Rapport

Oppdragsgiver	Navn Kings Bay AS	Kontaktperson Hanne K
Oppdrag	Nummer og navn 21486 Svalbard, Ny Ålesund – Skredfarekartlegging for Ny-Ålesund	Oppdragsleder Kalle Kronholm
Dokument	Nummer 21486-03-1 Utført av Kristin B. Lome, Pål Lohne, Kalle Kronholm, Sondre Lunde	Dato 2022-04-07 Kontrollert av Sondre Lunde

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
2	2022-04-07	KL, PL, KK, SL	SL	Revidert etter uavhengig kvalitetssikring
1	2022-02-02	KL, PL, KK, SL	SL	Opprinnelig

Skredfarekartlegging for Ny-Ålesund

Sammendrag

I forbindelse med ny reguleringsplan for Ny-Ålesund ønsker Kings Bay en skredfarekartlegging for planområdet. Det ønskes også en vurdering av nedslagsfeltet for drikkevannskilden Tvillingvann.

Kartleggingen er utført av Skred AS på oppdrag for Kings Bay, og dekker området for ny arealplan. Skredtypene snø-, jord-, flom-, sørpe-, steinskred og steinsprang er utredet. Utredning av faresoner for kvikkeleireskred og fjellskred er ikke en del av denne kartleggingen. Samlet skredfare er kartlagt for følgende sikkerhetsklasser med tilhørende årlige sannsynligheter for skred: S1 (≥1/100), S2 (≥1/1000) og S3 (≥1/5000).

Skredfarekartleggingen er utført i henhold til NVEs veileder Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak (NVE, 2020a). Kartleggingen er basert på feltbefaringer, modelleringsarbeid og skredfaglige vurderinger. I områder som kan utsettes for flere typer skred er det den samlede nominelle årlige sannsynligheten for skred som er lagt til grunn.

Relativt store deler av fjellsidene i eller ovenfor nesten alle de kartlagte områdene er bratte nok til å kunne gi skred, og i alle områdene er det kartlagt avsetninger etter tidligere skred. Det er ikke historikk for skred som har nådd bebyggelse.

Snøskred og jordskred er dimensjonerende for faresonene de fleste steder i det kartlagte området. Resultatet fra kartleggingen viser at taubanehuset ligger innenfor 1/1000-faresonen og skytebanehuset og gruveverkstedet ligger innenfor 1/5000 faresonen.

Sikkerhetskravene gitt i TEK10 §7.3 skal oppfylles ved nybygg eller ombygging av eksisterende bebyggelse. Dette gjøres ved å plassere byggverket utenfor området som har større skredfare enn TEK10 tillater, eller ved å utføre sikringstiltak eller dimensjonere og konstruere byggverket slik at det tåler belastningene et skred kan medføre.

Faresonene kan også brukes til å planlegge beredskaps- og sikringstiltak.

Det foreligger ikke aktsomhetssoner for flom på Svalbard og vi vil derfor gi en generell anbefaling om å unngå bygging i tilknytning til elver og elvesletter. I videre arealplanlegging bør det, i tillegg til faresonene, også tas hensyn til breelvslettene da disse er i stadig endring. Med breelvslette mener vi arealet mellom breene og krystlinja hvor smeltevann transporterer sedimenter fra breen i smeltesesongen.

Multiconsult har utført uavhengig kvalitetssikring av skredfarekartleggingen.

Innhold

1 Innledning 7
1.1 Bakgrunn 7
1.2 Mål 7
1.3 Kartlagte områder 7
1.4 Om rapporten i forhold til rapportmal i veilederen 8
1.5 Forbehold 9

2 Grunnlagsmateriale og metoder 10
2.1 Krav til sikkerhet mot skred 10
2.1.1 Bygninger 10
2.1.2 Uteareal 11
2.1.3 Aktuelle sikkerhetsklasser 11
2.2 Bakgrunnskart 11
2.3 Digital terrengmodell (DTM) 11
2.4 Aktsomhetsområder 11
2.5 Klimatologiske data 11
2.5.1 Historisk klima 11
2.5.2 Forventet klima og innvirkning på skredfare 13
2.6 Geologi 14
2.6.1 Berggrunn 14
2.6.2 Kvartærgeologi 15
2.7 Skog 16
2.8 Beregninger av utbredelse av snøskred 16
2.8.1 Bruk av RAMMS::Avalanche 16
2.9 Beregninger av utbredelse av jordskred 20
2.10 Beregninger av utberedelse av steinsprang 20
2.11 Befaring 21
2.12 Eksisterende sikringstiltak 21
2.13 Tidligere rapporter 21

3 Sherdahlfjellet og Lund-ryggen 22
3.1 Områdebeskrivelse 22
3.1.1 Flyfoto 22
3.1.2 Topografi 23
3.1.3 Geologi 24
3.1.4 Historiske skredhendelser 25
3.2 Vurdering av skredfare 25
3.2.1 Steinsprang 26
3.2.2 Steinskred 27
3.2.3 Snøskred 27
3.2.4 Flomskred 27
3.2.5 Jordskred 28

3.2.6 Sørpeskred 30
3.3 Samlede faresoner for skred 31

4 Zeppelinfjellet 32
4.1 Områdebeskrivelse 32
4.1.1 Flyfoto 34
4.1.2 Topografi 34
4.1.3 Geologi 36
4.1.4 Historiske skredhendelser 36
4.2 Vurdering av skredfare 36
4.2.1 Steinsprang 37
4.2.2 Steinskred 38
4.2.3 Snøskred 38
4.2.4 Flomskred 39
4.2.5 Jordskred 40
4.2.6 Sørpeskred 41
4.2.7 Sekundærprosesser 41
4.3 Samlede faresoner for skred 41
4.4 Mulighet for å redusere faresonene 42

5 Scheteligfjellet 44
5.1 Områdebeskrivelse 44
5.1.1 Flyfoto 46
5.1.2 Topografi 46
5.1.3 Geologi 47
5.1.4 Historiske skredhendelser 48
5.2 Vurdering av skredfare 48
5.2.1 Steinsprang 49
5.2.2 Steinskred 49
5.2.3 Snøskred 49
5.2.4 Flomskred 50
5.2.5 Jordskred 51
5.2.6 Sørpeskred 51
5.3 Samlede faresoner for skred 52

6 Brøggerdalen, sentrum og kystlinja 54
6.1 Områdebeskrivelse 54
6.1.1 Flyfoto 54
6.1.2 Topografi 54
6.1.3 Geologi 55
6.1.4 Historiske skredhendelser 55
6.2 Vurdering av skredfare 55
6.2.1 Steinsprang 58
6.2.2 Steinskred 59

6.2.3 Snøskred 59
6.2.4 Flomskred 59
6.2.5 Jordskred 59
6.2.6 Sørpeskred 59
6.2.7 Sekundærprosesser 59
6.3 Samlede faresoner for skred 60

7 Konklusjon 62

8 Referanser 63

Figurer

Figur 1: Oversiktskart over de kartlagte områdene. 8
Figur 2: Vindrose fra målestasjonen 99910 Ny-Ålesund. Fremherskende vindretning er SØ. 13
Figur 3: Berggrunnsgeologi i kartleggingsområdene. De to mørkeste grønnfargene viser Gipsdalen-gruppen, lilla viser Sassendalen-gruppen, gult viser Van Mijenfjorden-gruppen og den lysere grønnfargen over og under lilla og gult viser Tempelfjorden-gruppen. Fra https://geokart.npolar.no/ (Norsk Polarinstitutt, 2021b). 15
Figur 4: Eksempel på differensiering av løsneområder for snøskred med årlig sannsynlighet 1/100 (minste områder), 1/1000 og 1/5000 (største område). Fra Scheteligfjellet. 18
Figur 5: Bildet viser kartleggingsområdet og er tatt på befaring. 22
Figur 6: Flyfoto over område 1: Sherdahlfjellet og Lundryggen 23
Figur 7: Terrenghelning i kartleggingsområde 1: Sherdahlfjellet og Lundryggen. 24
Figur 8: Registeringskart område 1 26
Figur 9: Bilde av jordskredaktivitet ned fra Sherdahlfjellet. Gul stiplet linje viser utberedelse av skredet, hvit stiplet linje viser løsneområdet. Bildet er tatt på befaring. 29
Figur 10: Samlede faresoner for skred for kartleggingsområde 1. 31
Figur 11: Den nord og nordvestvendte siden av Zeppelinfjellet. Taubanen med taubanehus til høyre i bildet. Bildet er tatt på befaring. 32
Figur 12: Den sør og østvendte siden av Zeppelinfjellet, Lovénbreen i midten av bildet. Bildet er tatt på befaring. 33
Figur 13: Kartleggingsområde 2 Zeppelinfjellet. 34
Figur 14: Terrenghelning i kartleggingsområde 2: Zeppelinfjellet 35
Figur 15: Bildet som viser den nordvendte siden av Zeppelinfjellet, hvor det er tegn til løsmasseskredaktivitet. Bildet er tatt på befaring. Gul stiplet linje er skredløpet og hvit stiplet linje er antatt løsneområde. 36
Figur 16: Registreringskart område 2 37
Figur 17: Bildet viser steinsprangblokker og avsetninger fra de bratte fjellsidene ned mot Vestre Lovénbreen. Bildet er tatt fra ryggen på Zeppelinfjellet, like øst for toppen av taubanen, på befaring. 38
Figur 18: Samlede faresoner for skred for kartleggingsområde 2. 42
Figur 19: Scheteligfjellet sett fra sørøst. Bildet er tatt på befaring. 44
Figur 20: Scheteligfjellet sett fra nord. Bildet er tatt på befaring. 45

Figur 21: Flybilde av kartleggingsområde 3 Scheteligfjellet. 46
Figur 22: Terrenghelning i kartleggingsområde 3: Scheteligfjellet 47
Figur 23: Registreringskart område 3 48
Figur 24: Bildet viser leveer på en jord- og flomskredvifte i nedre del av Scheteligfjellet. Gul stiplet linje viser hovedandel av avsetninger fra det som tolkes som et flomskred. Bildet er tatt på befaring. 50
Figur 25: Samlede faresoner for skred for kartleggingsområde 3. 53
Figur 26: Helningskart over område 4 55
Figur 27: Samlede faresoner for skred for alle kartleggingsområdene. 61

Tabeller

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK10 § 7-3 (Dibk, 2022). 10
Tabell 2: De fem høyeste 24-timers nedbørshendeler [mm] observert på værstasjonene Bjørnøya, Hopen, Hornsund, Svalbard flyplass og Ny-Ålesund. Måned og år for hendelsene er gitt i parantes. Tabellen er hentet fra (Dobler, Førland, & Isaksen, 2019). 12
Tabell 3: Ekstremverdianalyse av 3-døgnsnedbør fra eklima.met.no for månedene januar, februar, mars, april, oktober, november og desember. 12
Tabell 4: Verdier for bruddhøyde d_0 brukt til beregninger av utløpslengde med RAMMS for snøskred. 19

Vedlegg

A1-3 Modelleringsresultater RAMMS snøskred

B Modelleringsresultater Rockyfor3D steinsprang

C1-3 Modelleringsresultater RAMMS jordskred

D Samlede faresoner

E Rapport 10243339-RIGberg-NOT-001 (Uavhengig kvalitetssikring fra Multiconsult)

F 21486-03-02 Notat til uavhengig kvalitetssikring

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

I forbindelse med ny reguleringsplan for Ny-Ålesund ønsker Kings Bay en detaljert skredfarekartlegging for planområdet.

Det ønskes også en vurdering av nedslagsfeltet for drikkevannskilden Tvillingvann. Vurdering av nedslagsfelt for Tvillingvann er utført i eget notat.

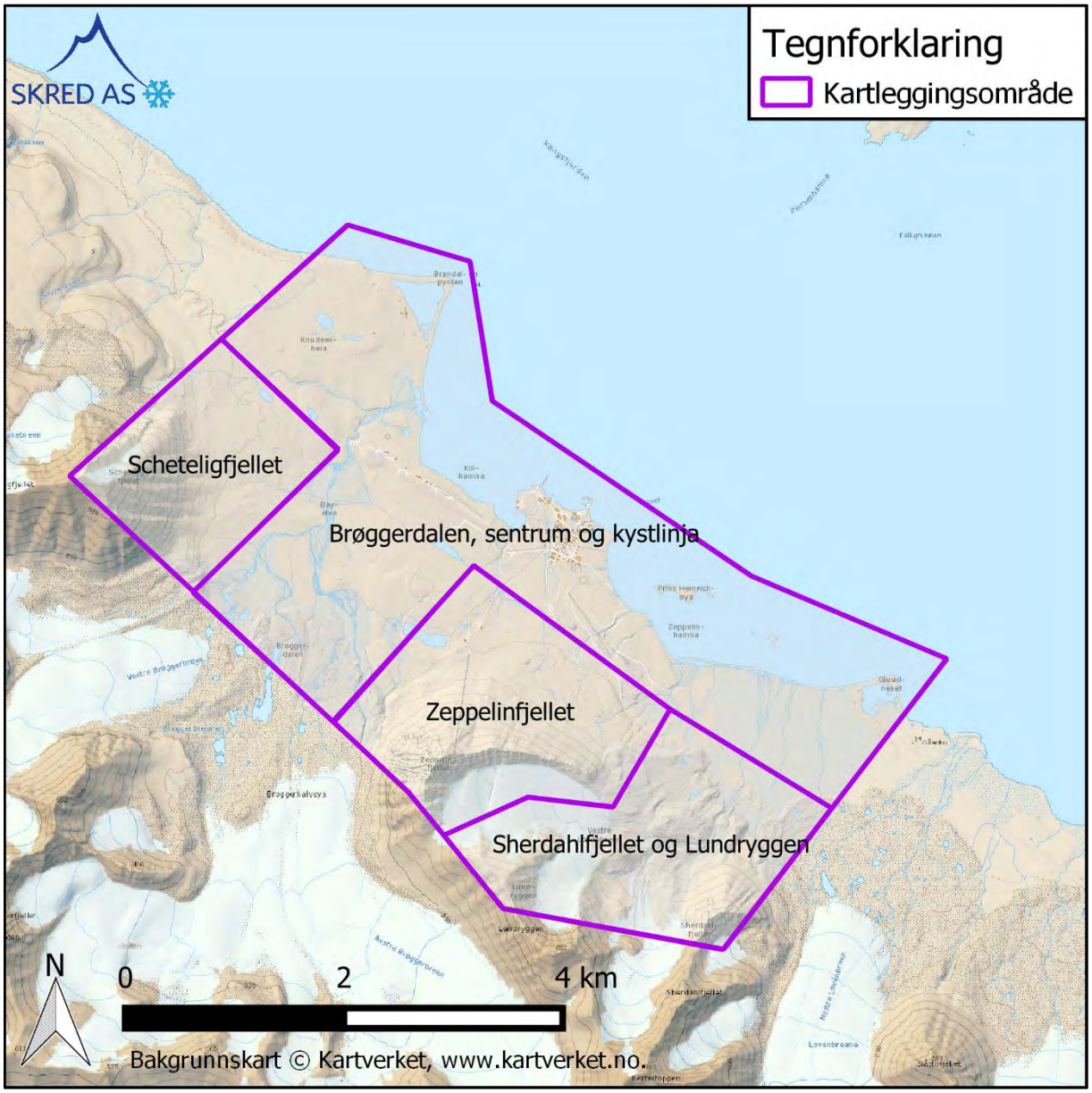
1.2 Mål

Skred AS er bedt om å utføre en skredfarekartlegging for området vist i Figur 1. Dagens krav til sikkerhet mot skred, definert i TEK10 (Dibk, 2016) med veileder (NVE, 2020a) legges til grunn for vurderingene. I henhold til kravspesifikasjonen for oppdraget skal samlet skredfare kartlegges for følgende sikkerhetsklasser med tilhørende årlige sannsynligheter for skred: S1 (1/100), S2 (1/1000) og S3 (1/5000).

1.3 Kartlagte områder

Området for reguleringsplanen er stort og vi har derfor valgt å dele det inn i mindre områder, nummerert fra 1-4. Inndelingen er vist i Figur 1

1-Sherdahlfjellet og Lund-ryggen
2-Zeppelinfjellet
3-Scheteligfjellet
4- Brøggerdalen, sentrum og kystlinja



Figur 1: Oversiktskart over de kartlagte områdene.

1.4 Om rapporten i forhold til rapportmal i veilederen

Denne rapporten bygger på rapportmal lastet ned fra NVE sin veileder for skred i bratt terreng (NVE, 2020a) 2021-10-10, og tilpasset på følgende måter:

- Rapporten er bygd opp som vanlige Skred AS rapporter, og følger dermed våre vanlige rutiner for intern kvalitetssikring, der malen utgjør en betydelig del.
- Vår vanlige rapportmal dekker alle kapitler fra NVE sin rapportmal, men i litt annen rekkefølge.
- Vår rapportmal inneholder flere kapitler enn NVE sin rapportmal.

1.5 Forbehold

Informasjon om tidligere skredhendelser er viktige for vurdering av skredfare. Dersom det kommer mer informasjon om tidligere skred, bør det tas med i betraktningene.

Vurderingene er gjort ut fra terreng og vegetasjon slik det ble observert på befaring, på tilgjengelige flyfoto, og på kotegrunnlag. Hvis terreng eller vegetasjon endres betydelig, kan det ha betydning for skredforholdene. Da anbefales det å utføre en ny vurdering.

2 Grunnlagsmateriale og metoder

2.1 Krav til sikkerhet mot skred

I oppdraget inngår en vurdering av sikkerhetskravet for eksisterende bygninger i forhold til krav i TEK10 § 7-3. På fastlandet gjelder TEK17, men på Svalbard gjelder fortsatt TEK10. Kravene i TEK10 er omtrent som TEK17. Eksisterende bygninger som ikke tilfredsstiller dagens krav til sikkerhet mot skred (gitt at de skal tilfredsstille kravene for nybygg) skal identifiseres.

Byggteknisk forskrift TEK10 § 7-3 definerer krav til sikkerhet mot skred for nybygg og tilhørende uteareal (Tabell 1). 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, TEK10 § 7-3 (Dibk, 2016).

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

I henhold til NVEs veileder, er det krav om uavhengig kvalitetssikring for utredninger som omfatter sikkerhetsklasse S3 (NVE, 2020a). Dette er altså gjeldende for denne skredfarevurderingen.

2.1.1 Bygninger

I veilederen til TEK10 gis retningsgivende eksempler på byggverk som kommer inn under de ulike sikkerhetsklassene for skred (DiBK, 2021).

I **sikkerhetsklasse S1** inngår byggverk der det normalt ikke oppholder seg personer og der det er små økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Garasjer, mindre brygger og lagerbygninger med lite personopphold er nevnt som eksempler.

Sikkerhetsklasse S2 omfatter tiltak der et skred vil føre til middels konsekvenser. Dette kan eksempelvis være byggverk der det normalt oppholder seg maksimum 25 personer og/eller der det er middels økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Eneboliger, fritidsboliger samt parkeringshus og havneanlegg er nevnt som eksempler.

Sikkerhetsklasse S3 omfatter tiltak der et skred vil føre til store konsekvenser. Dette kan eksempelvis være byggverk der det normalt oppholder seg mer enn 25 personer og/eller der det er store økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Eksempler på byggverk som kan inngå i denne sikkerhetsklassen er:

- eneboliger i kjede/rekkehus/boligblokk/fritidsbolig med mer enn 10 boenheter
- arbeids- og publikumsbygg/brakkerigg/overnattingssted hvor det normalt oppholder seg mer enn 25 personer

- skole, barnehage, sykehjem og lokal beredskapsinstitusjon

2.1.2 Uteareal

Kravet til sikkerhet for uteareal tilhørende bygninger, skal i utgangspunktet være lik kravet til bygningen. Allikevel åpner lovverket for å redusere sikkerhetsnivået til uteareal med en klasse, dersom dette vil gi tilfredsstillende sikkerhet for tilhørende uteareal. Momenter som må vurderes i denne sammenheng er blant annet eksponeringstiden for personer og antall personer som oppholder seg på utearealet.

Vurdering av krav til sikkerhet for uteareal inngår ikke i dette oppdraget.

2.1.3 Aktuelle sikkerhetsklasser

I de kartlagte områdene inngår det ulike typer hus og infrastruktur. For bolighus, idrettshall, butikk, servicebygg er sikkerhetskravene forholdsvis tydelige. For noen tiltak er vi imidlertid usikre på hvilken sikkerhetsklasse de skal tilfredsstille. Dette gjelder forskningsstasjon, forskningsinstrumentering, taubanen opp Zeppelinfjellet og skytebanen. Det er som regel opp til kommunen å bestemme hvilken sikkerhetsklasse som skal gjelde for de enkelte tiltak. For taubanen opp til Zeppelinfjellet vil «Forskrift om taubaner» være gjeldene. I forskriften står det ingenting om sikkerhetsklasse, men at taubaneanlegg skal «sikres på betryggende måte mot isras, steinsprang, jord- eller snøras».

2.2 Bakgrunnskart

Vi har brukt bakgrunnskart tilgjengelige i WMS og WMTS format på https://geodata.npolar.no/ (Polarinstituttet, 2022). Flyfoto fra 2016 med god oppløsning er også tilgjengelig som en WMS tjeneste.

2.3 Digital terrengmodell (DTM)

Vi har brukt to ulike terrengmodeller som grunnlag. En terrengmodell fra flybilder fra 2008 med 1 m oppløsning ble oversendt fra Norsk Polarinstitutt. Den andre er fra flybilder fra 2010, med 5 m oppløsning. Den siste er tilgjengelig på Norsk Polarinstitutt sine nettsider.

2.4 Aktsomhetsområder

Det finnes ikke aktsomhetssoner for skred på Svalbard.

2.5 Klimatologiske data

2.5.1 Historisk klima

Det er utført en analyse av områdets klimatiske trekk med størst betydning for snøskredfarevurderingen. Ettersom vi ikke har historiske løsmasseskred som kan relateres opp mot utløsende årsaker/klima er det heller ikke utført klimaanalyse med fokus på jordskred. Lengden på måleserier fra målestasjonen på Ny-Ålesund flyplass er kort sett opp mot kravene i TEK10, spesielt med tanke på hendelser med årlig sannsynlighet på 1/1000 og 1/5000. Det er mye vind på Svalbard, og nedbørmålinger i perioder med mye vind gir usikre målinger. Dette gjelder spesielt for nedbør som snø.

Som grunnlag for den nyeste klimarapporten (nevnt i avsnitt 2.5.2 nedenfor), er det gjort en analyse av ekstremnedbør på Svalbard (Dobler mfl., 2019). Her konkluderes det med at

perioder med mye nedbør skjer primært i situasjoner med vind fra sørvest, men også fra sør og vest. Nedbør kan også dannes ved iskanten på nordpolen og treffe Svalbard på vind fra nordlig sektor. Vær fra øst med nedbør avsettes typisk før det når den vestlige delen av Svalbard, men kan ved kraftig vind avsette snø også her. På Spitsbergen kan episoder med kraftig nedbør som regn forekomme når som helst på året, til og med midt på vinteren. For Ny-Ålesund er den høyeste målte døgnsummen for regn 98 mm (Tabell 2), dvs. at 25 % av gjennomsnittlig årsnedbør kan falle i løpet av ett døgn. 98 mm er mer enn dobbelt så mye som det som er målt i LYB.

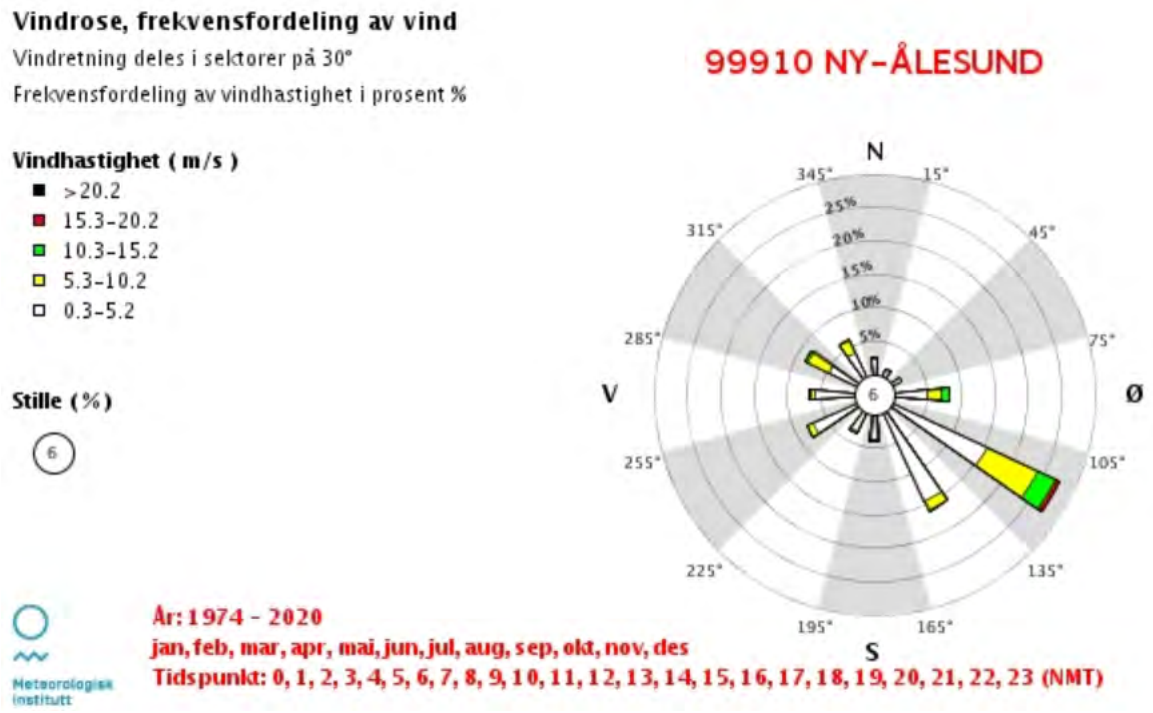
Tabell 3 viser en ekstremverdianalyse av 3-døgnsnedbør som er brukt for å vurdere bruddkanthøyde for snøskredmodellering. Vi har benyttet data fra stasjon 99910 da denne har lengst måleserie, sammen med Gumbel- og Nerc-metoden for ekstremverdianalysen. Figur 2 viser vindrose med data fra målestasjon 99910. Kongsfjorden går SØ-NV og dominerende vindretning, som er SØ ved målepunktet, styres av lokal topografi.

Tabell 2: De fem høyeste 24-timers nedbørshendeler [mm] observert på værstasjonene Bjørnøya, Hopen, Hornsund, Svalbard flyplass og Ny-Ålesund. Måned og år for hendelsene er gitt i parantes. Tabellen er hentet fra (Dobler, Førland, & Isaksen, 2019).

Station	Bjørnøya	Hopen*	Hornsund	Sv.Airport	Ny-Ålesund
Period	1920-2017	1945-2017	1995-2017	1975-2017	1974-2017
1st	42 (02/2015)	49 (12/1986)	74 (09/2017)	43 (08/1981)	98 (01/2012)
2nd	42 (12/1988)	47 (08/1995)	62 (02/2003)	42 (11/2016)	87 (11/2016)
3rd	41 (05/1933)	47 (05/1975)	61 (11/2016)	26 (01/2012)	57 (12/1993)
4th	39 (08/2004)	40 (01/1996)	53 (09/1996)	24 (03/2011)	53 (03/1986)
5th	36 (08/2001)	38 (09/1982)	43 (12/1995)	23 (12/1995)	51 (10/2002)

Tabell 3: Ekstremverdianalyse av 3-døgnsnedbør fra eklima.met.no for månedene januar, februar, mars, april, oktober, november og desember.

