



Rapport / Report

Gjesdal kommune

Vurdering av skredfare innenfor utvalgte områder

20130201-01-R
27. august 2013

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGL.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGL.



Prosjekt

Prosjekt: Gjesdal kommune
Dokumenttittel: Vurdering av skredfare innenfor utvalgte områder
Dokumentnr.: 20130201-01-R
Dato: 27. august 2013
Rev. nr./rev. dato: 0

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Gjesdal kommune
Kontaktperson: Ingunn Bjerkelo
Kontraktreferanse: Oppdragsbekreftelse datert 21.03.2013

For NGI

Prosjektleder: Frode Sandersen
Utarbeidet av: Frode Sandersen og Heidi Hefre
Kontrollert av: Ulrik Domaas

Sammendrag

NGI har foretatt en overordnet kartlegging av skredfare innenfor områdene:

- Gilja
- Dirdal
- Frafjord
- Byrkjedal
- Mauldal
- Oltedal
- Frafjorddalen
- Øvstabødalen
- Lomeland
- Oltesvika

Etter den overordnede kartleggingen av de overnevnte områdene ble det vurdert at skred representerer en potensiell fare for eksisterende bebyggelse for følgende områder:

- Gilja
- Oltedal
- Frafjord
- Dirdal
- Oltesvika
- Byrkjedal

Disse seks områdene ble derfor utvalgt for nærmere faresonekartlegging. For hvert område er faresoner for skred med årlig sannsynlighet 1/100, 1/1000 og 1/5000 vurdert. Vi har kun vurdert faren innenfor områder med bebyggelse. De utarbeidede faresonene er vist i kartbilag sist i rapporten. Deler av bebyggelsen i Gilja, Oltedal, Frafjord, Dirdal og Oltesvika ligger innenfor faresonen med årlig sannsynlighet 1/1000, tilsvarende sikkerhetskravet for hus (S2 i TEK10). Denne rapporten beskriver kort de farevurderingene som er gjort og hva slags type sikring som kan etableres for å bedre sikkerheten.

Siden dette er en overordnet farekartlegging for større områder har vi fokusert på bebyggelse som ligger nært bratte fjellsider, og derfor kan lave små skråninger/skrenter være utelatt. Vi kan ikke utelukke at det finnes potensielle fareområder i andre deler av kommunen som ikke inngår i denne kartleggingen.

Innhold

1	Innledning	6
2	Eksisterende informasjon om skred	8
3	Terreng- og klimaforhold	9
4	Aktuelle skredtyper i området	11
5	Farevurdering innenfor de ulike områdene	12
5.1	Gilja	12
5.2	Oltedal	13
5.3	Frafjord	15
5.4	Dirdal	17
5.5	Oltesvika	20
5.6	Byrkjedal	21
6	Faresonekart og sikring	23

Kontroll- og referanseside

Kartbilag

Kart 01 – 06 Faresonekart

Vedlegg

A – Metodebeskrivelse

B – Beregningsmodeller med kart A-01 til A-04

1 Innledning

På oppdrag fra Gjesdal kommune har NGI gjennomført en vurdering av skredfare for utvalgte områder i kommunen. Utvalget av områder er gjort i samarbeid mellom NGI og kommunen. Prosjektet ble delt i to faser med følgende formål:

- *Fase 1* Identifisere områder der nærmere kartlegging skal gjennomføres. Grunnlaget for dette baseres på studie av terrengmodell og helningskart samt en oversiktsbefaring for en rask førstehåndsvurdering av antall bygninger som ligger innenfor mulig skredfare. Sammen med kommunen bestemme hvilke områder som inngår i Fase 2.
- *Fase 2* Utføre faresonekartlegging for de utvalgte områdene fra fase 1. Under denne kartleggingen gjøre en mer detaljert befaring med undersøkelse av bl.a. terrengforhold som vil påvirke størrelsen og hyppigheten av skred, skredutbredelse samt kartlegging av tidligere skredhendelser. I tillegg gjennomføre beregninger av utbredelsen av aktuelle skred ved hjelp av anerkjente modeller.

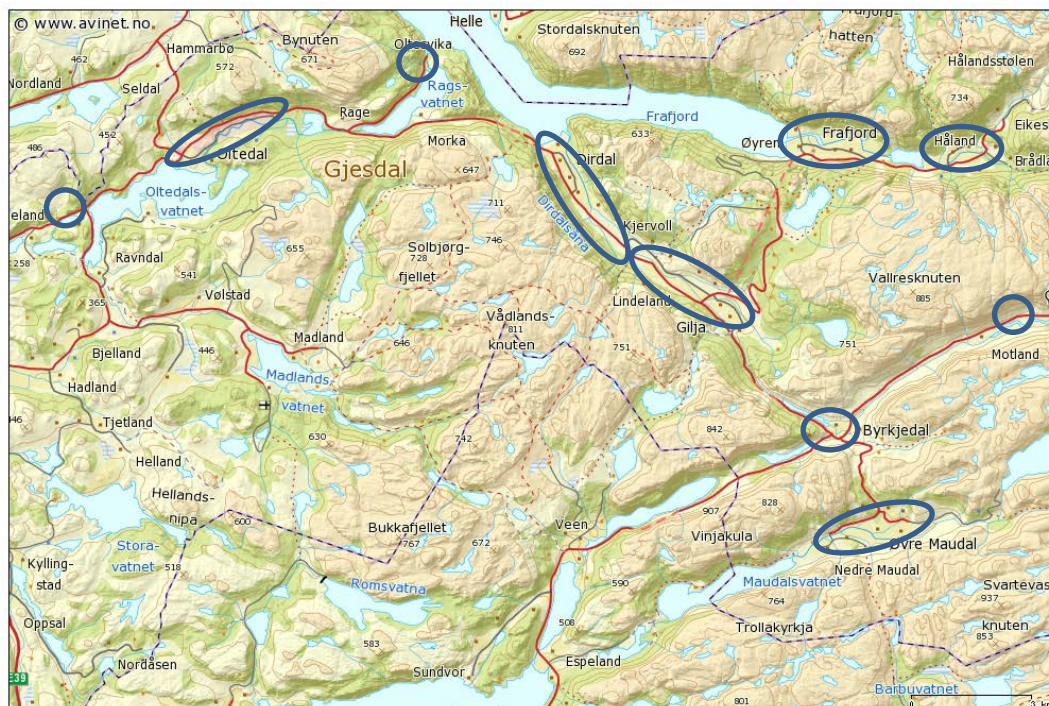
Hovedleveransen i prosjektet er faresonekart som viser utbredelsen av skred med årlig sannsynlighet 1/100, 1/1000 og 1/5000. Disse sannsynlighetene samsvarer med kravene beskrevet i Byggeteknisk forskrift (TEK10) i Plan- og bygningsloven for de tre sikkerhetsklassene S1, S2 og S3.

Befaring av områdene ble gjennomført i perioden 21. – 23. mai 2013 av H. Hefre og F. Sandersen fra NGI. I alt ti lokaliteter ble oversiktsbefart 21. mai for å ha et grunnlag for å vurdere hvor nærmere kartlegging skulle prioriteres (figur 1):

- Gilja
- Dirdal
- Frafjord
- Byrkjedal
- Mauldal
- Oltedal
- Frafjorddalen
- Øvstabødalen
- Lomeland
- Oltesvika

Etter et møte mellom NGI og kommunen ble det bestemt at følgende lokaliteter skulle prioriteres:

- Gilja
- Oltedal
- Frafjord
- Dirdal
- Oltesvika
- Byrkjedal



Figur 1 Oversiktsbilde med vurderte lokaliteter

Som grunnlag for vurderingene har vi benyttet:

- Observasjoner gjort under befaringen
- Analyse av klimaforhold basert på data fra met.no
- Kart og terrengmodell basert på digitale data gjort tilgjengelig fra kommunen
- Modellverktøy for beregning av rekkevidden til steinsprang
- Tidligere skredrapporter
- Skjønnsmessige vurderinger basert på erfaring

Viktigste kilde til fastsettelse av faregrenser vil være skjønn basert på erfaring og observasjoner gjort under befaringen og opplysninger om tidligere skredhendelser. Modellkjøringer vil være et hjelpemiddel for å vurdere om det er behov for justering av grensene. Grunnlaget for våre vurderinger er nærmere beskrevet i metodebeskrivelsen i vedlegg A. Modellverktøyet Rockyfor3D benyttet for beregninger av rekkevidden til steinsprang er beskrevet under vedlegg B med eksempler på resultater fra modellkjøringer vist på kart i noen utvalgte områder.

Rapporten er en overordnet studie som kun beskriver faren for skred fra de høye bratte fjellsidene. Mindre skrentpartier kan derfor være utelatt. Flomfaren, faren for flodbølger og stabilitet av byggegrunn er ikke vurdert.

2 Eksisterende informasjon om skred

NGI har tidligere gjennomført vurderinger av skredfare i Gjesdal kommune, se oversikt over oppdrag i tabell 1.

Tabell 1 Oversikt over tidligere NGI-oppdrag i kommunen.

Byrkjedal, Gjesdal kommune. Skredfarevurdering av aktuelt boligområde.	2000
Fjellparti ved Giljajuvet, Gjesdal kommune, Rogaland	2009
Fritidsbolig 5-179 på gnr.63, bnr. 1 i Gjesdal kommune	2006
Geoteknisk vurdering for boligutbygging i Oltedal, Gjesdal kommune	2011
Gilja barnehage	2011
Hytte gnr. 63, bnr. 1, fnr. 23 i Hunnedalen, Gjesdal kommune	2009
Hytte Hunnedalen, Gjesdal kommune	2009
Hytter i Hunnedalen/Øvstebødalen	2006
Hyttetomt Råssavatnet Gjesdal kommune Skredfarevurdering	
Prosjektering av tørrmur	2012
Sak mot Gjesdal kommune vedrørende erstatning for skredfare i Hunnedalen, Rogaland.	1993
Skredfarevurdering	2011
Skredfarevurdering for hyttetomt gnr/bnr 55/52 i Gjesdal kommune.	2000
Snøskredfare i Byrkjedal	2000
Tørrmur- Oltedal skole, Gjesdal kommune	2012
Vurdering av skredfare ovafor hyttefelt ved Giljastølen, Gjesdal kommune, Rogaland	1990
Vurdering av skredfare ved hyttefelt i Hunnedalen	1989
Vurdering av snøskred- og steinsprangfare i Hunnedalen, Gjesdal, Rogaland	1988

NGI har ikke full oversikt over eventuelt andre skredrapporter skrevet av andre konsulenter, men vi har fått tilgang til en rapport utarbeidet av Multiconsult som beskriver skredfaren for en hyttetomt på Øyren i Frafjord.

NVE har utgitt landsdekkende aktsomhetskart for snøskred og steinskred. Aktsomhetssonene er automatisk generert utelukkende basert på en grov terrengmodell og tar ikke hensyn til klima, vegetasjon eller lokaltopografi. Sonene er derfor i hovedsak altfor konservative, og utbredelsen av fareområdene vil vanligvis kunne reduseres ved nærmere undersøkelser.

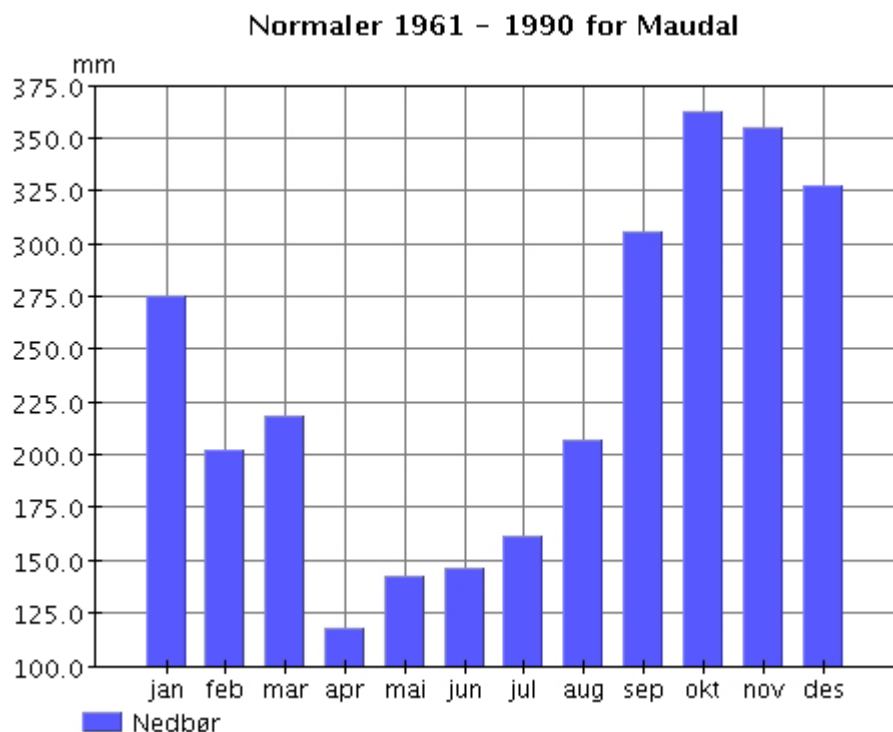
3 Terreng- og klimaforhold

Gjesdal kommune er karakterisert av fjellterreng med dype daler utformet av isen. Fjellsidene er mange steder svært bratte med høye skrentpartier og store og sammenhengende urer langs foten av skråningene. Mange skråninger er brattere enn 30° som er nedre grense for hvor skred kan bli utløst.

Berggrunnen i området er dominert av gneis og granitt som er harde, massive bergarter, men har tre dominerende sprekkesett med ugunstig orientering for stabiliteten. Disse sprekke i bergarten gir hyppige utfall som har resultert i steile skrenter.

