



RAPPORT

Kollifjellet, Moskenesvågen, Moskenes

SKREDFAREVURDERING

DOK.NR. 20210731-01-R
REV.NR. 1 / 2022-09-30

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

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

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

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.



Prosjekt

Prosjekttittel: Kollifjellet, Moskenesvågen, Moskenes
Dokumenttittel: Skredfarevurdering
Dokumentnr.: 20210731-01-R
Dato: 2022-06-21
Rev.nr. / Rev.dato: 1 / 2022-09-30

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: NVE
Kontaktperson: Reidun Ursin Nikolaisen
Kontraktreferanse: 202118479

for NGI

Prosjektleder: Frode Sandersen
Utarbeidet av: Frode Sandersen og Sunniva Skuset
Kontrollert av: Christian Jaedicke

Forord

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

Denne utredningen er utført av fagkyndig personell og følger NVEs veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng - utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak, og vil dermed kunne dokumentere om sikkerhetskravene er oppfylt.

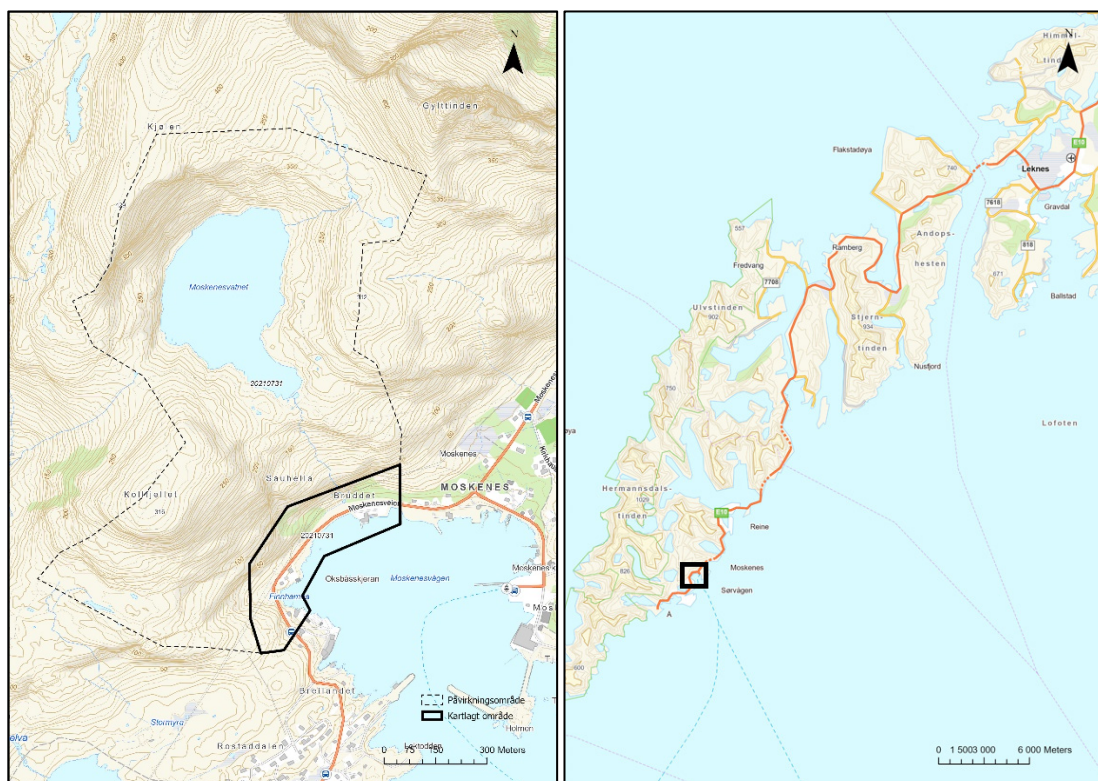
Skredtypene snø-, jord-, flom-, sørpe-, steinskred og steinsprang utredes.

Om oppdraget

Oppdragsgiver: NVE
 Utførende foretak: NGI
 Skredfareutredning for: Kollifjellet, Moskenesvågen, Moskenes, Moskenes kommune. Område spesifisert i figuren under. Bakgrunnen for utredningen er steinspranghendelsen i mai 2021, som gikk over E10 og skadet et hus, Moskenesveien 750.

Følgende tiltak og sikkerhetsklasse(r) er planlagt på eiendommen/planområdet: Faresoner for S1, S2 og S3 iht. TEK17

Befaring gjennomført av og når: Befaring ble gjennomført 04.05.2022 av Frode Sandersen og Sunniva Skuset.



Kartleggingsområde og påvirkningsområde (venstre) og oversiktskart (høyre).

Sammendrag

Denne rapporten inneholder utredning av skredfare i bratt terreng i Moskenesvågen, Moskenes kommune utført av NGI på oppdrag for NVE. Skredfare er utredet både med hensyn til dagens vegetasjonsforhold, og uten effekten av skog. Da skogen/vegetasjonen i området er antatt å være uten betydning for skredfaren, har vi kun laget faresoner for dagens forhold.

Hovedfunn

Snøskred, sørpeskred og steinsprang er relevante innenfor kartleggingsområdet.

Snøskred sammen med steinsprang er de skredtypene som utgjør størst fare for eksisterende bebyggelse. Vi antar at steinsprang stort sett er dimensjonerende for 1/100 og 1/1000, mens snøskred hovedsakelig er dimensjonerende på lavere sannsynlighet, 1/5000.

Sørpeskred er aktuell faretype i forbindelse med elven som drenerer ut fra Moskenesvatnet, men utgjør ikke fare for eksisterende bebyggelse.

Rapportens vedlegg E viser faresoner for skred med årlig nominell sannsynlighet 1/100, 1/1000 og 1/5000 for Moskenesvågen. Tabell 1 oppsummerer antall bygg som ligger innenfor en faresone (1/100, 1/1000, 1/5000) hvor plasseringen ikke tilfredsstillers kravet til sikkerhet mot skred definert for sikkerhetsklassen (S1, S2, S3) som bygget er klassifisert i.

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

Tabell 1 Antall bygg innenfor en faresone med dagens vegetasjonsforhold hvor plasseringen ikke tilfredsstillers TEK17 skredkrav for sikkerhetsklassen (S1, S2, S3) som bygget er klassifisert i.

Kartleggingsområde		Faresone 1/100				Faresone 1/1000			Faresone 1/5000
		Sum	S1	S2	S3	Sum	S2	S3	S3
1	Moskenesvågen	0	0	0	0	1	1		0

Innhold

1	Innledning	8
1.1	Metodikk	9
1.2	Bruk av faresonekartene	12
1.3	Forbehold	12
2	Grunnlagsmateriale	13
2.1	Topografi, geologi, løsmasser og vegetasjon	13
2.2	Klimatologiske data	19
2.3	Aktsomhetskart	21
2.4	Historiske skredhendelser	25
2.5	Tidligere skredfareutredninger	26
2.6	Eksisterende sikringstiltak	26
2.7	Historiske flyfoto	26
3	Skredfareutredning per skredtype	26
3.1	Steinsprang og steinskred	26
3.2	Snøskred	36
3.3	Sørpeskred	41
3.4	Jordskred	46
3.5	Flomskred	46
3.6	Hva er den samlede skredfaren?	47
3.7	Avvik fra tidligere skredfareutredninger	48
3.8	Stedspesifikk usikkerhet	48
4	Referanser	49

Vedlegg

Vedlegg A	Metode for fastsetting av faresoner
Vedlegg B	Modellbeskrivelse
Vedlegg C	Løsneområder med ID (snøskred og sørpeskred)
Vedlegg D	Registreringskart
Vedlegg E	Faresonekart
Vedlegg F	Egenerklæringsskjema
Vedlegg G	Svar uavhengig kvalitetssikring

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

Rapporten presenterer utredning av skredfare i bratt terreng for et utvalgt område i Moskenes kommune, Kollifjellet, Moskenesvågen (Figur 1-1 og Figur 1-2). Oppdraget er utført av NGI på oppdrag for NVE. Skredfaren er utredet både med hensyn til dagens vegetasjon og uten effekt av skog.



Figur 1-1 Vestre del av kartleggingsområdet.



Figur 1-2 Østlige del av kartleggingsområdet.

1.1 Metodikk

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

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

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

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

$$H = P_R \cdot P_s \quad (1)$$

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

Dette betyr også at utløsningssannsynlighet er ikke samme som treffsannsynlighet.

Metodikken for å bestemme skredfasesoner omfatter til dels kvalitative kunnskapsbaserte vurderinger i tillegg til kvantitative beregningsmetoder og kan generelt ikke oppfattes som endelige, men kan bli endret i lys av nye opplysninger og kunnskap. Farevurderingen er basert på en vekting av tilgjengelig eller ikke-eksisterende informasjon.

I områder som kan utsettes for flere typer skred er det den samlede nominelle årlige sannsynligheten for skred som skal legges til grunn. Faresoner for den samlede skredfaren fastsettes ut fra skredtype med lengst skredrekkevidde (dimensjonerende skredtype) for henholdsvis 100-, 1000-, og 5000-årsskred, og er utarbeidet i henhold til sikkerhetskravene i TEK17. Generelt har alle faresoner en iboende usikkerhet. En kort diskusjon av slags usikkerhet som kan relateres til faresoner finnes i (Gauer & Krister 2022).

Metodikken er nærmere beskrevet i Vedlegg A.

1.1.1 Kartlegging av historiske skredhendelser

En viktig basis for faresonekartlegging er å skaffe seg oversikt over tidligere skredhendelser. Dette er nyttig informasjon når det gjelder å bestemme frekvens og hvor lang rekkevidde skred kan oppnå.

Følgende kilder er benyttet ved kartlegging av tidligere skredhendelser:

- ↗ [NVEs nasjonale skredatabase](#)
- ↗ Tidligere skredrapporter fra området
- ↗ Observasjoner fra befaring og flybildestudier
- ↗ Samtaler med lokalkjent Audun Rasmussen

1.1.2 Digitale terrengmodeller (DTM)

Som grunnlag for terrengeanalyser i denne rapporten er det benyttet LiDAR-basert terrengmodell med 1x1 m oppløsning. Helning og skyggekart er generert på bakgrunn

fra terrengmodellen, og benyttet i videre analyser. I noen tilfeller ble det også brukt re-samplede data for å jevne ut terrenget, noe som bedre tilsvare vinterlige forhold.

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

Terrengmodellen er også benyttet som grunnlag for kjøring av beregningsmodeller.

1.1.3 Andre datakilder benyttet i vurderingen

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

- ↗ Serier av historiske flyfoto
- ↗ Løsmassekart (1:250 000) og berggrunnskart (1:250 000)
- ↗ NVEs database for potensielt ustabile fjellparti (ga ingen hint)
- ↗ NGUs nasjonale database for ustabile fjellparti (ga ingen hint)
- ↗ NVEs fjellskredovervåkning (ga ingen hint)
- ↗ Aktsomhetskart for snøskred, steinsprang, jord- og flomskred.
- ↗ Skogsdata: SR16 og SAT-SKOG fra NIBIO

1.1.4 Bruk av modeller

Beregningsmodeller er et viktig supplement når endelig plassering av faregrensene skal bestemmes. Viktigste kilde til fastsettelse av faregrenser vil være faglig skjønn basert på erfaring og observasjoner gjort under befaringen og opplysninger om tidligere skredhendelser. Modellkjøringer vil være et hjelpemiddel for å vurdere om det er behov for justering av grensene. Antall modellkjøringer avhenger av hvor usikker man er og konsekvens av skred.

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

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

Skredtype	Dynamiske modeller	Topografiske/statistiske modeller
Snøskred	RAMMS Avalanche	Alfa/beta-modellen
Sørpeskred	RAMMS Debris Flow	
Steinsprang	Rockyfor3D	

1.2 Bruk av faresonekartene

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

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

Hensynssonene for skred må innarbeides når kommuneplanen rulleres.

Faresonene kan – i begrenset grad – også brukes til å planlegge beredskaps- og sikringstiltak. Begrensningene er først og fremst knyttet til at de viste faresonene skyldes en kombinasjon av ulike faretyper som kan treffer same områdene, men krever ulike beredskapstiltak eller sikringstiltak.

Kommunene har ingen klar juridisk plikt til å sikre eksisterende bebyggelse, men har ansvaret for den lokale beredskapen i medhold av sivilbeskyttelsesloven.

1.3 Forbehold

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

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

Eksempler på endrede forutsetninger er:

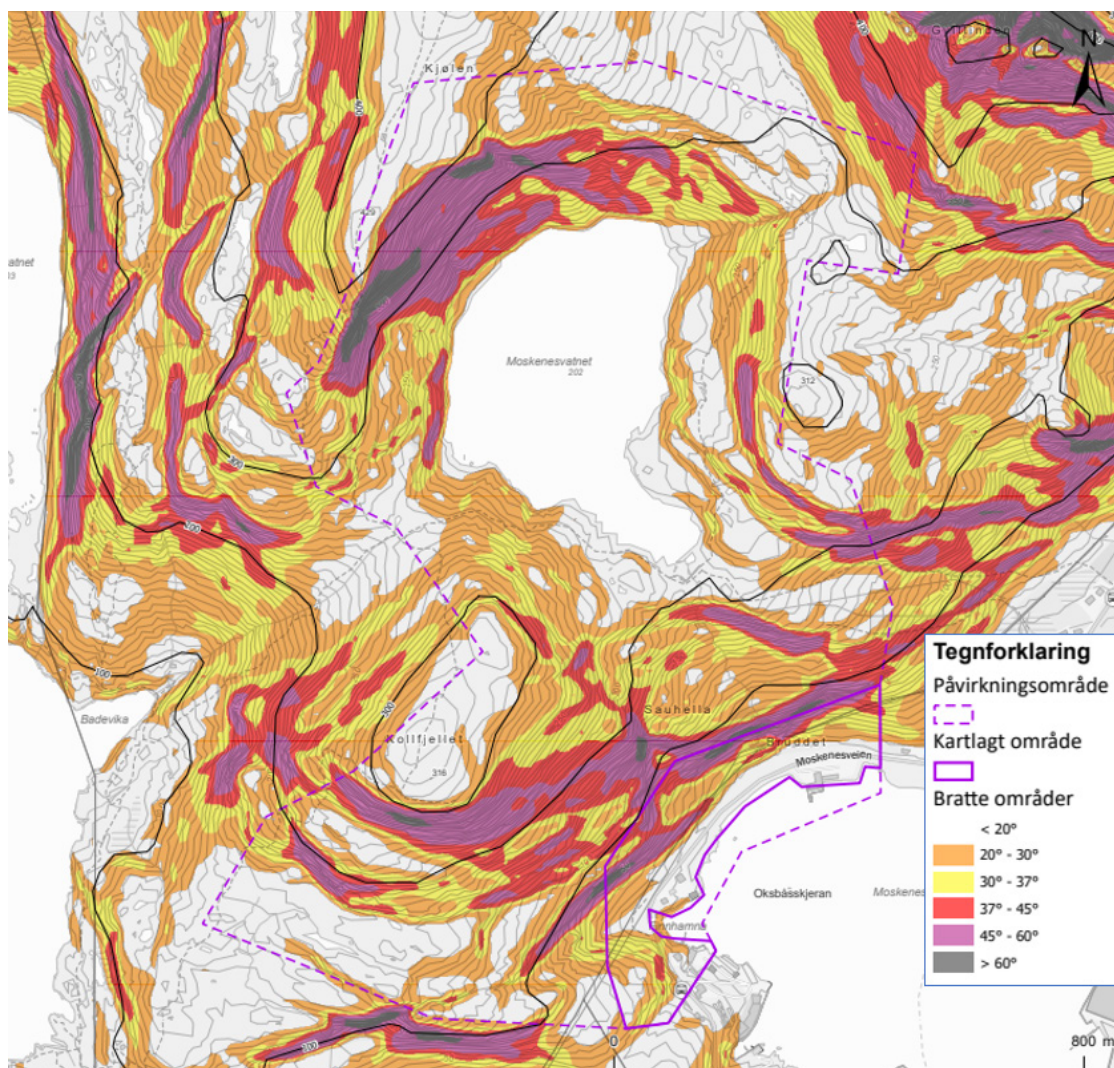
- ↗ Nye skredhendelser i fjellsiden/skråningen som tyder på at den forrige skredfareutredningen bør revideres.
- ↗ Nye opplysninger om tidligere skredhendelser som ikke var nevnt i den forrige skredfareutredningen.
- ↗ Endrede terrengforhold, for eksempel sikringstiltak, terrenginngrep i bratt terreng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