Gjentaks-intervall	99910 Ny-Ålesund (1974-d.d.)		99900 Ny-Ålesund – Rabben Flyplass (1997-d.d.)	
	Eklima, Gumbel (mm)	Eklima, NERC (mm)	Eklima, Gumbel (mm)	Eklima, NERC (mm)
100 år	135	119	74	78
1000 år	181	179	95	118



Figur 2: Vindrose fra målestasjonen 99910 Ny-Ålesund. Fremherskende vindretning er SØ.

2.5.2 Forventet klima og innvirkning på skredfare

Den nyeste rapporten som inneholder klimaframskrivinger er «Climate in Svalbard 2100» (Norsk Klimaservicesenter, 2019). Konsekvensene av klimaframskrivingene for skredforhold på Svalbard er diskutert spesifikt i rapporten:

> ***Snow avalanches**: Svalbard, with its cold, dry and windy climate has favourable conditions for dense snow packs with frequent occurrences of cornice and slab snow avalanches. It is much debated whether increasing temperatures and precipitation would lead to a more stable or less stable snowpack and, hence, to an increased or decreased proba- bility of dry snow avalanches by the end of the century. The climate projections indicate increased precipitation. In particular, if more extreme events with heavy snowfall or heavy rain on snow occur, an increase in the occurrence of snow avalanches (including wet snow avalanches and slushflows, like in 2012) can be expected. Towards the end of the century, gradually increasing temperatures may lead to a substantially shorter snow season and reduction in the maximum annual snow amounts in particular in coastal low altitude areas (Chapter 5.2.2), and the snow line will gradually shift to higher altitudes. Over time, these factors are expected to decrease the probability of dry snow avalanches. However, the probability of wet snow avalanches and slushflows is expected to increase. Glide avalanches are not common in Svalbard in the present day climate, but may become a problem at some locations in a future warmer and wetter climate.*

> ***Rockfalls**: The outermost meters of free rock faces are subject to annual freeze-thaw cycles and pluck- ing by snow cornices, which adversely impacts rock wall stability. Smaller rockfalls are often triggered from these areas. Rising temperatures can lead to more freeze-thaw events (Chapter 4.2.3), and there- fore rockfall events may increase in the future.*
>
> ***Rockslides**: Rockslide stability is partly permafrost dependant and a warming climate may adversely affect the stability. Studies from Northern Norway (Blikra et al. 2015; Frauenfelder et al., 2018) show that increasing temperatures leading to degradation of permafrost may play an important role in the detachment of larger rockslides. There are no published studies on the effect of permafrost on rock- slides in Svalbard.*
>
> ***Landslides**: Increased air and permafrost temper- atures will increase the length that the active layer will be thawed annually and the thickness of the active layer will increase. This can increase the probability of various types of landslides in the active layer. In addition, increased precipitation and extreme rainfall in sloping terrain will increase the likelihood of all types of landslides. Another very important effect is the thawing of the icy transient layer (top of the permafrost) in a future climate, in combination with strong precipitation events as rain, instead of snow, in late fall. The transient layer can be very ice-rich. It takes much energy to thaw it, and therefore it acts as a "buffer" against permafrost thaw. However, when parts of it start to thaw, the soil in these layers will have a very high water content and, consequently, the friction at the inter- face with the soil layers below the transient layer will decrease. An increasing frequency of strong precipitation events in the autumn, when the active layer depths are at their maximum, would then inev- itably lead to a rise in landslide activity.*

Det ligger ikke i oppdraget å tegne faresoner for skred i et forventet endret klima. Grunnen til dette beskrives i Stortingsmelding 33 Klimatilpasning i Norge (Miljøverndepartementet, 2013):

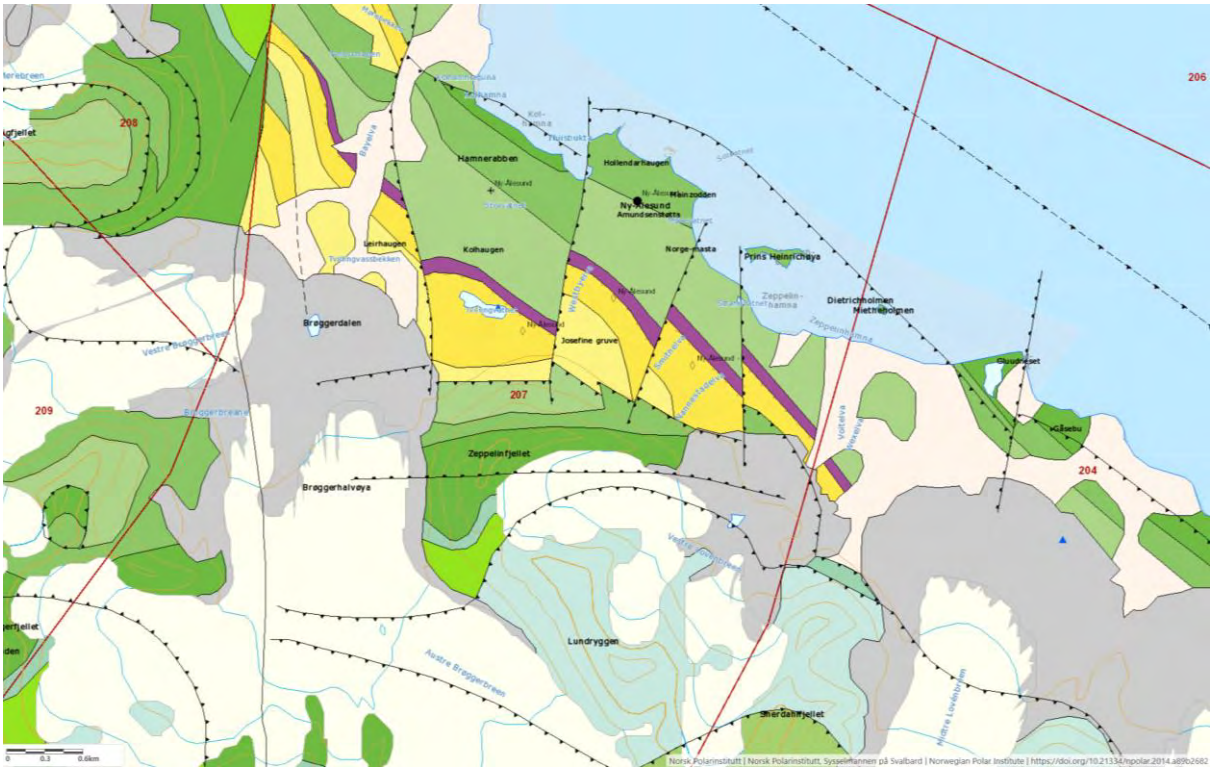
> *Hyppigheten av skred forårsaket av regnskyll/flom og snøfall vil også kunne bli større i deler av landet. Det er foreløpig lite kunnskap om hvordan dette vil påvirke faresonegrensene for skred med så lave sannsynligheter som legges til grunn for arealplanlegging. Det hefter allerede med dagens klima så stor usikkerhet ved fastsettelsen av faresonegrenser for skred med sannsynlighet mindre enn 1/1000 at det anses lite aktuelt nå å legge til en ekstra margin som følge av klimautviklingen.*

2.6 Geologi

2.6.1 Berggrunn

Ifølge berggrunnsgeologisk kart fra Norsk Polarinstitutt består berggrunnen på Brøggerhalvøya av sedimentære bergarter. Gipsdalen-gruppen består av konglomerat, sandstein og skifer med kalk og dolomitt. Tempelfjorden-gruppen består av skifer med kritt og kalk, og sekvenser av sandstein. Sassendalen-gruppen består av sandstein og skifer. Disse

tre gruppene er avsatt fra midt-karbon til tidlig trias. Ny-Ålesund-subgruppe ligger i Van Mijenfjorden-gruppa avsatt i paleocen og består av sandstein, skifer og kongolmerat rik på kull. Figur 3 viser hvordan de ulike gruppene ligger i forhold til hverandre.



Figur 3: Berggrunnsgeologi i kartleggingsområdene. De to mørkeste grønnfargene viser Gipsdalen-gruppen, lilla viser Sassendalen-gruppen, gult viser Van Mijenfjorden-gruppen og den lysere grønnfargen over og under lilla og gult viser Tempelfjorden-gruppen. Fra https://geokart.npolar.no/ (Norsk Polarinstitutt, 2021b).

2.6.2 Kvartærgeologi

Vi har ikke kjennskap til at det finnes kvartærgeologisk kart over Ny-Ålesund og omkringliggende terreng. Det er imidlertid utført kartlegging av geomorfologien i området, blant annet av Berhling et al. (Berthling, 2020). Kartleggingen tilsier at de bratte delene av fjellsidene består av fast fjell, partier med forvitret fjell og skredvifter. Foran utløpet av Vestre Lovénbreen, Austre og Vestre Brøggerbreen er det morenemateriale, og foran dette er det elveavsetninger. Nordvest for Zeppelinfjellet er det kartlagt to steinbreer. Det er større områder med forvitret fjell ved Tvillingvann, flyplassen og sentrum av Ny-Ålesund. Den geomorfologiske kartleggingen stemmer godt overens med observasjoner fra befaring.

I registeringskartene vi har utarbeidet er det skilt mellom «skredavsetninger» og «jord- og flomskredavsetninger». Avsetningene tolket som jord- og flomavsetninger virker å være drevet av skredprosesser med høyt vanninnhold. Dette er basert på utløpslengde av disse avsetninger, ofte ut over slakere terreng. Avsetningene tolket som skredavsetninger er nok i realiteten en blanding mellom forvitringsmateriale som blir dratt nedover fjellsidene av tyngdekraft og mindre skred. Disse avsetningene ligger stor sett i fjellsidene i bratt terreng, og har ikke utløp i slakere terreng.

2.7 Skog

Det er ikke skog eller vegetasjon av betydning for skredfarevurderingene i kartleggings- eller påvirkningsområdene.

2.8 Beregninger av utbredelse av snøskred

Ifølge NVEs veileder (NVE, 2020a) er hovedregelen at det skal gjøres modellberegninger av utløpet, både med en topografisk/statistisk (empirisk) modell og en dynamisk modell. Den mest brukte og utprøvde empiriske modellen er alfa-beta modellen. Denne er ikke tilgjengelig for bruk på Svalbard på NVE sin online gis-tjeneste. Alfa-beta er ikke kalibrert etter forhold på Svalbard. På grunn av fravær av skog er forholdene på Svalbard mer likt høyfjellsområder i Norge, som for eksempel Tyin. Både på Tyin og på Svalbard er det observert skred med langt lengre utløp enn alfa-beta modellering tilsier. Vi har derfor lagt vekt på den dynamiske modellen RAMMS.

Det er usikkerheter knyttet til tegning av løsneområder, da dette i stor grad gjøres skjønnsmessig. Særlig i områder som Ny-Ålesund, hvor det ikke finnes historikk for kjente skred og dermed løsneområder. Ved tolkning av resultatene fra modelleringene er det derfor tatt høyde for at skredmassene i realiteten kan ha større sideveis utbredelse enn modellresultatene tilsier.

2.8.1 Bruk av RAMMS::Avalanche

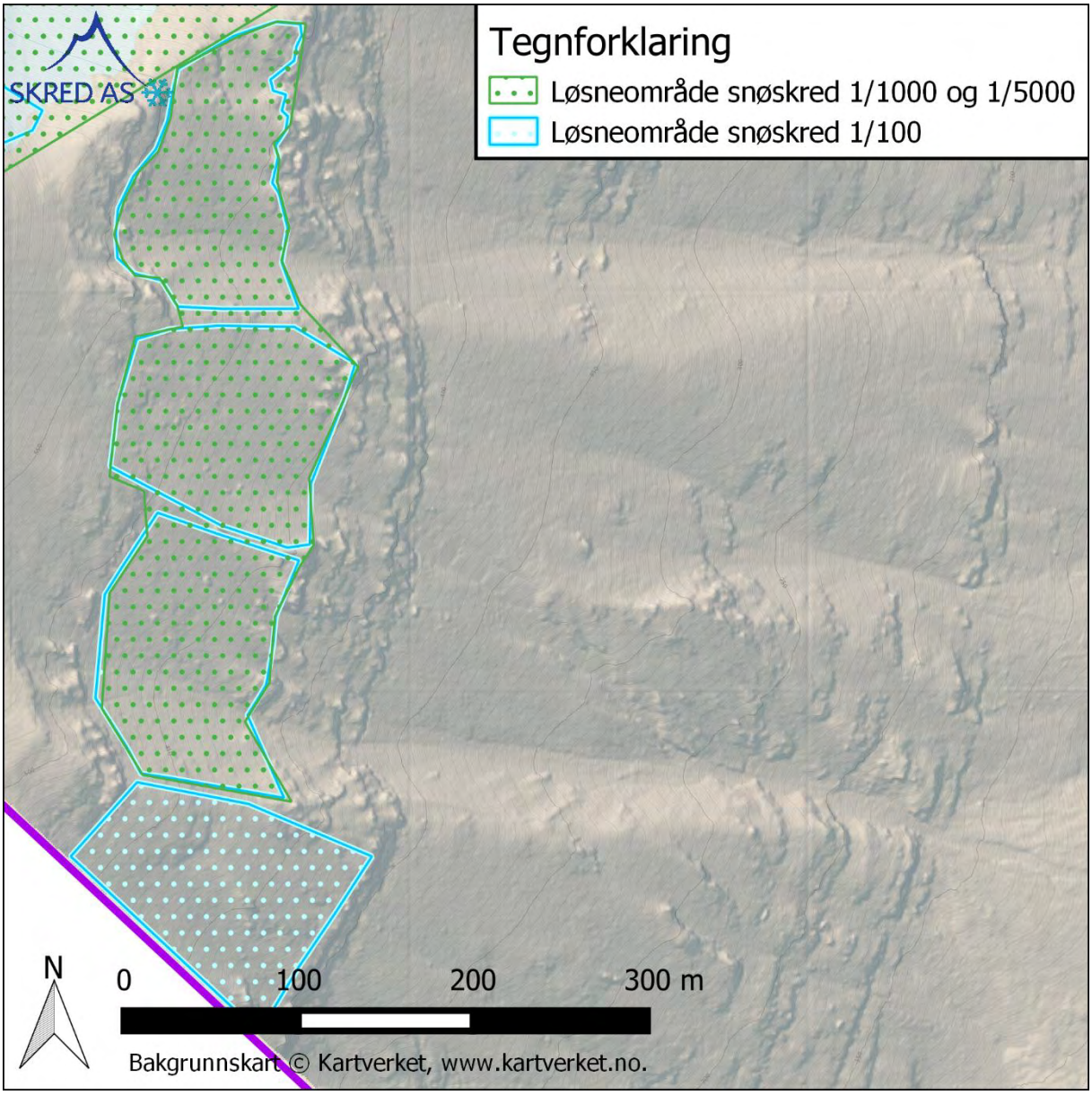
Som dynamisk modell har vi brukt versjon 1.7.20 av RAMMS::Avalanche (Bartelt, et al., 2017). Alle beregninger er utført med en terrengmodell med horisontal oppløsning på 5 m x 5 m. og densitet satt til 300 kg/m^3, som anbefalt i manualen.

Friksjonsparametrene μ og ξ kan justeres inn i tre høydenivå, som i Sveits er satt med grenser på 1500 moh. og 1000 moh. Gjennomregning av observerte hendelser i Norge viser at en tilpasning av disse høydenivå til norske forhold gir bedre resultater enn standard høydenivå (NVE, 2015). Den brukte metodikken tar høyde for skoggrensa, og plasserer øvre og nedre høydenivå hhv. 250 m over skoggrensa, og 250 m under skoggrensa. På Svalbard er det ikke skog, og metodikken kan derfor ikke brukes direkte. På Svalbard, helt til havnivå, forventer vi at det i perioder med svært lange skredutløp er skredforhold som kan sammenlignes med øvre høydenivå brukt i Alpene (>1500 moh.), og >250 m over skoggrensen i justeringen foreslått av NVE (2015). Vi har derfor satt øvre høydenivå til 1 moh. og nedre til 0 moh. I praksis blir alle skredbane i dette oppdraget liggende i det øvre høydenivå, med lavest friksjon, noe som muligens fører til mer konservative resultater (lengre utløp). Dette er den samme metodikken som er brukt i den nyeste skredfarekartleggingen for utvalgte områder i Longyearbyen utført av Skred AS på oppdrag fra NVE (ikke publisert per 2021-01-25). I tidligere skredfarekartlegginger i Longyearbyen er dette løst på ulike måter.

Friksjonsparametre er satt i forhold til skredvolum som beskrevet i manualen til RAMMS, og inndelt i gruppene Tiny (<5000 m^3), Small (5000-25.000 m^3), Medium (25.000-60.000 m^3) og Large (>60.000 m^3).

For beregninger for skred med årlig sannsynlighet på 1/100 er gjentaksintervall 100 år satt i RAMMS. For beregninger for 1/1000 og 1/5000 har vi valgt gjentaksintervall 300 år. Dette gir teoretisk sett en mindre konservativ utløpslengde enn hvis det var innstillinger for 1000 og 5000 års gjentaksintervall (men dette finnes ikke i programmet).

Bruddkant og areal bestemmer skredvolum. Areal på løsneområdene av de modellerte snøskredene er tegnet inn i kart basert på terrenganalyse, observasjoner og skjønn. Det er ingen historikk å ta høyde for. I de fleste løsneområder har vi differensiert mellom bruddkanthøyde for hhv. 1/100, 1/1000 og 1/5000. I noen tilfeller er det også differensiert på areal og plassering av løsneområder i tillegg. Dette er typisk i områder med flere forsenkninger på rekke, hvor vi forventer at et 1/100-års skred kan løsne i en forsenkning, mens et 1/1000 og 1/5000-års skred vil kunne løsne i flere av forsenkningene samtidig og over rygger. Et eksempel på dette er vist i Figur 4. I vedleggene med beregninger av snøskred med RAMMS, er bare løsneområder 1/1000 vist, og bare resultater med maksimal hastighet på skred fra disse løsneområdene.



Figur 4: Eksempel på differensiering av løsneområder for snøskred med årlig sannsynlighet 1/100 (minste områder), 1/1000 og 1/5000 (største område). Fra Scheteligfjellet.

Brukerveiledningen i RAMMS anbefaler at man angir et større løsneområde enn forventet for å kompensere for medrivning/erosjon i skredbanen. Vi har derfor tegnet løsneområdene med noe større utbredelse i lengderetning av skredbanen enn det vi vurderer som sannsynlig at vil løsne i utgangspunktet.

For dimensjonerende bruddkanter for snøskred har vi tatt utgangspunkt i fremgangsmåten skissert i (Salm, Burkard, & Gubler, 1990), og anbefalt i manualen til RAMMS. Fremgangsmåten er som skissert:

1) Definer dimensjonerende nysnøtilvekst på flatmark
    a. Dette er verdier fra klima-analysen i avsnitt 2.5.1 ovenfor

b. Bruk gjentaksintervall: 100 og 1000. Ekstrapolering av måleserier på 50 år til 1000 år er usikre, og enda mer usikre for 5000 år. Derfor er ekstrapoleringen gjort kun opp til 1000 år, og ikke til 5000 år da disse dataene ville hatt for stor usikkerhet til å være anvendbare. En svakhet ved å benytte nedbørsdata til dette formålet er at det er usikkerhet knyttet til måling av nedbørsdata. I områder med mye vind er det vanskelig å fange rett mengde nedbør i en nedbørsmåler, noe som fører til usikkerhet til disse dataene.
c. Anta at 1 mm nedbør = 1 cm snødybde

2) Korriger nedbør fra høyde på klimastasjon til høyde på løsneområder
   a. Tillegg på 5 cm snø per 100 høydemeter (Salm, Burkard, & Gubler, 1990)
3) Legg på tillegg for snødrift
   a. I områder i le for dominerende vindretning fra SØ, gis dette som 30 og 50 cm for hhv. 1/100 og 1/1000 som i Alpene og beskrevet i NVEs veileder (NVE, 2020a).

Denne tilnærmingen gir bruddhøyder d_0 som vist i Tabell 4.

Tabell 4: Verdier for bruddhøyde d_0 brukt til beregninger av utløpslengde med RAMMS for snøskred.

Gjentaks-intervall	Nedbør 3d flatmark fra klimaanalyse	Plassering i fjellside		Terrengform/ snøsamling		d_0
(år)	(cm)	Beskrivelse	Tillegg (cm)	Beskrivelse	Tillegg (cm)	(cm)
100	131	300 moh.	+15	I lo for SØ	0	146
				I le for SØ	+30	176
		400 moh.	+20	I lo for SØ	0	151
				I le for SØ	+30	181
		500 moh.	+25	I lo for SØ	0	156
				I le for SØ	+30	186
		600 moh.	+30	I lo for SØ	0	161
				I le for SØ	+30	191
1000 og 5000	177	300 moh	+15	I lo for SØ	0	192
				I le for SØ	+50	242
		400 moh.	+20	I lo for SØ	0	197
				I le for SØ	+50	247
		500 moh.	+25	I lo for SØ	0	202
				I le for SØ	+50	252
		600 moh.	+30	I lo for SØ	0	207
				I le for SØ	+50	257

Det er knyttet usikkerhet til hvor reelle de beregnede bruddkanthøydene og løsneområdene er. Løsneområdene er tegnet etter erfaring på hvilke terrengformasjoner som samler snø, og dette er tatt høyde for ved differensiering mellom ulik sannsynlighet for ulike løsneområder. For bruddkanthøydene har vi fulgt gjeldende prosedyre for definering, men datagrunnlaget er tynt. Resultatene fra modelleringene er i liten grad diskutert da vi ikke har reelle

hendelser å kalibrere resultatene etter. Med stor utskiftning av innbyggerne i Ny-Ålesund, samt kort historikk for bosettelse sett opp mot sannsynlighetene vi vurderer, finnes det ingen «kjentmenn» med oversikt over tidligere hendelser. Fravær av skog på Svalbard gjør at det heller ikke finnes ingen «stille vitner». Grunnlaget for å diskutere modelleringsresultatene er tynt.

2.9 Beregninger av utbredelse av jordskred

Utløpslengde av jordskred er beregnet med RAMMS:: debrisflow (Bartelt, et al., 2017). Beregninger er utført med en oppløsning i terrengmodellen på 2 m x 2 m, og en densitet av massene på 2000 kg/m^3. Bruddkanten er vurdert etter forholdene, men er typisk satt til 0,5 m. Arealet av modellerte løsneområder for jordskred er vanskelig å avgrense, men er estimert ut fra flyfoto, observasjoner i terrenget og skyggekart. Friksjonsparameteren μ er variert mellom standardverdien μ=0,2 til μ=0,08, som gir lengre utløp av skredmassene til lavere μ er. Verdien for μ er tilpassete observasjoner i områdene, for eksempel ferske skred, og vår vurdering av muligheten for vannmetning. Beregningene er utført i tråd med anbefalinger fra utført FoU i Norge (NVE, 2020b).

Løsneområdene er definert og tegnet etter retningslinjer i veilederen (NVE, 2020a) for hendelser med årlig nominell sannsynlighet 1/1000. Det vil si at det er tegnet løsneområder der hvor vann konsentreres, der det er løsmasser, og der terrenghelningen er > 25-30°. Løsnevolum mellom 350-2500 m^3.

2.10 Beregninger av utberedelse av steinsprang

Potensielt utløp av steinsprang er beregnet med RockyFor3D (Dorren, 2015). Det ble modellert med rektangulære blokker på 1 m^3 og en terrengmodell med horisontal oppløsning på 2 m x 2 m. Blokkstørrelsen er valgt på grunnlag av at fjellet i stor grad er oppsprukket, og vi antar derfor at eventuelle steinsprangblokker ikke vil være betydelig større enn dette. Blokkene vi observerte i området var i stor grad små, dvs. mindre enn 1 m^3. Simuleringen ble kjørt i «rapid automatic simulation», som vil si at kildeområdene defineres automatisk som alle områder brattere enn 52°.

Resultatene er vist i vedlegg 1.

2.11 Beregning av utberedelse av sørpeskred

Potensielt utløp av sørpeskred er beregnet med RAMMS::Debrisflow (Bartelt, et al., 2017). Beregningene er utført etter anbefalinger fra FOU-rapporten «Bruk av RAMMS::Debrisflow på kjente sørpeskredhendelser» (NVE, 2021). Det er knyttet stor usikkerhet til modelleringsresultater fra sørpeskredmodellering med RAMMS::Debrisflow, særlig i tilfeller hvor det ikke finnes kjente hendelser i området å kalibrere modellen og input-parameterne mot. I mangel på bedre grunnlag, har vi modellert sørpeskred med My=0,05 og Xi=3000. Bruddkanthøyde er satt til 1 meter. På grunn av at de reelle løsneområdene er for slake til at modellen får initiert skred har vi har tegnet beregningstekniske løsneområder i brattere terreng, oppstrøms reelle løsneområder.

2.12 Befaring

Befaring ble utført av Kristin B. Lome og Pål Lohne (Skred AS) 15. – 20. oktober 2021. Befaringen ble utført til fots. Det ble ikke benyttet drone pga. restriksjoner i forbindelse med radiostillhet i Ny-Ålesund. Store deler av området består av bre. Befaring til fots på bre ble vurdert som lite hensiktsmessig sett opp mot sikkerhetshensyn. Samme vurdering ble gjort for områdene nedenfor breene, med store hauger av morenemateriale hvor det var vanskelig å holde utkikk etter isbjørn. Befaring ved hjelp av drone ville vært nyttig, og kunne ført til bedre dekning av vurderingsområdet. Vår vurdering er likevel at befaringen som ble utført er tilstrekkelig da skredavsetninger ned på breen var synlig fra avstand, skredavsetninger i fjellsidene er synlig fra avstand på grunn av fraværet av skog og grunnlag med flyfoto og terrengmodell har god oppløsning.

Sporlogg og GPS punkt er vist i registreringskartet. Merk at det meste av notater er gjort direkte i kart eller direkte etter befaring og er derfor ikke vist med GPS punkt eller infopunkt i registreringskart. Registreringskart er et resultat av observasjoner fra felt og studering av skyggekart.

2.13 Eksisterende sikringstiltak

Vi har ikke informasjon om, eller observert skredsikringstiltak i området.

