

Lede AS

# ► Overordnet skredfarevurdering for eksisterende 132 kV ledning Såheim - Mår

Oppdragsnr.: 52405230 Dokumentnr.: 83131-BDD-0009 Versjon: J01 Dato: 2025-01-24



Norcon

**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

J01	2025-01-24	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.

## ► Sammen drag

Norconsult Norge AS har på oppdrag fra Lede AS gjennomført en overordnet skredfarevurdering for eksisterende mastetrasé mellom Såheim og Mår. Foreliggende rapport gjennomgår eksisterende grunnlag og dokumenterer skredfaren basert på tilgjengelig grunnlag.

Det er utført en overordnet vurdering for hvert mastepunkt ved dagens plassering, og påpekt eventuelle kritiske områder for skredfare langs høyspentledningene.

For etablering av nye master er et vanlig krav at sikkerhet mot skred i bratt terreng skal oppfylle en nominell årlig sannsynlighet på 1/100 for alle skredtyper. Det foreligger eksisterende faresoner langs mastetraséen som dokumenterer at 17 av totalt 23 master ligger innenfor faresone med skredsannsynlighet større enn 1/100. Dersom en tar i betraktning dagens krav til sikkerhet mot skred vil store deler av traseen ikke oppfylle sikkerhet mot skred i bratt terreng.

I tillegg til de eksisterende faresonene, er det i foreliggende rapport supplert med dokumentert skredhistorikk, skredavsetninger identifisert på skyggerelieffkart, tilgjengelige info og foto fra Lede, og en enkel modellering i Rockyfor3D.

Vurderingen viser at store deler av traseen ligger i skredutsatt terreng. Gjennomgang av registrerte hendelser viser at det hyppig går skred ned mot traséen Eventuelle sikringstiltak langs den eksisterende traséen vil bli svært omfattende for å tilfredsstillе dagens krav til sikkerhet mot skred i bratt terreng. Skredfrekvensen er vurdert å være så høy at eksponeringstid under drift- vedlikehold og anleggsarbeid vil påføre driftspersonell betydelig skredrisiko.

## Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>5</b>
1.1	Bakgrunn og hensikt	5
1.2	Gjeldene retningslinjer og styrende dokumenter	5
1.3	Utførte undersøkelser	6
1.4	Grunnlagsmateriale	6
1.5	Aktsomhetskart	6
1.6	Tidligere skredfarevurdering og historiske skredhendelser	8
<b>2</b>	<b>Områdebeskrivelse</b>	<b>15</b>
2.1	Berggrunn og kvartærgeologi	17
2.2	Flyfoto og skråfoto	20
2.3	Google street-view	23
2.4	Observasjoner fra tidligere befarings nær eksisterende trasé	27
<b>3</b>	<b>Modellering av steinsprang</b>	<b>30</b>
3.1	Modellering av steinsprang	30
3.1.1	<i>Rockyfor3D</i>	30
<b>4</b>	<b>Overordnet skredfarevurdering for hvert mastepunkt</b>	<b>32</b>
<b>5</b>	<b>Oppsummering og konklusjon</b>	<b>33</b>
	<b>Referanser</b>	<b>34</b>

# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn og hensikt

Norconsult Norge AS har på oppdrag fra Lede AS gjennomført en overordnet skredfarevurdering for eksisterende mastetrasé mellom Såheim og Mår. Foreliggende rapport gjennomgår eksisterende grunnlag og dokumenterer skredfaren basert på tilgjengelig grunnlag.

Det er utført en overordnet vurdering for hvert mastepunkt ved dagens plassering, og påpekt eventuelle kritiske områder for høyspentledningene.

For etablering av nye master er krav til sikkerhet mot skred i bratt terreng 1/100 for alle skredtyper. Det foreligger eksisterende faresoner langs mastetraséen som dokumenterer at 17 av totalt 23 master ligger innenfor faresone med skredsannsynlighet større enn 1/100. Dersom en tar i betraktning dagens krav til sikkerhet mot skred for master, er det ikke tilstrekkelig sikkerhet mot skred i bratt terreng.

## 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 byggteknisk forskrift (TEK17) §7-3 «Sikkerhet mot skred» (1).

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 (1).

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

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

Den eksisterende mastetraséen som vurderes i dette tilfellet 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 som ledninger og mastepunkter vil falle inn under. I dette tilfelle er 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 delvis feltkartlegging til fots, samt fotografering med drone for en liten del av den eksisterende traséen i forbindelse med vurdering av den nye traséen som går under Gaustatoppen. Det foreligger derfor kun relevante dronebilder fra befaring over mastepunktene M1-M4 og M23.

Befaringen av den nye traséen 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 løsnemråder og utløp for skred, derav skredavsetninger fra snøskred og steinsprang. Skredavsetninger fra jord- og flomskred ble ikke observert i de befarte områdene.

Norconsult har vært i dialog med personell i Lede AS på eksisterende linjer for å innhente relevant informasjon fra tidligere skredhendelser.

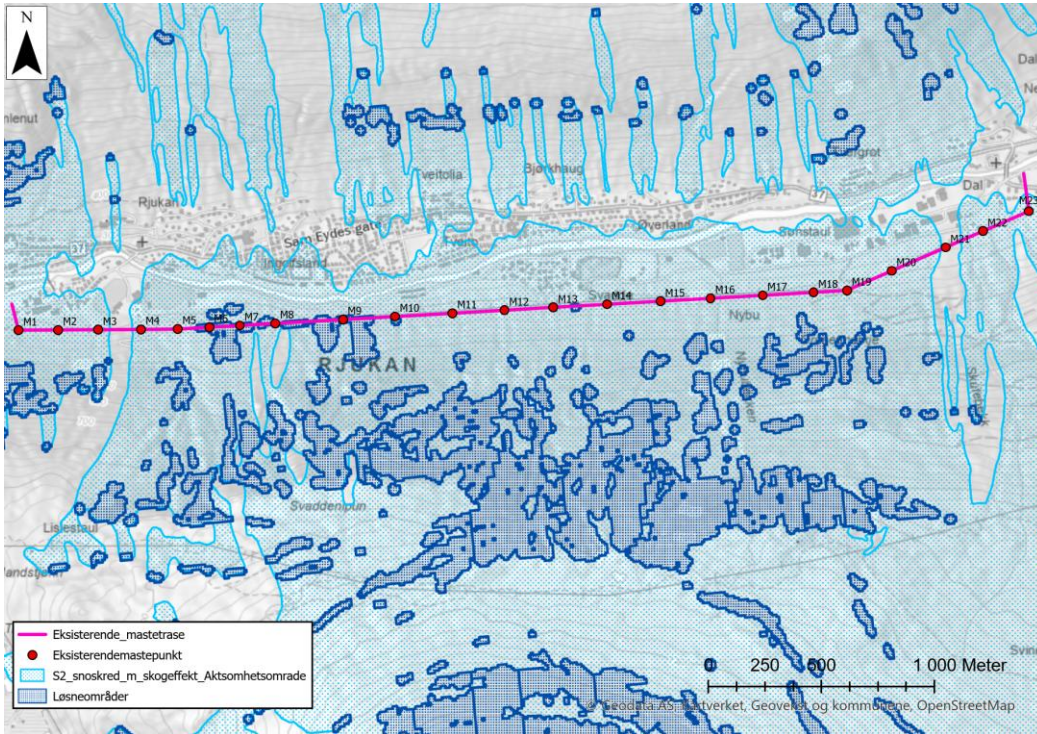
### 1.4 Grunnlagsmateriale

Skredfarevurderingen er basert på tilgjengelig grunnlagsdata:

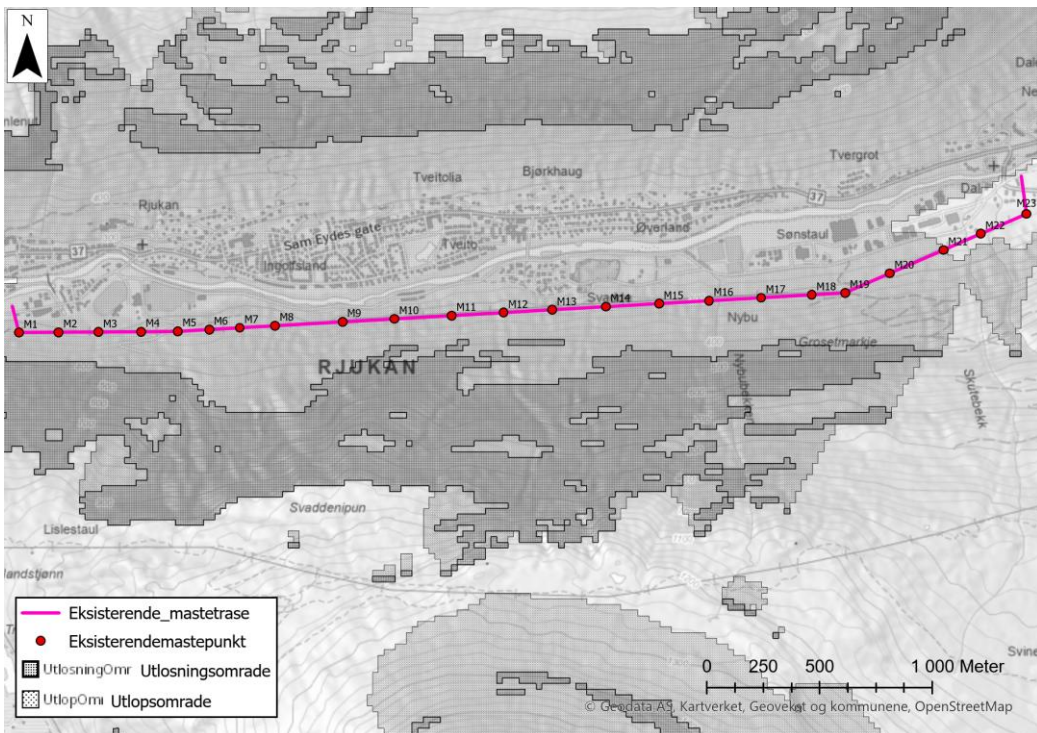
- Terrengmodell (DTM) fra 2017 med 0,25 meter oppløysning (NDH Tinn-Tuddal 5pkt 2017, [www.hoydedata.no](http://www.hoydedata.no)) (2)
- Tilgjengelege flyfoto ([www.norgebilder.no](http://www.norgebilder.no)) (3)
- Berggrunnskart og løsmassekart fra NGU ([www.ngu.no/emne/kart-pa-nett](http://www.ngu.no/emne/kart-pa-nett)) (4) (5)
- Skredhendelser og aktsomhetskart fra NVE atlas inkludert nye NAKSIN Snøskred ([atlas.nve.no](http://atlas.nve.no)) (6)
- 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. (7)
- Tidligere skredfarevurderinger utført av Skred AS (8) og NGU (9).

