

Vanylven kommune

► Skredfarevurdering, Småstranda Næringsareal

Oppdragsnr.: 52200162 Dokumentnr.: RA-INGGEO-01 Versjon: J01 Dato: 2022-04-25



Oppdragsgiver: Vanylven kommune
Oppdragsgivers kontaktperson: Helge Kleppe
Rådgiver: Norconsult AS
Oppdragsleder: Pernille Ibsen Lervåg
Fagansvarlig: Marianne Kanestrøm Rødseth
Andre nøkkelpersoner: Katrine Mo

J01	2022-04-25	For bruk	KATMO	MAKRO	PERLER
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

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

Innhold

1	Innledning	5
1.1	Bakgrunn og hensikt	5
1.2	Gjeldende retningslinjer og styrende dokument	7
1.3	Forutsetninger for skredfarevurderingen	7
1.4	Utførte undersøkelser	8
1.5	Restrisiko for skred	8
1.6	Grunnlagsmateriale	8
1.7	Aktsomhetsområder	9
2	Områdeskildring	10
2.1	Topografi og helling	10
2.2	Vannveier	12
2.3	Skog og vegetasjon	13
2.4	Berggrunn og løsmasser	16
2.5	Klima	17
2.5.1	Vind	18
2.6	Skredhistorikk	18
2.7	Eksisterende skredfarevurderinger	20
2.8	Eksisterende sikringstiltak	20
3	Feltobservasjonar	21
3.1	Skredgeologisk beskrivelse	21
4.1.1	Modellering	29
4.1.2	4.1 Steinsprang	29
	Ramms rockfall, generelt og input	29
	Resultater	29
5	Skredfarevurdering	31
5.1	Steinsprang	31
5.2	Steinskred	31
5.3	Jordskred	31
5.4	Flomskred	32
5.5	Snøskred	32
5.6	Sørpeskred	32
6	Oppsummering av skredfare og faresoner	34
7	Referanser	36

Vedlegg

1. Generell beskriving av ulike skredtyper

1 Innledning

1.1 Bakgrunn og hensikt

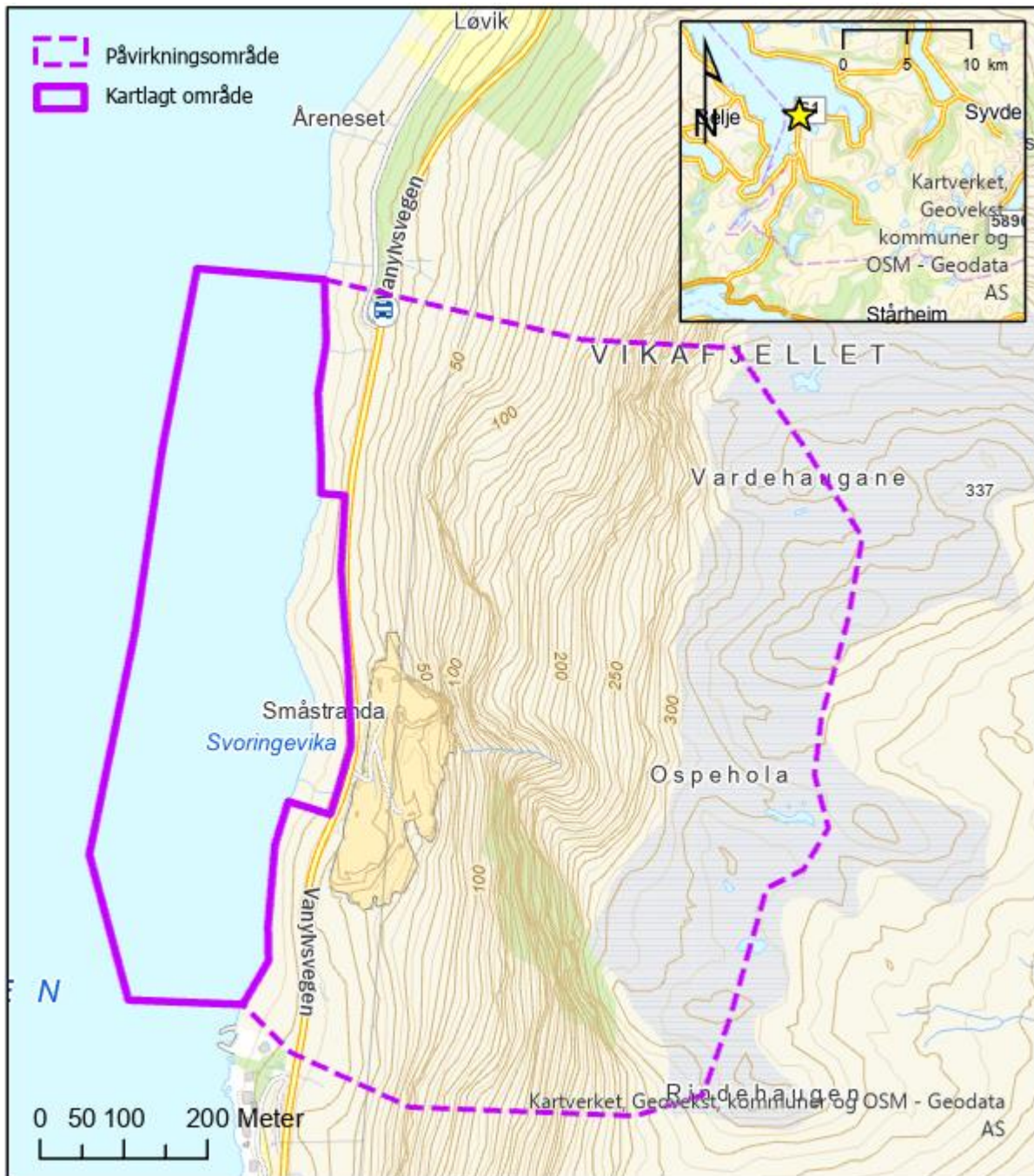
I forbindelse med detaljregulering av Småstranda Næringsareal har Norconsult AS utført skredfarekartlegging for skred i bratt terreng for reguleringsområdet.

Kartleggingsområdet ligger helt eller delvis innenfor NVE sine aktsomhetssoner for snøskred, steinsprang, samt jord- og flomskred. Hele området ligger og innenfor NGIs aktsomhetssone for snøskred og steinsprang. At området ligger innenfor en eller flere aktsomhetssoner for skred utløser i samsvar med byggt teknisk forskrift (TEK17) krav om skredfarevurdering i forbindelse med regulering av det planlagte tiltaksområdet.

Aktsomhetssonene er i tillegg klippet en ukjent avstand fra land, og ikke beregnet for arealbruk på vann. Dette gjelder både for NVEs aktsomhetssoner og NGIs aktsomhetskart for snøskred og steinsprang.

Området ligger sørvest i Vanylven kommune, ca. 2,5 km i luftlinje nord for Åheim. I resten av dokumentet vil området omtales som kartleggings- og påvirkningsområdet, der kartleggingsområdet defineres som området der skredfaren vurderes, mens påvirkningsområdet defineres som tilstøtende areal med mulige løseområde for skred som kan påvirke faresonene. Kartlagt område og påvirkningsområde er markert i Figur 1.

Hensikten med rapporten er å gjennomføre en kartlegging av skredfaren fra bratt terreng for det aktuelle området etter sikkerhetsklasser definert i TEK17 §7-3 [1]. Denne rapporten gir en kort gjennomgang av gjeldene retningslinjer og grunnlagsmateriale, og en vurdering av skredfaren for det vurderte området.



Figur 1. Oversiktskart over kartleggingsområdet ved Småstranda, med tilhørende påvirkningsområde.

1.2 Gjeldende retningslinjer og styrende dokument

Sikkerhetskravene som skal 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].

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) sine retningslinjer «Flom- og skredfare i arealplaner» beskriver hvordan skredfare bør utgreies og innarbeides i arealplaner og hvordan aktsomhetskart og faresonekart kan benyttes til å identifisere skredfareområder [2]. NVEs veileder «Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng. Utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak» (versjonsdato 12.11.2020) er tilknyttet retningslinjene, som gir anbefalinger til hvordan skredfare bør vurderes og kartlegges i bratt terreng på ulike plannivåer etter PBL [3].

Etter TEK17 skal byggverk og tilhørende uteareal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot skred slik at krav til nominelle årlig sannsynlighet ikke overskrider kravene til sikkerhetsklassen som tiltaket tilhører, se Tabell 1. Sikkerhetskravene kan tilfredsstilles ved å enten plassere tiltaket utenfor fareområder, slik at sannsynligheten for skred er mindre enn minstekravet, ved å etablere sikringstiltak som reduserer sannsynligheten for skred mot tiltaket og tilhørende uteareal, eller ved å dimensjonere og konstruere tiltaket slik at de tåler belastningene et skred kan medføre [1]. Det åpnes derfor for å vurdere sikring for å tilfredsstille sikkerhetskravet dersom en ikke kan plassere tiltaket utenfor kartlagte faresoner.

Tabell 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 eksempel for fastsetting av sikkerhetsklasse er beskrevet i TEK17. Byggverk der konsekvensen av et skred, og sekundærvirkninger av skred, er særlig stor, eksempelvis bygg med kapasitet for nasjonal eller regional beredskap og krisehåndtering, skal ikke plasseres i skredfarlig område [1].

I S1 inngår byggverk der skred vil ha liten konsekvens. Eksempel er garasjer, uthus, båtnaust, mindre brygger og lagerbygninger med lite personopphold. Enkelte mindre tilbygg, påbygg, ombygging og bruksendringer er omfattet av sikkerhetsklasse S1.

I S2 inngår byggverk der skred vil føre til middels konsekvens. Eksempel er boligbygg med maksimalt 10 boenheter, arbeids- og publikumsbygg/brakkerigg/overnattingssted der det normalt oppholder seg maksimum 25 personer, driftsbygninger i landbruket, parkeringshus og havneanlegg. S2 gjelder generelt byggverk der det normalt oppholder seg maksimum 25 personer, og/eller der det er middels økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser.

I S3 inngår byggverk der skred vil føre til store konsekvenser. Eksempel er byggverk med flere boenheter og personer enn i S2, i tillegg til skoler, barnehager, sykehjem og lokale beredskapsinstitusjoner.

Det er kartlagt skredfare for sikkerhetsklasse S1 og S2 etter TEK17 §7-3 [1], da disse antas som dekkende for de tiltakene som planlegges innenfor reguleringsområdet.

