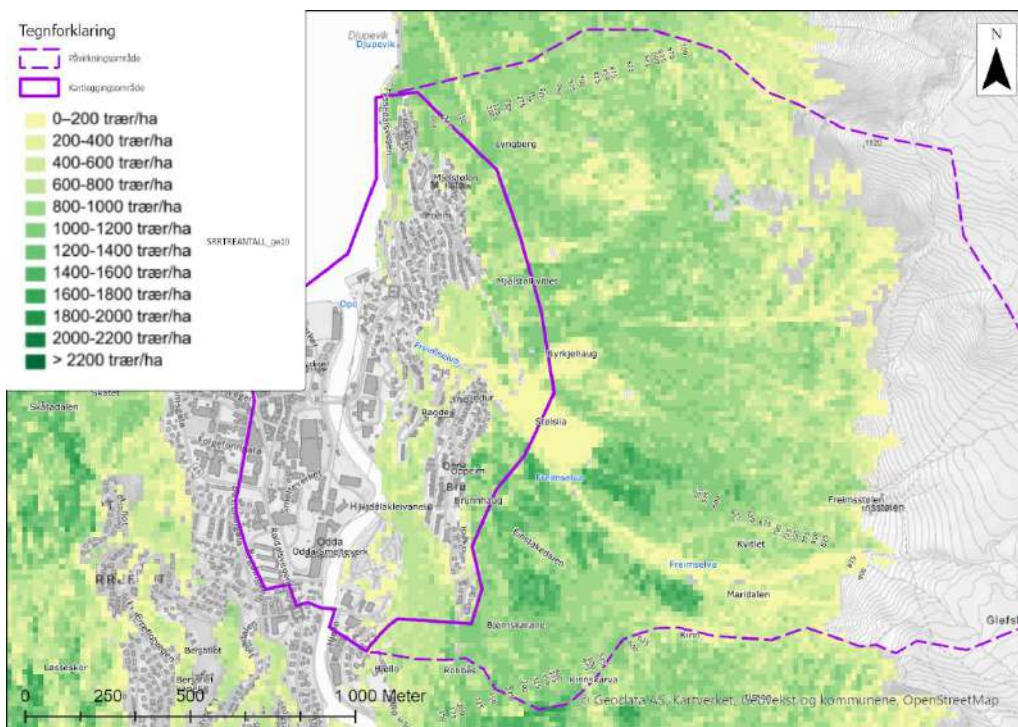


Figur 4-7: Kart som viser treslag innenfor kartleggings- og påvirkningsområdet (SR16-data).



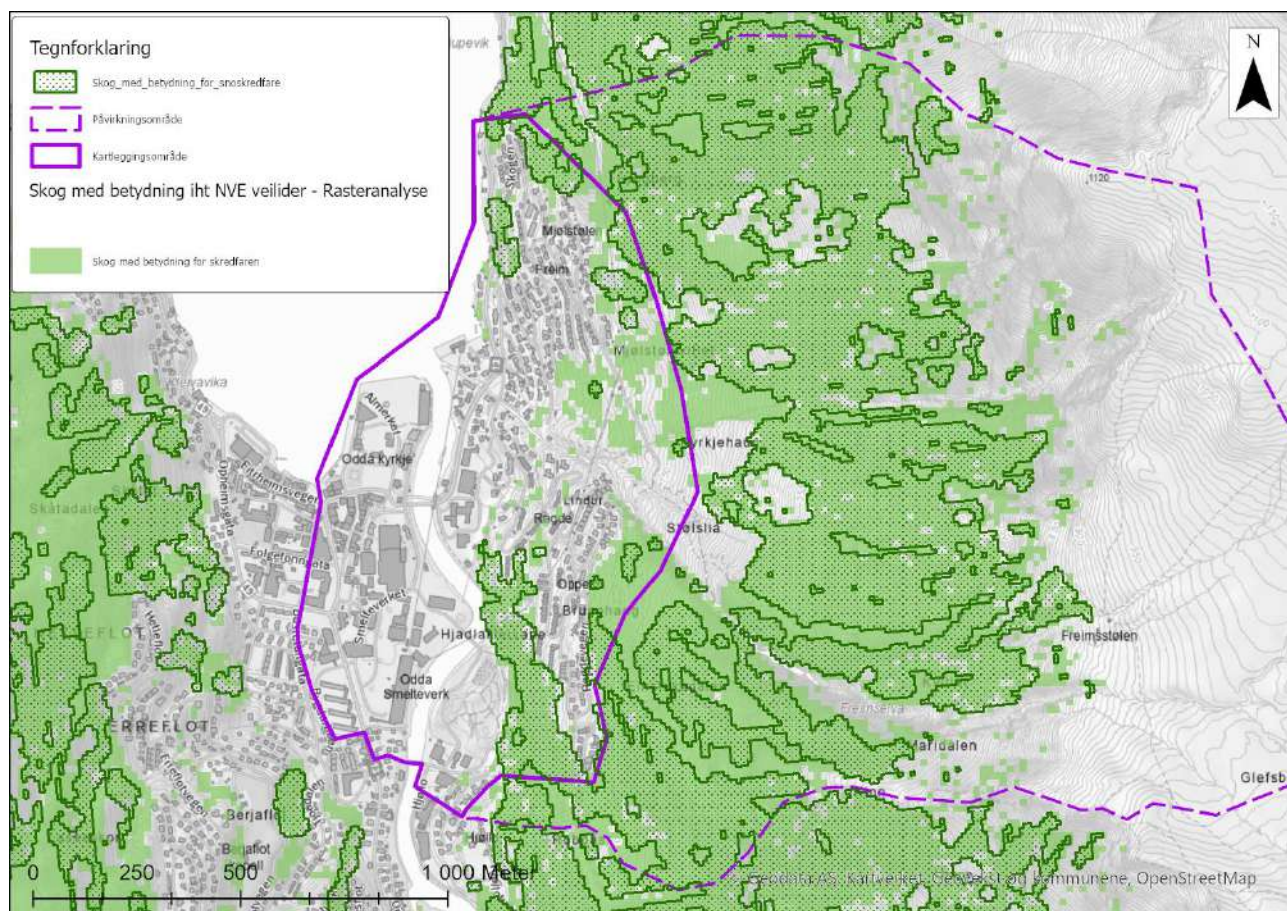


Figur 4-8: Kart som viser kronedekning innenfor kartleggings- og påvirkningsområdet (SR16-data).



Figur 4-9: Kart som viser tre-tetthet med antall trær per hektar med stammabredder over 10 cm, innenfor kartleggings- og påvirkningsområdet (SR16-data).



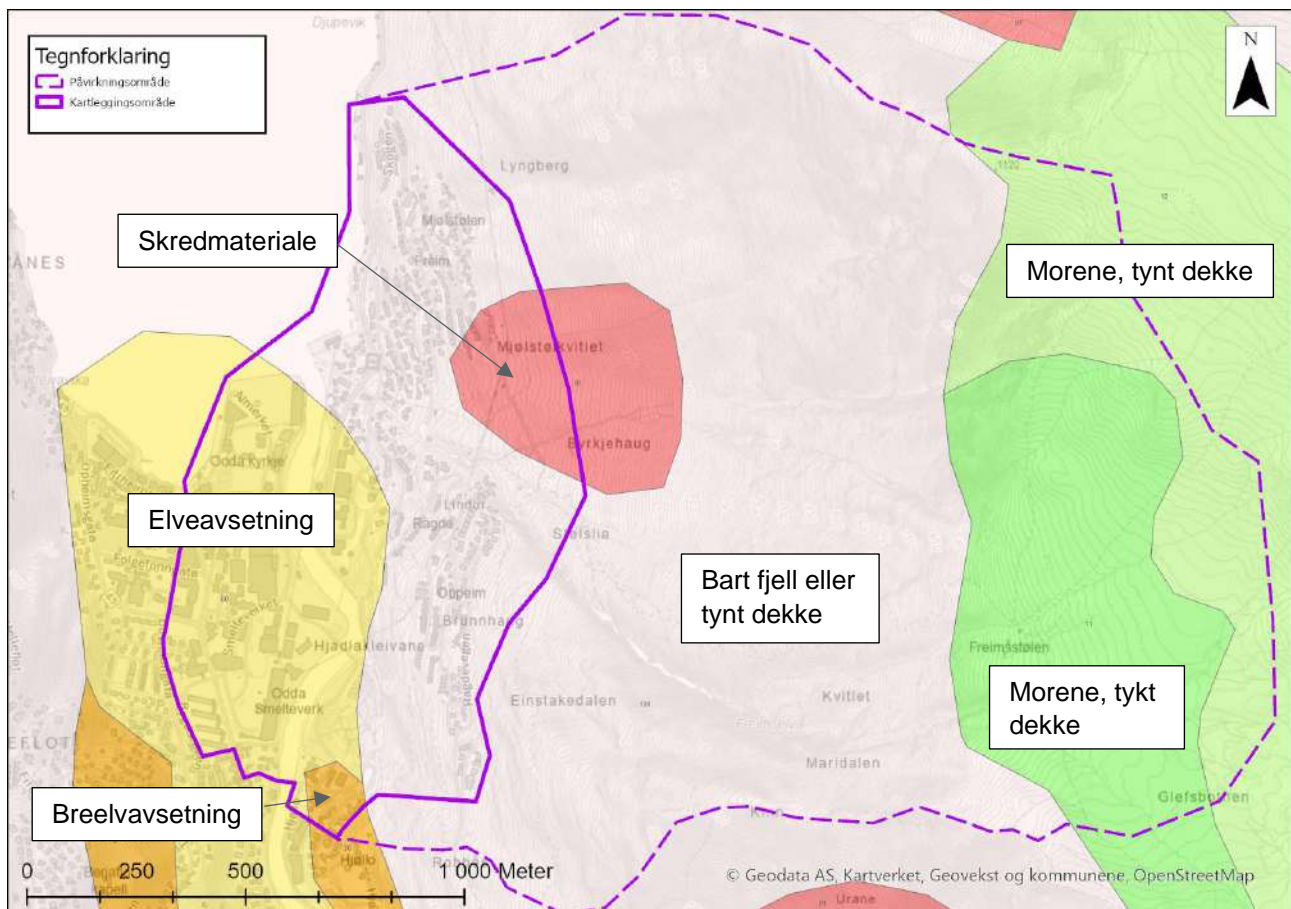


Figur 4-10: Kart som viser skog med betydning i henhold til NAKSIN (mørke prikkete polygon) og hvilke deler av skogen (lysegrønt) som oppfyller krav til skogsparametere i henhold til NVE veilederen og som dermed kan ha betydning for skredfaren (aktuell skog selektert ut fra SR16-data med funksjonen «Raster Calculator» i ArcgisPro), for at skogen skal ha effekt på løsnanssynligheten til snøskred og ha bremsende effekt på steinsprang. Merk at ikke all denne skogen nødvendigvis vil ha betydning i forhold til vurderte faresoner, og at skogen i varierende grad kan bremse skogen.

#### 4.4 Berggrunn og løsmasser

I henhold til NGUs løsmassekart (Figur 4-11) består løsmassene i området av skredmateriale – sammenhengende dekke, med stedvis stor mektighet (mørk rosa) og bart fjell – hvor mer enn 50% av arealet er fjell i dagen (lys rosa). I nedre del av kartleggingsområdet består løsmassene av elv- og breelvavsetning, mens ovenfor Freimstølen i påvirkningsområdet er det morenemasser med varierende mektighet. Basert på feltobservasjoner omtalt i kapittel 5 er det observert generelt mer løsmasser enn hva som indikeres på NGUs løsmassekart, særlig i nedre del mellom Lyngberg og Freimselva.

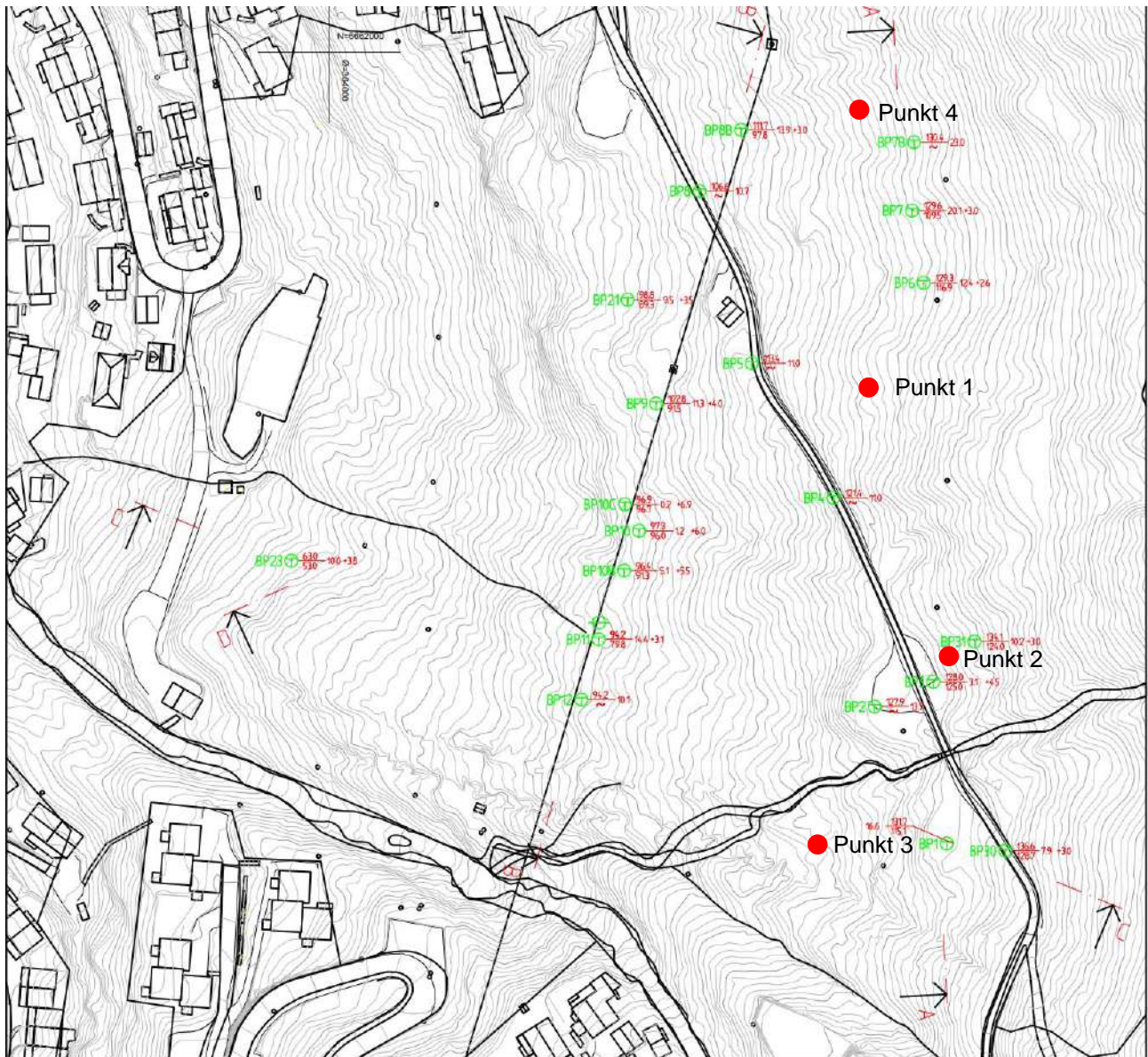
Observerte berggrunn og løsmasser under befaring er vist i kapittel 5.



Figur 4-11: Løsmassekart over kartleggings- og påvirkningsområdet hentet fra NGU.

Norconsult har i 2019 utført totalsonderinger ved 18 posisjoner mellom det ubebygde området i Freim og Ragde vist i Figur 4-12 ifm. undersøkelser knyttet til mulig etablering av skredvoll. Løsmassemektigheten er størst på oversiden av Freimsvegen med mektigheter på 10 – 20 m, og ved én boring over 23 m (BP7B). Nedenfor Freimsvegen er løsmassemektigheten 0 – 15 m. Tolkning av resultatene er vist i Tabell 4-1, beskriver at løsmassene består av mye grove masser i form av steiner/blokker. I 2019 og 2023 ble det i tillegg, av Norconsult, utført prøvegravinger ved fire punkt i samme område. I punkt 1 ble det gravd ned til 8,5 m dyp. Det var mye organisk materiale i toppen, og ellers stor variasjon i blokkstørrelse ned til bunn av gropa. Det ble tatt prøver av finstoff, men ikke påvist leire. Blokkstørrelse var opp mot 2 m<sup>3</sup>. I punkt 2 ble det gravd ned til 6 m dyp (til fjell). Det ligger også her ca. 2 m med mye organisk materiale, og under dette løsmasser med varierende blokkstørrelse opp til 1 m<sup>3</sup>. I punkt 3 ble det gravd ned til 9,5 m dyp. I dette punktet er det en større andel småblokker, stein, og vannsig, men det ble også observert blokker opp mot 1 m<sup>3</sup>. Det er ikke påvist finstoff. I punkt 4 ble det gravd ned til 6,1 m dyp med samme observasjoner av løsmasser som i punkt 1 og 2.



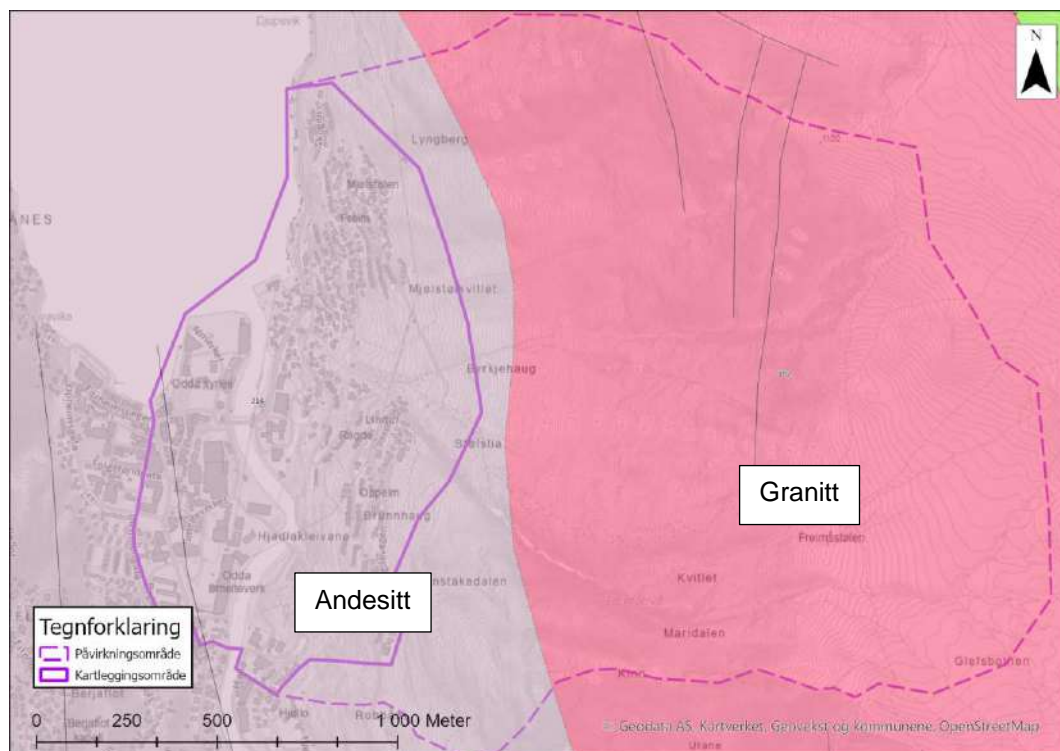


Figur 4-12: Plassering av tidligere utførte totalsonderinger i det ubebygde området mellom Freim og Ragde.

Tabell 4-1: Borelogg fra et utvalg av borelokasjonene indikerer mye grove masser i form av stein og ur.

Borpunkt	Feltkommentar
BP2	Boring på stor fylling (jord, røtter/kviter). Det kan se ut som fyllingen er ca. 6-8 m dyp.
BP3	Boring i vegkant ved foten av skråning (ur).
BP6	Store steiner/blokker ligger rundt i området.
BP7	Mye grov masse. Store steiner/blokker ligger rundt i området.
BP8B	Veldig ruskete masser, mye grove masser.
BP11	Boret i sti ved ur.
BP21	Store steiner/blokker ligger rundt i området.
BP23	En del mer stein enn det som kommer frem i totalsonderingen. Mye stor stein/blokk i området.
BP30	Mye stein/blokk
BP31	Boret gjennom mye stor stein

Berggrunnene i området består hovedsakelig av andesitt (lilla farge) og granitt (rosa farge) vist i Figur 4-13. Oppsprekningen av bergmassen består stort sett av 2 – 3 sprekkesett, i tillegg til sporadisk oppsprekking. Observerte blokker har typisk blokkstørrelser på 1 – 5 kubikk, men størrelsene har forholdsvis stor variasjon. I tilknytning til gjel og raviner er det observert blokker ned mot knyttnevestørrelser, mens i Freimslia sør for Mjølstølvitlet er det observert blokker med størrelser på opptil 20 – 30 kubikk. Blokkformen er typisk kantete, og varierer fra noe kubisk (Figur 5-32) til rektangulær (Figur 5-38), men også stedvis observert som mer avlang (Figur 5-30).



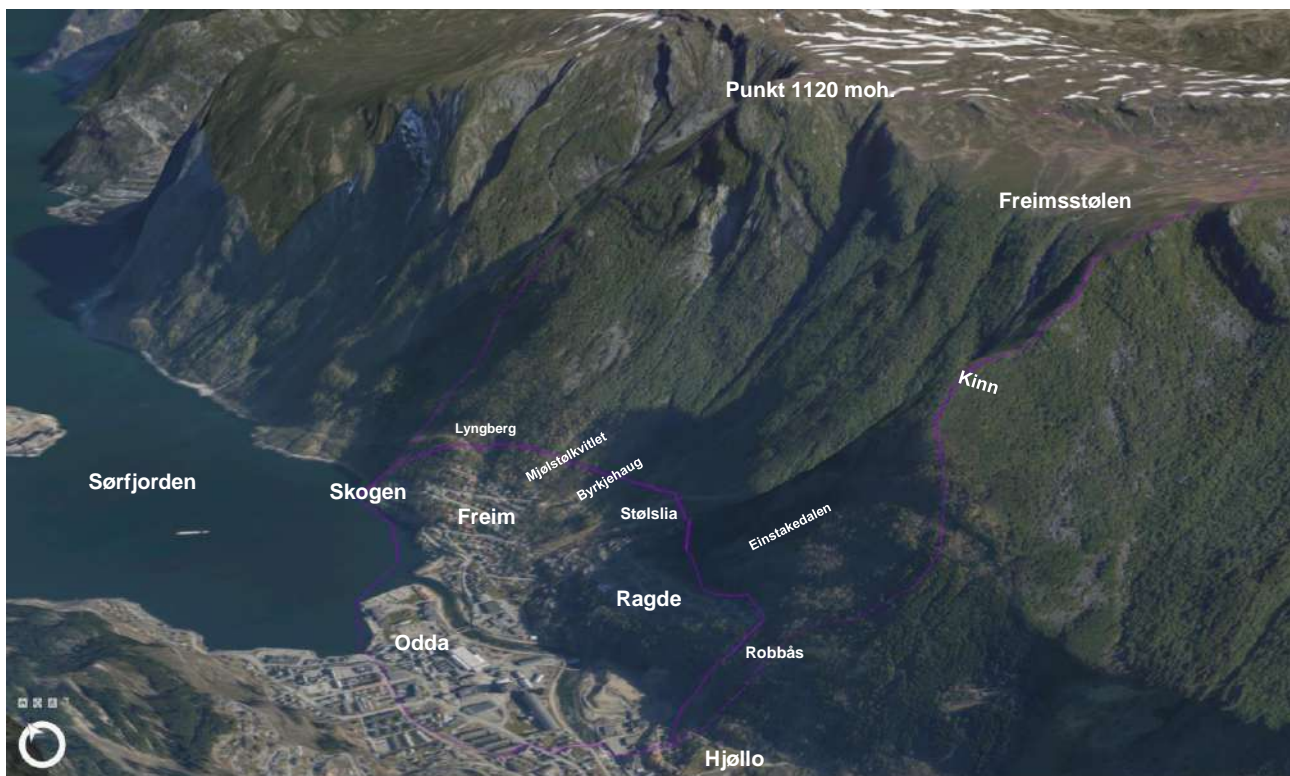
Figur 4-13: Berggrunnskart over kartleggings- og påvirkningsområdet. Bergmassen består av andesitt og granitt.



## 4.5 Flyfoto og skråfoto

Ortofoto i 3D (Figur 4-14 og Figur 4-15) viser at mesteparten av fjellsiden er skogkledd, med innslag av flere snaue skrenter i øvre deler av fjellsiden mellom Kinn og punkt 1120 moh. Ortofoto viser at det er store mengder med urmasser ovenfor Freim og Mjølstølkvitlet, og store bergknauser med delvis overheng opp mot punkt 1120 moh. Ortofoto viser også at det er flere markante søkk i form av gjel og raviner oppover fjellsiden ovenfor Mjølstølkvitlet, Byrkjehaug og Stølslia. I området ovenfor Freimsstølen er det myrområder som dominerer. Fra disse myrområdene renner det flere bekkefar via raviner vist i Figur 4-16, som renner ned i Freimselva og elva forbi Byrkjehaug lengre nedstrøms.

Den markante ryggformasjonen nedenfor Kinn kommer også tydelig fram på 3D-ortofoto.

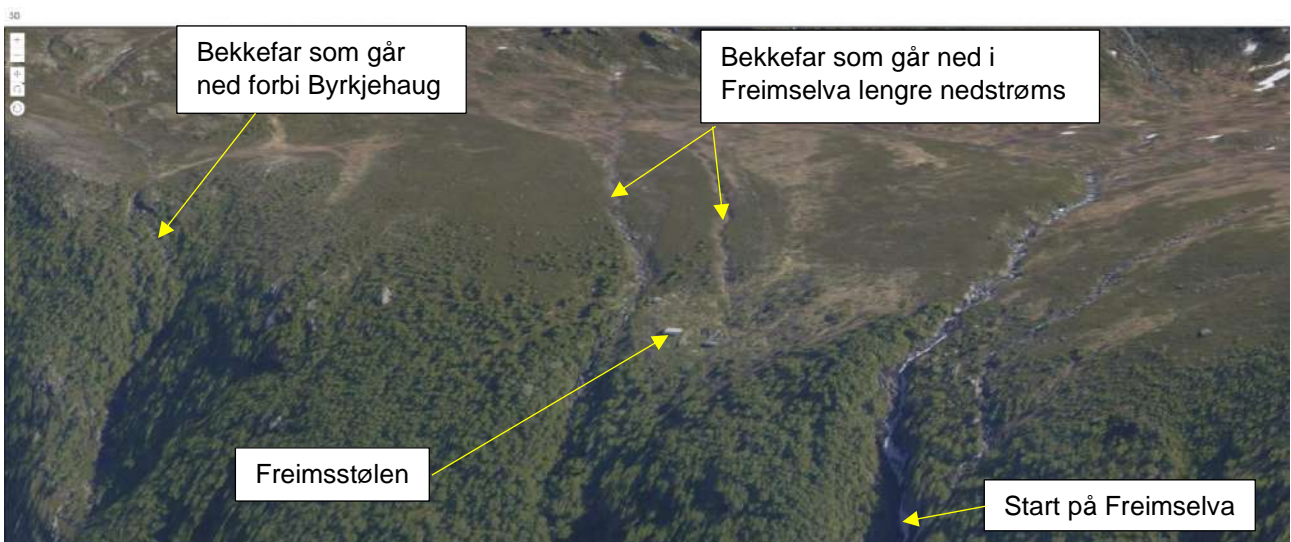


Figur 4-14: 3D-ortofoto over kartleggings- og påvirkningsområdet sett mot nord-øst.



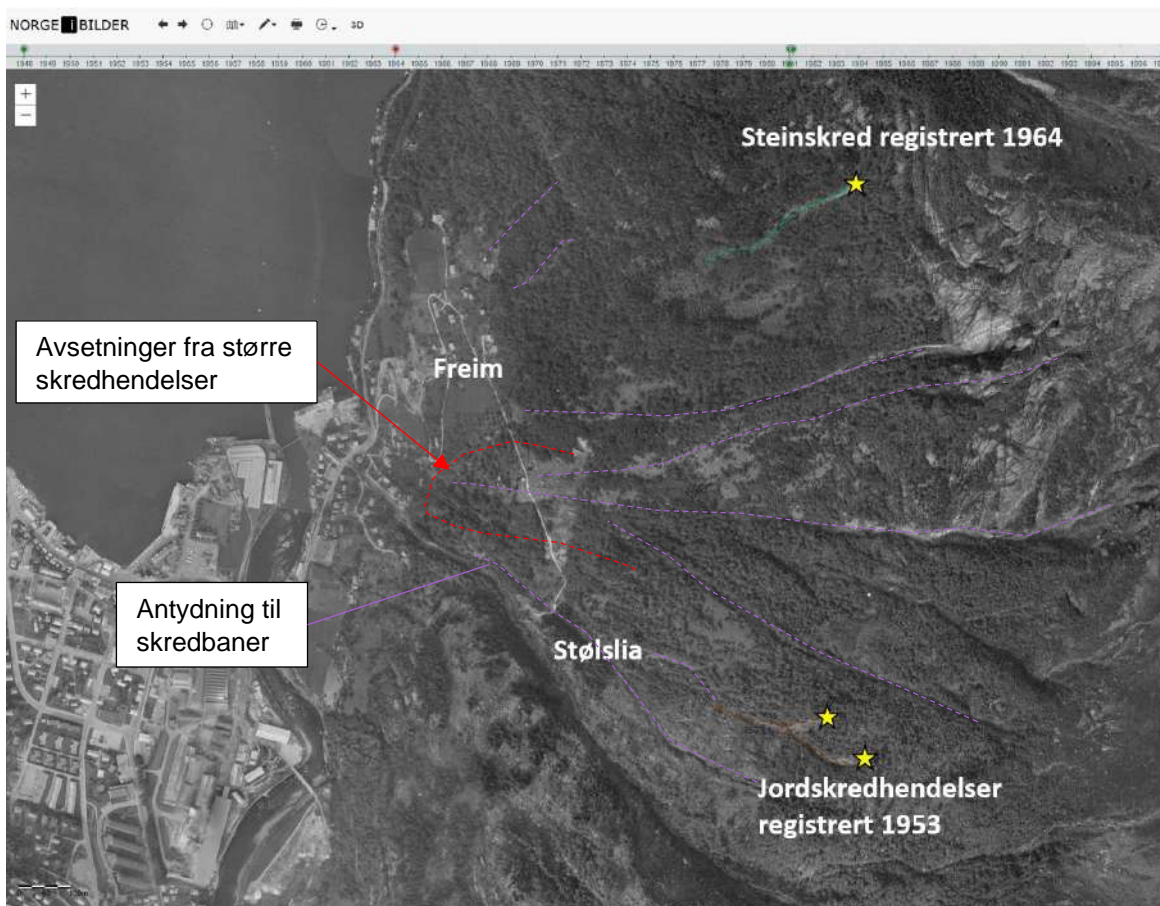


Figur 4-15: 3D-ortofoto over kartleggings- og påvirkningsområdet sett mot sør.



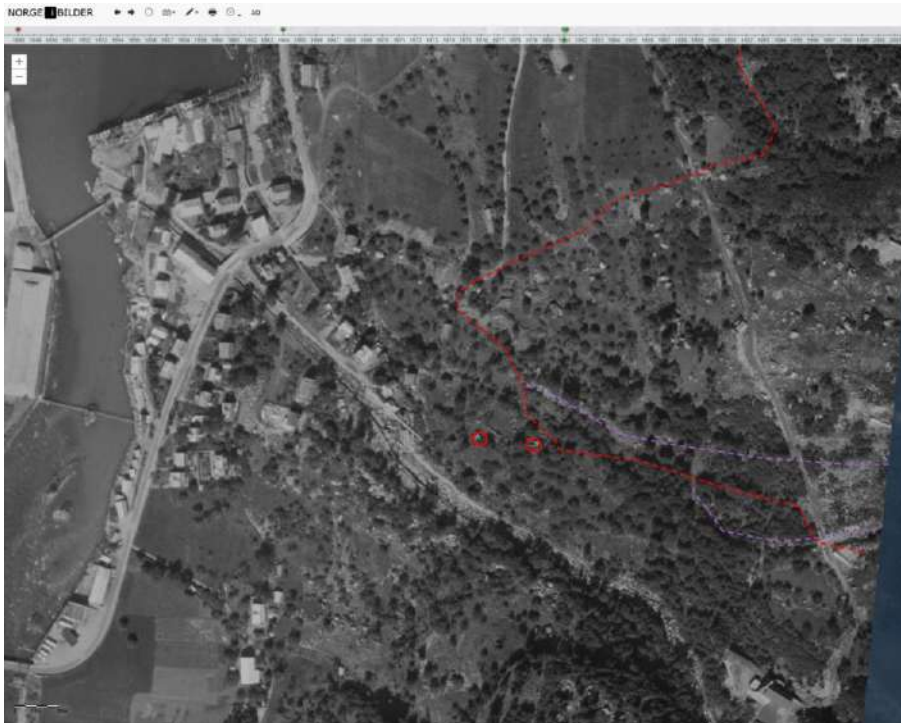
Figur 4-16: 3D-ortofoto som viser dreneringsveier fra platået ovenfor fjellsiden.

Tilgjengelige flybilder fra Norge i bilder i perioden 1948 til 2023 er gjennomgått [26]. Flyfoto fra 1964 vist i Figur 4-17, viser spor etter tidligere skredhendelser i 1953 (jord- og steinskred) og 1964 (steinskred), samt utløp og skredbaner fra større tidligere hendelser som er markert på figuren under. Ortofoto fra 1948 vist i Figur 4-18 og Figur 4-20, viser ganske tydelige steinsprangavsetninger ned mot dagens bebyggelse. Disse er merket med rødt på figurene.

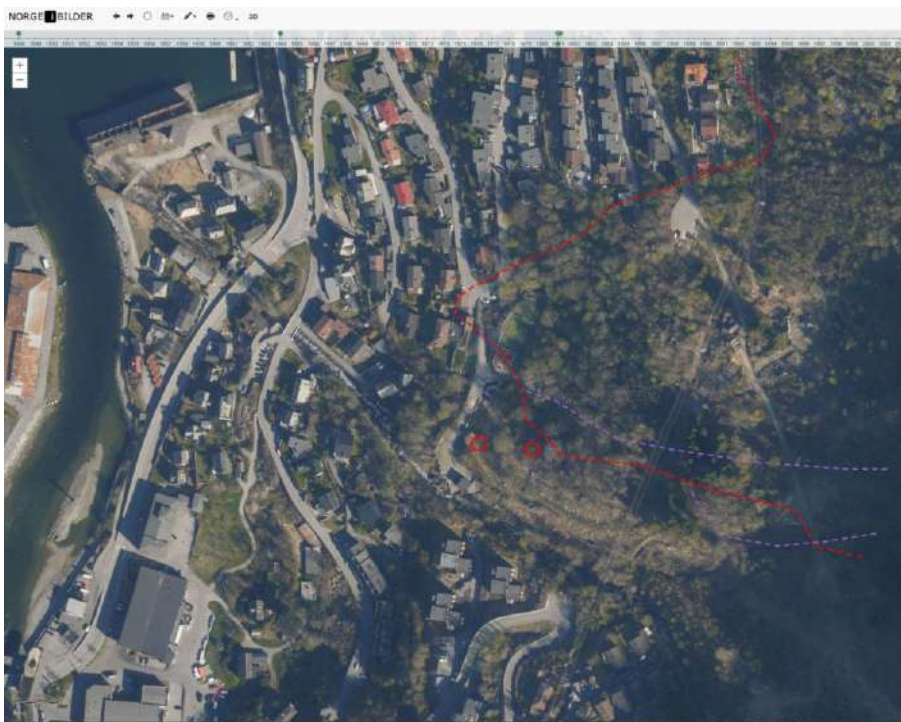


Figur 4-17: Ortofoto fra 1964 som viser spor etter jordskredene som er registrert i 1953 og steinskred i 1964. Lilla stiplede polygon indikerer mulige skredbaner, stjerner viser start på kjente skredhendelser med tilhørende utløp for jord- (brunt) og steinskred (grønt). Rødt stiplede linje indikerer synlig utløp til en mulig større skredhendelse.

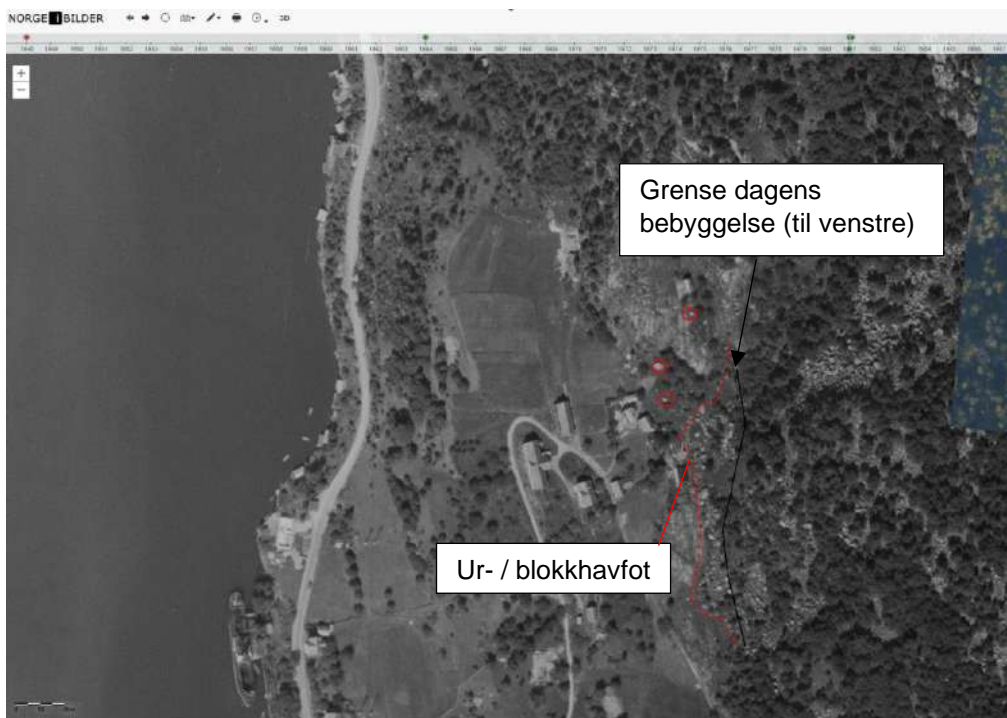




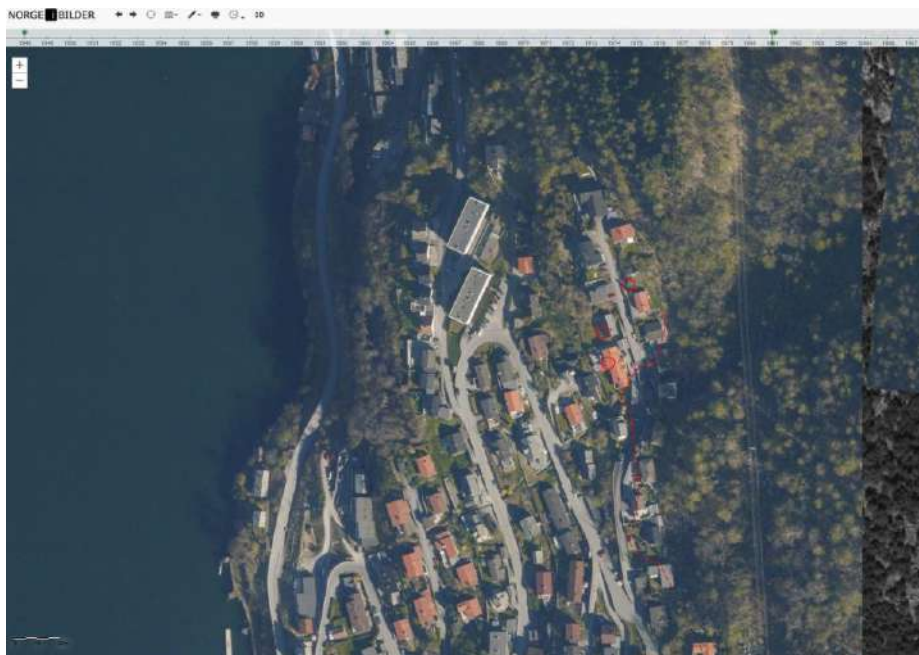
Figur 4-18: Ortofoto fra 1948 som viser tydelige steinsprang og mulig steinskredavsetninger som går langt ned forbi sørsiden av dagens Freim. Lilla stiplede linjer indikerer skredbaner. Antatt større enkeltblokk er markert med rød ring.



Figur 4-19: Ortofoto fra samme området fra nyere tid, som viser påtegning av skredbaner (lilla) og mulige skredavsetninger (rød linje) med samme lokasjon i forhold til bebyggelsen.



Figur 4-20: Ortofotofra 1948 over Freim som viser observert urfot og dagens grense for bebyggelse. De øverste husene er dermed bygd ovenfor rasurfoten. Antatte enkeltblokker med lengre utløp er markert med rød ring. Områder lengre ned mot fjorden er dyrket, og eventuelle blokker med enda lengre utløp kan være fjernet.

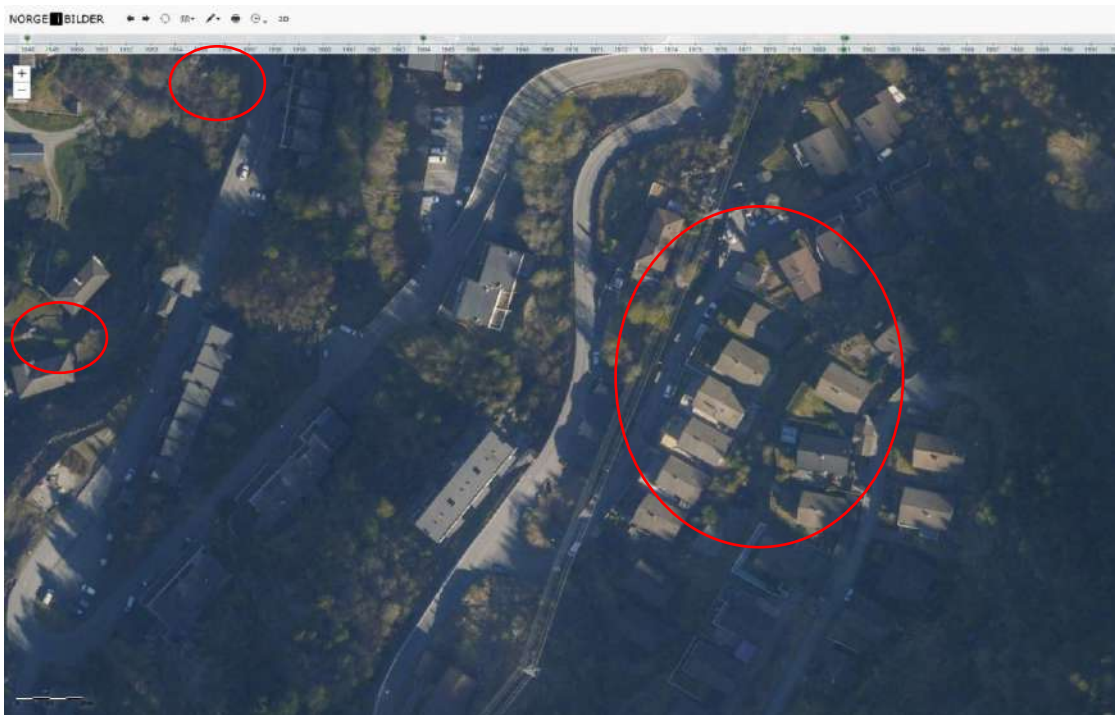


Figur 4-21: Ortofotofra nyere tid over samme område som Figur 4-20, som viser påtegning av blokker og urfot med samme lokasjon i forhold til bebyggelsen.

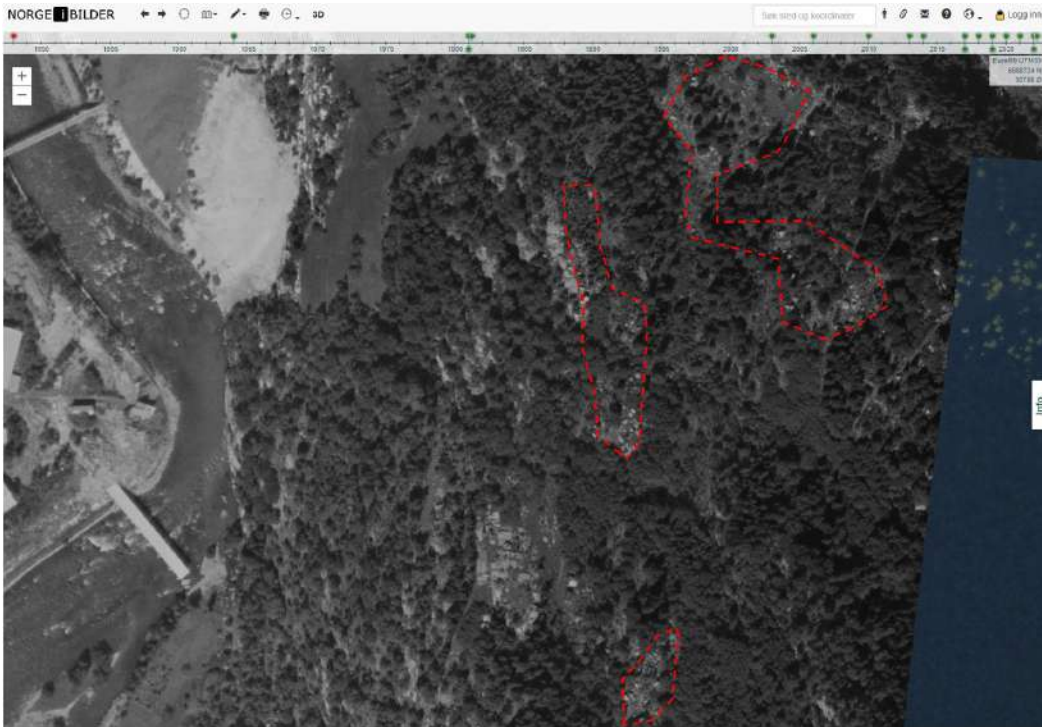




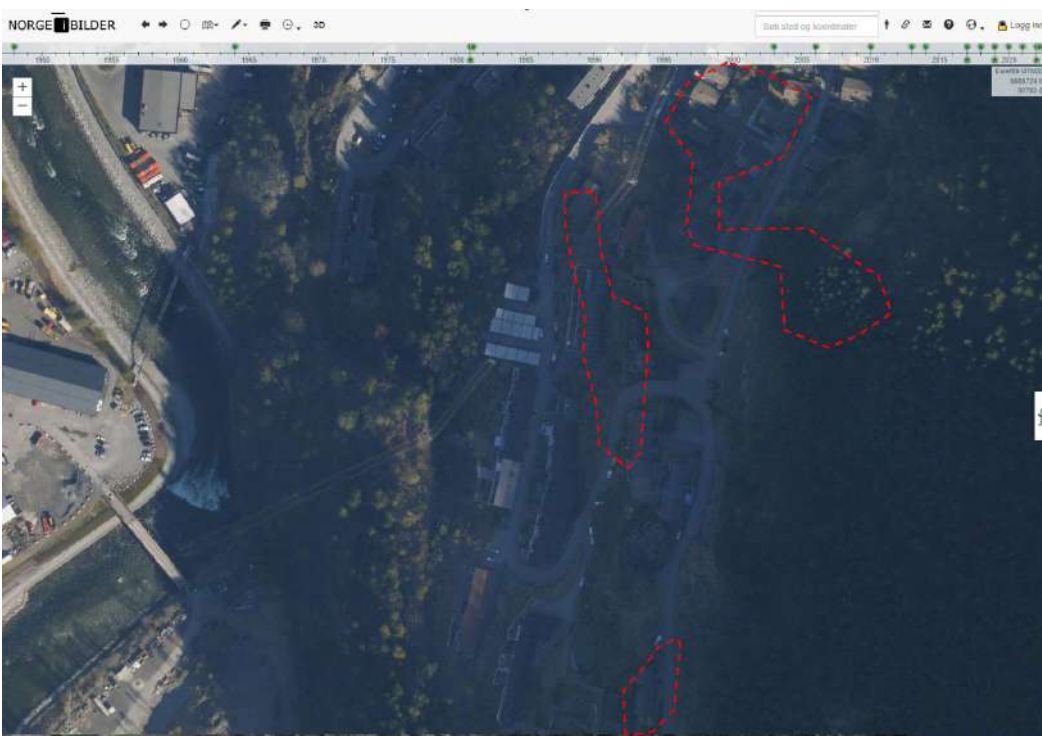
Figur 4-22: Ortofoto fra 1948 over nordre del av Ragde. Det er observert blokkhaver hvor det i dag er boligbebyggelse og blokker med usikkert opphav lengre ned i fjellsiden.



Figur 4-23: Ortofoto fra nyere tid i nordre del av Ragde boligfelt, rett sør for Freimselva. Rød ring indikerer omtrentlig samme område på figuren og den over.

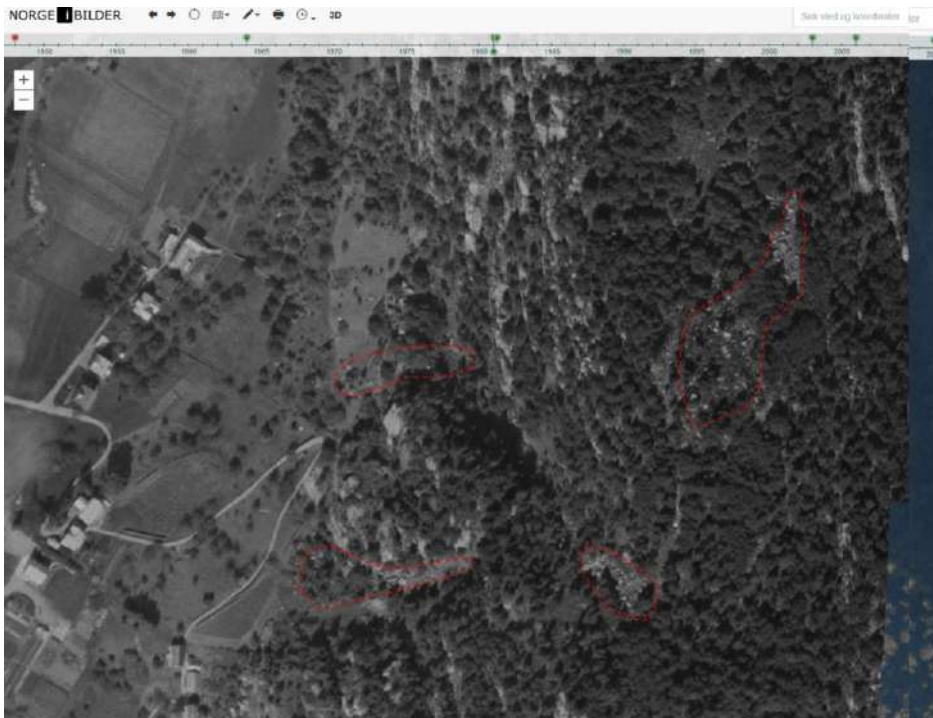


Figur 4-24: Ortofoto fra 1948 over søndre del av Ragde.

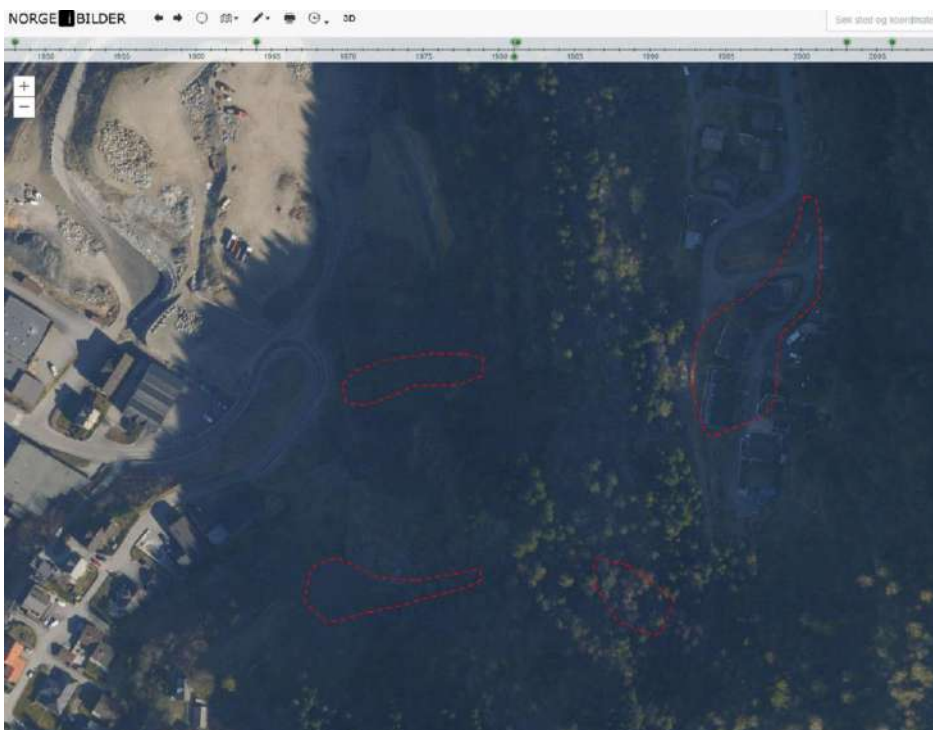


Figur 4-25: Ortofotofra nyere tid i søndre del av Ragde boligfelt. Røde området indikerer omtrentlig samme område på figuren og den over.





Figur 4-26: Ortofoto fra 1948 nord for Hjøllo.