### 1.5 Aktsomhetskart

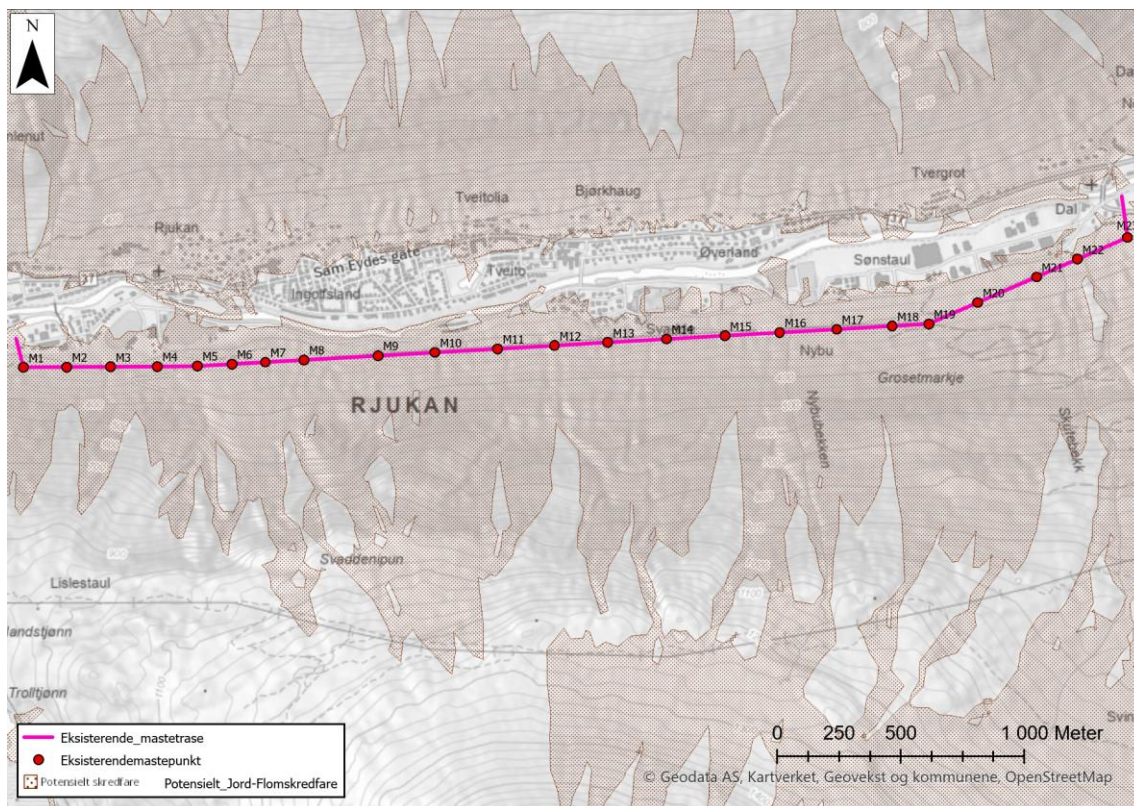
NVE aktsomhetskart for steinsprang, NAKSIN snøskred og jord- og flomskred er benyttet for å vurdere skredfaren langs den eksisterende traséen. Aktsomhetskartene viser at nær samtlige av masepunktene ligger innenfor aktsomhetssone både for steinsprang, snøskred og jord- og flomskred.



Figur 1-1: Nær samtlige mastepunkt ligger innenfor aktsomhetskart for snøskred (NAKSIN S2 med dagens vegetasjon), foruten M21.



Figur 1-2: Nær samtlige mastepunkt ligger innenfor aktsomhetskart for steinsprang, foruten M21, M22 og M23.



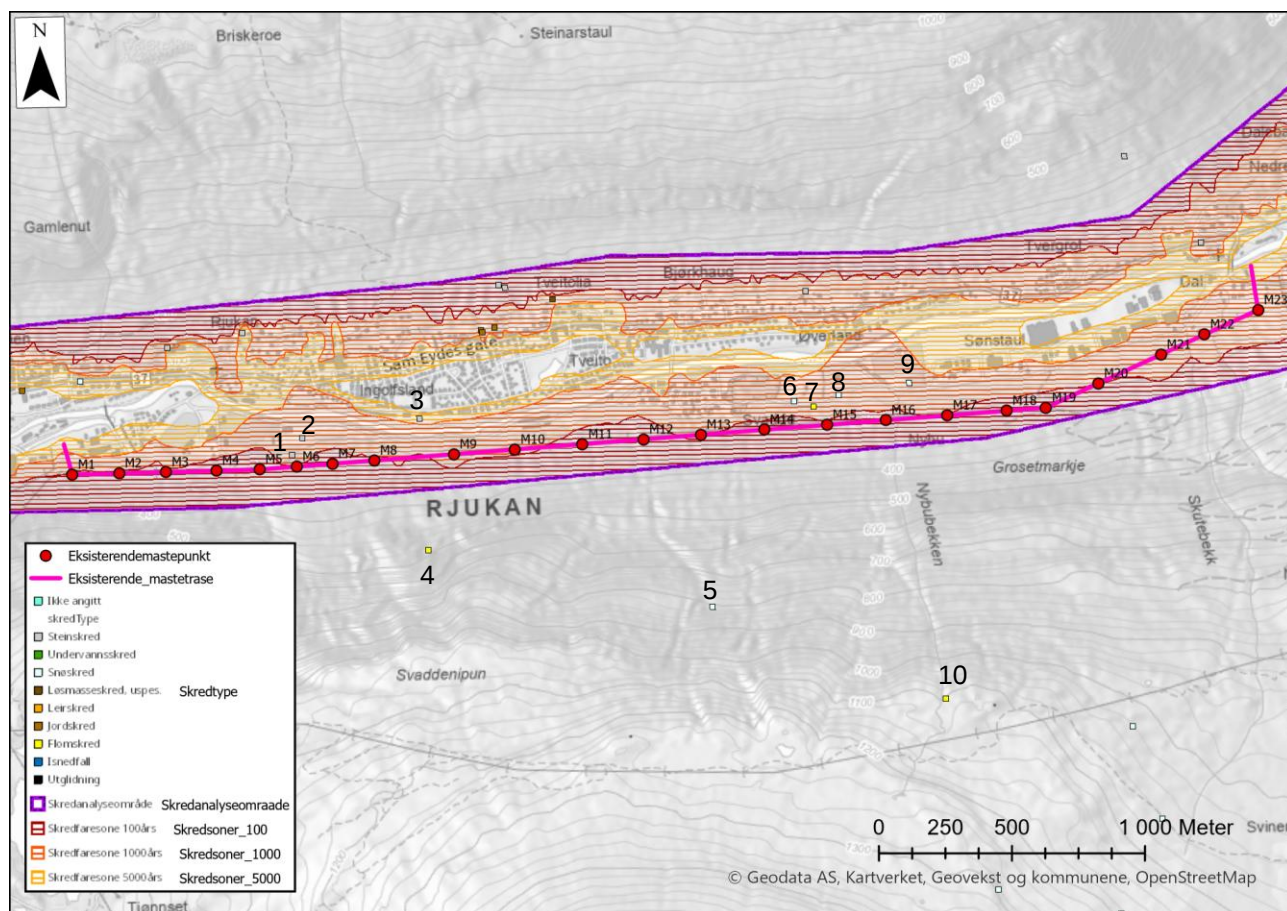
Figur 1-3: Samtlige mastepunkt ligger innenfor aktsomhetskart for jord- og flomskred.

## 1.6 Tidligere skredfarevurdering og historiske skredhendelser

Skred AS har utført skredfarevurdering i 2018 langs dalsiden som dekker eksisterende mastetrasé (8). Oversikt over vurderte faresoner er vist i Figur 1-4. Mastetraséen går i det som beskrives som velutviklet steinur, nedenfor store sammenhengende fjellskrenter, som indikerer hyppig steinsprangaktivitet. Det ble i vurderinger utført modellering for steinsprang som indikerer lange utløp, forbi mastepunktene, og ned til dalbunn og bebyggelse. Det er 17 av totalt 23 master som ligger innenfor vurdert faresone med skredsannsynlighet større enn 1/100. Det er hovedsakelig steinsprang og snøskred som er dimensjonerende skredtyper på sørsiden av elva. Særlig ved Svadde mellom M14 og M17 er snøskredfare størst og dimensjonerende skredtype sammen med steinsprang her. For øvrige deler av traséen er steinsprang dimensjonerende skredtype, og størst mellom M5 og M8. Løsmasseskred er også stedvis dimensjonerende, i tilknytning til løsmasseravinene.

I tillegg til Skred AS sin rapport, som oppsummerer tidligere skredhendelser og rapporter, finnes det over hundre tidligere rapporter som omtaler skredfare i Rjukan. Mange av disse bekrefter den høye skredfare på sørsiden av dalen hvor eksisterende mastetrasé ligger i dag.

Norconsult har hatt samtale med driftspersonell i Lede AS, som har informert om opptil 10 skader på master og wire de siste 10 årene. I tillegg har det vært hendelser tilnærmet årlig, som ikke nødvendigvis har truffet masteobjekter.



Figur 1-4: Oversikt over vurderte faresoner langs traséen og registrerte skredhendelser fra NVE Atlas. Det er 17 av totalt 23 master som ligger innenfor faresone med skredsannsynlighet større enn 1/100.

Det er registrert mange historiske skredhendelser langs masttraséen, derav steinsprang, steinskred, flomskred og snøskred, vist i tabellen under. Det er registrert flest hendelser mellom mast M5-M10 og M13 – M17. Skred AS mener det er all grunn til å tro at mange flere skredhendelser har gått ned mot bebyggelsen de siste 100 – 200 årene i dalen, enn de som vises i NVE Temakart (8) og de som er registrert i NGU-rapport (9). Mange hendelser er omtalt i tidligere skredfareutredninger i området uten at de er registrert i NVE Atlas. Et utvalg av aktuelle skredhendelser som ikke er registrert i NVE Temakart, men listet i NGU sin rapport (9) er også listet opp i tabellen under. Hendelser som er registrert i NVE Temakart

Tabell 1-2: Oversikt over dokumenterte skredhendelser langs masttraséen.

