

Oppdragsgiver	Navn Longyearbyen lokalstyre	Kontaktperson Øyvind Hellum
Oppdrag	Nummer og navn 19134 Svalbard, Longyearbyen - Skredvurderinger barnehage Skjæringa	Oppdragsleder Nils Arne K. Walberg
Dokument	Nummer 19134-01-1 Utført av Nils Arne K. Walberg	Dato 2019-04-01 Kontrollert av Kalle Kronholm

Skredfarevurdering og vurdering av sikringsmuligheter for tidligere barnehage, Skjæringa

Sammendrag

Tidligere Longyearbyen barnehage på Skjæringa vurderes tatt i bruk til ny folkehøyskole. Bygningen ligger delvis innenfor faresonen for skred med årlig sannsynlighet på 1/1000, og i sin helhet innenfor faresonen 1/5000. På grunn av faren for skred er bygningen i dag ikke i daglig bruk. Det ønskes derfor en vurdering av mulighetene for å ta tomten i bruk til folkehøyskole ved å gjennomføre permanent skredsikring av tomten.

Skred AS har gjennomgått tidligere utførte skredfarevurderinger for det vurderte området ved Skjæringa, inkludert en vurdering av utstrekningen til eksisterende faresoner kartlagt i 2016. På bakgrunn av nye vurderinger er det skissert mulige sikringstiltak, samt gjort et grovt kostnadsestimat for mulige sikringsløsninger.

Vi vurderer at eksisterende faresone fra 2016 ikke gjenspeiler den reelle skredfaren for det vurderte området. Vi vurderer at faresonen for 1/1000 og 1/5000 i sin helhet dekker det kartlagte området. Det vurderte området kan sikres mot skred slik at det tilfredsstiller kravene for sikkerhetsklasse S2 og S3 i Byggteknisk forskrift TEK17/TEK10 § 7-3. Dette kan gjøres med en løsning bestående av støtteforebygninger eller nett i løseområdene for snøskred, samt en oppgradering av eksisterende voll i overkant av tomten for å sikre mot jord- og flomskred. Totalkostnaden for å sikre det vurderte området for et 1/1000 og 1/5000 scenario for skred vil være i størrelsesorden 70 millioner NOK.

Innhold

1	Innledning	4
1.1	Bakgrunn.....	4
1.2	Mål.....	4
1.3	Befaring.....	4
1.4	Forbehold.....	4
1.5	Krav til sikkerhet mot skred.....	4
1.5.1	Loverket.....	4
1.5.2	Aktuelle krav	5
2	Beskrivelse av området	6
2.1	Topografi.....	6
2.2	Registrerte skredhendelser	6
2.3	Tidligere rapporter.....	6
3	Vurdering av skredfare	8
3.1	Snøskred	8
3.1.1	Løsneområder	8
3.1.2	Dimensjonerende skred – bruddhøyde og friksjonsverdier	9
3.2	Vurdering av eksisterende faresoner	10
4	Mulighetsstudie for sikringstiltak	13
4.1	Fangvoll mot snøskred.....	13
4.2	Konstruksjoner i utløsningsområdet	14
4.3	Kostnadsoverslag.....	15
5	Konklusjon	17
6	Referanser	18

Figurer

Figur 1:	Foto av den vurderte fjellsiden (Kilde: regobs.no, Audun@unis, 21.03.2019). Vurdert område er bebyggelsen i bakkant av bildet, og er skissert med stiplet linje. Kirken til høyre i bildet.....	7
Figur 2:	Helningskart over fjellsiden ovenfor det vurderte området på Skjæringa. Potensielle løsneområder benyttet for modellering av snøskred er skissert og angitt med nummer.	9
Figur 3:	Maksimalt trykk for dimensjonerende 1/1000 scenario for snøskred. Resultat med friksjonsparametre M300 er vist, som tidligere har vist seg å stemme godt overens med etterregning av utbredelsen til 2015 skredet fra Sukkertoppen.	12
Figur 4:	Over skisserte sikringstiltak med støtteforebygninger i løsneområde og evt. utbedring av eksisterende voll.	15

Tabeller

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggt teknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2019) og TEK10.	5
Tabell 2: Dimensjonerende bruddhøyder i aktuelle utløsningsområder ved Longyearbyen. .	10
Tabell 3: Tegnforklaring til Figur 3.....	11
Tabell 4: Kostnadsoverslag for sikring av det vurderte området med den mest aktuelle løsningen: støtteforbygninger/nett i utløsningsområdene for snøskred kombinert med en fangvoll ovenfor bygningene for å fange opp eventuelle jord- og flomskred.	16

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Tidligere Longyearbyen barnehage på Skjæringa vurderes tatt i bruk til ny folkehøyskole. Bygningen ligger delvis innenfor faresonen for skred med årlig sannsynlighet på 1/1000, og i sin helhet innenfor faresonen 1/5000. På grunn av faren for skred er bygningen i dag ikke i daglig bruk. Det ønskes derfor en vurdering av mulighetene for å ta tomten i bruk til folkehøyskole ved å implementere permanent skredsikring av tomten.

