

Oppdragsgiver	Navn Jemm AS	Kontaktperson Martin Eidfjord
Oppdrag	Nummer og navn 23292 Moskenes – Skredfarekartlegging for GBnr 10/31	Oppdragsleder Kristin Lome
Dokument	Nummer 23292-01-1 Utført av Kristin Lome	Dato 2023-05-31 Kontrollert av Hallvard Skaare Nordbrøden

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
1	2023-05-31	KL	HSN	Original

Skredfarevurdering for GBnr. 10/31 Moskenes kommune

Sammendrag

GBnr. 10/31 skal detaljreguleres. Området ligger innenfor NVEs aktsomhetssoner for snøskred, steinsprang og jord- og flomskred, samt NGIs kombinerte aktsomhetssone for snø- og steinskred. Det er også utført en detaljert skredfarekartlegging av området i 2007, som viser at store deler av området ligger innenfor faresone med årlig sannsynlighet større enn 1/1000. Skred AS har utført en skredfarevurdering iht. NVEs veileder for skredfare i bratt terreng for GBnr. 10/31 i Moskenes kommune.

Vurderingen er utført iht. TEK 17 § 7-3 for sikkerhetsklasse S1 og S2.

Den samlede årlige sannsynligheten for skred vurderes å være større enn 1/100 og 1/1000 for deler av kartleggingsområdet. Snøskred vurderes å ha størst årlig sannsynlighet i sørlige del, steinsprang vurderes å ha størst årlig sannsynlighet i nordre del. Flomskred vurderes også å kunne forekomme, men ikke med skadepotensiale i kartleggingsområdet.

Kravet om sikkerhet mot skred i TEK 17 §7-3 er dermed ikke oppfylt. For å redusere sannsynligheten for skred kan det etableres sikringstiltak. Det kan være aktuelt å vurdere om betongbygningen i kartleggingsområdet tåler lastene fra et dimensjonerende snøskred. Skred AS kan bistå i en konseptutredning for å vurdere best egnede sikringstiltak, og eventuell videre deretter detaljprosjektering.

Innhold

Vedlegg.....	3
1 Innledning.....	4
1.1 Forord	4
1.2 Bakgrunn.....	4
1.3 Mål.....	4
1.4 Kartlagt område.....	4
1.5 Krav til sikkerhet mot skred.....	6
1.6 Tilpassing fra NVEs rapportmal	7
1.7 Forbehold.....	7
2 Områdebeskrivelse.....	8
2.1 Topografi.....	8
2.2 Drenering.....	9
2.3 Geologi.....	9
2.4 Flyfoto og skråfoto.....	11
2.5 Skog.....	12
2.6 Klima	12
2.7 Historiske skredhendelser	14
2.8 Tidligere skredfareutredninger.....	14
2.9 Eksisterende skredsikringstiltak	15
2.10 Befaring.....	15
3 Skredfarevurdering	17
3.1 Steinsprang	17
3.2 Steinskred	18
3.3 Snøskred	19
3.4 Jordskred	20
3.5 Flomskred	21
3.6 Sørpeskred	22
3.7 Samlet skredfare.....	23
3.8 Avvik fra tidligere skredfareutredninger	23
3.9 Stedsspesifikk usikkerhet.....	24
3.10 Mulighet for å redusere faresonene.....	24
4 Konklusjon	25
5 Referanseliste	26

Figurer

Figur 1: Oversiktsbilde for kartleggingsområdet og påvirkningsområdet. Bildet er tatt mot nordvest.....	5
Figur 2: Oversiktskart som viser beliggenheten til kartleggingsområdet	6
Figur 3: Helningskart hvor også beregnet overflateavrenning (MFD) er vist. Påvirkningsområdet er det arealet som er undersøkt hvor skred potensielt kan påvirke kartleggingsområdet.....	9
Figur 4: Bilde som viser oppsprekking av berg i påvirkningsområdet. Det er hovedsakelig to sprekkesett. Ett tilnærmet parallelt med terrengoverflaten (gule streker), og ett ca. 90° på dette (oransje streker).	10
Figur 5: Bildet er tatt på befaring og viser at NGUs kartlegging av løsmasser stemmer med observasjoner på befaring, med fast fjell i øvre del av påvirkningsområdet og i kartleggingsområdet, samt skredmasser (gult polygon) i nedre del av fjellsiden.	11
Figur 6: Flybilde fra 2004 til venstre, og fra 2009 til høyre. Flomskred er antydnet med oransje stiplet linje.	12
Figur 7: Klimaanalyse.....	13
Figur 8: Rød heltrukket linje viser faresone fra NGI 2007. Rød stiplet linje viser omtrentlig utbredelse av skredhendelse fra 1968 inntegnet som gjenfortalt av lokale i forbindelse med utarbeiding av NGI rapporten. Ifølge SVVs notat var utløpet av skredet noe lengre.....	15
Figur 9: Registreringskart for kartleggingsområdet og påvirkningsområdet. De blå kvadratiske punktene er snøskredregistreringer, de grå er steinsprangsregistreringer (NVE, 2023b).....	16
Figur 10: Eksempel på modelleringsresultater med programvaren Rockyfor3D med blokkstørrelse 1 m ³	18
Figur 11: Eksempel på beregning utført med RAMMS::Avalanche, med 1 m bruddkant fra løснеområde 1.....	20
Figur 12: Eksempel på beregning utført med RAMMS::Debrisflow.	22
Figur 13: Kart som viser samlet skredfare og hvilke skredtyper som er dimensjonerende for de ulike delene av kartleggingsområdet.	23

Tabeller

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (Direktoratet for byggkvalitet, 2023).	7
Tabell 2: Inndata benyttet for modelleringer av steinsprang i Rockyfor3D.	17
Tabell 3: Bruddkanthøyder for modellering av snøskred	19

Vedlegg

Egenerklæring

1 Innledning

1.1 Forord

Plan- og bygningsloven (pbl) og Byggteknisk forskrift (TEK 17, kap 7.3)(Direktoratet for byggkvalitet, 2023) stiller krav til sikkerhet mot naturfare. For reguleringsplan og byggesak/-tiltak, søknadspiktig 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 Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak (NVE, 2023a), og vil dermed kunne dokumentere om sikkerhetskravene er oppfylt.

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

1.2 Bakgrunn

Eier av Gnr/Bnr 10/31 i Moskenes kommune ønsker å detaljregulere eiendommen. I den nordlige delen av kartleggingsområdet skal den nordligste bygningen være lager, to bygninger skal flyttes, og i hovedhuset (i betong) er det ønske om å bygge utleieleiligheter.

Kartleggingsområdet ligger innenfor NVEs aktsomhetssoner for snøskred, steinsprang og jord- og flomskred, samt NGIs kombinerte aktsomhetszone for snø- og stenskred (NVE, 2023b). Det er også utført en detaljert skredfarekartlegging av området i 2007 etter datidens regelverk, som viser at store deler av området ligger innenfor faresone md årlig sannsynlighet større enn 1/1000 (NGI, 2007). Det ønskes derfor en detaljert skredfarevurdering etter dagens regelverk og sikkerhetsnivå.

1.3 Mål

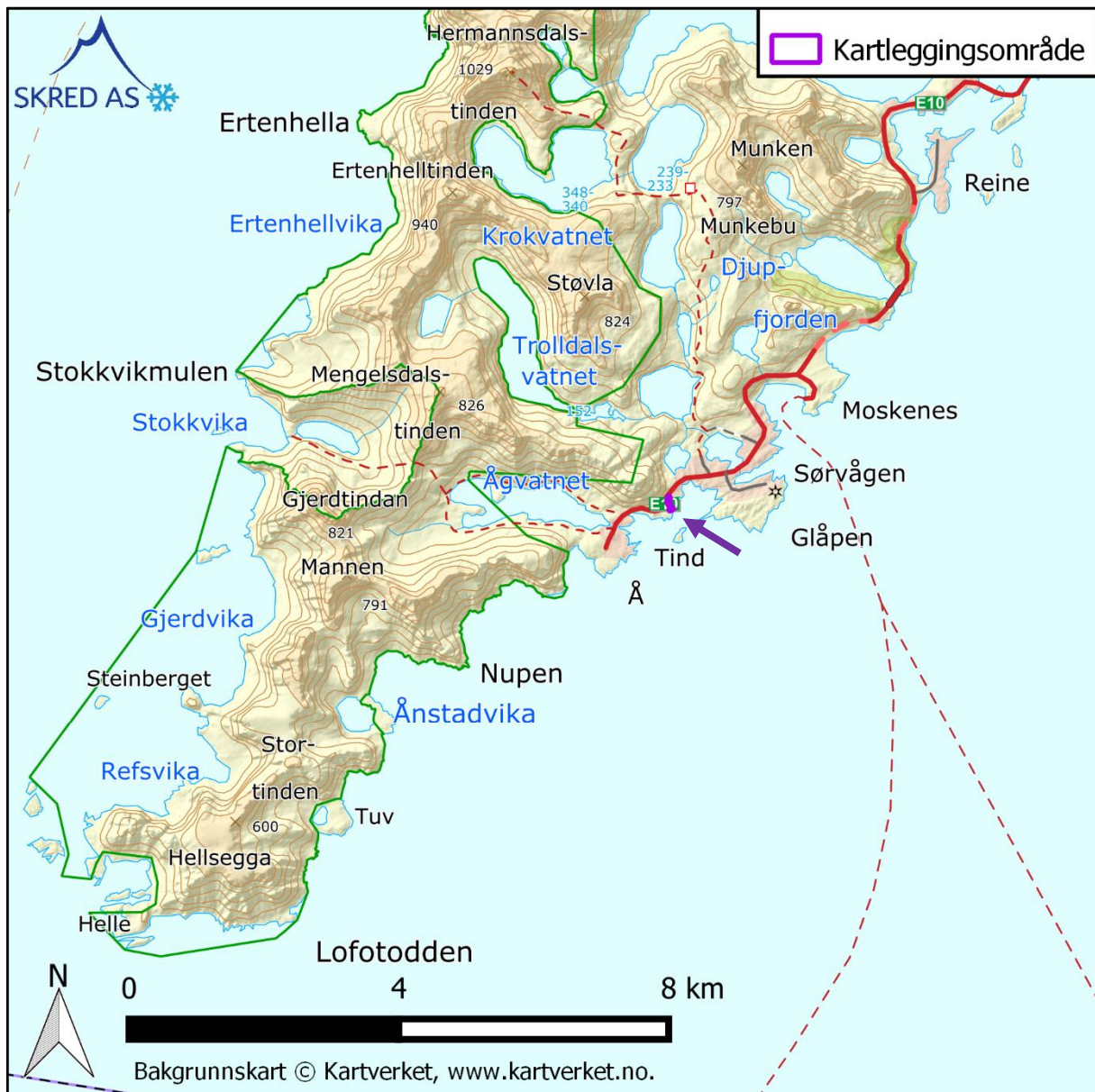
Oppdraget omfatter vurdering av skredfare iht. TEK 17 § 7-3 for følgende sikkerhetsklasser med tilhørende årlige sannsynligheter for skred: S1 (1/100) og S2 (1/1000). Det skal ikke bygges mer enn 10 leiligheter i hovedhuset, og sikkerhetsklasse S3 er derfor ikke aktuelt.

