

Oppdragsgiver	Navn Ullensvang kommune	Kontaktperson Eirik Lia
Oppdrag	Nummer og navn 24282 Ullensvang, Røldal – utvidelse av skredfarevurdering i Bergshagen	Oppdragsleder Hans Georg Grue
Dokument	Nummer 24282-01-2 Utført av Hans Georg Grue	Dato 2024-10-08 Kontrollert av Sondre Lunde og Espen Eidsvåg

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
1	14.06.2024	HG	SL	Original
2	08.10.2024	HG	SL, EE	Justeringer etter UKS

## Skredfarevurdering

### Sammendrag

Ullensvang kommune ønsker å utvide et område i Bergshagen i Røldal sentrum, som ble skredkartlagt av Skred AS i 2016. Deler av området ligger innenfor NVEs aktsomhetssoner for snøskred med og uten skog, for steinsprang og for jord- og flomskred. Det eksisterende kartleggingsområdet fra 2016 ønskes også oppdatert iht. dagens anbefalte skredfaglige retningslinjer. Skred AS har derfor utført en oppdatert skredfarevurdering iht. NVEs veileder for skredfare i bratt terreng for det utvidede kartleggingsområdet i og ved Bergshagen i Røldal, Ullensvang kommune.

Vurderingen er derfor gjort iht. TEK 17 § 7-3 for sikkerhetsklasse S1, S2 og S3. Vurderingen er etter ønske fra oppdragsgiver utført for dagens skogforhold og i en situasjon uten skog i dalsida.

Vi vurderer at den samlede årlige sannsynligheten for skred er større enn 1/100, 1/1000 og 1/5000 i deler av kartleggingsområdet. Vi vurderer at snøskred, steinsprang, jordskred og flomskred er dimensjonerende skredtyper i ulike deler av kartleggingsområdet under dagens skogforhold. Dersom skogen fjernes, vil samlet årlig sannsynlighet for spesielt snøskred øke, og vil dermed bli den dimensjonerende skredtypen i en større andel av kartleggingsområdet. Kravet om sikkerhet mot skred i TEK 17 §7-3 er dermed ikke oppfylt i deler av kartleggingsområdet, både med og uten skog. For å redusere sannsynligheten for skred kan det etableres sikringstiltak etter hvilken skredtype som er aktuell.

## Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>5</b>
1.1	Forord	5
1.2	Bakgrunn	5
1.3	Kartlagt område	6
1.4	Krav til sikkerhet mot skred	6
1.5	Tilpassing fra NVEs rapportmal	7
1.6	Forbehold	7
<b>2</b>	<b>Områdebeskrivelse</b>	<b>9</b>
2.1	Topografi	9
2.2	Drenering	10
2.3	Geologi	11
2.4	Flyfoto og skråfoto	14
2.5	Skog	15
2.6	Klima	16
2.7	Historiske skredhendelser	20
2.8	Tidligere skredfareutredninger	20
2.9	Eksisterende skredsikringstiltak	22
2.10	Befaring	22
<b>3</b>	<b>Skredfarevurdering</b>	<b>25</b>
3.1	Steinsprang	25
3.2	Steinskred	27
3.3	Snøskred	28
3.4	Jordskred	31
3.5	Flomskred	34
3.6	Sørpeskred	34
3.7	Samlet skredfare	34
3.7.1	Skredfare under dagens vegetasjonsforhold	34
3.7.2	Skredfare helt uten skog	36
3.8	Skog med betydning for skredfaren	37
3.9	Avvik fra tidligere skredfareutredninger	38
3.10	Stedsspesifikk usikkerhet	39
3.11	Mulighet for å redusere faresonene	39
<b>4</b>	<b>Konklusjon</b>	<b>40</b>
<b>5</b>	<b>Referanseliste</b>	<b>41</b>
	<b>Vedlegg 1 - Registreringskart</b>	<b>44</b>

## Figurer

Figur 1: Oversiktsbilde for kartleggingsområdet og påvirkningsområdet. Bildet er tatt mot nord, fra drone i 2024. Symbolbruk samsvarer med Figur 2. Områdene nord for rød strek ble kartlagt i 2016. ....	5
Figur 2: Oversiktskart for kartleggingsområdet i 2016 (nord for rød strek) og 2024, samt påvirkningsområdet. Påvirkningsområdet er det arealet som er undersøkt hvor skred potensielt kan påvirke kartleggingsområdet. ....	6
Figur 3: Helningskart og registrerte skredhendelser. ....	9
Figur 4: Avrenningsanalyse utført i GIS med dtm som grunnlag. Den viser antall kvadratmeter som drenerer til hver 1x1m celle i terrengmodellen. Stikkrenner, bruer m.m. hensyntas ikke i denne analysen. ....	11
Figur 5: Nokså kompakt og isskuret bergparti øst i kartleggingsområdet. Bildet er tatt mot øst. ....	12
Figur 6: Oversiktsbilde over den østlige delen av kartleggingsområdet, som viser isskrute bergpartier og mellomliggende svakhetssoner og noe mer oppsprukket berg (gul sirkel). ....	13
Figur 7: Bratt løsmasseskråning over Bergshagen med mye blokkmateriale øverst i løsmassedekket. Bildet er tatt mot sør, altså nedover i skråningen. ....	14
Figur 8: Mulig skredavsetning med skredblokker i løsmasseoverflaten som i dag er fjernet, vises med rød ellipse. Foto fra 1959. (Kilde: Nasjonalbiblioteket). ....	15
Figur 9: Kart som viser skogens effekt mot snøskred. Skog som ikke fullt ut fjerner snøskredfaren, vil uansett kunne gi en redusert sannsynlighet for skredutløsning. ...	16
Figur 10: Klimaoversikt for den sørøstre gridcellen (figgggggur) med modellhøyde på 452 moh. som dekker mye av påvirkningsområdet. Vindretninger er hentet fra nordøstre gridcelle med modellhøyde 1000 moh. (Asplan Viak and NVE, 2024). ....	17
Figur 11: De aktuelle klimapunktene lokalisert i ulike gridceller som er relevante for området. Meteorologisk stasjon med data fra 1902 er også vist. ....	18
Figur 12: Registrerte snødybder ved met-stasjon 46450 ved Røldal stavkirke ca. 250 meter sør for kartleggingsområdet (Figur 11). (Kilde: <a href="https://graphapp.xgeo.no/index.html?X=42398&amp;Y=6660828&amp;searchT=10000&amp;stationId=46450.2002&amp;app=xgeo">https://graphapp.xgeo.no/index.html?X=42398&amp;Y=6660828&amp;searchT=10000&amp;stationId=46450.2002&amp;app=xgeo</a> ) ....	19
Figur 13: Faresonekartet fra rapporten i 2016/2017. ....	21
Figur 14: Registreringskart for kartleggingsområdet og påvirkningsområdet. Forklaring til GPS-punkt er gitt i Tabell 2. Skredhendelser er også påført, men tegnforklaring er ikke inkludert, ettersom denne vil ta mye plass i kartutsnittet og følger NVE-atlas standard. ....	23
Figur 15: Store kantede dypt forvitra blokker (gul sirkel) i ravina som leder ned mot Remen, trolig grovblokkede skredavsetninger som i dag fungerer som barrierer for steinsprang og andre skredmasser. Enkelte runda/kantrunda blokker på <math><1 \text{ m}^3</math> blokker (rød sirkel) kan være avsatt av løsmasseskred, eller remobiliserte moreneblokker fra ravinesidene. ....	25

Figur 16: Eksempel på en simulering med 100 ellipsoidiske blokkutfall på $1 \text{ m}^3$ per $4 \text{ m}^2$ , som viser hvor blokkene stanser.....	27
Figur 17: Foto viser skogforholdene ved løснеområde F, som er ganske typisk for denne delen av påvirkningsområdet. ....	28
Figur 18: Eksempel på en beregnet skredutbredelse under dagens vegetasjonsforhold (sim: sno 07 og 10) som viser maksimal skredhastighet i skredløpet. Den viste beregningen tilsvarer omtrent et scenario for en skredhendelse med årlig sannsynlighet på $1/1000$ , der bruddkant er 140 cm. Friksjonsparametrene er M300 og oppløsning er 5 meter. ....	30
Figur 19: Eksempel på en beregnet skredutbredelse uten skog i påvirkningsområdet (sim: sno 07, 10, 22a, 22b og 22c) som viser maksimal skredhastighet i skredløpet. De viste beregningene tilsvarer omtrent et scenario for en skredhendelse med årlig sannsynlighet på $1/1000$ , der bruddkant er 140 cm, og friksjonsparametrene er M300. Bygninger er ikke inkludert i simuleringgrunnet. ....	31
Figur 20: Eksempel på en jordskredsimuleringer som viser utbredelse og flyte høyde (sim 13a og 13b). Merk at flyte høyder under 5 cm er filtrert vekk det er lite skadepotensiale.	33
Figur 21: Kart som viser samlet skredfare og hvilke skredtyper som er dimensjonerende for de ulike delene av kartleggingsområdet under dagens vegetasjonsforhold. ....	36
Figur 22: Kart som viser samlet skredfare og hvilke skredtyper som er dimensjonerende for de ulike delene av kartleggingsområdet uten skog i påvirkningsområdet. ....	37
Figur 23: Skog med betydning for skredfaren. Skogen reduserer først og fremst utløsningssannsynligheten for snøskred. ....	38

## Tabeller

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggt teknisk forskrift, TEK17 (Direktoratet for byggkvalitet, 2024)(Direktoratet for byggkvalitet, 2024). ....	7
Tabell 2: Oversikt over registreringer gjort i felt. ....	23

## Vedlegg

- Egnerklærings skjema kompetanse.

# 1 Innledning

## 1.1 Forord

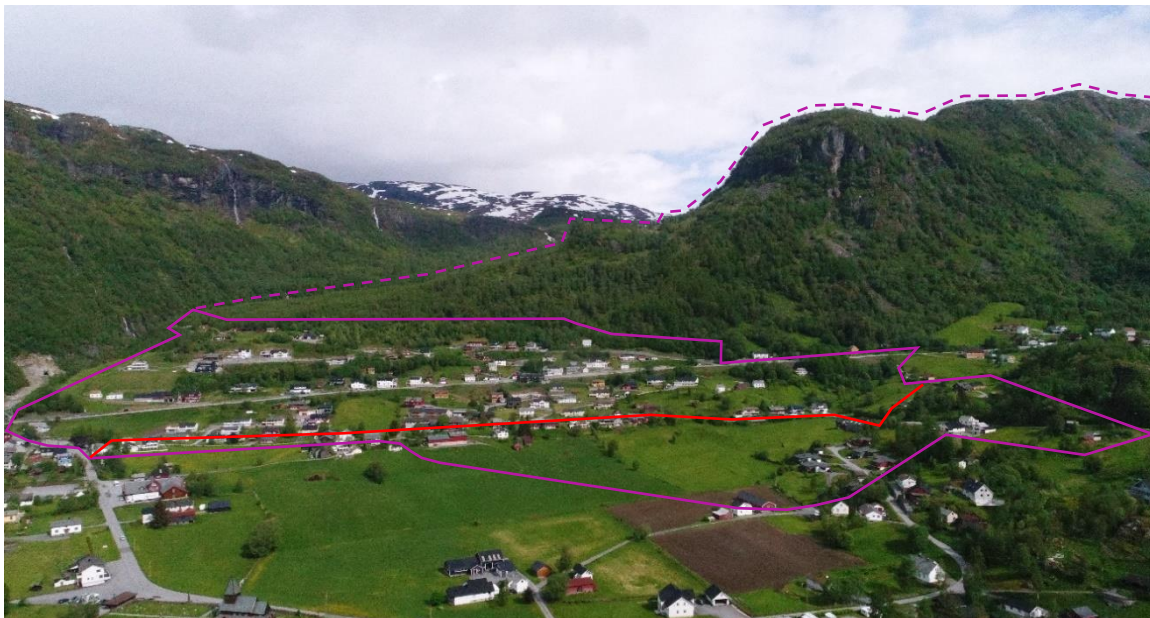
Plan- og bygningsloven (pbl) og Byggteknisk forskrift (TEK 17, kap 7.3)(Direktoratet for byggkvalitet, 2024)(Direktoratet for byggkvalitet, 2024) stiller krav til sikkerhet mot naturfare. For reguleringsplan og byggesak/-tiltak, søknadspliktig eller ikke, må det derfor dokumenteres at tilstrekkelig sikkerhet 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, 2024a)(NVE, 2024a), og vil dermed kunne dokumentere om sikkerhetskravene er oppfylt.

Skredtypene snø-, jord-, flom-, sørpe-, steinskred og steinsprang er utredet.

## 1.2 Bakgrunn

Ullensvang kommune ønsker å utvide et område i Bergshagen i Røldal sentrum, som ble skredkartlagt av Skred AS i 2016. Deler av området ligger innenfor NVEs aktsomhetssoner for snøskred med og uten skog, for steinsprang og for jord- og flomskred (NVE, 2024b)(NVE, 2024b). Det eksisterende kartleggingsområdet fra 2016 ønskes også oppdatert iht. dagens anbefalte skredfaglige retningslinjer. Skred AS har derfor utført en oppdatert skredfarevurdering iht. NVEs veileder for skredfare i bratt terreng for det utvidede kartleggingsområdet i og ved Bergshagen i Røldal, Ullensvang kommune.

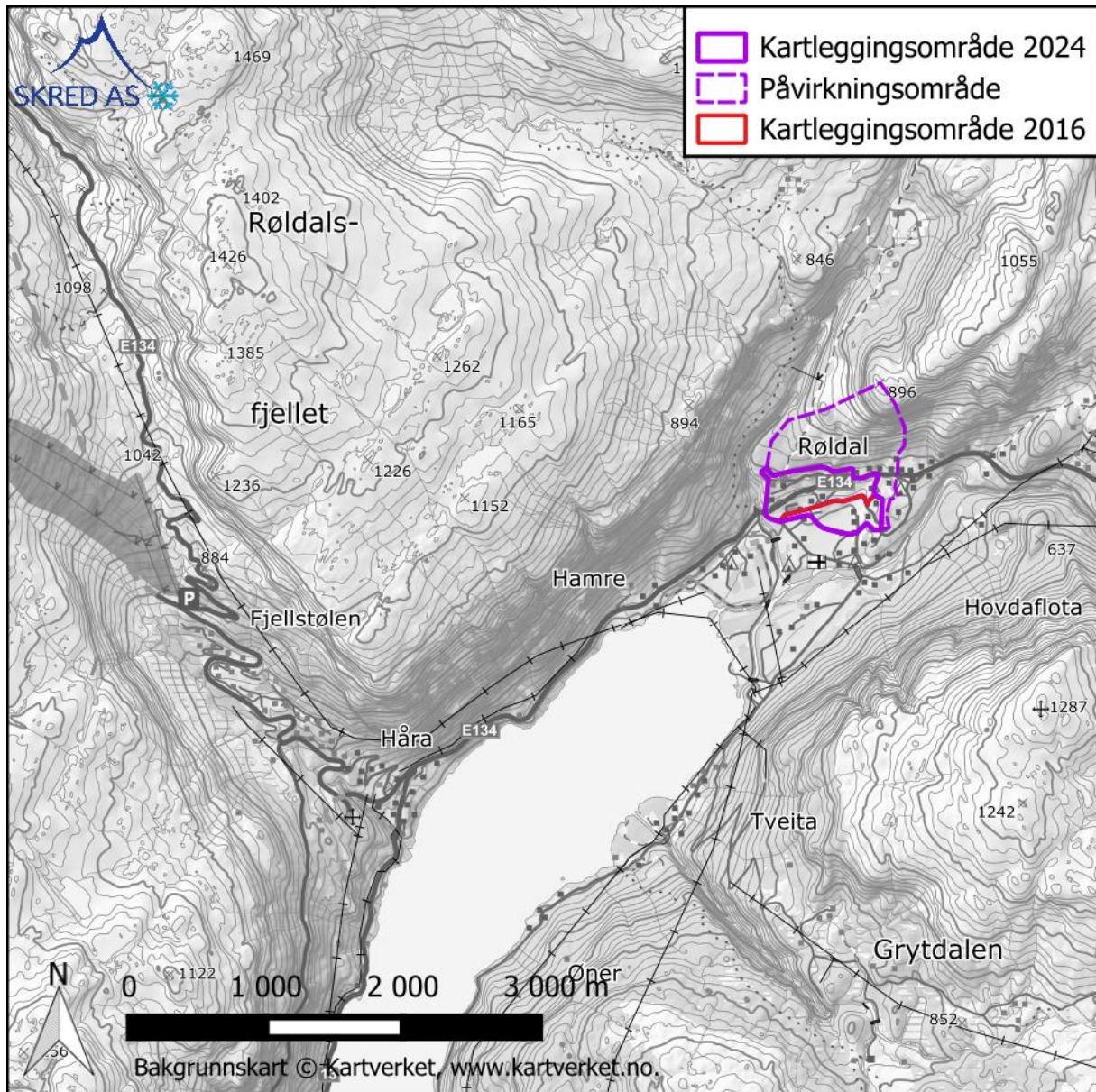


*Figur 1: Oversiktsbilde for kartleggingsområdet og påvirkningsområdet. Bildet er tatt mot nord, fra drone i 2024. Symbolbruk samsvarer med Figur 2. Områdene nord for rød strek ble kartlagt i 2016.*



### 1.3 Kartlagt område

Kartleggingsområdet ligger i tettstedet Røldal, sør i Ullensvang kommune (Figur 1 og Figur 2). Påvirkningsområdet strekker seg fra dalbunnen og opp mot øvre deler av dalsida nord for sentrum, opp mot toppen Havrenos.