I de slakere partiene av fjellsidene er det gjerne morene, mens det i foten av de steile partiene vanligvis er en skredur som er avsatt etter gjentagende steinsprang siden istiden. I dalbunnene er det fluviale avsetninger.

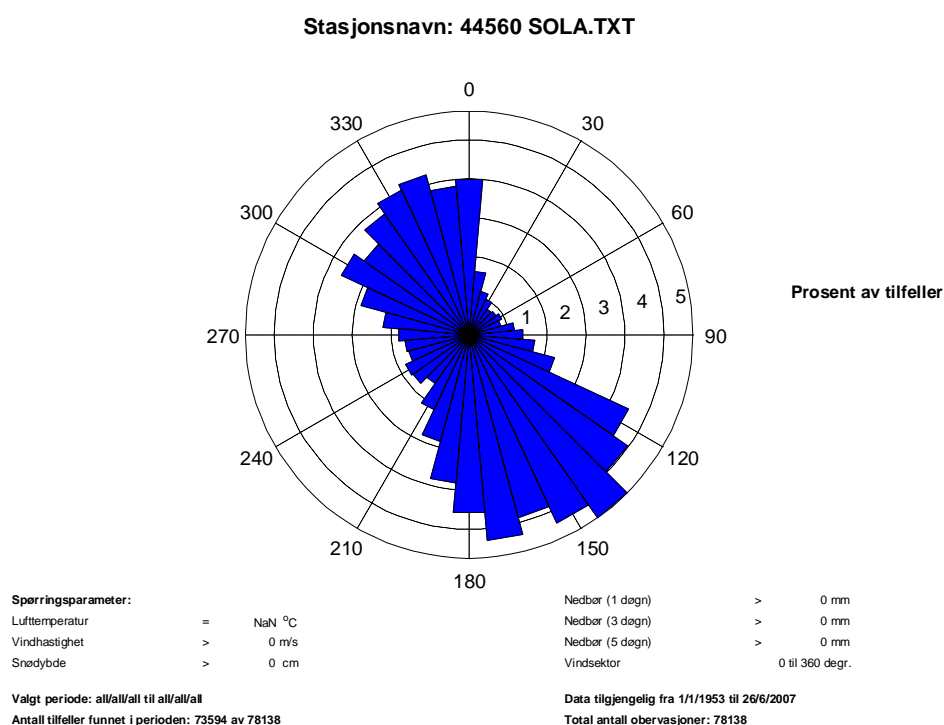
Området ligger i et typisk kystklima med milde vintre (figur 2). Årsnedbøren er 2818 mm ved nedbørstasjonen Maudal. Nedbørmengdene avtar nærmere kysten, og i Søyland er årsnedbøren kun 666 mm. Dette skyldes at fuktig luft presses opp, avkjøles og gir fra seg nedbør når den treffer fjellområdene i indre strøk av kommunen.



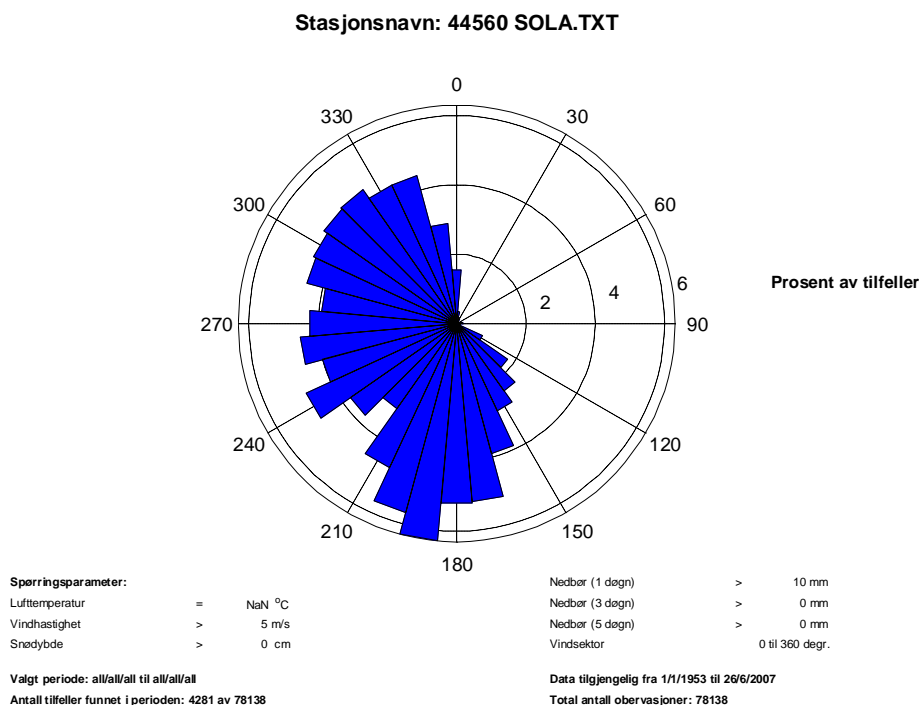
Figur 2 Nedbørdata fra Maudal i Gjesdal kommune

Nærmeste værstasjon som måler vind og temperatur ligger på Sola ca. 20 km nordvest for aktuelle området. Vinden kommer gjerne fra sørøst eller nordvest (figur 3). I kombinasjon med nedbør kommer vinden oftest fra sektoren sørvest til nordvest (figur 4). Vinddataene er trolig relevante også for Gjesdal kommune, selv om topografiske forhold i stor grad påvirker vindretningen i de indre områdene med høye fjell og trange daler.

I og med at mye av vinternedbøren kommer som regn vil snødybden i de lavereliggende områdene oftest være begrenset, typisk mindre enn 50 cm. I høyereliggende områder over rundt 500 moh. kan imidlertid snødybden være mye større og gjerne over 100 cm i en normalvinter.



Figur 3 Vindrose fra Sola (alle vinddata)



Figur 4 Vindrose ved vindhastighet >5 m/s og døgnedbør >10 mm

4 Aktuelle skredtyper i området

Hovedutfordringen for bebygde områder som inngår i dette prosjektet er steinsprang. I tillegg utgjør flomskred og snøskred en fare for mindre deler av bebyggelsen i de indre områdene.

Steinskred og steinsprang forekommer vanligvis i bratte oppsprukne fjellpartier der terrenghelningen er større enn 40-45°. Steinsprangene utløses fra steile sprekker og overheng som har utviklet seg over lang tid grunnet forvitring. Det vanligste er mindre utfall på noen fåtalls kubikkmeter, men større steinskred kan også tidvis forekomme. De vanligste utløsningsmekanismene for steinsprang er frysing/tining, store nedbørmengder som fører til høyt vanntrykk i sprekke i fjellet eller rotsprengning. Frittliggende blokker kan også bli satt i bevegelse av slike prosesser.

Snøskred utløses vanligvis der terrenget er mellom 30° og 50° bratt. Der det er brattere, glir snøen ut i små porsjoner uten at det dannes større snøskred. Fjellsider som ligger i le for de vanligste nedbørførende vindretninger er mest utsatt for snøskred. Likeledes går det oftest skred i skar, bekkedaler og andre forsenkninger fordi det samles opp mest snø på slike steder. Fjellrygger og fremstikkende knauser blåses som regel frie for snø. Hvis skogen står tett i fjellsiden vil dette hindre utløsning av snøskred. Forutsetningen er at trærne er så høye at de ikke snør ned. Som regel må det komme fra 0,5-1 m snø i løpet av to til tre døgn sammen med sterk vind for at store snøskred skal bli utløst. Markante temperaturstigninger kan også føre til at det går snøskred.

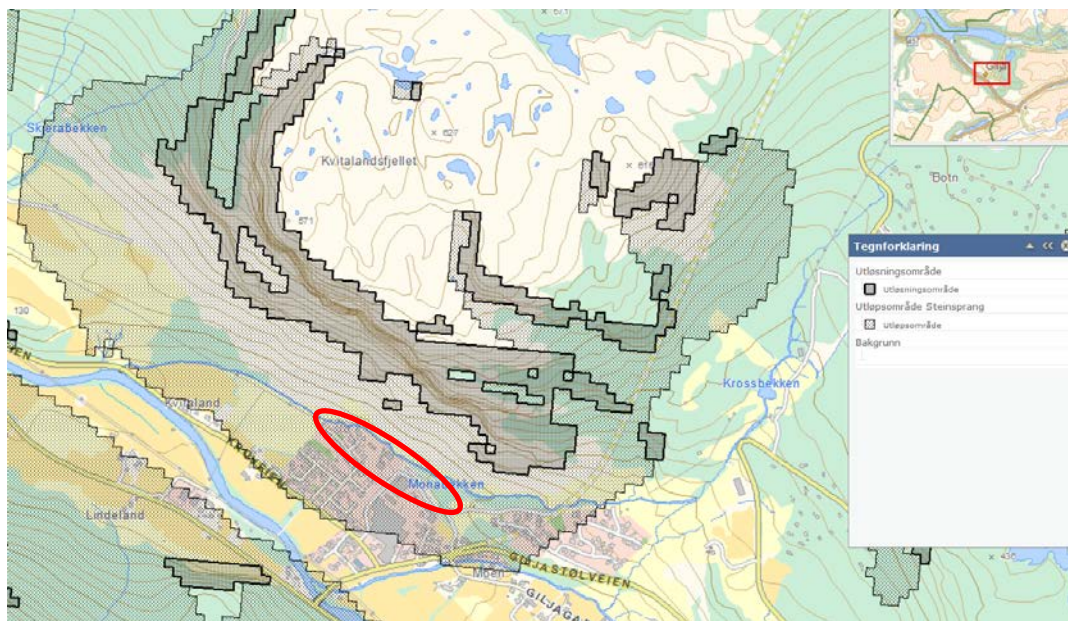
Sørpeskred er en spesiell type snøskred der snøen inneholder så mye vann at den blir flytende. Skredene følger helst bekke- og elvedrag som myrområder, vann eller slake forsenkninger. Sørpeskredene kan forekomme i ulike terrengetyper og kan være vanskelig å forutsi. De utløses helst når snøen er løs og lett, i nysnø eller grovkornet løs snø, som følge av sterkt regn eller snøsmelting. Sørpeskred kan nå langt selv i slakt terreng.

Flomskred som følger bekker og elver kan bli utløst i løp med helning helt ned mot 15°. Jord- og flomskred blir gjerne utløst etter langvarig nedbør, eller etter korte intense regnskyl. Sterk snøsmelting kan også føre til utløsning av slike skred, men da oftest i kombinasjon med regn.

5 Farevurdering innenfor de ulike områdene

5.1 Gilja

Store deler av bebyggelsen ligger innenfor aktsomhetssonen for steinsprang (figur 5), og det er kun denne skredtypen som er aktuell for dette området. Bebyggelse vurdert som potensielt skredutsatt er vist i rødt i figur 5, og det er derfor utført en nærmere skredfarevurdering for denne bebyggelsen som har resultert i faresonekartet vist i kart 01 i kartbilaget.



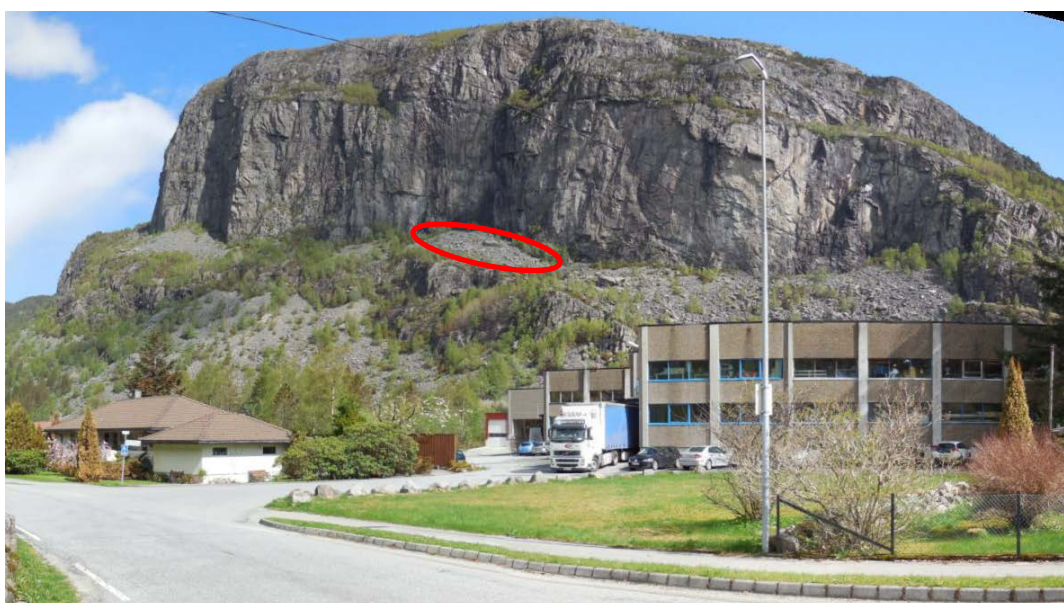
Figur 5 Aktsomhetskart for steinsprang i Gilja. Utsatt bebyggelse vist med rødt.

Bebyggelsen som ligger skredutsatt ligger ved foten av en stor og sammenhengende ur som ligger under det 500 m høye fjellet Kvitalandsfjellet (figur 6). De øverste 200-300 m av fjellsiden blir utgjort av et nærmest vertikalt stup. Sentralt i fjellsida er det

en utflating i foten av stupet som vil tappe mye energi ut av skredblokker og begrense hyppigheten av utfall ned mot bebyggelsen på nedsida av utflatingen.

Flere sprekker og overheng kunne observeres under befaringen, og det må forventes hyppige blokkutfall fra hele skrentområdet. Vi kunne imidlertid ikke observere ferske utfall nede ved bebyggelsen. Derimot finnes det flere store skredblokker helt nede ved bebyggelsen som stammer fra eldre steinsprang. Det har vært observert stein inn i hagen til ett av husene.

