

NOTAT

OPPDRAAG	Vestre Storheilia	DOKUMENTKODE	10202661-03-RIGberg-NOT-002
EMNE	Skredfarevurdering	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Søderaaas Bolig AS	OPPDRAAGSLEDER	Tom Arne Olsen
KONTAKTPERSON	Christian Tellefsen	SAKSBEHANDLER	Erlend Gjøsund
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10233013 Bergteknikk Vest

SAMMENDRAG

Multiconsult er engasjert for å vurdere skredfaren ved følgende eiendommer ved Vestre Storheilia i Bergen kommune, gnr./bnr. 120/56, 120/59, 120/60 og 120/281. Skredfaren er vurdert iht. Plan- og bygningsloven og TEK17 § 7.3.

Planlagte tiltak vurderes å inngå i sikkerhetsklasse S3 iht. TEK 17, og årlig nominell sannsynlighet for skred må derfor være mindre enn 1/5000. Byggesaken dreier seg om detaljplan for byggetomter. Det er planlagt utspredning av bergmasse for å etablere tomtene i planområdet. Denne skredfarevurderingen er basert på dagens terreng- og skogsforhold.

Det er gjennomført befaring av geolog, klimadata er vurdert, terrengdata er studert og modellering av steinsprang er gjennomført.

Vi vurderer at den samlede nominelle årlige sannsynligheten for skred er høyere enn 1/5000. Ettersom sannsynligheten for steinsprang er > 1/5000 vurderer vi at kravet til sikkerhet mot skred i TEK17 § 7.3 ikke er oppfylt for tomtene, og det vil kreves sikringstiltak for å innfri krav til sikkerhet.

Ettersom det er planlagt inngrep i terrenget i forbindelse med opparbeiding av ny byggetomt vil skredvurdert område endres. I forbindelse med uttak av berg vil skredfarlig terreng fjernes. Det er ikke skredfare fra terreng ovenfor tomten. Planlagt uttak vil danne nye skjæringer på tomten som kan danne nytt skredfarlig terreng. Vi anbefaler at geolog involveres i arbeidene for å kunne bistå med vurdering av stabiliteten av berget ved etablering av nye skjæringer og eventuelle ustabile blokker i terrenget. Dette kan løses ved at geolog stiller på plassen sammen med (sikrings)entreprenør for å prosjektere/anvise potensielle sikringstiltak.

Tiltak for å redusere skredfare mot nabobebyggelse og vei må vurderes forut for sprengningsarbeidene.

00	11.08.2022	Skredfarevurdering – klar til utsendelse	Erlend Gjøsund	Frode Johannesen	Tom Arne Olsen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	3
1.1	Undersøkt område.....	3
1.2	Befaring.....	4
2	Geologi og områdebeskrivelse	5
2.1	Berggrunn	6
2.2	Løsmasser	7
2.3	Vegetasjon	8
2.4	Vann- og vassdragsforhold	8
3	Grunnlagsmateriale	9
3.1	Tidligere skredfarevurderinger	9
3.2	Eksisterende sikringstiltak	9
3.3	Digital terrengmodell.....	9
3.4	Aktsomhetskart	10
3.5	Historiske skredhendelser	11
3.6	Klimatologiske data	11
4	Modellering	11
4.1	RockyFor3D.....	11
5	Skredfarevurdering.....	12
5.1	Jordskred	12
5.2	Flomskred	13
5.3	Steinsprang	14
5.4	Steinskred	16
5.5	Snøskred	16
5.6	Sørpeskred	16
6	Samlet vurdering av skredfare.....	16
7	Videre tiltak	16
8	Referanser.....	17

1 Innledning

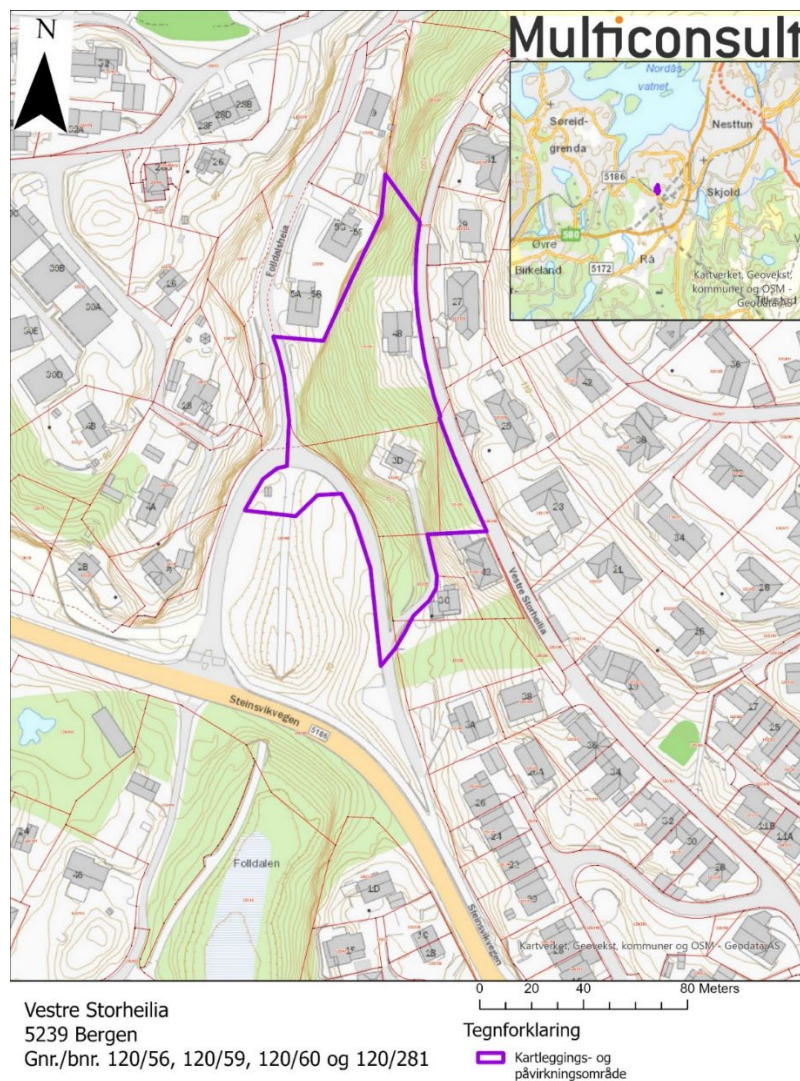
Plan- og bygningsloven (pbl) og Byggteknisk forskrift (TEK 17) stiller krav til sikkerhet mot naturfare (Direktoratet for Byggkvalitet, 2017). For reguleringsplan og byggesak/-tiltak, søknadspliktig eller ikke, må det derfor dokumenteres at tilstrekkelig sikkerhet mot skredfare er eller kan bli ivaretatt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

