

Oppdragsgiver	Navn Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)	Kontaktperson Martine Sagen Slåtten
Oppdrag	Nummer og navn 18143 Oppdal, Skredfarekartlegging i utvalgte områder	Oppdragsleder Andrea Taurisano
Dokument	Nummer 18143-01-1 Utført av Andrea Taurisano	Dato 2018-03-09 Kontrollert av Kalle Kronholm

Skredfarekartlegging i opsjonsområdet Skarvatnet

1 Bakgrunn

Dette notatet presenterer foreløpige resultater av skredfarekartlegging som Skred AS, på oppdrag fra NVE, har utført i et 5,5 km langt område på østsiden av Skarvatnet, Oppdal. Området er et av de 11 utvalgte områder for NVEs skredfarekartlegging i Oppdal kommune. Kartleggingsarbeidet ved Skarvatnet er utført før resten av arbeidet er påbegynt, og blir foreløpig presentert i et eget notat. Dette er for å bidra til en snarlig avklaring av skredforholdene i et område der snøskred den 15. januar kom inn i et hyttefelt, ødela ei hytte og skapte en følelse av utrygghet hos mange grunneiere.

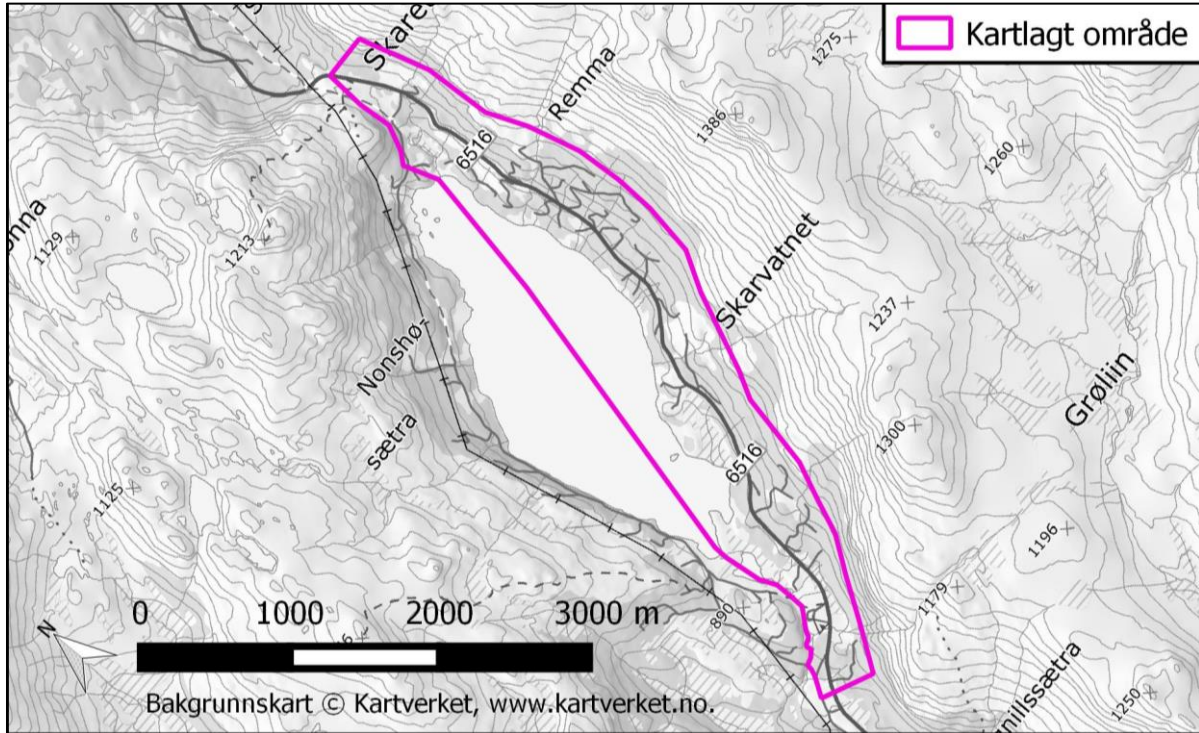
Faresonekart er utarbeidet i henhold til kravene i TEK17, som viser faresoner for skred med nominell årlig sannsynlighet på 1/100, 1/1000 og 1/5000, og NVEs kravspesifikasjon. Sannsynlighetene gjelder «skredskader av betydning, det vil si skred med en intensitet som kan medføre fare for liv og helse eller større materielle skader».

Faresoner for den samlede skredfaren fastsettes ut fra skredtype med lengst rekkevidde (dimensjonerende skredtype) for henholdsvis 100-, 1000-, og 5000-årsskred. Skredtypen som ethvert sted er vurdert dimensjonerende, er indikert på kartbilagene med faresonene. Faresonene gjøres også tilgjengelig i digital form.

