

Oppdragsgiver	Navn Stangborli Bygg AS	Kontaktperson Lars Johan Bjørkeland
Oppdrag	Nummer og navn 22345 Flekkefjord, Tjørsvåg - Skred for GBnr. 70/31, nybygg av boliger	Oppdragsleder Espen Eidsvåg
Dokument	Nummer 22345-01-1 Utført av Sondre Lunde og Espen Eidsvåg	Dato 2022-07-08 Kontrollert av Hedda Breien

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
1	11.07.2022	Sondre Lunde og Espen Eidsvåg	Hedda Breien	Original

Skredfarevurdering for nybygg av boliger på GBnr. 70/31, Flekkefjord

Sammendrag

Nye boliger (tre enheter) planlegges oppført på GBnr. 70/31 i Flekkefjord kommune. Tomta ligger innenfor NVEs aktsomhetssoner for snøskred og steinsprang. Det ønskes derfor en detaljert skredfarevurdering for tomta.

Det er faresoner med årlig sannsynlighet $\geq 1/100$ og $\geq 1/1000$ i kartleggingsområdets nordlige del, samt en liten faresone med årlig sannsynlighet $\geq 1/1000$ i kartleggingsområdet sørvestlige del. Faresonene er dimensjonert av steinsprang. Dersom det skal bygges i disse områdene må det utføres sikringstiltak, som i dette tilfelle trolig er svært krevende og kostbart. Det anbefales derfor å bygge utenfor faresonene.

Det meste av kartleggingsområdets sørlige del ligger utenfor faresonene. Det meste av dette området tilfredsstiller dermed dagens krav til sikkerhet mot skred for sikkerhetsklasse S1 og S2. I dette området kan dermed boliger og evt. tilhørende uthus og garasjer bygges uten videre tiltak mot skred i bratt terreng.

Innhold

1	Innledning	4
1.1	Bakgrunn	4
1.2	Mål	4
1.3	Befaring	5
1.4	Forbehold	5
2	Krav til sikkerhet mot skred	6
2.1	Lowverket	6
2.2	Aktuelle krav	7
2.3	Vurderte skredtyper	7
2.3.1	Snøskred og sørpeskred	7
2.3.2	Skred i fast fjell	7
2.3.3	Jordskred og flomskred	8
2.3.4	Skredfare og klimaendringer	8
3	Beskrivelse av området	9
3.1	Topografi	9
3.2	Geologi	10
3.3	Vegetasjon	10
3.4	Registrerte skredhendelser	11
3.5	Tidligere rapporter	11
3.6	Aktsomhetsområder	11
3.7	Eksisterende skredsikringstiltak	11
3.8	Klima	11
4	Vurdering av skredfare	12
4.1	Snøskred	13
4.2	Sørpeskred	14
4.3	Løsmasseskred	14
4.4	Skred i fast fjell	14
4.5	Faresoner for skred	19
4.6	Mulighet for å redusere faresonene	19
4.7	Forutsetninger for faresonene	19
5	Konklusjon	21
6	Referanser	22

Figurer

Figur 1: Lokaliseringen av kartleggingsområdet like vest for Flekkefjord sentrum. 4

Figur 2 Terrenghelningsskart (grader) over kartleggingsområdet og påvirkningsområdet.

Sistnevnte er en avgrensning av terrenget der det i teoretisk forstand kan utløses skred med utløp ned mot kartleggingsområdet. 9

Figur 3: Dronebilde tatt mot nord, som viser kartleggingsområdet (lilla polygon) og området rundt.	10
Figur 4: Registreringer av betydning for skredfarevurderingen.	12
Figur 5: Dronebilde tatt mot nord, som viser den øverste bergveggen med sammenhengende steinsprangur nedenfor.	15
Figur 6: Dronebilde av skrentene helt sør i kartleggingsområdet, samt like øst for kartleggingsområdet (markert med piler).	16
Figur 7: Dronebilde som godt illustrerer utbredelsen av steinsprangura ned mot tomtene. I skogen nedenfor urfoten er det også enkelte steinsprangblokker.	16
Figur 8 Eksempel på modelleringsresultatet med automatiske inngangsparametere («RAS») og 1 m ³ blokker på en 2 m x 2 m terrengmodell.	18
Figur 9: Faresoner med årlig sannsynlighet høyere enn 1/100 og 1/1000. Faresonene er dimensjonert av steinsprang.	20

