EKSTERN RAPPORT

Nr. 24/2022

Faresoneutredning skred i bratt terreng – Rana kommune

Norges Geotekniske Institutt

NVE Ekstern rapport nr. 24/2022:
Faresoneutredning skred i bratt terreng – Rana kommune

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Forfatter: Frode Sandersen, Peter Gauer,
Christian Jaedicke og Kjersti Gisnås/Norges Geotekniske Institutt

Forsidefotograf: Norges Geotekniske Institutt

ISBN (online): 978-82-410-2270-8

ISSN (online): 2535-8235

Saksnummer: 202101890

Sammendrag: Denne rapporten inneholder utredning av skredfare i bratt terreng i Rana kommune utført av Norges Geotekniske Institutt på oppdrag for NVE. Skredfare er utredet både med hensyn til dagens vegetasjonsforhold, samt uten effekt av skog. Det er stor variasjon hvilken skredtype som vurderes å utgjøre den største faren i de forskjellige kartleggingsområdene, men det generelle bildet er at steinsprang, jordskred og sørpeskred er de skredtypene som forekommer hyppigst. 11 bygg vurderes å ha årlig nominell sannsynlighet for skred større enn 1/100 og 39 bygg vurderes å havne innenfor årlig nominell sannsynlighet for skred større enn 1/1000.

Emneord: Skredfare, faresoner, Rana, snøskred, steinsprang, steinskred, jordskred, flomskred, sørpeskred, skredfarekartlegging, skredfareutredning, TEK17, bratt terreng

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthuns gate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 22 95 95 95
E-post: nve@nve.no
Internett: www.nve.no

desember, 2022

Forord

Et nasjonalt kartgrunnlag – faresonekart skred – er under etablering for områder med stort skadepotensial fra skred i bratt terreng. Økt kunnskap og oversikt gjennom kartlegging av fareutsatte områder er et viktig verktøy og underlag for skredforebyggende arbeid. Hovedmålet med kartleggingen er å bedre grunnlaget for vurdering av skredfare til bruk i arealplanlegging, beredskap mot skred og eventuelle behov for sikringstiltak.

Plan for skredfarekartlegging (NVE rapport 14/2011) legger rammene for kartlegging i årene framover, og er et grunnlag for prioriteringene med hensyn på faresonekartlegging for ulike typer skred. Det er utarbeidet lister med geografiske områder som prioriteres for kartlegging av fare for skred i bratt terreng ved eksisterende bebyggelse.

Denne rapporten presenterer resultatene fra faresonekartlegging av skred i Rana kommune, Nordland fylke. Arbeidet er utført av Norges Geotekniske Institutt.

I kartleggingen inngår utarbeidelse av faresonekart i henhold til kravene i byggteknisk forskrift (TEK17), som viser faresoner for skred med nominell årlig sannsynlighet på 1/100, 1/1000 og 1/5000. Sannsynlighetene gjelder skred som utgjør fare for tap av menneskeliv og skader på bygg.

Skredtypene snø-, sørpe-, stein-, jord- og flomskred er kartlagt.

Oslo, desember 2022

Brigt Samdal
direktør
Skred- og vassdragsavdelingen

Lars Harald Blikra
seksjonssjef
Seksjon for skred

Dokumentet sendes uten underskrift. Det er godkjent i henhold til interne rut

RAPPORT

Skredfareutredning i regi NVE

RANA KOMMUNE

DOK.NR. 20210346-01-R
REV.NR. 1 / 2022-05-18

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
NGI.NO

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

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.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

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

Prosjekttittel:	Skredfareutredning i regi NVE
Dokumenttittel:	Rana kommune
Dokumentnr.:	20210346-01-R
Dato:	2021-11-05
Rev.nr. / Rev.dato:	1 / 2022-05-18

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver:	NVE
Kontaktperson:	Odd-Arne Mikkelsen
Kontraktreferanse:	SSA-O 2018 signert 18.05.2021. Skredfarekartlegging for levering til NVE 2021, saknr: 202103163

for NGI

Prosjektleder:	Frode Sandersen
Utarbeidet av:	Frode Sandersen, Peter Gauer, Christian Jaedicke, Kjersti Gisnås
Kontrollert av:	Christian Jaedicke og Sunniva Skuset

Forord

Plan- og bygningsloven (pbl) og Byggteknisk forskrift (TEK 17, kap 7.3) 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[1], og vil dermed kunne dokumentere om sikkerhetskravene er oppfylt.

Skredtypene snø-, jord-, flom-, sørpe-, steinskred og steinsprang er utredet.

For samtlige områder er skredfaren utredet både med hensyn til dagens vegetasjon og uten effekt av skog. Klimaendringer og menneskelige inngrep i terreng og vegetasjon i det tilgrensende området til planområdet, for eksempel etablering av skogsveg, snauhogst og skogplanting, kan endre forutsetningene for vurderingene. Dette gjelder særlig i områder brattere enn 30°.

Skredfareutredninger tar utgangspunkt i terreng-, klima- og vegetasjonsforholdene som er aktuelle på utredningstidspunktet, og benytter den metodikk, kunnskap og verktøy som da er tilgjengelig. Dette er forutsetningene for vurderingene som blir gjort. Dersom disse forutsetningene for vurderingene endres, kan selve vurderingene av skredfaren også endres, og det kan være behov for å utføre en ny skredfareutredning.

Bruk av faresonekartene

Faresonekartene for skred i bratt terreng har høyere detaljeringsgrad enn de landsdekkende aktsomhetskartene og vil erstatte disse i arealplanleggingen i de kartlagte områdene.

Områder utsatt for skredfare skal avsettes som *hensynssone - skredfare* på arealplankart, og kan tilknyttes bestemmelser som begrenser eller setter vilkår for arealbruken. Sikkerhetskravene gitt i TEK17 §7.3 skal oppfylles ved nybygg eller ombygging av eksisterende bebyggelse. Dette gjøres ved å plassere byggverket utenfor området som har større skredfare enn TEK17 tillater, eller ved å utføre sikringstiltak eller dimensjonere og konstruere byggverket slik at det tåler belastningene et skred kan medføre dersom skredlastene ikke er for store. Maksimal skredlast bør ikke være større enn anslagsvis 50 kPa.

Hensynssonene for skred må innarbeides når kommuneplanen rulleres.
Faresonene kan også brukes til å planlegge beredskaps- og sikringstiltak. Kommunene har ingen klar juridisk plikt til å sikre eksisterende bebyggelse, men har ansvaret for den lokale beredskapen i medhold av sivilbeskyttelsesloven.

[1] https://www.nve.no/veileder-skredfareutredning-bratt-terreng

Sammendrag

Denne rapporten inneholder utredning av skredfare i bratt terreng i Rana kommune utført av NGI på oppdrag for NVE. Skredfare er utredet både med hensyn til dagens vegetasjonsforhold, og uten effekten av skog. De kartlagte områdene er:

1. Skjånesbukta - Åga
2. Langneset - Fageråsen
3. Granneset - Selfors
4. Karvebakken - Yttraheia
5. Båsmobakken - Almlia
6. Lavollen
7. Storli
8. Remman, Øverdalen
9. Stien – Nerdal

Hovedfunn

Alle de kartlagte skredtypene er relevante innenfor kartleggingsområdene i Rana kommune. Sørpeskred og steinsprang er dominerende faretyper for de kartlagte områdene.

Kart 1E-9E i rapportens vedlegg viser faresoner for skred med årlig nominell sannsynlighet 1/100, 1/1000 og 1/5000 for de 9 kartleggingsområdene i Rana kommune. Tabell 1 oppsummerer antall bygg som ligger innenfor en faresone (1/100, 1/1000, 1/5000) hvor plasseringen ikke tilfredsstiller kravet til sikkerhet mot skred definert for sikkerhetsklassen (S1, S2, S3) som bygget er klassifisert i.

Kart 1F-9F i rapportens vedlegg viser faresoner for skred der effekt av skog er fjernet fra vurderingen med årlig nominell sannsynlighet 1/100, 1/1000 og 1/5000 for de 9 kartleggingsområdene i Rana. Tabell 2 oppsummerer antall bygg som ligger innenfor en faresone (1/100, 1/1000, 1/5000) hvor plasseringen ikke tilfredsstiller kravet til sikkerhet mot skred definert for sikkerhetsklassen (S1, S2, S3) som bygget er klassifisert i. 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.

Tallene presentert i Tabell 1 og Tabell 2 forutsetter at alle bygg har FKB-data og at klassifiseringen av bygningstypene i respektive sikkerhetsklasse (S1-S3) etter matrikkelen er riktig. Det poengteres at det er kommunen som fastsetter sikkerhets-klasse, og deres vurdering av kravene kan avvike fra NGIs klassifisering.

Tabell 1: Antall bygg innenfor en faresone under dagens forhold hvor plasseringen ikke tilfredsstiller TEK17 skredkrav for sikkerhetsklassen (S1, S2, S3) som bygget er klassifisert i.

		Faresone 1/100				Faresone 1/1000			Faresone 1/5000
Nr	Kartleggingsområde	Sum	S1	S2	S3	Sum	S2	S3	S3
1	Skjånesbukta - Åga	3	2	1		16	16		
2	Langneset - Fageråsen	0				0			
3	Granneset - Selfors	3	2	1		7	7		
4	Karvebakken - Yttraheia	0				5	5		
5	Båsmobakken-Almlia	0				5	5		
6	Lavollen	5	2	3		3	3		
7	Storli	0				0			
8	Remman, Øverdalen	0				0			
9	Stien - Nerdal	0				3	3		1
	Totalt	**11**	**6**	**5**	**0**	**39**	**39**	**0**	**1**

Tabell 2: Antall bygg innenfor en faresone uten skog hvor plasseringen ikke tilfredsstiller TEK17 skredkrav for sikkerhetsklassen (S1, S2, S3) som bygget er klassifisert i.

		Faresone 1/100				Faresone 1/1000			Faresone 1/5000
Nr	Kartleggingsområde	Sum	S1	S2	S3	Sum	S2	S3	S3
1	Skjånesbukta - Åga	21	14	7		59	59		2
2	Langneset - Fageråsen	0				3	3		3
3	Granneset - Selfors	9	3	6		27	27		1
4	Karvebakken - Yttraheia	0				9	9		
5	Båsmobakken-Almlia	0				14	14		
6	Lavollen	5	2	3		14	14		
7	Storli	0				0			
8	Remman, Øverdalen	0				2	2		
9	Stien - Nerdal	0				27	27		1
	Totalt	**35**	**19**	**16**	**0**	**155**	**155**	**0**	**7**

Kartlagte faretyper

Kartleggingen omfatter faresoner for skred i bratt terreng og skredtypene:

- Steinsprang og steinskred
- Jordskred
- Flomskred
- Sørpeskred
- Snøskred

I områder som kan utsettes for flere typer skred er det den samlede nominelle årlige sannsynligheten for skred som skal legges til grunn. Faresoner for den samlede skred-faren fastsettes ut fra skredtype med lengst rekkevidde (dimensjonerende skredtype) for

henholdsvis 100-, 1000-, og 5000-årsskred, og er utarbeidet i henhold til sikkerhetskravene i TEK17.

Kartleggingen er basert på kjente skredhendelser, feltbefaringer, modelleringsarbeid og skredfaglige vurderinger som tar i betraktning lokale forhold. **Utredning av faresoner for kvikkleireskred og fjellskred er ikke en del av denne kartleggingen.**

Bruk av faresonekartene

Faresonekartene for skred i bratt terreng har høyere detaljeringsgrad enn de landsdekkende aktsomhetskartene og vil erstatte disse i arealplanleggingen i de kartlagte områdene.

Områder utsatt for skredfare skal avsettes som *hensynssone - skredfare* på arealplankart, og kan tilknyttes bestemmelser som begrenser eller setter vilkår for arealbruken. Sikkerhetskravene gitt i TEK17 §7.3 skal oppfylles ved nybygg eller ombygging av eksisterende bebyggelse. Dette gjøres ved å plassere byggverket utenfor området som har større skredfare enn TEK17 tillater, eller ved å utføre sikringstiltak eller dimensjonere og konstruere byggverket slik at det tåler belastningene et skred kan medføre dersom skredlastene ikke er for store. Maksimal skredlast bør ikke være større enn anslagsvis 50 kPa.

Hensynssonene for skred må innarbeides når kommuneplanen for Sortland kommune rulleres.

Faresonene kan også brukes til å planlegge beredskaps- og sikringstiltak. Kommunene har ingen klar juridisk plikt til å sikre eksisterende bebyggelse, men har ansvaret for den lokale beredskapen i medhold av sivilbeskyttelsesloven.

Om oppdraget

Oppdragsgiver:	NVE
Utførende foretak:	NGI
Skredfareutredning for:	Utvalgte områder i Rana kommune
Følgende tiltak og sikkerhets-klasse(r) er planlagt på eiendommen/planområdet:	Skredfareutredning for sikkerhetsklasser S1 (1/100), S2 (1/1000) og S3 (1/5000) for dagens tilstand og for situasjon uten skog.
Befaring gjennomført, eventuelt hvorfor ikke:	Befaring er gjennomført
Befaring gjennomført av og når:	Christian Jaedicke, Peter Gauer og Øyvind Høydal, 25-28. mai, 2021. Frode Sandersen og Sunniva Skuset, 20. september, 2021

Innhold

1 INNLEDNING 13
1.1 Metodikk 13
1.2 Bruk av faresonekartene 15
1.3 Forbehold 16
2 OVERSIKT OVER DE KARTLAGTE OMRÅDENE 16
2.1 Geografi 16
2.2 Topografi og geologi 17
2.3 Klimatologiske data 19
3 DELOMRÅDE 1 – SKJÅNESBUKTA - ÅGA 29
3.1 Områdebeskrivelse 29
3.2 Grunnlagsmateriale 36
3.3 Skredfareutredning per skredtype 41
3.4 Hva er den samlede skredfaren? 51
3.5 Skog med betydning for skredfaren 51
3.6 Stedsspesifikk usikkerhet 53
4 DELOMRÅDE 2 – LANGNESET - FAGERÅSEN 54
4.1 Områdebeskrivelse 54
4.2 Grunnlagsmateriale 59
4.3 Skredfareutredning per skredtype 62
4.4 Hva er den samlede skredfaren? 71
4.5 Skog med betydning for skredfaren 72
4.6 Stedsspesifikk usikkerhet 73
5 DELOMRÅDE 3 – GRANNESET - SELFORS 75
5.1 Områdebeskrivelse 75
5.2 Grunnlagsmateriale 80
5.3 Skredfareutredning per skredtype 83
5.4 Hva er den samlede skredfaren? 92
5.5 Skog med betydning for skredfaren 93
5.6 Stedsspesifikk usikkerhet 94
6 DELOMRÅDE 4 – KARVEBAKKEN - YTTRAHEIA 95
6.1 Områdebeskrivelse 95
6.2 Grunnlagsmateriale 99
6.3 Skredfareutredning per skredtype 103
6.4 Hva er den samlede skredfaren? 107
6.5 Skog med betydning for skredfaren 107
6.6 Stedsspesifikk usikkerhet 109
7 DELOMRÅDE 5 – BÅSMOBAKKEN - ALMLIA 110
7.1 Områdebeskrivelse 110
7.2 Grunnlagsmateriale 115
7.3 Skredfareutredning per skredtype 120
7.4 Hva er den samlede skredfaren? 124
7.5 Skog med betydning for skredfaren 125
7.6 Stedsspesifikk usikkerhet 126
8 DELOMRÅDE 6 – LAVOLLEN 127
8.1 Områdebeskrivelse 127

8.2 Grunnlagsmateriale 133
8.3 Skredfareutredning per skredtype 137
8.4 Hva er den samlede skredfaren? 146
8.5 Skog med betydning for skredfaren 147
8.6 Stedsspesifikk usikkerhet 148
9 DELOMRÅDE 7 – STORLI 150
9.1 Områdebeskrivelse 150
9.2 Grunnlagsmateriale 156
9.3 Skredfareutredning per skredtype 160
9.4 Hva er den samlede skredfaren? 167
9.5 Skog med betydning for skredfaren 168
9.6 Stedsspesifikk usikkerhet 169
10 OMRÅDE 8 – REMMAN, ØVERDALEN 170
10.1 Områdebeskrivelse 170
10.2 Grunnlagsmateriale 174
10.3 Skredfareutredning per skredtype 177
10.4 Hva er den samlede skredfaren? 186
10.5 Skog med betydning for skredfaren 187
11 OMRÅDE 9 – STIEN - NERDAL 190
11.1 Områdebeskrivelse 190
11.2 Grunnlagsmateriale 195
11.3 Skredfareutredning per skredtype 198
11.4 Hva er den samlede skredfaren? 206
11.5 Skog med betydning for skredfaren 207
11.6 Stedsspesifikk usikkerhet 209
12 REFERANSER 210

Vedlegg

Generelle vedlegg

Vedlegg A: Metode for fastsetting av faresoner
Vedlegg B: Modellbeskrivelser
Vedlegg C: Egenerklæringsskjema
Vedlegg D: Uavhengig kvalitetssikring

Vedlegg 1: Skjånesbukta - Åga

1A Bilder
1B Helningskart, befaringsrute
1C Registreringskart
1D Modelleringsresultat
1E Faresoner med dagens vegetasjonsforhold
1F Faresoner uten effekt av skog
1G Skog med betydning for skredfaren
1H Løsneområder for snøskred dersom skogen fjernes

Vedlegg 2: Langneset - Fageråsen

2A	Bilder
2B	Helningskart, befaringsrute
2C	Registreringskart
2D	Modelleringsresultat
2E	Faresoner med dagens vegetasjonsforhold
2F	Faresoner uten effekt av skog
2G	Skog med betydning for skredfaren
2H	Løsneområder for snøskred dersom skogen fjernes

Vedlegg 3: Granneset - Selfors

3A	Bilder
3B	Helningskart, befaringsrute
3C	Registreringskart
3D	Modelleringsresultat
3E	Faresoner med dagens vegetasjonsforhold
3F	Faresoner uten effekt av skog
3G	Skog med betydning for skredfaren
3H	Løsneområder for snøskred dersom skogen fjernes

Vedlegg 4: Karvebakken - Yttraheia

4A	Bilder
4B	Helningskart, befaringsrute
4C	Registreringskart
4D	Modelleringsresultat
4E	Faresoner med dagens vegetasjonsforhold
4F	Faresoner uten effekt av skog
4G	Skog med betydning for skredfaren
4H	Løsneområder for snøskred dersom skogen fjernes

Vedlegg 5: Båsmobakken - Almlia

5A	Bilder
5B	Helningskart, befaringsrute
5C	Registreringskart
5D	Modelleringsresultat
5E	Faresoner med dagens vegetasjonsforhold
5F	Faresoner uten effekt av skog
5G	Skog med betydning for skredfaren
5H	Løsneområder for snøskred dersom skogen fjernes

Vedlegg 6: Lavollen

6A	Bilder
6B	Helningskart, befaringsrute

6C	Registreringskart
6D	Modelleringsresultat
6E	Faresoner med dagens vegetasjonsforhold
6F	Faresoner uten effekt av skog
6G	Skog med betydning for skredfaren
6H	Løsneområder for snøskred dersom skogen fjernes

Vedlegg 7: Storli

7A	Bilder
7B	Helningskart, befaringsrute
7C	Registreringskart
7D	Modelleringsresultat
7E	Faresoner med dagens vegetasjonsforhold
7F	Faresoner uten effekt av skog
7G	Skog med betydning for skredfaren
7H	Løsneområder for snøskred dersom skogen fjernes

Vedlegg 8: Remman, Øverdalen

8A	Bilder
8B	Helningskart, befaringsrute
8C	Registreringskart
8D	Modelleringsresultat
8E	Faresoner med dagens vegetasjonsforhold
8F	Faresoner uten effekt av skog
8G	Skog med betydning for skredfaren
8H	Løsneområder for snøskred dersom skogen fjernes

Vedlegg 9: Stien - Nerdal

9A	Bilder
9B	Helningskart, befaringsrute
9C	Registreringskart
9D	Modelleringsresultat
9E	Faresoner med dagens vegetasjonsforhold
9F	Faresoner uten effekt av skog
9G	Skog med betydning for skredfaren
9H	Løsneområder for snøskred dersom skogen fjernes

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

Rapporten presenterer utredning av skredfare i bratt terreng for utvalgte områder i Rana kommune utført av NGI på oppdrag for NVE. For samtlige områder er skredfaren utredet både med hensyn til dagens vegetasjon og uten effekt av skog.

1.1 Metodikk

Denne utredningen følger NVEs veileder Sikkerhet mot skred i bratt terreng – Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak. Skredtypene snø-, jord-, flom-, sørpe-, steinskred og steinsprang er utredet. Utredning av faresoner for kvikkeleireskred og fjellskred er ikke en del av denne kartleggingen.

Kartleggingen er basert på feltbefaringer, modelleringsarbeid og skredfaglige vurderinger som tar i betraktning lokale forhold. Skredfare skyldes generelt en kombinasjon av forskjellige påvirkende parametere, for eksempel:

- Terreng (helning, eksponering, ...)
- Grunnforhold;
- Vegetasjon (bunndekke, tetthet av skog, ...)
- Nedbør (frekvens, mengde, snø eller regn, ...)
- Vindens innflytelse (drivsnøavlagring, intensitet av pålasting, eller skavloppbygning)
- Snødekkeegenskaper (maritimt - kontinentalt klima, ...)
- Utløpslengde for skred eller steinsprang
- etc.

Alle disse parameterne har en variasjon som kan beskrives av sannsynlighetsfordelinger. En vanlig forenkling for å kvantifisere skredfare H på et bestemt sted er tilnærmingen:

$$H = \mathrm{P}_R \cdot P_s \tag{1}$$

der P_R betegner skredsannsynligheten per år og P_s betegner sannsynligheten for at skredet også når bestemt punkt. Dette betyr at den nominelle årlige skredsannsynligheten skyldes en kombinasjon av hendelser (dvs. skredscenarier). Høyere ønsket sikkerhetsnivå (minkende nominell årlig sannsynlighet), betinger at mer uvanlige scenarier må vurderes. Resulterende dimensjonerende skred vil da også bli større, og/eller få lengre utløp.

Metodikken for å bestemme skredfaresoner omfatter til dels kvalitative kunnskapsbaserte vurderinger i tillegg til kvantitative beregningsmetoder og kan generelt ikke oppfattes som endelige, men kan bli endret i lys av nye opplysninger og kunnskap.

I områder som kan utsettes for flere typer skred er det den samlede nominelle årlige sannsynligheten for skred som skal legges til grunn. Faresoner for den samlede skredfaren fastsettes ut fra skredtype med lengst skredrekkevidde (dimensjonerende

skredtype) for henholdsvis 100-, 1000-, og 5000-årsskred, og er utarbeidet i henhold til sikkerhetskravene i TEK17.

1.1.1 Kartlegging av historiske skredhendelser

En viktig basis for faresonekartlegging er å skaffe seg oversikt over tidligere skred-hendelser. Dette er nyttig informasjon knyttet til å bestemme frekvens og hvor lang rekkevidde skred kan oppnå.

Følgende kilder er benyttet ved kartlegging av tidligere skredhendelser:

- NVEs nasjonale skreddatabase
- Tidligere skredrapporter fra området
- Bygdebøker og andre historiebøker [ofte digitalt tilgjengelig fra Nasjonalbiblioteket, nb.no]
- Observasjoner fra befaring og flybildestudier
- Samtaler med lokalbefolkning

1.1.2 Digitale terrengmodeller (DTM)

Som grunnlag for terrenganalyser i denne rapporten er det benyttet LiDAR-basert terrengmodell kartlagt i 2018 og 2019 med 1x1 m oppløsning (hoydedata.no). Punkt-tettheten er 2 pkt/m^2. Helning og skyggekart er generert på bakgrunn fra terreng-modellen, og benyttet i videre analyser.

Helningskart benyttes til å identifisere mulige kildeområder for ulike skredtyper, ettersom snøskred gjerne løsner fra terrenghelninger fra 25 til 55º, steinskred og stein-sprang fra helninger >45º, og jordskred/flomskred fra terrenghelning mellom 27 og 45º. For jordskred vurderes alle skråninger med helning >20°, og for flomskred bekkeløp med helning >15°.

Terrengmodellen er også benyttet som grunnlag for kjøring av beregningsmodeller.

1.1.3 Andre datakilder benyttet i vurderingen

I tillegg til analyser av detaljert terrengmodell, observasjoner fra befaring og historiske skredhendelser, er følgende andre datakilder benyttet i skredfarevurderingen:

- Serier av historiske flyfoto (2001, 2005, 2006, 2007, 2014 og 2019)
- Løsmassekart (1:250 000) og berggruprøvde nnskart (1:50 000)
- Aktsomhetskart for snøskred, steinsprang, jord- og flomskred,
- Skogsdata: SR16 og SAT-SKOG fra NIBIO

1.1.4 Bruk av modeller

Beregningsmodeller er et viktig supplmement når endelig plassering av faregrensene skal bestemmes. Viktigste kilde til fastsettelse av faregrenser vil være faglig skjønn

basert på erfaring og observasjoner gjort under befaringen og opplysninger om tidligere skredhendelser. Modellkjøringer vil være et hjelpemiddel for å vurdere om det er behov for justering av grensene. Antall modellkjøringer avhenger av hvor usikker man er og konsekvens av skred.

Benyttede modeller er angitt i Tabell 1-1. Nærmere beskrivelse av modellene er gitt i Vedlegg B. Beregningsparametere og resultat for modellkjøringer er beskrevet under kapittel for hvert delområde og hver skredtype.

Tabell 1-1 Oversikt over modellverktøy anvendt for skredsimuleringer i denne rapporten

Skredtype	Dynamiske modeller	Topografiske/statistiske modeller
Snøskred	Samos-AT tilpasset	Alfa/beta-modellen
	RAMMS Avalanche	
Steinsprang	Rocky for3D	Forhold mellom maks. utløp og løsne-punkt, topp ur og høyde av fjellside
Flomskred	RAMMS-DF SAMOS-AT tilpasset flomskred	
Sørpeskred	RAMMS-DF tilpasset sørpeskred SAMOS-AT tilpasset sørpeskred	

Vi har benyttet litt forskjellige modeller, hhv. SAMOS og RAMMS for simulering av flomskred og sørpeskred avhengig av terrengtype og størrelse på skredene. Noen ganger har vi benyttet begge modellene for å vurdere den modellen som synes best å stemme med vår skjønnsmessige vurdering av utbredelse. Vi har kun vist modellen som vi har mest tro på i resultatvisning av modellkjøring i Vedlegg 1-9 D.

1.1.5 Bruk av lokalkjente

Under befaringen 20. september 2021 deltok Gunnar Brattli som tidligere har lang farts-tid i teknisk avdeling i Rana kommune i perioden 1980-2020. Han har inngående kunnskap om tidligere skredhendelser i kommunen. I tillegg ble det tatt kontakt med flere personer som vi traff under befaringen 25-28. mai 2021.

1.2 Bruk av faresonekartene

Faresonekartene for skred i bratt terreng har høyere detaljeringsgrad enn de lands-dekkende aktsomhetskartene og vil erstatte disse i arealplanleggingen i de kartlagte områdene.

Områder utsatt for skredfare skal avsettes som *hensynssone - skredfare* på arealplankart, og kan tilknyttes bestemmelser som begrenser eller setter vilkår for arealbruken. Sikkerhetskravene gitt i TEK17 §7.3 skal oppfylles ved nybygg eller ombygging av eksisterende bebyggelse. Dette gjøres ved å plassere byggverket utenfor området som har større skredfare enn TEK17 tillater, eller ved å utføre sikringstiltak eller dimen-sjonere og konstruere byggverket slik at det tåler belastningene et skred kan medføre

dersom skredlastene ikke er for store. Maksimal skredlast bør ikke være større enn anslagsvis 50 kPa.

Hensynssonene for skred må innarbeides når kommuneplanen rulleres.

Faresonene kan også brukes til å planlegge beredskaps- og sikringstiltak. Kommunene har ingen klar juridisk plikt til å sikre eksisterende bebyggelse, men har ansvaret for den lokale beredskapen i medhold av sivilbeskyttelsesloven.

1.3 Forbehold

Skredfareutredninger tar utgangspunkt i terreng-, klima- og vegetasjonsforholdene som er aktuelle på utredningstidspunktet, og benytter den metodikk, kunnskap og verktøy som da er tilgjengelig. Dette er forutsetningene for vurderingene som blir gjort.

Dersom disse forutsetningene for vurderingene endres, kan selve vurderingene av skredfaren også endres, og det kan være behov for å utføre en ny skredfareutredning.

Eksempler på endrede forutsetninger er:

- Nye skredhendelser i fjellsiden/skråningen som tyder på at den forrige skredfareutredningen bør revideres.
- Nye opplysninger om tidligere skredhendelser som ikke var nevnt i den forrige skredfareutredningen.
- Endrede terrengforhold, for eksempel sikringstiltak, terrenginngrep i bratt terreng osv.
- Endrede vegetasjonsforhold, for eksempel flatehogst.
- Endrede hydrologiske forhold, for eksempel avskjærende grøfter, skogsveger osv.
- Det er oppdaget tydelige feil og mangler i tidligere skredfareutredning.
- Ny metodikk er blitt tilgjengelig.
- Klimaet i området har endret seg slik at sannsynligheten for skred har endret seg.

2 Oversikt over de kartlagte områdene

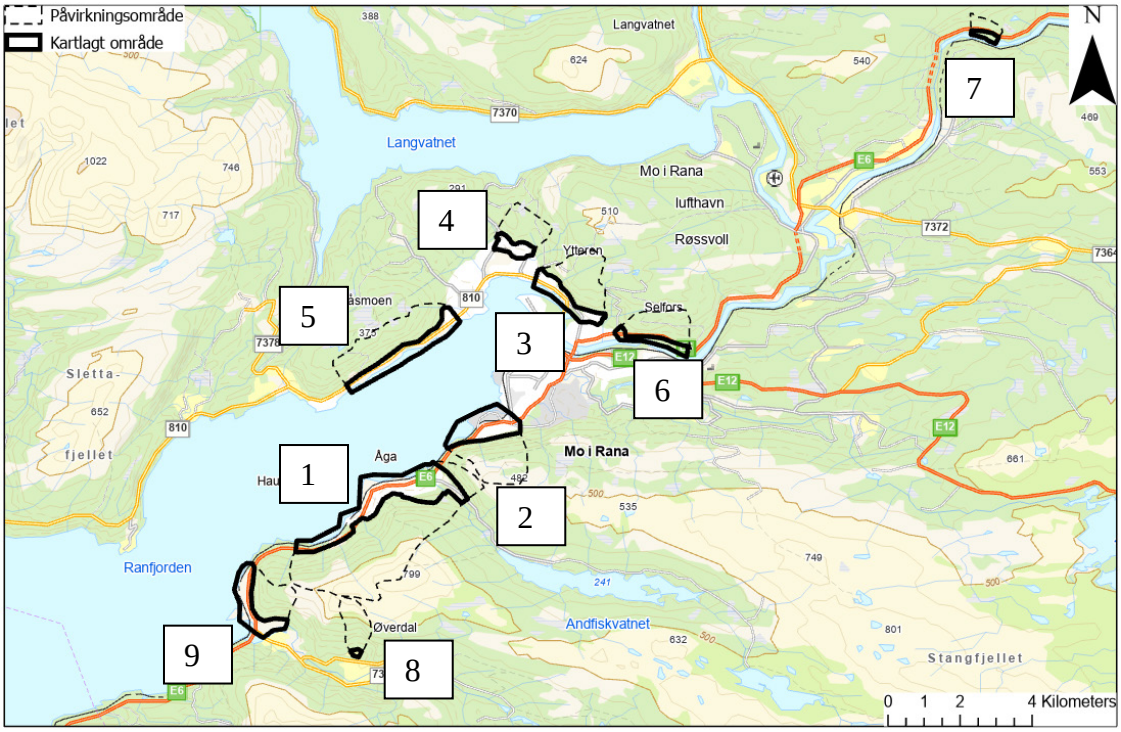
2.1 Geografi

Figur 2-1 gir en oversikt over beliggenhet av de 9 kartlagte områdene i Rana kommune:

1. Skjånesbukta - Åga
2. Langneset - Fageråsen
3. Granneset - Selfors
4. Karvebakken - Yttraheia
5. Båsmobakken - Almlia
6. Lavollen
7. Storli

8. Remman, Øverdalen
9. Stien – Nerdal

Kartleggingsområdene er hovedsakelig lokalisert langs Ranfjorden.



Figur 2-1 Oversikt over kartleggingsområdene i Rana kommune.

2.2 Topografi og geologi

Figur 2-2 og Figur 2-3 gir et oversiktsbilde av geologien og grunnforhold/løsmasser i området.

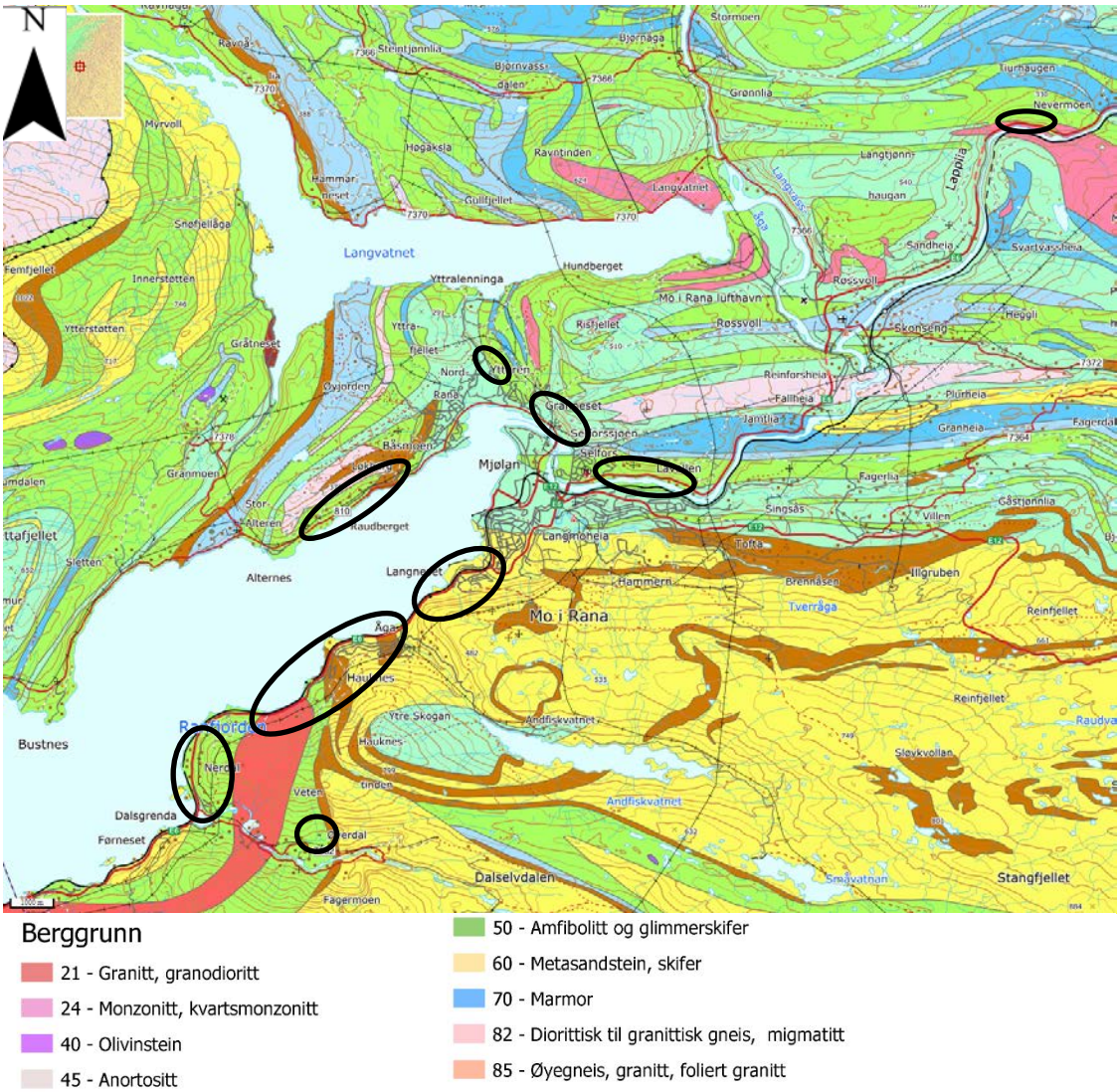
Berggrunnen i Mo i Rana er oppbygd av en serie skyvedekker over hverandre, forflyttet over dels store avstander, skjøvet på plass under den kaledonske fjellkjededannelsen for 4-500 millioner år siden og foldet sammen. Under disse kaledonske skyvedekkene finnes et trolig sammenhengende grunnfjellsunderlag, som er blottet i flere 'vinduer' gjennom skyvedekkene.

Hovedinntrykket fra befaringen var at berggrunnen i de fleste områdene virket massiv med lav oppsprekkingsgrad, men stedvis ble observert løsere berg med utfallsaktivitet. Dette gjelder særlig i områder med glimmerskifer og glimmergneis.

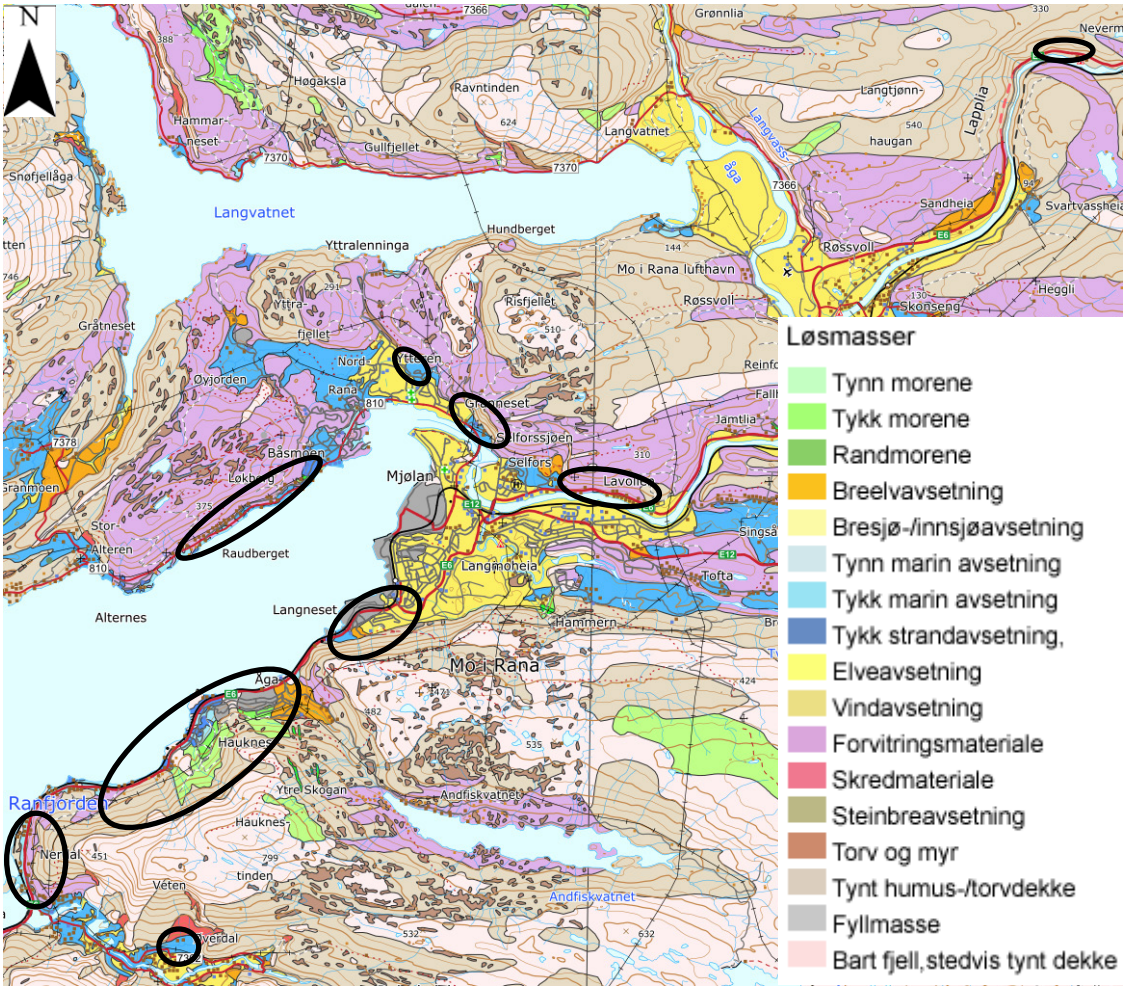
Løsmassedekket består for en stor del av tynt humus-/torvdekke eller forvitrings-materiale i de bratte skråningene ovenfor kartleggingsområdene. Kartleggingsområdene ligger for en stor del under marin grense som ligger rundt kote 30 i Ranaområdet, og

løsmassedekket består her av marine strandavsetninger stedvis overdekket av elveavsetninger.

Kartleggingsområdene ligger for en stor del i relativt flatt terreng, men fluviale prosesser har ført til dannelse av 10-20 m dype raviner i de marine avsetningene. Skråningene ovenfor kartleggingsområdene er stedvis bratte og er for det meste dekket av skog. Stedvis finnes det store og sammenhengende skrentpartier ovenfor kartleggingsområdene nord for byen (delområde 3 og 4). De høyeste toppene når opp til kote 700 i de tre sørligste kartleggingsområdene (delområde 1, 8 og 9), og øverste del av skråningene ligger over skoggrensen (ca. 400 moh.). Skråningene ovenfor de andre kartleggingsområdene er lavere, typisk 300-400 moh. Løsmassedekket er tynt med berg i dagen over store arealer, og skråningene har få markerte daldrag.



Figur 2-2. Berggrunnskart for kartleggingsområdene (NGU).



Figur 2-3 Løsmassekart fra NGU.

2.3 Klimatologiske data

Klimaanalysen er basert på griddede data fra SeNorge2 (Lussana et al., 2016; Saloranta, 2014) hentet fra 2 punkter som representerer havnivå (17 moh) og fjellområdene (623 moh) ved Åga. De valgte klimalokasjonene er vist i Figur 2-4 (rød sirkel), og er benyttet for analyse av års- (Tabell 2-1) og månedsnormaler (Figur 2-5 og Figur 2-6), samt ekstremanalyser av nedbør, snøhøyde og snøtilvekst (Tabell 2-1). Fullstendig klima-oversikt er produsert for begge lokasjoner, men kun "Åga høy" er inkludert i rapporten (Figur 2-7).

Figur 2-4: Oversikt over lokasjoner hvor SeNorge-data er benyttet i klimaanalysen (rød sirkel). Vind er analysert basert på stasjonsdata fra to av værstasjonene i området (grønn sirkel).

Det er i tillegg benyttet observerte tidsserier av nedbør og snøhøyder målt ved SN79480 Mo i Rana III, som har kontinuerlige tidsserier fra 1957 til 2021 for disse parameterne. Fremherskende vindretning er analysert på bakgrunn av observasjoner fra de offisielle meteorologiske stasjonene på SN79400 Nerdal i Rana (1966 – 1989) og SN79530 Rana – Båsmoen (1991 – 2001) (markert med grønn sirkel i Figur 2-4).

SeNorge2 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 snøhøyde 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 den aktuelle fjellsiden, og muliggjør en klimaanalyse mer tilpasset selve skredområdene. Vinddrift av snø vil ikke representeres i et slikt datasett, og det er derfor viktig å se snøhøyder i sammenheng med vindobservasjoner og vintertemperatur.

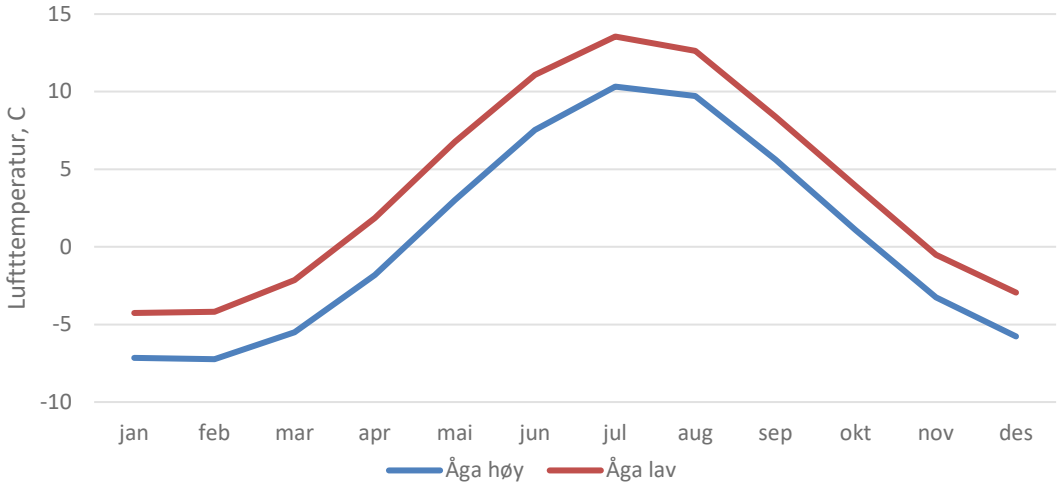
2.3.1 Temperatur, nedbør og snøhøyder

8 av de 9 kartleggingsområdene i Rana kommune er sentrert rundt kommunesenteret og langs Ranfjorden innenfor et område på ca. 10 x 10 km. Det siste området ligger 12 km nordøst langs E& over Saltfjellet, i retning Storforshei.

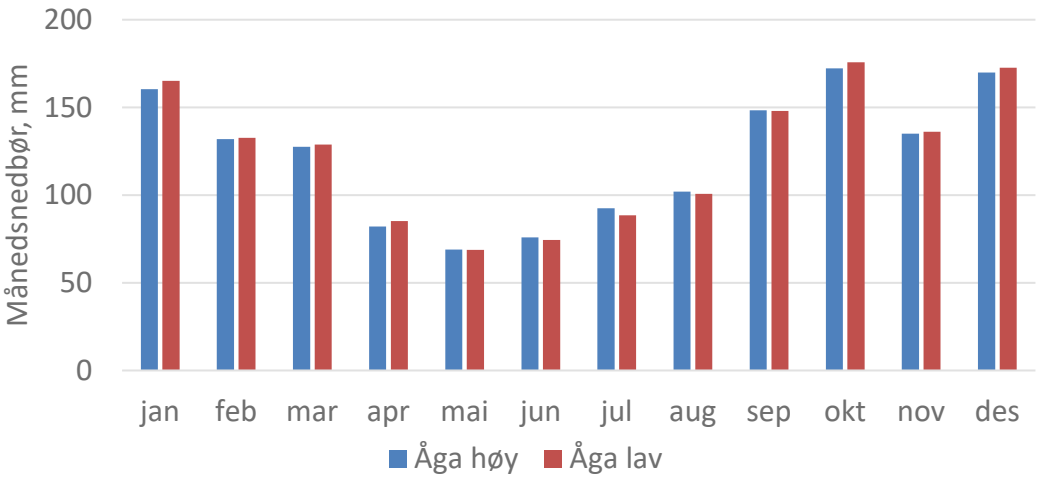
Årsmiddeltemperaturene er relativt kjølige og ligger rundt 4 °C ved havnivå og rundt +1 °C på 600 meters høyde (Tabell 2-1). Døgnmiddeltemperaturen kan variere fra -20 °C om vinteren til +20 °C om sommeren. Klimaet er maritimt med årsnedbør på 1500 mm (Tabell 2-1). De største nedbørmengdene kommer i vinterhalvåret (Figur 2-5).

Tabell 2-1: Årsnormaler for temperatur og nedbør, samt maksverdier for døgnnedbør og snøhøyde for havnivå og fjellområdene. Dato for hendelse er oppgitt i parentes. Verdiene er basert på SeNorge2-data for normalperioden 1981 - 2010.

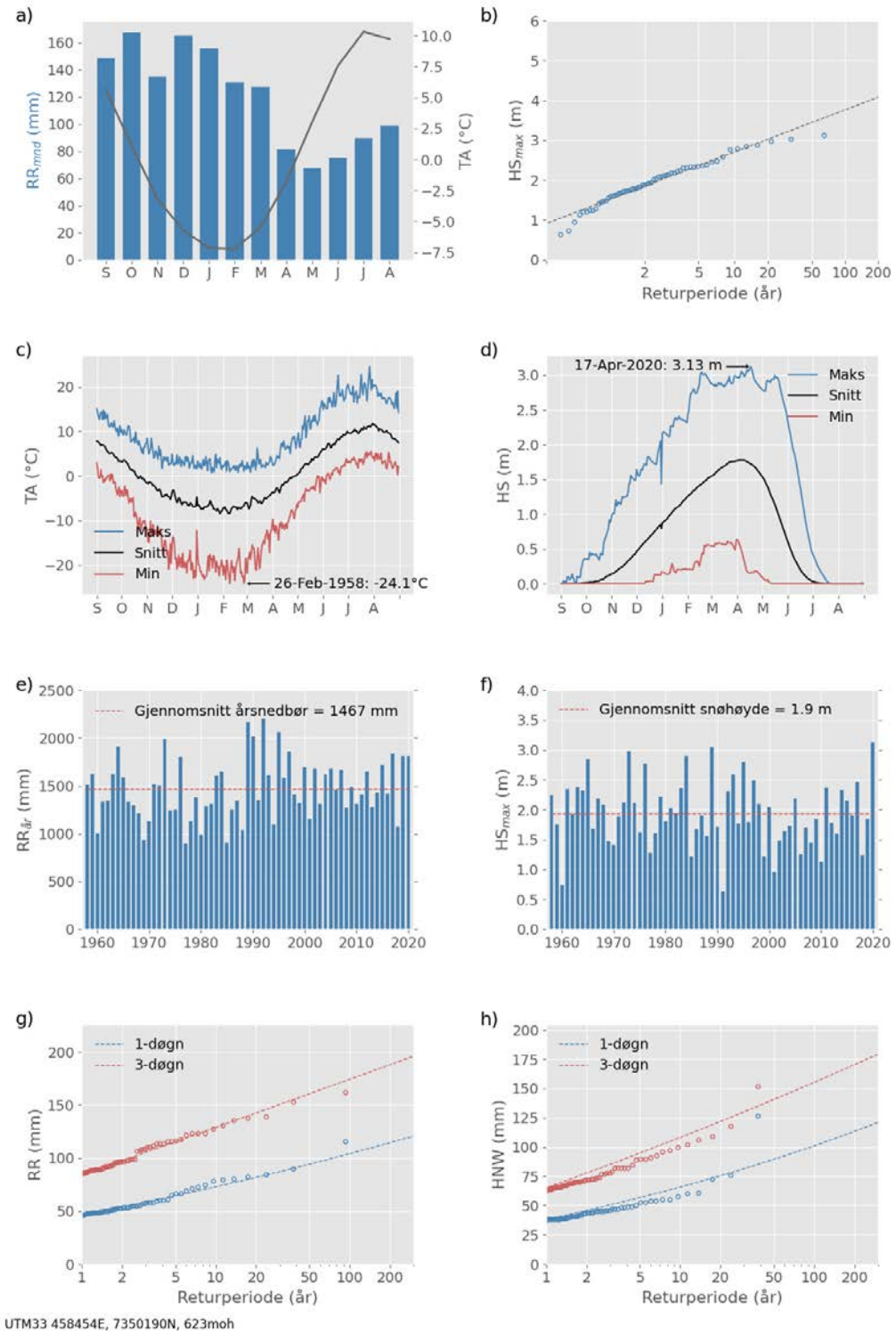
Sted	Høyde (moh)	Årsmiddel temp (°C)	Årsnedbør (mm)	Maks døgn-nedbør (mm)	Maks snøhøyde (cm)
Åga høy	623	0,9	1513	115 (20-03-1966)	3,1 (17-04-2020)
Åga lav	17	3,9	1509	123 (20-03-1966)	1,9 (06-02-1976)



Figur 2-5: Månedsnormaler (1981 - 2010) for lufttemperatur ved havnivå og 623 moh ved Åga.



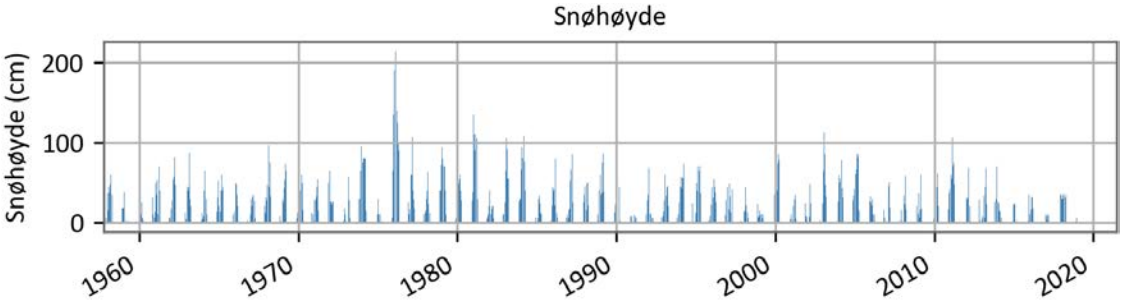
Figur 2-6: Månedsnormaler (1981 - 2010) for nedbør ved havnivå og 623 moh ved Åga.



Figur 2-7: Klimaoversikt for klimapunkt Hauknestinden, Åga (623 moh, Figur 1). Dataperiode: 1958 – 2020. a) Månedsnedbør og –lufttemperatur, b) returverdier (gumbelfordeling) for årlig maks snøhøyde. Daglig minimum, maksimum og gjennomsnittlig lufttemperatur (c) og snøhøyde (d). Tidsserier av årsnedbør (e) og årlig maks snøhøyde (f). Returverdier (peak over threshold) for 1- og 3-døgns nedbør (g) og nysnøtilvekst (h).

Snøsesongen varer typisk fra november til juli, med maks snøhøyde i april (Figur 2-7). Antall dager med snødekke i fjellet ved Åga er i gjennomsnitt 234. Ved havnivå finnes det svært lange tidsserier av snøhøyder fra SN79480 – Mo i Rana III (1958-2021), hvor typiske snøhøyder er 60-70 cm. Det er imidlertid målt snøhøyder opp mot 2 meter (Figur 2-8). Dette er også den høyeste snøhøyden målt siden 1958 når man ser på alle målestasjoner med snømålinger i området (Storforshei, Rana – Båsmoen, Nerdal i Rana, Skamdal, Mo i Rana II og Mo i Rana III). Samtlige stasjoner ligger relativt nært havnivå. De siste 10 årene er det målt gradvis lavere snøhøyder ved Mo i Rana III.

Høyeste målte døgnnedbør og snøhøyde på stasjonen Mo i Rana III er hhv. 123 mm og 195 cm (Tabell 2-2).



Figur 2-8: Snøhøyder målt ved SN79480 - MO I RANA III 1957-10-01 - 2021-06-21.

Tabell 2-2: 10 høyeste observerte verdier av 1-døgns nedbør (mm) og snøhøyde (cm) ved SN79480 Mo i Rana III.

Dato nedbør	Døgnnedbør (mm)	Dato snø	Snøhøyde (cm)
26.08.1971	123	24.01.1976	195
09.01.1964	121	23.02.1976	140
20.03.1966	116	24.03.1976	130
01.02.1958	109	18.01.2003	110
11.12.2013	109	20.02.2011	106
20.08.1971	108	23.04.1976	105
11.01.2002	107	04.01.1981	104
06.12.2015	101	22.03.2005	103
22.01.1997	99	16.03.2000	102
26.01.2017	98	25.12.1975	100

I de omkringliggende fjellene som strekker seg opp mot 600 moh er det større snømengder på grunn av den kraftige temperaturgradienten. Gjennomsnittlig snøhøyde i SeNorge-datasettet på 623 moh er estimert til 1,9 m, og maksimal snøhøyde er 3,1 m (17. april 2020, Figur 2-7). Estimerte maksimale snøhøyder i fjellområdene i SeNorge kan imidlertid være noe overestimert på grunn av usikkerhet i snømodellens temperaturgradient.

Ved å bruke de maksimale nedbør- og snøhøydeverdiene i de interpolerte dataene kan man estimere forventet 1000-års nedbør og 300-års snøhøyde for området. I dette området er 1000-års nedbør beregnet å være 133 mm/døgn, og 300-års snøhøyde 4.2 meter. Dette er estimater basert på korte observasjonsperioder og statistiske usikkerheter.

2.3.2 Klimastatistikk

I det fullstendige klimaprofilet for Åga høy (Figur 2-7) er returperioder for årlig maks snøhøyde beregnet med gumbel-fordeling, mens returperioder for 1- og 3- dagers nedbør og nysnøtilvekst er beregnet med peak-over-threshold (POT)-metoden. Returverdier for 100- og 1000 års returperioder for alle klimapunkter er sammenfattet i Tabell 2-3.

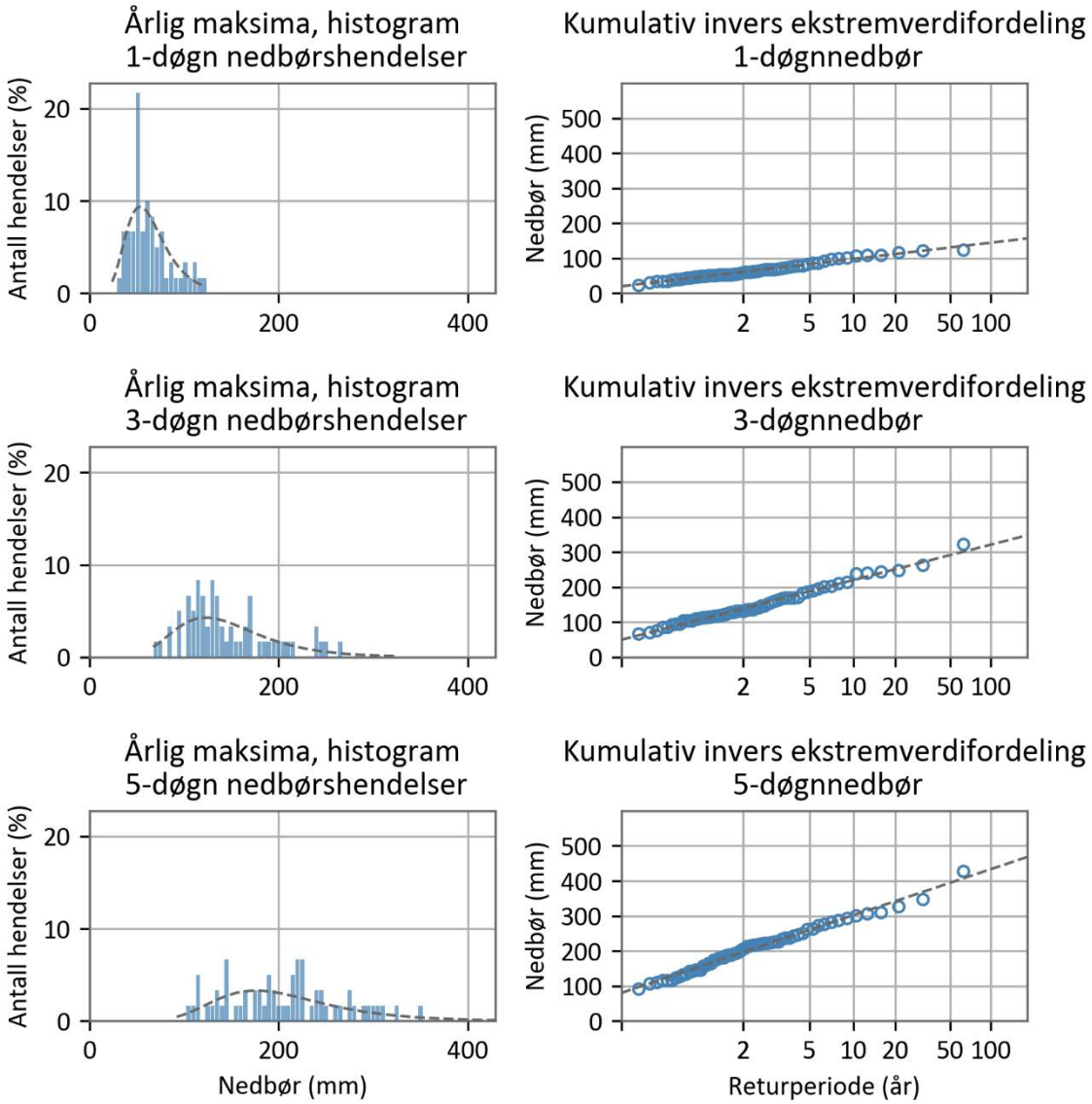
Tabell 2-3: Returverdier for 1- og 3-døgns nedbør (RR) og nysnøtilvekst (HNW), og årlig maks snøhøyde (HS) for samtlige klimapunkter i kartleggingsområder. Verdiene er basert på SeNorge-data for perioden 1958 – 2020.

Sted	**RR (mm)**				**HNW (mm)**				**HS (m)**	
	1-døgns		3-døgns		1-døgns		3-døgns		årlig maks	
	100	**1000**	**100**	**1000**	**100**	**1000**	**100**	**1000**	**100**	**1000**
Åga høy	104	141	173	216	83	109	127	150	3,8	4,9
Åga lav	137	199	214	284	67	87	88	104	1,9	2,6

Returverdier for 1- og 3 døgns nedbør for 100-års returperioder beregnet fra SeNorge-data ligger rundt 105 mm og 173 mm ved havnivå, og rundt 140 og 215 mm i omkringliggende fjellområder (Tabell 2-3). Til sammenligning er det observert 8 tilfeller av døgnnedbør over 100 mm ved Mo i Rana III siden 1958 (Tabell 2-2). På grunn av nærhet til kontinuerlige observasjoner av døgnnedbør siden 1958 antas nedbør og nysnøtilvekst å ha relativt god nøyaktighet i de griddede dataene, men interpolerte data vil av natur aldri fange opp ekstremene som observeres ved enkeltstasjoner. Estimerte ekstremverdier med 100-års gjentaksintervall basert på observerte data fra SN79480 Mo i Rana III gir 1-, 3- og 5-døgns nedbør på henholdsvis 150, 310 og 410 mm (Figur 2-9).

Estimerte ekstremverdier for nysnøtilvekst beregnet fra SeNorge (Tabell 2-3 og Figur 2-7, h) gir 1- og 3-døgns nysnøtilvekst med 100-års returperiode rundt henholdsvis 67 og 88 mm ved havnivå og 83 og 127 mm fjellområdene.

Estimert årlig maks snøhøyde i høyereliggende områder kan komme opp mot 3,8 meter (100-års returperiode) i henhold til SeNorge-datasettet, og ved havnivå 1,9 meter. Det er større usikkerhet tilknyttet de årlige maksimalverdiene av snøhøyde i Senorge-datasettet i høyereliggende områder på grunn av fravær av høytliggende værstasjoner i området.



Figur 2-9: Ekstremverdier basert på observert tidsserier av nedbør ved SN79480 Mo i Rana III.

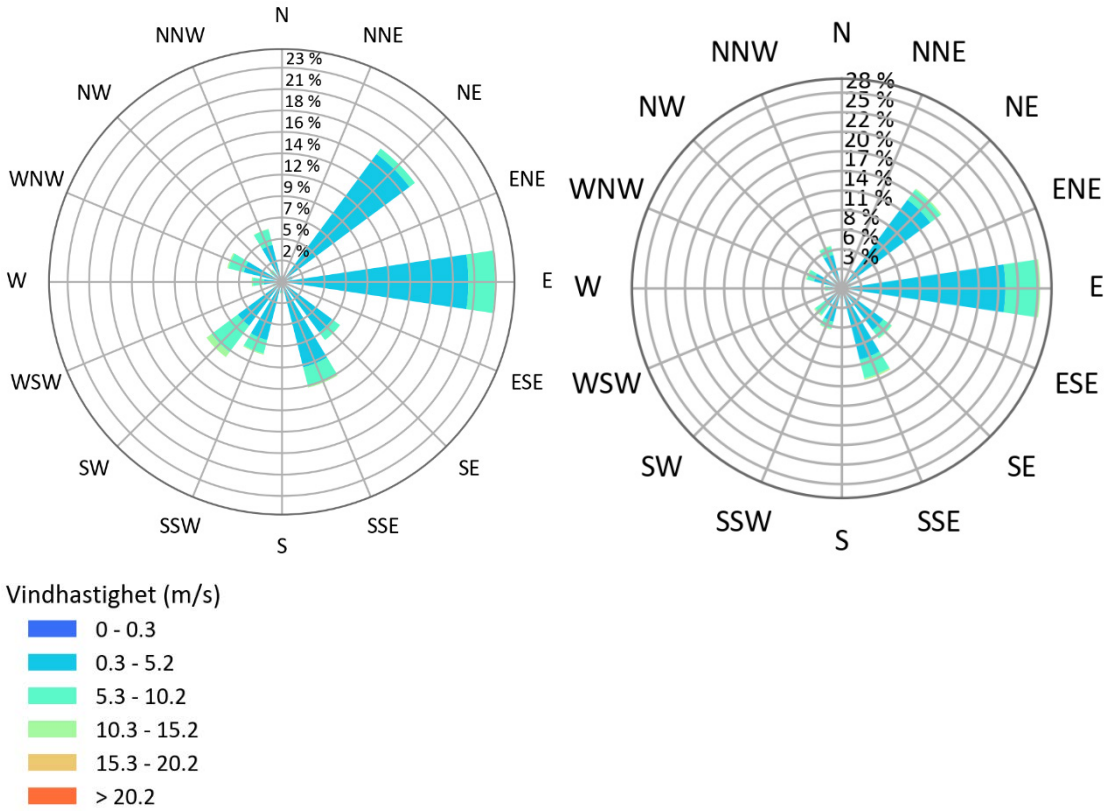
Siden datasettet er basert på interpolerte data, vil dataserier hentet fra posisjonen til en værstasjon ligge nært stasjonsdata, men ikke være eksakt. Generelt sett vil man anta at returverdier basert på interpolerte data i områder langt unna værstasjoner er noe lave, fordi interpolerte data til en viss grad vil glatte ekstremverdier observert ved enkelt-stasjoner. Det bemerkes at 1000-års returperioder beregnet på 62 år med observasjoner gir stor grad av ekstrapolering og kun må benyttes som en indikasjon. Unormalt høye verdier for 1000-års returintervall sammenlignet med verdier beregnet for nærliggende områder bør ikke vektlegges. Anbefalt returperiode er 3 x lengde på tidsserie, og er derfor 180 år i dette tilfellet.

2.3.3 Vind

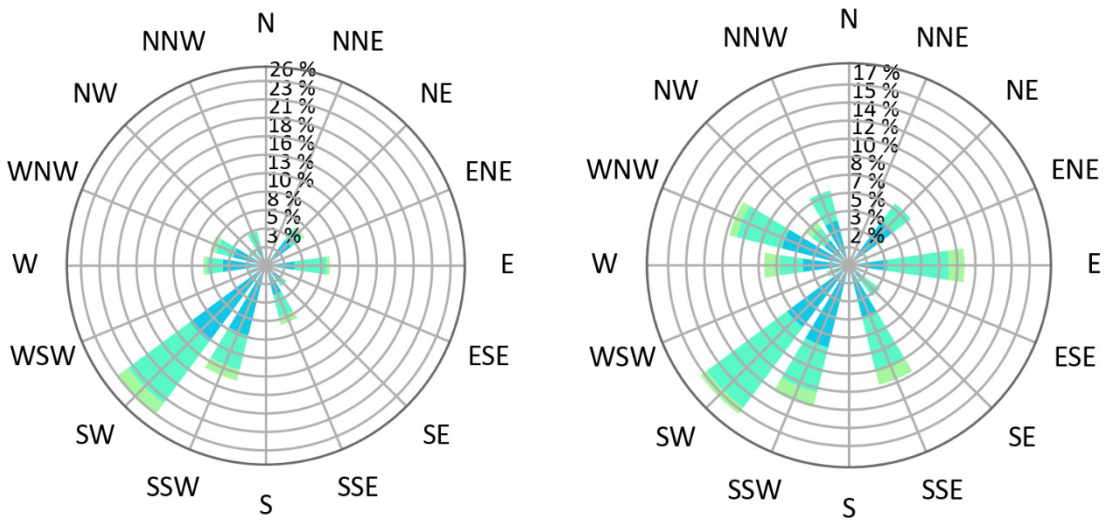
Det er få værstasjoner i området som har lengre observasjonsserier av både vind og nedbør. Det er også knyttet noe usikkerhet til hvor representativ tilgjengelige værstasjoner er for vindforhold i fjellet, da tilgjengelige værstasjoner ligger nært havnivå og kan være påvirket av lokale topografi i området. Benyttede værstasjoner er SN79400 Nerdal i Rana (1966 – 1989) og SN79530 Rana – Båsmoen (1991 – 2001). Legende i Figur 2-10 er gjeldende for alle vindrosene.

Stasjon SN87400 Nerdal i Rana ligger på 20 meters høyde nært bebyggelsen i kartleggingsområdet Stien – Nerdal, lengst sør av alle kartleggingsområdene på østsiden av Ranfjorden. Dominerende vindretning er nordøst og nordøst, mens den sterkeste vinden kommer fra sørvestlig retning (Figur 2-10, venstre). I vinterhalvåret (ved temperatur < 1 °C) kommer en enda større andel av vinden fra østlig retning (Figur 2-10, høyre).

Nedbørførende vindretning (> 10 mm) er derimot sørvestlig (Figur 2-11, venstre). Det samme gjelder ved nedbør som snø over 10 mm, men her er det et større innslag av nordvestlige og østlige vindretninger (Figur 2-11, høyre).

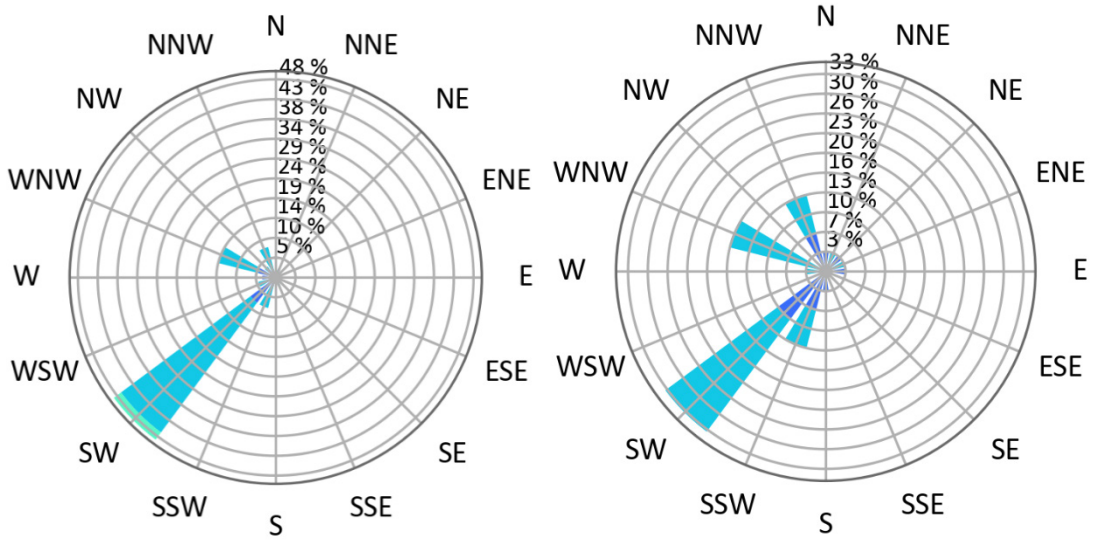


Figur 2-10: Prosentfordeling av vindretninger generelt (venstre) og om vinteren (< 1 °C) for SN87400 Nerdal i Rana.



Figur 2-11: Prosentvis fordeling av vindretninger ved nedbør > 10 mm (venstre) og ved nedbør som snø (høyre; lufttemperatur < 1 °C, nedbør > 10 mm) for SN87400 Nerdal i Rana.

Værstasjon SN79530 Rana – Båsmoen er ikke lengre i drift, men lå på vestsiden av Ranfjorden vis a vis Mo i Rana sentrum, i kartleggingsområdet Båsmobakken-Almlia på ca 30 m høyde. Her er dominerende vindretning generelt noe mer fra SV, men med komponenter fra NV og SØ om vinteren. Nedbørførende vindretning er tydelig fra SV, også ved nedbør som snø (Figur 2-12). Det er imidlertid noe mer innslag av nordvestlig vindretning ved nedbør som snø.



Figur 2-12: Prosentvis fordeling av vindretninger ved nedbør > 10 mm (venstre) og ved nedbør som snø (høyre; < 1 °C, > 10 mm) for SN79530 Rana – Båsmoen.

Parametersetting og bruddhøyde for snøskredmodellering er delvis basert på retur-verdiene fra SeNorge, men lokal akkumulasjon på grunn av vinddrift er også tatt hensyn

til. Snø vil kunne akkumulere i lesider ved nedbør som snø og føre til ekstra store snømengder. Basert på analyserte vinddata vil man kunne forvente generelt høyere akkumulasjon av snø i nordøstvendte lesider i området. Her er det imidlertid også viktig å ta høyde for lokal topografi; snø vil akkumulere i skålformede områder, større mengder vil akkumuleres dersom man har et stort oppfangingsareal, og vinden vil kunne dreie lokalt på grunn av lokaltopografi, særlig i alpine områder.

For jordskred og flomskred vil nedbør som regn mot en fjellside kunne være en utløsende faktor. Basert på analysen vil sørvestvendte sider være mest utsatt for kraftig regnvær.

2.3.4 Klimaframskrivinger

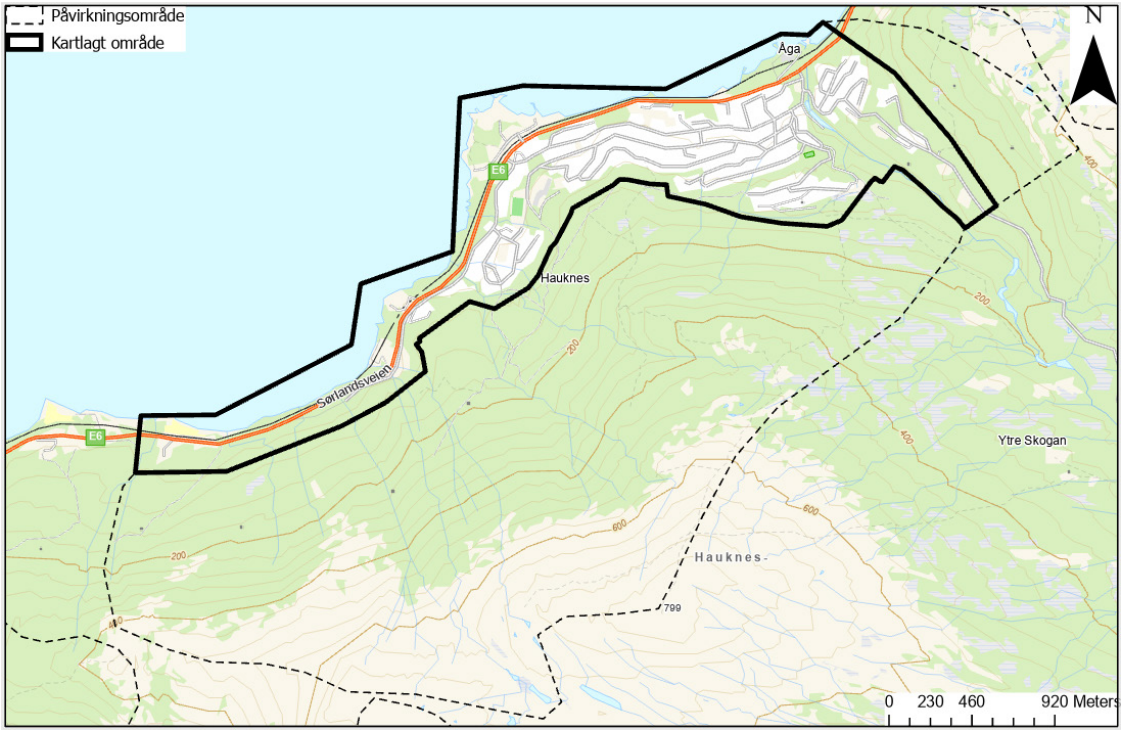
Klimaframskrivinger (Hanssen-Bauer et al., 2015) for Rana kommune frem mot år 2100 viser at man kan forvente en økning i nedbørmengdene på mellom 15 % (scenario 1, RCP 4.5) og 26 % (scenario 2, RCP 8.5). Økningen om vinteren er henholdsvis 6 % og 15 % for de to scenariene. Temperaturen vil øke med mellom 3.0 °C og 4.7 °C. Dette har også en effekt på snødekket, som er forventet å minke med mellom -66 % og -87 %. Antall dager med snø på bakken er forventet å reduseres med henholdsvis -90 og -165 dager for de to scenariene.

3 Delområde 1 – Skjånesbukta - Åga

3.1 Områdebeskrivelse

Planområdet Skjånesbukta - Åga er ca. 3 km langt og ligger langs østsiden av Ranfjorden i en nordøstvendt fjellside som ender opp mot Hauknestinden 799 moh. (Figur 3-1 og Figur 3-2). I nord kommer dalføret ned fra Åndfiskvannet med elva Andfiskåga.

Sørvestlige del nord til Hauknes ligger i foten av en bratt fjellside med flere store bekkeløp som renner på svaberg. Midtre del, Hauknes, ligger på en rygg med noen mindre bratte partier øverst i kartleggingsområdet. I den vestligste delen, Åga, finnes det flere mindre bratte løsmasseskråninger innenfor kartleggingsområdet, og øverst i påvirkningsområdet er terrenget avtrappet med flere brattkanter. Lengst vest kommer det et markert daldrag med til dels bratte sideskråninger ned mot Andfiskåga.



Figur 3-1 Oversikt over kartleggingsområdet med påvirkningsområde.

Kokvika

Skjånesheia

Bjørnbærvika

Blåbærvikodden

Skredbekken

Hauknes vest

Hauknes sentralt

Åga

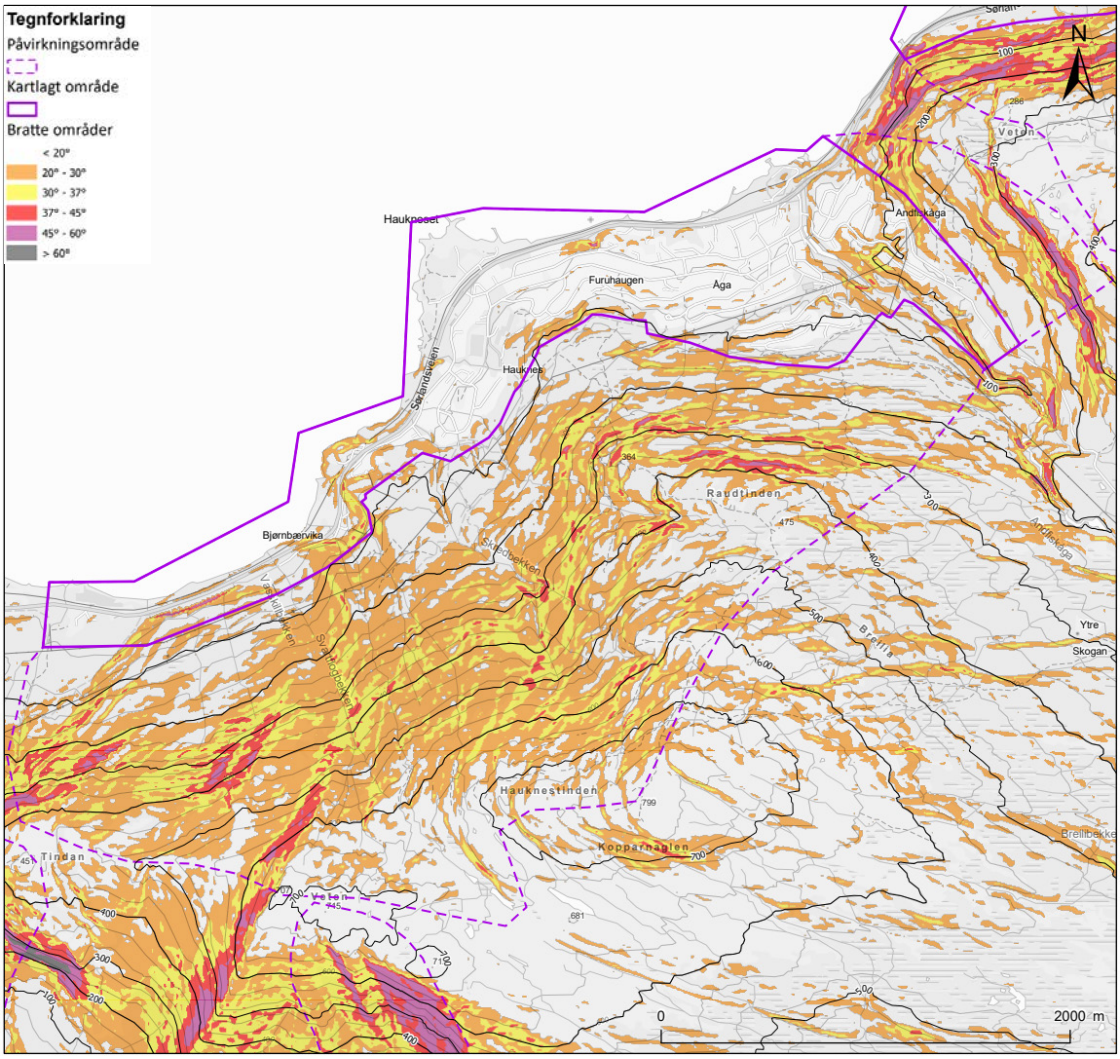
Figur 3-2: Oversiktsfoto fra Kokvika i sørvest til Åga i nord

3.1.1 Topografi og grunnforhold

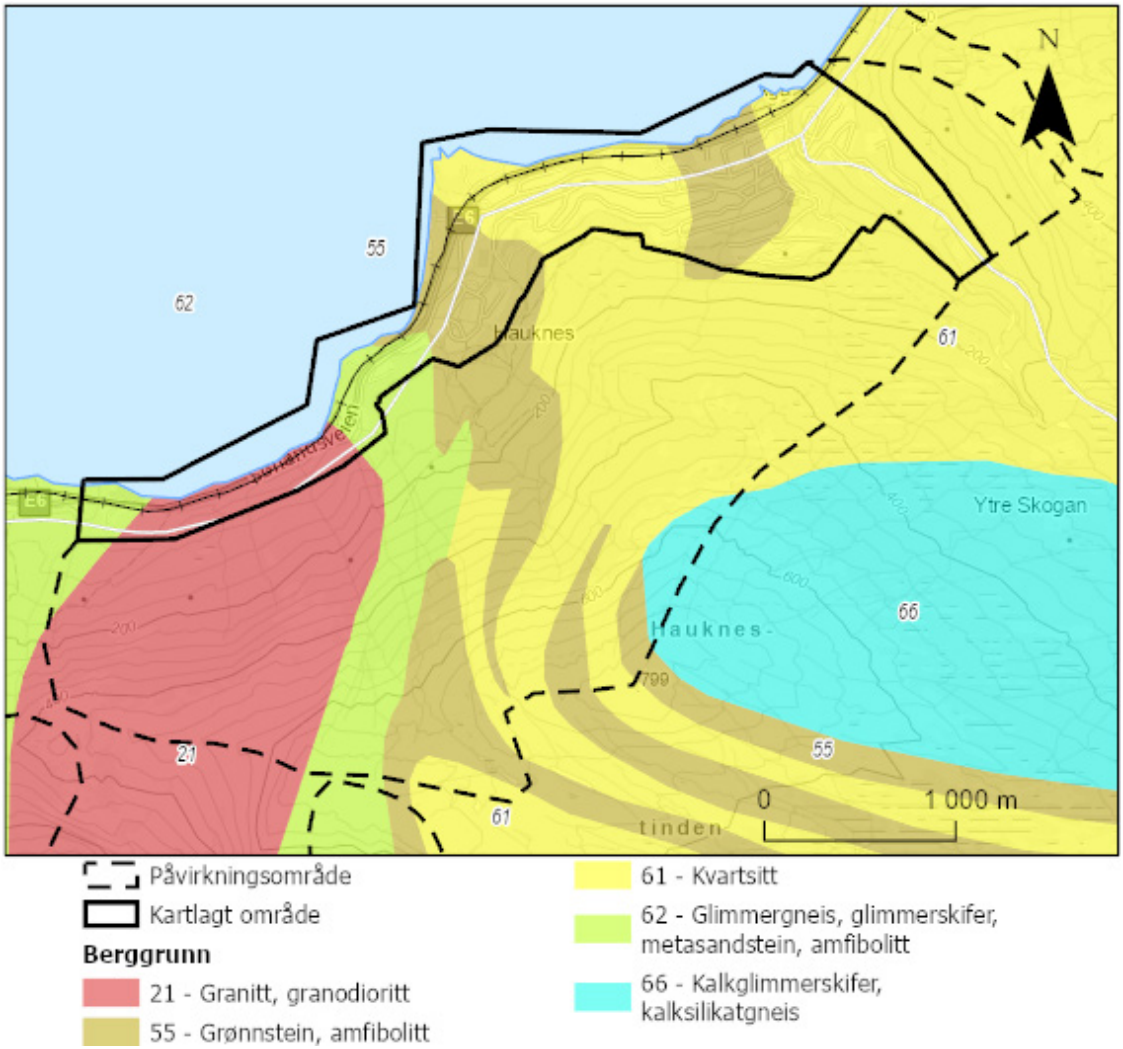
Figur 3-3 viser terrenghellingskart for det vurderte området med tilhørende påvirknings-område. De bratte områdene >30º dekker store deler av fjellsiden helt ned mot fjorden ovenfor sørlige deler av kartleggingsområdet. I sentrale og nordlige del er terrenget slakere, men det er fortsatt bratte områder med overkant av kartleggingsområdet.

Det renner flere bekker gjennom området som mange steder renner på svaberg, og bekkeløpene er potensielle løsneområder for særlig sørpeskred. Sjånesheia opplevde i 1981 flere sørpeskred mot vei og bebyggelse som tok flere menneskeliv. I områdene Hauknes og Åga er det store flomproblemer knyttet til bekkeløpene på grunn av tetting av stikkrenner. Skred og flom knyttet til bekkeløp anes å være det største faremomentet mot bebyggelsen. For øvrig finnes det flere bratte skråninger med løsmasser som kan være potensielle løsneområder for jordskred under ekstreme værforhold, men det er få registrerte hendelser knyttet til denne faretypen. Steinsprang er i liten grad en faretype som truer bebyggelsen.

Bergrunnskart fra NGU (ngu.no) viser at fjellsiden over planområdet består av granitt i sørlige del. Lengre mot nord er kvartsitt dominerende med innslag av amfibolitt og glimmerskifer og geis (Figur 3-4). Hovedinntrykket fra befaringen er at berggrunnen virker massiv med få spor etter ferske utfall.

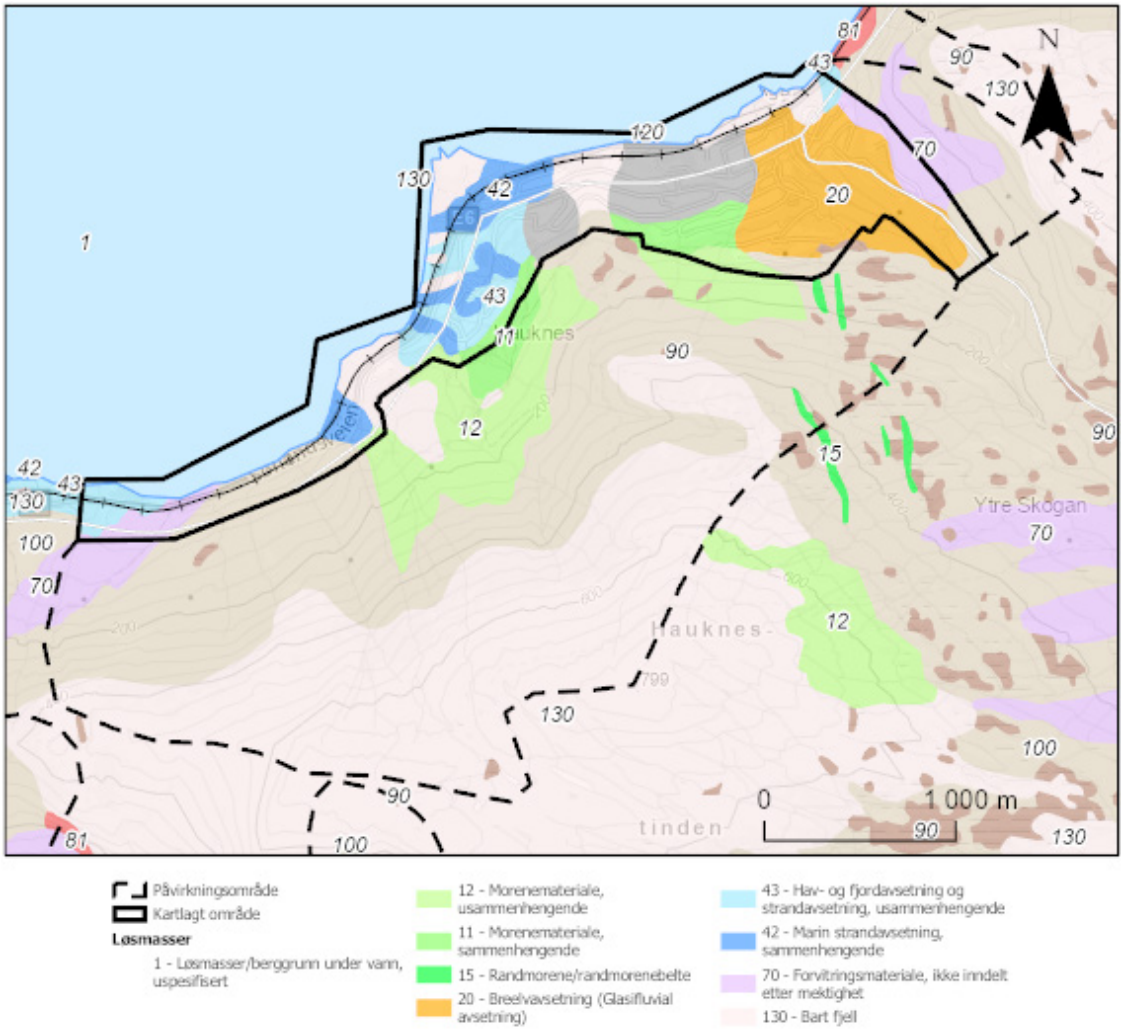


Figur 3-3 Helningskart (1x1 m terrengmodell).



Figur 3-4 Geologisk kart (NGU).

Løsmassedekket er dominert av bart berg i øvre del av påvirkningsområdet, mens nedre del er dominert av tynt humusdekke, forvitringsmateriale og mornedekke. Ved utløpt av Andfiskåga ligger det glasifluviale avsetninger. Nede ved fjorden er det marine avsetninger (Figur 3-5). Hovedinntrykket fra befaringen er at løsmassedekket i de bratte delene av fjellsiden er tynt med små muligheter for utløsning av flomskred.



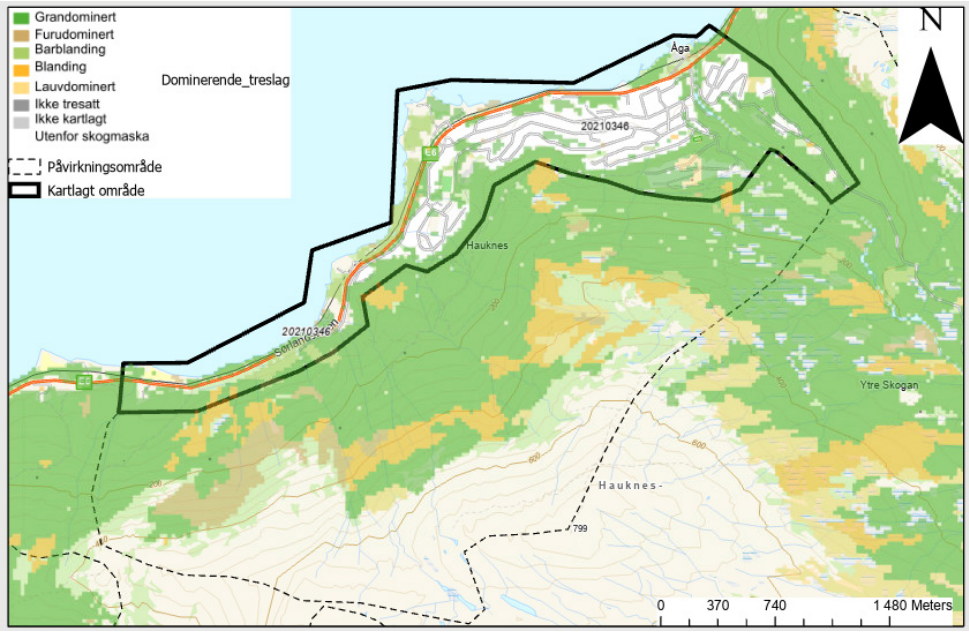
Figur 3-5 Løsmassekart (NGU).

3.2 Grunnlagsmateriale

3.2.1 Skog

Flyfoto og dronebilder er brukt som hjelpemiddel for å kartlegge terreng- og vegetasjonsforholdene i de øvre delene av fjellsiden, da befaring til fots kun er utført for de nedre deler av fjellsiden. I tillegg er Lidar-baserte skogsdata fra NIBIO med 16x16 m oppløsning (SR16-datasettet) benyttet for informasjon om høyde, diameter, tetthet og alder på skogen, skogsvolum over og under bakkeoverflaten, samt kronedekning.

Vegetasjonsgrensen i fjellsida over planområdet ligger ca. 500 moh. Det er primært granskog med innslag av blandingsskog (Figur 3-6).



Figur 3-6 Dominerende treslag (SAT-SKOG).

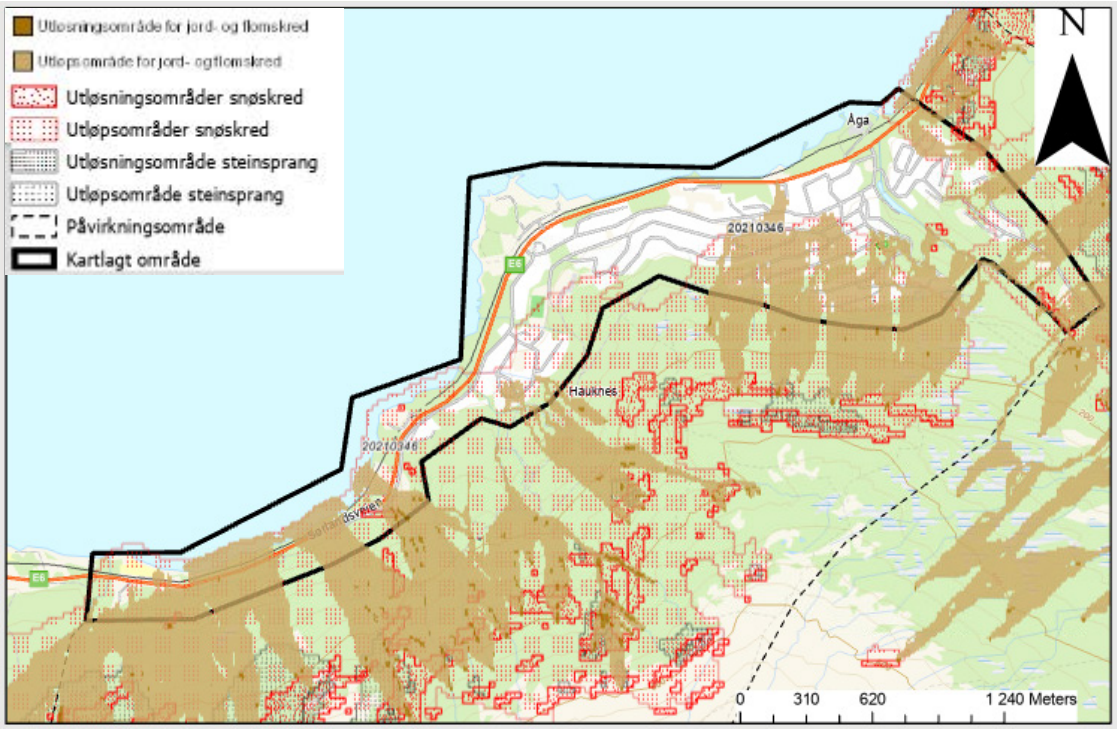
3.2.2 Tidligere utredninger / kartlegginger i området

NGI kjenner til følgende rapporter fra delområdet (Tabell 3-1):

Tabell 3-1 Oversikt over rapporter fra Skjånesbukta-Åga.

Tittel	Prosjektnummer	År
Skredfarevurdering B03 Østre Fageråsen, Mo i Rana	20120403	2012
Varsling. Sørpeskred, Rana	20001520	2002
Vurdering av skredfare og tiltak. Krøtabakken, Yttern - Rana - Nordland	944097	1994
Garnisonskytefelt for Sør-Hålogaland. Alternativ: Rana Gruber, Bleikvassli og Pilfj	894064	1989
FoU-prosjekt [slushflow Rana]	58200	1987
Sørpeskred hos O. Skotnes, Kokvika, Rana	83403	1983
Sikringstiltak mot snøskred Ildhullia - E6	83438	1983
Skredfarevurdering planlagt kirkegård, Sjånes	82417	1982
Skredutsatte områder på Sjånes, Rana	82453	1982
Skredulykke Sjånesheia, Mo i Rana, Nordland	81409	1981
Sørpeskred/sikring Sjånesheia, Kokvika, Rana	81422	1981
Sikringstiltak sørpeskred Ytteren, Rana	81424	1981
Kvernkroken Rana - sørpeskred	79446	1979

Den nasjonale kartleggingen av aktsomhetssoner (NVE) viser at store deler av kartleggingsområdet ligger innenfor aktsomhetssonen for snøskred og for jord- og flomskred (Figur 3-7). Aktsomhetssoner for steinsprang dekker i liten grad kartleggingsområdet.



Figur 3-7 Aktsomhetssoner (NVE).

3.2.3 Historiske skredhendelser

Steinsprang og steinskred:

Det er observerte steinspranghendelser langs vei og jernbane, men disse er i hovedsak knyttet til skjæringer og har liten relevans for faresonekartleggingen.

Snøskred:

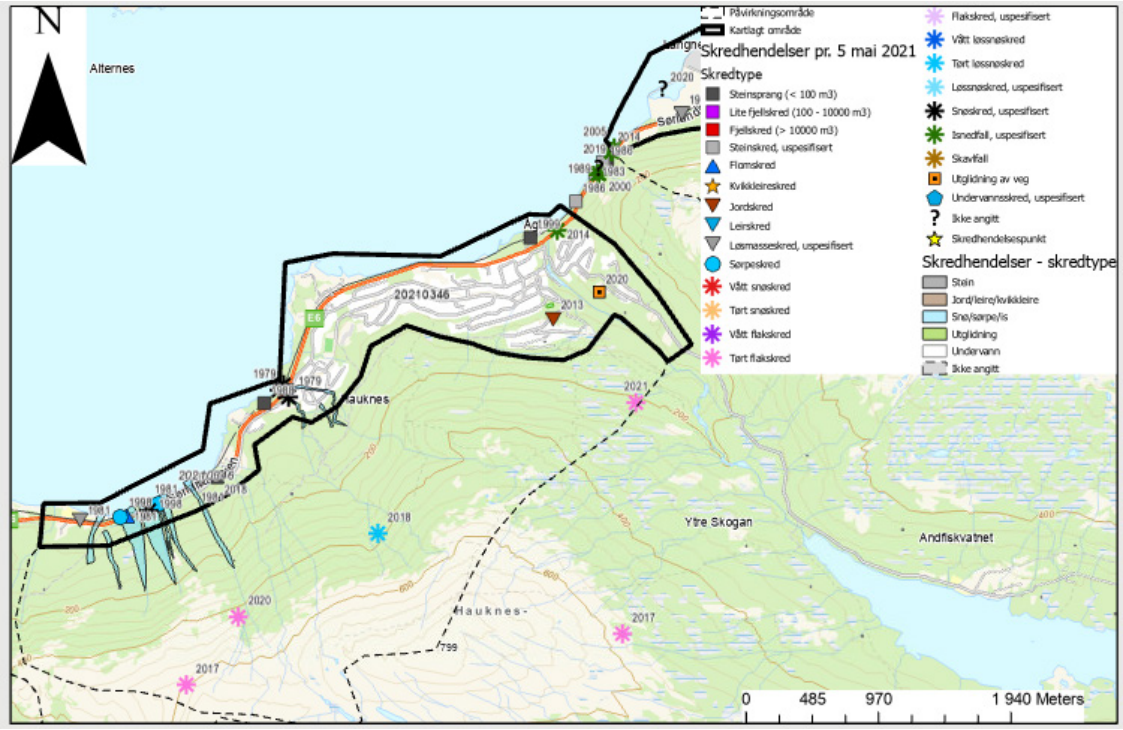
NGI kjenner ikke til historiske snøskredhendelser i eller ved påvirkningsområdet. Sørpeskredene fra 1981 er registrert som snøskred og plassert feil i den nasjonale skred-databasen.

Jord- og flomskred:

Det ble observert en utglidning av løsmasser 12. november 2013 ved Hestgjerdet 15 på Åga.

Sørpeskred:

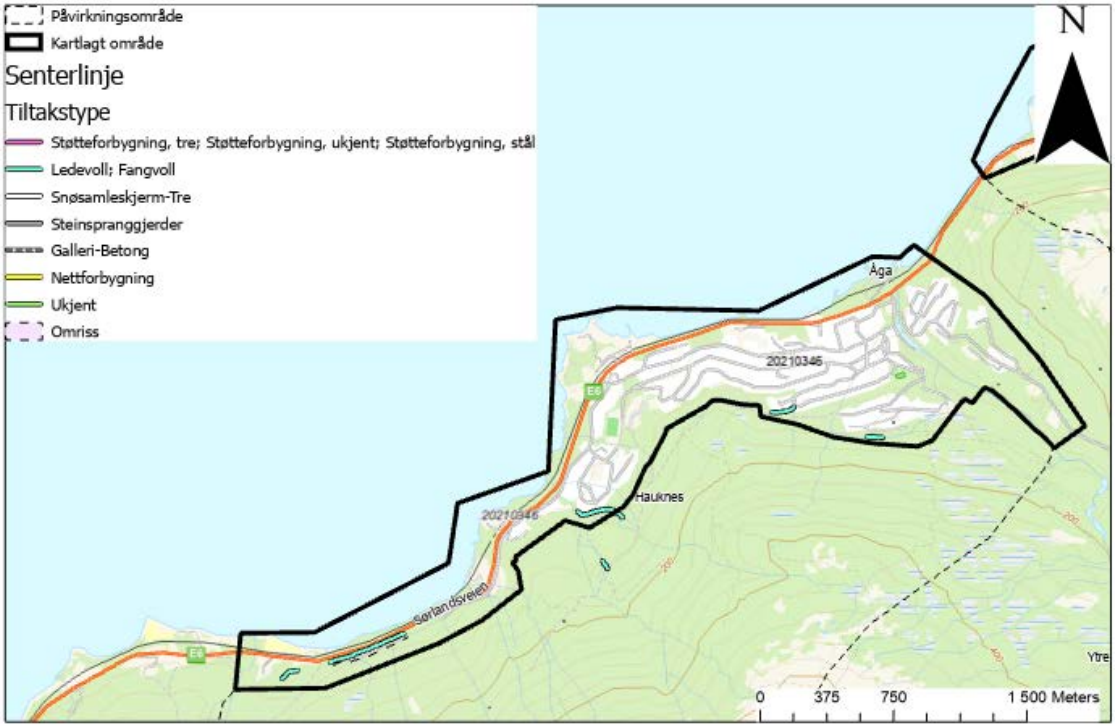
Det ble observert flere sørpeskred i forbindelse med ulykken 27. januar, 1981 i Sjånesheia der fem personer omkom og flere ble hardt skadd. I tillegg er det kjent at det gikk sørpeskred 15. mars, 1979 i området ved Skredbekken og Rautinddalen (Figur 3-8).



Figur 3-8 Kjente sørpeskred i Sjånesheia.

3.2.4 Eksisterende sikringstiltak

Under befaringen ble det observert fem sikringstiltak som er bygget for å sikre mot skred (Figur 3-9 og Figur 3-10).



Figur 3-9 Kjente fang- og ledevoller som er bygget for å sikre mot sørpeskred.

Figur 3-10 Foto av ledevollen i Kvernkroken.

3.3 Skredfareutredning per skredtype

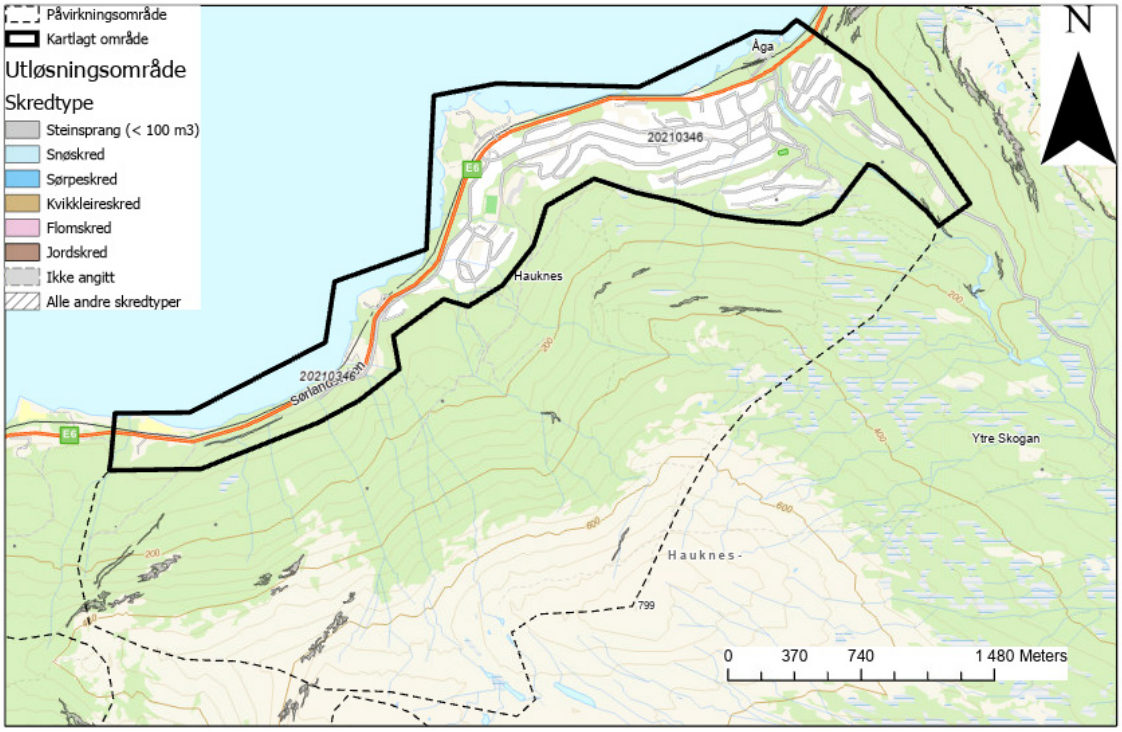
3.3.1 Steinsprang

3.3.1.1 Er steinsprang aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Ut ifra detaljert terrengmodell er det identifisert potensielle utløsningsområder for steinskred innenfor påvirkningsområdet, det vil si områder som er brattere enn 60° i 1x1 m terrengmodell.

3.3.1.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Skrentområdene ovenfor kartleggingsområdet virket i hovedsak å bestå av massivt berg (isskurte svaberg) med lav løsnesannsynlighet (Figur 3-11 og Figur 3-12). Det ble ikke observert ferske utfall fra de mindre skrentområdene innenfor kartleggingsområdet. Inntrykket fra befaringen var at berggrunnen virket stabil med lav løsnesannsynlighet, typisk sjeldnere enn 100 år.



Figur 3-11 Løsneområder for steinsprang, dvs. områder brattere enn 60 grader ut fra terrengmodell 1x1 m.

Figur 3-12 Skrentområde lengst øst i påvirkningsområdet ovenfor bebyggelsen øst for Andfiskåga.

3.3.1.3 Utredning av utløp

Det ble ikke observert ferske steinsprangblokker innenfor kartleggingsområdet, og de potensielle løsneområdene ligger i god avstand til kartleggingsområdet. Det er heller ikke registret steinspranghendelser i den nasjonale skreddatabasen. Vi vurderer derfor at steinsprang ikke er en relevant faretype i kartleggingsområdet.

3.3.2 Snøskred

3.3.2.1 Er snøskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

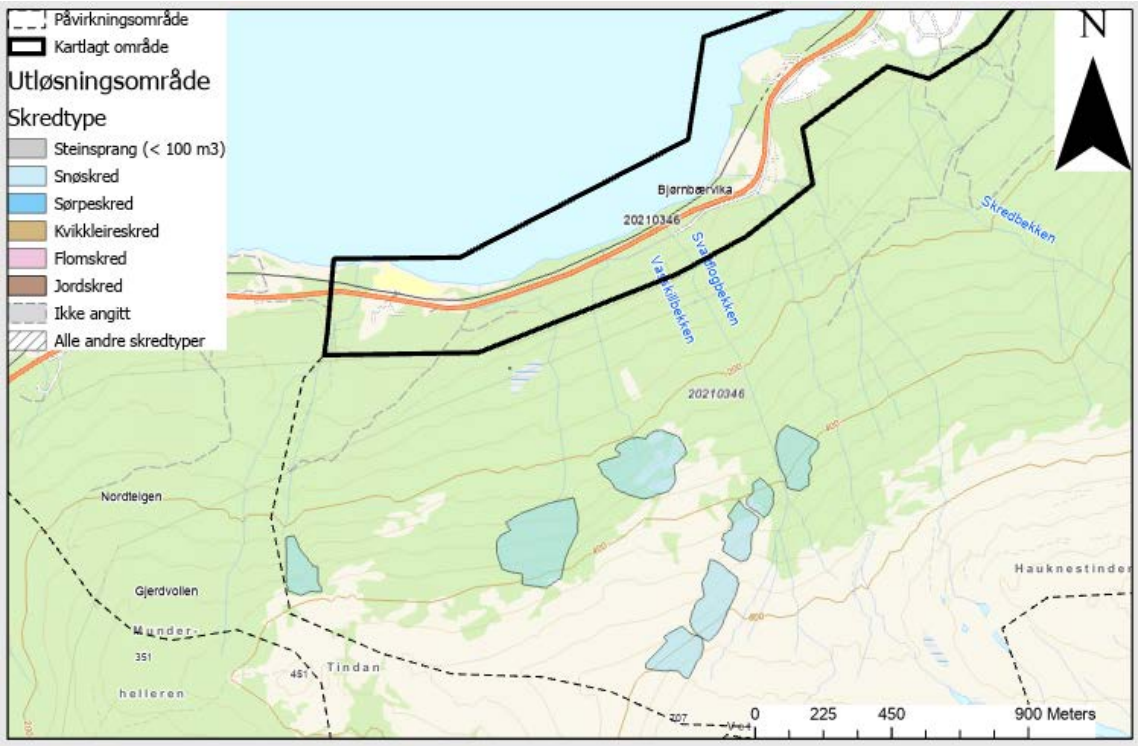
Det er identifisert potensielle utløsningsområder for snøskred innenfor påvirknings-område, dvs. områder som er brattere enn 25° og ikke er dekket at skog med tilstrekkelig kronedekning.

3.3.2.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Under befaringen og på bakgrunn av helningskart og skogdata har vi identifisert flere potensielle løsneområder for snøskred i Sjånesheia (Figur 3-13). De største løsne-områdene har areal på rundt 40.000 m^2. Fjellsiden vender mot vanlig nedbørførende vindretning, og vil derfor normalt ikke samle store snømengder.

Løsnesannsynligheten for store tørre flakskred som kan oppnå lengst rekkevidde antas å være lavere enn 1/100 pr. år. Vanligste skredtype vil være våtsnøskred som løsner fra

svaberg med kortere rekkevidde, og vi vurderer at årlig sannsynlighet for utløsning er rundt 1/10.



Figur 3-13 Løsneområder for snøskred som kan nå kartleggingsområdet.

3.3.2.3 Utredning av utløp

Utløp er simulert ved hjelp av SAMOS-AT (Figur 3-14). Som input i modellen er det benyttet følgende parametere:

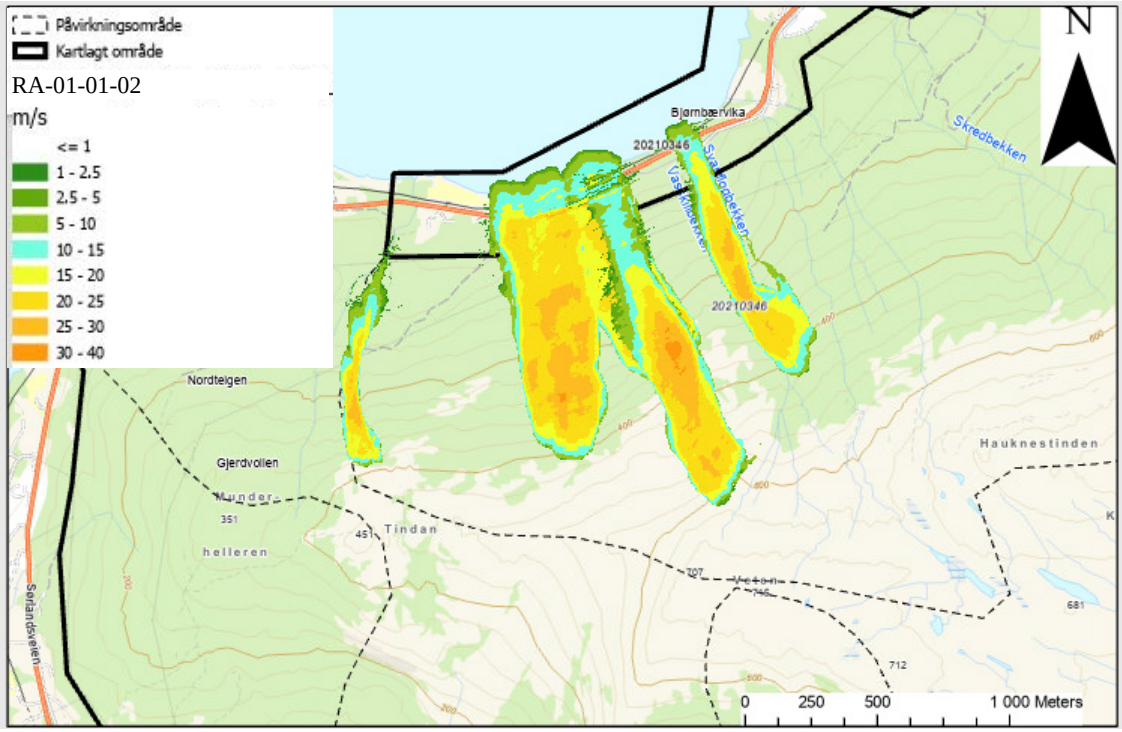
Tabell 3-2 Parametere for modellkjøring snøskred.

Utløsnings-område	Coulomb friksjons-parametere μ	Bruddhøyde (m)	Volum (1000 m^3)	Maks erosjons-dybde (m)	Antall trær (ha^{-1})	BHD (cm)
SAMOS-01-01	0,3	1,0	24,5 20,0 14,6	0,25	200	30
SAMOS-01-02	0,3	1,5	81,9 63,8	0,25	200	30

3.3.2.4 Når snøskred inn i kartleggingsområdet?

Basert på observasjoner, modellkjøringer og faglig skjønn antar vi at snøskred kan nå inn kartleggingsområdet i Sjånesheia oftere enn hvert 100. år, og sjeldne skred med utløp

ned til fjorden kan inntreffe oftere enn hvert 1000. år. Sikringsvollen antas å sikre veien for 100 års hendelsen.

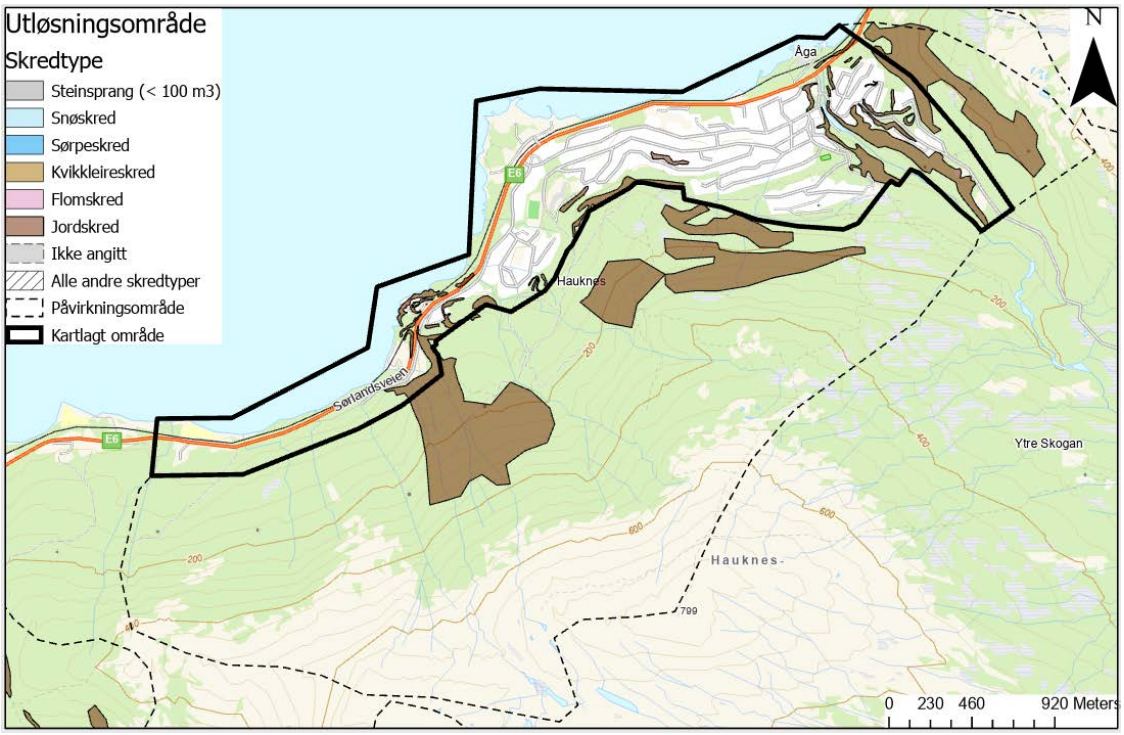


Figur 3-14 Simulering av snøskred med årlig sannsynlighet rundt 1/1000.

3.3.3 Jordskred

3.3.3.1 Er jordskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Ut ifra detaljert terrengmodell er det identifisert potensielle utløsningsområder for jordskred dvs. områder som har løsmasser og har helning 20-40°. Størst sannsynlighet for utløsning er knyttet til forsenkninger der det samler seg mest vann, og vi har i tillegg benyttet Flowacc beskrevet i Vedlegg B som grunnlag for å angi de mest sannsynlige løsneområder (Figur 3-15).



Figur 3-15 Områder med mulig fare for utløsning av jordskred.

3.3.3.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Størst fare for jordskred er i de bratte og skråningene i Sjånesheia, men her er løsmassedekket tynt med begrenset mulighet for å få store skred med lang rekkevidde. Mindre lokale utglidninger kan trolig forekomme hyppigere enn hvert 100. år. Her vil både sørpeskred og snøskred ha lengre utløp, og utløpsberegninger er derfor ikke gjennomført.

For øvrig er det mange lave skråninger nede i de marine avsetningene med høydeforskjell under 20 m på Åga og Hauknes med mulighet for overflateutglidninger. Det ble ikke observert spor etter utglidninger under befaringen. Det er heller ingen kjente hendelser, og lokale beboere kjente heller ikke til hendelser.

Det er svært utfordrende å vurdere stabiliteten av jordskråninger uten kjennskap til grunnforholdene. I marine avsetninger skal det som hovedregel alltid gjennomføres geotekniske undersøkelser i forkant av terrenginngrep. Vi har benyttet følgende grunnlag for vurderinger av løsnesannsynlighet i denne rapporten:

Beskrivelse	Årlig løsne-sannsynlighet
Skråninger lavere enn 10 m er ikke antatt å kunne gi opphav til skred mede stor nok intensitet til å skade bygninger	< 1/5000
Skråninger brattere enn 30° i tilknytning til raviner med mulighet for ansamling av rennende vann med erosjonspotensial	>1/1000
Skråninger 20-30° uten spesielle terrengformer	1/1000-1/5000

3.3.3.3 Utredning av utløp

Utløpsberegninger ved bruk av modeller anses lite hensiktsmessig i de lave skråningene på Åga og Hauknes. Erfaringsmessig vil slike utglidninger stanse raskt når terrenget flater ut. Vi har benyttet helningskart til å anslå rekkevidden til slike utglidninger. Også vegetasjonsforholdene er inkludert i utløpsvurderingen dersom skogen står tett, ettersom skogen har en bindende effekt på løsmassedekket.

3.3.3.4 Når jordskred inn i kartleggingsområdet?

Faresonen 1/1000 og 1/5000 går inn i kartleggingsområdet på Hauknes og Åga i tilknytning til bratte skråninger i marine avsetninger.

3.3.4 Flomskred

3.3.4.1 Er flomskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Terreng brattere enn rundt 15° med løsmasser og som kan gi opphav til overflate-avrenning er potensielle løsneområder for flomskred. De klimatiske forholdene med mye nedbør og perioder med intens snøsmelting indikerer høy aktivitet der terreng-forholdene ligger til rette for det.

3.3.4.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Det renner flere bekker i skråningen ovenfor kartleggingsområdet som kan rive med seg løsmasser i flomsituasjoner. Ut ifra observasjoner gjort under befaringen og bruk av skyggekart er det ingen tydelige avsetningsformer etter større flomskred. Hovedgrunnen til dette synes å være at løsmassedekket er tynt, og at bekkeløpene for en stor del renner på berg.

Størst fare for flomskred er det den bratte fjellsiden i Sjånesheia, særlig langs Skredbekken der det ble observert løsmasser på utflatinger langs løpet som kan bli erodert under flom (Figur 3-16). Også Vasskillbekken og de to bekkeløpene som utgjør Kvernbekken er utsatt for flomskred, men observasjoner indikerer at flomskredene blir av begrenset størrelse. Trolig går det mindre flomskred med begrenset rekkevidde nærmest årlig i disse løpene.

Figur 3-16 Løsmasser som kan settes i bevegelse under flommer i Skredbekken.

De mange mindre bekkene som kommer ned mot Hauknes og Åga har begrenset nedbørfelt, og de renner for det meste på berg med små muligheter for erosjon. Det inntreffer årlig flommer med mulighet for materialtransport, men de vil få mer karakter av å være flommer enn flomskred. Større hendelser som ligner mer på flomskred skjer trolig sjeldnere, anslagsvis rundt hvert 100. år.

3.3.4.3 Utredning av utløp

På grunn av begrenset mulighet for erosjon anser vi sørpeskred å være dimensjonerende skredtype i de samme bekkeløpene som er potensielle flomskredbekker. Vi har derfor ikke gjennomført modellberegninger av flomskred.

Den største utfordringen i tilknytning til bekkeløpene som drenerer gjennom bebyggelsen er flomvannshåndtering på grunn av menneskelige inngrep i det naturlige avrenningssystemet som fører til at vann kommer på avveie. Under befaringen ble det fra lokalkjente presisert at flom ble ansett som en mye større utfordring enn flomskred i tilknytning til dreneringsveiene. Gjentetting av stikkrenner i flomperioder som følge av dårlig vedlikehold har flere ganger ført til at vann strømmer ukontrollert inn i bebyggelsen.

Dette prosjektet inkluderer ikke vurdering av flomfare, og vi har ikke inkludert flomfare i faresonene.

3.3.4.4 Når flomskred inn i kartleggingsområdet?

Flomskred kan nå inn i kartleggingsområdet langs bekkeløp, men vi vurderer ikke flomskred som dimensjonerende faretype.

3.3.5 Sørpeskred

3.3.5.1 Er sørpeskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

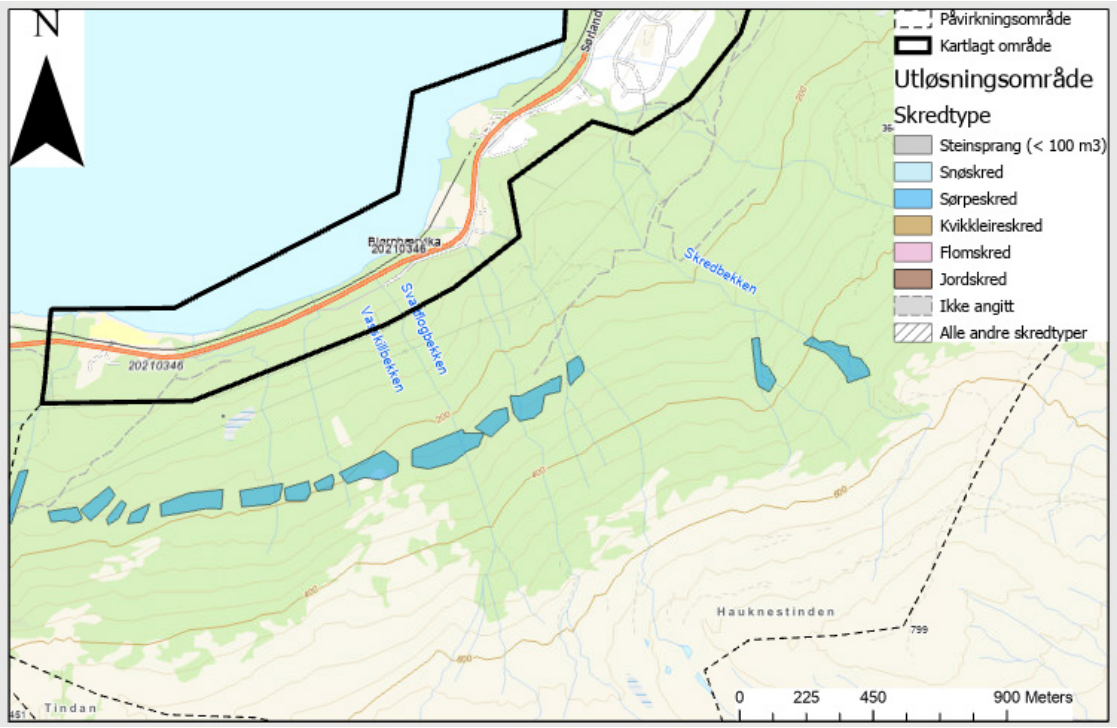
De klimatiske forholdene og store arealer med svaberg fører til at sørpeskred er den dimensjonerende skredprosessen i kartleggingsområdet.

3.3.5.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

De klimatiske forholdene ligger til rette for store snøfall etterfulgt av mildvær og regn, og alle forsenkninger med ansamling av overflateavrenning vil være potensielle løsneområder. Slike værsituasjoner kan skje flere ganger hver vinter, men snødekkets styrke vil være avgjørende for hvorvidt det blir utløst sørpeskred. Større sørpeskred som kan utgjøre fare for bebyggelsen inntreffer ventelig oftere enn hvert 100. år (Figur 3-17).

Størst fare for sørpeskred er det den bratte fjellsiden i Sjånesheia, langs Skredbekken, Vasskillbekken og de to bekkeløpene som utgjør Kvernbekken (Figur 3-18).

Det er vanskelig å definere eksakt hvor skred blir utløst ettersom mer eller mindre hele bekkestrengen er aktuell. Vi har som grunnlag for modellkjøringene definert løsneområdene i samme høydenivå for alle de aktuelle bekkene, og dette gir et godt grunnlag for å vurdere utbredelsen av skredmasser nede i kartleggingsområdet.



Figur 3-17 Løsneområder for sørpeskred.

Figur 3-18 Typisk løsneområde for sørpeskred på svaberg langs bekkeløp i Sjånesheia.

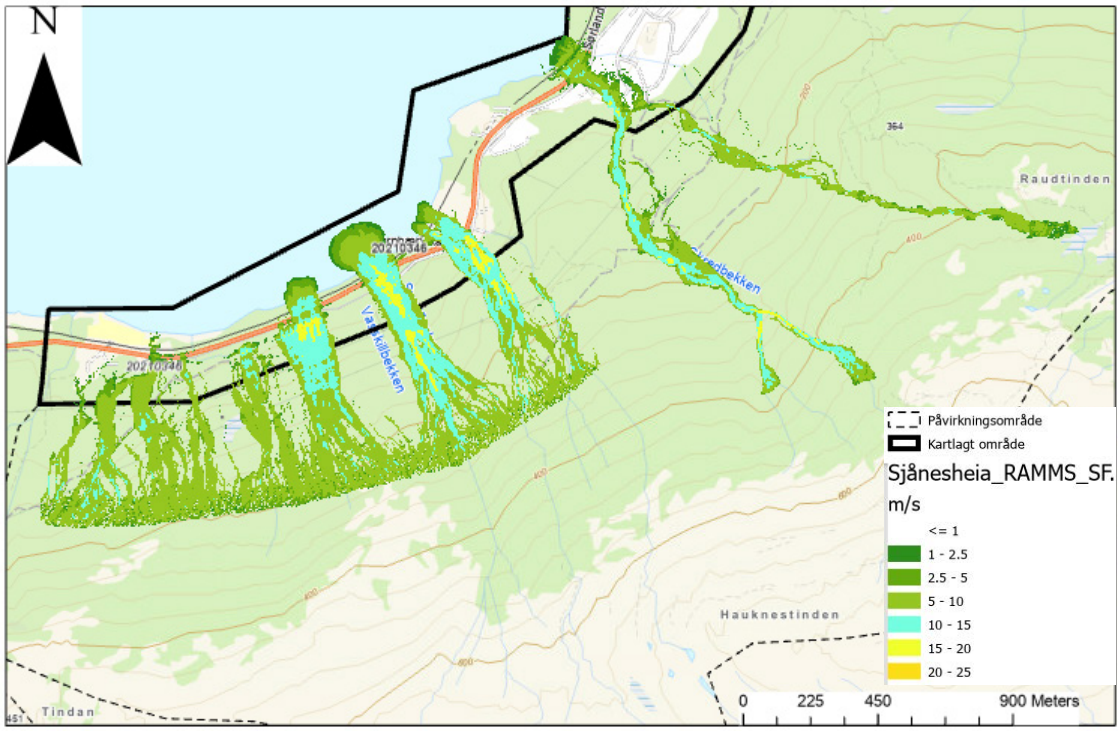
3.3.5.3 Utredning av utløp

Vi har gjennomført simuleringer av sørpeskred langs de mest aktive bekkeløpene i Sjånesheia og i Kvernbekken ved bruk av RAMMS_DF (Figur 3-19). Vi har gjort simuleringer med flere sett input verdier og har inkludert medriving av snø i skred-banene.

Input verdier i simuleringene:

Tabell 3-2 Input verdier i RAMMS sørpeskred

	Mu	Xi	Density	Utløsnings-areal	Brudd-høyde	Volum	Density	MaxErodRate	ShearFactor	CriticalShear
Sjånesheia	0,05	600	900	175430	0,1	17543	1500	0,05	0,2	0,5
Kvernenget	0,05	600	1000	5796	1	5796	1000	0,05	0,2	0,5



Figur 3-19 Eksempel på modellberegninger av sørpeskred.

3.3.5.4 Når sørpeskred inn i kartleggingsområdet?

Basert på modellering, skredhistorikk og observasjoner antar vi at sørpeskred kan nå kartleggingsområdet i Sjånesheia og langs Kvernbekken hyppigere enn hvert 100. år. Sikringstiltak som er etablert langs Kvernbekken vil i stor grad hindre at skredmasser går inn mot bebyggelsen

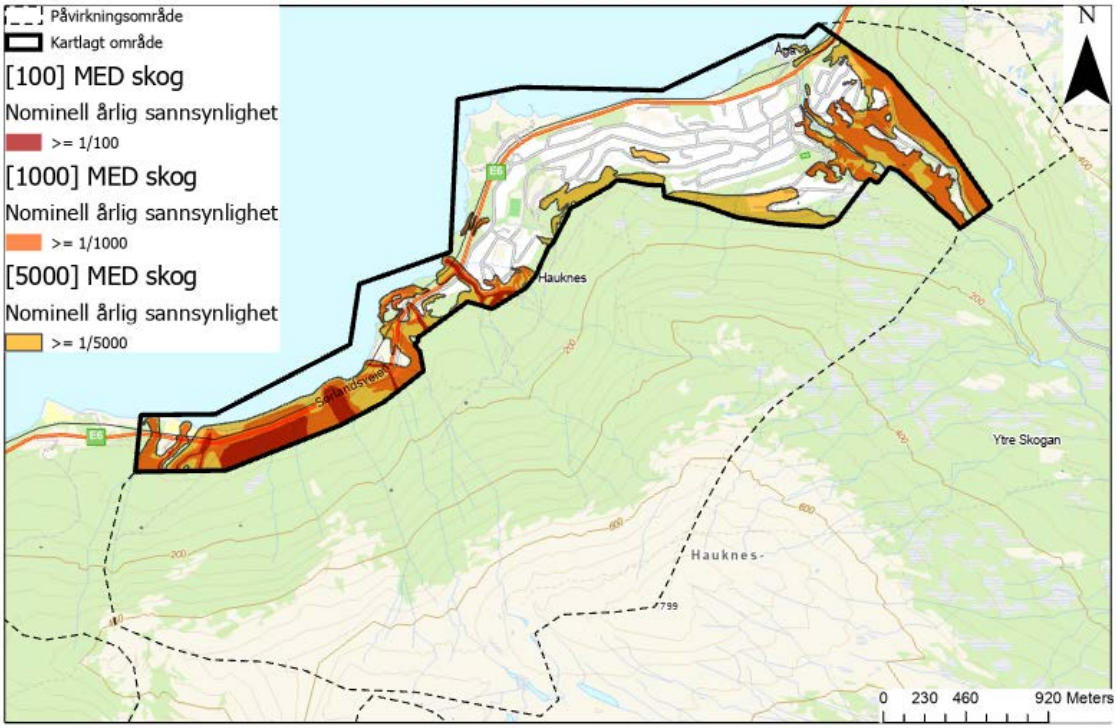
3.4 Hva er den samlede skredfaren?

Potensielle faretyper i kartleggingsområdet er flomskred, sørpeskred og snøskred.

Sørpeskred er dimensjonerende faretype langs bekkeløp i Sjånesheia og langs Kvernbekken, og her går faresonen 1/100 ned til fjorden. Mellom bekkeløpene er snøskred dimensjonerende faretype.

I tillegg er det løsmasseskråninger med mulighet for utglidninger oftere enn hvert 1000. år innenfor kartleggingsområdet..

Faresoner som angir den samlede skredfaren for de tre faretypene er vist i Figur 3-20.



Figur 3-20 Faresonekart.

I alt ligger det 16 bygninger tilhørende sikkerhetsklasse S2 innenfor faresonen 1/1000.

3.5 Skog med betydning for skredfaren

Skogen dekker store deler av fjellsidene ovenfor kartleggingsområdet. Store skogdekte arealer har terrenghelning >30°, og vi har angitt potensielle løsneområder for snøskred dersom skogen fjernes på kart i Vedlegg 1H. Det finnes flere eksempler på at fjerning av skog har ført til utløsning av skred.

I tillegg vil skogen redusere muligheten for medriving av skredmasser nedover i skråningen. Den vil også ha en forankringseffekt på løsmassedekket og vil også bremse skred i bevegelse.

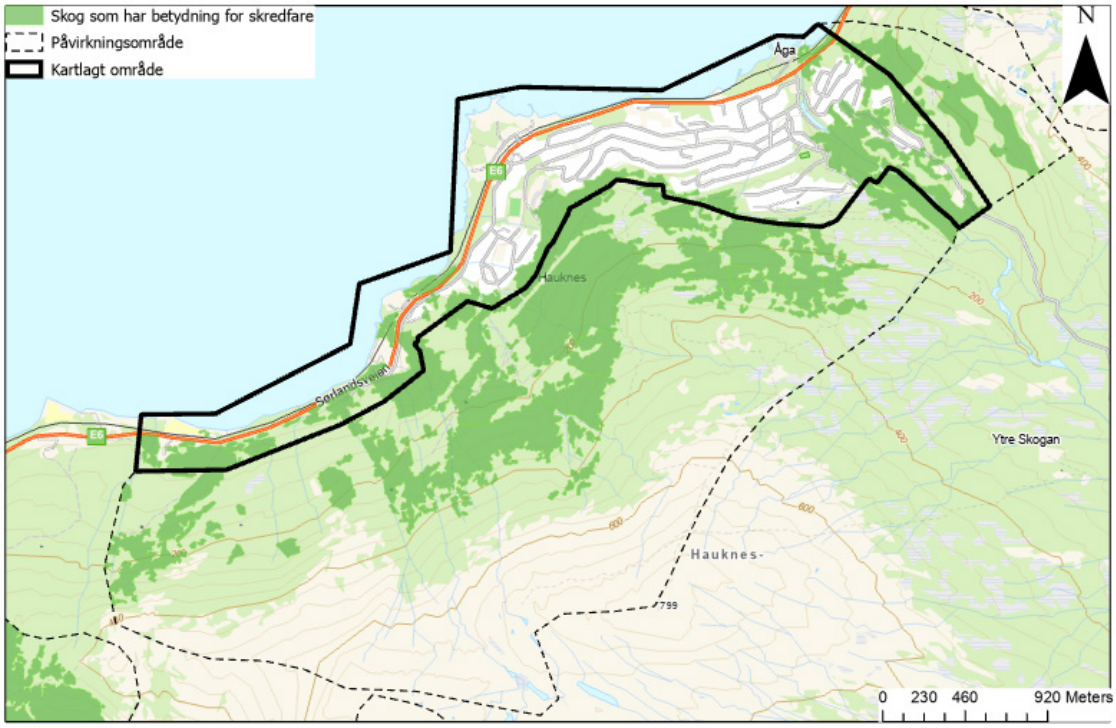
Generelt antar vi at skogen å ha stor betydning for utstrekningen av faresonene innenfor kartleggingsområdet

Vi har angitt skog som er vurdert å ha betydning for skredfaren på Figur 3-21. Vi har benyttet data fra SR16 til å beregne skogpolygoner, og disse er justert knyttet til observasjoner gjort under befaringen, bilder og flyfoto. Betydningen vil være avhengig av hvor tett skogen står og hvilken type vegetasjon som er aktuell. Generelt vil barskog ha større verneverdi enn lauvskog. I det aktuelle området er det først og fremst snøskredfaren fra de høye skråningene ovenfor kartleggingsområdet som vil øke. For de lave skråningene nede i kartleggingsområdet vil endringen i faresonene bare være marginal.

Faresoner uten skog er vist i Vedlegg 1F. Vurderingene av utløp er vurdert ut fra skogtype og tetthet på skogen samt terrenganalyse (alfa-beta modellen), se Vedlegg A.

Faresonene vil få større utstrekning særlig der det er høye og bratte skråninger ovenfor kartleggingsområdet, først og fremst fordi fjerning av skog vil føre til fare for utløsning av snøskred. Faresonene i de lavere skråningene nede i kartleggingsområdet vil i mindre påvirkes av at skog fjernes, og her vil det kun være marginale endringer.

Uttak av skog innenfor angitte polygoner bør gjennomføres kontrollert. Størrelsen og utformingen av hogstflater vil være avgjørende for i hvilken grad skredfaren endres.



Figur 3-21 Skog med betydning for skredfaren.

3.6 Stedsspesifikk usikkerhet

Det er stor usikkerhet knyttet til å lokalisere og kvantifisere faren for jordskred, og avgrensningen av faresoner må derfor i stor grad baseres på faglig skjønn. For nærmere vurdering av jordskredfaren må det gjennomføres geotekniske beregninger basert på prøvetaking eller grunnboring. Marin grense i området ligger rundt kote 30, og i de marine avsetningene nede i kartleggingsområdet må det tas høyde for mulig blør leire eller kvikkleire ved eventuelle inngrep.

I tillegg er det krevende nøyaktig å angi løsneområder for sørpeskred og flomskred ettersom det kan være litt tilfeldig akkurat hvor slike skred starter langs et bekkeløp.

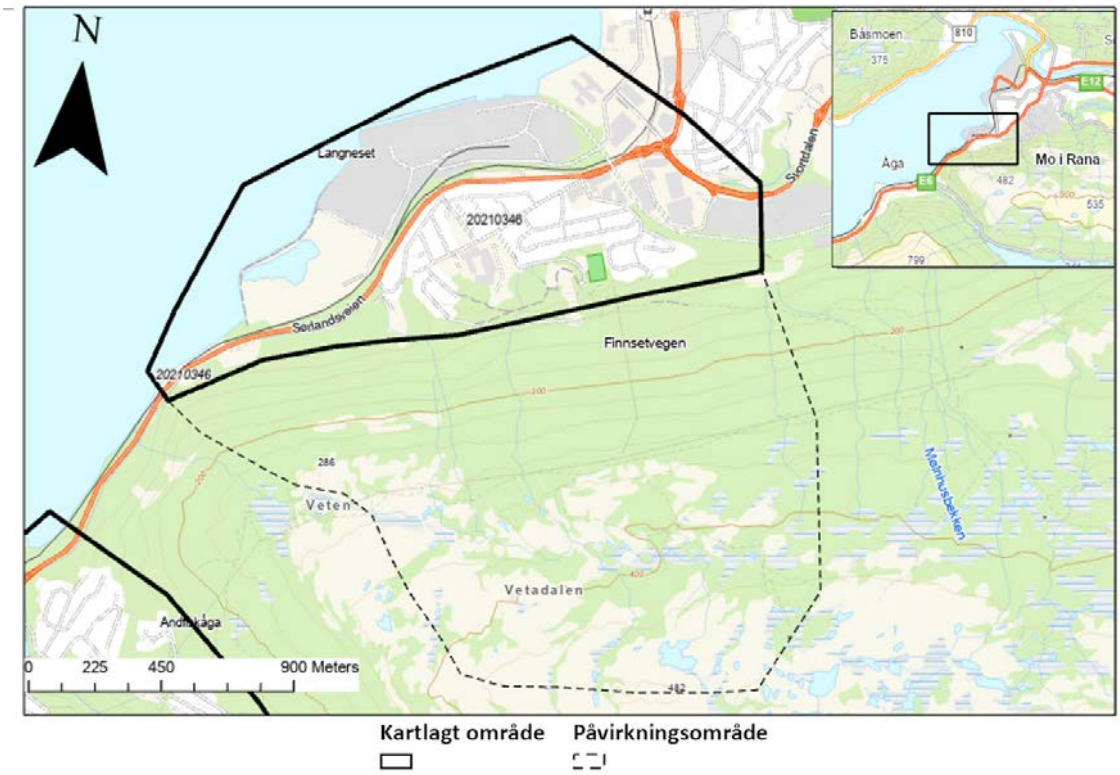
Angivelse av skogpolygoner som antas å ha betydning for skredfaren vil også være forbundet med usikkerhet. Den relative betydningen av skogen vil variere.

4 Delområde 2 – Langneset - Fageråsen

4.1 Områdebeskrivelse

Planområdet Langneset – Fageråsen er ca. 1 km langt og ligger langs østsiden av Ranfjorden i en nordvendt fjellside som ender opp mot Veten 471 moh. (Figur 4-1 og Figur 4-2).

Skråningen ovenfor kartleggingsområdet er bratt med flere skrentpartier, særlig i vestlige halvdel. Det renner flere bekkeløp i skråningen. Nede i kartleggingsområdet er terrenget delvis ravinert, og utbyggingsprosjekter med utfyllinger og utgravinger har endret det naturlige terrenget og dreneringsmønsteret i vesentlig grad. Særlig gjelder dette det nye hoppanlegget som har ført til omlegging av dreneringsløp, utfyllinger og bygging av veier på tvers av skråningene som har konsentrert avrenningen til færre løp. Omfattende utgravinger er også foretatt i forbindelse med utbyggingen av det nye nasjonalbiblioteket.



Figur 4-1 Oversikt over kartleggingsområdet med påvirkningsområde.

Langnes

Hoppanlegget

Fageråsen
Figur 4-2 Oversiktsfoto fra vest (øverst) mot øst (nederst).

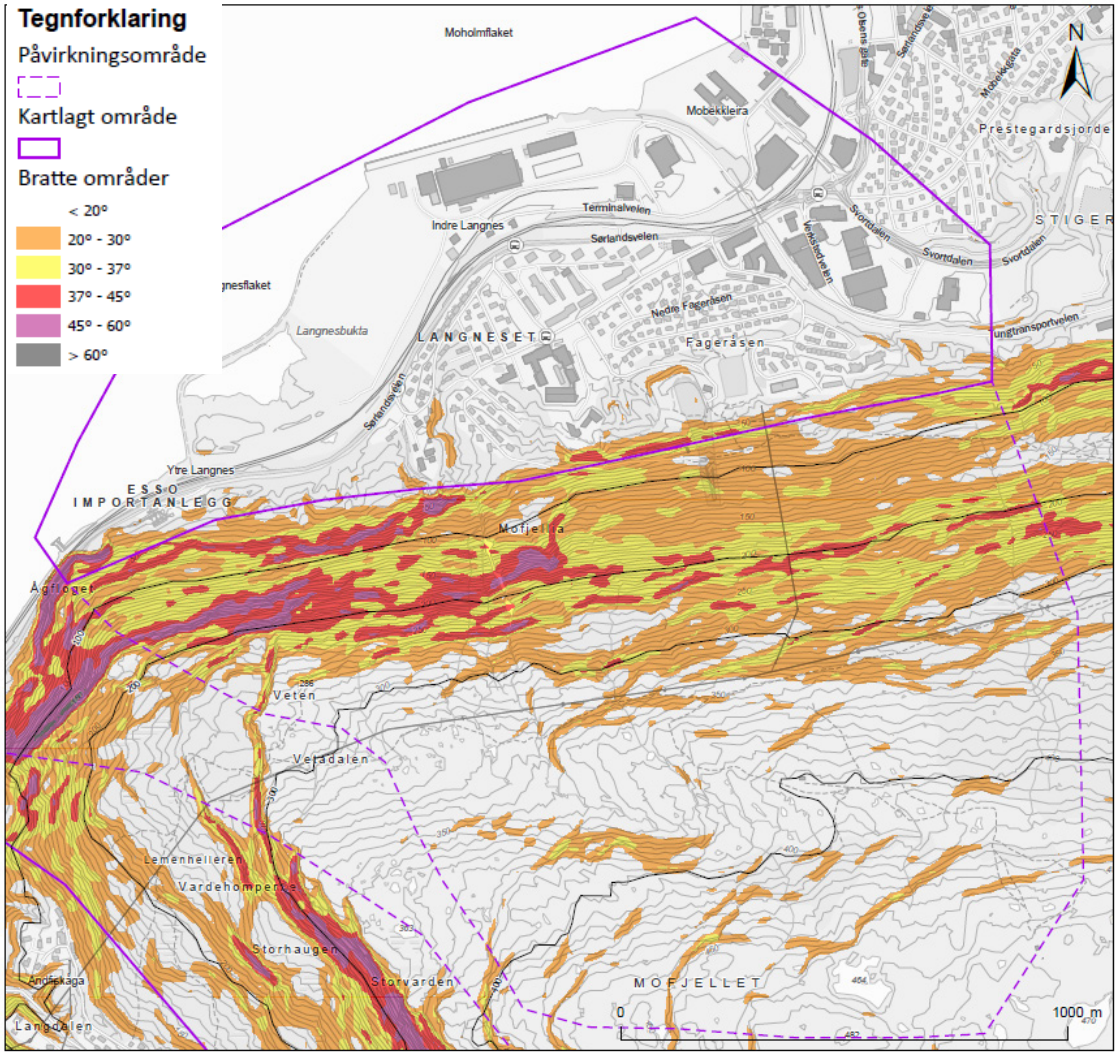
4.1.1 Topografi og grunnforhold

Figur 4-3 viser terrenghellingskart for det vurderte området med tilhørende påvirknings-område. De bratte områdene >30º dekker store deler av den nedre del av fjellsiden. Mot toppen av ryggen flater terrenget ut.