2 Grunnlagsmateriale

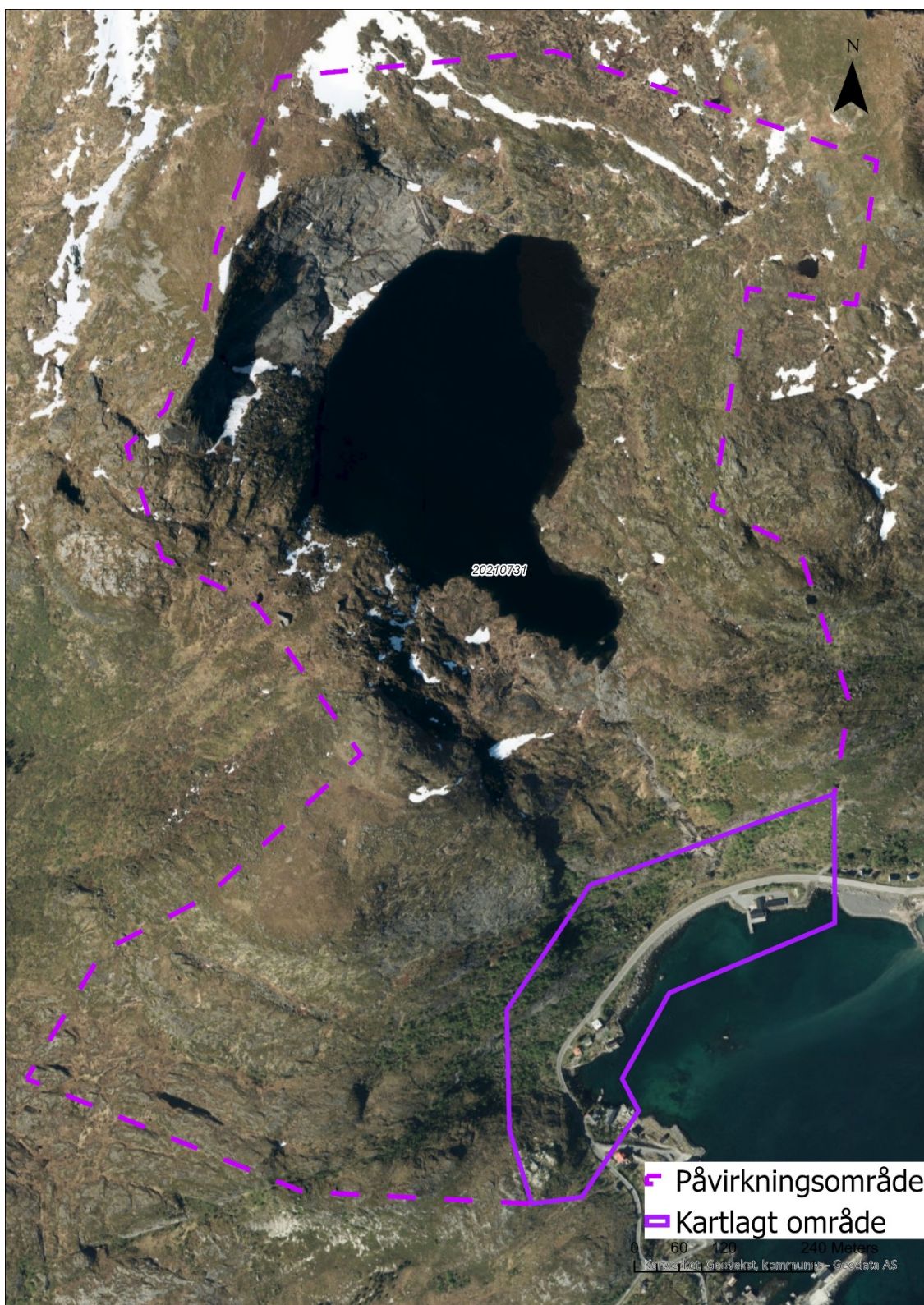
2.1 Topografi, geologi, løsmasser og vegetasjon

2.1.1 Topografi

Kartleggings- og påvirkningsområdet er hovedsakelig en øst-sørøstvendt fjellside (Figur 2-1). I de sørvestlige delene består fjellsiden av en del mindre områder som er brattere enn 30 grader. I dette området går det også en forsenkning/liten dal i øst-vest retning. I de midtre delene av området er store deler av fjellsiden bratt, over 30-40 grader, før det slaker av ved omtrent kote 280, mot Kollifjellet (316 moh.). I nordøstlige deler er terrenget bratt (<30 grader), opp til ca. kote 200. Der flater terrenget ut og en kommer opp til Moskenesvatnet, som ligger i en liten dal, med Kollifjellet mot vest. Moskenesvatnet er omkranset av bratt terreng i nord og vest, opp mot Kjølen, Gyltinden og Merraflestinden, og noe mindre bratt terreng mot øst og vest. Fra Moskenesvatnet renner det en elv sørover ned i kartleggingsområdet. Vannet er i dag regulert og elven drenerer i hovedsak ut i rørledning mot øst. Elveløpet ligger i dels bratt terreng, og er for det meste rensket for løsmasser (Figur 2-2 og Figur 2-3). Nederst i kartleggingsområdet, mot fjorden, flater terrenget ut; en stripe med bredde på 20-50 m der bebyggelsen og E10 ligger.



Figur 2-1 Helningskart



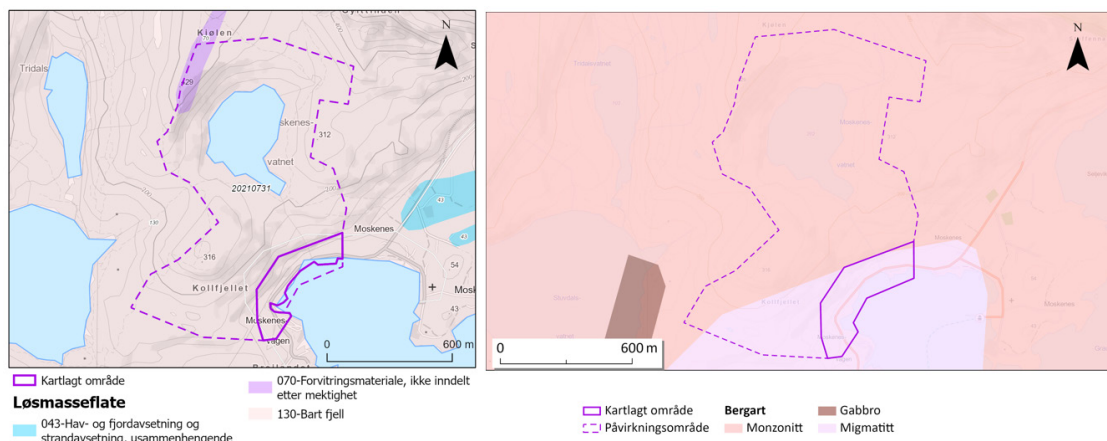
Figur 2-2 Flyfoto av påvirkningsområde og kartlagt område.



Figur 2-3 Flyfoto fra 2019 viser at elven ned fra Moskenesvatnet er rensket for løsmasser (1881.no).

2.1.2 Geologi og løsmasser

Berggrunnen i området består av migmatitt og monzonitt. Løsmassene er hovedsakelig fraværende (bart fjell) (Figur 2-4). Men det er noe forvittringsmateriale helt nordvest i påvirkningsområdet, ved toppen av fjellet Kjølén (430 moh.).



Figur 2-4 Løsmasser (t.v.) og berggrunn (t.h.) (ngu.no).

2.1.3 Vegetasjon

Det er generelt lite vegetasjon i fjellsiden. Relativt tynt løsmassedekke og noen steder med små spinkle trær (Figur 2-5). Skogen har liten/ingen betydning i forbindelse med skredfare.





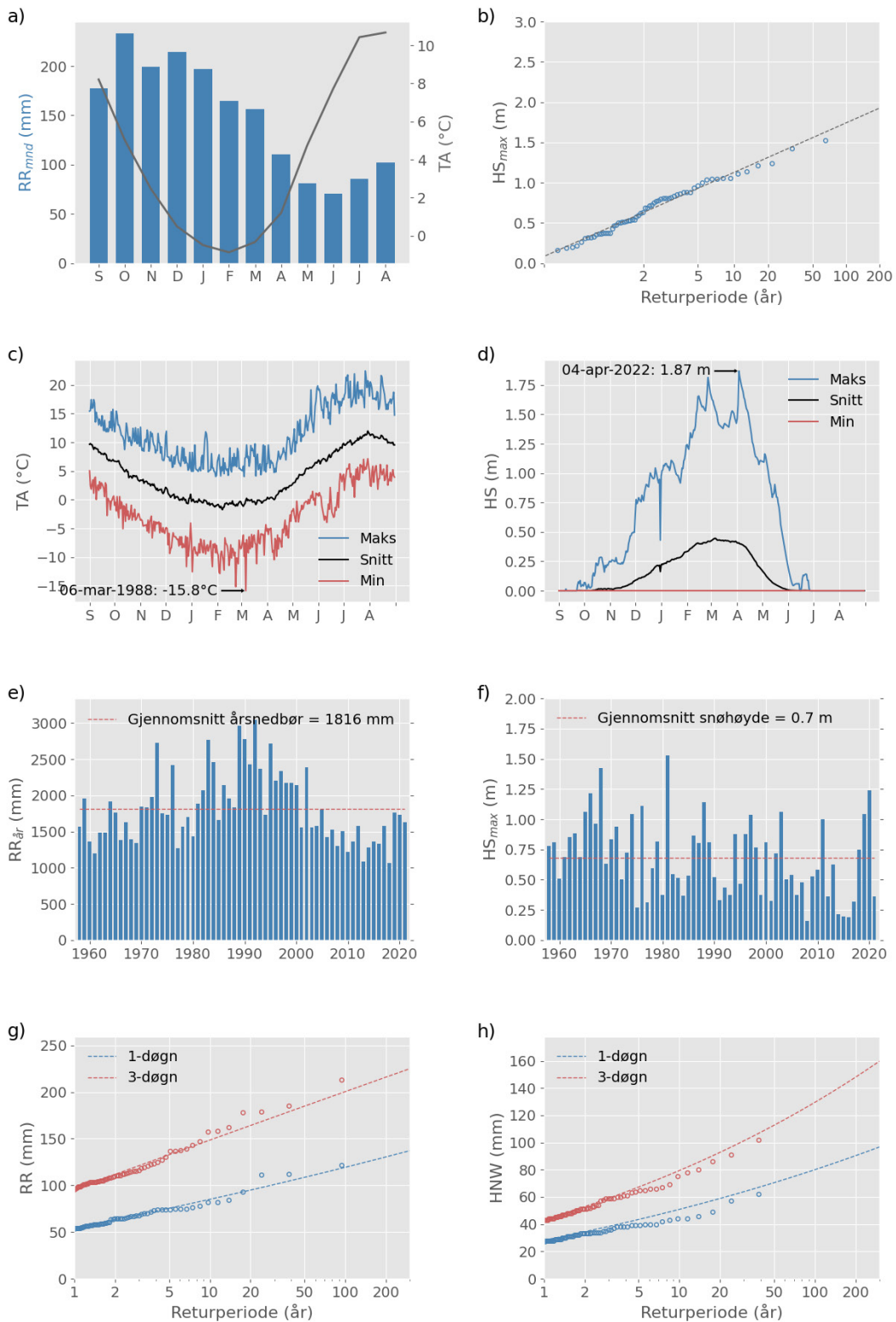


Figur 2-5 Det er generelt tynt løsmassedecke, og bare enkelte steder med tynn skog, i fjellsiden.

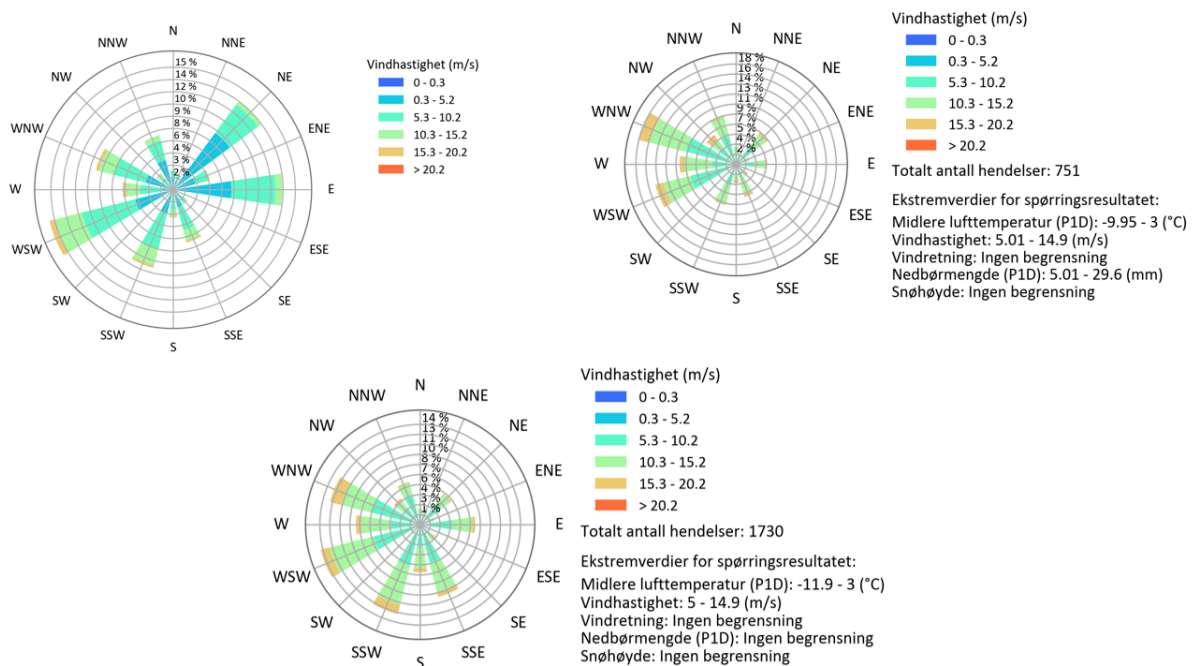
2.2 Klimatologiske data

Figur 2-6 viser nedbør- og temperaturdata for området i tidsrommet 1960-2020. Klimadataene er henta fra SeNorge-datasettet, fra en celle med snitthøyde 291 moh. Som vi ser av figuren var det en gang var 1.87 m snø i området. Men også at det har vært null alle dager gjennom hele vinteren (d). Usammenhengende snødekke der mildvær kan føre til at snøen kan forsvinne helt midt på vinteren. Hype innslag av regn fører til stabilisering av snødekket. Kollfjellet ligger for øvrig svært vindutsatt og vil normalt være avblåst for snø. Snømengdene angitt i Figur 2-6 vil derfor ikke være representative for fjellsidene rundt Kollfjellet.

Figur 2-7 viser vindroser med dominerende vindretninger fra den meteorologiske stasjonen Glåpen fyr (SN85780). Vindrosene viser at den dominerende vindretning gjennom året er fra sørvest, øst og nordøst. På vinteren er den dominerende vindretningen i sektoren sør-sørøst til vest-nordvest. Nedbørsførende vindretning med snø er vest-sørvest og nordvest.



Figur 2-6 Nedbør- og temperaturdata for tidsrommet 1960-2020 (SeNorge). (RR=nedbør, HS=snøhøyde, TA=temperatur, HNW=nysnø).



Figur 2-7 Vindroser fra den meteorologiske stasjonen Glåpen fyr (SN85780) Oppe til venstre: Vindretning gjennom året. Oppe til høyre: Nedbørsførende vindretning med snø. Nede: Vindretning gjennom vinteren. Dataene dekker 74 år (1948 til i dag) med observasjoner.