1.4 Kartlagt område

Kartleggingsområdet ligger ved på nedsiden av E10, ved Tind i Moskenes kommune, ca. 1 km øst for tettstedet Å. Figur 1 viser kartleggingsområdet omtrentlig markert med lilla polygon på dronebilde tatt på befarings.



Figur 1: Oversiktsbilde for kartleggingsområdet og påvirkningsområdet. Bildet er tatt mot nordvest.



Figur 2: Oversiktskart som viser beliggenheten til kartleggingsområdet

1.5 Krav til sikkerhet mot skred

Byggteknisk forskrift TEK17 § 7-3 (Direktoratet for byggkvalitet, 2023) definerer krav til sikkerhet mot skred for nybygg og tilhørende uteareal. Sannsynligheten i Tabell 1 angir den årlige sannsynligheten for skredskader av betydning, dvs. skred med intensitet som kan medføre fare for liv og helse og/eller større materielle skader.

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (Direktoratet for byggkvalitet, 2023).

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

Det er opp til kommunen å fastsette krav til sikkerhet mot skred. Lagerbygning havner normalt i sikkerhetsklasse S1 på grunn av liten eller ingen opphold av personer. Leilighetsbygg med opptil 10 boenheter havner normalt i sikkerhetsklasse S2. Sikkerhetsklasse S1 og S2 er derfor relevant for denne skredfarevurderingen.

1.6 Tilpassing fra NVEs rapportmal

Denne rapporten bygger på rapportmal tilhørende NVEs veileder (NVE, 2023a), lokalisert på internett den 12-05-2023. Rapportmalen er imidlertid tilpasset på følgende måter:

- Rapporten er bygd opp som øvrige Skred AS rapporter, og følger våre rutiner for intern kvalitetssikring.
- Rapporten omfatter alle kapitler fra NVEs rapportmal, men i litt annen rekkefølge.
- Rapporten inneholder noen flere kapitler enn NVEs rapportmal.
- Informasjon om oppdraget og gjennomført befaring er gitt på førstesiden og i kapittel 1. Siden «Om oppdraget» fra NVEs rapportmal er derfor ikke direkte gjengitt.
- Enkelte overskrifter har lignende, men ikke identiske navn som i NVEs rapportmal.
- I kapitlene om vurdering av hver enkelt skredtype er underkapitlene (tredje nivå) systematisk omtalt i teksten, uten at det er gitt egne overskrifter for dem.
- Egenkontroll og sidemannskontroll er dokumentert på førstesiden i rapporten. Det er derfor ikke lagt ved en egen side for egen- og sidemannskontroll, slik NVEs rapportmal legger opp til.
- Vi bruker vår egen rapportmal som sjekklister, og det er derfor ikke lagt ved noen ytterligere sjekklister ved UKS.
- Rapporten er godkjent iht. interne rutiner og har derfor ikke signatur.
- Bilder, helningskart, registreringskart, faresonekart og kart for skog med betydning for skredfaren er inkludert i rapporten som figurer, fremfor å være egne vedlegg. Disse inneholder likevel all informasjon som er påkrevd i NVEs veileder.

1.7 Forbehold

Vurderingene er gjort basert på dagens terreng- og vegetasjonsforhold. Ved eventuelle endringer som hogst eller større terrenginngrep kan det være nødvendig med en ny vurdering. Ny informasjon om skredhendelser kan også føre til behov for en ny vurdering. Vurderingen gjelder naturlig utløste skred i bratt terreng, og omfatter ikke stabilitet i menneskeskapte fyllinger, skjæringer el.

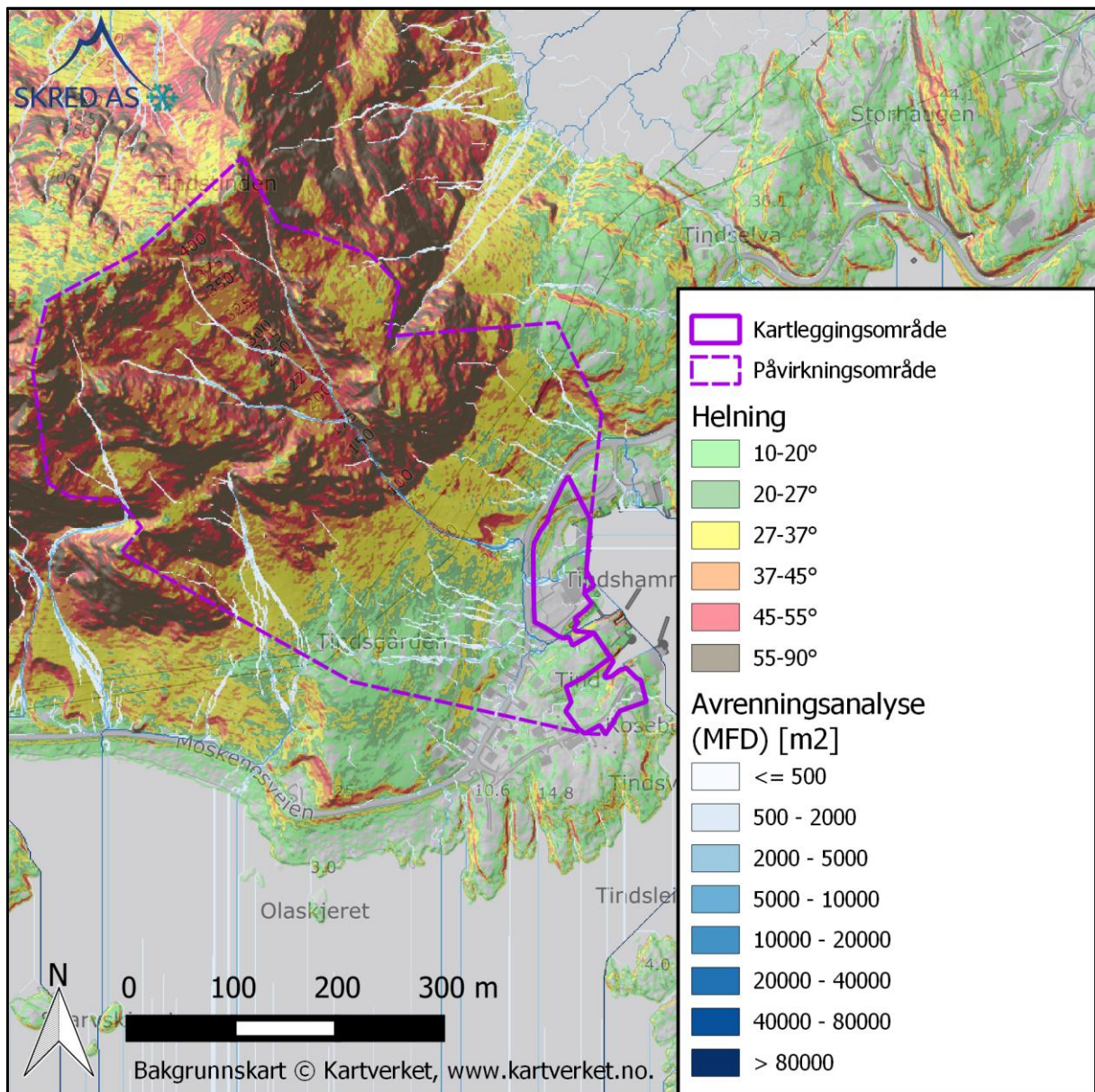
2 Områdebeskrivelse

2.1 Topografi

Terrenganalysen er basert på den nasjonale terrengmodellen med horisontal oppløsning på 1x1 m, hentet fra Høydedata (Kartverket, 2023). Kart med terrenghelning er vist i Figur 3.