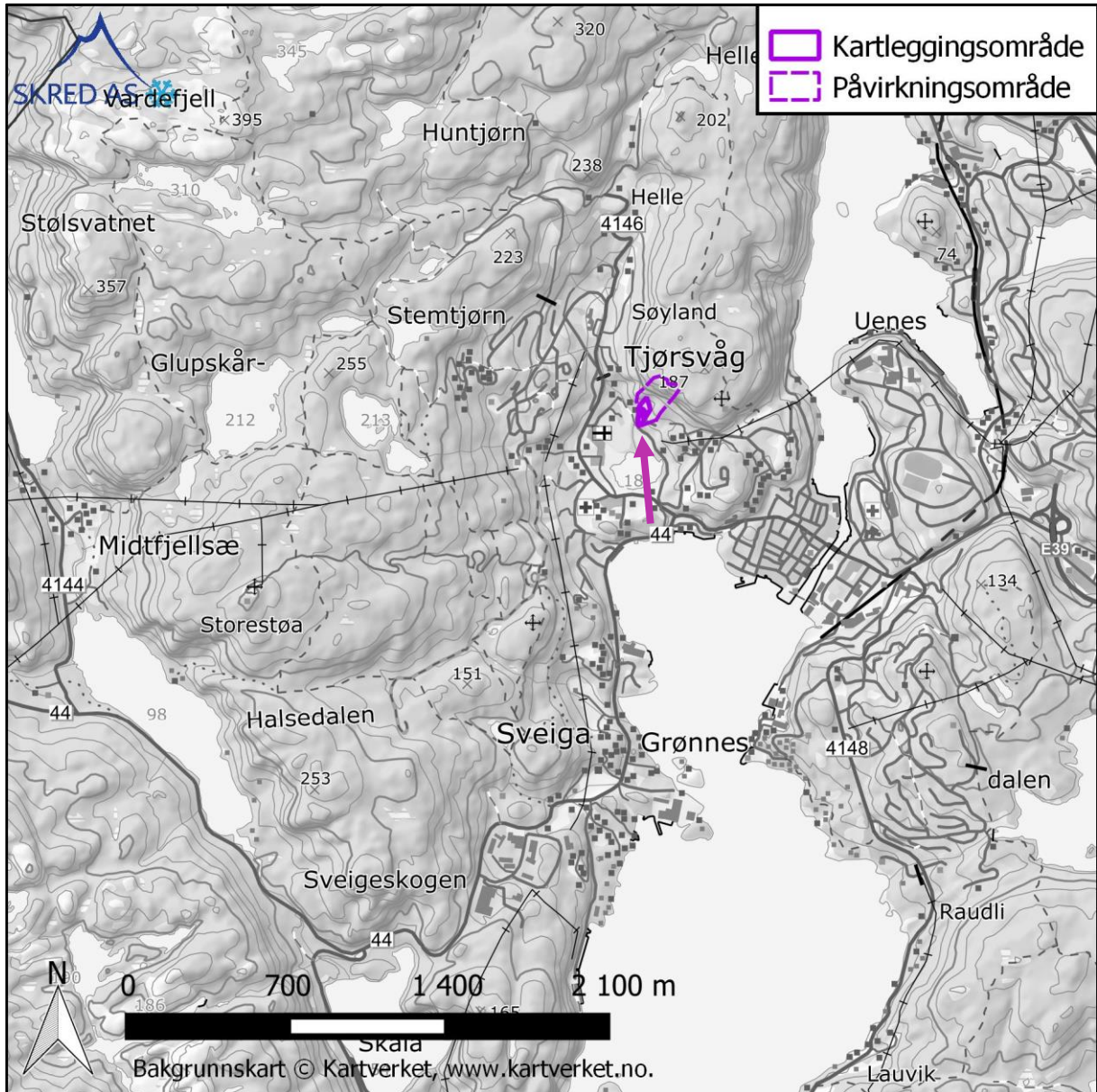
Tabeller

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2022).	6
Tabell 2. Ideelle og kritiske verdier for vernskog fra PROALP, Baurehansl et al. (2010), basert på Meyer-Grass og Schneebeli (1992). «Deciduous forest» tilsvarer løvskog. Tabellen er hentet fra NVEs oppsummeringsrapport for skog og skred (NVE, 2015).	14

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Nye boliger (tre enheter) planlegges oppført på GBnr. 70/31 i Flekkefjord kommune (Figur 1). Tomta ligger innenfor NVEs aktsomhetssoner for snøskred og steinsprang (NVE, 2022). Det ønskes derfor en detaljert skredfarevurdering for tomten.



Figur 1: Lokaliseringen av kartleggingsområdet like vest for Flekkefjord sentrum.

1.2 Mål

Skred AS er bedt om å utføre en skredfarevurdering for området vist i Figur 1. Dagens krav til sikkerhet mot skred, definert i TEK17 med veileder, skal legges til grunn for vurderingene.

1.3 Befaring

Befaring i området ble utført 1. juni 2022 av Espen Eidsvåg, Skred AS. Det var lettskya og god sikt under befaringen.

1.4 Forbehold

Informasjon om tidligere skredhendelser er viktige for vurdering av skredfare. Dersom det kommer mer informasjon om tidligere skred, bør det tas med i betraktningene.

Vurderingene er gjort ut fra terreng og vegetasjon slik det ble observert på befaring, på tilgjengelige flyfoto, og på kotegrunnlag. Hvis terreng eller vegetasjon endres betydelig, kan det ha betydning for skredforholdene. Da anbefales det å utføre en ny vurdering.

2 Krav til sikkerhet mot skred

2.1 Lovverket

Plan- og bygningsloven § 28-1 stiller krav om tilstrekkelig sikkerhet mot fare for nybygg og tilbygg:

«Grunn kan bare bebygges, eller eiendom opprettes eller endres, dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold. Det samme gjelder for grunn som utsettes for fare eller vesentlig ulempe som følge av tiltak.»

Byggteknisk forskrift TEK17 § 7-3 definerer krav til sikkerhet mot skred for nybygg og tilhørende uteareal (Tabell 1). Sannsynligheten i Tabell 1 angir den årlige sannsynligheten for skredskader av betydning, dvs. skred med intensitet som kan medføre fare for liv og helse og/eller større materielle skader. I veilederen til TEK17 gis retningsgivende eksempler på byggverk som kommer inn under de ulike sikkerhetsklassene for skred (DiBK, 2022).

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2022).

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

I sikkerhetsklasse S1 inngår byggverk der det normalt ikke oppholder seg personer og der det er små økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Mindre brygger og lagerbygninger med lite personopphold er nevnt som eksempler.

Sikkerhetsklasse S2 omfatter tiltak der et skred vil føre til middels konsekvenser. Dette kan eksempelvis være byggverk der det normalt oppholder seg maksimum 25 personer og/eller der det er middels økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Driftsbygninger i landbruket samt parkeringshus og havneanlegg er nevnt som eksempler.

Sikkerhetsklasse S3 omfatter tiltak der et skred vil føre til store konsekvenser. Dette kan eksempelvis være byggverk der det normalt oppholder seg mer enn 25 personer og/eller der det er store økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Eksempler på byggverk som kan inngå i denne sikkerhetsklassen er:

- eneboliger i kjede/rekkehus/boligblokk/fritidsbolig med mer enn 10 boenheter
- arbeids- og publikumsbygg/brakkerrigg/overnattingssted hvor det normalt oppholder seg mer enn 25 personer
- skole, barnehage, sykehjem og lokal beredskapsinstitusjon

Kravet til sikkerhet for uteareal tilhørende bygninger, skal i utgangspunktet være lik kravet til bygningen. Allikevel åpner lovverket for å redusere sikkerhetsnivået til uteareal med en

klasse, dersom dette vil gi tilfredsstillende sikkerhet for tilhørende uteareal. Momenter som må vurderes i denne sammenheng er blant annet eksponeringstiden for personer og antall personer som oppholder seg på utearealet.

2.2 Aktuelle krav

Det er opp til kommunen å vurdere aktuelle krav til sikkerhet. I retningslinjene til TEK17 er det gitt ulike eksempler, nevnt ovenfor. Boliger med opp til og med 10 boenheter faller i sikkerhetsklasse S2, der årlig sannsynlighet for skred ikke skal overskride 1/1000. Uthus og garasjer faller i sikkerhetsklasse S1, der årlig sannsynlighet for skred ikke skal overskride 1/100. Skredfarevurderingen er derfor utført iht. kravene i sikkerhetsklasse S1 og S2.

2.3 Vurderte skredtyper

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

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

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

2.3.1 Snøskred og sørpeskred

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

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

2.3.2 Skred i fast fjell

Når en eller flere steinblokker løsner og faller, spretter, ruller, eller sklir nedover en skråning benyttes begrepene steinsprang (volum <math><100\text{ m}^3</math>) og steinskred (volum 100-10.000 m^3). Steinsprang og steinskred løsner oftest i bratte fjellparti der terrenghelningen er større enn 40-45°.

2.3.3 Jordskred og flomskred

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

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

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

2.3.4 Skredfare og klimaendringer

I deler av landet kan klimautviklingen gi økt frekvens av skredtyper som er knytt til regn, snø og flom. Det gjelder først og fremst jordskred, flomskred, snøskred og sørpeskred. Hyppigere episoder med ekstremnedbør vil og kunne øke frekvensen av steinsprang og steinskred.