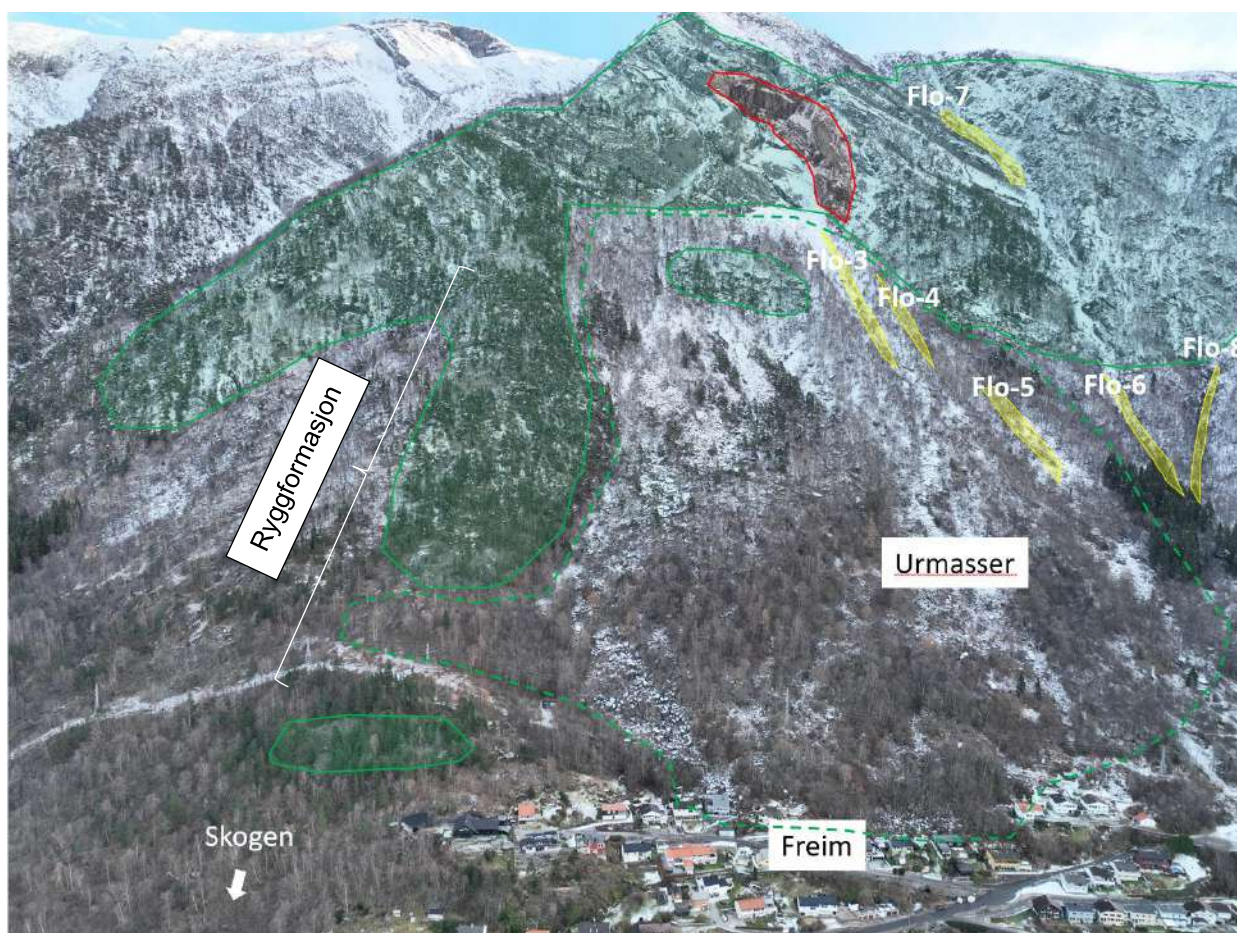


Figur 4-27: Ortofoto fra nyere tid som viser tilsvarende område med røde polygon (blokkavsetninger).

## 5 Feltobservasjoner

### 5.1 Skogen

Ovenfor Skogen ble det generelt observert tynt løsmassedekke, stedvis med steinsprangavsetninger og bart fjell hvor det er skrenter. Foto av bergmassen, urmasser og observerte skrenter langs ryggformasjonen ovenfor Skogen er vist i Figur 5-1 til Figur 5-11. Bergmassen fremstår som noe mer oppsprukket i nedre deler av boligfeltet, sammenlignet med øvre deler ovenfor mastetraséen. Fra dette området og opp til toppen av ryggformasjonen er sprekkeavstanden noe større. Videre ovenfor ryggformasjonen er det stupbratt med mange observerte skrenter bestående av varierende oppsprekingsgrad. Bergmassen fremsto som mørk med enkelte lyse felter av mer grovkornet karakter, med varierende sprekkeavstand og med 3 hovedsprekkesett. Sprekkeplanene fremstår gjennomsettende med lav ruhet. For løsneområder på ryggformasjonen har bergmassen svaformasjon, og ser forholdsvis stabil ut, med unntak av avgrensede partier med noe mer småfallent og oppsprukket bergmasse. I disse småfalne partiene er blokkstørrelsen tilsynelatende 0,3 – 0,75 m<sup>3</sup>. Høyere opp ovenfor ryggformasjonen har bergmassen mer utpreget oppsprekking langs et sprekkeplan med fall omtrentlig mot sør-vest.



Figur 5-1: Dronefoto som viser nordre del av påvirkningsområdet ovenfor Skogen og Freim, med store løsneområder for steinsprang (grønt heltrukket polygon), steinskred (rødt) og steinsprangavsetninger i form av urmasser (grønt stiplede polygon).





Figur 5-2: Dronefoto som viser løseområde ovenfor mastetrasé og med urmasser nedenfor. Bergmassen er forholdsvis kompetent og grovblokkig, med hovedsakelig 3 sprekkesett. Det er mindre partier i løseområdet som er mer småfallent og avløste blokker.



Figur 5-3: Fjellsiden ovenfor Skogen opp til mastetraséen, samt blokkhavet ovenfor Freim til høyre.





Figur 5-4: Svaberg ovenfor skrent ved infopunkt 107, ovenfor Skogen.



Figur 5-5: Infopunkt 75. Terrenget nedenfor Stp-1 med sporadiske blokker i fjellsida. Det ble observert boltede blokker oppe i fjellsida. Bergmassen er forholdsvis kompetent med hovedsakelig 3 sprekkesett og noe varierende sprekkeavstand. Noe kortere sprekkeavstand i Stp-1 sammenlignet med Stp-2 og Stp-3.

Oppover i fjellsiden mellom boligfeltet og mastetraséen er det observert stort sett tynt løsmassedecke over berg, med en del blokker og til dels urmasser. Enkelte av blokkene hviler på kant, med lite støtte. Det er ikke observert ferske steinsprangblokker eller steinsprangår i vegetasjonen. Typisk blokkstørrelse er 0,3 – 0,5 m<sup>3</sup>, mens det stedvis er observert blokker opptil 1 m<sup>3</sup>. Det er hovedsakelig blokkene i 0,3 – 0,5 m<sup>3</sup> sjiktet som hviler i terrenget med lite støtte. Blokkformen er en blanding av trekantete til rektangulære, og varierer fra flat til noe mer kubisk. Blokkform og urmasser er vist i Figur 5-6 til Figur 5-10. Det er også fra dronefoto og befaring til fots observert urmasser i skrent ovenfor Rv. 13 i nord, vist i Figur 5-8 og Figur 5-9. Noen av blokkene hviler med dårlig støtte, og kan potensielt remobiliseres ned på veg. Ifølge NVE atlas er det registrert et løsmasseskred på Rv. 13 fra dette området uten ytterligere informasjon om hendelsen.





Figur 5-6: Infopunkt 77. Urmasser ovenfor eksisterende bebyggelse ved Skogen.



Figur 5-7: Foto ved infopunkt 71. Urmasser hvor enkelte blokker kan remobiliseres.





Figur 5-8: Dronefoto som viser avmerkede områder hvor det er observert urmasser ved Skogen boligfelt.



Figur 5-9: Urmassene nedenfor Skogen. Noen av blokkene står i fare for å remobiliseres ned på veg. Husene står på fjellterskel.





Figur 5-10: Urmasser i skråning ovenfor boligfeltet ved Skogen.



Figur 5-11: Steinblokker og bergblotning lengre opp i lia ved infopunkt 71.

Det er også observert et par løснеområder for snøskred ovenfor (Sno-1) og nord (Sno-2) for ryggformasjonen. Sno-2 er registrert mellom 650 – 700 moh. på en flanke i fjellsiden, avgrenset av ryggformasjonen nedenfor. Det er observert tett skog i begge løснеområdene vist i Figur 5-17. Det er for øvrig ikke observert vannveier av betydning eller løснеområder for jordskred, flomskred eller sørpeskred som kan ha betydning for Skogen boligfelt. Både antall observerte løснеområder og skredavsetninger øker betraktelig i terrenget sør for Lyngberg og Mjølstølen.

## 5.2 Freimslia

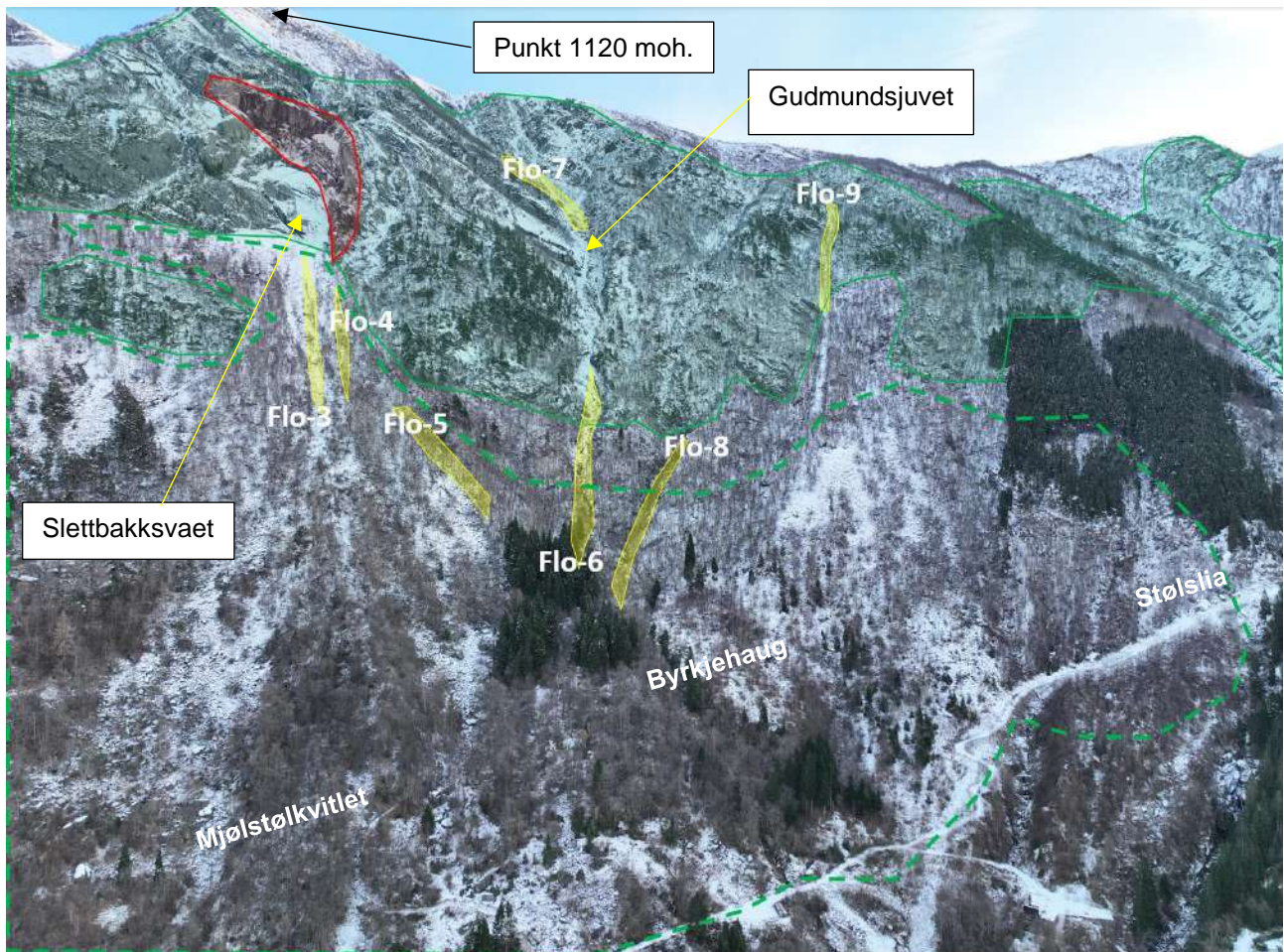
Under feltbefaringen 20.-21. november 2023 ble det observert en rekke skredavsetninger og løснеområder innenfor kartleggings- og påvirkningsområdet (Figur 5-28 - Figur 5-60). Figur 5-1 i kapittel 5.1.1 viser en stor rastunge bestående av stein- og steinskredavsetninger som går helt ned til den øverste husrekka i Freim boligfelt. Den store rastunga brer seg fra Byrkjehaug i sør til Lyngberg i nord, med en bredde på omtrent 550 m og går opp til 400 – 550 moh. Mellom Mjølstølen og Mjølstølkvitlet er det store mengder blokker med varierende størrelser på 0,3 – 20 kubikk, som går helt ned til boligfeltet (Figur 5-43 - Figur 5-53). Ved Mjølstølkvitlet og mot Byrkjehaug og Stølslia er det observert flere leveer og skredavsetninger tett ned mot bebyggelse langs fjellsiden (Figur 5-29 - Figur 5-42), og stedvis store steinsprangblokker opptil 20 – 30 kubikk. Steinblokkene etter skredet som gikk 03.07.2020 ble observert nedenfor traktorvegen mellom Stølslia og Mjølstølkvitlet vist i Figur 5-30.

Det er observert svært mange potensielle løснеområder for steinsprang i fjellsiden, og enkelte steinskredobjekt (Figur 5-12 - Figur 5-14), særlig mellom ca. 500 – 1000 moh. De største løснеområdene for både steinsprang og steinskred er observert i fjellsiden nedenfor punkt 1120 moh., mellom 650 – 1050 moh. omkring Slettbakksvaet vist i Figur 5-1, Figur 5-12 og Figur 5-14. I dette område danner sprekkesettene store strukturer som kan ha potensialet til å gli ut. Det er generelt glissen skog i fjellsiden, bestående av stort sett løvskog med spinkle trestammer, med enkelte tydelige og avgrensede granskogpartier som er noe tettere. Det er stedvis observert skredbaner langs gjel og raviner med leveer i nedre del mellom Mjølstølkvitlet og Byrkjehaug, samt mellom Byrkjehaug og Stølslia (Figur 5-42 - Figur 5-46). Det er stedvis observert sår i vegetasjonen (Figur 5-41) og åpne partier i skogen, ovenfor Mjølstølkvitlet og Byrkjehaug. På omtrent kote 190 – 200 ovenfor Mjølstølkvitlet og nedenfor Slettbakksvaet, ble det observert ferske steinsprangblokker 180 m unna nærmeste bebyggelse på Freim, i en ellers mektig og aktiv rasur. De ferske steinsprangblokkene hadde størrelse på 2 – 3 m<sup>3</sup>, og hadde kappet enkelte trær. De ferske blokkene er vist i Figur 5-44 og Figur 5-45. Ovenfor de observerte steinsprangene er det tydelige skredsår i skogen.

I raviner og gjel er det observert potensielle løснеområder for flomskred (gule polygon i Figur 5-12 og Figur 5-12). I ravinene og gjelene ovenfor Mjølstølkvitlet og Byrkjehaug, derav Gudmundsjuvet, er det observert grove masser i form av ur med antatt mektighet på 5 – 10 m. Det er observert generelt lite finstoffinnhold i løsmassene i Freimslia, og mest urmasser og bart fjell, som samsvarer med NGUs løsmassekart i Figur 4-11 og utførte grunnboringer. Det ble observert noe finstoffholdige masser i området omkring Stølslia, kombinert med tilstedeværelse av vanntilførsel i nærheten, vist i Figur 5-34. Det er observert noe vann i bekkenedskjæringen som kommer ned forbi Byrkjehaug vist i Figur 5-39. I granskogfeltet ovenfor Stølslia er det observert søkk i terrenget, med noe grove urmasser og ellers lite løsmasser (Figur 5-58), samt oppstikkende berghammere.

Det er generelt ikke observert ferske steinsprangblokker tett ned mot bebyggelsen på Freim. Ferske steinsprangblokker er derimot observert nedenfor traktorvegen mellom Mjølstølkvitlet og Byrkjehaug, samt ovenfor Mjølstølkvitlet på kote 200. Det er observert snøskredavsetninger i gjelet ned fra Gudmundsjuvet, og langs deler av rasura nedenfor Slettbakksvaet.





Figur 5-12: Oversiktsbilde over fjellsiden ovenfor Freim sett mot øst, som viser identifiserte løseområder for steinsprang (grønt polygon), flomskred (gult) og steinskred (rødt), samt omriss av rasur markert med grønt stiplet linje.





Figur 5-13: Oversiktsbilde over fjellsiden ovenfor Freim sett mot nord, som viser identifiserte løsnemråder for flomskred (gult) og steinskred (rødt).



Figur 5-14: Nærbilde av fjellskrenten nedenfor punkt 1120 moh. og Slettbakksvaet. Bildet viser potensielle bergaprtier som kan være steinskredobjekter, samt løsnemrådet for steinspranget som gikk 03.07.2022 (markert med gul stjerne).





Figur 5-15: Nærbilde av deler av løsnedområdet for steinskred. Til venstre kan en se løsnedområdet til steinspranget i 2019 (omrisset med grønt).



Figur 5-16: Slettbakksvaet med snø og avløste bergpartier til høyre med steile baksprekker (deler av løsnedområde for steinskred).

Det er også observert flere potensielle løснеområder for snøskred som er markert med blåe polygoner i Figur 5-17 - Figur 5-21. Bildene under er tatt med snø på befaringstidspunktet, for å lettere kunne identifisere områder hvor snø akkumuleres. De fleste aktuelle løснеområdene med dagens vegetasjonsforhold er lokalisert i øvre deler av fjellsiden mellom kote 600 – 1000. Nedenfor punkt 1120 og ovenfor Mjølstølkvitlet, vist i Figur 5-17, er det registrert totalt åtte potensielle løснеområder. Fem av de åtte består av ganske tett skog, mens de resterende tre har glissen til ingen skog innenfor løснеområdet. Løснеområdene har arealer fra ca. 4.000 – 13.000 m<sup>2</sup>. Ruheten er generelt høyere under 600 moh, grunnet tilstedeværelse av grove urmasser og vegetasjon, mens høyere opp er det lavere ruhet hvor snøen glatter ut terrenget i større grad, samt skogstettheten minker først fra ca. 700 moh. De øverste løснеområdene ligger i tilknytning til gjel, hyller i fjellsiden og skålformer. De nedre løśnieområdene er tegnet i rasur hvor det er tegn til at snøakkumulasjon kan glatte ut terrenget.



Figur 5-17: Markerte løśnieområder med snø nedenfor punkt 1120 moh. og omkring Slettbskksvaet.



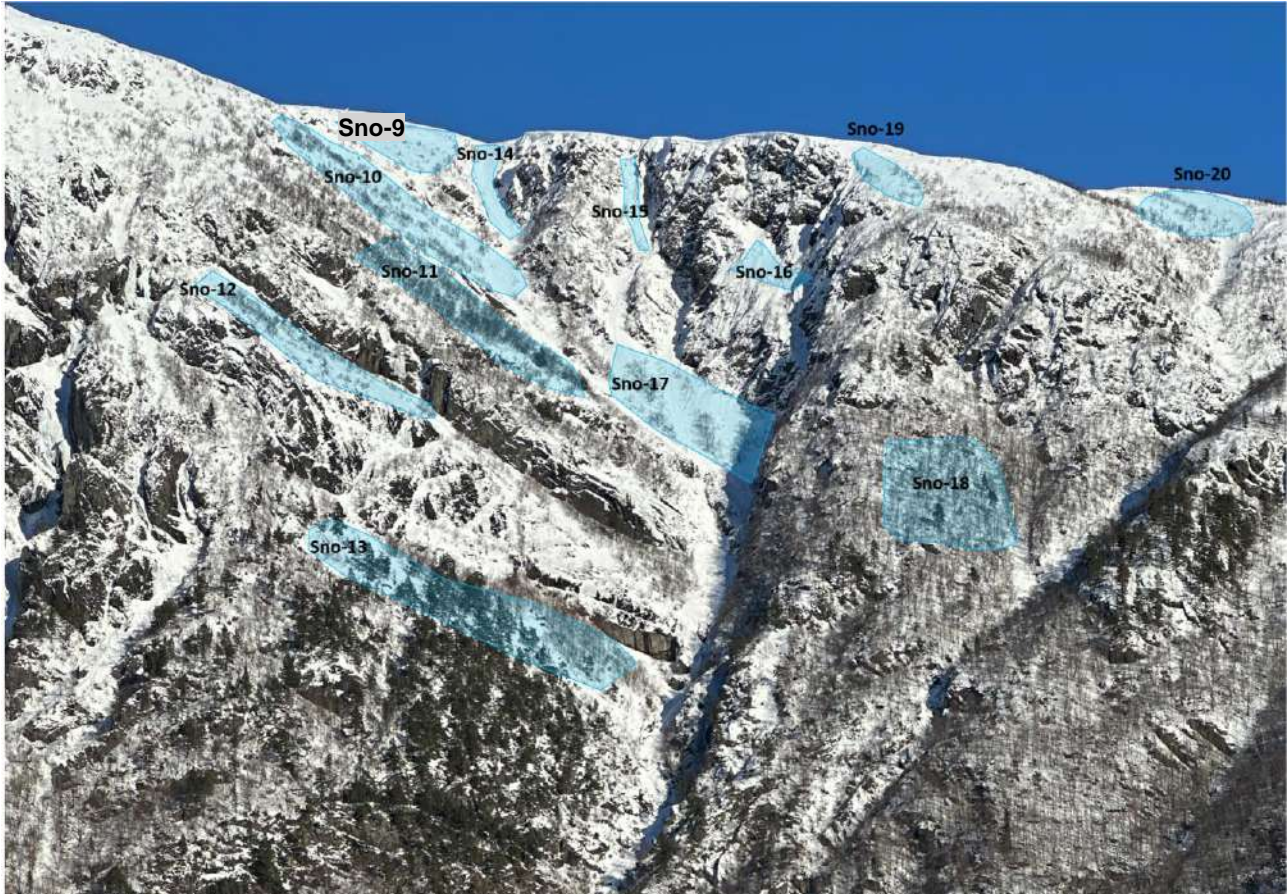


Figur 5-18: Nærbilde av Sno-5.

I øvre deler av gjelet som går oppover fjellsiden mellom Mjølstølkvittlet og Byrkjehaug, og i tilknytning til dette, er det observert ytterligere ti løснеområder markert i Figur 5-19. Syv av disse har glissen eller ingen skog, mens tre består av tett skog. Ruheten avtar også her mot høyden. I de fem øverste løśnieområdene mot fjellplatået har det lagt seg ut en del snø slik at terrenget er glattet ut. Det er observert skavldannelser langs toppkanten ovenfor Sno-14, Sno-15 og Sno-16.

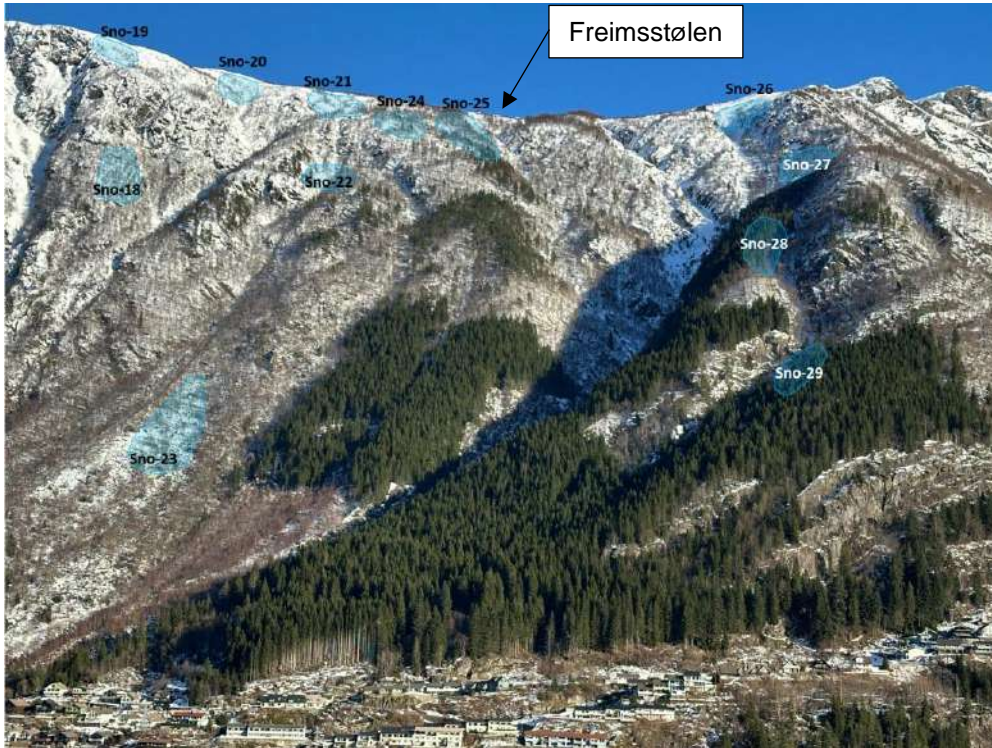
Videre mot Freimsstølen (Figur 5-20) er det observert ytterligere seks løøgneområder, hvor kun ett av disse har glissen skog og er observert øverst mot fjellplatået i tilknytning til en liten forsenkning i terrenget og akkumulert snø. De resterende fem løøgneområdene har tettere skog, og er tilknyttet fjellsiden nedenfor Freimsstølen og gjelet og ravinen som går ned mellom Byrkjehaug og Stølslia.

Mellom Freimsstølen og Kinn, og ned mot Ragde, er det observert ytterligere fire aktuelle løøgneområder for snøskred. Kun ett av disse har glissen eller ingen skog, mens de resterende tre har tett skog. Ruheten er høy i området på ryggformasjonen nedenfor Kinn, samt det er mye skog her. I øvre deler opp mot fjellplatået er ruheten lavere, og det observeres mye mere snø her (Sno-26).

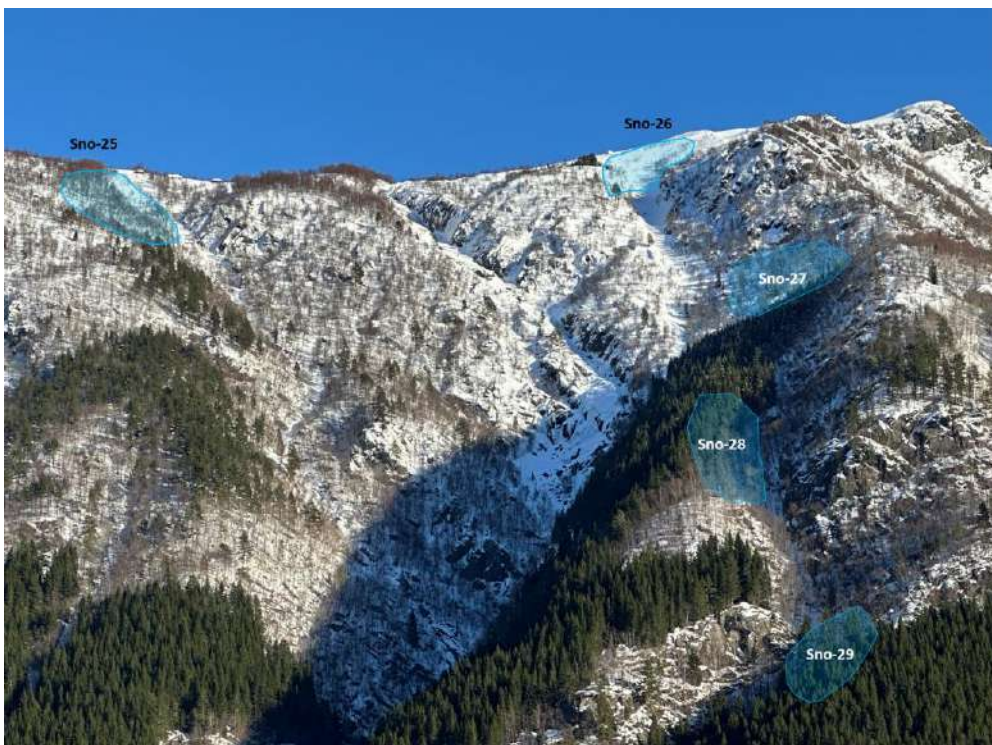


Figur 5-19: Markerte løснеområder med snø i Gudmundsjuvet ovenfor Mjølstølkvitlet.





Figur 5-20: Løsnemråder for snøskred med snø, ovenfor Byrkjehaug, Stølslia og nedenfor Kinn.



Figur 5-21: Nærbilde av løsnemrådene omkring øvre Freimselva.





Figur 5-22: Nærbilde av søkket i granskogfeltet nord for Freimselva.



Figur 5-23: Dronefoto av gjelene tilknyttet løsnemrådene Flo-6 (Gudmundsjuvet), Flo-8 og Flo-9. Det er urmasser med varierende blokkstørrelser i gjelene, fra omtrent knyttnevestørrelse til 3 kubikk.



Som omtalt over er det observert mye skredavsetninger i Freimslia mellom Stølslia og Lyngberg. Rett nord for Freimselva er det observert tegn etter større skred i form av leveer med blokkstørrelser i varierende størrelser. Steinmassene ligger i rygger med søkk imellom vist i Figur 5-28 og Figur 5-29. Lengre oppover fjellsiden er det observert store blokker etter tidligere steinspranghendelser, vist i Figur 5-30 til Figur 5-32.



Figur 5-24: Dronefoto som viser ura og snøskredavsetninger nedenfor Slettbakksvaet til venstre og Gudmundsjuvet til høyre. I ura er det observert ferske steinsprangblokker ved ca. kote 210 ovenfor Mjølstølkvitlet.





Figur 5-25: Dronefoto av rasura ved Mjølstølkvitlet, nederfor Slettbakksvaet.



Figur 5-26: Dronefoto av rasur tett ned mot bebyggelse ved Lyngberg, nord på Freim.





Figur 5-27: Dronefoto som viser snøskredavsetning ned fra Gudmundsjuvet og steinsprangavsetninger mellom Mjølstølkvitlet og Stølsia.



Figur 5-28: Mektige skredavsetninger ved infopunkt 35 nord for Freimselva.





Figur 5-29: Skredavsetninger ved infopunkt 36, nord for Freimselva.



Figur 5-30: Steinsprangblokk observert mellom Freimsveien og mastetraséen ved infopunkt 38. Steinspranghendelsen skjedde 03.07.2020.





Figur 5-31: Stor steinsprangblokk på 20 – 30 kubikk ved infopunkt 39. Blokka er antatt å tilhøre hendelsen registrert fra 1956.



Figur 5-32: Steinsprangblokker ovenfor traktorvegen, ca. 70 m øst for infopunkt 39.





Figur 5-33: Skredavsetninger observert ovenfor traktorvegen ved infopunkt 41, vest for Byrkjehaug.



Figur 5-34: Noe finere løsmasser observert ved Stølslia.





Figur 5-35: Skredavsetninger ved infopunkt 48 rett nord for Stølsia.



Figur 5-36: Skrenten nedenfor Byrkjehaug ved infopunkt 51. Bergmassen har varierende grad av oppsprekking. Det observeres vann tilstede i skrenten.





Figur 5-37: Steinsprangavsetninger nedenfor skrenten ved Byrkjehaug ved infopunkt 51.



Figur 5-38: Stor blokk observert 100 m sør-vest for Byrkjehaug, ved infopunkt 50 og 51.





Figur 5-39: Bekkenedskjæring i ravine med vann ved infopunkt 52. Observert mektigheten i urmassene varierer fra 5 – 10 m.



Figur 5-40: Rygg / levee med skredmateriale ved infopunkt 55. Blokkstørrelsene varierer fra 0,3 – 2 kubikk.





Figur 5-41: Såret i skogen etter steinspranghendelsen 03.07.2020. Såret i skogen vitner om at steinen sannsynligvis har trillet på høykant og har tatt en stor bue fra løsnemrådet og dreid mot sør mot skytebanen. Såret observert ca. 40 m nord for infopunkt 55.



Figur 5-42: Levee til venstre og store blokker opptil 20 kubikk til høyre, ca. 30 m nord for infopunkt 55.





Figur 5-43: Flere leveer observert ved Mjølstølkvitlet, infopunkt 57.







Figur 5-44: Ferske steinsprangblokker ved kote 195 moh., 180 m unna nærmeste bebyggelse. Blokkstørrelsen var omtrent 2/3 kubikk. Infopunkt 109.



Figur 5-45: Fersk blokk i en ellers aktiv ur. Blokka er merkbart lysere enn omkringliggende blokker.





Figur 5-46: Levee og ravine ved infopunkt 58.



Figur 5-47: Blokk på ca. 3 kubikk 10 m unna nærmeste bebyggelse. Infopunkt 60.





Figur 5-48: Urmasser tett innpå eksisterende bebyggelse ved infopunkt 60.



Figur 5-49: Infopunkt 61. Overgang fra mer spredt blokk og tynn ur, til sammenhengende og mektigere ur.





Figur 5-50: Infopunkt 112. Femti meter høyere opp i forhold til forrige figur ble det heller ikke observert ferske steinspranghendelser.



Figur 5-51: Urmasser ved infopunkt 62. Mulig eldre steinskred med lavere sannsynlighet. Terrenget har god ruhet, blokkstørrelser varierer fra 0,3 – 3 kubikk. Herfra er det bratt ned mot boligfelt.





Figur 5-52: Blokker tett inn mot eksisterende bebyggelse, ved infopunkt 65. Blokkstørrelser på typisk 0,5 – 2 kubikk.

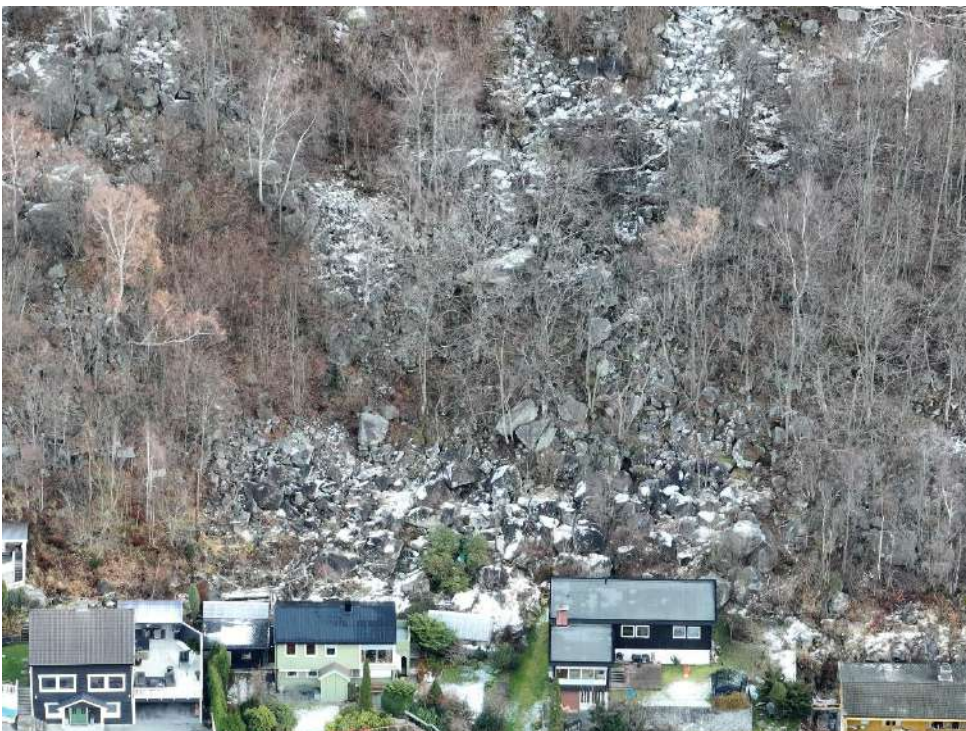


Figur 5-53: Skredavsetninger ovenfor vannreservoaret, ved infopunkt 67.





Figur 5-54: Nærbilde av ura tett inntil øvre husrekke på Freim.



Figur 5-55: Urmasser tett inntil bebyggelse ved øverste husrekke av Freim.



Ovenfor Tyssedalsvegen ved nordre del av Freim er det observert en skrent med mye oppsprukket berg og avløste blokker. Det er også observert blokker som kan remobiliseres. Foto av skrenten og avløst berg er vist i Figur 5-56 og Figur 5-57. Det har vært flere steinspranghendelser ned på Tyssedalsvegen her.



Figur 5-56: Bergskrenten ned mot Tyssedalsvegen.



Figur 5-57: Oppsprukket og avløst berg i skrenten ovenfor Tyssedalsvegen.



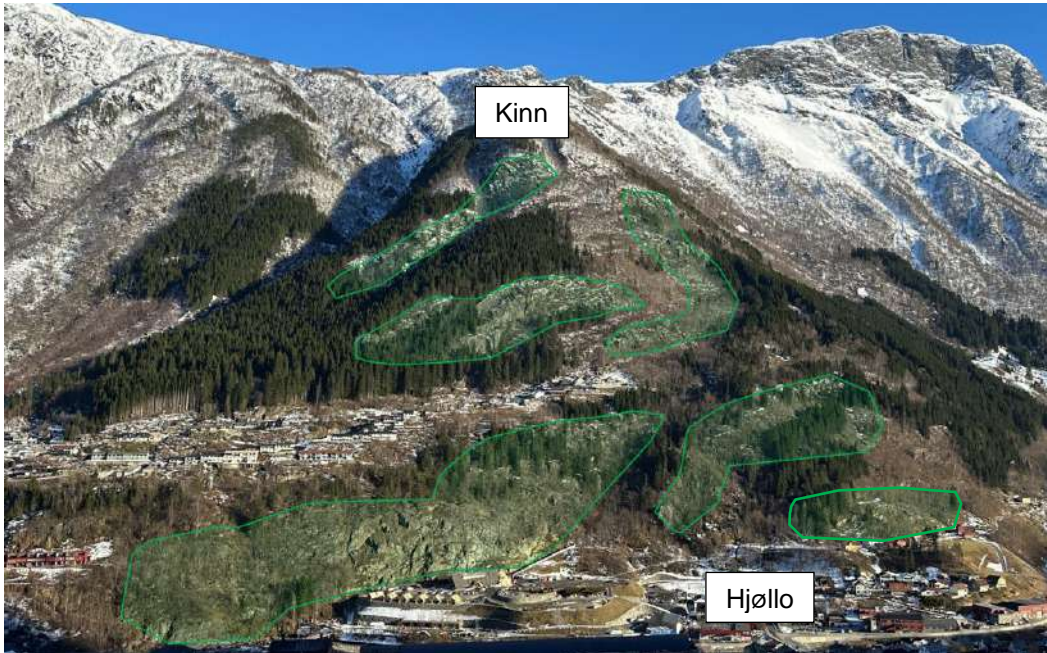


Figur 5-58: Urmasser i skogen ved infopunkt 120 o venfor Stølslia. Det er ellers lite løsmasser i denne delen av fjellsiden.

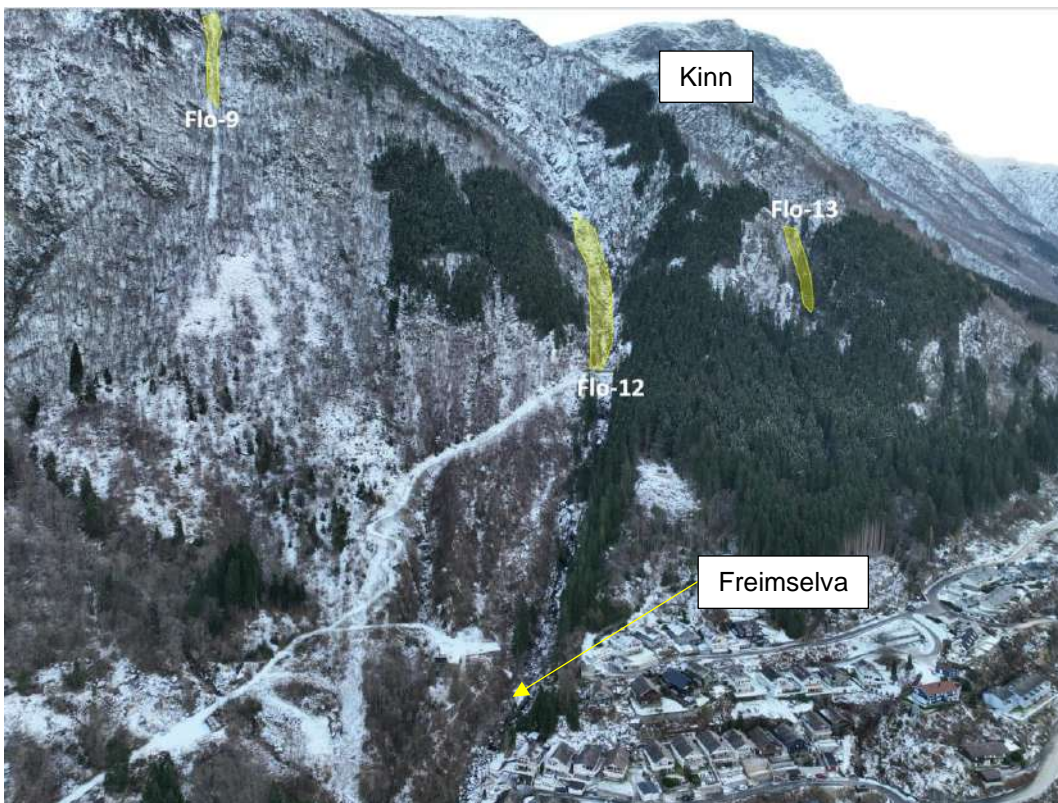
### 5.3 Ragde og Freimselva

Ragde, inkludert Freimselva, består av en større ryggformasjon nedenfor toppen Kinn (Figur 5-59 til Figur 5-61). Det er observert flere løsneområder innenfor påvirkningsområdet, hovedsakelig for steinsprang, samt snøskred og flomskred i tilknytning til Freimselva. Ovenfor Hjøllo og Lothepus camping er det observert bratte bergskrenter med avløst bergmasse.

Videre ovenfor Ragde boligfelt er det flere skrentrekker opp mot Kinn, markert med grønne polygon i figuren under. Det er observert to løsneområder for flomskred, ett i Freimselva og ett i Einstakedalen i tilknytning til gjelet i ryggformasjonene nedenfor Kinn, vist i Figur 5-60. Det er flere skrentrekker oppover ryggformasjonen, en nedre ovenfor Hjøllo, en midtre ovenfor Ragde og en øvre rett nedenfor Kinn. Både i den nedre og midtre skrentrekken er det observert mye avløste blokker og oppsprekking som kan gi steinsprang. Det er observert mye bart fjell, og stedvis tynt løsmassedecke i form av torv og blokker. Stedvis er det noe tykkere løsmassedecke hvor det ligger tykke ur-avsetninger.



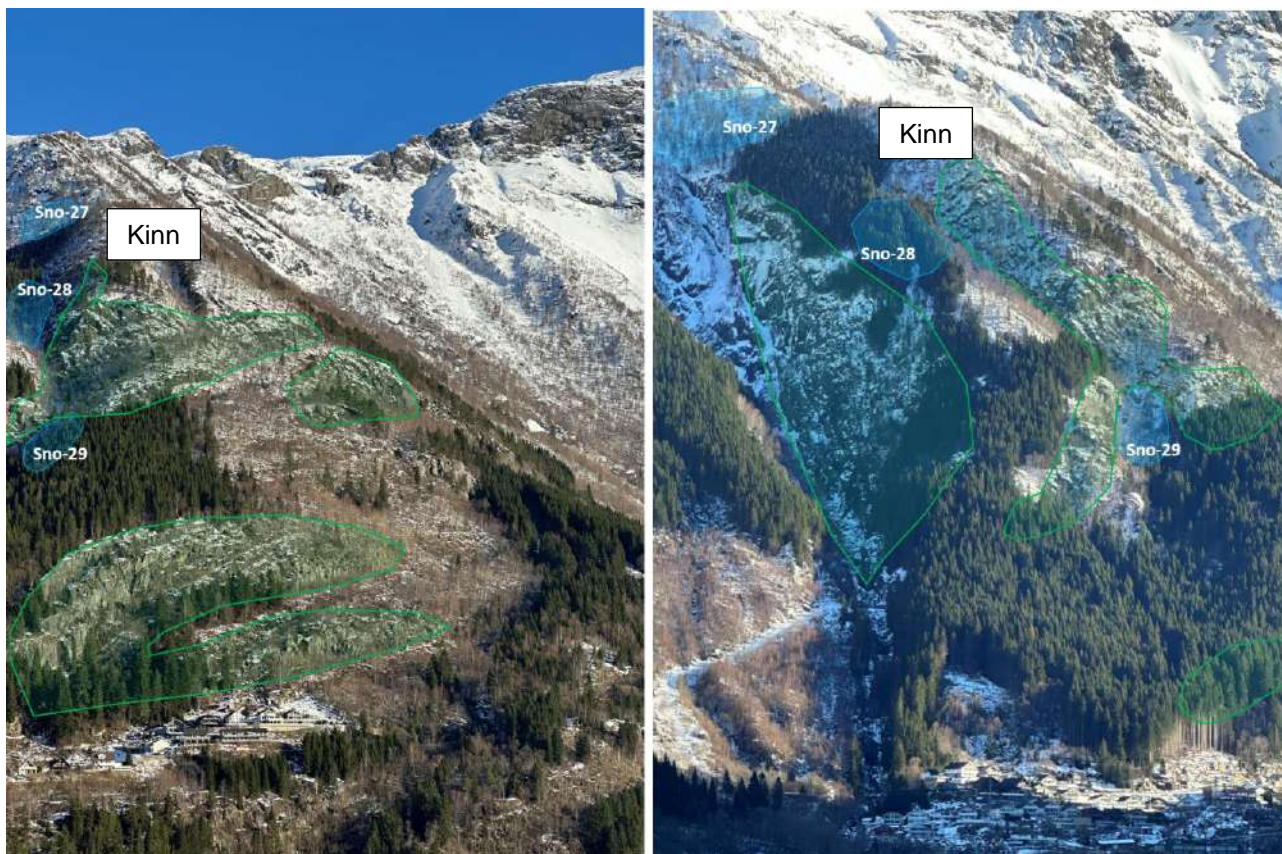
Figur 5-59: Oversiktsbilder over ryggsformasjonen nedenfor Kinn og rundt Ragde. Potensielle steinsprangområder er markert med grønne polygoner.



Figur 5-60: Oversiktsbilde over fjellsiden ovenfor Stølslia og Ragde sett mot sør-øst, som viser identifiserte løseområder for flomskred (gult).



Det er ikke observert løснеområder for snøskred i tilknytning til Ragde som kan løsne med dagens vegetasjonsforhold. Det er stort sett tett skog med høy ruhet i fjellsiden mellom Kinn og Ragde. I nedre del er det observert større mengder med blokker og urmasser både inni og utenfor tett skog, samt bergnabber og avgrensede gjel som utgjør et generelt ujevnt terreng. I sør ved Hjøllø er det bergskrenter rett ovenfor bebyggelse vist i Figur 5-62 - Figur 5-64. Det er også observert bratte løsmasseskrånninger som kan være potensielle løснеområder for jordskred innimellom bebyggelsen nord-vest for Hjøllø-tunet.



Figur 5-61: Løснеområder for snøskred med snø (blått) og steinsprang (grønt), i området nedenfor Kinn.



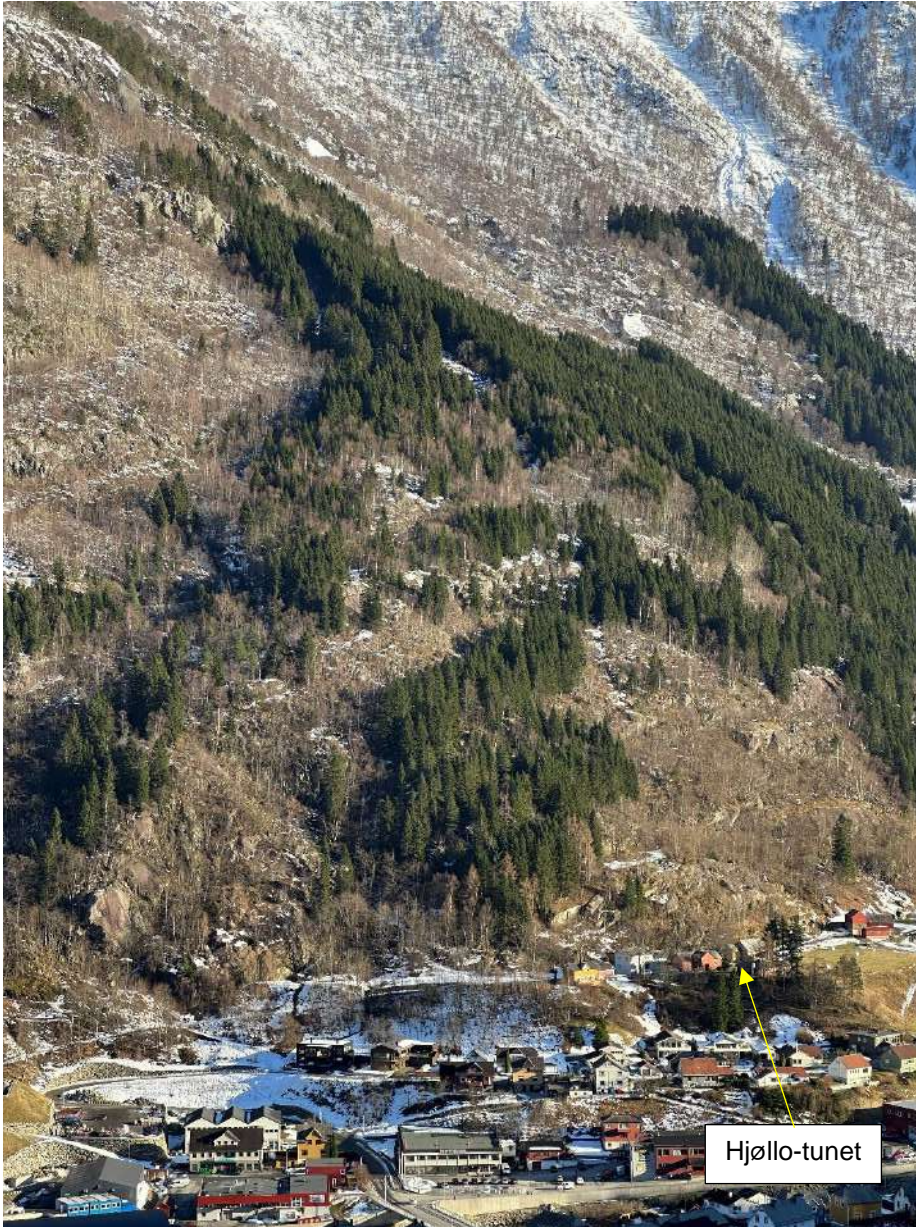


Figur 5-62: Løsneområde for steinsprang ovenfor Lothepus Camping og nedenfor Ragde (nedre skrentrekke).



Figur 5-63: Dronefoto over fjellsiden ovenfor Lothepus Camping. Det er observert steinsprangavsetninger på hyllene og avløste blokker i fjellsiden.





Figur 5-64: Fjellsiden ovenfor Hjøλλo. Det er løsnemråder for steinsprang i øvre deler av fjellsiden, og løsmasseskråninger som er bratte nok til å kunne være løsnemråder for jordskred i nedre del.

Ovenfor Ragdevegen 151 – 167 ble det observert spredte blokker, urmasser og bergskrenter med eksisterende boltesikring fra sikringsarbeidet som ble utført høsten 2019. Stedvis ligger det både urmasser og blokker tett inntil eksisterende bebyggelse, samt også i eller rett utenfor hagene til noen av boligene. Blokkene har ovenfor Ragde typisk størrelser på 0,5 – 1 kubikk, men det er også observert blokker opptil 2 kubikk. Det ble også gjort observasjon av bergmassen, som besto av fingernegl store lyse korn i en ellers mørkere matrix. I henhold til berggrunnskartet skal bergmassen bestå av andesitt, noe som stemmer nokså godt med feltobservasjoner. Bergmassen ble også stedvis observert som granittisk, som også er hyppig



utbredt i området. Bergsikringen fra 2019 ble observert med drone vist i Figur 5-71, og til fots vist i Figur 5-72. Det ble ikke observert fersk skredaktivitet fra de sikrede skrentene og ned til bebyggelsen.



Figur 5-65: Foto ved infopunkt 8. Det ligger spredte blokker ovenfor skjærings langs Ragdevegen, både mot nord og sør i forhold til hvor bildet er tatt.



Figur 5-66: Rasur nedenfor infopunkt 9, og observert bergsikring som ble utført høsten 2019.



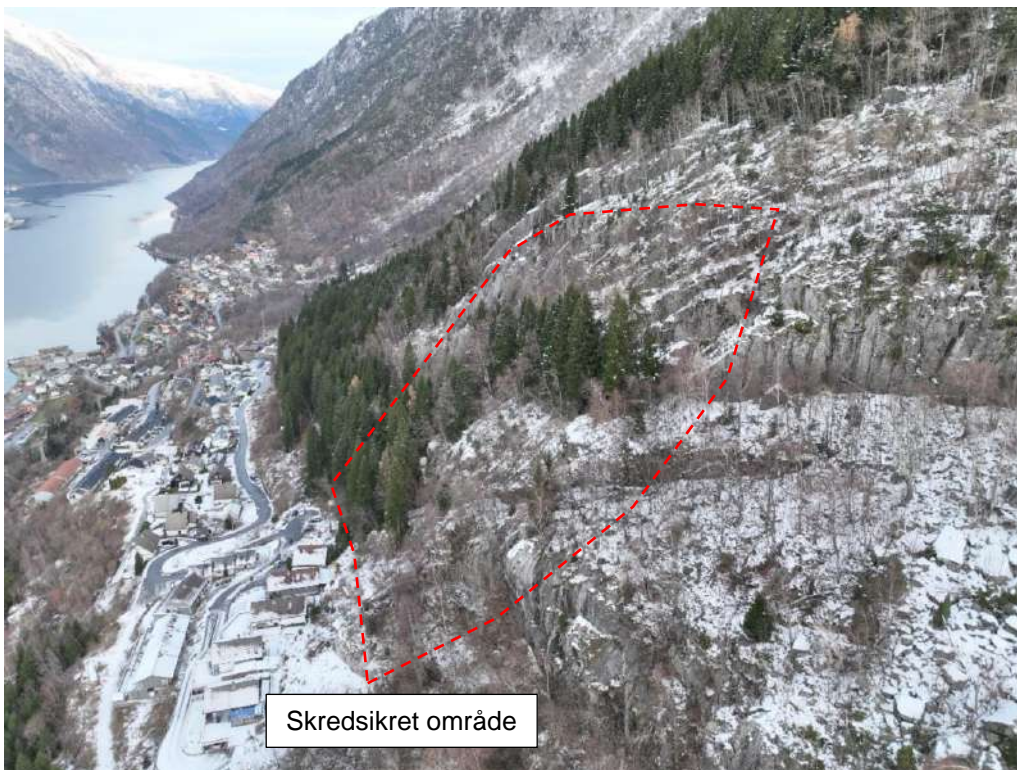


Figur 5-67: Observasjon av bergmasse ved infopunkt 13.