Figur 2: Oversiktskart for kartleggingsområdet i 2016 (nord for rød strek) og 2024, samt 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, 2024)(Direktoratet for byggkvalitet, 2024) 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.

*Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggt teknisk forskrift, TEK17 (Direktoratet for byggkvalitet, 2024)(Direktoratet for byggkvalitet, 2024).*

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. Det er ønskelig at kartleggingsområdet utredes for samtlige sikkerhetsklasser for skred, S1-S3.

### 1.5 Tilpassing fra NVEs rapportmal

Denne rapporten følger NVEs veileder (NVE, 2024a)(NVE, 2024a), lokalisert på internett den 29-05-2024. 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 befaring 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 i utgangspunktet gjort basert på grunnlaget, terrenget og vegetasjonen som var tilgjengelig på utredningstidspunktet. Oppdragsgiver ønsker både det opprinnelig og de utvidede kartleggingsområdet vurdert uten skog i påvirkningsområdet. Ny informasjon om skredhendelser eller annet grunnlag kan også føre til behov for en ny vurdering. Vurderingen

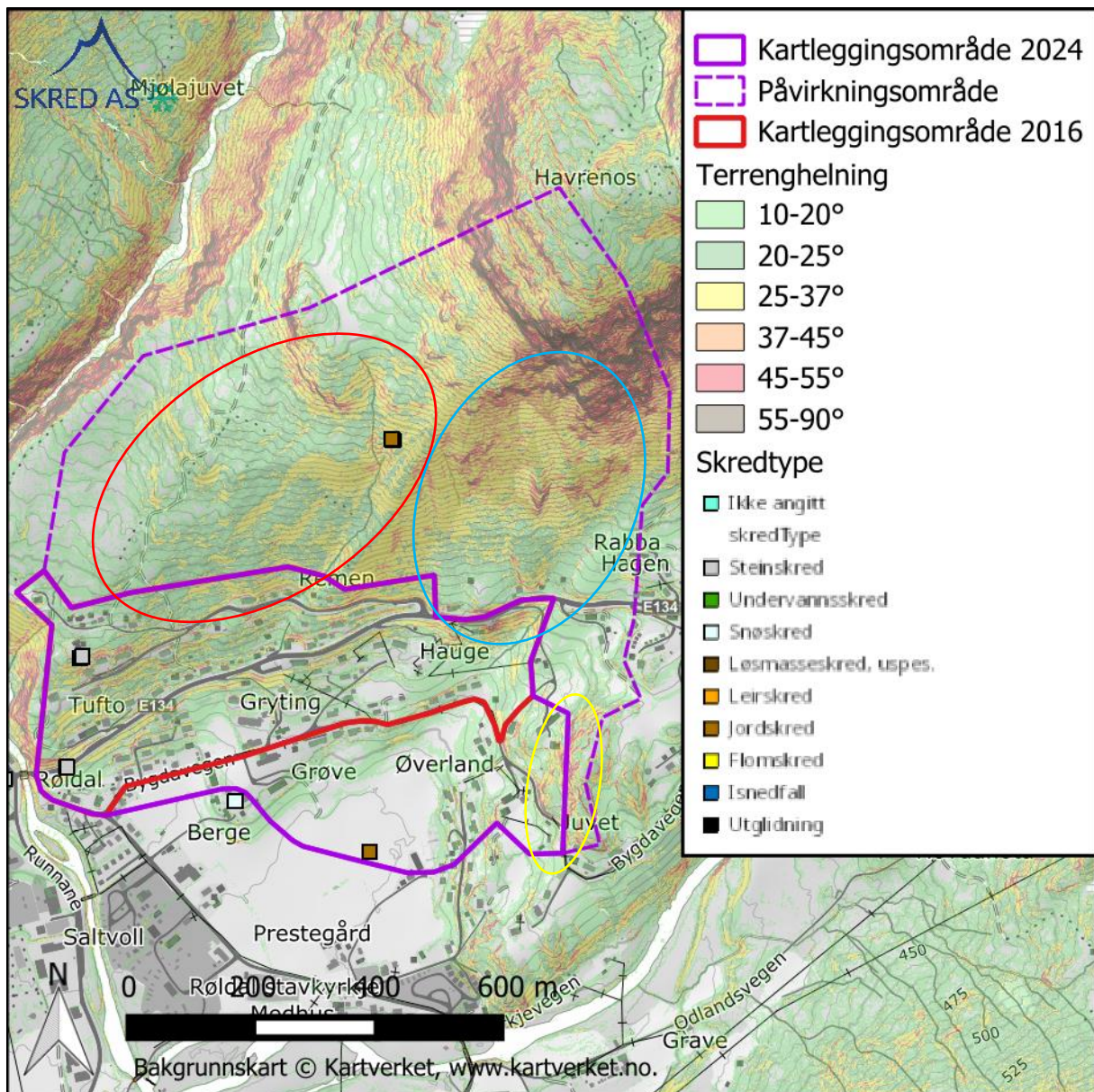
gjelder naturlig utløste skred i bratt terreng, og omfatter ikke stabilitet i menneskeskapte fyllinger, skjæringer el.



## 2 Områdebeskrivelse

### 2.1 Topografi

Terrenganalysen er basert på den nasjonale terrengmodellen med horisontal oppløsning på 1x1 m, hentet fra Høydedata (Kartverket, 2024). Kart med terrenghelning er vist i Figur 3. Sammenlignet med terrengmodellen (også 1x1 m) benyttet i 2016, er det ikke endringer av betydning i påvirkningsområdet.



Figur 3: Helningskart og registrerte skredhendelser.

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 14.

Kartleggingsområdet ligger ved 430-450 i nedre del av en sørvendt fjellside. Mot nord strekker dalsida seg opp mot Havrenos 896 moh. En markert fjellrygg strekker seg fra Bergshagen boligfelt over Havrenos og mot Midtnuten i nordøst. Påvirkningsområdet ovafor kartleggingsområdet kan grovt deles inn i tre (Figur 3):

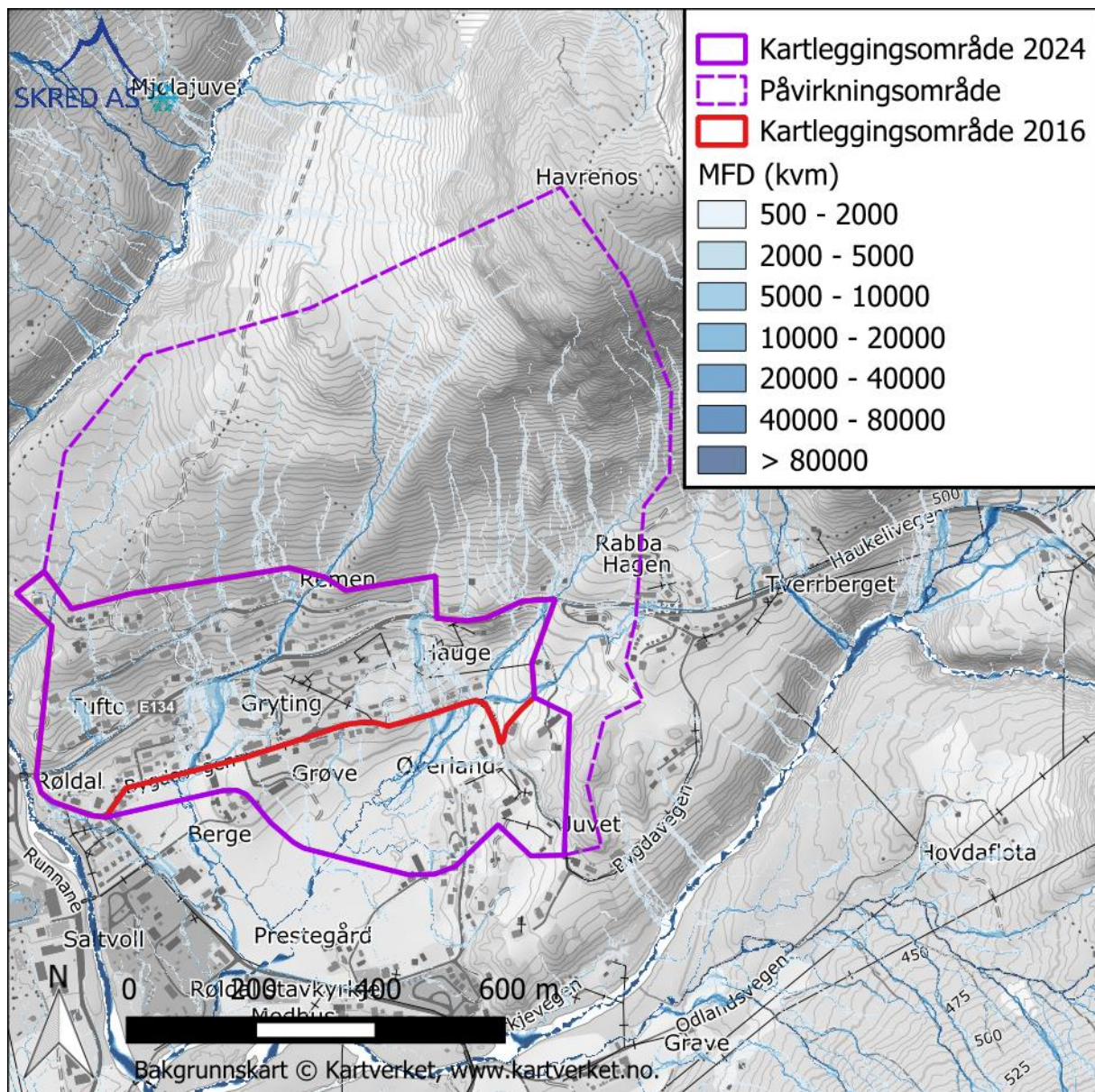
- i) Terrenget sørvest for Havrenos (rød ellipse) er generelt jevnt opp til kote 590, med enkelte svake forsenkninger som renner nordøst-sørvest. Øst i dalsida løper den djupeste forsenkningen ned mot Remen. Terrenghelning er generelt 25-35°. I kote 590-690 er det enkelte knauser med berg i dagen, samt enkelte raviner i øst, men ellers jevnt terreng. Ovenfor kote 690 ligger det ei steinsprangur, og ovenfor denne en nesten vertikal skrent.
- ii) I dalsida sør for Havrenos ovafor Bergshagen boligfelt (blå ellipse) er det enkelte fjellknauser som stikker ut, men ellers er siden forholdsvis jevn. Terrenget er hovedsakelig brattere enn 30° og går direkte over i skrentpartiene sør for Havrenos.
- iii) Flere bratte terrengpartier ovafor Bygdavegen og Juvet lengst vest i kartleggingsområdet (gul ellipse) har en terrenghelning på 45-90° og skreenter med en egenhøyde på opp mot 12-13 m.

## 2.2 Drenering

Nord og vest for kartleggingsområdet renner Tuftaelva som drenerer et 29km<sup>2</sup> stort nedbørfelt mot sør-sørvest. Øst og sør for kartleggingsområdet renner Kvernabekken mot sørvest.

I dalsida opp mot Havrenos er det kun mindre nedbørfelt som begrenses til selve dalsida med bekker uten helårs vannføring. De mest fremtredende flombekkene/smeltevanntløpene drenerer små nedbørfelt som i nedre deler av dalsida er på 0,05-0,12 km<sup>2</sup>, der bekken ned mot Remen midt i kartleggingsområdet drenerer det største feltet. Ifølge beboere i Bergshagen er det tidvis stor vannføring i denne bekken, men også ellers i løsmassedekket. Ved befaring ble det observert en avskjærende overvannsgrøft bak boligene på Bergshagen 6, 8 og 10. Denne ble bygd ved opparbeiding av boligfeltet. Denne leder vann mot sør ned mot hovedbekken ved Remen. På oversiden av veien Bergshagen ledes bekken inn i kulvert, som fortsetter under E134. Foran kulvertinnløpet (d:80cm) er det to sett rister, en ved innløpet og en fangrist omtrent tre meter oppstrøms innløpet. Det er utført en avrenningsanalyse i GIS (MFD) som tar utgangspunkt i terrengmodellen, og som ikke inkluderer stikkrenner og bruer i analysen (Figur 4).





Figur 4: Avrenningsanalyse utført i GIS med dtm som grunnlag. Den viser antall kvadratmeter som drenerer til hver 1x1m celle i terrengmodellen. Stikkrenner, bruer m.m. hensyntas ikke i denne analysen.

### 2.3 Geologi

NGUs berggrunnskart i målestokk 1:50 000 (NGU, 2024a) viser at berggrunnen i området består av foliert øygranodioritt med partier av heterogen granodiorittisk gneis. Observasjoner fra befaring viser at vestlige deler av påvirkningsområdet (rød ellipse i Figur 3) har lite oppstikkende berg, annet enn ved kote 590-690 med nedenforliggende slakt terreng, mens det er steile avløsende NV-SØ og SSV-NNØ sprekkesett (vurdert fra avstand/dronefoto) rundt toppen av Havrenos (blå ellipse i Figur 3) som gir opphav til en del steinsprang, noe som nokså mektige uravsetninger nedafor underbygger (Figur 1). Ellers er berget for en stor del isskuret, stort sett lite oppsprukket og nokså dypt forvitra i østlige deler av kartleggingsområdet (gul ellipse i Figur 3) med steile NV-SØ sprekkplan som gir svapartier



med fall mot bebyggelsen i østre deler av kartleggingsområdet (Figur 5) med enkelte oppsprukne partier mellom (Figur 6).