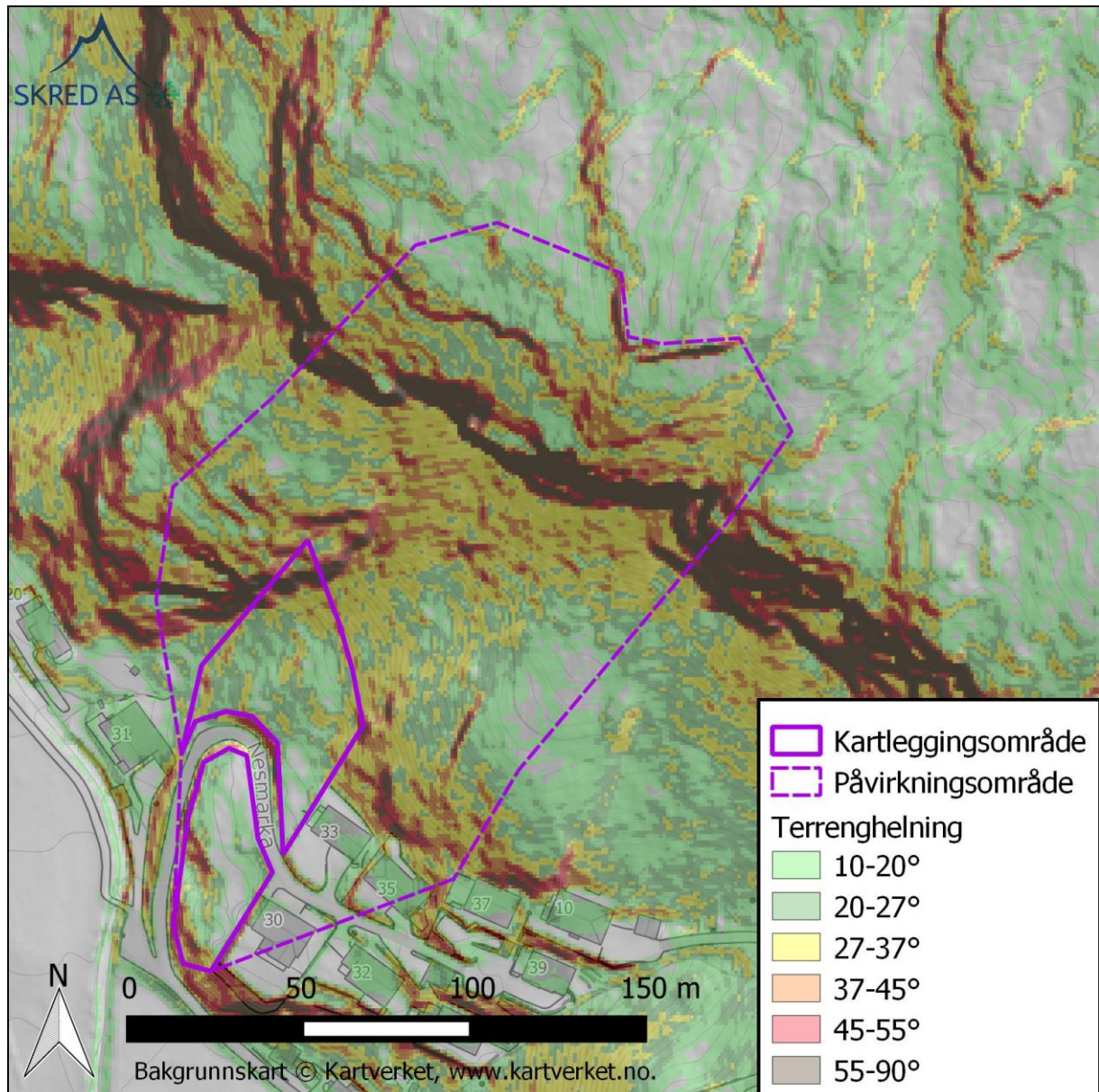
Det er likevel ingen grunn til å tro at de svært store, sjeldne skredene vil bli større eller hyppigere. Når en kartlegger faresoner for skredfare er det derfor ikke nødvendig å legge til en ekstra margin som følge av klimautviklingen.

3 Beskrivelse av området

Kartleggingsområdet er lokalisert like vest for Flekkefjord sentrum (Figur 1).

3.1 Topografi

Terrenganalysen er basert på laserdata med oppløsning 0,25 m fra prosjektet E39 Jærinja 2015 og er lastet ned fra Statens kartverks nettside [hoeydedata.no](https://www.kartverket.no) (Statens kartverk, 2022). Kart med terrenghelning er vist i Figur 3.



Figur 2 Terrenghelningskart (grader) over kartleggingsområdet og påvirkningsområdet. Sistnevnte er en avgrensning av terrenget der det i teoretisk forstand kan utløses skred med utløp ned mot kartleggingsområdet.

Kartleggingsområdet er lokalisert på 20-60 moh. i nederst i en sørvestvendt fjellside. Terrenghelningen i kartleggingsområdet er generelt 10-20°. Ovenfor kartleggingsområdet er

det en nær vertikal bergvegg på ca. 50-80 moh. og en på ca. 90-160 moh. Terrenghelningen nedenfor disse bergveggene er generelt rundt 30°. Ovenfor den øverste bergveggen, altså over 160 moh., er det slakere terreng (<10-20°), men med enkelte nær-vertikale skrenter med lav høyde (<5 m).

Terrenget ovenfor kartleggingsområdet er på storskala en konkav terrengformasjon. Det er ingen tydelige mindre, nedskjærte renneformasjoner eller forsenkninger med unntak av berggrunnstyrte renner/innhugg i bergveggene.



Figur 3: Dronebilde tatt mot nord, som viser kartleggingsområdet (lilla polygon) og området rundt.

3.2 Geologi

Berggrunnen i området er kartlagt i målestokk 1:250 000 og består av granittisk gneis, båndgneis, som stedvis er migmatittisk (NGU, 2022a).

Ifølge NGUs løsmassekart i 1:50 000 ligger kartleggingsområdet over marin grense på et tynt torv/humus-dekke over fast fjell. Ovenfor kartleggingsområdet er det kartlagt bart fjell (NGU, 2022b). Dette stemmer i grove trekk med observasjoner gjort under befaring, men det er også observert sammenhengende steinsprangur og enkelte steinprangblokker nedenfor urfoten under bergveggene i påvirkningsområdet. Det er følgelig kartlagt skredavsetninger under befaringen, som ikke er markert på NGUs relativt grove løsmassekart.

3.3 Vegetasjon

Tregrensa i området er høyere enn påvirkningsområdet. Den høyere vegetasjonen består av lauvdominert blandingskog i nedre del, og av furudominert blandingskog i øvre deler av

påvirkningsområdet (NIBIO, 2022). Dette stemmer godt overens med befaringsobservasjonene.

Kronedekningen er klassifisert til > 80 % (NIBIO, 2022). På bakgrunn av befaringsobservasjoner (Figur 3) og flyfoto (Kartverket, 2022a) stemmer dette godt, med unntak av i skrentene, i den grove steinsprangura like nedenfor skrenten og på svabergpartier like ovenfor bebyggelsen.

Ortofoto fra 1960-2021 viser ingen vesentlige endringer i vegetasjonen som kan antyde skredaktivitet, men det påpekes at det før 2005 kun var to bilder tilgjengelig og at noen av bildene har svært dårlig oppløsning/kvalitet (Kartverket, 2022a). Sammenligning av flybildene fra 60-tallet med flybildene fra 2000-tallet viset at det sannsynligvis har blitt foretatt noe rydding av steinsprangblokker på tomtene som nå er bebygget.