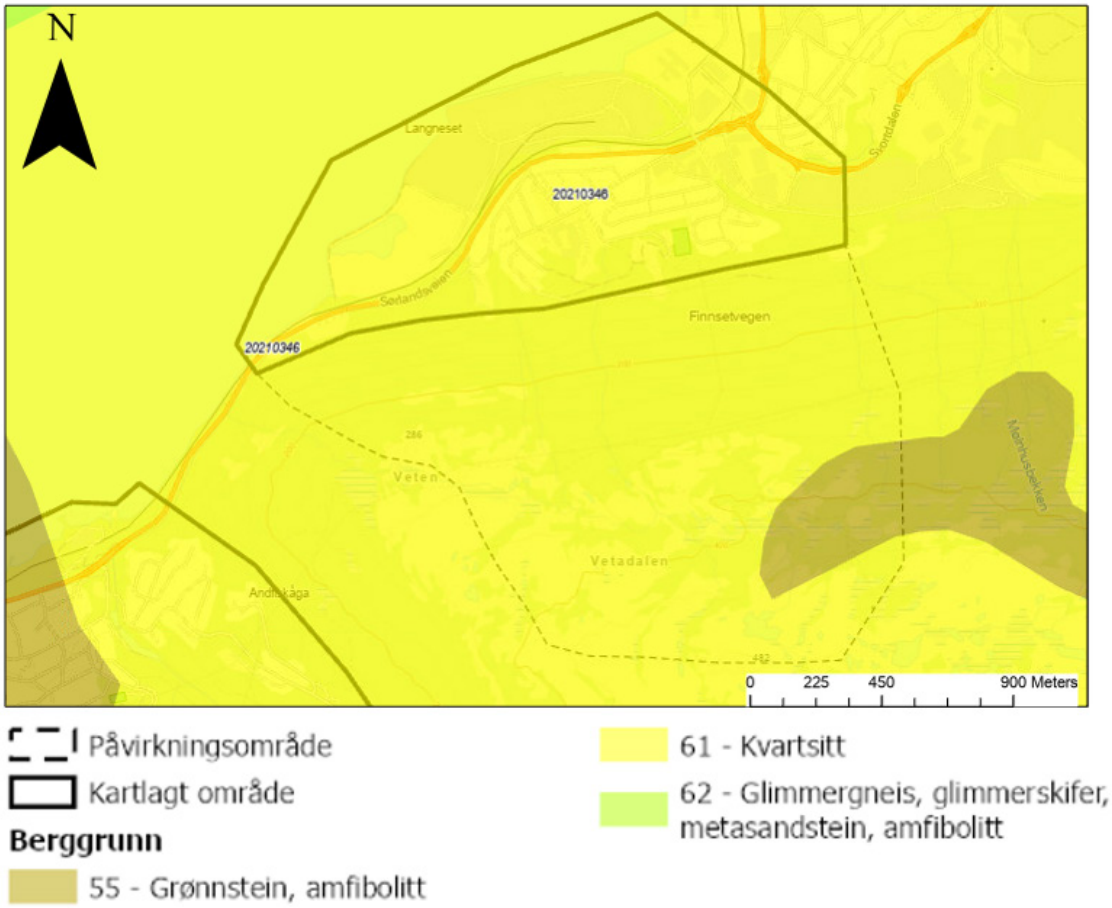
Det renner flere bekker gjennom området som mange steder renner på svaberg, og de største bekkene er potensielle løsneområder for sørpeskred og flomskred. De mange skrentområdene kan gi opphav til steinsprang, særlig i vestlige halvdel av kartleggings-området. For øvrig kan den bratte skråningen ovenfor kartleggingsområdet gi opphav til utglidninger av løsmasser i forbindelse med intenst regnvær. Bratte ravineskråninger nede i kartleggingsområdet kan også være mulige løsneområder for grunne utglidninger.

Under befaringen ble det observert steinblokker oppe i den bratte skråningen og spor etter mulige mindre utglidninger, men det virket for det meste å være gamle hendelser. Det er ingen hendelser registrert i den nasjonale skreddatabasen. Lokalkjente hadde heller ingen opplysninger om skredaktivitet ned i kartleggingsområdet, og heller ikke skyggekartet viser tydelige spor etter skred. Vi antar derfor at det generelt er lav skred-aktivitet.

Bergrunnskart fra NGU (ngu.no) viser at fjellsiden over planområdet består av for en stor del av kvartsitt med et lite innslag av amfibolitt lengst øst (Figur 4-4). Hoved-inntrykket fra befaringen er at berggrunnen virker massiv med få spor etter ferske utfall.

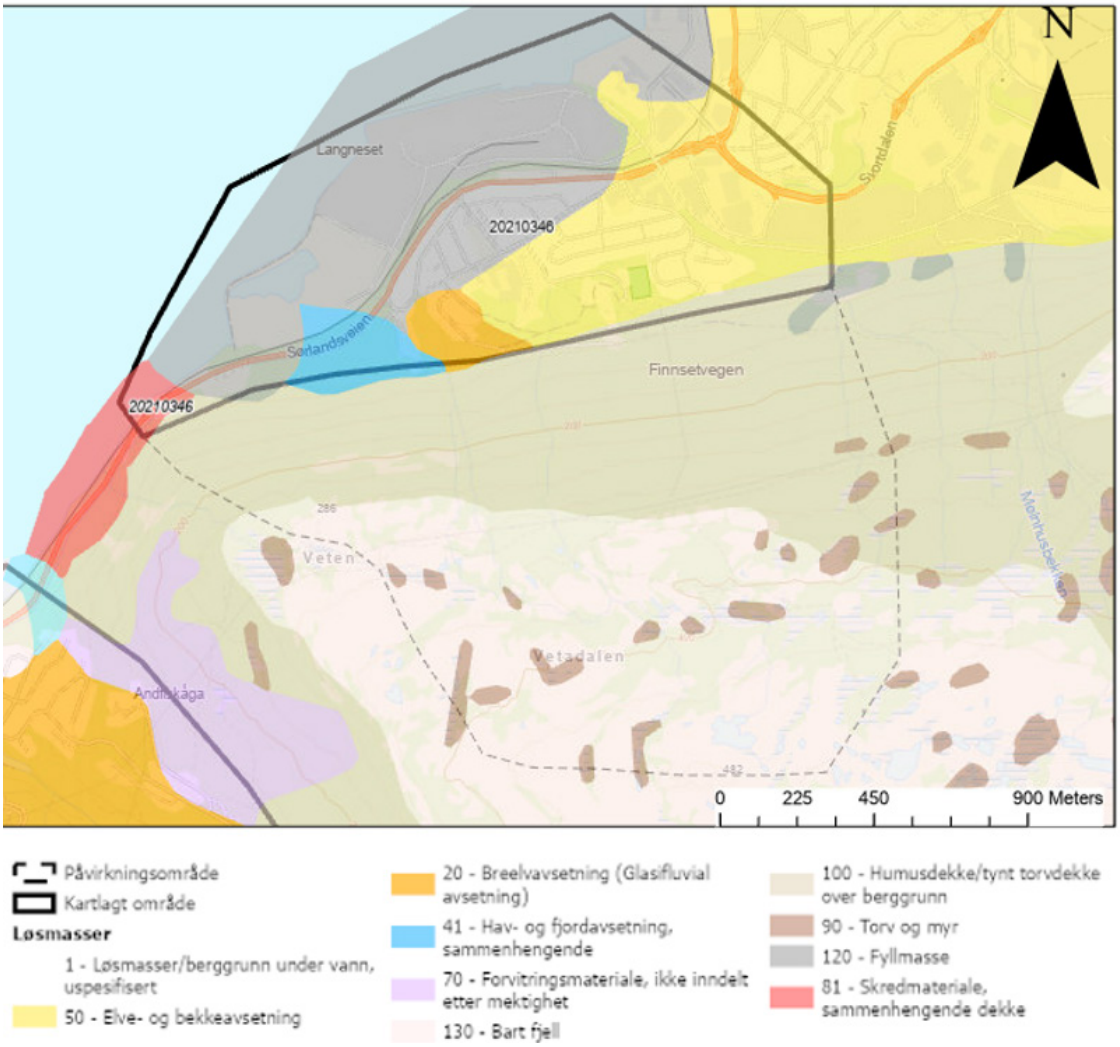


Figur 4-3 Helningskart (1x1 m terrengmodell).



Figur 4-4 Geologisk kart (NGU).

Løsmassedekket er dominert av bart berg i øvre del av påvirkningsområdet, mens nedre del er dominert av tynt humusdekke, forvitringsmateriale og mornedekke. Ved utløpt av Andfiskåga ligger det glasifluviale avsetninger. Nede ved fjorden er det marine avsetninger (Figur 4-5). Hovedinntrykket fra befaringen er at løsmassedekket i de bratte delene av fjellsiden er tynt med små muligheter for utløsning av flomskred.



Figur 4-5 Løsmassekart (NGU).

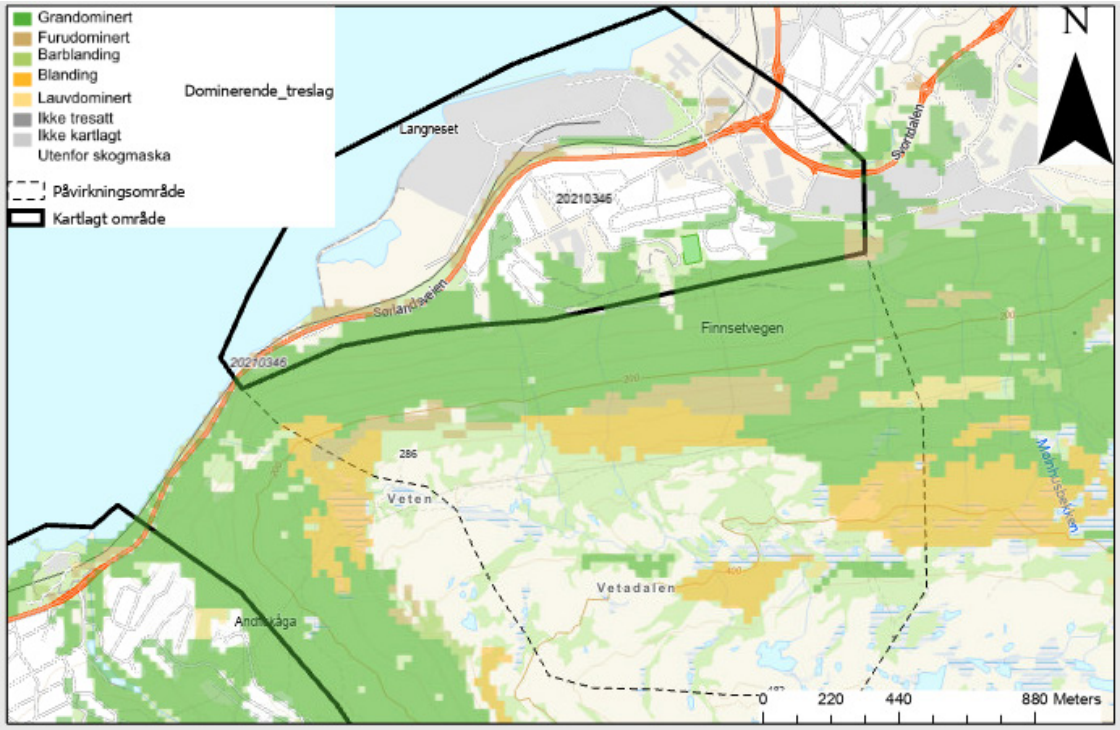
4.2 Grunnlagsmateriale

4.2.1 Skog

Flyfoto og dronebilder er brukt som hjelpemiddel for å kartlegge terreng- og vegetasjonsforholdene i de øvre delene av fjellsiden, da befaring til fots kun er utført for de nedre deler av fjellsiden. I tillegg er Lidar-baserte skogsdata fra NIBIO med 16x16 m oppløsning (SR16-datasettet) benyttet for informasjon om høyde, diameter, tetthet og alder på skogen, skogsvolum over og under bakkeoverflaten, samt kronedekning.

Vegetasjonsgrensen i fjellsida over planområdet ligger ca. 350 moh. Det er primært granskog med innslag av løvskog (Figur 4-6). Granskogen står tett, mens løvskogen står mer spredt.

Ifølge SAT-SKOG data fra NIBIO er det mest eldre skog med alder > 40 år i nedre del, mens skogen er yngre høyere opp i skråningen.



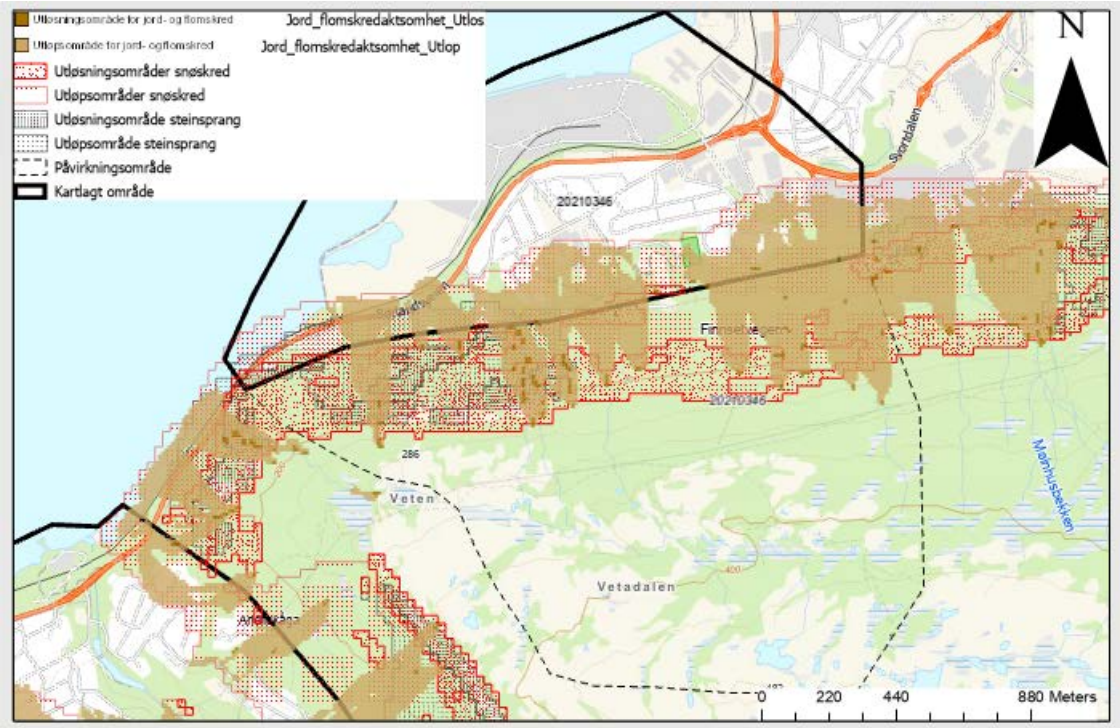
Figur 4-6 Dominerende treslag (SAT-SKOG).

4.2.2 Tidligere utredninger / kartlegginger i området

NGI kjenner kun til en rapport fra kartleggingsområdet:
NGI rapport 20120403-00-1-R: Skredfarevurdering B03 Østre Fageråsen, Mo i Rana, datert 16. mai 2012.

Det vurderte området i denne rapporten er inkludert i kartleggingsområdet, og vurderingene fra denne er hensyntatt i foreliggende rapport.

Den nasjonale kartleggingen av aktsomhetssoner (NVE) viser at hele bredden av kartleggingsområdet ligger innenfor aktsomhetssonen for snøskred, mens steinsprang kun går inn i vestlige del. I tillegg har kartleggingsområdet aktsomhetssoner for jord- og flomskred (Figur 4-7).



Figur 4-7 Aktsomhetssoner (NVE).

4.2.3 Historiske skredhendelser

NGI kjenner ikke til skredhendelser i kartleggingsområdet.

4.2.4 Eksisterende sikringstiltak

Det har vært gjennomført erosjonsforebyggende sikringstiltak i forbindelse med omlegging av bekkeløp (Figur 4-8). I tillegg er det gravd dreneringsgrøfter for å lede vann bort fra bebyggelse, men vi har ingen opplysninger eller gjort observasjoner av sikringstiltak direkte mot skred.

Figur 4-8 Eksempel på omlegging av naturlig dreneringsløp i området ved hoppbakken.

4.3 Skredfareutredning per skredtype

4.3.1 Steinsprang

4.3.1.1 Er steinsprang aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Ut ifra detaljert terrengmodell er det identifisert noen få og små potensielle utløsnings-områder for steinskred innenfor påvirkningsområdet, det vil si områder som er brattere enn 60° i 1x1 m terrengmodell.

4.3.1.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

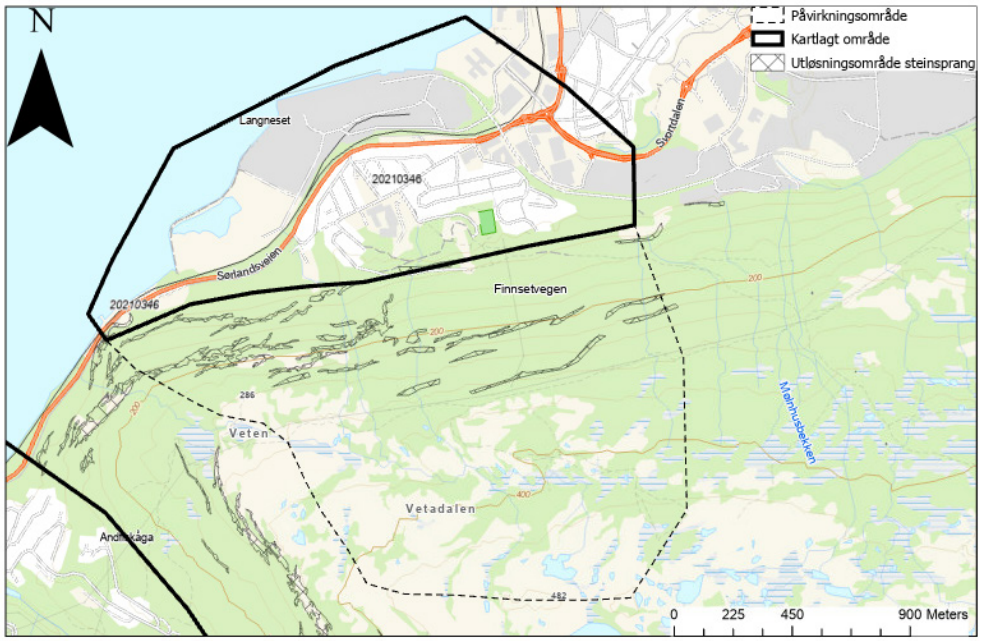
Det ble observert steinblokker oppe i den bratte skråningen som antas å stamme fra tidligere utfall. Blokkene er av gammel dato, og det ble ikke observert ferske utfall. I de fleste områdene er det nær horisontal lagdeling, og svabergpartiene viser massivt berg uten tegn på ustabile partier (Figur 4-9). Vi vurderer lav utfallshyppighet, anslagsvis sjeldnere enn 100 år. Enkelte mindre skrentpartier viser tegn på instabilitet med hyppigere utfall, men fallhøyden er så liten at de stanser ved foten av skrenten (Figur 4-10).

Vi har gjennomført en terrenganalyse basert på terrengmodell 2x2 m som viser sammenhengende partier brattere enn 45° og med fallhøyde over 5 m, og denne antas å

gi en god indikasjon på potensielle løsneområder for steinsprang som har betydning for faresoneringen (Figur 4-11).

Figur 4-9 Massivt berg i svabergpartiene ovenfor vestlige del av kartleggingsområdet.

Figur 4-10 Eksempel på lokal ustabil skrent oppe i den bratte skråningen.



Figur 4-11 Løsneområder for steinsprang.

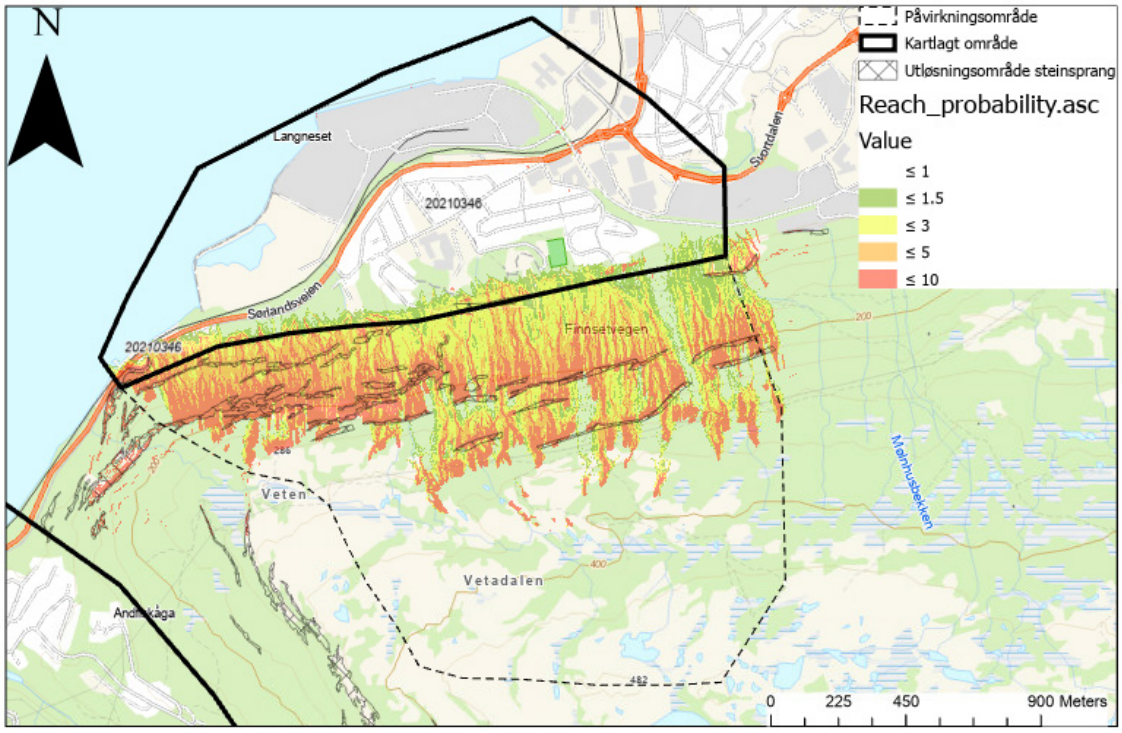
4.3.1.3 Utredning av utløp

Det ble observert steinsprangblokker i vestlige del av kartleggingsområdet, men det var ingen helt ferske utfall. Det er heller ikke registret steinspranghendelser fra naturlig terreng.

Vi har simulert utfall ved hjelp av RockyFor3D (terrengoppløsning 2x2 m) med følgende input verdier:

Blokkvolum: 0,6-1,5 m^3
Antall utfall pr. celle: 100, totalt 709200
Initial fallhøyde 0 m

Simuleringene er gjort uten å ta hensyn til den bremsende effekten av skog.



Figur 4-12 Simulering av steinsprangutløp.

Simuleringen gir en indikasjon på spredningen av skredblokker, men den overdriver utløpslengden ettersom antall utfall langt overstiger den reelle situasjonen. Uansett viser den at mulighetene for å få utløp ned i kartleggingsområdet er størst i vestlige del. Simuleringen klarer ikke å fange opp effekten av veier fordi terrengmodellen er for grov, for eksempel vil den nye veien opp til hoppanlegget ha en oppfangende effekt på eventuelle utløp. Stedvis står skogen så tett at den vil bremse skredblokker.

Vi har også benyttet vinkelberegninger som hjelpemiddel i vurdering av utløpslengder.

4.3.1.4 Når steinsprang inn i kartleggingsområdet?

På bakgrunn av få observasjoner og fravær av hendelser at den årlige sannsynligheten for å at steinsprang når inn i kartleggingsområder er lavere enn 1/100. Basert på modeller vurderer vi at steinsprang med årlig sannsynlighet 1/1000 kan nå inn i vestlige deler av kartleggingsområdet, og utløpene vil følge forsenkninger i terrenget.

Skredblokker med årlig sannsynlighet 1/1000 kan også nå inn i kartleggingsområdet fra en brattkant like vest for hoppbakken. Det samme gjelder for tre mindre skrentområder ovenfor den østlige del av bebyggelsen.

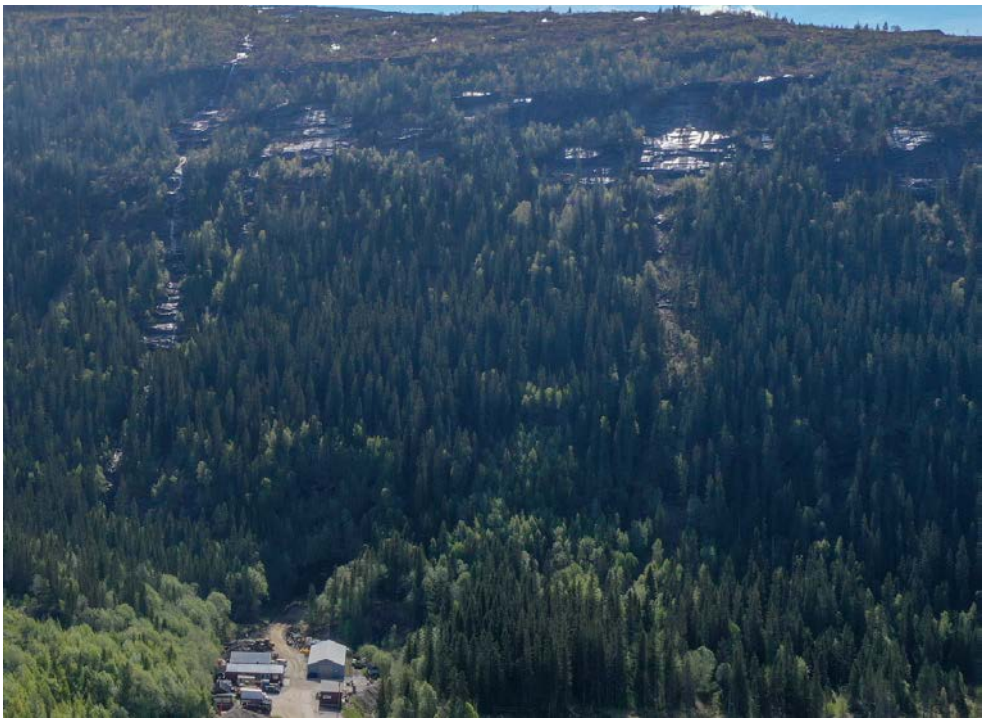
4.3.2 Snøskred

4.3.2.1 Er snøskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Det er identifisert potensielle utløsningsområder for snøskred innenfor påvirknings-område, dvs. områder som er brattere enn 25° og som ikke er dekket at skog med tilstrekkelig kronedekning.

4.3.2.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Observasjoner fra befaringen og på bakgrunn av helningskart og skogdata har vi identifisert mindre potensielle løsneområder for snøskred fra bratte sva ovenfor vestlige del av kartleggingsområdet. Fjellsiden vender mot vanlig nedbørførende vindretning, og vil derfor ikke samle store snømengder.



Figur 4-13 Svaberg ovenfor vestlige del av kartleggingsområdet kan gi opphav til mindre våtsnøskred med begrenset rekkevidde.

Ut fra faglig skjønn vil vi anta at det går mindre våtsnøskred rundt hvert 10. år. Løsnesannsynligheten for store tørre flakskred er lav, anslagsvis lavere enn 1/1000.

4.3.2.3 Utredning av utløp

Basert på observasjoner av terrengforhold vurderer vi at den årlige sannsynligheten for at snøskred skal nå inn i kartleggingsområdet er lavere enn 1/1000, bortsett fra ned bekkeløpet vest i kartleggingsområdet, der skred med årlig sannsynlighet 1/100 kan nå ned. Imidlertid vil sørpeskred her være dimensjonerende faretype.

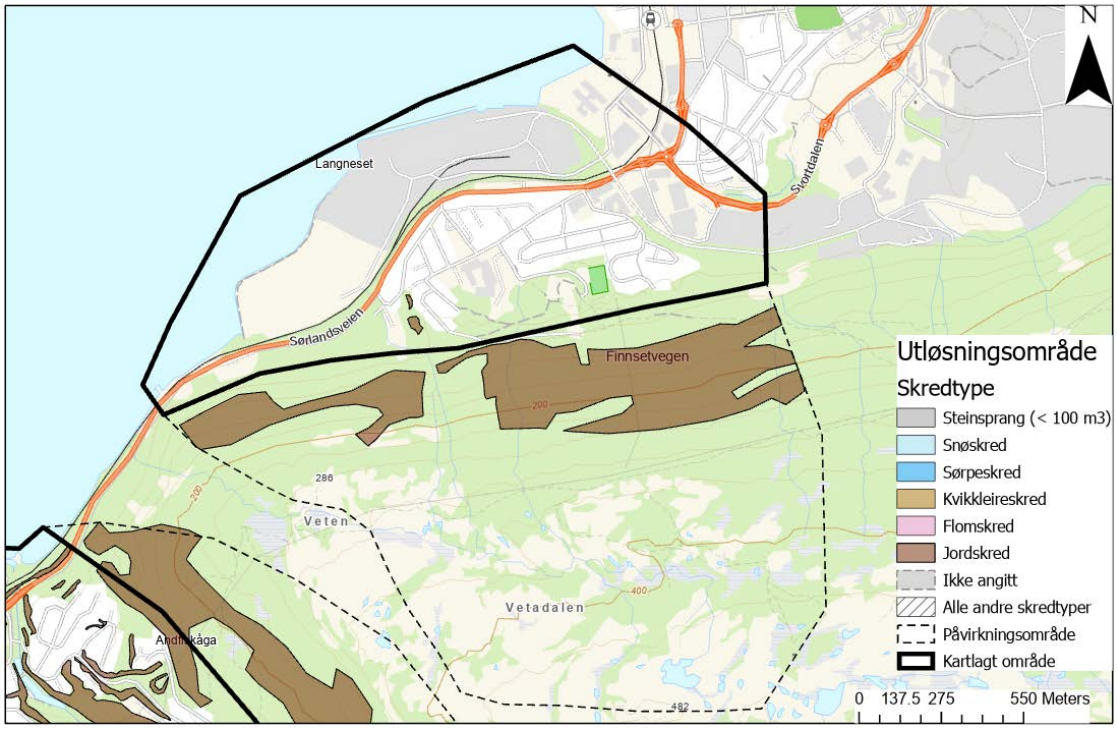
4.3.2.4 Når snøskred inn i kartleggingsområdet?

Snøskred er vurdert å kunne nå inn kartleggingsområdet oftere enn hvert 100. år, og sjeldne snøskred med utløp ned til fjorden kan inntreffe oftere enn hvert 1000. år. Sikringsvollen antas å sikre veien for 100 års hendelsen.

4.3.3 Jordskred

4.3.3.1 Er jordskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Ut ifra detaljert terrengmodell er det identifisert potensielle utløsningsområder for jordskred dvs. områder som har løsmasser og er brattere enn 20°. Størst sannsynlighet for utløsning er knyttet til forsenkninger der det samler seg mest vann, og vi har i tillegg benyttet Flowacc beskrevet i Vedlegg B som grunnlag for å angi de mest sannsynlige løsneområder (Figur 4-14).



Figur 4-14 Mest sannsynlige løsneområder for jordskred.

4.3.3.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Størst fare for jordskred er i de bratte og skråningene ovenfor vestlige delen av kartleggingsområdet, men her er løsmassedekket tynt med begrenset mulighet for å få store skred med lang rekkevidde. Mindre lokale utglidninger kan trolig forekomme hyppigere enn hvert 100. år, men større utglidinger er vurdert å ha lavere årlig sannsynlighet enn 1/1000.

For øvrig er det noen lave skråninger med høydeforskjell under 20 m i det ravinerte terrenget innenfor kartleggingsområdet. Mindre utglidninger kan forekomme, men basert på at det ikke finnes hendelser eller spor etter utglidninger vurderer vi at den årlige sannsynligheten er lavere enn 1/1000.

Størst fare for utglidninger er knyttet til forsenkninger som har større ansamling av vann.

4.3.3.3 Utredning av utløp

Utløpsberegninger ved bruk av modeller anses lite hensiktsmessig fordi løsmassedekket er så tynt eller skråningene så lave at det kun er mulig med lokale overflateutglidninger med kort rekkevidde. Slike utglidninger vil erfaringsmessig fortsette ned til der terrenget flater ut, typisk rundt 10°. Utredning av utløp er derfor gjort ved terrenganalyse, observasjoner i felt og bruk av skyggekart.

4.3.3.4 Når jordskred inn i kartleggingsområdet?

Faresonen 1/5000 går inn i kartleggingsområdet.

4.3.4 Flomskred

4.3.4.1 Er flomskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Terreng brattere enn rundt 15° med løsmasser og som kan gi opphav til overflate-avrenning er potensielle løsneområder for flomskred. De klimatiske forholdene med mye nedbør og perioder med intens snøsmelting indikerer mulighet for skredaktivitet der terrengforholdene ligger til rette for det.

Det renner mange bekker i skråningen ovenfor kartleggingsområdet som kan rive med seg løsmasser i flomsituasjoner og som derfor er potensielle flomskredbekker. Terreng-forholdene indikerer imidlertid at bekkene blir små med begrensede nedbørfelt.

4.3.4.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Ut ifra observasjoner gjort under befaringen og bruk av skyggekart er det ingen tydelige erosjonsspor eller avsetningsformer etter større flomskred. Hovedgrunnen til dette synes å være at løsmassedekket er tynt, og at bekkeløpene for en stor del renner på berg med begrenset vannføring.

Størst fare for flomskred er det langs bekken som kommer ned lengst vest i bebyggelsen fordi denne bekken har størst vanntilførsel og har bratt fall helt ned til kartleggings-området. Trolig går det mindre flomskred med begrenset rekkevidde nærmest årlig i dette løpet.

De mange mindre bekkene som kommer ned lengre mot øst har begrenset nedbørfelt, og de renner for det meste på berg med små muligheter for erosjon. Kjentfolk hevder at problemer med bekkene er knyttet til flom, og det ligger ingen hendelser i skred-databasen. Det inntreffer årlig flommer med mulighet for medriving av løsmasser, men

de vil få mer karakter av å være flommer enn flomskred. Større hendelser som ligner mer på flomskred skjer trolig sjeldnere, anslagsvis sjeldnere enn hvert 100. år.

4.3.4.3 Utredning av utløp

Eventuelle flomskred vil få begrenset størrelse og rekkevidde pga. lite erosjonspotensiale. Det er ingen hendelser registrert i skreddatabasen, og skyggekartet viser ingen typiske avsetningsformer langs bekkeløp som tyder på at flomskred er en aktiv skredprosess ned mot bebyggelsen. Bortsett fra bekken som renner ned like vest for bebyggelsen ved Langneset vurderes å være eneste bekkeløp som kan gi flomskred inn i kartleggingsområdet, men langs dette løpet anser vi sørpeskred å være dimensjonerende prosess. Menneskelige inngrep med grøfter, veier, omlegging av dreneringsløp vil i stor grad være bestemmende for utløp, og som ikke fanges opp i terrengmodellen som legges til grunn i modellkjøringene. Vi har derfor ikke kjørt modeller i dette området.

Den største utfordringen i tilknytning til bekkeløpene som drenerer gjennom bebyggelsen er flomvannshåndtering på grunn av menneskelige inngrep i det naturlige avrenningssystemet som fører til at vann kommer på avveie. Under befaringen ble det fra lokalkjente presisert at flom ble ansett som en mye større utfordring enn flomskred. Særlig utfordring er knyttet til gjentetting av stikkrenner som følge av dårlig vedlikehold.

Dette prosjektet inkluderer ikke vurdering av flomfare.

4.3.4.4 Når flomskred inn i kartleggingsområdet?

Flomskred kan nå inn i kartleggingsområdet i bekken som drenerer ned ved Langneset, men her vurderer vi at sørpeskred er dimensjonerende faretype ettersom masseføringen i et sørpeskred er større enn for et flomskred.

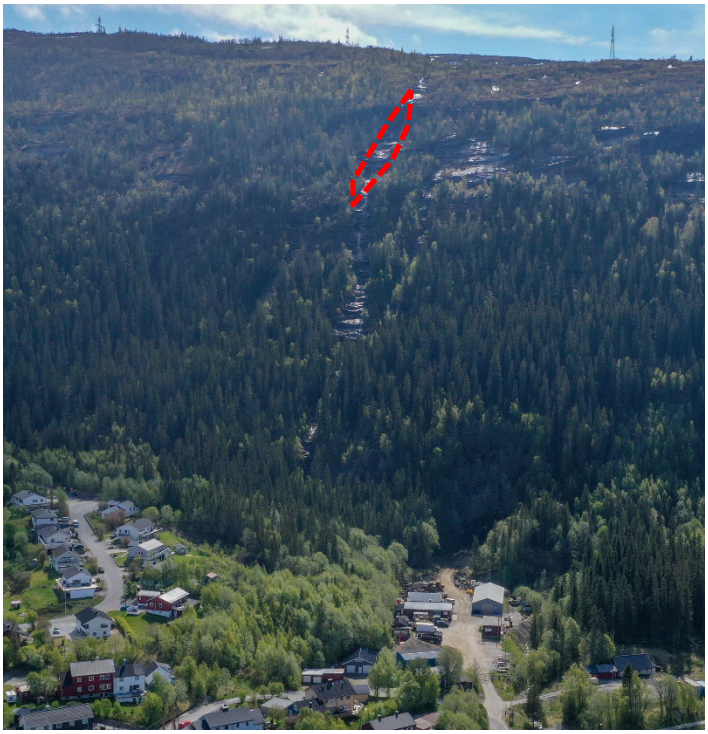
4.3.5 Sørpeskred

4.3.5.1 Er sørpeskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Sørpeskred anses å være en aktuell prosess i forbindelse med de største bekkeløpene i påvirkningsområdet.

4.3.5.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

De klimatiske forholdene ligger til rette for store snøfall etterfulgt av mildvær og regn, og alle forsenkninger med ansamling av overflateavrenning kan være potensielle løsneområder. Slike værsituasjoner kan skje flere ganger hver vinter, men snødekkets styrke vil være avgjørende for hvorvidt det blir utløst sørpeskred. Det er ingen hendelser i den nasjonale skredatabasen, og for de aller fleste bekkeløpene vil skog hindre utløsning av store sørpeskred. Unntaket er bekkeløpet som drenerer ned vest for bebyggelsen på Langneset som renner på svaberg, og langs dette løpet vurderer vi at den årlige sannsynlighet for utløsning er større enn 1/100 (Figur 4-15). For de andre bekkeløpene anser vi sannsynligheten til å være lavere enn 1/1000.



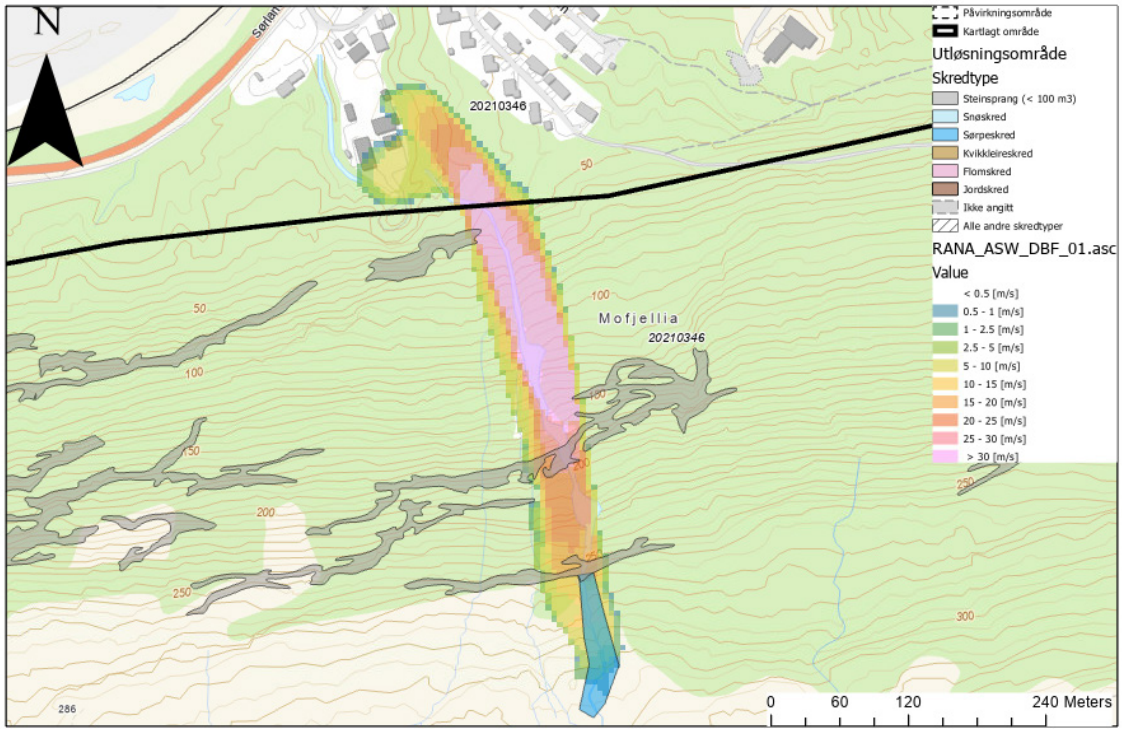
Figur 4-15 Løsneområde for sørpeskred ved bekken som renner ned vest for Langneset.

4.3.5.3 Utredning av utløp

Vi har gjennomført simuleringer av sørpeskred langs bekkeløpet som renner ned vest for Langneset med SAMOS-AT tilpasset Slush-flow (Figur 4-16). Vi har gjort simuleringer med flere sett input verdier og har inkludert medriving av snø i skred-banene.

Typiske verdier for simuleringene er:

- Skjærstyrke 100-300 Pa
- Binghamviskositet 3 Pa·s
- Erosjonsdybde 0,25 m
- Bruddhøyde 1 m



Figur 4-16 Simulering av sørpeskred.

4.3.5.4 Når sørpeskred inn i kartleggingsområdet?

Sørpeskred kan nå kartleggingsområdet langs bekkeløpet som kommer ned vest for bebyggelsen på Langneset oftere enn hvert 100. år.

4.4 Hva er den samlede skredfaren?

Potensielle faretyper i kartleggingsområdet er flomskred, steinsprang, sørpeskred og snøskred.

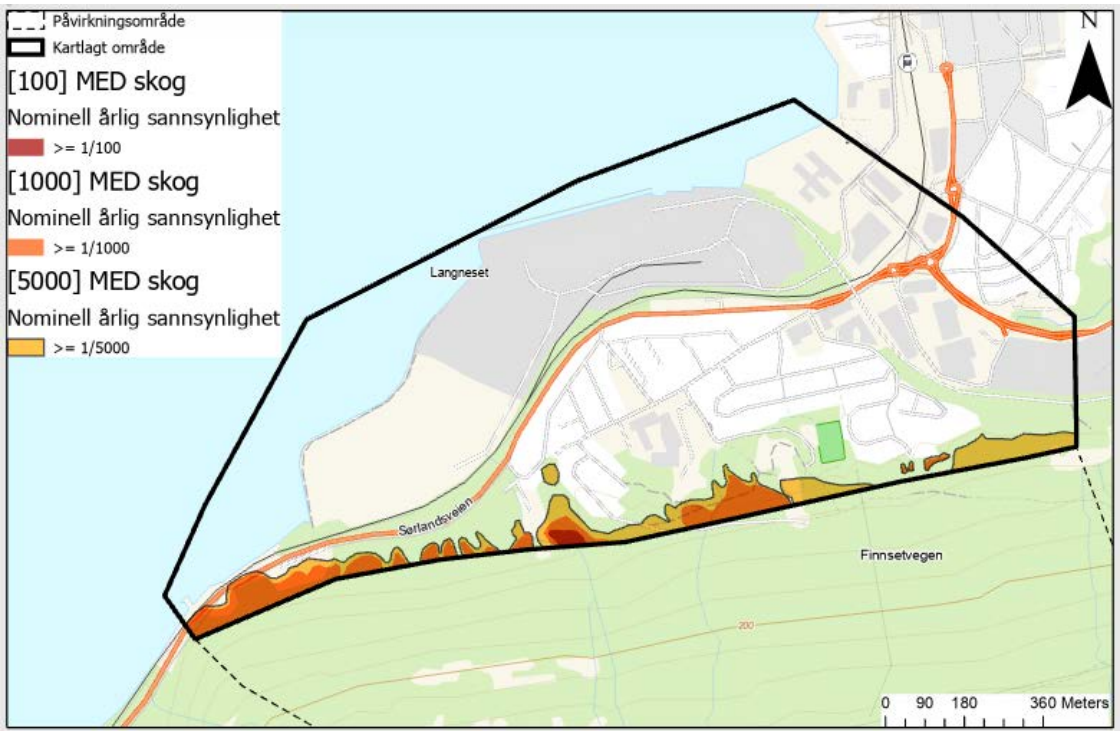
Steinsprang er dimensjonerende faretype lengst vest der faresoner 1/1000 kommer inn kartleggingsområdet basert på utløpsberegninger med RAMMS, terrenganalyser og observasjoner i felt. Utløpene blir delvis kanalisert ned ravinedaler.

Langs bekkeløpet som kommer ned vest for bebyggelsen ved Langneset er sørpeskred dimensjonerende faretype. Basert på modellkjøringer med SAMOS, feltobservasjoner og terrenganalyser kan faresone 1/100 komme ned til bunnen av utløpet der bekken er lagt i rør under en utfylling.

Videre mot øst er steinsprang dimensjonerende faretype i tilknytning til skrenter, og basert på modellberegninger med RAMMS og feltobservasjoner kommer faresonen 1/1000 inn i kartleggingsområdet vest for hoppanlegget. Nyanlagte veier vil stanse eventuelle grunne utglidninger av løsmasser.

Lengst øst er det noen mindre skrenter med faresone 1/1000 i kartleggingsområdet, og mindre utglidninger av løsmasser kan nå inn i kartleggingsområdet med faresone 1/5000.

Faresoner som angir den samlede skredfaren for de tre faretypene er vist i Figur 4-17.



Figur 4-17 Faresonekart.

Vi har ikke identifisert bygninger tilhørende sikkerhetsklasse S2 innenfor faresonen 1/1000.

4.5 Skog med betydning for skredfaren

Skogen dekker store deler av fjellsidene ovenfor kartleggingsområdet. Store skogdekte arealer har terrenghelning >30°, og vi har angitt potensielle løsneområder for snøskred dersom skogen fjernes på kart i Vedlegg 2H. Det finnes flere eksempler på at fjerning av skog har ført til utløsning av skred.

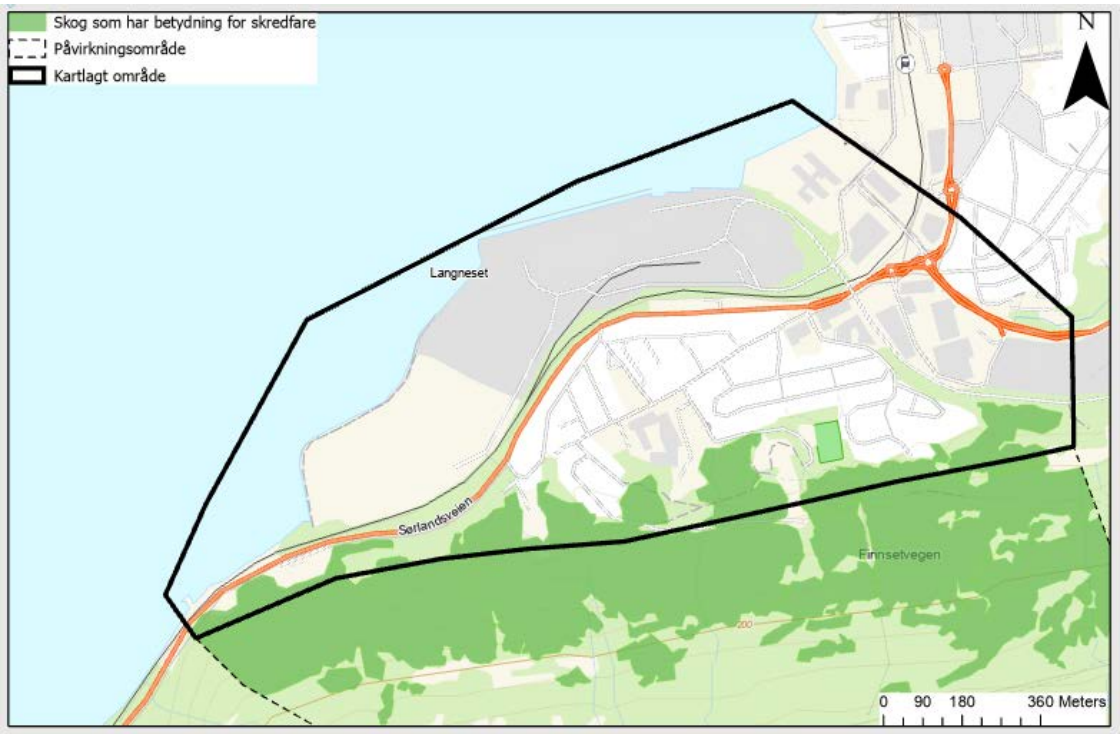
I tillegg vil skogen redusere muligheten for medriving av skredmasser nedover i skråningen. Den vil også ha en forankringseffekt på løsmassedekket og vil også bremse skred i bevegelse.

Generelt antar vi at skogen å ha stor betydning for utstrekningen av faresonene innenfor kartleggingsområdet

Vi har angitt skog som er vurdert å ha betydning for skredfaren på Figur 4-18. Vi har benyttet data fra SR16 til å beregne skogpolygoner, og disse er justert knyttet til observasjoner gjort under befaringen, bilder og flyfoto. Betydningen vil være avhengig av hvor tett skogen står og hvilken type vegetasjon som er aktuell. Generelt vil barskog ha større verneverdi enn lauvskog. I det aktuelle området er det først og fremst snøskredfaren fra de høye skråningene ovenfor kartleggingsområdet som vil øke. For de lave skråningene nede i kartleggingsområdet vil endringen i faresonene bare være marginal.

Faresoner uten skog er vist i Vedlegg 2F. Vurderingene av utløp er gjort på bakgrunn av faglig skjønnsmessige vurderinger av skogtype og tetthet på skogen samt terrenganalyse (alfa-beta modellen), se Vedlegg A.

Uttak av skog innenfor angitte polygoner bør gjennomføres kontrollert. Størrelsen og utformingen av hogstflater vil være avgjørende for i hvilken grad skredfaren endres.



Figur 4-18 Skog med betydning for skredfaren.

4.6 Stedsspesifikk usikkerhet

Det er stor usikkerhet knyttet til å lokalisere og kvantifisere faren for jordskred, og avgrensningen av faresoner må derfor i stor grad baseres på faglig skjønn. For nærmere vurdering av jordskredfaren må det gjennomføres geotekniske beregninger basert på prøvetaking eller grunnboring. Marin grense i området ligger rundt kote 30, og i de

marine avsetningene nede i kartleggingsområdet må det tas høyde for mulig blør leire og kvikkleire ved eventuelle inngrep.

I tillegg er det krevende nøyaktig å angi løsneområder for sørpeskred og flomskred ettersom det kan være litt tilfeldig akkurat hvor slike skred starter langs et bekkeløp.

Angivelse av skogpolygoner som antas å ha betydning for skredfaren vil også være forbundet med usikkerhet. Den relative betydningen av skogen vil variere.

5 Delområde 3 – Granneset - Selfors

5.1 Områdebeskrivelse

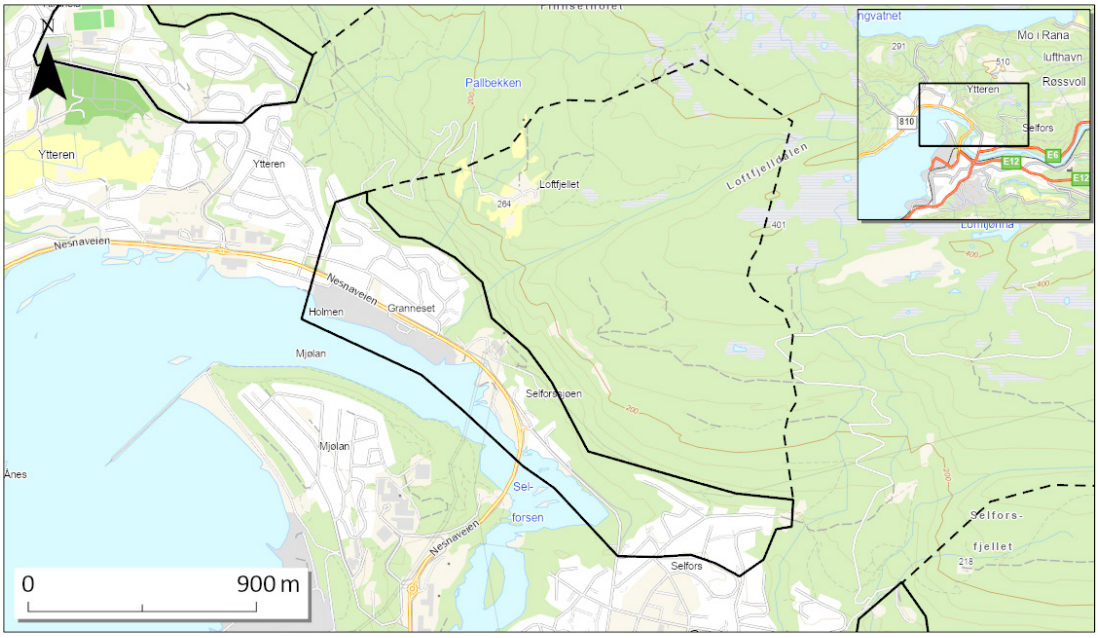
Planområdet Granneset – Selfors er ca. 2 km langt og ligger på nordsiden av utløpet av Ranelva ut i fjorden. Skråningen over bebyggelsen er sørvestvendt og bratt med et markert skrentområde i nordvestre del opp mot kote 200 (Figur 5-1og Figur 5-2) Over den sørøstre delen er terrenget slakere. Ovenfor det bratte partiet ovenfor bebyggelsen er det slakt skogsterreng med flere myrområder opp mot Risfjellet 510 moh.

Det renner flere bekkeløp i skråningen, og de største med betydning for skredfaren er, regnet fra nordvest:

- Bekk fra Svartfloget ned mot Krøtebakken
- Skjellbekkfloget
- Fykanbekken
- Nausflogbekken
- Bekk fra Svendalen og ned mot Akerloveien

Flere av bekkeløpene er lagt i rør under bebyggelsen, og dette gir utfordringer med flom når innløp går tette av snø, is og løsmasser.

Nede i kartleggingsområdet er terrenget delvis ravinert, særlig i sørøstlige del-.



Kartlagt område Påvirkningsområde

Figur 5-1 Oversikt over kartleggingsområdet med påvirkningsområde.

Figur 5-2 Oversiktsfoto fra nordvest (øverst) mot sørøst (nederst).

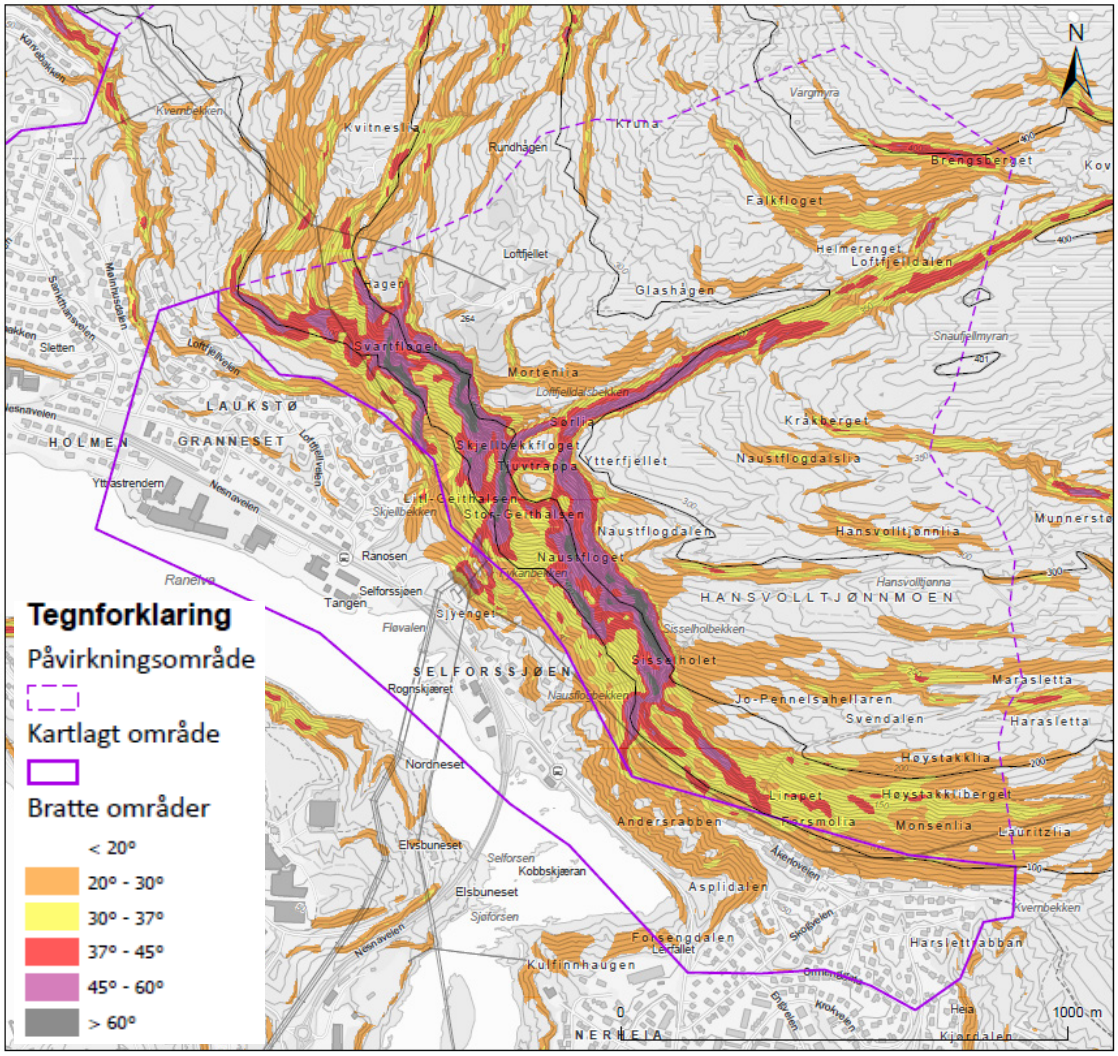
5.1.1 Topografi og grunnforhold

Figur 5-3 viser terrenghellingskart for det vurderte området med tilhørende påvirknings-område. De bratte områdene >30º dekker store deler av den nedre del av fjellsiden, og i midtre og nordvestlige del er det mer eller mindre sammenhengende skrenter, typisk med høydeforskjell 30-40 m. Fra disse skrentene kan det skje blokkutfall. Øvre deler av påvirkningsområdet er preget av slake skråninger med daldrag og partier med myr.

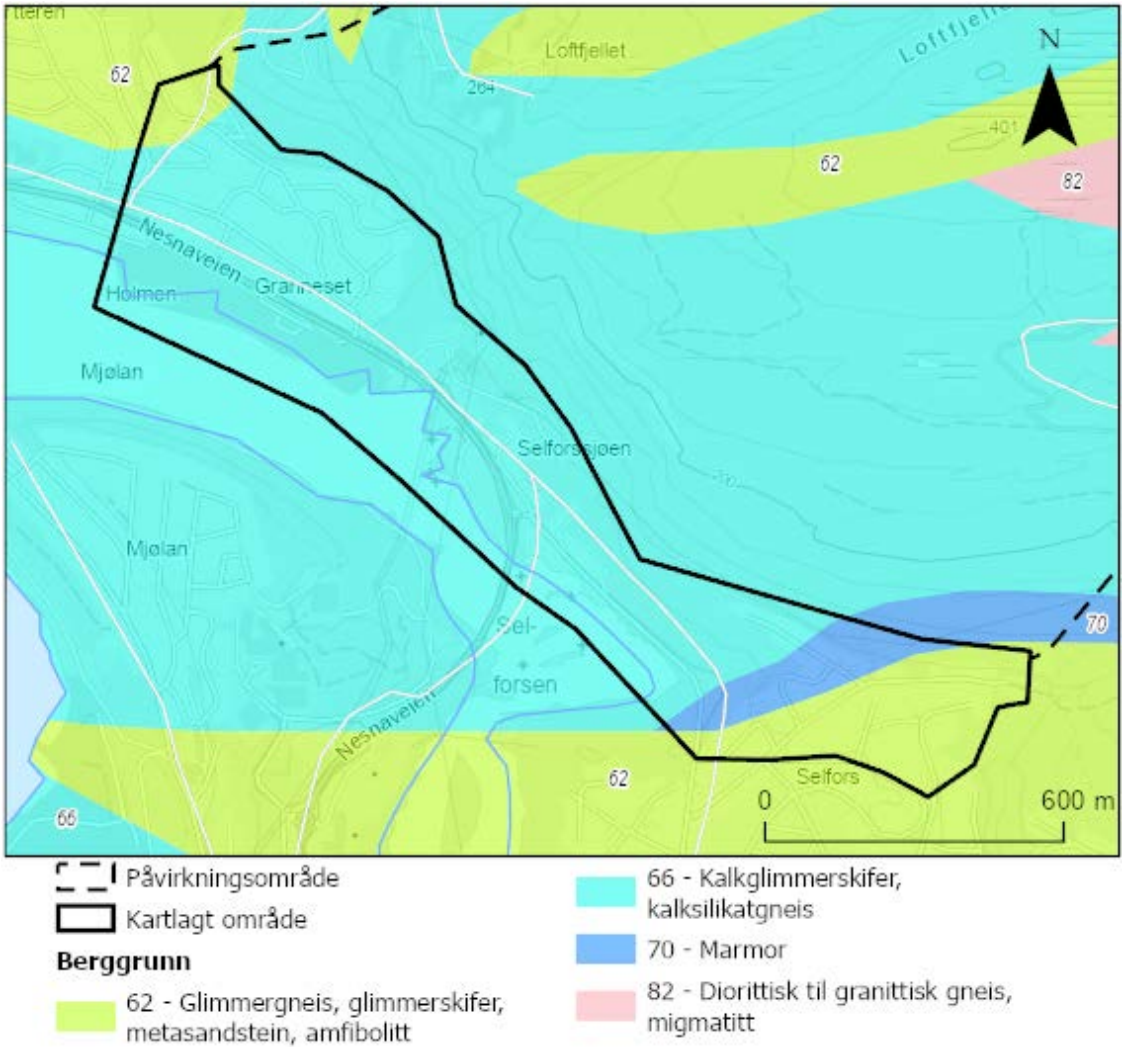
Det renner flere bekker gjennom området som de fleste steder renner på svaberg, og de største bekkene er potensielle løsneområder for sørpeskred og flomskred. De mange skrentområdene kan gi opphav til steinsprang i nordvestlige halvdel av kartleggingsområdet. For øvrig kan løsmassedekkede bratte skråninger gi opphav til utglidninger i forbindelse med intenst regnvær. Bratte ravineskråninger nede i sørøstlige del av kartleggingsområdet kan også være mulige løsneområder for grunne utglidninger.

Under befaringen ble det observert steinblokker oppe i den bratte skråningen langs foten av skrentområdene. Det ble også observert spor etter mulige mindre utglidninger, men disse virket for det meste å være gamle hendelser. Det er flere hendelser i den nasjonale skreddatabasen. Lokalkjente hadde heller ingen opplysninger om skredaktivitet ned i kartleggingsområdet, og heller ikke skyggekartet viser tydelige spor etter skred. Vi antar derfor at det generelt er lav skredaktivitet.

Bergrunnskart fra NGU (ngu.no) viser at fjellsiden over planområdet består for en stor del av kalkglimmerskifer og kalksilikatgneis med et lite innslag av marmor og glimmergneis/glimmerskifer lengst øst (Figur 5-4). Hovedinntrykket fra befaringen er at berggrunnen virker massiv med få spor etter ferske utfall.

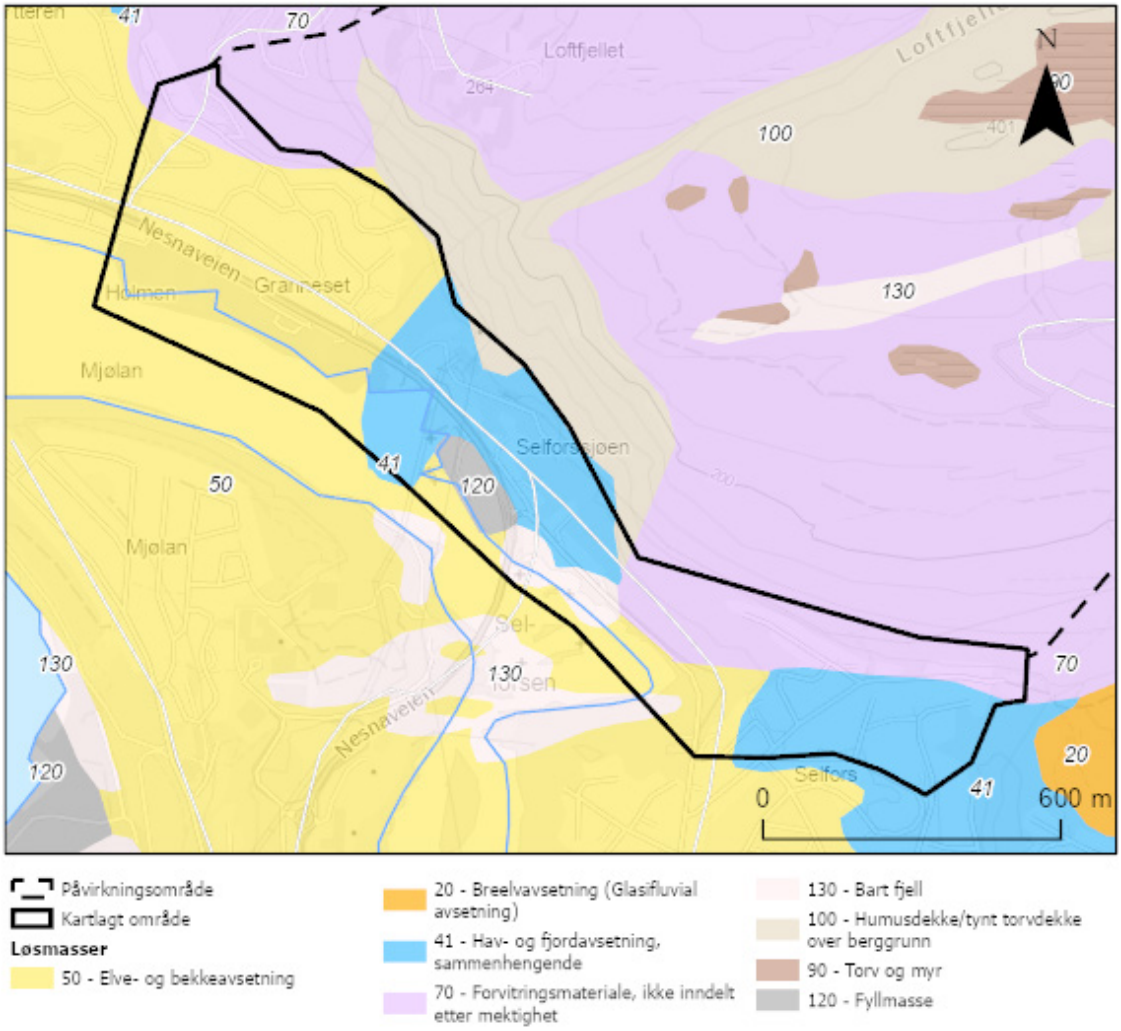


Figur 5-3 Helningskart (1x1 m terrengmodell).



Figur 5-4 Geologisk kart (NGU).

Løsmassedekket er dominert av humusdekke/torv og forvitringsmateriale i de øvre delene av skråningen, mens nedre deler består av elve- og bekkeavsetninger samt hav- og fjordavsetninger (Figur 5-5). Hovedinntrykket fra befaringen er at løsmassedekket i de bratte delene av fjellsiden er tynt med små muligheter for utløsning av store jordskred.



Figur 5-5 Løsmassekart (NGU).

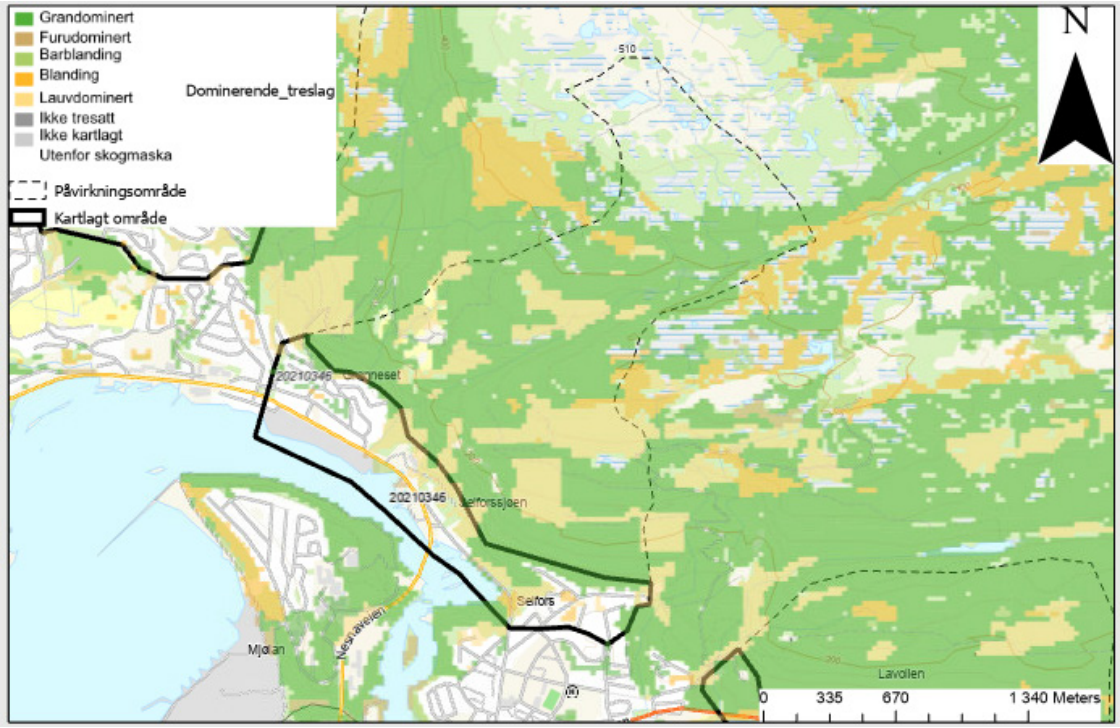
5.2 Grunnlagsmateriale

5.2.1 Skog

Flyfoto og dronebilder er brukt som hjelpemiddel for å kartlegge terreng- og vegetasjonsforholdene i de øvre delene av fjellsiden, da befaring til fots kun er utført for de nedre deler av fjellsiden. I tillegg er Lidar-baserte skogsdata fra NIBIO med 16x16 m oppløsning (SR16-datasettet) benyttet for informasjon om høyde, diameter, tetthet og alder på skogen, skogsvolum over og under bakkeoverflaten, samt kronedekning.

Skog dekker stort sett alle skråningene utenfor bebyggelsen. Mesteparten er løvskog med innslag av granskog (Figur 5-6).

Ifølge SAT-SKOG data fra NIBIO er det mest eldre skog med alder > 40 år i den bratte delen av skråningen, mens skogen er yngre høyere opp i skråningen.



Figur 5-6 Dominerende treslag (SAT-SKOG).

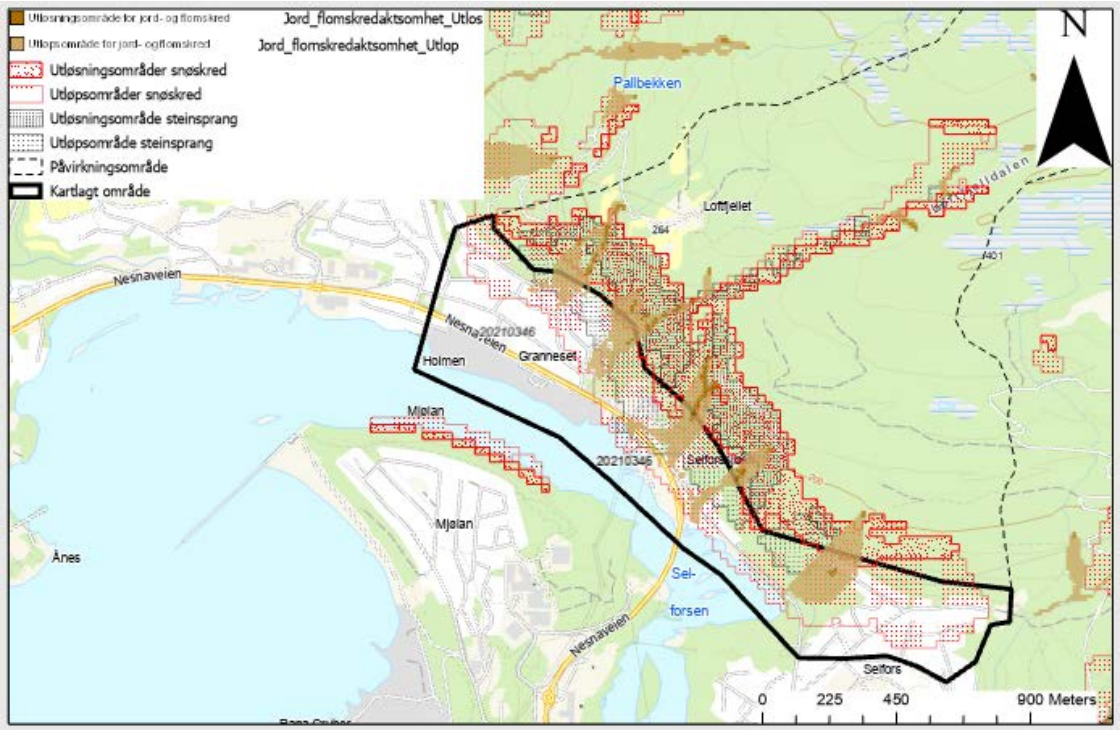
5.2.2 Tidligere utredninger / kartlegginger i området

Multiconsult har gjennomført en skredfarevurdering i Beitlia som grenser inntil kartleggingsområdet lengt i nordvest i 2018.

NGI har ikke kjennskap til flere utredninger av skredfaren i området.

Det vurderte området i denne rapporten er inkludert i kartleggingsområdet, og vurderingene fra denne er hensyntatt i foreliggende rapport.

Den nasjonale kartleggingen av aktsomhetssoner (NVE) viser at hele bredden av kartleggingsområdet ligger innenfor aktsomhetssonen for snøskred, men både steinsprang og jord- og flomskred dekker også store arealer (Figur 5-7.



Figur 5-7 Aktsomhetssoner (NVE).

5.2.3 Historiske skredhendelser

I den nasjonale skreddatabasen er det beskrevet to gamle leirskredhendelser i 1856 og1928 med usikker lokalisering.

Skredet i 1856 skal ha tatt et menneskeliv, mens skredet i 1928 ikke gjorde skade på hus, men det stengte veien i flere måneder.

Under befaringen fikk NGI informasjon om at steinsprang har gått ned mot de øverste husene i Krøtabakken for noen år siden, men blokka stanset før husene. Vi klarte ikke å finne blokka under befaringen, muligens fordi den var fjernet.

5.2.4 Eksisterende sikringstiltak

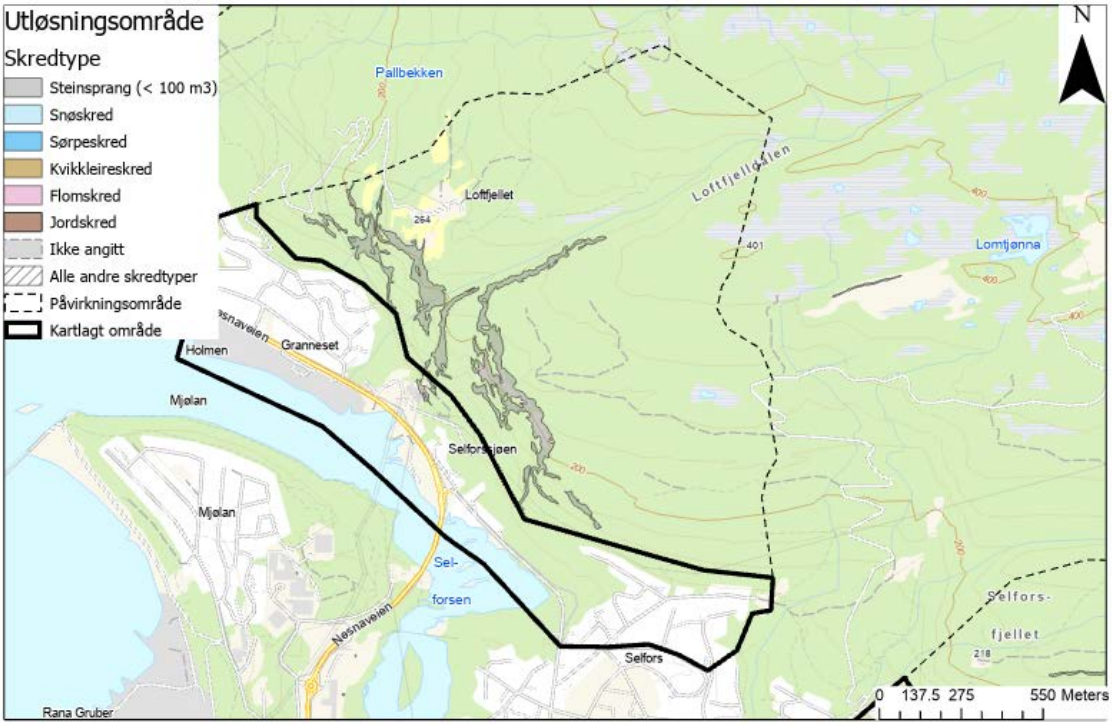
Det er bygget en ledevoll mot flom- og sørpeskred på vestsiden av Skjellbekken. Den er rundt 5 m høy og gir bebyggelsen ekstra sikkerhet mot skred, og det er ikke kjent til at det har skjedd skader etter at den ble bygd.

5.3 Skredfareutredning per skredtype

5.3.1 Steinsprang

5.3.1.1 Er steinsprang aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Steinsprang er den dominerende faretypen i kartleggingsområdet. Store sammenhengende skrentområder over nordvestlige halvdel av kartleggingsområdet kan gi opphav til utfall (Figur 5-8).



Figur 5-8 Skrentområder som fremkommer fra terrengmodell 2x2 m.

5.3.1.1 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Det ble observert avsetninger etter større steinskred i overkant av bebyggelsen, men disse bel vurdert å være gamle og stammer trolig fra tiden like etter istiden. I tillegg ble det observert enkelte skredblokker, men det begrensede antallet tyder på at hyppigheten av utfall generelt er lav. Skrentområdene består for det meste av massivt berg, men enkelte partier er oppsprukket og viser tegn på ferske utfall (Figur 5-9). Fra disse partiene antar vi at utfall skjer hvert 10-100. år, for øvrig er hyppigheten lav, anslagsvis hvert 100-1000.

Fra de øvrige mindre skrentområdene ble det registret utfall som for det aller meste var av gammel dato, dvs. mer enn 100 år gamle, men enkelte blokker virket å være av yngre dato (Figur 5-10). Vi vurderer at de har lav utfallshyppighet, anslagsvis sjeldnere enn 100 år.

Figur 5-9 Skrentområder ovenfor nordvestlige del av kartleggingsområdet kan gi opphav til steinsprang. Øverst vestlige del, nederst østlige del. Rød ring rundt spesielt avløste partier.

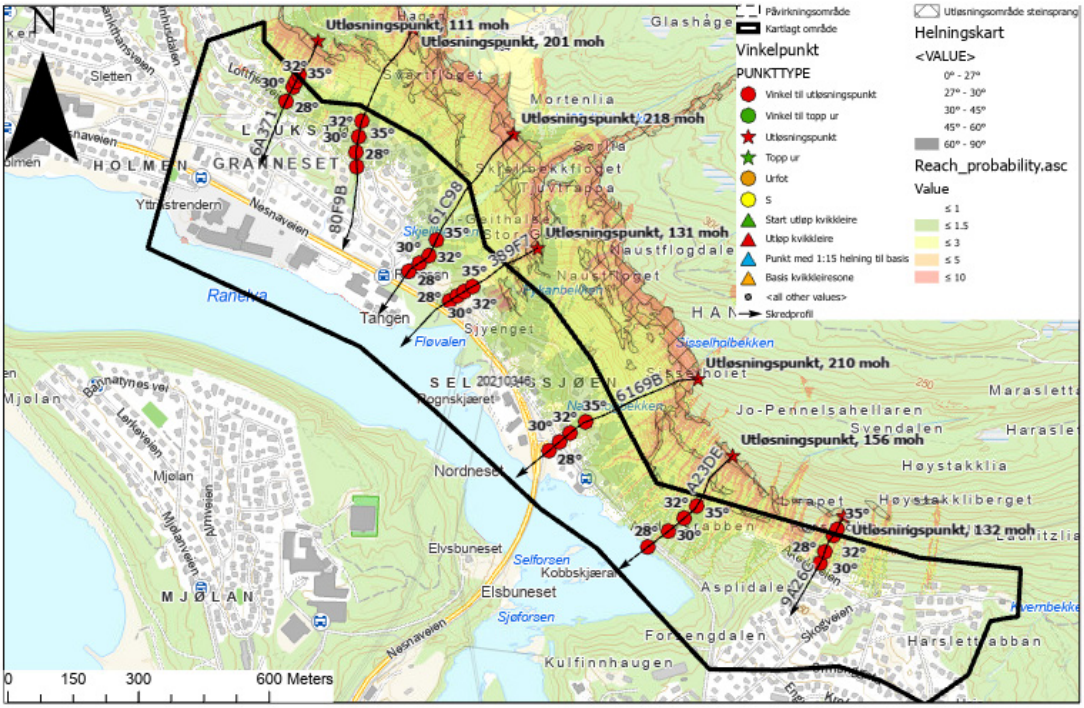
Figur 5-10 Eksempel på relativt ferskt utfall fra lokal skrent nedenfor Remmen.

5.3.1.2 Utredning av utløp

Vi har simulert utfall ved hjelp av RockyFor3D (terrengoppløsning 2x2 m) med følgende input verdier:

Blokkvolum: 0,6-1,5 m^3
Antall utfall pr. celle: 100
Initial fallhøyde 0 m

Simuleringene er gjort uten å ta hensyn til den bremsende effekten av skog som antas å ha liten effekt på utløpslengden..



Figur 5-11 Simulering av steinsprangutløp med RF3D samt vinkelberegninger.

Simuleringen gir en indikasjon på spredningen av skredblokker, men den overdriver utløpslengden ettersom antall utfall langt overstiger den reelle situasjonen. Uansett viser den at det er mulig å få utløp ned i hele bredden av kartleggingsområdet. Lengst utløp vil være knyttet til forsenkninger.

Vi har også benyttet vinkelberegninger som hjelpemiddel for å avgrense fareområdene.

5.3.1.3 Når steinsprang inn i kartleggingsområdet?

På bakgrunn av observasjoner av skredblokker og modellbruk vurderer vi at skredblokker med årlig sannsynlighet 1/100 kan nå inn i kartleggingsområdet nedenfor skrentpartiene på begge sider av Skjellbekkfloget. Også noen skrentpartier som ligger nær opptil kartleggingsområdet øst for Naustflogbekken kan gi opphav til steinsprang som når inn i kartleggingsområdet rundt hvert 100. år. For øvrig vil steinsprang med årlig sannsynlighet 1/1000 gå inn i stort sett hele kartleggingsområdets bredde.

5.3.2 Snøskred

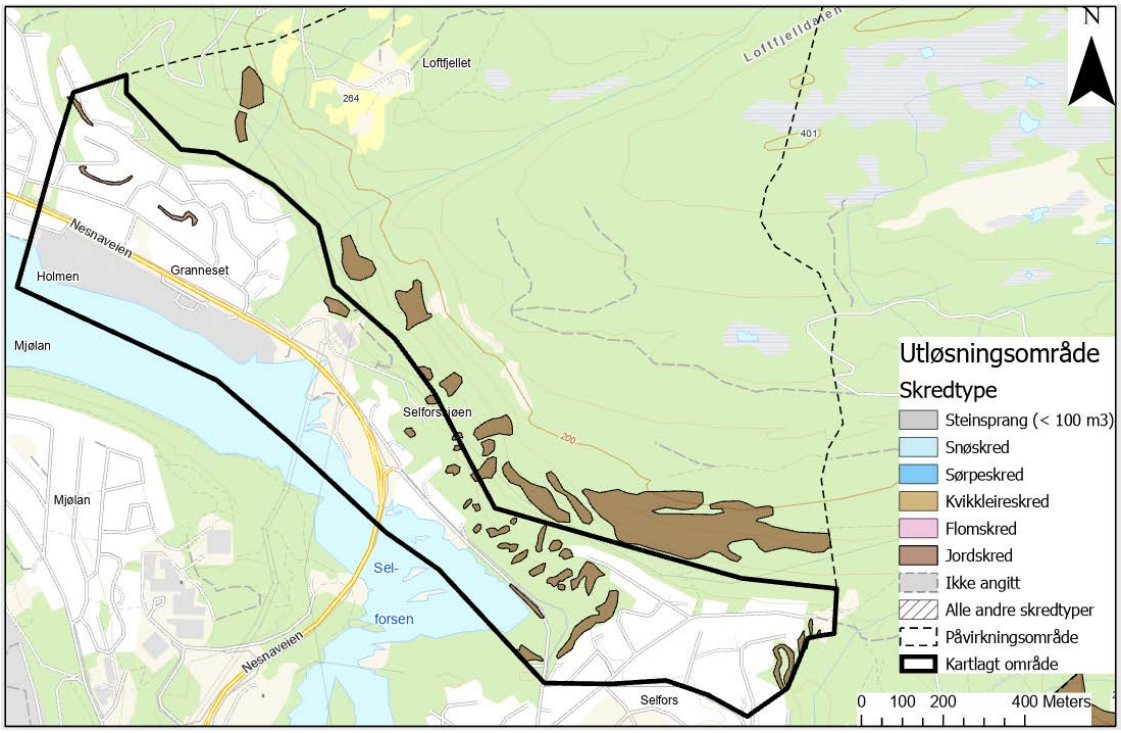
5.3.2.1 Er snøskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Mindre snøskred kan bli utløst fra områder med berg i dagen, men disse ligger i så stor avstand til kartleggingsområdet at snøskred ikke å være relevant.

5.3.3 Jordskred

5.3.3.1 Er jordskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Ut ifra detaljert terrengmodell er det identifisert potensielle utløsningsområder for jordskred dvs. områder som har løsmasser og er brattere enn 20°. Størst sannsynlighet for utløsning er knyttet til forsenkninger der det samler seg mest vann, og vi har i tillegg benyttet Flowacc beskrevet i Vedlegg B som grunnlag for å angi de mest sannsynlige løsneområder (Figur 5-12).



Figur 5-12 Mest sannsynlige løsneområder for jordskred.

5.3.3.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Ut ifra observasjoner, tolkning av skyggekart og skredhendelser anser vi faren for jordskred ovenfor kartleggingsområdet til å være liten. Mindre lokale utglidninger i forsenkninger kan trolig forekomme hyppigere enn hvert 100. år, men større utglidinger med lang utløp er vurdert å ha lavere årlig sannsynlighet enn 1/1000.

For øvrig er det flere lave skråninger med høydeforskjell under 20 m i det ravinerte terrenget innenfor kartleggingsområdet med marine avsetninger. Vi kunne ikke observere spor etter utglidninger under befaringen, og lokalkjente hadde heller ikke opplysninger om hendelser. Heller ikke ut fra skyggekart klarer vi å identifisere skred-spor.

Ettersom det er to mulige hendelser nede i kartleggingsområdet, antar vi den årlige sannsynligheten er større enn 1/1000. Vi vil tro at hendelsene har skjedd i tilknytning til bekkeforsenkninger. I og med at de er karakterisert som leirskred kan det være snakk om utglidning av bløt leire.

Det er vanskelig å peke ut de mest utsatte skråningene. Størst fare for utglidninger er knyttet til forsenkninger som har større ansamling av vann med mulighet for erosjon i skråningsfoten. Vi har også inkludert bratte og konkave jordskråninger med høyde over 10 m som mulige kildeområder for utglidninger. Erfaringsmessig vil også menneskelige inngrep som for eksempel utfyllinger kunne gi opphav til utglidninger.

5.3.3.3 Utredning av utløp

Utløpsberegninger ved bruk av modeller anses lite hensiktsmessig fordi det er veldig vanskelig å vurdere hvor eventuelle skred løsner og skråningene har lav fallhøyde. I bratte jordskråninger med såpass lav fallhøyde har vi antatt at utglidde masser vil følge forsenkninger å nå ned til flatt terreng (<10°).

5.3.3.4 Når jordskred inn i kartleggingsområdet?

Faresonen 1/1000 går inn i kartleggingsområdet i tilknytning til de dypeste ravinedalene der det kommer ned bekker. I tillegg ligger kartleggingsområdet stedvis nær inntil bratte jordskråninger der den årlige sannsynligheten er vurdert til å være høyere enn 1/1000. For øvrig er de bratte jordskråningene med begrenset høydeforskjell lagt inn i faresonen 1/5000.

5.3.4 Flomskred

5.3.4.1 Er flomskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Terreng brattere enn rundt 15° med løsmasser og som kan gi opphav til overflate-avrenning er potensielle løsneområder for flomskred. De klimatiske forholdene med mye nedbør og perioder med intens snøsmelting indikerer mulighet for skredaktivitet der terrengforholdene ligger til rette for det.

Det renner flere bekker i skråningen ovenfor kartleggingsområdet som kan rive med seg løsmasser i flomsituasjoner og som derfor er potensielle flomskredbekker.

5.3.4.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Ut ifra observasjoner gjort under befaringen er det fem bekkeløp som peker seg ut som skredutsatte:

- Bekk fra Svartfloget ned mot Krøtebakken
- Skjellbekkfloget
- Fykanbekken
- Nausflogbekken
- Bekk fra Svendalen og ned mot Akerloveien

Alle bekkeløpene renner for en stor del på berg, og det synes å være begrenset mulighet for medriving av løsmasser. I flomsituasjoner som inntreffer flere ganger hvert år vil masser kunne transporteres ned langs løpene og inn i kartleggingsområdet, men om dette kan defineres som flomskred kan diskuteres. Større flommer med typisk returperiode 10-100 år vil ha større kapasitet til å dra med seg løsmasser.

Skjellbekken synes å være den mest flomutsatte, og etableringen av ledevoll tyder på at denne bekken tidligere har vært ansett som særlig utfordrende.

I skråningen ovenfor sørøstre del av kartleggingsområdet er det mulig å identifisere mindre renner på skyggekartet som kan være spor etter bekker som har erodert i

løsmassene, men vi kunne ikke observere spor etter aktiv erosjon i disse rennene. Vi antar derfor at det er lav årlig sannsynlighet for skred i disse.

5.3.4.3 Utredning av utløp

Eventuelle flomskred vil få begrenset størrelse og rekkevidde pga. lite erosjonspotensiale. Det er ingen hendelser registrert i skreddatabasen, og skyggekartet viser ingen typiske avsetningsformer langs bekkeløp som tyder på at flomskred er en aktiv skredprosess ned mot bebyggelsen. Ettersom vi vurderer sørpeskred til å være dimensjonerende skredprosess, har vi modellert utløp av flomskred.

Den største utfordringen i tilknytning til bekkeløpene som drenerer gjennom bebyggelsen forårsaket av masseførende flommer er gjentetting av stikkrenner og rørinntak der bekken renner under veier eller er lagt i rør under bebyggelsen. Dette kan føre til at flomvann renner ut ukontrollert nedover i bebyggelsen. Dette prosjektet inkluderer ikke vurdering av flomfare.

5.3.4.4 Når flomskred inn i kartleggingsområdet?

Flomskred kan nå inn i kartleggingsområdet i fem nevnte bekkene oftere enn hvert 100. år, men utstrekningen av faresonene antas å være avhengig av sørpeskred som er dominerende skredtype.

5.3.5 Sørpeskred

5.3.5.1 Er sørpeskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Sørpeskred anses å være en aktuell prosess i forbindelse med de største bekkeløpene i påvirkningsområdet.

5.3.5.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Vi vurderer at de fem bekkeløpene som er usatt for flomskred også er utsatt for sørpeskred. De klimatiske forholdene ligger til rette for store snøfall etterfulgt av mildvær og regn, og alle forsenkninger med ansamling av overflateavrenning kan være potensielle løsneområder. Slike værsituasjoner kan skje flere ganger hver vinter, men snødekkets styrke vil være avgjørende for hvorvidt det blir utløst store sørpeskred. Det er ingen hendelser i den nasjonale skredatabasen, og dette tyder på at de fleste skredhendelsene ikke fører til skade på bygninger. Vi antar at det kan bli utløst mindre sørpeskred langs disse løpene rundt hvert 10. år, mens større hendelser typisk skjer oftere enn hvert 100. år.

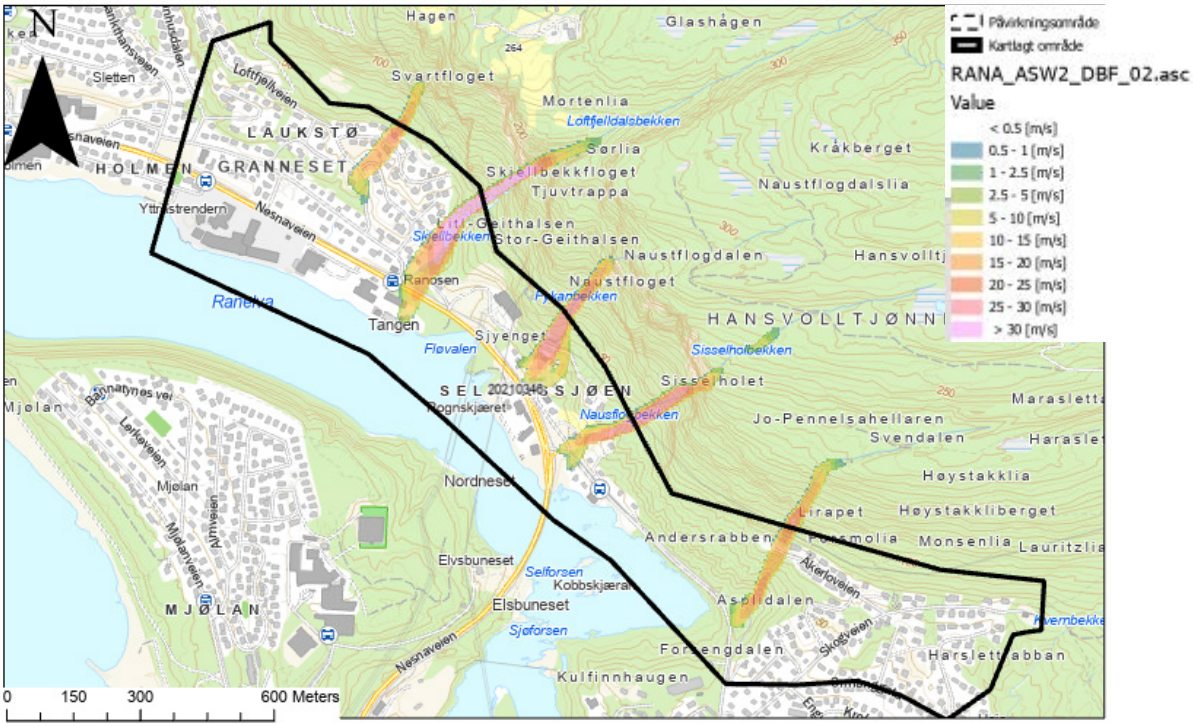
I skråningen ovenfor sørøstre del av kartleggingsområdet er det mulig å identifisere mindre renner på skyggekartet som kan være potensielle løsneområder for sørpeskred. Vi kunne ikke observere spor etter skred, og vi antar at den årlige sannsynligheten for utløsning er lav, anslagsvis rundt hvert 1000. år.. Vi antar derfor at det er lav årlig sannsynlighet for skred i disse.

5.3.5.3 Utredning av utløp

Vi har gjennomført simuleringer av sørpeskred langs de fem bekkeløpene ved hjelp av SAMOS-AT tilpasset sørpeskred Figur 5-13). Vi har gjort simuleringer med flere sett input verdier og har inkludert medriving av snø i skredbanene.

Typiske verdier for simuleringene er:

- Skjærstyrke 100-300 Pa
- Binghamviskositet 3 Pa·s
- Erosjonsdybde 0,25 m
- Bruddhøyde 1 m



Figur 5-13 Simulering av sørpeskred.

Simuleringene indikerer at skredmasser kan følge bekkeløpene gjennom bebyggelsen. Observasjoner av løpene under befaringen ga også inntrykk av skredaktivitet (Figur 5-14).

Figur 5-14 Fykanbekken gir inntrykk av det er skredaktivitet i bekken, men liten sideveis utbredelse.

5.3.5.4 Når sørpeskred inn i kartleggingsområdet?

Sørpeskred kan nå kartleggingsområdet langs fem bekkeløp oftere enn hvert 100. år.

- Bekk fra Svartfloget ned mot Krøtebakken
- Skjellbekkfloget
- Fykanbekken
- Nausflogbekken
- Bekk fra Svendalen og ned mot Akerloveien

5.4 Hva er den samlede skredfaren?

Dimensjonerende faretype er steinsprang fra de bratte skrentområdene, særlig i nordvestre del av kartleggingsområdet. Sørpe- og flomskred er dimensjonerende faretype langs de fem største bekkeløpene. I tillegg kan det bli utløst jordskred fra bratte jordskråninger nede i kartleggingsområdet., sørpeskred og snøskred.

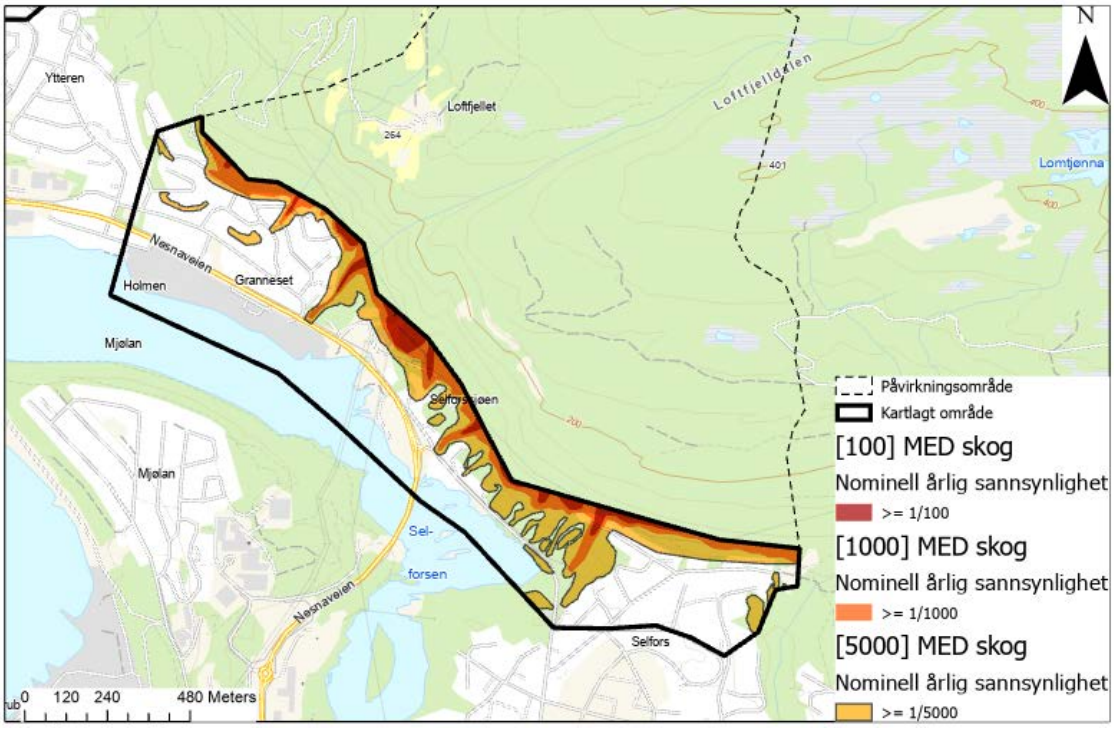
Steinsprang med faresone 1/100 kommer inn i kartleggingsområdet innerst i Krøtabekken, ved kraftstasjonen sør for Skjellbekken samt innerst i Åkerloveien der det er kort avstand til skrentområdene og terrenget er bratt. Utenom bekkeløpene vil steinsprang være dimensjonerende faretype fra den bratte skråningen ovenfor kartleggingsområdet. Faresonenes utstrekning er vurdert ut fra observasjoner av skrentområdene og skredblokker og på utløpsberegninger med RockyFor3D og terrenganalyser og observasjoner i felt. Utløpene blir i stor grad kanalisert ned ravinedaler.

Langs de fem største bekkeløpene er sørpeskred dimensjonerende faretype, men også flomskred kan forekomme med kortere utløp. Basert på modellkjøringer med SAMOS, feltobservasjoner og terrenganalyser kan faresone 1/100 komme følge bekkeløpene tvers gjennom bebyggelsen og ned mot fjorden. Skredmassene vil i stor grad styres ned ravinedaler.

Jordskred kan forekomme fra bratte jordskråninger nede i kartleggingsområdet, og vi antar at denne faretypen er med på å bestemme faresonen 1/1000 i de mest markante ravinedalene der erosjon fra bekker kan undergrave skråningsfoten.

Faresoner som angir den samlede skredfaren for de tre faretypene er vist i Figur 5-15.

Det ligger 7 bygninger tilhørende sikkerhetsklasse S2 innenfor faresonen 1/1000.



Figur 5-15 Faresonekart.

I alt ligger det 1 bygning tilhørende sikkerhetsklasse S2 innenfor faresone 1/100 og 7 bygninger innenfor faresone 1/1000.

5.5 Skog med betydning for skredfaren

Skogen dekker store deler av fjellsidene ovenfor kartleggingsområdet. Store skogdekte arealer har terrenghelning >30°, og vi har angitt potensielle løsneområder for snøskred dersom skogen fjernes på kart i Vedlegg 3H. Det finnes flere eksempler på at fjerning av skog har ført til utløsning av skred.

I tillegg vil skogen redusere muligheten for medriving av skredmasser nedover i skråningen. Den vil også ha en forankringseffekt på løsmassedekket og vil også bremse skred i bevegelse.

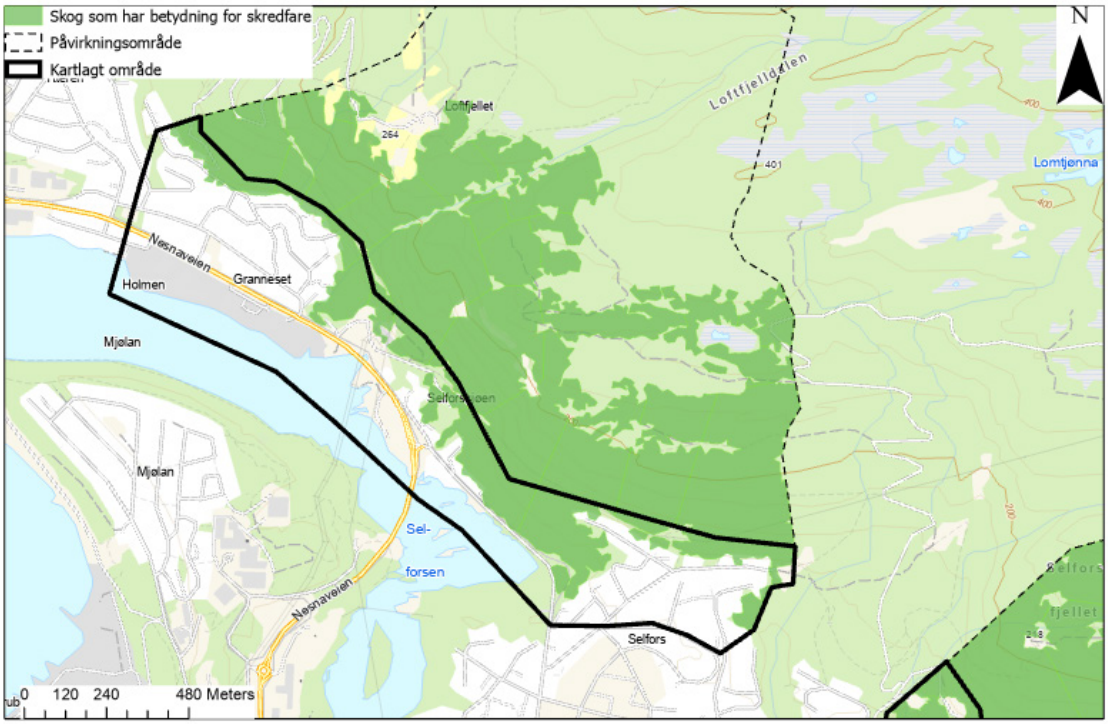
Generelt antar vi at skogen å ha stor betydning for utstrekningen av faresonene innenfor kartleggingsområdet

Vi har angitt skog som er vurdert å ha betydning for skredfaren på Figur 5-16. Vi har benyttet data fra SR16 til å beregne skogpolygoner, og disse er justert knyttet til observasjoner gjort under befaringen, bilder og flyfoto. Betydningen vil være avhengig av hvor tett skogen står og hvilken type vegetasjon som er aktuell. Generelt vil barskog ha større verneverdi enn lauvskog. I det aktuelle området er det først og fremst snø-skredfaren fra de høye skråningene ovenfor kartleggingsområdet som vil øke. For de

lave skråningene nede i kartleggingsområdet vil endringen i faresonene bare være marginal.

Faresoner uten skog er vist i Vedlegg 3F. Vurderingene av utløp er vurdert ut fra skogtype og tetthet på skogen samt terrenganalyse (alfa-beta modellen), se Vedlegg A.

Uttak av skog innenfor angitte polygoner bør gjennomføres kontrollert. Størrelsen og utformingen av hogstflater vil være avgjørende for i hvilken grad skredfaren endres.



Figur 5-16 Skog med betydning for skredfaren.

5.6 Stedsspesifikk usikkerhet

Det er stor usikkerhet knyttet til å lokalisere og kvantifisere faren for jordskred, og avgrensningen av faresoner må derfor i stor grad baseres på faglig skjønn. For nærmere vurdering av jordskredfaren må det gjennomføres geotekniske beregninger basert på prøvetaking eller grunnboring. Marin grense i området ligger rundt kote 30, og i de marine avsetningene nede i kartleggingsområdet må det tas høyde for mulig blør leire og kvikkleire ved eventuelle inngrep.

I tillegg er det krevende nøyaktig å angi løsneområder for sørpeskred og flomskred ettersom det kan være litt tilfeldig akkurat hvor slike skred starter langs et bekkeløp.

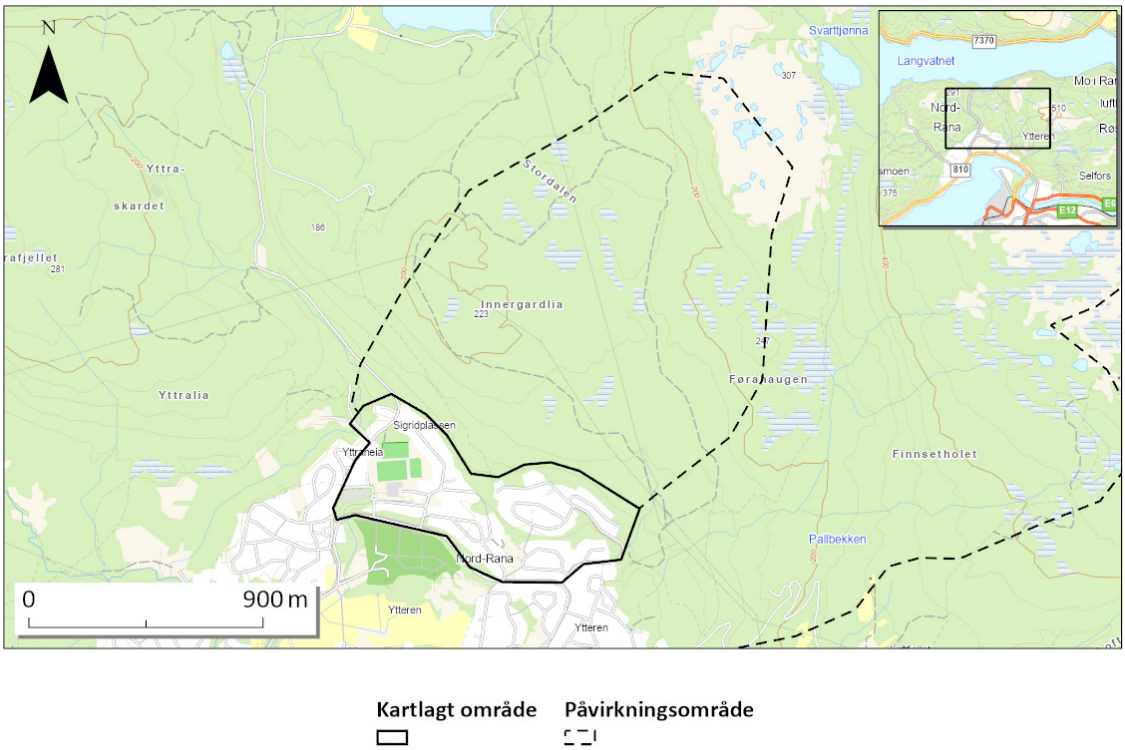
Angivelse av skogpolygoner som antas å ha betydning for skredfaren vil også være forbundet med usikkerhet. Den relative betydningen av skogen vil variere.

6 Delområde 4 – Karvebakken - Yttraheia

6.1 Områdebeskrivelse

Planområdet Granneset – Selfors er ca. 1 km langt og ligger på nordsiden Ranfjorden. Skråningen over bebyggelsen er sørvestvendt med to markerte brattkanter opp mot toppen Innergarlia 223 moh. (Figur 6-1 og Figur 6-2). Videre innover i påvirknings-området er terrenget slakt før det igjen blir bratt med skrentområder opp mot Furuhaugen lengst øst, 307 moh..

Generelt renner det lite vann i skråningene ned mot kartleggingsområdet, bortsett fra en en bekk lengst øst i kartleggingsområdet og en bekk som renner inn i nordligedel av kartleggingsområdet.



Figur 6-1 Oversikt over kartleggingsområdet med påvirkningsområde.

Figur 6-2 Oversiktsfoto.

6.1.1 Topografi og grunnforhold

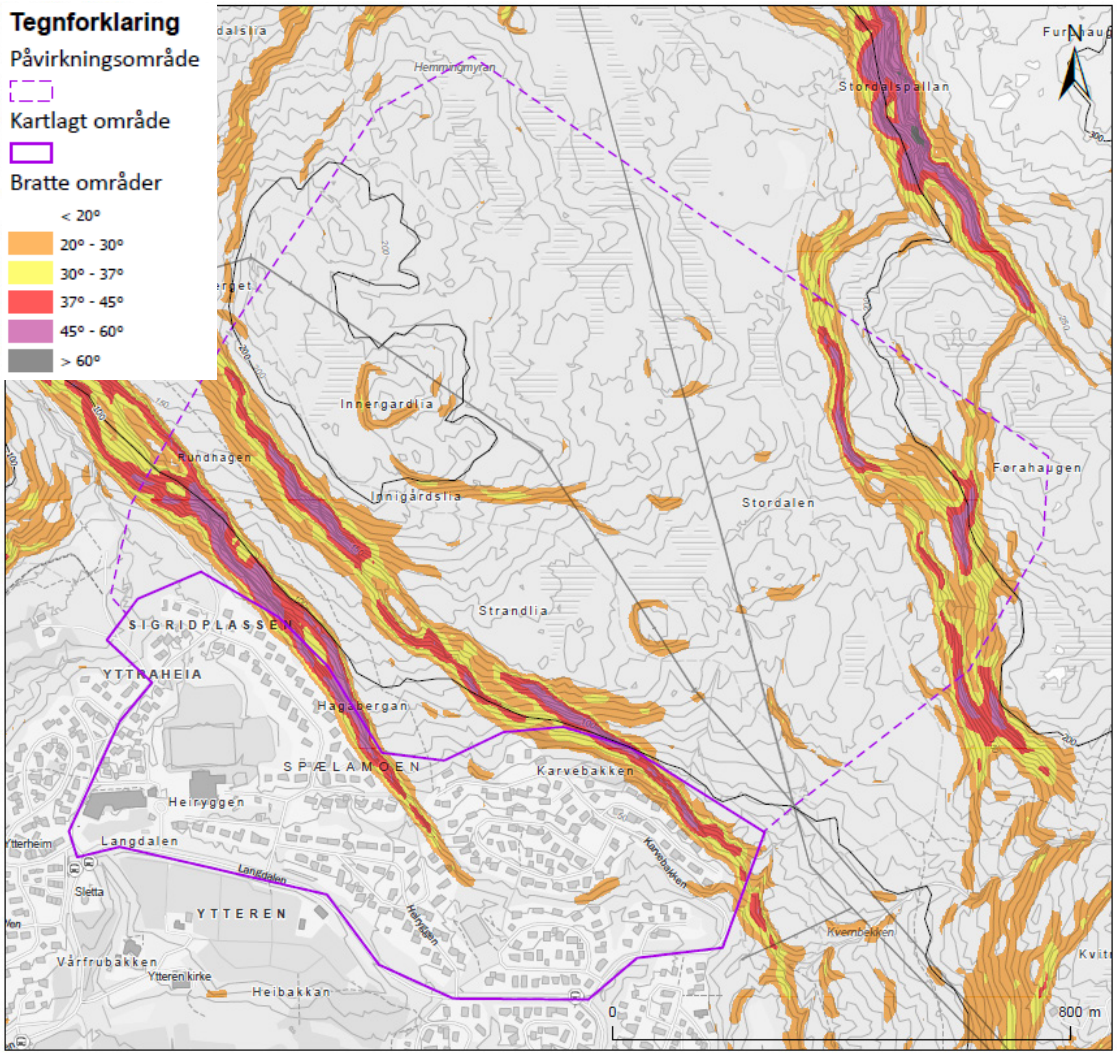
Figur 6-3 viser terrenghellingskart for det vurderte området med tilhørende påvirknings-område. De går to bratte skrenter på skrå gjennom skråningen ovenfor og delvis gjennom kartleggingsområdet. Mellom de to skrentene er det en markert utflating med bredde rundt 100 m. Fra disse skrentene kan det potensielt skje blokkutfall. Det finnes også bratte skrentområder lengst øst i påvirkningsområdet, men disse ligger så langt unna at de ikke påvirker skredfaren i det aktuelle området.

Det kommer ned en bekk lengst øst i kartleggingsområdet som kan være potensielt utsatt for sørpeskred og flomskred. For øvrig anses det å være lite problemer knyttet til vann-relaterte skred i kartleggingsområdet.

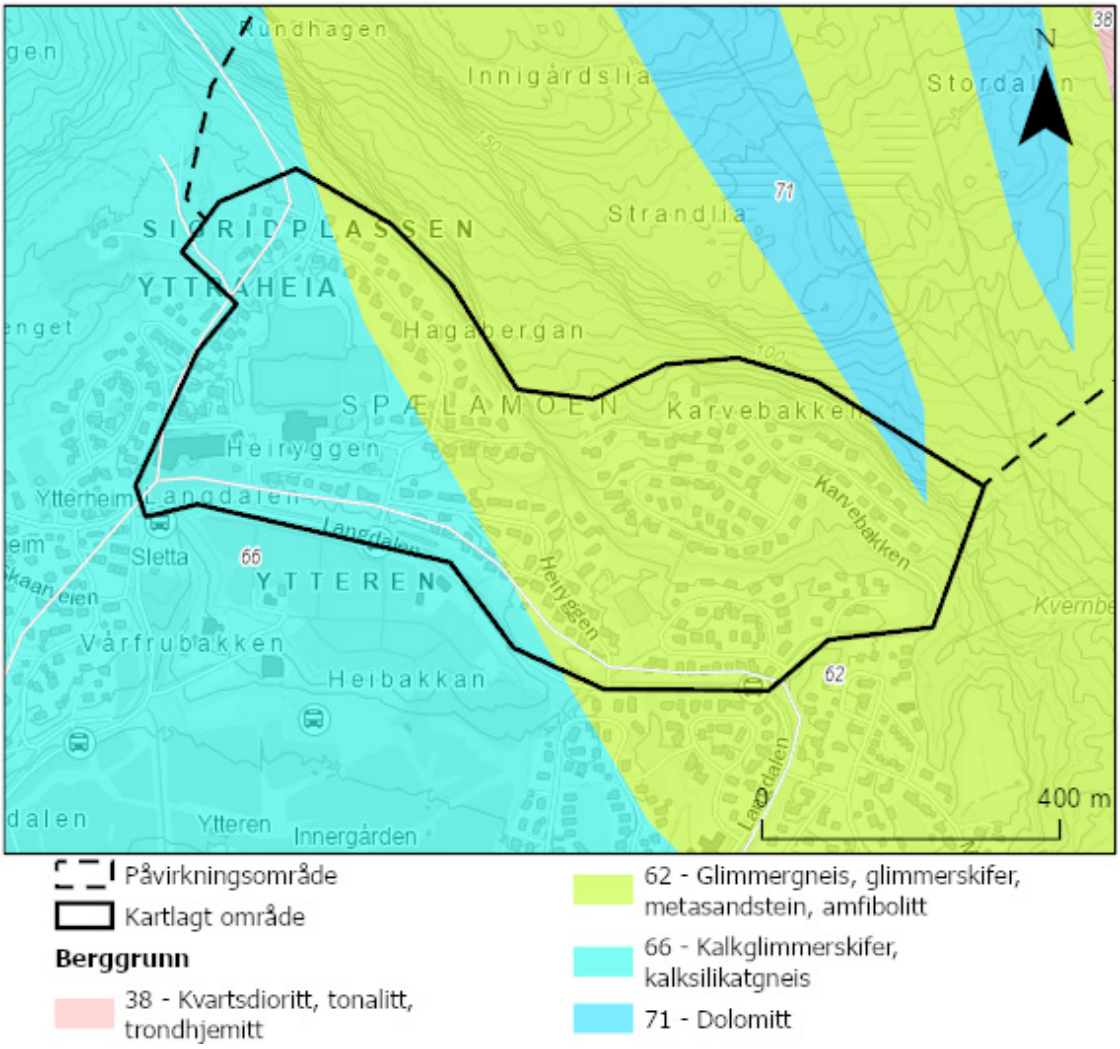
Skråningen ned mot kartleggingsområdet er stort sett dekket av tett gran- og lauvskog.

Bergrunnskart fra NGU (ngu.no) viser at skråningen over planområdet består av glimmerskifer og glimmergneis, mens det nede det kartlagte områder er kalkglimmer-skifer (Figur 6-4).

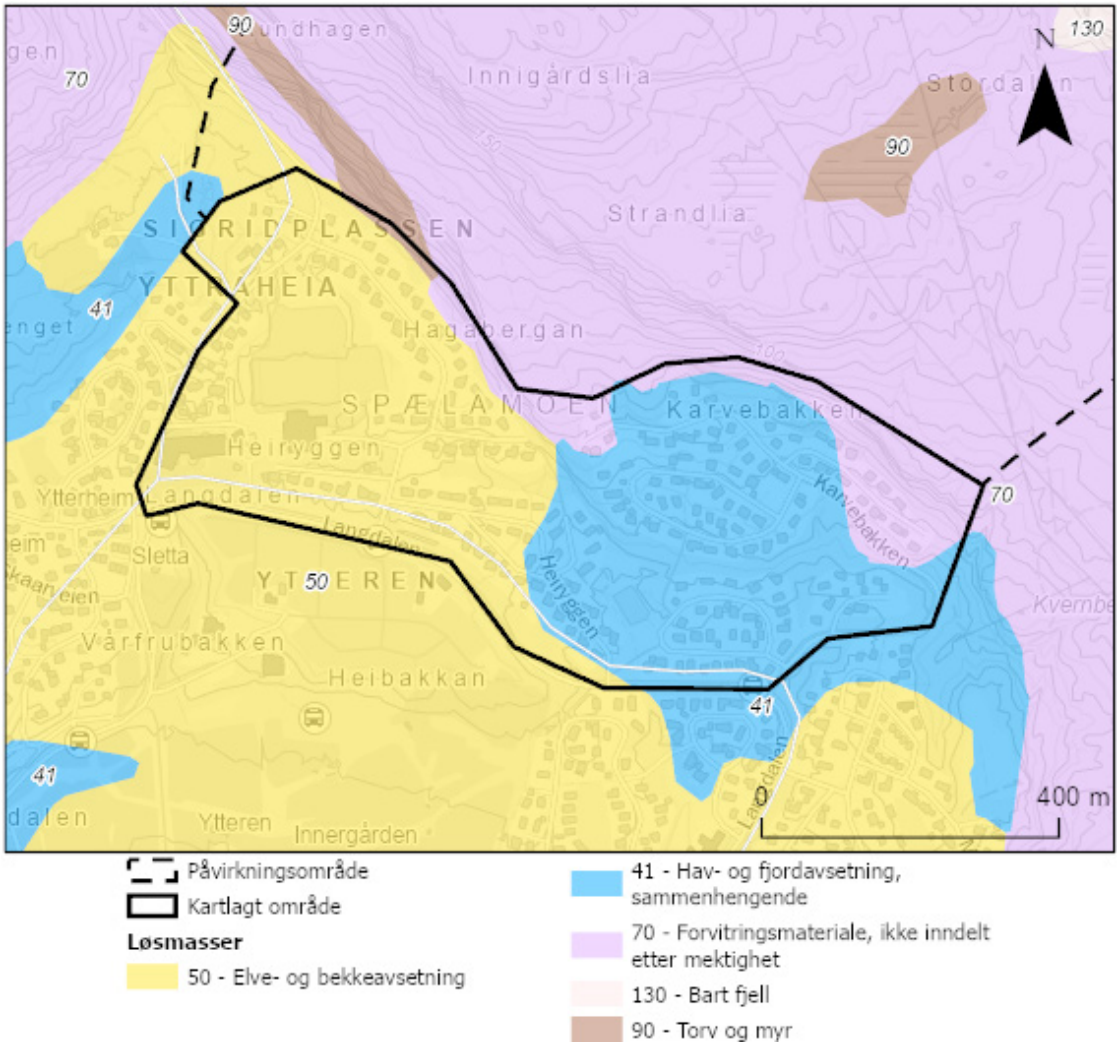
Løsmassedekket er dominert av forvitringsmateriale i de øvre delene av skråningen, mens nedre deler består av elve- og bekkeavsetninger samt hav- og fjordavsetninger (Figur 6-5).



Figur 6-3 Helningskart (1x1 m terrengmodell).



Figur 6-4 Geologisk kart (NGU).



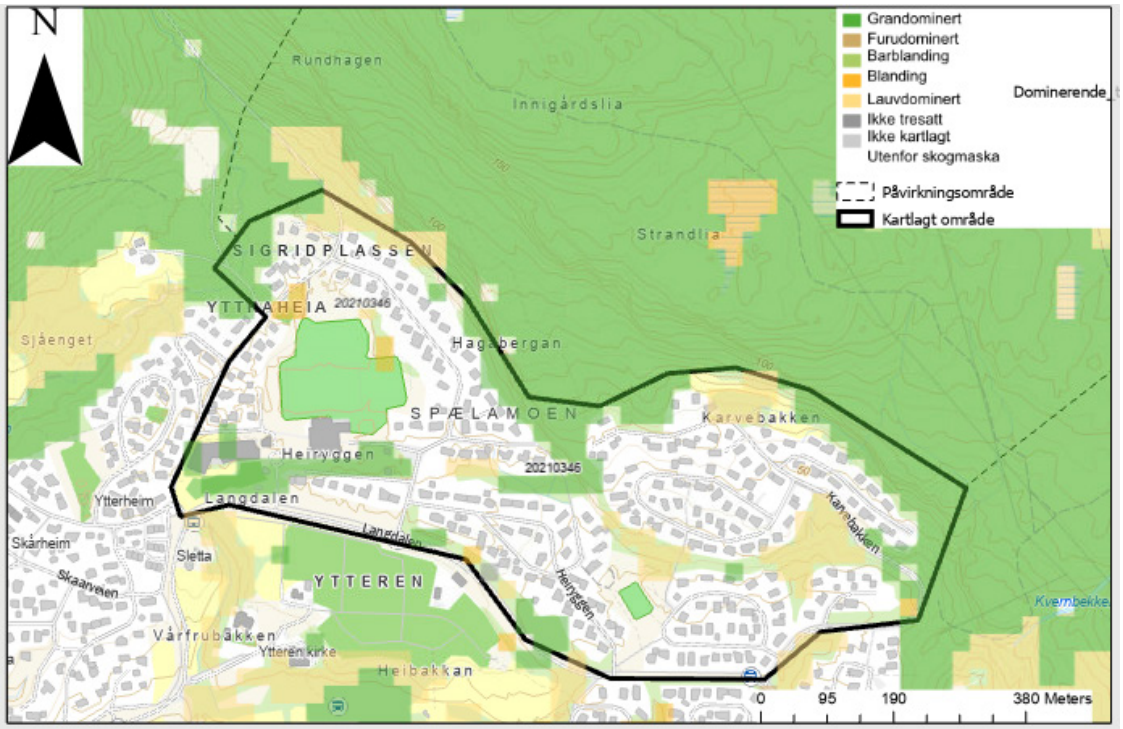
Figur 6-5 Løsmassekart (NGU).

6.2 Grunnlagsmateriale

6.2.1 Skog

Flyfoto og dronebilder er brukt som hjelpemiddel for å kartlegge terreng- og vegetasjonsforholdene i de øvre delene av fjellsiden, da befaring til fots kun er utført for de nedre deler av fjellsiden. I tillegg er Lidar-baserte skogsdata fra NIBIO med 16x16 m oppløsning (SR16-datasettet) benyttet for informasjon om høyde, diameter, tetthet og alder på skogen, skogsvolum over og under bakkeoverflaten, samt kronedekning.

Tett skog dekker stort sett alle skråningene ovenfor bebyggelsen. Mesteparten er løvskog med innslag av granskog (Figur 6-6).



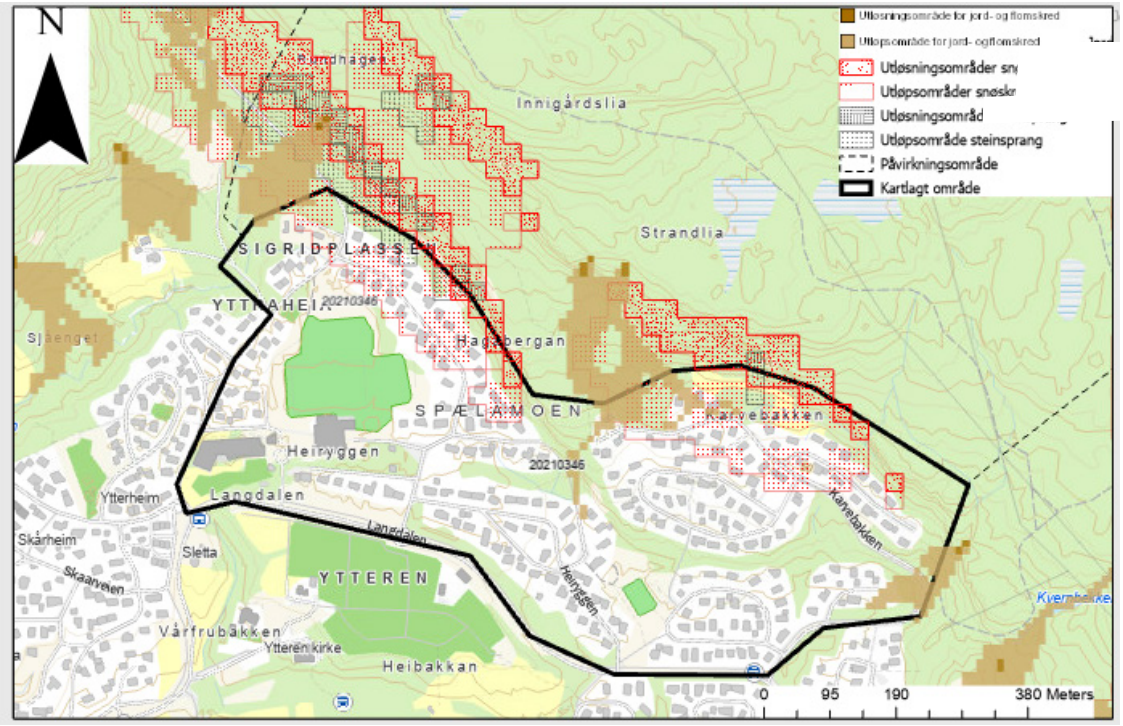
Figur 6-6 Dominerende treslag (SAT-SKOG).

Ifølge SAT-SKOG data fra NIBIO er det mest eldre skog med alder > 40 år i den bratte delen av skråningen, mens skogen er yngre høyere opp i skråningen.

6.2.2 Tidligere utredninger / kartlegginger i området

NGI har ikke fått tilgang til og kjenner heller ikke til at det er foretatt tidligere utredninger av skredfaren. Det er bygget sikringstiltak som tyder på at det har vært hendelser i området, uten at vi har klart å spore opp beskrivelser av bakgrunnen for bygging eller prosjektering av tiltakene.

Den nasjonale kartleggingen av aktsomhetssoner (NVE) viser at hele bredden av kartleggingsområdet ligger innenfor aktsomhetssonen for snøskred, men både steinsprang og jord- og flomskred dekker også store arealer (Figur 6-7).



Figur 6-7 Aktsomhetssoner (NVE).

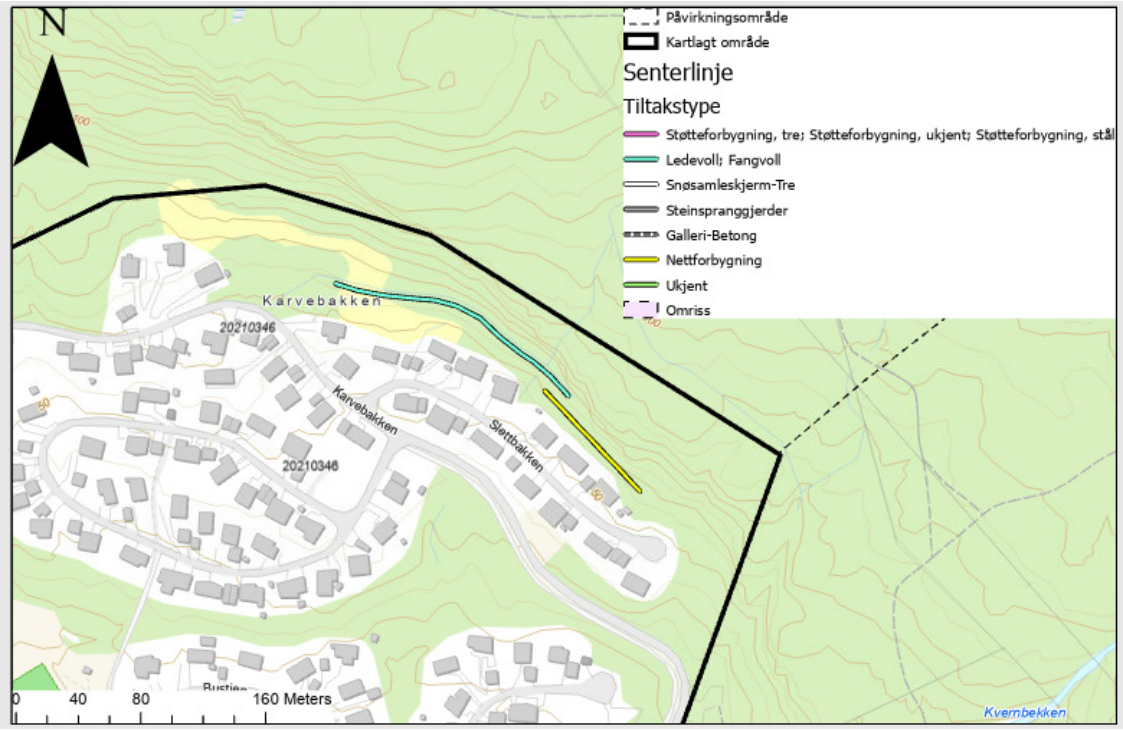
6.2.3 Historiske skredhendelser

I den nasjonale skreddatabasen finnes det ingen opplysninger om skred innenfor kartleggingsområdet.

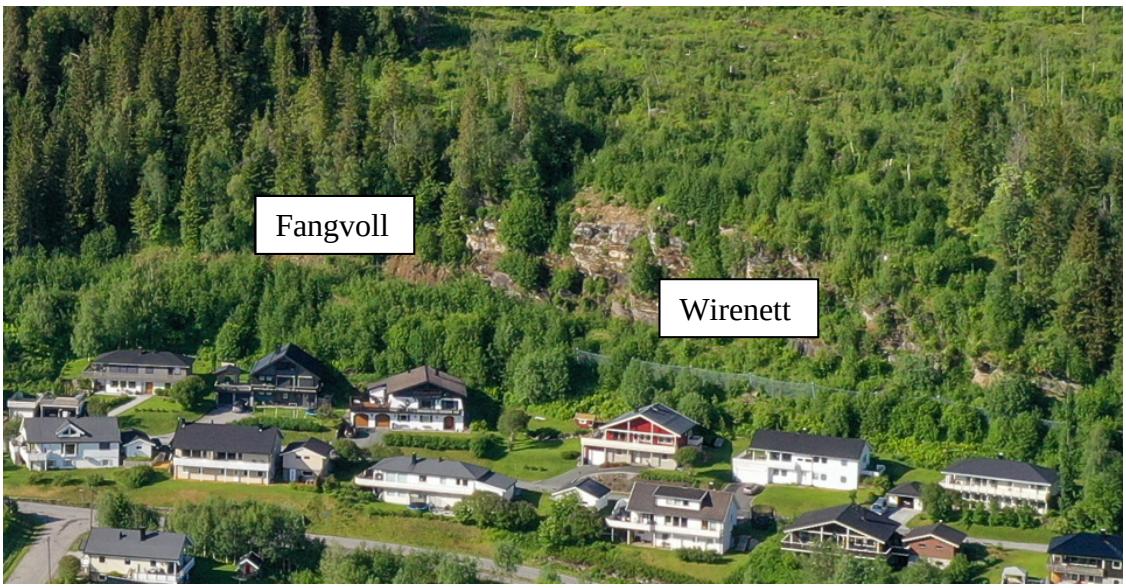
Byggingen av de to sikringstiltakene (fangvoll og wirenett) ble forårsaket av at det løsnet mindre stein som rullet ned mot et hus som fikk mindre skader ca. rundt 2010.

6.2.4 Eksisterende sikringstiltak

Det er bygget en 200 m lang ledevoll og et 90 m langt wirenett for å sikre mot steinsprang i skråningen ovenfor Karvebakken (Figur 6-8 og Figur 6-9).



Figur 6-8 Fangvoll og wirenett ovenfor bebyggelsen på Karvebakken.



Figur 6-9 Wirenett og fangvoll (skogkledt).

6.3 Skredfareutredning per skredtype

6.3.1 Steinsprang

6.3.1.1 Er steinsprang aktuell prosess i påvirkningsområdet?

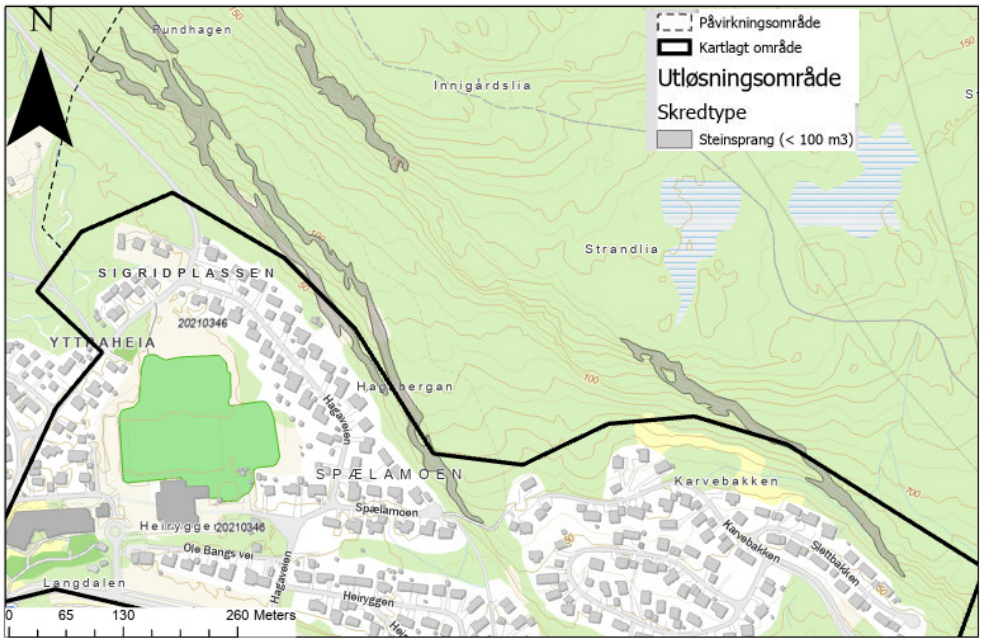
Steinsprang er den dominerende faretypen i kartleggingsområdet. Store sammenhengende skrentområder i overkant av kartleggingsområdet kan gi opphav til utfall (Figur 6-10).

Figur 6-10 Skrentområder med mulighet for blokkutfall. Øverst nord for Hagaveien, nederst nord for Karvebakken.

6.3.1.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Ut fra hellingskartet finnes det flere potensielle løsneområder for steinsprang (Figur 6-11). Det vestligste skrentområdet virker massivt med få avløste partier, men det finnes stedvis mindre avskallinger som kan gi opphav til små utfall (Figur 6-12). Vi vurderer

at den årlige løsnesannsynligheten for blokker med skadepotensial fra denne skrenten er 1/100 - 1/1000. Den østligste delen er langt mer oppsprukket, og herfra antar vi at det klan skje utfall hvert 10-100. år.



Figur 6-11 Potensielle løsneområder for steinsprang basert på terrengmodell 2x2 m.

Figur 6-12 Skrenten bak Hagaveien 26 er skifrig med mulighet for småutfall. Det er satt inn bolter for å hindre utløsning av is som kan legge seg på overflaten.

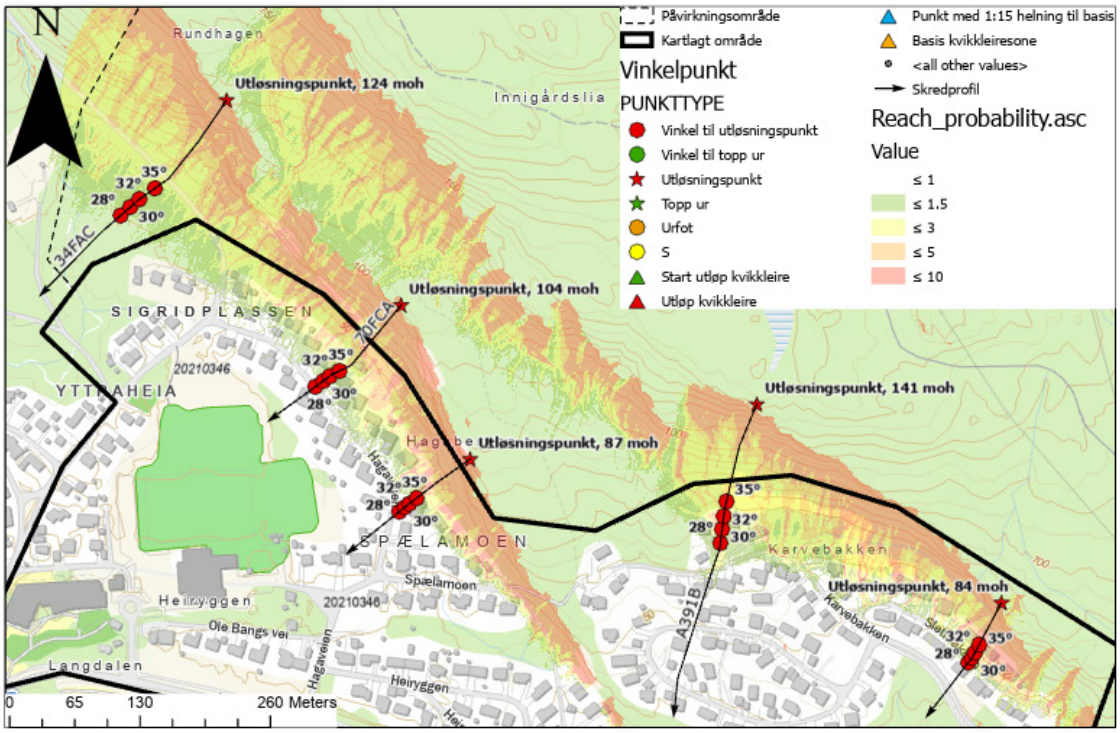
Andre skrentområder innenfor påvirkningsområder ligger for langt unna til å kunne gi steinsprang inn i kartleggingsområdet.

6.3.1.3 Utredning av utløp

Vi har simulert utfall ved hjelp av RockyFor3D (terrengoppløsning 2x2 m) med følgende input verdier:

Blokkvolum: 0,6-1,5 m^3
Antall utfall pr. celle: 100
Initial fallhøyde 0 m

Simuleringene er gjort uten å ta hensyn til den bremsende effekten av skog. I tillegg har vi benyttet vinkelberegninger (Figur 6-13).



Figur 6-13 Simulering av steinsprangutløp med RF3D og vinkelberegninger.

Simuleringen gir en indikasjon på spredningen av skredblokker, men den overdriver utløpslengden ettersom antall utfall langt overstiger den reelle situasjonen. Uansett viser den at det er mulig å få utløp ned i hele bredden av kartleggingsområdet. Lengst utløp vil være knyttet til forsenkninger. Stedvis står skogen så tett at den vil bremse skred-blokker.

Vi har også benyttet vinkelberegninger som hjelpemiddel i vurdering av utløpslengder.

6.3.1.4 Når steinsprang inn i kartleggingsområdet?

På bakgrunn av observasjoner av skredblokker og modellbruk vurderer vi at skredblokker med årlig sannsynlighet 1/100 kan nå inn i østre del av kartleggingsområdet under skrenten som viser tegn på ustabile partier. Fra den vestlige skrenten er løsnesannsynligheten så lav at det kun er steinsprang med årlig sannsynlighet 1/1000 som kan nå inn i kartleggingsområdet.

6.3.2 Snøskred

6.3.2.1 Er snøskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Terrengforholdene ligger ikke til rette for utløsning av snøskred. Mindre utglidninger av våtsnø med svært begrenset rekkevidde kan forekomme, men de påvirker ikke utstrekningen av faresonene. Is som legger seg på bergoverflaten kan stedvis gi et problem der husene ligger nær inntil skrenter, men vi vurderer ikke at isfall kan gi skade på hus.

6.3.3 Jordskred

6.3.3.1 Er jordskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Ut ifra detaljert terrengmodell er det identifisert potensielle utløsningsområder for jordskred dvs. områder som har løsmasser og er brattere enn 20°.

6.3.3.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Ut ifra observasjoner, tolkning av skyggekart og skredhendelser anser vi faren for jordskred ovenfor kartleggingsområdet til å være liten. Mindre lokale utglidninger kan trolig forekomme hyppigere enn hvert 1000. år, men større utglidinger med lang rekkevidde med mulighet for å nå inn i kartleggingsområdet er vurdert til å ha lavere årlig sannsynlighet enn 1/5000.

Faren for jordskred er derfor ikke vurdert videre.

6.3.4 Flomskred

6.3.4.1 Er flomskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Det kommer en bekk med potensiale for utløsning av flomskred ned mot fangvollen nord for Karvebakken. Skredmasser vil stanse bak vollen. Andre mindre bekker vurderes å ha for lite vannføringspotensial og de renner i såpass flatt terreng at de kan gi opphav til flomskred. Vi anser derfor ikke flomskred til å være en relevant faretype for kartleggingsområdet., og vi anser derfor ikke flomskred

6.3.5 Sørpeskred

6.3.5.1 Er sørpeskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

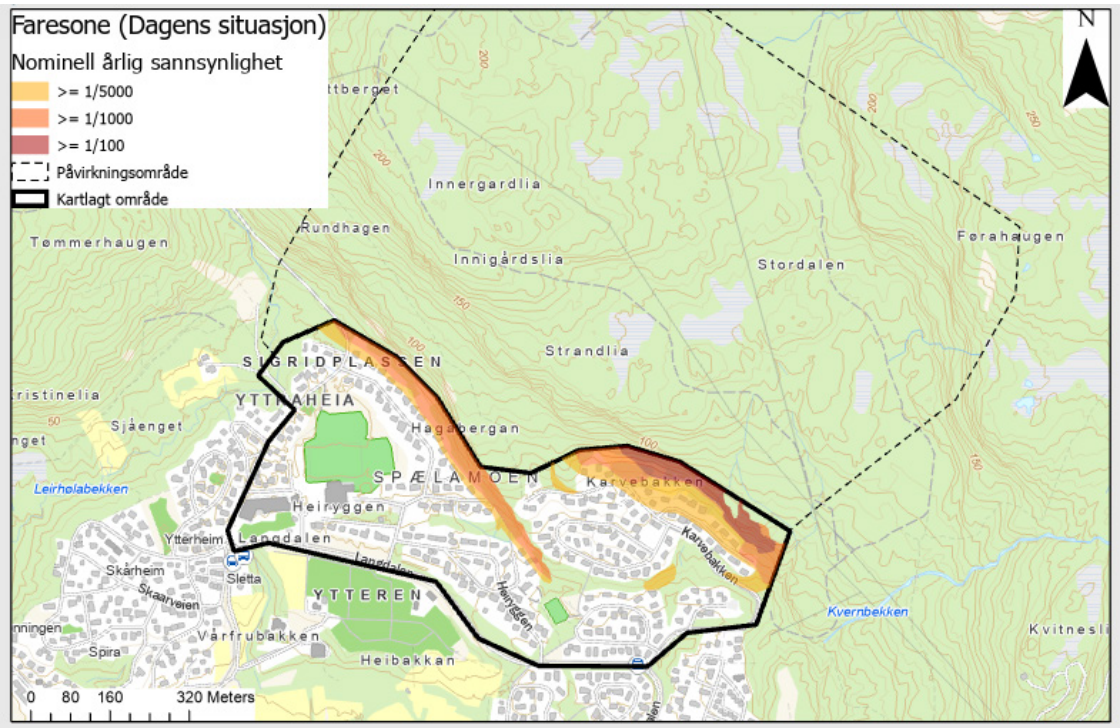
Sørpeskred anses å være en aktuell prosess i den samme bekken som kan gi opphav til flomskred ned mot fangvollen nord for Karvebakken. Skredmasser vil stanse bak vollen.

Andre mindre bekker vurderes å ha for lite vannføringspotensial og de renner i såpass flatt terreng at de kan gi opphav til sørpeskred som kan nå kartleggingsområdet.. Vi anser derfor ikke sørpeskred til å være en relevant faretype for kartleggingsområdet.

6.4 Hva er den samlede skredfaren?

Steinsprang anses å være dimensjonerende faretype, bortsett fra en bratt jordskråning sør for Karvebakken der jordskred er den aktuelle faretypen. Faresonenes utstrekning er vurdert ut fra observasjoner fra befaringen, modellbruk og faglig skjønn (Figur 6-14).

Steinsprang med faresone 1/100 kommer inn i kartleggingsområdet i sørøstlige del av kartleggingsområdet. I nordvestlige del er løsnesannsynligheten mye lavere og det er kun faresonen 1/1000 som kommer inn i kartleggingsområdet. Utløpene er begrenset ettersom det er en brå overgang fra skrentområdene og den flate terrassen der bebyggelsen ligger.



Figur 6-14 Faresonekart.

Det ligger 5 bygninger tilhørende sikkerhetsklasse S2 innenfor faresone 1/1000.

6.5 Skog med betydning for skredfaren

Skogen dekker store deler av fjellsidene ovenfor kartleggingsområdet. Store skogdekte arealer har terrenghelning >30°, og vi har angitt potensielle løsneområder for snøskred

dersom skogen fjernes på kart i Vedlegg 4H. Det finnes flere eksempler på at fjerning av skog har ført til utløsning av skred.

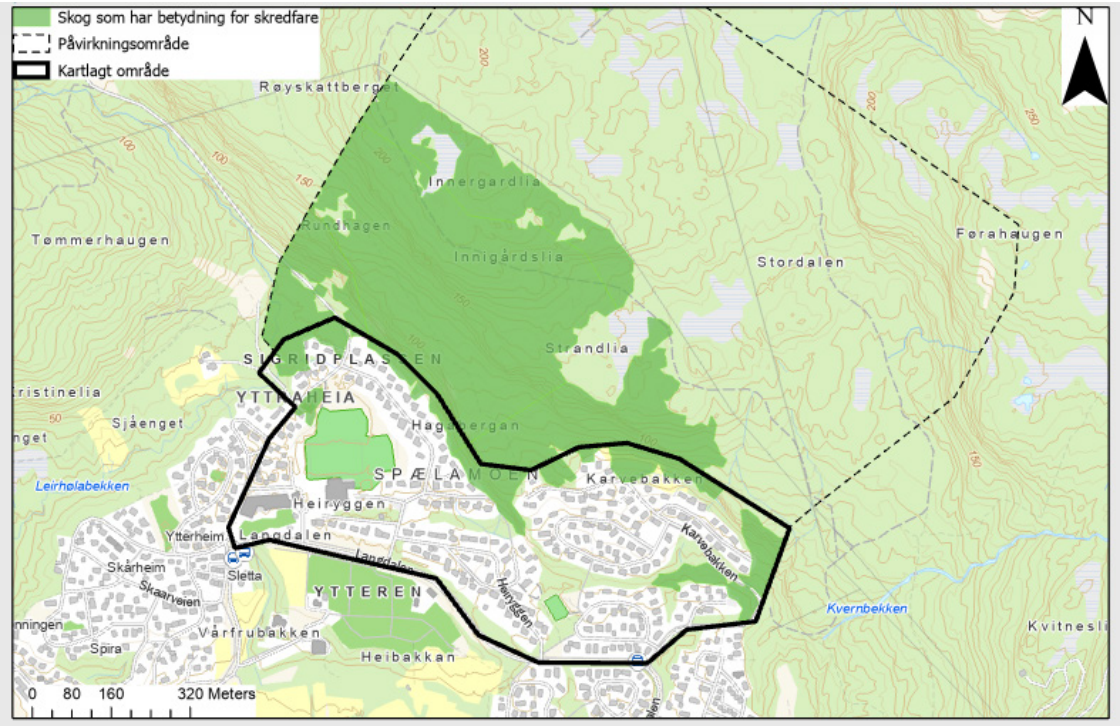
I tillegg vil skogen redusere muligheten for medriving av skredmasser nedover i skråningen. Den vil også ha en forankringseffekt på løsmassedekket og vil også bremse skred i bevegelse.

