

Oppdragsgiver	Navn SkiGeilo Utvikling AS	Kontaktperson Jørn McCall
Oppdrag	Nummer og navn 23316 - Hol, Geilo, Vestlia - Revurdering av faresoner for skred i område Økle	Oppdragsleder Kalle Kronholm
Dokument	Nummer 23316-01-1 Utført av Kalle Kronholm	Dato 2023-07-06 Kontrollert av Hallvard Skaare Nordbrøden

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
1	2023-07-06	KK	HSN	Original

Revurdering av faresoner for skred

Sammendrag

Vest i Vestlia på Geilo er flere planlagte hytter berørt av faresoner for skred med årlig sannsynlighet $\geq 1/1000$. Faresonene er utarbeidet av Asplan Viak i 2013, og er vurdert etter kravene gitt i TEK10 med veileder. I den rapporten ble følgende tomter vist å ikke tilfredsstillende krav til sikkerhet for S2: a-T6, a-T7, a-T8, a-T9 og a-T23.

Siden den forrige skredfareutredningen i 2013 har metodikk og lovverk endret seg, og vi mener det er grunnlag for en revisjon av faresoner for skred. Oppdraget omfatter vurdering av skredfare for området Økle iht. TEK 17 § 7-3 for sikkerhetsklasse S1 (1/100) og S2 (1/1000).

Vi er stort sett enige i vurderingene gjort av Asplan Viak i 2013, herunder at dimensjonerende skredtype er snøskred. For snøskred har vi, basert på data og metodikk som ikke var tilgjengelig i 2013, redusert løsnesevolum av dimensjonerende snøskred. Dette fører til kortere utløpslengde på dimensjonerende snøskred, og dermed faresoner som dekker mindre areal.

Basert på de nye beregninger og vurderinger, ligger nå alle tomtene i området Økle utenfor faresonen for skred med nominell årlig sannsynlighet $\geq 1/1000$. Dermed tilfredsstiller alle tomtene dagens krav til sikkerhet mot for sikkerhetsklasse S1 og S2, også uten sikringstiltak

Skogen i fjellsiden over hyttfeltet er en forutsetning for faresonene. Uten skogen vil faresonene øke i utstrekning.

Innhold

1	Innledning	4
1.1	Forord	4
1.2	Bakgrunn	4
1.3	Mål	6
1.4	Kartlagt område	6
1.5	Krav til sikkerhet mot skred	7
1.6	Tilpassing fra NVEs rapportmal	8
1.7	Forbehold	8
2	Områdebeskrivelse	9
2.1	Topografi	9
2.2	Drenering	10
2.3	Geologi	10
2.4	Flyfoto og skråfoto	11
2.5	Skog	11
2.6	Klima	12
2.7	Historiske skredhendelser	16
2.8	Tidligere skredfareutredninger	16
2.9	Eksisterende skredsikringstiltak	16
2.10	Befaring	16
3	Skredfarevurdering	18
3.1	Steinsprang	18
3.2	Steinskred	18
3.3	Snøskred	18
3.4	Jordskred	21
3.5	Flomskred	22
3.6	Sørpeskred	22
3.7	Samlet skredfare	22
3.8	Skog med betydning for skredfaren	22
3.9	Avvik fra tidligere skredfareutredninger	23
3.10	Stedsspesifikk usikkerhet	23
4	Konklusjon	24
5	Referanseliste	25

Figurer

Figur 1: Utsnitt fra plankart oversendt fra Asplan Viak, datert 2021-05-06. Tomtene a-T9 og a-T24 ligger delvis inne i faresonen for skred med nominell årlig sannsynlighet $\geq 1/1000$ (rød skravor).....	4
Figur 2: Faresoner for skred i området Økle, utarbeidet av Asplan Viak i 2013 (Asplan Viak, 2013). Løsneområder fra rapporten i 2013 er vist, med unntak av nummer 5, som ligger nord for nr. 4, men som vi ikke har fra de tidligere rapporter.....	5
Figur 3: Oversiktskart for kartleggingsområdet og påvirkningsområdet. Påvirkningsområdet er det arealet som er undersøkt hvor skred potensielt kan påvirke kartleggingsområdet.	7
Figur 4: Helningskart hvor også beregnet overflateavrenning (MFD) er vist.	10
Figur 5: Skogdata fra SR16, som viser hvor skogen har en kronedekning som er tett nok til å ha fullstendig effekt i å forhindre utløsning av snøskred, og hvor kronedekningen ikke er stor nok til å ha full effekt.	12
Figur 6: Snødybden i grid-cellen per måned.	14
Figur 7: Årlig maksimum av snødybde fra grid-data.	14
Figur 8: Årlige maksverdier for 3-døgns nysnømengde fra grid-data.....	15
Figur 9: Fordeling av 3-døgns nysnømengde i grid-cellen per måned.....	15
Figur 10: Ekstremver dianalyse av 3-døgn nysnømengde fra grid-cellen.....	16
Figur 11: Registreringskart for kartleggingsområdet og påvirkningsområdet.....	17
Figur 12: Eksempel på beregninger av hastighet av dimensjonerende snøskred.	21
Figur 13: Skog med betydning for skredfare.....	23

Tabeller

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggt teknisk forskrift, TEK17 (Direktoratet for byggkvalitet (DiBK), 2023).	8
Tabell 2: Beskrivelse av løsneområder for snøskred.....	19
Tabell 3: Innstillinger benyttet for beregninger av snøskred.....	20

Vedlegg

- Egenerklærings skjema kompetanse.

1 Innledning

1.1 Forord

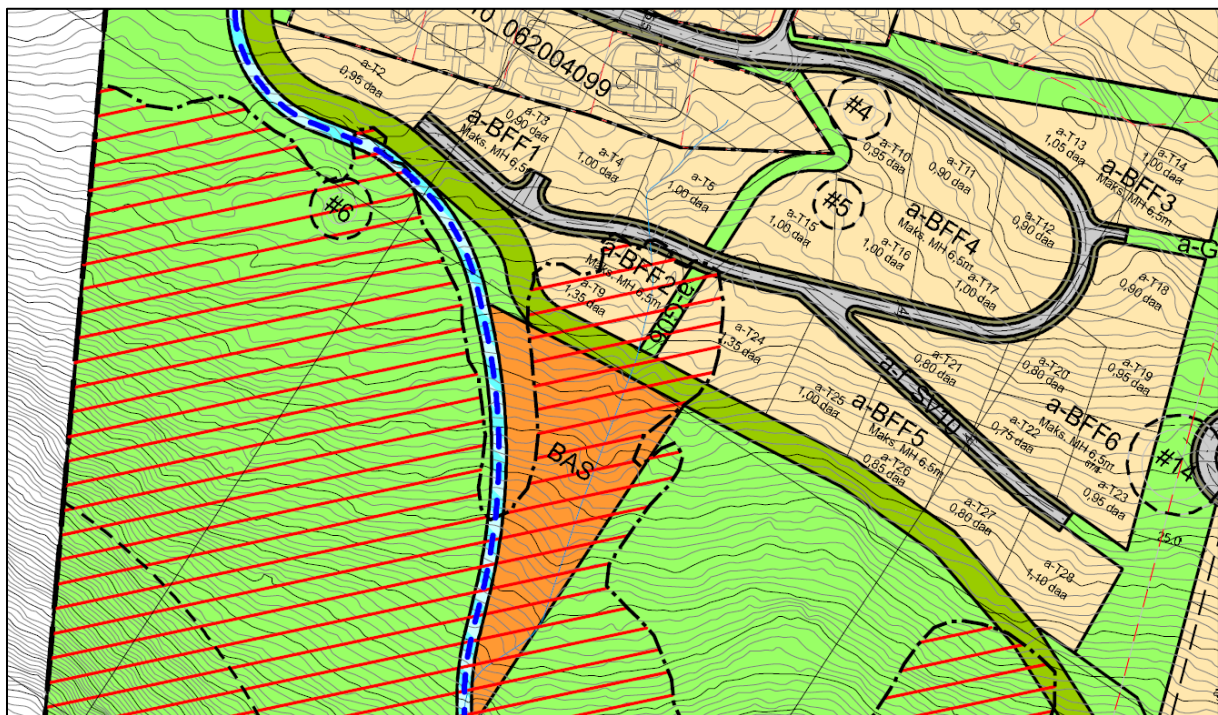
Plan- og bygningsloven (pbl) og Byggteknisk forskrift (TEK17) § 7.3 (Direktoratet for byggkvalitet (DiBK), 2023) stiller krav til sikkerhet mot naturfare. For reguleringsplan og byggesak/-tiltak, søknadspliktig eller ikke, må det derfor dokumenteres at tilstrekkelig sikkerhet mot skredfare vil bli oppnådd 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, 2020), og vil dermed kunne dokumentere om sikkerhetskravene er oppfylt.

