

NOTAT

OPPDRAAG	Dammer Storavatnet Rehabilitering	DOKUMENTKODE	10222962-RIGberg-NOT-001
EMNE	Skredfarevurdering Svartatjørna	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Bergen kommune	OPPDRAAGSLEDER	Vegard Lie
KONTAKTPERSON	Siv Heggen Eltervaag	SAKSBEHANDLER	Astrid Lemme
VTA	Magne Eide	ANSVARLIG ENHET	10233013 Bergteknikk Vest

SAMMENDRAG

Multiconsult er engasjert for å vurdere skredfare ved demningen i sørlig del av Storavatnet/Svartatjørna, gnr. 25 bnr. 4 m.fl. i Bergen kommune. Skredfare er vurdert iht. Plan- og bygningsloven og TEK17 § 7.3.

Det planlegges rehabilitering/forsterkning av demningen. Planlagte tiltak vurderes å inngå i sikkerhetsklasse S2 iht. TEK 17, og årlig nominell sannsynlighet for skred må derfor være mindre enn 1/1000.

Konklusjonen er at det ikke er reell skredfare i kartleggingsområdet og krav til sikkerhet mot skred vurderes dermed å være ivaretatt. Det er ikke behov for å gjøre avbøtende tiltak mot skred.

1 Innledning

Plan- og bygningsloven (pbl) og Byggteknisk forskrift (TEK 17) stiller krav til sikkerhet mot naturfare (Direktoratet for Byggkvalitet, 2017). For reguleringsplan og byggesak/-tiltak, søknadspliktig eller ikke, må det derfor dokumenteres at tilstrekkelig sikkerhet mot skredfare er eller kan bli ivaretatt i henhold til disse sikkerhetskravene.

Denne utredningen er utført av fagkyndig personell og følger NVEs veileder *Sikkerhet mot skred i bratt terreng – Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak* (NVE, 2020), og vil dermed kunne dokumentere hvorvidt disse sikkerhetskravene er oppfylt.

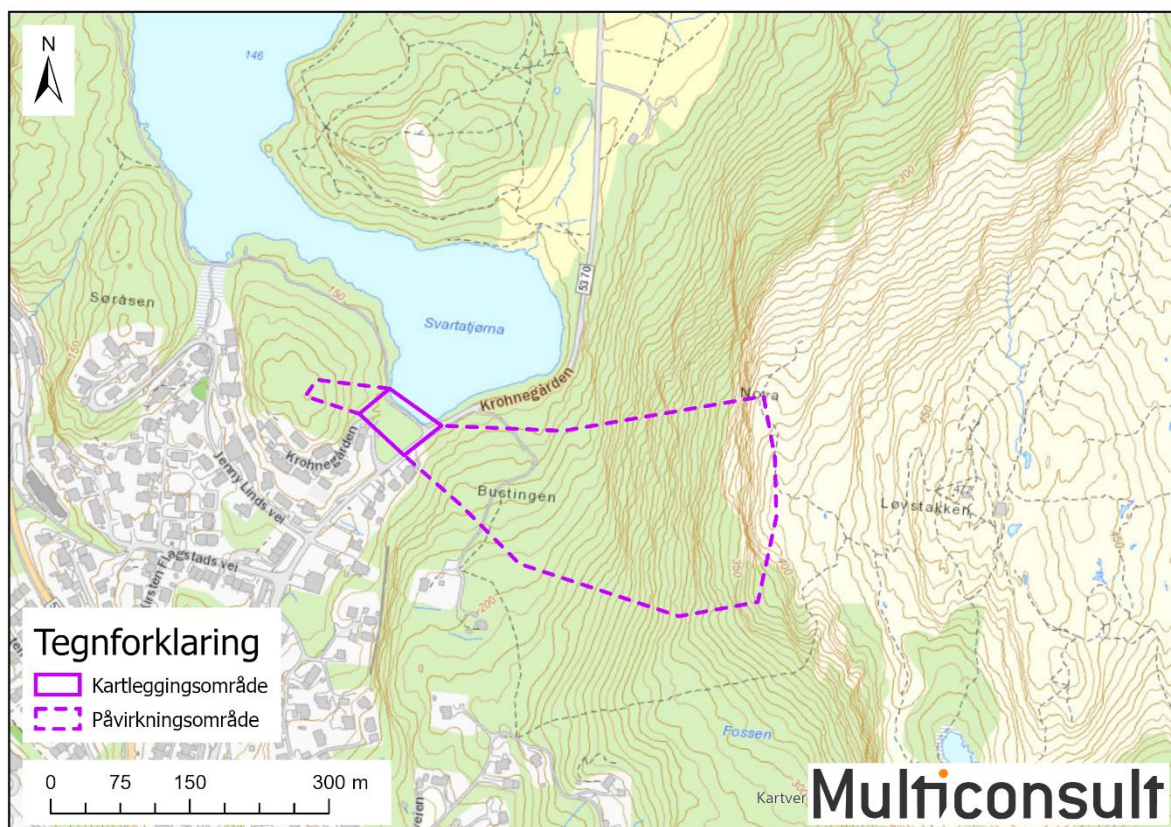
Skredtypene snøskred, jord- og flomskred, sørpeskred, steinskred og steinsprang er gjort rede for. Vurderingen tar ikke hensyn til annen type risiko som tomten eventuelt måtte være utsatt for. Det presiseres at vurderingen er basert på dagens terreng-, skogs- og klimaforhold.