1.1 Undersøkt område

Foreliggende notat gjelder skredfareutredning for fire tomter ved Vestre Storheilia i Bergen kommune. Gnr./bnr. er 120/56, 120/59, 120/60 og 120/281. Se Figur 1 for oversiktskart over området.

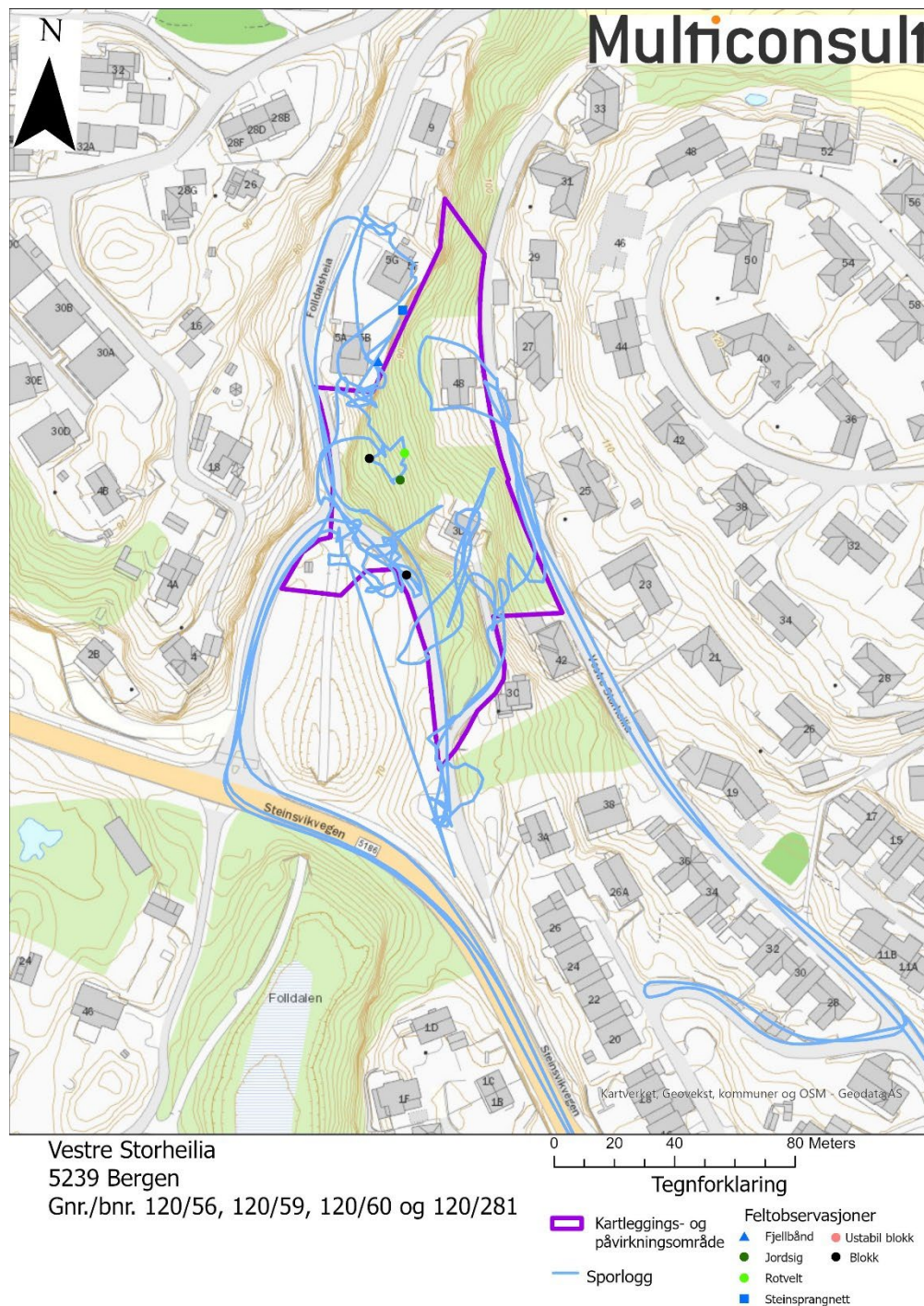


Figur 1. Oversiktskart med eiendomsgrenser for området som er skredfarevurdert ved Vestre Storheilia.