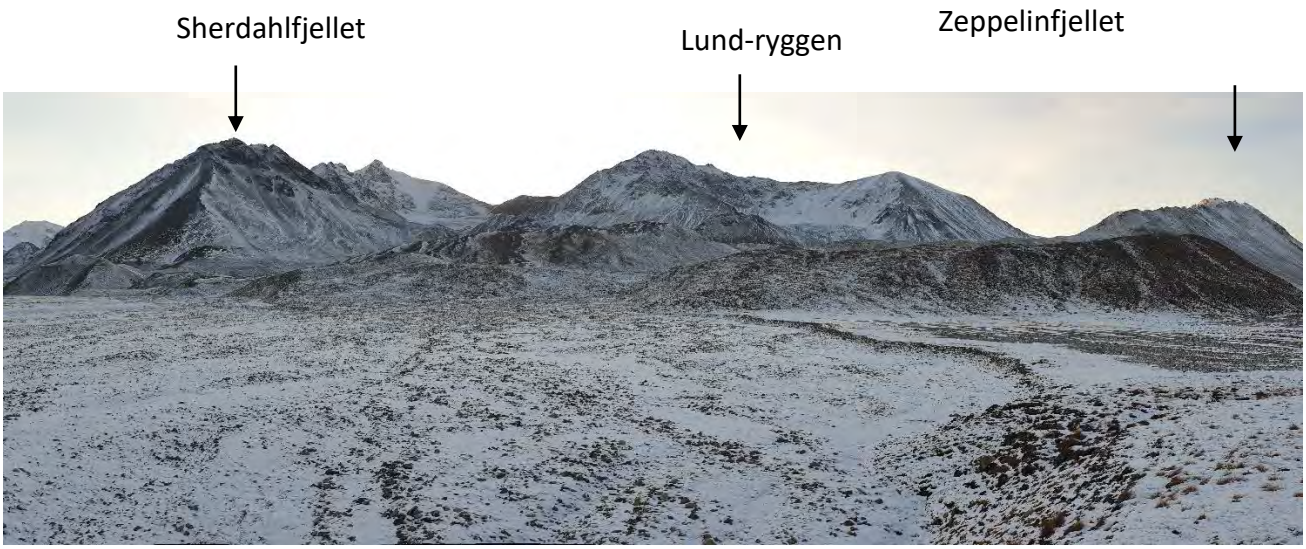
2.14 Tidligere rapporter

Vi har ikke kjennskap til at det er utført skredfarekartlegging for området tidligere.

3 Sherdahlfjellet og Lund-ryggen

3.1 Områdebeskrivelse

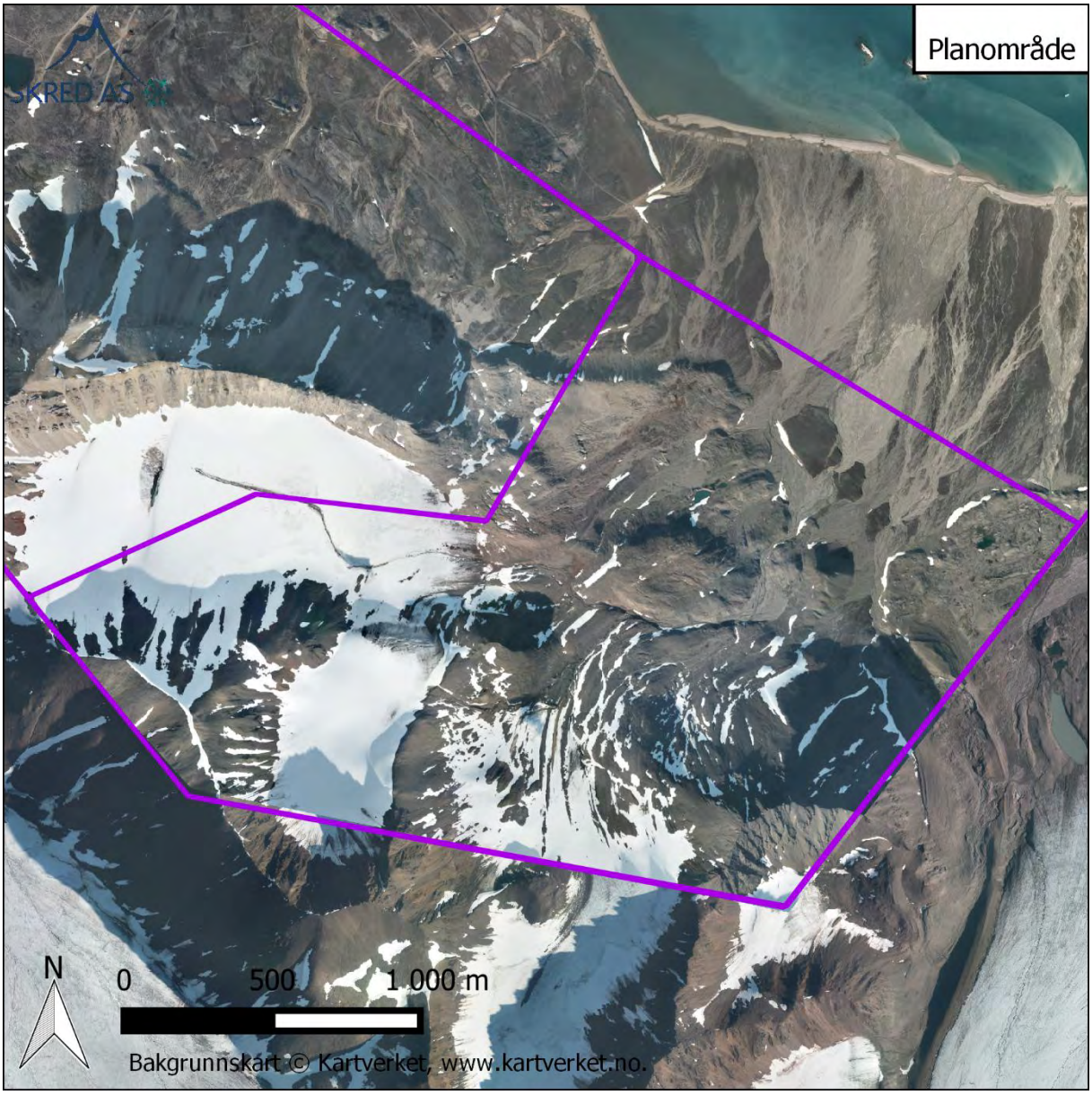
Kartleggingsområde 1 omfatter området ved Sherdahlfjellet og Lund-ryggen vist i Figur 5. Her er det ingen bygninger, infrastruktur eller forskningsinstrumentering.



Figur 5: Bildet viser kartleggingsområdet og er tatt på befaring.

3.1.1 Flyfoto

På tilgjengelig flyfoto fra Norsk Polarinstitutt sin WMS tjeneste (Polarinstituttet, 2022), er det skygge i de østvendte sidene av Sherdahlfjellet og Lundryggen (Figur 6). I resten av kartleggingsområdet er det god kontrast i bildet. Tilgjengelige flyfoto er fra 2016 og har god oppløsning. Det er ingen tilgjengelige historiske flyfoto på Toposvalbard, og vi har heller ikke hatt tilgang på dette fra andre kilder.



Figur 6: Flyfoto over område 1: Sherdahlfjellet og Lundryggen

3.1.2 Topografi

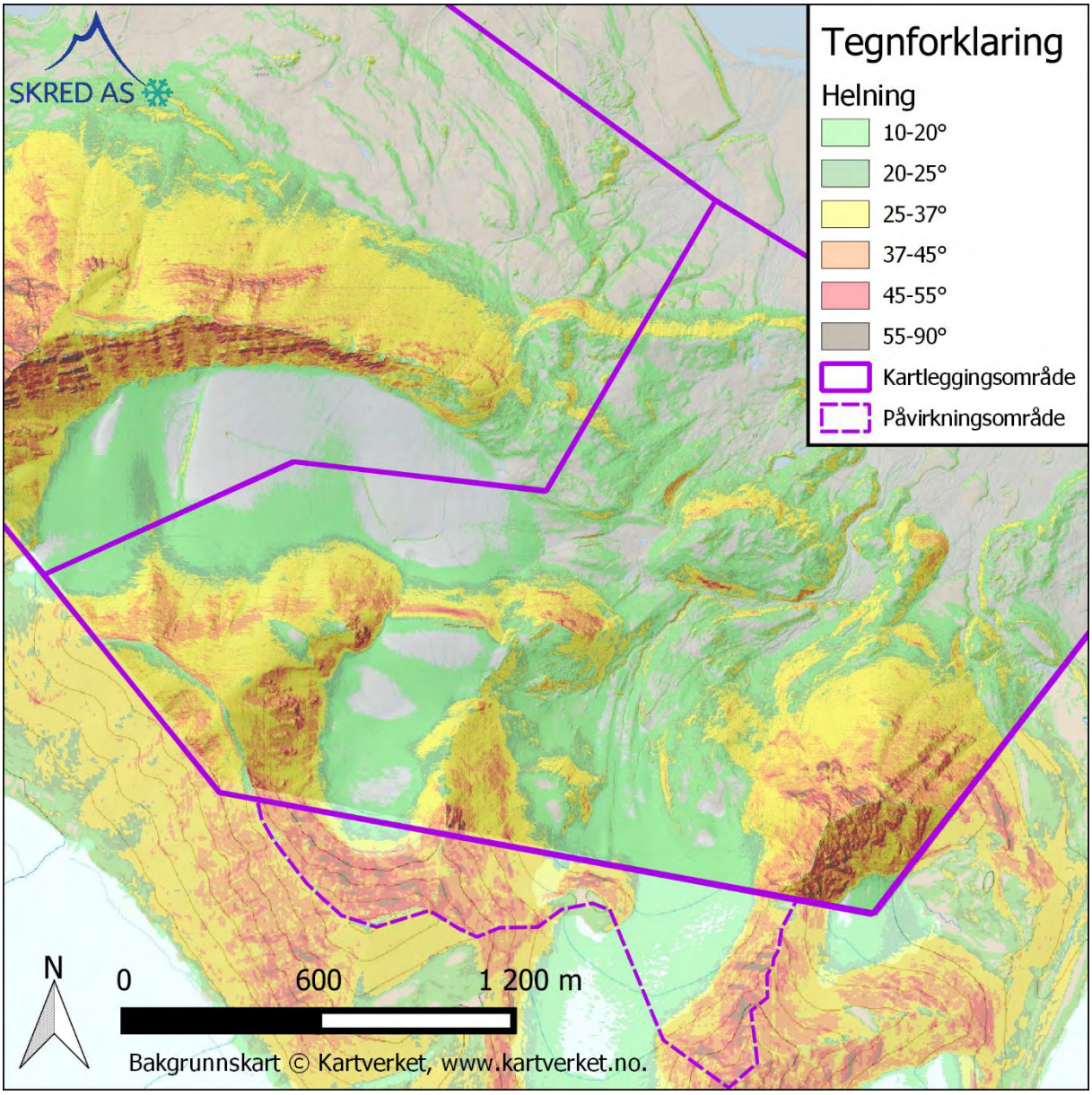
Terrenghelning er beregnet fra terrengmodell med 1 m oppløsning og vist i Figur 7. Sherdahlfjellet er stort sett brattere enn 25°. Fjellsiden blir brattere mot toppen. Fra 150 moh. til 250 moh. er terrenget 25-37° bratt. Fra ca. 250 moh. til toppen på ca. 450 moh. er terrenget generelt 37-45° grader bratt, men avbrutt av mindre mindre fjellskrenter brattere enn 55°. Det er renneformasjoner i store deler av fjellsiden, mest tydelig i nord.

Mellom Sherdahlfjellet og Lundryggen ligger en del av Lovénbreen og terrenget er slakt, men omkranset av fjellsider brattere enn 25°.

Østre del av Lundryggen har en U-form, med en botnbre på ca. 350 moh. i midten. Den nordvendte delen av ryggen er bratt ned til breen, i stor grad med fjellskrenter brattere enn

55°. Den østvendte delen av U-en veksler mellom 25-37° og 37-45°, med et mindre parti brattere enn 45°.

Nordvestre del av Lundryggen er nordvendt og er brattere enn 25° ned til Vestre Lovénbreen på ca. 300 moh. Fra ca. 300-450 moh. er terrenget i stor grad brattere enn 37-45° med svake renneformasjoner. Ovenfor dette, fra ca. 450 til toppen på ca. 600 moh., er terrenget 25-37°.



Figur 7: Terrenghelning i kartleggingsområde 1: Sherdahlfjellet og Lundryggen.

3.1.3 Geologi

De lavereliggende delene av kartleggingsområdet (under ca. 300 moh.) er dekket av isbre eller isbreavsetninger. Nærmest breene er det morenemateriale, og ned mot kysten består løsmassene av breelvavsetninger. Fjellsidene består av vekselsvis bergskrenter med fast fjell, forvitringsmateriale og skredmateriale. Det er en del dreneringsspor i fjellsidene.

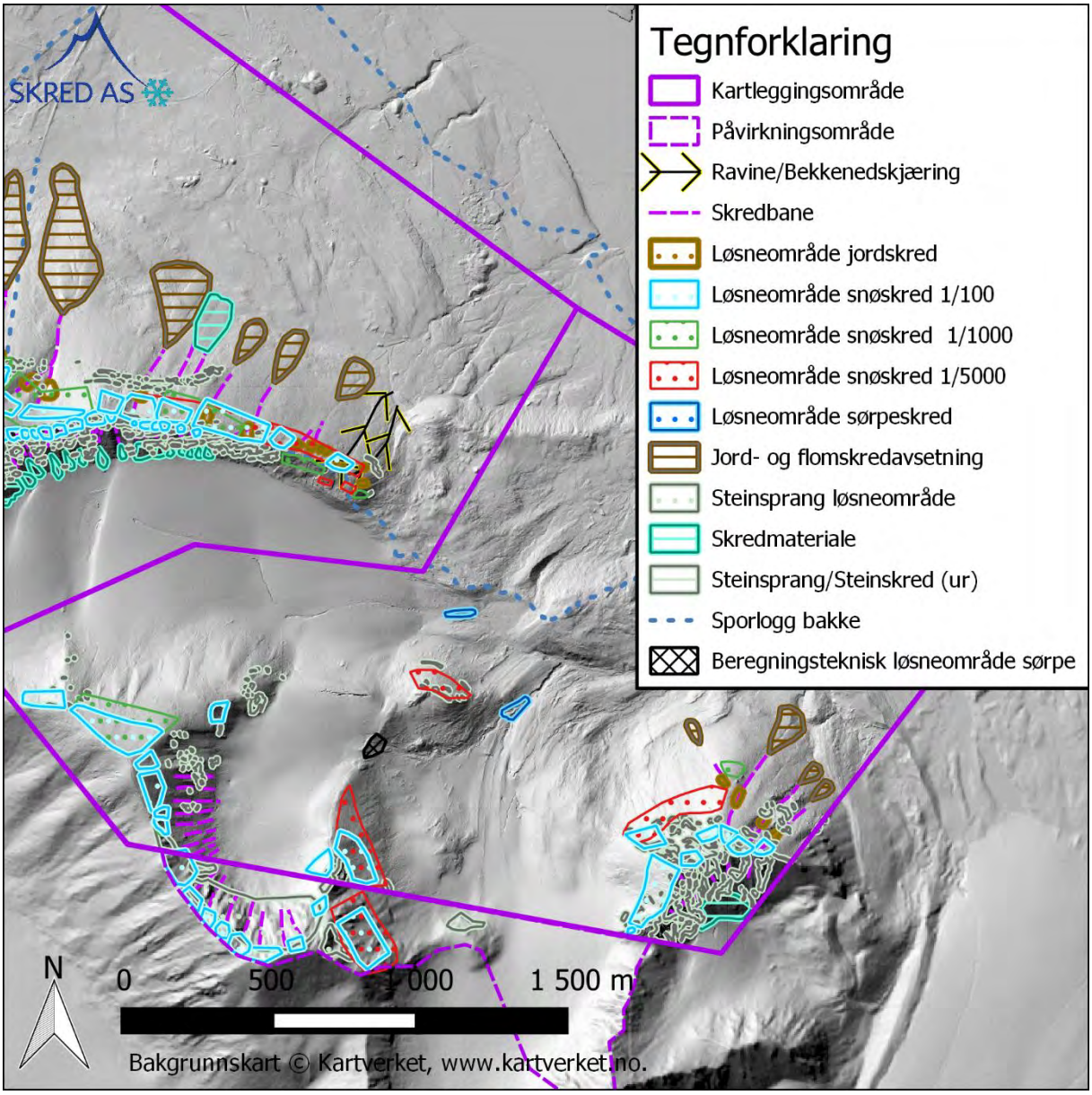
3.1.4 Historiske skredhendelser

Det er ikke registrert noen skred i NVEs skreddatabase (NVE, 2022). På befaring ble det observert et løsmasseskred ned fra Sherdahlfjellet som så relativt ferskt ut, men alderen på dette er ukjent.

3.2 Vurdering av skredfare

Som en del av terrenganalysene er et skyggekart utarbeidet fra terrengmodellen med 1 m x 1 m oppløsning (Figur 8). Skyggekartet er en gjengivelse av terrengoverflaten uten vegetasjon og bygninger, og brukes for å avdekke morfologiske elementer som ellers er veldig vanskelig å observere.

Registrering av geologiske og geomorfologiske elementer som har betydning for skredfareutredningen er gjort ved studering av kartgrunnlag, samt befaring, og er oppsummert i Figur 8. De grønne og røde løsneområdene for snøskred, er vurdert som løsneområder hvor kun snøskred med årlig sannsynlighet 1/1000 og 1/5000 vil løsne. De blå løsneområdene er vurdert som løsneområder hvor snøskred med årlig sannsynlighet 1/100, 1/1000 og 1/5000 kan løsne, men med ulik bruddkanthøyde ihht. klimaanalyse. Der blå/grønne/røde løsneområder overlapper, er de vurdert å løsne med sin respektive bruddkant ihht. klimaanalysen.



Figur 8: Registeringskart område 1

3.2.1 Steinsprang

Det er flere partier brattere enn 45°, og dermed flere potensielle løsneområder for steinsprang. Dette gjelder spesielt den østlige delen av Lundryggen og deler av Sherdahlfjellet. Vi har ikke vært i utløpssonene og observert eventuelle avsetninger fra tidligere steinsprang da mye av dette terrenget er dekket av isbre. For å vurdere utløp av steinsprang fra potensielle løsneområder, er modellen RockyFor3D (Dorren, 2015) tatt i bruk. Modelleringen følger beskrivelsen i avsnitt 2.10.

Steinsprang er en aktiv prosess i fjellsidene, men har trolig betydelig kortere rekkevidde enn snøskred, som er dimensjonerende langs store deler av fjellsidene. .

3.2.2 Steinskred

Det er ingen strukturer i fjellsiden eller avsetninger som tilsier at steinskred kan være en aktuell prosess. Steinskred er derfor ikke vurdert nærmere.

3.2.3 Snøskred

Fjellsidene ved både Sherdahlfjellet og Lundryggen har terreng som i stor grad er brattere enn 25°, og dermed potensielle løsneområder for snøskred. Det er også utstikkende partier med fast fjell brattere enn 45°, hvor det er rimelig å anta at det ikke vil legge seg snø. Potensielle løsneområder er vist i registreringskart (Figur 8). Ruheten i løsneområdene er gjennomsnittlig (ur, mindre ujevnheter) og fordi vi vurderer at snøhøyden er større enn 0,6 meter har ruheten liten betydning for utløsning av snøskred (NVE, 2020a).

Sherdahlfjellets nordside har renneformasjoner, hvor vi vurderer at snøskred kan løsne i øverste del. Det er derfor tegnet løsneområder øverst i disse forsenkningene, og på nordøstsiden også lengre ned i fjellsiden nedenfor et klippeparti. Basert på himmelretning (i le for dominerende vindretning SØ), samt helningen, vurderer vi at skred kan løsne her. Den vestvendte siden av Sherdahlfjellet har en større flanke som vi vurderer kan løsne sammenhengende som et flak.

Topografien på Lundryggen er nokså lik Sherdahlfjellet med flere renneformasjoner hvor vi vurderer at skred kan løsne i øverste del med en årlig sannsynlighet høyere enn 1/100. Det er også enkelte større flanker med jevn helning hvor vi vurderer at større skred kan løsne.

På moreneryggen mellom Sherdahlfjellet og Lundryggen har vi tegnet et løsneområde for snøskred med sannsynlighet 1/5000. Terrenget er bratt nok for utløsning av snøskred, og det ligger delvis i le for dominerende vindretning fra SØ. Pga. den konvekse formen og beliggenheten lavt i terrenget vurderer vi at skred fra dette løsneområdet kun er aktuelt for 1/5000.

Som hjelp til å vurdere rekkevidde av dimensjonerende snøskred, har vi utført beregninger med snøskredmodulen i RAMMS. Dimensjonerende bruddkanter for de ulike løsneområder for snøskred med årlig sannsynlighet på hhv. 1/100, 1/1000 og 1/5000 følger beskrivelsen gitt i avsnitt 2.8.1 og er vist i Tabell 4. Arealet av løsneområdene er differensiert for de tilsvarende årlige sannsynligheter, som vist i eksempel i Figur 4. Utvalgte beregningsresultater for skred med årlig sannsynlighet 1/1000 er vist i vedlegg A1. Beregninger og løsneområder for 1/100 og 1/5000 finnes digitalt og kan oversendes dersom ønskelig.

Snøskred med årlig sannsynlighet ≥1/1000 når ifølge beregningene godt ned på breene, noe som virker konservativt på grunn av den slake gradienten på breene Det kan imidlertid ikke utelukkes da skredløpene med de lengste utløpene ligger i le for dominerende vindretningDet er tegnet faresone for snøskred for dette området.

3.2.4 Flomskred

Flomskred fra fjellsidene kan ikke utelukkes, men sannsynligheten vurderes som lav. Dette er på grunnlag av at vi ikke har observert bekkeløp i terreng brattere enn 15°. I forbindelse med

avrenning fra breene, hvor terrenget er i stadig endring, kan det oppstå mindre flomskred i forbindelse med økt vannføring i smeltesesongen. Da bekke/elveløpene ned fra breene generelt har lav gradient vurderer vi faren for at dette som liten.

Ned fra fjellsidene er det flere forsenkninger både på Sherdahlfjellet og Lund-ryggen hvor vann kan konsentreres, og hvor løsmasser er tilgjengelig. Det er imidlertid ikke betydelige nedbørsfelt som kan drenere ned i disse forsenkningene og vi vurderer derfor at en eventuell skredbevegelse vil ligne mer på jordskred. Dette stemmer også godt overens med befaringsobservasjoner og studering av kartgrunnlag, hvor avsetninger i bunn av forsenkningene er lobe-formet og ikke har leveer. Dette tyder på at en skredprosess drevet av mindre vann er mer sannsynlig.

I smelteperioder hvor vannføringen fra breelvene er stor, kan de frakte med seg betydelig med sedimenter inn i kartleggingsområdet. Det er naturlig for en breelvslette, og sedimenttransporten kan foregå over hele breelvsletta. Dette er ikke en skredprosess, men det anbefales ikke å bygge i disse områdene.

Årlig sannsynlighet for flomskred vurderes som lavere enn 1/5000.

3.2.5 Jordskred

Som beskrevet i kapittelet om flomskred, er jordskred en mer sannsynlig prosess i fjellsidene i område 1. Det er løsmasser tilgjengelig, det er bratt nok (>20°), og det er tegn etter tidligere skred (Figur 8 og Figur 9). Løsmassene i området består av forvitringsmateriale og morenemateriale. Dreneringsanalysen viser at vann konsentrerer seg i forsenkninger, og det er også stort sett i bunn av forsenkninger at vi ser lober av løsmasseskredavsetninger.

Figur 9: Bilde av jordskredaktivitet ned fra Sherdahlfjellet. Gul stiplet linje viser utberedelse av skredet, hvit stiplet linje viser løsneområdet. Bildet er tatt på befaring.

Som hjelp til å vurdere rekkevidde av jordskred, har vi utført beregninger med RAMMS::Debris Flow (Bartelt, et al., 2017). Beregningene følger beskrivelsen gitt i avsnitt 2.9 og utvalgte resultater er vist i vedlegg C1. Beregningsresultatene stemmer godt overens med registrering av det vi tolker som avsetninger fra tidligere jordskred. Vi vurderer derfor jordskred som en prosess med årlig sannsynlighet høyere enn 1/100 i forsenkninger der vann kan konsentreres med lavere sannsynlighet for lengre utløp, og har derfor tegnet løsneområder i slike formasjoner. Løsneområdene er vist i registreringskart Figur 8. Med bakgrunn i størrelsen på viftene med avsetninger fra tidligere skred, er det rimelig å anta at de beregnede jordskredene tilsvarer en hendelse med sannsynlighet mellom 1/100 og 1/1000. Dette er lagt til grunn ved tegning av faresonene, i tillegg til å skjønnsmessig vurdere utløp mot sannsynlighet. Jordskred erdimensjonerende skredtype for faresonen i ett skredløp, ellers er snøskred dimensjonerende langs fjellsidene.

I utløpet av breen er det store ansamlinger morenemateriale, hvor den interne friksjonsvinkelen avhenger av sammensetningen av ulike kornstørrelser. Skråningene på ansamlingene er betinget av å være tørre for å være stabile, og det vil kreve vurdering og eventuell beregning av geoteknisk stabilitet for å kunne fastslå om skråningen er geoteknisk stabil. På skyggekart er det synlige utglidninger i en del av disse skråningene. Da det ikke er

lenge siden breen trakk seg tilbake, og det fortsatt kan være både smeltende is og vann i disse ansamlingene, vurderer vi den årlige sannsynligheten for utglidninger her som større enn 1/1000, men mindre enn 1/100 der hvor skråningene er brattere enn 25°. Det er tegnet faresoner i forbindelse med disse skråningene iht. NVEs veileder for kartlegging av skredfare i bratt terreng (NVE, 2020a). Det vil si at for faresone 1/1000 er avgrensningen 5 meter inn på toppen av skråningen, og for 1/5000 er avgrensningen 10 meter inn på toppen av skråningen. Veilederen sier ikke noe om avgrensning av utløp for denne type skråninger, og anbefalingen om å tegne faresoner i toppen av skrentene er, slik vi forstår det, ment for å unngå bygging på toppen av slike skråninger. I praksis vil høyden av skråningen ha noe å si for skadepotensialet i nedkant, og vi vurderer mindre utglidninger fra denne typen skråninger (høydeforskjell typisk 10-20 m) er begrenset. Vi vurderer det derfor som riktig å avgrense disse faresonene til selve skrenten, hvor 1/1000-faresonen stopper ca. der terrenget blir slakere enn ca. 25° og 1/5000 der terrenget blir slakere enn ca. 15°.

