Rapport

Oppdragsgiver	Navn Longyearbyen lokalstyre	Kontaktperson Jo Gytri
Oppdrag	Nummer og navn 19221- Svalbard, Longyearbyen - Skredfarevurdering for plassering av reservekraftverk	Oppdragsleder Nils Arne K. Walberg
Dokument	Nummer 19221-01-1 Utført av Nils Arne K. Walberg	Dato 2019-05-24 Kontrollert av Sondre Lunde og Kalle Kronholm

Skredfarevurdering for plassering av reservekraftverk

Sammendrag

Longyearbyen lokalstyre planlegger å føre opp et reservekraftverk i nær tilknytning til Longyear Energiverk i Longyearbyen. Planlagt lokasjon ligger delvis innenfor faresonen for skred med årlig sannsynlighet på 1/1000 og faresonen 1/5000 kartlagt i 2016. Longyearbyen lokalstyre ønsker en detaljert vurdering av plasseringen hvor kraftverket ønskes satt opp, slik at beslutningsgrunnlaget rundt skredfaren i forbindelse med oppføringen av nytt reservekraftverk har et tilfredsstillende presisjonsnivå.

Skred AS har gjennomgått tidligere utførte skredfarevurderinger for det vurderte området, inkludert eksisterende faresoner kartlagt i 2016. Vi vurderer at skredfaren er lavere enn det eksisterende faresonekart indikerer for den vurderte plasseringen. Etter vår vurdering tilfredsstiller plasseringen kravene i TEK17 / TEK10 for sikkerhet mot skred for sikkerhetsklasse S3, hvor årlig sannsynlighet for skred ikke må overstige 1/5000.

Det er i løpet av arbeidet avdekket at skredfaren er høyere enn indikert av eksisterende faresonekart ved utløpet av ravinen sørvest for det vurderte området. Dette omfatter deler av tomten Longyear Energiverk benytter, samt bebyggelse på motsatt side av Veg 600 mot flyplassen. Plassering og utbyggingen av reservekraftverk bør derfor sees i sammenheng med eventuell utvikling og sikring av dette området.

Innhold

1 Innledning ... 4
1.1 Bakgrunn ... 4
1.2 Mål ... 4
1.3 Befaring ... 4
1.4 Forbehold ... 4
2 Krav til sikkerhet mot skred ... 5
2.1 Lovverket ... 5
2.2 Aktuelle krav ... 5
2.3 Vurderte skredtyper ... 5
2.3.1 Snøskred og sørpeskred ... 6
2.3.2 Skred i fast fjell ... 6
2.3.3 Jordskred og flomskred ... 6
2.3.4 Skredfare og klimaendringer ... 7
3 Beskrivelse av området ... 8
3.1 Topografi ... 8
3.2 Registrerte skredhendelser ... 9
3.3 Tidligere rapporter ... 10
4 Vurdering av skredfare ... 12
4.1 Snøskred ... 12
4.1.1 Løsneområder ... 12
4.1.2 Dimensjonerende skred – bruddhøyde og friksjonsverdier ... 12
4.1.3 Utbredelse av snøskred ... 13
4.2 Sørpeskred ... 14
4.2.1 Løsneområder for sørpeskred ... 15
4.2.2 Friksjonsparametre og skredvolum ... 15
4.2.3 Utbredelse av sørpeskred ... 16
4.3 Steinsprang ... 17
4.4 Løsmasseskred ... 18
4.5 Vurdering av eksisterende faresoner ... 19
5 Konklusjon ... 21
6 Referanser ... 22

Figurer

Figur 1: Helningskart over fjellsiden ovenfor den vurderte plasseringen for reservekraftverk. Potensielle løsneområder for snøskred og sørpeskred er markert. ... 9
Figur 2: Eksisterende faresoner i området (NVE Rapport 91-2016). ... 10
Figur 3: Foto av den vurderte fjellsiden (Foto: Longyearbyen lokalstyre). Vurdert plassering er skissert med stiplet linje. ... 11

Figur 4: Maksimalt trykk for beregnet utbredelse av 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. 14
Figur 5: Modellert utbredelse av sørpeskred. Pil viser mulig overtopping på østsiden av ravinen i overkant eller i forbindelse med brua ved Burmavegen. (Modellspesifikasjoner: RAMMS Debris Flow version 1.7.20, Bruddhøyde 1.25 m, Volum 7500 m^3, Mu 0.05, Xi 3500 m/s^2. 17
Figur 6: Foto av bergskjæring, løsmasseskråning og oppsamlingsbasseng (forgrunn). Bildet er tatt ved innkjørselen til energiverket og tilsvarer omtrentlig fremtidig plassering av reservekraftverk. 18
Figur 7: Detaljert kart over den vurderte plasseringen av nytt reservekraftverk. Det er ikke faresoner for skred med årlig sannsynlighet på 1/5000 inn i det vurderte området. . 20

Tabeller

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2019) og TEK10. 5
Tabell 2: Dimensjonerende bruddhøyder i aktuelle utløsningsområder ved Longyearbyen. . 13
Tabell 3: Verdier for friksjonsparametre benyttet i modellering av sørpeskred (Skred AS og HNIT, 2018). 15

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Longyearbyen lokalstyre planlegger å føre opp et reservekraftverk i nær tilknytning til dagens Energiverk i Longyearbyen. Planlagt lokasjon ligger delvis innenfor faresonen for skred med årlig sannsynlighet 1/1000 og 1/5000 kartlagt i 2016. Longyearbyen lokalstyre ønsker detaljert vurdering av denne plasseringen, slik at beslutningsgrunnlaget rundt skredfare i forbindelse med oppføringen av nytt reservekraftverk har et tilfredsstillende presisjonsnivå.

1.2 Mål

Skred AS er bedt om å utføre en skredfarevurdering for mulig plassering av ny reservekraftstasjon (Figur 1). 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

Skred AS ved Sondre Lunde og Nils Arne K. Walberg utførte befaring 7. og 8. mai 2019. Det var fint vær, god sikt og vinterlige forhold med snødekke under befaringen. Det ble ikke benyttet drone pga. sterk vind.

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, 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.

