

Oppdragsgiver	Navn Huset Bergen AS	Kontaktperson Tora Kyllingstad
Oppdrag	Nummer og navn 25226 Bergen, Bjørndalen - Skredfarevurdering for deler av gbnr. 292/4.	Oppdragsleder Espen Eidsvåg
Dokument	Nummer 25226-01-1 Utført av Espen Eidsvåg	Dato 2025-03-18 Kontrollert av Sondre Lunde

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
1	2025-03-18	EE	SL	Original

Utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng – Deler av gbnr. 292/4, Bergen

Sammendrag

Et nytt oppholdssted planlegges oppført på deler av gbnr. 292/4 i Bergen kommune. Skred AS har derfor utført en skredfarevurdering iht. NVEs veileder for skredfare i bratt terreng.

Vurderingen er derfor gjort iht. TEK 17 § 7-3 andre ledd for sikkerhetsklasse S2. Vurderingen er gjort for dagens skogforhold.

For deler av kartleggingsområdet er årlig nominell sannsynlighet for skred mindre enn 1/1000. For disse delene er kravet om sikkerhet mot skred oppfylt for sikkerhetsklasse S2 iht. TEK17 § 7-3. Her trengs det altså ikke sikringstiltak for å ivareta sikkerhet mot skred.

For den øvre delen av kartleggingsområdet vurderer vi at den årlige nominelle sannsynligheten for skred er større enn 1/1000. Det er steinsprang som er dimensjonerende skredtype.

For den øvre delen av kartleggingsområdet vil det måtte sikres mot skred før det eventuelt kan etableres byggverk som tilhører sikkerhetsklasse S2 innenfor faresonen for skred. Det enkleste sikringstiltaket for å sikre mot steinsprang vil trolig være en barriere i form av en fangvoll eller mur, som dekker hele lengden til arealet, er minst 1 m høy, bratt i overkant og robust nok til å tåle treff fra steinsprang. Rensk og bergsikring er også en mulighet, men er trolig dyrere og en mer omfattende løsning.

Innhold

1	Innledning	4
1.1	Forord	4
1.2	Bakgrunn	4
1.3	Kartlagt område.....	4
1.4	Krav til sikkerhet mot skred.....	5
1.5	Tilpassing fra NVEs rapportmal	6
1.6	Forbehold	6
2	Områdebeskrivelse.....	7
2.1	Topografi	7
2.2	Avrenning	7
2.3	Geologi.....	9
2.4	Flyfoto og skråfoto	14
2.5	Skog	14
2.6	Klima	15
2.7	Historiske skredhendelser	17
2.8	Tidligere skredfareutredninger	17
2.9	Eksisterende skredsikringstiltak	17
2.10	Befaring	18
3	Skredfarevurdering.....	20
3.1	Steinsprang.....	20
3.2	Steinskred	23
3.3	Snøskred	23
3.4	Jordskred	26
3.5	Flomskred	26
3.6	Sørpeskred.....	26
3.7	Samlet skredfare	28
3.8	Skog med betydning for skredfaren.....	28
3.9	Avvik fra tidligere skredfareutredninger	28
3.10	Stedsspesifikk usikkerhet	28
4	Konklusjon og anbefalinger.....	30
5	Referanseliste.....	31

Figurer

Figur 1: Oversiktsbilde sett mot nord for kartleggingsområdet (omtrentlig markert i lilla).....	4
Figur 2: Oversiktskart for kartleggingsområdet og påvirkningsområdet. Påvirkningsområdet er det arealet som er undersøkt hvor skred potensielt kan påvirke kartleggingsområdet.	5
Figur 3: Helningskart for hele påvirkningsområdet hvor også beregnet overflateavrenning (MFD) er vist.	8
Figur 4: Detaljert helningskart for kartleggingsområdet og den skråningen umiddelbart over.	9
Figur 5: Bergskrent ca. 50 m nord for kartleggingsområdet med sprekker som faller mot nordøst (innover i skrenten), og som stedvis fører til overheng og sprekkeavgrensede blokker.	11
Figur 6: Bergskrent ca. 50 m nord for kartleggingsområdet med en tilsynelatende avløst og dels overhengende blokk (rødt) som er delvis skjult under mose.	11
Figur 7: Bergskrent ca. 40 m nord for kartleggingsområdet. Her fremstår berget forholdsvis massivt, med relativt få avløste blokker, men det er noen.	12
Figur 8: I kartleggingsområdet er terrenget delvis ryddet og planert. Løsmassene tolkes primært å være morene, men øverst i bildet kan det også sees blokkavsetninger (rødt).	13
Figur 9: Skråningen over kartleggingsområdet sett nedover mot sør. Blokker som sees i bildet tolkes å være steinsprangavsetninger.	13
Figur 10: Skog som er tett nok til å hindre (mørk grønn) eller redusere sannsynligheten for (lys grønn) utløsning av snøskred.	15
Figur 11: Klimaanalyse for et gridpunkt ved Høgrusten (Asplan Viak and NVE, 2025).	17
Figur 12: Registreringskart for kartleggingsområdet og påvirkningsområdet.	18
Figur 13: Detaljert registreringskart for den nedre delen av påvirkningsområdet.	19
Figur 14: Modelleringer i Rockyfor3D med blokkstørrelse 0,512 m ³ og middels ruhet.	22
Figur 15: Snøskredmodelleringer fra både sno1 og sno2-5 i RAMMS::Avalanche.	25
Figur 16: Sørpeskredmodelleringer fra sorpe1-3 i RAMMS::Debrisflow.	27
Figur 17: Kart som viser faresoner for skred. Det er kun steinsprang som er aktuell skredtype.	29

Tabeller

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (Direktoratet for byggkvalitet, 2025).	6
---	---

Vedlegg

- Egenerklæringsskjema kompetanse.

1 Innledning

1.1 Forord

Plan- og bygningsloven (pbl) og Byggteknisk forskrift (TEK 17, kap 7.3)(Direktoratet for byggkvalitet, 2025) stiller krav til sikkerhet mot naturfare. For reguleringsplan og byggesak/-tiltak, søknadspliktig eller ikke, må det derfor dokumenteres at tilstrekkelig sikkerhet mot skredfare vil bli oppnådd 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, 2025a), og vil dermed kunne dokumentere om sikkerhetskravene er oppfylt.

Skredtypene snø-, jord-, flom-, sørpe-, steinskred og steinsprang utredes.

1.2 Bakgrunn

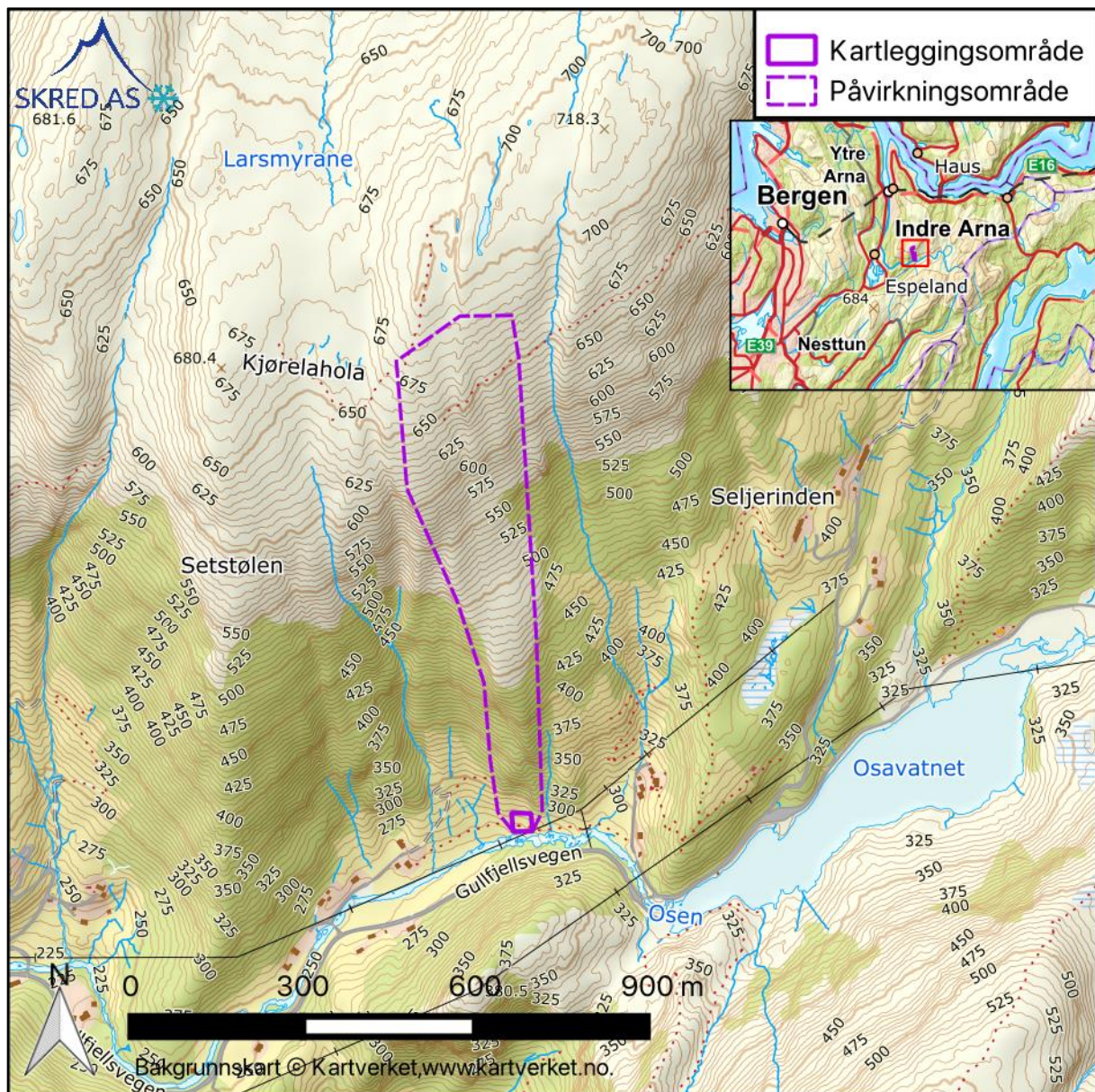
Et nytt oppholdssted planlegges oppført på deler av gbnr. 292/4 i Bergen kommune. Kartleggingsområdet ligger innenfor NVEs aktsomhetssoner for snøskred (S2 med og uten skog) og for steinsprang (NVE, 2025b). Det ønskes derfor en detaljert skredfarevurdering.

1.3 Kartlagt område

Planlagt bebygget område (kartleggingsområdet) ligger nær Gullfjellsvegen sør for Skåldalsfjellet (718 moh.) (Figur 1 og Figur 2).



