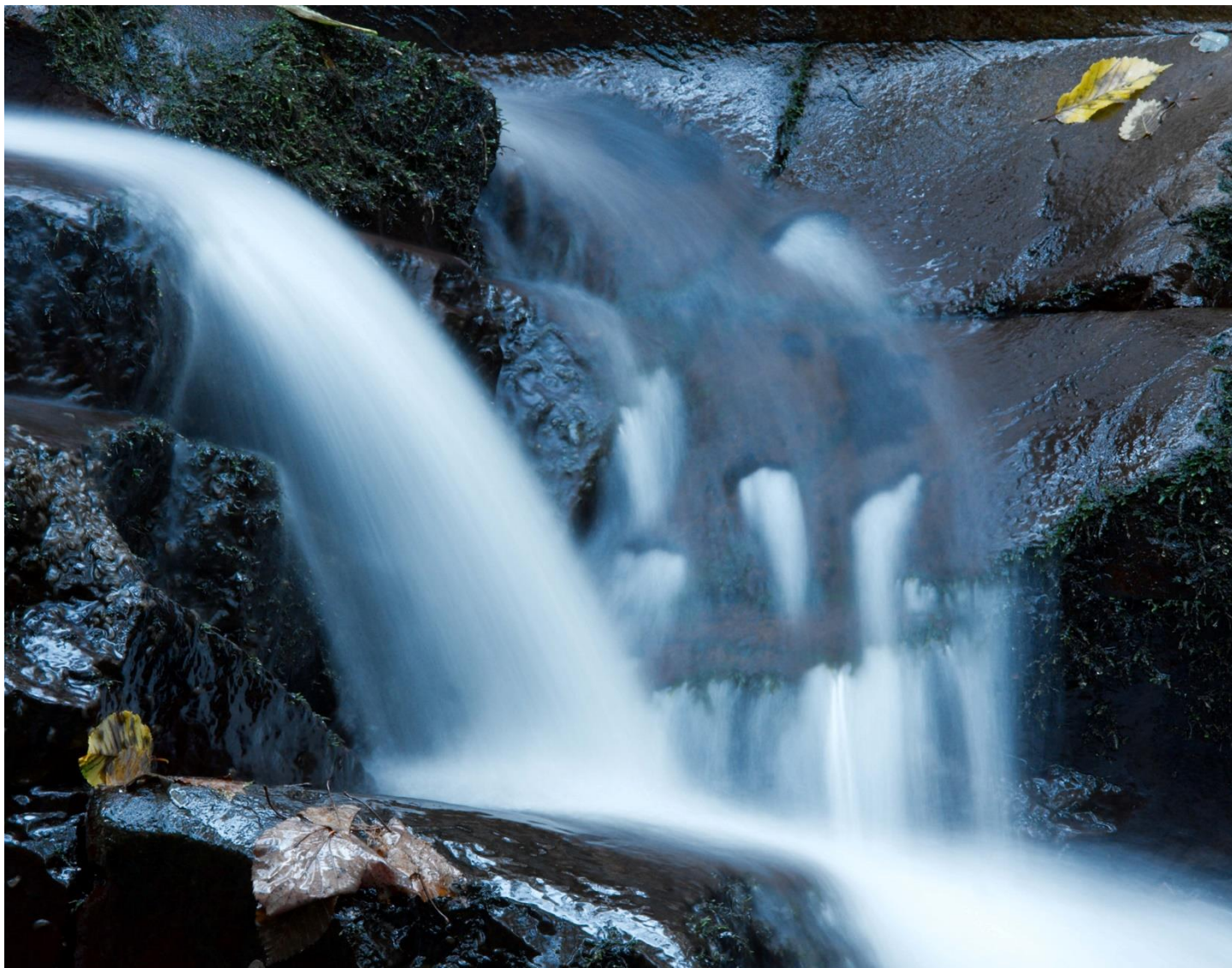


Lede AS

## ► Skredfarevurdering for mastetrasé - 132 kV Såheim - Mår

Inkludert innledende vurdering av grunnforhold ved mastepunkt

Oppdragsnr.: 52405230 Dokumentnr.: 83131-BDD-0006 Versjon: 02 Dato: 2024-12-19



**Oppdragsgiver:** Lede AS  
**Oppdragsgivers kontaktperson:** Øyvind Bakkebø  
**Rådgiver:** Norconsult Norge AS, Klæbuveien 127 B, NO-7031 Trondheim  
**Oppdragsleder:** Åse Hytteborn  
**Fagansvarlig:** Gunne Håland  
**Andre nøkkelpersoner:** Geir Kristoffer Godtland

02	2024-12-19	For bruk	GeiGod	GunHaa	AsHyt
01	2023-12-13	For bruk	GeiGod	GunHaa	AsHyt
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

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

## ► Sammendrag

Norconsult Norge AS har på oppdrag fra Lede AS gjennomført en skredfarevurdering for ny planlagt høyspentrasé bestående av to ledninger, i forbindelse med konsesjonssøknad 132 kV Såheim-Mår. Skredfarevurderingen er en del av forprosjekt for 132 kV Såheim – Mår. Store deler av traséen er planlagt langs eksisterende linjetrasé, mens traséen skal gå i nær jomfruelig terreng i de bratte fjellssidene ned mot Rjukan. Skredfarevurderingen er vurdert i henhold til sikkerhetsklasse S1 i TEK17, med bakgrunn i at ledningene vil være reserver for hverandre, dersom én av ledningene blir satt ut av drift etter en skredhendelse. Foreliggende rapport (versjon J02) er endret i forhold til versjon 00, med oppdaterte mastepunkt og tilhørende vurdering.

Skredsannsynligheten for mastepunkt M102 og M202 er vurdert større enn 1/100 og oppfyller ikke krav til sikkerhet i henhold til sikkerhetsklasse S1. For disse to mastepunktet anbefales det derfor at det utføres sikringstiltak som vil redusere sannsynligheten for steinsprang i å treffe mastepunktet. Anbefalt sikringstiltak for mastepunktene er steinspranggjerde med høyde på 4 m og energikapasitet på 1000 kJ. For å forhindre remobilisering av urmasser eller at anleggsutstyr faller utenfor skrenten under oppføring og drift, anbefales montasje av et 2 m høyt gjerde minst 5 m fra brattskrenten der dette er mulig. Energifapasitet anbefales å være 100 kJ.

Resterende mastepunkter oppfyller krav til sikkerhet med skredsannsynlighet lavere enn 1/100. De mest utsatte mastepunktene utover disse er punkt M114 og M115 som ligger nærmest observerte rastunger for snøskred. Skredsannsynligheten er vurdert å være større enn 1/1000 for disse mastepunktene, men lavere enn 1/100.

Det har blitt utført en innledende vurdering av fundamenteringsforhold for planlagte mastepunkter. Det er ikke utført detaljerte sprekkekartlegginger eller stabilitetsvurderinger i denne rapporten for å verifisere om bergmassen tåler vekten av mastene ved aktuelle mastepunkt. Det er utført i ingeniørgeologisk rapport etter ingeniørgeologisk kartlegging som omtaler innledende bergmassekvalitet og stabilitet i mastefundamentene (1).

Potensialet for snøsig inn mot mastepunktene er vurdert ut fra observerte terrengforhold på befaring og helningskart.

### Tiltak mot snøsig

Det anbefales at det gjøres tiltak mot snøsig for følgende mastefundament:

- M102
- M202
- M103, Sør-vestre masteben (ett ben)
- M212, søndre masteben (to ben)
- M220, søndre masteben (to ben)
- M222
- M223, søndre ben (to ben)

## Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>6</b>
1.1	Bakgrunn og hensikt	6
1.2	Gjeldene retningslinjer og styrende dokumenter	6
1.3	Utførte undersøkelser	7
1.4	Restrisiko for skred	7
1.5	Forutsetninger for skredfarevurderingen	8
1.6	Grunnlagsmateriale	8
1.7	Aktsomhetskart	8
1.8	Klimaanalyse	11
1.8.1	<i>Nedbør</i>	11
1.8.2	<i>Vind</i>	13
<b>2</b>	<b>Områdebeskrivelse</b>	<b>15</b>
2.1	Topografi	17
2.2	Berggrunn	19
2.3	Kvartærgeologi	20
2.4	Flyfoto og skråfoto	21
2.5	Historiske skredhendelser og tidligere utførte skredfarevurderinger	23
2.6	Eksisterende skredsikringstiltak	27
<b>3</b>	<b>Feltobservasjoner og fundamenteringsforhold</b>	<b>28</b>
<b>4</b>	<b>Modellering av snøskred og steinsprang</b>	<b>54</b>
4.1	Modellering av snøskred med RAMMS Avalanche	54
4.2	Modellering av snøskred med alfa-beta modellen	57
4.3	Modellering av steinsprang	58
4.3.1	<i>Rockyfor3D</i>	58
4.3.2	<i>RAMMS Rockfall</i>	58
<b>5</b>	<b>Skredfarevurdering</b>	<b>61</b>
5.1.1	<i>Skredvind i forbindelse med snøskred fra Gaustatoppen</i>	67
<b>6</b>	<b>Aktuelle sikringstiltak</b>	<b>68</b>
<b>7</b>	<b>Oppsummering og konklusjon</b>	<b>71</b>
<b>8</b>	<b>Referanser</b>	<b>72</b>
<b>9</b>	<b>Vedlegg</b>	<b>74</b>
	<b>Vedlegg 1 – Infopunkt</b>	
	<b>Vedlegg 2 – Terrenghelningskart</b>	
	<b>Vedlegg 3 – Registreringskart</b>	

**Vedlegg 4 – Modelleringskart snøskred**

**Vedlegg 5 – Modelleringskart steinsprang RAMMS:Rockfall**

**Vedlegg 6 – Modelleringskart steinsprang Rockyfor3D**

# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn og hensikt

Norconsult Norge AS har på oppdrag fra Lede AS gjennomført en skredfarevurdering for ny planlagt høyspenttrasé i forbindelse med konsesjonssøknad 132 kV Såheim-Mår. Skredfarevurderingen er en del av forprosjekt for 132 kV Såheim – Mår. Store deler av traséen er planlagt langs eksisterende linjetrasé, mens traséen skal gå i nær jomfruelig terreng i de bratte fjellsidene ned mot Rjukan. Skredfarevurderingen er vurdert i henhold til sikkerhetsklasse S1 i TEK17, med bakgrunn i at ledningene vil være reserver for hverandre, dersom én av ledningene blir satt ut av drift etter en skredhendelse.

Observasjoner og vurderinger i foreliggende skredfarerapport følger delvis NVE Veilederen «Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng» (2). Observasjonene fra befaring og registreringer i etterkant er sammenlignet med kartgrunnlag og øvrig grunnlagsmateriale, og danner til sammen grunnlaget for vurderingene som er gjort i dette tilfelle. Det er også utført klimaanalyse og beregninger av bruddkanthøyde for modellering av snøskred i RAMMS Avalanche. Observasjoner av bergblotninger og blokker er benyttet som input i modellering av steinsprang i Rockyfor3D og RAMMS Rockfall. Vurdering av steinsprang og snøskred gjennomført. Jord- og flomskred og sørpeskred er vurdert som ikke relevante skredtyper for mastetraséen.

I tillegg til skredfarevurderingen er det etter forespørsel fra Lede AS, gjort en overordnet vurdering av bergmasse- og forankringsforhold ved mastepunkter som var tilgjengelig til fots eller med drone. For mer detaljert vurdering av stabilitet til bergmassen ved hvert mastepunkt må bergmassekvalitet og oppsprekkingsmønster detaljkartlegges.

Foreliggende rapport (versjon J02) er endret i forhold til versjon 00, med oppdaterte mastepunkt og tilhørende vurdering. Det er også gjort en vurdering av potensiale for snøsig inn mot mastekonstruksjon.

## 1.2 Gjeldene retningslinjer og styrende dokumenter

I kap 5.7 i NVEs søknadsveileder «*Veileder for utforming av søknader om konsesjon for nettanlegg*» er det kun sikkerhetskrav for stasjonsområder som er definert. Stasjonsområder i klasse 3 etter kraftberedskapsforskriften bør ikke være utsatt for høyere årlig sannsynlighet enn 1/5000 for skred. Anlegg i klasse 1 og 2 bør etter kraftberedskapsforskriften ikke være utsatt for høyere årlig sannsynlighet enn 1/1000 for skred.

For ledninger står følgende i NVE veileder: *Det skal gjøres en vurdering av faren for at anlegget kan skades av flom og skred, og konsekvensene av en slik hendelse. For særlig utsatte strekninger bør det gjennomføres nærmere kartlegging av fare for flom og skred.*

### Plan – og bygningsloven:

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

I henhold til TEK17 (§7-3) i plan og bygningsloven skal byggverk og tilhørende uteareal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot skred slik at krav til nominelle årlige sannsynlighet ikke overskrider kravet til sikkerhetsklassen som tiltaket tilhører, se Tabell 1-1.

Tabell 1-1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområder (3).

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

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

Tiltaket som vurderes i dette tilfelle er ledninger og master langs linje 132 kV Såheim - Mår. Ifølge veileder for utforming av søknader for konsesjon av nettanlegg er det ikke definert klare sikkerhetskrav ledninger og mastepunkter vil falle inn under. Det legges til grunn at det ikke vil oppstå en samfunnskritisk situasjon dersom linjen skulle bli satt ut av drift ved for eksempel en skredhendelse. Dette fordi dagens nettlinjer vil fungere som reservelinje. Det er derfor vurdert at linjer og mastepunkt skal tilfredsstillende en årlig nominell sannsynlighet på 1/100. Dette tilsvarer sikkerhetsklasse S1 i TEK 17.

### 1.3 Utførte undersøkelser

Det er utført feltkartlegging til fots, samt fotografering med drone for de mest relevante mastepunktene som ligger innenfor aktsomhetsområdene på strekningen kV 132 Såheim - Mår. Deler av mastetraséen var ikke tilgjengelig til fots, grunnet bratt terreng og tett vegetasjon, og ble derfor kun befart fra avstand med drone eller via tilgjengelig kartgrunnlag og terrengmodeller.

Befaringen ble utført av ingeniørgeologene Gunne Håland og Geir Kristoffer Godtland fra Norconsult den 19.-20.september 2023. Under befaringen var det oppholdsvær, 5 – 6 plussgrader og lite vind den 19.september, mens det var tett tåke og yr den 20.september.

Under feltarbeidet ble det sett nærmere på aktuelle løснеområder og utløp for skred, derav skredavsetninger fra snøskred og steinsprang. Skredavsetninger fra jord- og flomskred ble ikke observert. I tillegg ble det gjort en innledende vurdering av fundamenteringsforhold for planlagte mastepunkter.

Det er utført samtaler med driftsansvarlig personell i Statnett på eksisterende linjer, som har observert snøskredhistorikk i området de siste 10 – 20 årene.

### 1.4 Restrisiko for skred

Plan og bygningsloven med tilhørende byggt teknisk forskrift TEK17 (3) definerer hvor stor risiko (nominell årlig sannsynlighet) for skred som kan aksepteres, og dette er gjenspeilet i de ulike sikkerhetsklassene for skred.

Forskriften angir krav til nominell årlig sannsynlighet, ettersom det vil være umulig å beregne skredsannsynlighet eksakt [1] og vurderingene kan derfor generelt ikke oppfattes som endelige. Skredfarevurderingen benytter metodikk, kunnskap og verktøy som er tilgjengelig på vurderingstidspunktet, og i tillegg til teoretiske beregningsmetoder skal det benyttes faglig skjønn ved kvalitative vurderinger.

Kravene i forskriften er formulert ut fra at dess større konsekvensen av et skred kan være, desto lavere nominell årlig sannsynlighet for skred kan aksepteres. Ut fra gjeldende regelverk vil det derfor være en restrisiko for skred utover faresonegrensene. Nominell årlig sannsynlighet er per definisjon i TEK17 vurdert ut ifra en enhetsbredde definert til en tomtebredde (angitt til 30 meter). I dette tilfellet har en mast total bredde på omtrent 10 m.

## 1.5 Forutsetninger for skredfarevurderingen

Denne skredfarevurderingen tar utgangspunkt i terreng-, klima- og vegetasjonsforholdene som er aktuelle på utredningstidspunktet. Skredfarevurderingen benytter metodikk, kunnskap og verktøy som da er tilgjengelig. Det er utarbeidet faresoner for hver skredtype og samlet faresonekart for dimensjonerende skredtype. I denne skredfarevurderingen har NVE også bestilt faresonekartlegging med dimensjonerende skredtyper uten skog. Vær oppmerksom på at vurderingen ikke tar hensyn til hvordan skogens effekt kan endres dersom visse områder i øvre deler av skredbaner blir fjernet, og potensielle skredløp blir eksponert for skred fra overliggende områder. Med andre ord tar vurderingen kun utgangspunkt i dagens vegetasjonsforhold og når all skog er fjernet, og ikke deler av skogen.

Skredfarevurderingen omhandler vurdering av sikkerhet mot skred i bratt naturlig terreng etter TEK17 §7-3 og NVE veileder og generell beskrivelse av aktuelle skredtyper er gitt i respektive vurderingskapitler. Kartleggingen omfatter ikke vurdering av:

- Fyllinger, skjæringer (løsmasse og berg), murer eller andre menneskeskapt element som kan medføre fare.
- Kvikkleireskredfare eller sikringstiltak mot dette.
- Mekaniske motstandsevne og stabilitet for byggverk i kartleggingsområdet (TEK17 §10 [1]).
- Fjellskred eller sekundærvirkninger av skred, slik som for eksempel flodbølge som følge av fjellskred

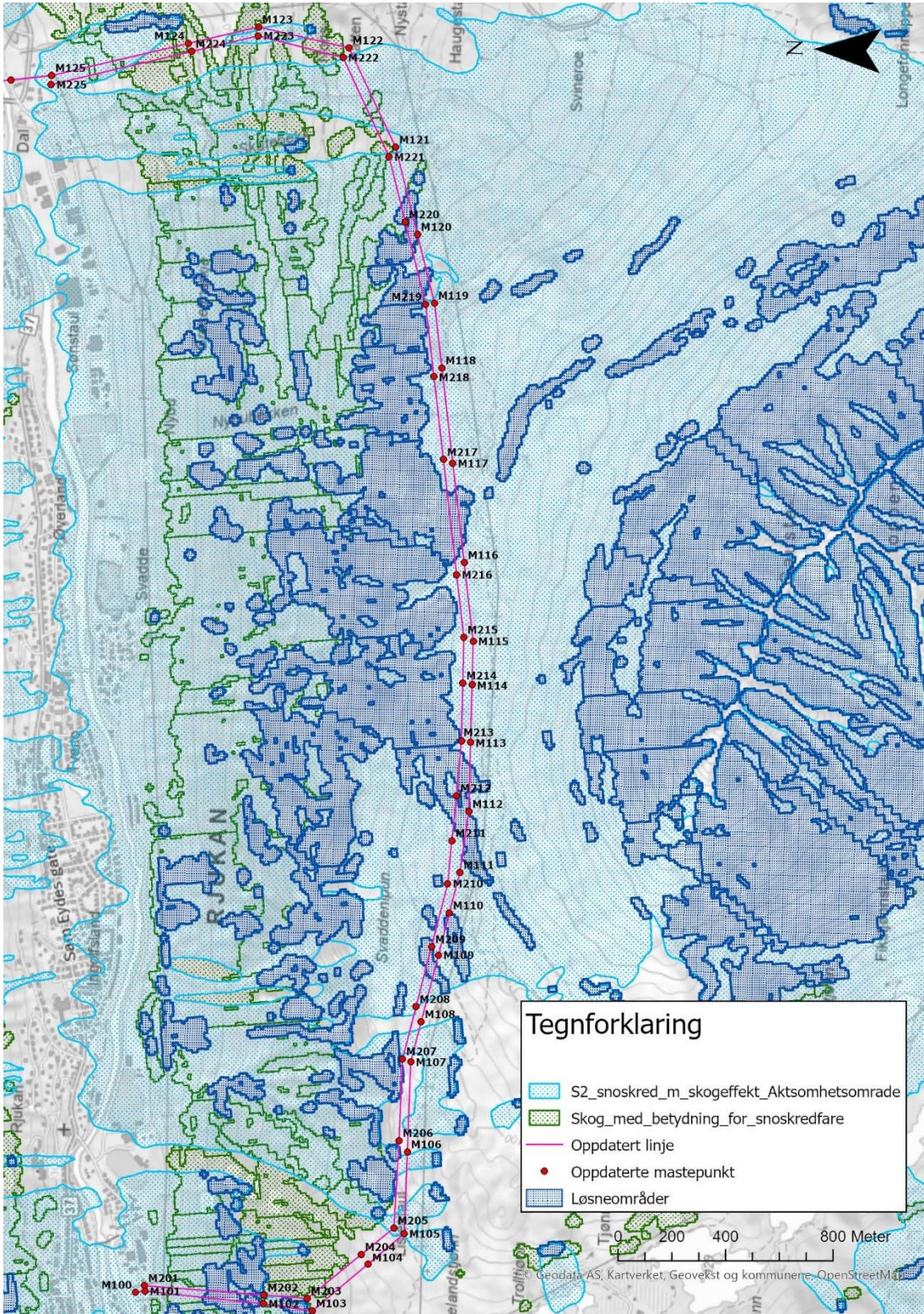
## 1.6 Grunnlagsmateriale

Skredfarevurderinga er basert på tilgjengeleg grunnlagsdata:

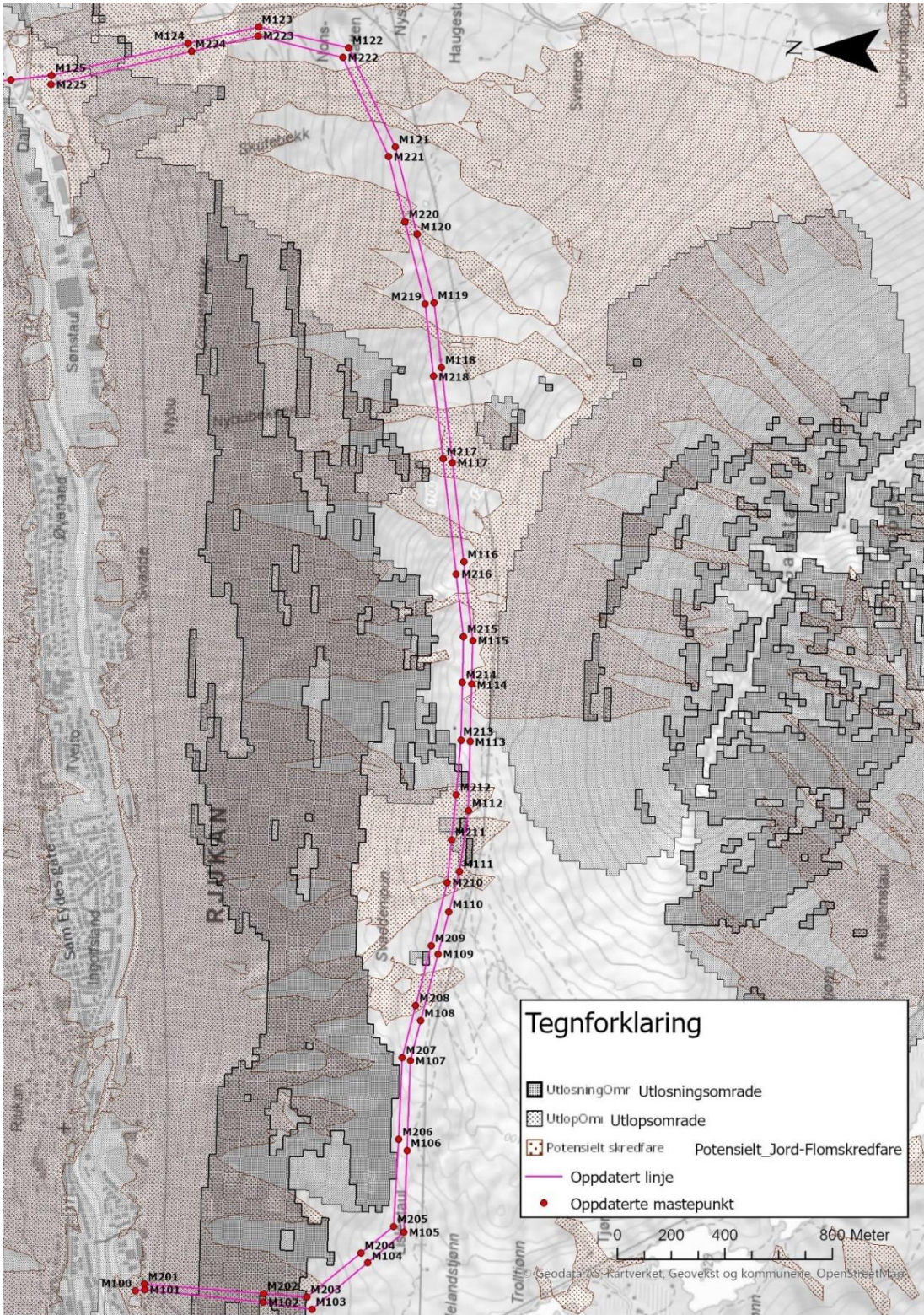
- Terrengmodell (DTM) fra 2017 med 0,25 meter oppløysning (NDH Tinn-Tuddal 5pkt 2017, [www.hoydedata.no](http://www.hoydedata.no)) (4)
- Tilgjengelege flyfoto fra 1961, 2008 og 2021 ([www.norgebilder.no](http://www.norgebilder.no)) (5)
- Berggrunnskart og løsmassekart fra NGU ([www.ngu.no/emne/kart-pa-nett](http://www.ngu.no/emne/kart-pa-nett)) (6) (7)
- Skredhendelser og aktsomhetskart fra NVE atlas inkludert nye NAKSIN Snøskred ([atlas.nve.no](http://atlas.nve.no)) (8)
- Klimadata henta fra AV-Klima ([AV-Klima \(nve-av-klima.azurewebsites.net\)](http://AV-Klima(nve-av-klima.azurewebsites.net))). Script basert på NVE sitt Grid Time Series API. (9)

## 1.7 Aktsomhetskart

NVE aktsomhetskart for steinsprang er brukt sammen med terrengmodell for å sikre at alle skrenter kommer med. NVE aktsomhetskart for jord- og flomskred er benyttet (Figur 1-2). Aktsomhetskart NAKSIN S2 (Figur 1-1) for snøskred er benyttet for å få en indikasjon på snøskredfare, samt brukt for å sammenligne utløpsberegninger. Nesten samtlige av mastepunktene ligger innenfor NAKSIN S2 (1000 års scenario) med skogeffekt, foruten punkt M202, M103, M203, M104, M204, M106, M206, M107, M207, M108, M121, M122, M222, M123, M124 og M224. Det bemerkes at løsnemåtene og tilhørende bruddkanthøyder som er generert fra NAKSIN-kartet er usannsynlig store, selv for 1000-års scenario. NAKSIN snøskred kartet er derfor i dette tilfellet sett på som meget konservativt i henhold til et 100-års scenario som er sikkerhetskravet lagt til grunn for denne vurderingen.



Figur 1-1: Aktsomhetskart for snøskred med nye NAKSIN S2 (1000 års-scenario) med skogeffekt. Mørkeblå polygon er løsneområder, mens lyseblå områder er utløpsområde. Grønne polygon er skog som har betydning for skredfare.

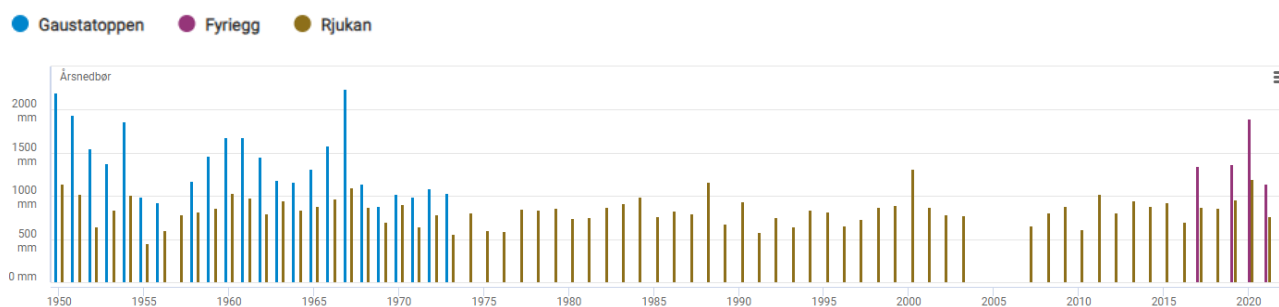


Figur 1-2: Aktsomhetskart for steinsprang og jord- og flomskred.

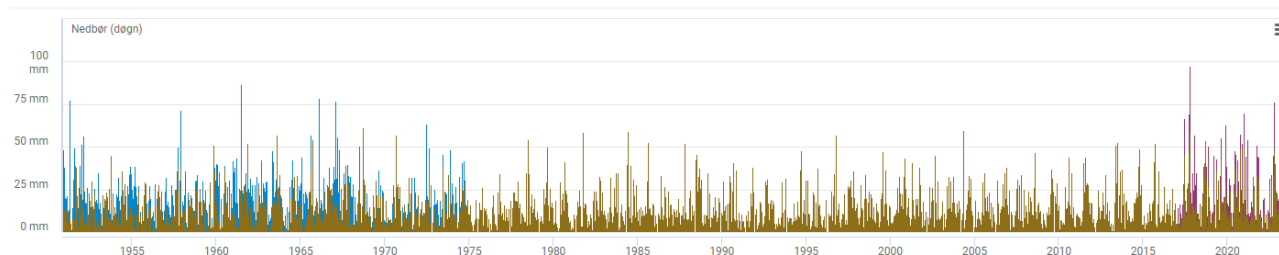
## 1.8 Klimaanalyse

### 1.8.1 Nedbør

Det er hentet ut værstatistikk fra tre værstasjoner i nærheten av mastetraséen. Årsnedbør, døgnet nedbør, årlig middeltemperatur og snødybde er hentet ut fra målestasjonene Rjukan (SN31410), Fyrerigg (SN31400) og Gaustatoppen (SN31970) hvor tilgjengelig. Maksimal årsnedbør er over 2000 mm på Gaustatoppen målt i 1967. Maksimal målt døgnet nedbør ved Gaustatoppen og Fyrerigg er henholdsvis 84 og 97 mm.



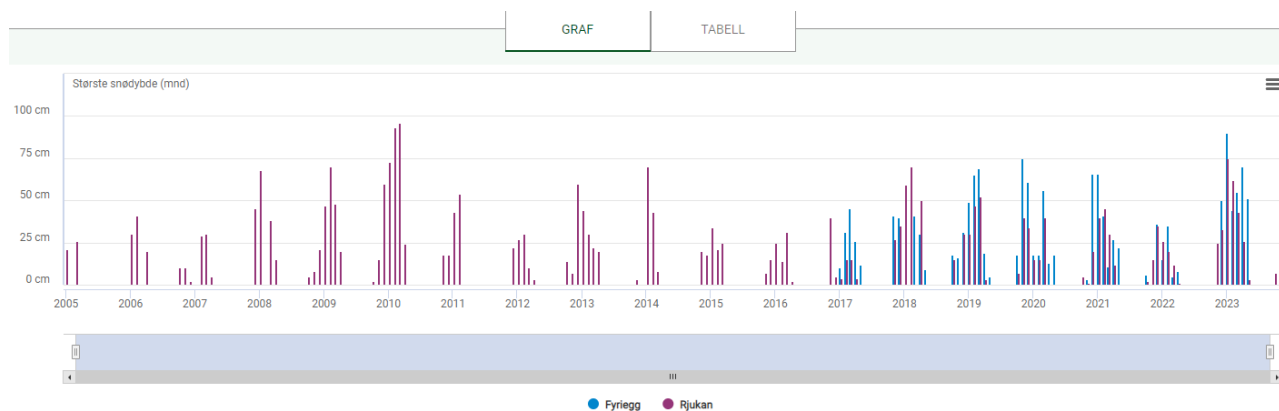
Figur 1-3: Årsnedbør for målestasjonene Rjukan (SN31410), Fyrerigg (SN31400) og Gaustatoppen (SN31970).



Figur 1-4: Døgnet nedbør for målestasjonene Rjukan (SN31410), Fyrerigg (SN31400) og Gaustatoppen (SN31970).



Figur 1-5: Middeltemperatur for målestasjonene Rjukan (SN31410), Fyrerigg (SN31400) og Gaustatoppen (SN31970).

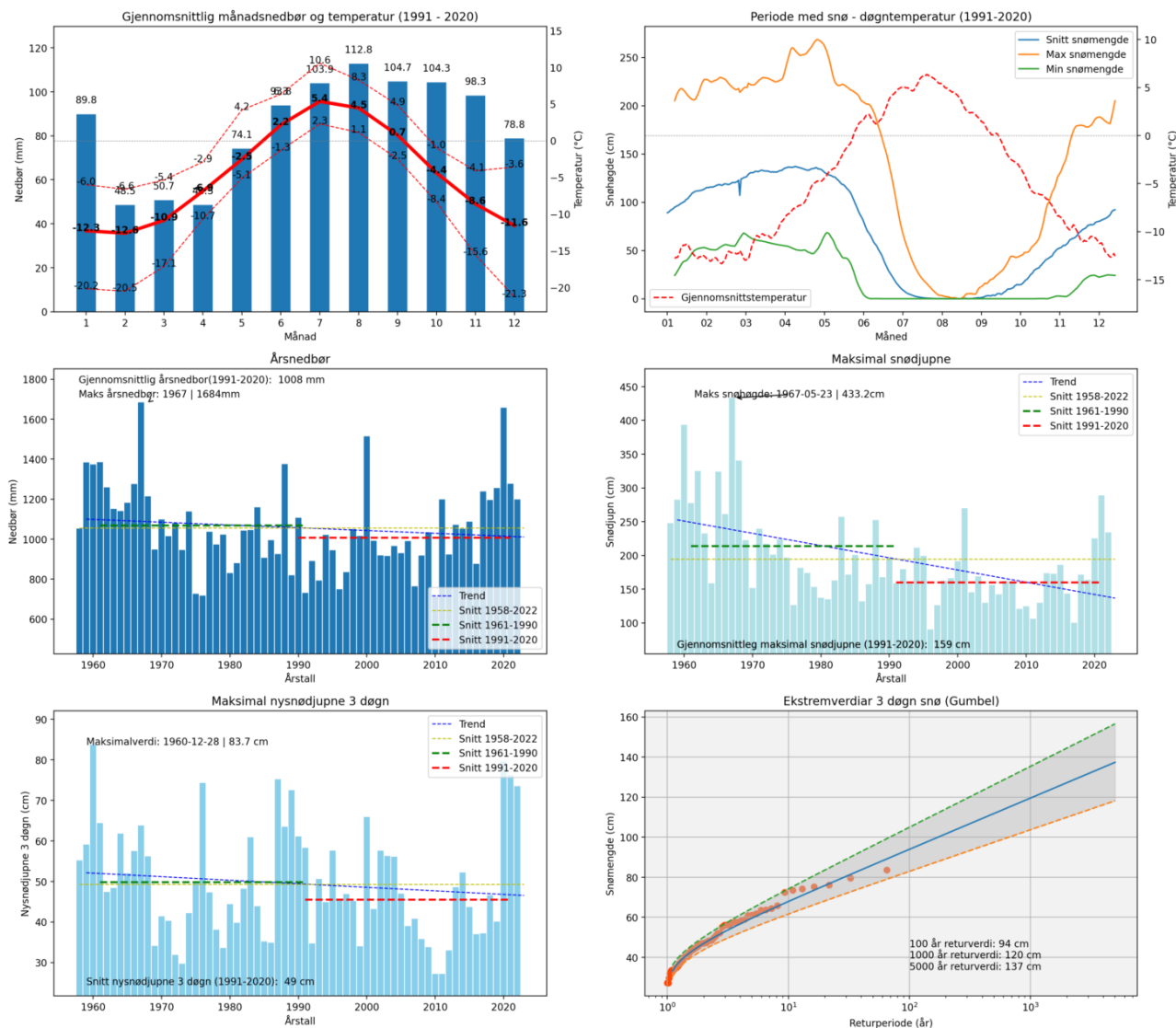


Figur 1-6: Maksimal månedlig snødybde for målestasjonene Rjukan (SN31410) og Fyrerigg (SN31400). Se interpolert klimastatistikk Gaustatoppen (SN31970) i Figur 1-7.

Videre er klimaanalysen er basert på griddede data fra SeNorge (10) (11). I SeNorge er interpolerte temperatur- og nedbørsdata basert på meteorologisk institutt sine værstasjoner. De griddede dataene er videre brukt inn i en snømodell (HBV-modell) som beregner snødybde og nysnøtilvekst. Datasettet har kontinuerlige daglige dataserier for perioden 1958-2021, med 1x1 km grid celler som dekker hele Norge. Dette gir homogene dataserier med korresponderende nedbør, temperatur og snødata for den aktuelle fjellsiden, og muliggjør en klimaanalyse mer tilpasset selve skredområdene.

Klimadata er hentet fra Gaustatoppen (modellhøyde 1768 moh.) (12). Den valgte klimalokasjonen er valgt nær den meteorologiske stasjonen SN31970 på Gaustatoppen og er benyttet for analyse av års- og månedsnormaler, samt ekstremanalyser av nedbør, snødybde og 3-døgns nysnø (Figur 1-7). Data fra værstasjonene i Figur 1-3 - Figur 1-6 er benyttet som supplement til de interpolerte klimadataene under.

## Klimaoversikt for Gaustatoppen (1768 moh.)

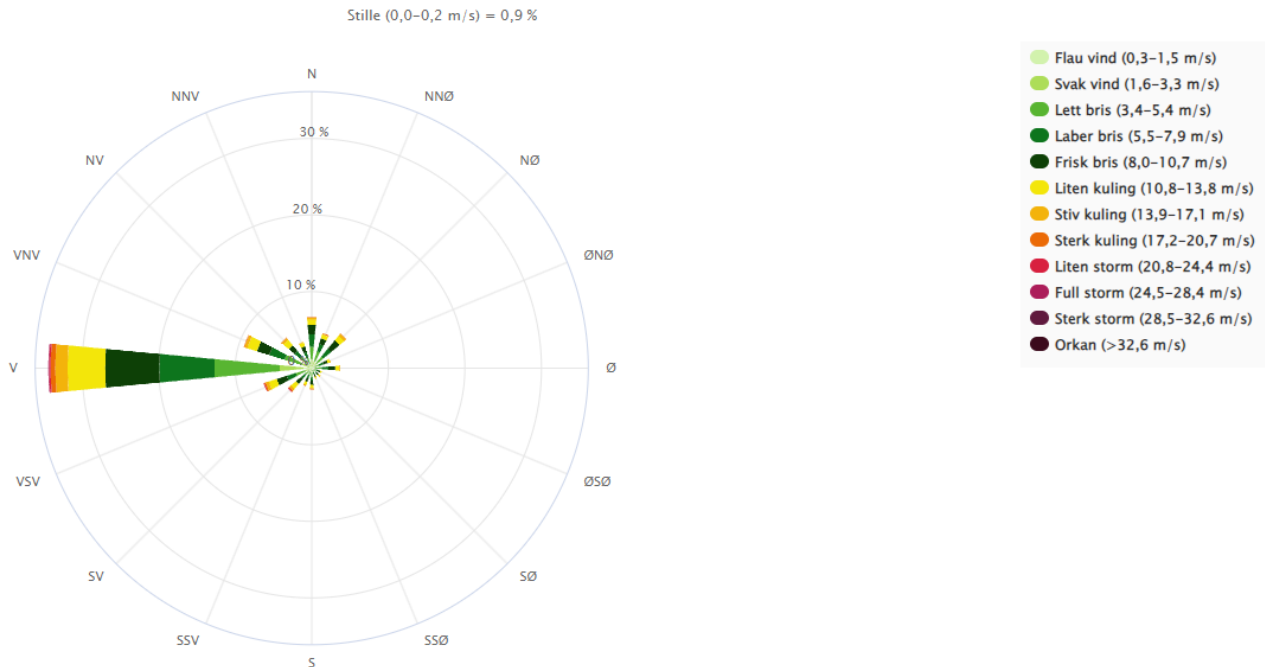


Figur 1-7: Klimaoversikt for Gaustatoppen (modellhøyde 1768 moh.), dataperiode 1958-2022 (12).