Generelt antar vi at skogen å ha stor betydning for utstrekningen av faresonene innenfor kartleggingsområdet

Vi har angitt skog som er vurdert å ha betydning for skredfaren på Figur 6-15. Vi har benyttet data fra SR16 til å beregne skogpolygoner, og disse er justert knyttet til observasjoner gjort under befaringen, bilder og flyfoto. Betydningen vil være avhengig av hvor tett skogen står og hvilken type vegetasjon som er aktuell. Generelt vil barskog ha større verneverdi enn lauvskog. I det aktuelle området er det først og fremst snøskred-faren fra de høye skråningene ovenfor kartleggingsområdet som vil øke. For de lave skråningene nede i kartleggingsområdet vil endringen i faresonene bare være marginal.

Faresoner uten skog er vist i Vedlegg 4F. Vurderingene av utløp er vurdert ut fra skogtype og tetthet på skogen samt terrenganalyse (alfa-beta modellen), se Vedlegg A.

Uttak av skog innenfor angitte polygoner bør gjennomføres kontrollert. Størrelsen og utformingen av hogstflater vil være avgjørende for i hvilken grad skredfaren endres.



Figur 6-15 Skog med betydning for skredfaren.

6.6 Stedsspesifikk usikkerhet

Det er stor usikkerhet knyttet til å lokalisere og kvantifisere faren for jordskred, og avgrensningen av faresoner må derfor i stor grad baseres på faglig skjønn. For nærmere vurdering av jordskredfaren må det gjennomføres geotekniske beregninger basert på prøvetaking eller grunnboring. Marin grense i området ligger rundt kote 30, og i de marine avsetningene nede i kartleggingsområdet må det tas høyde for mulig blør leire og kvikkleire ved eventuelle inngrep.

I tillegg er det krevende nøyaktig å angi løsneområder for sørpeskred og flomskred ettersom det kan være litt tilfeldig akkurat hvor slike skred starter langs et bekkeløp.

Angivelse av skogpolygoner som antas å ha betydning for skredfaren vil også være forbundet med usikkerhet. Den relative betydningen av skogen vil variere.

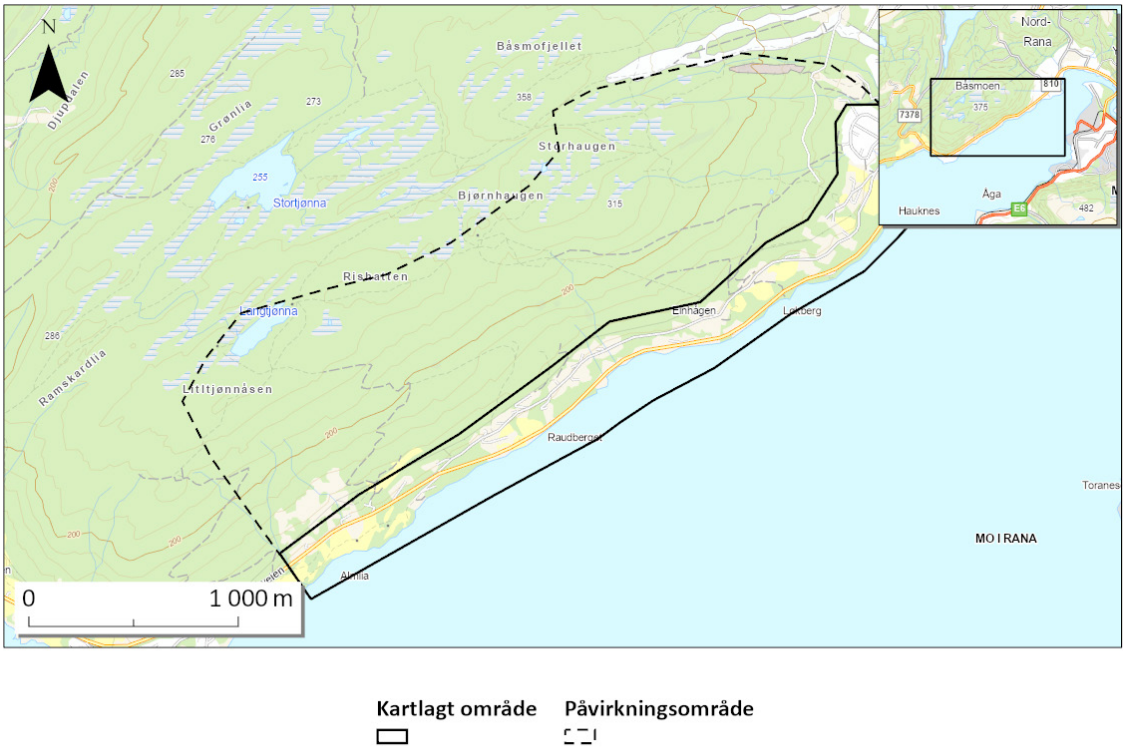
7 Delområde 5 – Båsmobakken - Almlia

7.1 Områdebeskrivelse

Planområdet Granneset – Selfors er ca. 1 km langt og ligger på nordsiden Ranfjorden. Skråningen over bebyggelsen er sørvestvendt med to markerte brattkanter opp mot toppen Innergarlia 223 moh. (Figur 7-1 og Figur 7-2). Videre innover i påvirknings-området er terrenget slakt før det igjen blir bratt med skrentområder opp mot Furuhaugen lengst øst, 307 moh.

Generelt renner det lite vann i skråningene ned mot kartleggingsområdet, bortsett fra en en bekk lengst øst i kartleggingsområdet og en bekk som renner inn i nordligedel av kartleggingsområdet.

Det er anlagt flere skogsveier i skråningen ovenfor kartleggingsområdet som påvirker det naturlige dreneringsmønsteret. I tillegg er det foretatt grøfting og bekker er lagt i rør gjennom bebyggelsen.



Figur 7-1 Oversikt over kartleggingsområdet med påvirkningsområde.

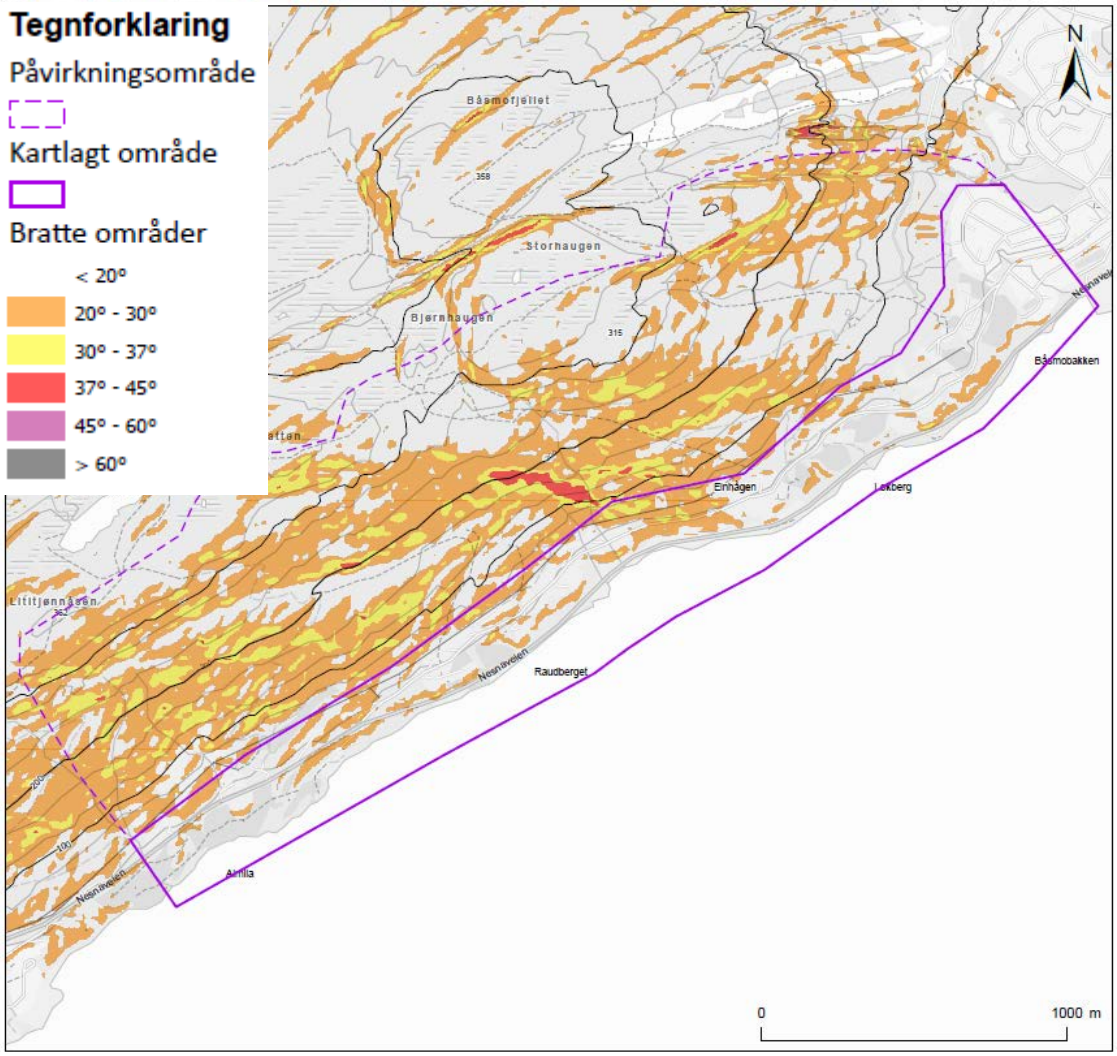
Figur 7-2 Oversiktsfoto fra vest (øverst) til øst (nederst).

7.1.1 Topografi og grunnforhold

Figur 6-3 viser terrenghellingskart for det vurderte området med tilhørende påvirknings-område. Skråningen ovenfor kartleggingsområdet er relativt ruglete med utflatinger og bratte partier. Skogen står for det meste så tett at den vil hindre utløsning av snøskred. Det er heller ikke mange skrentpartier med mulighet for utløsning av steinsprang. Det renner flere bekker i skråningen potensielt utsatt for flom- og sørpeskred. Flere bratte jordskråninger kan også gi opphav til jordskred.

Det er få hendelser registrert i den nasjonale skreddatabasen, og hovedinntrykket fra befaringen var at skredaktiviteten generelt er liten, men noen av de største bekkene kan føre skredmasser ned gjennom kartleggingsområdet langs raviner.

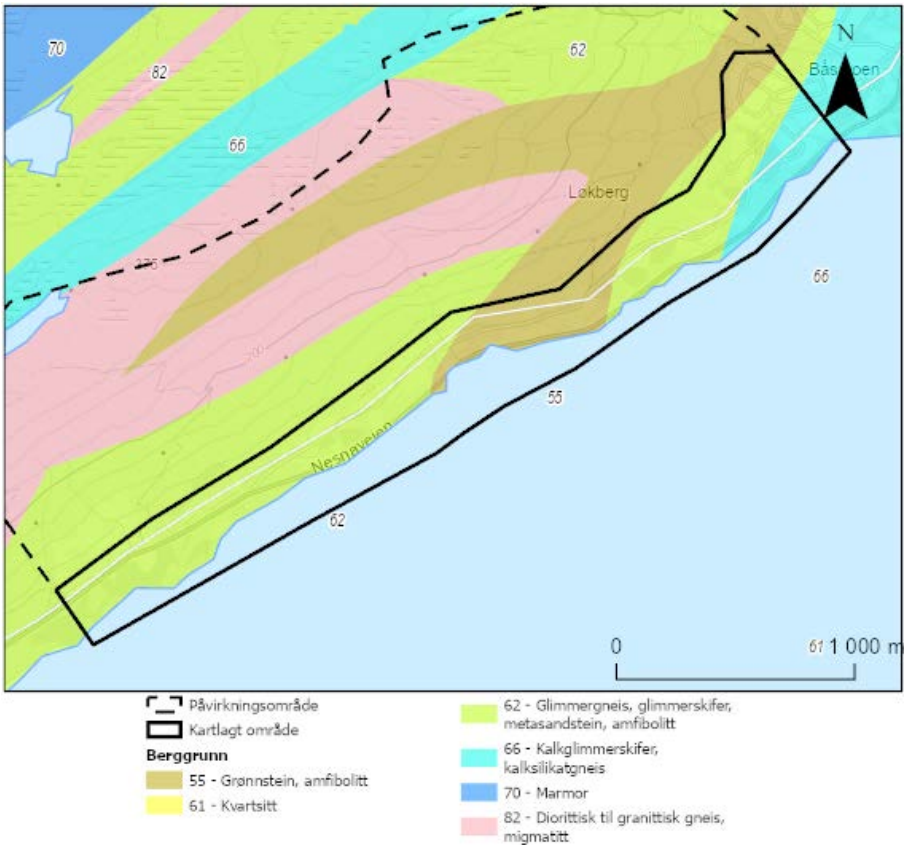
Nede i kartleggingsområdet er terrenget stedvis ravinert med mulighet for utløsning av grunne jordskred. Ravinene er som regel dannet i forlengelse av bekker som renner inn i kartleggingsområdet, og disse ravinene vil ha en kanaliserende effekt på eventuelle skred.



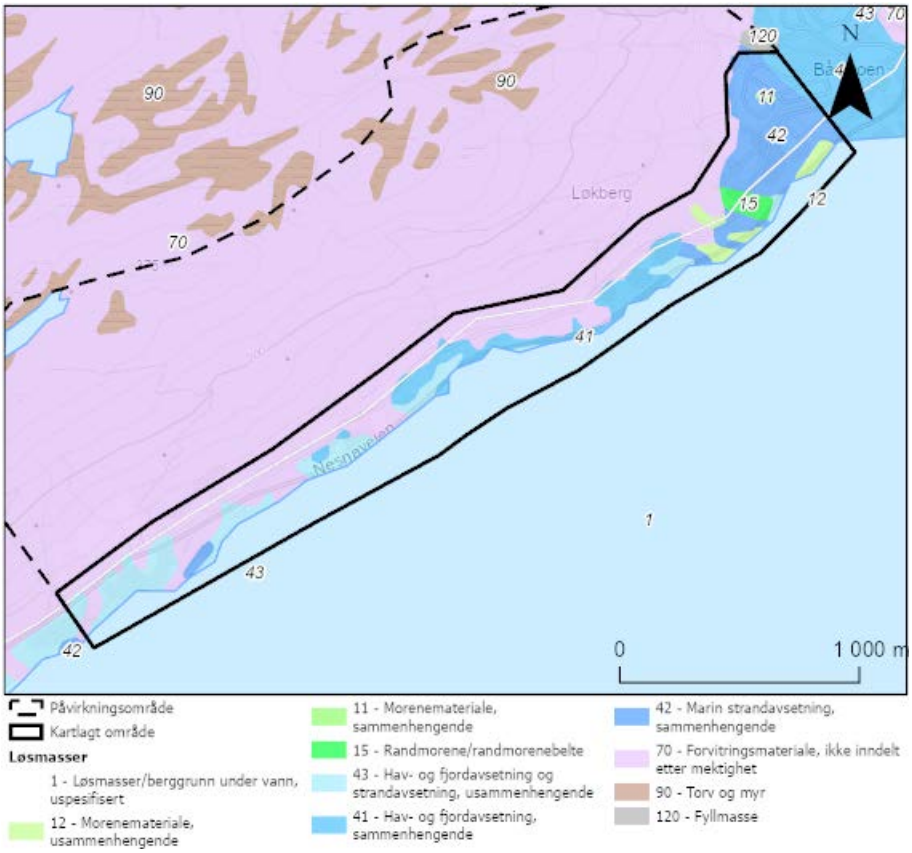
Figur 7-3 Helningskart (1x1 m terrengmodell).

Bergrunnskart fra NGU (ngu.no) viser at skråningen over planområdet består av skifrige bergarter med glimmerskifer og glimmergneis, med innslag av amfibolitt og granittisk gneis (Figur 7-4).

Løsmassedekket er dominert av forvitringsmateriale i de øvre delene av skråningen, mens nedre deler består av marine hav- og fjordavsetninger (Figur 7-5).



Figur 7-4 Geologisk kart (NGU).



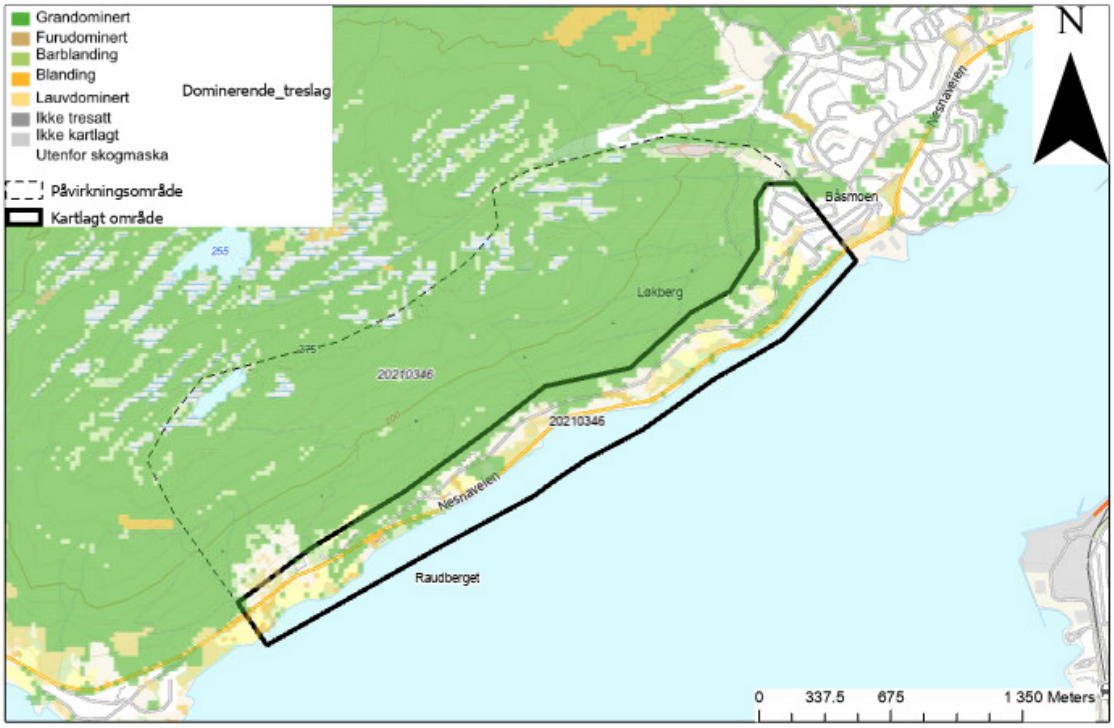
Figur 7-5 Løsmassekart (NGU).

7.2 Grunnlagsmateriale

7.2.1 Skog

Flyfoto og dronebilder er brukt som hjelpemiddel for å kartlegge terreng- og vegetasjonsforholdene i de øvre delene av fjellsiden, da befaring til fots kun er utført for de nedre deler av fjellsiden. I tillegg er Lidar-baserte skogsdata fra NIBIO med 16x16 m oppløsning (SR16-datasettet) benyttet for informasjon om høyde, diameter, tetthet og alder på skogen, skogsvolum over og under bakkeoverflaten, samt kronedekning.

Tett skog dekker stort sett alle skråningene ovenfor bebyggelsen. Mesteparten er granskog med innslag av lauvskog (Figur 7-6).

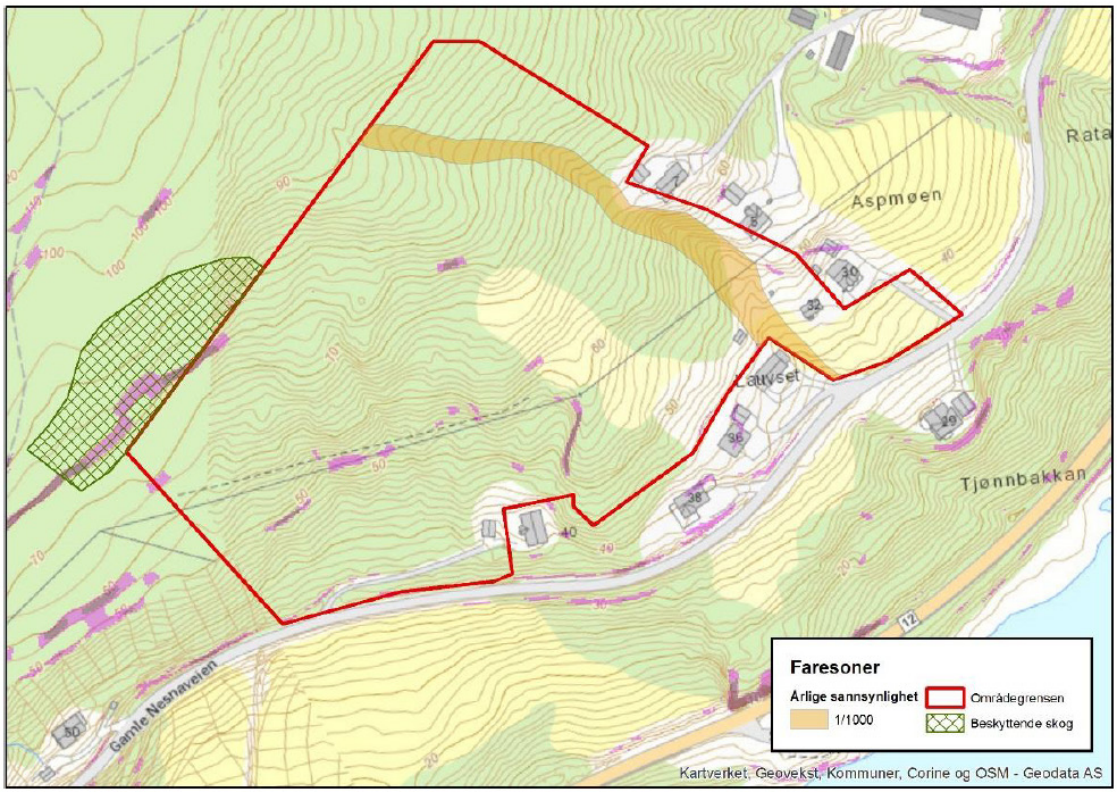


Figur 7-6 Dominerende treslag (SAT-SKOG).

Ifølge SAT-SKOG data fra NIBIO er det mest eldre skog med alder > 40 år i den bratte delen av skråningen, mens det finnes partier med yngre skog.

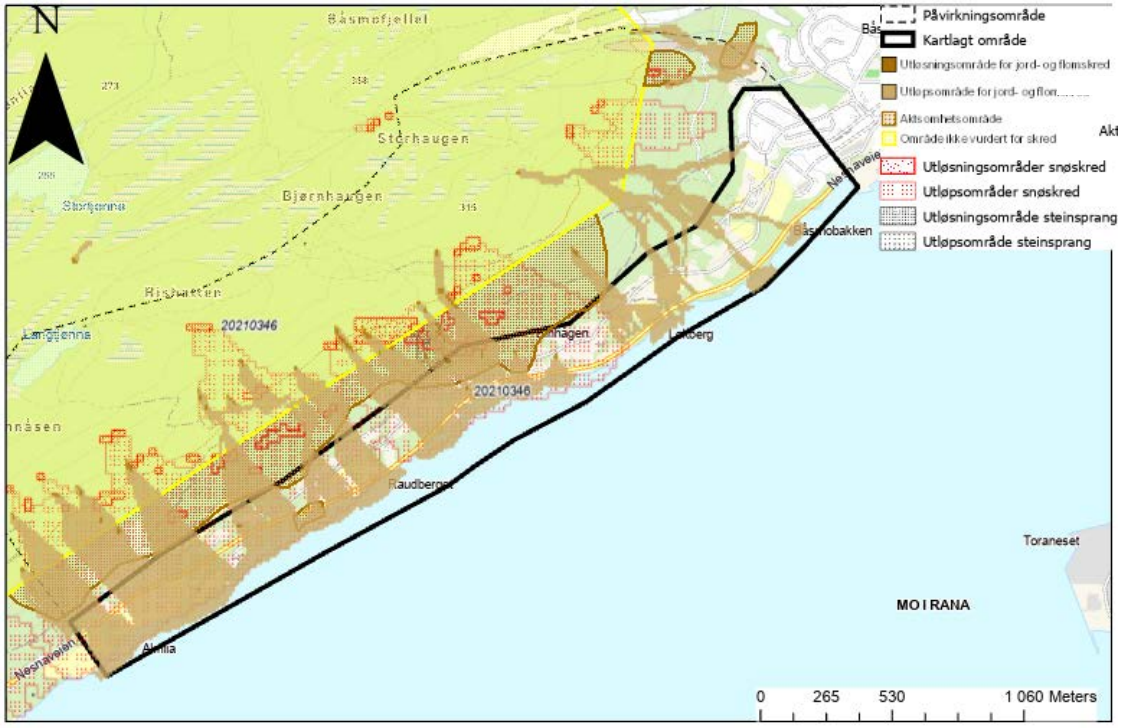
7.2.2 Tidligere utredninger / kartlegginger i området

Sweco har gjennomført en innledende vurdering av skredfare innenfor et område på Løkberg i 2017 som konkluderer med at flomskred er eneste relevante skredtype med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 (Figur 7-7). Denne vurderingen er hensyntatt i vårt prosjekt.



Figur 7-7 Faresonekart SWECO, 2017.

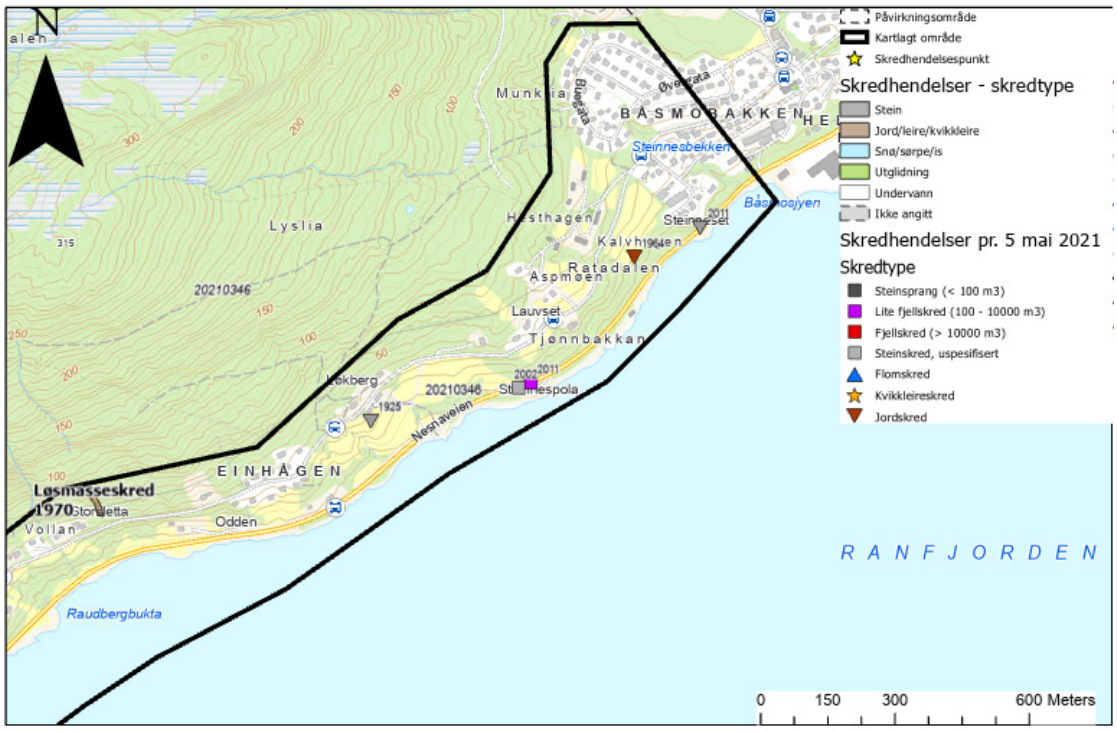
Den nasjonale kartleggingen av aktsomhetssoner (NVE) viser at aktsomhetssoner for jord- og flomskred og snøskred dekker store deler store deler av kartleggingsområdet, mens steinsprang bare i et lite område (Figur 7-8).



Figur 7-8 Aktsomhetssoner (NVE).

7.2.3 Historiske skredhendelser

Det er registrert tre uspesifiserte løsmasseskred i den nasjonale skreddatabasen i nedre deler av kartleggingsområdet (Figur 7-9):



Figur 7-9 Skredhendelser i den nasjonale skreddatabasen.

- 1925: Et mindre jordfall. Usikker lokalitet og tidspunkt.
- 1964: "Den 8. januar 1964 kom uvêr og kraftig regn i Nordland, og det gjekk skred over vegane mange stader. I Salten-distriktet vart målt 147,6 mm nedbør på eitt døgn. Over vegen Mo-Nesna gjekk eit jordskred på 30 meter ved Båsmo, sperra vegen og kom nær ein bustad. Folka i bustaden vart straks evakuerte, og fire timar etter, kl. 02.30 den 9. januar, kom eit nytt jordskred som råka det evakuerte huset, slo inn mot veggen, øydela grunnmuren og flytta heile huset 70 cm, og vart totalskadd. Skredet heldt fram over riksvegen i 100 meters breidde, og gjekk heilt til sjøs". Usikker lokalitet.
- 1970: Under befaringen med kjentmann Gunnar Brattli, planlegger i kommunen 1982-2015, ble det fortalt om et skred som skal ha tatt en bygning for ca. 50 år siden.

I tillegg ler det tre hendelser langs veien mellom Mo og Nesna som antas å ha løsnet fra skjæringer.

7.2.4 Eksisterende sikringstiltak

Det er ikke kjennskap til at det er bygget sikringstiltak mot skred innenfor kartleggings-området.

7.3 Skredfareutredning per skredtype

7.3.1 Steinsprang

7.3.1.1 Er steinsprang aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Det er et fåtall skrenter i påvirkningsområdet, men disse ligger så langt unna at de ikke påvirker skredfaren i kartleggingsområdet.

7.3.2 Snøskred

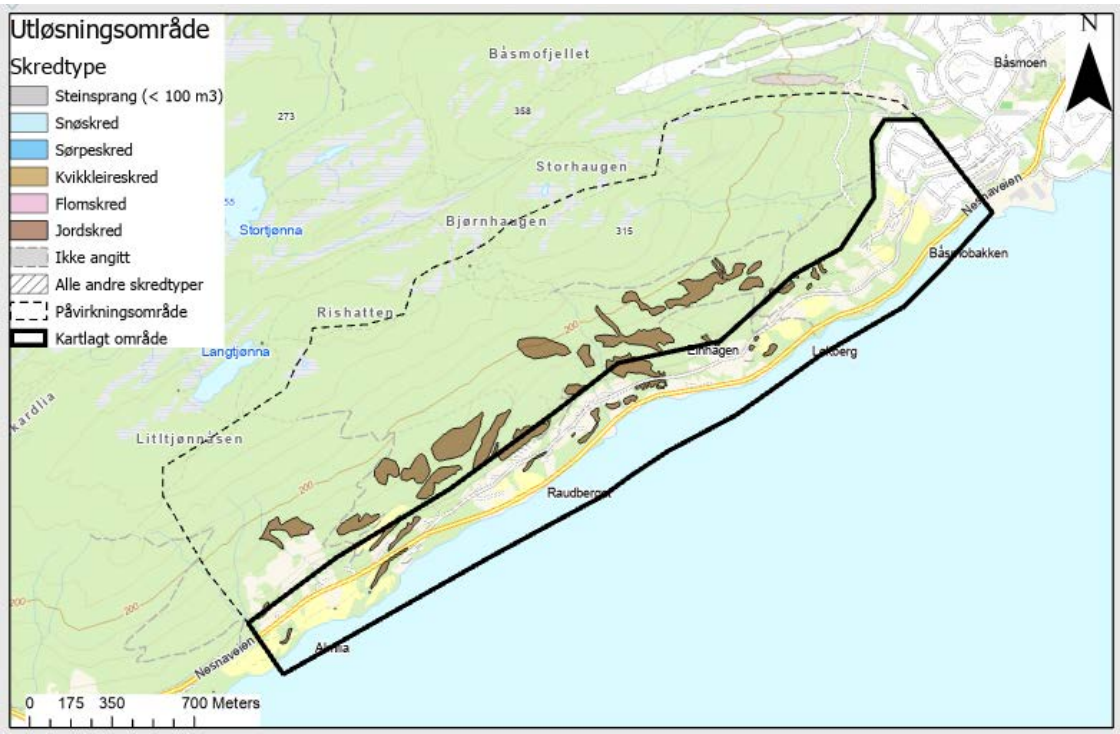
7.3.2.1 Er snøskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Terrengforholdene ligger ikke til rette for utløsning av snøskred. I tillegg er det tett skog som vil forankre snødekket. Mindre utglidninger av våtsnø med svært begrenset rekkevidde kan forekomme, men de påvirker ikke skredfaren i kartleggingsområdet.

7.3.3 Jordskred

7.3.3.1 Er jordskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Ut ifra detaljert terrengmodell er det identifisert potensielle utløsningsområder for jordskred dvs. områder som har løsmasser og er brattere enn 20°. Størst sannsynlighet for utløsning er knyttet til forsenkninger der det samler seg mest vann, og vi har i tillegg benyttet Flowacc beskrevet i Vedlegg B som grunnlag for å angi de mest sannsynlige løsneområder (Figur 7-10).



Figur 7-10 Mest sannsynlige løsneområder for jordskred.

7.3.3.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Ut ifra observasjoner, tolkning av skyggekart og skredhendelser anser vi faren for jordskred i skråningen ovenfor kartleggingsområdet til å være liten. Mindre lokale utglidninger kan trolig forekomme hyppigere enn hvert 1000. år, men større utglidinger med lang er vurdert å ha lavere årlig sannsynlighet enn 1/5000.

Nede i kartleggingsområdet er det kjente hendelser, men vi kunne ikke observere tydelige tegn på ustabile skråninger. Heller ikke skyggekart gir klare indikasjoner på større utglidninger. Det er svært utfordrende å vurdere stabiliteten av jordskråninger uten kjennskap til grunnforholdene. I marine avsetninger skal det som hovedregel alltid gjennomføres geotekniske undersøkelser i forkant av terrenginngrep. Vi har benyttet følgende grunnlag for vurderinger av løsnesannsynlighet i denne rapporten:

Beskrivelse	**Årlig løsne-sannsynlighet**
Skråninger lavere enn 10 m er ikke antatt å kunne gi opphav til skred mede stor nok intensitet til å skade bygninger	< 1/5000
Skråninger brattere enn 30° i tilknytning til raviner med mulighet for ansamling av tennende vann med erosjonspotensial	>1/1000
Skråninger 20-30° uten spesielle terrengformer	1/1000-1/5000

7.3.3.3 Utredning av utløp

Utløpsberegninger ved bruk av modeller anses lite hensiktsmessig fordi skråningene har lav fallhøyde og det kun er fare for grunne utglidninger. Basert på erfaring har vi antatt at eventuelle utglidninger vil nå ned til skråningsfoten der terrenghelningen blir lavere enn 10°.

7.3.3.4 Når jordskred inn i kartleggingsområdet?

Faresonen 1/1000 går inn i kartleggingsområdet i tilknytning til de dypeste ravinedalene der det kommer ned bekker. Det samme gjelder de høyeste og bratteste skråningene. For øvrig er de bratte jordskråningene med høyde over 10 m definert faresone 1/5000.

7.3.4 Flomskred

7.3.4.1 Er flomskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Det renner flere bekker i skråningen ovenfor og gjennom kartleggingsområdet som kan være potensielle løsneområder for flomskred. Det går flere skogsveier i skråningen ovenfor kartleggingsområdet som vil påvirke det naturlige dreneringsmønsteret og som kan ha ført til økt fare for flomskred.

7.3.4.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Ut ifra observasjoner gjort under befaringen ble det ikke funnet bekkeløp med aktiv erosjon eller avsetningsformer etter flomskred. De fleste bekkeløpene var tørre under befaringen, og nedbørfeltene for hver enkelt bekk er begrenset. Det er vanskelig å angi

løsneområder eksakt, men vi har angitt mulige løsneområder langs de største bekkeløpene med størst nedbørfelt. På bakgrunn av observasjoner, hendelser og terrenganalyser antar vi at løsnesannsynligheten er av størrelsesorden 1/100.

7.3.4.3 Utredning av utløp

Vi vurderer at sørpeskred er dimensjonerende faretype langs de samme bekkeløpene som er utsatt for flomskred. Vi har derfor gjennomført modellering for sørpeskred.

Basert på terrengobservasjoner synes det ikke være fare for flomskred som involverer store volum. Erfaringsmessig vil denne typen flomskred avsette massene når terrenget flater ut, typisk ved terrenghelning rundt 10°.

7.3.4.4 Når flomskred inn i kartleggingsområdet?

Vi vurderer at flomskred med årlig sannsynlighet 1/1000 kan gå inn i kartleggingsområdet i tilknytning til bekker som har størst vannføring med bratte ravinedaler.

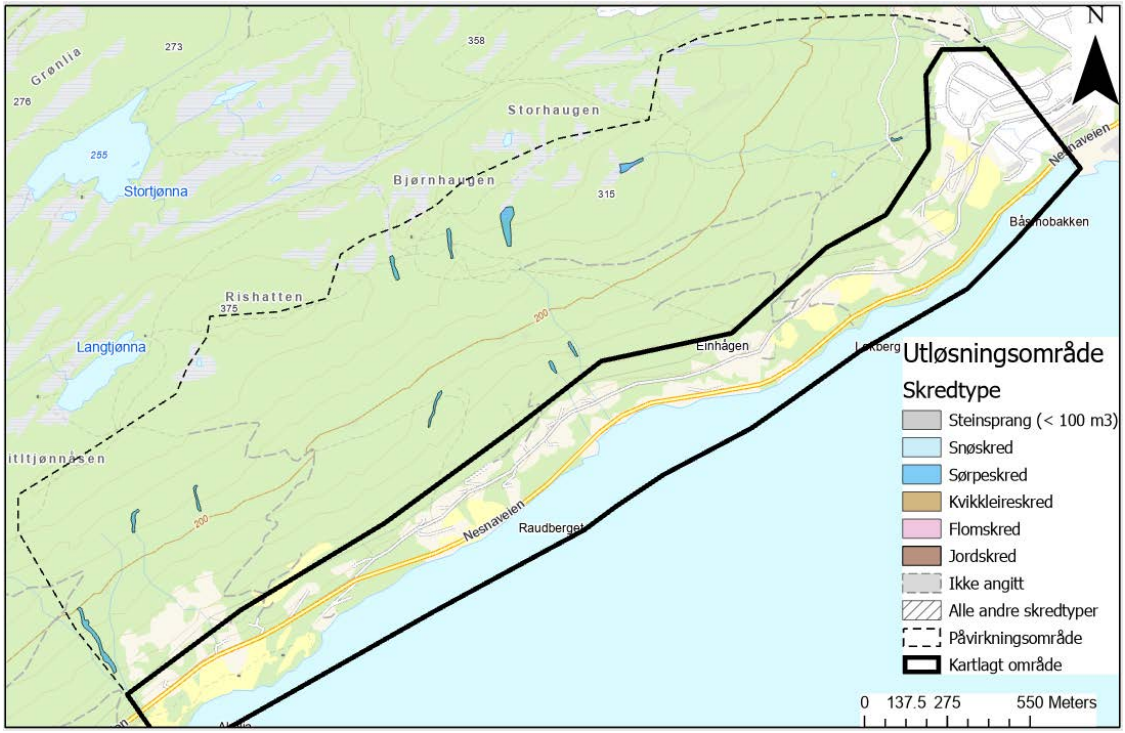
7.3.5 Sørpeskred

7.3.5.1 Er sørpeskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Sørpeskred anses å være en aktuell prosess i forbindelse med de største bekkeløpene i påvirkningsområdet. Det går flere skogsveier i skråningen ovenfor kartleggingsområdet som vil påvirke det naturlige dreneringsmønsteret og som kan ha ført til økt fare for sørpeskred.

7.3.5.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Vi vurderer at bekkeløpene som er usatt for flomskred også er utsatt for sørpeskred. Vi finner ingen spor etter større hendelser på flyfoto og skyggekart, så vi antar at store hendelser er sjelden. De klimatiske forholdene ligger til rette for store snøfall etterfulgt av mildvær og regn, og alle forsenkninger med ansamling av overflateavrenning kan være potensielle løsneområder. Slike værsituasjoner kan skje flere ganger hver vinter, men snødekkets styrke vil være avgjørende for hvorvidt det blir utløst store sørpeskred. Hendelsen 8. januar 1964 i den nasjonale skredatabasen tolker vi mest sannsynlig er sørpeskred. Vi antar at det kan bli utløst mindre sørpeskred langs disse løpene rundt hvert 10-100. år, mens større hendelser typisk skjer oftere enn hvert 100-1000. år.



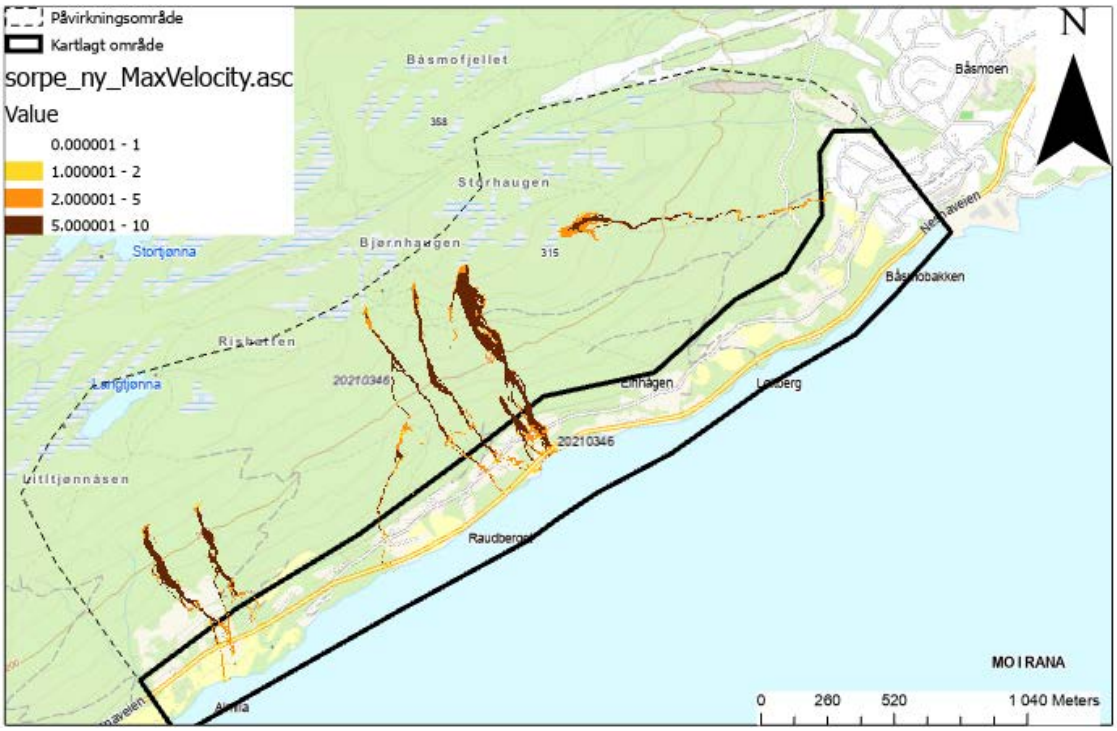
Figur 7-11 Mest sannsynlige løsneområder for sørpeskred.

7.3.5.3 Utredning av utløp

Vi har gjennomført simuleringer av sørpeskred langs de største bekkeløpene ved hjelp av RAMMS-DF tilpasset sørpeskred (Figur 7-12). Vi har gjort simuleringer med flere sett input verdier.

Typiske verdier for simuleringene er:

- my = 0,05
- ksi = 600
- Tetthet = 900
- Bruddhøyde 1 m



Figur 7-12 Eksempler på simulering av sørpeskred.

Simuleringene indikerer at skredmasser kan følge bekkeløpene gjennom bebyggelsen.

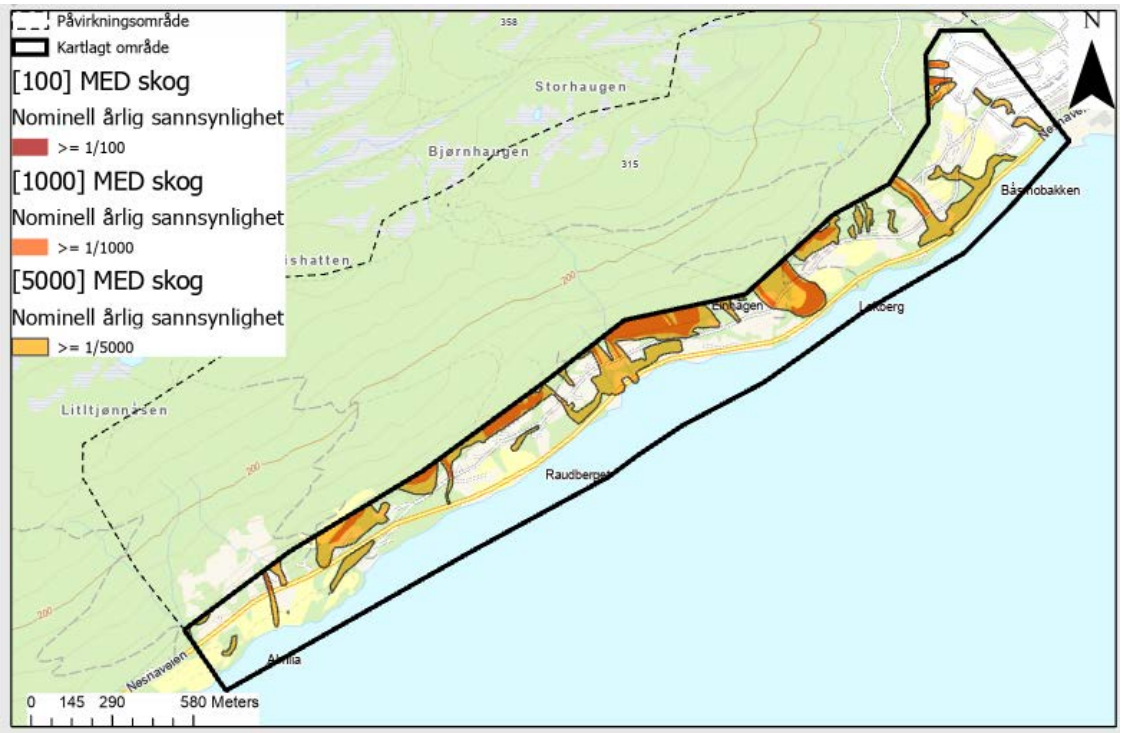
7.3.5.4 Når sørpeskred inn i kartleggingsområdet?

Sørpeskred med årlig sannsynlighet 1/1000 vurderes å kunne nå inn kartleggingsområdet langs de største bekkeløpene, og modeller og hendelser indikerer at skredmassene kan følge ravinedaler ned mot fjorden.

7.4 Hva er den samlede skredfaren?

Sørpe- og flomskred anses å være dimensjonerende faretype langs de største bekkeløpene. Faresonenes utstrekning er vurdert ut fra observasjoner fra befaringen, hendelser, modellbruk og faglig skjønn. Faresone 1/1000 kommer inn kartleggingsområdet (Figur 7-13)

I tillegg vil jordskred være dimensjonerende skredtype i tilknytning til bratte ravineskråninger nede i kartleggingsområdet, og noen av de høyeste skråningene har faresoner 1/1000.



Figur 7-13 Faresonekart.

Det ligger 5 bygninger tilhørende sikkerhetsklasse S2 innenfor faresone 1/1000.

7.5 Skog med betydning for skredfaren

Skogen dekker store deler av fjellsidene ovenfor kartleggingsområdet. Store skogdekte arealer har terrenghelning >30°, og vi har angitt potensielle løsneområder for snøskred dersom skogen fjernes på kart i Vedlegg 5H. Det finnes flere eksempler på at fjerning av skog har ført til utløsning av skred.

I tillegg vil skogen redusere muligheten for medriving av skredmasser nedover i skråningen. Den vil også ha en forankringseffekt på løsmassedekket og vil også bremse skred i bevegelse.

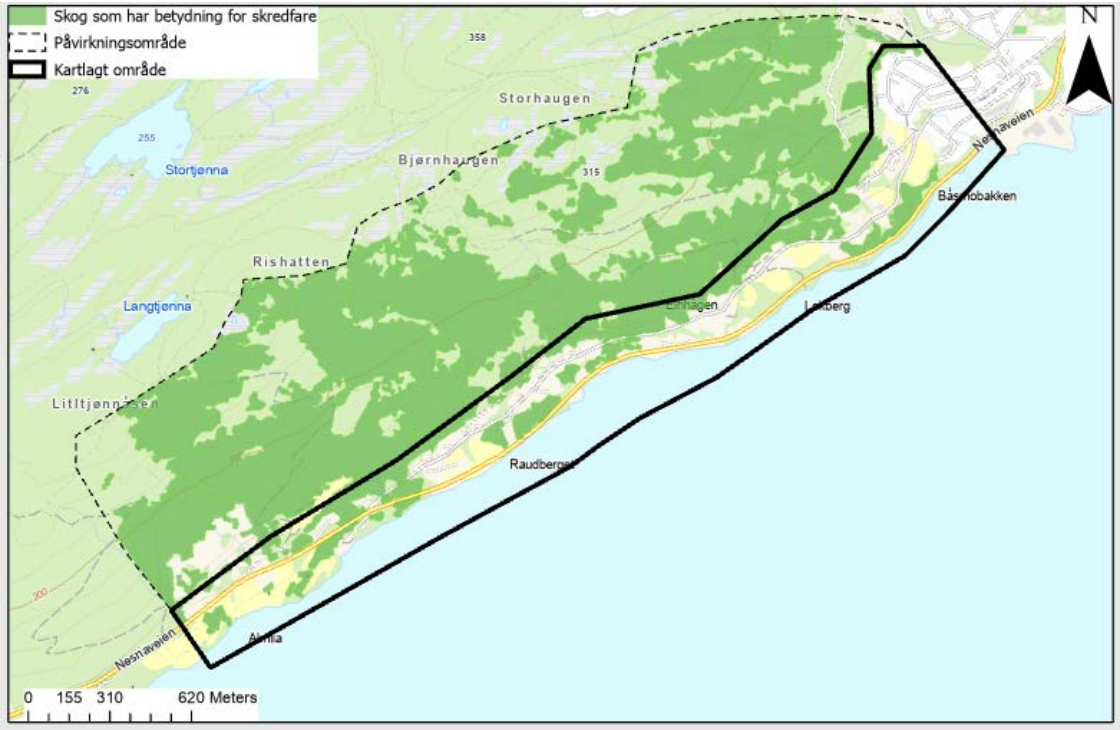
Generelt antar vi at skogen å ha stor betydning for utstrekningen av faresonene innenfor kartleggingsområdet

Vi har angitt skog som er vurdert å ha betydning for skredfaren på Figur 7-14. Vi har benyttet data fra SR16 til å beregne skogpolygoner, og disse er justert knyttet til observasjoner gjort under befaringen, bilder og flyfoto. Betydningen vil være avhengig av hvor tett skogen står og hvilken type vegetasjon som er aktuell. Generelt vil barskog ha større verneverdi enn lauvskog. I det aktuelle området er det først og fremst snøskredfaren fra de høye skråningene ovenfor kartleggingsområdet som vil øke. For de

lave skråningene nede i kartleggingsområdet vil endringen i faresonene bare være marginal.

Faresoner uten skog er vist i Vedlegg 5F. Vurderingene av utløp er vurdert ut fra skogtype og tetthet på skogen samt terrenganalyse (alfa-beta modellen), se Vedlegg A.

Uttak av skog innenfor angitte polygoner bør gjennomføres kontrollert. Størrelsen og utformingen av hogstflater vil være avgjørende for i hvilken grad skredfaren endres.



Figur 7-14 Skog med betydning for skredfaren.

7.6 Stedsspesifikk usikkerhet

Det er stor usikkerhet knyttet til å lokalisere og kvantifisere faren for jordskred, og avgrensningen av faresoner må derfor i stor grad baseres på faglig skjønn. For nærmere vurdering av jordskredfaren må det gjennomføres geotekniske beregninger basert på prøvetaking eller grunnboring. Marin grense i området ligger rundt kote 30, og i de marine avsetningene nede i kartleggingsområdet må det tas høyde for mulig blør leire og kvikkleire ved eventuelle inngrep.

I tillegg er det krevende nøyaktig å angi løsneområder for sørpeskred og flomskred ettersom det kan være litt tilfeldig akkurat hvor slike skred starter langs et bekkeløp.

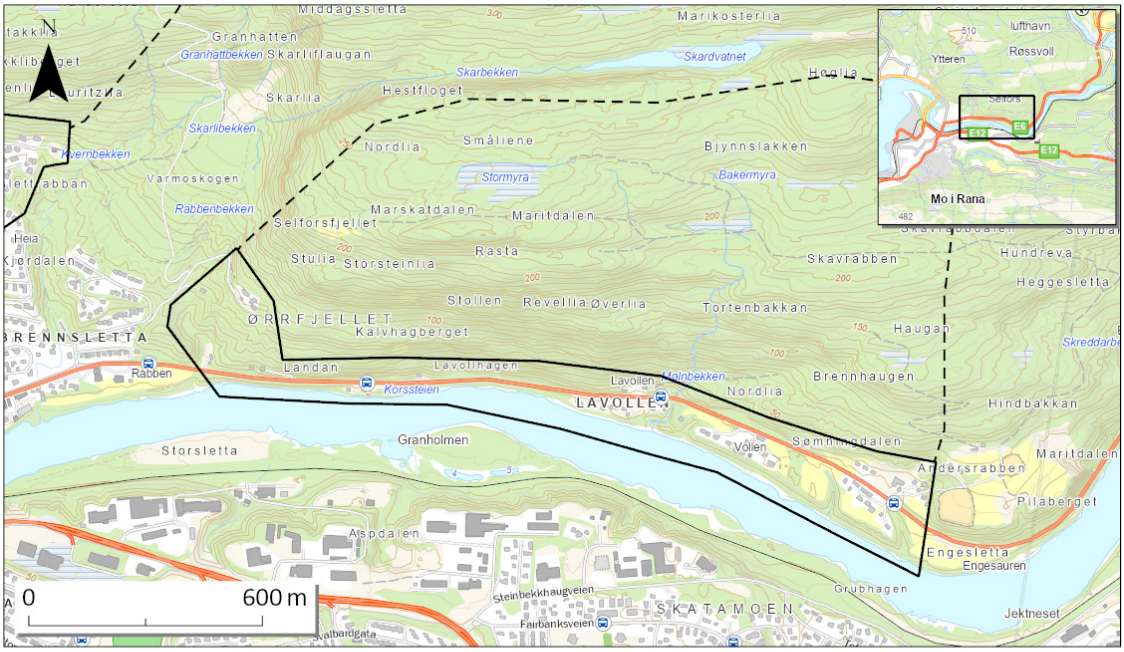
Angivelse av skogpolygoner som antas å ha betydning for skredfaren vil også være forbundet med usikkerhet. Den relative betydningen av skogen vil variere.

8 Delområde 6 – Lavollen

8.1 Områdebeskrivelse

Planområdet er ca. 2 km langt og ligger på nordsiden av Ranelva i en sørvendt fjellside som ender opp mot en rygg 266 moh. (Figur 8-1 og Figur 8-2).

Fjellsiden er bratt med enkelte mindre skrentområder og den er dekket av relativt tett skog. Den største bekken Mølnbekken kommer ned sentralt i området ved Lavollen.

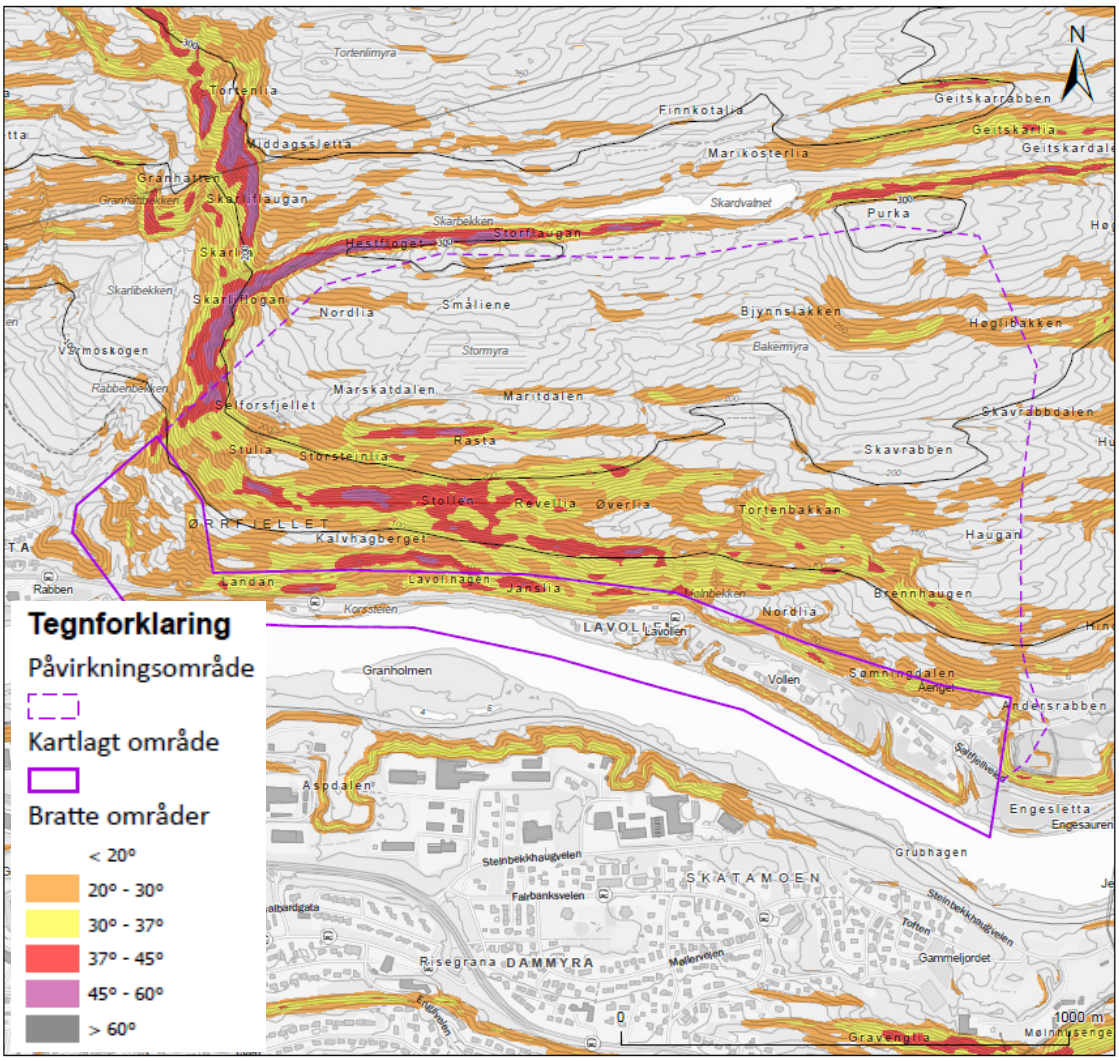


Figur 8-1 Oversikt over kartleggingsområdet med påvirkningsområde.

Figur 8-2: Oversiktsfoto fra vest (øverst) mot øst (nederst).

8.1.1 Topografi og grunnforhold

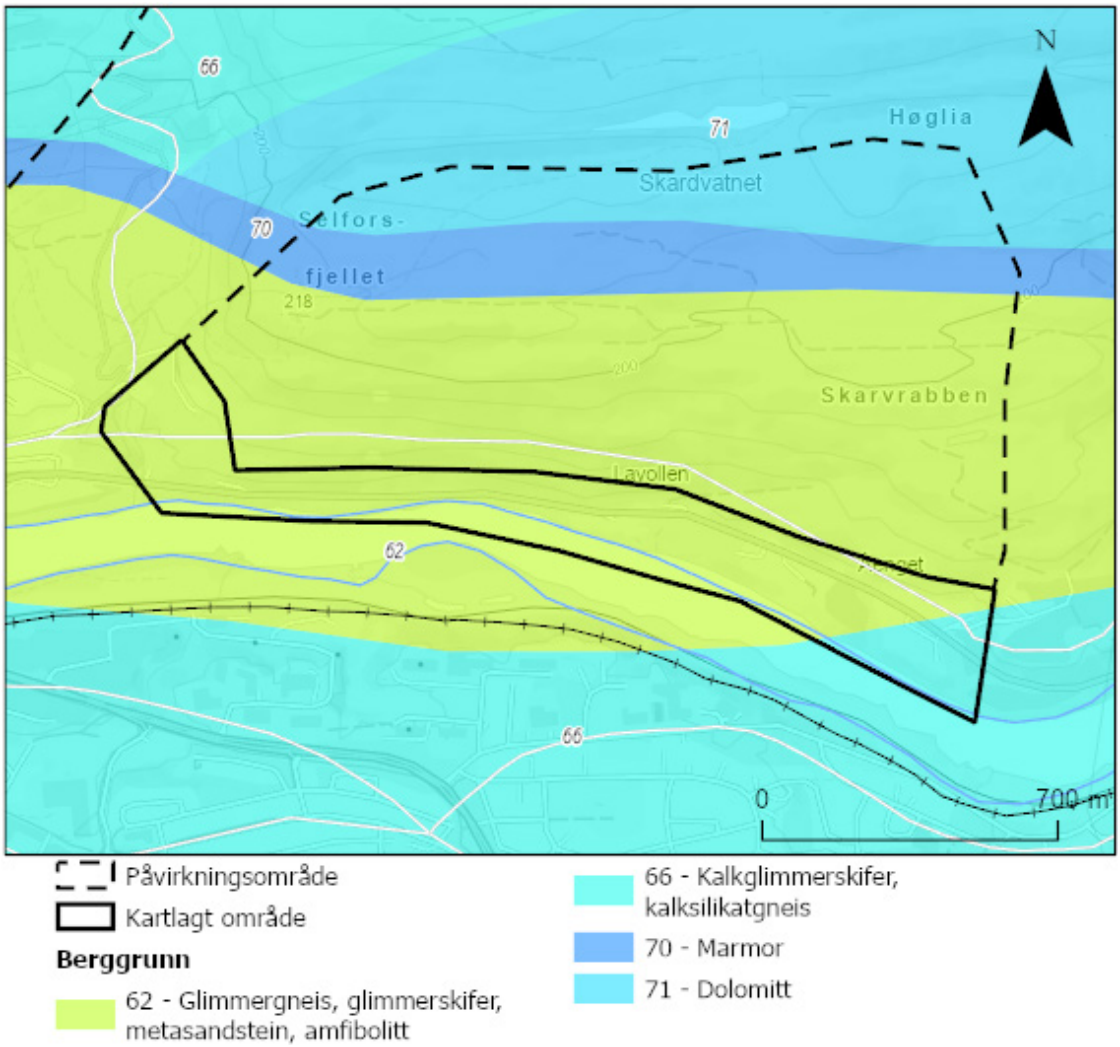
Figur 8-3 viser terrenghellingskart for det kartlagte området med tilhørende påvirknings-område. De bratte områdene >30º dekker store deler av de sentrale delene av fjellsiden. Enkelte mindre skrentområder kan være potensielle løsneområder for blokkutfall. Under befaringen ble det observert en bekk med erosjonspotensiale kalt Mølnbekken som kommer ned mot gården Lavollen.



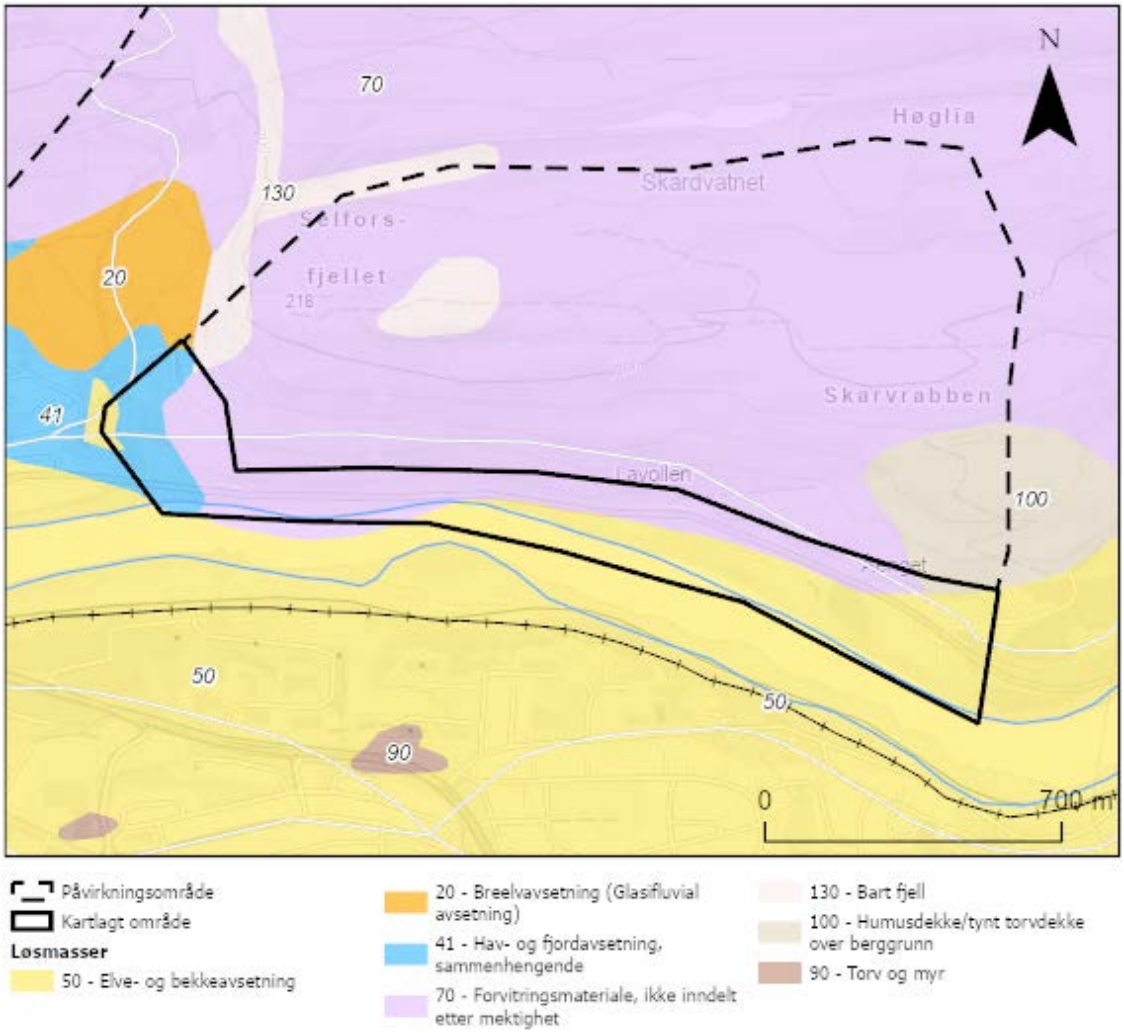
Figur 8-3 Helningskart (1x1 m terrengmodell).

Bergrunnskart fra NGU (ngu.no) viser at største delen av fjellsiden består av glimmer-stein, glimmerskifer og amfibolitt (Figur 8-4). Hovedinntrykket fra befaringen er at berggrunnen virker relativt stabil med få spor etter utfall, men lokalt ble det funnet ustabile bergpartier med mulighet for utfall.

Løsmassedekket er dominert av forvitringsmateriale, og under hovedinntrykket fra befaringen var at løsmassedekket var tynt, bortsett fra helt i vest der det er tykkere marine avsetninger (Figur 8-5).



Figur 8-4 Geologisk kart (NGU).



Figur 8-5 Løsmassekart (NGU).

Det ligger 3 bygninger tilhørende sikkerhetsklasse S2 innenfor faresone 1/100 og 15 bygninger innenfor 1/1000.

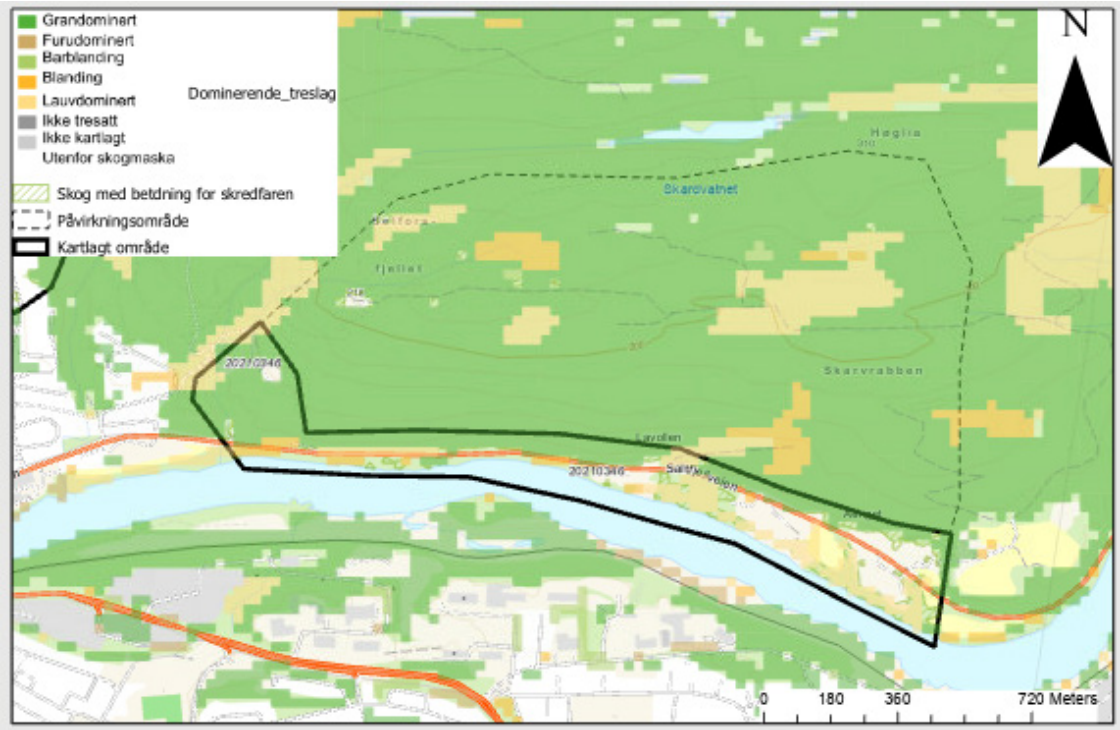
8.2 Grunnlagsmateriale

8.2.1 Skog

Flyfoto og dronebilder er brukt som hjelpemiddel for å kartlegge terreng- og vegetasjonsforholdene i de øvre delene av fjellsiden, da befaring til fots kun er utført for de nedre deler av fjellsiden. I tillegg er Lidar-baserte skogsdata fra NIBIO med 16x16 m oppløsning (SR16-datasettet) benyttet for informasjon om høyde, diameter, tetthet og alder på skogen, skogsvolum over og under bakkeoverflaten, samt kronedekning.

Skogen dekker stort sett hele fjellsiden, men i enkelte mindre områder er det lavere skogtetthet, og det er også et lokalt område med hogst. Hovedsakelig er det granskog

med mindre områder med løvskog (Figur 8-6). Skogen vil for en stor del hindre utløsning av snøskred.



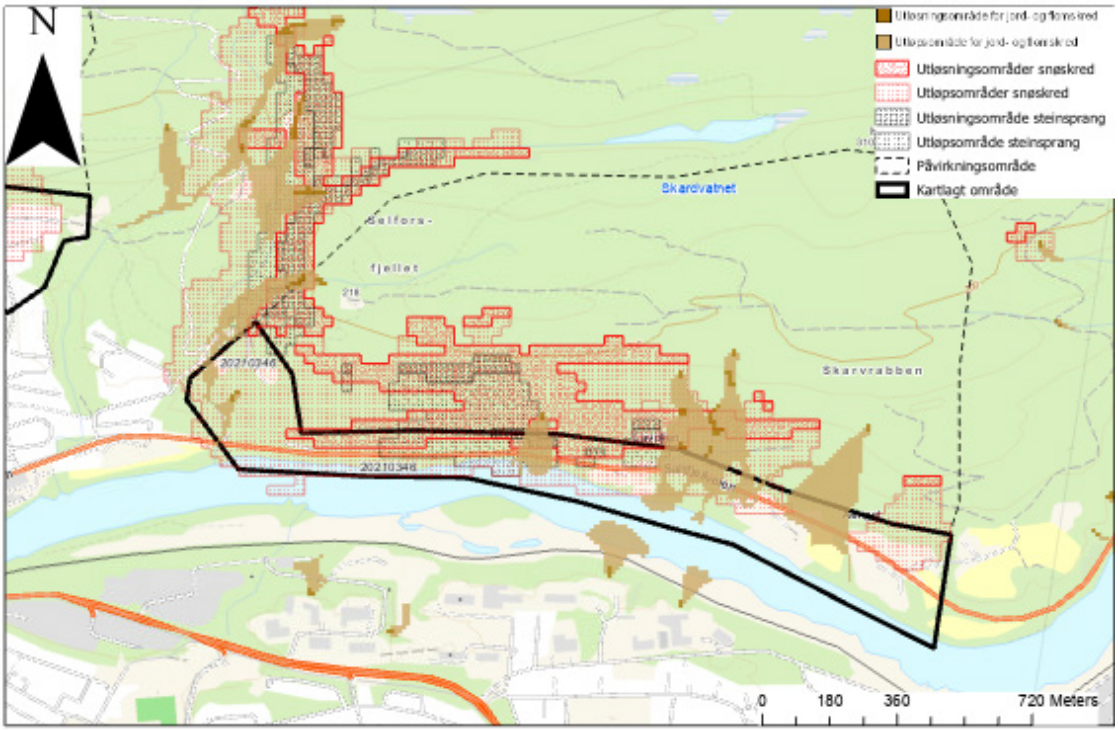
Figur 8-6 Dominerende treslag (SAT-SKOG).

Ifølge SAT-SKOG data fra NIBIO er det for det meste eldre skog med alder over 40 år.

8.2.2 Tidligere utredninger / kartlegginger i området

NGI kjenner ikke til tidligere utredninger av skredfare i området.

Den nasjonale kartleggingen av aktsomhetssoner (NVE) viser at store deler av kartleggingsområdet ligger innenfor aktsomhetssonen for snøskred og mindre deler også for steinsprang samt jord- og flomskred (Figur 8-7).



Figur 8-7 Aktsomhetssoner (NVE).

8.2.3 Historiske skredhendelser

Steinsprang og steinskred:

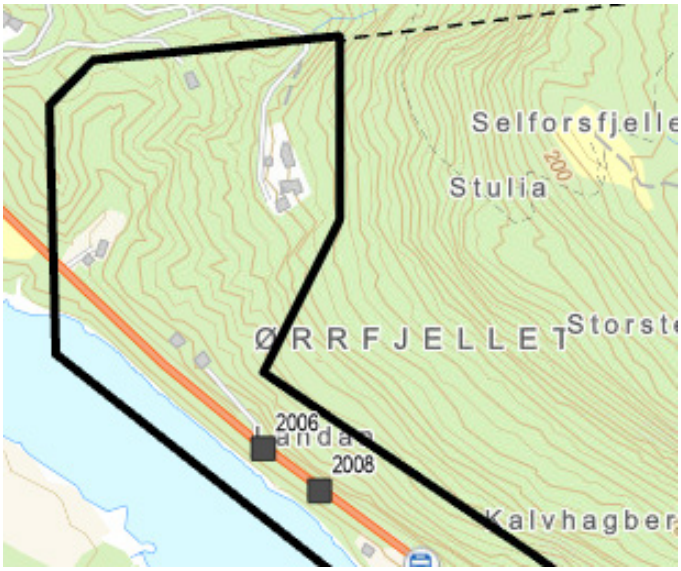
Det er observerte to steinspranghendelser mot Saltfjellsveien i den nasjonale skred-databasen:

- 17.10.2006
- 13.06.2008

Det er ingen detaljerte opplysninger om hendelsene, men det kommer ned noen bratte sva i området som synes å ligge til rette for utfall. (Figur 8-9).

Jordskred:

Mindre lokale utglidninger ble observert i ravine nede ved Ranelva.



Figur 8-8 To steinsprang har kommet ned til veien vest i kartleggingsområdet.

Figur 8-9 Antatt utfallssted for steinsprang som har ned til veien.

8.2.4 Eksisterende sikringstiltak

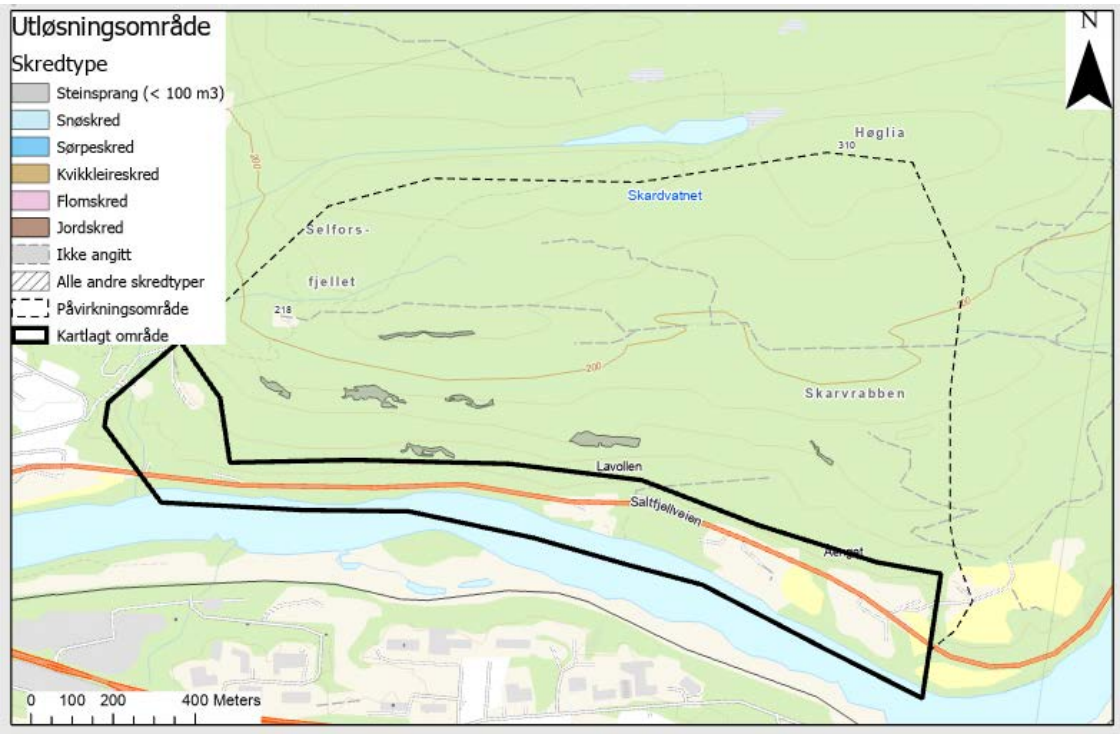
NGI kjenner ikke til at det er bygd sikringstiltak mot skred i området.

8.3 Skredfareutredning per skredtype

8.3.1 Steinsprang

8.3.1.1 Er steinsprang aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Ut ifra detaljert terrengmodell er det identifisert potensielle utløsningsområder for steinskred innenfor påvirkningsområdet, det vil si områder som er brattere enn 60° i 1x1 m terrengmodell (Figur 8-10).



Figur 8-10 Løsneområder for steinsprang basert på terrengmodell 1x1 m.

8.3.1.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Inntrykket fra befaringen var at skrentområdene opp i skråningen var relativt stabil med nær horisontal lagdeling (Figur 8-11). Det ble ikke observert ferske utfall som hadde rullet ned mot kartleggingsområdet. Vi vil anslå at det er lav løsnesannsynlighet, typisk sjeldnere enn 1000 år, bortsett fra en lokal skrent nede ved veien.

Figur 8-11 Eksempel på stabil skrent lengst vest i området.

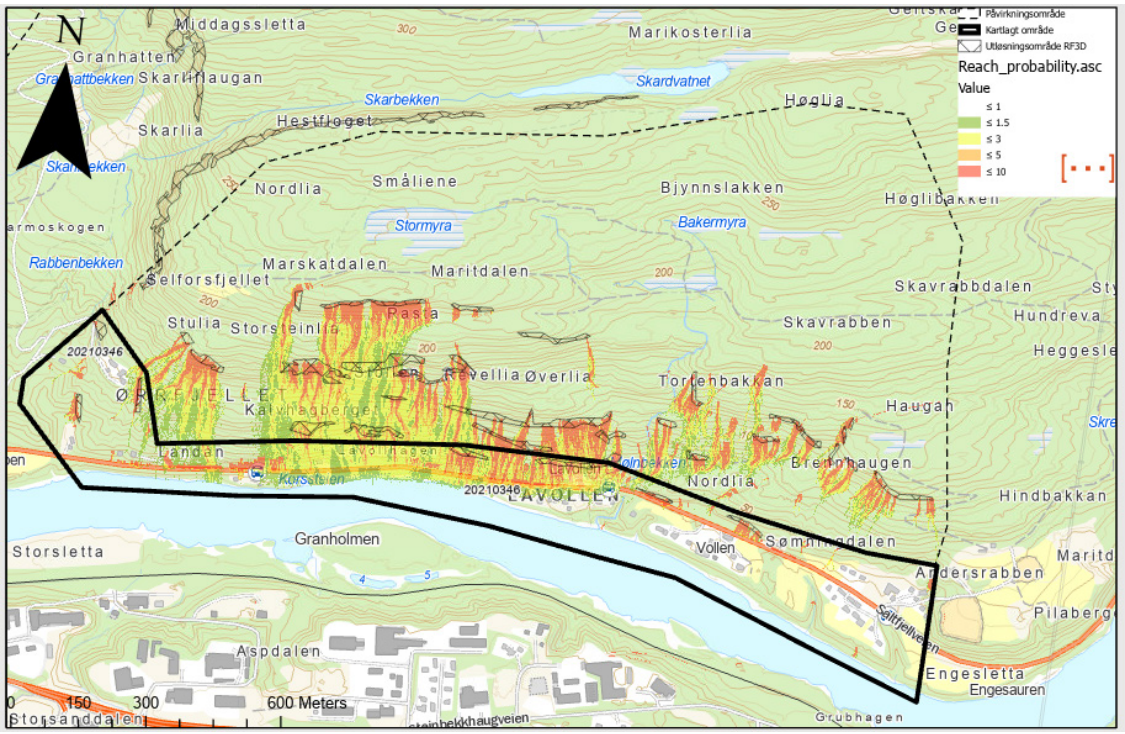
8.3.1.3 Utredning av utløp

Vi har simulert utfall ved hjelp av RockyFor3D (terrengoppløsning 1x1 m) med følgende input verdier:

Blokkvolum: 0,6-1,5 m^3
Antall utfall pr. celle: 100, totalt 709200
Initial fallhøyde 0 m

Simuleringene har ikke tatt hensyn til skog.

Simuleringene viser at eventuelle utløste blokker kan nå helt ned til veien i vestlige halvdel av kartleggingsområdet (Figur 8-12).



Figur 8-12 Simulering av steinsprang med RockyFor3D.

8.3.1.4 Når steinsprang inn i kartleggingsområdet?

Vi vurderer at steinsprang med nominell årlig sannsynlighet 1/100 kan nå ned til veien.

8.3.2 Snøskred

8.3.2.1 Er snøskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Med dagens tette vegetasjon vurderer vi at snøskred ikke er en relevant faretype for kartleggingsområdet.

8.3.3 Jordskred

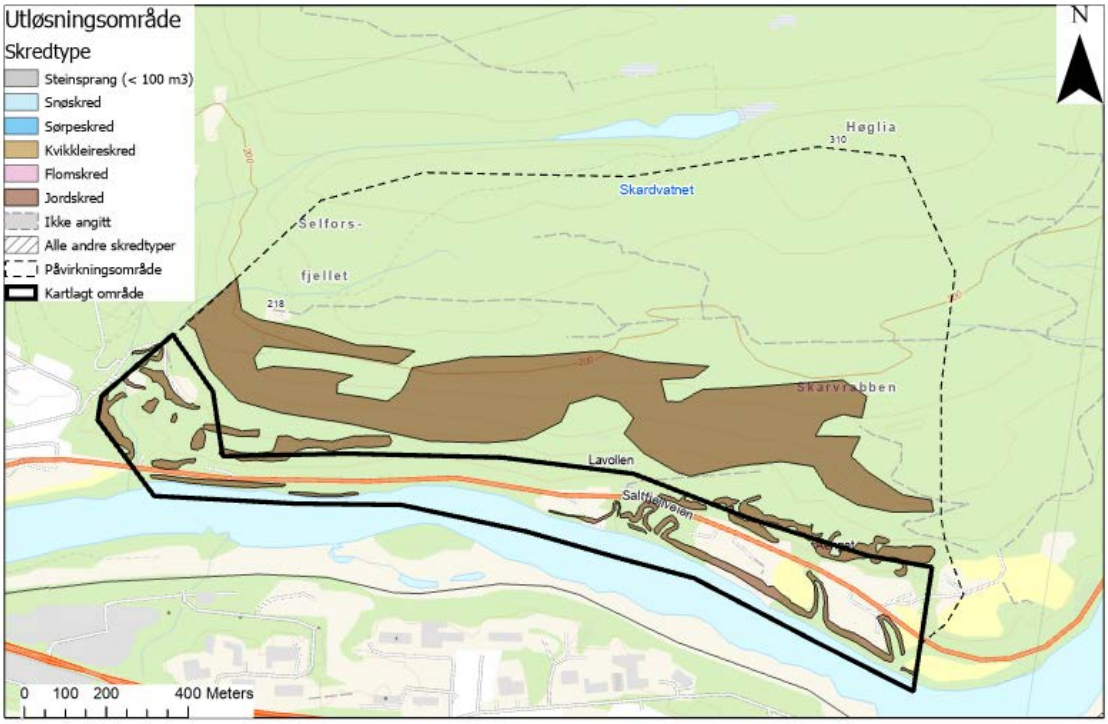
8.3.3.1 Er jordskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Ut ifra detaljert terrengmodell har store deler av skråningen ovenfor de sentrale delene av kartleggingsområdet kritisk helning (20-40°), og skråningen har løsmassedekke. Dette betyr at finnes potensielle utløsningsområder for jordskred. Størst sannsynlighet for utløsning er knyttet til forsenkninger der det samler seg mest vann, og vi har i tillegg benyttet Flowacc beskrevet i Vedlegg B som grunnlag for å angi de mest sannsynlige løsneområder.

Også lengst vest i området Brennsletta er det marine avsetninger med bratte jord-skråninger som kan være potensielle løsneområder.

8.3.3.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Løsneområder for jordskred kan bli utløst mer eller mindre tilfeldig i de bratte skråningene, uten at det er mulig å si akkurat hvor (Figur 8-13). Størst fare er knyttet til forsenkninger som samler mest vann. Under befaringen ble det ikke observert spor etter utglidninger, men vi har fått opplyst av en lokalkjent at det var kommet inn opplysninger om en lokal utglidning oppe i den bratte skråningen ovenfor Lavollhagen etter at NGI gjennomførte befaringen. Ingen hendelser er rapport i den nasjonale skreddatabasen. På bakgrunn av dette vurderer vi at løsnesannsynligheten er lav, anslagsvis rundt 1/100 pr. år.



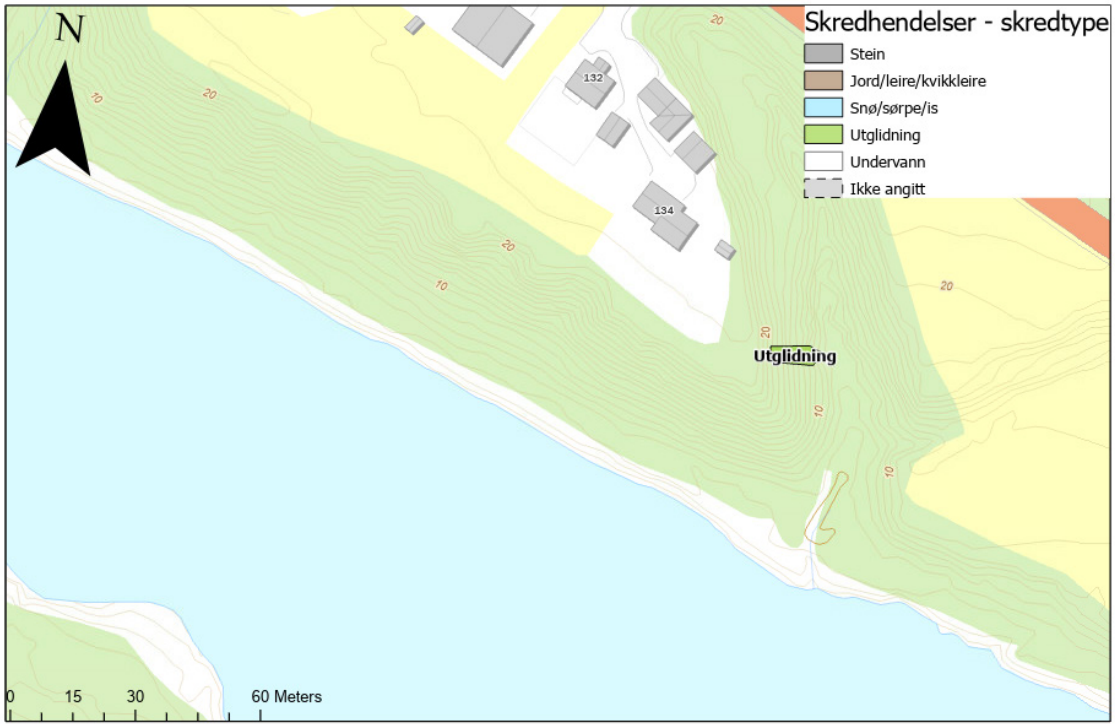
Figur 8-13 Mest sannsynlige løsneområder for jordskred angitt med gul farge.

Tynt løsmassedekke sammen med at vanntilførselen av vann er begrenset (lite oppstrøms areal for vanntilførsel), vurderer vi at eventuelle jordskred blir små i det bratte området ovenfor Lavollen.

Det er en bratt og ustabil skråning ned mot Ranelva ved Lavollen og Vollen som kan gi opphav til utløsing av utglidninger på grunn av at elva undergraver skråningen. Her ligger det også fire raviner med bratte skråninger som potensielt kan gli ut (Figur 8-14 og Figur 8-15). Vi vurderer at årlig sannsynlighet for utglidninger er lavere enn 1/100.

Lengst vest er det ravinerte marine avsetninger med brattkanter som har typisk høydeforskjell 5-15 m. Det er svært utfordrende å vurdere stabiliteten av jordskråninger uten kjennskap til grunnforholdene. I marine avsetninger skal det som hovedregel alltid gjennomføres geotekniske undersøkelser i forkant av terrenginngrep. Vi har benyttet følgende grunnlag for vurderinger av løsnesannsynlighet i denne rapporten:

Beskrivelse	Årlig løsne-sannsynlighet
Skråninger lavere enn 10 m er ikke antatt å kunne gi opphav til skred mede stor nok intensitet til å skade bygninger	< 1/5000
Skråninger brattere enn 30° i tilknytning til raviner med mulighet for ansamling av tennende vann med erosjonspotensial	>1/1000
Skråninger 20-30° uten spesielle terrengformer	1/1000-1/5000



Figur 8-14 Under befaringen ble det observert en mindre utglidning i ravine nede ved Ranelva.

Figur 8-15 Utglidning i ravineskråning.

8.3.3.3 Utredning av utløp

Utløpsberegninger ved bruk av modeller anses lite hensiktsmessig ettersom eventuelle utglidninger forventes å ha små volum. Der det er sammenhengende bratt kan jordskred potensielt nå helt ned til veien.

Heller ikke brattkantene i de marine avsetningene lengst vest er egnet for modellkjøring. Eventuelle utglidninger vil være små og den lave høydeforskjellen vil bidra til at skredmasser raskt vil bremse opp i flatere terreng.

8.3.3.4 Når jordskred inn i kartleggingsområdet?

I den bratte skråningen ovenfor veien i vestlige del av kartleggingsområdet antar vi at jordskred med årlig sannsynlighet 1/100 kan nå ned til veien. Fra de høye og bratte ravineskråningene innenfor kartleggingsområdet vurderes det å kunne løsne skred med årlig sannsynlighet rundt 1/1000.

8.3.4 Flomskred

8.3.4.1 Er flomskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Det renner en bekk (Mølnbekken) som vurderes ha stor nok vannføring til å kunne rive med seg løsmasser i flomsituasjoner.

Figur 8-16 Mølnbekken renner for en stor del på berg.

8.3.4.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Langs mindre strekninger langs Mølnbekken ligger det materiale som kan rives med under flommer, men massetilgangen er begrenset. Helningsforholdene tilsier at det kun er strekningen nedenfor kote 175 som kan gi opphav til massetransport som har mulighet til å nå ned til kartleggingsområdet, fordi løpet passere utflatinger med masseavlagring høyere opp.

Vi anser at nedbørfeltene for de mindre vannsigene er for små til å gi opphav til flomskred.

Ettersom det ikke er kjente hendelser eller terrengformer som indikerer masseavlagring i foten av skråningen anser vi at den årlige sannsynlighet for flomskred er lav, anslagsvis mindre enn 1/100.

8.3.4.3 Utredning av utløp

På grunn av begrenset mulighet for erosjon anser vi sørpeskred å være dimensjonerende skredtype i Mølnbekken, og vi har derfor ikke gjennomført modellberegninger av flomskred.

8.3.4.4 Når flomskred inn i kartleggingsområdet?

Mindre flomskred kan komme ned det bratte løpet nå inn i kartleggingsområdet langs Mølnbekken med årlig sannsynlighet rundt 1/100.

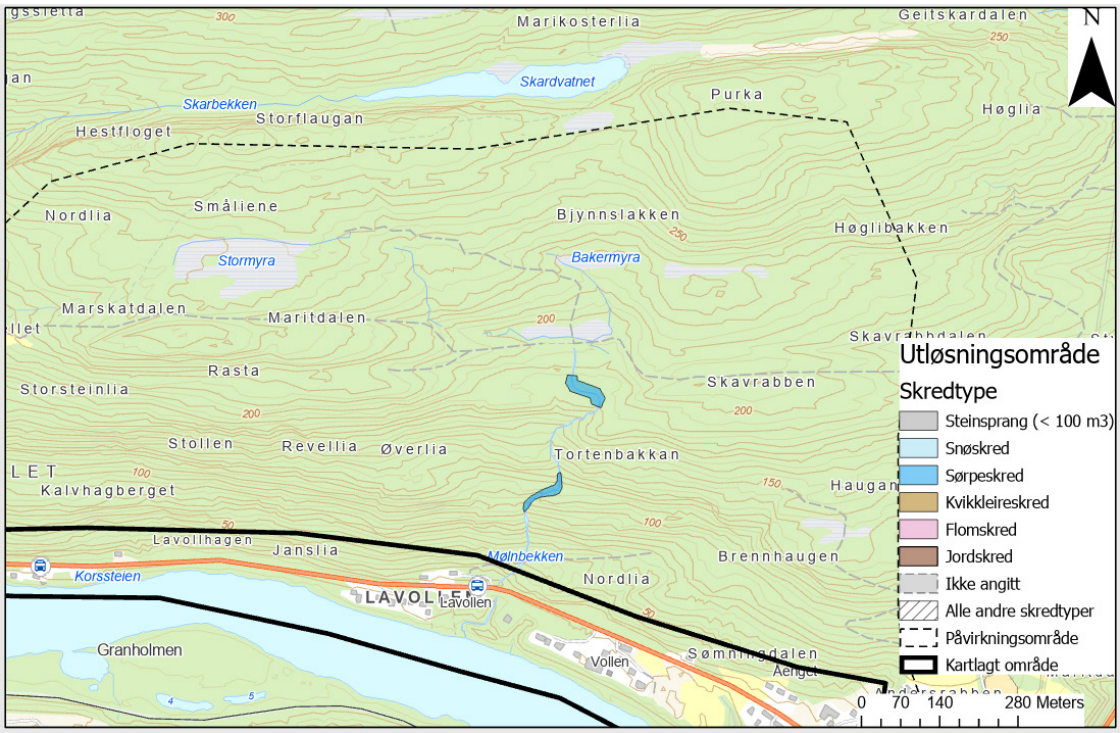
8.3.5 Sørpeskred

8.3.5.1 Er sørpeskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Mølnbekken kan ha stor vannføring at den kan rive med seg snø og is som ligger langs løpet.

8.3.5.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

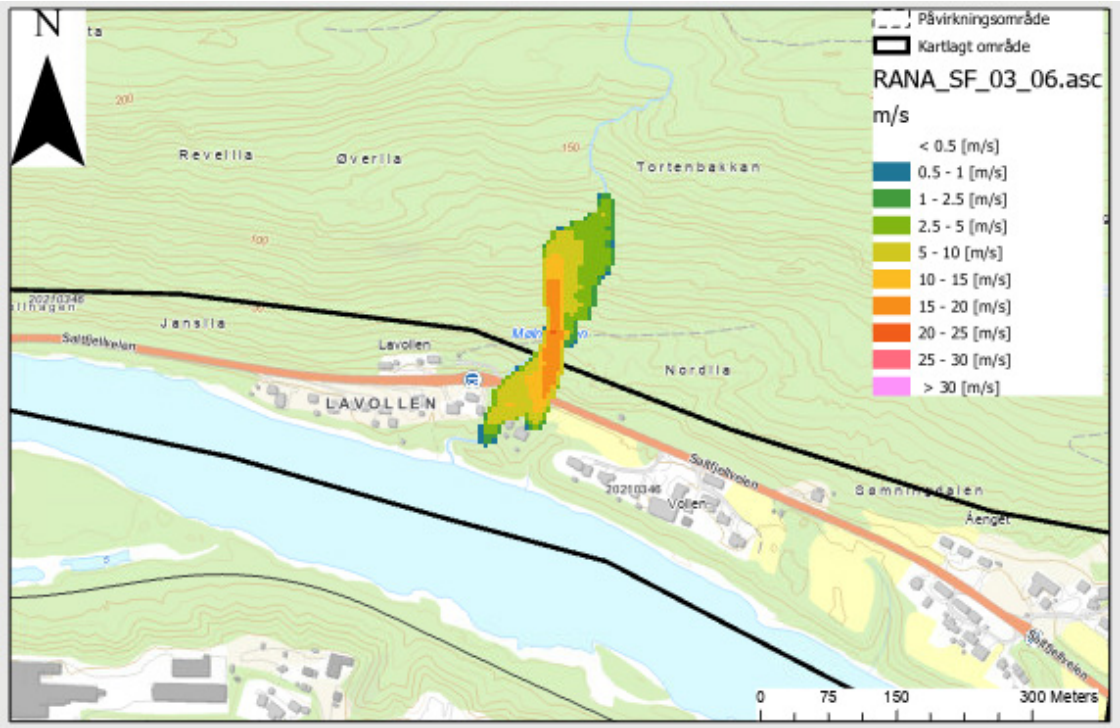
Sørpeskred kan i prinsippet bli utløst langs hele bekkestrengen, men størst fare for store skred er utflatinger der større deler av snødekket kan vannmettes. Vi har angitt to sannsynlige utløsningspunkt langs bekken (Figur 8-17).



Figur 8-17 To sannsynlige løsneområder for sørpeskred i Mølnbekken.

8.3.5.3 Utredning av utløp

Vi har gjennomført simuleringer av sørpeskred som blir utløst fra to mulige løsneområder langs Mølnbekken (Figur 8-18). Vi har gjort simuleringer som inkluderer medriving av snø i skredbanen. Det er kun det nederste løsneområdet som kan gi opphav til sørpeskred inn i kartleggingsområdet.



Figur 8-18 Simulering av sørpeskred med SAMOS-AT.

Simuleringen antyder at skredmasser kan passere veien å gå ned i ravinelandskapet.

8.3.5.4 Når sørpeskred inn i kartleggingsområdet?

Sørpeskred kan nå kartleggingsområdet langs Mølnbekken. Ettersom det ikke er registrerte hendelser antar vi den årlige sannsynligheten for at skred når kartleggingsområdet er av størrelsesorden 1/100.

8.4 Hva er den samlede skredfaren?

Potensielle faretyper i kartleggingsområdet er steinsprang, flomskred, sørpeskred og jordskred.

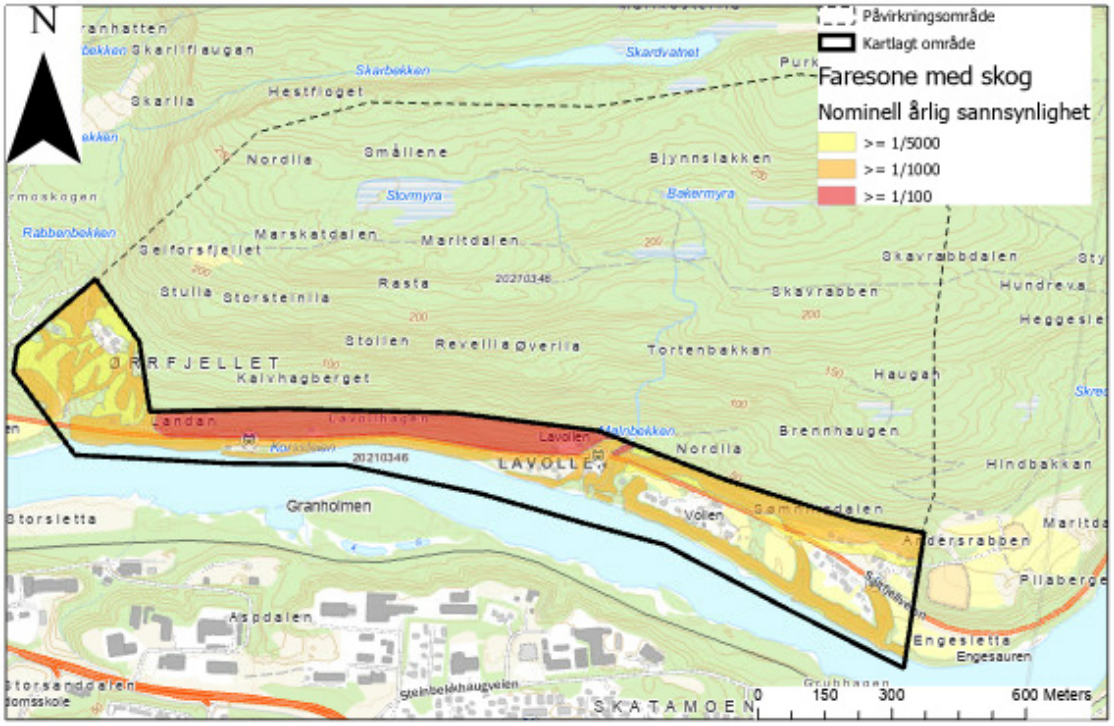
Sørpeskred og flomskred kan komme ned Mølnbekken, og her vil faresonen 1/100 nå ned til veien der et sedimentasjonsbasseng antas å fange opp skredmassene.

For øvrig er jordskred vil være dimensjonerende faretype, og i den bratte skråningen ovenfor Lavollen kan mindre overflateutglidninger nå ned til veien, og faresonene 1/100 er lagt ned til veien.

I tillegg er det faresone 1/1000 i de bratte løsmasseskråningene og ravinene ned mot Ranelva med mulighet for grunne utglidninger.

I det ravinerte landskapet ved Brennslett med mulighet for jordskred er det faresoner 1/1000 i tilknytning til de bratteste dele av ravinene.

Det ligger 3 bygninger tilhørende sikkerhetsklasse S2 innenfor faresonen 1/1000 (Figur 8-19).



Figur 8-19 Faresonekart.

8.5 Skog med betydning for skredfaren

Skogen dekker store deler av fjellsidene ovenfor kartleggingsområdet. Store skogdekte arealer har terrenghelning >30°, og vi har angitt potensielle løsneområder for snøskred dersom skogen fjernes på kart i Vedlegg 6H. Det finnes flere eksempler på at fjerning av skog har ført til utløsning av skred.

I tillegg vil skogen redusere muligheten for medriving av skredmasser nedover i skråningen. Den vil også ha en forankringseffekt på løsmassedekket og vil også bremse skred i bevegelse.

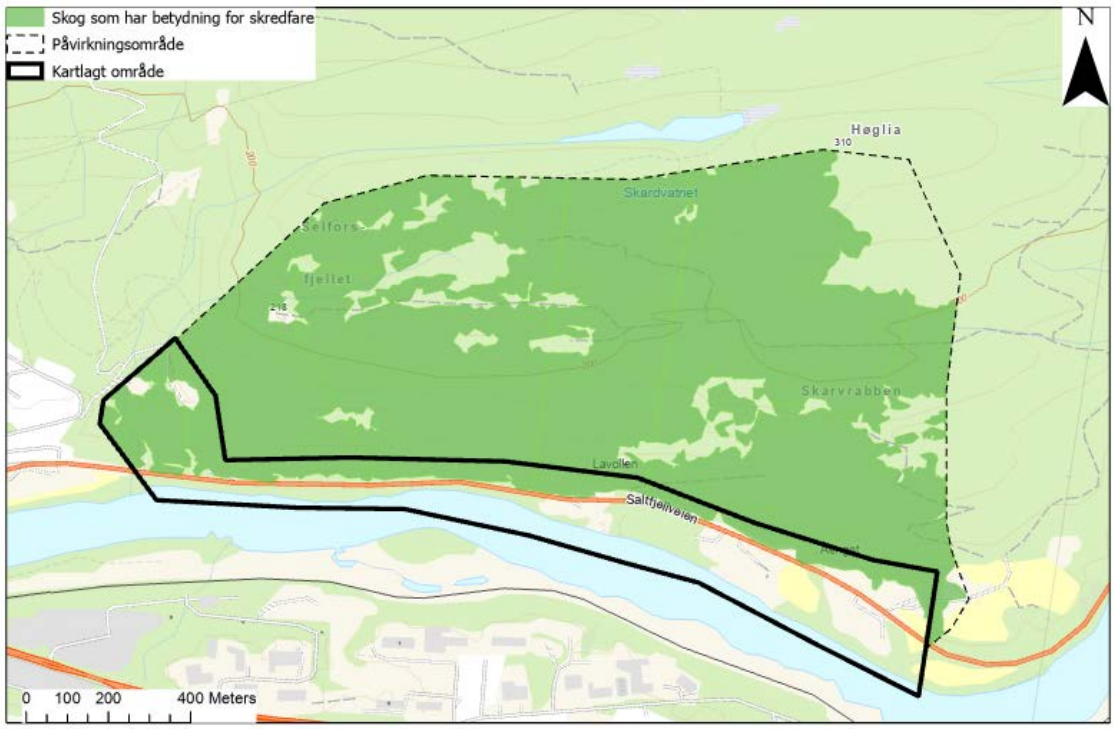
Generelt antar vi at skogen å ha stor betydning for utstrekningen av faresonene innenfor kartleggingsområdet

Vi har angitt skog som er vurdert å ha betydning for skredfaren på Figur 8-20. Vi har benyttet data fra SR16 til å beregne skogpolygoner, og disse er justert knyttet til observasjoner gjort under befaringen, bilder og flyfoto. Betydningen vil være avhengig av hvor tett skogen står og hvilken type vegetasjon som er aktuell. Generelt vil barskog

ha større verneverdi enn lauvskog. I det aktuelle området er det først og fremst snøskred-faren fra de høye skråningene ovenfor kartleggingsområdet som vil øke. For de lave skråningene nede i kartleggingsområdet vil endringen i faresonene bare være marginal.

Faresoner uten skog er vist i Vedlegg 6F.

Uttak av skog innenfor angitte polygoner bør gjennomføres kontrollert. Størrelsen og utformingen av hogstflater vil være avgjørende for i hvilken grad skredfaren endres.



Figur 8-20 Skog med betydning for skredfaren.

Det ligger ingen bygninger tilhørende sikkerhetsklasse S2 innenfor faresone 1/1000.

8.6 Stedsspesifikk usikkerhet

Det er stor usikkerhet knyttet til å lokalisere og kvantifisere faren for jordskred, og avgrensningen av faresoner må derfor i stor grad baseres på faglig skjønn. For nærmere vurdering av jordskredfaren må det gjennomføres geotekniske beregninger basert på prøvetaking eller grunnboring. Marin grense i området ligger rundt kote 30, og i de marine avsetningene nede i kartleggingsområdet må det tas høyde for mulig blør leire og kvikkleire ved eventuelle inngrep.

I tillegg er det krevende nøyaktig å angi løsneområder for sørpeskred og flomskred ettersom det kan være litt tilfeldig akkurat hvor slike skred starter langs et bekkeløp.

Angivelse av skogpolygoner som antas å ha betydning for skredfaren vil også være forbundet med usikkerhet. Den relative betydningen av skogen vil variere.

9 Delområde 7 – Storli

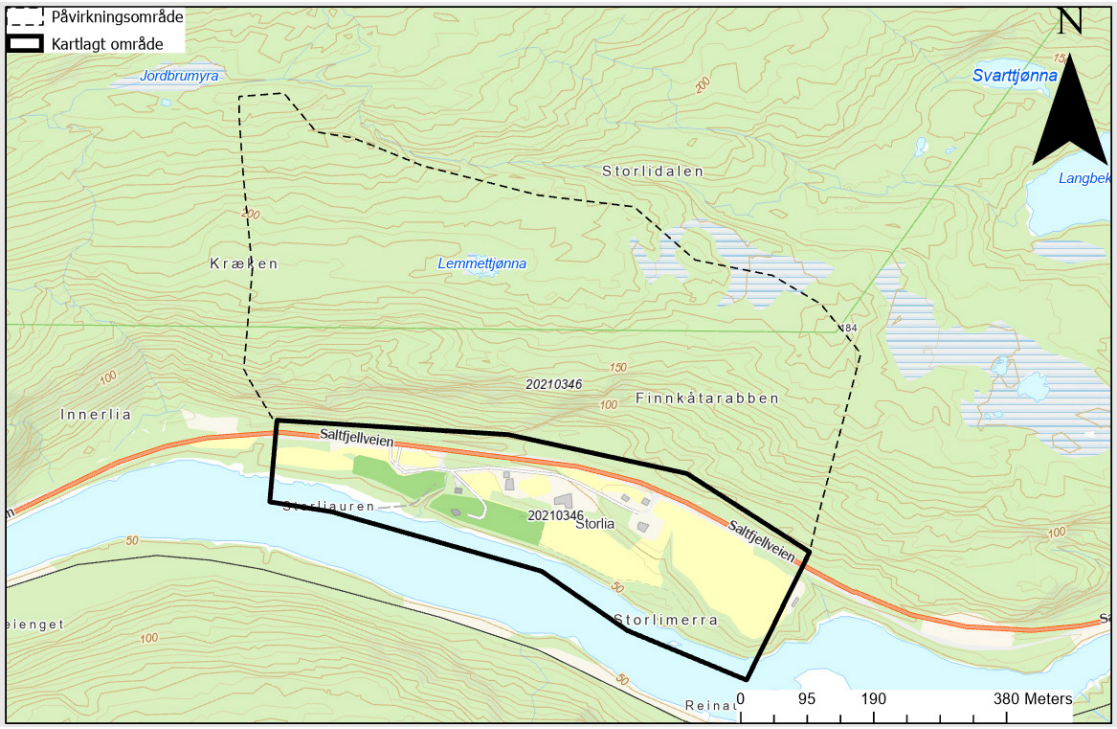
9.1 Områdebeskrivelse

Planområdet Storli er ca. 800 m langt og ligger ved foten av en 100 m høy skråning som vender mot sør. Flere skrentpartier i lia kan gi opphav til blokkutfall (Figur 9-1 og Figur 9-2). Ovenfor den bratte skråningen flater terrenget ut.

Generelt renner det lite vann i skråningene ned mot kartleggingsområdet, men enkelte mindre bekker uten tegn etter erosjon ble observert under befaringen.

Granskog dekker mesteparten av skråningen.

Kartleggingsområdet ligger på en flat elveslette nord for Ranelva.



Figur 9-1 Oversikt over kartleggingsområdet med påvirkningsområde.

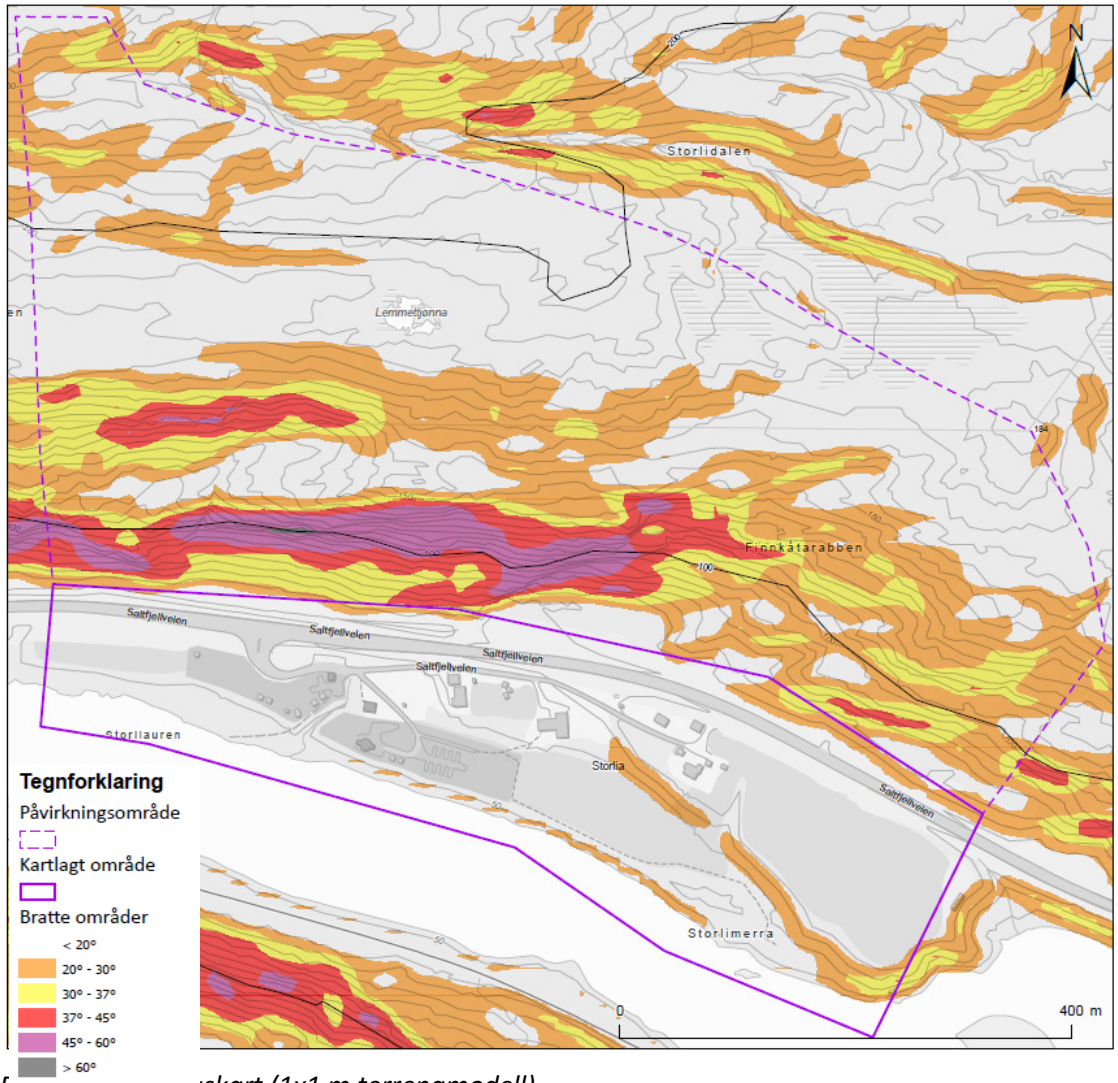
Figur 9-2 Oversiktsfoto fra vest (øverst) til øst (nederst).

9.1.1 Topografi og grunnforhold

Figur 9-3 viser terrenghellingskart for det vurderte området med tilhørende påvirknings-område. Skråningen ovenfor kartleggingsområdet er bratt med flere skrentpartier som kan gi opphav til blokkutfall. Flere slake forsenkninger skrår ned gjennom skråningen, og disse vil påvirke retningen på eventuelle utfall (Figur 9-4). Skogen står for det meste så tett at den vil hindre utløsning av snøskred. Generelt er løsmassedekket tynt, noe som vil redusere muligheten for utglidninger.

Det er registrert steinsprang ned mot veien i den nasjonale skreddatabasen, og hoved-inntrykket fra befaringen var at steinsprang er dominerende faretype i skråningen ovenfor kartleggingsområdet.

Nede i kartleggingsområdet er terrenget stedvis ravinert med mulighet for utløsning av grunne jordskred. Ut mot Ranelva er det en bratt skråning som er utsatt for erosjon fra elva.

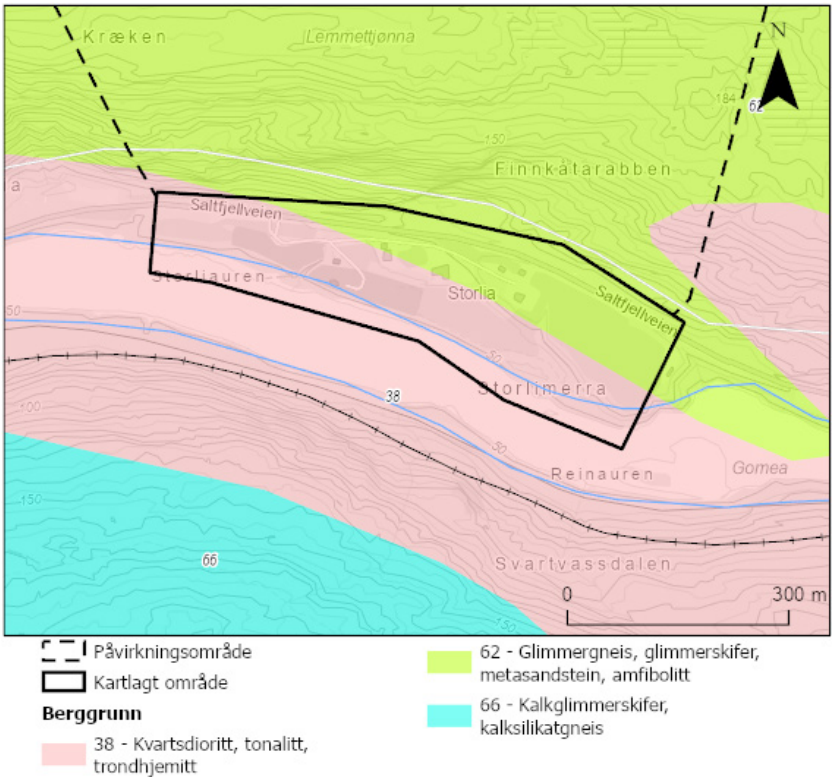


Figur 9-3 Helningskart (1x1 m terrengmodell).

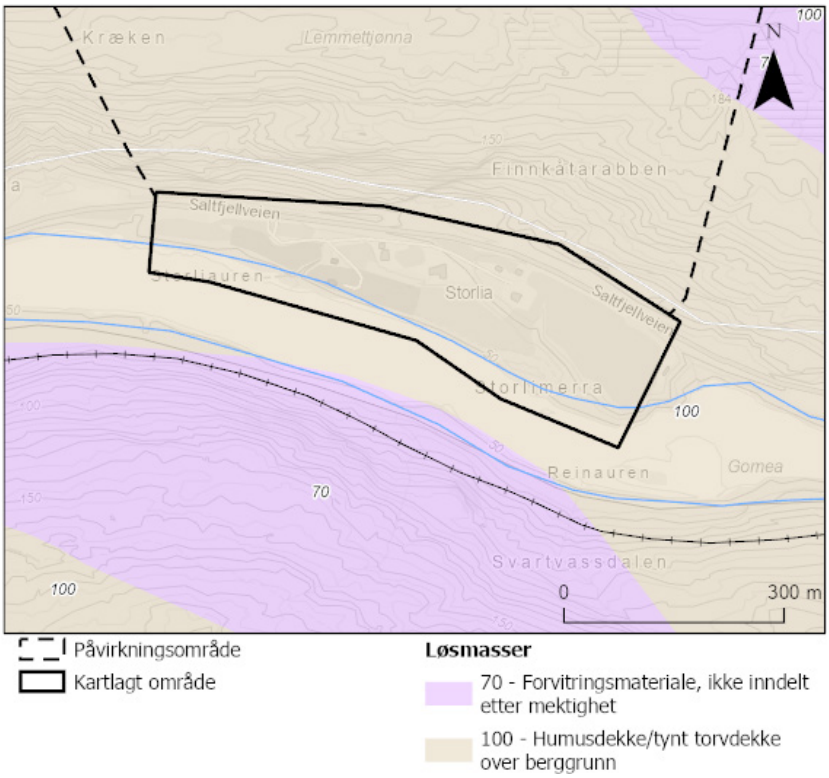
Figur 9-4 Flere markerte forsenkninger vil påvirke retningen på eventuelle skred.

Berggrunnskart fra NGU (ngu.no) viser at den bratte skråningen består av glimmergneis, glimmerskifer og amfibolitt, mens det nede i kartleggingsområdet er kvartsdioritt og tonalitt. (Figur 9-5).

Løsmassedekket er dominert av humusdekke eller tynt torvdekke over berg (Figur 9-6).



Figur 9-5 Geologisk kart (NGU).



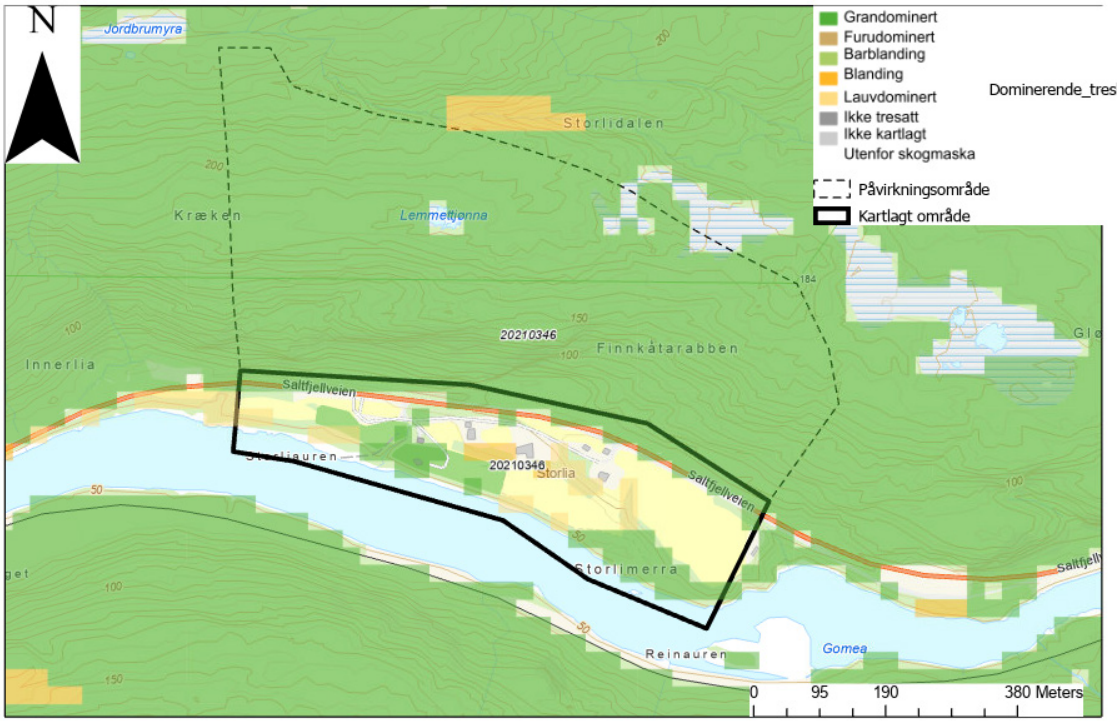
Figur 9-6 Løsmassekart (NGU).

9.2 Grunnlagsmateriale

9.2.1 Skog

Flyfoto og dronebilder er brukt som hjelpemiddel for å kartlegge terreng- og vegetasjonsforholdene i de øvre delene av fjellsiden, da befaring til fots kun er utført for de nedre deler av fjellsiden. I tillegg er Lidar-baserte skogsdata fra NIBIO med 16x16 m oppløsning (SR16-datasettet) benyttet for informasjon om høyde, diameter, tetthet og alder på skogen, skogsvolum over og under bakkeoverflaten, samt kronedekning.

Tett granskog dekker stort sett hele skråningene ovenfor bebyggelsen, men tettheten på skogen er mindre i øst (Figur 9-7).



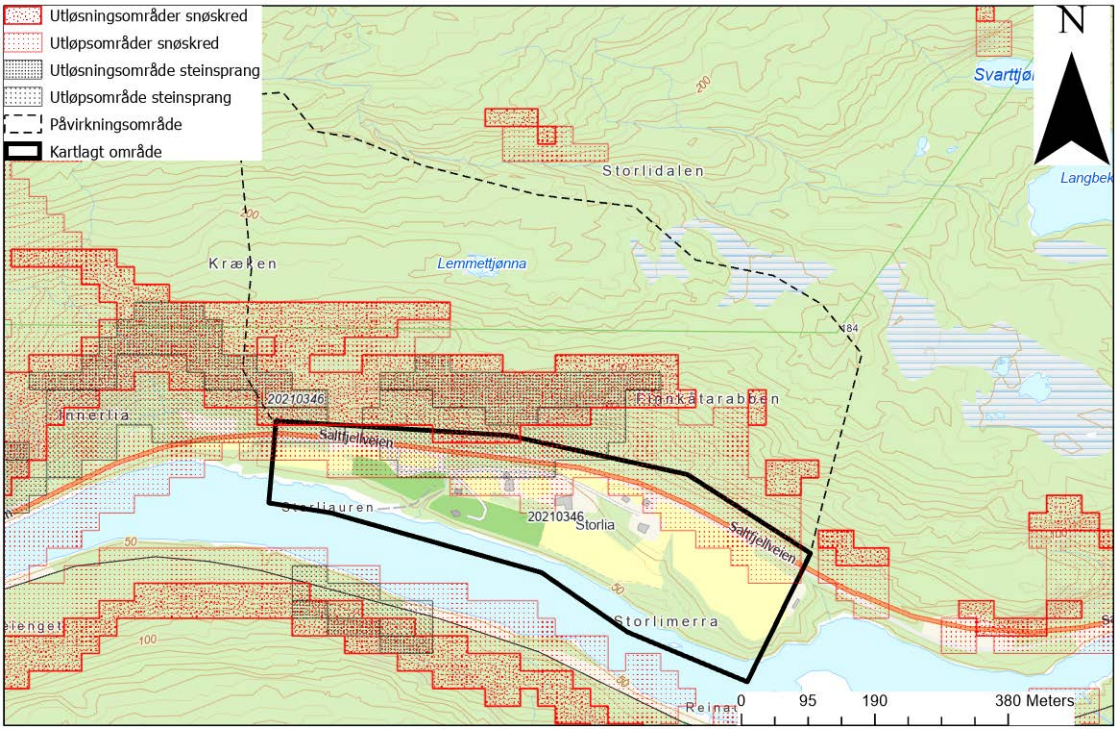
Figur 9-7 Dominerende treslag (SAT-SKOG).

Ifølge SAT-SKOG data fra NIBIO er det mest eldre skog med alder > 40 år i den bratte delen av skråningen.

9.2.2 Tidligere utredninger / kartlegginger i området

NGI kjenner ikke til at det er gjennomført utredinger av skredfaren mot bebyggelsen, men Statens vegvesen har bygget en fangvoll for å sikre veien mot steinsprang. Vi har ikke fått tilgang til eventuelle faglige vurdering som lå til grunn for planlegging av dette tiltaket.

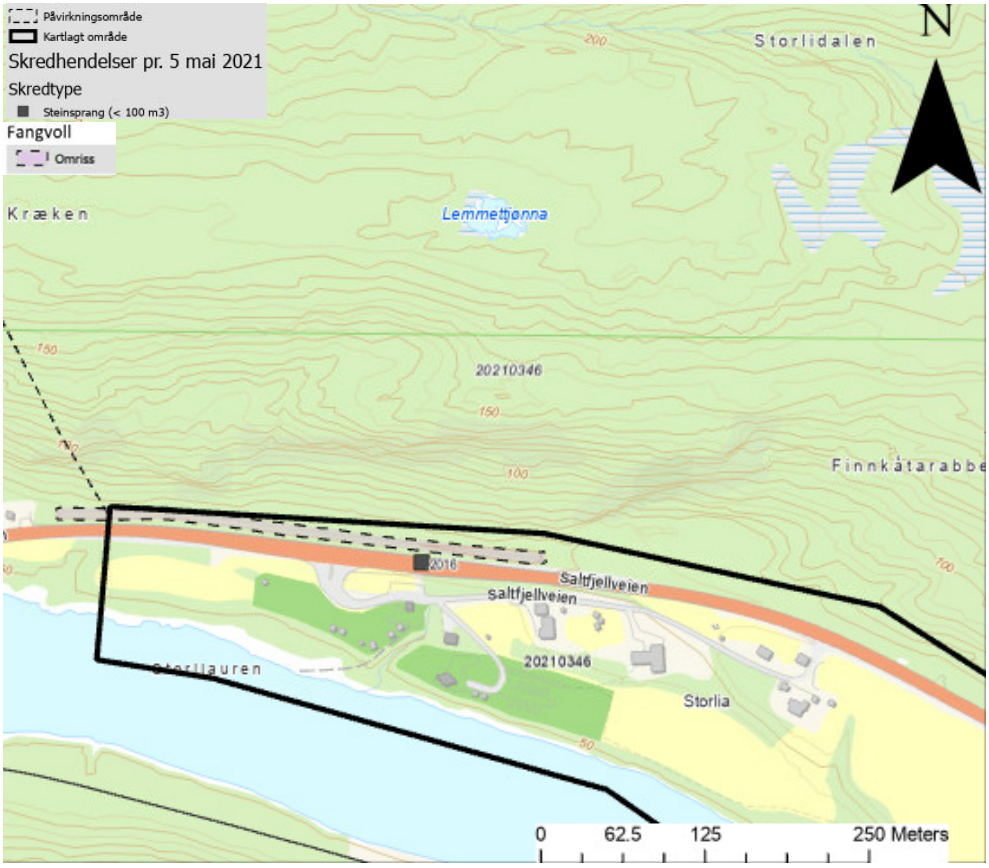
Den nasjonale kartleggingen av aktsomhetssoner (NVE) viser at aktsomhetssoner for jord- og flomskred og snøskred dekker store deler store deler av kartleggingsområdet, mens steinsprang bare i et lite område (Figur 9-8).



Figur 9-8 Aktsomhetssoner (NVE).

9.2.3 Historiske skredhendelser

Det er registrert et steinsprang i den nasjonale skreddatabasen (Figur 9-9). Skredet kom ned på veien 15.06.2016, men det finnes ingen nærmere beskrivelse av hendelsen.



Figur 9-9 Skredhendelse i den nasjonale skreddatabasen. Det er bygget en fangvoll for å sikre veien.

9.2.4 Eksisterende sikringstiltak

Det er bygget en 375 m lang og 4-5 m høy fangvoll i overkant av veien for å sikre veien mot steinsprang (Figur 9-10). I den østlige enden er det etablert en grøft som har til hensikt å drenere vann mot et vanngjennomløp under veien (Figur 9-11).

Figur 9-10 Fangvoll bygget etter hendelsen i 2016.

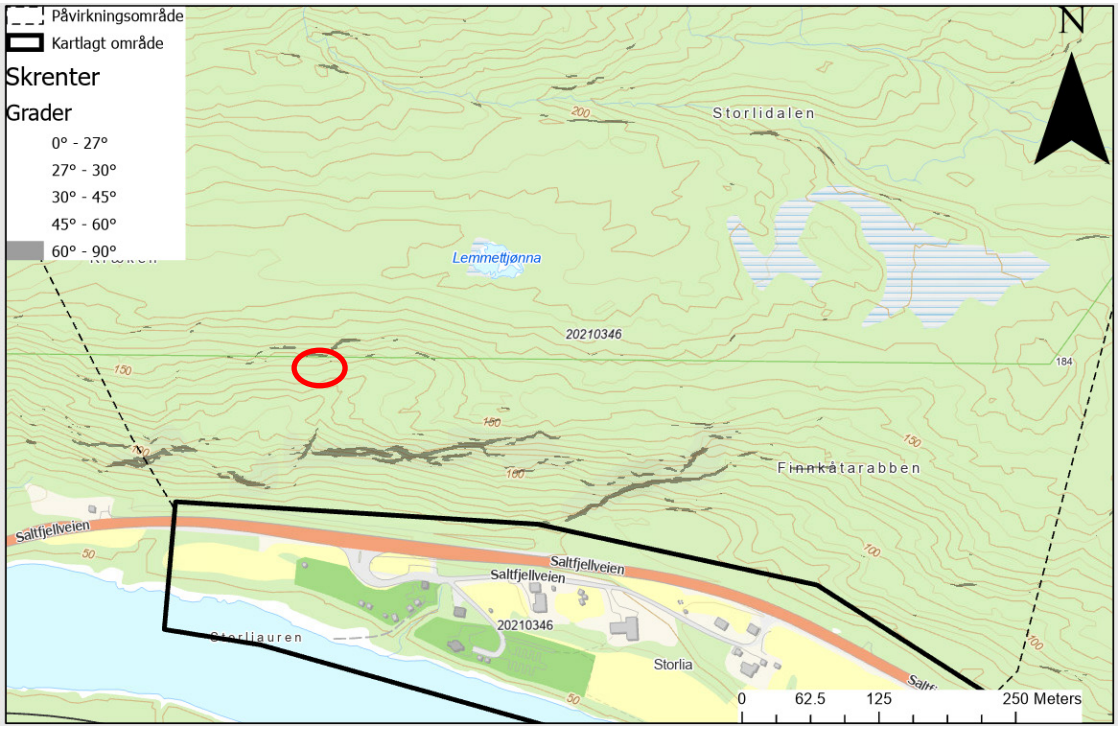
Figur 9-11 I den østlige enden av fangvollen er det laget en grøft som har til hensikt å samle vann fra en forsenkning som renner ned mot veien.

9.3 Skredfareutredning per skredtype

9.3.1 Steinsprang

9.3.1.1 Er steinsprang aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Ut ifra detaljert terrengmodell er det identifisert potensielle utløsningsområder for steinsprang, dvs. områder brattere enn 60° (Figur 9-12).



Figur 9-12 Skrenter som kan gi opphav til utfall av stein. Den mest aktive delen av skrenten er markert med rød ring.

9.3.1.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Ut ifra observasjoner og skredhendelser anser vi at steinsprang forekommer nesten årlig i skråningen ovenfor kartleggingsområdet. Det er særlig et skrentområde som er oppsprukket, og her skogen bærer preg av relativt ferske utfall (Figur 9-13). Fra dette området vurderer vi at det skje utfall hvert 10-100. år. De øvrige skrentene består av mer stabilt berg, og basert på observasjoner under befaringen uten tegn på ferske utfall, antar vi at utfallshyppigheten er lavere, anslagsvis hvert 100-1000. år.

Figur 9-13 Fra det mest aktive skrentområdet ligger det flere skredblokker ned mot veien.

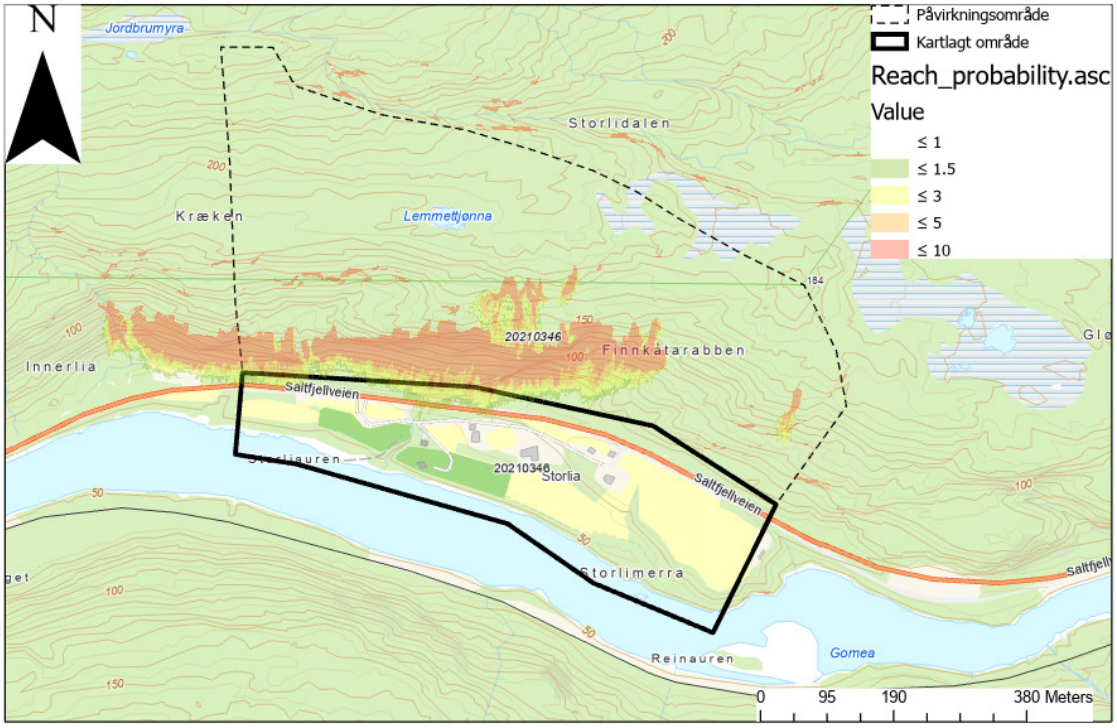
9.3.1.3 Utredning av utløp

Vi har simulert utfall ved hjelp av RockyFor3D fra terreng brattere enn 45° ut fra terrengmodellen (terrengoppløsning 2x2 m) med følgende input verdier:

Blokkvolum: 0,6-1,5 m^3
Antall utfall pr. celle: 100
Initial fallhøyde 0 m

Simuleringene er gjort uten å ta hensyn til den bremsende effekten av skog.

De indikerer at steinsprang kan nå ned til veien, men ikke mot bebyggelsen (Figur 9-14).



Figur 9-14 Simulering av steinsprang ved RockyFor3D.

Ut fra observasjoner, hendelser og modeller vurderer vi at steinsprang kan nå ned mot veien eller mot fangvollen oftere enn hvert 100. år fra det mest aktive skrentområdet. Videre mot øst vil eventuelle utfall fanges opp av en forsenkning slik at blokker vil stanse før de når kartleggingsområdet.

9.3.1.4 Når steinsprang inn i kartleggingsområdet?

Faresonen 1/100 går inn i kartleggingsområdet mot fangvollen. Vollen antas å stanse steinsprang med årlig sannsynlighet 1/1000.

9.3.2 Snøskred

9.3.2.1 Er snøskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

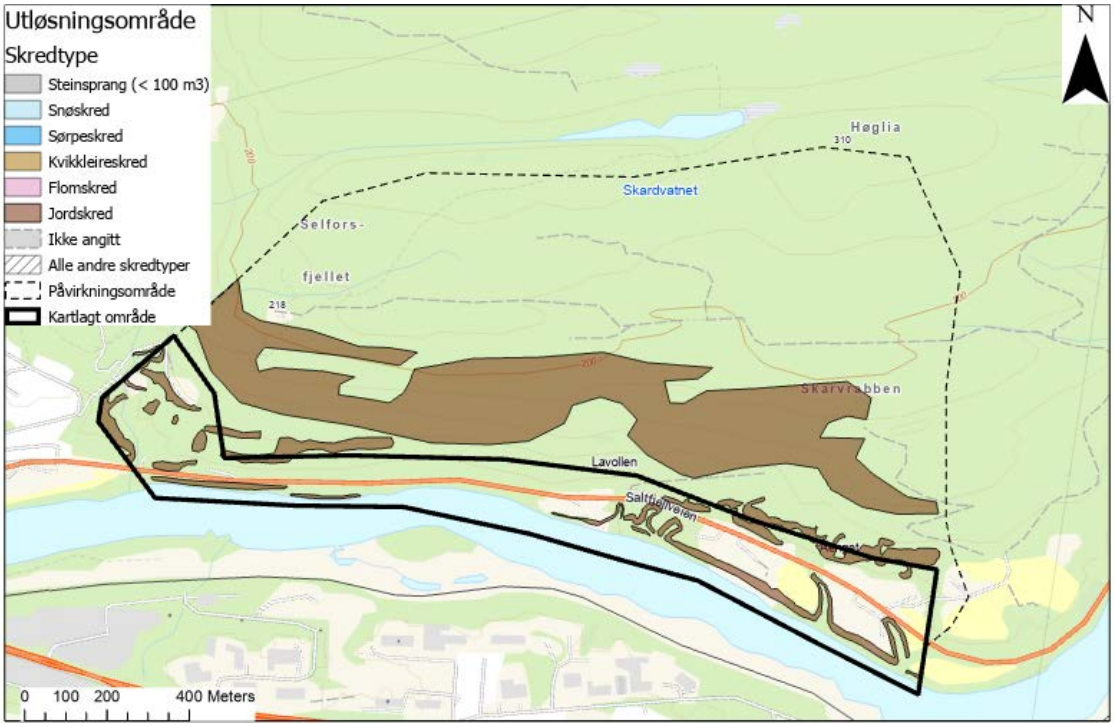
Terrengforholdene ligger ikke til rette for utløsning av snøskred. I tillegg er det tett skog som vil forankre snødekket. Mindre utglidninger av våtsnø med svært begrenset rekkevidde kan forekomme, men de påvirker ikke skredfaren i kartleggingsområdet.

9.3.3 Jordskred

9.3.3.1 Er jordskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Ut ifra detaljert terrengmodell er det identifisert potensielle utløsningsområder for jordskred dvs. områder som har løsmasser og er brattere enn 20°. Størst sannsynlighet for utløsning er knyttet til forsenkninger der det samler seg mest vann, og vi har i tillegg

benyttet Flowacc beskrevet i Vedlegg B som grunnlag for å angi de mest sannsynlige løsneområder (Figur 9-15).



Figur 9-15 Mest sannsynlige løsneområder for jordskred.

9.3.3.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Ut ifra observasjoner, tolkning av skyggekart og skredhendelser anser vi faren for jordskred i skråningen ovenfor kartleggingsområdet til å være liten. Løsmassedekket virker tynt og består for det mest av torv og humus som anses å være lite skredutsatt. Mindre lokale utglidninger kan trolig forekomme hyppigere enn hvert 5000. år, men større utglidinger med lang er vurdert å ha lavere årlig sannsynlighet enn 1/5000.

Nede i kartleggingsområdet er det noen bratte jordskråninger med begrenset høydeforskjell, og mindre utglidninger kan forekomme hyppigere enn hvert 5000. år. Vi har kun inkludert skråninger med høydeforskjell større enn 10 m, ettersom utglidninger i lavere skråninger antas ikke å kunne ha stor nok intensitet til å kunne gi materielle skader.

Skråningen ut mot Ranelva viste tegn til erosjonsskader som følge av vannstrømning, og vi har antatt at løsnesannsynlighet her er større enn 1/1000 pga. undergraving av skråningsfoten.

9.3.3.3 Utredning av utløp

Utløpsberegninger fra den bratte skråningen ved bruk av modeller anses lite hensiktsmessig fordi det kun er fare for grunne utglidninger med begrenset rekkevidde. Vi kan

ikke observere spor etter utglidninger på skyggekart, og det er heller ingen hendelser. Vi vurderer at utglidninger kan nå ned mot foten av skråningen i den bratteste delen ned mot fangvollen, men intensiteten vil være lav.

Fra de bratte jordskråningene nede i kartleggingsområdet antar vi at eventuelle grunne utglidninger vil stanse i bunn av skråningene.

9.3.3.4 Når jordskred inn i kartleggingsområdet?

Faresonen 1/1000 går inn i kartleggingsområdet i overkant av fangvollen, men skred vil ikke kunne passere over vollen. Også fra den bratte skråningen ned mot Ranelva vurderer vi at det ligger en faresone 1/1000. For øvrig har vi vurdert at de bratte jordskråningene med høyde over 10 m som faresone 1/5000.

9.3.4 Flomskred

9.3.4.1 Er flomskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Det renner ingen bekker med stor vannføring i skråningen ovenfor kartleggingsområdet. Nedbørfeltene er svært begrenset, og det ble ikke registrert spor etter erosjon eller avsetningsformer verken under befaringen eller på skyggekart.

Vi anser derfor ikke flomskred som en relevant faretype for kartleggingsområdet.

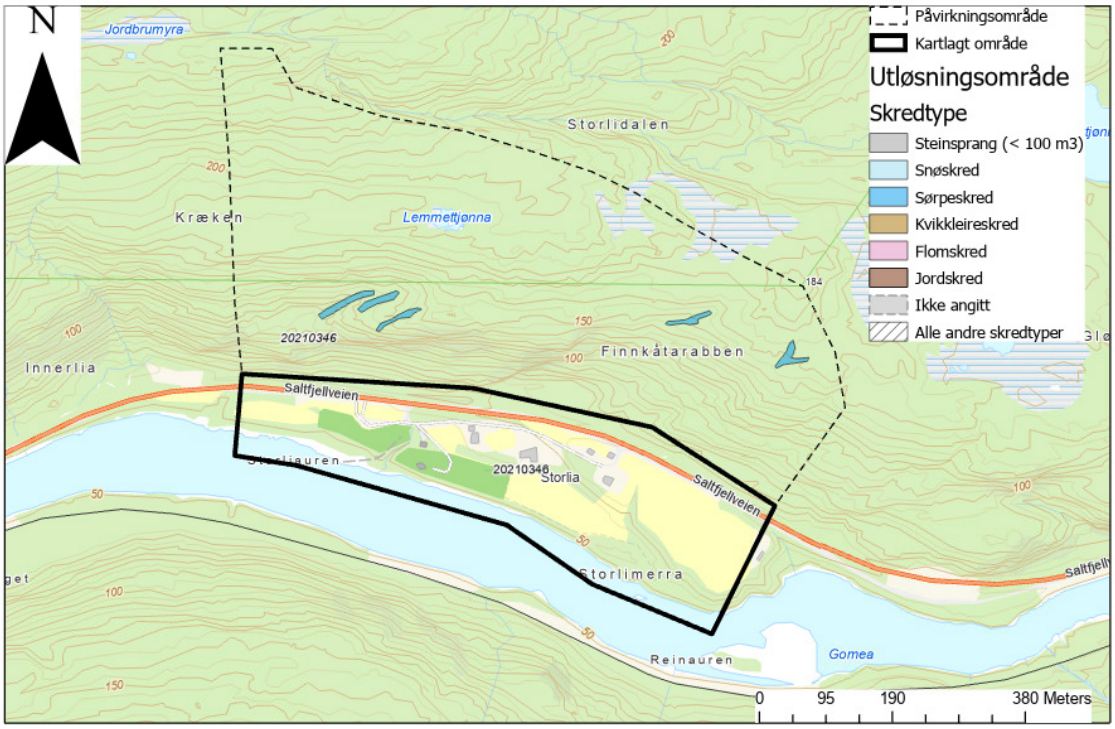
9.3.5 Sørpeskred

9.3.5.1 Er sørpeskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Sørpeskred anses å være en aktuell prosess i forbindelse med de største bekkeløpene i skråningen ovenfor kartleggingsområdet.

9.3.5.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Vi vurderer at utflatinger i tilknytning til bekkeløp er potensielle løsneområder for sørpeskred. Vi har antydet de mest sannsynlige områdene på Figur 9-16.



