

Dokument type
Skredfarevurdering

Dato
Januar 2022

**Skredfarevurdering iht. krav i Plan og bygningsloven og
TEK17**

SKREDFAREVURDERING **SETTEFISKANLEGG** **VEVELSTAD**



SKREDFAREVURDERING SETTEFISKANLEGG VEVELSTAD

Oppdragsnavn **Reguleringsplan for settefiskanlegg Vevelstad**
Prosjekt nr. **1350047062**
Mottaker **Aquaculture Innovation AS**
Dokument type **Rapport**
Versjon **1**
Dato **21.12.21**
Utført av **Torgeir Fiskum Hansvik**
Kontrollert av **Gudrun Dreiås Majala**
Godkjent av **Gudrun Dreiås Majala**

1. SAMMENDRAG

Rambøll har vurdert skredfaren fra naturlig bratt terreng for et avgrenset område i Lauknes i Vevelstad kommune.

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

Skredfarevurderingen er utført av fagkyndig personell i Rambøll, og følger NVEs veileder Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak¹, og vil dermed kunne dokumentere om sikkerhetskravene er oppfylt.

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

¹ <https://www.nve.no/veileder-skredfareutredning-bratt-terreng>

2. INNHOLDSFORTEGNELSE

1.	Sammendrag	3
2.	Innholdsfortegnelse	4
3.	Om oppdraget	5
4.	Forord	6
5.	innledning	6
5.1	Detaljnivå og bruk av skredfarevurdering	6
5.2	Gjeldende regelverk	6
5.3	Grunnlagsmateriale	7
6.	Områdebeskrivelse	8
6.1	Geografi	8
6.2	Topografi	8
6.3	Løsmasser og berggrunn	12
6.4	Vann og nedbørsfelt	14
6.5	Vegetasjon	14
6.6	Klimatologiske data	14
6.7	Aktsomhetskart	17
6.8	Tidligere utredninger/kartlegginger i området	17
6.9	Skredhistorikk og lokalkunnskap	17
6.10	Eksisterende sikringstiltak	17
7.	skredfarekartlegging og Skredfareutredning per skredtype	18
7.1	Feltkartlegging og registreringskart	18
7.2	Steinsprang	18
7.2.1	Er steinsprang aktuell prosess i påvirkningsområdet?	18
7.2.2	Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet	19
7.2.3	Utredning av utløp	19
7.2.4	Når steinsprang inn i kartleggingsområdet?	19
7.3	Steinskred	20
7.3.1	Er steinskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?	20
7.4	Snøskred	20
7.4.1	Er snøskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?	20
7.4.2	Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet	20
7.4.3	Utredning av utløp	21
7.4.4	Når snøskred inn i kartleggingsområdet?	21
7.5	Sørpeskred	21
7.5.1	Er sørpeskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?	21
7.5.2	Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet	21
7.5.3	Utredning av utløp	22
7.5.4	Når sørpeskred inn i kartleggingsområdet?	22
7.6	Jord- og flomskred	23
7.6.1	Er jord- og flomskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?	23
7.6.2	Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet	23
7.6.3	Utredning av utløp	25
7.6.4	Når jord- og flomskred inn i kartleggingsområdet?	26
7.7	Hva er den samlede skredfaren?	26
7.8	Avbøtende tiltak	26
8.	Referanser	27
9.	Vedlegg	28
9.1	Vedlegg - Bilder	28

9.2	Vedlegg – Helningskart	30
9.3	Vedlegg – Skyggekart	31
9.4	Vedlegg – Registreringskart	32
9.5	Vedlegg – Modelleringsresultat snøskred	34
9.6	Tabell – Modelleringsparametere RAMMS Avalanche	35
9.7	Vedlegg – Modelleringsresultat jord- og flomskred.	36
9.8	Vedlegg – Modelleringsresultat steinsprang	37
9.9	Vedlegg – Faresoner	38
9.10	Vedlegg – Avbøtende tiltak	39

3. OM OPPDRAGET

Oppdragsgiver:

Aquaculture Innovation AS

Utførende foretak:

Rambøll Norge AS

Skredfareutredning for reguleringsplan

Reguleringsplan for etablering av settefiskanlegg på Lauknes i Vevelstad kommune

Følgende tiltak og sikkerhetsklasse(r) er planlagt på eiendommen/planområdet:

Settefiskanlegg, sikkerhetsklasse S2

Befaring gjennomført, eventuelt hvorfor ikke:

Befaring gjennomført

av Gudrun Dreiås Majala og Torgeir Fiskum Hansvik 06.10.2021.”

Kort beskrivelse av oppdraget:

Oppdraget omfatter skredfareutredning etter TEK17 §7-3 og NVEs veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng for etablering av settefiskanlegg på et avgrenset Vevelstad kommune. Tiltaket faller inn under sikkerhetsklasse S2 i TEK17 §7-3.

4. FORORD

Rambøll har på oppdrag fra Aquaculture Innovation AS vurdert sikkerhet mot skred i bratt terreng for et avgrenset område i Vevelstad kommune. Aktuelt område er innenfor NVEs aktsomhetskart for snøskred og jord- og flomskred. Dette utløser behov for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng etter TEK17 § 7-3 og NVEs veileder [1]. Vurderingen inkluderer skredtypene snø-, jord-, flom-, sørpe- og steinscred og steinsprang. Fare for kvikkleirescred, fjellskred og flom er ikke vurdert.

Det er et settefiskanlegg som skal etableres nede ved fjorden. Skredfarevurderingen tar utgangspunkt i sikkerhetsklasse S2.

Det er avdekket fare for steinsprang og jord- og flomskred i påvirkningsområdet, men det er jord- og flomskred som vil ha utløp inn i planområdet. Kravet til sikkerhet mot skred i bratt terreng i TEK17 §7-3 er ikke oppfylt. For at kravet til sikkerhet skal være oppfylt anbefales det etablert en ledevoll/sikringsvoll.

5. INNLEDNING

5.1 Detaljnivå og bruk av skredfarevurdering

Aktsomhetskart fra NVE (Norges vassdrag og energidirektorat) viser kun potensielle fareområder. Kartene er generert fra en grov terrengeanalyse, der lokale forhold ikke er tatt hensyn til. Sannsynligheten eller gjentaksintervallet for skred er ikke vurdert. I de fleste tilfeller vil en nærmere kartlegging føre til at utstrekningen av aktsomhetsområdene kan reduseres.

Rambøll har vurdert sannsynligheten for skred basert på kartanalyser, feltkartlegging, skredhistorikk og klimadata. Skredfarevurderingen er utført med en detaljeringsgrad og nøyaktighet som tilfredsstiller NVEs retningslinjer og veileder for utredning for regulering og byggesak.

Skredfarevurderingen gjøres uavhengig av avgrensningen på aktsomhetsområdene. Dette for å tilfredsstille retningslinjene. Kartleggingen omfatter snøskred, sørpescred, steinsprang, steinscred, jordscred og flomskred. For beskrivelse av skredtypene som er vurdert, vises det til NVEs veileder [1]. Vurdering av kvikkleirescred, fjellskred og flom er ikke inkludert i denne vurderingen.

Vurderingen legger til grunn dagens terreng, vegetasjonsforhold og klimadata, og gjelder skredfare fra naturlig bratt terreng.

Ved fastsettelse av faresoner for skred, vil disse gjelde over aktsomhetsområdene.

5.2 Gjeldende regelverk

Byggeteknisk forskrift TEK 17 og plan- og bygningsloven

Krav til sikkerhet mot skred og flom er gitt i Veiledning om tekniske krav til byggverk (TEK17), som inngår i plan- og bygningsloven. Ved plassering av byggverk i skredfarlige områder er det definert tre sikkerhetsklasser for skred, inndelt etter konsekvens og største nominelle årlige sannsynlighet for skred, se Tabell 1.

I vurderingen av hvilken sikkerhetsklasse byggverket havner i, må det tas hensyn til både konsekvenser for liv og helse, samt økonomiske verdier. I områder som kan utsettes for flere typer skred er det den samlede nominelle årlige sannsynligheten for skred som skal legges til grunn. Nominell sannsynlighet for skred er definert som sannsynlighet for skred per enhetsbredde på 30 meter på tvers av skredretningen, når tomtebredden ikke er fastlagt.

For bestemmelse av sikkerhetsklasse som skal legges til grunn i vurderingen vises det til beskrivende eksempler i TEK 17. Kort oppsummert:

Sikkerhetsklasse S1 – Byggverk der det normalt ikke oppholder seg personer og der det er små økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Eksempelvis garasje, uthus og båtnaust, mindre brygger og lagerbygning med lite personopphold.

Sikkerhetsklasse S2 - Byggverk der det normalt oppholder seg maksimum 25 personer, eller der det er middels økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Eksempelvis enebolig, tomannsbolig, eneboliger i kjede/rekkehus/boligblokk/fritidsbolig, arbeids- og publikumsbygg, driftsbygning i landbruk, parkeringshus og havneanlegg.

Sikkerhetsklasse S3 - Byggverk der det normalt oppholder seg mer enn 25 personer, eller der det er store økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Eksempelvis skole, barnehage, sykehjem og lokal beredskapsinstitusjon.

Kravet til sikkerhet for tilhørende uteareal kan ofte reduseres til et lavere sikkerhetsnivå, avhengig av eksponeringstid.

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde.

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

Aktuell sikkerhetsklasse

Fare for skred vurderes basert på krav for sikkerhetsklasse S1 og S2. For sikkerhetsklasse S1 tillates det at største nominelle årlige sannsynlighet for skred er 1/100. For sikkerhetsklasse S2 tillates det at største nominelle årlige sannsynlighet for skred er 1/1000.

5.3 Grunnlagsmateriale

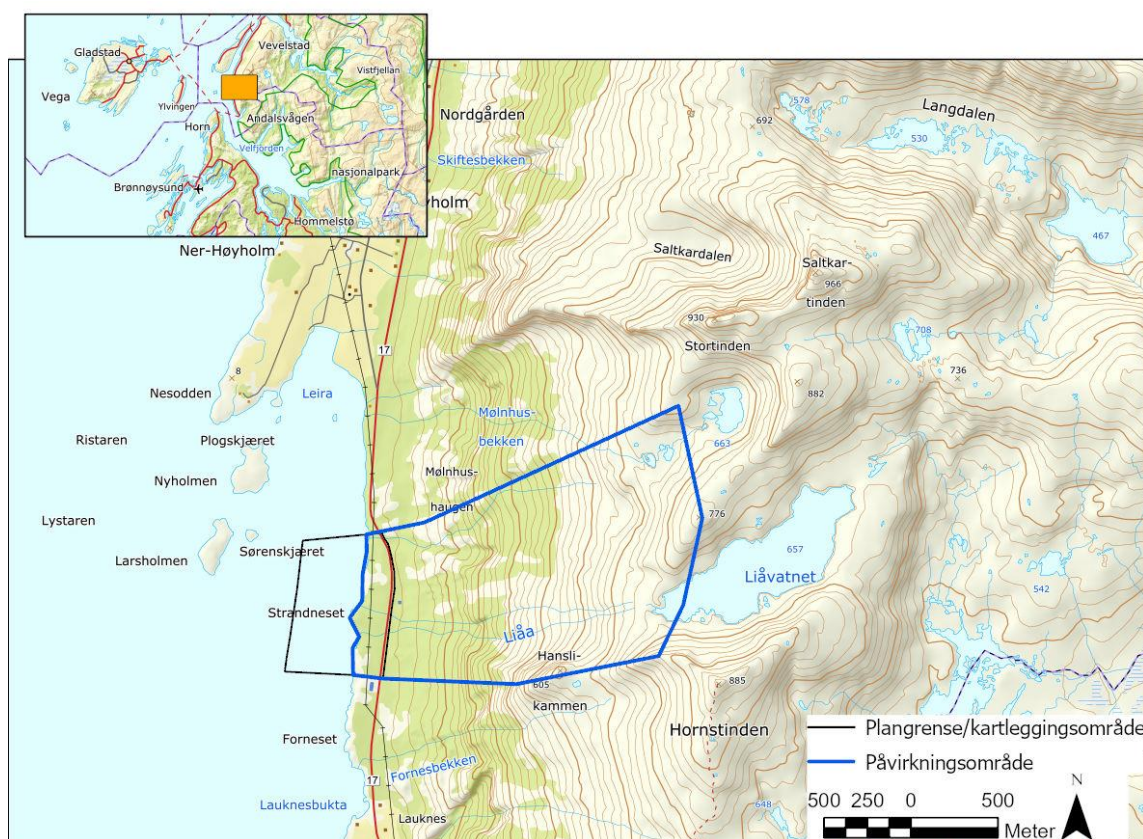
- Berggrunnskart og løsmassekart hentet fra www.ngu.no (NGU, 2021)
- Terrengmodell hentet fra www.hoydedata.no (Kartverket, 2021)
- Ortofoto hentet fra www.norgebilder.no
- Grunnlagskart hentet fra www.norgeskart.no
- Informasjon om skredhendelser hentet fra NVE Atlas (NVE, 2021)
- Veileder for sikkerhet mot skred i bratt terreng (NVE, 2020)

6. OMRÅDEBESKRIVELSE

6.1 Geografi

Kartleggingsområdet og påvirkningsområdet er vist i Figur 1. Kartleggingsområdet er det samme som planområdet i reguleringsplanen og det blir referert til kartleggingsområdet i resten av skredvurderingen. Vevelstad er en kommune på Helgeland i Nordland. Den grenser i nord mot Alstahaug, i øst mot Vefsn, i sør mot Brønnøy, og i vest over havet mot Vega.

Kartleggingsområdet ligger ved vestsiden av Rv17, fra Steinmo bobilparkering og ca. 2 km nordover (Figur 2).



Figur 1: Oversikt over kartleggingsområdet og påvirkningsområdet og utsnitt av oversiktskart.