Nummer og Dato	Skredtype	Beskrivelse	Kilde
Juni 1927	4 stk. Steinsprang	Svaddenipun / Mæland. Skade på jord og skog. Demmet opp elva slik at boliger ble oversvømt.	NGU (9)
9 - Desember 1929	Snøskred	Mellom kl. 16.30 30. desember 1929 "omkom i snøskred" Østen Nilsen Svadde, f. 1876. Han vart funnen død av hovudskadar i ytterkanten av eit stort snøskred, tydeleg teken av skredet og kasta mot eit tre eller ein stein. " Fracture crani omkom i snøskred	NVE Temakart
Juni 1934	Fjellskred	Nådde ikke helt ned i dalen	NGU (9)

8 - Februar 1952	Snøskred	Tinn. Svadde. Vestfjordalen. Folka på Svadde var frå gammalt av kjende med dette spesielle snøskredet her som kjem med mange års mellomrom. Det er helst i vintrar med mykje vind frå vest og sørvest at det bygg seg opp ei stor snøfonn høgt oppe i Gaustatoppen (1883 m), på nord-austsida. Det kan vera snakk om eit fall på 1300 til 1400 høgdemeter før snøen når ned i dalen. På grunn av ein framstikkande nut, ved 1200 moh., deler skreda seg i to armar, og husestaden på dei tre Svadde-gardane låg tett saman og slik at skreda kjem ned på vestsida og på austsida. Gardparten Nybu derimot, skild ut i seinare tid, låg utsett til i forhold til den austre armen av skreda. Denne aust-skreda kunne dele seg opp i fleire armar før ho nådde flata i dalbotnen. I 1952 kom igjen hovudmengda av snøen ned aust for tunet, heilt ned til elva Måna. Svært mykje skog øydelagt heilt ned til flata. Ei kvinne var i fjøset og greidde ikkje få opp døra fordi den var pakka igjen av snø. Nede ved elva låg det ei stor snøfonn like til 17. mai det året.	NVE Temakart og NGU (9)
3 - Oktober 1953	Steinsprang	Svaddelia ved Rjukan. Ein steinblokk på 3-4 m <sup>3</sup> fall ned frå 780 m høgde og tok jernbanesporet om lag kl. 14.00 den 7. oktober 1953. Ned mot Tinngate, Her kom steinsprang også den 24.5. 1958 som gjorde skade på veg og kraftlinje. Sjå 1927 og 1964.	NVE Temakart og NGU (9)
Mai 1958	Steinsprang	Svaddevegen sperret og kraftledning ødelagt. Vei rasert	NGU (9)
2 - Oktober 1964	Fjellskred / steinskred	Den 14. oktober 1964 kom eit fjellskred frå Svaddelia som tok garasjer og lagerhus, veg og kraftlinje. Volumet var fleire 10 000 m <sup>3</sup> . Utløyst av kragftig regn. Ein steinblokk fall ned i Tinngata der folka vart evakuerte. Også den 3. juli 1970 kom ein steinblokk ned Svaddelia, noko som gav vegskade. Sjå 1927 og 1953. Volumet på 30 000 m <sup>3</sup> er ca. Kartreferansen er vilk. plassert i Svaddelia.	NVE Temakart og NGU (9)
Mars 1970	Steinsprang	Stor blokk falt ned på Svaddeveien	NGU (9)
6 - Februar 1988	Snøskred	Den 3. februar 1988 kom eit snøskred i Svadde, ca. 150 m breitt. Ingen særlege skadar. I mai 2001 vart det ferdig skredsikring for busetnaden her. Kartreferansen er vilk. plassert i Svadde.	NVE Temakart
Mai 2001	Snøskred	Svadde. Snøskred ned forbi mastetraséen. Figur 1-6.	NGU (9)
5 - Februar 2020	Løssnøskred	Løssnøskred registrert ovenfor mast M13.	NVE Temakart
10 - August 2015	Flomskred	Hendelse registrert av NVE jordskredvakt i regobs: "Flomskred i den sørlige fjellsiden ved Svadde, Rjukan" Rjukan Arbeiderblad skriver: "Tirsdag morgen gikk to ras i fjellsida mellom de grønne garasjene ved Svadde og Rjukan kapell, omtrent rett opp for Ingolfland stasjon. Flere beboere på Tveito kunne høre rasene. Verken jordmasser eller løse steiner kom ned på veibanen, men teknisk sjef i Tinn kommune, Jan Vidar Gravklev, besluttet å stenge veistrekningen mellom brua ved Kiwi og Rjukanbadet for gjennomkjøring." Noe usikker på lokalitet for skred. Mange spor etter skredprosesser i fjellsiden, men de er der på flyfoto fra 2013 og. Ingen bilder av skred, tegner derfor ikke utløpspolygon. Begynte p regne mellom kl 23 og kl 2. Ikke sendt ut jordskredvarsel. Kvaliteten kan økes om mer dokumentasjon finnes. Det er utført en kvalitetskontroll av denne skredhendelsen.	NVE Temakart
7 – April 2019	Flomskred	Litt usikker lokalitet mulig ved Gyvingjordet. VG viser bilder (Figur 1-5)men forklare ikke lokalitet. I annen avis snakker de om Gyvingjordet. Bildet i VG viser avsetning, mulig flomskred men usikker skredtype. skal bekrefte lokalitet. Kilde: Jeg har lest i	NVE Temakart

		avis/rapport. Kompetansenivå: Fagperson nve, svv, jbv, ngi, ngu eller lignende.	
Vår 2021	Steinsprang	Steinsprang som nådde ned til elva og traff containere (Figur 1-7). Raset gikk mellom M6 og M7.	Lede AS
1 - September 2022	Steinsprang	Steinsprang 500 m øst for Rjukanbadet - en ubebodd garasje var eneste bygning involvert. Nært mast M6.	



Figur 1-5: Flomskred fra 2019 (NVE Temakart).



Figur 1-6: Snøskred ved Svadde i 2001 (9). Skredmassene nådde forbi mastetraséen omtrent ved M12.



*Figur 1-7: Utklipp fra video tilsendt fra Lede AS, som viser støvsky etter steinsprang som nådde ned til elva. Steinspranget gikk mellom mastepunkt M6 og M7 som sees i bildeutklippet.*



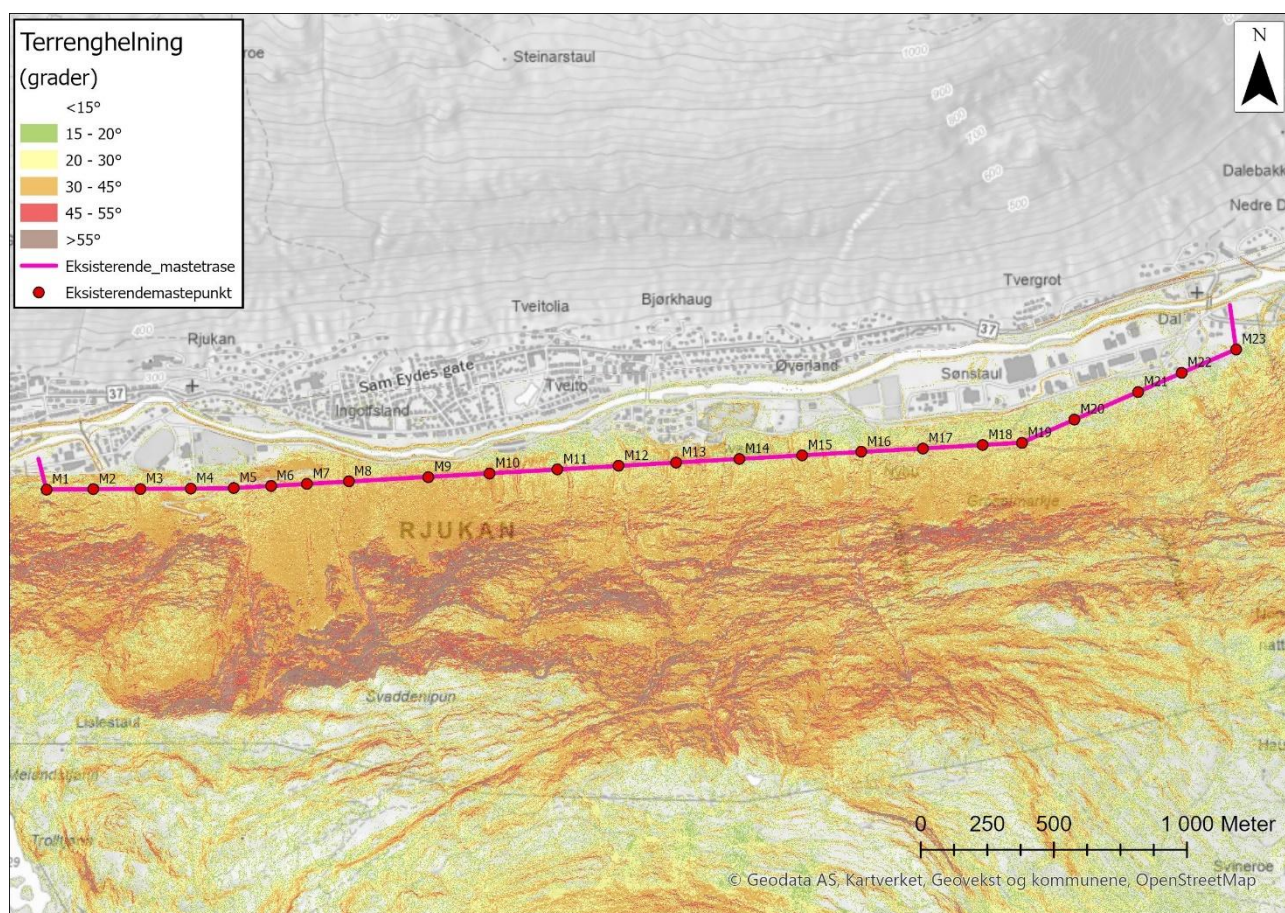
Figur 1-8: Skade på wire 12 m over bakken som følge av steinsprang. Bilde tilsendt fra Lede AS.