Skredfarevurdering

1.2 Befaring

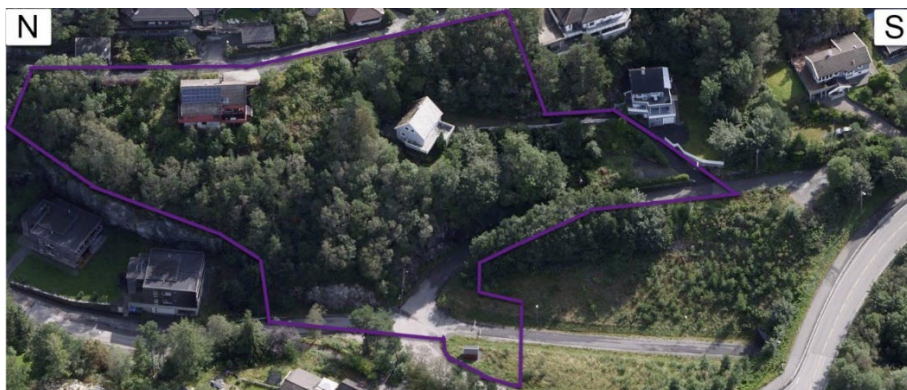
Geolog Frode Johannesen og prosjektingeniør Erlend Gjørund fra Multiconsult utførte befaring i området 5. august 2022. Befaring ble utført til fots i kartleggings- og påvirkningsområdet (terrenget som kan generere skred mot kartleggingsområdet). Hovedfokuset på befaringen var vurdering av bergskrent med potensiale for utløsning av steinsprang. Registreringskart med sporlogg og feltobservasjoner er vist i Figur 2.



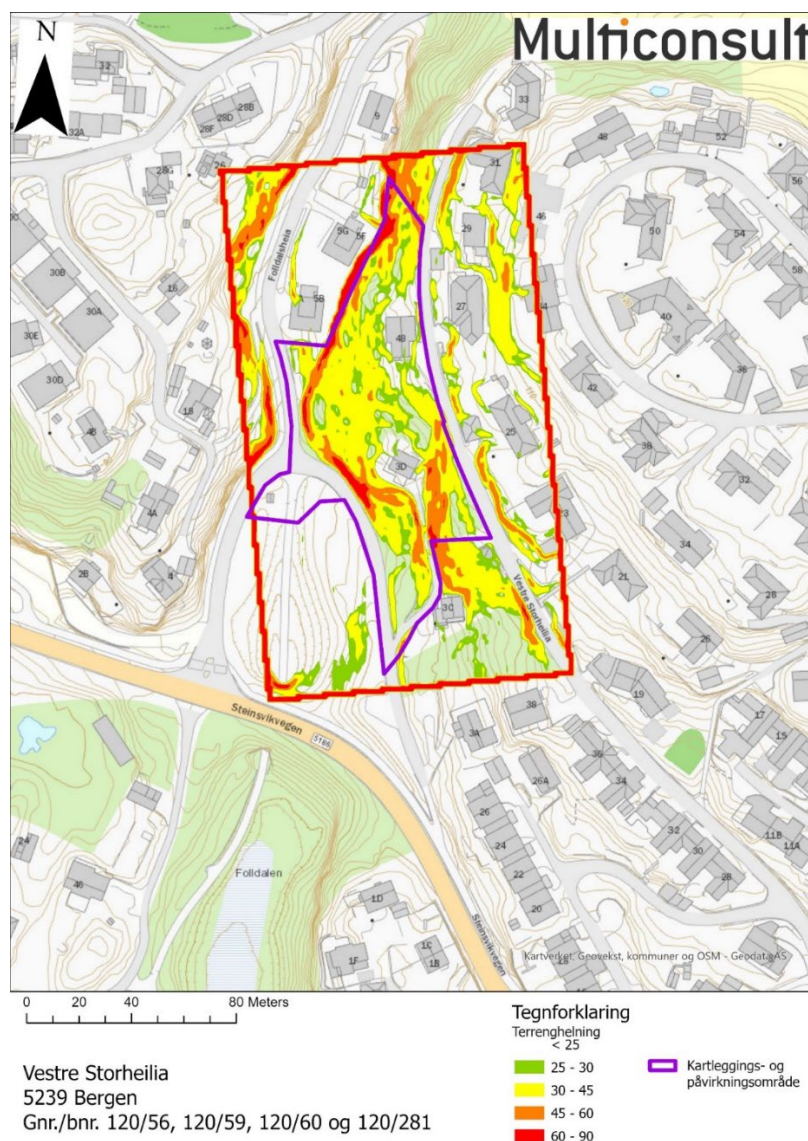
Figur 2. Registreringskart med sporlogg og feltobservasjoner fra befaring.

2 Geologi og områdebeskrivelse

De aktuelle tomtene ligger like nord for Steinsvikvegen. Et oversiktskart med plassering av kartleggings- og påvirkningsområdet er vist i Figur 1. Merk at kartleggingsområdet og påvirkningsområdet utgjør det samme området i denne kartleggingen. Et oversiktsbilde av de aktuelle tomtene kan sees i Figur 3. Terrenghelning generert fra en digital høydemodell kan sees i Figur 4.



Figur 3. Oversiktsbilde av kartleggings- og påvirkningsområdet. Hentet fra Opplysningen 1881 skråfoto.



Figur 4. Terrenghelning for kartleggings- og påvirkningsområdet fra ArcGIS Pro.

2.1 Berggrunn

Berggrunnen i området er kartlagt i målestokk 1:50 000 (Fossen & Ragnhildstveit, 2008). Kartleggingen viser at bergmassen består av anortositt med stedvis metagabro. Resultatene fra kartleggingen stemmer godt overens med feltobservasjoner av anortositt med en viss grad av lagdeling (Figur 5 og 6). Karleggings- og påvirkningsområdet består hovedsakelig av veiskjæringer med varierende grad av sikring, samt bratte skråninger med tett vegetasjon.