1.3 Forutsetninger for skredfarevurderingen

Denne skredfarevurderingen tar utgangspunkt i de terreng-, klima- og vegetasjonsforholdene som er aktuelle på vurderingstidspunktet. Endringer innen disse, menneskeskapte eller naturlige, kan endre forutsetningene for vurderingen.

Vurderingen omhandler utredning av sikkerhet mot skred i bratt naturlig terreng etter TEK17 §7-3 [1] og NVE veileder [3]. Kartleggingen omfatter derfor ikke vurdering av

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

Ifølge NVEs veileder [3] kan det være behov for ny skredfarevurdering om forutsetningene endres. Eksempel på endrede forutsetninger som kan utløse behov for ny vurdering er blant annet nye skredhendelser, nye opplysninger om tidligere skredhendelser, endringer i terrengforhold (eks. sikringstiltak, terrenginngrep), endringer i vegetasjonsforhold (eks. flatehogst eller skogbrann), endringer i hydrologiske forhold (eks. grøfter, skogsveier) og klimaendringer, at det er oppdaget tydelige feil eller mangler i tidligere skredfarevurdering og dersom ny metodikk er tilgjengelig.

1.4 Utførte undersøkelser

Feltarbeid i forbindelse med skredfarevurderingen omfatter befaring av det aktuelle området for å gjøre observasjoner og registreringer. I forkant av befaringen er tilgjengelig kartgrunnlag studert i ArcGIS PRO. Feltobservasjoner ble registrert via digitalt kartleggingsverktøy (ArcGIS Fieldmap).

Befaringen ble utført av Norconsult ved Katrine Mo den 20.03.22. Under befaringen var det skyfri himmel og god sikt. Det var bart terreng i kartleggingsområdet og påvirkningsområdet. Det aktuelle området ble gjennomgått og potensielle løsneområder for skred, terrengformer, vegetasjon og avsetninger etter tidligere skredhendelser ble registrert.

1.5 Restrisiko for skred

Plan og bygningsloven, med tilhørende byggt teknisk forskrift TEK17 [1], definerer kravene til tilfredsstillende sikkerhet mot skred, og dette er vist ved 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).

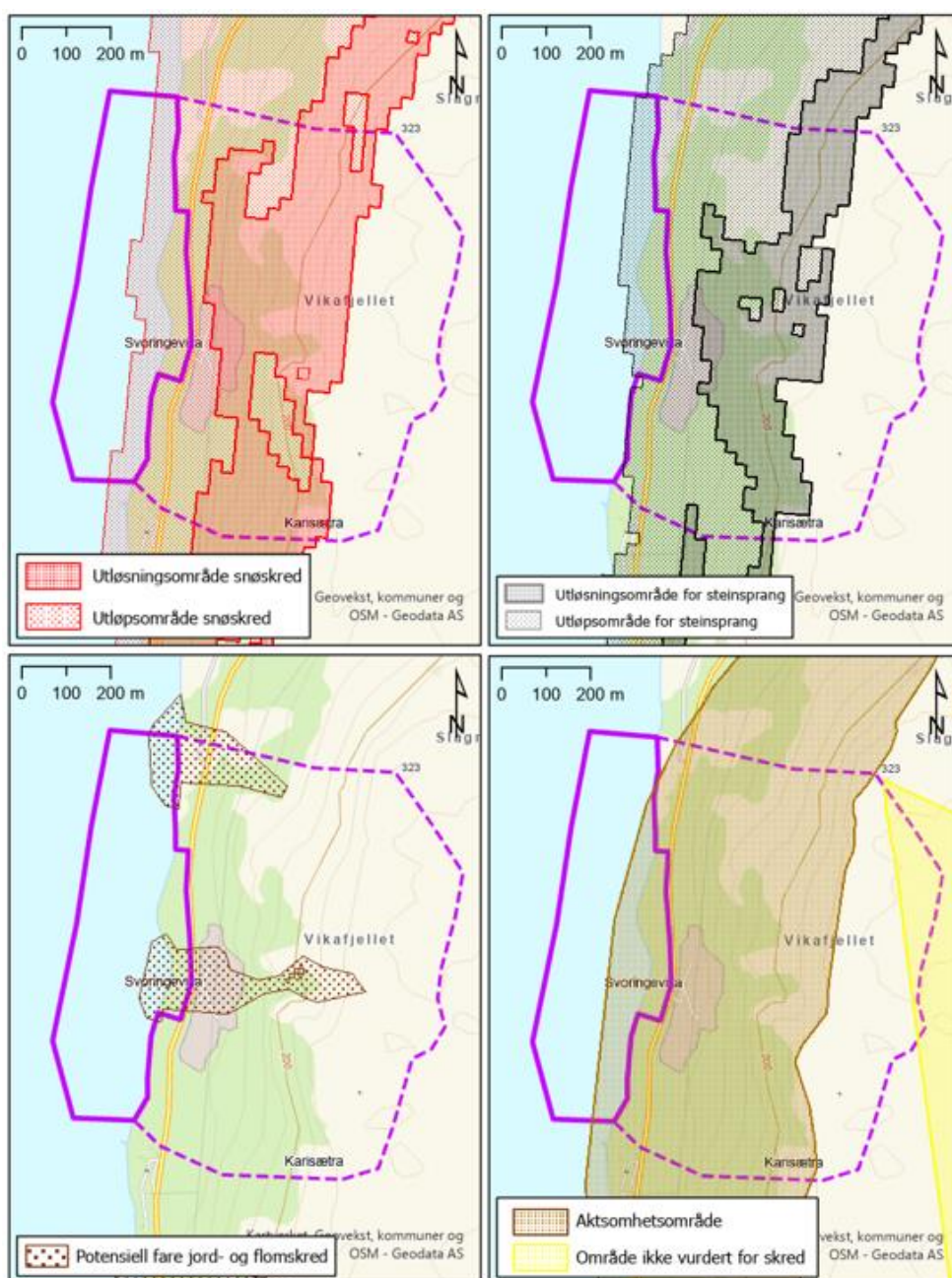
1.6 Grunnlagsmateriale

Skredfarevurderingen er basert på tilgjengelige grunnlagsdata:

- Digital terrengmodell (DTM) fra 2017 med 0,25 meter oppløsning (www.hoydedata.no)
- Tilgjengelige flyfoto fra 1965 til 2019 (www.norgebilder.no)
- Berggrunnskart og løsmassekart fra NGU (www.ngu.no/emne/kart-pa-nett)
- Skredhendelser og aktsomhetskart fra NVE atlas (atlas.nve.no)
- Skogsdata og markfuktighetsdata fra NIBIO (www.nibio.no/tjenester)
- Historiske klimadata hentet fra eklima.no, seklima.met.no og senorge.no

1.7 Aktsomhetsområder

NVEs aktsomhetssoner for snøskred og steinsprang (Figur 2), og NGIs aktsomhetsområde for snøskred og steinsprang, dekker og store deler av området. Mindre deler av området (langs renna midt i områder, og i nordlig del) er i tillegg dekket av NVEs aktsomhetsområde for jord- og flomskred. Aktsomhetskartene er ikke beregnet på arealer utenfor land (de er klippet en uvisst avstand fra land), og antas ikke representative for områder på vann.



Figur 2. NVEs aktsomhetsområder for snøskred (øverst til venstre), steinsprang (øverst til høyre), jord- og flomskred (nede til venstre). Nede til høyre er NGIs aktsomhetsområder for snøskred og steinsprang.