Figur 9-16 Mest sannsynlige løsneområder for sørpeskred.

Vi finner ingen spor etter større hendelser på flyfoto og skyggekart, så vi antar at store hendelser er sjelden. De klimatiske forholdene ligger til rette for store snøfall etterfulgt av mildvær og regn, og alle forsenkninger med ansamling av overflateavrenning kan være potensielle løsneområder. Slike værsituasjoner kan skje flere ganger hver vinter, men snødekkets styrke vil være avgjørende for hvorvidt det blir utløst store sørpeskred.

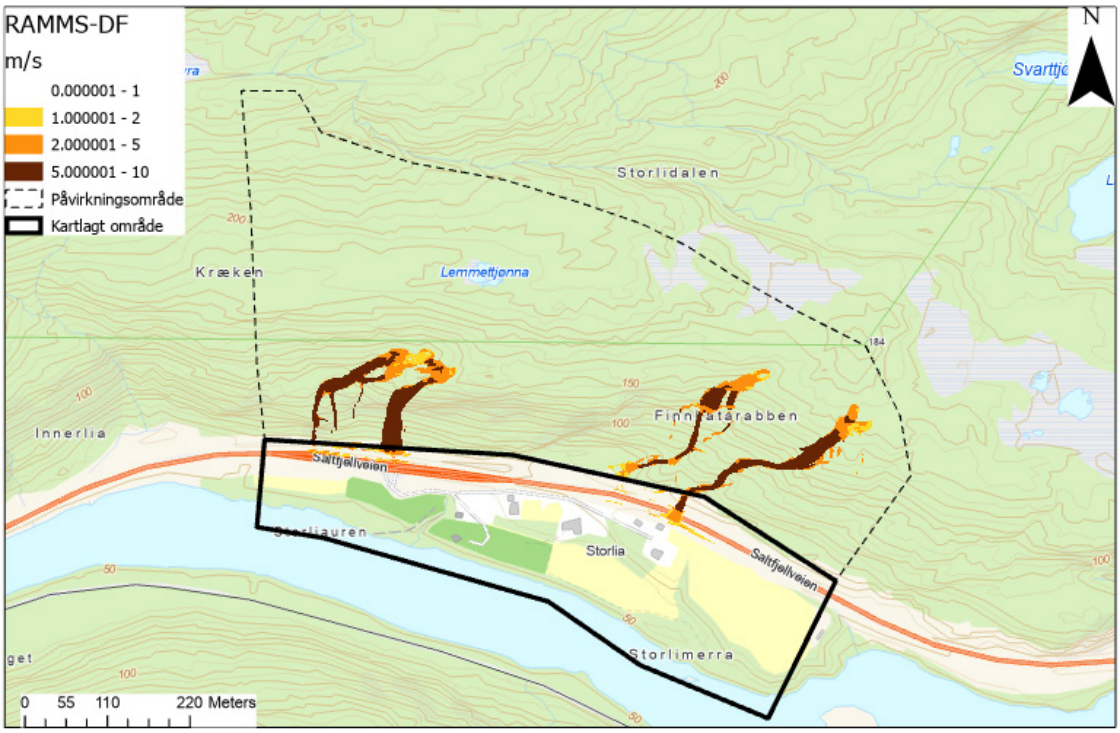
Ut ifra en samlet vurdering av observasjoner, terrenganalyser og mangel på hendelser at hyppigheten av sørpeskred er oftere enn 1/100. Større hendelser som kan gi opphav til skred inn i kartleggingsområdet antas å skje oftere enn hvert 1000. år.

Figur 9-17 Eksempel på mulig løsneområde for sørpeskred fra flate myrområder i tilknytning til bekkeløp.

9.3.5.3 Utredning av utløp

Sørpeskred vil følge forsenkninger i terrenget ned mot kartleggingsområdet. Vi har modellert Vi har simulert utløp ved hjelp av RAMMS-DF tilpasset sørpeskred med følgende input verdier (Figur 9-18):

- my = 0,05
- ksi = 600
- Tetthet = 900
- Bruddhøyde 1 m



Figur 9-18 Simulering av sørpeskred med RAMMS-DF tilpasset sørpeskred.

Under befaringen var det ikke mulig å observere spor etter skredaktivitet langs bekkeløp, og dette tyder på at store skred med lange utløp er sjeldne.

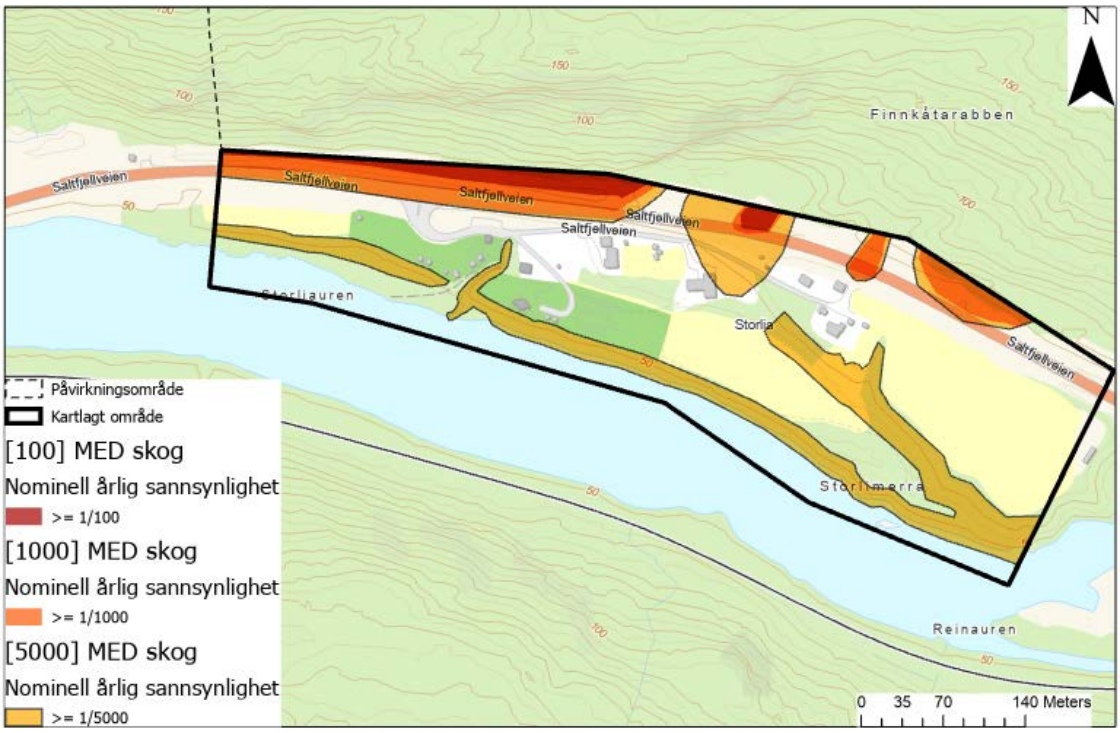
9.3.5.4 Når sørpeskred inn i kartleggingsområdet?

Faresonen 1/100 går inn i kartleggingsområdet i overkant av fangvollen, men bare mindre deler kan skvette marginalt over vollen. Basert på at området ligger innenfor et klimaområde kjent for sørpeskred vi det riktig å anta at sørpeskred kan komme ned i kartleggingsområdet lenger mot øst. Derimot indikerer observasjoner og mangel på hendelser at hyppigheten på skred som når kartleggingsområdet til å være rundt 1/100.

9.4 Hva er den samlede skredfaren?

Steinsprang og sørpeskred anses å være dimensjonerende faretyper i kartleggingsområdet. Faresonenes utstrekning er vurdert ut fra observasjoner fra befaringen, hendelser, modellbruk og faglig skjønn. Faresone 1/100 kommer inn kartleggingsområdet bak fangvollen og ned langs en forsenkning sentralt i området (Figur 9-19).

I tillegg vil jordskred være dimensjonerende skredtype i tilknytning til bratte ravineskråninger nede i kartleggingsområdet, og skråningene ut mot Ranelva er vurdert å ha faresone 1/1000 på grunn av erosjon.



Figur 9-19 Faresonekart.

Det ligger 1 bygning tilhørende sikkerhetsklasse S2 innenfor faresone 1/1000.

9.5 Skog med betydning for skredfaren

Skogen dekker store deler av fjellsidene ovenfor kartleggingsområdet. Store skogdekte arealer har terrenghelning >30°, og vi har angitt potensielle løsneområder for snøskred dersom skogen fjernes på kart i Vedlegg 7H. Det finnes flere eksempler på at fjerning av skog har ført til utløsning av skred.

I tillegg vil skogen redusere muligheten for medriving av skredmasser nedover i skråningen. Den vil også ha en forankringseffekt på løsmassedekket og vil også bremse skred i bevegelse.

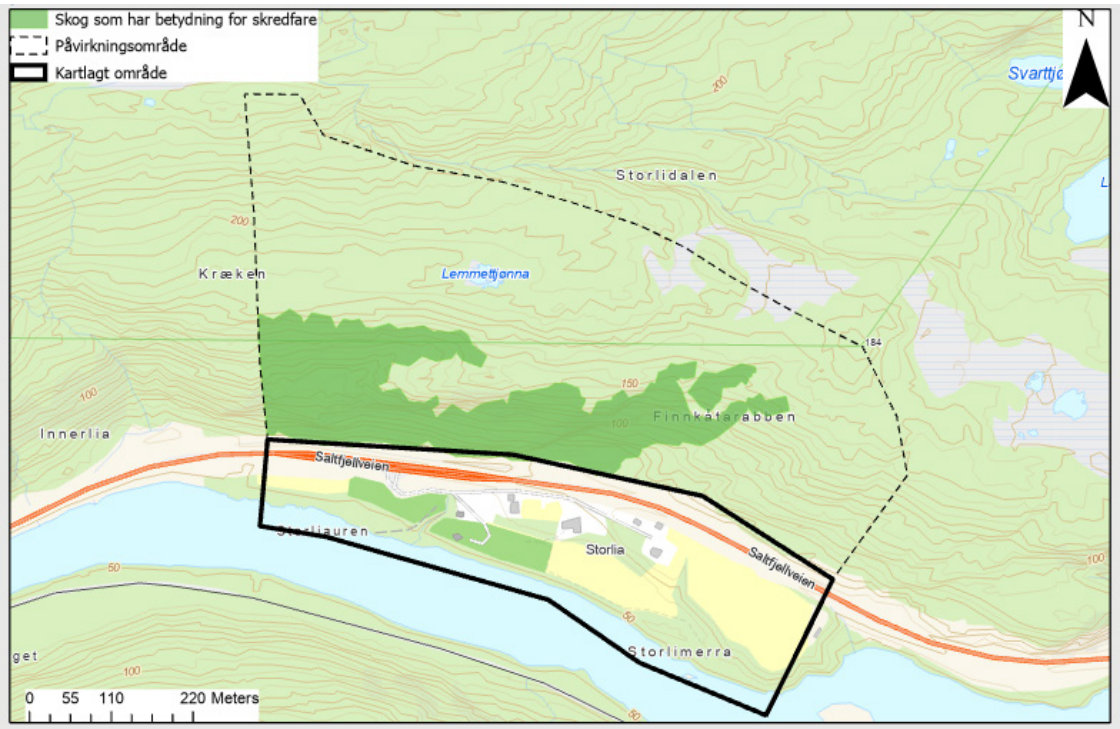
Generelt antar vi at skogen å ha stor betydning for utstrekningen av faresonene innenfor kartleggingsområdet

Vi har angitt skog som er vurdert å ha betydning for skredfaren på Figur 9-20. Vi har benyttet data fra SR16 til å beregne skogpolygoner, og disse er justert knyttet til observasjoner gjort under befaringen, bilder og flyfoto. Betydningen vil være avhengig av hvor tett skogen står og hvilken type vegetasjon som er aktuell. Generelt vil barskog ha større verneverdi enn lauvskog. I det aktuelle området er det først og fremst snø-skredfaren fra de høye skråningene ovenfor kartleggingsområdet som vil øke. For de

lave skråningene nede i kartleggingsområdet vil endringen i faresonene bare være marginal.

Faresoner uten skog er vist i Vedlegg 7F.

Uttak av skog innenfor angitte polygoner bør gjennomføres kontrollert. Størrelsen og utformingen av hogstflater vil være avgjørende for i hvilken grad skredfaren endres.



Figur 9-20 Skog med betydning for skredfaren.

9.6 Stedsspesifikk usikkerhet

Det er stor usikkerhet knyttet til å lokalisere og kvantifisere faren for jordskred, og avgrensningen av faresoner må derfor i stor grad baseres på faglig skjønn. For nærmere vurdering av jordskredfaren må det gjennomføres geotekniske beregninger basert på prøvetaking eller grunnboring. Marin grense i området ligger rundt kote 30, og i de marine avsetningene nede i kartleggingsområdet må det tas høyde for mulig blør leire og kvikkleire ved eventuelle inngrep.

I tillegg er det krevende nøyaktig å angi løsneområder for sørpeskred og flomskred ettersom det kan være litt tilfeldig akkurat hvor slike skred starter langs et bekkeløp.

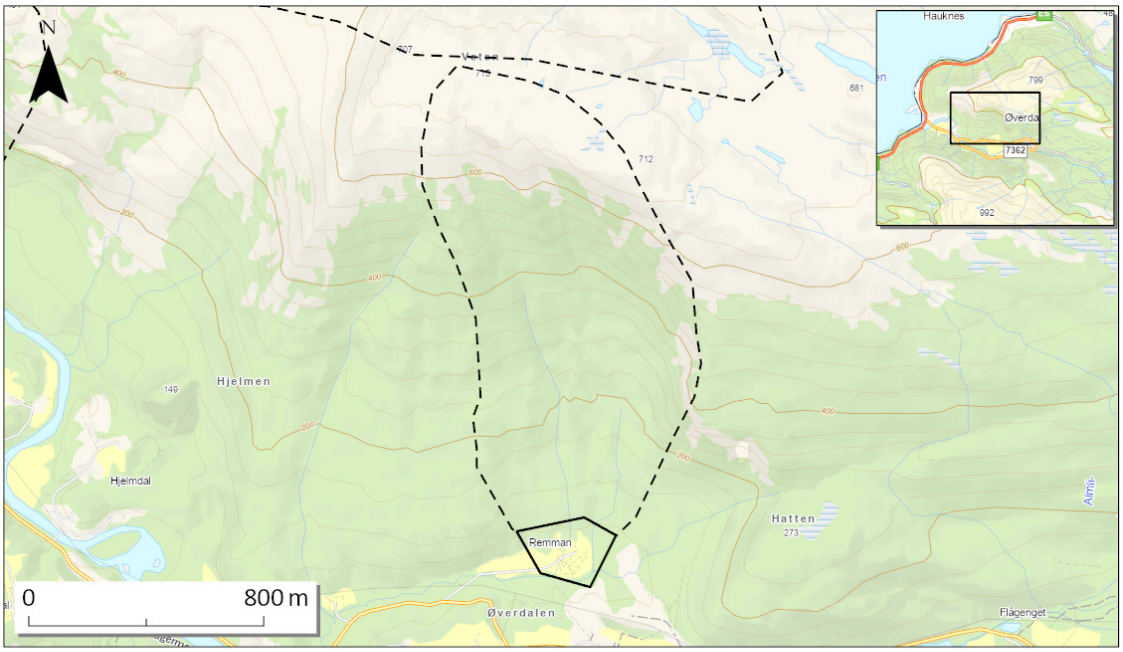
Angivelse av skogpolygoner som antas å ha betydning for skredfaren vil også være forbundet med usikkerhet. Den relative betydningen av skogen vil variere.

10 Område 8 – Remman, Øverdalen

10.1 Områdebeskrivelse

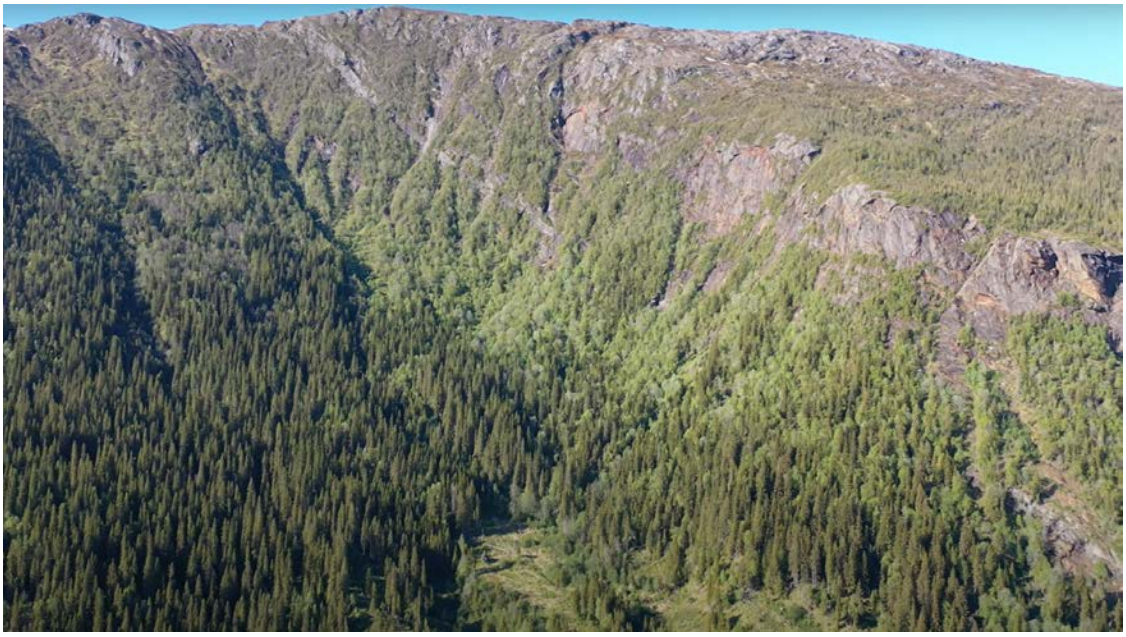
Planområdet Remman er ca. 300 m langt og ligger på nordsiden av Øverdal (Figur 10-1). Området strekker seg opp til ca. 90 moh. Området ligger ved foten av en bratt sørvendt fjellside som går opp mot fjellet Veten på 715 moh.

Øvre del av fjellsiden består av skrentområder. Det renner to bekkeløp (Skredbekken og Urbekken). Løvskog når opp til kote 500, mens det i nedre deler er granskog. Åpne spor i skogen viser tegn på skredaktivitet (Figur 10-2).



Kartlagt område Påvirkningsområde

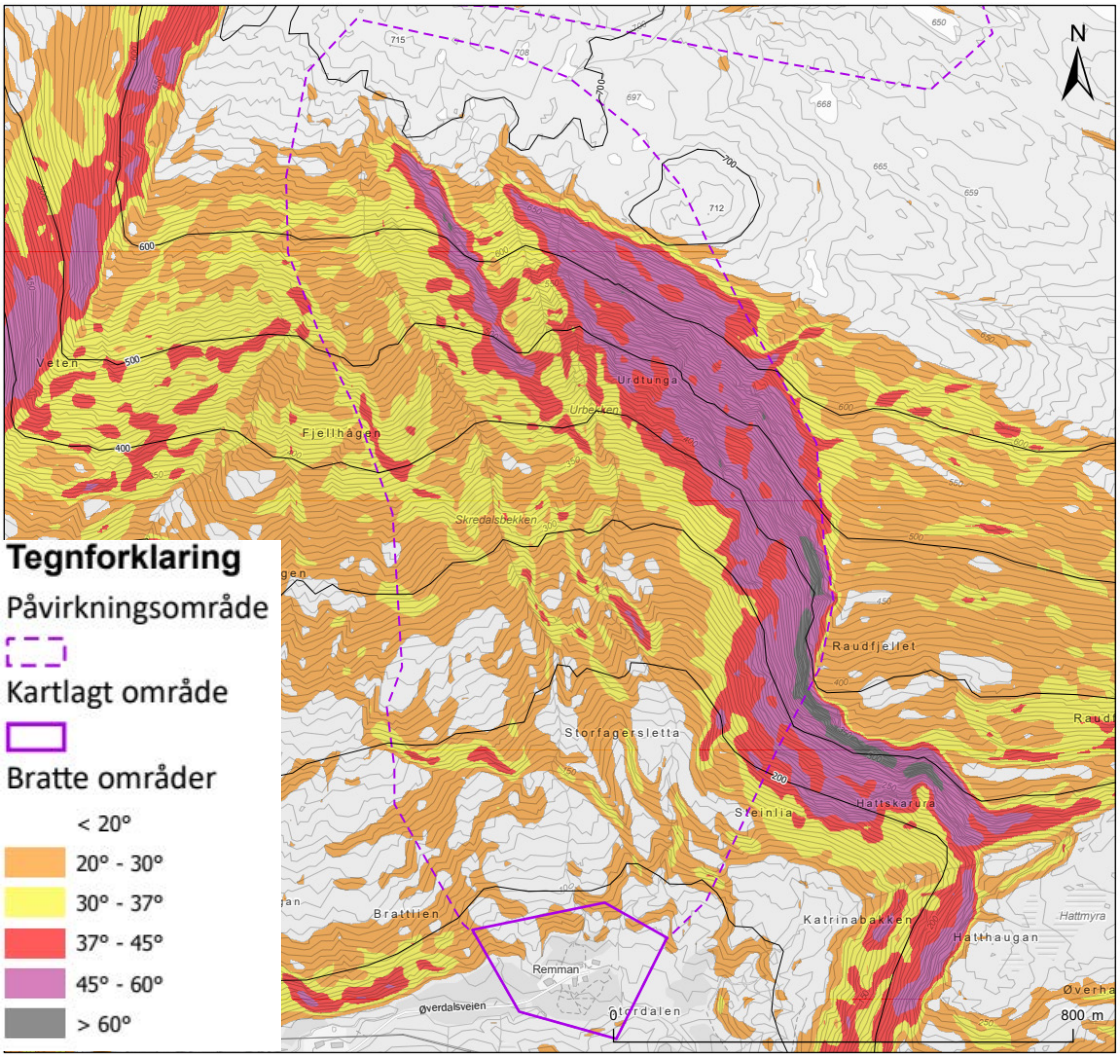
Figur 10-1 Oversikt over kartleggingsområdet med påvirkningsområdet på Remman, Øverdalen.



Figur 10-2 Oversiktsfoto av fjellsiden ovenfor Remman.

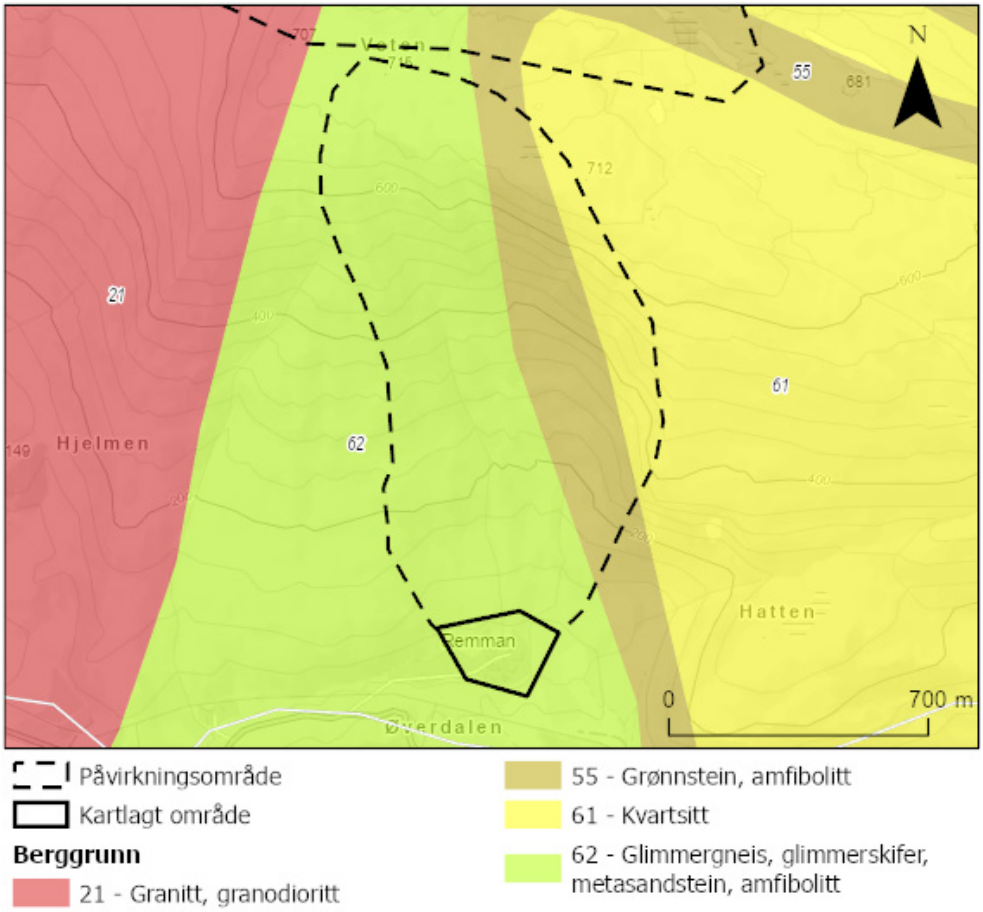
10.1.1 Topografi og grunnforhold

Figur 10-3 viser terrenghellingskart for det vurderte området med tilhørende påvirkningsområde. De bratte områdene >30º dekker stort sett hele øvre deler av fjellsiden, mens de nedre delene er det slakere med mindre skrentpartier. Det er flere partier brattere enn 45° hvor det kan løsne steinsprang, og steinsprang-urer ligger under de mest aktive skrentpartiene øst i påvirkningsområdet. Bekkeløpene Skreddalsbekken og Urbekken følger markerte forsenkninger i de øvre delene, men disse blir mindre markerte ned mot kartleggingsområdet. Ved utløpet av bekkeløpene ede i det flate kartleggingsområdet kan det ikke observeres avsetningsformer som tyder på stor massetransport.



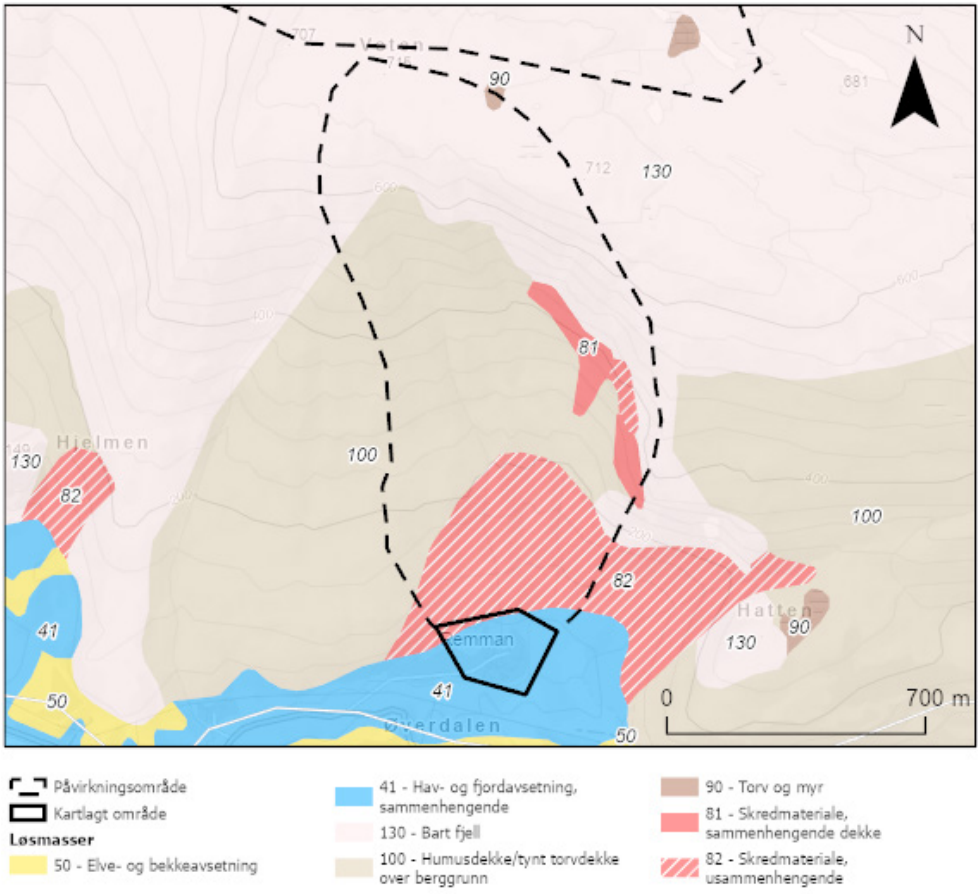
Figur 10-3 Helningskart basert på detaljert terrengmodell (1 m).

Bergrunnskart fra NGU (ngu.no) viser at påvirkningsområdet består av glimmerskifer i vestre del. Det går et bånd med amfibolitt tvers gjennom sentrale deler, mens østre del består av gneiser, lyse og kvartsfeltspatrike, stedvis i veksling med amfibolitt eller meta-sedimenter (Figur 10-4).



Figur 10-4 Berggrunnkart (NGU)

Løsmassedekket fra NGU (ngu.no) viser at øverste del består av bart berg, mens midtre del har tynt torvdekke. Nedre deler er dekket av usammenhengende skredmateriale, mens områdene lengst øst under skrentpartiene har sammenhengende skredmateriale (Figur 10-5). Kartet fra NGU er i målestokk 1:250 000, og det har en grov oppløsning.



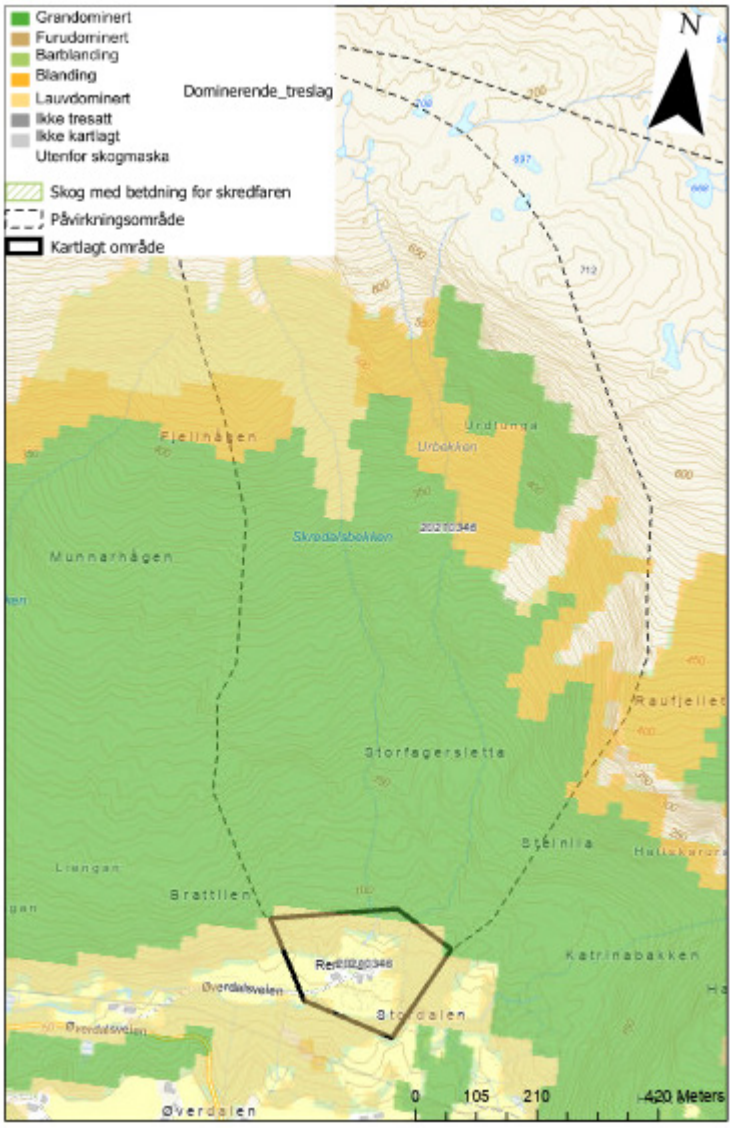
Figur 10-5 Løsmassekart (NGU).

10.2 Grunnlagsmateriale

10.2.1 Skog

Flyfoto og dronebilder er brukt som hjelpemiddel for å kartlegge terreng- og vegetasjonsforholdene i de øvre delene av fjellsiden, da befaring til fots kun er utført for de nedre deler av fjellsiden. I tillegg er Lidar-baserte skogsdata fra NIBIO med 16x16 m oppløsning (SR16-datasettet) benyttet for informasjon om høyde, diameter, tetthet og alder på skogen, skogsvolum over og under bakkeoverflaten, samt kronedekning.

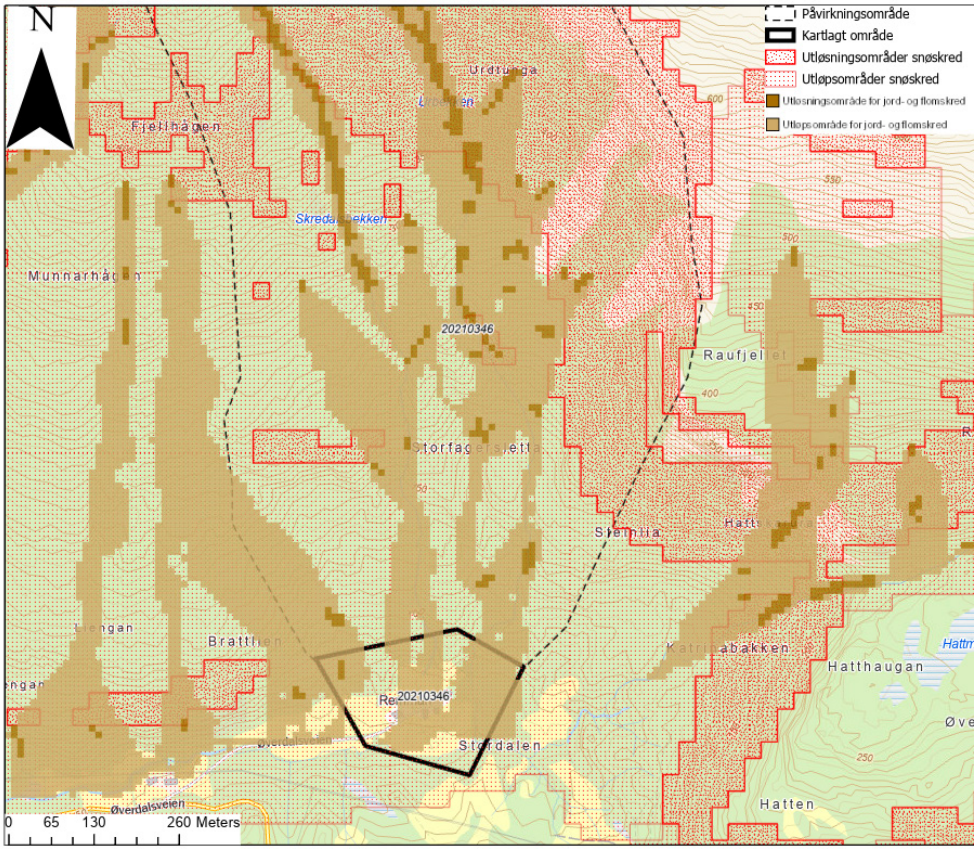
Vegetasjonsgrensen i fjellsida over planområdet ligger ca. 500 moh. Det er primært granskog med innslag av blandingsskog (Figur 10-6).



Figur 10-6 Dominerende treslag (SAT-SKOG).

10.2.2 Tidligere utredninger / kartlegginger i området

Den nasjonale kartleggingen av aktsomhetssoner (NVE) viser at kartleggingsområdet ligger innenfor aktsomhetssonen for snøskred og jord- og flomskred (Figur 10-7).



Figur 10-7 Aktsomhetssoner snøskred og jord- og flomskred (NVE).

NGI kjenner ikke til at det har vært gjennomført andre utredninger av skredfaren i det aktuelle kartleggingsområdet.

10.2.3 Historiske skredhendelser

NGI kjenner ikke til historiske skredhendelser i eller i nærheten av påvirkningsområdet. Derimot ble det under befaringen observert flere skredblokker inntil foten av urområdet i østlige del av området. I tillegg ble det observert spor etter skred i vegetasjonen fra skrentområdene nordøst i påvirkningsområdet og øverst i de to bekkeløpene Skredbekken og Urbekken.

Øst for kartleggingsområdet kunne det observeres flere spor etter utglidninger av løsmasser trolig som følge av steinsprang.

10.2.4 Eksisterende sikringstiltak

NGI kjenner ikke til at det har vært gjennomført sikringstiltak i det aktuelle området.

10.3 Skredfareutredning per skredtype

10.3.1 Steinsprang

10.3.1.1 Er steinsprang aktuell prosess i påvirkningsområdet?

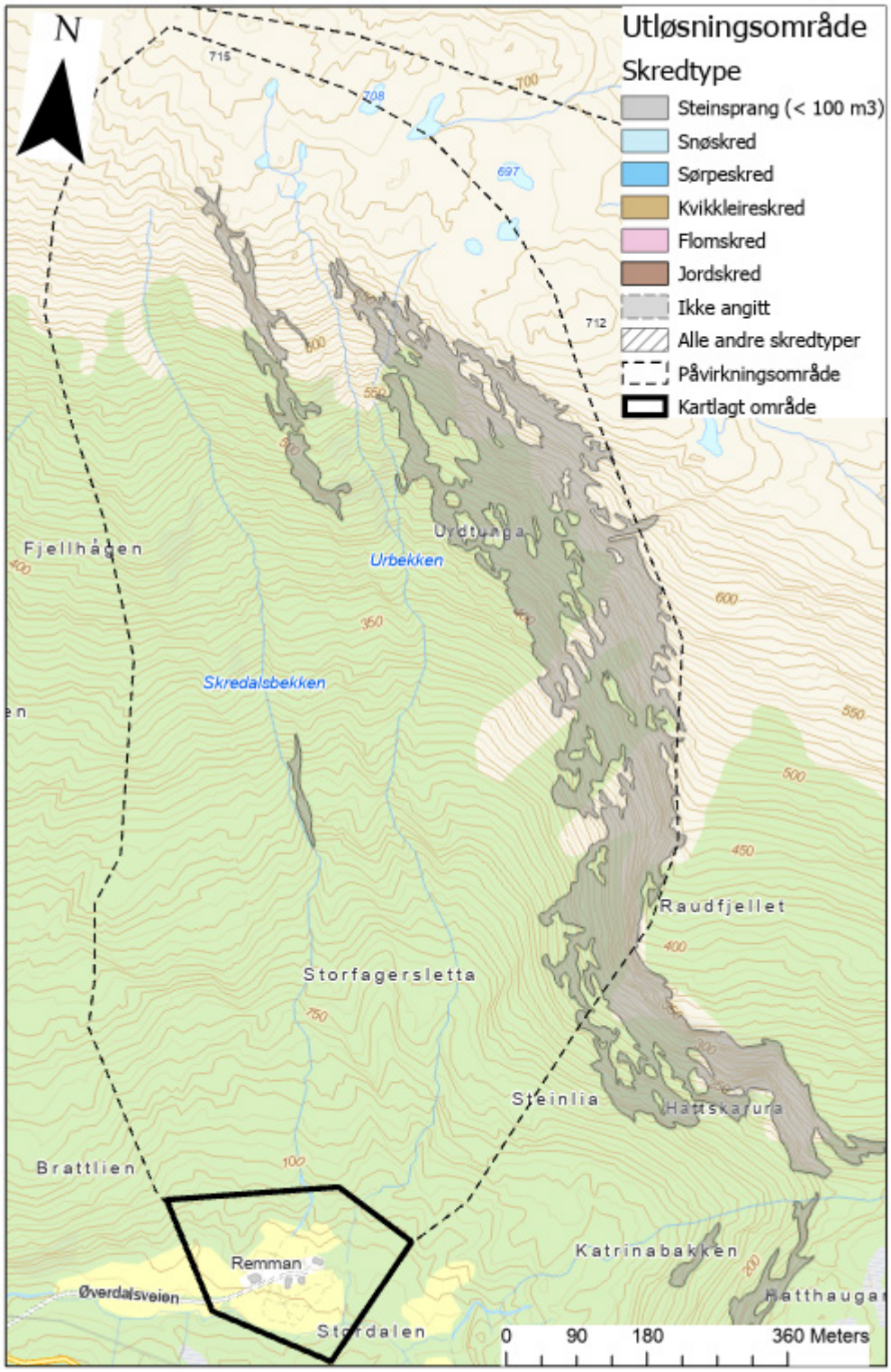
Steinsprang er en aktiv prosess i skrentpartiene øst i påvirkningsområdet. Berggrunnen bestående av amfibolitt viser tydelige tegn på ustabile avløsninger og overheng pga. aktiv forvitring (Figur 10-8). Flere skredblokker ble observert langs foten av den bratte skråningen opp mot skrentene.

10.3.1.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Detaljert helningskartet (1 x 1 m) viser at det er store sammenhengende partier med helning over 60° som gir et bilde av potensielle utløsningsområder for steinsprang (Figur 10-9).

Observasjoner av skrentpartiet tilsier at nesten skjer årlige utfall fra skrentpartiene langs den østlige delen av påvirkningsområdet. Fra de mindre skrentpartiene sentralt i påvirkningsområdet er løsnesannsynligheten lav, typisk 100-1000 år.

Figur 10-8. Skrentpartiet i østlige del av påvirkningsområdet er ustabilt med hyppige utfall. Snøskred kan også forekomme.

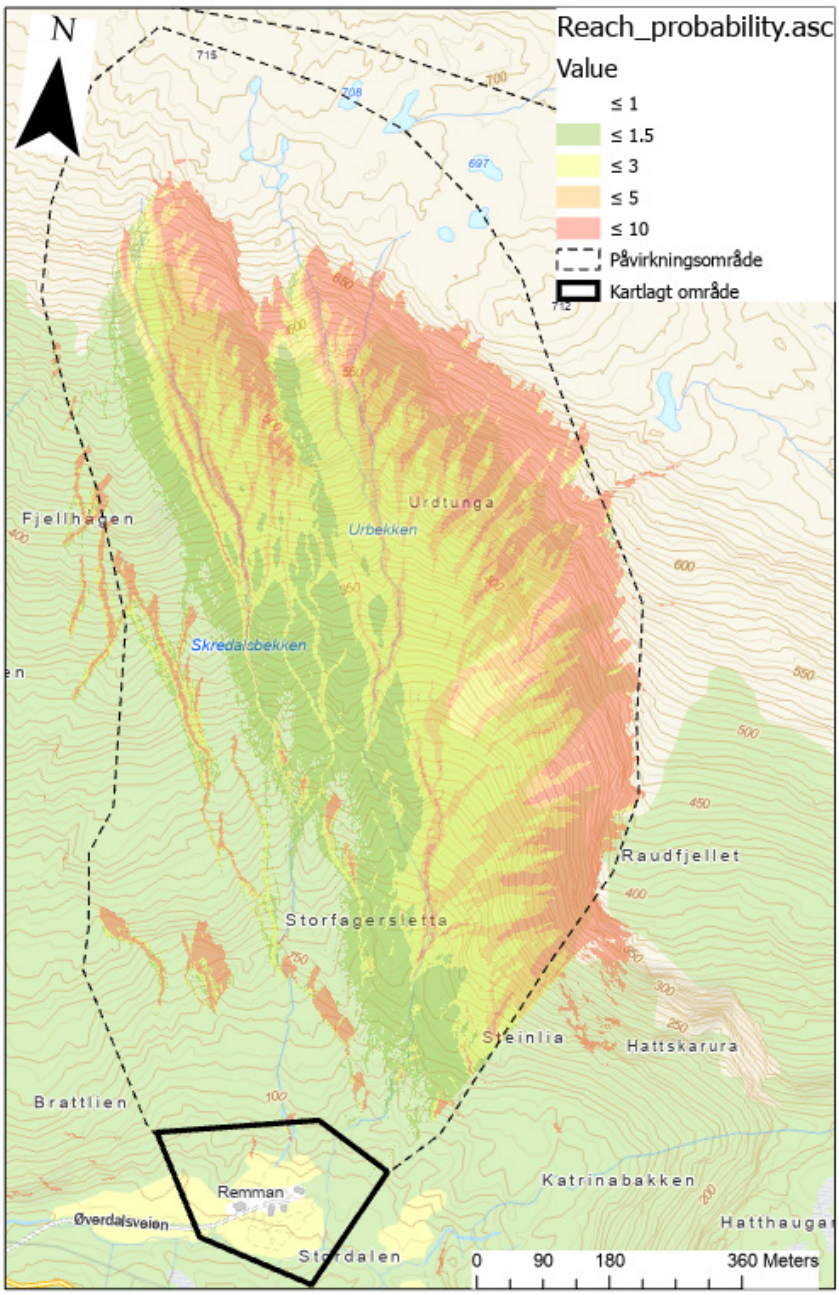


Figur 10-9 Områder brattere enn 60 grader basert på detaljert terrengmodell (1x1 m).

10.3.1.3 Utredning av utløp

Under befaringen ble det ikke observert skredblokker i nærheten av kartleggings-området. Vi har simulert utfall ved hjelp av RockyFor3D fra terreng brattere enn 45° ut fra terrengmodellen (terrengoppløsning 2x2 m) med følgende input verdier (Figur 10-10):

Blokkvolum: 0,6-1,5 m^3
Antall utfall pr. celle: 100
Initial fallhøyde 0 m



Figur 10-10 Simuleringer av steinsprang med RF3D.

Simuleringene synes å gi en god indikasjon på utløp sett opp mot observasjonene i felt.

10.3.1.4 Når steinsprang inn i kartleggingsområdet?

Kartleggingsområdet ligger i god avstand til de potensielle løsneområdene, og basert på observasjoner av skredblokker og bruk av utløpsmodeller anser vi at den nominelle årlige sannsynligheten for at steinsprang når kartleggingsområdet er lavere enn 1/5000.

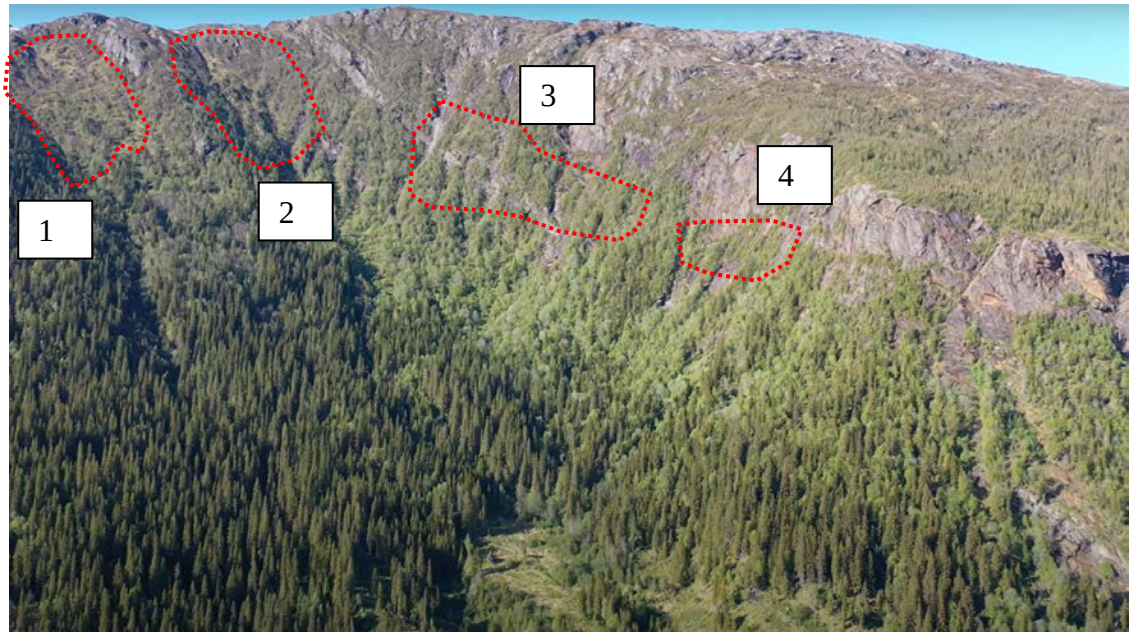
10.3.2 Snøskred

10.3.2.1 Er snøskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Påvirkningsområdet har skråninger som er brattere enn 25°, og skogen står flere steder ikke tett nok til å hindre utløsning av skred. Snøskred er derfor en aktuell prosess i

10.3.2.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Potensielle løsneområder er vurdert ut fra helningskart, flyfoto og skogsdata SR16. Fem relevante løsneområder er identifisert (Figur 10-11):



Figur 10-11 Potensielle løsneområder for snøskred med lang rekkevidde.

Løsneområde 1 og delvis også løsneområde 2 kan samle mye snø når det blåser fra vestlig og nordlig sektor, og dette er en vanlig vindretning i området når det snør. Løsneområdene 3 og 4 er bratte og de ligger mer vindutsatt med mindre mulighet for oppsamling av store snømengder. Under helt spesielt ustabile forhold kan løsneområdene 2, 3 og 4 gå til brudd samtidig.

10.3.2.3 Utredning av utløp

Det kunne observeres skader i vegetasjonen fra de to skålformene (løsneområde 1 og 2) ned til ca. kote 200. Fra løsneområdene 3-4 kan det også observeres skader ned til foten av skråningen.

Snøskred fra de to skålformene (1 og 2) kan gi opphav til snøskred med lange utløp, mens snøskred fra den bratte skråningen i øst blir av begrenset størrelse, og de vurderes å få kortere utløp uten mulighet til å nå ned til kartleggingsområdet.

Vi har simulert utløp ved hjelp av RAMMS for de fire løsneområdene som har potensiale til få så lange utløp av de kan nå ned mot kartleggingsområdet (løsneområde 1 og 2) med følgende inputverdier:

Tabell 10-1Parametere for modellkjøring snøskred

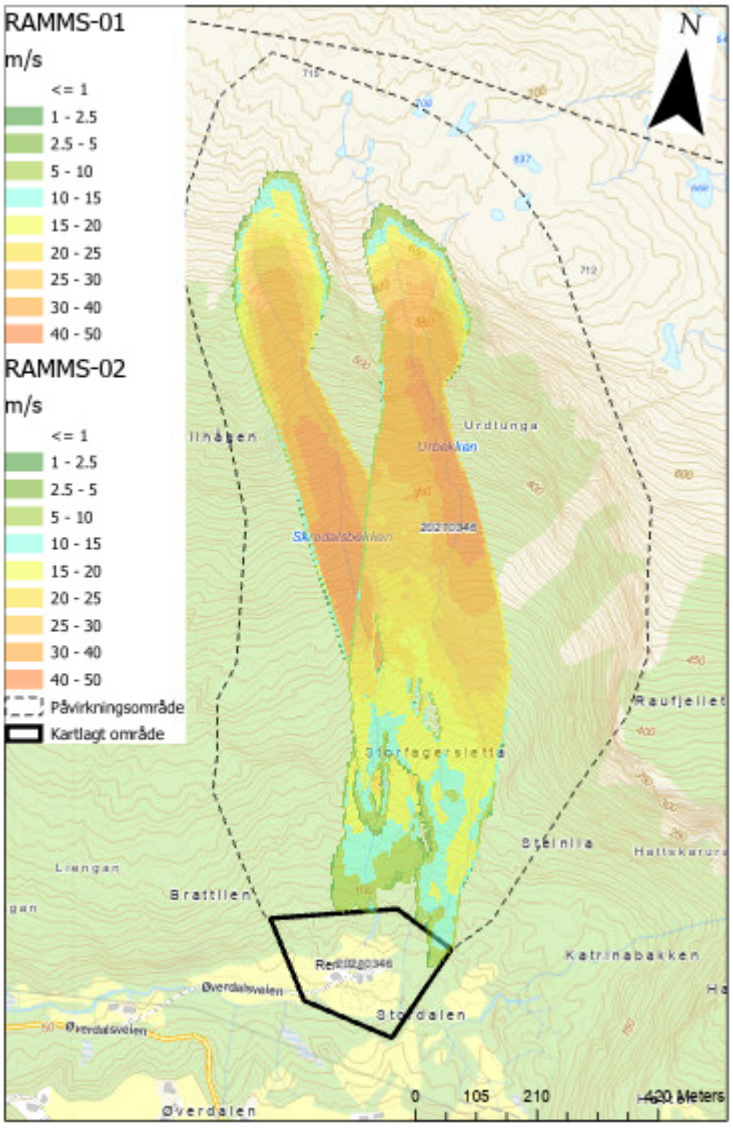
Skredbane	Friksjons-parametere	Bruddkanthøyde	Volum	Medrivning
1	μ=0,3. Medium size, return period 300 yrs	1,5 m	35.000 m^3	0,25 m
2	μ=0,3. Medium size, return period 300 yrs	1,0 m	25.000 m^3	0,25 m

Det er tatt hensyn til skog og medriving av snø.

Skredbanene følger bekkeløpene til Skredalsbekken og Urbekken, og vil ha mulighet til å dra med seg ny snø nedover skråningen. De fleste snøskred med vil stanse når terrenget flater ut ved ca. kote 200, men under ekstreme forhold med store snømengder kan snøskred nå ned mot kartleggingsområdet (Figur 10-12).

10.3.2.4 Når snøskred inn i kartleggingsområdet?

Det er ingen historiske snøskredhendelser mot bebyggelsen. Basert på skader i vegetasjonen og modellkjøringer vurderer vi at snøskred med nominell årlig sannsynlighet 1/1000 kan nå øvre del av kartleggingsområdet.

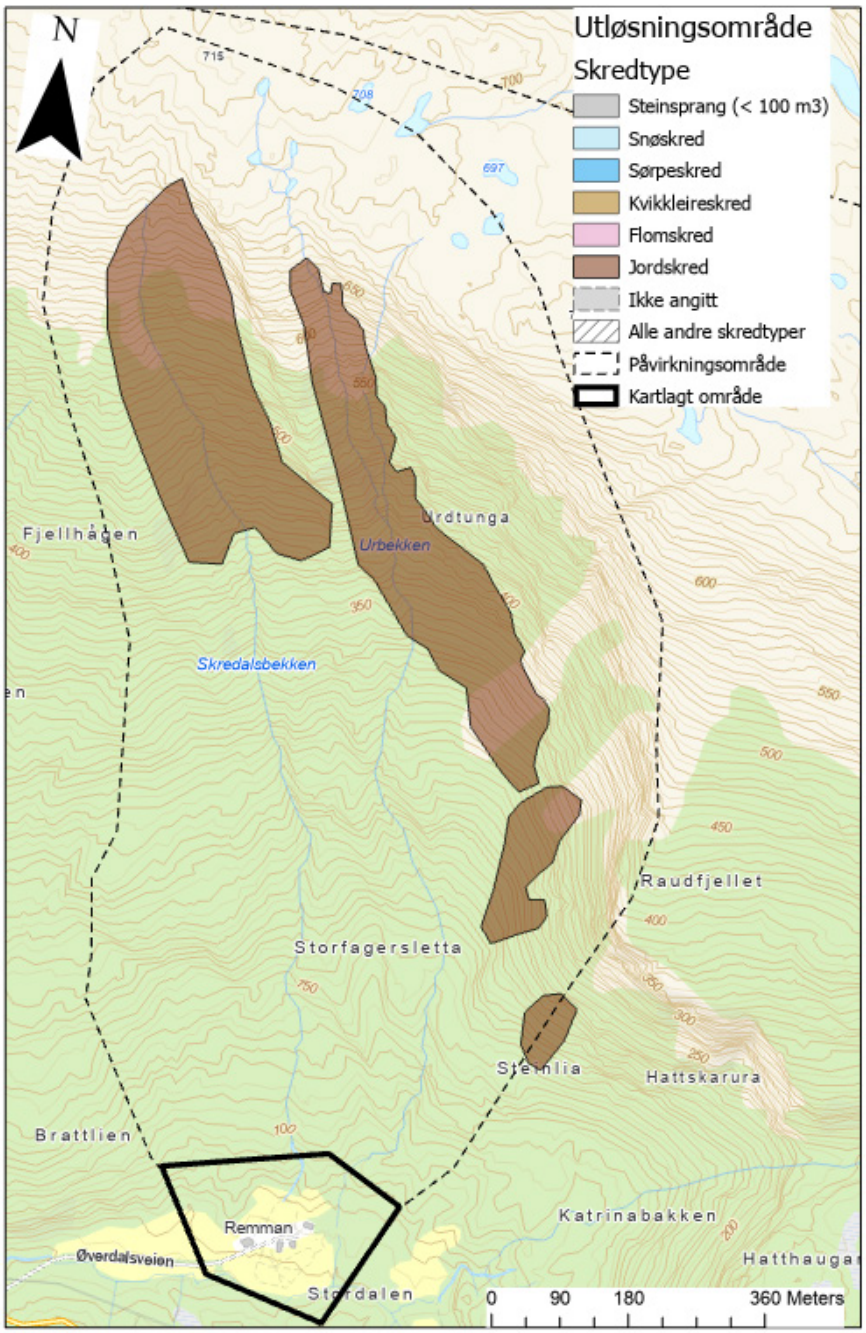


Figur 10-12 Simulering av snøskred med RAMMS.

10.3.3 Jordskred

Jordskred kan bli utløst i de bratte skråningene i tilknytning til Urbekken og Skredalsbekken og i skråningen lengst øst i påvirkningsområdet. Størst sannsynlighet for utløsning er knyttet til forsenkninger der det samler seg mest vann, og vi har i tillegg benyttet Flowacc beskrevet i Vedlegg B som grunnlag for å angi de mest sannsynlige løsneområder. (Figur 10-13). Løsmassedekket har begrenset tykkelse i kildeområdene, og eventuelle jordskred blir av begrenset størrelse. Avstanden til løsneområdene og helningsforholdene ned mot bebyggelsen tilsier at jordskred ikke har mulighet til å nå kartleggingsområdet.

Faren for jordskred er derfor ikke ytterligere vurdert.



Figur 10-13 Mest sannsynlige løsneområder for jordskred.

10.3.4 Flomskred

10.3.4.1 Er flomskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Flomskred er aktuell skredtype i de to bekkeløpene Skredalsbekken og Urbekken. Det er vanskelig å angi nøyaktig hvor eventuelle flomskred blir utløst ettersom de kan bli utløst nærmest tilfeldig langs hele løpet.

10.3.4.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Bekkeløpene følger gjøl og raviner med bratte sideskråninger over lange strekninger. På sikt vil løsmasser fra sideskråningene tilføre bekkeløpene nytt materiale som kan settes i bevegelse i flomperioder. Under befaringen ble det ikke observert tydelige spor etter materialtransport i de to bekkeløpene. Vi vurderer at løsnesannsynligheten for store flomskred som kan nå ned mot kartleggingsområdet som lav, anslagsvis 1/100-1/1000 pr. år.

10.3.4.3 Utredning av utløp

Skyggekartene viser at det er en mulig avsetningsform etter flomskred ved utløpet av Skredalsbekken. Alderen på denne avsetningen er vanskelig å anslå, men mangelen på spor etter massetransport oppover i løpet indikerer at den er gammel.

Ut fra observasjoner av erosjons- og avsetningsspor og helningsforhold langs løpet og helningsforhold med flere utflatinger vurderer vi at det kun er vann og slam med begrenset trykk som kan nå ned mot kartleggingsområdet. Vi antar at sørpeskred er dimensjonerende skredtype i de to bekkeløpene, og modellering av utløp er derfor gjort for sørpeskred.

10.3.4.4 Når flomskred inn i kartleggingsområdet?

Flomskredmasser med potensiale til å påføre skader på bebyggelse vurderes ikke å kunne nå ned i kartleggingsområdet.

10.3.5 Sørpeskred

10.3.5.1 Er sørpeskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Sørpeskred er en kjent skredtype i Rana-området, og terrengforholdene med flere bekkeløp ligger til rette for utløsning av denne skredtypen.

10.3.5.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Sørpeskred kan bli utløst mer eller mindre tilfeldig langs de to bekkeløpene Skredalsbekken og Urbekken. I tillegg finnes det noen mindre løp med begrenset nedbørfelt med mulighet for utløsning av mindre skred som vil stoppe opp i skogen ovenfor kartleggingsområdet.

Vi kunne ikke observere skader etter ferske sørpeskred i de bekkeløpene. Det er heller ingen kjente hendelser i området. Dette indikerer at sørpeskred sjeldne hendelser, anslagsvis sjeldnere enn hvert 100 år.

10.3.5.3 Utredning av utløp

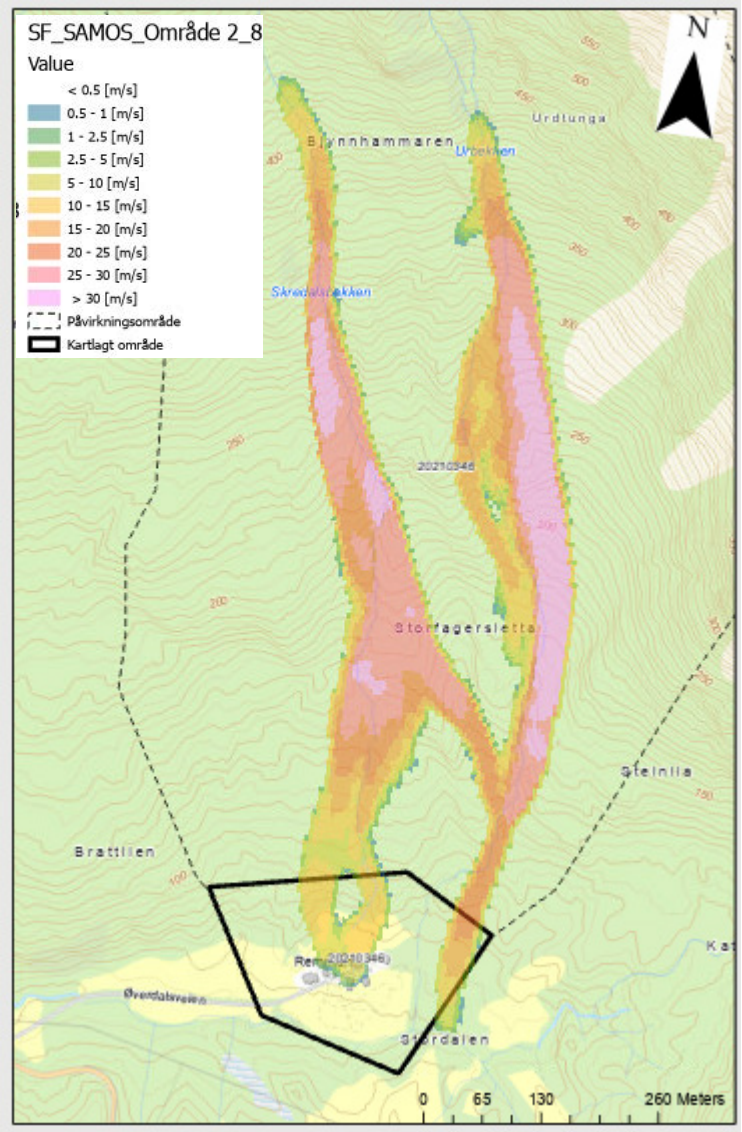
Sørpeskred har stort vanninnhold med mulighet for lange utløp. De to bekkeløpene vil i stor grad kanalisere skredmassene. Vi har simulert skredutbredelse ved bruk av SAMOS-AT tilpasset sørpeskred. Vi har simulert utløp ved hjelp av RAMMS-DF tilpasset sørpeskred med følgende input verdier:

- my = 0,05
- ksi = 600
- Tetthet = 900
- Bruddhøyde 1 m

Vi har benyttet 1 m bruddhøyde basert på en analyse av klimastatistikk.

Sørpeskred vil følge forsenkninger i terrenget ned mot kartleggingsområdet.

Simuleringene indikerer at sørpeskredmasser kan nå ned til kartleggingsområdet (Figur 10-14).



Figur 10-14 Simulering av sørpeskred med SAMOS-AT tilpasset sørpeskred.

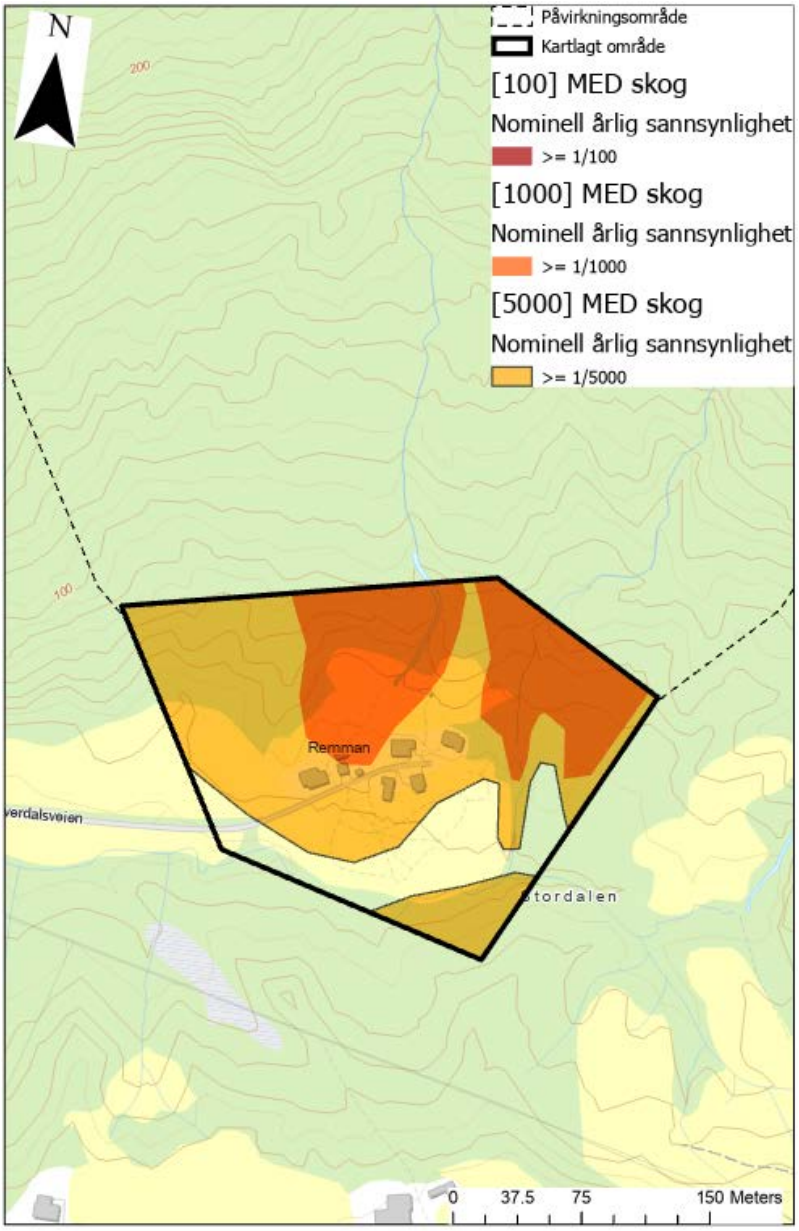
10.3.5.4 Når sørpeskred inn i kartleggingsområdet?

Vi vurderer at deler av kartleggingsområdet kan nås med nominell årlig sannsynlighet større enn 1/1000.

10.4 Hva er den samlede skredfaren?

Skredfaren i kartleggingsområdet er påvirket av snøskred, sørpeskred og flomskred. Snøskred og sørpeskred er dimensjonerende faretyper. Den samlede skredfaren er vist i Figur 10-15.

Det ligger ingen bolighus innenfor faresonen 1/1000.



Figur 10-15 Faresonekart

Det ligger ingen bygninger tilhørende sikkerhetsklasse S2 innenfor faresone 1/1000.

10.5 Skog med betydning for skredfaren

Skogen dekker store deler av fjellsidene ovenfor kartleggingsområdet. Store skogdekte arealer har terrenghelning >30°, og vi har angitt potensielle løsneområder for snøskred dersom skogen fjernes på kart i Vedlegg 8H. Det finnes flere eksempler på at fjerning av skog har ført til utløsning av skred.

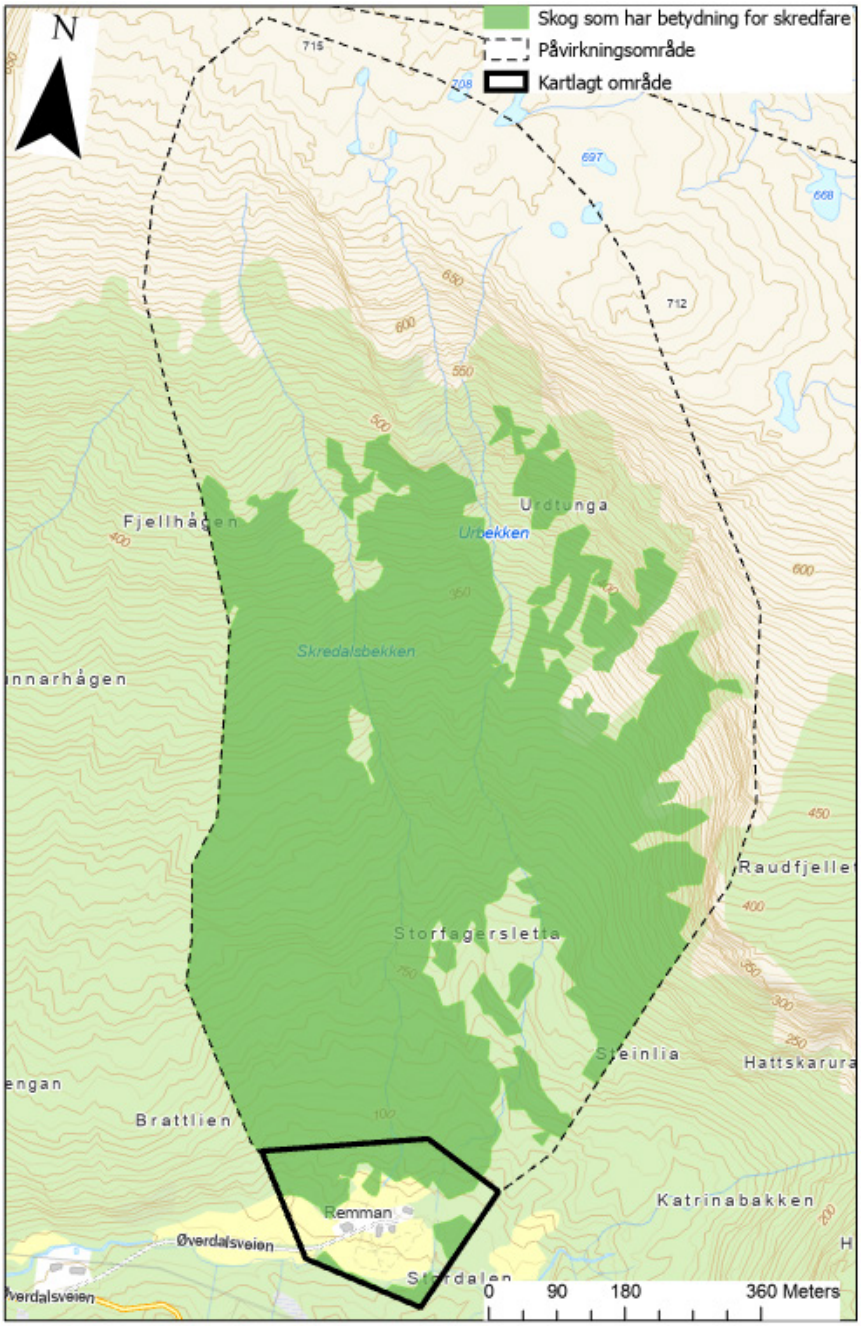
I tillegg vil skogen redusere muligheten for medriving av skredmasser nedover i skråningen. Den vil også ha en forankringseffekt på løsmassedekket og vil også bremse skred i bevegelse.

Generelt antar vi at skogen å ha stor betydning for utstrekningen av faresonene innenfor kartleggingsområdet

Vi har angitt skog som er vurdert å ha betydning for skredfaren på Figur 10-16. Vi har benyttet data fra SR16 til å beregne skogpolygoner, og disse er justert knyttet til observasjoner gjort under befaringen, bilder og flyfoto. Betydningen vil være avhengig av hvor tett skogen står og hvilken type vegetasjon som er aktuell. Generelt vil barskog ha større verneverdi enn lauvskog. I det aktuelle området er det først og fremst snø-skredfaren fra de høye skråningene ovenfor kartleggingsområdet som vil øke. For de lave skråningene nede i kartleggingsområdet vil endringen i faresonene bare være marginal.

Faresoner uten skog er vist i Vedlegg 8F.

Uttak av skog innenfor angitte polygoner bør gjennomføres kontrollert. Størrelsen og utformingen av hogstflater vil være avgjørende for i hvilken grad skredfaren endres.



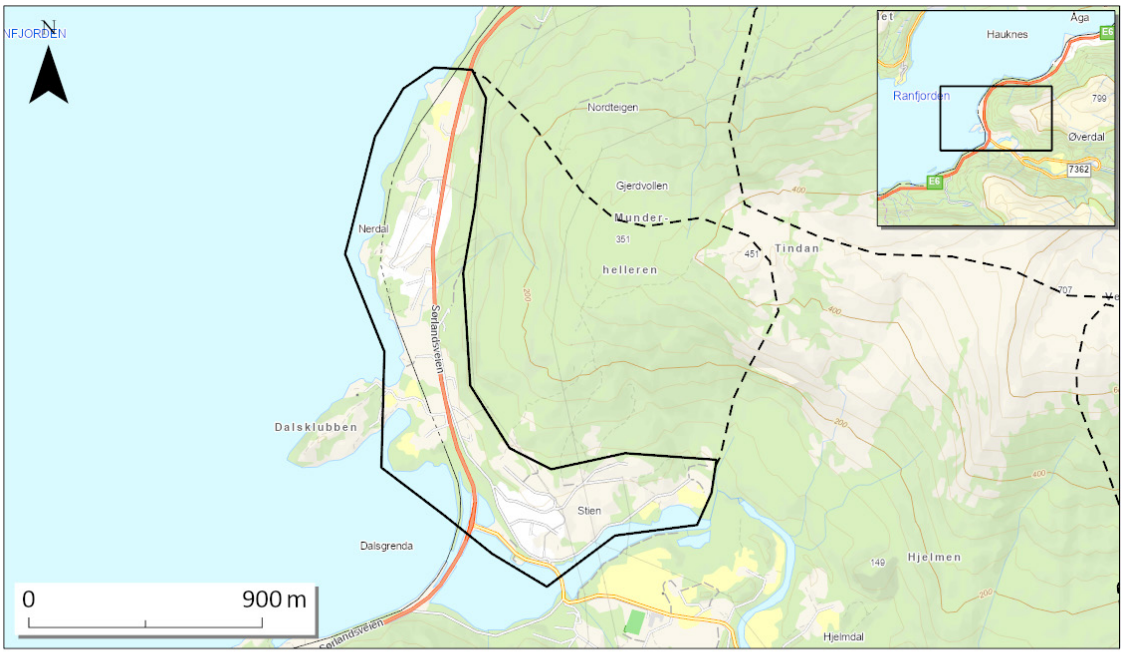
Figur 10-16 Skog med betydning for skredfaren.

11 Område 9 – Stien - Nerdal

11.1 Områdebeskrivelse

Planområdet ligger sør og vest for fjellområdet Tindan og Munderhelleren, og strekker seg fra fjordnivå opp til 451 moh. (Figur 11-1 og Figur 11-2)

Øvre del av fjellsiden lengst øst mot Tindan består av skrentområder. For øvrig er skråningene dekket med relativt tett skog, og i vestre delene er mange mindre skrent-områder. Det renner noen mindre bekker i skråningene. Det finnes ingen spor etter skredaktivitet i skogen ovenfor det kartlagte området.



Kartlagt område Påvirkningsområde

Figur 11-1 Oversikt over kartleggingsområdet med påvirkningsområde.

Figur 11-2: Oversiktsfoto, øverst østlige del, i midten sentrale deler, nederst nordligste del.

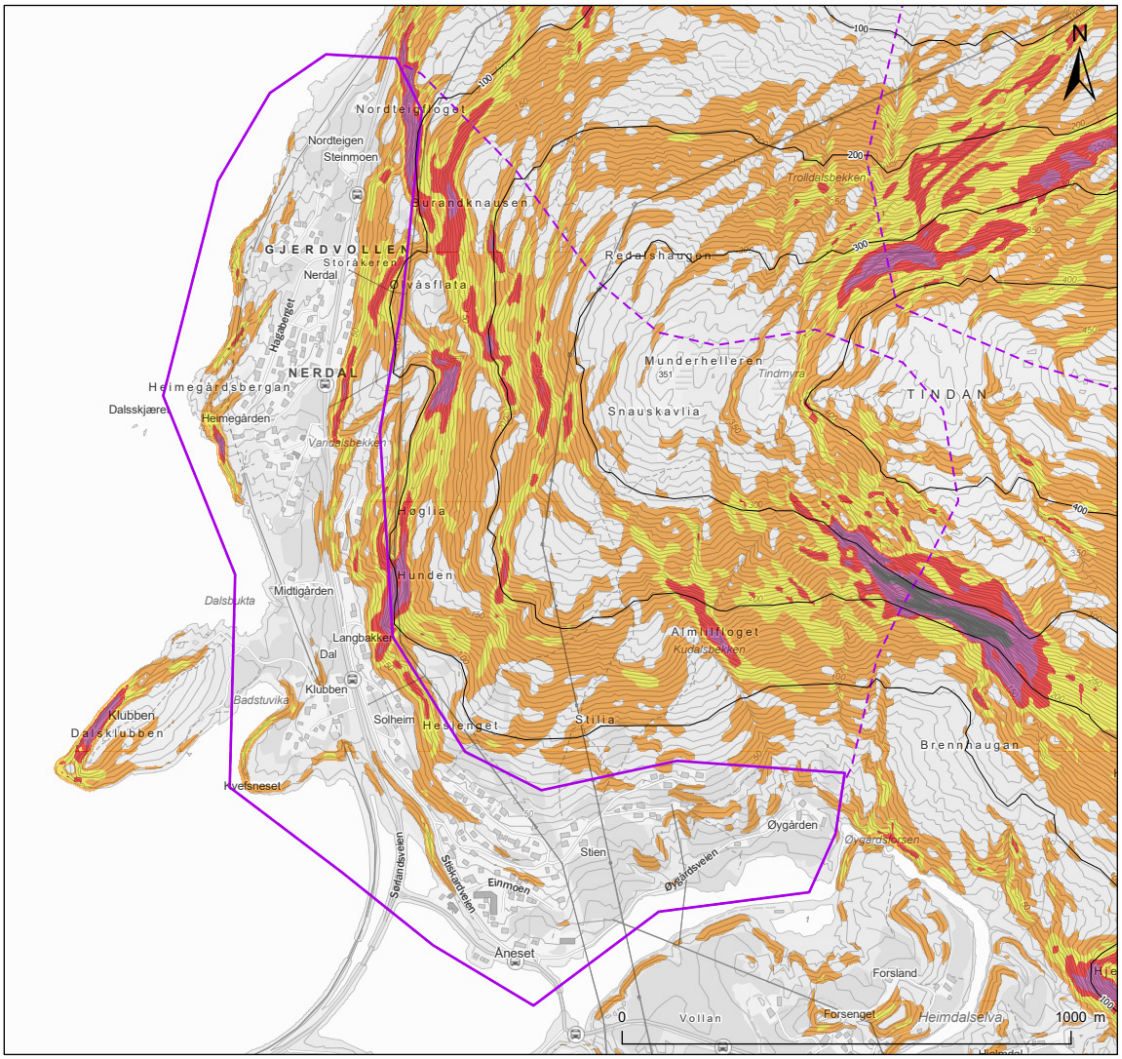
11.1.1 Topografi og grunnforhold

Figur 11-3 viser terrenghellingskart for det kartlagte området med tilhørende påvirkningsområde. De bratte områdene >30º dekker deler av fjellsidene helt i øst. I vestlige del ligger det flere partier brattere enn 45°, men det har bygget seg opp urer under skrentene. Noen mindre bekkeløp renner i fjellsiden, men ingen viser tydelige spor etter skredaktivitet.. Skogen veksler mellom granskogfelt og blandet løvskog.

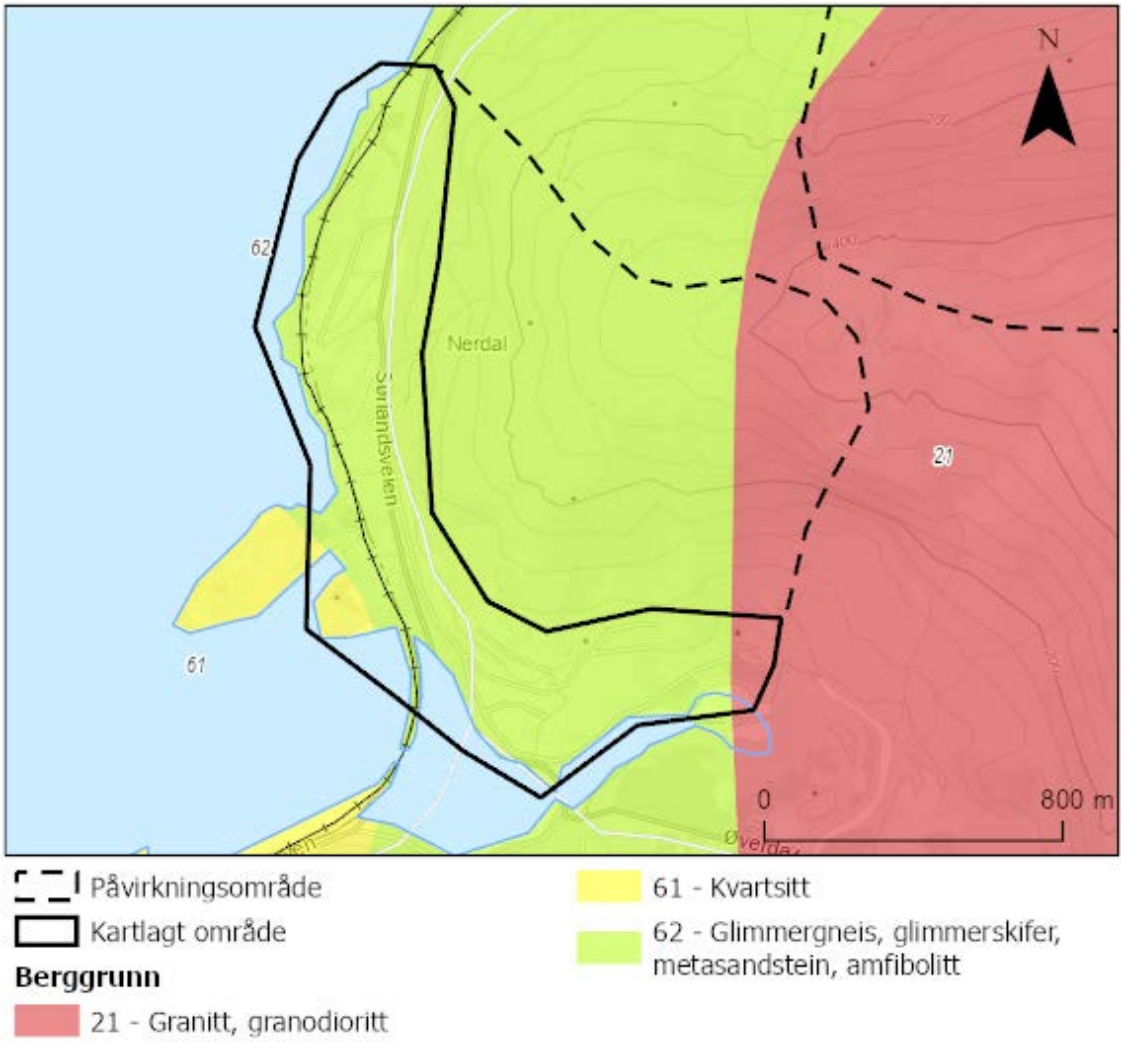
Bergrunnskart fra NGU (ngu.no) viser at fjellsiden over planområdet består av glimmergneis og glimmerskifer, men lengst øst er det granitt (Figur 11-4).

Løsmassedekket består av bart berg øverst og lengst øst i påvirkningsområdet opp mot Væten. Nedenfor dette er det tynt humusdekke med torv, og nedre deler er klassifisert som forvitringsmateriale (Figur 11-5).

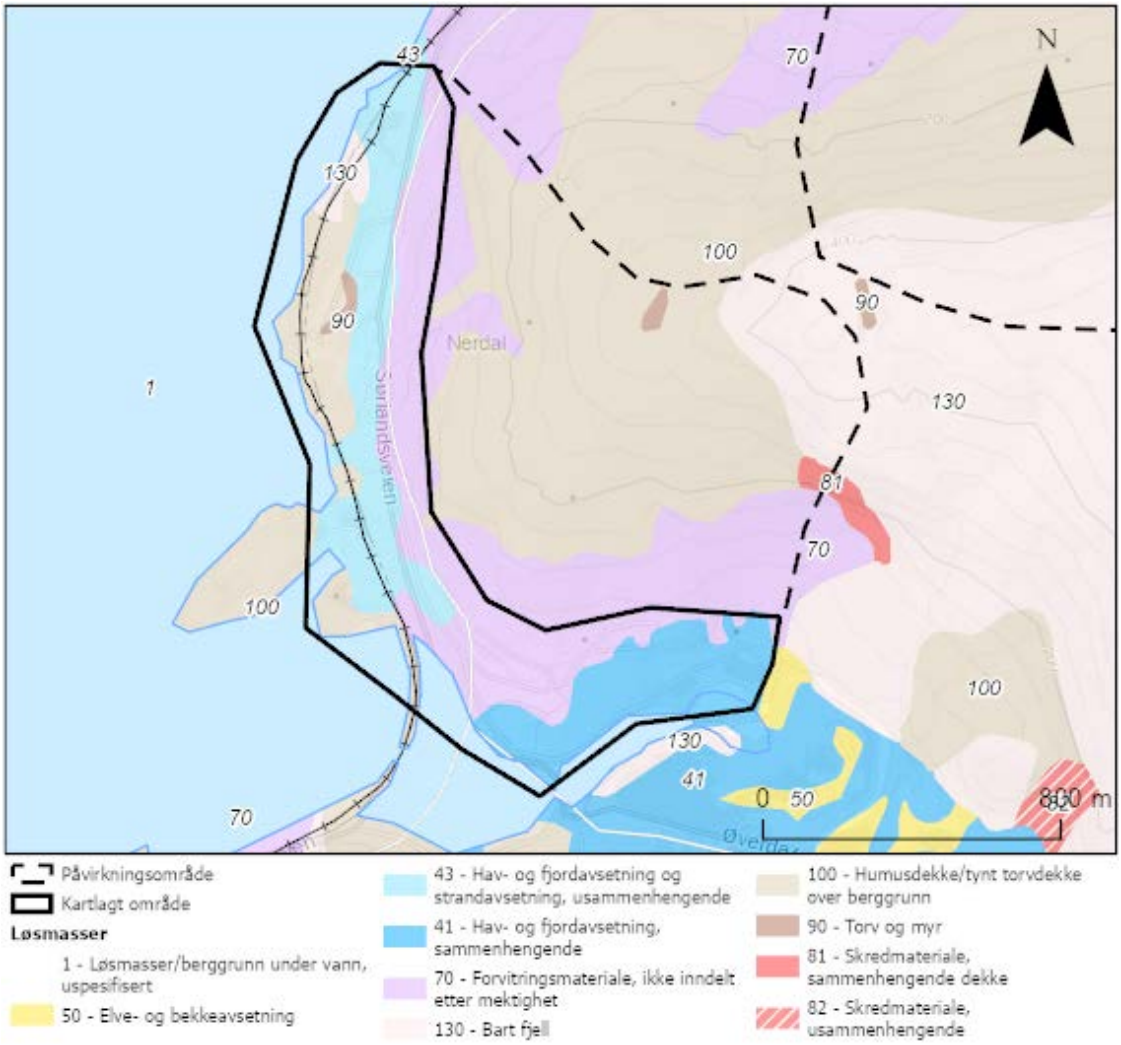
Nede ved fjorden er det marine hav- og fjordavsetninger.



Figur 11-3 Helningskart (1x1 m).



Figur 11-4 Berggrunnskart (NGU).



Figur 11-5 Løsmassekart (NGU).

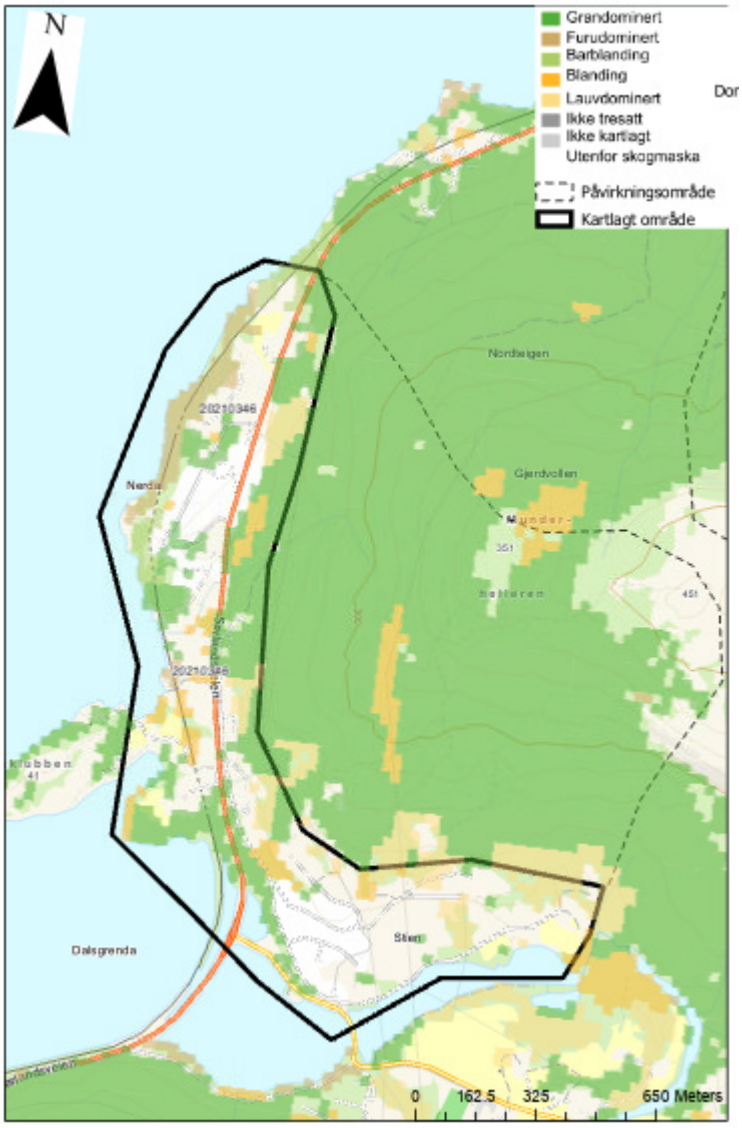
11.2 Grunnlagsmateriale

11.2.1 Skog

Vegetasjonsforholdene er kartlagt ved hjelp av observasjoner gjort under befaringen, flyfoto og. I tillegg er Lidar-baserte skogsdata fra NIBIO med 16x16 m oppløsning (SR16-datasettet) benyttet for informasjon om høyde, diameter, tetthet og alder på skogen, skogsvolum over og under bakkeoverflaten, samt kronedekning.

Skogen dekker store deler av påvirkningsområdet bortsett fra toppområdet ved Tindan.

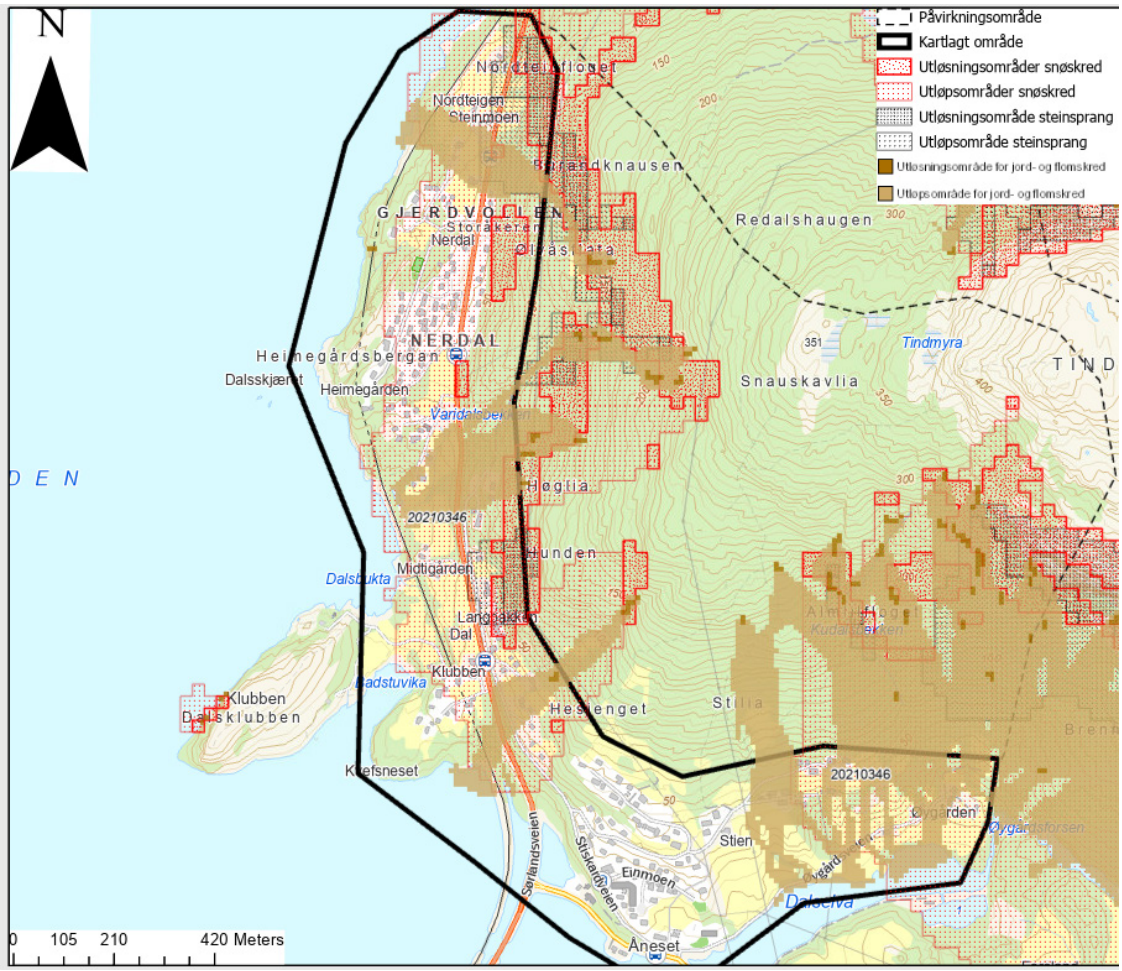
Ifølge SAT-SKOG data fra NIBIO er granskog dominerende treslag med innslag av blandingsskog. Det aller vesentligste er gammel skog (>81 år) i i fjellsiden over plan-området. Under befaring observerte vi partier med noe yngre lauvskog.



Figur 11-6 Dominerende treslag (SAT-SKOG).

11.2.2 Tidligere utredninger / kartlegginger i området

Den nasjonale kartleggingen av aktsomhetssoner (NVE) viser at kartleggingsområdet ligger innenfor aktsomhetssonen for snøskred og mindre deler for steinsprang samt jord- og flomskred (Figur 11-7).

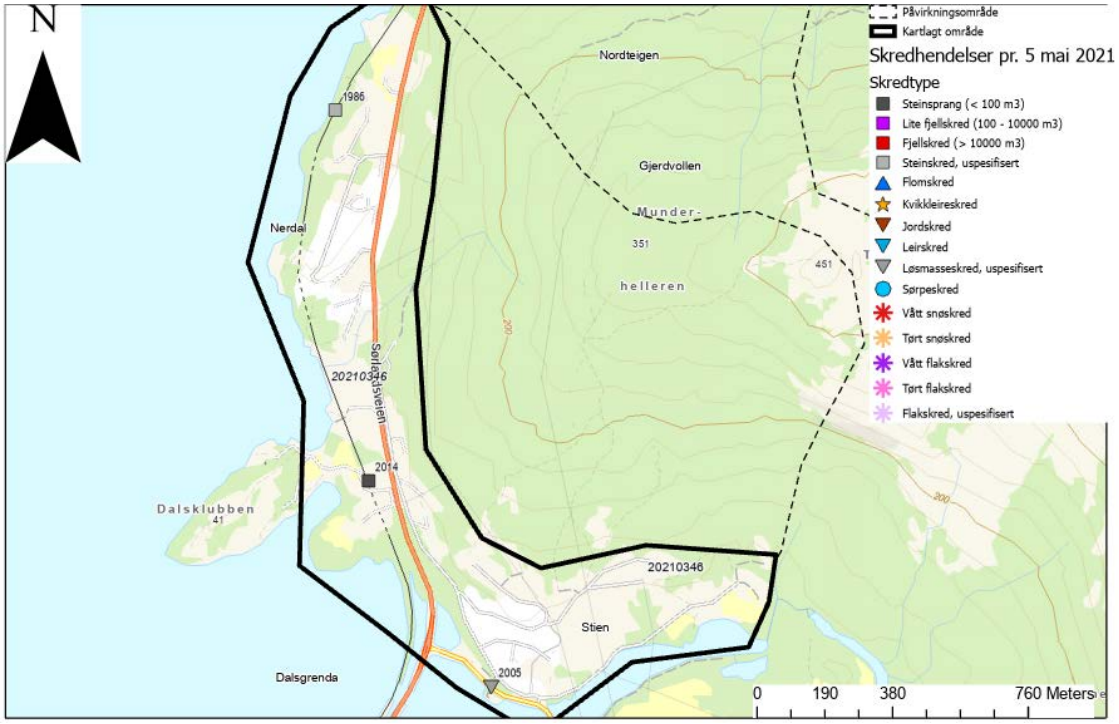


Figur 11-7 Aktsomhetssoner skred (NVE).

NGI kjenner ikke til andre utredninger om skredfare i området.

11.2.3 Historiske skredhendelser

Det er ingen registrerte skredhendelser i NVEs skreddatabase (atlas.nve.no) i planområdet, bortsett fra to hendelser mot jernbanen fra lokale skjæringer. Disse hendelsene har ingen relevans for skredfaren fra naturlig terreng (Figur 11-8).



Figur 11-8 Registrerte skredhendelser (NVE).

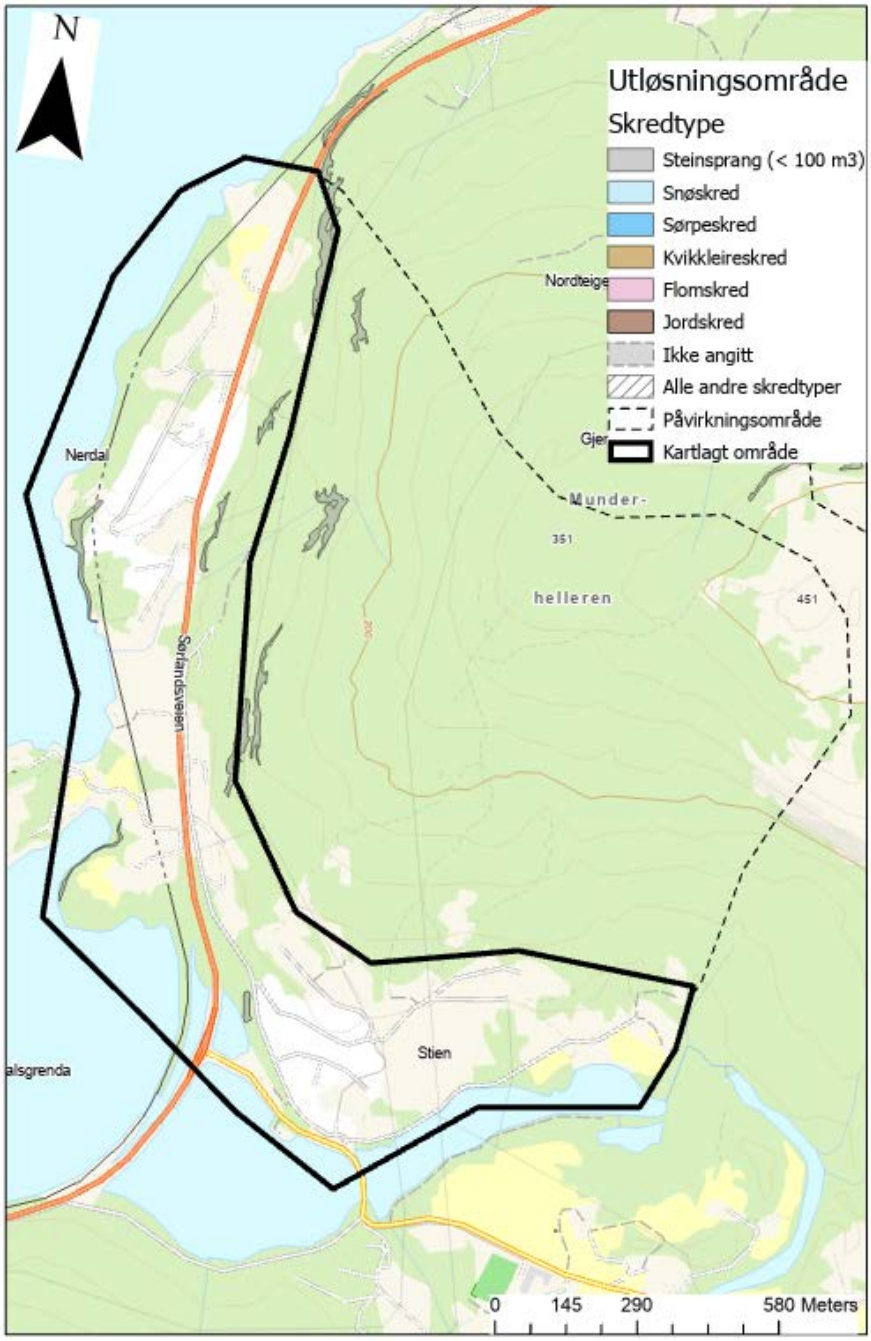
11.2.4 Eksisterende sikringstiltak

NGI har ingen opplysninger eller gjort observasjoner av sikringstiltak i påvirknings-området.

11.3 Skredfareutredning per skredtype

11.3.1 Steinsprang

Ut ifra detaljert terrengmodell er det identifisert potensielle utløsningsområder for steinsprang innenfor påvirkningsområdet, men de er i fåtall og har lave fallhøyder (Figur 11-9).



Figur 11-9 Løsneområder for steinsprang basert på 2x2 m terrengmodell.

11.3.1.1 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Det ble observert ferske utfall fra de mange lokale skrentområdene nord og vest i kartleggingsområdet, men inntrykket fra befaringen var at berggrunnen virket relativt stabil med lav løsnesannsynlighet, typisk sjeldnere enn 100 år.

Skrentområdet lengst øst opp mot Tindan består også for en stor del av massivt berg, men her kan det observeres spor etter ferskere utløp (Figur 11-10). Imidlertid vil terrengforholdene bidra til at eventuelle utløp vil komme ned øst for kartleggingsområdet

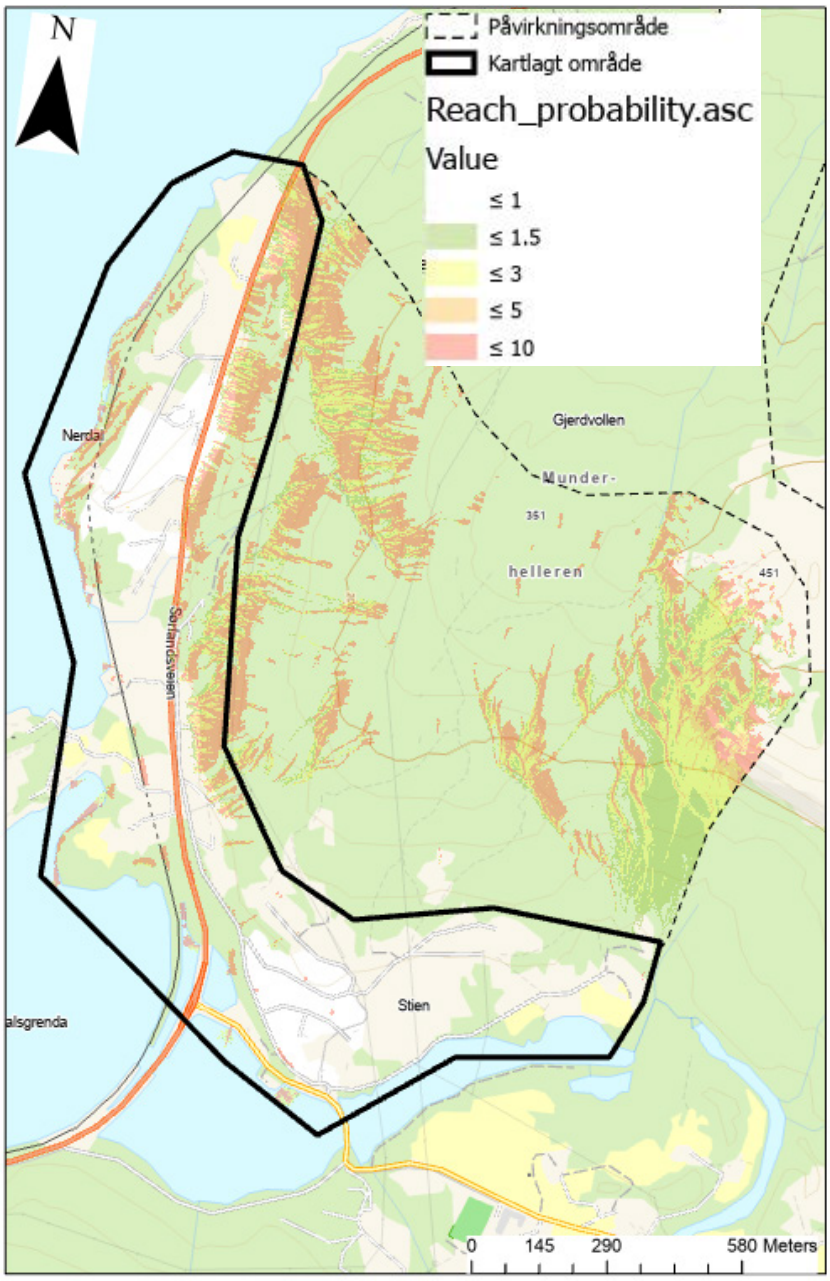
Figur 11-10 Skrentområdet opp mot Tindan viser spor etter ferske utfall.

11.3.1.2 Utredning av utløp

Simulering av steinsprang er gjennomført ved bruk av RockyFor3D, og de viser at utfallene får begrenset rekkevidde (Figur 11-11). Følgende input verdier er benyttet:

Blokkvolum: 0,6-1,5 m^3
Antall utfall pr. celle: 100
Initial fallhøyde 0 m

Simuleringene viser god overensstemmelse med observasjoner i felt.



Figur 11-11 Simulering av steinsprang med RF3D.

11.3.1.3 Når steinsprang inn i kartleggingsområdet?

Steinsprang kan nå ned i midtre og nordlige del av kartleggingsområdet. Pga. lav løsnesannsynlighet (< 1/100) er det kun 1000- og 5000-årssonene som er aktuelle.

Størst aktivitet er knyttet til skrentområdet lengst nord der skred med årlig sannsynlighet 1/1000 kan passere over veien (Figur 11-12).

Figur 11-12 Skrentområdet lengst nord i kartleggingsområdet kan gi opphav til utløp som går ned mot veien.

11.3.2 Snøskred

11.3.2.1 Er snøskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Store snøskred kan bli utløst fra svabergpartiene opp mot fjellet Tindan lengst øst, men terrengforholdene vil bidra til at utløpene kommer ned øst for kartleggingsområdet.

Noen svaberg lengst nord kan gi opphav til mindre utglidninger av våtsnøskred. For øvrig vil skogen bidra til at faren for snøskred generelt er liten i dette området.

11.3.2.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Det finnes mindre svabergsområder lengst nord i kartleggingsområdet uten skog som kan gi opphav til små glideskred, særlig våtsnøskred (Figur 11-12). Vi antar at utglidninger her kan skje rundt hvert 10. år.

I tillegg vil det kunne bli utløst små skred fra andre bratte områder med spredt skog, men dette vil skje sjeldnere, kanskje rundt hvert 100. år.

11.3.2.3 Utredning av utløp

Utløp av våt snø fra svaberg vil ha begrenset rekkevidde, og vil gå kortere enn steinsprang som vurderes å være dimensjonerende faretype.

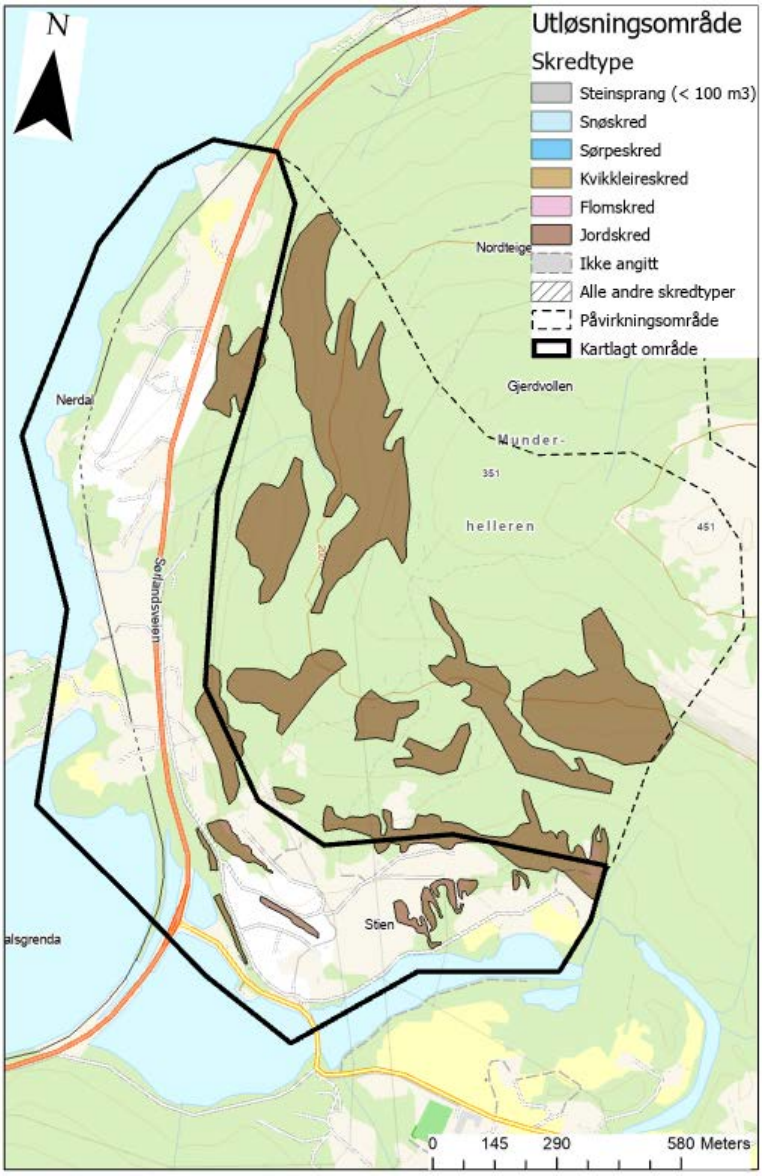
11.3.2.4 Når snøskred inn i kartleggingsområdet?

Snøskred kan inn i kartleggingsområdet lengst nord, men i de aktuelle områdene vil steinsprang være dimensjonerende faretype.

11.3.3 Jordskred

11.3.3.1 Er jordskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Ut ifra detaljert terrengmodell er det identifisert potensielle utløsningsområder for jordskred dvs. områder som har løsmasser og er brattere enn 20°. Størst sannsynlighet for utløsning er knyttet til forsenkninger der det samler seg mest vann, og vi har i tillegg benyttet Flowacc beskrevet i Vedlegg B som grunnlag for å angi de mest sannsynlige løsneområder. Vi har prøvd å antyde de mest sannsynlige løsneområdene på Figur 11-13.



Figur 11-13 Mest sannsynlige løsneområder for jordskred.

11.3.3.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Det ble ikke observert spor etter utglidninger under befaringen. Det er heller ikke kjente hendelser. Størst fare for utglidninger er knyttet til ravinelandskapet under marin grense. Det er svært utfordrende å vurdere stabiliteten av jordskråninger uten kjennskap til grunnforholdene. I marine avsetninger skal det som hovedregel alltid gjennomføres geotekniske undersøkelser i forkant av terrenginngrep. Vi har benyttet følgende grunnlag for vurderinger av løsnesannsynlighet i denne rapporten:

Beskrivelse	**Årlig løsne-sannsynlighet**
Skråninger lavere enn 10 m er ikke antatt å kunne gi opphav til skred mede stor nok intensitet til å skade bygninger	< 1/5000
Skråninger brattere enn 30° i tilknytning til raviner med mulighet for ansamling av tennende vann med erosjonspotensial	>1/1000
Skråninger 20-30° uten spesielle terrengformer	1/1000-1/5000

Basert på observasjoner under befaringen vurderer vi at den årlige løsnesannsynligheten for store jordskred med lang rekkevidde fra skråningen ovenfor kartleggingsområdet er svært lav, anslagsvis lavere enn 1/1000.

11.3.3.3 Utredning av utløp

Utløpsberegninger ved bruk av modeller anses lite hensiktsmessig i de lave skråningene. Erfaringsmessig vil slike utglidninger stanse raskt når terrenget flater ut. Vi har benyttet helningskart til å anslå rekkevidden til slike utglidninger.. Også vegetasjonsforholdene er inkludert i utløpsvurderingen dersom skogen står tett, ettersom skogen har en bindende effekt på løsmassedekket.

11.3.3.4 Når jordskred inn i kartleggingsområdet?

Faresonen 1/1000 går inn i kartleggingsområdet fra de høyeste og bratte jord-skråningene. Vi har på bakgrunn av feltobservasjoner og intervju med lokale beboere ikke identifisert områder med større fare innenfor kartleggingsområdet.

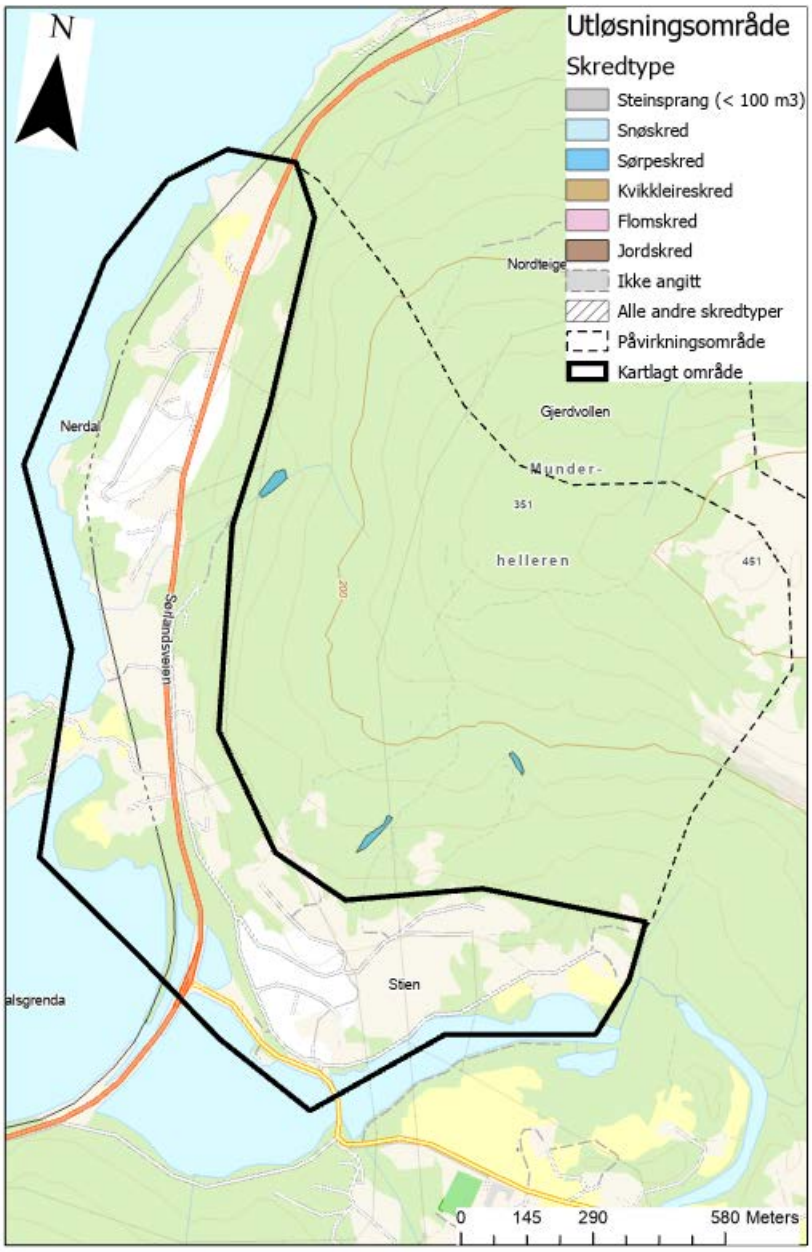
11.3.4 Flomskred

Flomskred er gjerne tilknyttet bekkeløp, og det er noen fåtalls bekker som kan være potensielle forsenkninger for utløsning av mindre flomskred.

11.3.4.1 Er flomskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Ut ifra analyse av detaljert terrengmodell og observasjoner i felt er det ikke identifisert potensielle utløsningsområder for flomskred som kan få så lang rekkevidde at de når inn i kartleggingsområdet.

Fare for flomskred utredes derfor ikke videre.



Figur 11-14 Mest sannsynlige løsneområder for sørpeskred som kan nå ned i kartleggingsområdet.

11.3.5 Sørpeskred

11.3.5.1 Er sørpeskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Det er identifisert potensielle utløsningsområder for sørpeskred innenfor påvirkningsområdet, det vil si forsenkninger eller bekkeløp som kan samle vann i snødekket.

11.3.5.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Det er i ingen tegn til eller registrert historisk sørpeskredaktivitet i området, og dette tyder på lav aktivitet. Ettersom Ranaområdet er ligger i et klimatisk område med stor sørpeskredaktivitet vurderer vi at sørpeskred kan bli utløst hyppigere enn hvert 1000. år i bekkeløp med størst ansamling av vann. Vi har identifisert tre mulige kildeområder for sørpeskred som antas å være relevant for kartleggingsområdet (Figur 11-14).

11.3.5.3 Utredning av utløp

Utløp er vurdert ut fra observasjoner i terrenget og terrenganalyser. Bruk av modeller er ikke funnet hensiktsmessig, fordi sørpeskredene antas å bli for små til at modeller er et egnet verktøy. Basert på observasjoner og erfaring med sørpeskred vurderer vi at utløpene kan nå ned til utflatinger i løpene.

11.3.5.4 Når sørpeskred inn i kartleggingsområdet?

Faresonene 1/1000 vurderes å kunne nå inn i kartleggingsområdet langs tre bekkeløp.

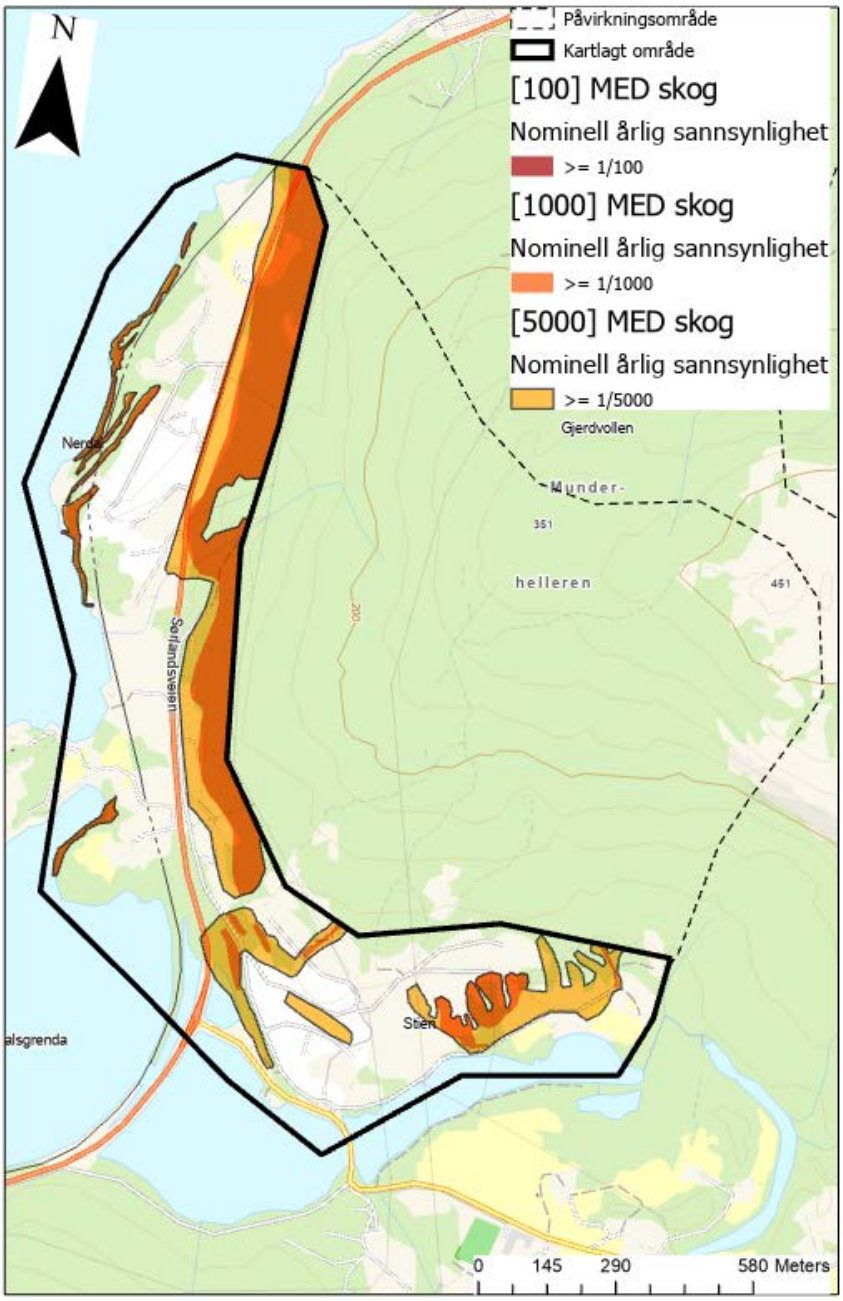
11.4 Hva er den samlede skredfaren?

Potensielle faretyper i kartleggingsområdet er steinsprang, jordskred og sørpeskred.

Steinsprang er dimensjonerende faretype i tilknytning til skrentområder, og faresoner 1/1000 og 1/5000 påvirker kartleggingsområdet.

Sørpeskred kan bli utløst langs tre forsenkninger, og de kan nå inn i kartleggingsområdet oftere enn hvert 1000. år. I tillegg er det løsmasseskråninger med mulighet for utglidninger oftere enn hvert 1000. år.

Faresoner som angir den samlede skredfaren for de tre faretypene er vist i Figur 11-15



Figur 11-15 Faresonekart

Det ligger 3 bygninger tilhørende sikkerhetsklasse S2 innenfor faresone 1/1000.

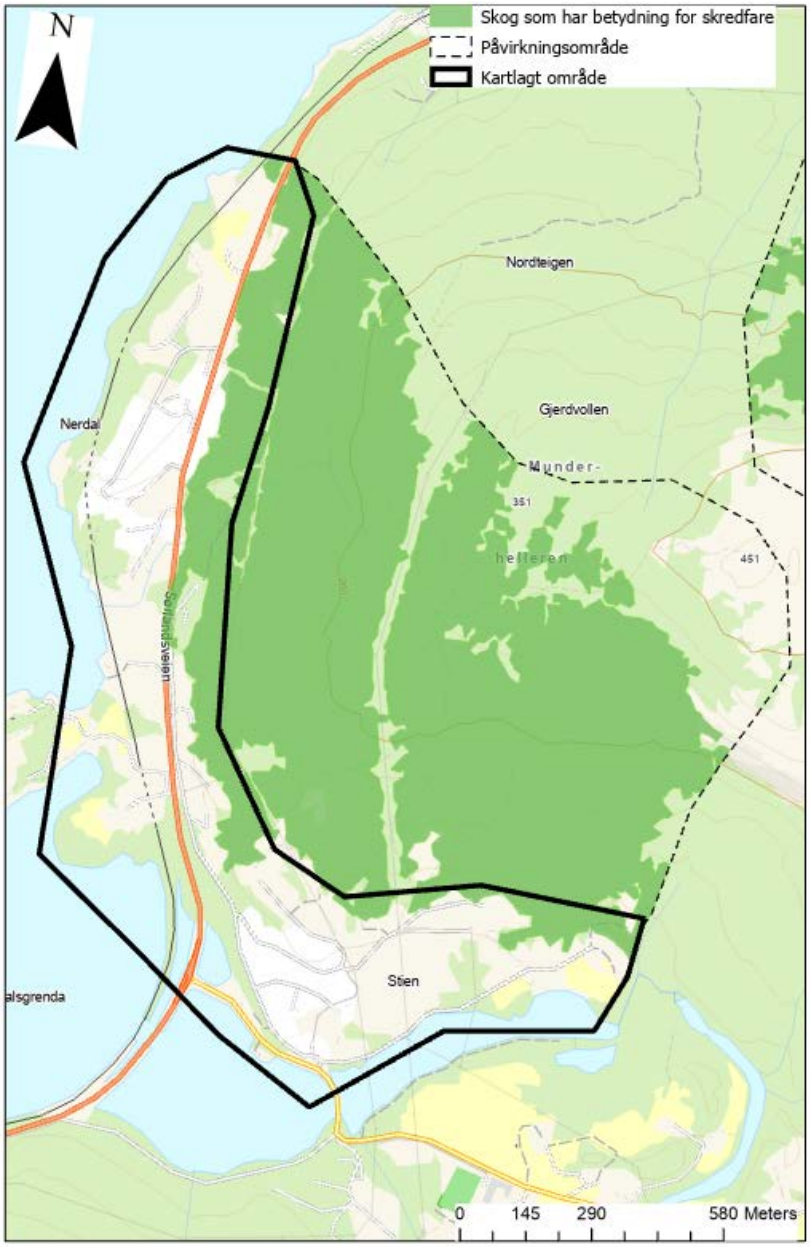
11.5 Skog med betydning for skredfaren

Skogen dekker store deler av fjellsidene ovenfor kartleggingsområdet. Store skogdekte arealer har terrenghelning >30°, og vi har angitt potensielle løsneområder for snøskred dersom skogen fjernes på kart i Vedlegg 9H. Det finnes flere eksempler på at fjerning av skog har ført til utløsning av skred.

I tillegg vil skogen redusere muligheten for medriving av skredmasser nedover i skråningen. Den vil også ha en forankringseffekt på løsmassedekket og vil også bremse skred i bevegelse.

Generelt antar vi at skogen å ha stor betydning for utstrekningen av faresonene innenfor kartleggingsområdet

Vi har angitt skog som er vurdert å ha betydning for skredfaren på Figur 11-16. Vi har benyttet data fra SR16 til å beregne skogpolygoner, og disse er justert knyttet til observasjoner gjort under befaringen, bilder og flyfoto. Betydningen vil være avhengig av hvor tett skogen står og hvilken type vegetasjon som er aktuell. Generelt vil barskog ha større verneverdi enn lauvskog. I det aktuelle området er det først og fremst snøskred-faren fra de høye skråningene ovenfor kartleggingsområdet som vil øke. For de lave skråningene nede i kartleggingsområdet vil endringen i faresonene bare være marginal.



Figur 11-16 Skog med betydning for skredfaren (SAT-SKOG).

Faresoner uten skog er vist i Vedlegg 9F.

Uttak av skog innenfor angitte polygoner bør gjennomføres kontrollert. Størrelsen og utformingen av hogstflater vil være avgjørende for i hvilken grad skredfaren endres.

11.6 Stedsspesifikk usikkerhet

Det er stor usikkerhet knyttet til å lokalisere og kvantifisere faren for jordskred, og avgrensningen av faresoner må derfor i stor grad baseres på faglig skjønn. For nærmere

vurdering av jordskredfaren må det gjennomføres geotekniske beregninger basert på prøvetaking eller grunnboring. Marin grense i området ligger rundt kote 30, og i de marine avsetningene nede i kartleggingsområdet må det tas høyde for mulig blør leire og kvikkleire ved eventuelle inngrep.

I tillegg er det krevende nøyaktig å angi løsneområder for sørpeskred og flomskred ettersom det kan være litt tilfeldig akkurat hvor slike skred starter langs et bekkeløp.

Angivelse av skogpolygoner som antas å ha betydning for skredfaren vil også være forbundet med usikkerhet. Den relative betydningen av skogen vil variere.

12 Referanser

Gauer, P. (2018) Avalanche Probability: Slab Release and the Effect of Forest Cover Proceedings of the International Snow Science Workshop 2018, Innsbruck, Austria, 2018, 76-83.

Hanssen-Bauer, I., Førland, E.J., Haddeland, I., Hisdal, H., Mayer S., Nesje, A., Nilsen, J.E.Ø., Sandven, S., Sandø, A.B., Sorteberg, A. & Ådlandsvik B. (Red.) (2015). Klima i Norge 2100. Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2015. NCCS report no. 2/2015.

Lussana C., Tveito O.E. & Uboldi F. (2016). seNorge v2.0: an observational gridded dataset of temperature for Norway. MET-report 14/2016.

NGI, 1979. Diverse rapporter etter skredulykken i Sjånesheia 27. januar 1979.

NGI, 2012. Skredfarevurdering B03 Østre Fageråsen, Mo I Rana. NGI rapport 20120403-00-1-R.

Reineke, L. H. (1933) Perfecting a stand-density index for even-aged forest, Journal of Agricultural Research, 46, 627-638

Saloranta T. (2014). New version (v.1.1.1) of the seNorge snow model and snow maps for Norway. NVE Report 06/2014.

SWECO, 2017. RIG Innledende vurdering av boligområde Mo i Rana. Notat 17659001-RIG-N02 REV. 04.

Disclaimer

Skredfarevurderingene gjelder så lenge vesentlige endringer i forutsetningene for vurderingene ikke forekommer. (Eksempler på vesentlige endringer er endringer i Plan og Bygningslovens krav, nye opplysninger om historiske eller nyere skred, endringer i klima, terreng eller vegetasjon, anlegg av ny infrastruktur, etc.). Oppdragsgiver må til enhver tid vurdere om forutsetningene er endret, for i så fall å få utført en revidert kartlegging.

Kontroll- og referanseside/ Review and reference page

Dokumentinformasjon/*Document information*		
Dokumenttittel/*Document title* Rana kommune		**Dokumentnr./*Document no.*** 20210346-01-R
Dokumenttype/*Type of document* Rapport / Report	**Oppdragsgiver/*Client*** NVE	**Dato/*Date*** 2021-11-05
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/ *Proprietary rights to the document according to contract* NGI		**Rev.nr.&dato/*Rev.no.&date*** 1 / 2022-05-18
Distribusjon/*Distribution* BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees		
Emneord/*Keywords* Detaljert faresonekartlegging		

Stedfesting/*Geographical information*	
Land, fylke/*Country* Norge, Nordland	**Havområde/*Offshore area***
Kommune/*Municipality* Rana	**Feltnavn/*Field name***
Sted/*Location*	**Sted/*Location***
Kartblad/*Map*	**Felt, blokknr./*Field, Block No.***
UTM-koordinater/*UTM-coordinates* **Sone: Øst: Nord:**	**Koordinater/*Coordinates*** **Projeksjon, datum: Øst: Nord:**

Dokumentkontroll/*Document control*
Kvalitetssikring i henhold til/*Quality assurance according to NS-EN ISO9001*

Rev/ Rev.	***Revisjonsgrunnlag/Reason for revision***	**Egenkontroll av/ *Self review by:***	**Sidemanns-kontroll av/ *Colleague review by:***	**Uavhengig kontroll av/ Independent review by:**	**Tverrfaglig kontroll av/ *Inter-disciplinary review by:***
0	Originaldokument	2021-11-04 Frode Sandersen	2021-11-04 Christian Jaedicke		
1	Oppretting etter kommentarer fra NVE og anmerkninger etter uavhengig kontroll utført av Multiconsult	2022-05-18 Frode Sandersen	2022-05-18 Christian Jaedicke		

Dokument godkjent for utsendelse/ *Document approved for release*	**Dato/*Date***	**Prosjektleder/*Project Manager***
	18. mai 2022	Frode Sandersen

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen ingeniørrelaterte geofag. Vi tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg, og hvordan jord og berg kan benyttes som byggegrunn og byggemateriale.

Vi arbeider i følgende markeder: Offshore energi – Bygg, anlegg og samferdsel – Naturfare – Miljøteknologi.

NGI er en privat næringsdrivende stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskaper i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

www.ngi.no

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting within the geosciences. NGI develops optimum solutions for society and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the following sectors: Offshore energy – Building, Construction and Transportation – Natural Hazards – Environmental Engineering.

NGI is a private foundation with office and laboratories in Oslo, a branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

www.ngi.no

OSLO
TRONDHEIM
HOUSTON
PERTH

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
NGI.NO

Hovedkontor Oslo
PB. 3930 Ullevål Stadion
0806 Oslo

Avd. Trondheim
PB. 5687 Torgarden
7485 Trondheim

T 22 02 30 00
F 22 23 04 48
NGI@ngi.no

BANK
KONTO 5096 05 01281
ORG.NR 958 254 318MVA

ISO 9001/14001
CERTIFIED BY BSI
FS 32989/EMS 612006

Vedlegg A - D

GENERELLE VEDLEGG

Innhold

Vedlegg A Metode for fastsetting av faresoner
Vedlegg B Modellbeskrivelser
Vedlegg C Egenerklæringsskjema
Vedlegg D Uavhengig kvalitetssikring

Vedlegg A

METODE FOR FASTSETTING AV FARESONER

Innhold

A1 Innledning **2**
A2 Kort beskrivelse av aktuelle skredtyper **2**
A2.1 Steinskred og steinsprang 2
A2.2 Flomskred 2
A2.3 Snøskred 2
A2.4 Jordskred 3
A2.5 Sørpeskred 3
A3 Tolking av spor i terrenget **3**
A4 Terreng, hydrologi og skog **4**
A4.1 Terreng 4
A4.2 Hydrologisk modell (Flow acc) 4
A4.3 Skog 6

A1 Innledning

Tre faresoner er vurdert i dette oppdraget:

- Faresone for utbredelse av skred med årlig sannsynlighet 1/100
- Faresone for utbredelse av skred med årlig sannsynlighet 1/1000
- Faresone for utbredelse av skred med årlig sannsynlighet 1/5000

Faregrensene representer den samlede sannsynlighet for alle de vurderte skredtypene. I hovedsak vil det være en skredtype som er dominerende og bestemmende for skred-utløpet. Hvilken skredtype som er dimensjonerende er markert i kartet med eget symbol (se tegnforklaring i faresonekart). Unntaksvis vil flere skredtyper ha omtrent samme utbredelse, og i slike tilfeller må den samlede sannsynlighet for de relevante skredtyper summeres og legges til grunn for fastsettelsen av faregrensen.

A2 Kort beskrivelse av aktuelle skredtyper

A2.1 Steinskred og steinsprang

Steinskred og steinsprang forekommer vanligvis i bratte oppsprukne fjellpartier der terrenghelningen er større enn 45º. Steinsprangene utløses fra steile sprekker og over-heng som har utviklet seg over lang tid grunnet forvitring. Det vanligste er mindre utfall på noen fåtalls kubikkmeter, men større steinskred kan også tidvis forekomme. Stein-sprang forekommer helst om våren og høsten, ofte som følge av frysing/tining eller pga. store nedbørmengder som fører til høyt vanntrykk i sprekkene i fjellet. Rotsprengning kan også løse ut steinsprang. Også frittliggende blokker kan bli satt i bevegelse av prosessene nevnt over.

A2.2 Flomskred

Denne skredtypen følger bekker og elver, og kan bli utløst i løp med helning helt ned mot 10º - 15º. Jord- og flomskred blir gjerne utløst etter langvarig nedbør, eller etter korte, men intense regnskyll. Sterk snøsmelting kan også føre til utløsning av slike skred, men da oftest i kombinasjon med regn.

A2.3 Snøskred

Snøskred utløses vanligvis der terrenget er mellom 30º - 55º bratt. Der det er brattere, glir snøen ut i små porsjoner uten at det dannes større snøskred. Fjellsider som ligger i le for de vanligste nedbørførende vindretninger er mest utsatt for snøskred. Likeledes går det oftest skred i skar, bekkedaler og andre forsenkninger fordi det samles opp mest snø på slike steder. Fjellrygger og fremstikkende knauser blåses som regel frie for snø. Hvis skogen står tett i fjellsiden vil dette hindre utløsning av snøskred. Forutsetningen er at trærne er så høye at de ikke snør ned. Som regel må det komme fra 0,5 - 1 m snø i løpet av to til tre døgn sammen med sterk vind for at store snøskred skal bli utløst. Markante temperaturstigninger kan også føre til at det går snøskred.

Det kan oppstå våte snøskred, som generelt har kortere rekkevidde enn tørre snøskred. Strømningsforholdene i våte snøskred skiller seg fra tørre snøskred og kan sammenlignes med sørpe- eller flomskred. I etterkant er det ofte ikke mulig å gjøre et klart skille, siden snøsmelting i bratt terreng kan være årsaken til alle disse prosessene og det er også mulig for våte snøskred å «transformeres» til vannmettede snøskred til sørpe- eller flomskred ved stor vanntilgang.

Observasjoner tyder på at våtsnøskred også kan utløses i bratte skoger hyppigere enn tørre snøskred.

A2.4 Jordskred

Jordskred utløses helst i bratte fjellsider der det ligger løsmasser og der terrenget er brattere enn 25º - 30º. Løsmasser med høyt innhold av finere partikler, som for eksempel leire, kan bli utløst i enda slakere terreng. Oftest er nedbør årsaken til at jordskred utløses. Steinsprang kan også utløse jordskred dersom steinblokker treffer vannmettede løsmasser i bratt terreng, og setter disse i bevegelse.

A2.5 Sørpeskred

Sørpeskred er en spesiell type snøskred der snøen inneholder så mye vann at den blir flytende. Skredene følger helst bekke- og elvedrag som myrområder, vann eller slake forsenkninger. Sørpeskred kan løsne i slake partier (helt ned mot 5°) hvor vann bygger seg opp i snødekket eller nedenfor utløp av snødemte vann og myrer når vann bryter seg gjennom snøen og drar med seg snø videre i løpet. Sørpeskredene kan forekomme i ulike terrengtyper og kan være vanskelig å forutsi. De utløses helst når snøen er løs og lett, i nysnø eller i grovkornet løs snø som ligger på frossen grunn eller sva (impermeabel grunn), som følge av kraftig regn eller snøsmelting. Sørpeskred kan nå langt selv i slakt terreng. Sørpeskred kan forekomme i de samme bekke- og elvedragene som flomskred, og det kan i noen tilfeller være vanskelig å skille mellom disse to vannbårne skredtypene. I noen tilfeller kan det også være krevende å skille mellom våtsnøskred og sørpeskred, ettersom vanninnhold kan endre seg langs skredbanen i begge tilfeller.

Likedan som overgangen mellom jordskred og flomskred er glidende, så er overgangen fra snøskred til sørpeskred glidende og avhenger av mengde vann. Dessuten har en rekke flomskred sitt opphav som sørpeskred. Derfor bør klassifiseringene ovenfor kun ses på som en grov klassifisering.

A3 Tolking av spor i terrenget

Tidligere skredhendelser vil i noen grad kunne observeres ute i terrenget. For eksempel vil spor etter snøskred kunne vises i form av skader på vegetasjonen. Skredblokker vil i de fleste tilfeller bli liggende som vitnesbyrd på tidligere steinspranghendelser, men dersom det er innmark kan steinblokker ha blitt fjernet. Ofte vil det være et problem å skille skredblokker fra moreneblokker som har blitt transportert med isen.

Skred som er masseførende slik som jord- og flomskred vil som oftest gi varige spor i terrenget. Det kan enten være erosjonsformer slik som nedskjæringer (raviner) eller avsetningsformer (som regel vifteformet eller levéer). Utfordringen er å vite hvor gamle disse skredene er, og i hvilken grad de er representative for dagens forhold. I tiden like etter siste istid gikk det et stort antall skred under helt andre vegetasjonsforhold med stor vanntilgang grunnet issmelting.

A4 Terreng, hydrologi og skog

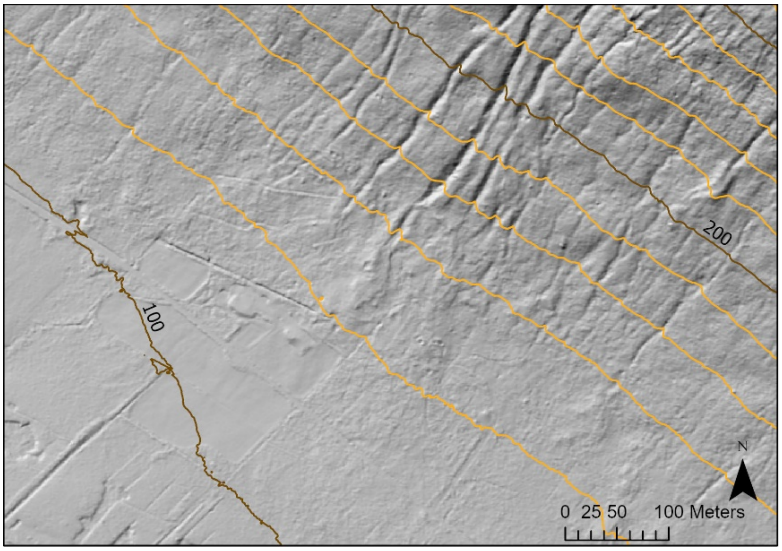
Vurderingen av området tar utgangspunkt i dagens terreng- og vegetasjonsforhold. Dersom vegetasjons- eller terrengforhold endrer seg vesentlig, må området vurderes på nytt. Også byggeaktivitet ved utbygging kan endre faren spesielt for flom- og sørpeskred dersom dreneringsveier blir endret.

A4.1 Terreng

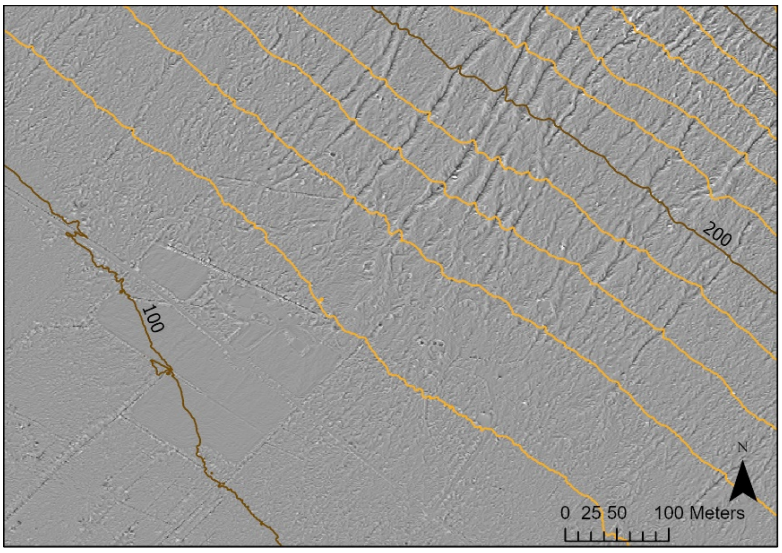
Med dagens mer og mer tilgjengelige høyoppløselige LIDAR-data, spiller digitale terrengmodeller og produkter avledet fra dem en økende rolle i terrengvurdering. Disse utfyller feltobservasjoner og bidrar til å ekstrapolere lokale observasjoner til større områder. Eksempler på slike produkter inkluderer skyggekart ("Hillshade") representasjoner av digitale terrengmodeller (DTM), digitale overflatemodeller (DOM), helningskart, ruhetskart eller krumningskart.

A4.2 Hydrologisk modell (Flow acc)

Flow acc er et verktøy i ArcGIS som beregner hvordan vann akkumuleres nedover en skråning, og dette er et nyttig verktøy for å finne mest sannsynlige utløsningsområder for vannrelaterte naturfarer (sørpeskred, flomskred og jordskred). Vi har vist resultater for disse beregningene i Vedlegg 1-9 D under hvert delområde.



Figur 4.1 Skyggekart fra DTM med 1 m oppløsning.



Figur 4.2 Krumningskart fra DTM med 1 m oppløsning.

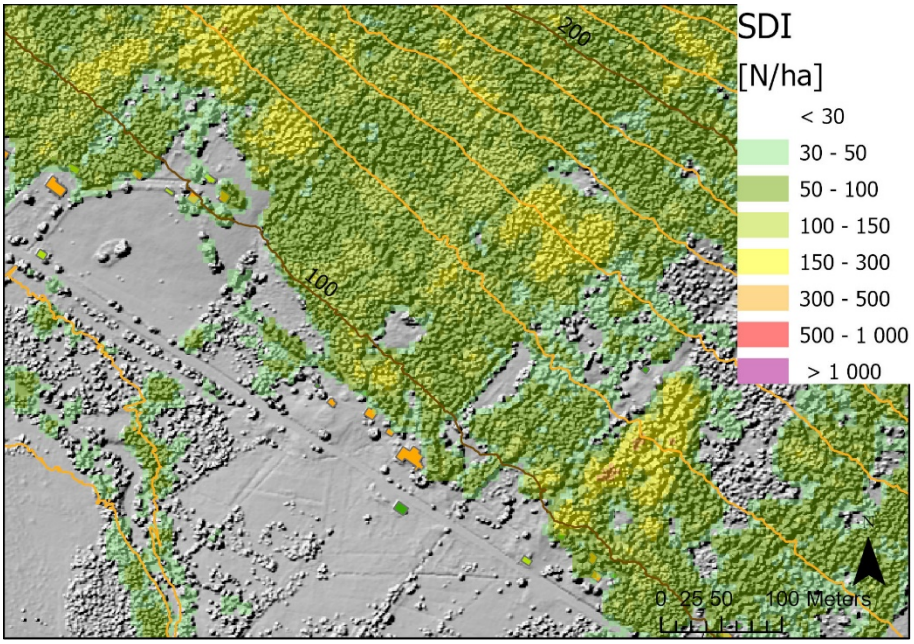
Figur 4.1 viser et eksempel på et skyggekart og Figur 4.2 et eksempel på et krumningskart. Ved første øyekast viser begge figurene lignende mønstre. Imidlertid reflekterer krumningskartet endringen i overflaten og viser derfor overflateruheten mye tydeligere. Erosjon og avleiring av grønne former kan dermed også sees tydeligere. Begge representasjonsformer kan utfylle hverandre.

A4.3 Skog

Definisjon:

> *"Skog er et landområde dominert av trær som er minst* 3 m *høye og står mindre enn 30 m fra hverandre (Norsk definisjon av skog)."*[1]
>
> *"Areal med minst 6 trær per dekar som er eller kan bli 5 meter høye, og disse bør være jevnt fordelt på arealet."*[2]

Høyoppløsende digitale terrengmodeller (DTM) og digitale overflatemodeller (DOM) kan brukes for å identifisere skog og å kvantifisere skogforhold. Figur 4.3 viser et eksempel på beregnet SDI. Til dette formålet ble DTM og DOM brukt som utdata og ved hjelp av FINT (Dorren et al., 2017) ble det forsøkt å identifisere individuelle trær og deretter ble skogtetthetsindeksen (stand density index, SDI, (Reinekes, 1933)) beregnet. Forklaringer av SDI er gitt nedenfor. Figur 4.4 viser et bilde av tilsvarende fjellside. De tettere og mindre tette skogstomtene kan tydelig sees. Eksemplet viser imidlertid også metodens begrensninger. Noen skogstomter ble hogd etter at lidar-dataene ble opprettet.



Figur 4.3 SDI (dimensjon antall trær per hektar). Data beregnet fra DTM og DOM med 1 m oppløsning og med hjelp av FINT (Dorren et al., 2017).

[1] Store Norske Leksion
[2] Bjørdal, I. & Bjørkelo, K. (2006) AR5 Klassifikasjonssystem, Skog og Landskap, Skog og Landskap, 2006

Figur 4.4 Bilde over området vist i Figur 4.3. En ser nylig hogd skog.