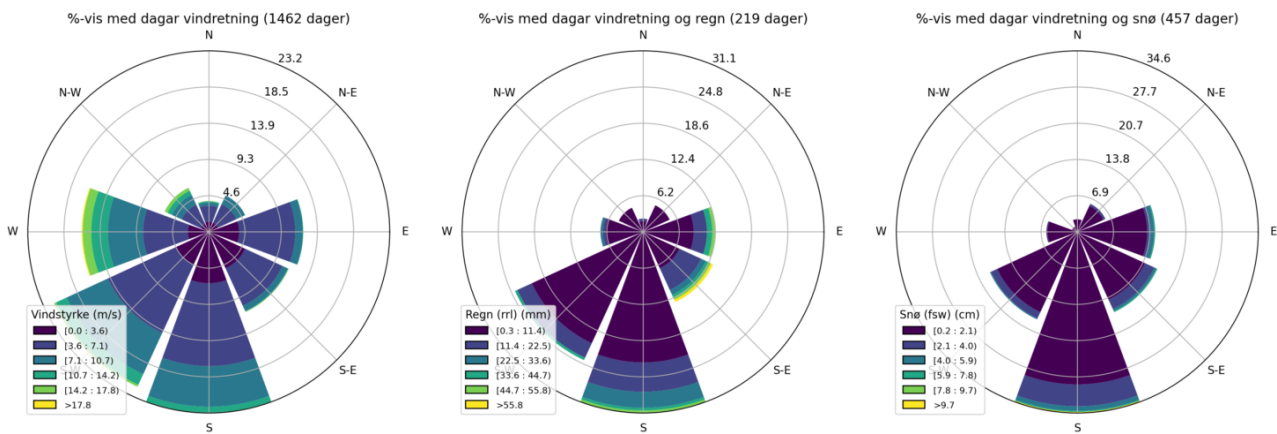
### 1.8.2 Vind

Fremherskende vindretning er analysert på bakgrunn av observasjoner fra SN31970 Gaustatoppen (1934-2018) vist i Figur 1-8. Målingene viser at de største vindstyrkene primært kommer fra vestlig sektor. Vinddrift av snø vil ikke representeres i et slikt datasett, og det er derfor viktig å se snødybder i sammenheng med vindobservasjoner, nedbør og vintertemperatur. I tillegg er det hentet data fra AV-klima (Figur 1-9) som viser vindretning med nedbør som snø, men denne har en betydelig kortere måleserie og har dermed større usikkerhet. AV-klima viser imidlertid at det også kan komme vind fra sør og sør-øst med nedbør som snø.

Vindrose for Gaustatoppen (SN31970) i perioden; 9.1934–10.2018.



Figur 1-8: Vindanalyse i perioden 1934-2018 på Gaustatoppen (SN31970).



Figur 1-9: Interpolerte vinddata fra AV-klima (12).

## 2 Områdebeskrivelse

Ny høyspenttrasé 132 kV Såheim – Mår er omtrent 6,7 km lang og vil i stor grad følge dagens linjetrasé på fjellplatået, med enkelte justeringer. Mastetraséen starter ved Meland ned i dalen på kote 300 (Figur 2-1) og strekker seg opp til platået ved Saten og Svaddenipun på kote 950. Videre herfra følger traséen kanten av fjellplatået mot øst som ligger på kote 1000 – 1260 moh., og går nedenfor Gaustatoppen. Forbi Gaustatoppen går linjen nedover i terrenget igjen mot Nonsnatten på kote 820 moh. Det er snau fjell mellom mastepunkt 9 og 23. Mellom mastepunkt 28 – 31 tiltar skogstettheten, før det igjen er tett skog ved mastepunkt 32. Fra Nonshatten går mastetraséen ned igjen til dalbunnen ved Rjukan og ender opp ved Moen.

Kartlagt trasé er delt inn i følgende områder:

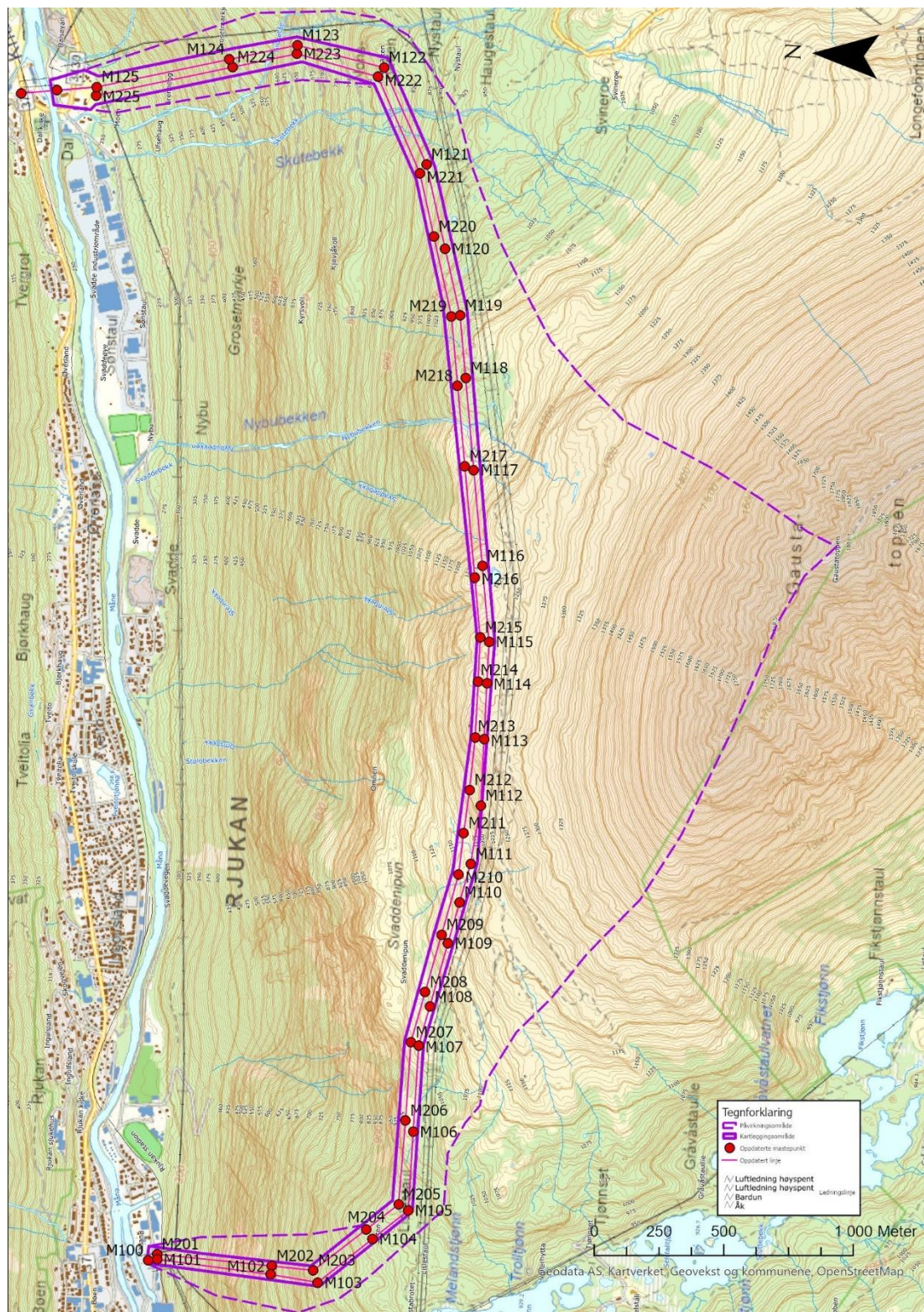
- Meland – Saten (mast M101-M201 til M105-M205)
- Saten – Omnen (mast M106-M206 til M112-212)
- Omnen - Gaustatoppen (mast M113-M213 til M119-M219)
- Kjøvåkoll - Moen (mast M120-M220 til M125-M225)

Langs Meland – Saten går planlagt linje i jomfruelig og skogkledd terreng med spenn på (180 – 465 m). Terrenget er svært bratt og består av svaberg, ur og torvdekt overflate.

Langs Saten – Omnen går også planlagt linje i jomfruelig terreng frem til mastepunktene M105-M205, hvor planlagt linje vil følge eksisterende mastetrasé mot øst. Terrenget slakker ut og består av bergknauser, med sporadisk torvdekke og noe forvittringsmateriale. Mastene har spenn på omtrent 250 – 350 m.

Omnens – Gaustatoppen er planlagt langs eksisterende mastetrasé. Langs fjellplatået er terrenget slakt med enkelte bratte bergknauser, og det er flere bergblotninger i veksling med forvittringsmateriale og sporadiske torvflekker. Mastene har spenn på omtrent 350 – 550 m.

Kjøvåkoll – Moen er planlagt i jomfruelig og skogkledd terreng. Terrenget er forholdsvis bratt og består stort sett av torvdekt overflate, med enkelte bergblotninger og forvittringsmateriale. Mastene har spenn på omtrent 250 – 500 m.



Figur 2-1: Oversiktskart for kV 132 Såheim - Mår. Påvirkningsområdet er hvor det kan genereres skred mot mastepunkt- og trasé.

## 2.1 Topografi

Terrenget i kartleggings – og påvirkningsområdet kan generelt deles inn i tre deler. Nedre del mellom plataet og dalbunnen i Rjukan er generelt svært bratt, med mange skrenter med helning på 50 – 90 grader. På fjellplataet fra ca. kote 1000 flater terrenget ut med innslag av enkelte sporadiske bergskrenter og skråninger med helning på 30 – 45 grader. Ovenfor fjellplataet rager Gaustatoppen opp til ca. 1850 moh., med en nordvendt fjellside som er en typisk konkav fjellformasjon, med tversgående søkk i øvre del. Terrenghelningskart er vist i Figur 2-2. Under er de viktigste topografiske trekkene for de ulike delområdene beskrevet.

### Meland – Saten (mastepunkt M101-M201 til M105-M205)

Fra mastepunkt M101-M201 til M103-M203 stiger terrenget svært bratt fra kote 300 til ca. 950 ved Saten. Terrenget har helning 30 – 45 grader opp til kote 400. Fra kote 400 og opp til kote 680 hvor mastepunkt M102 og M103 er plassert på en slakere berghylle, består terrenget utelukkende av skrenter med helning på 45 – 90 grader. Fra kote 680 til 720 er terrenget noe slakere før det igjen blir brattere fra kote 720 til 830. Her er punkt M103 og M203 plassert på en slakere terskel i terrenget. Videre stiger terrenget med varierende helning på 25 – 45 grader opp til mastepunkt M104 og M204 på kote 940 ved Saten. Se vedlegg 2-1 for detaljert kart.

### Saten – Omnen (mast M106-M206 til M112-212)

Fra mastepunkt mast M106-M206 til M112-212 slakker terrenget ut, og går over i et fjellplata opptil kote 1170 ved mastepunkt M111. Punkt M112 og M212 er plassert i forholdsvis skrående terreng med noe sidebratt terreng ovenfor (30 – 45 grader), og hvor høydeforskjellen opp til slakere terreng igjen er ca. 20 - 50 m. Mastepunkt M206 er plassert forholdsvis tett på brattskrenten som stuper ned mot Rjukan sentrum. Videre fra punkt M108 og M208 veksler terrenget på å være slakt med helning under 15 grader, og skrenter med helning på 45 – 90 grader. Skrentene har orientering fra Nord-øst mot sør-vest, og høydene på skrentene varierer fra 20 – 50 m. Se vedlegg 2-2 for detaljert kart.

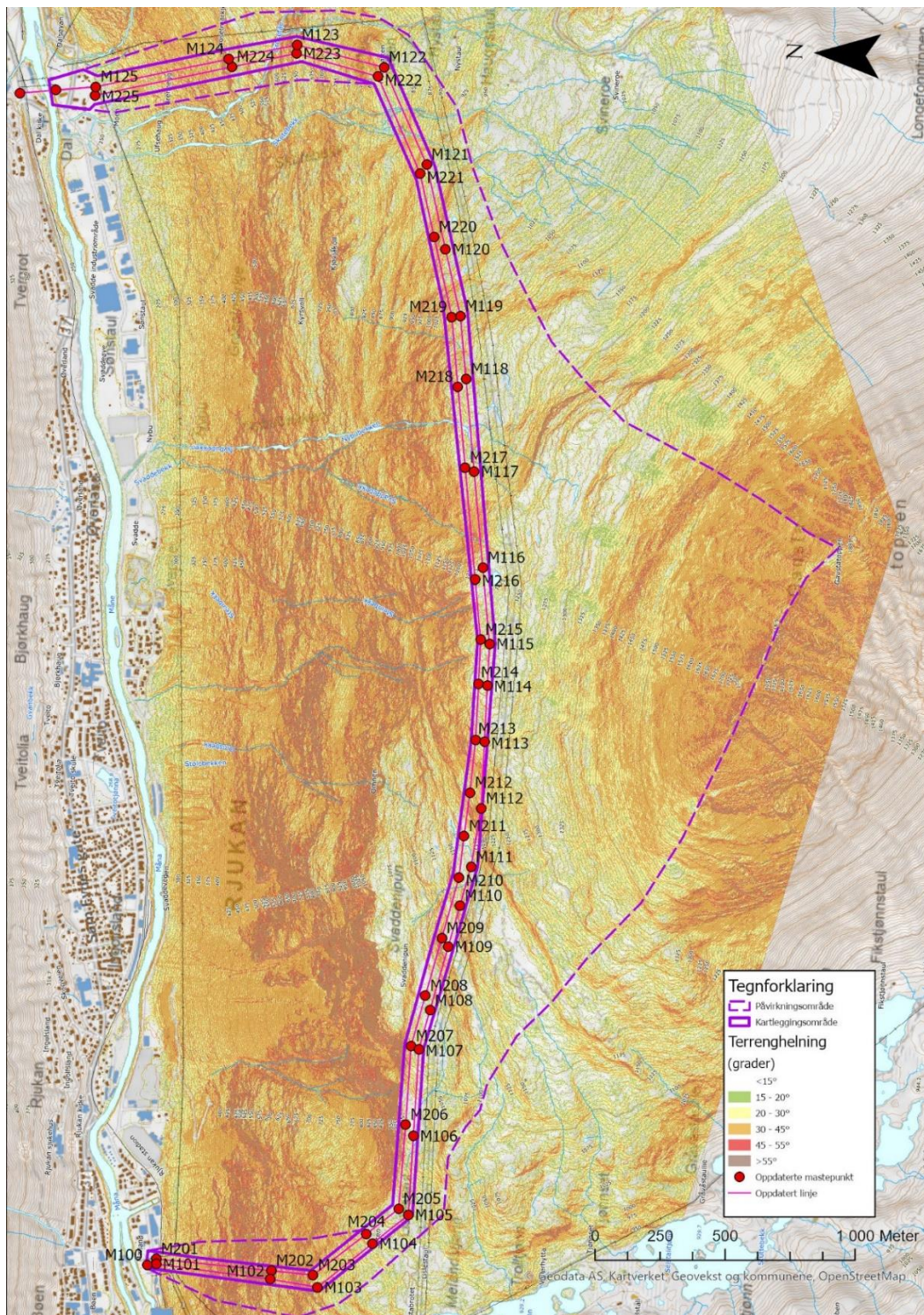
### Omnen - Gaustatoppen (M113-M213 til M119-M219)

Fra mastepunkt M113-M213 til M119-M219 mastetraséen langs et tilnærmet flatt fjellplata, avgrenset av en bratt fjellside med helning på 40 – 90 grader i nord, og fjellsiden tilhørende Gaustatoppen i sør. Fjellsiden opp mot Gaustatoppen starter slakt, og brattheten tiltar gradvis opp til kote 1400. Fra kote 1400 til toppen, består fjellsiden av flere skrenter og tversgående raviner som er fungerer som skredbaner. Helningen er generelt 30 – 50 grader i øvre deler av Gaustatoppen, med flere skrenter. Langs mastetraséen er de nordlige mastepunktene til den nye traséen plassert på naturlige forhøyninger i terrenget som ligger 6 – 10 m over et langsgående søkk mellom brattskrenten i nord og Gaustatoppen i sør. De sørlige punktene er stedvis plassert i søkket, og vil dermed være mest utsatt for snøskred. Fra mastepunkt M116 synker terrenget igjen med helning på 30 – 45 grader ned til punkt M117-M217, hvor det igjen flater noe mer ut. Videre følger traséen kanten til den bratte dalsiden i nord til punkt M119-M219. Se vedlegg 2-3 for detaljert kart.

### Kjøvjåkoll - Moen (mast M120-M220 til M125-M225)

Fra mastepunkt M120-M220 til M122-M222 er terrenget forholdsvis likt som mellom punkt M218 til M120, men er noe slakere og avgrenset av et bratt parti mellom mastepunkt M120 og M220 med helning på 30 – 45 grader. Fra mastepunkt M222 og nordover veksler terrenget ofte mellom bratt (35 – 55 grader) og slakt (20 – 30 grader). Nord for Nonshatten er det en brattskrent ovenfor mastepunkt M223 og M123 som ligger 260 m unna. Mellom punkt 34-35 og 36-48 er det et bekkegjel som skjærer gjennom terrenget. Nedenfor punkt M224 og M124 er det en bratt skrent og hvor terrenget fortsetter nedover med helning på 30 – 50

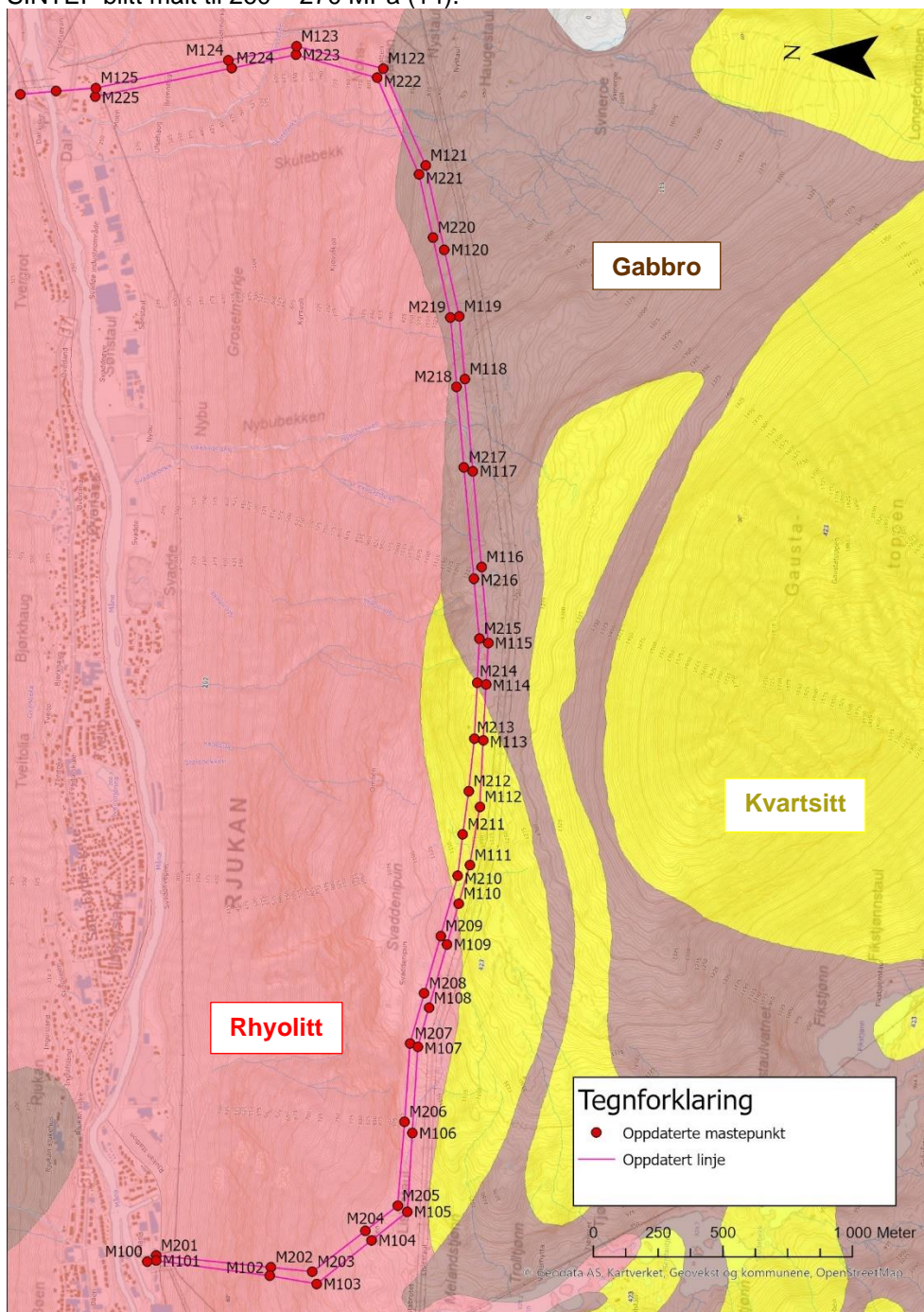
grader. Til punkt M125 og M225 som er plassert nede ved dalbunnen på Moen. Punkt M225 er plassert ca. 45 m unna fjellsiden og står på slakt terreng. Se vedlegg 2-4 for detaljert kart.



Figur 2-2: Terrenghelningskart.

## 2.2 Berggrunn

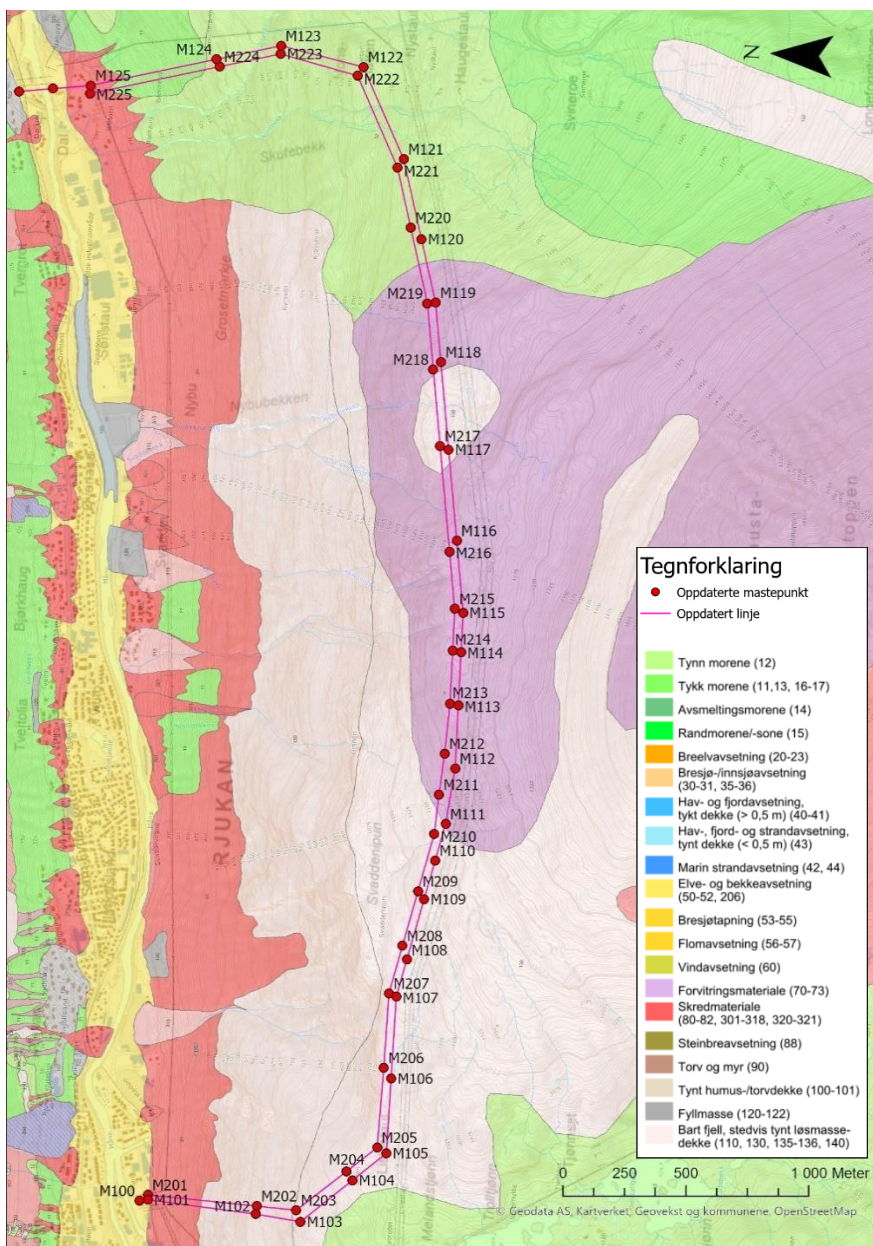
Ifølge NGU sin berggrunnsdatabase (13) og berggrunnskart med målestokk 1:50 000 består berggrunnen i området av rhyolitt, gabbro og kvartsitt vist i Figur 2-3. Kvartsitt er en metamorfor bergart, mens gabbro og rhyolitt er magmatiske. Kvartsitt er generelt en sterkere bergart sammenlignet med gabbro og rhyolitt, men de to sistnevnte kan også ha høy styrke. Rhyolitten i Mår har fra tidligere bergartstester på UCS utført av SINTEF blitt målt til 260 – 270 MPa (14).



Figur 2-3: Berggrunnskart over mastetraséen, hentet fra NGU (5).

## 2.3 Kvartærgeologi

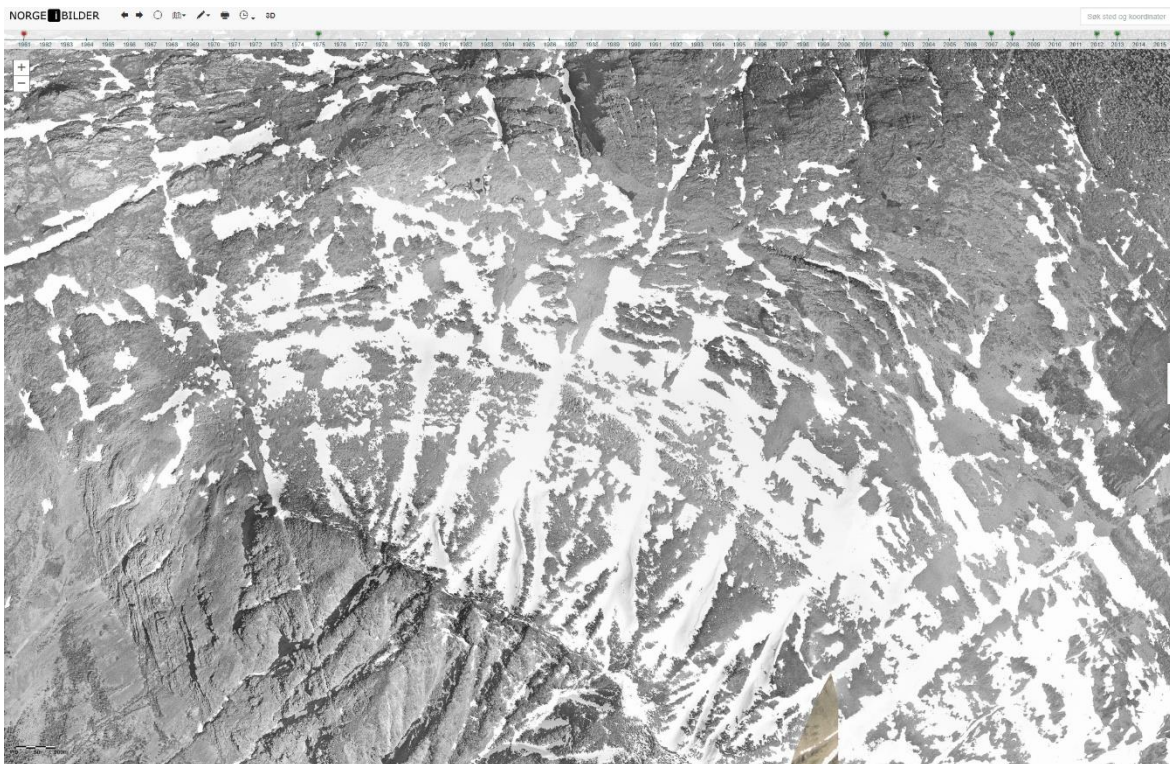
Ifølge NGUs løsmassekart i målestokk 1:50 000 er det stort sett bart fjell og forvittringsmateriale langs fjellplatået mellom mastepunkt M104-M204 til M120-M220. Under befaringen ble det observert bart fjell, og stedvis urmasser med drone ved mastepunkt M102-M204 til M103-M203. Løsmassekartet viser skredmateriale i nedre deler av fjellsiden ned mot Rjukan. I øst er det tynt morenedekke, som samsvarer godt med befariingsobservasjoner med enkelte observerte flyttblokker og sporadiske bergblotninger. Sannsynligvis er det mer bart fjell enn morene, i forhold til hva løsmassekartet viser basert på befariingsobservasjoner. Kartlagte forvittringsmateriale på fjellplatået samsvarer også godt med befariingsobservasjoner.



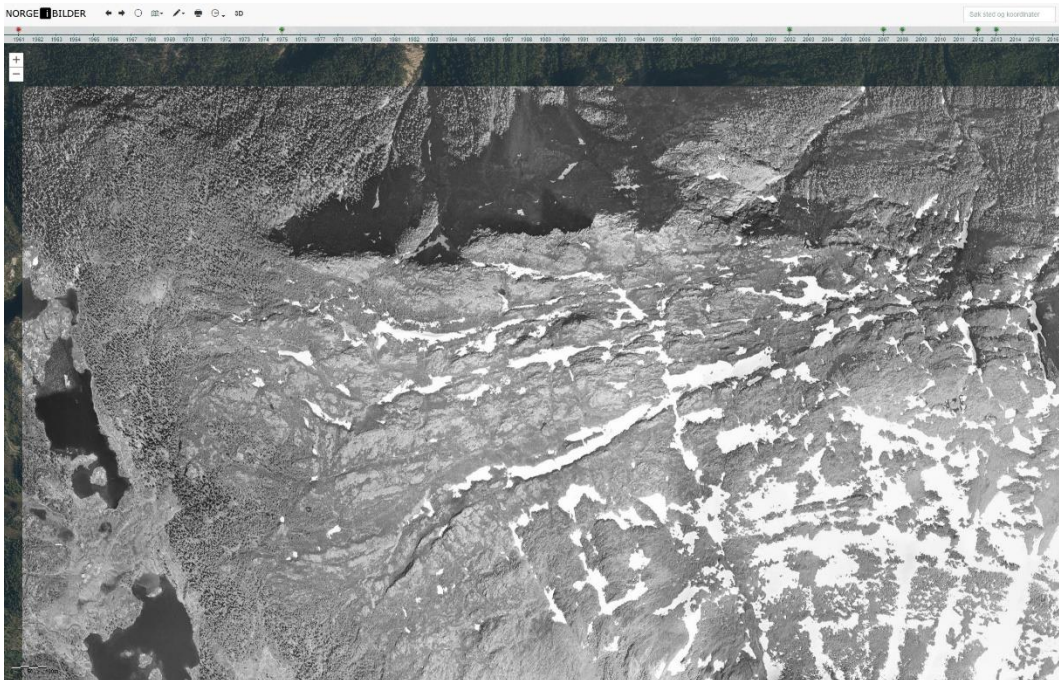
Figur 2-4: Løsmassekart over mastetraséen, hentet fra NGU (7).

## 2.4 Flyfoto og skråfoto

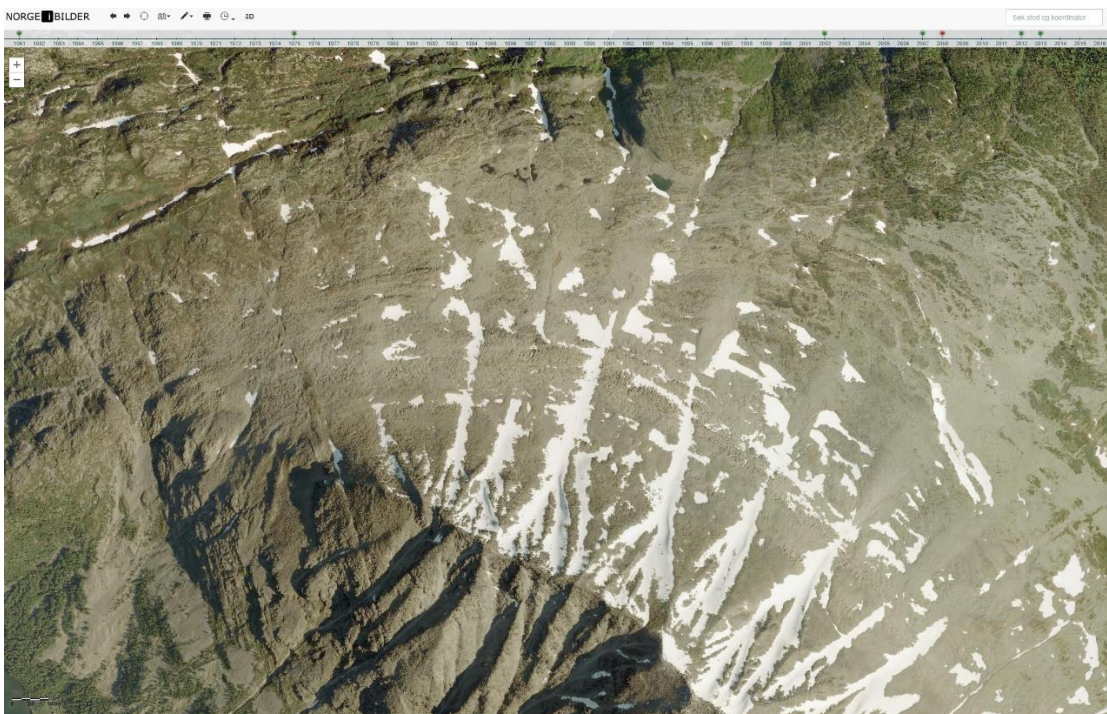
Flyfoto fra Norge i bilder viser at rennene på nordsiden av Gaustatoppen er ansamlingsområder for store snømengder. Flyfoto fra 1961 og 2008 (Figur 2-5 og Figur 2-7) er tatt på vårparten når mesteparten av omkringliggende snø er smeltet, mens flyfotoet viser at det fortsatt ligger igjen betydelig mengder snø i rennene. Figur 2-6 viser også flyfoto fra 1961 over området mellom Saten og Omnen, og viser at det ansamler seg en del snø også på nordsiden av de mindre omtalte skrentene.



Figur 2-5: Flyfoto fra 1961 som viser ansamling av snø i renneformasjonene. Flyfotoet viser også at det har bygget seg opp fonner i de mer vestvendte sidene av rennene, noe som antyder at en også kan få snødrift fra både vest og øst.



Figur 2-6: Flyfoto fra 1961 som viser at det også samler seg en del snø i mindre nordvendte forsenkinger, på strekningen mellom Saten – Omnen (mast M206 til M111).

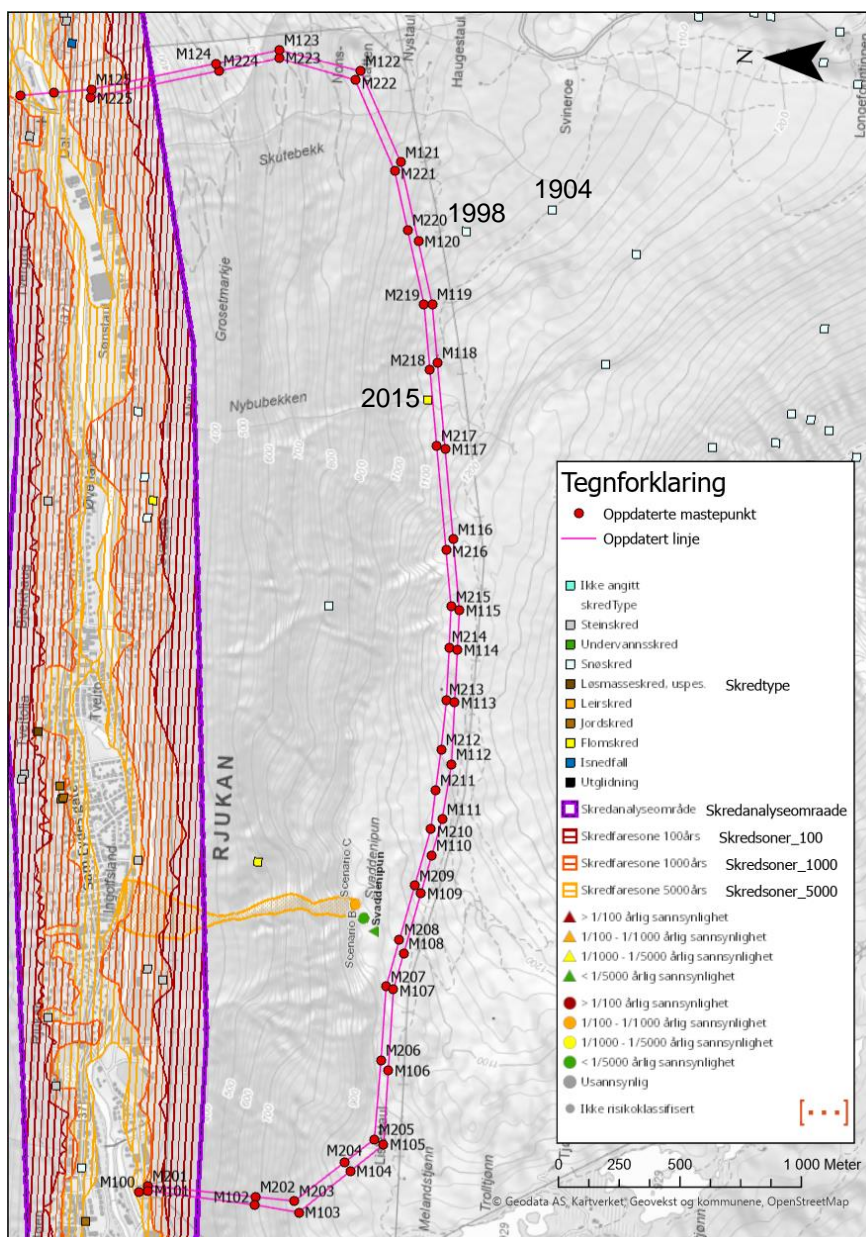


Figur 2-7: Flyfoto fra 2008 som også viser betydelige snøansamlinger i rennene på nordsiden av Gaustatoppen. En ser også her fonndannelser på høyresiden av rennene (vestvendt). Det er også verdt å merke seg hvor mye mer snø som samler seg og ligger igjen på nordsiden, sammenlignet med sørsiden av Gaustatoppen som utsettes for mer solinnstråling og mindre snødrift.