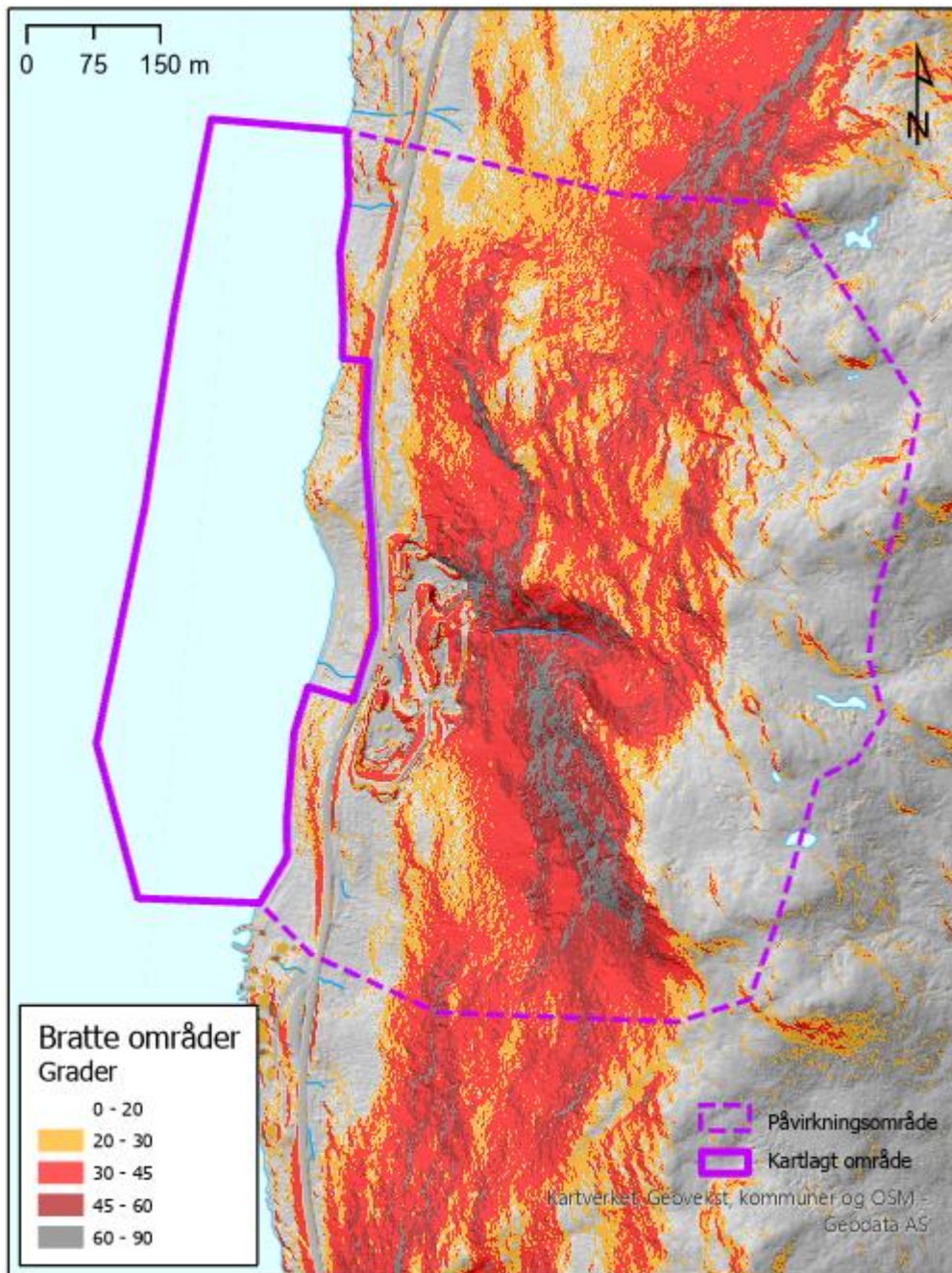
2 Områdeskildring

2.1 Topografi og helling

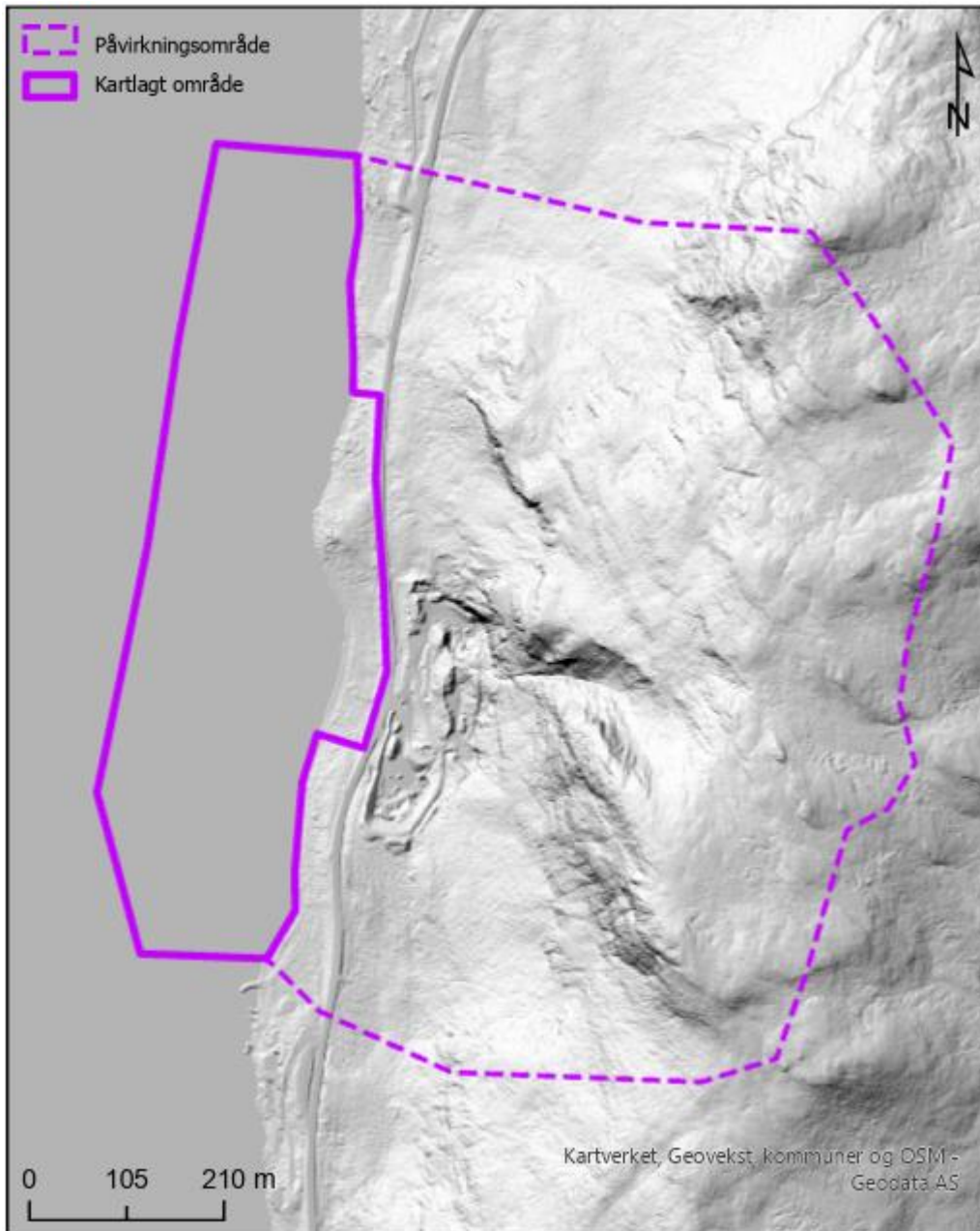
Kartleggingsområdet ligger omtrent mellom ca. 0-10 moh. og inkluderer areal på fjorden i markert område. Resterende areal er området mellom fjorden og Vanylvsvegen. Terrenget ovenfor kartleggingsområdet er i noen grad endret, spesielt i sørlig del, grunnet steinbruddet. Mellom fjorden og Vanylvsveien er terrenget hovedsakelig slakt (under 25 grader), med et lite brattere parti de siste meterne opp til veien (rundt 30 grader).

Ovenfor veien og opp til de brattere bergskrentene ligger et parti med ur, med helning rundt 30 grader (Figur 3). Uren ligger nærmest veien fra nordlig ende av steinbruddet og ca 200 m nordover i påvirkningsområdet. I dette partiet er også ura mindre vegetert. I dette området er det flere bratte skrentpartier ved ca kote 100, nært veien (ca. 100 m avstand). Lengre mot nord blir avstanden mellom veien og skrenter større (opp mot 300 m), da brattskrentene i nordligste del av påvirkningsområdet ligger på ca kote 250, og det er noe slakere terreng frem til veien.

I området der steinbruddet ligger er terrenget bratt (rundt 45 grader) ovenfor steinbruddet og opp til ca. kote 250. Det er en renneform som kommer ned midt i steinbruddet, der det er markert en mindre bekk. Renneformasjonen er også godt synlig i fjellskyggekart (Figur 4). Det er brå overgang mellom det bratte terrenget og flata der steinbruddet er. Sør for steinbruddet er det større avstand mellom de bratte områdene mellom kote 150 og 300, og avstand mellom veien og ura er over 100 m med slakt terreng (hovedsakelig under 20 grader) .



Figur 3. Terrenghelningskart som viser terrenghelning i kartleggingsområdet og påvirkningsområdet.



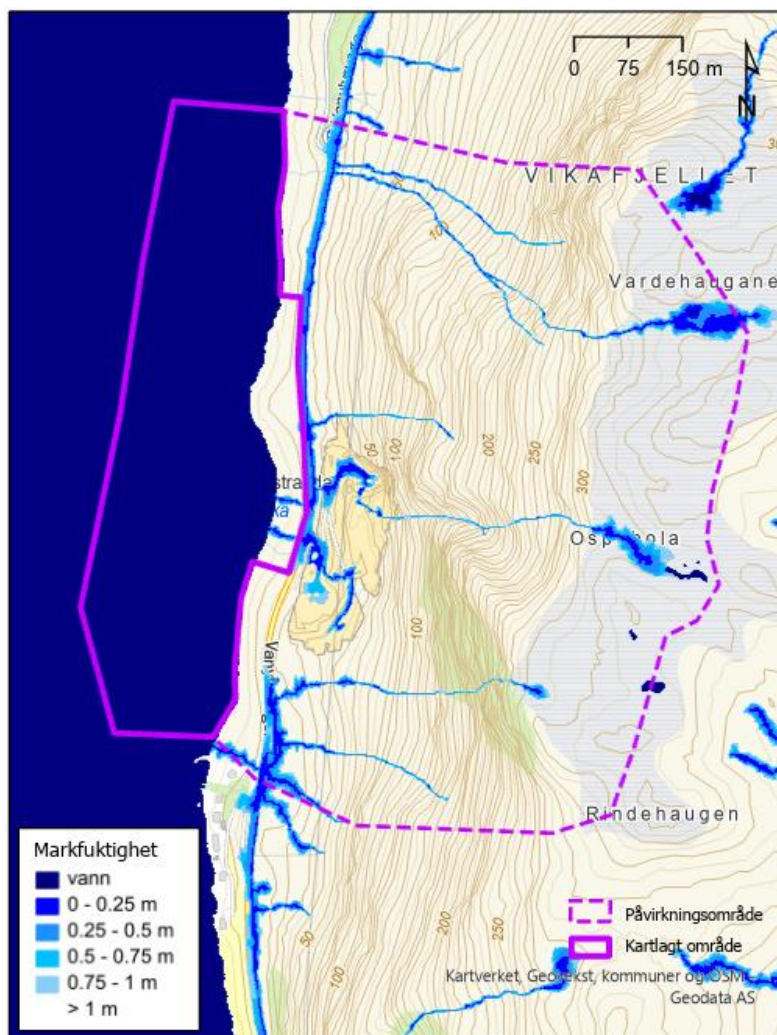
Figur 4. Fjellskyggekart over området. Ca midt i området kommer en renneformasjon ned midt i steinbruddet.

2.2 Vannveier

Fra kartgrunnlag er det registrert en mindre bekk inn i kartleggingsområdet fra bratt terreng. Bekken kommer ned renna fra myrområdene ved Ospehola, og kommer ned i steinbruddet. Det er også en mindre bekk tegnet inn helt nord i området, som kommer ned fjellsiden fra myrområdene ved Vardehaugene.

Markfuktighetskart [4] vist i Figur 5 gir et overordnet bilde av hvor det er størst sannsynlighet for økt fuktighetsinnhold i marka basert på inndeling i klasser etter høydeforskjell fra punkt til nærliggende vannmetta punkt. Lav høydeforskjell gir større sannsynlighet for økt fuktighetsinnhold og evt. vannføring. Kartene tar

hensyn til terrengoverflaten sin helling, men ikke grunnforholdene slik som løsmasser. Markfuktighetskart over området viser at sannsynlig drenering av fuktighet i marka vil være fra overliggende myrterreng og følge nevnte renneformasjoner ned mot steinbruddet fra Ospehola. Bekkeløpet ned fra Vardehaugene kommer også frem i markfuktighetskartet. Det er to mindre definerte dreneringsveier helt sør i området. Utenom dette er det få dreneringsveier ned mot kartleggingsområdet.