På bakgrunn av siste tids hendelser og fokus på skredrelaterte problemstillinger i Longyearbyen, og som første fase i oppdraget, er det gjort en gjennomgang av tidligere utførte skredfarevurderinger for tomten, inkludert en vurdering av utstrekningen til eksisterende faresoner kartlagt i 2016. På bakgrunn av ny informasjon og fare for snøskred det skissert mulige sikringstiltak. Dersom Lokalstyret ønsker å gå videre med sikring av området, utgjør dette neste fase i oppdraget.

1.2 Mål

Skred AS er bedt om å utføre en skredfarevurdering for området ved tidligere Longyearbyen barnehage, se Figur 2. I Longyearbyen gjelder TEK10, og krav til sikkerhet mot skred, definert i TEK10 med veileder, skal legges til grunn for vurderingene. Kravene i TEK10 er omtrent som i TEK17.

1.3 Befaring

Det er ikke utført befaring i forbindelse med dette arbeidet.

1.4 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 terrenget slik det ble observert på befaringer utført i forbindelse med andre oppdrag i området, på tilgjengelige flyfoto, og på kotegrunnlag. Klima er vurdert ut fra historisk klima. Hvis terreng eller klima endres betydelig, kan det ha betydning for skredforholdene. Da anbefales det å utføre en ny vurdering.

1.5 Krav til sikkerhet mot skred

1.5.1 Lowerket

Plan- og bygningsloven § 28-1 stiller krav om tilstrekkelig sikkerhet mot fare for nybygg og tilbygg:

«Grunn kan bare bebygges, eller eiendom opprettes eller endres, dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold. Det samme gjelder for grunn som utsettes for fare eller vesentlig ulempe som følge av tiltak.»

Byggteknisk forskrift TEK17 § 7-3 definerer krav til sikkerhet mot skred for nybygg og tilhørende uteareal (Tabell 1). I Longyearbyen gjelder TEK10, der kravene til sikkerhet mot

skred er omtrent lik de gitt i TEK17. 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. I veilederne til TEK17/TEK10 gis retningsgivende eksempler på byggverk som kommer inn under de ulike sikkerhetsklassene for skred (DiBK, 2019).

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggt teknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2019) og TEK10.

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

1.5.2 Aktuelle krav

Det er opp til Longyearbyen Lokalstyre å vurdere aktuelle krav til sikkerhet. Vi er usikre på hvor mange personer det vanligvis vil oppholde seg ved en folkehøyskole. Dersom det er mer enn 25 personer, faller bygg og uteareal inn under sikkerhetsklasse S3 (1/5000), mens det ved inntil 25 personer faller under sikkerhetsklasse S2 (1/1000). Vi er bedt om å se på mulighetene til å benytte tomten for formål som faller inn under sikkerhetsklasse S2 (1/1000) og S3 (1/5000).

2 Beskrivelse av området

Det vurderte området ligger på Skjæringa, som er betegnelsen på området på vestsiden av Longyeardalen der denne munner ut mot Adventfjorden. Eksisterende bebyggelse på tomten inneholdt tidligere Longyearbyen barnehage.

2.1 Topografi

Det vurderte området ligger på kote 50-60 moh. Mot vest stiger terrenget langs en ryggformasjon opp mot en fortopp på Platåfjellet som er 329 moh. Store deler av denne fjellsiden er brattere enn 30°, noe som gjør at fjellsiden er et potensielt utløsningsområde for snøskred. Over den sørlige delen av tomta er store deler av fjellsiden over kote 90 moh. bratt nok for utløsning av snøskred. Over den nordlige delen av tomten har fjellsiden et par terrasser hvor helningen er slakere enn 30°, men det er sammenhengende områder hvor det kan løsne snøskred mellom kote 90-150 moh., 160-210 moh. og 220-310 moh. Mot nord smalner de potensielle løsneområdene ettersom terrenget slaker ut mot den langsgående ryggformasjon fra dalbunnen og opp mot Platåfjellet.

2.2 Registrerte skredhendelser

Vi er gjort kjent med at snøskred skal ha truffet ytterveggen på bebyggelsen i det vurderte området, men har ikke fått verifisert kilden til dette. Det er kjent at det har løsnet flere mindre snøskred i fjellsiden ovenfor bebyggelsen. Flere historiske flomskred har løsnet i siden over og nord for bygningene i det vurderte området, noe som har ført til at eksisterende voll er satt opp. Generelt er det ikke uvanlig med snøskred og flomskred i fjellsiden fra Platåfjellet og ned mot Longyeardalen. Det er kjent flere store snøskred på motsatt side av Longyearbyen, under Sukkertoppen og Gruvefjellet, i tillegg til sørpeskred ut Vannledningsdalen.

2.3 Tidligere rapporter

NGI Rapport 914030-1, datert 31. juli 1992. Gamle Longyearbyen – vurdering av skredfare og drivsnø problem i planlagt utbyggingsområde. I forbindelse med arbeidet blir NGI forespurt om skredfare ved kirken og barnehagen. Et vedlegg i rapporten kommenterer at det ikke er fare for at stein- eller snøskred mot disse bygningene, men at flomskred i forbindelse med kraftig nedbør og/eller avsmeltnings situasjoner kan nå bygningene. Sistnevnte på bakgrunn av eldre observerte flomskredavsetninger ved bebyggelsen.