## 2 Områdebeskrivelse

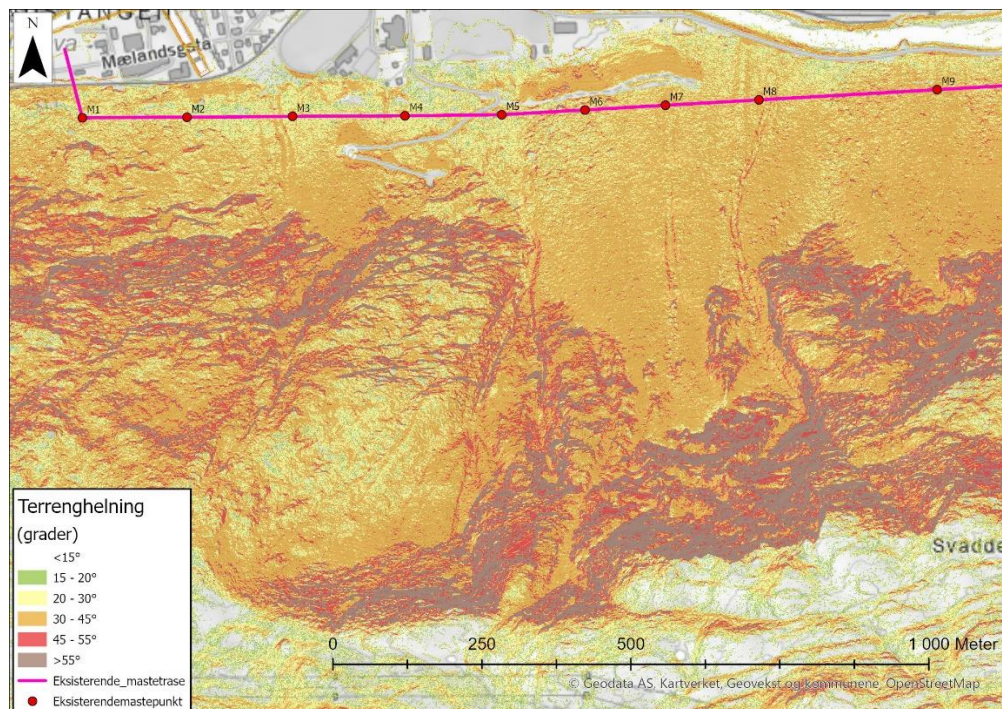
Den ca. 4,8 km lange mastetraséen går fra Melandstangen i vest til Moen i øst. Traséen går langs sørsiden av elva Måne, og følger foten av dalsiden nedenfor en bratt fjellside (Figur 2-1). Traséen ligger omtrent 50 – 100 m opp i dalsiden og omtrent 20 – 50 m høyere enn dalbunnen, tett på den bratte overliggende fjellsiden. Mastetraséen går i markant rasur hele vegen mellom M1 til og med omtrent M19. Helningen på rasura varierer og er hovedsakelig 20 – 40 grader, og ligger alt mellom 50 til 500 m oppover i fjellsiden. Rasura har størst utstrekning mellom M6 – M8. Ovenfor rasura er terrenget svært bratt med høye skrenter med helning over 55 grader. Skrentene har varierende høyde, med største høyder mellom M6-M8 opptil 200 m. Den bratteste delen av fjellsiden går opp til omtrent 1050 moh. Helt i øst ligger traséen lengre unna de bratte fjellskrentene, men også her ligger mastepunktene i skredavsetninger.

På tvers av fjellsiden går det mange søkk og raviner i terrenget med jevne mellomrom langs den eksisterende mastetraséen.

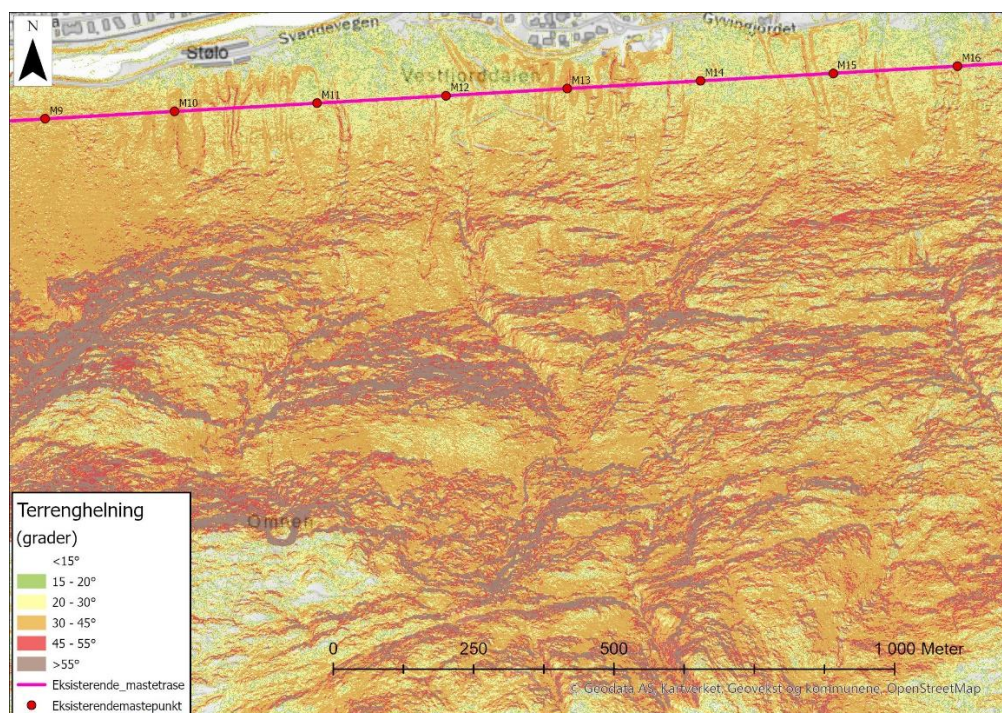
Mer detaljerte terrenghelningskart og tilhørende beskrivelse i figurtekst er gitt i Figur 2-2 til Figur 2-4.



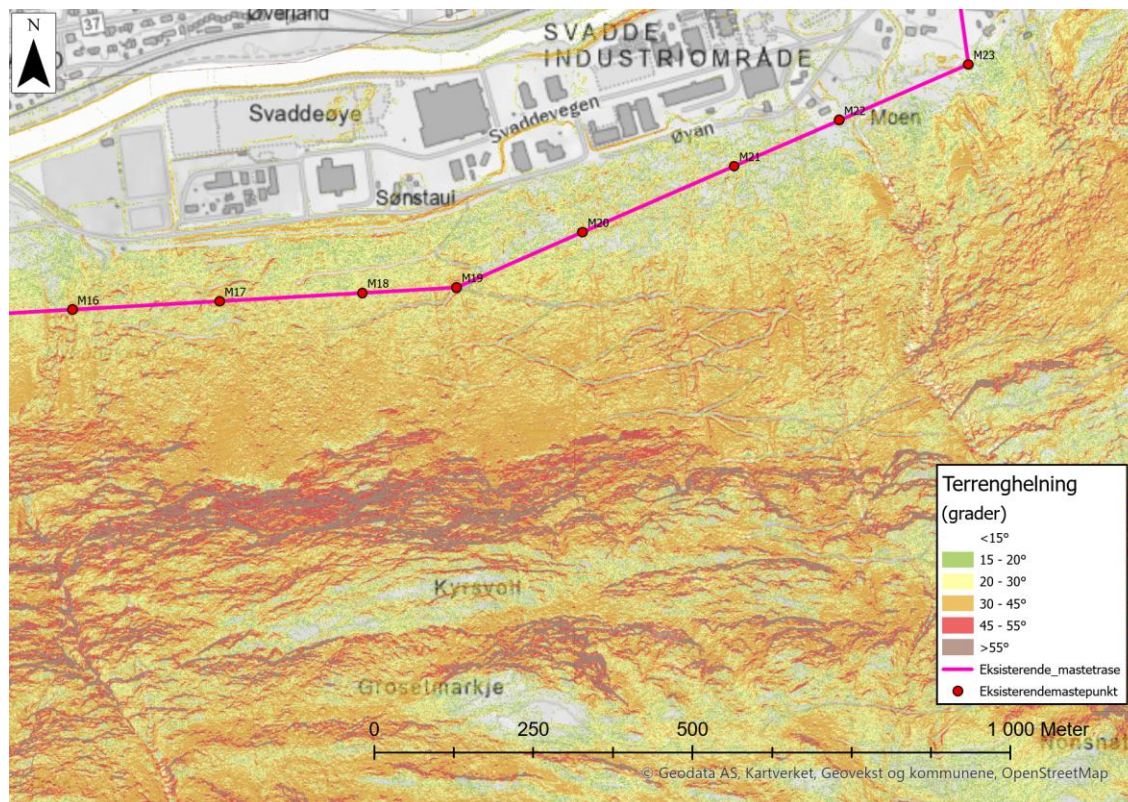
Figur 2-1: Terrenghelningskart langs den eksisterende mastetraséen. Traséen ligger stort sett i terreng med helning 20 – 40 grader, nedenfor bratt terreng med helning over 55 grader mellom M1 og M20.



Figur 2-2: Terrengkart mellom M1 og M9 viser høye skrenter i fjellsiden som ligger ovenfor rasura. Rasura har helning på 30 – 45 grader og strekker seg langt opp i fjellsiden særlig mellom M6-M9.



Figur 2-3: Terrenghelningskart mellom M10 og M16 viser mer oppdelt terreng i den bratte delen av fjellsiden, med mer vekslning mellom bratte skrenter og hyller med helning på 30-45 grader. Det er her kortere avstand fra mastene til der den bratte delen av fjellsiden starter.