2.3 Aktsomhetskart

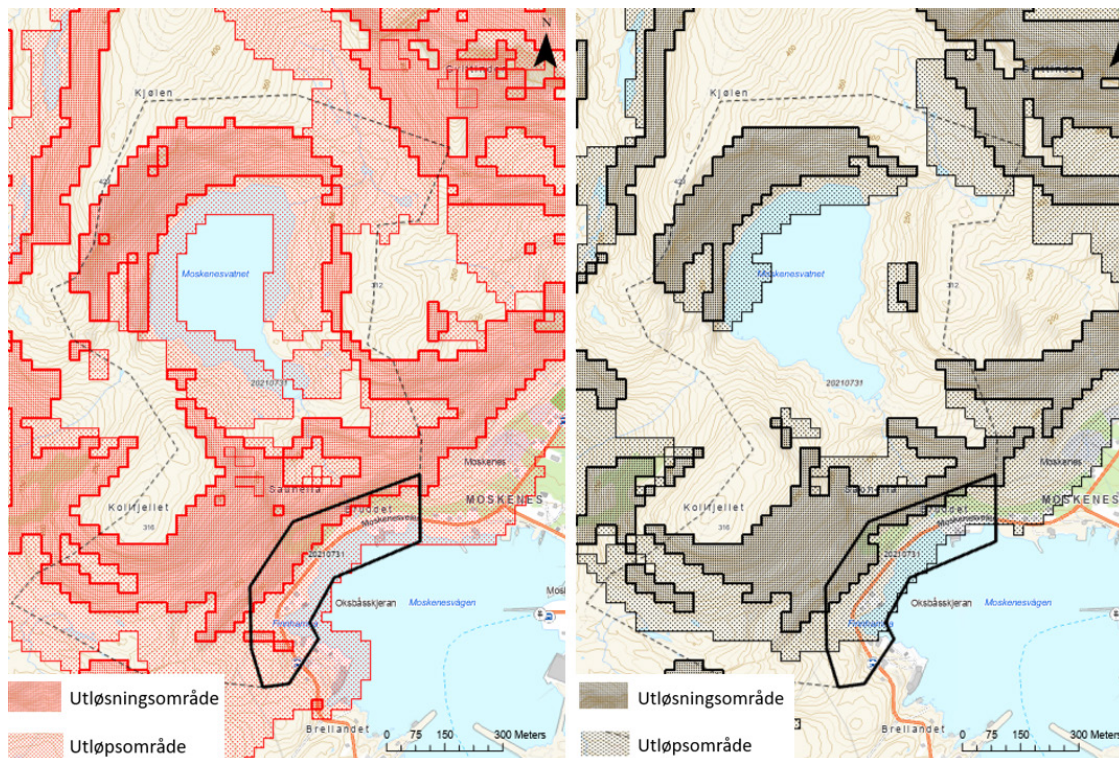
2.3.1 Generelt om aktsomhetskartene

Aktsomhetskart er en nasjonalt dekkende kartserie som viser potensielt skredutsatte områder på oversiktsnivå. Kartene viser potensielle løsneområder og utløpsområder for skred. Aktsomhetsområdene er identifisert ved bruk av en modell som gjenkjenner mulige kildeområder (løsneområder) ut ifra helning på terrenget. Fra hvert kildeområde er utløpsområder beregnet automatisk basert på ulike metoder for ulike skredtyper.

"Det gjøres oppmerksom på at arealene som dekkes av utløsningsområder i praksis også er utløpsområder, ettersom skred som løsner helt øverst i et utløsningsområde beveger seg gjennom nedenforliggende utløsningsområder før det når utløpsområdene nedenfor. Begrensningene i terrengmodellen som kartene er basert på gjør at bratte, mulige skredfarlige skrenter lavere enn 20 m ikke er identifisert eller avgrenset på kartene. I noen tilfeller kan også skrenter på mellom 20 og 50 m ha falt utenfor. Slike mindre skrenter må derfor vurderes særskilt i forbindelse med planlegging og utbygging. Dersom en har informasjon om tidligere skredhendelser utenfor aktsomhetsområder bør også disse områdene tas med i vurderingen."

2.3.2 Aktsomhetskart for snøskred og steinsprang

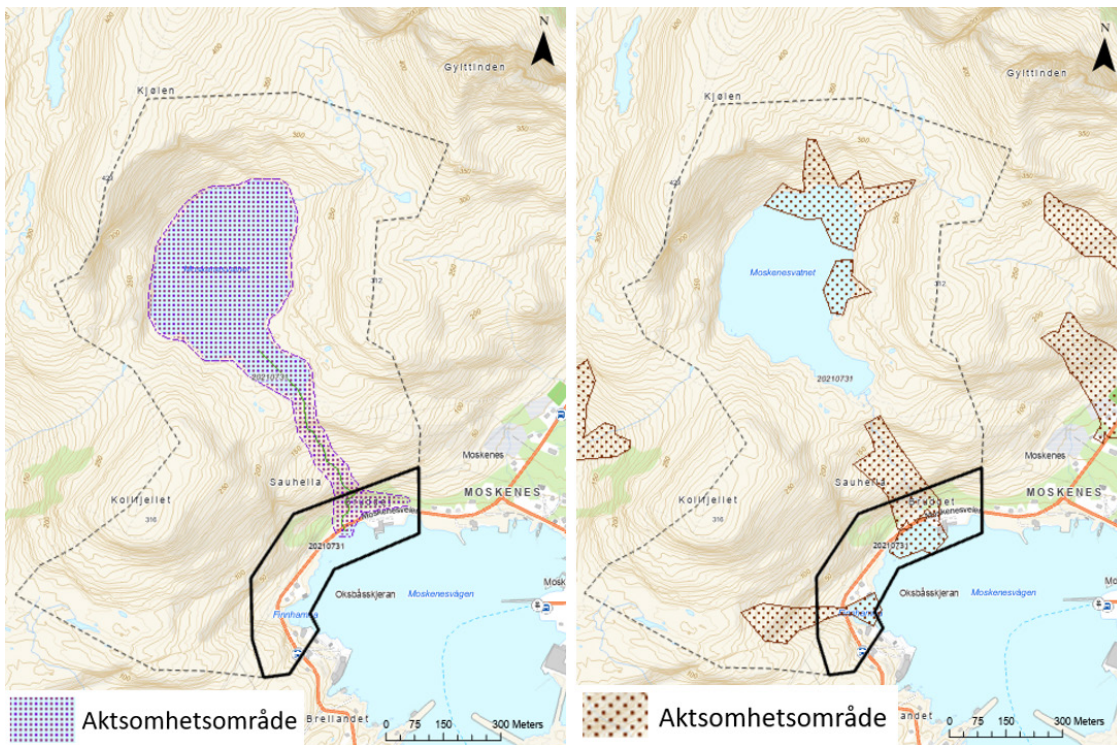
Hele kartleggingsområdet ligger innenfor enten utløpsområde eller utløsningsområde for både snøskred og steinsprang, ifølge aktsomhetskart fra NVE (Figur 2-8).



Figur 2-8 Aktsomhetskart fra NVE. Snøskred (t.v.) og steinsprang (t.h.).

2.3.3 Aktsomhetskart for flom, jordskred og flomskred

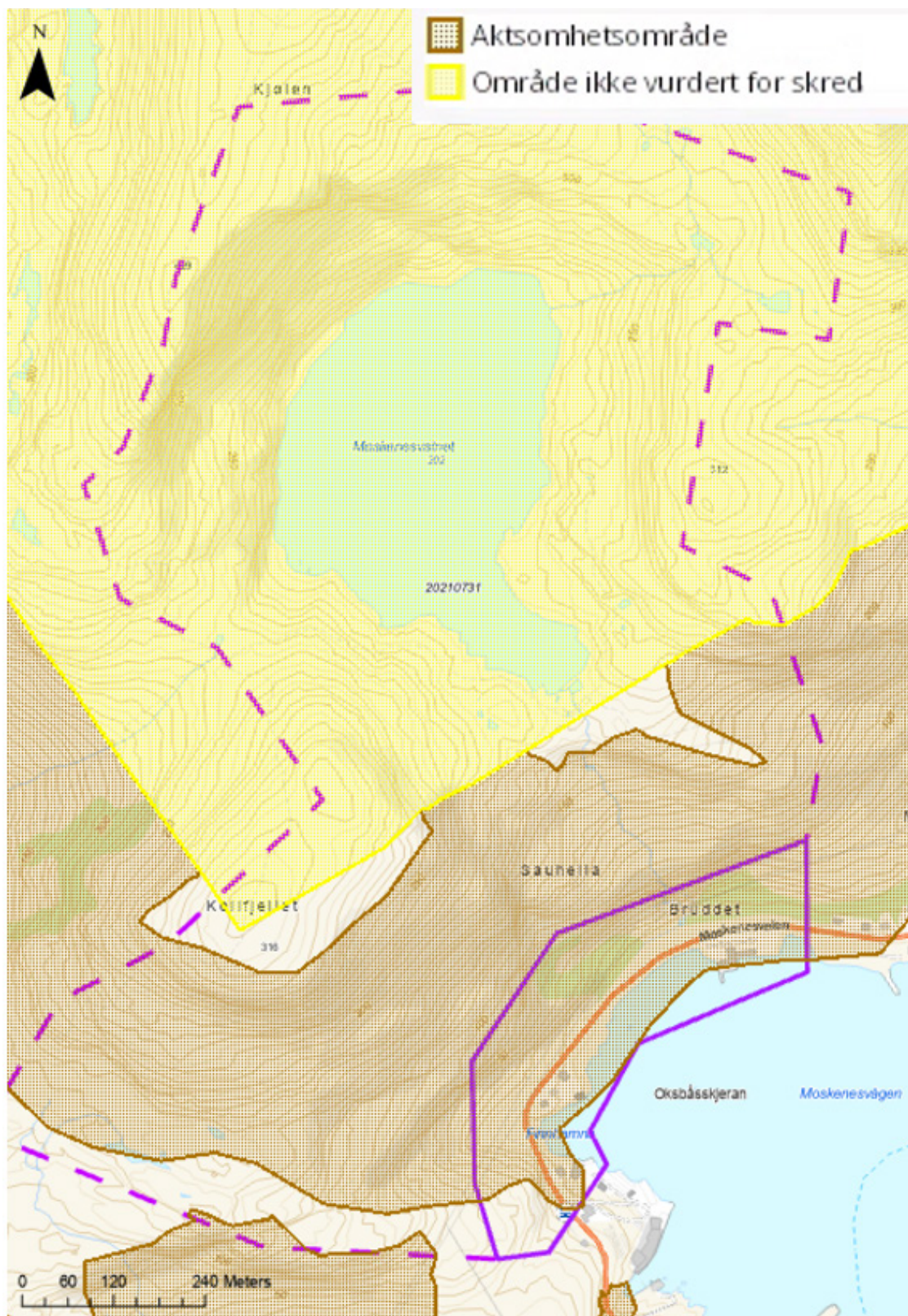
Deler av kartleggingsområdet ligger innenfor aktsomhetsområde for både flom- og jordskred/flomskred, ifølge aktsomhetskart fra NVE (Figur 2-9).



Figur 2-9 Aktsomhetskart fra NVE. Flom (t.v.) og jordskred/flomskred (t.h.).

2.3.4 Aktsomhetskart for snø- og steinskred

NGIs aktsomhetskart som viser potensielle områder for snø- og steinsprangfare utarbeidet rundt 1990. Hele kartleggingsområdet ligger innenfor aktsomhetsområde for snø- og steinskred, aktsomhetskart utarbeidet av NGI (Figur 2-10).



Figur 2-10 Aksomhetskart fra NGI, snø- og steinsprang.

2.4 Historiske skredhendelser

NGI kjenner til følgende skredhendelser i området:

- Snøskredhendelse som tok et hus på oppsiden av veien, øst for kaiområdet (Moskenesveien 726, gnr/bnr 12/55) (NGI, 2007). Det er kommentert i NGI-rapporten fra 2007 at skredet mest trolig gikk ned på venstre side av den øverste kraftmasten, og trolig ble utløst på oppsiden av svabergpartiet. Det står ikke noe tidspunkt for hendelsene.
 - Mindre skred har kommet ned på den gamle vegtraseen (i samme område som skredet nevnt over) som ligger mellom fjellsiden og dagens trase (NGI, 2007). I rapporten er det kommentert at fjellsiden ovenfor huset som ble truffet ikke fremstår som et typisk skredterreng, da terrenget er formet som en konveks rygg.
 - Det står ikke noe tidspunkt for hendelsene i rapporten, men i NVE Atlas er det registrert to snøskred omtrent i dette området, 4. og 5. mai. 1997.
- 31. mai 2015: 2 stykk omkom i snø- eller steinskredulykke i Merraflestinden ca. 1.5 km nord for kartleggingsområdet. Lite skildring av skredtype utover dette, men ut ifra bilder var det lite snø i området.
- 17. mai 2021: Steinsprang traff bebyggelse på Moskenesveien 750, gnr/bnr 11/50, vest i kartleggingsområdet. "Kubikksblokker på veien. Én stein traff taket på et hus, gikk gjennom kjøkkenet og ut på andre siden. Ingen personer i huset" (NVE Atlas).
- 800 m øst for kartleggingsområdet, over veitunnelen, er det registrert en del hendelser i NVE Atlas. Selv om hendelsene ikke er i kartleggingsområdet er fjellsiden relativt nærmere og har noenlunde samme orientering og helling som fjellsiden i kartleggingsområdet.
 - 13.jan 1997: Snøskred, uspesifisert
 - 4. mai 1997: Snøskred, uspesifisert
 - 30.juli 1997: Steinsprang (<100m³)
 - 14. mai 1997: Steinsprang (<100m³)
 - 10. mars 1997: Snøskred, uspesifisert
 - 13. januar 1997: Snøskred, uspesifisert
 - 24. februar 1997: Snøskred, uspesifisert
 - 5. mai 1997: Snøskred, uspesifisert
- 2 km sørvest for kartleggingsområdet – ved Tind – er det også registrert en del hendelser.
 - 20. februar, 2019: Tørt flakskred
 - 20. februar 2019: Tørt flakskred
 - 4. mai 1997: Snøskred, uspesifisert
 - 27. januar 2019: Snøskred, uspesifisert
 - 16. februar 1968, 04.00: Snøskred, uspesifisert. To bustadhus vart heilt knuste, men folka klarte å berge seg ut. Også to andre bustadhus i nærleiken fekk skadar, også andre hus, fjøs, naust, rorbuer, ein bil, båtar vart øydelagde av skredet som var 250 meter breitt. Verst ramma var husa til Karl Sigurd Kristiansen og Kristen Larsen. Skredet kom etter eit

kraftig snøfall i området, og mange vegar i Moskenes vart stengde. Kartreferansen er vilkårleg plassert i grenda Tind. (NVE Atlas).

- 5. mai 1997: Snøskred uspesifisert
- 13. januar 1997: Snøskred uspesifisert
- 15. desember 1999: Snøskred uspesifisert
- 15. oktober 2021: Steinsprang på veg (<100 m³)
- 24. februar 2010: Snøskred uspesifisert

2.5 Tidligere skredfareutredninger

NGI er kjent med følgende skredfareutredninger som er gjort i området tidligere:

- NGI 2007: Moskenes – vurdering av fare for skred i utvalgte områder (20071625-1). Denne rapporten tar for seg deler av området som skal kartlegges i denne rapporten.
- Statens Vegvesen, 2021: EV10 Moskenes – Kollfjellet – Stabilitetsvurdering av løseområde i fjellsiden og forslag til sikring (C14243 – SKRED-01). Rapport gjort i etterkant av steinspranghendelsen 17. mai 2021.

2.6 Eksisterende sikringstiltak

NGI er ikke kjent med eksisterende sikringstiltak mot skred fra bratt terreng i området. Statens vegvesen er i gang med sikringsarbeid etter steinspranghendelsen i 2021 (pr. 25.05.22).

2.7 Historiske flyfoto

Historiske flyfoto fra tidligere år er benyttet for å studere endringer i vegetasjonsforhold og spor etter eventuelle tidligere skred i området. Det er 4 tilgjengelige flyfoto fra ulike år mellom 2004 og 2019. Det er ingen tegn til skredaktivitet i området ovenfor tomten basert på observasjoner fra tilgjengelige flyfoto.

3 Skredfareutredning per skredtype

3.1 Steinsprang og steinscred

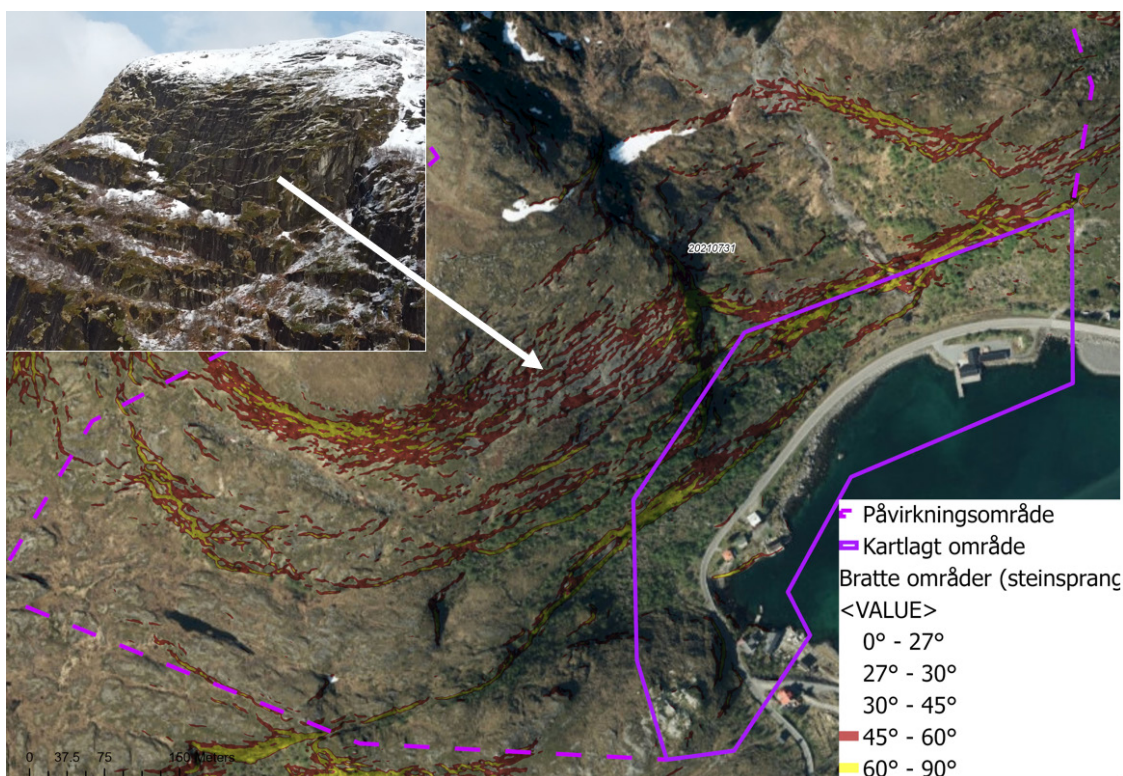
3.1.1 Er steinsprang og steinscred en aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Det er skråninger med bart fjell, som er brattere enn 45 grader i fjellsiden. Det er også observert urer og blokker som er tolket som steinsprang, i tillegg til en registrert steinspranghendelse. Steinsprang og steinscred er aktuelle prosesser i påvirkningsområdet.