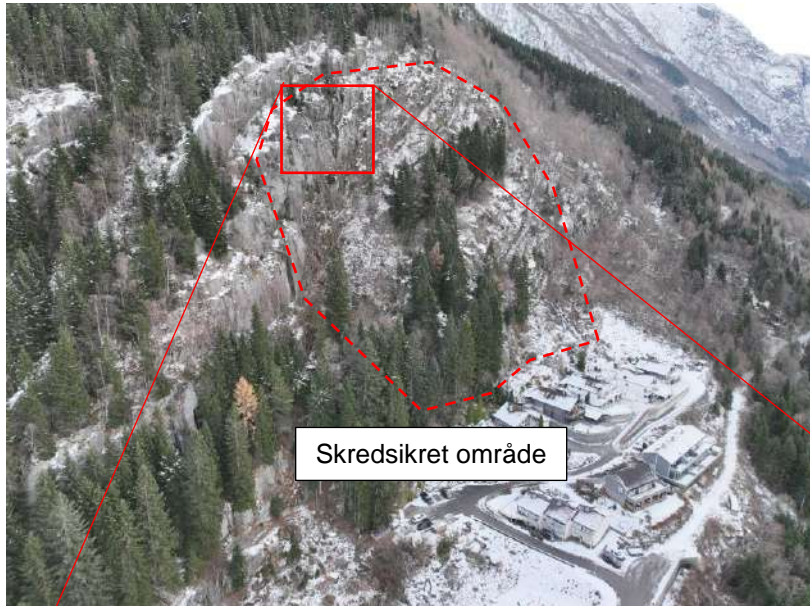


Figur 5-68: Urmasser ned mot bebyggelse ved infopunkt 12.



Figur 5-69: Dronefoto som viser løsnemrådene for steinsprang ovenfor Ragde boligfelt (midtre skrentrekke).





Figur 5-70: Dronefoto som viser markert område som er skredsikret.



Figur 5-71: Nærbilde av et område med mye avløst berg og omfattende sikring.





Figur 5-72: Boltesikret objekt ovenfor Ragdevegen 151 – 167.

I den tette granskogen ovenfor Ragde, mellom Brunnhauget og Freimselva er det observert spredte blokker og til dels urmasser (Figur 5-73 til Figur 5-78). Blokkene har varierende størrelser fra helt ned mot 0,5 kubikk og opptil 10 kubikk. Blokkene er lite mosebegrødd, men det er ikke observert ferske skader på skogen som følge av tidligere steinsprang i området. Lengre opp mellom kote 300 - 330 ble det også observert tett skog og mye urmasser som var mosebelagt, og det ble ikke observert tegn til fersk skredaktivitet. Bergmassen var oppsprukket med noe avløst berg vist i Figur 5-79.



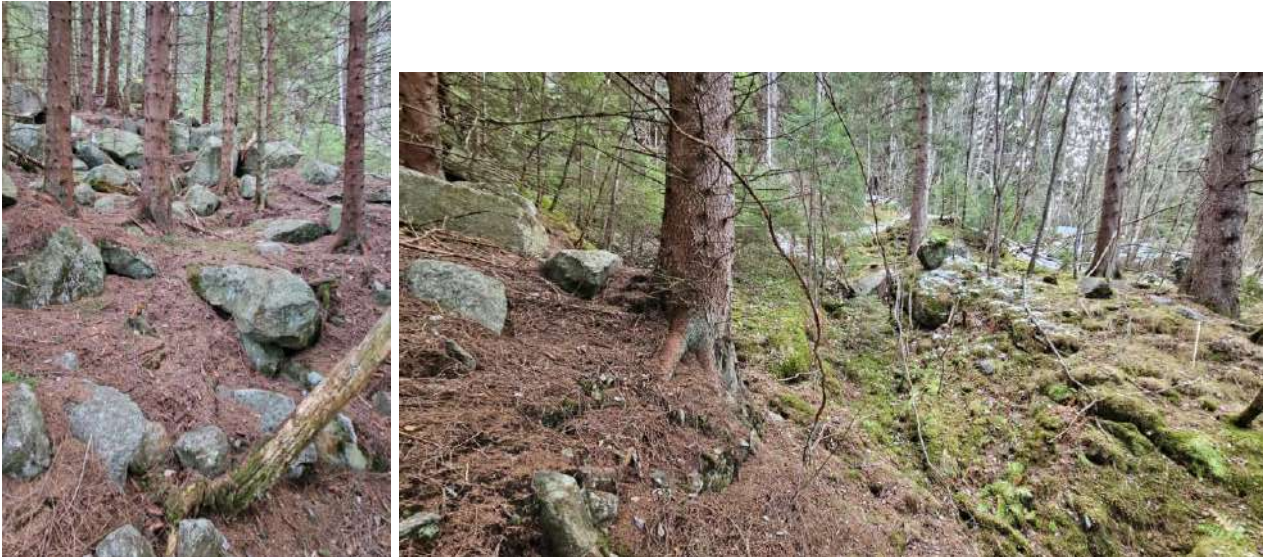


Figur 5-73: Tett med blokker ved infopunkt 23, ovenfor Ragdelia 4 – 6.



Figur 5-74: Registrerte blokker ovenfor Ragde ved infopunkt 25 (til venstre) og infopunkt 23 (til høyre).





Figur 5-75: Nedre del av Einstakedalen ved infopunkt 26. Det ligger spredte blokker med ca. 1 kubikk størrelse både i og utenfor ravinen.



Figur 5-76: Blokkhav i den tette granskogen ovenfor Ragde, mellom infopunkt 24 og 25.





Figur 5-77: Spredte blokker i tett granskogsplantefelt ved infopunkt 28. Ingen observerte skader på stammer.



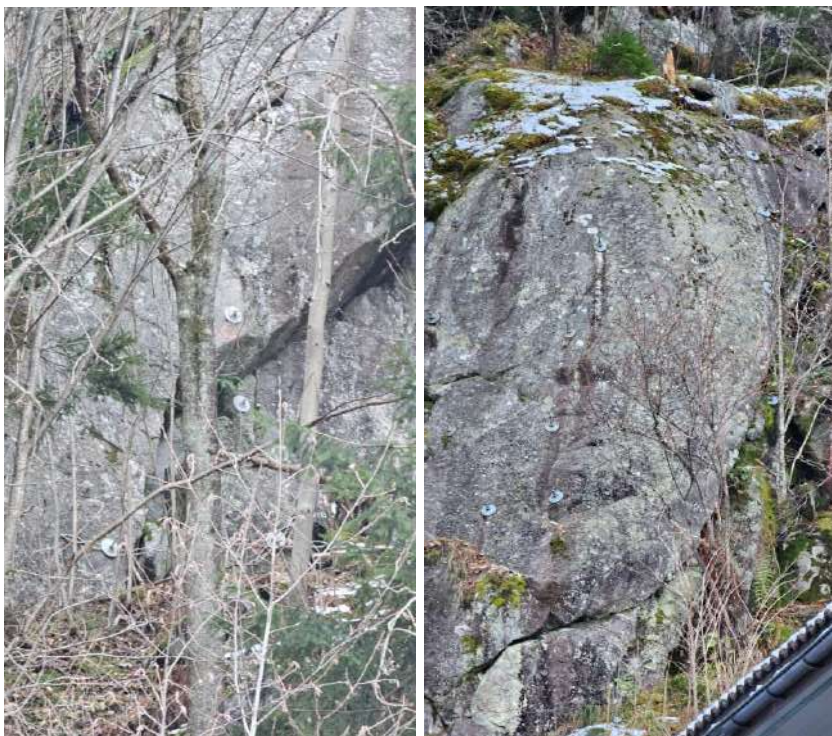
Figur 5-78: Blokker og stedvis urmasser ved omtrent kote 200, infopunkt 30.





Figur 5-79: Oppsprukket bergmasse med ingen ferske nedfall nedenfor, ved infopunkt 158 (kote 320).

I tillegg til fjellsikringen som er utført ovenfor Ragdevegen 151 – 167, ble det også observert boltesikring i bergskrenter og blokker videre nedover langs Ragdevegen mot Oppeim og mot Freimselva, eksempel vist i Figur 5-80 til Figur 5-81.



Figur 5-80: Spredt bolting i bergskrenter nært bebyggelse i søndre del av Ragde.





Figur 5-81: Boltesikrede blokk og bergpartier, samt skogshogstfelt, i lia nord for Oppeim (infopunkt 16).

Nedre del av Ragde boligfelt har stedvis skrenter tett inntil bebyggelse, samt enkelte løsmasseskråninger bestående av finere masser inntil elva Opo (Figur 5-70 til Figur 5-85). Nedenfor Ragdevegen 68-70 ble det observert utrasning av masser tett inntil bebyggelse, med utløp ned til nedenforliggende søkk. Bak Ragdevegen 2-16 (partall) ble det observert en boltesikret bergskrent. Ovenfor Ragdevegen 2A ble det observert en fylling bestående av urmasser rett ovenfor boligen.



Figur 5-82: Foto av utglidningen som skjedde nedenfor Ragdevegen 68-70, i 1998 og 2021.





Figur 5-83: Løsmasseskråning med fine masser observert ved infopunkt 84, ned mot Opo.



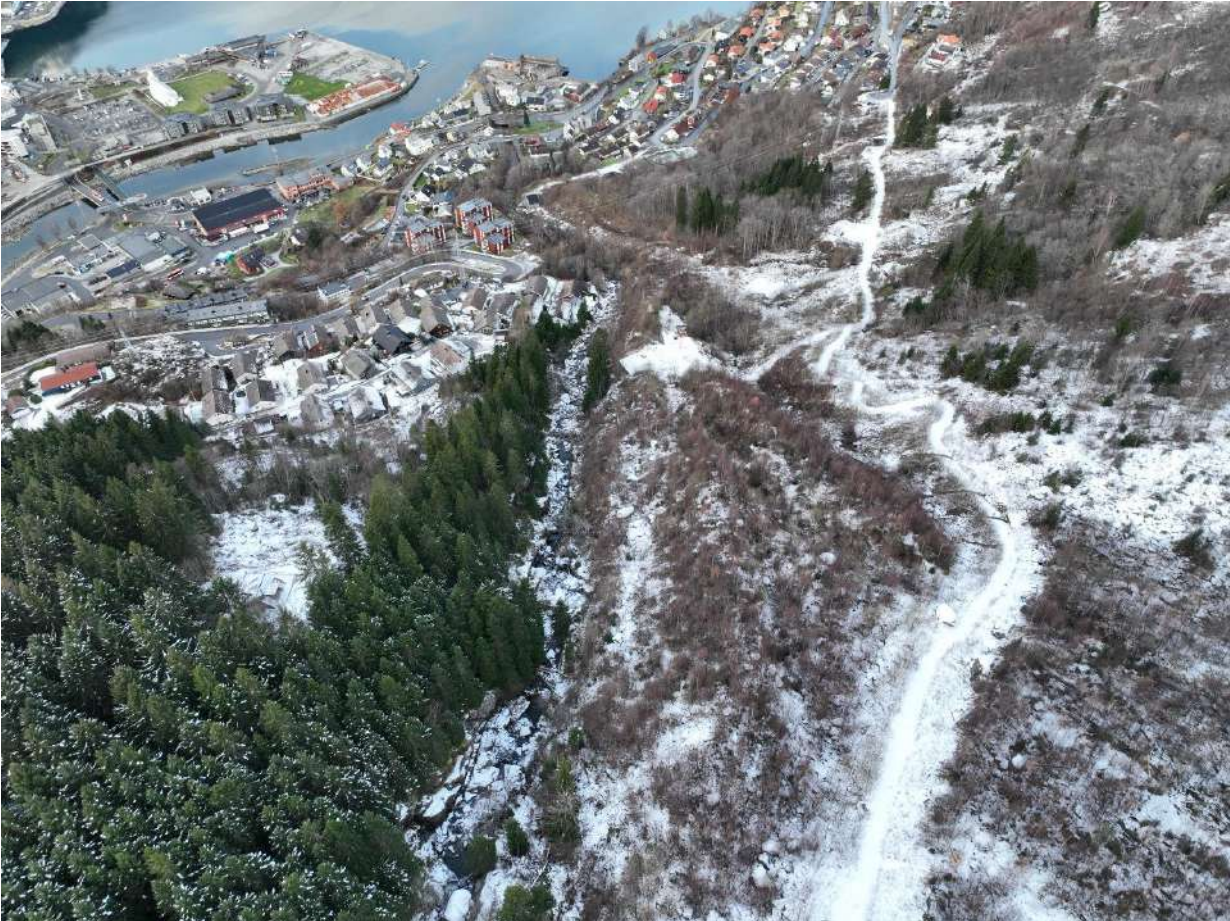
Figur 5-84: Dronefoto som viser fylling av steinmasser rett ovenfor bolighus.





Figur 5-85: Bergskrent bak Ragdevegen 2-16 (partall). Det er observert boltesikring i skrenten.

Freimselva ble observert ved hjelp av drone, og til fots i nedre til opp ilt kote 220. Observasjoner i og langs Freimselva er vist i Figur 5-86 til Figur 5-92. Det er stort sett kun observert grove urmasser langs elva, mens det stedvis er antydning til finere masser ned mot knyttnevestørrelse. Elva er avgrenset av bart fjell, og går opp til Freimsstølen via et trangt gjel. Ved kote 270 er det observert en demning med tilsynelatende begrenset kapasitet, vist i Figur 5-89. I nedre del av Freimselva mellom kote 50 – 150 er det observert mektige løsmasseavsetninger bestående av store blokker, og stedvis finere masser i sideskråningene (Figur 5-92).

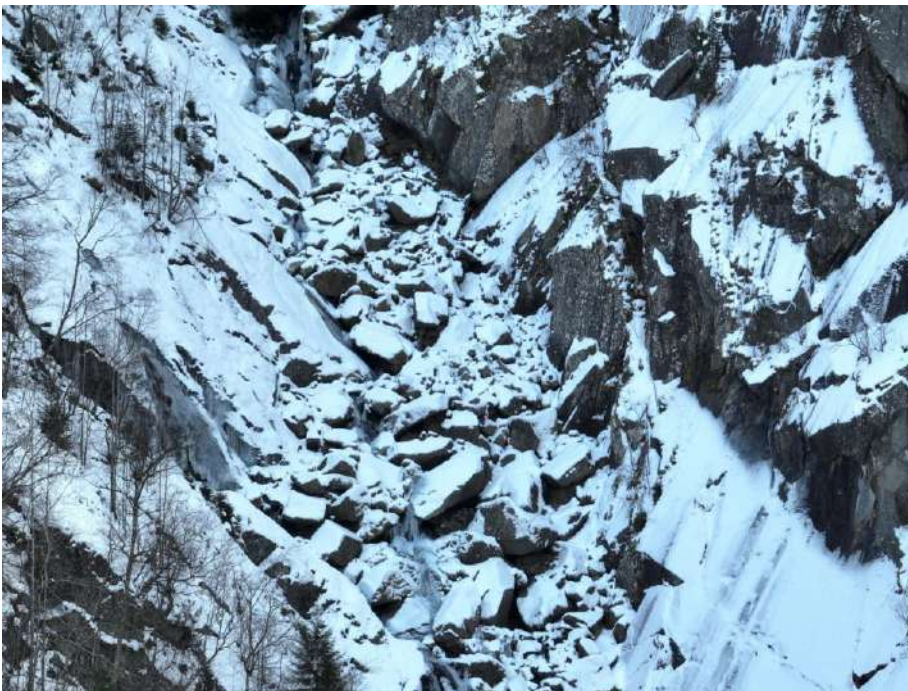


*Figur 5-86: Freimselva sett nedstrøms, ved nordre del av Ragde og Stølslia.*





Figur 5-87: Freimselva som går gjennom et forholdsvis trangt gjel med løsmasser i bunn i form av blokker med varierende størrelser på 0,05 – 3 kubikk.



Figur 5-88: Nærbilde av løsmasser i bunn av Freimselva. Blokkstørrelse ser ut til å variere fra knyttnevestørrelse og opptil 3 kubikk.





Figur 5-89: Nærbilde av demningen i Freimselva.



Figur 5-90: Demningen befart til fots.





Figur 5-91: Freimselva og utført plastring i sidene. Bilde tatt ved infopunkt 32.



Figur 5-92: Freimselva til høyre (infopunkt 20) og stor blokk på skråningskant tilstøtende elva (infopunkt 18).





Figur 5-93: Freimselva ved infopunkt 117 (like på nedsiden av demningen), som viser at elveløpet består av en del mindre blokker.

Området nedenfor Ragde og omkring Hjøлло ble befart mars 2024. Det ble observert fare for steinsprang fra lokale skrenter i dette området. Som tidligere nevnt blir det utført fjellsikring i skrenten ovenfor Lothepus Camping i løpet av våren 2024. Oversiktsbilder av Hjøлло er vist i Figur 5-94 og Figur 5-95. Bergoverflaten var delvis rensker under befaringen (Figur 5-96). Det skal også prosjekteres og etableres fangvoll i nedkant. Under befaringen i dette området ble det observert urmasser, trolig fra et gammelt steinskred ved infopunkt 127 sør-øst for Lothepus camping (Figur 5-97). Disse avsetningene har lengste utløp ned til midten av løsmasseskråningen ovenfor campingen. Skredet har trolig løsnet øverst i bergskrent nedenfor Ragde (Figur 5-62). I bergskrenten i nær tilknytning (infopunkt 129) er det observert en del avløst berg vist i Figur 5-98. Nedenfor bergskrenten ligger det store blokker med størrelse opp mot 5 m<sup>3</sup>. Oppsprekningen i skrenten er gjennomsettende med mulig blokkavløsning opptil 10 – 20 m<sup>3</sup>. Det er ikke observert fersk aktivitet.



Figur 5-94: Oversiktsbilder av Hjøлло. Lothepus Camping vises i bakkant.





Figur 5-95: Oversiktsbilde av Hjøllo.



Figur 5-96: Bergskrenten ovenfor Lothepus camping ved infopunkt 127. Det er mye avløst berg i skrenten, og bergsikring ferdigstilles i løpet av våren 2024.





Figur 5-97: Urmasser, trolig fra et gammelt steinskred sør-øst for Lothepus camping (infopunkt 127). Det ble ikke observert ferske blokker.



Figur 5-98: Bergskrent sør-øst for Lothepus camping med flere avløste blokkpartier (infopunkt 129).



Lengre sør ovenfor boligbebyggelsen (Hjøllovegen 11, 28, 30 og 32), ble det observert vannveier som går ned gjennom en løsmasseskråning vist i Figur 5-99. Lengre mot sør er det brå overgang mellom løsmasseskråning og et flatt platå i overkant ved infopunkt 135 og 136. Det er observert skog og noe sig i skråningen, men ser ellers stabil ut. Lengre opp ovenfor denne bebyggelsen er det også observert urmasser fra tidligere steinskred. Det er god avstand mellom steinskredavsetninger og bebyggelse. Det ble observert tegn til fersk steinsprangaktivitet ved infopunkt 145, 60 – 70 m unna nærmeste bebyggelse (Figur 5-100).



Figur 5-99: Vannveg som går gjennom løsmasseskråning ovenfor Hjøllovegen 28 og 30 (infopunkt 134).



Figur 5-100: Mulig fersk steinsprangaktivitet ved infopunkt 145, 60 – 70 m sør-øst for Hjøllovegen 28 og 30.

På nordsiden av Camp Lothepus er det bratte skrenter ned mot elva Opo vist i figuren under der det kan gå steinsprang. Eventuelle blokker fra steinsprang vil stoppe i elva.



Figur 5-101: Skrent som går opp fra elva Opo, nord for Camp Lothepus.



## 6 Modellering

Modellering av utløp til dimensjonerende skredtype er nyttig støtte selv om modellene ikke er direkte relatert til nominell årlig sannsynlighet. RAMMS (Rapid Mass Movements Simulation) er anvendt som hovedverktøy for å modellere dimensjonerende skredtyper dette tilfelle. Modellen er et todimensjonalt numerisk simuleringsprogram som beregner massebevegelser over et tredimensjonalt terreng. Det er utviklet moduler for både snøskred, flomskred og steinsprang. Beregning av massebevegelser for snøskred og flomskred er bygd på Voellmys hydrauliske strømningsteori i en åpen kanal. RAMMS beregner flytehøgde, hastighet og stagnasjonstrykk i alle punkt fra start til stopp i skredbanen. Programmet er utviklet i Sveits av WLS- institutt for snø- og skredforskning.

Det er utført modelleringer av snøskred, flomskred, sørpeskred og steinsprang da disse skredtypene er vurdert å være mest aktuelle. Det er også utført modelleringer av snøskred med alfa-beta modellen og steinsprang med Rockyfor3D som ekstra støtte til RAMMS resultatene. Avsnittene under beskriver valg av input parametere i modelleringsverktøyene med fremstilling av modelleringsresultater for de aktuelle skredtypene.

### 6.1 Snøskred

#### 6.1.1 RAMMS Avalanche – input

Bruddhøyde for snøskred defineres av dybde ned til svakt lag i snødekket. Når et snøskred løsner er det et resultat av at skjærspenningene fra drivende krefter i snødekket overstiger skjærfastheten i det svake laget i snødekket [27]. Bruddmekanismen er likevel ikke fullt ut forstått, og for å forenkle vurderingene av det svake lagets plassering er det vanlig å benytte 3-døgns nysnøhøyde for en gitt returperiode, tillegg for vindtransportert snø til løsneområdet, høydekorleksjon av akkumulerte snømengder og korleksjon basert på helningsvinkel i løsneområdet, for å bestemme dimensjonerende bruddhøyde [28]. Bruddhøyde har stor betydning for totalt skredvolum som igjen er avgjørende for beregning av utløpslengde i RAMMS:Avalanche. Den sveitsiske modellen og NVE-veilederen er benyttet for å vurdere bruddkanthøyder for snøskred.

Bruddkanthøyder er vurdert ut fra følgende forhold:

- Nedbørsdata (snødybde) med 3 – døgns nysnødybde for 100, 1000 og 5000 års gjentakintervall med verktøyet AV-Klima [16] basert på Gumbel-regresjon vist i kapittel 2.6.
- Høydekorleksjon, derav +/- 5 cm justering i bruddkanthøyde per +/- 100 m mellom punkt for klimadata og løsneområde.
- Vinddata (pålagring/snødrift): Det forventes betydelig vindtransport inn i de øvre løsneområdene nedenfor platåkant ved Glefsbotnen og Ruklenuen. Det forventes størst vindtransport i overgangssoner mellom skogsfelter, snaufjellet og åpne områder omtalt i kapittel 3.4. Det er lagt på snødrift i situasjonen både med og uten dagens skog (+ 50 %) som gir lavere bruddkanthøyde enn bruddkanthøyde i NAKSIN som er vurdert som usannsynlig i det meste av området rundt Odda. Typisk er bruddkanthøyder på 1,5 - 2 m er benyttet for modellering i RAMMS:Avalanche av snøskred for 1000- og 5000-års scenario.
- Korleksjon for gjennomsnittlig helningsvinkel i løsneområder.

I simuleringer utført i RAMMS:Avalanche er eventuell medrivning inkludert i totalt løsnævolum. Undersøkelser har vist at dersom man forutsetter at snøens skjærfasthet er konstant over det svake laget i snødekket, er bruddhøyde sterkt avhengig av terrenghelling i løsneområdet [14] [12]. I brattere områder trengs dermed mindre snø over det svake laget for at det skal oppstå en ustabil situasjon og skredutløsning, noe som gir lavere bruddhøyder. Bruddkanthøyder vurdert etter den sveitsiske metoden er også sammenlignet med den

empiriske modellen for bruddkanthøyder gitt av Statens Vegvesen omtalt i formel 6.4 i håndbok V138 *Veger og snøskred* [29].

Ved å sammenligne denne metodikken (empirisk modell) med historiske klimadata for snøhøyde og vurdering av 3-døgns nysnøhøyde og vindtransportert snø (sveitsisk modell), kan man få et godt anslag av mulig dimensjonerende bruddhøyde og løsnævolum for snøskred. Det er benyttet standard friksjon som RAMMS:Avalanche automatisk beregner ut fra terrengformasjoner i tilgjengelig terrengmodell, samt definert returperiode/skredvolum. Friksjonsparametere justeres automatisk av RAMMS etter satte høydeverdier i området som her er vurdert å avhenge av skoggrensen som ligger på omtrent 900 moh. Høydeverdiene er gitt i Tabell 6-1. Det er tatt hensyn til at skog vil ha bremsende effekt og påvirke skredets utløp i modelleringen. Det er også kjørt simuleringer i tilfellet uten skog for å danne et bilde av skogens effekt på snøskredutløp. Det er flere områder med tett granskog som i stor grad vil påvirke dynamikk og oppførsel til snøskred. Valg av generelle input-parametere for modelleringen av snøskred er oppsummert i Tabell 6-1.

Tabell 6-1: Valg av input-parameter benyttet for snøskred (RAMMS: Avalanche) for skredscenario med antatt nominell årlig sannsynlighet på 1/1000 (S2) og 1/5000 (S3).

Inputdata:	Verdi:	Merknad:
Terrengmodell	5 meter	Terreng vil glattes ut i de modellerte scenarioene, og en grovere terrengoppløsning er derfor representativ.
Skog	Med og uten	Skogsparametere: <ul style="list-style-type: none"> <li>Moderat (35 m<sup>2</sup> / ha).</li> </ul>
Størrelse/frekvens	Small/Medium 300	Small/Medium avhengig av volum
Friksjonsparametere	Standard	Standardverdier av friksjonsparameter basert på størrelse/frekvens i RAMMS:Avalanche.
Bruddkanthøyder (maks verdier)	1000 år – 1,8 m 5000 år – 2,1 m	Vurdert i henhold til empirisk modell etter gjennomsnittshelning i løsnæområde og sveitsisk metode.
Høydeverdi	1150 / 650	Justert etter skoggrensa i område (+/- 250 m over og under skoggrensa).
Tetthet	300 kg/m <sup>3</sup>	Tørt snøskred

I Tabell 6-2 er det listet opp egenskapsdata til hvert modellerte løsnæområde og estimerte bruddkanthøyder basert på den sveitsiske modellen, som blant annet inkluderer 3-døgn nysnø fra klimadata og antatt snødrift. I Tabell 6-2 er bruddkanthøyder fra sveitsisk modell sammenlignet med den empiriske modellen gitt i håndbok V138, som kun er basert på gjennomsnittlig terrenghelning i hvert respektive løsnæområde. Gjennomsnittlig helning i løsnæområdene for snøskred varierer fra 33 – 52 grader, og tilhørende empirisk bruddkanthøyde varierer fra 0,95 – 1,7 m med et gjennomsnitt på 1,5 m for alle løsnæområdene. Korreksjonsfaktor for helning blir i henhold til den sveitsiske metoden 0,6 – 0,75. For enkelthetsskyld benyttes en gjennomsnittshelning for alle løsnæområder for å sette en fast korreksjonsfaktor på 0,65, med unntak av løsnæområder med helning over 43 grader hvor korreksjonsfaktor på 0,5 og 0,6 er benyttet. Arealet til løsnæområdene varierer fra 680 – 13.500 m<sup>2</sup>. Kombinert med empirisk bruddkanthøyde varierer løsnævolumene fra 680 – 21.600 m<sup>3</sup>.

Basert på den sveitsiske beregningsmetoden er gjennomsnittlig bruddkanthøyde for alle løsnæområdene for 1000- og 5000-års scenario henholdsvis 1,69 m og 1,97 m. Beregning av bruddkanthøyde for S2 og S3 med sveitsisk metode og tilhørende volum er gitt i Tabell 6-2. Samtlige av løsnæområdene har blitt tillagt 50% vindtransport av 3-døgn nysnø for 1000- og 5000-års scenario, med bakgrunn i ugunstige vindretninger fra øst og sør-øst. Basert på beregnede bruddkanthøyder med norsk og sveitsisk modell er det valgt å modellere med en gjennomsnittlig bruddkanthøyde på 1,7 m for 1000-årsscenario og 2,0 m for 5000 års-scenario. Nær samtlige av de modellerte skredene har volum innenfor intervallet 5000-25000 m<sup>3</sup>, som



tilsvarer «Small» skredstørrelse i henhold til RAMMS:Avalanche. Sno-5 er unntaksvis kjørt med «Medium» for S3-scenario.

I noen av løснеområdene er bruddkanthøyden valgt noe høy, med bakgrunn i terrengformasjoner som for eksempel i Einstakedalen. Dette er gjort for å ta høyde for klimaendringer og for at dagens klimaanalyse generelt viser at det kan forekomme sjeldne tilfeller med svært mye snø, også i lavlandet. I de høyreliggende delene av fjellsiden, kan det forventes mer nedbør i form som snø, mens i lavlandet vil større andel av nedbøren antakeligvis komme som regn. Sjeldne tilfeller med ekstremnedbør som snø også i lavlandet kan ikke utelukkes også i fremtiden. Det er derfor vurdert noe konservative bruddkanthøyder i noen av løснеområdene for snøskred i lavere områder, for å ta høyde for denne usikkerheten knyttet til klimaendringer.

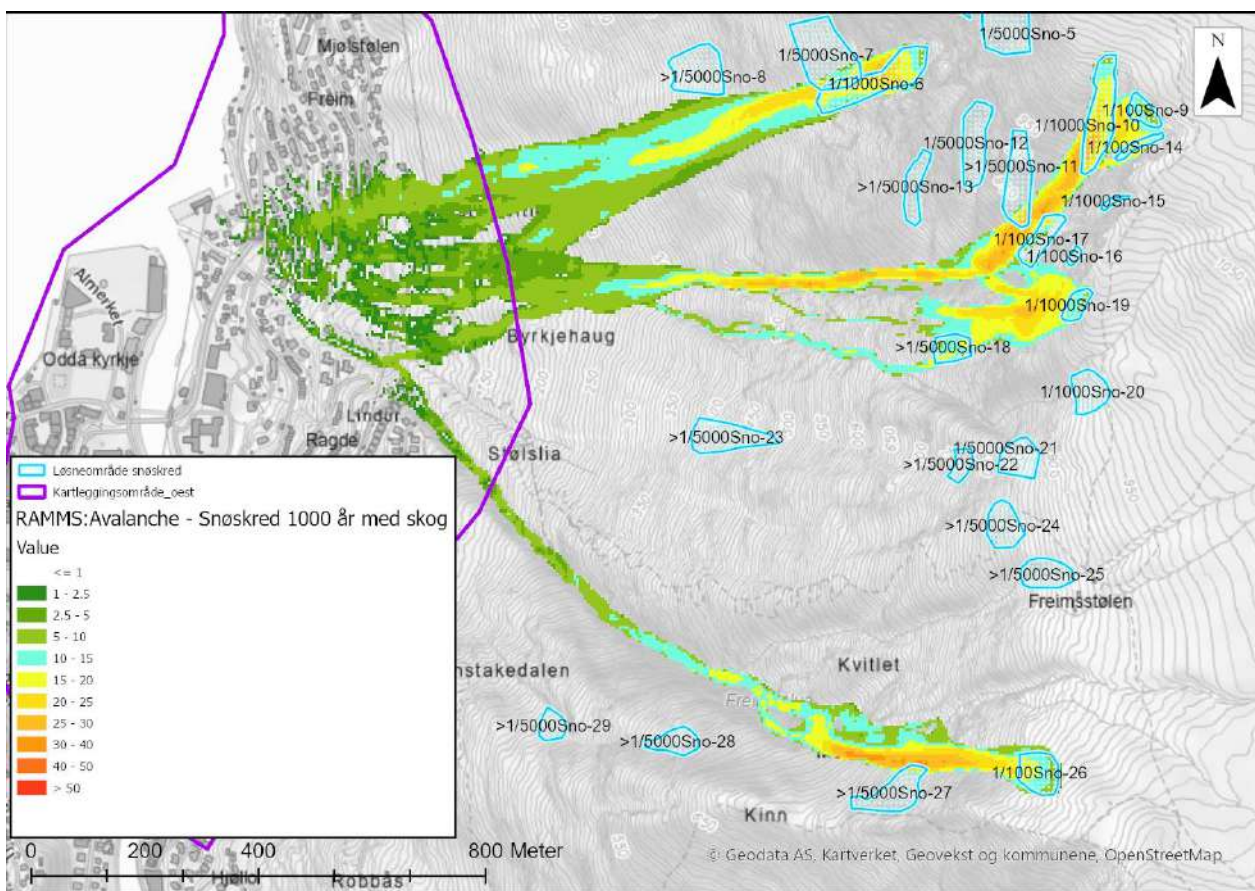
Modelleringsresultatene for 1000-års scenario med og uten skog er vist i henholdsvis i Figur 6-1- Figur 6-2. Med skog dreneres modellerte snøskred ned langs Freimselva, og langs søkket mellom Mjølstølkvitlet og Byrkjehaug. Hastigheten avtar betydelig ovenfor Byrkjehaug og Mjølstølkvitlet, men skredene går et stykke ned i byggefeltet og med et maksimalt utløp ned til Tyssedalsvegen. Det er snøskred fra Slettbakksavet som gir de lengste utløpene ned i boligfeltet. RAMMS tar ikke hensyn til bremseeffekt av oppførte husrekker i boligfeltet. Mange av husrekkeene består av mur og vil ha betydelig bremseeffekt på snøskred, noe som er hensyntatt i fastsettelse av faresoner.

I situasjonen uten skog har snøskredmassene mye større hastighet, selv om maksimalt utløp mer eller mindre er lik som for situasjon med skog. Nord for Mjølstølkvitlet har skredene en hastighet på opp mot 20 m/s som reduseres til omtrent 10 m/s ved øverste husrekke.

Tabell 6-2: Oversikt over løснеområder, terrenghelning i løśnieområdet, vurdering av vindtransportert snø for skredscenario med antatt nominell årlig sannsynlighet på 1/1000 (S2) og 1/5000 (S3).

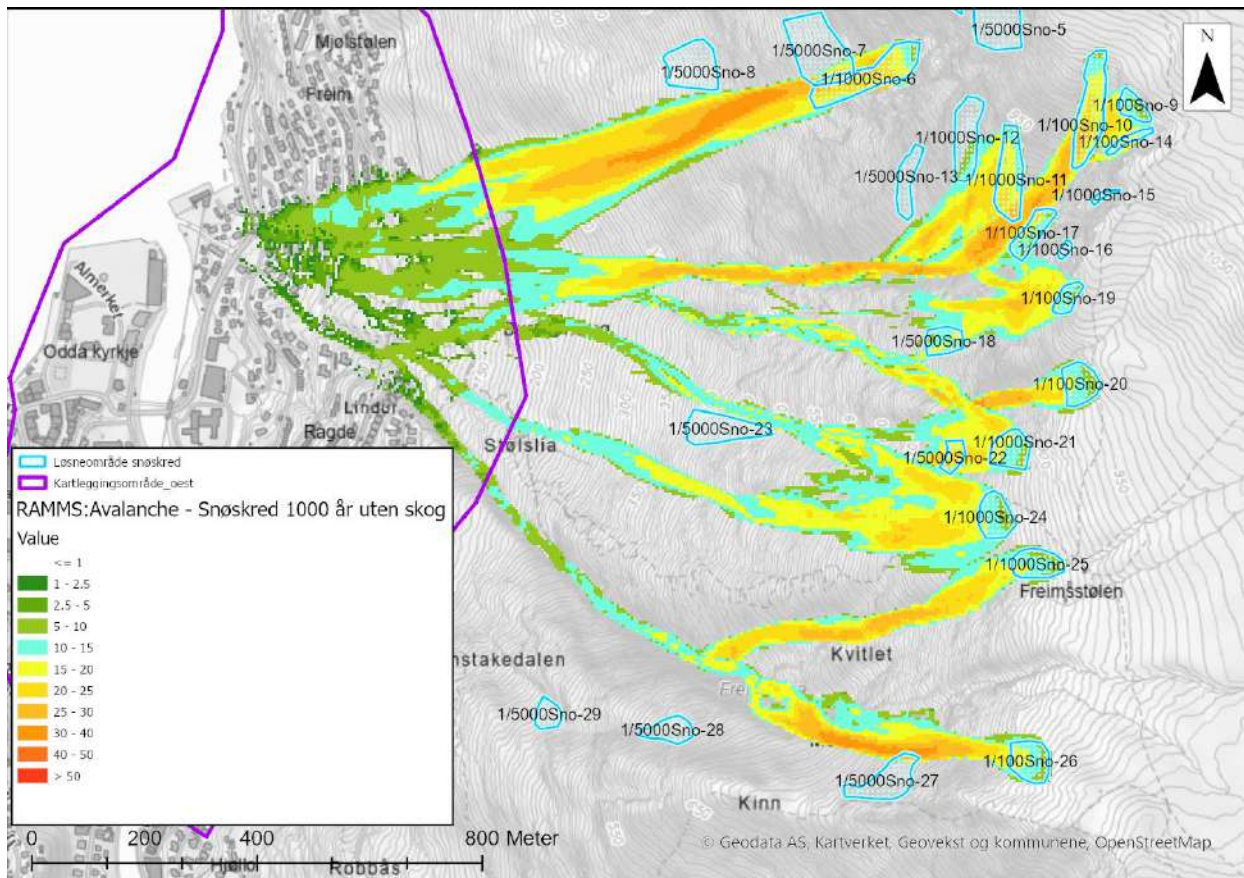
Løsne-område	Gj.nittlig terrenghelning:	Gjennomsnittlig kote [moh.]	Areal [m <sup>2</sup> ]:	Bruddkant empirisk [m]	Volum [m <sup>3</sup> ] empirisk	Bruddkant S2 sveitsisk	Volum [m <sup>3</sup> ] sveitsisk S2	Bruddkant S3 sveitsisk	Volum [m <sup>3</sup> ] sveitsisk S3
Sno-1	37,7	700	5526	1,55	8573	1,70	9375	1,98	10938
Sno-2	36,9	650	4283	1,61	6900	1,68	7197	1,96	8408
Sno-3	38,3	850	4838	1,51	7302	1,75	8443	2,03	9811
Sno-4	36,0	950	3963	1,69	6688	1,78	7045	2,06	8166
Sno-5	42,2	1030	12779	1,28	16396	1,80	23050	2,09	26663
Sno-6	43,7	700	13470	1,22	16372	1,57	21094	1,83	24610
Sno-7	35,9	600	12776	1,69	21625	1,66	21259	1,95	24871
Sno-8	35,5	420	8159	1,73	14117	1,61	13099	1,89	15406
Sno-9	38,7	1050	2641	1,48	3912	1,81	4781	2,09	5528
Sno-10	39,6	1000	9914	1,43	14135	1,79	17786	2,08	20590
Sno-11	36,9	900	7910	1,61	12728	1,76	13934	2,04	16171
Sno-12	36,0	850	6990	1,68	11770	1,75	12199	2,03	14175
Sno-13	35,5	700	3935	1,73	6789	1,70	6675	1,98	7788
Sno-14	47,8	1000	1626	1,07	1733	1,38	2244	1,60	2598
Sno-15	52,0	1000	718	0,95	683	1,38	990	1,60	1146
Sno-16	43,8	900	675	1,21	816	1,63	1097	1,89	1273
Sno-17	41,0	850	4216	1,35	5677	1,75	7359	2,03	8551
Sno-18	40,8	750	3685	1,36	4998	1,71	6312	2,00	7353
Sno-19	39,3	970	2333	1,44	3360	1,78	4162	2,07	4822
Sno-20	34,8	950	4750	1,79	8516	1,78	8445	2,06	9788

Sno-21	36,7	850	4863	1,62	7894	1,75	8487	2,03	9862
Sno-22	40,4	780	2191	1,38	3022	1,72	3775	2,01	4394
Sno-23	38,8	450	7600	1,47	11199	1,62	12277	1,90	14426
Sno-24	33,3	850	4823	1,95	9423	1,75	8418	2,03	9782
Sno-25	36,2	880	4723	1,66	7853	1,76	8289	2,04	9624
Sno-26	35,7	900	5425	1,71	9269	1,76	9556	2,04	11090
Sno-27	38,6	770	7098	1,48	10532	1,72	12203	2,00	14210
Sno-28	37,5	550	3753	1,56	5871	1,65	6184	1,93	7245
Sno-29	36,4	400	2426	1,65	3998	1,60	3879	1,88	4565



Figur 6-1: Oversikt over løsnemråder og modellerte snøskred for 1000-års scenario med dagens skog.



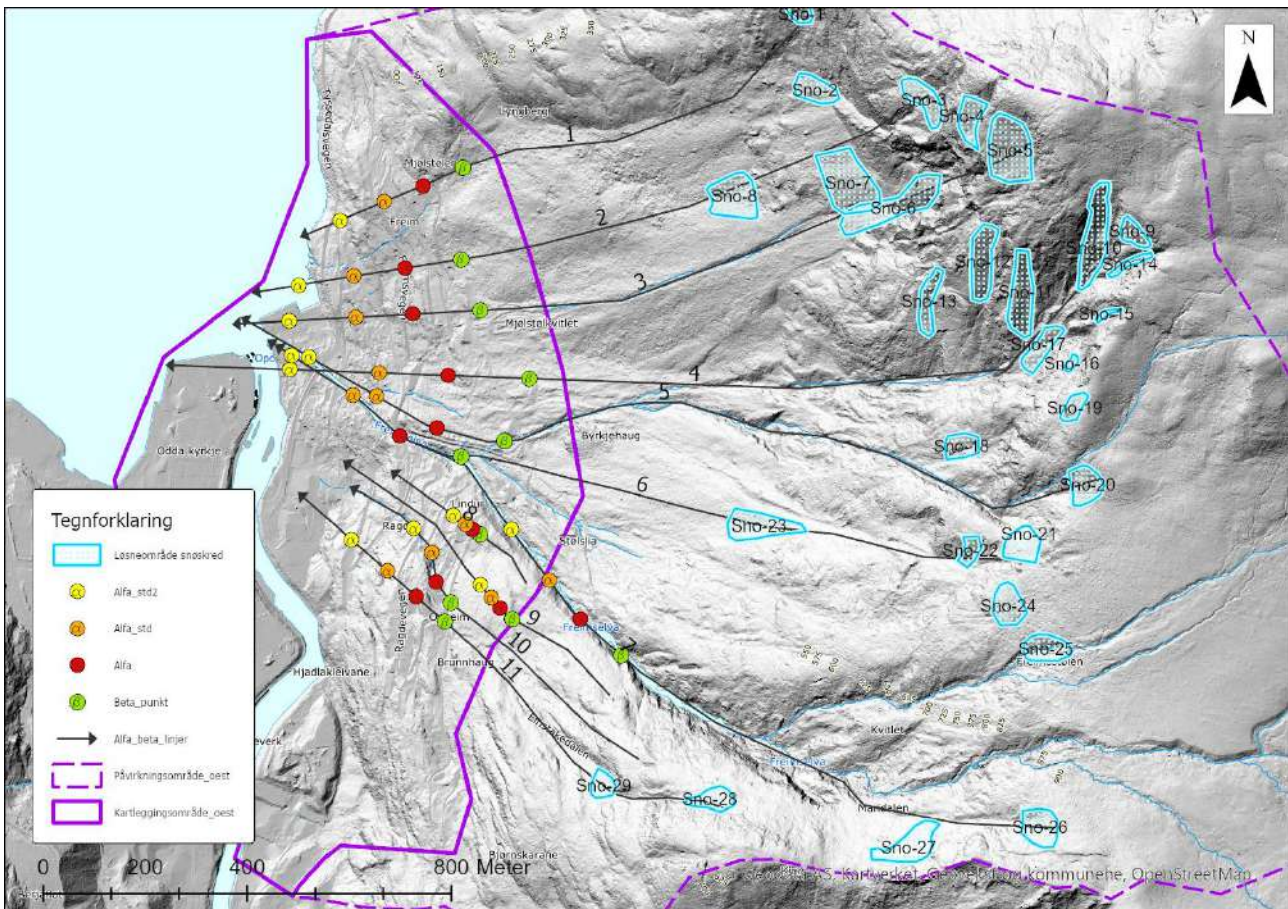


Figur 6-2: Oversikt over løsnemråder og modellerte snøskred for 1000-års scenario uten dagens skog.

### 6.1.2 Alfa-beta metoden

I tillegg til RAMMS:Avalanche er en empirisk beregningsmetode for utløpslengde benyttet (Alfa-Beta-metoden). Det er kjørt Alfa-beta fra løsnemrådene Sno-1, 3, 5, 10, 20, 21 og 26. Alfa-beta metoden gir et best grunnlag for vurdering av skredutløp i store skredløp med jevn kurvatur. Metoden benyttet i andre terrengprofiler gjør at beta punktet i mye større grad blir tilfeldig og resultatet blir da mer grafisk en statistisk. I kartleggingsområdet er det registrert flere potensielle snøskredrenner. Resultater fra Alfa-beta beregninger er vist i Figur 6-3 og er sammenstilt med RAMMS resultatene i kartvedlegg. NVEs aktsomhetskart for snøskred fra 2010 bygger for øvrig på alfa-beta metoden og kan alternativt brukes for visuell sammenligning.

Resultater fra Alfa-beta-metoden viser at snøskred kan ha utløp ned til bebyggelsen i Freimslia, og at i sjeldne tilfeller kan nå ned mot Tyssedalsvegen. Svært sjeldne tilfeller viser at utløp kan nå forbi Tyssedalsvegen. I dette tilfelle er det vurdert at alfa-beta metoden gir et mest realistisk resultat for snøskred som oppstår i Gudmundsgjelet. For de andre områdene er resultatene i mindre grad anvendt for fastsettelse av faresoner.



Figur 6-3: Resultater fra Alfa-beta-metoden benyttet i Freimslia.

## 6.2 Steinsprang

### 6.2.1 Rockyfor3D

Rockyfor3D er benyttet for modellering av steinsprang uten skogeffekt. Det er benyttet en terrengmodell med oppløsning på 2x2 meter. «Resample» verktøyet i ArcGIS er brukt for å endre oppløsning på terrengmodellen (bilinear sampling). Rockyfor3D slipper blokker avhengig av oppløsning på terrengmodellen etter formel (1):

$$\alpha = 55 * cellsize^{2-0.075} \quad (1)$$

Ved terrengoppløsning 2x2 meter blir alle celler med terrenghelning  $\geq 52^\circ$  løseområder. Det er kjørt 100 simuleringer for hver celle, noe som gir svært mange potensielle utløsningsmuligheter. Modellen tar ikke hensyn til vegetasjon eller eksisterende bebyggelse i boligfeltet. Det er kjørt med rektangulær blokkform og blokkstørrelser på 1 og 3 m<sup>3</sup>. Innledningsvis ble det kjørt Rapid Automatic Simulation med blokker på 1m<sup>3</sup> for alle kartleggingsområdene. Vedlegg 5-3 viser resultater for modellkjøring for blokkstørrelse 1 m<sup>3</sup> uten skog.



Tabell 6-3: Inputparametere til Rockyfor3D.

Modell	Tetthet steinblokker	Størrelse steinblokker	Blokkform
Rapid Automatic Simulation – Uten skog	2700 kg/m <sup>3</sup>	1 - 3 m <sup>3</sup>	Rektangulær

Simuleringer i Rockyfor3D viser som forventet konservative utløp ned til Sørfjorden både ved Skogen og i Freimslia. Ved Ragde viser Rockyfor3D utløp ned til Opo. Modellering med 3 kubikk blokker viser flere lengre utløp, sammenlignet med 1 kubikk. Grunnet svært mange kjøring, kan resultatet se mye verre ut enn realiteten. Derfor benyttes treffsannsynlighet i prosent (%) som et mål på hvor stor andel av de simulerte blokkene som har et gitt utløp. Det er vanlig å ta utgangspunkt i 1-2% treffsannsynlighet som lengste mulige utløp, gitt i vedlegg 5-3. I Freimslia går 1%-grensen et stykke ned i boligfeltet. Ved Skogen er det de små skrentene rett ovenfor bebyggelsen som gjør at treffsannsynligheten blir høy. Effekten av hus er ikke tatt høyde for, og i realiteten vil blokker sannsynligvis stoppe i øverste husrekke dersom steinsprang forekommet. Ved Ragde går 1%-grensen til Brunnhauget og forbi boligfeltet sør for dette. På Hjøllo går 1%-grensen ned til Opo og Lothepus Camping.

### 6.2.2 RAMMS:Rockfall

RAMMS:Rockfall er benyttet for modellering av steinsprang og steinskred.

Det er kun modellert uten skog i tilfellene hvor blokkstørrelsen er valgt til 1 m<sup>3</sup>. Dette er fordi det vurderes at skogen har liten effekt mot steinsprang og steinskred med blokkstørrelse fra 2 m<sup>3</sup> og oppover. I tilfellene hvor skogen er tatt med, er utløpslengder for steinsprang i RAMMS Rockfall modellert med moderate forest (35 m<sup>2</sup>/ha) som representerer et gjennomsnitt av skogstettheten.

Det er benyttet en terrengmodell med oppløsning 2x2 meter og tetthet til steinblokkene er satt til 2700 kg/m<sup>3</sup>. Global terrengparameter er satt til «medium soft», som tilsvarer urmasser. Dette vurderes å være representativt for store deler av påvirkningsområdet helt ned til bebyggelse. Rett nedenfor løsnedområdet for stein-5 er det imidlertid bart fjell hvor terrengparameter er satt til «medium hard».

Det er utført simuleringer fra 14 løsnedområder for steinsprang. Løsnedområder for steinsprang er et område som er spesielt aktivt (årlige utfall de siste årene), med observerte store avløste bergpartier. Blokkformer og blokkstørrelser vurderes å være noe varierende i de ulike løsnedområdene. Dette basert på observasjoner i potensielle løsnedområder (avløste partier, oppsprekingsgrad i bergmassen) samt observasjoner av steinsprangavsetninger i terrenget nedenfor. Ovenfor Slettbekksvaet der hvor det er registrert høyest aktivitet av steinsprang de siste årene er det observert et større parti der det kan gå steinskred. For å modellere utbredelse av enkeltblokker fra steinskredet som typisk går litt lenger enn hovedskredet er input parametere i RAMMS justert. Det er lagt til en blokkstørrelse på 5 m<sup>3</sup> og terrengparameter er satt til medium hard.

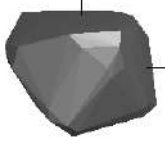



Gjennomsnittlig blokkform og blokkstørrelse samt terrengparameter i henhold til befaringsobservasjoner er listet opp i tabellen under (Tabell 6-4). Det er ikke utført steinsprangsimuleringer fra løsnedområde stein-1 og stein-4 da det ble vurdert at simuleringer fra nærliggende områder er dekkende.

Alle simuleringene tar utgangspunkt i et 1000-års scenario. Vurderinger av utløp for 100- og 5000 års scenarioer tar utgangspunktet i 1000-års scenario, men er justert etter befaringsobservasjoner og statistiske gjentaksintervall på historiske skredhendelser. Det er utført bergsikring i noen av fjellskråningene innenfor påvirkningsområdet. Aktuelle løsnedområder i disse områdene er ikke tatt med i modelleringen. Det er lagt inn 1-2 løsnepunkt pr m, med tre orienteringer langs løsnelinjene. Aktuelt området for steinskred er definert med et polygon der det er kjørt 1000 simuleringer.

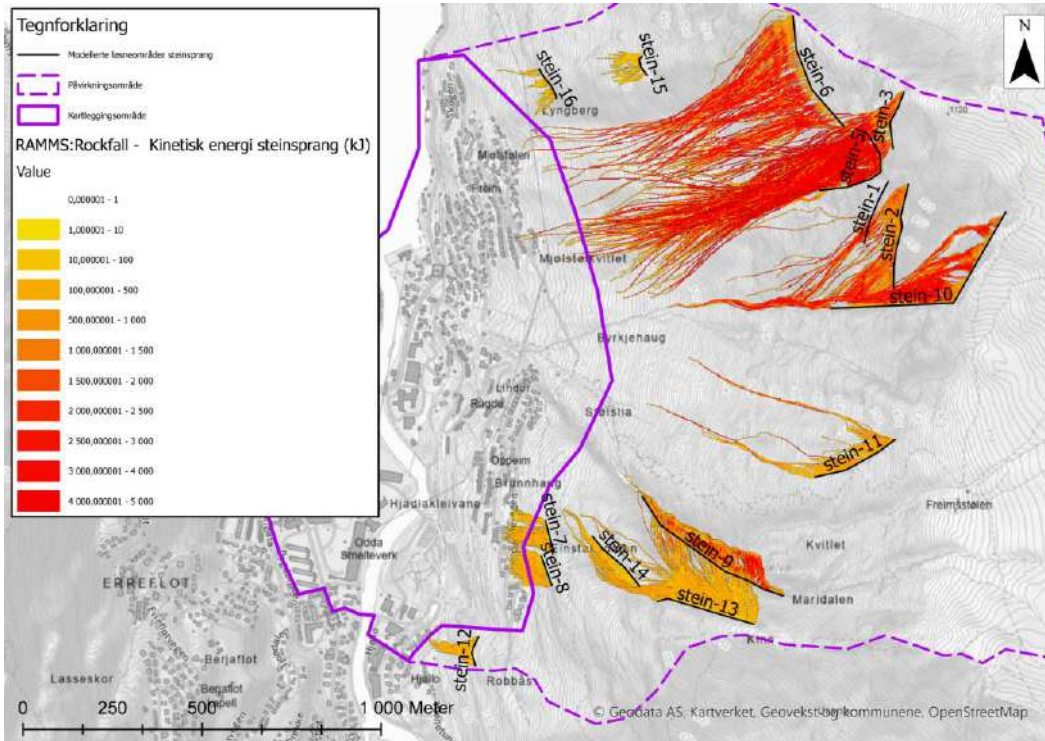
Modelleringsresultatene for steinsprang og steinskred er vist i Figur 6-4 og Figur 6-5. For steinsprang viser modelleringene at utløp går ned til bebyggelsen nedenfor Mjølstøkvitlet, samt til de øverste husrekkene på Ragde (stein 7 og stein 8). På Ragde er det tett skog og installert bergsikring, som gjør at modelleringsresultatene reflekterer en situasjon uten skog for et 1000 års scenario nord for området som er sikret. Lengst sør i kartleggingsområdet på Hjøllø kan ned komme blokker ned på flaten som ligger like utenfor kartleggingsområdet.