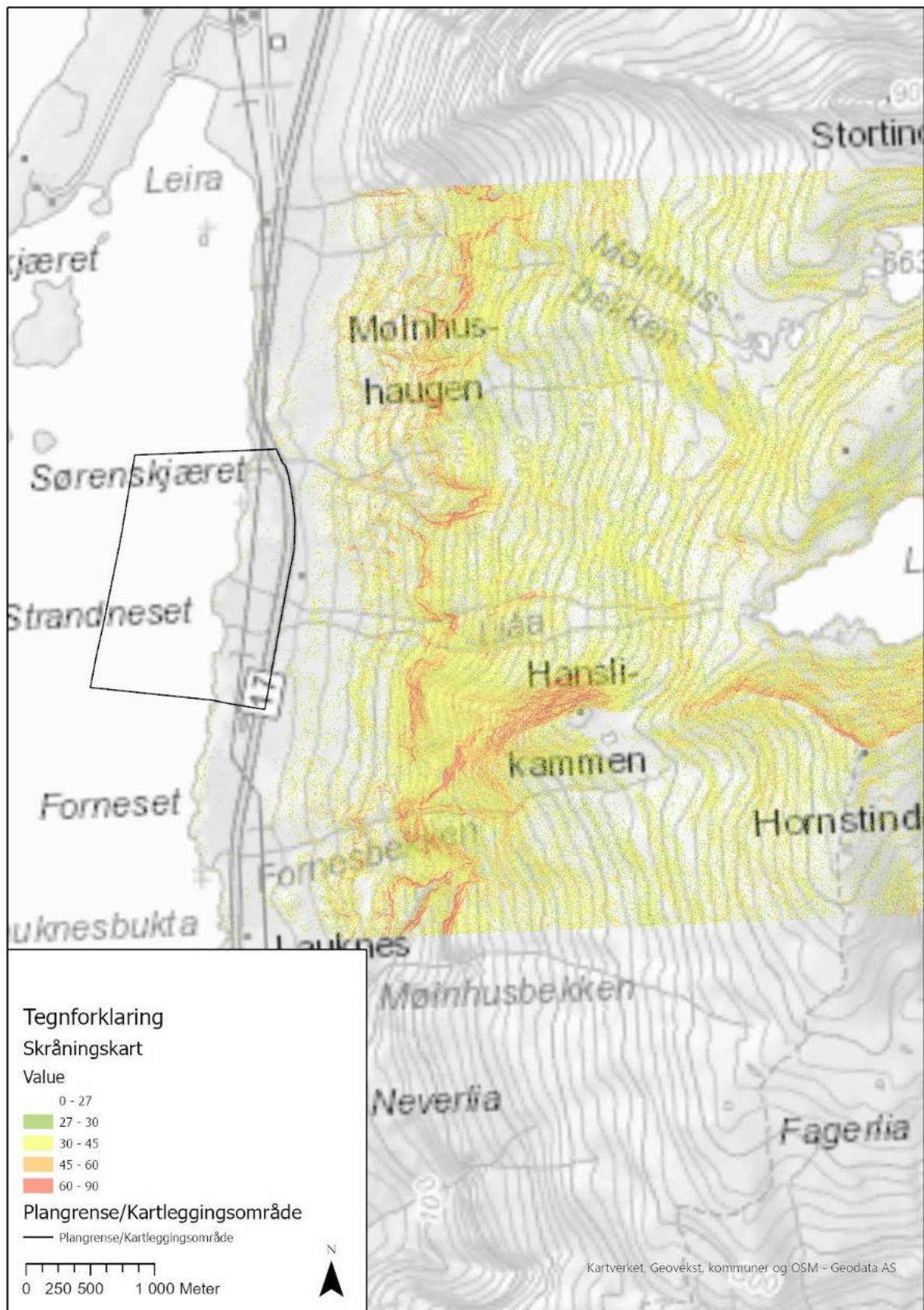
6.2 Topografi

Figur 2 viser flyfoto av området som er vurdert. Helningskart for terrenget er vist i Figur 3, og skyggerelieffkart er vist i Figur 4. Generelt ligger planområdet innenfor ca. 0-12 m.o.h, og tilnærmet flatt. På oversiden av vegen i kartlagt området er det fjell og brattere helning.

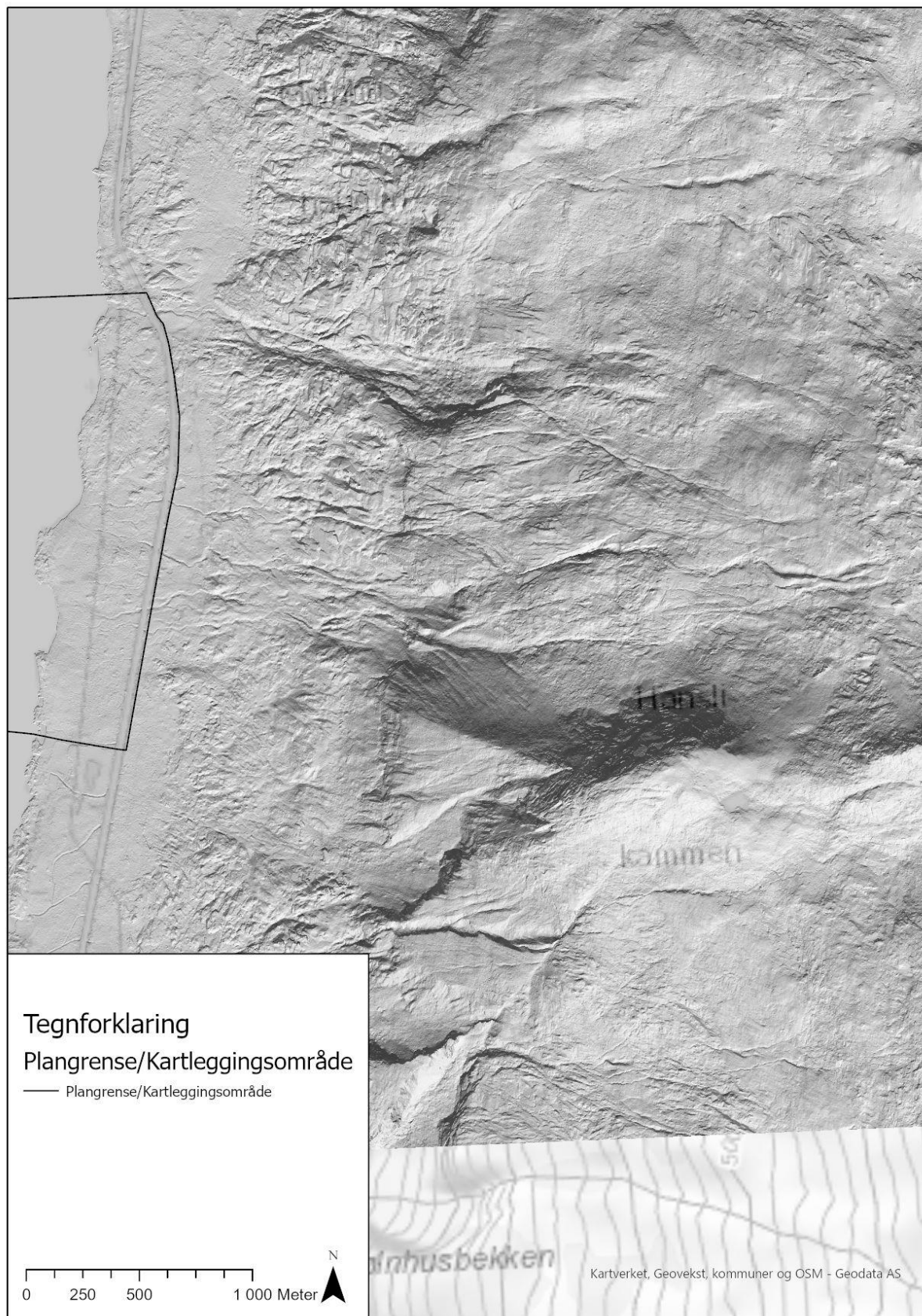


Figur 2: Oversiktsbilde, sort linje viser kartleggingsområdet.

Helningskartet, Figur 3, (Vedlegg – Helningskart) viser helningen i påvirkningsområdet. Øst for Rv17 går terrenget oppover, først slakt ($<27^\circ$) ca. 300-700 meter før de så blir konstant bratt ($>27^\circ$) opp til Liåvatnet (655 moh.) og omkringliggende topper. Det er flere elve- og bekkeløp som går fra Liåvatnet, samt depresjoner i terrenget i kartlagt område.



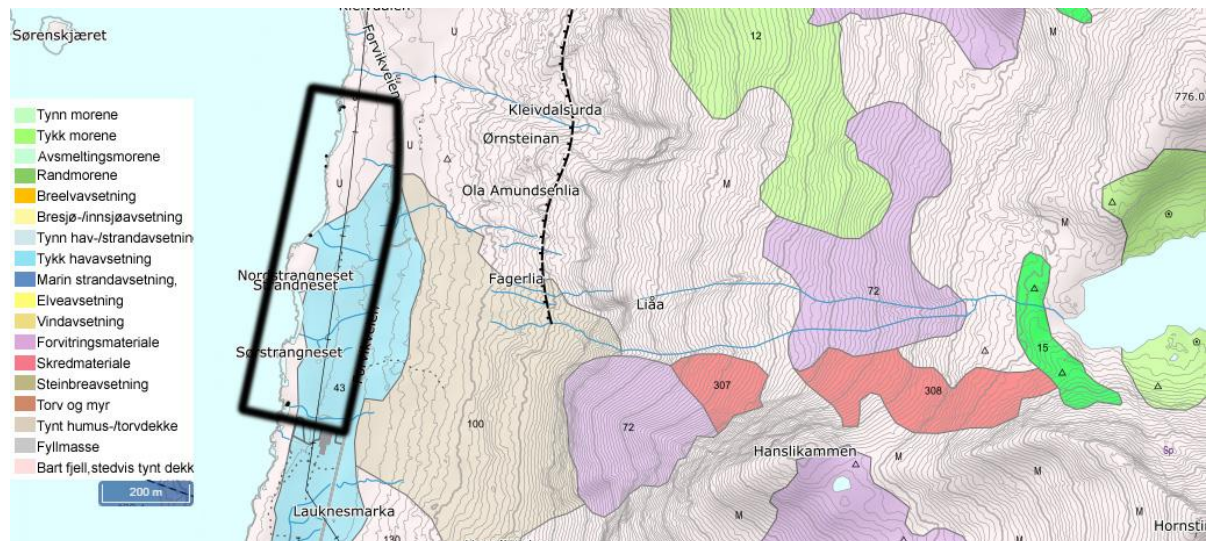
Figur 3: Helningskart.



Figur 4: Skyggerelieffkart.

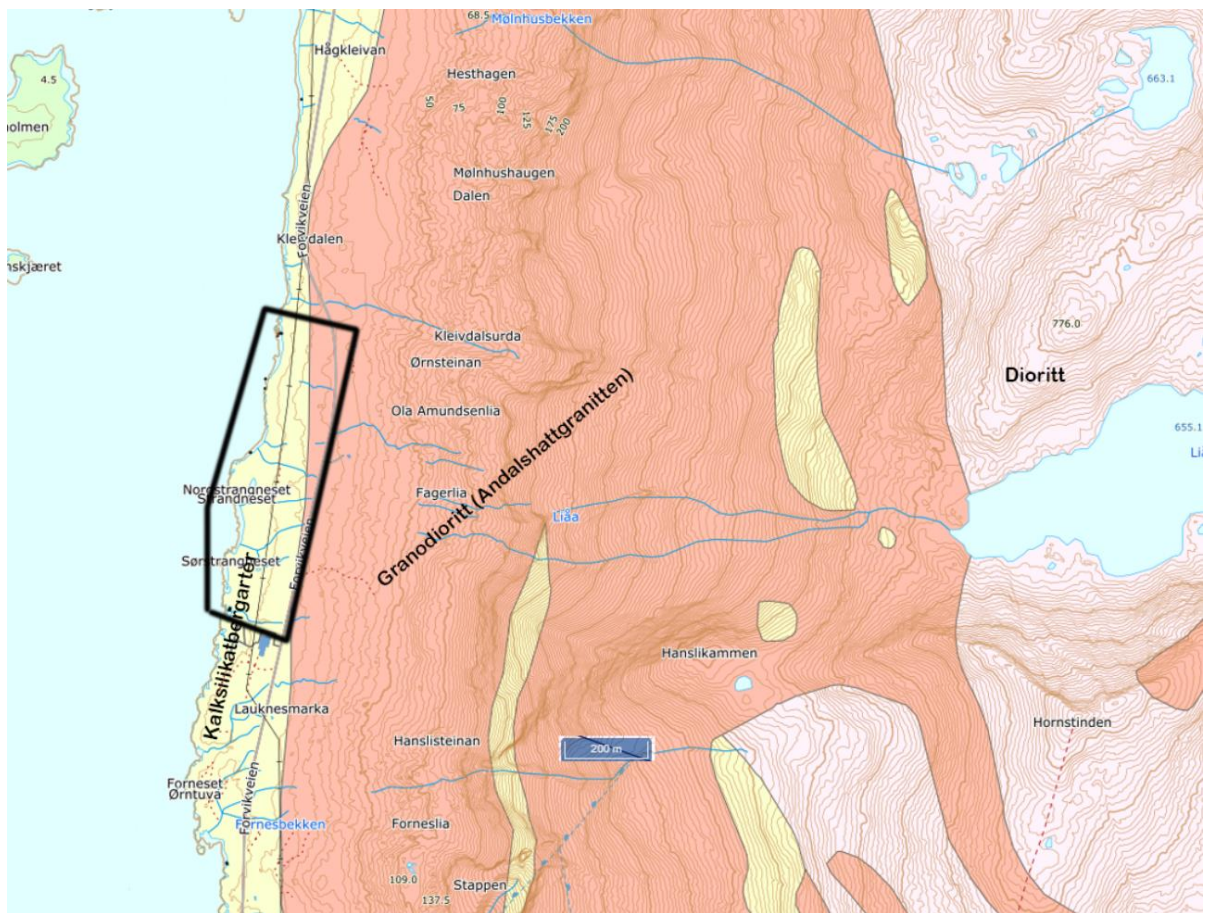
6.3 Løsmasser og berggrunn

Løsmassekart vises under i Figur 5. Løsmassene består av Hav- og fjordavsetning og strandavsetning, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen (lyseblått) i kartleggingsområdet. Videre oppover skråningen ligger det humusdekke/tynt torvdekke over berggrunn (beige), bart fjell (rosa), forvitningsmateriale (lilla), steinsprangavsetning (rød), tynn morene (lys grønn) og randmorene (mørk grønn). Stiplet linje viser strandlinje i fjell.



Figur 5: Løsmassekart fra NGU.