Som en del av terrenganalysene er det også utarbeidet et skyggekart fra terrengmodellen. Skyggekartet gjengir terrengoverflaten uten vegetasjon og bygninger, og brukes for å avdekke morfologiske elementer som ellers er vanskelige å observere, f.eks. grunnet tett skog. Skyggekartet er vist som bakgrunn i registreringskartet i Figur 9.

Kartleggingsområdet ligger mellom E10 og Vestfjorden. Påvirkningsområdet består av den sørøstvendte siden av Tindstinden (401 moh.). I nedre del av fjellsiden, opp til ca. 60 moh. er terrenget 27-30° bratt. Herfra blir fjellsiden brattere, med > 45° bratte skrenter med høydeforskjell opp mot 100 meter. Mellom disse bratte skrentene går det en tydelig kløft/renne helt opp til ryggen på Tindstinden. Vest for renna er det en skålformasjon, som er 35-40° bratt med fallretning ned i renna og mot kartleggingsområdet.



Figur 3: Helningskart hvor også beregnet overflateavrenning (MFD) er vist. Påvirkningsområdet er det arealet som er undersøkt hvor skred potensielt kan påvirke kartleggingsområdet.

2.2 Drenering

Dreneringsanalysen tilsier at vann samles i rennene i påvirkningsområdet, og avrenningen konsentreres i ett løp ned mot E10.

2.3 Geologi

NGUs berggrunnskart i målestokk 1:250 000 (NGU, 2023a) viser at berggrunnen i området består av gneis. Observasjoner fra befaring viser at berget er oppsprukket, som vist i Figur 4, med ett sprekkeplan nær parallelt med terrenget og ett normalt på dette. InSARdata for området (NGU, 2023b) viser ikke bevegelse av betydning i påvirkningsområdet.



Figur 4: Bilde som viser oppsprekking av berg i påvirkningsområdet. Det er hovedsakelig to sprekkesett. Ett tilnærmet parallelt med terrengoverflaten (gule streker), og ett ca. 90° på dette (oransje streker).

Ifølge NGUs løsmassekart i målestokk 1:250 000 (NGU, 2023c) er det bart fjell både i kartleggingsområdet og øvre halvdel av påvirkningsområdet. I nedre del av fjellsiden er det kartlagt skredavsetninger. Dette stemmer overens med observasjoner fra befaring (Figur 5). Marin grense i området ligger på om lag 40 moh.



Figur 5: Bildet er tatt på befarings og viser at NGUs kartlegging av løsmasser stemmer med observasjoner på befarings, med fast fjell i øvre del av påvirkningsområdet og i kartleggingsområdet, samt skredavsetninger (gult polygon) i nedre del av fjellsiden.

2.4 Flyfoto og skråfoto

På Norge i Bilder (Statens vegvesen et al., 2023) er det flyfoto tilgjengelig for området for årene 2004, 2009, 2012, 2015, 2019 og 2022. Ved å sammenligne bildene tolker vi det som at det har gått et flomskred i skredløpet ned fra Tindstind mellom 2004 og 2009 (Figur 6). Skredet stoppet ovenfor E10.



Figur 6: Flybilde fra 2004 til venstre, og fra 2009 til høyre. Flomskred er antydnet med oransje stiplet linje.

2.5 Skog

Nibios skogressurskart SR16 Beta (NIBIO, 2023), samt observasjoner på befaring, viser at ikke er skog av betydning for skred i kartleggings- og påvirkningsområdet.

2.6 Klima

For steinsprang og steinskred vurderes klimadata å ikke ha en avgjørende betydning i for utløsning av skred (NVE, 2023a). Det er derfor ikke utført klimaanalyse for disse skredtypene.

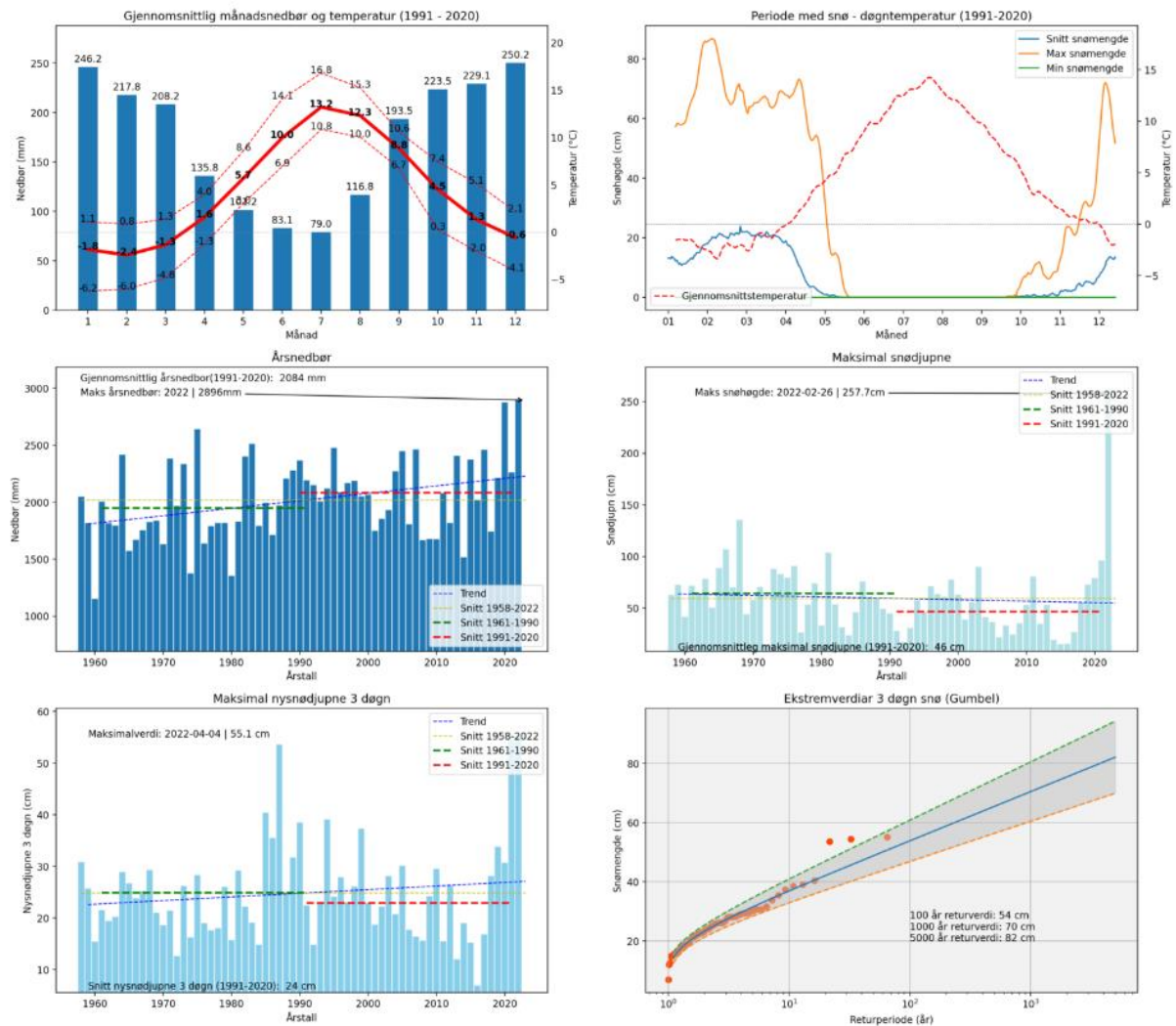
For jordskred og flomskred har klimatiske faktorer knyttet til nedbør stor betydning for utløsning av skred. Likevel kan ikke slike faktorer benyttes konkret til å fastslå hvorvidt det er fare for disse skredtypene på et konkret sted (NGI, 2021). En detaljert klimaanalyse har derfor begrenset nytteverdi for vurderingen av fare for jordskred og flomskred.

I forbindelse med vurdering av snøskred er det utført en klimaanalyse for å bestemme bruddkanthøyde ved ulike returperioder, som input til snøskredmodellering.

Analysen er gjort på bakgrunn av griddede data fra senorge.no for en gridcelle i påvirkningsområdet, med modellhøyde 260 moh.

En utfordring er at de griddede dataene er basert på værmodeller, og ikke justert for observert vær. Griddene har en horisontal oppløsning på 1 km x 1 km, og høydenivået innenfor en kvadratkilometer kan variere betydelig. De griddede dataene gir ikke nødvendigvis representative og robuste analyseresultater for gjentaksintervaller sjeldnere enn tre ganger måleseriens lengde, som er 64 år. Dette reflekteres også i grafen for ekstremverdier 3 døgn nedbør i Figur 7, hvor observerte verdier avviker betydelig mer fra ekstremverdianalysen ved 1000 års gjentaksintervall enn ved 100 års gjentaksintervall.