For steinskred går de modellerte blokkene godt ned i bebyggelsen i Freimslia for et 1000 års scenario.

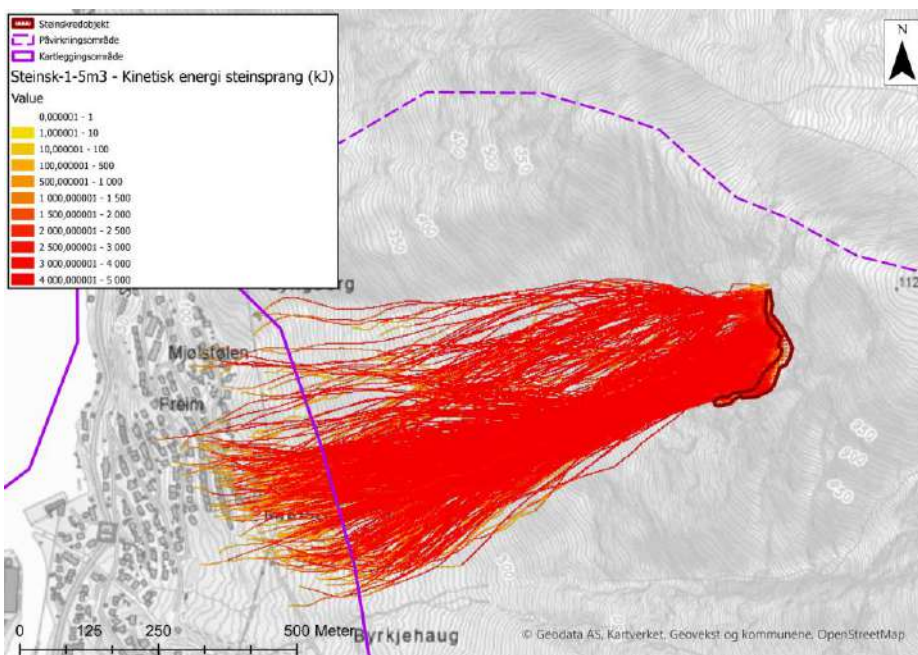
Tabell 6-4: Oversikt over løsneområde og parametere benyttet i RAMMS:Rockfall.

Løsne-områder	Terreng-beskrivelse	Gjennomsnittlig blokkstørrelse	Dimensjonerende blokkform
Stein-2 Stein-3 Stein-6 Stein-9 Stein-10 Stein-11	Ur	3 m <sup>3</sup>	 <p>Rock Characteristics                      Density (kg/m<sup>3</sup>) 2700                      Volume (m<sup>3</sup>) 3.00                      Mass (kg) 8103.6                      Max Rock Dimensions                      X / Y / Z (m): 2.31 / 1.91 / 1.46</p>
Stein-7 Stein-8 Stein-12 Stein-13 Stein-14 Stein-15 Stein-16	Ur	1 m <sup>3</sup>	 <p>Rock Characteristics                      Density (kg/m<sup>3</sup>) 2700                      Volume (m<sup>3</sup>) 1.00                      Mass (kg) 2702.2                      Max Rock Dimensions                      X / Y / Z (m): 1.60 / 1.33 / 1.01</p>
Stein-5	Bart fjell og ur	3,5 m <sup>3</sup>	 <p>Rock Characteristics                      Density (kg/m<sup>3</sup>) 2700                      Volume (m<sup>3</sup>) 3.48                      Mass (kg) 9412.0                      Max Rock Dimensions                      X / Y / Z (m): 2.43 / 2.01 / 1.53</p>
Steinskred-1	Bart fjell og ur	5 m <sup>3</sup>	 <p>Rock Characteristics                      Density (kg/m<sup>3</sup>) 2700                      Volume (m<sup>3</sup>) 5.00                      Mass (kg) 13506.2                      Max Rock Dimensions                      X / Y / Z (m): 2.74 / 2.27 / 1.73</p>





Figur 6-4: Modelleringsresultat i RAMMS:Rockfall uten skog for steinsprang med blokkstørrelser på 1 kubikk sør for Byrkjehaug, samt i stein15 og stein16. Resterende løseområder er modellert med 3 til 3,5 kubikk. Modelleringen viser gjentakintervall for et 1000-års scenario. Det er bemerket liten forskjell i utløpet med og uten skog, foruten ved granskogfeltene på Ragde



Figur 6-5: Modelleringsresultat med RAMMS:Rockfall (5 kubikk blokker) med tilpasset input for å simulere et steinskred med gjentakintervall for et 1000-års scenario.

## 6.3 Flomskred og sørpeskred

### 6.3.1 RAMMS:Debris – input

RAMMS:Debris Flow er brukt til å beregne utløp av flomskred og sørpeskred. Verktøyet er utviklet for modellering av «torrent based debris flow and hillslope debris flow», dvs. både kanaliserte og ikke kanaliserte prosesser. Det vises generelt til NVE FoU rapport for en god beskrivelse av verktøyet og generell tilnærming til parametere [30]. Forståelsen av de fysiske og dynamiske egenskapene til et flomskred eller sørpeskred i bevegelse er meget komplisert og er ennå ikke fullt ut forstått. Skredets hastighet, volum og vanninnhold 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.

Det er benyttet fast løsnevolum uten erosjon for både flomskred og sørpeskred. I områder med mektige løsmasseavsetninger av ur, stedvis med stein ned mot knyttnevestørrelse i tilknytning til raviner og gjel, samt mye vann til stede forventes mulighet for utløsning av flomskred. Avhengig av størrelse på løsneområdene for flomskred er det modellert med volum fra 500 – 2500 m<sup>3</sup> for et 1000-årsscenario og 1000 – 3700 m<sup>3</sup> for et 5000-årsscenario. For sørpeskred er det modellert med et massevolum på rundt 2000 - 2700 m<sup>3</sup> som et 1000-årsscenario og 2800 – 3600 m<sup>3</sup> som et 5000-årsscenario.

I skredrenner der en har tynt løsmassedekke over berg med tilfeldig medrivning av skog og torv, er fastvolum uten erosjon en god tilnærming. I dette tilfelle er erosjon likevel indirekte hensyntatt ved definering av løsneområdets størrelse og bruddkanthøyde som samsvarer med forventet totalvolum til flomskredet. Basert på befaringsobservasjoner er det observert berg i dagen langs de potensielle skredrennene i øvre deler av fjellsiden. I nedre del av fjellsiden, hvor gjel går mer over i raviner, er det observert noe finere masser ned mot knyttnevestørrelse. I avsetningsområdet, som oftest er det viktigste fareområdet, er det avsetningsvolumet som er veiledende for faresonene. Hvert flomskredscenario er kjørt med tilstrekkelig avstand til hverandre, slik at skredvolum er nokså uavhengige av hverandre i avsetningsområdet.

Det er kjørt flomskred med friksjonsverdier på  $X_i = 200$  og  $M_u = 0.2$  uten erosjon. Høye  $X_i$ -verdier med lave  $M_u$ -verdier gir lengre utløp og en mer flytende masse, mens lave  $X_i$ -verdier med høye  $M_u$ -verdier gir noe kortere utløp og mere oppstuvning av skredmasser. Grove masser i form av ur og blokker antas å kunne oppstuves i stor grad, sammenlignet med finere masser av for eksempel sand og silt. Grove masser med ur vil også ha høyt vanninnhold. Blokker i seg selv vil ha høy tetthet, men høyt vanninnhold vil gi lavere tetthet. Det vurderes at tetthet på 2000 kg/m<sup>3</sup> er representativt, men er i det øvre sjiktet av hva som er vanlig å modellere med. Det ble kjørt en kalibrering mot den kjente flomskredhendelsen (med noe usikkert utløp) fra 1928, hvor de valgte parameterne ga nokså godt samsvar.

For sørpeskred er også RAMMS:Debris benyttet, men med andre friksjonsverdier for å gjenspeile mer flytende sørpemasser. For sørpeskred er friksjonsverdier på  $X_i = 2000$  og  $M_u = 0.07$  benyttet, og tetthet på skredmassene som tilsvarer 100% vannmettet (1000 kg/m<sup>3</sup>).

Tabell 6-5 viser aktuelle parametere og variasjonsområdet som er benyttet i simuleringene.



Tabell 6-5: Inputparametere benyttet i flomskredmodellering i RAMMS:Debris Flow.

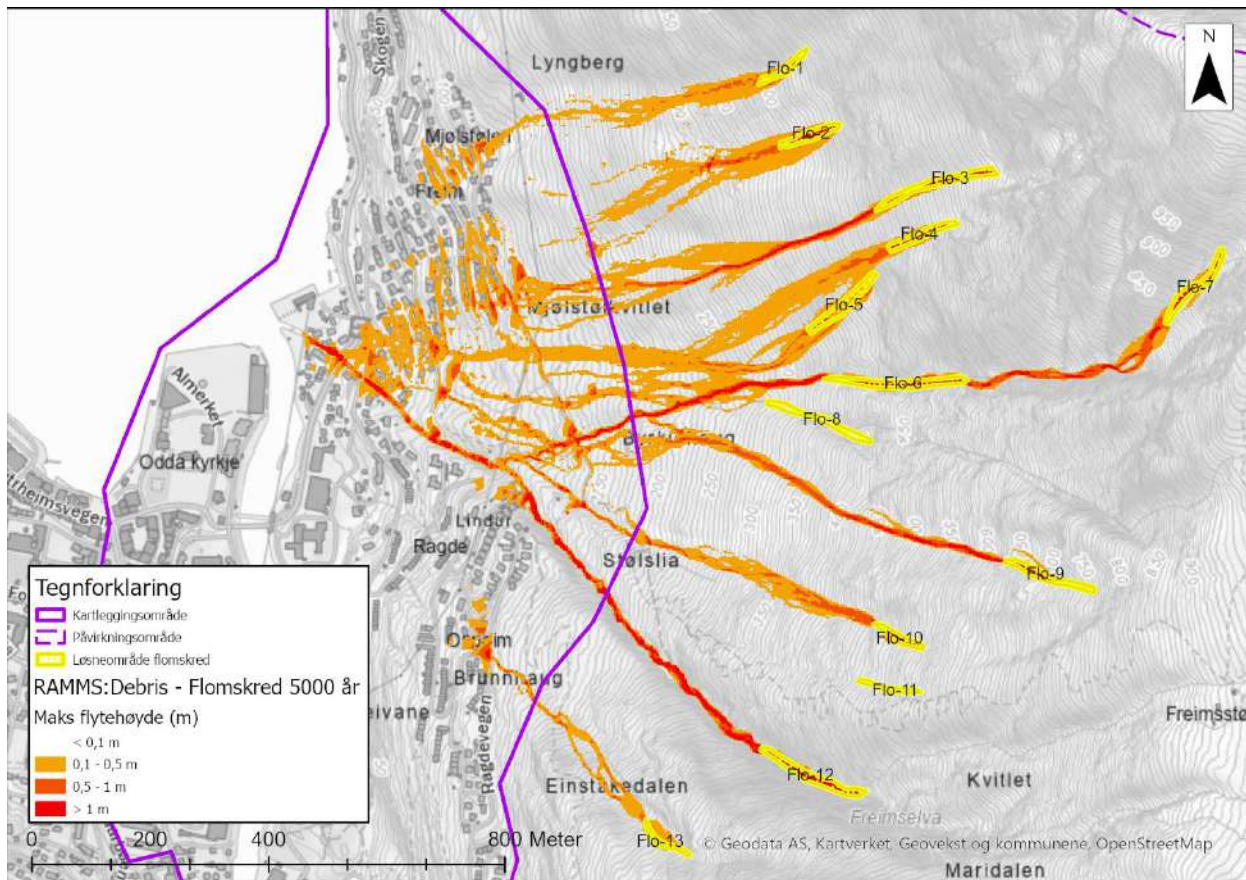
Parameter	Verdi
Oppløsning terrengmodell	2 m for både flomskred og sørpeskred
Tetthet skredmasser flomskred	2000 kg/m <sup>3</sup>
Tetthet skredmasser sørpeskred	1000 kg/m <sup>3</sup>
Areal	700 - 3650 m <sup>2</sup>
Bruddkanthøyde -> Volum modellerte løснеområder for flomskred	0,7 m -> 500 - 2500 m <sup>3</sup> (1/1000) 1,0 m -> 700 - 3650 m <sup>3</sup> (1/5000)
Areal	1380 - 1800 m <sup>2</sup>
Bruddkanthøyde -> Volum modellert løснеområde for sørpeskred	1,5 m -> 2000 - 2700 m <sup>3</sup> (1/1000) 2,0 m -> 2800 - 3600 m <sup>3</sup> (1/5000)
M <sub>u</sub> flomskred	0,2
X <sub>i</sub> flomskred	200 m/s <sup>2</sup>
M <sub>u</sub> sørpeskred	0,07
X <sub>i</sub> sørpeskred	2000 m/s <sup>2</sup>
Skog	Uten skog. Vurderes at skog har liten effekt på flomskred og sørpeskred

Resultater fra modellering av flomskred og sørpeskred er vist i Figur 6-6, Figur 6-7 og vedlegg 7 og 8.

Flesteparten av løснеområdene for flomskred har vurdert løsnestannsynlighet på 1/5000, og det er derfor valgt å fremstille resultatene for et 5000 års-scenarior (S3). De modellerte flomskredene og sørpeskredene fra Freimsstølen og Maridalen har utløp via Freimselva og ned forbi Tyssedalsvegen, både for S2 og S3 scenarior. Løснеområder modellert fra ovenfor Stølslia og fra Gudmundsjuvet dreneres ned forbi Byrkjehaug og ned via Freimselva, samt noe av massene dreneres over ravinen og får utløp ned mot løsmasse- og fjellskredet fra 1724. Flo-3 har modellert utløp ned mot bebyggelsen vest for Mjølstølvitlet. Flo-1 og Flo-2 har kortere utløp, og mesteparten stopper i ura mellom Lyngberg og Mjølstølvitlet. For et 5000-års scenarior har flomskredene herfra utløp ned i boligfeltene. Merk at Flo-1, 2, 10 og 11 er tatt ut etter nærmere vurdering, og er ikke vurdert til å ha løsnestannsynlighet større enn 1/5000.

Tabell 6-6: Oversikt over løснеområder for flomskred, for skredscenarior med antatt nominell årlig sannsynlighet på 1/1000 (S2) og 1/5000 (S3).

Løsnestannsynlighetsområde	Terrengbeskrivelse	Areal [m <sup>2</sup> ]	Bruddkant S2	Volum [m <sup>3</sup> ] S2	Bruddkant S3	Volum [m <sup>3</sup> ] S3
Flo-3	Ravine i urmasser	2764	0,7	1935	1	2764
Flo-4	Forsenkning i urmasser	1687	0,7	1181	1	1687
Flo-5	Forsenkning i urmasser	2410	0,7	1687	1	2410
Flo-6	Gjel- og ravineterreng	3650	0,7	2555	1	3650
Flo-7	Gjel	2429	0,7	1700	1	2429
Flo-8	Gjel- og ravineterreng	2159	0,7	1511	1	2159
Flo-9	Forsenkning i terrenget	2084	0,7	1459	1	2084
Flo-12	Gjel	3192	0,7	2234	1	3192
Flo-13	Gjel og forsenkning i terrenget	701	0,7	490	1	701

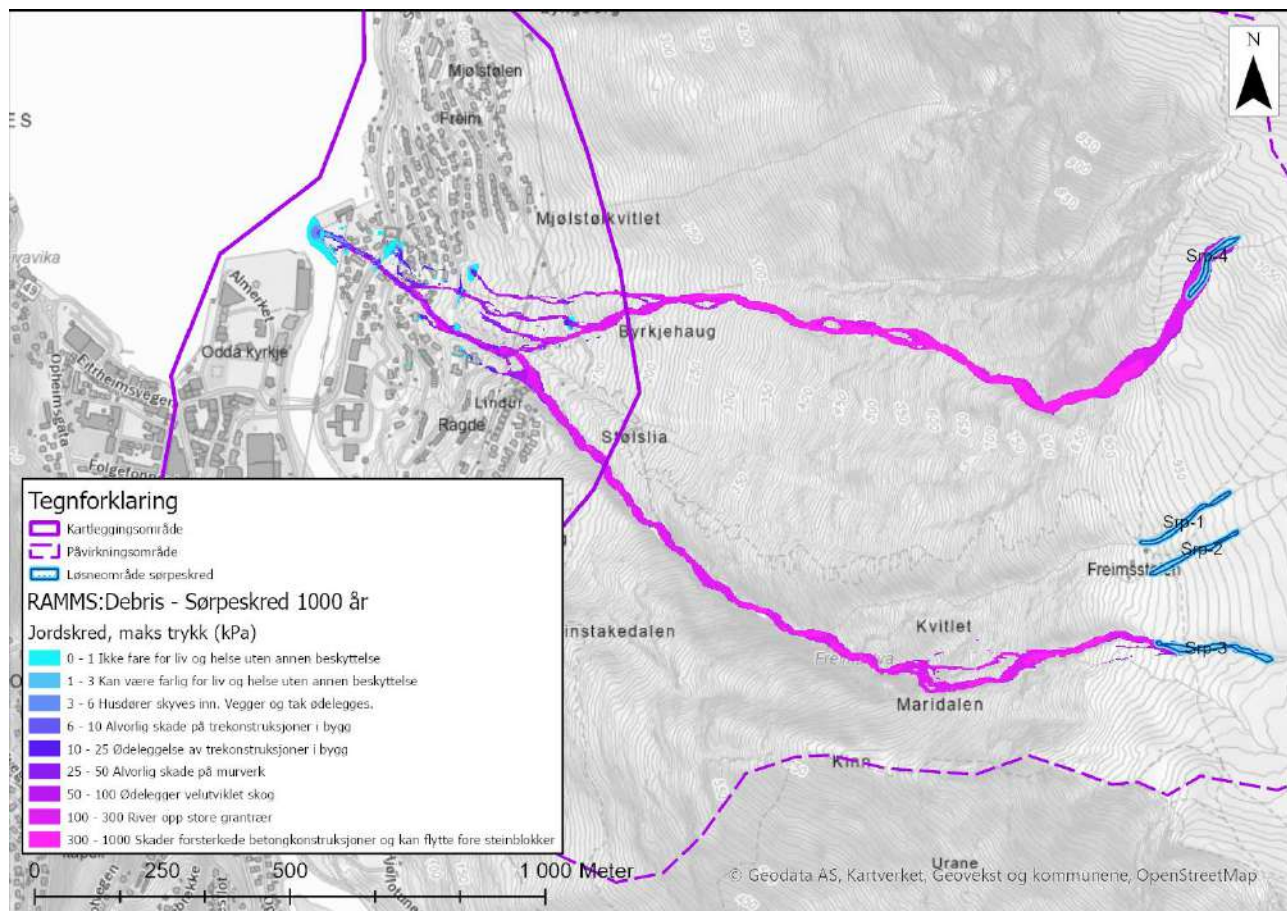


Figur 6-6: Resultater fra modellerte flomskred med 5000-års scenario. Flesteparten av løsneområdene har vurdert løsnesannsynlighet på 1/5000. Flomskredene har utløp nesten ned til fjorden langs Freimselva, og ned i boligfeltet på Freim. Merk at Flo-1, 2, 10 og 11 er tatt ut etter nærmere vurdering, og er ikke vurdert til å ha løsnesannsynlighet større enn 1/5000.

Tabell 6-7: Oversikt over løsneområder for sørpeskred, for skredscenario med antatt nominell årlig sannsynlighet på 1/1000 (S2) og 1/5000 (S3).

Løsne-område	Terrengbeskrivelse	Areal [m <sup>2</sup> ]	Bruddkant S2	Volum [m <sup>3</sup> ] S2	Bruddkant S3	Volum [m <sup>3</sup> ] S3
Srp-1	Ravine i ellers åpent og slakt lende	1426	1,5	2139	2	2852
Srp-2	Ravine i ellers åpent og slakt lende	1380	1,5	2070	2	2760
Srp-3	Ravine i ellers åpent og slakt lende	1800	1,5	2700	2	3600
Srp-4	Ravine i ellers åpent og slakt lende	1258	1,5	1	2	2500





Figur 6-7: Resultat fra modellering av sørpeskred fra Srp-3 for et 1000-års scenario. Sørpeskredet har utløp ned til fjorden langs Freimselva.

## 7 Skredfarevurdering

Skredfarevurderingen baserer seg på feltobservasjoner i kapittel 5, gjennomgang av grunnlagsmaterialet i kapittel 2, områdebeskrivelsen i kapittel 4 og utførte modelleringer omtalt i kapittel 6. Det henvises til kapittel 3.2 – 3.6 for generell beskrivelse av hver skredtype og metode for vurdering av de ulike skredtypene, samt metode for vurdering av skogens effekt i kapittel 3.1.

### 7.1 Steinsprang

#### 7.1.1 Er steinsprang aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Kartleggingsområdet ligger innenfor aktsomhetsområde for steinsprang. Det er observert mange løснеområder for steinsprang i øvre deler av fjellsiden langs Freimslia, inkludert ovenfor Skogen, Ragde og Hjøllø. Det er registrert mange hendelser i området og steinsprang vurderes derfor som en høyaktuell prosess i kartleggingsområdet.

#### 7.1.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Terrenghelningskart og skyggerelieffkart viser at det er mange teoretisk mulige løsneområder i påvirkningsområdet, særlige i øvre del av fjellsiden mellom kote 500 – 1000 i Freimslia. Det er også flere skrentrekker ovenfor boligfeltet i søndre del av Ragde (kote 180 – 350) og ovenfor Skogen langs en utstikkende ryggformasjon (kote 70 – 130 og 190 – 410). På Hjøllø er det en større skrentrekke mellom ca. kote 20 – 150. Studie av historiske flyfoto, dronebilder og øvrige feltobservasjoner har avdekt at det er store mengder steinsprangur nedenfor mange av løsneområdene, særlig mellom Lyngberg og Stølslia.

Det er registrert flere steinsprang i Freimslia de siste årene. Siste steinspranget som er registrert gikk så sent som i oktober 2023. De største og mest omfattende løsneområdene er observert like ovenfor Slettbakksvaet, Gudmundsjuvet og nedenfor punkt 1120 moh. Her er det opptil 50 - 100 m høye skrenter med mye avløst bergpartier. Ovenfor Slettbakksvaet danner sprekkesystemene en halvsirkel innover i fjellsiden, som bidrar til potensielle utfall fra mange forskjellige retninger. Basert på dronebilder og tidligere skredfarevurderinger er det vurdert stor sannsynlighet (over 1/100) for at steinsprang vil løsne fra disse områdene. Oppsprekningen i bergmassen er gjennomsettende og danner avlange til rektangulære blokker, som avløses av et moderat hellende glideplan med fall utover fjellsiden (mot vest), og steile baksprekker. Det er også observert fukt som kommer ut av sprekkene i flere av skrentene som gir større sannsynlighet for frostsprengning. Det er også spredt vegetasjon i skrentene, som også kan bidra til rotsprengning og dermed økt løsnesannsynlighet. Regionen preges også av perioder med intens nedbør, og veksling mellom pluss og minusgrader, noe som over tid kan føre til ustabile bergpartier

Det finnes også historikk på at blokker har blitt remobilisert i den delen av fjellsiden øst for Stølslia, samt i skråning ovenfor Rv 13 på Skogen Disse er registrert som jordskred i NVE skredatlas, men kan realiteten tolkes som remobiliserte blokker.

Det er også observert skrentrekker med avløst berg og blokker, ovenfor Hjøllø og Ragde, derav noen ligger tett inntil eksisterende bebyggelse. Det vurderes at samtlige skrenter som er fjellsikret har en løsnesannsynlighet som er tilfredsstillende for boligbebyggelse, altså lavere enn 1/1000, med bakgrunn i at et eventuelt utløp vil nå bebyggelse ved Ragde og Hjøllø. En forutsetning for vurdering av faresonene er at bergsikringen blir vedlikeholdt i tilstrekkelig grad i henhold til sluttrapport for de sikrede områdene.



### 7.1.3 Utredning av utløp

Det er lite steinsprangavsetninger nedenfor ryggformasjonen ovenfor Skogen, med unntak av enkelte spredte blokker. Det vurderes at utløp fra skrentene på ryggformasjonen vil ha lave energi og stoppe i øverste husrekke, og dermed vil faresonene stoppe her, forutsatt at husrekkene forblir stående. Det er også en mindre steinsprangur ovenfor øverste husrekke ved Skogen der remobilisering kan oppstå. Utløp med sannsynlighet 1/1000 vurderes å kunne gå ned til øvre husrekke. Modelleringer fra mindre lokale skrenter viser at utløp ikke går ned i bebyggelse, og befariingsobservasjoner indikerer at steinsprang vil stoppe i eller ved øverste husrekke. Eventuell remobilisering av i skrenten rett sør og nedenfor skogen vil ha utløp ned til Tyssedalsvegen, med sannsynlighet større enn 1/100.

Fra Mjølstølen og sørover mot Mjølstølvitlet øker utløpslengden mot sør i sammenheng økt høyde i fjellside, Det er observert stor og mektig rasur ned mot øvre deler av bebyggelsen. Nedenfor Mjølstølvitlet viser modelleringer og feltobservasjoner at utløp omtrent 30 – 50 m unna bebyggelse med sannsynlighet større enn 1/100 er mulig. Det ble observert ferske steinspranghendelser like ovenfor Mjølstølvitlet.

Feltobservasjoner av urmasser og blokker indikerer at utløpslengden fra de største løseområdene omkring Slettbakksvaet har utløp ned mot øvre deler av bebyggelsen i Freimslia. Mesteparten av modellerte steinsprangblokker stopper nedenfor Lyngberg og Mjølstølvitlet, samt ovenfor Byrkjehaug og Stølslia. Dette gir godt samsvar med inntrykket fra befaringen der store deler av ura er vurdert å ha god bremseeffekt. Eldre ortofoto og feltobservasjoner viser imidlertid at utløpet for steinsprang går lengre nedover fjellsiden mellom Mjølstølvitlet og Byrkjehaug, sammenlignet med modelleringsresultatene. En årsak til dette kan være at ura fremstår mindre i området rundt Byrkjehaug enn lenger nord mot Mjølstølvitlet. Modelleringene og tidligere steinspranghendelser viser også at mange av steinsprangene dreies mer mot sør når de løsner fra skrentene omkring Slettbakksvaet. Det er vurdert at steinsprang kan ha utløp ned i bebyggelsen med sannsynlig større enn 1/5000, og større enn 1/1000 ned til øvre husrekke i Freimslia.

Det er stort sett glissen skog i Freimslia med unntak av enkelte granfelter hvor tettheten er høyere. Skogen er vurdert å ha bremsende effekt på steinsprangutløp i varierende grad, avhengig av hvor høyt steinsprang løsner fra en skrent og hvor langt steinspranget forserer tett nok skog. Stort sett er skogen vurdert til å ha liten bremsende effekt på steinsprang basert på befariingsobservasjoner, da denne tilsynelatende knekkes lett av. Rasteranalysen indikerer derimot at skogen kan ha bremsende effekt i Freimslia, i henhold til kriterier i NVE-veilederen. Det er derfor vurdert noe lengre utløp (5 – 10 m) i situasjonen uten skog, sammenlignet med skog i Freimslia. Ovenfor Stølslia og Ragde er skogen betydelig mer massiv og består av tett granskog med tykkere stammer. Her er skogen vurdert å ha betydelig større effekt på utløpet til steinsprang.

Det er observert blokker bak bebyggelsen på Ragde, nedenfor flere av skrentene. Det er vurdert utløp ned i bebyggelse med sannsynlighet 1/5000 med skog og 1/1000 uten skog. En forutsetning for dette er at den installerte sikringen i søndre del av Ragde er funksjonell slik at man da unngår utløps sannsynlighet på 1/100 med skog. De øvrige observerte urmassene i nordre del av Ragde boligfelt og rett ovenfor i granskogfeltet er vurdert å tilhøre en svært sjelden hendelse med utløps sannsynlighet lavere enn 1/5000.

På Hjøllo er det vurdert at steinsprang kan ha utløp helt ned til Hjadlakleivane og Opo med utløps sannsynlighet større enn 1/100. Sør for Lothepus Camping er det vurdert 1/100 sone ned til oversiden av vegen fra en lokal bergskrent (Figur 5-98) og 1/1000 noe lenger ned. Det er vurdert en faresone på 1/5000 med skog fra bergskrent omtalt som stein-12 som kommer ned i bebyggelse. Det er lagt til grunn at eksisterende fjellsikring opprettholder sin funksjonalitet for å unngå utløp ovenfor Lothepus Camping.

### 7.1.4 Når steinsprang inn i kartleggingsområdet?

Det vurderes at steinsprang kan nå kartleggingsområdet med en sannsynlighet større enn 1/100, 1/1000 og 1/5000, både med og uten dagens skog. Det er vurdert at steinsprang kan nå ca. 150 m ned i bebyggelsen på Freim målt fra oversiden med sannsynlighet 1/5000. Faresone 1/1000 for steinsprang er vurdert å kunne

nå ned til øvre husrekke i Freimslia, i grenseovergangen til større blokkavsetninger. Faresone 1/100 for steinsprang er vurdert 30 – 100 m ovenfor øverste husrekke på Freim. Uten skog er det vurdert noe lengre faresoner (5 – 10 m) på Freim. Nord og sør for Lothepus camping, og nedenfor Skogen, er det vurdert partier med faresone 1/100 for steinsprang. I boligfeltet på Ragde er det vurdert faresone 1/1000 og 1/5000 med skog, og 1/100 uten skog ned til oversiden av bebyggelsen.

## 7.2 Steinskred

### 7.2.1 Er steinskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Det er skråninger brattere enn 45° og hvor det er bart fjell. Det er ikke registrert faresoner for store fjellskred i NVEs database eller NGUs database.

Basert på tidligere steinskredhendelser, skredfarevurderinger fra 1950-tallet, feltobservasjoner og tilgjengelig grunnlagsmateriale er det grunn til å vurdere at steinskred er en aktuell prosess i påvirkningsområdet. Steinskred er særlig aktuelt fra den bratte fjellsiden mellom Slettbakksvaet og punkt 1120 moh.

### 7.2.2 Utredning av løснеområde og løsnesannsynlighet

Det er observert en geologisk struktur i fjellsiden med ugunstig oppsprekking i bergmassen mellom Slettbakksvaet og punkt 1120 moh. hvor utfall av større bergpartier kan være mulig. I tillegg til hyppige steinsprang herfra, er det beskrevet fra tidligere skredfarevurderinger i 1953 og 1961 at større bergpartier som kan klassifiseres som steinskred kan løsne herfra. Det er fra disse tidligere vurderingene, dronebilder og øvrige feltobservasjoner, observert tydelige glideplan som har fall ut mot fjellsiden. Dette glideplanet avgrenses av to øvrige sprekkesett, hvor det ene har et steilt fall som avløser i bakkant, og et med mer moderat fall som avløser i overkant. Prinsippskisse av løsnemekanismen er vist i Figur 2-31. Det er markert løsneområder for steinskred vist i registreringskart i vedlegg 2. Flere av løsneområdene er vurdert til å ha løsnesannsynlighet større enn 1/100 og 1/1000. Det er også observert vann som renner ut av sprekker innenfor løsneområder for steinskred, som bidrar til større løsnesannsynlighet gjennom fryse og tineprosesser.

### 7.2.3 Utredning av utløp

Det er registrert en tidligere steinskredhendelse som har hatt utløp helt ned til Sørfjorden ved havna, omtalt i kapittel 2.3. Hendelsen vitner om at når steinskred først løsner, kan utløpet bli veldig langt. Det er observert massive blokkavsetninger tett inntil bebyggelse i øvre deler av Freim, og eldre ortofoto viser at deler av blokkavsetningene er blitt bebygde. Det kan ikke utelukkes at steinskredavsetninger er fjernet før jordbruksområdene på Freim ble etablert.

På Ragde er det også observert tilsvarende bebygde blokkavsetninger, men det er lite sannsynlig at disse avsetningene er relaterte til større stein- eller fjellskredhendelser. Dette begrunnes med at det ikke er observert øvrige typiske løsneområder for steinskred i fjellsiden ovenfor.

Det er utført modellering av steinskred i RAMMS:Rockfall ved å velge noe mer konservative parametere for å simulere enkeltblokker fra steinskred ovenfor Freim. Modelleringsresultatene viser at steinskred for et 5000-års scenario går ca. 150 m ned i bebyggelsen på Freim, mens for et 1000-års scenario går steinskred ned til øvre deler av bebyggelsen på Freim.

Det er vurdert at skog ikke vil ha betydning for hverken løsnesannsynlighet eller utløp til steinskred, på grunn av for store blokkvolum til at skogen kan bremse ved et steinskred.



## 7.2.4 Når steinskred inn i kartleggingsområdet?

Det vurderes at steinskred kan nå kartleggingsområdet med en sannsynlighet større enn 1/100, 1/1000 og 1/5000. Det er vurdert at steinskred kan nå nesten ned til Sørfjorden med en sannsynlighet større enn 1/5000. Faresone 1/1000 for steinskred er vurdert å kunne nå ned til husrekke nummer to fra oversiden i Freimslia, mens 1/100 er vurdert ned til øverste husrekke.

## 7.3 Jordskred

### 7.3.1 Er jordskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Kartleggingsområdet ligger innenfor aktsomhetsområde for jord- og flomskred. Det er terreng brattere enn 20-25 grader i store deler av kartleggings- og påvirkningsområdet, kombinert med tilstedeværelse av løsmasser. Fare for jordskred må derfor utredes.

### 7.3.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Det er ikke observert typiske løsneområder for jordskred over marin grense i påvirkningsområdet. Terrenget er mange steder 25 – 45 grader bratt som er gunstig helning for jordskred, men det er enten observert grove urmasser eller bart fjell i øvre deler av fjellsiden. Urmassene i Freimslia ligger hovedsakelig under naturlig rasvinkel, og remobilisering av blokker vurderes som lite sannsynlig. Det finnes noen unntak, hvor det er registrert tidligere jordskredhendelser ved kote 500 – 600, omtrent 400 m opp i fjellsiden fra Stølslia. Disse jordskredene gikk i 1953, hvor det ble omtalt at grove urmasser raste ut. Skredet startet trolig ved at enkelte blokker ble satt i bevegelse (remobilisert). I dette området er terrenget forholdsvis bratt, og det ligger spredte blokker basert på dronefoto i området. Det vurderes at det kan løsne blokker på tilsvarende vis i dette området med en løsnesannsynlighet større enn 1/5000.

Det er observert løsmasseskråninger øst for Opo, samt sør og nord for Lothepus Camping på Hjøllø. Det er her skrånninger med helning 30 – 45 grader, og løsnesannsynlighet er her vurdert å være større enn 1/1000 med skog. Uten skog er det vurdert løsnesannsynlighet på større enn 1/100 uten skog i skrånningen ovenfor boligfeltet rett nord for Hjøllø-tunet. Det finnes historikk på utrasning i løsmasser langs elvebredden av Opo lengre oppstrøms, men dette er ikke vurdert som sannsynlig innenfor kartleggingsområdet grunnet til dels plastring og slakere sideskråninger tett på Opo.

I nedre deler av Skogen er det observert blokker som ligger med dårlig støtte. Disse kan potensielt remobiliseres med en sannsynlighet større enn 1/100.

### 7.3.3 Utredning av utløp

Basert på utløpet til den historiske jordskredhendelsen i 1953, stoppet steinmassene forholdsvis raskt, omtrent 200 – 250 m nedenfor løsneområdet. Lengste utløp var den gangen 300 m unna nærmeste del av kartleggingsområdet. Det vurderes at fremtidige hendelser fra dette området ikke vil nå kartleggingsområdet med en sannsynlighet større enn 1/5000. Lengre nord i Freimslia er terrenget noe slakere, og ura ligger jevnt og sannsynligvis under rasvinkel. Der hvor helningen er større flater terrenget tilstrekkelig ut i nedkant til at eventuelle jordskred i form av remobiliserte blokker vurderes å stoppe før det når kartleggingsområdet.

I de mindre lokale løsmasseskråningene i nedre del av kartleggingsområdet på Hjøllø, er det vurdert at utløp vil være i nær tilknytning til løsmasseskråningene her og stoppe i raskt i bunnen av skrånningene.

Blokkene på Skogen som kan remobiliseres vurderes å kunne få utløp ned til Tyssedalsvegen.

Der er vurdert at skogen ikke vil ha betydelig effekt jordskredfaren i kartleggingsområdet, foruten i det lille skogsfeltet sør på Hjøllø ovenfor boligfeltet ved Hjølløvegen.

### **7.3.4 Når jordskred inn i kartleggingsområdet?**

Jordskred er vurdert å kun nå inn i kartleggingsområdet i søndre del omkring Hjøllo i tilknytning til mindre lokale løsmasseskråninger. Det er tegnet faresoner for jordskred med sannsynlighet 1/1000 og 1/5000 i dette området med skog. For situasjonen uten skog er det tegnet faresone 1/1000 ned i husrekken og 1/100 ned til bunn av løsmasseskråning bakenfor husrekken.

## **7.4 Flomskred**

### **7.4.1 Er flomskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?**

Kartleggingsområdet ligger innenfor aktsomhetsområde for jord- og flomskred. Det er registrert flere tidligere flomskredhendelser som har hatt lange utløp ned mot eksisterende bebyggelse i Freimslia. Det finnes tilgjengelige løsmasser i tilknytning til etablerte vannveier med tilstrekkelig helning. Flomskred er derfor en aktuell prosess i påvirkningsområdet og må derfor utredes videre.

### **7.4.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet**

Terrenghelningskart og skyggerelieffkart viser at det er mange teoretisk mulige løsneområder for flomskred innenfor påvirkningsområdet, med terrenghelning på 15-40° i elve- og bekkeløp med sideskråninger med til dels grove eroderbare løsmasser. Det er observert lavt finstoffinnhold i løsmassene, og stedvis noe høyere innhold av stein ned mot knyttnevestørrelse. Studie av historiske flyfoto (Figur 4-17), skyggerelieffkart og feltobservasjoner har avdekt at det er sår og avsetninger fra tidligere flomskred i Freimslia.

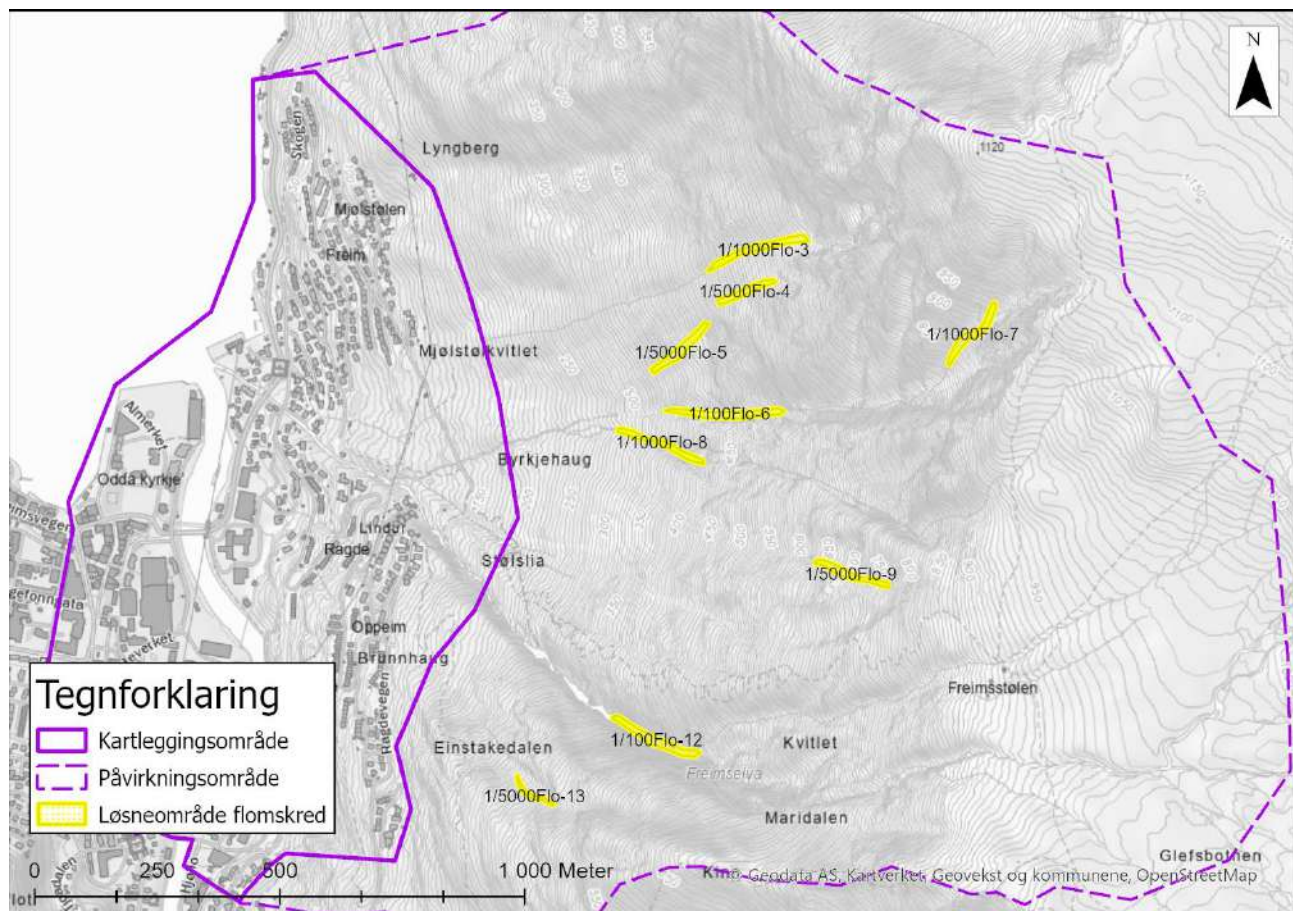
Det er vurdert totalt 9 løsneområder for flomskred innenfor påvirkningsområdet vist i registreringskartet i vedlegg 2 og Figur 7-1. Figuren under viser i tillegg hvilken løsnesannsynlighet som er vurdert til de respektive løsneområdene. De fleste løsneområdene er vurdert med løsnesannsynlighet 1/5000, mens i de større gjelene i Freimselva og Gudmundsjuvet er det vurdert løsnesannsynlighet på 1/100. Det er i de to sistnevnte gjelene observert tydelige vannveier med nokså store kildeområder, samt at det er observert løsmasser som inneholder småstein ned mot knyttnevestørrelse. Med bakgrunn i tidligere flomskredhistorikk mellom Mjølstølkvitlet og Freimselva, er det vurdert som nødvendig å sette en løsnesannsynlighet på 1/100 fra de overliggende løsneområdene.

Det finnes renner i fjellsiden som også har fravær av eroderbare løsmasser. Disse er eksempelvis observert omkring granskogsfeltet ovenfor Stølslia, og det er her vurdert at løsnesannsynligheten er mindre enn 1/5000 eller ikke er reell.

Utenfor gjelene og ravinene er det stort sett grove urmasser med spredte og mindre vannveier. Det er også ingen tidligere flomskredhistorikk nord for Mjølstølkvitlet eller sør for Freimselva. Løsneområdene får her derfor løsnesannsynligheter på 1/5000.

Det er observert liten eller ingen skog i bunn av gjel og raviner, samt at flomskred ofte påvirkes i liten grad av skog. Dagens skog vurderes derfor generelt å ikke ha effekt på hverken løsnesannsynligheten eller utløpet til eventuelle flomskred.

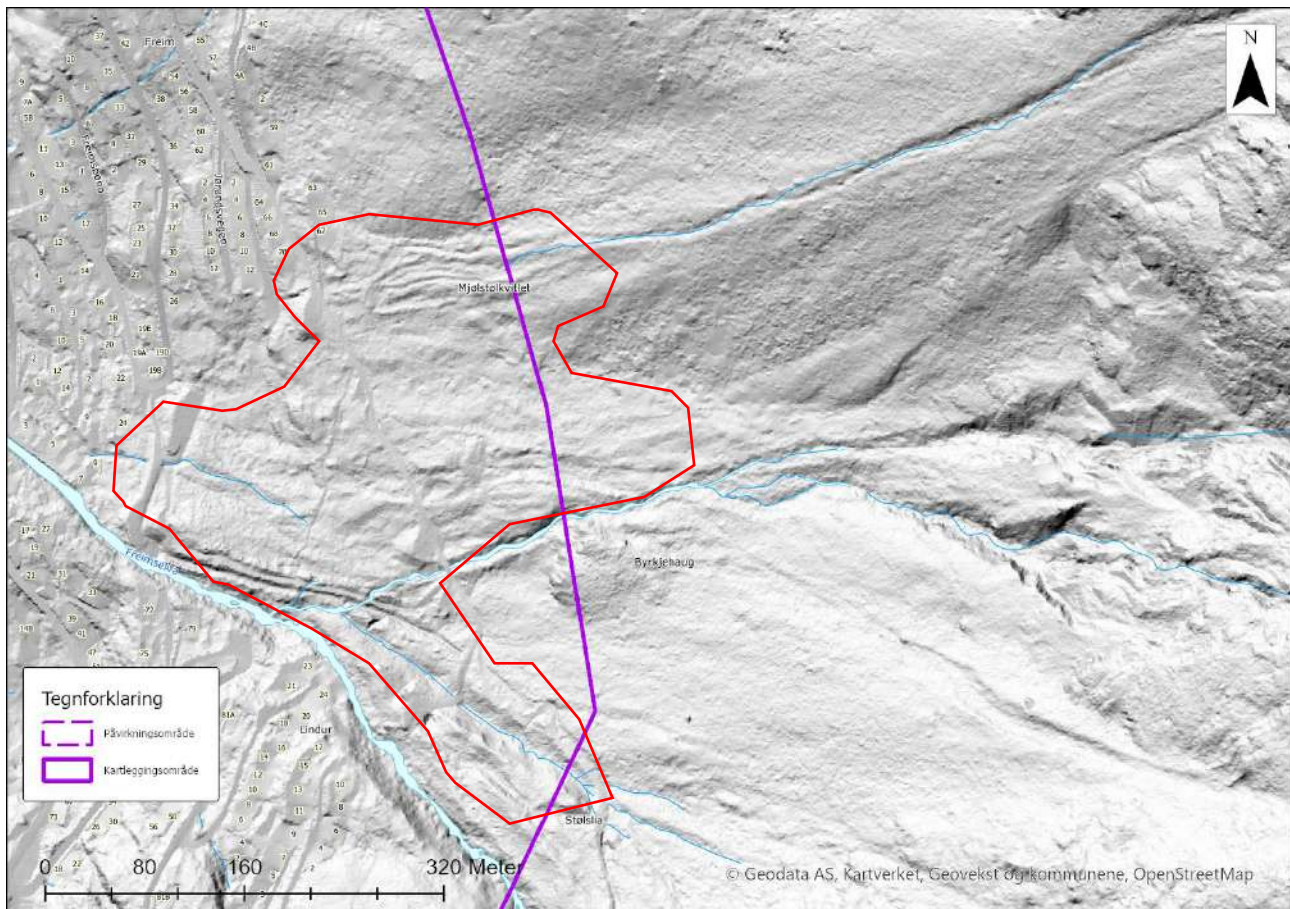




Figur 7-1: Oversikt over vurderte løsneområder for flomskred innenfor påvirkningsområdet, med tilhørende løsnensannsynlighet og navn.

### 7.4.3 Utredning av utløp

I tilknytning til ekstreme nedbørshendelser og/eller i kombinasjon med sterk snøsmelting kan det oppstå erosjon og suspensjon av løsmasser langs dreneringslinjer. Det er som tidligere omtalt registrert tidligere flomskredhendelser langs dreneringsveier i Freimslia (mellom Byrkjehaug og Mjølstølkvitlet). Det er vurdert at i ekstreme tilfeller kan vann og erosjon starte flomskred, og gi lange utløp ned mot Sørfjorden. Den tidligere flomskredhendelsen fra 1928 som startet i Gudmundsjuvet, gikk ned til ca. 70 moh. nedenfor Mjølstølkvitlet. Det er observert flere leveer mellom Byrkjehaug og Mjølstølkvitlet, som vitner om historisk flomskredaktivitet hvor vann har vært til stede. Spor etter leveer kan også sees tydelig på skyggerelieffkart vist i Figur 7-2.



Figur 7-2: Skyggerelieffkart som viser område med tegn til leveer.

Det er utført modellering av utløp i RAMMS:Debris med resultater omtalt i kapittel 6.3 og vist i vedlegg 7. Modelleringene viser at flomskred i stor grad vil følge forsenkningene i terrenget og har tilnærmet samme utløp som flomskredet som gikk i 1928. Flomskredene dreneres stort sett via Freimselva og dreneringsveien som går ned fra Gudmundsjuvet nord for Byrkjehaug. Det er vurdert at utløp for flomskred kan gå helt ned til Tyssedalsvegen via Freimselva, og 50 – 60 m nedenfor i et ekstremt tilfelle. Det bemerkes at Freimselva passerer under totalt fire bruene i nedre del av kartleggingsområdet. Bruene har begrenset tverrsnitt, og det er derfor sannsynlighet for at disse kan tettes ved store flom- og eller flomskredhendelser. Ved tetting er det usikkerhet knyttet til nye utløp som kan ta veien, som ikke fremkommer på modellering. For 5000-års scenario er det lagt inn noe lengre utløp på siden av bruene for å ta høyde for usikkerheten.

Utløp fra løsneområdene ovenfor Mjølstølkvitlet har utløp ned til bebyggelsen vest for Mjølstølkvitlet. De resterende løsneområdene sør for Mjølstølkvitlet dreneres som nevnt ned i Freimselva. Noe av de modellerte massene fra løsneområder i Gudmundsjuvet knekker over mellom Byrkjehaug og Mjølstølkvitlet, og får utløp ned i boligbebyggelsen. RAMMS tar ikke hensyn til bremseeffekt av oppførte husrekker i boligfeltet. Mange av husrekkeene består av mur og vil ha betydelig bremseeffekt på flomskred. Dette hensyntatt i fastsettelse av faresoner.



#### 7.4.4 Når flomskred inn i kartleggingsområdet?

Det er vurdert at flomskred når kartleggingsområdet, og vil være dimensjonerende skredtype i tilknytning til Freimselva for 100-års skred, og til dels vannveien som kommer ned fra Gudmundsjuvet for 1000-års skred. Det er vurdert faresone 1/100 for flomskred ned til Ragdevegen, og 1/1000 ned forbi Tyssedalsvegen via Freimselva. Langs dreneringsveiene som kommer ned fra Gudmundsjuvet er det vurdert faresone 1/5000 og 1/1000 ned i bebyggelsen. Ved Mjølstølkvitlet er det vurdert faresone 1/1000 helt ned til bebyggelse, som begrunnes med utførte modelleringer, flomskredavsetninger og historikk fra tidligere flomskred. Ved Mjølstølen og Oppeim er det vurdert faresone 1/5000 ned i bebyggelsen.

### 7.5 Snøskred

#### 7.5.1 Er snøskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Kartleggingsområdet ligger innenfor aktsomhetsområde for NAKSIN snøskred, både med og uten dagens vegetasjon. Det er terreng med helning brattere enn 25 grader, og terrengformasjoner som kan føre til utløsning av snøskred. Klimaet i området gir potensiale for store snødybder i høyereliggende områder, i tillegg til sterk snøtilførsel på kort tid kombinert med sterk vind. Det er registrert snøskred som går i Gudmundsjuvet og fra et område ved Slettbakksvaet. Snøskred er vurdert å være en aktuell prosess i påvirkningsområdet.