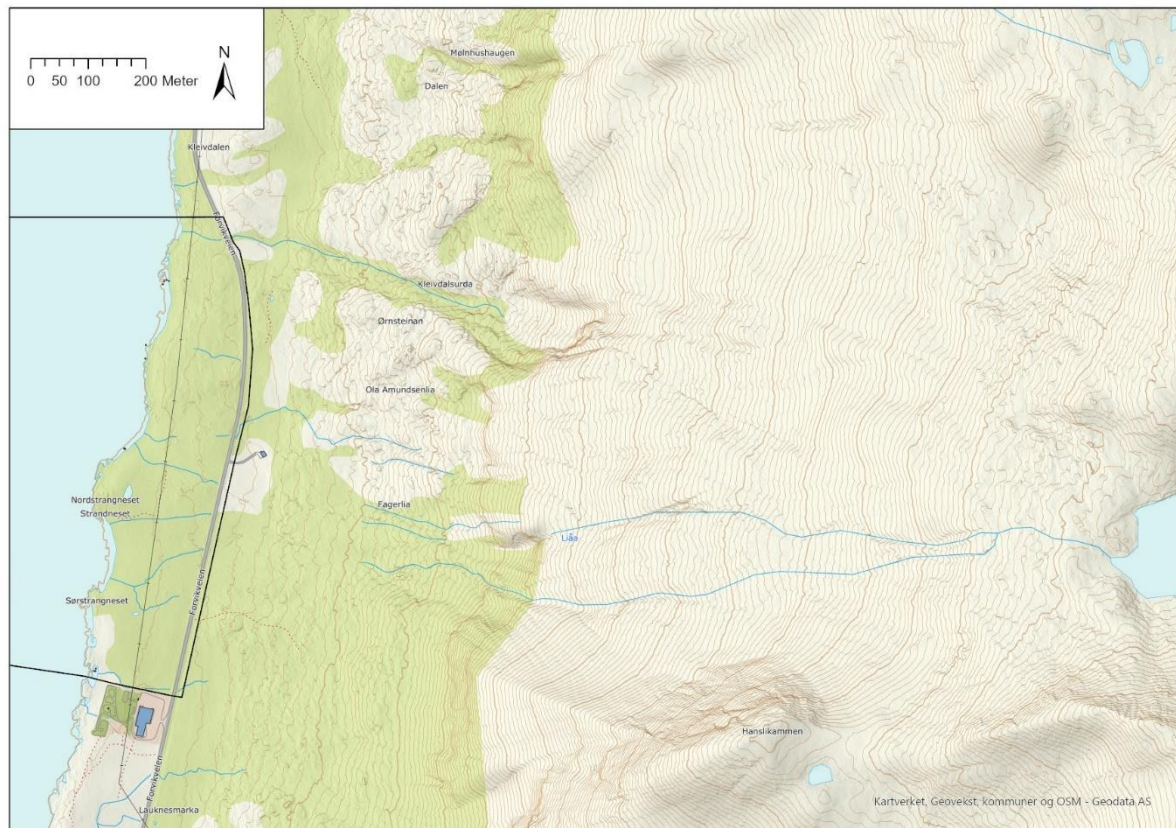
Berggrunnen i kartleggingsområdet består av kalksilikatbergarter (gul i Figur 6) og dioritter (Granodioritt vist som rød og dioritt vist som rosa i Figur 6). Kommersielt kalles Granodioritten Vevelstadgranitt og brukes som naturstein. Granodioritten tilhører Andalsvågen som strekker seg fra Vistnes til Andalsvågen i Vevelstad kommune. Berggrunnen er preget av strøkretning sørvest-nordøst (NGU, 2021).



Figur 6: Berggrunnskart fra NGU.

Det går definerte vannveger ned til kartleggingsområdet, de er vist over i Figur 7. Den største er Liåa, som renner fra Liåvatnet (657 moh.) Det går også mindre bekker ned til kartleggingsområdet og det er flere stikkrenner under vegen. Nedbørsfeltet går opp til knekkpunktene rundt Liåvatnet, og er estimert til ca. 2,2 km².

6.4 Vann og nedbørsfelt



Figur 7: Vannveger i kartleggingsområdet og påvirkningsområdet.

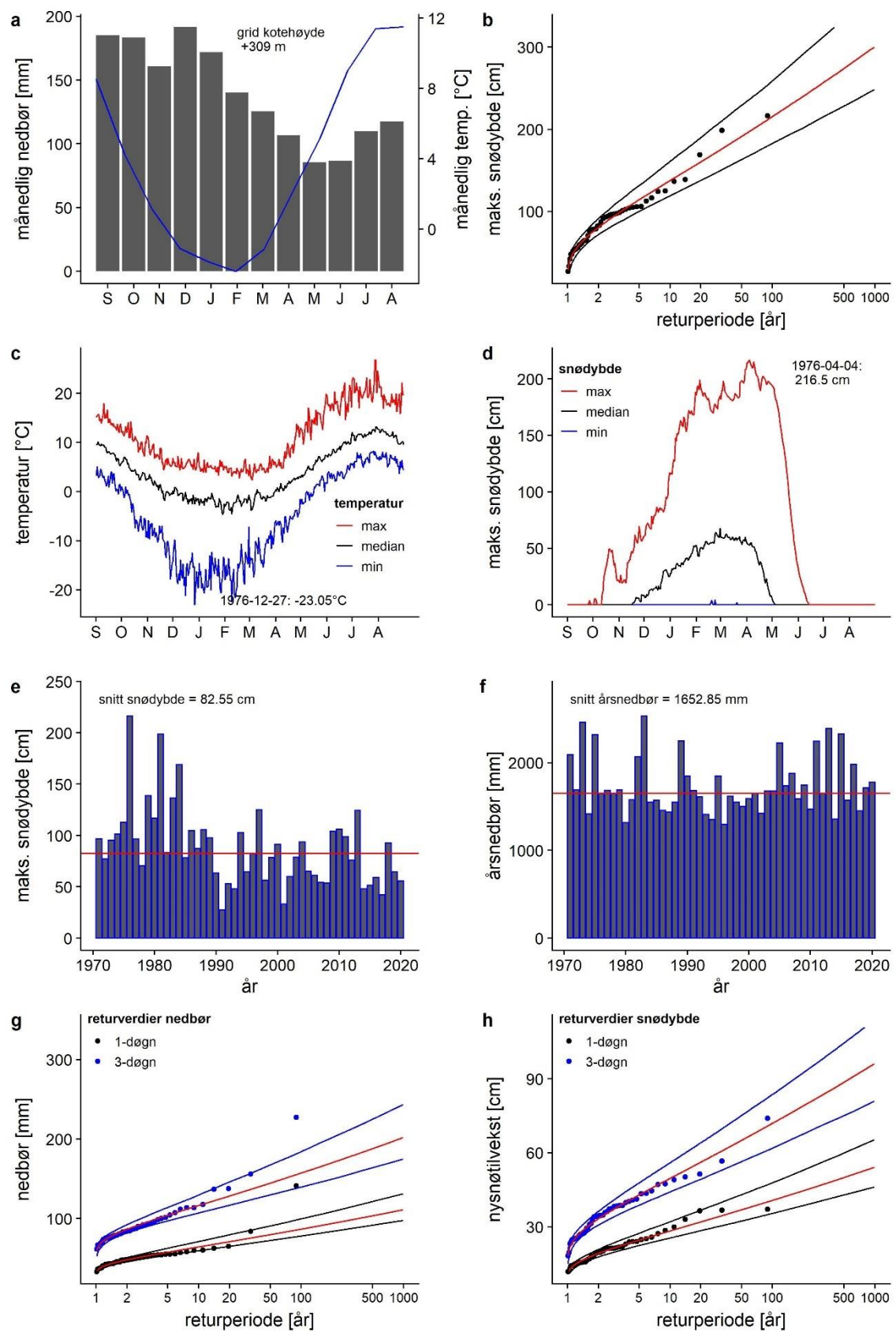
6.5 Vegetasjon

Skogen består hovedsakelig av løvskog opptil tregrensen på ca. 450 moh. Det finnes noen små felt med gran og furu. Siden dominerende tresort er løvskog har ikke det noen særlig effekt på skred i dette påvirkningsområdet.

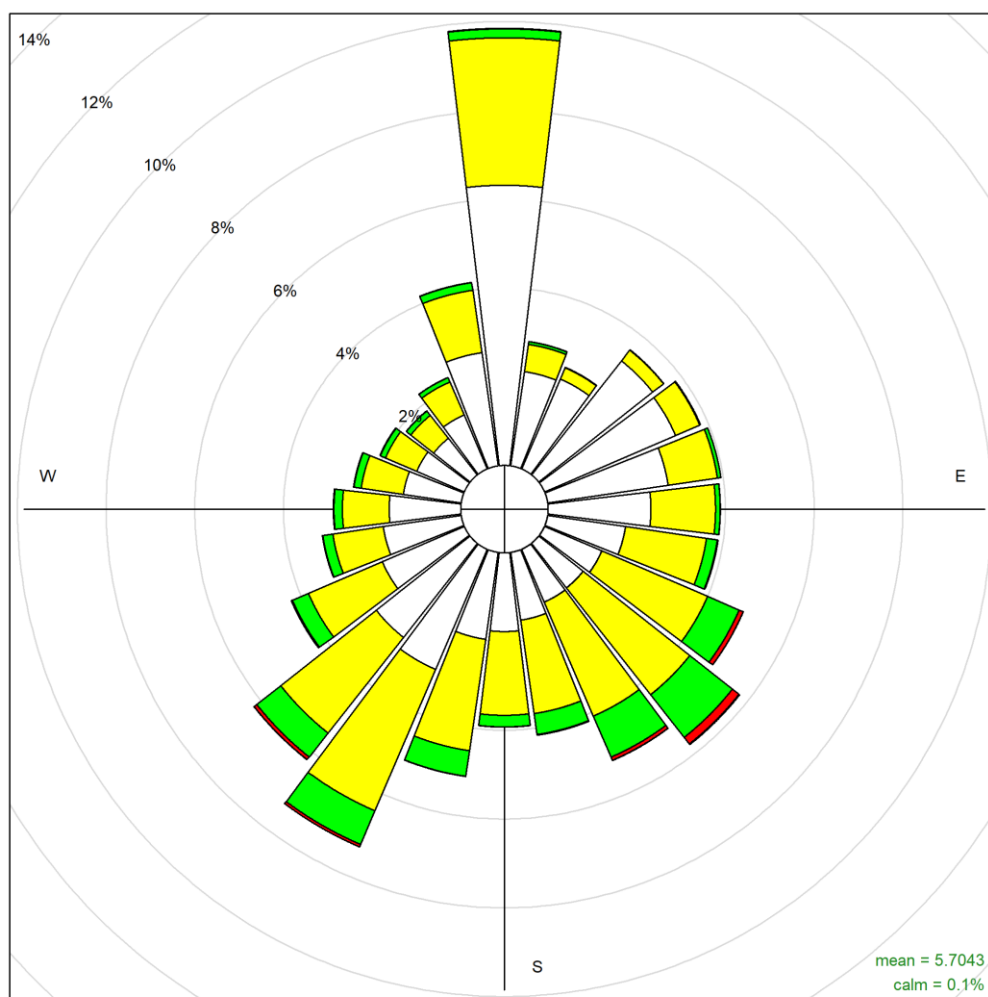
6.6 Klimatologiske data

Det er utført en klimaanalyse for grid UTM33N 379859 7279682, 309 moh, i programvaren R (Ragulina & Reitan, 2017). Resultatene er vist under i Figur 8. Årsnedbøren er estimert til 1652mm. Det kommer mest nedbør fra september-januar og temperaturen gjør at nedbøren kommer som snø i vintermånedene. Maks snødybde er 216,5 cm, gjennomsnittlig snødybde er 82cm. Analyse for returverdier på 1 og 3 døgns nedbør viser at det kan komme ca. 100mm nedbør på ett døgn og ca. 200mm på tre døgn. Dette utgjør henholdsvis 1m og 2m i snø, det gjør at snøskred, jord- og flomskred og snøskred kan utløses ved ekstreme nedbørshendelser.

Det er også hentet data fra nærmeste vindmåler, dette er Brønnøysund lufthavn. Vindrose er vist på Figur 9. Dominerende vindretning er fra Nord, men lokal topografi påvirker vindretning. Det er rimelig å anta at dominerende vindretning er fra Nord i kartleggings og påvirkningsområdet også, men at i vintermånedene vil også katabatisk vind fra skråningen føre til vind fra Øst. På Helgelandskysten er det generelt mye vind fra Nord og Nord-Vest.



Figur 8 Klimaanalyse for kartleggingsområdet, utført i R, basert på (Ragulina & Reitan, 2017).

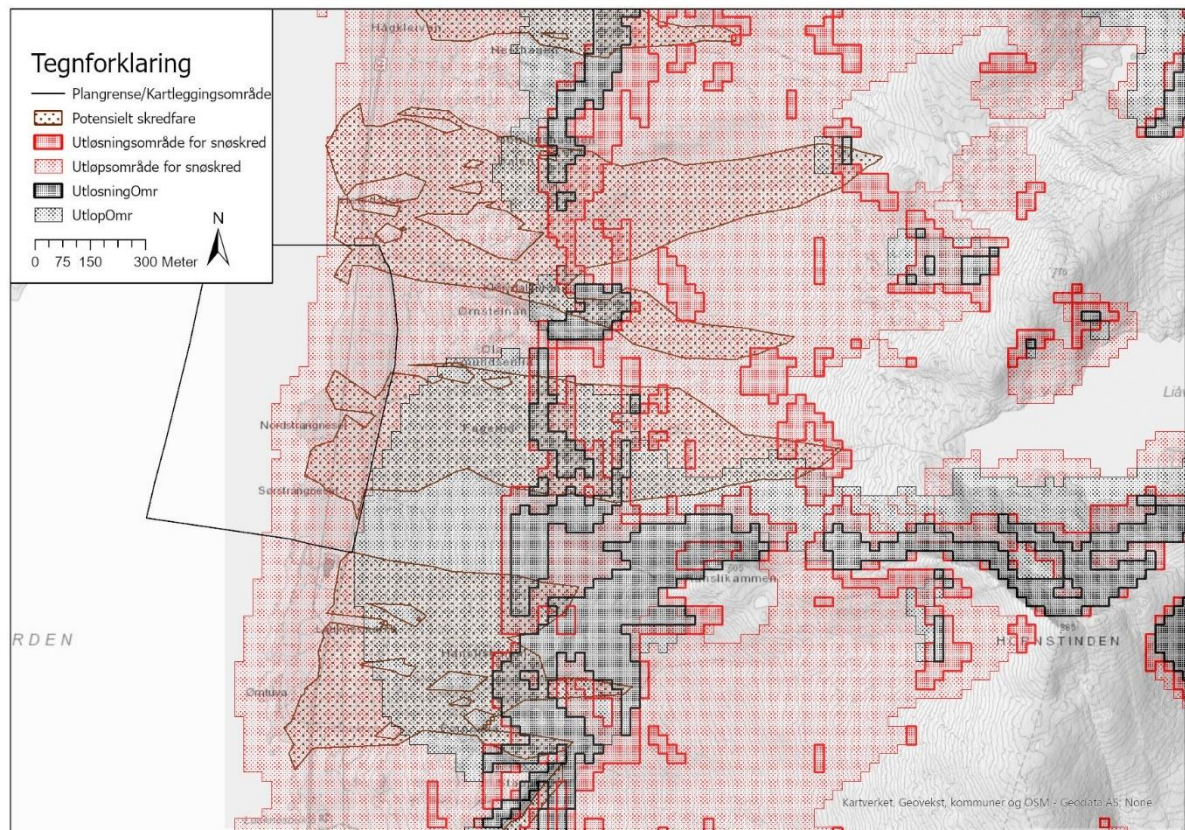


0.3 to 5.3 5.3 to 10.3 10.3 to 15.3 15.3 to 20.3 20.3 to 25.2
 BRØNNØYSUND LUFTHAVN (SN76330), distance 19.52 km
 2006-01-01/2020-12-30 (hourly)
Frequency of counts by wind direction (%)

Figur 9 Vindrose fra Brønnøysund Lufthavn. Vinddata er samlet for årene 2006-2020.