3.4 Registrerte skredhendelser

Ingen skredhendelser er registrert i umiddelbar nærhet til kartleggingsområdet eller i påvirkningsområdet. Det er registrert noen steinsprang på veiene vest for Flekkefjord sentrum (NVE, 2022).

3.5 Tidligere rapporter

Skred AS kjenner ikke til noen skredfarerapporter i nærheten av denne lokaliteten. Skred AS utførte tidligere i år en skredfarevurdering ved Midtjelsæ, men den har begrenset relevans for kartleggingsområdet i denne rapport.

3.6 Aktsomhetsområder

Kartleggingsområdet er dekket av aktsomhetssonen for snøskred og steinsprang (NVE, 2022).

3.7 Eksisterende skredsikringstiltak

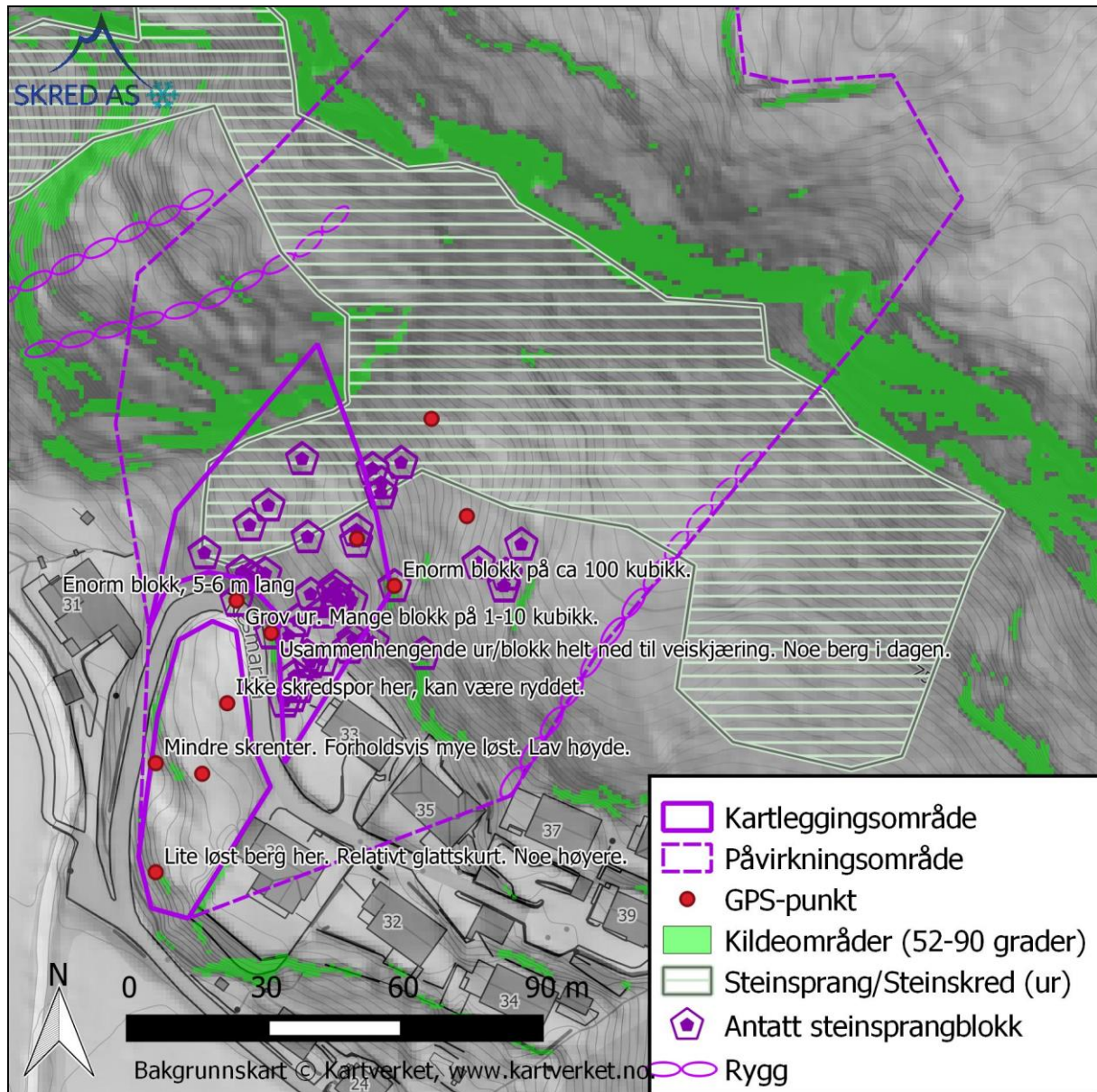
Ingen tiltak er registrert i nasjonal skredatabase (NVE, 2022), og ingen tiltak ble observert under befarings.

3.8 Klima

Det er ikke utført detaljerte klimaanalyser spesifikt for denne rapporten. Klimaanalyse er ikke relevant for å vurdere steinsprangfaren (NVE, 2020). Snøskredfaren avklares og utelukkes basert på topografiske og vegetasjonsrelaterte betraktninger (kap. 4.1). Ettersom vi ikke anser løsmasseskred som en aktuell skredprosess med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 (kap. 4.3) og ikke har historiske løsmasseskred som kan relateres opp mot utløsende årsaker/klima har vi heller ikke utført klimaanalyse med fokus på løsmasseskred. Dette er i tråd med konklusjonene fra NVE sitt FoU-prosjekt på bruk av klimaanalyse for skredfarekartlegging (NVE, 2021).

4 Vurdering av skredfare

Som en del av terrengeanalysene er et skyggekart utarbeidet fra terrenge modellen med 1 m x 1 m oppløsning (Figur 4). Skyggekartet er en gjengivelse av terrengeoverflaten uten vegetasjon og bygninger, og brukes for å avdekke morfologiske elementer som ellers er veldig vanskelig å observere, f.eks. grunnet tett skog. Skyggekart med registreringer fra terrengeanalysen og befaringen, som er av betydning for skredfarevurderingen, er vist i Figur 4.



Figur 4: Registreringer av betydning for skredfarevurderingen.

4.1 Snøskred

Basert på topografi og terrenghelning alene er det noen teoretisk mulige utløsningsområder for snøskred i den sørvestvendte dalsiden ovenfor kartleggingsområdene. Det er derimot flere faktorer som tilsier at løsnesannsynligheten for snøskred i påvirkningsområdet er lavere enn 1/1000:

- 1) Skog i fjellsiden (Figur 3), i vesentlig grad lauvskog, vurderes som tett nok til at snøskred ikke vil løses ut (dvs. kronedekning >80 % (NVE, 2015)). Tabell 2 er hentet fra NVEs oppsummeringsrapport for skog og skred og viser gjeldende verdier for hva som regnes som skog tett nok for å forhindre utløsning av snøskred. Av parameterne i tabellen er kronedekning den mest tilgjengelige og målbare ut fra tilgjengelig datagrunnlag. Kronedekning er stedvis anslått til >80% både basert på befaringsobservasjoner og ved bruk av andre kilder (se kap. 3.3). Skogen har en forankrende effekt på snødekket, og reduserer samtidig mulighet for oppbygning av større, sammenhengende flak og vedvarende svake lag i bakke-parallele sjikt.
- 2) I områdene uten skog, er det grov steinsprangur, som gjør terrengoverflaten ru. Det skal dermed betydelige snømengder til for at det oppstår svake, uavbrutte lag i snødekket. I tillegg vil også blokkene, slik som trærne, ha en forankrende effekt på snødekket.
- 3) Klimaet i området ligger ikke til rette for at det legger seg store mengder snø i fjellsiden. Interpolerte værdata på senorge.no viser at normal årsmaksimum av snødybde i området er <50 cm og at det normalt er <25 dager i året med tørr snø (NVE, 2022).
- 4) Det er ingen registrerte snøskredhendelser i påvirkningsområdet eller nærliggende områder.