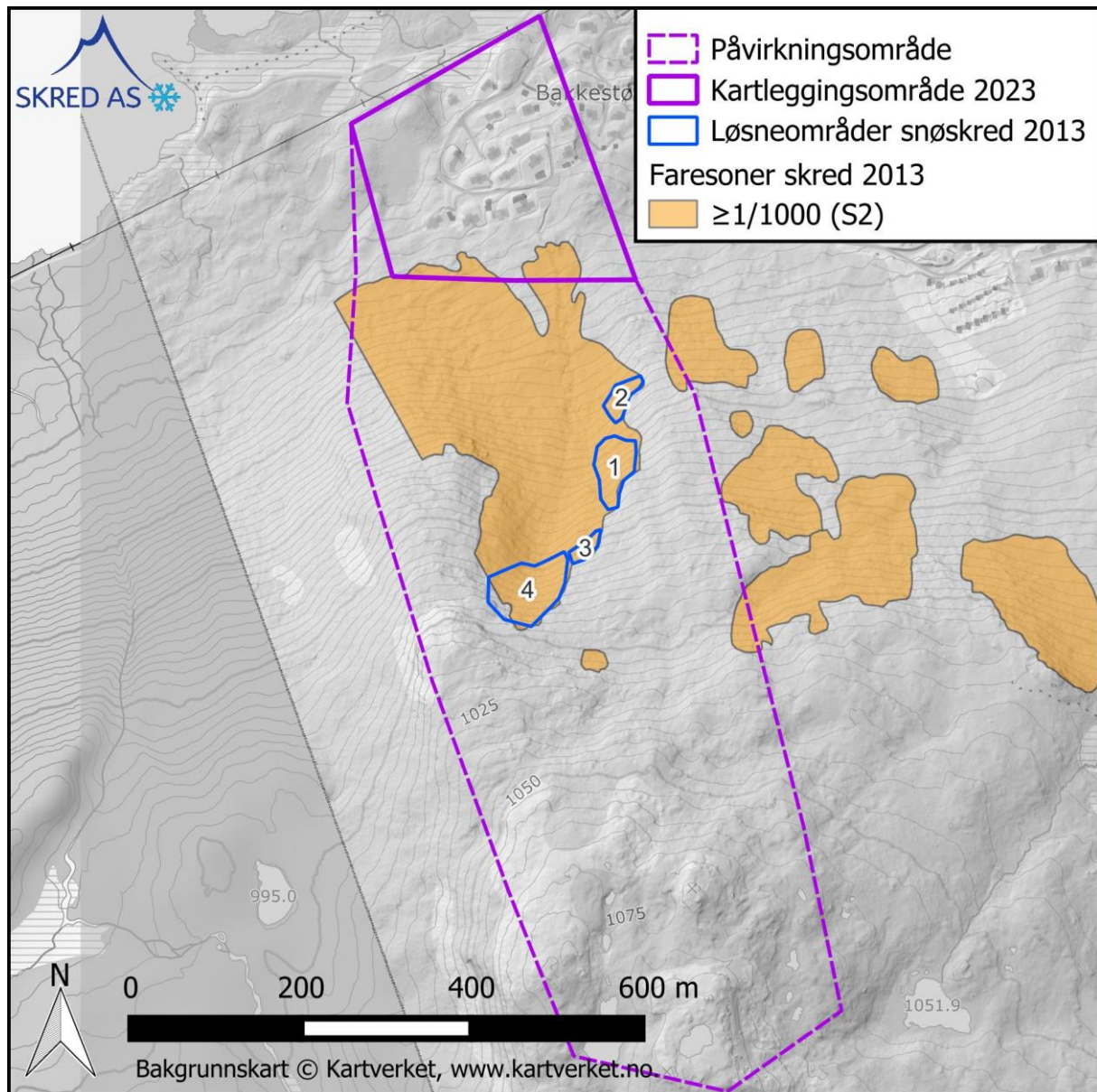
Skredtypene snø-, jord-, flom-, sørpe-, steinskred og steinsprang utredes.

1.2 Bakgrunn

Vest i Vestlia på Geilo er flere planlagte hytter berørt av faresoner for skred med årlig sannsynlighet $\geq 1/1000$. Faresonene er utarbeidet av Asplan Viak i 2013 (Asplan Viak, 2013) og er gjengitt i Figur 1 og Figur 2. Faresonene er utarbeidet etter kravene gitt i TEK10 med veileder. I samme rapporten ble det også gjort flomvurderinger for planområdet.



Figur 1: Utsnitt fra plankart oversendt fra Asplan Viak, datert 2021-05-06. Tomtene a-T9 og a-T24 ligger delvis inne i faresonen for skred med nominell årlig sannsynlighet $\geq 1/1000$ (rød skravor).



Figur 2: Faresoner for skred i området Økle, utarbeidet av Asplan Viak i 2013 (Asplan Viak, 2013). Løsneområder fra rapporten i 2013 er vist, med unntak av nummer 5, som ligger nord for nr. 4, men som vi ikke har fra de tidligere rapporter.

Siden det var faresoner for skred på tomter planlagt for utbygging av fritidsboliger, ble det utarbeidet forslag til sikringsløsninger i området «Uthusslåtta III» (Asplan Viak, 2014) og senere i Skred AS rapport 15049-01-1 ved Bakkestølvegen nedenfor for fjelltoppen Økle (Skred AS, 2015). Heretter er dette området omtalt som «Økle». Grunnet endringer i planlagt arealbruk i området Økle, ble det i 2017 utarbeidet en ny mulighetsstudie for skredsikring i vår rapport 17029-01-0 (Skred AS, 2017). I 2020 ble foreslåtte tiltak mot flom spesifisert, også i området Økle, der tiltakene ble sett i sammenheng med skredsikringstiltakene foreslått i 2017 (Skred AS, 2020a). I 2020 kommenterte Skred AS i notat 20199-02-1 de gjeldende faresoner i området Økle, og vi vurderte da at det ikke var behov for å utføre en ny vurdering (Skred AS, 2020b). I den rapporten ble følgende tomter

vist å ikke tilfredsstillende krav til sikkerhet for S2: a-T6, a-T7, a-T8, a-T9 og a-T23. Bare tomt a-T9 var fullstendig inne i faresonen 1/1000, mens deler av de andre tomtene lå utenfor faresonen 1/1000. Merk at planen gjengitt i Figur 1 er justert slik at færre tomter ligger i faresonen 1/1000.

I 2020 (etter vårt notat 20199-02-1) kom det en ny veileder, som definerer metodikken som skal brukes ved fastsettelse av faresoner for skred (NVE, 2020), heretter kalt «veilederen». Denne er under stadig utvikling, og i 2023 kom det nye anbefalinger om bruk av klimadata. Samlet mener vi nå det er grunnlag for en revisjon av faresoner for skred i planområdet i Vestlia. Forholdene som tilsier dette, er som følger:

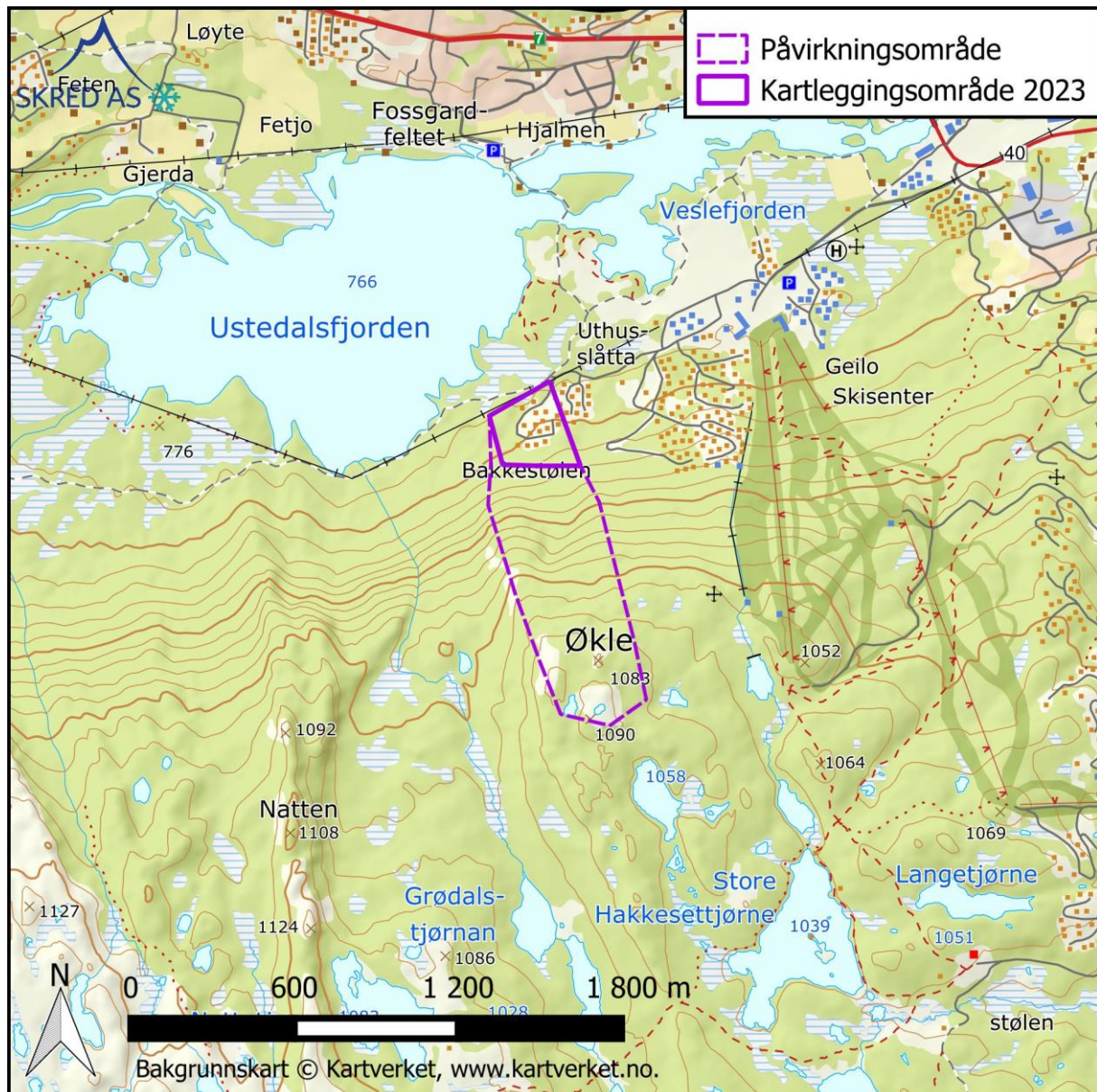
- 1) Endring i krav til sikkerhet fra TEK10 til TEK17.
- 2) Klimadata: disse viser lavere potensiale for bruddkanthøyder enn tidligere rapport.
- 3) Skogdata: data om skogen har blitt tilgjengelig, og det gir bedre muligheter for å kvantifisere effekt av skog i skredbanen gjennom beregninger.
- 4) Beregningsverktøy: modellen brukt til beregning av mulig utbredelse av snøskred har blitt oppdatert.
- 5) Terreng: et nytt og mer detaljert grunnlag for terrengmodellen er tilgjengelig. Det gir noe bedre muligheter for å vurdere plassering av løsnedområder. Det er allikevel ikke gjort store endringer i disse.