## 2.5 Historiske skredhendelser og tidligere utførte skredfarevurderinger

Det er registrert flere historiske skredhendelser i området mellom Gaustatoppen og Rjukan. Nedenfor Gaustatoppen på nordsiden er det registrert flere snøskred, som har hatt utløp ned til flatere områder. I 2021 gikk det også et snøskred, som hadde utløp ganske nærme eksisterende mastetrásé (Figur 2-9), men som ikke er merket i Figur 2-8. Denne hendelsen er tegnet inn på registreringskart i vedlegg 3.

Det er utført samtaler med driftsansvarlig personell i Statnett på eksisterende linjer, som har observert snøskredhistorikk i området de siste 10 – 20 årene. Det er observert snøskred som kommer ned fra rennene fra Gaustatoppen, men ingen har truffet eksisterende mastetrásé, ei heller med ødeleggende skredvind.



Figur 2-8: Oversiktskart som viser tidligere skredfarevurdering i Rjukan, historiske skredhendelser og kartlagte ustabile fjellparti nord-øst for mastepunkt 11.



Figur 2-9: Snøskredhendelser i rennene på nordsiden av Gaustatoppen mai 2021. Skredet til høyre gikk helt ned til ytterkant av skredtunge 4, og nesten helt ned til eksisterende mastetrasé (15).

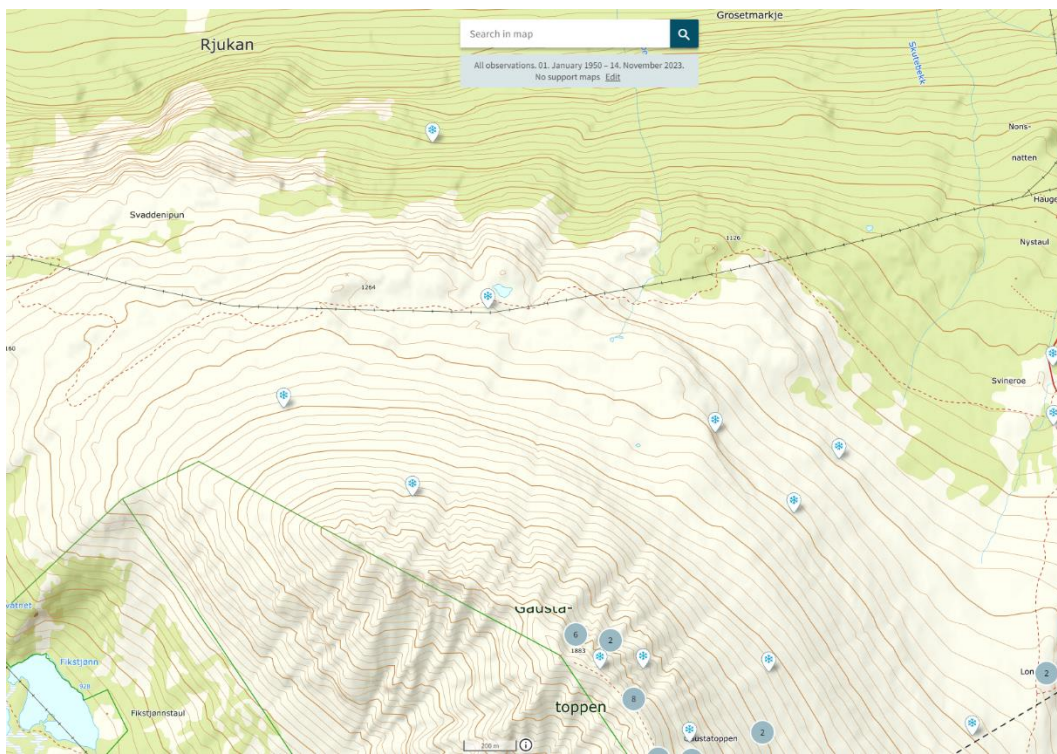
Observasjoner av rastunger etter tidligere snøskred vist i Figur 3-20 til Figur 3-22 indikerer at snøskred er aktiv prosess i ravinene på nedsiden av Gaustatoppen, og at utløp går langt ned og stopper omtrent ved eksisterende mastetrasé mellom mastepunkt M114 og M116.

Det er ikke registrert tidligere steinspranghendelser i NVE Atlas. Det er imidlertid registrert rasur og blokker under befaringen ved mastepunktene M102 og M202.

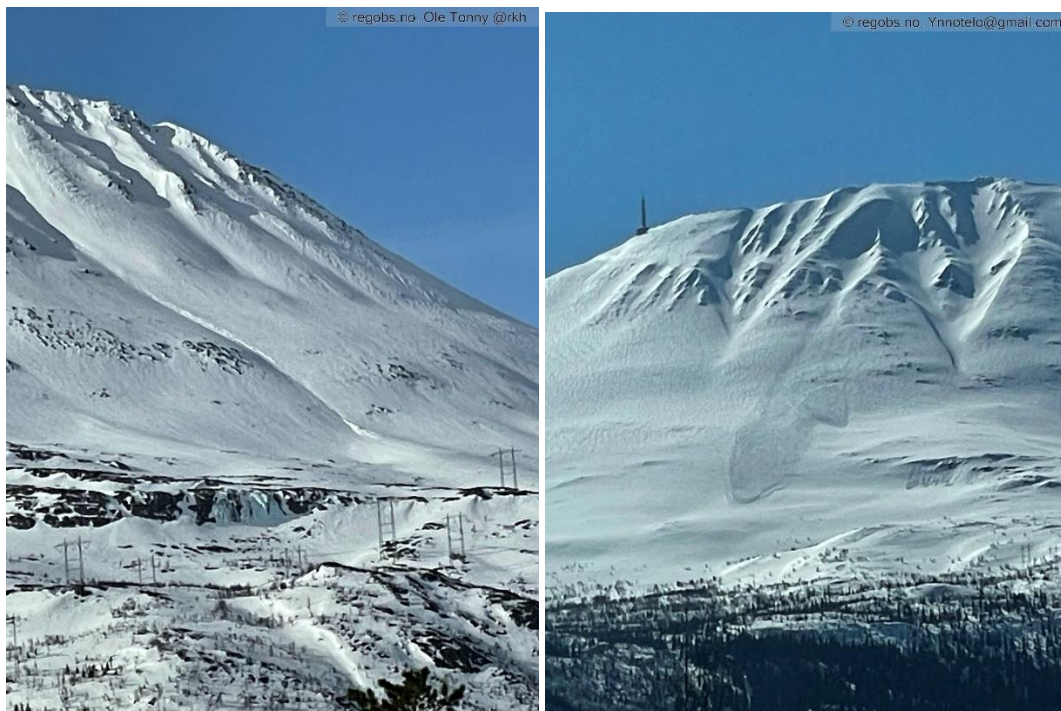
I NVE atlas er det registrert et ustabil fjellparti ved Svaddenipun, lokalisert ca. 225 m nordøst for mastepunkt M208 vist i Figur 2-8. Hovedpunktet for det ustabile fjellpartiet er av NGU vurdert å tilhøre løsningsannynlighet på 1/5000 eller lavere (avgrenset med røde stiplede linjer i Figur 2-8). Det er også markert et potensielt fjellskred «Scenario C» ytterst på platåkant som har årlig løsningsannynlighet på 1/100 – 1/1000.



Figur 2-10: Ustabil fjellparti 225 m nordøst for mastepunkt M208. Flyfotoet viser et større avløste parti i nær tilknytning til «Scenario C». Rett nord for mastepunkt 11 er det antydning til en svakhetszone som går øst-vest, og som kan være avløsende for et > 5000 års fjellskred. Røde stiplede linjer indikerer svakhetssoner.



Figur 2-11: Utklipp fra Reg.Obs (16) viser flere registrerte snøobservasjoner på nordsiden av Gaustatoppen. Aktuelle hendelser er listet opp i Tabell 2-1.



Figur 2-12: Snøskred som ser ut til å tilhøre skredtunge 2, hvor snøskredet har utløp ned på tunga (16) til venstre. Til høyre er det et større snøskred som har løstnet fra Sno-10 markert i reg.kart.

Tabell 2-1: Oversikt over et utvalg av registrerte skredhendelser som er ansett som relevante fra NVEs skredatabase, Statens vegvesen sitt vegkart og andre kjente hendelser.

Type hendelse	Dato	Beskrivelse	Kilde
Snøskred	Januar 1904	Gaustatoppen. Den 11. januar 1904 omkom enkemann Nils Pedersen Dalen, 28 år, med bustad på Dalen: "Kvalt i et snøskred ved foden af Gaustad." Det var tre tømmerhoggarar frå Vestfjorddalen som kom under eit snøskred. Dei skulle gå over frå Meland (Miland?) til Tuddal for å får arbeid. På grensa mellom Tuddal (Hjartdal) og Tinn vart dei tekne av ei hengefonn som rasa ut over alle tre. To av dei klarte å grave seg ut, men den tredje fann dei ikkje. Andre folk kom til hjelp, og han vart funnen etter vel ein time under 2 meter snø. Nærare lokalisering manglar, men truleg skjedde dette ved fjellfoten på austsida av fjellet.	NVE Atlas
Snøskred	April 1998	Laurdag den 18. april 1998 omkom ein person i 20-åra i eit snøskred ved Gaustatoppen i Telemark. Han dreiv telemarkskøyering nedanfor toppen, då eit fleire hundre meter langt ras kom. Han var på veg opp igjen mot toppen saman med tre kamerater, då han vart råka av skredet som losna om lag 150 meter frå toppen. Dei andre gjekk klar av snømassane, og dei tok straks til å leite. Han vart funnen død før leitemannskapa kom fram. Kartreferansen er omtrentleg	NVE Atlas
Flomskred	August 2015	Nybubekken på nedsida av eksisterende mastetrasé. Usikker kildehenvisning.	NVE Atlas
Snøskred	April 2021	Snøskred i rastunge 2. Løsneområde i renne fra Sno-3, og utløp ned på tunga. Vist i Figur 2-12	(16)
Snøskred	Mai 2021	To snøskred i rennene på nordsida av Gaustatoppen fra Sno-10 og Sno-8. Utløp nesten ned til eksisterende trasé (Figur 2-9).	(15)
Snøskred	2023	Større snøskred som har løst i Sno-10 med utløp ned på slakere terreng vist til høyre i Figur 2-12.	

Det er utført tidligere skredfarevurdering for større områder i dalbunnen ved Rjukan utført av Skred AS (17). Det er tegnet faresoner for 1/100, 1/1000 og 1/5000 ned til dalbunnen i Rjukan vist i Figur 2-8. Mastepunkt M101 og M201 ligger innenfor faresone 1/1000 hvor steinsprang er dimensjonerende skredtype. Mastepunktene ligger ca. 65 m nedenfor faresone 1/100 som er sikkerhetskravet i denne skredfarevurderingen. I øst ligger mastepunkt M125 og M225 innenfor faresone 1/1000 hvor løsmasseskred er dimensjonerende skredtype. Punkt M125 og M225 ligger ca. 150 m nedenfor faresone 1/100.

## 2.6 Eksisterende skredsikringstiltak

Det er ikke registrert eksisterende sikringstiltak mot steinsprang eller snøskred i relevante områder tilknyttet den planlagte mastetraséen. Det er imidlertid registrert erosjonssikring langs 140 m av elva som renner ut ved Moen, oppført i 1997, markert i registreringskart «Vedlegg 3-4».

### 3 Feltobservasjoner og fundamenteringsforhold


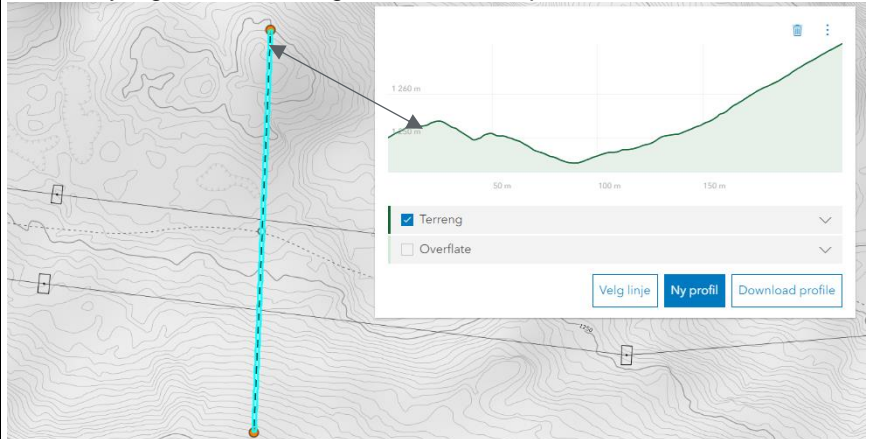
Feltobservasjoner fra befaringen er beskrevet systematisk i Tabell 3-1. Generelt er det observert lite løsmasser over berg ved mastepunktene, med stedvis tynt torvdekke og forvittringsmateriale over berg. Innledende observasjon og vurdering av fundamenteringsforhold er gitt til høyre i tabellen under. Skredfarevurdering for hvert mastepunkt er listet opp systematisk i kapittel 5. For mastepunktene som ligger nært fjellsiden til Gaustatoppen er det lagt ved tverrprofiler fra høydedata for å få fram terrenget mellom punktene og nedre deler av fjellsiden. Grønn farge indikerer gunstige fundamenteringsforhold, mens gul farge indikerer også gjennomførbart mastepunkt men med anbefalte forslag til justeringer. De vises til egen ingeniørgeologisk kartleggingsrapport som omtaler fundamenteringsforholdene (1).

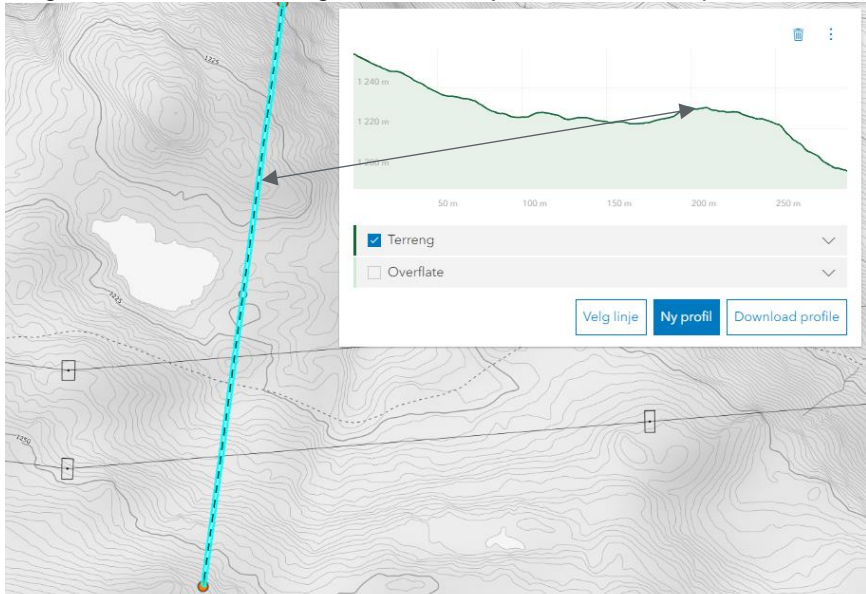
Tabell 3-1: Systematisk beskrivelse av observasjoner fra hvert mastepunkt etter befaringen.

Mastepunkt	Observasjoner / kommentar	Fundamenteringsforhold
M101 og M201	Mastepunktene er plassert nedenfor jernbanelinja nede på flaten i dalen, og på en eksisterende oppstillingsplass. NGU løsmassekart viser at lokasjonen ligger på elve- og bekkeavsetning (fluvial avsetning). Mellom punkt M101 og M201, samt M102 og M202, vil det være et spenn på ca. 445 m. Punktene ligger ca. 40 meter fra en urfot som ligger under en bratt fjellside. Det ble observert flere større mosebelagte blokker i ura fra gamle steinsprang. Tegn til fersk steinsprangaktivitet ble ikke observert (Figur 3-1 og Figur 3-2).	Løsmasser. Gjennomførbart, men ukjent mektighet.
M102 og M202	Mastepunktene ligger omtrent 15 – 20 m fra platåkant. Terrenghelningene ved punktene er 20 – 40 grader. Det er befart til fots her (Figur 3-8 - Figur 3-12) og det ble tatt dronebilder fra siden vist i Figur 3-6. Mastepunkt M102 ligger rett ved til eldre blokkansamlinger, som sannsynligvis er tidligere steinsprang fra overliggende bergskrent. Punkt M202 ligger innenfor området med blokker vist i Figur 3-6 og Figur 3-7, og på befaring ble det ikke observert blokker i punktet. Enkelte av blokkene er ikke mosegrodd, som kan tyde på noe fersk aktivitet. Det er ikke observert nylig skade på skog i umiddelbar nærhet til mastepunkter. Omtrent 20 – 30 m lengre opp ovenfor punktet er det en større rasur med forholdsvis fersk aktivitet av steinsprang fra bergskrenten ovenfor. Bergskrenten er stedvis tett oppsprukket, og det er observert flere potensielle avløste blokker og partier som kan rase ut (Figur 3-3 - Figur 3-5). Ugunstig sprekkese sett med fall ut mot fjellside. Mer detaljert bergmasse- og stabilitetsvurdering anbefales. Sannsynligvis middels til god bergmasse, med 3 – 4 sprekkese sett.	Punkt M102: trolig 1-2 m med blokker over bart berg.  Punkt M202: Torv over bart berg, usikkert om det er blokker her.  Gjennomførbart, men eventuelle blokker må fjernes. Eventuelle tilpasninger tilknyttet skredfare bør påregnes, samtidig som mastene ikke plasseres for nært brattkanten.
M103 og M203	Mastepunkt M203 er plassert ca. 8 m fra brattskrenten, mens punkt M103 er plassert ca. 25 m unna brattskrenten som utgjør løsneområdet for steinsprang ovenfor punkt M102 og M202. Det ble ikke befart til fots her, men det ble tatt dronebilder fra siden vist i Figur 3-6. Løsmassekartet indikerer bart fjell ved lokasjonen, men ortofoto viser et torvdekke som sannsynligvis er tynt til berg. Lokasjonen er skogkledd. Punkt M203 ligger i slakt terreng, mens punkt M103 har noe brattere helning på 20 – 30 grader. Oppsprekningen i brattskrenten har sprekkplan med fall ut mot fjellsiden. Punkt M203 kan derfor med fordel	Usikkert, men sannsynligvis grunt til berg med tynt torvdekke.  Gjennomførbart, men punkt 6 kan med fordel flyttes noe lengre sør.

	forflyttes noe lengre sør for å redusere risiko for ustabilitet. Mer detaljert bergmasse- og stabilitetsvurdering anbefales dersom mastepunktet beholdes, basert på beregnede laster. Sannsynligvis middels til god bergmasse, med 3-4 sprekkeseett.	
M104 og M204	Punkt M104 og M204 ble ikke befart, og disse ble heller ikke dokumentert med drone. Punktene er trygt plassert (oppå Saten) i terrenget med tanke på skredfare, og med god avstand til nedenforliggende skrenter. Løsmassekartet indikerer bart fjell ved lokasjonen, men ortofoto viser et torvdekke som sannsynligvis er tynt til berg. Lokasjonen er skogkledd. Sannsynligvis middels til god bergmasse, med 3 – 4 sprekkeseett.	Tynt torvdekke over berg.  Sannsynligvis gode fundamenteringsforhold.
M105 og M205	Punkt M105 og M205 ble ikke befart, og disse ble heller ikke dokumentert med drone. Punktene er trygt plassert (180 m sør-øst for Saten) i terrenget med tanke på skredfare, og med god avstand til nedenforliggende skrenter. Løsmassekartet indikerer bart fjell ved lokasjonen, men ortofoto viser et torvdekke som sannsynligvis er tynt til berg. Lokasjonen er skogkledd. Sannsynligvis middels til god bergmasse, med 3 – 4 sprekkeseett. Ligger nedenfor mikroterreng med helning 20 – 30 grader.	Tynt torvdekke over berg.  Sannsynligvis gode fundamenteringsforhold.
M106 og M206	Punkt m206 ligger omtrent 15 m fra platåkant nedenfor, i slakt hellende terreng på 10 – 20 grader. Punkt M106 ligger trygt plassert ca. 35 m fra platåkanten. Det er kjent i området at det finnes sprekkeseett med mulighet for plan utglidning mot nord og ustabile fjellparti mot nord-øst. Punktet ble kun befart med drone (Figur 3-13 og Figur 3-14). NGU løsmassekart indikerer bart fjell. Dronefoto viser tilsynelatende oppstikkende bergnabber, vekselvis med et tynt torvdekke. Sannsynligvis middels til god bergmasse, med 3-4 sprekkeseett.	Tynt torvdekke over berg. Sannsynligvis gode fundamenteringsforhold. Tilstrekkelig avstand fra brattere parti.
M107 og M207	Punktene ble kun befart med drone (Figur 3-13 og Figur 3-14). NGU løsmassekart indikerer bart fjell. Dronefoto viser tilsynelatende oppstikkende bergnabber, vekselvis med et tynt torvdekke. Punktene er plassert på bergknauser (M107) og i slakt hellende terreng (M207), med god avstand fra andre bergskrenter. M207 er plassert 25 m unna en større brattskrent i nord. Begge er plassert i en mindre forsenkning i terrenget. Sannsynligvis middels til god bergmasse, med 3 - 4 sprekkeseett. Punktene ligger nedenfor mikroterreng med helning 20 – 40 grader.	Tynt torvdekke over berg. Sannsynligvis gode fundamenteringsforhold.
M108 og M208	Punktene ble kun befart med drone (Figur 3-13 og Figur 3-14). NGU løsmassekart indikerer bart fjell. Dronefoto viser tilsynelatende oppstikkende bergnabber, vekselvis med et tynt torvdekke. Punktene ligger på en avflatet bergnabbe på hver sin side av en liten vanndam. Sannsynligvis middels til god bergmasse, med 3 sprekkeseett. Punktene ligger ca. 30 m unna mikroterreng med helning på 30-45 grader.	Tynt torvdekke over berg. Sannsynligvis gode fundamenteringsforhold.
M109 og M209	Punktene ble kun befart med drone (Figur 3-13 og Figur 3-14). NGU løsmassekart indikerer bart fjell. Dronefoto viser tilsynelatende oppstikkende bergnabber, vekselvis med et tynt torvdekke. Punkt M109 ligger på toppen av en større bergnabbe, omtrent 20 m fra en omtrent 25 m høy skrent. M209 er plassert på kanten av skrenten. Sannsynligvis middels til god bergmasse, med 3 – 4 sprekkeseett. For nærmere	Tynt torvdekke over berg. Sannsynligvis gode fundamenteringsforhold.

	vurdering av bergmassestabilitet, vises det til egen ingeniørgeologisk rapport.	
M110	Punktene ble kun befart med drone (Figur 3-14). NGU løsmassekart indikerer bart fjell. Dronefoto viser oppstikkende bergnabber, vekselvis med et tynt torvdekke. Punkt M110 ligger på toppen av en berghylle, nedenfor en mindre brattskrent.	Tynt torvdekke over berg. Sannsynligvis gode fundamenteringsforhold
M210	Punktet ble kun befart med drone (Figur 3-14). NGU løsmassekart indikerer bart fjell. Dronefoto viser tilsynelatende oppstikkende bergnabber, vekselvis med et tynt torvdekke. Punktet er plassert på en berghylle, omtrent 25 m fra kanten. Sannsynligvis middels til god bergmasse, med 3 – 4 sprekkeseett.	Tynt torvdekke over berg. Sannsynligvis gode fundamenteringsforhold.
M111	Punktet ble kun befart med drone (Figur 3-14). NGU løsmassekart indikerer forvittringsmateriale. Dronefoto viser tilsynelatende forvittringsmateriale med noe urmasser på lokaliteten, med omkringliggende oppstikkende bergnabber og vekselvis med et tynt torvdekke. Sannsynligvis middels bergmasse, med 3 – 4 sprekkeseett.	Forvittringsmateriale i form av ur over berg, ellers tynt torvdekke over berg. Sannsynligvis gode fundamenteringsforhold, men urmasser må fjernes.
M211	Punktet ble kun befart med drone (Figur 3-14). NGU løsmassekart indikerer forvittringsmateriale. Dronefoto viser tilsynelatende forvittringsmateriale med noe urmasser på lokaliteten, med omkringliggende oppstikkende bergnabber og vekselvis med et tynt torvdekke. Sannsynligvis middels bergmasse, med 3 – 4 sprekkeseett. Punktet ligger nedenfor en avgrenset skråning med helning på 30 – 45 grader. Det er et mindre terrengsøkk mellom punktet og skråningen.	Berg i dagen med noe omkringliggende forvittringsmateriale. Sannsynligvis gode fundamenteringsforhold
M112	Punktet ble kun befart med drone (Figur 3-14). NGU løsmassekart indikerer forvittringsmateriale. Dronefoto viser tilsynelatende forvittringsmateriale med noe urmasser på lokaliteten, med omkringliggende oppstikkende bergnabber og vekselvis med et tynt torvdekke. Sannsynligvis middels bergmasse, med 3 – 4 sprekkeseett. Punktet ligger nedenfor en ca. 40 – 50 m høy skråning med helning på 30 – 45 grader.	Berg i dagen med noe omkringliggende forvittringsmateriale. Sannsynligvis gode fundamenteringsforhold
M212	Punktet ble kun befart med drone (Figur 3-14). NGU løsmassekart indikerer forvittringsmateriale. Dronefoto viser tilsynelatende forvittringsmateriale med noe urmasser på lokaliteten, med omkringliggende oppstikkende bergnabber og vekselvis med et tynt torvdekke. Sannsynligvis middels bergmasse, med 3 – 4 sprekkeseett. Punktet ligger nedenfor en ca. 10 – 20 m høy skråning med helning på 30 – 45 grader.	Berg i dagen med noe omkringliggende forvittringsmateriale. Sannsynligvis gode fundamenteringsforhold
M213 og M113	Punkt M213 og M113 er tilnærmet plassert på lik lokasjon (Figur 3-16 og Figur 3-19). NGU løsmassekart indikerer forvittringsmateriale. Dronefoto viser at lokasjonen er plassert på en bergknaus, delvis adskilt fra fjellsiden opp mot Gaustatoppen med et søkk imellom. Sannsynligvis middels til god bergmasse, med 3 – 4 sprekkeseett. Figuren under viser 10 m høydeforskjell fra topp bergknaus til venstre og ned til søkket. Mastepunkt M113 ligger omtrent 100 m unna nærmeste observerte rastunge for snøskred, markert i vedlegg 3 «Registreringskart» og markert på Figur 3-19.	Berg i dagen med noe omkringliggende forvittringsmateriale. Sannsynligvis gode fundamenteringsforhold.

		
<p>M114 og M214</p>	<p>Punkt M114 og M214 ligger noe utsatt til for snøskred og nærmest observert rastunge, vist i Figur 3-19. Punkt M114 ligger omtrent 90 m fra rastunge 1. Terrenget er slakt i omtrent 50 m sør for punktet, før fjellsiden blir brattere opp mot Gaustatoppen. Bergmassen er sannsynligvis middels til god, med 3 – 4 sprekkesett.</p>	<p>Sannsynligvis tynt dekke med forvitningsmateriale over berg. Kan være noe større mektighet mot sør, og mindre jo nærmere bergknausen mot nordvest. Sannsynligvis gode fundamenteringsforhold</p>
<p>M115 og M215</p>	<p>Mastepunkt M215 ligger oppå en ca. 9 m høy bergknaus vist i Figur 3-19, i forhold til det øst-vest gående søkket som ligger sør for punktet, vist i Figur 3-17 til Figur 3-19. M115 ligger litt nedenfor bergknausen. Punkt M115 ligger 45 m nord for nærmeste observert rastunge fra snøskred. Dronefoto viser antydning til berg i dagen ved punktene, med noe omkringliggende forvitningsmateriale og sporadisk torv. Bergmassen er sannsynligvis middels til god, med 3 – 4 sprekkesett.</p> 	<p>Berg i dagen. Sannsynligvis gode fundamenteringsforhold.</p>
<p>M116 og M216</p>	<p>Mastepunkt 21 ligger på en bergrygg (Figur 3-18, og Figur 3-23-Figur 3-24), omtrent 30 – 50 m sør-vest for hvor terrenget har bratt helning ned mot Rjukan. Punktet ligger omtrent 5 - 8 m høyere enn søkket sør for punktet. Terrenget langs fjellsiden mot sør, har tilsvarende karakter som for punkt M115. Det er observert berg i dagen på mastepunktene, og</p>	<p>Berg i dagen, med omkringliggende forvitningsmateriale og sporadiske flekker med torv. Sannsynligvis</p>

	<p>bergmassen er stedvis tett oppsprukket i overflaten. Det antas at bergmassen er middels til god nedover i fjellet, med 3 – 4 sprekkesett.</p> 	<p>gode fundamenteringsforhold.</p>
<p>M117 og M217</p>	<p>Mastepunkt M117 og M217 er vist i Figur 3-24. Punktene ligger i delvis forvitningsmateriale og sporadiske torvflekker. Punktene ligger forholdsvis slakt oppå en rygg med omkringliggende mikroterreng med helning på 20-30 grader, avgrenset av en bekk nedenfor og den bratte dalsiden i nord-vest.</p>	<p>Tynt dekke med forvitningsmateriale over berg. Sannsynligvis gode fundamenteringsforhold.</p>
<p>M218 og M118</p>	<p>Mastepunkt M118 og M218 ligger tett på hverandre på en ca. 80 m bred bergkulle som er adskilt fra omkringliggende terreng (Figur 3-25 og Figur 3-26). Det er observert bergblotninger og sporadisk forvitningsmateriale og torv. Punkt M218 er plassert 11 m fra en ca. 10 m høy og mindre skrent.</p>	<p>Berg i dagen, med noe forvitningsmateriale omkring. Sannsynligvis gode fundamenteringsforhold.</p>
<p>M219 og M119</p>	<p>Mastepunkt M119 og M219 er plassert i noe småkuppert terreng med vekslende helninger på 10 – 20 grader og 30 – 50 grader (Figur 3-26). Punkt M119 er plassert ovenfor en 5 – 10 m høy skrent. Punkt M219 er plassert like ovenfor en ca. 5 m høy skrent/skråning.</p>	<p>Berg i dagen og tynt lag med forvitningsmateriale. Sannsynligvis gode fundamenteringsforhold, men noe småkuppert.</p>
<p>M220</p>	<p>Punkt M220 ligger på en slak flate nedenfor et brattere parti på 30 – 45 grader. Det er observert en mindre ur ovenfor punktet vist i Figur 3-28. Det er gamle urblokker med mose i bunn. Noen enkeltblokker som kan remobiliseres. Men trolig ikke skredfare. Figur 3-27 viser terrenget ved punktet, bestående av tynt torvdekke over berg. Det er ikke observert blokker ved selve punktet. Fjellterskel på nedsiden av mastepunkt. Ingen gjennomsettende ugunstige sprekkplan. Det er et gjennomførbart mastepunkt, men trolig litt trangt.</p>	<p>Tynt torvdekke over berg. Sannsynligvis gode fundamenteringsforhold.</p>
<p>M120</p>	<p>Punkt M120 ligger rett ved noe sidebratt terreng med helning på 20 – 35 grader. Gjennomførbart. Noe forvitningsblokker.</p>	<p>Forvitningsblokker og tynt lag med torv over berg. Sannsynligvis gode fundamenteringsforhold.</p>

M121 og M221	Mastepunkt M121 og M221 er ok plassert i terreng med helning på 10 – 25 grader (Figur 3-30 og Figur 3-31). Ved begge mastepunktene er det trolig en fjellterskel og følgelig kort avstand ned til berg. Forvitringsoverflate med løs blokk ved punkt M121.	Tynt torvdekke over berg. Bergblotninger observert. Sannsynligvis gode fundamenteringsforhold.
M122 og M222	Mastepunkt M122 og M222 er ok plassert i hellende terreng på 20 – 30 grader (Figur 3-32 og Figur 3-33). Ikke verifisert bergoverflate, men trolig liten dybde ned til fast fjell.	Sannsynligvis tynt torvdekke over berg, men usikkert. Sannsynligvis gode fundamenteringsforhold.
M123 og M223	Mastepunkt M123 og M223 ligger ok plassert i hellende terreng på 25 – 35 grader (Figur 3-34 og Figur 3-35). Det er observert noe urmasser. Kan bli noe gravejobb ved mastefundamentering. Trolig lav dybde ned til berg knyttet til langsgående terskel.	Noe urmasser, men sannsynligvis grunt til berg og gode fundamenteringsforhold.
M124 og M224	Mastepunkt M124 og M224 ligger ok plassert på en bergterskel i terrenget med slak helning på 10 – 20 grader (Figur 3-36 og Figur 3-38). Det ligger noen gamle blokker opptil 10 m <sup>3</sup> i nærheten (Figur 3-37), som sannsynligvis er gamle flyttblokker fra istiden. Det kan også være svært gamle steinsprang fra overliggende skrent, med lite energi i tilfelle. Masteplassering bør være ok. Skrenten ovenfor mastepunktene er befart, og det er ikke observert potensielle løснеområder for steinsprang her.	Tynt torvdekke over berg. Sannsynligvis gode fundamenteringsforhold.
M125 og M225	Mastepunkt M125 og M225 ligger i slakt terreng nede i dalbunnen (Figur 3-39). Løsmassekartet indikerer skredavsetninger og morene. Mastepunktene ligger i 1/1000 årssone for løsmasseskred.	Løsmasser i form av skredmateriale og morene over berg. Sannsynligvis gode fundamenteringsforhold, men usikker mektighet.



Figur 3-1: Fjellsiden ovenfor mastepunkt M101 og M201.



Figur 3-2: Rasur og eksisterende faresone 100 år ovenfor toglinja. Det er ikke observert tegn til fersk steinsprangaktivitet.



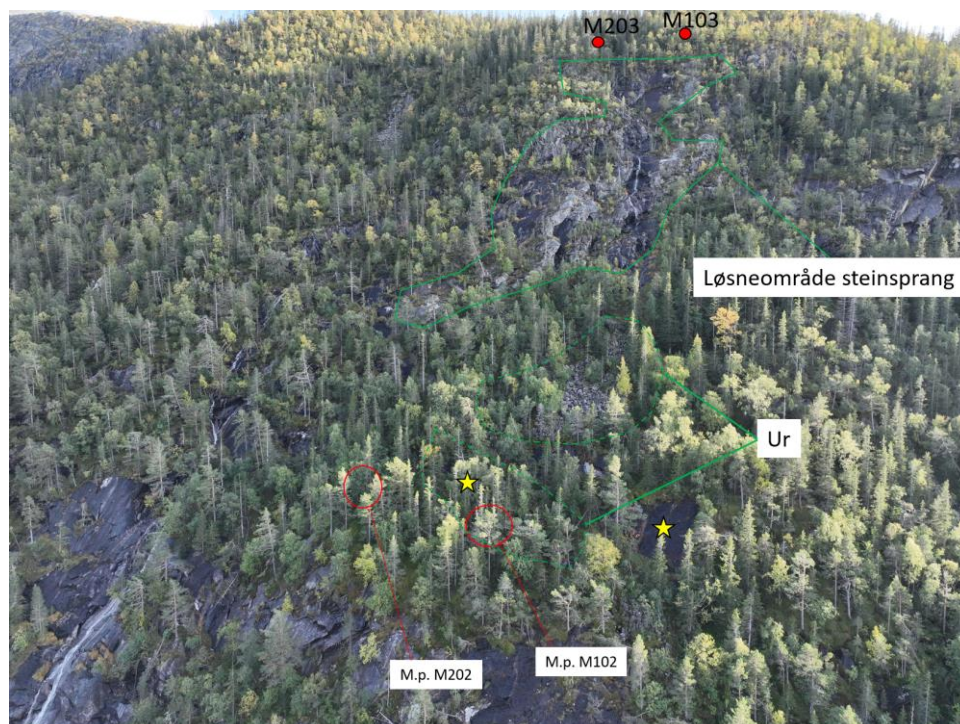
Figur 3-3: Løснеområde for steinsprang ovenfor mastepunkt M102 og M202.



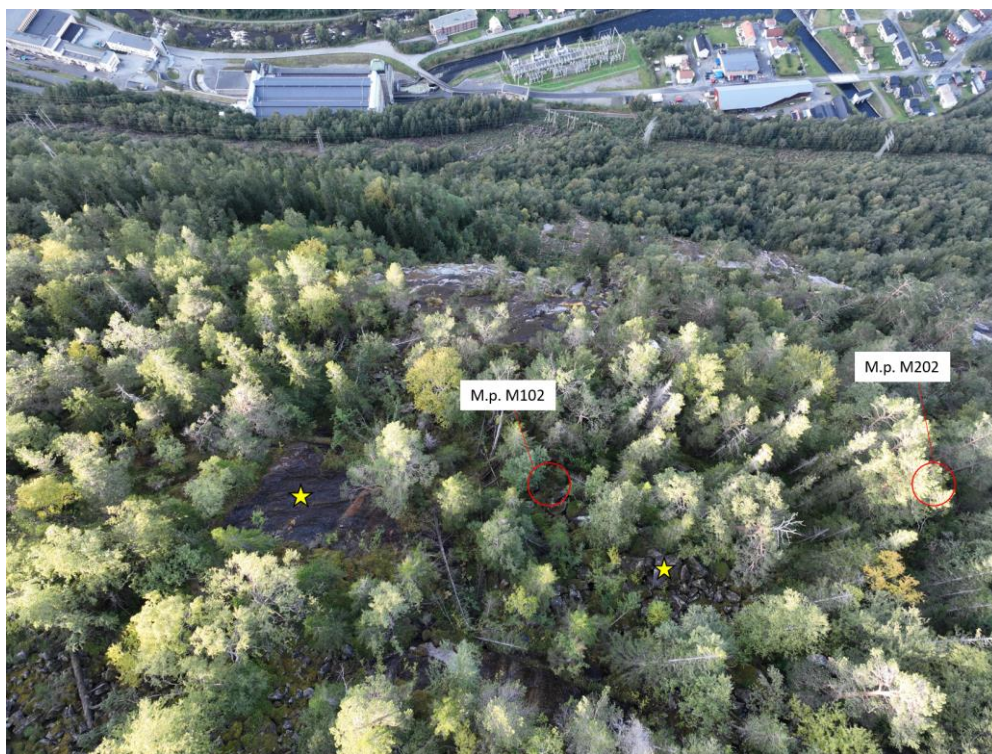
Figur 3-4: Nærfoto av løснеområde. Det er flere potensielle avløste parti med løsnesannsynlighet større enn 1/100.