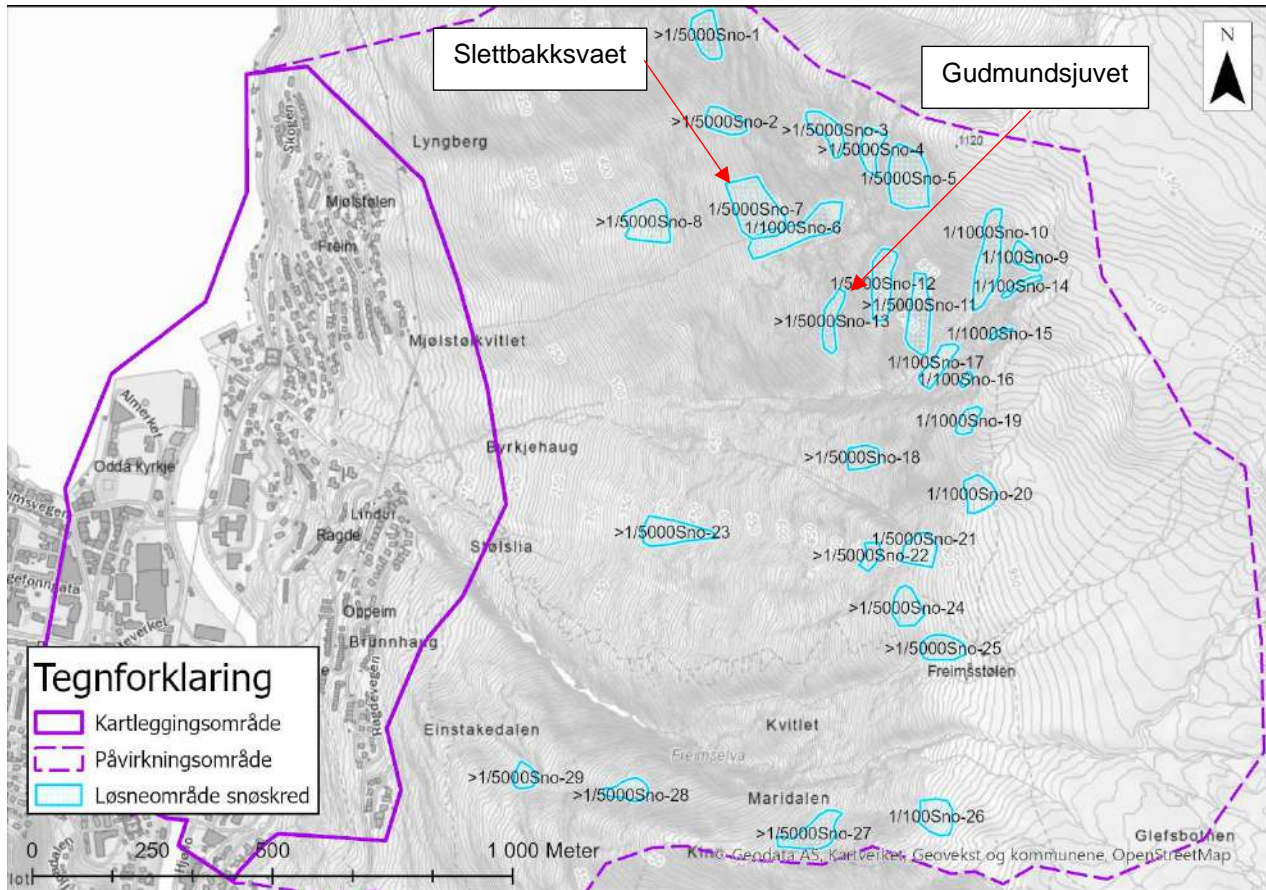
#### 7.5.2 Utredning av løснеområde og løsnesannsynlighet

Det er ikke registrert tidligere store snøskredhendelser innenfor påvirkningsområdet, foruten en liten hendelse som er registrert på RegObs som løsnet ovenfor Slettbakksvaet i 2019, samt hendelser via Gudmundsjuvet og nedenfor Slettbekksvaet formidlet av lokale. Det er registrert flere hendelser på Rv 13 med opphav fra løснеområder som ligger på nordsiden av påvirkningsområdet. Fjellsiden ovenfor Freimslia ligger generelt i le for sterk vind fra sør-øst, som kan gi betydelig snøtilførsel til enkelte av de observerte løśnieområdene, fra et relativt stort henteområde omkring Glefbotnen. Klimadata viser at det kan komme snøførende nedbør i løpet av tre døgn på i gjennomsnitt 0,9 meter. I ekstremtilfeller kan det komme snøførende nedbør i løpet av tre døgn på 1,5 – 2,5 m. Dominerende vindretninger for snø er fra vest og sørvest. Store nedbørsmengder kombinert med sterk vind som deretter dreier til sør-østlig retning kan føre til betydelig snøtransport inn i deler av påvirkningsområdet. Det vurderes også at klimaendringer kan gi økte nedbørsmengder, og på høyder over 800 – 900 moh. vil dette kunne gi økte snømengder. Det utelukkes ikke at det kan oppstå hyppigere snøskredaktivitet fra toppkanten av fjellsiden.

Innenfor påvirkningsområdet er det registrert totalt 29 løśnieområder for snøskred. Løśnieområdene er observert i tilknytning til lette forsenkninger i terrenget, områder i le for vindtransportert snø (særlig omkring Gudmundsjuvet) og områder med lav ruhet som for eksempel Slettbakksvaet (Sno-6).

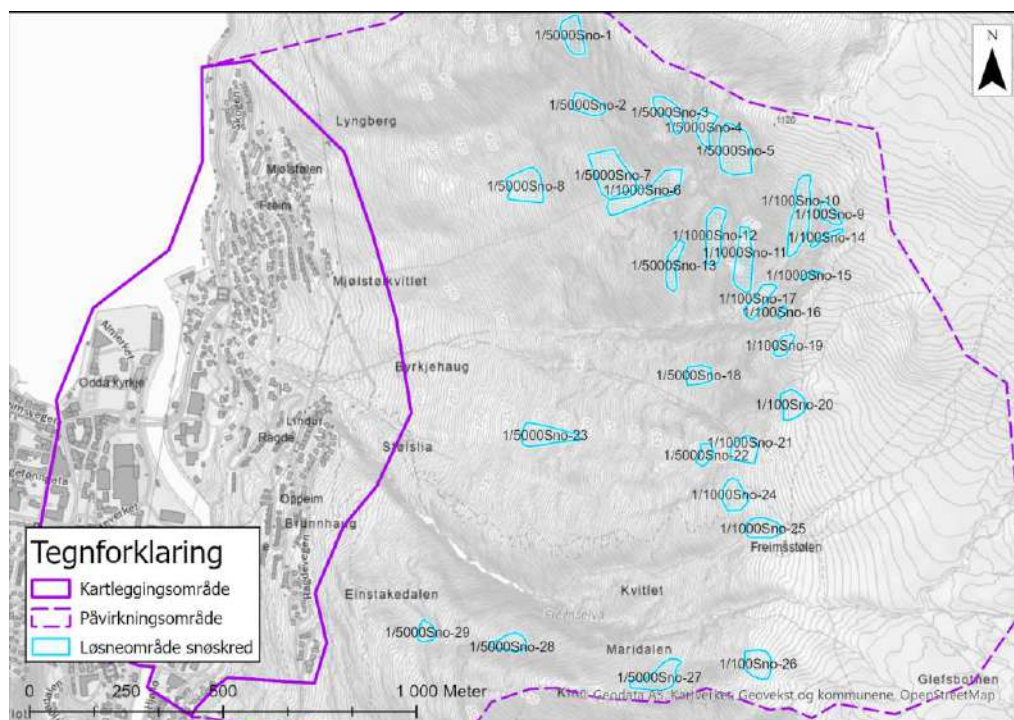
Det er vurdert at dagens vegetasjonsforhold er for tett i 16 av disse løśnieområdene til at snøskred kan løsne. For de resterende 13 er det vurdert at snøskred kan løsne med dagens vegetasjonsforhold. Det er også vurdert at skogen har noe effekt innenfor enkelte av de 13 løśnieområdene, slik at løsnesannsynligheten øker ytterligere dersom denne skogen fjernes. Samtlige av løśnieområdene under 600 moh. har for tett skog til at snøskred kan løsne. Enkelte av løśnieområdene helt opp til 950 moh. har også for tett skog. Løśnieområdene i tilknytning til Slettbakksvaet (Sno-6 og 7), omkring Gudmundsjuvet, samt Sno-5, Sno-19, 20 og 26, er vurdert å ha tynn nok skog til at snøskred kan løsne. Sno-5 nedenfor punkt 1120 har noe skog, og denne er vurdert som for tynn for et 5000-års scenario, og tett nok for å hindre utløsning for et 1000-årsscenario. Generelt er løśnieområdene i lavere områder vurdert med løsnesannsynlighet 1/5000 uten dagens skog, grunnet høy ruhet fra skogen og grove urmasser. Løśnieområdene i øvre deler av fjellsiden

mot topp-platået har stort sett løsnessannsynligheter på 1/100 og 1/1000. Vurderte løsnessannsynligheter for hvert løsneneområde med og uten skog er vist i Figur 7-3 og Figur 7-4.



Figur 7-3: Oversikt over løsneneområder for snøskred med tilhørende løsnessannsynlighet med skog og navn.





Figur 7-4: Oversikt over løsneområder for snøskred med tilhørende løsnessannsynlighet uten skog og navn.

### 7.5.3 Utredning av utløp

Det finnes ikke historikk på at tidligere snøskred har gått helt ned til fjorden innenfor kartleggingsområdet. Det finnes registreringer fra tidligere snøskred på nordsiden av kartleggingsområdet som har gått ned til fjorden. Skredløpene ligger i le for østlige vindretninger. Innenfor påvirkningsområdet er det vurdert at snøskred i tilknytning til Gudmundsjuvet kan få lengst utløp ned mot Sørfjorden. For situasjonen med skog er det hovedsakelig snøskred fra Gudmundsjuvet og omkring øvre deler av Freimselva som er aktuelt. Disse snøskredene har modellerte utløp ned mot Tyssedalsvegen for et 5000-årsscenario. For 1000-års scenario går modellerte utløp ned til bebyggelsen mellom Byrkjehaug og Mjølstølkvitlet. For scenarioet uten skog går modellert 1000-års scenario helt ned mot Tyssedalsvegen og bebyggelsen i Freim mellom Byrkjehaug og litt nord for Mjølstølkvitlet. For situasjonen uten skog forlenges 100-årsssonen noe. Økt utløp nord for Mjølstølkvitlet skyldes eksponering av flere løsneområder omkring Slettbakksvaet. Fra Einstakedalen sør for Freimselva går modellert utløp for 5000-års scenario ned til bebyggelsen på Ragde. Det vises til modelleringsresultater i kapittel 6.1 og vedlegg 6 der det er presentert resultater for 1000-års scenario.

Generelt dreneres snøskred via etablerte kanaler og forsenkninger i Freimslia. På grunn av bolleformasjonene i fjellsiden, dreneres flesteparten av snøskredene ned i Freimselva og området nedenfor Mjølstølkvitlet og Byrkjehaug hvor snøskredfare er vurdert som størst. Det er vurdert at skogen har størst påvirkning på løsnessannsynligheten, og i noe begrenset grad for utløp tilhørende 1000- og 5000 års scenario. Dette begrunnes med at den observerte skogen består av glissen løvskog. Det observeres likevel at hastigheten til modellerte snøskred bremser i større grad når skogen inkluderes i modelleringen. RAMMS tar ikke hensyn til bremseeffekt av oppførte husrekker i boligfeltet. Mange av husrekkeene består av mur og vil ha betydelig bremseeffekt på snøskred. Dette hensyntatt i fastsettelse av faresoner.

#### 7.5.4 Når snøskred inn i kartleggingsområdet?

Det er vurdert at snøskred er en aktuell prosess innenfor kartleggingsområdet. Generelt er det vurdert at modellerte snøskredutløp med skog, gir noe for lange utløp i forhold til historiske hendelser og basert på befaringsobservasjoner. Utbredelsen av faresoner er derfor redusert i forhold til modellerte utløp for snøskred. Med dagens skog for 5000-års scenario er det vurdert faresoner 150 m nord for Mjølstølkvitlet og ned mot de to øverste husrekkene rett vest for Mjølstølkvitlet, og 250 m sørover mot Freimselva. For 100- og 1000 års scenario med skog er det vurdert skredfare mellom Mjølstølkvitlet og Byrkjehaug ned mot mastetraséen og traktorvegen, samt 140 m vest for mastetraséen nedstrøms Freimselva. Uten skog øker skredfaren for 1000-års scenario ca. 200 m mot nord fra Mjølstølkvitlet, sammenlignet med tilfellet med skog. For faresone uten skog, mellom Mjølstølkvitlet og Byrkjehaug, er 1/100-sonen vurdert ned til øverste husrekke. Faresone 1/1000 og 1/5000 uten skog er vurdert ned til henholdsvis én ekstra husrekke lengre vest i forhold til 1/100-sonen, og til Tyssedalsvegen. Samlet faresonekart med dimensjonerende skredpunkter for snøskred er vist i vedlegg 3. Skog som har betydning for skredfaren er vist i vedlegg 4.

### 7.6 Sørpeskred

#### 7.6.1 Er sørpeskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Området ligger innenfor aktsomhetsområde for jord- og flomskred. Det er ikke kjent at det har gått sørpeskred innenfor kartleggingsområdet. Kartleggings- og påvirkningsområdet ligger i en klimasone med til dels svært mye nedbør som snø, og statistisk store snømengder, i kombinasjon med hurtig snøsmelting og høy temperatur. Det er observert flere områder tilknyttet bekkeløp i Glefsbotnen med potensialet for dannelse av løснеområder. Sørpeskred må derfor vurderes som en aktuell prosess i påvirkningsområdet.

#### 7.6.2 Utredning av løśnieområde og løšnesannsynlighet

Løšneområder for sørpeskred er vanskelig å fastslå med sikkerhet, og det finnes ingen eksisterende standard for å identifisere løšneområder. NVE har utarbeidet en ekstern rapport hvor eksisterende sørpeskred har blitt undersøkt og løšneområder har blitt tegnet opp [31]. Løšneområder innenfor påvirkningsområdet har blitt identifisert basert på terrenganalyse og erfaringer innad i firmaet, samt erfaringer i den eksterne NVE-rapporten [31].

Det er vurdert fire aktuelle løšneområder for sørpeskred innenfor påvirkningsområdet (Srp-1 til Srp-4). Alle disse fire løšneområdene ligger i slakt hellende terreng i raviner eller søkk med etablerte vannveier. Terrenget er slakt nok til at vann har mulighet for å samles seg opp i tilstrekkelig grad for å kunne utløse et sørpeskred. Kildeområdene for vanntilførsel er også vurdert som store nok for å tilføre tilstrekkelig vann. Sideskråningene i ravinene er bratte og knekker av det ellers slake terreng, slik at vind lett kan akkumulere og fylle opp søkkene med snø.

Det er vanskelig å anslå en eksakt løšnesannsynlighet for løšneområdene. Med bakgrunn i at sørpeskred kan løšne tilnærmet hvor som helst i slake områder med mye snø og vann til stede, vurderes det en løšnesannsynlighet på større enn 1/1000 for Srp-3 og 1/5000 for de resterende løšneområdene. Dette begrunnes med den store snømengden som kan oppstå i området, potensiale for rask temperaturøkning i kombinasjon med kraftig nedbør og terreng som ligger til rette for utløsning av sørpeskred. Sørpeskred kan bli en mer aktuell skredtype i fremtiden med tanke på forventede klimaendringer. Vi vurderer derfor, også med bakgrunn i terrenganalyse og drenering, at løšnesannsynligheter på 1/1000 og 1/5000 er reelt.

#### 7.6.3 Utredning av utløp

Det er modellert utløp for sørpeskred fra løšneområde Srp-3 og Srp-4 omtalt i kapittel 6.3. De modellerte utløpene stopper ikke før terreng slaker helt ut nede ved Sørfjorden. Utløpet kanaliseres langs etablerte



søkk og vannveier. Srp-3 har utløp forbi Maridalen og ned i Freimselva, før det stopper ved utløpet til Opo. Srp-4 har utløp ned i gjelet sør for Gudmundsjuvet, og rett nord for Byrkjehaug før det når Freimselva og stopper ved utløpet til Opo. Deler av massene fra Srp-4 dreneres også lengre nord og får utløp ned i boligfeltet i søndre deler av Freimslia. Modelleringsresultater for 1000-års scenario er vist i vedlegg 8. RAMMS tar ikke hensyn til bremseeffekt av oppførte husrekker i boligfeltet. Mange av husrekkene består av mur og vil ha betydelig bremseeffekt på sørpeskred. Dette hensyntatt i fastsettelse av faresoner.

Det er modellert for et 1000- og 5000- års scenario for både Srp-3 og Srp-4. Det er noe forskjell i utløpslengden mellom de to scenarioene, som medfører noe større faresone for 1/5000.

#### **7.6.4 Når sørpeskred inn i kartleggingsområdet?**

Det er vurdert at sørpeskred når kartleggingsområdet, og vil være dimensjonerende skredtype for 1000 og 5000-års skred i tilknytning til Freimselva og vannveien som kommer ned fra Gudmundsjuvet nord for Byrkjehaug. Det er vurdert faresone 1/1000 og 1/5000 for sørpeskred ned til Tyssedalsvegen via Freimselva, og 1/5000 langs dreneringsveiene som kommer ned fra Gudmundsjuvet.

## 8 Oppsummering av skredfare og faresoner

Det vurderes at kartleggingsområdet ikke har tilstrekkelig sikkerhet mot skred for sikkerhetsklasse S1, S2 og S3, da nominell årlig sannsynlighet vurderes å være større enn 1/100, 1/1000 og 1/5000 med en intensitet som kan medføre fare for liv og helse eller større materielle skader inn i kartleggingsområdet. Det er vurdert at skredfaren vil øke i situasjonen uten skog, særlig for snøskred i Freimslia og steinsprang ovenfor Ragde.

Dimensjonerende skredtype for faresonene er hovedsakelig steinskred og steinsprang i Freimslia, i tillegg til snøskred uten skog. Langs etablerte vannveier og søkk er det flomskred og sørpeskred som er dimensjonerende skredtyper. Ved Ragde og Hjøllo er steinsprang dimensjonerende skredtype, i tillegg til mindre områder ved Hjøllo hvor jordskred også er dimensjonerende.

Det er tegnet samlede faresoner med og uten skog vist i Figur 8-1 og Figur 8-2, samt vedlegg 3-1 og 3-2.

Ved Freim går faresonene ned til Tyssedalsvegen mellom Freimselva og Mjølstølkvitlet, hvor steinskred er dimensjonerende skredtype. Større deler av bebyggelsen på Freim dekkes av 5000-årssone, samt en mindre del helt øverst dekkes også av 1000-årssone. I Freimselva er det tegnet 100-årssone ned til Ragdevegen, og 1000-, og 5000-årssone ned til fjorden.

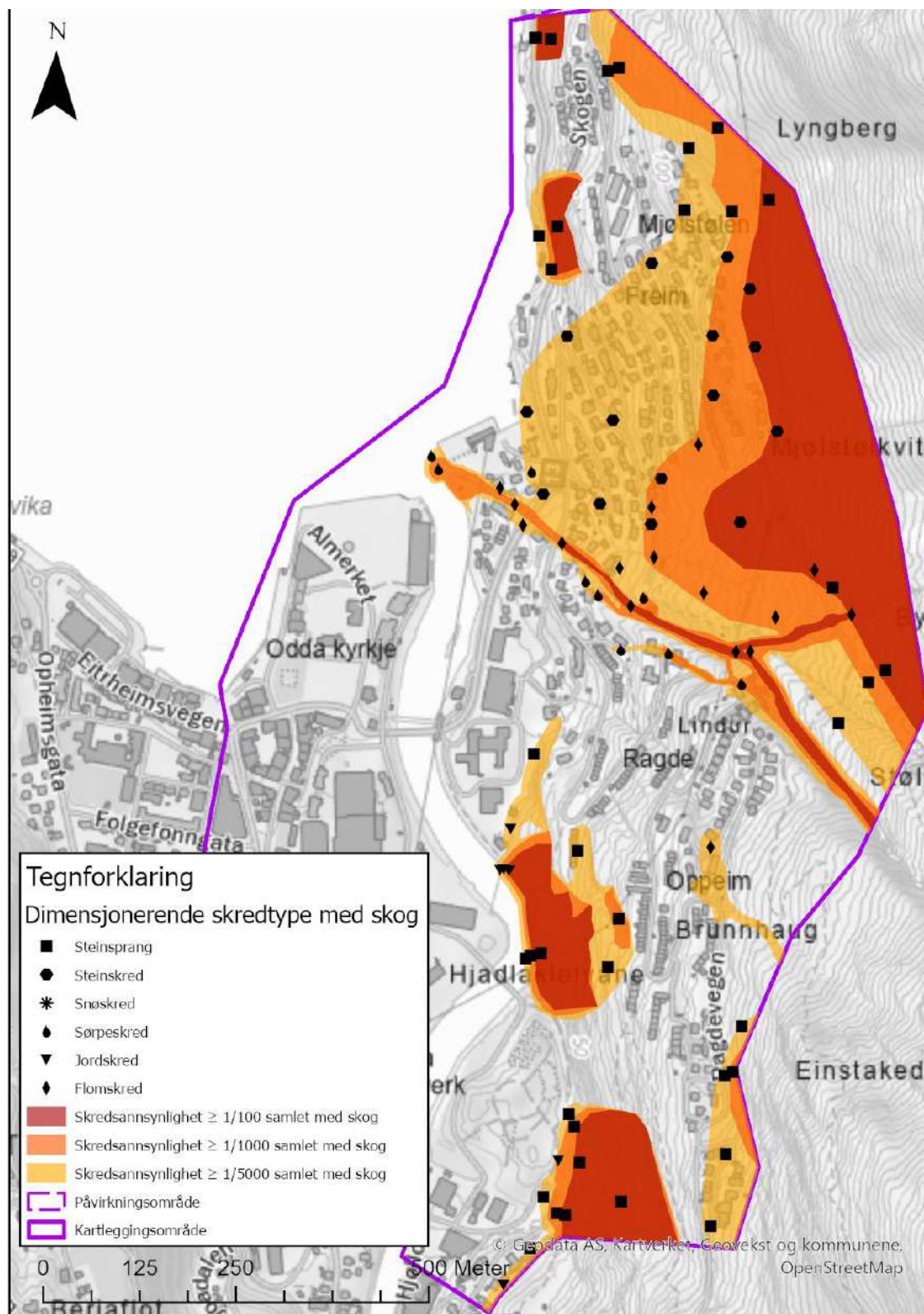
På Oppheim ved Ragde er det tegnet 5000-årssone for flomskred ned i bebyggelse. Sør på Ragde er det tegnet 5000-årssone ned i bebyggelsen, men ikke 1000-årssone med bakgrunn i at utført fjellsikring i overliggende skrenter er vurdert som tilstrekkelig.

På Hjøllo går faresonene ned til Opo nord for Lothepus camping og ned til svingen i Hjøllovegen sør for Lothepus camping, hvor steinsprang er dimensjonerende skredtype.

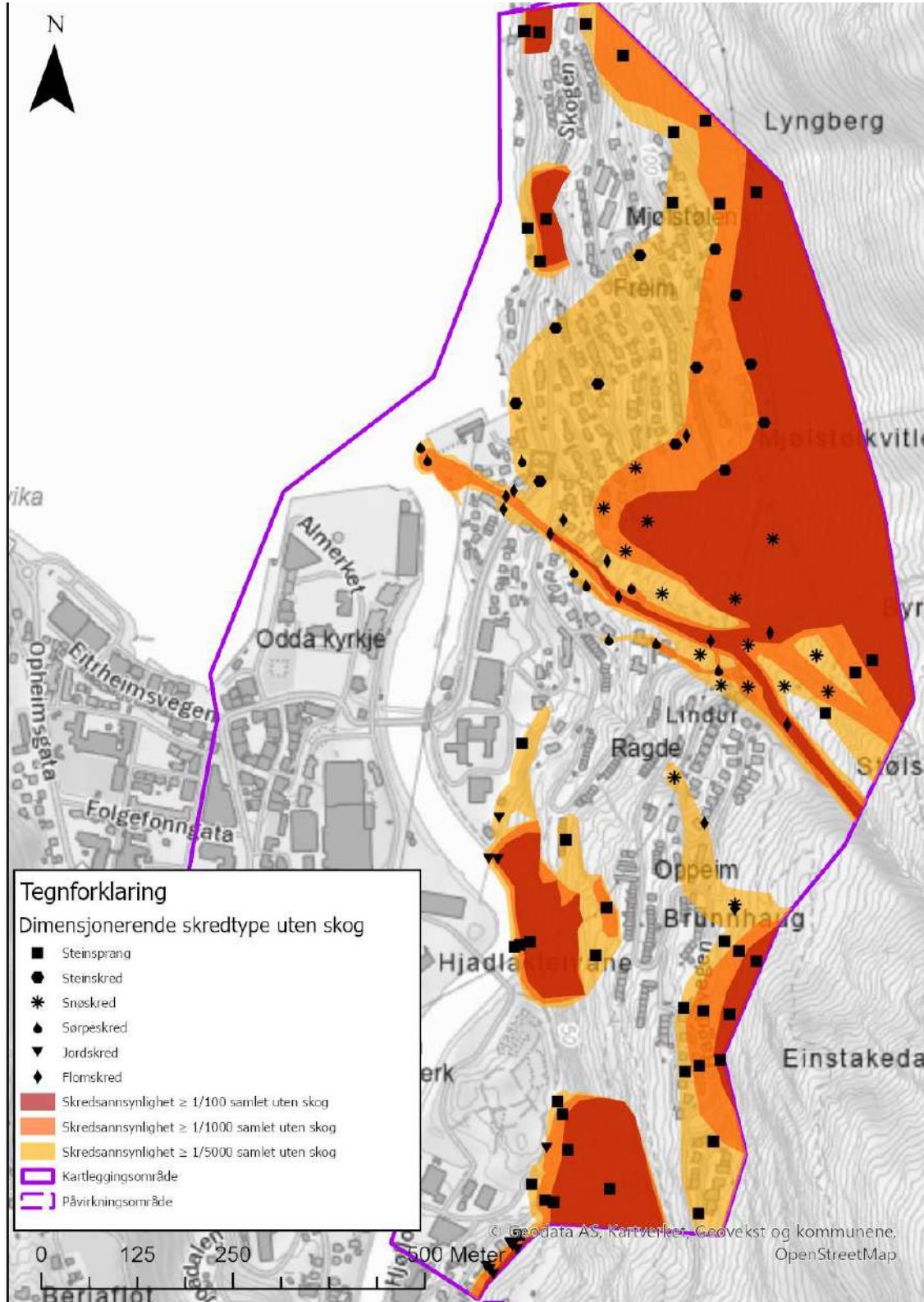
Ved Skogen i nord er det tegnet faresoner fra lokale skrenter og skråninger mellom boligfeltet og Tyssedalsvegen. Disse faresonene går ned til rv 13. Ovenfor Skogen boligfelt er det tegnet 5000-årssone ned til kanten av øverste husrekke, hvor remobilisering av blokker er dimensjonerende skredtype.

Uten skog er det generelt tegnet noe større områder med faresone 1/100, 1/1000 og 1/5000. Skogen er vurdert å ha størst betydning på Ragde hvor det er tett granskog som vil stoppe mesteparten av steinsprang, og i området mellom Byrkjehaug og Lyngberg hvor skogen vil ha bremsende effekt på snøskred og steinsprang. Skogen er vurdert å ha størst bremsende effekt på snøskred nord for Freimselva, og størst bremsende effekt på steinsprang sør for Freimselva.





Figur 8-1: Samlet faresonekart med dagens skog.



Figur 8-2: Samlet faresonekart uten skog.

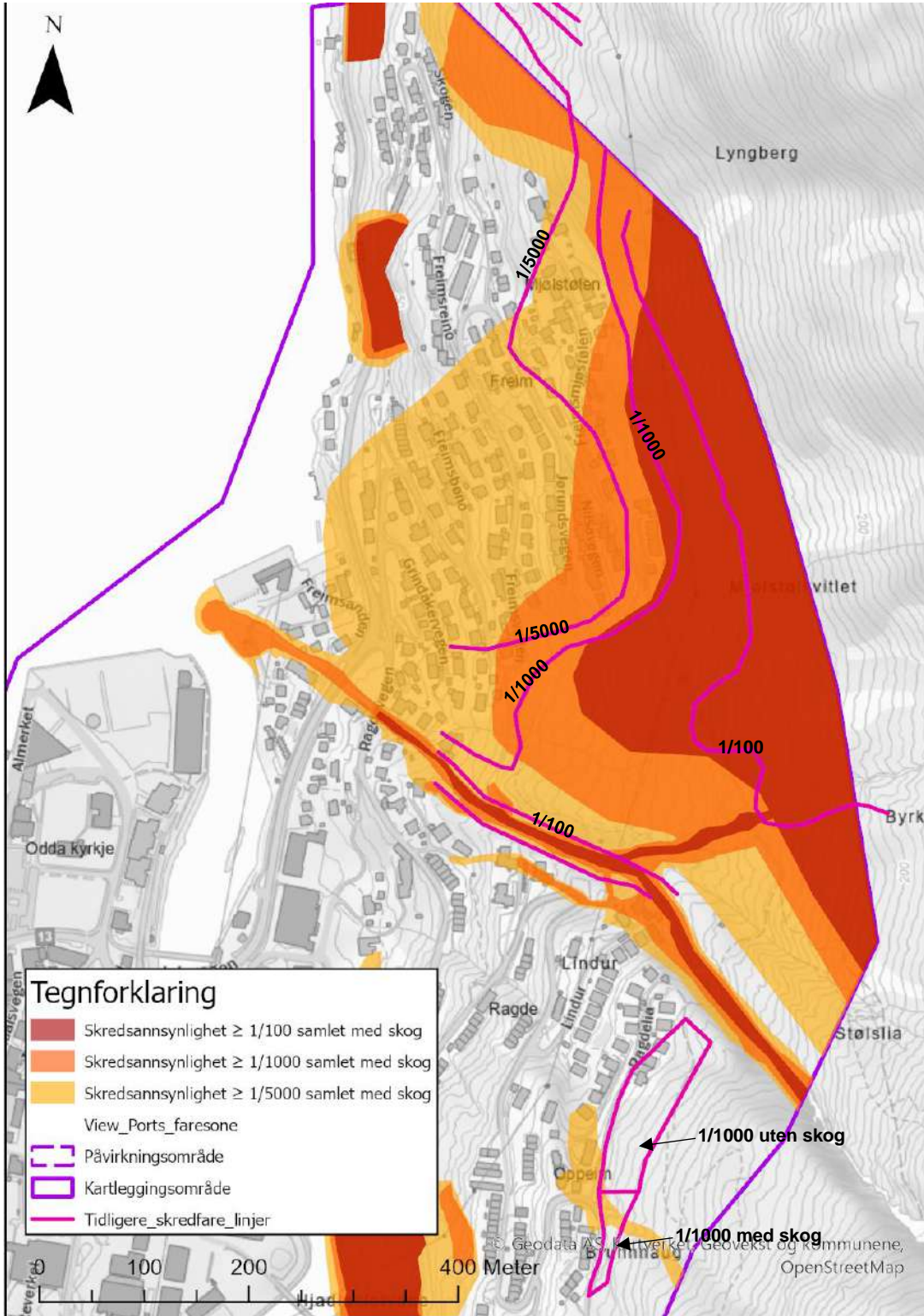


## 8.1 Avvik fra tidligere skredfarevurderinger

Det fremkommer betydelige forskjeller i vurderte faresoner utført av Norconsult Norge AS i foreliggende rapport, og NGI sine vurderte faresoner fra 2013. NGI sine faresoner er tegnet med rosa linjer i Figur 8-3 for sammenligning med Norconsult sine vurderte faresoner. Den største forskjellen ligger i vurdert faresone med sannsynlighet på 1/5000, hvor denne er vurdert å gå ned til Sørfjorden nord for Freimselva, mens NGI sin 5000-årszone er lagt ca. 280 m lengre øst oppover i lia. Norconsult Norge AS antar at forskjellen må ligge i vektlagt grad av historiske steinskredhendelser som er registrert ned til fjorden, mens dette tilsynelatende ikke er vektlagt i like stor grad av NGI. Modelleringer for steinskred med 5000-års scenario går omtrent ned til Sørfjorden hvor kjent steinskredhendelse er registrert fra tidlig 1900-tallet. Det er også forskjell i faresone 1/1000 og 1/100, hvor Norconsult har vurdert strengere faresoner lengre nede i fjellsiden. Norconsult mener foreliggende faresoner er reelle med bakgrunn i utførte feltundersøkelser, gjennomgang av historiske hendelser og modelleringer av aktuelle skredtyper.

Det er også forskjell i faresoner på Ragde hvor Skred AS har vurdert faresone 1/1000 ned i nordre del av boligfeltet. Norconsult mener derimot det ikke er aktuelt med steinsprang i denne nordlige delen, selv om det er observert mye blokker her. Norconsult mener det ikke er aktuelle løsnemråder for steinsprang ovenfor nordre Ragde, og mener det er mer sannsynlig at blokkene stammer fra en gammel hendelse for eksempel under siste istid, relatert til en stor og svært sjelden fjellskredhendelse eller at det kan være isbreavsetninger avsatt under svært høyt trykk. Skred AS har også vurdert utløp for snøskred i søndre del av Ragde, hvor Norconsult mener dette ikke er reelt i like stor grad. Norconsult har derfor vurdert mindre strenge faresoner for steinsprang på Ragde i nordre del, og mindre strenge faresoner for snøskred i søndre del.

I vurderingen til NGI ved Freimsanden i 2018 er det vurdert at flomskred er hyppigst forekommende ved bygningen ved kanten av fjorden. Norconsult har derimot vurdert at det er sørpeskred som vil være dimensjonerende skredtype her.



Figur 8-3: Faresonekart med inntegnede linjer fra tidligere skredfarevurderinger utført av NGI (nord for Freimselva) og Skred AS (sør for Freimselva).



## 8.2 Stedsspesifikk usikkerhet

Ikke alle deler av påvirkningsområdet er befart grunnet tidsbegrensninger og kompleks topografi. Det er gjort et utvalg og det er gjort observasjoner ved de viktigste lokalitetene. Det foreligger størst usikkerhet til terrengforholdene i øvre deler av fjellsiden, særlig ovenfor Freimsstølen omkring Glefsebotnen, hvor observasjonsgrunnlaget kun er basert på grunnlagsdata og dronebilder. Ikke alle skrenter er befart og observert i detalj, men også her er de viktigste skrentene befart nærmere i detalj.

Det foreligger størst usikkerhet knyttet til utløp av steinskred, hvor det finnes gamle observasjoner som er vurdert som noe usikre. I tillegg kan steinskredavsetninger være fjernet grunnet jordbruksmark i nedre deler av Freimslia, selv ved studie av gamle ortofoto.

Angående Freimselva er det også knyttet usikkerhet til brupasseringene over elva, i forhold til hvilken effekt de har på eventuelle skredhendelser. Lysåpningen på bruene har begrenset areal og løpene innsnevres av brufundamentene [32]. I en ekstrem flom kan vann massetransportere og erodere, samt med seg drivgods som trær. Områder rundt bruene vil da være svært utsatt for at en masseførende flom, flomskred eller sørpeskred tar nye veger utenfor kanalen på grunn av blokkering av gjennomløpene. Disse nye vegene er det stor usikkerhet knyttet til, som ikke fanges opp av modelleringene av flomskred og sørpeskred.

Det er lite registrerte snøskredhendelser i området, foruten de som er formidlet muntlig fra lokale og en enkelthendelse registrert på regobs. Terrenganalyse, klimatiske forhold og modelleringer indikerer at snøskred kan løsne i øvre deler av fjellsiden og nå et stykke ned i Freimslia, men dette er forbundet med usikkerhet grunnet fravær av registrerte snøskredhendelser. Det er usikkerhet knyttet til om løsneområdet Sno-5 kan få større snømengder i fremtiden, og dermed påvirke løsnesannsynligheten for at store snøskred kan løsne herfra.

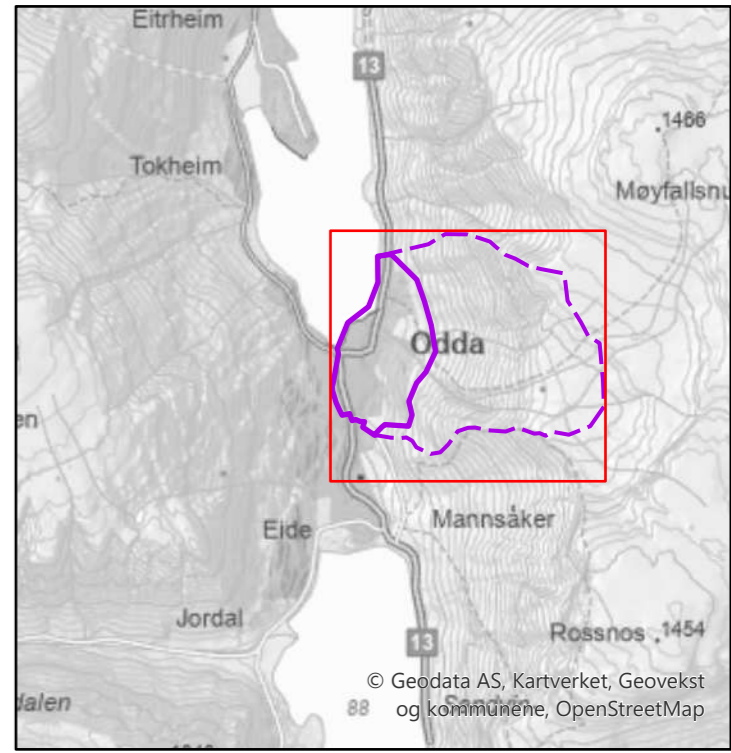
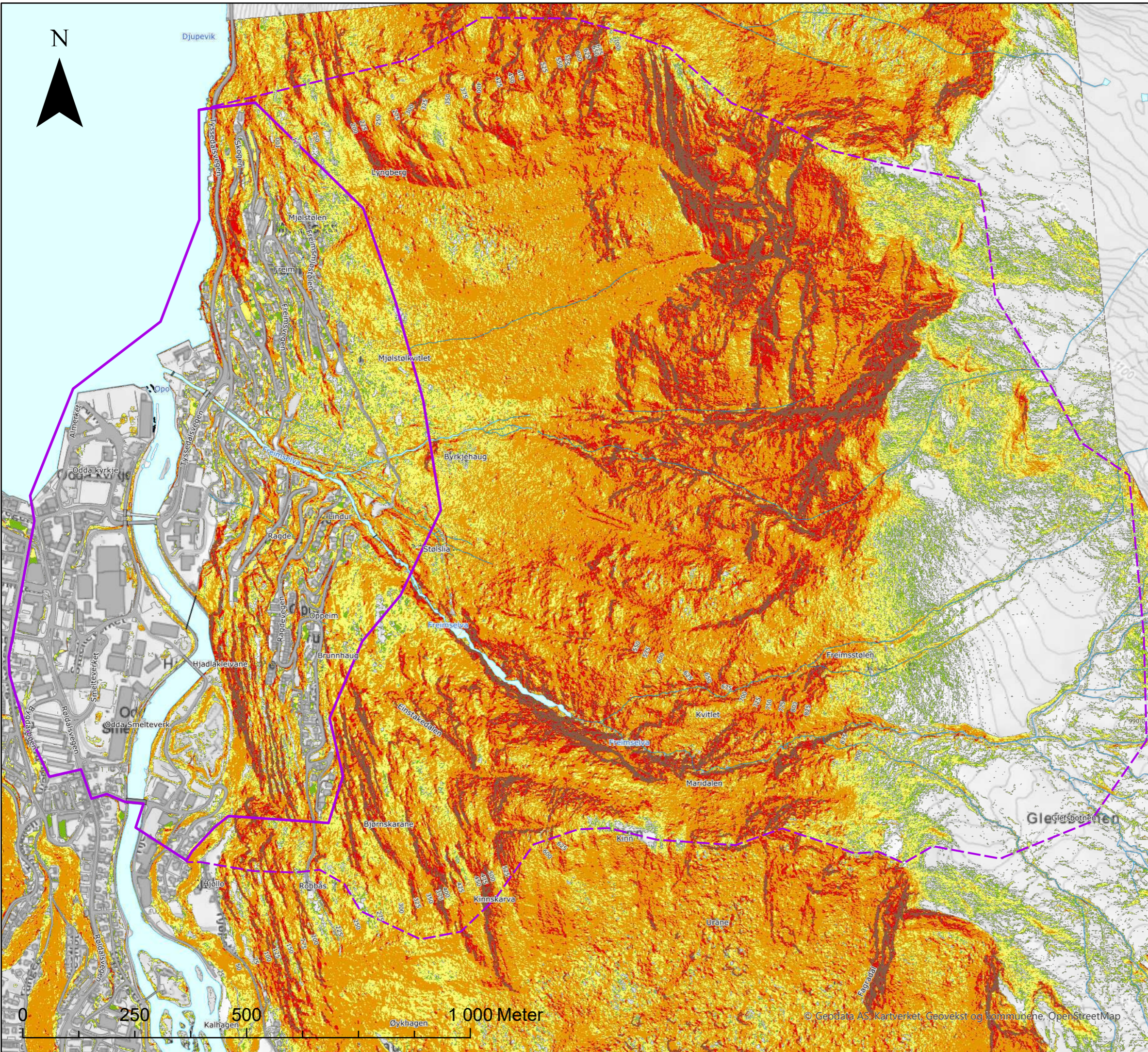
## 9 Referanser

- [1] Direktoratet for byggkvalitet, «Veiledning om tekniske krav til byggverk,» [Internett]. Available: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/>.
- [2] NVE, «Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng. Utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak. Versjonsdato 12.11.2020,» 2020. [Internett]. Available: <https://veileder-skredfareutredning-bratt-terreng.nve.no/>.
- [3] NVE, «Flaum- og skredfare i arealplanar,» Norges vassdrags- og energidirektorat, 2014.
- [4] Kartverket, «Høydedata,» [Internett]. Available: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>.
- [5] Ullensvang kommune, «RegObs.no,» 2022. [Internett].
- [6] NGI, Freimslia, Odda kommune - Skredfarevurdering og prosjektering av sikringstiltak, 2016.
- [7] NGI, «Rapport over befaringsplan av Freimslia i Odda, i anledning fare for Steinskred,» 1953. [Internett]. Available: <https://webfileservice.nve.no/API/PublishedFiles/Download/c54ad841-3fe7-40fb-bbd3-c3e180756c81/202222497/3433525>.
- [8] NGI, «Tilleggsrapport over befaringsplan av Freimslia i Odda i anledning faren for steinskred,» 1954. [Internett]. Available: <https://webfileservice.nve.no/API/PublishedFiles/Download/bafd33b0-9bf4-4538-8b69-04f65d2429b4/202222497/3433524>.
- [9] NGI, «Rapport over Befaring 13 og 14 mai 1961 av freimslia i anledning faren for steinskred,» [Internett]. Available: <https://webfileservice.nve.no/API/PublishedFiles/Download/cfbaaa41-5ad6-4b27-9a47-ce66eb0f9308/202222497/3433523>.
- [10] NGI, «Freimslia, Odda. Vurdering av sikringstiltak mot skred,» 2000. [Internett]. Available: <https://webfileservice.nve.no/API/PublishedFiles/Download/4038f4a3-da32-4093-bc9f-affa783c8bc7/202222497/3433522>.
- [11] NGI, «Faresonekart skred Odda kommune,» NGI, 2013. [Internett]. Available: [https://publikasjoner.nve.no/rapport/2013/rapport2013\\_04.pdf](https://publikasjoner.nve.no/rapport/2013/rapport2013_04.pdf).
- [12] Asplan Viak AS, «Skredfarevurdering for del av reguleringsplan Rv. 13 Odda-Tyssedal,» Statens vegvesen, 2015.
- [13] Skred AS, «18427 Odda, Ragde Aust – Skredfarevurdering for reguleringsplan,» 2019. [Internett]. Available: <https://webfileservice.nve.no/API/PublishedFiles/Download/fcb8378e-ad25-4fec-bf1e-825b5f159253/201838369/3396275>.
- [14] Norconsult Norge AS, «Sluttrapport sikringsabrierer Ragdevegen 151 - 167. Odda kommune,» Norconsult Norge AS, Odda, 2020.



- [15] F. B. S. H. E. o. L. K. Sandersen, «The influence og meteorological factors on the initiation of debris flows, rockfalls, rockslides and rockmass stability.,» i *Senneset, K. (ed): Landslides. Proceedings of the 7 th symposium om landslides*, Trondheim, 17-21. juni 1996, 1996.
- [16] Asplan Viak for NVE, «AV-Klima,» [Internett]. Available: <https://nve-av-klima.azurewebsites.net/>.
- [17] Norsk Klimaservicesenter, «Se Klima - Observasjoner og værstatistikk,» [Internett]. Available: <https://seklima.met.no/observations/>.
- [18] Norsk Klimaservicesenter, «Klima i Norge 2100,» 2015. [Internett]. Available: <https://klimaservicesenter.no/kss/rapporter/kin2100>.
- [19] NGU, «Insar Norway,» [Internett]. Available: <https://insar.ngu.no/>.
- [20] NGU, «Kart på nett,» [Internett]. Available: <https://www.ngu.no/emne/kart-pa-nett>.
- [21] EcorisQ, «Beregningsverktøy for bremsende effekt på steinsprang,» 2023. [Internett]. Available: <https://www.ecorisq.org/rockfor-net-en>.
- [22] NVE, «Oppsummeringsrapport for skog og skredprosjektet,» NVE og NGI, 2015.
- [23] NGI, Skredfare og sikringstiltak. Praktiske erfaringer og teoretiske prinsipper, 2014.
- [24] NVE, «NVE Aktsomhetskart for snøskred 2023. NAKSIN,» [Internett]. Available: <https://temakart.nve.no/tema/naksin>.
- [25] NGI, «Utløsningsområder for sørpeskred. Klassifikasjon og beskrivelse av de mest typiske utløsningsområdene for sørpeskred.,» 2021.
- [26] Statens kartverk, «Norge i Bilder,» [Internett]. Available: <https://norgeibilder.no/>.
- [27] S. Bakkehøi og H. Norem, «Sammenlikning av metoder for beregning av maksimal utløpsdistanse for snøskred. Rapportnr 581200-30,» Norges Geologiske Institutt, Oslo, Norge.
- [28] B. Salm, H. U. Gubler og A. Burkard, «Berechnung von Fließlawinen: eine Anleitung für Praktiker mit Beispielen.,» Eidgenössisches Institut für Schnee-und Lawinenforschung, Weissfluhjoch/Davos, 1990.
- [29] Statens vegvesen, «Håndbok V138 - Veger og snøskred,» 2014.
- [30] NVE, FOU 80607- RAMMS::Debrisflow for beregning av jordskred- Casestudier og anbefalinger for bruk. Rapport nr 20/2020, 2020.
- [31] NVE, «Ekstern rapport nr. 9 /2021 Bruk av RAMMS::DEBRISFLOW på kjente sørpeskredhendelser,» Skred AS, 2021.
- [32] NGI, «Vurdering av flom- og skredfare for ny reguleringsplan - Freimsanden,» 2018. [Internett].





- Påvirkningsområde
- Kartleggingsområde

### Terrenghelning (grader)

- <math><15^\circ</math>
- 15 - 20°
- 20 - 30°
- 30 - 45°
- 45 - 55°
- >55°

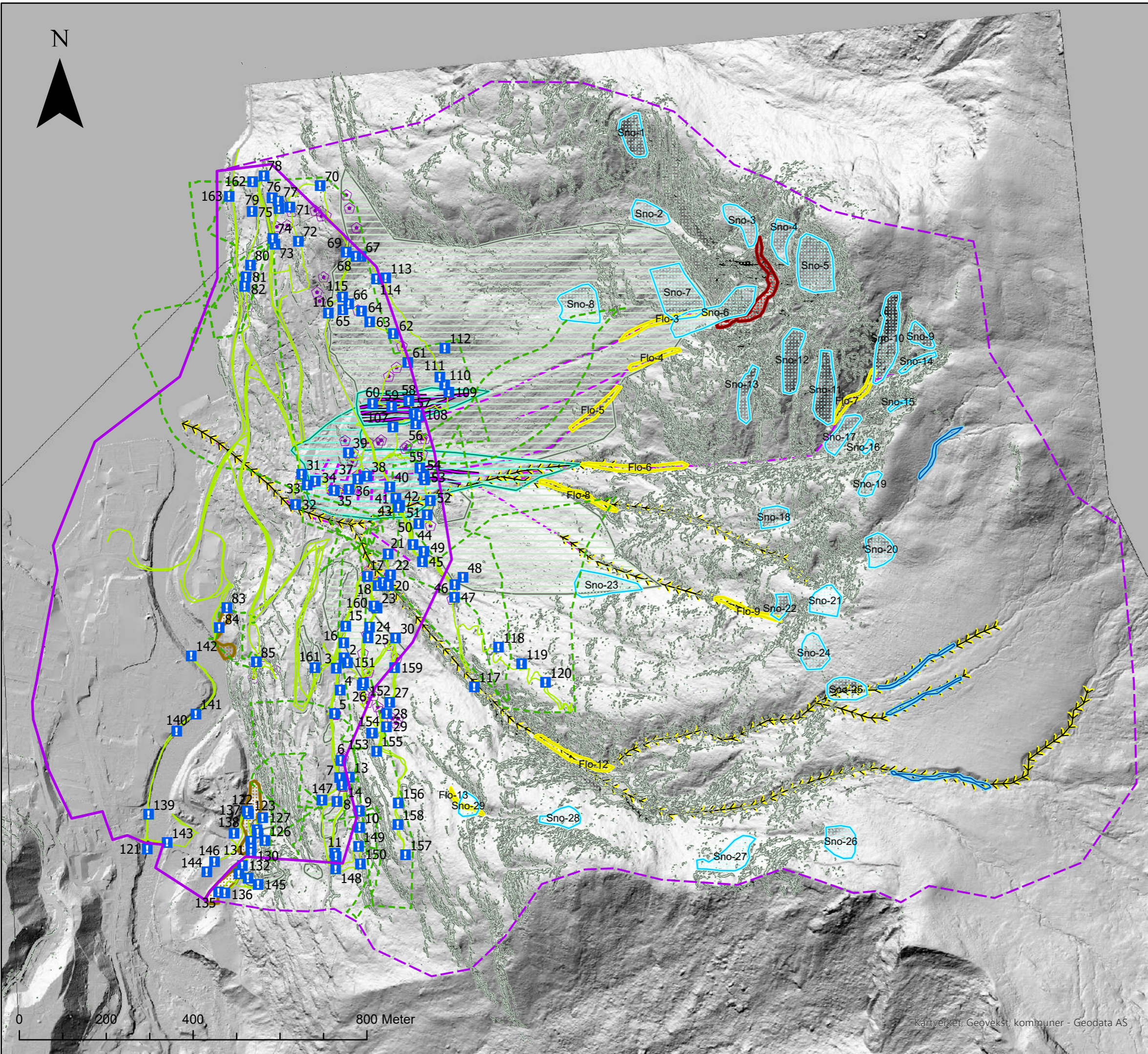
### Vedlegg 1 - Terrenghelningskart

#### Faresonekartlegging Ullensvang kommune

Dato: 2024-03-21	Utført av: GKG	Kontrollert: GH	Godkjent: BSS
Format: A3	Målestokk: 1:8 200	Kartprojeksjon ETRS 1989 UTM Zone 32N	
REV: 00	Prosjektnr.: 52309044		

Kartet er utarbeidet av: **Norconsult**



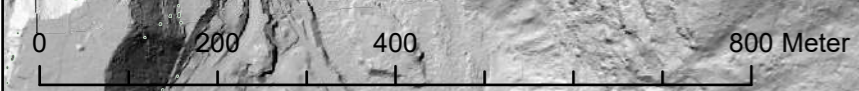


- Påvirkningsområde
- Kartleggingsområde
- Løsneområde sørpeskred
- Løsneområde flomskred
- Steinskredobjekt
- Løsneområder jordskred
- Løsneområde snøskred
- Løsneområde steinsprang/steinskred
- ◇ Antatt steinsprang/steinskredblokk
- ◇ Blokk med usikkert opphav
- Skredmateriale
- Steinsprang/steinskredavsetning (ur)
- Sporlogg bakke
- Sporlogg drone
- Rygg
- Skredkant
- Ravine/bekkenedskjæring
- Skredbane
- Infopunkt
- Modellerte løsneområder steinsprang
- Levee

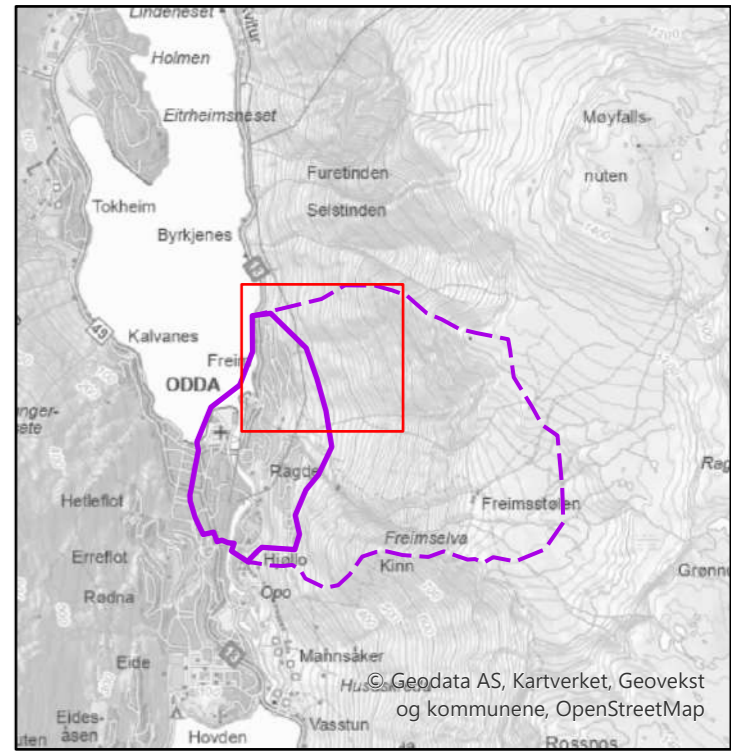
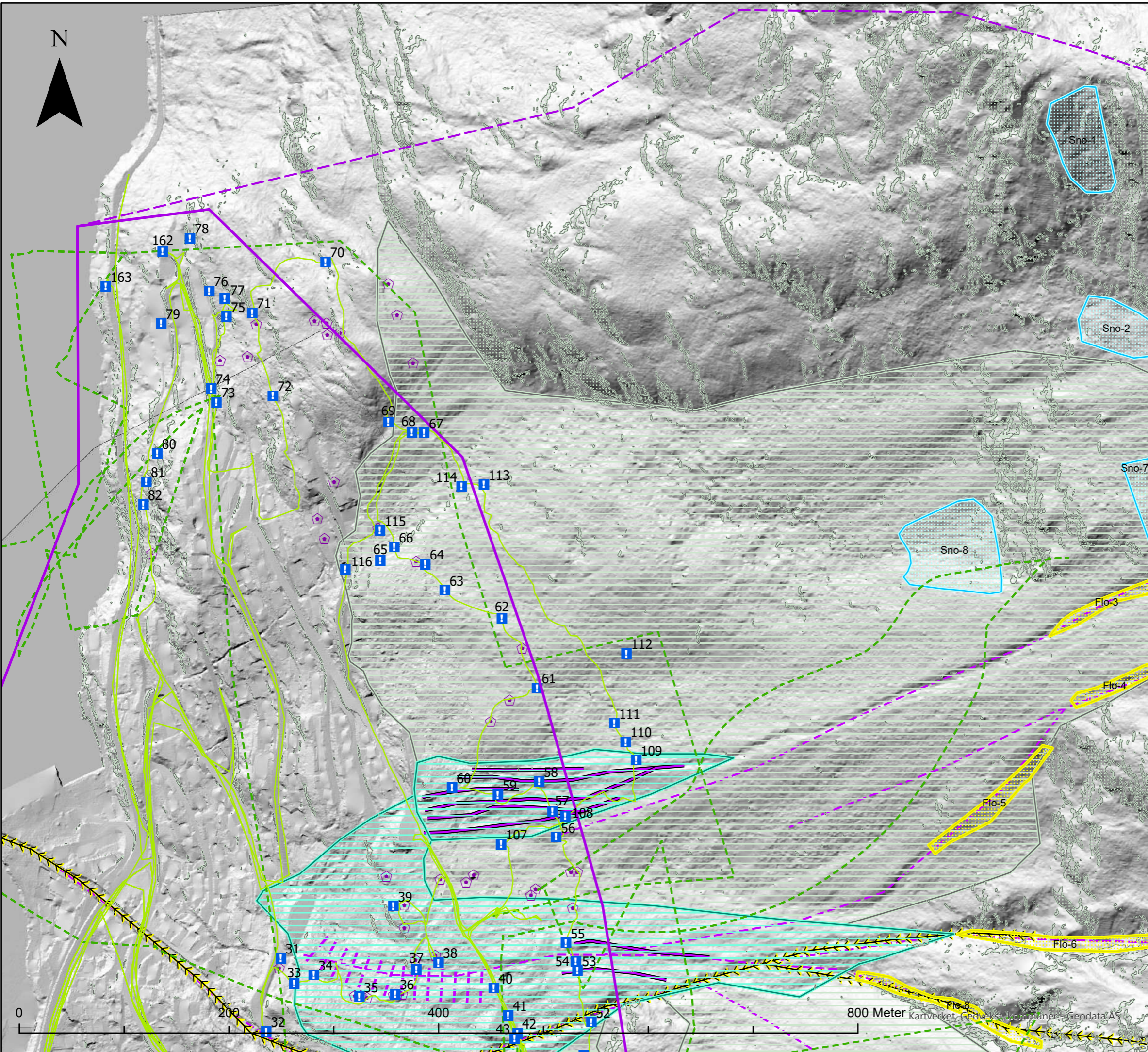
**Vedlegg 2-1 - Registreringskart**  
 Faresonekartlegging Ullensvang kommune