2 Krav til sikkerhet mot skred

2.1 Lovverket

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 byggteknisk 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

2.2 Aktuelle krav

Det er opp til Longyearbyen Lokalstyre å vurdere aktuelle krav til sikkerhet. Vi er bedt om å vurdere plasseringen av nytt reservekraftverk opp mot sikkerhetsklasse S3. Sikkerhetsklasse S3 (1/5000) omfatter byggverk der det normalt oppholder seg mer enn 25 personer, eller der det er store økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Lokale beredskapsinstitusjoner er nevnt som et eksempel som faller inn under sikkerhetsklasse S3 (1/5000).

2.3 Vurderte skredtyper

I TEK17 er det spesifisert at samlet sannsynlighet for alle skredtyper skal legges til grunn for vurderingen av årlig sannsynlighet. Vi har derfor vurdert følgende skredtyper:

- Skred i fast fjell
- Skred i løsmasser
- Snøskred, inkludert sørpeskred

Den endelige vurderingen av skredfare er samlet nominell årlig sannsynlighet for skred, som kan sammenliknes direkte med kravene i tabell 1.

2.3.1 Snøskred og sørpeskred

Snøskred kan inndeles i løssnøskred og flakskred. Løssnøskred utløses i snø med lav fasthet, som gjerne starter med en liten lokal utglidning. Etter hvert som nye snøkorn blir revet med utvider skredet seg og kan få en pæreform. Flakskred oppstår når en større del av snødekket løsner som et flak langs et glideplan. Det er flakskred som har størst skadepotensiale. Store snøskred løsner vanligvis der terrenget er mellom 30-50° grader bratt. Der det er brattere enn dette glir snøen stadig ut slik at det ikke dannes større skred. Snøskred kan skape skredvind med kraft til å utrette stor skade.

Sørpeskred er en strøm med vannmettede snømasser. Sørpeskred følger som oftest forsenkninger i terrenget, og oppstår når dreneringen i grunnen er dårlig, som for eksempel på grunn av tele og is. Sørpeskred kan utløses i slakt terreng, for eksempel når kraftig snøfall blir etterfulgt av regn og mildvær. Sørpeskred kan også utløses når varme gir intens snøsmelting. Skredmassene har høy tetthet og skred med lite volum kan gi stor skade. Det er ikke utarbeidet aktsomhetskart for sørpeskred.

2.3.2 Skred i fast fjell

Når en eller flere steinblokker løsner og faller, spretter, ruller, eller sklir nedover en skråning benyttes begrepene steinsprang (volum <100 m3) og steinskred (volum 100-10.000 m3). Steinsprang og steinskred løsner oftest i bratte fjellparti der terrenghelningen er større enn 40-45°.

2.3.3 Jordskred og flomskred

Jordskred starter med en plutselig utglidning i vannmettede løsmasser og blir som regel utløst i skråninger som er brattere enn 25-30°. Man kan skille mellom kanaliserte og ikke-kanaliserte jordskred.

Et kanalisert jordskred skaper en kanal i løsmassene som kan fungere som skredbane for nye skred. Skredmasser kan bli avsatt og danne langsgående rygger parallelt med kanalen. Når terrenget flater ut blir skredmassene avsatt i en tungeform. Over tid kan flere slike skred bygge en vifte av skredavsetninger. I et ikke-kanalisert jordskred flytter massene seg nedover langs en sone som gradvis kan bli bredere. Mindre jordskred kan oppstå i slakere terreng med finkorna, vannmettet jord og leire, gjerne på dyrka mark eller i naturlig terrasseformede skråninger i terrenget.

Flomskred er raske, vannrike, flomlignende skred som følger elve- og bekkeløp, eller raviner, gjel eller skar, ofte uten permanent vannføring. Helningen i utløsningsområdet kan være ned mot 10°. Skredmassene kan bli avsatt som langsgående rygger på siden av skredløpet, og oftest i en stor vifte nederst, der de groveste massene ligger ved roten av vifta og finere masser blir avsatt utover vifta. Massene i et flomskred kan komme fra store og små flomskred langsetter flomløpet, undergraving av sideskråninger og erosjon i løpet, eller i kombinasjon med sørpeskred.

2.3.4 Skredfare og klimaendringer

Spesielle værforhold er en dokumentert utløsende faktor for de fleste typer skred, og forekomsten av disse skredtypene vil naturlig bli påvirket dersom klimaet utvikler seg slik at ekstremt vær inntreffer oftere. Generelt vil et varmere og våtere klima kunne påvirke frekvensen av jordskred, flomskred, snøskred og sørpeskred, men i hvilken grad skredaktiviteten vil endres i hver landsdel er uvisst.

Det er altså ikke mulig å beregne et «klimapåslag» for skredstørrelse eller skredutløp og så bruke dette i skredfarekartlegging. Klimautviklingen inngår dermed i en rekke usikkerhetsmomenter som det ikke finnes verktøy for å kvantifisere, men som vurderes skjønnsmessig når en utreder eller kartlegger skredfare.