Kartleggingen omfatter snøskred, sørpeskred, steinsprang, steinskred, jordskred og flomskred og er basert på feltbefaringer, modelleringsarbeid og skredfaglige vurderinger som tar i betraktning lokale forhold og skrehistorikk.

2 Opsjonsområde Skarvatnet

Kartleggingsområdet strekker seg i ca. 5,5 km langs hele østsiden av Skarvatnet (Figur 1 og 2) og litt forbi begge endene av vatnet. Det er flere etablerte hyttefelt langs hele området.



Figur 1: Oversiktskart over kartleggingsområde Skarvatnet.



Figur 2: Oversiktsbilde av kartleggingsområdet tatt fra drone, fra sør mot nord.

2.1 Topografi og grunnforhold

Området strekker seg langs østsiden av Skarvatnet (867 moh.). Fjellsidene over kartleggingsområdet når sitt høyeste punkt på 1300 moh. i sør, 1386 moh. i midten (Storgruvpiken) og 1319 moh. i nord (Skogliberga). Skråningene ovenfor kartleggingsområdet er altså opptil 450 m høye og har eksposisjon som varierer lokalt fra nordvest til sørvest.

Terrenganalysen er basert på en digital terrengmodell med 1 m x 1 m oppløsning fra LiDAR data samlet mellom 2014 og 2016. Terrenghelning er beregnet ut fra denne terrengmodellen, og er vist i Vedlegg B.

Dette kartet viser at fjellsiden ved og like ovenfor eksisterende fritidsbebyggelse er for det meste karakterisert av relativt slakt terreng, med helning under 25°. Det mangler imidlertid ikke på små brattheng og lokale fjellskrenter med helning over 45°.

Mye større og mer sammenhengende, bratte terrengpartier finnes mellom ca. 975 og 1100 moh. nord i området (nord for Rembekken), mellom ca. 1025 og 1350 moh. i den midtre delen av området (mellom Rembekken og Grøtbekken), og mellom ca. 950 og 1200 moh. i området sør for Grøtbekken. Alle disse terrengpartiene er bratte nok til å kunne være løснеområder for snøskred ($\geq 28\text{-}30^\circ$), og lokalt også for steinsprang ($\geq 45^\circ$).

Terreng øst for fjelltoppene er et stort fjellområde liggende mellom 1200 og 1300 moh. De vestlige deler av dette høytliggende fjellområdet drenerer ned i Grøtbekken og Rembekken. Disse er de to største bekkene som går ned mot (og gjennom) kartleggingsområdet. Det finnes i tillegg mange andre mindre bekker som drenerer lokale fjellsider.

Fjellsidene er dekket av relativt glissen fjellbjørkeskog, med øvre grense mellom 900 og 1050 moh. Sammenligning av tilgjengelige flyfoto fra perioden 1963 - 2014 viser en svak fortetting av skogen, der denne ikke er blitt fjernet ifb. etablering av hytter.

Berggrunnen i fjellsiden er kartlagt av NGU i målestokk 1:250 000 og består i store deler av de aktuelle fjellsidene av grønnstein og amfibolitt, lokalt av uspesifiserte vulkanske bergarter. Ifølge NGUs kvartærgeologiske kart i målestokk 1:250 000 er de aktuelle skråningene nesten utelukkende dekket av tynn morene, med tykk morene i den nedre delen av fjellsidene nord for Grøtbekken.

2.2 Tidligere utredninger/kartlegginger i området

NGI kartla først skredfare i området på slutten av 1980-tallet på oppdrag fra Naturskadefondet. Den rapporten har vi ikke hatt tilgang til. I 2006 kartla NGI skredfare for Grønlia hyttefelt (NGI rapport nr. 20061537), som ligger sør i kartleggingsområdet. I 2009 kartla NGI igjen skredfare i hele det aktuelle området (rapport nr. 20091488). De to sistnevnte rapportene inneholder kart med faresoner for skred med årlig sannsynlighet $\geq 1/1000$, som vi har fått tilgang til.

Skred AS utførte i 2016 skredfarekartlegging for andre deler av Grønlia hyttefelt, sør i kartleggingsområdet (Skred AS rapport nr. 16143-1), og ved Vognillsætra, som ligger like sør for kartleggingsområdet (Skred AS rapport nr. 16142-1).

Utover disse kjenner vi ikke til flere skredfareutredninger som er relevante for dette kartleggingsområdet.