Resultatene av analysen anses derfor som usikre, spesielt for større returperioder enn 100 år, men gir likevel den mest objektive informasjon om klimaforholdene i området.



Figur 7: Klimaanalyse

Klimaprofil for Nordland fylke (Norsk Klimaservicesenter, 2023) viser følgende forventede endringer med tanke på fremtidige skred:

- Usikker endring i sannsynligheten for steinsprang og steinskred, men hyppigere episoder med kraftig nedbør vil kunne øke hyppigheten av disse skredtypeme.
- Mulig sannsynlig redusering i tørre snøskred og mulig sannsynlig økning i våte snøskred som følge av et varmere og våtere klima.
- Sannsynlig økning i fare for jordskred, flomskred og sørpeskred som følge av økte nedbørsmengder

2.7 Historiske skredhendelser

NVE Atlas (NVE, 2023b) viser at det har gått flere skred i området. Det er i hovedsak ett snøskred i 1968 som er av betydning for denne skredfarevurderingen. Utløpet av skredet er omtrentlig markert med rød stiplet linje i Figur 8 og ligger inne i NVE Atlas med beskrivelsen:

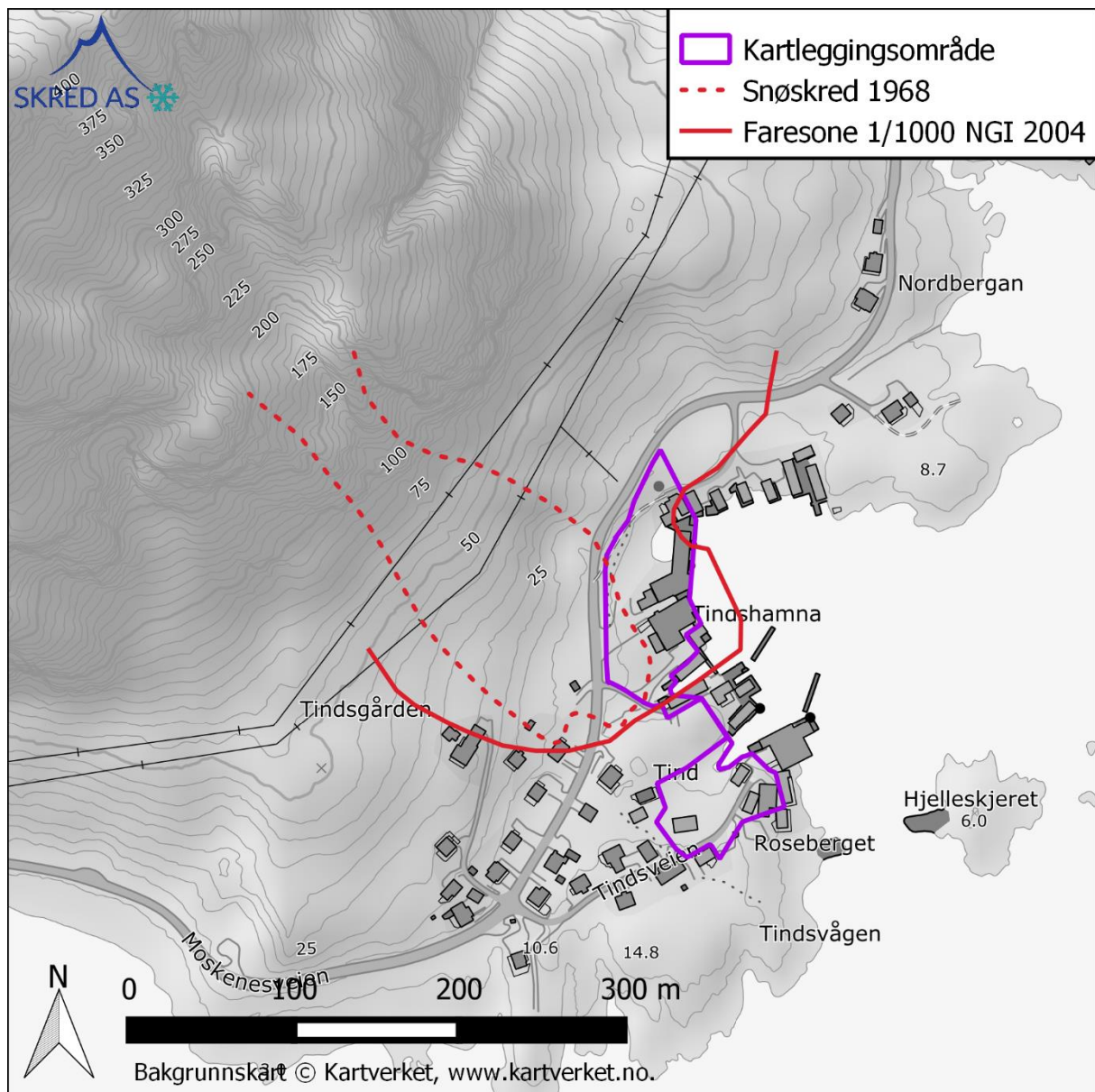
«Moskenes. Tind, i Vest-Lofoten. Fiskeværer Tind vart råka av eit stort snøskred natt til fredag om lag kl 04.00 den 16. februar 1968. To bustadhus vart heilt knuste, men folka klarte å berge seg ut. Også to andre bustadhus i nærleiken fekk skadar, også andre hus, fjøs, naust, rorbuer, ein bil, båtar 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.»

I tillegg ligger det inne registrering av ett lite snøskred som løsnet fra fjell/dalside 0-50 meter over veg 2019-01-27, som blokkerte ca. 10 meter av vegen i kartleggingsområdet. Anslått skredvolum < 10m³. Ut fra tilgjengelige bilder fra hendelsen, tolker vi det som at skredet har gått i samme skredløp som det i 1968. Det ligger også inne noen registreringer i bebyggelsen ved Tind fra 1999 og 1997, uten informasjon om hendelsene. Det er rimelig å anta at også disse gikk i samme skredløp som de andre snøskredene, da det ikke er sannsynlige snøskredløp direkte ovenfor registreringene. Ifølge SVVs notat for skredsikring av vegstrekningen skal det også ha gått snøskred, antagelig i samme skredløp, i 1979 (SVV, 2017).

2.8 Tidligere skredfareutredninger

I 2007 utførte NGI en vurdering av utvalgte områder i Moskenes kommune. Kartleggingsområdet ligger innenfor området Tind i NGIs rapport (NGI, 2007). Vurderingen konkluderte med at deler av kartleggingsområdet ligger innenfor faresone med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 (Figur 8).

I forbindelse med skredsikring av delstrekningen Tind-Åkranvika på E10 har SVV skrevet et notat som oppsummerer skredhistorikk for strekningen (SVV, 2017). Notatet beskriver at det er kjent historikk for minst ett steinsprang på E10 i nordlige del av kartleggingsområdet, snøskred i 1968 og 1979. Snøskredet fra 1968 er i notatet inntegnet i kart, med noen meter lengre utløpslengde enn i NGI sin rapport og opplysning om at det skal ha blitt avsatt skredmasser i en høyde på 3 m ved infopunkt i Figur 9. Snøskred i 1979 skal ha knekt stolpe for strømforsyning. Akkurat hvor denne stolpen sto på daværende tidspunkt er ukjent. Det beskrives også mer generelt om snøskredløpet, at snøskred normalt stopper på veg med en høyde på skredmassene 1-1,5 m. Notatet konkluderer med at snøskred er dimensjonerende i sørlige del, og steinsprang i nordlige del.