*Figur 5: Nokså kompakt og isskuret bergparti øst i kartleggingsområdet. Bildet er tatt mot øst.*

Det er også enkelte V-Ø-strykende svakhetssoner og nedenforliggende kantet blokkmateriale i dette området.



*Figur 6: Oversiktsbilde over den østlige delen av kartleggingsområdet, som viser isskrute bergpartier og mellomliggende svakhetssoner og noe mer oppsprukket berg (gul sirkel).*

InSAR-data for området (NGU, 2024b) viser noe tegn til endringer (<10mm) i et parti nedafor Havrenos, men dette er i ei aktiv steinsprangur, så her må det påregnes noe nivåendringer i terrengoverflata. Storskala lineasjon indikerer nærvertikale sprekkeplan med strøk omtrent N-S vinkelrett på skrentretningen, så virkelig store utfall vurderes som lite sannsynlig.

NGUs løsmassekart i målestokk 1:250 000 (NGU, 2024c) viser at løsmassene i området består av bart fjell i øvre deler av dalsida, og tynt og usammenhengende morenedekke i midtre og nedre deler av dalsida, og en del skredmateriale nedafor Havrenos. I dalbunnen er det registrert elve- og breelvavsetninger. Marin grense ligger langt lavere enn Røldalsvatnet. I NADAG (NGU, 2024d) er det utført to grunnundersøkelser ved stamvegen gjennom kartleggingsområdet som viser at stedegne masser består av hard, grusig morene (<https://dokument.vegvesen.no/dokument/basis/fil/16755012> og <https://dokument.vegvesen.no/dokument/basis/fil/16755171>)

Observasjoner fra befaring viser at det er oppstikkende berg og nokså tynt løsmassedekke i nedre og øvre deler av dalsida under Havrenos, mens det i midtre deler av dalsida over Bergshagen byggefelt er ravinedybder som indikerer mektigere løsmassedekke enn antydning i kvartærgeologisk kartgrunnlag, og stedvis betydelige mengder bergblokker i løsmasseoverflaten (Figur 7) i terreng både med og uten løsneområder for steinsprang. Ellers samsvarer observasjoner i terrenget i grove trekk med kvartærgeologisk kart.





*Figur 7: Bratt løsmasseskråning over Bergshagen med mye blokkmateriale øverst i løsmassedekket. Bildet er tatt mot sør, altså nedover i skråningen.*

#### 2.4 Flyfoto og skråfoto

På Norge i Bilder (Statens vegvesen et al., 2024) er det flyfoto tilgjengelig for området for årene 1948-2022 som viser en betydelig gjengroing, spesielt i den vestre delen av påvirkningsområdet, mens det er tegn til stensprangaktivitet under Havrenos. I fotoserier etter 2010 er det tegn til utglidninger ovafor Remen, i området der det er registrert et jordskred.

Nasjonalbiblioteket (Nasjonalbiblioteket, 2024) har tilgjengelige skråfoto fra Røldal i årene 1880 til 1960-talet som viser et stort antall bilder fra området. Ved bruk av søkeord Røldal er det 223 bildetreff, med varierende kvalitet og relevans. Generelt er det i tidligere tider mindre vegetasjon og steinsprangura under Havrenos viser aktivitet i mange av bildene. Nedafor er noen av de relevante bildene listet opp:

- <https://www.nb.no/items/b1c804fa4f743db91bcdddce20c8e6f2?page=0> fra 1900 viser mindre lite vegetasjon i østre deler av kartleggingsområdet.
- <https://www.nb.no/items/89ba63685b6f8db3d2b461856782a119?page=0> fra 1900 viser noe mindre vegetasjon i vestlig halvdel av området.
- <https://www.nb.no/items/1266d5b00a0172339aa65c9c16acc0fe?page=0> fra 1934 viser mindre vegetasjon og et lite masseuttak under Havrenos.

- <https://www.nb.no/items/1e20a9129924654236c68e580da0d87f?page=0> fra 1959 viser mulig store skredblokker som i dag er fjerna (Figur 8). Mulig avsatt etter løsmasseskred i tungeformet avsetning som i dag er synlig i nedre deler av dalsida. Avmerka i reg.kart.
- <https://www.nb.no/items/87c686c8ac29eddce6fd6e8da4e4c5ec?page=0> fra 1959 viser aktiv skredur under Havrenos.
- <https://www.nb.no/items/717ab3b4d2c6db361407ceb87fa478b9?page=0>, muligens fra 1950-talet viser hele kartleggingsområdet fra avstand, og indikerer mindre vegetasjon og at steinsprangura under Havrenos er aktiv.



Figur 8: Mulig skredavsetning med skredblokker i løsmasseoverflaten som i dag er fjernet, vises med rød ellipse. Foto fra 1959. (Kilde: Nasjonalbiblioteket).

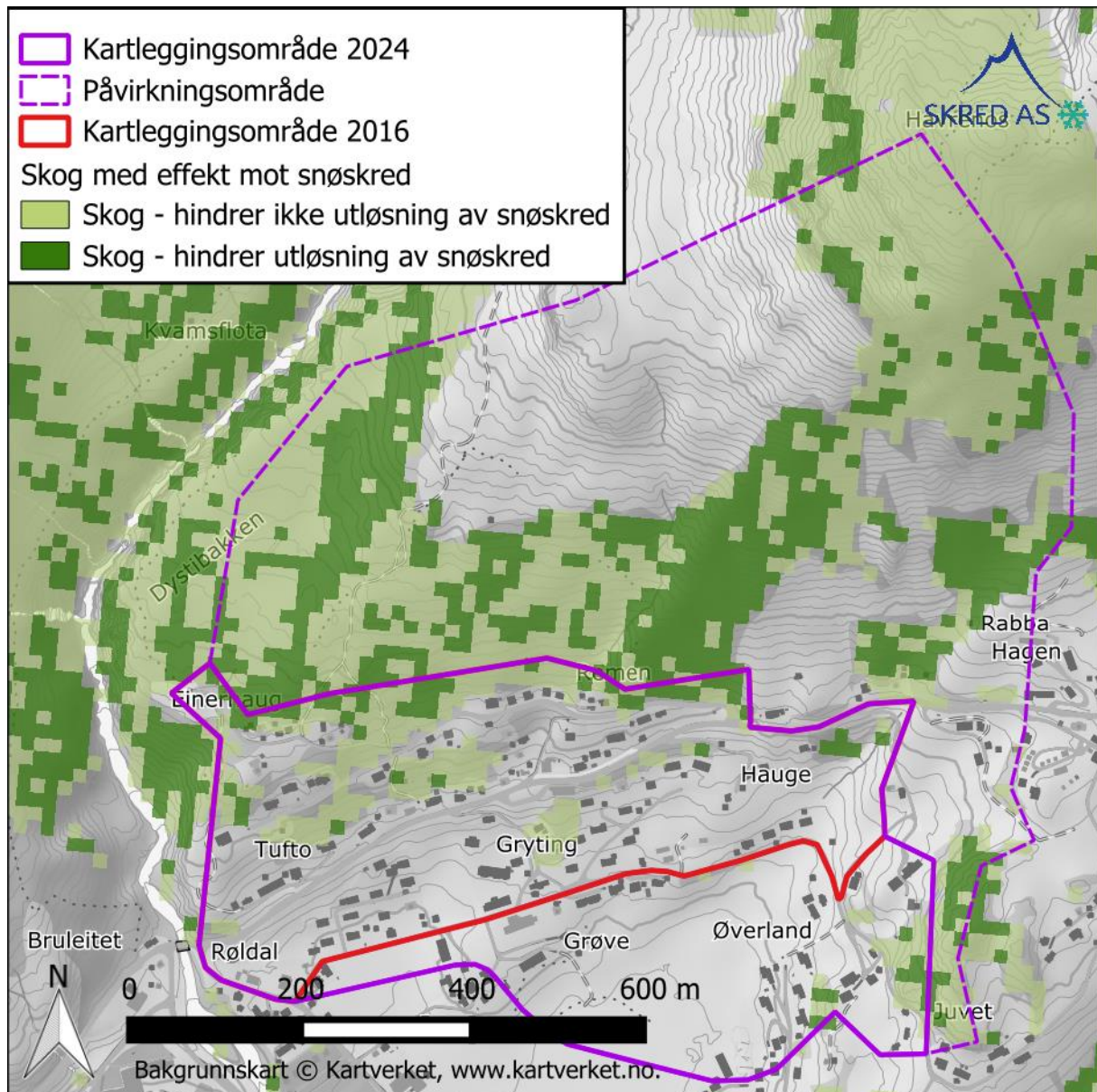
## 2.5 Skog

NIBIOs skogressurskart SR16 (NIBIO, 2024) viser at skogen i området består av lauvskog med kronedekningsgrad for det meste mellom 52-93, den er mindre på innmark og i skredur. Tregrensa i området ligger på ca. 900 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, 2024a). 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, 2024), 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. Analysen viser at skogen stedvis vil redusere snøskredfarens betydning, mens den i enkelte bratte partier ikke vil gi fullstendig sannsynlighetsreduksjon (Figur 9). Observasjoner fra befaring samsvarer godt med dette, og er stedvis noe tettere enn dette datasettet viser. Skogen er for det meste godt utvikla med utstrakt beite mellom trær med en typisk dbh på 20-30 cm, men varierer 15-40 cm.



Figur 9: Kart som viser skogens effekt mot snøskred. Skog som ikke fullt ut fjerner snøskredfarens betydning, vil uansett kunne gi en redusert sannsynlighet for skredutløsning.

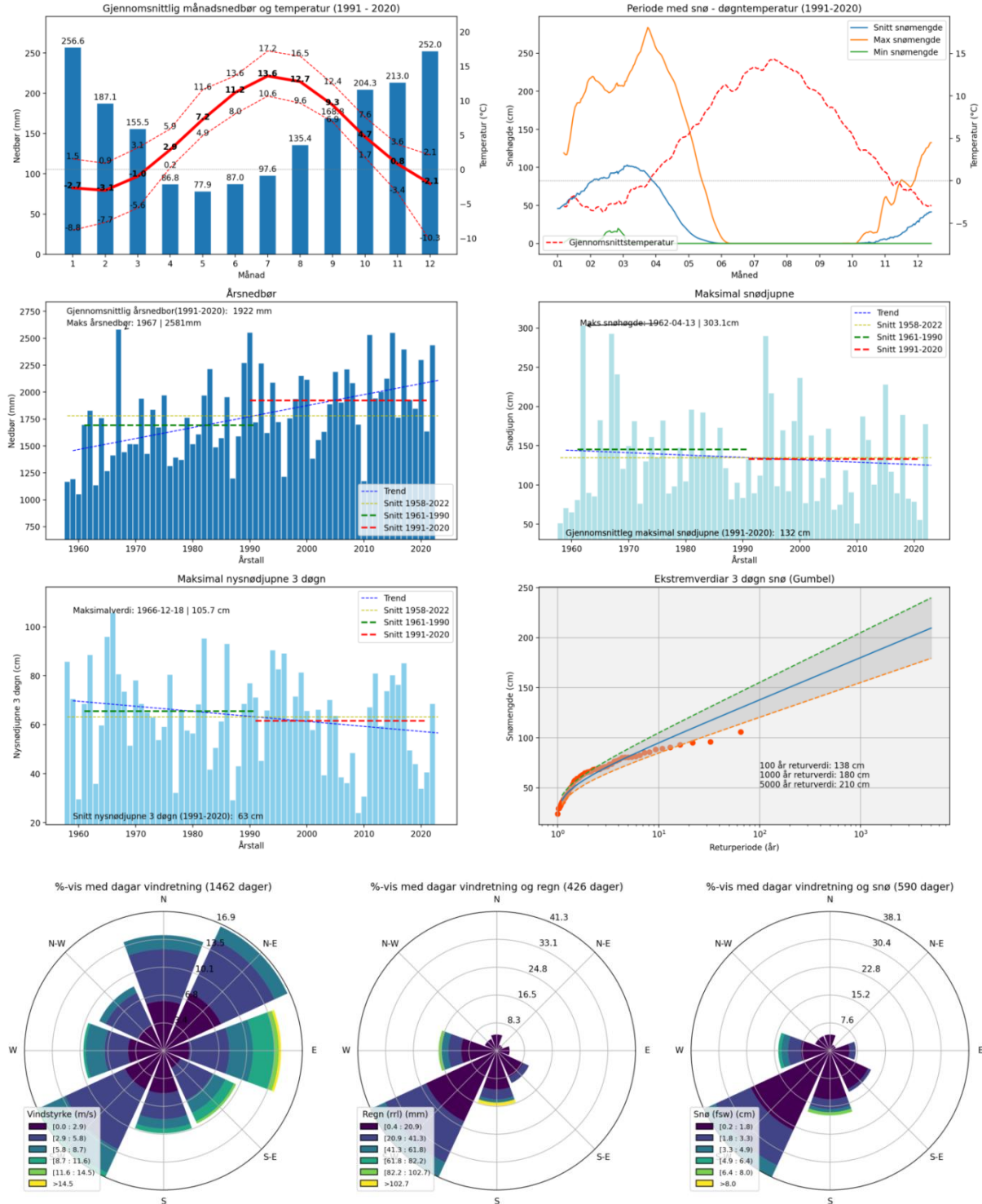
## 2.6 Klima

For steinsprang og steinskred vurderes klimadata å ikke ha en avgjørende betydning i for utløsning av skred (NVE, 2024a). 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.

### Klimaoversikt for Simlehovden (452 moh.)

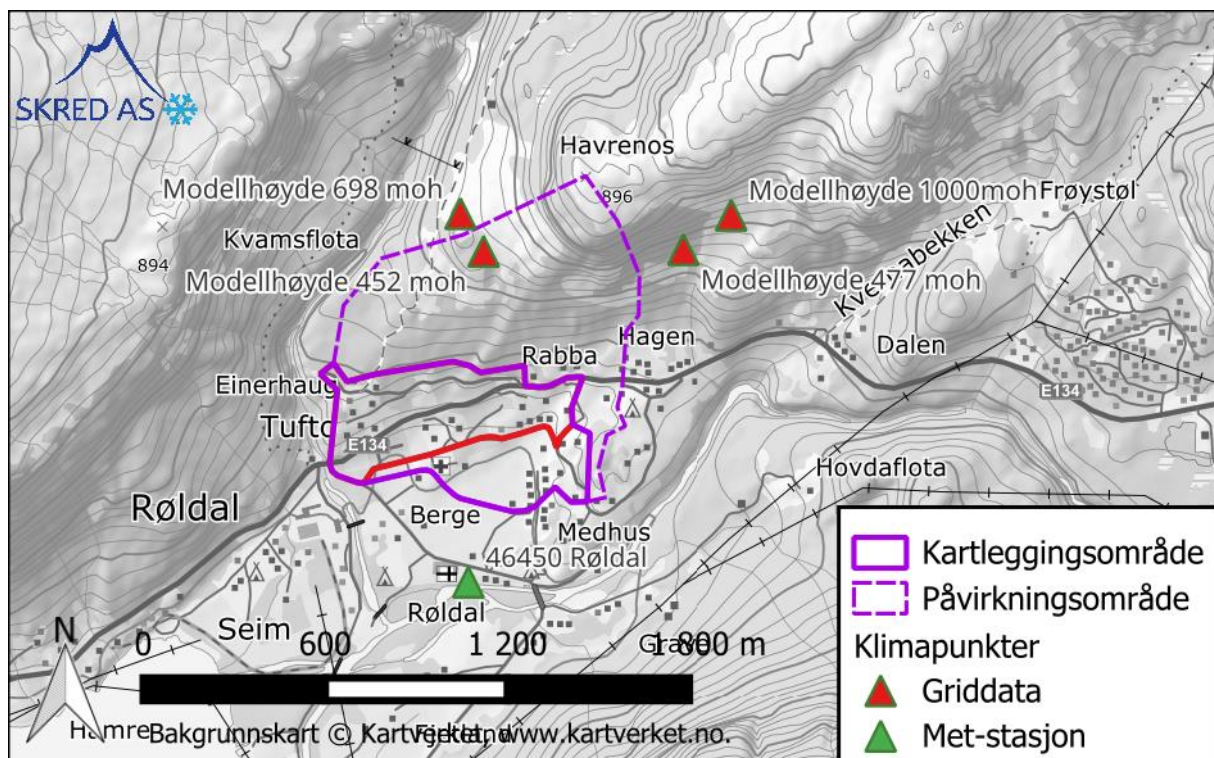


Figur 10: Klimaoversikt for den sørøstre gridcellen (figgggggur) med modellhøyde på 452 moh. som dekker mye av påvirkningsområdet. Vindretninger er hentet fra nordøstre gridcelle med modellhøyde 1000 moh. (Asplan Viak and NVE, 2024).