NGI Rapport 954103-1, datert 5. januar 1996. Barnehage, Longyearbyen – vurdering av skredfaren for aktuelle tomter for ny barnehage ved kirka. På bakgrunn av at topografiske betingelser for snøskred i området ovenfor barnehagen i tidligere undersøkelser ble undervurdert, er det utført en ny skredfarevurdering. Den nye undersøkelsen konkluderer med at:

- De vurderte tomtearealer for ny barnehage oppfyller ikke Byggeforskriftens krav til sikkerhet mot skred (1/1000).
- Det ansees som urealistisk å gi daværende barnepark (hus 355) og barnehage en sikkerhet mot snøskred som tilsvarer kravet for sikkerhet for ny bebyggelse (1/1000).

- Bygningene bør kunne brukes til formål som normalt krever lavere sikkerhet.
- Både hus 355, barnehagen og kirka kan sikres mot flomskred ved drengrofter og flettverksgjerder, eller sikringsvoller med fanggroper.
- Beregnet skredhastighet for snøskred ovenfor barnehagen, med gjennomsnittlig gjentakelsesintervall på 1000 år, er beregnet til 15-20 m/s.

NVE Rapport 91-2016. Skredfarekartlegging i utvalgte områder på Svalbard. Multiconsult utførte på oppdrag fra NVE en detaljert skredfarekartlegging for Longyearbyen. I denne kartleggingen ligger 1/100, 1/1000 og 1/5000 faresonene ganske tett inntil hverandre, og alle sonene krysser gjennom det vurderte området.



Figur 1: Foto av den vurderte fjellsiden (Kilde: regobs.no, Audun@unis, 21.03.2019). Vurdert område er bebyggelsen i bakkant av bildet, og er skissert med stiptet linje. Kirken til høyre i bildet.

3 Vurdering av skredfare

Det er i denne rapporten primært fokusert på snøskred, da det er vurdert at denne er dimensjonerende skredtype for et 1/1000 og 1/5000 scenario, og siden snøskred vil dimensjonere eventuelle sikringstiltak. Flomskred er en sekundær skredtype som må tas hensyn til i en eventuell detaljert utarbeidelse av sikringstiltak.