1.1 Undersøkt område og planlagte tiltak

Foreliggende notat gjelder skredfareutredning for dam Svartatjørna i sørlig ende av Storavatnet, gnr. 25 bnr. 4 m.fl., i Bergen kommune (Figur 1). Det planlegges rehabilitering/forsterkning av dammen.

Iht. TEK 17 skal det fastsettes sikkerhetsklasse for skred for byggverk i skredfareområde (Direktoratet for Byggkvalitet, 2017). Etter rehabilitering vil den aktuelle dammen i hovedsak bestå av grovblokkig stein, og det skal mye til før skred fører til skade da den er vurdert å stå imot treff av mindre steinsprang og overskylling av bølger. Vi vurderer at dammen inngår i sikkerhetsklasse S2 iht. TEK 17, og følgende skredfarevurdering tar utgangspunkt i det.

00	24.09.2021	Til rammesøknad	Astrid Lemme	Asbjørn Øystese	Vegard Lie
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV



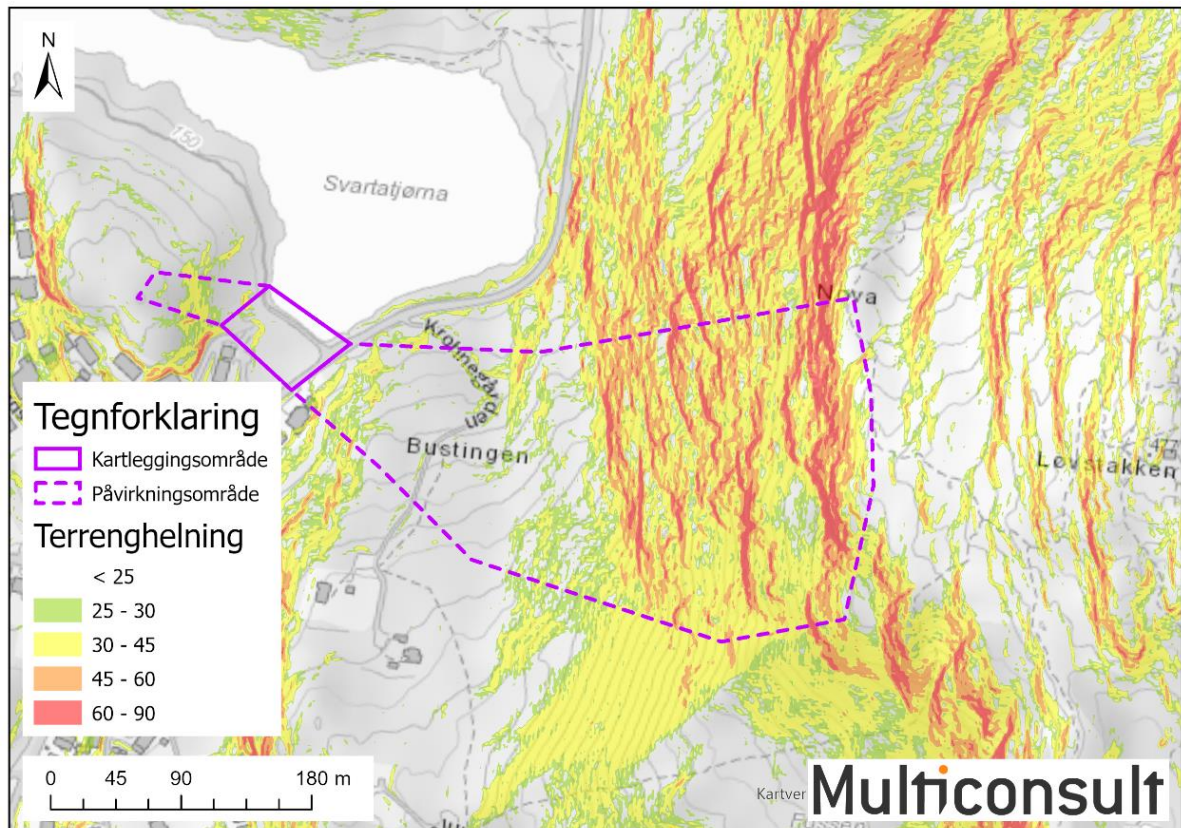
Figur 1. Oversiktskart.