Snøskredfaren kan utelukkes basert på topografiske og vegetasjonsrelaterte betraktninger i store deler av påvirkningsområdet, men det er ønskelig også å vurdere skredfaren uten skog. Det er derfor utarbeida en klimaanalyse for området, som grunnlag for snøskredsimulering i området, den er også vurdert opp mot klimaanalyser utført i 2016.

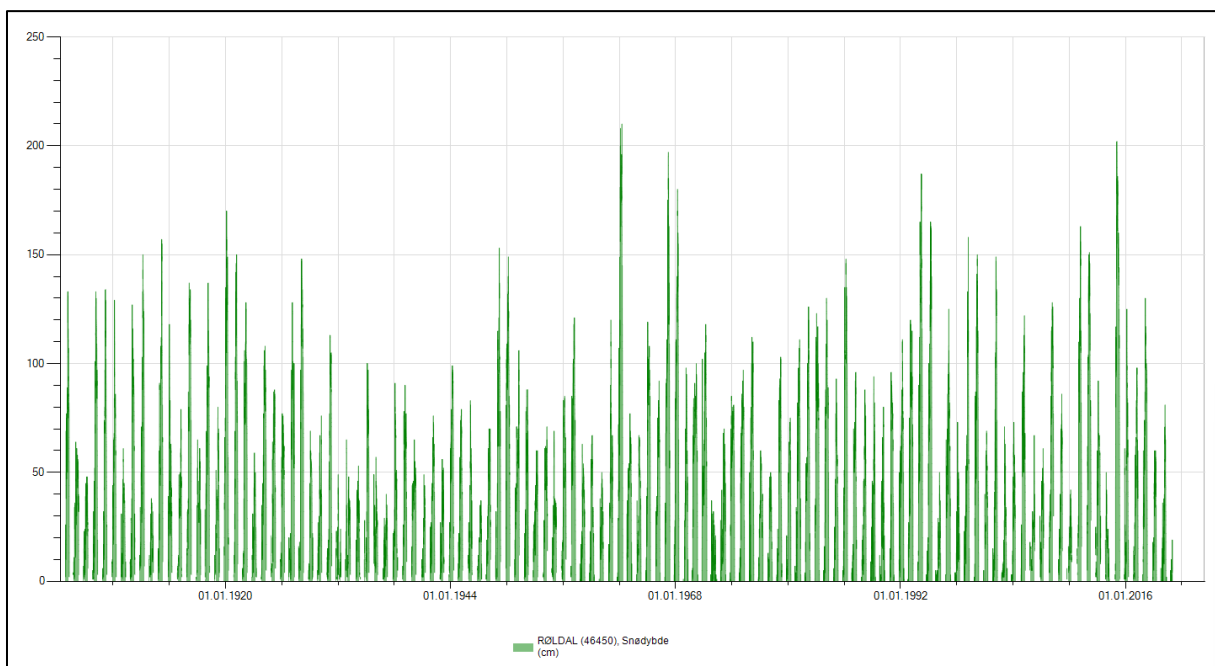
Data fra AV-klima (Asplan Viak and NVE, 2024) med en griddet tidsserie tilbake til 1957 for nedbør og snø og er hentet 2024-05-27, og viser at området er nedbør- og snørikt. Vinddata har sitt datagrunnlag fra værmodellen Meps med 2.5 km<sup>2</sup> romlig oppløsning, og som er nedskalert til 1x1km<sup>2</sup> med data fra 01.03.2016. Ettersom påvirkningsområdet ligger innafor/ved fire gridceller med sprik i datagrunnlaget (Figur 11), har vi regnet ut relevante gjennomsnittsverdier fra de fire klimagrid-cellene. Aktuelle modellhøyder er 1000, 698, 477 og 452 moh, med et gjennomsnitt på 656,7 moh. Gjennomsnittlig årsmiddelnedbør i perioden 1991-2020 var 1906-1922 mm, og maksimalt 2544-2595 mm (Figur 10). Gjennomsnittlig maksimal snødybde i samme periode var 132-299 cm, mens de mest ekstreme snødybdene er fra 1962, 1967 og 1994 med 303-449 cm snø. Gjennomsnittlig årlig maksimal nysnøtilvekst for 3 døgn er 62-75 cm, mens de mest ekstreme verdiene i datasettene er 103-128 cm registrert den 18-19. desember 1966. Returverdier for 3 døgns nysnø for hhv. 100 år, 1000 år og 5000 år er 132-157 cm (gj.snitt **142 cm**), 171-203 cm (gj.snitt **184 cm**) og 198-235 cm (gj.snitt **214 cm**). Området har en god del vind fra alle retninger gjennom året (Figur 10). Snøførende vind kan komme fra alle retninger, men viktigste dominerende snøførende vindretning er fra vestlig sektor og i særdeleshet fra sørvest.



Figur 11: De aktuelle klimapunktene lokalisert i ulike gridceller som er relevante for området. Meteorologisk stasjon med data fra 1902 er også vist.



Klimaanalyser utført i 2016 (Skred AS, 2017) indikerer til sammenligning bruddkanthøyder korrigert for høyde på 100-120 cm ved en årlig sannsynlighet på 1/1000 og 110-150 cm for 1/5000. Inkludert påslag for le-faktor og medrivning er benyttet bruddkanthøyde **140-160 cm** og **170-210 cm for hhv. 1/1000 og 1/5000**. Måleserien er fra 1902 (Røldal met.st.id. 46450) like ved Røldal stavkirke (Figur 12), og betydelig lengre enn det griddede datasettet fra 1957 (Figur 10). Største registrerte 3d nysnøtilvekst er 92 cm i 1927. Ved å sammenligne f.eks. største målte snødybde (Figur 12) med gridcelleverdiene for største snødybde fra Røldal sentrum (Figur 10) ser en at grid-data overestimerer maks snødybde med omtrent 90 cm, en betydelig forskjell. Bl.a. på grunn av dette og forskjellen i tidsserielengde, vil verdiene utarbeidet i 2016 vektlegges i denne rapporten framfor å benytte de nyere griddede dataene som ser ut til å overestimere ekstremverdiene.



Figur 12: Registrerte snødybder ved met-stasjon 46450 ved Røldal stavkirke ca. 250 meter sør for kartleggingsområdet (Figur 11). (Kilde: <https://graphapp.xgeo.no/index.html?X=42398&Y=6660828&searchT=10000&stationId=46450.2002&app=xgeo>)

Norsk klimaservicesenter har utarbeidet klimaprofiler for de tidligere fylkene i Norge (Norsk Klimaservicesenter, 2023). De mest relevante forventede endringene for Vestland 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).

## 2.7 Historiske skredhendelser

NVE Atlas (NVE, 2024b) viser noen relevante skredhendelser i området, (Figur 3):

- 1) 26. juli 1753. «Ullensvang, Røldal. Gardane **Grøve** og **Medhus** (og Tvete?), nord for Røldalsvatnet, under Midnuten, var også råka på same tid som **Hagen**. Ein ofseleg flaum skjedde den 26/27. august 1763, som løyste også jord- og steinskred. 6 store steinskred gjekk over garden Grøve og Medhus frå det høgste fjellet heil ned til elva. La etter seg store steinmassar på åker og eng. Det kom også liknande skred på Seim og fleire stader i Røldal på denne tida. Dei fekk skatteavtak.» Samme tidspunkt som hendelsen beskrevet under (1763 og ikke 1753 som det står i overskrifta), da det gikk flere skred i området.
- 2) 27. aug. 1763. «Odda. Røldal. Garden **Hagen**. Ein ofseleg flaum skjedde den 26/27. august 1763, som løyste også jord- og steinskred. Særleg gjekk eit stort steinskred over garden Hagen, la etter seg store steinmassar på åker og eng. Det kom også liknande skred på Seim og fleire stader i Røldal på denne tida. Tingreferat om hendinga som vedlegg, Kartreferansen er ca.» Samme tidspunkt som i nedtegnelsen over, med flere skred i området.
- 3) 1. jan. 1995. «Skredbeskrivelse: Odda, Bergshagen i Røldal. i lia oppenfor Bergshagen har det gått eit lite jordskred, men det har vore eit større parti på oppsida som òg har vore i bevegelse. skredhendinga er delvis synleg på ortofoto frå 2003, 2006 og 2011, men det har truleg vore ein ny hending etter 2010 fram mot 2013 kor siste ortofoto er tatt i område.»
- 4) 25. nov. 2015. «Skredbeskrivelse: Odda, Bergshagen i Røldal. ein stein har losna frå ein mur i toppen av ein skrent og hamna inn på altanen til huset på nedsida. skredhendinga vart synfara av Norconsult den 25. nov. 2015, men har truleg skjedd noko tid i forkant av synfaringa.» Ikke en skredhendelse, men en blokk fra en tørrmur.
- 5) 18. april 2001. «Steinskred, uspesifisert». Trolig en remobilisert blokk i løsmasseskjæring, ettersom det ikke fins kildeområder for steinsskred og steinsprang ovafor. Registrert av SVV.
- 6) 11. jan. 1997. «Snøskred, uspesifisert». Trolig et mindre snøskred eller utglidning registrert av SVV som har truffet vegen ved bensinstasjonen øst for kartleggingsområdet.
- 7) I tillegg er det en feilplassert snøskredhendelse ved Berge i 2017. RegObs viser at denne er ved skisenteret (<https://www.regobs.no/registration/119867>).

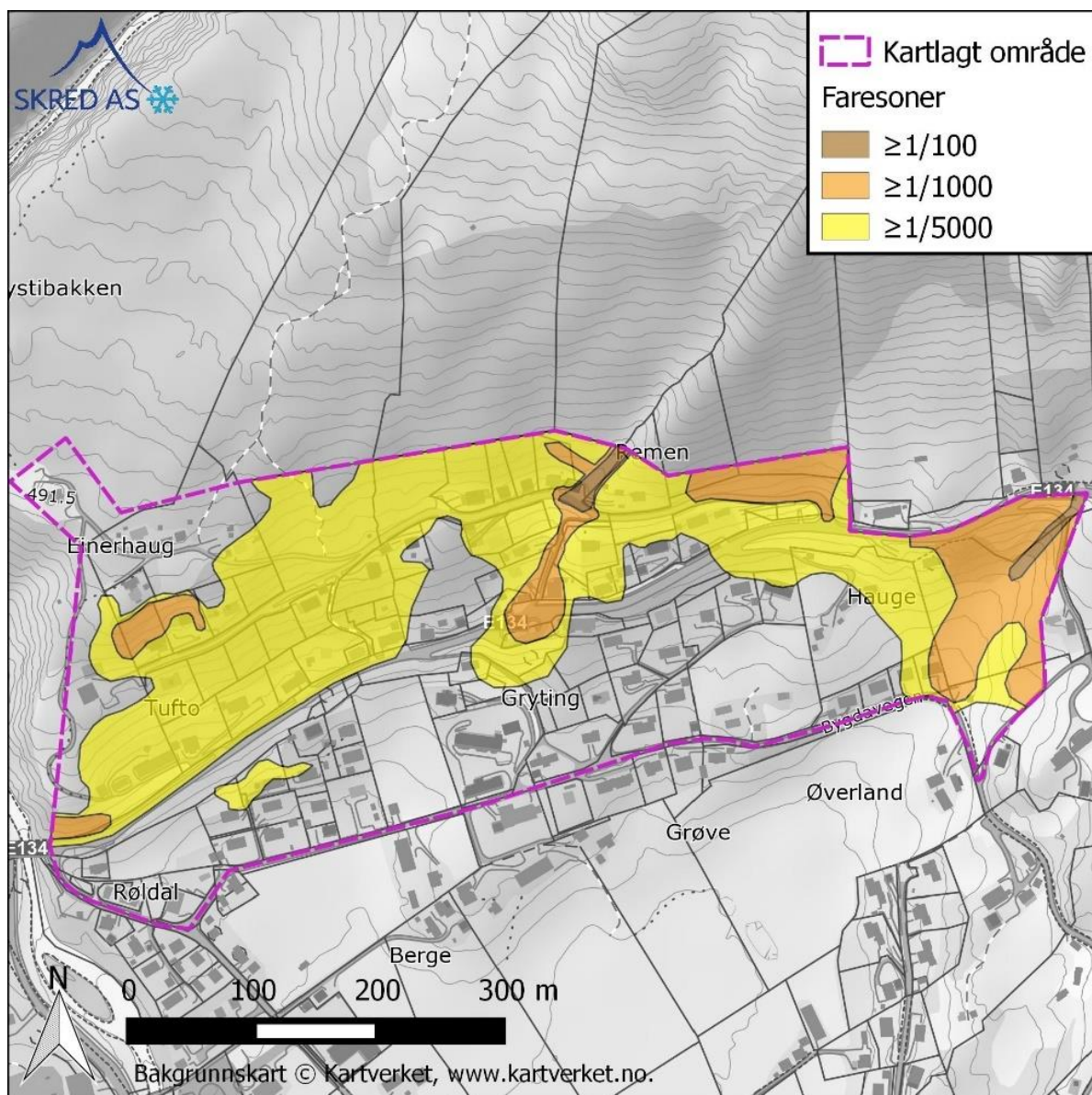
## 2.8 Tidligere skredfareutredninger

Vi har kunnskap om tre relevante rapporter i området:

- Skred AS har utarbeida en skredfarevurdering av Bergshagen i Røldal i 2016, revidert i 2017 (<https://webfileservice.nve.no/API/PublishedFiles/Download/db36df8a-9816-4c10-9790-9aec5e7d521b/201838369/3396260>). Utarbeidede faresoner er vist i Figur 13. Denne rapporten du nå leser er en utvidelse av rapporten fra 2016/2017.

- Tore Dolvik, kommunegeolog, har tidligere vurdert skredfare i boligfeltet. I vurderingen konkluderes det blant annet med følgende:
  - o «Kommunegeologen har ikkje ut frå synfaringa funne argument for at det ikkje kan vere skredfare mot område.»
  - o «Ein utvida skredvurdering som viser til byggtেকnisk forskrift (TEK10 §7-3) (Faresonekart) er dermed nødvendig om det vert planlagt utbygging i eller i nærleiken av aktsemdområda for skred.»
- Norconsult utarbeida et befaringsnotat etter steinspranghendelsen ved Bergshagen 36 i 2015. Kildeområdet var en steinmur på naboeiendommen Bergshagen 54.

Vi har ikke kjennskap til andre skredfareutredninger med relevans for området, verken i NVE Atlas (NVE, 2024b) eller NVEs rapportdatabase (NVE, 2024c).