3.2.6 Sørpeskred

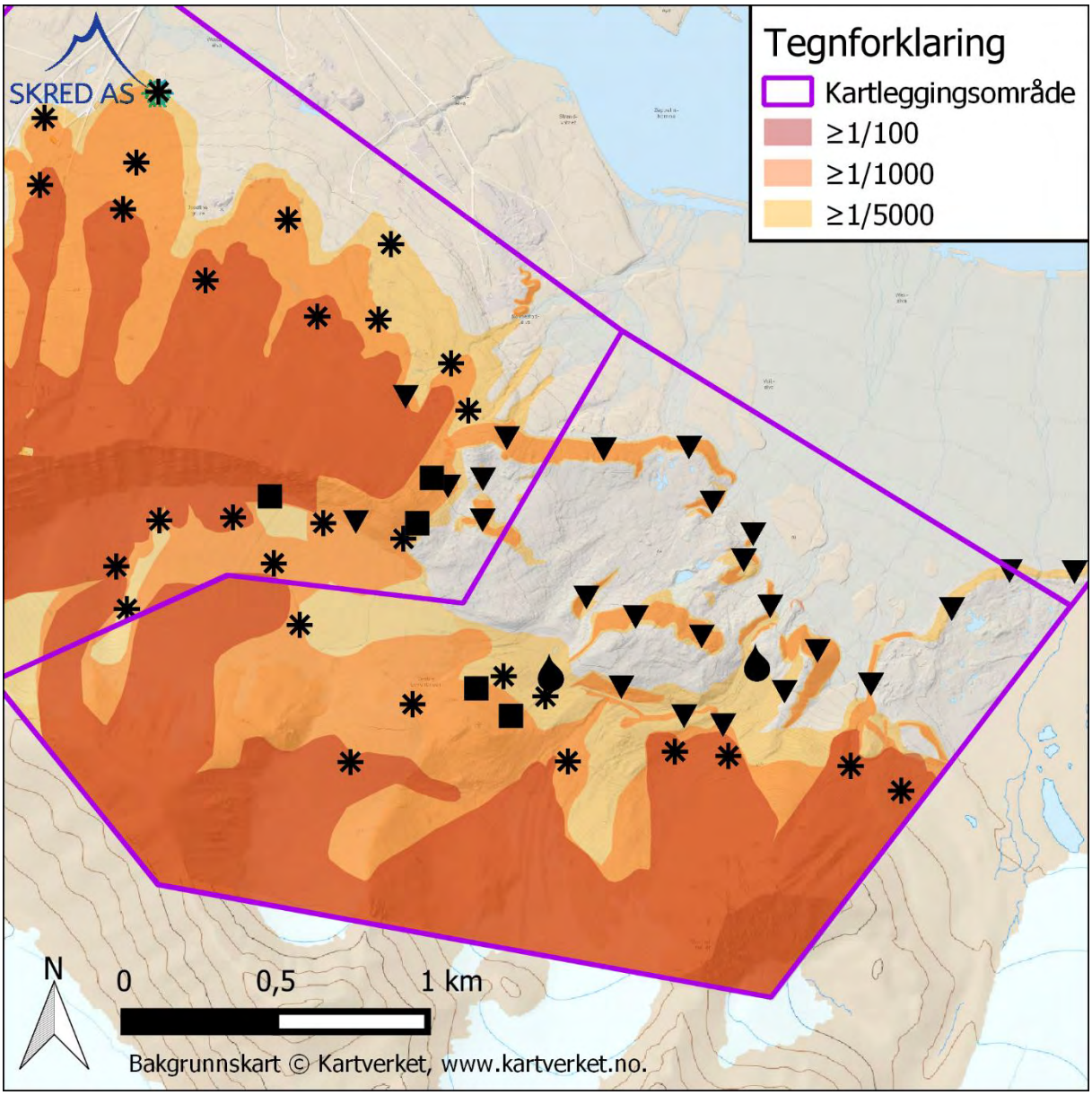
Det er ikke kjent sørpeskredhistorikk i Ny-Ålesund, men i Longyearbyen er det flere kjente sørpeskredhendelser de siste 100 årene. Skredene er forårsaket av intensiv smelting eller kraftig regn midtvinters, noe som også kan forekomme i Ny-Ålesund (kapittel 2.5). Topografien i løsneområdene og skredbanene for de kjente hendelsene i Longyearbyen er imidlertid ulik fra topografien rundt Ny-Ålesund. Rundt Ny-Ålesund er det eksempelvis ingen større forsenkninger/mindre dalformasjoner som Vannledningsdalen, eller bekkeløp med betydelig nedslagsfelt som ved Skjæringa ned fra Sverdruphamaren.

Det er mindre forsenkninger i terrenget i form av renneformasjoner både på Lundryggen og Sherdahlfjellet. Disse har imidlertid ikke slakere partier, myrer eller innsjøer som kan føre til oppdemming av vann i snødekket. Med unntak av breene er det heller ikke større nedslagsfelt som drenerer inn i forsenkningene. Det er ikke observert avsetninger fra sørpeskred på befaring eller ved studering av skyggekart og flyfoto. Områdene foran breene ble ikke befart i detalj.Avsetninger fra sørpeskred kan imidlertid være vanskelig å observere, særlig i et terreng preget av smeltevannselver og breer som endrer geomorfologien i området fra år til år. Fraværet av detaljert befaring i disse områdene har derfor trolig lite å si for usikkerheten av faresonene. Lovenbreen er i seg selv et stort nedslagsfelt, og sørpeskred i starten av smeltesesongen mens det fortsatt er snø i smeltevannselvene fra breen med mulighet for vannmetting kan skje. Vi vurderer sannsynligheten for dette som mindre enn 1/1000, men større enn 1/5000 og det er derfor tegnet faresone i forbindelse med smeltevannselvene. Vi har modellert sørpeskred med RAMMS::Debrisflow, med fremgangsmåte beskrevet i avsnitt 2.11. Modellresultatene støtter tolkning av terreng på den måten at skredmassene beveger seg langs forsenkninger og energien avtar i terreng med lav helning. Det er store usikkerheter knyttet til resultatene når vi ikke har kjente hendelser/tegn på avsetninger å kalibrere mot (NVE, 2021), og vi ikke har tilgang på en modell spesifikt for sørpeskred. Det er derfor kun lagt noe vekt på resultatene ved tegning av faresonene.

3.3 Samlede faresoner for skred

Snøskred er dimensjonerende for faresone 1/5000 med unntak av sørpeskred i utløp av Lovenbreen. For faresone 1/100 og 1/1000 er snøskred dimensjonerende, med unntak av ett skredløp på Sherdahlfjellet, samt flere mindre løsmasseskråninger, hvor jordskred er dimensjonerende.

Sannsynlighet for Jøkullaup er ikke vurdert da vi ikke anser det som en skredprosess. Jøkullaup er en flom/oversvømmelse som resultat av bredemte innsjøer som brister.



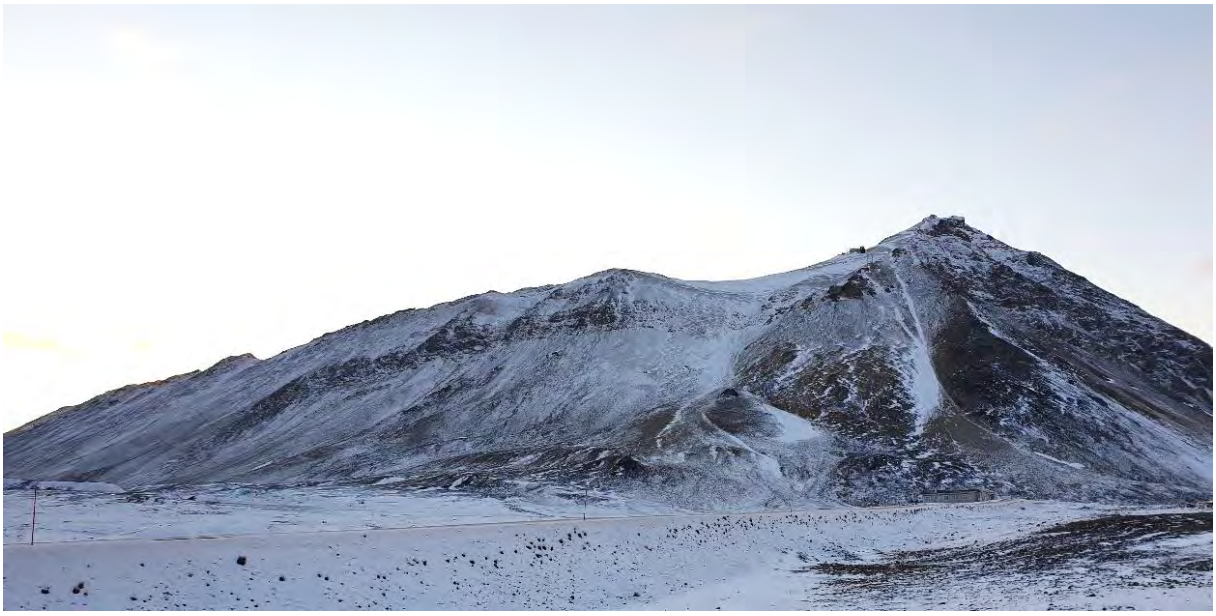
Figur 10: Samlede faresoner for skred for kartleggingsområde 1.

4 Zeppelinfjellet

4.1 Områdebeskrivelse

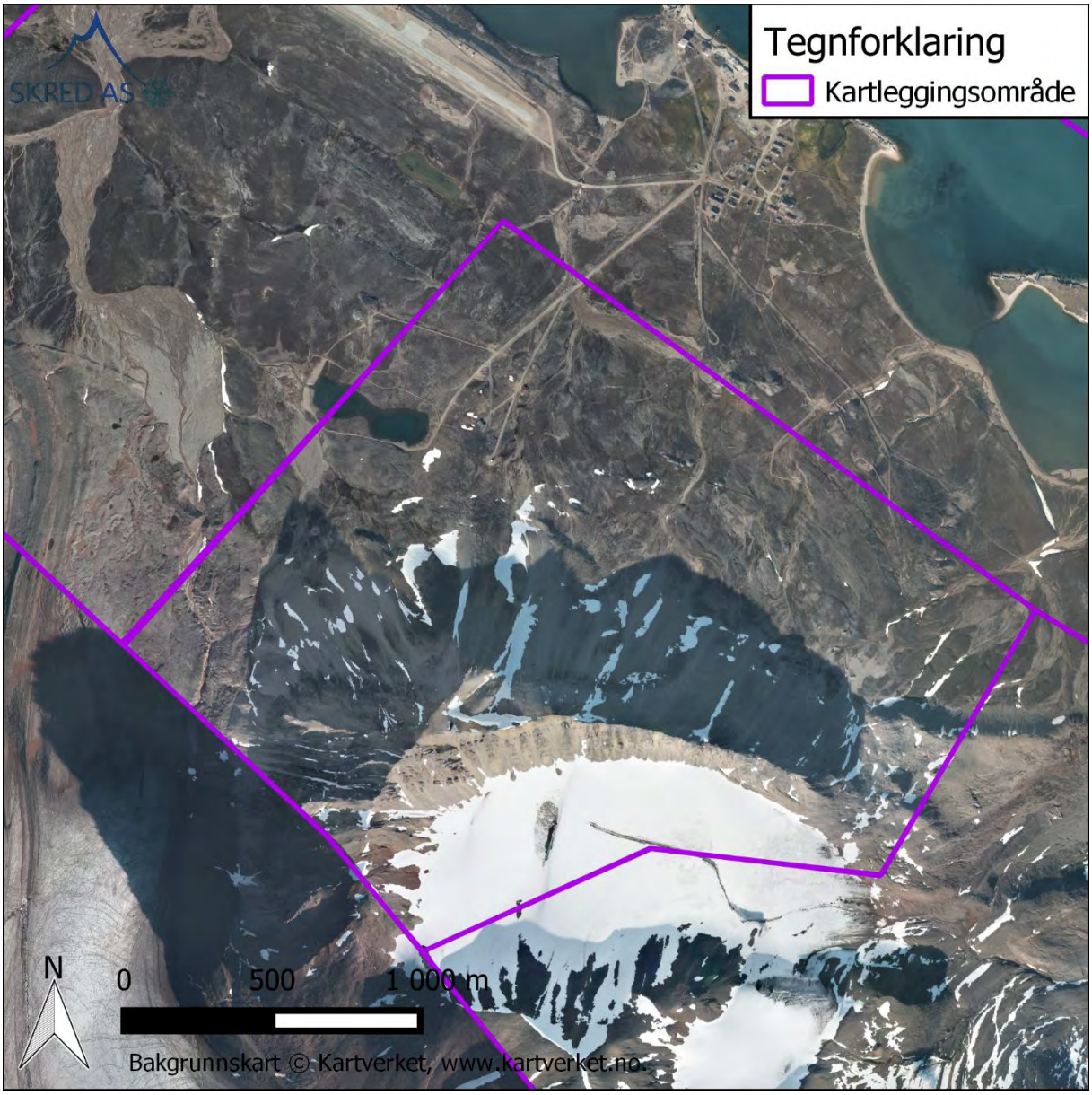
Kartleggingsområde 2 omfatter begge sider av Zeppelinfjellet. Den sørøstvendte siden vendt ned mot Vestre Lovénbreen (Figur 11), og den nord- og vestvendte siden ned mot Ny-Ålesund (Figur 12). Det er flere bygninger og insfrastruktur i dette kartleggingsområdet. Her ligger en forskningsstasjon på toppen av Zeppelinfjellet og tilhørende taubane, vei opp fra sentrum til taubanehuset, gruveverkstedet, gruvebadetskytebanen, skytebane og skytebanehuset. Det er også forskningsinstrumentering.

Det er ikke tegnet påvirkningsområde her fordi kartleggingsområdet kan ikke påvirkes av skred utenfor.



Figur 11: Den nord og nordvestvendte siden av Zeppelinfjellet. Taubanen med taubanehus til høyre i bildet. Bildet er tatt på befaring.

Figur 12: Den sør og østvendte siden av Zeppelinfjellet, Lovénbreen i midten av bildet. Bildet er tatt på befaring.



Figur 13: Kartleggingsområde 2 Zeppelinfjellet.

4.1.1 Flyfoto

På tilgjengelig flyfoto fra Norsk Polarinstitutt sin WMS tjeneste (Polarinstituttet, 2022), er det skygge i de nordøstvendte sidene av Zeppelinfjellet (Figur 13). Sørvestvendte sider har god kontrast i bildet. Tilgjengelige flyfoto er fra 2016 og har god oppløsning. Det er ingen tilgjengelige historiske foto på Toposvalbard.

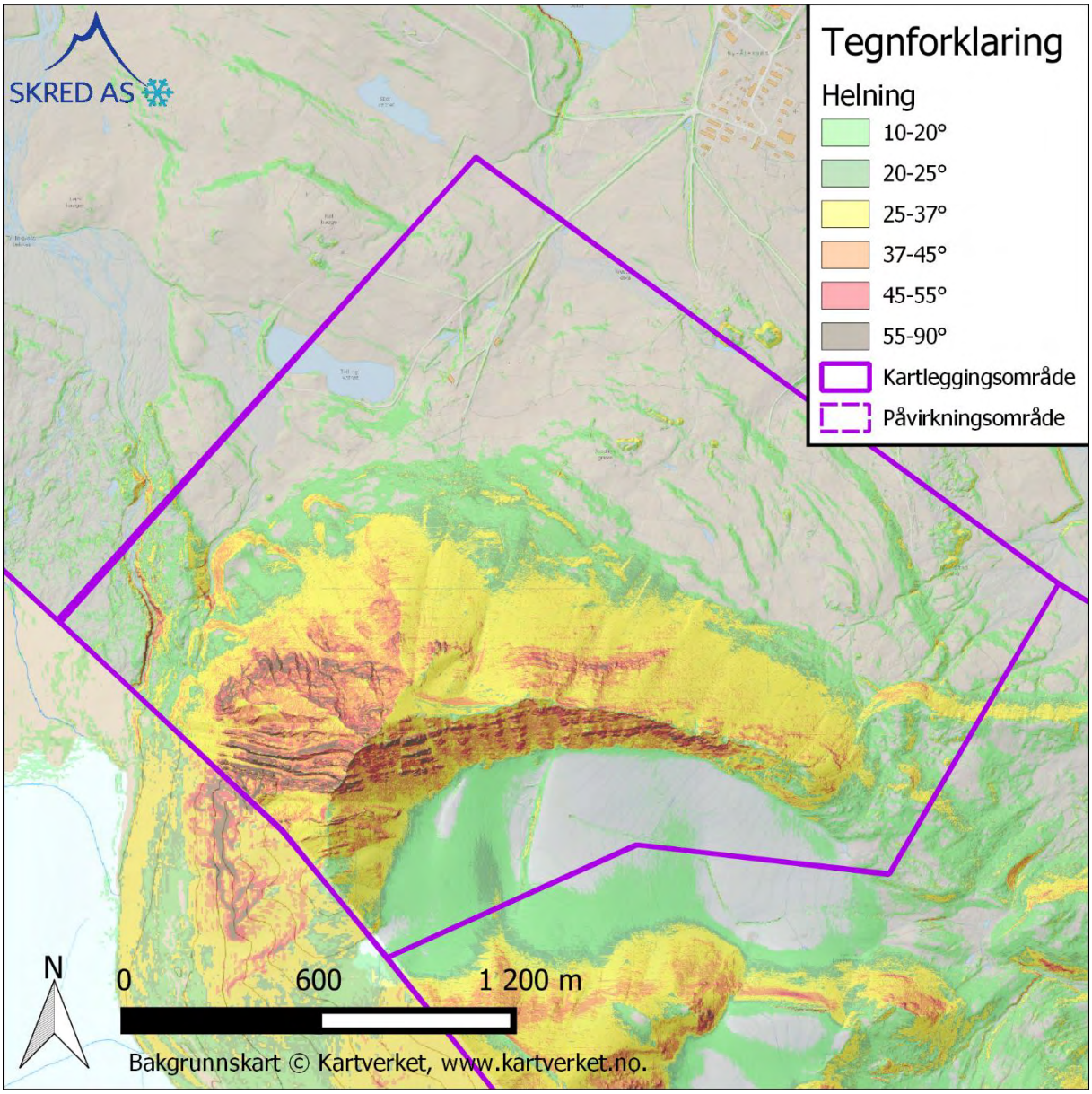
4.1.2 Topografi

Terrenghelning er beregnet fra terrengmodell med 1 m oppløsning og vist i Figur 14. Toppen av Zeppelinfjellet ligger ca. 550 moh. og består av en lang rygg som strekker deg både sørvest og sørøst for toppen.

Den sør- og østvendte siden av Zeppelinfjellet heller ned mot Vestre Lovénbreen, som ligger ca. 350-300 moh. Fjellsiden er brattere enn 25° og i stor grad brattere enn 37° ned mot

breen. Det er også partier med fjellskrenter brattere enn 55°. Lagdelingen i fjellet er tilnærmet horisontal, og det er bånd av brattere terreng i forbindelse med dette. Det er også tett med renneformasjoner.

Den vest- og nordvestvendte delen av Zeppelinfjellet er bratt, og i stor grad brattere enn 45°. Her er det tydelige renneformasjoner og mye skrenter med bart fjell. Den nordvendte fjellsiden er stort sett 25-37°, med mindre partier som er brattere. Under taubanen er det en renneformasjon. Rett øst for dette er det også en renneformasjon, og denne har en skålformasjon i øvre del opp mot toppen av fjellryggen. Østover er det også flere mindre renneformasoner, med vifter av skredavsetninger i bunn.



Figur 14: Terrenghelning i kartleggingsområde 2: Zeppelinfjellet

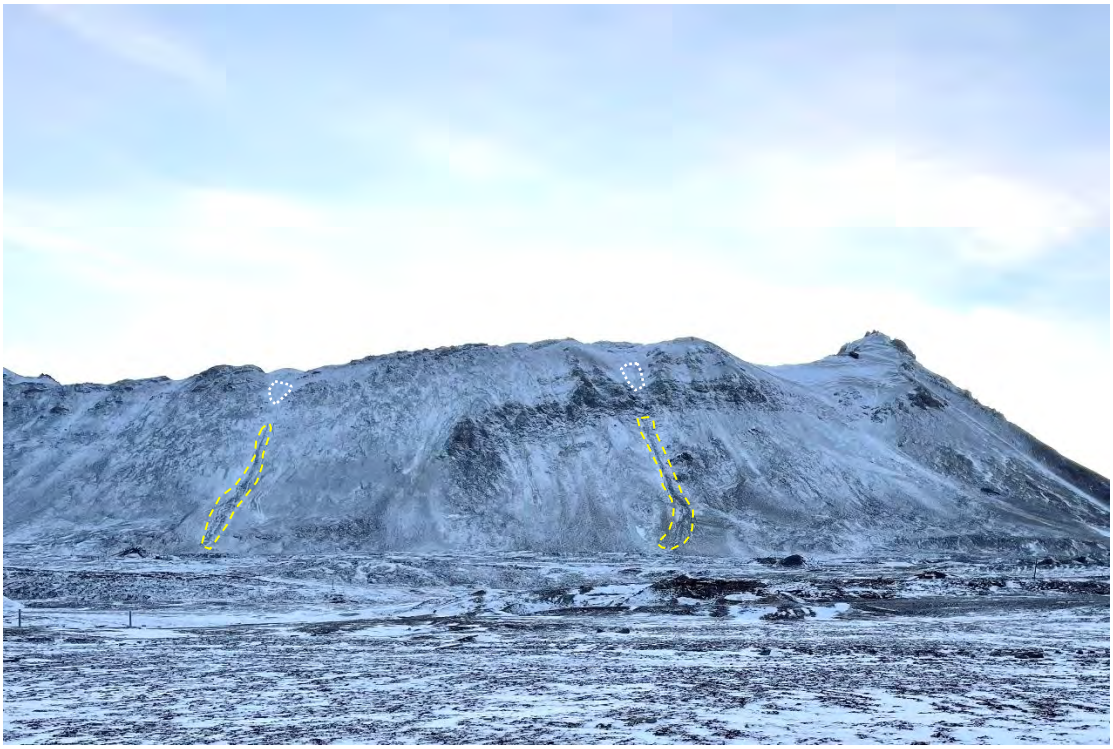
4.1.3 Geologi

Den sørlige delen av kartleggingsområdet består av Vestre Lovénbreen. Zeppelinfjellet består av fast fjell som stedvis er forvitret og stedvis rast nedover fjellsidene. I nedre dele av fjellsiden er det skredvifter. I den nordvestvendte delen er det to steinbreer (Berthling, 2020).

4.1.4 Historiske skredhendelser

I nasjonal skreddatabase (NVE, 2021b) er det ikke registrert skred i området. Vi har fått informasjon om en snøskredhendelse under taubanen utløst av en person på beina, samt at det relativt ofte går våte snøskred i skredløpet øst for taubanen. Vi har ikke informasjon om størrelsen av skredene.

Det er flere løsmasseskredløp som ut fra geomorfologien virker å være aktive langs den nordvendte siden av den vestlige ryggen fra Zeppelinfjellet. Her er det synlige lober av løsmasser, og nedskjæring av nyere skredløp i disse. Vi har ingen informasjon om alderen på disse hendelsene.

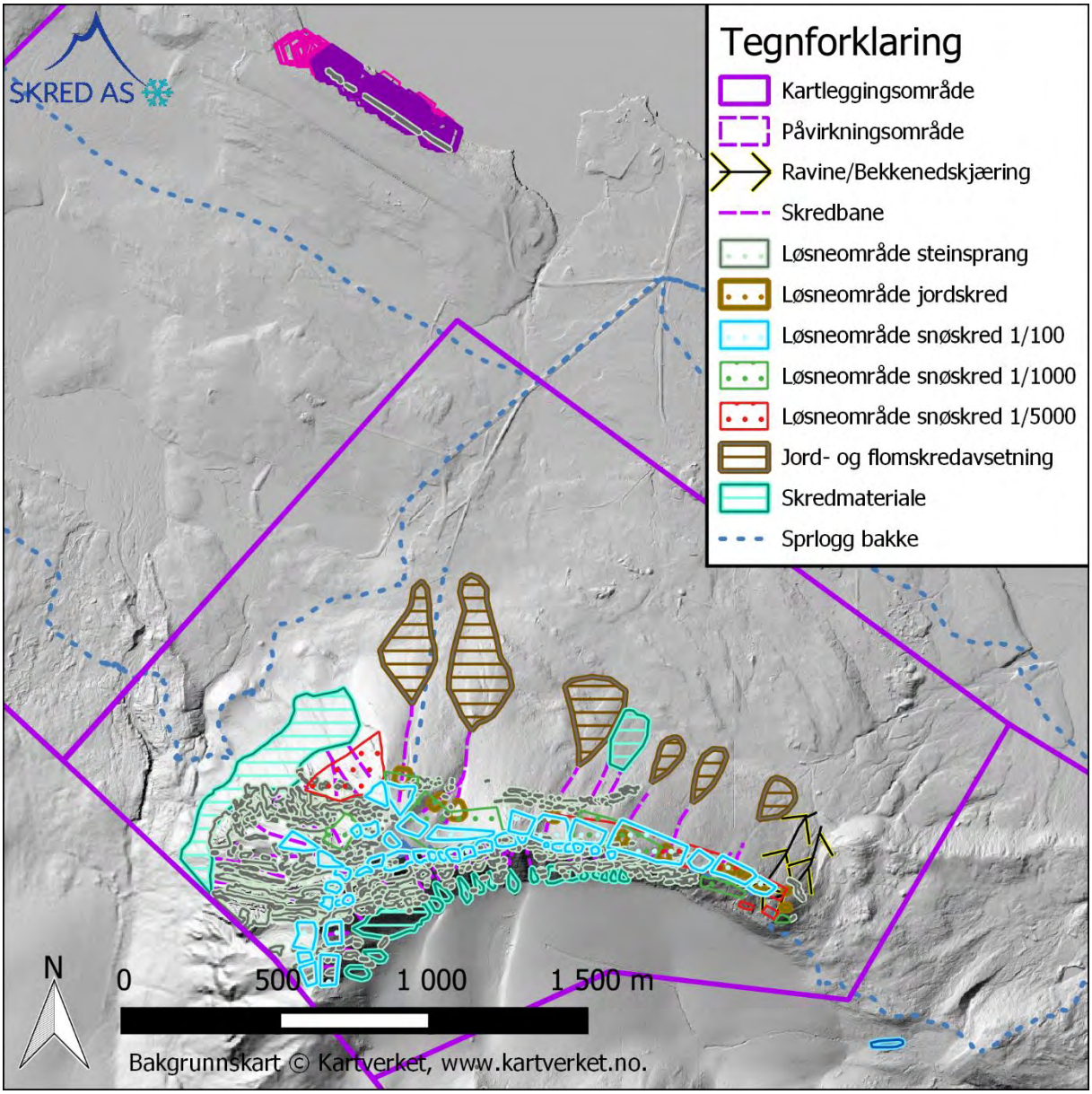


Figur 15: Bildet som viser den nordvendte siden av Zeppelinfjellet, hvor det er tegn til løsmasseskredaktivitet. Bildet er tatt på befaring. Gul stiplet linje er skredløpet og hvit stiplet linje er antatt løsneområde.

4.2 Vurdering av skredfare

Som en del av terrenganalysene er et skyggekart utarbeidet fra terrengmodellen med 1 m x 1 m oppløsning (Figur 16). Skyggekartet er en gjengivelse av terrengoverflaten uten vegetasjon og bygninger, og brukes for å avdekke morfologiske elementer som ellers er veldig vanskelig å observere.

Registrering av geologiske og geomorfologiske elementer som har betydning for skredfareutredningen er gjort ved studering av kartgrunnlag, samt befaring, og er oppsummert i Figur 16.