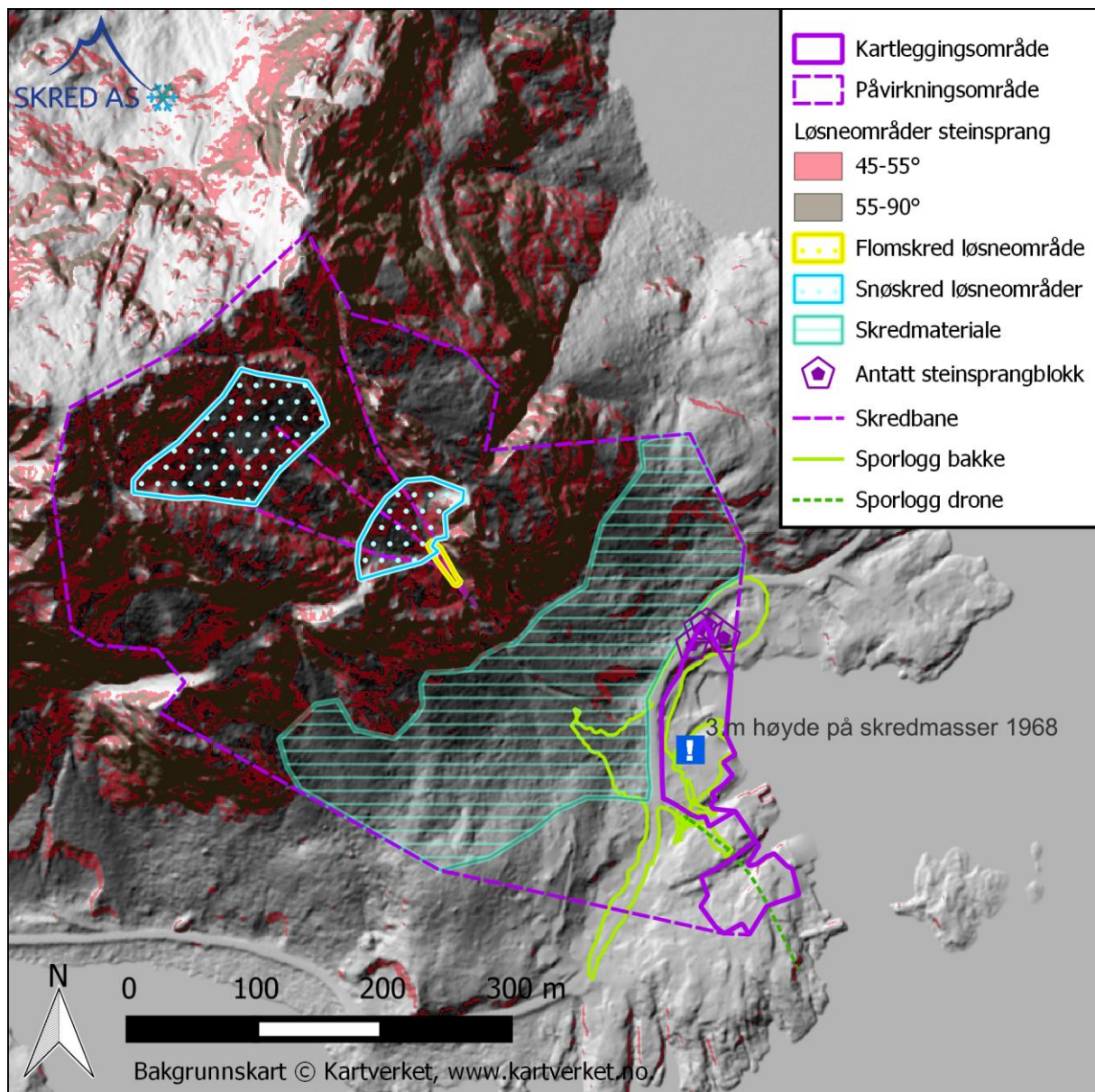
Figur 8: Rød heltrukket linje viser faresone fra NGI 2007. Rød stiptet linje viser omtrentlig utbredelse av skredhendelse fra 1968 inntegnet som gjenfortalt av lokale i forbindelse med utarbeiding av NGI rapporten. Ifølge SVVs notat var utløpet av skredet noe lengre.

2.9 Eksisterende skredsikringstiltak

Vi har ikke kjennskap til noen eksisterende sikringstiltak med relevans for området, verken fra NVE Atlas (NVE, 2023b) eller andre kilder.

2.10 Befaring

Befaring i området ble utført 2023-05-03 av Kristin Lome, Skred AS. Værforholdene under befaring var gode, med opphold mellom snøbyger. Oppdragsgiver var tilstede under deler av befaringen. Det er benyttet digitale kart underveis på befaring, og registreringer er gjort direkte i disse kartene. Sporlogg og registreringer fra befaring er vist i registreringskartet i Figur 9.



Figur 9: Registreringskart for kartleggingsområdet og påvirkningsområdet. De blå kvadratiske punktene er snøskredregistreringer, de grå er steinsprangsregistreringer (NVE, 2023b)

3 Skredfarevurdering

3.1 Steinsprang

Det er bergskrenter med høydeforskjell opp mot 100 meter og steinsprangavsetninger nedenfor disse i påvirkningsområdet. Enkelte steinsprangblokker har med stor sannsynlighet blitt ryddet/flyttet i forbindelse med bygging av veg og bebyggelse. I nordlige del er det registrert steinsprang på veg ilar. de siste årene (SVV, 2017).

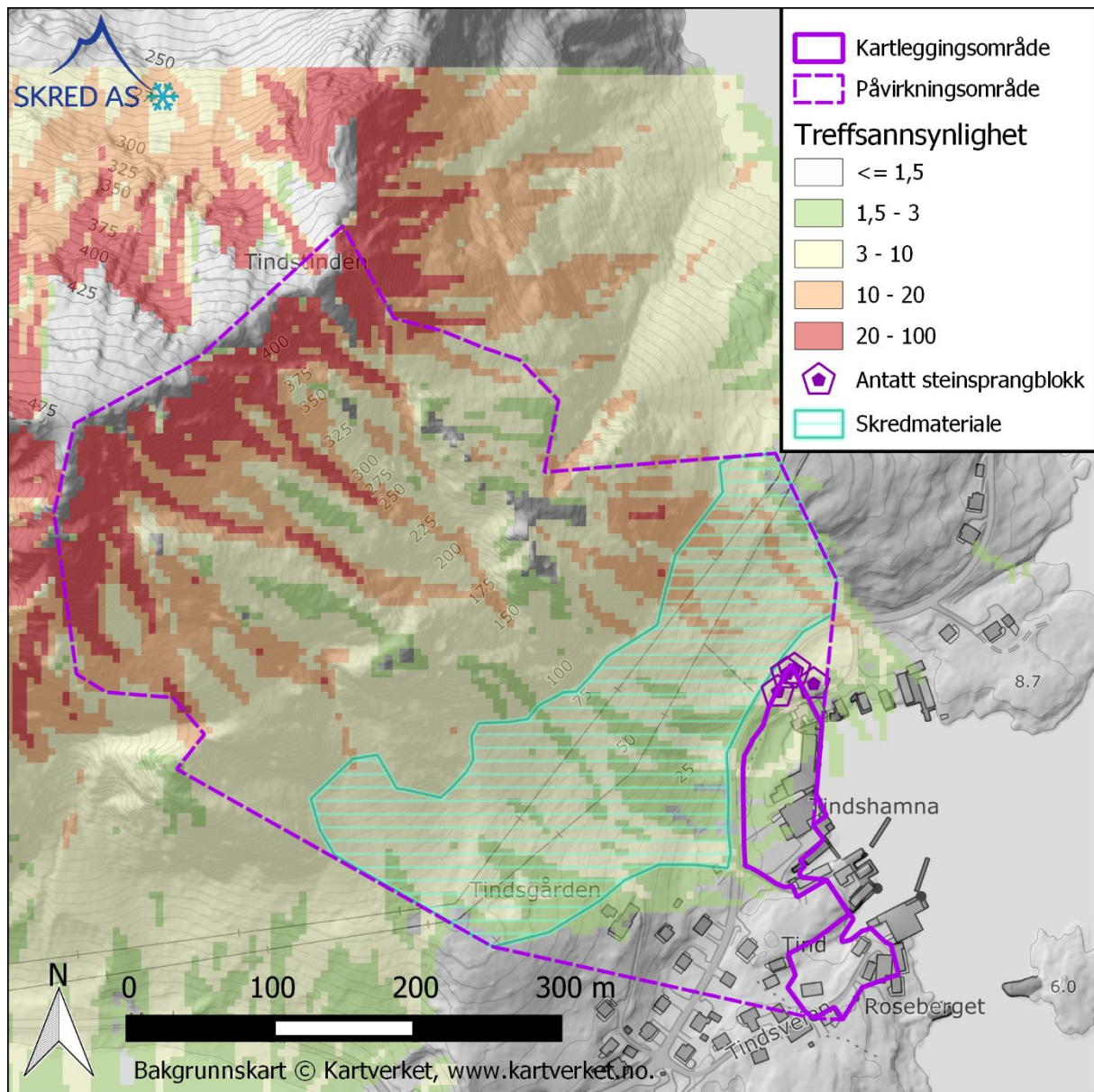
I nordre del av området er høydeforskjellen på potensielle løsneområder stor (opptil 100 meter) og den horisontale avstanden fra løsneområder til kartleggingsområdet liten (100 meter) med helning 20-30°. At steinsprang kan nå ned til denne delen av kartleggingsområdet støttes også av modellering utført ved hjelp av Rockyfor3D (Dorren, 2016). Basert på avsetninger og historikk, vurderer vi årlig sannsynlighet for steinsprang ned til kartleggingsområdet som høyere i nordlige del enn i sørlige del.

I sørlige del av området er skrentene i påvirkningsområdet mindre, horisontal avstand til kartleggingsområdet større, og det er i mindre grad observert avsetninger som kan tolkes som steinsprang. Avsetninger fra snøskred og flomskred har jevnet ut terrenget i utløpet av renna, og steinsprangavsetningene er derfor vanskeligere å tolke. Vi vurderer at det kun er sjeldne steinsprang som vil kunne nå kartleggingsområdet.

Modelleringer av rekkevidde for steinsprang er utført ved hjelp av programmet Rockyfor3D (Dorren, 2016). Inndata og innstillinger som er benyttet i modelleringene er vist i Tabell 2. Eksempel på resultater er vist i Figur 10, med blokkstørrelse 1 m³. Resultater med blokkstørrelse 8 m³ indikerer liten forskjell i utløpslengde.

Tabell 2: Inndata benyttet for modelleringer av steinsprang i Rockyfor3D.