Generelt kan man anta at skog har en positiv effekt for å redusere frekvens og utbredelse/utløpslengde av skred i bratt terreng, men eksakt virkning er vanskelig å kvantifisere. Kravspesifikasjon til skogbestanden er forskjellig for de ulike faretypene, men generelt kan en si at det er ønskelig med en kontinuerlig høy grad av skogdekke.[3] Treslaget har imidlertid også stor betydning. Intersepsjon av graner er høy på grunn av deres høye bladarealindeks (*Leaf area index, LAI*), noe som er ønskelig for eksempel i forhold til beskyttelse mot snøskred. Samtidig er deres beskyttende effekt som grunnrotede planter lavere mot jordskred. Kravet om tilstrekkelig og sammenhengende skogdekke gjør at store jevnaldrende beplantede arealer kun i begrenset grad bidrar til å sikre mot naturfarer. For eksempel er avstanden mellom eldre gran med lik alder så stor at snøskred kan strømme gjennom relativt uhindret. Selv om dette sjelden skjer, er ikke faren på lang sikt ubetydelig.

Skog vil ha større effekt i utløsningsområder enn i utløpsområder. Men en kan ikke utelukkes at snøskred kan løsne i skog dersom terrenget er brattere enn 30° - 35°. Dersom skred løsner *ovenfor* skoggrensen, men kommer ned i skog på sin vei er effekten av skogen mindre. Riktignok vil utløpslengde bli redusert, men skred kan også ødelegge store deler av skogen, avhengig av skredstørrelse.
Figur 4.5 viser bilder fra et snøskred i januar 2015 som ødela mer enn 10 hektar bjørkeskog av alder mellom 40 og 80 år med anslagsvis et volum på mellom 30 og 70 m^3 pr. hektar.

[3] Schwitter, R.; Frehner, M. & Wasser, B. (2014) Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald (NaiS). Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, 2014

Figur 4.5 Snøskred i januar 2015 som ødela mer enn 10 hektar bjørkeskog i nærhet av Fåberg, Jostedalen.

Figur 4.6 Et tørt snøskred har strømmet gjennom skogen. Snøavsetningene på trærne er tydelige. Det gir en indikasjon på flyttehøyden til skredet (bilde: Gallatin National Forest Avalanche Center, 2009).

Figur 4.7 Våtsnøskred i skogområde (bilde: Gallatin National Forest Avalanche Center/J. Watson, 2018).

Figur 4.8 Snøskred i skog. Vegetasjonsforhold på øvre del av skredbanen (bilde fra [4]).

Figur 4.6 til Figur 4.10 viser eksempler der skog ikke var tilstrekkelig for å hindre utløsning/utbredelse av skred.

[4] Abe, O.; Nakamura, K.; Sato, K. & Kosugi, K. (2016) Observation of Frequent Avalanches in Sekiyama Pass along Route and Assessment of Snowpack Stability on the Valley Slopes. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 2016, 39-46

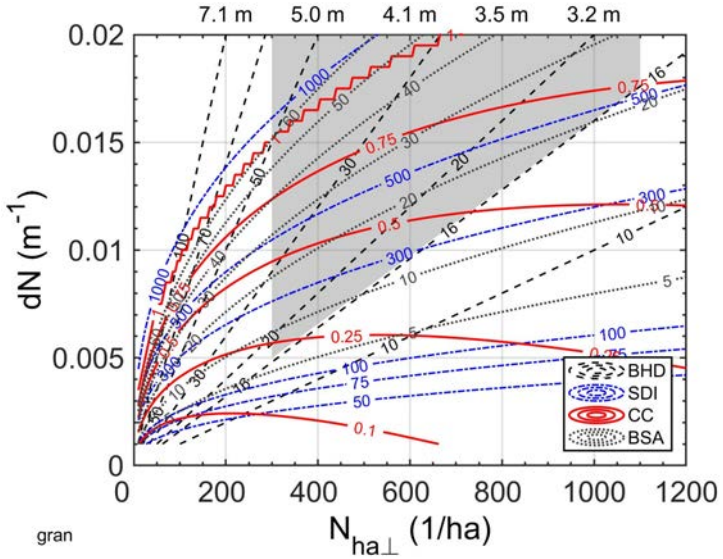
Figur 4.9 Utløpsområde til flomskred i skog.

Figur 4.10 Jordskredbane gjennom skogsområde.

Først og fremst er effekten av skog bestemt av skogtettheten. En indikator er Reinekes (1933) skogtetthetsindeks (stand density index, SDI, med dimensjon antall trær per hektar). Den er basert på forholdet mellom antall trær per hektar og gjennomsnittlig diameter. SDI gir indeksen til den karakteristiske fordelingen av trærs størrelser i jevnaldrende skog. Skogtetthetsindeksen er vanligvis godt korrelert med skogens volum og vekst. Indeksen gir en indikasjon på tettheten av trær og dermed en indikasjon på kronedekning. Karakteristiske verdier er avhengig av treslag. For en tett granskog er SDI rundt 1000/ha og for en skog med rundt 50% kronedekning er SDI mellom 300/ha og 500/ha. For lauvskog om vinteren er kronedekning og sammenlignbar SDI generelt betydelig mindre og verneeffekten mot snøskred er begrenset også i utløsningsområdet. Figur 4.11 viser noe typisk samehang mellom antall trær per hektar, dN, BHD, BSA, SDI, og kronedekning for gran. BSA is de grunnflate med enhet m^2 ha^{-1}. Lignende bilder vises for furutrær og, tatt i betraktning mindre bladdekke i vinter, for løvtrær.

Generelt kan sis at selv høyt skogdekke ikke kan forhindre alle snø-, jord- eller flom-skred, men uten skog ville de ofte vært større. Skoghogstflater i bratt terreng kan bli

mulige utløsingsområder for skred. Målrettet bevaring av skog er derfor forutsetningen for en langsiktig beskyttende effekt av skogen.



Figur 4.11 Typisk sammenheng mellom antall trær per hektar, dN, BHD, BSA, SDI, og krone-dekning (CC) for gran. Det grå skraverte området viser minimumskravene ifølge Meyer-Grass og Schneebel[5] for verneeffekter mot snøskred.

I skredbanen og utløpsområdet bidrar bremseffekten av skog til å forkorte utløpslengden av skred. Ifølge Newtons tredje lov "actio = respons", er motstanden per m^2 skogareal, så lenge den står, gitt som:

$$F_{as} \approx \frac{d}{Dist^2} \max(H, h_f) \frac{C_D(\mathrm{Fr})}{2} \rho_f u_f^2 \,, \qquad \text{(A4.1)}$$

hvor:

F_{as}	motstandskraft per m^2 [N m^{-2}]
d	træres diameter [m]
Dist	distanse mellom trær [m] ($D_{ist} = \sqrt{10^4 m^2/N}$; N er antall trær per hektar)
H	høyde av trær [m]
h_f	flyttehøyde av skred [m]
C_D	motstandskoeffisient
Fr	Froude tall
ρ_f	skredtetthet [kg m^{-3}]
u_f	skredhastighet [m s^{-1}]

Fra ligning (A4.1) ses betydningen av karakteristikkverdien dN i Figur 4.11 [6].

[5] Meyer-Grass, M. & Schneebeli, M. (1992) Die Abhängigkeit der Waldlawinen von Standorts-, Bestandes- und Schneeverhältnissen. Internationales Symposion Interpraevent 1992-Bern, 1992

[6] Ytterligere merknader kan også finnes i Issler, D.; Gauer, P.; Glimsdal, S.; Jaedicke, C.; Sandersen, F. & Gisnås, K. G. SP4 FoU Snøskred-ANNUAL REPORT 2019 Norwegian Geotechnical Institute, Norwegian Geotechnical Institute, 2020

Også for steinsprang er det slik at jo tettere skogen er, jo større blir energitapet, noe som bidrar til en reduksjon i sannsynlig rekkevidde. Liggende trær kan ha stor betydning for rekkevidde til steinsprang.

Vedlegg B

METODE FOR FASTSETTING AV FARESONER

Innhold

B1 Modeller for beregning av skredutbredelse og rekkevidde av steinsprang 2
B1.1 RockyFor3D 2
B1.2 Empiriske modeller for steinsprangutløp 3
B2 Modeller for beregning av skredutbredelse og rekkevidde av snøskred 5
B2.1 Statistisk-empirisk modell (α/β-modellen) 5
B2.2 Blokkmodellen PCM 7
B2.3 RAMMS 7
B2.4 MoT Voellmy 8
B3 SAMOS-AT 11
B3.1 Beregning av skredutbredelse og rekkevidde av tørre snøskred 14
B3.2 Beregning av skredutbredelse og rekkevidde av flom- og sørpeskred 15
B3.3 Beregning av skredutbredelse og rekkevidde av steinskred 15
B4 Identifisering av skogpolygoner 15

B1 Modeller for beregning av skredutbredelse og rekke-vidde av steinsprang

Beregningsmodeller er et viktig supplement ved plassering av faregrenser. Den viktigste kilde til fastsettelse av faregrenser er faglig skjønn basert på erfaring og observasjoner gjort under befaring og opplysninger om tidligere skredhendelser.

B1.1 RockyFor3D

På NGI har vi mange års erfaring med bruk av steinsprangmodellen Rockyfor3D i prosjekter hvor vi utfører faresonekartlegging. Rockyfor3D av ecorisQ simulerer enkelt-blokkers bevegelse i tre dimensjoner ved å kombinere fysiske, deterministiske algorit-mer med stokastiske tilnærminger[1,2]. Modellen gir 3D-utbredelse av blokker, og er nyttig for å studere skredbaner med ulike sannsynligheter. Resultatene brukes gjerne som en støtte for våre vurderinger av utløp, rekkevidde og relativ sannsynlighet for skred på de ulike stedene i kartleggingsområdet.

Modellen inkluderer blokkform og -volum, og utløpsberegningene kan ta høyde for interaksjon med sikringstiltak og vegetasjon. Modellen og informasjon om modell-utvikling er tilgjengelig for medlemmer av organisasjonen ecorisQ (se www.ecorisq.org for oversikt over publiserte artikler og presentasjoner på internasjonale konferanser).

Parametere som må inkluderes i modellen er kort beskrevet under:

- Terrengmodell
  - Terrengmodellen (raster) som ønskes brukt
- Beregningsområde
  - Et polygon som definerer hvilket område beregningene skal kjøres for
- Bakketype
  - Det er åtte forskjellige forhåndsdefinerte bakketyper som kan velges, for å beskrive de ulike underlag i skredbanen. Bakketypen gir elastisiteten til underlaget og er direkte knyttet til verdier for normalrestitusjon av modellen.
- Kildeområde
  - Ett eller flere polygon som angir potensielle kildeområder for steinsprang. Form og mål (lengde x bredde x høyde) på blokker må defineres for hvert kildeområde.
- Overflateruhet
  - Terrengets overflateruhet. Denne "ruheten" skal representere høyden på skredblokker som ligger i terrenget og utgjør hindringer i skredbanen. Ruheten angis som høyden (i meter) på hindringene over terrengoverflaten, representativ for 70%, 20% og 10% av det definerte bakketypepolygonet,

[1] Dorren L.K.A., 2012. Rockyfor3D (v5.1) revealed – Transparent description of the complete 3D rockfall model. ecorisQ paper. URL [www.ecorisq.org] : 31p.

[2] Dorren L.K.A., 2016. Rockyfor3D (v5.2) revealed – Transparent description of the complete 3D rockfall model. ecorisQ paper. URL [www.ecorisq.org] : 33p.

sett i blokkas fallretning. Dette måles objektivt, da programmet tar hensyn til blokkas størrelse i forhold til hindringene i terrenget. Overflateruheten brukes i modellen til å beregne tangentiell restitusjonskoeffisient, og denne parameteren bestemmer derfor energitap under støt med overflaten. Modellen er sensitiv til denne parameteren, og den må derfor undersøkes og bestemmes i felt.

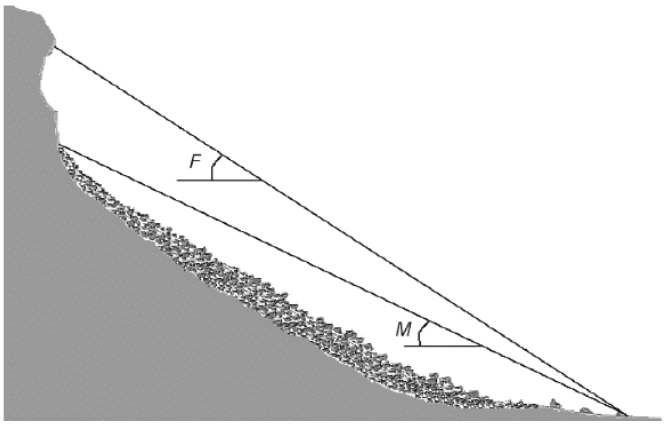
- Antall simuleringer per celle
  - Antall blokker som simuleres fra hver celle i kildeområdet
- Variasjon av blokkvolum (%)
  - Gir mulighet til å legge inn variasjon av forhåndsdefinert blokkvolum
- Ekstra startfallhøyde (m)
  - Blokker kan gis ekstra oppstartsenergi ved å gi dem ekstra fallhøyde i starten

B1.2 Empiriske modeller for steinsprangutløp

Empiriske modeller er generelt basert på forhold mellom topografiske faktorer og rekkevidden av observerte steinsprang, og kan også kalles statistiske modeller. Disse kan brukes som grove anslag for maksimal rekkevidde for steinsprang.

To mye brukte sammenhenger er vinklene Fahrböschung (F)og Minimum shadow angle (M), som er vinkelen fra hhv. toppen av løsneområdet og uren (talus apex) ned til ytre steinsprangblokk (

Figur 1-1). Det er viktig at vinkelen måles i falllinjen til blokken. Vinkelen vil avhenge av underlag, hvor jevne/glatte underlag vil gi flatere vinkel.



Figur 1-1 Fahrböschung (F) og Minimum shadow angle (M)[3]

[3] Dorren, L.K.A. 2003. *A review of rockfall mechanics and modelling approaches*, Progress in Physical Geography 27,1 (2003) pp. 69–87

Fahrböschung (F) ble foreslått av Heim allerede i 1932[4]. Noen vanlige estimater for F, og resultater fra ulike studier:

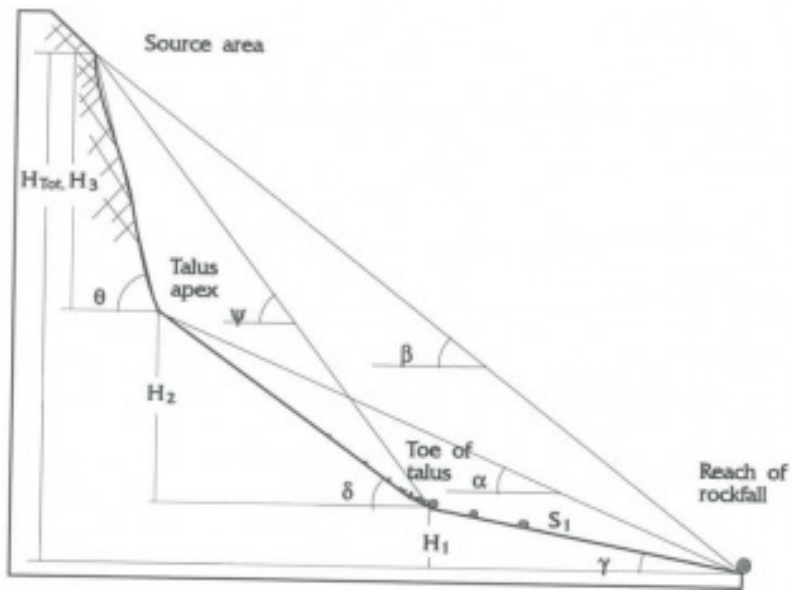
F = 28-40°, hvor 95% stopper innen 32° [5]
F = 28,5° [6]
F = 32° [7]
F ≥ 31° for fjellsider 100 - 350 m høye[8]
F ≥ 35° for fjellsider 350 - 650 m høye[8]
F ~ 30° (tommelfingerregel, NGI)

Minimum Shadow angle (M): Ved en sammenligning av flere studier ligger M vanligvis innenfor:

M = 22-30° [9,10,11,12]
M = 28-30° [11]
M = 27,5° [12]
M = 26,5° [13]
M ~ 25° (tommelfingerregel, NGI)

Runout ratio model er en sammenheng mellom maksimal rekkevidde for steinsprang og høyde på fjellsiden som ble funnet etter en studie av fjellsider og urer i Norge der mer enn 120 enkeltsprang ble studert, med hensikt å komme fram til geometriske metoder for beregning av rekkevidde for steinsprang[14]. Basert på dette studiet ble det funnet en sammenheng mellom rekkevidden S_1 relatert til høyden av fjellsiden H_{tot}: $\mathbf{S_1 = 1/3H_{tot} + 25\ m}$, der terrenget utenfor urfot (γ) er slakere enn 12° og høyden på fjellsiden H_{tot} er > 100 m, se Figur 1-2.

[4] Heim, A. (1932) Der Bergsturz und Menschenleben. Fretz und Wasmuth Verlag, Zürich, 218 p.
[5] Evans, S.G., Hungr, O., 1993. The Assessment of rockfall hazard at the base of talus slopes. *Canadian Geotechnical Journal*, 1993, 30(4): 620-636.
[6] Toppe, R. (1987) Terrain models: a tool for natural hazard mapping, in: Avalanche formation, movement and effects, edited by: Salm, B.and Gubler, H., International, Association of Hydrological Sciences, Wallingford, UK, 162, 629–638.
[7] Onofri, R. and Candian, C. (1979): Indagine sui limiti di massima invasion di blocchi rocciosi franati durante il sisma del Friuli del 1976, Reg. Aut. Friuli – Venezia Giulia, Cluet, 42 pp., 1979 (in Italian).
[8] Domaas, U. 1994. Geometrical methods for calculating rockfall range. NGI rapport 585910-1.
[9] Rapp, A. (1960). Recent Development of Mountain Slopes in Kärkevagge and Surroundings, Northern Scandinavia. *Geografiska Annaler* Vol. 42, No. 2/3 (1960), pp. 65-200.
[10] Govi, M. (1977). Photo-interpretation and mapping of the landslide triggered by the Friuli earthquake (1976). *Bulletin of the the International Association of Engineering Geology*, 15: 67-72.
[11] Lied, K. (1977): Rockfall problems in Norway, in: Rockfall dynamics and protective work effectiveness, ISMES, Bergamo, 90, 51–53.
[12] Evans, S.G., Hungr, O., 1993. The Assessment of rockfall hazard at the base of talus slopes. *Canadian Geotechnical Journal*, 1993, 30(4): 620-636.
[13] Hestnes, E. (1978) Forsøk med steinsprang. NGI-rapport 54702-2. Oslo: Norges geotekniske institutt.
[14] Keylock, C. og Domaas, U. (1999) Evaluation of Topographic Models of Rockfall Travel. Distance for Use in Hazard Applications. Arctic, Antarctic, and Alpine Research, Vol. 31, No 3. 312 – 320.



Figur 1-2 Definisjon av topografiske parametere som beskriver terrengprofilet[15]

B2 Modeller for beregning av skredutbredelse og rekkevidde av snøskred

Modellene som oftest blir brukt for utløpsberegninger av snøskred i Norge er den topografisk statistiske α/β-modellen[16], blokkmodellen PCM[17] og strømningsmodellen RAMMS[18] som beskriver utbredelsen av skredet i to horisontale dimensjoner.

B2.1 Statistisk-empirisk modell (α/β-modellen)

Den statistiske/topografiske α/β-modellen er utviklet ved NGI og gir maksimal utløpsdistanse utelukkende som en funksjon av topografi. Likningene for utløpsdistanse er funnet ved regresjonsanalyse, og korrelerer den lengste registrerte utløpsdistansen i mer enn 200 skredbaner med et utvalg av topografiske parametere. Parameterne som har vist seg å være mest betydningsfulle er gitt Tabell 2-1.

[15] Domaas, U. 1994. Geometrical methods for calculating rockfall range. NGI rapport 585910-1.

[16] Lied, K. og Bakkehøi, S. (1980). Empirical Calculations of Snow-Avalanche Run-Out Distance Based on Topographic Parametres. Journal of Glaciology, 26 (94), 165-177.

[17] Perla, R.I., Cheng, T.T. og McClung, D.M. 1980. A Two-Parameter Model of Snow-Avalanche Motion. Journal of Glaciology Vol. 26, No. 94, 197-207.

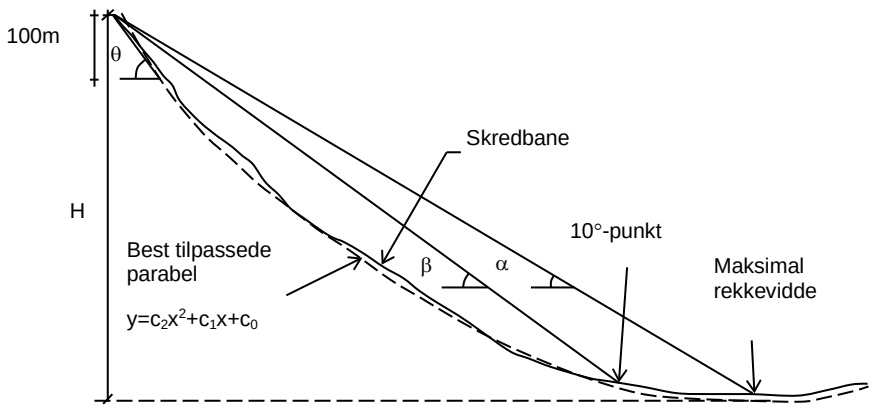
[18] Christen, M.; Kowalski, J. og Bartelt, P. (2010). RAMMS: Numerical simulation of dense snow avalanches in three-dimensional terrain. Cold Regions Science and Technology 63(1–2), 1–14.

Tabell 2-1 Topografiske parametere for beregning av maksimal utløpsdistanse

Symbol:	Parameterbeskrivelse:
β (grader)	Gjennomsnittlig helning av skredbanen mellom øvre del av utløsnings-området og "fjellfoten" (punktet med 10° helning i skredbanen)
θ (grader)	Helning av de øvre 100 høydemetere av utløsningsområdet
H (m)	Total høydeforskjell mellom øvre del av utløsningsområdet og det laveste punktet langs best tilpassede parabel $y=c_2x^2+c_1x+c_0$, der c_0, c_1 og c_2 er konstanter
y″ (m^{-1})	$y'' = 2c_2$, beskriver krumningen av skredbanen

β-vinkelen har vist seg å gi den beste beskrivelsen av helningen i skredbanen, og regresjonsanalyse har vist at β-vinkelen også er den eneste statistisk viktige terrengparameteren. β-vinkelen kan anses av gjennomsnittlig helning av skredbanen mellom øvre del av kildeområdet og "fjellfoten" (punktet med 10° helning i skredbanen). Modellen aksepterer kun β-punkt som er innenfor den delen av skredbanen der tangenten til den best tilpassede parabelen har en helning mellom 5° og 15°.

NGIs skreddatabase inneholder i dag ca. 230 tilfeller. Den mest brukte formen av α/β-modellen er i dag $\alpha=0.96\beta-1.4°$. Standardavviket er 2.3° og korrelasjonskoeffisienten er 0.92.



Figur 2-1: Topografiske parametere som beskriver terrengprofilet.

For store skredbaner finner vi erfaringsmessig at rekkevidden for de fleste skredbanene med årlig sannsynlighet 1/1000 samsvarer godt med middelverdien av α der skredbanen er jevn parabel, mens de største skredene kan gå lengre.

B2.2 Blokkmodellen PCM

Perla-Cheng-McClung-modellen (PCM[19]) er en enkel dynamisk modell som behandler skredet enten som et massepunkt (i den originale versjonen fra 1980) eller som et fleksibelt flak med fast lengde (i NGIs nye implementering av modellen). Rekkevidden av skredet beregnes langs et lengdeprofil nedover skredbanen hvor det inngår to friksjonsparametere (Coulomb friksjon og hastighetsavhengig friksjon). Friksjonsparameterne blir bestemt ut i fra lokale terreng- og klimaforhold. NGI har gjennomført en grundig kalibrering av modellen mot de samme skredene som ble brukt til å kalibrere α/β-modellen.

Skredets lengdeprofil karakteriseres som høyde over havet, z, i forhold til den horisontale distansen, x. $\theta(x) = -dz/dx$ er helningsvinkelen som forandrer seg langs banen, og s med $ds = (dx^2+dz^2)^{½}$ er distansen langs banen. Bevegelsen beregnes ved å løse den differensielle ligningen

$$\frac{dK}{ds} = g\left(sin\theta(s) - \mu\cos\theta(s)\right) - 2\frac{D}{M}K(s)$$

der $K = ½\ v^2$ er den kinetiske energien per masseenhet. g = 9,81 m/s^2 er akselerasjonen pga. tyngdekraften, μ og D/M er to friksjonsparametere som må velges i forhold til situasjonen. Den ligningen kan løses ved å dele skredbanen opp i mange små segmenter (for eksempel 5 m) med konstant helning, slik at endringen av K over hvert segment lett kan beregnes.

En stor fordel av PCM-modellen i sammenheng med planlegging av sikringstiltak er at den beregner skredhastigheten (og derved skredtrykket) i hvert banepunkt. Det er imidlertid kjent fra målinger av mange skred at modellen gir generelt for lave hastigheter. Modellen tar ikke direkte hensyn til skredstørrelsen, kanalisering av skredbanen og ujevnheter i skredbanen. Disse parameterne må derfor tilpasse etter faglig skjønn.

B2.3 RAMMS

Utløpslengden av skred er vurdert med den dynamiske modellen RAMMS[20,21]. RAMMS-modellen for simulering av utbredelse av skredets tette del har gått gjennom en lang prosess med uttesting og kalibrering mot målinger og observasjoner av snøskred i Alpene. I tillegg har NGI utført en del kalibreringer mot målinger fra NGIs forsøksfelt Ryggfonn på Strynefjellet.

Som friksjonsparametre på nye steder er standardverdiene for sjeldne og store skred i Sveits benyttet, korrigert for høyde over havet. Parameterne er avhengig av skred-

[19] Perla, R.I., Cheng, T.T. og McClung, D.M. 1980. A Two-Parameter Model of Snow-Avalanche Motion. Journal of Glaciology Vol. 26, No. 94, 197-207.
[20] Christen, M.; Kowalski, J. og Bartelt, P. (2010). RAMMS: Numerical simulation of dense snow avalanches in three-dimensional terrain. Cold Regions Science and Technology 63(1–2), 1–14.
[21] RAMMS Manual Ver 1.4.1. Det sveitsiske institutt for snø- og snøskredforskning (WSL-SLF), Davos Dorf, Sveits.

størrelse, antatt returperiode og terrengforhold som helning og kanalisering av skredbanene (RAMMS Manual Ver. 1.4.1[22]). Friksjonsparameterne ξ og μ svarer til store skred (Large) med 300 års gjentaksintervall. Tabell 2-2 gjengir verdier for store og middels skred. Der skredbaner i modellene er beregnet med hensyn til skog er friksjonsparametere tilpasset til skogstetthet og stammediameter. Disse friksjonsparameterne fraviker fra den som er gitt i Tabell 2-2. I anvendt modell er erosjon og medrivning av snø i skredbanen ikke inkludert (entrainment). Beregningene tar generelt ikke hensyn til bebyggelse. Skredvolumet i simuleringsmodellen er en direkte funksjon av løsnearealet. I botner kan dette gi svært store teoretiske løsneområder. Generelt sett gjengir modellen skredenes utløpsdistanse godt, men studier viser at RAMMS har en tendens til å undervurdere hastigheten av skredets front, som består av et fluidisert lag med betydelig redusert tetthet (Schaerer og Salway, 1980; Bozhinskiy og Losev, 1998; Issler m.fl., 1996; Issler, 2003; Gauer m.fl., 2008; Issler og Gauer, 2008).

Tabell 2-2: Friksjonsparametere for RAMMS snø avhengig av returperiode, skredvolum og kanaliseringsgrad

RAMMS::Avalanche 1.1 **Friction Parameters**

Large avalanche (> 60'000 m³)		300-Year		100-Year		30-Year		10-Year	
	Altitude (m.a.s.l.)	μ	ξ	μ	ξ	μ	ξ	μ	ξ
unchannelled	above 1500	0.155	3000	0.165	3000	0.17	3000	0.18	3000
	1000 - 1500	0.17	2500	0.18	2500	0.19	2500	0.2	2500
	below 1000	0.19	2000	0.2	2000	0.21	2000	0.22	2000
channelled	above 1500	0.21	2000	0.22	2000	0.225	2000	0.235	2000
	1000 - 1500	0.22	1750	0.23	1750	0.24	1750	0.25	1750
	below 1000	0.24	1500	0.25	1500	0.26	1500	0.27	1500
gully	above 1500	0.27	1500	0.28	1500	0.29	1500	0.3	1500
	1000 - 1500	0.285	1350	0.3	1350	0.31	1350	0.325	1350
	below 1000	0.3	1200	0.315	1200	0.33	1200	0.345	1200
flat	above 1500	0.14	4000	0.15	4000	0.155	4000	0.165	4000
	1000 - 1500	0.15	3500	0.16	3500	0.17	3500	0.18	3500
	below 1000	0.17	3000	0.18	3000	0.19	3000	0.2	3000
Medium avalanche (25'000 - 60'000		300-Year		100-Year		30-Year		10-Year	
unchannelled	above 1500	0.195	2500	0.205	2500	0.215	2500	0.225	2500
	1000 - 1500	0.21	2100	0.22	2100	0.23	2100	0.24	2100
	below 1000	0.23	1750	0.24	1750	0.25	1750	0.26	1750
channelled	above 1500	0.25	1750	0.26	1750	0.27	1750	0.28	1750
	1000 - 1500	0.27	1530	0.28	1530	0.285	1530	0.295	1530
	below 1000	0.28	1350	0.29	1350	0.3	1350	0.31	1350
gully	above 1500	0.32	1350	0.33	1350	0.34	1350	0.35	1350
	1000 - 1500	0.33	1200	0.34	1200	0.35	1200	0.36	1200
	below 1000	0.36	1100	0.37	1100	0.38	1100	0.39	1100
flat	above 1500	0.17	3250	0.18	3250	0.19	3250	0.2	3250
	1000 - 1500	0.19	2900	0.2	2900	0.21	2900	0.22	2900
	below 1000	0.21	2500	0.22	2500	0.23	2500	0.24	2500
forested area (mu=delta, xi=fix)		0.02	400	0.02	400	0.02	400	0.02	400

SLF, December 2007

B2.4 MoT Voellmy

MoT-Voellmy er en fluidmekanisk modell utviklet ved NGI i 2011/2012, som beskriver skredet som en spesiell væske som har både friksjon som et fast materiale og viskositet

[22] RAMMS Manual Ver 1.4.1. Det sveitsiske institutt for snø- og snøskredforskning (WSL-SLF), Davos Dorf, Sveits.

som en væske. Denne friksjonsloven går tilbake til en modell fra 1950-tallet[23] som i stor grad er basert på klassisk hydraulikk. Den samme friksjonsloven ble senere brukt i kontinuumsmekaniske modeller i en dimensjon[24,25] og to dimensjoner[26]. Alle disse modellene forutsetter konstant skredtetthet ρ og beskriver bevegelsen av "skredvæsken" gjennom balanseligninger for masse (eller flytehøyde h) og impuls (hu, hv) i retningene x, y parallell med bakken:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial (hu)}{\partial x} + \frac{\partial (hv)}{\partial v} = 0,$$

$$\frac{\partial (hu)}{\partial t} + \frac{\partial (hu^2)}{\partial x} + \frac{\partial (huv)}{\partial y} = hg_x + \frac{\partial (h\bar{\sigma}_{xx})}{\partial x} - \frac{\sigma_{xz}^b}{\rho},$$

$$\frac{\partial (hv)}{\partial t} + \frac{\partial (huv)}{\partial x} + \frac{\partial (hv^2)}{\partial y} = hg_y + \frac{\partial (h\bar{\sigma}_{yy})}{\partial y} - \frac{\sigma_{yz}^b}{\rho}.$$

$\mathbf{g} = (g_x, g_y, g_z)$ er tyngdeakselerasjonen i et lokalt koordinatsystem der x og y er parallell med bakken og z er i rett vinkel med bakken. σ_{xx} og σ_{yy} er normalspenningene i retning x og y.og det antas at de der motsatt til det hydrostatiske trykket:

$$\bar{\sigma}_{xx} = \bar{\sigma}_{yy} = \bar{\sigma}_{zz} = \frac{1}{2}\rho h\, g_z.$$

σ^b_{xz} og σ^b_{yz} beskriver friksjonen av skredet på snødekket:

$$\sigma_{xz}^b = \mathrm{sgn}(u)\rho\left(-\mu g_z h + ku\sqrt{u^2 + v^2}\right)$$

og tilsvarende for σ^b_{yz}. Friksjonsparameterne μ og k må velges av brukeren i hvert enkelt tilfelle.

En stor forskjell i forhold til enklere modeller er at både skredets lengde, bredde og høyde forandrer seg langs banen. Denne forandringen beregnes ved å dele opp skredbanen i små celler (typisk 5×5 m) samtidig som man beregner hvordan massen (og derfor flytehøyden) i en celle endrer seg pga. ulikhet mellom innstrømning og utstrømning, og hvordan hastigheten endrer seg pga. gravitasjon, friksjon og trykk fra massene i nabocellene. Dette fører bl.a. til at hastigheten ved "halen" til skredet er lavere enn ved fronten, noe som er i overensstemmelse med observasjoner.

[23] Voellmy, A. (1955). Über die Zerstörungskraft von Lawinen. *Schweizerische Bauzeitung* **73**, 159–165, 212–217, 246–249, 280–285.

[24] Briukhanov, A. V., Grigorian, S. S., Miagkov, S. M., Plam, M. Ya., Shurova, I. Ya., Eglit, M. E. og Yakimov, Yu. L. (1967). On some new approaches to the dynamics of snow avalanches. *I* Ôura, H. (ed.), Physics of Snow and Ice, Proceedings of the Intl. Conference on Low Temperature Science, Sapporo, Japan, 1966. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, Sapporo, Japan. Bind. I, del 2, sider 1223–1241.

[25] Christen, M., Bartelt, P., og Gruber, U. (2002). AVAL-1D: An avalanche dynamics program for the practice. International Congress INTERPRAEVENT 2002 in the Pacific Rim – Matsumoto / Japan. Internationale Forschungsgesellschaft INTERPRAEVENT. Bind 2, sider 715–725.

[26] Christen, M., Kowalski, J. og Bartelt, P. (2010). RAMMS: Numerical simulation of dense snow avalanches in three-dimensional terrain. *Cold Regions Science and Technology* **63**, 1–14.

Modellen tar hensyn både til startmassen gjennom startlengde, -bredde og -høyde, og til variasjoner i terrenget. Videre kan brukeren fastsette friksjonsparametere som varierer i ulike deler av skredbanen. Dette gjør det mulig å ta hensyn til ujevnhet av terreng eller skog. Modellen RAMMS ble testet og kalibrert i Sveits mot skredhendelser i Alpene på lignende måte som α/β-modellen i Norge. Det finnes en tabell med anbefalte verdier til friksjonsparameterne i forhold til skredstørrelse, høyde over havet, kanaliseringsgrad og frekvensen av skredet. Denne tabellen ble tilpasset norske forhold gjennom tilbake-beregning av mange kjente skredhendelser fra NGIs skreddatabase. NGIs modell MoT-Voellmy implementerer de samme ligningene som RAMMS, men med andre numeriske teknikker. Direkte sammenligning av de to modellene viser at de gir tilnærmet de samme resultatene dersom identiske inngangsdata og parameterverdier brukes.

Det har imidlertid vært kjent i lang tid at Voellmys friksjonslov med de anbefalte parameterverdiene gir for lave hastigheter i store deler av skredbanen. En analyse av hastighetsmålinger av snøskred fra mange land[27] viste at betydelig bedre overensstemmelse mellom målte og simulerte hastigheter ved riktig utløpsdistanse oppnås ved å velge den hastighetsuavhengige delen av friksjonen (parameter μ) større og den hastighetsavhengige delen (parameter k) langt mindre enn anbefalt. For å oppnå de samme utløpsdistansene som med α/β-modellen, velges $\mu \approx \tan(\alpha(\beta))$ og $k \ll 10^{-3}$. Disse verdiene kan imidlertid justeres for klimaforholdene, terrengkarakteristikk, skogsvirkning og lignende faktorer.

Inngangsverdier: For modeller av Voellmy-typen øker terminalhastigheten i banen tilnærmet med kvadratroten av flytehøyden og utløpsdistansen fra foten av skråningen omtrent lineært med flytehøyden. Flytehøyden for sin del er omtrent proporsjonal med bruddkanthøyden. Derfor er det viktig å anslå realistiske bruddkanthøyder og utløsningsområder som inngangsdata. En metodikk for dette ble utarbeidet av det Sveitsiske snø- og skredforskningsinstitutt[28]:

- Som utgangspunkt tar man den forventede maksimale snøhøydetilveksten innen tre døgn med en gitt returperiode T (eller årlig sannsynlighet), Δh0*(T). Denne verdien gjelder målinger på flatmark, avhenger av klimaforholdene og varierer sterkt mellom regionene.
- Det tas hensyn til de lokale forholdene ved å korrigere Δh0*(T) med 5 cm per 100 m høydedifferanse mellom målestasjonen og utløsningsområdet, og med opptil ±50 cm for vindeffekten.
- En sentral antagelse i den sveitsiske metodikken er at et skred utløses innenfor nysnølaget i løpet av enhver tre døgns nedbørperiode med årlig sannsynlighet på 1/30 eller mindre. Dette kan være meget pessimistisk fordi utløsningssannsynligheten kan være langt mindre enn 1 i relativt slake skråninger (dvs. med helningsvinkel nær 30°), ved relativt lave nedbørmengder eller i ujevnt terreng.

[27] Gauer, P., Kronholm, K., Lied, K., Kristensen, K., og Bakkehøi, S. (2010). Can we learn more from the data underlying the statistical alpha -beta model with respect to the dynamical behavior of avalanches? *Cold Regions Science and Technology* **62**(1), 42–54.

[28] Salm, B., Burkard, A., og Gubler, H.-U. (1990). Berechnung von Fliesslawinen. Eine Anleitung für Praktiker mit Beispielen. *Mitteilung des Eidgenössischen Institutes für Schnee- und Lawinenforschung* Nr. 47. Davos, Sveits.

Omvendt kan bruddet også skje i eller mellom gamle lag, noe som fører til større bruddkanthøyder.

Denne metoden blir mer realistisk hvis man tar hensyn til utløsningssannsynligheten. Sannsynligheten for et skred med gitt bruddhøyde d_0 er produktet av sannsynligheten $P_s(d_0)$ for snøhøydetilvekst tilsvarende bruddhøyden d_0 og utløsningssannsynligheten $P_b(d \mid d = d_0)$ ved gitt snøhøydetilvekst. I samsvar med intuisjonen viser NGIs mangeårige observasjoner fra Strynefjellet at det er store forskjeller mellom ulike skredbaner og at P_b øker kraftig med Δh fra nesten 0 ved $\Delta h < 0{,}3$ m til nærmere 1 ved $\Delta h > 1{,}5$ m.

B3 SAMOS-AT

SAMOS-AT, utviklet i 2007 ved AVL List GmbH i Østerrike, er etterfølgeren av SAMOS, som var i bruk fra 1999[29][30]. En kort beskrivelse av modellen finnes i[31]. Sampl og Granig, mens Sailer m.fl.[32] og Granig m.fl.[33] (2009) gir informasjon om validering og eksempler. Modellen kobler sammen en kvasi-3D (dybdemidlet) modell for den tette delen av snøskred og en 3D modell for snøskya, dvs. det turbulente laget av relativt lav tetthet som utvikler seg på overflaten av tørre snøskred.

Som i RAMMS::AVALANCHE eller MoT-Voellmy beskrives bevegelsen av *skredets tette del* gjennom ligninger for masse- (1 ligning) og impulsbevaring (2 ligninger tilsvarende retningene langs terrengoverflaten):

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial (hu)}{\partial x} + \frac{\partial (hv)}{\partial v} = \frac{j_e}{\rho} - \frac{j_s}{\rho},$$

$$\frac{\partial (hu)}{\partial t} + \frac{\partial (hu^2)}{\partial x} + \frac{\partial (huv)}{\partial y} = hg_x + \frac{1}{\rho}\frac{\partial (h\bar{\sigma}_{xx})}{\partial x} - \frac{\sigma_{xz}^b}{\rho} + \frac{\sigma_{xz}^s}{\rho} - \frac{F_x^{\text{obs}}}{\rho},$$

$$\frac{\partial (hv)}{\partial t} + \frac{\partial (huv)}{\partial x} + \frac{\partial (hv^2)}{\partial y} = hg_y + \frac{1}{\rho}\frac{\partial (h\bar{\sigma}_{yy})}{\partial y} - \frac{\sigma_{yz}^b}{\rho} + \frac{\sigma_{yz}^s}{\rho} - \frac{F_y^{\text{obs}}}{\rho}.$$

I disse ligningene er h flytehøyden, $\mathbf{u} = (u,v)$ den dybdemidlede hastigheten, $\mathbf{g} = (g_x,g_y,g_z)$ tyngdeakselerasjonen, $\bar{\sigma}_{xx}$ og $\bar{\sigma}_{yy}$ de dybdemidlede normalspenningene langs bakken, σ_{xz}^b og σ_{yz}^b skjærspenningene langs bakken, σ_{xz}^s og σ_{yz}^s skjærspenningene langs overflaten til det tette laget. j_e og j_s er henholdsvis erosjons- eller medrivningsraten og suspenderings- eller oppvirvlingsraten (denne snøen danner snøskya) målt i kg m^{-2} s^{-1}, og $\mathbf{F}^{\text{obs}}$ omfatter motstand fra skog eller steinblokker i banen.

[29] Zwinger, T.; Kluwick, A. & Sampl, P. (2003) Numerical Simulation of Dry-Snow Avalanche Flow over Natural Terrain, Dynamic Response of Granular and Porous Materials under Large and Catastrophic Deformations, Springer Basel AG, 2003, 11, 161-194

[30] Sampl, P. & Zwinger, T. (2004) Avalanche simulation with SAMOS, Annals of Glaciology, Int Glaciological Soc, 2004, 38, 393-398

[31] Sampl, P., og Granig, M. (2009). Avalanche simulation with SAMOS-AT. In: Proceedings of the International Snow Science Workshop Davos 2009. Sider 519–523

[32] Sailer, R., Fellin, W., Fromm, R., Jörg, Ph., Rammer, L., Sampl, P. og Schaffhauser, A. (2008). Snow avalanche mass-balance calculation and simulation-model verification. Annals of Glaciology 48, 183–192

[33] Granig, M. & Sauermoser, S. (2008) Ein Erfahrungsbericht über die Lawinenmodellierung aus der aktuellen praktischen Arbeit der WLV
Wildbach- und Lawinenverbau (Zeitschrift des Vereins der Diplomingenieure der Wildbach- und Lawinenverbauung Österreichs), **2009**, *73*, 142-151

Som i MoT-Voellmy, antas det at normalspenningene parallelt med bakken er lik det hydrostatiske trykket,

$$\bar{\sigma}_{xx} = \bar{\sigma}_{yy} = \bar{\sigma}_{zz} = \frac{1}{2}\rho h(|g_z| + \kappa \mathbf{u}^2).$$

Skjærspenningen langs bakken ligner på uttrykket brukt i modeller av Voellmy-type med en hastighetsuavhengig Coulomb-friksjon og en del som er proporsjonal med $\mathbf{u}^2$, men det finnes flere modifikasjoner:

$$\left(\sigma_{xz}^b, \sigma_{yz}^b\right) = \frac{\mathbf{u}}{\| \mathbf{u} \|}\left[\tau_0 + \mu\left(1 + \frac{R_{s0}}{R_{s0} + R_s}\right)\bar{\sigma}_{zz} + \frac{\rho \mathbf{u}^2}{\left(\frac{1}{k}\ln\frac{h}{R_D} + B_D\right)^2}\right]$$

τ_0 er en skjærstyrke i snøen som brukes for små skred for at de skal stoppe tidligere. Faktoren som multipliserer μ, lar Coulomb-friksjonen variere fra $2\mu\bar{\sigma}_{zz}$ ved $R_s = 0$ til $\mu\bar{\sigma}_{zz}$ ved $R_s \to \infty$. R_S beskriver graden av fluidisering som forholdet mellom $\rho\mathbf{u}^2$ og σ_{zz}^b, med antagelsen at $\rho\mathbf{u}^2$ er proporsjonal med det dispersive trykket som skyldes sammenstøt mellom snøpartikler pga. tøyning i skredet. I den siste termen erstattes g/ξ i RAMMS (eller k i MoT-Voellmy) med et fluiddynamisk uttrykk for motstandskoeffisienten til en turbulent grenselagsstrømning over en ru overflate. $k = 0{,}43$ er von Kármáns konstant, R_D overflateruheten (en lengde), og B_D en empirisk konstant. Parameternes standardverdier er $\tau_0 = 0$, $\mu = 0{,}155$, $R_{s0} = 0{,}222$, $R_D = 0{,}1$ m og $B_D = 4{,}13$. Med disse verdiene er koeffisienten til den turbulente motstanden (siste term i ligningen) lik 0,011 ved h = 1 m og 0,0068 ved h = 2 m.

Sett fra snøskya, virker den tette delen som en ru overflate i bevegelse. Med dette og en antatt logaritmisk hastighetsprofil i den laveste delen av snøskya er skjærspenningen $(\sigma_{xz}^s, \sigma_{yz}^s)$ gitt av et uttrykk som ligner på $(\sigma_{xz}^b, \sigma_{yz}^b)$. Lufttettheten brukes imidlertid istedenfor den tette delens tetthet, og hastighetsdifferansen $\Delta\mathbf{u}$ mellom snøskya på en referansehøyde y ovenfor grenseflaten og hastigheten i den tette delen brukes istedenfor den dybdemidlede hastigheten i den tette delen:

$$\left(\sigma_{xz}^s, \sigma_{yz}^s\right) = \frac{\mathbf{u}}{\| \mathbf{u} \|}\frac{\rho_a(\Delta\mathbf{u})^2}{\left(\frac{1}{k}\ln\frac{y}{R_P} + B_P\right)^2}.$$

For R_P brukes en formel med tre empiriske konstanter for å ta med effekten av overflateruheten og av hoppende snøpartikler. Konstanten B_P er satt til 8,5.

I SAMOS-AT er medrivning av snødekket lokalisert ved fronten av skredet, og erosjonsdybden spesifisert av brukeren. Den eroderte massen fordeles mellom den tette delen og snøskya i forhold til Froude-tallet og flytehøyden (for detaljer se (Sailer m.fl., 2002)). Den tette delen mister også masse pga. suspendering til snøskya, som antas å være proporsjonal med skjærspenningen $\boldsymbol{\sigma}^s$, konsentrasjonsdifferansen mellom det tette laget og snøskya, Δc, og motstandskoeffisienten av snøpartiklene, $C_d \sim 3$, men invers proporsjonal med hastighetsdifferansen mellom lagene, $\|\Delta\mathbf{u}\|$, og partikkelstørrelsen, $d_p \sim 0{,}8$ mm:

$$j_s = -\alpha \frac{\parallel \boldsymbol{\sigma}^s \parallel}{\parallel \Delta \mathbf{u} \parallel} \frac{C_d}{d_p} .$$

Proporsjonalitetskoeffisienten er satt til 0,01 m. Modellen tillater imidlertid suspendering av snøpartikler kun hvis overflaten av det tette laget er ristet sterkt nok; betingelsen er at partiklenes Froude-tall, $\mathrm{Fr}_p = \mathbf{u}^2/|g_z|$, er større enn ca. 400.

Motstanden fra trær eller steinblokker i banen beregnes som

$$\mathbf{F}^{\mathrm{obs}} = \frac{\mathbf{u}}{\parallel \mathbf{u} \parallel} c_w n D h \rho \frac{\mathbf{u}^2}{2},$$

med konstant motstandskoeffisient c_w, som gjelder tilnærmet ved høye Reynolds-tall, men trolig ikke i granulære masser.

Snøskya behandles som en to-fasers blanding av luft og ispartikler. SAMOS-AT beregner bevegelsen av luften og av partiklene separat. For luften løses massebevaring og Navier–Stokes-ligningen for middelverdiene av tetthet og hastighet, med et stort bidrag fra turbulensen til den effektive viskositeten, η_{eff}:

$$\partial_t \rho + \partial_j(\rho u_j) = 0 ,$$

$$\partial_t(\rho_a u_i) + \partial_j(\rho_a u_i u_j) = \rho g_i - \partial_{\mathrm{i}} p + \partial_j\left[\eta_{\mathrm{eff}}\left(\partial_j u_i + \partial_i u_j\right)\right] - f_i^{\mathrm{obs}} - f_i^p$$

(For enkelhets skyld brukes det tensornotasjon med implisitt summering over like indekser). Turbulens er simulert gjennom k-ε-modellen med to ligninger for den turbulente kinetiske energien, K, og dissipasjonen, ε; for detaljer om denne turbulens-modellen se f.eks. Rodi (1984). Sammen med den molekylære viskositeten av luft, $\eta_a \sim 2\times10^{-5}$ kg/(m s), og konstanten $C_\mu = 0{,}09$ resulterer

$$\eta_{\mathrm{eff}} = \eta_a + C_\mu \rho \frac{K^2}{\epsilon} .$$

For motstanden av objekter som trær brukes en analog formel som for den tette delen, men med luftens tetthet istedenfor skredets:

$$f_i^{\mathrm{obs}} = \frac{\mathbf{u}}{\parallel \mathbf{u} \parallel} c_w n D \rho_a \frac{\mathbf{u}^2}{2} .$$

Relativbevegelsen mellom luft og partikler fører til en volumkraft f_i^p som henger sammen med den gjennomsnittlige motstanden av en partikkel, $\mathbf{F}_{\mathrm{p}}$ (omtalt lenger nede), gjennom den volumetriske partikkelkonsentrasjonen c og partikkelvolumet V_p som

$$\mathbf{f}^p = \frac{c}{V_p} \mathbf{F}_p .$$

Skjærspenningen $\boldsymbol{\sigma}^{\mathrm{s}}$ og suspenderingsraten j^s/ρ_p brukes som randbetingelser.
For snøpartiklene i snøskya løses bevegelsesligningene for punktmasser, men hvert simulert massepunkt tilsvarer et ensemble av partikler med en samlet masse på typisk 100 kg eller omtrent 10^9 snøpartikler:

$$m_p \frac{\mathrm{d}\mathbf{v}}{\mathrm{d}t} = \mathbf{F}_p + m_p \mathbf{g}\,.$$

Motstandskraften på en partikkel beregnes fra

$$F_p = \frac{1}{2} C_d \rho_a (\Delta\mathbf{v})^2 \frac{\pi}{4} d_p^2 \frac{\Delta\mathbf{v}}{\parallel \Delta\mathbf{v} \parallel}\,.$$

Relativhastigheten mellom luft og partikkel fluktuerer pga. turbulens. Ved å dele opp **u** i middelverdi og fluktuasjon, $\mathbf{u} = \bar{\mathbf{u}} + \mathbf{u}'$, finner man $(\Delta\mathbf{v})^2 = (\bar{\mathbf{u}} + \mathbf{u}' - \mathbf{v})^2 = (\bar{\mathbf{u}} - \mathbf{v})^2 + \mathbf{u}'^2 = (\bar{\mathbf{u}} - \mathbf{v})^2 + 2K/3$. SAMOS-AT implementerer i tillegg en innviklet metode med tilfeldig valg av en fluktuasjons- eller virvelhastighet og –retning som partiklene følger over en (relativt kort) tid[34].

Den numeriske implementeringen av SAMOS-AT omfatter følgende elementer:

- Et regulært grid med celler på typisk 5×5 m^2 brukes for å representere terrenget og resultatene for det tette laget.
- Et grovere grid (typisk 10×10 m^2) fra terrengmodellen, som utvides til den tredje dimensjonen med typisk 20 lag av celler benyttes for å simulere snøskya. Høyden av disse cellene øker oppover fra rundt 2 m nederst.
- Bevegelsen av den tette delen simuleres med hjelp av metoden Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH), som brukes også i flere andre skredmodeller; se (Monaghan, 1992) for en beskrivelse. Strømningen simuleres ved å følge bevegelsen av representative massepakker og å interpolere feltverdiene med hjelp av såkalte kjernefunksjoner med spesifikke egenskaper. Hver representative massepakke tilsvarer typisk rundt 0.25 m av skredsnø.
- I snøskya løses ligningene for luften gjennom en implisitt finite-volum-metode og ligningene for partiklene gjennom eksplisitt tidsintegrering.

I tillegg til den beskrevne skjærspenningsmodellen, tillater SAMOS-solver også implementering av andre skjærspanningsmodeller. Som et resultat er Samos relativt fleksibel og kan også håndtere andre gravitasjonsstrømmer, for eksempel flomskred eller Sørpeskred.

B3.1 Beregning av skredutbredelse og rekkevidde av tørre snøskred

For snøskred har vi brukt blant annet en Coulomb-friksjons lov kombinert med snø medrivning, ifølge[35].

[34] Sampl, P., og Granig, M. (2009). Avalanche simulation with SAMOS-AT. In: Proceedings of the International Snow Science Workshop Davos 2009. Sider 519–523

[35] Gauer, P. (2020) Considerations on scaling behavior in avalanche flow: Implementation in a simple mass block model *Cold Regions Science and Technology*, **2020**, *180*, 103165

$$\left(\sigma_{xz}^{b}, \sigma_{yz}^{b}\right) = \frac{\mathbf{u}}{\| \mathbf{u} \|} \mu \bar{\sigma}_{zz}$$

B3.2 Beregning av skredutbredelse og rekkevidde av flom- og sørpeskred

Spredning og rekkevidde av flom- og sørpeskred er vurdert blant annet med den dynamiske modellen SAMOS[34]. Hensikten er ikke å dimensjonere, men å finne terrengets sprednings- og avsetningsegenskaper. Den numeriske modellen er tilpasset til et Bingham-Coulomb[36] type modell:

$$\left(\sigma_{xz}^{b}, \sigma_{yz}^{b}\right) = \frac{\mathbf{u}}{\| \mathbf{u} \|} \left[3 * M_B \frac{\| \mathbf{u} \|}{h} + 1.5\, \tau_y + \mu \bar{\sigma}_{zz}\right]$$

Med M_B er Bingham viskositet, τ_y er skjærsterke, μ er Coulomb friksjons faktor. Model også inkluderer medrivning.

På lange utløp med store høydeforskjeller vil sørpeskred kunne endre egenskaper fra sørpe til vann og flomskred. For antatt sørpeskred er det benyttet en tetthet på 700 kg/m^3 mens det for reinere flomskred er benyttet 1500 kg/m^3.

B3.3 Beregning av skredutbredelse og rekkevidde av steinskred

Spredning og rekkevidde av steinskred er vurdert blant annet med den dynamiske modellen SAMOS[34]. Hensikten er ikke å dimensjonere, men å finne terrengets sprednings- og avsetningsegenskaper. Den numeriske modellen er tilpasset til et Coulomb[37] type modell:

$$\left(\sigma_{xz}^{b}, \sigma_{yz}^{b}\right) = \frac{\mathbf{u}}{\| \mathbf{u} \|} \mu \bar{\sigma}_{zz}$$

Coulomb friksjons faktor μ er bestemt etter Scheidegger[38] avhengig av antatt volumet. For antatt steinskred er det benyttet en flyttetetthet på 2000 kg/m^3.

B4 Identifisering av skogpolygoner

Reineken's (1933) skogtetthetsindeksen (stand density index, SDI, med dimensjon antall trær per hektar), basert på forholdet mellom antall trær per hektar og gjennomsnittlig diameter, er en indeks som beskriver den karakteristiske fordelingen av trestørrelser i jevngammel skog. Indeksen gir en indikasjon på tettheten av trær og dermed en

[36] Chen, H. & Lee, C. F. (2002) Runout analysis of slurry flows with Bingham model, *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, **2002**, *128*, 1032-1042
[37] Chen, H. & Lee, C. F. (2002) Runout analysis of slurry flows with Bingham model, *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, **2002**, *128*, 1032-1042

[38] Scheidegger, A. E. On the prediction of the reach and velocity of catastrophic landslides, *Rock Mechanics*, **1973**, *5*, 231-236

indikasjon for kronedekning. Karakteristiske verdier er avhengig av treslag. For en tett granskog er SDI rundt 1000/ha og for en med rundt 50% kronedekning er SDI mellom 300/ha og 500/ha. For lauvskog om vinteren er kronedekning og sammenlignbar SDI generelt betydelig mindre og verneeffekten mot snøskred er begrenset også i utløsningsområdet.

For at skog har en noen betydning mot skred bør SDI være minst 50/ha.

SDI kan beregnes ut fra SR16 datasettet, og dette danner et viktig grunnlag for identifiseringen av polygoner med skog som har betydning for skredfaren vist i Vedlegg 1-9G.

Vedlegg C

EGENERKLÆRINGSSKJEMA FOR KOMPETANSE

Innhold

C1 Egenerklæringsskjema for kompetanse 2

Norges vassdrags- og energidirektorat

NVE

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

Firma:	**Norges Geotekniske Institutt**	**Org.nr**	**958 254 318 MVA** (Søk i https://brreg.no)

Utførende foretak vil med utfylling av egenerklæringsskjema 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.

Norges vassdrags- og energidirektorat

Egenerklæring om utførende foretaks kompetanse	JA	NEI	Kommentar
Ansvarlig for å utføre skredfaglige utredninger er godt kjent med gjeldende forskrifter[1], veiledere[2], retningslinjer[3] og fagnormer som gjelder for å utføre skredfareutredninger.	☒	☐	
Minst to kvalifiserte fagpersoner blir benyttet i oppdraget, en som utførende og en som sidemannskontrollør. *De to påkrevde fagpersonene må ha minst 5 og 3 års netto erfaring med tilsvarende oppdrag, samt relevant utdannelse som definert i veilederen. Personell med mindre enn 3 års erfaring kan benyttes i oppdraget i tillegg til de to med påkrevd erfaring.* *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.*	☒	☐	
Foretaket har kunnskap om og tilgang på dynamiske skredmodeller der slike er kommersielt tilgjengelig.	☒	☐	
Foretaket har ansvarsforsikring som minst tilsvarer krav i NS 8401/8402 (prosjekterings- og rådgivningsoppdrag).	☒	☐	

[1] Byggteknisk forskrift (TEK17) og Plan- og bygningsloven (pbl)
[2] NVE veileder Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak
[3] NVE retninslinjer Flaum- og skredfare i arealplanar – Revidert 22.mai 2014

Norges vassdrags- og energidirektorat

Signatur: **Sted og dato:**

_____Håkon Heyerdahl **Oslo, 16.03.2021**

Vedlegg D

UAVHENGIG KVALITETSSIKRING

Innhold

D1 Tilbakemelding på digital leveranse fra NVE **2**
D2 Uavhengig kvalitetskontroll Multiconsult **14**

Tilbakemelding digital leveranse Rana

NGI: Alle mangler og kommentarer er rettet opp

Kartvedlegg generelt

- Faresonekartlegg – bruker andre farger enn det veilederen henviser til for faresonene, analyseområdet og påvirkningsområdet. Alle kartvedlegg som viser faresoner under dagens situasjon (tar hensyn til skog), mangler å vise påvirkningsområdet.
- Vedlegg for registreringskart:
    - Mangler GPS-sporlogg – dette er lagt med helningskartet, men det skal være i registreringskartet
    - Tynt med registreringer enkelte steder, f. eks i område 2, 4 og 5…
    - Symbolisering etc. ok
    - Skredhendelser fra nasjonal skredhendelsesdatabase mangler
    - Skredhendelsene mangler etikett (label) i kartvedlegg for årstall (der årstall er kjent).
- Vedlegg for skog: Noen steder klippet feil, se kartvedlegg 1-2G og 2G.
- Vedlegg for modellering – ok, men det er med kartvedlegg der det ser ut som det ikke er utført modellering, eller mangler det noe i kartvedleggene? Eks. kartvedleggene 1-1D-M2, 1-2D-M1, 1-2D-M2, 3D-M1, 4D-M1, 4D-M3…. og sikkert flere.

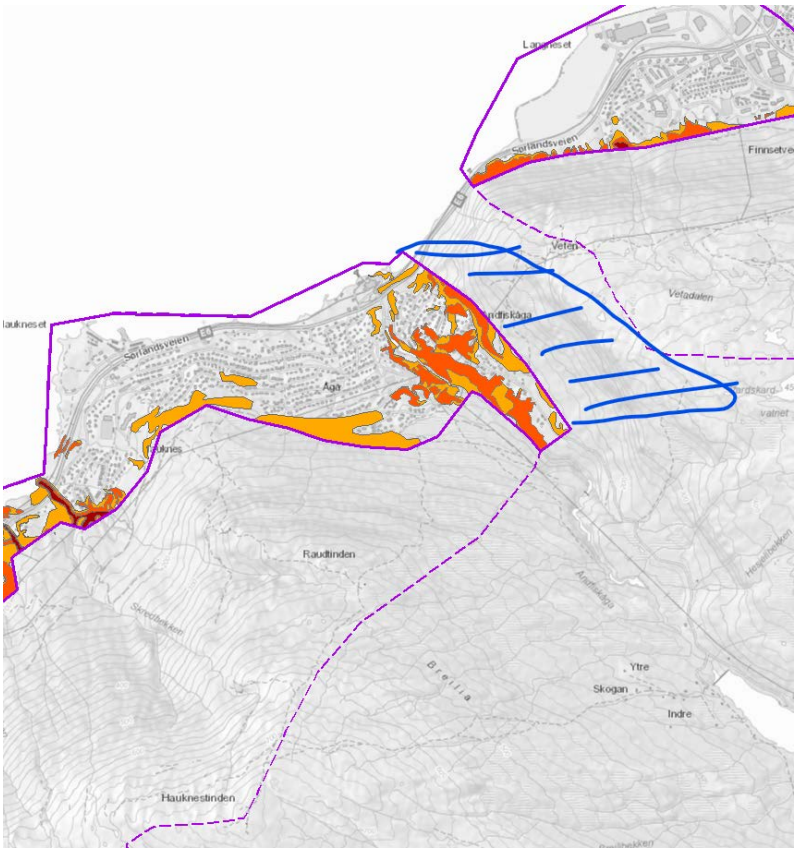
Digital leveranse (kartfiler) generelt:

- GPS-sporlogg mangler
- Skog: det er ikke definert hvilke skredtype(r) skogen har betydning for, eller om skogen har betydning for løsne- eller for utløpsområde.

De ulike delområdene:

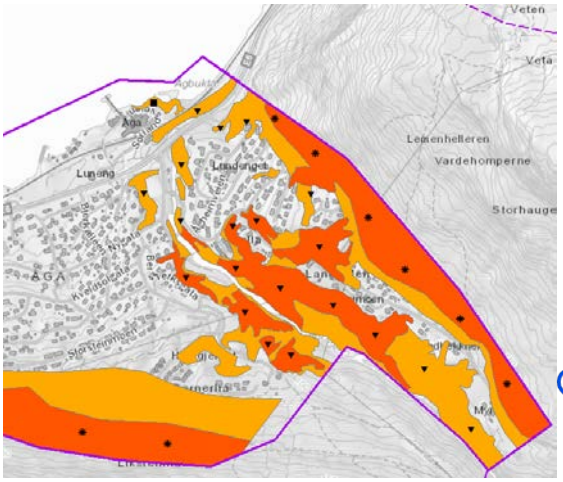
Område 1 – med hensyn til skog

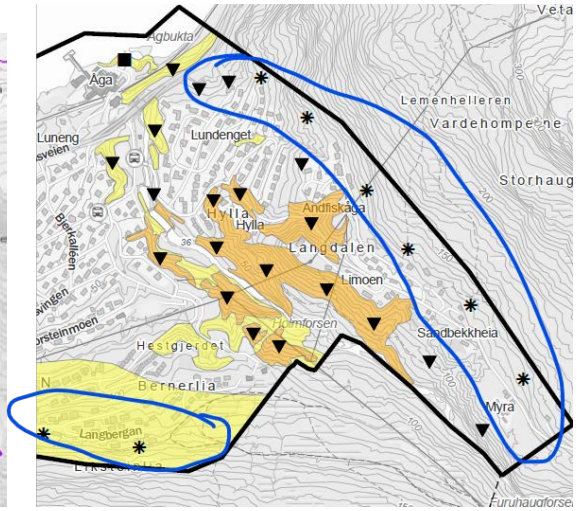
- Påvirkningsområde må utvides helt i øst. Deretter må skogpolygonene også utvides, da de er klippet mot påvirkningsområdet…



Uten hensyn til skog:

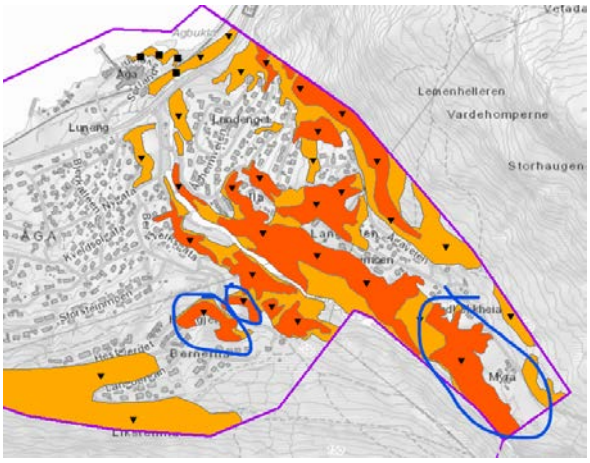
- I kartvedlegg mangler det en del faresoner (spesielt 5000), som vi har fått digitalt (kartfil):



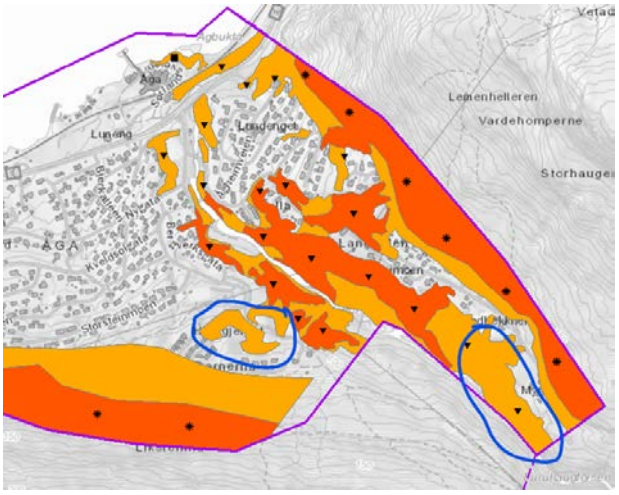


Uten hensyn til skog: Det er flere 1000-års faresoner som ikke finnes for faresonene som ikke tar hensyn til skog, men som finnes for faresonene som tar hensyn til skog.

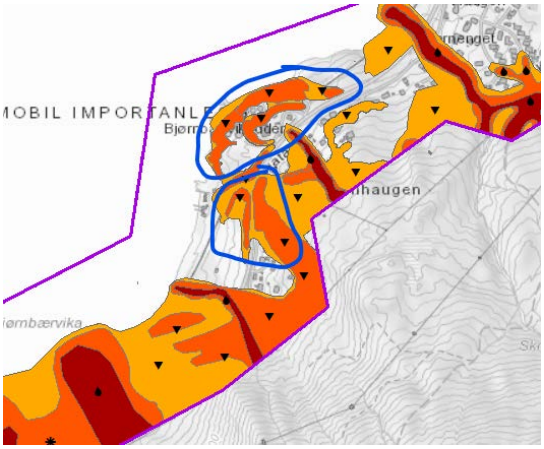
Faresoner som tar hensyn til skog:



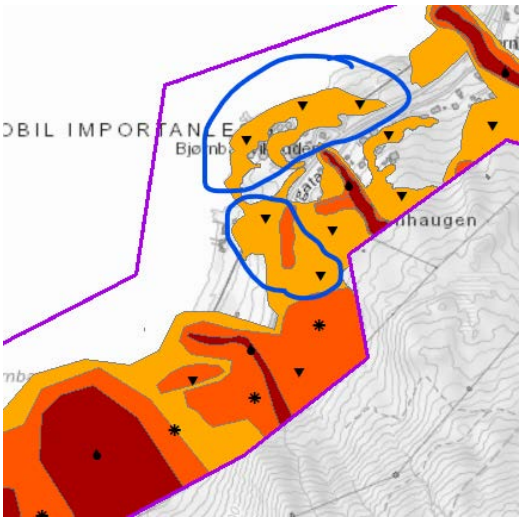
Faresoner som ikke tar hensyn til skog:



Faresoner som tar hensyn til skog:

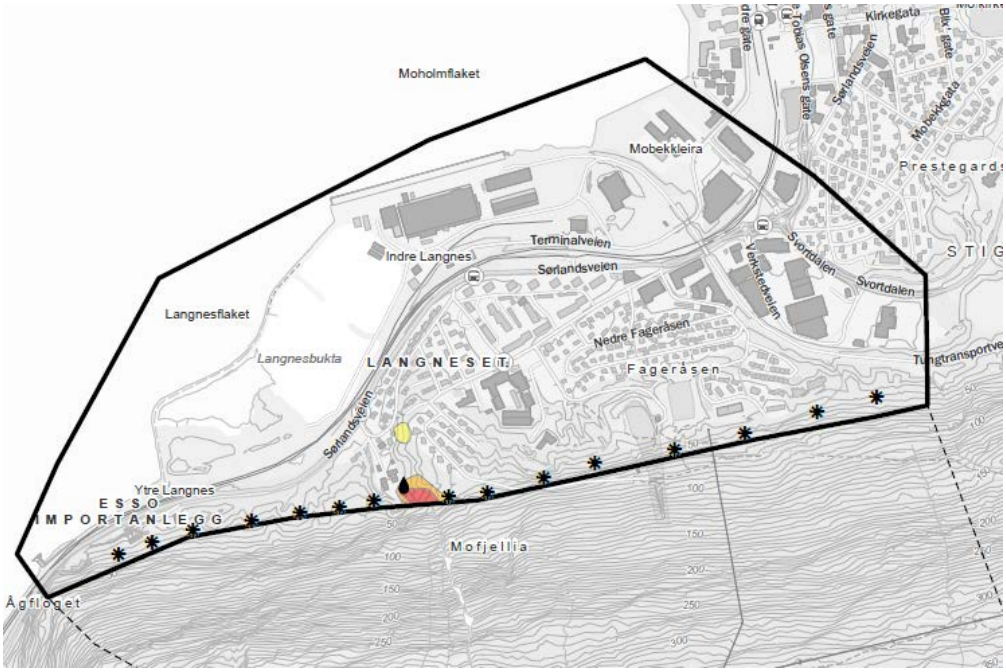


Faresoner som ikke tar hensyn til skog:

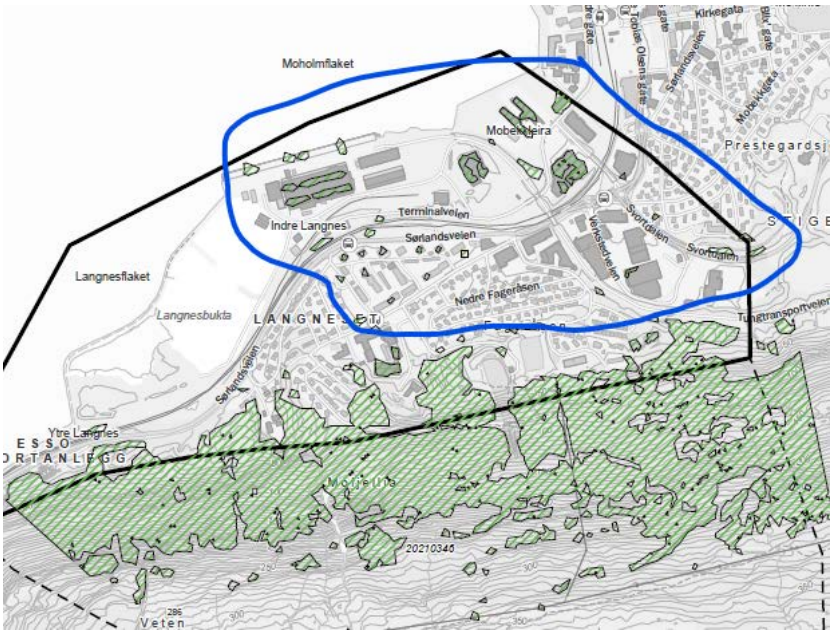


Område 2:

- De fleste faresonene som ikke tar hensyn til skog, mangler i kartvedlegg (men har de digitalt):



- Skogen som er ringet rundt har vel ingen påvirkning på skredfaren i området?

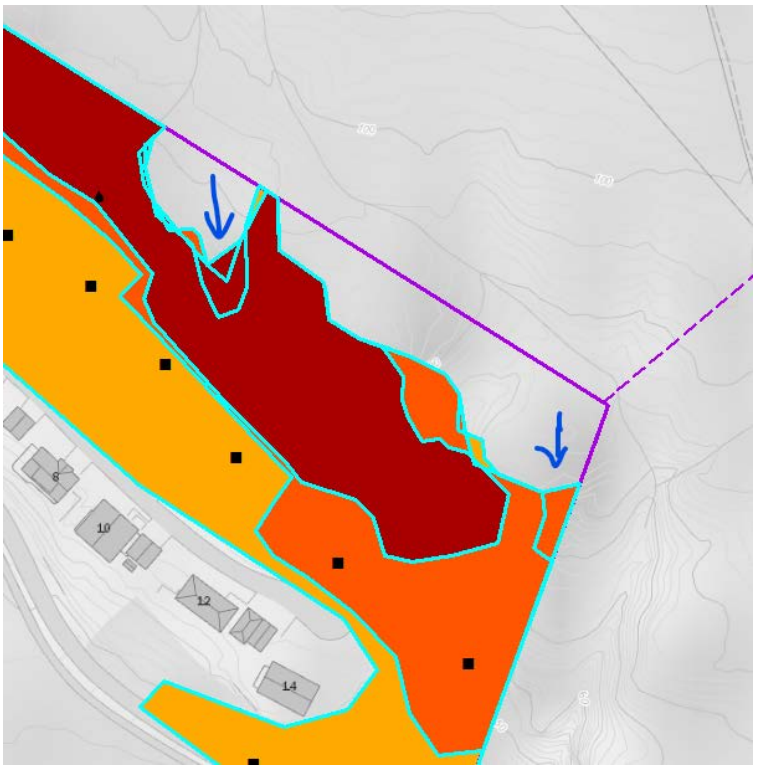


Område 3:

- Ok!

Område 4:

- I vest går 100- og 1000-årssonen utenfor 5000-årssonen. Skal 5000-sonen utvides eller skal 100- og 1000-årssonen klippes mot 5000-årssonen?



- Det er et lengre område hvor faresonene med og uten hensyn til skog, er identiske, selv om det er markert skog med betydning for skredfaren ovenfor faresonen:

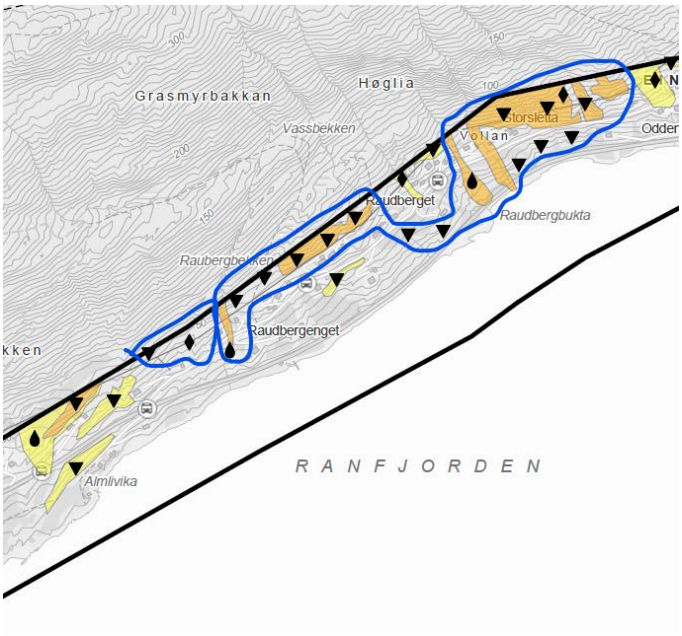
Faresoner som ikke tar hensyn til skog:

Faresoner som tar hensyn til skog:

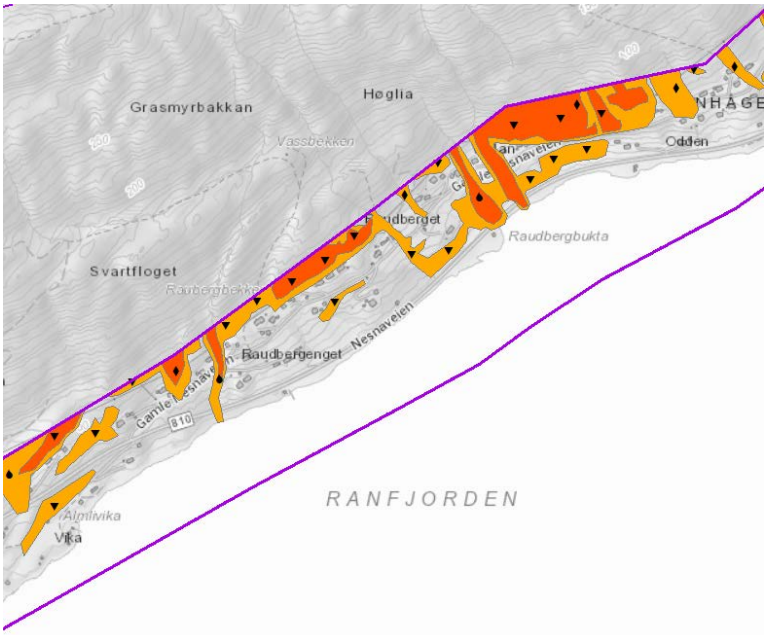
Område 5:

- I kartvedlegg 5-1F og 5-2F så mangler det flere faresoner som ikke tar hensyn til skog:

Skjermdump fra kartvedlegg:

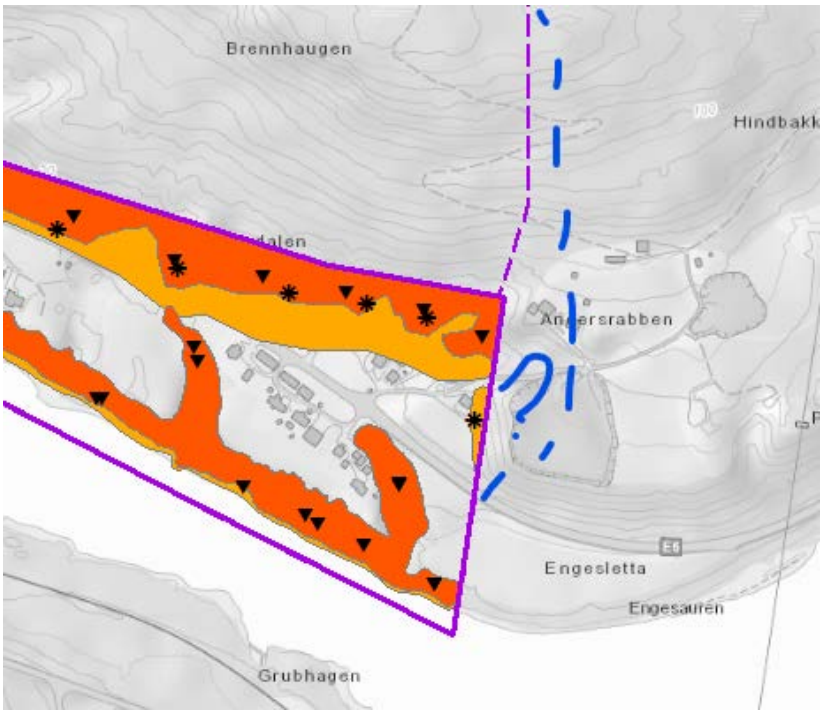


Skjermdump digital leveranse (kartfiler):

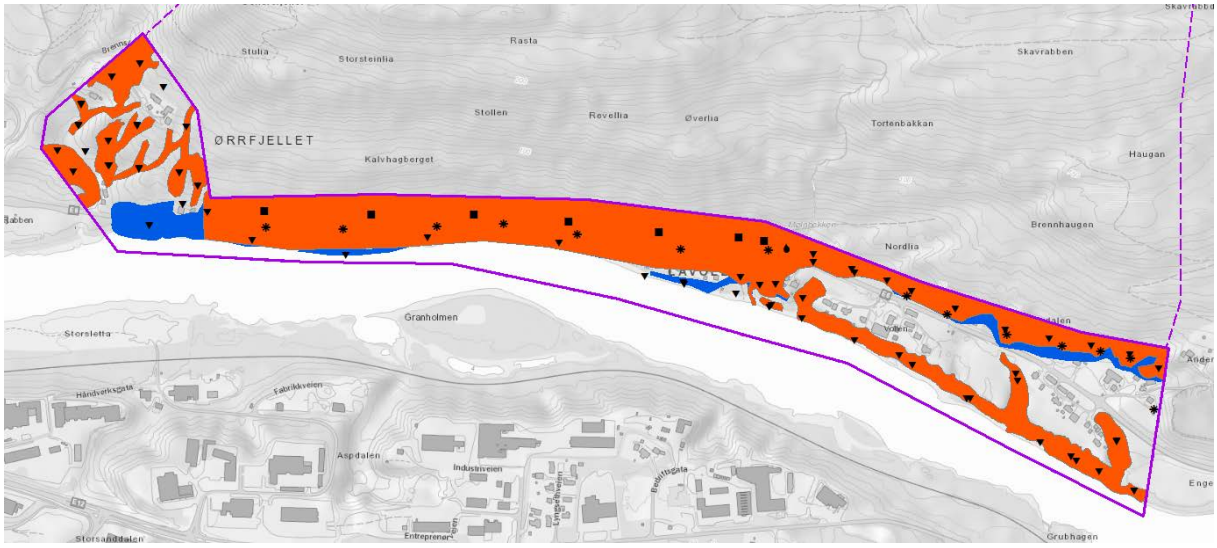


Område 6:

- Faresoner som ikke tar hensyn til skog - Det er en liten sone helt i øst, skal denne være inkludert også for faresoner som tar hensyn til skog? Er ikke skog ovenfor. Men her inkluderer ikke påvirkningsområde bakken ovenfor, kan være derfor det ikke vises skog? Skjermdump:



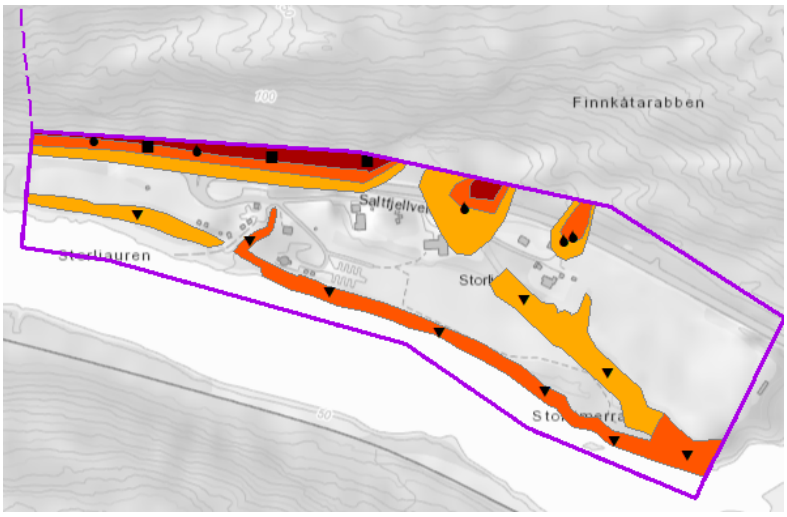
- Det er flere steder der 1000-års faresonen som tar hensyn til skog, går lenger enn det 1000-års faresonen som ikke tar hensyn til skog gjør. Se skjermdump der jeg har lagt 1000-års faresonen som tar hensyn til skog, under faresonen som ikke tar hensyn til skog. Faresonen som tar hensyn til skog har her blå farge, for lett å se hvor den strekker seg lengre. Er dette meningen, blir faren mindre når skogen her fjernes?



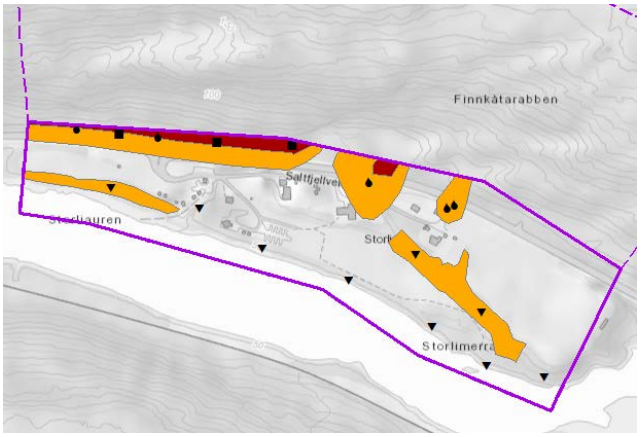
Område 7:

- Gjelder både faresoner med og uten hensyn til skog: Det mangler 5000-årssone under en 1000-årssone:

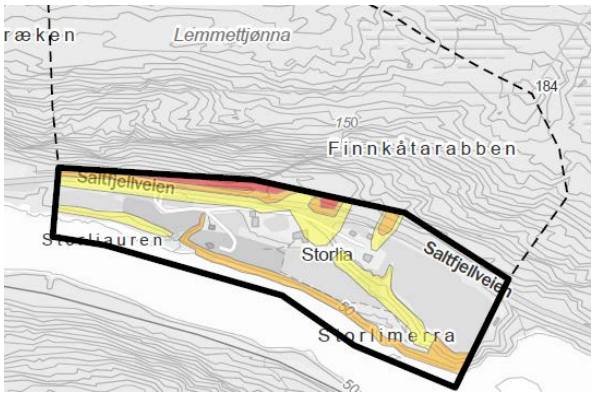
Skjermdump med 1000-årssonene over 5000:



Skjermdump uten 1000-årssonene over 5000:

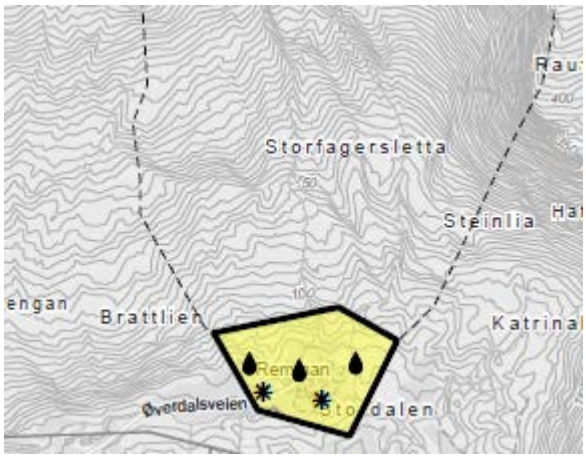


- Faresoner uten hensyn til skog: det mangler punkt for dimensjonerende skredtype (både i kartvedlegg 7F og i digital kartfil):



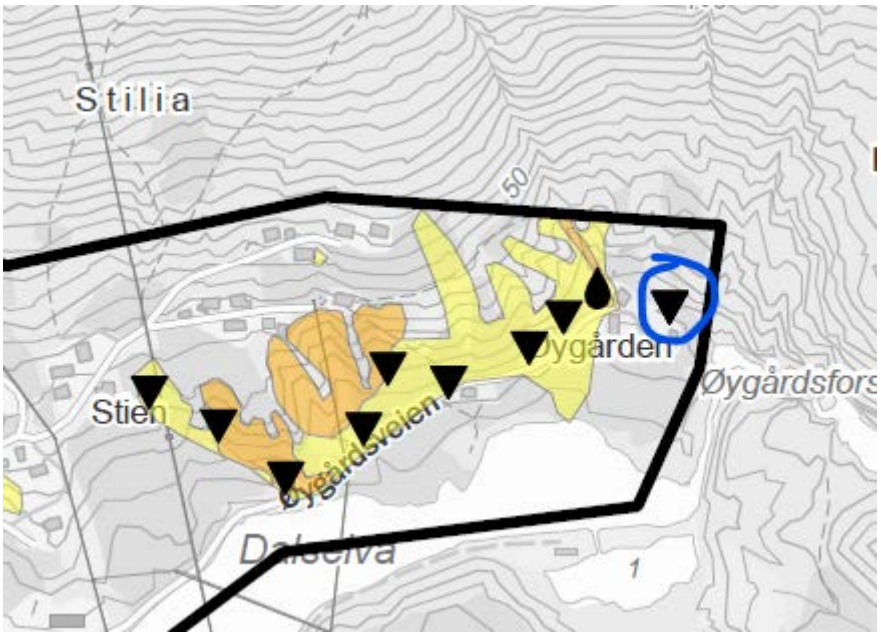
Område 8:

- Kartvedlegg for faresoner uten skog mangler 100- og 1000-års faresonene (skjermdump fra kartvedlegg):

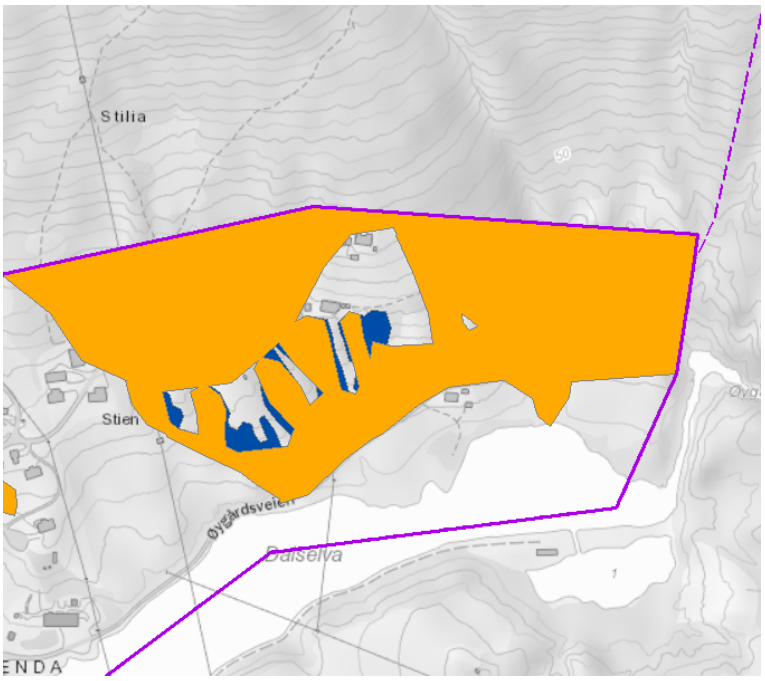


Område 9:

- Helt i sørøst er det et punkt for dimensjonerende skredtype, uten at det er noe faresone. Skal det være faresone her, eller skal punktet slettes?

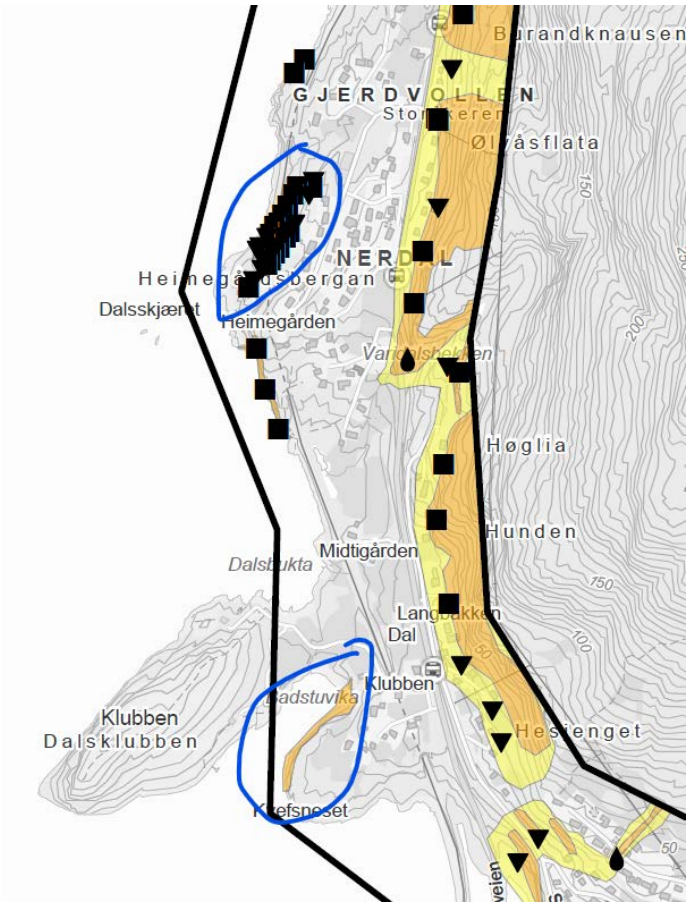


- Helt i sørøst har 5000-årsfaresonen som tar hensyn til skog, større utstrekning enn utstrekningen til 5000-års faresonen som ikke tar hensyn til skog. Er det meningen? Faresonen som tar hensyn til skog har her blå farge, for lett å se hvor den strekker seg lengre:



- Faresoner som ikke tar hensyn til skog: I samme område har også 1000-års faresonen større utstrekning enn det 5000-års faresonen har. Se skjermdump, der 1000-års faresonen er lagt under 5000-års faresonen:

-
- Stor forskjell på antall punkter som brukes for å symbolisere dimensjonerende skredtype. Faresonen som er markert nedenfor har ingen punkt, fint hvis det legges til et punkt. Og om man ser på området ovenfor med veldig mange punkt, om det er nødvendig (f. eks hvis det er mange steinsprangpunkt etter hverandre):


Burandknausen
GJERDVOLLEN
Øvåsflata
NERDAL
Heimegårdsbergan
Dalsskjæret
Heimegården
Høglia
Hunden
Midtigården
Dalsbukta
Langbakken
Dal
Klubben
Badstuvika
Klubben
Dalsklubben
Hesjenget
Kiefsneset
150
200
100
50

Multiconsult

NOTAT

OPPDRAG	**Skredfarekartlegging i Rana kommune**	DOKUMENTKODE	10226654-RIGberg-NOT-005
EMNE	Uavhengig kvalitetssikring	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	**Norges vassdrags- og energidirektorat**	OPPDRAGSLEDER	Peder Eide Helgason
KONTAKTPERSON	Sunniva Skuset	SAKSBEHANDLER	Herbjørn Presthus Heggen
KOPI	Martine Sagen Slåtten	ANSVARLIG ENHET	Multiconsult Norge AS

SAMMENDRAG

Multiconsult har utført en uavhengig kvalitetssikring av NGIs rapport for skredfarekartlegging av 9 delområder i Rana kommune i regi av NVE.

Skredfarevurderingen er gjennomført av kompetent personell med omfattende kunnskap og erfaring fra denne type kartlegging. Det er gjennomført befaring i felt og relevant kildemateriale er benyttet. Rapporten fremstår som tillitsvekkende og det overordnede konklusjonene er solide. Det er likevel en del mangler og feil som bør rettes opp. Det er et generelt krav at faresoner skal knyttes opp mot kartlagte løsneområder, dette er mangelfullt særlig i forhold til jordskred. En del tekniske feil i vedlegg og skrivefeil bør også rettes opp før rapporten sendes ut i ferdig utgave.

1 Innledning

Foreliggende notat gjelder uavhengig kontroll av følgende dokument:

Dokumentnavn	Dato/revisjon	Utarbeidet av
20210346-01-R_NVE Detaljkartlegging Rana kommune_final_samlet.pdf	2021-11-05/Rev.nr. 0	Frode Sandersen, Peter Gauer, Christian Jaedicke, Kjersti Gisnås

En uavhengig kvalitetssikring skal dokumentere at utredningen er i samsvar med gjeldende veileder for utredning av skredfare i bratt terreng (https://www.nve.no/veileder-skredfareutredning-bratt-terreng/) og at innholdet har tilstrekkelig kvalitet.

Ifølge NVEs veileder skal innhold av en uavhengig kvalitetssikring omfatte:

- 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

00	22.11.2021	Uavhengig kvalitetssikring av skredfarekartlegging i Rana kommune	Herbjørn P. Heggen	Mariia Pihlainen	Peder E. Helgason
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Det skal også gjøres en samlet vurdering av konklusjoner og begrunnelser ut fra tilgjengelig grunnlagsdata og beregningsresultater. Gjennomført kvalitetssikring skal alltid beskrives og dokumenteres.

2 Kontroll

Følgende betegnelser er benyttet i våre kommentarer:

Kontrollstatus	Betydning
IG	Ikke godkjent, manglende samsvar/behov for avklaring
ANM	Kontrollert med anmerkning, godkjent med forbehold.
OK	Kontrollert og godkjent med ev. kommentar.
IR	Ikke relevant.

2.1 Generelle kommentarer

Kapittel	Kontrollstatus	Beskrivelse	Kommentar
Grunnlagsmateriale	OK	Tilgjengelig grunnlagsmateriale og	
Feltarbeid	OK	Befaring er gjennomført av kompetente personer i 14 feltdager (person x feltddag) for de 9 delområdene. Befaring til fots i nedre deler	
Klimadata	OK	Det er i utgangspunktet benyttet interpolerte verdier basert på seNorge2. Ekstremverdier er basert på måledata fra nærliggende stasjoner. Vinddata	
Skredhistorikk	OK	Data fra NVE Atlas og intervju med lokalbefolkning er brukt. Detaljerte refereanser er ikke gitt i	Ordnet
Modellering	ANM	Det er noe uklart hvilke skredsannsynlighet ulike modelleringsresultater representerer, og det er ikke diskutert hvordan dette er benyttet for de enkelte delområdene. Det er litt forvirrende at tegnforklaringen til sørpeskredmodelleringer alltid viser RAMMS og SAMOS, uten at begge deler nødvendigvis er vist på modelleringskart. Steinsprang er modellert i	Modelleringsresultatene reflekterer store og sjeldne skred, men det er ikke vitenskapelig grunnlag for å angi nøyaktig hvilken skredsannsynlighet de angir.

		måte som i resterende områder, grunnlaget er noe uklart. Resultater mangler for en del, spesielt snøskredmodellering (RAMMS). Dette kan skyldes at vår tilsendte pdf. ikke er oppdatert.	Modellering av steinsprang er gjennomført i alle områdene.
Registreringskart	IG	Sporlogg, alle løsneområder, avsetninger og eventuelle infopunkter, samt skredhendelser skal være markert på registreringskart. Det er ikke gitt sporlogg for drone i noen av	Ordnet
Faresoner	ANM	Stedvis er det ikke sammenheng mellom reg.kart og faresonekart, disse bør sjekkes ift. angitt dimensjonerende skredtype. Det er ofte kun forklart bakgrunn til en eller to faresoneutstrekninger i tekst, men bakgrunn til alle de ulike faresonene er ikke forklart	Ordnet
Skog	ANM	Lidar-baserte skogdata fra NIBIO er brukt, supplert med datasett (SR16, høyde, diameter, tetthet etc.). Beskrivelse av skog er i utgangspunktet lik for alle områder, med mindre tilpasninger fra fly- og dronebilder. Det er eksempler på at sannsynligheten for skred er satt lavere når skogen er fjernet, dette er feil eller det mangler forklaring. Polygoner for viktig skog viser delvis veldig små områder, også i	Ordnet
Presentasjon	OK	En del skrivefeil som tyder på rask kvalitetssikring, henvisning til figurer i foregående områdekapittel, feil	Ordnet

Det er utarbeidet en omfattende rapport for skredfarevurdering i regi av NVE, 9 delområder i Rana kommune er utredet i henhold til NVEs veileder for skredfarevurdering i bratt terreng og etter kriteriene som er definert i TEK17 § 7-3.

Rapporten følger stort sett veilederens mal, men vi ser at kapittel 1 skiller seg fra leveransen til de andre konsulentene som har utført nasjonal kartlegging i regi av NVE i år. Hos de andre består kapittel 1 i sin helhet av standardkapittel utarbeidet av NVE. I tillegg er steinskred utelatt som eget kapittel, og denne skredtypen er heller ikke omtalt i vurdering av steinsprang.

Det er i utgangspunktet ikke tegnet inn løsneområder for jordskred på registeringskart eller modelleringskart som samsvarer med faresoner for jordskred. Det oppgitt generelle helningsvinkler som kan utgjøre løsneområder og vist til tabeller og helningskart. Det er beskrevet at det er vanskelig å angi konkrete løsneområder, men det etterlyses likevel en feltbasert vurdering av konkrete løsneområder, spesielt der dette kan knyttes til dimensjonerende faresoner. For område 2 er det heller ikke funnet løsneområder for snøskred, men likevel er dette dimensjonerende skredtype i faresonekart uten skog.

Modelleringsresultater viser flere steder ingen utløp og heller ingen løsneområder (f.eks. vedlegg 3D-M1 RAMMS snøskred, Granneset-Selfors, 6D-M1 Lavollen). Dette kan være i områder der skredtypen er dimensjonerende, gjerne uten skog. For modellering av flom- og sørpeskred er SAMOS-AT og RAMMS-DF benyttet. Det antas at det er foretatt vurderinger av hvilken metode som er mest egnet i de ulike tilfellene, men det fremstår litt tilfeldig hvilket eksempel som er presentert for de ulike områdene. Generelt sett er det fint at flere modelleringsprogram benyttes.

Registreringskartene er noe mangelfulle ettersom sporlogg bakke konsekvent er plassert i helningskart, sporlogg for drone eller skredhendelser ikke er med for noen områder. Det er generelt registrert få avsetninger (unntatt en del steinsprangblokker). Ingen infopunkter er så vidt vi kan se presentert. Det hadde vært fint at alle registreringer som har betydning for vurderingen vises i registreringskart, og at kartene vises i lesbar målestokk.

Rapporten gir inntrykk av bruk av fellestekster med noe begrenset lokal tilpasning, dette er spesielt tydelig i kapitler som omhandler skog og «Stedsspesifikk usikkerhet». Det henger også igjen henvisninger til figurer i feil kapitler som følge av at teksten er kopiert. En del mindre feil gir inntrykk av at det har gått litt fort og at det har vært noe begrenset kvalitetssikring av det ferdige produktet. En del skrivefeil av typen øst/vest, feil modelleringsverktøy, feil stedsnavn, henvisning til figur i annet kapittel etc. kan være noe forvirrende.

Det kan være at enkelte mangler som er kommentert er knyttet til at vår tilsendte pdf ikke er oppdatert eller fullstendig. Dette gjelder manglende innhold i snøskredmodellering og manglende faresoner i enkelte kart. Det er oppdaget at vedlegg som inngår i «…final_samlet.pdf» ikke er identiske med samme vedlegg som enkeltfil.

For rapporten som helhet er det kommentert OK eller ANM (tabell generelle kommentarer), mens for registreringskart er det sagt ikke godkjent (IG). For de enkelte delområdene er det også gitt IG, mest på grunn av mangel på løsneområder (særlig jordskred), som gjør at det ikke er samsvar mellom registreringskart og faresonekartene. Andre deler som er markert som IG kan skyldes feil i tilsendt versjon (modellering, manglende faresoner), dette må i tilfelle kontrolleres og rettes opp.

Generelt vurderes rapporten som faglig solid og faresonene fremstår som realistiske. Deler av vurderingene er begrunnet med faglig skjønn, for eksempel løsneområder og utløp for jordskred. Vi har tiltro til at dette er utført på en god måte, men manglende dokumentasjon på hvordan dette er gjort gjør det krevende å vurdere dette.

2.2 Vurdert delområde 1 Skjånesbukta - Åga

Gjelder	Avsnitt	Kontrollstatus	Beskrivelse	Kommentar
Steinsprang	3.3.1	OK	Steinsprang er vurdert som ikke relevant faretype i kartleggingsområdet.	
Steinskred	-	ANM	Ikke omtalt som eget punkt. En naturlig konsekvens av 3.3.1 er at heller ikke dette er en relevant skredtype i området, dette bør fremgå	Ordnet
Snøskred	3.3.2	ANM	Utredning og diskusjon rundt modellering i SAMOS-AT er presentert i tekst. Dette verktøyet er ukjent for Multiconsult og vanskelig å vurdere. Modellering i RAMMS snøskred er mer universell og lettere å vurdere, dette er presentert i figur og vedlegg men uten	SAMOS-AT er et anerkjent verktøy som NGI har tilgang til og som vi har kalibrert mot kjente skredhendelser. I mange tilfeller har vi funnet at denne modellen er bedre egnet enn RAMMS.
Sørpeskred	3.3.5	OK	Det argumenteres for at det er vanskelig å bestemme eksakte løsneområder, ettersom «hele bekkestrengen er aktuell». Det er markert mange (nesten sammenhengende) løsneområder langs samme høydekote som grunnlag for modellering. Modellering (RAMMS-sørpeskred) ser ut til å gjenspeile historiske hendelser og gir en realistisk vurdering av strømningsveier. Det er likevel vist konkrete	
Jordskred	3.3.3	IG	Løsneområder for jordskred er diskutert og presentert i tabellform i	Ordnet

			Det er ikke tegnet løsneområder som kan	
Flomskred	3.3.4	OK	Flomskred er vurdert til å kunne nå kartleggingsområdetmen i samme løp som sørpeskred som vil være dimensjonerende. Flomskred er vurdert til å ha begrenset skadepotensiale pga. begrensede mengder	
Effekt av skog	3.5	ANM	Det er markert skog med betydning for skredfaren langs strandsonen og inn blant bebyggelse (små områder), dette fremstår	Ordnet
Vannveier	3.1	*OK*	Vannveier er diskutert innledningsvis og det er kommentert at bekkeløp renner på svaberg. En avrenningsanalyse og oversikt over dreneringsområder hadde gjort dette mer	
Reg.kart	Vedlegg 1C	IG	Sporlogg er plassert i helningskart. Det mangler løsneområder	Ordnet
Modelleringsarbeider	Vedlegg 1D, 2D	ANM	Se snøskred for diskusjon av SAMOS og RAMMS. RockyFor3D er brukt for steinsprang. Steinsprangmodellering i vedlegg 1-1D-M2 ser ut til å mangle resultater. Modelleringskart for sørpeskred har	Ordnet
Faresonekart med skog	Vedlegg 1E, 2E	ANM	Manglende samsvar mellom registrerigskart og faresonekart (løsneområder for	Ordnet
Faresoner uten skog	Vedlegg	ANM	Samme kommentar som over gjelder her.	Ordnet

	1F, 2F		Det mangler antakelig noen faresoner for snøskred og jordskred helt i øst	Ordnet

2.3 Vurdert delområde 2 Langneset - Fageråsen

Gjelder	Avsnitt	Kontrollstatus	Beskrivelse	Kommentar
Steinsprang	4.3.1	OK	Løsneområder er vist i	
Steinskred		ANM	Ikke omtalt som eget punkt. «Steinskred» er omtalt under 4.3.1, så det antas at dette er vurdert under det. I vedlegg 2C er løsneområder for	Ordnet
Snøskred	4.3.2	IG	Det er beskrevet løsneområder for våte snøskred som kan nå kartleggingsområdet i tekst, løsneområdene er ikke vist på kart. Heller ikke løsneområder for «sjeldne snøskred» (1/1000?) er vist. I vedlegg 2D-M1 er det vist snøskredmodellering med alfa-beta metoden i østlig del av området. En rekke skredprofiler over hele området har ikke modelleringsresultat eller løsnepunkt, mens det er beskrevet at «sjeldne snøskred med utløp ned til fjorden kan inntreffe oftere enn hvert 1000 år».	Ordnet
Sørpeskred	4.3.5	ANM	Kun et skredløp er modellert og med faresoner. Andre bekkeløp er vurdert som lavere sannsynlighet enn 1/1000, for disse er det ikke angitt løsneområder og disse er ikke	Ordnet
Jordskred	4.3.3	IG	Løsneområder for jordskred er diskutert. Det antas at tabell som er brukt i omr. 1 også benyttes for omr. 2, men dette er ikke beskrevet (terrengformer og helning). Det	Ordnet

			knyttes til faresoner (1/5000) for	
Flomskred	4.3.4	OK	Det er skrevet at aktuelle bekker har begrensede dreneringsområder, dette er ikke vist i kart/avrenningsanalyse. Det er konkludert med	
Effekt av skog	4.2.1, 4.5	ANM	Det blir brukt en standardisert tekst i 4.5 som ikke er spesifikk for dette området.	Ordnet
Vannveier	4.1.1	OK	Det er kommentert «flere bekker gjennom området», men ikke gitt nærmere vurderingforetatt	
Reg.kart	Vedlegg 2C	IG	Sporlogg er plassert i helningskart. Det mangler løsneområder for jordskred og	Ordnet
Modelleringsarbeider		ANM	Det antas at det er gjort mer omfattende modellering enn det som er vist i eksempler. Det er ikke vist eksempler på snøskredmodellering i vestlige deler der faresonene når sjøen. Det er kun modellert sørpeskred langs et	Ordnet
Faresonekart med skog		ANM	Ikke samsvar mellom reg.kart og faresonekart. Det er beskrevet snøskred som kan nå fjorden oftere enn hvert	Ordnet
Faresoner uten skog		ANM	Samme kommentar som over. Faresoner kommer ikke fram i vedlegg 2F i …final_samlet.pdf. I eget vedlegg er dette i orden,	Ordnet

2.4 Vurdert delområde 3 Granneset - Selfors

Gjelder	Avsnitt	Kontrollstatus	Beskrivelse	Kommentar
Steinsprang	5.3.1	OK		
Steinskred		ANM	Ikke omtalt som eget punkt, men	Ordnet
Snøskred	5.3.2	OK	Vurdert som ikke relevant skredtype. Savner løsneområder på reg. kart.	
Sørpeskred	5.3.5	OK	Modellert langs 5 skredløp med	
Jordskred	5.3.3	IG	Savner løsneområder som korresponderer til dim. faresoner for jordskred. Tabell for	Ordnet
Flomskred	5.3.4	OK	Det er skredfare langs fem bekkeløp, men utløp vurderes som mindre enn	
Effekt av skog	5.5	OK	Det er kartlagt skog med betydning for	
Vannveier	5.1	*OK*	Avrenningaanalyse og oversikt over dreneringsområder	
Reg.kart	Vedlegg 3D-M1	IG	Mangler sporlogg (er på helningskart). Løsneområder for jordskred er ikke tegnet inn, heller ikke løsneområder for steinsprang i øststlig del av området, eller	Ordnet
Modelleringsarbeider		ANM	Modellering av steinsprang er godt dokumentert med både RF3D og vinkelpunkter. Sørpeskred (dekker også flomskred) er utført for 5 utvakgte skredløp (SAMOS), vedlegg 3D-M3 har	Ordnet

			løsneomr. for snøskred som ikke når kartleggingsområdet, men det er ikke vist løsneområder eller	Løsneområder som ikke når kartleggingsområdet er ikke tegnet inn
Faresonekart med skog	Vedlegg 3E	ANM	Noe mangelfullt samsvar mellom	Ordnet
Faresoner uten skog	Vedlegg 3F	ANM	Noe mangelfullt samsvar mellom reg.kart og faresonekart (løsnområder snøskred og jordskred).	Ordnet

2.5 Vurdert delområde 4 Karvebakken - Yttraheia

Gjelder	Avsnitt	Kontrollstatus	Beskrivelse	Kommentar
Steinsprang	6.3.1	OK	Dimensjonerende skredtype i hele området. Faresoner er basert på modellering	
Steinskred		ANM	Ikke eget punkt for steinsprang, det antas at dette er vurdert under	Ordnet
Snøskred	6.3.2	OK	Ikke relevant skredtype. Lurer på hvorfor modellering for RAMMS snøskred er vist da det ikke	
Sørpeskred	6.3.5	ANM	Ikke relevant skredtype, men likevel vist som dim.skredtype på	Ordnet
Jordskred	6.3.3	ANM	Det er ikke markert løsneområder i reg.kart, generell henvisning til	Ordnet
Flomskred	6.3.4	OK	Ikke relevant skredtype	
Effekt av skog	6.2.1, 6.5	OK		
Vannveier	6.1.1	*OK*	Det er beskrevet en bekk, men generelt liten fare for vannrelaterte skredhendelser. Ingen avrenningsanalyse eller	
Reg.kart	Vedlegg 4C	IG	Sporlogg er plassert på helningskart. Mangler løsneområder for	Ordnet
Modelleringsarbeider	Vedlegg 4D-M2	OK	RockyFor3S og vinkelpunkter er benyttet i vurdering av steinsprang. RAMMS snøskred er eget vedlegg	
Faresonekart med skog	Vedlegg 4E	ANM	Kartutsnitt langt unna. Ikke samsvar mellom reg.kart og faresonekart når det gjelder løsneområder for	Ordnet

Faresoner uten skog	Vedlegg 4F	ANM	Delvis samme kommentarer som over. Faresoner for steinsprang er marginalt større (skogens bremsende	Ordnet

2.6 Vurdert delområde 5 Båsmobakken - Almlia

Gjelder	Avsnitt	Kontrollstatus	Beskrivelse	Kommentar
Steinsprang	7.3.1	OK	Ikke relevant skredtype. Steinsprang fra skjæringer ikke vurdert (i henhold til veileder), her	
Steinskred		ANM	Ikke eget punkt, antar at dette er	Ordnet
Snøskred	7.3.2	OK	Vurdert som ikke relevant	
Sørpeskred	7.3.5	OK	Effekt av skogsveier er tatt med i vurderingen. Løsneområder er definert	
Jordskred	7.3.3	IG	Det er benyttet tabell med generelle parametre for å vurdere løsneområder for jordskred. Jordskred er dimensjonerende skredtype for vesentlige deler av området, både med og uten skog. Disse	Ordnet
Flomskred	7.3.4	OK	Løsneområder er angitt i registreringskart og modellering for sørpeskred er benyttet for å vurdere	
Effekt av skog	7.5	OK	Polygoner med skog som har betydning for skredfare er markert	
Vannveier	7.1	*OK*	Avrenningsanalyse og oversikt over	
Reg.kart	Vedlegg 5-1C, 5-2C	IG	Savner løsneomr. jordskred. Sporlogg er plassert på helningskart.	Ordnet
Modelleringsarbeider	Vedlegg 5-1D-M3, 5-2D-M3	OK	Flom- og sørpeskred modellert i SAMOS og RAMMS. Hvorfor vises det kart for steinsprang- og	

Faresonekart med skog		ANM	Mangelfult samsvar mellom reg.kart og	Ordnet
Faresoner uten skog		ANM	Se kommentar over. I tillegg mangler det antakelig noen faresoner for jord- og flomsrked da det kun vises dim.skredtype i deler av området.	Ordnet

2.7 Vurdert delområde 6 Lavollen

Gjelder	Avsnitt	Kontrollstatus	Beskrivelse	Kommentar
Steinsprang	8.3.1	ANM	Løsnesannsynligheten er satt lavere enn 1/1000, mens faresonene er satt til 1/100	Ordnet
Steinskred		ANM	Ikke eget punkt, antar at dette er vurdert under 8.3.1., løsneområder er	Ordnet
Snøskred	8.3.2	ANM	Ikke relevant skredtype med dagens vegetasjon, men det er tegnet dim. faresoner for snøskred uten skog.	Ordnet
Sørpeskred	8.3.5	OK	Modellert med SAMOS-AT	
Jordskred	8.3.3	ANM	Det er gitt kart med potensielle løsneområder basert på terrenghelning (8-12), løsneområder er	Ordnet
Flomskred	8.3.4	OK	Sørpeskred er vurdert som dimensjonerende langs aktuelle skredløp	
Effekt av skog	8.5	IG	Det savnes en forklaring på hvorfor skredfaren er satt lavere uten skog (1/5000) enn med dagens skog (1/1000) for	Feil. Ordnet
Vannveier	8.1	*OK*	*Vannføring og skredpotensiale er vurdert, avrenningsanalyse og oversikt over*	
Reg.kart		IG	Sporlogg bakke bør plasseres i registreringskart (er i	Ordnet
Modelleringsarbeider	Vedlegg 6D-M1, 6D-M2, 6D-M3	ANM	Modellering i RAMMS snøskred (vedlegg 6D-M1) viser ingen utløp og ingen løsneområder. Det er konkludert med at dette ikke er relevant skredtype,	Ordnet

		faresoner med snøskred som dim.skredtype.	Kommentar
Faresonekart med skog	ANM	Manglende samsvar mellom reg.kart og faresonekart. Bl.a. alle løsneområder for jordskred mangler, samt utstrekning til steinsprangfaresoner er større enn man kunne forvente utifra løsneområder i reg.kart. Må sjekkes i forhold til kommentar for faresone uten skog.	Ordnet
Faresoner uten skog	IG	Manglende samsvar mellom reg.kart og faresonekart. I området øst for Rabben, ved Saltfjellsvegen 41, er det markert laver skredfare for jordskred uten skog (1/5000) enn med dagens skog (1/1000)	Ordnet

2.6 Vurdert delområde 7 Storli

Gjelder	Avsnitt	Kontrollstatus	Beskrivelse	Kommentar
Steinsprang	9.3.1	OK	Modellert i RF3D. Fangvoll vurderes som effektiv	
Steinskred		ANM	Ikke eget punkt, antar at dette er vurdert	Ordnet
Snøskred	9.3.2	OK	Vurdert som kun mindre utglidninger uten	
Sørpeskred	9.3.5	OK	Modellert i RAMMS-DF	
Jordskred	9.3.3	OK	Det er gitt kart med potensielle løsneområder basert på terrenghelning (9-15), løsneområder er	
Flomskred	9.3.4	OK	Vurdert som ikke relevant	
Effekt av skog	9.5	OK	Skog i elvekanten er markert, i dette tilfellet vurderes dette som aktuelt	
Vannveier	9.1	OK	*Avrenningsanalyse pg oversikt overdreneringsområder*	
Reg.kart	Vedlegg 7C	IG	Mangler løsneområder for jordskred. Kartutsnitt er så langt unna at det er vanskelig å se detaljer. 375	Ordnet
Modelleringsarbeider	Vedlegg 7D-M1, 7D-M2, 7D-M3	IG	Sørpeskredmodellering har feil utseende, uklart hva som er presentert? RAMMS snøskred er uten utløp eller	Ordnet
Faresonekart med skog	Vedlegg 7E	ANM	Manglende samsvar mellom løsneområder og faresoner. Det er benyttet en målestokk	Ordnet
Faresoner uten skog	Vedlegg 7F	ANM	Se kommentarer over. Mangler symbol	Ordnet

2.9 Vurdert delområde 8 Remmen, Øverdalen)

Gjelder	Avsnitt	Kontrollstatus	Beskrivelse	Kommentar
Steinsprang	10.3.1	OK	Steinsprang vurderes til å ikke kunne nå	
Steinskred		ANM	Ikke eget punkt. Det antas at steinskred er vurdert under 10.3.1, men det savnes grundigere vurderinger	Ordnet
Snøskred	10.3.2	OK	Grundig vurdert.	
Sørpeskred	10.3.5	OK		
Jordskred	10.3.3	ANM	Vil ikke kunne nå kartleggingsområdet. Likevel tegnet som dim.skredtype i et lite	Ordnet
Flomskred	10.3.4	OK	Flomskred er vurdert til å kunne nå kartleggingsområdet, men ikke med skadepotensiale.	
Effekt av skog	10.5	OK	Det er konkludert med høyere snøskredfare ved fjerning av skog. Se også	
Vannveier	10.1	*OK*	*Savner avrenningsanalyse og oversikt over dreneringsområder. Grei*	
Reg.kart	Vedlegg 8C	ANM	Sporlogg er plassert i helningskart. Mangler et løsneområde for	
Modelleringsarbeider	Vedlegg 8D-M1, 8D-M3, 8D-M3	OK		
Faresonekart med skog		OK	Uheldig målestokk, kartleggingsområdet blir	
Faresoner uten skog		IG	Faresone for snøskred (1/5000) er større uten	Ordnet

			Faresonene for sørpeskred har fått lavere sannsynlighet uten skog (1/5000) en med skog (1/1000). Hvis dette er tilsiktet må dette forklares.	Ordnet

2.10 Vurdert delområde 9 Stien - Nerdal

Gjelder	Avsnitt	Kontrollstatus	Beskrivelse	Kommentar
Steinsprang	11.3.1	OK	Det er kun benyttet modellering med vinkelpunkter, ikke	
Steinskred		ANM	Ikke vurdert som eget kapittel . Det antas at steinskred er vurdert under 11.3.1.	Ordnet
Snøskred	11.3.2	OK	Det er modellert snøskred langs et profil med Alfa-Beta. Det argumenteres for at store snøskred vil ha utløp øst for området, og at små lokale snøskred vil ha kortere utløp enn steinsprang som er dim. skredtype. Vises som dim.skred i	
Sørpeskred	11.3.5	OK	Ikke modellert	
Jordskred	11.3.3	ANM	Det er henvist til generell tabell for vurdering av	Ordnet
Flomskred	11.3.4	OK	Det er ikke identifisert potensielle løsneområder.	
Effekt av skog	11.5	ANM	Det er kartlagt skog med betydning for skredfaren i	Ordnet
Vannveier	11.1	ANM	Savner avrenningsanaøyse og oversikt over dreneringsområder.	Ordnet
Reg.kart	Vedlegg 9C	IG	Mangler løsneområder for jordskred og snøskred. Sporlogg er plassert i helningskart. Tegnforklaringen viser elementer som ikke vises i kart.	Ordnet
Modelleringsarbeider	Vedlegg 9D-M1, 9D-M2, 9D-M3	ANM	Det argumenteres for at steinsprangmodellering (RF3D) ikke vil gi relevant informasjon om utløpslengder. Dette er eneste område der det ikke benyttes. Siktevinkel er benyttet, det stilles	Ordnet

			For snøskred benyttes Alfa-beta for et skredløp. Faresoner uten skog har snøskred som dim. skredtype i øst, dette kunne vært understøttet av RAMMS snøskred. Det er argumentert for at sørpeskredene er for	Ordnet
Faresonekart med skog	Vedlegg 9E	ANM	Manglende samsvar mellom reg.kart og faresonekart. Symboler for dim. skredtype er plassert så tett at dette vanskeliggjør lesing av kart.	Ordnet
Faresoner uten skog	Vedlegg 9F	ANM	Se kommentarer over.	Ordnet

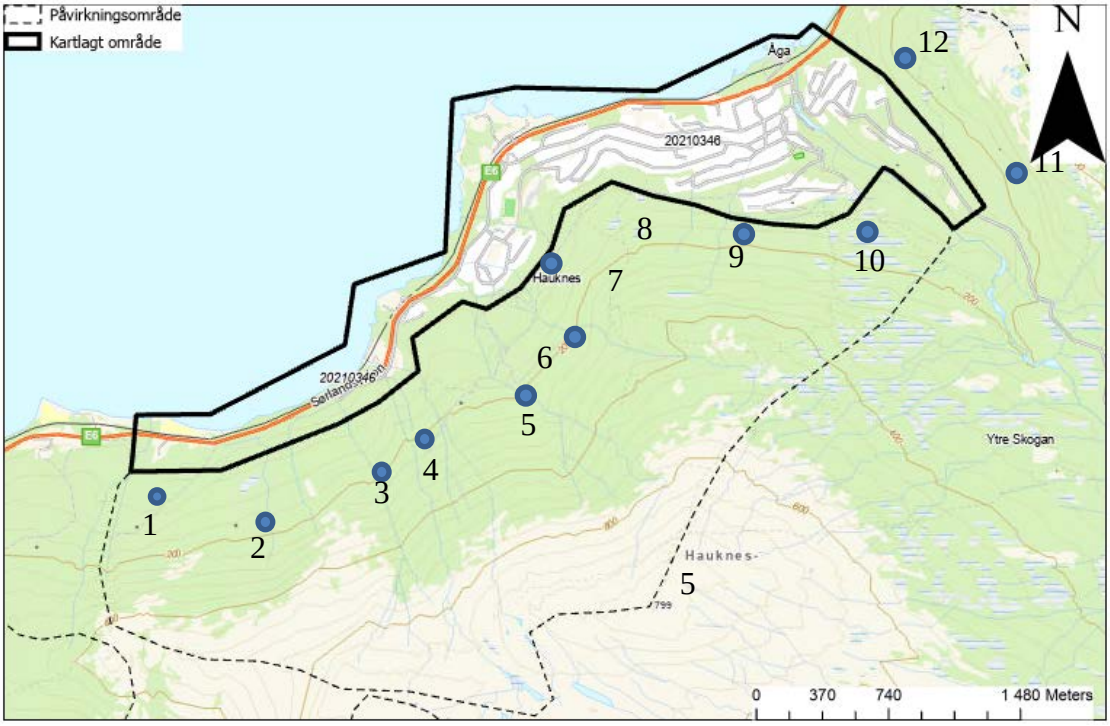
Vedlegg 1

FOTO OG KART

Innhold

1A Foto
1B Helningskart, befaringsrute
1C Registreringskart
1D Modelleringskart
1E Faresoner med dagens vegetasjonsforhold
1F Faresoner uten effekt av skog
1G Skog med betydning for skredfaren
1H Løsneområder snøskred uten skog

1A Bilder


Påvirkningsområde
Kartlagt område
N
Åga
20210346
E6
Hauknes
20210346
Sørlandsbanen
Ytre Skogan
Hauknes-
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
5
0
370
740
1 480 Meters

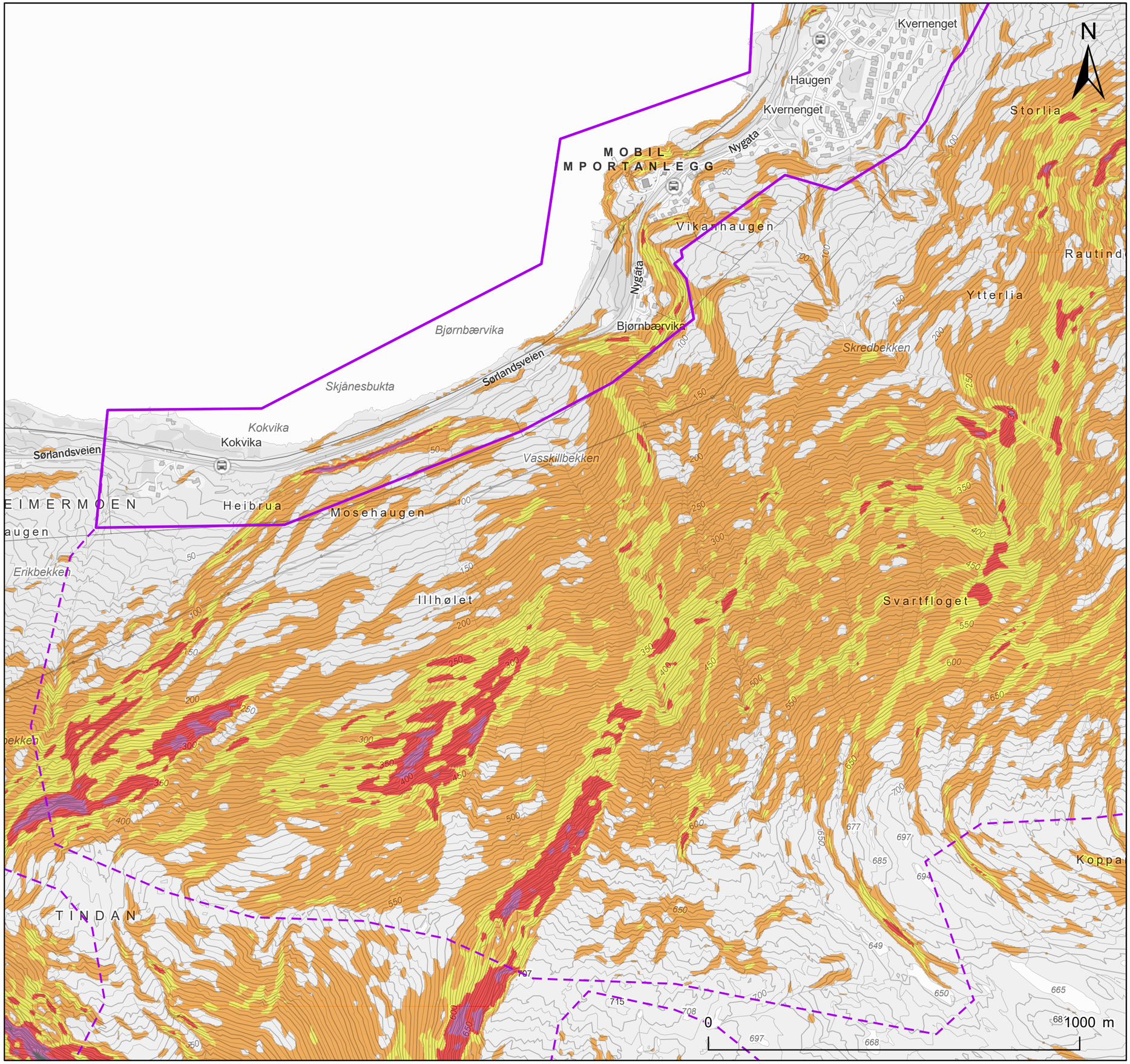
Bilde nr.		Kommentar
1		Bekk med tegn på massestransport
2		Myrplatå med mulighet for utløsning av sørpeskred

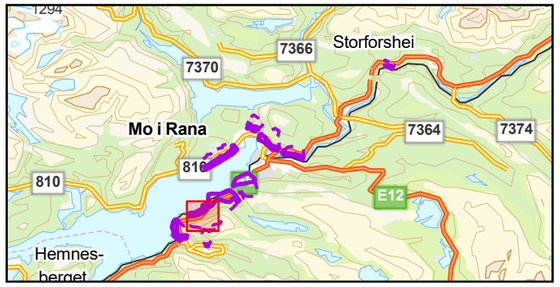
3		Bekk som renner på berg
4		Bekk med tegn på massetransport

5		Bekk med tegn på massetransport
6		Bekk som krysser skogsvei
7		Bekk med begrenset massetransport

8		Stabil skrent
9		Bekk som renner på berg uten spor etter massestransport
10		Fangvoll mot steinsprang

11		Stabil skrent
12		Steinsatt bekkeløp





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

Bratte områder

< 20°

20° - 30°

30° - 37°

37° - 45°

45° - 60°

> 60°

NVE

Skjånesbukta-Åga

Helningskart

NVE

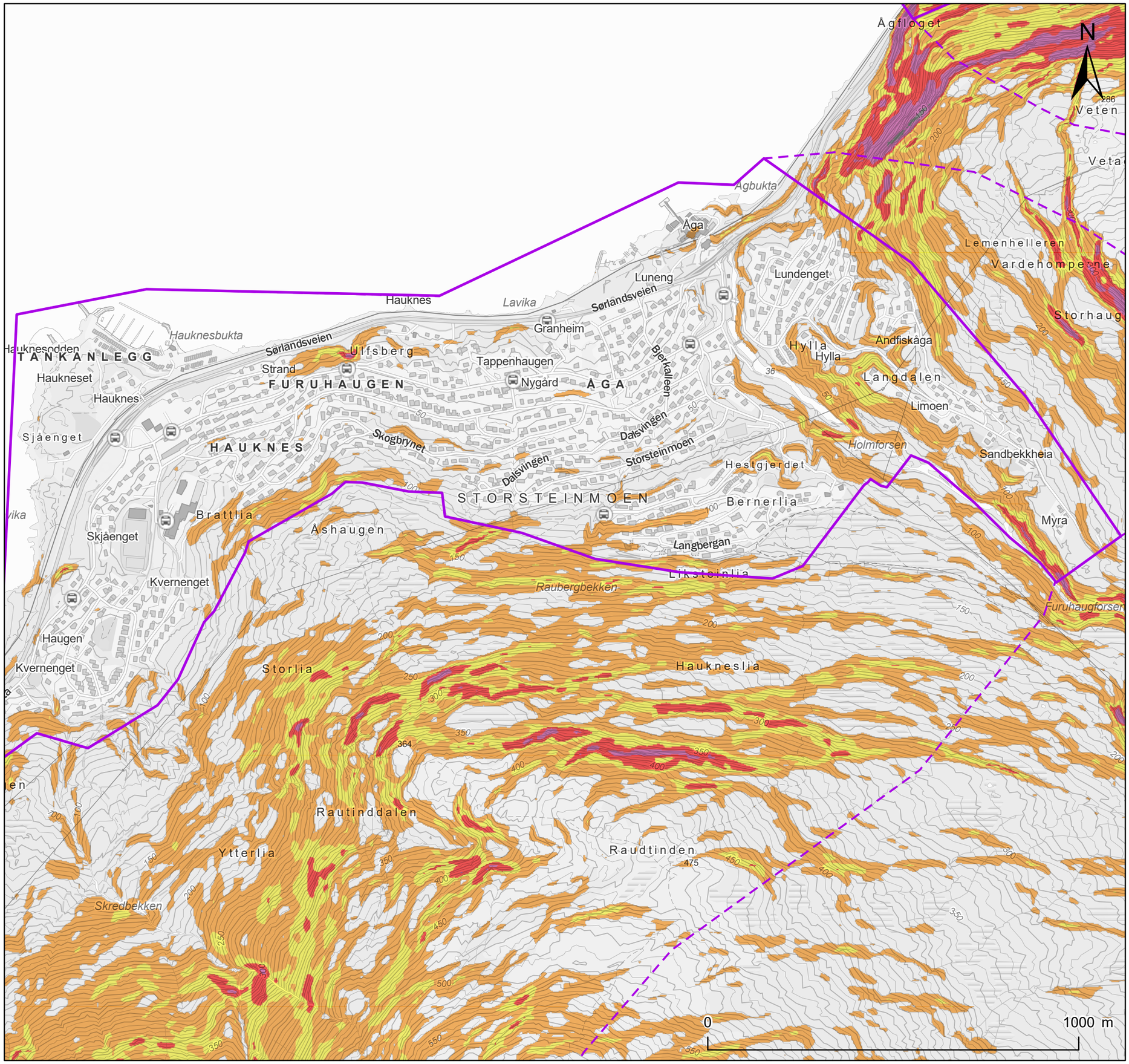
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

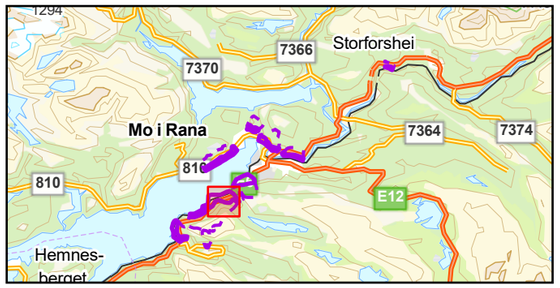
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	1-1B	01

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

- Påvirkningsområde
- Kartlagt område

Bratte områder

- < 20°
- 20° - 30°
- 30° - 37°
- 37° - 45°
- 45° - 60°
- > 60°

NVE

Skjånesbukta-Åga

Helningskart

NVE

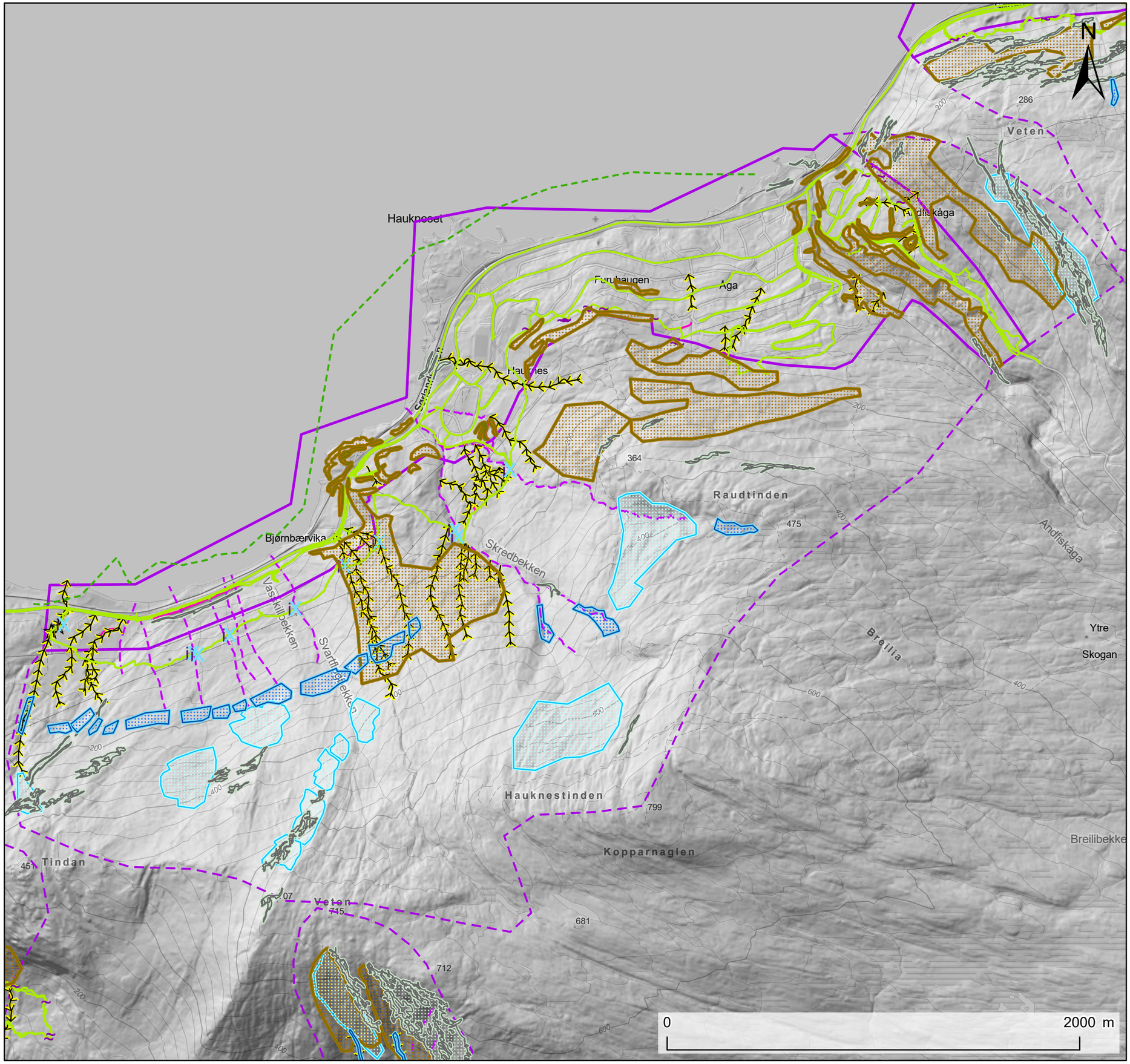
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

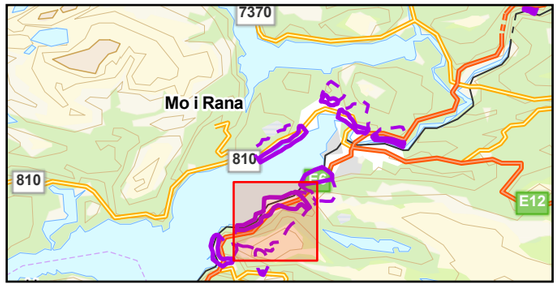
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	1-2B	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

- Påvirkningsområde
- Kartlagt område
- Løsneområde sørpeskred
- Løsneområde steinsprang/steinskred
- Løsneområder jordskred
- Løsneområde snøskred
- Antatt steinsprang/steinskredblokk
- Spor etter sørpeskred
- Sporlogg bakke
- Sporlogg drone
- Ravine/bekkenedskjæring
- Skredbane
- Aktive_elveerosjonspunkt
- Sikringstiltak

NVE

Skjånesbukta - Åga

Registreringskart

NVE

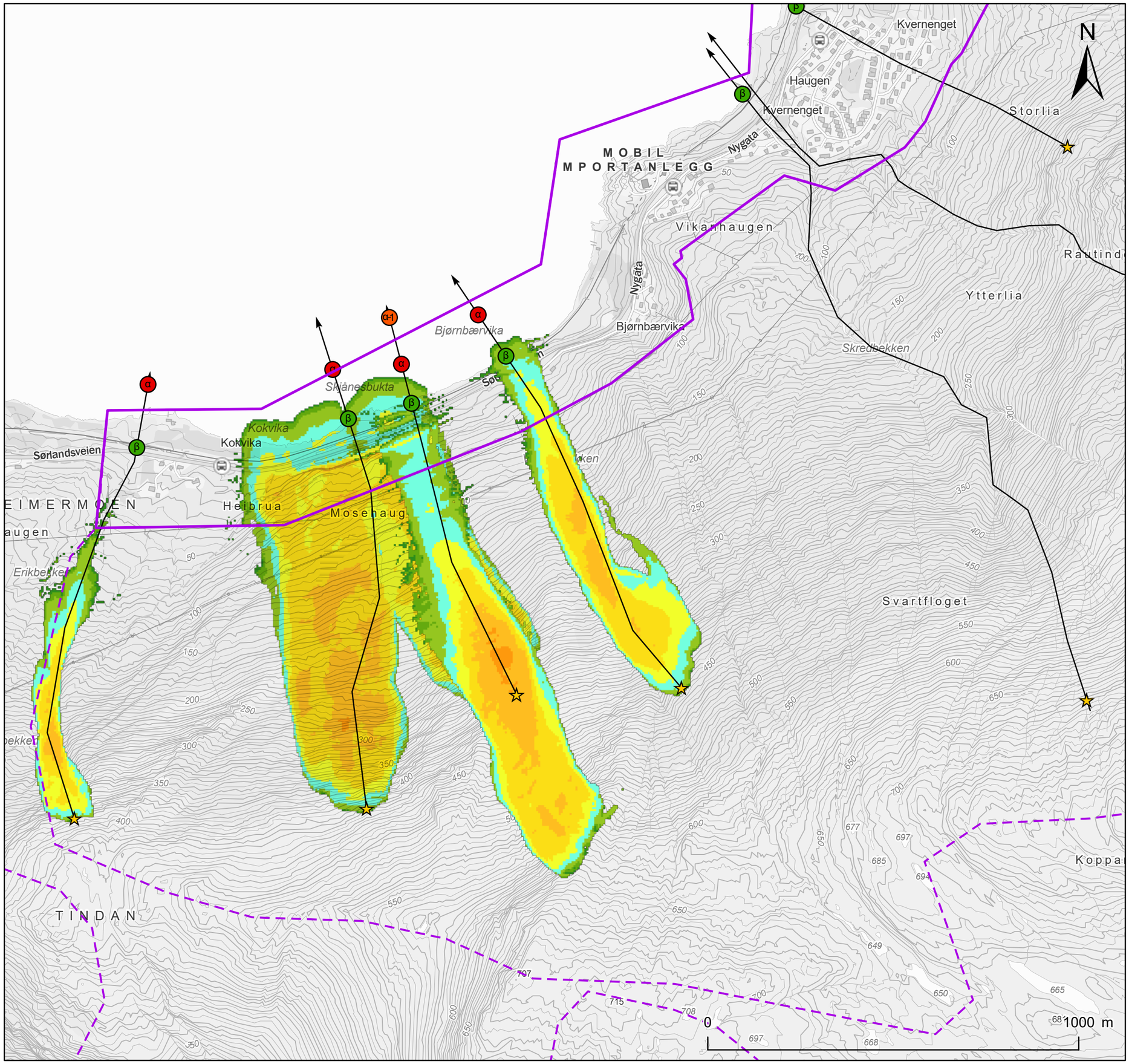
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-16	EMP	CJ	FS

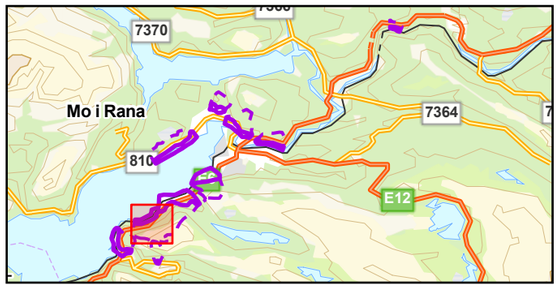
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:18 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	1C	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

Skredprofil

Alfa-Beta

- Utløsningspunkt
- Beta
- Alfa
- Alfa -1

Hastighet

Maksimal 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

NVE

Skjånesbukta-Åga

Snøskredmodeller

NVE

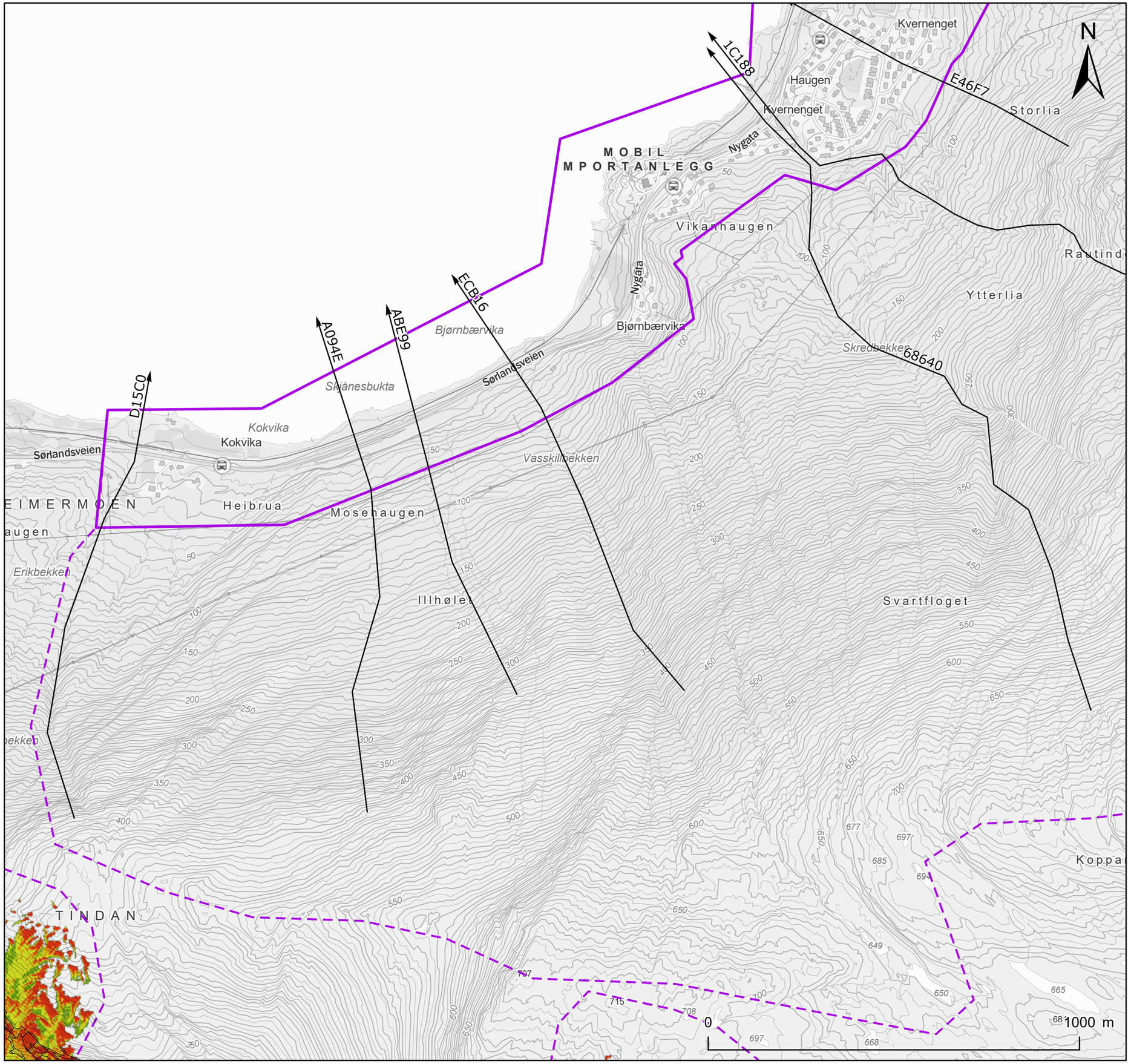
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-13	EMP	CJ	FS

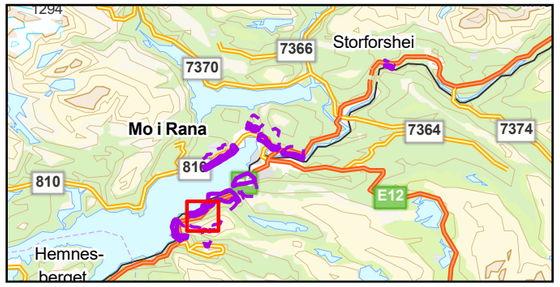
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	1-1D-M1	01

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

- Påvirkningsområde
- Kartlagt område
- Utløsningsområde steinsprang
- Skredprofil

Reach probability (RockyFor3D)