3.1.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

STEINSPRANG

Steinsprang er en aktuell prosess i store deler av påvirkningsområdet, da det er mange steder med bart fjell over 45 grader. I NVEs veileder (NVE, 2020) blir det oppfordret til å plukke ut områder med helning over 60 grader, basert på terrengmodell med 1x1 m oppløsning, som potensielle løsneområder. I denne fjellsiden blir det misvisende å bare benytte seg av slike områder til potensielle løsneområder for steinsprang, da store deler av fjellsiden er bart, bratt fjell (>45-60 grader) (Figur 3-1). Basert på faglig skjønn har vi derfor valgt å også inkludere områder med helning over 45 grader for å få et mer realistisk bilde av potensielle løsneområder for steinsprang.



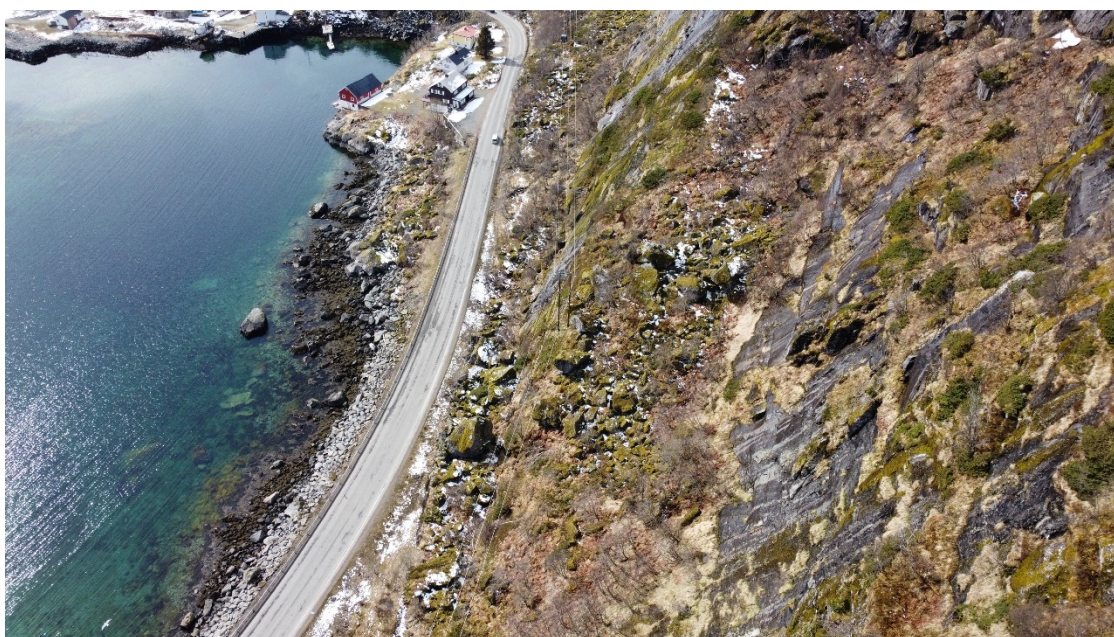
Figur 3-1 Gult markerer områder som er over 60 grader, basert på en terrengmodell med oppløsning på 1x1 m. Som flyfotoet viser er det også store områder over 45 grader (rød farge) med bart fjell. Vi anser også disse områdene som aktuelle utløsningsområder for steinsprang. Bildet oppe til venstre viser fjellsiden.

Generelt er berget nokså massivt, med liten grad av oppsprekking (Figur 3-2). Det er bare registrert én steinspranghendelser i fjellsiden (2021) i nasjonal skredatabase. Det er flere steder med ur og dels store steinsprangblokker, men det er lite tegn til nyere aktivitet (Figur 3-3). Det finnes imidlertid eksempler på delvis avløste blokker i fjell-

siden, men mange steder har de understøtte og ser ut til å ligge mer eller mindre stabilt. I disse områdene anser vi løsningsansynligheten for å være mellom 1/100-1/1000.



Figur 3-2 Berget er mange steder massivt med lav oppsprekking.



Figur 3-3 Steinsprangavsetningene bærer ikke preg av ny aktivitet.

Det er noen steder med litt større oppsprekkingsgrad, og tegn til nyere aktivitet (steinsprangavsetninger med noen ferske blokker), der vi antar noe høyere løsningsannsynlighet, rundt 1/100.

De mest aktive områdene ser ut til å være et bånd, mellom 125-225 moh., like øst for elven fra Moskenesvatnet (Figur 3-4). Her finnes det noen ferskere steinsprang-

avsetninger, selv om mye er gammelt. I østlig del av dette område fant vi også en avløst blokk på omtrent 10 m³ (Figur 3-5).



Figur 3-4 Parti øst for elven fra Moskenesvatnet med høyere oppsprekkingsgrad enn ellers i fjellsiden.

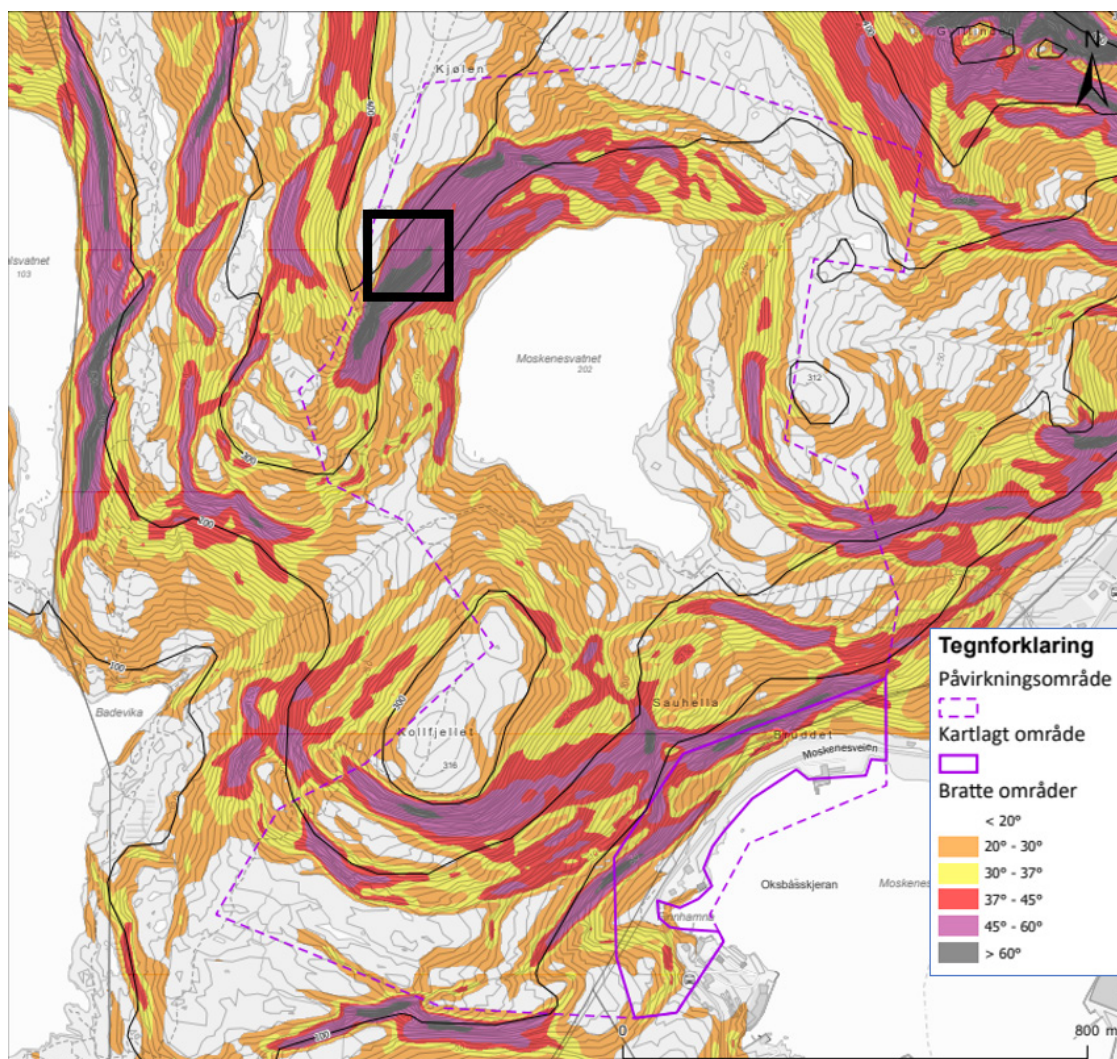


Figur 3-5 Avløst blokk (ca. 10 m³).

STEINSKRED

Basert på feltarbeid, skyggekart og topografisk kart har vi funnet ett område der steinskred kan være aktuelt. Under toppen 429 moh., som ligger sørvest for Kjølen, ovenfor nordenden av Moskenesvatnet (202 moh.), ser det ut til å være et sprekkesystem som kan avløse et steinparti på omtrent 1000 m³ (Figur 3-6 og Figur 3-7). I størrelse kan dette være både et stort steinsprang eller et steinskred, avhengig av hvorvidt utfall river med seg ekstra masser nedenfor.

Nedenfor fjellsiden er det en steinsprangur. Moskenesvatnet skjuler eventuelle tidligere større hendelser – som kunne sagt noe om hyppigheten av slike skred. Sprekkene er sammenhengende, men ikke spesielt åpne. Det er ikke funnet tegn til en tydelig baksprekk. Det er ikke grunn til å tro at den årlige løsesannsynligheten er større enn 1/1000.



Figur 3-6 Svart firkant markerer område aktuelt for større steinsprang/steinskred.

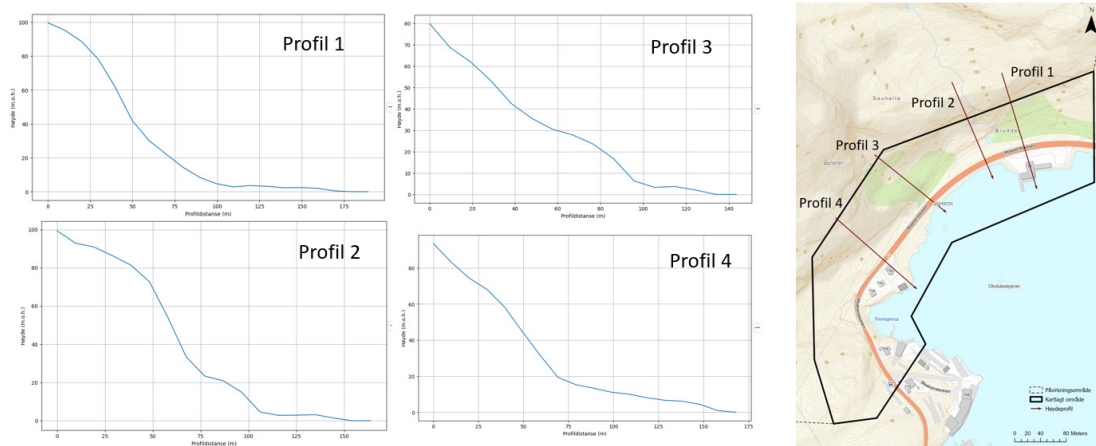


Figur 3-7 Gul firkant markerer område for større steinsprang/steinskred, opp mot toppen 429 moh. NV for Moskenesvatnet (202 moh.).

3.1.3 Utredning av utløp

STEINSPRANG

Synlige steinsprangavsetninger og ur ligger i dag i hovedsak på oppsiden av E10, dels store blokker, men mange rundt 1 m³. Det er også blokker på nedsiden av vegen, i fjæra. Det er sannsynligvis fjernet steinsprangavsetninger i forbindelse med etablering av vegen og bebyggelse, slik at dagens avsetning ikke gir riktig antall utfall. Det er generelt ganske bratt overgang i helning mellom fjellveggen og der terrenget flater ut mot fjorden, noe som ikke favoriserer lange utløp (Figur 3-8).



Figur 3-8 Det er generelt bratt overgang mellom fjellveggen og der terrenget flater ut mot fjorden.

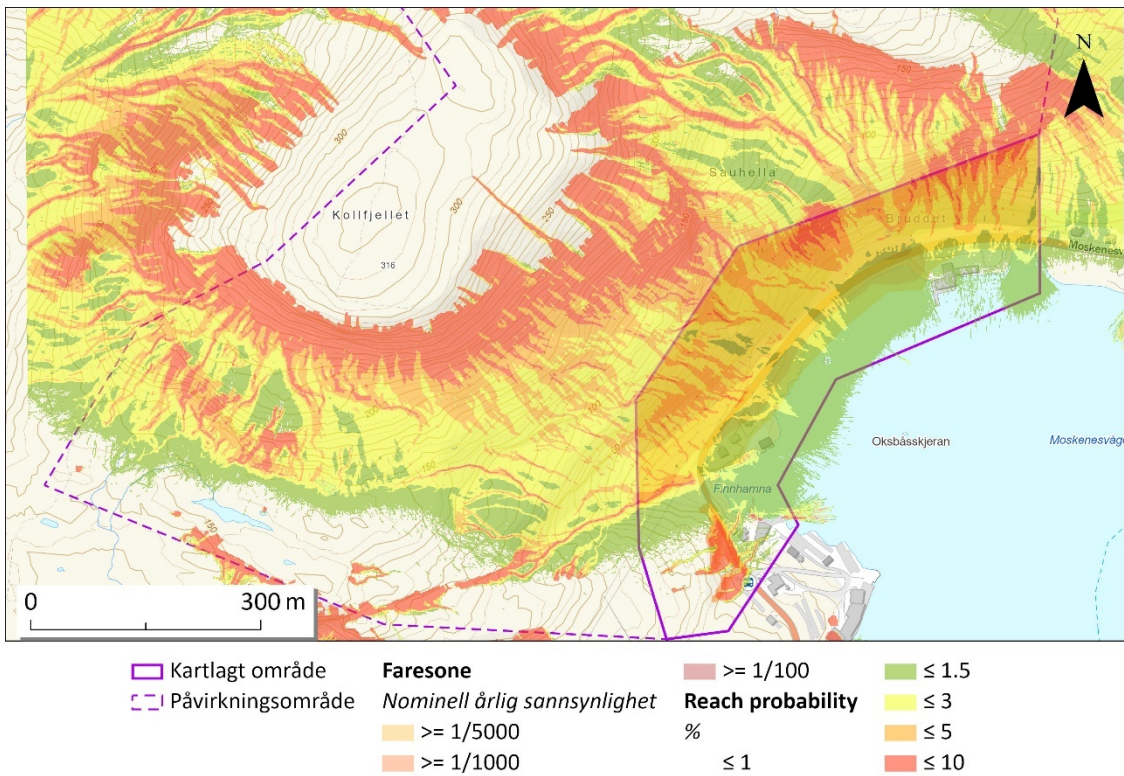
Steinspranghendelsen i 2021 som traff gnr/bnr 11/50 synes å ha vært et tilfelle av flogstein, dvs. at blokken har eksplodert i mange mindre blokker da den traff det flate terrenget nedenfor. Løsneområdet ligger langt oppe i fjellsiden og har oppnådd stor hastighet på sin vei ned skråningen. Løsneområdet er for øvrig i relativt slakt terreng med tanke på steinsprang (30-40 grader (SVV, 2021)), slik at det er mulig det har startet som en liten utglidning i løsmassene som blokkene har ligget på. Det er vanskelig å anslå sannsynligheten for at lignende hendelser skal inntreffe. Vi tror at dette er et ekstraordinært tilfelle, og vurderer at den årlige sannsynligheten er mindre enn 1/1000, og mindre enn 1/5000 for det ytterste huset på odden.

Som en støtte i vurderingen av utløp er det gjennomført modellering med den dynamiske steinsprangmodellen Rockyfor3D. I modellen er det benyttet Rapid Automatic Simulation, med parametere vist i Tabell 3-1.