Monabekken går i en markert forsenkning ovenfor den østligste delen av bebyggelsen, og denne forsenkningen er så dyp at den vil stoppe eventuelle skred.

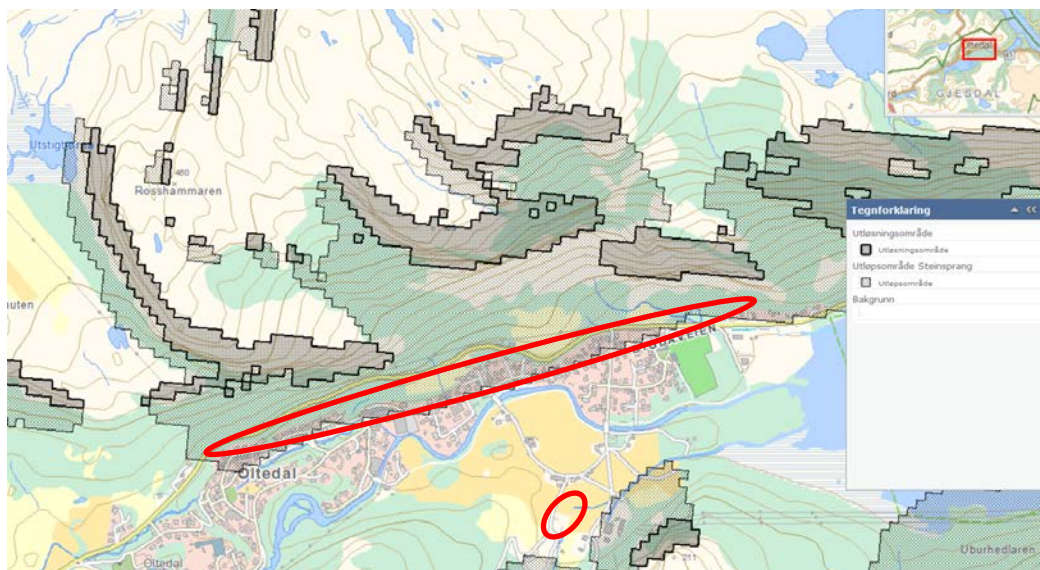


Figur 6 Oversiktsbilde fra fjellsida ovenfor bebyggelsen i Gilja. Utflating vist med rødt.

Deler av bebyggelsen på Giljamoen vurderes å kunne nås av steinsprang med årlig sannsynlighet 1/1000 eller lavere, og blir liggende innenfor faresonen for skred (se kart 01). Et sikringstiltak mot steinsprang kan oppføres ovenfor disse boligene for å redusere skredfaren, se kap. 7.

5.2 Oltedal

Øverste delen av bebyggelsen i Oltedal ligger innenfor aktsomhetssonen for steinsprang (figur 7). Steinsprang er eneste faretype som truer bebyggelsen. Veien som går ovenfor bebyggelsen vil ha bremsende effekt på skredblokker, men store stein vil kunne passere over veien. Bebyggelse i Oltedal vurdert som potensielt skredutsatt er vist i rødt i figur 7, og det er utført en nærmere skredfarekartlegging for denne bebyggelsen. Resultatet er faresonekartet som er vist i kart 02 i kartbilaget.



Figur 7 Aktsomhetskart for steinsprang i Oltedal. Bebyggelse vurdert som potensielt skredutsatt er vist med rødt.

Den østlige delen av bebyggelsen ligger ved foten av en 300 m høy og bratt fjellside (figur 8). En nærmest vertikal skrent med høyde på 200 m avtagende mot øst ligger øverst i fjellsida, og gjennom årene har steinskred bygget opp en sammenhengende ur ved foten av skrenten. NGI kjenner ikke til at skred har gått inn i bebyggelsen. En utflating går langs foten av skrenten i den vestlige delen, og denne vil fange opp flere av blokkutfallene (rød markering i figur 8).



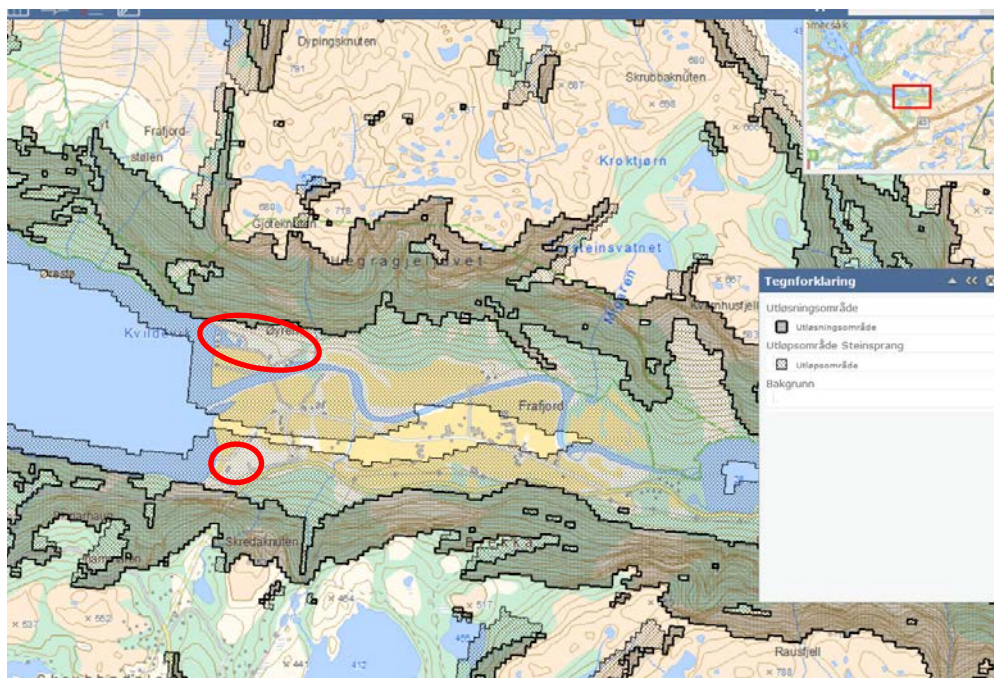
Figur 8 Oversiktsbilde av fjellsida ovenfor Oltedal. Utflating vist med rødt. Sikringsområdet er vist med blått.

Selv om deler av skrentområdet virker massivt med spor etter isskuring, ble det observert flere overheng og sprekker som kan gi opphav til utfall. Utfallshyppigheten antas å være størst i østre del av skrentområdet der uren mangler vegetasjon. Sikring med bolter og understøp er utført av Statens vegvesen i den østre delen av skrenten (blå markering i figur 8). Skredblokker ble observert ned mot bebyggelsen, men ingen av disse var helt ferske.

Etter NGIs vurdering ligger ingen eksisterende bolighus mer utsatt for skred enn gjeldene krav i Plan- og bygningsloven (årlig sannsynlighet for skred er lavere enn 1/1000). Faresonekart med våre vurderinger ses i kart 02. En fabrikkbygning ligger innenfor 1/1000-faresonen og sikring bør vurderes oppført her for å kunne stoppe eventuelle skredblokker fra å nå bygningen. Sikringstiltak er omtalt i kap. 7.

5.3 Frafjord

Aktsomhetskartene for steinsprang dekker nesten hele dalbunnen i Frafjord (figur 9). Steinsprang er vurdert til å være eneste skredtype som kan true den eksisterende bebyggelsen. Bebyggelsen nærmest fjellsiden ytterst mot fjorden på begge sider av dalen er vurdert som potensielt skredutsatt, og er vist i rødt i figur 9. En nærmere skredfarevurdering er derfor utført for denne bebyggelsen som har resultert i faresonekartet vist i kart 03 i kartbilaget.

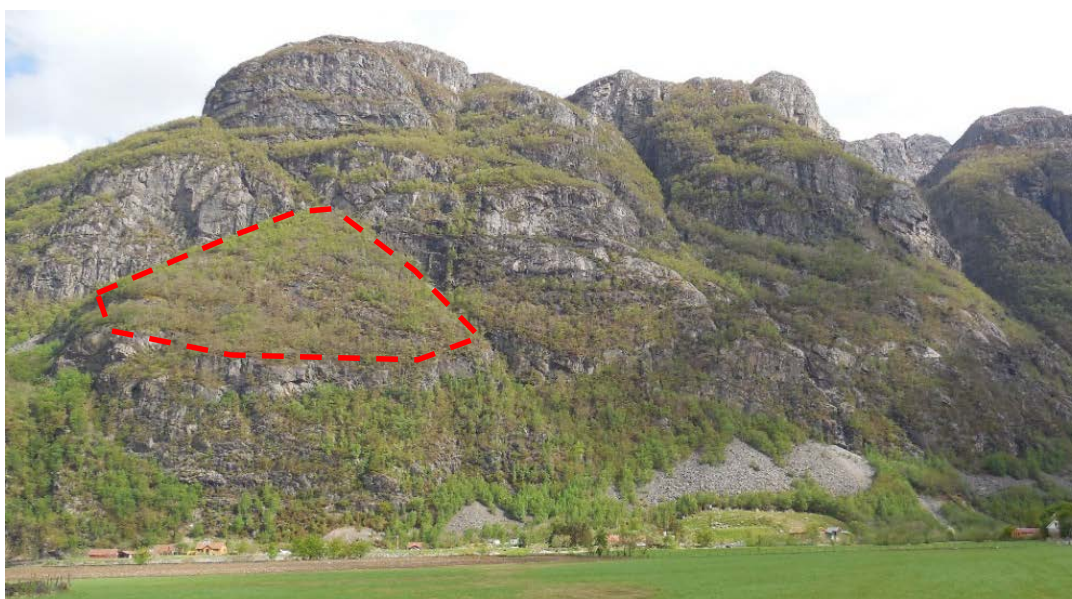


Figur 9 Aktsomhetskart for steinsprang i Frafjord. Bebyggelse vurdert som potensielt skredutsatt er vist med rødt.

Bebyggelsen på begge sider av dalen nede ved fjorden ligger inn under bratte fjellsider med flere skrentpartier (figur 10 og 11). Høyden på fjellsidene er rundt 500-600 m. Flere steder har det også lagt seg opp store urer som viser at det har vært gjentatt steinsprangaktivitet fra fjellsiden. Deler av bebyggelsen i området ved Øyren på nordsida av dalen ligger nært inntil foten av ura. Multiconsult har skrevet en rapport der det blir konkludert med at tomten hvor Frafjord Spa ligger i dag på Øyren ligger utenfor rekkevidden av steinsprang. Lengst vest på Øyren ligger det en campingplass med feriehus. På sørsida av dalen ligger det fritidshus og et lagerbygg

nær fjellfoten. Flere skredblokker ble observert nede på flaten utenfor urfoten. NGI har ikke kjennskap til at skred har gått ned i bebyggelsen i Frafjord.

På nordsida av dalen ovenfor campingplassen ligger det et en kileformet fjellparti i nedre del av fjellsida som vil splitte eventuelle blokkutfall fra toppen (figur 10). Dette betyr at det kun er utfall de nedre skrentpartiene som kan nå ned mot campingplassen. Ovenfor Frafjord Spa ligger det en markant rygg som vil påvirke utbredelsen av skredblokker fra den oppsprukne skrenten over.



Figur 10 Oversiktsbilde av fjellsida på nordsida av Frafjord. Et kileformet bergparti er vist med rødt.

På sørsida av dalen finnes det også flere sprekker og overheng der man kan forvente relativt hyppige utfall (figur 11). Noen av blokkene vil bremses av veien som går i overkant av uren.

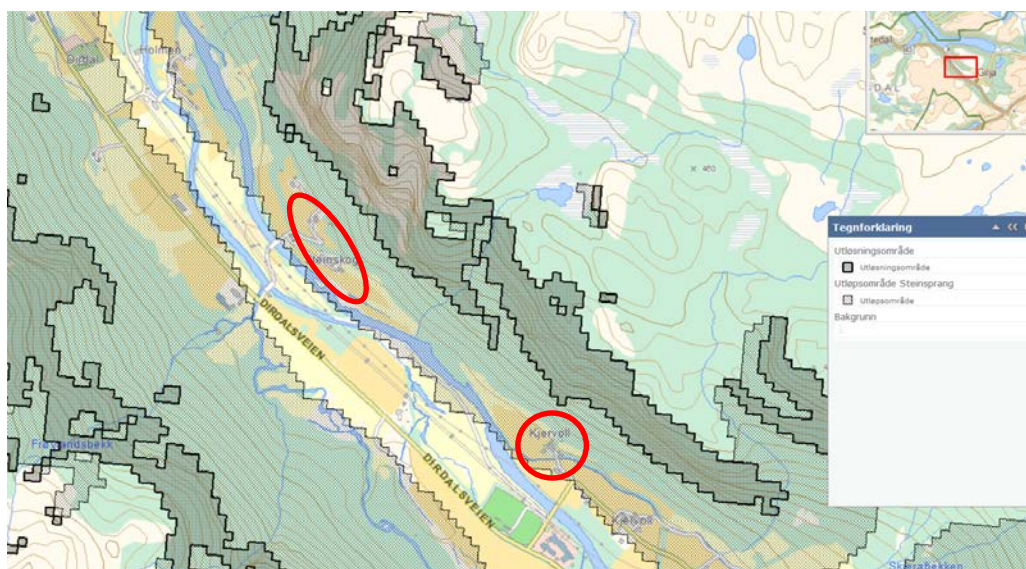


Figur 11 Fjellsida på sørsida av Frafjord

Faresoner for skredutsatt bebyggelse i Frafjord er vist i kart 03. Deler av campingplass og fritidshus nærmest fjellsiden er vurdert å ligge innenfor 1/1000-faresonen. Nytt tilbygg til Spa-anlegg er vurdert å kunne nås av steinsprang med uvanlig lange utløp og ligger innenfor 1/5000-faresonen, men utenfor 1/1000-faresonen.