Store deler av det kartlagte området ligger ellers innenfor aktsomhetssoner for snøskred, for steinsprang og for jord- og flomskred, ifølge de ulike aktsomhetskartene publisert av NVE (NVE, 2018). Relativt store deler av området ligger også innenfor potensiell skredfare ifølge NGIs aktsomhetskart for snø- og steinsred (NVE, 2018).

2.3 Skredhistorikk

Den nasjonale skreddatabasen (NVE, 2018) viser to snøskredhendelser innenfor grensene av kartleggingsområdet, og flere like utenfor, på vestsiden av Skarvatnet.

Den første av de to hendelsene innenfor kartleggingsområdet er et 200 – 300 m bredt flaskred som i slutten av februar 2017 gikk fra Storgruppiken i retning mot kartleggingsområdet. Det er uvisst hvor langt ned skredet gikk før det stoppet i lia ovenfor hyttefeltene. Den andre hendelsen er et snøskred som i mars 2017 gikk fra nordsiden av samme fjell og ned mot Remmavatnet. Dette vatnet drenerer ned i Rembekken, gjennom kartleggingsområdet. Observatøren som registrerte hendelsen, noterte at snøskred ofte går ned til det vatnet.

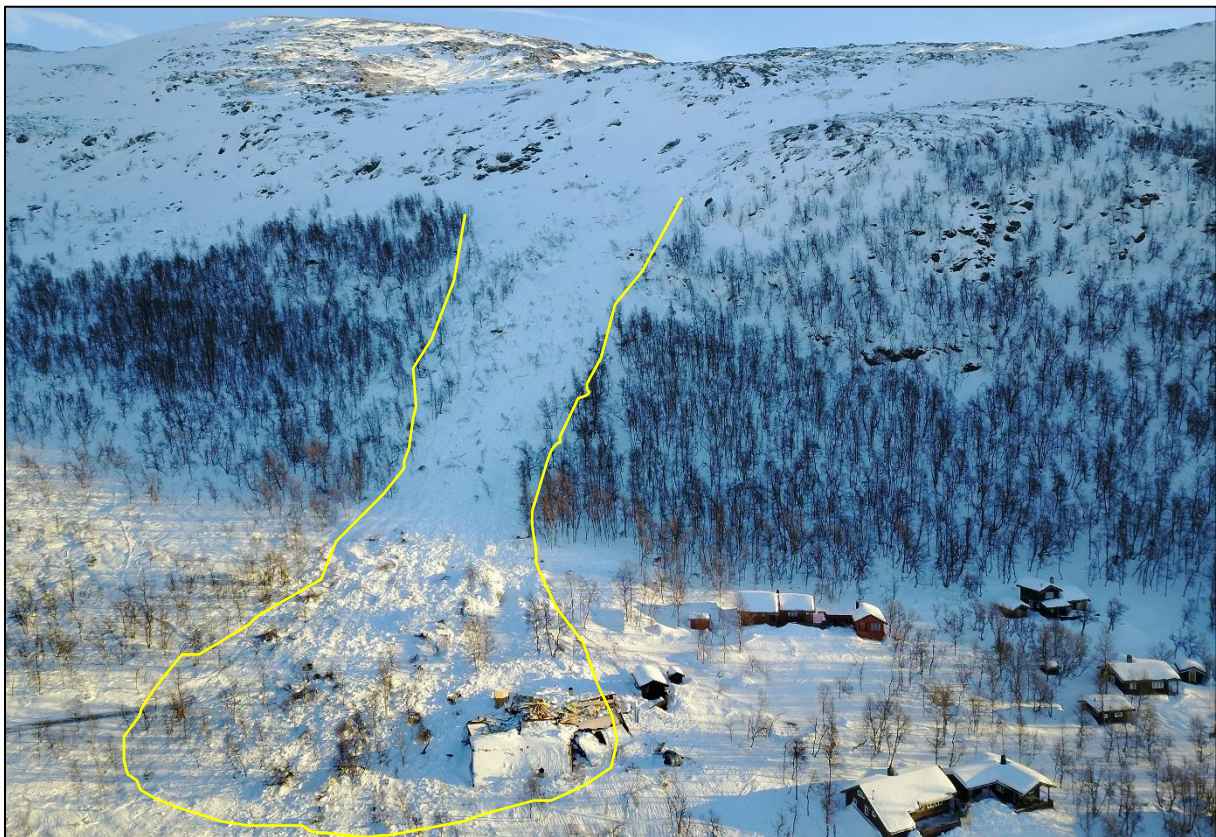
Den 15.1.2018 gikk et snøskred inn i Grønlia hyttefelt (*Figur 3*). Skredet passerte over ei tomt der fundament for ei ny hytte nettopp var støpt, og fullstendig ødela hytta på tomta nedenfor. Det var oppholdsvær med relativt sterk sørøstlig vind i dagene før ulykken. Lokalkjente opplyser at skred i samme bane også gikk i mars 2017, med utløp som stoppet like ovenfor hytta rammet i 2018. Flybilder fra sommeren 2008 (*Figur 4*) viser tydelig at et snøskred med omtrent identisk plassering og utløp også gikk vinteren 2007/08. Skredmassene kom delvis over veien mellom de to hyttetomtene rammet i januar 2018. Skredene fra 2008 og 2017 har vi fått oversendt bilder av. I flybildene fra 1963 og 2002 viser vegetasjonen i samme område ingen tegn på ferske skred.