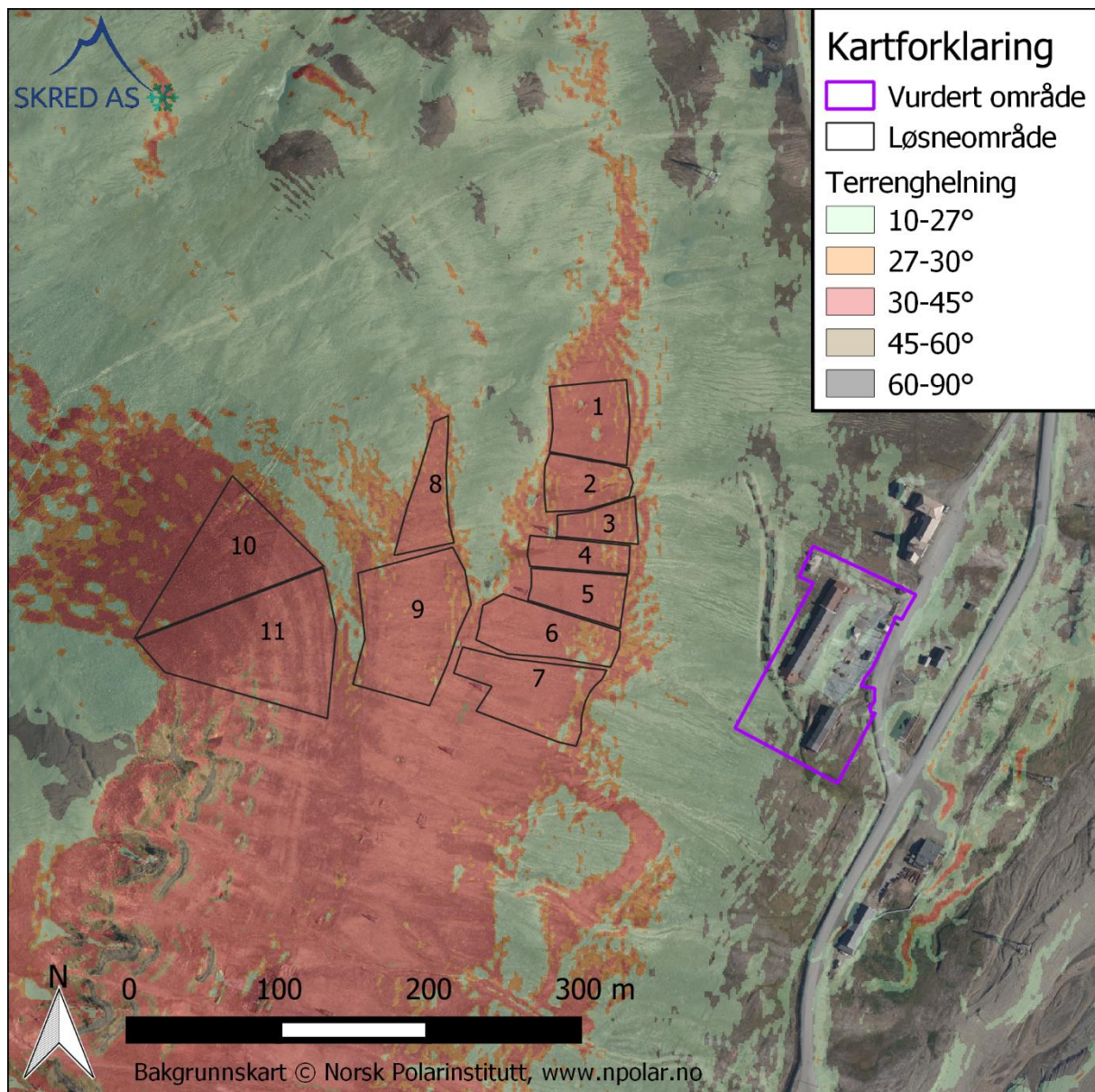
3.1 Snøskred

For å evaluere eksisterende skredfarevurdering og estimerte skredhastigheter er det gjort en kartlegging av mulige løснеområder basert på kart, foto og terrengmodeller. Videre er det modellert utbredelse av snøskred fra disse ved å benytte den dynamiske snøskredmodellen RAMMS (Christen, Kowalski, & Bartelt, 2010).

3.1.1 Løsneområder

Løsneområder for snøskred kan grovt defineres som alle områder hvor det kan legges seg betydelige mengder snø. Generelt regnes helling mellom 27° - 55° som potensielle løsneområder for snøskred.

Figur 2 viser helningskart over fjellsiden ovenfor det vurderte området utarbeidet fra terrengmodell. Terrengmodellen bygger på tilgjengelig kotegrunnlag som er 1 m i nedre del av fjellsiden, og 5 m i øvre del av fjellsiden. Kartet viser at store, sammenhengende deler av fjellsiden ovenfor det vurderte området har en helling mellom 27° - 45°, og må derfor regnes som potensielle løsneområder for snøskred. På grunn av terrengformene, er det allikevel ulikt potensiale for skredutløsning og bruddkanter i de ulike deler av fjellsiden. Inndelingen av løsneområdene i Figur 2 er gjort på bakgrunn av mindre topografiske forhold (forsenkninger) og for å kunne modellere skred fra kun deler av fjellsiden.



Figur 2: Helningskart over fjellsiden ovenfor det vurderte området på Skjæringa. Potensielle løsneområder benyttet for modellering av snøskred er skissert og angitt med nummer.

3.1.2 Dimensjonerende skred – bruddhøyde og friksjonsverdier

For å beregne dimensjonerende skred er det tatt utgangspunkt i metodikken og resultater fra NVE sin rapport om dimensjonerende skred fra Sukkertoppen som ble utarbeidet etter skredhendelsen nevnte sted i 2017 (NVE, 2018). Skred AS var en av aktørene i prosjektet gjennom en faggruppe med representanter fra ulike skredfaglige miljøer som ble satt sammen av NVE. I det prosjektet ble det utført simuleringer og beregninger av skred med gjentakintervall 1/100, 1/1000 og 1/5000. Grunnlaget for beregningene av dimensjonerende skred omfattet også beregninger av dimensjonerende bruddhøyder, valg av friksjonsparametere og sensitivitetsanalyser, samt at de kjente skredhendelsene fra 2015

og 2017 ble etterregnet. Vi har for vurderingen av skredfaren ovenfor tidligere Longyearbyen barnehage i denne rapporten benyttet samme parametere som for Sukkertoppen. Benyttede parametere vil kort oppsummeres i påfølgende avsnitt, for øvrig metodikk henvises det til nevnte rapport (NVE, 2018).

Dimensjonerende bruddhøyde for modellering av dimensjonerende skred er vist i Tabell 2. Friksjonsverdier i RAMMS (μ og ξ), er satt basert på volum, som anbefalt i RAMMS. Høydenivåene (standard 1000 og 500 moh.) er endret til 500 og 100 moh. basert på skjønn, kalibrering mot kjente hendelser og sensitivitetsanalyser.

Tabell 2: Dimensjonerende bruddhøyder i aktuelle utløsningsområder ved Longyearbyen.

Gjentaksintervall	3-døgns nedbør [mm]	Dimensjonerende bruddhøyde d_0 [m]
100 år	51	Øvre, god oppsamling: 1,3 Øvre: 1,1 Nedre, god oppsamling: 1,0 Nedre: 0,9
1000 år	70	Øvre, god oppsamling: 2,0 Øvre: 1,8 Nedre, god oppsamling: 1,6 Nedre: 1,4
5000 år	78	Øvre, god oppsamling: 2,6 Øvre: 2,3 Nedre, god oppsamling: 2,2 Nedre: 1,9

3.2 Vurdering av eksisterende faresoner

Multiconsult utførte på oppdrag fra NVE en detaljert skredfarekartlegging for Longyearbyen (NVE, 2016). I denne rapporten er det tegnet faresoner for det vurderte område ved Skjæringa, se Figur 3.

Faresonene for 1/100, 1/1000 og 1/5000 ligger ganske tett inntil hverandre, og alle sonene krysser gjennom det vurderte området. I rapporten fra 2016 er det benyttet et annet grunnlag for beregninger av dimensjonerende utbredelse av snøskred enn det vi her har anvendt. Faresonene fra 2016-rapporten har for området Lia under Sukkertoppen i ettertid blitt revidert og utvidet (NVE, 2018).