1.2 Befaring

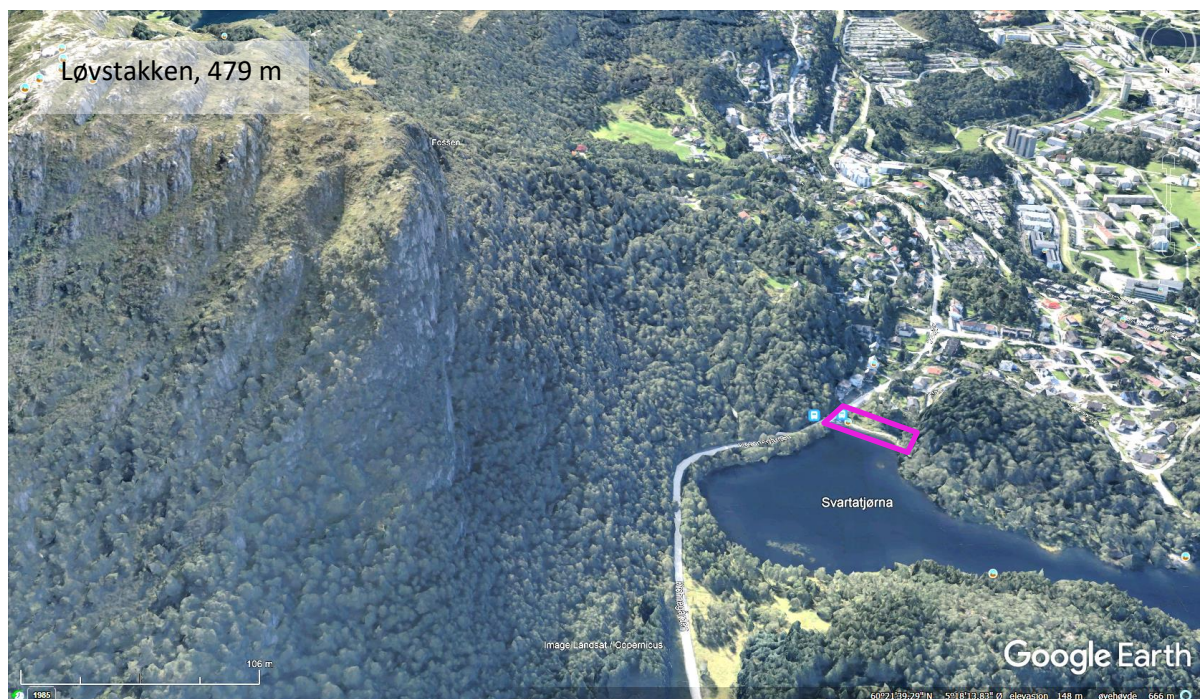
Geolog Astrid Lemme fra Multiconsult utførte befaring i området 11. september 2021. Befaring ble utført til fots opp til ca. 200 moh. Det var kraftig regn og lavt skydekke på befaringen. Sporlogg kan sees i registreringskart.

2 Geologi og områdebeskrivelse

Svartatjørna er lokalisert i sørlig ende av Storavatnet, vest for Løvstakken, ca. 150 moh. Et oversiktskart med plassering av kartleggingsområdet og påvirkningsområdet (terrenget som kan generere skred mot kartleggingsområdet) er vist i Figur 1. Terrenget i kartleggingsområdet er forholdsvis flatt, se helningskart i Figur 2. Vest for kartleggingsområdet stiger terrenget opp til en kolle med høyde på ca. 180 moh. Hoveddelen av terrenget er slakt ($<25^\circ$), men et terrengbelte har helning på over 30° . Øst for kartleggingsområdet stiger terrenget opp til 175 moh. Her flater det av i en ca. 90 m bred flanke som er orientert mot nord. Det er flere små søkk og ryggformasjoner orientert N-S, før terrenget stiger bratt opp mot Løvstakken (479 moh). Et oversiktsbilde hentet fra Google Earth kan sees i Figur 3.



Figur 2. Terrenghelning.



Figur 3. Skjermdump fra Google Earth. Lilla polygon viser omtrentlig plassering av kartleggingsområdet. Kameravinkel er mot sør.

2.1 Bergartsfordeling og sprekkegeometri

Bergarten i området er kartlagt av NGU i målestokk 1:50 000 (Fossen & Ragnhildstveit). Kartleggingen viser at berggrunnen på stedet er granittisk gneis med overgang til øyegneis, tilhørende Øygardens gneiskompleks. Den har en rødlig fargetone, og er nokså grovblokkig.