Value

- ≤ 1 %
- ≤ 1,5 %
- ≤ 3 %
- ≤ 5 %
- ≤ 10 %

NVE

Skjånesbukta-Åga

Steinsprangmodeller

NVE

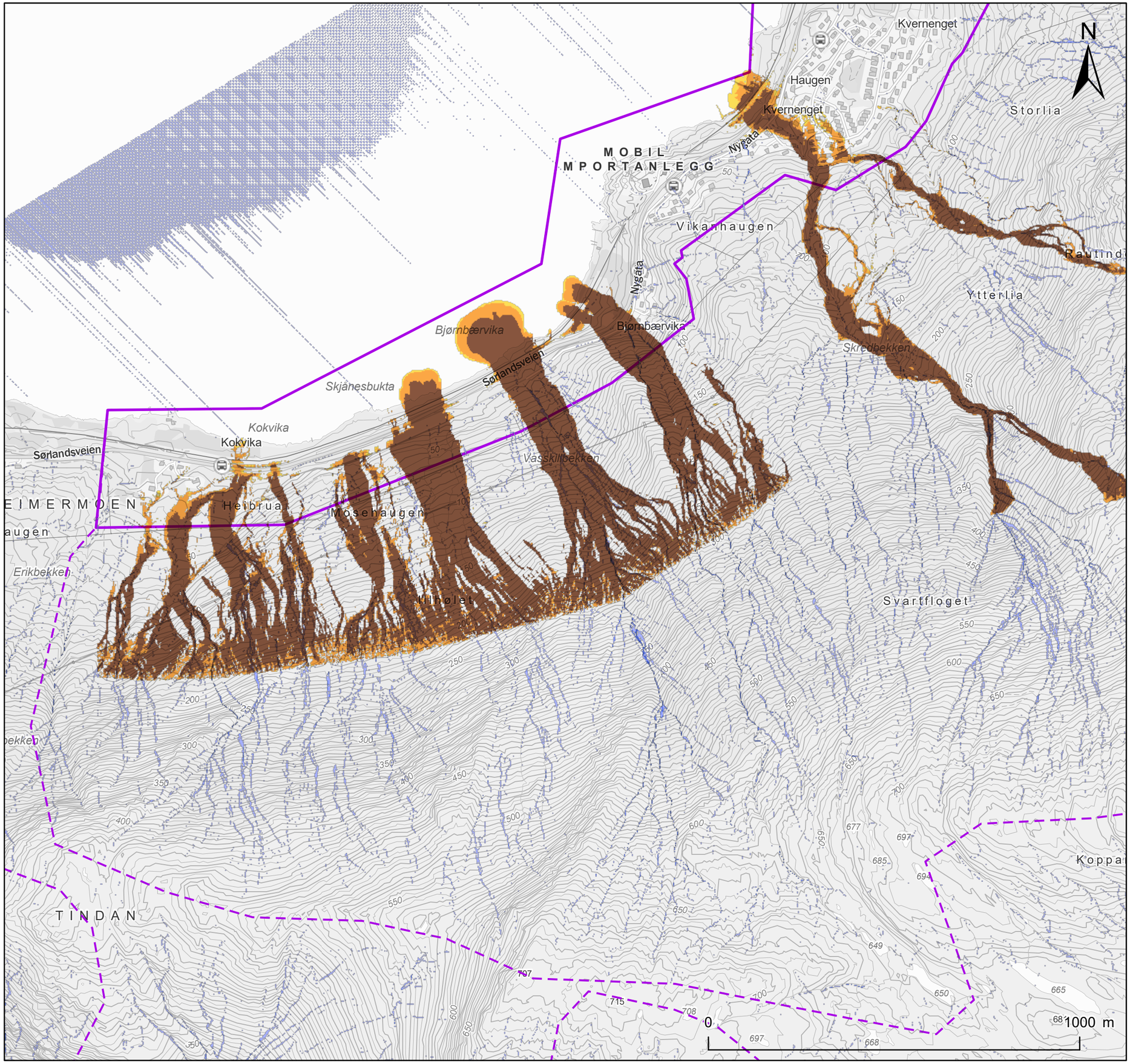
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

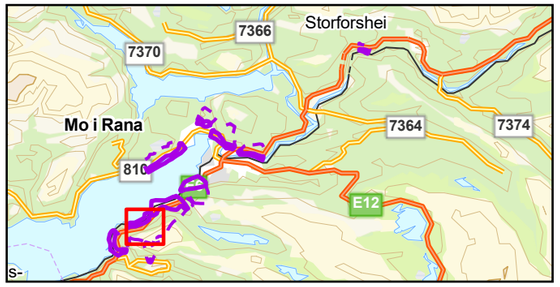
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	1-1D-M2	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

SAMOS sørpeskred

Maksimal hastighet (m/s)

- < 0.5 [m/s]
- 0.5 - 1 [m/s]
- 1 - 2.5 [m/s]
- 2.5 - 5 [m/s]
- 5 - 10 [m/s]
- 10 - 15 [m/s]
- 15 - 20 [m/s]
- 20 - 25 [m/s]
- 25 - 30 [m/s]
- > 30 [m/s]

RAMMS sørpeskred

Maksimal hastighet (m/s)

- 0 - 1
- 1 - 2
- 2 - 5
- 5 - 10

Flow accumulation (m3)

- 0 - 1 000
- 1 000 - 10 000
- 10 000 - 20 000
- 20 000 - 40 000
- 40 000 - 100000

NVE

Skjånesbukta-Åga

Sørpeskredmodeller

NVE

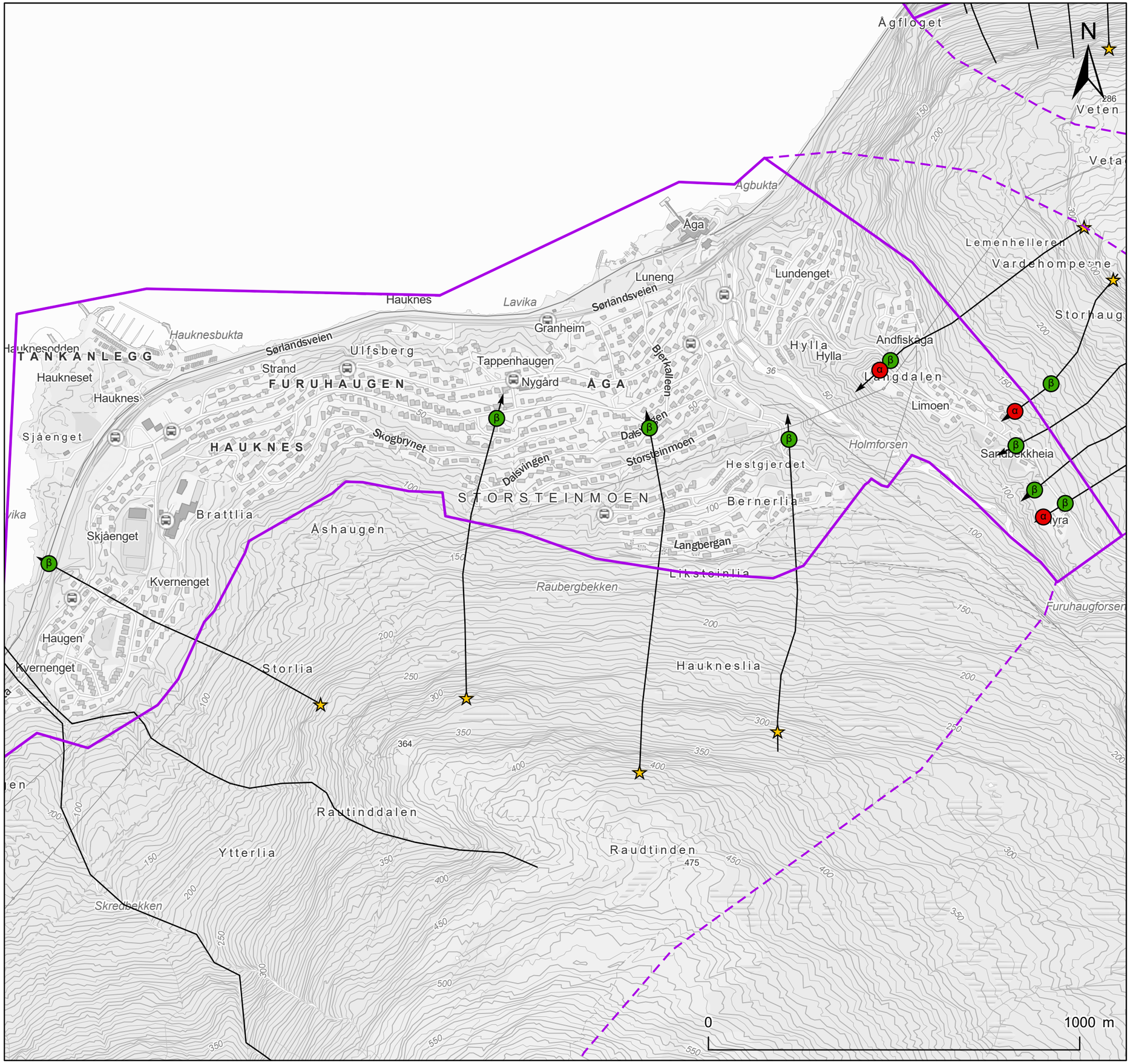
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

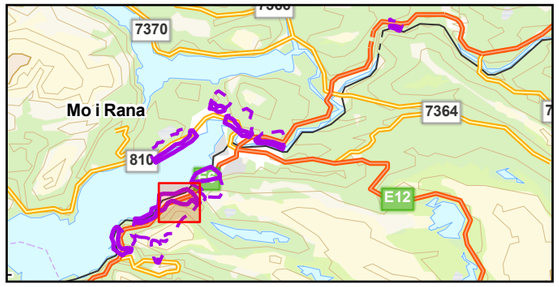
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	1-1D-M3	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

Skredprofil

Alfa-Beta

Utløsningspunkt

Beta

Alfa

Hastighet

Maksimal 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

NVE

Skjånesbukta-Åga

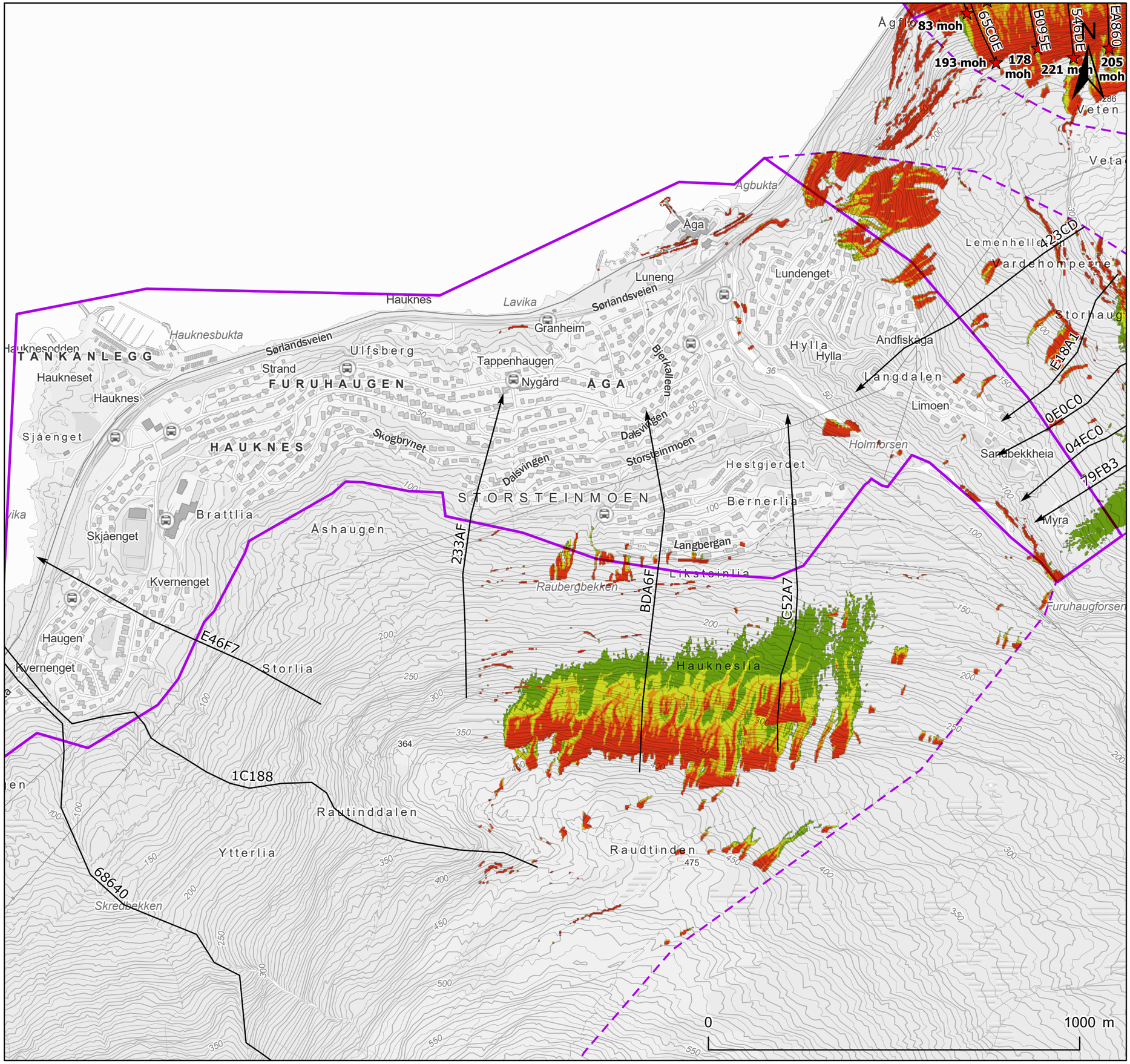
Snøskredmodeller

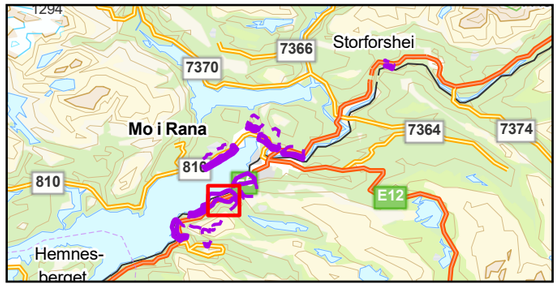
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-13	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	1-2D-M1	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

Skredprofil

Vinkelpunkt

Utløsningspunkt

Reach probability (RockyFor3D)

Value

- ≤ 1 %
- ≤ 1,5 %
- ≤ 3 %
- ≤ 5 %
- ≤ 10 %

NVE

Skjånesbukta-Åga

Steinsprangmodeller

NVE

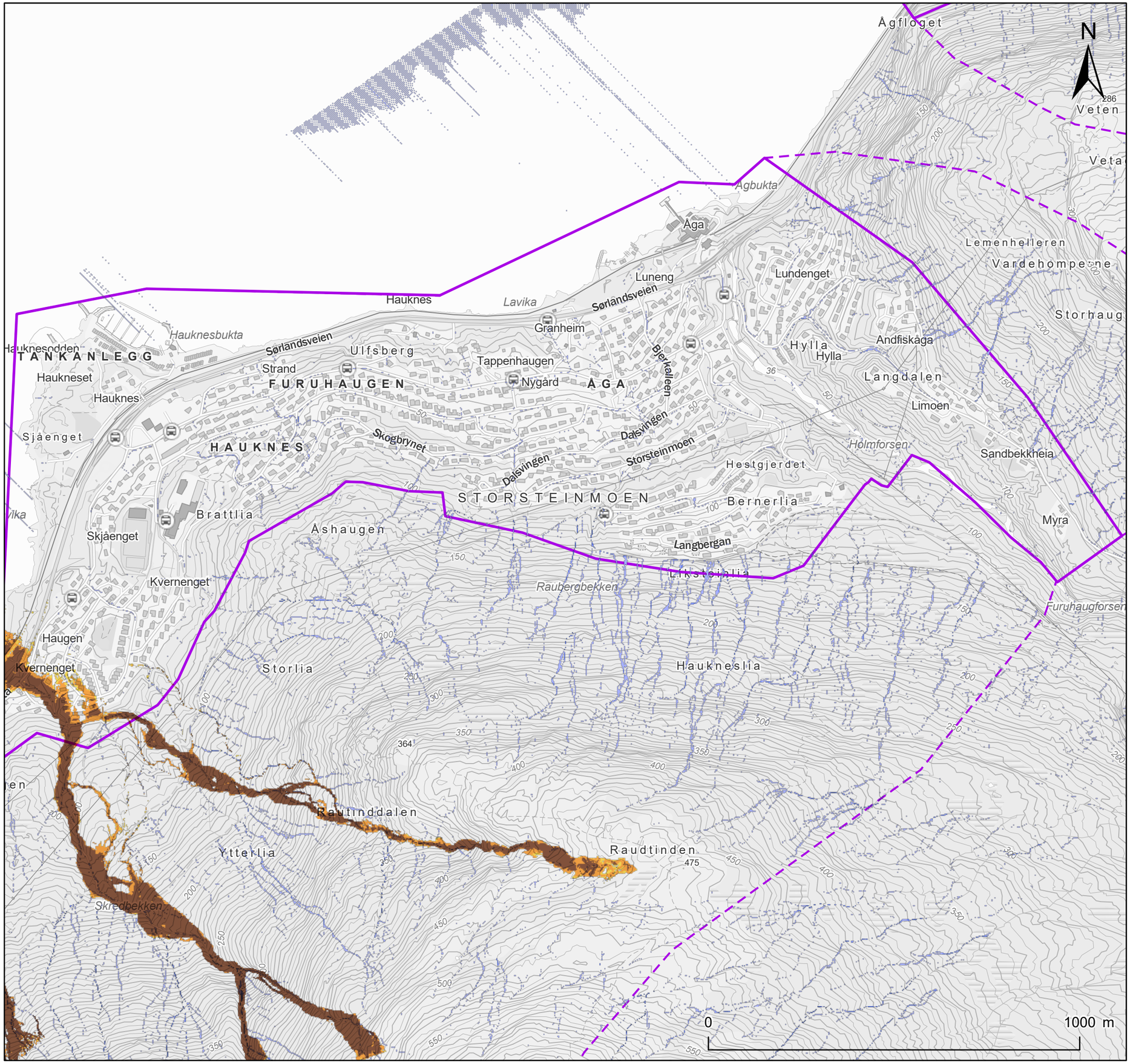
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

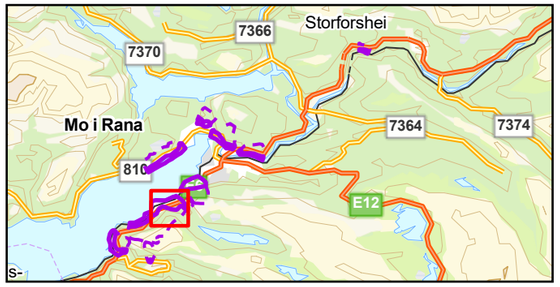
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	1-2D-M2	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

SAMOS sørpeskred

Maksimal hastighet (m/s)

- < 0.5 [m/s]
- 0.5 - 1 [m/s]
- 1 - 2.5 [m/s]
- 2.5 - 5 [m/s]
- 5 - 10 [m/s]
- 10 - 15 [m/s]
- 15 - 20 [m/s]
- 20 - 25 [m/s]
- 25 - 30 [m/s]
- > 30 [m/s]

RAMMS sørpeskred

Maksimal hastighet (m/s)

- 0 - 1
- 1 - 2
- 2 - 5
- 5 - 10

Flow accumulation (m3)

- 0 - 1 000
- 1 000 - 10 000
- 10 000 - 20 000
- 20 000 - 40 000
- 40 000 - 100000

NVE

Skjånesbukta-Åga

Sørpeskredmodeller

NVE

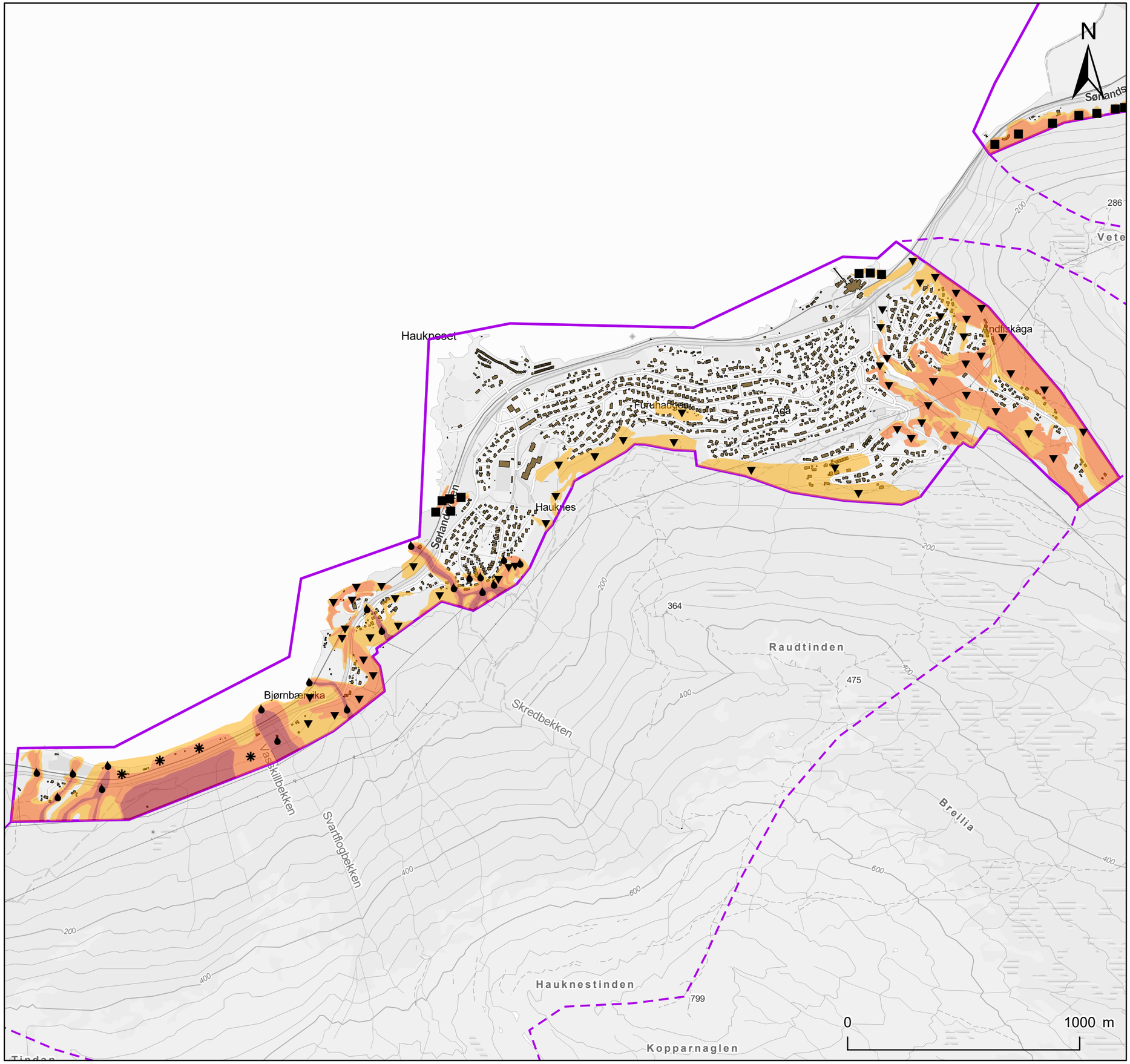
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

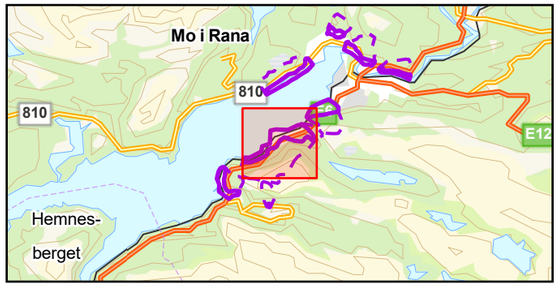
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	1-2D-M3	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

- Kartlagt område
- Påvirkningsområde
- Bygninger (FKB)

Faresoner med årlig sannsynlighet

- ≥ 1/100
- ≥ 1/1000
- ≥ 1/5000

Dimensjonerende faretype

- Steinsprang
- Steinskred
- Snøskred
- Sørpeskred
- Jordskred
- Flomskred

NVE

Skjånesbukta - Åga

Faresonekart dagens situasjon

NVE

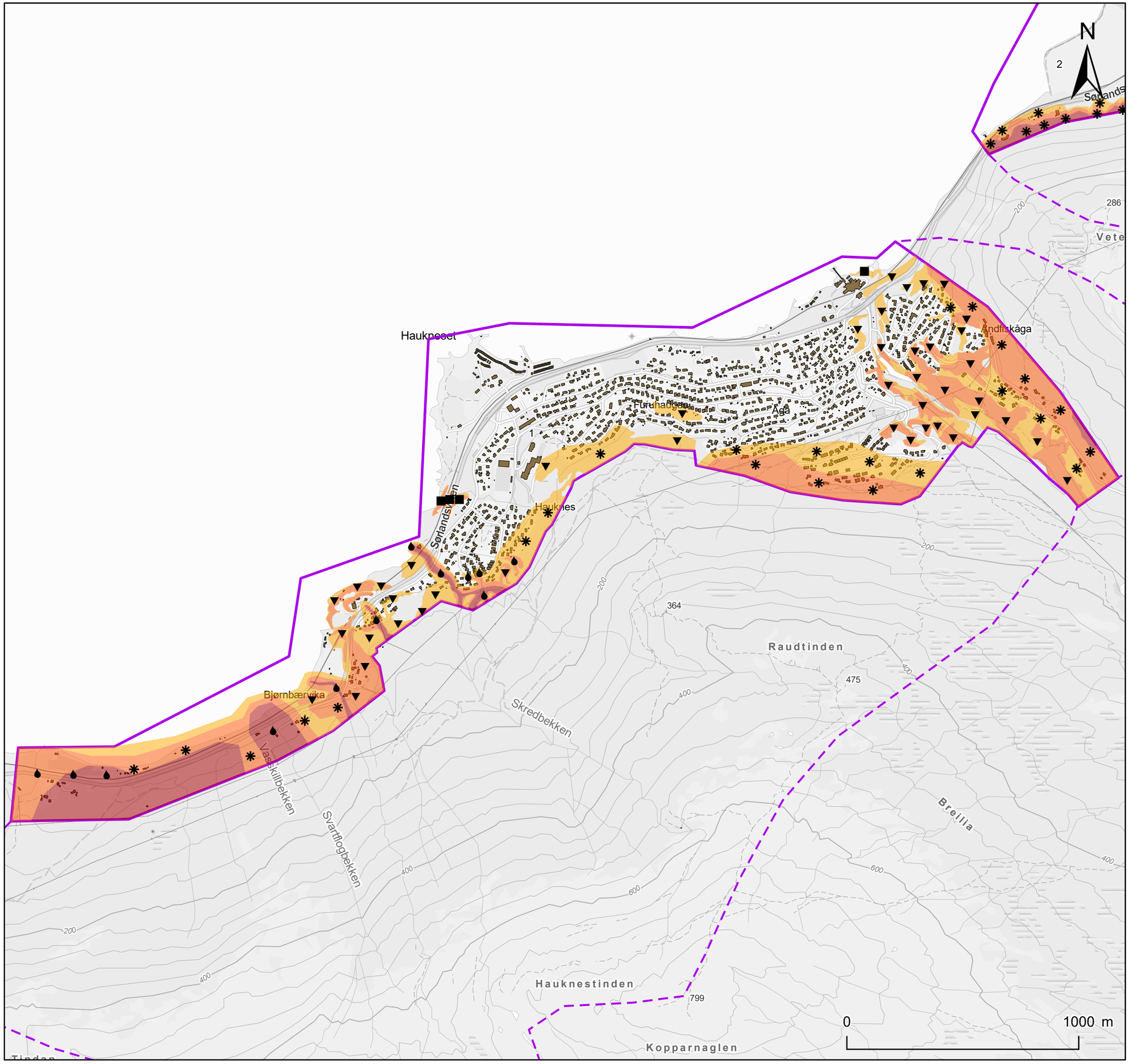
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

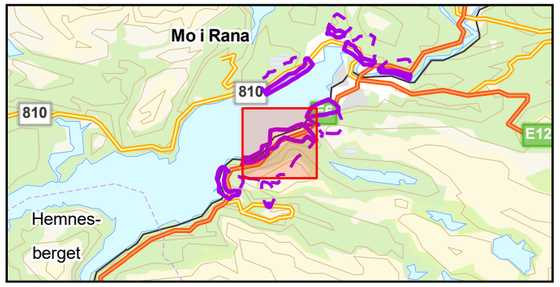
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:16 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	1E	01

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

- Påvirkningsområde
- Kartlagt område
- Bygninger (FKB)

Faresoner med årlig sannsynlighet

- ≥ 1/100
- ≥ 1/1000
- ≥ 1/5000

Dimensjonerende faretype

- Steinsprang
- Snøskred
- Sørpeskred
- Jordskred

NVE

Skjånesbukta - Åga

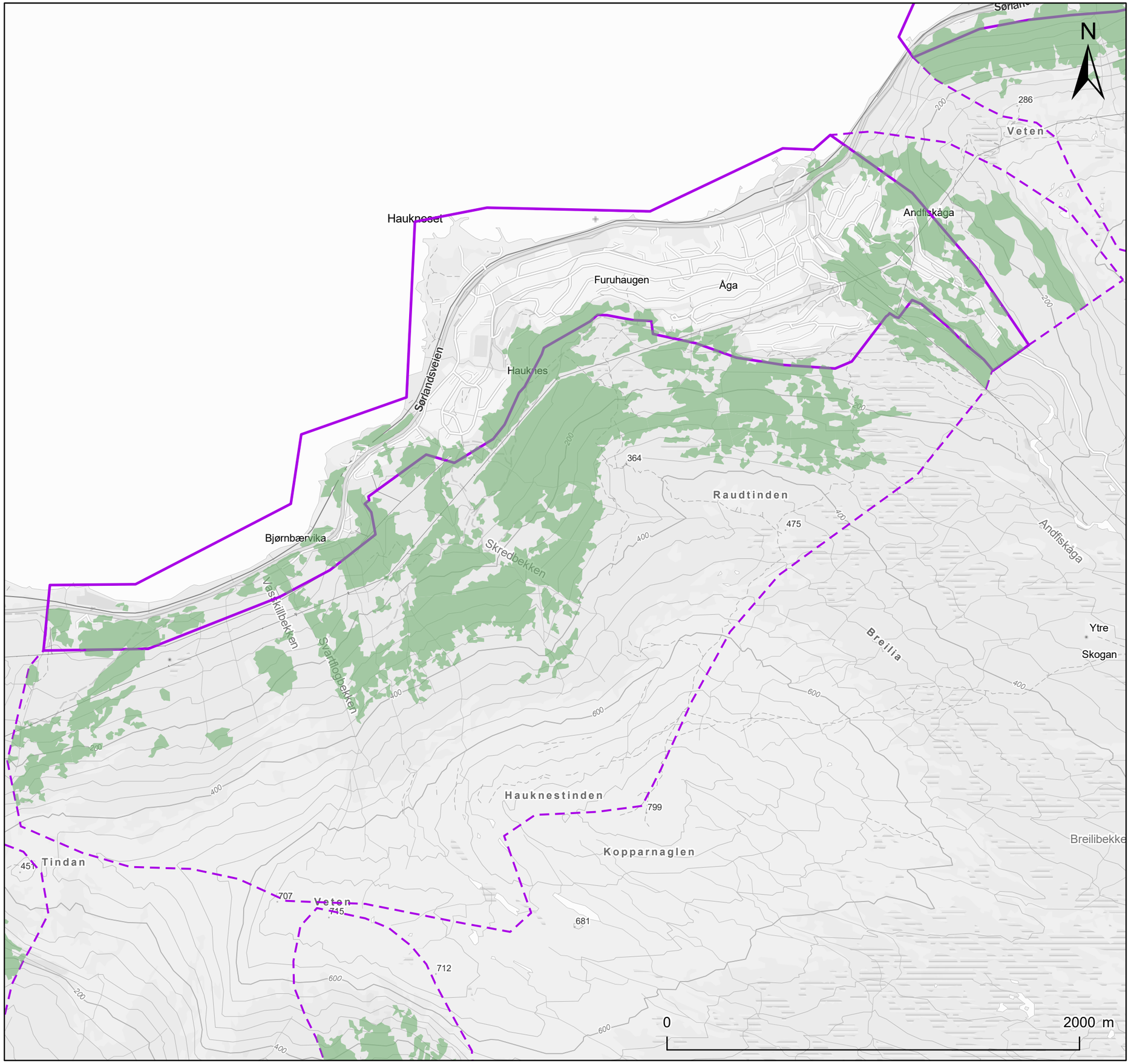
Faresonekart uten skog

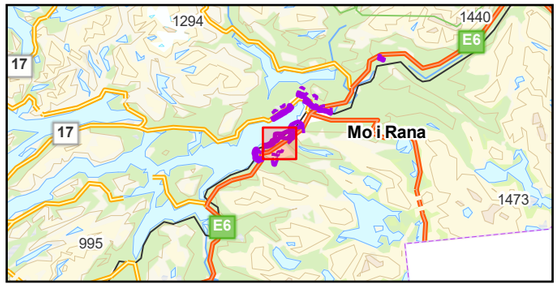
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:16 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	1F	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

Skog med betydning for skredfare

Type skog

1

2

NVE

Skjånesbukta - Åga

Skogkart

NVE

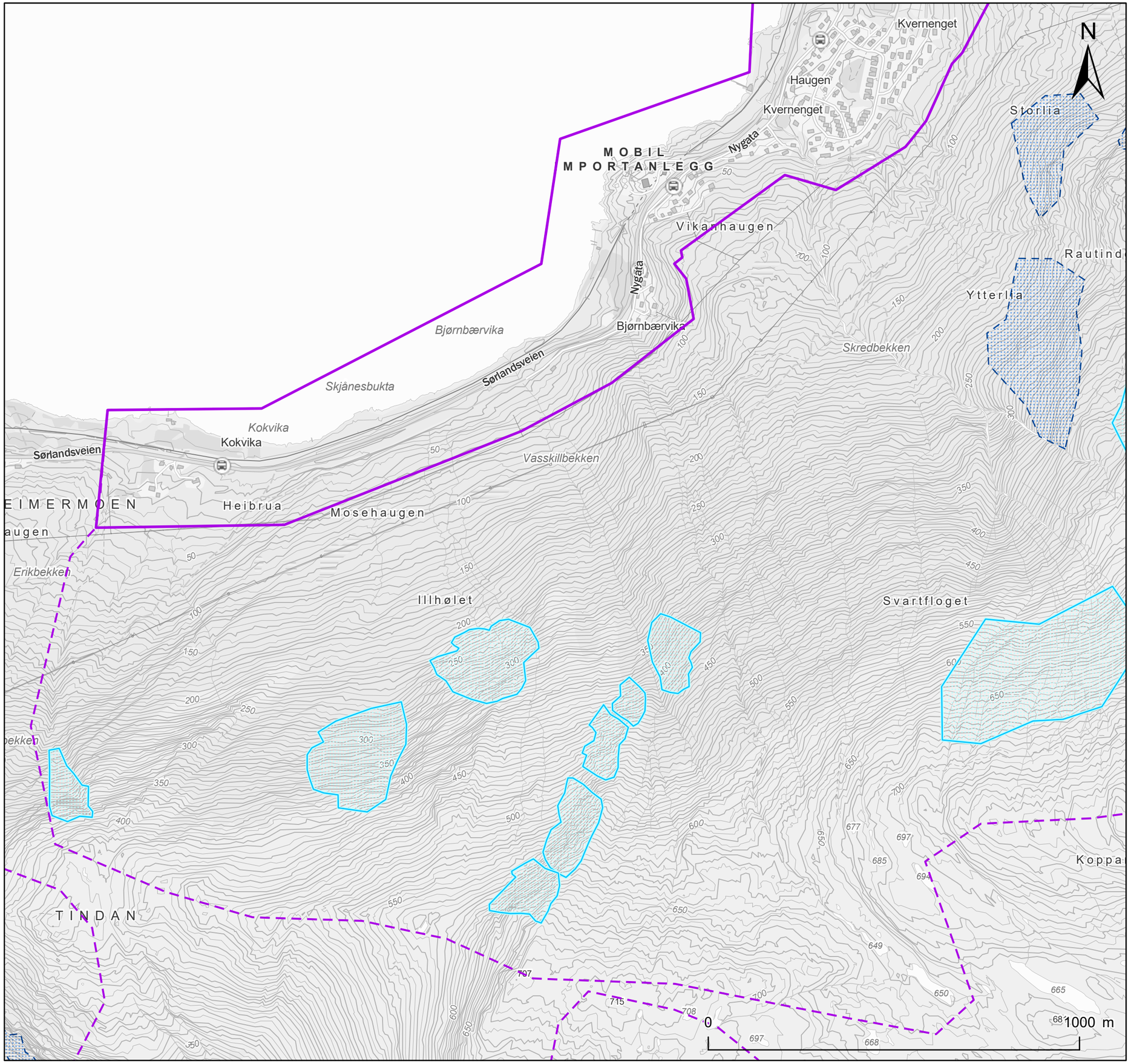
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

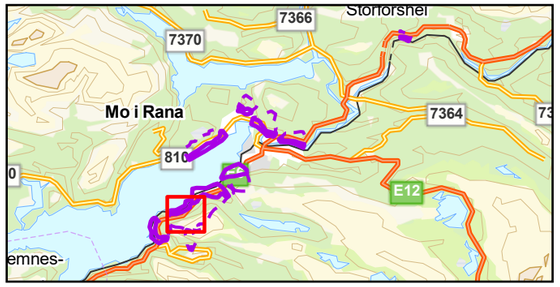
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:18 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	1G	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

Potensielle løsneområder

Løsneområde snøskred (Dagens situasjon)

Løsneområde snøskred (Uten skog)

NVE

Skjånesbukta-Åga

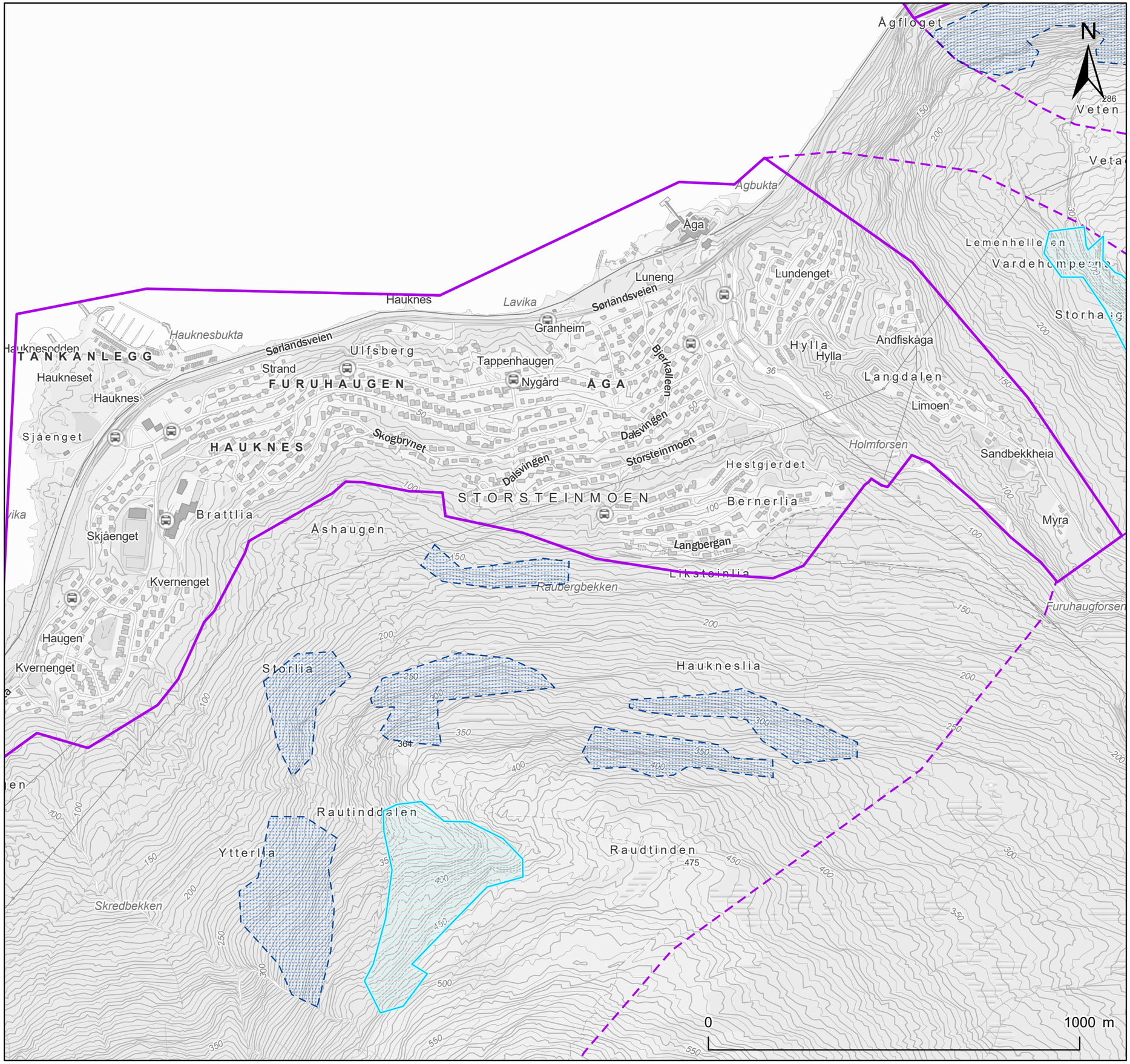
Løsneområder snøskred uten skog.

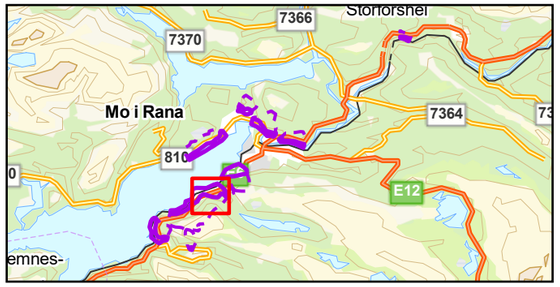
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-16	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	1-1D-M4	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

Potensielle løsneområder

Løsneområde snøskred (Dagens situasjon)

Løsneområde snøskred (Uten skog)

NVE

Skjånesbukta-Åga

Løsneområder snøskred uten skog.

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-16	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	1-2D-M4	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

Vedlegg 2

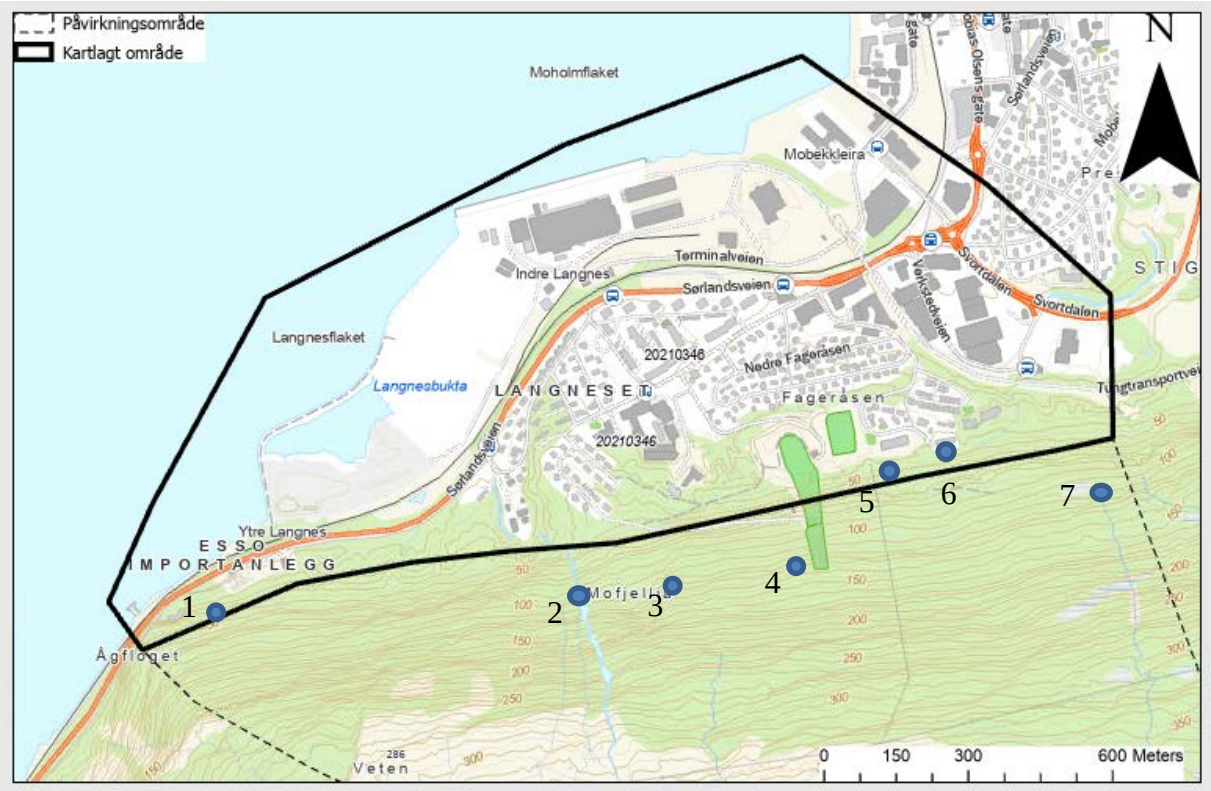
FOTO OG KART OMRÅDE 2

LANGNESET - FAGERÅSEN

Innhold

2A Foto
2B Helningskart, befaringsrute
2C Registreringskart
2D Modelleringskart
2E Faresoner med dagens vegetasjonsforhold
2F Faresoner uten effekt av skog
2G Skog med betydning for skredfaren
2H Løsneområder snøskred uten skog

2A Bilder

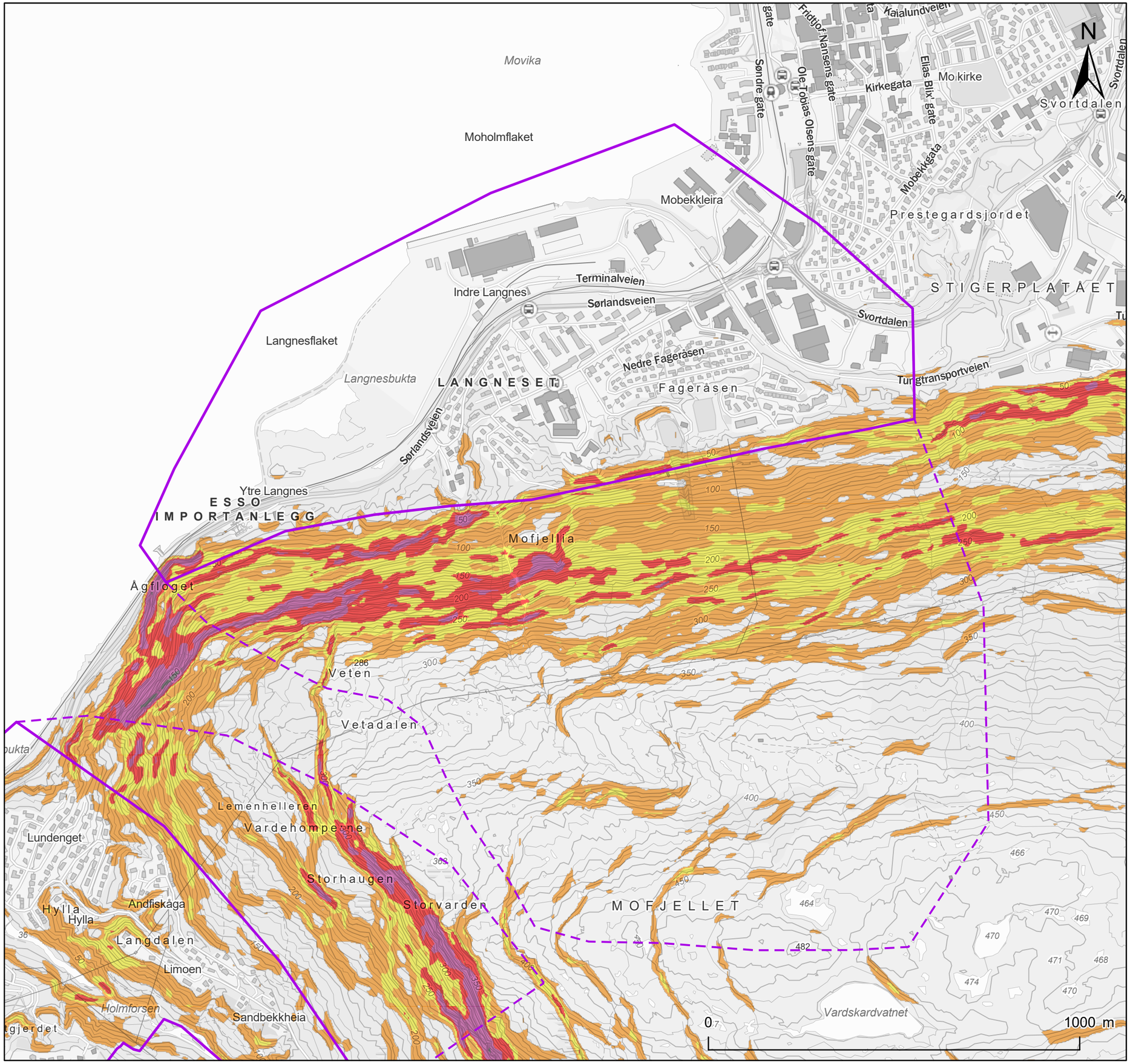

Påvirkningsområde
Kartlagt område
N
Moholmflaket
Mobekkleira
Terminalveien
Indre Langnes
Sørlandsveien
Langnesflaket
Langnesbukta
LANGNESET
20210346
Nedre Fageråsen
Fageråsen
Svortdalen
Verksteiveien
Ytre Langnes
ESSO
IMPORTANLEGG
Ågfloget
Mofjellet
Veten
STIG
1
2
3
4
5
6
7
0 150 300 600 Meters

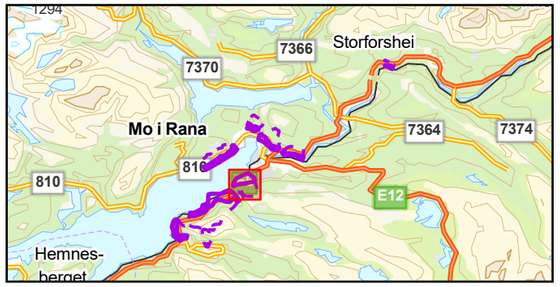
Bilde nr.		Kommentar
2		Stabilt berg

2		Bekk som renner på berg
3		Mosegrodd morene uten spor etter steinsprang

4		Vannsig over berg
5		Bekk med spor etter begrenset massetransport

6		Stabilt berg
7		Bekk som renner på berg





Tegnforklaring

- Påvirkningsområde
- Kartlagt område

Bratte områder

- < 20°
- 20° - 30°
- 30° - 37°
- 37° - 45°
- 45° - 60°
- > 60°

NVE

Langneset-Fageråsen

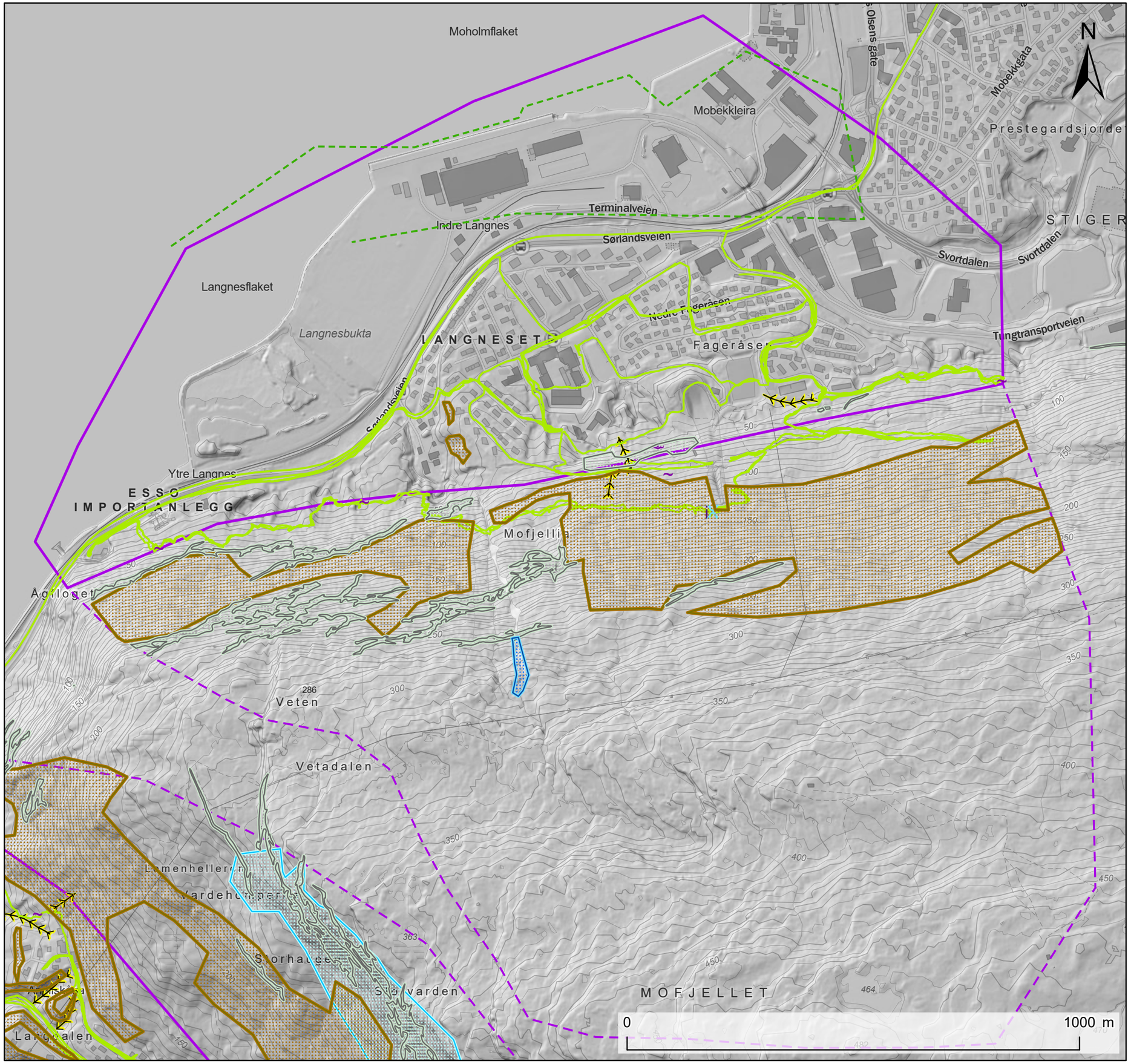
Helningskart

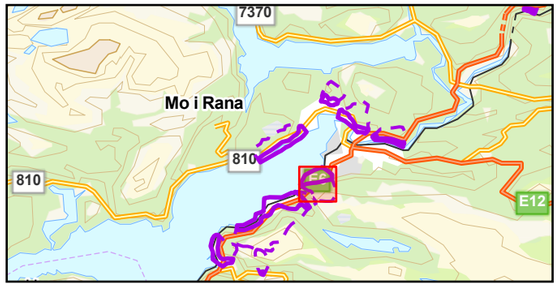
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	2B	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE





Tegnforklaring

- Påvirkningsområde
- Kartlagt område
- Løsneområde sørpeskred
- Løsneområde steinsprang/steinskred
- Løsneområder jordskred
- Løsneområde snøskred
- Antatt steinsprang/steinskredblokk
- Spor etter sørpeskred
- Sporlogg bakke
- Sporlogg drone
- Ravine/bekkenedskjæring

NVE

Langneset - Fageråsen

Registreringskart

NVE

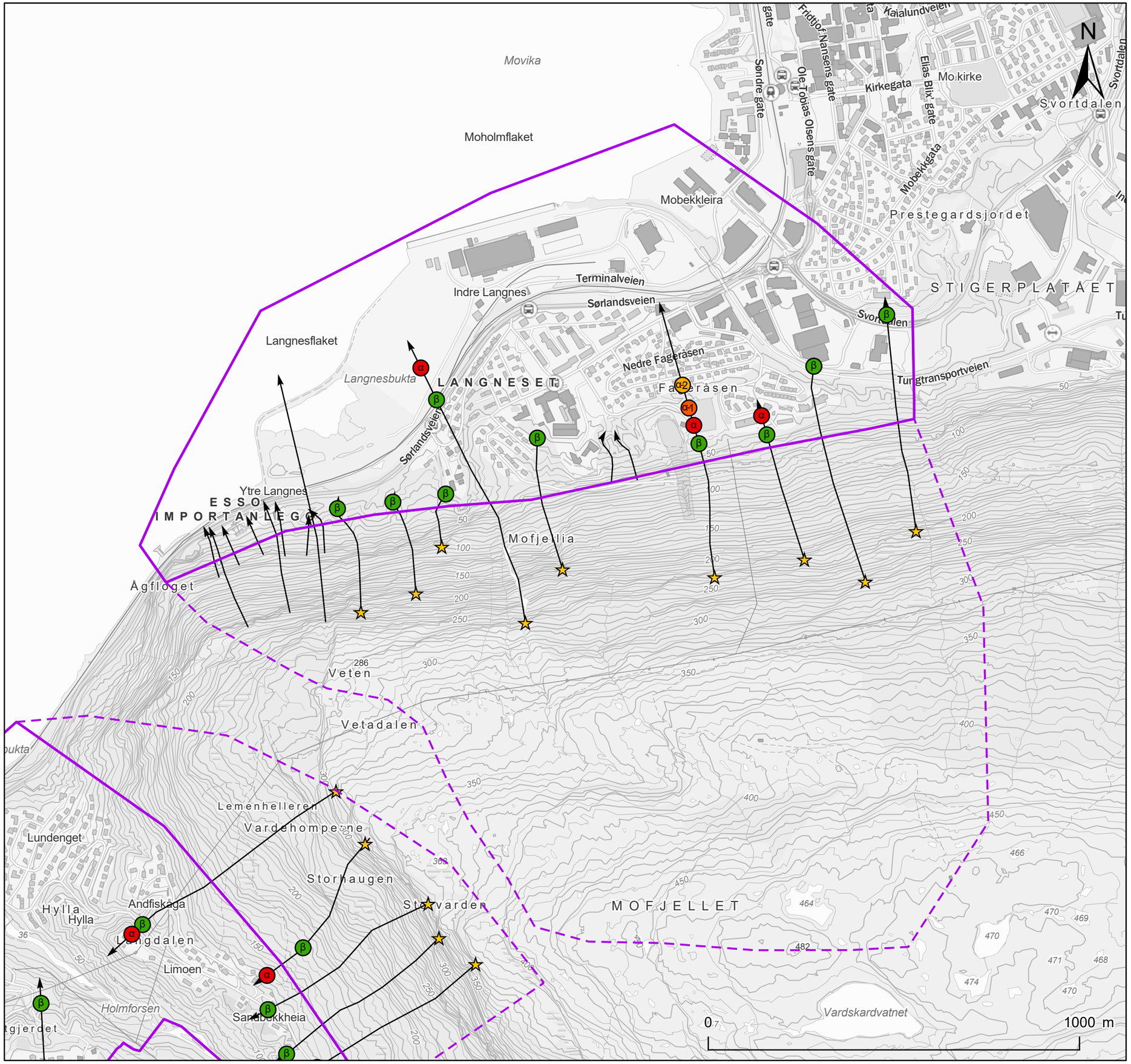
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-16	EMP	CJ	FS

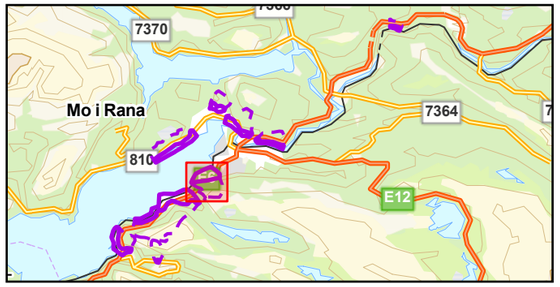
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:8 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	2C	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

Skredprofil

Alfa-Beta

- Utløsningspunkt
- Beta
- Alfa
- Alfa -1
- Alfa -2

Hastighet

Maksimal 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

NVE

Langneset-Fageråsen

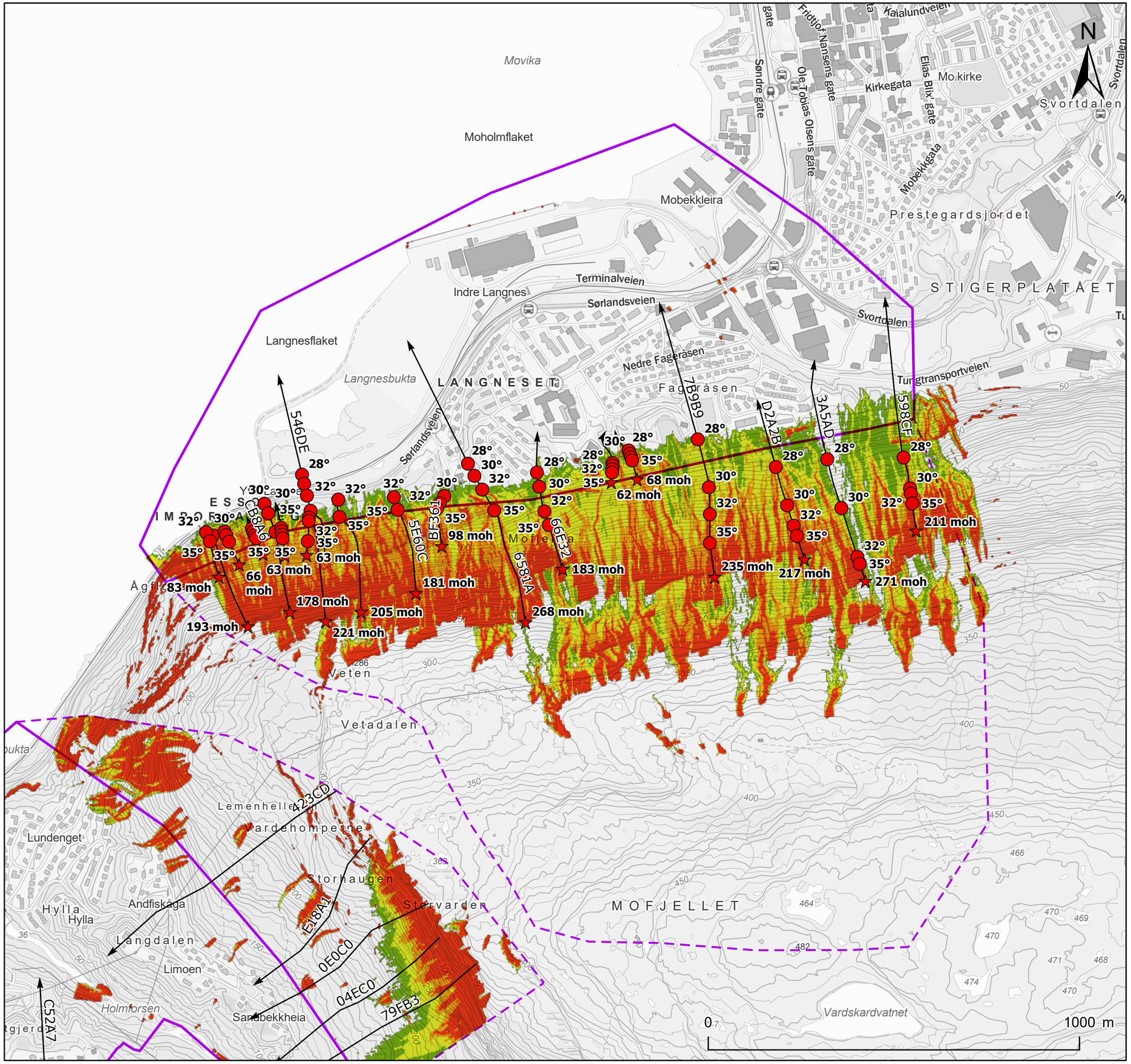
Snøskredmodeller

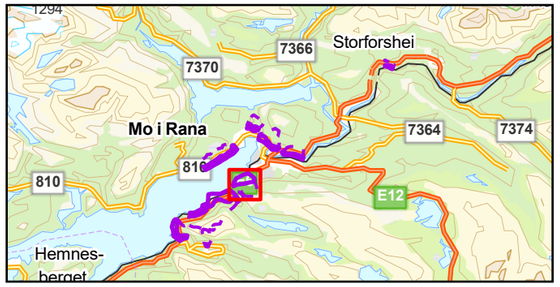
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-13	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	2D-M1	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

Skredprofil

Vinkelpunkt

Utløsningspunkt

Vinkel til utløsningspunkt

Reach probability (RockyFor3D)

Value

≤ 1 %

≤ 1,5 %

≤ 3 %

≤ 5 %

≤ 10 %

NVE

Langneset-Fageråsen

Steinsprangmodeller

NVE

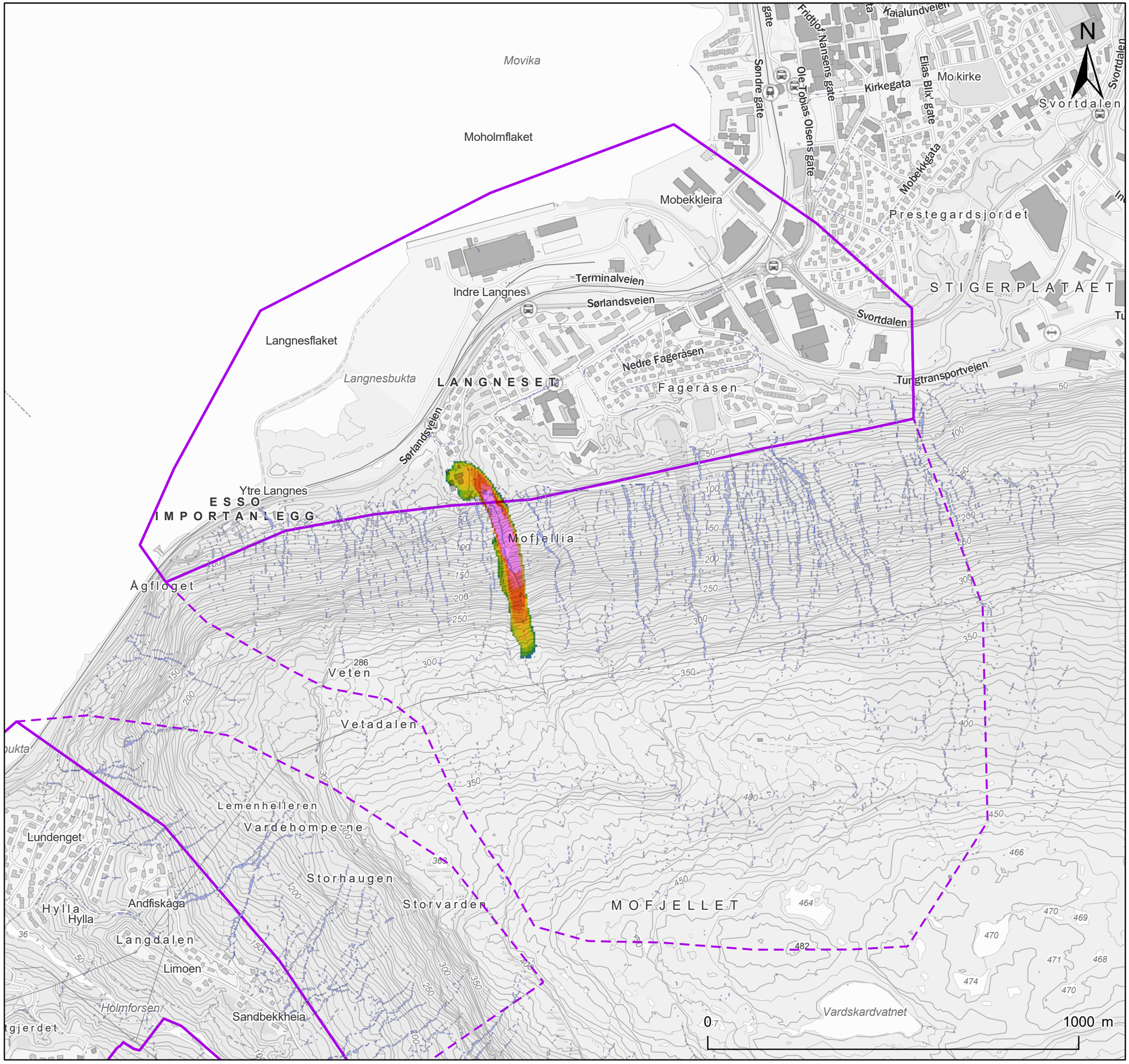
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

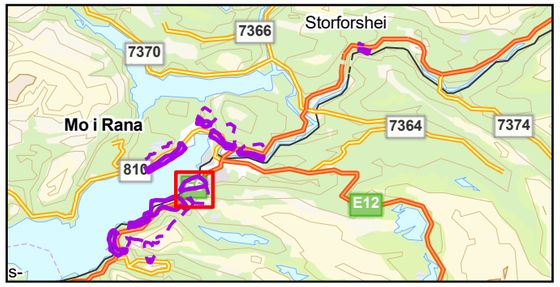
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	2D-M2	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

SAMOS sørpeskred

Maksimal hastighet (m/s)

- < 0.5 [m/s]
- 0.5 - 1 [m/s]
- 1 - 2.5 [m/s]
- 2.5 - 5 [m/s]
- 5 - 10 [m/s]
- 10 - 15 [m/s]
- 15 - 20 [m/s]
- 20 - 25 [m/s]
- 25 - 30 [m/s]
- > 30 [m/s]

RAMMS sørpeskred

Maksimal hastighet (m/s)

- 0 - 1
- 1 - 2
- 2 - 5
- 5 - 10

Flow accumulation (m3)

- 0 - 1 000
- 1 000 - 10 000
- 10 000 - 20 000
- 20 000 - 40 000
- 40 000 - 100000

NVE

Langneset-Fageråsen

Sørpeskredmodeller

NVE

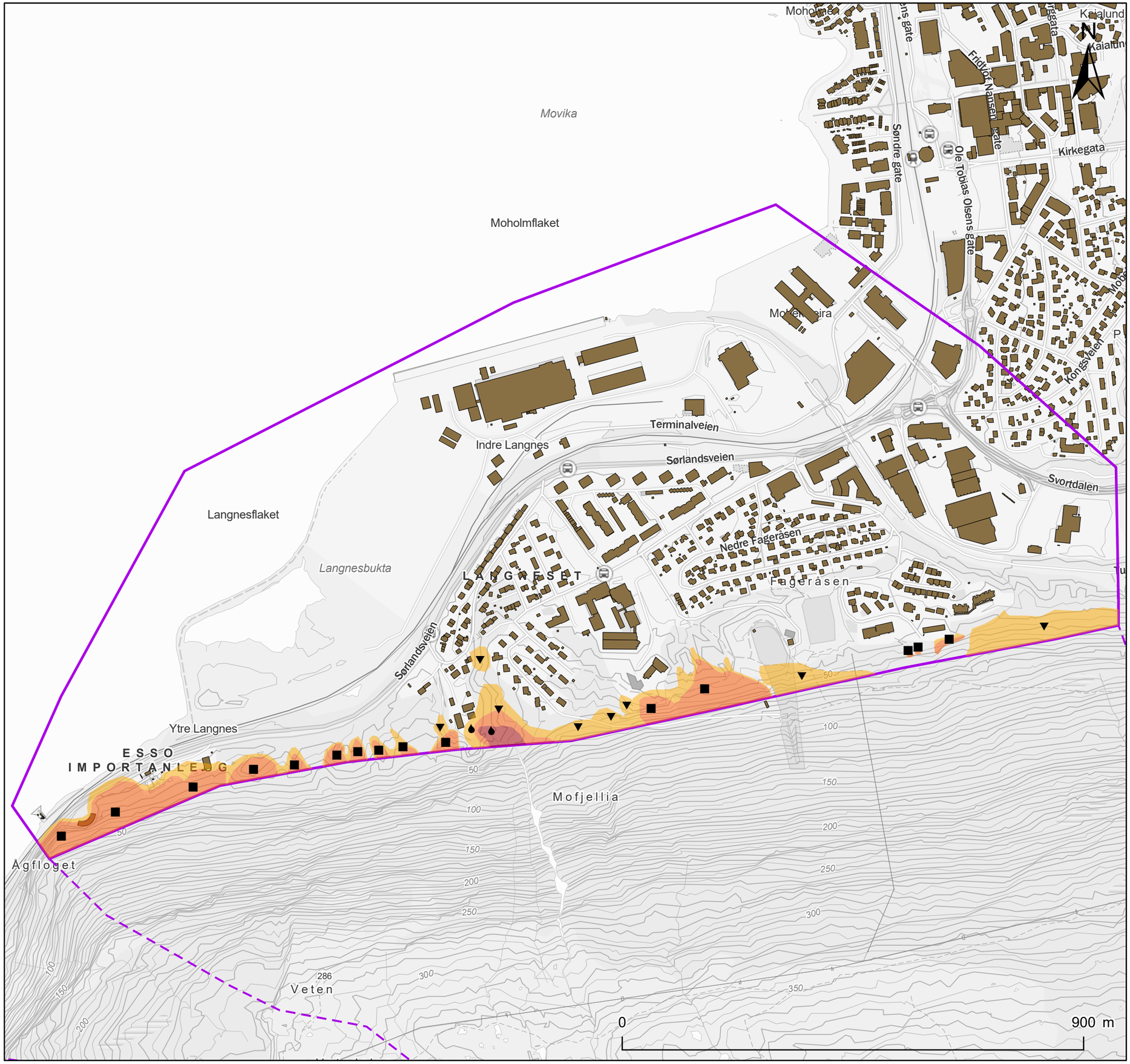
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

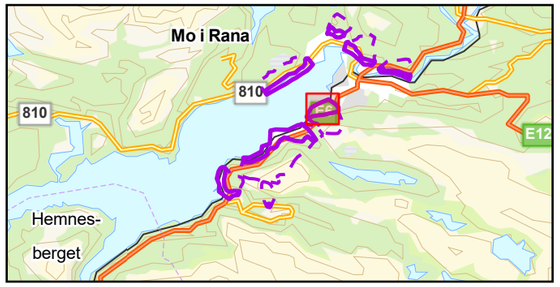
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	2D-M3	01

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

- Kartlagt område
- Påvirkningsområde
- Bygninger (FKB)

Faresoner med årlig sannsynlighet

- ≥ 1/100
- ≥ 1/1000
- ≥ 1/5000

Dimensjonerende faretype

- Steinsprang
- Steinskred
- Snøskred
- Sørpeskred
- Jordskred
- Flomskred

NVE

Langneset - Fageråsen

Faresonekart dagens situasjon

NVE

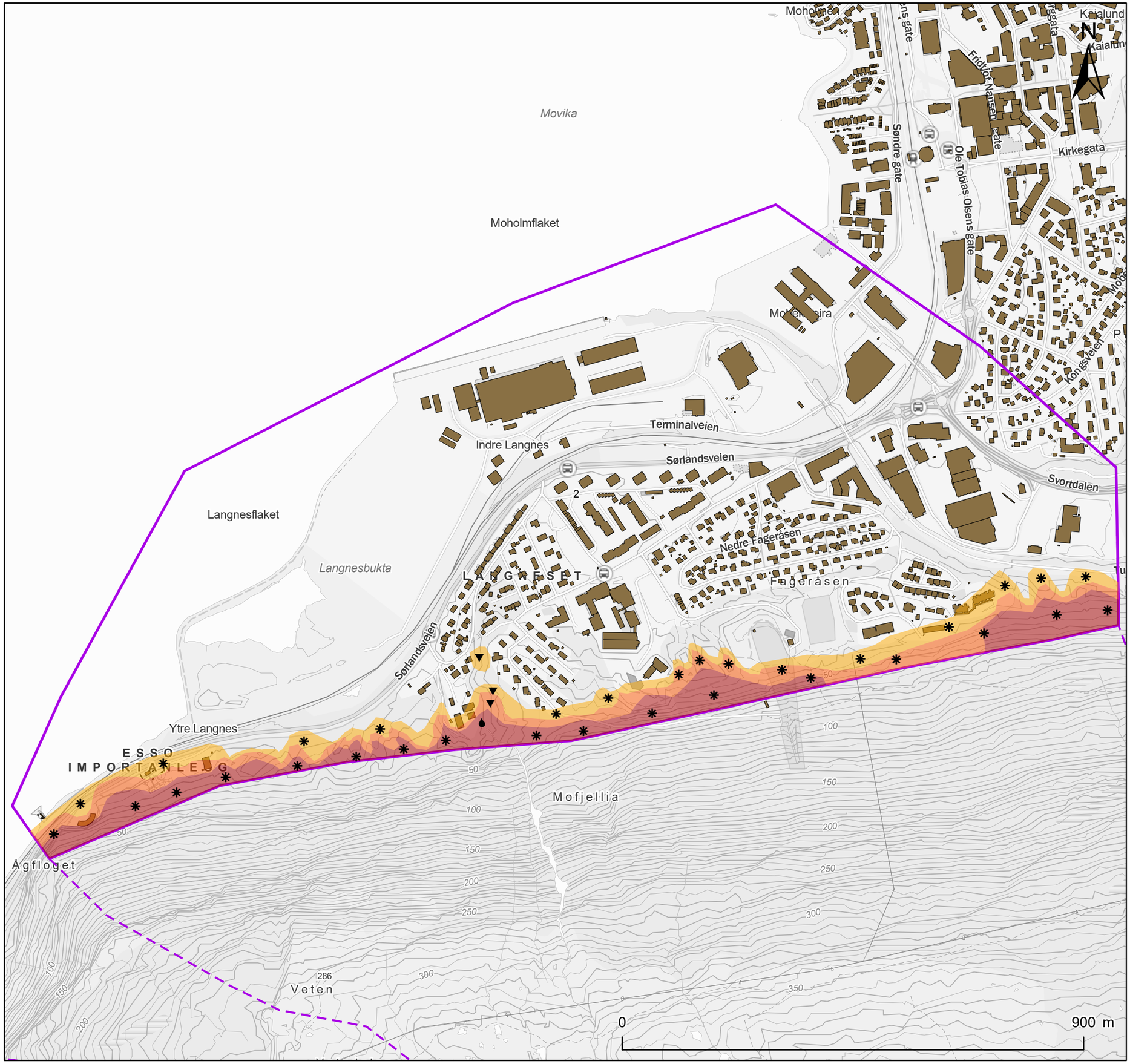
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

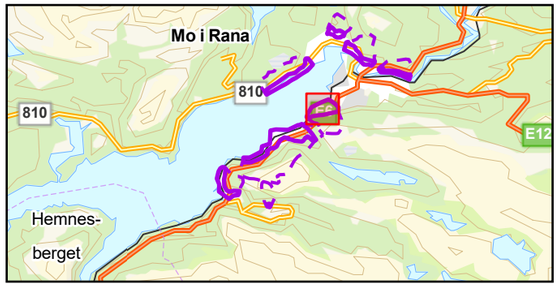
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:7 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	2E	01

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

- Påvirkningsområde
- Kartlagt område
- Bygninger (FKB)

Faresoner med årlig sannsynlighet

- ≥ 1/100
- ≥ 1/1000
- ≥ 1/5000

Dimensjonerende faretype

- Snøskred
- Sørpeskred
- Jordskred

NVE

Langneset - Fageråsen

Faresonekart uten skog

NVE

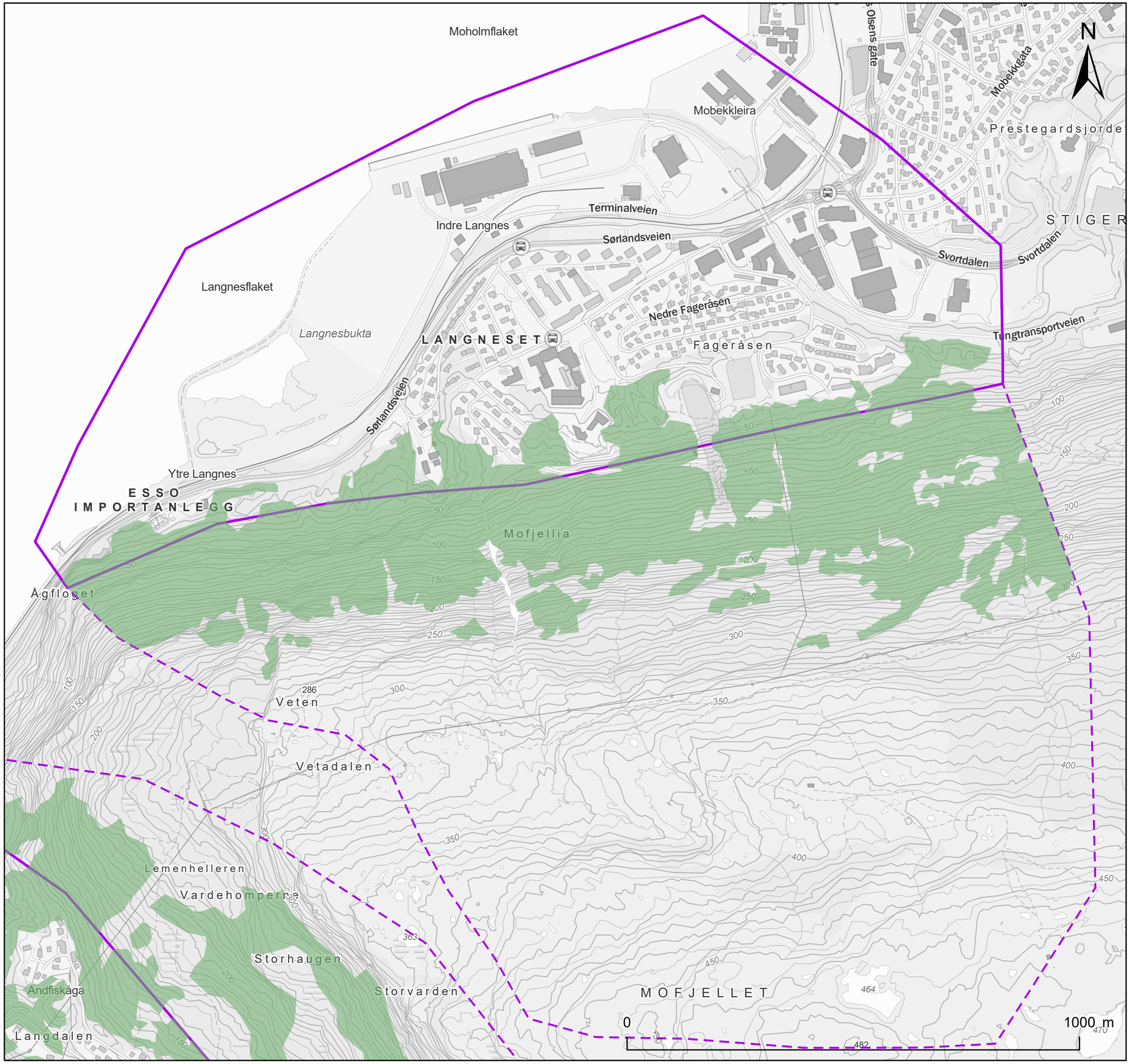
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

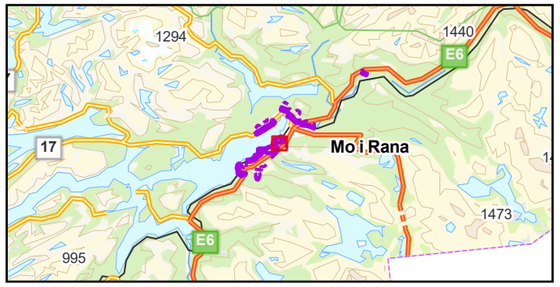
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:7 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	2F	01

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

Skog med betydning for skredfare

Type skog

1

2

NVE

Langneset - Fageråsen

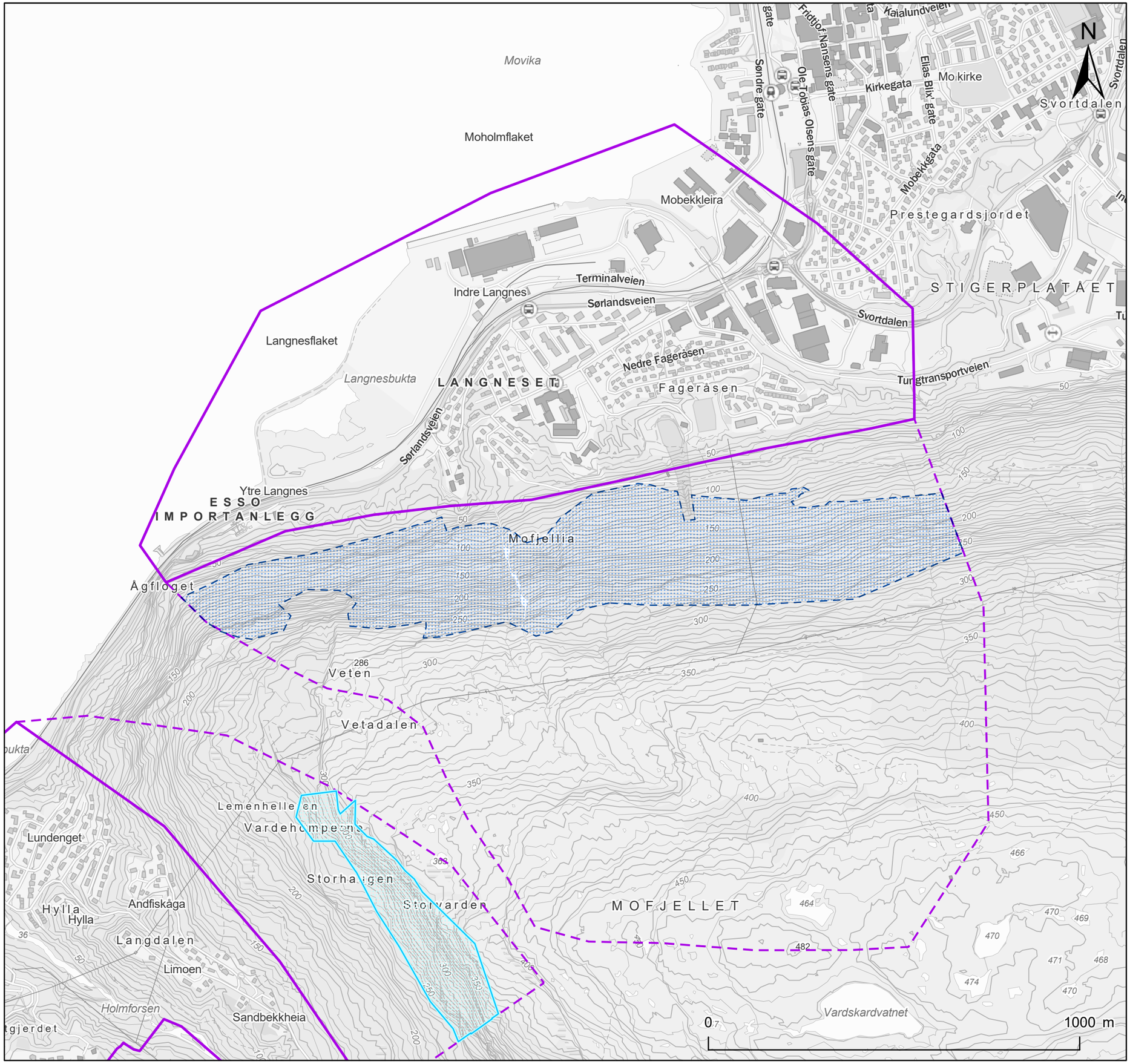
Skogkart

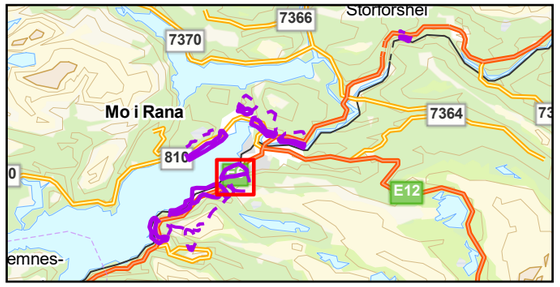
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:8 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	2G	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

Potensielle løsneområder

Løsneområde snøskred (Dagens situasjon)

Løsneområde snøskred (Uten skog)

NVE

Langneset-Fageråsen

Løsneområder snøskred uten skog.

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-16	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	2D-M4	01

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

Vedlegg 3

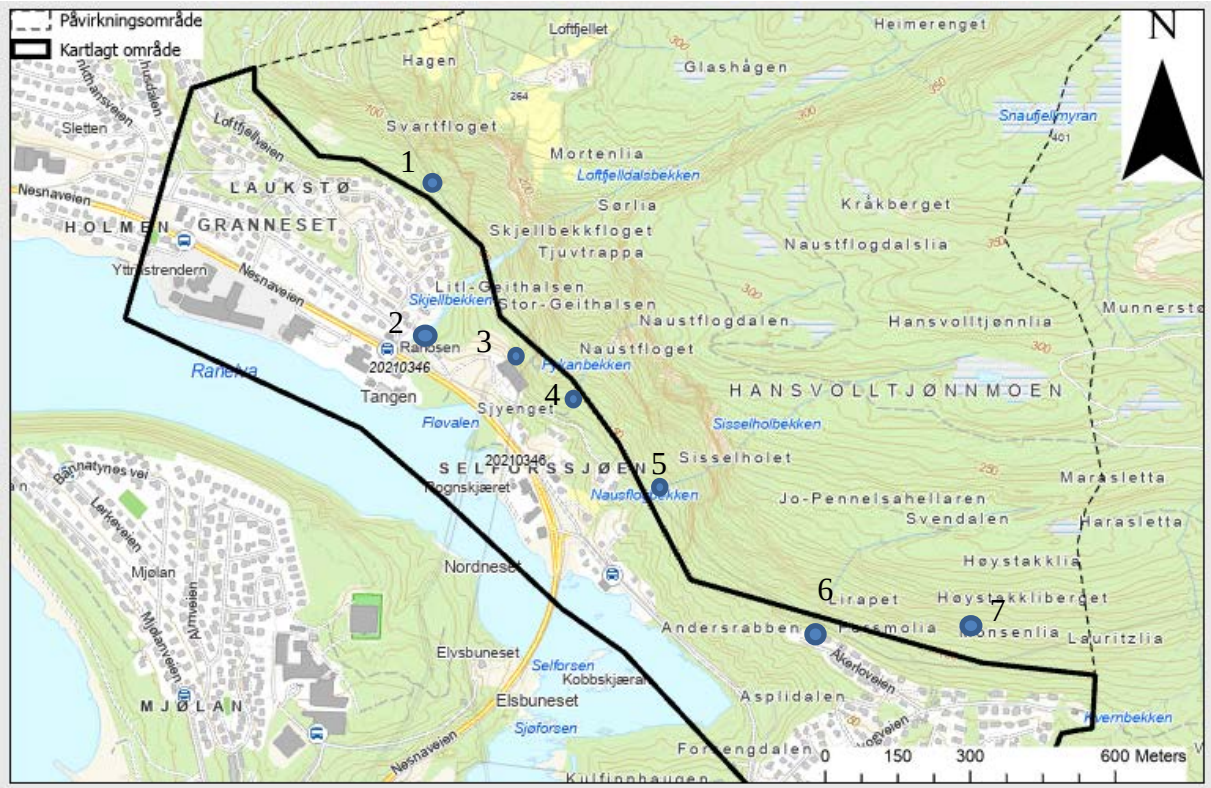
FOTO OG KART OMRÅDE 3

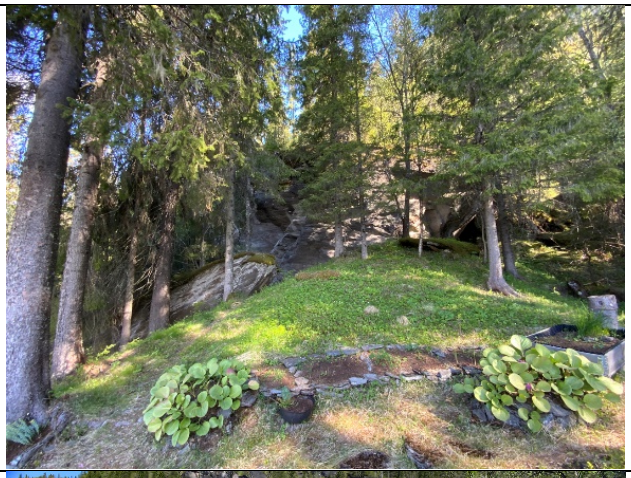
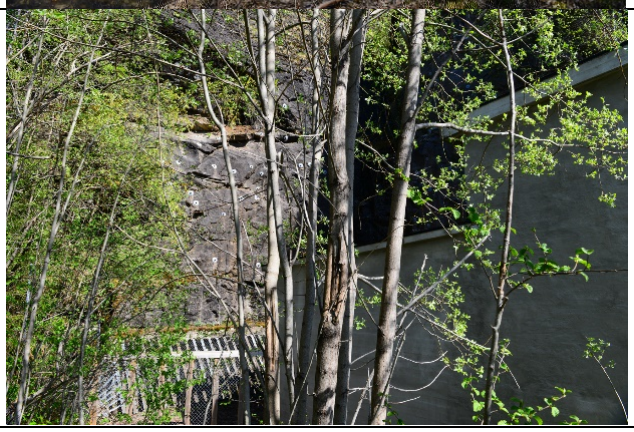
GRANNESET - SELFORS

Innhold

3A Foto
3B Helningskart, befaringsrute
3C Registreringskart
3D Modelleringskart
3E Faresoner med dagens vegetasjonsforhold
3F Faresoner uten effekt av skog
3G Skog med betydning for skredfaren
3H Løsneområder snøskred uten skog

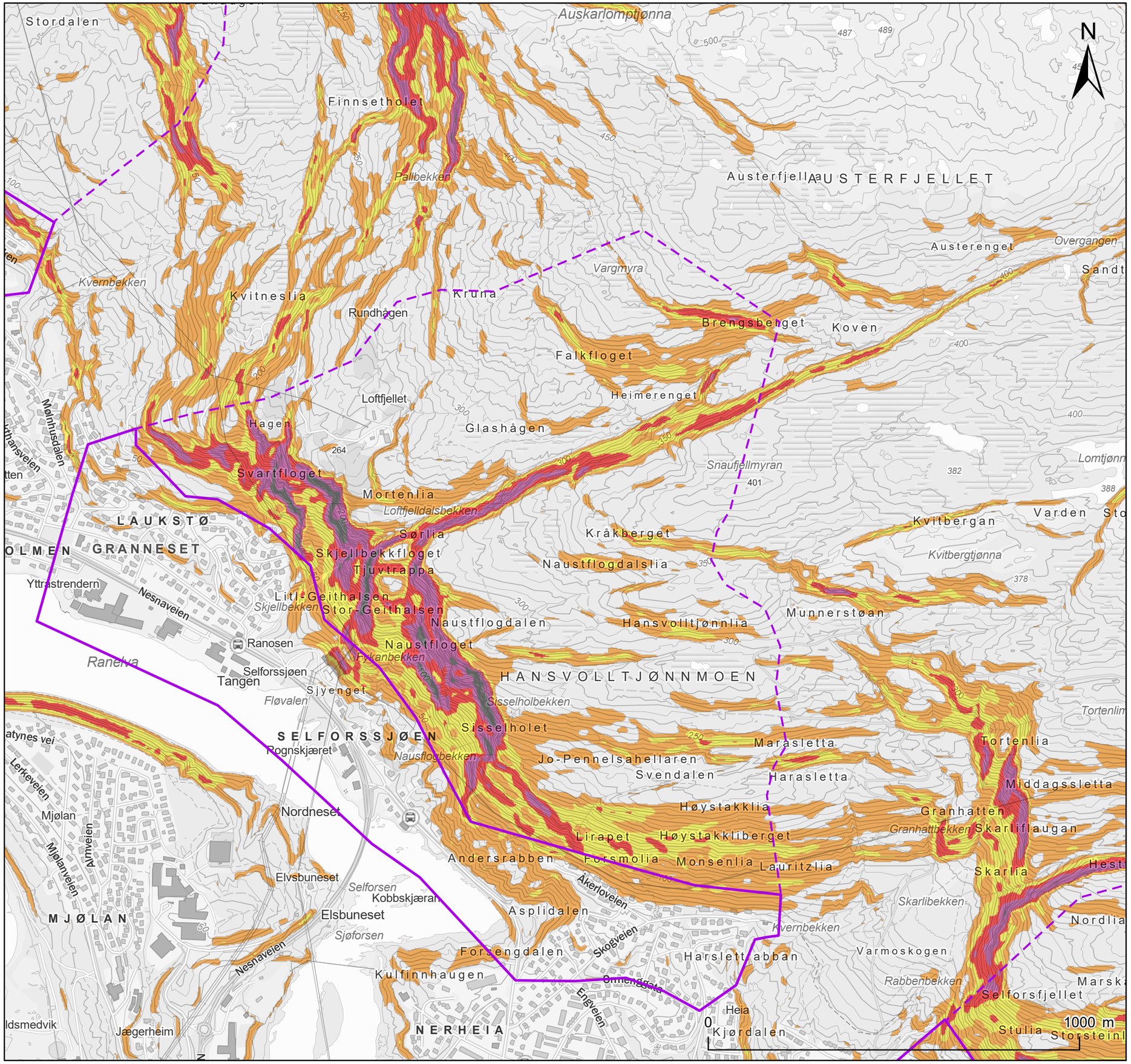
3A Foto

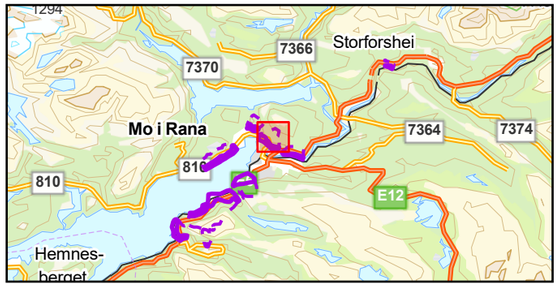

Påvirkningsområde
Kartlagt område
N
1
2
3
4
5
6
7
Loftfjellet
Heimerenget
Hagen
Glashågen
Svartfloget
Snaufjellmyran
Mortenlia
Loftfjelldalsbekken
Sletten
Loftfjellveien
LAUKSTØ
Nesnaveien
HOLMEN
GRANNESET
Sørlia
Kråkberget
Skjellbekkfloget
Tjuvtrappa
Naustflogdalslia
Yttnstrendern
Litl-Geithalsen
Skjellbekken
Stor-Geithalsen
Naustflogdalen
Hansvolltjønnlia
Munnersto
Rådsen
20210346
Naustfloget
Rarlevva
Tangen
Fykanbekken
HANSVOLLTJØNNMOEN
Sjyenget
Fiøvalen
Sisselholbekken
SELFURSSJØEN
Sisselholet
Fognskjæret
Nausflogbekken
Jo-Pennelsahellaren
Marasletta
Svendalen
Harasletta
Bånnatynes vei
Lerkeveien
Mjølan
Nordneset
Høystakklia
Lirapet
Høystakkliberget
Andersrabben
Lauritzlia
Mjølanveien
Elvsbuneset
Selforsen
Kobbskjæran
Åkerlovveien
Elsbuneset
Asplidalen
MJØLAN
Sjøforsen
Hvernbekken
Nesnaveien
Fossengdalen
0
150
300
600 Meters

Bilde nr.		Kommentar
1		Skrent som er delvis oppsprukket
2		Skjellbekken
3		Skrent sikret med bolter

4		Bekk med begrenset massetransport
5		Nausflogbekken med ingen tydelige spor etter massetransport

6		Bekk som ikke viser aktiv massetransport
7		Ingen spor etter skredaktivitet





Tegnforklaring

- Påvirkningsområde
- Kartlagt område

Bratte områder

- < 20°
- 20° - 30°
- 30° - 37°
- 37° - 45°
- 45° - 60°
- > 60°

NVE

Granneset-Selfors

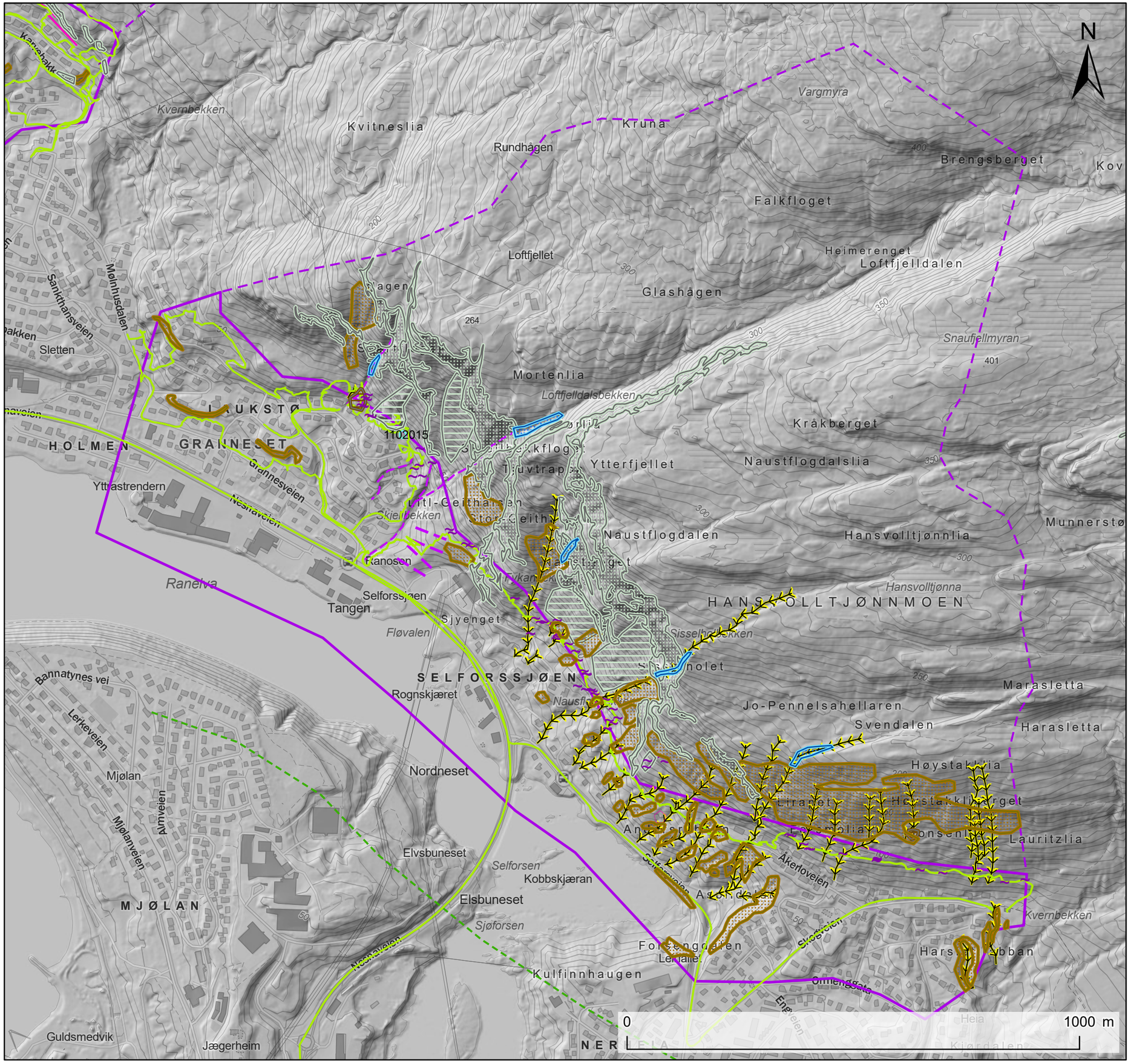
Helningskart

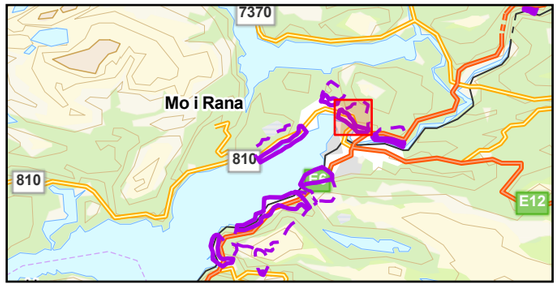
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	3B	01

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE





Tegnforklaring

- Påvirkningsområde
- Kartlagt område
- Løsneområde sørpeskred
- Løsneområde steinsprang/steinskred
- Løsneområder jordskred
- Antatt steinsprang/steinskredblokk
- Blokk med usikkert opphav
- Steinsprang/steinskredavsetning (ur)
- Jord og flomskredavsetning
- Sporlogg bakke
- Sporlogg drone
- Rygg
- Ravine/bekkenedskjæring
- Skredbane
- Skredhendelser linje
- Sikringstiltak

NVE

Granneset - Selfors

Registreringskart

NVE

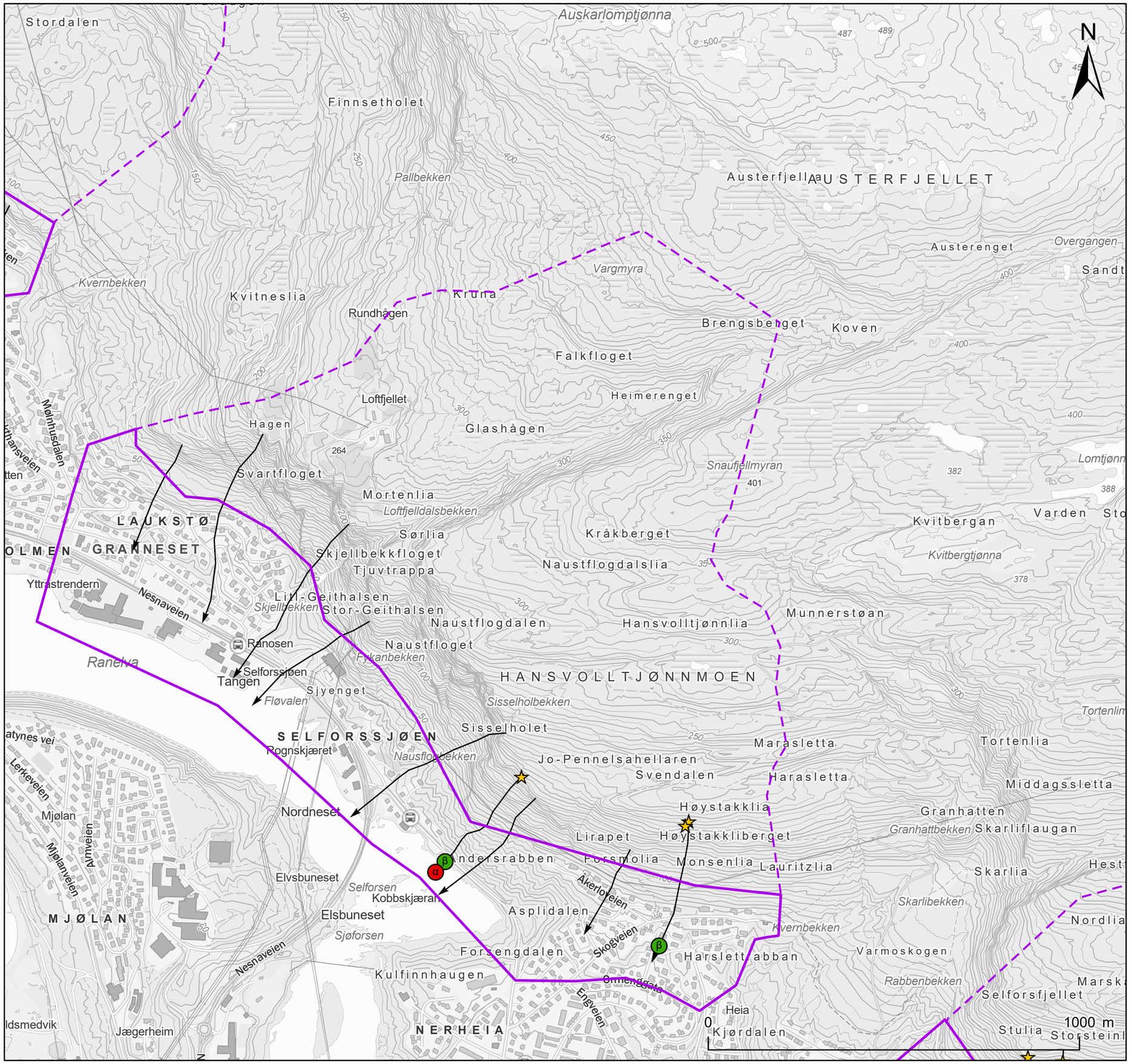
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-16	EMP	CJ	FS

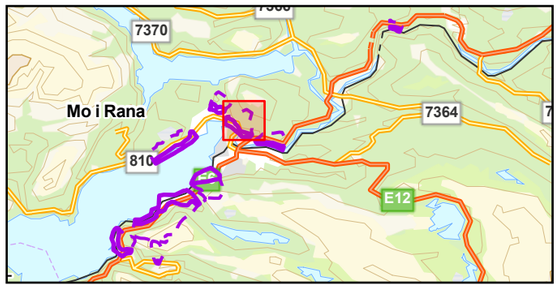
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:8 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	3C	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

Skredprofil

Alfa-Beta

Utløsningspunkt

Beta

Alfa

Hastighet

Maksimal 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

NVE

Granneset-Selfors

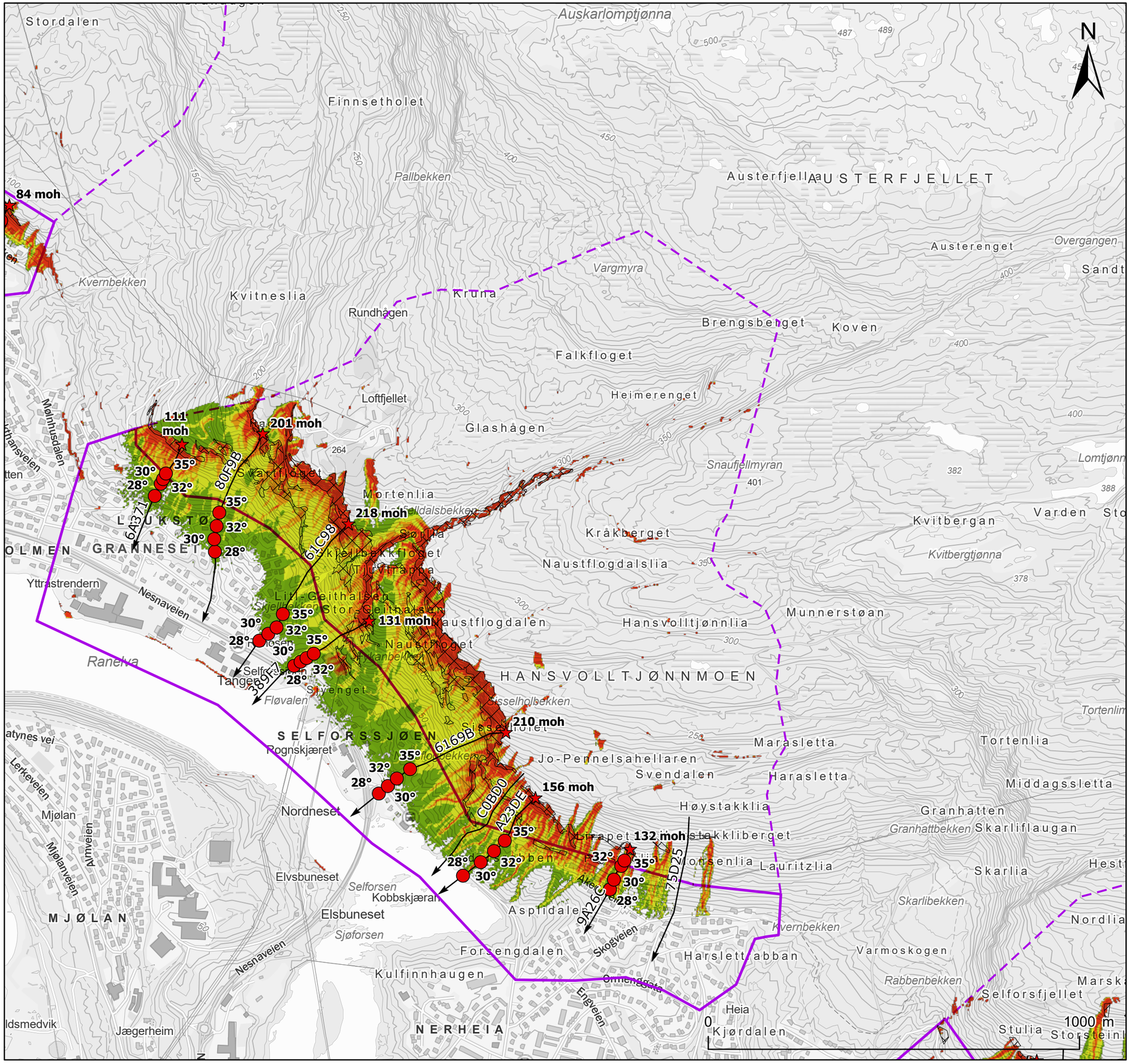
Snøskredmodeller

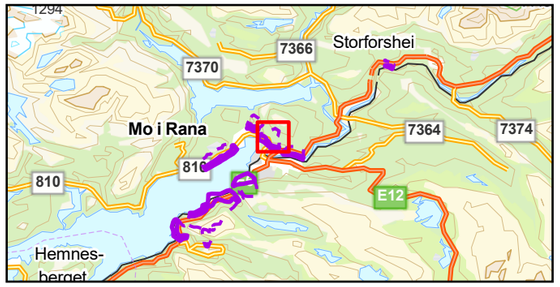
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-13	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	3D-M1	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE





Tegnforklaring

- Påvirkningsområde
- Kartlagt område
- Utløsningsområde steinsprang
- Skredprofil

Vinkelpunkt

- Utløsningspunkt
- Vinkel til utløsningspunkt

Reach probability (RockyFor3D)

Value

- ≤ 1 %
- ≤ 1,5 %
- ≤ 3 %
- ≤ 5 %
- ≤ 10 %

NVE

Granneset-Selfors

Steinsprangmodeller

NVE

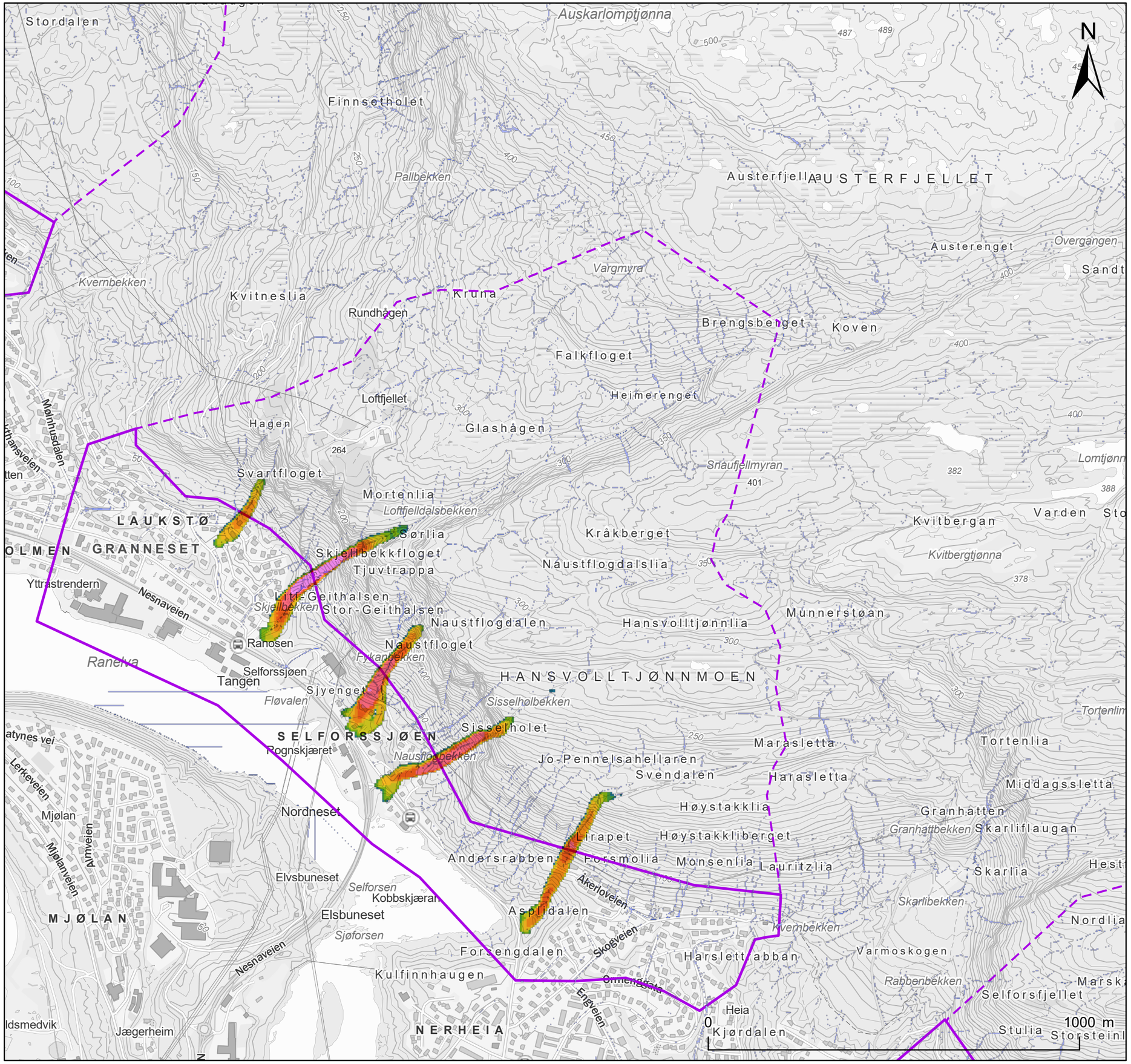
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

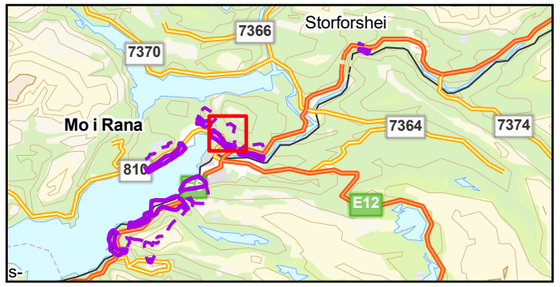
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	3D-M2	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

SAMOS sørpeskred

Maksimal hastighet (m/s)

- < 0.5 [m/s]
- 0.5 - 1 [m/s]
- 1 - 2.5 [m/s]
- 2.5 - 5 [m/s]
- 5 - 10 [m/s]
- 10 - 15 [m/s]
- 15 - 20 [m/s]
- 20 - 25 [m/s]
- 25 - 30 [m/s]
- > 30 [m/s]

RAMMS sørpeskred

Maksimal hastighet (m/s)

- 0 - 1
- 1 - 2
- 2 - 5
- 5 - 10

Flow accumulation (m3)

- 0 - 1 000
- 1 000 - 10 000
- 10 000 - 20 000
- 20 000 - 40 000
- 40 000 - 100000

NVE

Granneset-Selfors

Sørpeskredmodeller

NVE

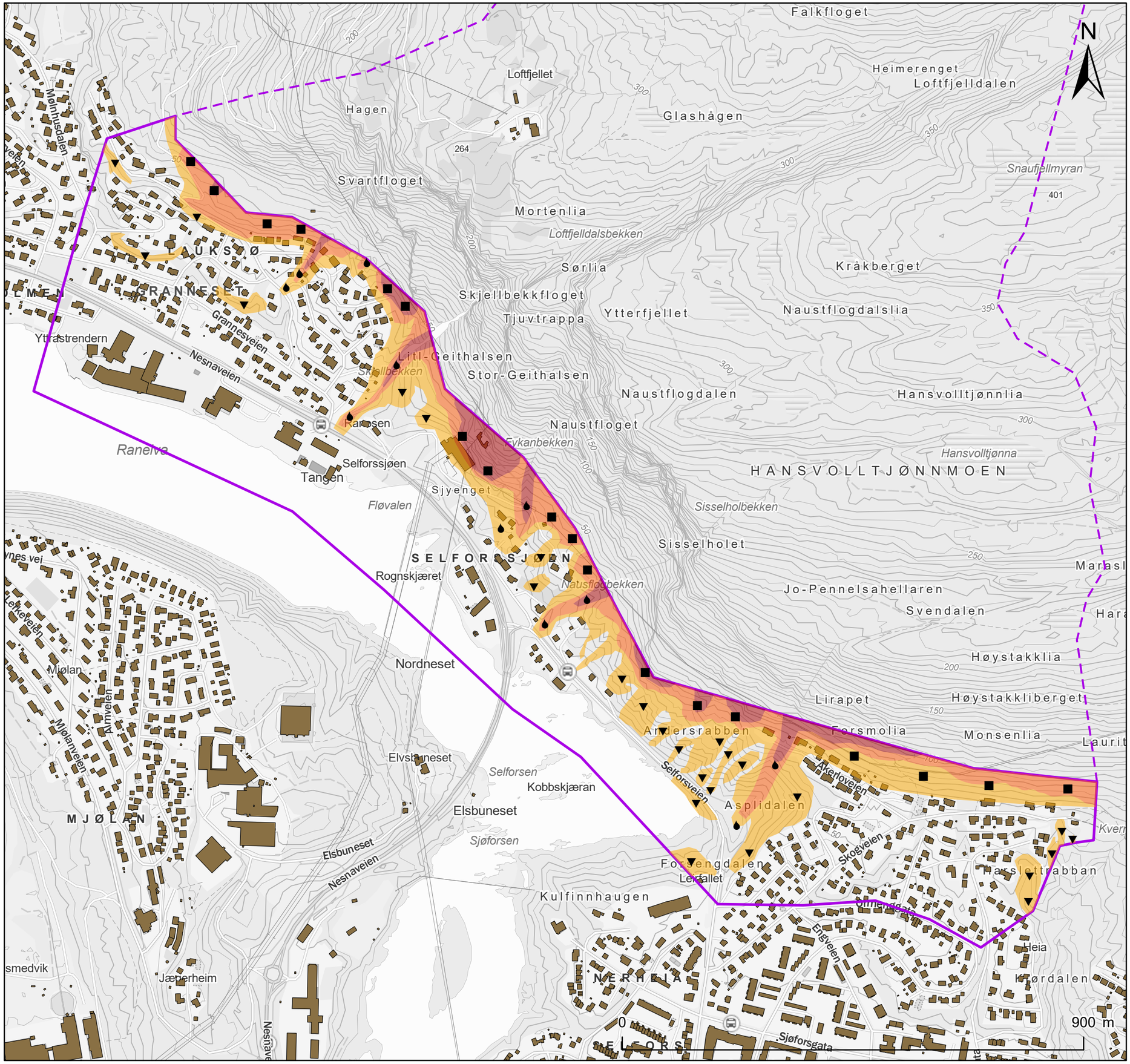
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	3D-M3	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI



Tegnforklaring

- Kartlagt område
- Påvirkningsområde
- Bygninger (FKB)

Faresoner med årlig sannsynlighet

- ≥ 1/100
- ≥ 1/1000
- ≥ 1/5000

Dimensjonerende faretype

- Steinsprang
- Steinskred
- Snøskred
- Sørpeskred
- Jordskred
- Flomskred

NVE

Granneset - Selfors

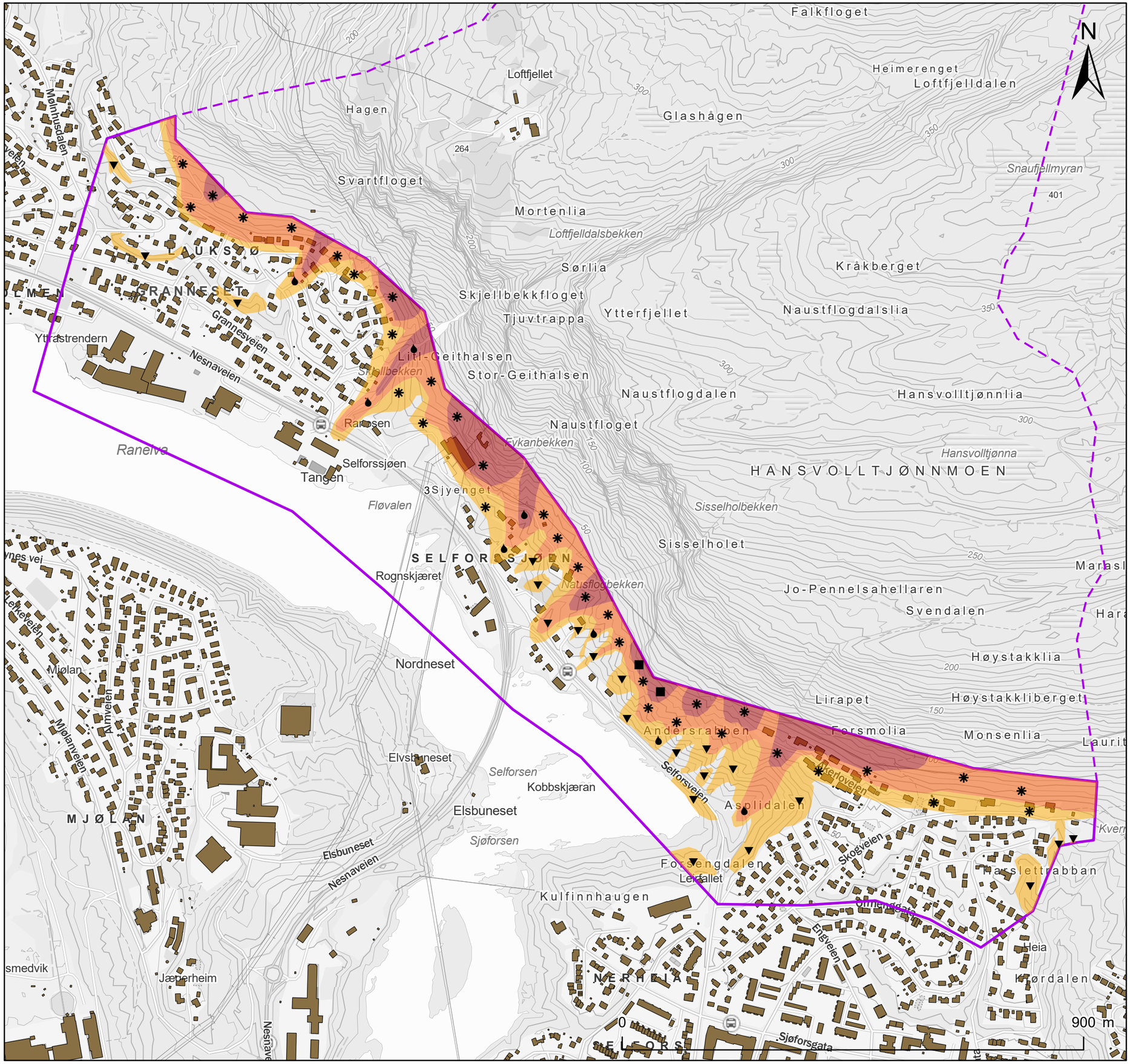
Faresonekart dagens situasjon

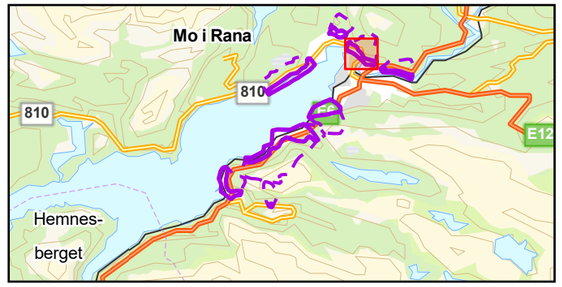
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:7 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	3E	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE





Tegnforklaring

- Påvirkningsområde
- Kartlagt område
- Bygninger (FKB)

Faresoner med årlig sannsynlighet

- ≥ 1/100
- ≥ 1/1000
- ≥ 1/5000

Dimensjonerende faretype

- Steinsprang
- Snøskred
- Sørpeskred
- Jordskred

NVE

Granneset - Selfors

Faresonekart uten skog

NVE

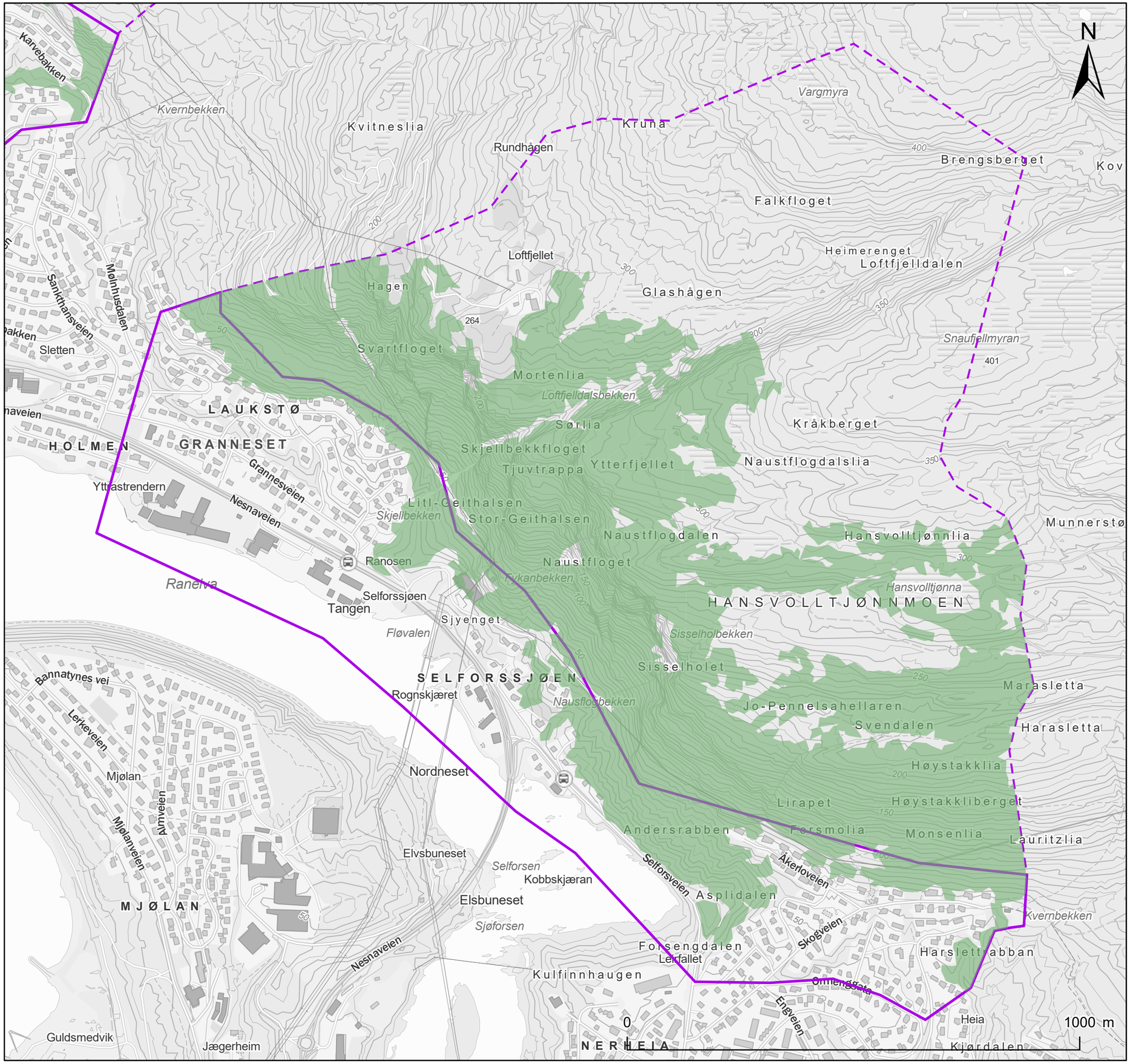
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

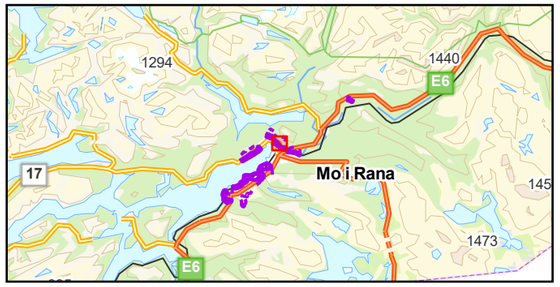
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:7 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	3F	01

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

Skog med betydning for skredfare

Type skog

1

2

NVE

Granneset - Selfors

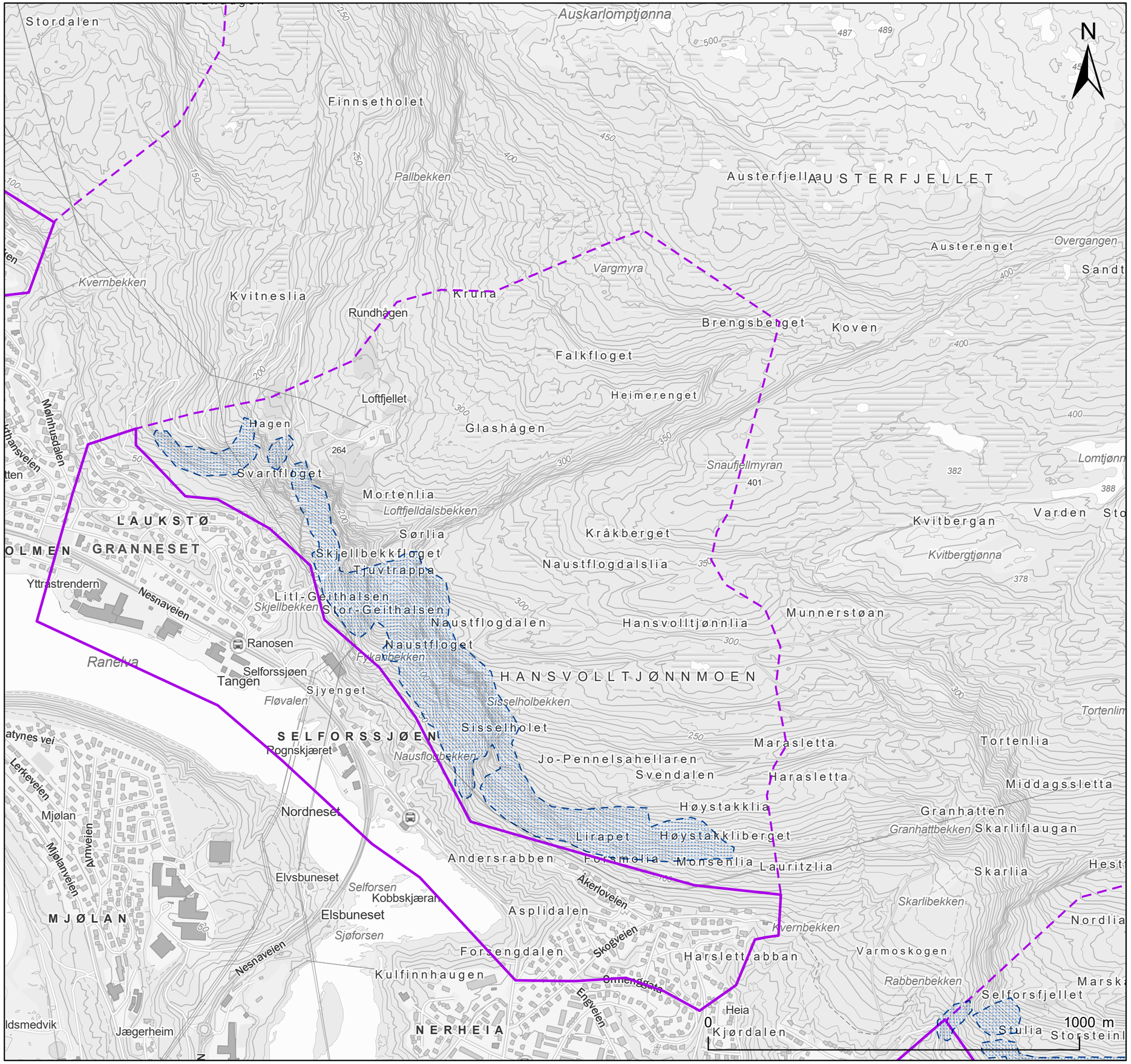
Skogkart

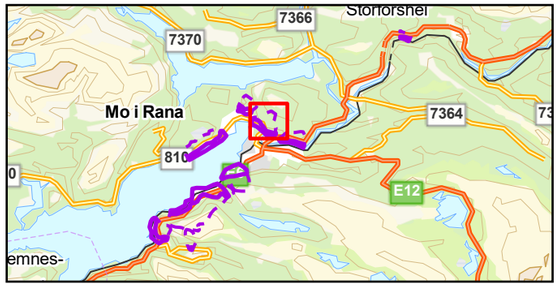
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:8 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	3G	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

Potensielle løsneområder

Løsneområde snøskred (Dagens situasjon)

Løsneområde snøskred (Uten skog)

NVE

Granneset-Selfors

Løsneområder snøskred uten skog.