Dato: 2024-05-13	Utført av: GKG	Kontrollert: GH	Godkjent: BSS
Format: A3	Målestokk: 1:8 500	Kartprojeksjon ETRS 1989 UTM Zone 32N	
REV: 00	Prosjektnr.: 52309044		

Kartet er utarbeidet av: **Norconsult**







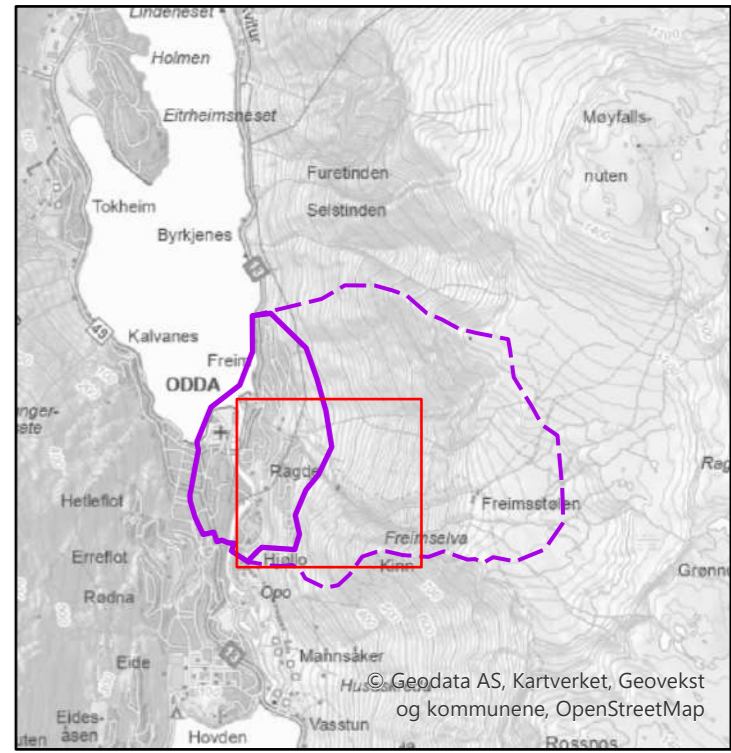
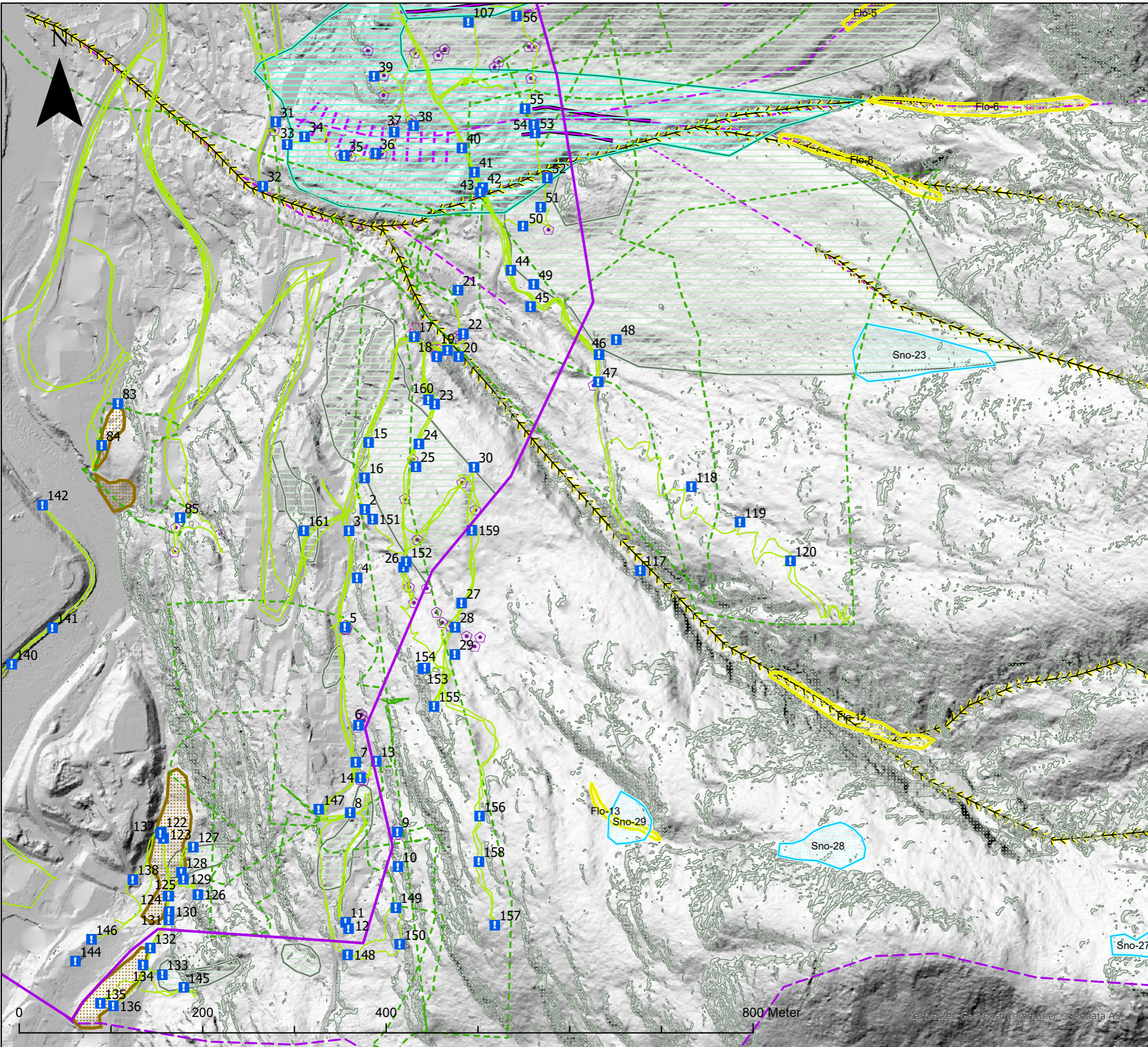
- Påvirkningsområde
- Kartleggingsområde
- Løsneområde sørpeskred
- Løsneområde flomskred
- Steinskredobjekt
- Løsneområder jordskred
- Løsneområde snøskred
- Løsneområde steinsprang/steinskred
- ◆ Antatt steinsprang/steinskredblokk
- ◇ Blokk med usikkert opphav
- Skredmateriale
- Steinsprang/steinskredavsetning (ur)
- Sporlogg bakke
- Sporlogg drone
- Rygg
- Skredkant
- Ravine/bekkenedskjæring
- Skredbane
- I Infopunkt
- Modellerte løsneområder steinsprang
- Levee

**Vedlegg 2-2 - Registreringskart**  
 Faresonekartlegging Ullensvang kommune

Dato: 2024-05-13	Utført av: GKG	Kontrollert: GH	Godkjent: BSS
Format: A3	Målestokk: 1:3 500	Kartprojeksjon ETRS 1989 UTM Zone 32N	
REV: 00	Prosjektnr.: 52309044		

Kartet er utarbeidet av: **Norconsult**





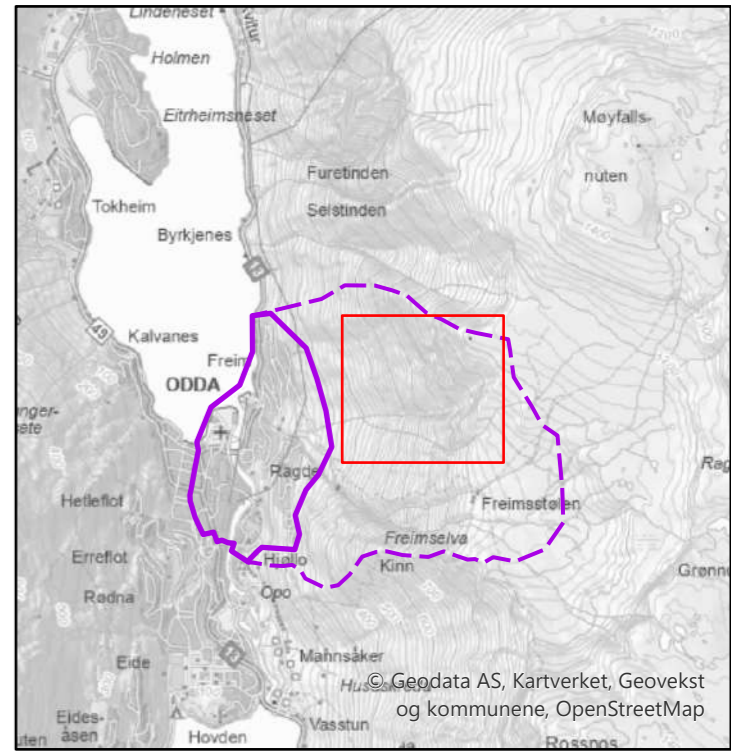
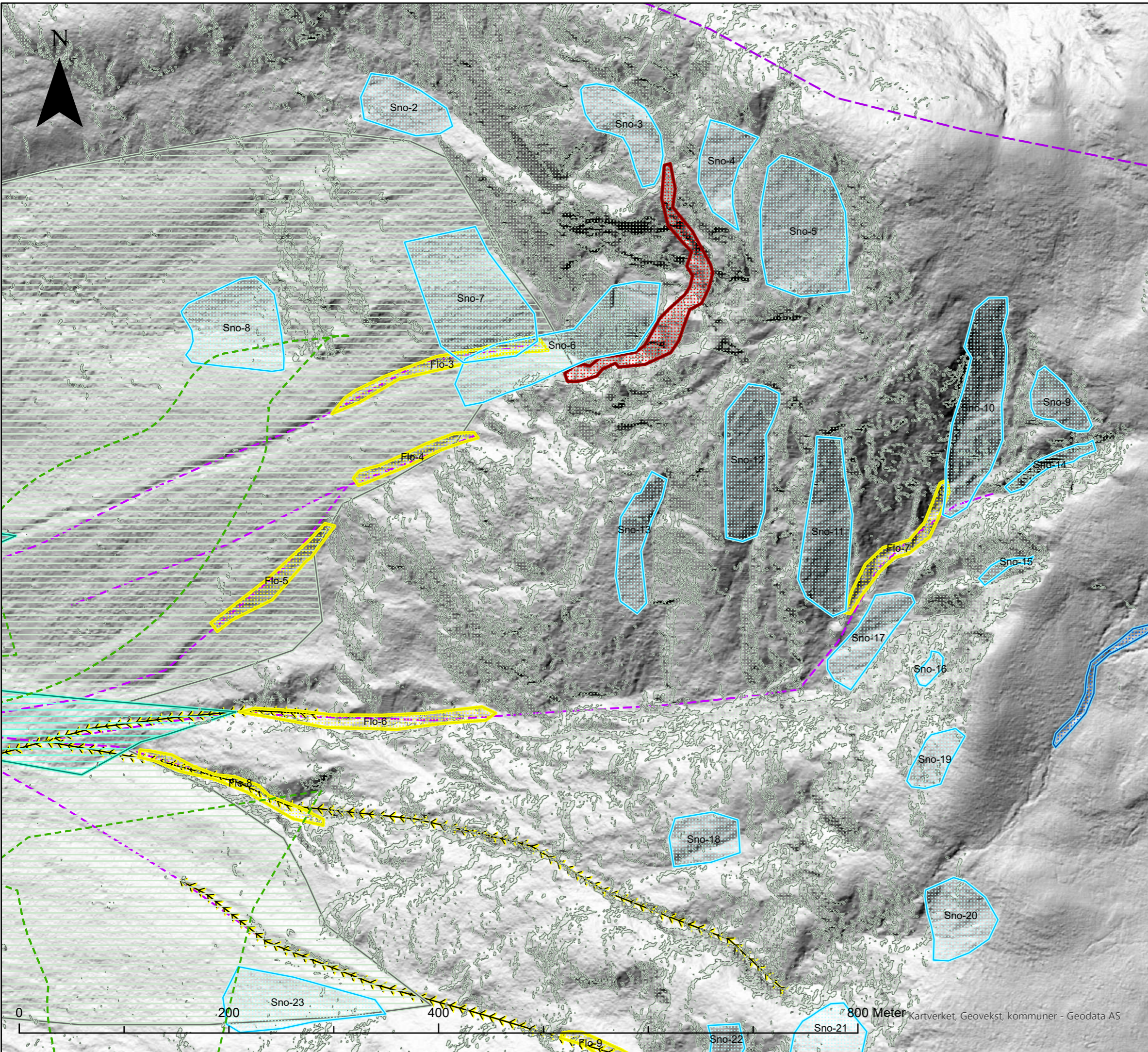
- Påvirkningsområde
- Kartleggingsområde
- Løsneområde sørpeskred
- Løsneområde flomskred
- Steinskredobjekt
- Løsneområder jordskred
- Løsneområde snøskred
- Løsneområde steinsprang/steinskred
- Antatt steinsprang/steinskredblokk
- Blokk med usikkert opphav
- Skredmateriale
- Steinsprang/steinskredavsetning (ur)
- Sporlogg bakke
- Sporlogg drone
- Rygg
- Skredkant
- Ravine/bekkenedskjæring
- Skredbane
- Infopunkt
- Modellerte løsneområder steinsprang
- Levee

**Vedlegg 2-3 - Registreringskart**  
 Faresonekartlegging Ullensvang kommune

Dato: 2024-05-13	Utført av: GKG	Kontrollert: GH	Godkjent: BSS
Format: A3	Målestokk: 1:4 000	Kartprojeksjon ETRS 1989 UTM Zone 32N	
REV: 00	Prosjektnr.: 52309044		

Kartet er utarbeidet av:





- Påvirkningsområde
- Kartleggingsområde
- Løsneområde sørpeskred
- Løsneområde flomskred
- Steinskredobjekt
- Løsneområder jordskred
- Løsneområde snøskred
- Løsneområde steinsprang/steinskred
- Antatt steinsprang/steinskredblokk
- Blokk med usikkert opphav
- Skredmateriale
- Steinsprang/steinskredavsetning (ur)
- Sporlogg bakke
- Sporlogg drone
- Rygg
- Skredkant
- Ravine/bekkenedskjæring
- Skredbane
- Infopunkt
- Modellerte løsneområder steinsprang
- Levee

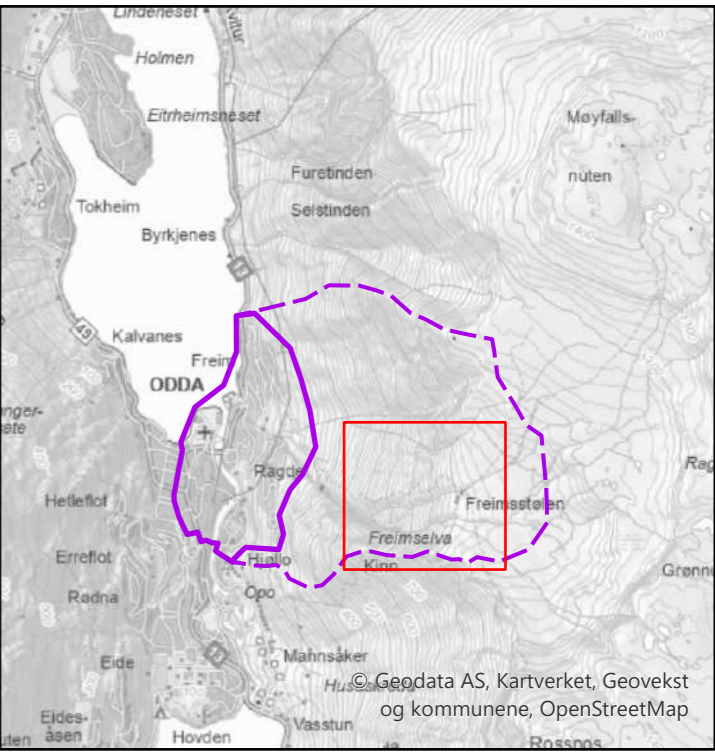
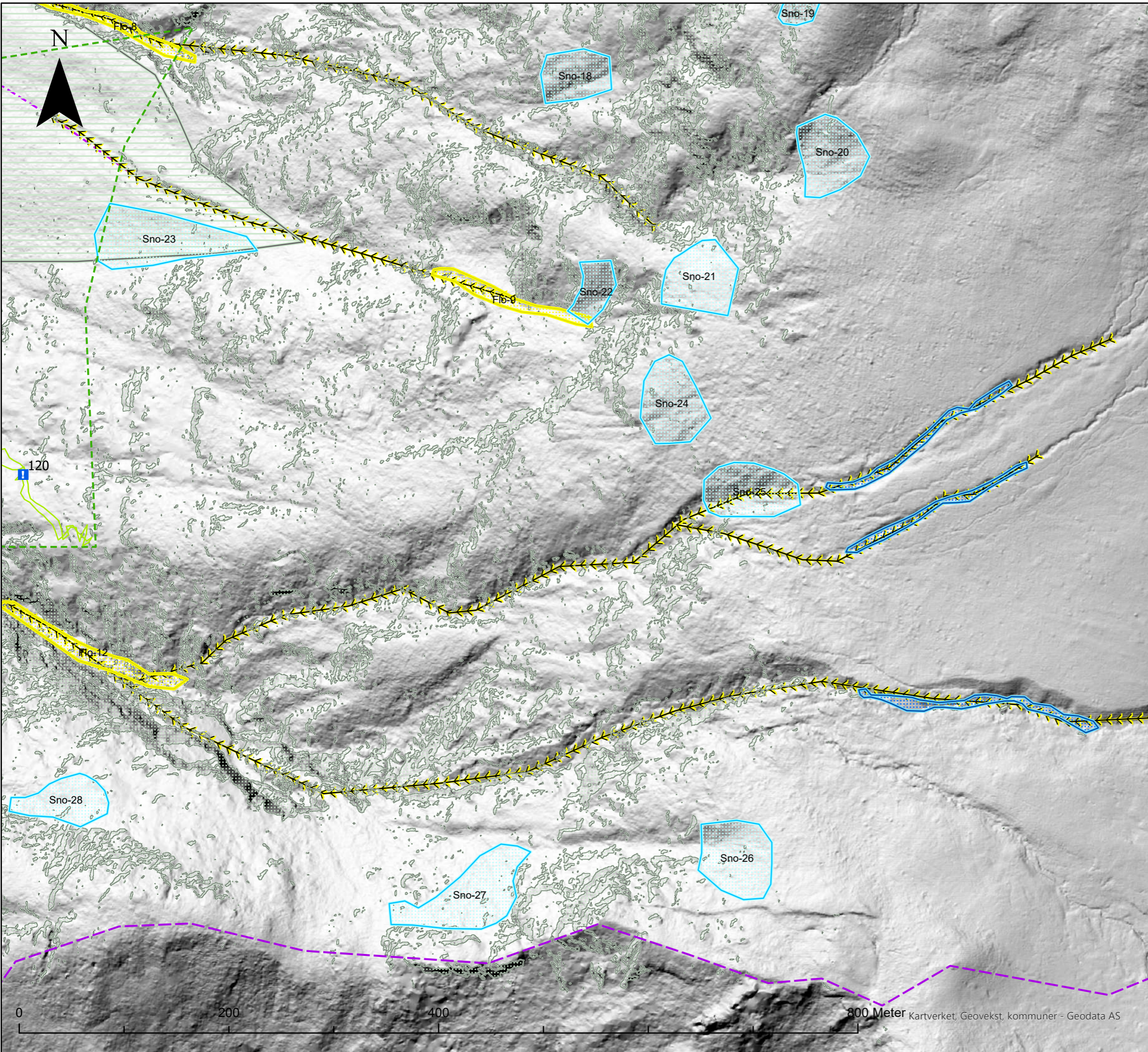
**Vedlegg 2-4 - Registreringskart**  
 Faresonekartlegging Ullensvang kommune

Dato: 2024-05-13	Utført av: GKG	Kontrollert: GH	Godkjent: BSS
Format: A3	Målestokk: 1:3 500	Kartprojeksjon ETRS 1989 UTM Zone 32N	
REV: 00	Prosjektnr.: 52309044		

Kartet er utarbeidet av:

Kartverket, Geovekst, kommuner - Geodata AS



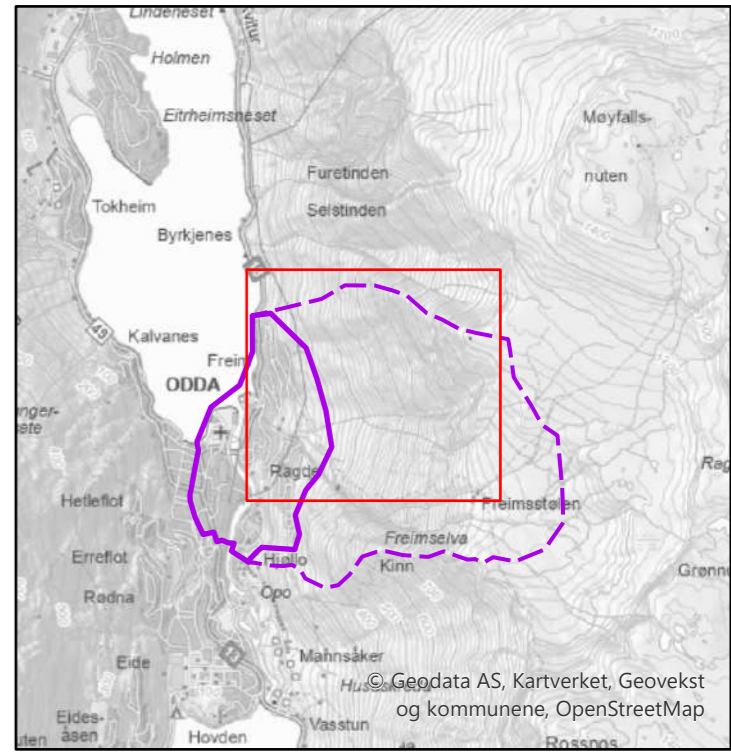
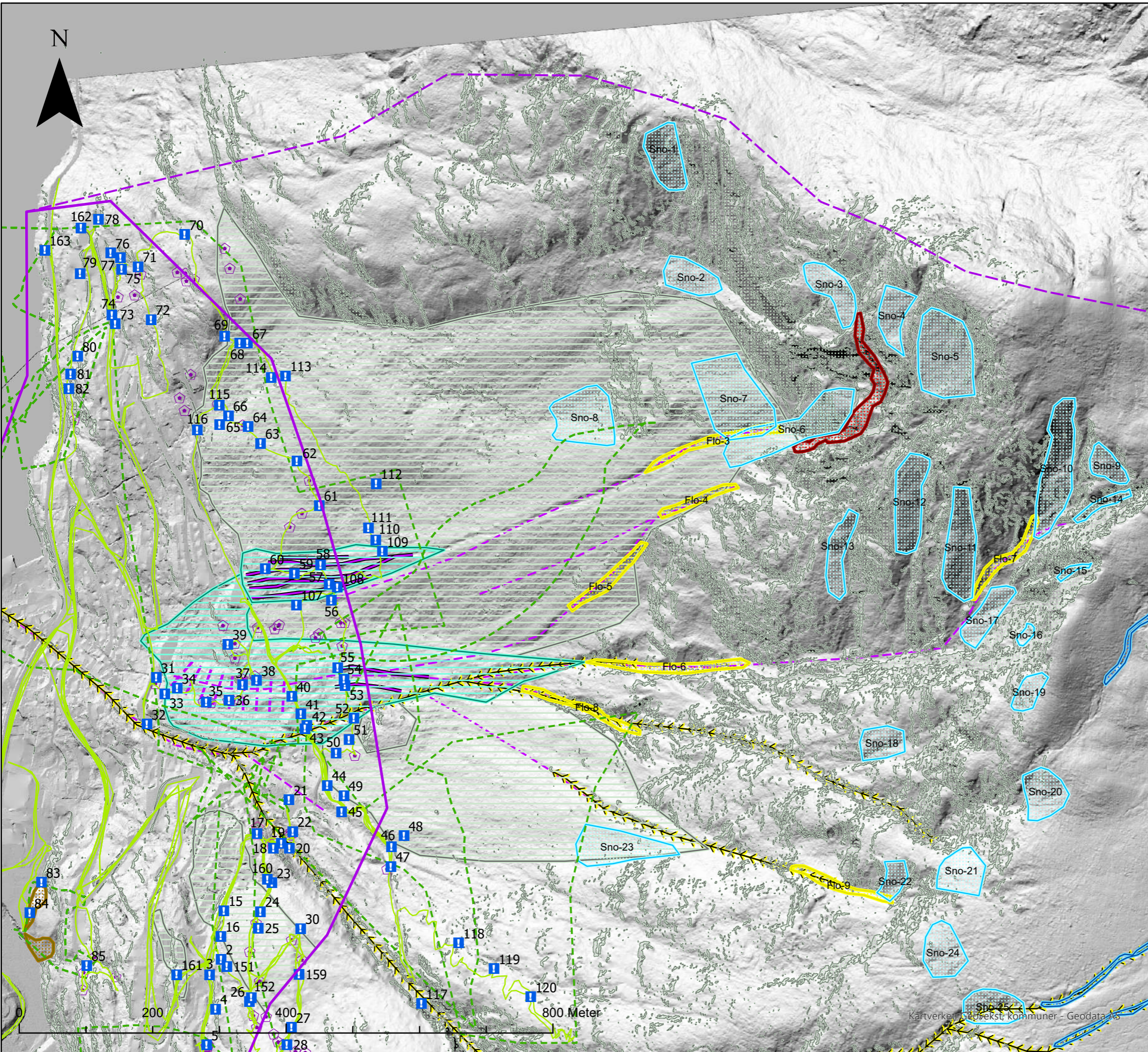


- Påvirkningsområde
- Kartleggingsområde
- Løsneområde sørpeskred
- Løsneområde flomskred
- Steinskredobjekt
- Løsneområder jordskred
- Løsneområde snøskred
- Løsneområde steinsprang/steinskred
- Antatt steinsprang/steinskredblokk
- Blokk med usikkert opphav
- Skredmateriale
- Steinsprang/steinskredavsetning (ur)
- Sporlogg bakke
- Sporlogg drone
- Rygg
- Skredkant
- Ravine/bekkenedskjæring
- Skredbane
- Infopunkt
- Modellerte løsneområder steinsprang
- Levee

**Vedlegg 2-5 - Registreringskart**  
 Faresonekartlegging Ullensvang kommune

Dato: 2024-05-13	Utført av: GKG	Kontrollert: GH	Godkjent: BSS
Format: A3	Målestokk: 1:3 500	Kartprojeksjon ETRS 1989 UTM Zone 32N	
REV: 00	Prosjektnr.: 52309044		



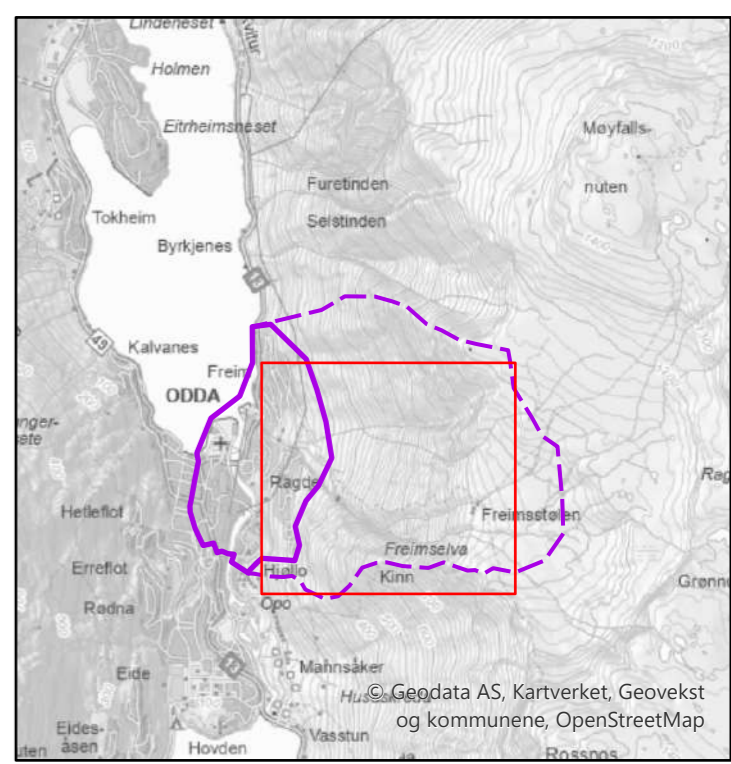
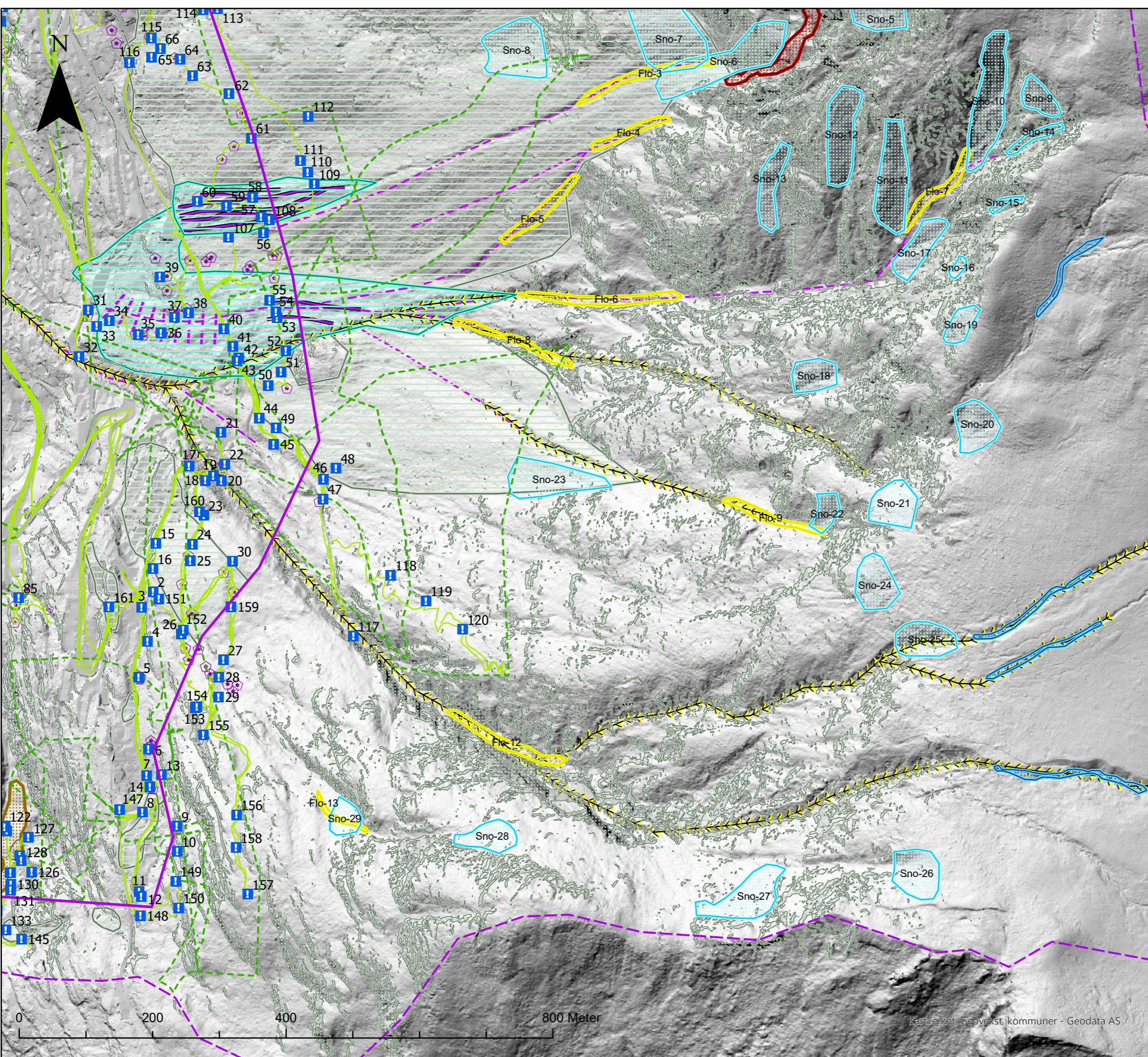


- Påvirkningsområde
- Kartleggingsområde
- Løsneområde sørpeskred
- Løsneområde flomskred
- Steinskredobjekt
- Løsneområder jordskred
- Løsneområde snøskred
- Løsneområde steinsprang/steinskred
- Antatt steinsprang/steinskredblokk
- Blokk med usikkert opphav
- Skredmateriale
- Steinsprang/steinskredavsetning (ur)
- Sporlogg bakke
- Sporlogg drone
- Rygg
- Skredkant
- Ravine/bekkenedskjæring
- Skredbane
- Infopunkt
- Modellerte løsneområder steinsprang
- Levee

**Vedlegg 2-6 - Registreringskart**  
 Faresonekartlegging Ullensvang kommune

Dato: 2024-05-13	Utført av: GKG	Kontrollert: GH	Godkjent: BSS
Format: A3	Målestokk: 1:5 500	Kartprojeksjon ETRS 1989 UTM Zone 32N	
REV: 00	Prosjektnr.: 52309044		





- Påvirkningsområde
- Kartleggingsområde
- Løsneområde sørpeskred
- Løsneområde flomskred
- Steinskredobjekt
- Løsneområder jordskred
- Løsneområde snøskred
- Løsneområde steinsprang/steinskred
- ◆ Antatt steinsprang/steinskredblokk
- ◇ Blokk med usikkert opphav
- Skredmateriale
- Steinsprang/steinskredavsetning (ur)
- Sporlogg bakke
- Sporlogg drone
- Rygg
- Skredkant
- Ravine/bekkenedskjæring
- Skredbane
- Infopunkt
- Modellerte løsneområder steinsprang
- Levee

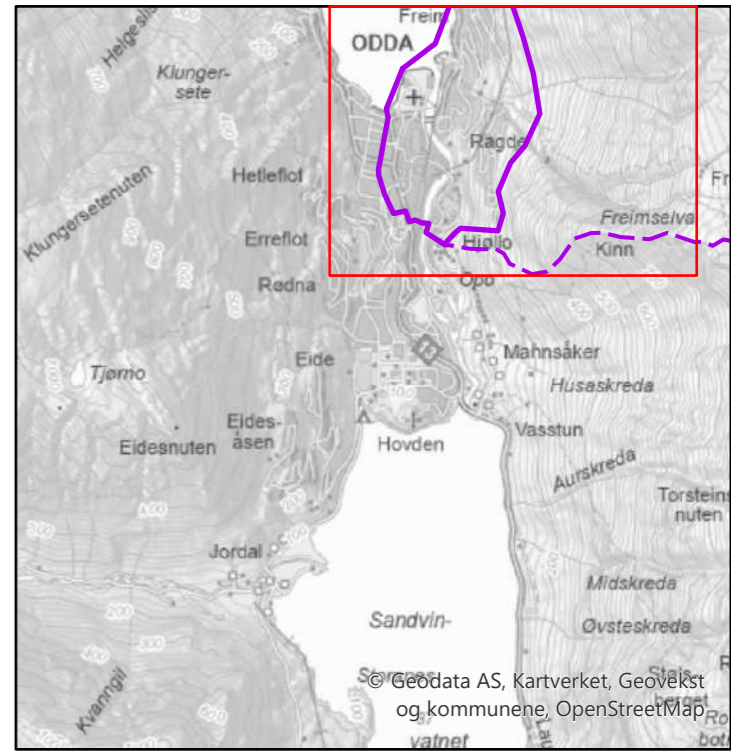
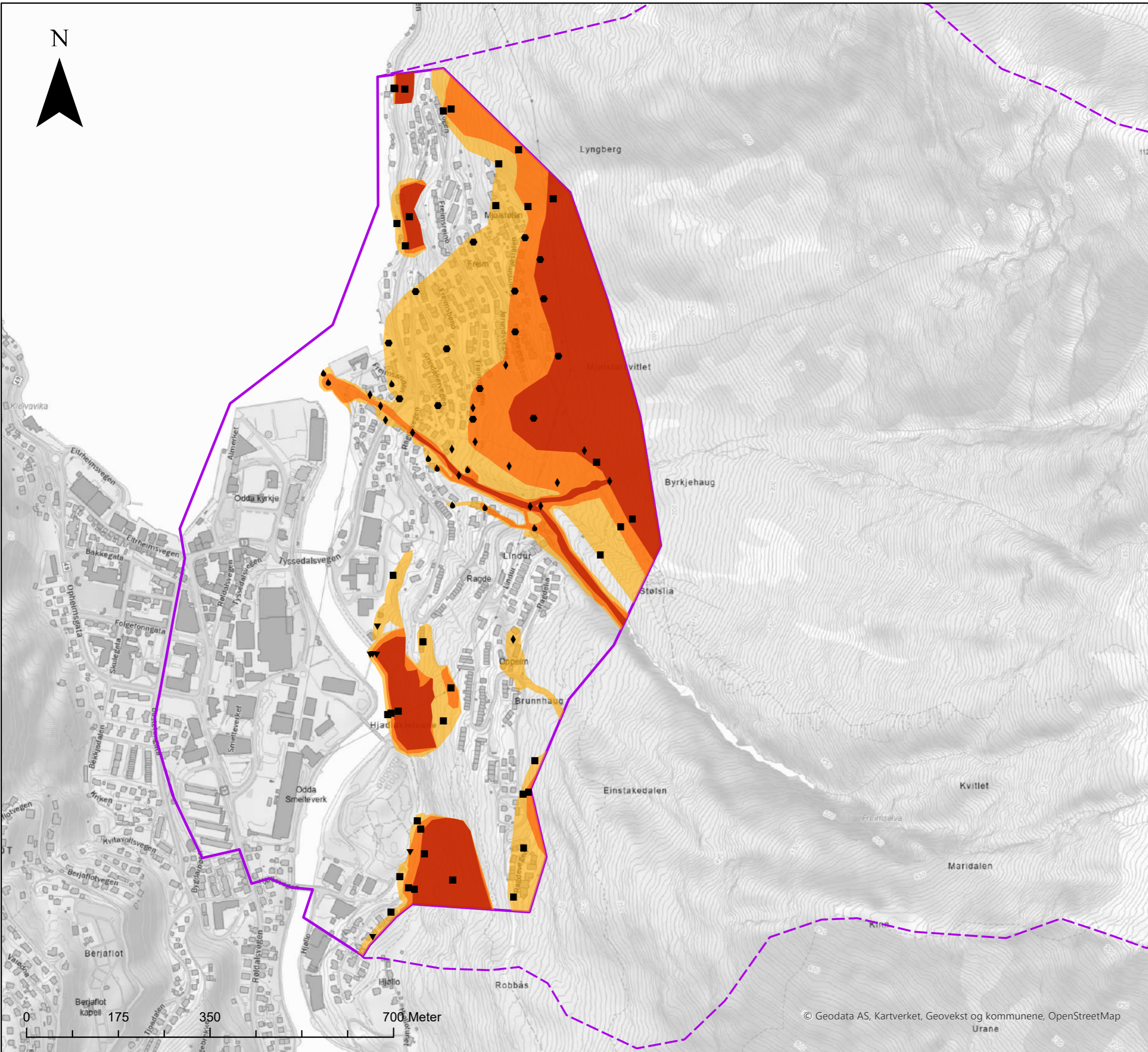
**Vedlegg 2-7 - Registreringskart**  
 Faresonekartlegging Ullensvang kommune

Dato: 2024-05-13	Utført av: GKG	Kontrollert: GH	Godkjent: BSS
Format: A3	Målestokk: 1:5 500	Kartprojeksjon ETRS 1989 UTM Zone 32N	
REV: 00	Prosjektnr.: 52309044		

Kartet er utarbeidet av: **Norconsult**

Kartverket, Geovekst, kommuner - Geodata AS





- ▭ Kartleggingsområde
- - - Påvirkningsområde
- Dimensjonerende skredtype med skog**
- Steinsprang
- Steinskred
- \* Snøskred
- ◆ Sørpeskred
- ▼ Jordskred
- ◆ Flomskred
- Skredsannsynlighet  $\geq 1/100$  samlet med skog
- Skredsannsynlighet  $\geq 1/1000$  samlet med skog
- Skredsannsynlighet  $\geq 1/5000$  samlet med skog

### Vedlegg 3-1 - Faresonekart med skog

Samlet faresonekart for alle skredtyper med skog

Dato: 2024-05-14	Utført av: GKG	Kontrollert: GH	Godkjent: BSS
Format: A3	Målestokk: 1:7 000	Kartprojeksjon: ETRS 1989 UTM Zone 33N	
REV: 01	Prosjektnr.: 52309044		

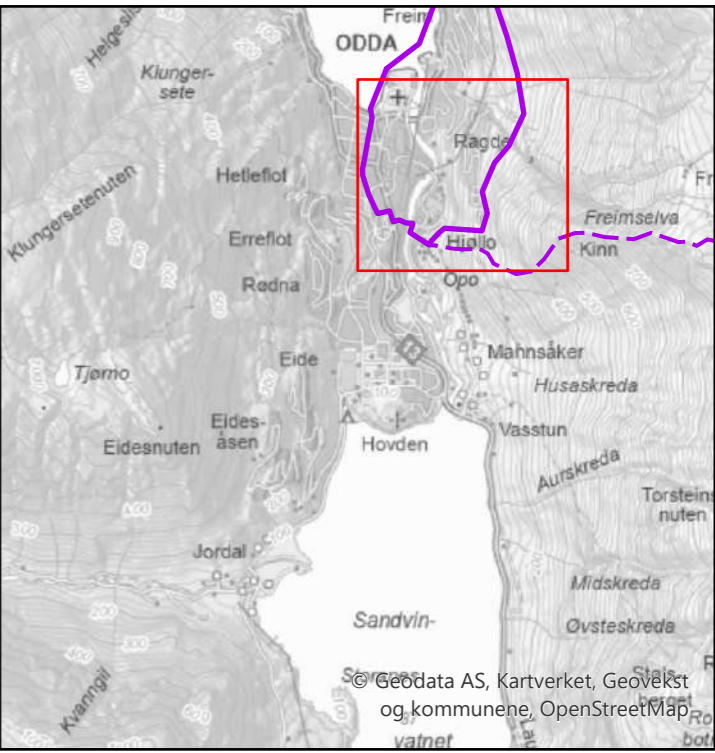
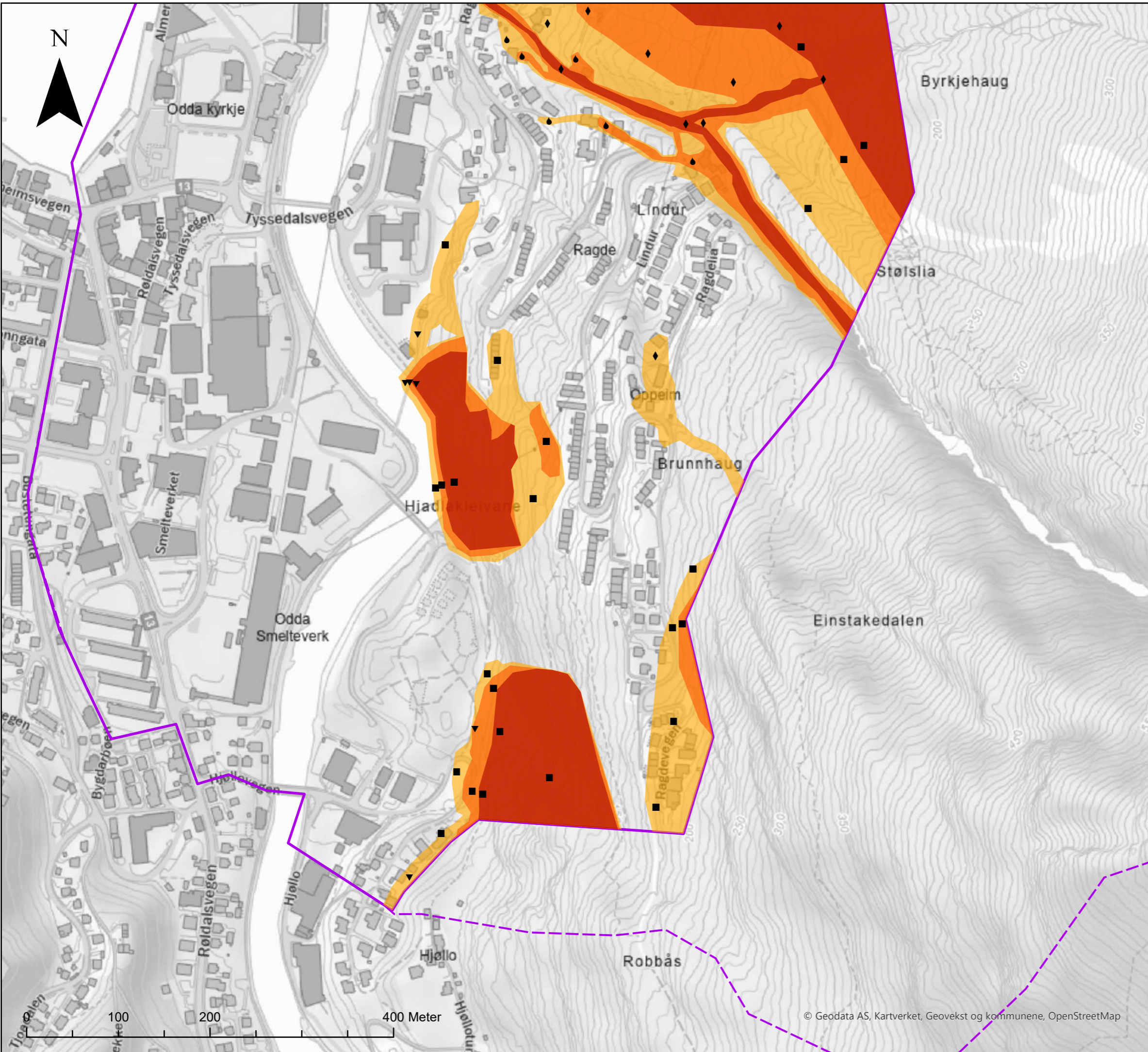
Kartet er utarbeidet av: **Norconsult**











- Kartleggingsområde
  - Påvirkningsområde
- Dimensjonerende skredtype med skog**
- Steinsprang
  - Steinskred
  - \* Snøskred
  - ◆ Sørpeskred
  - ▼ Jordskred
  - ♦ Flomskred
- Skredsannsynlighet  $\geq 1/100$  samlet med skog
  - Skredsannsynlighet  $\geq 1/1000$  samlet med skog
  - Skredsannsynlighet  $\geq 1/5000$  samlet med skog

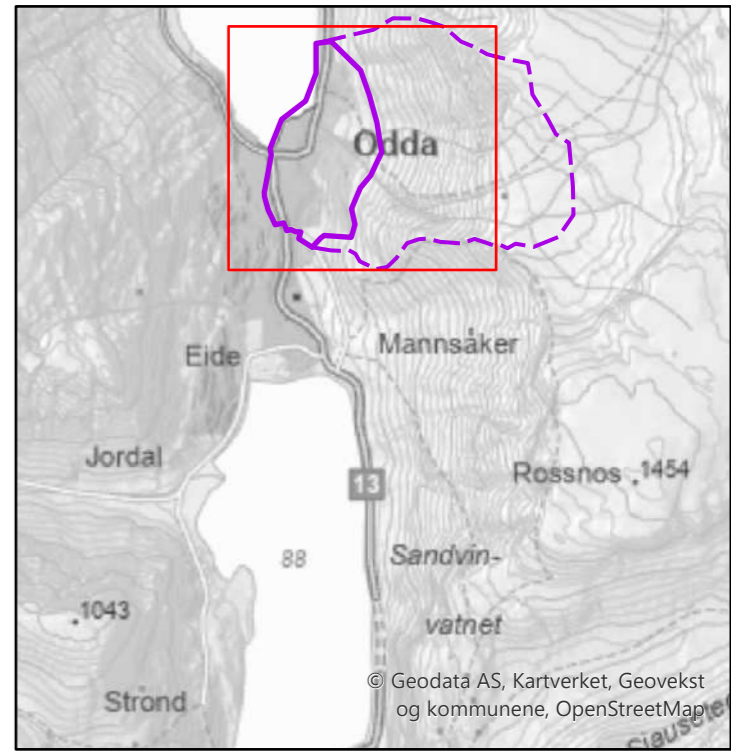
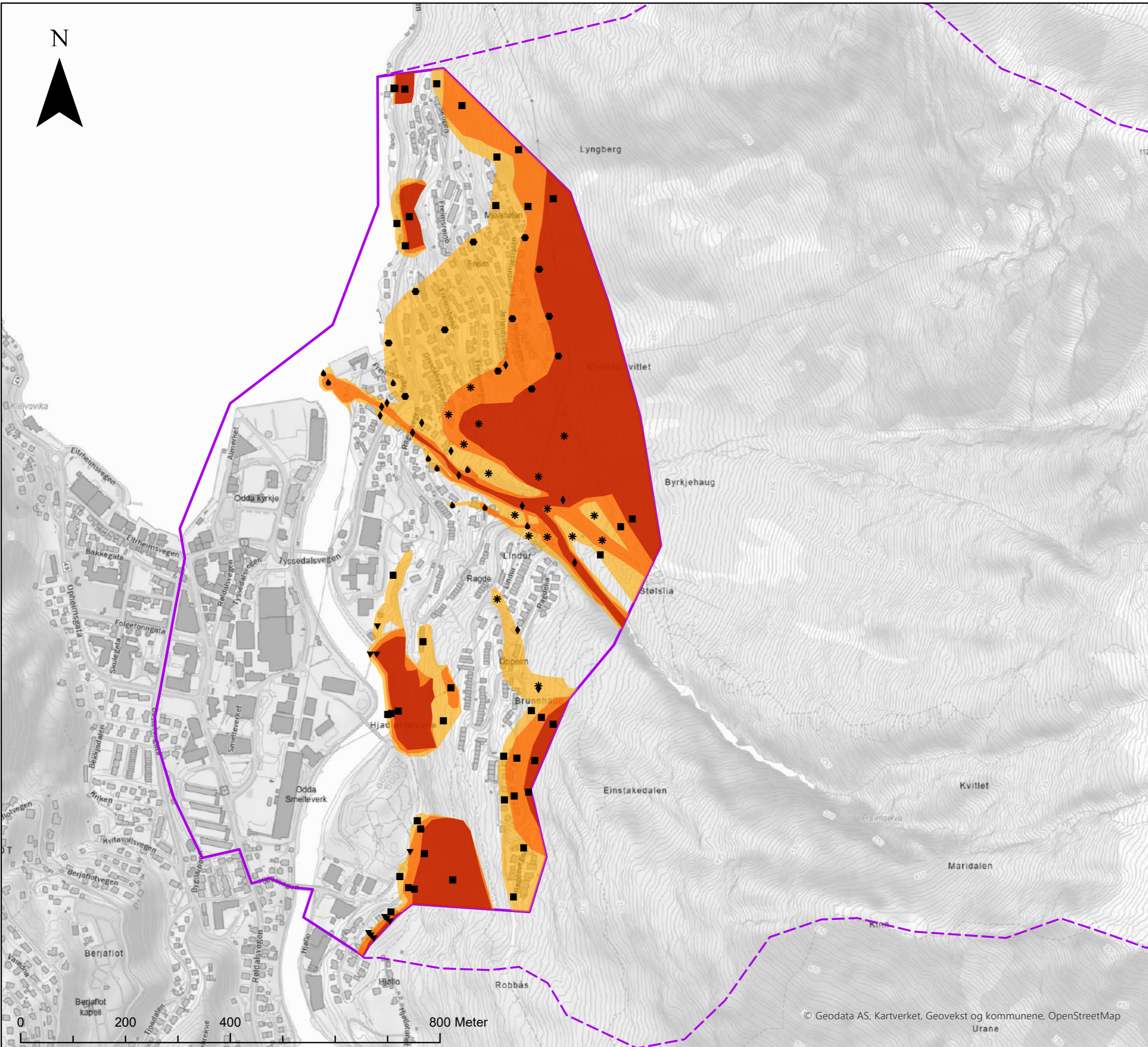
**Vedlegg 3-1 - Faresonekart med skog**  
 Samlet faresonekart for alle skredtyper med skog

Dato: 2024-05-14	Utført av: GKG	Kontrollert: GH	Godkjent: BSS
Format: A3	Målestokk: 1:4 000	Kartprojeksjon: ETRS 1989 UTM Zone 33N	
REV: 01	Prosjektnr.: 52309044		