5.4 Dirdal

Aktsomhetssonen for steinsprang viser at hele bebyggelsen i Dirdal ligger utsatt (figur 12). Steinsprang er vurdert til å være eneste skredtype som kan true bebyggelsen. Mesteparten av den eksisterende bebyggelsen i Dirdal ble vurdert å ligge i trygg avstand fra fjellsidene under befaringen. Steinskog og Kjervoll er vurdert som potensielt skredutsatt og er vist i rødt i figur 12. Det er utført en nærmere skredfarekartlegging for disse to områdene og resultatet er et faresonekart som er vist i kart 04 i kartbilaget.



Figur 12 Aktsomhetskart for steinsprang ved Steinskog og Kjervoll i Dirdalen. Utsatt bebyggelse vist med rødt.

På Steinskog ligger bebyggelsen inntil foten av en 500 m høy fjellside opp mot Steinknuten. Øverst i fjellsiden ligger det en 100-200 m skrent. Langs foten av skrenten har det bygget seg opp en mer eller mindre sammenhengende ur (figur 13). Ovenfor den sørlige delen har det lagt seg opp en stor kileformet ur som tyder på at det her har vært hyppige utfall siden istida.



Figur 13 Skredutsatt bebyggelse ved Steinskog i Dirdalen ligger ved foten av en bratt fjellside

Store skredblokker ligger ute på flaten like i overkant av bebyggelsen lengst nord (figur 14). Beboeren i huset g/bnr 76/1 vist i foto i figur 14 fortalte om et steinsprang i 1947 som tok løa som skal ha stått på sørsiden av, og like nedenfor, dagens bolighus.



Figur 14 På flaten i foten av fjellsiden på Øvre Steinskog ligger det to bolighus. Flere store steinblokker ligger ut på denne flaten.

Flaten som bebyggelsen i nord ligger på blir smalere mot sør, og ovenfor gården i g/bnr 76/3 er det kun en liten utflating før terrenget går bratt ned mot gården. De fleste blokker vil stoppe i uren ned mot utflatingen, men enkelte blokker kan rulle ut for kanten og ned den bratte skråningen.

Selv om store deler av skrentområdet består av massivt berg, har berget et ugunstig oppsprekkingsmønster og det finnes avløsnings som kan falle ut. Utfallshyppigheten er begrenset og de fleste mindre blokker vil stoppe i ura. Store blokker vil imidlertid kunne valse gjennom ura og nå ut på flaten, slik vi ser har skjedd tidligere i området. Disse hendelsene er sjeldne. Deler av bebyggelsen på Steinskog ligger såpass nær urfoten at de største skredblokkene kan nå hus.

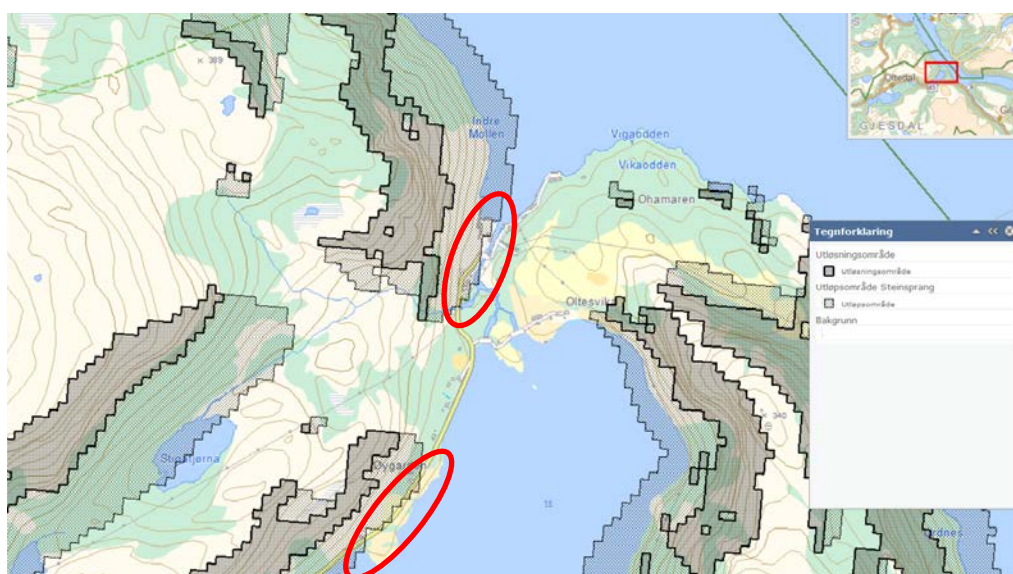
Bebyggelsen på Kjervoll ligger under den samme fjellsida lengre inn i dalen. Også her er øvre del av fjellsida bratt med flere skrentpartier, mens det i nedre deler ligger urmasser (figur 15). Nordre del av bebyggelsen ligger tett inn til foten av ura. Ura består av mye små stein som tyder på at utfallene stort sett er små. Skrenten er stedvis oppsprukket med mulighet også for større utfall. Store blokker vil kunne forsere ura og nå ned mot bebyggelsen i sjeldne tilfeller.



Figur 15 Utsatt bebyggelse på Kjervoll i Dirdal

5.5 Oltesvika

Aktsomhetskartet for steinsprang går helt ned til fjorden på hele strekningen (figur 16). Under befaringen ble det observert gamle skredblokker ute på flata helt ned mot bebyggelsen lengst mot sørvest. NGI har ikke kjennskap til at bebyggelsen tidligere er skadet av skred. Rød markering i figur 16 viser bebygde områder hvor nærmere farekartlegging er utført. Utarbeidet faresonekart for Oltesvika er vist i kart 05 i kartbilaget.



Figur 16 Aktsomhetskart for steinsprang i Oltesvika. Vurderte områder vist med rødt.

Det ligger hytter og bolighus hvorav noen er fraflyttet ved foten av en ca. 100 m høy fjellside ved Øygarden (figur 17). En av de gamle hyttene var i ferd med å bli restaurert på befaringstidspunktet. Øverste del av fjellsida består av bratte skrentpartier. En sammenhengende ur ligger ovenfor bebyggelsen. Flere skredblokker ble observert ute på flaten mot bebyggelsen.

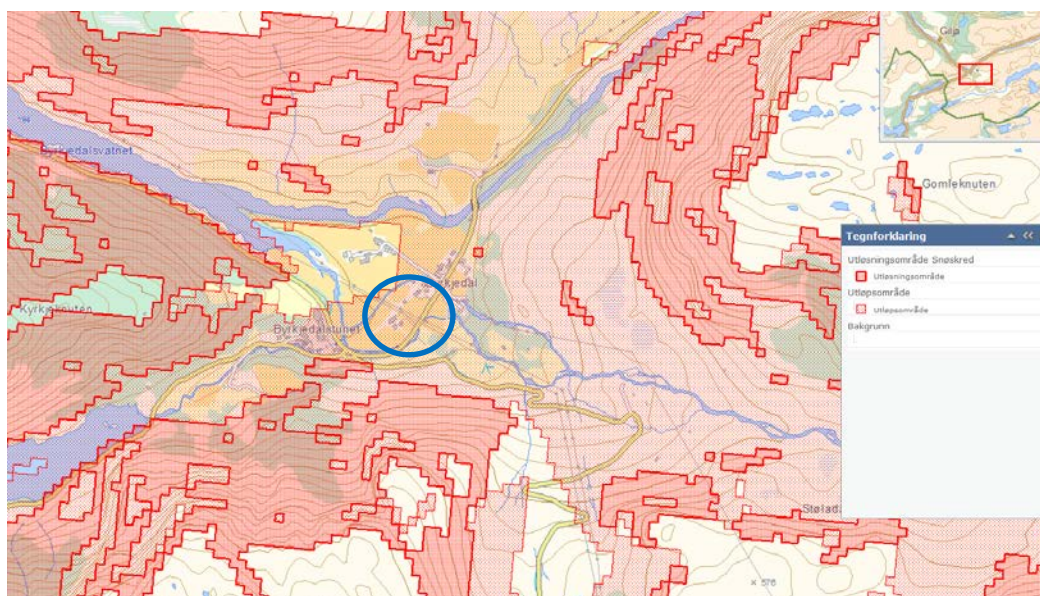
Lengst nord der veien ender ligger det en kraftstasjon under en flere hundre meter høy og bratt fjellside. Fra denne fjellsida går det hyppige utfall ned mot et utfyllingsområde ut i fjorden. Selve kraftstasjonen ligger i god avstand til fjellfoten.



Figur 17 Eldre hus og hyttebebyggelse ved Oltesvika ligger like utenfor foten av ura

5.6 Byrkjedal

I Byrkjedal ligger bebyggelsen i god avstand fra skrenter som kan gi steinsprang. Steinsprang er derfor vurdert å ikke være en aktuell faretype for eksisterende bebyggelse. Derimot viser aktsomhetskartet for snøskred at store deler av bebyggelsen ligger innenfor aktsomhetssonen for snøskred (figur 18). Bebyggelse vurdert som potensielt skredutsatt er vist i blått i figur 18. Det er utført en nærmere skredfarevurdering for denne bebyggelsen som har resultert i faresonekartet vist i kart 06 i kartbilaget.



Figur 18 Aktsomhetskart for snøskred i Byrkjedal. Vurdert bebyggelse vist i blått.

Det kan bli utløst snøskred fra flere steder i den 300 m høye fjellsida opp mot Middagsknuten sør for Byrkjedalstunet (figur 19). Snøskred kan nå ned til veien som går over til Maudal. NGI har vurdert faren for snøskred mot et planlagt boligområde like nordøst for Byrkjedalstunet på oversida av veien mot Øvstabødalen i 2000 (NGI rapport 20001263-1 datert 20. september 2000). Denne rapporten konkluderte med at snøskred kan nå ned til veien ovenfor bebyggelsen på Moen.



Figur 19 Fjellsida ovenfor Byrkjedal kan gi opphav til snøskred langs flere baner som går ned mot bebyggelsen på Moen (vist med piler)

De klimatiske forholdene tilsier at det ofte vil inntreffe mildvær om vinteren med stabilisering av snødekket som reduserer muligheten for utløsning av store skred. I de fleste tilfeller vil nedbøren komme som regn i de lavereliggende delene av fjellsida når vinden kommer fra sørlig retning. Det er denne vindretningen som kan gi ansamling av fokksnø i utløsningsområdene. For å få skred med lang rekkevidde må hele fjellsida være dekket av tørr og løs snø. NGI vurderer derfor at snøskred med lang rekkevidde forekommer sjelden. Bebyggelsen vurderes å ligge utenfor rekkevidden av snøskred med årlig sannsynlighet 1/1000, se faresonekart i kart 06.

6 Faresonekart og sikring

Faresonekartene for de ulike områdene er vist i kartbilaget bakerst i rapporten. Deler av bebyggelsen i Gilja, Oltedal, Frafjord, Dirdal og Oltesvika ligger innenfor faregrensen med årlig sannsynlighet 1/1000, tilsvarende kravet til sikkerhet for ny bebyggelse i S2 (TEK10). I Gilja og Dirdal ligger permanente bolighus innenfor 1/1000-faresonen, mens det er snakk om fritidsboliger i Frafjord og Oltesvika. I Oltedal er ett næringsbygg vurdert utsatt for skred med årlig sannsynlighet 1/1000.

For sikring av skredutsatt bebyggelse foreslår vi oppføring av fangvoll eller fanggjerder som kan stoppe steinsprang fra å nå bebyggelsen. Sikringstiltaket bør plasseres så nært sikringsobjektet som mulig. Hvor det er lite plass mellom skråningsfot og bebyggelse er fanggjerder i kraftig wirenett å foretrekke, da de tar mye mindre plass enn en voll. Dette er tilfellet for de fleste skredutsatte bygningene identifisert i denne kartleggingen.

Fanggjerder varierer i styrke og høyde. Styrken på gjerdene er avhengig av hvor store blokkene kan forventes å bli og hvor fort de ruller. Høyden på gjerdene vil være avhengig av hvor høyt blokkene kan sprette. Vanligvis vil høyden ligge i området 3-5 m. Styrke og høyde på fanggjerdet må dimensjoneres for hver enkeltlokalitet i forhold til forventet blokkstørrelse, blokkhastighet og spranghøyde på det aktuelle stedet.

Tabell 2 Verdier for styrken på et fanggjerde vil være avhengig av hastighet og størrelse. Tabellen gir omtrentlige styrke i kJ ut fra en massetetthet på 2600 kg/m³

Hastighet (m/s)	Størrelse (m ³)			
	0,5	1	2	4
5	20	40	70	130
10	70	130	260	520
15	150	300	600	1200
20	260	520	1100	2100

Prisen per løpemeter gjerde varierer med styrke, lengde og høyde på gjerdet, samt på tilgjengelighet og fundamenteringsforhold. Prisen kan øke med inntil 50 % ved forankring i løsmasser i forhold til forankring i fjell i dagen.