Det er ikke registrert berg i kartleggingsområdet, men det er observert berg i dagen innenfor påvirkningsområdet, særlig øst for kartleggingsområdet. Det ble ikke målt inn sprekkeretninger ved befaring, men det er observert sprekkesett orientert N-S og med steilt fall (parallelt med bergskrentene, gul pil i Figur 4). Tilsvarende sprekker vises normalt på dette systemet, Ø-V-orientert og med vertikalt fall. Det er også et tredje sprekkesett med subhorisontale sprekker (røde piler i Figur 4).



Figur 4. Bergskråning øst for demningen. Bildet er tatt mot nord ca. 200 moh. N-S-orientert sprekke med steilt fall mot vest er markert med gul pil. Røde piler peker på nær-horisontale sprekkesett med strøk mot N-S.

2.2 Løsmasser

Løsmassene i området er kartlagt av NGU i målestokk 1:250 000 (Norges geologiske undersøkelse, u.d.). I følge kartleggingen er det et tynt og usammenhengende dekke av morenemateriale over berggrunn i områdene rundt demningen (kartleggingsområdet). Fra den nordvendte flanken og videre opp til Løvstakken viser kartleggingen at terrenget generelt er dominert av bart fjell, som stort sett er uten løsmasser. Observasjoner i felt og studier av historiske flyfoto og skyggerelieff bekrefter dette. Stedvis er det observert blokker i foten av brattskrentene nedenfor Løvstakken som antas å være steinsprangavsetninger – hovedsakelig av eldre dato (se registreringskart i Figur 7).

På skyggerelieff, som er vist i registreringskart i Figur 7, kan man se hylleformasjoner og svakhetssoner i fjellsiden nedenfor Løvstakken. I kontrast til dette er det en mer jevn

terrengoverflate i den nordvendte terrengflanken. Den jevne overflaten indikerer at det er løsmasser og/eller torv i skråningen.

Kartleggingsområdet ligger vesentlig over Marin Grense (MG) som i området her ligger mellom kote 50 og 60.

2.3 Vann- og vassdragsforhold

Det er registrert vannveier og bekkeinntak/kummer ved tre lokaliteter i området, se registreringskart i Figur 7.

2.4 Vegetasjon

Vegetasjonen i området består for det meste av blandingsskog. Opp mot høydedragene er vegetasjonen mer kortvokst og/eller fraværende.

3 Grunnlagsmateriale

3.1 Tidligere skredfarevurderinger

Multiconsult bekjent er det ikke utført skredfarevurdering i kartleggingsområdet tidligere.

3.2 Digital terrengmodell

Som grunnlag er det brukt en digital terrengmodell med oppløsning 1x1 m, tilgjengelig fra www.hoydedata.no. Terrengmodellen er brukt som grunnlag for GIS-analyser, blant annet terrenghelning og skyggerelieff, samt som grunnlag for modellering.

3.3 Flybilder og skråfoto

Skråfoto, samt flyfoto fra 1951-2019, er studert i forbindelse med skredfarevurderingen. Det er ikke observert endringer i terrenget i form av for eksempel spor i vegetasjon eller skredavsetninger som vitner om skredhendelser i det aktuelle tidsrommet. Figur 5 viser skråfoto fra området.



Figur 5. Skråfoto. Lilla polygon viser omtrentlig kartleggingsområde. Bildet er tatt mot øst. Kilde: <https://kart.1881.no/>

3.4 Historiske skredhendelser

I den nasjonale skredbasen er det ikke registrert noen skredhendelser i dette området (<https://temakart.nve.no/testlink/?link=skredhendelser>). Det er heller ikke observert tegn til skredaktivitet på historiske flyfoto eller skråfoto.

3.5 Aktsomhetskart

Det aktuelle kartleggingsområdet faller innenfor aktsomhetsområde for snøskred og også delvis for steinsprang. Disse aktsomhetskartene er basert på relativt grove terrengmodeller, og tar kun hensyn til terrengets helning når det defineres løснеområder. Løснеområdene brukes videre som input i empiriske formler som beregner teoretisk utløpslengde. Metoden tar ikke høyde for klima, vegetasjon, befaringsobservasjoner eller eksisterende sikringstiltak. Våre vurderinger vil derfor overprøve aktsomhetskartene for kartleggingsområdet.