Det vurderes følgelig at det under dagens forhold ikke er reelle løsneområder for snøskred med årlig sannsynlighet for utløsning høyere enn 1/1000 i påvirkningsområdet. Den årlige sannsynligheten for snøskred i kartleggingsområdet er derfor lavere enn 1/1000.

Tabell 2. Ideelle og kritiske verdier for vernskog fra PROALP, Baurehansl et al. (2010), basert på Meyer-Grass og Schneebeli (1992). «Deciduous forest» tilsvarer løvskog. Tabellen er hentet fra NVEs oppsummeringsrapport for skog og skred (NVE, 2015).

Parameter	Forest type									
	Deciduous forest		Mixed forest: deciduous, coniferous trees		Evergreen coniferous forest		Mixed forest larch, stone pine		Larch forest	
	crit.	idea.	crit.	idea.	crit.	idea.	crit.	idea.	crit.	idea.
Crown cover (%)	<80	>80	<70	>70	<35	>50	<30	>50	<35	>50
Stem number per ha	>450	>550	<280	>300	<190	>210	>200	>280	>180	>230
Gap width (m)	>5		>5	none	>10	<5	>10	<5	>10	<10
Ground vegetation (%)	>50	<35	>50	<50						
Slope gradient(°)	>38		>42		>38		>35		>32	

4.2 Sørpeskred

Sørpeskred er ikke kjent i Flekkefjord-området (NVE, 2022). I likhet med andre skred styrt av høyt vanninnhold (eks. flomskred) har sørpeskred en tendens til å utløses og følge forsenkede terrengpartier som bekkeløp og raviner der avrenningen konsentreres. Det er ingen slike utprega terrengformer i påvirkningsområdet, og nedbørfeltene er svært små og begrenser seg til selve dalsida. Andre utløsningsmekanismer som assosieres med brattere terreng, er lite sannsynlig med den velutviklede skogen i dette påvirkningsområdet.

På grunnlag av dette vurderes derfor den årlige sannsynligheten for sørpeskred i kartleggingsområdet til lavere enn 1/1000.

4.3 Løsmasseskred

Løsmasseskred vurderes ikke som en aktuell prosess, ettersom topografien der det er bratt nok er svært kupert, og løsmassedekket er tynt og usammenhengende bestående av humuslag over berg. Nedenfor bergskrentene er det grov steinsprangur, som generelt drenerer regn og evt. smeltevann godt uten stabilitetsendringer.

Det er ingen tegn i skyggekart etter utglidninger eller skredkanter fra tidligere jordskred, og det er ingen avsetningsformer som viser avsetninger av slike skred. Det er heller ingen bekker i påvirkningsområdet, som løsmasseskred ofte utløses i tilknytning til.

Vi vurderer derfor at årlig sannsynlighet for løsmasseskred inn i det vurderte området er mindre enn 1/1000.

4.4 Skred i fast fjell

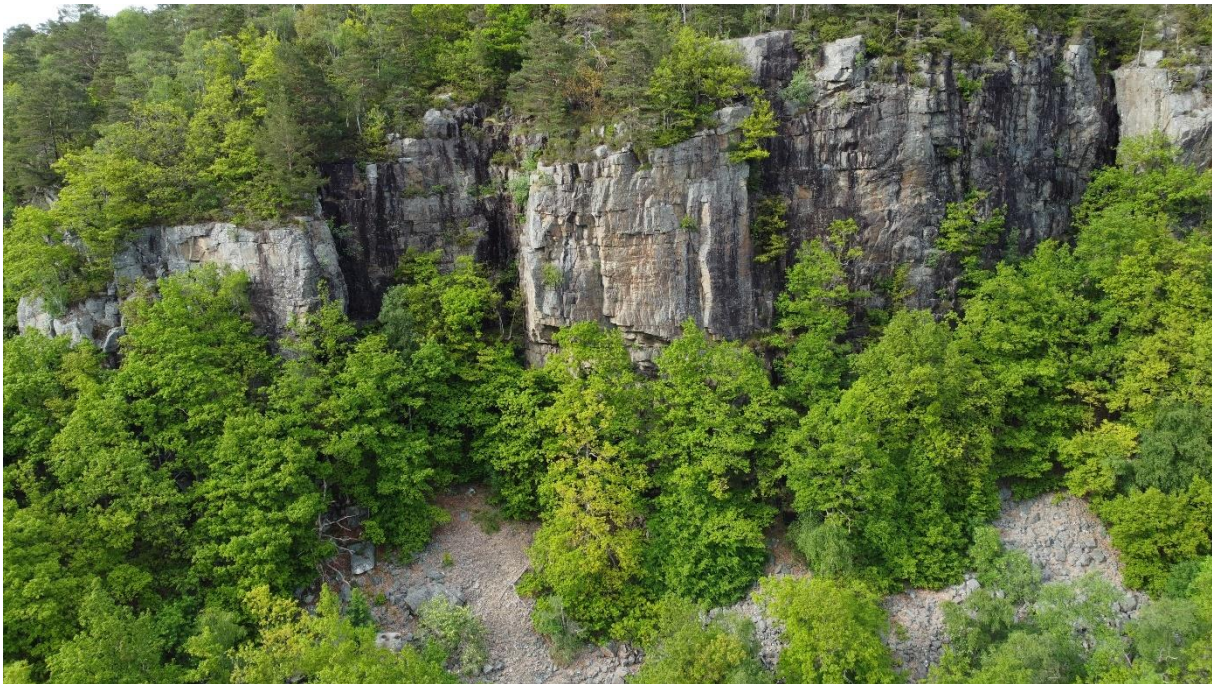
I påvirkningsområdet er det primært to store bergvegger som utgjør potensielle kildeområder for steinsprang. Den nederste av disse er lokalisert ved den nordlige spissen av kartleggingsområdet, mens den øverste av disse er lokalisert mellom ca. 90-160 moh.

nordøst for kartleggingsområdet (Figur 5). I tillegg til disse store bergskrentene er det noen skrenter med lav høyde i den sørvestlige delen av kartleggingsområdet, samt like øst for kartleggingsområdet (Figur 6).