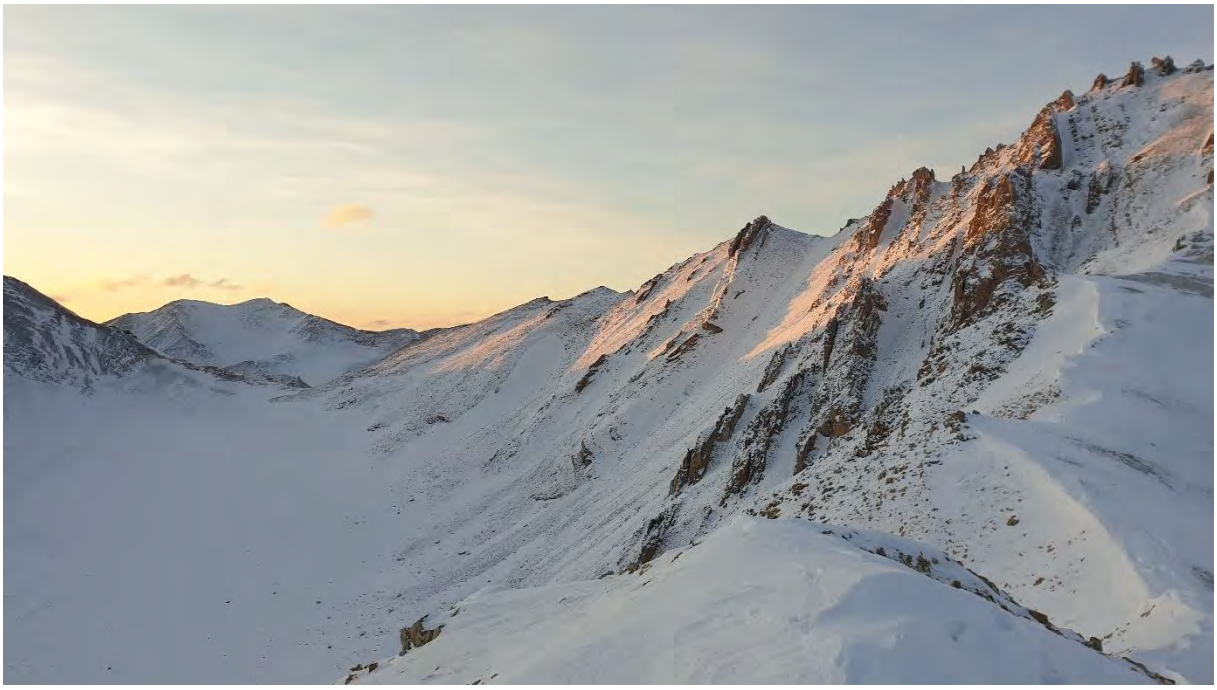


Figur 16: Registreringskart område 2

4.2.1 Steinsprang

Både nord- og sørsiden av Zeppelinfjellet har flere partier brattere enn 45°, og dermed flere potensielle løsneområder for steinsprang. Dette gjelder spesielt den nordvestvendte delen av fjellryggen og sørsiden ned mot Vestre Lovénbreen. På befaring fikk vi fra ryggen på Zeppelinfjellet god oversikt over potensielle løsneområder for steinsprang ned mot breen. Det lå flere steinsprangblokker på breen. Det var også synlig at det foregår transport av forvitringsmateriale ned mot og på breen i renneformasjonene, som danner mindre vifter på

breen. Denne transporten er antageligvis en kombinasjon av ulike skredprosesser med ulikt innhold av vann og ev. snø.



Figur 17: Bildet viser steinsprangblokker og avsetninger fra de bratte fjellsidene ned mot Vestre Lovénbreen. Bildet er tatt fra ryggen på Zeppelinfjellet, like øst for toppen av taubanen, på befaring.

Beregningsresultatene på sørsiden av Zeppelinfjellet viser en utløpslengde ned på breen, noe som stemmer med observasjoner. I den nordvestvendte delen av Zeppelinfjelelt viser modellen utløp til terrenget flater ut fra de laveste løsneområdene mens steinsprang fra de høyere løsneområdene stopper i fjellsiden. Resultater fra de mindre skrentene på nordsiden av fjellet viser at steinsprang fra ryggen stopper i fjellsiden. Resultatene er vist i vedlegg B2.

Steinsprang er en aktiv prosess i fjellsidene, men har trolig betydelig kortere rekkevidde enn snøskred, som vi mener er skredtypen med lengst rekkevidde langs det meste av fjellsidene. I et brattere parti på sørsiden av Zeppelinryggen er steinsprang dimensjonerende.

4.2.2 Steinskred

Det er ingen strukturer i fjellsiden eller avsetninger som tilsier at steinskred kan være en aktuell prosess. Steinskred er derfor ikke vurdert nærmere.

4.2.3 Snøskred

Både nord- og sørsiden av Zeppelinfjellet, samt langs begge sider av ryggen, har terreng som i stor grad er brattere enn 25°, og dermed potensielle løsneområder for snøskred. Det er også utstikkende partier med fast fjell brattere enn 45°, hvor det er rimelig å anta at det ikke vil legge seg snø. Potensielle løsneområder er vist i registreringskart (Figur 16).

Det er tegnet løsneområder for snøskred med årlig sannsynlighet 1/100 i forsenkninger brattere enn 27°, der snø kan samle seg. I tillegg er det tegnet løsneområder med større areal, og mer konkave formasjoner for snøskred med årlig sannsynlighet 1/1000 og 1/5000. Zeppelinfjellet har mange renneformasjoner, og løsneområdene er typisk tegnet i toppen av disse, nær ryggen. Ruheten i løsneområdene er gjennomsnittlig (ur, mindre ujevnheter) og fordi vi vurderer at snøhøyden er større enn 0,6 meter har ruheten liten betydning for utløsning av snøskred (NVE, 2020a).

Løsneområdene på østsiden av Zeppelinfjellet med utløp ned mot Lovenbreen, er vendt i lo for dominerende vindretning. Vi vurderer derfor sannsynligheten for økt akkumulasjon av snø som følge av vindrift som liten her. Det samme gjelder de østligste nordvendte løsneområdene. Løsneområdene på vestsiden av Zeppelinfjellet ligger i le for dominerende vindretning og vi vurderer derfor sannsynligheten for økt akkumulasjon av snø som følge av vindrift som større, og har derfor lagt det til grunn ved utførte modelleringer og vurdering av sannsynlig utløp. Det samme gjelder de nordvendte konkave formasjonene på Zeppelinfjellet.

Som hjelp til å vurdere rekkevidde av dimensjonerende snøskred, har vi utført beregninger med snøskredmodulen i RAMMS. Dimensjonerende bruddkanter for de ulike løsneområder for snøskred med årlig sannsynlighet på hhv. 1/100, 1/1000 og 1/5000 følger beskrivelsen gitt i avsnitt 2.8.1 og er vist i Tabell 4. Arealet av løsneområdene er differensiert for de tilsvarende årlige sannsynligheter. Utvalgte beregningsresultater for skred med årlig sannsynlighet 1/1000 er vist i vedlegg A2. Beregninger og løsneområder for 1/100 og 1/5000 finnes digitalt.

Beregningene viser at snøskred med årlig sannsynlighet 1/1000 og lavere vil kunne gjøre skade på taubanehuset. Området under taubanen er utsatt for snøskred med årlig sannsynlighet 1/100 og høyere. Området under taubanen ligger i le for dominerende vindretning fra SØ som kan bygge opp større flak her. Løsneområdet ligger imidlertid litt nede i fjellsiden og en del snø vil kunne avsettes i forsenkningen sørøst for taubanen før det når området under taubanen.

4.2.4 Flomskred

Vi vurderer sannsynligheten for flomskred som lav. Dette er på grunnlag av at vi ikke har observert bekkeløp i terreng brattere enn 15°. I forbindelse med avrenning fra breene, hvor terrenget er i stadig endring, kan det oppstå mindre flomskred/flom med en del massetransport i forbindelse med økt vannføring i smeltesesongen. Det er naturlig for en breelvslette, og sedimenttransporten kan foregå over hele breelvsletta. Dette er ikke en skredprosess, men det anbefales ikke å bygge i disse områdene. Da bekke/elveløpene ned fra breene generelt har lav gradient vurderer vi faren for flomskred som liten.

Ned fra fjellsidene er det flere forsenkninger på alle sider av Zeppelinfjellet hvor vann kan konsentreres, og hvor løsmasser er tilgjengelig. Det er imidlertid ikke betydelige nedbørsfelt som kan drenere ned i disse forsenkningene og vi vurderer derfor at en eventuell skredbevegelse vil ligne mer på jordskred. Dette stemmer også godt overens med

befaringsobservasjoner og studering av kartgrunnlag, hvor avsetninger i bunn av forsenkningene stort sett er lobe-formet og ikke har tydelige leveer. Dette tyder på at en skredprosess drevet av mindre vann er mer sannsynlig, men en kombinasjon av flom- og jordskred kan være mulig i flere av skredløpene ved snøsmelting. Dette er tatt høyde for i vurderingen av jordskred.

Årlig sannsynlighet for flomskred vurderes som mindre enn 1/5000.

4.2.5 Jordskred

Som beskrevet i kapittelet om flomskred, er jordskred en mer sannsynlig prosess i fjellsidene i område 2. Det er løsmasser tilgjengelig, det er bratt nok (>20°), og det er tegn etter tidligere skred (Figur 16). Dreneringsanalysen viser at vann konsentrerer seg i forsenkninger, og det er også stort sett i bunn av forsenkninger at vi ser lober av løsmasseskredavsetninger.

Som hjelp til å vurdere rekkevidde av jordskred, har vi utført beregninger med RAMMS::Debris Flow (Bartelt, et al., 2017). Beregningene følger beskrivelsen gitt i avsnitt 2.9 og utvalgte resultater er vist i vedlegg C2. Beregningsresultatene stemmer godt overens med registrering av det vi tolker som avsetninger fra tidligere jordskred. Vi vurderer derfor jordskred som en prosess med sannsynlighet høyere enn 1/100, med lavere sannsynlighet for lengre utløp. Med bakgrunn i størrelsen på viftene, er det rimelig å anta at de beregnede jordskredene tilsvarer en hendelse med årlig sannsynlighet mellom 1/100 og 1/1000. Dette er lagt til grunn ved tegning av faresonene ved å skjønnsmessig vurdere utløp mot sannsynlighet. Det er kun ved ett løp at jordskred er dimensjonerende skredtype for faresonen.

I utløpet av breen er det store ansamlinger morenemateriale. Skråningene på ansamlingene er betinget av å være tørre for å være stabile, og det vil kreve vurdering og eventuell beregning av geoteknisk stabilitet for å kunne fastslå om skråningen er geoteknisk stabil. På skyggekart er det synlige utglidninger i en del av disse skråningene. Da det ikke er lenge siden breen trakk seg tilbake, og det fortsatt kan være både smeltende is og vann i disse ansamlingene, vurderer vi den årlige sannsynligheten for utglidninger her som større enn 1/1000, men mindre enn 1/100. Det er tegnet faresoner i forbindelse med disse skråningene iht. NVEs veileder for kartlegging av skredfare i bratt terreng (NVE, 2020a). Det vil si at for faresone 1/1000 er avgrensningen 5 meter inn på toppen av skråningen, og for 1/5000 er avgrensningen 10 meter inn på toppen av skråningen. Veilederen sier ikke noe om avgrensning av utløp for denne type skråninger, og anbefalingen om å tegne faresoner i toppen av skrentene er, slik vi forstår det, ment for å unngå bygging på toppen av slike skråninger. I praksis vil høyden av skråningen ha noe å si for skadepotensialet i nedkant, og vi vurderer mindre utglidninger fra denne typen skråninger (høydeforskjell typisk 10 m) er begrenset. Vi vurderer det derfor som riktig å avgrense disse faresonene til selve skrenten, hvor 1/1000-faresonen stopper ca. der terrenget blir slakere enn 25° og 1/5000 der terrenget blir slakere enn 15°.

4.2.6 Sørpeskred

Det er ikke kjent sørpeskredhistorikk i Ny-Ålesund, men i Longyearbyen er det flere kjente sørpeskredhendelser de siste 100 årene. Skredene er forårsaket av intensiv smelting eller kraftig regn midtvinters, noe som også kan forekomme i Ny-Ålesund (kapittel 2.5). Topografien i løsneområdene og skredbanene for de kjente hendelsene i Longyearbyen er imidlertid ulik fra topografien rundt Ny-Ålesund. Rundt Ny-Ålesund er det eksempelvis ingen større forsenkninger/mindre dalformasjoner som Vannledningsdalen, eller bekkeløp med betydelig nedslagsfelt som ved Skjæringa ned fra Sverdruphamaren.

Det er forsenkninger i terrenget i form av tydelige og mindre tydelige renneformasjoner på Zeppelinfjellet. Disse har imidlertid ikke slakere partier, myrer eller innsjøer som kan føre til oppdemming av vann i snødekket. Bortsett fra breene, er det heller ikke større nedslagsfelt som drenerer inn i forsenkningene. Det er ikke observert avsetninger fra sørpeskred på befaring eller ved studering av skyggekart og flyfoto. Avsetninger fra sørpeskred kan være vanskelig å observere, særlig i et terreng preget av smeltevannselver og breer som endrer geomorfologien i området fra år til år.

Vi vurderer derfor faren for sørpeskred som mindre enn 1/5000.

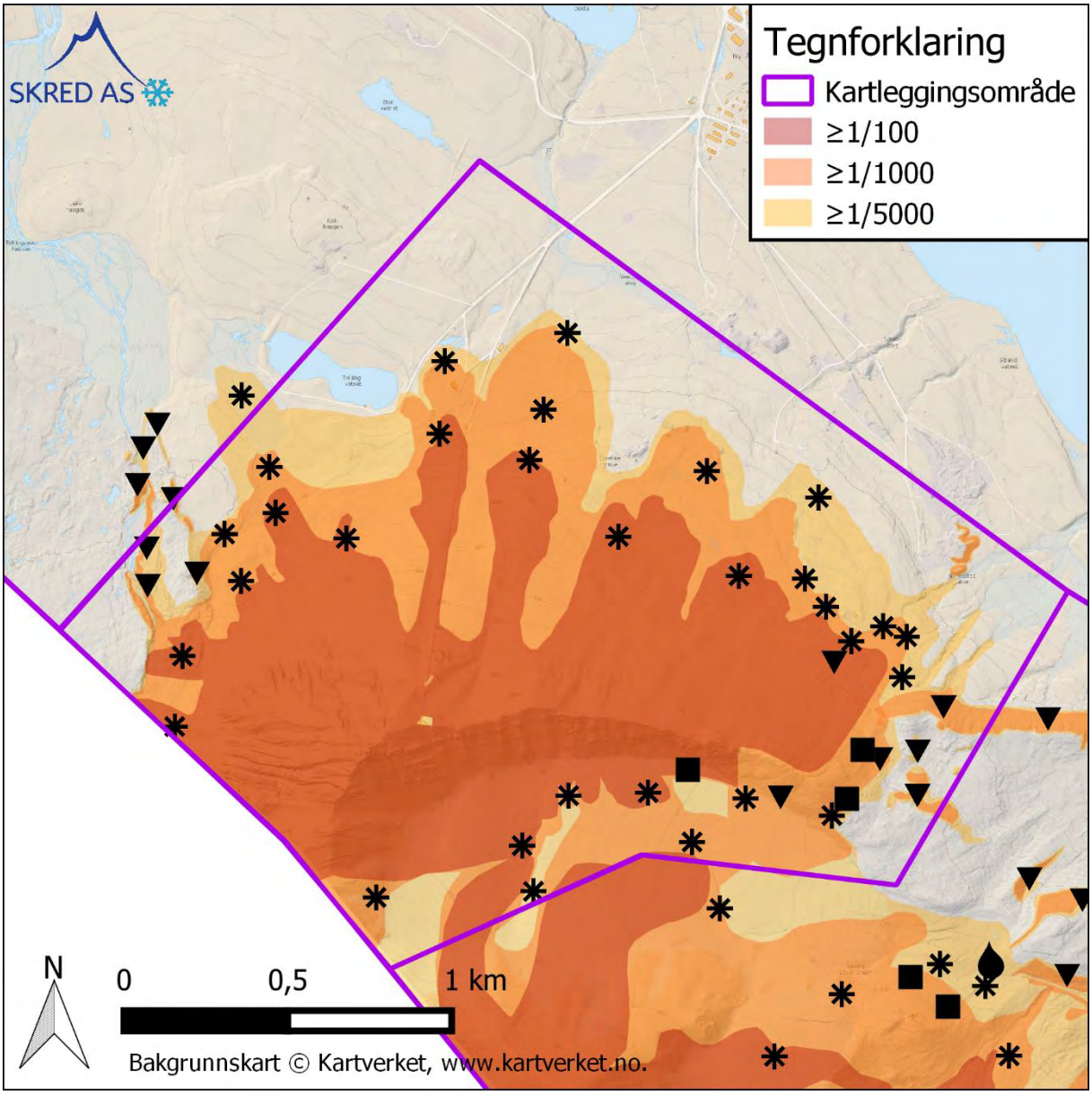
4.2.7 Sekundærprosesser

Ingen.

4.3 Samlede faresoner for skred

Samlede faresoner for skred for område 2 er vist i Figur 18. Langs fjellsidene er snøskred stort settdimensjonerende for faresonene. Jordskred og steinsprang er også relevante skredtyper. I et brattere parti på sørsiden av Zeppelinryggen er steinsprang dimensjonerende.

Området under taubanen ligger i faresone 1/100, og vi vurderer at skred med sannsynlighet 1/1000 og lavere også kan nå taubanehuset. Det er ikke definert hvilken sikkerhetsklasse som gjelder for taubanehuset, men slik vi har forstått det er taubanen i bruk stort sett hver dag hele året og at hvis den stopper er man avhengig av å kunne fire seg ned til bakkenivå. Våre vurderinger er gjort for store naturlige utløste skred. Akseptert risiko for opphold i de fleste type bygninger er satt av NVE. Risikoaksepten for en tur i taubanen er ikke satt.



Figur 18: Samlede faresoner for skred for kartleggingsområde 2.

4.4 Mulighet for å redusere faresonene

I utgangspunktet er det tegnet sammenhengende faresoner på begge sider av Zeppelinfjellet, inkludert toppen av fjellet og fjellryggen. Det kan likevel finnes områder langs fjellryggen som ligger utenfor faresonene. I disse områdene kan det være trygt nok å bygge, som der forskningsstasjonen og mast for taubanen er plassert. Risikoen for at skred utgjør en betydelig fare for sikkerheten i bygg i denne sonen vil først og fremst være knyttet til utglidning av området der bygningen er plassert. Risikoen kan derfor i noen tilfeller også reduseres tilstrekkelig ved prosjekteringen av selve bygget. Ved planlegging av bygging langs fjellryggen kan vi bistå med mer detaljerte vurderinger for hensiktsmessig plassering og utførelse av eventuelle bygg.

For tiltak regulert av TEK10 må sikringstiltak som gjennomføres være fysiske. Taubanen er ikke regulert av TEK10 og andre typer tiltak kan vurderes. Når fjellsiden under taubanen er snøkledd bør det utvises varsomhet ved eventuell nedfiring av personer i skredbanen under taubanen. Sannsynligheten for at snøskred løses ut ved liten tilleggsbelastning (for eksempel en person) er generelt mye høyere enn for naturlig utløste skred (som er det vi har vurdert) og avhenger av snødekket der og da. For å ivareta sikkerheten til personell som reiser opp og ned med banen om vinteren kan et alternativ derfor være å følge med på snødekket og for eksempel innarbeide midlertidige tiltak angitt i en beredskapsplan.

5 Scheteligfjellet

5.1 Områdebeskrivelse

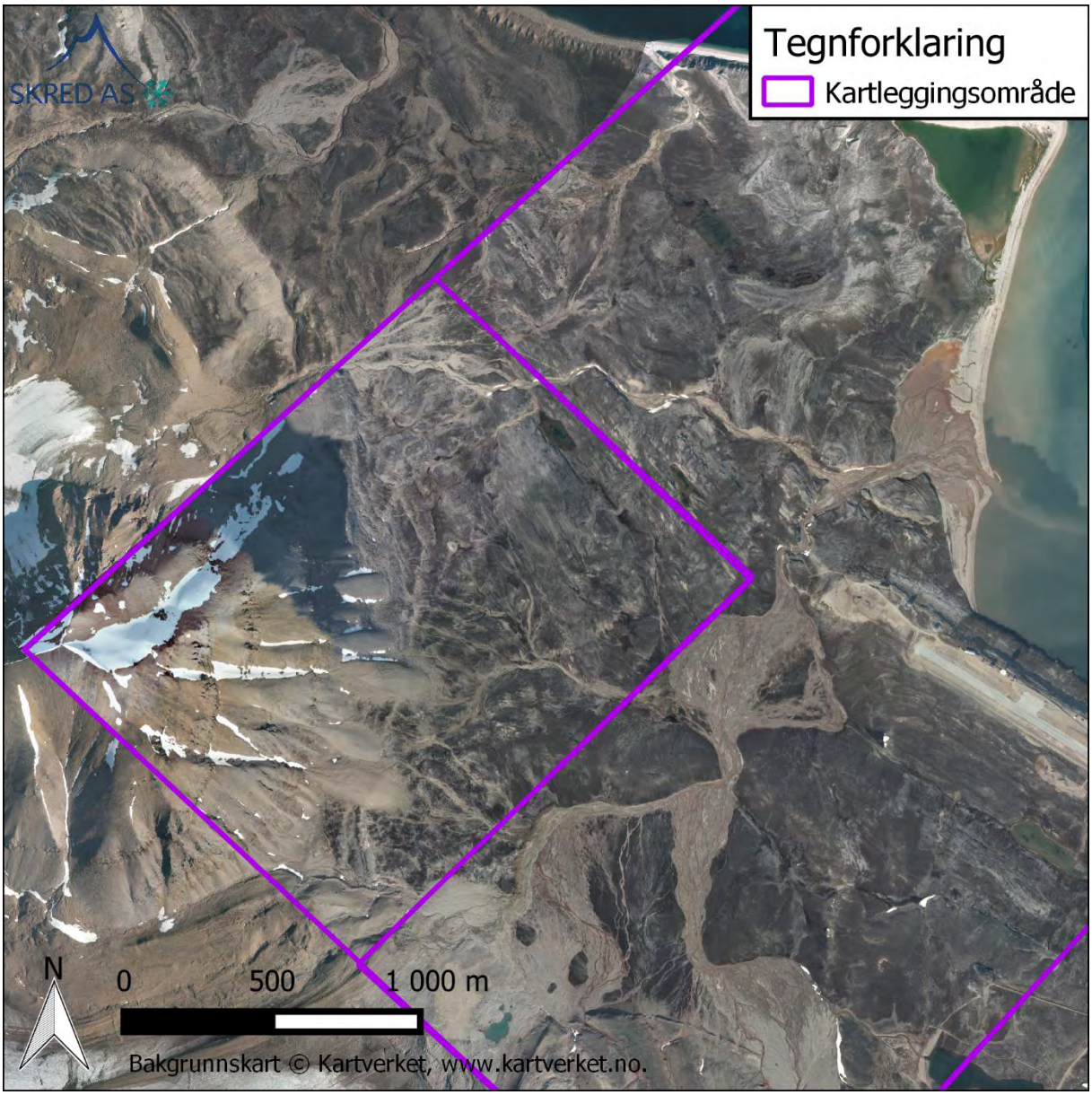
Scheteligfjellet ligger sørvest for flyplassen. Det er ingen bygninger eller annen infrastruktur i dette kartleggingsområdet. Figur 19 og Figur 20 viser oversiktsbilder av Scheteligfjellet.

Figur 19: Scheteligfjellet sett fra sørøst. Bildet er tatt på befaring.

Figur 20: Scheteligfjellet sett fra nord. Bildet er tatt på befaring.

5.1.1 Flyfoto

På tilgjengelig flyfoto fra Norsk Polarinstitutt sin WMS tjeneste (Polarinstituttet, 2022), er det skygge i de nedre deler av de nordøstvendte sidene av Scheteligfjellet, Figur 21. Resten av kartleggingsområdet har god kontrast i bildet. Tilgjengelige flyfoto er fra 2016 og har god oppløsning. Det er ingen tilgjengelige historiske foto på Toposvalbard.

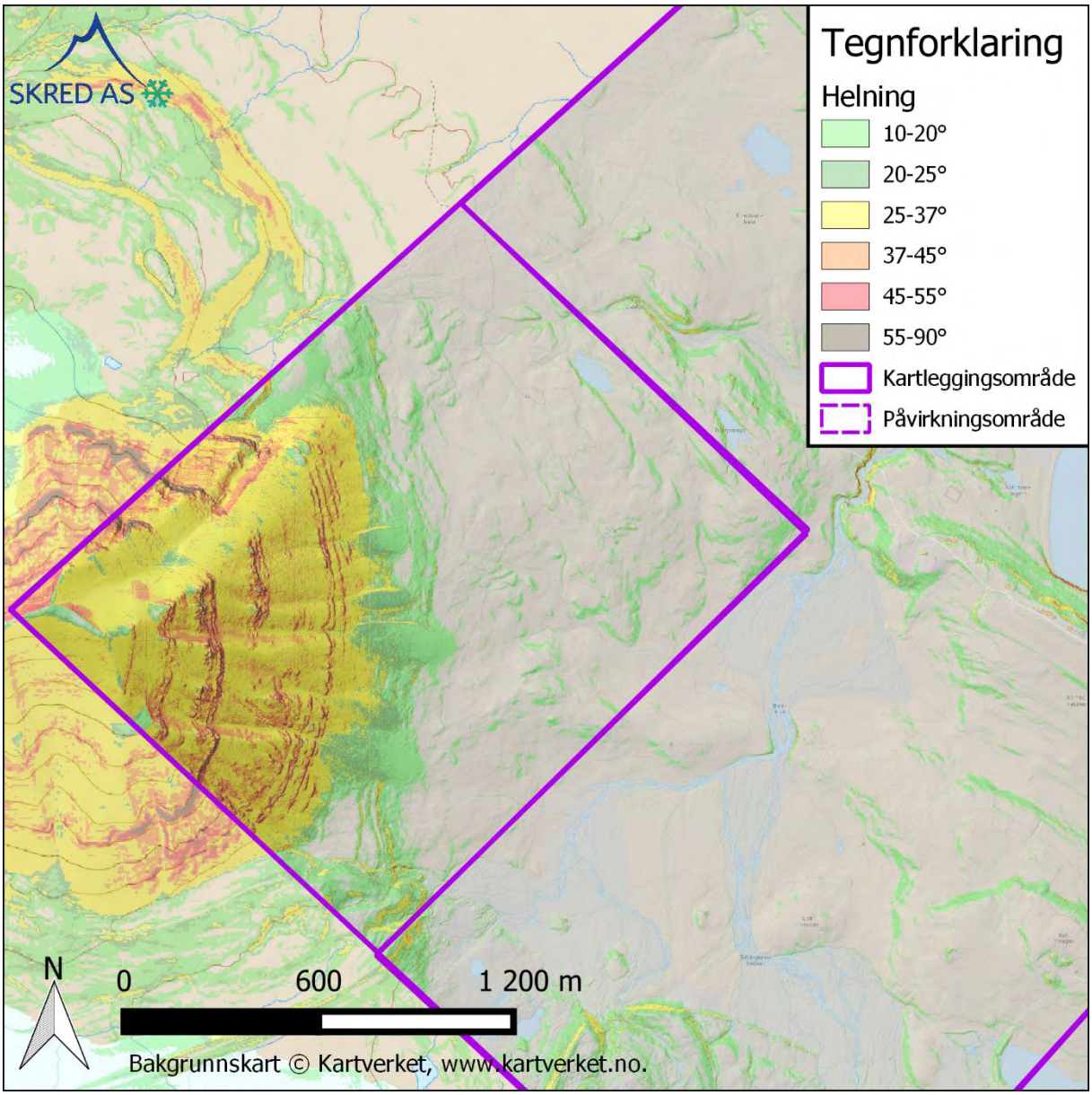


Figur 21: Flybilde av kartleggingsområde 3 Scheteligfjellet.

5.1.2 Topografi

Terrenghelning er beregnet fra en terrengmodell med 1 m oppløsning og vist i Figur 22. Toppen av Scheteligfjellet ligger 693 moh. Den øst og norøstvendte siden av Scheteligfjellet er i kartleggingsområde og har en høydeforskjell på ca. 690 meter. Fjellsidene er stort sett brattere enn 25° fra 30 moh. og opp til toppen av fjellet. Den nordøstvendte delen av fjellet er en bred renneformasjon, stort sett 25-37° bratt. Den østvendte delen av fjellet består av

brattere bånd av fast fjell opp mot 55-90° bratt avbrutt av partier 25-37° bratt. Vinkelrett på disse bratte båndene av fast fjell er det renneformasjoner. Disse er i stor grad 25-37° bratt, og enkelte steder noe brattere. Nedre del av fjellsiden preges av vifteformasjoner som er slakere enn resten av fjellsiden, og i stor grad 10-25°. Ved utløpet av viftene er terrenget nærmest flatt.