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-16	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	3D-M4	01

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

Vedlegg 4

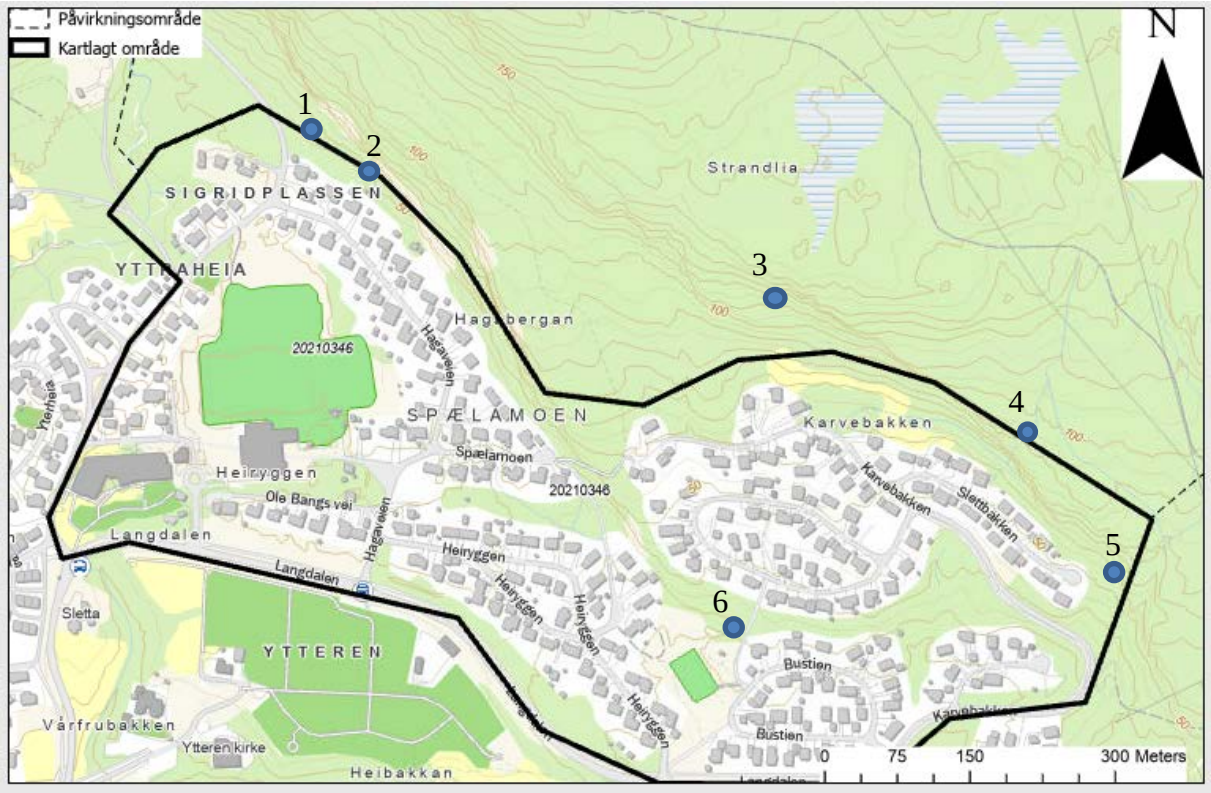
FOTO OG KART OMRÅDE 4

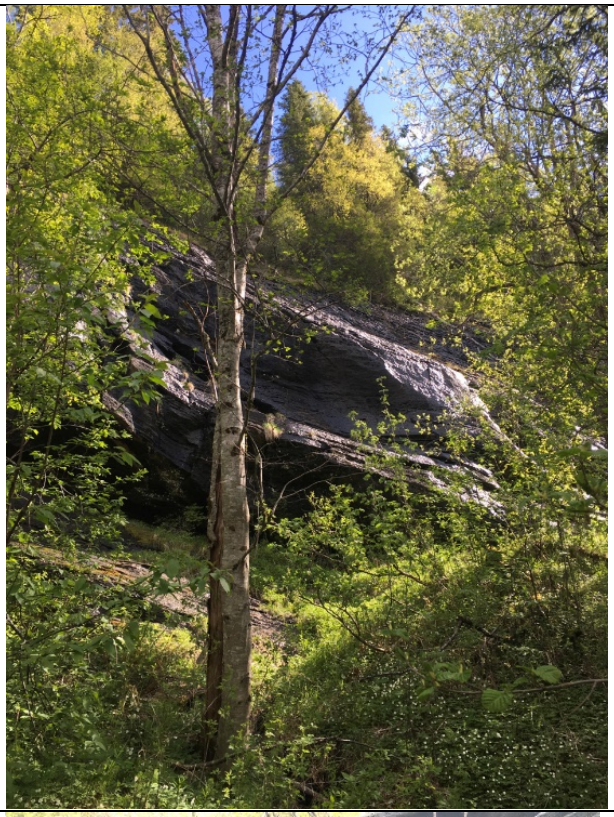
KARVEBAKKEN - YTTRAHEIA

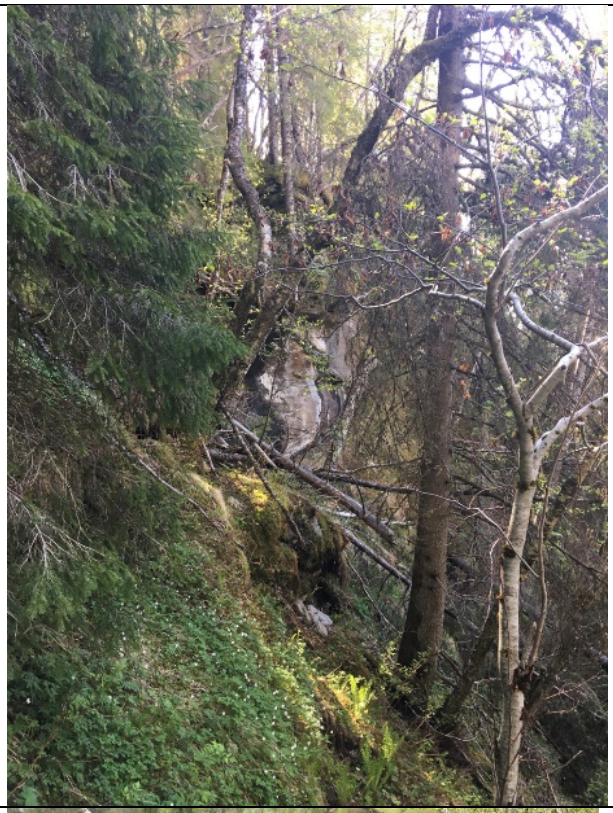
Innhold

4A Foto
4B Helningskart, befaringsrute
4C Registreringskart
4D Modelleringskart
4E Faresoner med dagens vegetasjonsforhold
4F Faresoner uten effekt av skog
4G Skog med betydning for skredfaren
4H Løsneområder snøskred uten skog

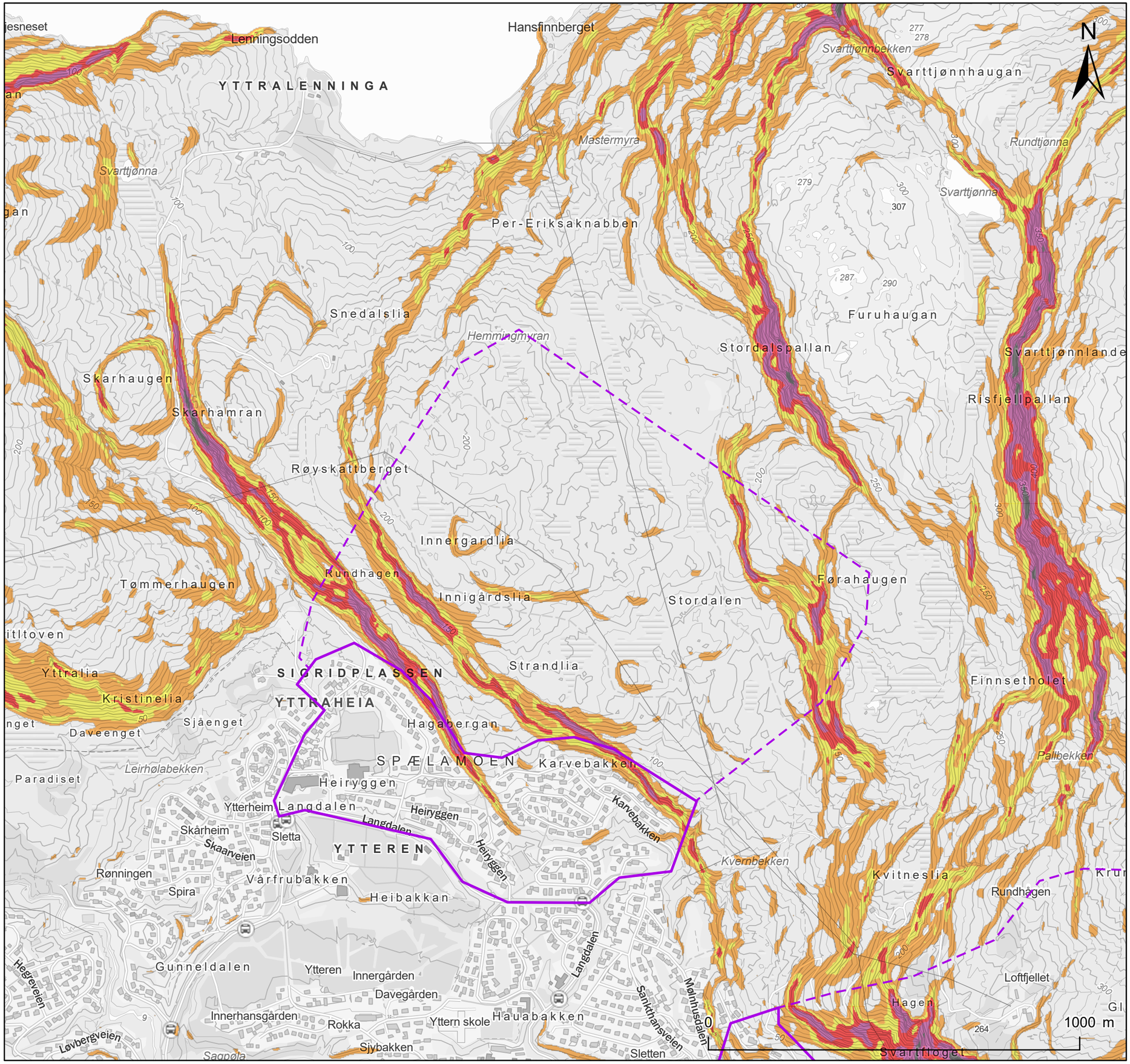
4A Foto

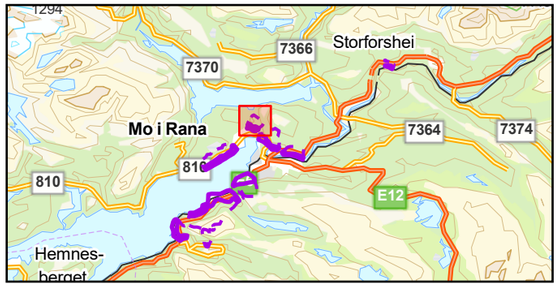

Påvirkningsområde
Kartlagt område
N
1
2
3
4
5
6
SIGRIDPLASSEN
YTTERHEIA
Strandlia
Haugbergan
20210346
Hagaveien
SPÆLAMOEN
Spælamoen
Karvebakken
Heiryggen
Ole Bangs vei
Langdalen
Sletta
YTTEREN
Vårfrubakken
Ytteren kirke
Heibakkan
Bustien
Slettbakken
0 75 150 300 Meters

Bilde nr.		Kommentar
1		Stabil skrent
2		Skrent med lav utfallshyppighet

3		Oppsprukket skrentparti
4		Bekkeløp som renner ned mot boligfeltet

5		Oppsprukket skrentparti
6		Ravinelandskapet nedenfor boligfeltet





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

Bratte områder

- < 20°
- 20° - 30°
- 30° - 37°
- 37° - 45°
- 45° - 60°
- > 60°

NVE

Karvebakken-Yttraheia

Helningskart

NVE

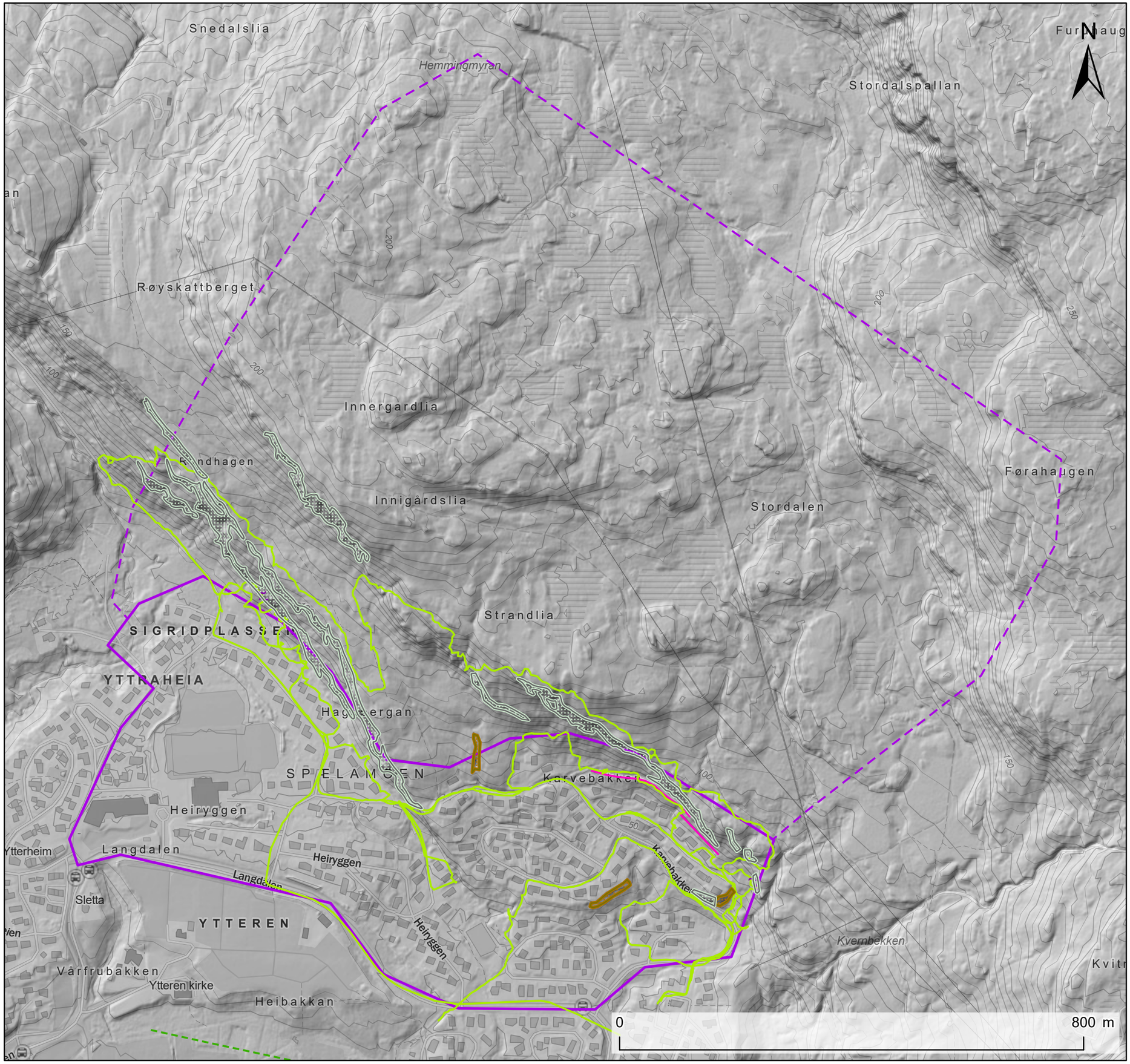
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

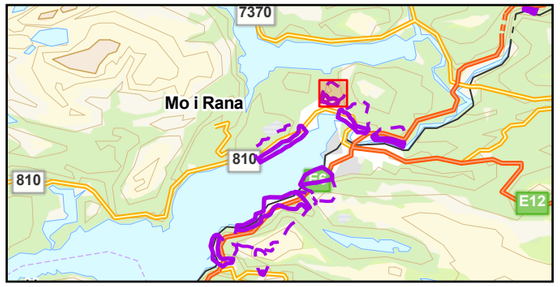
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	4B	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

- Påvirkningsområde
- Kartlagt område
- Løsneområde steinsprang/steinskred
- Løsneområder jordskred
- Antatt steinsprang/steinskredblokk
- Sporlogg bakke
- Sporlogg drone
- Sikringstiltak

NVE

Karvebakken - Yttraheia

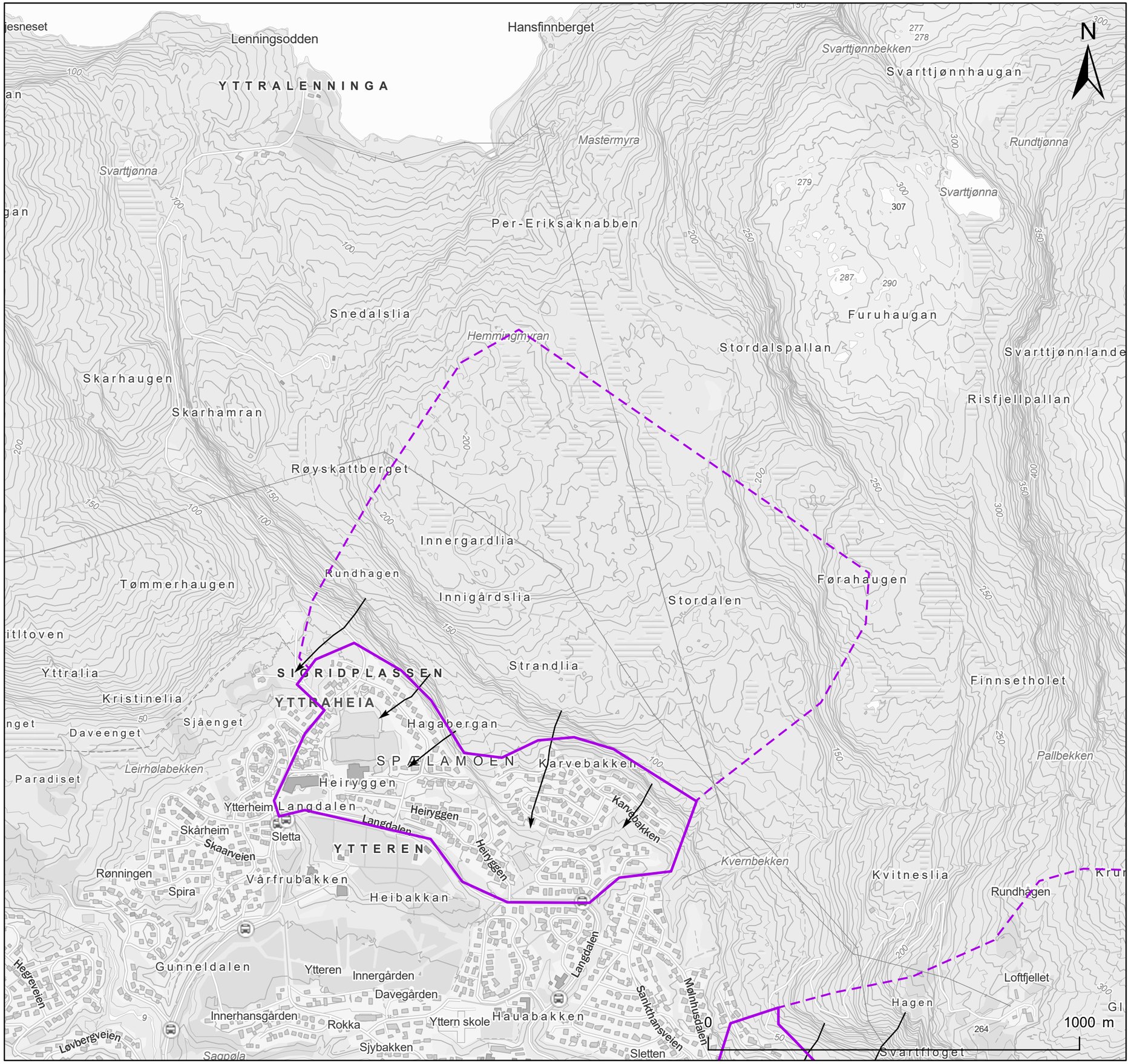
Registreringskart

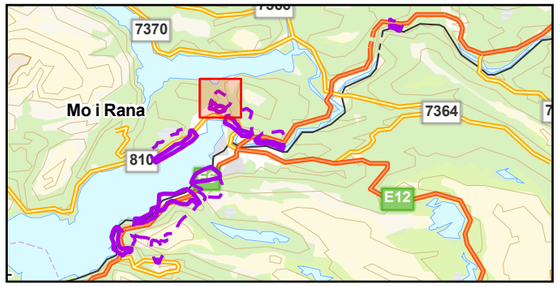
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-16	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:6 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	4C	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

Skredprofil

Hastighet

Maksimal 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

NVE

Karvebakken-Yttraheia

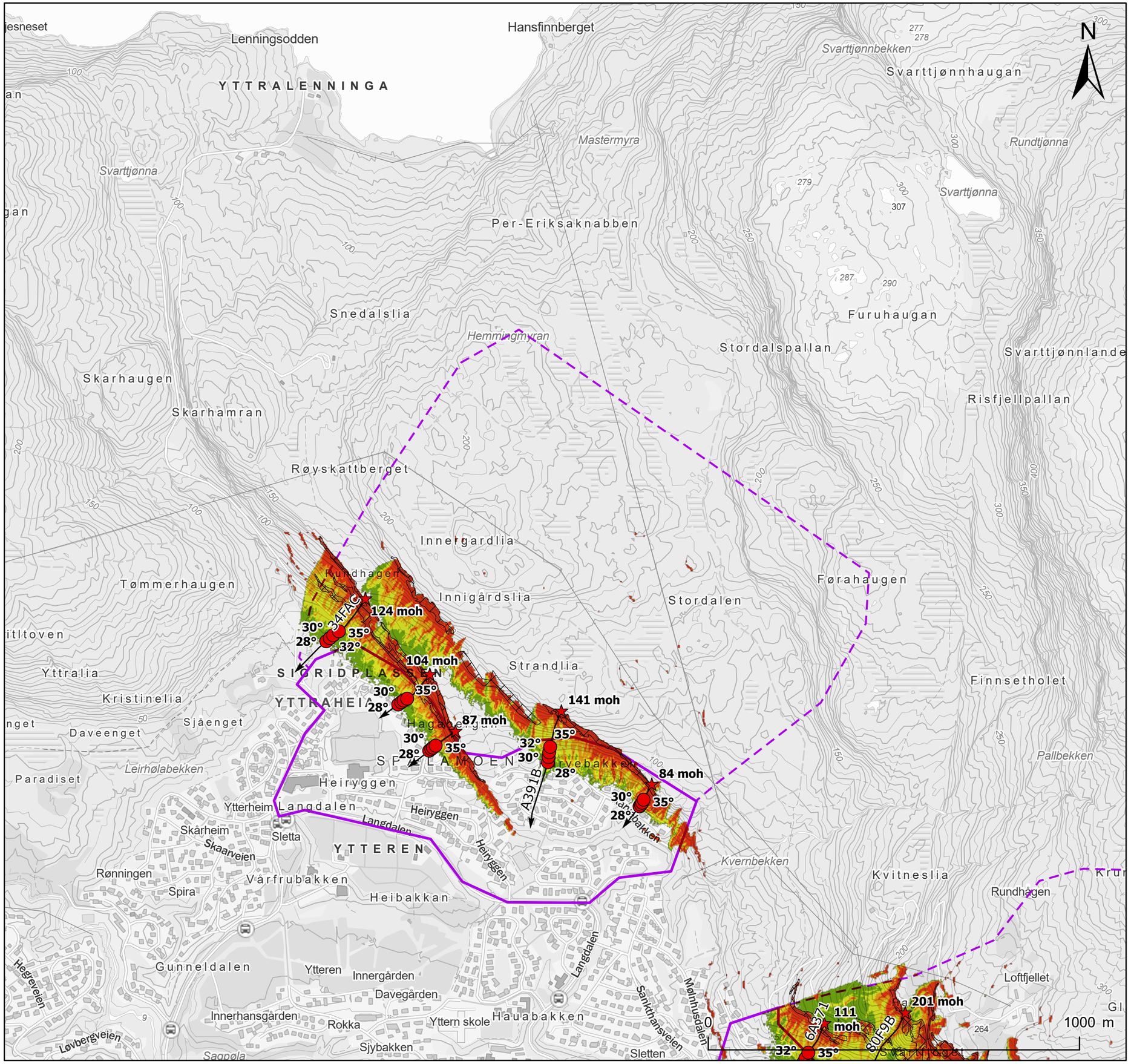
Snøskredmodeller

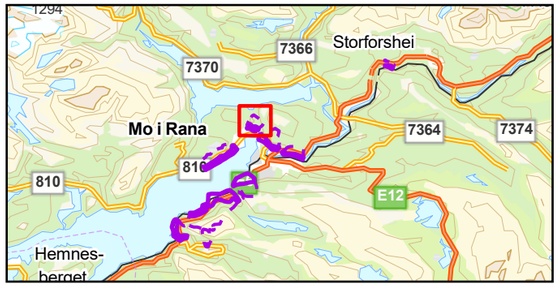
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-13	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	4D-M1	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE





Tegnforklaring

- Påvirkningsområde
- Kartlagt område
- Utløsningsområde steinsprang
- Skredprofil

Vinkelpunkt

- Utløsningspunkt
- Vinkel til utløsningspunkt

Reach probability (RockyFor3D)

Value

- ≤ 1 %
- ≤ 1,5 %
- ≤ 3 %
- ≤ 5 %
- ≤ 10 %

NVE

Karvebakken-Yttraheia

Steinsprangmodeller

NVE

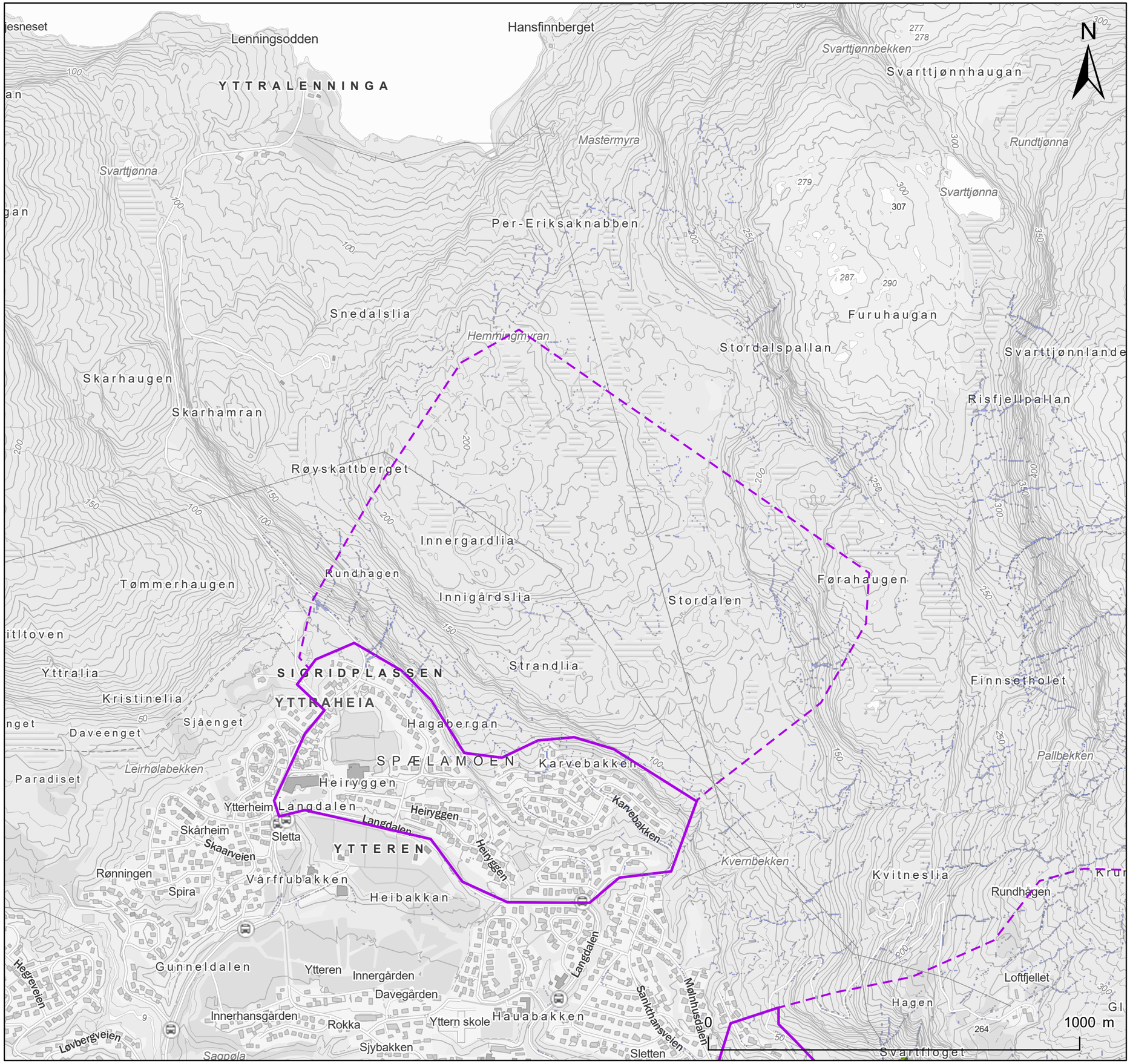
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	4D-M2	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI



Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

SAMOS sørpeskred

Maksimal hastighet (m/s)

- < 0.5 [m/s]
- 0.5 - 1 [m/s]
- 1 - 2.5 [m/s]
- 2.5 - 5 [m/s]
- 5 - 10 [m/s]
- 10 - 15 [m/s]
- 15 - 20 [m/s]
- 20 - 25 [m/s]
- 25 - 30 [m/s]
- > 30 [m/s]

RAMMS sørpeskred

Maksimal hastighet (m/s)

- 0 - 1
- 1 - 2
- 2 - 5
- 5 - 10

Flow accumulation (m3)

- 0 - 1 000
- 1 000 - 10 000
- 10 000 - 20 000
- 20 000 - 40 000
- 40 000 - 100000

NVE

Karvebakken-Yttraheia

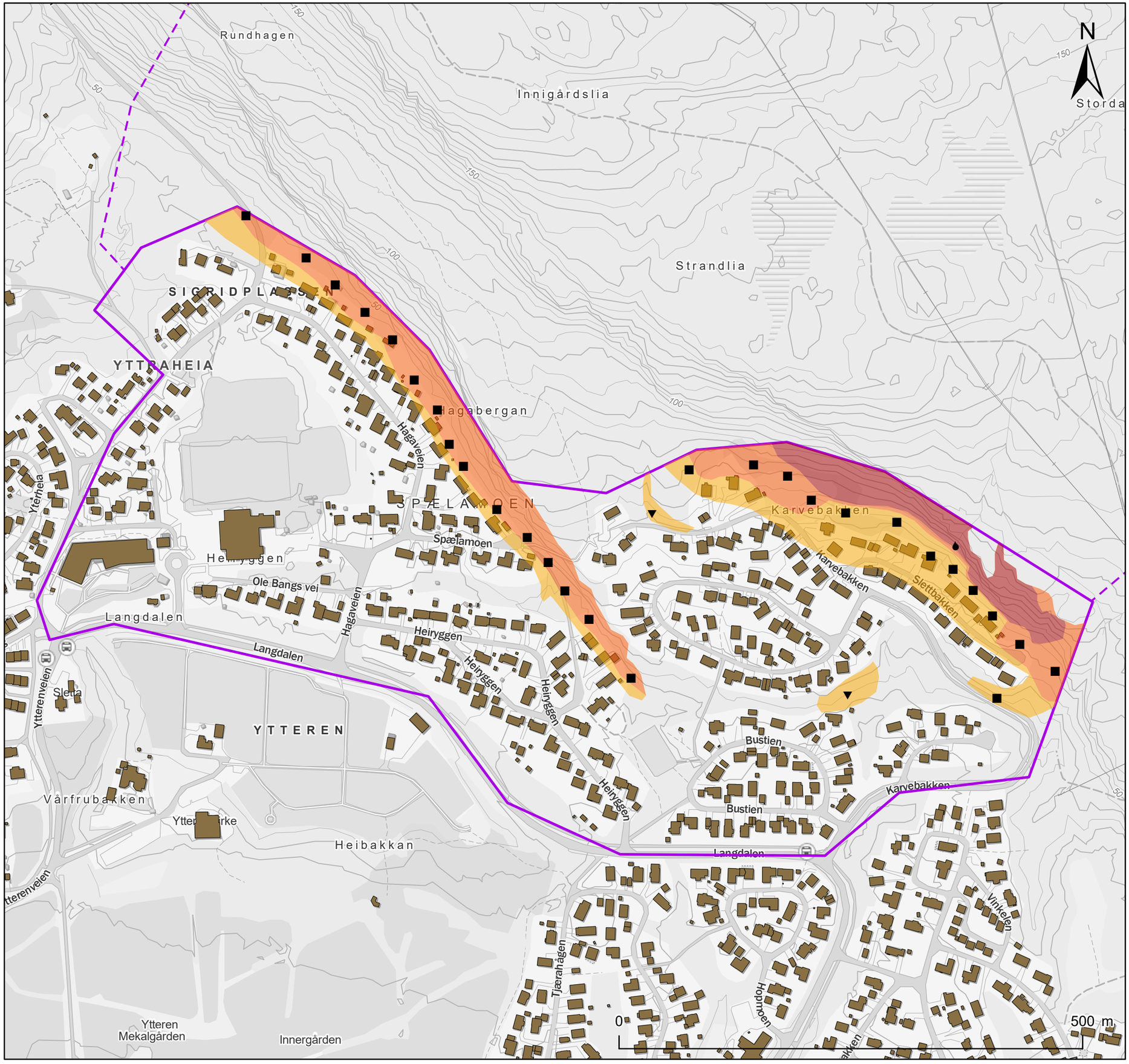
Sørpeskredmodeller

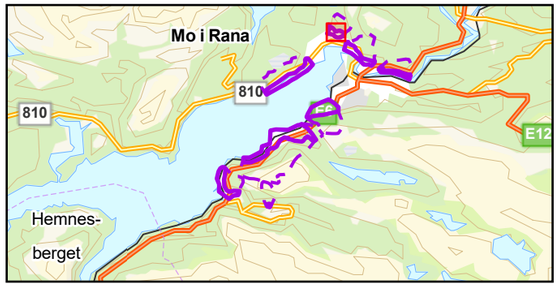
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	4D-M3	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE





Tegnforklaring

- Kartlagt område
- Påvirkningsområde
- Bygninger (FKB)

Faresoner med årlig sannsynlighet

- ≥ 1/100
- ≥ 1/1000
- ≥ 1/5000

Dimensjonerende faretype

- Steinsprang
- Steinskred
- Snøskred
- Sørpeskred
- Jordskred
- Flomskred

NVE

Karvebakken - Yttraheia

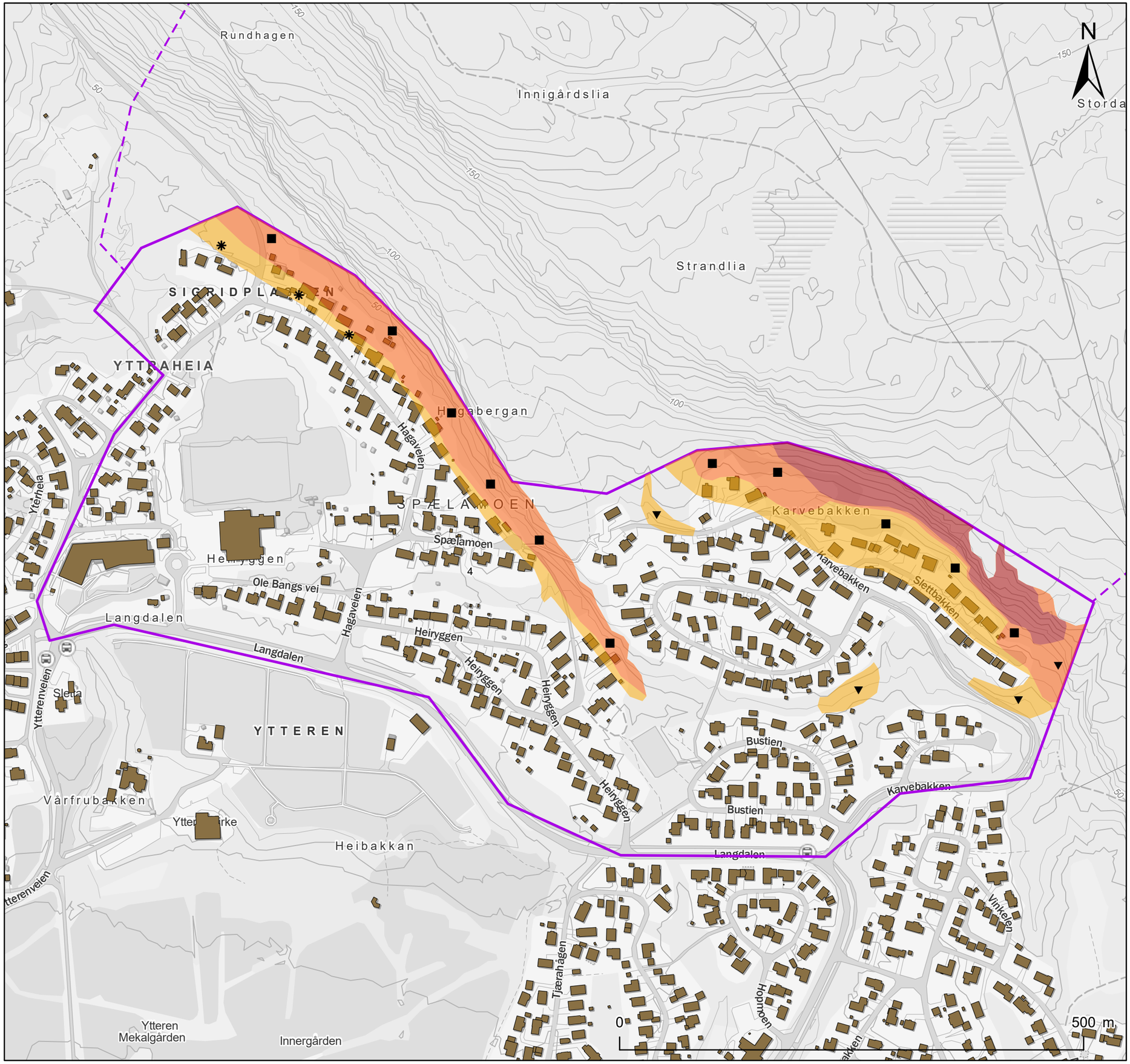
Faresonekart dagens situasjon

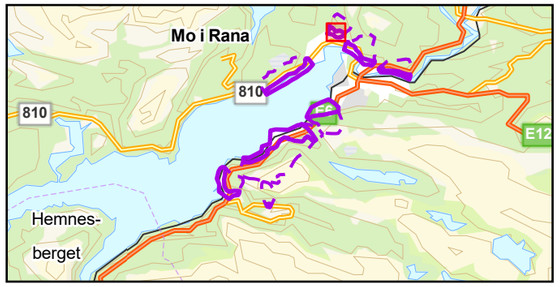
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:4 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	4E	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE





Tegnforklaring

- Påvirkningsområde
- Kartlagt område
- Bygninger (FKB)

Faresoner med årlig sannsynlighet

- ≥ 1/100
- ≥ 1/1000
- ≥ 1/5000

Dimensjonerende faretype

- Steinsprang
- Snøskred
- Jordskred

NVE

Karvebakken - Yttraheia

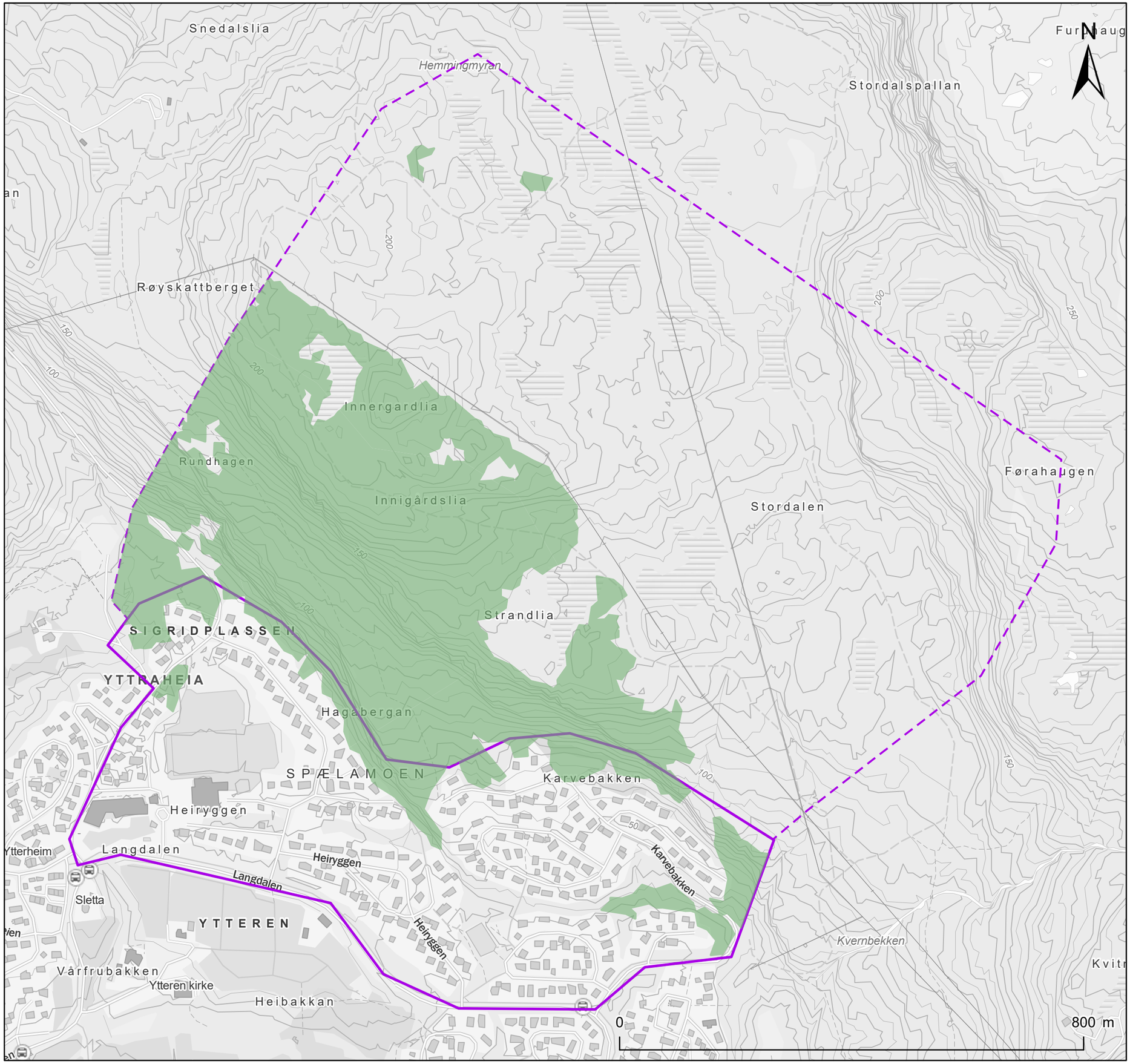
Faresonekart uten skog

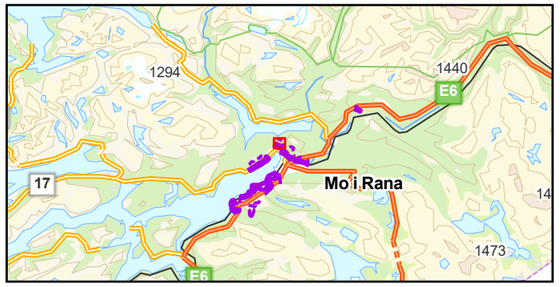
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:4 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	4F	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

Skog med betydning for skredfare

Type skog

1

2

NVE

Karvebakken - Yttraheia

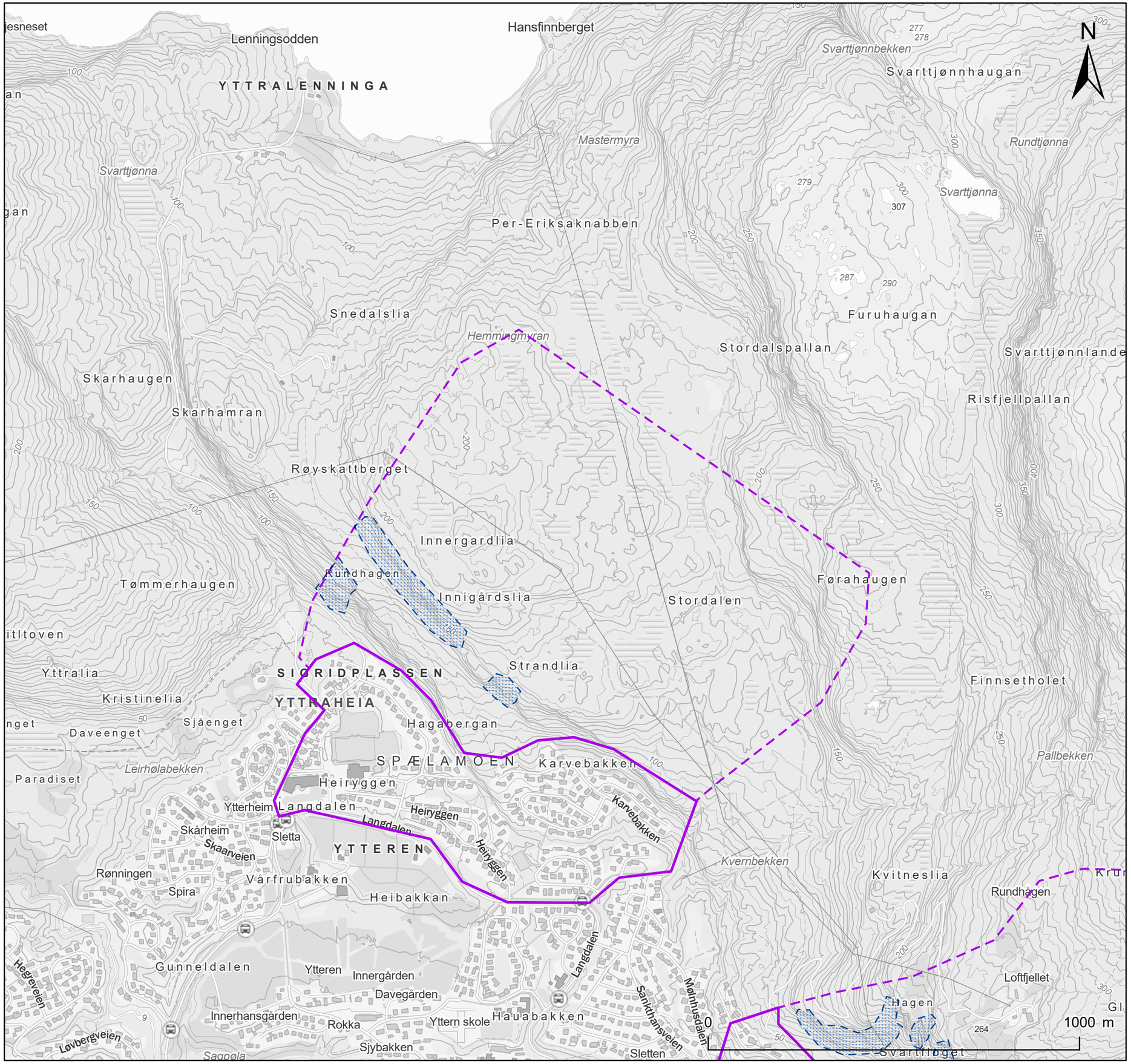
Skogkart

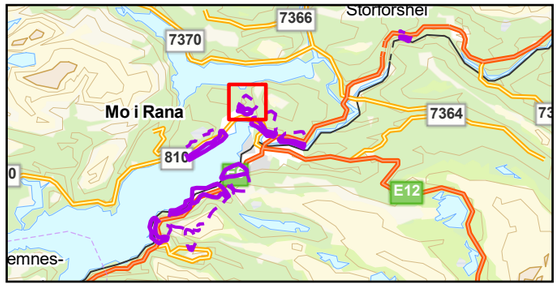
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:6 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	4G	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

Potensielle løsneområder

Løsneområde snøskred (Dagens situasjon)

Løsneområde snøskred (Uten skog)

NVE

Karvebakken-Yttraheia

Løsneområder snøskred uten skog.

NVE

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-16	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	4D-M4	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI

Vedlegg 5

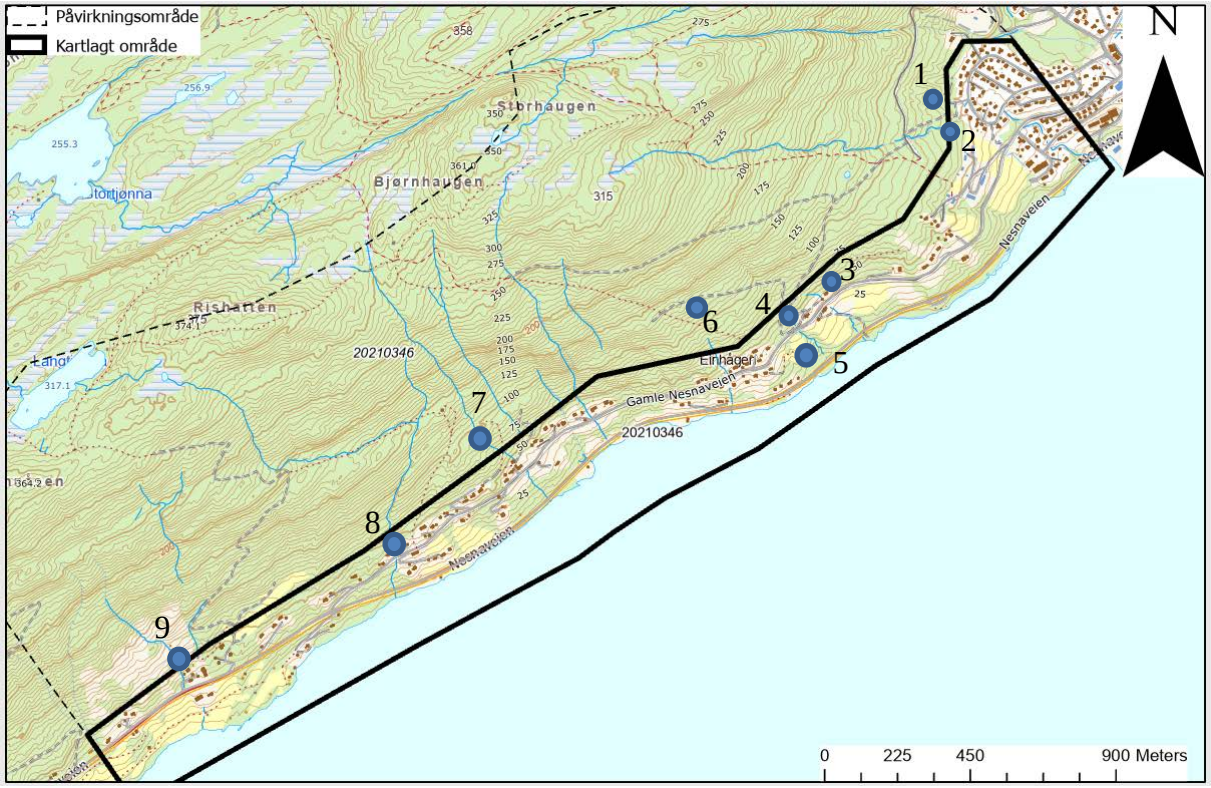
FOTO OG KART OMRÅDE 5

BÅSMOBAKKEN - ALMLIA

Innhold

5A Foto
5B Helningskart, befaringsrute
5C Registreringskart
5D Modelleringskart
5E Faresoner med dagens vegetasjonsforhold
5F Faresoner uten effekt av skog
5G Skog med betydning for skredfaren
5H Løsneområder snøskred uten skog

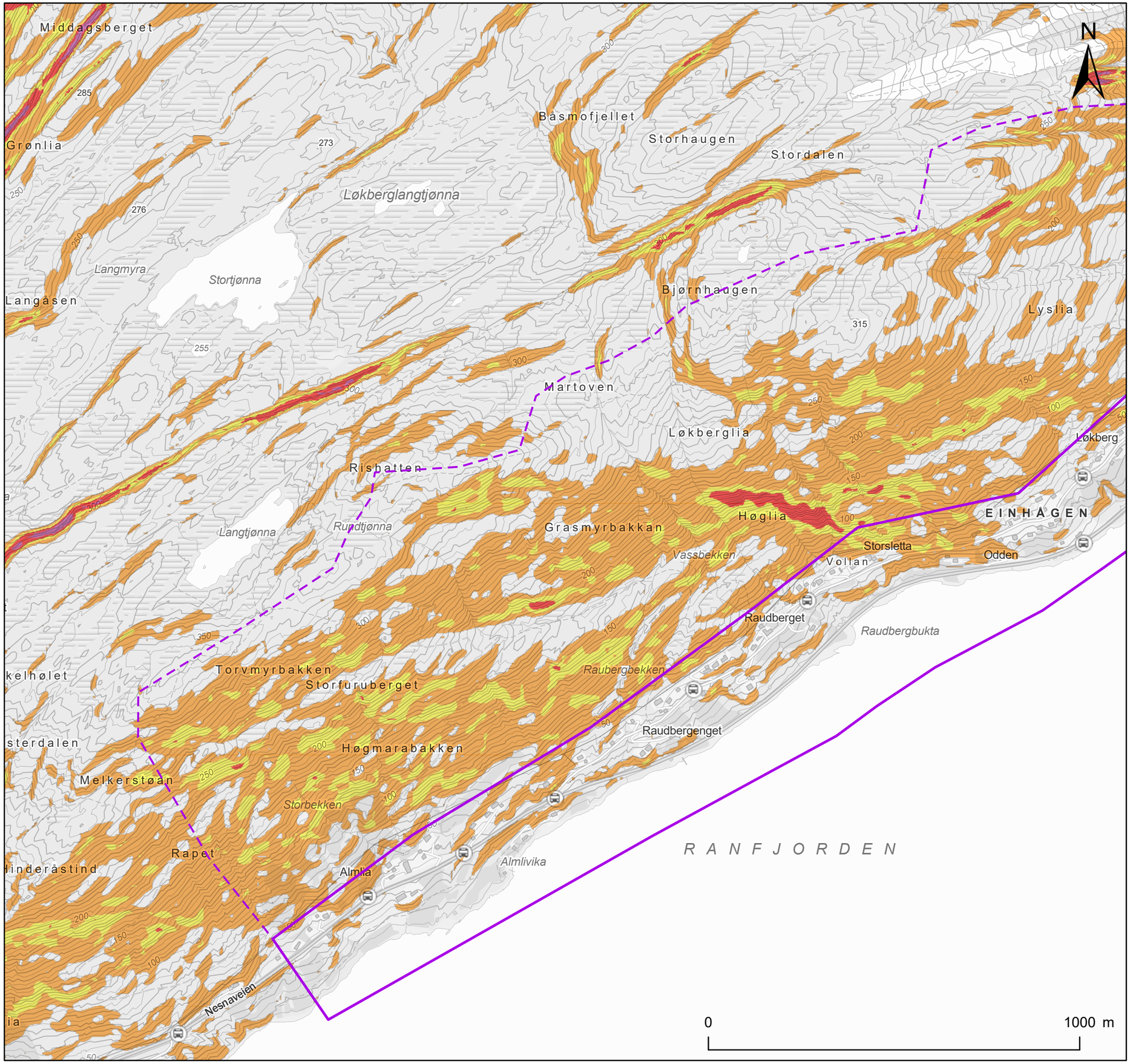
5A Foto

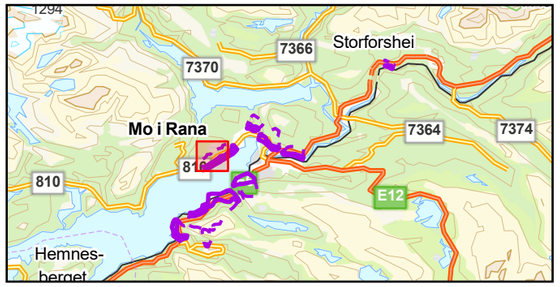

Påvirkningsområde
Kartlagt område
N
1
2
3
4
5
6
7
8
9
Storhaugen
Bjørnhaugen
Rishaven
Einhager
Gamle Nesnaveien
Nesnaveien
20210346
0
225
450
900 Meters

Bilde nr.		Kommentar
1		Bekkeløp med erosjon
2		Bekkeløp med spor
4		Bekkeløp med erosjon

5		Ustabil skråning nede i ravinelandskapet
6		Grunn utglidning i bratt skråning.
7		Vassbekken uten tydelige spor etter massetransport

8		Raubergbekken renner på berg uten tydelige spor etter massetransport
9		Storbekken viser spor etter massetransport.





Tegnforklaring

- Påvirkningsområde
- Kartlagt område

Bratte områder

- < 20°
- 20° - 30°
- 30° - 37°
- 37° - 45°
- 45° - 60°
- > 60°

NVE

Båsmobakken-Almlia

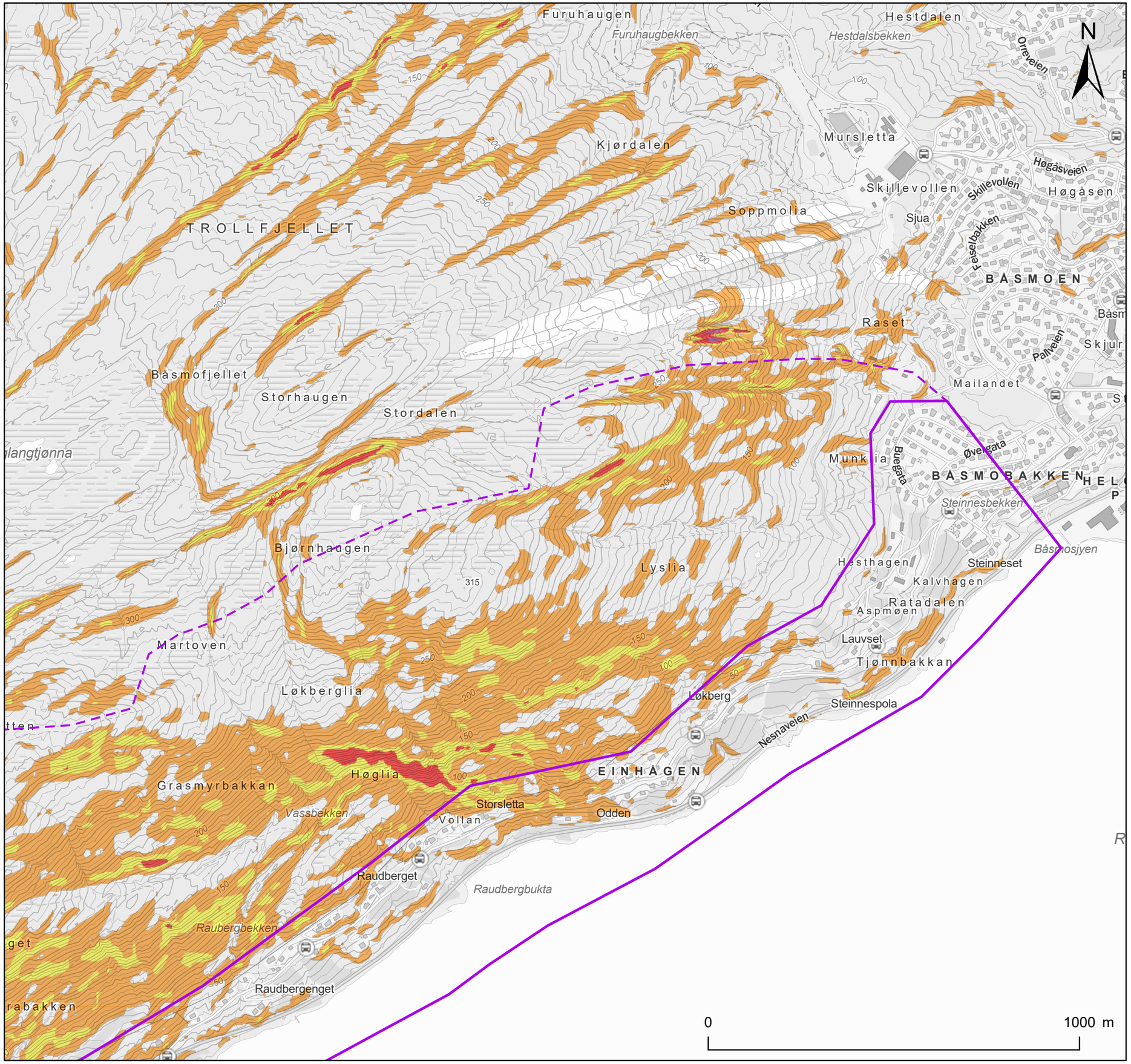
Helningskart

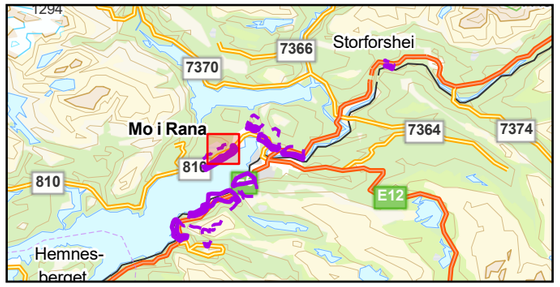
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	5-1B	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

Bratte områder

- < 20°
- 20° - 30°
- 30° - 37°
- 37° - 45°
- 45° - 60°
- > 60°

NVE

Båsmobakken-Almlia

Helningskart

NVE

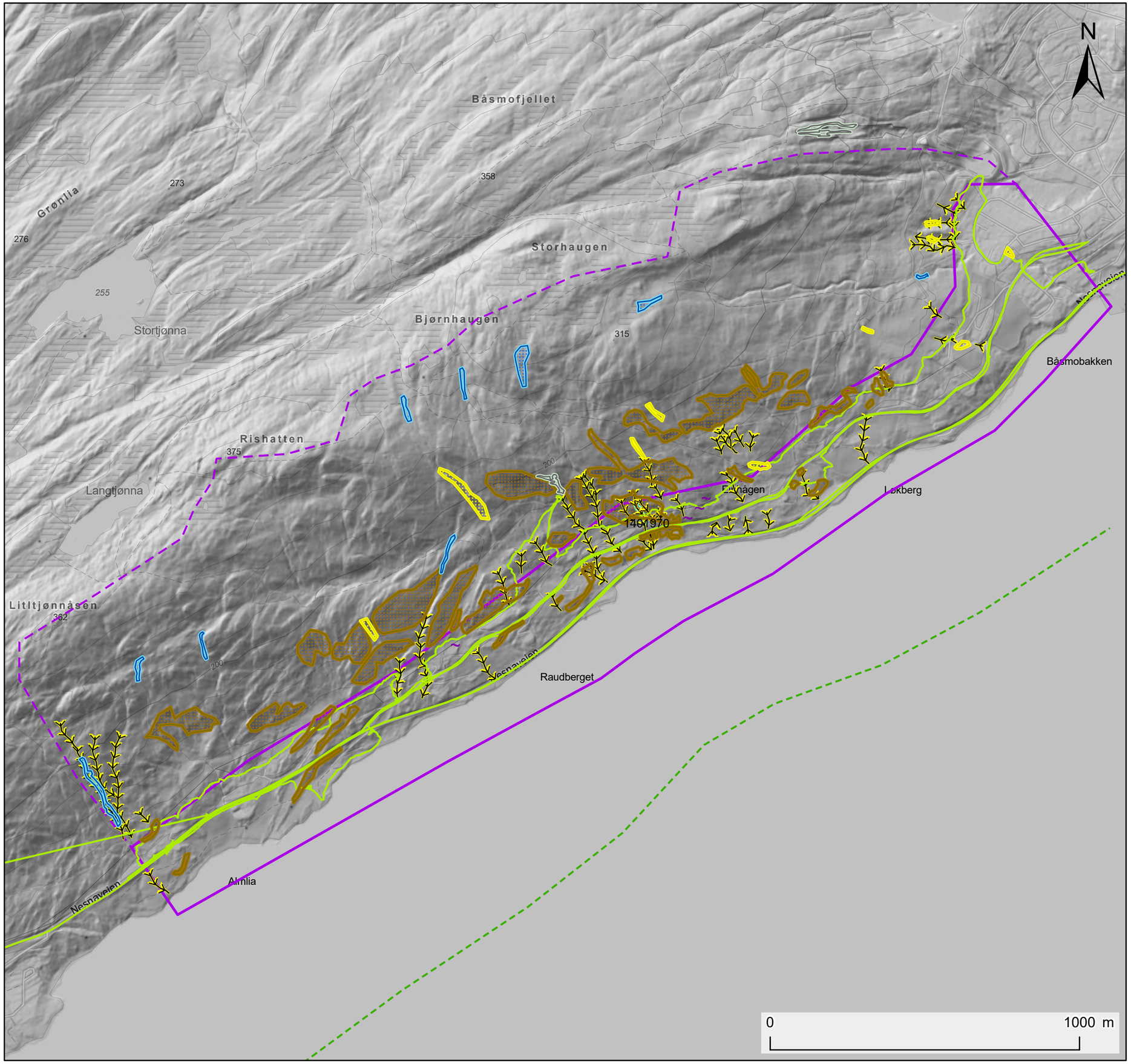
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

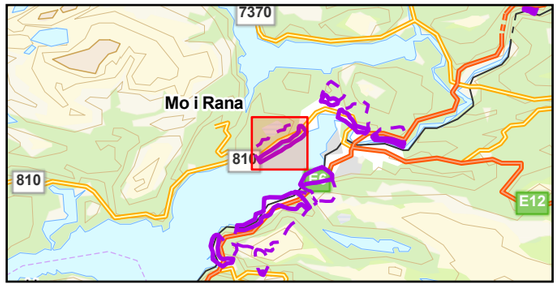
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	5-2B	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

- Påvirkningsområde
- Kartlagt område
- Løsneområde sørpeskred
- Løsneområde steinsprang/steinskred
- Løsneområde flomskred
- Løsneområder jordskred
- Antatt steinsprang/steinskredblokk
- Sporlogg bakke
- Sporlogg drone
- Ravine/bekkenedskjæring
- Skredhendelser linje

NVE

Båsmobakken-Almlia

Registreringskart

NVE

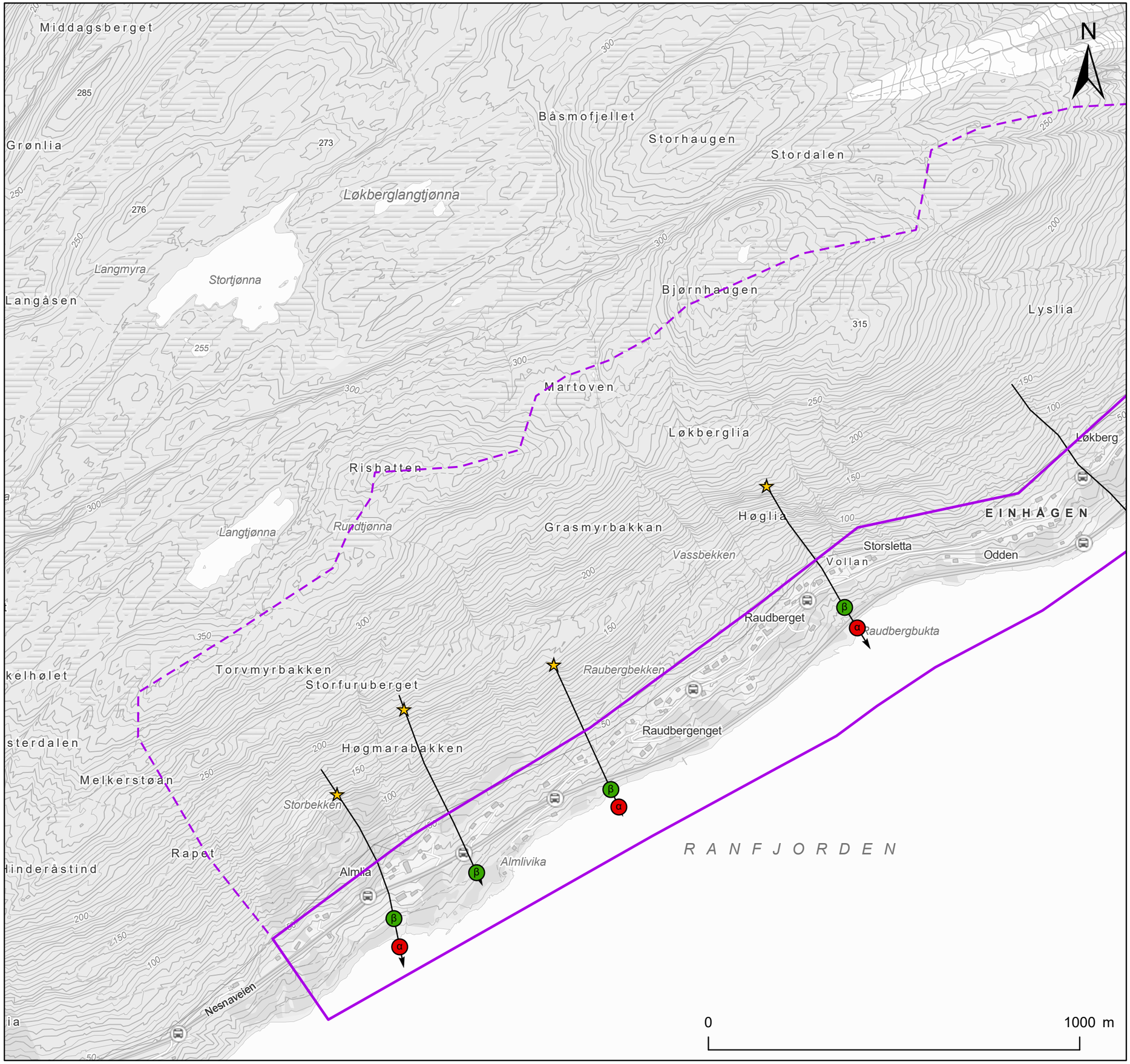
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-16	EMP	CJ	FS

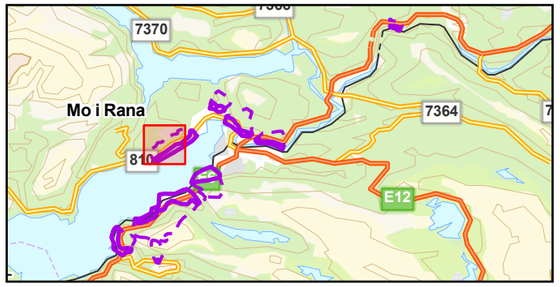
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:12 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	5C	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

Skredprofil

Alfa-Beta

Utløsningspunkt

Beta

Alfa

Hastighet

Maksimal 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

NVE

Båsmobakken-Almlia

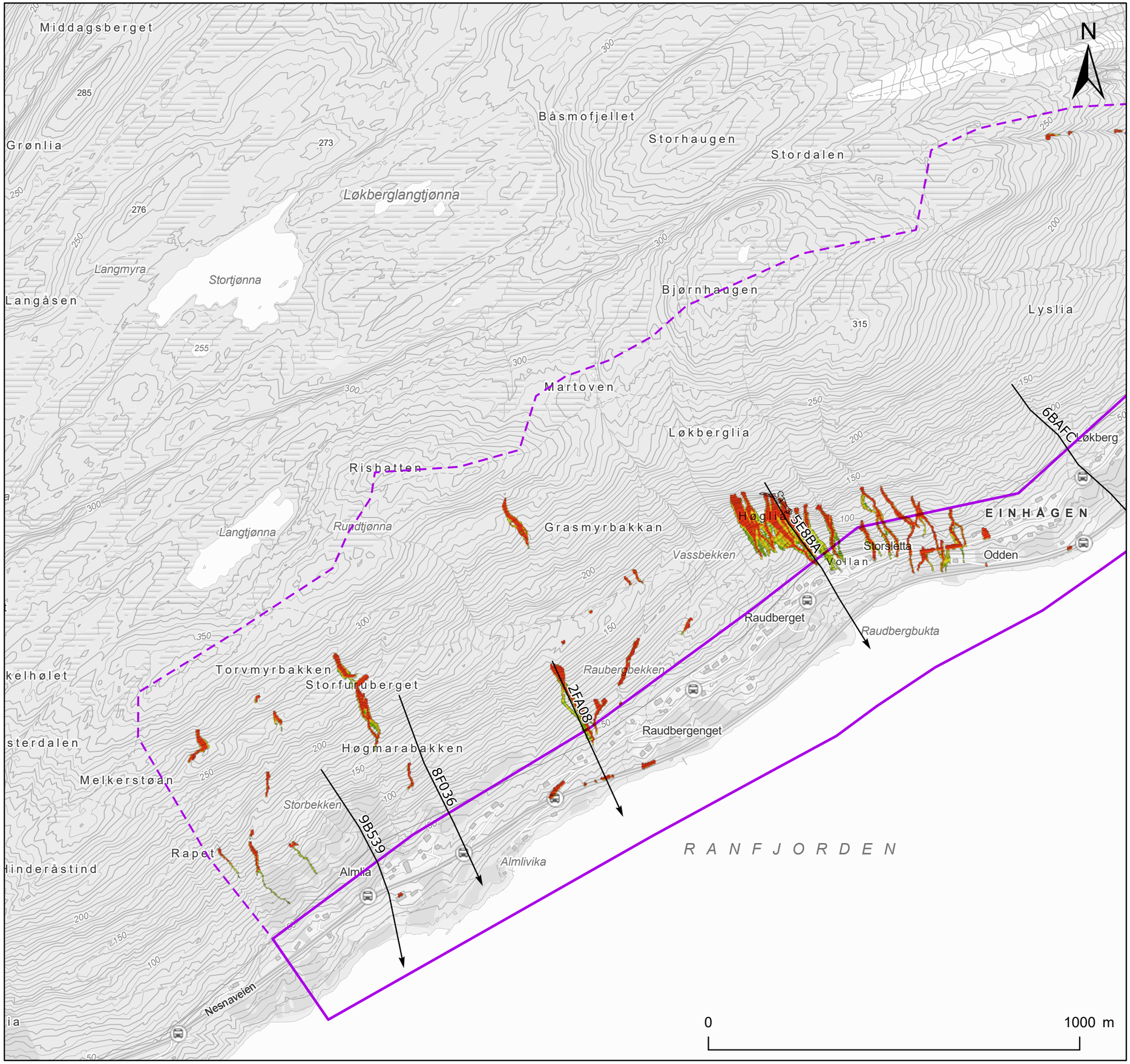
Snøskredmodeller

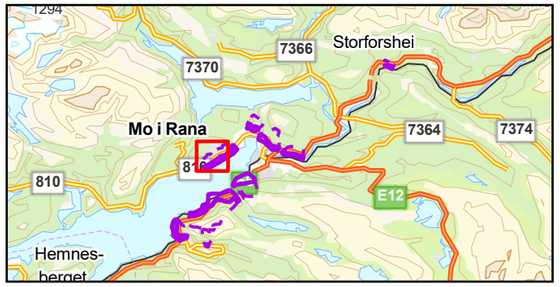
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-13	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	5-1D-M1	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE





Tegnforklaring

- Påvirkningsområde
- Kartlagt område
- Utløsningsområde steinsprang
- Skredprofil

Reach probability (RockyFor3D)

Value

- ≤ 1 %
- ≤ 1,5 %
- ≤ 3 %
- ≤ 5 %
- ≤ 10 %

NVE

Båsmobakken-Almlia

Steinsprangmodeller

NVE

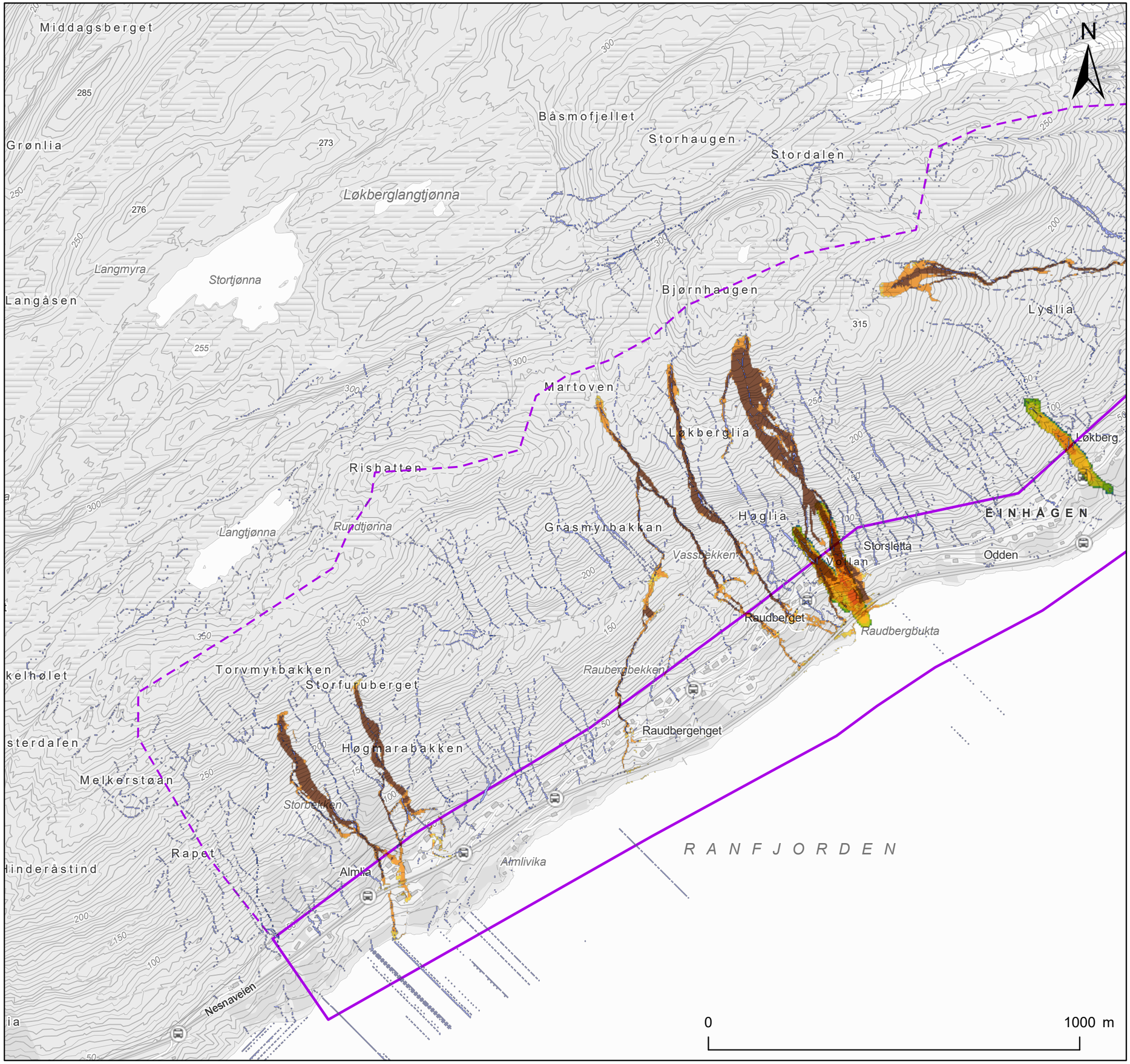
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

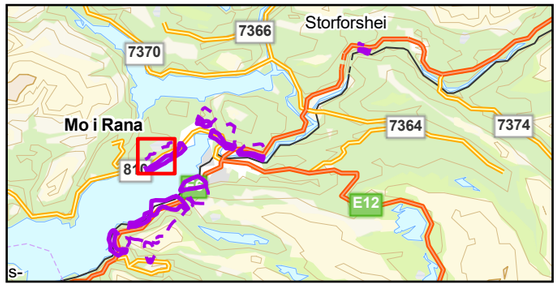
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	5-1D-M2	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

SAMOS sørpeskred

Maksimal hastighet (m/s)

- < 0.5 [m/s]
- 0.5 - 1 [m/s]
- 1 - 2.5 [m/s]
- 2.5 - 5 [m/s]
- 5 - 10 [m/s]
- 10 - 15 [m/s]
- 15 - 20 [m/s]
- 20 - 25 [m/s]
- 25 - 30 [m/s]
- > 30 [m/s]

RAMMS sørpeskred

Maksimal hastighet (m/s)

- 0 - 1
- 1 - 2
- 2 - 5
- 5 - 10

Flow accumulation (m3)

- 0 - 1 000
- 1 000 - 10 000
- 10 000 - 20 000
- 20 000 - 40 000
- 40 000 - 100000

NVE

Båsmobakken-Almlia

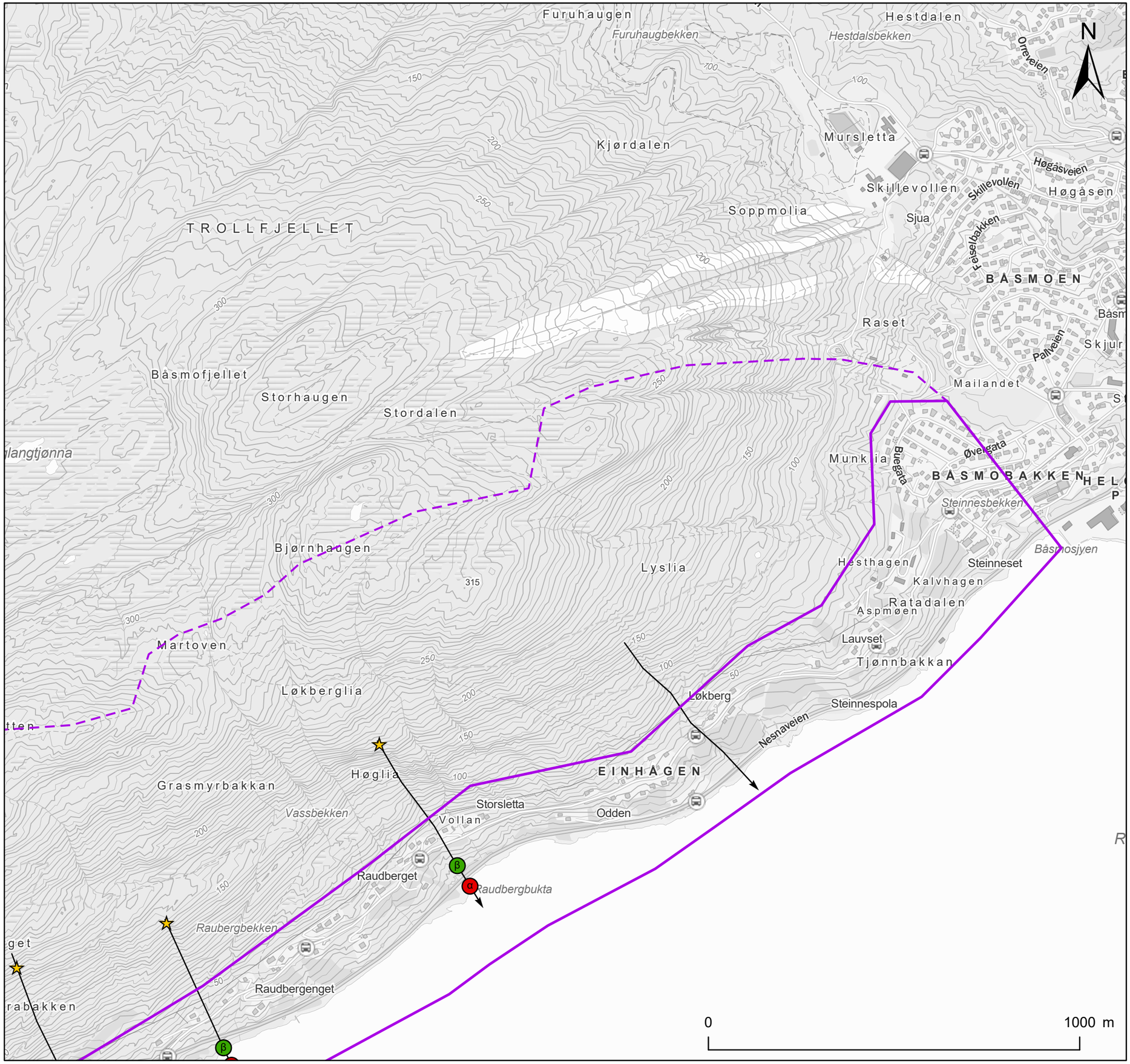
Sørpeskredmodeller

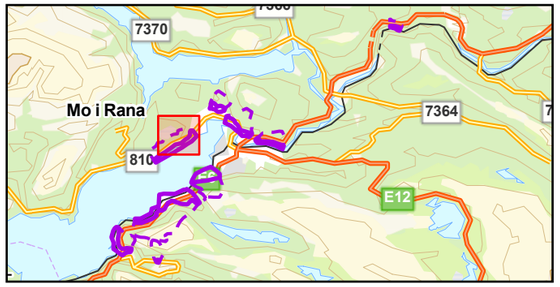
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	5-1D-M3	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

Skredprofil

Alfa-Beta

Utløsningspunkt

Beta

Alfa

Hastighet

Maksimal 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

NVE

Båsmobakken-Almlia

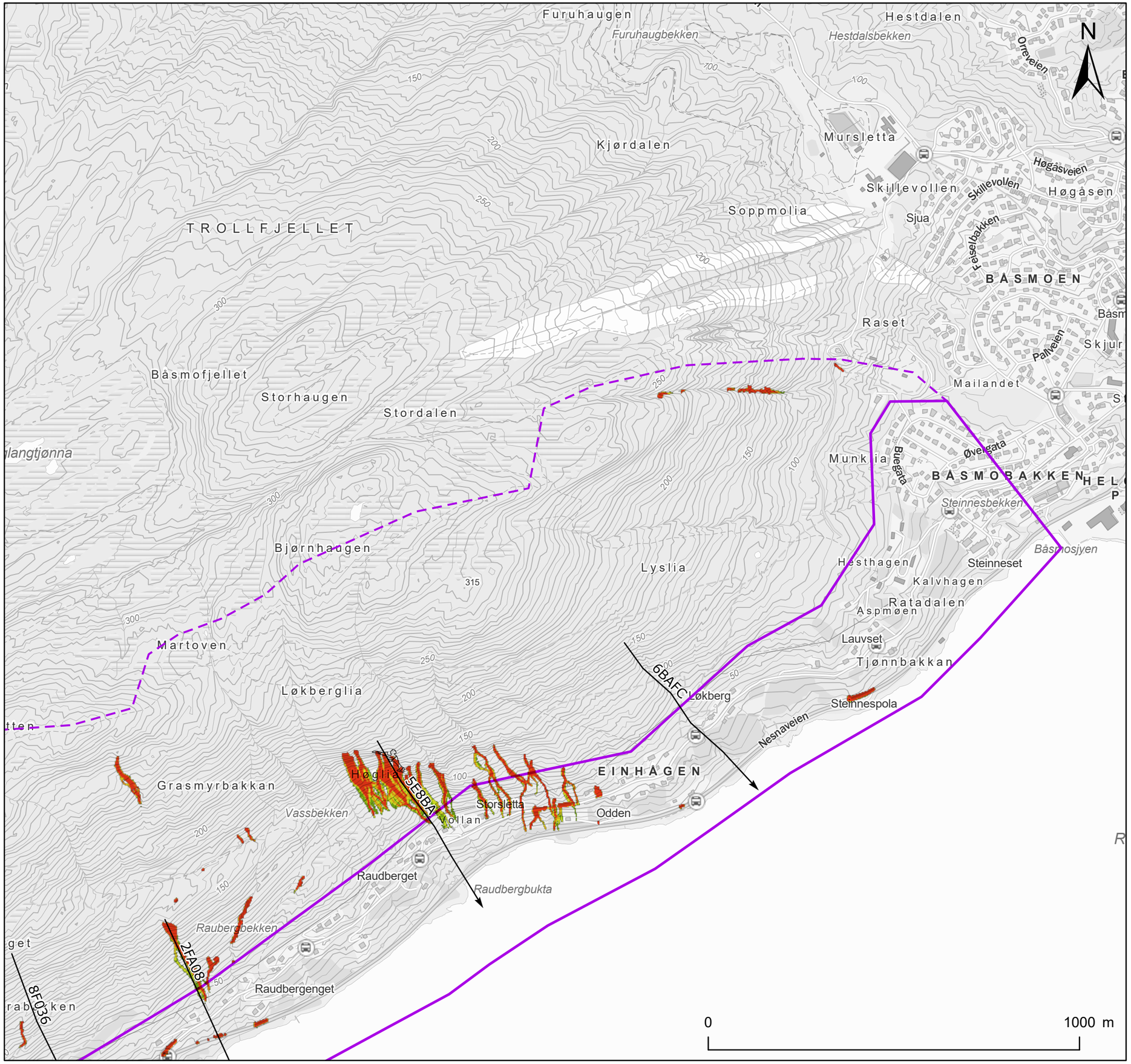
Snøskredmodeller

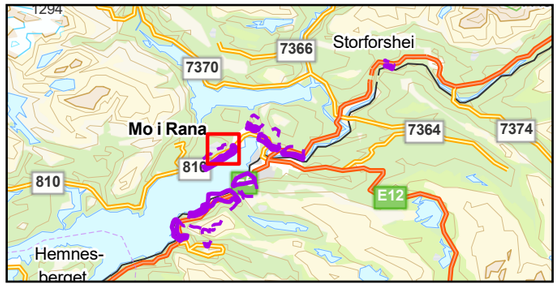
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-13	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	5-2D-M1	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE





Tegnforklaring

- Påvirkningsområde
- Kartlagt område
- Utløsningsområde steinsprang
- Skredprofil

Reach probability (RockyFor3D)

Value

- ≤ 1 %
- ≤ 1,5 %
- ≤ 3 %
- ≤ 5 %
- ≤ 10 %

NVE

Båsmobakken-Almlia

Steinsprangmodeller

NVE

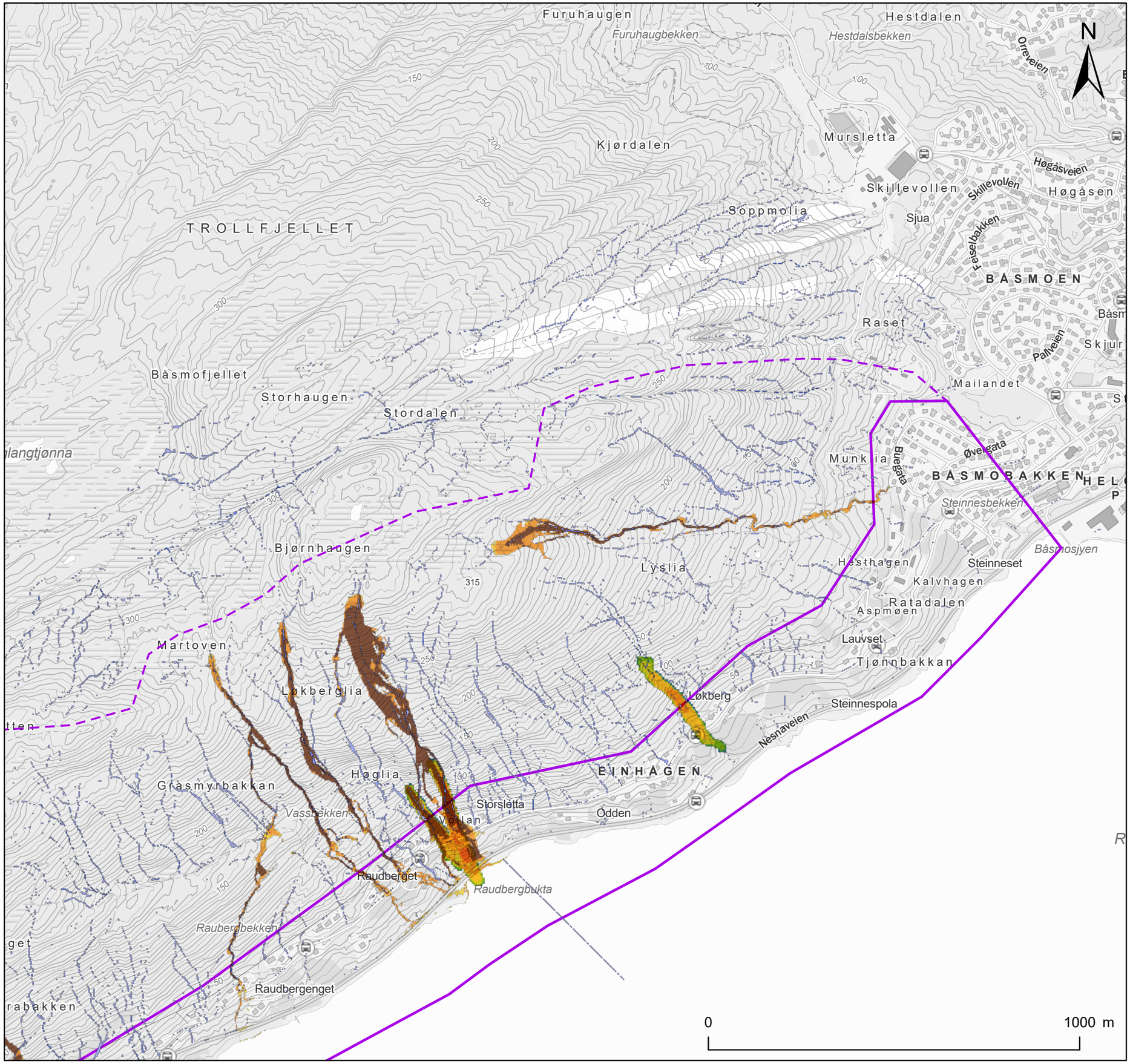
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

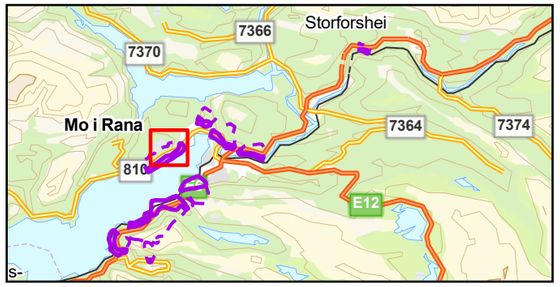
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	5-2D-M2	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

SAMOS sørpeskred

Maksimal hastighet (m/s)

- < 0.5 [m/s]
- 0.5 - 1 [m/s]
- 1 - 2.5 [m/s]
- 2.5 - 5 [m/s]
- 5 - 10 [m/s]
- 10 - 15 [m/s]
- 15 - 20 [m/s]
- 20 - 25 [m/s]
- 25 - 30 [m/s]
- > 30 [m/s]

RAMMS sørpeskred

Maksimal hastighet (m/s)

- 0 - 1
- 1 - 2
- 2 - 5
- 5 - 10

Flow accumulation (m3)

- 0 - 1 000
- 1 000 - 10 000
- 10 000 - 20 000
- 20 000 - 40 000
- 40 000 - 100000

NVE

Båsmobakken-Almlia

Sørpeskredmodeller

NVE

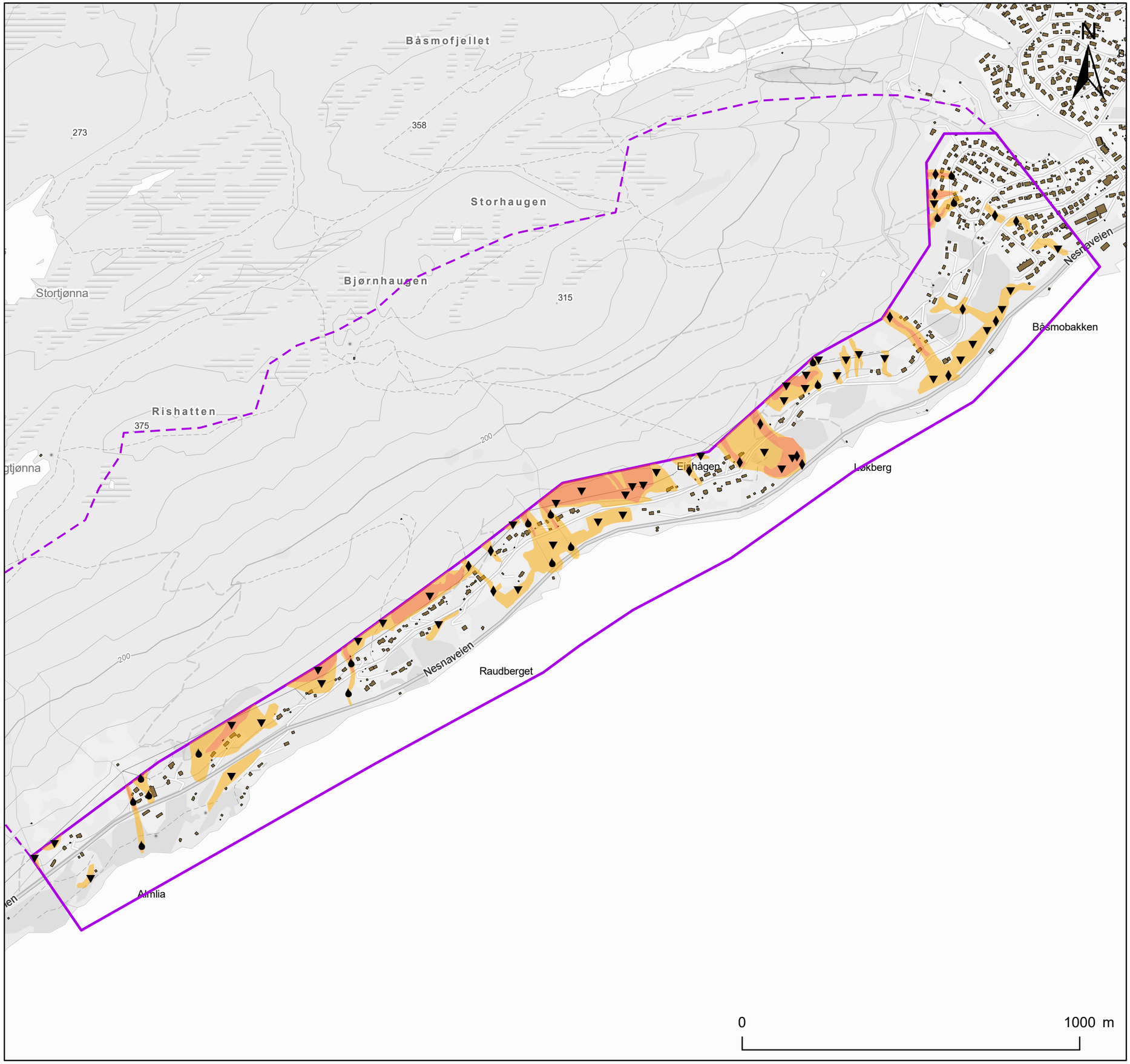
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

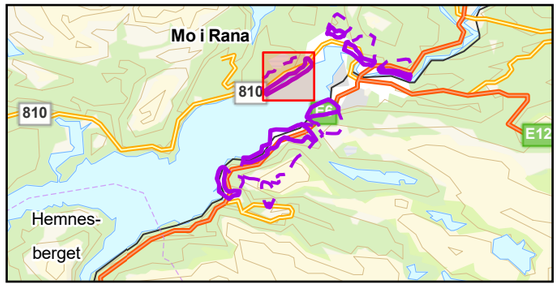
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	5-2D-M3	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

- Kartlagt område
- Påvirkningsområde
- Bygninger (FKB)

Faresoner med årlig sannsynlighet

- ≥ 1/100
- ≥ 1/1000
- ≥ 1/5000

Dimensjonerende faretype

- Steinsprang
- Steinskred
- Snøskred
- Sørpeskred
- Jordskred
- Flomskred

NVE

Båsmobakken-Almlia

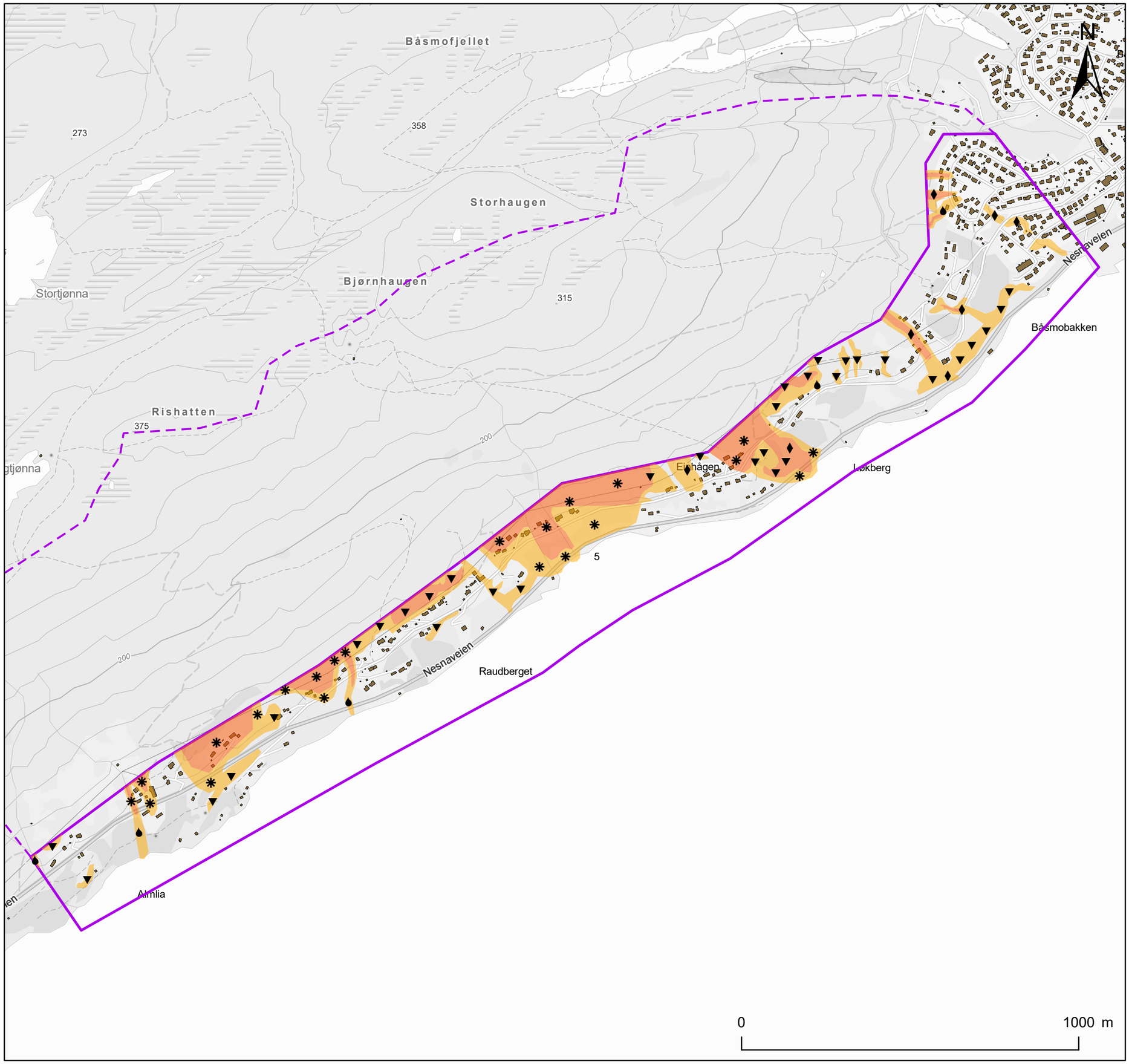
Faresonekart dagens situasjon

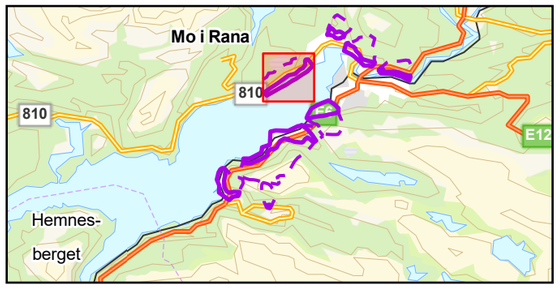
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:11 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	5E	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE





Tegnforklaring

- Påvirkningsområde
- Kartlagt område
- Bygninger (FKB)

Faresoner med årlig sannsynlighet

- ≥ 1/1000
- ≥ 1/5000

Dimensjonerende faretype

- Snøskred
- Sørpeskred
- Jordskred
- Flomskred

NVE

Båsmobakken-Almlia

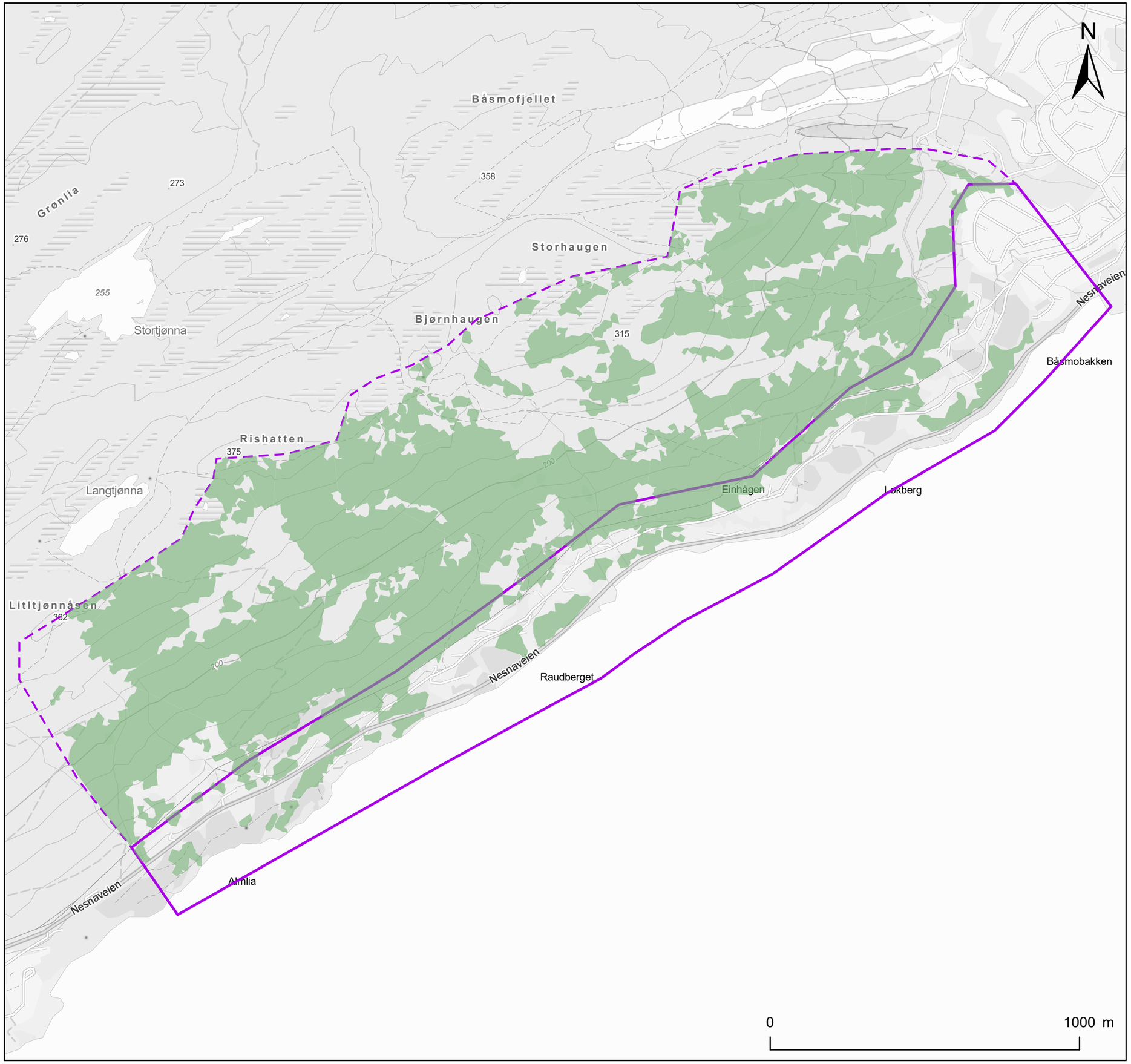
Faresonekart uten skog

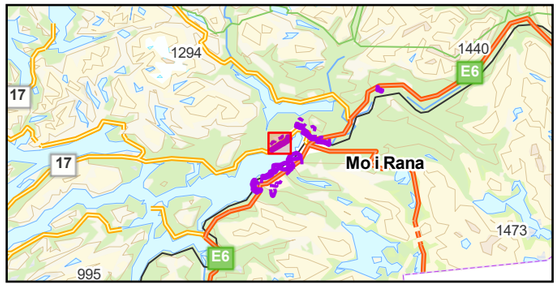
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:11 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	5F	01

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

Skog med betydning for skredfare

Type skog

1

2

NVE

Båsmobakken-Almlia

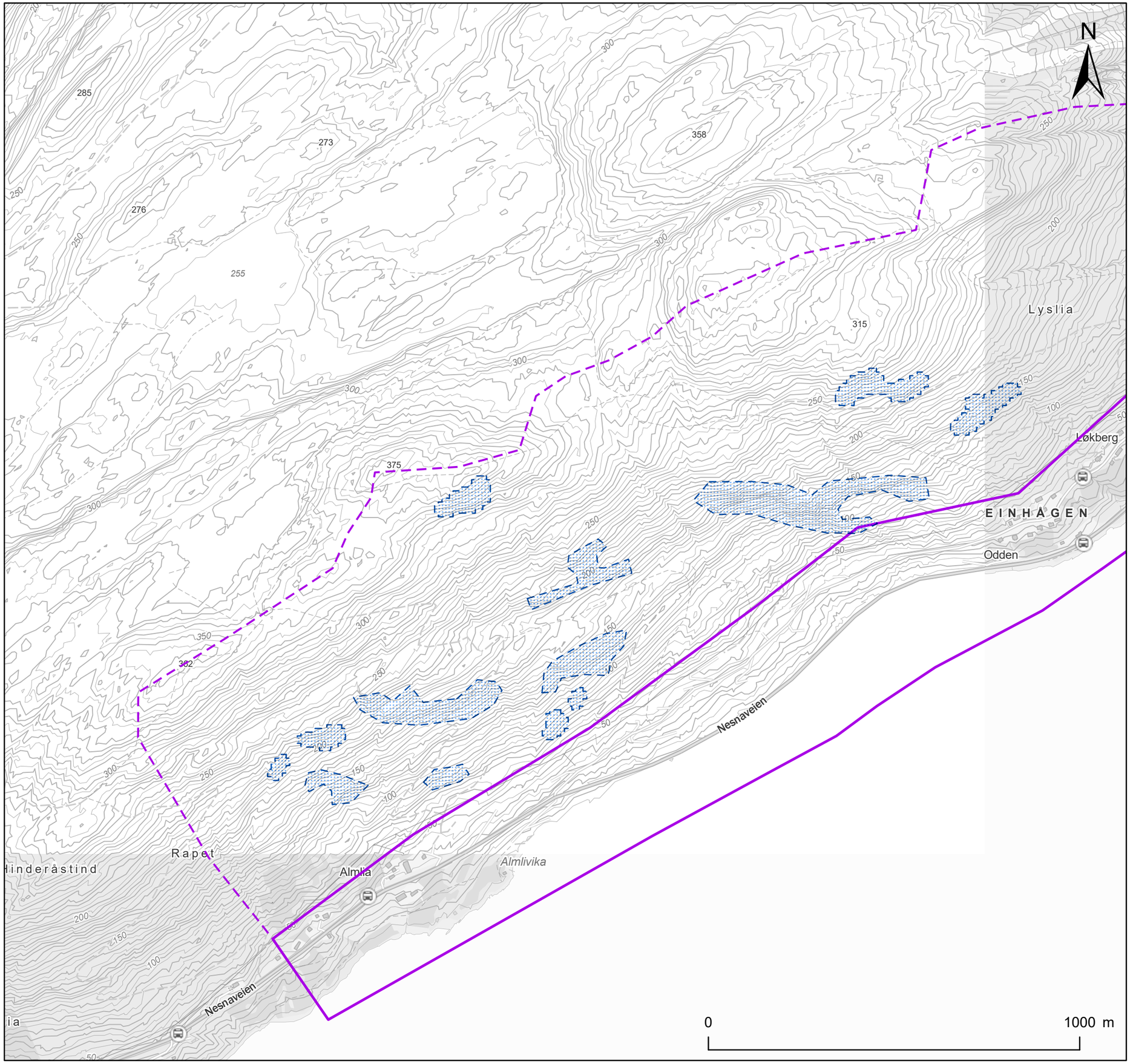
Skogkart

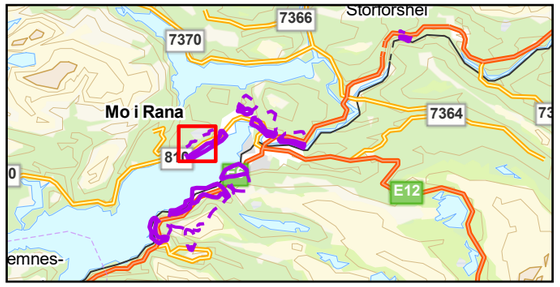
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:12 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	5G	01

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

Potensielle løsneområder

Løsneområde snøskred (Dagens situasjon)

Løsneområde snøskred (Uten skog)

NVE

Båsmobakken-Almlia

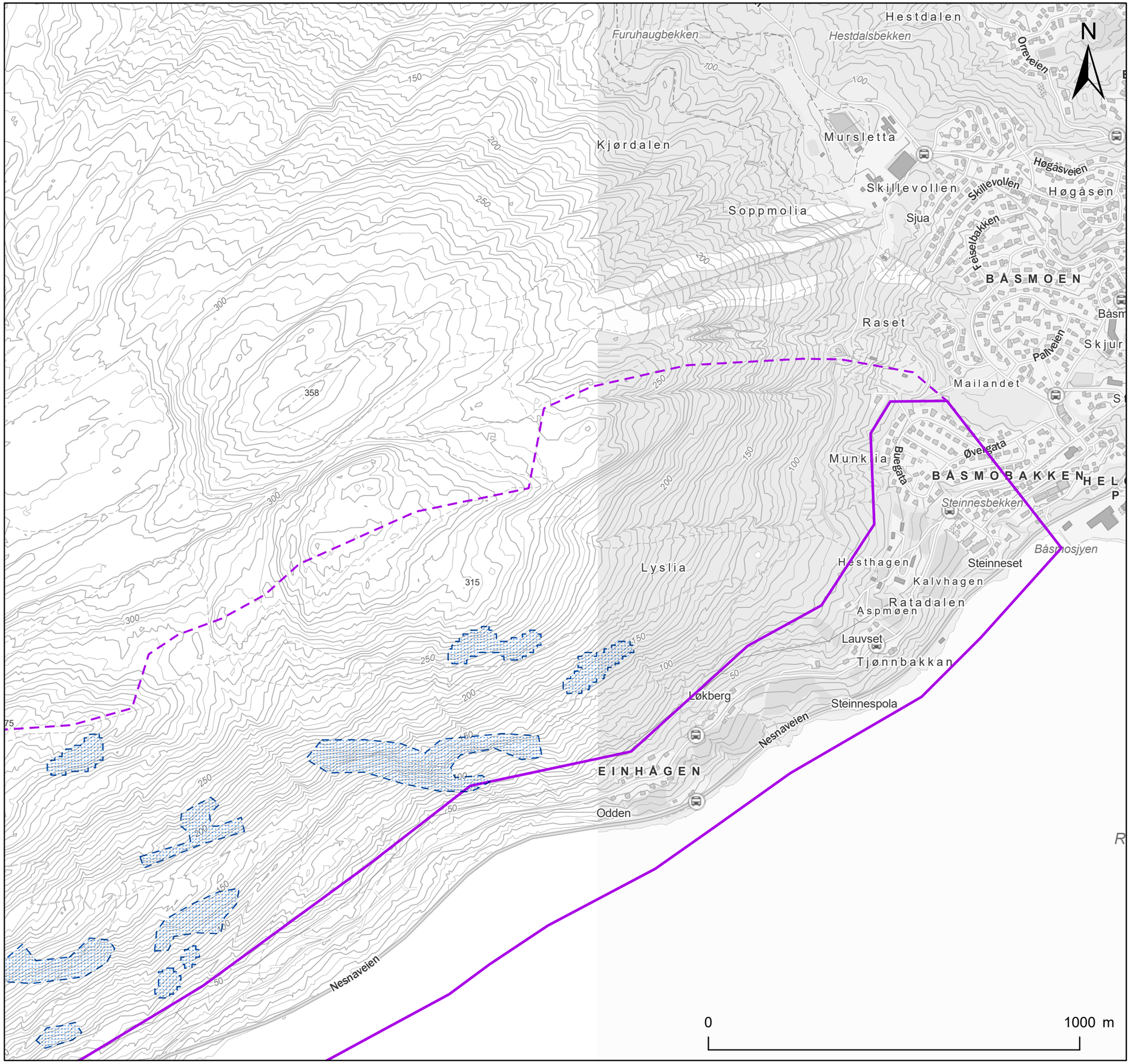
Løsneområder snøskred uten skog.

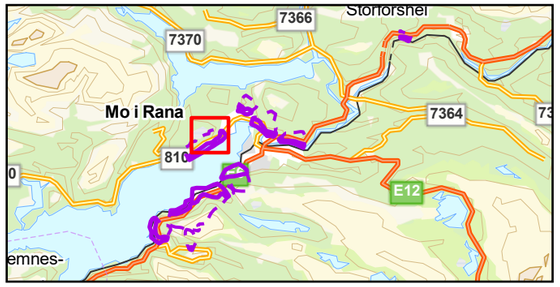
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-16	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	5-1D-M4	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

Potensielle løsneområder

Løsneområde snøskred (Dagens situasjon)

Løsneområde snøskred (Uten skog)

NVE

Båsmobakken-Almlia

Løsneområder snøskred uten skog.

NVE

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-16	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	5-2D-M4	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI

Vedlegg 6

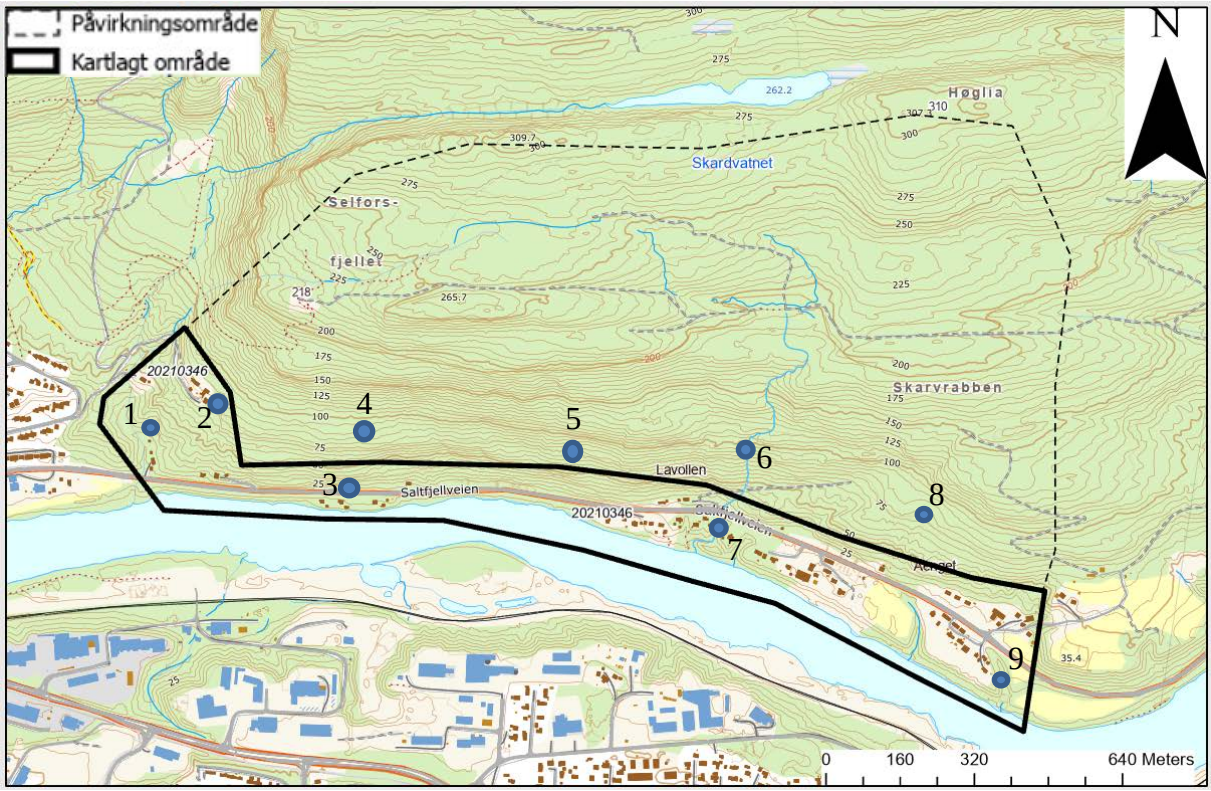
FOTO OG KART OMRÅDE 6

LAVOLLEN

Innhold

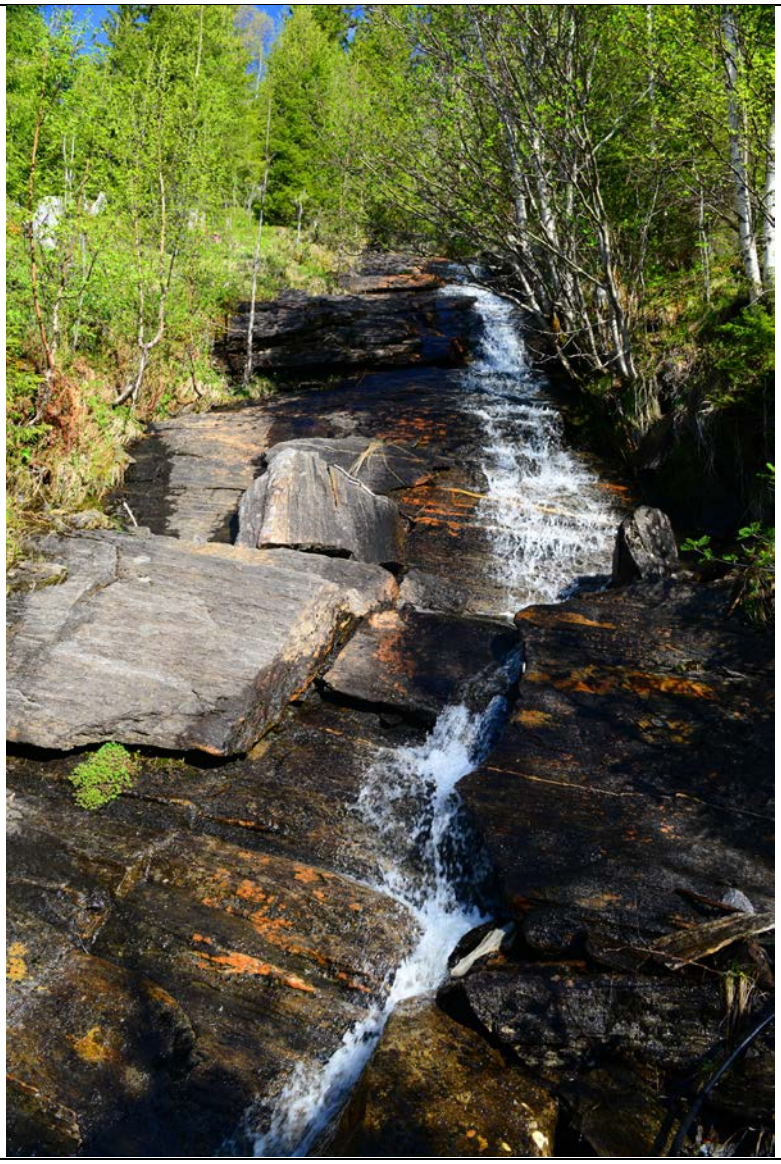
6A Foto
6B Helningskart, befaringsrute
6C Registreringskart
6D Modelleringskart
6E Faresoner med dagens vegetasjonsforhold
6F Faresoner uten effekt av skog
6G Skog med betydning for skredfaren
6H Løsneområder uten skog

6 A Foto

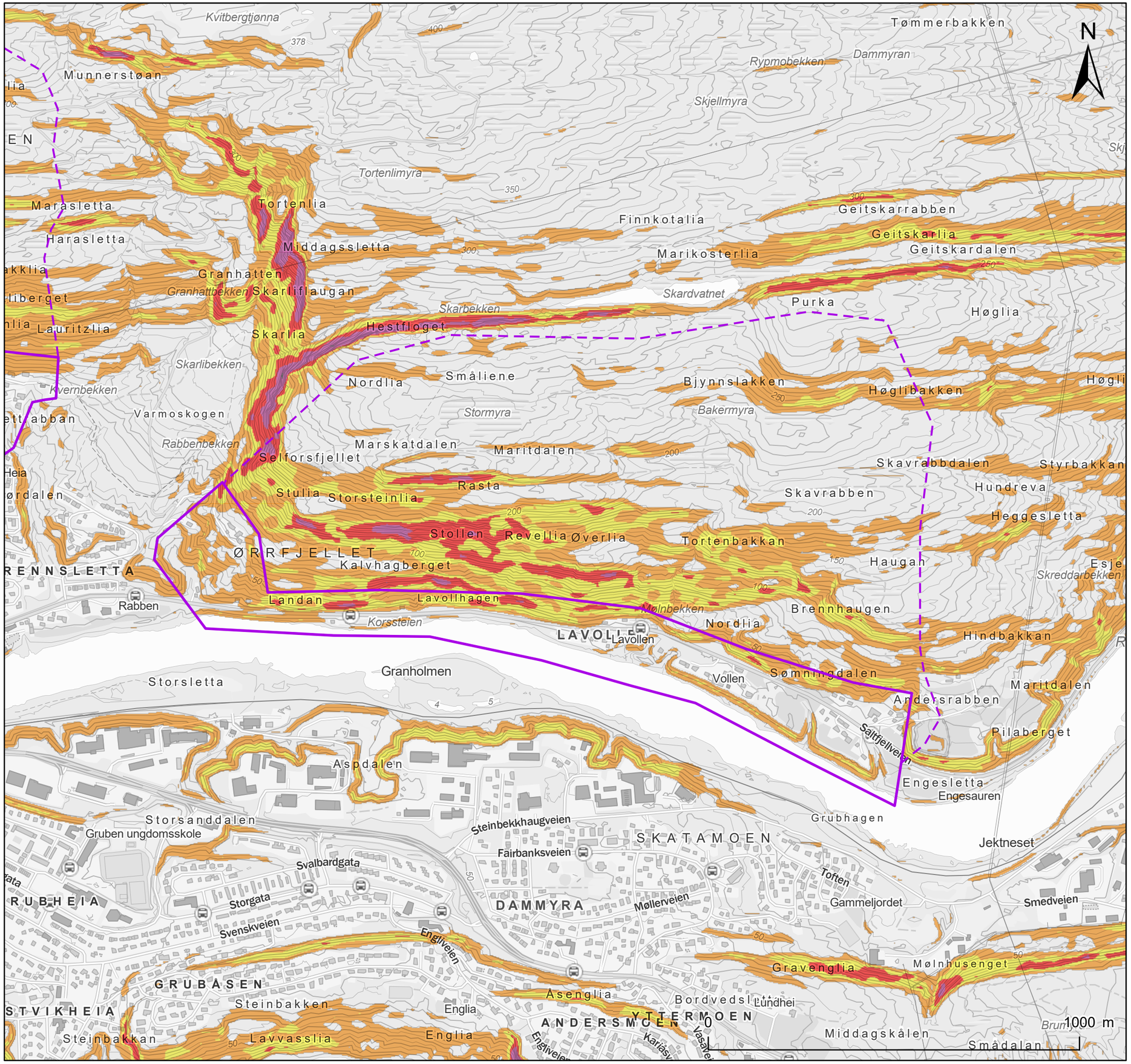

Påvirkningsområde
Kartlagt område
N
Høglia
Skardvatnet
Selfors-
fjellet
Skarvrabben
Lavollen
Saltfjellveien
20210346
1
2
3
4
5
6
7
8
9
0
160
320
640 Meters

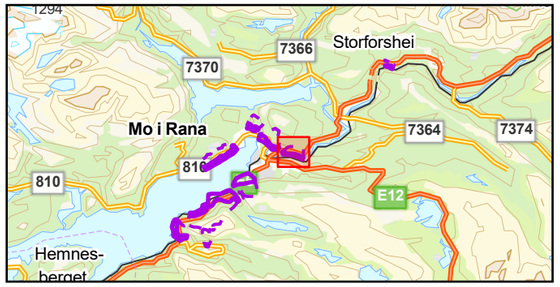
Bilde nr.		Kommentar
1		Ravine med bekk uten tydelige tegn på ustabile skråninger
2		Stabilt berg
3		Veiskjæring med overheng

4		Bekk uten spor etter erosjon
5		Liten ravine uten spor etter skred

6		Mølnbekken renner på berg

7		Ravine med lokale ustabile partier
8		Forsenkning uten spor etter skred.
9		Lokal overflate-utglidning i ravine.





Tegnforklaring

- Påvirkningsområde
- Kartlagt område

Bratte områder

- < 20°
- 20° - 30°
- 30° - 37°
- 37° - 45°
- 45° - 60°
- > 60°

NVE

Lavollen

Helningskart

NVE

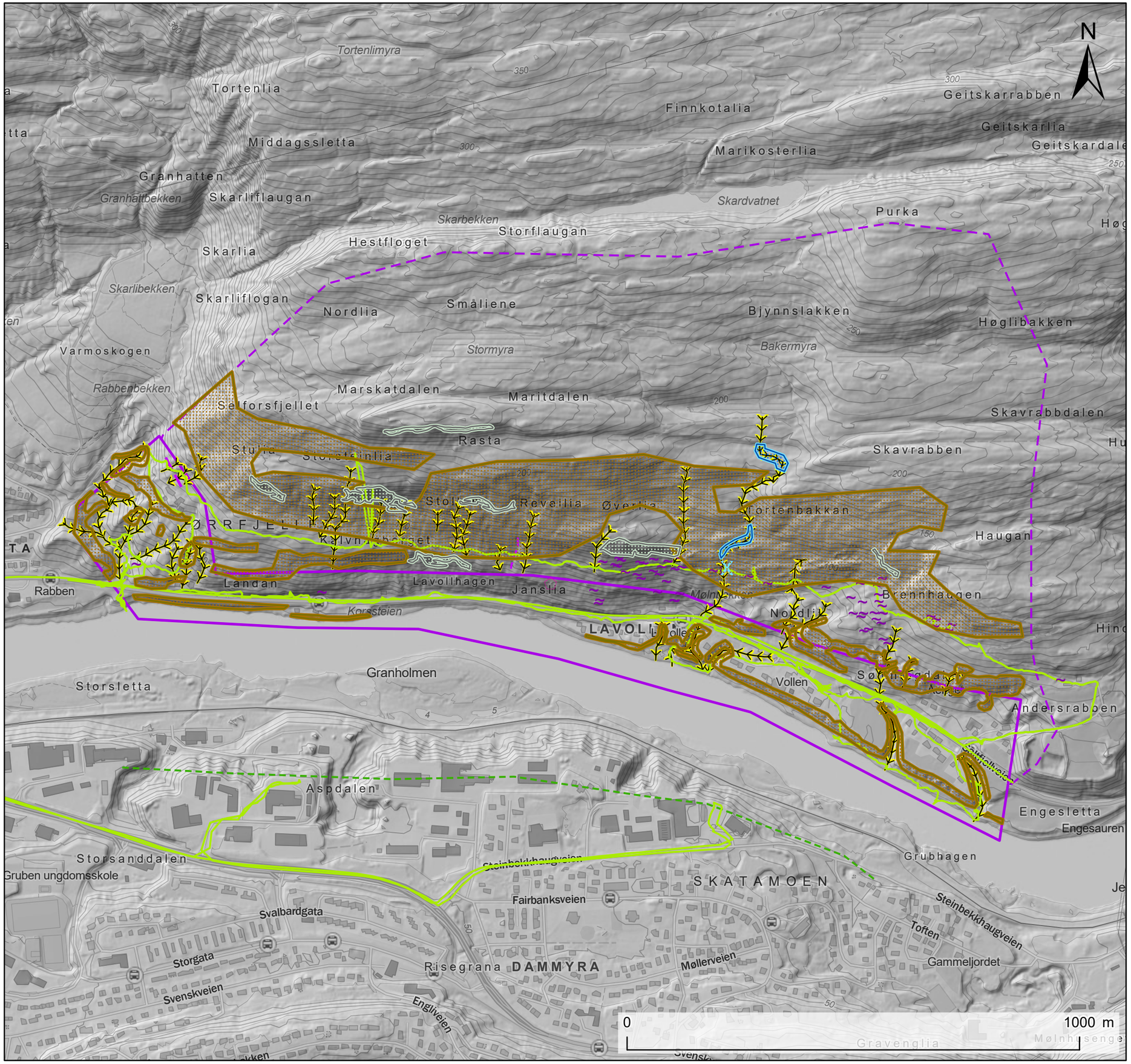
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

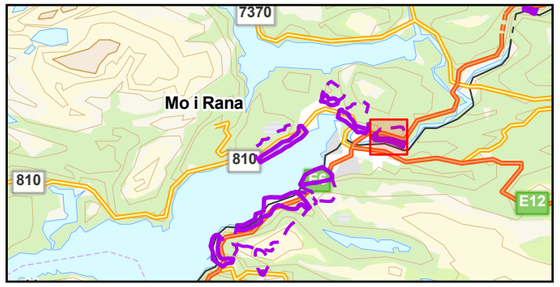
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	6B	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

- Påvirkningsområde
- Kartlagt område
- Løsneområde sørpeskred
- Løsneområde steinsprang/steinskred
- Løsneområder jordskred
- Antatt steinsprang/steinskredblokk
- Blokk med usikkert opphav
- Spor etter sørpeskred
- Sporlogg bakke
- Sporlogg drone
- Rygg
- Ravine/bekkenedskjæring
- Skredbane
- Skredhendelser med usikker rekkevidde

NVE

Lavollen

Registreringskart

NVE

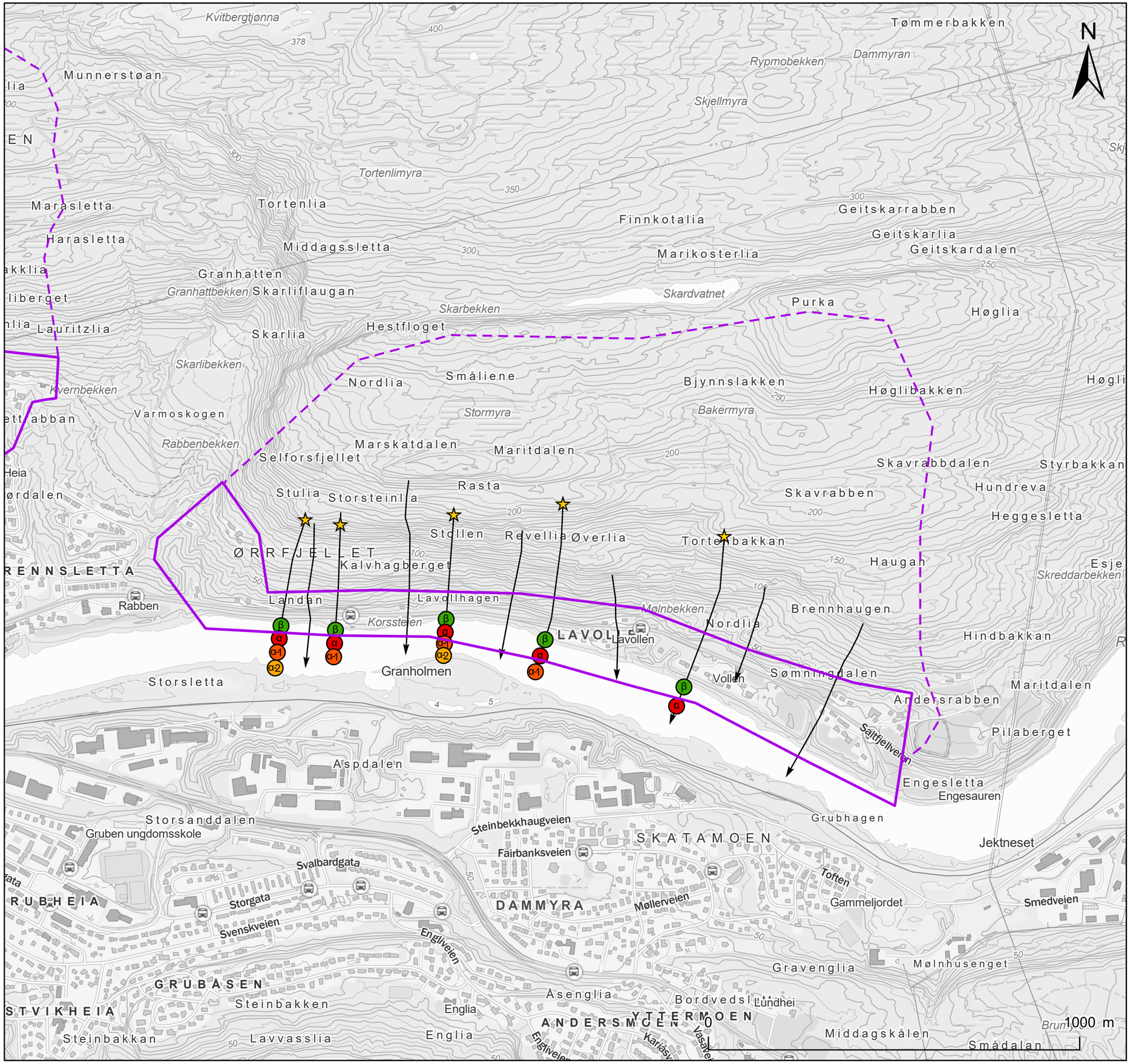
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-16	EMP	CJ	FS

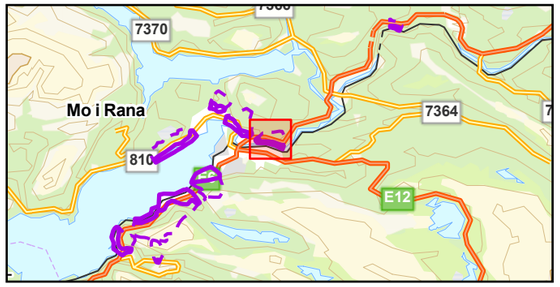
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:8 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	6C	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

Skredprofil

Alfa-Beta

- Utløsningspunkt
- Beta
- Alfa
- Alfa -1
- Alfa -2

Hastighet

Maksimal 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

NVE

Lavollen

Snøskredmodeller

NVE

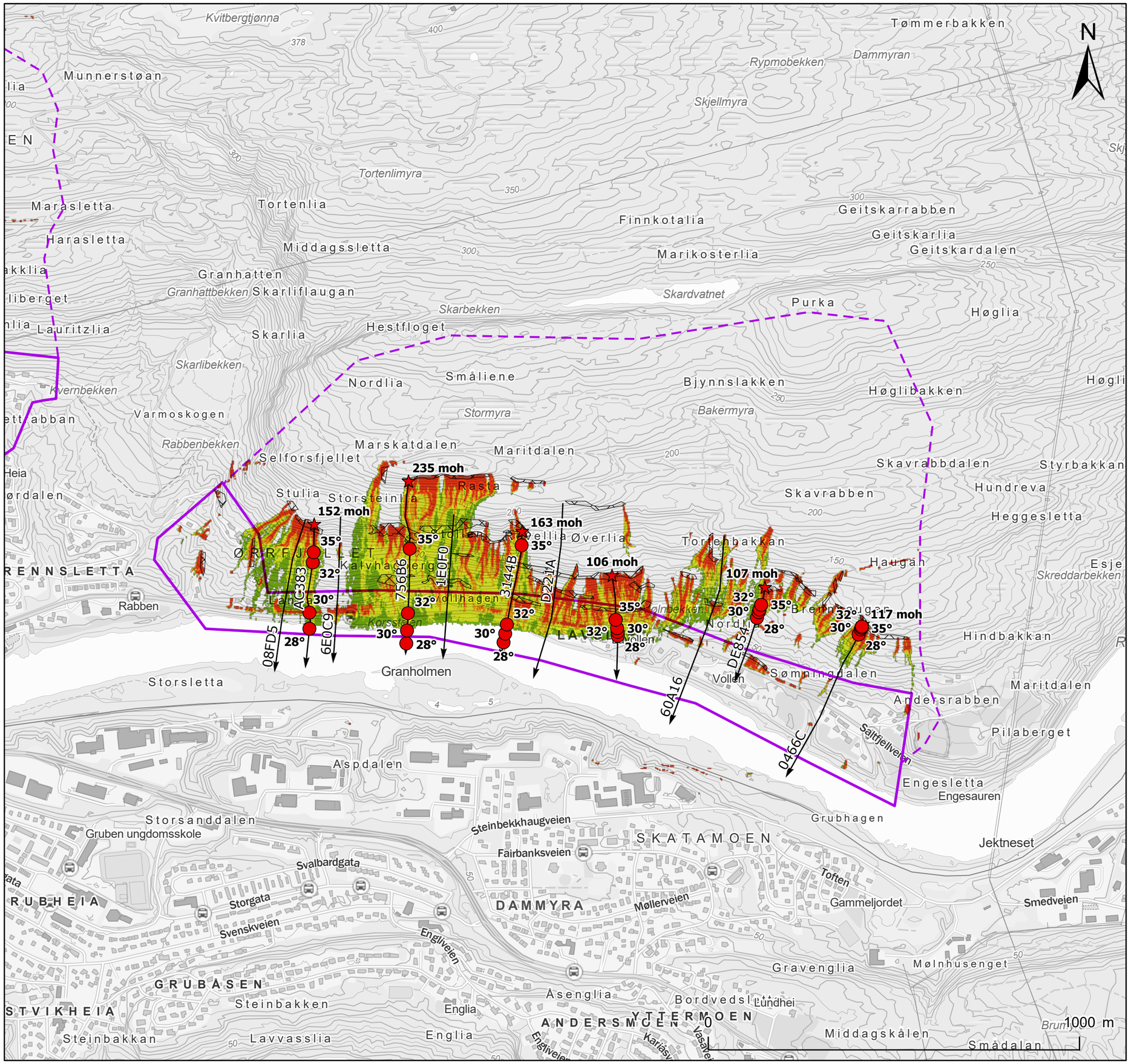
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-13	EMP	CJ	FS

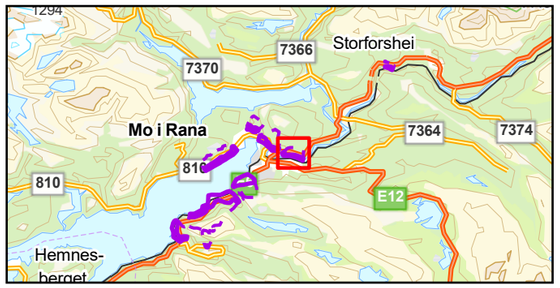
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	6D-M1	01

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

- Påvirkningsområde
- Kartlagt område
- Utløsningsområde steinsprang
- Skredprofil

Vinkelpunkt

- Utløsningspunkt
- Vinkel til utløsningspunkt

Reach probability (RockyFor3D)

Value

- ≤ 1 %
- ≤ 1,5 %
- ≤ 3 %
- ≤ 5 %
- ≤ 10 %

NVE

Lavollen

Steinsprangmodeller

NVE

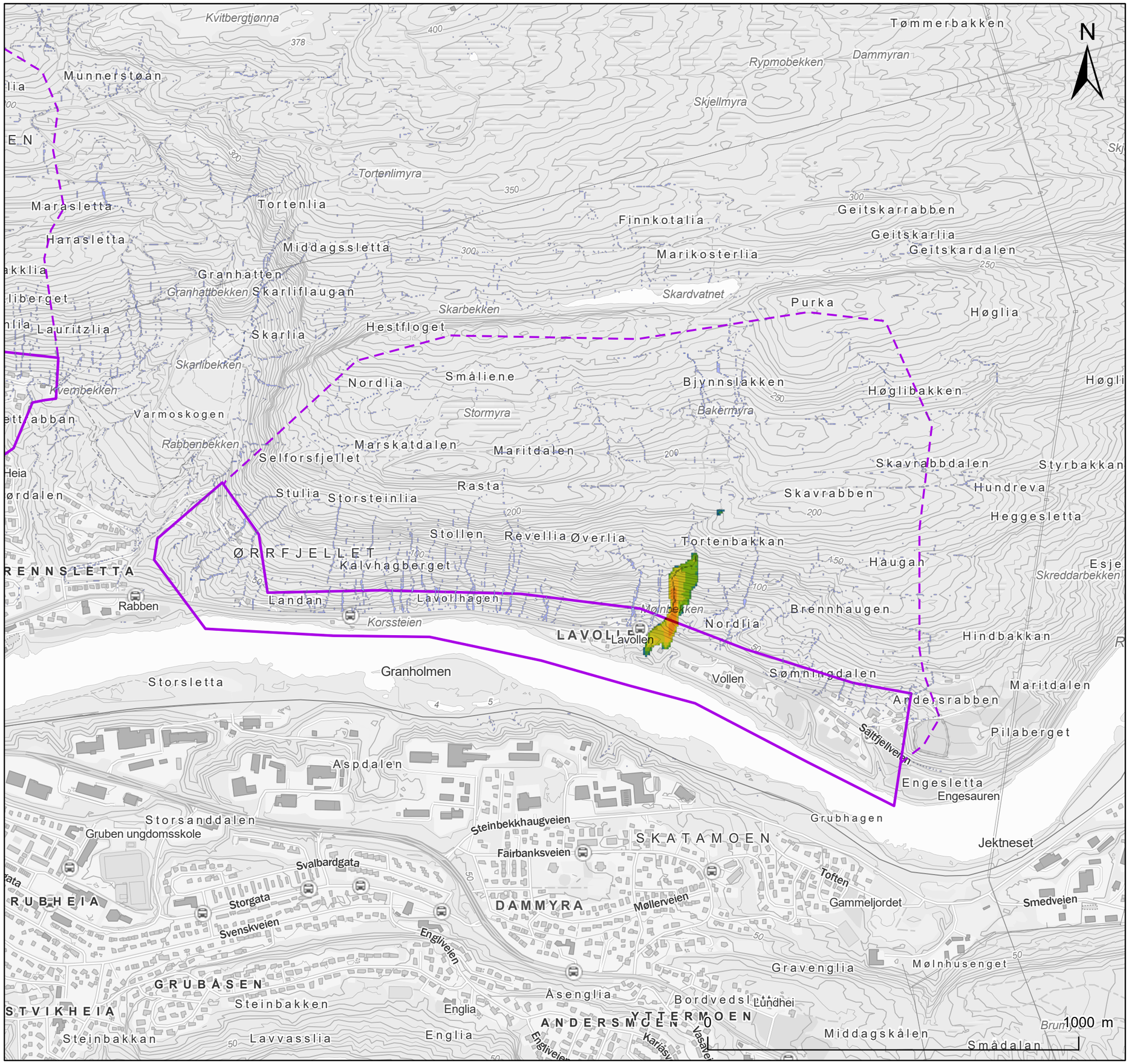
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

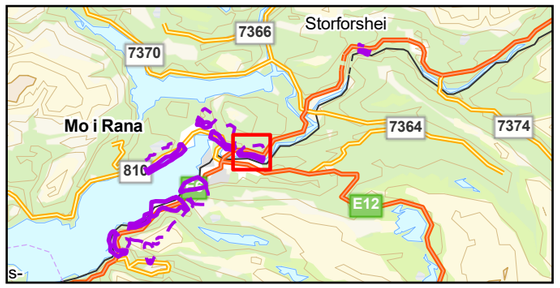
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	6D-M2	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

SAMOS sørpeskred

Maksimal hastighet (m/s)

- < 0.5 [m/s]
- 0.5 - 1 [m/s]
- 1 - 2.5 [m/s]
- 2.5 - 5 [m/s]
- 5 - 10 [m/s]
- 10 - 15 [m/s]
- 15 - 20 [m/s]
- 20 - 25 [m/s]
- 25 - 30 [m/s]
- > 30 [m/s]

RAMMS sørpeskred

Maksimal hastighet (m/s)

- 0 - 1
- 1 - 2
- 2 - 5
- 5 - 10

Flow accumulation (m3)

- 0 - 1 000
- 1 000 - 10 000
- 10 000 - 20 000
- 20 000 - 40 000
- 40 000 - 100000

NVE

Lavollen

Sørpeskredmodeller

NVE

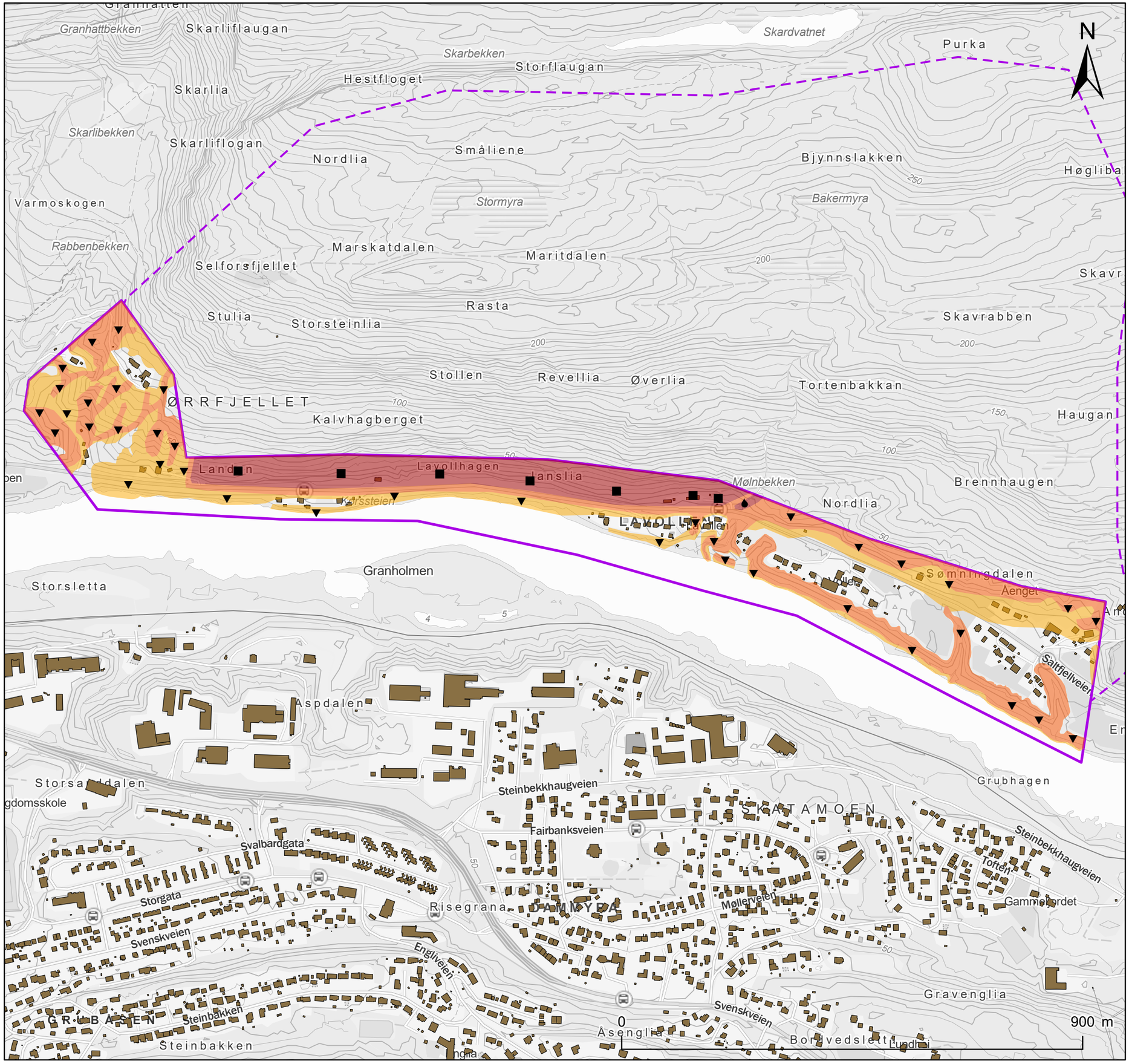
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

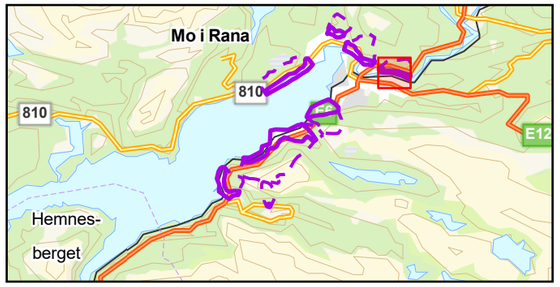
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	6D-M3	01

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

- Kartlagt område
- Påvirkningsområde
- Bygninger (FKB)

Faresoner med årlig sannsynlighet

- ≥ 1/100
- ≥ 1/1000
- ≥ 1/5000

Dimensjonerende faretype

- Steinsprang
- Steinskred
- Snøskred
- Sørpeskred
- Jordskred
- Flomskred

NVE

Lavollen

Faresonekart dagens situasjon

NVE

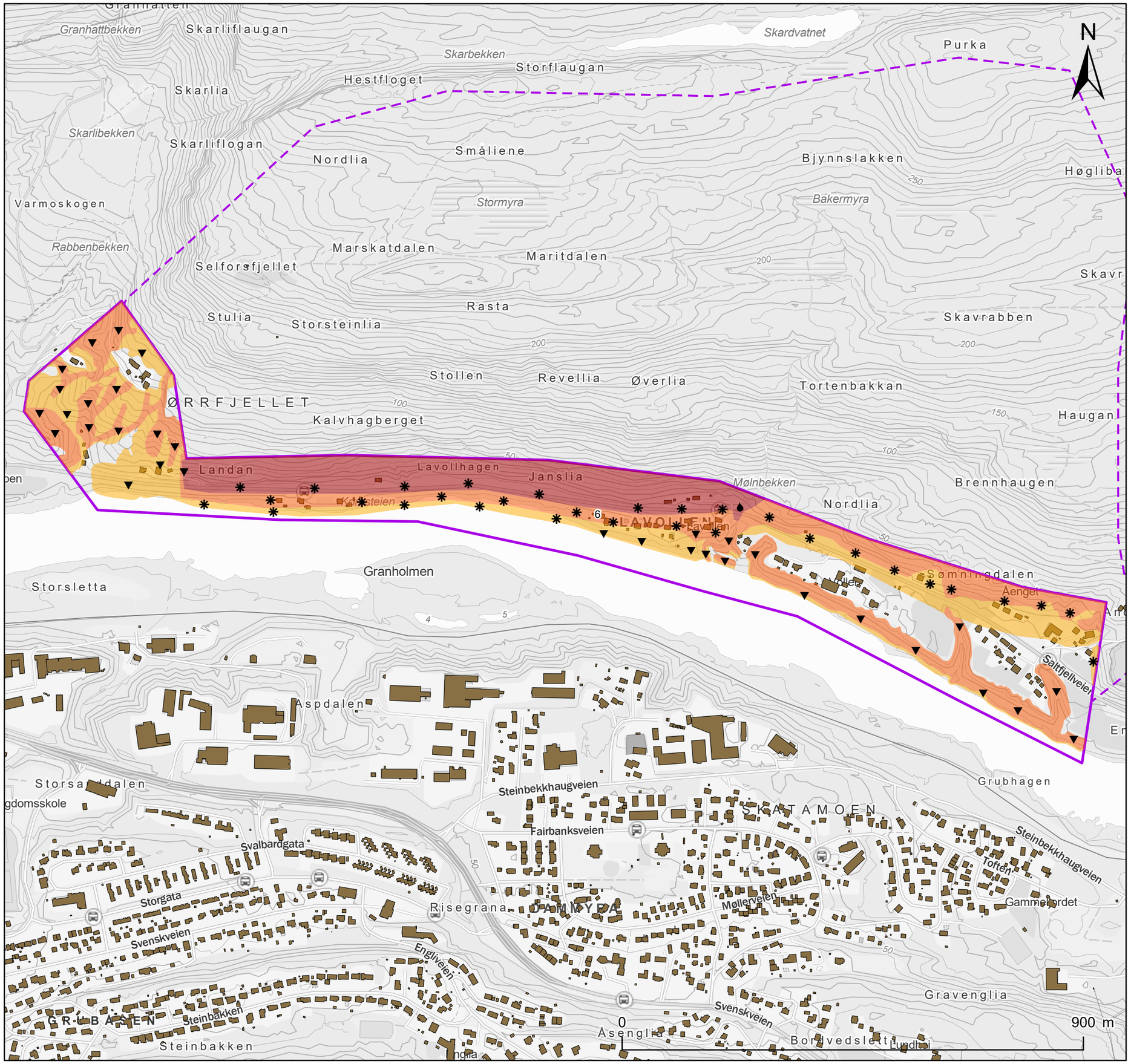
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

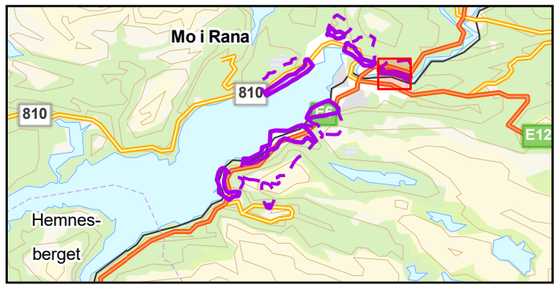
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:7 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	6E	01

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

- Påvirkningsområde
- Kartlagt område
- Bygninger (FKB)

Faresoner med årlig sannsynlighet

- ≥ 1/100
- ≥ 1/1000
- ≥ 1/5000

Dimensjonerende faretype

- Snøskred
- Sørpeskred
- Jordskred

NVE

Lavollen

Faresonekart uten skog

NVE

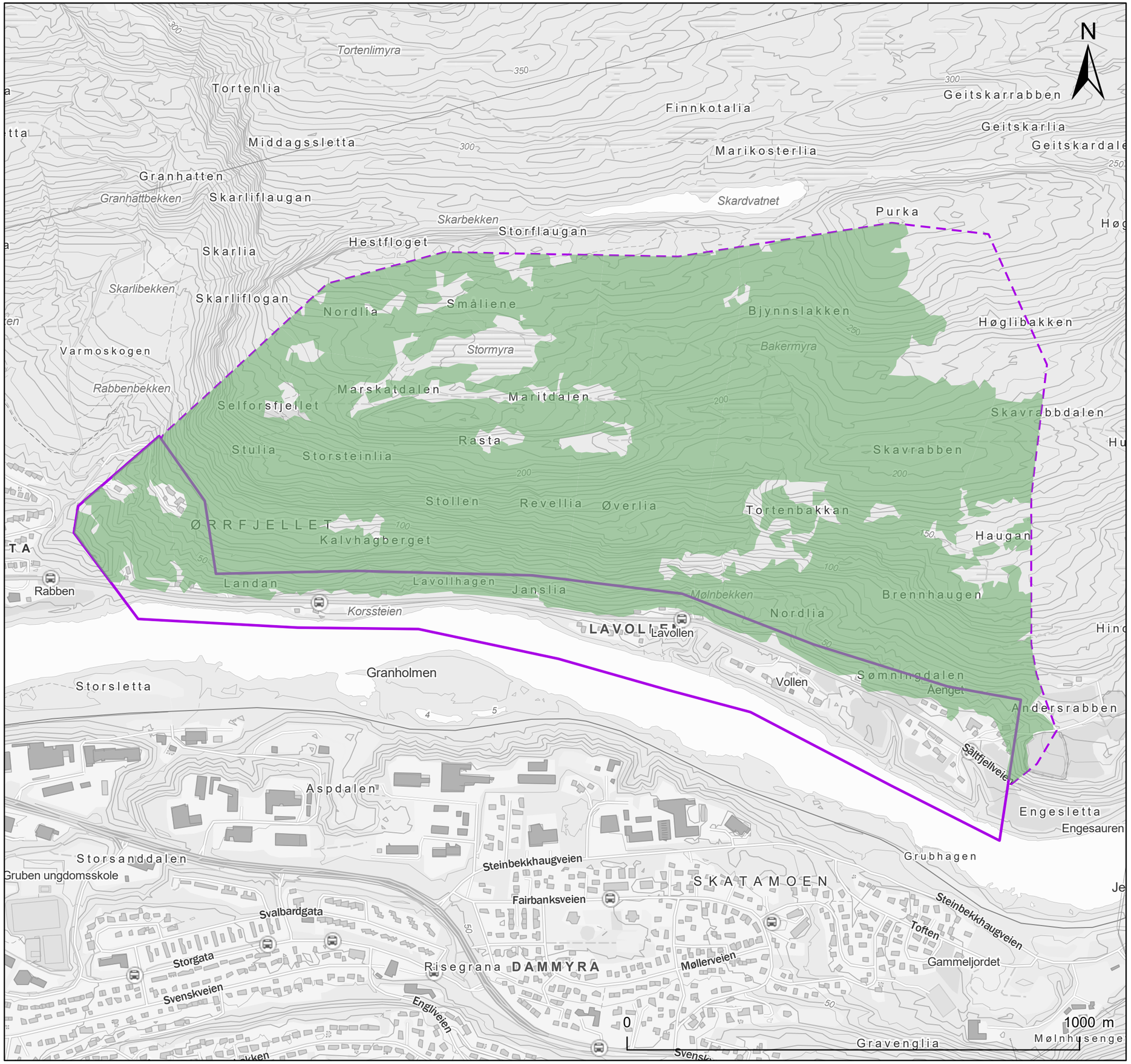
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

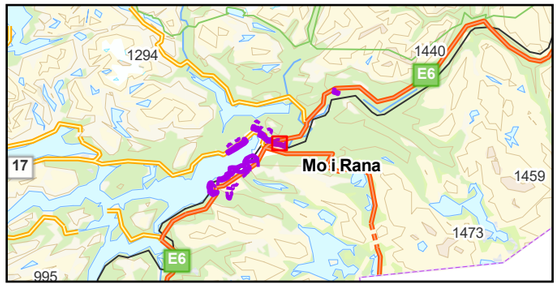
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:7 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	6F	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

Skog med betydning for skredfare

Type skog

1

2

NVE

Lavollen

Skogkart

NVE

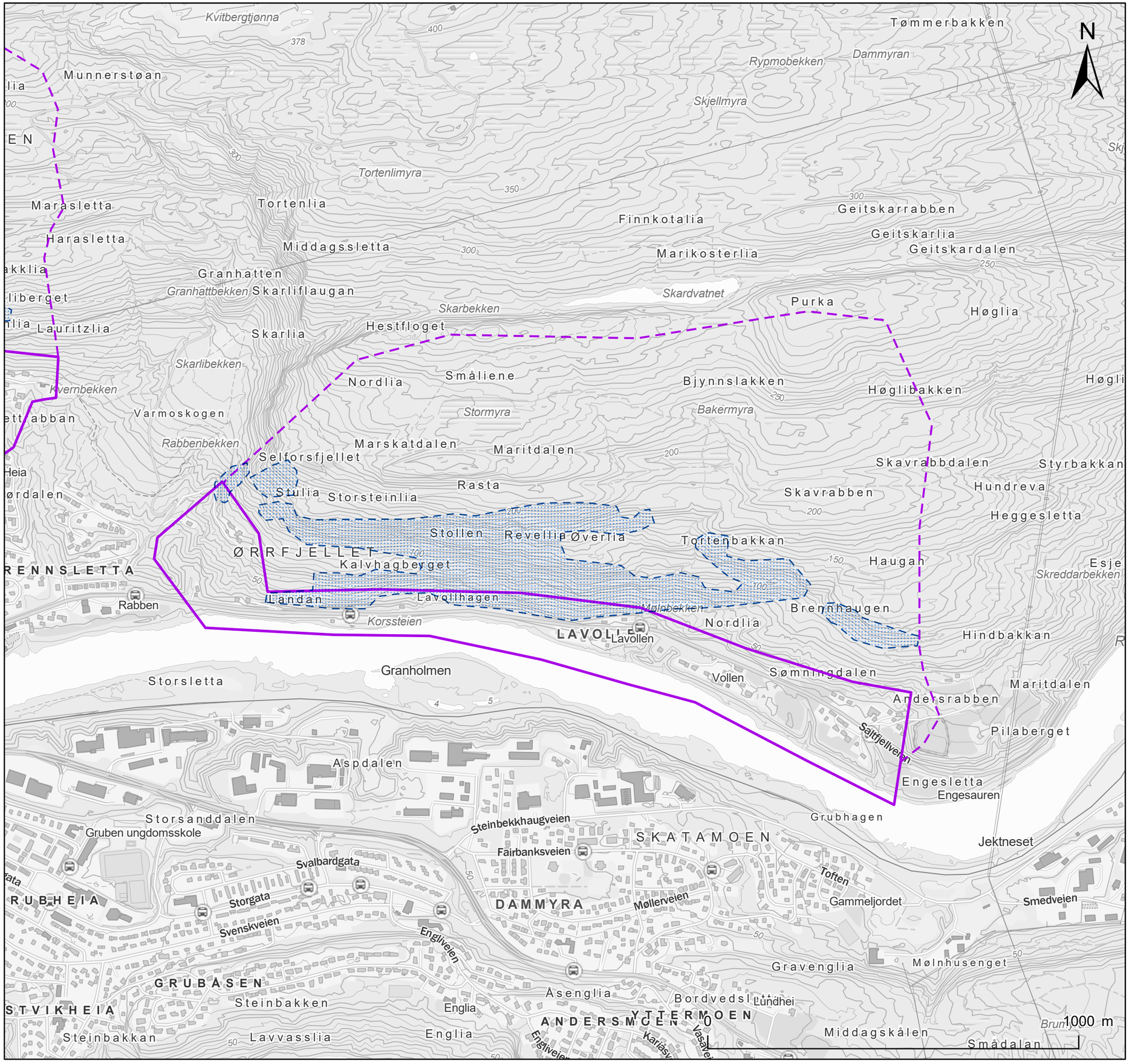
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

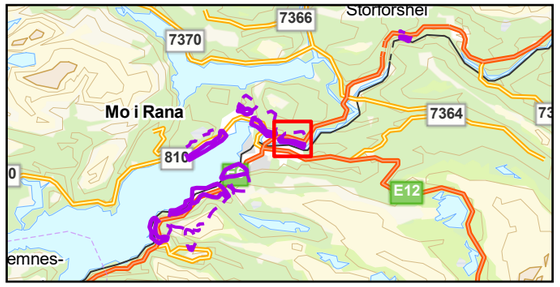
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:8 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	6G	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

Potensielle løsneområder

Løsneområde snøskred (Dagens situasjon)

Løsneområde snøskred (Uten skog)

NVE

Lavollen

Løsneområder snøskred uten skog.