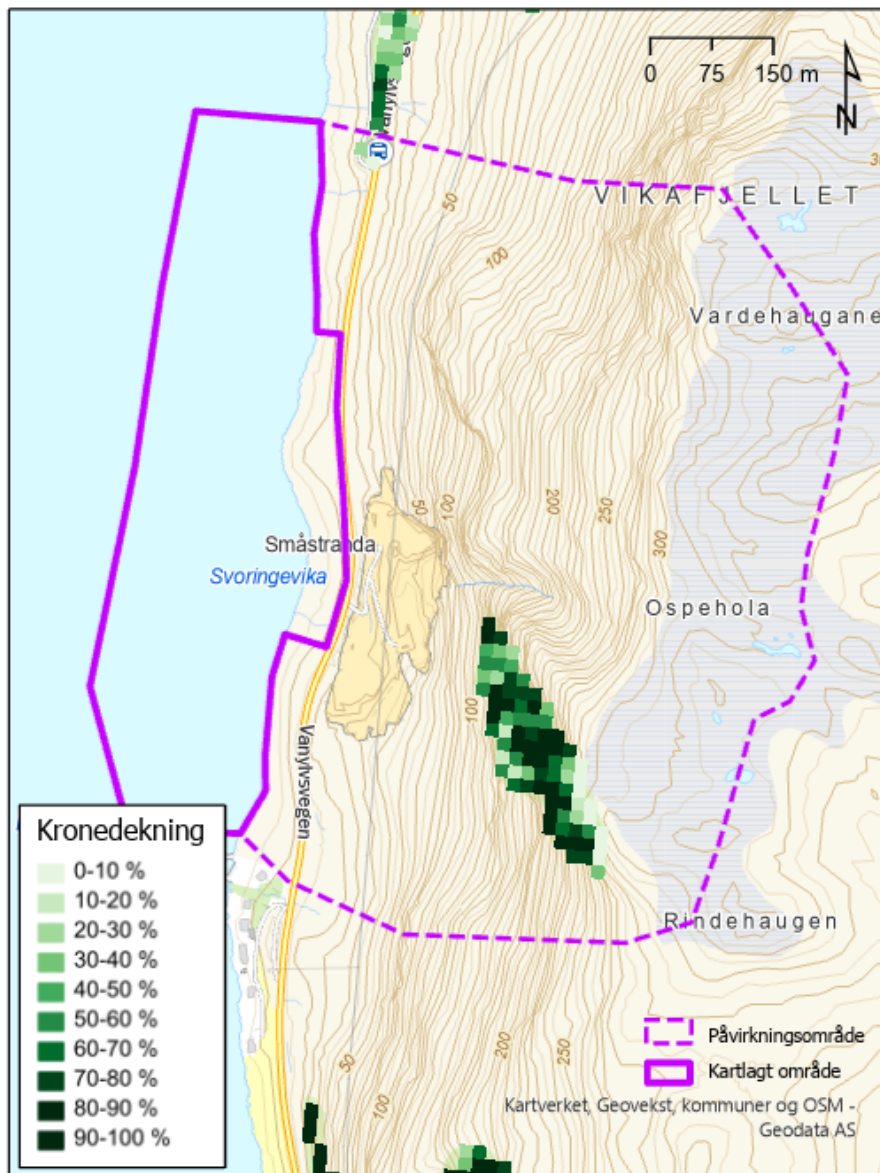


Figur 5. Markfuktighetskart fra NIBIO. Rasteren er inndelt i seks klasser for markfuktighet etter høydeforskjell i m fra punkt til det nærliggende vannmetta punktet. NIBIOs markfuktighetskart viser hvor det er teoretisk størst sannsynlighet for økt fuktighetsinnhold i marka, men kartet tar bare hensyn til terrengoverflatens helling og ikke løsmassetype. Kartet er beregnet ut fra ny norsk høydemodell (1 m) men noe utfylling er fra grovere høydemodell (10 m) for hvert nedbørsfelt.

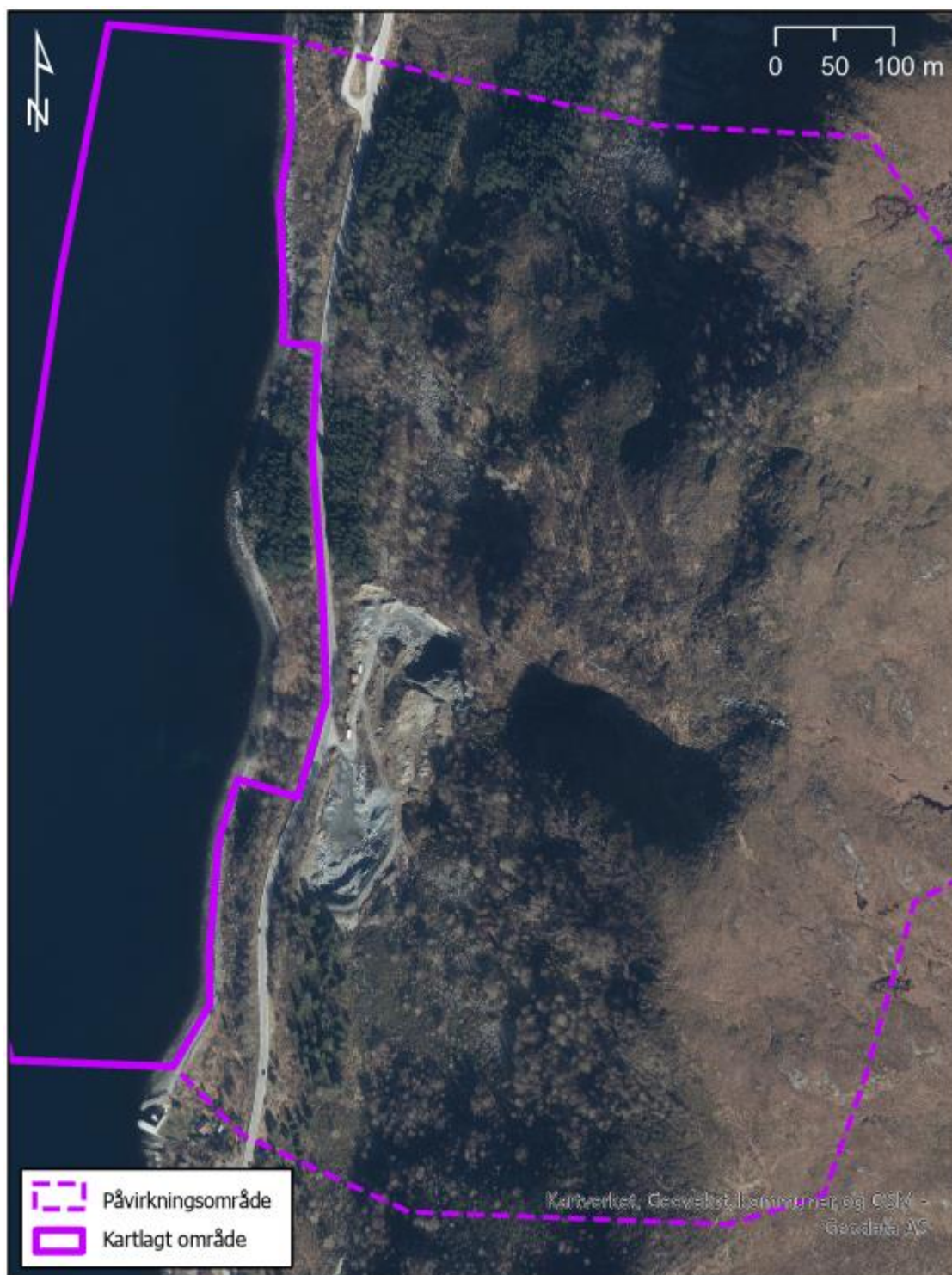
2.3 Skog og vegetasjon

NIBIO sine kartdata for skog SR16 [4] viser at det er begrenset mengde skog innenfor påvirkningsområdet. Kun et mindre felt med løvskog er inkludert i fjellsiden. Kronedekningen for dette feltet er opp mot 80-90% (Figur 6). Datasettet er fremstilt fra automatisk prosessering av 3D fjernmålingsdata (fotogrammetri og laser), terrengmodeller, satellittdata, eksisterende kartdata (AR5) og data fra landskogflater [4].

Det er tynn løvskog i store deler av fjellsiden som ikke er dekket av skogdataene, men som er synlige i flybilder og under befaringen. Det er flere felt med tykk granskog som ikke vises på dataene, men som er synlig i flybilder (Figur 7). Denne skogen var såpass tykk at det var utfordrende å bevege seg igjennom under befaringen.



Figur 6. Kronedekning er angitt i prosent dekning av det totale arealet.

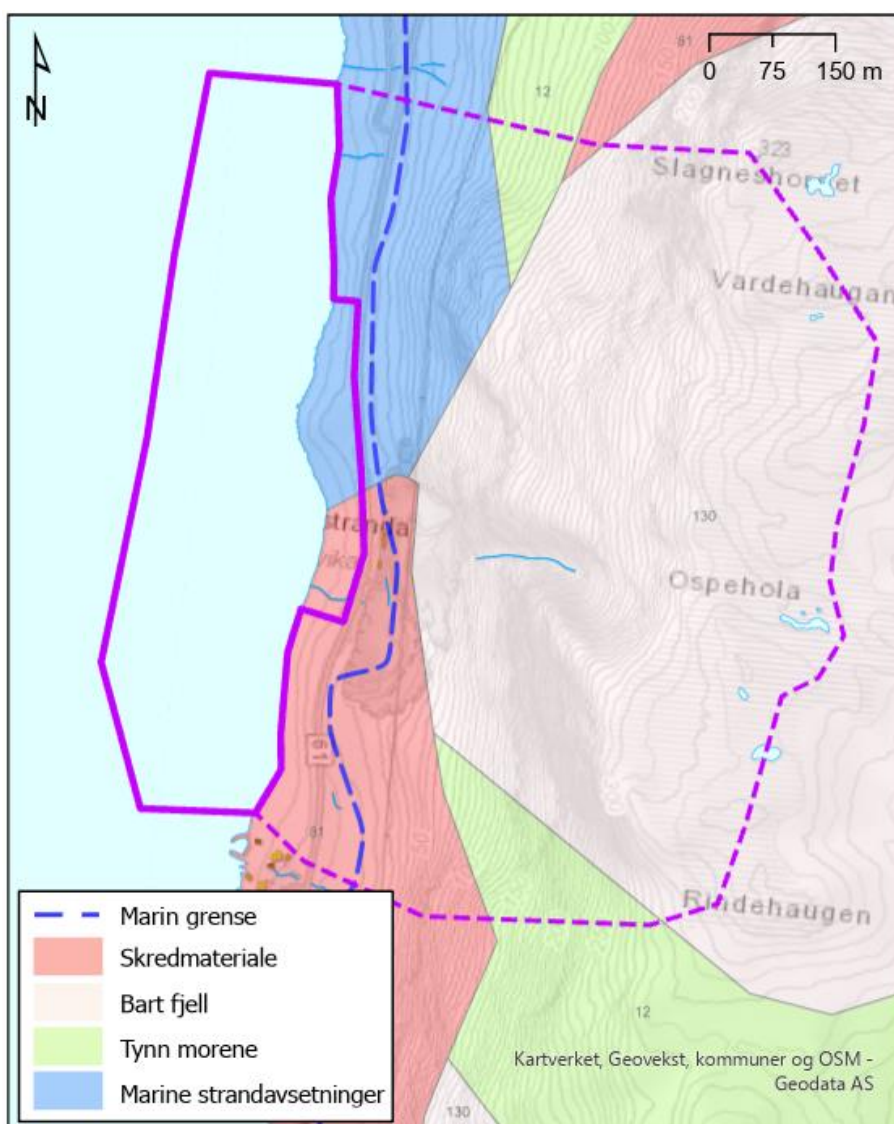


Figur 7. Granfeltene ovenfor veien i nordlig del, og både ovenfor og under veien midt i kartleggingsområdet er synlige i flybilder. Det er tynn løvskog i store deler av fjellsiden.