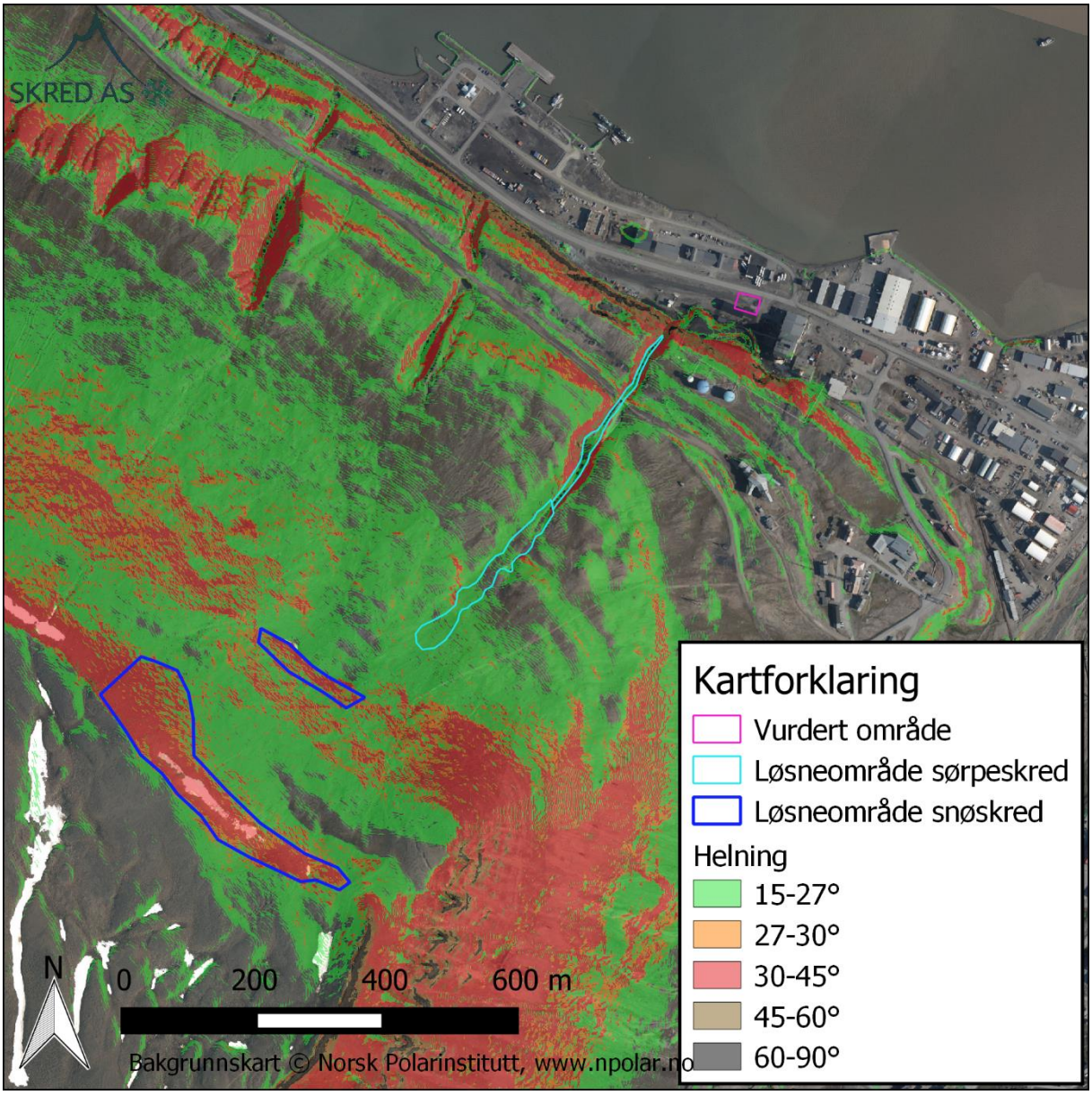
3 Beskrivelse av området

Det vurderte området ligger ved kaiområdet ved Adventfjorden, på området til Longyear Energiverk. Det er et eksisterende bygg som benyttes som kullager på området.

3.1 Topografi

Det vurderte området ligger på kote 2-3 moh. i et flatt fyllingsområde inntil Adventfjorden. Mot syd er det ca. 40 m avstand til en nær vertikal bergskjæring som strekker seg hele veien langs fjorden og Flyplassveien. Bergskjæringen har en høydeforskjell på ca. 35-45 m i området, men er tydelig nedskjært i forbindelse med et bekkeløp ca. 70 m vest for planområdet. Det er i tillegg et mindre drensbasseng i området mellom skjæringen og det vurderte området.

Fra toppen av skråningen stiger terrenget opp mot Sverdruphammeren og Platåberget på ca. 450 moh. Mellom 250 - 300 og 350 – 400 moh. er den nordvendte skråningen brattere enn 25-30°. Kanaliseringen til bekkeløpet som drenerer deler av fjellsiden blir mindre markant etter hvert som terrenget stiger, og toppen av forsenkningen er på ca. 180 moh. Helningskart er vist i Figur 1.



Figur 1: Helningskart over fjellsiden ovenfor den vurderte plasseringen for reservekraftverk. Potensielle løsneområder for snøskred og sørpeskred er markert.

3.2 Registrerte skredhendelser

Vi er blitt fortalt via 3. person at det skal ha gått et sørpeskred ned bekkefaret mens det var arbeidere på jobb i Longyear Energiverk. Vi har ikke informasjon om tidspunkt eller utstrekning av skredet. Vi vet at området langs flyplassveien er utsatt for sørpeskred i forbindelse med stor vanntilførsel på snødekke, bl.a. slutten av januar 2012 (Svalbardposten, 2012). I et liknende bekkefar som ligger 300 m NV mot flyplassen løsnet det et sørpeskred i juni 2013 (NVE, 2016).