Vår vurdering er at faresonene fra 2016 ikke gjenspeiler den reelle utstrekningen av snøskred fra potensielle løснеområder i det vurderte området. Modellert utbredelse av snøskred, selv med små utløsningsvolum tilsvarende et gjentaksintervall på 100 år (Tabell 2), krysser linjen som markerer faresone på 1/100 og 1/1000.



Figur 3 viser modellert skredtrykk for et snøskred fra de nedre utløsningsområdene (1-7) med bruddhøyder dimensjonerende for et snøskred med årlig nominell sannsynlighet på

1/1000. Bruddkanthøyde benyttet i simuleringen er henholdsvis 1,4 m for område 1, 3, 5 og 7, og 1,6 m for område 2, 4 og 6. Modellen viser at hele det vurderte området ligger innenfor beregnet utløpsområde for snøskred, med høyest hastighet og trykk i den sørlige delen av det vurderte området. Beregnede hastigheter svarer til de rapportert av NGI i rapport 954103-1, som beskrevet i avsnitt 2.3 ovenfor.




Vi vurderer at faresonen for 1/1000 og 1/5000 i sin helhet dekker det vurderte området, og mener i likhet med NGI rapport 954103-1, at bygningen ligger i et område der årlig sannsynlighet for skred overskrider 1/1000. Faresonen for 1/100 er ikke vurdert, og det er ikke tegnet nye faresoner. Denne konklusjonen innebærer at det er behov for sikringstiltak for å tilfredsstillere sikkerhetskravene mot skred i TEK17/TEK10.

Tabell 3: Tegnforklaring til Figur 3.








Kartforklaring

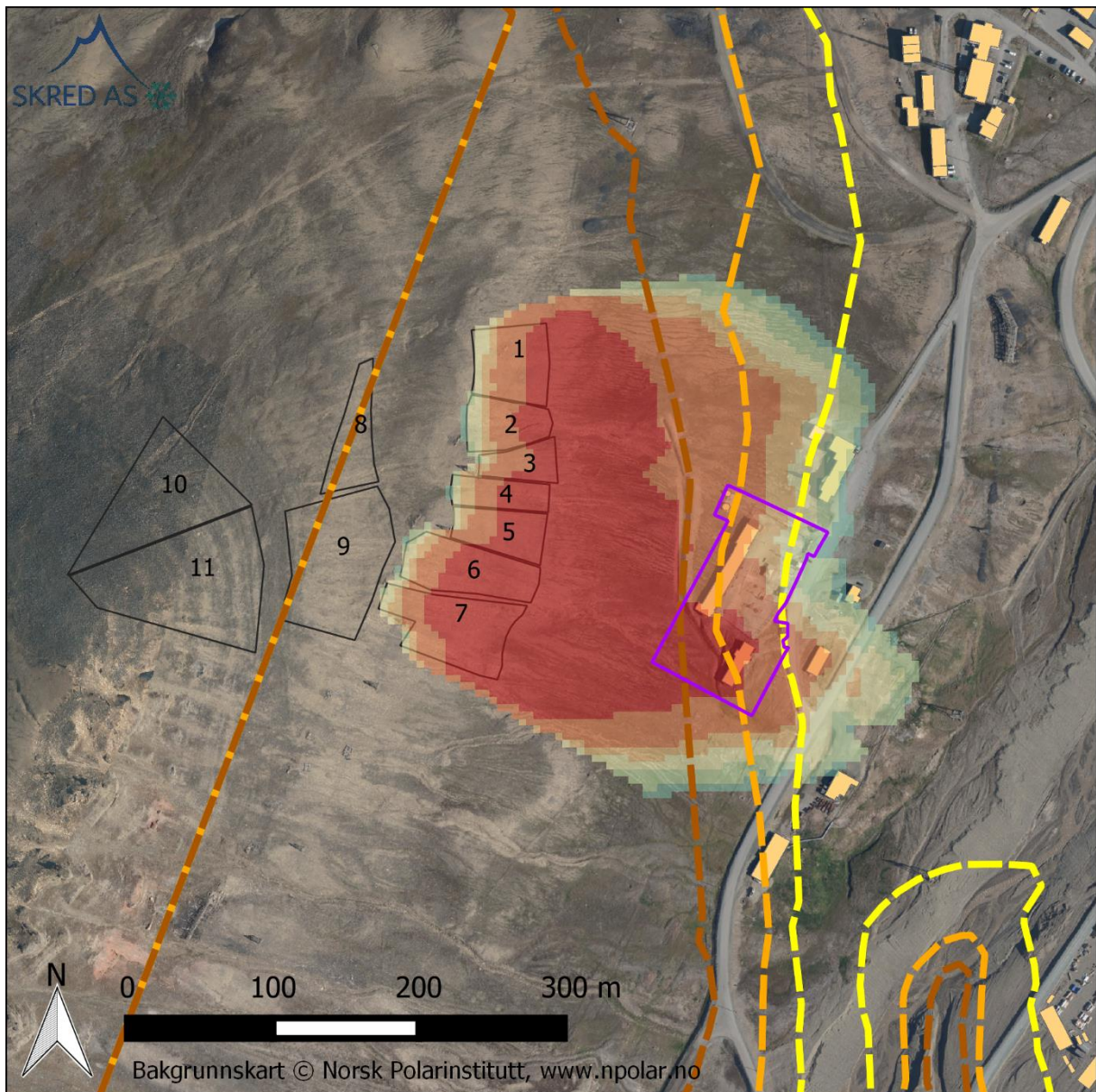
-  Vurdert område
-  Løsneområde

Eksisterende faresoner

-  Faresone 1/100
-  Faresone 1/1000
-  Faresone 1/5000

Trykk [kPa]