I følge en entreprenør som leverer fanggjerder vil løpemeterprisen eks. mva. for gjerder med ulik styrke være omtrentlig:

Styrke (kJ)	100	500	1000	2000	3000
Oppsatt på fjell	4500	5500	7000	10000	12500
Forankring i løsmasser	Prisen øker med inntil 50 %				

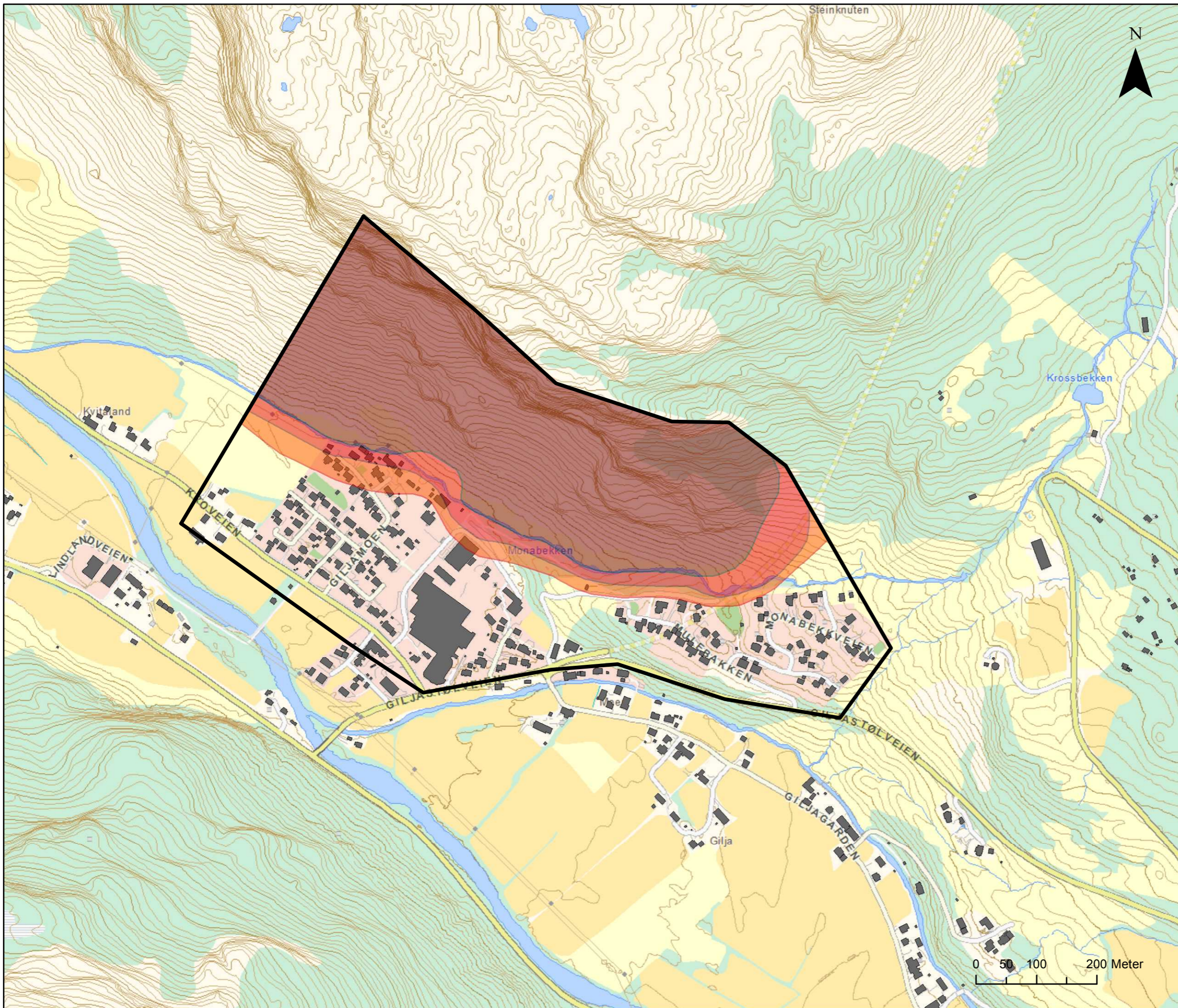
Vi har gjort foreløpige anslag over nødvendig lengde på gjerdene innenfor hvert område for å sikre bebyggelsen som ligger innenfor faresonen med årlig sannsynlighet 1/1000:

Område	Lengde
Gilja	230 m
Oltedal	100 m
Frafjord	50 m
Dirdal	150 m
Oltesvika	30 m



Figur 20 Mulig plassering av sikringsgjerde i Oltedal merket med svart.

Alle sikringstiltak må detaljprosjekteres med vurdering av optimal plassering og dimensjonering av styrke og høyde på nettet.






Tegnforklaring


 Kartlagt område

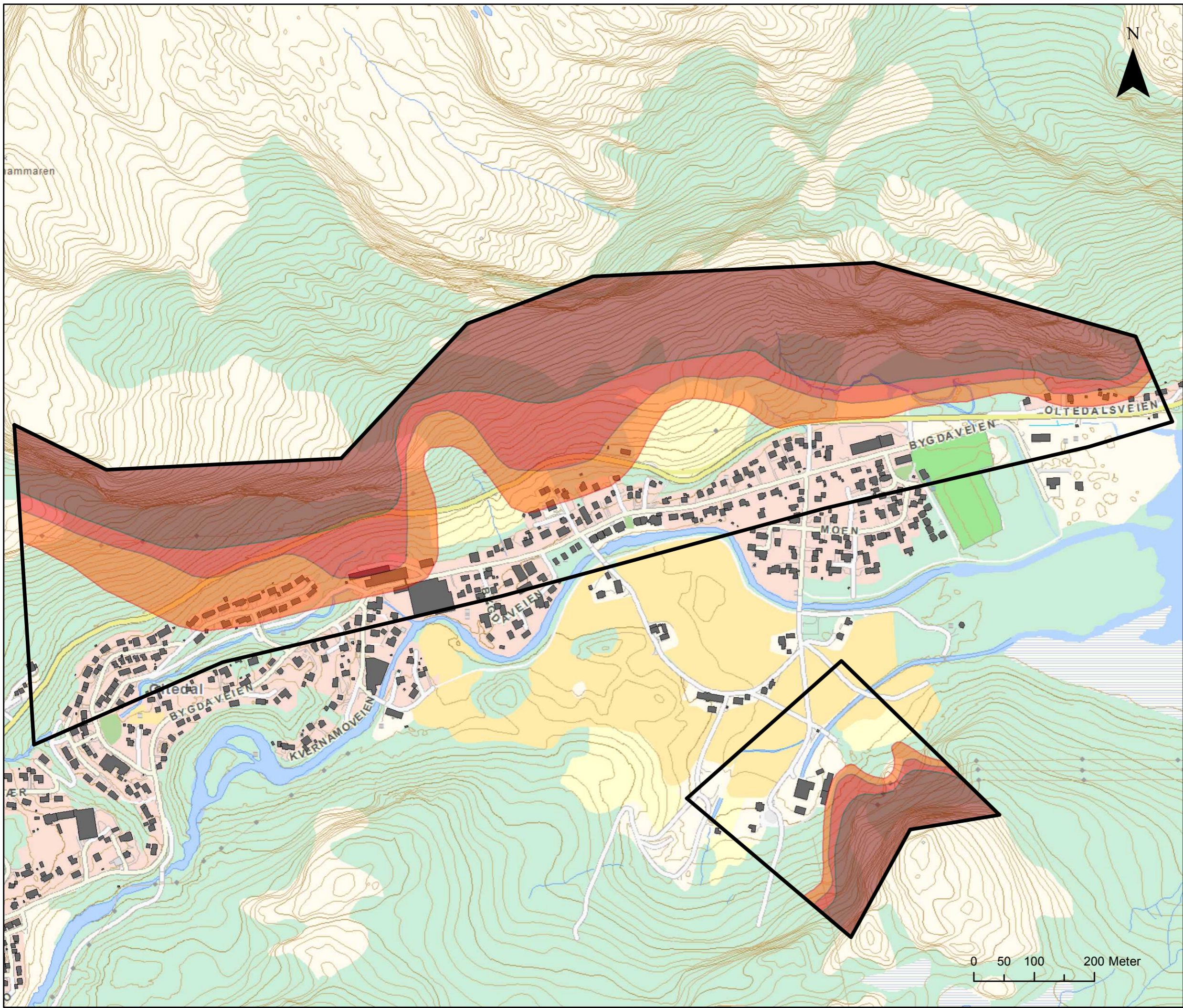
Faresone

Nominell årlig frekvens

-  $\geq 1/5000$
-  $\geq 1/1000$
-  $\geq 1/100$

Målestokk (A3): 1:6 000

Skredfarevurdering for utvalgte områder		
Gjesdal kommune	Prosjektnr. 20130201-01-R	Kart nr. 01
Gilja	Utført FS/HHH	Dato 2013-07-04
	Kontrollert -	
	Godkjent -	



Tegnforklaring

Kartlagt område

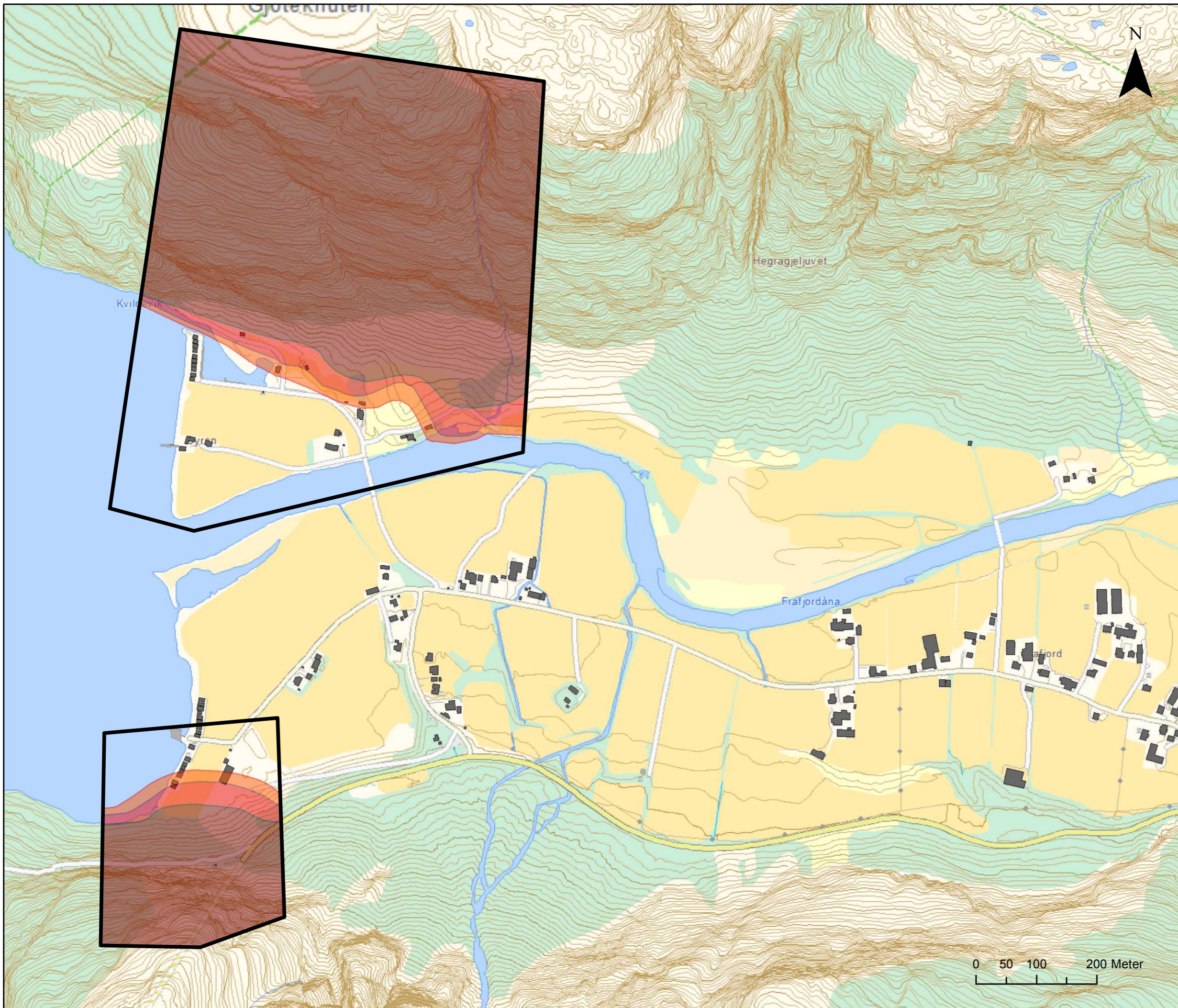
Faresone

Nominell årlig frekvens

- $\geq 1/5000$
- $\geq 1/1000$
- $\geq 1/100$

Målestokk (A3): 1:6 000

Skredfarevurdering for utvalgte områder		
Gjesdal kommune	Prosjektnr. 20130201-01-R	Kart nr. 02
Oltedal	Utført FS/HHH	Dato 2013-07-04
	Kontrollert -	
	Godkjent -	