Figur 3-5: Mastepunkt M102 og M202 med ovenforliggende rasur.



Figur 3-6: Mastepunkt M102 og M202 nedenfor rasur, og punkt m102 ligger delvis innenfor rasur. Grønn sammenhengende linje markerer bergskrent med mulige løснеområder for steinsprang. Grønn stiplet linje markerer observerte urmasser med fersk aktivitet. Gul stjerne indikerer referansepunkt til Figur 3-6 og Figur 3-7.



Figur 3-7: Plassering av mastepunkt M102 og M202 sett nedover fjellsiden. Mastepunkt M102 ligger i nærhet til mosebelagte urmasser. Mastepunkt 4 ligger trolig utenfor. Gul stjerne indikerer referansepunkt til Figur 3-6 og Figur 3-7.



Figur 3-8: Befaringsfoto nedenfor (sørsiden) mastepunkt M102. Ingen observerte blokker på kanten av skrenten.



Figur 3-9: Urmasser sett mot sør-øst fra mastepunktet. Referansepunkt er markert.



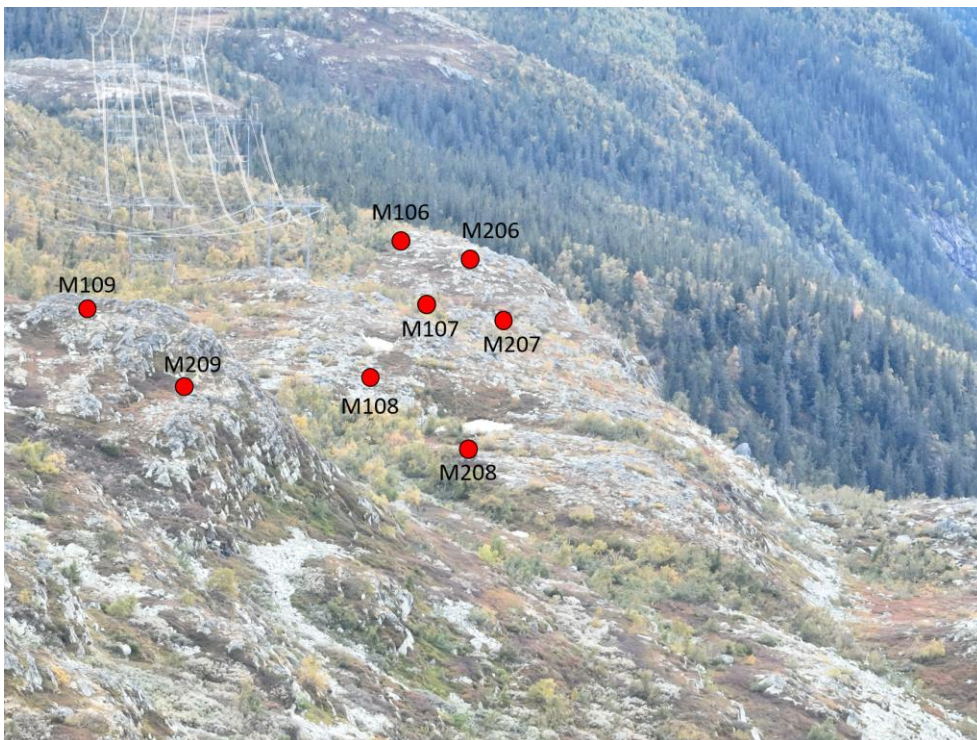
Figur 3-10: Observert mosegrodde steinsprangblokker rett ved mastepunkt M102.



Figur 3-11: Det ble ikke observert steinsprangblokker på mastepunkt M202. Blokker kan derimot skimtes lengre opp i skogen.



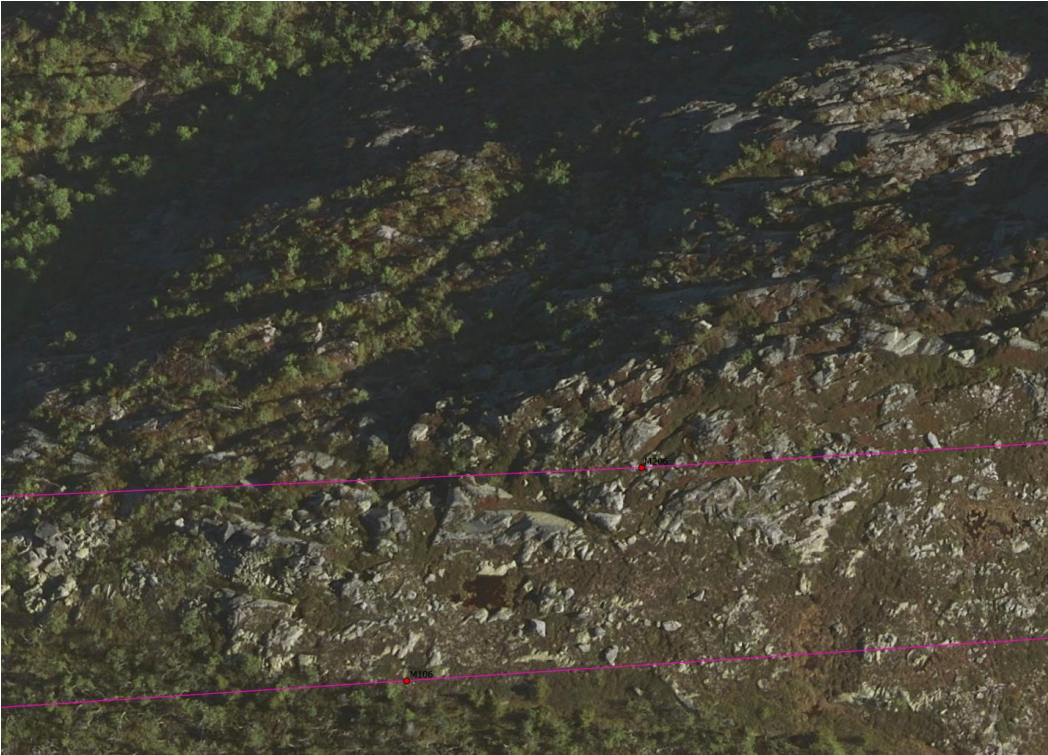
Figur 3-12: Mastepunkt M202. Det ble ikke observert steinsprangblokker i punktet.



Figur 3-13: Foto av mastepunkt M106 – M109 og M206 – M209 tatt med drone.



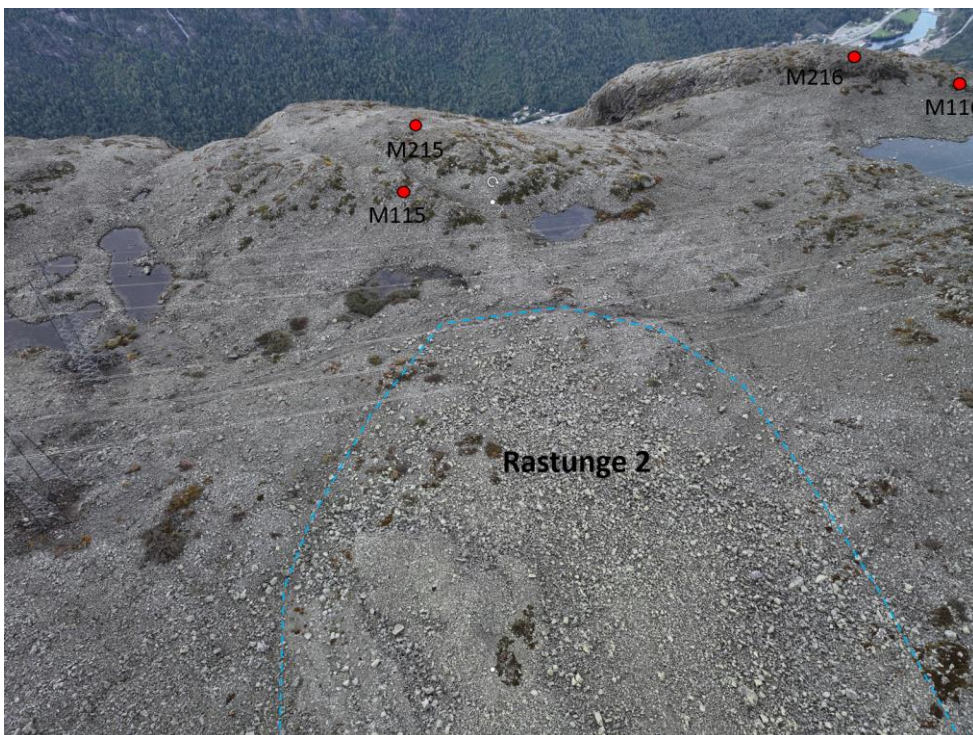
Figur 3-14: Foto av mastepunkt M106 – M112 og M206 – M213 tatt med drone.



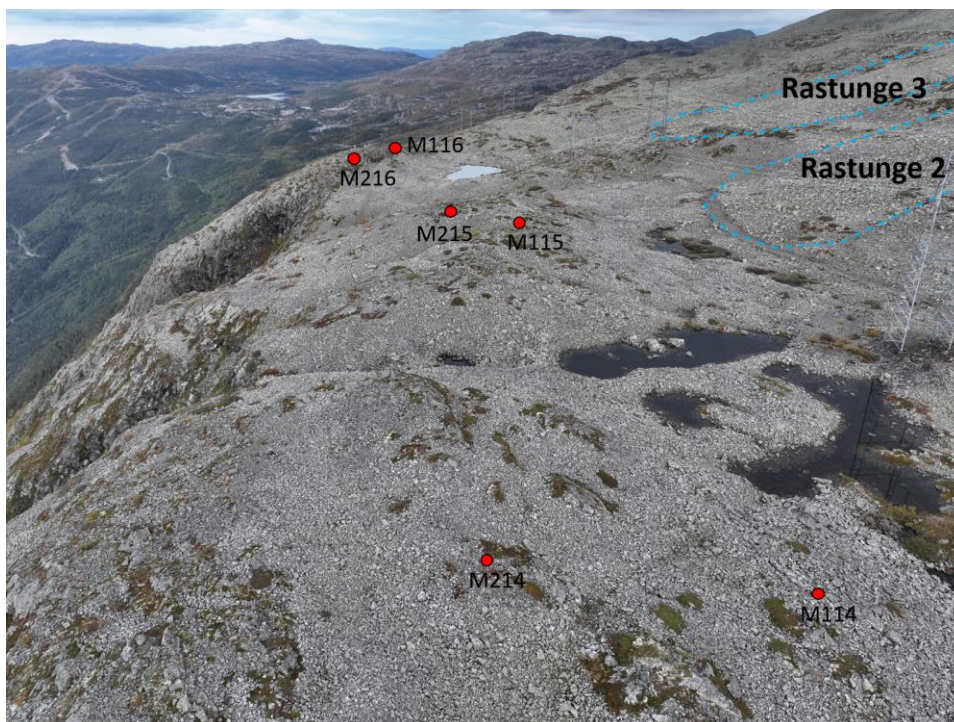
Figur 3-15: Mastepunkt M206 på kanten av en skrent. Det er øst-vest gående oppsprekking



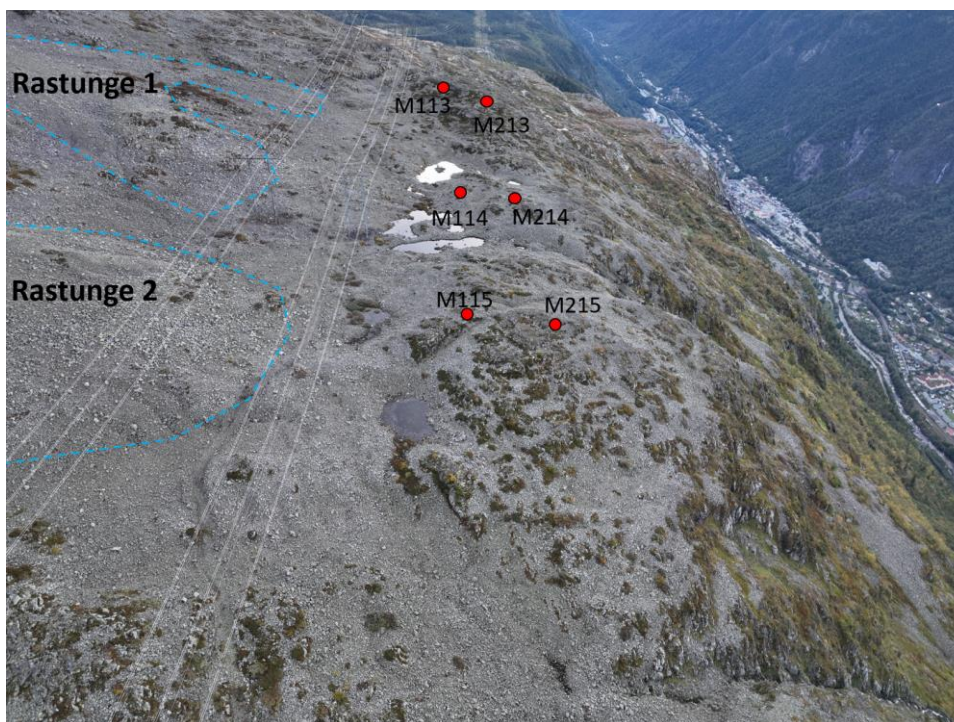
Figur 3-16: Foto av mastepunkt M111-M113 og M212-M213 tatt med drone.



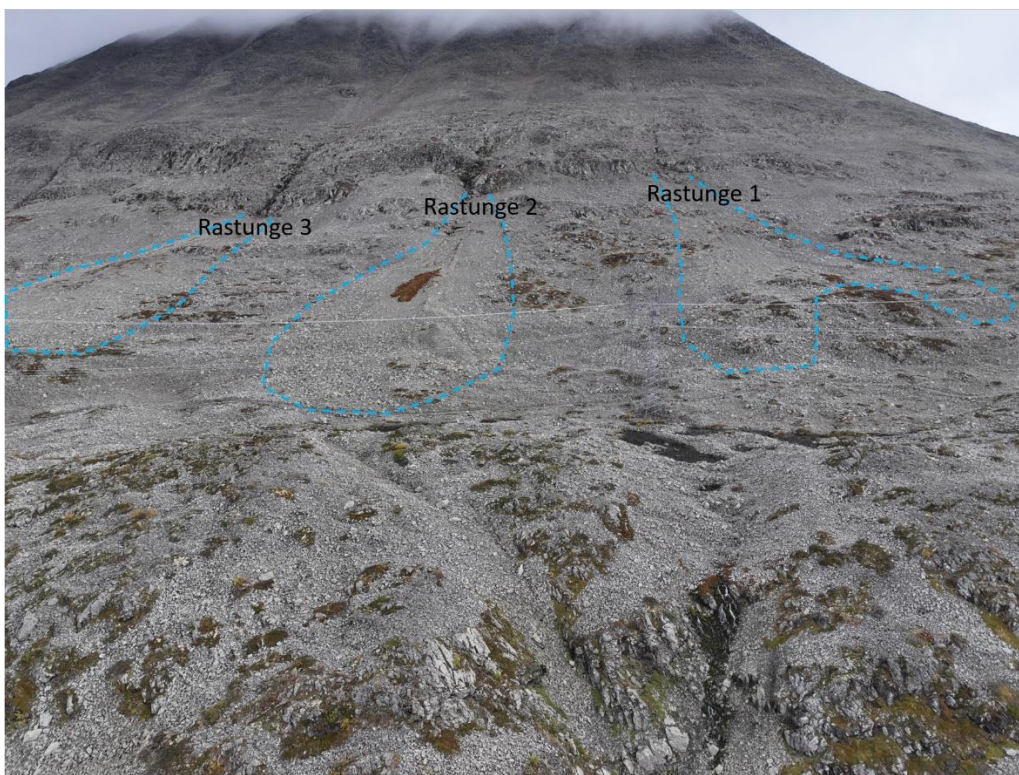
Figur 3-17: Foto av punkt M115-M116 og M215-M216 tatt med drone. Bildet viser rastunge 2 ligger nærmest M115..



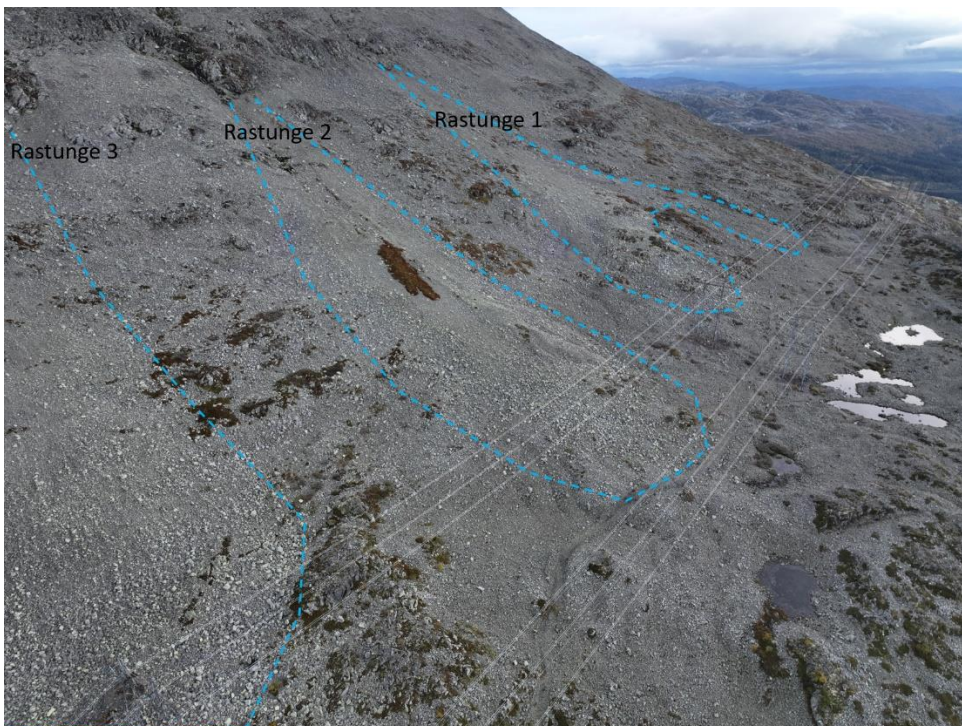
Figur 3-18: Foto av mastepunkt M114-M116 og M214-M216 tatt med drone. Bildet viser rastunge 2 og 3 som ligger nærme punkt M115.



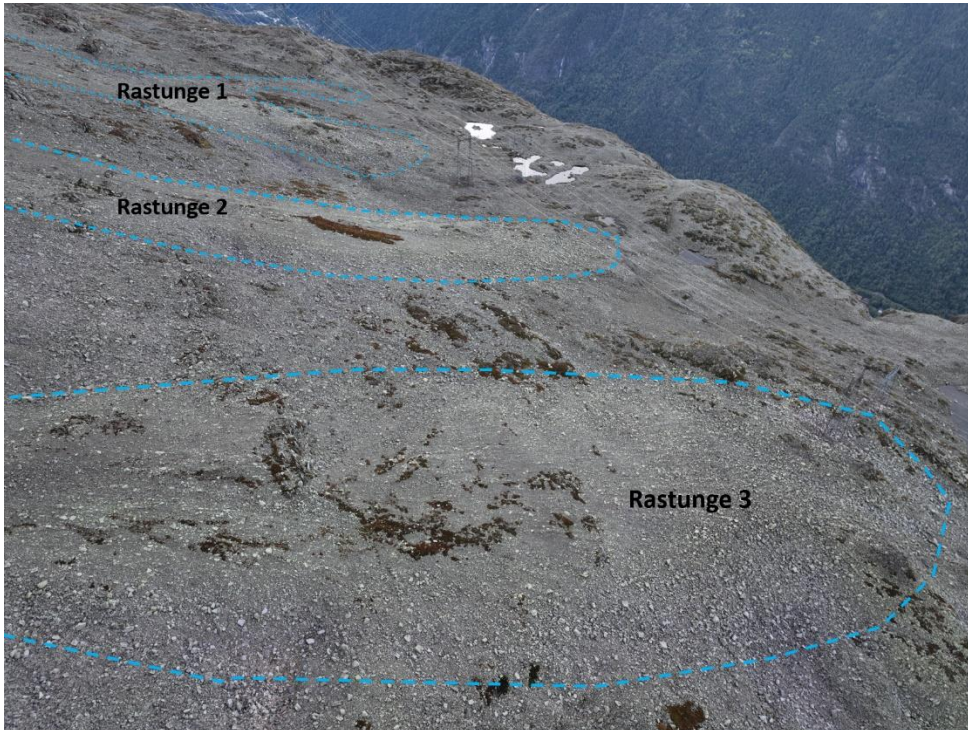
Figur 3-19: Foto av mastepunkt M113-M115 og M213-M216 tatt med drone. Bildet viser rastunge 1 og 2 som ligger nærme punkt M115.



Figur 3-20: Oversikt rastunger dannet fra tidligere snøskred ovenfor mastepunkt M113-M116 og M213-M216.



Figur 3-21: Oversikt rastunger dannet fra tidligere snøskred ovenfor mastepunkt M113-M116 og M213-M216.



Figur 3-22: Oversikt rastunger dannet fra tidligere snøskred ovenfor mastepunkt M113-M116 og M213-M216.



Figur 3-23: Foto av mastepunkt M116 og M216.



Figur 3-24: Foto av punkt M116-M117 og M216-217. Punkt M116 ligger nærmest rastunge 3. Punkt M117 og M217 ligger i noe forvitningsmateriale med sporadisk torv.



Figur 3-25: Foto av punkt M118 og M218 som er plassert på bart fjell.



Figur 3-26: Foto av mastepunkt M118-M119 og M218-M219. Punkt M119 og M219 ligger nærmest på bart fjell, med noe omkringliggende forvitningsmateriale og torv.



Figur 3-27: Foto av mastepunkt M220. Tynt torvdekke over berg.



Figur 3-28: Ur ovenfor mastepunkt M220.



Figur 3-29: Punkt M120 ligger rett ved noe sidebratt terreng og med noe forvitningsmateriale.



Figur 3-30: Punkt M221 ligger i slakt terreng med tynt torvdekke over berg. Terrenget like nedenfor er 30 – 45 grader bratt nedenfor.



Figur 3-31: Punkt M121 ligger i slakt hellende terreng med sannsynligvis tynt dekke over berg.



Figur 3-32: Punkt M222 ligger i slakt terreng. Torvdekke, med usikker mektighet ned til fast fjell.



Figur 3-33: Punkt M122 i slakt terreng, med torvdekke og usikker mektighet over fast berg.



Figur 3-34: Punkt M223 i slakt terreng, ovenfor en brattere skrent. Tynt dekke over berg.



Figur 3-35: Punkt M123 i slakt terreng, ovenfor en bratt skrent. Sannsynligvis tynt dekke med løsmasser over berg.



Figur 3-36: Punkt M224 i slakt terreng ovenfor en skrent. Tynt løsmassedekke over berg.



Figur 3-37: Flyttblokk ca. 15 m ovenfor M224.



Figur 3-38: Punkt M124 i slakt terreng ovenfor en skrent. Tynt løsmassedekke over berg.



Figur 3-39: Punkt M125 og M225 ved Mår kraftstasjon.

## 4 Modellering av snøskred og steinsprang

### 4.1 Modellering av snøskred med RAMMS Avalanche

Snøskred løsner vanligvis der terrenget er mellom 25°-55° bratt. I slake skråninger (30°-35°) må det normalt komme 90-120 cm med nysnø i løpet av tre døgn for dannelse av større snøskred (18). Forsenkninger som skålformasjoner, gjel og skar er vanlige terrengformasjoner der det kan løsne skred. Store flate områder/plataer over løснеområdene vil ofte bidra til økt akkumulering av snø inn i løśnieområdene, noe som kan gi økt snøskredfare. Tett skog i fjellsiden vil ofte hindre utløsning av snøskred. Forutsetningen er at trærne er så høye at de ikke snør ned. Store snøskred med høy hastighet vil vanligvis ikke bremses før helningsvinkelen kommer under 10-20°.

Maksimal 3-døgn-snø ved Gaustatoppen 1768 moh. er estimert til 94 cm (100år), 120 cm (1000 år) og 137 cm (5000 år). I henhold til den sveitsiske metoden vil estimerte bruddkanthøyder for de ulike gjentaksintervallene være slik som listet opp i Tabell 4-1 under, kalibrert for høyde i forhold til klimapunkt, helningsvinkel i løśnieområdene og forventet vindpålagring fra vestlige vindretninger.

Bruddhøyde har stor betydning for totalt skredvolum som igjen er avgjørende for beregning av utløpslengde i RAMMS.

I foreliggende simuleringer er eventuell medrivning inkludert i totalt løšnevolum. Undersøkelser har vist at dersom man forutsetter at snøens skjærfasthet er konstant over det svake laget i snødekket, er bruddhøyde sterkt avhengig av terrenghelling i løśnieområdet (19) (20). I brattere områder trengs dermed mindre snø over det svake laget for at det skal oppstå en ustabil situasjon og skredutløsning, noe som gir lavere bruddhøyder. Statens vegvesen har presentert en vurdering av bruddhøyde definert som det området i snødekket hvor skjærspenningen overstiger skjærfastheten til det svake laget i snødekket (21).

Ved å sammenligne denne metodikken (empirisk modell) med historiske klimadata for snøhøyde og vurdering av 3-døgns nysnøhøyde og vindtransportert snø (sveitsisk modell), kan man få et godt anslag av mulig dimensjonerende bruddhøyde og løšnevolum for snøskred. Den empiriske modellen for estimering av bruddkanthøyde er gitt ved formel 6.4 i håndbok V138 *Veger og snøskred* (22).

I Tabell 4-1 er det listet opp estimerte bruddkanthøyder basert på den sveitsiske modellen, som blant annet inkluderer 3-døgn nysnø fra klimadata og antatt snødrift. I Tabell 4-2 er bruddkanthøyder fra sveitsisk modell sammenlignet med den empiriske modellen gitt i håndbok V138, som er basert på gjennomsnittlig terrenghelling i hvert respektivt løśnieområde. I Tabell 4-2 er også andre inngangsparametere som er brukt i RAMMS Avalanche listet opp. Modelleringsresultater for 100 års scenario er gitt i vedlegg 4.

Tabell 4-1: Estimerte bruddkanthøyder for løснеområder nedenfor Gaustatoppen i løснеområder og tilfangstområder med og uten skog, antatt vind fra nordlig sektor ved vindpålagring av snø.

Gjentaksintervall bruddkanthøyde	3-døgn-snø Gaustatoppen (1768 moh.)	Høyde- korreksjon	Vindpålagring med ugunstig vindretning	Korreksjon for gjennomsnittlig helningsvinkel (37 grader) i løснеområder	Bruddkanthøyder
<b>Noe snødrift (50% tillegg) Sno-1 til Sno-3</b>					
100 år	94	- 5 cm	+ 50 cm	0,75	105 cm
1000 år	120	- 5 cm	+ 60 cm	0,75	135 cm
5000 år	137	- 5 cm	+ 70 cm	0,75	155 cm
<b>Sterk snødrift (75% tillegg) Sno-4 til Sno-10</b>					
100 år	94	- 5 cm	+ 70 cm	0,75	120 cm
1000 år	120	- 5 cm	+ 90 cm	0,75	155 cm
5000 år	137	- 5 cm	+ 100 cm	0,75	175 cm
<b>Noe snødrift (30% tillegg) Sno-11 til Sno-12</b>					
100 år	94	- 30 cm	28 cm	0,75	69 cm
1000 år	120	- 30 cm	36 cm	0,75	95 cm
5000 år	137	- 30 cm	41 cm	0,75	111 cm

Tabell 4-2: Innstillinger for utførte simuleringer av snøskred langs rennene i nordre fjellside av Gaustatoppen.

Beskrivelse	Verdi		Kommentar / verdier		
Oppløsning terrengmodell	5 m		NVE Ekstern rapport nr. 9/2021		
Areal løснеområde [m <sup>2</sup> ]	Nr:		Gjennomsnittlig terrenghelning (grader)		
	Sno-1	5276	37,5		
	Sno-2	12479	38		
	Sno-3	9341	37		
	Sno-4	8277	37,5		
	Sno-5	10895	39		
	Sno-6	8257	37		
	Sno-7	12559	37		
	Sno-8	13910	37		
	Sno-9	24634	38		
	Sno-10	35153	37		
	Sno-11	800	34		
Sno-12	500	33			
Bruddkant [cm]	Nr:	Sveitsisk modell 1000 år	Empirisk modell V138 (6.4)	Dimensjonerende bruddkanthøyde 1/100	Dimensjonerende bruddkanthøyde 1/1000
	Sno-1	135	161	105	135
	Sno-2	135	158	105	135
	Sno-3	135	164	105	135
	Sno-4	155	161	120	155
	Sno-5	155	153	120	155
	Sno-6	155	164	120	155
Sno-7	155	164	120	155	

	Sno-8	155	164	120	155
	Sno-9	155	158	120	155
	Sno-10	155	164	120	155
	Sno-11	95	184	70	95
	Sno-12	95	164	70	95
Volum [m <sup>3</sup> ]	Nr:				
	Sno-1	7123	8507	4386	7123
	Sno-2	16847	19770	10376	16847
	Sno-3	12610	15333	7739	12610
	Sno-4	12829	13345	7828	12829
	Sno-5	16887	16684	10307	16887
	Sno-6	12798	13554	7963	12798
	Sno-7	19466	20616	12139	19466
	Sno-8	21561	22833	13398	21561
	Sno-9	38183	39027	23076	38183
	Sno-10	54487	57704	33402	54487
	Sno-11	760	1472	520	760
	Sno-12	475	820	325	475
Densitet skredmasser	300 kg/ m <sup>3</sup>			Tørre snøskred	
Høydeverdi for friksjon	1250 m / 750 m			Justert høydenivå for norske forhold. Ingen skog i skredbanene.	
Størrelse / frekvens	Tiny (100 år) (Sno-11 og Sno-12) Small (100år) Medium (1000 år)			Kategoriene som RAMMS foreslår er benyttet: Tiny (<5000 m <sup>3</sup> ) Small (5000-25.000 m <sup>3</sup> ) Medium (25.000-60.000 m <sup>3</sup> ) Large (>60.000 m <sup>3</sup> ).	
Gjentaksintervall	100 og 300 år			100 år for 100-års 300 år for 1000-års	
Skog	Ingen skog				
Stoppmomentum	5%				
Friksjonsparametere	Standard			Standardverdier av friksjonsparameter basert på størrelse/frekvens i RAMMS avalanche.	

Modelleringsresultatene viser at modellerte snøskred med ett 100 års-scenario har god match med observerte rastunger og kjente snøskredhendelser. De modellerte snøskredene går noe lengre enn de observerte rastungene. Det er også kjørt alfa-beta-snøskred med NVE sitt alfa-beta-verktøy omtalt i kapittel 4.2. Fra Sno-2, Sno-3 Sno-7 og Sno-8 er det særlig god match mellom modelleringer, kjente utløp og alfa-beta. For Sno-4 til Sno-6 er løснеområdene kjørt samtidig, og gir et noe konservativt utløp som går forbi eksisterende mast mellom M115 og M116 vist i vedlegg 4. Lengste utløp for 1000 års scenario stopper omtrent 50 m fra M116. Fra de sistnevnte løśnieområdene er dette vurdert som et 1/1000 scenario, mens 1/100 kan trekkes et sted mellom gul hastighet (15 – 20 m/s til modellert snøskred) og gul rekkevidde i alfa-

beta (Alfa\_std2). Modellert 1/100 scenario som ligger nærmest et mastepunkt nedenfor Gaustatoppen ligger omtrent 40 m fra M114.

## 4.2 Modellering av snøskred med alfa-beta modellen

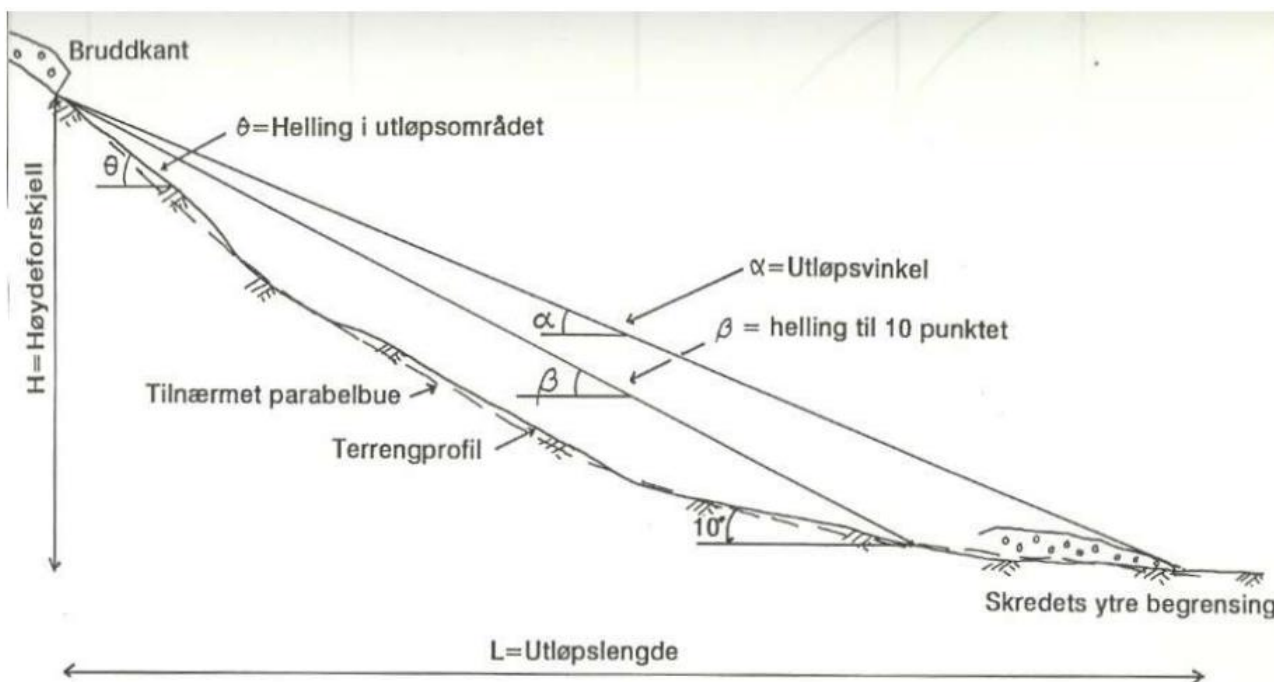
I 1980 (23) presenterte NGI en ren topografisk modell for å beregne utløpsdistansen til snøskred. Den grunnleggende ideen for utvikling av alfa - beta modellen var at topografiske forhold i skredbanen har stor innvirkning på utløpsdistansen. Modellen er en matematisk regresjonsligning fra statistisk behandling av 206 skred i Norge med kjent utløpsdistanse. I modellen beskrives utløpsdistansen til skredene med en  $\alpha$  - vinkel, som er vinkelen mellom skredets bruddkant og ytterste avsetning, se Figur 4-1.

En statistisk behandling viste at det var en klar sammenheng mellom utløpsvinkelen og gjennomsnittlig helning til skredbanen. Gjennomsnittlig helningen av skredbanen blir uttrykt ved vinkelen,  $\beta$ , som beskriver helningen mellom skredets bruddkant og det punktet i skredbanen som har  $10^\circ$  helning, se Figur 4-1. I den statistiske behandlingen ble forholdet mellom disse to vinklene funnet til å være:

$$\alpha = 0,96 \cdot \beta - 1,4$$

Vinklene blir oppgitt i grader, der standardavviket,  $SD = 2,3^\circ$

Utløpsberegninger ved å ta hensyn til standardavvik representerer svært lange og sjeldne utløp.



Figur 4-1: Prinsippkisse av alfa - beta modellen.

Beregnete Alfa-beta linjer er vist i vedlegg 4. Rekkevidden til snøskredet nedenfor Gaustatoppen med SD (standardavviket) matcher med utløpet til RAMMS modelleringene hvor hastigheten blir under 10 m/s. SD2 (standardavviket x 2) når ikke fram til mastepunktene, foruten ved mastepunkt M114. SD2-rekkevidden er ansett som svært lite sannsynlig og betydelig lavere enn 1/100.

### 4.3 Modellering av steinsprang

Steinsprang og steinskred løsner vanligvis i fjellskråninger som er brattere enn 45°. Stabiliteten i bergmassene påvirkes av blant annet bergartstype, oppsprekingsgrad, sprekkeforhold og foliasjon, vanntilgang og tilstedeværelse av trær og røtter (rotsprengning). Steinsprang består av enkeltblokker som hovedsakelig beveger seg uavhengig av hverandre, og det mest vesentlige energitapet skjer i kontakt med terrengoverflaten. Et steinskred er en massebevegelse av et større bergparti (fra noen hundre kubikk opp til 100 000 kubikk). Blokkene i steinskredet splittes oftest i mindre deler nedover skredbanen. Energien til et steinskred avtar ved støt mellom blokkene i skredet og ved kontakt med terrengunderlaget.

#### 4.3.1 Rockyfor3D

Rocky for 3D er benyttet for modellering av steinsprang for hele området. Det er benyttet en terrengmodell med oppløsning på 2x2 meter. «Resample» verktøyet i ArcGIS er brukt for å endre oppløsning på terrengmodellen (bilinear sampling). Rockyfor3D slipper blokker avhengig av oppløsning på terrengmodellen etter formel (1):

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

Ved terrengoppløsning 2x2 meter blir alle celler med terrenghelning  $\geq 52^\circ$  løsneområder.

Innledningsvis ble det kjørt Rapid Automatic Simulation med blokker på 1m<sup>3</sup> for hele området innenfor påvirkningsområdet. Det er kjørt 100 simuleringer per celle.

Tabell 4-3: Inputparametere til Rockyfor3D.

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

Simuleringen viser at blokker fra Gaustatoppen ikke når ny planlagt mastetrasé. Vedlegg 6 viser «Reach Probability» for simuleringen. Områder med «Reach Probability» på rundt 2% og 100 simuleringer per celle, kan relateres til 1000-årssoner basert på tidligere studier (24), men det bemerkes at Rockyfor3D ofte gir konservative resultat. Mastepunkt M101-M201, M102-M202, M110, M211, M123-M223, M124 og M124 og M225 er utsatt om en blindt følger modelleringsresultatene fra Rockyfor3D. Dersom man tolker resultatene i sammenheng med løsningsannsynlighet, fremstår resultatene konservative. Endelig vurdering av skredfaren vurderes sammen med feltobservasjonen og øvrig grunnlagsdata.

#### 4.3.2 RAMMS Rockfall

Steinsprangmodellering er kjørt i RAMMS Rockfall for aktuelle løsneområder ovenfor mastepunkt M101, M201, M102, M202, M111, M123, M223 og M224, hvor det er ønsket å se nærmere på steinsprangfaren utover modelleringen i Rockyfor3D. Det er benyttet en terrengmodell med oppløsning 2x2 meter og tetthet til steinblokkene er satt til 2700 kg/m<sup>3</sup>. Global terrengparameter for energidemping er satt til «medium», som tilsvarer vegetert overflate med moderat løsmassedekke. Resultater er vist i vedlegg 5. Parametere som er benyttet i modelleringen er listet opp i Tabell 4-4. Det er flere reelle løsneområde for steinsprang i bergskrent ovenfor mastepunkt M102 og M202. I bergskrenten er det observert flere avløste partier som kan løsne med en sannsynlighet større enn 1/100. Det er observert partier med småfallen bergmasse og blokker som hviler i skrenten. I tillegg er det observert en del vann og trær som kan gi rotsprengning i løsneområdet. Steinsprang kan derfor løsne fra denne skrenten med sannsynlighet større enn 1/100. Det er ikke observert tydelige urmasser eller avsetninger som kan knyttes til steinsprang ved de andre lokalitetene (M111, M123, M223 og M224). Løsningsannsynligheten er vurdert å være lavere enn 1/100 i disse områdene.