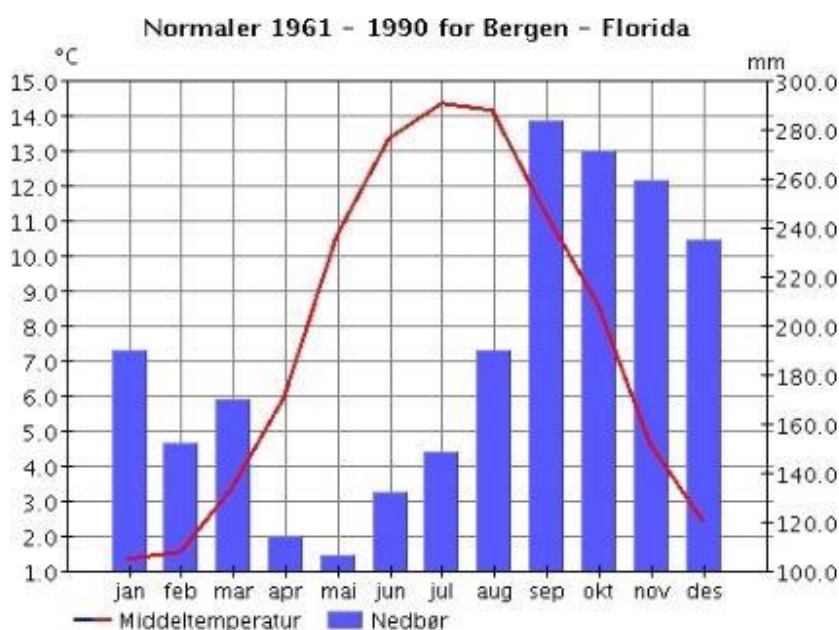
3.6 Eksisterende sikringstiltak

Multiconsult bekjent eksisterer det ikke skredsikringstiltak for det aktuelle området. På befaring ble det registrert bekkeinntak/kummer, se registreringskart i Figur 7.

3.7 Klimatologiske data

Bergen har generelt en nedbørsrikt og mildt klima, med årsnedbør på 2250 mm målt ved stasjonen Florida som ligger ca. 3 km nordøst for kartleggingsområdet (www.eklima.no). Mesteparten av nedbøren kommer som regn i høst- og vintermånedene, se Figur 6. Ekstrapolerte verdier fra www.senorge.no viser at årsnedbøren i kartleggingsområdet er 2000-3000 mm. Tallene er fra normalperioden 1961-1990. Middeltemperaturen er over 1°C gjennom hele året (Figur 6).

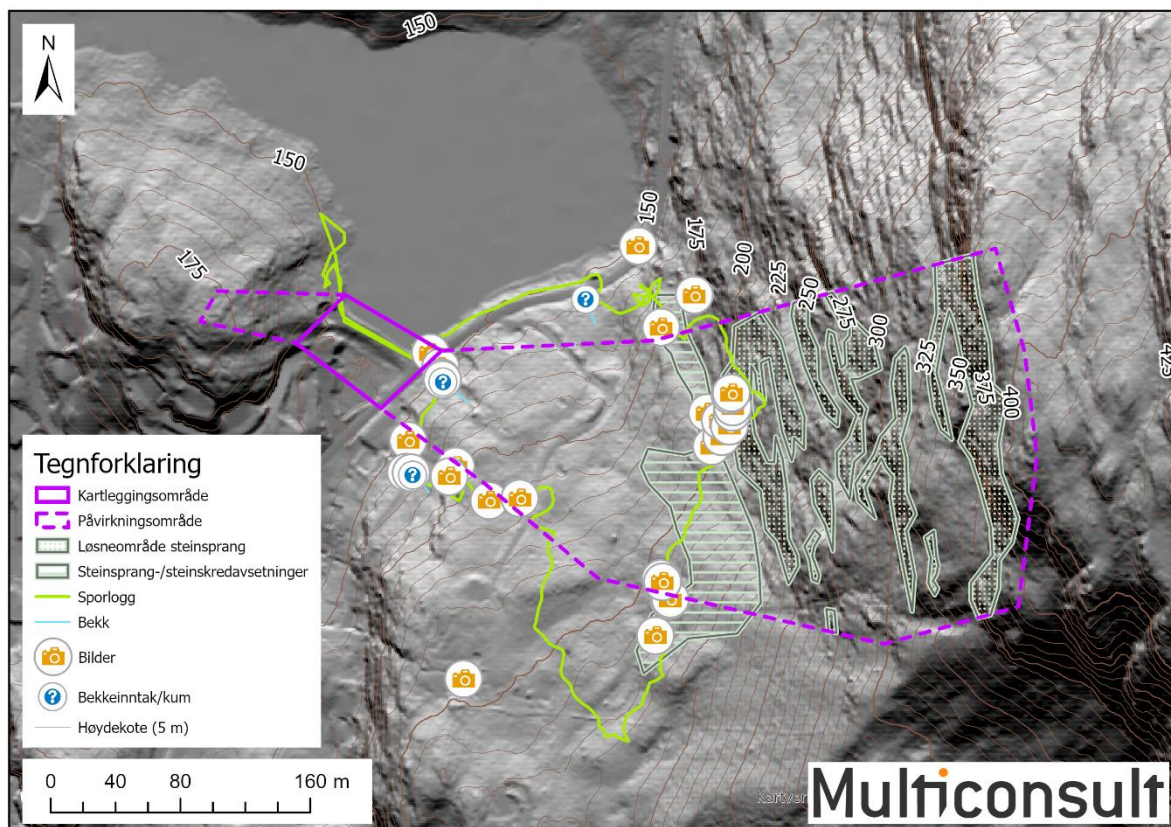
Det er statistisk begrenset akkumulasjon av snø i området. Normal årsmaksimum av snødybde for perioden 1971-2000 er under 25 cm (www.senorge.no). Sesongens snømaksimum er normalt i perioden februar-mars. Over de siste 20 år har maksimal snødybde typisk vært inntil 50 cm i denne perioden, og bare to ganger har det vært inntil 1 m, viser snødata fra portalen seNorge. Prognoser for framtidig klima tilsier at snønedbør med overveiende sannsynlighet vil avta i denne regionen.