1.3 Mål

Oppdraget omfatter vurdering av skredfare for området Økle iht. TEK 17 § 7-3 for følgende sikkerhetsklasser med tilhørende årlige sannsynligheter for skred: S1 (1/100) og S2 (1/1000). Merk at det i området Økle tidligere også er utarbeidet faresoner for skred med nominell årlig sannsynlighet $\geq 1/5000$ tilsvarende sikkerhetskravet for sikkerhetsklasse S3. Disse er ikke revurdert.

1.4 Kartlagt område

Det revurderte området Økle omfatter den vestlige del av reguleringsplanen som ble vurdert i 2013, og er vist i Figur 3. For beskrivelse av området samt oversiktsbilder, viser vi til rapporten fra den første skredfarevurderingen fra 2013 (Asplan Viak, 2013).



Figur 3: Oversiktskart for kartleggingsområdet og påvirkningsområdet. Påvirkningsområdet er det arealet som er undersøkt hvor skred potensielt kan påvirke kartleggingsområdet.

1.5 Krav til sikkerhet mot skred

Byggteknisk forskrift TEK17 § 7-3 (Direktoratet for byggkvalitet (DiBK), 2023) definerer krav til sikkerhet mot skred for nybygg og tilhørende uteareal. 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. Merk at dette har endret seg i forhold til kravene i TEK10, der det ikke krav om at kartlagt skredutbredelse skulle medføre fare for liv og helse. Generelt vil faresoner kartlagt etter TEK10 ha større utbredelse enn faresoner kartlagt etter TEK17.

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggt teknisk forskrift, TEK17 (Direktoratet for byggkvalitet (DiBK), 2023).

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 at sikkerhetsklasse S2 for planlagte fritidsboliger i området Økle. For tilhørende utearealer foreslår vi sikkerhetsklasse S1.

1.6 Tilpassing fra NVEs rapportmal

Denne rapporten bygger på rapportmal tilhørende NVEs veileder (NVE, 2020), lest på internett 2023-07-05. Rapportmalen er imidlertid 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. 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.

1.7 Forbehold

Vurderingene er gjort basert på dagens terreng- og vegetasjonsforhold. Ved eventuelle endringer som hogst eller større terrenginngrep kan det være nødvendig med en ny vurdering. Ny informasjon om skredhendelser kan også føre til behov for en ny vurdering. Vurderingen gjelder naturlig utløste skred i bratt terreng, og omfatter ikke stabilitet i menneskeskapt fyllinger, skjæringer el.

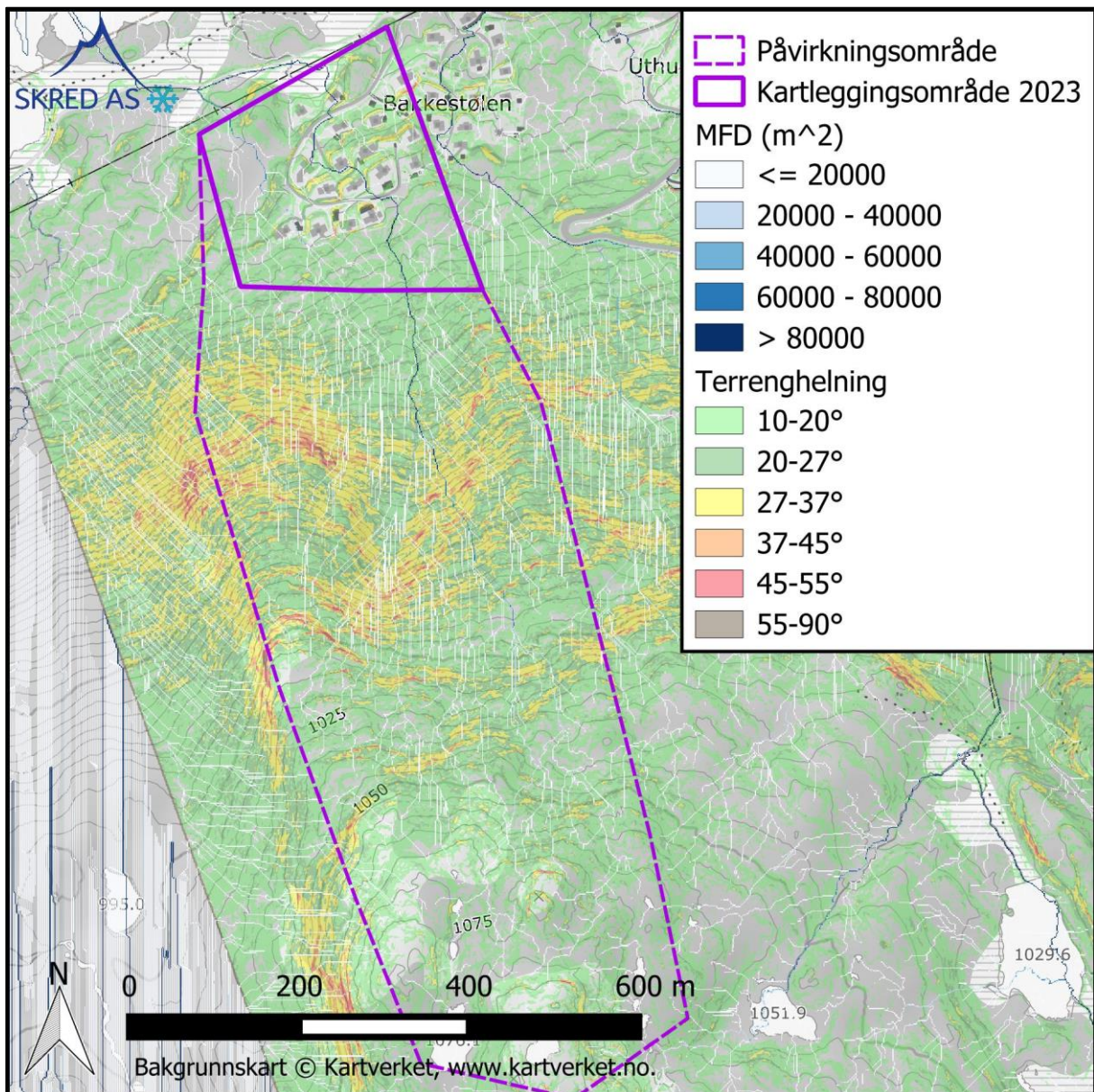
2 Områdebeskrivelse

2.1 Topografi

Terrenganalysen er basert på den nasjonale terrengmodellen med horisontal oppløsning på 1x1 m, hentet fra Høydedata (Kartverket, 2023). Kart med terrenghelning er vist i 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 Figur 2.

Kartleggingsområdet (Figur 2, Figur 3, Figur 4) dekker den vestlige del av planområdet vurdert i 2013. Her er terrenget svakt skålformet, og strekker seg fra rundt 800 moh. ved hyttefeltet, til toppen Økle, rundt 1090 moh. Terrenget er omtrent vendt mot nord, men kantene av skålformen er vendt mot NØ og NV.



Figur 4: Helningskart hvor også beregnet overflateavrenning (MFD) er vist.

2.2 Drenering

En mindre bekk renner gjennom området. Denne er omtalt som «Bekk 4» i våre tidligere rapporter. En MFD-analyse av overflateavrenning er vist i Figur 4.

2.3 Geologi

NGUs berggrunnskart i målestokk 1:50 000 (NGU, 2023a) viser at berggrunnen i området består av Ryolitt. InSARdata for området (NGU, 2023b) viser ingen tegn til store innsynkninger som kunne ha vært tegn på at større bergmasser var i bevegelse.

NGUs løsmassekart i målestokk 1:250 000 (NGU, 2023c) viser at løsmassene i området består av moreneavsetninger, som avtar oppover i påvirkningsområdet. Øverst i påvirkningsområdet er det stort sett bart fjell. Området ligger over marin grense.