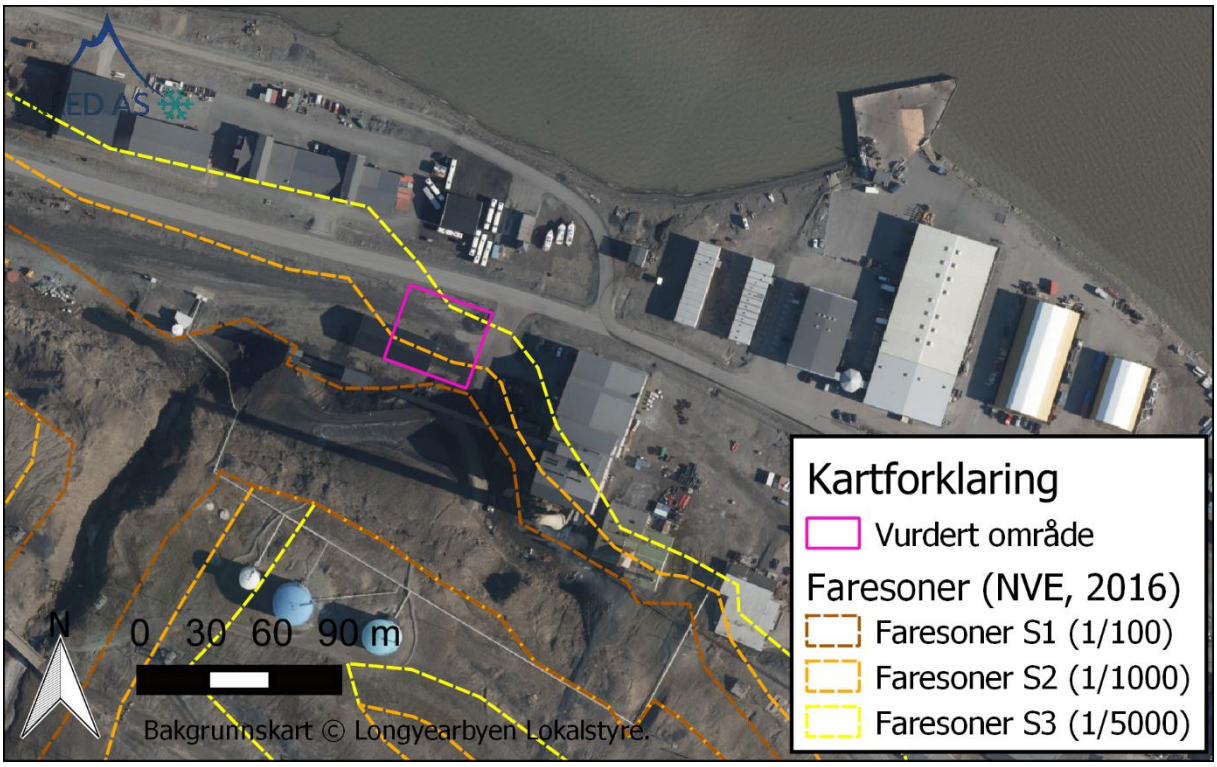
I tillegg til sørpeskred, er det i RegObs registrert at det har løsnet flere mindre snøskred og skavlbrudd i øvre deler av fjellsiden mot Sverdruphammeren. Det er ikke kjent at noen av

disse har nådd ned mot bebyggelsen. Det er også hyppig nedfall av mindre stein (<0,25m^3) fra bergskjæringen langs Veg 600 til flyplassen og ved energiverket.

3.3 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 har NGI vurdert skredfaren for deler av fjellsiden ovenfor planområdet. Etter deres vurdering av beregninger og klimadata vil snøskred med gjennomsnittlig gjentakelsesintervall på 1000 år kunne nå ned til ca. kote 70 i området ved Taubanesentralen og omlag til Burmavegen ovenfor bebyggelsen på Skjæringa. Andre skredtyper er vurdert som sekundære i forhold til snøskred i dette området, men det er påpekt spor etter minst 2 mindre løsmasseskred i skråningsfoten over den gamle Taubanetraseen. Sørpeskred i gjelet ned mot planområdet eller steinsprang fra fjellskjæringen ned mot sjøområdet og Energiverket er ikke vurdert, da dette er utenfor vurderingsområdet.

NVE Rapport 91-2016. Skredfarekartlegging i utvalgte områder på Svalbard. Multiconsult utførte på oppdrag fra NVE en detaljert skredfarekartlegging for Longyearbyen. Alle skredtyper er vurdert i det aktuelle området, og det er løsmasse-/sørpeskred som er markert som dimensjonerende skredtype i området. I denne kartleggingen ligger 1/100, 1/1000 og 1/5000 faresonene med en avstand på ca. 10-30 m fra hverandre.



Figur 2: Eksisterende faresoner i området (NVE Rapport 91-2016).

Figur 3: Foto av den vurderte fjellsiden (Foto: Longyearbyen lokalstyre). Vurdert plassering er skissert med stiplet linje.

4 Vurdering av skredfare

4.1 Snøskred

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

4.1.1 Løsneområder

Løsneområder for snøskred kan grovt defineres som alle områder som kan akkumulere betydelige mengder snø med helling mellom 27° - 55°.

Figur 1 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 øverst i fjellsiden ovenfor det vurderte området har en helning mellom 27° - 45°, og vurderes derfor som potensielle løsneområder for snøskred. På grunn av terrengformene, er det allikevel ulikt potensiale for skredutløsning og bruddkanter i de ulike deler av fjellsiden. Øvre løsneområdet, mellom 350-400 moh. vurderes som det mest sannsynlige løsneområde på grunn av terrenghelningen og muligheten for avlagring av vindtransportert snø under vind fra sørlig retning. Løsneområde mellom 250- 300 moh. har mindre utstrekning og sammenhengende bratte partier, og vurderes følgelig å ha lavere potensiale for å utløse skred med stor utbredelse.

4.1.2 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 gjentaksintervall 1/100, 1/1000 og 1/5000. Grunnlaget for beregningene av dimensjonerende skred omfattet også beregninger av dimensjonerende bruddhøyder, valg av friksjonsparametre og sensitivitetsanalyser, samt at de kjente skredhendelsene fra 2015 og 2017 ble etterregnet. Vi har for vurderingen av skredutbredelse fra løsneområdene ovenfor det vurderte området benyttet de samme parametere som ble utarbeidet for snøskred fra Sukkertoppen. Benyttede parametere 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
1000 år	70	Øvre, god oppsamling: 2,0 Øvre: 1,8
5000 år	78	Øvre, god oppsamling: 2,6 Øvre: 2,3