Tabell 3-1 Inputparametere Rockyfor3D.

Parameter	Verdi
Blokkstørrelse	1m ³
Variasjon i blokkstørrelse	0 %
Blokkform	Ellipse
Antall simuleringer	100
Terrengmodell	1x1 m

Resultatet av modellkjøringen vises i Figur 3-9. Fargen representere sannsynlighet (%) for at blokker når et visst punkt. Simuleringen viser at det er relativt lav sannsynlighet for at blokker går over E10, og noe høyere sannsynlighet for at blokker lander på oversiden av veien.



Figur 3-9 Modellering av steinsprang med Rockyfor3D.

Ut ifra bilder tatt etter steinspranghendelsen i 2021 kan det se ut til at steiner hovedsakelig har truffet øst for huset som fikk stein gjennom taket, og lite/ingenting lenger vest (mot de to andre husene) (Figur 3-10).



Figur 3-10 Oversiktsbilde av hendelsen i 2021 (leserfoto fra avisa Lofotposten.no).

STEINSKRED

Et eventuelt steinskred vil treffe Moskenesvatnet, og truer dermed ikke kartleggingsområdet direkte. Vi anser det heller ikke sannsynlig at dette vil skape sekundære effekter (flodbølger) som kan overtoppe demningen å gå ned mot kartleggingsområdet.

3.1.4 Når steinsprang inn i kartleggingsområdet?

STEINSPRANG

Vi antar at steinsprang når inn i kartleggingsområdet med sannsynlighet høyere enn 1/100, men at slike hyppige hendelser ikke når lenger enn ned til E10. Sjeldnere hendelser (1/1000) antar vi stedvis kan nå over E10 og ned mot sjøen, som også modellresultatene antyder (lav treffsannsynlighet nedenfor E10). Steinsprang er også dimensjonerende faretype lengst sørvest i kartleggingsområdet, men her antas sannsynligheten ikke å overskride 1/1000.

STEINSKRED

Verken direkte eller indirekte effekter av et eventuelt steinskred når kartleggingsområdet.

3.2 Snøskred

3.2.1 Er snøskred en aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Det er skråninger brattere enn 25 grader, uten skog, og gjennomsnittlig snøhøyde er over 0,2 m. Snøskred er en aktuell prosess i området og fare for snøskred må utredes.

3.2.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Snøskred er en aktuell prosess i flere deler av påvirkningsområdet. Det er flere åpne skråninger over 25-30 grader, som kan samle snø (Figur 3-11). Gjennomsnittlig snøhøyde er 0,7 m (data fra 1960-2020). Om vinteren er nedbørsførende retning vestlig, med vest-nordvest som dominerende. Flere av de potensielle løsneområdene ligger vendt slik at de blir liggende delvis i le å samle snø med denne vindretningen, men generelt ligger Kollfjellet vindutsatt og vil normalt ha begrensede snømengder



Figur 3-11 Fjellsiden har flere parti over 25-30 grader, som kan samle snø. De største områdene er antydnet med rød stippet linje.

Det er registrert to snøskredhendelser i fjellsiden i nasjonal skreddatabase, i 1997. I NGIs rapport fra 2007 står det beskrevet en snøskredhendelse som tok et hus på oppsiden av veien, øst for kaiområdet (Moskenesveien 726, gnr/bnr 12/55). Det står ikke noe om tidspunktet for hendelsene i rapporten. Videre er det beskrevet at skredet mest trolig gikk ned på venstre side av den øverste kraftmasten, og trolig ble utløst på oppsiden av svabergpartiet, noe som "ikke fremstår som et typisk skredterreng", da terrenget er en konveks rygg. Det står ikke noe tidspunkt for hendelsene. Rapporten nevner også mindre skred har kommet ned på den gamle vegtraseen, som ligger mellom fjellsiden og dagens trase.

Det er tynt med skog i fjellsiden, bare enkelte klynger med små lauvtrær. Vi anser skogen å ha liten/ingen betydning for snøskredfare.

Potensielle løснеområder er vurdert ut ifra terrengmodell (DTM, helningskart), flyfoto og observasjoner gjort under befaring (Tabell 3-2). De potensielle løснеområdene har svært begrenset areal, og dette betyr at eventuelle snøskred blir små. I tillegg vurderer vi at snøskredaktiviteten generelt er lav med minst 100 års returperiode for snøskred som kan gå ned mot fjorden. De to eneste løснеområdene som kan bli store er område 15 og 16.

Tabell 3-2 Potensielle løснеområder med tilhørende ID i vedlegg C.

Utløsnings-område	Antatt størrelsesorden av utløsnings sannsynlighet for relative store skred (R3) [år ⁻¹]	Terrengforhold/kommentar	Utløsningsvolum snøskred (m ³)
01	1/5000	01 små, lite/ingen henteområder for snø, noe småskog.	1277
02	1/100 (særlig sammen med 18)	02 gunstig lehang, har henteområde, ingen synlige skader i skog, ruglete terreng nedenfor	976
03	1/1000	03 gunstig plassering/retning for å samle snø, men ikke veldig stort	443
04	1/1000	04 lite	431
05	1/100	05 gunstig retning for å samle snø, aktuelt	1619
06	1/100	06 lite, har samleområde, ok retning	530
07	1/100	07 litt langt nede i skråningen til å samle mye snø, men kan samle snø ved crossloading	1825
08	1/5000	08 lite, litt langt nede i fjellsiden for å samle mye snø, kan bli revet med av løснеområde over	500
09	1/100	09 lite potensiale for å samle mye snø, ikke utpreget lehang	1095
10	1/100	10 lite, gunstig retning for å samle snø	494
11	1/1000	11 lite	444
12	1/100	12 medium størrelse på, noe henteområde (kanskje løśnieområde for skredet som tok hus?)	1108
13	1/5000	13 langt nede, lite snø	1070
14	1/5000	14 små, lite/ingen henteområder for snø, noe småskog	453
15	1/100	15 relativt stort, litt vindutsatt for å samle mye snø, men lett konkavt	6237
16	1/100	16 relativt stort, litt vindutsatt til å samle mye snø	4294
17	1/5000	17 små, lite/ingen henteområder for snø, noe småskog	838
18	1/100 (særlig sammen med 02)	18 gunstig lehang, har henteområde, ikke usannsynlig	976
19	1/5000	19, lite henteområde, lite sannsynlig	507
20	1/1000	20 lite, noe henteområde	442

3.2.3 Utredning av utløp

Informasjon om tidligere hendelser tilsier snøskred med størst hyppighet stanser mellom fjellsiden og E10. Det er ikke registrert avsetninger som antas å stamme fra snøskred.

For å studere nærmere hvordan snøskred kan bevege seg, samt utbredelse, har vi modellert med dynamisk modell (RAMMS::AVALANCHE). I tillegg brukt en empirisk modell (alfa-beta) på fire av løснеområdene, der vi mener denne modellen egner seg. Tabell 3-3 viser inngangsparameter for RAMMS::AVALANCHE.

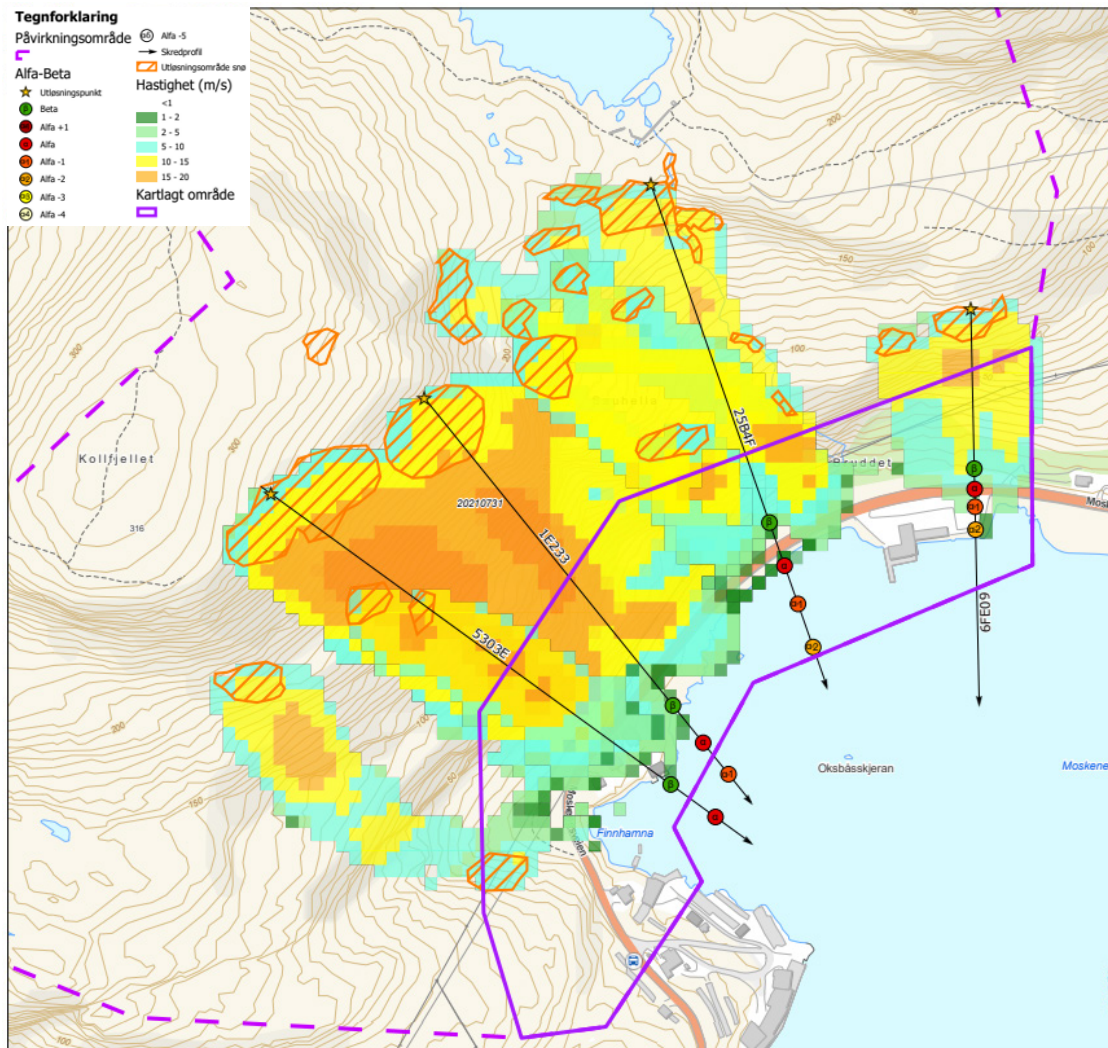
Tabell 3-3 Inngangsparametre RAMMS::AVALANCHE

Parameter	Verdi
Størrelse	Small/tiny
Returperiode	100 år – 300 år
Bruddhøyde	1 m*
Mu/Ksi	Brukt funksjon som automatisk genererer differensierte mu/ksi-verdier over fjellsiden basert på terrengforhold.
DEM	10x10 m

*Vi har valgt å bruke 1 m bruddkanthøyde i modelleringen, dette er noe lavere enn hva klimaanalysen anslår. Vi mener likevel at 1m bruddkant er mer relevant å benytte, da vi ut i fra faglig skjønn ikke anser denne fjellsiden for å ha potensiale for å danne veldig store snøskred, og mener det er fornuftig å tilpasse inputverdiene i modelleringen til dette. Kollfjellet, har en konveks form. Rundt toppen, inkludert de potensielle utløsningsområdene, vil vinden i stor grad vil dra over med stor hastighet, og det ligger således ikke til rette for stor snøansamling. Når det gjelder løснеområdene i bollen øst for Kollfjellet anser vi det som lite sannsynlig at disse blir store og sammenhengende. Fordi skålfornene er små og terrenget nedenfor flater ut/er trappeformet. I tillegg bør en vise forsiktighet med å ekstrapolere data fra værstasjoner med begrenset observasjonsperiode.

Modellresultat fra alfa-beta og RAMMS er vist i Figur 3-12. Alfa-beta-modelleringene viser at snøskred når både over E10 og ned i sjøen. Det empiriske grunnlaget for denne modellen er imidlertid store snøskred og modellen egner seg derfor best på store skredbaner med jevn parabel. I Moskenes er det snakk om relativt små snøskred, med en ujevn skredbane, og resultatene av alfa-beta-modelleringene bør ikke vektlegges for tungt.

RAMMS-kjøringene indikerer at sjeldne og store snøskred de fleste steder kan gå over E10 og ned i sjøen (Figur 3-12). Disse modelleringene antas å representere større, sjeldnere hendelser, anslagsvis returperiode 1000 år. I en liten fjellside som dette mener vi det bare vil være marginale forskjeller på 1000 årshendelse og en 5000 årshendelse.



Figur 3-12 Modellering av snøskred med alfa-beta og RAMMS::AVALANCHE.

3.2.4 Når snøskred inn i kartleggingsområdet?

Mindre snøskred kan antas å nå fjellfoten hyppigere enn 1/100, mens mer sjeldne hendelser, 1/1000, kan komme til å nå ned over E10. Sannsynligheten for snøskred langt over veien og ned til sjøen, antas å være 1/5000, i det sentrale kartleggingsområdet der løsneområdene er størst. Vi har også lagt 1/5000 ned over veien lengst øst, basert på informasjon om mulig tidligere snøskredhendelse.

3.3 Sørpeskred

3.3.1 Er sørpeskred en aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Det er ikke registrert eller observert sørpeskred i dette området NGI bekjent. Bekkeløpet ned fra Moskenesvatnet er imidlertid et potensielt løsneområde. Begrensning i avløp

etter bygging av demning vil redusere faren for skred, men vi anser likevel sørpeskred for å være en aktuell prosess.

3.3.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsynlighet

Bekkeløpet fra Moskenesvatnet ligger på bart fjell, som veksler mellom brattere og slakere terreng, slik at forholdene ligger til rette for at vanntrykk kan bygge seg opp i snødekke (Figur 3-13). Dette er tilfelle flere steder i bekkeløpet, slik at det er flere potensielle løsneområder i bekken (se registreringskart, Vedlegg D).



Figur 3-13 Bekkeløpet nedstrøms Moskenesvatnet består av glatte svaberg som kan være potensielle løsneområder for sørpeskred.

I tillegg viser klimaanalyse av området at vintrene er milde, dermed er det ikke usannsynlig at en får situasjoner med regn på snø gjennom vinterhalvåret. Vi antar at sørpeskred kan løsne i bekken med årlig sannsynlighet høyere enn 1/100.

3.3.3 Utredning av utløp

Små sørpeskred som løsner i bekkeløpet høyt oppe, antas å stoppe oppe i skålformen (over 90 moh.). Mens større, litt sjeldnere hendelser vil nok kunne gå over den nederste kneika. Her er det imidlertid brå overgang mellom fjellsiden og utflatingen mot E10. I tillegg er her en liten grop innerst mot fjellveggen, som vil fungere som en fanggrøft som vil stoppe og lagre en del masser (Figur 3-14). Store sjeldne hendelser vil nok kunne

gå over veien og ned til fjorden. Det er imidlertid ingen kjent historikk på sørpeskred i dette området, og vi har ikke funnet andre geomorfologiske tegn på sørpeskred, som vifteformer (selv om en skal merke seg å at sørpeskred ikke alltid legger igjen løsmasser).