Figur 6. Nedbør og temperaturnormaler for Florida målestasjon, 12 moh. for normalperioden 1961-90.

4 Registreringskart

På bakgrunn av observasjoner i felt og annet grunnlagsmateriale er det utarbeidet et registreringskart, se Figur 7. Registreringskartet viser teoretiske løснеområder for steinsprang og steinsprang-/steinskredavsetninger. Sporlogg fra befaring, bildepunkter, bekker og bekkeinntak er også inkludert.



Figur 7. Registreringer overlatt skyggerelieff.

5 Modellering

Det er utført simulering av steinsprang i simuleringsprogrammet RockyFor3D. Rockyfor3D er et 3D-simuleringsprogram for steinsprang utviklet av EcorisQ i Sveits. Programmet bruker en digital terrengmodell for å simulere sannsynlige bevegelsesmønstre langs underlaget i skredbanen.

I dette prosjektet er det kun utført en rask, automatisk simulering i Rockyfor3D. Innstillinger er vist i Tabell 1.

Tabell 1. Innstillinger for rask, automatisk modellering i RockyFor3D.

Oppløsning terrengmodell	2,5 m x 2,5 m
Antall simuleringer pr. løsnakeområde	100
Bergtetthet	2700 kg/m ³
Blokkstørrelse	1 m ³ (± 50 %)
Blokkform	Rektangulær
Blokkdimensjon	1 m x 1 m x 1 m

Løsneområdene og underlagsparametere blir automatisk definert av programmet ut fra helningen i terrenget. Slik modellen er benyttet i dette prosjektet vil den gi utslag for steinsprang i alt terreng som er bratt nok for utløsning av steinsprang ($>45^\circ$) uten at det nødvendigvis er reelle løsneområder. Programmet karakteriserer også terrengtype på bakgrunn av terrenghelning. Det er løst 100 steiner fra hver av cellene som programmet har definert som et løsneområde. Det er ikke tatt høyde for skog i simuleringen.

Resultater fra simulering er vist og kommentert i neste kapittel.

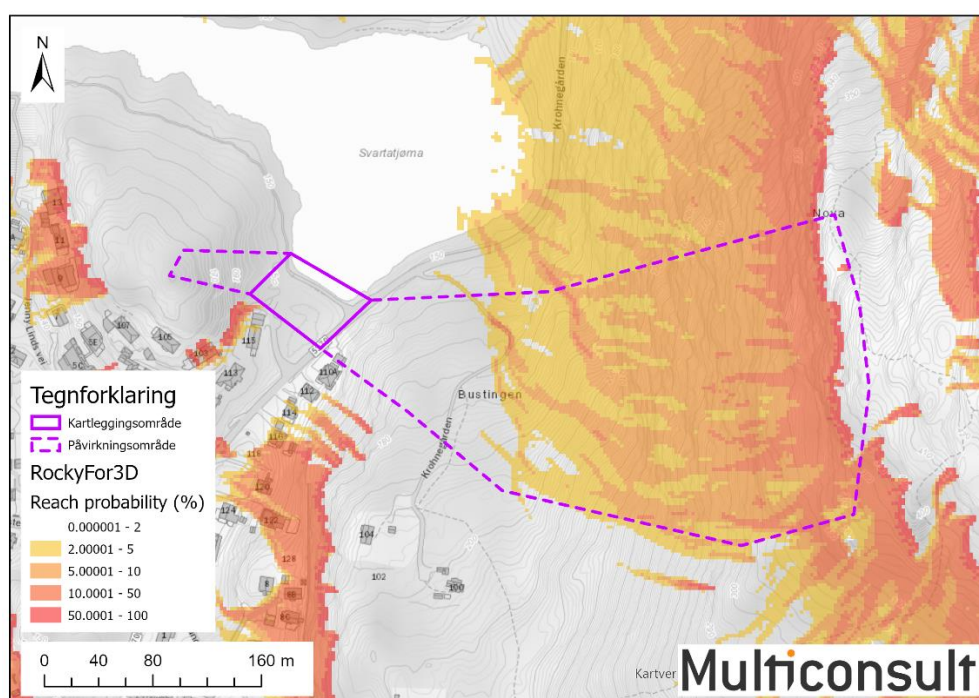
6 Skredfareutredning

6.1 Steinsprang

Det er ikke registrert løsneområder for steinsprang i skråningene like vest og øst for kartleggingsområdet. I fjellsiden opp mot Løvestakken er det registrert løsneområder for steinsprang, se registreringskart i Figur 7 og eksempler på avløst bergblokk i Figur 4.