-  <1: Skader ikke sannsynlig
-  1-3: Vinduer og dører kan slås inn
-  3-10: Skader på trehus
-  10-20: Skader på murhus
-  20-30: Skader på betonghus
-  30-60: Skader på forsterket betonghus
-  >60: Store ødeleggelse



Figur 3: Maksimalt trykk for dimensjonerende 1/1000 scenario for snøskred. Resultat med friksjonsparametre M300 er vist, som tidligere har vist seg å stemme godt overens med etterregning av utbredelsen til 2015 skredet fra Sukkertoppen.

4 Mulighetsstudie for sikringstiltak

Permanente, fysiske sikringstiltak mot skred kan deles i to grupper; sikringstiltak som stopper eller leder skred vekk fra utsatt objekt, eller sikringstiltak som reduserer sannsynligheten for at skred utløses. I førstnevnte gruppe finner vi fangvoller og ledevoller som kan plasseres i overkant av bebyggelsen, mens støtteforebygninger i løseområdene er eksempler på tiltak som reduserer sannsynligheten for skredutløsning.

I denne fasen av oppdraget har vi bare vurdert mulige sikringsløsninger ut fra historisk klima. Vår erfaring fra prosjektering av sikringsløsninger i Lia viser at det vil være store usikkerheter knyttet til klimaframskrivninger i området.

En plogvoll som leder skred rundt bygningene er urealistisk fordi det er for lite plass mellom utløsningsområdene og bygningene. Vinklene på en slik plogvoll vil derfor bli så slake at det vil kreve samme dimensjoneringskriterier som en fangvoll, eller at plogvollen bygges opp i bratt terreng. Dette vurderer vi som urealistisk, og det er derfor ikke diskutert videre.

I enkelte Alpeland er det åpning for å sikre eksisterende, skredutsatt bebyggelse ved aktive sikringstiltak (kontrollert utløsning av snøskred) kombinert med mindre fangvoller. Dette har vi tidligere foreslått i Longyearbyen og andre steder i Norge, og vi har erfaring med at det ikke aksepteres av myndighetene som en aktuell sikringsløsning. Vi har derfor ikke beskrevet en slik løsning videre.

Loverket åpner for å dimensjonere og konstruere bygninger slik at de tåler dimensjonerende skredlast. I den aktuelle situasjonen er lastene så store at dette vil være svært vanskelig, og vil kreve en helt annen type bebyggelse enn det som i dag er oppført på stedet. Vi har derfor ikke beskrevet en slik løsning videre.

4.1 Fangvoll mot snøskred

Vollhøyden (H_v) for en fangvoll i overkant av bebyggelsen kan forenklet beregnes ved å benytte formelen $H_v = h_s + h_f + h_b$, der

$$h_s = \text{klatrehøyden} = v^2 / 2g$$

$$h_f = \text{dimensjonerende flyte høyde for skred [m]}$$

$$h_b = \text{dimensjonerende snødybde på bakken [m]}$$

Vi har beregnet nødvendig vollhøyde for sikring ved å benytte modellresultater fra designskredet for et 1/1000 års scenario i Figur 3. Denne gir en hastighet på 18 m/s og flyte høyde på 2,5 m i overkant av nåværende bebyggelse. Legger vi til 1,5 m snø på bakken i forkant av skredet, gir dette en nødvendig vollhøyde på 20,5 m. Dersom området skal sikres mot snøskred i et 1/5000 års scenario, må høyden på vollen økes ytterligere. Fra vårt arbeide med sikring av området nedenfor Sukkertoppen, kjenner vi til at en voll i løsmasser med en høyde på 20 m vil gi store konstruksjonsmessige utfordringer, og muligens ikke vil kunne oppføres i det hele tatt.