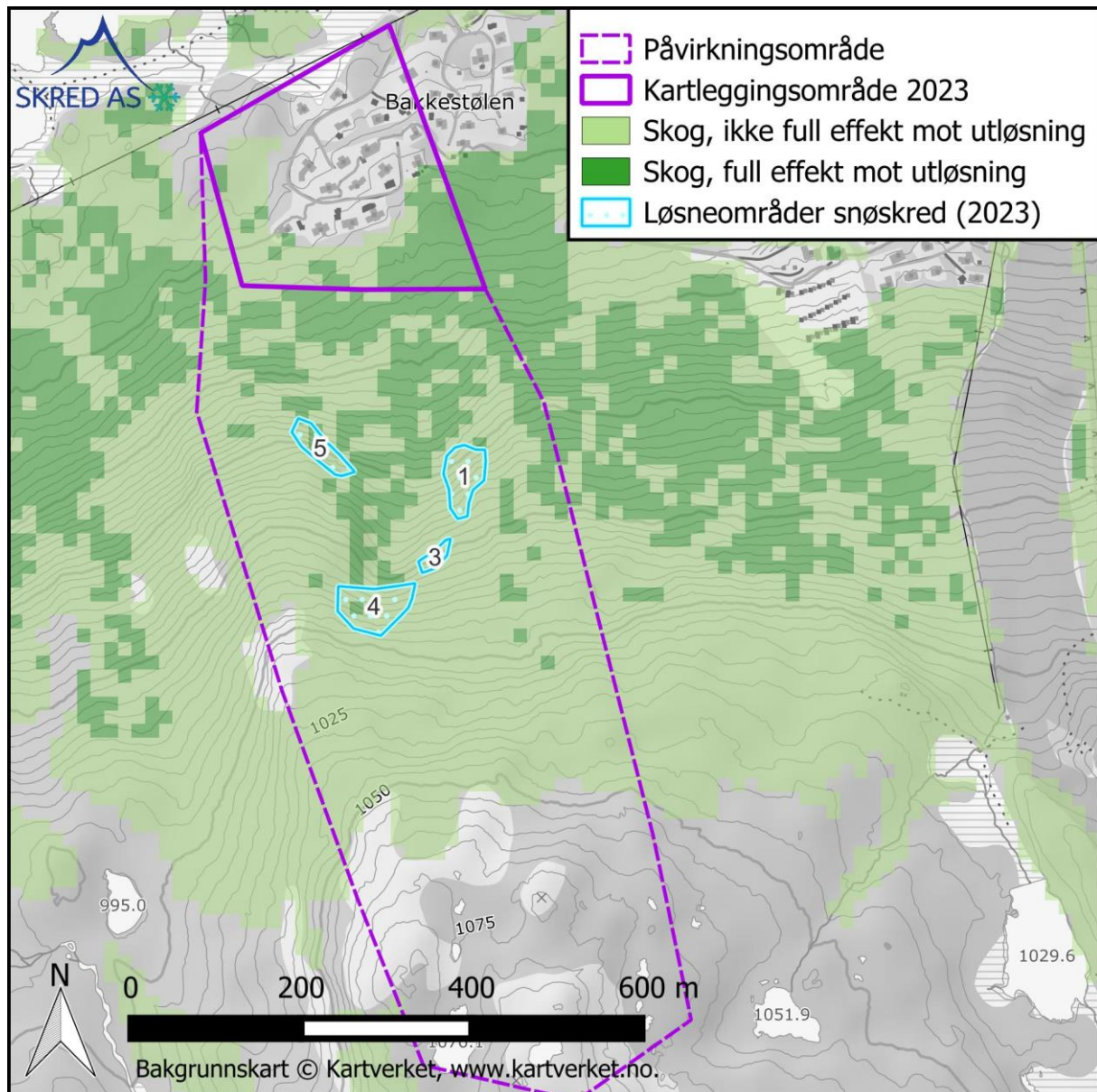
2.4 Flyfoto og skråfoto

På Norge i Bilder (Statens Vegvesen mfl., 2023) er det flyfoto tilgjengelig for området tilbake til 1963. Bildene viser ingen tydelige endringer i skogen, og ingen spor etter skredaktivitet.

2.5 Skog

Nibios skogressurskart SR16 (NIBIO, 2016) viser at det er lauvskog i området, noe som også ble observert under befarings og i flyfoto. Tregrensen i området ligger på ca. 1000 moh.

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, 2020). Veilederens bør-anbefalinger er utfordrende å konkretisere, blant annet fordi veilederen ikke tydelig spesifiserer 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, 2016), og utarbeide en oversikt over områder hvor skogen tilfredsstillende 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.



Figur 5: Skogdata fra SR16, som viser hvor skogen har en kronedekning som er tett nok til å ha fullstendig effekt i å forhindre utløsning av snøskred, og hvor kronedekningen ikke er stor nok til å ha full effekt.

2.6 Klima

For steinsprang og steinskred vurderes klimadata å ikke ha en avgjørende betydning i for utløsning av skred (NVE, 2020). Det er derfor ikke utført klimaanalyse for disse skredtypene.

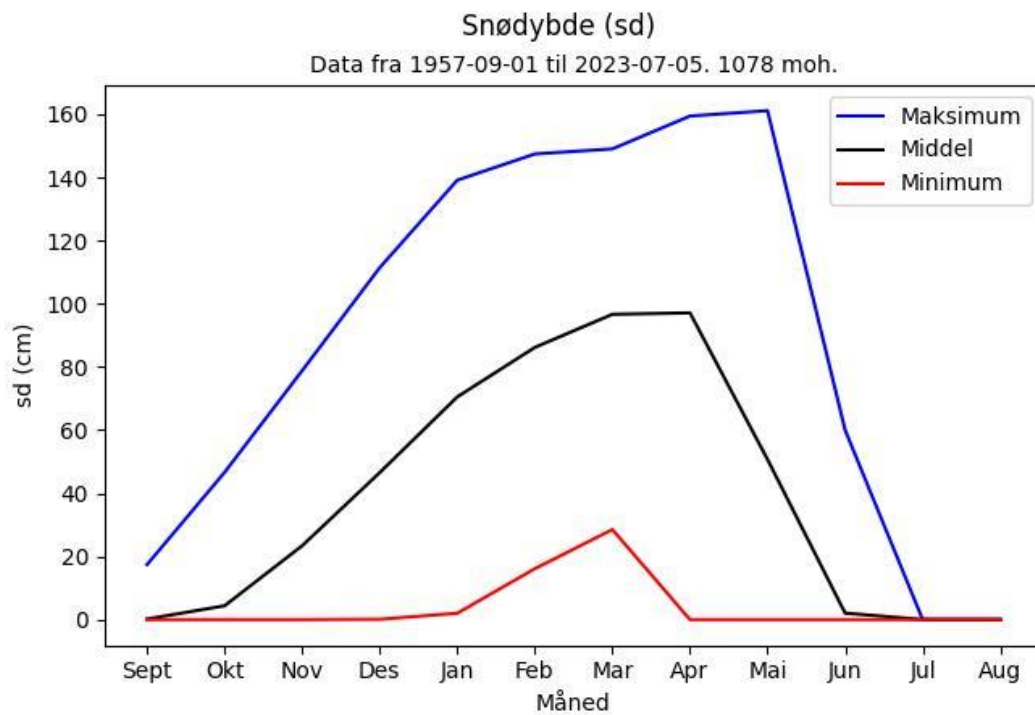
For jordskred og flomskred har klimatiske faktorer knyttet til nedbør stor betydning for utløsning av skred. Likevel kan ikke slike faktorer benyttes konkret til å fastslå hvorvidt det er fare for disse skredtypene på et konkret sted (Sandersen mfl., 2021). En detaljert klimaanalyse har derfor begrenset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

I forbindelse med vurdering av snøskred er det utført en klimaanalyse for å bestemme bruddkanthøyde ved ulike returperioder, som input til snøskredmodellering. For en analyse av stasjonsdata fra stasjonen 25640 Geilo, viser vi til skredfarevurderingen fra 2013 (Asplan Viak, 2013).

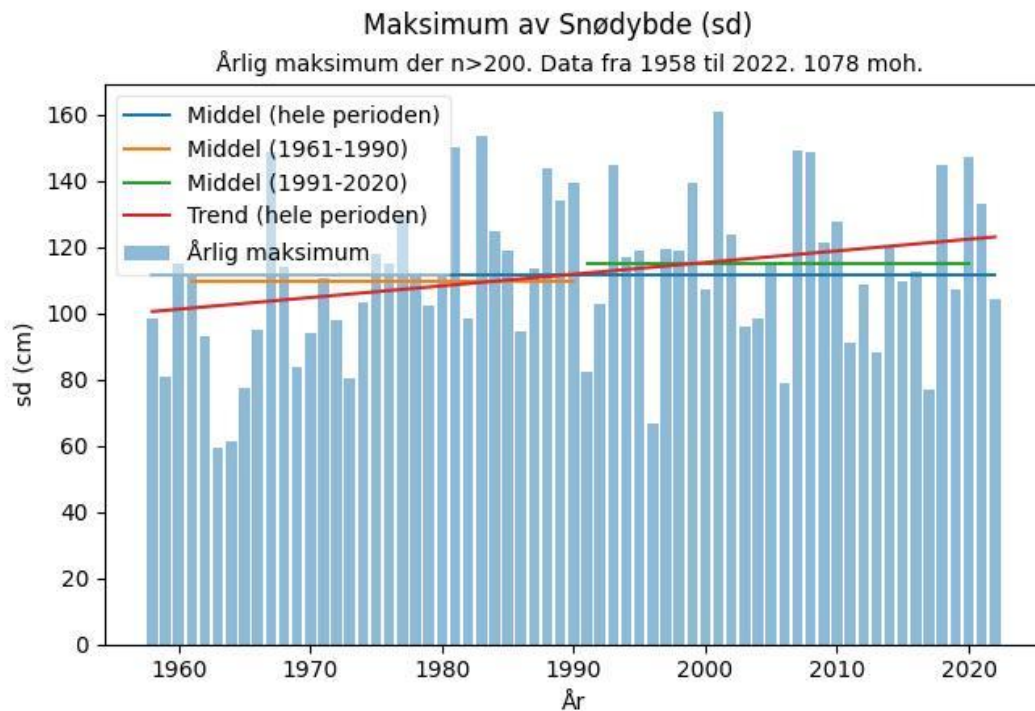
Til inneværende vurdering har vi i tillegg brukt grid-data som anbefalt i veilederen (NVE, 2020). Data er hentet fra en grid-celle litt sør for de aktuelle løsnemråder for snøskred, ved toppen Økle, med grid-høyde 1078 moh.