Det er registrert 3 sprekkesett med ulik orientering og fallretning. Det dominerende sprekkesettet følger lagdelingen og faller mot sør (Figur 5 & 6). Det nest mest dominerende sprekkesettet faller mot nord (Figur 5 & 6). Sprekkesettene står tilnærmet vinkelrett på hverandre og danner grove blokker. Det forekommer også tilnærmet vertikale sprekker i et tredje sprekkesett med orientering vest-øst. Oppsprekkingen kan danne avløste bergblokker i skråningen og kiledannelse.



Figur 5. N-S gående skjæring i kartleggingsområdet. Det dominerende sprekkesettet følger lagdelingen og faller mot sør (rød pil). Det nest mest dominerende sprekkesettet faller mot nord (blå pil). Sprekkesettene står tilnærmet vinkelrett på hverandre og danner grove blokker.



Figur 6. NV-SØ gående skjæring i kartleggingsområdet. Det dominerende sprekkesettet følger lagdelingen og faller mot sør (rød pil). Det andre sprekkesettet faller mot nord (blå pil). Sprekkesettene står tilnærmet vinkelrett på hverandre og danner grove blokker.

2.2 Løsmasser

Løsmassene i området er kartlagt av NGU i målestokk 1:250 000 (Norges geologiske undersøkelse, u.d.). Ifølge kartleggingen er terrenget generelt dominert av bart fjell i skråningen, som stort sett er uten løsmasser. Observasjoner i felt viser at løsmassedekket har varierende vertikal og horisontal utbredelse og at løsmassene forekommer i skrått terreng (Figur 7). Noen partier har flatere terreng, med antydninger til terrassering. De bratteste partiene forekommer i skjæringene og er frie for løsmasser (Figur 7). Løsmassene har relativt liten mektighet.



Figur 7. Venstre: Løsmassene i kartleggingsområdet forekommer i skrått terreng. De bratteste partiene er frie for løsmasser. Høyre: Løsmassene forekommer i kombinasjon med tett vegetasjon.

2.3 Vegetasjon

Vegetasjonen i området er tett og består av mindre planter og løvtrær (Figur 7). Jorddekket er varierende, og mektigheten avhenger av skråningsvinkelen. Rotvelt ble observert i kartleggingsområdet (Figur 8), se kart i Figur 2 for plassering.



Figur 8. Rotvelt observert på befaring. Se kart i Figur 2 for plassering.

2.4 Vann- og vassdragsforhold

I skråningene ble det ikke registrert noen bekker eller spor fra vannerosjon. Overflateavrenning på bergflaten forekommer. Sør for Folldalsheia 5D går det en stikkrenne med strømningsretning mot sør (Figur 9).



Figur 9. Stikkrenne med avrenning mot sør. Plassert rett sør for Folldalsheia 5D. Skjermdump fra Google Maps.

3 Grunnlagsmateriale

3.1 Tidligere skredfarevurderinger

Multiconsult gjennomførte i mai 2013 en skredfarevurdering ved Storheia gnr. 120 bnr. 390/445/465, noen hundre meter sørøst for Vestre Storheilia. Skredfarevurderingen konkluderte med at tomtene med gnr. 120 bnr. 390/445/465 oppfylte krav for sikkerhetsklasse 2 i henhold til TEK 10 i 2013. Utover dette er ikke Multiconsult kjent med at det er gjennomført andre skredfarevurderinger i området.

3.2 Eksisterende sikringstiltak

På befarings ble det observert følgende sikringstiltak:

Skjæring med overheng bak Folldalsheia 5D & 5F: Bolter med ukjent lengde og steinsprangnett. Mindre bergfragment på ca. 10 x 10 x 10 cm er fanget i bergsprangnettet. I skjæringen bak Folldalsheia 5D er det fjellbånd med systematisk mønster 1 x 1m. I skjæringen bak Folldalsheia 5F ble det observert rotvelt ved toppen av skjæringen. Figur 2 viser kart med plassering av steinsprangnett og fjellbånd. Rystelser vil kunne påvirke skjæringene. Ved sprengningsarbeider må det benyttes rystelsesmåler.

Veiskjæringen langs Folldalsheia sørvest i kartleggingsområdet: sporadiske bolter med ukjent lengde (Figur 4).