Parameter	Valgt verdi	Kommentar
Oppløsning terrengmodell	5 m	
Antall blokker simulert per løsnecelle	100	
Variasjon i blokkvolum	+/- 0 %	
Ekstra initiell fallhøyde	0 m	
Terrengforhold og løsneområder	Rapid automatic simulation	Rapid automatic simulation gir gode resultater, og betydelig tidsbesparelse (NGI, 2020). Ved 5 m oppløsning anser modellen terrenget brattere enn 48,7 grader som løsneområder for steinsprang.
Blokkstørrelse	1 m ³ og 8 m ³	Det er benyttet like akser, f.eks. 1*1*1 m.
Blokkform	Rektangulær	



Figur 10: Eksempel på modelleringsresultater med programvaren Rockyfor3D med blokkstørrelse 1 m^3 .

Vi vurderer at den årlige sannsynligheten for steinsprang i kartleggingsområdet er større enn $1/100$ i nordlige del, og større enn $1/1000$ i midtre del. Årlig sannsynlighet for steinsprang i sørlige del vurderes som mindre enn $1/1000$.

3.2 Steinskred

Det er ikke registrert bevegelse på inSAR-data. Basert på avsetninger og sprekkesett, vurderer vi at eventuelle skred i fast fjell vil ha bevegelsesmønster som steinsprang. Vurderingen for steinsprang er derfor dekkende for steinskred.

3.3 Snøskred

Terrenget i påvirkningsområdet ligger til rette for utløsning av snøskred med to 35-45° bratte botner som kan samle snø (Figur 9) på vind fra SV til N. Disse vindretningene er i området kjent for å være nedbørsførende kan gi snødrift. Historikk for ett snøskred som har nådd inn i kartleggingsområdet, samt flere skred som har nådd E10, bekrefter dette. Årlig løsningsannsynlighet for skred som for de aktuelle løsningsområder er store nok til å nå ned mot kartleggingsområdet vurderes som større enn 1/100.

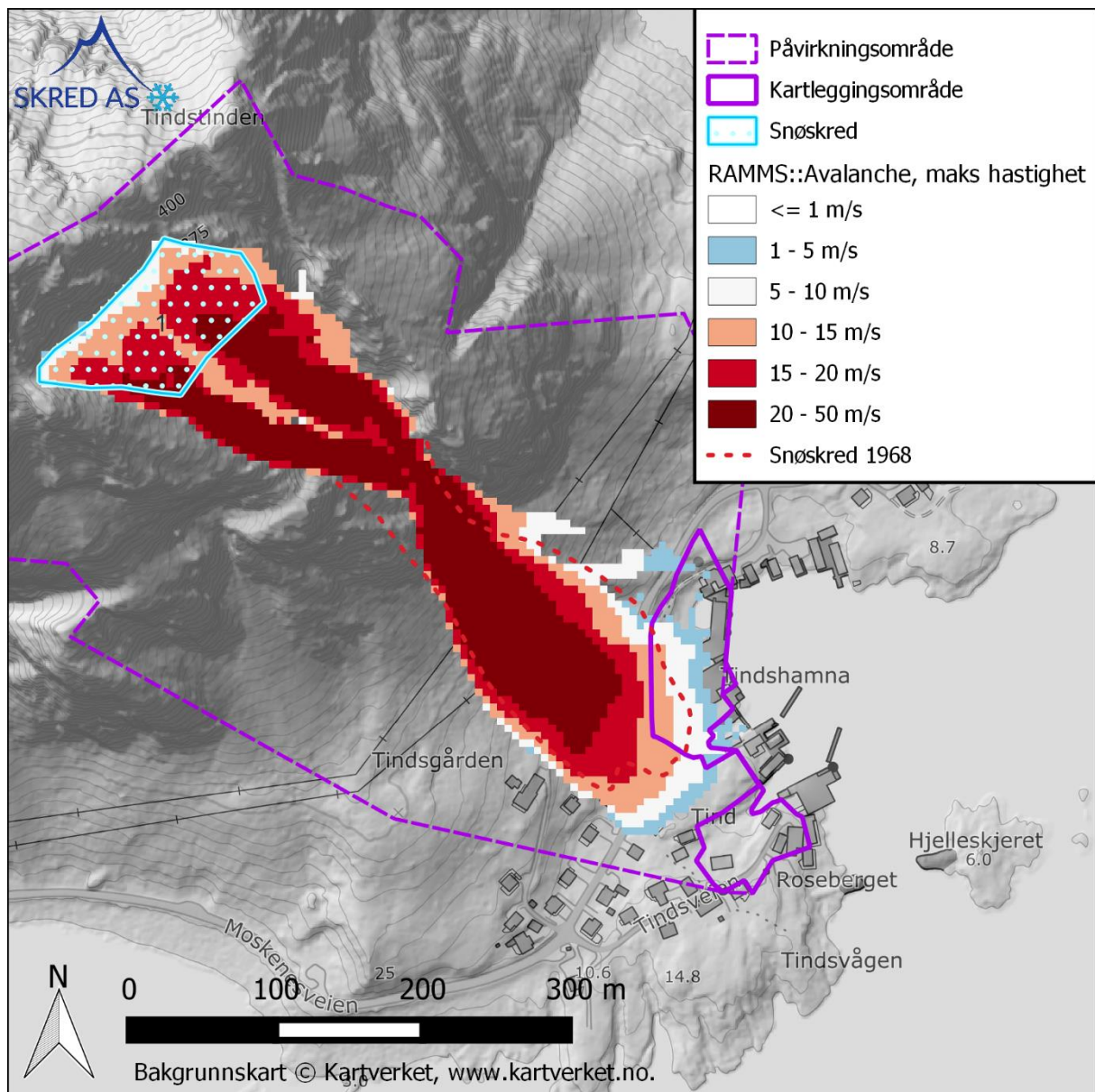
Som et verktøy for å vurdere utløpslengde har vi benyttet den dynamiske modellen RAMMS::Avalanche, versjon 1.8.1 (SLF WSL, 2022a). Det er benyttet følgende inndata til modellering av snøskred:

- **Terrengmodell** med oppløsning 5 m.
- **Tetthet** er satt til 300 kg/m³
- **Løsningsområder** er navngitt etter skredtype, nummer på kartleggingsområde og nummer på løsningsområdet, f.eks. Sno1-1.
- **Bruddkanthøyder** er fastsatt basert klimaanalysen i avsnitt 2.6. Det er lagt til mye snødrift, da løsningsområdene ligger i le for nedbørsførende vindretning fra NV (NGI, 2007). Det er korrigert for at nysnøtilveksten fra klimaanalysen måles på flatmark, men at bruddkanten til snøskred er normalt på terrenget i løsningsområdet. Benyttede bruddkanthøyder er oppsummert i Tabell 3
- **Størrelse** er satt basert på volumet løsningsområdene. Kategoriene som RAMMS foreslår er benyttet: Tiny (<5000 m³), Small (5000-25.000 m³), Medium (25.000-60.000 m³) og Large (>60.000 m³).
- **Gjentaksintervall** er satt til 100 år for 100-årsskred og 300 år for 1000- årsskred.
- **Høydeverdier** er tilpasset norske forhold ved å ta utgangspunkt i skoggrensen og snøgrensen. I henhold til brukermanualen er øvre grense derfor satt til 300 og nedre til 0.
- **Medrivning** av snø er ikke direkte tatt hensyn til i modelleringene, men løsningsområdet er tegnet med et konservativt areal for å kompensere for dette.

For øvrig er standard parametere i RAMMS::Avalanche benyttet.

Tabell 3: Bruddkanthøyder for modellering av snøskred

Snødrift	Retur-periode nedbør	3 døgns nysnø	Tillegg for snødrift	Snøhøyde flatmark	Bruddkanthøyde ved ca. 40° helning
Mye (100 % tillegg for snødrift)	100 år	50 cm	+50 cm	100 cm	75 cm
	1000 år	70 cm	+70 cm	140 cm	105 cm



Figur 11: Eksempel på beregning utført med RAMMS::Avalanche, med 1 m bruddkant fra løснеområde 1.

Basert på historikk, terreng og modelleringer vurderer vi at den årlige sannsynligheten for snøskred i kartleggingsområdet er større enn 1/100 og 1/1000 i sørlige del. I nordre del er snøskred ikke aktuelt.

3.4 Jordskred

Løsmassene i påvirkningsområdet består av skredmateriale, og i stor grad grove blokker. I utløpet av renna består løsmassene også delvis av noe finere materiale. Jordskred i de grove massene vurderer vi som lite sannsynlig, da det skal mye vann til for å sette disse i bevegelse. Det er heller ikke observert tegn etter utglidninger. Renna i påvirkningsområdet kan samle mer vann, og løsmasseskred i form av flomskred som følge av dette er mer sannsynlig. Dette er vurdert i neste delkapittel.

Vi vurderer at den årlige sannsynligheten for jordskred inn i kartleggingsområdet er mindre enn 1/1000.