Figur 1: Oversiktsbilde sett mot nord for kartleggingsområdet (omtrentlig markert i lilla).



Figur 2: Oversiktskart for kartleggingsområdet og påvirkningsområdet. Påvirkningsområdet er det arealet som er undersøkt hvor skred potensielt kan påvirke kartleggingsområdet.

1.4 Krav til sikkerhet mot skred

Byggteknisk forskrift TEK17 § 7-3 (Direktoratet for byggkvalitet, 2025) definerer krav til sikkerhet mot skred for nybygg og tilhørende uteareal. Sannsynligheten i Tabell 1 angir den øvre aksepterte årlige nominelle sannsynligheten for skred som kan føre til skredskader av betydning, dvs. skred med intensitet som kan medføre fare for liv og helse og/eller større materielle skader.

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (Direktoratet for byggkvalitet, 2025).

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

Det er opp til kommunen å fastsette krav til sikkerhet mot skred. Vi foreslår sikkerhetsklasse S2 for planlagt oppholdssted, ettersom det legges opp til en del personopphold, men normalt ikke mer enn 25 personer.

1.5 Tilpassing fra NVEs rapportmal

Denne rapporten følger NVEs veileder (NVE, 2025a), lokalisert på internett den 2025-03-13. Rapporten bygger på rapportmal tilhørende NVEs veileder, men er tilpasset på følgende måter:

- Rapporten er bygd opp som øvrige Skred AS rapporter, og følger våre rutiner for intern kvalitetssikring.
- Rapporten omfatter alle kapitler fra NVEs rapportmal, men i litt annen rekkefølge.
- Rapporten inneholder noen flere kapitler enn NVEs rapportmal.
- Informasjon om oppdraget og gjennomført befarings er gitt på førstesiden og i kapittel 1 og 2. Siden «Om oppdraget» fra NVEs rapportmal er derfor ikke direkte gjengitt.
- Enkelte overskrifter har lignende, men ikke identiske navn som i NVEs rapportmal.
- I kapitlene om vurdering av hver enkelt skredtype er underkapitlene (tredje nivå) systematisk omtalt i teksten, uten at det er gitt egne overskrifter for dem.
- Egenkontroll og sidemannskontroll er dokumentert på førstesiden i rapporten. Det er derfor ikke lagt ved en egen side for egen- og sidemannskontroll, slik NVEs rapportmal legger opp til.
- Vi bruker vår egen rapportmal som sjekklister, og det er derfor ikke lagt ved noen ytterligere sjekklister ved UKS.
- Rapporten er godkjent iht. interne rutiner og har derfor ikke signatur.
- Bilder, helningskart, registreringskart, faresonekart og kart for skog med betydning for skredfaren er inkludert i rapporten som figurer, fremfor å være egne vedlegg. Disse inneholder likevel all informasjon som er påkrevd i NVEs veileder.

1.6 Forbehold

Vurderingen er gjort basert på vegetasjonen, grunnlaget og terrenget som var tilgjengelig på utredningstidspunktet. Ved eventuelle endringer som hogst eller større terrenginngrep kan det være nødvendig med en ny vurdering. Ny informasjon om skredhendelser eller annet grunnlag kan også føre til behov for en ny vurdering. Vurderingen gjelder naturlig utløste skred i bratt terreng, og omfatter ikke stabilitet i menneskeskapte fyllinger, skjæringer el. Vurderingen gjelder kun for det aktuelle kartleggingsområdet.

2 Områdebeskrivelse

2.1 Topografi

Terrenganalysen er basert på den nasjonale terrengmodellen med horisontal oppløsning på 1x1 m, hentet fra Høydedata (Kartverket, 2025). Kart med terrenghelning er vist i Figur 3 og Figur 4.

Som en del av terrenganalysene er det også utarbeidet et skyggekart fra terrengmodellen. Skyggekartet gjengir terrengoverflaten uten vegetasjon og bygninger, og brukes for å avdekke morfologiske elementer som ellers er vanskelige å observere, f.eks. grunnet tett skog. Skyggekartet er vist som bakgrunn i registreringskartet i Figur 12.

Kartleggingsområdet ligger i foten av fjellsiden opp mot Skåldalsfjellet (718 moh.). Helningen inne i kartleggingsområdet er i størrelsesorden 10-30 grader, foruten en 1-2 m høy skrent øst i kartleggingsområdet.

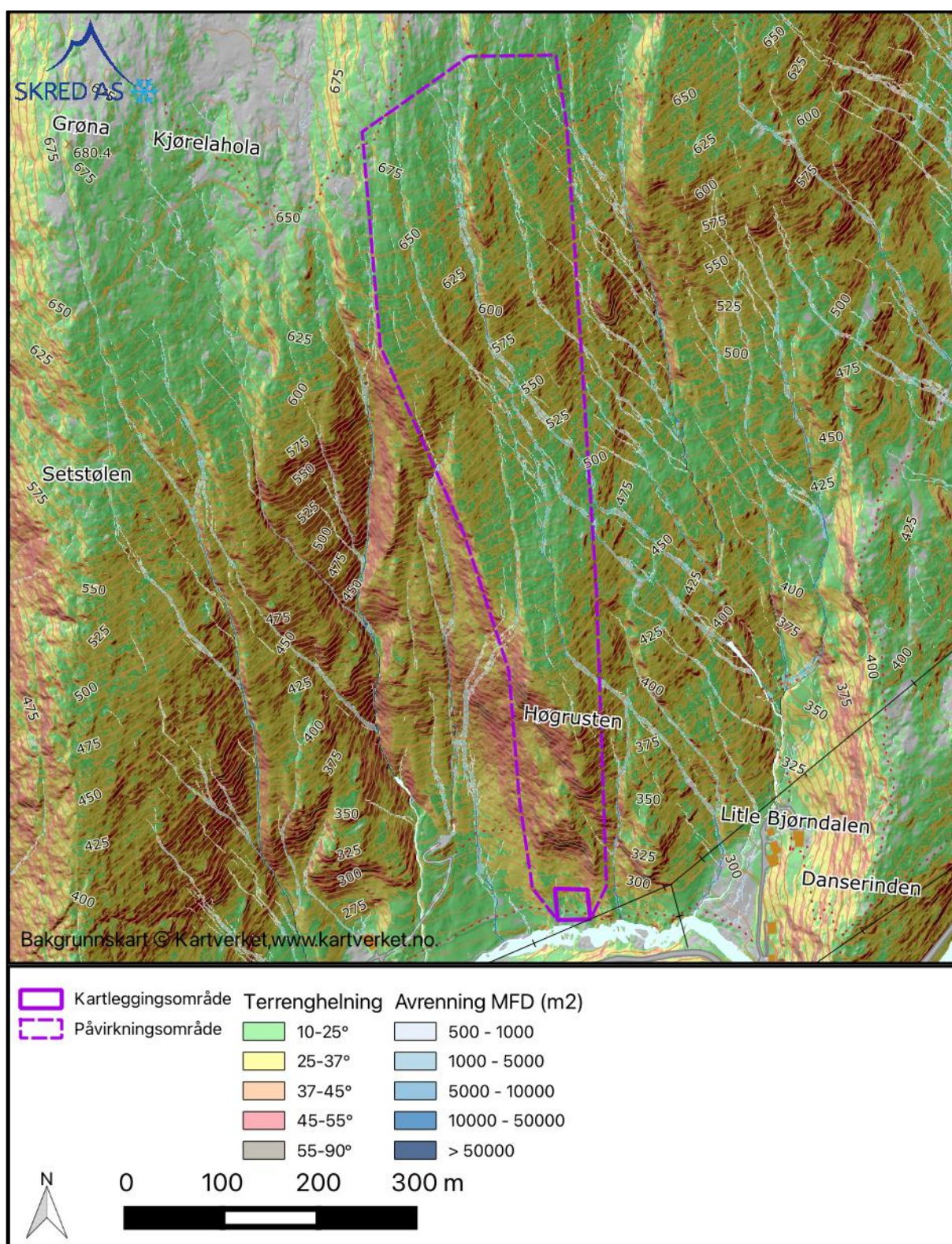
Helningen direkte over kartleggingsområdet er 25-45 grader. Ca. 15-50 m nord for kartleggingsområdet er det noen 2-10 m høye skrenter som er mellom 45-90 grader bratte.

Over dette preges terrenget av en nord-sør-orientert fjellrygg (Høgrusten) som gjør at terrenget har helning enten vest for eller øst for kartleggingsområdet. Terrenghelningen er stedvis slakere enn 25 grader, men stedvis også ca. 25-55 grader opp til om lag 650 moh.