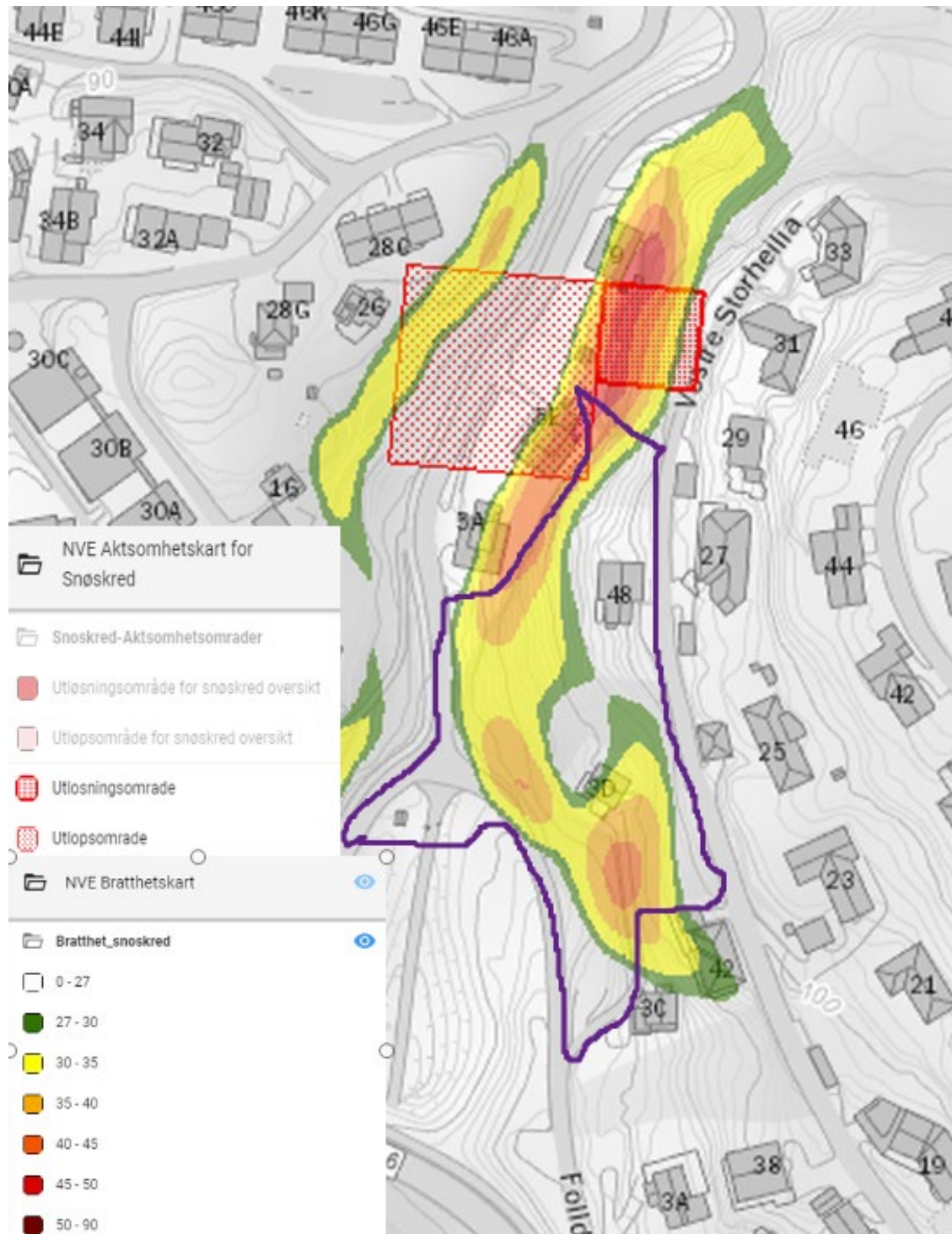
3.3 Digital terrengmodell

Som grunnlag ble det lastet ned en terrengmodell med oppløsning 1x1 m, tilgjengelig fra www.hoydedata.no. Terrengmodellen er brukt for å generere terrenghelning i GIS (Figur 4).

3.4 Aktsomhetskart

Ifølge NVEs aktsomhetskart faller nordlig del av kartleggingsområdet innenfor aktsomhetsområde for snøskred (NVE Atlas u.d.). Deler av resterende kartleggingsområdet ligger i bratt terreng $> 35^\circ$ (Figur 10).

Aktsomhetskartene er basert på terrenyanalyser og ikke faktiske feltbefaringer. Våre vurderinger vil overprøve aktsomhetskartene for det aktuelle området.



Figur 10. Aktsomhetskart fra NVE Atlas (u.d.). Nordlig del av kartleggingsområdet faller innenfor aktsomhetsområdet for snøskred. Resterende del av kartleggingsområdet faller innenfor bratt terreng. Kartleggingsområdet er markert med lilla strek.

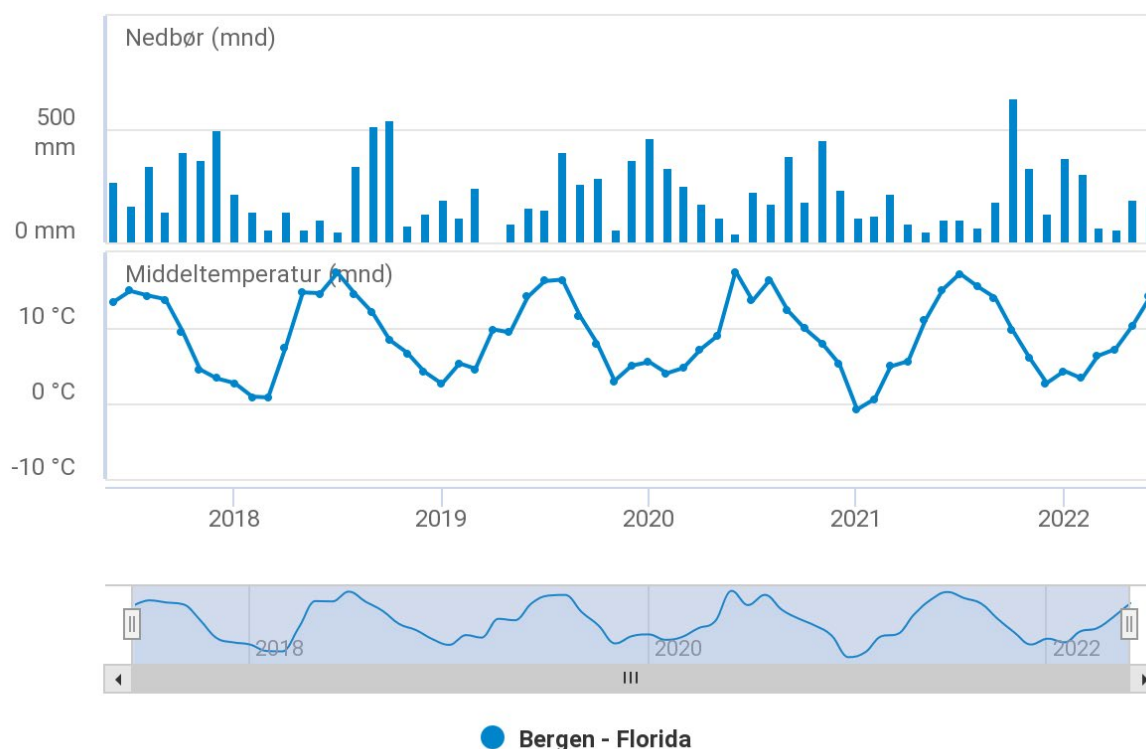
Skredfarevurdering

3.5 Historiske skredhendelser

I skred databasen til NVE (<https://atlas.nve.no/>) er det ikke registrert noen skredhendelser i området.