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-16	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	6D-M4	01

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

Vedlegg 7

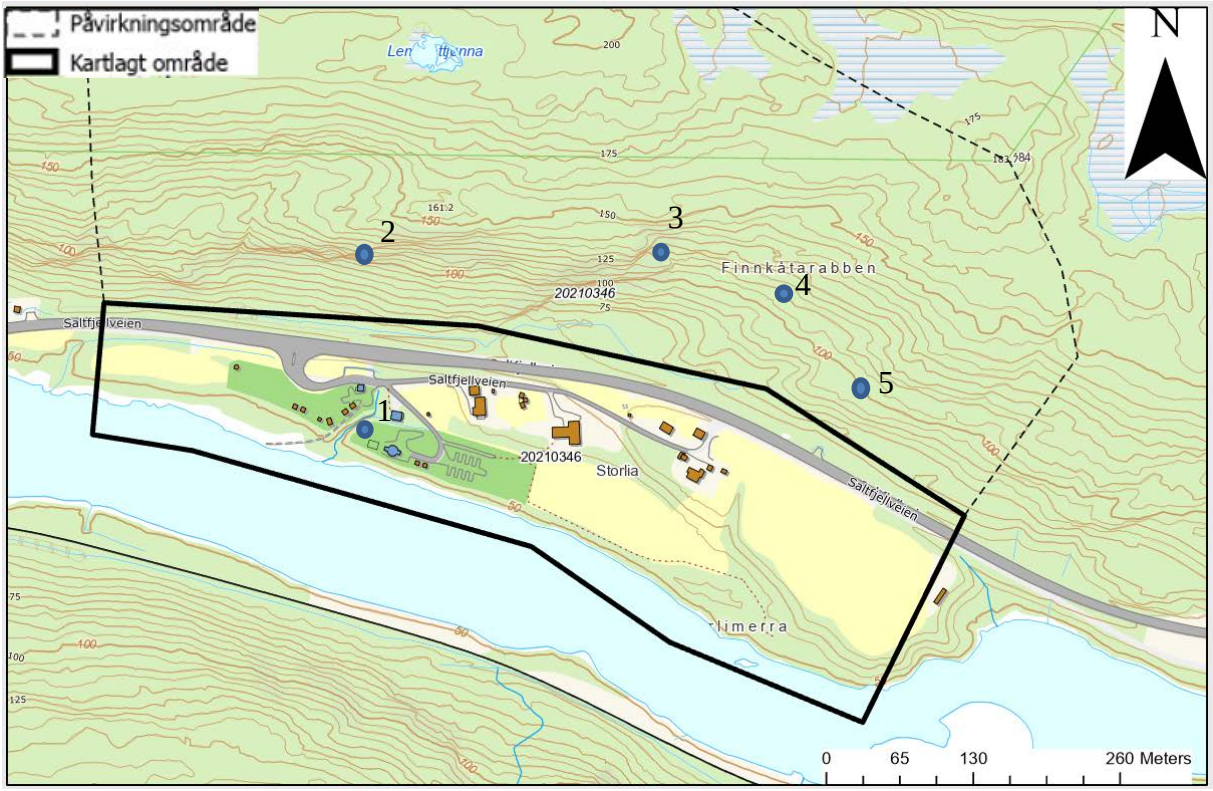
FOTO OG KART OMRÅDE 7

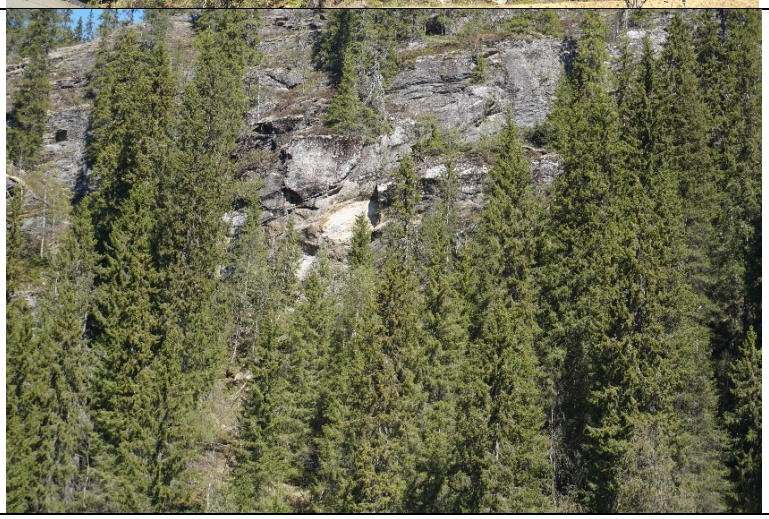
STORLI

Innhold

7A Foto
7B Helningskart, befaringsrute
7C Registreringskart
7D Modelleringskart
7E Faresoner med dagens vegetasjonsforhold
7F Faresoner uten effekt av skog
7G Skog med betydning for skredfaren
7H Løsneområder snøskred uten skog

7 A Foto

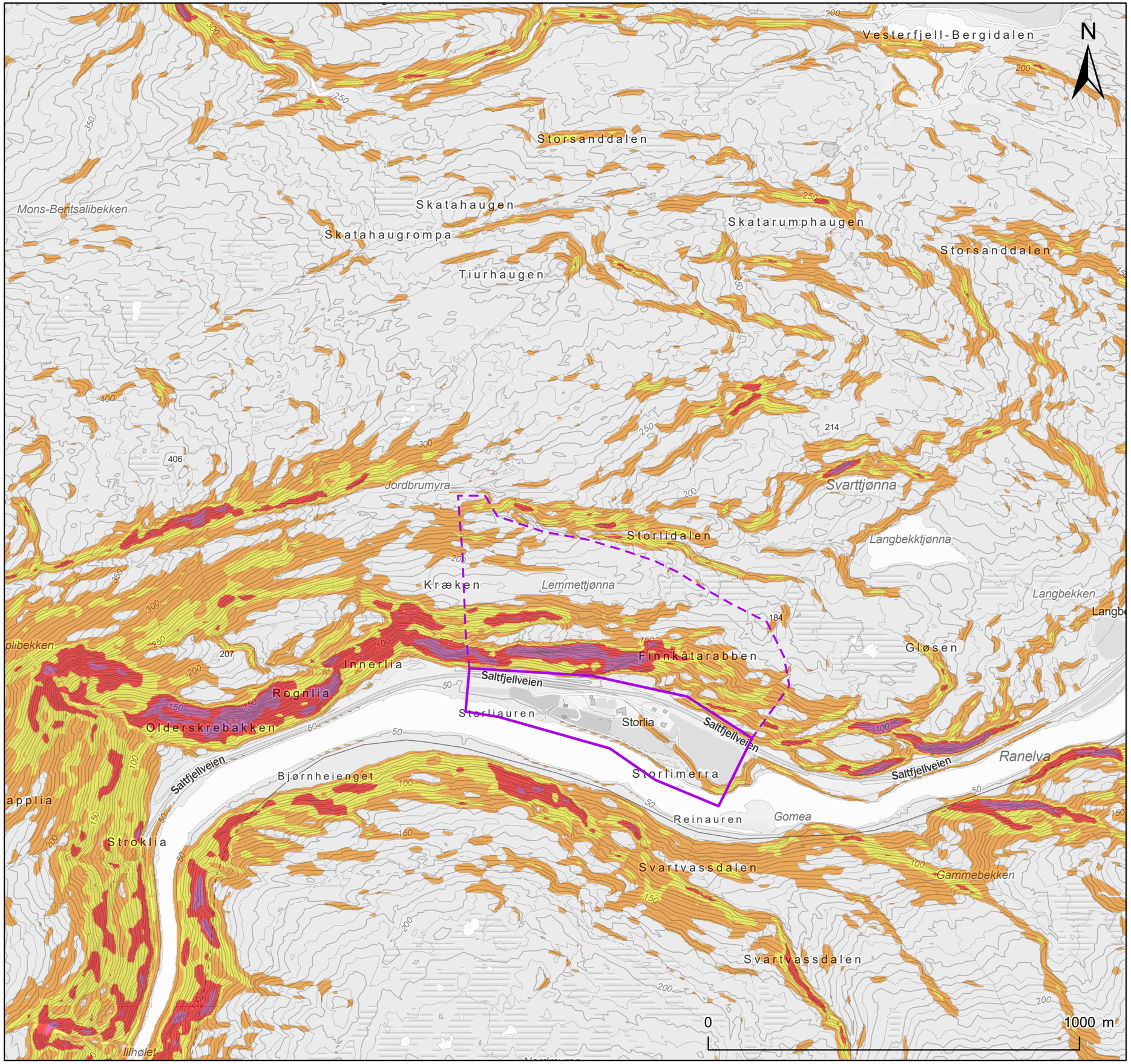

Påvirkningsområde
Kartlagt område
N
Finnkåtarabben
Saltfjellveien
Storlia
20210346
1
2
3
4
5
0
65
130
260 Meters

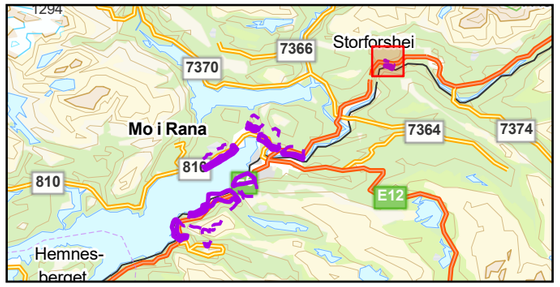
Bilde nr.		Kommentar
1		Oversiktsbilde av skrentparti ovenfor kartleggingsområdet.
2		Detaljbilde av nylig utfall

3		Liten sildrebekk som har gravd litt i løsmassedekket

4		Åpen forsenkning med mulighet for utløsning av sørpeskred

5		Åpen forsenkning med mulighet for utløsning av sørpeskred





Tegnforklaring

- Påvirkningsområde
- Kartlagt område

Bratte områder

- < 20°
- 20° - 30°
- 30° - 37°
- 37° - 45°
- 45° - 60°
- > 60°

NVE

Storli

Helningskart

NVE

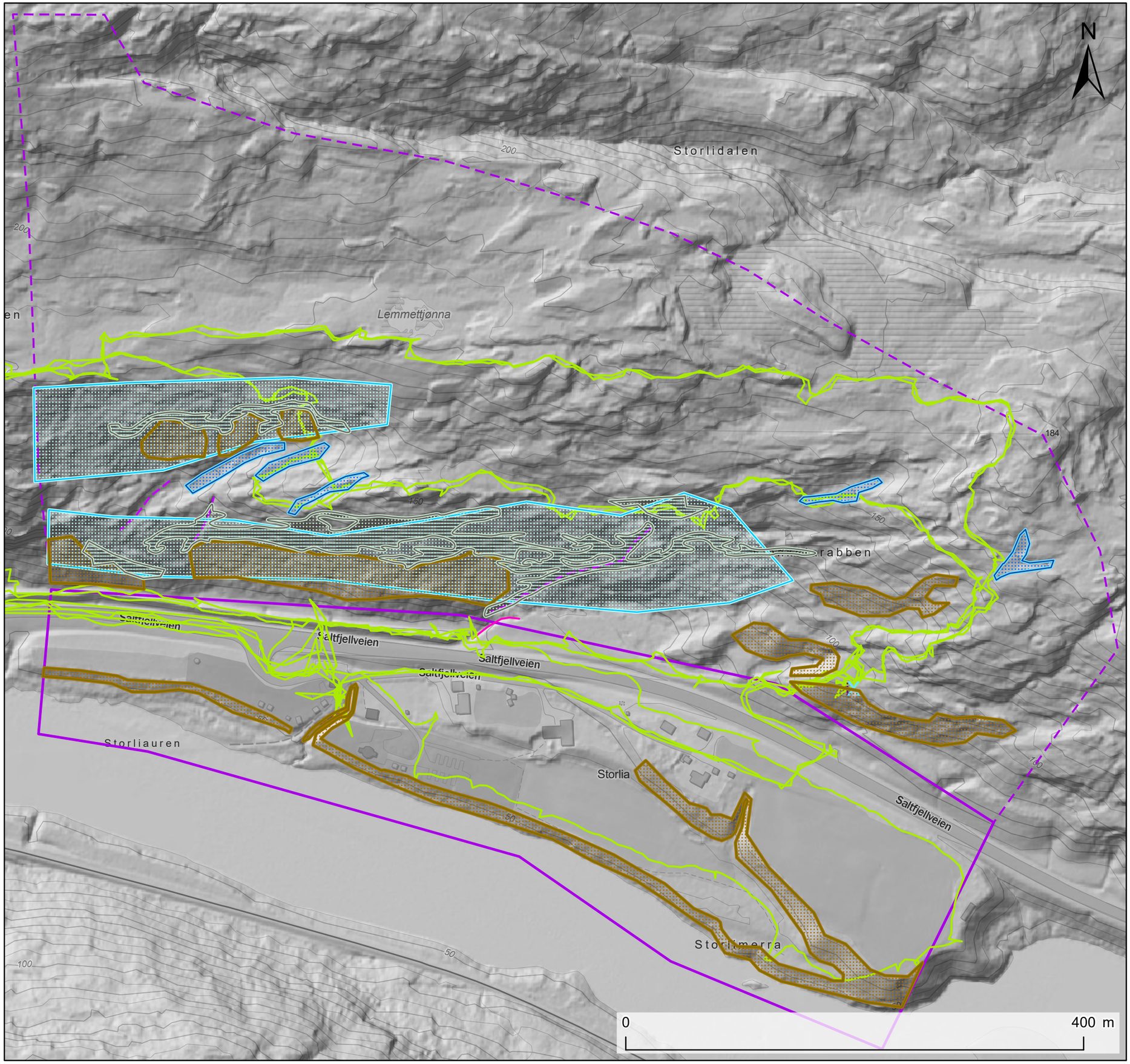
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

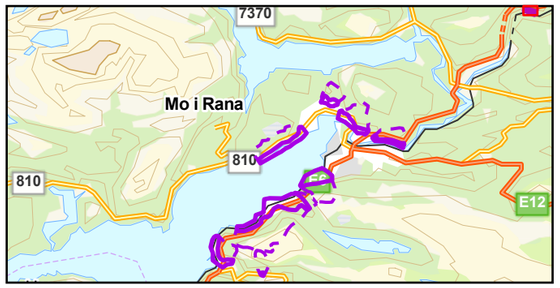
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	7B	01

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

- Påvirkningsområde
- Kartlagt område
- Løsneområde sørpeskred
- Løsneområde steinsprang/steinskred
- Løsneområder jordskred
- Løsneområde snøskred
- Spor etter sørpeskred
- Sporlogg bakke
- Skredbane
- Sikringstiltak

NVE

Langneset - Fageråsen

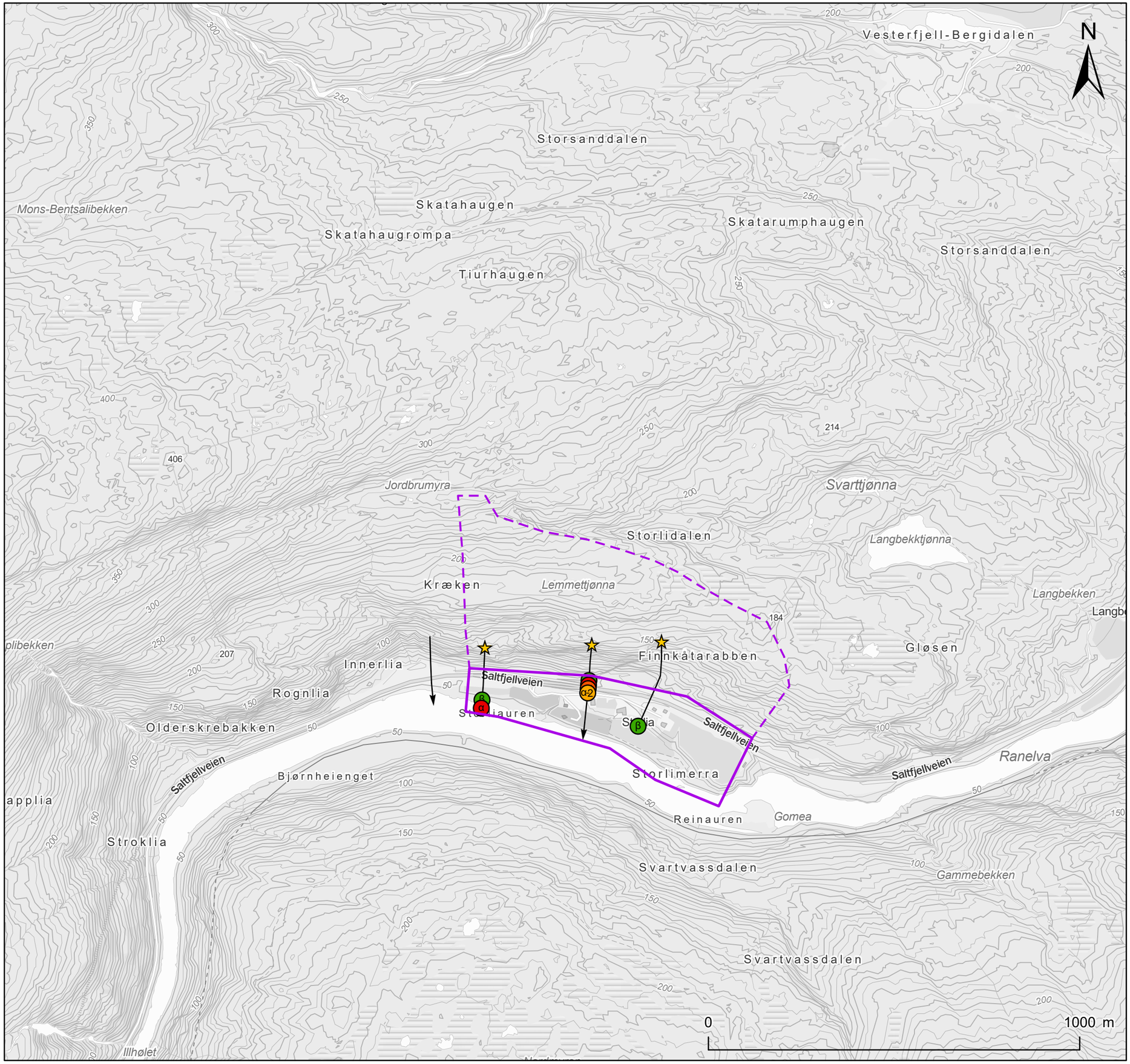
Registreringskart

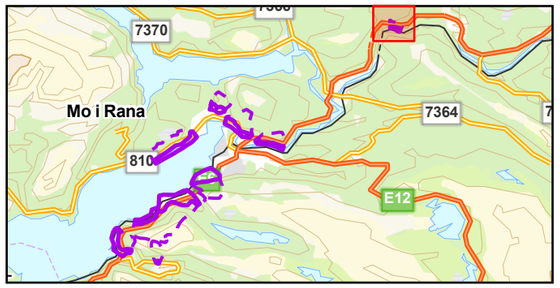
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:3 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	7C	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

Skredprofil

Alfa-Beta

- Utløsningspunkt
- Beta
- Alfa
- Alfa -1
- Alfa -2

Hastighet

Maksimal 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

NVE

Storli

Snøskredmodeller

NVE

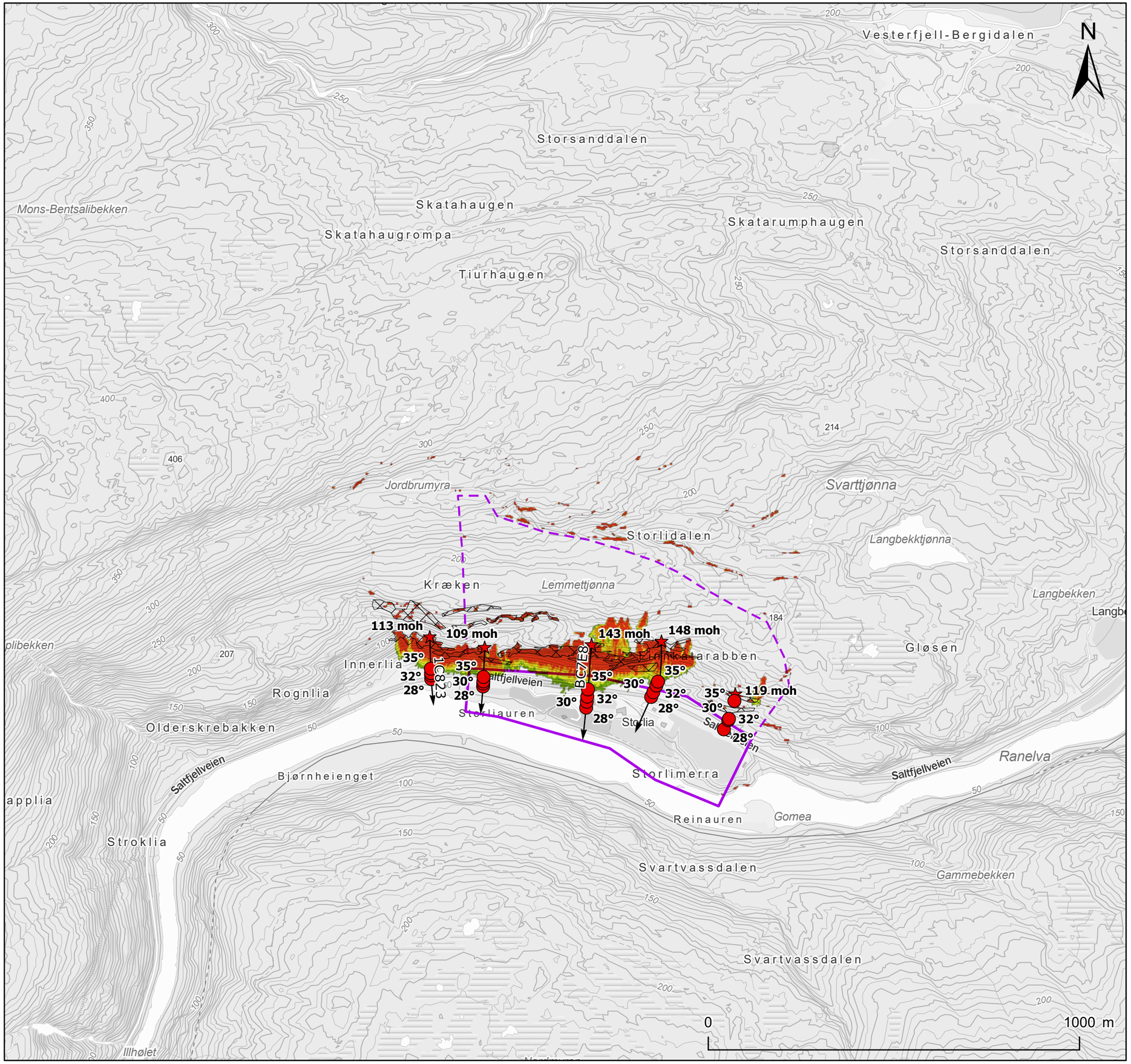
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-13	EMP	CJ	FS

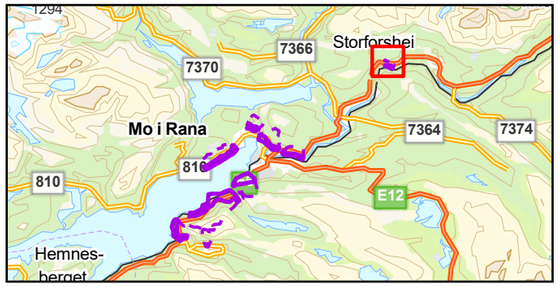
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	7D-M1	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

- Påvirkningsområde
- Kartlagt område
- Utløsningsområde steinsprang
- Skredprofil

Vinkelpunkt

- Utløsningspunkt
- Vinkel til utløsningspunkt

Reach probability (RockyFor3D)

Value

- ≤ 1 %
- ≤ 1,5 %
- ≤ 3 %
- ≤ 5 %
- ≤ 10 %

NVE
Storli
Steinsprangmodeller

NVE

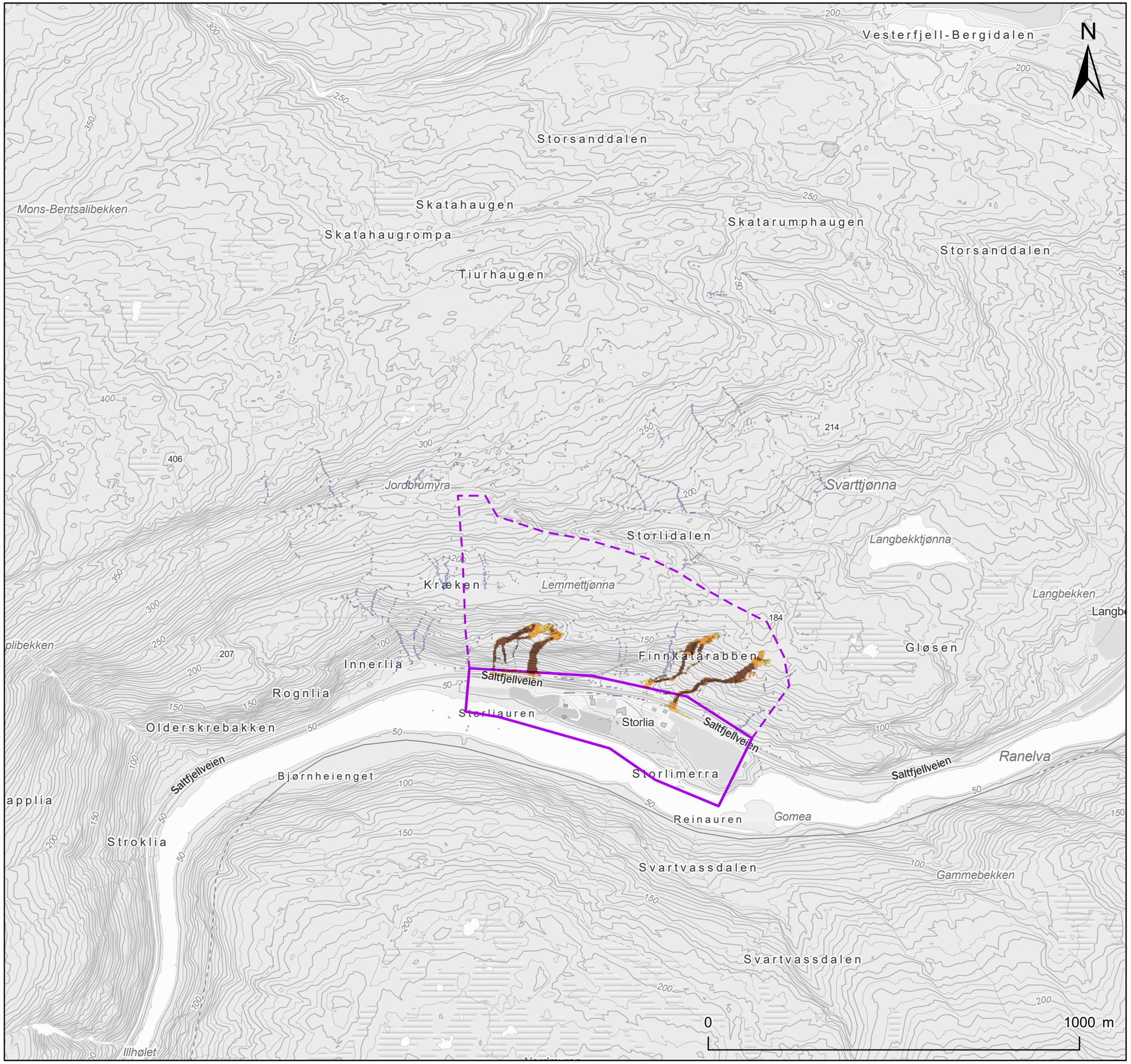
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

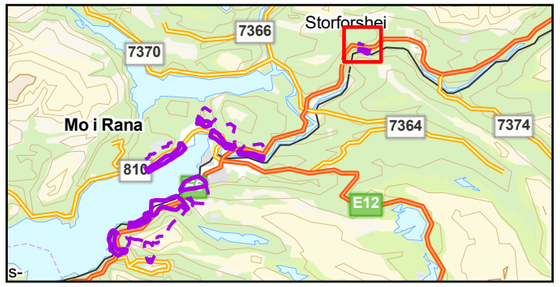
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	7D-M2	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

SAMOS sørpeskred

Maksimal hastighet (m/s)

- < 0.5 [m/s]
- 0.5 - 1 [m/s]
- 1 - 2.5 [m/s]
- 2.5 - 5 [m/s]
- 5 - 10 [m/s]
- 10 - 15 [m/s]
- 15 - 20 [m/s]
- 20 - 25 [m/s]
- 25 - 30 [m/s]
- > 30 [m/s]

RAMMS sørpeskred

Maksimal hastighet (m/s)

- 0 - 1
- 1 - 2
- 2 - 5
- 5 - 10

Flow accumulation (m3)

- 0 - 1 000
- 1 000 - 10 000
- 10 000 - 20 000
- 20 000 - 40 000
- 40 000 - 100000

NVE

Storli

Sørpeskredmodeller

NVE

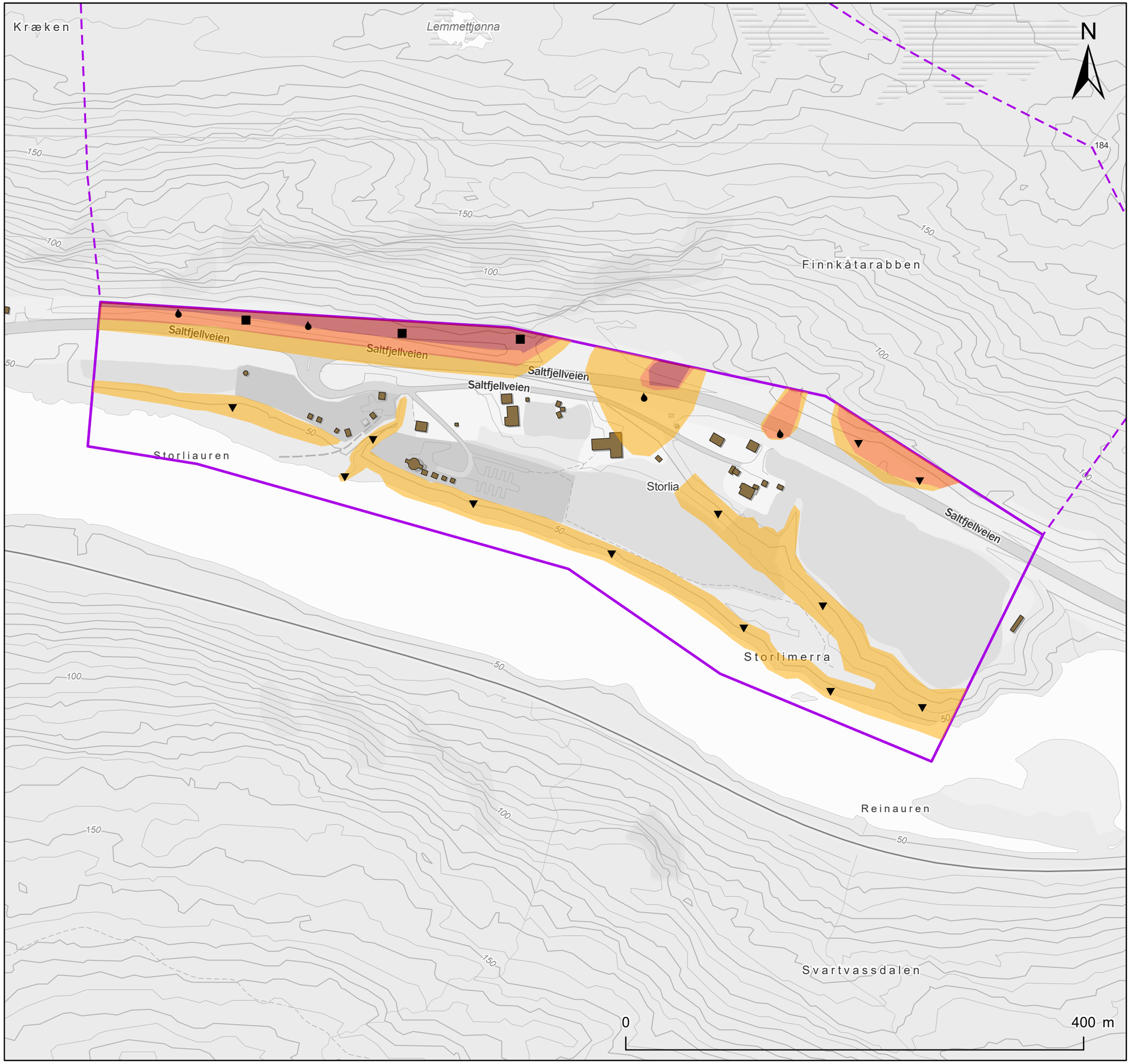
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

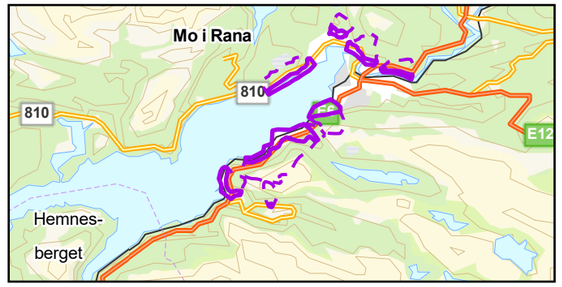
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	7D-M3	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

- Kartlagt område
- Påvirkningsområde
- Bygninger (FKB)

Faresoner med årlig sannsynlighet

- ≥ 1/100
- ≥ 1/1000
- ≥ 1/5000

Dimensjonerende faretype

- Steinsprang
- Steinskred
- Snøskred
- Sørpeskred
- Jordskred
- Flomskred

NVE

Storli

Faresonekart dagens situasjon

NVE

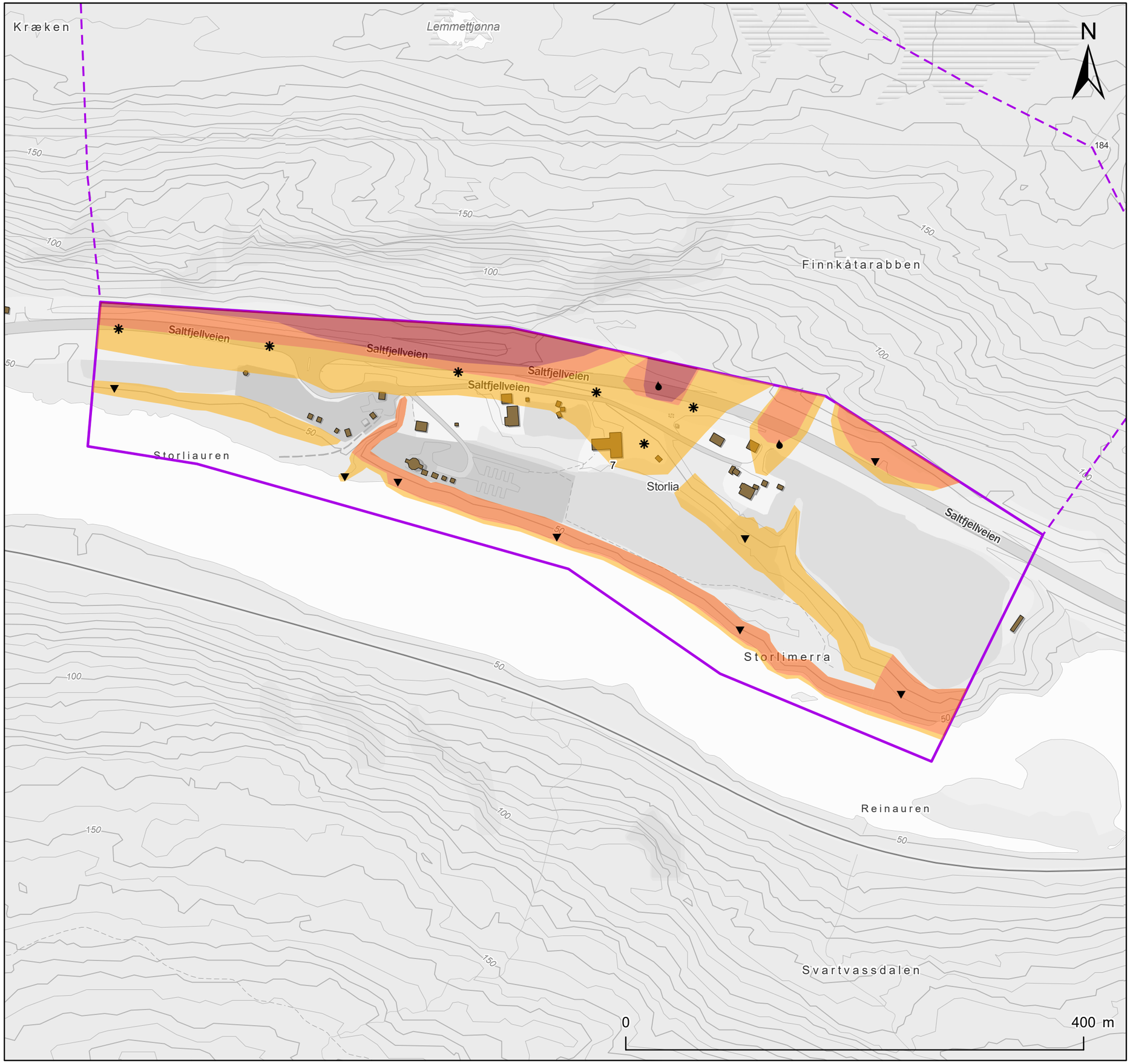
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

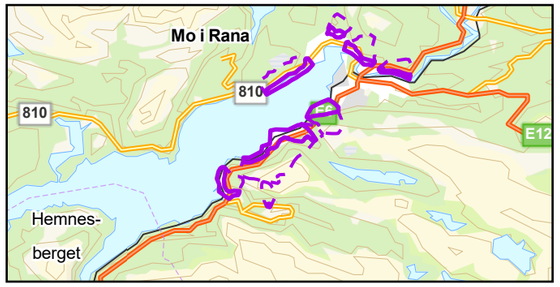
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:3 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	7E	01

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

- Påvirkningsområde
- Kartlagt område
- Bygninger (FKB)

Faresoner med årlig sannsynlighet

- ≥ 1/100
- ≥ 1/1000
- ≥ 1/5000

Dimensjonerende faretype

- Snøskred
- Sørpeskred
- Jordskred

NVE

Storli

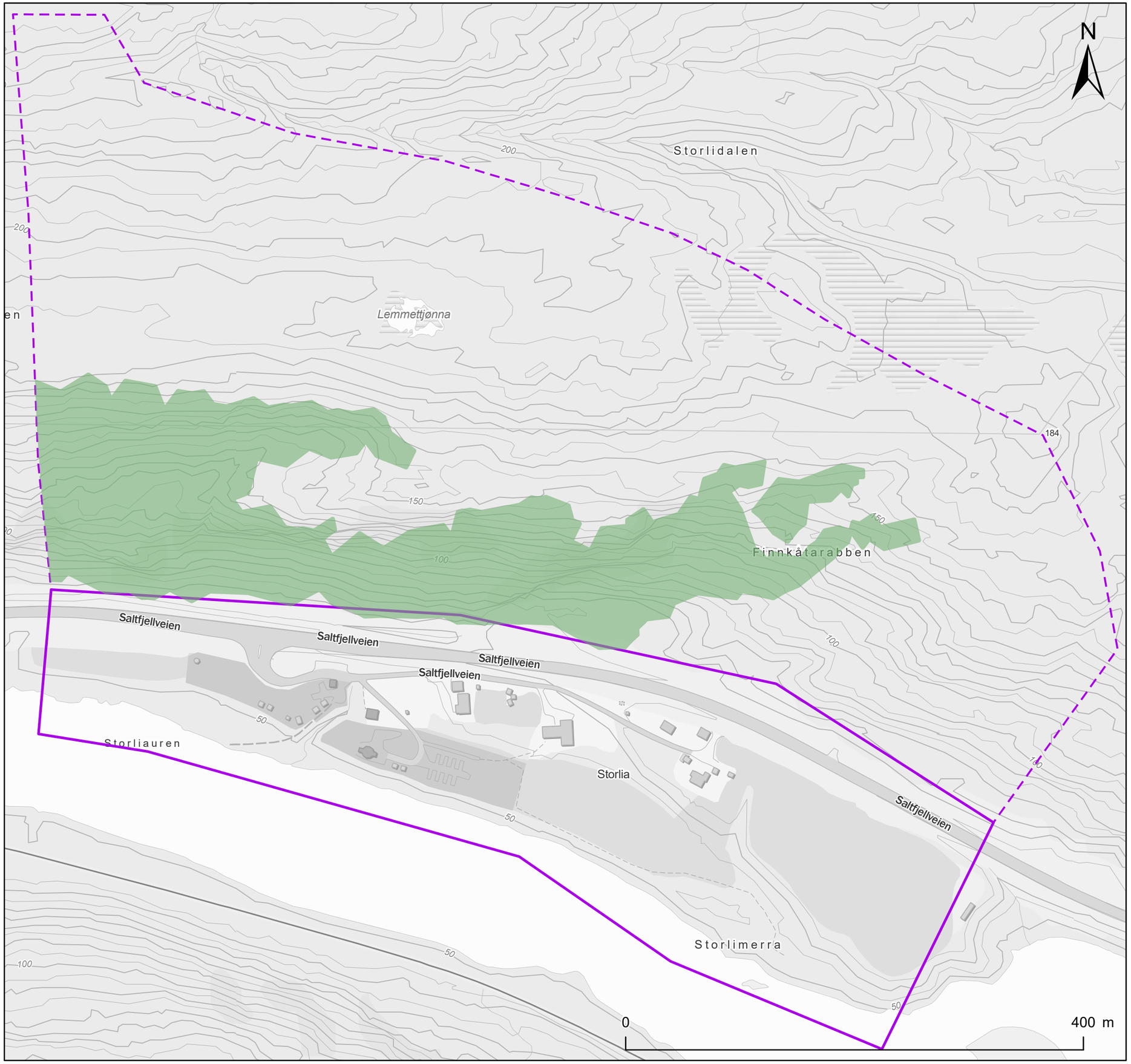
Faresonekart uten skog

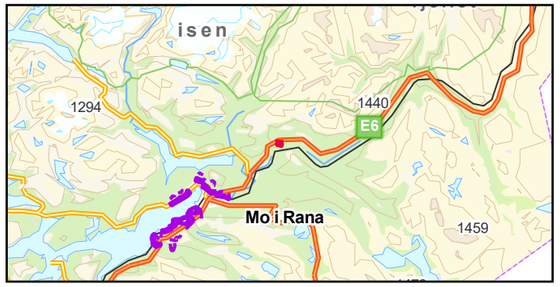
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:3 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	7F	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

Skog med betydning for skredfare

Type skog

1

2

NVE

Langneset - Fageråsen

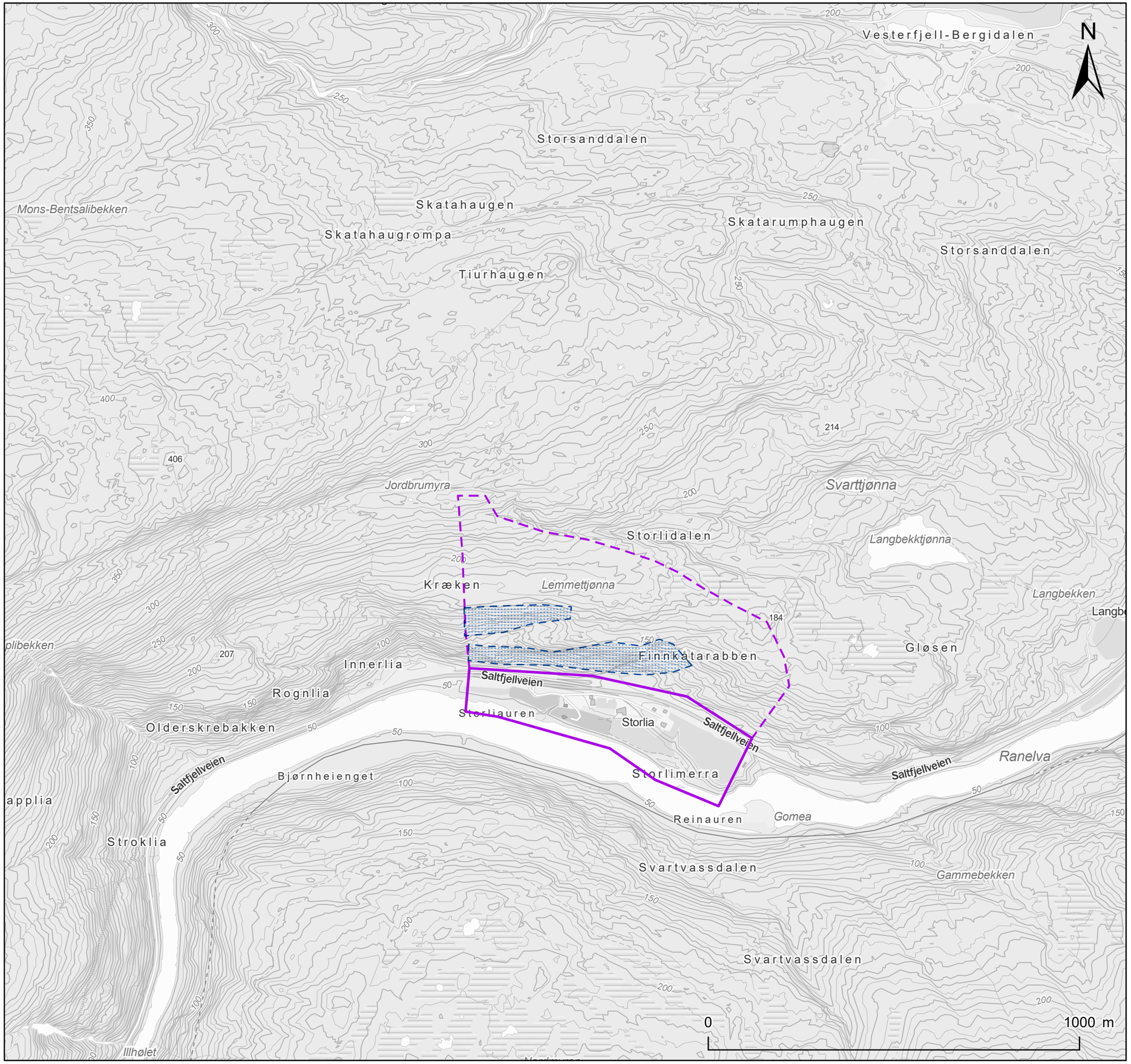
Skogkart

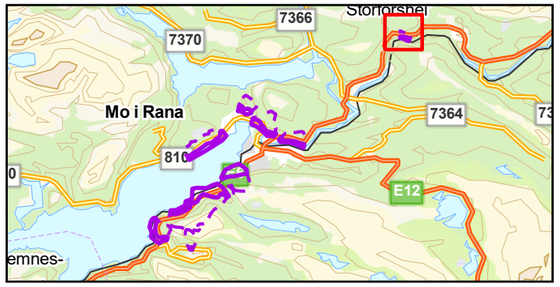
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:3 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	7G	01

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

Potensielle løsneområder

Løsneområde snøskred (Dagens situasjon)

Løsneområde snøskred (Uten skog)

NVE

Storli

Løsneområder snøskred uten skog.

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-16	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	7D-M4	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

Vedlegg 8

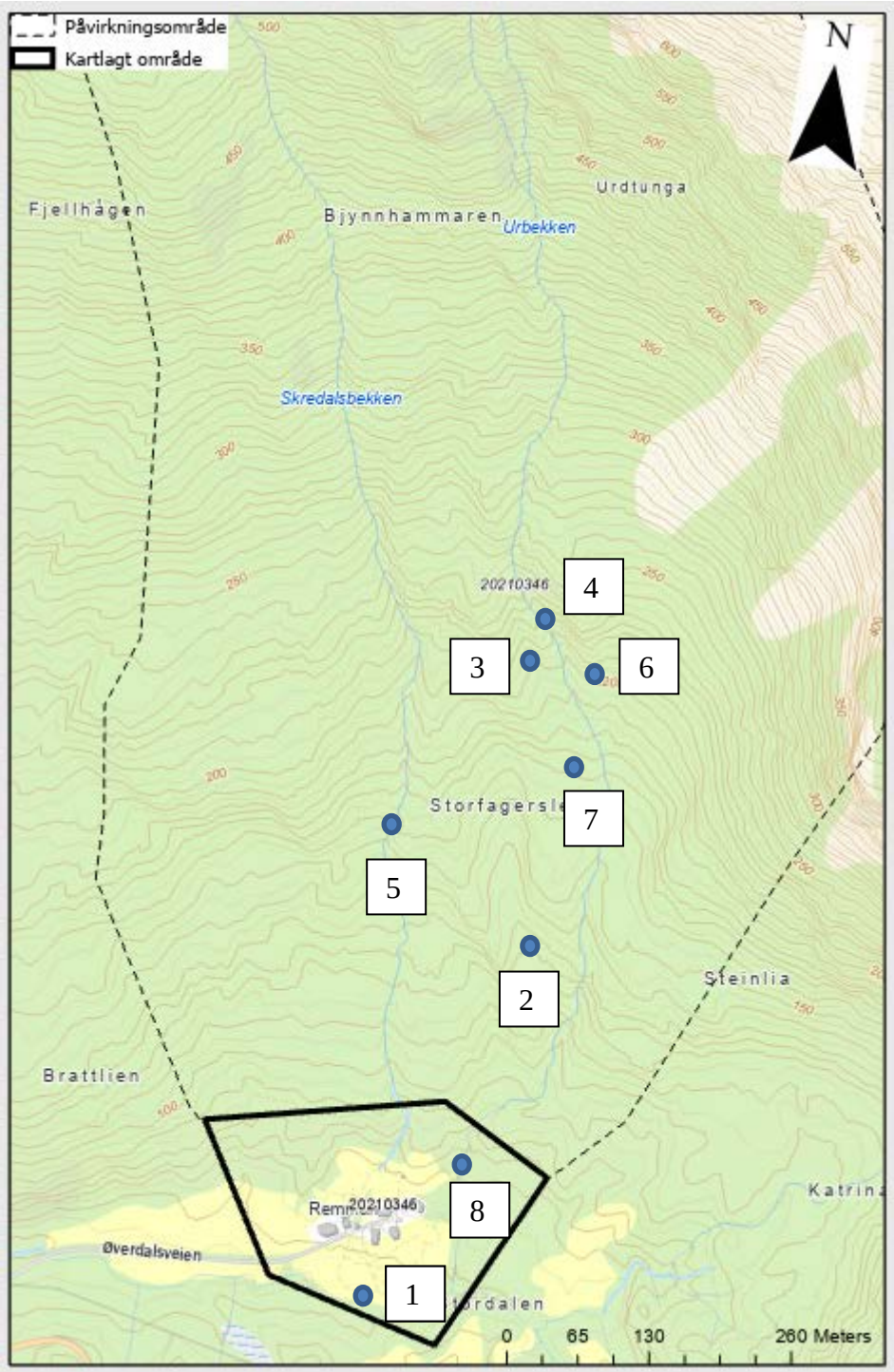
FOTO OG KART OMRÅDE 8

REMMAN, ØVERDALEN

Innhold

8A Foto
8B Helningskart, befaringsrute
8C Registreringskart
8D Modelleringskart
8E Faresoner med dagens vegetasjonsforhold
8F Faresoner uten effekt av skog
8G Skog med betydning for skredfaren
8H Løsneområder snøskred uten skog

8 A Foto


Påvirkningsområde
Kartlagt område
N
Fjellhagen
Bjynnhammaren
Urbekken
Urdtunga
Skredalsbekken
20210346
4
3
6
7
5
2
Steinlia
Brattlien
8
1
Øverdalsveien
0
65
130
260 Meters

Bilde nr.		Kommentar
1		Oversiktsbilde tatt nedenfra gården på Remmen.
2		Ravine uten skredspor.

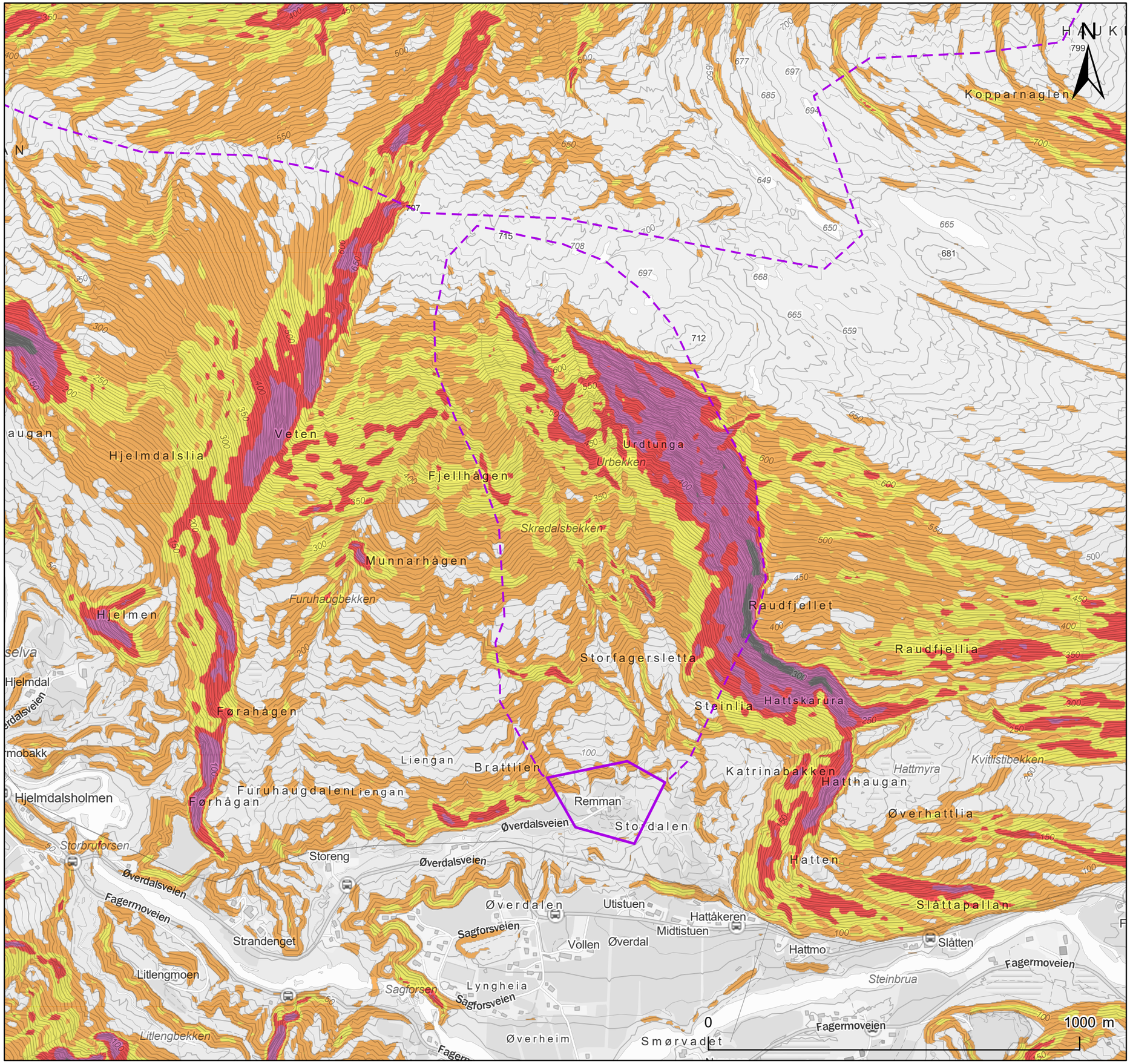
3		Ravine uten skredspor.

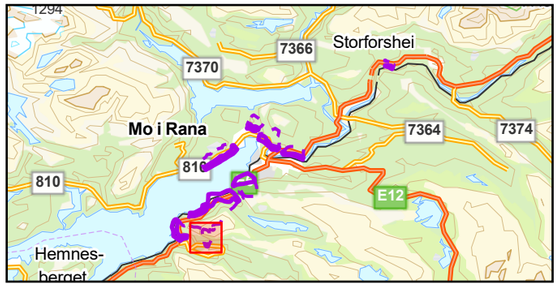
4		Skreddalsbekken med spor etter skredaktivitet er den største bekken som drenerer ned mot kartleggingsområdet .

5		Urbekken viser ingen åpenbare tegn på skredaktivitet.

6		Relativt ferske skredblokker under skrentområdet lengst øst i påvirkningsområdet under Raufjellet.
7		Skredblokk under Raufjellet.

8		Utløp av ravine fra Urbekken





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

Bratte områder

- < 20°
- 20° - 30°
- 30° - 37°
- 37° - 45°
- 45° - 60°
- > 60°

NVE

Remman, Øverdalen

Helningskart

NVE

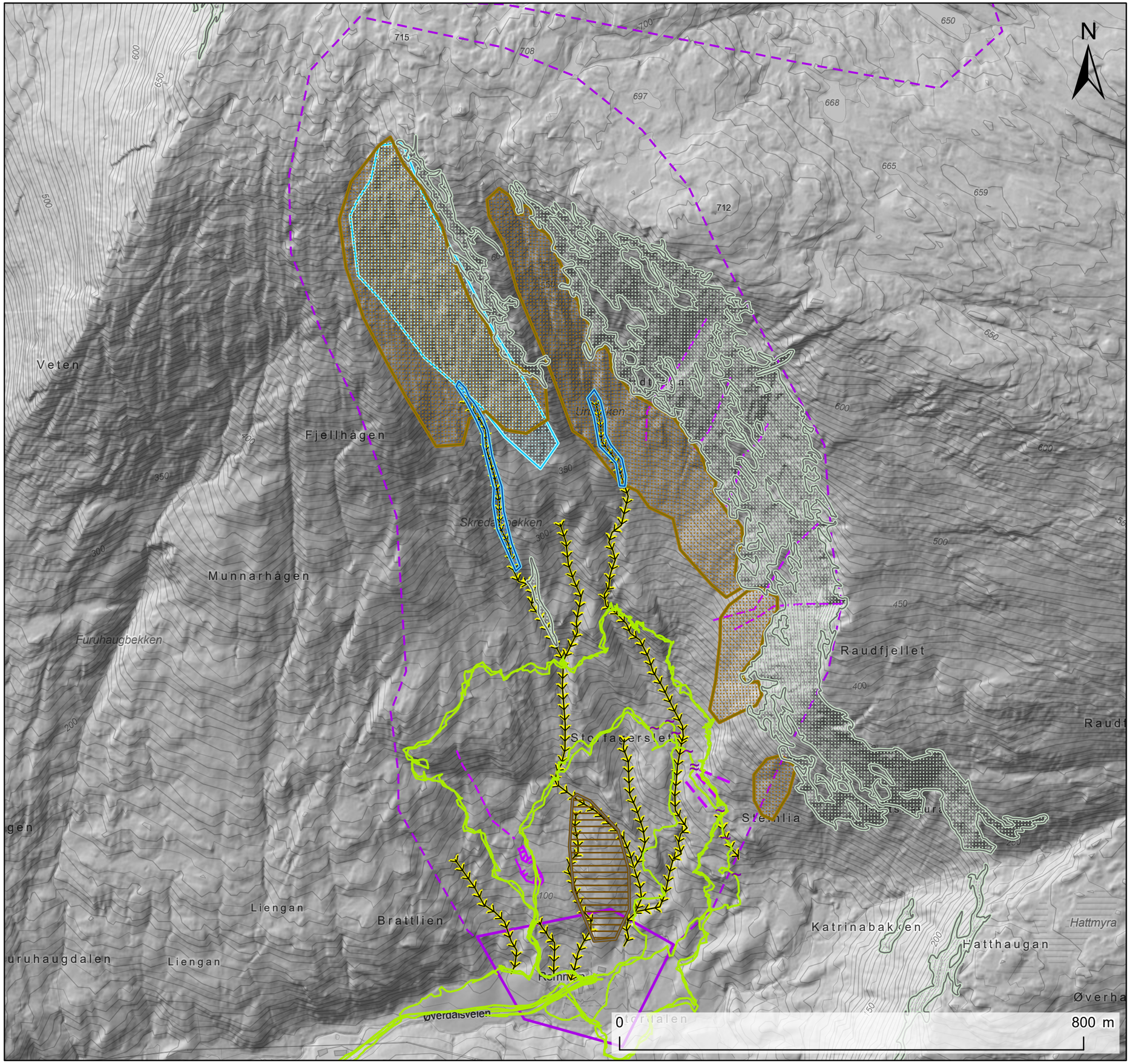
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

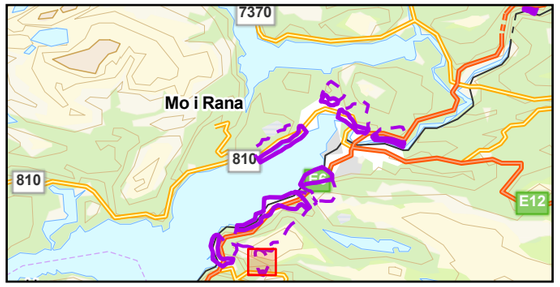
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	8B	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

- Påvirkningsområde
- Kartlagt område
- Løsneområde sørpeskred
- Løsneområde steinsprang/steinskred
- Løsneområder jordskred
- Løsneområde snøskred
- Antatt steinsprang/steinskredblokk
- Jord og flomskredavsetning
- Sporlogg bakke
- Rygg
- Skredkant
- Ravine/bekkenedskjæring
- Skredbane

NVE

Remman, Øverdalen

Registreringskart

NVE

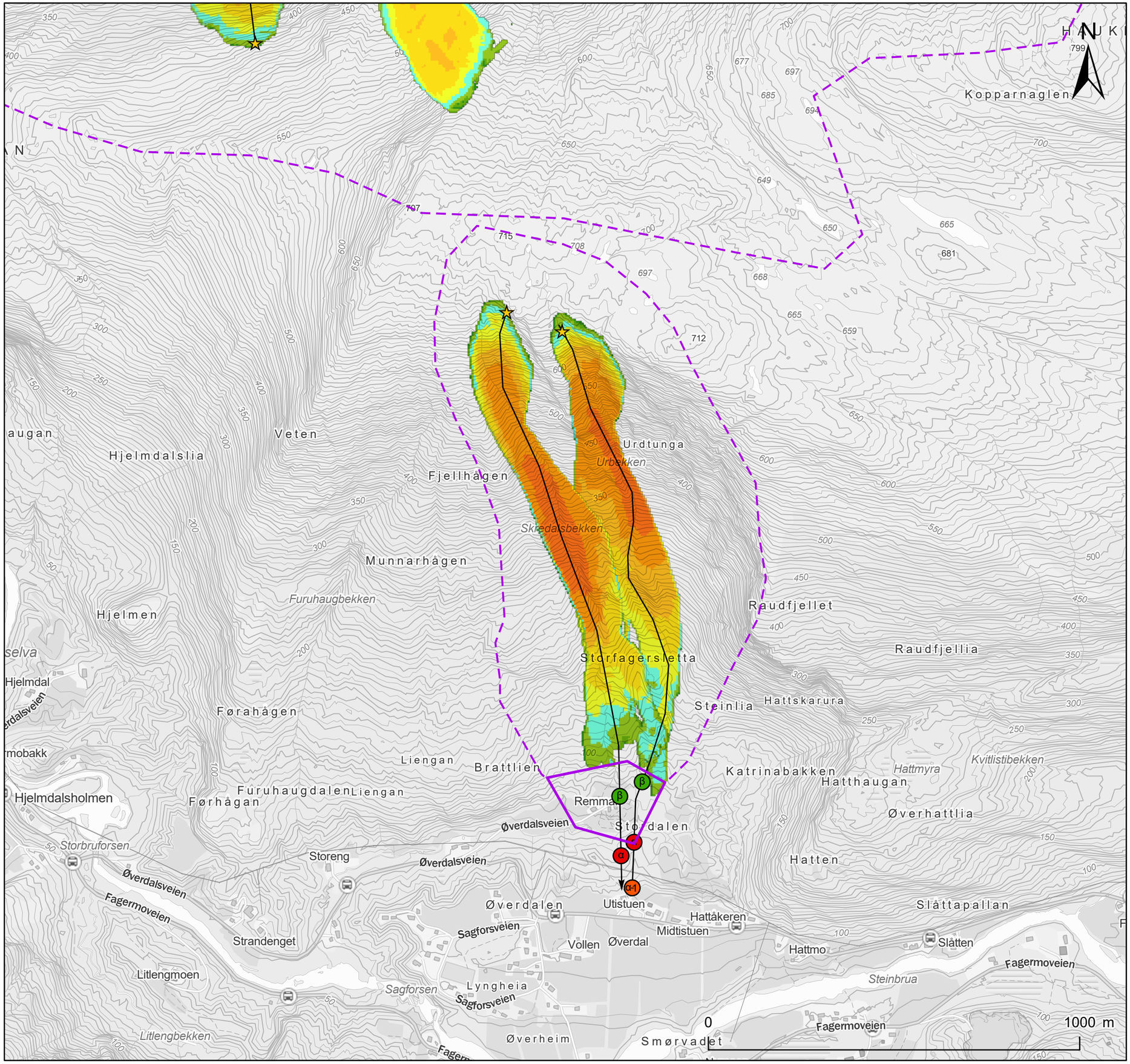
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-16	EMP	CJ	FS

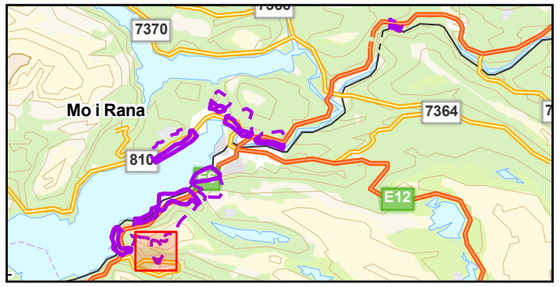
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:6 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	8C	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

Skredprofil

Alfa-Beta

Utløsningspunkt

Beta

Alfa

Alfa -1

Hastighet

Maksimal 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

NVE

Remman, Øverdalen

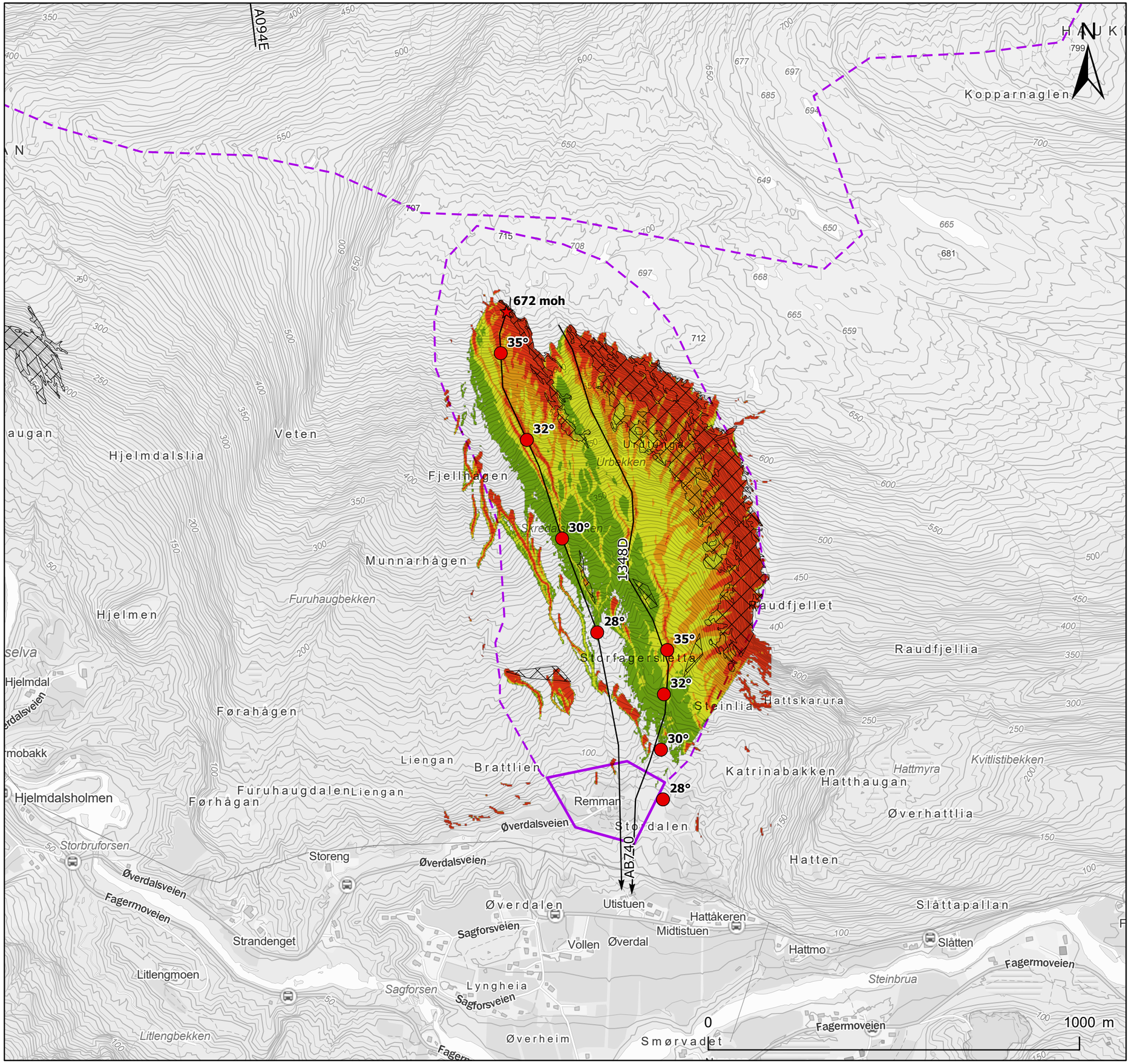
Snøskredmodeller

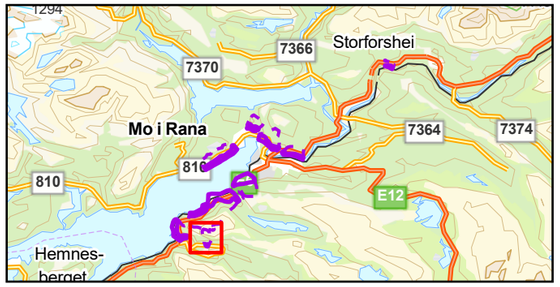
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-13	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	8D-M1	01

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE





Tegnforklaring

- Påvirkningsområde
- Kartlagt område
- Utløsningsområde steinsprang
- Skredprofil

Vinkelpunkt

- Utløsningspunkt
- Vinkel til utløsningspunkt

Reach probability (RockyFor3D)

Value

- ≤ 1 %
- ≤ 1,5 %
- ≤ 3 %
- ≤ 5 %
- ≤ 10 %

NVE

Remman, Øverdalen

Steinsprangmodeller

NVE

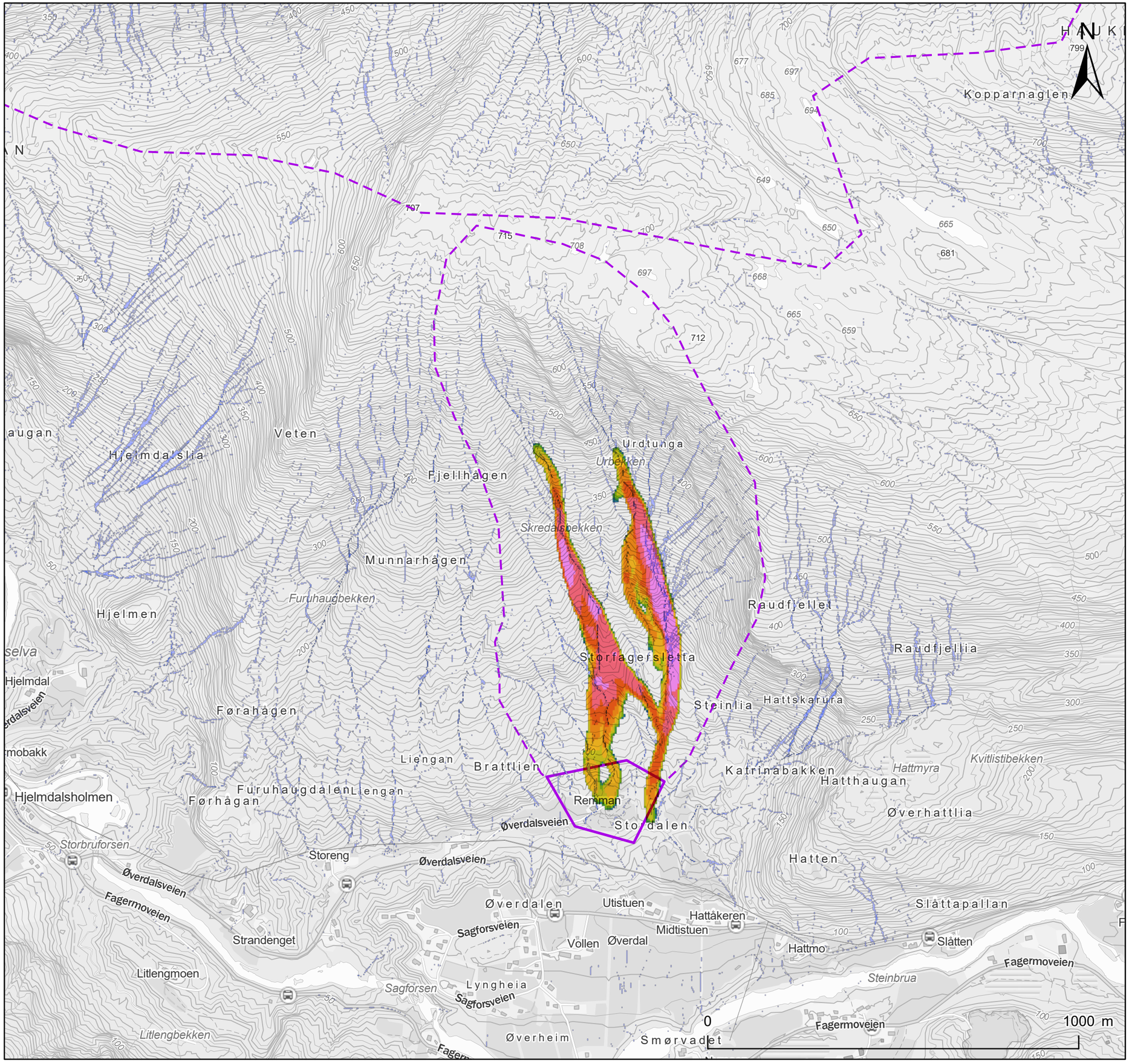
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

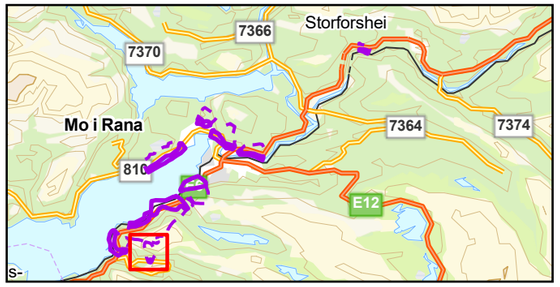
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	8D-M2	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

- Påvirkningsområde
- Kartlagt område

SAMOS sørpeskred

Maksimal hastighet (m/s)

- < 0.5 [m/s]
- 0.5 - 1 [m/s]
- 1 - 2.5 [m/s]
- 2.5 - 5 [m/s]
- 5 - 10 [m/s]
- 10 - 15 [m/s]
- 15 - 20 [m/s]
- 20 - 25 [m/s]
- 25 - 30 [m/s]
- > 30 [m/s]

RAMMS sørpeskred

Maksimal hastighet (m/s)

- 0 - 1
- 1 - 2
- 2 - 5
- 5 - 10

Flow accumulation (m3)

- 0 - 1 000
- 1 000 - 10 000
- 10 000 - 20 000
- 20 000 - 40 000
- 40 000 - 100000

NVE

Remman, Øverdalen

Sørpeskredmodeller

NVE

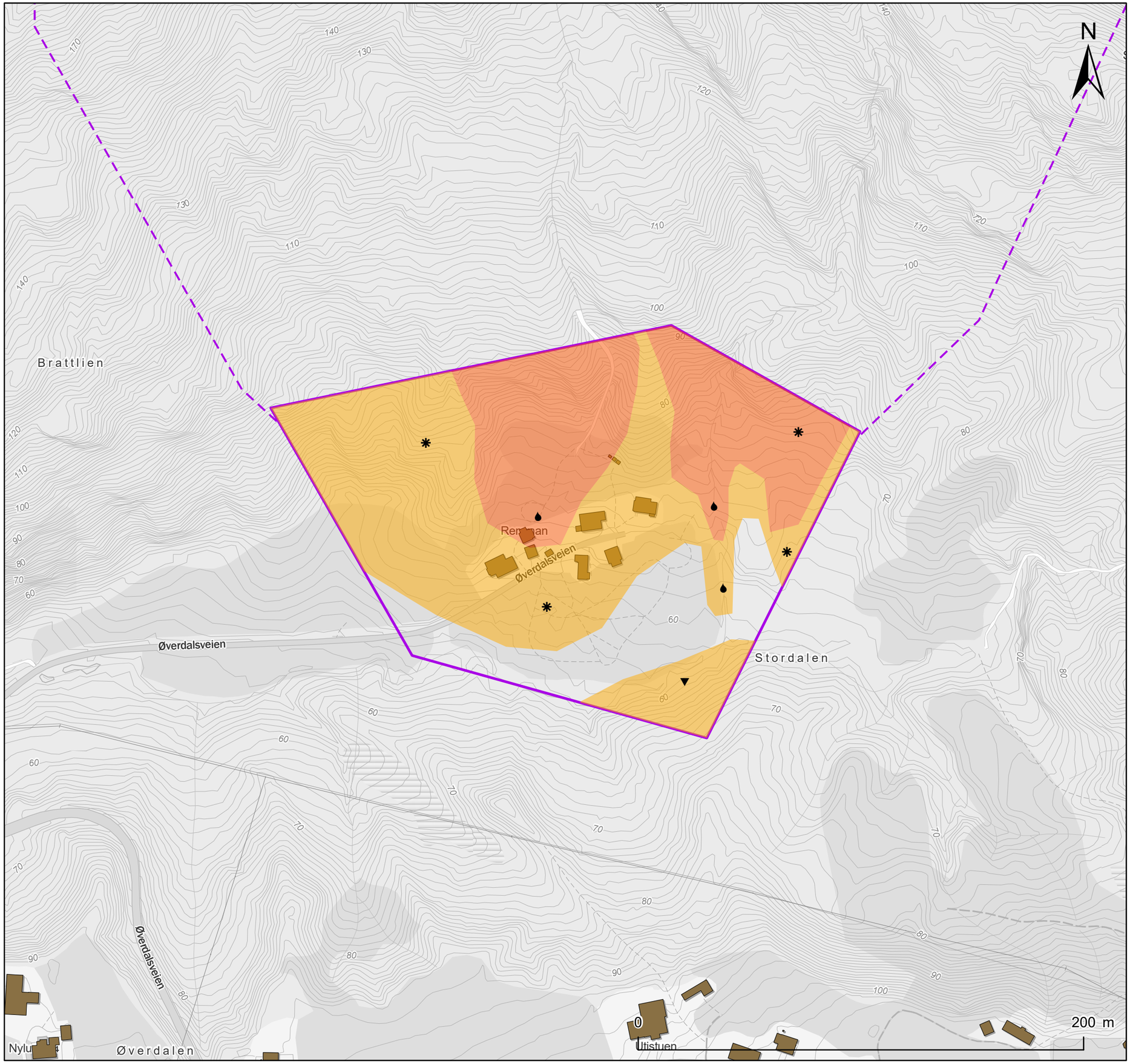
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

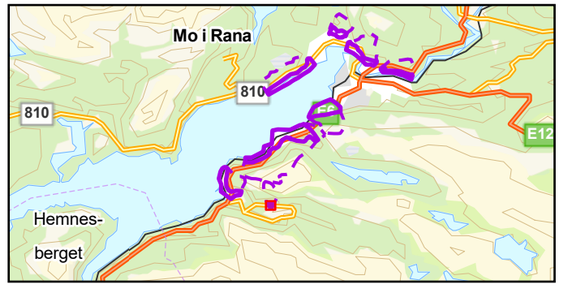
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	8D-M3	01

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

- Kartlagt område
- Påvirkningsområde
- Bygninger (FKB)

Faresoner med årlig sannsynlighet

- ≥ 1/100
- ≥ 1/1000
- ≥ 1/5000

Dimensjonerende faretype

- Steinsprang
- Steinskred
- Snøskred
- Sørpeskred
- Jordskred
- Flomskred

NVE

Remman, Øverdalen

Faresonekart dagens situasjon

NVE

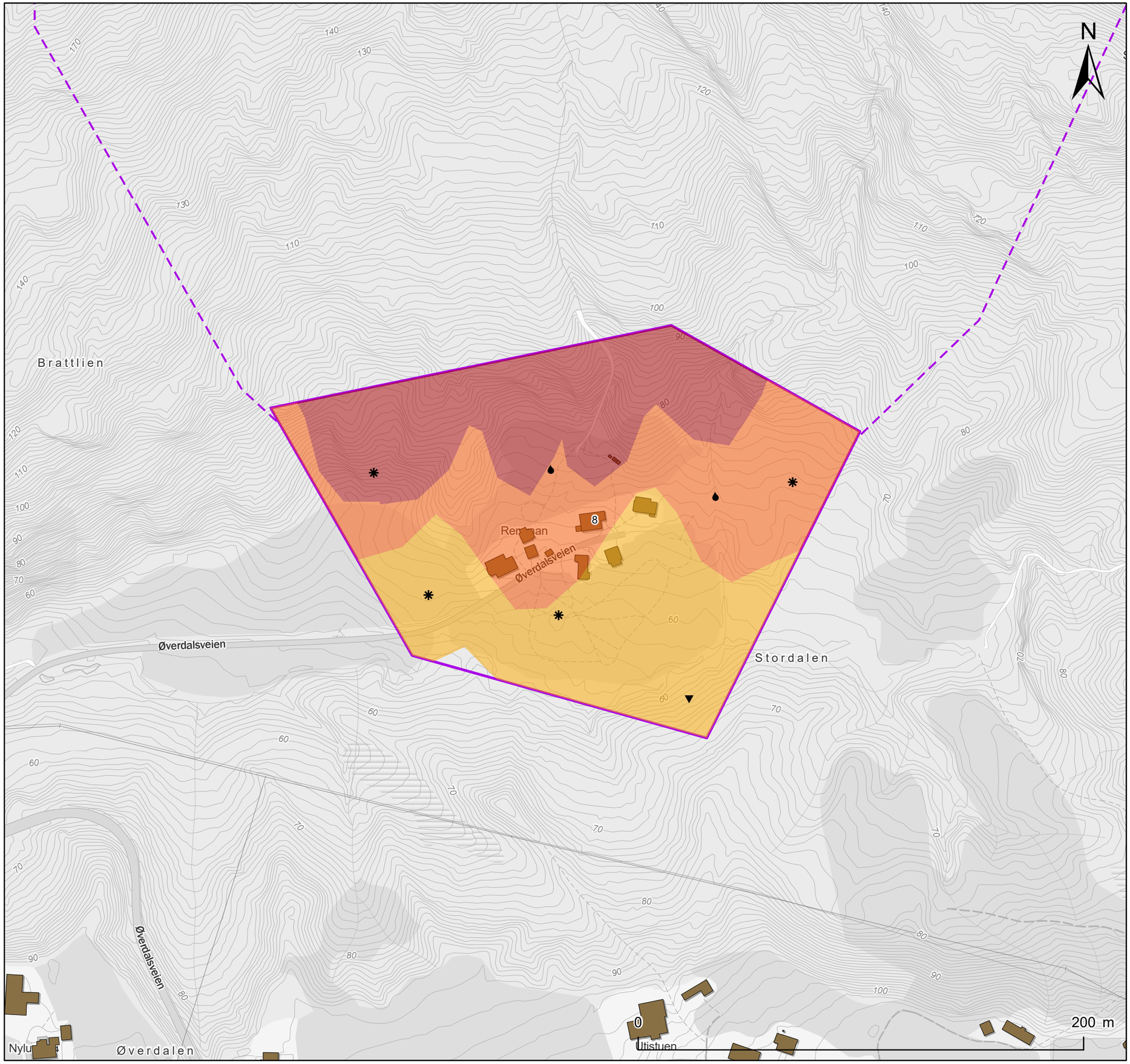
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

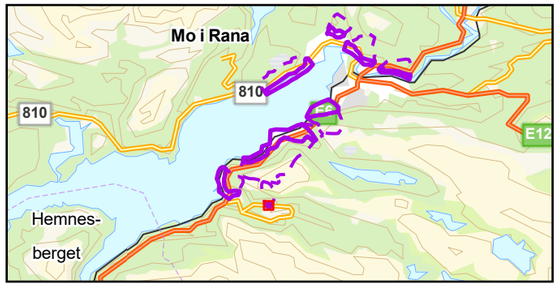
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:2 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	8E	01

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

- Påvirkningsområde
- Kartlagt område
- Bygninger (FKB)

Faresoner med årlig sannsynlighet

- ≥ 1/100
- ≥ 1/1000
- ≥ 1/5000

Dimensjonerende faretype

- Snøskred
- Sørpeskred
- Jordskred

NVE

Remman, Øverdalen

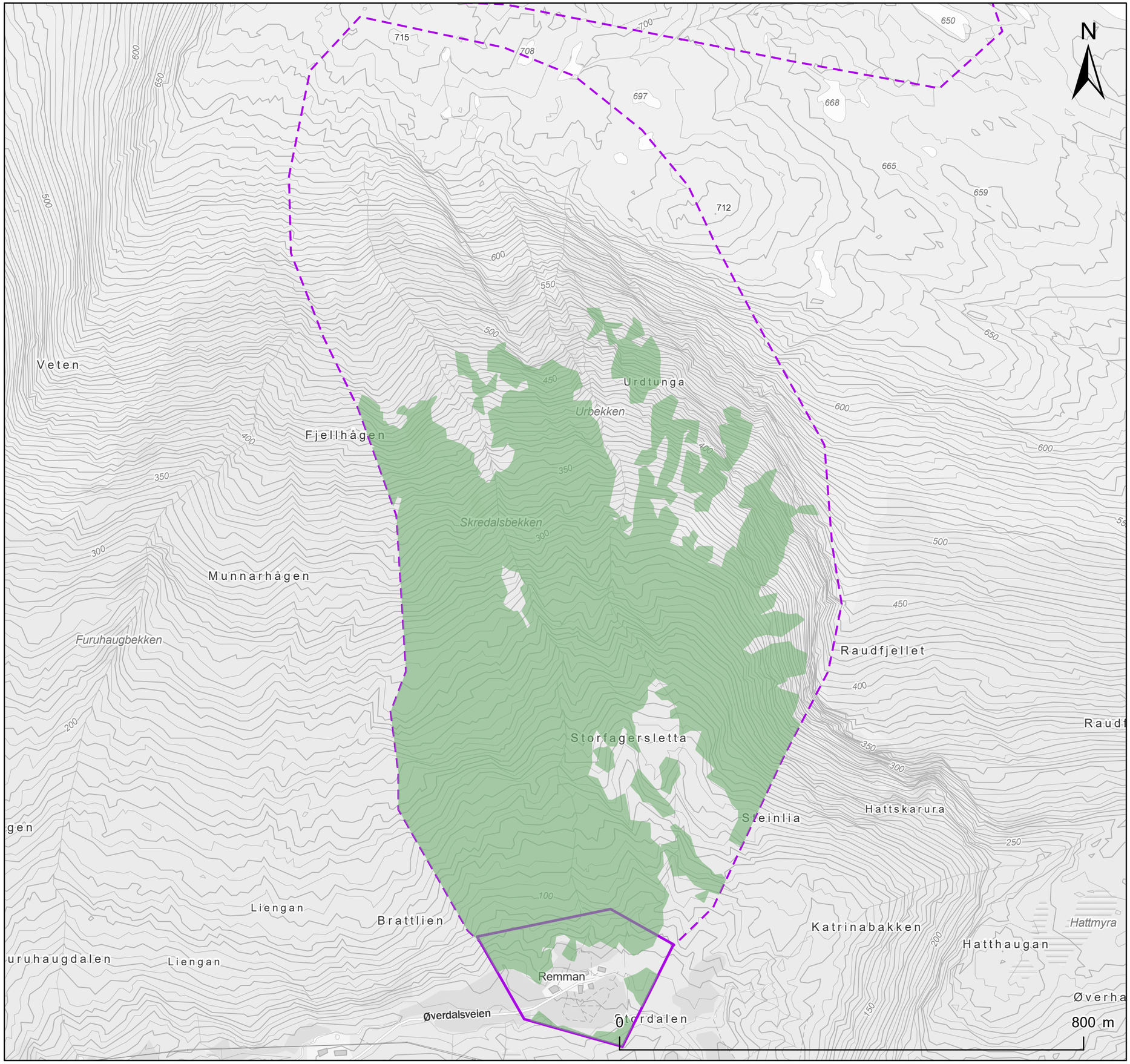
Faresonekart uten skog

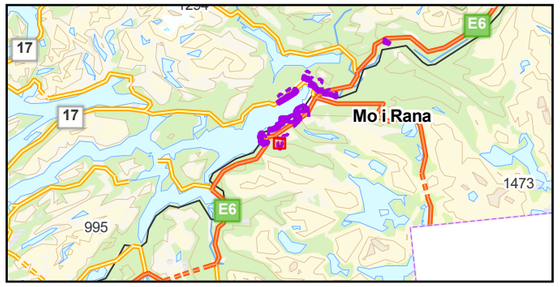
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:2 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	8F	01

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

Skog med betydning for skredfare

Type skog

1

2

NVE

Remman, Øverdalen

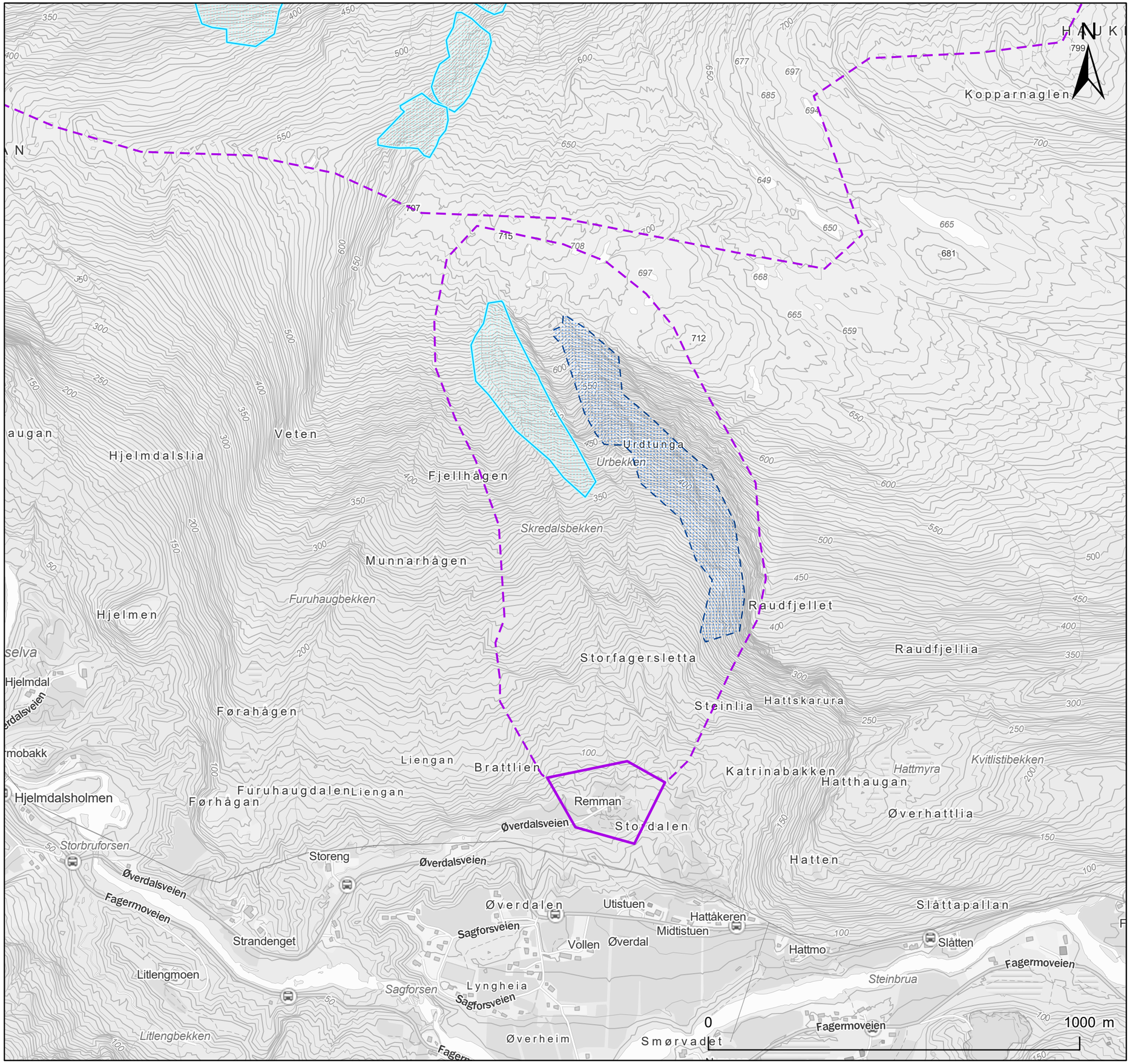
Skogkart

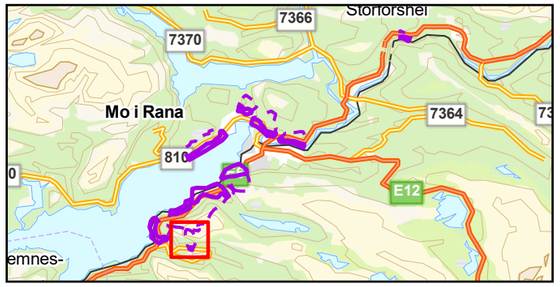
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:6 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	8G	01

Kartet er utarbeidet av
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
på oppdrag fra NVE





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

Potensielle løsneområder

Løsneområde snøskred (Dagens situasjon)

Løsneområde snøskred (Uten skog)

NVE

Remman, Øverdalen

Løsneområder snøskred uten skog.

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-16	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	8D-M4	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

Vedlegg 9

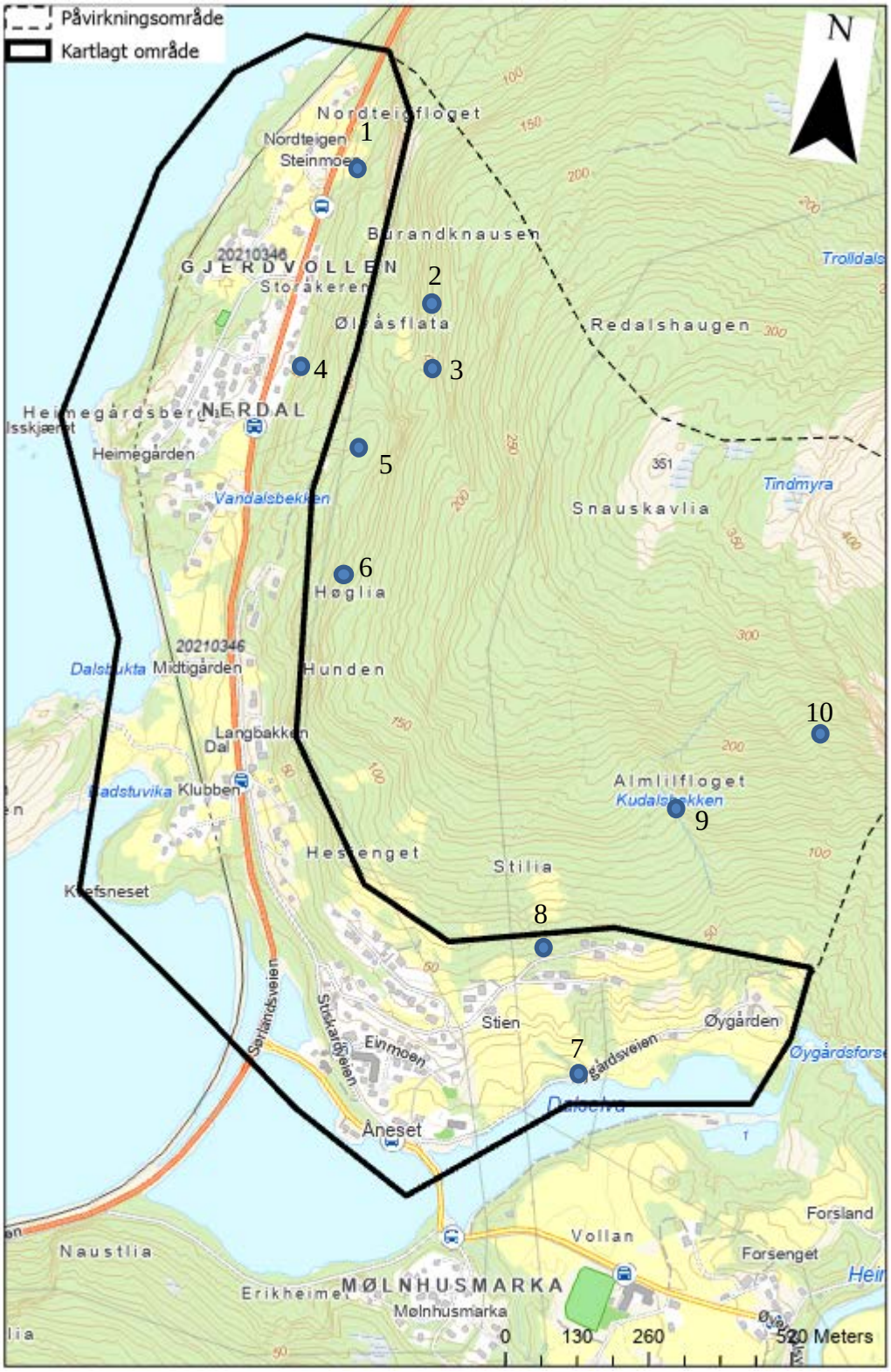
FOTO OG KART OMRÅDE 9

STIEN - NERDAL

Innhold

9A Foto
9B Helningskart, befaringsrute
9C Registreringskart
9D Modelleringskart
9E Faresoner med dagens vegetasjonsforhold
9F Faresoner uten effekt av skog
9G Skog med betydning for skredfaren
9H Løsneområder snøskred uten skog

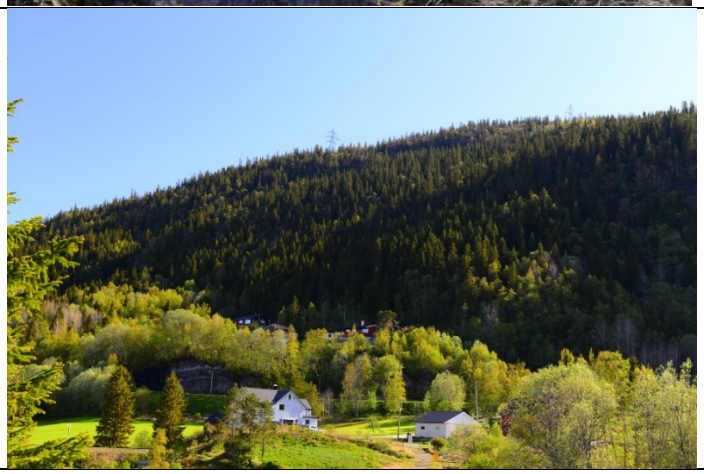
9 A Foto


Påvirkningsområde
Kartlagt område
N
Nordteigfloget
Nordteigen
Steinmoen
Burandknausen
GJERDVOLLEN
Storåkeren
Øldåsflata
Redalshaugen
Trolldals
Heimegårdsberg
NERDAL
Heimegården
Vandalsbekken
Snauskavlia
Tindmyra
Høglia
Dalsbukta
Midtigården
Hunden
Langbakken
Dal
Badstuvika
Klubben
Almlilfloget
Kudalsbekken
Hestenget
Stilia
Klefsneset
Sørlandsveien
Stien
Einmoen
Øygården
Øygårdsfors
Åneset
Forsland
Vollan
Forsenget
Naustlia
Erikheimen
MØLNHUSMARKA
Mølnhusmarka
0
130
260
520 Meters
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

Bilde nr.		Kommentar
1		Skrent med mindre utfall. Lagdeling er innoverhellende.
2		Ingen spor etter skredaktivitet

3		Liten ravine med ingen skredspor.

4		Lokal skrent som kan gi opphav til utfall rett bak hus.

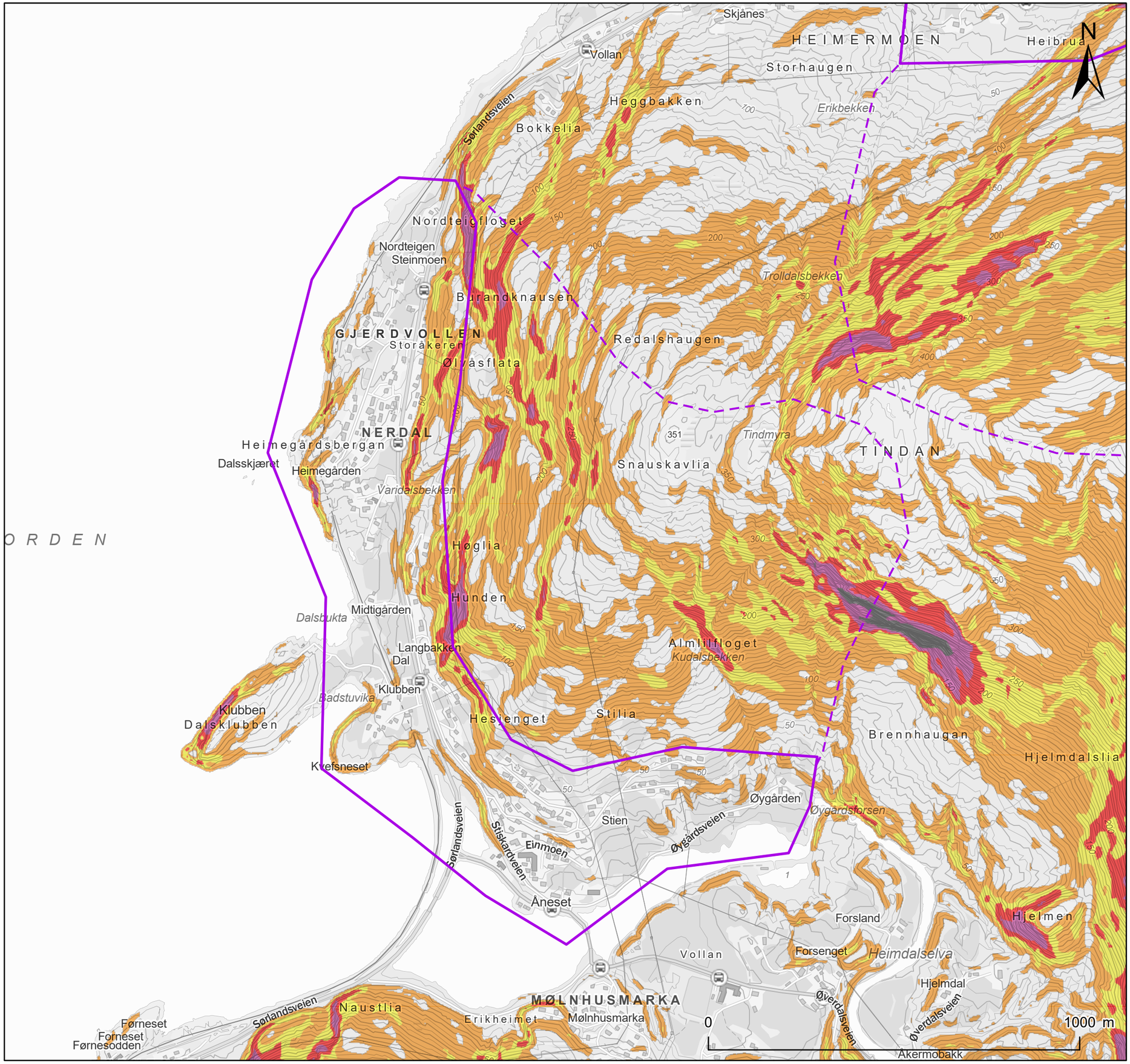
5		Forsenkning med bekk uten ferske spor etter skred.
6		Oversiktsfoto av den skogkledde skråningen Høglia.

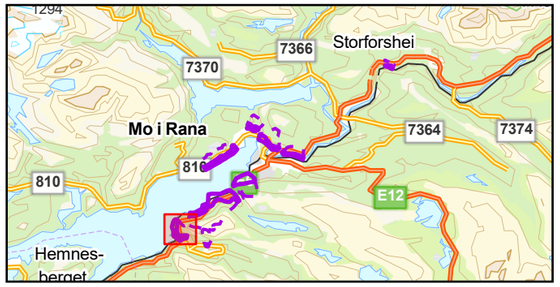
7		Lite aktiv bekk i ravinelandskapet nederst i kartleggingsområdet.

9		Bekk i liten ravine med ingen spor etter aktivitet.

9		Bekkeløp med lite spor etter skredaktivitet.

90		Bekkeløp som viser få spor etter skredaktivitet.





Tegnforklaring

- Påvirkningsområde
- Kartlagt område

Bratte områder

- < 20°
- 20° - 30°
- 30° - 37°
- 37° - 45°
- 45° - 60°
- > 60°

NVE

Stien-Nerdal

Helningskart

NVE

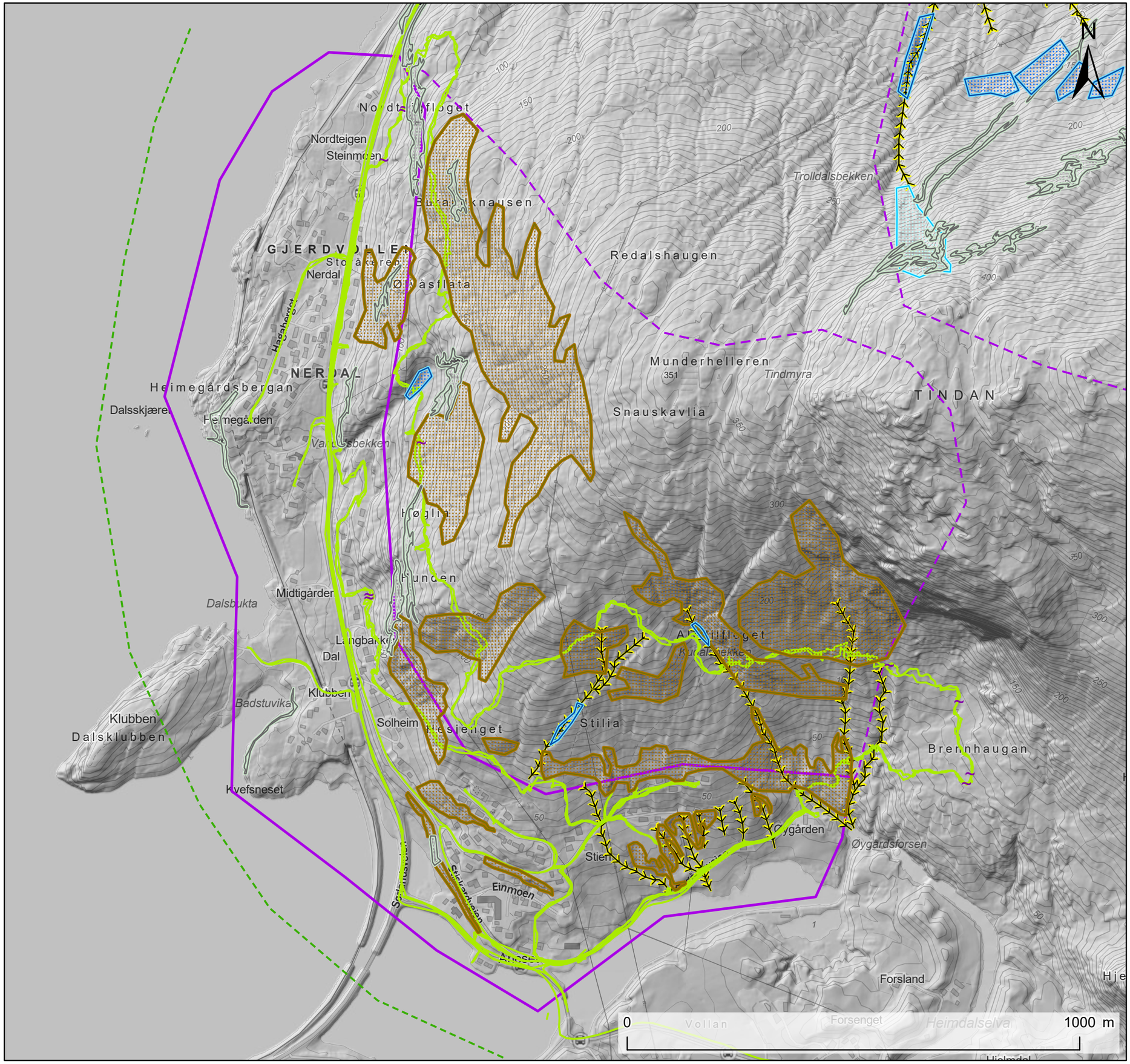
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

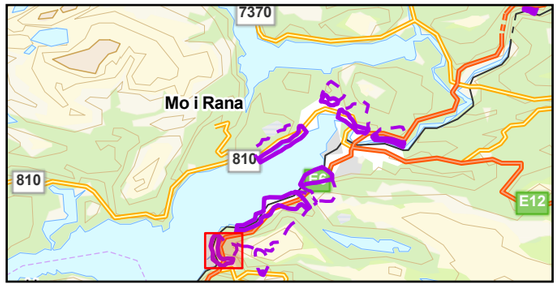
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	9B	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

- Påvirkningsområde
- Kartlagt område
- Løsneområde sørpeskred
- Løsneområde steinsprang/steinskred
- Løsneområder jordskred
- Løsneområde snøskred
- Antatt steinsprang/steinskredblokk
- Sporlogg bakke
- Sporlogg drone
- Ravine/bekkenedskjæring

NVE

Stien - Nerdal

Registreringskart

NVE

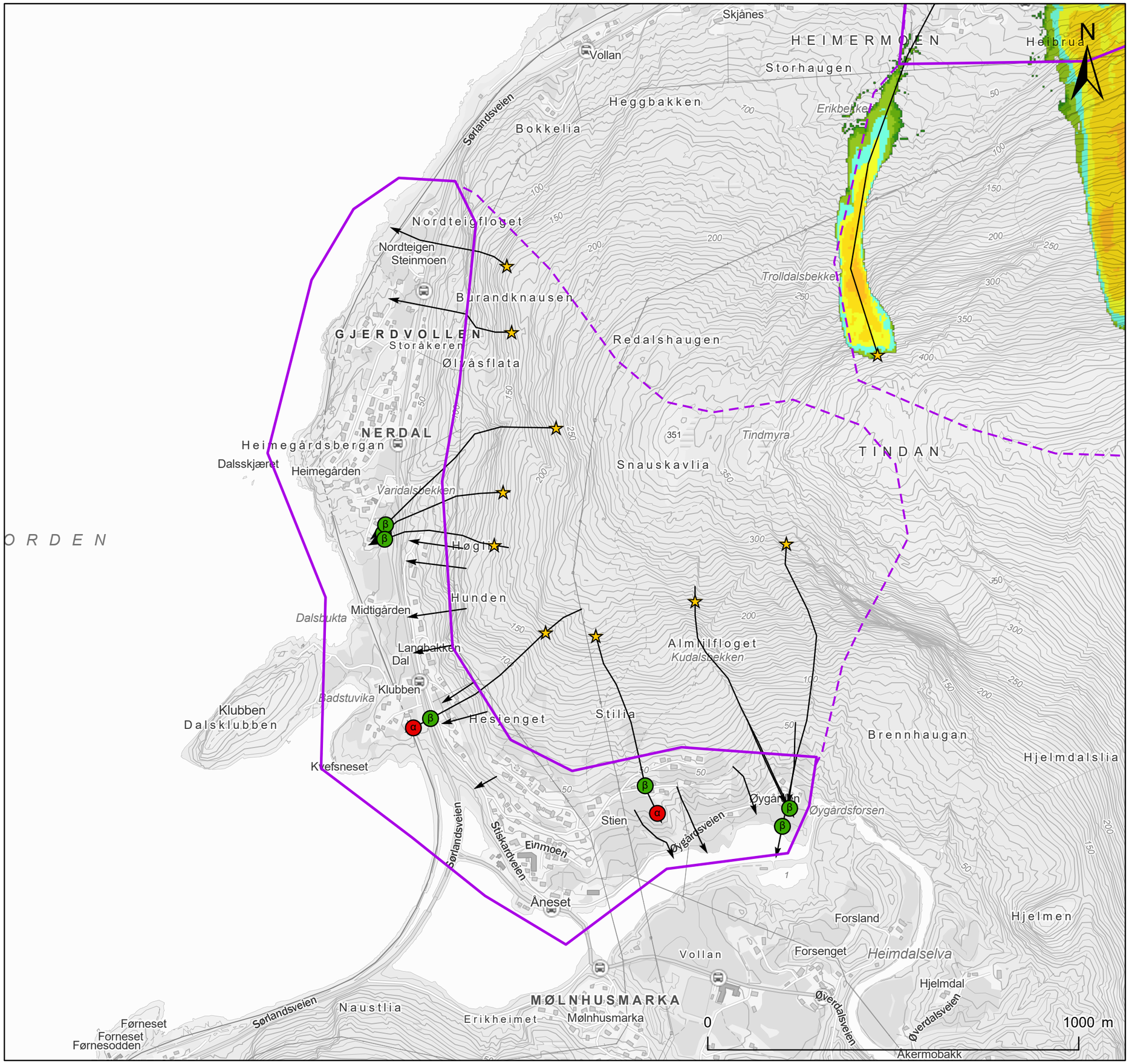
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-16	EMP	CJ	FS

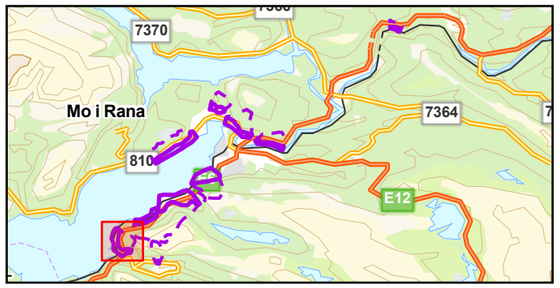
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:8 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	9C	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

Skredprofil

Alfa-Beta

Utløsningspunkt

Beta

Alfa

Hastighet

Maksimal 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

NVE

Stien-Nerdal

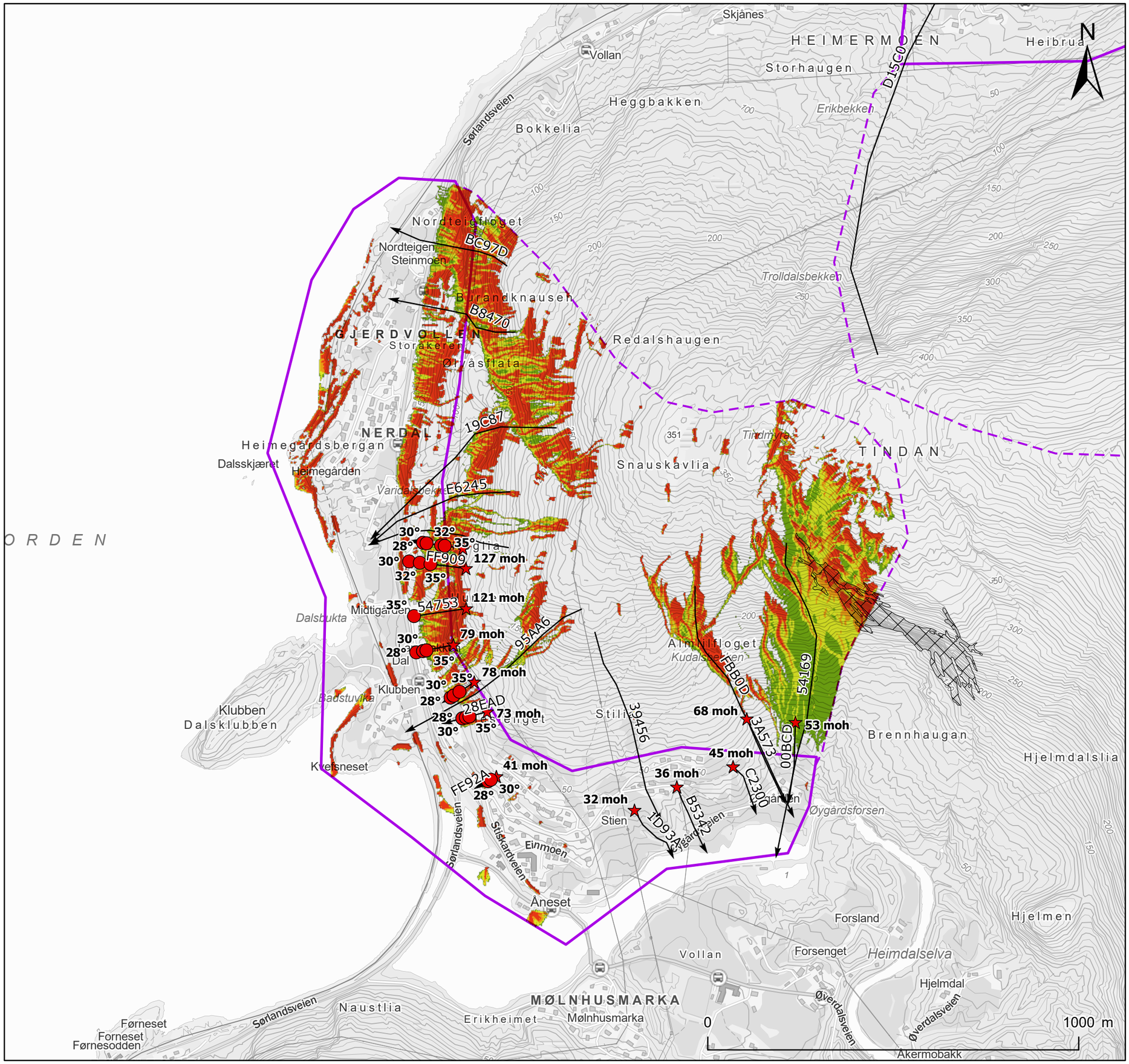
Snøskredmodeller

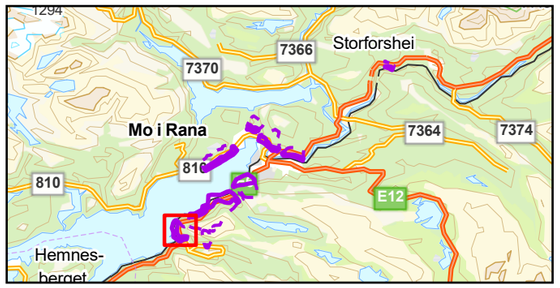
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-13	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	9D-M1	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE





Tegnforklaring

- Påvirkningsområde
- Kartlagt område
- Utløsningsområde steinsprang
- Skredprofil

Vinkelpunkt

- Utløsningspunkt
- Vinkel til utløsningspunkt

Reach probability (RockyFor3D)

Value

- ≤ 1 %
- ≤ 1,5 %
- ≤ 3 %
- ≤ 5 %
- ≤ 10 %

NVE

Stien-Nerdal

Steinsprangmodeller

NVE

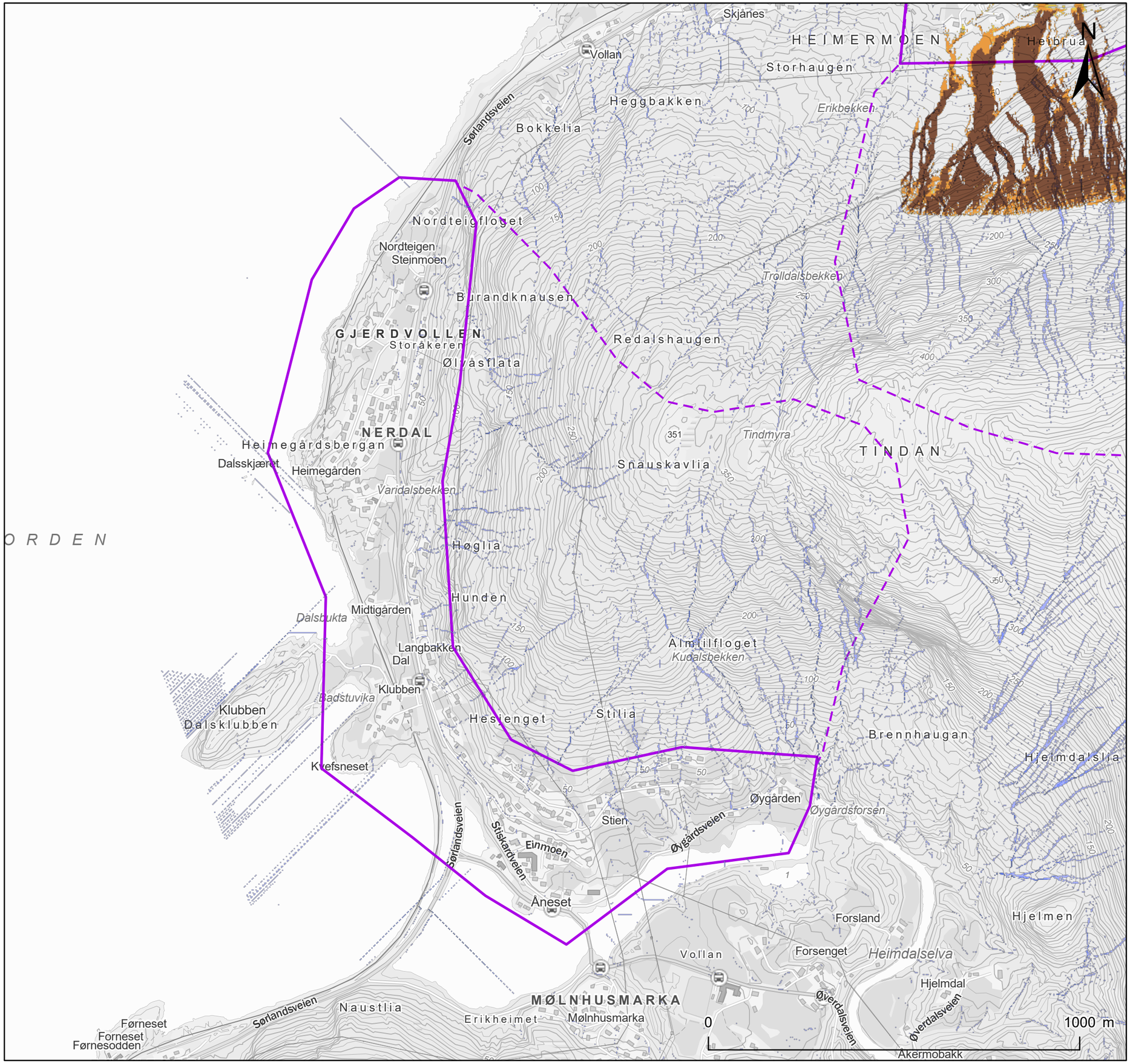
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

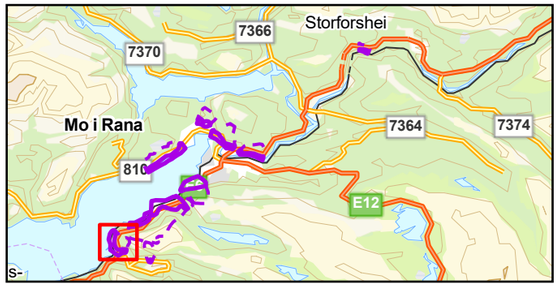
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	9D-M2	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

SAMOS sørpeskred

Maksimal hastighet (m/s)

- < 0.5 [m/s]
- 0.5 - 1 [m/s]
- 1 - 2.5 [m/s]
- 2.5 - 5 [m/s]
- 5 - 10 [m/s]
- 10 - 15 [m/s]
- 15 - 20 [m/s]
- 20 - 25 [m/s]
- 25 - 30 [m/s]
- > 30 [m/s]

RAMMS sørpeskred

Maksimal hastighet (m/s)

- 0 - 1
- 1 - 2
- 2 - 5
- 5 - 10

Flow accumulation (m3)

- 0 - 1 000
- 1 000 - 10 000
- 10 000 - 20 000
- 20 000 - 40 000
- 40 000 - 100000

NVE

Stien-Nerdal

Sørpeskredmodeller

NVE

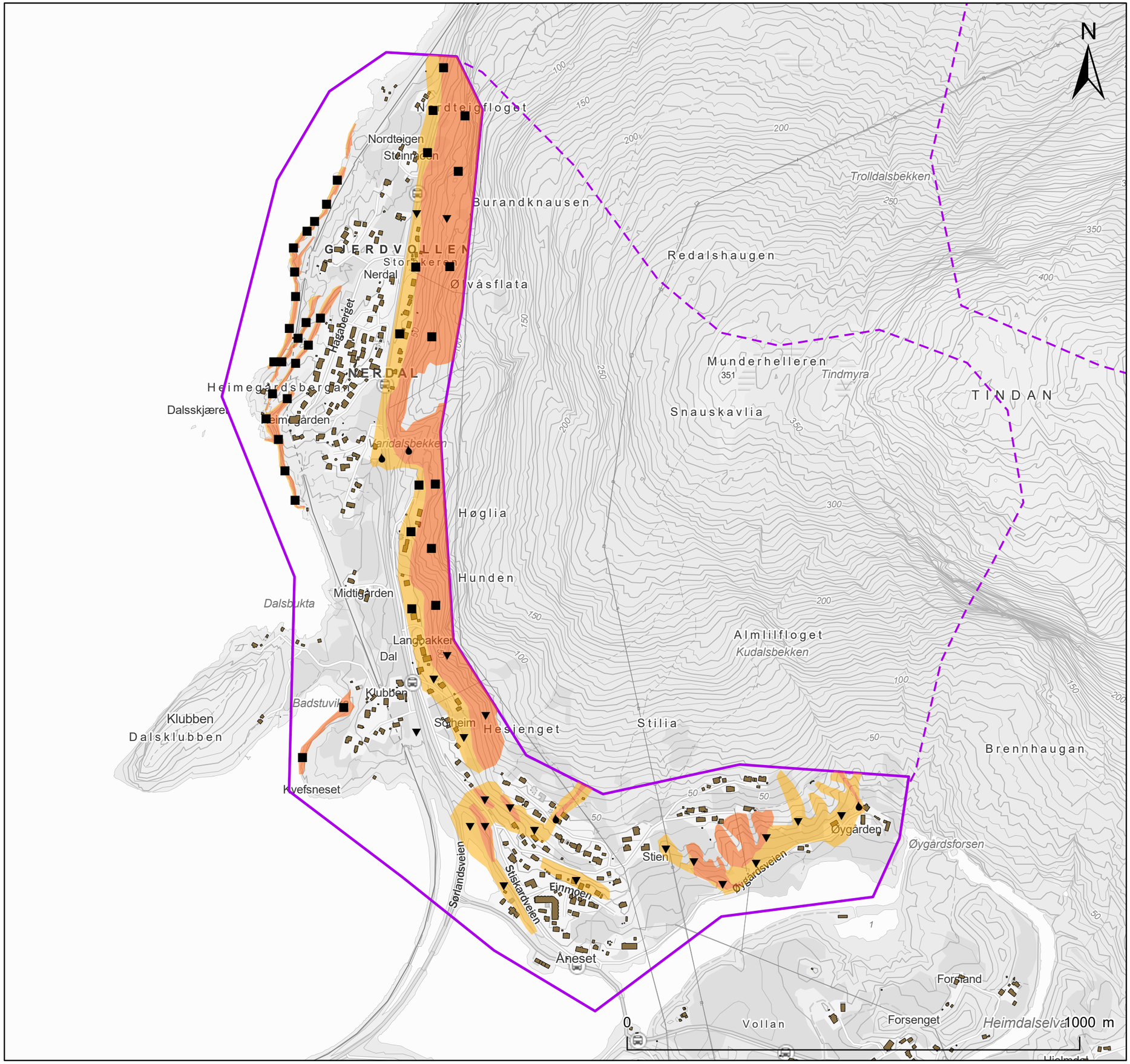
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

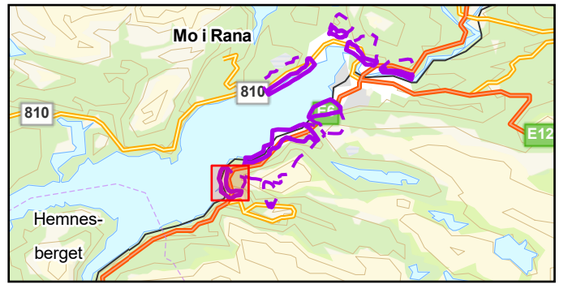
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	9D-M3	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

- Kartlagt område
- Påvirkningsområde
- Bygninger (FKB)

Faresoner med årlig sannsynlighet

- ≥ 1/100
- ≥ 1/1000
- ≥ 1/5000

Dimensjonerende faretype

- Steinsprang
- Steinskred
- Snøskred
- Sørpeskred
- Jordskred
- Flomskred

NVE

Stien - Nerdal

Faresonekart dagens situasjon

NVE

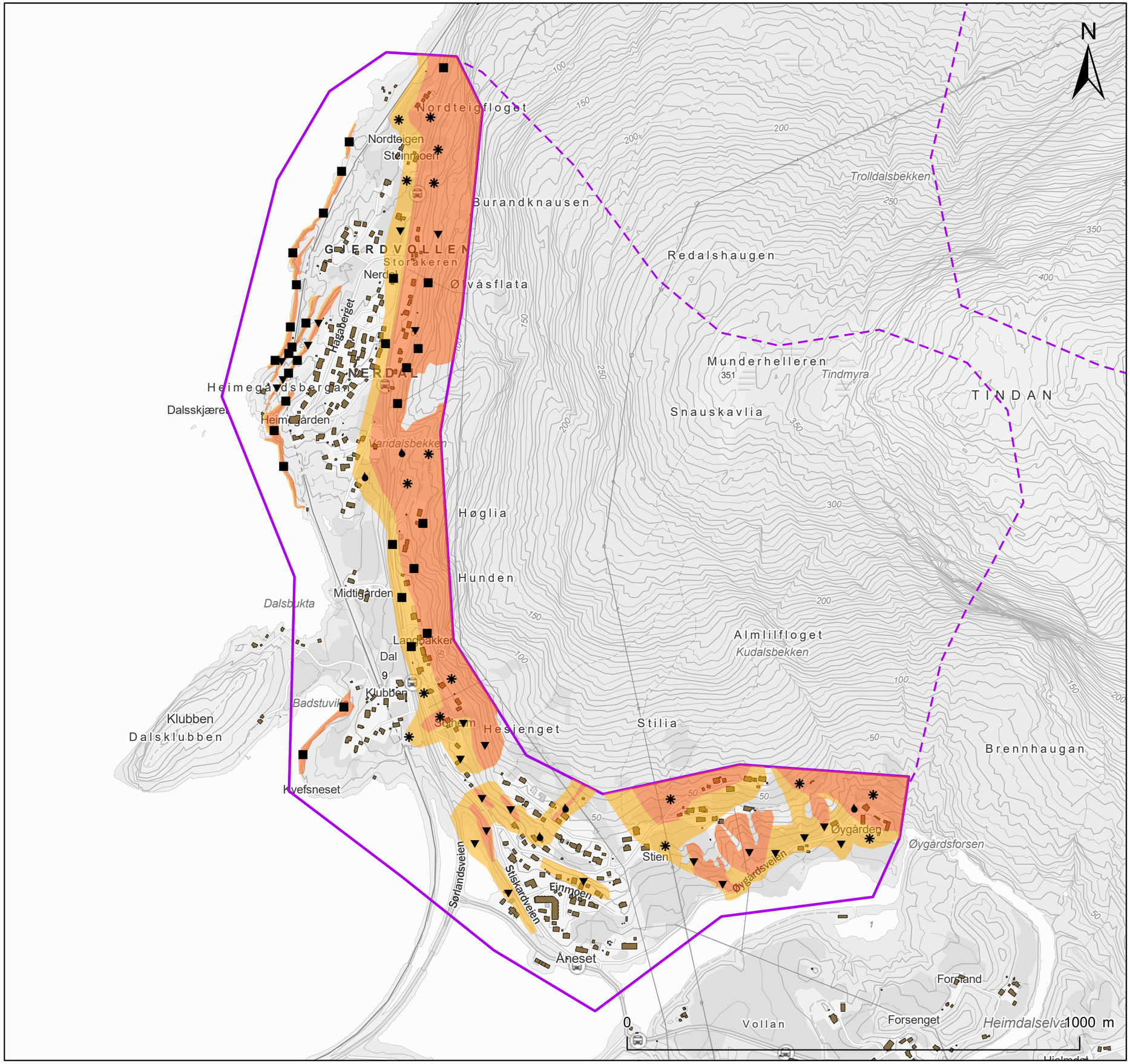
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

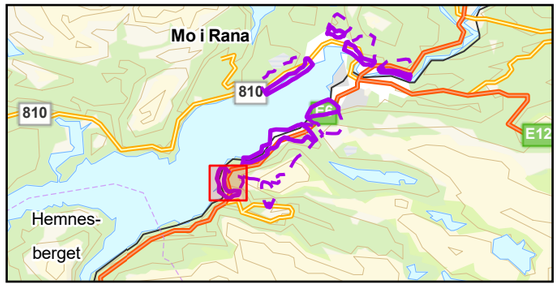
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:8 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	9E	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

- Påvirkningsområde
- Kartlagt område
- Bygninger (FKB)

Faresoner med årlig sannsynlighet

- ≥ 1/1000
- ≥ 1/5000

Dimensjonerende faretype

- Steinsprang
- Snøskred
- Sørpeskred
- Jordskred

NVE

Stien - Nerdal

Faresonekart uten skog

NVE

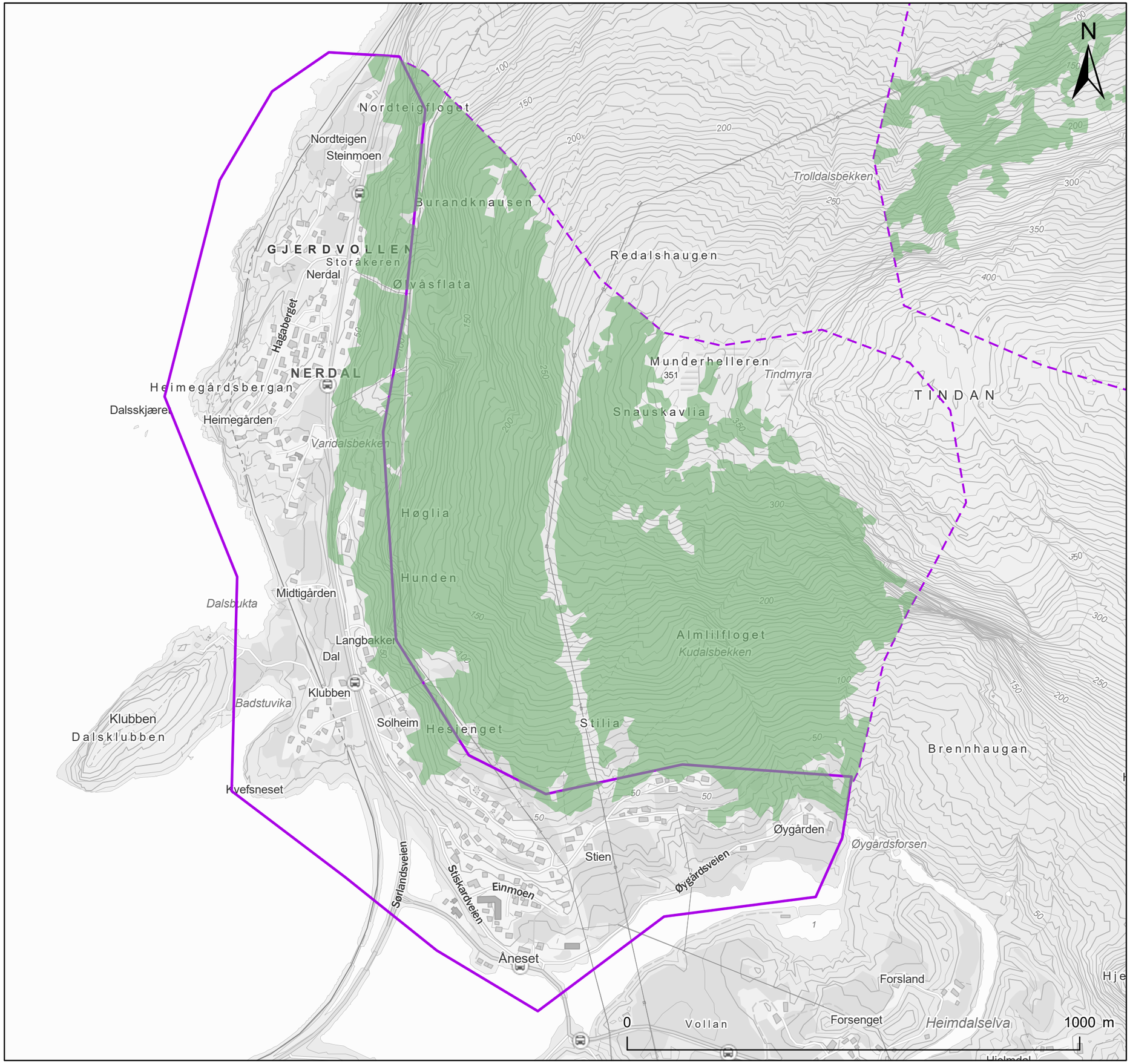
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

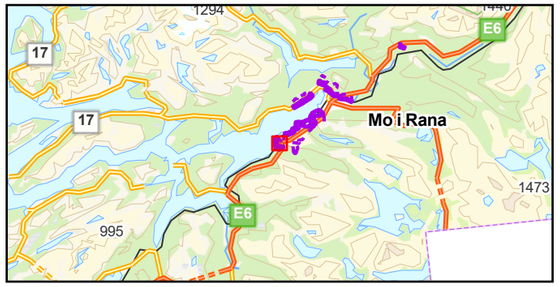
Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:8 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	9F	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NGI





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

Skog med betydning for skredfare

Type skog

1

2

NVE

Stien - Nerdal

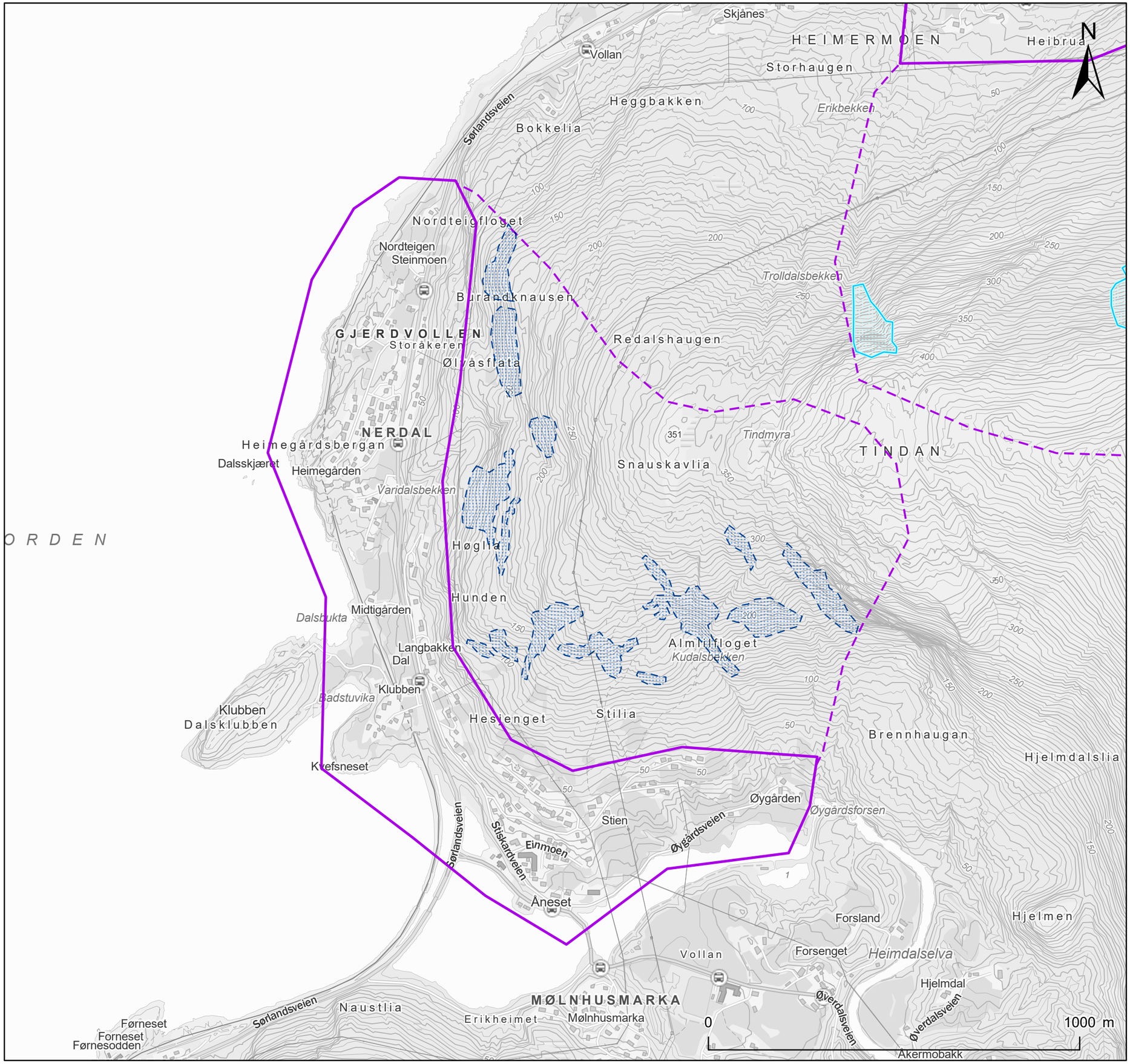
Skogkart

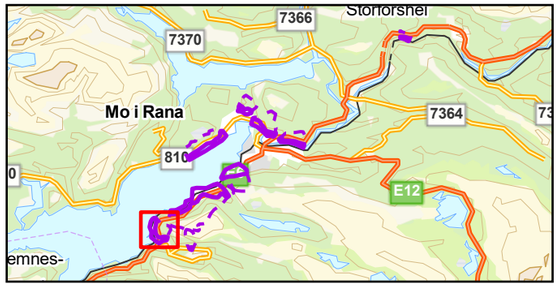
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-12	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:8 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	9G	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE





Tegnforklaring

Påvirkningsområde

Kartlagt område

Potensielle løsneområder

Løsneområde snøskred (Dagens situasjon)

Løsneområde snøskred (Uten skog)

NVE

Stien-Nerdal

Løsneområder snøskred uten skog.

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2022-05-16	EMP	CJ	FS

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3 1:10 000	ETRS 1989 UTM Zone 33N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210346	20210346-01-R	9D-M4	01

Kartet er utarbeidet av NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT på oppdrag fra NVE

NVE

Norges vassdrags- og energidirektorat

MIDDELTHUNS GATE 29
POSTBOKS 5091 MAJORSTUEN
0301 OSLO
TELEFON: (+47) 22 95 95 95

www.nve.no