Figur 22: Terrenghelning i kartleggingsområde 3: Scheteligfjellet

5.1.3 Geologi

Fjellsiden består av horisontale bånd med fast fjell, forvitringsmateriale, renneformasjoner og skredmateriale i bunn av disse. Den sørøstre delen av kartleggingsområdet består av morenemateriale.

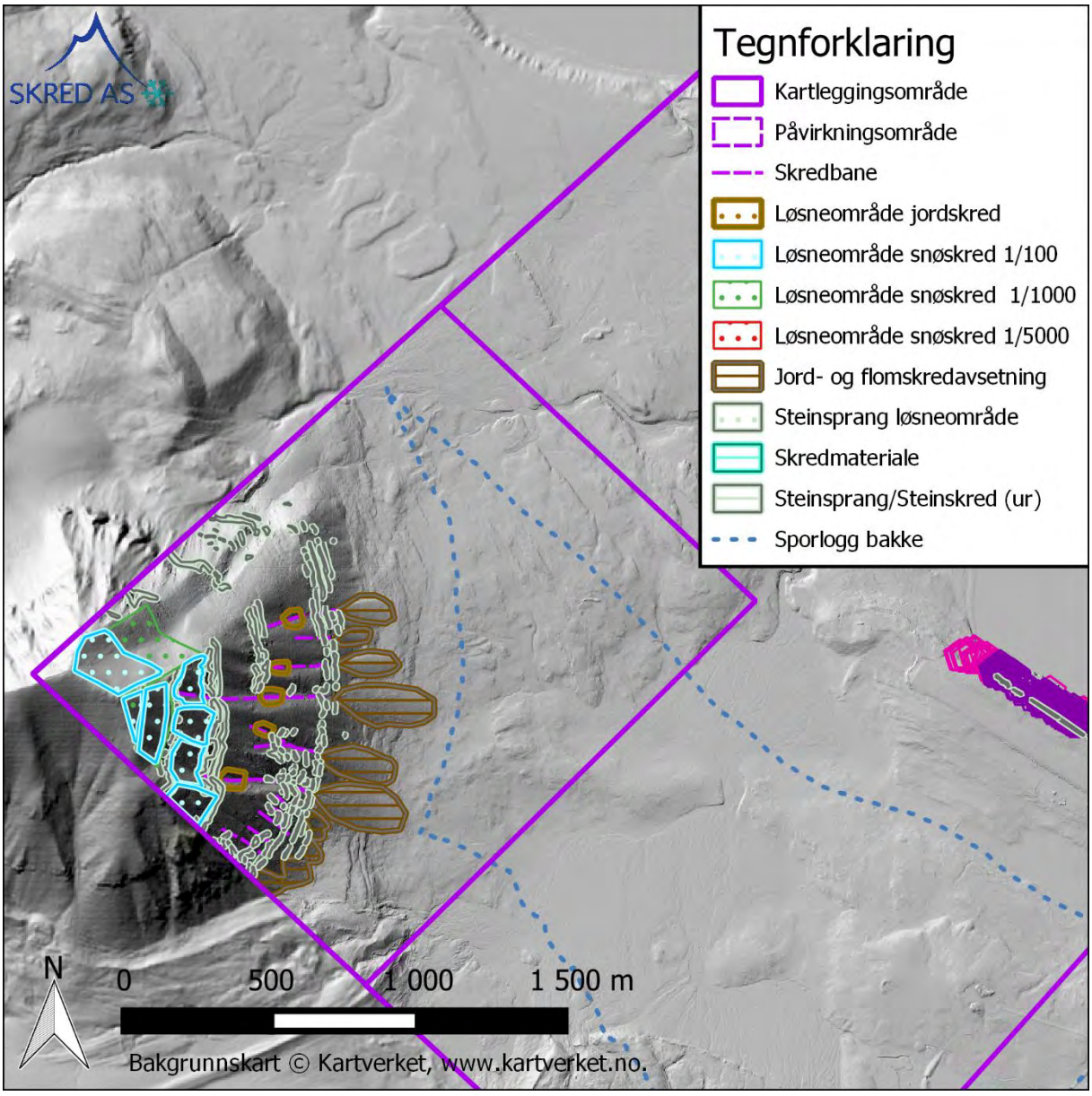
5.1.4 Historiske skredhendelser

Det er ikke registrert skredhendelser i NVE Atlas. Avsetninger i form av vifter i nedre del av fjellsiden vitner imidlertid om gjentatte løsmasseskred.

5.2 Vurdering av skredfare

Som en del av terrenganalysene er et skyggekart utarbeidet fra terrengmodellen med 1 m x 1 m oppløsning (Figur 23).

Registrering av geologiske og geomorfologiske elementer som har betydning for skredfareutredningen er gjort ved studering av kartgrunnlag, samt befaring, og er oppsummert i Figur 23.



Figur 23: Registreringskart område 3

5.2.1 Steinsprang

Det er flere partier brattere enn 45°, og dermed flere potensielle løsneområder for steinsprang. Dette gjelder bånd av brattere terreng i ulike høyder. På befaring ble det observert blokker i nedkant av disse brattere skrentene. Blokkene var avsatt på vifteformasjoner, som vi antar er dannet av mer vannrelaterte skredprosesser. Det er derfor mulig at disse blokkene er forvitringsmateriale som har blitt dratt med nedover fjellsiden av løsmasseskred, heller enn enkelte steinsprang. Det kan også være en kombinasjon.

Beregningsresultatene viser kort utløpslengde av steinsprangblokker. De kan fraktes lengre ved sekundære skredprosesser, men steinsprang i seg selv stopper i fjellsiden eller like i foten av fjellsiden. Resultatene er vist i vedlegg B3.

Steinsprang er en aktiv prosess i fjellsidene, men har trolig betydelig kortere rekkevidde enn snøskred, som vi mener er skredtypen med lengst rekkevidde. Mellom de nordligste skredløpene er det tegnet faresone for steinsprang da vi vurderer terrenget som for bratt for snøskred.

5.2.2 Steinskred

Det er ingen strukturer i fjellsiden eller avsetninger som tilsier at steinskred kan være en aktuell prosess. Steinskred er derfor ikke vurdert nærmere.

5.2.3 Snøskred

Store deler av fjellsiden har en helning som er gunstig for utløsning av snøskred. Den nordøstvendte renneformasjonen er stort sett 25-37° bratt. Her kan det potensielt løsne snøskred flere steder, men vi vurderer det som mest sannsynlig i toppen. I den østvendte siden er det også flere potensielle løsneområder, som vi vurderer har ulik sannsynlighet for å løsne. Dette er vist i registreringskart. Ruheten i løsneområdene er gjennomsnittlig (ur, mindre ujevnheter) og fordi vi vurderer at snøhøyden er større enn 0,6 meter har ruheten liten betydning for utløsning av snøskred (NVE, 2020a).

De ulike snøskredløpene i dette delområdet har nokså lik utforming med relativt jevne løsneområder, bratte skredløp med vifter av avsetninger fra tidligere skred i utløpet. Potensialet for medrivning vurderes som betydelig i øvre del av løpene og begrenset lengre ned. I nedre del består skredløpene i stor grad av bratte skrenter og løpene er smale, vi vurderer at det ikke vil legge seg betydelige mengder snø her. Det nordøstvendte skredløpet har en terrengformasjon som legger mer til rette for medrivning. Dette er tatt hensyn for ved å tegne løsneområdet større.

Som hjelp til å vurdere rekkevidde av dimensjonerende snøskred, har vi utført beregninger med snøskredmodulen i RAMMS. Dimensjonerende bruddkanter for de ulike løsneområder for snøskred med årlig sannsynlighet på hhv. 1/100, 1/1000 og 1/5000 følger beskrivelsen gitt i avsnitt 2.8.1 og er vist i Tabell 4. Arealet av løsneområdene er differensiert for de tilsvarende årlige sannsynligheter. Utvalgte beregningsresultater for skred med årlig sannsynlighet 1/1000 er vist i vedlegg A3. Beregninger og løsneområder for 1/100 og 1/5000 finnes digitalt.

Beregningene viser at snøskred kan nå ut over vifteformasjonene i nedre del av fjellsiden, med lavere sannsynlighet for lengre utløp. Det er tegnet faresoner med beregningene som grunnlag.

5.2.4 Flomskred

Vifteformasjonene i nedre del av fjellsiden tolker vi som at har blitt dannet av en mellomting mellom jord- og flomskred. På to av viftene virker det som de siste skredene som har gått, har inneholdt en del vann og at bevegelsen har lignet flomskred mer enn jordskred. Dette er på grunnlag av leveene som er vist i Figur 24.

Figur 24: Bildet viser leveer på en jord- og flomskredvifte i nedre del av Scheteligfjellet. Gul stiplet linje viser hovedandel av avsetninger fra det som tolkes som et flomskred. Bildet er tatt på befaring.

Skredløpet som er vist i Figur 24 har et større tilførselsområde for vann, og flomskred kan være mer sannsynlig her enn i de andre skredløpene. På grunnlag av rekkevidden av viftene ut fra fjellsiden sammenlignet med rekkevidden til avsetningene fra det observerte flomskredet, vurderer vi at flomskred ikke vil ha betydelig lengre rekkevidde enn jordskred (som er beskrevet i neste avsnitt). I dette området er snøskred dimensjonerende for faresonene.

I smelteperioder hvor vannføringen fra breelvene er stor, kan de frakte med seg betydelig med sedimenter inn i kartleggingsområdet. Det er naturlig for en breelvslette, og sedimenttransporten kan foregå over hele breelvsletta. Dette er ikke en skredprosess, men det anbefales ikke å bygge i disse områdene.

5.2.5 Jordskred

Som beskrevet i kapittelet om flomskred, er en kombinasjon av jordskred og flomskred sannsynlig prosess i fjellsidene i område 3. Det er løsmasser tilgjengelig, det er bratt nok (>20°), og det er tegn etter tidligere skred (Figur 23 og Figur 24). Dreneringsanalysen viser at vann konsentrerer seg i forsenkninger, og det er også stort sett i bunn av forsenkninger at vi ser lober av løsmasseskredavsetninger. Disse avsetningen er betydelig større enn i de andre delområdene.

Som hjelp til å vurdere rekkevidde av jordskred, har vi utført beregninger med RAMMS::Debris Flow (Bartelt, et al., 2017). Beregningene følger beskrivelsen gitt i avsnitt 2.9 og resultatene er vist i vedlegg C3. Beregningsresultatene stemmer godt overens med registrering av det vi tolker som avsetninger fra tidligere jordskred. Vi vurderer derfor jordskred som en prosess med sannsynlighet høyere enn 1/100, med lavere sannsynlighet for lengre utløp. Med bakgrunn i størrelsen på viftene, er det rimelig å anta at de beregnede jordskredene tilsvarer en hendelse med sannsynlighet mellom 1/100 og 1/1000. Dette er lagt til grunn ved tegning av faresonene ved å skjønnsmessig vurdere utløp mot sannsynlighet.

I utløpet av breen (sørvest i området) er det morenemateriale som står brattere enn 30 grader. Skråningene er betinget av å være tørre for å være stabile, og det vil kreve vurdering og eventuell beregning av geoteknisk stabilitet for å vurdere om skåningene er geotekninsk stabil. Da det ikke er lenge siden breen trakk seg tilbake, og det fortsatt kan være både smeltende is og vann i disse ansamlingene, vurderer vi sannsynligheten for utglidninger her som større enn 1/1000, men mindre enn 1/100. Sannsynligheten for jordskred her vil øke i perioder med mye smelting og stor vannføring, som gir erosjon i bunnen av skrentene. Det er tegnet faresoner i forbindelse med disse skråningene iht. NVEs veileder for kartlegging av skredfare i bratt terreng (NVE, 2020a). Det vil si at for faresone 1/1000 er avgrensningen 5 meter inn på toppen av skråningen, og for 1/5000 er avgrensningen 10 meter inn på toppen av skråningen. Veilederen sier ikke noe om avgrensning av utløp for denne type skråninger, og anbefalingen om å tegne faresoner i toppen av skrentene er, slik vi forstår det, ment for å unngå bygging på toppen av slike skråninger. I praksis vil høyden av skråningen ha noe å si for skadepotensialet i nedkant, og vi vurderer mindre utglidninger fra denne typen skråninger (høydeforskjell typisk 10 m) er begrenset. Vi vurderer det derfor som riktig å avgrense disse faresonene til selve skrenten, hvor 1/1000-faresonen stopper ca. der terrenget blir slakere enn 25° og 1/5000 der terrenget blir slakere enn 15°.

5.2.6 Sørpeskred

Det er ikke kjent sørpeskredhistorikk i Ny-Ålesund, men i Longyearbyen er det flere kjente sørpeskredhendelser de siste 100 årene. Skredene er forårsaket av intensiv smelting eller kraftig regn midtvinters, noe som også kan forekomme i Ny-Ålesund (kapittel 2.5). Topografien i løsneområdene og skredbanene for de kjente hendelsene i Longyearbyen er imidlertid ulik fra topografien rundt Ny-Ålesund. Rundt Ny-Ålesund er det eksempelvis ingen større forsenkninger/mindre dalformasjoner som Vannledningsdalen, eller bekkeløp med betydelig nedslagsfelt som ved Skjæringa ned fra Sverdruphamaren.

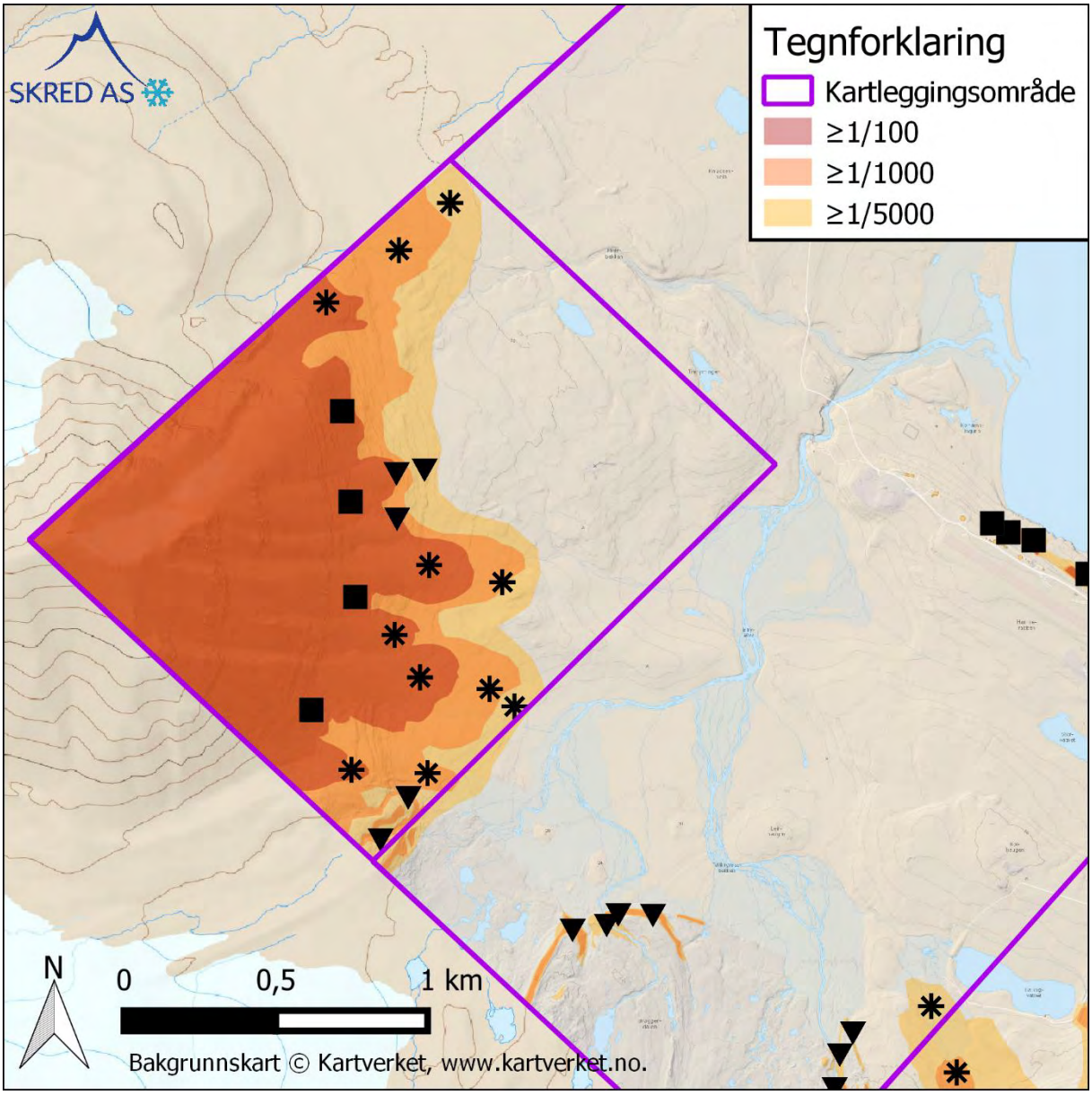
Det er forsenkninger i terrenget i form av tydelige og mindre tydelige renneformasjoner på nordøstsiden av Scheteligfjellet. Disse har imidlertid ikke slakere partier, myrer eller innsjøer som kan føre til oppdemming av vann i snødekket. Det er heller ikke større nedslagsfelt som drenerer inn i forsenkningene. Det er ikke observert avsetninger fra sørpeskred på befaring eller ved studering av skyggekart og flyfoto.

Brøggerbreen er i seg selv et stort nedslagsfelt, og sørpeskred i starten av smeltesesongen mens det fortsatt er snø i smeltevannselvene fra breen med mulighet for vannmetting kan skje. Vi vurderer sannsynligheten for dette som mindre enn 1/1000, men større enn 1/5000 og det er derfor tegnet faresone i forbindelse med smeltevannselvene i sørlige hjørne av kartleggingsområdet. Det er ikke modellert for å komme frem til faresonene fordi det er vurdert som lite hensiktsmessig på grunn av for store usikkerheter knyttet til resultatene når vi ikke har kjente hendelser/tegn på avsetninger å kalibrere mot (NVE, 2021).

5.3 Samlede faresoner for skred

Samlede faresoner for skred for område 3 er vist i Figur 25 under. Snøskred er dimensjonerende med unntak av steinsprang mellom snøskredbanene og jordskred i sørlige hjørne.

Sannsynlighet for Jøkullaup er ikke vurdert da vi ikke anser det som en skredprosess. Jøkullaup er en flom/oversvømmelse som resultat av bredemte innsjøer som brister.



Figur 25: Samlede faresoner for skred for kartleggingsområde 3.

6 Brøggerdalen, sentrum og kystlinja

6.1 Områdebeskrivelse

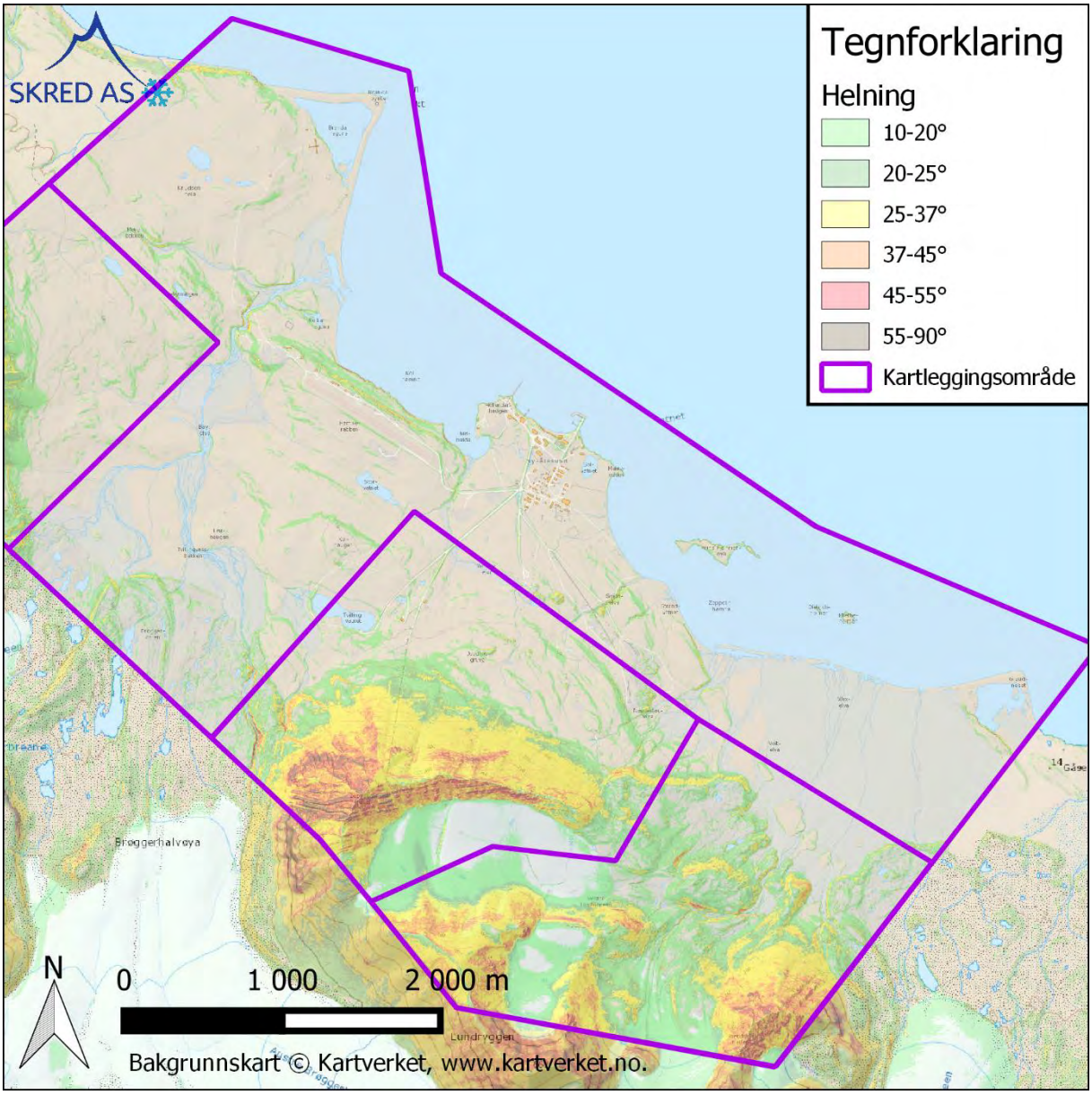
Kartleggingsområde 4 omfatter Brøggerdalen, som er området mellom Scheteligfjellet og Zeppelinfjellet, samt kystlinja, flyplassen og sentrum av Ny-Ålesund.

6.1.1 Flyfoto

På tilgjengelig flyfoto fra Norsk Polarinstitutt sin WMS tjeneste (Norsk Polarinstitutt, 2021a), er det god kontrast i bildet. Det er ingen tilgjengelige historiske foto på Toposvalbard.

6.1.2 Topografi

Terrenghelning er beregnet fra en terrengmodell med 1 m oppløsning og vist i Figur 22. Område 4 har ingen større fjellsider og dermed lite skredterreng. Kyststripa langs med flyplassen og ved havna har områder med nær vertikale skrenter i fast fjell.



Figur 26: Helningskart over område 4

6.1.3 Geologi

Foran utløpet av Vestre Lovénbreen, Austre og Vestre Brøggerbreen er det morenemateriale, og foran dette er det elveavsetninger. Det er større områder med forvitret fjell ved Tvillingvann, flyplassen og sentrum av Ny-Ålesund.

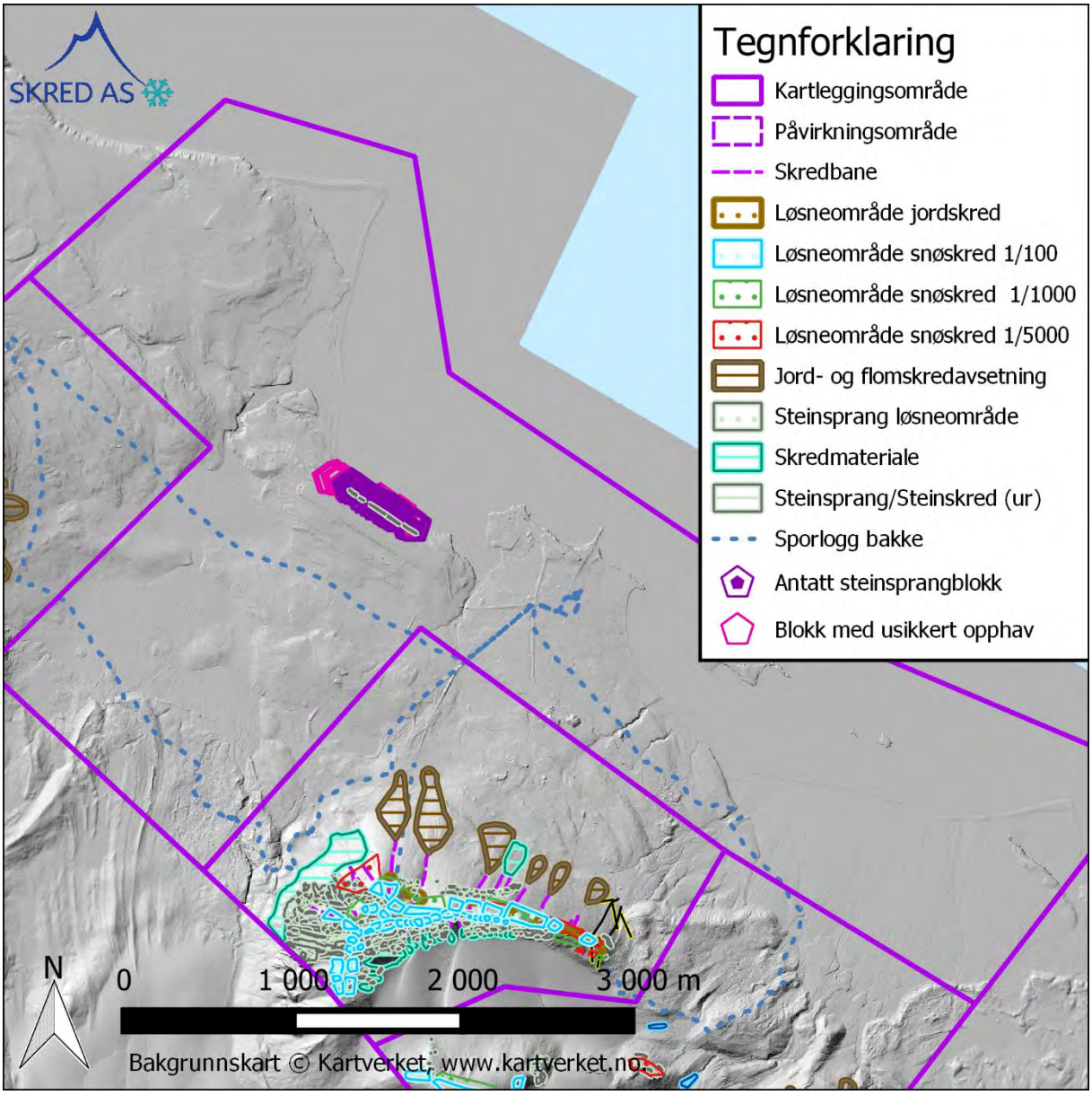
6.1.4 Historiske skredhendelser

I nasjonal skreddatabase (NVE, 2022) er det ikke registrert skred i området, og dette ble heller ikke observert på befaring.