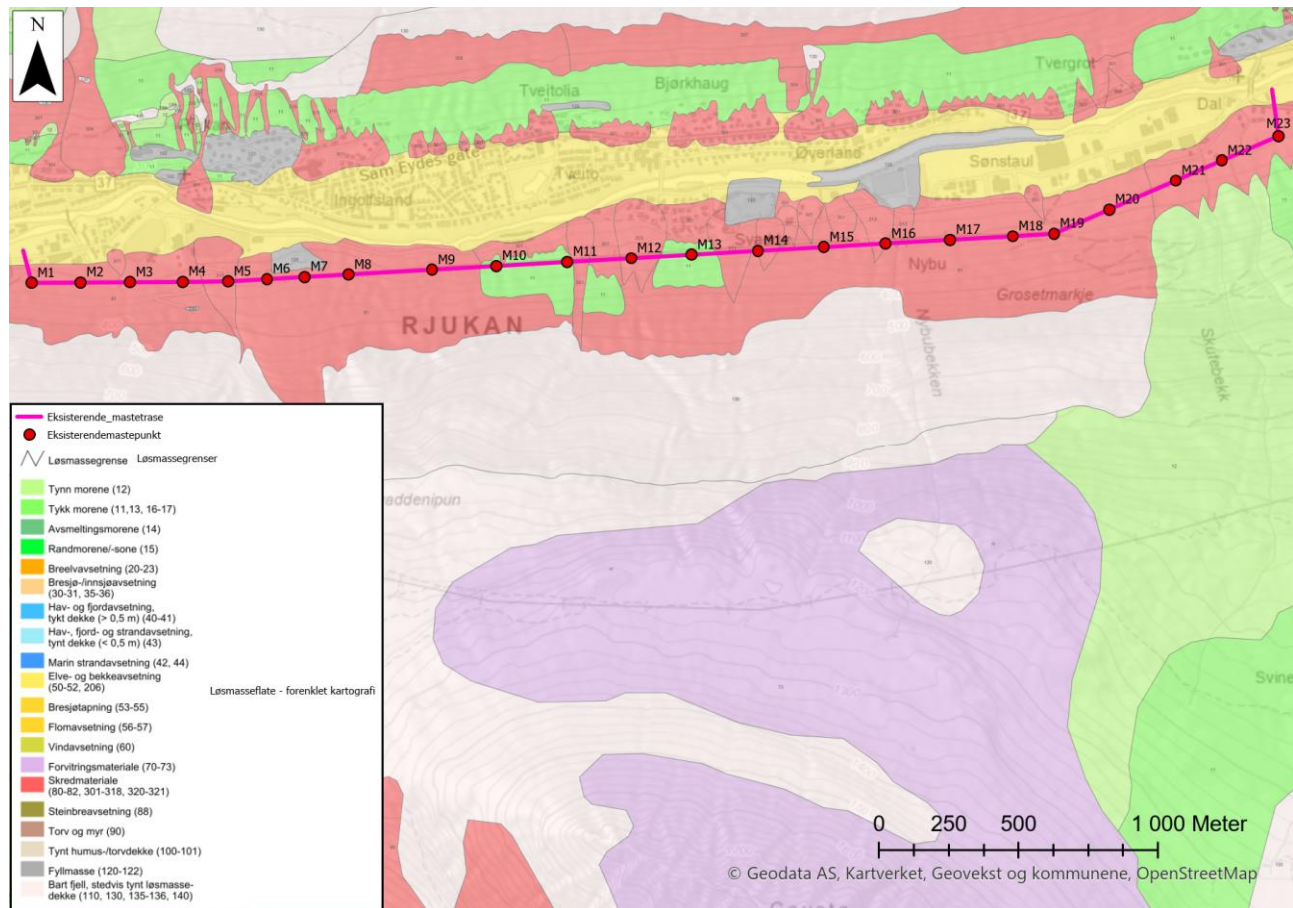


Figur 2-4: Terrenghelningskart mellom M16 og M23. Fra M19 til M23 øker avstanden til de bratte skrentene i den øvre delen av fjellsiden. Helningen i mastepunktene avtar også betraktelig.

## 2.1 Berggrunn og kvartærgeologi

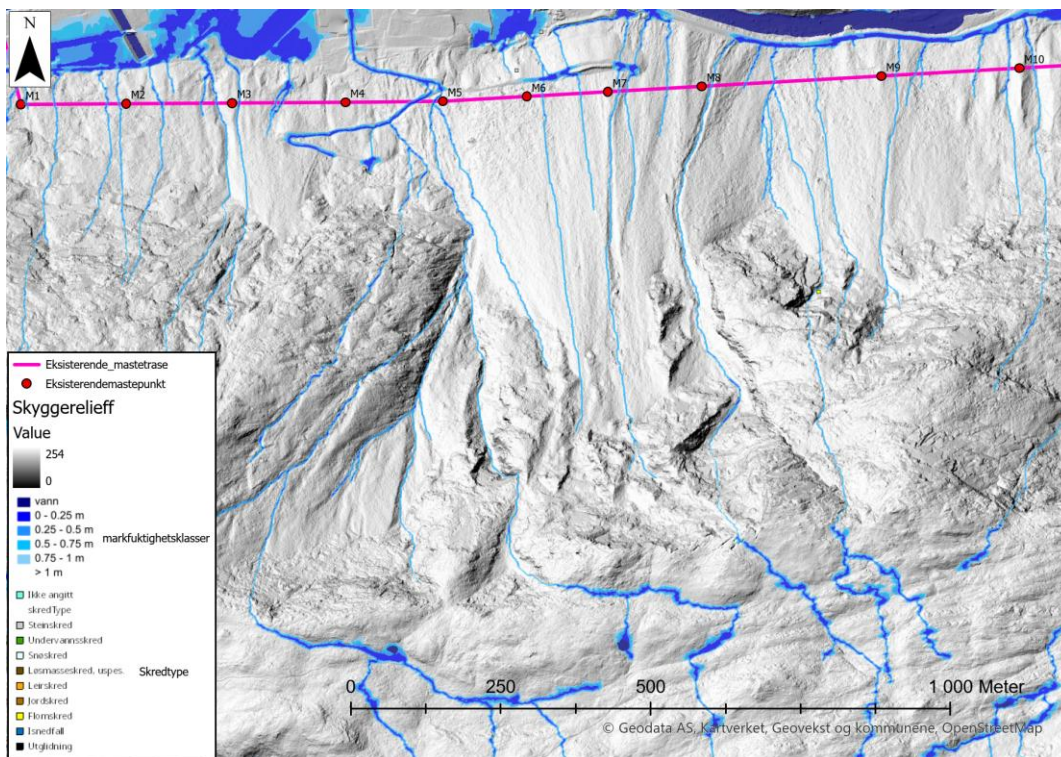
Ifølge NGU sin berggrunnsdatabase (10) og berggrunnskart med målestokk 1:50 000 består berggrunnen i området av rhyolitt.

Ifølge NGUs løsmassekart i målestokk 1:50 000 er det utelukkende skredmateriale langs eksisterende mastetrasé, med unntak av noe morenemateriale i M10, M11 og M13. De sammenhengende skredavsetningene dekker de nedre 200 – 400 m av fjellsiden.

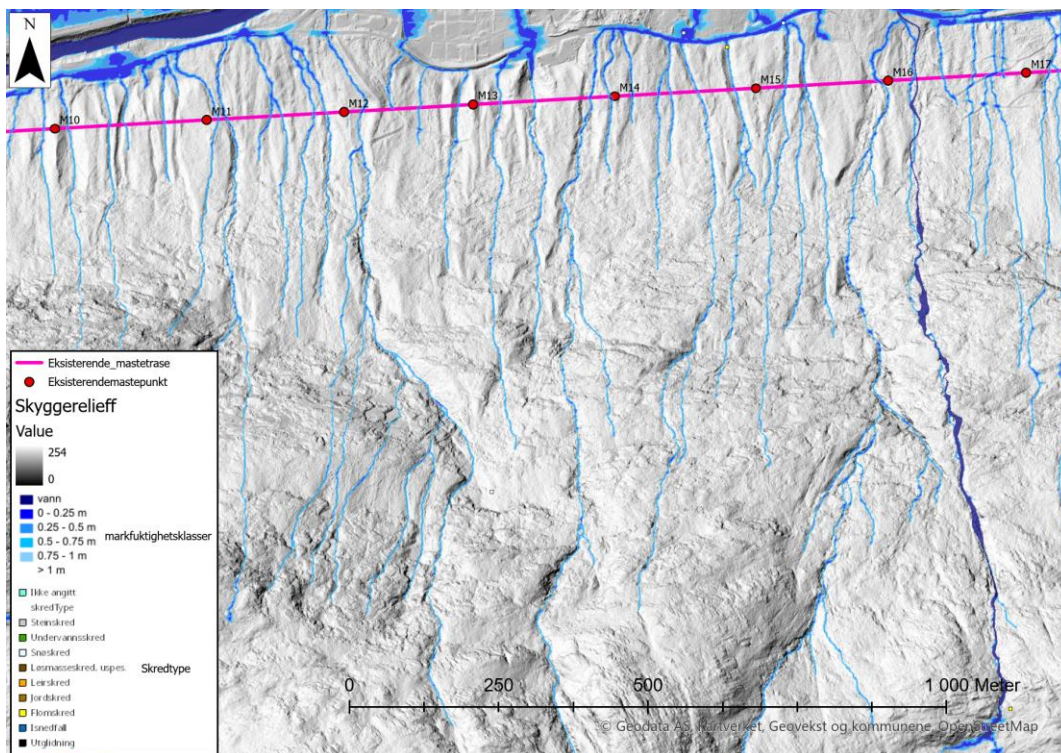


Figur 2-5: Løsmassekart over mastetraséen, hentet fra NGU (5). Samtlige av mastepunktene ligger i eller i nær tilknytning til skredmateriale, vist som rød farge i figuren.

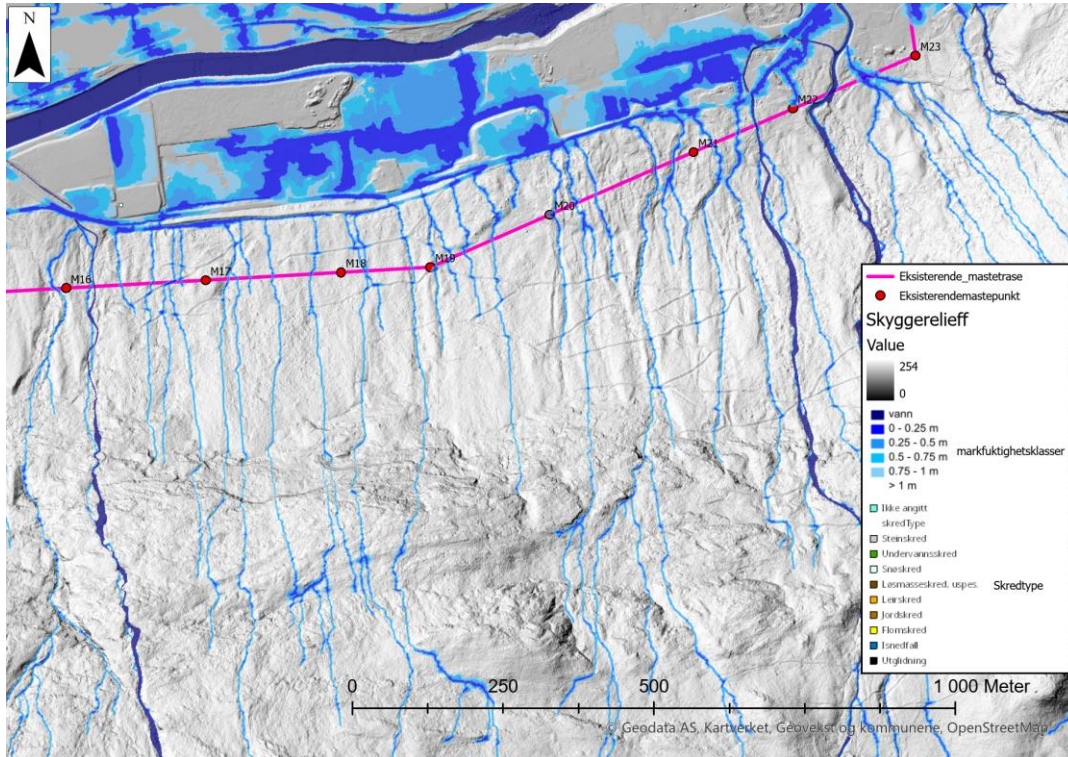
Skyggerelieffkart vist i Figur 2-6 til Figur 2-8 bekrefter at løsmassene langs mastetraséen er skredmateriale fra de overliggende bratte skrentene, og indikerer høy skredfare langs traséen. Mellom M1-M5 er det urmasser med enkelte dreneringsveger og raviner. M3 ligger eksempelvis mellom to dreneringsførende raviner. Mellom M4-M10 ligger de to største rasurene med dreneringsveger som går ned ved M5, M7 og M8. M9 og M10 ligger i en noe mindre rasur, hvorav M10 ligger mellom to raviner på en forhøyning i terrenget. Mellom M10 – M16 er det dreneringsførende raviner i skredmateriale med jevne mellomrom. Fra M17 til M20 blir ravinene mindre framtrepende, mens de blir noe mer markerte mellom M20 til M22.