Figur 13: Faresonekartet fra rapporten i 2016/2017.

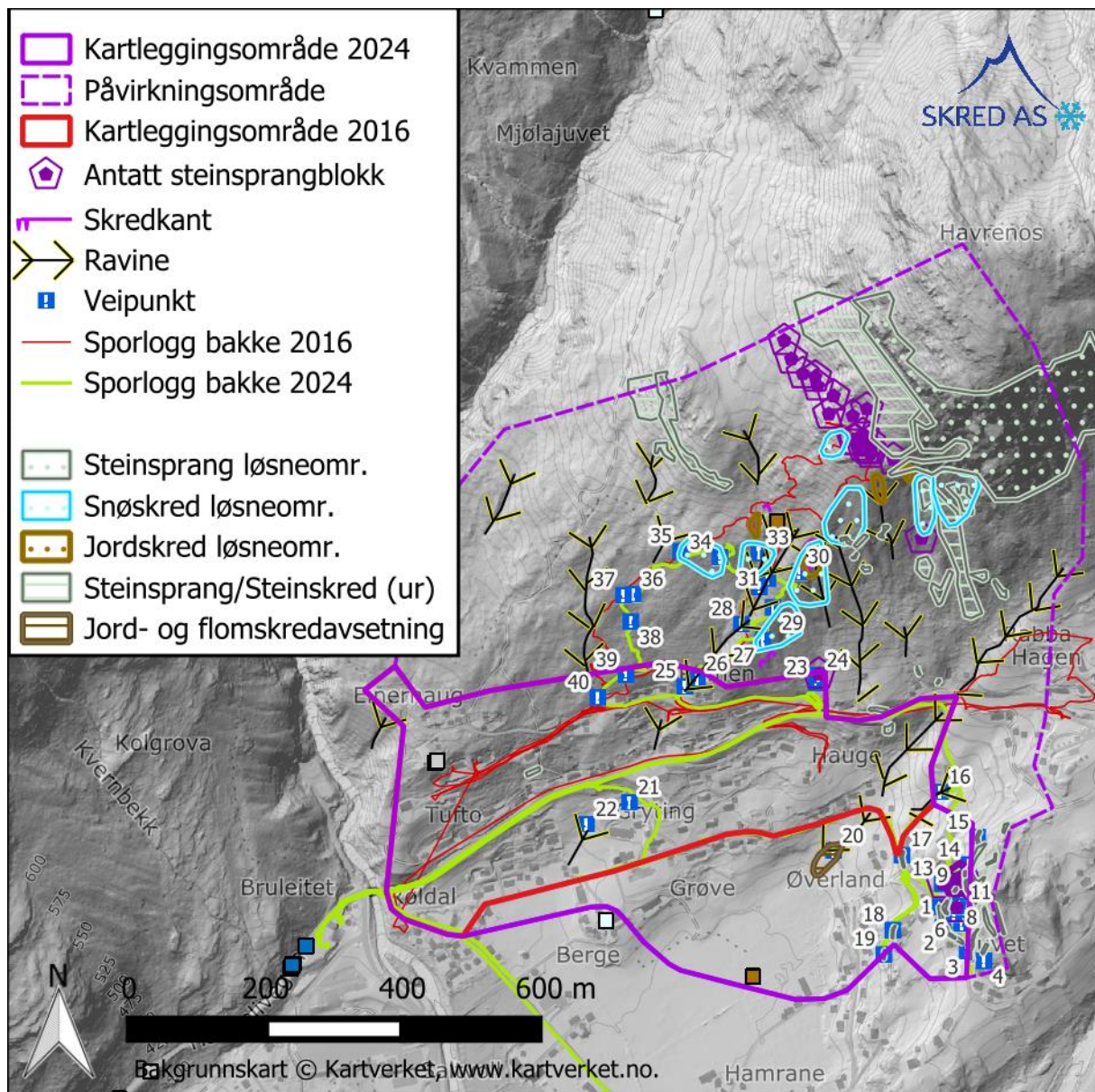
## 2.9 Eksisterende skredsikringstiltak

Vi har ikke kjennskap til noen eksisterende sikringstiltak med relevans for området annet enn overvannsgrøfta over Bergshagen 6,8 og 10, verken i NVE Atlas (NVE, 2024b) eller andre kilder.

## 2.10 Befaring

Befaring i området ble utført i 2016-10-27 av Kalle Kronholm og i 2024-05-28 av Hans G. Grue, begge Skred AS. Værforholdene under befaring var gode med bra siktforhold begge gangene. Ved siste synfaring har vi benyttet digitale kart underveis på befaring, og registreringer er gjort direkte i disse kartene. Sporlogg og registreringer fra befaring er vist i registreringskartet i Figur 14 og Tabell 2.





Figur 14: Registreringskart for kartleggingsområdet og påvirkningsområdet. Forklaring til GPS-punkt er gitt i Tabell 2. Skredhendelser er også påført, men tegnforklaring er ikke inkludert, ettersom denne vil ta mye plass i kartutsnittet og følger NVE-atlas standard.

Tabell 2: Oversikt over registreringer gjort i felt.

GPS-punkt	Beskrivelse
1	Kompakt skrent. Iserodert.
2	Bergingskjæring
3	8m skrent. Dypt forvitra.
4	6 m skrent bak hus. Ikke utløp på veg
5	Tre store blokker dypt forvitra
6	Rydningrøys i søkk.
7	Mulig steinsprangblokk 1x0,5x0,5m. Dypt forvitra.



8	Runda blokk ved tre d0,5m. Søkk med flere mobiliserbare blokker.
9	Kompakt skrent. Høyde 5m. Mye rydningmateriale mellom skred og gult/grønt skur
10	Søkk med rydningsmateriale.
11	Steingjerde 50 % kantet materiale. Resten runda eller kantrunda
12	Svakhetssone med spredte steinsprangblokker 0,5x0,5x0,5m og liten ur.
13	1,5 m spiss blokk. Mulig del av steinskredavsetning?
14	Iserodert skrent 12 m bak stall eller garasje.
15	Iserodert skrent h 6m.
16	Flomskredbane, mulig. Mest kanta matr i steingard. Noen runda blokker.
17	Sognemur og bergskjæring.
18	5m skrent. Noe oppsprukket.
19	Liten skrent dypt forvitra.
20	Flomskredlobe? 20x50m?
21	ikke relevant
22	Runda bl d 4m. Tidlig postglasial
23	Runda bl 0,5 m og mektig løsmassedekke.
24	Stp bl 3x2x2m, pluss flere mindre
25	Inntak 80cm. Riståpn 10cm
26	Runda bl 0,5 m, og 40% kanta
27	Ok løsneområde for snøskred uten skog. 35 grader. Kronedekning ca. 80% . Dbh 10-40cm. Osp og bjørk
28	Mye skredblokk
29	Tre store kantrunda bl. på rekke langs kanten av ravina. Levee?
30	Ok løsneomr uten skog. Mest grov osp. Dbh 20-30 kronedekn 90%
31	Ur
32	Sildrebekk med litt massetrsp.
33	Blokkrikt, mest morene. <5% er remobiliserbare
34	Ok løsneomr mot vest. Lite blokk og ruhet akkurat der. Mer blokk og ruhet mot øst.
35	Ikke relevant
36	Ikke optimalt løsneomr uten skog. Støtte i fot. God ruhet
37	Vannsig
38	Vannsig
39	Avledningsgrøft. D 1m
40	Blokk i ravine

## 3 Skredfarevurdering

### 3.1 Steinsprang

Det er tre kildeområder av betydning for kartleggingsområdet:

- Høye skrenter sørvest for Havrenos
- Høye skrenter sørøst for Havrenos
- Lavere «lokalskrenter» øst for kartleggingsområdet

Utfall av enkeltblokker fra skrentene **sørøst og sørvest** for Havrenos må forventes med jevne mellomrom og årlig løsnings sannsynlighet forventes å være større enn 1/100. På bakgrunn av observerte avsetninger og topografi ventes få prosent av steinblokkene å nå forbi uravsetningene i foten av skrentene (Figur 14). Fra skrentene **sørvest** for Havrenos vil hovedparten av blokker stoppe i urfoten. Enkelte blokker kan nå ut over ura, og vil kanaliseres ned i forsenkningen mot Remen. Erfaringsmessig vil blokker stoppe i forsenkningen der det stedvis er store ansamlinger av skredblokker og stor ruhet, (F.eks. pkt 28 og 31 i Tabell 2 og Figur 15) før de når ned i boligfeltet.



*Figur 15: Store kantede dypt forvitra blokker (gul sirkel) i ravina som leder ned mot Remen, trolig grovblokkede skredavsetninger som i dag fungerer som barrierer for steinsprang og andre skredmasser. Enkelte runda/kantrunda blokker på  $< 1 \text{ m}^3$  blokker (rød sirkel) kan være avsatt av løsmasseskred, eller remobiliserte moreneblokker fra ravinesidene.*

Konservative simuleringer utført i programvaren Rockyfor3d (ecorisQ, 2016) med ellipsoidiske blokker på 1 og 14 m<sup>3</sup>, starthøyde på 0,5 m og utfall av 100 blokker fra alle grid-celler på 2m x 2m brattere enn 52 grader, og ellers parameteroppsett som i gjeldende FoU (NVE and NGI, 2020) med Rapid Auto Simulation, viser hvor blokkene stanser. Simuleringene indikerer at steinsprang i teoretisk forstand kan forsere Bergshagen og stanse opp ved Haukelivegen (E134), i hovedsak ved Remen (Figur 16). Sannsynligheten for dette mener vi er mindre enn 1/5000, bl.a. grunnet betydelig ruhet pga. storblokker i ravina som leder ned mot Remen.

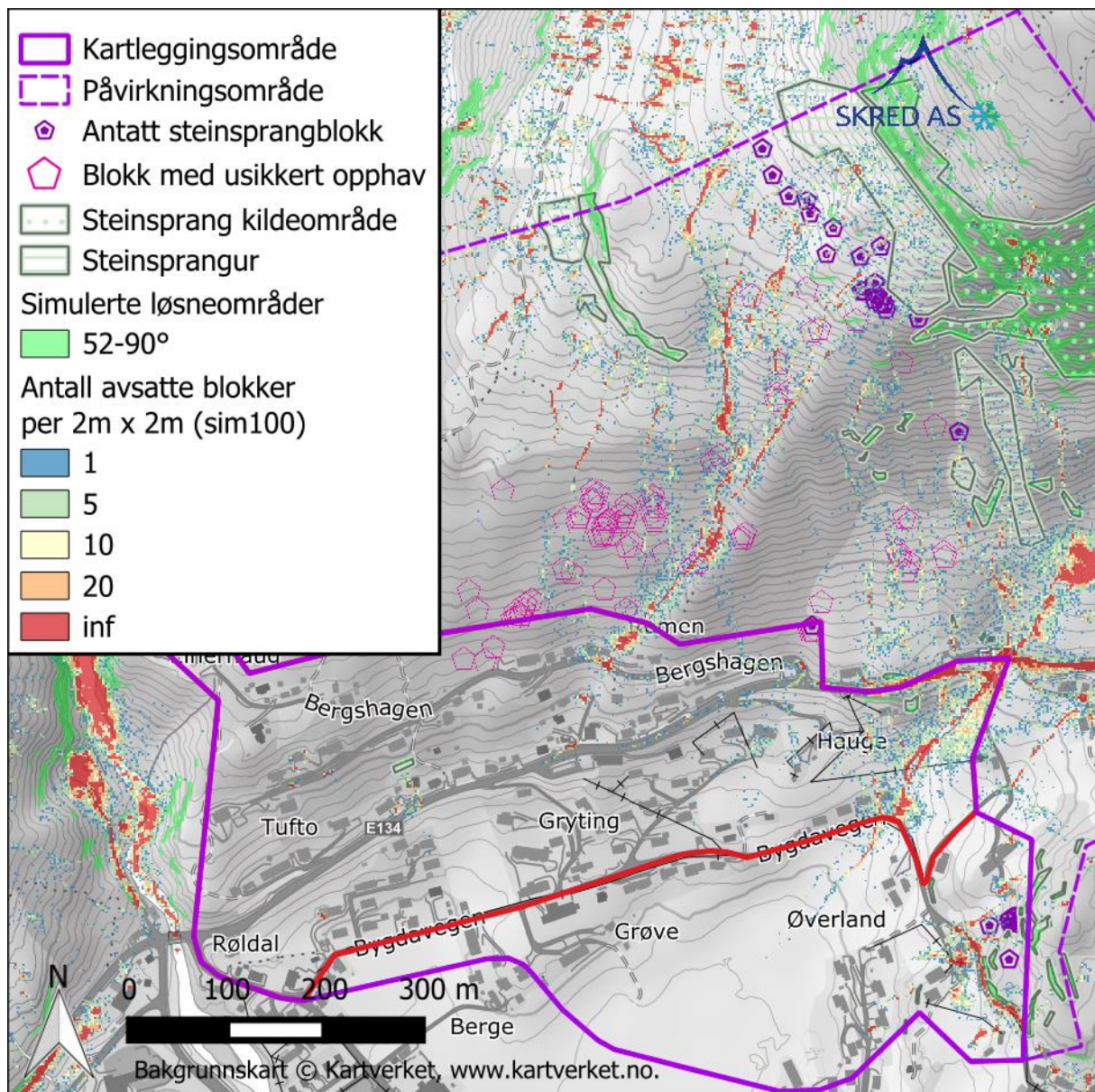
Fra skrentene **sørøst** for Havrenos er terrenget forholdsvis bratt ned til 100 m ovenfor grensen til kartleggingsområdet, ved E134. Svært sjeldne, store steinsprangblokker kan trolig nå frem til E134 med en årlig sannsynlighet større enn 1/5000, men hovedparten av blokkene vil stoppe ovenfor E134 med en sannsynlighet større enn 1/1000. Kildeområdet med den største frekvensen av utfall er trolig ovafor den største steinsprangura (aktiv) ovafor nordøstre hjørne av kartleggingsområdet. I denne ura er det tegn etter relativt ferske steinblokker og simuleringer viser at steinsprangblokker kan forsere E134 (Figur 16). Flogstein er ikke aktuelt fra utfall ved Havrenos fordi nokså slakt terreng med løsmassedekke nedafor kildeområdene vil gi rullende blokker og lite oppknusingspotensiale.

De mindre lokalskrentene med egenhøyder opp mot omtrent 15 meter ved **østlige** deler av kartleggingsområdet, er i hovedsak isskuret og kompakte og med få tegn til blokkutfall og årlig løsnesannsynlighet er derfor for det meste vurdert til å være rundt 1/5000 og lavere i en del av skrentene. Det er likevel en svakhetssone med en del kantet blokkmateriale i små urer og rydningsrøysen og steingjerder som indikerer en årlig løsnesannsynlighet større 1/1000. Utløp blir begrensa gitt skrentenes moderate egenhøyde, og er vurdert ut ifra topografi, ruhet og observerte skredblokker, og sammenligna med simuleringsresultater med mindre blokkstørrelser på (1 og 0,5 m<sup>3</sup>) enn i kildeområdene rundt Havrenos.

Skogen i de områdene steinsprang er aktuelt påvirker etter vår vurdering løsne- og utløpsannsynligheten i svært liten grad fordi det ikke fins skog av betydning i løsneområdene, og at skogen i utløpssonene i veldig liten grad vil kunne stanse steinsprang med skadepotensiale som har relevans for faresoneutstrekningen.

Vi vurderer derfor at den årlige sannsynligheten for steinsprang i deler av kartleggingsområdet er større enn 1/1000 og 1/5000, og mindre enn 1/100, både med og uten skog.