Flybildeanalysen viser tegn på mulige snøskred flere andre steder i kartleggingsområdet. Disse antatte skredutløp må være få år gamle og er vist i registreringskartet (Vedlegg C).

2.4 Befaring

Skred AS har vært på befaring i kartleggingsområdet den 24.2.2018, under vær- og observasjonsforhold som var veldig gode for vurdering av snø- og sørpeskredfare, men ikke av jordskred- og steinsprangfare. Dronefotografering ble anvendt langs hele kartleggingsområdet. I tillegg benyttet vi bildemateriale fra en befaring Skred AS tok ved Grønlia sommeren 2016. De sistnevnte bildene dekker imidlertid kun en liten del av dette kartleggingsområdet.

Hele kartleggingsområdet vil derfor bli befart igjen med bar mark før en mer komplett skredfarevurdering presenteres i en endelig rapport.



Figur 3: Dronebilde av skredet som gikk inn i Grønlia hyttefelt 15.1.2018 (omriss av skredet omtrentlig vist av den gule linja). Bilde av Morgan Frelsøy.



Figur 4: Flyfoto fra sommeren 2008 som viser ferske tegn på et snøskred ned mot Grønlia hyttefelt (omriss av skredet vist av den gule linja). Litt skredsnø ligger fortsatt i skredbanen.

2.5 Eksisterende skredsikringstiltak

Ingen skredsikringstiltak er registrert i nasjonal skredatabase (NVE, 2018) eller observert under befaringen i dette området.

2.6 Modeller og oppsett

Som en del av NVEs skredfarekartlegging, utføres rutinemessig modellering av alle skredprosesser som terrengeanalyse og befaringsobservasjoner tilsier er aktuelle i hvert kartleggingsområde. I dette notatet er det foreløpig bare utført modellering av utløp for snøskred og flom-/sørpeskred. For det er programvaren RAMMS benyttet.

Alle løснеområder i kartleggingsområdet er vendt mot sørvest til nordvest, som betyr at de ligger i lo for fremherskende vindretning ved snøfall ifølge lokal kjennskap og klimaanalyser utført ifb. tidligere oppdrag i dette området. De samme klimaanalysene viser at 3-døgns snøfall med 1000 års gjentaksintervall er på ca. 140 – 150 mm nedbør, dvs. 1,4 – 1,5 m snø. Klimaanalysene og betraktningene som ligger bak valget av bruddkanthøyde, vil bli presentert i den endelige rapporten som omfatter skredfarekartlegging i Oppdal kommune.

Resultatet av ekstremnedbørsanalysen er imidlertid av liten hjelp i områder der snøakkumulasjonen skjer mer under oppholdsvær med vind, enn ifb. direkte nedbør. De benyttede bruddkanthøyder, på 1 og 2 m, er derfor også basert på betraktninger rundt terrengform og størrelse på løsneområder, og ikke bare på beregnet 3-døgns nedbør.

For modellering av sørpeskredutløp finnes det per i dag ikke spesifikke verktøy. RAMMS-modulen for flomskred kan i utgangspunktet også anvendes til sørpeskredmodellering, med tilpassing av friksjonsparameterne. Det er imidlertid ikke gjort nok forskning rundt det, og en bør da selv prøve ut ulike kombinasjoner av friksjonsparametere for å da velge en for modellering av dimensjonerende sørpeskred. Vi benyttet parametersett som våre erfaringer tilsier gir relativt konservative resultater under norske forhold ($\xi = 3000 \text{ m/s}^2$; $\mu = 0,05$). Valgte parametere for flomskred- og sørpeskredmodellering er angitt i tabellen nedenfor.