Figur 2-6: Skyggerelieffkart med dreneringsveier i fjellsiden mellom M1-M9.



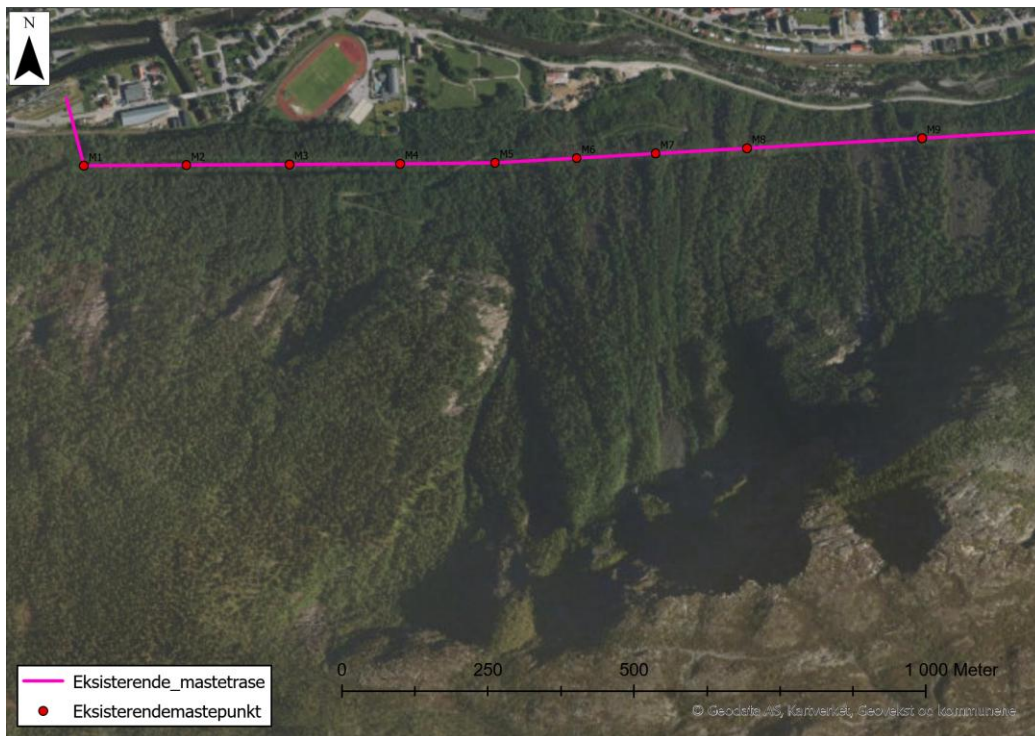
Figur 2-7: Skyggerelieffkart med dreneringsveier i fjellsiden mellom M10-M17.



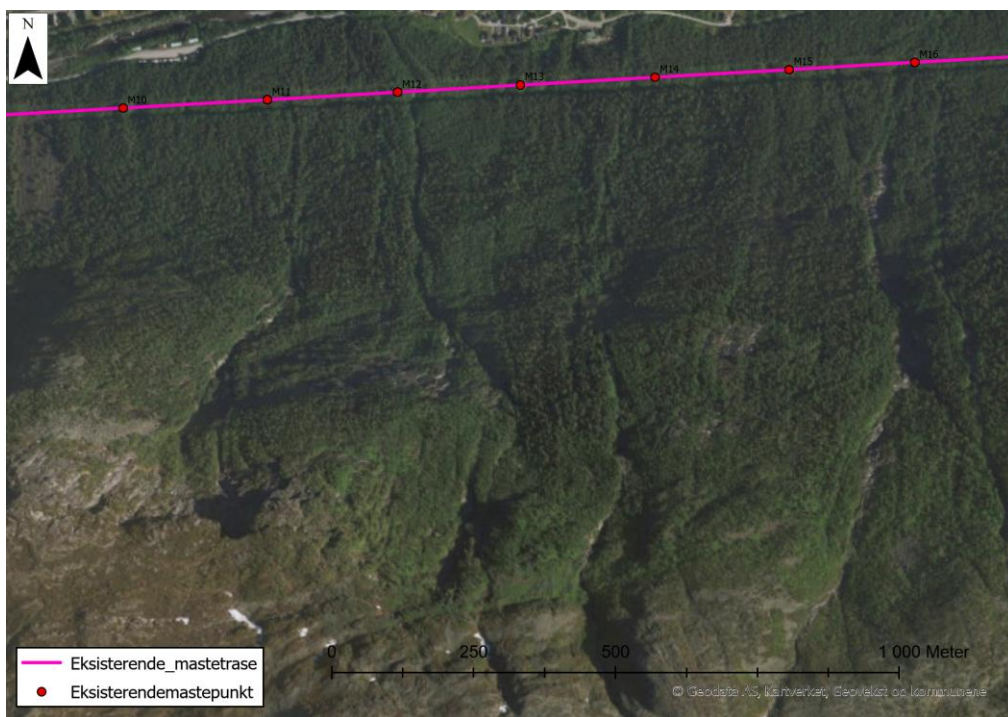
Figur 2-8: Skyggerelieffkart med dreneringsveier i fjellsiden mellom M10-M17.

## 2.2 Flyfoto og skråfoto

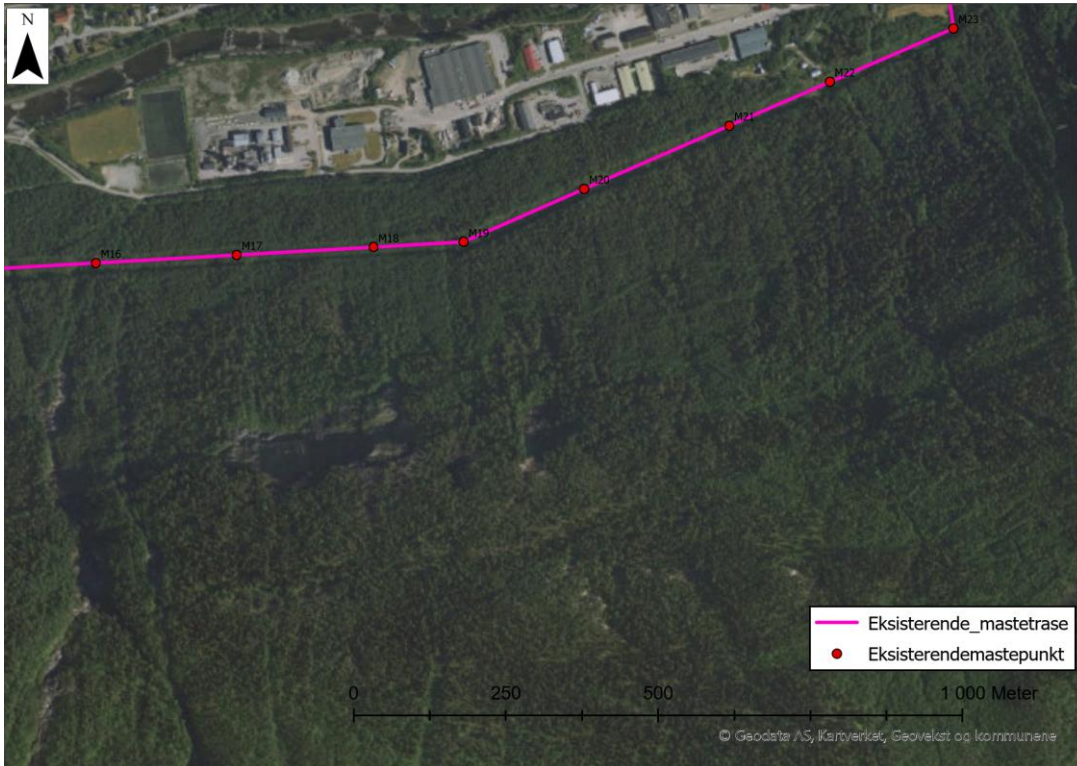
Flyfoto fra Norge i bilder viser tegn til skredaktivitet langs store deler av traséen i form av levéer, raviner og urmasser.



Figur 2-9: Ortofoto over fjellsiden mellom M1-M9.



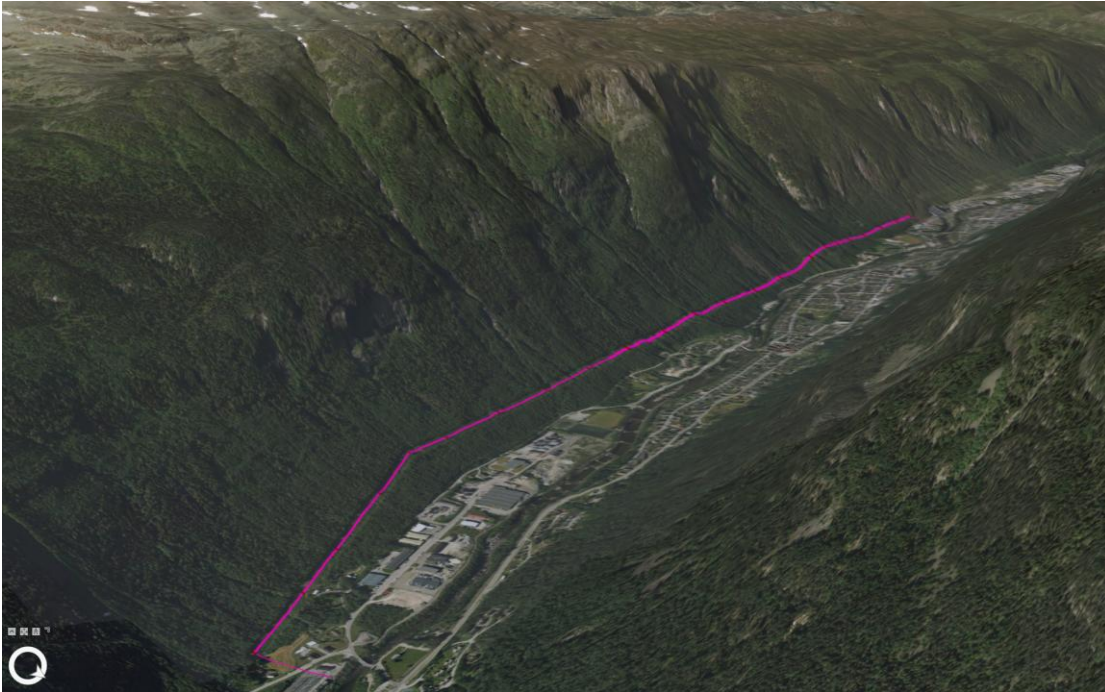
Figur 2-10: Ortofoto over fjellsiden mellom M10-M16.