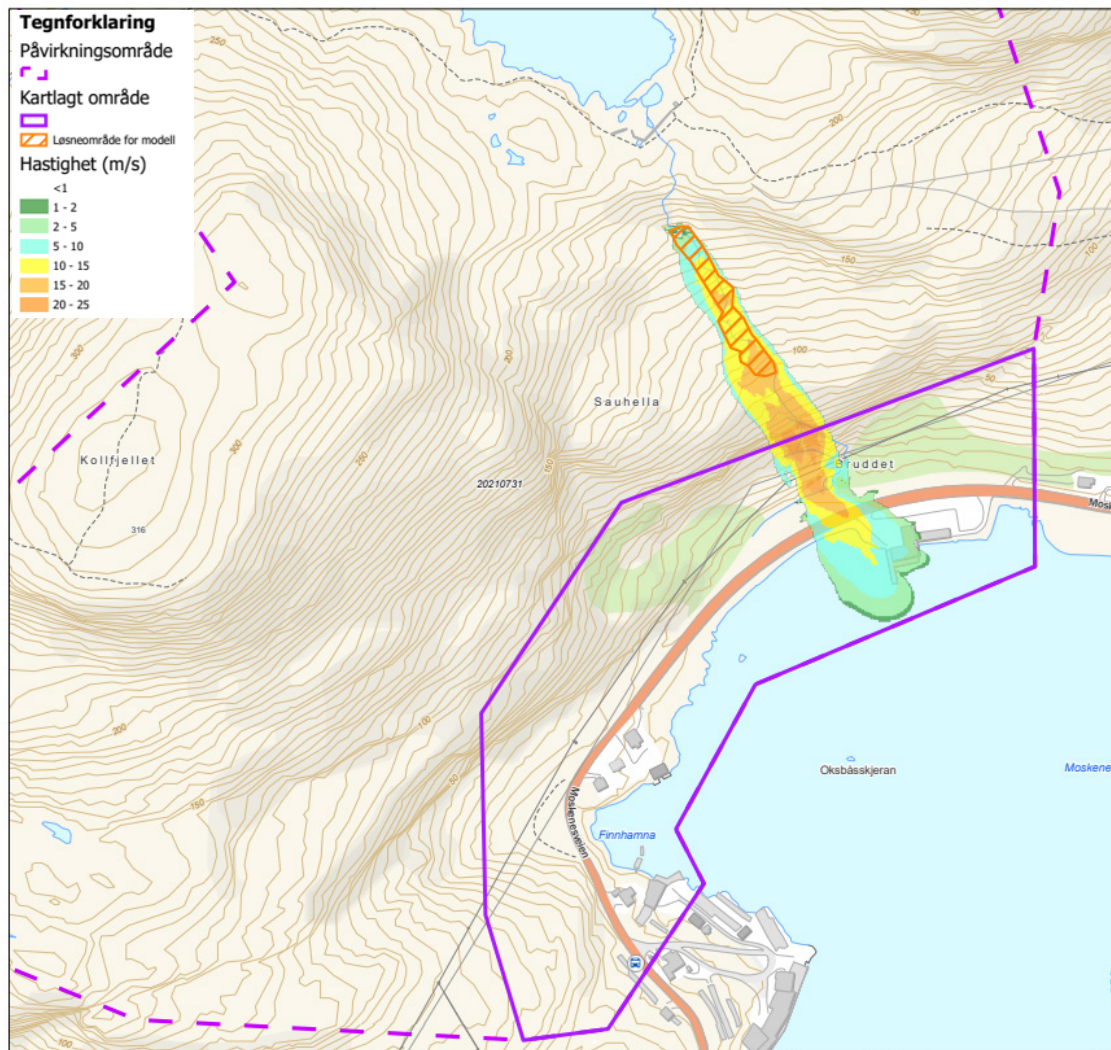
Figur 3-14 I bunnen av bekkeløpet er det en liten grop som vil fungere som en liten fanggrøft for eventuelle sørpeskred.

Det er gjort noen modellkjøringer i RAMMS::DEBRISFLOW som støtte for vurdering av utløp for sørpeskred. Det er valgt å kjøre modellering fra øverste og nest øverste løsneområde, fordi disse vil sannsynligvis ha størst potensiale til å nå lengst. Parametere vist i Tabell 3-4, det er ikke inkludert erosjon/medrivning av masser.

Tabell 3-4 Parametere for sørpeskredmodellering.

Løsneområde (se vedlegg C)	Volum (m3)	Ksi/Mu (friksjonsparameter)	Tetthet (kg/m3)
24 (øverste)	186	500/0,05	1000
24 (øverste)	186	1000/0,05	1000
21 (nest øverste)	252	500/0,05	1000
21 (nest øverste)	252	1000/0,05	1000
21 (nest øverste)	504	1000/0,05	1000
21 (nest øverste)	504	1000/0,05	1000
22 (nest nederste)	2489	1000/0,05	1000

Med de mest konservative input-parametere i modellkjøringene går sørpeskredene helt ut i fjorden. Denne modelleringen er vist i Figur 3-15.



Figur 3-15 Resultat fra modellering av sørpeskred med RAMMS::DEBRISFLOW. Volum: 2489 m³, Ksi/Mu: 1000/0,05.

3.3.4 Når sørpeskred inn i kartleggingsområdet?

Sørpeskred vil kunne nå inn i kartleggingsområdet med sannsynlighet høyere enn 1/100, slike skred vil trolig stanse i gropa nederst i bekken (Figur 3-14). Sørpeskred med sannsynlighet høyere enn 1/1000, vil kunne nå vegen, og skred 1/5000 kan nå sjøen.

3.4 Jordskred

3.4.1 Er jordskred en aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Det er en del steder med helning over 20 grader i fjellsiden. Løsmassedekket i disse områdene er imidlertid kun et tynt lag over svaberget (Figur 3-16). Vi anser derfor potensiale for store jordskred som lite/uaktuelt.



Figur 3-16 Løsmassedekket i fjellsiden er tynt.

3.5 Flomskred

3.5.1 Er flomskred en aktuell prosess i påvirkningsområdet?

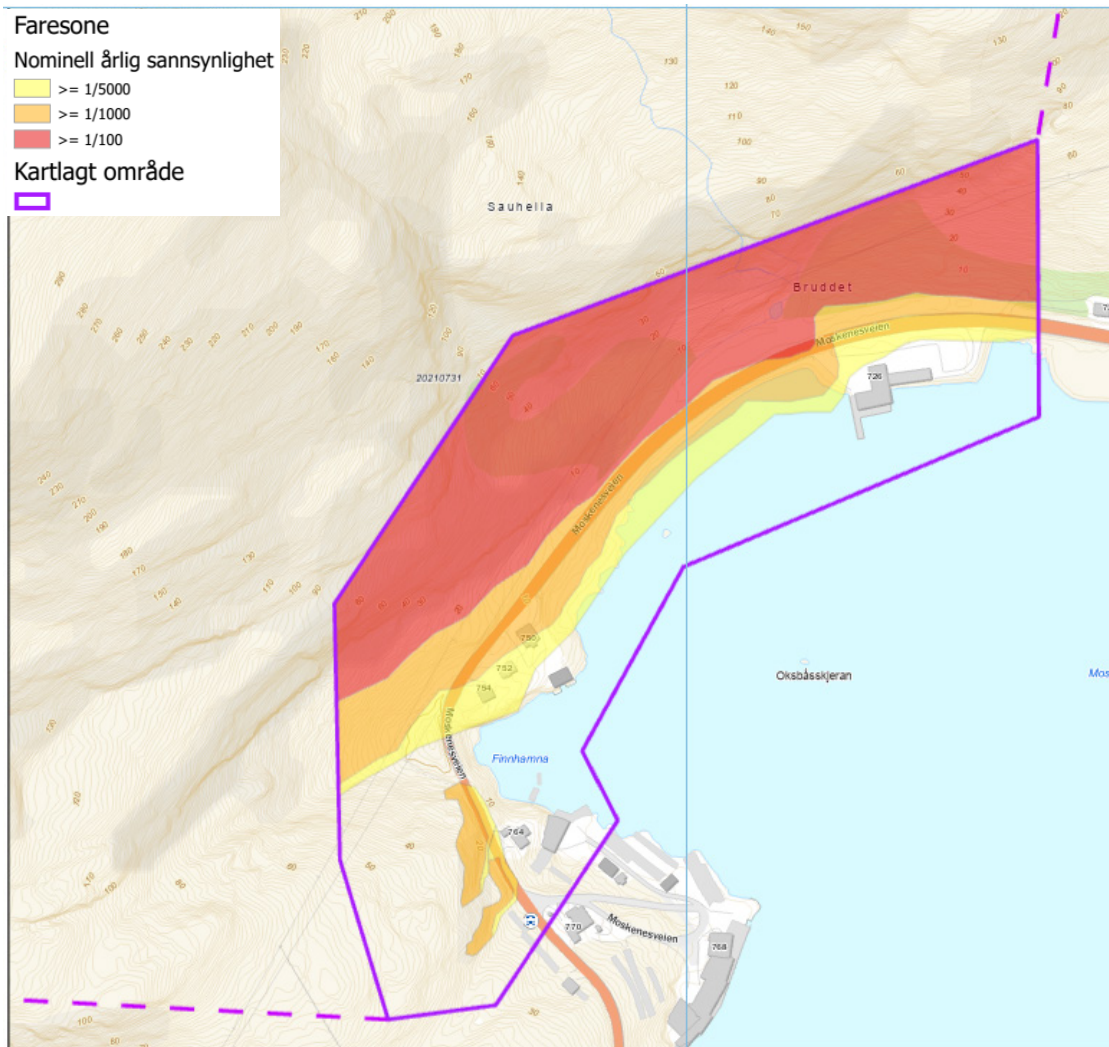
Det er et større bekkeløp i fjellsiden, elven ned fra Moskenesvatnet. Dette er tidvis brattere enn 15 grader. Bekken går imidlertid på bart fjell, og det er i tillegg begrenset mengde løsmasser som eventuelt kunne blitt tilgjengelig som følge av andre prosesser (Figur 3-17). Det er angitt en aktsomhetssone for jord- og flomskred i forsenkningen lengst sørvest i kartleggingsområdet (Figur 2-9). Denne sonen vurderes som lite aktuell ettersom det ikke renner vann i forsenkningen og løsmassedekket i tilstøtende skråninger er tynt. Store deler av området består også av grov ur.



Figur 3-17 Elveløpet ned fra Moskenesvatnet går på bart fjell.

3.6 Hva er den samlede skredfaren?

Det er snøskred, steinsprang og sørpeskred som er de dimensjonerende faretypene i Moskenesvågen. De ulike faretypene er dimensjonerende i ulike områder, og for ulike gjentaksintervall. Steinsprang antar vi hovedsakelig er dimensjonerende på mindre gjentaksintervall (1/100, noen steder 1/1000), mens snøskred er hovedsakelig dimensjonerende for sjeldnere hendelser (1/5000, noen steder 1/1000). Sørpeskred er imidlertid dimensjonerende på alle tre gjentaksintervall rundt utløpet til bekken fra Moskenesvatnet (Figur 3-18, faresoner med dimensjonerende faretype er vist i Vedlegg E). Det er kun laget faresoner med dagens skogsituasjon, ettersom skogen ikke er regnet å ha noen effekt på skredfaren.



Figur 3-18 Faresoner. Faresoner med dimensjonerende faretype finnes i vedlegg E.

3.7 Avvik fra tidligere skredfareutredninger

Etter skredfarekartleggingen gjort av NGI i 2007 har det blitt endrete krav i byggteknisk forskrift (TEK17). Det inngår nå mellom annet andre gjentaksintervall enn det var i 2007. Den nye kartleggingen vi nå har gjort har andre gjentaksintervall, men avviker i liten grad fra den tidligere utredningen.

3.8 Steds spesifikk usikkerhet

Det er stor usikkerhet knyttet til faren for lignende hendelser som var tilfellet for steinspranget som skadet hus i 2021. Det er utfordrende å forutse hvordan flogstein kan spre seg etter at eventuelle blokker som faller ned fra stor høyde og med stor fallenergi treffer flaten nedenfor brattkanten.

4 Referanser

Gauer, P. & Krister, K. (2022). Remarks on the uncertainty in the delimitation of hazard zones based on historical observations Norwegian Geotechnical Institute Technical Note 20200017-09-TN.

NVE. 2020. [12.11.2020] Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng. <https://www.nve.no/veileder-skredfareutredning-bratt-terreng>. Lokalisert på Internett 12.05.2022.

NGI 2007: Moskenes – vurdering av fare for skred i utvalgte områder (20071625-1). Rapport20071625-1.pdf

Statens Vegvesen, 2021: EV10 Moskenes – Kollfjellet – Stabilitetsvurdering av løseområde i fjellsiden og forslag til sikring (C14243 – SKRED-01).

Vedlegg A

METODE FOR FASTSETTING AV FARESONER

Innhold

1	Innledning	2
2	Kort beskrivelse av aktuelle skredtyper	2
2.1	Steinskred og steinsprang	2
2.2	Flomskred	2
2.3	Snøskred	2
2.4	Jordskred	3
2.5	Sørpeskred	3
3	Tolking av spor i terrenget	3

A1 Innledning

Tre faresoner er vurdert i dette oppdraget:

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

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

A2 Kort beskrivelse av aktuelle skredtyper

A2.1 Steinskred og steinsprang

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

A2.2 Flomskred

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

A2.3 Snøskred

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

A2.4 Jordskred

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

A2.5 Sørpeskred

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

A3 Tolking av spor i terrenget

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

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

Vedlegg B

MODELLBESKRIVELSE

Innhold

B1	Modeller for beregning av skredutbredelse og rekkevidde av steinsprang	2
B1.1	RockyFor3D	2
B2	Modeller for beregning av skredutbredelse og rekkevidde av snøskred	3
B2.1	Statistisk-empirisk modell (α/β -modellen)	3
B2.2	RAMMS::AVALANCHE	4
B3	Beregning av skredutbredelse og rekkevidde av flom- og sørpeskred	6
B3.1	RAMMS::DEBRISFLOW	6

B1 Modeller for beregning av skredutbredelse og rekkevidde av steinsprang

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

B1.1 RockyFor3D

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

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

Parametere som må inkluderes i modellen er kort beskrevet under:

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

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

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

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

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

B2 Modeller for beregning av skredutbredelse og rekkevidde av snøskred

Modellene som oftest blir brukt for utløpsberegninger av snøskred i Norge er den topografisk statistiske α/β -modellen³, blokkmodellen PCM⁴ og strømningsmodellen RAMMS⁵ som beskriver utbredelsen av skredet i to horisontale dimensjoner.

B2.1 Statistisk-empirisk modell (α/β -modellen)

Den statistiske/topografiske α/β -modellen er utviklet ved NGI og gir maksimal utløpsdistanse utelukkende som en funksjon av topografi. Likningene for utløpsdistanse er funnet ved regresjonsanalyse, og korrelerer den lengste registrerte utløpsdistansen i mer enn 200 skredbaner med et utvalg av topografiske parametere. Parameterne som har vist seg å være mest betydningsfulle er gitt Tabell 2-1.

Tabell 2-1 Topografiske parametre for beregning av maksimal utløpsdistanse

Symbol:	Parameterbeskrivelse:
β (grader)	Gjennomsnittlig helning av skredbanen mellom øvre del av utløsningsområdet og "fjellfoten" (punktet med 10° helning i skredbanen)
θ (grader)	Helning av de øvre 100 høydemeterne av utløsningsområdet
H (m)	Total høydeforskjell mellom øvre del av utløsningsområdet og det laveste punktet langs best tilpassede parabel $y=c_2x^2+c_1x+c_0$, der c_0 , c_1 og c_2 er konstanter

³ Lied, K. og Bakkehøi, S. (1980). Empirical Calculations of Snow-Avalanche Run-Out Distance Based on Topographic Parametres. Journal of Glaciology, 26 (94), 165-177.

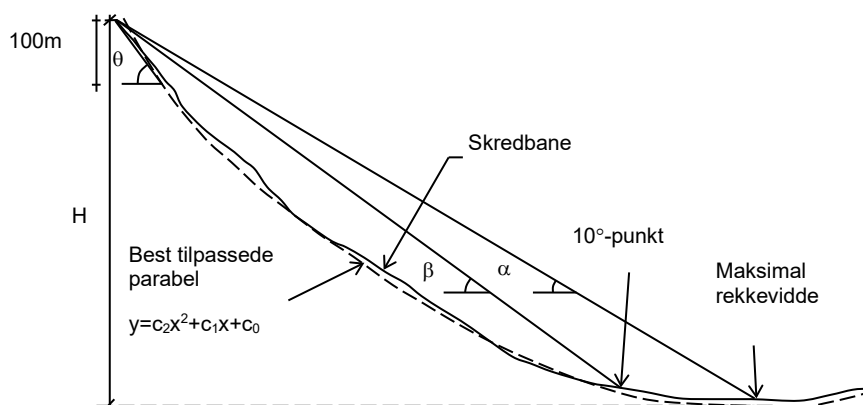
⁴ Perla, R.I., Cheng, T.T. og McClung, D.M. 1980. A Two-Parameter Model of Snow-Avalanche Motion. Journal of Glaciology Vol. 26, No. 94, 197-207.

⁵ Christen, M.; Kowalski, J. og Bartelt, P. (2010). RAMMS: Numerical simulation of dense snow avalanches in three-dimensional terrain. Cold Regions Science and Technology 63(1–2), 1–14.

y'' (m ⁻¹)	$y'' = 2c_2$, beskriver krumningen av skredbanen
--------------------------	---

β -vinkelen har vist seg å gi den beste beskrivelsen av helningen i skredbanen, og regresjonsanalyse har vist at β -vinkelen også er den eneste statistisk viktige terrengparameteren. β -vinkelen kan anses av gjennomsnittlig helning av skredbanen mellom øvre del av kildeområdet og "fjellfoten" (punktet med 10° helning i skredbanen). Modellen aksepterer kun β -punkt som er innenfor den delen av skredbanen der tangenten til den best tilpassede parabelen har en helning mellom 5° og 15°.

NGIs skreddatabase inneholder i dag ca. 230 tilfeller. Den mest brukte formen av α/β -modellen er i dag $\alpha=0.96\beta-1.4^\circ$. Standardavviket er 2.3° og korrelasjonskoeffisienten er 0.92.