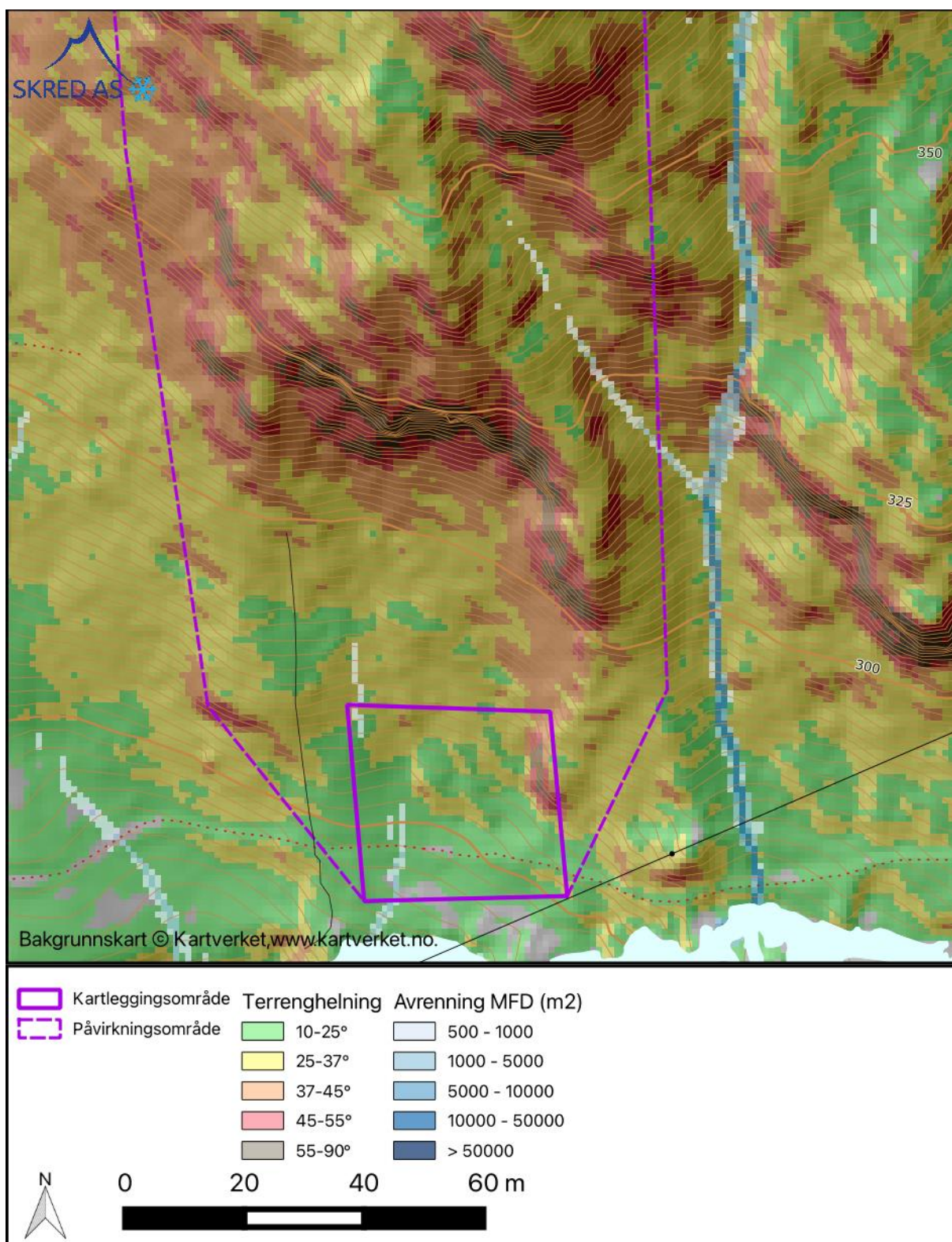
2.2 Avrenning

Det er utført en avrenningsanalyse (Multi-Flow Direction) basert på nevnte terrengmodell for områdene. Analysen påvirkes av veier og andre menneskeskapte terrenginngrep og tar ikke hensyn til stikkrenner, broer, løsmasser etc.

Analysen viser at vann i skråningen for det meste vil drenere ned mot Skåldalselva enten vest for eller øst for kartleggingsområdet. I felt er det observert et vannsig ca. 30 m øst for kartleggingsområdet, som også vises i avrenningsanalysen. Skåldalselva drenerer mot vest rett sør for kartleggingsområdet.



Figur 3: Helningskart for hele påvirkningsområdet hvor også beregnet overflateavrenning (MFD) er vist.



Figur 4: Detaljert helningskart for kartleggingsområdet og den skråningen umiddelbart over.

2.3 Geologi

NGUs berggrunnskart i målestokk 1:50 000 (NGU, 2025a) viser at berggrunnen i området for det meste er kartlagt som amfibolgneis, men med noen soner høyere i fjellsiden som består

av amfibolitt. På befarings har vi gjort observasjoner av berget i skrenten ca. 40-50 m nord for kartleggingsområdet. Berget har stedvis en del oppsprekking, mens det andre steder fremstår mer massivt. Vi har observert sprekker med fall ca. 10-45 grader mot nordøst, altså stedvis ganske flatt og stedvis med en del helning innover i skråningen. Vi har også observert tilnærmet vertikale sprekker med øst-vestlig orientering og med nord-sørlig orientering. Sammen med noen sprekker med tilsynelatende vilkårlig orientering fører dette til en del sprekkeavgrensede blokker. De fleste avgrensede blokkene er mindre enn ca. $0,5 \text{ m}^3$, men det er stedvis en del mose og vegetasjon i skråningen, så vi kan ikke utelukke at også partier større enn dette kan være sprekkeavgrenset. Noen eksempler på bergets oppsprekking og avgrensede blokker er vist i Figur 5, Figur 6 og Figur 7.

InSAR-data (NGU, 2025b) har tilnærmet ingen punkter for den nedre delen av fjellsiden. I øvre del er det noen punkt som ikke viser noe særlig bevegelse. I et område nordvest for påvirkningsområdet er det noe mer bevegelse, men primært i relativt flate myrområder.

NGUs løsmassekart i målestokk 1:250 000 (NGU, 2025c) viser at morenemasser med gradvis avtakende mektighet oppover skråningen. Fra ca. 375 moh. viser kartet bart fjell. Dette virker i grove trekk å stemme greit med observasjoner fra felt. Vi har imidlertid også gjort følgende observasjoner på befarings:

- I selve kartleggingsområdet er terrenget ryddet og til dels planert (Figur 8). Eksponerte løsmasser fremstår først og fremst som morenemasser.
- I øvre del av kartleggingsområdet, og rett over, er det en god del blokk i overflaten. Blokkene er for det meste i størrelsesorden $0,1 \text{ m}^3$, men noen er opp mot $0,5 \text{ m}^3$. Basert på måten blokkene ligger på kan dette tolkes som ur fra steinsprang, men det kan også hende at noen av blokkene er ryddet bort fra de nærliggende markene og lagt i en røys.
- Høyere oppe i samme skråningen er det tydelige urmasser som vi tolker å være avsetninger etter steinsprang (Figur 9).

Kartleggingsområdet ligger over ca. 270, og hele området ligger dermed godt over marin grense. I NADAG (NGU, 2025d) er det ingen registrerte grunnundersøkelser som er utført i nærheten av kartleggingsområdet.



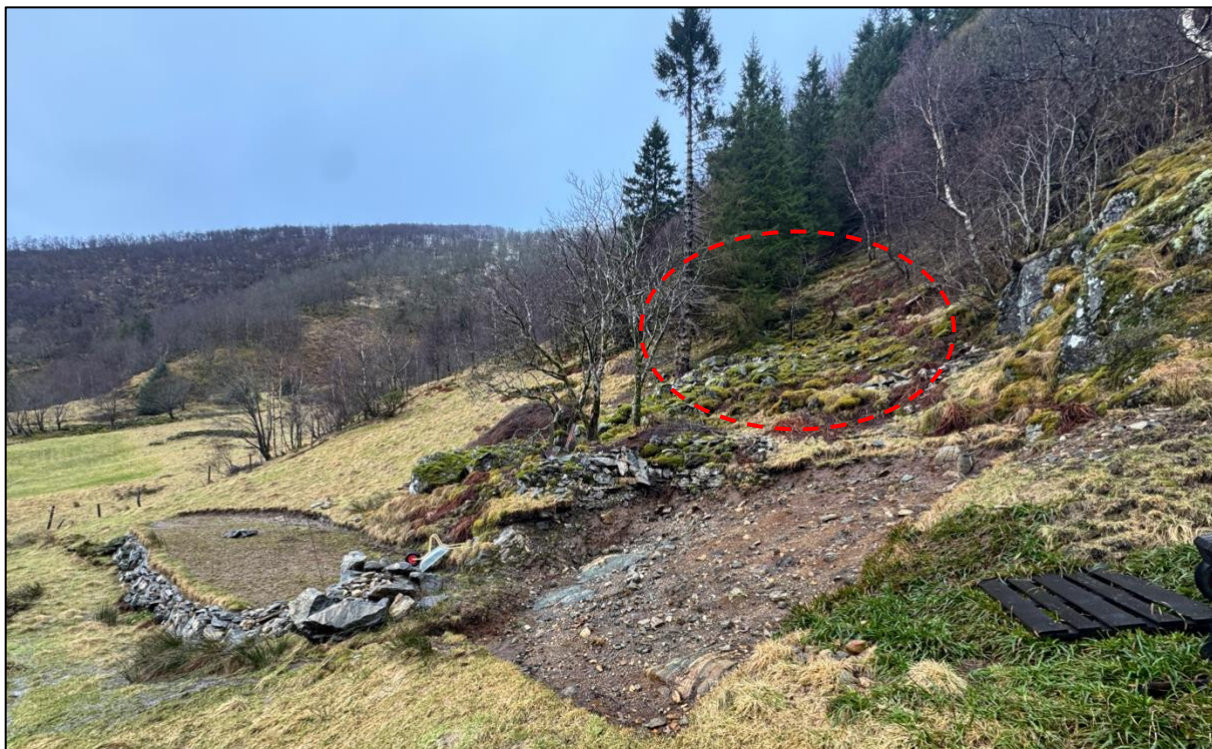
Figur 5: Bergskrent ca. 50 m nord for kartleggingsområdet med sprekker som faller mot nordøst (innover i skrenten), og som stedvis fører til overheng og sprekkeavgrensede blokker.



Figur 6: Bergskrent ca. 50 m nord for kartleggingsområdet med en tilsynelatende avløst og dels overhengende blokk (rødt) som er delvis skjult under mose.



Figur 7: Bergskrent ca. 40 m nord for kartleggingsområdet. Her fremstår berget forholdsvis massivt, med relativt få avløste blokker, men det er noen.



Figur 8: I kartleggingsområdet er terrenget delvis ryddet og planert. Løsmassene tolkes primært å være morene, men øverst i bildet kan det også sees blokkavsetninger (rødt).



Figur 9: Skråningen over kartleggingsområdet sett nedover mot sør. Blokker som sees i bildet tolkes å være steinsprangavsetninger.