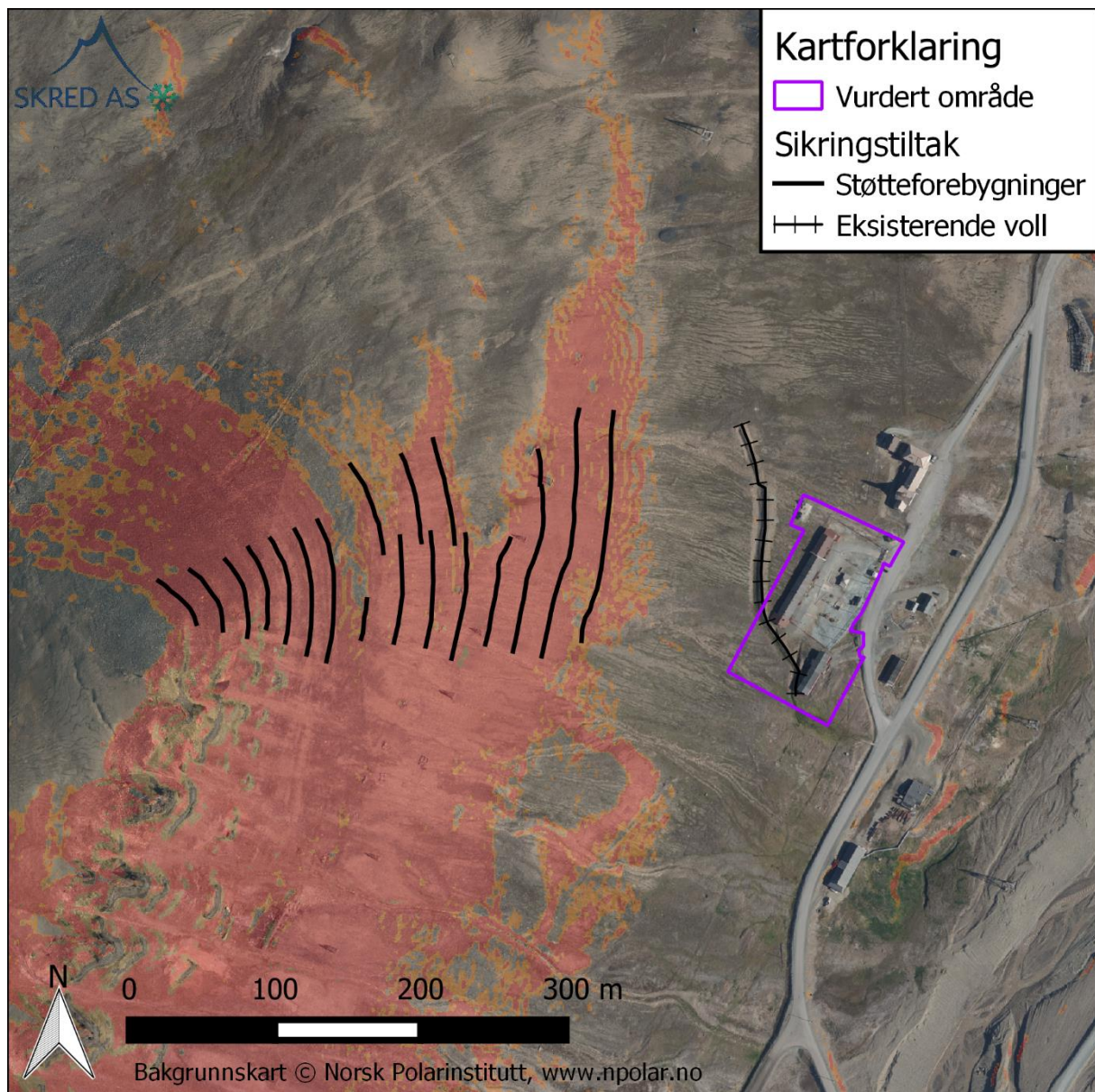
På grunn av høye sikkerhetskrav, kort avstand mellom løснеområde og bebyggelse, samt store hastigheter for eventuelle snøskred ved bebyggelse, vurderes det som urealistisk å sikre området mot snøskred med en fangvoll mot skred alene.

4.2 Konstruksjoner i utløsningsområdet

En annen sikringsløsning er å sikre området med tiltak i løснеområdene som hindrer eventuelle skred i å løсне. Aktuelle konstruksjonstyper vurderes å være stive støtteforebygninger eller snøgjerder/nett som har samme funksjon.

Figur 4 viser skissert plassering av støtteforebygninger i løснеområdene ovenfor den vurderte tomten og utstrekning av dagens skredvoll. Plassering og avstand av støtteforebygningene avhenger av helningen i løśnieområdet, total snømengde på bakken og dimensjonerende nedbørhendelse. Støtteforebygningene antas å måtte ha en høyde på 4-5 m for å sikre mot snøskred med en årlig sannsynlighet på 1/5000. Det totale omfanget av støtteforebygninger, skissert i Figur 4, er ca. 1500 m. Endelig omfang vil avhenge av en rekke faktorer, bl.a. om også området mot kirken skal sikres og muligheten for å plassere en mindre fangvoll over tomten. Dersom det plasseres støtteforebygninger/nett i utløsningsområdene, vil det føre til økt oppsamling av snø i utløsningsområdene. Dette kan føre til økt sannsynlighet for jord- og flomskred.

I tillegg til støtteforebygninger må det være en mindre fang-/ ledevoll i overkant av tomten som kan fange opp løsmasseskred og eventuelt mindre snøskred fra området nedenfor nederste rad med støtteforebygninger. Denne kan plasseres omtrent ved eksisterende voll, se Figur 4. Dersom man ønsker å gå videre med konstruksjoner i utløsningsområdene, må det undersøkes om eksisterende voll er tilstrekkelig dimensjonert for å fange opp flomskred og mindre snøskred, hvor dimensjonerende krefter fra snøskred er avhengig av støtteforebygningenes endelige plassering. Avhengig av dimensjonerende krefter fra snøskred nedenfor støtteforebygningene forventes det at denne vollen må ha en høyde på 4-6 m. Estimert lengde er stipulert fra dagens voll til ca. 200 m.