Figur 2-1: Topografiske parametere som beskriver terrengprofilen.

For store skredbaner finner vi erfaringsmessig at rekkevidden for de fleste skredbanene med årlig sannsynlighet 1/1000 samsvarer godt med middelverdien av α der skredbanen er jevn parabel, mens de største skredene kan gå lengre.

B2.2 RAMMS::AVALANCHE

Utløpslengden av skred er vurdert med den dynamiske modellen RAMMS^{6,7}. RAMMS-modellen for simulering av utbredelse av skredets tette del har gått gjennom en lang prosess med uttesting og kalibrering mot målinger og observasjoner av snøskred i Alpene. I tillegg har NGI utført en del kalibreringer mot målinger fra NGIs forsøksfelt Ryggfonn på Strynefjellet.

Som friksjonsparametre på nye steder er standardverdiene for sjeldne og store skred i Sveits benyttet, korrigert for høyde over havet. Parameterne er avhengig av skredstørrelse, antatt returperiode og terrengforhold som helning og kanalisering av skred-

⁶ Christen, M.; Kowalski, J. og Bartelt, P. (2010). RAMMS: Numerical simulation of dense snow avalanches in three-dimensional terrain. Cold Regions Science and Technology 63(1–2), 1–14.

⁷ RAMMS Manual Ver 1.4.1. Det sveitsiske institutt for snø- og snøskredforskning (WSL-SLF), Davos Dorf, Sveits.

banene (RAMMS Manual Ver. 1.4.1⁸). Friksjonsparameterne ξ og μ svarer til store skred (Large) med 300 års gjentakintervall. Tabell 2-2 gjengir verdier for store og middels skred. Der skredbaner i modellene er beregnet med hensyn til skog er friksjonsparameterne tilpasset til skogstetthet og stammediameter. Disse friksjonsparameterne avviker fra den som er gitt i Tabell 2-2. I anvendt modell er erosjon og meddriving av snø i skredbanen ikke inkludert (entrainment). Beregningene tar generelt ikke hensyn til bebyggelse. Skredvolumet i simuleringmodellen er en direkte funksjon av løснеarealet. I botner kan dette gi svært store teoretiske løsnemråder. Generelt sett gjengir modellen skredenes utløpsdistanse godt, men studier viser at RAMMS har en tendens til å undervurdere hastigheten av skredets front, som består av et fluidisert lag med betydelig redusert tetthet (Schaerer og Salway, 1980; Bozhinskiy og Losev, 1998; Issler m.fl., 1996; Issler, 2003; Gauer m.fl., 2008; Issler og Gauer, 2008).

Tabell 2-2: Friksjonsparametere for RAMMS snø avhengig av returperiode, skredvolum og kanaliseringsgrad

RAMMS::Avalanche 1.1

Friction Parameters

Large avalanche (> 60'000 m ³)		300-Year		100-Year		30-Year		10-Year		
		μ	ξ	μ	ξ	μ	ξ	μ	ξ	
unchannelled	Altitude (m.a.s.l.)									
	above 1500	0.155	3000	0.165	3000	0.17	3000	0.18	3000	
	1000 - 1500	0.17	2500	0.18	2500	0.19	2500	0.2	2500	
channelled	below 1000	0.19	2000	0.2	2000	0.21	2000	0.22	2000	
	above 1500	0.21	2000	0.22	2000	0.225	2000	0.235	2000	
	1000 - 1500	0.22	1750	0.23	1750	0.24	1750	0.25	1750	
gully	below 1000	0.24	1500	0.25	1500	0.26	1500	0.27	1500	
	above 1500	0.27	1500	0.28	1500	0.29	1500	0.3	1500	
	1000 - 1500	0.285	1350	0.3	1350	0.31	1350	0.325	1350	
flat	below 1000	0.3	1200	0.315	1200	0.33	1200	0.345	1200	
	above 1500	0.14	4000	0.15	4000	0.155	4000	0.165	4000	
	1000 - 1500	0.15	3500	0.16	3500	0.17	3500	0.18	3500	
forested area (mu=delta, xi=fix)	below 1000	0.17	3000	0.18	3000	0.19	3000	0.2	3000	
	Medium avalanche (25'000 - 60'000)		300-Year		100-Year		30-Year		10-Year	
	unchannelled	above 1500	0.195	2500	0.205	2500	0.215	2500	0.225	2500
1000 - 1500		0.21	2100	0.22	2100	0.23	2100	0.24	2100	
below 1000		0.23	1750	0.24	1750	0.25	1750	0.26	1750	
channelled	above 1500	0.25	1750	0.26	1750	0.27	1750	0.28	1750	
	1000 - 1500	0.27	1530	0.28	1530	0.285	1530	0.295	1530	
	below 1000	0.28	1350	0.29	1350	0.3	1350	0.31	1350	
gully	above 1500	0.32	1350	0.33	1350	0.34	1350	0.35	1350	
	1000 - 1500	0.33	1200	0.34	1200	0.35	1200	0.36	1200	
	below 1000	0.36	1100	0.37	1100	0.38	1100	0.39	1100	
flat	above 1500	0.17	3250	0.18	3250	0.19	3250	0.2	3250	
	1000 - 1500	0.19	2900	0.2	2900	0.21	2900	0.22	2900	
	below 1000	0.21	2500	0.22	2500	0.23	2500	0.24	2500	

SLF, December 2007

⁸ RAMMS Manual Ver 1.4.1. Det sveitsiske institutt for snø- og snøskredforskning (WSL-SLF), Davos Dorf, Sveits.

B3 Beregning av skredutbredelse og rekkevidde av flom- og sørpeskred

B3.1 RAMMS::DEBRISFLOW

For å studere utbredelse av sørpeskred vi benyttet den dynamiske modellen RAMMS Debris Flow. Denne modellen er opprinnelig utviklet for modellering av flomskred. Det finnes ikke i dag dynamiske eller statiske modeller utviklet spesifikt for sørpeskred, men flomskred og sørpeskred har forholdsvis lik dynamikk/reologi. Dermed kan modeller utviklet for flomskred også gi brukbare resultater for sørpeskred, dersom vi tilpasser friksjonsparameterne.

Modellering er utført der hvor sørpeskred er dimensjonerende for faresonene, og vi er usikre på utbredelsen i utløpsområdet. Disse vannbårne skredene følger i stor grad forsenkninger og eksisterende bekke- og elveløp. Hensikten er likevel ikke å dimensjonere, men å finne terrengets sprednings- og avsetningsegenskaper. Den numeriske modellen er identisk med snøskredmodellen, og ved å redusere μ og ξ verdiene, oppnås hastigheter og flythøyder tilpasset vannbårne skred. Det vil si at μ settes til 0,05-0,2 og ξ til 500 - 1000. μ -verdien påvirker sterkt lengden på retardasjonsområdet/oppbremsingsområdet, og gir i realiteten utbredelsen av skredmassene. På lange utløp med store høydeforskjeller vil sørpeskred kunne endre egenskaper fra sørpe til vann og flomskred. For antatt sørpeskred er det benyttet en tetthet på 1000 kg/m³ mens det for reinere flomskred er benyttet 1400 kg/m³.

Videre følger en generell beskrivelse av modellen.

For alle områdene har vi utført terrengeanalyser i GIS, bl.a. analyse som identifiserer dreneringsveier, og dette er benyttet som hjelpemiddel i vurderingen av utløpsområder og dreneringsløp. Flomskred og vannrelaterte massebevegelser følger i stor grad dreneringsløpene som er identifisert ved hjelp av GIS. Flomskred- og elvevifter er som hovedregel betraktet som potensielt sideveis utbredelsesområde for flomskred. Sannsynligheten for skred er vurdert blant annet ut fra mektigheten av historisk avsatte masser og effekten til eksisterende flomverk i utløpsområdet, sammen med vurdering av massetilfang og nedbørfeltstørrelse i utløpsområdet.

Der hvor modellene er brukt, er de brukt som rene strømningsmodeller for å studere utbredelse på skredvifta, eller i et utløpsområde hvor vi har mistanke om spredning utover eksisterende bekke-/elveløp, men er usikker på denne utbredelsen. Der hvor modellering av flom- og sørpeskred ikke er utført, er dette fordi vi mener vi har tilstrekkelig grunnlag for faresonene ut fra dreneringsløpene som er identifisert ved hjelp terrengeanalyser i GIS, studie av detaljert terrengmodell og observasjoner i felt.

Rekkevidde og utbredelse av skred må relateres til årlig sannsynlighet, noe en modell ikke gjør. Modellresultater er usikre, og må tolkes subjektivt i forhold til vurderinger av årlig sannsynlighet.

RAMMS::Debris flow modulen ble utviklet for å simulere utbredelsen av materialførende strømminger i et sammensatt terreng. Modulen er benyttet både i Sveits og på verdensbasis for å vurdere utbredelsen av skred. Modulen kan også benyttes for å dimensjonere sikringstiltak etter et nærmere studie av forhold som bestemmer inngangsparametere.

I prosjektet er modellen hovedsakelig benyttet som en strømningsmodell for å vurdere utbredelse og strømningsmønster for ulike skredvolum, som støtte til vurdering av utbredelse av faresoner for skred med ulik returperiode. I terreng med mange parallelle renner, tolket som skredløp hvor flomskred er dominerende, er modellen benyttet ved å legge inn et større løsneområde med lav "bruddhøyde" (typisk 0.1 m) og erosjon som omfatter flere renner. En vil da se ulike konsentrasjoner av skredmasse mot de ulike rennene fordi terrenget siler ut hva som er de mest aktive løsneområdene ut fra friksjonsparameterne. Størrelsen på skredet er da i all hovedsak en funksjon av medrevet masse. Utløp og stoppområder blir vist på tilsvarende måte som når løsneområdet defineres for hver enkelt renne. Simuleringer er gjort med terrengmodell med oppløsning 1 m.

Modellen er i likhet med de andre RAMMS-modulene utviklet ved SLF i Sveits og bygger på den samme numeriske modellen som RAMMS Avalanche for snøskred, og beskrevet i avsnitt 3.8.2. Strømningshøyder og hastigheter blir beregnet på tredimensjonale terrengoverflater. Utløsningsområder blir definert ut fra GIS-tegningsverktøy. Alternativt kan det benyttes hydrograf som input, men denne varianten av programmet er ikke benyttet. Kart og flyfoto kan legges oppå terrengmodellen som grunnlag for å kalibrere modellen mot observerte skredhendelser.

Modellen er kalibrert mot flere reelle flomskredhendelser fra Norge. I tillegg har vi gått gjennom litteraturen der modellen er kalibrert mot tidligere skredhendelser i andre land: Hussin m.fl. (2012), Hürlimann m.fl. (2008) og Cepeda m.fl. (2010). På bakgrunn av disse vurderingene har vi benyttet følgende verdier i våre simuleringer av flomskred:

$$\mu = 0.2$$
$$\xi = 400 \text{ m/s}^2$$

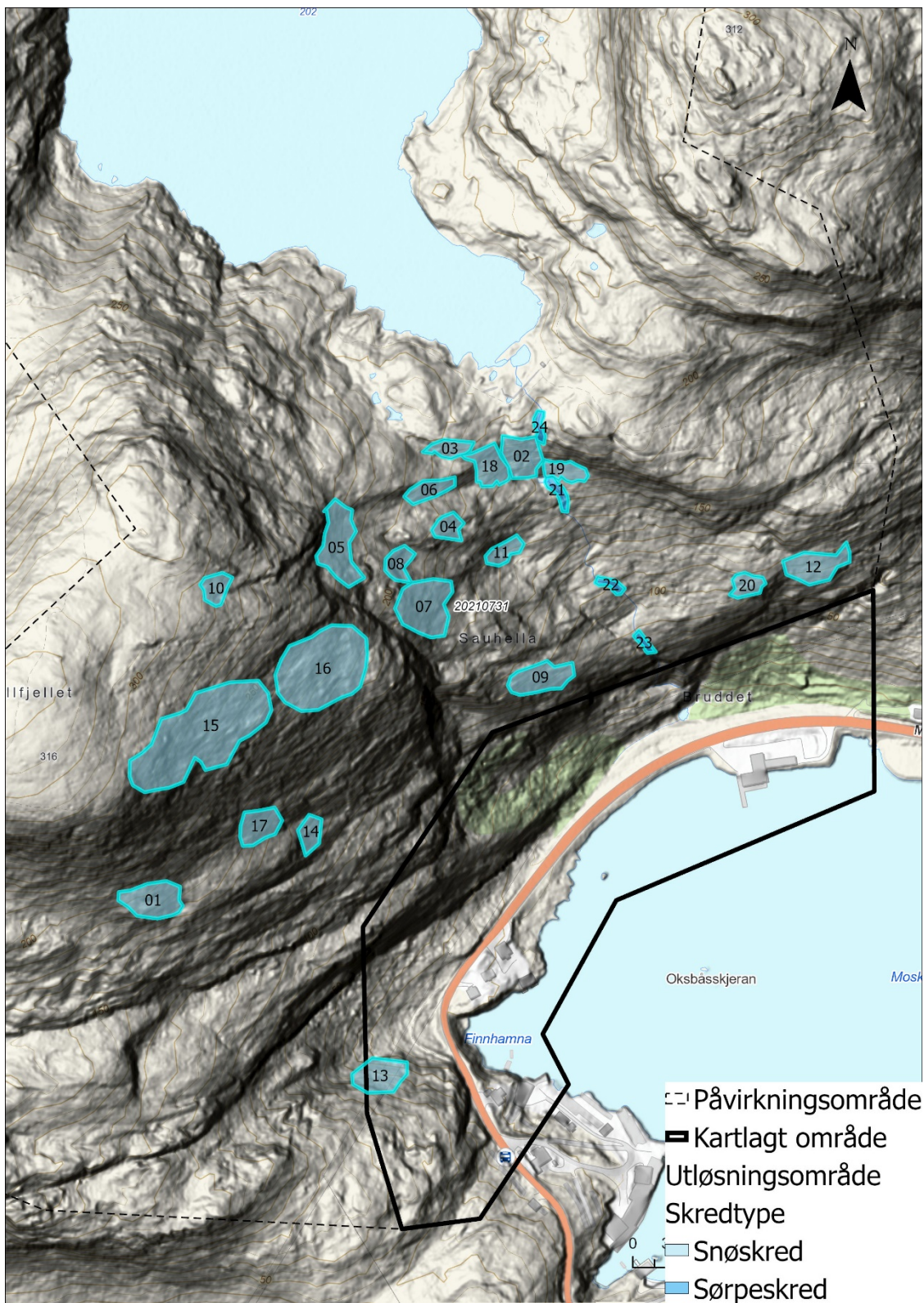
For erosjon er det benyttet standardparametere, uten om at erosjonsrate er satt til 0,5 (wet).