2.4 Berggrunn og løsmasser

Ifølge NGU sin berggrunnsdatabase [5] og berggrunnskart med målestokk 1:250 000 består berggrunnen i det vurderte området av Båndgneis fra fjordnivå til ca. kote 250. Fra kote 250 og høyere i terrenget består berggrunnen av granittisk gneis. Det betyr at det går en bergartsgrense gjennom fjellsiden øst for kartleggingsområdet. Bergartsgrensen kan påvirke bergmassekvaliteten ved at det eksempelvis er større oppsprekingsgrad i området.

Løsmassekart fra NGU sin løsmassedatabase [6] i målestokk 1:250 000 viser at løsmassedekket i kartleggingsområdet og påvirkningsområdet hovedsakelig består av bart fjell og skredmateriale (Figur 8). Over ca. 50 moh innenfor påvirkningsområdet er det hovedsakelig bart fjell (mer enn 50 % av arealet er fjell i dagen). Nedenfor er løsmassedekket kartlagt som skredmateriale i sørlig del, og marine strandavsetninger i nordlig del. Løsmassekart over området er kun tilgjengelig i grov skala.



Figur 8. Løsmassene i lavereliggende del av området er ikke kartlagt i detalj, og består ifølge løsmassekartet av bart fjell og skredmateriale, i tillegg til at en del av området er bart fjell.

2.5 Klima

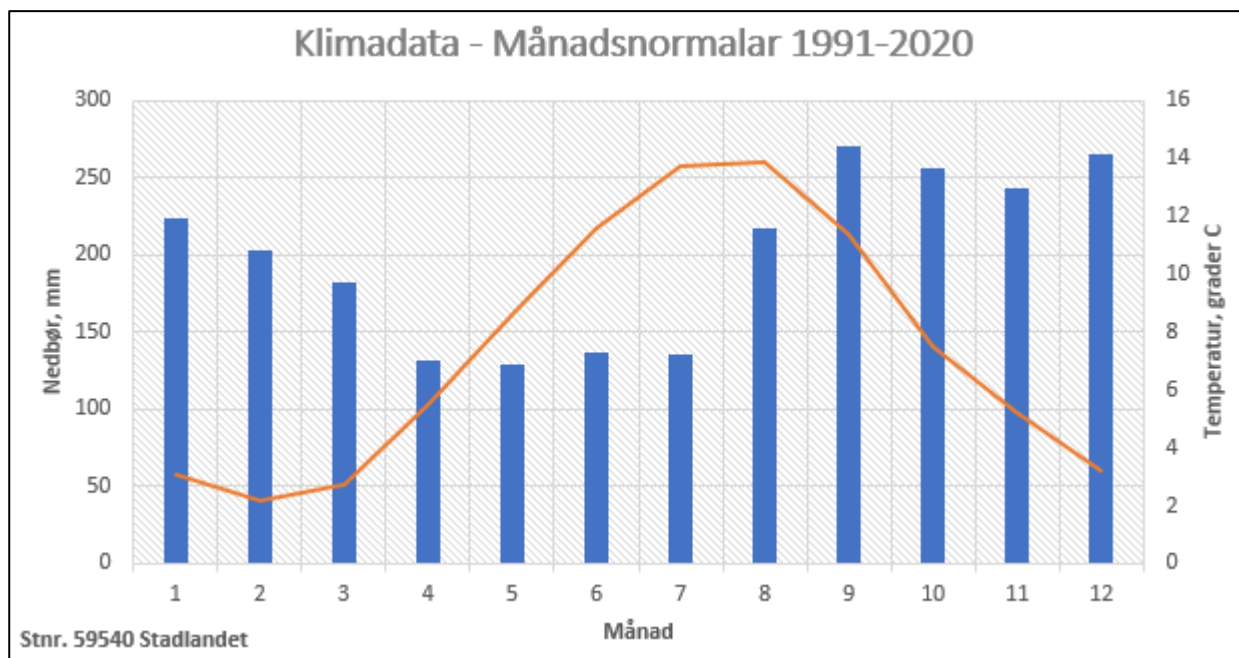
Målestasjonen Stadlandet (75 moh.), ligger ca. 20 km i luftlinje nordvest for kartleggingsområdet. Stasjonen har vært i drift siden 1923, og det vurderes at klimanormalene er representative for kartleggingsområdet.

Ifølge normalperioden fra 1991-2020 er årsnedbøren ved stasjonen på Stadlandet 2399 mm [7]. Figur 9 viser at nedbøren er størst i månedene september (9) – desember (12), med henholdsvis 270 mm og 265 mm som største månedsnedbør i september og desember måned.

Største registrerte 1-døgns nedbørshendelse for målestasjonen på Stadlandet er på 122,5 mm, registrert den 21.11.1980. Største registrerte 3-døgns nedbørshendelse for samme målestasjon er på 176,3 mm og er registrert den 07.09.1966 [7].

Temperaturdata for normalperioden 1991-2020 ved målestasjonen på Stadlandet viser at årsmiddeltemperaturen er 7,4°C [7]. Middeltemperaturen i alle årets måneder er over 0°C, med høyeste middeltemperatur i august på 13,9°C og laveste middeltemperatur i februar med 2,2°C (Figur 9). Fra arealdata over klima på senorge.no [8] kan en se at normal årstemperatur for normalperioden 1991-2020 i det vurderte området ligger mellom 6-8°C.

Målestasjonen på Stadlandet registrerer ikke snødybde, men på senorge.no [8] kan en hente ut arealdata som gir informasjon om snøforhold i området. Dette er grove data, men gir en indikasjon på snøforhold for det vurderte området. For de området er normal årsmaksimum av snødybde for normalperioden 1971-2000 mellom 25-100 cm. Sammen med temperturdata (Figur 9) syner dette at snømengden i området vinterstid trolig er begrenset, og mye av nedbøren vinterstid kommer sannsynligvis som regn og sludd.

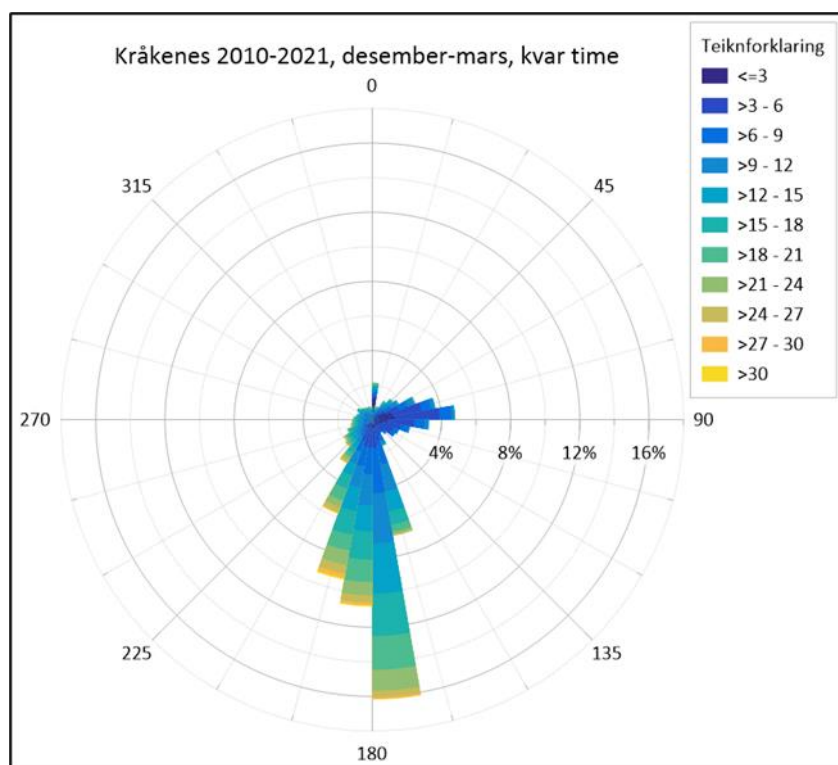


Figur 9: Månedsnormaler for nedbør (mm) og temperatur (°C) for målestasjon 59540 Stadlandet. Data er hentet fra eklima.no [7].

Det er ikke kjente jordskred, flomskred eller sørpeskred i området, og det er derfor ikke gjort tilbakeregning av nedbørintensitet ved tidligere hendelser.

Vind

- Den nærmeste målestasjonen til det vurderte området som har gode data for vind ligger ved Kråkenes (75 moh.) ca. 25 km i luftlinje vest for området. Den lokale topografien kan påvirke situasjonen i det kartlagte området, i forhold til situasjonen ved Kråkenes. Det er eksempelvis topografiske forhold som legger til rette for gode kildeområder for drivsnø øst for fjellsiden. Vinddata fra vintermånedene november-mars i perioden 2010-2021 viser at dominerende vindretninger er fra sør og sørvest, men at det også er perioder med østlig vindretning, sel om vindstyrken da hovedsakelig er noe svakere (Figur 10). Vinterstid vil vindretningen påvirke vindtransport av snø, med påfølgende oppbygging av fokksnø.