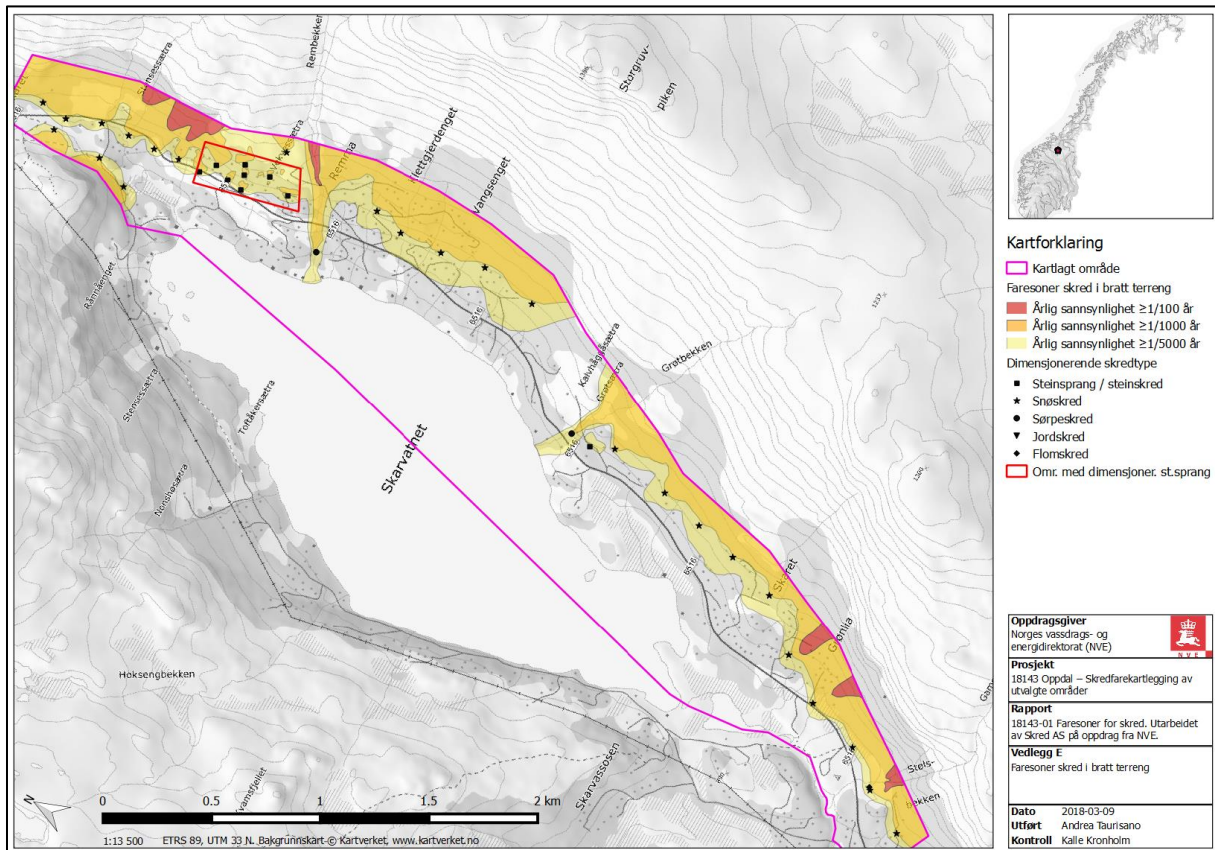
2.7 Skredfarevurdering

Oversikt over faresonene som vi mener beskriver skredfaren i dette kartleggingsområdet, er vist i *Figur 5*, samt mer detaljert i vedlegg E.

Dimensjonerende skredtype i mesteparten av kartleggingsområdet er snøskred, men sørpeskred er dimensjonerende langs Rembekken og Grøtbekken. Lokalt er steinsprang aktuelt og trolig dimensjonerende. Forholdene som er relevante for steinsprangfare, kunne imidlertid ikke undersøkes under befaringen foretatt 24.2.2018. Dette vil si at faresonene, der de foreløpig er dimensjonert av steinsprang (rød firkant i *Figur 5*), vil kunne bli justert etter at områdene er befart med bar mark ifb. kartlegging av de andre områdene i Oppdal kommune.

Det er faresoner for skred med årlig sannsynlighet på både 1/5000, 1/1000 og 1/100 inn i det vurderte området. Det er ca. 50 fritidshus og 5 – 6 hyttetomter (ikke utbygd enda) som ligger innenfor faresonen for 1000 års skred i dette kartleggingsområdet. De to hyttetomtene rammet av snøskred i januar 2018 ligger i tillegg innenfor faresonen for 100 års skred.

Bakgrunnen for den samlede vurderingen bak faresonene er oppsummert i avsnittene nedenfor.



Figur 5: Faresoner for samtlige aktuelle skredtyper i opsjonsområde Skarvatnet. Den røde firkanten viser området der faresonene mest sannsynlig vil bli justert ifb. endelig rapport.