Kartet er utarbeidet av: **Norconsult**

© Geodata AS, Kartverket, Geovekst og kommunene, OpenStreetMap





**Dimensjonerende skredtype uten skog**

- Steinsprang
- Steinskred
- \* Snøskred
- ◆ Sørpeskred
- ▼ Jordskred
- ◇ Flomskred
- Skredsannsynlighet  $\geq 1/100$  samlet uten skog
- Skredsannsynlighet  $\geq 1/1000$  samlet uten skog
- Skredsannsynlighet  $\geq 1/5000$  samlet uten skog
- Påvirkningsområde
- Kartleggingsområde

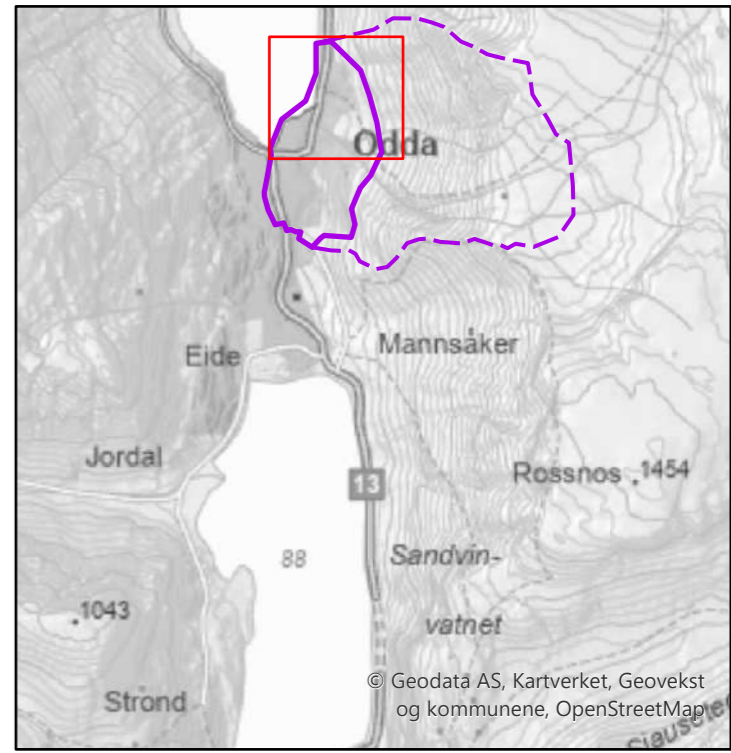
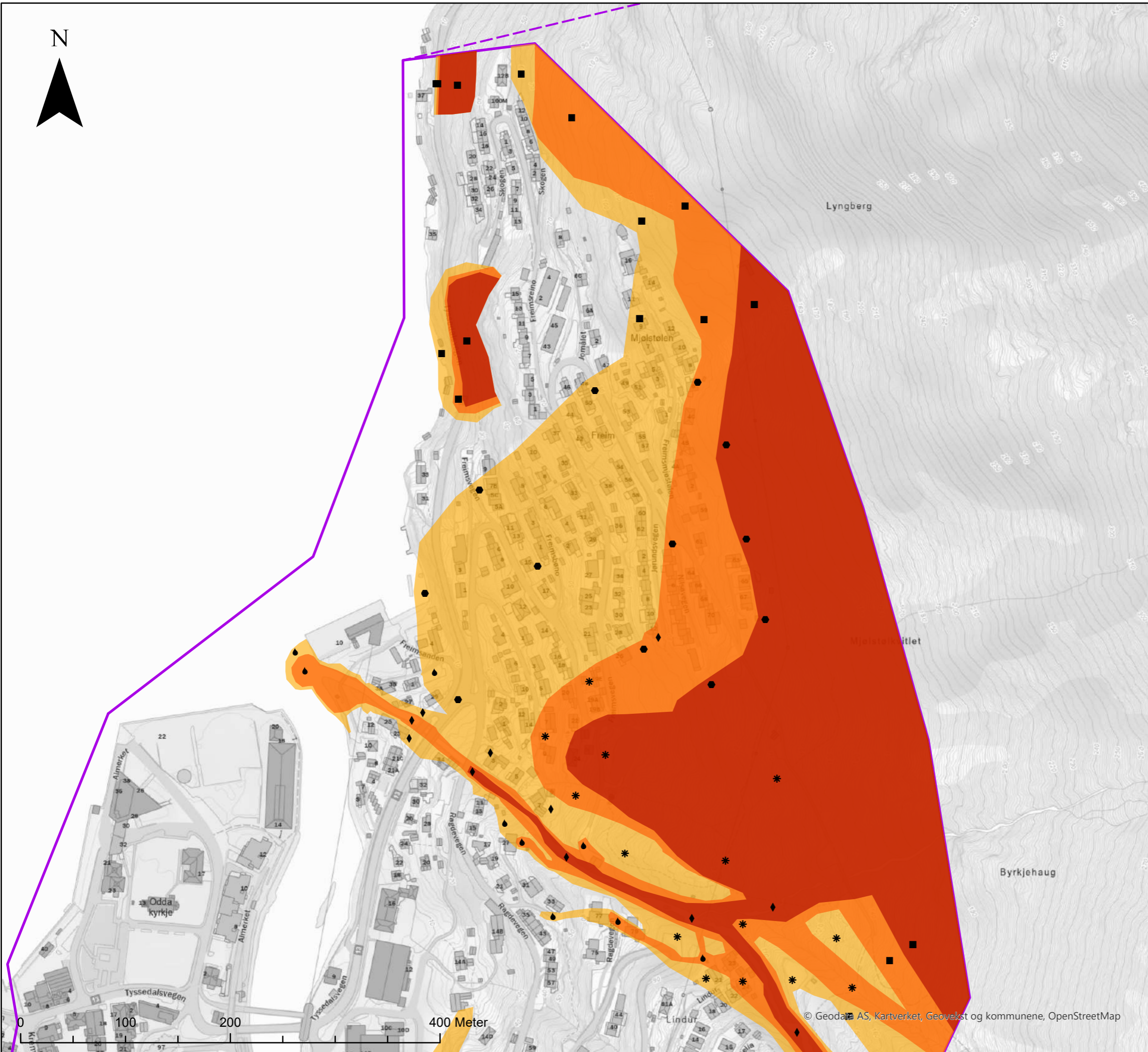
**Vedlegg 3-2 - Faresonekart uten skog**  
Samlet faresonekart for alle skredtyper uten skog

Dato: 2024-05-14	Utført av: GKG	Kontrollert: GH	Godkjent: BSS
Format: A3	Målestokk: 1:7 000	Kartprosjeksjon: ETRS 1989 UTM Zone 33N	
REV: 01	Prosjektnr.: 52309044		

Kartet er utarbeidet av: **Norconsult**







**Dimensjonerende skredtype uten skog**

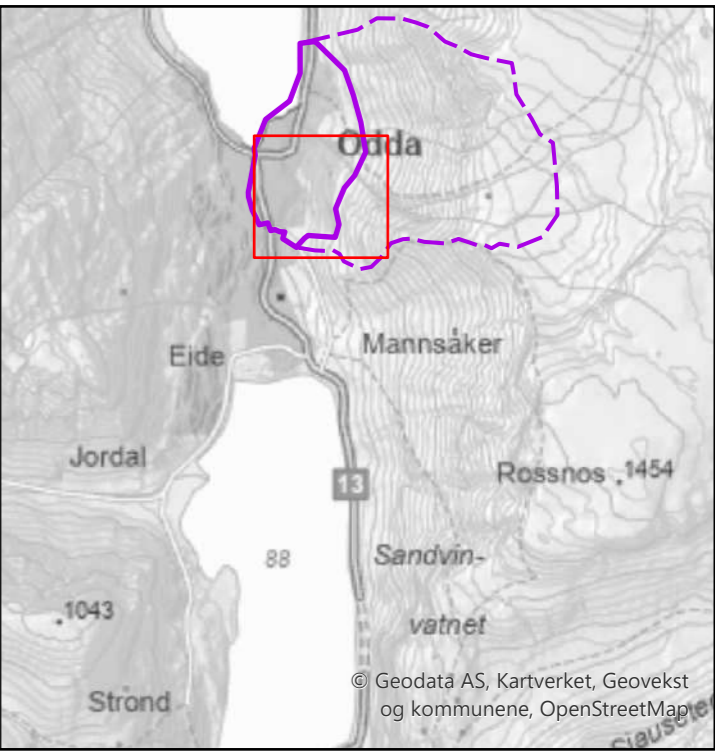
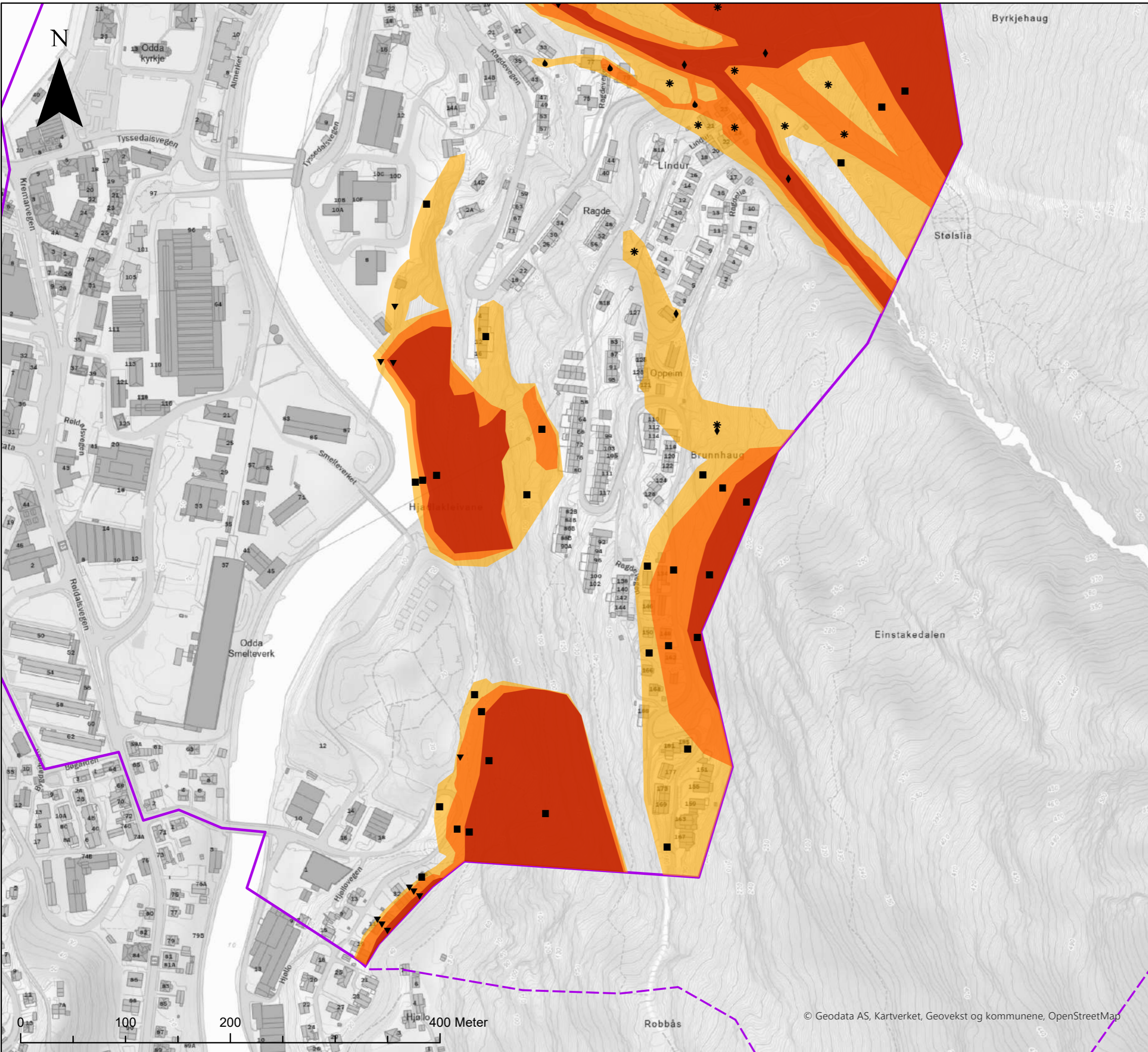
- Steinsprang
- Steinskred
- \* Snøskred
- ◆ Sørpeskred
- ▼ Jordskred
- ◆ Flomskred
- Skredsannsynlighet  $\geq 1/100$  samlet uten skog
- Skredsannsynlighet  $\geq 1/1000$  samlet uten skog
- Skredsannsynlighet  $\geq 1/5000$  samlet uten skog
- Påvirkningsområde
- Kartleggingsområde

**Vedlegg 3-2 - Faresonekart uten skog**  
Samlet faresonekart for alle skredtyper uten skog

Dato: 2024-05-14	Utført av: GKG	Kontrollert: GH	Godkjent: BSS
Format: A3	Målestokk: 1:3 500	Kartprosjeksjon: ETRS 1989 UTM Zone 33N	
REV: 01	Prosjektnr.: 52309044		

Kartet er utarbeidet av: **Norconsult**





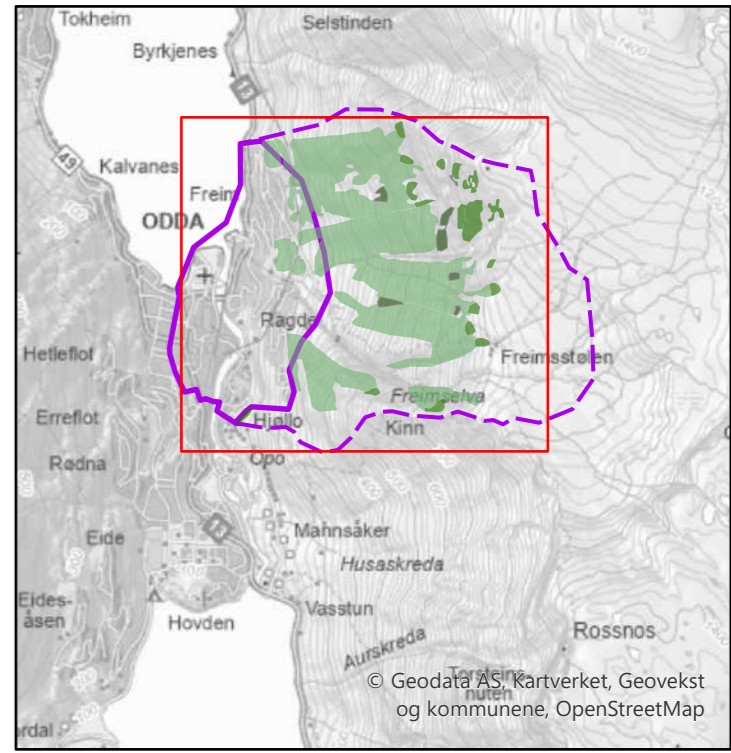
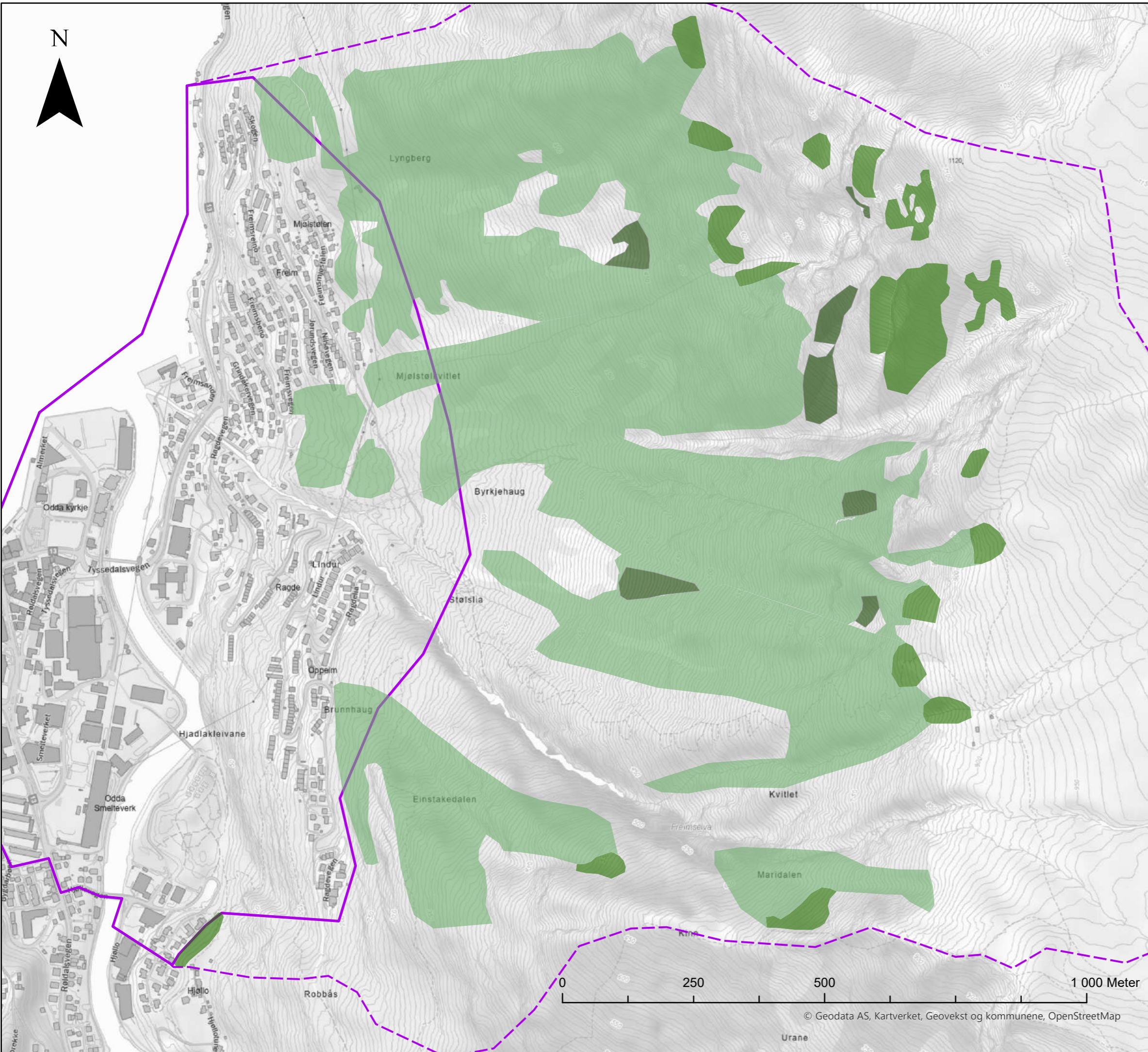
- Dimensjonerende skredtype uten skog**
- Steinsprang
  - Steinskred
  - \* Snøskred
  - ◆ Sørpeskred
  - ▼ Jordskred
  - ◆ Flomskred
- Skredsannsynlighet ≥ 1/100 samlet uten skog**
- Skredsannsynlighet ≥ 1/1000 samlet uten skog**
- Skredsannsynlighet ≥ 1/5000 samlet uten skog**
- Påvirkningsområde
- Kartleggingsområde

**Vedlegg 3-2 - Faresonekart uten skog**  
 Samlet faresonekart for alle skredtyper uten skog

Dato: 2024-05-14	Utført av: GKG	Kontrollert: GH	Godkjent: BSS
Format: A3	Målestokk: 1:3 500	Kartprosjeksjon: ETRS 1989 UTM Zone 33N	
REV: 01	Prosjektnr.: 52309044		

Kartet er utarbeidet av: **Norconsult**





- Skog**
- Type skog
- Betydning for losnesansynligheten
  - Bremsende funksjon i skredbanen
  - Reduserer losnesansynligheten og bremsende funksjon i skredbanen
  - Påvirkningsområde
  - Kartleggingsområde

**Vedlegg 4 - Skog med betydning for skredfaren**

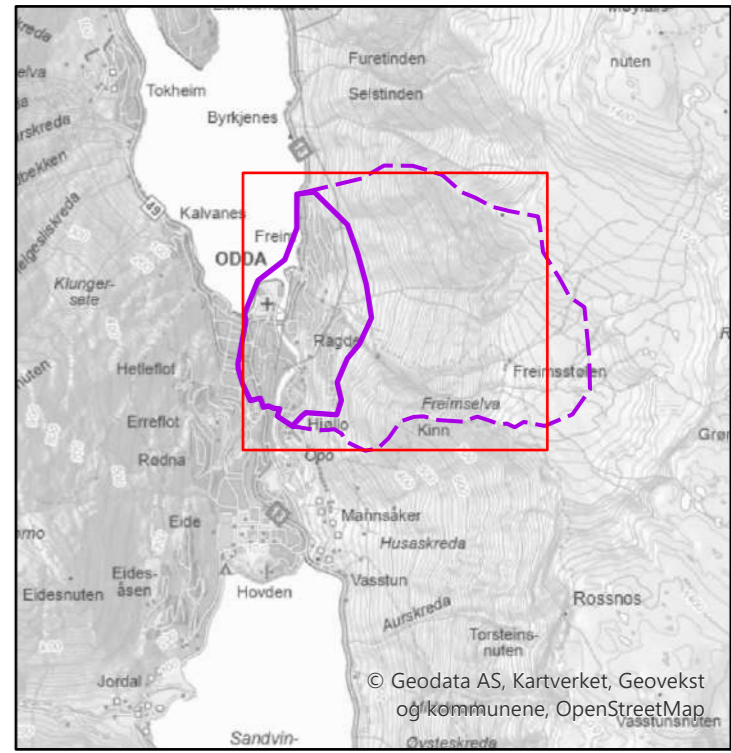
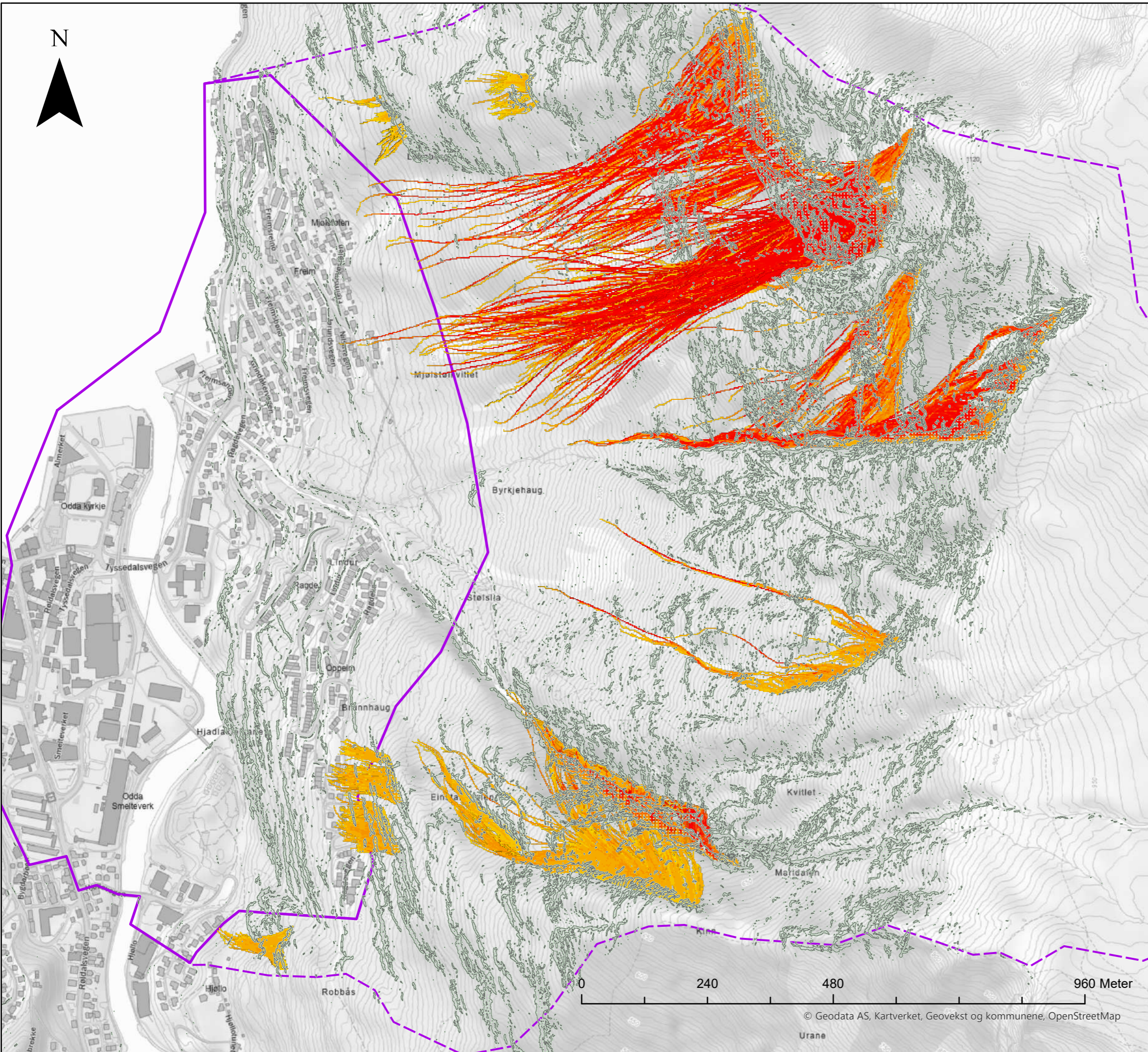
Dato: 2024-03-22	Utført av: GG	Kontrollert: GH	Godkjent: BSS
Format: A3	Målestokk: 1:7 000	Kartprojeksjon ETRS 1989 UTM Zone 32N	
REV: 00	Prosjektnr.: 52309044		


Kartet er utarbeidet av: **Norconsult**






















 **Løsneområde steinsprang/steinskred**  
**RAMMS:Rockfall - 1000 år uten skog**  
**Kinetisk energi (kJ)**

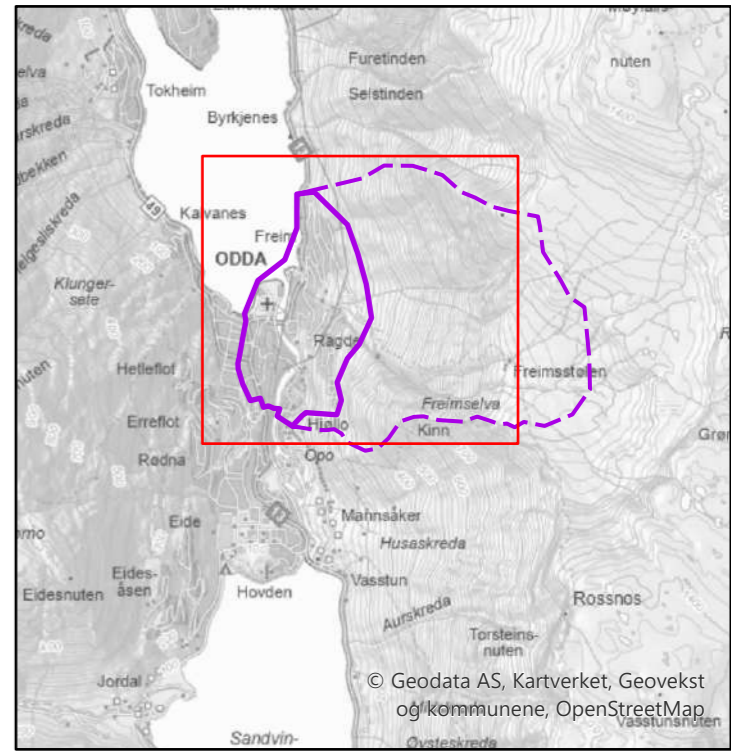
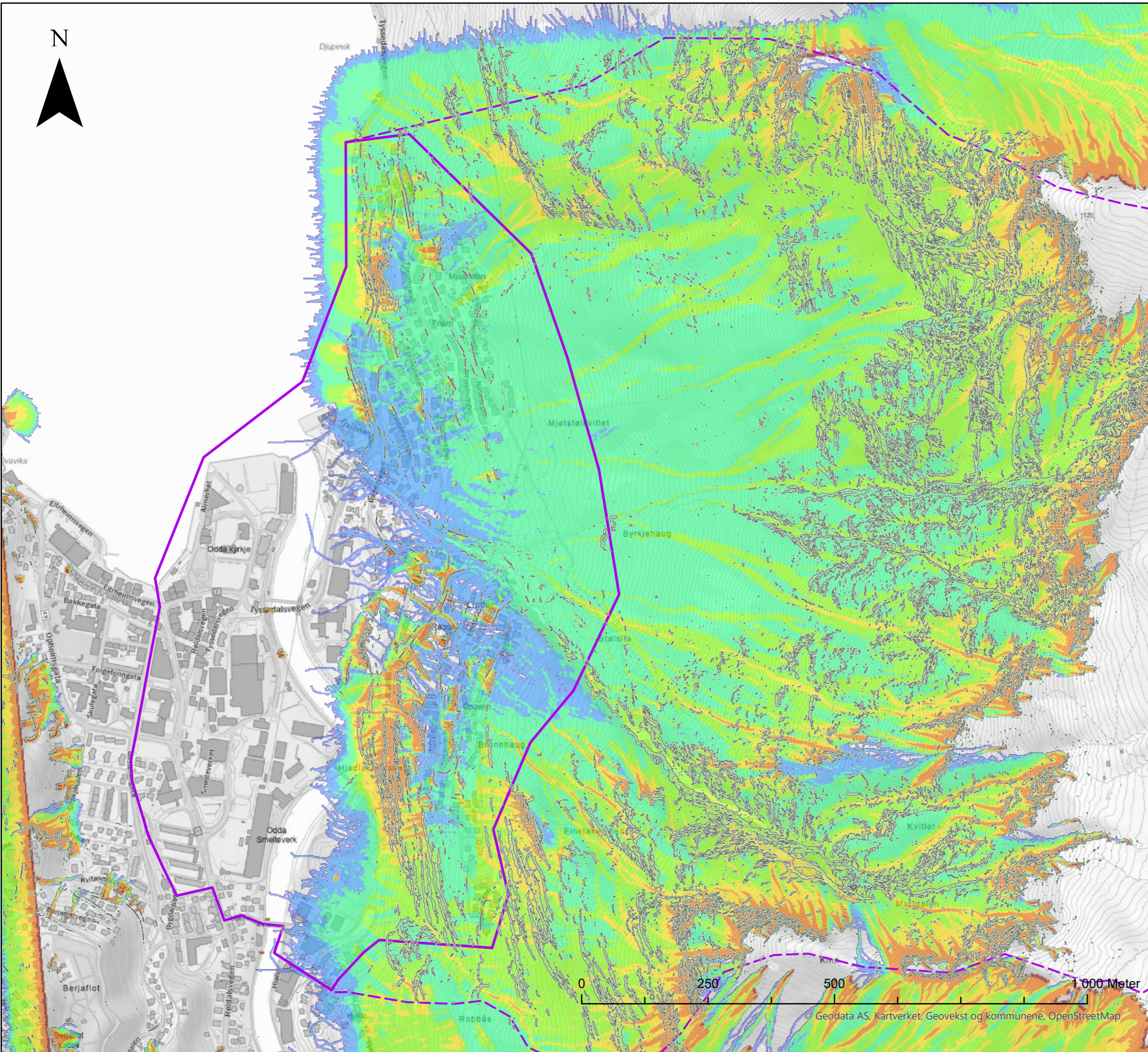
-  0,000001 - 1
-  1,000001 - 10
-  10,000001 - 100
-  100,000001 - 500
-  500,000001 - 1 000
-  1 000,000001 - 1 500
-  1 500,000001 - 2 000
-  2 000,000001 - 2 500
-  2 500,000001 - 3 000
-  3 000,000001 - 4 000
-  4 000,000001 - 5 000













 **Påvirkningsområde**  
 **Kartleggingsområde**

**Vedlegg 5-2 - RAMMS:Rockfall**  
**Steinsprang uten skog - 1000 års scenario**

Dato: 2024-04-04	Utført av: GKG	Kontrollert: GH	Godkjent: BSS
Format: A3	Målestokk: 1:7 000	Kartprojeksjon ETRS 1989 UTM Zone 32N	
REV: 00	Prosjektnr.: 52309044		



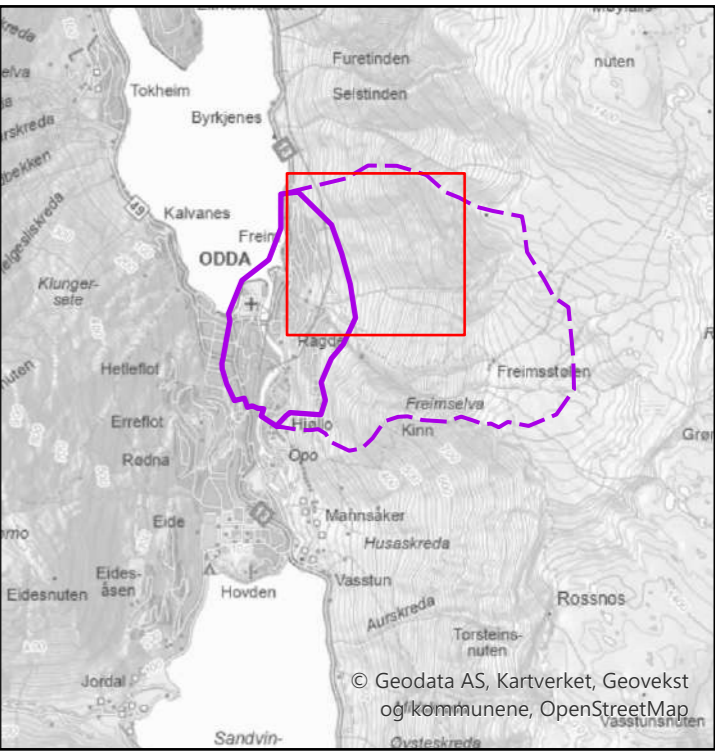
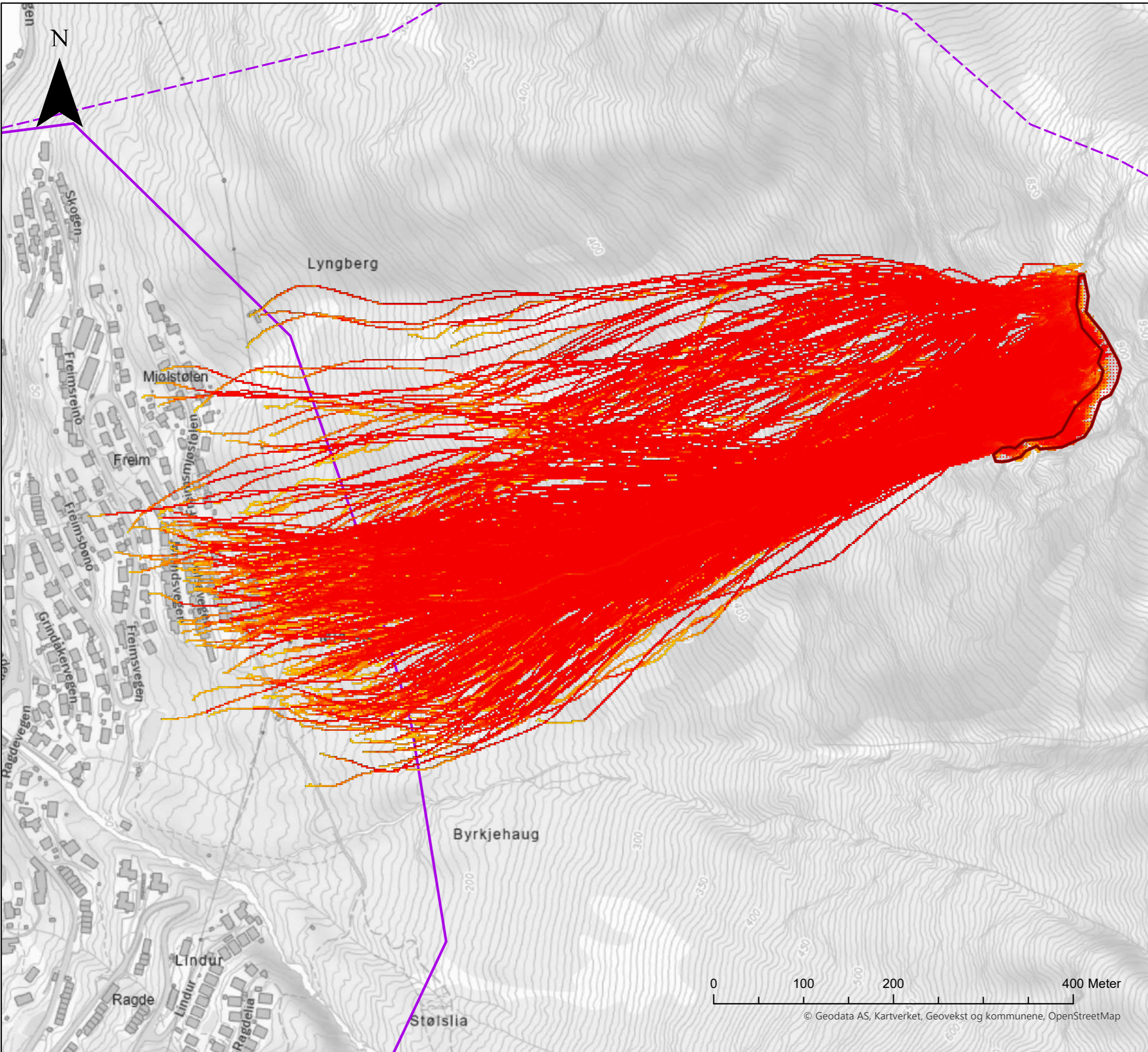


-  Løsneområde steinsprang/steinskred
  -  Påvirkningsområde
  -  Kartleggingsområde
- Rockyfor3D - Treffsannsynlighet - 1m3**
- <VALUE>**
-  0 - 0.1
  -  0.1 - 0.2
  -  0.2 - 0.5
  -  0.5 - 1
  -  1 - 2
  -  2 - 5
  -  5 - 10
  -  10 - 50
  -  50 - 100

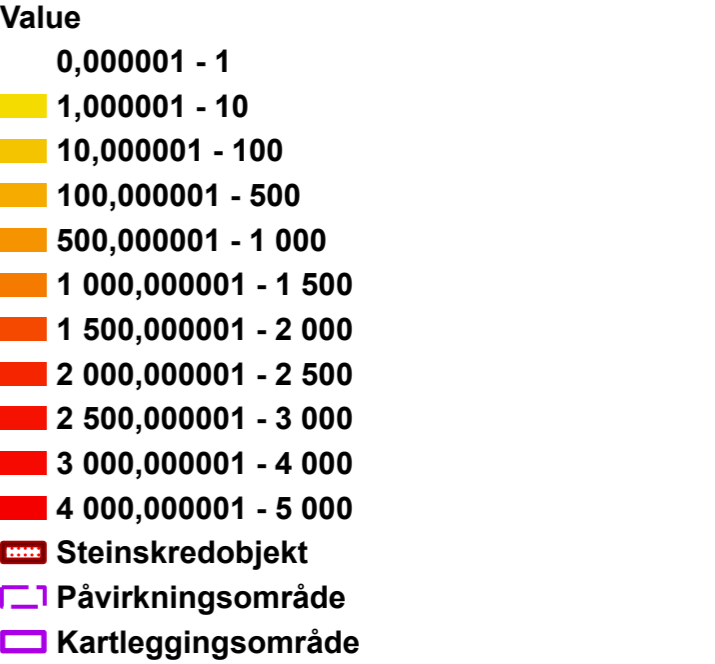
**Vedlegg 5-3 - Rockyfor3D**  
Steinsprang uten skog - 1 m3

Dato: 2024-03-22	Utført av: GKG	Kontrollert: GH	Godkjent: BSS
Format: A3	Målestokk: 1:7 258	Kartprojeksjon ETRS 1989 UTM Zone 32N	
REV: 00	Prosjektnr.: 52309044		





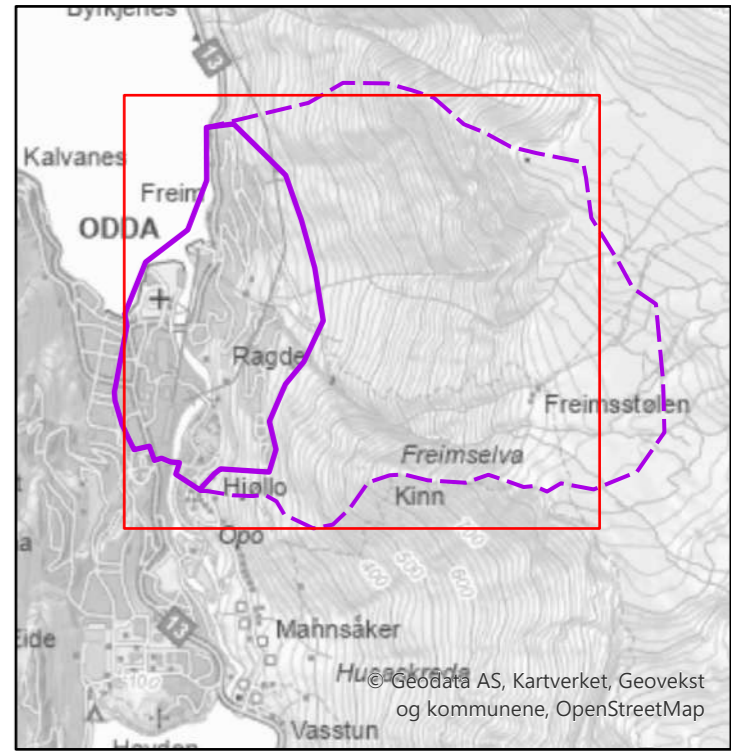
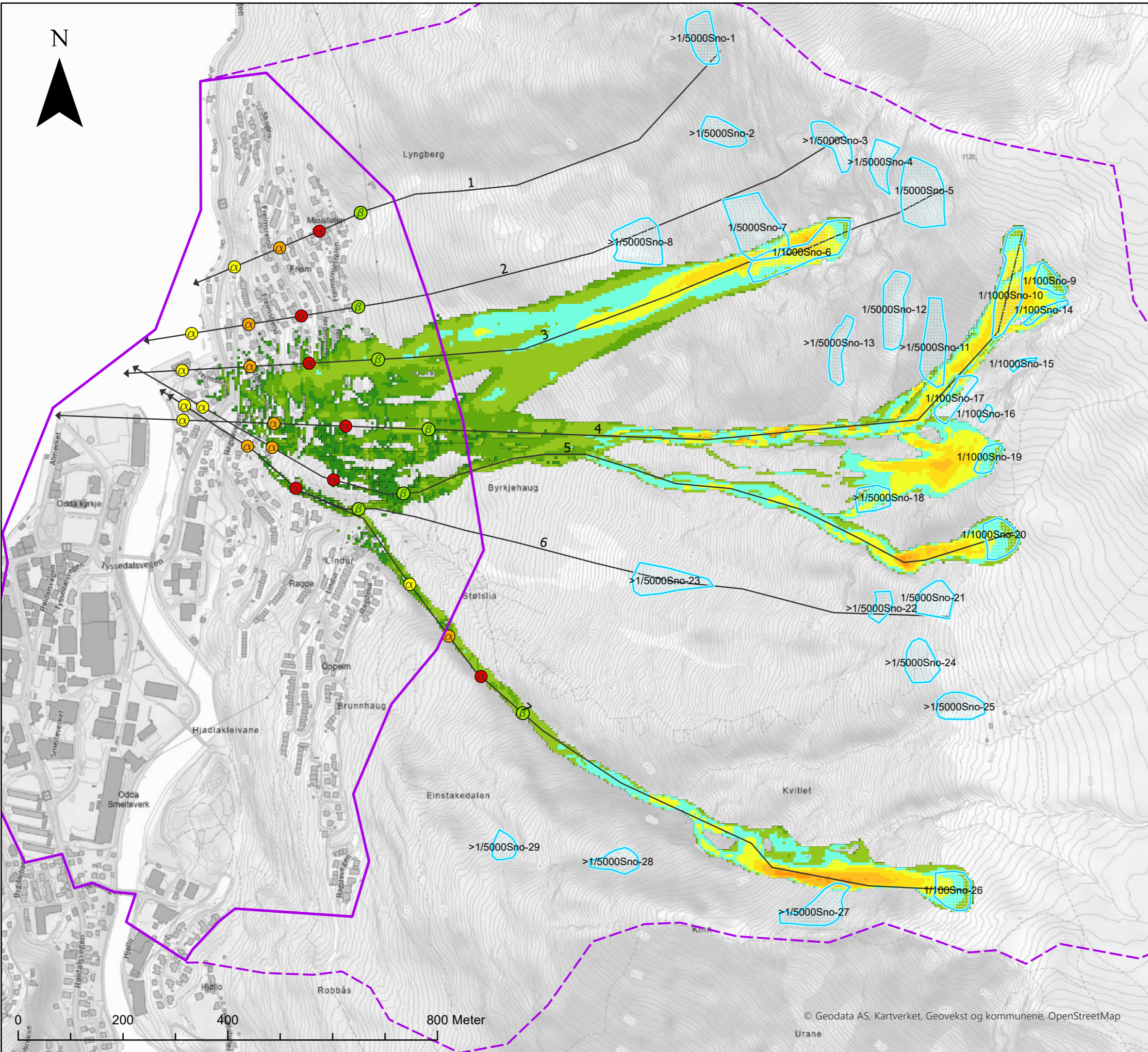
Steinsk-1-5m3 - Kinetisk energi steinsprang (kJ)



Vedlegg 5-4 - RAMMS:Rockfall  
 Steinskred - 5 m3 - 1000 års-scenario

Dato: 2024-03-22	Utført av: GKG	Kontrollert: GH	Godkjent: BSS
Format: A3	Målestokk: 1:4 083	Kartprojeksjon ETRS 1989 UTM Zone 32N	
REV: 00	Prosjektnr.: 52309044		





- Løsnemråde snøskred
- Påvirkningsområde
- Kartleggingsområde
- ⊗ Alfa\_std2
- ⊗ Alfa\_std
- Alfa
- ⊗ Beta\_punkt
- Alfa\_beta\_linjer

**RAMMS\_Avalanche - Med skog - 1000 år**  
**Maks hastighet (m/s)**

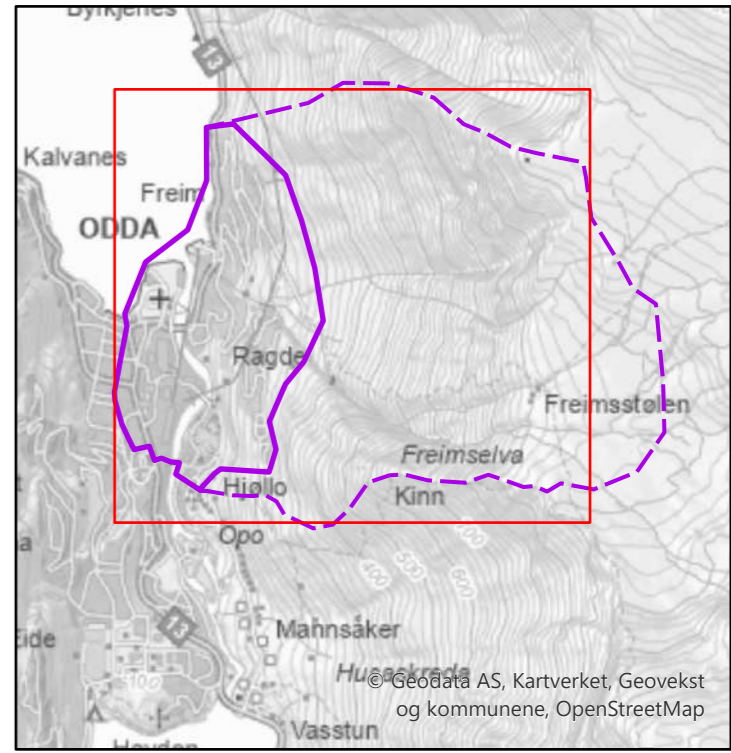
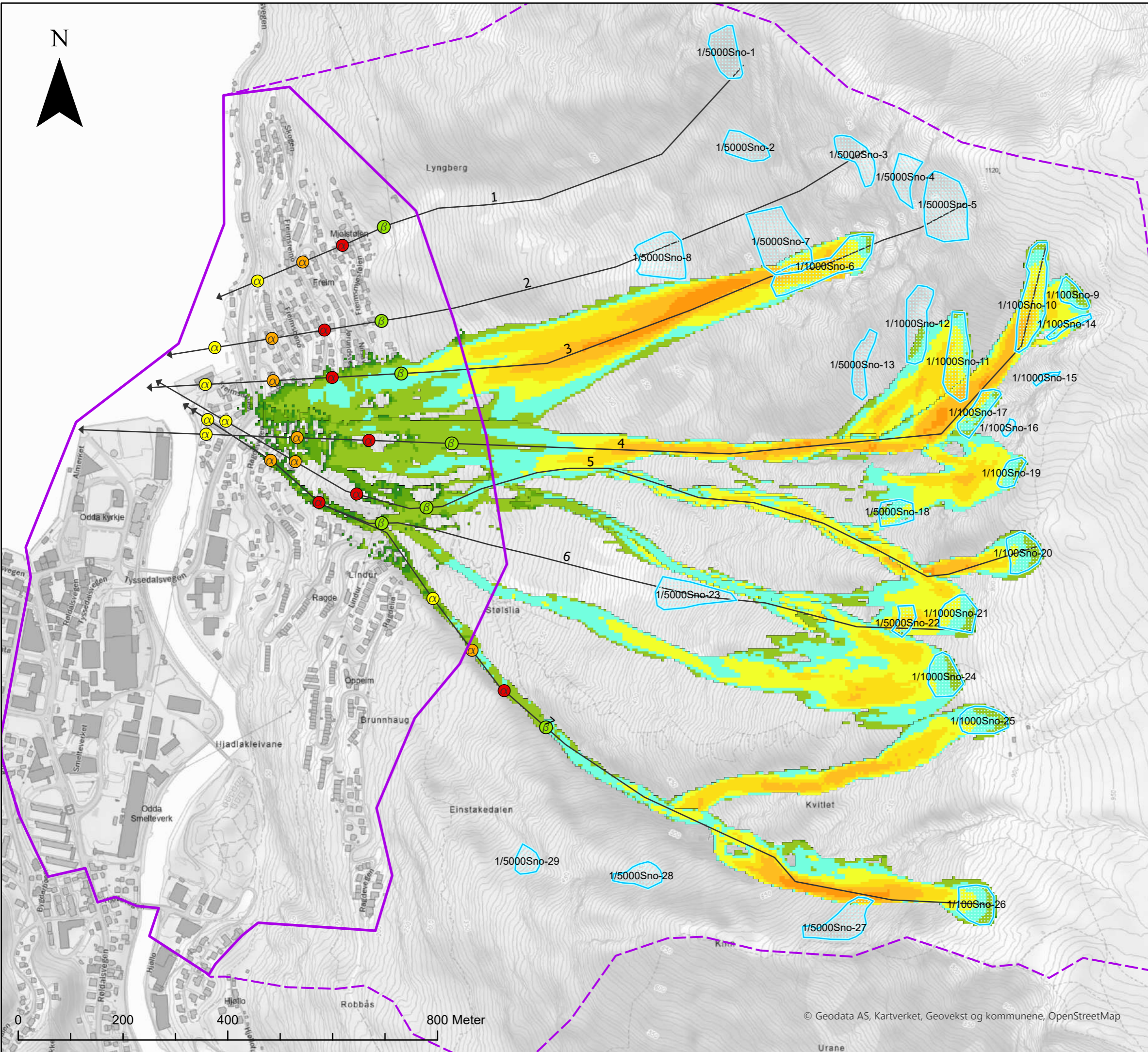
- <= 1
- 1 - 2.5
- 2.5 - 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 25
- 25 - 30
- 30 - 40
- 40 - 50
- > 50

**Vedlegg 6-1 - RAMMS:Avalanche**  
**Snøskred - Med skog - 1000 år**

Dato: 2024-03-22	Utført av: GKG	Kontrollert: GH	Godkjent: BSS
Format: A3	Målestokk: 1:7 000	Kartprojeksjon ETRS 1989 UTM Zone 32N	
REV: 00	Prosjektnr.: 52309044		

Kartet er utarbeidet av: **Norconsult**





- Løsneområde snøskred
- Påvirkningsområde
- Kartleggingsområde
- ⊗ Alfa\_std2
- ⊗ Alfa\_std
- Alfa
- ⊗ Beta\_punkt
- Alfa\_beta\_linjer

**RAMMS:Avalanche - Uten skog - 1000 år**

Maks hastighet (m/s)