Tegnforklaring

Kartlagt område

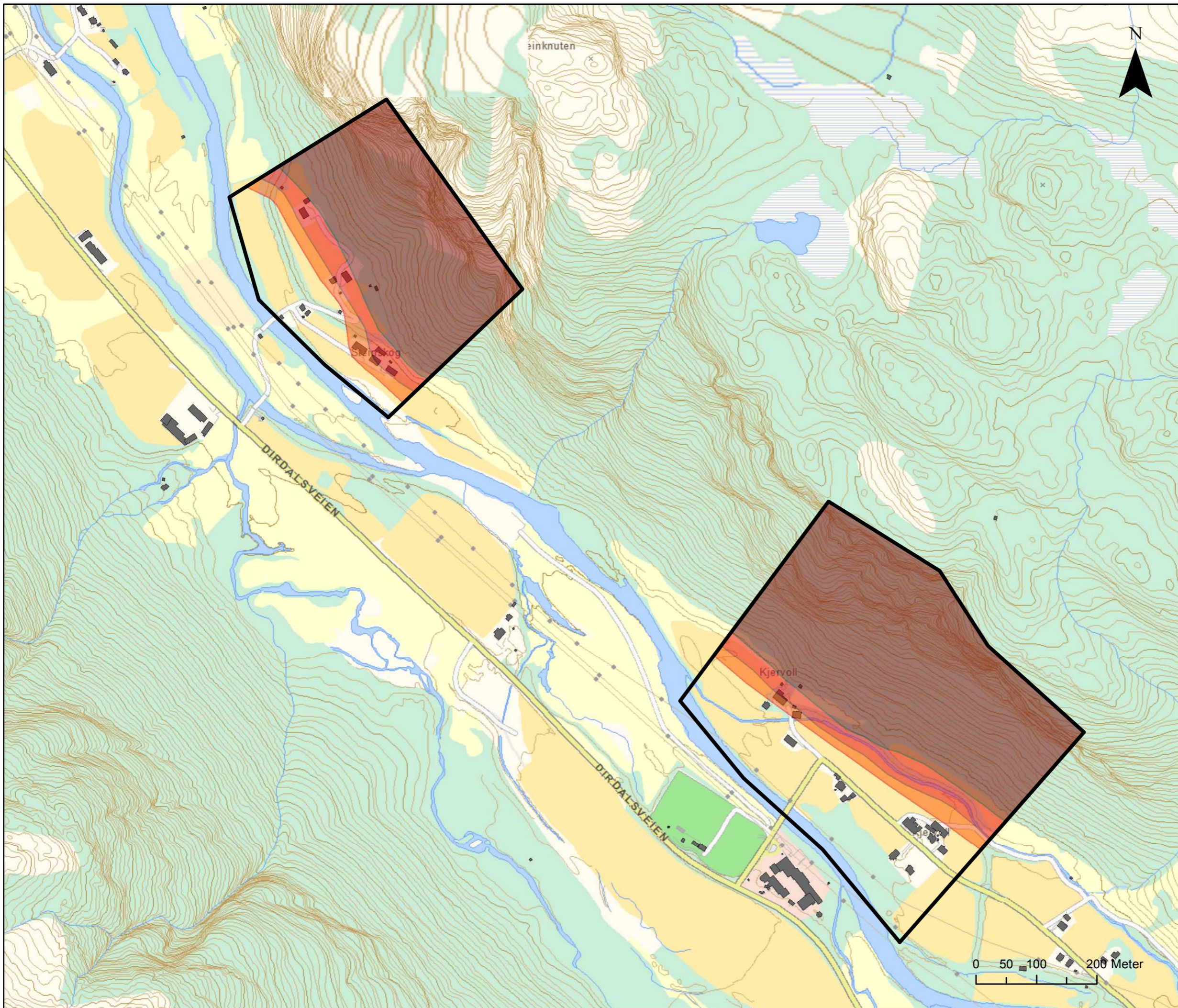
Faresone

Nominell årlig frekvens

- $\geq 1/5000$
- $\geq 1/1000$
- $\geq 1/100$

Målestokk (A3): 1:6 000

Skredfarevurdering for utvalgte områder		
Gjesdal kommune	Prosjektnr. 20130201-01-R	Kart nr. 03
Frafjord	Utført FS/HHH	Dato 2013-07-04
	Kontrollert -	
	Godkjent -	


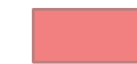



Tegnforklaring


 Kartlagt område

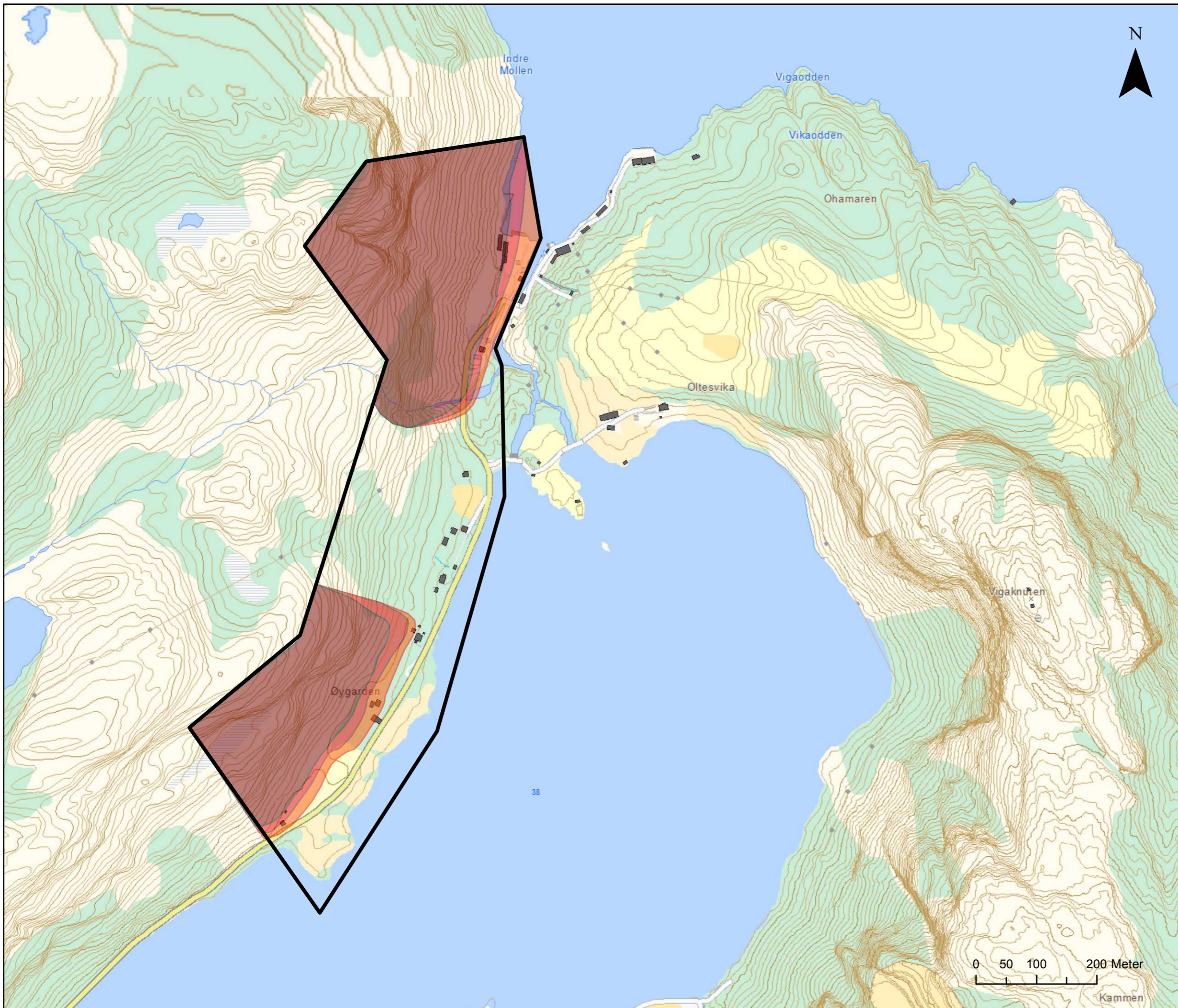
Faresone

Nominell årlig frekvens

-  $\geq 1/5000$
-  $\geq 1/1000$
-  $\geq 1/100$

Målestokk (A3): 1:6 000

Skredfarevurdering for utvalgte områder		
Gjesdal kommune	Prosjektnr. 20130201-01-R	Kart nr. 04
Dirdal	Utført FS/HHH	Dato 2013-07-04
	Kontrollert -	
	Godkjent -	





Tegnforklaring

 Kartlagt område

Faresone


Nominell årlig frekvens

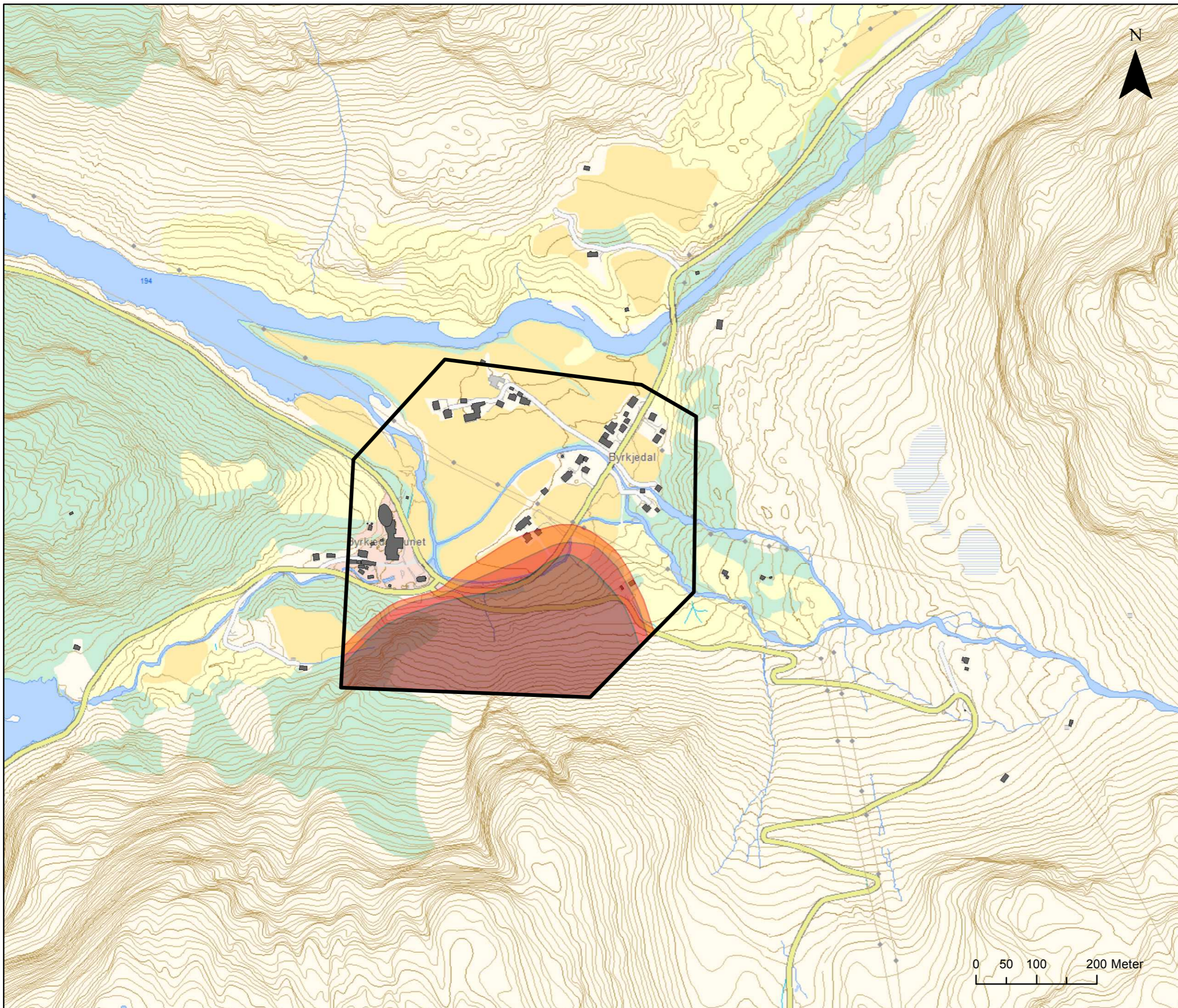
 $\geq 1/5000$

 $\geq 1/1000$

 $\geq 1/100$

Målestokk (A3): 1:6 000

Skredfarevurdering for utvalgte områder		
Gjesdal kommune	Prosjektnr. 20130201-01-R	Kart nr. 05
Oltesvika	Utført FS/HHH	Dato 2013-07-04
	Kontrollert -	
	Godkjent -	




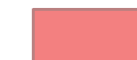
Tegnforklaring

 Kartlagt område

Faresone


Nominell årlig frekvens

 $\geq 1/5000$

 $\geq 1/1000$

 $\geq 1/100$

Målestokk (A3): 1:6 000

Skredfarevurdering for utvalgte områder		
Gjesdal kommune	Prosjektnr. 20130201-01-R	Kart nr. 06
Byrkjedal	Utført FS/HHH	Dato 2013-07-04
	Kontrollert -	
	Godkjent -	

Vedlegg A - Metodebeskrivelse

Innhold

1	Bakgrunn for vurderingene	2
1.1	Terrengmodell	2
1.2	Terreng-, vegetasjons- og klimaforhold	2
1.3	Tidligere skredhendelser	2
1.4	Spor i terrenget	3
1.5	Tolkning av gamle terrengformer	3
1.6	Terrengforhold som påvirker størrelsen og utbredelsen av skred	3
1.7	Modeller for beregning av skredutbredelse	3

1 Bakgrunn for vurderingene

For å vurdere utbredelsen av skred for ulike returperioder har vi benyttet følgende datakilder og metoder:

- Terrengmodell med helningskart
- Terreng-, vegetasjons- og klimaforhold
- Eksisterende skredkart og skredhendelser
- Observasjoner gjort under befaringen
- Tolkning av terrengformer som kan indikere tidligere skredaktivitet
- Observasjon av terrengforhold som kan ha innvirkning på rekkevidden av skred
- Modellverktøy for beregning av rekkevidden til steinsprang er beskrevet under vedlegg B

1.1 Terrengmodell

Terrengmodellen ble opprettet fra 5m høydekurver og eksisterende høydepunkt. Det ble dannet et TIN som igjen ble konvertert til et raster med 5 m oppløsning. Helningen ble tatt direkte fra dette rasteret og har dermed også 5 m oppløsning.

Helningskartene er benyttet til å identifisere mulige kildeområder for de ulike skredtyper, ettersom snøskred gjerne løsner fra terrenghelninger 30-50°, steinskred fra helninger >45° og jordskred/flomskred fra terrenghelning 25-45°.

Terrengmodellen er også benyttet som grunnlag for kjøring av beregningsmodellen Rockyfor3D for steinsprang.

1.2 Terreng-, vegetasjons- og klimaforhold

Terrengformene er vesentlige for å identifisere kildeområder og hvilken vei eventuelle skred følger nedover fjellsidene. Terrengformene vil også influere på rekkevidden av skred, for eksempel ruhetsforholdene langs terrenget.