6.7 Aktsomhetskart

Aktsomhetskart er hentet ut fra NVE Atlas (NVE, 2021), dette viser at det planlagte området for etablering av settefiskanlegg ligger innenfor aktsomhetsområde for snøskred og jord- og flomskred, Figur 10. Basert på dette er det derfor behov for detaljert skredfarekartlegging og vurdering av det aktuelle området.



Figur 10: Aktsomhetsområder i kartleggingsområdet og påvirkningsområdet.

6.8 Tidligere utredninger/kartlegginger i området

Rambøll AS er ikke kjent med at det er gjort tidligere utredninger eller skredfarekartlegginger i området tidligere.

6.9 Skredhistorikk og lokalkunnskap

Det ligger ikke inne noen registrerte skredhendelser i NVE Atlas. På befaringsdagen 06.10.21 møtte vi en kjentmann som kunne fortelle om tidligere skredhendelse. Relevante historiske skredhendelser er derfor beskrevet i vurderingskapitlet for snøskred og jord- og flomskred.

6.10 Eksisterende sikringstiltak

Det er ingen kjente sikringstiltak mot skred i området. Det er grøfter og stikkrenner under Rv17 som samler opp vann og overskuddsmasser, disse kan ikke kategoriseres som sikringstiltak.

7. SKREDFAREKARTLEGGING OG SKREDFAREUTREDNING PER SKREDTYPE

7.1 Feltkartlegging og registreringskart

Rambøll har vært på befaring i aktuelt område den 06.10.2021 og blitt befart av Torgeir Fiskum Hansvik og Gudrun Dreiås Majala. Området ble kartlagt til fots i, og omkring det vurderte området. Det ble også benyttet drone til dokumentasjon og for å gi oversikt av fjellsiden. Det var +12 grader og overskyet, men oppholdsvær, på befaringsdagen.

Befaringen hadde som hensikt å kartlegge sannsynlige løснеområder for skred, bergblotninger, løsmasser, sannsynlig størrelse på eventuelle fremtidige skredhendelser, sannsynlige utløpsområder og tegn til pågående erosjon.

Registreringer fra utført skredfarekartlegging er lagt ved i Vedlegg – Registreringskart.

7.2 Steinsprang

Ifølge NVEs veileder for skredfare i bratt terreng (2020), brukes begrepet steinsprang om hendelser der én eller et fåtall steinblokker løsner og faller, spretter, ruller eller sklir nedover en skråning. Steinsprang har normalt et relativt lite volum, inntil noen hundre kubikkmeter. Steinblokkene beveger seg nedover stort sett uavhengig av hverandre, og vil tape energi når de slår ned i bakken og spretter, eventuelt knuses. I bratte fjellsider følger de terrenghelningen, men når terrenget blir slakere, kan blokkene bøye av og gå ut til sidene for fallretningen. Løse enkeltblokker som ligger i bratt terreng kan utgjøre en fare ved at de løsner igjen senere, såkalt remobilisering. I prinsippet kan alle blokker remobiliseres. Det gjelder særlig blokker som ligger fritt i hellende terreng, eller som ikke er låst i en ur. Skog kan virke både drivende og bremsende på steinsprang. I løснеområder for steinsprang er trær i stor grad drivende på grunn av rotsprengning og rotvelt. I en steinsprangbane vil trær virke som en barriere, siden blokker mister energi når de treffer trestammer. Steinsprang kan forekomme gjennom hele året, men ofte ser vi en økt hyppighet om våren og høsten. Dette har bakgrunn i fryse/tine-prosesser, rotsprengning eller store nedbørsmengder som fører til høyt vanntrykk i sprekkene i fjellet.

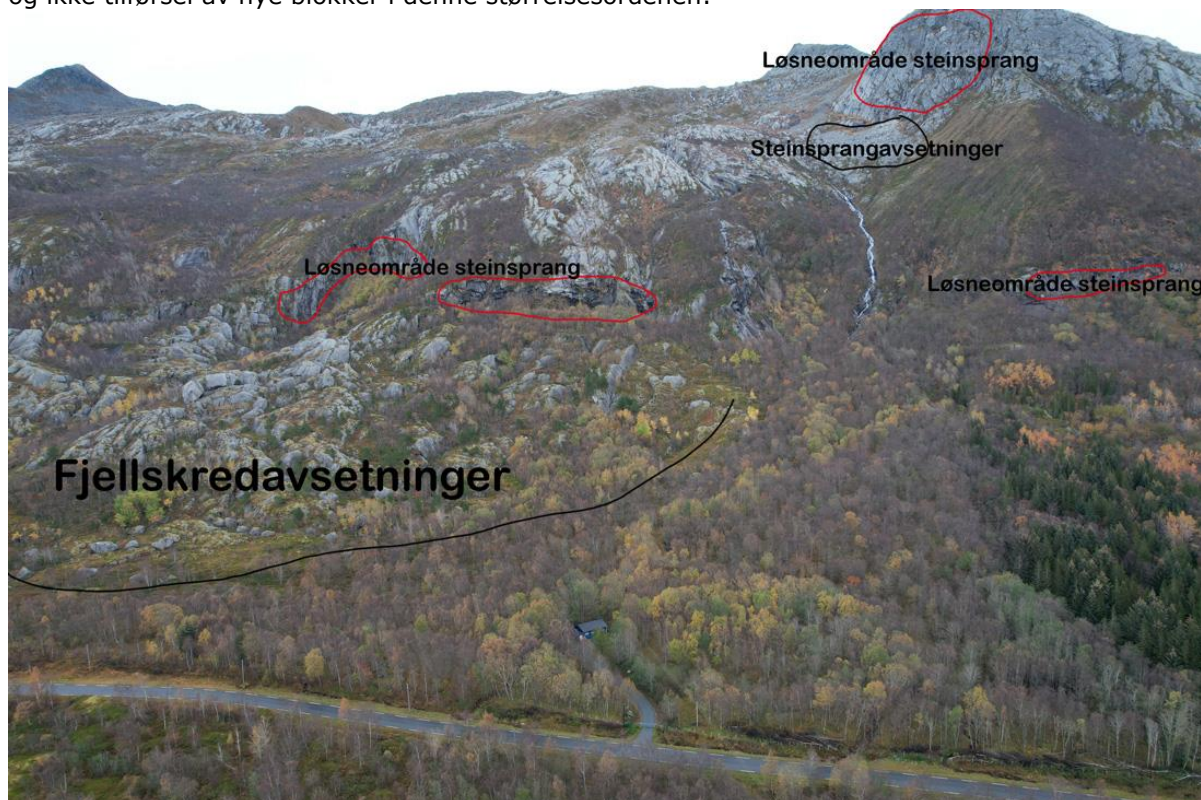
Flogstein, eller steinsprut, oppstår typisk når en steinblokk faller ned fra en stor høyde og knuses mot en hard bergflate (sva) i foten av fjellsiden. Helningen ved foten av fjellsiden er normalt vesentlig slakere enn fjellsiden ellers (rundt 30°). Mindre steinfragmenter slynges da ut i stor hastighet og i stor høyde. Dette gir en ideell utslagsvinkel, og flogstein følger gjerne en uvanlig høy bane med resulterende langt utløp – nærmest som et prosjektil som skytes ut. Det er observert tilfeller hvor større blokker (inntil ca. 0,1 m³) har gått betydelig lenger ut enn øvrige skredmasser. Flogstein er likevel som oftest små, typisk mellom 0,001 og 0,01 m³, men erfaringer viser at flogstein kan ha landingshastighet på mellom 70 og 80 m/s og kan følgelig slå ned med betydelig kraft. Det betyr at flogstein kan gjøre mye skade, selv om fragmentet er små. (NVE, 2020).

7.2.1 Er steinsprang aktuell prosess i påvirkningsområdet?

I påvirkningsområdet er skråningsgradienten > 45°. Steinsprang er derfor en aktuell prosess i påvirkningsområdet. Se Vedlegg – Helningskart. Figur 11 viser løснеområde for steinsprang og avsetninger etter steinsprang. Disse er i kombinasjon med steile fjellsider og små klipper. Større avsetninger etter fjellskred er veldig gamle og er tolket som resultat av istidssmelting.

7.2.2 Utredning av løsneområde og løsesannsynlighet

Det er observert «ferske» steinsprang fra Hanslikammen (605moh.), se fotovedlegg objectid 65 og Figur 11. Dette utgjør det sørlige påvirkningsområdet. Under Hanslikammen ligger det steinsprangavsetninger. Steinsprangavsetningene er fri for vegetasjon og framstår som aktive. Sannsynligvis går det steinsprang fra denne skråningen hvert 1-5. år. Videre nordover er det mindre klipper og fjellskredavsetninger i form av 25-100m³ blokker. Disse fremstår som stabile, og ikke tilførsel av nye blokker i denne størrelsesordenen.



Figur 11: Oversikt over løsneområder steinsprang, steinsprangavsetninger og fjellskredavsetninger. Dronefoto tatt mot øst.

7.2.3 Utredning av utløp

Aktuelle løsneområder for steinsprang ligger fra 1-2km fra kartleggingsområdet de nærmeste 500 meter til kartleggingsområdet er 0-27°. Det er utført modellering med RAMMS for å belyse aktuelle skredbaner for steinsprang, resultater er vist i Vedlegg – Modelleringsresultat steinsprang. Det er benyttet blokker med tetthet 2700kg/m³ på 2m³, det er modellert uten skogens effekt og overflatefriksjonen er satt til medium. Dette tilsvarer bergarten i området og typiske observerte blokkstørrelser. Modellering viser at de skredbaner som går lengst stopper ca. 250 meter fra kartleggingsområdet.

7.2.4 Når steinsprang inn i kartleggingsområdet?

Det vurderes at steinsprang ikke når inn i kartleggingsområdet, se modellering gitt i vedlegg- Steinsprangmodellering.

7.3 Steinskred

Et steinskred er en massebevegelse der et større bergparti beveger seg ned en skråning. Partiklene i skredet interagerer og splittes ofte i mindre deler nedover i skredbanen. Energien i et steinskred vil tapes på grunn av indre friksjon, altså støt mellom blokkene i skredet, og ved kontakten med underlaget.

Det antas at utløpet er økende med økende volum, men dette er også avhengig av de lokale topografiske forholdene, bruddmekanismen og om skredet er samlet (kanalisert) eller blir spredd. I en del tilfeller kan steinskred dra med seg løsmassene i en fjellside og til forveksling få utløpslengder som et fjellskred. En steinskredavsetning er vanligvis tungeformet bestående av steinmateriale delvis sortert med de største blokkene i foten av skråningen. (NVE, 2020).

7.3.1 Er steinskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Det er ikke oppdaget større avløste partier som vurderes som ustabile. Dette kan likevel ikke utelukkes. Aktuelle løснеområder for steinskred ligger fra 1-2km fra kartleggingsområdet de nærmeste 500 meter til kartleggingsområdet er 0-27° og det vurderes at steinskred stopper før de når kartleggingsområdet. Størrelsen på utfall av stein i området er på størrelse med at de går innunder kategorien steinsprang. Urene i området er veldig gamle og er definert som følge av issmelting etter istid. Steinskred utredes ikke videre.

7.4 Snøskred

Ifølge NVEs veileder (2020) defineres et snøskred som snø i rask bevegelse nedover en fjellside eller en skråning. Snøskred deles gjerne inn i to hovedtyper, basert på hvordan de utløses; løssnøskred og flakskred. I tillegg har vi snøskredproblematikk relatert til skavlbrudd og skredvind.

Skog kan ha en forbyggende effekt på utløsning av snøskred. Effekten avhenger av treslag, og øker med økt stammetykkelse og kronedekning. Tilstedeværelse av trær hjelper også for å forhindre lagdeling av snø, som kan gi flakdannelse. Dette gjøres ved «mellomlagring» av snø i trærne og redusert vind mot snødekket.

Meteorologiske data gir grunnlag for snømengden i utløsningsområdet og videre høyden på bruddkanten. Dette gir også indikasjoner på snømengden i skredbanen som kan rives med og tas opp av skredet. Formen på terrenget spiller en viktig rolle for hvor mye snø som kan samles, en skålformasjon vil samle mer snø enn en ryggformasjon. Store flate arealer i tilgrensning til utløsningsområdet gjør at vinden får tilgang på snø som kan avsettes i utløsningsområdet.

7.4.1 Er snøskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Alle fjellsider og skrenter brattere enn 25 grader er regnet for å gi fare for snøskred – så fremt snømengden i året kan overstige 0,2 meter, og det ikke er tilstrekkelig skogdekning i området (NVE, 2020).

Det er skråninger >30° i påvirkningsområdet og gjennomsnittlig årlig maks snødybde er 82.55cm). Snøskred er derfor en aktuell prosess i påvirkningsområdet.