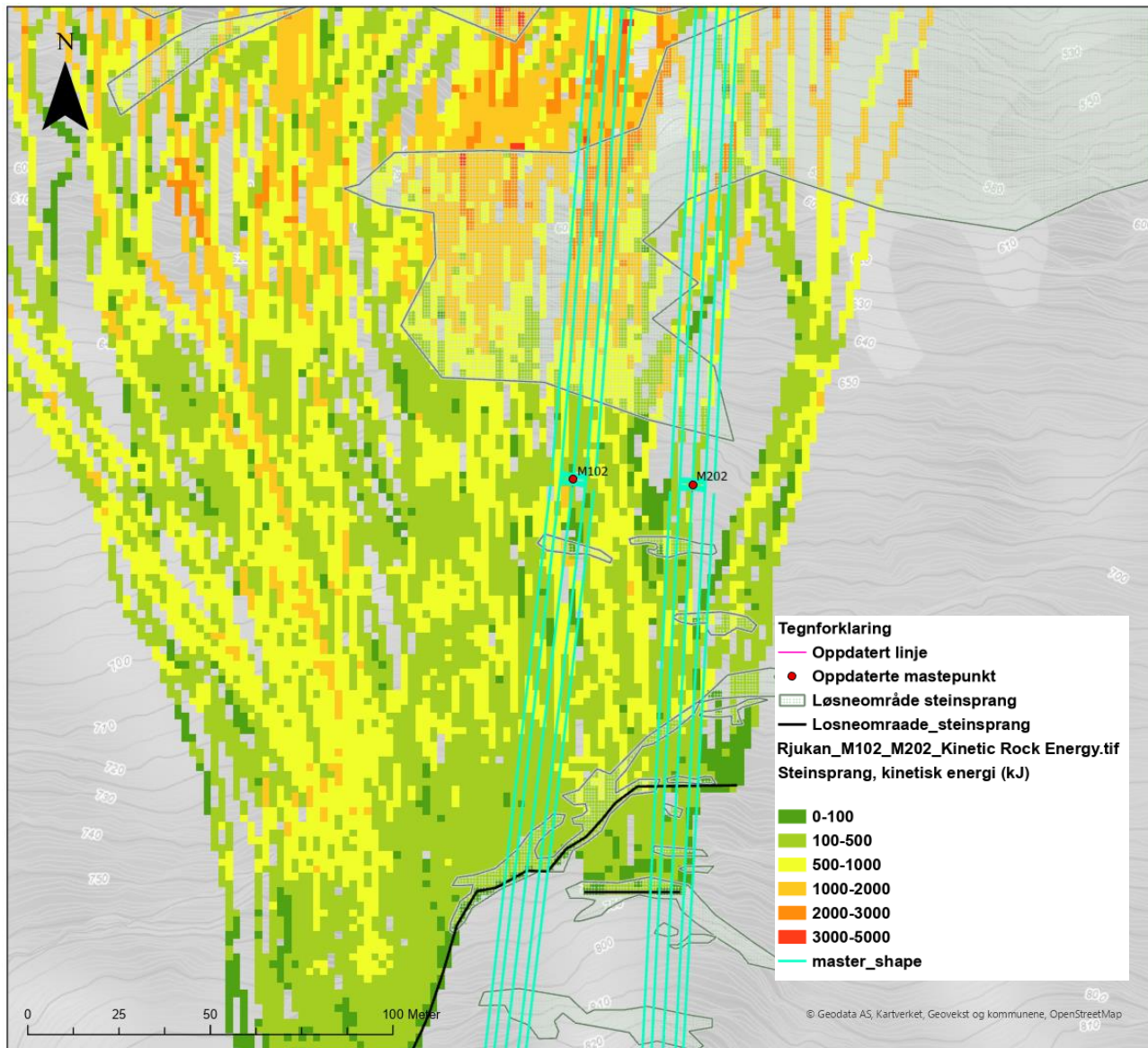
Tabell 4-4: Blokkparametere som er benyttet i RAMMS:Rockfall.

Område	Gjennomsnittlig blokkstørrelse [m <sup>3</sup> ]	Dimensjonerende blokkform og tetthet	Terrengparameter	Skog
Rjukan mastetrasé	0,86 m <sup>3</sup>	Avlang, kantete og noe rektangulær.	Global – Medium Bart fjell – Medum Hard	Medium forest (35 m <sup>2</sup> /ha)

Løsneområdet ovenfor mastepunkt M101 og M202 er forholdsvis stort, med mange potensielle løsneområdet. Det er mye svaberg og vann til stede i denne skrenten, og løsnesannsynligheten er større enn 1/100. Som tidligere nevnt er det observert mosegrodde blokker ovenfor mast M101 og M202, og ingen ferske steinspranghendelser.

Modelleringsresultat vist i vedlegg 5 viser at steinsprangblokker kan treffe mastepunkt M102 og M203 med en energi på henholdsvis 350 kJ og opptil 1000 kJ. I virkeligheten vil mye av energien dempes i rasura og i skogen som ligger ovenfor mastepunktene. Blokkene vil tilta i energi når de faller over platåkant og videre ned mot mastepunkt M101 og M201, hvor energien er 0 – 500 kJ ved disse lokalitetene. Rasura ovenfor mastepunktene er mosebelagt som vitner lav steinsprangaktivitet. Resultatene fremstår derfor noe konservative. For mastepunkt M111, M123, M223 og M224 vil ikke steinsprangblokker treffe med en treffsannsynlighet større enn 1/100.

I forbindelse med justering av punkt M202 og nærmere vurdering av sikringstiltak ble det utført en supplerende modellering fra løsneområdene ovenfor M102 og M202. Resultater er vist i figur Figur 4-2, og viser få steinsprangutløp inn på M202, men flere inn på M102. Utløpsberegningene stemmer godt overens med de observerte steinsprangavsetningene i felt og på dronfoto. Det er benyttet samme inputparametere som tidligere modelleringer (Tabell 4-3), men det er ikke modellert med skog da denne skal fjernes i et 50 m bredt belte langs mastetraseen.



Figur 4-2: Supplerte modelleringsresultat fra løsneområder ovenfor M102 og M202. Det er benyttet samme inputparametere, men det er ikke modellert med skog da denne skal fjernes i et 50 m bredt belte langs mastene.

## 5 Skredfarevurdering

I det følgende oppsummeres en systematisk skredfarevurdering for hvert mastepunkt med tilhørende dimensjonerende skredtype, antatt sannsynlighet og nærmere beskrivelse av skredfaren for mastepunktet. Grønn farge indikerer skredsannsynlighet på  $\leq 1/100$  og rød farge indikerer skredsannsynlighet  $\geq 1/100$ . Det er også vurdert som mastepunktene er utsatt for snøsig.

Tabell 5-1: Skredfarevurdering for hvert mastepunkt.

Mast nr.	Dim. Skredtype	Vurdert skred sannsynlighet	Beskrivelse av skredfaren for mastepunktet	Snøsig
M101 og M0201	Steinsprang	< 1/100	<p>Mastepunktene ligger i tidligere vurdert faresone på 1/1000 mellom lokalvegen og jernbanen, men utenfor 1/100 årssonen (vist i Figur 3-2). Fjellsiden ovenfor mastepunktene er vist i Figur 3-1 og har mange potensielle løснеområder for steinsprang. Observerte blokker i fjellsiden ser likevel ut til å stoppe før toglinja. Norconsult mener at 1/100 års faresonen med fordel kunne ha vært trukket ned til toglinjen, men mastepunktene vil likevel være utenfor 1/100. Punktene ligger innenfor NAKSIN aktsomhetskart for snøskred S2 (1/1000). Det er ikke observert løснеområder for snøskred som kan gi utløp ned til punktene.</p> <p>Punktene ligger innenfor aktsomhetsområde for jord- og flomskred. Det er ikke observert løснеområder som kan gi utløp inn i mastepunktene med sannsynlighet større enn 1/1000.</p>	Ikke aktuelt
M102	Steinsprang	> 1/100	<p>Mastepunktet ligger i aktsomhetsområde for steinsprang. Modellert steinsprangutløp med energi opptil 500kJ ved mastepunkt M102. Avløste parti i løśnieområder og rasur tett inntil mastepunktet indikerer steinsprangaktivitet og mulig utløp inn i punktet. Modelleringsresultatene fremstår konservative sammenlignet med befaringsobservasjoner. Punktet ligger innenfor NAKSIN aktsomhetskart for snøskred S2 (1/1000). Det er ikke observert løśnieområder for snøskred som kan gi utløp ned til punktene.</p> <p>Med bakgrunn i at punkt M102 ligger tett inntil rasur, er det vurdert skredsannsynlighet større enn 1/100 for punktet. Tilstrekkelig sikkerhet kan oppnås med tiltak omtalt i kapittel 6.</p>	Aktuelt

			Punktet ligger innenfor aktsomhetsområde for jord- og flomskred. Det er observert mulige løsneområder for løsmasseskred ovenfor punktene, men sannsynligheten for utløp inn på mastepunktene er vurdert som lavere enn 1/100.	
M202	Steinsprang	> 1/100	<p>Mastepunktet ligger i aktsomhetsområde for steinsprang, NAKSIN for snøskred og jord- og flomskred, og nedenfor samme løsneområde som for punkt M102. Punktet ligger derimot tilsynelatende ikke i rasur, basert på tilgjengelige observasjoner fra dronebildene. Modellert steinsprangutløp med energi opptil 1000 kJ ved mastepunkt M202.</p> <p>Det vurderes at mastepunkt M202 ikke har tilstrekkelig sikkerhet mot steinsprang etter at skogen fjernes, med bakgrunn i at punktet ligger nært rasur, det er flere løsneområder ovenfor mastepunktet og at modelleringene viser utløp forbi masten.</p> <p>Det er ikke observert løsneområder for snøskred som kan gi utløp ned til punktene.</p> <p>Det er observert mulige løsneområder for løsmasseskred ovenfor punktene, men sannsynligheten for utløp inn på mastepunktene er vurdert som lavere enn 1/100.</p>	Aktuelt
M103 og M203		< 1/100	Mastepunktene ligger ikke i skredfarlig terreng.	Ikke aktuelt for M203, men kan bli aktuelt for sør-vestre fot til M103 som ligger i terreng 30-45 grader (mikroterreng).
M104 og M204		< 1/100	Ikke skredfarlig terreng.	Ikke aktuelt
M105	Snøskred	< 1/100	Punktet ligger innenfor NAKSIN S2 (1/1000). Ligger nedenfor mikroterreng med helning 20 – 35 grader. Ikke stor nok høydeforskjell i skråning til å generere skadelige snøskred.	Ikke aktuelt
M205	Snøskred	< 1/100	Punktet ligger innenfor NAKSIN S2 (1/1000). Ligger nedenfor mikroterreng med helning 20 – 35 grader. Ikke stor nok høydeforskjell i skråning til å generere skadelige snøskred.	Ikke aktuelt

M106 og M206		< 1/100	Ikke skredfarlig terreng	Ikke aktuelt
M107 og M207		< 1/100	Ikke skredfarlig terreng. Ligger nedenfor mikroterreng med helning 20 – 35 grader. Ikke stor nok høydeforskjell i skråning til å generere skadelige snøskred.	Ikke aktuelt
M108		< 1/100	Ikke skredfarlig terreng.	Ikke aktuelt
M208	Snøskred	< 1/100	Punktet ligger innenfor NAKSIN S2 (1/1000). Det er vurdert mulig løsneområde for snøskred ovenfor mastepunktet med løsnesannsynlighet større enn 1/100, men utløpsannsynligheten er vurdert til å være mindre enn 1/1000. Eventuelle snøskred er vurdert til og ikke ha skadepotensiale på masten.	Ikke aktuelt
M109 og M209		< 1/100	Ikke skredfarlig terreng. Punktene ligger utenfor NAKSIN S2 (1/1000). Det er ikke observert løsneområder for snøskred som kan gi utløp ned til punktene med sannsynlighet større enn 1/100.	Ikke aktuelt
M110	Snøskred	< 1/100	Punktet ligger innenfor NAKSIN S2 (1/1000). Det er ikke observert løsneområder for snøskred som kan gi utløp ned til punktet med sannsynlighet større enn 1/100. Eventuelle snøskred vil ikke ha skadepotensiale på masten.  Masten ligger nedenfor en mindre skrent. Det er ikke vurdert at stein som løsner herfra vil ha skadepotensiale på masten.	Ikke aktuelt
M210	Snøskred	< 1/100	Ikke skredfarlig terreng. Punktet ligger innenfor NAKSIN S2 (1/1000). Det er ikke observert løsneområder for snøskred som kan gi utløp ned til punktet med sannsynlighet større enn 1/100. Eventuelle snøskred vil ikke ha skadepotensiale på masten.  Punktet ligger innenfor aktsomhetsområde for jord- og flomskred. Det er ikke observert løsneområder som kan gi utløp inn i mastepunktet med sannsynlighet større enn 1/1000.	Ikke aktuelt
M111	Snøskred	< 1/100	Punktet ligger innenfor NAKSIN S2 (1/1000). Det er vurdert mulig løsneområde for snøskred ovenfor mastepunktet med løsnesannsynlighet større enn 1/100, men utløpsannsynligheten er vurdert til å være mindre enn 1/1000. Eventuelle snøskred vil ikke ha skadepotensiale på mastene, men mindre utglidninger i sideskråningen ovenfor mastepunktet kan forekomme.	Ikke aktuelt

			Punktet ligger innenfor aktsomhetsområde for jord- og flomskred. Det er ikke observert løснеområder som kan gi utløp inn i mastepunktet med sannsynlighet større enn 1/1000.	
M211	Snøskred	< 1/100	Punktet ligger innenfor NAKSIN S2 (1/1000). Det er vurdert mulig løснеområde for snøskred ovenfor mastepunktet med løsnesannsynlighet større enn 1/100. Terrenget mellom masten og skråningen flater ut og eventuelle små snøskred vil bremse eller stoppe helt opp før det når masten.	Ikke aktuelt
M112	Snøskred	< 1/100	Punktet ligger innenfor NAKSIN S2 (1/1000). Det er vurdert mulig løснеområde for snøskred ovenfor mastepunktet med løsnesannsynlighet større enn 1/100. Skråningen ovenfor har liten høydeforskjell og høy ruhet. Eventuelle små snøskred vil stoppe raskt, og ikke ha skadepotensiale på masten.	Ikke aktuelt
M212	Snøskred	< 1/100	Punktet ligger innenfor NAKSIN S2 (1/1000). Det er vurdert mulig løснеområde for snøskred ovenfor mastepunktet med løsnesannsynlighet større enn 1/100. Skråningen ovenfor har moderat høydeforskjell og høy ruhet. Eventuelle små snøskred kan løsne og nå masten, men vil ikke få stor nok hastighet eller størrelse til å gi skade på masten.	Kan være aktuelt for søndre ben dersom det bygger seg ut en snøfonn fra skråning som ligger på sørsiden av mastepunkt. ligger tett inntil.
M113 og M213	Snøskred	< 1/100	Punktene ligger innenfor NAKSIN S2 (1/1000). Det er vurdert mulige løснеområder fra Gaustatoppen som kan gi snøskred med utløp ned mot mastepunktene. Punktene står på en forhøyning i terrenget som vil fungere som en naturlig fangvoll mot eventuelle skred.	Ikke aktuelt
M114 og M224	Snøskred	< 1/100	Punktene ligger innenfor NAKSIN S2 (1/1000). Det er vurdert mulig løснеområder fra Gaustatoppen som kan gi snøskred med utløp ned mot mastepunktene. Punkt M114 ligger nede i et søkk nært en etablert skredbane, og kan dermed være utsatt for sjeldne snøskred. Modellert 100-årsscenario stopper ca. 50 m fra mastepunktet og observert skredtunge ligger 100 m unna M114. Punktet ligger ved utløpsberegninger med Alfa_beta Std_2. Det er vurdert at skredsannsynligheten med intensitet som kan medføre skader er mindre enn 1/100.	Ikke aktuelt

M115	Snøskred	< 1/100	Punktet ligger innenfor NAKSIN S2 (1/1000). Det er vurdert mulig løснеområder fra Gaustatoppen som kan gi snøskred med utløp ned mot mastepunktene. Punkt M115 ligger på en liten bergnabb nært et søkk og en etablert skredbane, og kan dermed være utsatt for sjeldne snøskred. Modellert 100-årsscenario stopper ca. 80 m fra mastepunktet og observert skredtunge ligger ca. 50 m unna M115. Punktet ligger utenfor utløpsberegninger med Alfa_beta Std_2. Det er vurdert at skredsannsynligheten med intensitet som kan medføre skader er mindre enn 1/100.	Ikke aktuelt
M215	Snøskred	< 1/100	Punktet ligger innenfor NAKSIN S2 (1/1000). Det er vurdert mulige løснеområder fra Gaustatoppen som kan gi snøskred med utløp ned mot mastepunktene. Punktet står på en forhøyning i terrenget som vil fungere som en naturlig fangvoll, og forhindre utløp til mastepunktet.	Ikke aktuelt
M116 og M216	Snøskred	< 1/100	Punktene ligger innenfor NAKSIN S2 (1/1000). Det er vurdert mulige løснеområder fra Gaustatoppen som kan gi sjeldne snøskred med utløp nært mastepunktene. Punktene står på en forhøyning i terrenget som vil fungere som en naturlig fangvoll, og forhindre skadelig utløp til mastepunktet.	Ikke aktuelt
M117 og M217	Snøskred	< 1/100	Det er vurdert mulige løснеområder fra Gaustatoppen. Punktet ligger innenfor NAKSIN aktsomhetsområde, men ligger med god avstand fra utløpsberegninger.  Punktet ligger innenfor aktsomhetsområde for jord- og flomskred. Det er ikke observert løснеområder som kan gi utløp inn i mastepunktet med sannsynlighet større enn 1/1000, men lavere enn 1/100.	Ikke aktuelt
M118 og M218		< 1/100	Ikke skredfarlig terreng. Punktene ligger innenfor NAKSIN S2 (1/1000). Det er ikke observert løснеområder for snøskred som kan gi utløp ned til punktene.	Ikke aktuelt
M119 og M219		< 1/100	Ikke skredfarlig terreng.	
M220	Snøskred	< 1/100	Ikke skredfarlig terreng, men ligger innenfor NAKSIN S2 (1/1000). Mindre utglidninger av snø i skråningen som ligger ovenfor mastepunktet kan ikke utelukkes, men vil ikke påføre masten ødeleggende skader.	Aktuelt for de to søndre mastebenene som ligger nært skråning ovenfor med

			Punktet ligger innenfor aktsomhetsområde for jord- og flomskred. Det er ikke observert løsneområder som kan gi utløp inn i mastepunktet med sannsynlighet større enn 1/1000. men lavere enn 1/100.	helning på 30-45 grader.
M120		< 1/100	Ikke skredfarlig terreng. Punktene ligger innenfor NAKSIN S2 (1/1000). Det er ikke observert løsneområder for snøskred som kan gi utløp ned til punktene.  Punktet ligger innenfor aktsomhetsområde for jord- og flomskred. Det er ikke observert løsneområder som kan gi utløp inn i mastepunktet med sannsynlighet større enn 1/1000.	Ikke aktuelt
M121 og M221		< 1/100	Ikke skredfarlig terreng.	Mikroterreng med små parti over 30 grader, men det forventes ikke store nok laster til å påføre mast ødeleggende skader. Ikke aktuelt.
M122 og M222		< 1/100	Ikke skredfarlig terreng.	Aktuelt for M222 dersom skogen fjernes, som er plassert i jevnt bratt terreng rundt 30 grader.
M123 og M223	Steinsprang	< 1/100	Ikke skredfarlig terreng. Mastepunktene ligger utenfor rekkevidde til modellerte utløp i RAMMS Rockfall. Punkt 34 ligger innenfor NAKSIN S2 (1/1000). Det er ikke observert aktuelle løsneområder for snøskred ovenfor punktet.  Punkt 35 ligger innenfor aktsomhetsområde for jord- og flomskred. Det er ikke observert løsneområder som kan gi utløp inn i mastepunktet med sannsynlighet større enn 1/1000.	Mikroterreng med små parti over 30 grader. Aktuelt for de to søndre mastebenene til M223.
M124 og M224	Steinsprang	< 1/100	Ikke skredfarlig terreng. Mastepunktene ligger utenfor rekkevidde til modellerte utløp i RAMMS Rockfall.	Ikke aktuelt

			Punktene ligger innenfor aktsomhetsområde for jord- og flomskred. Det er ikke observert løснеområder som kan gi utløp inn i mastepunktene med sannsynlighet større enn 1/1000.	
M125 og M225	Løsmasseskred	< 1/100	Punktet ligger innenfor aktsomhetsområde for jord- og flomskred. Det er ikke observert løснеområder som kan gi utløp inn i mastepunktet med sannsynlighet større enn 1/100. Mastepunktet ligger innenfor eksisterende faresone 1/1000 for løsmasseskred, men utenfor 1/100 årssone. Mastepunktene ligger innenfor NAKSIN S2 (1/1000), men det er ikke observert aktuelle løснеområder for snøskred med dagens vegetasjonsforhold.	Ikke aktuelt

### 5.1.1 Skredvind i forbindelse med snøskred fra Gaustatoppen

For store snøskred må muligheten for skredvind (fonnvind, skredgufts eller snøsky) også vurderes. Begrepet skredvind brukes for å beskrive lufttrykket/turbulensen som oppstår i forbindelse med store snøskred. Snøskya er definert som en suspensjon av snøpartikler som beveger seg rundt den faste delen/kjernen av skredmassene. Snøskya utvikles når tørrsnøskred oppnår en hastighet på mer enn ca. 10 m/s (25). Denne hastigheten kan oppnås kort tid etter skredet har løsnet. Snøskya beveger seg med samme hastighet som de faste massene i skredet, men vil ofte kunne fortsette en god del lenger etter at de faste massene har stoppet opp på grunn av lavere tetthet og friksjon. Det er gjennom praktiske eksperimenter med eksplosiver, vist at vinduer og dører kan bli ødelagt allerede ved et trykk på 1-2 kPa (2).

Dette innebærer at den forventede relative utløpet for skredvind øker for brattere skredbaner med store vinkelendringer. Observasjoner av snøsky/skredvind viser at trykket og utløpslengden til skredvind øker i skredbaner med store høydeforskjeller. Høydeforskjellen mellom løснеområdene på nordsiden av Gaustatoppen og modellert utløp nede ved mastepunktene er omtrent 500 m. Skredbanen har en jevn kurvatur uten store vinkelendringer. Fra tidligere skredhendelser og samtaler med driftspersonell i Statnett på eksisterende mastetrasé har ikke skredvind vært særlig utbredt. Det har gått snøskred ned til oversiden av eksisterende mastetrasé, men det ble ikke observert ødeleggende skredvind. For et 100 års-scenario er det heller ikke forventet at det kan gå så store skred at snøskredvind vil være et problem. For et 5000-års-scenario kan snøskredvind være problematisk i området med svært store skred. Snøskredvind vurderes derfor som uproblematisk knyttet til et 100-årsscenario og vurdert krav til sikkerhet for mastene.

## 6 Aktuelle sikringstiltak

Skredsannsynligheten for mastepunkt M102 og M202 er vurdert større enn 1/100 når skogen fjernes. For disse mastepunktet anbefales det derfor at det utføres sikringstiltak som vil redusere sannsynligheten for steinsprang i å treffe mastepunktene. Aktuelle sikringstiltak vil her være etablering av én rad med steinspranggjærde i overkant av mastepunktene. I tillegg anbefaler vi at mastefundament heves ved bruk betongsøyler. Dette for å sikre mastepunktene mot eventuelt snøsig og remobilisering av blokker.

Tentativ plassering for to alternativer av steinspranggjærde er vist i figuren under. Det beste er å plassere gjerdet på sørsiden av bergnabben (alt 1). Dersom montering er utfordrende her, kan gjerdet plasseres nedenfor bergnabben med tilstrekkelig avstand til mastepunkt og til selve bergnabben. Fanggjerdene vil fungere som arbeidssikring mot steinsprang under anleggsarbeid. I tillegg er det ønskelig å plassere et sikringsgjærde på nordsiden av mastepunktene for å hindre at blokker i ura remobiliseres eller at annet utstyr faller utenfor skrenten i forbindelse med anleggsarbeid. Sikringsgjerdene vil også fungere som fallsikring under montasje av mastene.

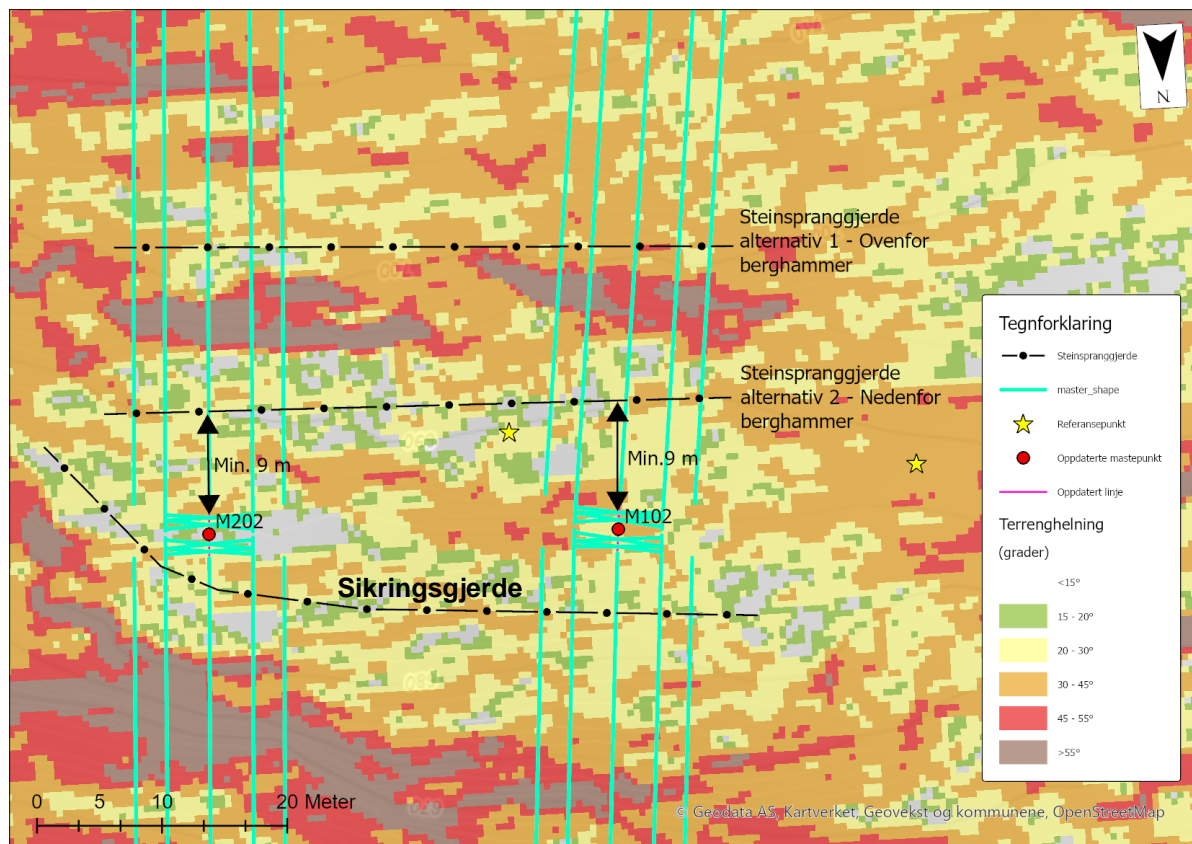
Dimensjoner på steinspranggjerdet blir omtrentlig 50 m langt, med høyde på 4 m og energikapasitet på 1000 kJ. Basert på barrierplot fra supplerende steinsprangmodelleringer vist i Figur 6-2 og Figur 6-3, viser at plassering av gjerdet har betydning for spretthøyden over gjerdet. Alternativ 1 på oversiden av berghammeren er det gunstigste alternativet, men forutsetter at dette kan gjennomføres anleggsteknisk.

Sikringsgjerdet i nord må ha høyde på minimum 2 m, og energikapasitet på 100 kJ, samt lengde på omtrent 60 m. Energitapasitet på 100 kJ tilsvarer omtrent en 0,4 – 0,5 kubikk stor stein -i 10 m fritt fall.

### Tiltak mot snøsig

Det anbefales at det gjøres tiltak mot snøsig for følgende mastefundament:

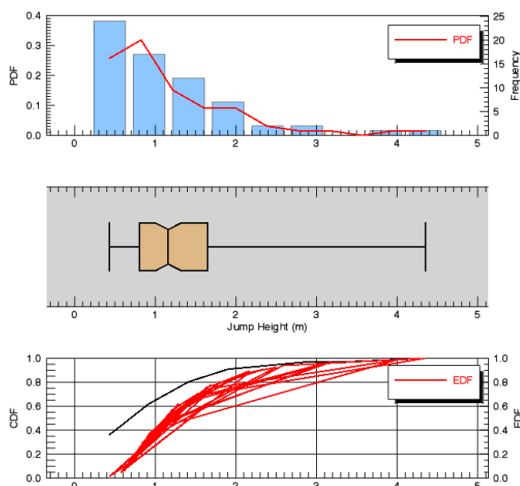
- M102
- M202
- M103, Sør-vestre masteben (ett ben)
- M212, søndre masteben (to ben)
- M220, søndre masteben (to ben)
- M222
- M223, søndre ben (to ben)



Figur 6-1: Tentativ plassering for to alternativer av steinspranggjerdet. Det beste er å plassere gjerdet på nordsiden av bergnabben (alt 1). Dersom montering er utfordrende her, kan gjerdet plasseres nedenfor.

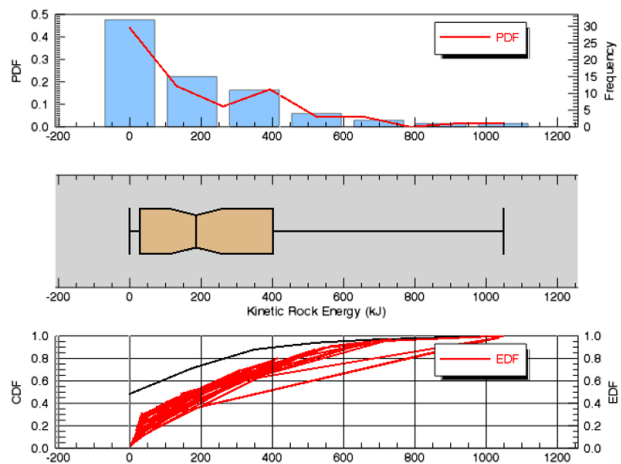
**Barrier - Statistics Summary:**

**Parameter: Jump Height (m)**  
 Min / Max: 0.43 / 4.35  
 Mean / Median: 1.38 / 1.16  
 Std Dev: 0.79  
 Q1 / Q3 / IQR: 0.80 / 1.65 / 0.85  
 Q90 / Q95 / Q99: 2.50 / 3.19 / 4.35  
 Scenario: Rjukan\_M102\_M202  
 Line Profile: Steinspranggjerde alt\_1.shp  
 Traj./Stopped: 59/1  
 Nr of data values: 66  
 Histogram bin size: 0.43



**Barrier - Statistics Summary:**

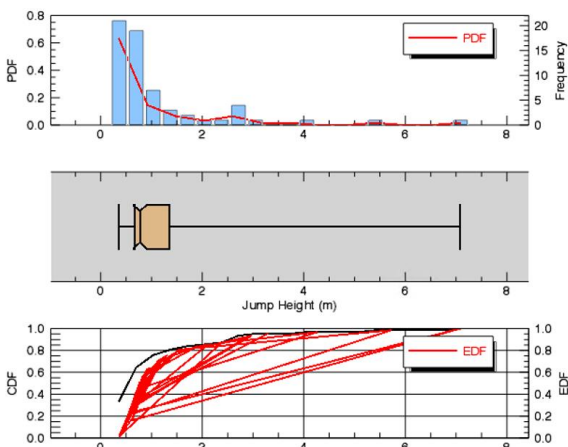
**Parameter: Kinetic Rock Energy (kJ)**  
 Min / Max: 0.01 / 1048.01  
 Mean / Median: 246.40 / 185.98  
 Std Dev: 250.53  
 Q1 / Q3 / IQR: 28.90 / 402.08 / 375.17  
 Q90 / Q95 / Q99: 645.45 / 734.39 / 1048.01  
 Scenario: Rjukan\_M102\_M202  
 Line Profile: Steinspranggjerde alt\_1.shp  
 Traj./Stopped: 59/1  
 Nr of data values: 66  
 Histogram bin size: 149.71



Figur 6-2: Barrierplot fra supplert steinsprangmodellering for alternativ 1 (øvre). Viser energi på 1000 kJ og spretthøyder på litt over 4 m.

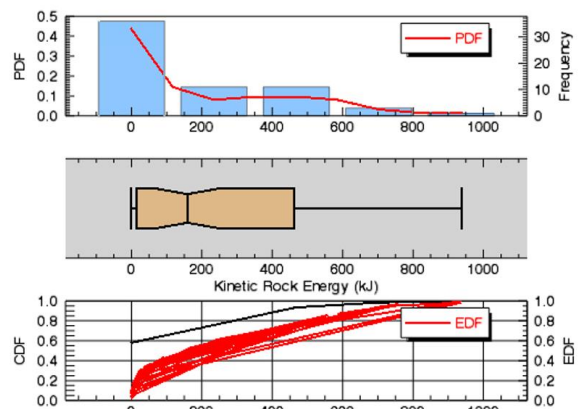
**Barrier - Statistics Summary:**

**Parameter: Jump Height (m)**  
 Min / Max: 0.36 / 7.08  
 Mean / Median: 1.29 / 0.77  
 Std Dev: 1.25  
 Q1 / Q3 / IQR: 0.67 / 1.35 / 0.68  
 Q90 / Q95 / Q99: 2.86 / 4.27 / 7.08  
 Scenario: Rjukan\_M102\_M202  
 Line Profile: Steinspranggjerde\_alt2.shp  
 Traj./Stopped: 55/6  
 Nr of data values: 62  
 Histogram bin size: 0.32



**Barrier - Statistics Summary:**

**Parameter: Kinetic Rock Energy (kJ)**  
 Min / Max: 0.01 / 936.94  
 Mean / Median: 257.38 / 158.98  
 Std Dev: 267.84  
 Q1 / Q3 / IQR: 13.84 / 463.86 / 450.01  
 Q90 / Q95 / Q99: 669.23 / 758.57 / 936.94  
 Scenario: Rjukan\_M102\_M202  
 Line Profile: Steinspranggjerde\_alt2.shp  
 Traj./Stopped: 55/6  
 Nr of data values: 62  
 Histogram bin size: 187.38



Figur 6-3: Barrierplot fra supplert steinsprangmodellering for alternativ 2 (nedre). Viser energi på 936 kJ og spretthøyder på 7 m.

## 7 Oppsummering og konklusjon

Samtlige mastepunkt oppfyller krav til sikkerhet med skredsannsynlighet lavere enn 1/100, bortsett fra mastepunkt M102 og M202 som er vurdert å ligge innenfor en skredsannsynlighet på 1/100, hvor det dermed anbefales sikringstiltak for å redusere utløpsannsynligheten. De mest utsatte mastepunktene utover disse er punkt M114 og M115 som ligger tett inntil observerte rastunger for snøskred. Skredsannsynligheten er vurdert å være større enn 1/1000, men mindre enn 1/100 for disse to punktene.

Det er ikke vurdert risiko for at jord- og flomskred skal treffe mastepunktene med en sannsynlighet større enn 1/100.

Det har blitt utført en innledende vurdering av fundamenteringsforhold for planlagte mastepunkter. Det er ikke utført detaljerte sprekkekartlegginger eller stabilitetsvurderinger for å verifisere om bergmassen tåler vekten av mastene ved aktuelle mastepunkt. Det er utført ingeniørgeologisk kartlegging av mastepunktene som omtales i egen rapport (1).

De fleste mastene er plassert i områder med lav overdekning av løsmasser over bart berg, noe som utgjør gode fundamenteringsforhold. Noen av mastepunktene står i nærhet til brattskrenter, og i disse områdene anbefales det en detaljert vurdering av stabilitet til mastefundamentet. Dette gjelder mast nr. M102, M202, M206 og M209.

Anbefalt sikringstiltak for mastepunktene M102 og M202 er steinspranggjerdning med høyde på 4m og energikapasitet på 1000 kJ.

Sikringsgjerdning i nord må ha høyde på minimum 2 m, og energikapasitet på 100 kJ, samt lengde på omtrent 60 m.