3.6 Klimatologiske data

Bergen har generelt et nedbørsrikt og mildt klima, med gjennomsnittlig årsnedbør på 2600 mm målt ved stasjonen Bergen, Florida (www.seklima.met.no). Mesteparten av nedbøren kommer som regn i høst- og vintermånedene (Figur 11). Ekstrapolerte verdier fra Norsk Klimaservicesenter viser at årsnedbøren i kartleggingsområdet er 2000-3000 mm (www.seklima.met.no/observations/). Tallene er fra normalperioden 2017 - 2022. historisk nedbørsdata fra 1991 – 2020 viser de samme resultatene (www.senorge.no/map). Normal årsmaksimum av snødybde for perioden 1971-2000 er under 25 cm ved undersøkelsesområdet (www.senorge.no/map).



Figur 11. Middeltemperatur og nedbør for perioden 2017 – 2022. Hentet fra www.seklima.met.no.

4 Modellering

Det er utført simulering av steinsprang i simuleringsprogrammet RockyFor3D. Resultater fra simuleringen er vist og kommentert i kapittel 5.3

4.1 RockyFor3D

RockyFor3D er et 3D-simuleringsprogram for steinsprang utviklet av EcorisQ i Sveits. RockyFor3D 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	1 m x 1 m
Antall simuleringer pr. løsneområde	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°) uten at det nødvendigvis er reelle løsneområder. Programmet karakteriserer også terrengtype på bakgrunn av terrenghelning. Resultater fra simuleringen er vist og beskrevet i kapittel 5.3 Det er løsnet 100 steiner fra hver av cellene som programmet har definert som et løsneområde. Det er ikke tatt høyde for skog i simuleringen.

5 Skredfarevurdering

Det finnes mye litteratur som forklarer hvor og hvordan ulike typer skred utløses, beveger seg og avsettes. En kort beskrivelse av de ulike skredtypene kan finnes i NVEs veileder *Sikkerhet mot skred i bratt terreng – Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak* (NVE, 2020). I de følgende delkapitlene følger en vurdering av de ulike skredtypene.

5.1 Jordskred

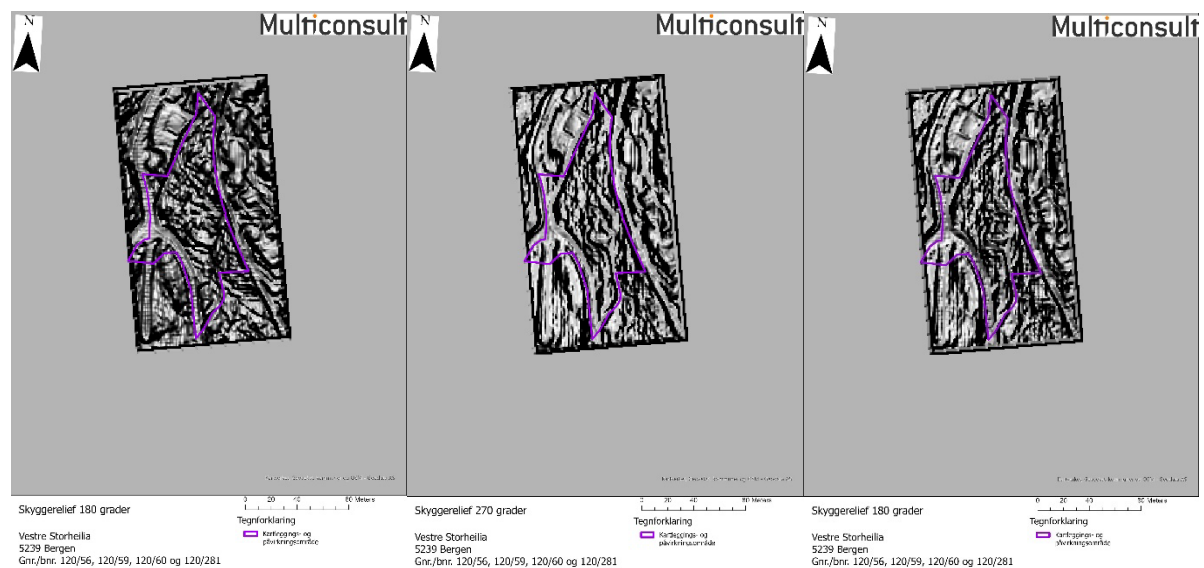
Skråningen i påvirkningsområdet er brattere enn 20° (Figur 4 og 10). Observasjoner på befaring viser at løsmassedekket har varierende vertikal og horisontal utbredelse med begrenset mektighet. Løsmassene forekommer i relativt bratt terreng, men har noen partier med flatere underlag (Figur 7). Terrengformen er primært jevn uten konkave eller konvekse former. De bratteste partiene forekommer i skjæringer og består av bart fjell (Figur 5 - 7). Under befaring ble det observert indikator på jordsig (Figur 12). Det ble ikke observert spor av vannerosjon i områdene med løsmasser. Skyggerelieff fra den digitale høydemodellen viste ikke spor etter tidligere skredavsetninger (Figur 13).