7.4.2 Utredning av løснеområde og løsnesannsynlighet

I påvirkningsområdet er flere sammenhengende partier mellom 30-55°. Det er tatt utgangspunkt i disse områdene i modellering av snøskred. Det er ikke registrert snøskred i påvirkningsområdet eller på Rv17 ved kartleggingsområdet. I intervju med lokalkjente er det heller ikke rapportert om

at påvirkningsområdet er kjent for snøskredproblematikk. Nærmeste kjente snøskredhendelse er i fjellene i Kvannlia nær Vevelstad gård, 13km nord for kartleggingsområdet. Der ble en mann tatt av snøskred og omkom i 1952. Mannen ble funnet under 3 meter snø og skredet skal ha vært 150m bredt. Skråningen skredet gikk i er nordvendt og terrenget utgjør en botn som kan karakteriseres som en terrengfelle.

Klimaanalysen viser at man kan få over en meter 3-døgns nysnøtilvekst med returperiode på 1000 år. Ser man på returverdier for nedbør kan man få 2m snø på tre dager med en returperiode på 1000 år. Det er benyttet en bruddkant på 2m i modelleringen.

7.4.3 Utredning av utløp

Faktorene som har størst betydning for snømengde i utløsningsområdet og høyden på bruddkant er nedbør, vindforhold og terrengformasjon. I denne skredfarevurderingen er det kjørt snøskredmodellering med RAMMS Avalanche. Resultatene er vist i vedlegg 9.5.

Det ble kjørt modellering med 2m bruddkant.

De modellerte snømassene stopper på det nærmeste ca. 150 meter øst for kartleggingsområdet. Ut fra typiske snøforhold i området er dette å anse som konservative skredscenarier.

7.4.4 Når snøskred inn i kartleggingsområdet?

Det vurderes at snøskred ikke når inn i kartleggingsområdet.

7.5 Sørpeskred

Sørpeskred er hurtige, flomlignende skred av vannmettet snø med varierende innhold av sediment. De blir utløst når vann tilføres snødekket raskere enn det kan dreneres, slik at vann samles i snødekket. Dette fører til at bindingene mellom snøkrystallene svekkes og brytes ned, slik at det faste snødekket endrer form og oppfører seg som en væske. (NVE, 2020).

7.5.1 Er sørpeskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Det er ikke observert sørpeskred i området, det finnes bekker som kan mette snø med vann å forårsake sørpeskred. Sørpeskred kan derfor være en aktuell prosess i påvirkningsområdet.

7.5.2 Utredning av løснеområde og lønesannsynlighet

Fra Liåvatnet renner det en bekk til kartleggingsområdet (Figur 12). Noe av vannet drenerer under urmaterialer. Karakteristisk for løснеområder for sørpeskred er at snøen vannmettes på oppsiden av en terskel/knekkpunkt. Dette er teoretisk mulig ved 400 moh. der skråningen er noe slakere før den blir brattere ned et gjel. Videre nedover bekkeløpet svinger bekken rundt større blokker og den karakteristiske strukturegeologien. Hvis et sørpeskred løsner i dette bekkeløpet vil sannsynligvis topografien i utløpsområdet kilometeren før kartleggingsområdet være med å

bremse sørpeskredet slik at det ikke gjør skade over veien. Siden det ikke er observert sørpeskred her før er en sørpeskredhendelse mindre sannsynlig.



Figur 12: Bekken fra Liåvatnet ser man midt i bildet.

7.5.3 Utredning av utløp

Videre nedover bekkeløpet svinger bekken rundt større blokker og i berg i dagen. Den karakteristiske strukturgeologien fører til mange knekkpunkter i bekken. Hvis et sørpeskred løsner i dette bekkeløpet vil sannsynligvis topografien i utløpsområdet kilometeren før kartleggingsområdet være med å bremse sørpeskredet slik at det ikke gjør skade over veien.

7.5.4 Når sørpeskred inn i kartleggingsområdet?

Det vurderes at sørpeskred ikke når inn i kartleggingsområdet.

7.6 Jord- og flomskred

Jordskred er utglidinger i vannmettede løsmasser i bratte skråninger, vanligvis brattere enn 25-30° (NVE, 2020). Skredene kan utløses og kanaliseres i bekkeløp og forsenkninger, eller opptre som såkalte grunne skred. Grunne skred utløses i finkornet jord og leire, og skjer ofte på dyrket mark eller i naturlig terrasseformede skråninger, gjerne om våren når løsmasser kan gli på teleoverflaten.

Forskning viser at skråninger i nedbørsrike områder er mer stabile under kraftigere nedbørintensiteter enn skråninger i områder der det normalt er tørt klima (Sandersen, Bakkehøy, Hestnes, & Lied, 1996). På generelt grunnlag sies det at det er rimelig å forvente at faren for utløsning av jordskred er stor dersom 1-døgns nedbørsmengde utgjør ca. 8% av normal årsnedbør.

Flomskred er hurtige, vannrike og flomlignende skred som opptre langs klart definerte elve- og bekkeløp. Flomskred kan også inntreffe der det vanligvis ikke er permanent vannføring, men i en depresjon hvor vann samler seg ved f.eks store nedbørsmengder eller i snøsmelting. Vannmassene kan rive løs og transportere store mengder løsmasser, større steinblokker, trær og annen vegetasjon i og langs løpet. (NVE, 2020).

For at et flomskred skal kunne forekomme trenger man en forsenkning eller bekkeløp som er brattere enn 15°. For at fare for flomskred skal utredes må det også være mulighet for løsmasser i disse forsenkningene eller bekkeløpene, eller løsmasser kan bli tilgjengelig som følge av for eksempel erosjon eller andre skredprosesser.

Skog og vegetasjon vil ha en stabiliserende effekt på løsmassedekket ved å binde materialer og fjerne vann fra systemet.

Overgangen mellom jord-, flom- og sørpeskred er flytende, og ved utløsning av jord- og sørpeskred i et bekkeløp kan disse gå over til flomskredliknende masser dersom det er stor tilførsel av vann. Dette kan også dermed være en sekundæreffekt av at et skred inntreffer og remobiliserer eller tar med seg masser. Skredet som inntraff i 1977 anses som å være en kombinasjon av flere typer skred.

7.6.1 Er jord- og flomskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Jord- og flomskred er en aktuell prosess i området, i påvirkningsområdet finnes det skråninger > 20° med løsmasser.

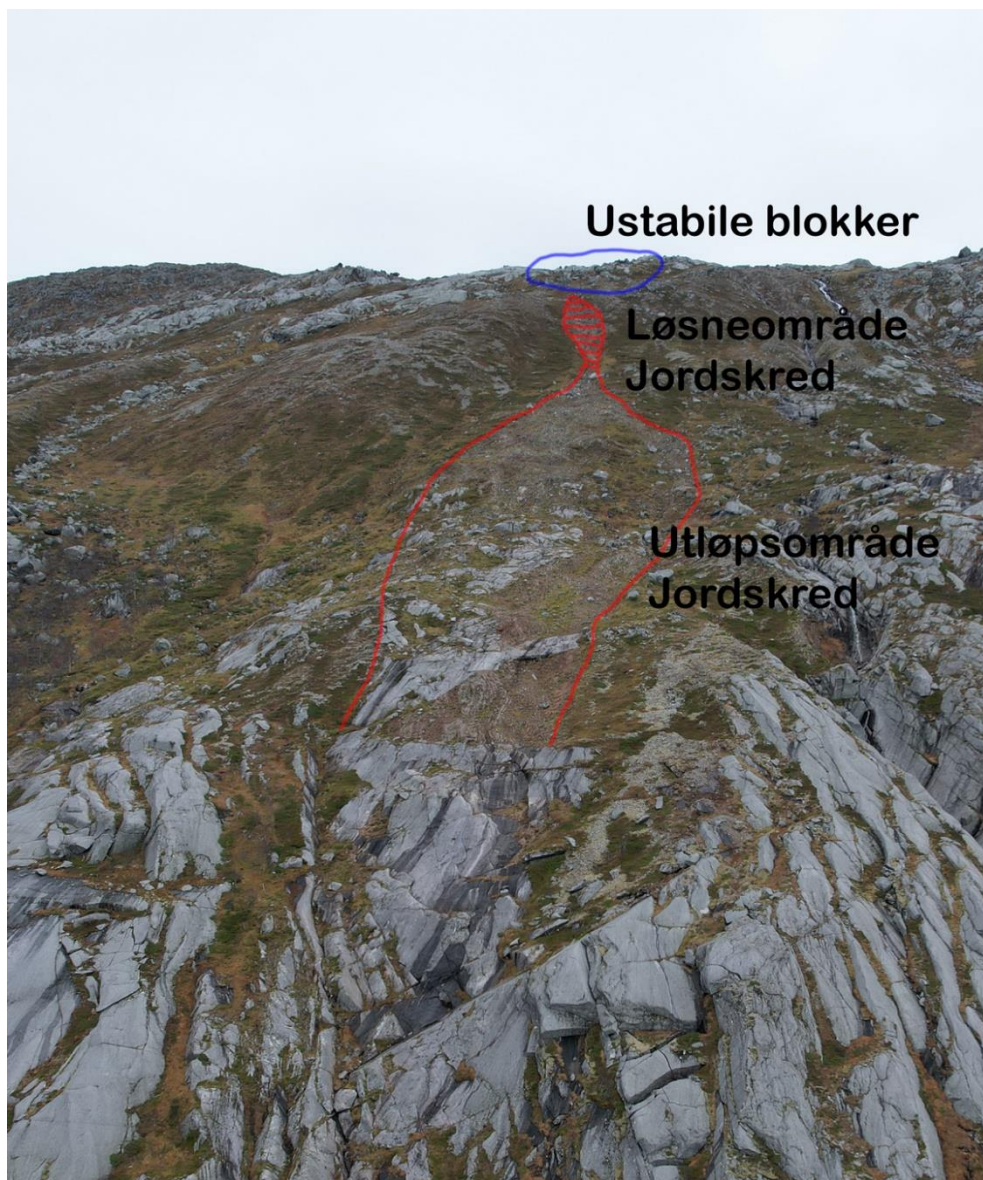
7.6.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Løsmassedekket er relativt tynt opp til ca. 200 moh. Videre oppover til ca. 700 moh. varierer løsmassedekket mellom morenemateriale, forvittringsmateriale og bart fjell. Stedvis er det mektige masser, særlig fra registreringspunkt 100 (9.4) og opp mot Liåvatnet. Massene består av forvittringsmateriale og randmorene. Over disse massene ligger det blokker som tolkes å komme fra skredprosesser eller morenemateriale. De kan ha blitt vasket ut fra morenemassene. Noen av blokkene ligger bratt med fine masser rundt seg som støtter opp.



Figur 13: Eksempel på blokk som kan remobiliseres (befaringspunkt 112).

Det er tydelige spor i løsmassene etter en skredhendelse, denne er datert til juni 1977 av kjentmann påtruffet under befaringspunkt 101-113 i fotovedlegg og Figur 14.



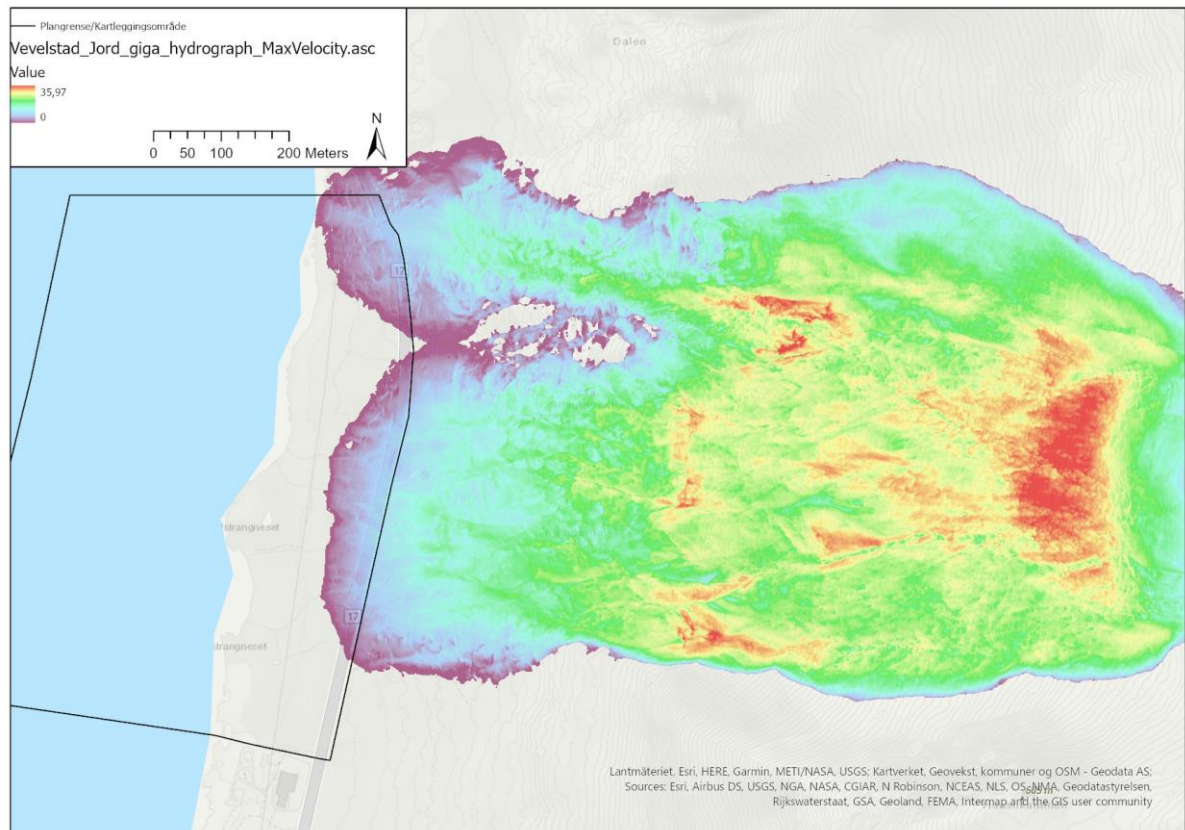
Figur 14: Utløsningsmekanisme skredhendelse 1977.