Droneinspeksjon av de to store bergveggene viser tegn etter både ferske utfall og etter eldre utfall. Det er ikke foretatt nøyaktige strøk- og fallmålinger av sprekkesettene i de aktuelle kildeområdene, men basert på dronebilder og lineamenter på kart er det minst tre sprekkesett: to nær vertikale med strøkretning NØ og NV, samt et nært horisontalt (svakt fall mot vest). Dette fører til avløsning av kubiske/rektangulære blokker på opptil flere titalls kubikk. Stedvis hviler de på det underliggende nærhorisontalet sprekkesettet, men det er også områder der det er overheng pga. det nærhorisontalet sprekkesettet.

Nedenfor de to store bergveggene er det observert sammenhengende steinsprangur. Steinspranguren er gradert, med små blokkstørrelser øverst og større blokkstørrelser nederst. Nedenfor urfoten er det kartlagt svært store blokker (enkelte > 10 m³) helt ned til veien som deler tomten i to.

Basert på både tilstanden i kildeområdene og mektigheten på avsetningene nedenfor de to store bergveggene, vurderes den årlige sannsynligheten for utfall av steinsprangblokker fra disse til høyere enn 1/100.

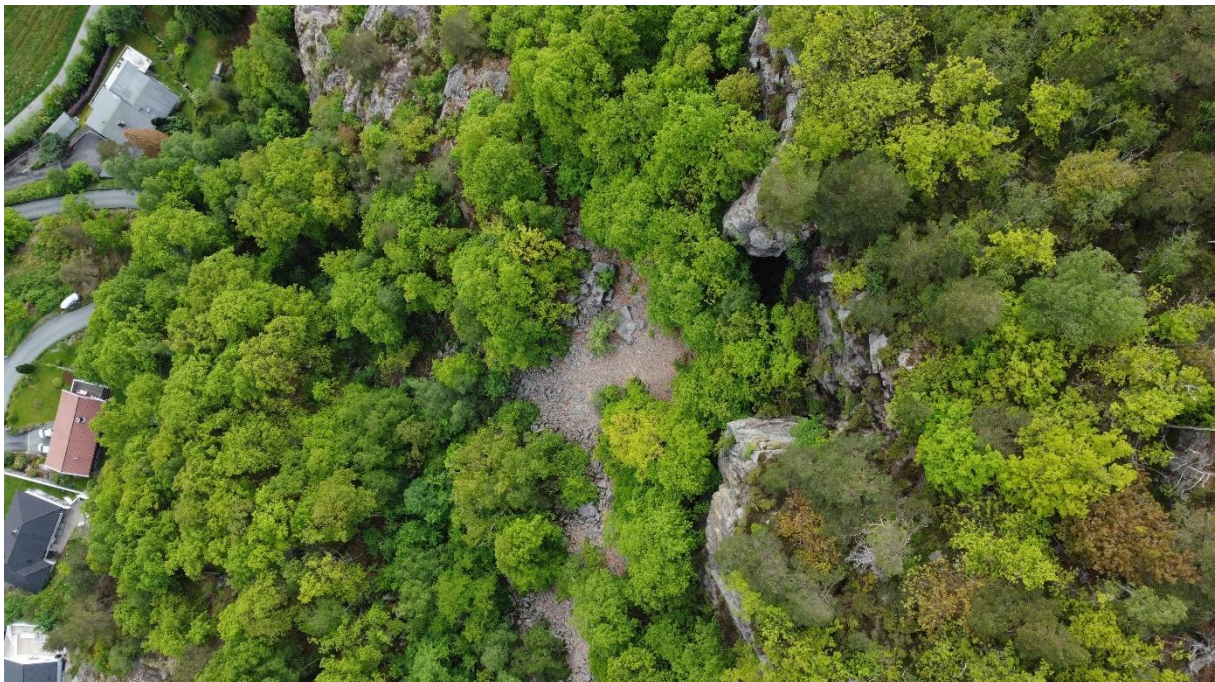


Figur 5: Dronebilde tatt mot nord, som viser den øverste bergveggen med sammenhengende steinsprangur nedenfor.



Figur 6: Dronebilde av skrentene helt sør i kartleggingsområdet, samt like øst for kartleggingsområdet (markert med piler).

I de mindre kildeområdene like sør og øst for kartleggingsområdene (Figur 6) ble det observert en del avløste blokker i området med gul pil i Figur 6. Bergmassen ved grønne piler i Figur 6 er svært lite oppsprukket. Følgelig vurderes den årlige sannsynligheten for utfall til lavere enn 1/100 ved grønn pil og høyere enn 1/1000 ved gul pil.