### Tiltak mot snøsig

Det anbefales at det gjøres tiltak mot snøsig for følgende mastefundament:

- M102
- M202
- M103, Sør-vestre masteben (ett ben)
- M212, søndre masteben (to ben)
- M220, søndre masteben (to ben)
- M222
- M223, søndre ben (to ben)

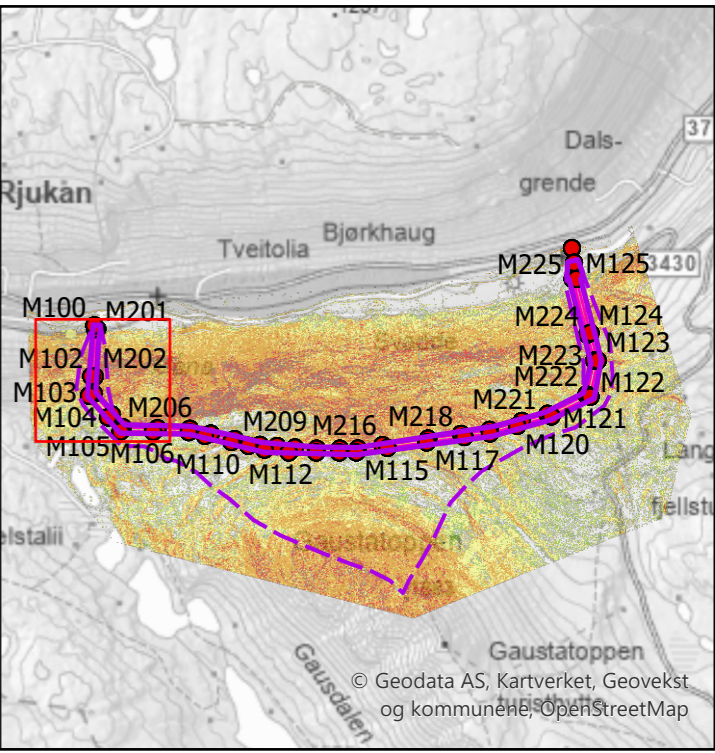
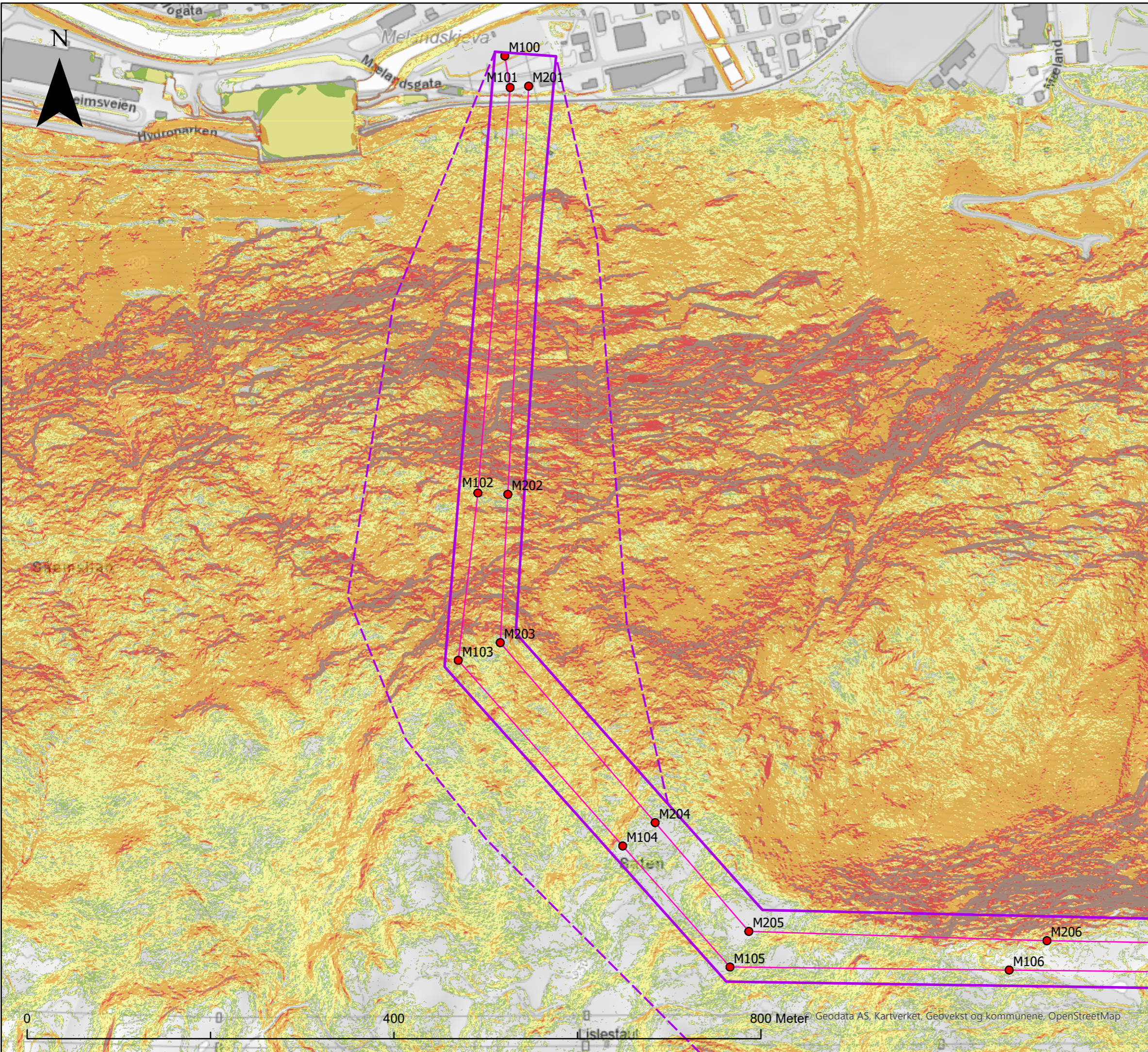
## 8 Referanser

1. **Norconsult Norge AS.** 83131-BDD-0003-01 - *Ingeniørgeologisk kartlegging av mastepunkter.* 2024.
2. **NVE.** Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng. Utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak. Versjonsdato 12.11.2020. [Internett] 2022. <https://veileder-skredfareutredning-bratt-terreng.nve.no/>.
3. **Direktoratet for byggkvalitet.** Veiledning om tekniske krav til byggverk. [Internett] <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/>.
4. **Kartverket.** Høydedata. [Internett] 2023. [Sisert: 07 08 2023.] <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>.
5. **Statens kartverk, Geovekst og kommunene.** Norge i bilder. [Internett] 2023. <https://norgebilder.no/>.
6. **NGU.** Berggrunn - Nasjonal berggrunnsdatabase. [Internett] 2023. [https://geo.ngu.no/kart/berggrunn\\_mobil/](https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/).
7. —. Kart på nett: Bergrunn, Løsmasser og marin grense. [Internett] 2021. <https://www.ngu.no/emne/kart-pa-nett>.
8. **NVE.** NVE atlas. [Internett] 2023. <https://atlas.nve.no/>.
9. **Streamlit.** AV-Klima. [Internett] Streamlit, 2023. [Sisert: 06 12 2023.] <https://app-avtools-klima-dev.azurewebsites.net/>.
10. **Lussana, C., Tveito, O.E. & Uboldi F.** *seNorge v2.0: an observational gridded dataset of temperature for Norway. MET-report 14/2016.* 2016.
11. **T., Saloranta.** *New version (v.1.1.1) og the seNorge snow model and snow maps for Norway. NVE report 06/14.* 2014.
12. **Asplan Viak for NVE.** AV-Klima. [Internett] <https://nve-av-klima.azurewebsites.net/>.
13. **NGU.** NGU - Kart på nett. [Internett] NGU. [Sisert: 30 11 2022.] <https://www.ngu.no/emne/kart-pa-nett>.
14. **SINTEF.** *Bergmekaniske data for bergarter testet i bergmekanikklaboratoriet, SINTEF Bygg og miljøteknikk, avdeling Bergteknikk.* 2018.
15. **NRK.** Avsluttet søk etter stort snøskred på Gaustatoppen. [Internett] 2021. Avsluttet søk etter stort snøskred på Gaustatoppen.
16. **Varsom Regobs.** Varsom Regobs. [Internett] 2023. <https://www.regobs.no/?FromDate=1949-12-31T23:00:00.000Z&ToDate=2023-11-14T22:59:59.999Z&&NWLat=59.87593042855639&NWLon=8.595986366271973&SELat=59.85089373287986&SELon=8.741555213928223>.
17. **Skred AS.** 18175-01-1 *Skredfarekartlegging for Rjukan sentrum.* 2018.
18. **NGI.** *Skredfare og sikringstiltak. Praktiske erfaringer og teoretiske prinsipper.* 2014.
19. **NVE.** *NIFS prosjektrapport nr 107-2015. Sammenligning av modelleringsverktøy for norske snøskred.* 2015.
20. **Bakkehøi, S og Norem, H.** *Sammenlikning av metoder for beregning av maksimal utløpsdistanse for snøskred. Rapportnr 581200-30.* Oslo, Norge : Norges Geologiske Institutt.

21. **Vegdirektoratet.** Håndbok V138 - veger og snøskred. 2014.
22. **Statens vegvesen.** Håndbok V138 - Veger og snøskred . 2014.
23. **NGI.** *Empirical calculations of snow-avalanche run-out distance based on topographic parameters.* 1980.
24. **NVE og NGI.** *NR. 24/2020 Uttesting av eksisterende metodikk for modellering av steinsprang.* s.l. : NVE, 2020.
25. **Bruce Jamieson et al.** An intro to snow avalanche dynamics and impact. Hentet fra <https://vimeo.com/593911197>. 2021.
26. **NIBIO.** Kilden. [Internett] 2023.  
[https://kilden.nibio.no/?topic=arealinformasjon&lang=nb&X=7195706.12&Y=284337.75&zoom=0.43379397208823434&bgLayer=graatone\\_cache](https://kilden.nibio.no/?topic=arealinformasjon&lang=nb&X=7195706.12&Y=284337.75&zoom=0.43379397208823434&bgLayer=graatone_cache).
27. **NGI.** *Faresoneutredning skred i bratt terreng - Sør Fron kommune.* 2022.
28. **Salm, B, Gubler, H. U og Burkard, A.** *Berechnung von Fliesslawinen: eine Anleitung für Praktiker mit Beispielen.* Weissfluhjoch/Davos : Eidgenössisches Institut für Schnee-und Lawinenforschung, 1990.
29. **Aaby, Halvor.** *Ringebu: Heim og folk. 2: Kjønnås.* . Ringebu Historielag : s.n., 2014.

## 9 Vedlegg

Infopunkt	Kommentar
1	Urmasser i nærheten av mastepunkt. Ikke aktivt. Overfalteparallele sprekkeseett i dalside. Mast må derfor plasseres et stykke innpå
2	Lokasjon droneflyvning. Berg i dagen.
3	Mulig fjellterskel. Trolig kort ned til Berg. Forvitringsoverflate med løs blokk
4	Trolig fjellterskel. Bør være ok plassering her
5	Kan være en god alternativ plassering. Fjellterskel med noe forvitningsblokker
6	Noe sidebratt. Men trolig mulig å gjennomføre. Noe forvitningsblokker. Forslag å trekke noen meter sørøst. Eventuelt flytte ca. 20 meter til et enda bedre punkt.
7	Skråning ovenfor mastepunkt. Gamle utblokke med mose i bunn. Noen enkeltblokker som kan remobiliseres. Men trolig ikke skredfare.
8	Fjellterskel på nedsiden av mastepunkt. Ingen gjennomsettende ugunstige plan. Ok masteplassdering, men kan hende noe lite plass?
9	Ikke verifisert berg, men trolig liten dybde. Noe hellende terreng, men bør være ok plassering
10	Usikker ned til Berg noe sidebratt. Ikke skredfare
11	Berghylle på nedsiden. Trolig lav dybde ned til Berg. Ok plassering, men noe hellende
12	Noe urmasser. Kan bli noe gravejobb. Trolig lav dybde ned til berg vdr langsgående terskel. Noe hellende terreng
13	Flatt område. Trolig lavt ned til Berg. God plassering
14	Steinsprangblokk? 10 m3?
15	Flatt området. Ligger noen gamle blokker i nærheten. Steinsprang? Lite energi i tilfelle. Masteplassering bør være ok
16	Steinsprang?
17	Ikke steinsprangterreng
18	Løsneområde til snøskred i 2021.
19	Løsneområde til snøskred i 2021. Løsner mange snøskred her.
20	Utløp snøskred i 2021
21	Rekkevidde rastunge 2
22	Rekkevidde rastunge 1
23	Rekkevidder rastunge 3
24	Ustabil fjellparti med sannsynlighet 1/100 - 1/1000
25	Mastepunkt 3 og 4 på en terrengeterskel. Urmasser innenfor punkt 3 og sannsynligvis tett inntil punkt 4. Sikringstiltak må vurderes.
26	Foto
27	Plass til voll
28	Liten ravine. Har vært flom og erosjon her
29	Vil ikke bli skred her. Skog påvirker ikke skredfaren
30	Gamle storblokker med tykk mose
31	Bratt skråning. Mulig gammel skredtunge. Består trolig av blokker
32	Øverst i ravinedal. Noe vannføring. Ikke tegn til erosjon. Skog ikke påvirkning av skredfare
33	Øverst i ravinedal. Observert vann. Lite løsmasser tilgjengelig for erosjon. Skog påvirker ikke skredfare i ravinen
34	Foto
35	Foto

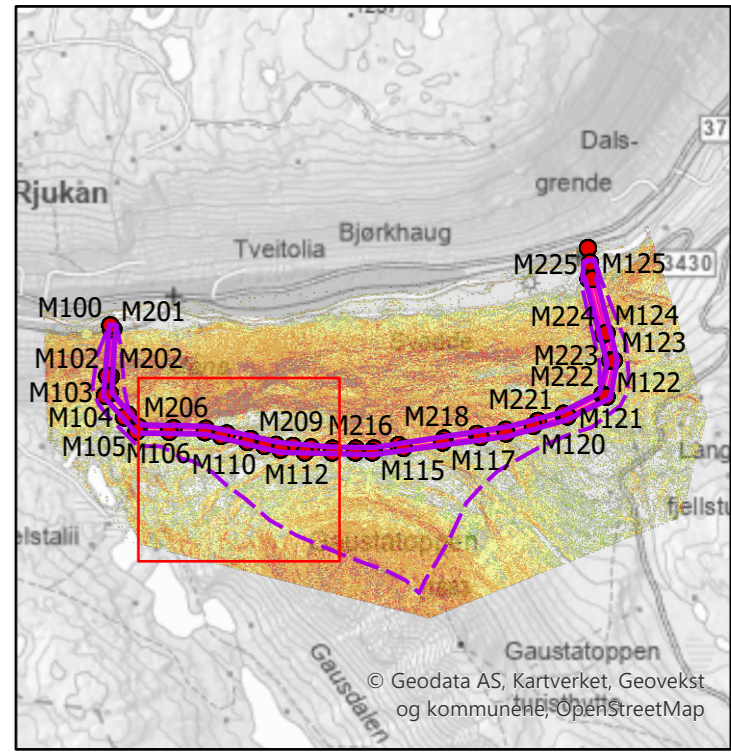
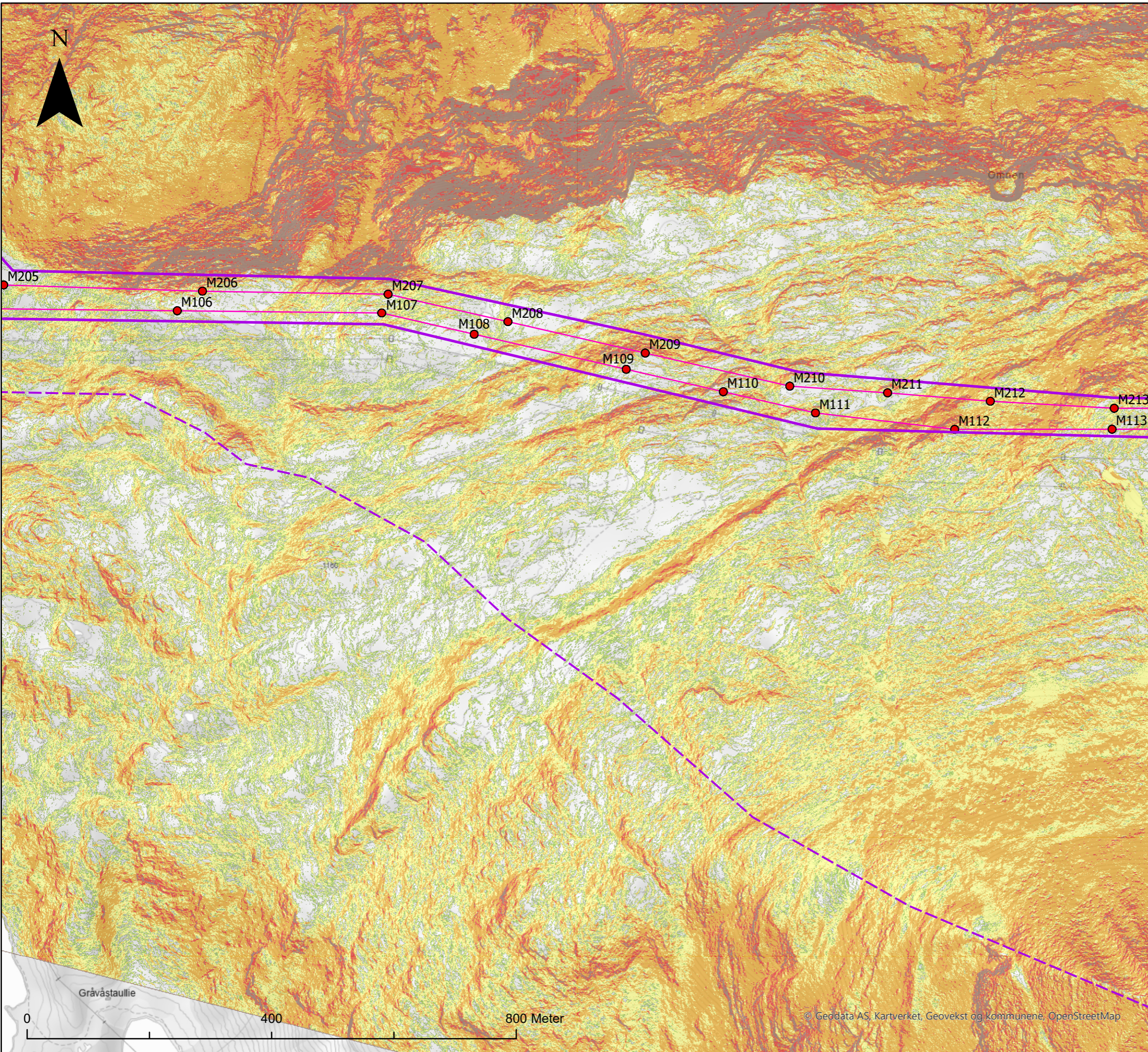


- Tegnforklaring**
- Terrenghelning (grader)**
- <math>< 15^\circ</math>
  - 15 - 20°
  - 20 - 30°
  - 30 - 45°
  - 45 - 55°
  - >55°
- Oppdatert linje
  - Oppdaterte mastepunkt
  - Kartleggingsområde
  - Påvirkningsområde

**Mæland - Saten- Vedlegg 2-1**  
Terrenghelningskart

Dato: 2024-12-03	Utført av: geigod	Kontrollert: gunhaa	Godkjent: ashyt
Format: A3	Målestokk: 1:4 000	Kartprojeksjon ETRS 1989 UTM Zone 32N	
REV: J02	Prosjektnr.: 52405230		

Kartet er utarbeidet av: **Norconsult**



**Tegnforklaring**  
**Terrenghelning**  
**(grader)**

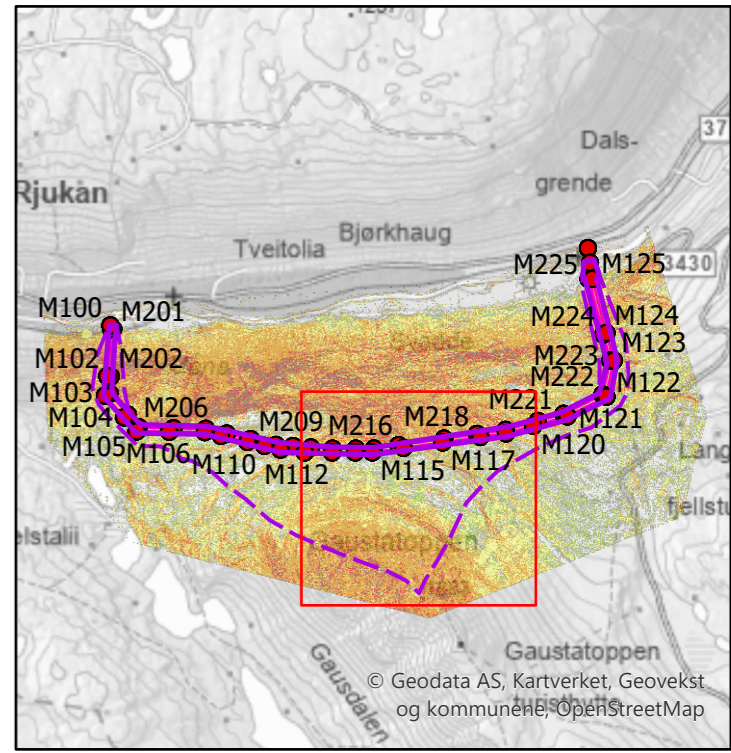
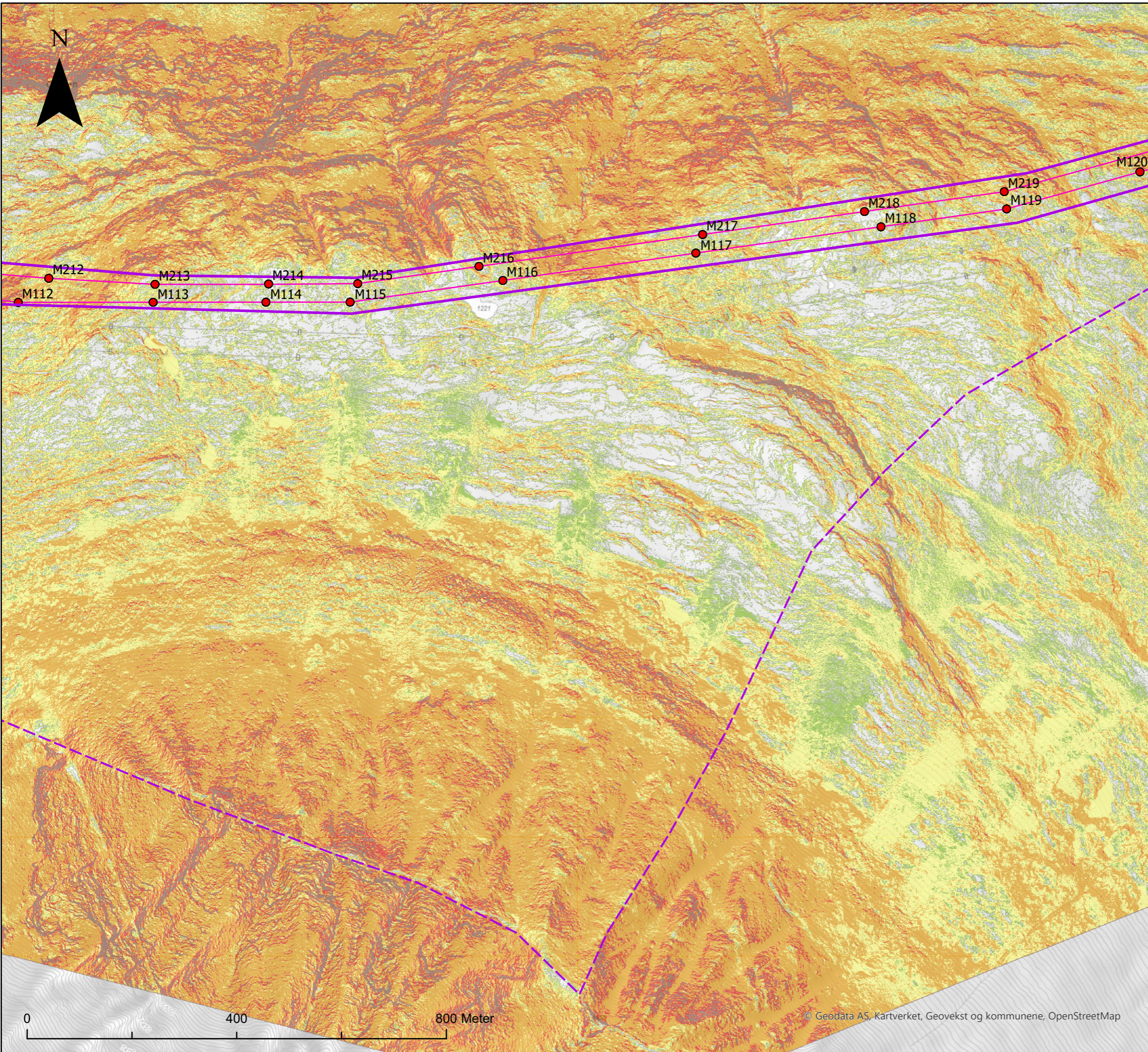
- <15°
- 15 - 20°
- 20 - 30°
- 30 - 45°
- 45 - 55°
- >55°
- Oppdatert linje
- Oppdaterte mastepunkt
- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

**Saten - Ommen- Vedlegg 2-2**  
**Terrenghelningskart**

Dato: 2024-12-03	Utført av: geigod	Kontrollert: gunhaa	Godkjent: ashyt
Format: A3	Målestokk: 1:6 000	Kartprojeksjon ETRS 1989 UTM Zone 32N	
REV: J02	Prosjektnr.: 52405230		

Kartet er utarbeidet av: **Norconsult**

© Geodata AS, Kartverket, Geovekst og kommunene, OpenStreetMap



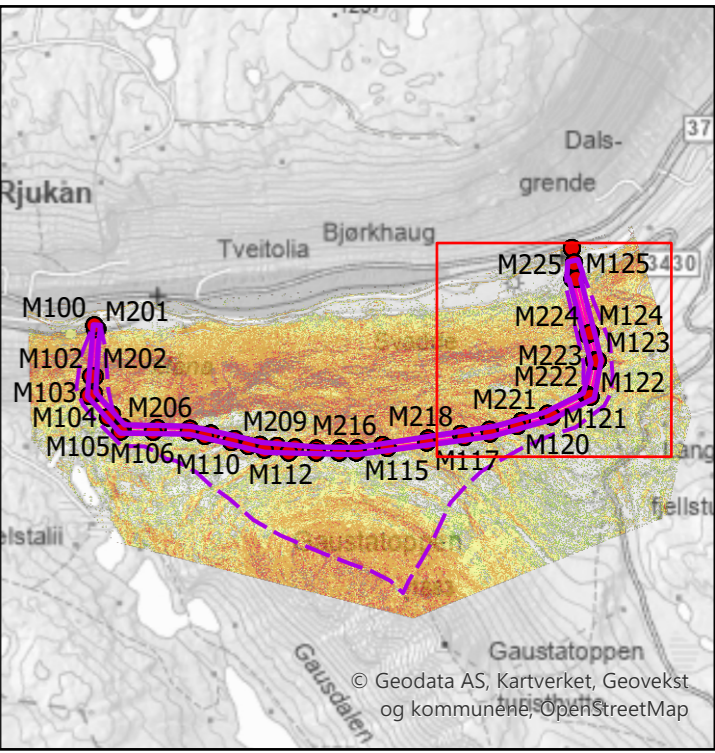
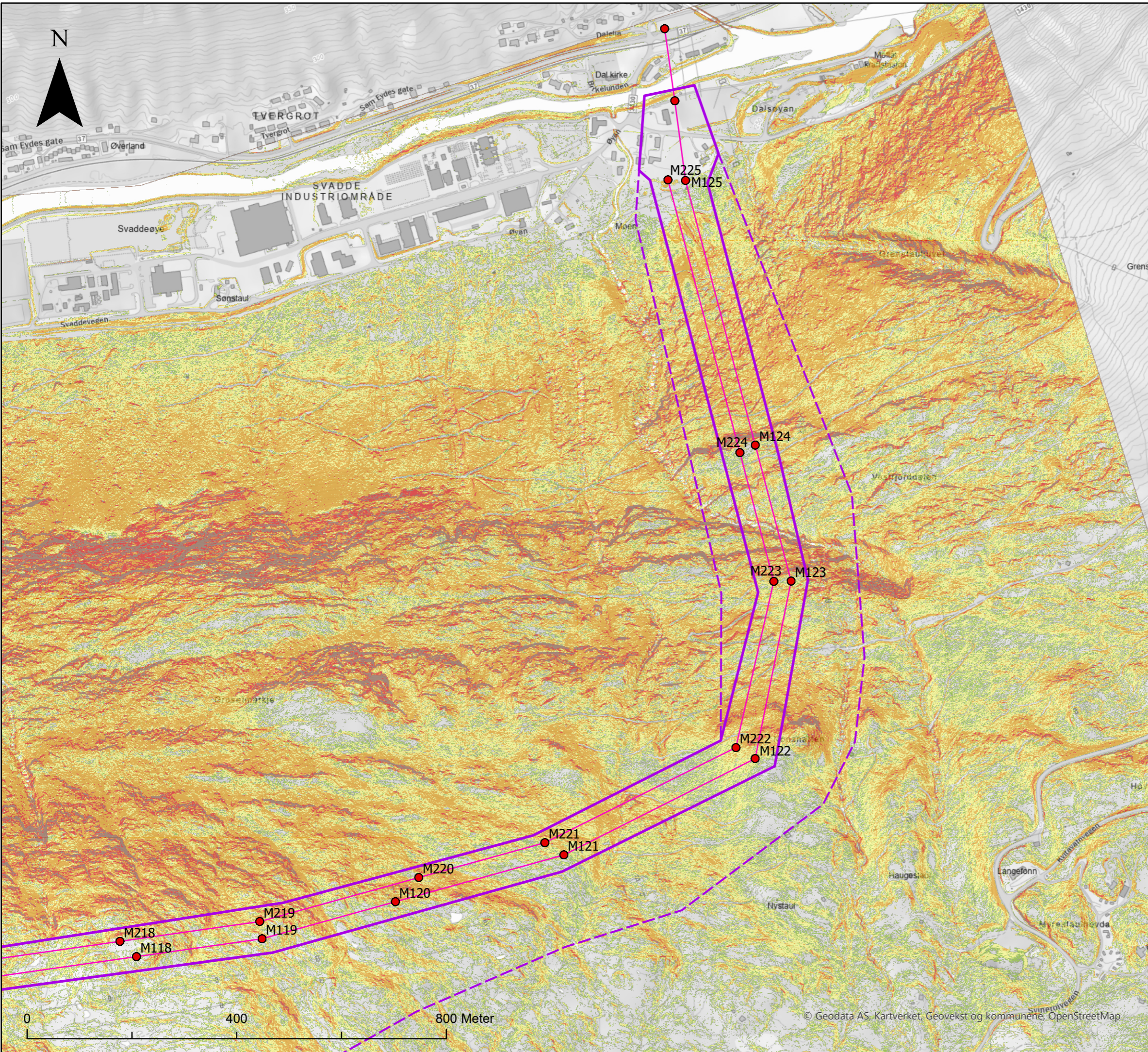
**Tegnforklaring**  
**Terrenghelning**

- (grader)
- <math><15^\circ</math>
  - 15 - 20°
  - 20 - 30°
  - 30 - 45°
  - 45 - 55°
  - >55°
  - Oppdatert linje
  - Oppdaterte mastepunkt
  - Kartleggingsområde
  - Påvirkningsområde

**Ommen - Gaustatoppen- Vedlegg 2-3**  
**Terrenghelningskart**

Dato: 2024-12-03	Utført av: geigod	Kontrollert: gunhaa	Godkjent: ashyt
Format: A3	Målestokk: 1:7 000	Kartprojeksjon ETRS 1989 UTM Zone 32N	
REV: J02	Prosjektnr.: 52405230		

Kartet er utarbeidet av: **Norconsult**

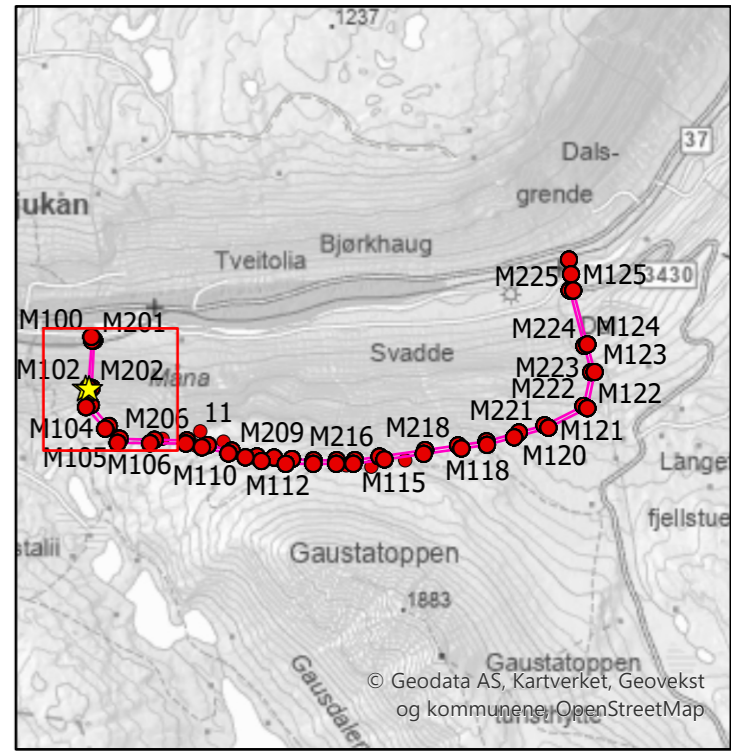
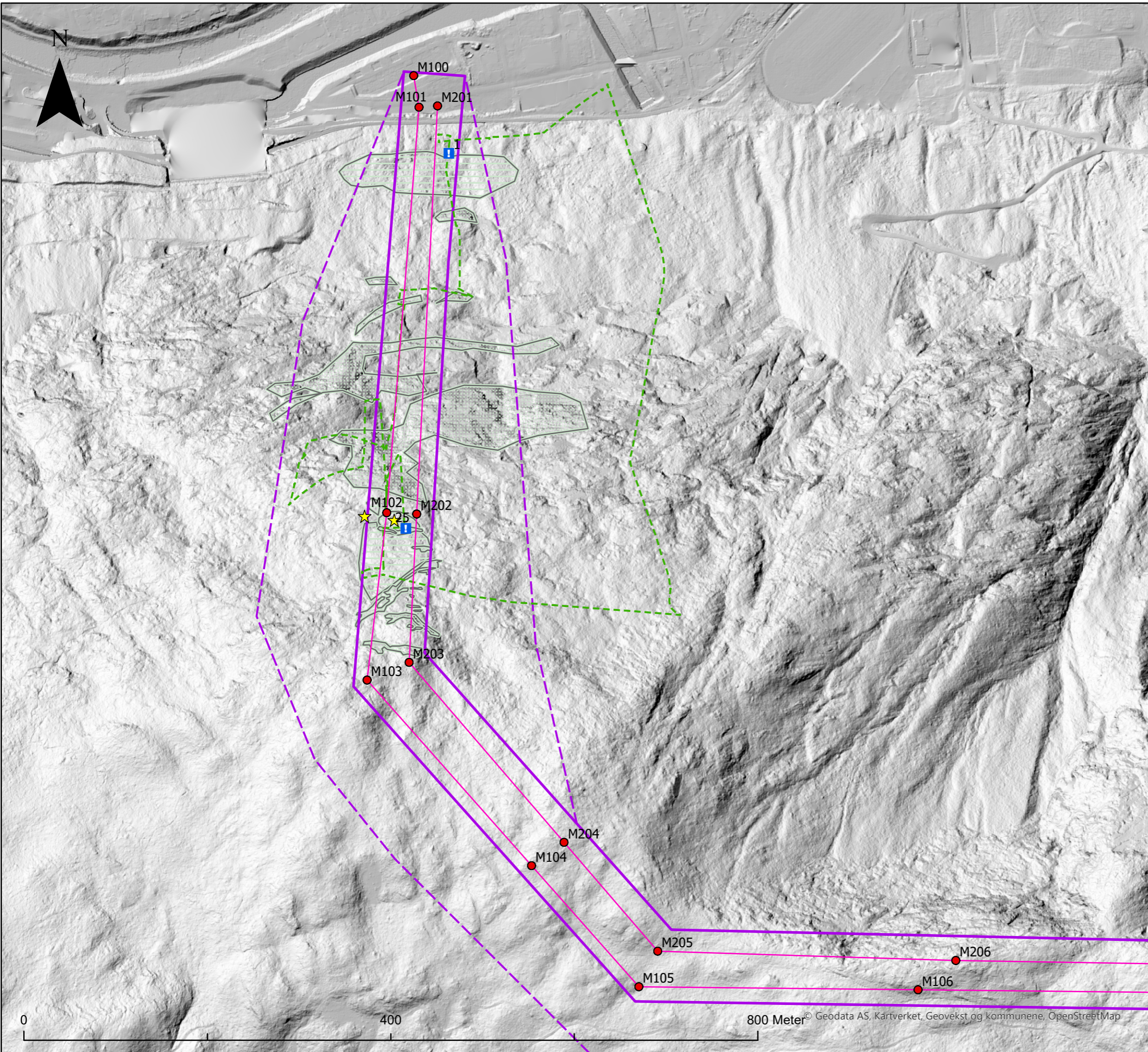


**Tegnforklaring**  
**Terrenghelning**

- (grader)
- <15°
  - 15 - 20°
  - 20 - 30°
  - 30 - 45°
  - 45 - 55°
  - >55°
  - Oppdatert linje
  - Oppdaterte mastepunkt
  - Kartleggingsområde
  - Påvirkningsområde

**Nonsnatten - Dalsøyen- Vedlegg 2-4**  
**Terrenghelningskart**

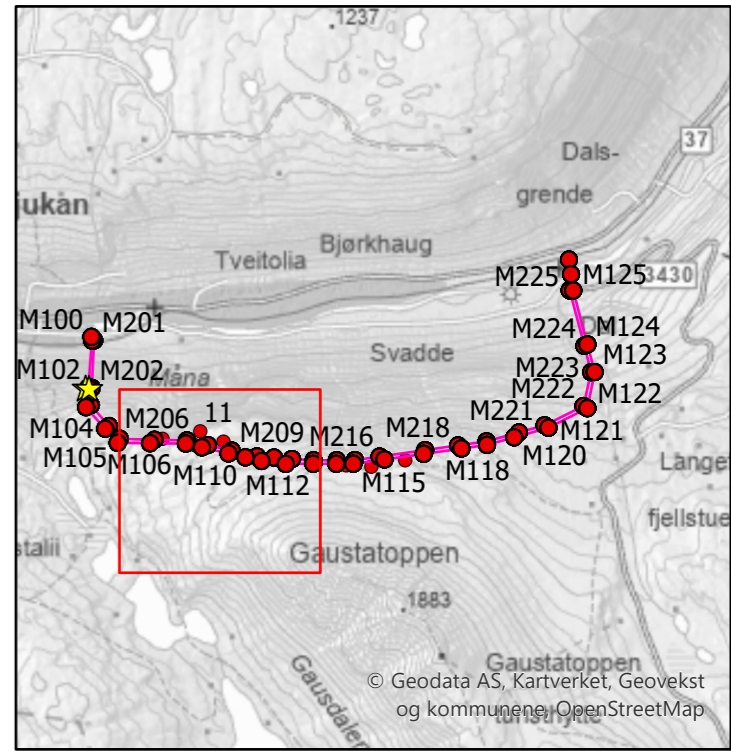
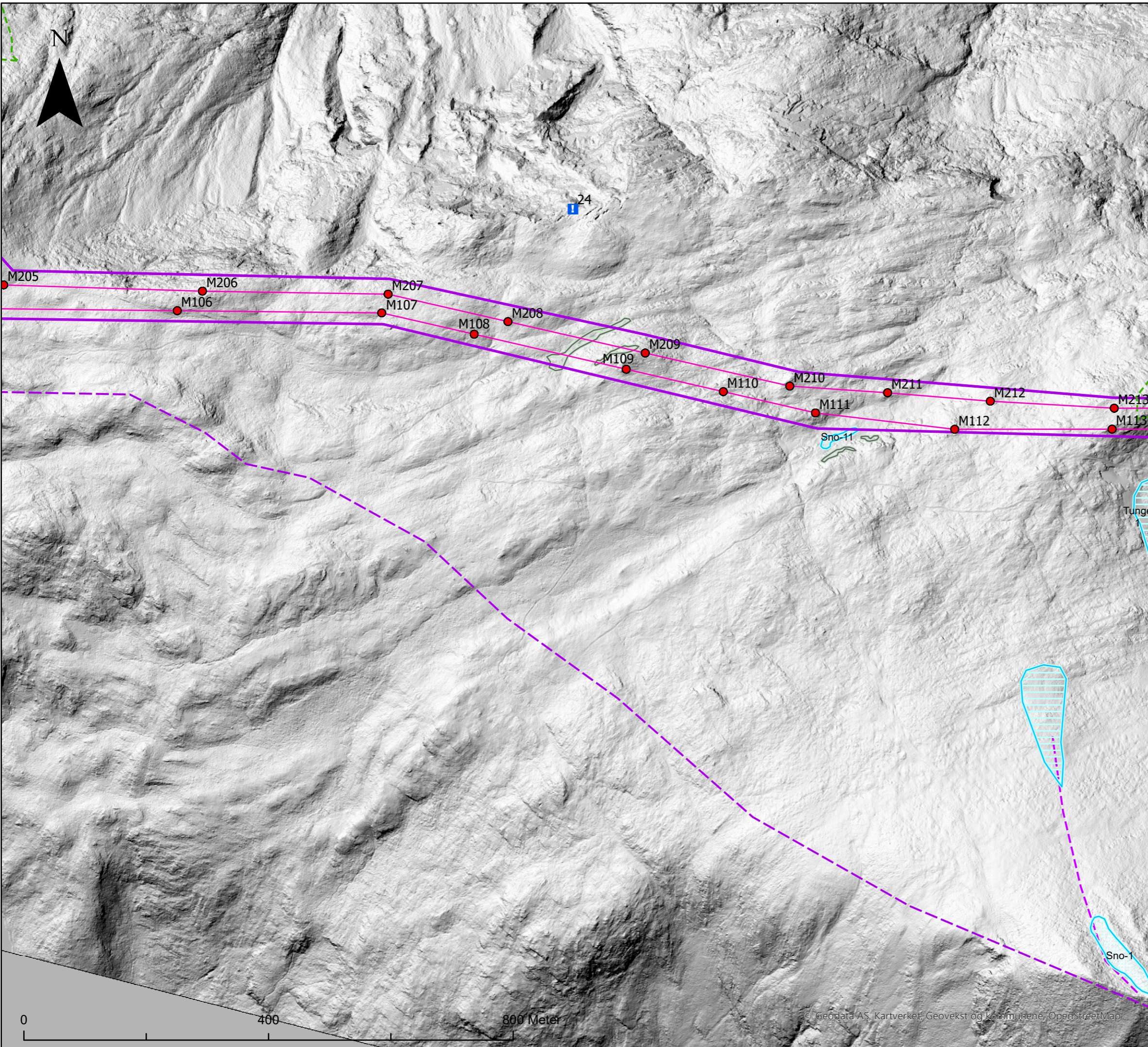
Dato: 2024-12-03	Utført av: geigod	Kontrollert: gunhaa	Godkjent: ashyt
Format: A3	Målestokk: 1:7 000	Kartprojeksjon ETRS 1989 UTM Zone 32N	
REV: J02	Prosjektnr.: 52405230		