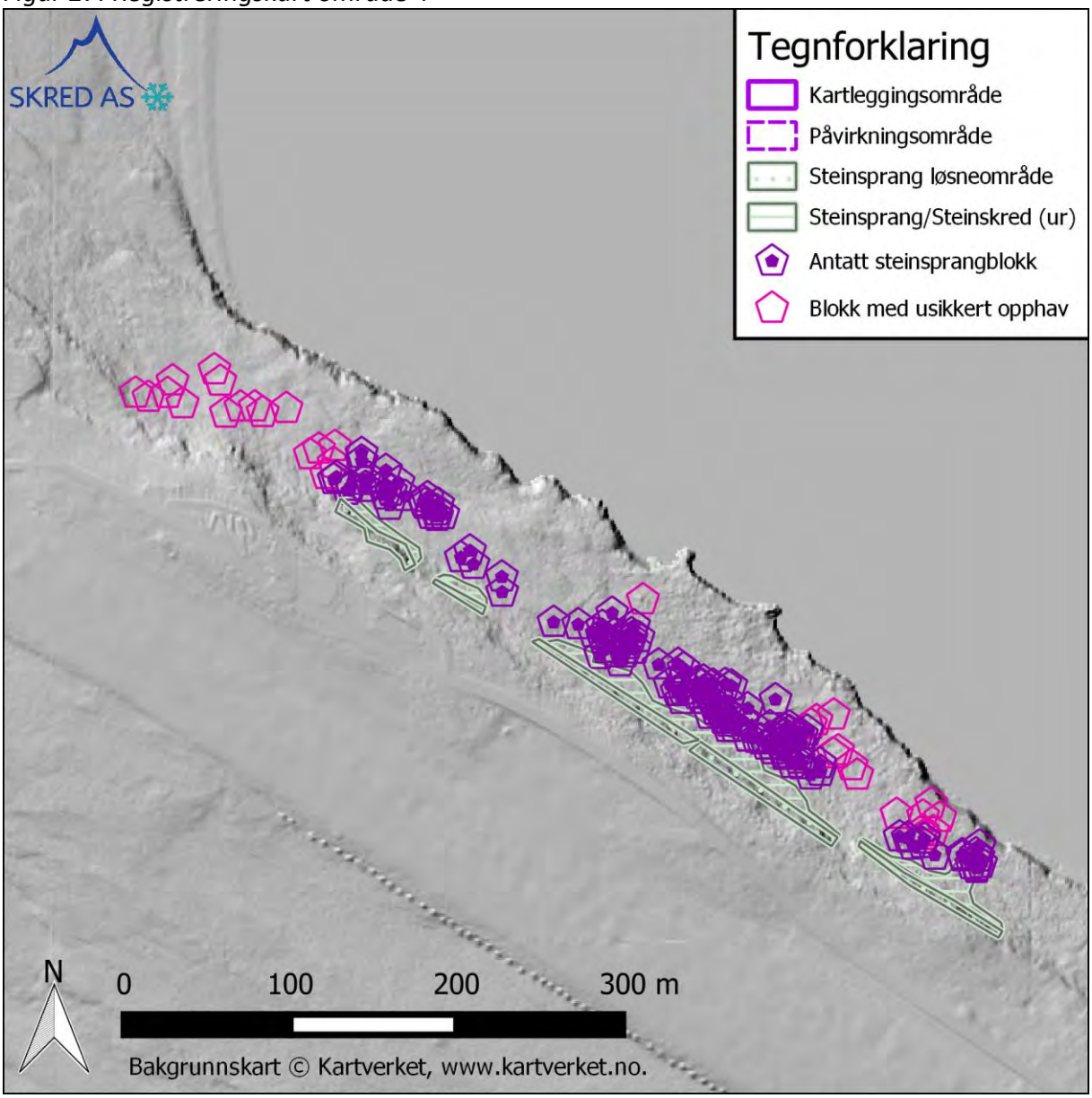
6.2 Vurdering av skredfare

Som en del av terrenganalysene er et skyggekart utarbeidet fra terrengmodellen med 1 m x 1 m oppløsning (Figur 23).

Registrering av geologiske og geomorfologiske elementer som har betydning for skredfareutredningen er gjort ved studering av kartgrunnlag, samt befaring, og er oppsummert i Figur 27 og Figur 28.


SKRED AS
Tegnforklaring
Kartleggingsområde
Påvirkningsområde
Skredbane
Løsneområde jordskred
Løsneområde snøskred 1/100
Løsneområde snøskred 1/1000
Løsneområde snøskred 1/5000
Jord- og flomskredavsetning
Steinsprang løsneområde
Skredmateriale
Steinsprang/Steinskred (ur)
Sporlogg bakke
Antatt steinsprangblokk
Blokk med usikkert opphav
N
0
1 000
2 000
3 000 m
Bakgrunnskart © Kartverket, www.kartverket.no

Figur 27: Registreringskart område 4



Figur 28: Registreringskart med høyere oppløsning, for å vise detaljene i registreringene hvor dette har betydning for skredfarevurderingen.

6.2.1 Steinsprang

Steinsprang langs kystlinja er sannsynlig på grunn av at terrenget er bratt nok, fjellet er oppsprukket og bølgeerosjon. Det er også en skrent ovenfor kystlinja, nedenfor flyplassen. I området mellom kystlinja og flyplassen ligger det en del blokker. Disse kan være fra planering av flyplassen, steinsprang som har skjedd pga. bølgeerosjon i tidligere tider hvor havet sto høyere, eller steinsprang fra skrenten. Ved å se på modelleringsresultater

kombinert med avsetninger har vi tegnet faresoner for 1/100, 1/1000 og 1/5000 i dette området.

6.2.2 Steinskred

Det er ingen strukturer i fjellsiden eller avsetninger som tilsier at steinskred kan være en aktuell prosess. Steinskred er derfor ikke vurdert nærmere.

6.2.3 Snøskred

Det er ikke større fjellsider som kan samle snø med utløp til kartleggingsområdet.

6.2.4 Flomskred

I smelteperioder hvor vannføringen fra breelvene er stor, kan de frakte med seg betydelig med sedimenter inn i kartleggingsområdet. Det er naturlig for en breelvslette, og sedimenttransporten kan foregå over hele breelvsletta. Dette er ikke en skredprosess, men det anbefales ikke å bygge i disse områdene.

6.2.5 Jordskred

I utløpet av breene er det morenemateriale som står brattere enn 30 grader. Skråningene er betinget av å være tørre for å være stabile, og det vil kreve vurdering og eventuell beregning av geoteknisk stabilitet for å vurdere om skåningene er geoteknisk stabile. Da det ikke er lenge siden breen trakk seg tilbake, og det fortsatt kan være både smeltende is og vann i disse ansamlingene, vurderer vi sannsynligheten for utglidninger her som større enn 1/1000, men mindre enn 1/100. Sannsynligheten for jordskred her vil øke i perioder med mye smelting og stor vannføring, som gir erosjon i bunnen av skrentene. Det er tegnet faresoner i forbindelse med disse skråningene iht. NVEs veileder for kartlegging av skredfare i bratt terreng (NVE, 2020a). Det vil si at for faresone 1/1000 er avgrensningen 5 meter inn på toppen av skråningen, og for 1/5000 er avgrensningen 10 meter inn på toppen av skråningen. Veilederen sier ikke noe om avgrensning av utløp for denne type skråninger, og anbefalingen om å tegne faresoner i toppen av skrentene er, slik vi forstår det, ment for å unngå bygging på toppen av slike skråninger. I praksis vil høyden av skråningen ha noe å si for skadepotensialet i nedkant, og vi vurderer mindre utglidninger fra denne typen skråninger (høydeforskjell typisk 10-20 m) er begrenset. Vi vurderer det derfor som riktig å avgrense disse faresonene til selve skrenten, hvor 1/1000-faresonen stopper ca. der terrenget blir slakere enn 25° og 1/5000 der terrenget blir slakere enn 15°.

6.2.6 Sørpeskred

Brøggerbreen er i seg selv et stort nedslagsfelt, og sørpeskred i starten av smeltesesongen mens det fortsatt er snø i smeltevannselvene fra breen med mulighet for vannmetting kan skje. Vi vurderer sannsynligheten for dette som mindre enn 1/1000, men større enn 1/5000 og det er derfor tegnet faresone i forbindelse med smeltevannselvene. Det er ikke modellert for å komme frem til faresonene fordi det er vurdert som lite hensiktsmessig på grunn av for store usikkerheter knyttet til resultatene når vi ikke har kjente hendelser/tegn på avsetninger å kalibrere mot (NVE, 2021).

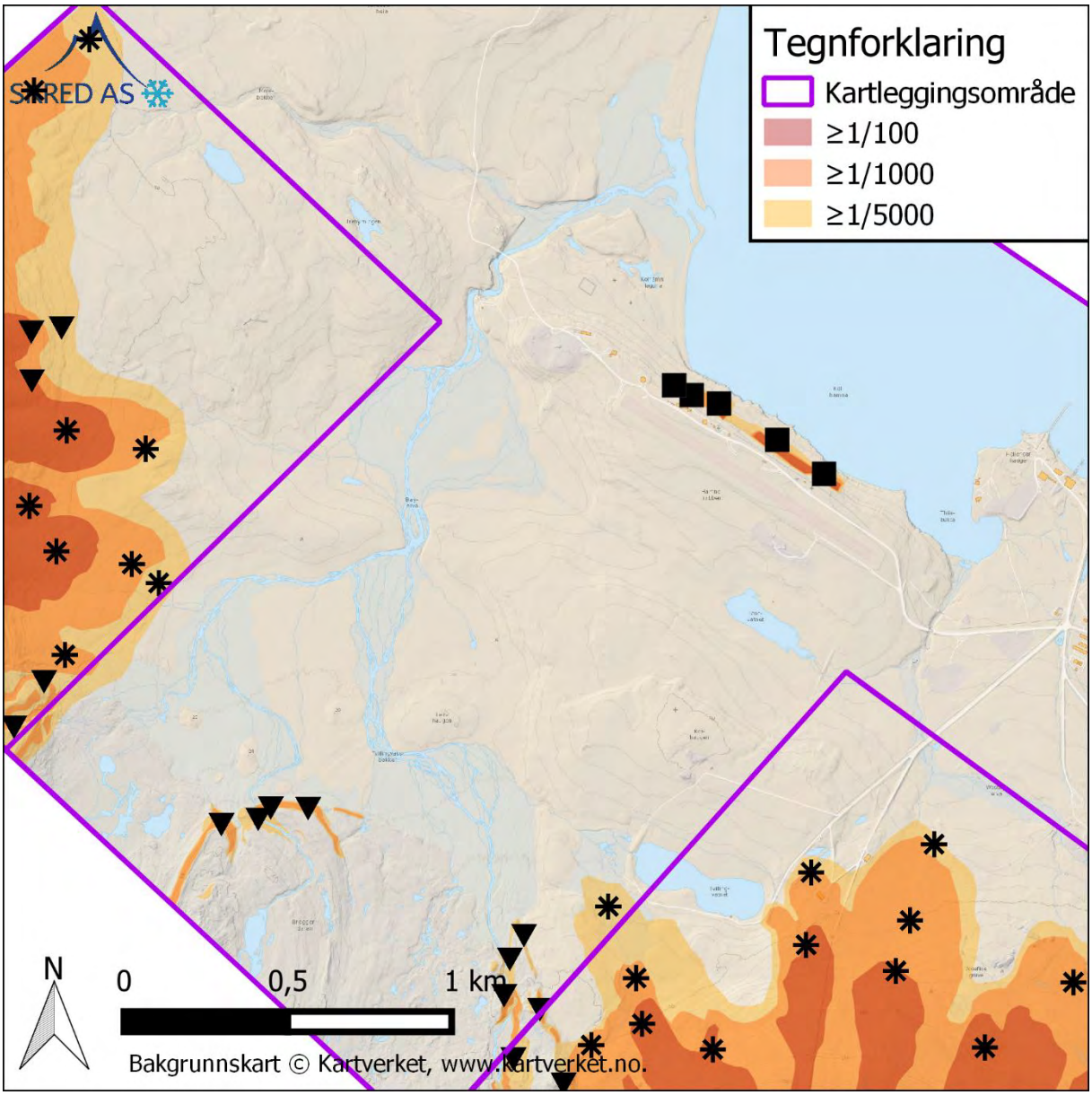
6.2.7 Sekundærprosesser

Ingen.

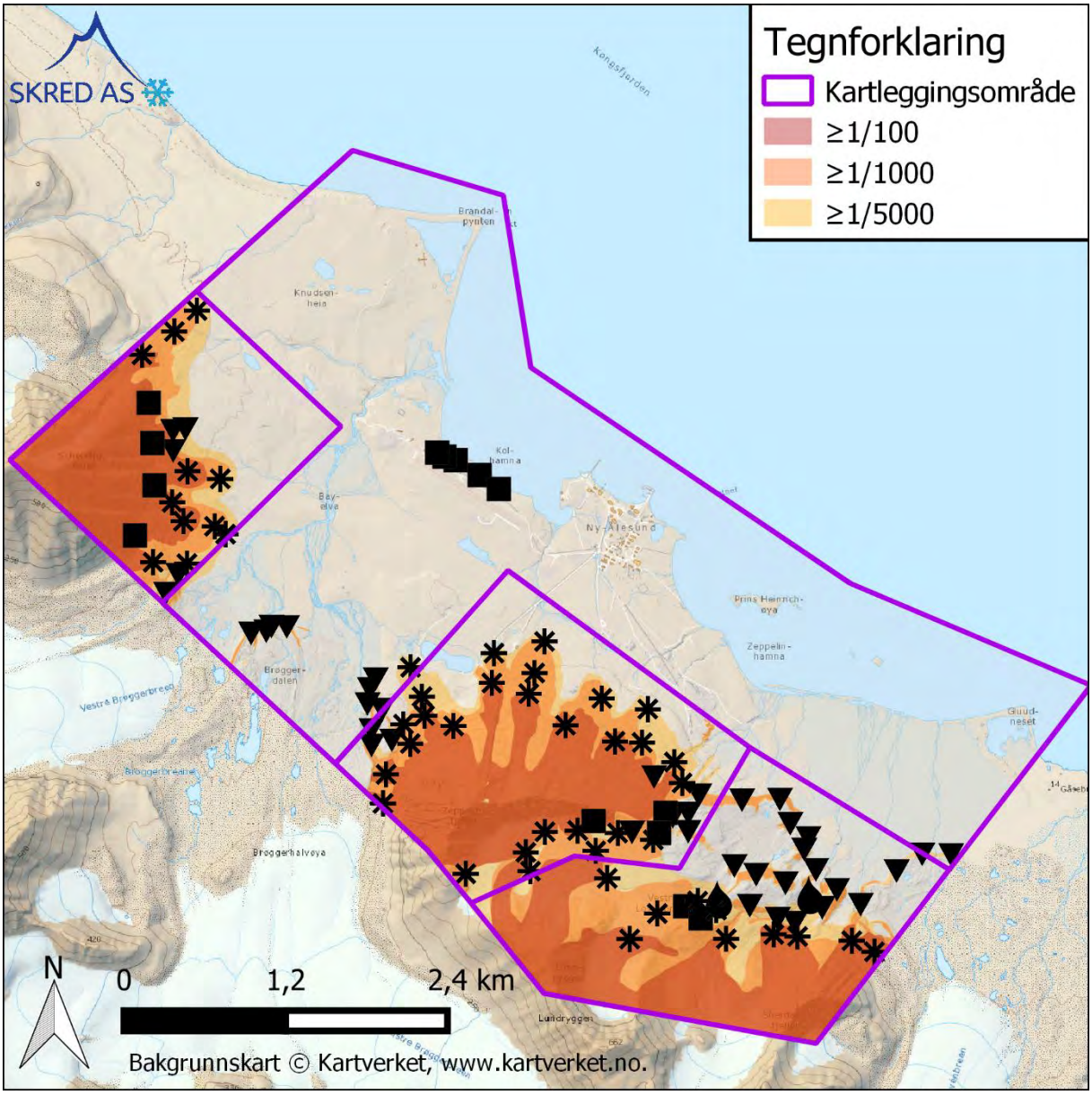
6.3 Samlede faresoner for skred

Det er tegnet faresoner i forbindelse med fare for utglidninger i løsmasseskråninger og steinsprang i området ved flyplassen, se Figur 29.

Sannsynlighet for Jøkullaup er ikke vurdert da vi ikke anser det som en skredprosess. Jøkullaup er en flom/oversvømmelse som resultat av bredemte innsjøer som brister.



Figur 29: Faresoner for skred ved flyplassen, og løsmasseskråninger.



Figur 30: Samlede faresoner for skred for alle kartleggingsområdene.

7 Konklusjon

Skred AS har utført en skredfarekartlegging for den nye arealplanen til Ny-Ålesund. Skredfarekartleggingen er utført i henhold til krav i TEK10 som er gjeldende på Svalbard, samt NVEs veileder «Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng». Kartleggingen er basert på feltbefaringer, modelleringsarbeid og skredfaglige vurderinger.

Det er faresoner for 1/100, 1/1000 og 1/5000 i kartleggingsområdet. Det er flere store fjellsider i kartleggingsområdet hvor dimensjonerende skredtype stort sett er snøskred. For mindre skrenter i løsmasser er dimensjonerende skredtype jordskred. I utløpet av Lovenbreen er sørpeskred dimensjonerende og for noen enkelte skrenter i fast fjell er steinsprang dimensjonerende.

Flomfare i forbindelse med elvene i kartleggingsområdet er ikke kartlagt. Det bør tas hensyn til flomfare ved bygging i nærheten av smeltevannselvene fra breene i området. Sannsynlighet for jøkullaup er heller ikke vurdert da vi ikke anser dette som en skredtype.

8 Referanser

Bartelt, P., Bieler, C., Bühler, Y., Christen, M., Deubelbeiss, Y., Grafy, C., . . . Schneider, M. (2017). *RAMMS::Debrisflow User Manual v1.7.0.*

Bartelt, P., Bühler, Y., Christen, M., Deubelbeiss, Y., Salz, M., Schneider, M., & Schumacher, L. (2017). *RAMMS::Avalanche user manual v. 1.7.0.* SLF/WSL.

Berthling, I. B. (2020). Analysis of the paraglacial landscape in the Ny-Ålesund area and Blomstrandøya (Kongsfjorden, Svalbard, Norway). *Journal of Maps*, ss. 818-833.

Dibk. (2016). *Byggteknisk forskrift (TEK10) med veiledning*. Hentet fra https://dibk.no/regelverk/tek/2/7/7-3/

Dobler, A., Førland, E., & Isaksen, K. (2019). *Present and future heavy rainfall statistics for Svalbard. Background-report for Climate in Svalbard, NCCS report.*

Dorren, L. K. (2015). Rockyfor3D (v5.2) revealed – Transparent description of the complete 3D rockfall model. *EcorisQ paper (www.ecorisq.org)*.

Miljøverndepartementet. (2013). *Klimatilpasning i Norge, Stortingsmelding.*

Norsk Klimaservicesenter. (2019). *Climate in Svalbard 2100 - a knowledge base for climate adaption.*

NVE. (2015). *Sammenligning av modelleringsverktøy for norske snøskred.*

NVE. (2020a). *NVE.no.* Hentet fra Sikkerhet mot skred i bratt terreng: https://www.nve.no/skredfarekartlegging/startsiden/?ref=mainmenu

NVE. (2020b). *FOU 80607 - RAMMS::Debris Flow for beregning av jordskred. Casestudier og anbefalinger for bruk.* NVE Eksternrapport nr. 20/2020.

NVE. (2022). *NVE Atlas*. Hentet fra https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#

Polarinstituttet. (2022). Hentet fra Kartdata fra Polarinstituttet: https://geodata.npolar.no/

Salm, B., Burkard, A., & Gubler, H. (1990). *Berechnung von fliesslawinen. Eine Anleitung fuer praktiker mit beispielen, Mitteilungen des Eidgenössischen Instituts für Schnee- und Lawinenforschung.*

Notat

Oppdragsgiver	Navn Kings Bay	Kontaktperson Hanne K
Oppdrag	Nummer og navn 21486 Svalbard, Ny-Ålesund – Skredfarekartlegging	Oppdragsleder Kristin Lome
Dokument	Nummer 21486-03-1 Utført av Kristin Lome	Dato 2022-04-07 Kontrollert av Sondre Lunde

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
1	2022-04-07	KL	SL	Notat til uavhengig kvalitetssikring av rapport 21286-01-1

Notat til kommentarene fra uavhengig kvalitetssikring av rapport nr. 21486-01-1

Sammendrag

Skred AS har utført en skredfarekartlegging for Ny-Ålesund (Skred AS rapport nr. 21486-01-1).

Ifølge NVEs veileder stilles det krav om uavhengig kvalitetssikring for alle skredfareutredninger som berører sikkerhetsklasse S3 i TEK17 §7-3.

Oppdragsgiver ba Multikonsult om å utføre kvalitetssikringen, og deres kommentarer til vår rapport er oppsummert i Multiconsults *rapport 10243339-RIGberg-NOT-001*. Skred AS setter pris på tilbakemeldingene og har nå rettet opp i avvikene og svart ut anmerkningene.

Våre kommentarer til avvikene, og hvordan de er svart ut og implementert i rapporten er oppsummert i tabellen under. Avvikene er delt i 4 kategorier med tilhørende kontrollstatus:

Kontrollstatus	Betydning
IG	Ikke godkjent, manglende samsvar/behov for avklaring
ANM	Kontrollert med anmerkning, godkjent med forbehold.
OK	Kontrollert og godkjent med ev. kommentar.
IR	Ikke relevant.

Vi forstår det slik at avvik IG skal endres og implementeres i rapporten, ANM kan endres og OK krever ikke endring. Vi har limt inn tabellene med avvik direkte fra Multiconsult sin rapport, og lagt til en kolonne hvor vi beskriver status på avviket.

Dette notatet er satt opp på samme måte som Multiconsults uavhengige kvalitetssikring, hvor første kapittel går på områdebeskrivelser og grunnlag og de følgende er per delområde.

1 Områdebeskrivelser og grunnlag – overordnet tilbakemelding

Gjelder	Kontrollstatus	Beskrivelse	Status
Grunnlags-materiale	OK	Målestokk for tilgjengelige geologiske kart er ikke beskrevet.	-
Feltarbeid	ANM	Utført av 2 personer mellom 15.-20.10.2021. Det er veldig store områder som skal kartlegges, og vi har forståelse at det ikke blir befart nøye i alle deler, særlig i områder som kanskje ikke er så aktuelle mtp videre utbygging. På grunn av den grove feltbefaringen kun til fots, ikke bruk av drone eller helikopter, samt til dels tynt dokumenterte registreringer basert på annet grunnlag, gir dette et usikkerhetsmoment i hvor nyaktig kartleggingen kan beskrives til å være. Usikkerhet knyttet til bl.a. manglende dekning av vurderingsområdet ved befaring bør etter vår vurdering i det minste synliggjøres i tekst.	Usikkerheten en grov feltkartlegging uten bruk av drone medfører er nå beskrevet i rapporten.
Klimadata	OK	Tilgjengelig materiale gjennomgått, usikkerhetene belyst. 3-døgns nedbør som snø er brukt videre til grunnlag for bruddhøyder i modellering av snøskred. Pga. mangel på dokumentasjon av tidligere skredhendelsestidspunkt har det ikke vært mulig å koble klimadata til vurdering av andre skredtyper.	
Skred-historikk	OK	Finnes lite data for historiske hendelser, noen «ferske» observerte skredavsetninger er omtalt.	

Modellering	ANM	Litt merkelig begrunnelse for at alfa-beta ikke er brukt. Dette er jo mulig å enkelt regne ut selv basert på GIS, og etter vår mening bør alfa-beta inkluderes i vurderingen for å ha sammenligningsgrunnlag for modellering av snøskred med lavere sannsynlighet. Begrunnelse av parameterbruk er ok, men savner en tabell el.l. som viser hvordan volumer er modellert i de ulike løsneområdene, i alle fall for de delene som presenteres i vedlagte RAMMS-modelleringskart (gjelder både jordskred og snøskred). Iht. veilederen skal dette presenteres. Per nå er det ikke mulig å koble de enkelte modellerte løsneområder til løsnetykkelse. Savner generelt også litt mer (kritisk) diskusjon ang. modelleringsresultater, særlig mtp hvordan usikkerhet ev. kan foreligge i resultatene i de enkelte vurderingsområdene. Per nå er alle modelleringene kun kvittert med «viser så og så lang utløpslengde».	Vi har lagt mer vekt på dynamiske modeller av følgende grunner: - Verken KAST eller GIS-løsning til NVE for den empiriske modellen alfa-beta er tilgjengelig på Svalbard, noe som gjør empirisk modellering tidkrevende og lite hensiktsmessig pga. neste punkt. - Alfa-beta er ikke kalibrert etter forhold på Svalbard. På grunn av fravær av skog er forholdene på Svalbard mer likt høyfjellsområder i Norge, som for eksempel Tyin. Både på Tyin og på Svalbard er det observert skred med langt lengre utløp enn alfa-beta modellering tilsier. Tabell over modellerte volumer finnes som attributt til shapefil med løsneområder. Løsnetykkelse og hva som er lagt til grunn for å beregne denne er beskrevet i tabell og tekst. Shapefil kan oversendes til oppdragsgiver, eller andre bedrifter på et senere tidspunkt, dersom det skulle være ønskelig.
Registrerings-kart	IG	Kartene har noe avvikende tegnforklaring ift. veilederen, men i dette tilfellet synes vi at det er delvis positivt fordi at leseren får lettere inntrykk av bl.a. sannsynlighetsnivå til vurdert løsneområde for snøskred. Flere av registreringskartene mangler tolkning av avsetninger eller registreringer som antas å spille en rolle videre ved tegning av faresoner. Disse må legges inn, og faresonene revideres slik at det kan knyttes et løsneområde til faresonen.	Hvis det menes mellom snøskredløpene så har vi nå i faresonekartet tydeliggjort at det enkelte steder er steinsprang som dimensjonerer faresonen, og tegnet løsneområder for dette i registreringskartene. Årsaken til at dette ikke var gjort tidligere er at snø- og løsmasseskredløpene går så tett at de i prinsippet vil møtes i bunn av fjellsiden de fleste steder. Der dette ikke er tilfellet, er det typisk fordi det er partier med skrenter (for bratt for snø- og løsmasseskred) mellom snø- og

			løsmasseskredløpene. Her hadde vi i utgangspunktet trukket faresonene mellom utløpene uten å beskrive hvorfor. Det er nå presisert. Hvis det menes de mindre løsmasseskrentene hvor vi har tatt utgangspunkt i veilederens 1, 5 og 10 meters-regel for hhv. 1/100, 1/1000 og 1/5000 så er det fordi det i prinsippet vil si å tegne løsneområder langs alle skrenter. Løsneområdene ville vært så små, men likevel så omfattende å tegne at vi mener dette er best å beskrive i tekst slik vi allerede har gjort. Vi har gått over registreringskartene og tegnet inn noe mer avsetninger. Dette har imidlertid ikke betydning for faresonene da snøskred er dimensjonerende i disse områdene og uansett går langt ut over der det er avsetninger fra andre skredtyper.
Faresoner	ANM	Slik vurderingsgrunnlag er fremlagt og faresonene tegnet i store deler av vurderingsområdene klarer ikke leseren å følge med på hva er begrunnelsen til faresonene i flere deler av kartlagte områdene. Vi er usikre på om skredfare er vurdert iht. veilederens krav til nøyaktighet. I tillegg stiller veilederen krav til at det reflekteres over skadepotensiale ved tegning av faresoner. Per nå knyttes beskrivelsene av vurderinger kun til potensiell utløpslengde, som i tillegg ser ut til å være tegnet med hovedvekt på modellering uten at det er diskutert noe om usikkerhet eller hvor realistiske de resultatene er.	Slik vi tolker denne anmerkningen er vurderingsgrunnlaget oppgradert (registreringskart) i hht. kommentarer fra Multiconsult i den uavhengige kontrollen. Gitt at vi nå har hevet grunnlaget basert på tilbakemeldingene fra den uavhengige kontrollen, vurderer vi at grunnlaget (klimaanalyse, modellering, registreringskart) er på et høyt nok nivå til å tilfredsstille veileders krav. Det er brukt en dynamisk modell som viser trykk, som kan omformes til å si noe direkte om skadepotensiale. Det er imidlertid viktig å være klar over hva parameteren trykk i RAMMS-

			beregningene egentlig viser, som er trykk mot en vinkelrett betongvegg, ikke nødvendigvis andre type bygg/formasjoner. Vi har derfor vært konservative ved bruk av modelleringsresultatene som hjelp til tegning av faresonene.
Skog	IR	Ikke relevant	
Presentasjon	ANM	Presentasjon av tekst er stort sett veldig fin og ryddig, figurer lesbare og teksten forståelig. Noen gjentakende kapitler som er kopiert fra et område til et annet i vurderingstekst, uten at det er noe ny tekst som kan vise hvilke lokale betraktninger som er gjort. Rapporten har kapittelinndeling og elementene som skal være tilstede iht. kravene i veilederen, til tross for at rapporten følger Skred AS sin egen mal. Imidlertid ser vi til dels mangler ift. dokumentasjonskrav mtp ulike skredtyper iht. veileder, dvs. hva som skal beskrives i vurderingstekst for de ulike skredtypene. Disse manglene er kommentert nærmere i de aktuelle områdene/punktene det gjelder. Lokale stedsnavn/fjelltopper/-rygger og daler kunne med fordel vært skrevet inn i oversiktskart for de ulike delområdene. I noen delområdevurderinger er det tatt med eget kapittel for sekundærprosesser. For å være konsekvent burde dette kapittelet inkluderes for alle områdene. Sekundærvirkninger av skred bør i utgangspunktet omtales innenfor vurdering av aktuelle skredtyper.	Dette punktet er svart ut for hvert av delområdene.