4.1.3 Utbredelse av snøskred

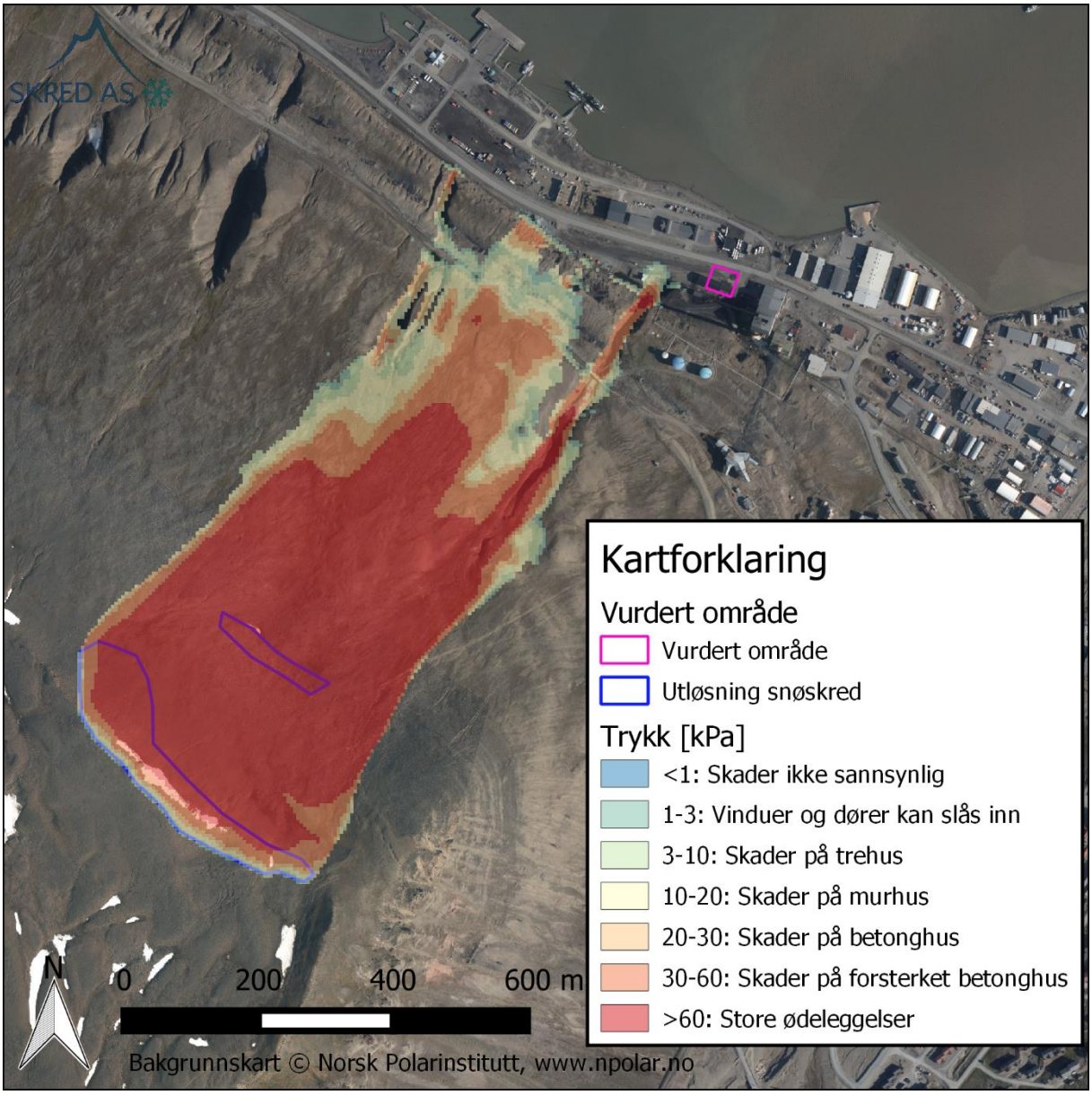
Historiske snøskredhendelser i det vurderte området viser at snøskredene ikke har oversteget størrelse 2-3, og stopper i det slakere partiet nedenfor brattskrenten og i god avstand til Burmavegen. Med økte nedbørverdier og kraftig vindtransport fra sør kan det likevel ikke utelukkes at snøskred kan bli større enn det vi er kjent med har gått hittil.

Figur 4 viser modellert skredtrykk for et snøskred fra det øvre utløsningsområde når dette løsner i et sammenhengende stort skred (volum 75 000m^3 = str 4., friksjonsparametre M300). Figuren viser modellert utbredelse med bruddhøyder dimensjonerende for et snøskred med årlig nominell sannsynlighet på 1/1000 (1,8 m). Modellen viser at et eventuelt skred av denne størrelsen vil kunne nå ned mot Burmavegen, noe vi vurderer som realistisk i forhold til maksimal utbredelse av skred i området.

Et snøskred av en slik størrelse er svært lite sannsynlig, både i forhold til at hele løsneområdet må løsne samtidig og at volumet blir tilstrekkelig stort. I forhold til akselerert hastighet ned langs ravinen som er tydelig i modellresultatet vurderer vi dette som mindre sannsynlig i en ekstremhendelse, da ravinen i et slikt tilfelle antas å være fylt opp av snø.

Modeller med større volum eller lavere friksjonsparametre viser omtrent det samme, men med noe større utstrekning nedenfor bergskjæringen. Dette vurderer vi som lite reelt ut fra topografiske forhold, og andre skredtyper vurderes som dimensjonerende i området nedenfor skjæringen. Ingen modellresultater når inn i det vurderte området.

Den årlige sannsynligheten for snøskred inn i det vurderte området vurderes som lavere en 1/5000.



Figur 4: Maksimalt trykk for beregnet utbredelse av 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.

4.2 Sørpeskred

Sørpeskred kan oppstå under ulike terrengsettinger og hydrologiske forhold og utløses etter forskjellige mekanismer. I likhet med andre skred styrt av høyt vanninnhold (eks. flomskred) har sørpeskred en tendens til å følge forsenkede terrengpartier som bekkeløp og raviner. For å vurdere faren for sørpeskred er det utført flytanalyser basert på tilgjengelig terrengmodell, samt studier av flybilder og feltbefaring. I tillegg er historiske hendelser vurdert.

Det finnes ingen modellverktøy for å modellere utbredelsen av sørpeskred, men det er i bransjen aksept for å benytte beregningsmodeller for flomskred til å beregne flytmønstre for sørpeskred, da bevegelsesmønstrene er forholdsvis like mellom de to skredtypene. Vi, og

andre aktører i Longyearbyen, har tidligere benyttet flomskredmodulen til RAMMS (Christen, Kowalski, & Bartelt, 2010) for å beregne flytmønstre, og det er også gjort i dette prosjektet.