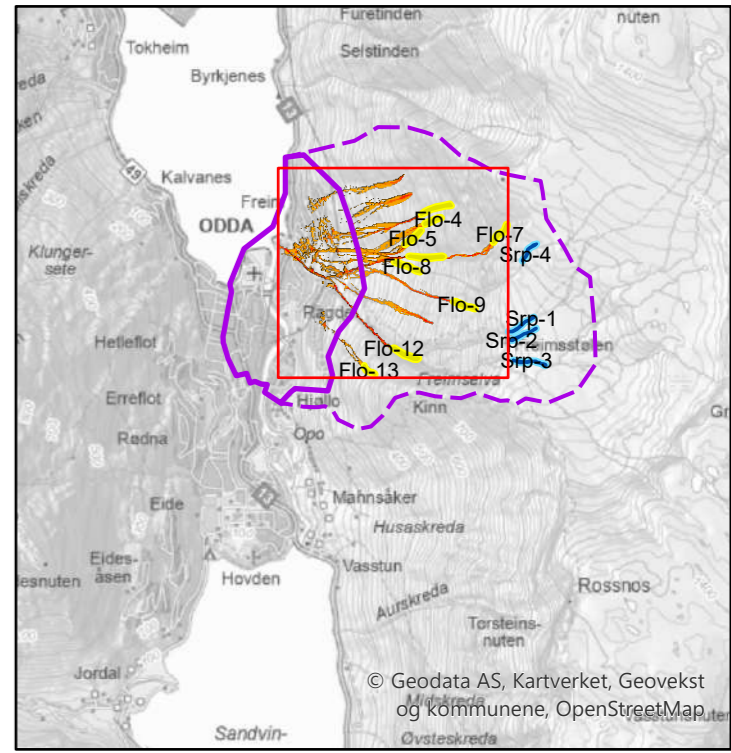
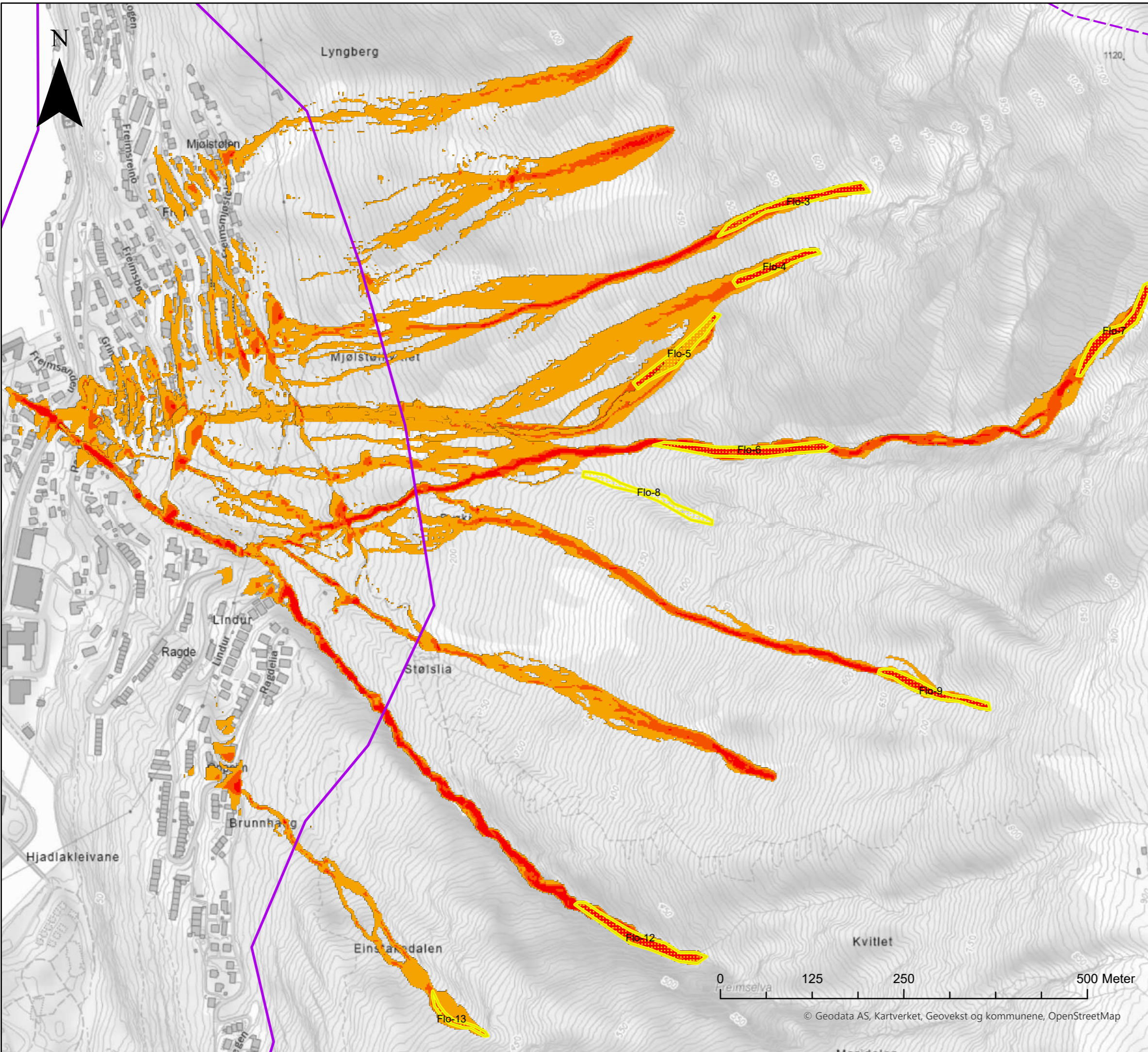
**Vedlegg 6-2 - RAMMS:Avalanche**

Snøskred - Uten skog - 1000 år

Dato: 2024-03-22	Utført av: GKG	Kontrollert: GH	Godkjent: BSS
Format: A3	Målestokk: 1:7 000	Kartprojeksjon ETRS 1989 UTM Zone 32N	
REV: 00	Prosjektnr.: 52309044		

Kartet er utarbeidet av: **Norconsult**





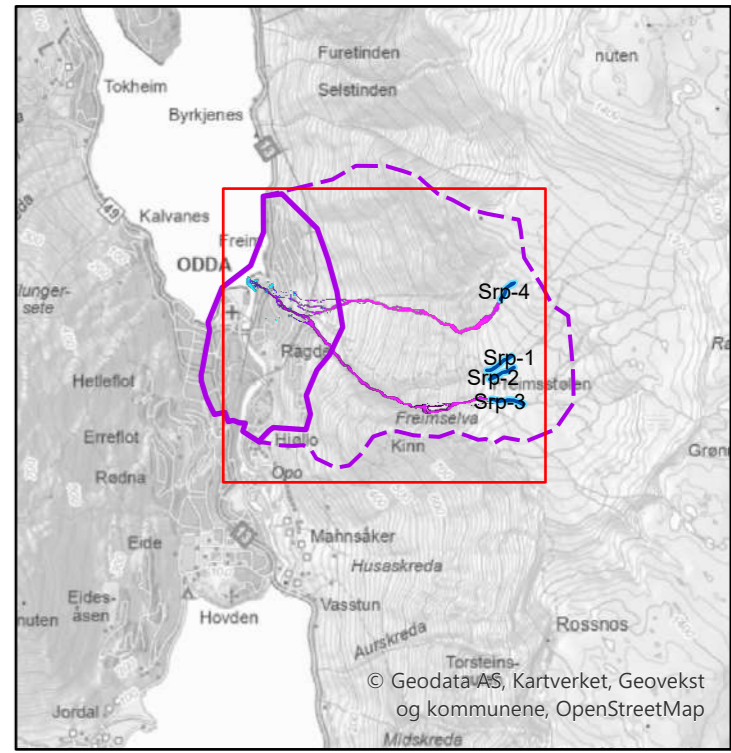
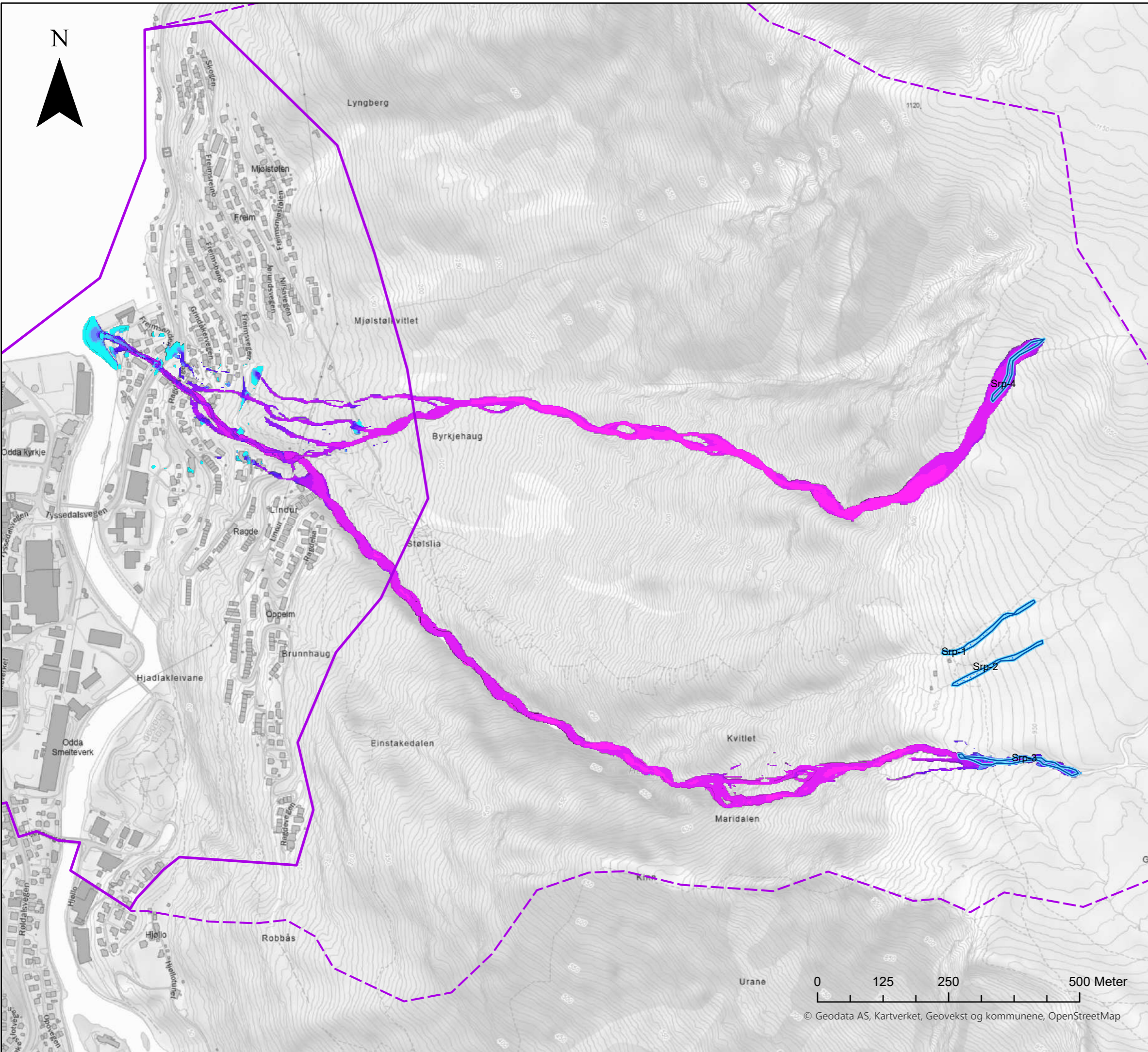
- Løsneområde flomskred
- Flomskred - 5000 år**
- Maks flyteheighte (m)**
- < 0,1 m
- 0,1 - 0,5 m
- 0,5 - 1 m
- > 1 m
- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

**Vedlegg 7 - RAMMS:Debris**

Flomskred - Maks flyteheighte (m) - 5000 år

Dato: 2024-03-22	Utført av: GKG	Kontrollert: GH	Godkjent: BSS
Format: A3	Målestokk: 1:5 000	Kartprojeksjon ETRS 1989 UTM Zone 32N	
REV: 00	Prosjektnr.: 52309044		





- Løsneområde sørpeskred**
- RAMMS:Debris - Sørpeskred 1000 år**
- Sørpeskred, maks trykk (kPa)
- 0 - 1 Ikke fare for liv og helse uten annen beskyttelse
  - 1 - 3 Kan være farlig for liv og helse uten annen beskyttelse
  - 3 - 6 Husdører skyves inn. Vegger og tak ødelegges.
  - 6 - 10 Alvorlig skade på trekonstruksjoner i bygg
  - 10 - 25 Ødeleggelse av trekonstruksjoner i bygg
  - 25 - 50 Alvorlig skade på murverk
  - 50 - 100 Ødelegger velutviklet skog
  - 100 - 300 River opp store grantrær
  - 300 - 1000 Skader forsterkede betongkonstruksjoner og kan flytte fore steinblokker
- Kartleggingsområde
  - Påvirkningsområde

### Vedlegg 8 - RAMMS:Debris

Sørpeskred - Maks trykk (kPa) - 5000 år

Dato: 2024-03-22	Utført av: GKG	Kontrollert av: GH	Godkjent: BSS
Format: A3	Målestokk: 1:7 000	Kartprojeksjon ETRS 1989 UTM Zone 32N	
REV: 00	Prosjektnr.: 52309044		

Kartet er utarbeidet av: **Norconsult**



**Vedlegg 9 – Oversikt infopunkter med feltobservasjoner**

Infopunkt	Kommentar
2	Sikret bergparti ovenfor hus. Avskoget område. Ikke løснеområde for snøskred.
3	Foto
4	Sikret bergskrent. Smått nedfall i nedkant.
5	ansamling med blokker som kommer fra en rennliknende formasjon over. 2-5 kubikk blokker. irregulære til rektangulære blokker, litt mosebegrødd.
6	store blokker, opptil 5 kubikk. lite mose.
7	boltesikring og armeringsnett. Veg nedenfor.
8	Foto
9	ansamling av 0,5-1kubikk blokk. løснеområde boltet. blokker nede kan være murt opp også. blokker ser mindre ut enn sprekkeavgrensing i skrent.
10	Foto
11	Foto
12	Foto
13	grovblokkig. stor sprekkeavstand på 0,5-2m. 2-3 sprekkesett. grovkornet. granittisk gneis. Ikke boltesikret. hyllete terreng. blokker på hyllene
14	5 kubikk blokk. varierende størrelse. noen opptil 10 kubikk.
15	Foto
16	avskoget. boltesikret. grovblokkig.
17	urmasser i ravinen. grove masser. Berg i dagen i elvekant, gjelformasjon.
18	til dels store blokker. finstoffinnhold. kan være humus over rasur. blokker ned til ravinen. ganske avrundet blokk
19	Foto
20	ravine. Berg I dagen
21	Ravine
22	typisk blokker i rasur. 2-4 kubikk
23	ur.
24	Foto
25	Foto
26	ravine med finstoffinnhold og blokker. ikke vann
27	lite vannføring. store blokker, mulig berg i dagen. litt usikkert
28	ravine med blokker. 2-5 kubikk.
29	Foto
30	Foto
31	Stikkrenne 60cm
32	erosjonssikret. plastring i kant og i bunn
33	Foto
34	murt opp i bekkeløp. bunnen av renne lengre opp. mye blokker, 2-5 kubikk
35	blokkansamling. levee. smalere lengre opp og bredere lengre ned. store blokker
36	rygger og renner med mye blokker.
37	Foto
38	Foto
39	blokker på kant. kam remobiliseres. enkelte blokk i nedkant.
40	Foto
41	Foto
42	telehiv i massene tilhørende rygg
43	Kulvert under veg.



44	Foto
45	Foto
46	topp av ravine. litt vann i bekk. finstoff.
47	tørr ravine.
48	Foto
49	en del finere masser her sammenlignet med lengre opp.
50	Foto
51	Foto
52	markant ravine med mye blokker. 5-10 m mektighet. grov ur / store blokker
53	rygg. steinblokker 1-2 kubikk. trolig levee.
54	Foto
55	levee med urmasser
56	Foto
57	Foto
58	Foto
59	Foto
60	Foto
61	overgang fra enkeltblokker til sammenhengende rasur. blokker på 1- 3 kubikk i snitt.
62	utløp til trolig steinskred av stor hendelse med lavere sannsynlighet. god ruhet, god avstand mellom større blokker. bratt ned mot boligfelt.
63	Foto
64	Foto
65	Foto
66	urmasser i søkk. tett inntill hus. store blokker på 1-3 kubikk.
67	Foto
68	Foto
69	søkk
70	Foto
71	oppsprukket bergoverflate som ligger i bratt terreng, kan remobiliseres og få utløp ned til hus.
72	Foto
73	Foto
74	Foto
75	Foto
76	Foto
77	en del blokker som hviler i bratt skråning nedenfor skrent med noen avløste blokker. kan remobiliseres ned til gaten. kan gå mer her. 0,2-0,5 kubikk
78	små stein som ligger oppå mur ved huset
79	Foto
80	steinsprangfare. 1/100 ned til veg.
81	Foto
82	blokk på sti
83	mer kompetent her. småtterier som kan komme, men ikke mye. løsamassesnitt i nedkant.
84	løsmasseskråning. massene fryst med telehiv. finkornet.
85	hører vann her
86	kulvert. erosjonssikret
107	5m3 blokk. Trolig steinsprang
108	Steinsprangblokk fra nyere tid. Remobilisering fra overliggende ur?
109	3 blokker på ca. 2/3 m3. Ferske. Kappet tre. Aktiv ur i dette område
110	Fersk blokk på 2 m3 i aktiv ur
111	Fersk blokk



112	Ur. Men ikke observert ferske blokker her
113	Foto
114	Mer ur i dette område. Går helt ned til bebyggelse. Grov ur. Ikke observert ferske blokker
115	Ur går ned i hagen til bebyggelse. Store blokker av eldre oppgav. Ikke observert ferske hendelser
116	Trolig steinsprangblokk
117	Foto
118	Åpent felt i skogfelt. Trolig tatt av vind. Skrint dekke med løsmasser. Stort sett Berg i dagen her
119	Åpent område i skogen. Tatt av vind
120	Urmasser i skogen
121	Foto
122	Ustabil skrent ovenfor lotepus. Sikringsarbeid pågår
123	Løsmasseskråning like sør for lotepus. Finkornede morenemasser. Noe sig, men holdes igjen av eksisterende vegetasjon
124	Ligger flere store blokker under bergskrent. Opp mot 5m3. Naturlig med 1/000 sone ned til veggen og 1/5000 noe lenger
125	Stygg bergskrent med flere gjennomsettende sprekkese. Mulig med avløsning av objekter på 10-20 m3. Ikke observert fersk aktivitet. Mose på de fleste blokker på nedsiden
126	Omtalt bergskrent
127	Urmasser, trolig fra et gammelt steinskred. Ikke observert ferske blokker. Lengste utløp observert midt i løsmasseskråning ned mot sti
128	Sti gjennom løsmasseskråning
129	Omtalt bergskrent
130	Gamle skredblokker fra skrent
131	Ny bergskrent på oppsiden sving på sti. Ser ok ut
132	Liten vannveg som går under sti og ned løsmasseskråning som ligger ovenfor hus
133	Gamle urmasser fra steinskred. God avstand til hus. Men observert oppsprukket parti i bergskrent. Også registrert steinsprang. Bør modelleres her. Faresone med skog: 1/100 ned til fersk aktivitet (se punkt over). 1/1000 ned på flate. 1/5000 helt ned til hus
134	Ny vannveg under sti. Løsmasseskråning ser stabil ut. Mulig vi kan tegne 1/5000 ned mot det nordligste huset, men kommer an på helning
135	Bratt løsmasseskråning ned mot husrekke. flatt platå på toppen. Noe sig, men ser stabil ut med skog. Viktig at skogen står. Vurdere 1/5000 helt ned til husrekke jordskred/remobilisering med skog. 1/100 ned til bunn av skråning og 1/1000 til husrekke uten skog
136	Brå overgang fra flatt platå til bratt skråning. Gunstig mtp oppbygging av poretrykk i øvre del av skråning
137	Vurdering: 1/1000 med skog jordskred/remobilisering i løsmasseskråning som ligger mellom camp lotepus og sving asfaltveg. 1/1000 dekker tilkomstveg til Lotepus
138	Vurdering: 1/5000 med og uten skog ut til dette punktet. 1/1000 går til innerste asfaltveg. Ikke fare for jordskred her
139	Oversiktsfoto Hjøllo
140	Oversiktsfoto lotepus
141	Naturlig med 1/100 ned mot elv på nordsiden av camp lotepus
142	Trekke 1/100 ned til elv nordover til der hengebro kryser 1/1000 videre nordover til foten av skrent?
143	Oversikt over potensielt løsneområde steinsprang. Ser oppsprukket ut. Må modelleres. Mulig 1/5000 kan gå ned mot husrekke
144	Løsmasseskråning bak husrekke og potensielt løsneområde steinsprang i skrent
145	Grov ur fra steinsprang. Mulig tegn fra fersk aktivitet helt ned hit
146	Oversiktsbilder Hjøllo



147	Berghammere i overkant av bebyggelse. Mye urmasser ned mot øverste hus. Ingen tegn til ferske hendelser. Potensielle løsneområder i overliggende Bergskrent som kan danne 1/5000 sone etter sikring. Har vi kontroll på sikringsomfang?
148	Mosebelagte urmasser som går ned til sti
149	Sikret objekter
150	Ikke observert fersk aktivitet
151	Gamle urmasser i skog. Deler av skog i framkant fjernet
152	Mye mosebalgt urblokker i skog
153	Gammel sikring i fot av skrent. Trolig ikke isolert blokk
154	Gammel sikring i fot av skrent. Trolig ikke isolert blokk
155	Bergskrent. Lite oppsprekking. Ser ok ut
156	Mye urmasser. Ikke ferske nedfall. Tett skog
157	Mosebelagte urmasser. Ikke tegn til skredaktivitet
158	Oppsprekking i bergmasse, men ikke ferske nedfall
159	Mosebelagt urmasser i skog
160	Gamle urmasser ovenfor bebyggelse
161	Bratt skråning ovenfor bebyggelse. Ser ut som kritiske enkeltobjekt er sikret
162	Lurvete skråning ned mot veg. Løse blokker og knekte trær
163	Fare for remobilisering av blokker. Ser ut som husene står på fjellterskel.





## **Egenerklærings skjema for kompetanse – iht. veileder *Sikkerhet mot skred i bratt terreng – Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak***

<b>Firma:</b>	<b>Norconsult Norge AS</b>	<b>Org.nr</b>	962392687 (Søk i <a href="https://brreg.no">https://brreg.no</a> )
---------------	----------------------------	---------------	---

Utførende foretak vil med utfylling av egenerklærings skjema erklære seg skikket til å utføre utredning av skredfare i bratt terreng og at utførende fagpersoner innehar nødvendig kompetanse i henhold til veilederen. Hvert foretak involvert i oppdraget fyller ut eget skjema, også ev. underleverandører.





Egenerklæring om utførende foretaks kompetanse	JA	NEI	Kommentar
Ansvarlig for å utføre skredfaglige utredninger er godt kjent med gjeldende forskrifter <sup>1</sup> , veiledere <sup>2</sup> , retningslinjer <sup>3</sup> og fagnormer som gjelder for å utføre skredfareutredninger.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Minst to kvalifiserte fagpersoner blir benyttet i oppdraget, en som utførende og en som sidemannskontrollør.  <i>De to påkrevde fagpersonene må ha minst 5 og 3 års netto erfaring med tilsvarende oppdrag, samt relevant utdanning som definert i veilederen. Personell med mindre enn 3 års erfaring kan benyttes i oppdraget i tillegg til de to med påkrevd erfaring.</i>  <i>Enkeltmannsforetak (ENK) kan oppfylle dette kravet ved å benytte et annet foretak, med nødvendig kompetanse, for sidemannskontroll. Hvert foretak må da fylle ut eget skjema.</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Gunne Håland > 5 års netto erfaring med tilsvarende oppdrag  Berit Soldal Skogseth > 5 års netto erfaring med tilsvarende oppdrag  Geir Kristoffer Godtland > 3 års netto erfaring med tilsvarende oppdrag
Foretaket har kunnskap om og tilgang på dynamiske skredmodeller der slike er kommersielt tilgjengelig.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Foretaket har ansvarsforsikring som minst tilsvarende krav i NS 8401/8402 (prosjekterings- og rådgivningsoppdrag).	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

<sup>1</sup> Byggeteknisk forskrift (TEK17) og Plan- og bygningsloven (pbl)

<sup>2</sup> NVE veileder Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak

<sup>3</sup> NVE retningslinjer Flaum- og skredfare i arealplanar – Revidert 22.mai 2014





Norges  
vassdrags- og  
energidirektorat

**Signatur:**

Geir Kristoffer Godtland

**Geir Kristoffer Godtland**

**Sted og dato:**

**02.04.2024 Trondheim,**





RAPPORT

# Uavhengig kvalitetssikring av rapport fra Norconsult

ULLENSVANG. SKREDFAREVURDRING FOR  
FREIM OG RAGDE

DOK.NR. 20240285-01-R  
REV.NR. 0 / 2024-05-03



Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.





## Prosjekt

Prosjektittel: Uavhengig kvalitetssikring av rapport fra Norconsult  
Dokumentittel: Ullensvang. Skredfarevurdering for Freim og Ragde  
Dokumentnr.: 20240285-01-R  
Dato: 2024-05-03  
Rev.nr. / Rev.dato: 0/

## Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Ullensvang kommune  
Kontaktperson: Eirik Lia  
Kontraktreferanse: Telefonsamtale 26. mai og påfølgende e-post korrespondanse

## for NGI

Prosjektleder: Heidi Hefre  
Utarbeidet av: Frode Sandersen  
Kontrollert av: Heidi Hefre



## Sammendrag

NGI har utført uavhengig kvalitetskontroll (UKS) av Norconsults rapport «Skredfarevurdering for Freim og Ragde» i Ullensvang kommune. Skredfareutredningen omfatter utarbeidelse av faresoner.

Rapporten er godt gjennomarbeidet med grundig og god dokumentasjon. Vurderingene bygger i hovedsak på tilstrekkelig grunnlagsmateriale og et godt faglig arbeid. Utredningen er i henhold til veileder og kravspesifikasjon for oppdraget med unntak av noen anmerkninger og ett avvik som vi har påpekt i denne UKS.



## **Innhold**

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>6</b>
1.1	Bakgrunn	6
1.2	Grunnlag	6
1.3	Metode	6
<b>2</b>	<b>Utført kontroll</b>	<b>7</b>
2.1	Formelle krav	7
2.2	Grunnlag, metodikk og leveranse	8
<b>3</b>	<b>Oppsummering</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>Referanser</b>	<b>10</b>

## **Kontroll- og referanseside**



# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn

Ullensvang kommune har ønsket å gjennomføre en ny vurdering av faresoner for området Freim og Ragde. Deler av området er tidligere kartlagt i flere omganger av NGI, samt av Skred AS for et mindre område på Ragde.

## 1.2 Grunnlag

Materialet, som NGI har fått tilgang til fra Ullensvang kommune, består av følgende:

- Rapport fra Norconsult Oppdragsnr. 52309044 Dokumentnr. RA-INGGEO-01 Versjon J01 – Ullensvang kommune. Skredfarevurdering for Freim og Ragde. Sikkerhetsklasse S1, S2 og S3 med og uten skog.
- Vedlegg til rapporten
  - Vedlegg 1: Terrenghelningskart
  - Vedlegg 2: Registreringskart
  - Vedlegg 3: Faresonekart med og uten skog
  - Vedlegg 4: Skog med betydning for skredfare
  - Vedlegg 5: Modelleringskart – Steinsprang og steinskred
  - Vedlegg 6: Modelleringskart – Snøskred
  - Vedlegg 7: Modelleringskart – Flomskred
  - Vedlegg 8: Modelleringskart – Sørpeskred
  - Vedlegg 9: Oversikt infopunkter med feltobservasjoner
  - Vedlegg 10: Egenerklæringsskjema
  - Vedlegg 11: Svarskjema for uavhengig kontroll.

## 1.3 Metode

NVEs veileder (NVE, 2023a), heretter kalt «veilederen», stiller krav til at den uavhengige kvalitetssikringen dokumenterer at utredningen er gjennomført i samsvar med veilederen, og har tilstrekkelig kvalitet. Arbeidet skal blant annet avklare:

- *Om det er benyttet relevant og dekkende grunnlagsdata, inkludert eventuelle tidligere utførte skredfareutredninger for samme område.*
- *Om feltarbeid/befaringer kan ansees som dekkende og tilstrekkelig.*
- *Om klimadata er brukt der det er relevant.*
- *Om beregningsverktøy er brukt fornuftig, og resultater av modelleringen er diskutert.*
- *Om det er sammenheng mellom registreringskart, eventuelle modellresultater og skredfareutredninger/faresoner.*

*Det skal også gjøres en samlet vurdering av konklusjoner og begrunnelser ut fra tilgjengelig grunnlagsdata og beregningsresultater.» (NVE, 2023a).*



Dokumentasjonen på en utredning skal være etterprøvbare. Vi har derfor også kommentert på vurderinger som ikke er begrunnet tilstrekkelig. I den uavhengige kvalitetssikringen ligger ikke en direkte kontroll av de utarbeidede vurderingene, og utførende foretak har fullstendig ansvar for disse. Ved å gjennomføre UKS står ikke NGI medansvarlig for de utførte vurderingene. Vi har benyttet betegnelser for kontrollstatus og kommentar gitt i *Tabell 1-1* for å gjennomføre UKS.

*Tabell 1-1: Kontrollstatus og betegnelser for gjennomføring av UKS.*

Kontrollstatus	Benevnelse	Forklaring
OK	OK	Kontrollert og vurderes som godt nok. I noen tilfeller med et råd om forbedringspotensial eller et spørsmål for avklaring.
Anmerkning	ANM	Kontrollert, men vurderes å avvike i noen grad fra veileder/-kravspesifikasjon og normal praksis. Må ikke rettes opp, men må svares ut og begrunnes mer grundig.
Avvik	AV	Mangel og/eller grovt avvik fra veileder/kravspesifikasjon. Det er forhold som må utbedres og som vurderes å avvike fra veileder/kravspesifikasjon i slik grad at det må rettes opp.
Ikke godkjent	IG	Ikke godkjent på grunn av så stort avvik fra veileder/-kravspesifikasjon at hele eller deler av skredfarevurderingen må gjøres på nytt.

## 2 Utført kontroll

Den utførte kontrollen er gjort i forhold til temaene vist under:

1. Formelle krav
2. Generelle krav, krav til grunnlagsdata, metodikk og leveranse
3. Analyse av skredhendelsen
4. Skredfarevurdering for området

For hvert av disse temaene er det gjort en vurdering og gitt kommentarer iht. metodikken beskrevet i Tabell 1-1. Hele rapporten og alle Vedlegg er gjennomgått.

### 2.1 Formelle krav

*Tabell 2-1 Formelle krav*

Tema	Status	Kommentar
Rapporttittel og kap. 1 Innledning	OK	Godt oppsett og gjennomgang.
Om oppdraget	OK	Informasjon om oppdragsgiver og utførende foretak fremkommer tydelig.



Tema	Status	Kommentar
Valg av sikkerhetsklasser	OK	Utredede sikkerhetsklasser fremkommer flere steder tydelig i kapittel 1.3: S1 (1/100), S2 (1/1000) og S3 (1/5000), som definert i oppdraget.
Veileder-versjon	OK	Rapporten bygger på rapportmal tilhørende NVEs veileder datert 16.01.2024 med tilpasninger.
Referanser	OK	Det er en gitt en oversiktlig referanseliste på slutten av rapporten, kapittel 9.
Egenerklæring	OK	Egenerklæringsskjema ligger ved sist i rapporten.

## 2.2 Grunnlag, metodikk og leveranse

Tabell 2-2 Generelle kommentarer

Tema	Status	Kommentar
Grunnlagsmateriale, kap. 2.1 – 2.4.	OK	Relevante grunnlagsdata er beskrevet oversiktlig og på en god måte.
Grunnlagsmateriale, kap. 2.5 Eksisterende skredfarevurderinger	ANM	NGI har utarbeidet flere rapporter som ikke er nevnt om fare for steinsprang ovenfor Ragde og Hjøllo på 1970-1980-tallet. Flere avløste partier ble observert med forslag om bolting.
Grunnlagsmateriale, kap. 2.6 Eksisterende skredsikringstiltak	OK	Tidligere utført boltesikring på 1970-tallet er ikke beskrevet, men området har gjennomgått ny vurdering av avløste partier med planlegging av sikringstiltak.
Grunnlagsmateriale, kap. 2.7 Klima	ANM	I hovedsak et godt kapittel som er iht. veileder, men savner vurdering av gyldigheten av klimaanalysen opp mot klimaendringer.
Grunnlagsmateriale, kap. 2.8 Ustabile fjellpartier	OK	God beskrivelse.
Metode, kap. 3.1 Skogens effekt	OK	Effekt av skog for de ulike skredtypene er utførlig beskrevet.
Metode, kap. 3.3-3.6 Metode for vurdering av de ulike skredtypene	OK	Gode beskrivelser av grunnlag for identifisering av løseområder for de ulike skredtypene. Det er benyttet anerkjente modeller for simulering av de ulike skredtypene.
Områdebeskrivelse, kap. 4.1 Topografi og helning	OK	Beskrivelser, bilder og foto gir god oversikt over topografiske forhold.
Områdebeskrivelse, kap. 4.2 Vannveier	OK	Følger ikke veilederen at avrenningskart er i vedlegg B, men synes dette fungerte fint.
Områdebeskrivelse, kap. 4.3 Skog	ANM	Skogspolygonene er definert ut fra datasettene SR16 og AR5. Skogspolygonene er gitt attributter som viser hvilke skredtyper de har betydning for og om den har betydning for utløsning, utløp eller begge. Nye aktsomhetskart for snøskred med vurdering av skog med betydning for snøskredfare kunne med fordel vært brukt som en del av grunnlagsmaterialet og kommentert



Tema	Status	Kommentar
		i rapporten. Det er en forskjell mellom skogen kartlagt å hindre utløsning av snøskred i nye aktsomhetskart og Figur 4-10 i rapporten. Avviket burde kommenteres.
Områdebeskrivelse, kap. 4.4 Berggrunn og løsmasser	OK	Utførlig beskrivelse med resultater fra nylig utførte grunnboringer i Freimslia.
Områdebeskrivelse, kap. 4.5 Flyfoto og skråfoto	OK	Gode bildeillustrasjoner med beskrivelser av topografi og henvisning til historiske hendelser fra eldre flyfoto.
Feltobservasjoner kap. 5	OK	Utfyllende beskrivelse av observasjoner gjort under befaringen med gode og mange fotoillustrasjoner.
Modellering, Kap. 6	ANM	Gode beskrivelser med tabeller for valg av input parametere i de ulike modellene. Løsningsansynlighet er angitt for alle løsningsområder. Modellering med og uten skog er gjennomført for relevante skredtyper (snøskred og steinsprang). Valg av bruddkanthøyder for snøskred virker urealistisk høye i flere av løsningsområdene for eksempel i Einstakedalen, selv om valgene er gjort med utgangspunkt i anbefalingene gitt i veilederen. Topografiske og klimatiske forhold tilsier kanskje at bruddkanthøydene er lavere. Savner en nærmere diskusjon av dette.
Skredfarevurdering, Kap. 7.1 Steinsprang	OK	God beskrivelse og dokumentasjon
Skredfarevurdering, Kap. 7.2 Steinskred	ANM	Faretypen er vurdert å være dimensjonerende for bebyggelsen på Freim basert på historiske opplysninger om at blokker har nådd fjorden på 1700- og 1800-tallet. Faresonen 1/1000 og 1/5000 dekker store deler av bebyggelsen. Det foreligger liten dokumentasjon på at det er store avløste bergpartier som kan gi opphav til steinskred. Nærmere analyser med utarbeidelse av detaljert terrengmodell med Lidar scanning og beregning av stabilitet kunne anbefales i videre studier for å få bedre grunnlag for faresonene.
Skredfarevurdering, Kap. 7.3 Jordskred	ANM	God beskrivelse og dokumentasjon. Det står at terreng brattere enn 30° kan gi opphav til skred, burde kanskje endres til 20-25° iht. veileder.
Skredfarevurdering, Kap. 7.4 Flomskred	ANM	Det bør tegnes inn observasjoner av leveer mellom Byrkjehaug og Mjølstølkvitlet på registreringskartet. Noe uklart hvorfor flomskred ned Freimselva er dimensjonerende for 1/100 sonen, men ikke for 1/1000-sonen. Er effekten av demningen i Freimselva inkludert i modelleringen?
Skredfarevurdering, Kap. 7.5 Snøskred	ANM	Det vises til at 1/1000-sonen for snøskred med skog kan nå bebyggelsen Freim, men dette fremgår ikke av symbolene på faresonekartet. Det står også at det med



Tema	Status	Kommentar
		dagens skog er vurdert faresoner 150 m nord for Mjølstølkvitlet og ned mot <u>Tyssedalsvegen</u> . Er dette riktig beskrevet?
Skredfarevurdering, Kap. 7.6 Sørpeskred	ANM	God beskrivelse. Usikker på om det er riktig at sørpeskred er dimensjonerende faretype i Freimselva for 1/1000 og 1/5000. Historiske hendelser indikerer kanskje at flomskred er mer relevant?
Oppsummering, kap. 8	OK	God beskrivelse med begrunnelse av eventuelle avvik fra tidligere vurderinger.
Vedlegg 1, Helningskart	OK	Symbolisering følger veilederen.
Vedlegg 2, Registreringskart	OK	Detaljerte kart med god oversikt over registreringer. Symbolisering følger veilederen.
Vedlegg 3, Faresonekart	AV	Litt rotete symbolisering av dimensjonerende skredtype. På Freim er det vanskelig å identifisere hvilken skredtype som er dimensjonerende med flere angitte skredtyper innenfor samme faresone.
Vedlegg 4, Skog	OK	Symbolisering følger veilederen.
Vedlegg 5-8, Modelling	OK	Symbolisering følger veilederen.
Vedlegg 9, Oppsummering	OK	God oppsummering med beskrivelse av avvik fra tidligere vurderinger og usikkerhet i vurderingene. Bør beskrive behovet for mer detaljerte undersøkelser av faren for steinskred da dette har stor betydning for faresonene, men slike undersøkelser inngår ikke i en standard faresoneutredning.

### 3 Oppsummering

Rapporten er godt gjennomarbeidet med grundig og god dokumentasjon. Utredningen er i henhold til veileder og kravspesifikasjon for oppdraget med unntak av noen anmerkninger og ett avvik som vi har påpekt i denne UKS. Vurderingene bygger i hovedsak på tilstrekkelig grunnlagsmateriale og et godt faglig arbeid.

### 4 Referanser

Direktoratet for byggkvalitet, 2023. Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning [WWW Document]. URL <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/7/7-3/>

NVE, 2023a. Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng [WWW Document]. URL <https://veileder-skredfareutredning-bratt-terreng.nve.no>

NVE, 2023b. NVE API [WWW Document]. URL [api.nve.no](https://api.nve.no)



<b>Dokumentinformasjon/Document information</b>		
<b>Dokumenttittel/Document title</b> Ullensvang. Skredfarevurdring for Freim og Ragde		<b>Dokumentnr./Document no.</b> 20240285-01-R
<b>Dokumenttype/Type of document</b> Rapport / Report	<b>Oppdragsgiver/Client</b> Ullensvang kommune	<b>Dato/Date</b> 2024-05-03
<b>Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/ Proprietary rights to the document according to contract</b> NGI		<b>Rev.nr.&amp;dato/Rev.no.&amp;date</b> 0 /
<b>Distribusjon/Distribution</b> BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees		
<b>Emneord/Keywords</b> Uavhengig kvalitetssikring, Skredfarevurdring		

<b>Stedfesting/Geographical information</b>	
<b>Land, fylke/Country</b> Vestland	<b>Havområde/Offshore area</b>
<b>Kommune/Municipality</b> Ullensvang	<b>Felt navn/Field name</b>
<b>Sted/Location</b> Freim og Ragde	<b>Sted/Location</b>
<b>Kartblad/Map</b>	<b>Felt, blokknr./Field, Block No.</b>
<b>UTM-koordinater/UTM-coordinates</b> Sone: Øst: Nord:	<b>Koordinater/Coordinates</b> Projeksjon, datum: Øst: Nord:

<b>Dokumentkontroll/Document control</b>					
<b>Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001</b>					
<b>Rev/Rev.</b>	<b>Revisjonsgrunnlag/Reason for revision</b>	<b>Egenkontroll av/ Self review by:</b>	<b>Sidemanns-kontroll av/ Colleague review by:</b>	<b>Uavhengig kontroll av/ Independent review by:</b>	<b>Tverrfaglig kontroll av/ Inter-disciplinary review by:</b>
0	Originaldokument	2024-05-03 Frode Sandersen	2024-05-03 Heidi Hefre		

<b>Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release</b>	<b>Dato/Date</b> 3. mai 2024	<b>Prosjektleder/Project Manager</b> Heidi Hefre
--	---------------------------------	---

2015-11-16, 043 n/e, rev.03



NGI – Norges Geotekniske Institutt - er et uavhengig forskningsinstitutt innen geoteknikk og andre ingeniørrettede geofag.

Vi kombinerer geokunnskap og teknologi for å utvikle smarte og bærekraftige løsninger innen infrastruktur på land og til havs, innen miljøteknologi, forurenset grunn og naturfarer som jord- og snøskred. Forskingen vår leverer kunnskap som bidrar til å løse noen av de viktigste utfordringene verden står overfor innenfor klima, miljø, energi og samfunnsikkerhet.

Samfunnsoppgaven vår er å utvikle geofagene og fremskaffe kunnskapsgrunnlaget for å bygge, bo og ferdes på sikker grunn. Dette løser vi ved å la forskning og rådgivning gå "hånd i hånd" og være brobygger mellom akademia, næringsliv og det offentlige.

Vi har kontorer i Norge, USA og Australia og vi har internasjonalt anerkjente laboratorier.

[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

NGI – The Norwegian Geotechnical Institute – is an independent research centre in the field of geotechnical engineering and the engineering geosciences.

We combine geotechnical knowledge and technology to develop smart and sustainable solutions in infrastructure on land and at sea, in environmental technology, contaminated soil and natural hazards such as landslides and avalanches. Our research provides knowledge that contributes to solve some of the most important challenges the world faces with regards to climate, the environment, energy and societal security.

Our societal mission is to develop the geosciences and produce the knowledge basis to build, live and travel on safe ground. We solve this by combining research and consulting hand-in-hand and being a bridge-builder between academia, industry and the public sector.

We have offices in Norway, the US and Australia, including internationally recognised laboratories.

[www.ngi.no](http://www.ngi.no)







## ► Vedlegg 11 - Svarbrev uavhengig kvalitetssikring - RA-INGGEO-01- Skredfarevurdering for Freim og Ragde Skredfarevurdering

**Til:** Ullensvang kommune v. E.Lia  
**Fra:** Geir Kristoffer Godtland  
**Dato** 2024-05-15

### Innledning

Norconsult Rapport «RA-INGGEO-01- Skredfarevurdering for Freim og Ragde Skredfarevurdering med «Oppdragsnr 52309044, RA-ING-GEO-01 versjon J01 av 2024-04-15; Skredfarevurdering for Freim og Ragde» er korrigert i henhold til uavhengig kontroll utført av NGI (DOK.NR. 20240285-01-R Uavhengig kvalitetssikring av rapport fra Norconsult, 2024-05-03).

Norconsult har behandlet og/eller kommentert kontrollpunktene som er vurdert til enten å være anmerkning (ANM) eller avvik (AV) i henhold til NVE veileder, se Tabell 1-1 og Tabell 1-2 i dette svarbrevet.

J01	2024-05-15	For bruk	GEIGOD	GUNHAA	BERSOL / MARORD
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. 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.



## 1 Svar på kommentarer fra NGI

Tabell 1-1: Svar på kommentarer angående formelle krav

Tema	Status	Kommentar	Svar fra Norconsult
Rapporttittel og kap. 1 Innledning	OK	Godt oppsett og gjennomgang.	OK
Om oppdraget	OK	Informasjon om oppdragsgiver og utførende foretak fremkommer tydelig.	OK
Valg av sikkerhetsklasser	OK	Utredede sikkerhetsklasser fremkommer flere steder tydelig i kapittel 1.3: S1 (1/100), S2 (1/1000) og S3 (1/5000), som definert i oppdraget.	OK
Veileder-versjon	OK	Rapporten bygger på rapportmal tilhørende NVEs veileder datert 16.01.2024 med tilpasninger.	OK
Referanser	OK	Det er en gitt en oversiktlig referanseliste på slutten av rapporten, kapittel 9.	OK
Egenerklæring	OK	Egenerklærings skjema ligger ved sist i rapporten.	OK

Tabell 1-2: Svar på generelle kommentarer

Tema	Status	Kommentar	Svar fra Norconsult
Grunnlagsmateriale, kap. 2.1 – 2.4.	OK	Relevante grunnlagsdata er beskrevet oversiktlig og på en god måte.	
Grunnlagsmateriale, kap. 2.5 Eksisterende skredfarevurderinger	ANM	NGI har utarbeidet flere rapporter som ikke er nevnt om fare for steinsprang ovenfor Ragde og Hjøllo på 1970- 1980-tallet. Flere avløste partier ble observert med forslag om bolting.	<p>Vi har ikke hatt tilgang til disse rapportene. Norconsult utarbeider prosjekteringsrapport for bergsikring ovenfor Hjøllo. Det er også utført sikringsarbeider av Norconsult ovenfor Ragde.</p> <p>Vi vurderer at det historiske grunnlaget som allerede er gjennomgått i området er tilstrekkelig, og at sammen med befaringsobservasjoner og utført prosjektering er dette dekkende for vurdering av skredfaren i området.</p>

Grunnlagsmateriale, kap. 2.6 Eksisterende skredsikringstiltak	OK	Tidligere utført boltesikring på 1970-tallet er ikke beskrevet, men området har gjennomgått ny vurdering av avløste partier med planlegging av sikringstiltak.	
Grunnlagsmateriale, kap. 2.7 Klima	ANM	I hovedsak et godt kapittel som er iht. veileder, men savner vurdering av gyldigheten av klimaanalysen opp mot klimaendringer.	Lagt til tekst som diskuterer dette på side 47.
Grunnlagsmateriale, kap. 2.8 Ustabile fjellpartier	OK	God beskrivelse.	
Metode, kap. 3.1 Skogens effekt	OK	Effekt av skog for de ulike skredtypene er utførlig beskrevet.	
Metode, kap. 3.3-3.6 Metode for vurdering av de ulike skredtypene	OK	Gode beskrivelser av grunnlag for identifisering av løснеområder for de ulike skredtypene. Det er benyttet anerkjente modeller for simulering av de ulike skredtypene.	
Områdebeskrivelse, kap. 4.1 Topografi og helning	OK	Beskrivelser, bilder og foto gir god oversikt over topografiske forhold.	
Områdebeskrivelse, kap. 4.2 Vannveier	OK	Følger ikke veilederen at avrenningskart er i vedlegg B, men synes dette fungerte fint.	
Områdebeskrivelse, kap. 4.3 Skog	ANM	Skogspolygonene er definert ut fra datasettene SR16 og AR5. Skogspolygonene er gitt attributter som viser hvilke skredtyper de har betydning for og om den har betydning for utløsning, utløp eller begge. Nye aktsomhetskart for snøskred med vurdering av skog med betydning for snøskredfare kunne med fordel vært brukt som en del av grunnlagsmaterialet og kommentert i rapporten. Det er en forskjell mellom skogen kartlagt å hindre utløsning av snøskred i nye aktsomhetskart og Figur 4-10 i rapporten. Avviket burde kommenteres.	NAKSIN-skogspolygoner er lagt over raster-analysert skog i figur 4-10. Ytterlig tekst som diskuterer NAKSIN-skogen er lagt til. Det er presisert ytterligere at befaringsobservasjoner og flyfoto er førende for vurdering av skogens effekt.



Områdebeskrivelse, kap. 4.4 Berggrunn og løsmasser	OK	Utførlig beskrivelse med resultater fra nylig utførte grunnboringer i Freimslia.	
Områdebeskrivelse, kap. 4.5 Flyfoto og skråfoto	OK	Gode bildeillustrasjoner med beskrivelser av topografi og henvisning til historiske hendelser fra eldre flyfoto.	
Feltobservasjoner kap. 5	OK	Utfyllende beskrivelse av observasjoner gjort under befaringen med gode og mange fotoillustrasjoner.	
Modellering, Kap. 6	ANM	Gode beskrivelser med tabeller for valg av input parametere i de ulike modellene. Løsnings sannsynlighet er angitt for alle løsneområder. Modellering med og uten skog er gjennomført for relevante skredtyper (snøskred og steinsprang). Valg av bruddkanthøyder for snøskred virker urealistisk høye i flere av løsneområdene for eksempel i Einstakedalen, selv om valgene er gjort med utgangspunkt i anbefalingene gitt i veilederen. Topografiske og klimatiske forhold tilsier kanskje at bruddkanthøydene er lavere. Savner en nærmere diskusjon av dette.	Det er vurdert at såpass store bruddkanthøyder kan være realistiske i fremtiden med eventuell økte snømengder i høyden som følge av klimaendringer. Dette diskuteres nærmere i modelleringskapittelet, og supplere med topografiske forhold. Uansett er løsneområdene fra Gudmundsgjelet og Slettbakksvaet førende for faresonene ellers, og her mener vi bruddkanthøyden er nokså realistisk. Benyttede bruddkanthøyder er også betydelig lavere enn bruddkanthøyder oppgitt i NAKSIN.  Supplerende tekst i kapittel 6.1.1 som presiserer utbredelse av faresoner for snøskred er lagt til.
Skredfarevurdering, Kap. 7.1 Steinsprang	OK	God beskrivelse og dokumentasjon	
Skredfarevurdering, Kap. 7.2 Steinskred	ANM	Faretypen er vurdert å være dimensjonerende for bebyggelsen på Freim basert på historiske opplysninger om at blokker har nådd fjorden på 1700- og 1800-tallet. Faresonen 1/1000 og 1/5000 dekker store deler av bebyggelsen. Det foreligger liten dokumentasjon på at	Basert på observert sprekkegeometri i bergmasse, historiske hendelser og tidligere vurderinger av området, har vi vurdert dette som reell fare og at det finnes potensielle løsneområder for steinskred med sannsynlighet større enn 1/100. Vi vurderer at steinskred kan utløses innenfor

		<p>det er store avløste bergpartier som kan gi opphav til steinskred. Nærmere analyser med utarbeidelse av detaljert terrengmodell med Lidar scanning og beregning av stabilitet kunne anbefales i videre studier for å få bedre grunnlag for faresonene.</p>	<p>aktuelle sannsynlighetsintervall, selv om det ikke er dokumenterte bevegelser i dag eller innen få år med overvåkning.</p> <p>Vi vurderer at oppstart av mer omfattende overvåkning ikke vil tilføre bedre vurderingsgrunnlag for fastsatte faresoner med gitte sannsynlighetsintervall.</p> <p>Hyppigheten av fremtidige bevegelser vil være usikker knyttet til forventede klimaendringer og økte nedbørsmengder, i kombinasjon med mer fluktuerende temperaturer. Topografiske forhold i løseområdet indikerer flere mulige avløste partier som potensielt kan løsne i fremtiden.</p>
Skredfarevurdering, Kap. 7.3 Jordskred	ANM	<p>God beskrivelse og dokumentasjon. Det står at terreng brattere enn 30° kan gi opphav til skred, burde kanskje endres til 20-25° iht. veileder.</p>	<p>Endret til 20 – 25 grader i tekst.</p>
Skredfarevurdering, Kap. 7.4 Flomskred	ANM	<p>Det bør tegnes inn observasjoner av leveer mellom Byrkjehaug og Mjølstølkvitlet på registreringskartet. Noe uklart hvorfor flomskred ned Freimselva er dimensjonerende for 1/100 sonen, men ikke for 1/1000-sonen. Er effekten av demningen i Freimselva inkludert i modelleringen?</p>	<p>Leveer er lagt til i registreringskart.</p> <p>Modellerte flomskred har kortere utløp en modellerte sørpeskred ned Freimselva, men er vurdert til å ha noe større løsnestannsynligheter enn sørpeskred. Flomskred er dimensjonerende ned til Tyssedalsvegen, men nedenfor her vil sørpeskred være dimensjonerende med lengre utløp. Det er derfor ikke tegnet sørpeskred-symbol oppstrøms fra Tyssedalsvegen. Flomskred er dimensjonerende for 1/1000 ned til Tyssedalsvegen, som er forsøkt illustrert på faresonekart med ekstra symbol for flomskred.</p> <p>Vi har vurdert at dammen i Freimselva ikke vil ha stor betydning</p>



			for utløp til sørpe- og flomskred. Denne er derfor ikke hensyntatt i modelleringen.
Skredfarevurdering, Kap. 7.5 Snøskred	ANM	Det vises til at 1/1000-sonen for snøskred med skog kan nå bebyggelsen Freim, men dette fremgår ikke av symbolene på faresonekartet. Det står også at det med dagens skog er vurdert faresoner 150 m nord for Mjølstølkvitlet og ned mot <u>Tysedalsvegen</u> . Er dette riktig beskrevet?	<p>Supplerende tekst er lagt til i kapittel 7.5.4 for å presisere utløp av snøskred med og uten skog.</p> <p>Det er feil at 1/1000-faresonen for snøskred med skog skal nå bebyggelsen på Freim. Det rettes opp i eventuell tekst som har ført til denne oppfatningen.</p> <p>Det er kun 1/5000-sonen som skal nå bebyggelse med skog. Uten skogen når både 1/5000, 1/1000 og 1/100 bebyggelse.</p> <p>Generelt er det vurdert at modellerte snøskredutløp for 1000-års scenario med skog, gir noe for lange utløp i forhold til historiske hendelser og basert på befaringsobservasjoner.</p>
Skredfarevurdering, Kap. 7.6 Sørpeskred	ANM	God beskrivelse. Usikker på om det er riktig at sørpeskred er dimensjonerende faretype i Freimselva for 1/1000 og 1/5000. Historiske hendelser indikerer kanskje at flomskred er mer relevant?	<p>I hovedløpet ned til Tysedalsvegen er flomskred dimensjonerende for 1000- og 5000 år. Siden sørpeskred har lengre utløp, men noe lavere løsningsannsynlighet enn flomskred, måtte vi legge på ekstra symbolikk for å presisere at sørpeskred kun når ned til Sørfjorden, og ikke flomskred.</p> <p>Modellerte sørpeskred får også noe annet utløp enn flomskred, eksempelvis i nordre del av Ragde. Her blir sørpeskred dimensjonerende. Det er vurdert at sørpeskred har løsningsannsynlighet større enn 1/1000 ned Freimselva.</p> <p>Sørpeskred kan bli en mer aktuell skredtype i fremtiden med tanke på forventede klimaendringer. Vi</p>

			vurderer derfor, også med bakgrunn i terrengeanalyse og drenering, at løsningsalternativer på 1/1000 og 1/5000 er reelt.
Oppsummering, kap. 8	OK	God beskrivelse med begrunnelse av eventuelle avvik fra tidligere vurderinger.	
Vedlegg 1, Helningskart	OK	Symbolisering følger veilederen.	
Vedlegg 2, Registreringskart	OK	Detaljerte kart med god oversikt over registreringer. Symbolisering følger veilederen.	
Vedlegg 3, Faresonekart	AV	Litt rotete symbolisering av dimensjonerende skredtype. På Freim er det vanskelig å identifisere hvilken skredtype som er dimensjonerende med flere angitte skredtyper innenfor samme faresone.	Det er ryddet i symbolikken for dimensjonerende skredtyper. Nye tegninger og figurer er utarbeidet. Veilederen sier samtidig at samme skredbaner kan ha flere dimensjonerende skredtyper, som for eksempel flomskred og sørpeskred ned Freimselva, og flomskred og steinskred vest for Mjølstølkvitlet.
Vedlegg 4, Skog	OK	Symbolisering følger veilederen.	
Vedlegg 5-8, Modellering	OK	Symbolisering følger veilederen.	
Vedlegg 9, Oppsummering	OK	God oppsummering med beskrivelse av avvik fra tidligere vurderinger og usikkerhet i vurderingene. Bør beskrive behovet for mer detaljerte undersøkelser av faren for steinskred da dette har stor betydning for faresonene, men slike undersøkelser inngår ikke i en standard faresoneutredning.	