Tolket utløsningsmekanisme av hendelsen vist på Figur 14 er et steinsprangindusert jordskred; at en blokk først løsnet for så å dra med seg vannmettede løsmasser. Rambøll har fått opplyst fra kjentmann at massene fra denne skredhendelsen krysset vegen. Man ser sporene fra skredhendelsen tydelig på Figur 14, lengre ned i skråningen er det ikke tydelige spor etter skredhendelsen, her er det mer vegetasjon. Det er observert enkelte blokker på vestsiden av vegen, opprinnelsen til blokkene er usikker; de kan komme fra skredhendelsen i 1977. Det er også mulig at de er gamle moreneavsetninger eller skredavsetninger fra fjellskred etter istiden, da det er spor av det lengre opp i skråningen. Sannsynligheten for en slik hendelse er vanskelig å beregne, det er fortsatt tilgjengelige løsmasser i løsneområdet og det er fortsatt blokker som kan trigge jordskred over løsmasseavsetningene.

7.6.3 Utredning av utløp

Modellering av et kombinert skred er komplisert. Det er brukt programvaren RAMMS Debris flow for å forsøke å gjenskape et representativt skred. Skredhendelsen fra 1977 ble brukt som

utgangspunkt, det ble testet med tilsvarende volum og friksjonsparametere. Massene stoppet ca. 500 fra kartleggingsområdet. Det ble videre testet med større volum for å tvinge massene til å nå kartleggingsområdet, for å identifisere problemområder, og forsenkninger i terrenget. Resultatet er vist under i Figur 15. Her ser vi at massene følger eksisterende vannveger (se de grønne forgreiningene).



Figur 15: Modelleringsresultater RAMMS Debris Flow.

7.6.4 Når jord- og flomskred inn i kartleggingsområdet?

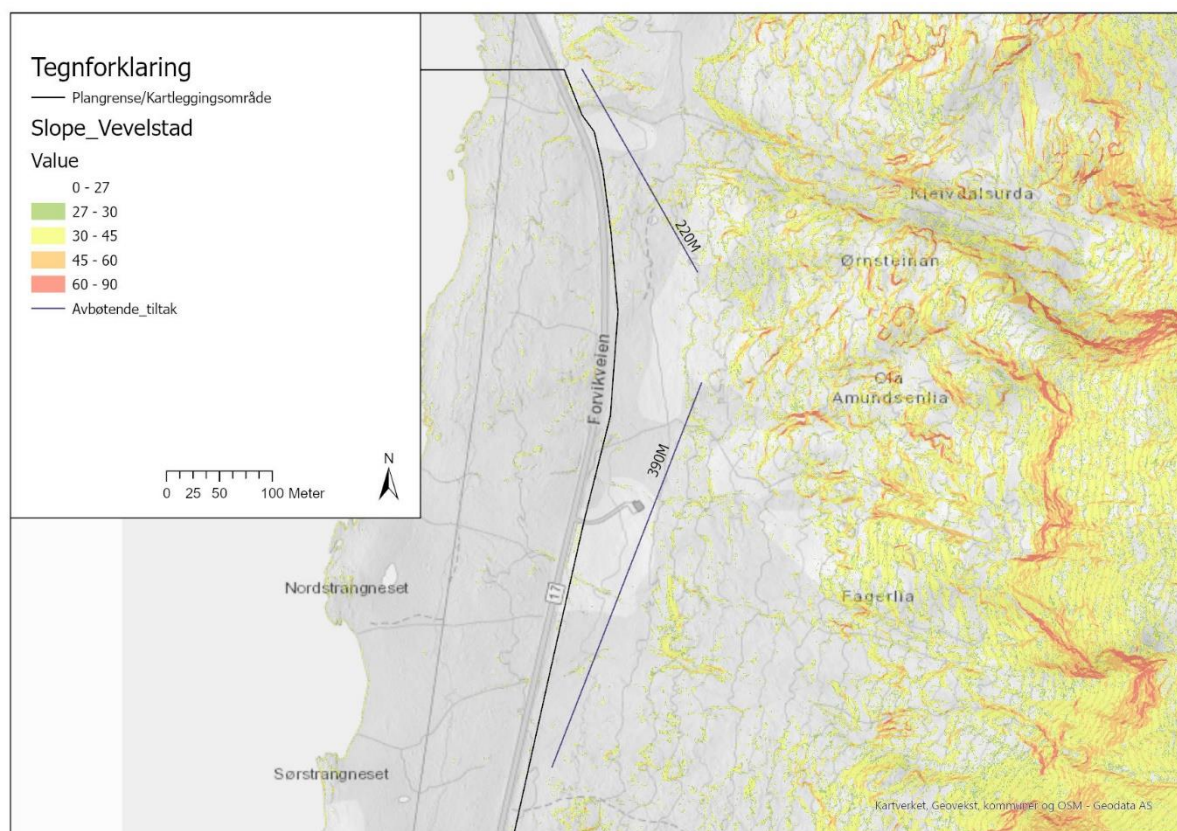
Det vurderes at faren for at jord- og flomskred kan nå innenfor vurderingsområdet med en nominell årlig sannsynlighet 1/1000. Skredmasser vurderes å følge eksisterende vannveger. Området har dermed ikke tilfredsstillende sikkerhet mot jord- og flomskred i henhold til krav for sikkerhetsklasse S2 gitt i TEK 17.

7.7 Hva er den samlede skredfaren?

Den dimensjonerende skredfaren for kartleggingsområdet er jord- og flomskred, lik hendelsen i 1977 (beskrevet i 7.6.2). Samlet skredfare er vist i faresonekart i Vedlegg - Faresoner.

7.8 Avbøtende tiltak

Avbøtende tiltak mot jord- og flomskred kan være å etablere en ledevoll. Omtrentlig plassering er vist under på Figur 16. Andre tiltak er grøfting av østsiden til vei, sammen med voll. Det anbefales at man går videre med et forprosjekt på prosjektering av skredsikring for kartleggingsområdet.



Figur 16: Skisse for avbøtende tiltak.

8. REFERANSER

- Kartverket. (2021, 12). *www.hoydedata.no*.
- NGU. (2021). *NGU Kartdata*. Hentet fra NGU Kartdata: <https://www.ngu.no/emne/kart-pa-nett>
- NVE. (2020). *Veileder - Sikkerhet mot skred i bratt terreng*. NVE.
- NVE. (2020, 12). *VEILEDER FOR UTREDNING AV SIKKERHET MOT SKRED I BRATT TERRENG*.
Hentet fra <https://www.nve.no/veileder-skredfareutredning-bratt-terreng>
- NVE. (2021). *NVE Atlas*. Hentet fra NVE Atlas: <https://atlas.nve.no/>
- NVE, S. M. (2021). *Varsom Regobs*.
- Ragulina, G., & Reitan, T. (2017). Generalized extreme value shape parameter and its nature for extreme precipitation using long time series and the Bayesian approach. *Hydrological Sciences Journal*.
- Sandersen, F., Bakkehøi, S., Hestnes, E., & Lied, K. (1996). *The influence of meteorological factors on the initiation of debris flows, rockfalls, rockslides and rockmass stability*. NGI.

9. VEDLEGG

9.1 Vedlegg - Bilder

Her presenteres et utvalg av dronebilder som er relevant for oppdraget. Se også vedlegg for feltregistreringer for bilder fra registreringspunkt.



Figur 17: Dronebilde tatt mot vest, mot kartleggingsområdet, som ligger mellom veg og sjø.

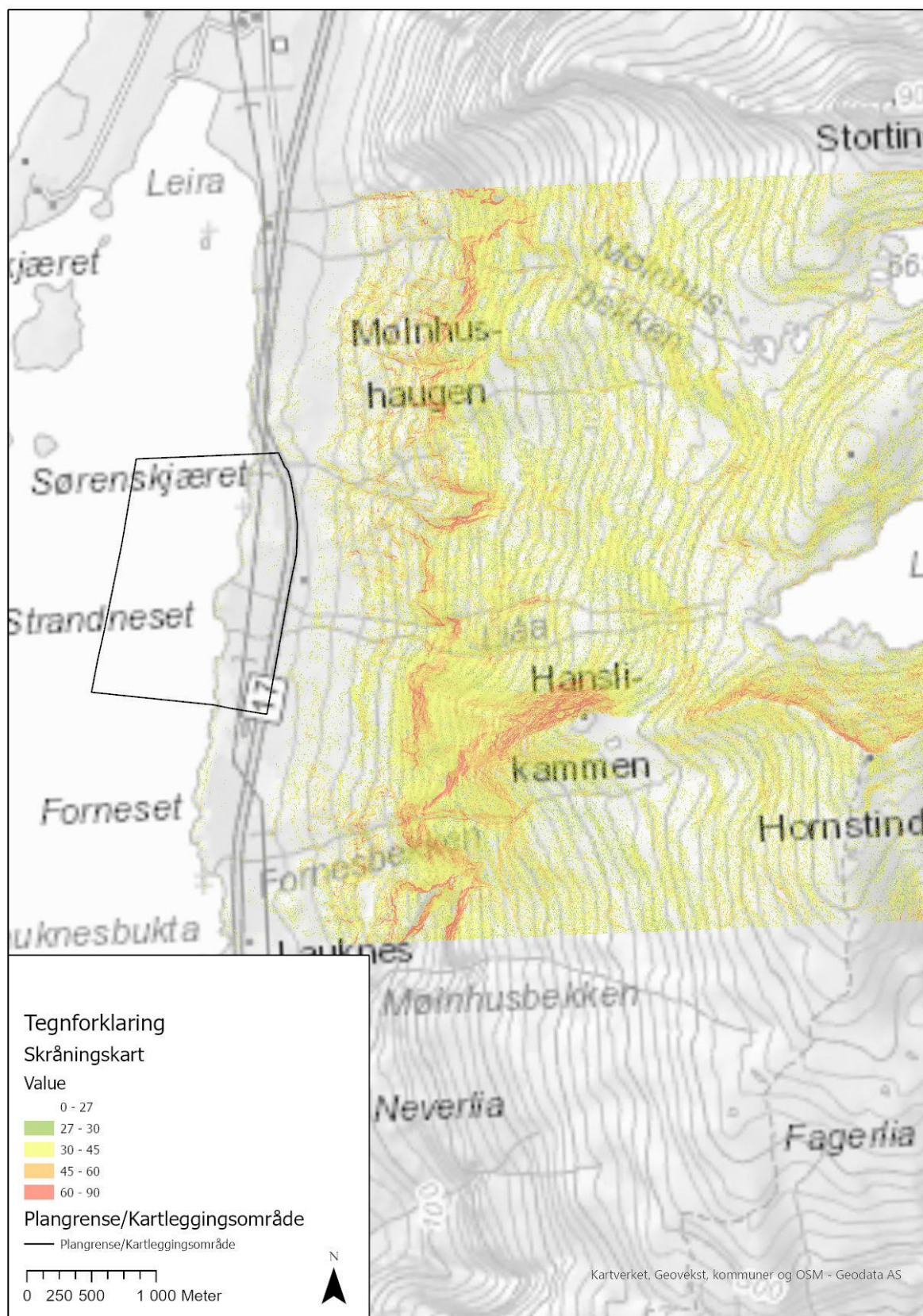


Figur 18: Dronebilde tatt mot øst.



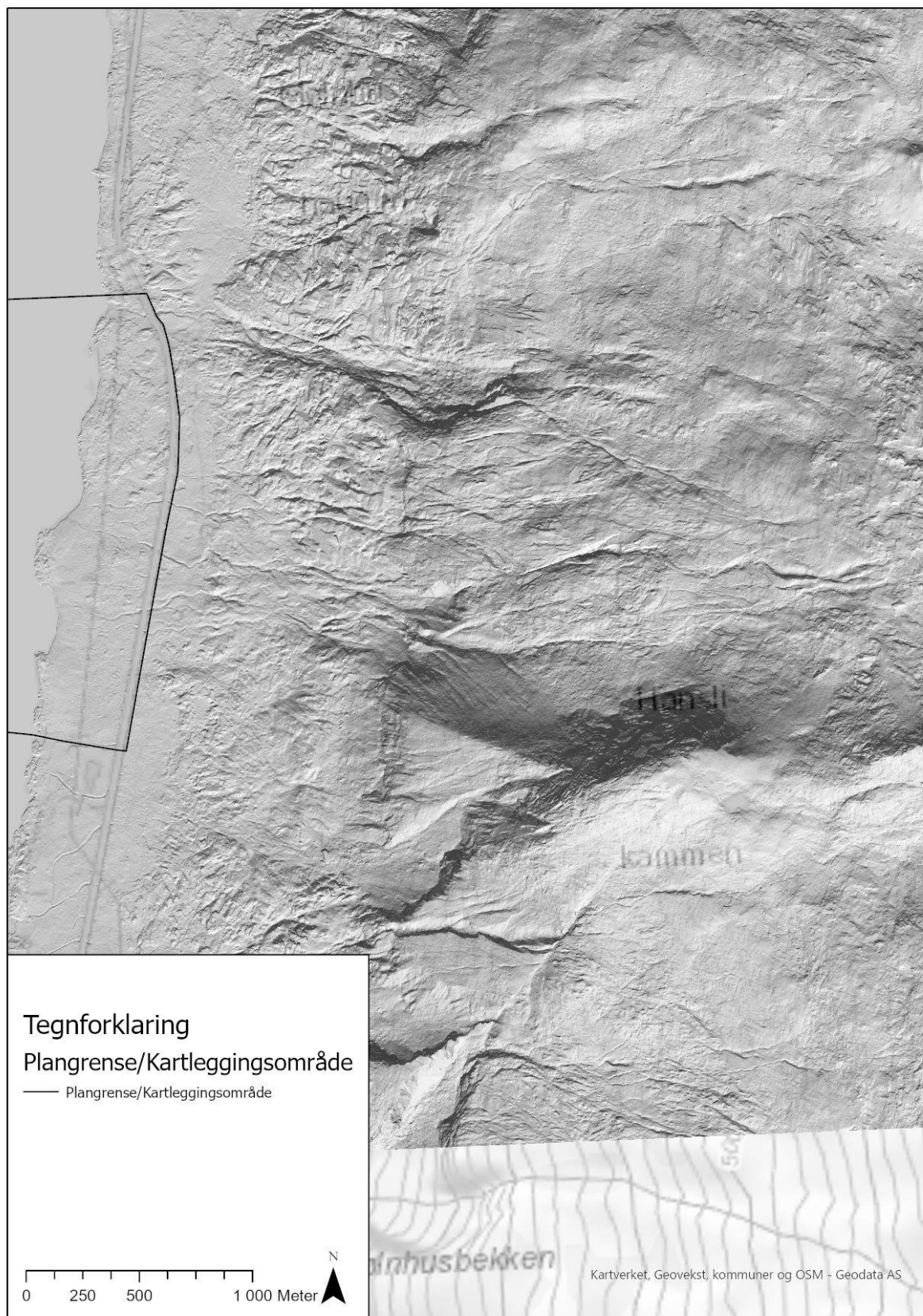
Figur 19: Dronebilde tatt mot nord.