4.2.1 Løsneområder for sørpeskred

Det er en markant ravine ned fjellsiden som munner ut ca. 70 m SV for ønsket plassering av reservekraftverket. Det er utført flytanalyser av dreneringsmønsteret i fjellsiden (ikke vist i figur), både som single flow og multi flow analyser. Single flow analysen viser at ravinen har potensiale til å drenere over 400 000 m^2. Multi flow analysen viser at området drenerer den østre del av fjellsiden, samt en del av det flate platået på oversiden. Analysen tar ikke hensyn til evt. snødekket landskap, og det er flere punkter hvor det er usikkert om vannet drenerer mot den aktuelle ravinen eller inn i et annet nedbørfelt.

Historiske hendelser med sørpeskred i fjellsiden langs Veg 600 mot flyplassen og Vannledningsdalen, både utløst midtvinters som følge av kraftig regn på eksisterende snødekke og som følge av høy vannmetning i eldre, grovkornet snødekke under intens snøsmelting om våren, gjør at sørpeskred er en reell problemstilling i området rundt Longyearbyen. Befaringen viste i tillegg at ravinen har en tendens til å fylles med snø, spesielt øvre deler og ved broen ved Burmavegen. Dette hindrer drenering og øker følgelig sannsynligheten for utløsning av sørpeskred.

Vi vurderer at sørpeskred kan løsne både nede i ravinen som følge av lokale oppdemminger, og i det slakere, konkave partiet ovenfor ravinen. Mest sannsynlige løsneområder i nær tilknytning til ravinen er markert i Figur 1.

4.2.2 Friksjonsparametre og skredvolum

De fleste større kjente sørpeskred som har truet bebyggelse på Svalbard har vært i Vannledningsdalen. I forbindelse med forprosjektering av sikringstiltak mot sørpeskred har Skred AS gjort en grundig gjennomgang av historiske hendelser, tidligere arbeid og tidligere utført modellering i forbindelse med sørpeskred i Vannledningsdalen (Skred AS og HNIT, 2018). Det ble bl.a. utarbeidet et sett med friksjonsparametre som ble foreslått benyttet for dimensjonerende sørpeskred i Vannledningsdalen, se Tabell 3: Verdier for friksjonsparametre benyttet i modellering av sørpeskred .Tabell 3.

Tabell 3: Verdier for friksjonsparametre benyttet i modellering av sørpeskred (Skred AS og HNIT, 2018).

Gjentaksintervall	Dry-Coloumb type friksjon, μ [Mu, -]	Viskøs-turbulent friksjon, ξ [Xi, m/s^2]
100 år	0,15	2000
1000 år	0,05	3500
5000 år	0,04	4500

I tillegg til friksjonsparametrene har volumet normalt stor påvirkning på modellert utbredelse og hastigheter. Arealet til øvre og nedre løsneområde for sørpeskred, avgrenset i Figur 1, er henholdsvis ca. 7500 m^2 og 2500 m^2. Med 1 m bruddhøyde gir dette et totalvolum

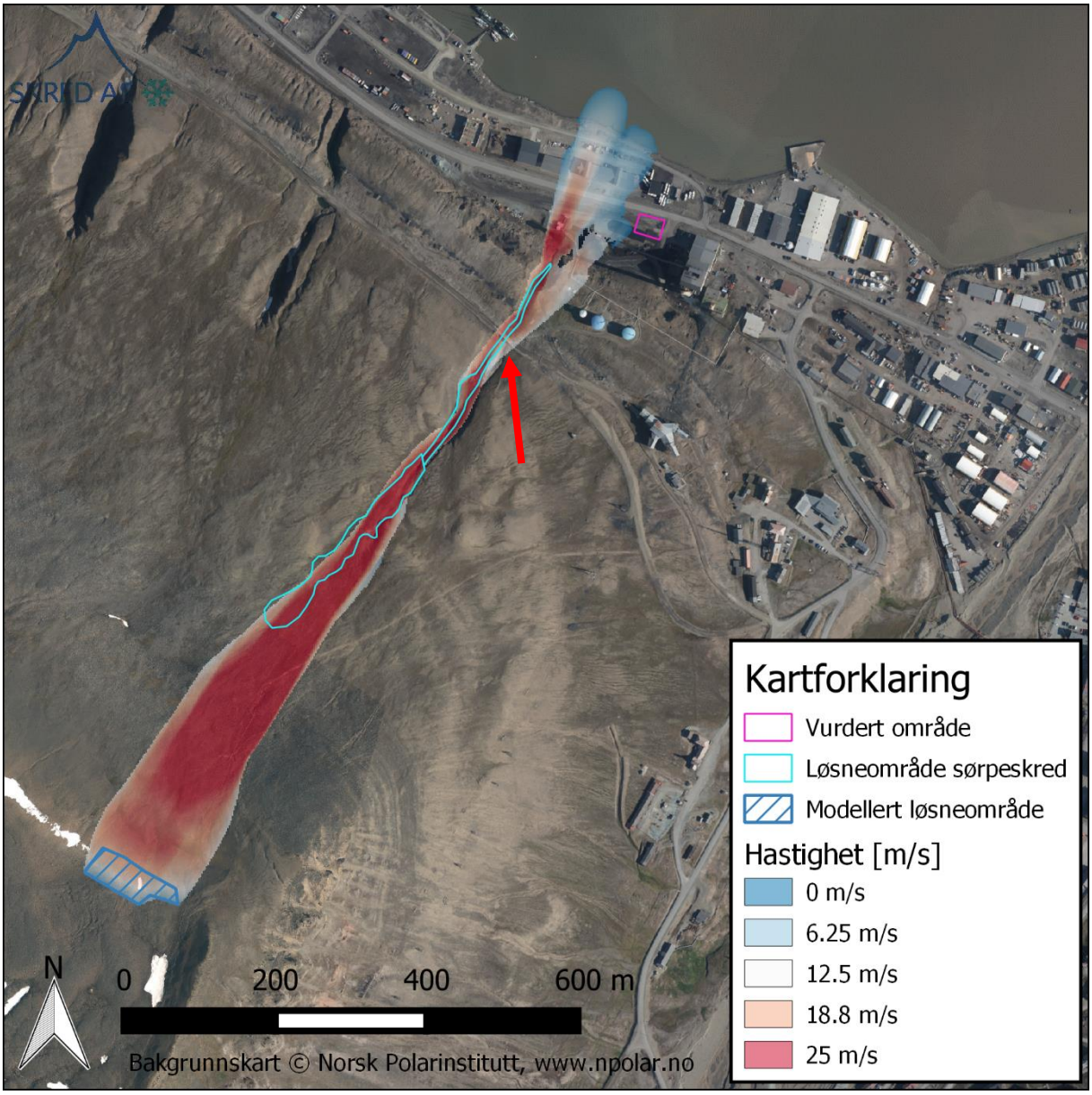
på 10 000 m^3, og 12 500 m^3 dersom bruddhøyden økes til 2 m i nedre del. Det er i tillegg utført enkle analyser av tverrprofiler av ravinen. 2 m snødekke gir et tverrareal mellom 20 m^2 (nedre og midtre raviner) og 70m^2 (øvre slakere område).