Snødybden i grid-cellen gjennom årets måneder er vist i Figur 6. Sesongen med snø på bakken er forholdsvis lang, da snøen kan legge seg sent på høsten (oktober) og ligge til tidlig sommer (juni). Årlig maksimum av snødybden (Figur 7) viser at det ligger minst 60 cm snø på bakken hvert år, og at det kan være opptil 160 cm snø på flatmark. Det er altså vanlig med en del snø i området, over en lang snø-sesong. Middelerdiene for de to normalperiodene 1961-1990 og 1991-2020 viser ingen betydelige forskjeller, men den overordnede trenden er økende snødybde.

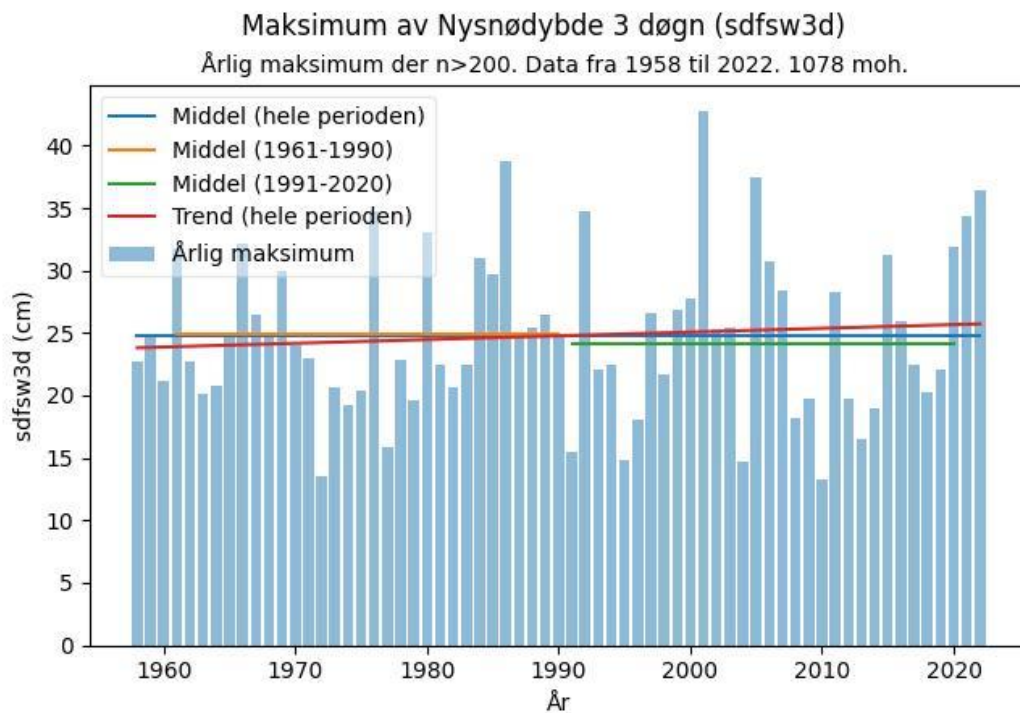
Ekstreme nedbørsmengder som snø over tre døgn anbefales i veilederen å være styrende for modellering av utbredelse av snøskred. Årlige maksverdier for 3-døgns nysnømengder er vist i Figur 8. Det er ubetydelige trender over tid, og større mengder nysnø over tre døgn (>20 cm) kan forekomme fra september til mai. Dette tyder også på at sesongen for snøskred er relativt lang. Ekstremverdianalyse av årsmaksimum av 3-døgns nysnø (Figur 10) viser at det med en returperiode på 1000 år kan ventes 50 cm (GEV) til 60 cm (Gumbel). Disse verdiene ligger til grunn for beregninger for snøskred, vist i avsnitt 3.3 nedenfor.



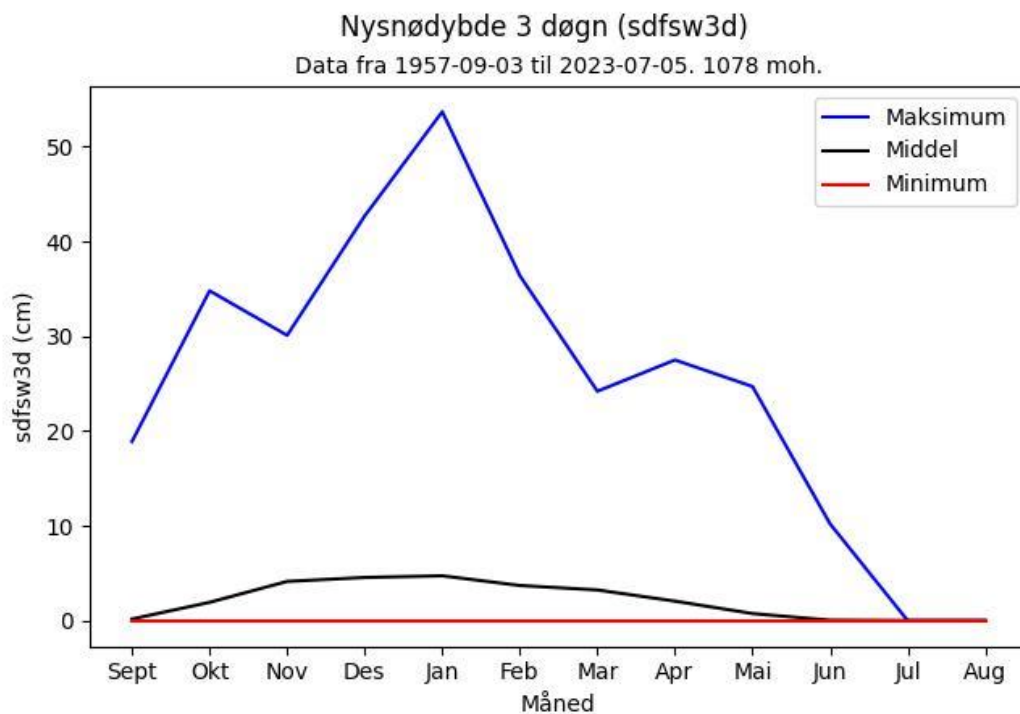
Figur 6: Snødybden i grid-cellen per måned.



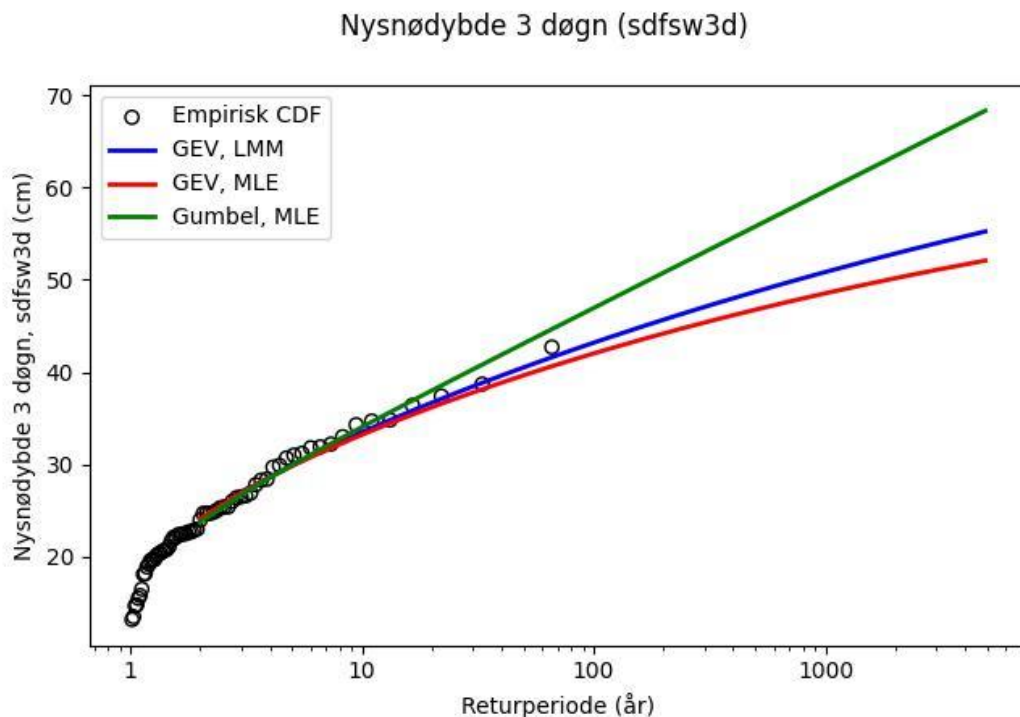
Figur 7: Årlig maksimum av snødybde fra grid-data.