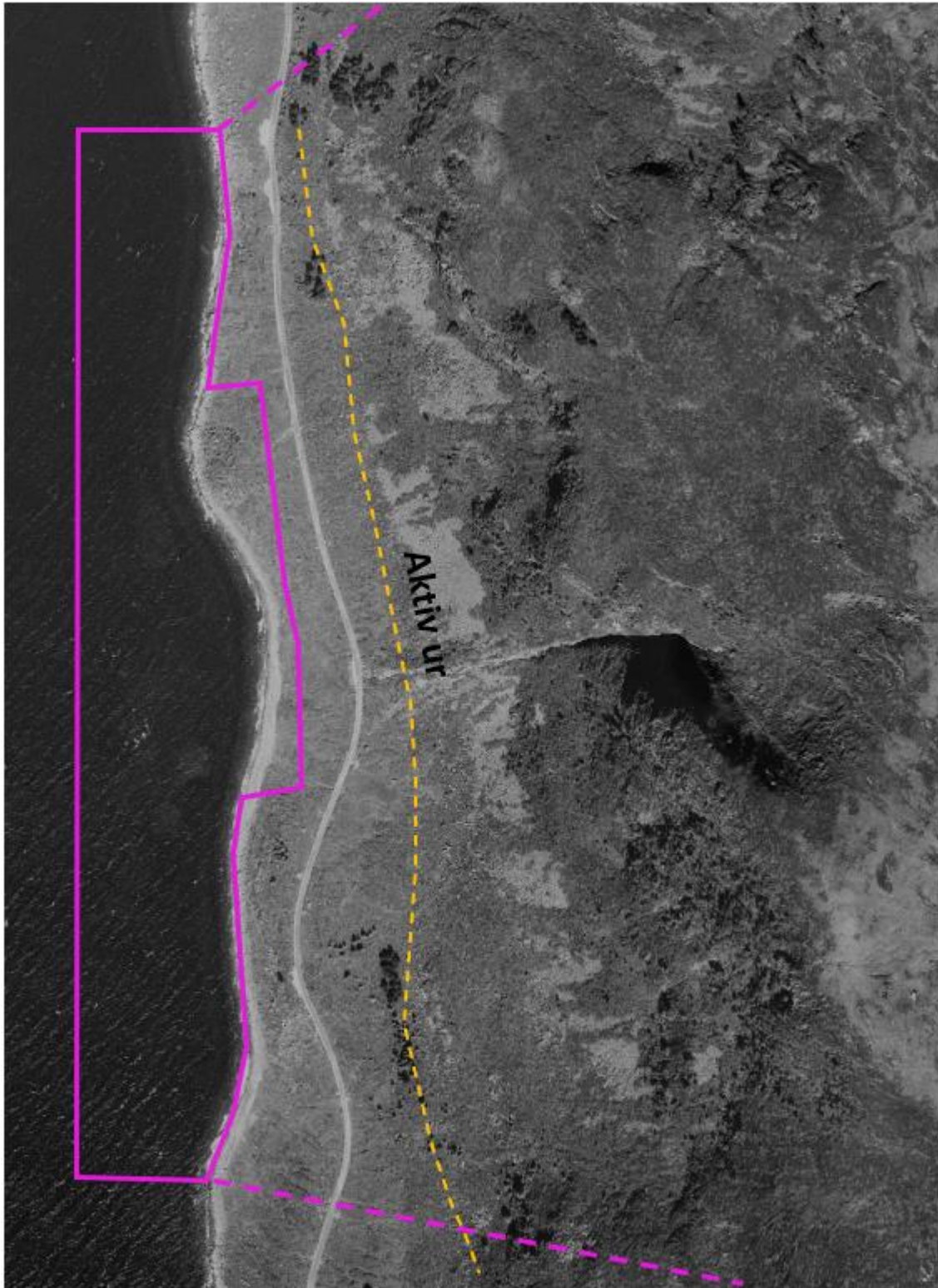
Figur 10. Vindrose for vintermånedene desember til mars, Kråkenes.

2.6 Skredhistorikk

Det er ikke registrert historiske skredhendelser innenfor kartleggingsområdet eller påvirkningsområdet i NVE skredatabase.

Det er få registrerte skredhendelser langsmed veistrekningen utenfor området. Kun en mindre utglidning i løsmasser langs vei ved Slagnes i 2013 er registrert, ca. 1,5 km nordøst for kartleggingsområdet.

I flybilder fra 1965 er terrenget mindre vegetert enn i dag, og uttak av stein var ikke begynt. Det opprinnelige terrenget og tidligere hendelser kan ses bedre enn i nye flybilder. Uren i 1965 er definert langsmed hele fjellsiden, og flere enkeltblokker utenfor ura er synlige (Figur 11). Det er og spor etter aktivitet langsmed renna midt i påvirkingsområdet, ca. ned til veien.



Figur 11. Flybilder fra 1965, der uren er synlig langsmed hele fjellsiden. Ytre avgrensning aktiv ur er markert med gul stiptet linje. Kartlagt område er omtrentlig markert i figuren.

2.7 Eksisterende skredfarevurderinger

Det er ikke kjente tidligere skredfarevurderinger innenfor kartleggingsområdet eller påvirkningsområdet.

2.8 Eksisterende sikringstiltak

Det er ikke registrert noen sikringstiltak i NVE skredatlas. Det er ikke observert sikringstiltak i kartdata eller under befaringen.

3 Feltobservasjoner

3.1 Skredgeologisk beskrivelse

Hensikten med feltarbeidet var å få et inntrykk av topografiske forhold, grunnforhold og aktsomhetsområdene, samt sannsynlighet for skred.

I sørlig del av området ble det observert god avstand mellom ur og kartleggingsområdet. Det ble ikke observert tidligere steinsprangblokker som har nådd ned til området mot veien. Det står tynn løvskog i fjellsiden, og det er ikke observert spor etter skredaktivitet annet enn steinsprang (Figur 12).

Ovenfor steinbruddet er det i sørlig del observert ur helt ned til øvre del av steinbruddet (Figur 13). Flere skrentpartier som er potensielle løснеområder for steinsprang er observert, men det er ikke observert spor etter andre skredtyper.

Midt i steinbruddet kommer et bekkeløp ned fra en renneformasjon og inn i steinbruddet (Figur 14). Bekkeløpet går på bart fjell i nedre del av løpet (Figur 15). Det er vegetasjon langsmed løpet, og ikke spor etter nylig massetransport.

Nord for steinbruddet er det observert skrenter med stedvis overheng, og flere dels avløste blokker (Figur 16). Uren nedenfor er grov, og øvre del bærer preg av relativt hyppige utfall (Figur 17). Mot veien står det tette granskogfelt, med noen eldre steinsprangblokker imellom. Det står tett skog også nedenfor veien.

Mot den nordligste delen av det kartlagte området er det større avstand mellom brattpartier og kartleggingsområdet, og det ble ikke observert blokker fra tidligere steinsprang eller andre skredavsetninger. Ovenfor veien er det flere partier med tette granfelt (Figur 18).



Figur 12. Sørlig del av området. Uren er synlig i overgangen mellom bratt terreng og utflatning mot fjorden. Det står tynn løvskog i fjellsiden.



Figur 13. I sørlig del av steinbruddet går uren helt ned til øvre del av bruddet.



Figur 14. Renneformasjonen som kommer ned midt i steinbruddet.



Figur 15. Det er hovedsakelig bart fjell i nedre del av renneformasjonen.



Figur 16. Skrentpartier nord for steinbruddet.



Figur 17. Grov ur nord for steinbruddet. Tett vegetert i nedre del ovenfor veien.



Figur 18. Det er flere partier med tett granskog ovenfor veien.

4 Modellering

4.1 Steinsprang

Ramms rockfall, generelt og input

Som en støtte til skredfarevurderingen er det simulert utløp for steinsprang med den dynamiske 3D modellen RAMMS Rockfall (RAMMS::ROCKFALL v. 1.6.70). Resultatene fra modelleringen viser utløp og utbredelse for steinsprang og må tolkes og vurderes sammen med andre data.

4.1.1 Modellen krever input fra digital terrengmodell, definisjon av løsneområder, samt blokkstørrelse og blokkform. En kan også definere verdier for energidemping basert på grunnforhold, samt friksjon fra skog. Følgende kommentarer er knyttet til RAMMS Rockfall beregningene i dette prosjektet:

- Kanta, rektangulære blokker som input. Det er simulert med volum på 2 m³.
- Digital terrengmodell med 2 m oppløsning er brukt i modelleringen.
- Totalt antall simulerte blokker er 6279 fordelt på 2093 kildepunkt, med tre vilkårlige orienteringer av blokkene i startpunkt.
- Løsneområder (polygon) er definert på kart (løsneområder er definert som arealer med helling over 45 grader, eller områder der ugunstig orientering gjør utfall fra slakere terreng mulig).
- Verdier for mykhet i terrenget (som myr, bart fjell, ur, etc.) er lagt inn i modellen basert på observasjoner i felt, samt ved bruk av flyfoto og fjellskyggekart.
- Skog er inkludert i modellen der det er tette granskogfelt. Løvskogen er ikke inkludert i modelleringen.