Figur 2-11: Ortofoto over fjellsiden mellom M16-M23.



Figur 2-12: 3D-bilde av mastetraséen som viser skredavsetningene nedenfor de store, sammenhengende og bratte fjellsidene. Sett mot sør-øst.



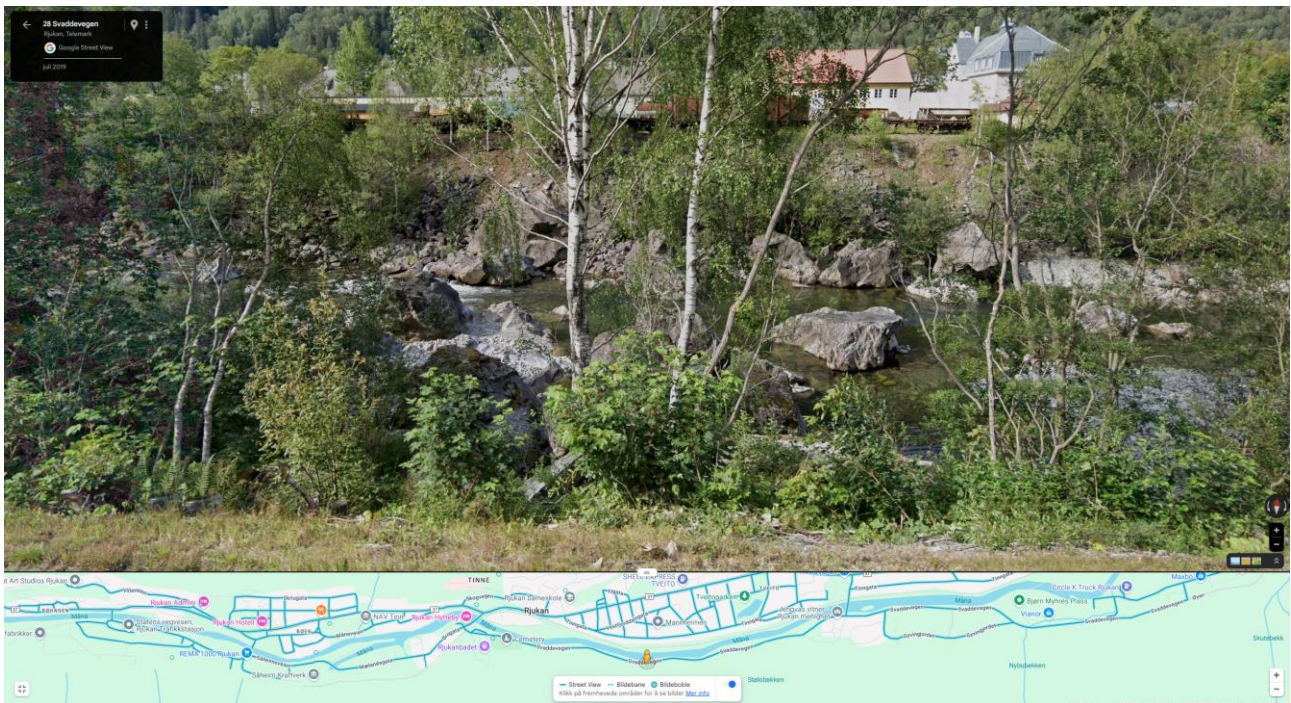
Figur 2-13: 3D-bilde av mastetraséen som viser skredavsetningene nedenfor de store, sammenhengende og bratte fjellssidene. Sett mot sør-vest.

### 2.3 Google street-view

Det er hentet ut utvalg fra Google-street-view som dokumenterer løснеområder for både steinsprang og snøskred, samt skredavsetninger langs Svaddevegen, vist i figurene under.



Figur 2-14: Urmasser som ligger inntil Svaddevegen. Mastepunkt M9 skimtes på bildet.



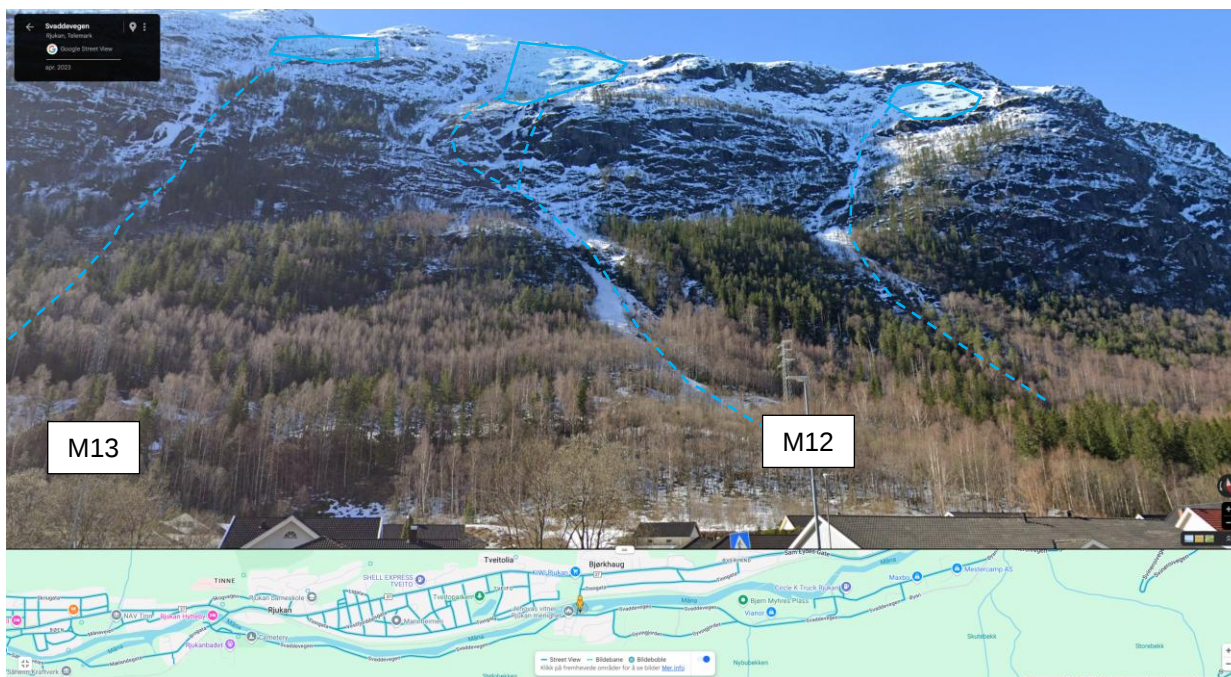
Figur 2-15: Steinsprangblokker i elva, mellom mastepunkt M8 og M9.



Figur 2-16: Oversikt over vestre del av fjellside. Mast M1 kan skimtes til høyre i bildet. (Google – Streetview).



Figur 2-17: Oversiktsbilde fra Google Streetview. Steinspranget dokumentert i 2021 gikk mellom M6 og M7. Mulige skredbaner for snøskred er også tegnet inn på figuren.



Figur 2-18: Google-streetview som viser fjellsiden ovenfor mast M10 til og med M16. Mast M12 og M13 vises på bildet. Bildet viser at det legges seg snø i øvre deler av fjellsiden hvor det er beskrevet løснеområder for snøskred i tidligere skredfarevurderinger. Løснеområder for snø er markert med blå polygon. Antatte skredbaner for snø er markert med blå stiplede linjer.



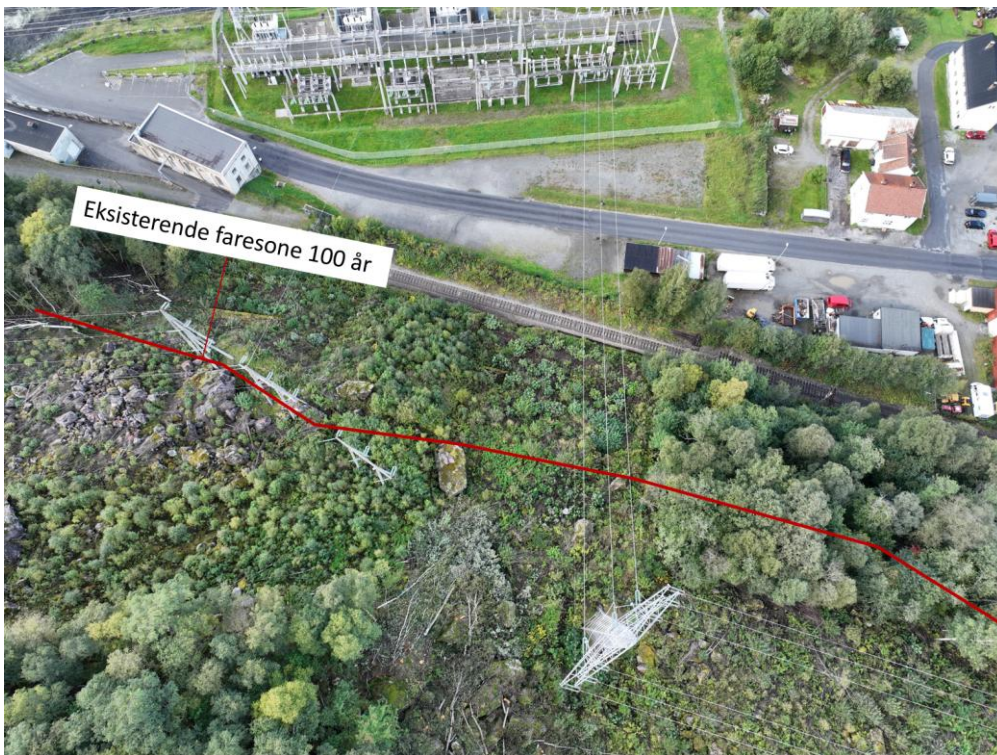
Figur 2-19: Google-streetview som viser fjellsiden ovenfor mast M16 til og med M19. Mast M16 skimtes på bildet. Bildet viser at det legges seg snø i øvre deler av fjellsiden hvor det er beskrevet løśnieområder for snøskred i tidligere skredfarevurderinger. Løśnieområder for snø er markert med blå polygon. Antatte skredbaner for snø er markert med blå stiplede linjer.