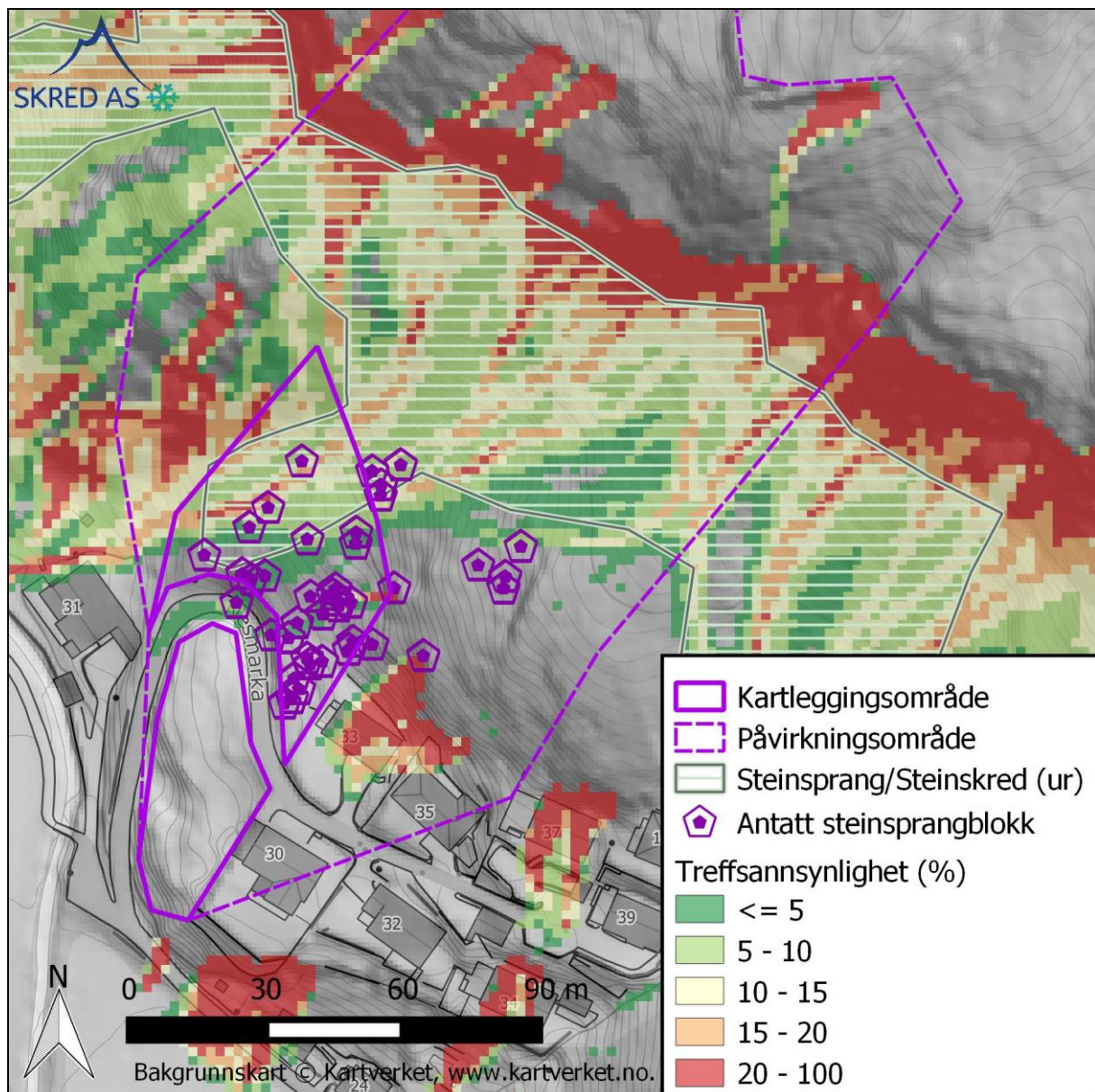


Figur 7: Dronebilde som godt illustrerer utbredelsen av steinsprangura ned mot tomtene. I skogen nedenfor urfoten er det også enkelte steinsprangblokker.

Ifølge NVEs veileder (NVE, 2020) er utfoten av aktiv steinsprangur en god tilnærming på steinsprang med årlig sannsynlighet på 1/100, mens ytre grense av blokkansamling er en god tilnærming på steinsprang med årlig sannsynlighet på 1/1000. Veilederen presiserer at dette må vurderes opp mot modelleringsresultater.

Det er derfor utført modellering av steinsprang med modelleringsprogrammet Rockyfor3D (Dorren, 2015). Vi har benyttet utfall av 50 rektangulære blokker på 0,125-10 m³ per 2 m x 2 m celle. Det ble benyttet automatisk parameteroppsett (rapid automatic simulation, «RAS»), som ved bruk av 2 m cellestørrelse gir kildeområder ved alle celler brattere enn 52°. I en FoU-rapport utarbeidet for NVE om bruk av steinsprangmodeller i faresonekartlegging (NGI, 2020), vurderes det at denne metoden med «RAS» i stor grad representerer terrenget på en tilfredsstillende måte sammenliknet med detaljert innsamling av terrengdata i felt for utløpsmodellering. Det presiseres likevel at modellen erfaringsmessig gir overestimerte utløpslengder i områder med grov ur og tett skog, som er tilfelle her. Det bemerkes også at modellen ikke sier noe om utløsningssannsynlighet, eller forskjell i løsningsannsynlighet mellom ulike kildeområder, samt at de lengste modellerte utløpene er urealistiske (NGI, 2020). Sistnevnte beskrives også i brukermanualen til modellen, hvor simuleringene med 1 - 1,5% treffsannsynlighet (ved 100 simuleringer), dvs. lengst utløp, vurderes som statistiske uteliggere og bør filtreres bort (Dorren, 2015). Da det er simulert 50 steinsprang fra hver celle, er det derfor fjernet simuleringer med 3% treffsannsynlighet, da dette er vurdert som statistiske uteliggere.

Figur 8 viser et eksempel på beregningsresultat med 1 m³, sammen med andre aktuelle steinsprangobservasjoner. Modelleringsresultatet viser at steinsprang kan nå inn i den nordlige delen av kartleggingsområdet. Dette støttes av steinsprangavsetningene i området. Modelleringer med andre blokkstørrelser i intervaller 0,125-10 m³ viser omtrent samme strømningsmønster, men med noe ulik utløpslengde.



Figur 8 Eksempel på modelleringsresultatet med automatiske inngangsparametere («RAS») og 1 m^3 blokker på en $2 \text{ m} \times 2 \text{ m}$ terrengmodell.

På grunnlag av tilstanden til kildeområdene, avsetninger og modelleringsresultater, vurderes den årlige sannsynligheten for steinsprang til høyere $1/100$ og $1/1000$ i den nordlige delen av kartleggingsområdet.

I de to bergveggene kan det løsnede volum som per definisjon klassifiseres som steinskred ($>100 \text{ m}^3$), men ikke nødvendigvis får en skreddynamikk som steinskred. Siden bergmassen er så oppsprukket vurderes det at den årlige sannsynligheten for store utfall som får en skreddynamikk som steinskred er lavere enn $1/1000$. Utfall av større bergpartier som er større enn 100 m^3 kan ikke utelukkes. Dette er det tatt hensyn til ved at faresonen inkluderer noen områder med lav treffsannsynlighet ifølge modelleringsresultater og avsetninger. NGUs karttjeneste inSAR (NGU, 2022), som måler små deformasjoner, har ingen datapunkter

i de aktuelle fjellssidene, og er dermed ikke til hjelp til å vurdere sannsynligheten for større utfall i nær fremtid.

4.5 Faresoner for skred

Det er faresoner med årlig sannsynlighet $\geq 1/100$ og $\geq 1/1000$ i kartleggingsområdets nordlige del, samt en liten faresone med årlig sannsynlighet $\geq 1/1000$ i kartleggingsområdets sørvestlige del (Figur 9). Faresonene er dimensjonert av steinsprang. Dersom det skal bygges i disse områdene må det utføres sikringstiltak, som i dette tilfelle trolig er svært krevende og kostbart (se. kap. 4.6). Det anbefales derfor å bygge utenfor faresonene.

Det meste av kartleggingsområdets sørlige del ligger utenfor faresonene. Det meste av dette området tilfredsstiller dermed dagens krav til sikkerhet mot skred for sikkerhetsklasse S1 og S2. I dette området kan dermed boliger og evt. tilhørende uthus og garasjer bygges uten videre tiltak mot skred i bratt terreng.