**Tegnforklaring**

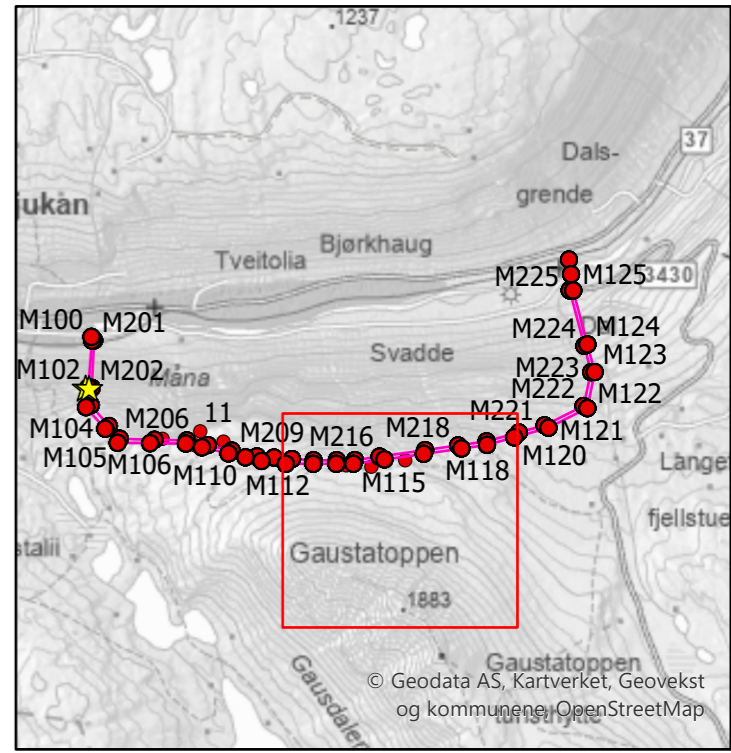
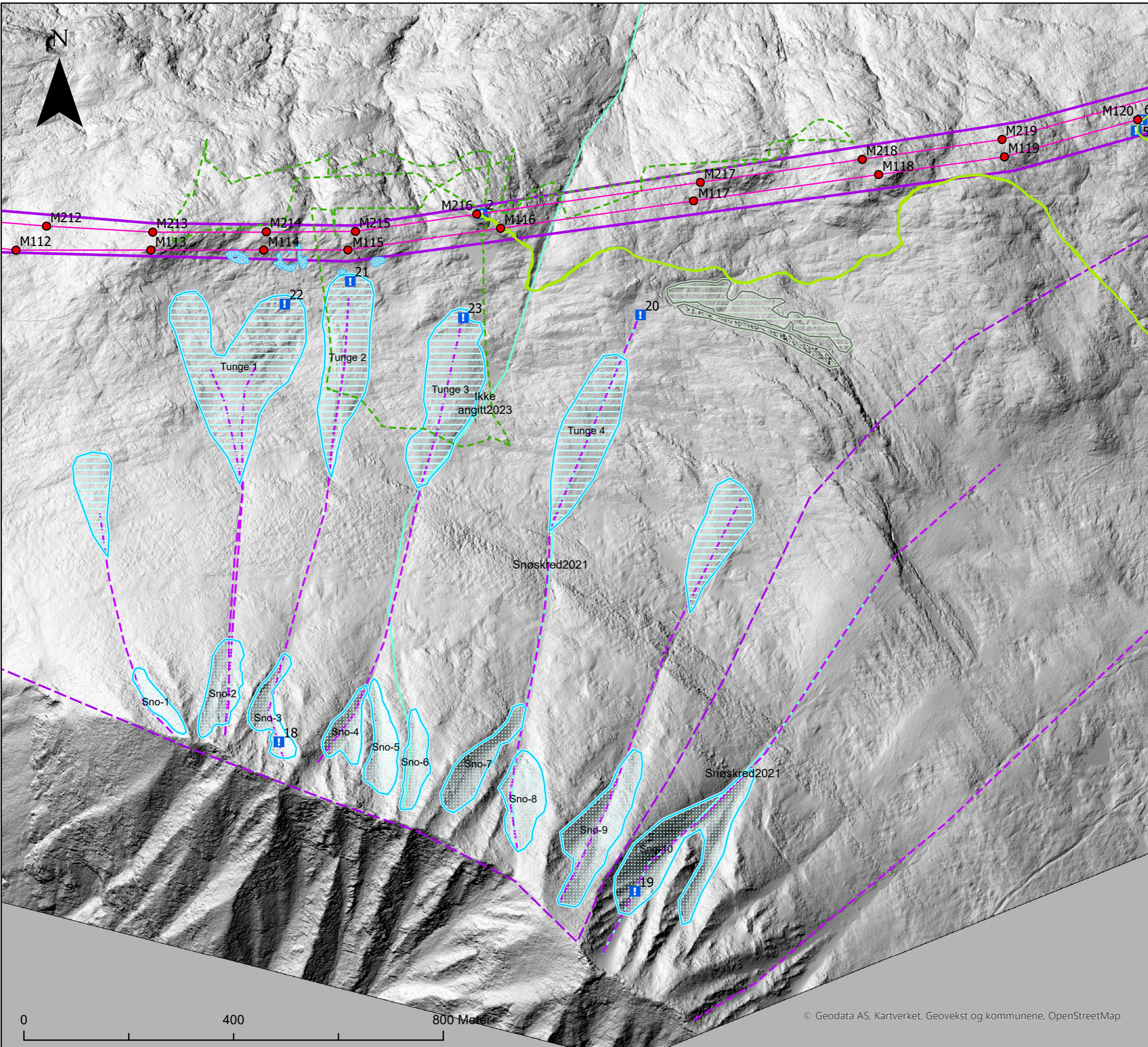
- Påvirkningsområde
- Kartleggingsområde
- Infopunkt
- ▨ Løsneområde steinsprang
- ▨ Løsneområde snøskred
- ▨ Steinsprangavsetning (ur)
- ▨ Snøskredavsetning
- Skredhendelser linje
- Skredbane
- Sporlogg bakke
- Sporlogg drone
- Sikringstiltak
- Vanndam
- ◇ Antatt steinsprang/steinskredblokk
- ★ Referansepunkt
- Oppdatert linje
- Oppdaterte mastepunkt

<b>Mæland - Saten- Vedlegg 3-1</b>			
Registreringskart			
Dato: 2024-12-03	Utført av: geigod	Kontrollert: gunhaa	Godkjent: ashyt
Format: A3	Målestokk: 1:4 000	Kartprojeksjon ETRS 1989 UTM Zone 32N	
REV: J02	Prosjektnr.: 52405230		
Kartet er utarbeidet av:			
<b>Norconsult</b>			



- ### Tegnforklaring
- Påvirkningsområde
  - Kartleggingsområde
  - Infopunkt
  - ▨ Løsneområde steinsprang
  - ▨ Løsneområde snøskred
  - ▨ Steinsprangavsetning (ur)
  - ▨ Snøskredavsetning
  - Skredhendelser linje
  - Skredbane
  - Sporlogg bakke
  - Sporlogg drone
  - Sikringstiltak
  - ▨ Vanndam
  - ⬠ Antatt steinsprang/steinskredblokk
  - ★ Referansepunkt
  - Oppdatert linje
  - Oppdaterte mastepunkt

<b>Saten - Ommen- Vedlegg 3-2</b>			
Registreringskart			
Dato: 2024-12-03	Utført av: geigod	Kontrollert: gunhaa	Godkjent: ashyt
Format: A3	Målestokk: 1:6 000	Kartprojeksjon ETRS 1989 UTM Zone 32N	
REV: J02	Prosjektnr.: 52405230		
Kartet er utarbeidet av:			
<b>Norconsult</b>			

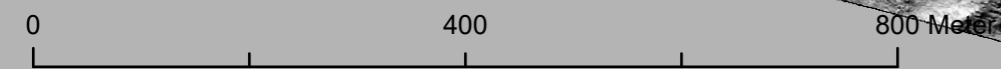


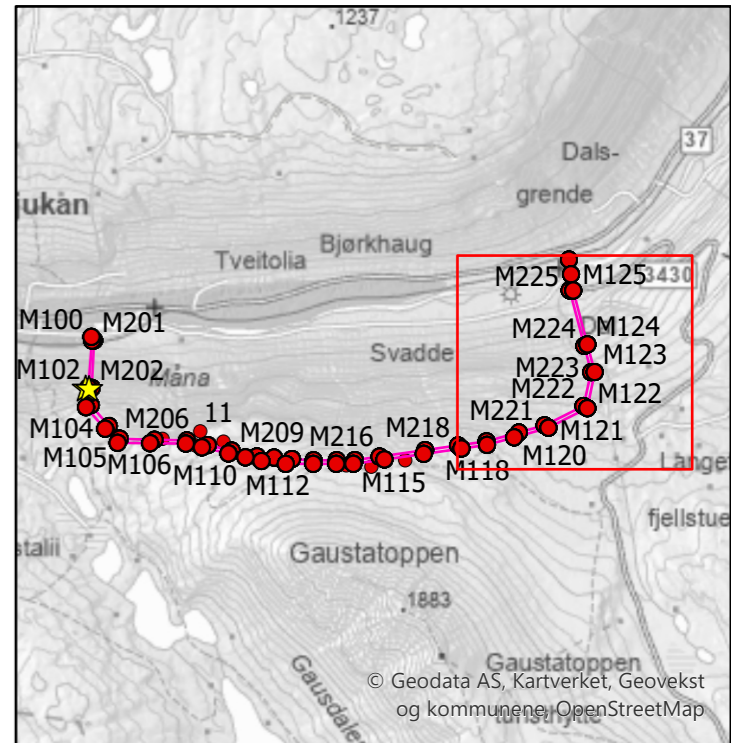
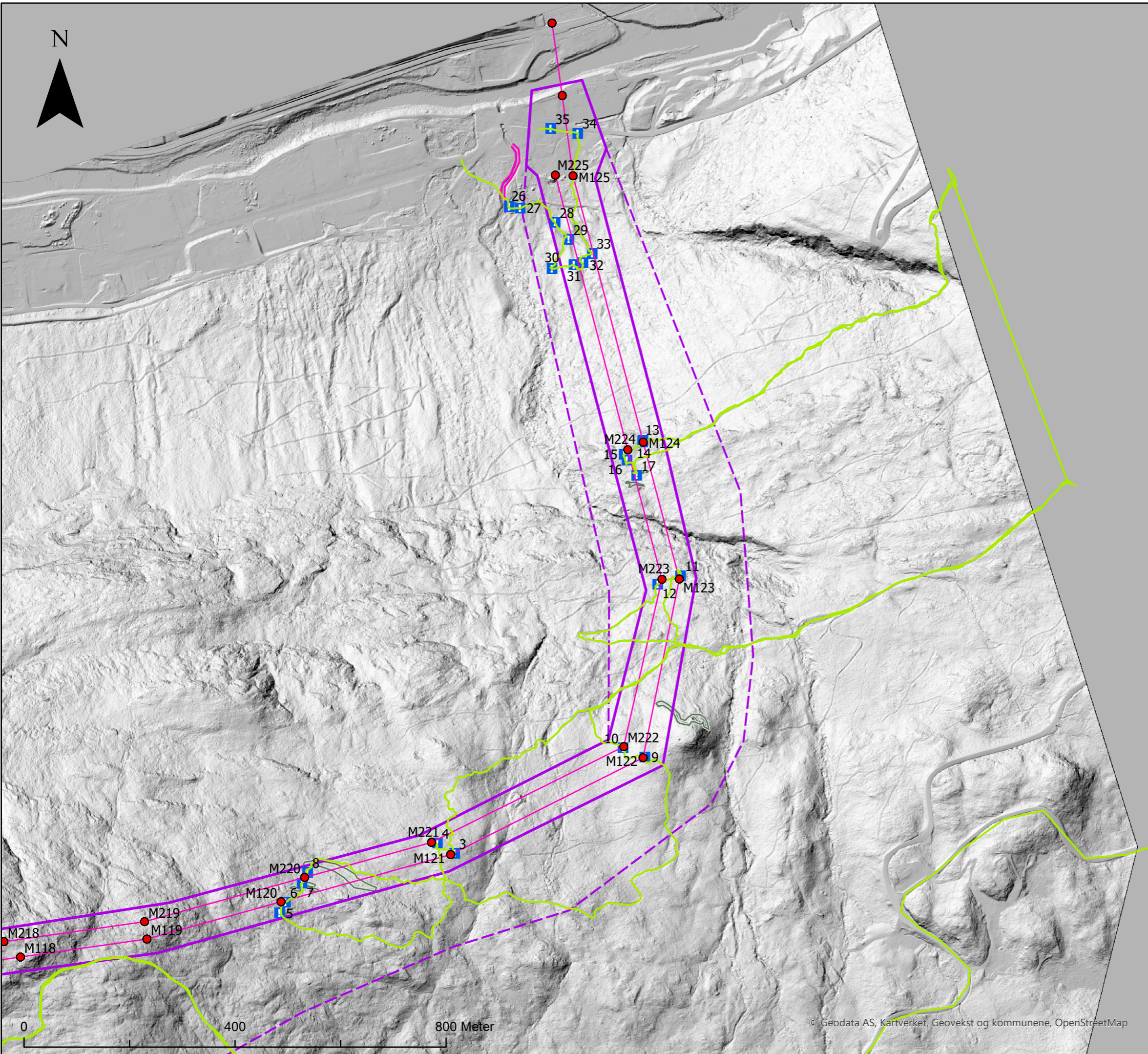
**Tegnforklaring**

- Påvirkningsområde
- Kartleggingsområde
- Infopunkt
- Løsneområde steinsprang
- Løsneområde snøskred
- Steinsprangavsetning (ur)
- Snøskredavsetning
- Skredhendelser linje
- Skredbane
- Sporlogg bakke
- Sporlogg drone
- Sikringstiltak
- Vanndam
- ◇ Antatt steinsprang/steinskredblokk
- ★ Referansepunkt
- Oppdatert linje
- Oppdaterte mastepunkt

**Ommen - Gaustatoppen- Vedlegg 3-3**  
 Registreringskart

Dato: 2024-12-03	Utført av: geigod	Kontrollert: gunhaa	Godkjent: ashyt
Format: A3	Målestokk: 1:7 000	Kartprojeksjon ETRS 1989 UTM Zone 32N	
REV: J02	Prosjektnr.: 52405230		





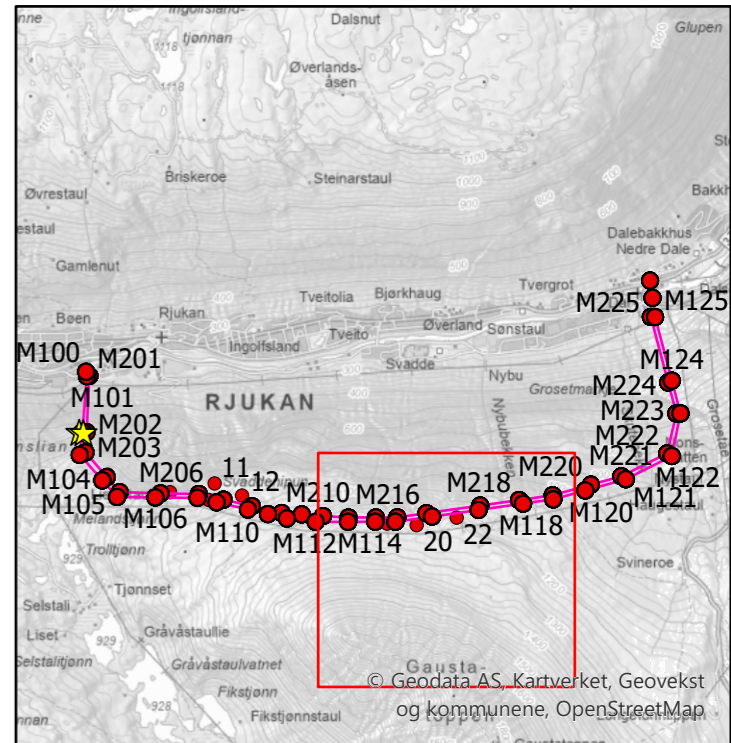
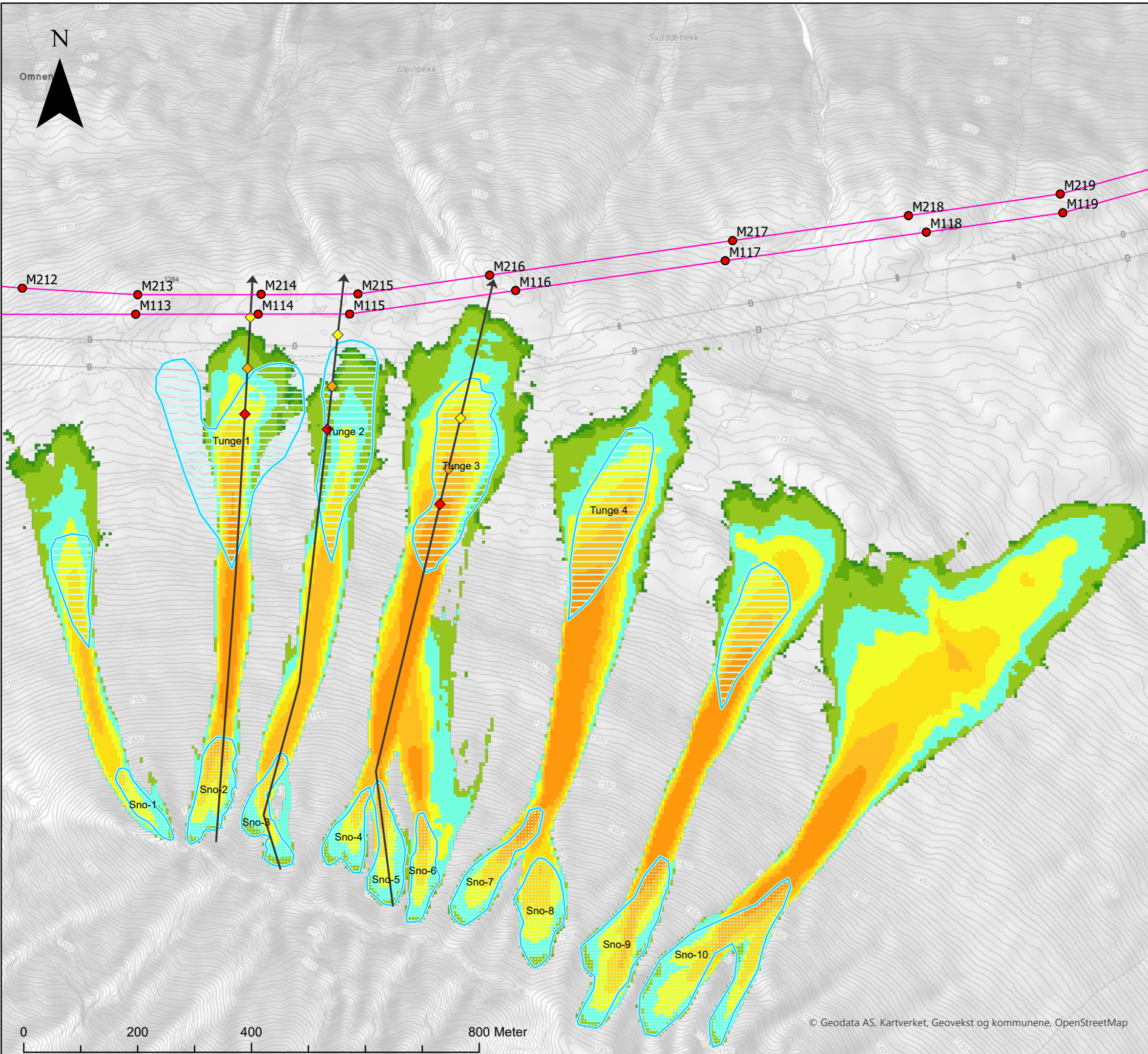
- Tegnforklaring**
- Påvirkningsområde
  - Kartleggingsområde
  - Infopunkt
  - Løsneområde steinsprang
  - Løsneområde snøskred
  - Steinsprangavsetning (ur)
  - Snøskredavsetning
  - Skredhendelser linje
  - Skredbane
  - Sporlogg bakke
  - Sporlogg drone
  - Sikringstiltak
  - Vanndam
  - ◆ Antatt steinsprang/steinskredblokk
  - ★ Referansepunkt
  - Oppdatert linje
  - Oppdaterte mastepunkt

**Nonsnatten - Dalsøyen- Vedlegg 3-4**  
 Registreringskart

Dato: 2024-12-03	Utført av: geigod	Kontrollert: gunhaa	Godkjent: ashyt
Format: A3	Målestokk: 1:7 000	Kartprojeksjon ETRS 1989 UTM Zone 32N	
REV: J02	Prosjektnr.: 52405230		

Kartet er utarbeidet av: **Norconsult**

© Geodata AS, Kartverket, Geovekst og kommunene, OpenStreetMap



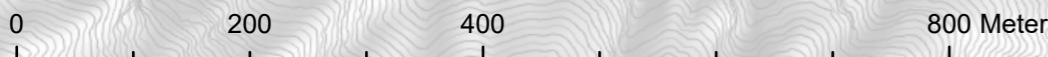
**Tegnforklaring**

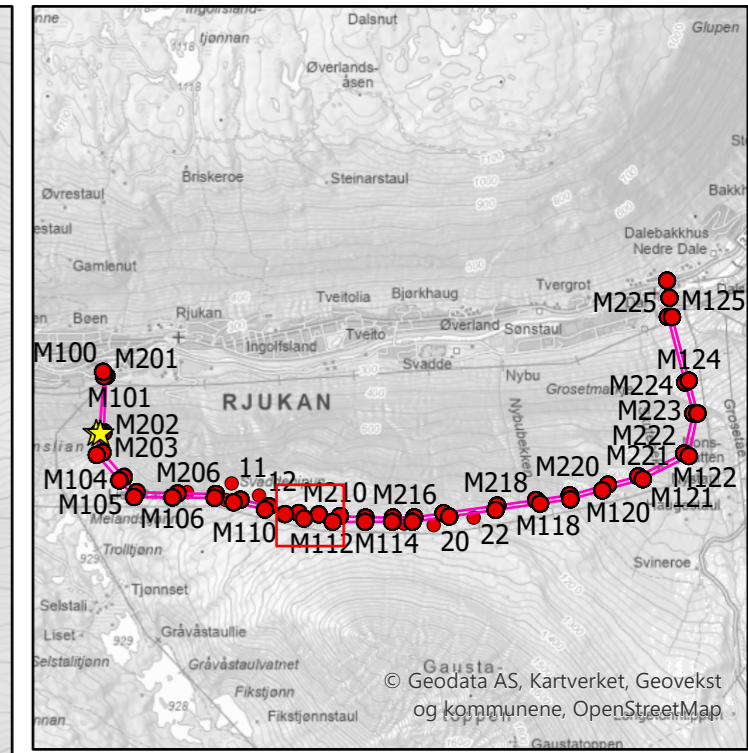
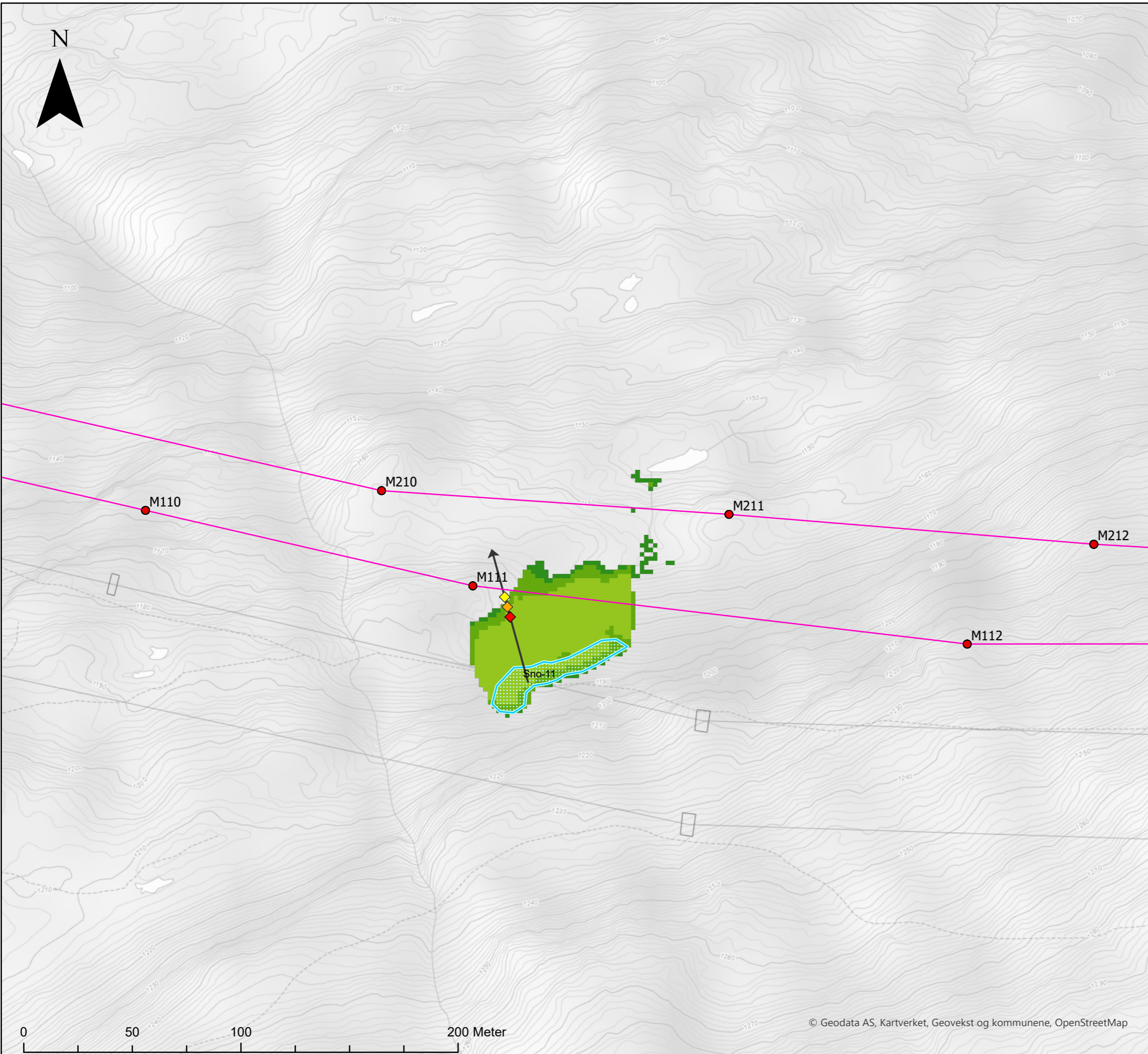
- Løsneområde snøskred
- Oppdatert linje
- Oppdaterte mastepunkt
- RAMMS Avalanche - Snøskred**
- Maks hastighet (m/s)**
- <= 1
- 1 - 2.5
- 2.5 - 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 25
- 25 - 30
- 30 - 40
- 40 - 50
- > 50
- ◆ Alfa\_std1
- ◆ Alfa\_std2
- SkredbaneAlfaBeta
- ◆ Alfa\_punkt

**Omnen - Gaustatoppen - Vedlegg 4**

RAMMS Avalanche - Modellering snøskred  
 100 års-scenario  
 1000 års-scenario for Sno-4 til Sno-6 samlet

Dato: 2024-12-03	Utført av: geigod	Kontrollert: gunhaa	Godkjent: ashyt
Format: A3	Målestokk: 1:6 485	Kartprojeksjon ETRS 1989 UTM Zone 32N	
REV: J02	Prosjektnr.: 52405230		





**Tegnforklaring**

- ▬ Løsneområde snøskred
- Oppdatert linje
- Oppdaterte mastepunkt

**Snoskred2\_nedre\_3\_MaxVelocity.asc.tif**

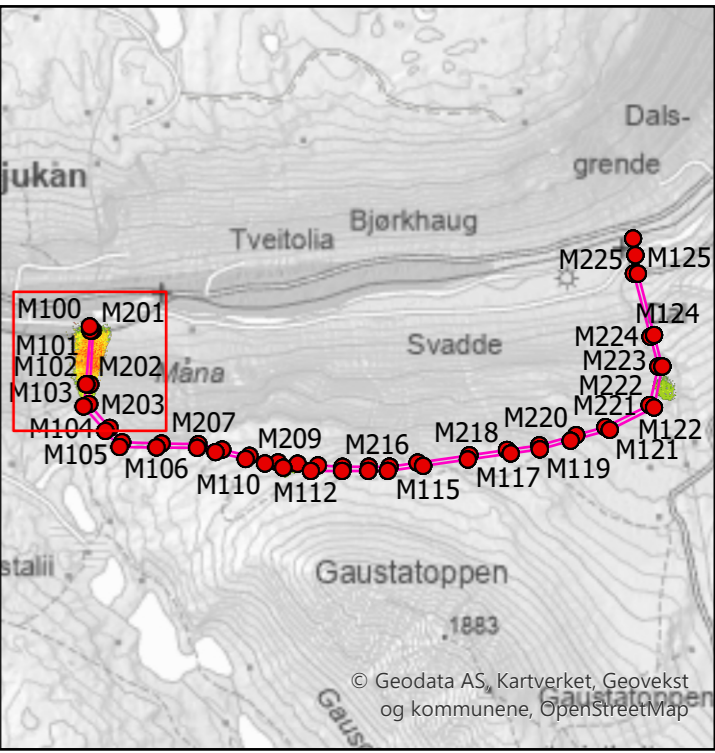
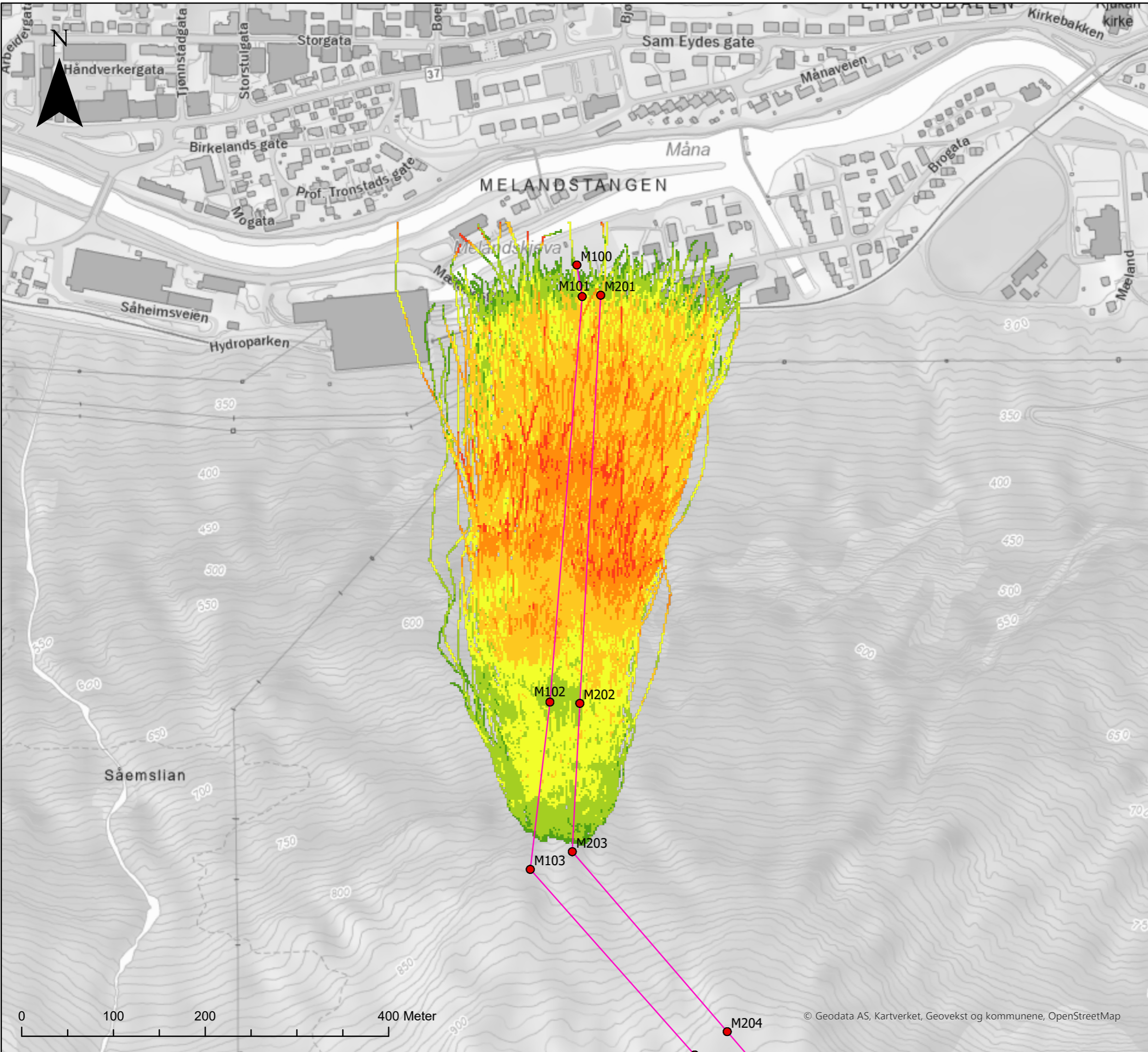
**Value**

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

- ◆ Alfa\_std1
- ◆ Alfa\_std2
- SkredbaneAlfaBeta
- ◆ Alfa\_punkt

**Omnen - Gaustatoppen - Vedlegg 4**  
 RAMMS Avalanche - Modellering snøskred  
 100 års-scenario

Dato: 2024-12-03	Utført av: geigod	Kontrollert: gunhaa	Godkjent: ashyt
Format: A3	Målestokk: 1:1 700	Kartprojeksjon ETRS 1989 UTM Zone 32N	
REV: J02	Prosjektnr.: 52405230		



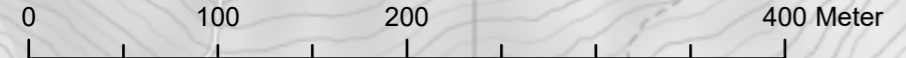
**Tegnforklaring**  
**RAMMS Rockfall**  
**Steinsprang, kinetisk energi (kJ)**

- 0-100
- 100-500
- 500-1000
- 1000-2000
- 2000-3000
- 3000-5000
- Oppdatert linje
- Oppdaterte mastepunkt

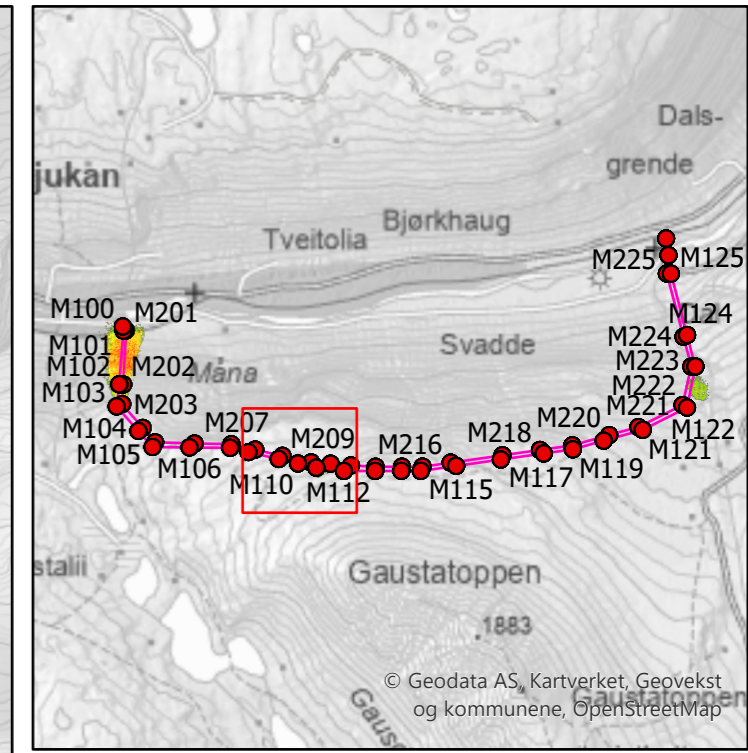
**Mæland - Saten - Vedlegg 5-1**  
**RAMMS:Rockfall - Steinsprang kinetisk energi (kJ)**

Dato: 2024-12-03	Utført av: geigod	Kontrollert: gunhaa	Godkjent: ashyt
Format: A3	Målestokk: 1:4 000	Kartprojeksjon ETRS 1989 UTM Zone 32N	
REV: J02	Prosjektnr.: 52405230		