9.2 Vedlegg – Helningskart



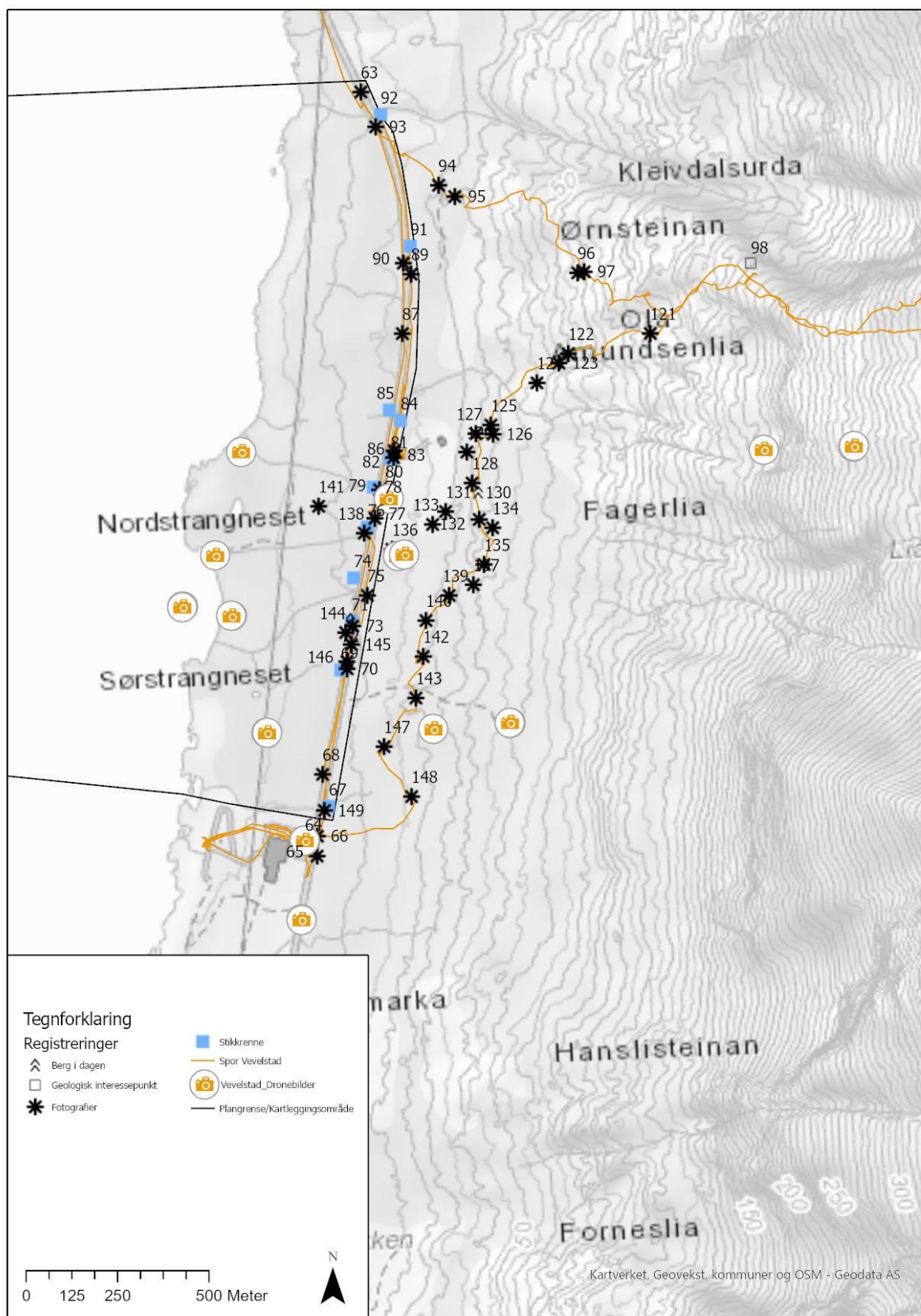
Figur 20: Helningskart.

9.3 Vedlegg – Skyggekart

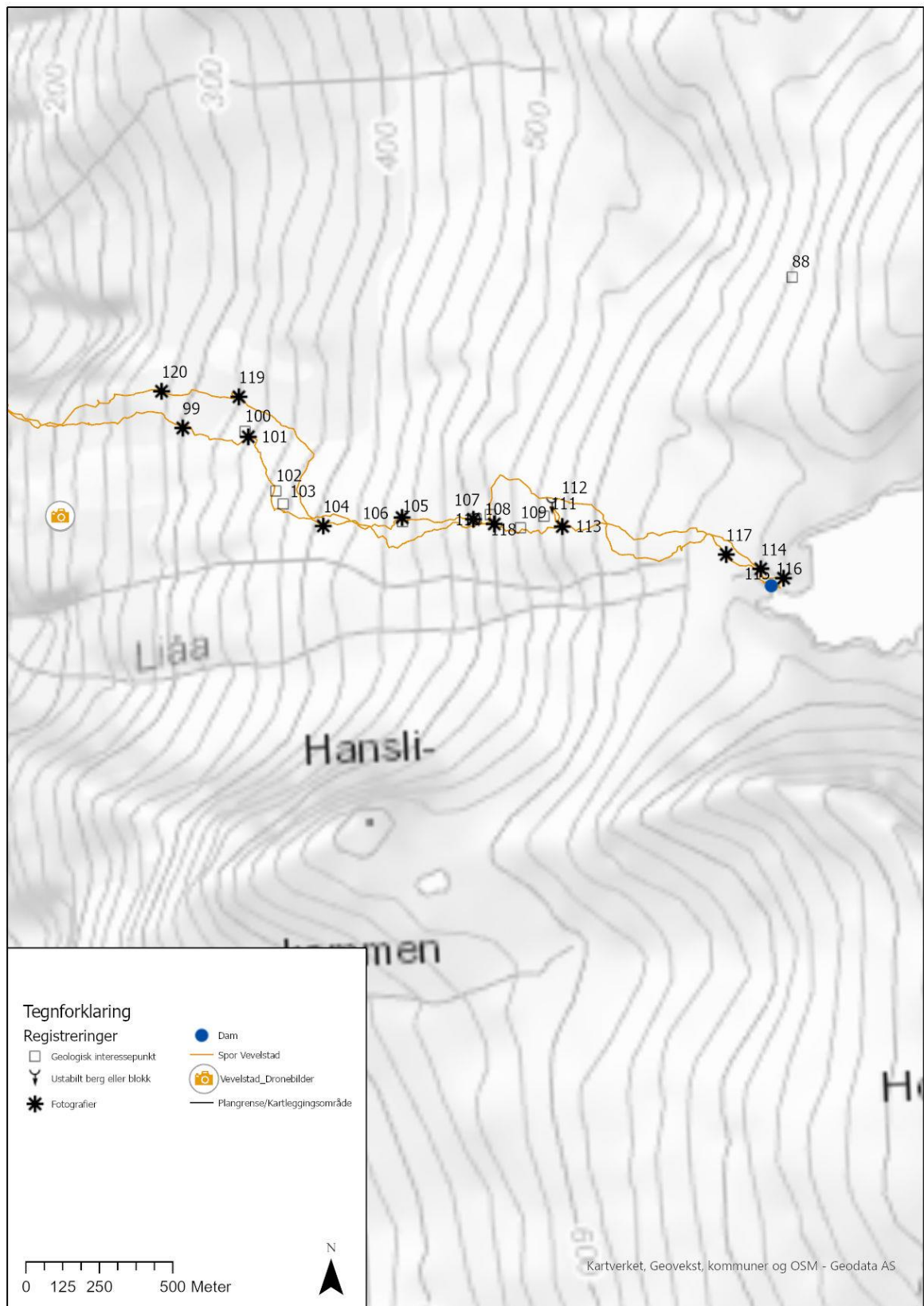


Figur 21: Skyggekart.

9.4 Vedlegg – Registreringskart

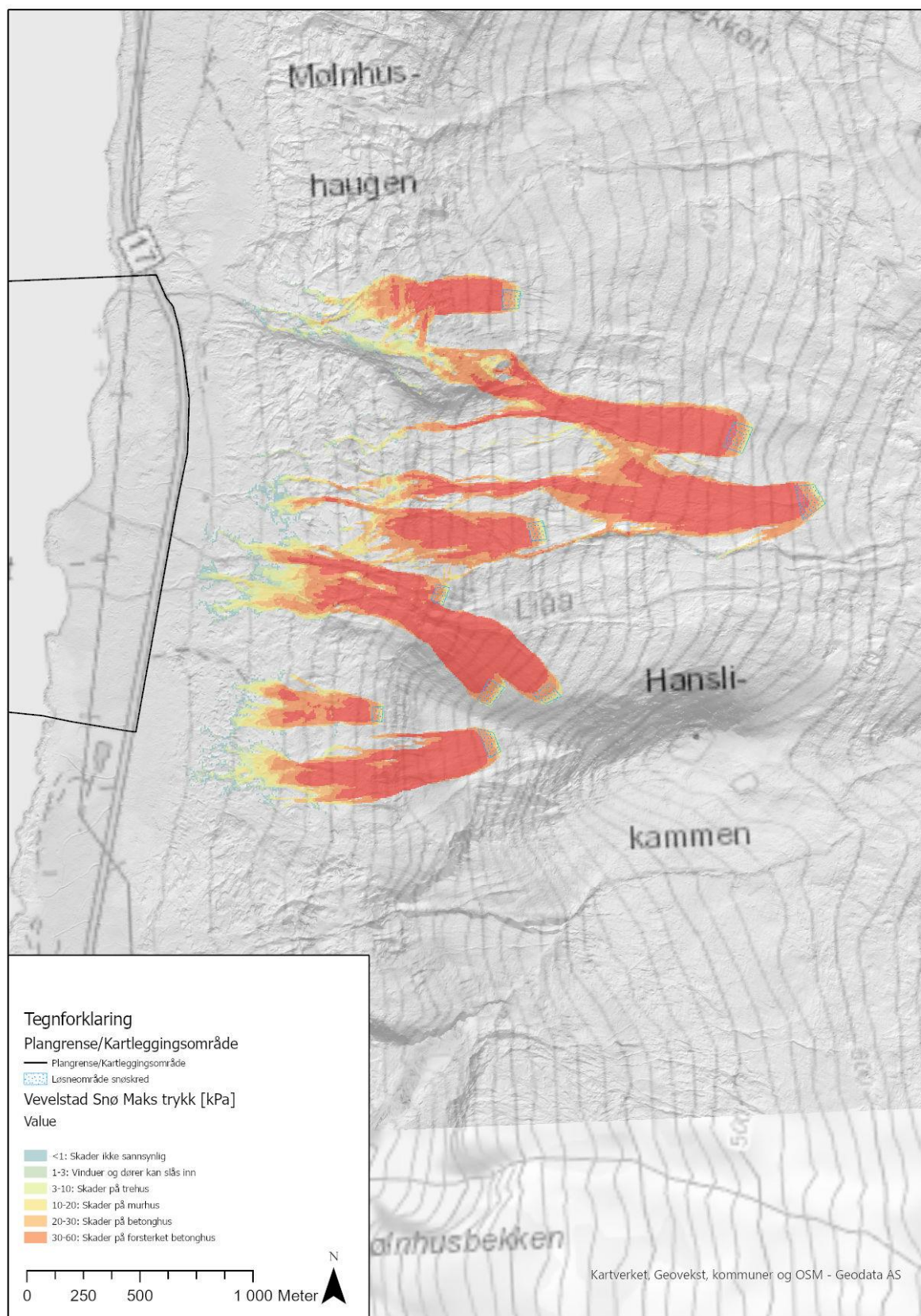


Figur 22: Registreringskart 1/2.



Figur 23: Registreringskart 2/2.

9.5 Vedlegg – Modelleringsresultat snøskred

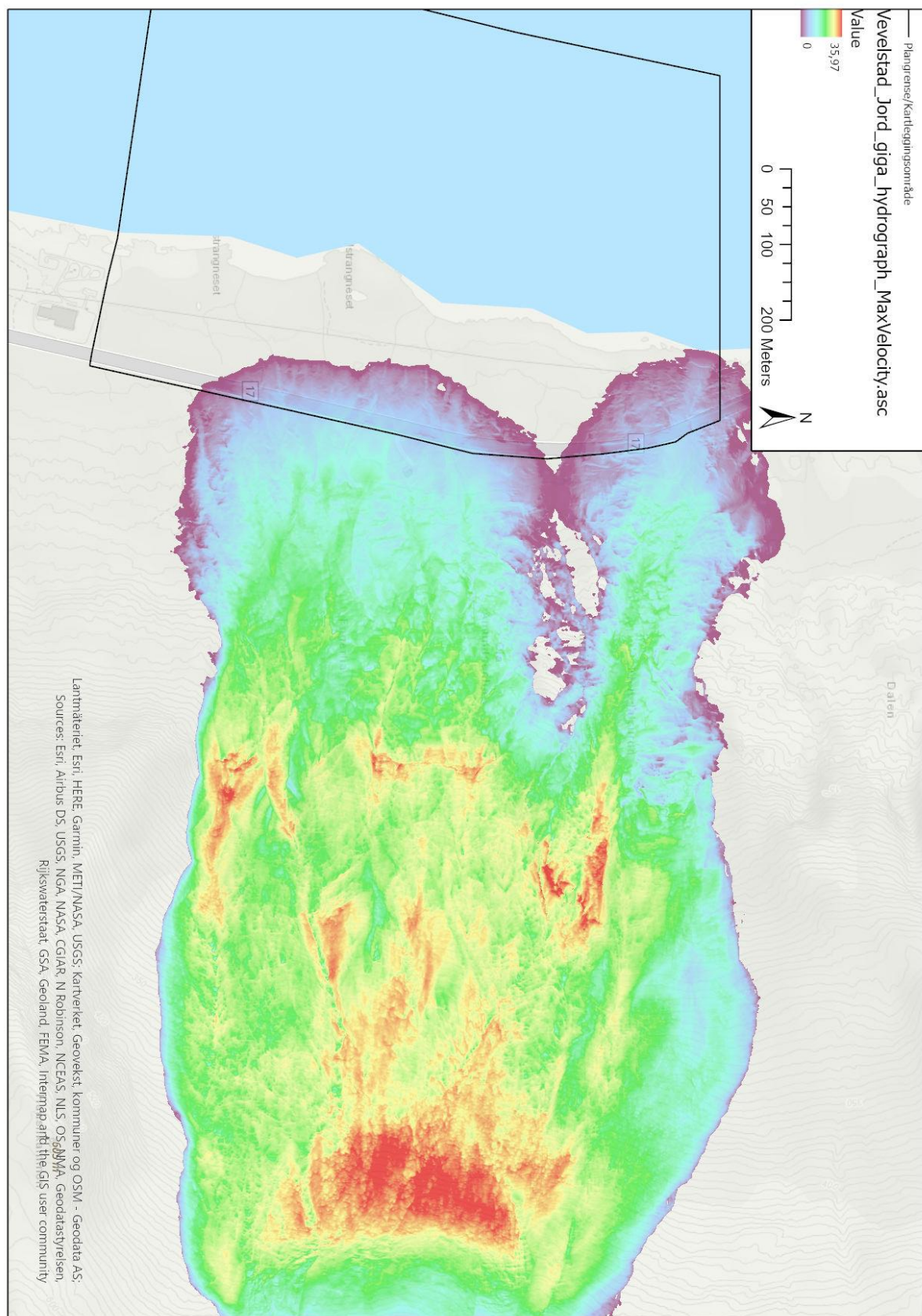


Figur 24: Modelleringsresultat RAMMS avalanche.