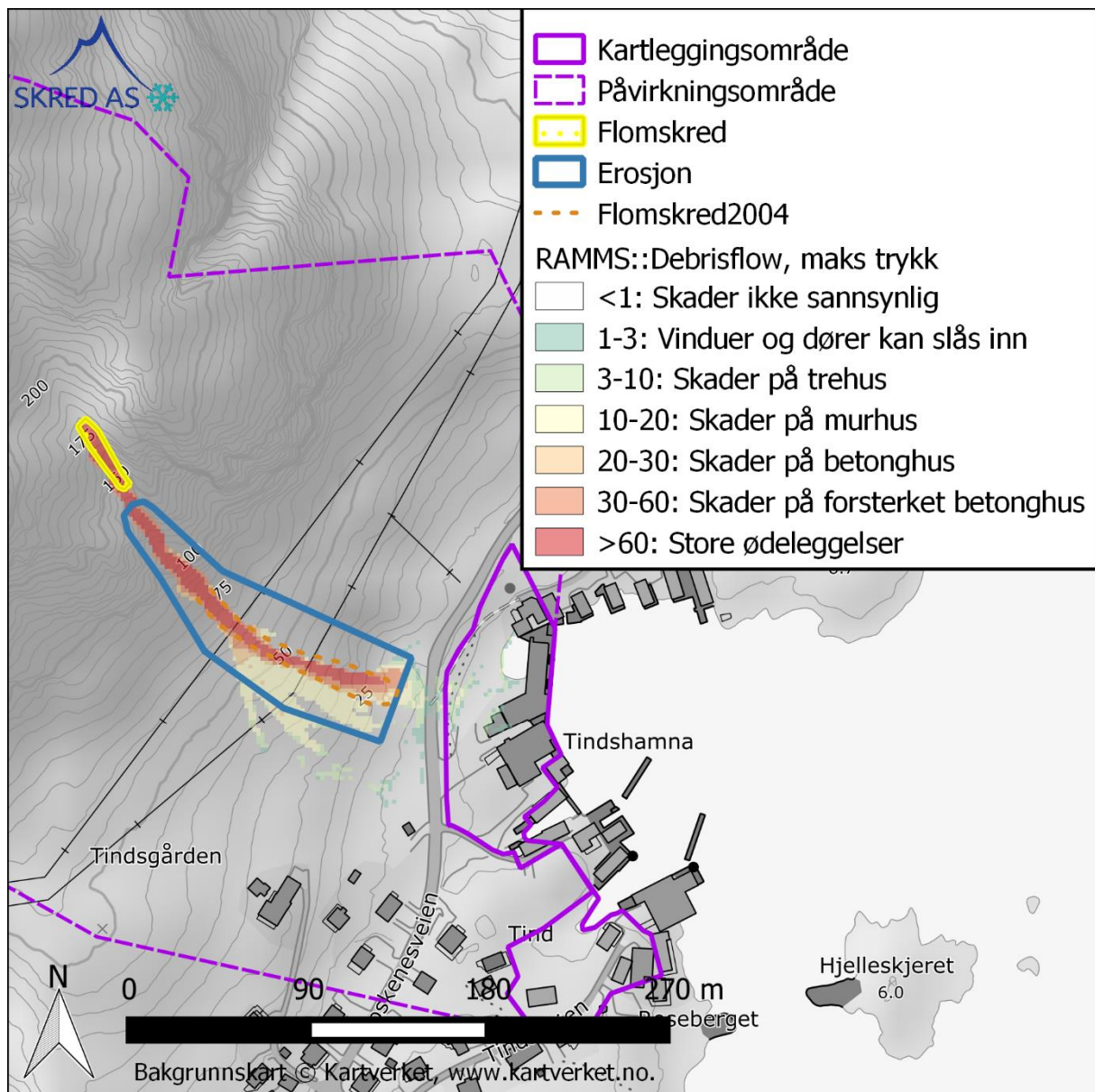
3.5 Flomskred

Steinsprang kan fylle opp deler av renna, og dette kan senere utløses som flomskred. Sammenligning av flybilder fra 2004 og 2009 tilsier at det har gått et flomskred i påvirkningsområdet som ikke nådde ned til kartleggingsområdet. Årlig løsningsannsynlighet for flomskred vurderes som større enn 1/100.

Som et verktøy for å vurdere utløpslengde har vi benyttet den dynamiske modellen RAMMS::Debris Flow, versjon 1.8.1 (SLF WSL, 2022b). Det er benyttet følgende inndata:

- **Terrengmodellen** som er benyttet har oppløsning på 2 m.
- **Tetthet** er satt til 2000 kg/m³
- **Løseområdet** er tegnet i gjel/renne der vi forventer at steinsprangmateriale kan løses ut som flomskred, og hvor vi antar at skredet mellom 2004 og 2009 løsnest.
- **Blokk-simulering** er benyttet fremfor hydrogram, da vi har lite eller ingen med datagrunnlag om avrenning for de ulike flomskredløpene.
- **Bruddkanthøyde** er satt til 0,5 m på grunnlag av at det er små tilførselsområder for steinsprangmateriale, og vi forventer derfor ikke store løsnesevolum for en hendelse med årlig sannsynlighet større enn 1/1000.
- **Ξ** er beholdt på standardverdien 200 m/s².
- **μ** er beholdt på standardverdien 0,2.
- **Stopp-momentum** er satt til standardverdien 5 %.
- **Erosjonsmodulen** er benyttet. Erosjonspolygon er tegnet for den delen av skredbanen hvor det reelt sett er eroderbare løsmasser og hvor skred forventes å erodere, fremfor å avsette (brattere enn ca. 20-25 grader). Erosjonsparametere er satt som angitt i tidligere FoU (Skred AS, 2020).

Eksempel på resultat fra modellering med RAMMS::Debrisflow er vist i Figur 12, for det vi vurderer som reelt for en hendelse med årlig sannsynlighet større enn 1/1000. Beregninger tilsier at energien til skredet reduseres når det når vegen, og at skadepotensialet i kartleggingsområdet er lite. Skredmassene fra flomskredet som vi antar gikk mellom 2004 og 2009 (ut fra flybilder), stoppet noen meter fra vegen, og det er rimelig å anta at en slik hendelse har høyere årlig sannsynlighet for å inntreffe enn 1/100. Resultatene fra modelleringen vurderes som realistiske for en hendelse med årlig sannsynlighet større enn 1/1000, og tilsier at flomskred ikke har skadepotensiale når det når kartleggingsområdet (Figur 12). Strøm av slam/vann kan nå kartleggingsområdet.



Figur 12: Eksempel på beregning utført med RAMMS::Debrisflow.

Vi vurderer at den årlige sannsynligheten for skader fra flomskred i kartleggingsområdet er mindre enn 1/1000.

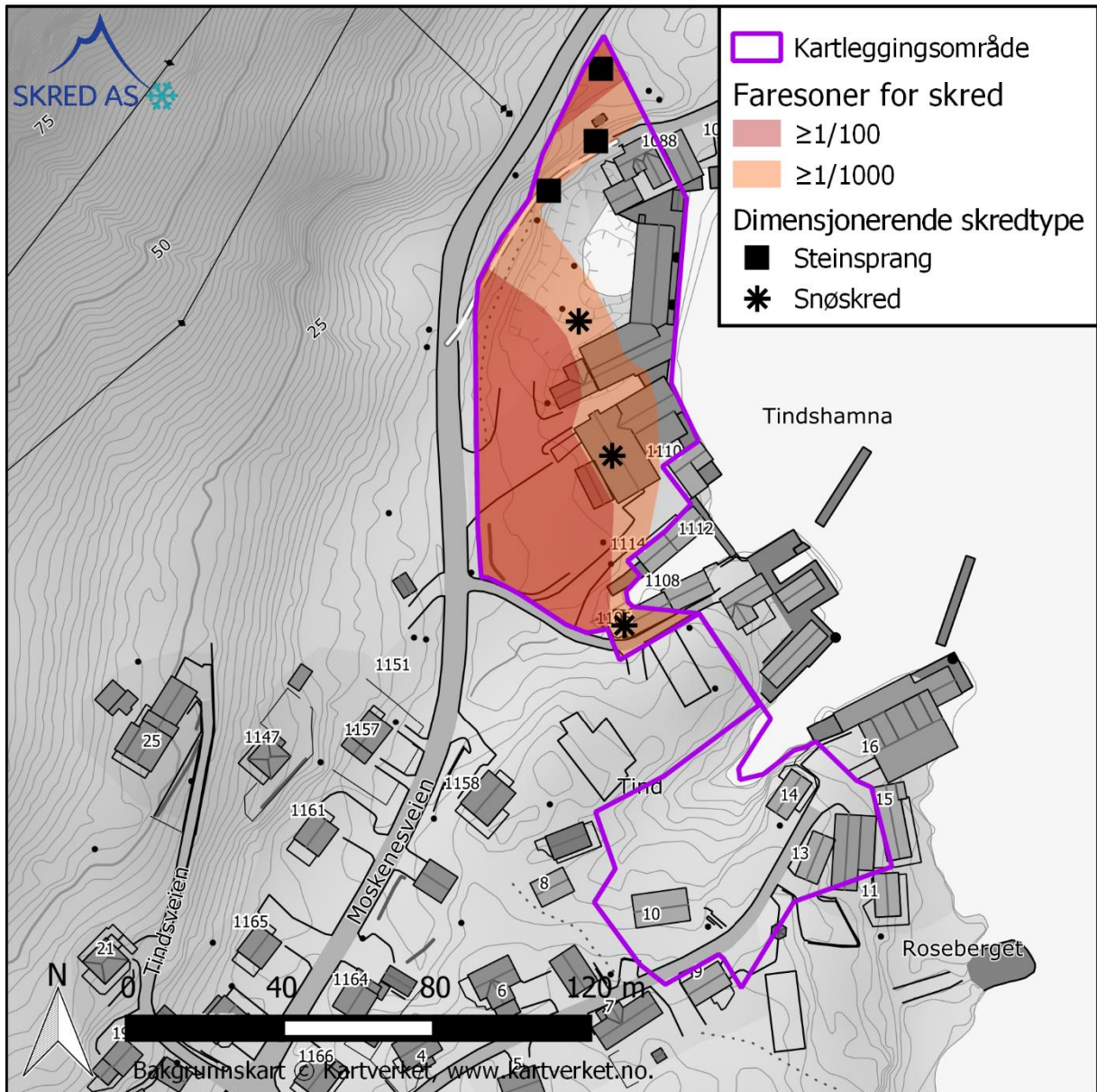
3.6 Sørpeskred

Påvirkningsområdet er bratt, og vi vurderer årlig sannsynlighet for at snø kan vannmettes og løses ut som sørpeskred som mindre enn 1/1000.