2.4 Flyfoto og skråfoto

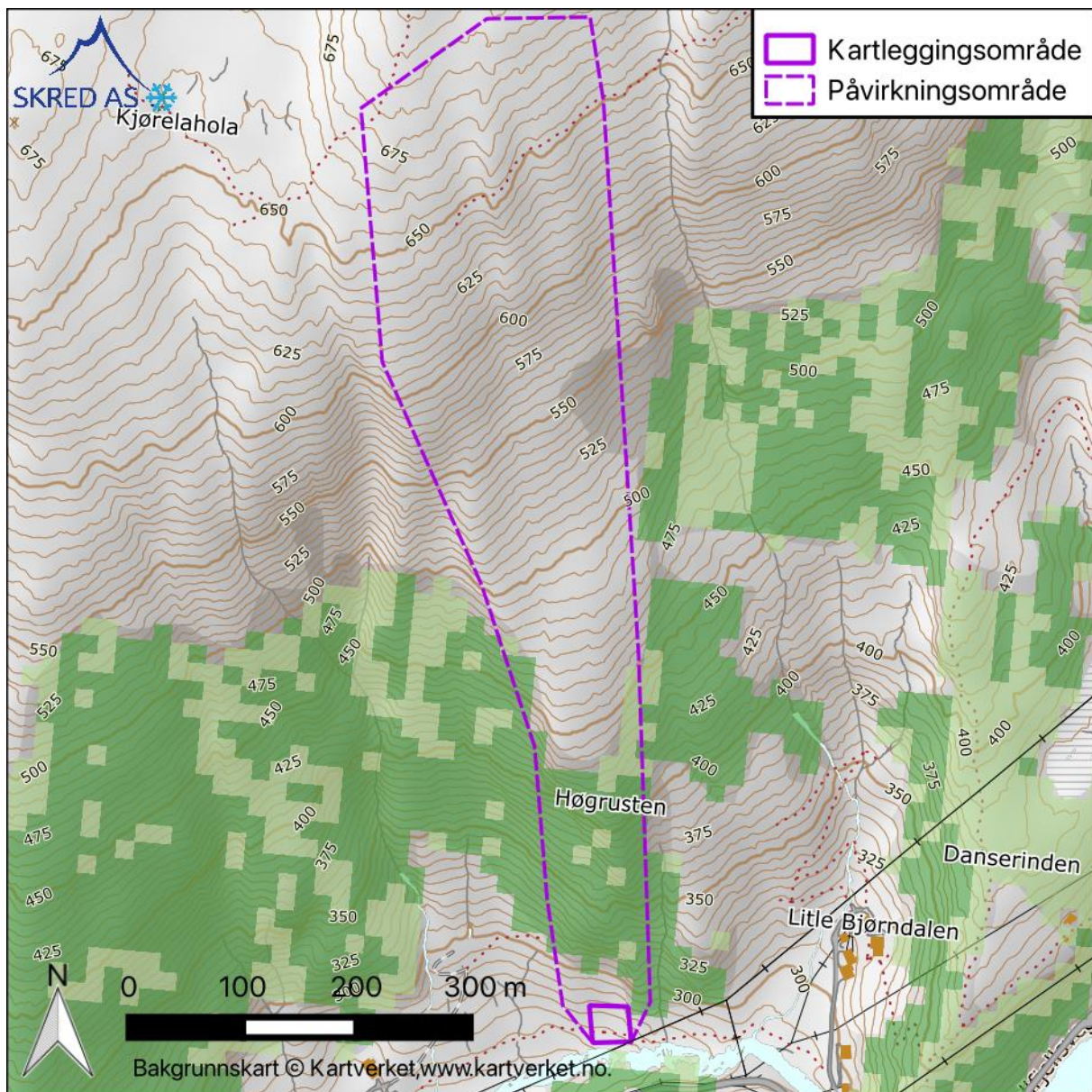
På Norge i Bilder (Statens vegvesen et al., 2025) er det flyfoto tilgjengelig for området for årene 1949, 1951 x2, 1965, 1970, 1973, 1980, 2005, 2008, 2009, 2013, 2014, 2016, 2019, 2020, 2022 og 2023. Flyfotoene antyder at markene har vært ryddet og benyttet til landbruk forut for 1949, samt at det tidligere var mindre skog. Vi har imidlertid ikke observert noen konkrete spor etter skred i skråningen.

Nasjonalbiblioteket (Nasjonalbiblioteket, 2025) har ikke noen tilgjengelige skråfoto eller historiske foto fra området.

2.5 Skog

Nibios skogressurskart SR16 (NIBIO, 2025) viser at skogen i området primært er løvskog, selv om det i felt også er observert noe granskog i den nederste delen av skråningen rett over kartleggingsområdet. Tregrensen i området ligger på ca. 500 moh., men noe lavere på terrengryggen Høgrusten i overkant av kartleggingsområdet.

I NVEs veileder beskrives skogens forebyggende effekt mot utløsning av snøskred som et forhold mellom treslag, stammediameter og kronedekning. Det er ikke gitt konkrete krav, men anbefalinger om hvilke verdier av nevnte egenskaper som hindrer utløsning på bakgrunn av PROALP standarden (NVE, 2025a). Veilederens bør-anbefalinger er utfordrende å konkretisere, blant annet fordi det ikke er klart hvorvidt det er en, noen eller alle de ulike egenskapene som må være til stede for å hindre skredutløsning. Vi har valgt å benytte tilgjengelige skogressurskart (NIBIO, 2025), og utarbeide en oversikt over områder hvor skogen tilfredsstiller kravene til kronedekning for henholdsvis løvskog ($\geq 80\%$) og barskog ($\geq 50\%$). Skog som ikke er tett nok til å hindre utløsning vil i mange tilfeller likevel kunne redusere utløsningssannsynligheten for snøskred, både pga. forankring og at lagdeling i snødekket kan bli påvirket i skogkledde områder. Overnevnte analyse viser at skogen er tett nok til å hindre utløsning av snøskred i store deler av påvirkningsområdet opp til ca. 425 moh. (Figur 10).



Figur 10: Skog som er tett nok til å hindre (mørk grønn) eller redusere sannsynligheten for (lys grønn) utløsning av snøskred.

2.6 Klima

For steinsprang og steinskred vurderes klimadata å ikke ha en avgjørende betydning i for utløsning av skred (NVE, 2025a). Det er derfor ikke utført klimaanalyse for disse skredtypene.

For jordskred og flomskred har klimatiske faktorer knyttet til nedbør stor betydning for utløsning av skred. Likevel kan ikke slike faktorer benyttes konkret til å fastslå hvorvidt det er fare for disse skredtypene på et konkret sted (NGI, 2021). En detaljert klimaanalyse har derfor begrenset nytteverdi for vurderingen av fare for jordskred og flomskred.

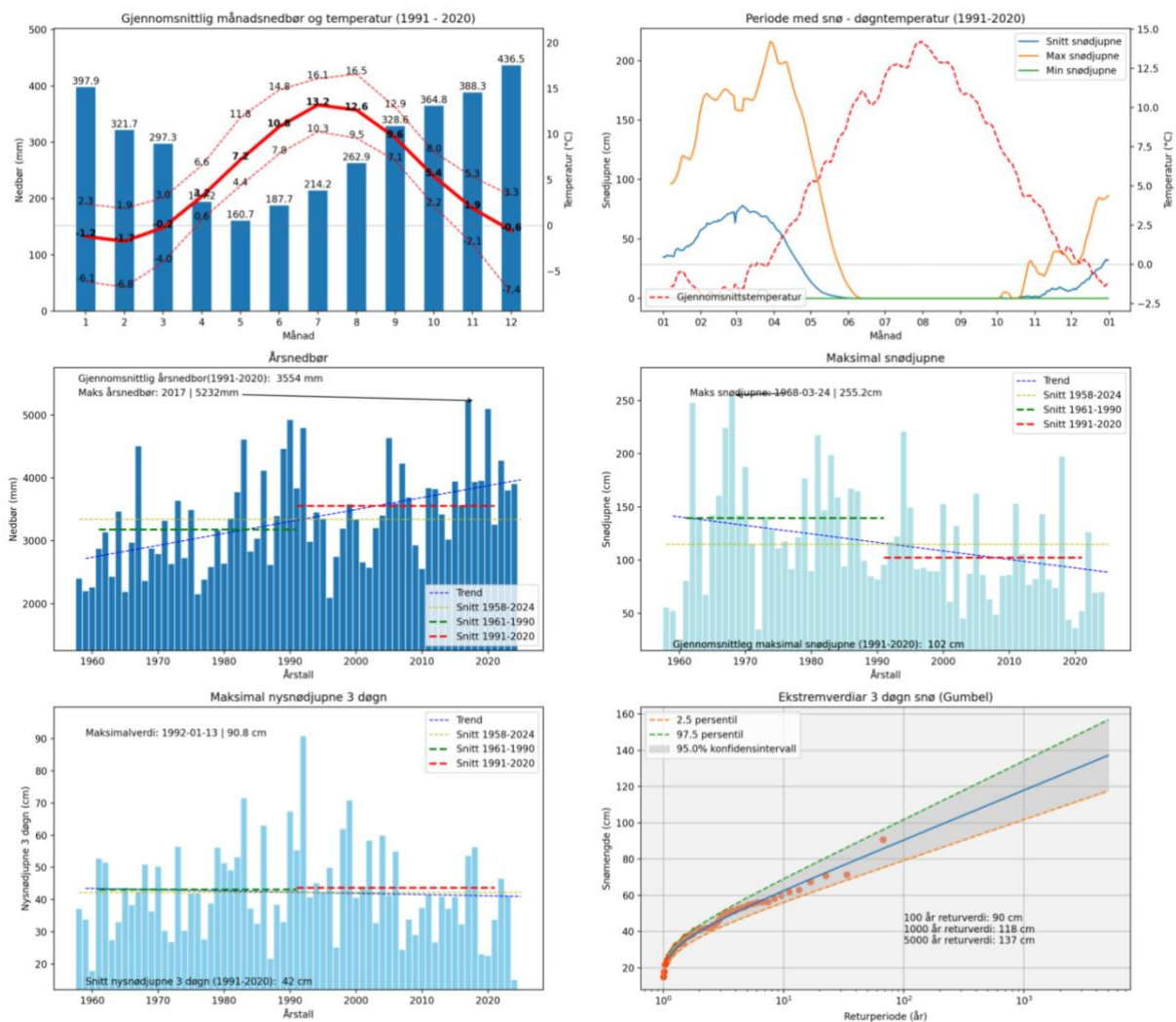
I forbindelse med vurdering av snøskred er det utført en klimaanalyse for å bestemme bruddhøyde ved ulike returperioder, som input til snøskredmodellering. Data fra AV-klima (Asplan Viak and NVE, 2025) hentet 2025-03-13 viser at området er nedbørrikt og at det kan ha forholdsvis snørike vintre med opptil ca. 2 m snødybde (Figur 11). Ekstremverdi for 3 døgns snø med returperioder på 100 år og 1000 år er henholdsvis 90 cm og 118 cm.

Norsk klimaservicesenter har utarbeidet klimaprofiler for de tidligere fylkene i Norge (Norsk Klimaservicesenter, 2025). De mest relevante forventede endringene for gamle Hordaland fylke med tanke på skredfare er:

- Jord-, flom- og sørpeskred: Sannsynlig økning.
- Snøskred: Mulig sannsynlig økning.
- Steinsprang og steinskred: Usikkert.

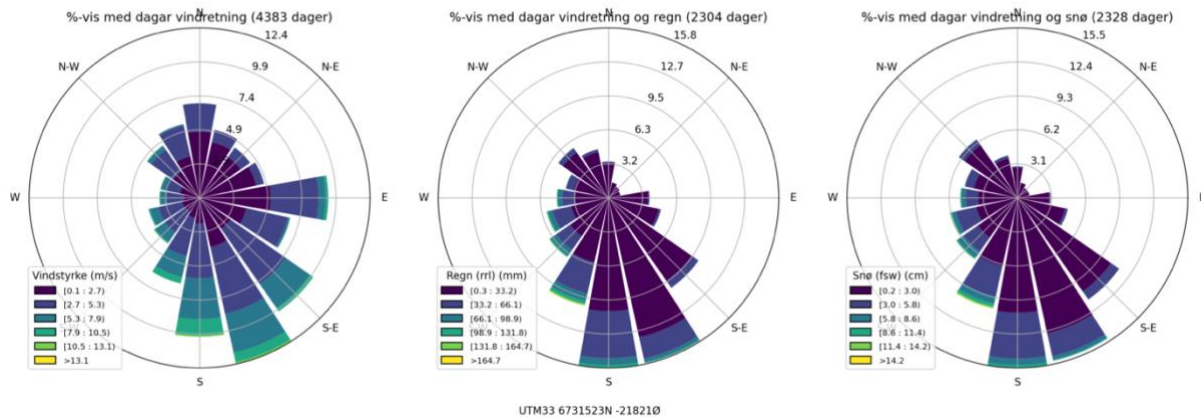
Forventede endringer i skredfrekvens er tatt høyde for i vurderingene, selv om det ikke er lagt på noen konkret, ekstra margin på faresonene (Miljøverndepartementet, 2013).