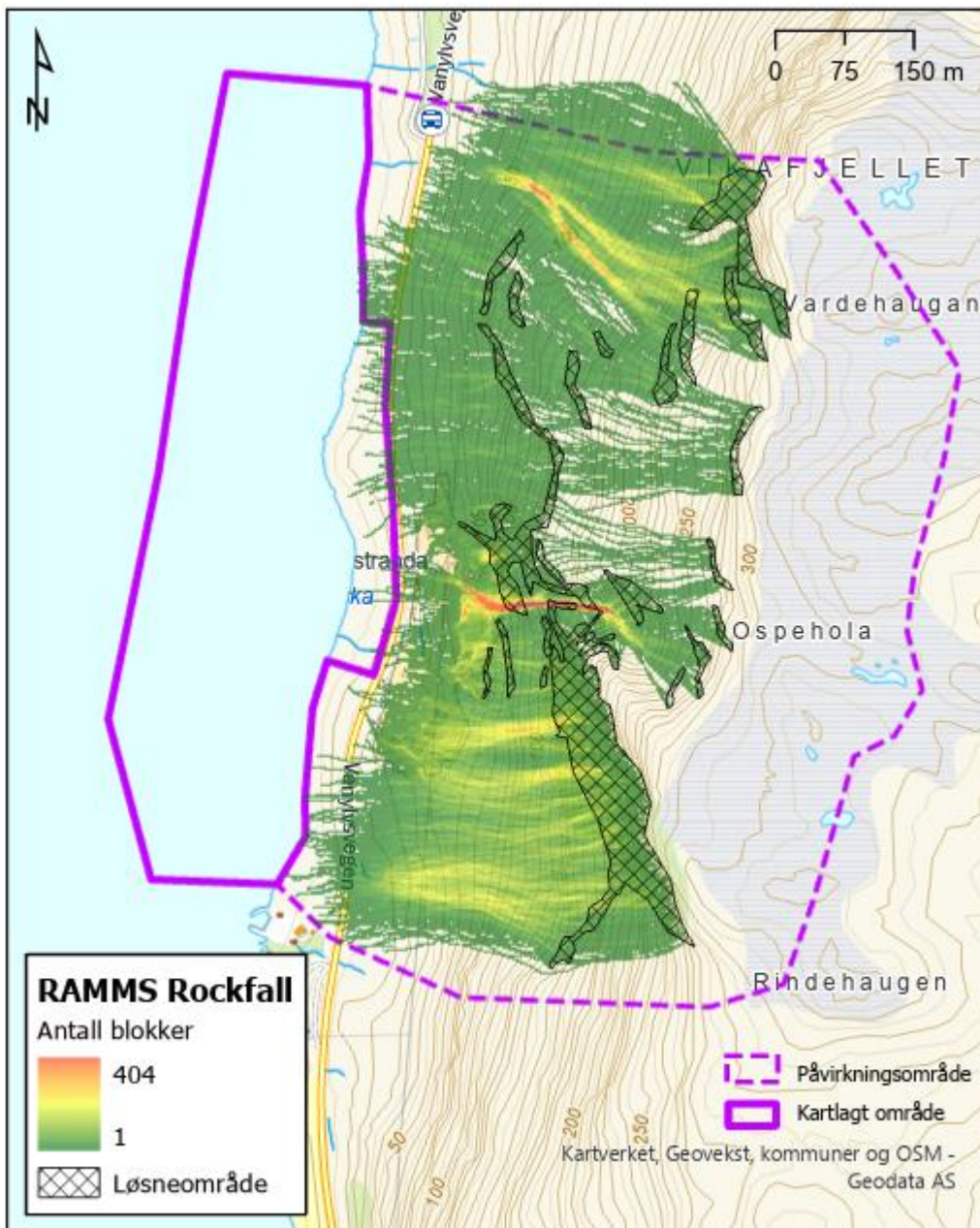
4.1.2

Resultater

Simuleringen viser at steinsprang spres over hele fjellsiden når det løsner i definerte løsneområder, men steinsprangblokker blir også i noen grad kanalisert i terrenget (Figur 19). Dette er spesielt synlig i renneformasjonen ca midt i området.

En lav konsentrasjon av blokker når ned til veien, og kun enkeltblokker går ned til kartleggingsområdet. Den største konsentrasjonen av blokker som når inn i kartleggingsområdet er ved skrentpartiene rett nord for steinbruddet. Dette stemmer godt overens med observasjoner i felt og i historiske flybilder, da det er i dette partiet uren ligger nærmest veien.

Utløp av blokker med RAMMS er beregnet på flere tusen blokker, og må sees i sammenheng med utfallssannsynlighet. Modelleringen tar ikke hensyn til løskogen, og detaljer i terrenget får begrenset effekt i modelleringen, grunnet at terrenget jevnes noe ut ved resampling av terrenget til 2 m terrengmodell.



Figur 19. Resultater fra modellering av steinsprangutløp, dynamisk modell RAMMS rockfall (antall steinsprangblokker som passerer hver celle i simuleringen).

5 Skredfarevurdering

Viser til Vedlegg 1 for generell beskrivelse av de ulike skredtypene.

5.1 Steinsprang

Terrenghellingen ovenfor området er tilstrekkelig bratt til at det kan løsne steinsprang, og de kan få retning ned mot det kartlagte området. Det er potensielle løsneområder for steinsprang langs hele fjellsiden ovenfor kartleggingsområdet. Det er synlige uravsetninger langs hele fjellsiden, men avstand mellom ur og kartlagt område varierer. Modellering av steinsprang viser at majoriteten av blokker stopper før de når veien. Enkeltblokker, spesielt fra de lavereliggende skrentene, kan nå ned til kartleggingsområdet. De samme skrentene har antatt høyest utfallshyppighet av blokker, basert på observasjoner i felt.

Det er ikke kjente steinspranghendelser som har passert veien i området. Terrenghellingen fra de potensielle løsneområder og ned mot veien er relativt slakt nedenfor ura ($<20^\circ$). I nordligste og sørligste del av området er avstanden mellom ur og kartlagt område størst (200-250 m). I midtre del av områder viser ura tegn på hyppigst utfall, men dette området har også lavest fallhøyder (fra ca kote 100), og blokker herfra tolkes ikke å kunne passere veien.

Modelleringer med RAMMS, samt registrering av utbredelse av blokker fra kartleggingen gir tydelige indikasjoner på forventede utløpslengder for steinsprang. En samlet vurdering av beregnet utløpslengde og utfallsannsynlighet er brukt for å estimere nominell årlig sannsynlighet for steinsprang ut i kartleggingsområdet. Sannsynligheten for at steinsprang når ned til det kartlagte området er vurdert å være mindre enn 1/100 og kartleggingsområdet har tilstrekkelig sikkerhet mot steinsprang for sikkerhetsklasse S1. En del av kartleggingsområdet er vurdert å ha høyere sannsynlighet for steinsprang enn 1/1000, og det er knyttet en faresone til dette området.

5.2 Steinskred

Det er flere områder med brattere helning enn 45 grader, men det er ikke observert tegn til deformasjon av større bergpartier (10 000- 100 000 m³) i fjellsiden. Slike skred er sjeldne sammenlignet med andre skredtyper som steinsprang og snøskred, og utfallsannsynlighet vanskelig å estimere. Karttjenesten InSAR Norge (som kan identifisere deformasjon i fjell) har ikke optimal dekning i området pga. vegetasjon og helning. Punkter som kommer frem grunnet vegetasjonsfri områder viser ingen tydelig trend på deformasjon i fjellsiden. Det er ingen objekter registrert i NGUs nasjonale database for ustabile fjellparti i nærheten av området.

Det vurderes at kartleggingsområdet har tilstrekkelig sikkerhet mot steinskred for sikkerhetsklasse S1 og S2 da den nominelle årlige sannsynligheten for steinskred vurderes å være lavere enn 1/100 og 1/1000.

5.3 Jordskred

Det er hovedsakelig ur opp til skrentpartiene og over dette er det hovedsakelig bart fjell. Levereliggende områder med løsmasse er i slakt terreng (hovedsakelig under 20 grader). Feltobservasjoner og terrengmodell indikerer ikke spor etter tidligere utglidinger eller avsetninger som tyder på jordskredaktivitet og det er ikke observert pågående erosjon eller utvasking i løsmassedeckket i fjellsiden. Steinsprangavsetninger er erfaringsmessig grove, i noen grad usorterte og har god drenerende effekt.

Det er vurdert at nominell årlig sannsynlighet for jordskred er lavere enn 1/100 og 1/1000, og kartleggingsområdet har tilstrekkelig sikkerhet mot jordskred for sikkerhetsklasse S2.

5.4 Flomskred

Fjellsiden ovenfor kartleggingsområdet har bratte sider, og en bratt renneformasjon med helning ned mot steinbruddet. NGU løsmassekart tilsier at det hovedsakelig er bart fjell langs renneformasjonen, og det ble observert bart fjell i overgangen mellom renneformasjonen og steinbruddet. Det er bratte skrenter langsmed renna, og opphopping av utraste blokker kan forekomme. Det er registrert spor etter aktivitet i bekkeløpet i historiske flybilder, men det er usikkert om dette er i forbindelse med flom. Sporene stopper i overkant av veien.

Situasjonen er bedret etter endringer i terrenget som følge av steinbruddet, og et potensielt mindre utløp vil stoppe effektivt i steinbruddet. Massene vil da spres utover i steinbruddet.

Det vurderes at kartleggingsområdet har tilstrekkelig sikkerhet mot flomskred for sikkerhetsklasse S1 og S2 da den nominelle årlige sannsynligheten for flomskred vurderes å være lavere enn 1/1000.

5.5 Snøskred

Det er partier i påvirkningsområdet med tilstrekkelig bratthet til å løse ut snøskred, men terrenget er i stor grad bratt (>45 grader), og mulighet for å bygge opp store snømengder er begrenset. Områdene med helning mellom 30-45 grader er vegetert med tynn løvskog.

Ut fra klimaanalysen er det snø på bakken i løpet av vintersesongen, men store deler av nedbøren vinterstid kommer trolig som regn og evt. sludd i området. Dominerende vindretning vinterstid er fra sør, men også en mindre konsentrasjon av vind vinterstid er registrert fra øst, hovedsakelig med lav vindstyrke. Topografien legger til rette for drift av ut i fjellsiden, med større flate partier øst for påvirkningsområdet.

Det vurderes at det ikke er stort potensial for å bygge opp et mektig snødekke, noe også normal årsmaksimum av snødyp for normalperioden 1971-2000 viser. Det er mulig med små lokale utglidninger, men grunnet avstanden ut til kartleggingsområdet, tolkes det at det ikke er potensiale for snøskred av en slik størrelse at det kan passere veien og nå ned til kartleggingsområdet. Det er ikke registrerte snøskredhendelser langsmed fjorden i nærheten av kartleggingsområdet.

Det er identifisert potensielle løseområder i øvre del av renneformasjonen ovenfor steinbruddet i påvirkningsområdet. Arealet med tilstrekkelig bratthet er under 500 m², og det er en brå overgang mellom renna og utflating ved steinbruddet. Det er stor ruhet i terrenget ved steinbruddet, og det tolkes at det skal ekstreme situasjoner til for at potensielle snøskred kan passere steinbruddet og nå ned mot veien.

Det vurderes at området har tilstrekkelig sikkerhet mot snøskred for sikkerhetsklasse S1 og S2 da den nominelle årlige sannsynligheten for snøskred vurderes å være lavere enn 1/100 og 1/1000.

5.6 Sørpeskred

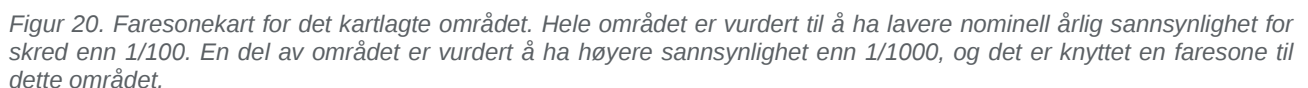
Det slake terrenget over den bratte fjellsiden, fra 300 moh til 320 moh. har potensielle løseområder for sørpeskred med de slake myrpartiene. Dette er områder der det kan samles vann i snødekket, og som drenerer ned mot renneformasjonen ned mot steinbruddet.