## 2.4 Observasjoner fra tidligere befaring nært eksisterende trasé

Utvalg av relevante dronefoto fra tidligere befaring ovenfor mast M1 – M3 viser svært bratt fjellside ovenfor mastepunktene med urmasser nedenfor de eksisterende mastene.



Figur 2-20: Fjellsiden ovenfor mastepunkt M1 – M6.



Figur 2-21: Rasur og eksisterende faresone 100 år ovenfor toglinja. M1 ligger innenfor 100-årssonen.



Figur 2-22: Løsneområde for steinsprang ovenfor mastepunkt M1 og M2.



Figur 2-23: Nærfoto av løснеområde i øvre del av fjellsiden ovenfor M1. Det er flere potensielle avløste parti med løsnesannsynlighet større enn 1/100.



Figur 2-24: Øvre deler av fjellsiden ovenfor M4 – M9.

## 3 Modellering av steinsprang

### 3.1 Modellering av steinsprang

Steinsprang og steinskred løsner vanligvis i fjellskråninger som er brattere enn 45°. Stabiliteten i bergmassene påvirkes av blant annet bergartstype, oppsprekkingsgrad, 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.

#### **Rockyfor3D**

3.1.1 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):

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

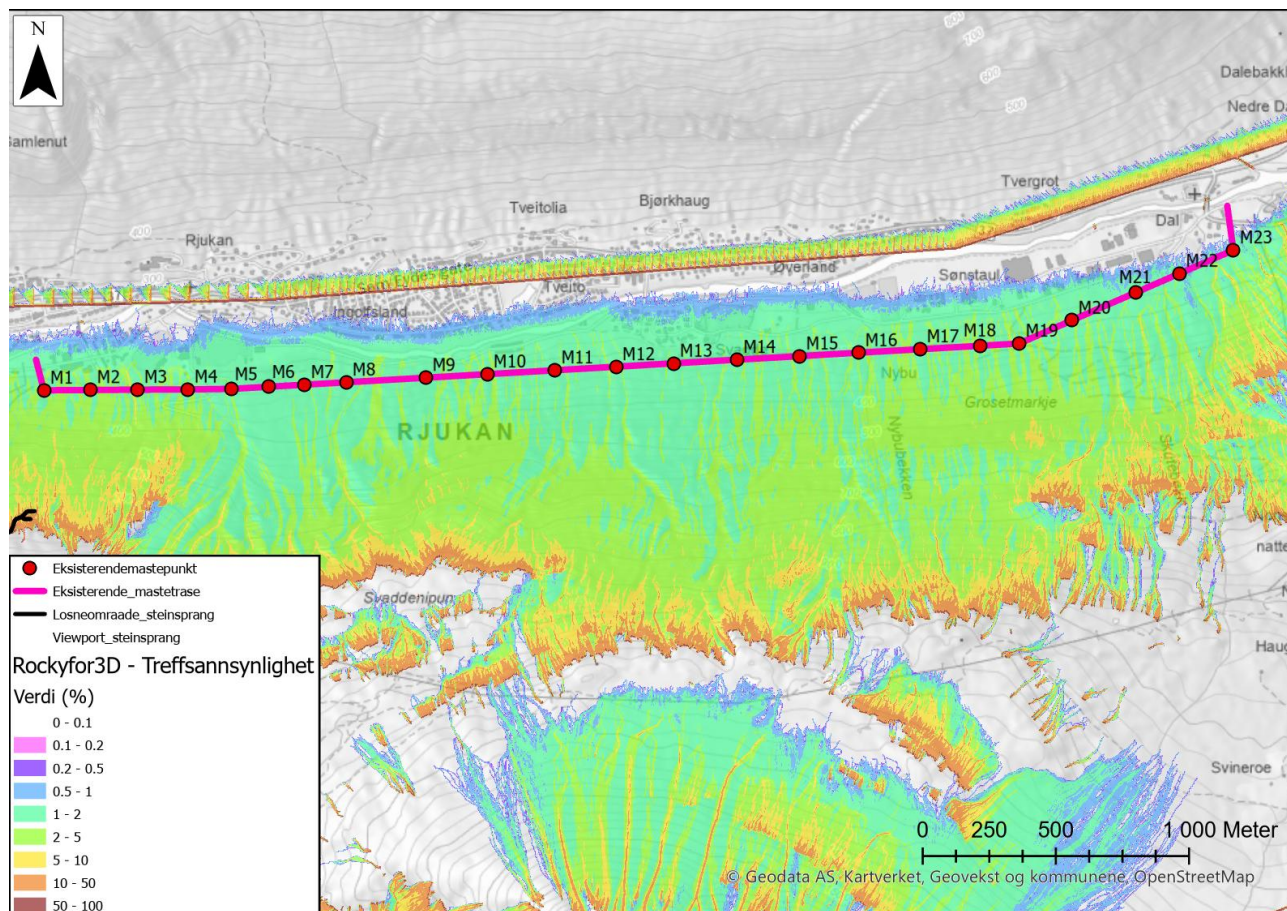
Ved terrengoppløsning 2x2 meter blir alle celler med terrenghelning  $\geq 52^\circ$  løsneområder.

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 3-1: Inputparametere til Rockyfor3D.

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

Simuleringsresultatene indikerer at store deler av mastetraséen mellom M1 – M19 ligger innenfor mulig rekkevidde for steinsprang.



Figur 3-1: Modelleringsresultat fra Rockyfor3D, viser steinsprangutløp (over 5% treffsannsynlighet) for M1-M5, M7-M8, M10-M20.

## 4 Overordnet skredfarevurdering for hvert mastepunkt

Overordnet vurdering for hvert mastepunkt er gitt i Tabell 4-1, basert på tidligere skredfarevurderinger, skredhistorikk og øvrig tilgjengelig grunnlagsmateriale. Norconsult er i hovedtrekk enig i utstrekningen av 100-års faresonen utført av Skred AS og størsteparten av de eksisterende mastepunktene (17 av 23) ligger dermed innenfor 100-års faresone. Den omfattende skredhistorikken, tilstedeværelse av skredavsetninger og flere tidligere skredfarevurderinger bekrefter den reelle høye skredfaren langs mastetraséen.

Tabell 4-1: Systematisk beskrivelse av observasjoner fra hvert mastepunkt basert på tilgjengelig grunnlagsdata

Maste- punkt	Overordnet skredfarevurdering	Skredsannsynlighet
M1 – M5	Ligger i faresone 1/100 og steinsprangavsetninger. Ligger nedenfor løснеområder som kan gi ytterligere nedfall.	> 1/100
M6 – M7	Ligger i faresone 1/100 og steinsprangavsetninger. Ligger nært tidligere registrerte steinspranghendelser. Så sent som i 2021 og 2022 gikk det steinsprang veldig nært disse mastepunktene.	> 1/100
M8	Ligger i faresone 1/100 og steinsprangavsetninger.	> 1/100
M9	Ligger utenfor faresone 1/100. Ikke tegn til nyere hendelser.	< 1/100
M10	Ligger utenfor faresone 1/100. Ikke tegn til nyere hendelser.	< 1/100
M11	Ligger godt stykke inn i faresone 1/100 og steinsprangavsetninger. Ligger nedenfor løснеområder som kan gi ytterligere steinsprang.	> 1/100
M12	Ligger godt stykke inn i faresone 1/100 og steinsprangavsetninger. Ligger nedenfor løснеområder som kan gi ytterligere steinsprang og snøskred. Ligger tett på skredbane til tidligere snøskredhendelser.	> 1/100
M13	Ligger utenfor faresone 1/100.	< 1/100
M14 – M16	Ligger i faresone 1/100 og steinsprangavsetninger. Ligger nedenfor løснеområder som kan gi ytterligere steinsprang og snøskred. Ligger tett på skredbane til tidligere snøskredhendelser.	> 1/100
M17 – M20	Ligger i faresone 1/100 og steinsprangavsetninger.	> 1/100
M21 – M23	Ligger utenfor faresone 1/100. Ikke tegn til nyere hendelser.	< 1/100

## 5 Oppsummering og konklusjon

Det er vurdert at 17 av totalt 23 mastepunkt langs eksisterende mastetrasé ligger innenfor faresone 1/100 og tilfredsstillende ikke dagens krav til sikkerhet mot skred i bratt terreng i henhold til NVEs søknadsveileder «*Veileder for utforming av søknader om konsesjon for nettanlegg*». Norconsult mener at det er en fare for at det må utføres omfattende sikringsarbeider for en eventuelt ny trasé skal oppfylle sikkerhetskravene. Skredfrekvensen er vurdert å være så høy at personopphold knyttet til drift og vedlikehold av eksisterende master, og anleggsarbeid i forbindelse med oppføring av eventuelle sikringstiltak, vil utsettes for stor skredrisiko.

## Referanser

1. **Direktoratet for byggkvalitet.** Veiledning om tekniske krav til byggverk. [Internett] <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/>.
2. **Kartverket.** Høydedata. [Internett] 2023. [Sisert: 07 08 2023.] <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>.
3. **Statens kartverk, Geovekst og kommunene.** Norge i bilder. [Internett] 2023. <https://norgebilder.no/>.
4. **NGU.** Berggrunn - Nasjonal berggrunnsdatabase. [Internett] 2023. [https://geo.ngu.no/kart/berggrunn\\_mobil/](https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/).
5. —. Kart på nett: Bergrunn, Løsmasser og marin grense. [Internett] 2021. <https://www.ngu.no/emne/kart-pa-nett>.
6. **NVE.** NVE atlas. [Internett] 2023. <https://atlas.nve.no/>.
7. **Streamlit.** AV-Klima. [Internett] Streamlit, 2023. [Sisert: 06 12 2023.] <https://app-avtools-klima-dev.azurewebsites.net/>.
8. **Skred AS.** 18175-01-01 - Skredfarekartlegging for Rjukan sentrum. s.l. : Skred AS, 2018.
9. **NGU.** [Internett] <https://www.tinn-kommune.com/Rapporter/NGI/NGU-2004-023-V2.pdf>.
10. —. NGU - Kart på nett. [Internett] NGU. [Sisert: 30 11 2022.] <https://www.ngu.no/emne/kart-pa-nett>.
11. **Lussana, C., Tveito, O.E. & Uboldi F.** *seNorge v2.0: an observational gridded dataset of temperature for Norway. MET-report 14/2016.* 2016.
12. **T., Saloranta.** *New version (v.1.1.1) og the seNorge snow model and snow maps for Norway. NVE report 06/14.* 2014.
13. **Asplan Viak for NVE.** AV-Klima. [Internett] <https://nve-av-klima.azurewebsites.net/>.