Klimaoversikt for Høgrusten (389 moh.)



UTM33 6731523N -218210

Vindanalyse for Høgrusten (389 moh.)



Figur 11: Klimaanalyse for et gridpunkt ved Høgrusten (Asplan Viak and NVE, 2025).

2.7 Historiske skredhendelser

Det har ikke fremkommet informasjon om historiske skredhendelser i direkte tilknytning til kartleggingsområdet eller påvirkningsområdet, verken i NVE Atlas (NVE, 2025b), SVVs Vegkart (Statens vegvesen, 2025) eller andre kilder.

Det finnes imidlertid flere hendelser i NVE Atlas (NVE, 2025b) i nærheten som har indirekte relevans for vurderingen:

- Ved Seljerinden og Minnedalen ca. 800 m nordøst for kartleggingsområdet kom det 18. mars 1881 et skred som traff et gårdsbruk og skadet mennesker. Skredet er registrert som et snøskred i NVE Atlas, men kan også ha vært et sørpeskred.
- Den 2.-3. mars 1979 er det registrert tre sørpeskredhendelser i de sørvendte skråningene under Skåldalsfjellet, en ved Litle Bjørndalen 200 m øst for kartleggingsområdet, og to hhv. 800 m og 1300 m vest for kartleggingsområdet. Det er noe uklart om dette er tre separate hendelser eller om hendelsen ved Litle Bjørndalen er vilkårlig plassert og egentlig representerer en av de to andre hendelsene.

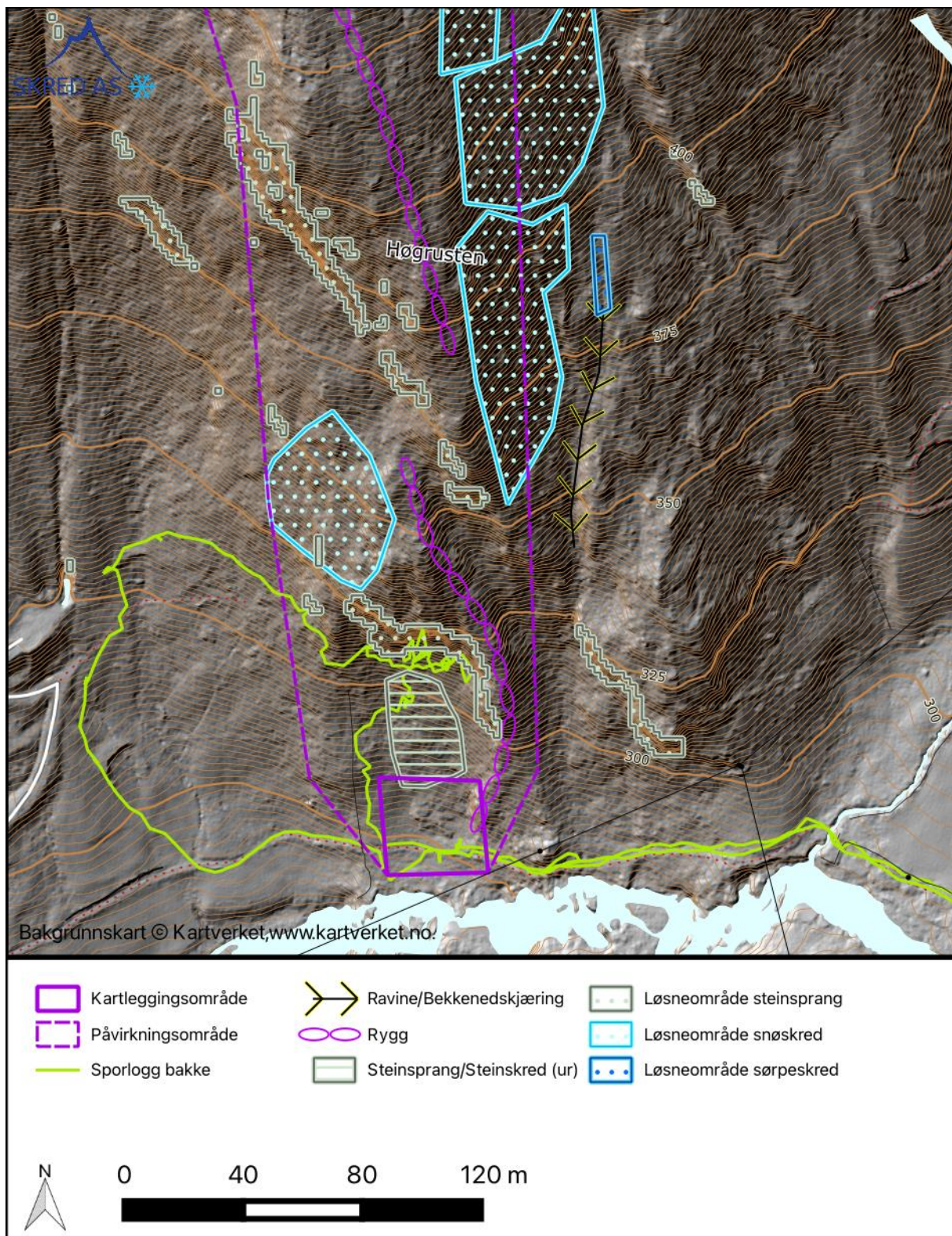
Det finnes også noen steinspranghendelser langs Gullfjellsvegen i nærheten, men disse fremstår som steinsprang fra sørlig dalside og er av liten relevans for kartleggingsområdet.

2.8 Tidligere skredfareutredninger

Vi har ikke kjennskap til noen tidligere skredfareutredninger med relevans for området, verken i NVE Atlas (NVE, 2025b) eller NVEs rapportdatabase (NVE, 2025c).

2.9 Eksisterende skredsikringstiltak

Vi har ikke kjennskap til noen eksisterende sikringstiltak med relevans for området, verken fra NVE Atlas (NVE, 2025b) eller andre kilder.



Figur 13: Detaljert registreringskart for den nedre delen av påvirkningsområdet.

3 Skredfarevurdering

3.1 Steinsprang

Løsneområder og løsnesannsynlighet

Det finnes skrenter i flere høyder i påvirkningsområdet, men det er kun skrenten 20-50 m nord for kartleggingsområdet som reelt sett er relevant. Fra andre skrenter høyere oppe vil steinsprang ledes lenger mot øst eller vest og steinsprang fra disse har derfor ikke påvirkning på kartleggingsområdet.

I den nevnte skrenten 20-50 m over kartleggingsområdet har vi observert noe oppsprekking og sprekkeavgrensede blokker (se beskrivelse i kap. 2.3). Blokkene som kan bli avløst er for det meste forholdsvis små, stort sett mindre enn $0,5 \text{ m}^3$. I terrenget mellom skrenten og kartleggingsområdet har vi observert det vi tolker å være sikre steinsprangavsetninger (urmasser). I grensen til selve kartleggingsområdet er det også en del blokk i terrenget som enten kan være urmasser fra steinsprang, men som kanskje også kan være blokk ryddet fra markene. Urmassene antyder en del tidligere utfall av steinsprang. Blokk som er ryddet fra markene kan også stamme fra steinsprang, men vi kan ikke utelukke at noen av disse er moreneblokk. Uansett tyder mengden blokk på at det historisk har vært en god del utfall av steinsprang. Vi vurderer at den årlige løsnesannsynligheten for steinsprang er større enn 1/100 og 1/1000 fra skrenten 20-50 m over kartleggingsområdet.

Det finnes også en liten skrent med 1-2 m høyde øst i kartleggingsområdet. Selv om det ikke er umulig med utfall fra denne, så vurderer vi at skadepotensialet ved eventuelle utfall i de fleste tilfeller vil være svært begrenset, og at den årlige løsnesannsynligheten for steinsprang med skadepotensiale er mindre enn 1/1000.

Utløpssannsynlighet

Urmassene i skråningen tyder på at tidligere steinsprang har nådd et stykke ned i skråningen. Ettersom markene kan ha blitt ryddet for blokk kan vi heller ikke utelukke at tidligere utfall har nådd hele kartleggingsområdet. Urmassene tyder imidlertid på at en god del blokk historisk sett har stoppet opp i skråningen før de har nådd ned til kartleggingsområdet. Vi har modellert utløp av blokker fra skrenten ved hjelp av Rockyfor3D (Dorren, 2024). Den nevnte terrengmodellen (kap. 2.1) fra nasjonal høydemodell er benyttet, men oppløsningen er omregnet til 2 m. Det er benyttet et fast antall (fix) på 100 simuleringer per løsnecelle. Det er ikke benyttet ekstra initiell fallhøyde eller variasjon i blokkvolum. Vi har brukt såkalt «rapid automatic simulation» med både lav og middels ruhet i terrenget, men modelleringene med middels ruhet vurderes å stemme best med observerte avsetninger og forholdene i skredbanen. Bergets tetthet er satt til 2700 kg/m^3 . Det er verken benyttet skog eller nett. Modelleringene er utført med følgende blokkstørrelser med rektangulær blokkform:

- $0,072 \text{ m}^3$ ($0,3 \text{ m} * 0,4 \text{ m} * 0,6 \text{ m}$)
- $0,125 \text{ m}^3$ ($0,5 \text{ m} * 0,5 \text{ m} * 0,5 \text{ m}$)
- $0,512 \text{ m}^3$ ($0,8 \text{ m} * 0,8 \text{ m} * 0,8 \text{ m}$)
- 1 m^3 ($1 \text{ m} * 1 \text{ m} * 1 \text{ m}$).