Figur 8: Årlige maksverdier for 3-døgns nysnømengde fra grid-data.



Figur 9: Fordeling av 3-døgns nysnømengde i grid-cellen per måned.



Figur 10: Ekstremverdianalyse av 3-døgn nysnømengde fra grid-cellen.

Klimaprofil for Buskerud viser følgende forventede endringer med tanke på fremtidige skred (Norsk Klimaservicesenter, 2023):

- Steinsprang og steinskred: Usikkert
- Snøskred: Mulig sannsynlig økning
- Jordskred, flomskred og sørpeskred: Sannsynlig økning

2.7 Historiske skredhendelser

Det har ikke fremkommet informasjon om historiske skredhendelser i eller nær området, verken i NVE Atlas (NVE, 2023), SVVs Vegkart (SVV, 2023) eller andre kilder.

2.8 Tidligere skredfareutredninger

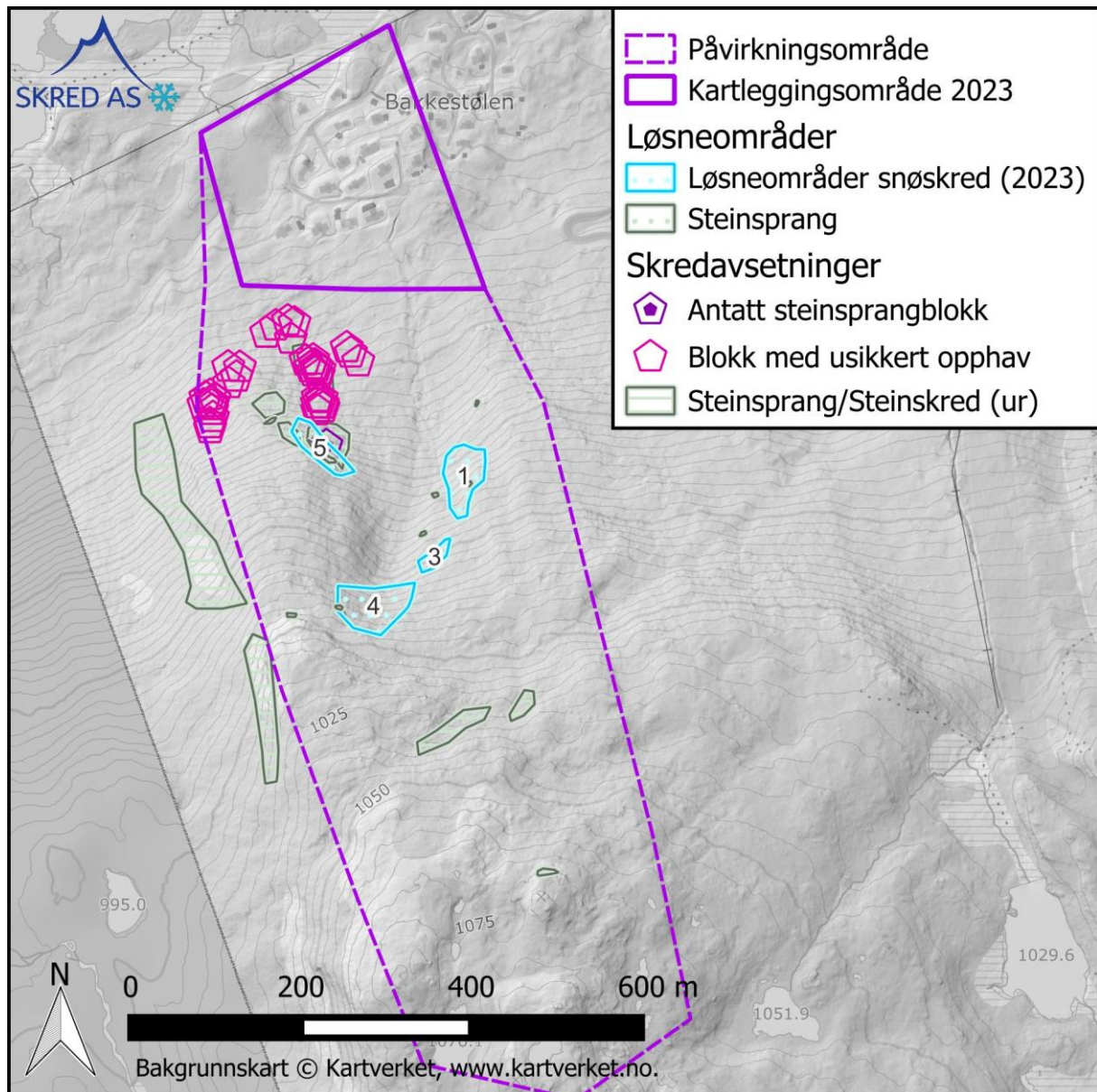
Tidligere utførte skredfareutredninger er bakgrunnen for inneværende oppdrag, og er beskrevet i avsnitt 1.2 ovenfor.

2.9 Eksisterende skredsikringstiltak

Vi har ikke kjennskap til noen eksisterende sikringstiltak med relevans for området, verken fra NVE Atlas (NVE, 2023) eller andre kilder.

2.10 Befaring

Befaring i området ble utført av Kalle Kronholm i forbindelse med skredfarekartleggingen i 2013 (Asplan Viak, 2013), da for Asplan Viak. Sporloggen fra den befaringen er derfor ikke tilgjengelig for dette oppdraget. For beskrivelse av befaringen, inklusive bilder tatt i felt, se rapporten fra 2013.



Figur 11: Registreringskart for kartleggingsområdet og påvirkningsområdet.

3 Skredfarevurdering

3.1 Steinsprang

Vi støtter vurderingene gjort i Asplan Viak rapporten fra 2013 (Asplan Viak, 2013). Der er det observert skrenter som er løснеområder for steinsprang i påvirkningsområdet (Figur 11). Utfall fra skrentene ligger i veldefinerte uravsetninger for foten av de største skrentene. Remobilisering av blokker i overflaten av morenemassen kan også være mulig. Utfall fra skrentene ligger i veldefinerte uravsetninger utenfor kartleggingsområdet. Årlig sannsynlighet for remobilisering av blokker er svært lav.

Det er flere store blokker ned mot og inne i kartleggingsområdet. Disse ligger for tett og for langt fra bratte skrenter til å være steinsprangavsetninger. I registreringskartet (Figur 11) er disse merket som blokker med usikkert opphav, men vi mener de er en del av den grove moreneavsetningen.

Samlet mener vi at nominell årlig sannsynlighet for steinsprang i kartleggingsområdet er $<1/1000$. Skogen har ingen effekt på denne vurderingen.

3.2 Steinskred

Det er ingen strukturer i berget i påvirkningsområdet som tilsier utfall i størrelsesordenen steinskred. NGU sine kart med InSAR data viser ingen markert bevegelse i terrenget, som kan tolkes som større masser i bevegelse. Det er ingen tegn på tidligere steinskred i området.

Vi vurderer at den årlige sannsynligheten for steinskred i kartleggingsområdet er $<1/1000$. Skogen har ingen effekt på denne vurderingen.

3.3 Snøskred

Plassering av løснеområdet fra 2013-vurderingen er vist i Figur 2. Disse var tegnet basert på en grovere terrengmodell enn den vi nå har tilgjengelig. Dette er terreng som er bratt nok til at snøskred teoretisk kan utløses, og vi er grovt sett enig i plasseringen av disse, men har justert de, slik det er beskrevet nedenfor. Et løснеområde, nummer 5, har vi ikke plasseringen på, og det er derfor ikke vist i Figur 11.

Skogdata fra SR16 (NIBIO, 2016) viser, som våre observasjoner og i flyfoto, at det er skog i samtlige aktuelle løснеområder (Figur 5). Dette har betydning for tolkning av løsnesannsynlighet og dimensjonerende bruddkanthøyder brukt til beregningene, og er oppsummert i Tabell 2. Bruddhøydene vist i Tabell 2 er justert med en faktor 0,8, som svarer til bruddkant normalt på terrenget for en terrenghelning i løснеområdene på 35-40°.

På grunn av skogen vurderer vi at løsnesannsynligheten for alle løснеområdene som $<1/100$ men $\geq 1/1000$. For å vurdere utløpslengde har vi brukt programvare RAMMS::Avalanche 1.8.0 (Christen mfl., 2010). Innstillingene i beregningene er vist i Tabell 3. Et eksempel på resultatene er vist i Figur 12.

Beregningsresultatene viser kortere utløpslengde enn beregningene viste i 2013. Det skyldes at bruddkanthøydene og areal av enkelte løснеområder, spesielt løснеområde 4, er redusert i forhold til vurderingen i 2013. Som beskrevet ovenfor, skyldes reduksjon i bruddkanthøyder

klimadata, og reduksjon i areal skyldes et datasett som viser kronedekning på skogen. Ingen av disse to datasettene var tilgjengelige i 2013. Dermed blir løснеvolum mindre, med derav følgende mindre rekkevidde. Endringen i utløpslengde er størst for skred fra løsneområde 4, som også har størst reduksjon av løснеvolum i forhold til vurderingen i 2013. Beregningene viser at ingen av de dimensjonerende skred når helt frem til kartleggingsområdet, men stopper like utenfor. Dermed er det grunnlag for å redusere faresonene i forhold til vurderingen i 2013.