9.6 Tabell – Modelleringsparametere RAMMS Avalanche

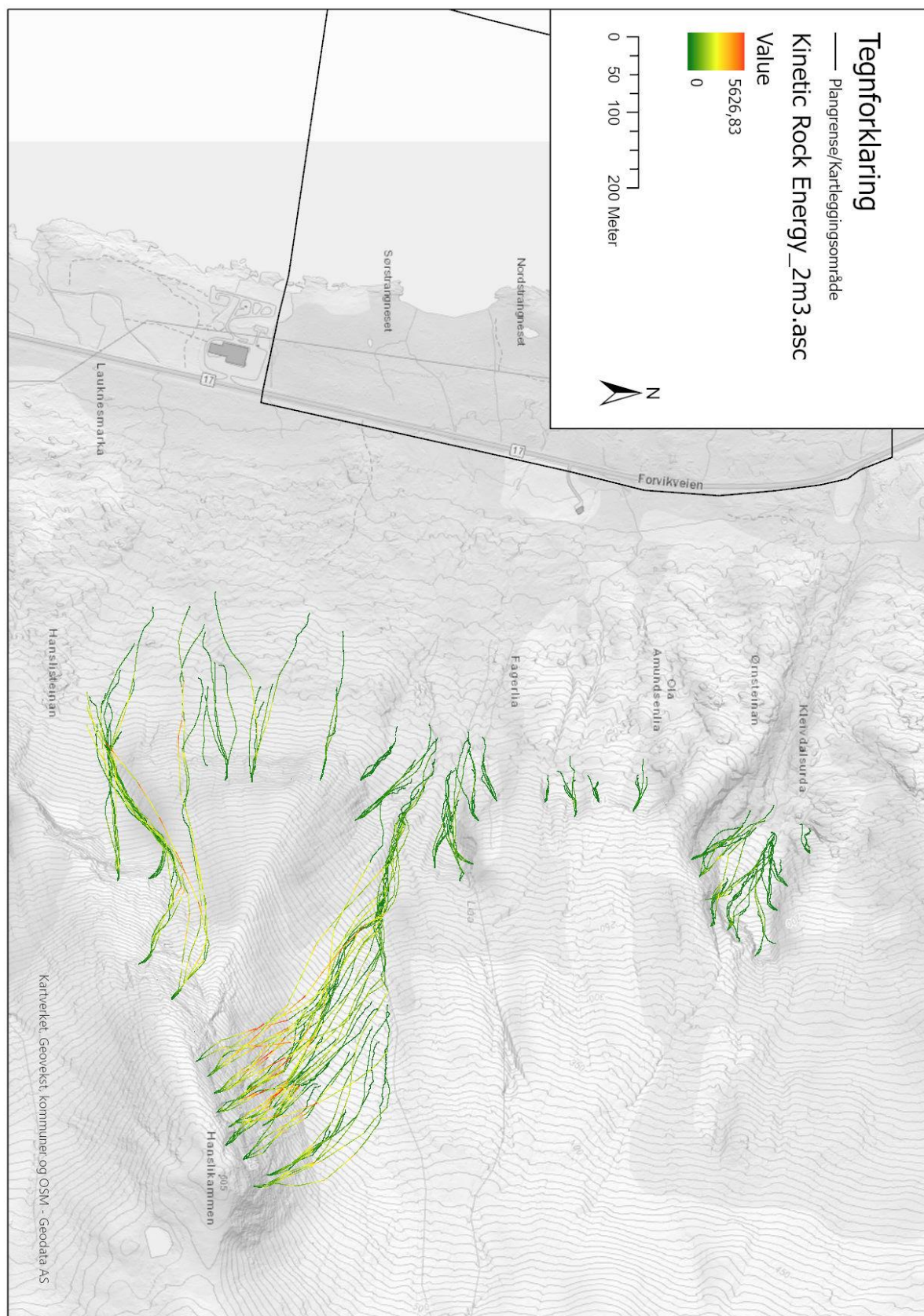
Altitude_limit_1: 1000 m a.s.l
Altitude_limit_2: 500 m a.s.l
Format of following parameters: [< 500] - [500 - 1000] - [> 1000]
Open slope parameters:
Mu: 0.190 - 0.170 - 0.155
Xi: 2000 - 2500 - 3000
Channelled parameters:
Mu: 0.240 - 0.220 - 0.210
Xi: 1500 - 1750 - 2000
Gully parameters:
Mu: 0.300 - 0.285 - 0.270
Xi: 1200 - 1350 - 1500
Flat parameters:
Mu: 0.170 - 0.150 - 0.140
Xi: 3000 - 3500 - 4000
Forest parameters:
Mu (delta): 0.020 - 0.020 - 0.020
Xi: 400 - 400 - 400
RETURN PERIOD (y): 300
VOLUME category: Large

9.7 Vedlegg – Modelleringsresultat jord- og flomskred.



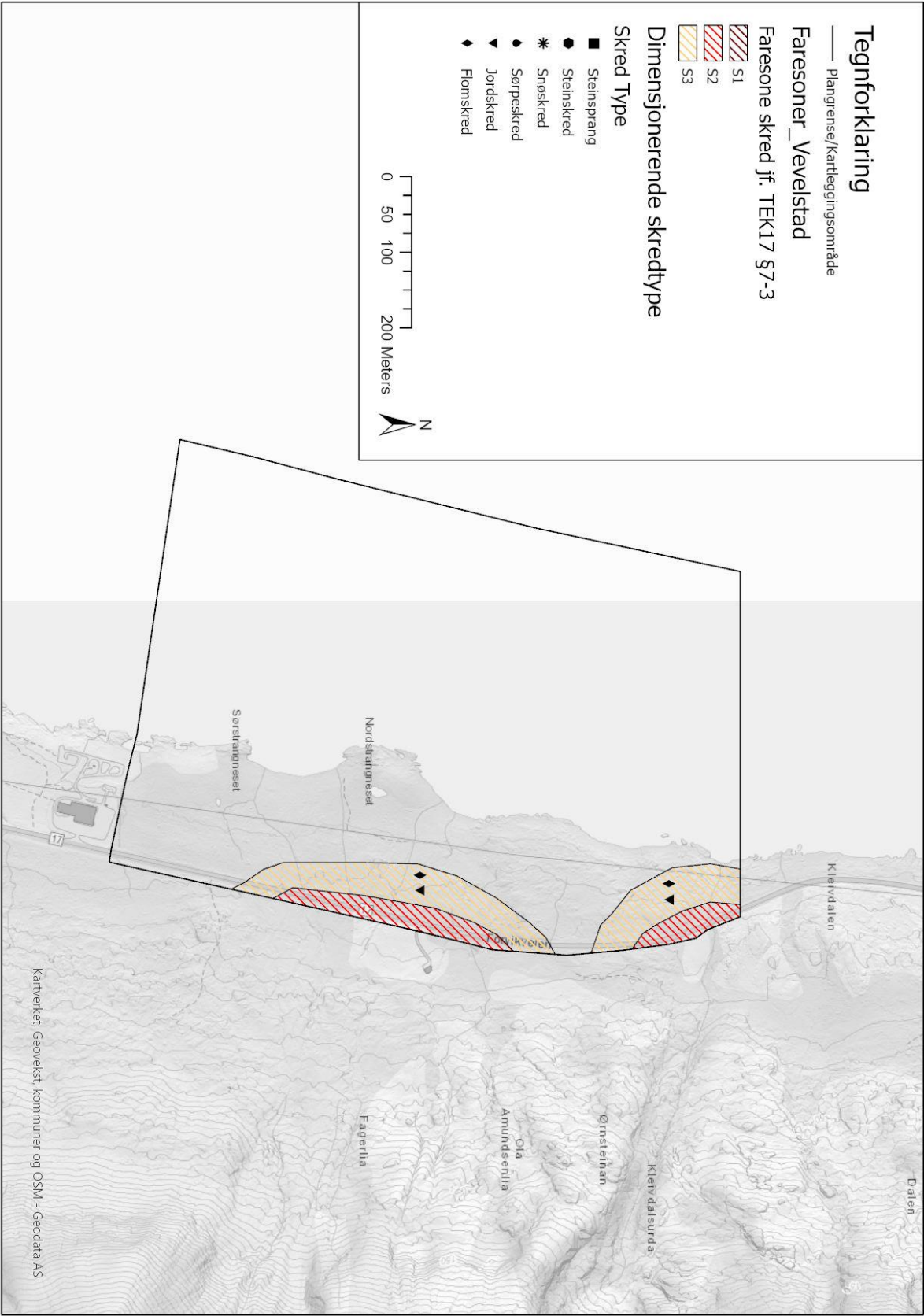
Figur 25: Modelleringsresultat RAMMS jord- og flomskred.

9.8 Vedlegg – Modelleringsresultat steinsprang



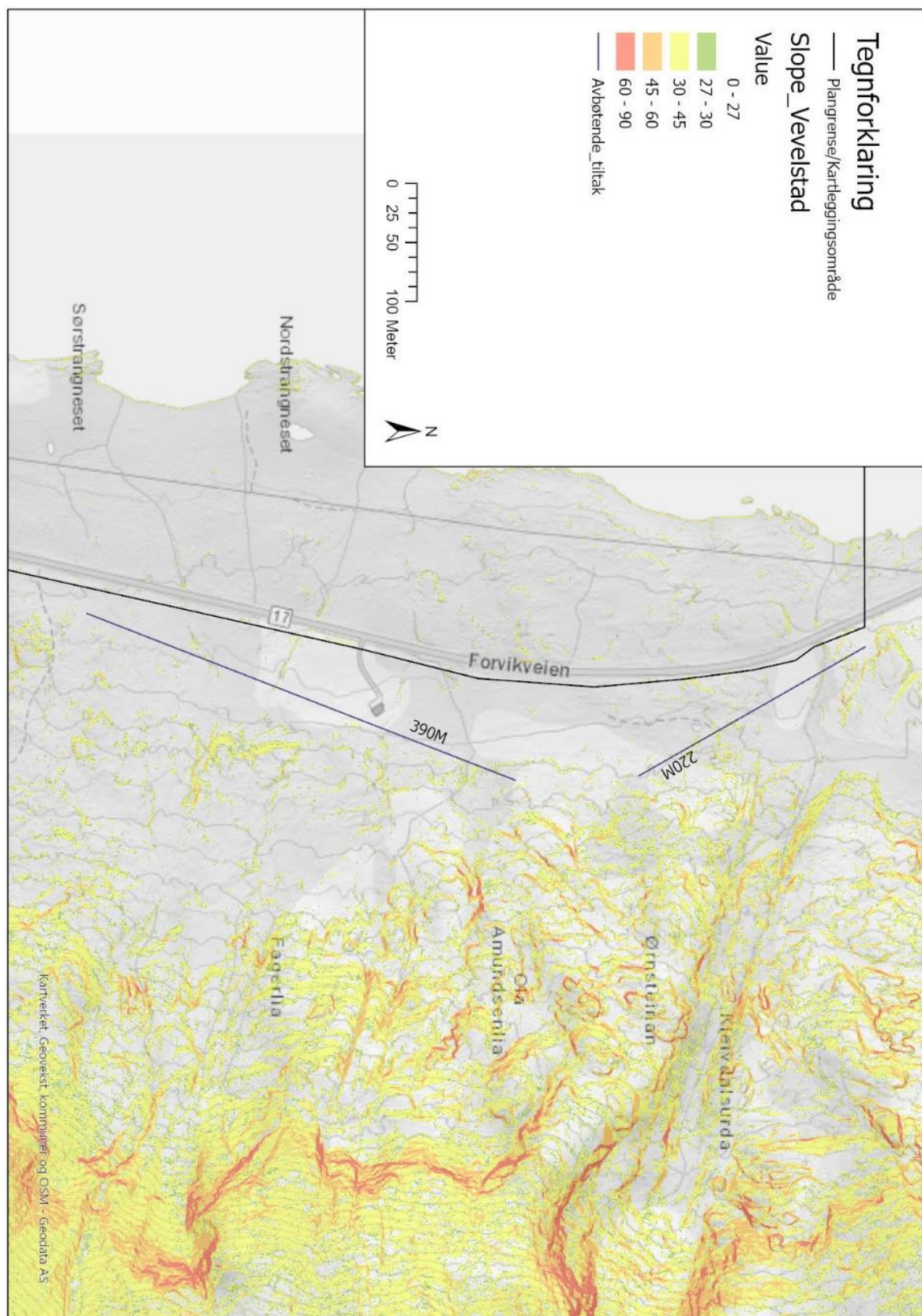
Figur 26: Modelleringsresultat RAMMS steinsprang.

9.9 Vedlegg - Faresoner



Figur 27: Faresonekart.

9.10 Vedlegg – Avbøtende tiltak



Figur 28: Omtrentlig plassering på avbøtende tiltak.