Vegetasjonsforholdene vil ha stor innvirkning på utløsningsområdene for snøskred, idet tett skog vil hindre utløsning. Skog i skredbanen kan også ha effekt på rekkevidden av skred fordi skogen vil ha en bremsende effekt på skredbevegelsen og dessuten redusere med rivning av skredmasser nedover i skredbanen.

Klimaforholdene vil i stor grad bestemme hvor ofte skred blir utløst. For snøskred vil for eksempel dominerende vindretninger være viktig for hvor det legger seg opp snø.

1.3 Tidligere skredhendelser

En viktig basis for faresonekartlegging er å skaffe seg oversikt over tidligere skredhendelser. Dette vil være nyttig informasjon i forhold til å bestemme potensialet for hvor lang rekkevidde skred kan oppnå.

Tidligere skredhendelser er delvis opptegnet i den nasjonale skred databasen utviklet av NGU og som finnes under skredatlas.nve.no. Det finnes ikke rapportert skredhendelser mot bebyggelse i denne databasen, kun skred mot vei. I tillegg har NGI gjennomført skredvurderinger i Gjesdal tidligere (tabell 1 under kap. 2 i rapport).

1.4 Spor i terrenget

Tidligere skredhendelser vil i noen grad kunne observeres ute i terrenget. For eksempel vil spor etter snøskred kunne vises i form av skader på vegetasjonen. Skredblokker vil i de fleste tilfeller bli liggende som vitnesbyrd på tidligere hendelser, men dersom det er innmark kan blokker ha blitt fjernet. Ofte vil det være vanskelig å skille skredblokker ut fra moreneblokker som har blitt transportert med isen.

1.5 Tolkning av gamle terrengformer

Skred som er masseførende slik som jord- og flomskred vil som oftest gi varige spor i terrenget. Det kan enten være erosjonsformer slik som nedskjæringer (raviner) eller avsetningsformer (som regel vifteformet). Utfordringen er å vite hvor gamle disse skredene er, og i hvilken grad de er representative for dagens forhold. I tida like etter siste istid gikk det et stort antall skred under helt andre vegetasjonsforhold med stor vanntilgang grunnet issmelting.

1.6 Terrengforhold som påvirker størrelsen og utbredelsen av skred

Rygger og forsenkninger vil ha en tendens til å lede skredmassene. Utflatinger og bratte partier vil også kunne påvirke rekkevidden ved at skredet tappes for energi. Også grunnforholdene vil ha stor betydning, og steinsprang vil nå lengst når underlaget er hardt (berg i dagen) i motsetning til når bakken er myk (for eksempel myr).

Eksisterende store steinblokker i terrenget vil ha en bremsende effekt på skred. Det samme gjelder for tett skog. Skog i utløsningsområdet vil også kunne påvirke størrelsen av snøskred. Skog vil i tillegg ha en stabiliserende effekt på løsmassedekket fordi røttene vil binde jordmassene sammen.

1.7 Modeller for beregning av skredutbredelse

Beregningsmodeller vil være et viktig supplement når endelig plassering av faregrensene skal foretas. Viktigste kilde til fastsettelse av faregrenser vil være skjønn basert på erfaring og observasjoner gjort under befaringen og opplysninger om tidligere skredhendelser. Modellkjøringer vil være et hjelpemiddel for å vurdere om det er behov for justering av grensene.

Modellene vi har benyttet er nærmere beskrevet under vedlegg B med eksempler på resultater fra modellkjøringer vist på kart i noen utvalgte områder.



Dokumentnr.: 20130201-01-R
Dato: 2013-08-27
Rev.nr.: 0
Vedlegg B, Side 1

Vedlegg B - Modelleringsverktøy

1 Steinsprang – Rockyfor3D

For å beregne rekkevidden av steinsprang har vi benyttet Rockyfor3D. Rockyfor3D er en modell som beregner utløp av steinsprang (enkelte steinblokker) ved hjelp av deterministiske og stokastiske algoritmer. Modellen kan inkludere interaksjon med vegetasjon og sikringstiltak.

Modellen er utviklet av Luuk Dorren og Frédéric Berger, er beskrevet på www.ecorisq.org/en/products.html og er tilgjengelig for medlemmer av organisasjonen ecorisQ. NGI har et samarbeid med denne organisasjonen og har fått tillatelse til å benytte den både i forsknings- og oppdragsvirksomhet. NGI har jevnlig kontakt med utviklerne og gir tilbakemeldinger på praktisk bruk. Algoritmene i modellen er utviklet gjennom ulike forskningsprosjekt og deler er beskrevet i artikler og presentert på internasjonale konferanser. For en oversikt over artikler, se www.ecorisq.org. Algoritmene oppdateres regelmessig og informasjon om dette sendes ut til medlemmene i ecorisQ.

Algoritmene er implementert i MATLAB og modellen kjøres ved hjelp av en runtime lisens. Det er ikke tilgang til kildekoden, men modellen er beskrevet i dokumentet "Rockyfor3D revealed, Description of the complete 3D rockfall model", se Dorren (2012).

I NGI teknisk notat **20100070-00-3-TN** beskrives de parametere som må inkluderes i modellen:

- Number of simulations per cell
 - o Antall blokker som simuleres fra hver celle i terrengmodellen.
- Additionall fall height
 - o Blokker kan gis ekstra oppstartsenergi ved å gi dem ekstra fallhøyde i starten
- Base data folder
 - o I denne mappen lagres beregningsprogrammet og alle data som eksporteres fra ArcGIS.
- Result data folder
 - o Dette er en mappe som ligger under "Base data folder" og her lagres resultater fra beregningene (se modellens dokumentasjon for beskrivelse av resultatfiler).
- DEM
 - o Terrengmodellen (raster) som ønskes brukt.
- Analysis area (1 selected)
 - o En polygon som definerer hvilket område beregningene skal kjøres for. En enkelt polygon må være selektert.
- Soil type
 - o Laget med definisjoner for jordbundstypen.
- Release areas
 - o Laget med definisjoner av potensielle utløsningsområder for steinsprang.

- Roughness
 - o Laget med definisjoner av terrengets ruhet.

I tillegg finnes det muligheter for å legge inn skog med gitt diameter og avstand mellom trærne, men vi har ikke benyttet denne applikasjonen i Gjesdal.

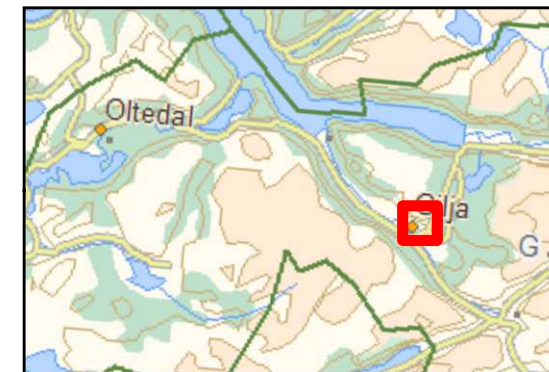
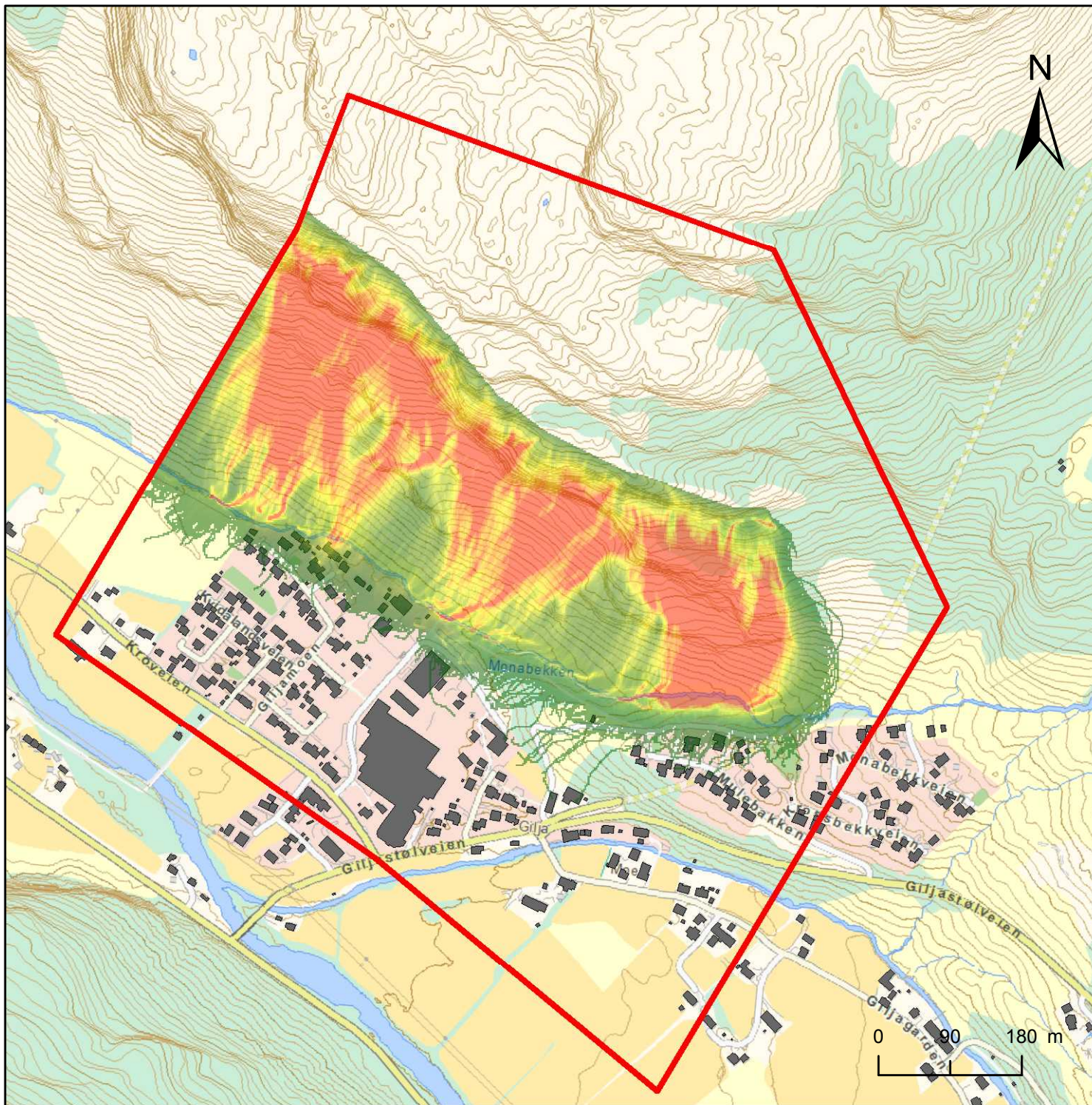
Vi har i prosjektet benyttet modellen for fire fjellsider. De fjellsidene hvor flest hus ligger skredutsatt er valgt ut. Dette inkluderer Gilja, Oltedal, Steinskog og nordsiden av Frafjord. Vi har benyttet følgende sett med inputverdier mht. utløsningsområdene:

- Blokkstørrelser 2 m³ og 10 utfall fra hver celle i utløsningsområdet (2x2 m raster er benyttet) – Denne kjøringen er vist for alle områdene i kart A-01 til A-04.
- Verdier for bakketype og ruhet er gjort på bakgrunn av observasjoner under feltarbeidet.

2 Referanser

NGI teknisk notat 20100070-00-3-TN: Innføring av steinsprangmodellen Rockyfor3D ved NGI (2012)

Dorren L.K.A., 2012. Rockyfor3D (v5.1) revealed – Transparent description of the complete 3D rockfall model. ecorisQ paper (www.ecorisq.org): 31 p.