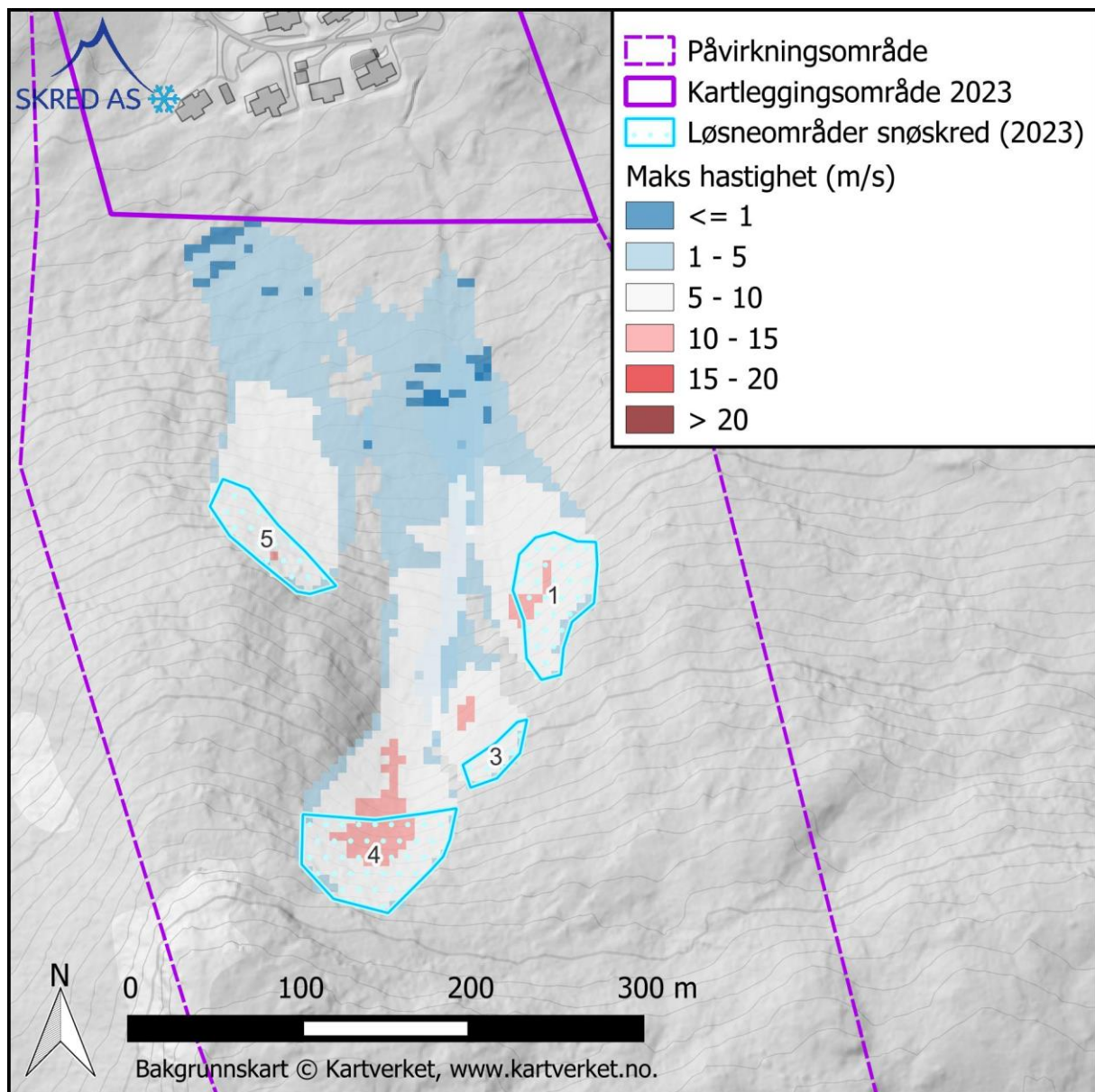
Tabell 2: Beskrivelse av løsneområder for snøskred.

Løsne-område	Skog og andre forhold	Vindpåvirkning	Bruddkanthøyde, volum 1/1000
1	Det er skog i hele løsneområdet. Kronedekningen er ikke stor nok til at skogen har full effekt i å fjerne sannsynligheten for snøskred. Men sannsynligheten for skred og eventuell bruddkanthøyde reduseres. Siden skogen er relativt tett rett nedenfor løsneområdet, bør skog tas med som friksjon i skredbanen.	Ikke i le for fremherskende vindretning. Ikke tillegg for vindtransport.	0,5 m 1700 m ³
2	Omtrent halvparten av løsneområdet har skog som er tett nok til å ha full effekt mot utløsning av snøskred. Da løsneområdet i utgangspunktet er relativt lite (1000 m ²), mener vi at det som gjenstår som reelt løsneområde for skred som kan gi skader av betydning er så lite at årlig sannsynlighet for utløsning er <1/1000. Dermed utgår det fra våre beregninger	Ikke i le for fremherskende vind, og et stykke nede i fjellsiden.	Ikke aktuelt.
3	Det er skog i hele løsneområdet. Kronedekningen er ikke stor nok til at skogen har full effekt i å utelukke snøskred. Men sannsynligheten for skred og eventuell bruddkanthøyde reduseres.	Ikke i le for fremherskende vindretning. Ikke tillegg for vindtransport.	0,5 m 360 m ³
4	Området ligger midt i forskenningen. Nedre 1/3 av området har skog som har kronedekning som er stor nok til å utelukke utløsning av skred. Basert på dette mener vi at arealet av	Den vestre del av løsneområdet ligger bak ryggen som definerer den vestlige del av påvirkningsområdet. Her kan det avsettes en del vindtransportert snø. Vi gir	0,7 m 3300 m ³

Løsne-område	Skog og andre forhold	Vindpåvirkning	Bruddkanthøyde, volum 1/1000
	dimensjonerende skred skal reduseres tilsvarende. Siden skogen er relativt tett rett nedenfor løsneområdet, bør skog tas med som friksjon i skredbanen.	dette løsneområdet et tillegg på 0,3 m i bruddkanthøyde, som tilsvarer 50% påslag.	
5	En stor del av den nedre del av løsneområdet har skog som har kronedekning som er stor nok til å fullstendig fjerne sannsynligheten for utløsning av skred. Basert på dette mener vi at arealet av dimensjonerende skred skal reduseres tilsvarende. Siden skogen er relativt tett rett nedenfor løsneområdet, bør skog tas med som friksjon i skredbanen.	Løsneområdet ligger bak ryggen som definerer den vestlige del av påvirkningsområdet. Her kan det avsettes en del vindtransportert snø. Vi gir dette løsneområdet et tillegg på 0,3 m i bruddkanthøyde.	0,7 m 1650 m ³

Tabell 3: Innstillinger benyttet for beregninger av snøskred.

Modellparameter	Verdi	Kommentar
Horisontal oppløsning	5 m x 5 m	
Samtidig utløsning	Nei	Løsneområdene er utløst enkeltvis som i Asplan Viak rapporten fra 2013 (Asplan Viak, 2013)
Friksjonsparametere	T300	Tiny, 300 år
Skog som friksjon	Ja	Se beskrivelsen i tekst
Stopp	Moment: 5 % Centre-of-mass: 1 %	
Bruddkanthøyde	Se Tabell 2	



Figur 12: Eksempel på beregninger av hastighet av dimensjonerende snøskred.

Basert på nye grunnlagsdata Vi vurderer at den årlige sannsynligheten for snøskred i kartleggingsområdet er mindre enn 1/100 og mindre enn 1/1000.

3.4 Jordskred

Vi støtter vurderingene gjort i Asplan Viak rapporten fra 2013 (Asplan Viak, 2013). De grove morenemassene i nedre deler av påvirkningsområdet legger ikke til rette for oppbygging av porevannstrykk, og dermed ikke for utløsning av jordskred. I de øvre deler av påvirkningsområdet er jordsmonnet for tynt til at jordskred kan utløses. Det er ingen spor etter jordskred i terrenget.

Vi vurderer at den årlige sannsynligheten for steinskred i kartleggingsområdet er $<1/1000$. Skogen har ingen betydelig effekt på denne vurderingen.

3.5 Flomskred

Vi støtter vurderingene gjort i Asplan Viak rapporten fra 2013 (Asplan Viak, 2013). Det er ingen terrengformer som legger til rette for utløsning av flomskred. Nedslagsfeltet til bekken som renner gjennom området er begrenset, og bekken eroderer ikke i bratte løsmasseskråninger.

Vi vurderer at den årlige sannsynligheten for flomskred i kartleggingsområdet er $</1000$.

3.6 Sørpeskred

Vi støtter vurderingene gjort i Asplan Viak rapporten fra 2013 (Asplan Viak, 2013). Det er ingen kjente sørpeskredhendelser i området rundt Geilo. Det er ingen terrengformer som legger til rette for utløsning av sørpeskred. Eventuelle sørpeskred må renne over et slakere område før det når inn i kartleggingsområdet.