Figur 4: Over skisserte sikringstiltak med støtteforebygninger i løseområde og evt. utbedring av eksisterende voll.

4.3 Kostnadsoverslag

Enhetsprisen for støtteforebygningene som ble bygget over Spisshusene var omtrent på NOK 32.000 per løpemeter (lm). For å være på den sikre siden i et kostnadsoverslag, er det ikke urimelig å tenke at prisen kan være rundt NOK 35.000 per lm. Total pris for 1500 m støtteforebygninger blir da NOK 52,5 mill.

Kostnader knyttet til en voll for å stoppe løsmasseskred og evt. mindre snøskred som løsner nedenfor nederste rad med støtteforebygninger vil avhenge av nødvendige dimensjoner og tilgjengelighet på brukbare masser. I forbindelse med sikring av Lia ble kostnader for en liknende voll, 5,5 m høy og 340 m lang, estimert. Dette ble gjort ved å regne kostnader for ulike deler av vollen, for eksempel støttefylling, kjernemateriale, fundament,

fasademateriale og jordarmering (Skred AS og HNIT, 2018). Basert på grove enhetspriser for disse ulike delene, ble kostnaden beregnet til ca. 97 000 NOK per løpemeter (lm). For en 200 m lang voll på samme plassering som dagens voll ovenfor den her vurderte bebyggelsen gir dette en kostnad på 19,4 mill NOK.

Totalkostnaden for å sikre området med støtteforebygninger og voll vil dermed komme opp i størrelsesorden 70 millioner NOK (Tabell 4).

Tabell 4: Kostnadsoverslag for sikring av det vurderte området med den mest aktuelle løsningen: støtteforbygninger/nett i utløsningsområdene for snøskred kombinert med en fangvoll ovenfor bygningene for å fange opp eventuelle jord- og flomskred.

Sikringstiltak	Lengde [m]	Enhetspris [NOK /m]	Kostnad [NOK]
Støtteforbygninger/nett	1500	35 000	52,5 mill.
Voll	200	97 000	19,4 mill.
Totalkostnad			71,9 mill

5 Konklusjon

Skred AS har gjennomgått tidligere utførte skredfarevurderinger for det vurderte området ved Skjæringa, inkludert en vurdering av utstrekningen til eksisterende faresoner kartlagt i 2016. På bakgrunn av nye vurderinger er det skissert mulige sikringstiltak, samt gjort et grovt kostnadsestimat for mulige sikringsløsninger.

Vi vurderer at eksisterende faresone fra 2016 ikke gjenspeiler den reelle skredfaren for det vurderte området. Vi vurderer at faresonen for skred med årlig sannsynlighet $\geq 1/1000$ og $\geq 1/5000$ i sin helhet dekker det kartlagte området. Faresonen for $1/100$ er ikke vurdert, og det er ikke tegnet nye faresoner for området. Dette innebærer at det er behov for sikringstiltak for å tilfredsstille sikkerhetskravene mot skred i TEK 17/TEK10.

Det vurderte området kan sikres mot skred slik at det tilfredsstillende kravene for sikkerhetsklasse S2 og S3 i Byggteknisk forskrift TEK17/TEK10 § 7-3. Dette kan gjøres med en løsning bestående av støtteforebygninger eller gjerder/nett i løsneområdene for snøskred, samt en mindre voll i overkant av tomten som sikrer mot løsmasseskred. Totalkostnaden for å sikre det vurderte området for et $1/1000$ og $1/5000$ scenario for skred vil være i størrelsesorden 70 millioner NOK. Sikring av området med fangvoll alene vil kreve en voll med høyde på rundt 20 m. Dette vurderer vi som vanskelig gjennomførbart og derfor som et urealistisk alternativ.

Dersom man ønsker å gå videre med å sikre det vurderte området mot skred må det utføres en nærmere vurdering av plassering, dimensjonering og valg av sikringstiltak. Skred AS er behjelpelig med videre prosjektering av sikring.

6 Referanser

- Christen, M., Kowalski, J., & Bartelt, P. (2010). RAMMS: Numerical simulation of dense snow avalanches in three-dimensional terrain. *Cold Reg. Sci. Technol.*, ss. 63, 1–14.
- DiBK. (2019). *Byggteknisk forskrift med veiledning (TEK17)*. Hentet fra <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/>
- NGI. (1992). *Gamle Longyearbyen - vurdering av skredfare og drivsnø problem i planlagt utbyggingsområde*. NGI Rapport 914030-1, datert 31. juli 1992.
- NGI. (1996). *Barnhage, Longyearbyen - vurdering av skredfaren for aktuelle tomter for ny barnehage ved kirka*. NGI Rapport 954103-1, datert 5. januar 1996.
- NVE. (2016). *Skredfarekartlegging i utvalgte områder på Svalbard*. NVE Rapport 91-2016.
- NVE. (2018). *Skredrapport Sukkertoppen - Dimensjonerende skred fra Sukkertoppen og faresoner for Lia under Sukkertoppen*. Norges vassdrags og energidirektorat, Saksnr. 201708556-27, datert 15.03.2018.
- Skred AS og HNIT. (2018). *Prosjektering av sikringstiltak, Sukkertoppen og Vannledningsdalen. Kostnadsestimater på mulige sikringsløsninger*. Notat nr. 18241-05-1.