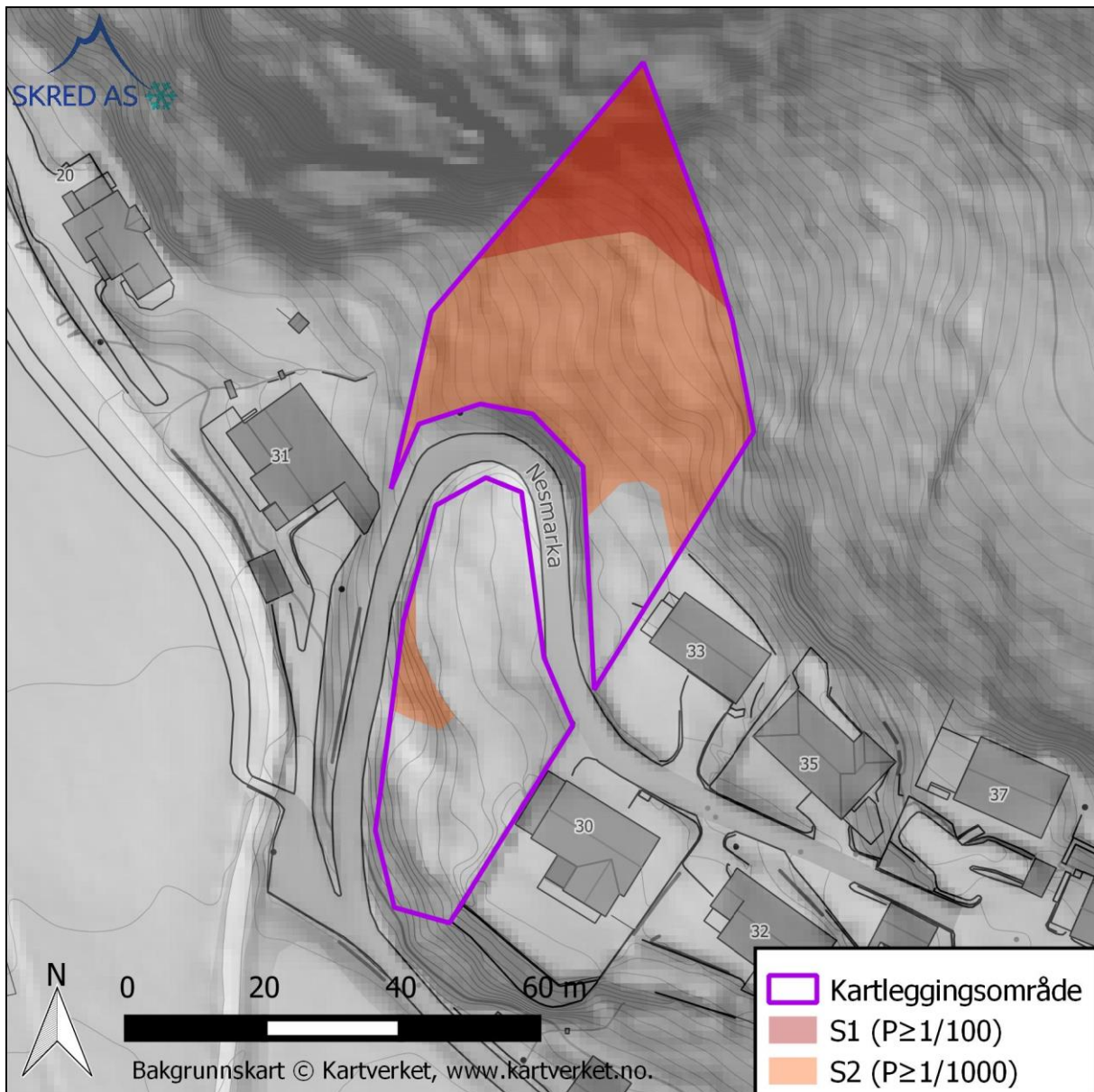
4.6 Mulighet for å redusere faresonene

Det anbefales å bygge utenfor skisserte faresoner, da sikringstiltak vil være kostbare. Dersom dette ikke er mulig, må evt. sikringstiltak tilpasses plasseringen til tiltakene som planlegges.

Siden det er steinsprang som er dimensjonerende skredtype, er sannsynligvis steinspranggjerdet det mest hensiktsmessige sikringstiltaket. I dette tilfelle, med potensielt store blokkutfall, er det ikke sikkert det finnes høye og kraftige nok gjerder til å tåle kreftene fra slike utfall. Det presiseres også at det ved steinspranggjerder vil påløpe betydelige vedlikeholdskostnader, spesielt om de treffes av steinsprangblokker. Fangvoller tåler større krefter, men vurderes å være komplisert å bygge i området pga. bratt terreng og relativt dårlig plass.

4.7 Forutsetninger for faresonene

Skogen har ikke en avgjørende betydning for skredfaren i kartleggingsområdet.



Figur 9: Faresoner med årlig sannsynlighet høyere enn 1/100 og 1/1000. Faresonene er dimensjonert av steinsprang.

5 Konklusjon

Skred AS har utført en detaljert skredfarevurdering ifm. at det planlegges nye boliger (tre enheter) på GBnr. 70/31 i Flekkefjord kommune og at tomte ligger innenfor NVEs aktsomhetssoner for snøskred og steinsprang.

Det er faresoner med årlig sannsynlighet $\geq 1/100$ og $\geq 1/1000$ i kartleggingsområdets nordlige del, samt en liten faresone med årlig sannsynlighet $\geq 1/1000$ i kartleggingsområdets sørvestlige del. Faresonene er dimensjonert av steinsprang. Dersom det skal bygges i disse områdene må det utføres sikringstiltak, som i dette tilfelle trolig er svært krevende og kostbart. Det anbefales derfor å bygge utenfor faresonene.

Det meste av kartleggingsområdets sørlige del ligger utenfor faresonene. Det meste av dette området tilfredsstiller dermed dagens krav til sikkerhet mot skred for sikkerhetsklasse S1 og S2. I dette området kan dermed boliger og evt. tilhørende uthus og garasjer bygges uten videre tiltak mot skred i bratt terreng.

6 Referanser

- DiBK. (2022, 01 14). *Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning*. Hentet fra <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/7/7-3/>
- Dorren, L. K. (2015). Rockyfor3D (v5.2) revealed – Transparent description of the complete 3D rockfall model. *EcorisQ paper (www.ecorisq.org)*.
- Kartverket. (2022a). *Norge i Bilder: Historiske flyfoto*.
- NGI. (2020). *Uttesting av eksisterende metodikk for modellering av steinsprang*. NVE Eksternrapport nr. 24/2020.
- NGU. (2022). *InSAR Norge*. Hentet fra <https://insar.ngu.no/>
- NGU. (2022a). *Nasjonal begrunnsdatabase*. Hentet fra <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/>
- NGU. (2022b). *Nasjonal løsmassedatabase*. Hentet fra <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>
- NIBIO. (2022). *Kilden*. Hentet fra https://kilden.nibio.no/?topic=arealinformasjon&lang=nb&X=7195706.12&Y=284337.75&zoom=0.050089679614182224&bgLayer=graatone_cache
- NVE. (2015). *Oppsummeringsrapport for skog og skredprosjektet. Samanstilling av rapportar frå prosjektet*. NVE Rapport 92-2015.
- NVE. (2015). *Oppsummeringsrapport for skog og skredprosjektet. Samanstilling av rapportar frå prosjektet*. NVE Rapport 92-2015.
- NVE. (2020). *NVE.no*. Hentet fra Sikkerhet mot skred i bratt terreng: <https://www.nve.no/skredfarekartlegging/>
- NVE. (2020). *Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng [Sist oppdatert 22.03.2022]*. Hentet fra VEILEDER FOR UTREDNING AV SIKKERHET MOT SKRED I BRATT TERRENG: <https://www.nve.no/veileder-skredfareutredning-bratt-terreng>
- NVE. (2021). *Jord- og flomskred. Klimaanalyse for bruk i skredfarekartlegging*.
- NVE. (2022, 01 14). *NVE Atlas*. Hentet fra <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>
- NVE. (2022, 01 14). *SeNorge*. Hentet fra <http://www.senorge.no/index.html?p=klima>
- Statens kartverk. (2022, 01 14). *Hoydedata*. Hentet fra <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>