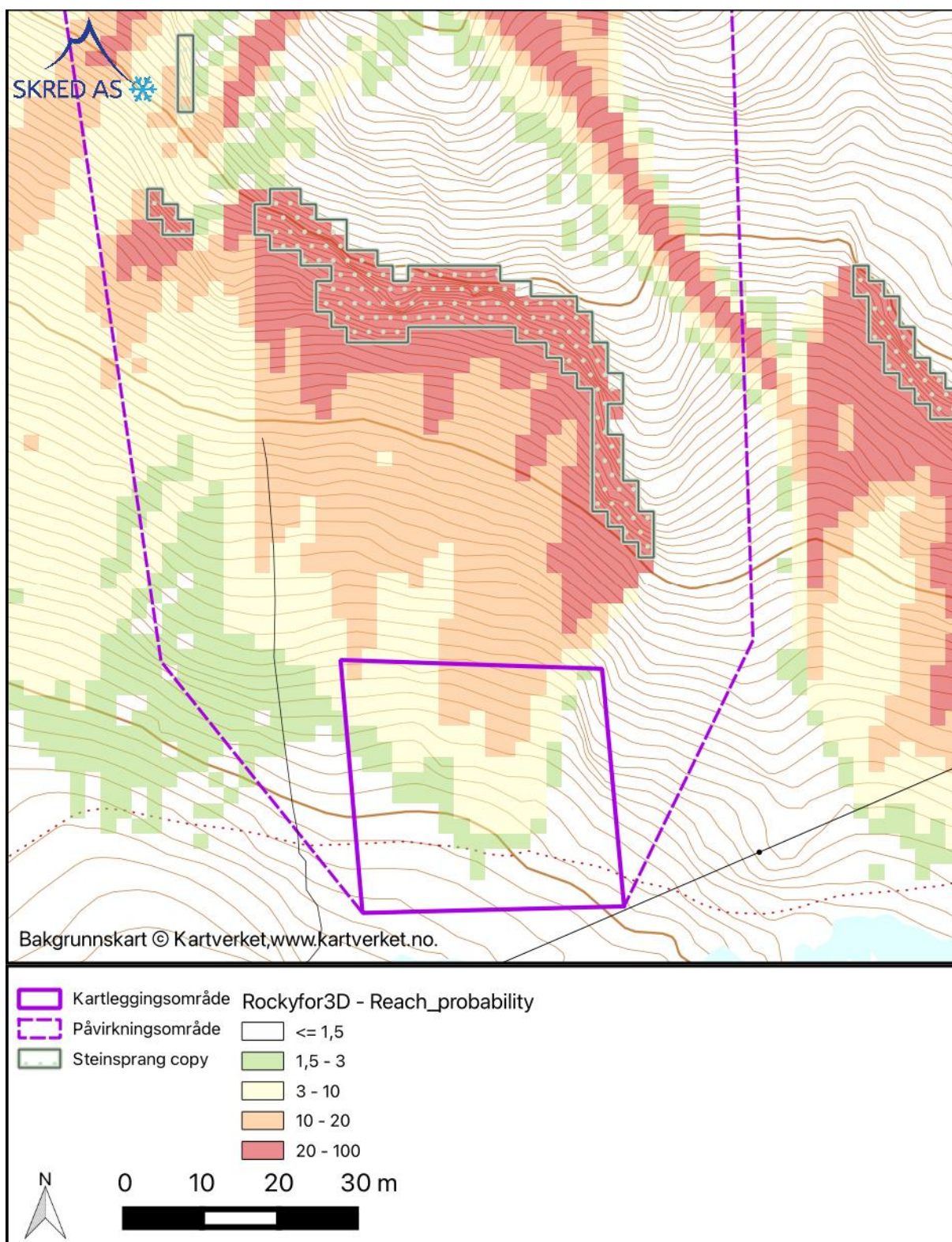
Modelleringene med blokkstørrelse $0,512 \text{ m}^3$ og middels ruhet viser at steinsprang fra skrenten kan nå inn i kartleggingsområdet, spesielt i den sentrale, øvre delen (Figur 14). Ved større blokkstørrelse og/eller lavere ruhet i terrenget gir modelleringene enda lenger utløp.

Steinsprang som forventes med årlig sannsynlighet større enn $1/1000$ inn i kartleggingsområdet vurderes å være mindre enn $0,512 \text{ m}^3$, i de fleste tilfeller med blokkstørrelser nærmere $0,1 \text{ m}^3$. Modelleringer med blokker på $0,512 \text{ m}^3$ og middels ruhet (Figur 14) viser spretthøyder normalt på terrenget til massesentrum av blokken på inntil 1 m inn i kartleggingsområdet. Det vil i praksis si at steinsprang for det meste ruller langs bakken, eller spretter marginalt. Beregnede energimengder (95% persentil) for samme modellkjøring viser kinetisk energi i størrelsesorden 10-100 kJ i kartleggingsområdet.

Vurdering av skredfare

Vi vurderer at den årlige nominelle sannsynligheten for steinsprang i kartleggingsområdet er større $1/1000$, men mindre enn $1/100$. Selv om løsnestannsynligheten er større enn $1/100$ i skrentene, så vurderer vi at en god del av blokkene vil stoppe i terrenget før de når kartleggingsområdet. Utbredelse av faresone med årlig sannsynlighet for steinsprang større enn $1/1000$ fremkommer i faresonekartet i Figur 17.

Skogen kan i noen tilfeller bremse eller stoppe enkeltblokk, ettersom blokkstørrelsene er relativt små. Avstanden fra løsneområdene til kartleggingsområdet er imidlertid så kort at den samlede bremsende effekten av skog vil være ganske liten. Vi vurderer at skogens effekt på utløp av steinsprang er neglisjerbar og at den ikke har noen påvirkning på vurderingen av skredfare.



Figur 14: Modelleringer i Rockyfor3D med blokkstørrelse 0,512 m³ og middels ruhet.

3.2 Steinskred

Det er ingen egnede løснеområder for steinskred i påvirkningsområdet. Skrentene som finnes, er for små til at steinskred kan løsne. Vi vurderer at steinskred ikke er en aktuell skredtype.

3.3 Snøskred

Området er forholdsvis snørikt, og det er flere partier i påvirkningsområdet med egnet terrenghelning for utløsning av snøskred både høyt i terrenget og noe lavere.

Øvre del av skråningen – Sno1

I den øvre del av skråningen er det et større parti med egnet terrenghelning og ganske jevn overflate. Det er ingen skog som påvirker utløsningen av snøskred her. Ved vestlige og nordlige vinder kan det komme en del snødrift her, men klimaanalysen viser at sørlige vinder er dominerende både generelt sett og ved snøførende vind. Vi forventer derfor at området vel så ofte vil være avblåst som det får snødrift og har derfor ikke lagt til noe påslag for snødrift. 3 døgns nysnøverdier er 116 cm ved 1000 års returperiode. Korrigert for terrenghelning på ca. 37 grader gir dette en forventet bruddhøyde på ca. 90 cm og samlet volum på løснеområdet på ca. 13 000 m³. Vi vurderer at løsnesannsynligheten for et slikt snøskred er større enn 1/1000, men mindre enn 1/100.

Vi har utført modelleringer av snøskred ved hjelp av RAMMS::Avalanche (RAMMS AG, 2024a). Modelleringene er utført basert på en terrengmodell med 2 m oppløsning. Selv om det normalt er anbefalt å gjøre modellering med grovere terrengmodell har vi i dette tilfellet valgt en terrengmodell med 2 m oppløsning. Dette er gjort fordi det er en del terrengformasjoner som vi forventer vil være fremtredende også på vinterstid som kan påvirke utløpet og som trer bedre frem i en terrengmodell med 2 m oppløsning. Vi mener derfor det er best egnet i dette tilfellet. Videre er modellen kjørt med parameterne Small og returperiode 300. Høydeverdiene er satt til 1000 moh. og 500 moh.

Modelleringene viser at snøskred fra løснеområdet sno1 vil dele seg som følge av terrengryggen Høgrusten (Figur 15). Mesteparten av skredmassene vil gå mot øst, men noe vil også gå mot vest. Skredmassene vil ikke nå ned i nærheten av kartleggingsområdet. Vi vurderer også at skogen i skråningen ikke har noen reelt betydning for skredutløp. Ettersom modellkjøringer viser at skredutløpet vi gå til siden for kartleggingsområdet anser vi det ikke som relevant å utføre modelleringer med statistiske modeller som f.eks. Alfa-Beta.

Midtre del av skråningen – Sno2-5

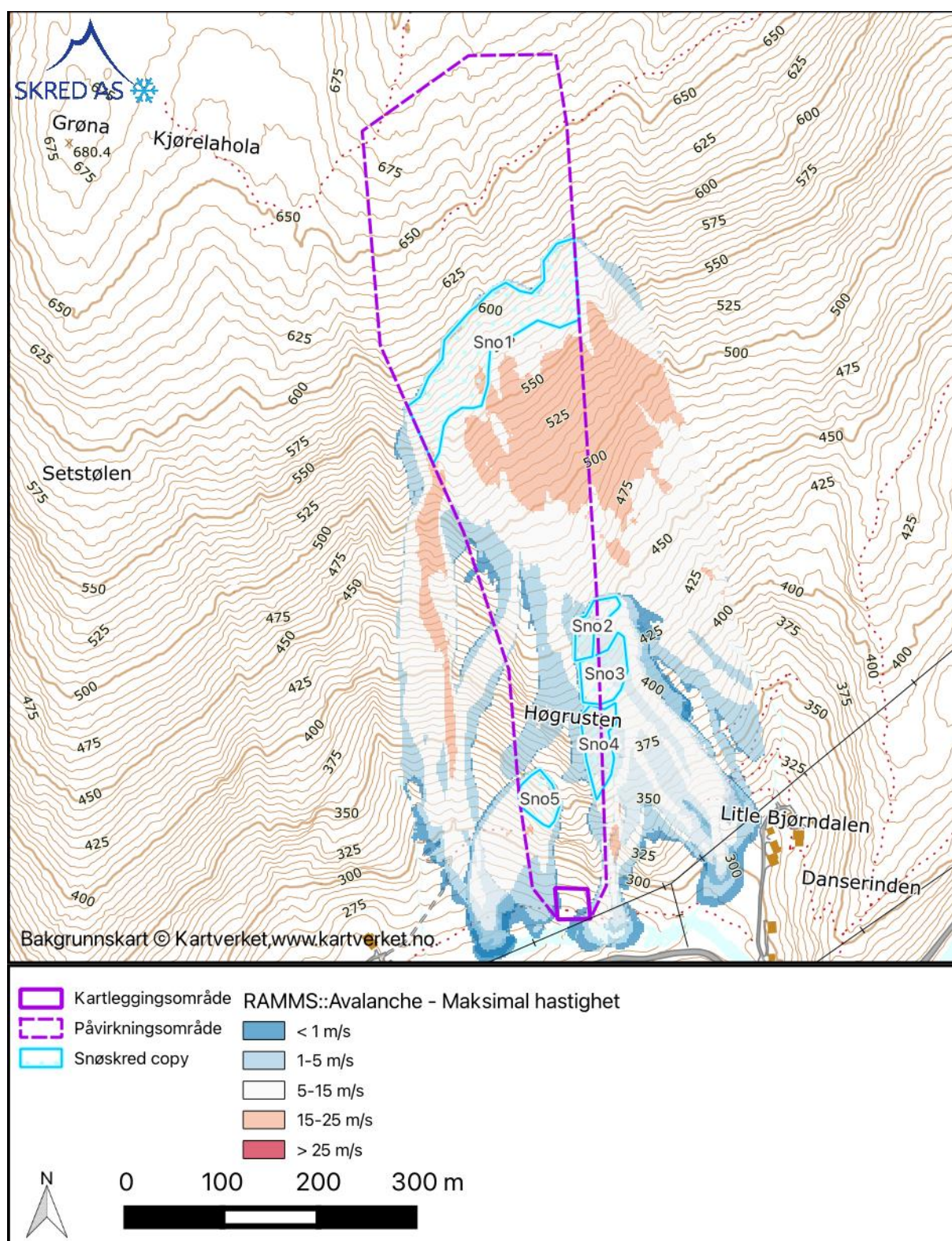
Øst og vest for terrengryggen Høgrusten er det også noen mindre partier som har jevn topografi og egnet helning for utløsning av snøskred. Under dagens vegetasjonsforhold har disse løśnieområdene skog som er tett nok til å hindre utløsning av snøskred og løsnesannsynligheten er mindre enn 1/1000.