Figur 16: Eksempel på en simulering med 100 ellipsoidiske blokkutfall på  $1 \text{ m}^3$  per  $4 \text{ m}^2$ , som viser hvor blokkene stanser.

### 3.2 Steinskred

Rundt toppunktet av Havrenos er det flere parallelle linesjoner. Disse løper omtrent nordvest-sørøst, men har ikke åpenbare tegn på ustabilitet som innsynkning e.l. Med disse sprekkesettene kan det kanskje være mulighet for utfall av større fjellvolum fra Havrenos, men InSAR-data for området (NGU, 2024b) viser ingen tegn til bevegelse av betydning som er relevant for steinskred, og vi vurderer derfor årlig løsnensannsynlighet som mindre enn  $1/5000$ , og har derfor ikke detaljvurdert slike hendelser.

I motsatt dalside er det identifisert ustabile fjellparti i Fjetlandsnuten vest ([https://geo.ngu.no/kart/ustabilefjellparti mobil/](https://geo.ngu.no/kart/ustabilefjellparti_mobil/)), men det er ikke ferdig analysert. Årlig



sannsynlighet for at evt. steinskredmasser fra dette partiet skal kunne forsere elva og inn i kartleggingsområdet mener vi er mindre enn 1/5000.

Det er også ustabile fjellparti under kartlegging nord for Røldalsvatnet ([https://geo.ngu.no/kart/ustabilefjellparti\\_mobil/](https://geo.ngu.no/kart/ustabilefjellparti_mobil/)): Nilsanuten 2, Nilsanuten 3 og Håravika. Store utfallsvolum vil ikke treffe kartleggingsområdet, men vil kunne gi flodbølger i retning kartleggingsområdet, men da må oppskyllingshøyden bli større enn 8 meter for at det skal ramme kartleggingsområdet. Om dette kan skje har ikke Skred AS kompetanse til å vurdere og det inngår heller i skredfarekartlegging iht. NVEs veileder. Det er derfor ikke vurdert i denne utredningen. Dette er under utarbeiding av NGU.

### 3.3 Snøskred

I Røldals-området tilsier klima- og skredhistorikk at snøskred inntreffer. Snøskred er en aktuell skredtype under dagens vegetasjonsforhold i løsneområder opp mot Havrenos (A, B og C i Figur 18 og Figur 14), der løsnesannsynligheten vurderes som større enn 1/1000. Ingen snøskredhistorikk i påvirkningsområdet, brattere partier ovafor som vil gi hyppige utglidninger som reduserer dannelsen av lagdelt snø, og/eller små løsneområder bidrar til at vi vurderer løsnesannsynligheten til mindre enn 1/100. De øvre delene av fjellsidene sørvest og sør for Havrenos er for det meste for bratte til at det bygges opp store snømengder før snøen sklir ut. I tillegg er fjellsiden konveks langs horisontalplanet.

Nedenfor skrentene er skogen med på å redusere sannsynligheten for utløsning av snøskred (Figur 17). Skogen er vurdert å gi tilstrekkelig sannsynlighetsreduksjon i de nokså begrensede løsneområde, vurdert på bakgrunn av observasjoner i felt, ortofoto og dronebilder.



Figur 17: Foto viser skogforholdene ved løsneområde F, som er ganske typisk for denne delen av påvirkningsområdet.



Områder som avviker fra dette er som nevnt område A, B og C i Figur 18, og kjennetegnes ved at de enten er i 1) mindre forsenkninger/renner omtrent parallelt med fallinja, der det kan samles større snømengder enn ellers i fjellsiden, eller 2) enkelte mindre områder som er svakt konkave og med få trær. Fra disse områdene forventer vi at det kan løsne sjeldne, mindre snøskred. Dersom skredmasser er våte kan steinblokker dras med av skredmassene.

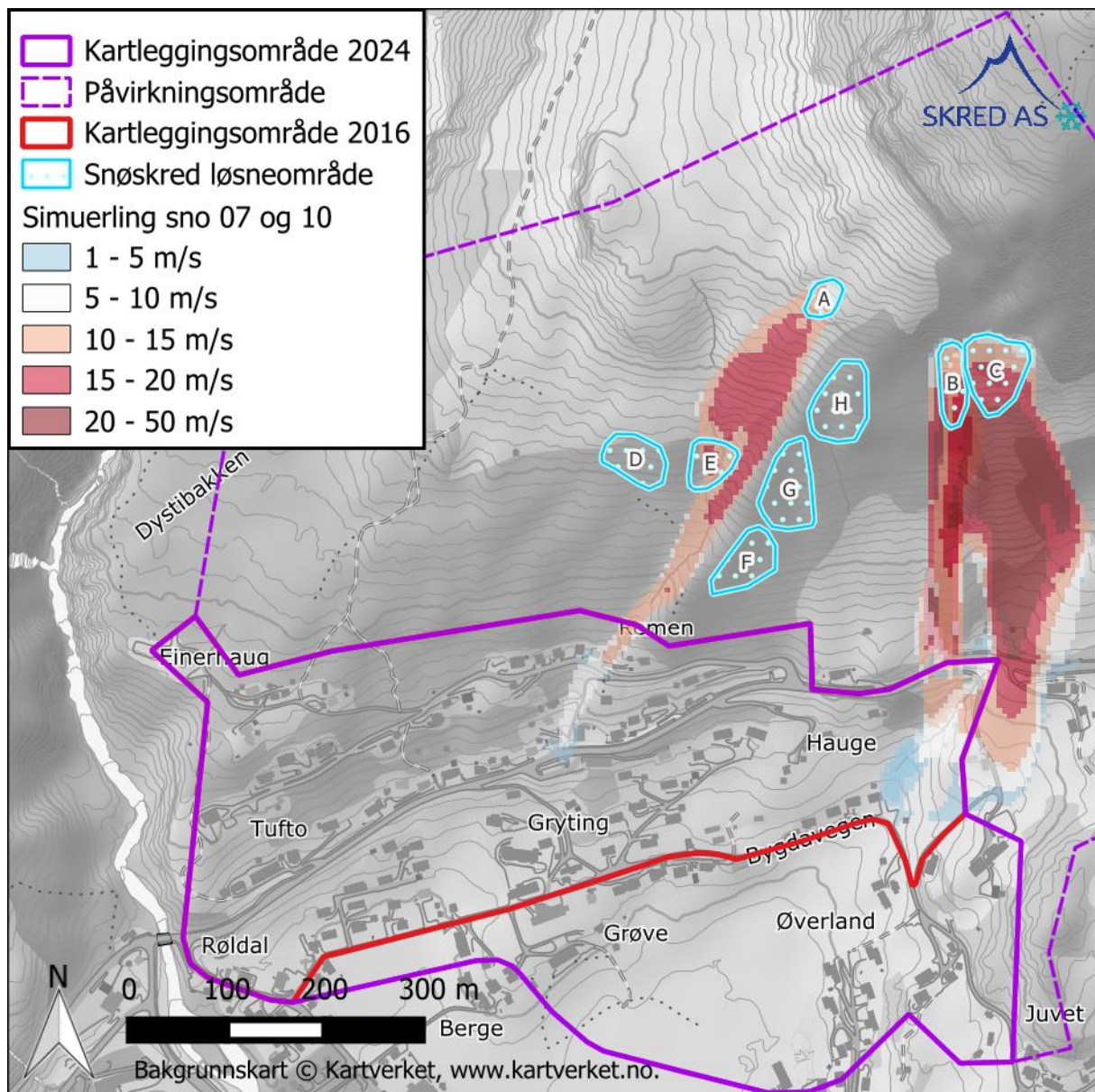
For å vurdere mulig utbredelse av snøskred har vi anvendt beregningsverktøyet RAMMS (Christen mfl., 2010). Potensielle utløsningsområder og skredutbredelse er vist i figur 18. Bruddkanthøyder mellom 140 og 210 cm som omtalt i avsnitt 2.6, og parameteroppsett på S300 og M300, er sammen med 5 meters horisontal modellopløsning anvendt som utgangspunkt for oppsett av skredscenarioer. Simuleringer er gjennomført uten vegetasjon og bygninger i modellgrunnlaget.

De ulike løsnedområdene for snøskred som er vist i Figur 12:

- A. 1038 m<sup>2</sup>, forsenkning, er aktuelt under dagens vegetasjonsforhold.
- B. 2016 m<sup>2</sup>, svakt konkav, er aktuelt under dagens vegetasjonsforhold.
- C. 3942 m<sup>2</sup>, svakt konkav, er aktuelt under dagens vegetasjonsforhold.
- D. 2494 m<sup>2</sup>, svakt konkav, er aktuelt dersom all skog fjernes.
- E. 1877 m<sup>2</sup>, forsenkning, er aktuelt dersom all skog fjernes.
- F. 2693 m<sup>2</sup>, svakt konkav, er aktuelt dersom all skog fjernes.
- G. 3764 m<sup>2</sup>, svakt konkav, er aktuelt dersom all skog fjernes.
- H. 3725 m<sup>2</sup>, svakt konkav, er aktuelt dersom all skog fjernes.

Vi vurderer på bakgrunn av de beskrevne forholdene over at den årlige sannsynligheten for snøskred i kartleggingsområdet er større enn 1/5000 og 1/1000, men mindre enn 1/100 under dagens vegetasjonsforhold.

Skredvind er ikke en aktuell problemstilling, da skredenes volum er relativt begrenset (<10 000 m<sup>3</sup>), kun overstiger en hastighet på 20 m/s over en kort del av skredbanen, og skredbanen ikke har knekkpunkter.

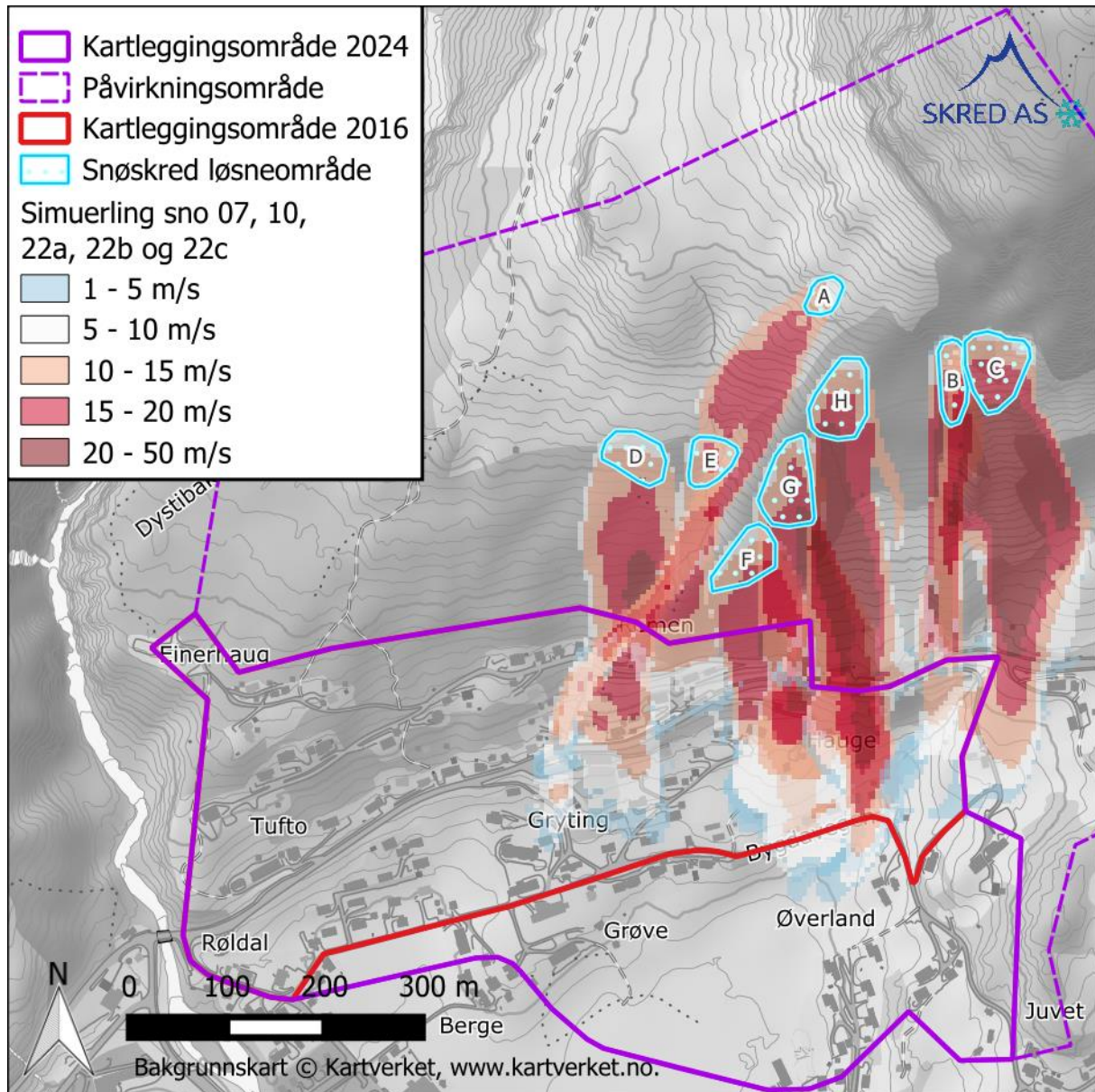


Figur 18: Eksempel på en beregnet skredutbredelse under dagens vegetasjonsforhold (sim: sno 07 og 10) som viser maksimal skredhastighet i skredløpet. Den viste beregningen tilsvarer omtrent et scenario for en skredhendelse med årlig sannsynlighet på 1/1000, der bruddkant er 140 cm. Friksjonsparametrene er M300 og oppløsning er 5 meter.

Dersom en ser vekk ifra all skog vil det bli flere løsneområder i påvirkningsområdet (D, E, F, G og H i Figur 14 og Figur 19), der skogen i dag har tilstrekkelig skredforebyggende effekt. Vi har benyttet samme parameteroppsett for disse løsneområdene som beskrevet i avsnittet ovenfor, og resultatene sammen med feltobservasjoner, bygningers effekt på skredutløp, skjønn, m.m. er med på å danne grunnlaget for faresoneavgrensning der snøskred blir den dimensjonerende skredtypen. En kan tydelig se at snøskred blir mer aktuelt i nordøstre deler av kartleggingsområdet, når en ser vekk fra skogens skredforbyggende effekt.



Dersom skogen fjernes i sin helhet i påvirkningsområdet vurderer vi på bakgrunn av de beskrevne forholdene over, at den årlige sannsynligheten for snøskred i kartleggingsområdet er større enn 1/5000 og 1/1000, men mindre enn 1/100.



Figur 19: Eksempel på en beregnet skredutbredelse uten skog i påvirkningsområdet (sim: sno 07, 10, 22a, 22b og 22c) som viser maksimal skredhastighet i skredløpet. De viste beregningene tilsvarer omtrent et scenario for en skredhendelse med årlig sannsynlighet på 1/1000, der bruddkant er 140 cm, og friksjonsparametrene er M300. Bygninger er ikke inkludert i simuleringsgrunnlaget.