2 Vurdert delområde Sherdahlfjellet og Lund-ryggen

Gjelder	Avsnitt	Kontroll status	Beskrivelse	Status
Steinsprang	3.2.1	OK		
Steinskred	3.2.2	OK		
Snøskred	3.2.3	ANM	Forholdene ved løsneområdene, langs skredbanene eller utløpsområdene er manglende eller tynt beskrevet. Modelleringsresultater (og ev. usikkerhet knyttet til disse) er ikke diskutert.	Dette er nå beskrevet og diskutert nærmere. Vi har også lagt inn et avsnitt under delkapittel 2.8 hvor vi har beskrevet usikkerhetene ved snøskredmodelleringene som følge av at vi ikke har historiske hendelser i området å kalibrere mot.
Sørpeskred	3.2.6	ANM	Sjekk tekst ang. sannsynlighetsvurdering. Det er noen motsigende setninger her i slutten av kapittelet. Gjerne legg til beskrivelse av hvordan man har kommet frem til utbredelsen til faresonene da det ikke er gjort modellering (og hvorfor ikke modellert). Mangler også potensielle løsneområder i registreringskart.	Vi har gjort det klarere hva vi mener her og strøket en setning som ikke skulle være der. Løsneområder for sørpeskred tegnet, og begrunnelse for hvorfor ikke modellert gitt.
Jordskred	3.2.5	IG	Bør utredes/utdypes nærmere. Potensielle løsneområder og skredbaner er tynt beskrevet. Faresonekart viser langt flere områder der jordskred er dimensjonerende skredtype enn det som forekommer fra registreringskartet eller vurderingsteksten. Vurdering av stabilitetsforhold i løsmassene er ikke	Avsnitt om hvordan vi har vurdert faren for utglidninger i mindre løsmasseskråninger er nå inkludert. Skredløp hvor jordskred er dimensjonerende er tydeliggjort i faresonekart.

			dokumentert, heller ikke potensielle utløsende faktorer utenom ravinene som er modellert. «Det er kun ved ett løp at jordskred er dimensjonerende skredtype for faresonen, ellers er snøskred dimensjonerende langs fjellsidene.» Vi klarer ikke se hvor dette gjelder.	
Flomskred	3.2.4	OK	Områdene ved breelvslettene, der utbygging ikke anbefales, bør markeres i kart på et eller annet vis og/eller mist kommenteres i sammendraget slik at dette tas videre til hensyn i planprosess.	Kommentert i sammendrag.
Faresonekart	Figur 10, vedlegg D, kapittel 3.3	IG	Virker noe overordnete, lite nyanserte i store deler av området. Klarer ikke koble løsneområde til alle faresoner. Det er flere skråninger/områder som er farget med faresone uten at det er tegnet noen registreringer, beskrevet i teksten, eller lagt frem modelleringer ved disse områdene. Dette gir en følelse av at det kun er tegnet aktsomhetsområder (basert på helning?), og utredningen oppfyller ikke kravene til dokumentasjon og nøyaktighet av utredelsen iht. veileder (Fase 2 – Utføre oppdrag – 12.	Det stemmer, ved noen bratte områder har vi trukket faresonene mellom modellerte utløp fra to skredbaner. Her har vi nå tegnet løsneområder og knyttet faresonene direkte opp mot spesifikke løsneområder.

			Utrede samlet skredfare for samtlige skredtyper). Det er heller ikke mulig å spore til hvordan man har kommet frem til vurdering av flere av de faresonene verken fra vurdering av aktuell skredtype, eller kapittel for samlede faresoner.	
Modellering skart	Vedlegg A1, C1 og B	OK	Savner kobling til modellerte volumer (RAMMS snøskred og jordskred).	Som nevnt tidligere finnes dette som atributt til shapefil for løsneområder.
Reg.kart	Figur 8	IG	Antakelig mangler det en del elementer her, f.eks. sporlogg (som nok vises i neste kart) og flere løsneområder for jordskred som grunnlag for faresonene som er tegnet i store deler av kartleggingsområdet. Savner litt flere avsetninger i registreringskartet/tolkning av grunnlag for å underbygge utstrekning til faresonene. De viktigste dreneringsrutene/elvene kunne med fordel vært tegnet inn.	Denne er svart ut under forrige delkapittel. Registreringskart er oppdatert.

3 Vurdert område Zeppelinfjellet

Gjelder	Avsnitt	Kontroll status	Beskrivelse	Status
Steinsprang	4.2.1	OK	Stusser litt på kommentaren om at det ikke er tegnet faresoner for steinsprang da denne har kortere rekkevidde enn snøskred av to grunner; 1) Alle skredtyper skal jo inkluderes i vurdering av de samlede faresonene (her antakelig aktiv prosess innen faresone 1/100), med kun behov for markering av de skredtypene som er dimensjonerende. 2) Steinsprang ser ut til å være dim.skredtype i en del av skråningen mot breen…?	Vi er enig i at dette er upresist formulert, og har nå endret formuleringen.
Steinskred	4.2.2	OK		-
Snøskred	4.2.3	ANM	Noe tynt beskrevet. Løsneområdene beskrives kun mtp bratthet og delvis terrengformer, men hvor sannsynlig akkumulering og utløsning er, eller skredbanene/forholdene ved utløp er ikke beskrevet.	Dette er nå fyldigere beskrevet.
Sørpeskred	4.2.6	OK		
Jordskred	4.2.5	ANM	Til dels like kommentarer som i forrige vurderingsområde. Savner nærmere beskrivelse av løsmassenes egenskaper og mulige årsaker til utløsning. Beskrivelsen av de mindre skråningene ved utløp til breene burde også legges til for vurderingsområde 1 (Sherdahlfjellet og Lund- ryggen). Se også kommentar i kpt. 6.2.5.	Det er nå lagt til.
Flomskred	4.2.4	OK		

Faresonekart	Vedlegg D Kapittel 4.3	ANM	Noen små faresoner mangler markering av dim.skredtype. Ikke samsvar med løsneområder og faresoner når det gjelder områder der jordskred (i vest og øst) og steinsprang er dimensjonerende skredtyper. Det står at snøskred er dimensjonerende, men «på grunn av faren for jordskred er faresonene trukket litt lenger ut» - gjelder dette alle sannsynlighetsnivåer (skadepotensiale er vel neppe lik)? Kan det markeres mer nøye hvor dette gjelder, hvor er det ev. vurdert at de to skredtypene er like viktig?	Vi har nå generelt økt symbolbruken. I øst: For jordskred var faresonene trukket mellom utløpet fra to skredløp uten å tegne tilhørende løsneområde. Dette er nå tegnet inn i registreringskart. I vest: Faresonen for jordskred er tegnet som følge av mulig utglidninger langs det vi tolker som ustabile løsmasseskråninger. Som beskrevet tidligere har vi ikke vurdert det som hensiktsmessig å tegne løsneområder langs alle disse skrentene. Vi forstår det kunne vært bedre formulert i teksten, og har nå presisert dette. Stemmer, her var det i utgangspunktet kun gjort en skjønnsmessig vurdering. Det er nå presisert i teksten hvordan problemstillingen er løst.
Modelleringskart	Vedlegg A2, C2 og B	OK	Savner kobling til modellerte volumer (RAMMS snøskred og jordskred).	Svart ut tidligere.
Reg.kart	Figur 16	IG	Manglende samsvar mellom løsneområder og faresonekart, gjelder særlig jordskred men også steinsprang.	Faresonene var langs noen steder langs fjellsidene trukket mellom utløp av skredløp uten å vise til løsneområder. Alle relevante løsneområder for skred langs fjellsidene er nå vist i registreringskart, eller beskrevet i tekst. Løsneområdene for jordskred er stor grad beskrevet i tekst. Dette er svart ut lengre opp.På grunn av usikkerheter knyttet til tegning av løsneområder, er faresonene trukket også mellom utløp som ligger tett inntil hverandre.

4 Vurdering av delområde Scheteligfjellet

Gjelder	Avsnitt	Kontroll status	Beskrivelse	Status
Steinsprang	5.2.1	ANM	Teksten samsvarer ikke med faresonekart. Løsneområdene burde blitt tatt med i reg.kart. Savner bedre dokumentasjon av løsneområder, blokkstørrelser og -form iht. veilederen.	Løsneområdene er nå vist i registreringskart og teksten presisert.
Steinskred	5.2.2	OK		
Snøskred	5.2.3	ANM	Utredningen er litt tynn, savner bl.a. nærmere beskrivelse av løsneområder og skredbaner (iht. veilederen), akkumulasjonsforhold og orientering av løsneområdene ift. dominderende vindretning og hva det har å si for sannsynlighet til skred, mm. Basert på reg.kart kan man tolke at det kun er 1/100 og 1/1000 sannsynlighet fra de løsneområdene?	Det er lagt til mer tekst. Vi forstår at tegnforklaringen for løsneområder knyttet opp mot sannsynlighet kan være noe misledende uten tilhørende tekst. I rapporten er dette utdypet i tekst. Det er løsneområder for alle sannsynligheter i delområdet.
Sørpeskred	5.2.6	OK	Savner at de potensielle løsneområdene vises i kart, ev. beskrives i tekst hvor de ligger. Her virker det som påvirkningsområde for vurderte skred som kan nå inn i kartlagte områder er mye større enn det som fremgår fra rapporten.	Stemmer. Løsneområder for sørpeskred er nå vist.
Jordskred	5.2.5	ANM	I dette området ser det ut til å være mye mer berg i dagen, men til dels større avsetninger av jordskred. Likevel er teksten for vurdering kun kopiert over fra andre delområdevurderinger. Samme kommentarer gitt i tidligere tabeller ang. manglende dokumentasjon/beskrivelse iht. veileder gjelder her. «I utløpet av breen sørøst i området» skal det vel egentlig stå sør? Legg inn disse løsneområdene i reg.kart.	Teksten er nå mer utfyllende. Skal være sørvest. Dette er nå rettet.

Flomskred	5.2.4	OK	Observerte leveer kunne med fordel vært tegnet inn i reg.kart for å lokalisere aktuell skredbane. Områdene ved breelvslettene, der utbygging ikke anbefales, bør markeres i kart på et eller annet vis og/eller mist kommenteres i sammendraget slik at dette tas videre til hensyn i planprosess.	Breelvslette er kommentert i sammendrag.
Faresonekart		IG	Forstår ikke helt utstrekningen til faresonene basert på utstrekningen til utløsningsområdene/fremlagte modelleringsresultater. Modelleringene viser at skredbanene stort sett holder seg innenfor ravinene, men faresonene strekker seg på tvers av disse for alle skredsannsynligheter.	Vanligvis tegnes kun faresoner i utløpsområdet. I dette tilfelle dekker planområdet også hele skredbanen opp til løsneområdene. Vi har lagt vekt på utbredelsen i utløpssonen og tegnet faresonene deretter. Vi ser det som lite hensiktsmessig å dele faresonene oppover i skredbanen av flere faktorer: 1. Usikkerheter knyttet til avgrensninger av løsneområder, 2. Usikkerheter knyttet til sideveis utbredelse, spesielt i perioder med snø, 3. andre aktuelle skredtyper der det er bratt. Snøskred er dimensjonerende med unntak av steinsprang mellom snøskredbanene og jordskred i sørlige hjørne
Modellering skart	Vedlegg A2, C2 og B	OK	Savner kobling til modellerte volumer (RAMMS snøskred og jordskred).	Kommentert ut tidligere.
Reg.kart		IG	Manglende samsvar mellom løsneområder og faresoner. Se også kommentarer ovenfor ang. jordskred, steinsprang og sørpeskred. Tegnforklaringen viser elementer som ikke finnes i kartet.	Svart ut ovenfor og registreringskart er nå oppdatert.

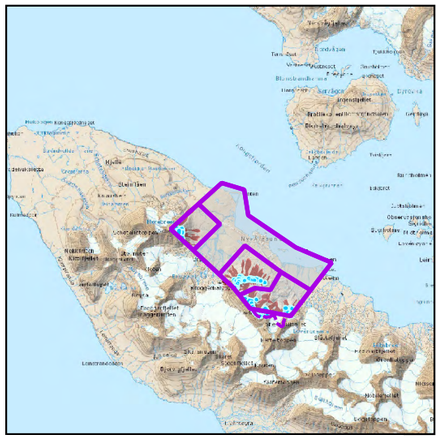
5 Vurdert delområde Brøggerdalen, sentrum og kystlinja

Gjelder	Avsnitt	Kontroll status	Beskrivelse	Status
Steinsprang	6.2.1	ANM	Løsneområdene ikke markert på reg.kart.	Løsneområder lagt inn i reg.kart.
Steinskred	6.2.2	OK		-
Snøskred	6.2.3	OK		-
Flomskred	6.2.4	OK	Områdene ved breelvslettene, der utbygging ikke anbefales, bør markeres i kart på et eller annet vis og/eller i det minste kommenteres i sammendraget slik at dette tas videre til hensyn i planprosess.	Kommentert i sammendrag.
Jordskred	6.2.5	ANM	Løsneområdene ikke markert på reg.kart. Hvordan er utløp vurdert? Det er kun omtalt hvordan man har kommet til utstrekning til faresonene på toppen av skråningen ift. avsetningens høyde.	Dette er nå beskrevet.
Sørpeskred	6.2.6	ANM	Løsneområdene ikke markert på reg.kart. Utstrekningen til påvirkningsområde burde vel vært utenfor kartleggingsområdegrense i dette tilfellet?	Registreringskart er oppdatert.
Faresonekart	Figur 27, Vedlegg D	ANM	Manglende samsvar mellom faresonekart og registreringskart.	Registreringskart er oppdatert.
Reg.kart	-	IG	Reg.kart mangler, og løsneområdene heller ikke synlig i kart vist i andre områder.	Det er ikke vist registreringskart da vi vurderte det som lite hensiktsmessig. Det skyldes at området er tilnærmet flatt og registreringer av betydning for skred i bratt terreng, som er det vi vurderer, derfor er begrenset. Registreringer av blokker knyttet til skrentene nedenfor flyplassen er imidlertid relevant og vi har nå derfor inkludert dette i et registreringskart.

				Løsneområdene var beskrevet i tekst, men er nå også vist i registreringskart.

6 Konklusjon

Skred AS har gjennomgått den uavhengige kvalitetssikringen utført av Multiconsult. De fleste tilbakemeldingene går på at kartleggingen er gjort for grovt, i forhold til detaljnivået som anbefales av NVEs veileder. Området inneholder store areal med bre, bratte fjellsider og terreng langt unna eksisterende bebyggelse. I disse områdene har vi derfor ikke beskrevet hvert enkelt løsneområde og skredbane i detalj, men gjort en grovere og konservativ vurdering av faresonenes utstrekning. Det ble vurdert av oss som lite hensiktsmessig å beskrive hver enkelt skredbane på et høyere detaljnivå. Dette kunne med fordel vært avklart med oppdragsgiver og belyst i rapporten. Detaljnivået er nå oppjustert.



Kartforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde
- Snøskred løsneområder
- Snøskred løsneområder

RAMMS snøskred maks hastighet

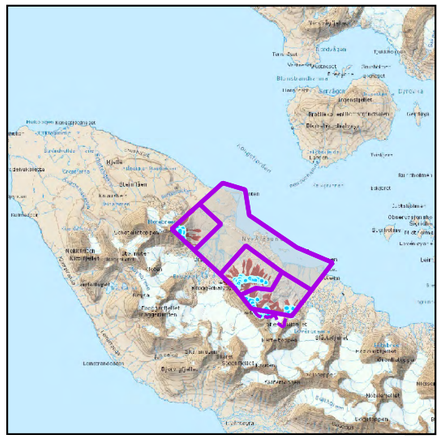
- <= 1 m/s
- 1 - 5 m/s
- 5 - 10 m/s
- 10 - 15 m/s
- 15 - 20 m/s
- 20 - 50 m/s

N

0 0,3 0,6 0,9 1,2 km

1:9 000 ETRS 89, UTM 33 N. Bakgrunnskart © Kartverket, www.kartverket.no

Oppdragsgiver	Kings Bay AS
Prosjekt	21486 Skredfarekartlegging Ny-Ålesund
Rapport	21486 01-1
Kartbilag 1	Beregningsresultater for snøskred utført med RAMMS:Avalanche
Dato	2021-01-25
Utført	Kristin Lome
Kontroll	Sondre Lunde, Kalle Kronholm



Kartforklaring

- Kartleggingsområde
- Snøskred løsneområder
- Snøskred løsneområder

RAMMS snøskred maks hastighet

- <= 1 m/s
- 1 - 5 m/s
- 5 - 10 m/s
- 10 - 15 m/s
- 15 - 20 m/s
- 20 - 50 m/s

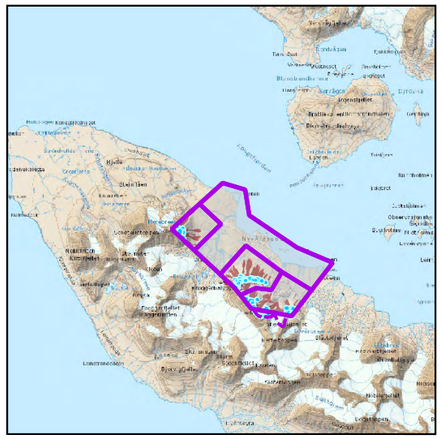
N

0 0,3 0,6 0,9 1,2 km

1:9 000

ETRS 89, UTM 33 N. Bakgrunnskart © Kartverket, www.kartverket.no

Oppdragsgiver	Kings Bay AS
Prosjekt	21486 Skredfarekartlegging Ny-Ålesund
Rapport	21486 01-1
Kartbilag 1	Beregningsresultater for snøskred utført med RAMMS:Avalanche
Dato	2021-01-25
Utført	Kristin Lome
Kontroll	Sondre Lunde, Kalle Kronholm



Kartforklaring

- Kartleggingsområde
- Snøskred løsneområder
- Snøskred løsneområder

RAMMS snøskred maks hastighet

- <= 1 m/s
- 1 - 5 m/s
- 5 - 10 m/s
- 10 - 15 m/s
- 15 - 20 m/s
- 20 - 50 m/s

N

0 0,3 0,6 0,9 1,2 km

1:9 000

ETRS 89, UTM 33 N. Bakgrunnskart © Kartverket, www.kartverket.no

Oppdragsgiver	Kings Bay AS
Prosjekt	21486 Skredfarekartlegging Ny-Ålesund
Rapport	21486 01-1
Kartbilag 1	Beregningsresultater for snøskred utført med RAMMS:Avalanche
Dato	2021-01-25
Utført	Kristin Lome
Kontroll	Sondre Lunde, Kalle Kronholm

Kartforklaring

Treffsannsynlighet [%]

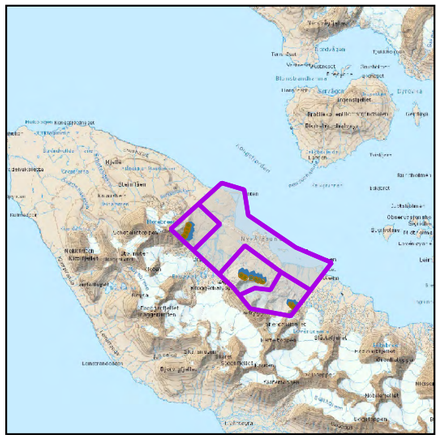
- <= 3
- 3 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 100
- Beregningsområde

N

0 1 2 3 4 km

1:25 000 ETRS 89, UTM 33 N. Bakgrunnskart © Kartverket, www.kartverket.no

Oppdragsgiver	Kings Bay AS
Prosjekt	21486 Skredfarekartlegging Ny-Ålesund
Rapport	21486 01-1
Kartbilag 1	Beregningsresultater for steinsprang utført med RockyFor3D
Dato	2021-01-11
Utført	Kristin Lome
Kontroll	Sondre Lunde, Kalle Kronholm



Kartforklaring

- Kartleggingsområde
- Jordskred løsneområde
- Erosjonspolygon

RAMMS::Debrisflow (maks hastighet)

- <= 0.2 m/s
- 1 - 5 m/s
- 3 - 5 m/s
- 5 - 8 m/s
- 8 - 10 m/s
- 10 - 15 m/s

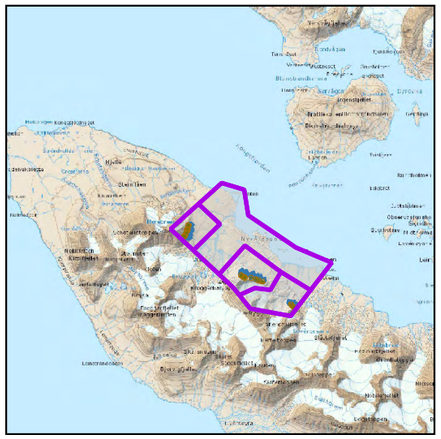
N

0 0,1 0,2 0,3 0,4 km

1:4 000

ETRS 89, UTM 33 N. Bakgrunnskart © Kartverket, www.kartverket.no

Oppdragsgiver	Kings Bay AS
Prosjekt	21486 Skredfarekartlegging Ny-Ålesund
Rapport	21486 01-1
Kartbilag 1	Beregningsresultater for jordskred utført med RAMMS::Debris flow Sherdahlfjellet, område 1
Dato	2021-01-25
Utført	Kristin Lome
Kontroll	Sondre Lunde, Kalle Kronholm



Kartforklaring

- Kartleggingsområde
- Jordskred løsneområde
- Erosjonspolygon

RAMMS::Debrisflow (maks hastighet)

- <= 0.2 m/s
- 1 - 5 m/s
- 3 - 5 m/s
- 5 - 8 m/s
- 8 - 10 m/s
- 10 - 15 m/s

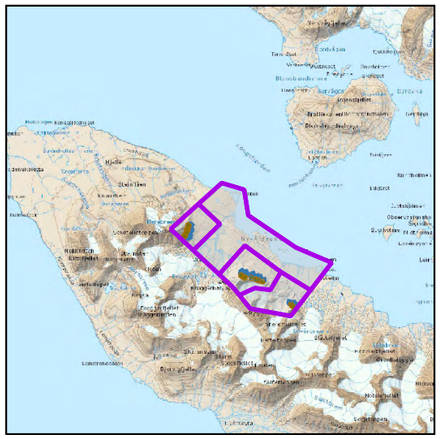
N

0 0,2 0,4 0,6 0,8 km

1:7 000

ETRS 89, UTM 33 N. Bakgrunnskart © Kartverket, www.kartverket.no

Oppdragsgiver	Kings Bay AS
Prosjekt	21486 Skredfarekartlegging Ny-Ålesund
Rapport	21486 01-1
Kartbilag 1	Beregningsresultater for jordskred utført med RAMMS::Debris flow Scheteligfjellet, område 3
Dato	2021-01-25
Utført	Kristin Lome
Kontroll	Sondre Lunde, Kalle Kronholm



Kartforklaring

- Kartleggingsområde
- Jordskred løsneområde
- Erosjonspolygon

RAMMS::Debrisflow (maks hastighet)

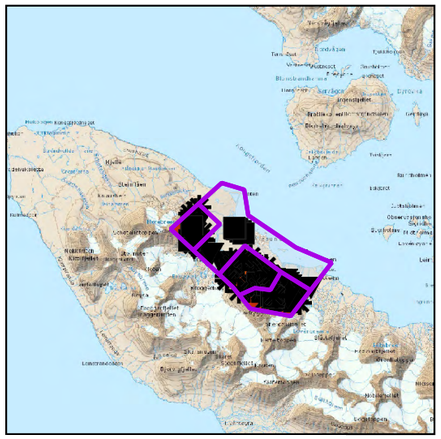
- <= 0.2 m/s
- 1 - 5 m/s
- 3 - 5 m/s
- 5 - 8 m/s
- 8 - 10 m/s
- 10 - 15 m/s

N

0 0,1 0,2 0,3 0,4 km

1:4 000 ETRS 89, UTM 33 N. Bakgrunnskart © Kartverket, www.kartverket.no

Oppdragsgiver	Kings Bay AS
Prosjekt	21486 Skredfarekartlegging Ny-Ålesund
Rapport	21486 01-1
Kartbilag 1	Beregningsresultater for jordskred utført med RAMMS::Debris flow Scheteligfjellet, område 3
Dato	2021-01-25
Utført	Kristin Lome
Kontroll	Sondre Lunde, Kalle Kronholm



Kartforklaring

- ≥1/100
- ≥1/1000
- ≥1/5000

Dimensjonerende skredtype

- Steinsprang
- Steinskred
- Sørpeskred
- Jordskred
- Flomskred
- Snøskred

N

0 1 2 3 4 km

1:25 000 ETRS 89, UTM 33 N. Bakgrunnskart © Kartverket, www.kartverket.no

Oppdragsgiver	Kings Bay AS
Prosjekt	21486 Skredfarekartlegging Ny-Ålesund
Rapport	21486 01-1
Kartbilag 1	Faresoner Ny-Ålesund
Dato	2022-04-07
Utført	Kristin Lome
Kontroll	Sondre Lunde, Kalle Kronholm