For sørpeskredmodelleringen i dette prosjektet er det benyttet:

$$\mu = 0,05 \text{ og } 0,2$$
$$\xi = 500 \text{ og } 1000 \text{ m/s}^2$$

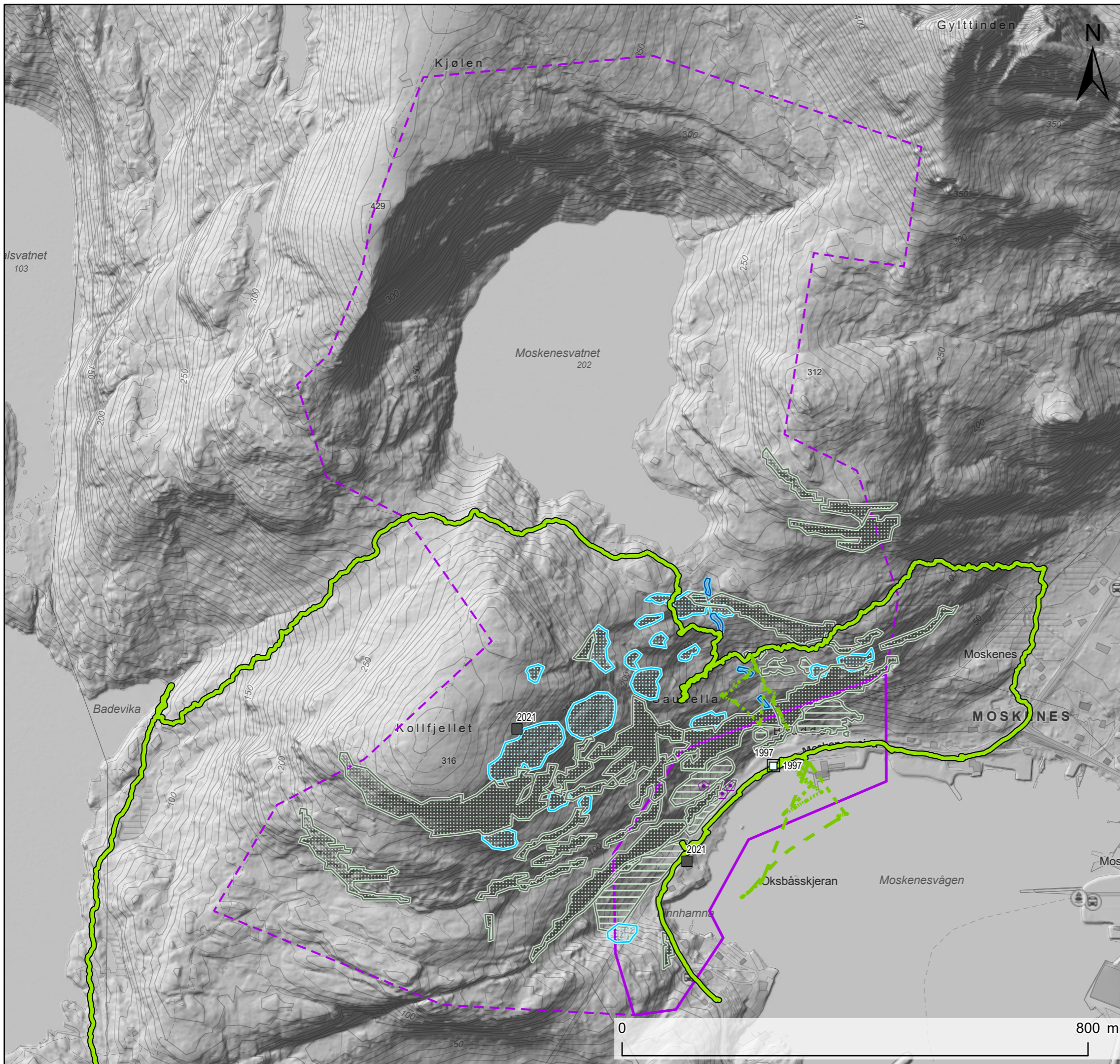
Vedlegg C

LØSNEOMRÅDER MED ID SNØ- OG
SØRPESKRED



Vedlegg D

REGISTRERINGSKART



Tegnforklaring

- Påvirkningsområde
- Kartlagt område
- Løsneområde sørpeskred
- Løsneområde steinsprang/steinskred
- Løsneområde snøskred
- Antatt steinsprang/steinskredblokk
- Steinsprang/steinskredavsetning (ur)

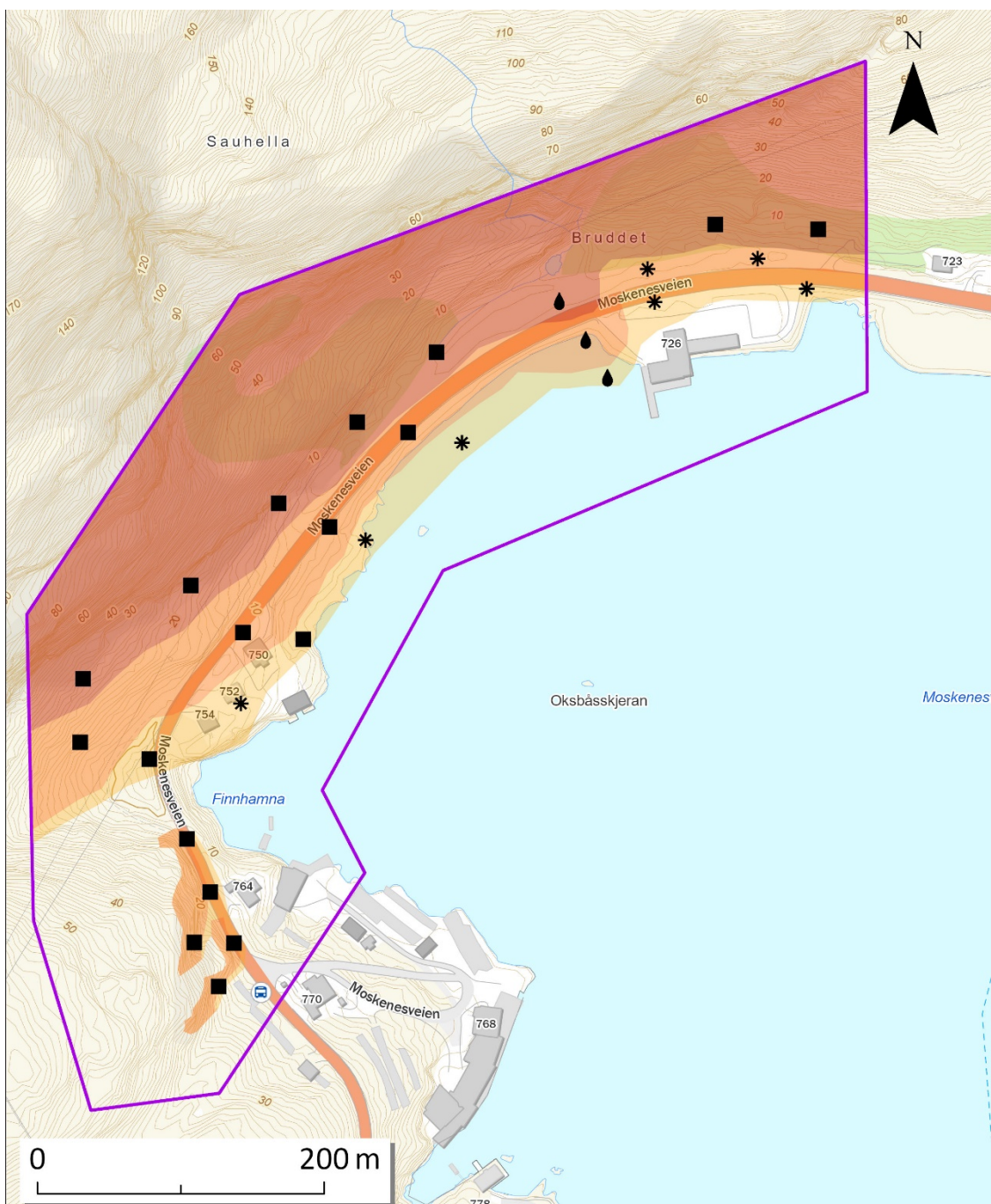
Skredhendelser pr. 30 mai 2022 (skredtype)

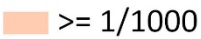
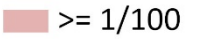
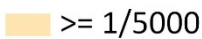
- Steinsprang (< 100 m³)
- Snøskred, uspesifisert
- GPS-spor feltarbeid

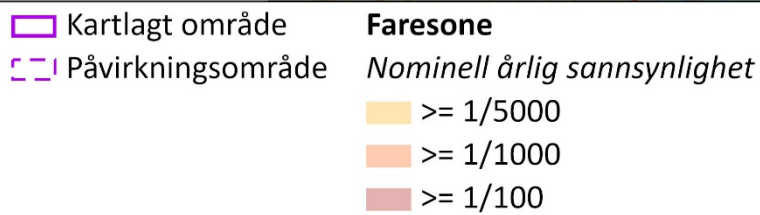
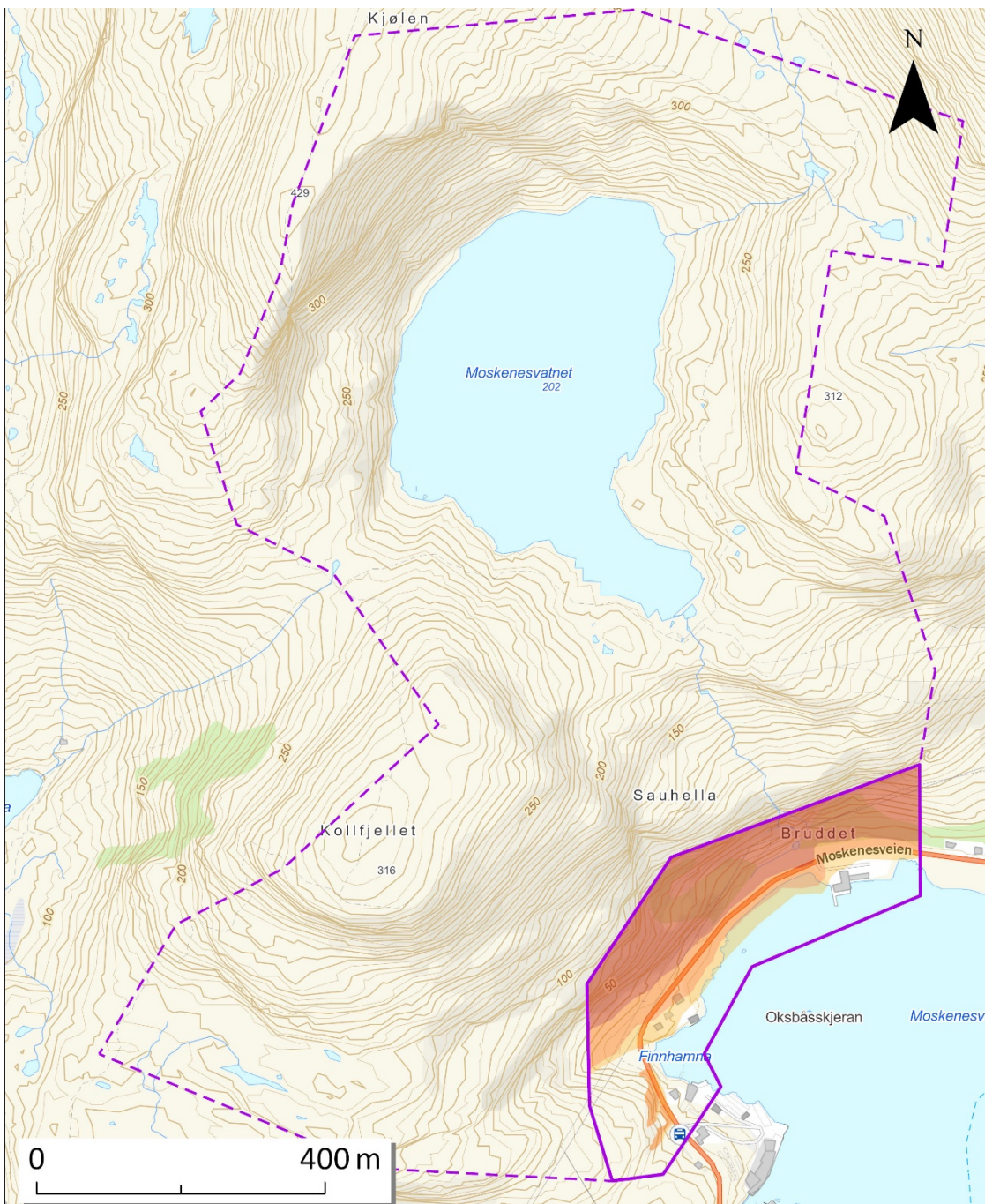


Vedlegg E

FARESONEKART



- | | | |
|---------------------------------|---|---|
| Dimensjonerende faretype | Kartlagt område |  $\geq 1/1000$ |
| * Snøskred | Faresone |  $\geq 1/100$ |
| ■ Steinsprang/steinskred | <i>Nominell årlig sannsynlighet</i> | |
| ♠ Sørpeskred |  $\geq 1/5000$ | |



Vedlegg F

EGENERKLÆRINGSSKJEMA FOR
KOMPETANSE

Egenerklærings skjema for kompetanse – iht. veileder *Sikkerhet mot skred i bratt terreng – Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak*

Firma:	Norges Geotekniske Institutt	Org.nr	958 254 318 MVA (Søk i https://brreg.no)
---------------	---	---------------	--

Utførende foretak vil med utfylling av egenerklærings skjema erklære seg skikket til å utføre utredning av skredfare i bratt terreng og at utførende fagpersoner innehar nødvendig kompetanse i henhold til veilederen. Hvert foretak involvert i oppdraget fyller ut eget skjema, også ev. underleverandører.

Egenerklæring om utførende foretaks kompetanse	JA	NEI	Kommentar
<p>Ansvarlig for å utføre skredfaglige utredninger er godt kjent med gjeldende forskrifter¹, veiledere², retningslinjer³ og fagnormer som gjelder for å utføre skredfareutredninger.</p>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<p>Minst to kvalifiserte fagpersoner blir benyttet i oppdraget, en som utførende og en som sidemannskontrollør.</p> <p><i>De to påkrevde fagpersonene må ha minst 5 og 3 års netto erfaring med tilsvarende oppdrag, samt relevant utdanning som definert i veilederen. Personell med mindre enn 3 års erfaring kan benyttes i oppdraget i tillegg til de to med påkrevd erfaring.</i></p> <p><i>Enkeltmannsforetak (ENK) kan oppfylle dette kravet ved å benytte et annet foretak, med nødvendig kompetanse, for sidemannskontroll. Hvert foretak må da fylle ut eget skjema.</i></p>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<p>Foretaket har kunnskap om og tilgang på dynamiske skredmodeller der slike er kommersielt tilgjengelig.</p>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<p>Foretaket har ansvarsforsikring som minst tilsvarer krav i NS 8401/8402 (prosjekterings- og rådgivningsoppdrag).</p>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

¹ Byggteknisk forskrift (TEK17) og Plan- og bygningsloven (pbl)

² NVE veileder Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak

³ NVE retningslinjer Flaum- og skredfare i arealplanar – Revidert 22.mai 2014



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Signatur:

Sted og dato:


_____ **Håkon Heyerdahl**

Oslo, 08.12.2021

Vedlegg G

SVAR ANMERKNINGER FRA UAVHENGIG KVALITETSKONTROLL

ID	Tema	Tema	Status	Svar på kommentar NGI
2.1	Veileder-versjon		ANM	Svart ut i rapport.
2.3	Valg av sikkerhetsklasse		ANM	Retta opp.
2.1 1	Klimadata		AV	Svart ut i rapport.
3.3	Steinsprang	Utløp	ANM	Svart ut i rapport.
3.3	Steinsprang	Utløp	ANM	Det var vel ettersom vi anser det som lite sannsynlig at steinsprang fra nærmaste skrent ikkje vil nå fram til hus. Og at sannsyn for at flogstein skal treffe hus er svært usannsynlig (max uflax), mindre enn 1/5000. Retta opp.
3.1 0	Snøskred	Kildeområder og løsne-sannsynlighet	ANM	Svart ut i rapport.
3.1 1	Snøskred	Utløp – generelt	ANM	Vi anser det som lite sannsynlig at flere løsneområder løsner samtidig, og derfor kjørt simuleringer med enkeltvis løsneområder.
3.1 2	Snøskred	Utløp – faste masser	ANM	Svart ut i rapport.
3.1 4	Snøskred	Fare	ANM	Tatt omsyn til i rapport.
3.2 0	Flomskred	Aktuell prosess	ANM	Tynt lausmassedekke/ur i tillegg til at der ikkje er bekk/elv i området avskriver flaumskredfare. Derfor er det ikkje vurdert som naudsynt å gjere flomvegsanalyse. Sjå dronefoto under.

				
3.2 8	Samlet skredfare		ANM	Sjå svar i kommentar i 3.3

Dokumentinformasjon/Document information		
Dokumenttittel/Document title Skredfarevurdering		Dokumentnr./Document no. 20210731-01-R
Dokumenttype/Type of document Rapport / Report	Oppdragsgiver/Client NVE	Dato/Date 2022-06-21
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/ Proprietary rights to the document according to contract NGI		Rev.nr.&dato/Rev.no.&date 1 / 2022-09-30
Distribusjon/Distribution BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees		
Emneord/Keywords skredfarevurdering, Moskenes		

Stedfesting/Geographical information	
Land, fylke/Country Noreg, Nordland	Havområde/Offshore area
Kommune/Municipality Moskenes	Felt navn/Field name
Sted/Location Kollifjellet/Moskenesvågen	Sted/Location
Kartblad/Map	Felt, blokknr./Field, Block No.
UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone: UTM 32 Øst: 669076 Nord: 7537365	Koordinater/Coordinates Projeksjon, datum: Øst: Nord:

Dokumentkontroll/Document control Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev/Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egenkontroll av/ Self review by:	Sidemanns-kontroll av/ Colleague review by:	Uavhengig kontroll av/ Independent review by:	Tverrfaglig kontroll av/ Inter-disciplinary review by:
0	Originaldokument	2022-06-01 Sunniva Skuset / Frode Sandersen	2022-06-02 Christian Jaedicke		
1	Uavhengig kvalitetskontroll gjennomført av Skred AS.	2022-09-16 Sunniva Skuset / Frode Sandersen	2022-09-16 Christian Jaedicke		

Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release	Dato/Date 30. september 2022	Prosjektleder/Project Manager Frode Sandersen
--	--	---

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

Vi arbeider i følgende markeder: GeoMiljø – Offshore energi – Naturfare – GeoData og teknologi

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

www.ngi.no

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

NGI works within the following sectors: Geotechnics and Environment – Offshore energy – Natural Hazards – GeoData and Technology.

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

www.ngi.no