For å vurdere om denne skogen har avgjørende betydning for skredfaren i kartleggingsområdet har vi likevel utført modelleringer av utløp fra løøgneområdene. Her forventer vi lite snødrift, og at terrenget i de fleste tilfeller vil være avblåst. Vi har derfor lagt

til grunn en reduksjon i snødybde på 35% i forhold til forventet 3 døgns nysnø. Korrigert for 37 graders terrenghelning gir dette forventet bruddhøyde på ca. 60 cm ved returperioder på 1000 år. For øvrig er modelleringene utført i RAMMS::Avalanche med samme parametere som nevnt for løснеområde sno1, foruten at skredstørrelse er satt til Tiny.

Modelleringene viser at utløp fra løснеområdene sno2-5 i stor grad går til siden for kartleggingsområdet. Teknisk sett gir modelleringene så vidt noe utløp inn i både vestlige og østlige del av kartleggingsområdet. Vi vurderer imidlertid at modelleringene er noe konservative da de er kjørt samlet, og at det reelt sett ikke vil være noen påvirkning fra snøskred inn i kartleggingsområdet ved eventuelle snøskred fra disse løснеområdene.

Vi vurderer at den årlige nominelle sannsynligheten for snøskred i kartleggingsområdet er mindre enn 1/100 og 1/1000. Det er ikke skog som har betydning for skredfaren i kartleggingsområdet, da løснеområder som evt. blir aktuelle om skogen blir borte vil ha utløp til siden for kartleggingsområdet.



Figur 15: Snøskredmodelleringer fra både sno1 og sno2-5 i RAMMS::Avalanche.

3.4 Jordskred

Det er skrint med løsmasser i skråningene, og det som finnes er i stor grad urmasser eller et tynt torv- eller morenedekke. Vi kan ikke utelukke mindre utglidning i de øvre delene av påvirkningsområdet, men her vil skred tydelig dreie øst eller vest for kartleggingsområdet som følge av terrengryggen Høgrusten. Vi vurderer at løsnesannsynligheten for jordskred er mindre enn 1/1000 i de delene av påvirkningsområde som kan være aktuelle for denne skredtypen mot kartleggingsområdet.

Vi vurderer at den årlige nominelle sannsynligheten for jordskred i kartleggingsområdet er mindre enn 1/100 og 1/1000.

3.5 Flomskred

Det er ingen kanaler eller bekkeløp som er egnet for utløsning av flomskred i påvirkningsområdet. Det er heller ingen spor etter tidligere flomskred.

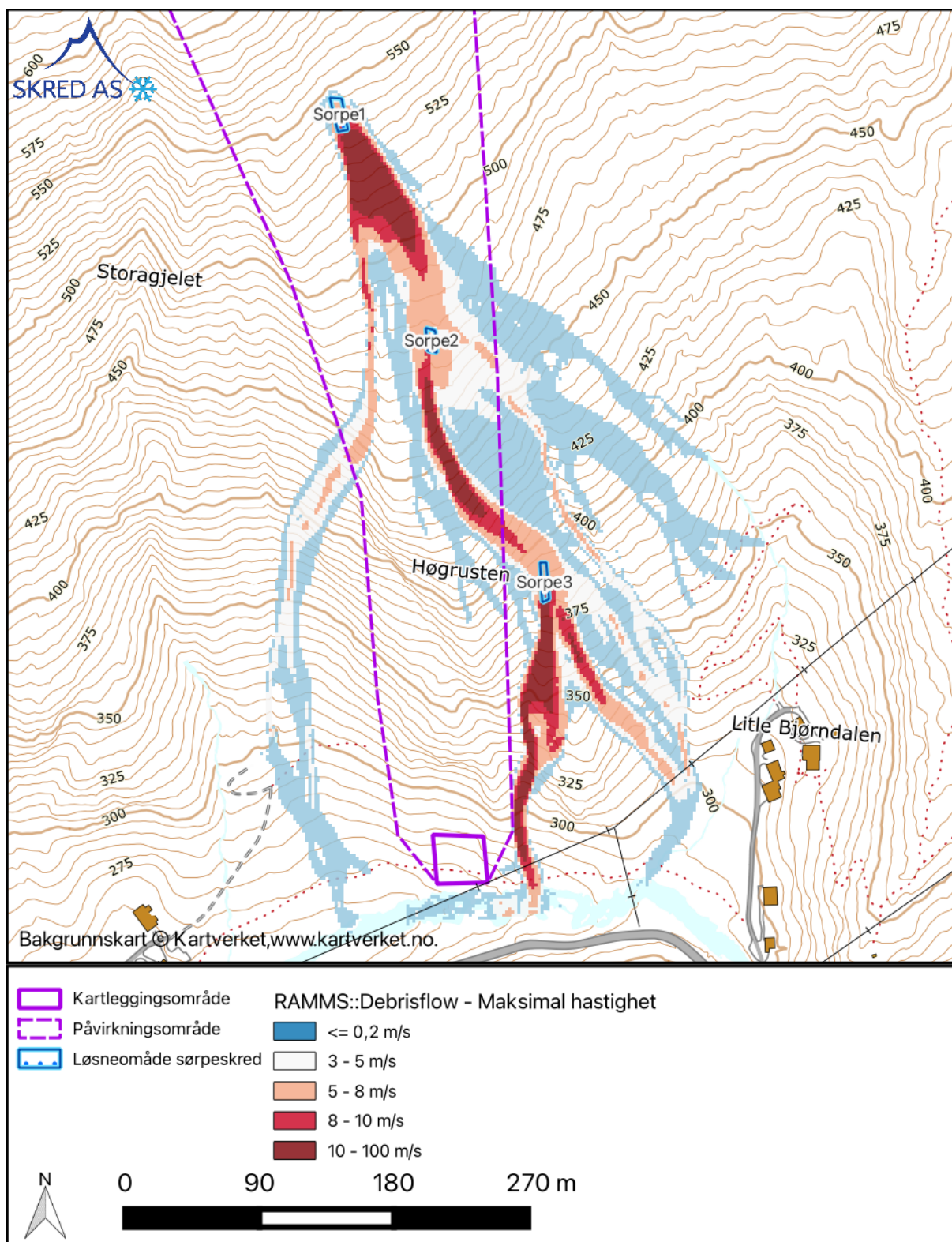
Vi vurderer at den årlige nominelle sannsynligheten for flomskred i kartleggingsområdet er mindre enn 1/100 og 1/1000.

3.6 Sørpeskred

Det finnes sørpeskredhistorikk i nærheten (kap. 2.7), og vi forventer også at sørpeskred kan forekomme i fremtiden i dalføret. Påvirkningsområdet er imidlertid relativt lite egnet for sørpeskred, da de bekkefarene som finnes er forholdsvis små og bratte, med begrenset mulighet for oppsamling av vann i snødekket. Vi har likevel identifisert noen løsneområder langs bekker som vi med en viss usikkerhet vurderer at har løsnesannsynlighet større enn 1/1000 (Sorpe1-3). Løsneområdene mer eller mindre langs det samme bekkeløpet.

Vi har utført modelleringer av sørpeskredutløp fra disse ved hjelp av RAMMS::Debrisflow (RAMMS AG, 2024b). Inndata for modellkjøringen er fastsatt basert på tidligere FOU (NVE, 2021), men er noe tilpasset basert på vår erfaring med etterregning av sørpeskredhendelser. Det er derfor brukt friksjonsparametere ξ 2000 m/s² og μ_y 0,08 uten noe erosjon. Terrengmodellen som er brukt har oppløsning 2 m. Løsneområdene er modellert samlet, noe som vil gi konservative resultater. Det er satt bruddkant på 1 m noe som gir volum i størrelsesorden 100-200 m³ for de ulike løsneområdene. Modelleringene viser at sørpeskred ikke vil gå ned mot kartleggingsområdet, men at utløp vil dele seg på sidene og gå ned vest og øst for kartleggingsområdet (Figur 16).

Vi vurderer at den årlige nominelle sannsynligheten for sørpeskred i kartleggingsområdet er mindre enn 1/100 og 1/1000.



Figur 16: Sørpeskredmodelleringer fra sorpe1-3 i RAMMS::Debrisflow.

3.7 Samlet skredfare

Vi vurderer at den samlede årlige nominelle sannsynligheten for skred inn i kartleggingsområdet stedvis er større enn 1/1000, men at den er mindre enn 1/100 for hele kartleggingsområdet (Figur 17). Det er kun steinsprang som er en aktuell skredtype.

3.8 Skog med betydning for skredfaren

Det finnes skog i påvirkningsområdet som påvirker utløsningssannsynligheten for snøskred, men skred fra disse områdene vil ikke nå kartleggingsområdet. Skogen i påvirkningsområdet har derfor ingen betydning for skredfaren.