2.7.1 Steinsprang og steinskred

Det er til dels store, bratte fjellskrenter ovenfor kartleggingsområdet, spesielt i området ved Grønli og sør for det. De aller fleste skrentene ligger der det også er løснеområder for snøskred, og er således mindre viktige ettersom snøskred klart er dimensjonerende skredtype. Det er imidlertid også en del små fjellskrenter innenfor kartleggingsområdets grenser og noen steder der snøskred er lite eller ikke aktuelt. Enkelte steder antas steinsprang å være dimensjonerende skredtype. Ettersom dyp snø i februar 2018 ikke tillot registrering av relevante forhold, vil steinsprangfare bli vurdert etter ny befaring med bar mark. Det må derfor påregnes justeringer av faresonene der disse foreløpig er vurdert å være dimensjonert av steinsprang (området i den røde firkanten i Figur 5).

2.7.2 Snøskred

Snøskred er den mest aktuelle problemstillingen i nesten hele dette kartleggingsområdet. Det er historikk for snøskred ned mot (og inn i) det kartlagte området. Det er også mange løснеområder for snøskred langs mesteparten av kartleggingsområdet. Både i sør og i nord ligger de fleste løснеområdene mellom ca. 1000 og 1200 moh. og de er for det meste relativt små, avgrenset av terrengpartier som er mindre egnet til å gi snøskred. I den midtre delen av

området, under Storgrovpiken, ligger løснеområdene høyere, mellom 1200 og 1350 moh. I dette området er topografien slik at flere løснеområder kan bli utløst samtidig, dvs. veldig brede flakskred fra store deler av fjellsiden er mulige.

Med unntak av Storgrovpiken, der muligheten for bruddforplanting over store avstander i teorien kan gi veldig store snøskred, ventes de fleste løснеområdene å kunne gi middelsstore snøskred (størrelse 3-4).

Klimaanalyse og terrengobservasjoner tilsier at løснеområdene ligger mer i lo enn i le for fremherskende vindretning ved snøfall. De ligger imidlertid i le for sørøstlig til nordøstlig vind, som kan frakte store mengder fokksnø fra fjellområdene i øst og inn i løснеområdene. Slike forhold kan gi stor skredfare på østsiden av Skarvatnet og førte til snøskredet som gikk 15.1.2018. Dette er trolig forholdene som oftest gir skredfare på denne siden av Skarvatnet, men store snøfall under relativt rolige vindforhold kan også gjøre det: Opplysninger og bilder vi mottok fra lokalkjente, tilsier at snøskredet som gikk i Grønlia hyttefelt vinteren 2007/2008, gikk etter store snøfall, og ikke etter betydelig vindakkumulasjon.

Modelleringsresultater viser at utløp som kan ramme eksisterende fritidsbebyggelse, flere steder er mulig (Vedlegg D). Dette gjelder selv ved scenarioer der gjennomsnittlig bruddkanthøyde er på 1 m, som i et reelt skred kan bety bruddkant varierende i terrenget fra 0 til ca. 2 m. Gitt den foreliggende skredhistorikken og områdets klima mener vi at et slikt scenario forekommer minst 1 gang hver 1000 år.

Delen av Grønlia hyttefelt som ble rammet av flere snøskred mellom 2007 og 2018, mener vi har en årlig sannsynlighet for skader som er høyere enn 1/100.

2.7.3 Sørpeskred

Det er oss bekjent ikke historikk for sørpeskred i dette området. Vi vurderer imidlertid at forholdene langs Rembekken, Grøtbekken og i litt mindre grad Stølsbekken, ligger godt til rette for sørpeskred. Disse bekkene drenerer relativt store, slake og delvis konkave fjellområder som akkumulerer mye snø. Langs bekkene blir terrenget gradvis brattere når en beveger seg fra nedslagsfeltet ned mot kartleggingsområdet.

Erfaringer fra Norge viser dessuten at sørpeskred ofte utløses der snødekket, når det begynner å bli vannmettet, fortsatt har store vedvarende svake lag (eks. kantkornlag). Områdets høyde over havet og innlandsklima ligger til rette for at snødekket bevarer en vinterlig lagdeling, inkl. vedvarende svake lag, helt til våren.

Vår totalvurdering er derfor at sannsynligheten for sørpeskred langs disse tre bekkene er høyere enn 1/1000. Utløpet av eventuelle sørpeskred er deretter beregnet i RAMMS Debris Flow, med parametere som tidligere erfaringer tilsier at beskriver sørpeskredutløpet bedre enn standardparametere som er tilpasset flomskred. Disse er valgt konservativt, og resultatet er derfor kritisk vurdert ved tegning av faresonene, som ikke går like fullt så langt som det beregnede sørpeskredutløpet.