Løsneområder for sørpeskred anvendt i modelleringen avviker fra reelle løsneområder på grunn av modellkriterier knyttet til terrenghelling for utløsning av skred. Oppløsning på benyttet terrengmodellen er 2 x 2 m. Vi har benyttet volum på 5 000, 7 500, 12 000 og 18 000 m^3, og har modellert med ulike kombinasjoner av volum, friksjon og plassering av løsneområder.

4.2.3 Utbredelse av sørpeskred

Uavhengig av volum viser modellert utbredelse at retningen av mesteparten av massene til et eventuelt større sørpeskred vil følge rett ut av utløpet til ravinen og mot fjorden. Modellert utbredelse (Figur 5) viser at det er mulig at et skred vil overtoppe ravinen rett i overkant av Burmavegen, som også ble vurdert som et sannsynlig scenario under befaringen da ravinen under brua var tilnærmet full av drivsnø. Modellen viser at sørpeskredmassene i et slikt tilfelle vil følge ned fjellskjæringen øst for ravinen og mot, men ikke inn i, det vurderte området. Utførte modellberegninger med større volum viser at disse vil få et annet bevegelsesmønster, med tendens til å overoppe vest for ravinen eller følge ravinen rett ut, og følgelig ikke mot eller inn i det vurderte området. Tilsvarende oscillering er også sett i modellberegninger i Vannledningsdalen og i observerte sørpeskred.

Skredfarevurderingen og simuleringer tar hensyn til dagens terreng, som inkluderer et basseng og en utfylling i forbindelse med adkomstvei til påfylling av kull/kullager (Figur 7). Sistnevnte ligger rett øst for utløpet av ravinen, og vil til en viss grad hindre skredmasser i å nå inn i det vurderte området. Små tilpasninger av denne vil ytterligere kunne redusere skredfaren ved eventuelt overtopping av skredmasser ved Burmavegen. Fjerning av fyllingen vil på en annen side kunne virke negativt ved at sørpeskredmasser og overvann vil kunne dreie noe mer mot høyre (øst) ved utløpet enn under dagens situasjon.



Figur 5: Modellert utbredelse av sørpeskred. Pil viser mulig overtopping på østsiden av ravinen i overkant eller i forbindelse med brua ved Burmavegen. (Modellspesifikasjoner: RAMMS Debris Flow version 1.7.20, Bruddhøyde 1.25 m, Volum 7500 m^3, Mu 0.05, Xi 3500 m/s^2.

Den årlige sannsynligheten for sørpeskred mot det vurderte området vurderes som marginalt mindre enn 1/5000.

4.3 Steinsprang

Den bratte bergskjæringen som strekker seg NV-SØ består av svært oppsprukket sedimentære bergarter. Nedfall fra denne skjæringen skjer hyppig, men på grunn av begrenset størrelse på blokkutfall, begrenset høydeforskjell og at området i nedenfor er flatt, er rekkevidden til steinsprang svært begrenset.

Mellom bergskjæringen og det vurderte området er det plassert et lite oppsamlingsbasseng inntil fjellskjæringen. Denne reduserer den vertikale høydeforskjellen til skjæringen i dette området, og fanger også opp vann og mindre masser. Bassengkonstruksjonen antas stabil, men det er ikke gjort detaljerte geotekniske beregninger, og det vurderes ikke at det er fare for steinsprang eller løsmasseskred fra sidekantene av konstruksjonen.

Figur 6: Foto av bergskjæring, løsmasseskråning og oppsamlingsbasseng (forgrunn). Bildet er tatt ved innkjørselen til energiverket og tilsvarer omtrentlig fremtidig plassering av reservekraftverk.

Sannsynligheten for steinsprang inn i det vurderte området vurderes som mindre enn 1/5000.

4.4 Løsmasseskred

Løsmasseskred kan oppstå de fleste steder hvor løsmasseskråningene består av finkornede masser og har en helling brattere enn 15-25°. Mindre løsmasseskred er utbredt i område rundt Longyearbyen Det er spor etter to hendelser nær Taubanesentralen, samt en rekke andre hendelser i området rundt Longyeardalen. I øvre deler av fjellsiden vurderes løsmasseskred som mindre sannsynlig pga. grovere løsmasser, og eventuelle skred vil følge ravinen nedover. Flomskred i ravinen er mulig, men vil ha mindre utbredelse enn sørpeskred.

I nedre deler av fjellsiden ved Burmavegen er massene noe mer finkornede, men vanntilførselen her er begrenset da området er konvekst. Flytanalysene viser at overflatevann i hovedsak enten dreneres ned ravinen i vest eller mot NØ ved Taubanesentralen. Mindre utglidninger av løsmasser og forvitret stein kan forekomme i forbindelse med fjellskjæringen i området, spesielt ved Energiverket, men disse har begrenset potensial og rekkevidde, og fanges i dag opp av en dam.

Det vurderte området tilfredsstiller derfor sannsynligheten for løsmasseskred med en årlig sannsynlighet mindre enn 1/5000.