Klimaanalyse viser at det kan være snø på bakken vinterstid, men at nedbør ofte faller som regn eller sludd vinterstid. Det vurderes at det ikke er potensiale for å bygge opp et mektig snødekke. Mindre hendelser kan forekomme, men dette tolkes å ville stoppe effektivt i steinbruddet, slik som for mindre flomskredhendelser. Det er ikke registrert spor etter aktivitet fra sørpeskred eller sørpeskredavsetninger.

Det er vurdert at det kartlagte området har en nominell årlig sannsynlighet for sørpeskred mindre enn 1/100 og 1/1000 i kartleggingsområdet, og området har tilstrekkelig sikkerhet mot sørpeskred for sikkerhetsklasse S1 og S2.

Planområdet Småstranda Næringsareal er vurdert av Norconsult for sikkerhetsklasse S1 og S2 for skred i bratt terreng etter sikkerhetskrav i TEK17 §7-3. Basert på skredfarevurderingen er faresoner utarbeidet for nominell årlig sannsynlighet $\geq 1/100$ og $\geq 1/1000$ (Figur 20).

Det er vurdert at hele planområdet tilfredsstiller krav til sikkerhet mot skred for sikkerhetsklasse S1, og store deler av området tilfredsstiller krav til sikkerhet for sikkerhetsklasse S2. Det er knyttet en faresone for høyere nominell årlig sannsynlighet 1/1000 i underkant av det vurderte mest aktive skrentpartiet. Steinsprang er dimensjonerende skredtype i området.



At en del om området er dekket av faresone for skredsannsynlighet S2 betyr at det ikke kan oppføres bygninger med tilhørende sikkerhetsklasse S2 eller høyere krav til sikkerhet mot skred innenfor dette området.

Dersom det skal etableres bygninger tilknyttet sikkerhetsklasse S2 her, må det utføres sikringstiltak for å kunne oppnå tilstrekkelig sikkerhetsklasse i dette området. Aktuelle sikringstiltak i dette området kan være eksempelvis steinspranggjerdelse eller voll. Sikringstiltak må prosjekteres i forkant av utførelse.

7 Referanser

- [1] Forskrift til plan- og bygningsloven, «Forskrift om tekniske krav til byggverk (byggteknisk forskrift), FOR-2017-06-19-840. Tilgjengelig fra; <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2017-06-19-840>,» Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2017.
- [2] NVE, «Flaum- og skredfare i arealplanar.,» Norges vassdrags- og energidirektorat, 2014.
- [3] NVE, «Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng. Utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak.,» 12 11 2020. [Internett]. Available: <https://www.nve.no/veileder-skredfareutredning-bratt-terreng/>.
- [4] NIBIO, «Skogsdata og markfuktighet frå NIBIO,» 2020. [Internett]. Available: www.kilden.nibio.no.
- [5] NGU, «Berggrunn - Nasjonal berggrunnsdatabase,» 2020. [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/.
- [6] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase,» 2020. [Internett]. Available: http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/.
- [7] Meteorologisk institutt, «eKlima,» 2021. [Internett]. Available: www.eklima.no.
- [8] NVE, met.no og Kartverket, «senorge,» 2020. [Internett]. Available: www.senorge.no.
- [9] NVE, «NVE-veileder nr.8-2014. Sikkerhet mot skred i bratt terreng. Kartlegging av skredfare i arealplanlegging og byggesak.,» Norges vassdrags og energidirektorat (NVE), Oslo, 2014b.
- [10] NVE, «Jordskred og flomskred. Fakta korr. 09.11.2018.,» Norges Vassdrags- og energidirektorat, 2018.
- [11] NGU, «Komplekse skredvifter: monitorering og karakterisering av skredavsetninger fra ulike prosesser. NGU rapport 2020.21.,» Norges geologiske undersøkelse (NGU), Trondheim, 2020.
- [12] NIFS, «Terminologi om naturfare. Naturfareprosjektet: Delporsjekt 1 Naturfarestrategi. NVE-rapport 90/2015.,» Norges Vassdrags- og energidirektorat, 2015.
- [13] Norsk klimaservicesenter, «SeKlima,» 2020. [Internett]. Available: www.seklima.met.no.
- [14] Norges Geotekniske Institutt, «Løsmasse- og flomskred,» i *Skred, skredfare og sikringstiltak*, Universitetsforlaget, 2014, pp. 77-94.
- [15] NVE, «Jord- og flomskred - Klimaanalyse for bruk i skredfarekartlegging. NGI Rapport 20200323-01-R,» NVE, 2021.
- [16] K. Lied og K. Kristensen, Snøskred. Håndboken om snøskred, Nesbru, Norge: Vett og Viten, 2003.
- [17] NGI, Skog og skred: Forslag til kriterier for vernskog mot skred. Rapport 20120078-01-R, Oslo: Norges geotekniske institutt, 2015.

- [18] C. o. D. U. Keylock, «Evaluation of Topographic Models of Rockfall Travel,» *Arctic, Antarctic, and Alpine Research. Vol. 31, No 3. 312 – 320.*, 1999.

► Vedlegg 1 – Generell beskrivelse av ulike skredtyper

Under følger en kort beskrivelse av de ulike skredtypene. Se NVEs oppdaterte veileder [1] for ytterligere beskrivelse.

Steinsprang og steinskred

Steinsprang og steinskred løsner vanligvis i fjellskråninger som er brattere enn 45°, eller slakere skråninger der strukturer i fjellet muliggjør utfall [1]. Stabiliteten i bergmassene påvirkes av blant annet bergartstype, oppsprekkningsgrad, sprekkeforhold og foliasjon, vanntilgang og tilstedeværelse av trær og røtter (rotsprengning). Steinsprang består som regel av enkeltblokker som beveger seg hovedsakelig uavhengig av hverandre, og det mest vesentlige energitapet skjer i kontakt med terrengoverflaten. Volumet av stein under 10 000 m³. Et steinskred er en massebevegelse av et større bergparti (mellom 10 000 og 100 000 m³). Partiklene 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 [1].

Jordskred

Jordskred er utglidning av løsmasser i terreng brattere enn 20°. De kan starte med en plutselig utglidning, eller vedvarende sig i terrenget, i vannmettede løsmasser [1]. Røtter fra vegetasjon kan bidra til at løsmassedekket får økt styrke, samtidig som det vil kunne øke permeabiliteten i jorden. Løsmassetype og tykkelse spiller også en viktig rolle, samt menneskelige inngrep som kan endre naturlige dreneringsveier for vann. Ifølge NVEs veileder er skog ofte stabiliserende for jordskred siden røtter og vegetasjon kan redusere faren for erosjon og utglidning. I tillegg bidrar skogen høyere opp i dreneringsfeltet til å dempe vannføringen ved intens nedbør [1]. Den viktigste utløsningsfaktoren er oppbygging av vanntrykk som følge av langvarig nedbør, intense regnskyl og/eller sterk snøsmelting.

Flomskred

Flomskred er hurtige vannrike løsmasseskred som opptrer typisk langs bratte elver/bekkeløp, eller i raviner, hvor det er eroderbare løsmasser til stede. Oftest er helningen i løsneområdet mellom 25 – 45°, men flomskred kan også oppstå i slakere terreng helt ned mot 15° [1]. Flomskred opptrer også der det vanligvis ikke er permanent vannføring. Vannmassene kan erodere og transportere store mengder løsmasser, større blokker, trær og annen vegetasjon i og langs løpet. I flomsituasjoner eller ved høy vannføring kan det oppstå erosjon langs bekkeløp som over tid kan føre til ustabile masser. Ifølge NVEs veileder er skog ofte stabiliserende for flomskred siden røtter og vegetasjon reduserer faren for erosjon og utglidning. I tillegg bidrar skogen høyere opp i dreneringsfeltet til å dempe vannføringen ved intens nedbør [1].

Snøskred

Snøskred løsner vanligvis der terrenget er mellom 25° - 55° bratt [1]. I slakere skråninger (25° - 35°) må det ofte komme større mengder snø i løpet av tre døgn før det oppstår ustabile forhold. Andre faktorer som regn på snø og store mengder vindtransportert snø kan også føre til ustabilitet. Forsenkninger som skålformasjoner, gjel og skar er vanlige terrengformasjoner der større mengder snø kan samles. Store flate områder/plataer over løsneområdene vil ofte bidra til økt akkumulering av snø inn i løsneområdene. Tett skog i fjellsiden kan motvirke utløsning av store snøskred. Forutsetningen er at trærne er så høye at de ikke snør ned [2]. I tillegg er kronedekning og skogtype faktorer som påvirker effekten skogen har på snøskred.

Sørpeskred

For at et sørpeskred skal utløses kreves et snødekke av en viss tykkelse og en terrengformasjon som muliggjør en vannmetting av snødekket. Typiske løснеområder for sørpeskred er langs elve- og bekkeløp og andre større forsenkninger i terrenget med tilgang til vann i kombinasjon med terrengformasjoner som tillater akkumulasjon av snø. Også flate myrpartier hvor det ofte samles mye vann er mulige løснеområder. Sørpeskred kan løsne i slake partier (helt ned mot 5°) hvor det kan bli store vannansamlinger i snødekket. Erfaringer fra tidligere hendelser viser at snøskred som demmer opp en trang elvedal er en vanlig årsak til å få utløst sørpeskred. Når snøen er mettet med vann kan snødemningen fra snøskredet brytes som et sørpeskred. I slike tilfeller vil et sørpeskred kunne løses ut, selv om værforholdene ikke tilsier det. Sørpeskredene kan derfor forekomme i ulike terrengtyper og kan være vanskelig å forutsi. Sørpeskredene kan få lange utløp spesielt når de følger bekk – eller elveleier. Det er per i dag lite kunnskap på hvilken morfologisk og sedimentologisk signatur som kan knyttes til sørpeskred. Det er også mulig at sørpeskred kan være vanskelig å identifisere sikkert ut fra avsetninger alene siden skredene gjerne eroderer løsmasser langs løpet og kan ligne flomskred i avsetningsområdene [3].

Referanser

- [1] NVE, «Sikkerhet mot skred i bratt terreng. Utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak.,» 2020. [Internett]. Available: <https://www.nve.no/skredfarekartlegging>.
- [2] NVE, «NVE-veileder nr.8-2014. Sikkerhet mot skred i bratt terreng. Kartlegging av skredfare i arealplanlegging og byggesak.,» Norges vassdrags og energidirektorat (NVE), Oslo, 2014b.
- [3] NGU, «Komplekse skredvifter: monitorering og karakterisering av skredavsetninger fra ulike prosesser. NGU rapport 2020.21.,» Norges geologiske undersøkelse (NGU), Trondheim, 2020.