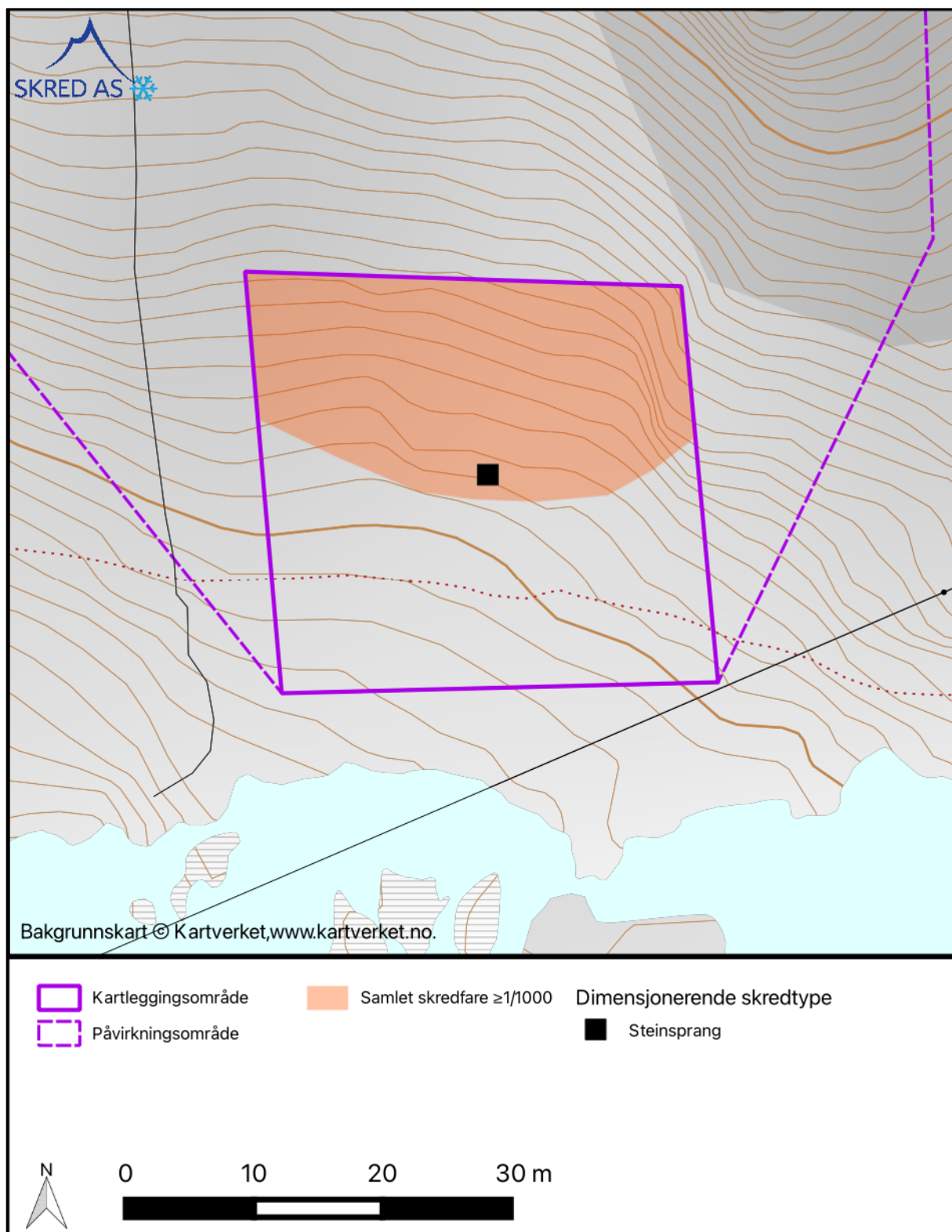
3.9 Avvik fra tidligere skredfareutredninger

Det foreligger ingen tidligere skredfareutredninger for området, og det er således heller ingen avvik mellom vår vurdering og tidligere skredfareutredninger.

3.10 Stedsspesifikk usikkerhet

Vi vurderer at det er en god del usikkerhet knyttet til utløsning av både snøskred og sørpeskred i påvirkningsområdet. Usikkerheten knyttet til utløp av slike skredtyper er imidlertid liten, da vi med ganske stor sikkerhet kan si at slike skred ikke når kartleggingsområdet.

Vi har ikke identifisert andre konkrete usikkerheter som kan påvirke vurderingene.



Figur 17: Kart som viser faresoner for skred. Det er kun steinsprang som er aktuell skredtype.

4 Konklusjon og anbefalinger

Skred AS har utført en vurdering av deler av gbnr. 292/4 i Bergen kommune for sikkerhetsklasse S2.

For deler av kartleggingsområdet er årlig nominell sannsynlighet for skred mindre enn 1/1000. For disse delene er kravet om sikkerhet mot skred oppfylt for sikkerhetsklasse S2 iht. TEK17 § 7-3. Her trengs det altså ikke sikringstiltak for å ivareta sikkerhet mot skred.

For den øvre delen av kartleggingsområdet vurderer vi at den årlige nominelle sannsynligheten for skred er større enn 1/1000. Det er steinsprang som er dimensjonerende skredtype.

For den øvre delen av kartleggingsområdet vil det måtte sikres mot skred før det eventuelt kan etableres byggverk som tilhører sikkerhetsklasse S2 innenfor faresonen for skred.

Det enkleste sikringstiltaket for å sikre mot steinsprang vil trolig være en barriere i form av en fangvoll eller mur. En slik barriere bør dekke hele lengden til arealet som skal sikres, samt noen meter på hver side av dette arealet. Høyden på en voll eller mur bør være minst 1 m, målt normalt på terrenghelningen. Den bør være bratt i overkant, minst 3:1 (ca. 73°) slik at eventuelle steinsprang stoppes opp, fremfor å kunne rulle over. Alternativt kan den etableres med lavere helning, men da må høyden økes. Barrieren må være robust nok til å tåle treff fra rullende steinsprang.

I teorien kan også rensk og bergsikring i skrentene 20-50 m over kartleggingsområdet være aktuelt for å sikre området mot steinsprang. Dette vil trolig bli vesentlig dyrere og mer omfattende enn overnevnte løsning med voll eller mur.

5 Referanseliste

- Asplan Viak, NVE, 2025. AV-Klima [WWW Document]. URL <https://nve-av-klima.azurewebsites.net>
- Direktoratet for byggkvalitet, 2025. Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning § 7-3 [WWW Document]. URL <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/7/7-3/>
- Dorren, L., 2024. Rockyfor3D (v6.0) revealed - transparent description of the complete 3D rockfall model.
- Kartverket, 2025. Høydedata [WWW Document]. URL <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>
- Miljøverndepartementet, 2013. Klimatilpasning i Norge, Stortingsmelding 33.
- Nasjonalbiblioteket, 2025. Nettbiblioteket [WWW Document]. URL <https://www.nb.no/search?mediatype=bilder>
- NGI, 2021. Jord- og flomskred. Klimaanalyse for bruk i skredfarekartlegging. NVE Ekstern rapport 11/2021.
- NGU, 2025a. Berggrunn - Nasjonal berggrunnsdatabase [WWW Document]. URL https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/
- NGU, 2025b. NGU InSAR [WWW Document]. URL <https://insar.ngu.no/>
- NGU, 2025c. Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase [WWW Document]. URL https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/
- NGU, 2025d. NADAG [WWW Document]. URL https://geo.ngu.no/kart/nadag_mobil/
- NIBIO, 2025. Kilden [WWW Document]. URL <https://kilden.nibio.no/>
- Norsk Klimaservicesenter, 2025. Klimaprofiler [WWW Document]. URL <https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/om>
- NVE, 2025a. Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng [WWW Document]. URL <https://veileder-skredfareutredning-bratt-terreng.nve.no>
- NVE, 2025b. NVE Atlas [WWW Document]. URL <https://atlas.nve.no/>
- NVE, 2025c. Rapportdatabase [WWW Document]. URL <https://temakart.nve.no/tema/skredrapport>
- RAMMS AG, 2024. RAMMS::AVALANCHE User Manual v1.8.0.
- Statens vegvesen, 2025. Vegkart [WWW Document]. URL <https://vegkart.atlas.vegvesen.no>
- Statens vegvesen, NIBIO, Kartverket, 2025. Norge i bilder [WWW Document]. URL <https://www.norgeibilder.no>

Egenerklæring for kompetanse

Skred AS erklærer seg skikket til å utføre utredning av skredfare i bratt terreng og at utførende fagpersoner innehar nødvendig kompetanse i henhold til NVE veilederen «Sikkerhet mot skred i bratt terreng – Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak» (<https://www.nve.no/veileder-skredfareutredning-bratt-terreng/>).

Egenerklæring om utførende foretaks kompetanse	JA	NEI	Kommentar
Ansvarlig for å utføre skredfaglige utredninger er godt kjent med gjeldende forskrifter ¹ , veiledere ² , retningslinjer ³ og fagnormer som gjelder for å utføre skredfareutredninger.	X		Se liste med gjeldende krav og lover nedenfor.
Minst to kvalifiserte fagpersoner blir benyttet i oppdraget, en som utførende og en som sidemannskontrollør. De to påkrevde fagpersonene må ha minst 5 og 3 års netto erfaring med tilsvarende oppdrag, samt relevant utdanning som definert i veilederen. Personell med mindre enn 3 års erfaring kan benyttes i oppdraget i tillegg til de to med påkrevd erfaring.	X		Se tabell med fastansatt faglig personell nedenfor. CV kan tilsendes ved behov.
Foretaket har kunnskap om og tilgang på dynamiske skredmodeller der slike er kommersielt tilgjengelig.	X		
Foretaket har ansvarsforsikring som minst tilsvarer krav i NS 8401/8402 (prosjekterings- og rådgivningsoppdrag).	X		

¹ Byggteknisk forskrift (TEK17) og Plan- og bygningsloven (med veileder).

² NVE veileder: Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak.

³ NVE retningslinjer: Flaum- og skredfare i arealplanar – Revidert 22.mai 2014.

Kompetansen til våre medarbeidere ses i tabellen under.

Person	Utdanning	Erfaring med tilsvarende oppdrag fra-til	Erfaring med tilsvarende oppdrag år
Kalle Kronholm	<u>Naturgeograf</u> ; Dr. sc. nat., Universitetet i Zürich / SLF-WSL i Davos, Sveits.	2005-2025	20
Hedda Breien	<u>Geolog</u> ; Ph.d. Naturkatastrofer. Institutt for Geofag, Universitetet i Oslo	2008-2025	17
Birgit K. Buck-Persson	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Berggrunnsgeologi. Institutt for geologi, Universitetet i Tromsø	2010-2025	15
Espen Eidsvåg	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Kvartærgeologi og paleoklima, Universitetet i Bergen	2012-2025	13
Nils Arne Kavli Walberg	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Miljøgeologi og Geofarer. Institutt for Geofag, Universitetet i Oslo.	2013-2025	12
Hallvard Nordbrøden	<u>Ingeniørgeolog</u> ; M. Sc. Tekniske Geofag, NTNU Trondheim.	2014-2025	11
Hans Georg Grue	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Kvartærgeologi og paleoklima, Universitetet i Bergen.	2016-2025	9
Sondre Lunde	<u>Ingeniørgeolog</u> ; M. Sc. Tekniske geofag, NTNU Trondheim.	2017-2025	8
Pål Lohne	<u>Geolog</u> ; B. Sc. Geologi og geofare, Høgskulen i Sogn og Fjordane, Sogndal.	2020-2025	5
Kristin Brandtsegg Lome	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Kvartærgeologi og sedimentologi, Universitetet i Tromsø.	2020-2025	5