På befaring ble det observert bergblokker i terrenget nedenfor fjellsiden som antas å være steinsprangavsetninger. De fleste av disse er gamle, men det ble også observert en liten stein som vurderes å være resultat av steinsprang av nyere dato. Observerte steinsprangavsetninger er avsatt forholdsvis nært fjellsiden og det vurderes at utløpslengden til eventuelle nye steinsprang vil være tilsvarende. Det vurderes også at eventuelle steinsprang vil bøyes av mot nord i møte med den nordvendte flanken, og konklusjonen er dermed at steinsprang ikke vil nå ned til kartleggingsområdet.

Simuleringene fra RockyFor3D bekrefter vurderingene ovenfor. Programmet er i hovedsak brukt for å se på bevegelsesmønstre for eventuelle steinsprang. Resultater fra simuleringen kan sees i Figur 8, og de viser at eventuelle steinsprang vil bøyes av mot nord og stoppe i god avstand til kartleggingsområdet. Resultatene viser også at enkelte steinsprang kan nå ned til Storavatnet. Dette er kommentert i kapittel 6.7. Det presiseres at modellen har definert noen løsneområder som ikke er reelle.



Figur 8. Resultater fra steinsprangsimulering i RockyFor3D. NB! Programvaren har automatisk generert løsneområder for steinsprang og viser dermed løsneområder (rødlige farge) og utløp som ikke nødvendigvis er reelle.

6.2 Steinskred

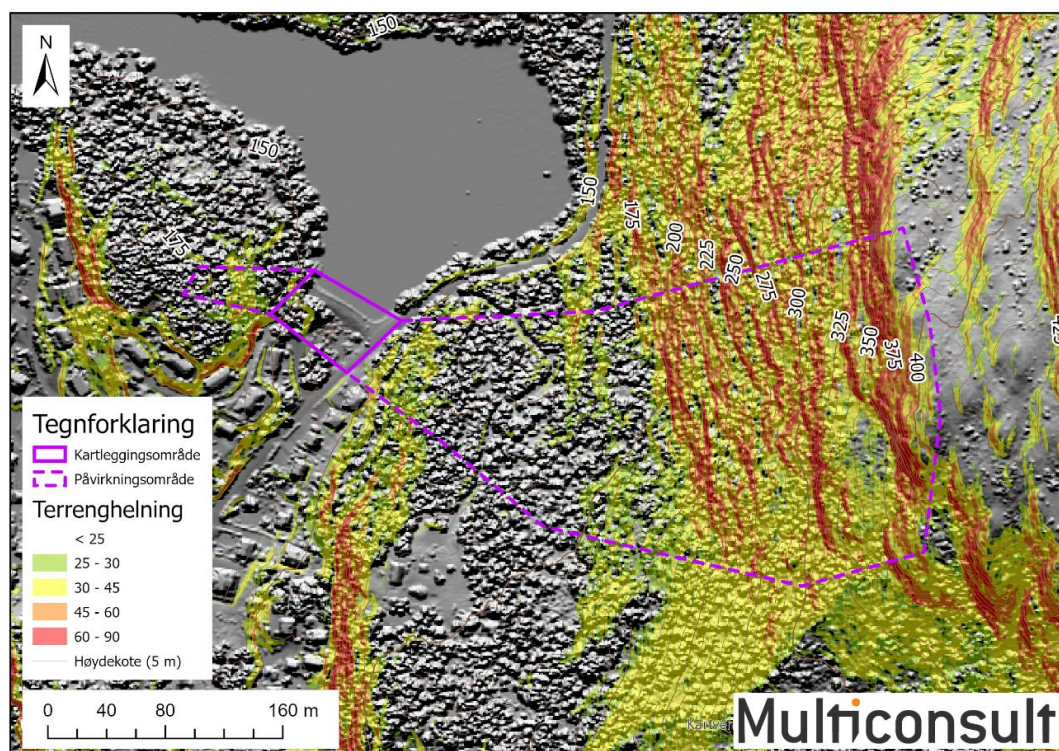
Det er ikke registrert strukturer eller andre tegn til at det kan løsne steinskred i fjellsiden opp mot Løvstakken. Steinskred vurderes ikke som en aktuell skredtype.