### 3.4 Jordskred

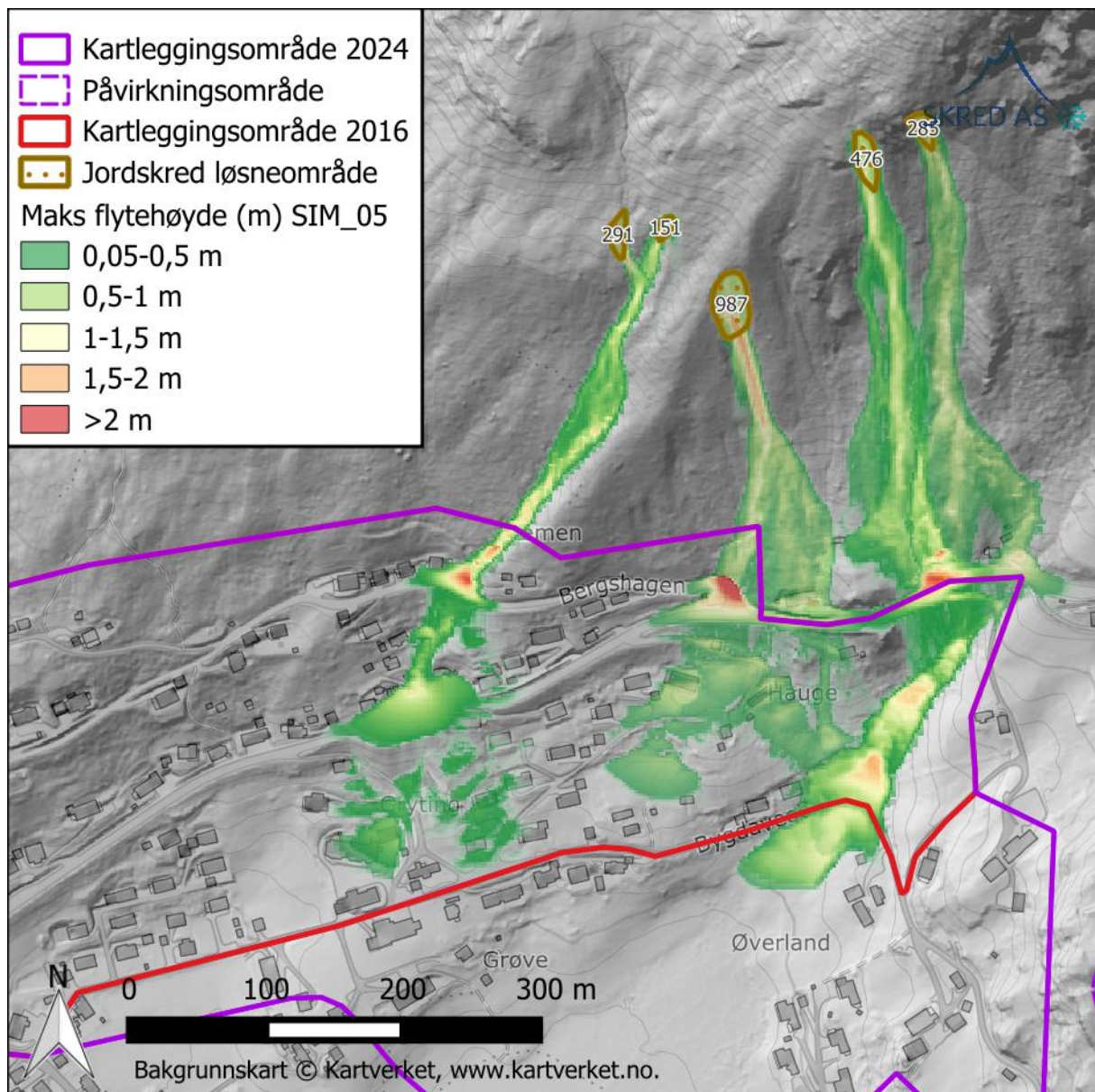
Historiske hendelser, og spor etter utglidninger i løsmassedecket indikerer at jordskred er en aktuell problemstilling i påvirkningsområdet. Plassering av løsneområder med størst sannsynlighet for utløsning samt vurdering av årlig sannsynlighet for utløsning av

Løsmasseskred er forbundet med stor usikkerhet. I området rundt skredhendelsen fra 1995, som er registrert et godt stykke opp i dalsida ovafor Remen (Figur 14), er sannsynligheten for utløsning av jordskred relativt stor, og større enn 1/100. I dette området møtes flere vannsig og det er spor etter flere utglidninger enn det åpne skredsåret. Hvorvidt løsmasseskred her utløses som et jordskred (høyt poretrykk), eller flomskred (erosjon) er ikke opplagt i og ved så små bekker med svært begrensa oppstrøms nedbørfelt. Trolig er jordskred mest aktuell skredtype gitt de beskjedne oppstrøms nedbørfeltene.

I dalsida sør for Havrenos er det også indikasjoner på løsmasseutglidninger, men avrenningen er mindre konsentrert, og øvre deler av dalsida er skredur som har god porøsitet og god infiltrasjon, noe som tilsier lavere løsnesannsynlighet enn i påvirkningsområdet ved Remen lenger vest. Sør for Havrenos kan også steinsprang være en ytterligere medvirkende årsak til utløsning av jordskred, men denne effekten mener vi er begrenset. Årlig løsnesannsynlighet her vurderes derfor som mindre enn 1/100, men større enn 1/1000.

For å vurdere mulig utbredelse av jordskred i disse områdene har vi anvendt beregningsverktøyet RAMMS (Christen mfl., 2010), modulen for flomskred. Potensielle utløsningsområder, flyte høyder og skredutbredelse er vist i figur 20. Løsneområdenes utstrekning er påført det enkelte løsneområde, og det er benyttet bruddkanthøyder på 50, 70 og 100 cm. Benyttede friksjonsparametere er  $X_i:200 \text{ m/s}^2$  og  $M_y:0,2$ , og erosjonsparametere er som for faste sedimenter. Grunnet stor usikkerhet om utløsningsvolum er det benyttet skjønn ved utarbeiding av faresoner der jordskred er dimensjonerende for faresoneutstrekningen. Benyttede løsneområder som passer godt med utglidningsspor er en del større enn anbefalt utstrekning i gjeldende FoU. Modellerte utløp er derfor trolig noe konservative. Som en slags sensitivitetstest og for evt. scenarier med noe høyere vanninnhold i skredmassene har vi supplert med simuleringer med  $M_y:0,1$ , og uten erosjon.





Figur 20: Eksempel på en jordskredsimuleringer som viser utbredelse og flytehode (sim 13a og 13b). Merk at flytehodet under 5 cm er filtrert vekk det er lite skadepotensiale.

Utglidninger av løsmasser kan også forekomme i mindre skråninger i boligfeltet i de vestlige deler av kartleggingsområdet. I vår vurdering har vi lagt vekt på at store deler av skråningen i Bergshagen boligfelt har noe slakere terrenghelning på 20-30°, lavere høydeforskjeller, mindre opplagte skredspor i løsmassedekket, mindre nedbørfelt og mindre konsentrert avrenning, sammenligna med østlige deler av påvirkningsområdet. Sannsynligheten for utløsning av små jordskred og utglidninger er derfor mindre her, og i størrelsesorden 1/5000. Grunnet små høydeforskjeller og små løsneområder og dertil forventet korte skredutløp, er det ikke gjennomført simuleringer i denne delen av påvirkningsområdet, men heller vurdert skredfaren basert på bl.a. topografi og terrengforhold. Områdene er derfor tatt med i faresonen med årlig sannsynlighet på 1/5000, og i noen grad 1/1000. Stabiliteten i fyllinger og løsmasseskjæringer er ikke vurdert.

Skogen i de områdene jordskred er aktuelt påvirker etter vår vurdering løsne- og utløpsansynligheten i svært liten grad, ettersom trær både kan redusere sannsynligheten for utløsning av jordskred ved at løsmassedekket armeres av røttene, men også øke sannsynligheten ved rotvelt-hendelser som eksponerer løsmassene. Vi vurderer derfor at jordskredfare under forhold uten skog er den samme som under dagens vegetasjonsforhold.

### 3.5 Flomskred

Kun oppstrøms Remen midt i kartleggingsområdet er terrengformer som gir konsentrert avrenning slik at flomskred muligens kan utløses. I forrige skredfarevurdering i 2016 ble derfor flomskred valgt som den mest aktuelle skredtypen ved Remen. Siden 2016 er det blitt tilgjengelig effektive verktøy for å vurdere nedbørfeltstørrelse, og oppstrøms nedbørfelt ved aktuelle løsneområder (Figur 14) viser seg å være mindre enn 50 daa. Dette indikerer at kanalisert jordskred trolig er en mer aktuell skredtype her. Brukbare indikasjoner på at skredene oppstrøms Remen er utløst som jordskred (høyt poretrykk) indikerer også det. Dette har ikke stor betydning for vurdering av skredfare, ettersom skredynamikken og utløpsvurderingen nede ved bygninger og infrastruktur vil være nokså lik for de to skredtypene under disse forholdene, ettersom de kanaliseres ned i en ravine (Figur 20). Trolig er overgangsformer mellom de to skredtypene aktuelt her.

Vi har håndtert dette som en jordskredproblemstilling, og mener derfor at flomskred har en lavere årlig løsnesansynlighet enn 1/5000 i påvirkningsområdet.

Vi vurderer derfor at den årlige sannsynligheten for flomskred i kartleggingsområdet er mindre enn 1/5000, både med og uten skog i påvirkningsområdet.

### 3.6 Sørpeskred

Det er ikke observert noen egnede løsneområder for sørpeskred i skråningen, verken i form av bekkeløp med slakere partier og tilstrekkelig oppstrøms nedbørfelt, eller åpne skråninger med potensial for oppsamling av vann i snødekket. Dette i hovedsak på grunn av at dalsida er nokså sammenhengende bratt, godt drenert og at oppstrøms nedbørfelt er små, slik at snødekket i liten grad kan vannmettes.

Vi vurderer at den årlige sannsynligheten for sørpeskred i kartleggingsområdet er mindre enn 1/5000, både med og uten skog i påvirkningsområdet.

### 3.7 Samlet skredfare

Skredfare er vurdert både med dagens vegetasjonsforhold, og helt uten skog.

#### 3.7.1 Skredfare under dagens vegetasjonsforhold

Den vurderte dalsida er kompleks med mange aktive skredtyper. Kilde-/utløsningsområder for de enkelte skredtyper varierer raskt langs fjellsidene. Faresonene skal representere summen av alle skredtypene. I Bergshagen boligfelt har vi i noen grad vurdert fare for skredprosesser i skråninger som stedvis er krevende å avgjøre om er naturlige eller menneskeskapte.

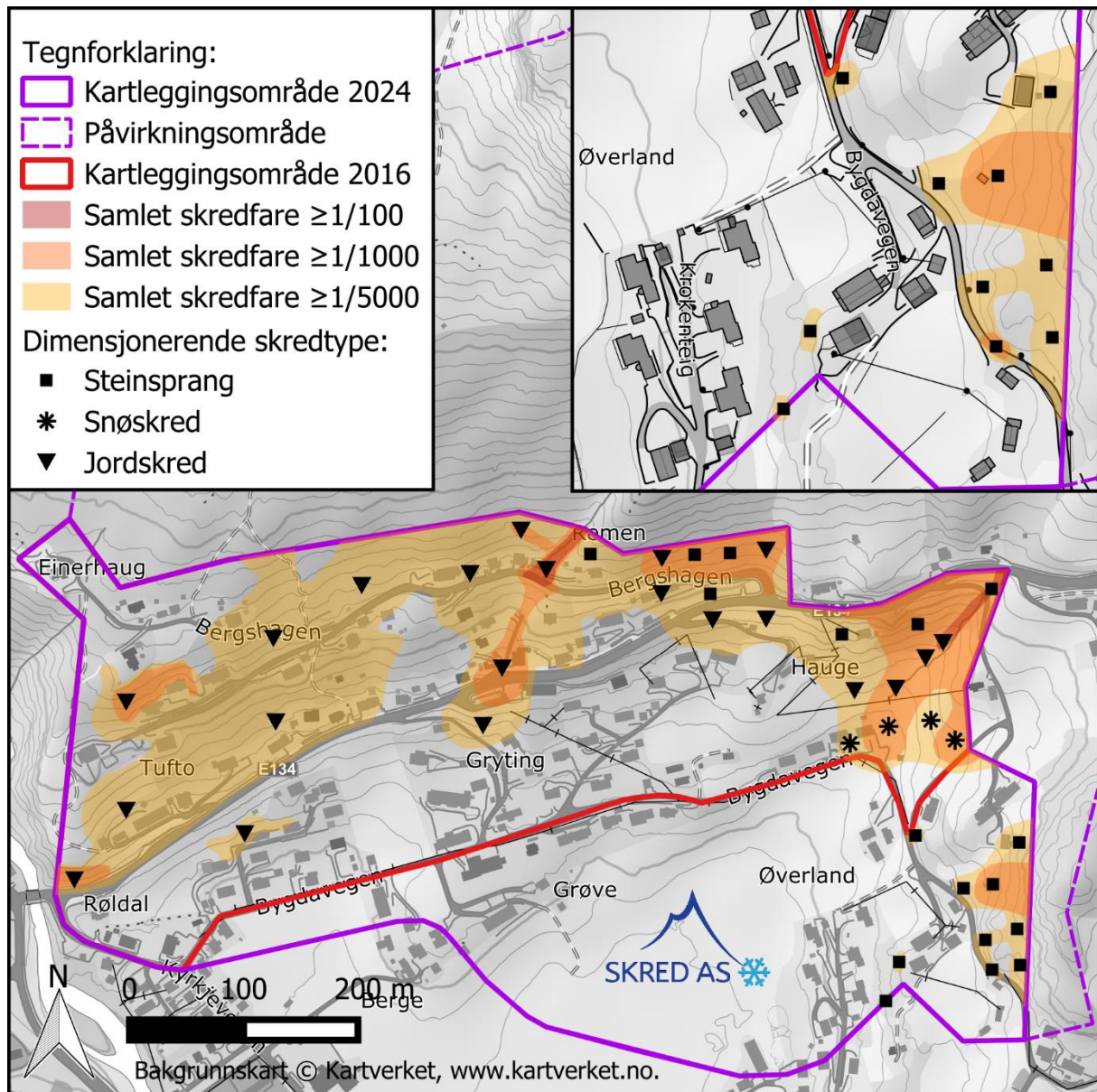
Øst i Bergshagen boligfelt er det jordskred langs bekken ned mot Remen som er dimensjonerende for faresonene. Eksisterende kulvertinntak til bekken vil raskt gå tett ved sedimenttransport i bekken, slik at flomvegen kan bli aktivert. Jordskred kan gå over veien Bergshagen og fortsette ned mot E134 og forsere denne. Øst i boligfeltet, ved avkjøringen fra E134, er det en skjæring i en bratt løsmasseskråning. I dette området er utglidning av løsmassedekket og steinsprang/remobilisering av blokker mest aktuelt.

Vest i boligfeltet er det flere bratte skrån timer. En del av disse er naturlige, andre er dannet etter terrenginngrep. Fra skrån timer og løsmasseskjæringer kan det forekomme utglidninger av løsmasse, spesielt hvis overflateavrenning ikke håndteres hensiktsmessig. Snøsig og mindre utglidninger kan også forekomme i vintre med store mengder snø på bakken.