Sørpeskred er ved disse bekkene dimensjonerende, alene eller med andre skredtyper.

2.7.4 Jord- og flomskred

Jordskred kan aldri utelukkes helt i bratte skråninger med morenedekke. I fjellsidene ovenfor kartleggingsområdet er det imidlertid ingen tydelige spor etter utglidninger eller ikke-kanaliserte jordskred. To steder sør i området og et sted i nord (ved utløp av Rembekken i Skarvatnet) er det kartlagt vifter som trolig er skapt av flomskred i større grad enn flom. Det er dessuten kartlagt mange nedskjærte bekker og tegn på at bekker har erodert i morenemassene langs dagens løp eller det som antas å være gamle bekkeløp.

Totalvurderingen tilsier at sannsynligheten for ikke-kanaliserte jordskred i området er veldig lav, men det kan være aktuelt med flomskred i enkelte bekker. Dette gjelder noen av bekkene med litt større nedslagsfelt, der også sørpeskred er aktuelt (eks. Rembekken), samt noen bekker som krysser bratte terrengpartier med lokale fjellskrenter på en eller begge sider (Stølsbekken, helt i sør). Det kan der tenkes at steinsprang mater deler av bekkeløpene med materialer, som periodisk spyles ut i form av flomskred. Ved Stølsbekken mener vi at flomskred er dimensjonerende for faresonen, sammen med snøskred og til dels sørpeskred.

Utløpsmodelleringen som er gjort for sørpeskred, gir også gode indikasjoner om det mulige utløpet for flomskred, men er altfor konservativ når det gjelder selve utløpslengden. Derfor er det ved tegning av faresonene lagt vekt på størrelsen av de kartlagte skredviftene, samt nedslagsfeltet og gradienten av bekkene.

2.8 Forutsetninger for faresonene

Det er fjellbjørkeskog mange steder over eksisterende fritidsbebyggelse. Skogen er for det meste glissen og strekker seg ikke veldig langt opp i fjellsiden, da hele området ligger nesten 1000 moh. Eventuell hogst vil kunne gi noen flere, mindre løснеområder for snøskred, men disse vil ha marginal betydning i forhold til de som de fleste steder ligger lenger oppe i fjellsiden. Videre er den bremsende effekten av fjellbjørk på evt. skred utløst lenger oppe i fjellsiden, veldig beskjeden. Tap av skog mellom allerede eksisterende løśnieområder for snøskred og fritidsbebyggelsen vil derfor gi en veldig marginal økning på mulig skredutløp. Under disse forholdene mener vi at det er lite skredfaglig behov for vernskog i området.

2.9 Mulighet for å redusere faren

Det aller meste av fritidsbebyggelsen som vi har vurdert å ligge innenfor faresonen for 1000 års skred, ligger godt utenfor faresonen for 100 års skred. Dette tilsier at den årlige sannsynligheten for skader ligger et sted mellom 1/300 og 1/1000. Kun for noen tomter på Grønli (inkl. de rammet av skred i januar 2018) mener vi at sannsynligheten for skader er nært eller større enn 1/100. Dette området bør sikres permanent dersom det skal fortsette å være hytter.

Mest aktuelle sikringstiltak i Grønli er støtteforbygninger i utløsningsområdene for snøskred, for å redusere sannsynlighet for utløsning av snøskred, eller fang- eller ledevoller for å stoppe eller lede skredmasser rundt hyttene. Dersom dette er aktuelt, bør det gjennomføres en mer detaljert utredning av mulige sikringsløsninger (forprosjektering), og deretter detaljprosjektering.