6.3 Snøskred

Ovenfor kartleggingsområdet, sørvest for toppen av Løvstakken, er det et større område med helning der snøskred teoretisk sett kan utløses. Området ligger ca. 220-290 moh. og er i utgangspunktet utenfor påvirkningsområdet. I praksis motvirker skogen på stedet at det kan utløses større flaskred. Skogen består hovedsakelig av løvskog, og kronedekningen vurderes å være ca. 50% (Figur 9). Dette er mindre enn det som regnes som kriterium for at kronedekningen i løvskogen alene skal hindre utløsning av store flaskred (80%) (Høydal, Breien, & Sandersen, 2013). Vegetasjonen, i kombinasjon med klimaet i området, med hyppige mildværsinnslag gjennom vinteren, vurderes det som svært lite sannsynlig at større flaskred skal utløses. I tillegg vil eventuelle mindre snøskred følge gradientretning og dreie mot nord i møte med den nordvendte flanken, slik at eventuelle utløp ikke har retning mot kartleggingsområdet.

Mindre snøskred kan teoretisk sett løsne i fjellsiden, men terrenget har en betydelig ruhet, med avsatter, små skrenter og vegetasjon. Kombinert med marginale snømengder i området vil dette hindre akkumulering av mektige snøpakker og stor forplantningsevne langs svake lag. Det er ikke registrert spor etter historiske snøskredhendelser på tilgjengelige flyfoto.

Årlig nominell sannsynlighet for at snøskred skal ramme kartleggingsområdet vurderes å være $<1/1000$.



Figur 9. Terrenghelning overlagt skyggerelieff av overflatemodell.

6.4 Jordskred

Det er lite og usammenhengende dekke av løsmasser i skråningene som er brattere enn 20° i skråningene vest og øst for kartleggingsområdet. Eventuelle mindre jordskred fra høyereliggende terreng (under toppen av Løvstakken) vil ikke nå kartleggingsområdet på grunn av at topografien hindrer dette. Jordskred vurderes derfor ikke å være en aktuell skredprosess, og er ikke videre utredet.

6.5 Flomskred

Det er hovedsakelig observert torv på berg langs bekkene i området. Mangel på masser som er tilgjengelig for transport gjør at flomskred vurderes som lite sannsynlig ($<1/1000$). Det er ikke registrert løsmasser som kan bli tilgjengelig for transport som følge av andre skredprosesser, og det er ikke registrert historiske flomskred i området.

6.6 Sørpeskred

Det er ikke observert i sørpeskred i området tidligere. Dette, i tillegg til topografi og klimaforhold, gjør at sørpeskred ikke vurderes å være en aktuell skredtype i området.

6.7 Sækundærvirkninger av skred

Steinsprang/steinskrud som har utløp til Storavatnet/Svartatjørna kan i teorien indusere bølger som kan skylle over dammen. Sannsynligheten for dette vurderes som liten da det i så tilfelle må være betydelige skredmasser som løsner og treffer vannflaten i én hendelse, og dermed fortrenger store volumer med vann. Som nevnt i kapittel 6.2 er det ikke registrert større avløste bergpartier i fjellsiden opp mot Løvstakken. Sekundærvirkninger av skred vurderes dermed ikke å være en reell problemstilling i området.

6.8 Samlet vurdering av skredfare

Årlig nominell sannsynlighet for skred vurderes å være $<1/1000$ for kartleggingsområdet og krav til sikkerhet mot skred iht. TEK17 vurderes derfor å være oppfylt.

7 Konklusjon

Multiconsult har utført en skredfarevurdering for dam Svartatjørna i sørlig ende av Storavatnet, gnr. 25 bnr. 4 m.fl., i Bergen kommune. Det planlegges rehabilitering/forsterkning av dammen. Tiltak vurderes å inngå i sikkerhetsklasse S2 iht. TEK 17, og årlig nominell sannsynlighet for skred må derfor være mindre enn $1/1000$.

Konklusjonen er at det ikke er reell skredfare i kartleggingsområdet og krav til sikkerhet mot skred vurderes dermed å være ivaretatt. Det er ikke behov for å gjøre avbøtende tiltak mot skred.

8 Referanser

Direktoratet for Byggkvalitet. (2017, 09 15). *Byggteknisk forskrift (TEK 17) med veiledning*. Hentet fra <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/7/7-3/>

Fossen, H., & Ragnhildstveit, J. (u.d.). Berggrunnskart Bergen 1115 I, M1:50.000. Norges geologiske undersøkelse.

Høydal, Ø. A., Breien, H., & Sandersen, F. (2013). *Skog og skred, Forslag til kriterier for vernskog mot skred - DEL 1*. Oslo: NGL.

Norges geologiske undersøkelse. (u.d.). *Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase*. Hentet 06 10, 2020 fra http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/

NVE. (2020). *Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng - utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak*. NVE. Hentet fra <https://www.nve.no/veileder-skredfareutredning-bratt-terreng/?ref=mainmenu>