Grunnet terrengformer uten konkave utforminger, løsmasser med en begrenset mektighet, tett skog som binder løsmassene og reduser erosjon fra direkte nedbør, ingen spor etter vannerosjon eller tidligere skredavsetninger anses sannsynligheten for at jordskred skal nå ned i kartleggingsområdet å være < 1/5000.

Skredfarevurdering



Figur 12. Indikasjon på jordsig i skråningen der trær er bøyd.



Figur 13. Skyggerelief fra digital høydemodell av kartleggingsområdet. Venstre: 270°. Senter: 180°. Høyre: 310°. Skyggerelieffene viste ikke tegn til skredavsetninger.

5.2 Flomskred

Mangel på masser som er tilgjengelig for transport gjør at flomskred vurderes som lite sannsynlig (<1/5000) i skråningene (Figur 7 & 12). 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. Det er heller ikke observert terrengformer som er sannsynlige for oppdemming for potensielle flomskred i skråningen.

5.3 Steinsprang

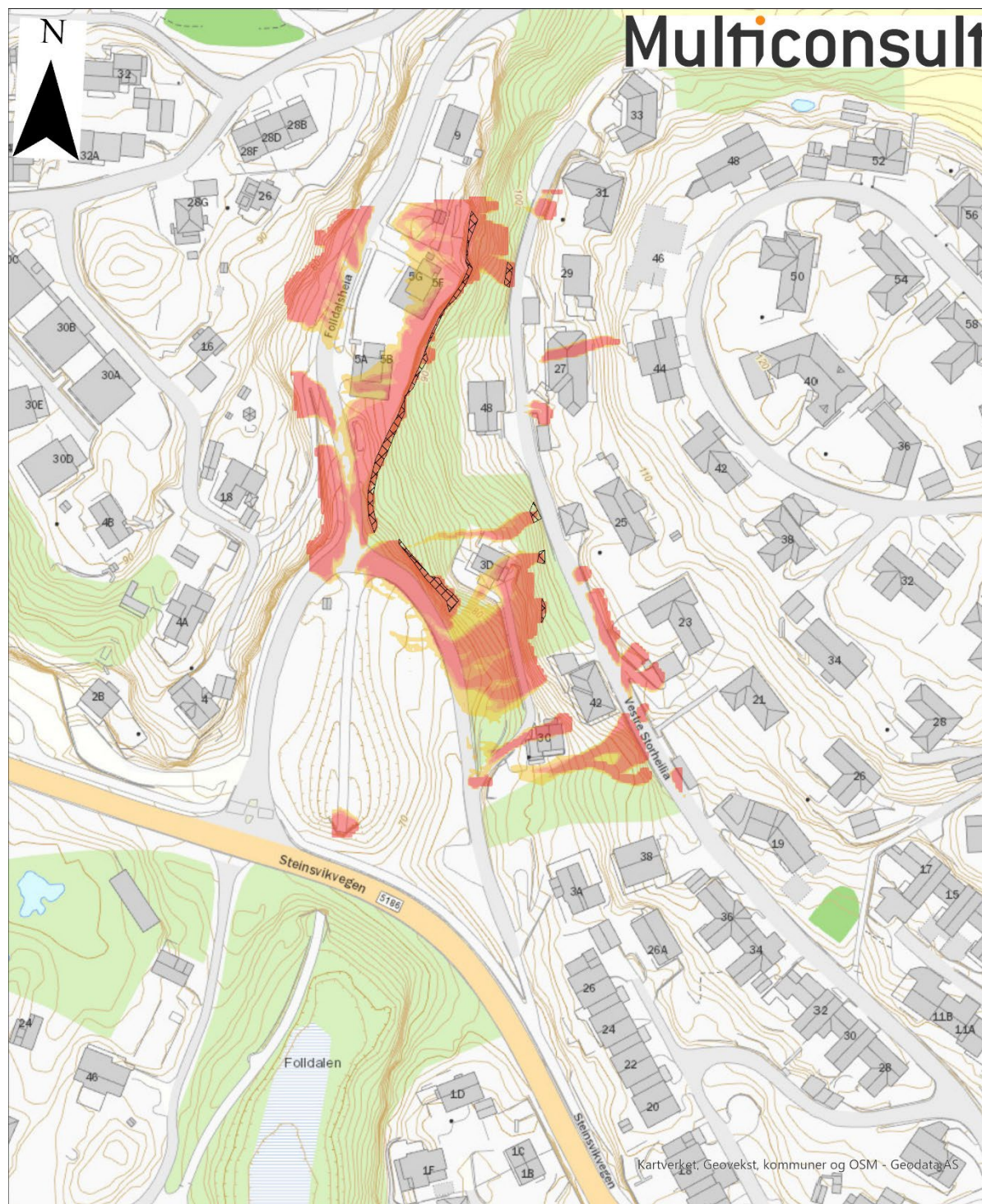
Bergskrentene i kartleggings- og påvirkningsområdet for tomtene er teoretisk bratt nok ($>45^\circ$) til at det kan løsne steinsprang (Figur 4). På befaring ble det identifisert mindre bergblokker i terrenget med utløsningspotensiale. Figur 14 viser bilder av to av disse blokkene. Blokkene er markert i kartet i Figur 2. Grunnet tett vegetasjon og bratt terreng med redusert fremkommelighet er det stor sannsynlighet for at det er andre uidentifiserte blokker med utløsningspotensiale i kartleggings- og påvirkningsområdet. Simuleringene fra RockyFor3D er brukt for å se på strømningsmønstre for eventuelle steinsprang. Modellering av steinsprang i RockyFor3D viser at store deler av kartleggingsområdet er innenfor utløpssonen for steinsprang (Figur 15). Det presiseres at modellen har definert noen løsneområder som kanskje ikke er så reelle. I tillegg er det trær i skråningen nedenfor løsneområdene/bergskrentene markert i figur 15 som *kan* dempe energien til evt. steinsprang.