Tegnforklaring


 Beregningsområde

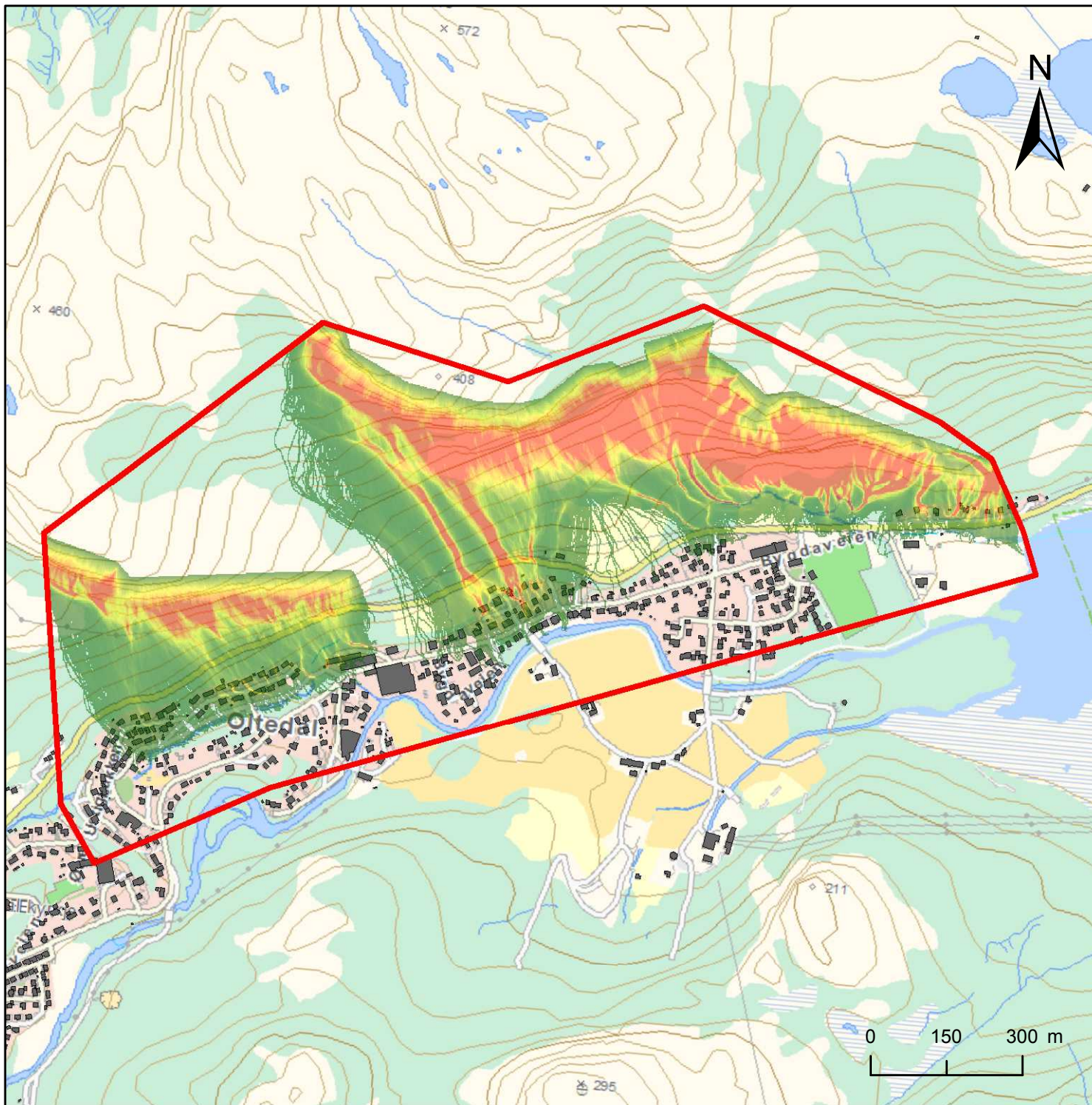
Antall blokkpasseringer

Value

 - High : 4575
 - Low : 0

Målestokk (A4): 1:7 000

Modellering av rekkevidde av steinsprang		
Rockyfor3D	Dokumentnr. 20130201-01-R	Kart nr. 01
Gilja	Utført HHH	Dato 2013-07-04
	Kontrollert -	
	Godkjent -	



Tegnforklaring

Beregningsområde

Antall blokkpasseringer


Value

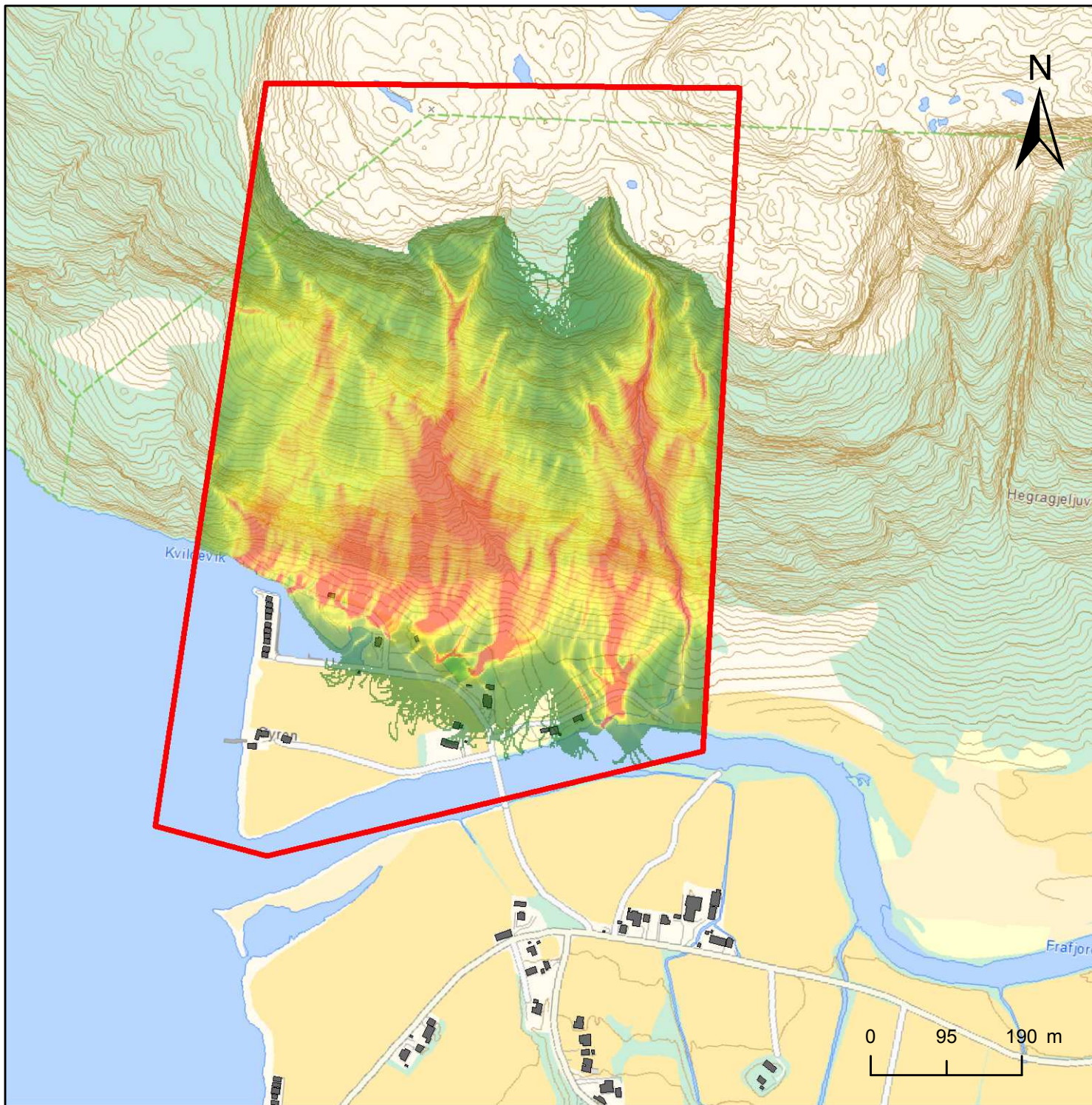
- High : 3396



- Low : 0

Målestokk (A4): 1:11 000

Modellering av rekkevidde av steinsprang		
Rockyfor3D	Dokumentnr. 20130201-01-R	Kart nr. 02
Oltedal	Utført HHH	Dato 2013-07-04
	Kontrollert -	
	Godkjent -	



Tegnforklaring

 Beregningsområde


Antall blokkpasseringer

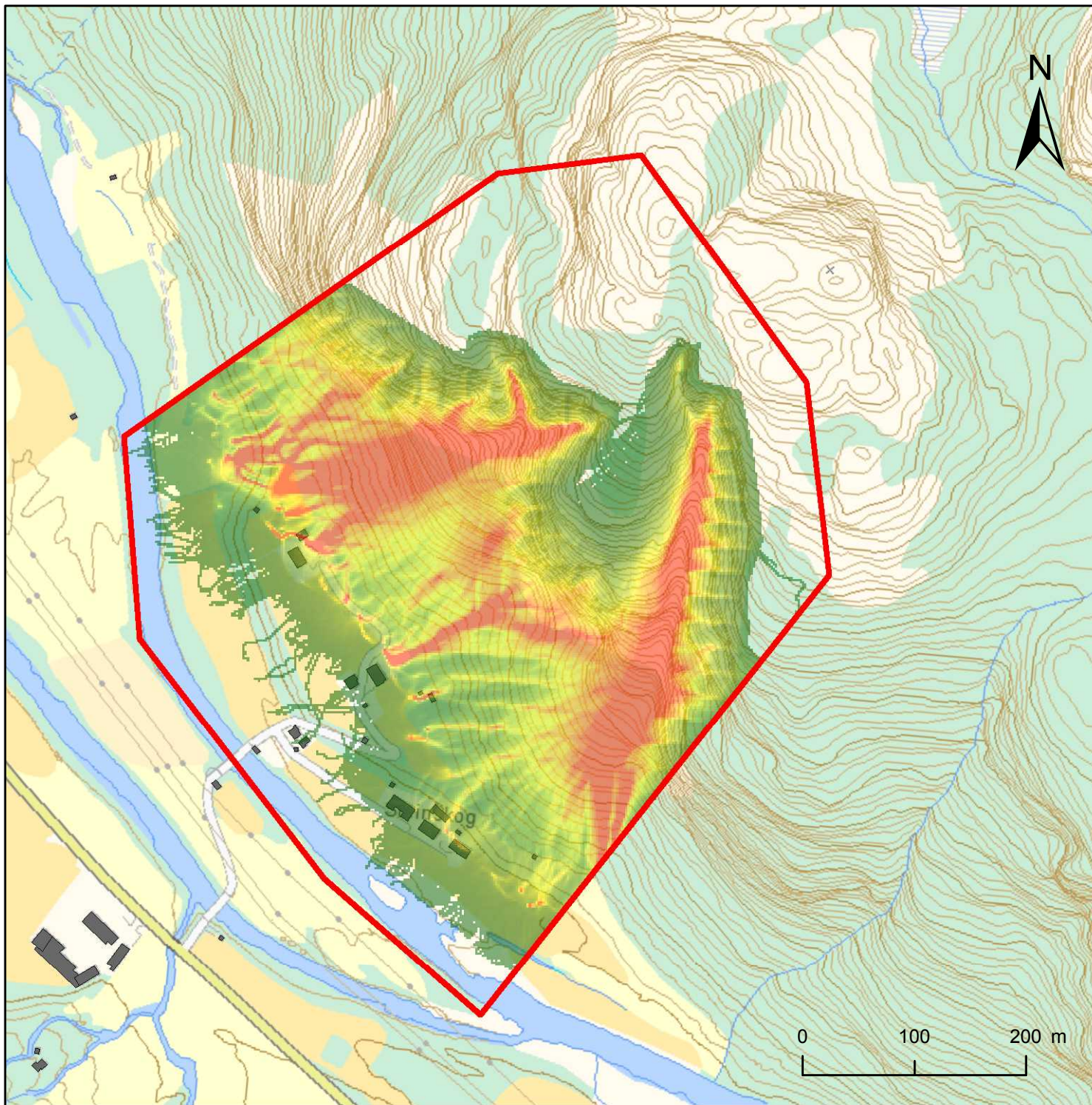
Value

 - High : 14953

 - Low : 0

Målestokk (A4): 1:7 000

Modellering av rekkevidde av steinsprang		
Rockyfor3D	Dokumentnr. 20130201-01-R	Kart nr. A-03
Frafjord - Øyren	Utført HHH	Dato 2013-07-04
	Kontrollert -	
	Godkjent -	




Tegnforklaring


 Beregningsområde

Antall blokkpasseringer

Value


 - High : 3725
 - Low : 0

Målestokk (A4): 1:5 000

Modellering av rekkevidde av steinsprang		
Rockyfor3D	Dokumentnr. 20130201-01-R	Kart nr. A-04
Dirdal - Steinskog	Utført HHH	Dato 2013-07-04
	Kontrollert -	
	Godkjent -	

Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumentinformasjon/Document information												
Dokumenttittel/Document title Vurdering av skredfare innenfor utvalgte områder					Dokumentnr./Document No. 20130201-01-R							
Dokumenttype/Type of document Rapport/Report		Distribusjon/Distribution Begrenset/Limited			Dato/Date 27. august 2013			Rev.nr.&dato/Rev.No.&date 0				
Oppdragsgiver/Client Gjesdal kommune												
Emneord/Keywords Steinsprang, faresonekart, skredkartlegging												
Stedfesting/Geographical information												
Land, fylke/Country, County Norge, Rogaland					Havområde/Offshore area							
Kommune/Municipality Gjesdal					Felt navn/Field name							
Sted/Location Gjedal					Sted/Location							
Kartblad/Map					Felt, blokknr./Field, Block No.							
UTM-koordinater/UTM-coordinates												
Dokumentkontroll/Document control												
Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001												
Rev./Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision				Egenkontroll/Self review av/by:		Sidemanns-kontroll/Colleague review av/by:		Uavhengig kontroll/Independent review av/by:		Tverrfaglig kontroll/Inter-disciplinary review av/by:	
0	Originaldokument				FS/HHH		UD					
Dokument godkjent for utsendelse/Document approved for release				Dato/Date 27. august 2013			Sign. Prosjektleder/Project Manager Frode Sandersen					

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen geofagene. Vi utvikler optimale løsninger for samfunnet, og tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg.

Vi arbeider i følgende markeder: olje, gass og energi, bygg, anlegg og samferdsel, naturskade og miljøteknologi. NGI er en privat stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskap i Houston, Texas, USA.

NGI ble utnevnt til "Senter for fremragende forskning" (SFF) i 2002 og leder "International Centre for Geohazards" (ICG).

www.ngi.no

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting in the geosciences. NGI develops optimum solutions for society, and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the oil, gas and energy, building and construction, transportation, natural hazards and environment sectors. NGI is a private foundation with office and laboratory in Oslo, branch office in Trondheim and daughter company in Houston, Texas, USA.

NGI was awarded Centre of Excellence status in 2002 and leads the International Centre for Geohazards (ICG).

www.ngi.no



Hovedkontor/Main office:
PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo
Norway

Besøksadresse/Street address:
Sognsveien 72, NO-0855 Oslo

Avd Trondheim/Trondheim office:
PO Box 1230 Pirsenteret
NO-7462 Trondheim
Norway

Besøksadresse/Street address:
Pirsenteret, Havnegata 9, NO-7010 Trondheim

T: (+47) 22 02 30 00
F: (+47) 22 23 04 48

ngi@ngi.no
www.ngi.no

Kontonr 5096 05 01281 / IBAN NO26 5096 0501 281
Org. nr./Company No.: 958 254 318 MVA

BSI EN ISO 9001
Sertifisert av/Certified by BSI, Reg. No. FS 32989