Kartet er utarbeidet av: **Norconsult**



© Geodata AS, Kartverket, Geovekst og kommunene, OpenStreetMap

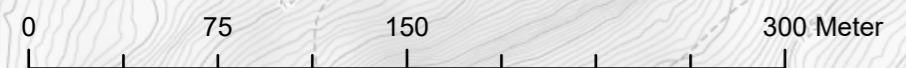


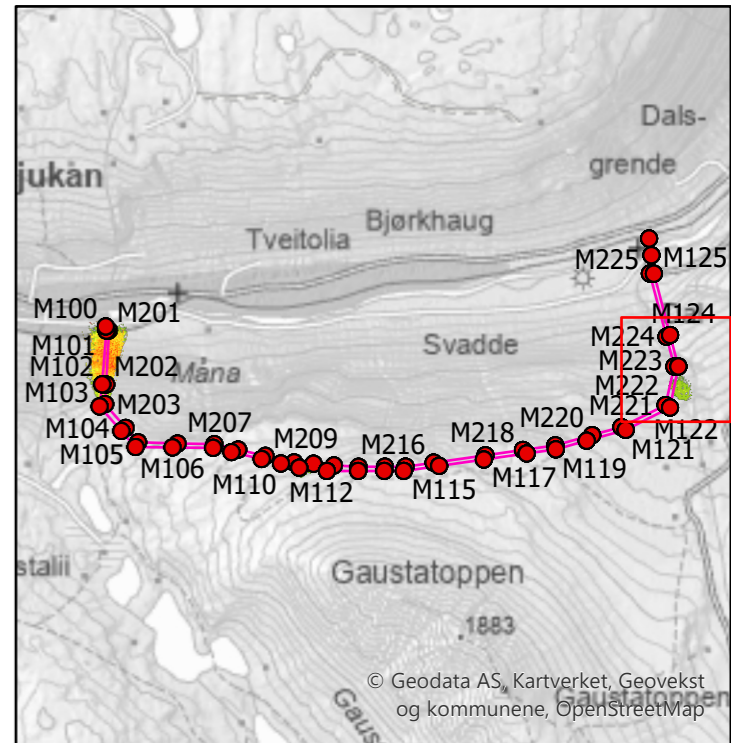
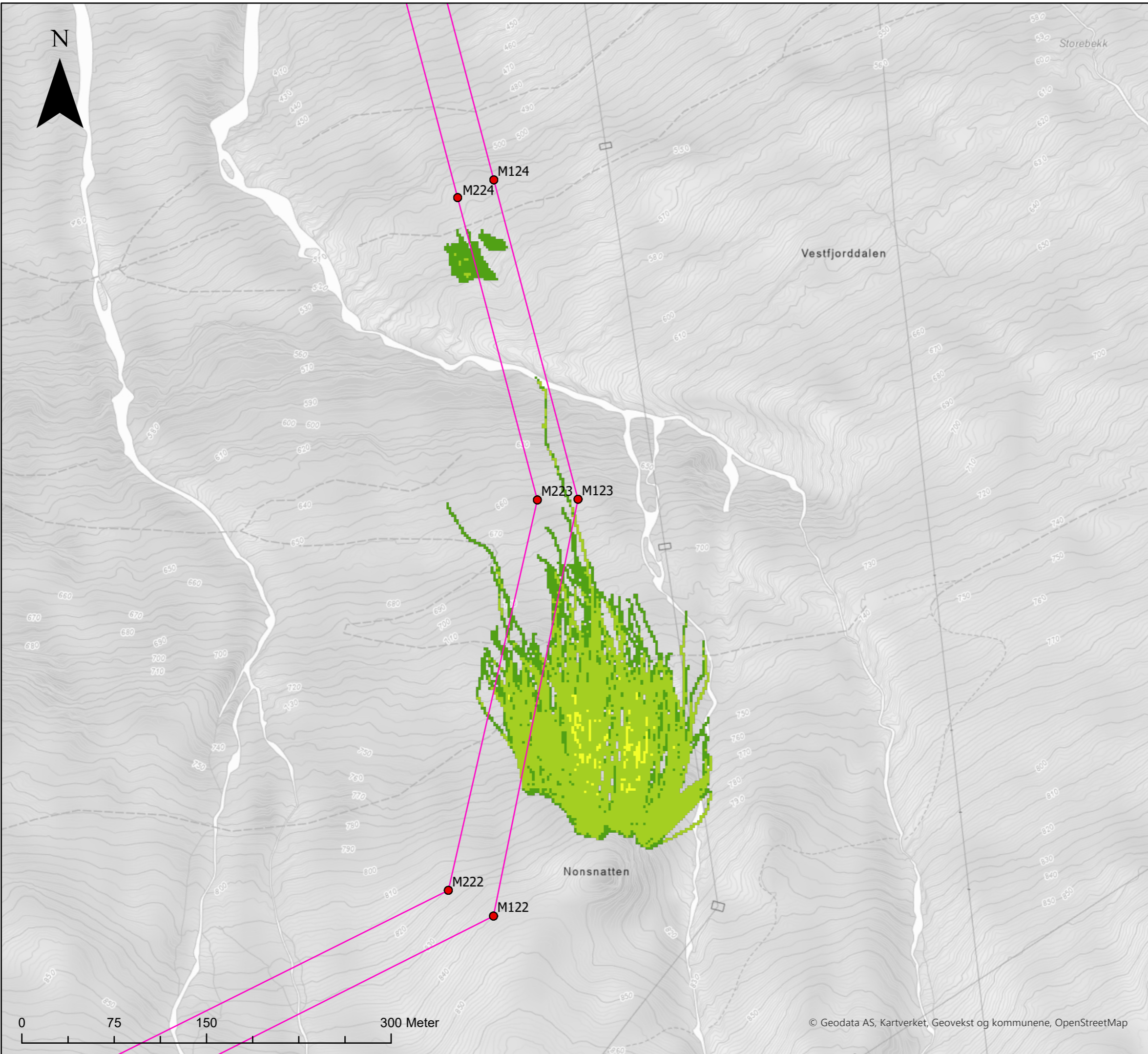
**Tegnforklaring**  
**RAMMS Rockfall**  
**Steinsprang, kinetisk energi (kJ)**

- 0-100
- 100-500
- 500-1000
- 1000-2000
- 2000-3000
- 3000-5000
- Oppdatert linje
- Oppdaterte mastepunkt

**Saten - Ommen - Vedlegg 5-2**  
**RAMMS:Rockfall - Steinsprang kinetisk energi (kJ)**

Dato: 2024-12-03	Utført av: geigod	Kontrollert: gunhaa	Godkjent: ashyt
Format: A3	Målestokk: 1:3 000	Kartprojeksjon ETRS 1989 UTM Zone 32N	
REV: J02	Prosjektnr.: 52405230		



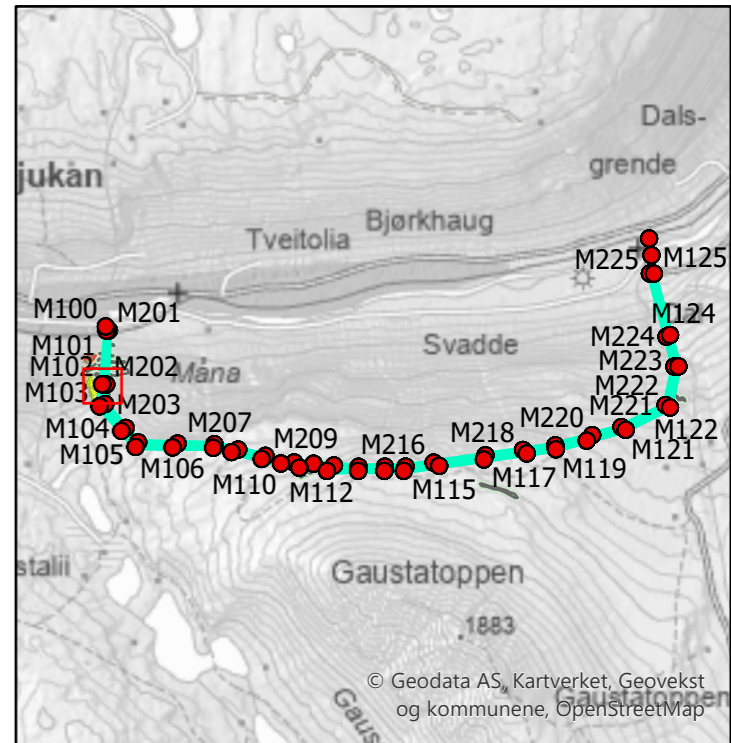
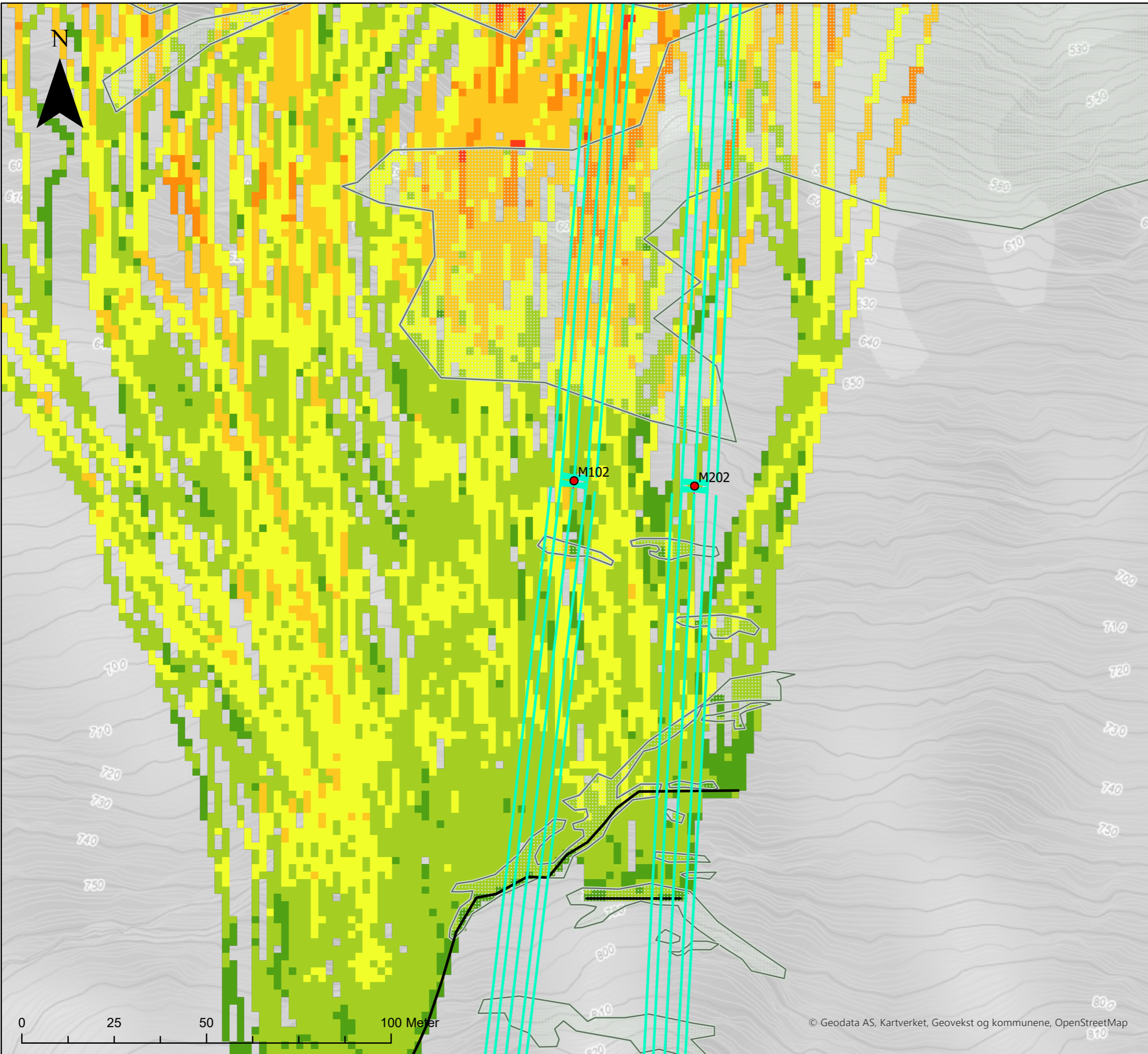


**Tegnforklaring**  
**RAMMS Rockfall**  
**Steinsprang, kinetisk energi (kJ)**

- 0-100
- 100-500
- 500-1000
- 1000-2000
- 2000-3000
- 3000-5000
- Oppdatert linje
- Oppdaterte mastepunkt

**Nonsnatten - Dalsøyen - Vedlegg 5-3**  
**RAMMS:Rockfall - Steinsprang kinetisk energi (kJ)**

Dato: 2024-12-03	Utført av: geigod	Kontrollert: gunhaa	Godkjent: ashyt
Format: A3	Målestokk: 1:3 000	Kartprojeksjon ETRS 1989 UTM Zone 32N	
REV: J02	Prosjektnr.: 52405230		



**Tegnforklaring**

- Oppdatert linje
- Oppdaterte mastepunkt
- Løsneområde steinsprang
- Losneomraade\_steinsprang

**Supplerende modellering av steinsprang**

**Steinsprang, kinetisk energi (kJ)**

- 0-100
- 100-500
- 500-1000
- 1000-2000
- 2000-3000
- 3000-5000
- master\_shape

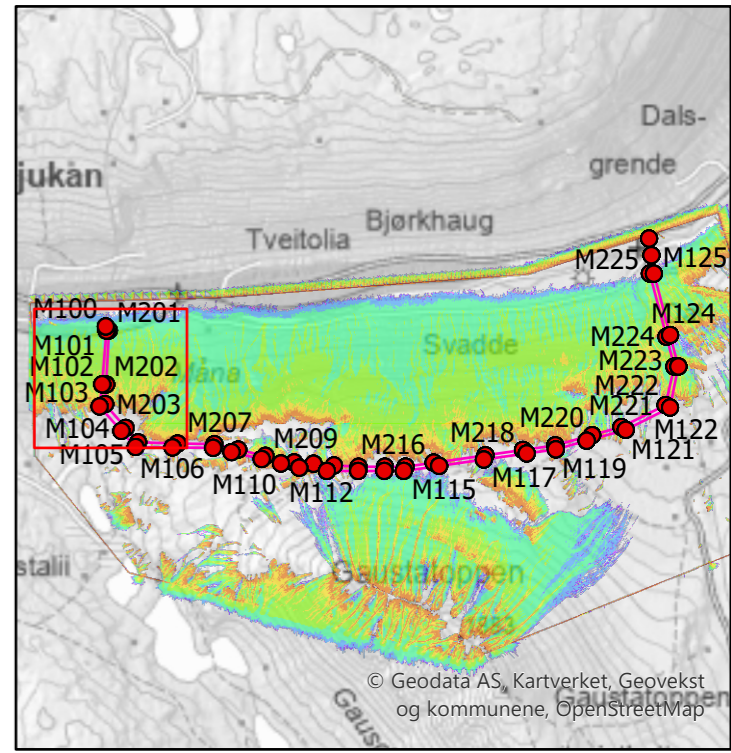
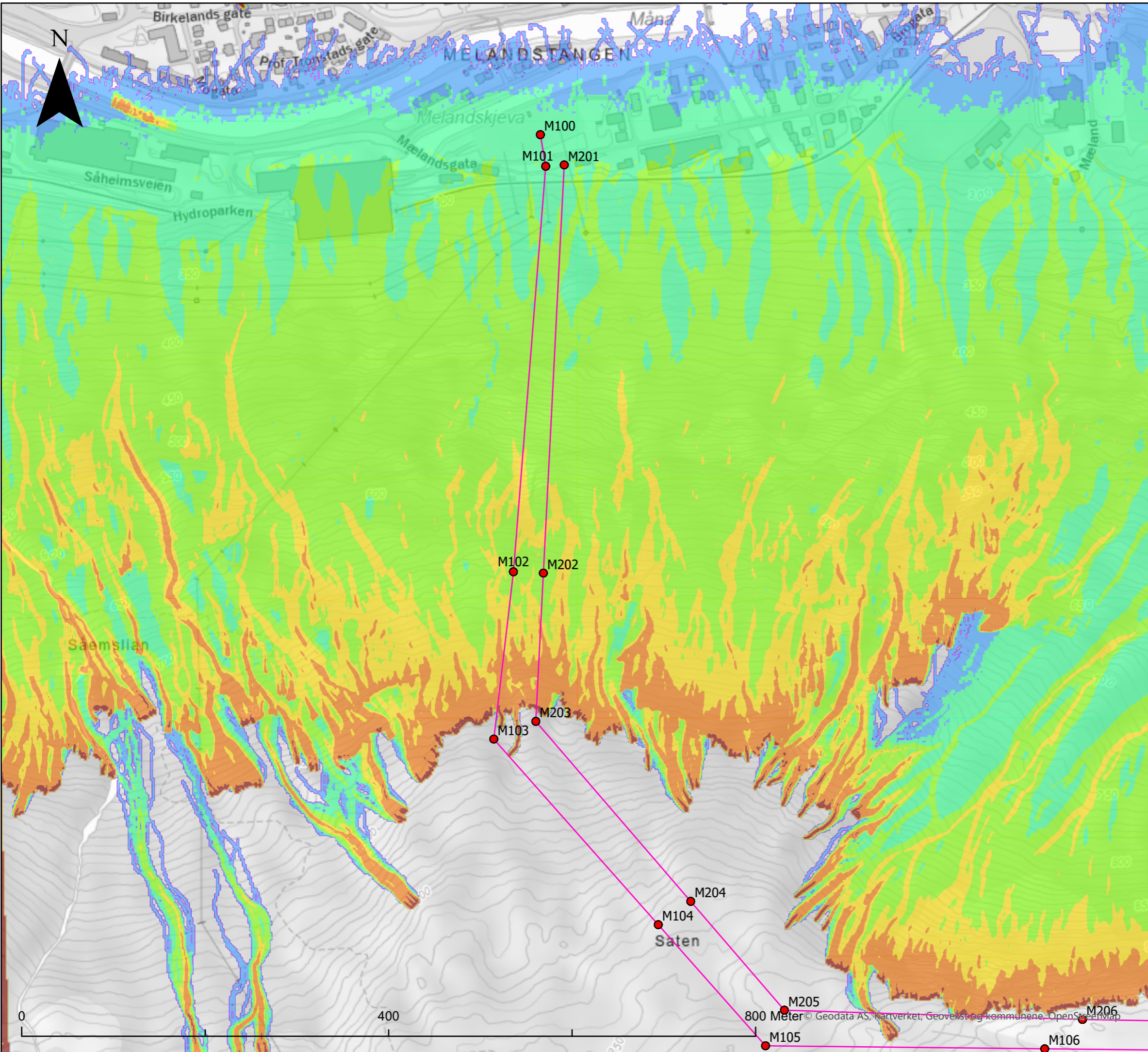
**Mæland - Saten - Vedlegg 5-4**

RAMMS:Rockfall - Steinsprang kinetisk energi (kJ)

Dato: 2024-12-11	Utført av: geigod	Kontrollert: gunhaa	Godkjent: ashyt
Format: A3	Målestokk: 1:1 000	Kartprojeksjon ETRS 1989 UTM Zone 32N	
REV: J02	Prosjektnr.: 52405230		

Kartet er utarbeidet av: **Norconsult**

© Geodata AS, Kartverket, Geovekst og kommunene, OpenStreetMap

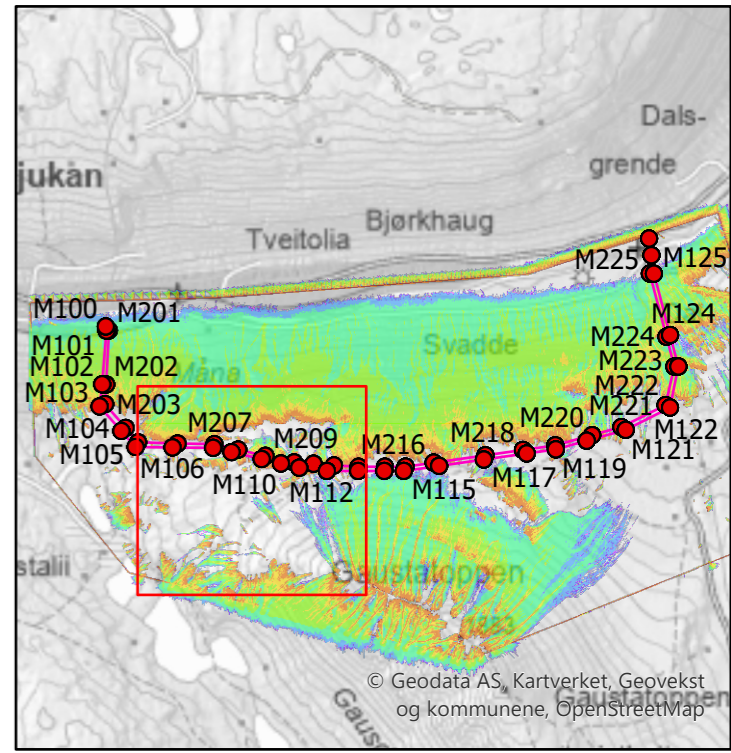
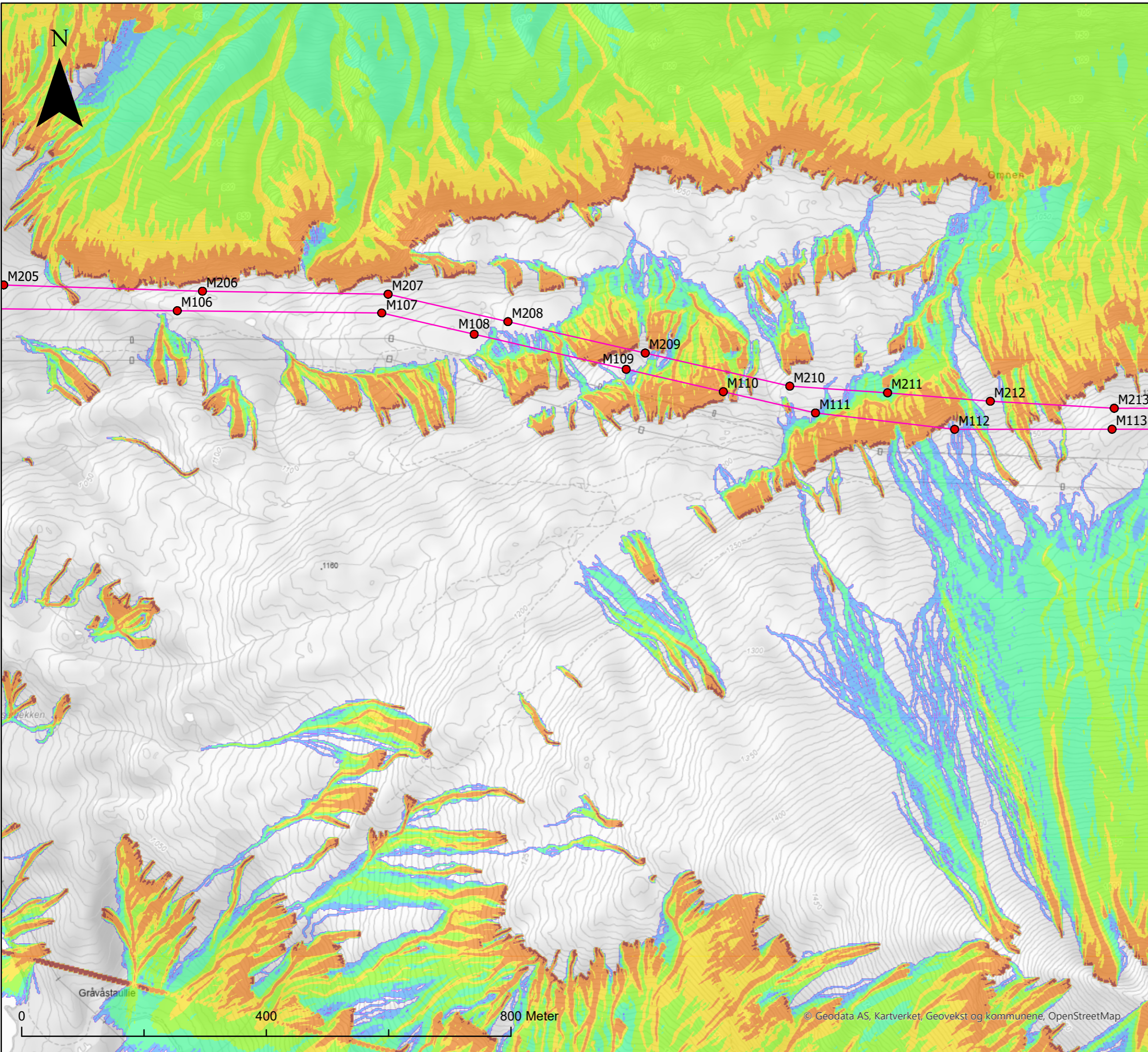


**Tegnforklaring**  
**Rockyfor3D - Treffsannsynlighet**

- Verdi (%)**
- 0 - 0.1
  - 0.1 - 0.2
  - 0.2 - 0.5
  - 0.5 - 1
  - 1 - 2
  - 2 - 5
  - 5 - 10
  - 10 - 50
  - 50 - 100
  - Oppdatert linje
  - Oppdaterte mastepunkt

**Mæland - Saten - Vedlegg 6-1**  
**Steinsprang - Rockyfor3D - Treffsannsynlighet (%)**

Dato: 2024-12-03	Utført av: geigod	Kontrollert: gunhaa	Godkjent: ashyt
Format: A3	Målestokk: 1:4 000	Kartprojeksjon ETRS 1989 UTM Zone 32N	
REV: J02	Prosjektnr.: 52405230		

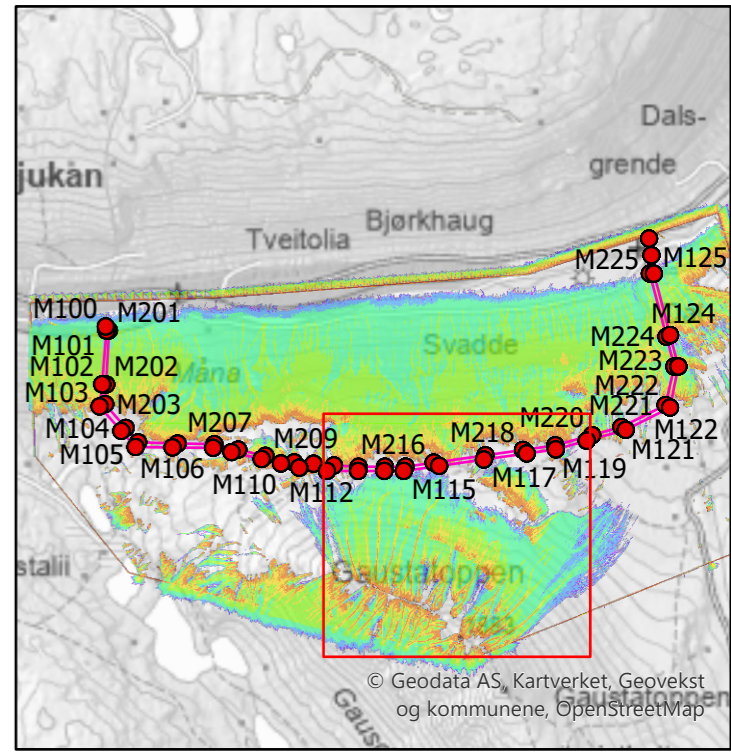
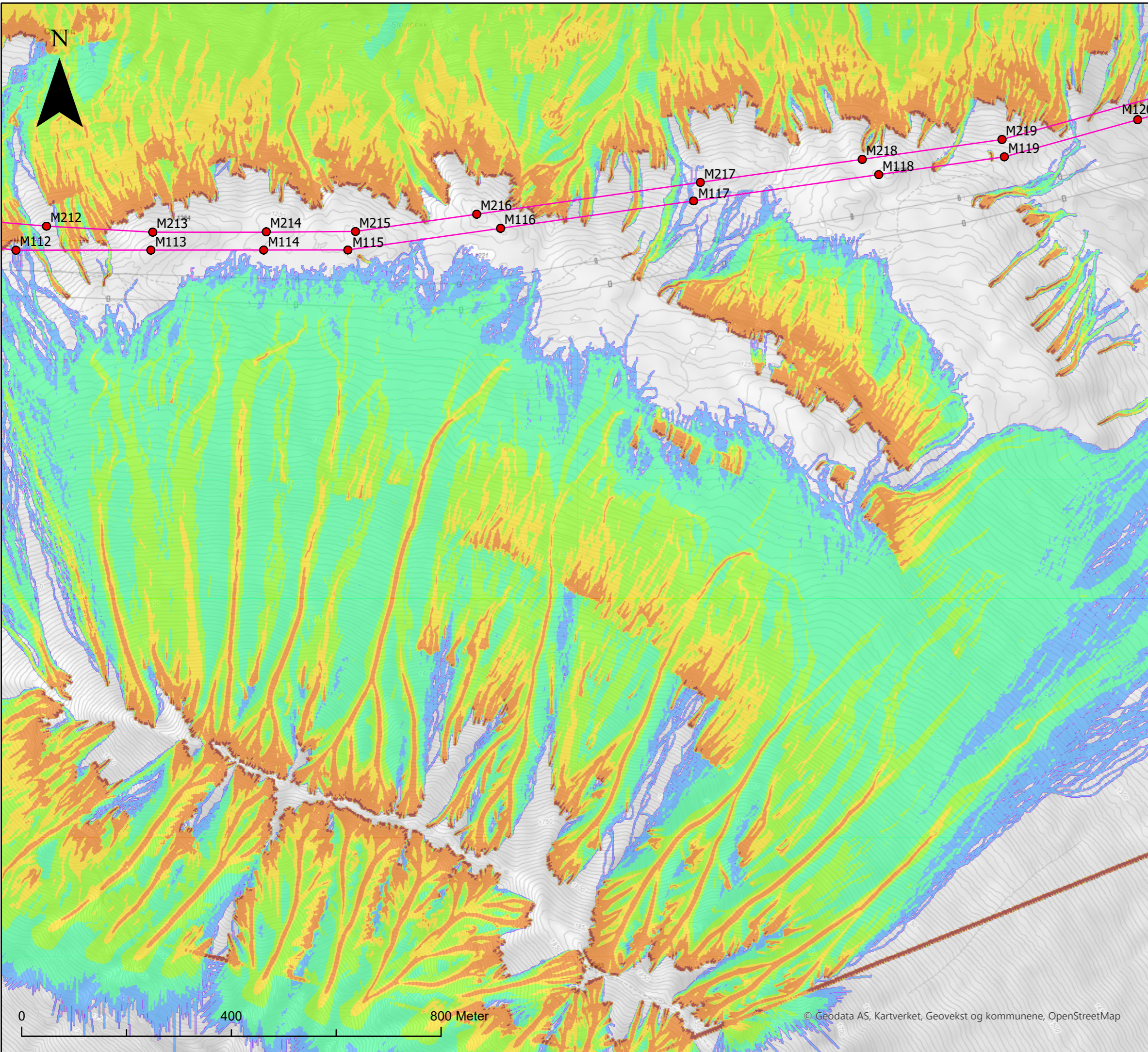


**Tegnforklaring**  
**Rockyfor3D - Treffsannsynlighet**

- Verdi (%)**
- 0 - 0.1
  - 0.1 - 0.2
  - 0.2 - 0.5
  - 0.5 - 1
  - 1 - 2
  - 2 - 5
  - 5 - 10
  - 10 - 50
  - 50 - 100
  - Oppdatert linje
  - Oppdaterte mastepunkt

**Saten - Ommen - Vedlegg 6-2**  
**Steinsprang - Rockyfor3D - Treffsannsynlighet (%)**

Dato: 2024-12-03	Utført av: geigod	Kontrollert: gunhaa	Godkjent: ashyt
Format: A3	Målestokk: 1:6 000	Kartprojeksjon ETRS 1989 UTM Zone 32N	
REV: J02	Prosjektnr.: 52405230		

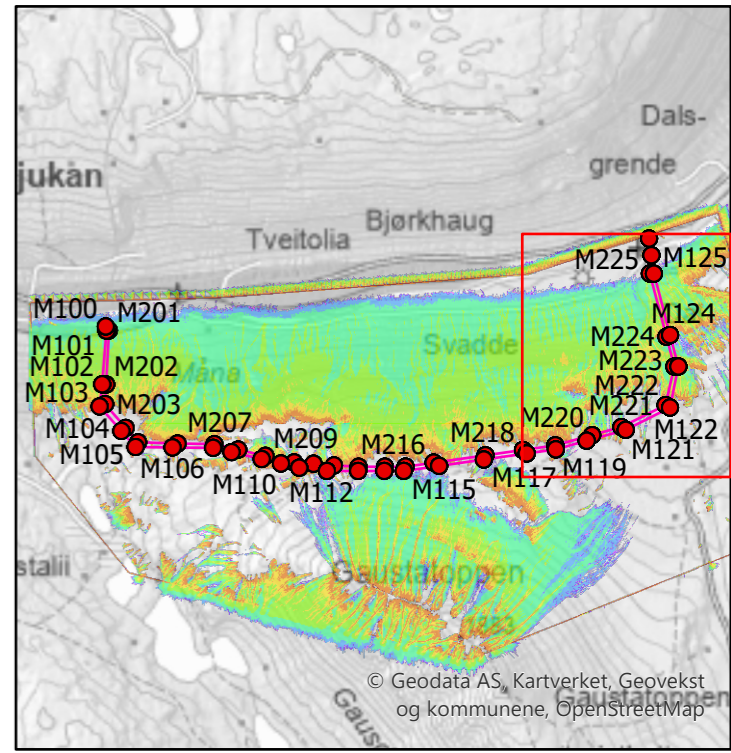
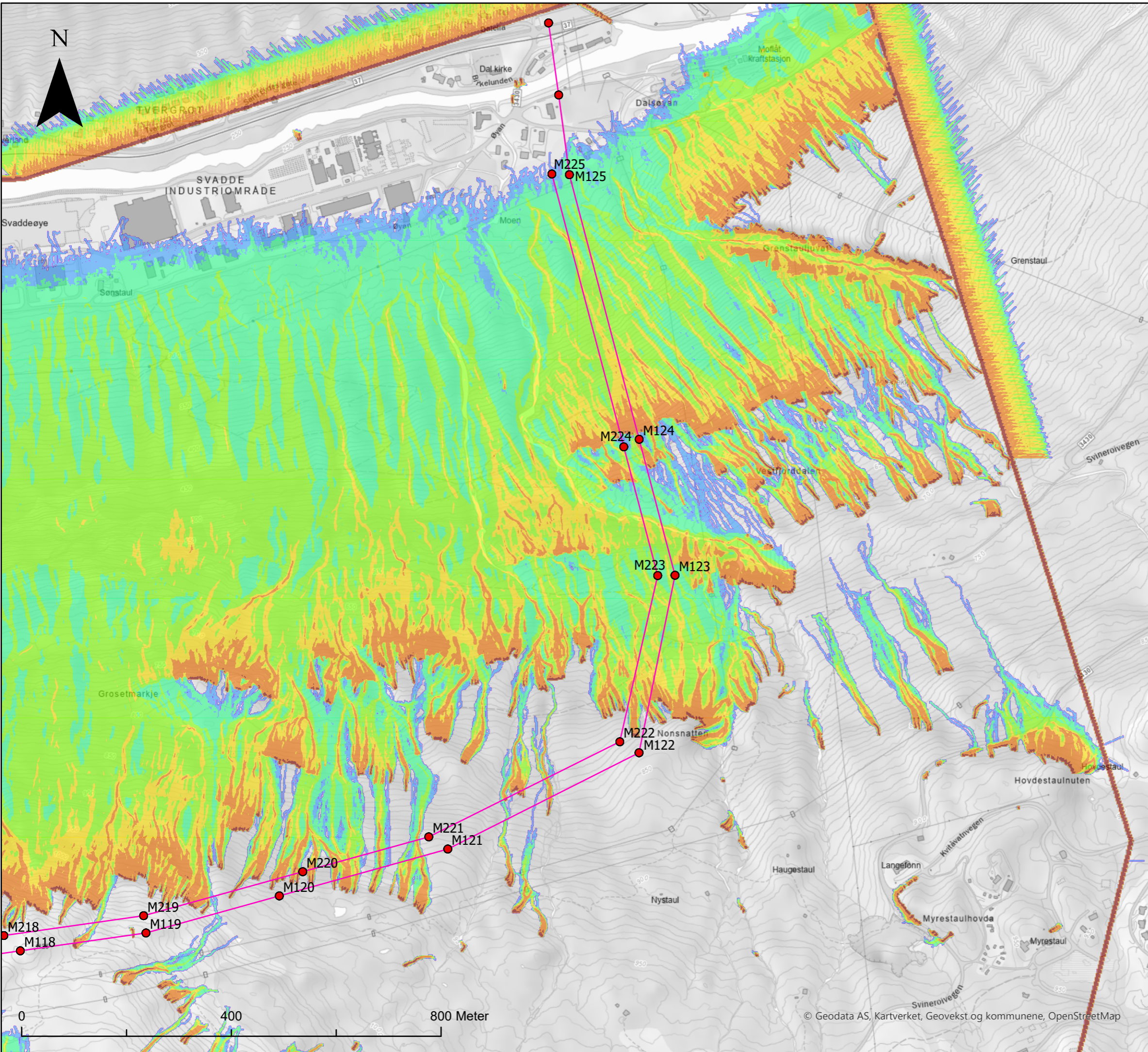


**Tegnforklaring**  
**Rockyfor3D - Treffsannsynlighet**

- Verdi (%)**
- 0 - 0.1
  - 0.1 - 0.2
  - 0.2 - 0.5
  - 0.5 - 1
  - 1 - 2
  - 2 - 5
  - 5 - 10
  - 10 - 50
  - 50 - 100
  - Oppdatert linje
  - Oppdaterte mastepunkt

**Ommen - Gaustatoppen - Vedlegg 6-3**  
**Steinsprang - Rockyfor3D - Treffsannsynlighet (%)**

Dato: 2024-12-03	Utført av: geigod	Kontrollert: gunhaa	Godkjent: ashyt
Format: A3	Målestokk: 1:7 000	Kartprojeksjon ETRS 1989 UTM Zone 32N	
REV: J02	Prosjektnr.: 52405230		



**Tegnforklaring**  
**Rockyfor3D - Treffsannsynlighet**

- Verdi (%)**
- 0 - 0.1
  - 0.1 - 0.2
  - 0.2 - 0.5
  - 0.5 - 1
  - 1 - 2
  - 2 - 5
  - 5 - 10
  - 10 - 50
  - 50 - 100
  - Oppdatert linje
  - Oppdaterte mastepunkt

**Nonsnatten - Dalsøyen - Vedlegg 6-4**  
**Steinsprang - Rockyfor3D - Treffsannsynlighet (%)**

Dato: 2024-12-03	Utført av: geigod	Kontrollert: gunhaa	Godkjent: ashyt
Format: A3	Målestokk: 1:7 000	Kartprojeksjon ETRS 1989 UTM Zone 32N	
REV: J02	Prosjektnr.: 52405230		

© Geodata AS, Kartverket, Geovekst og kommunene, OpenStreetMap