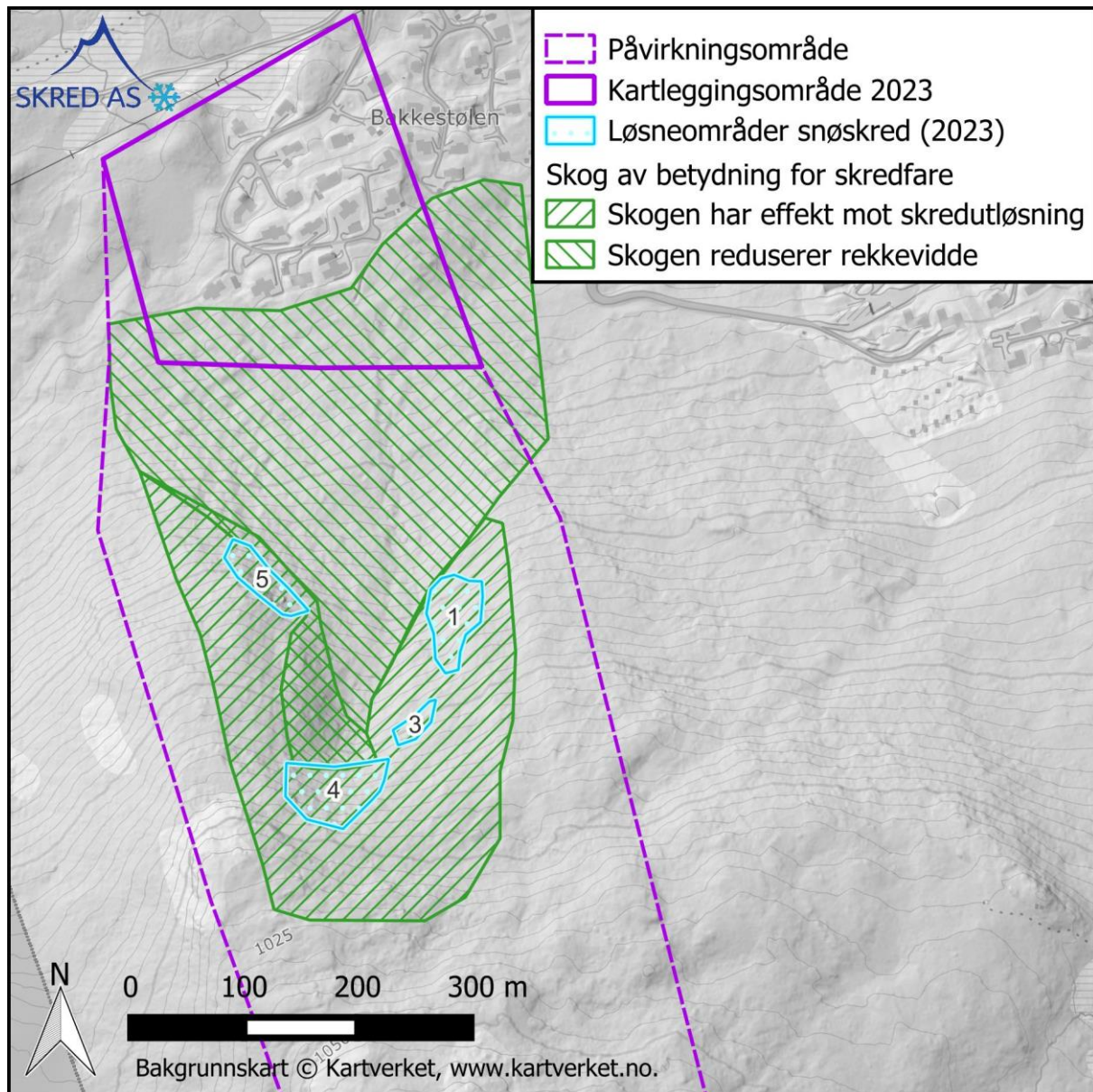
Vi vurderer at den årlige sannsynligheten for sørpeskred i kartleggingsområdet er $</1000$.

3.7 Samlet skredfare

Vi vurderer at den samlede skredfaren er mindre enn $1/100$ og mindre enn $1/1000$ for hele området. Dimensjonerende skredtype i området er snøskred. Grunnet mangel på faresoner for skred med nominell årlig sannsynlighet $\geq 1/100$ og $\geq 1/1000$ i kartleggingsområdet, har vi ikke vist faresonene i kart.

3.8 Skog med betydning for skredfaren

Skogen har en effekt på både bruddkanthøyde og friksjon i skredbanen, og skogen er derfor en forutsetning for vurderingen. Uten skogen vil både sannsynlighet for utløsning og utbredelsen av snøskred øke, og det kan være aktuelt med faresoner i kartleggingsområdet. Skog som vurderes å ha betydning for skredfaren i området er avmerket på kartet i Figur 13.



Figur 13: Skog med betydning for skredfare.

3.9 Avvik fra tidligere skredfareutredninger

Det er tidligere gjort en del arbeid med skredfarevurdering i området, som beskrevet i avsnitt 1.2 ovenfor. I inneværende rapport har vi kartlagt et mindre område enn vurderingen i 2013, men faresonene er redusert i forhold til rapporten i 2013. Som beskrevet under vurderingene for snøskred (avsnitt 3.3), skyldes det et nytt datasett med klimadata, som gir lavere bruddkanthøyder, og et nytt datasett med mer presis og kvantitativ informasjon om skogen, som gir oss mulighet for å redusere areal av løsneområdene. Samlet betyr dette at dimensjonerende snøskred har mindre volum. I våre beregninger er derfor rekkevidden redusert i forhold til beregningene fra 2013.

3.10 Stedsspesifikk usikkerhet

Det er ingen spesielle usikkerheter i området.

4 Konklusjon

Skred AS har revurdert en mindre del av faresonene som i 2013 ble utredet etter TEK10 for en større reguleringsplan i Vestlia, Geilo. Faresonene tilsvarende sikkerhetskravet for sikkerhetsklasse S1 (1/100) og S2 (1/1000) er revurdert i henhold til sikkerhetskravene i TEK17, mens vi ikke har revurdert eksisterende faresone svarende til kravet for S3 (1/5000).

Vi konkluderer med at faresonene kan reduseres, slik at det nå ikke er tomter som berøres av faresonen 1/1000. Vi er enige i de tidligere vurderinger, blant annet at snøskred er dimensjonerende faretype, men to nye datasett har gitt oss mulighet for å justere våre beregninger:

- 1) Klimadata: dette viser at vi kan redusere bruddkanthøyder brukt i beregningene.
- 2) Skogdata: vi ser at deler av løsneområdene har skog som effektivt reduserer sannsynligheten for snøskred, og dermed kan vi redusere arealet av de reelle løsneområdene.

Med de justerte parameterne viser beregningene kortere utløpslengde på snøskred. Skredene stopper før de når inn i kartleggingsområdet, og før de når inn på den øvre rad med tomter.

Tomtene som tidligere helt eller delvis var berørt av faresoner for skred med nominell årlig sannsynlighet $\geq 1/1000$, ligger nå utenfor faresonene. Dermed oppfyller disse og de andre tomtene i kartleggingsområdet krav til sikkerhet mot skred iht. TEK17 §7-3 sikkerhetsklasse S1 og S2.

5 Referanseliste

- Direktoratet for byggkvalitet, 2023. Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning § 7-3 [WWW Document]. URL <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/7/7-3/>
- Kartverket, 2023. Høydedata [WWW Document]. URL <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>
- Nasjonalbiblioteket, 2023. 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, 2023a. Berggrunn - Nasjonal berggrunnsdatabase [WWW Document]. URL https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/
- NGU, 2023b. NGU InSAR [WWW Document]. URL <https://insar.ngu.no/>
- NGU, 2023c. Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase [WWW Document]. URL https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/
- NIBIO, 2023. Kilden [WWW Document]. URL <https://kilden.nibio.no/>
- Norsk Klimaservicesenter, 2023. Klimaprofiler [WWW Document]. URL <https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/om>
- NVE, 2023a. Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng [WWW Document]. URL <https://veileder-skredfareutredning-bratt-terreng.nve.no>
- NVE, 2023b. NVE Atlas [WWW Document]. URL <https://atlas.nve.no/>
- NVE, 2023c. Rapportdatabase [WWW Document]. URL <https://nve.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=324fef546d5c45fe86482f69496b5f7e>
- Statens vegvesen, 2023. Vegkart [WWW Document]. URL <https://vegkart.atlas.vegvesen.no>
- Statens vegvesen, NIBIO, Kartverket, 2023. 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 tilsvarende krav i NS 8401/8402 (prosjekterings- og rådgivningsoppdrag).	X		

¹ Byggeteknisk 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	Naturgeograf; Dr. sc. nat., Universitetet i Zürich / SLF-WSL i Davos, Sveits.	2005-2023	18
Hedda Breien	Geolog; Ph.d. Naturkatastrofer. Institutt for Geofag, Universitetet i Oslo	2008-2023	15
Espen Eidsvåg	Geolog; M. Sc. Kvartærgeologi og paleoklima, Universitetet i Bergen	2012-2023	11
Nils Arne Kavli Walberg	Geolog; M. Sc. Miljøgeologi og Geofarer. Institutt for Geofag, Universitetet i Oslo.	2013-2023	10
Henrik Langeland	Geolog; M. Sc. Geologi hovedprofil Ingeniørgeologi, NTNU Trondheim.	2014-2023	9
Hallvard Nordbrøden	Geolog; M. Sc. Tekniske Geofag, NTNU Trondheim.	2014-2023	9
Hans Georg Grue	Geolog; M. Sc. Kvartærgeologi og paleoklima, Universitetet i Bergen.	2016-2023	7
Sondre Lunde	Geolog; M. Sc. Tekniske geofag, NTNU Trondheim.	2017-2023	6
Pål Lohne	Geolog; B. Sc. Geologi og geofare, Høgskulen i Sogn og Fjordane, Sogndal.	2020-2023	3
Kristin Brandtsegg Lome	Geolog; M. Sc. Kvartærgeologi og sedimentologi, Universitetet i Tromsø.	2020-2023	3