I den østlige delen av det vurderte området, ved Hauge, er det en kombinasjon av løsmasseskred, snøskred og steinsprang som utgjør en fare. Faresonene ligger hovedsakelig langs bunnen av forsenkningen, men dekker også skrån timer opp mot E134. Vi vurderer at den samlede skredfaren under dagens vegetasjonsforhold er større enn 1/100, 1/1000 og 1/5000 for deler av kartleggingsområdet (Figur 21). Dimensjonerende skredtyper under dagens vegetasjonsforhold er:

- I vest mindre jordskred og utglidninger
- Midtre deler jordskred og steinsprang
- Nordøstre deler jordskred, steinsprang og snøskred
- Østlige deler steinsprang fra lokalskrenter

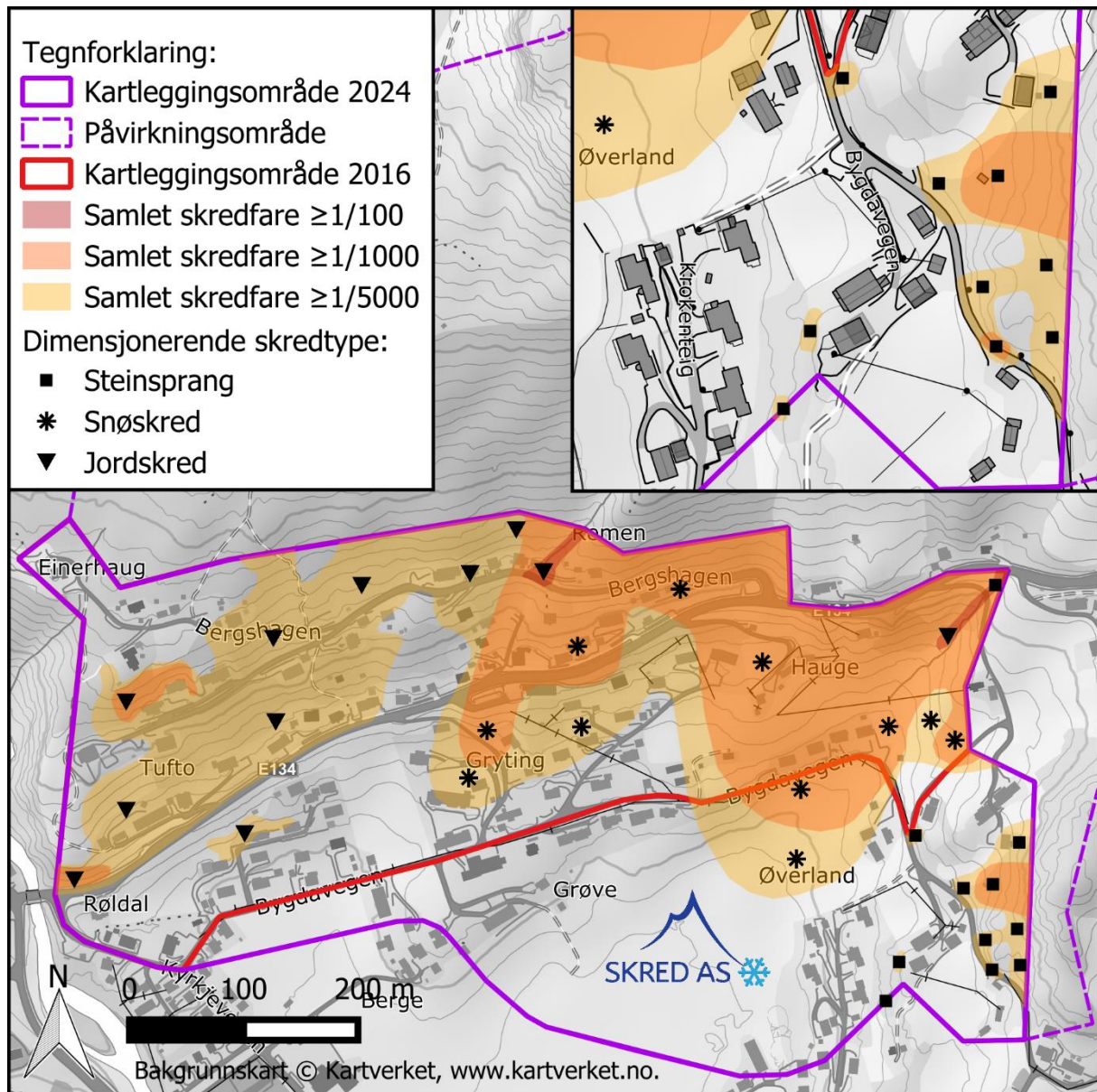




Figur 21: Kart som viser samlet skredfare og hvilke skredtyper som er dimensjonerende for de ulike delene av kartleggingsområdet under dagens vegetasjonsforhold.

### 3.7.2 Skredfare helt uten skog

Uten skog i dalsida vil det bli flere reelle løsneområder for snøskred i midtre deler av kartleggingsområdet slik at skredfaren i kartleggingsområdet øker. Snøskred blir der den dimensjonerende skredtypen for faresoner med de laveste årlige sannsynlighetene på  $1/1000$  og  $1/5000$ , mens jordskred fortsatt vil være dimensjonerende for faresoner med årlig sannsynlighet større enn  $1/100$ . Ellers i kartleggingsområdet vil ikke faresoneutstrekning og dimensjonerende skredtype endres (Figur 22).

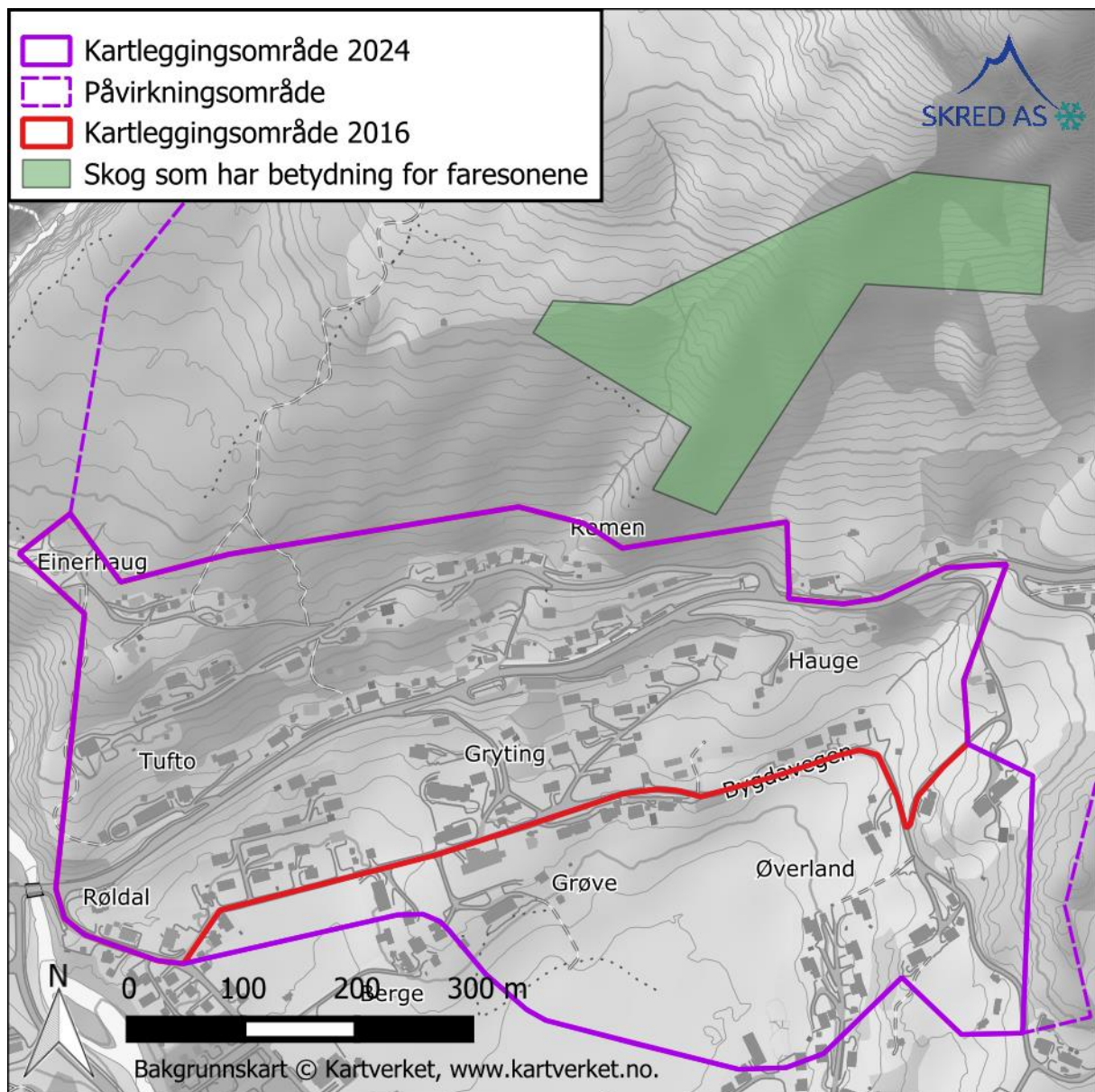


Figur 22: Kart som viser samlet skredfare og hvilke skredtyper som er dimensjonerende for de ulike delene av kartleggingsområdet uten skog i påvirkningsområdet.

### 3.8 Skog med betydning for skredfaren

Skog som vurderes å ha betydning for skredfaren i området er avmerket på kartet i Figur 23. Skogens betydning er at den bidrar til at sannsynligheten for utløsning av snøskred holdes tilstrekkelig lav. Derfor anbefales det å ikke gjennomføre flatehogst her. Skog kan være noe sannsynlighetsreducerende også for andre skredtyper, men ikke i en grad som får vesentlig betydning for faresoneutstrekningen.





Figur 23: Skog med betydning for skredfare. Skogen reduserer først og fremst utløsnings sannsynligheten for snøskred.

### 3.9 Avvik fra tidligere skredfareutredninger

I forhold til skredfareutredningen fra 2016 (Skred AS rapport 16164-01-2), har fagmiljøene i seinere tid fått tilgang til effektive verktøy og å vurdere nedbørfeltstørrelser. På bakgrunn av dette ser vi at oppstrøms nedbørfelt til aktuelle løsnedområder for skred omtalt som flomskred oppstrøms Remen, er svært begrensede. Vi mener derfor at vann ikke vil ha tilstrekkelig erosjonskompetanse og -kapasitet til å utløse flomskred, slik at jordskred trolig er en mer presis beskrivelse av aktuelle skredprosesser ved Remen midt i påvirkningsområdet. Vi har derfor endret tilnærmingen til utløpsberegningene, og endra dimensjonerende skredtype fra flomskred til (kanalisert) jordskred i akkurat dette området. Ellers stemmer de tidligere vurderingene (også faresonene) godt overens med våre oppdaterte vurderinger.



### 3.10 Stedsspesifikk usikkerhet

Vi vurderer at det er usikkerhet knyttet til at tidligere fjerning av terrengformer og skredmateriale i nedre deler av dalsida der det er bebyggelse, infrastruktur og innmark.

### 3.11 Mulighet for å redusere faresonene

Dersom man ønsker å redusere faresonene inn i det vurderte området, kan følgende skredsikringstiltak være aktuelle:

- Båndlegging og skjøtsel av eksisterende skog, slik at det ikke gjennomføres flatehogst
- Skredvoller
- Fanggjerder
- Sognemurer
- Dimensjonering av bygninger

Utarbeiding av eventuelle skredsikringstiltak krever mer detaljert planlegging. Skred AS kan tilby bistand i alle faser, fra utredning og planlegging av mulige sikringsløsninger, til detaljprosjektering og oppfølging under utførelse.

## 4 Konklusjon

Vi vurderer at den samlede årlige sannsynligheten for skred er større enn 1/100, 1/1000 og 1/5000 i deler av kartleggingsområdet. Vi vurderer at snøskred, steinsprang og jordskred er dimensjonerende skredtyper i ulike deler av kartleggingsområdet under dagens skogforhold. Dersom skogen fjernes, vil samlet årlig sannsynlighet for spesielt snøskred øke, og vil dermed bli den dimensjonerende skredtypen i en større andel av kartleggingsområdet.

Kravet om sikkerhet mot skred i TEK 17 §7-3 er dermed ikke oppfylt i deler av kartleggingsområdet, både med og uten skog. For å redusere sannsynligheten for skred kan det etableres sikringstiltak etter hvilken skredtype som er aktuell.

## 5 Referanseliste

- Asplan Viak, NVE, 2024. AV-Klima [WWW Document]. URL <https://nve-av-klima.azurewebsites.net>
- Direktoratet for byggkvalitet, 2024. Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning § 7-3 [WWW Document]. URL <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/7/7-3/>
- ecorisQ, 2016. Rockyfor3D [WWW Document]. URL <http://www.ecorisq.org/>
- Kartverket, 2024. Høydedata [WWW Document]. URL <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>
- Miljøverndepartementet, 2013. Klimatilpasning i Norge, Stortingsmelding 33.
- Nasjonalbiblioteket, 2024. 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, 2024a. Berggrunn - Nasjonal berggrunnsdatabase [WWW Document]. URL [https://geo.ngu.no/kart/berggrunn\\_mobil/](https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/)
- NGU, 2024b. NGU InSAR [WWW Document]. URL <https://insar.ngu.no/>
- NGU, 2024c. Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase [WWW Document]. URL [https://geo.ngu.no/kart/losmasse\\_mobil/](https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/)
- NGU, 2024d. NADAG [WWW Document]. URL [https://geo.ngu.no/kart/nadag\\_mobil/](https://geo.ngu.no/kart/nadag_mobil/)
- NIBIO, 2024. Kilden [WWW Document]. URL <https://kilden.nibio.no/>
- Norsk Klimaservicesenter, 2024. Klimaprofiler [WWW Document]. URL <https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/om>
- NVE, 2024a. Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng [WWW Document]. URL <https://veileder-skredfareutredning-bratt-terreng.nve.no>
- NVE, 2024b. NVE Atlas [WWW Document]. URL <https://atlas.nve.no/>
- NVE, 2024c. Rapportdatabase [WWW Document]. URL <https://temakart.nve.no/tema/skredrapport>
- NVE, NGI, 2020. Nr. 24/2020 Uttesting av eksisterende metodikk for modellering av steinsprang. Oslo.
- Skred AS, 2017. 16164 Odda, Røldal - Skredfarevurdering Bergshagen boligfelt.
- Statens vegvesen, NIBIO, Kartverket, 2024. 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 <sup>1</sup> , veiledere <sup>2</sup> , retningslinjer <sup>3</sup> 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		

<sup>1</sup> Byggteknisk forskrift (TEK17) og Plan- og bygningsloven (med veileder).

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

<sup>3</sup> 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.	2005-2024	19
Hedda Breien	<u>Geolog</u> ; Ph.d. Naturkatastrofer. Institutt for Geofag, Universitetet i Oslo	2008-2024	16
Birgit K. Buck-Persson	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Berggrunnsgeologi. Institutt for geologi, Universitetet i Tromsø	2010-2024	14
Espen Eidsvåg	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Kwartærgeologi og paleoklima, Universitetet i Bergen	2012-2024	12
Nils Arne Kavli Walberg	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Miljøgeologi og Geofarer. Institutt for Geofag, Universitetet i Oslo.	2013-2024	11
Henrik Langeland	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Geologi hovedprofil Ingeniørgeologi, NTNU Trondheim.	2014-2024	10
Hallvard Nordbrøden	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Tekniske Geofag, NTNU Trondheim.	2014-2024	10
Hans Georg Grue	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Kwartærgeologi og paleoklima, Universitetet i Bergen.	2016-2024	8
Sondre Lunde	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Tekniske geofag, NTNU Trondheim.	2017-2024	7
Pål Lohne	<u>Geolog</u> ; B. Sc. Geologi og geofare, Høgskulen i Sogn og Fjordane, Sogndal.	2020-2024	4
Kristin Brandtsegg Lome	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Kwartærgeologi og sedimentologi, Universitetet i Tromsø.	2020-2024	4

## Vedlegg 1 - Registreringskart