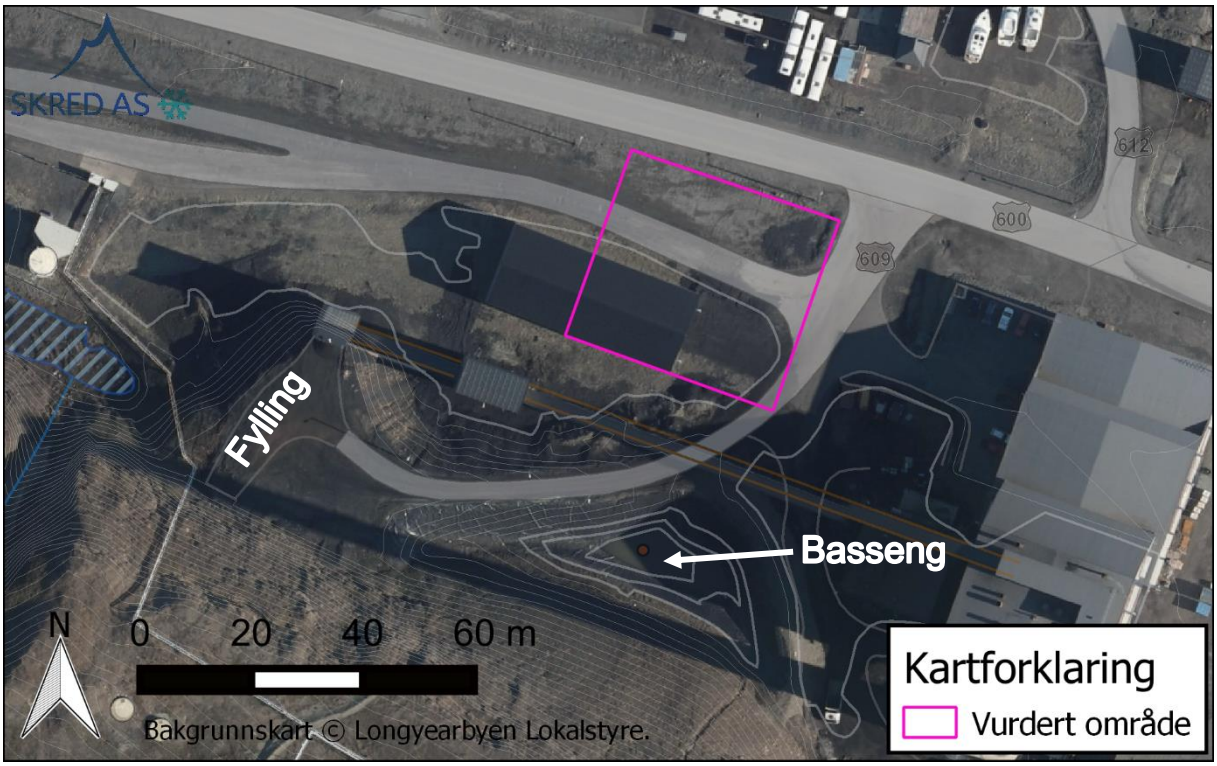
4.5 Vurdering av eksisterende faresoner

Multiconsult utførte på oppdrag fra NVE en detaljert skredfarekartlegging for Longyearbyen (NVE, 2016). I denne rapporten er det utarbeidet faresoner for det vurderte område ved Longyear Energiverk (Figur 4). Jord- og sørpeskred er vurdert som dimensjonerende skredtype i dette området.

Faresonene fra 2016 for 1/100, 1/1000 og 1/5000 ligger med en avstand på ca. 10-30 m fra hverandre, og skiller ikke markant mellom områdene ved utløpet av ravinen og tilgrensende områder under fjellskjæringen. I rapporten fra 2016 er det benyttet et annet grunnlag for beregninger av dimensjonerende utbredelse av skred enn det vi her har anvendt, spesielt for sørpe- og snøskred. Faresonene fra 2016-rapporten har for andre områder i Longyearbyen, bl.a. i Lia under Sukkertoppen i ettertid blitt revidert og utvidet (NVE, 2018).

Vår vurdering er at eksiterende faresoner fra 2016 ikke tar tilstrekkelig hensyn til utbredelsen av sørpeskred i forbindelsen med ravinen som munner ut SV- for det vurderte området. I dette området vurderer vi at faresonene skal ha større utstrekning enn eksisterende faresone.

I det vurderte område vurderes det at faresonene har for stor utstrekning. Det er her gjort detaljerte undersøkelser av utbredelsen til sørpe- og snøskred fra fjellsiden, samt steinsprang og løsmasseskred fra den mindre skjæringa. Det konkluderes med at området ikke ligger utsatt for skred med en årlig sannsynlighet > 1/5000. Vår vurdering er derfor at det ikke er faresoner for skred med årlig sannsynlighet > 1/5000 i det vurderte området.



Figur 7: Detaljert kart over den vurderte plasseringen av nytt reservekraftverk. Det er ikke faresoner for skred med årlig sannsynlighet på 1/5000 inn i det vurderte området.

5 Konklusjon

Skred AS har gjennomgått tidligere utførte skredfarevurderinger for ønsket plassering av nytt reservekraftverk ved Longyear Energiverk, inkludert en vurdering av utstrekningen til eksisterende faresoner kartlagt i 2016. Vi vurderer at skredfaren er lavere enn indikert av eksisterende faresonekart for det vurderte området. Plasseringen tilfredsstiller derfor kravene i TEK17/TEK10 for sikkerhet mot skred for sikkerhetsklasse S3 hvor årlig sannsynlighet for skred ikke må overstige 1/5000.

Det er i løpet av arbeidet avdekket at skredfaren er høyere enn indikert av eksisterende faresoner ved utløpet av en ravine rett sørvest for den vurderte plasseringen. Dette omfatter deler av området Longyear Energiverk benytter, samt bebyggelse på motsatt side av Veg 600 mot flyplassen. Plassering og utbyggingen av reservekraftverk bør derfor sees i sammenheng med eventuell utvikling og sikring av dette området.

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.

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). *Svalbard, Longyearbyen - Prosjektering av sikringstiltak, Sukkertoppen og Vannledningsdalen. Forprosjektering av sikringstiltak - Fase B2.* Rapportnr. 18241-03-4.

Svalbardposten. (2012). *Da værgudene slo seg vrange - uka som var skrekkelig våt.* Svalbardposten nr. 5, 3. februar 2012, side 6-9.