2.10 Avvik mellom de nye faresonene og tidligere faresoner

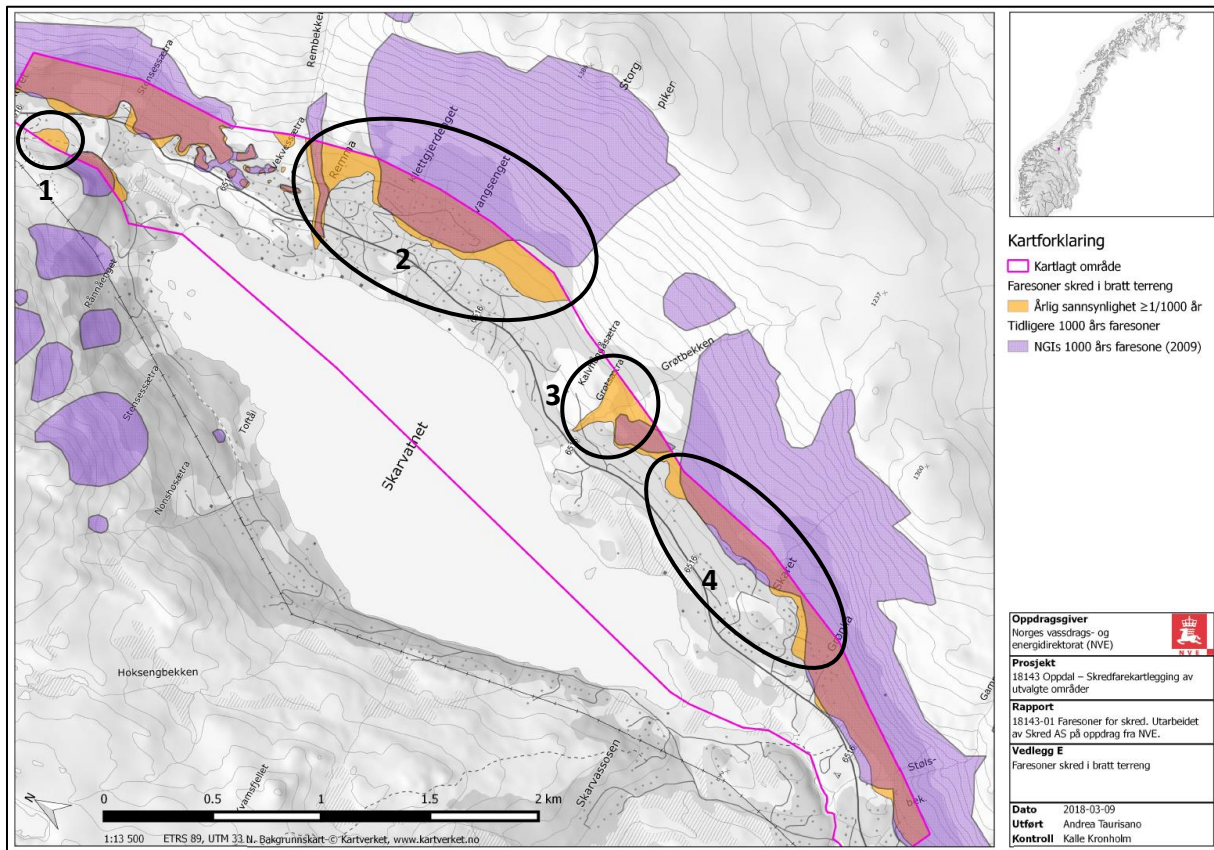
For hele det aktuelle området har det siden 2009 foreligget et sett med faresoner for 1000 års skred utarbeidet av NGI. Det er for det meste relativt små forskjeller mellom faresonen for 1000 års skred som vi presenterer, og NGIs faresone. Noen steder spriker de to faresonene litt mer fra hverandre (*Figur 6*), og en forklaring for dette gis nedenfor.

I område 1, på vestsiden av kartleggingsområdet, har vi følt behov for å tegne to lokale faresoner der NGI kun tegnet én. Grunnen er at vi vurderer fjellsiden der å ha flere mulige løseområder for snøskred enn det NGIs faresone antas å stamme fra.

I område 2 er vår faresone nedenfor Storgruvepiken noe bredere enn NGIs faresone. Grunnen til dette er at vi har benyttet en 3D dynamisk modell (RAMMS) for å bedre beregne skredutløpet. Ettersom programvaren ble lansert i mars 2010, antar vi at NGI benyttet en noe enklere modell, selv om vi trolig tok utgangspunkt i ganske like scenarioer. I 2009 hadde NGI heller ikke tilgang til terrengmodeller basert på laserskanningdata, som vi har anvendt. Sist men ikke minst, tok vi i betraktning opplysningene om et relativt stort flakskred, dog med ukjent utløpslengde, som i 2017 gikk fra Storgruvepiken.

I område 3 har vi tegnet en faresone dimensjonert av sørpeskred som NGI ikke hadde. Vi vurderer at flere faktorer (terrenghelning, terrengform, nedslagsfelt, klima) tilsier at Grøtbekken har potensialet for denne typen skred, og derfor mener vi at det bør være en slik faresone der.

I område 4 går vår faresone stedvis kortere og stedvis lenger enn NGIs faresone. Dette har trolig samme forklaring som i område 2, men ved Grønli, der vår faresone går lenger, har vi i tillegg flere skredhendelser fra perioden 2008 – 2018 som underbygger vår vurdering.



Figur 6: Sammenligning av faresonen for 1000 års skred presentert i denne rapporten med den tidligere utarbeidet av NGI (2009).