Veiskjæringene består av berg med høy grad av oppsprekking. De to dominerende sprekkesettene med motstående orientering danner grove blokker med potensiale for steinsprang/utglidning (Figur 5 & 6).

Grunnet terreng med helning $>45^\circ$, identifiserte blokker i terrenget med utløsningspotensiale og veiskjæringer med grove blokker med potensiale for utglidning vurderer vi steinsprangfaren til å være høyere enn $1/5000$.



Figur 14. Bergblokker i terrenget med potensiale for dannelse av steinsprang. Se kart i Figur 2 for plassering.



0 20 40 80 Meters

Vestre Storheilia
5239 Bergen
Gnr./bnr. 120/56, 120/59, 120/60 og 120/281

Tegnforklaring

	Kartleggings- og påvirkningsområde	Reach probability (%)
	Løsneområde steinsprang	0.000001 - 1.5
		1.500001 - 4
		4.000001 - 6
		6.000001 - 10
		10.000001 - 100

Figur 15. Resultater fra steinsprangsimulering i RockyFor3D. NB! Programvaren RockyFor3D har automatisk generert løsneområder for steinsprang og viser dermed løsneområder (rødlig farge) og utløp som ikke nødvendigvis er reelle. Dette gjelder spesielt for området sørvestre hjørne i kartleggingsområdet der det ikke forekommer blokker med løsnepotensiale.

Skredfarevurdering

5.4 Steinskred

På befaring er det er ikke registrert strukturer/bergpartier som kan generere steinskred. Steinskred vurderes ikke som en aktuell skredtype i området.

5.5 Snøskred

De fremherskende milde klimaforholdene (Figur 12), snøfattige vintre og tett vegetasjon gjør at det vurderes som lite sannsynlig ($<1/5000$) at snøskred vil ramme kartleggingsområdet. Maksimum snømengde er oppgitt til < 50 cm for siste 10 år og det forventes færre snødager og mindre snømengde i fremtiden grunnet klimaendringer (www.senorge.no/map). Den snøen som kommer i områder som teoretisk sett er bratt nok til å genere snøskred i kartleggingsområdet vil i stor grad bli fanget opp av den tette vegetasjonen og ikke danne lagdelte snøpakker i terrenget.

5.6 Sørpeskred

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

6 Samlet vurdering av skredfare

Undersøkelsene og analysen omfatter skred fra naturlig terreng iht. TEK17. Risiko med hensyn til ulike typer skred mot bygningsmasser er gitt som en funksjon av sannsynligheten for at ulike skredhendelser finner sted, og konsekvensen av dem dersom de skulle inntreffe.

Den samlede nominelle årlige sannsynligheten for skred er høyere enn $1/5000$ (sikkerhetsklasse S3). Etersom sannsynligheten for steinsprang er $> 1/5000$ vurderer vi at kravet til sikkerhet mot skred i TEK17 § 7.3 ikke er oppfylt for tomtene. Det forekommer ikke skredfare fra terreng ovenfor tomten. Etersom alt skredfarlig terreng er planlagt fjernet med uttak av bergmassen for etablering av byggetomt vil eksisterende skredfare fjernes. Ny skredfare vil kunne oppstå ved masseuttak som danner nye skjæringer på tomten. Dette må følges opp underveis i prosjektet.

7 Videre tiltak

Det er planlagt inngrep i terrenget i forbindelse med opparbeiding av ny byggetomt i skredvurdert område. I forbindelse med uttak av berg vil skredvurdert terreng endres, og det vil dannes nye skjæringer på tomten. Inngrepene vil føre til at ustabil berg blir eksponert, og potensielt undergrave eller på annet vis destabilisere blokker og overliggende løsmasser på tomten.

Vi anbefaler at geolog involveres i arbeidene for å kunne bistå med vurdering av stabiliteten av berget i skjæringer og eventuelle ustabile blokker i terrenget, og vurdere behovet for permanent sikring. Dette kan løses ved at geolog stiller på plassen sammen med (sikrings) entreprenør for å prosjektere/anvise potensielle sikringstiltak.

Tiltak for å redusere skredfare mot nabobebyggelse og vei må vurderes forut for sprengningsarbeidene.

8 Referanser

Direktoratet for Byggkvalitet. (2017). *Byggteknisk forskrift (TEK 17) med veiledning*. Hentet 30.06.2022 fra <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/7/7-3/>

Fossen, H. & Ragnhildstveit, J. (2008). *Berggrunnskart*, Bergen; 1115-1. 1:50 000. Norges geologiske undersøkelse.

Norges geologiske undersøkelse. (u.d). *Løsmassekart*. 1:250 000

Norges Vassdrags- og energidirektorat (2020). *Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng – utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak*. Hentet 28.06.2022 fra <https://www.nve.no/veileder-skredfareutredning-bratt-terreng/?ref=mainmenu>

Norges Vassdrags- og energidirektorat. (u.d.). NVE Atlas. Hentet 08.08.2022 fra <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>

Norsk Klimaservicesenter. (u.d.). *Observasjoner og værstatistikk*. Hentet 08.08.2022 fra: www.seklima.met.no

Se Norge. (u.d.) *Snømengde 1991-2020* Hentet 09-08.02022 fra. www.senorge.no/map