Vi vurderer at den årlige sannsynligheten for sørpeskred i kartleggingsområdet er mindre enn 1/1000.

3.7 Samlet skredfare

Vi vurderer at den samlede skredfare er større enn 1/100 og 1/1000 for deler av området. Dimensjonerende skredtype er snøskred i sørlige og midtre del, og steinsprang i nordlige del. Flomskred kan også nå området, men ikke med skadepotensiale.



Figur 13: Kart som viser samlet skredfare og hvilke skredtyper som er dimensjonerende for de ulike delene av kartleggingsområdet.

3.8 Avvik fra tidligere skredfareutredninger

Det er tidligere gjort en vurdering av området av NGI som konkluderte med at store deler av området ligger innenfor faresone med årlig sannsynlighet større enn 1/1000, dimensjonert av snøskred (NGI, 2004). Da vurderingen ble utført var numeriske modelleringsverktøy for snøskred ikke tilgjengelig, og kartgrunnlaget var dårligere enn i dag. Vår vurdering har derfor kunnet utføres mer detaljert. Løsneområdene er noe mindre enn NGI sin rapport, og

utløpslengde for et skred med årlig sannsynlighet 1/1000 er beregnet ut fra det numeriske modelleringsverktøyet RAMMS::Avalanche. Det har gitt en reduksjon i faresonene sammenlignet faresonene i NGI-rapporten.

3.9 Stedsspesifikk usikkerhet

Det vurderes å være usikkerhet knyttet til plassering av noen av snøskredhendelsene i NVE Atlas, samt utbredelsen av steinsprangavsetninger som kan være ryddet.

3.10 Mulighet for å redusere faresonene

Dersom man ønsker å redusere faresonene inn i det vurderte området, kan følgende skredsikringstiltak være aktuelle:

- Dimensjonering av bygg slik at det tåler lastene fra et dimensjonerende snøskred
- Støtteforbygninger i løsneområder for snøskred
- Steinspranggjerd eller voll for å stoppe steinsprang i nordre del

Utarbeiding av eventuelle skredsikringstiltak krever mer detaljert planlegging. Skred AS kan tilby bistand i alle faser, fra utredning og planlegging av mulige sikringsløsninger, til detaljprosjektering og oppfølging under utførelse.

4 Konklusjon

Skred AS har utført en vurdering av Gnr/Bnr 10/31 i Moskenes kommune for sikkerhetsklasse S1 og S2. Vi konkluderer med at den årlige sannsynligheten for skred i kartleggingsområdet er større enn 1/100 og 1/1000.

Snøskred er den dimensjonerende skredtypen i sørlige og midtre del, steinsprang er dimensjonerende skredtype i nordlige del. Flomskred er også aktuelt.

Kravet om sikkerhet mot skred iht. TEK17 § 7-3 for lagerbygningen, som faller i sikkerhetsklasse S1, er oppfylt. Kravet om sikkerhet mot skred iht. TEK17 § 7-3 for hovedbygning, som faller i sikkerhetsklasse S2, er ikke oppfylt. For at hovedbygningen skal tilfredsstillere krav til sikkerhet for skred, må det utføres sikringstiltak mot skred i bratt terreng.

5 Referanseliste

- Direktoratet for byggkvalitet, 2023. Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning § 7-3 [WWW Document]. URL <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/7/7-3/>
- Dorren, L.K.A., 2016. Rockyfor3D (v5.2) revealed - Transparent description of the complete 3D rockfall model.
- Kartverket, 2023. Høydedata [WWW Document]. URL <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>
- NGI, 2021. Jord- og flomskred. Klimaanalyse for bruk i skredfarekartlegging. NVE Ekstern rapport 11/2021.
- NGI, 2020. Uttesting av eksisterende metodikk for modellering av steinsprang. NVE ekstern rapport 24/2020.
- NGI, 2007. Vurdering av rasområder Moskenes.
- NGI, 2004. Vurdering av rasområder Moskenes.
- NGU, 2023a. Berggrunn - Nasjonal berggrunnsdatabase [WWW Document]. URL https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/
- NGU, 2023b. NGU InSAR [WWW Document]. URL <https://insar.ngu.no/>
- NGU, 2023c. Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase [WWW Document]. URL https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/
- NIBIO, 2023. Kilden [WWW Document]. URL <https://kilden.nibio.no/>
- Norsk Klimaservicesenter, 2023. Klimaprofiler [WWW Document]. URL <https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/om>
- NVE, 2023a. Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng [WWW Document]. URL <https://veileder-skredfareutredning-bratt-terreng.nve.no>
- NVE, 2023b. NVE Atlas [WWW Document]. URL <https://atlas.nve.no/>
- Skred AS, 2020. FOU 80607 - RAMMS::Debris Flow for beregning av jordskred.
- SLF WSL, 2022a. RAMMS::AVALANCHE User Manual v1.8.0.
- SLF WSL, 2022b. RAMMS::DEBRISFLOW User Manual v1.8.0.
- Statens vegvesen, NIBIO, Kartverket, 2023. Norge i bilder [WWW Document]. URL <https://www.norgeibilder.no>
- SVV, 2017. Notat 50924-GEOL-04 E10 Skredsikring Napp-Å, delstrekning Tind-Åkranvika. Statusnotat for skredfarevurdering og vurdering av sikringstiltak pr. juni 2017.

Egenerklæring for kompetanse

Skred AS erklærer seg skikket til å utføre utredning av skredfare i bratt terreng og at utførende fagpersoner innehar nødvendig kompetanse i henhold til NVE veilederen «Sikkerhet mot skred i bratt terreng – Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak» (<https://www.nve.no/veileder-skredfareutredning-bratt-terreng/>).

Egenerklæring om utførende foretaks kompetanse	JA	NEI	Kommentar
Ansvarlig for å utføre skredfaglige utredninger er godt kjent med gjeldende forskrifter ¹ , veiledere ² , retningslinjer ³ og fagnormer som gjelder for å utføre skredfareutredninger.	X		Se liste med gjeldende krav og lover nedenfor.
Minst to kvalifiserte fagpersoner blir benyttet i oppdraget, en som utførende og en som sidemannskontrollør. 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.	X		Se tabell med fastansatt faglig personell nedenfor. CV kan tilsendes ved behov.
Foretaket har kunnskap om og tilgang på dynamiske skredmodeller der slike er kommersielt tilgjengelig.	X		
Foretaket har ansvarsforsikring som minst tilsvarer krav i NS 8401/8402 (prosjekterings- og rådgivningsoppdrag).	X		

¹ Byggteknisk forskrift (TEK17) og Plan- og bygningsloven (med veileder).

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.

Kompetansen til våre medarbeidere ses i tabellen under.

Person	Utdanning	Erfaring med tilsvarende oppdrag fra-til	Erfaring med tilsvarende oppdrag år
Kalle Kronholm	<u>Naturgeograf</u> ; Dr. sc. nat., Universitetet i Zürich / SLF-WSL i Davos, Sveits.	2005-2023	18
Hedda Breien	<u>Geolog</u> ; Ph.d. Naturkatastrofer. Institutt for Geofag, Universitetet i Oslo	2008-2023	15
Espen Eidsvåg	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Kwartærgeologi og paleoklima, Universitetet i Bergen	2012-2023	11
Nils Arne Kavli Walberg	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Miljøgeologi og Geofarer. Institutt for Geofag, Universitetet i Oslo.	2013-2023	10
Henrik Langeland	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Geologi hovedprofil Ingeniørgeologi, NTNU Trondheim.	2014-2023	9
Hallvard Nordbrøden	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Tekniske Geofag, NTNU Trondheim.	2014-2023	9
Hans Georg Grue	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Kwartærgeologi og paleoklima, Universitetet i Bergen.	2016-2023	7
Sondre Lunde	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Tekniske geofag, NTNU Trondheim.	2017-2023	6
Pål Lohne	<u>Geolog</u> ; B. Sc. Geologi og geofare, Høgskulen i Sogn og Fjordane, Sogndal.	2020-2023	3
Kristin Brandtsegg Lome	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Kwartærgeologi og sedimentologi, Universitetet i Tromsø.	2020-2023	3