



Rapport / Report

Skredfarekartlegging Balestrand kommune

Utarbeidelse av detaljerte faresonekart

20130593-01-R
10. januar 2014
Rev. nr.: 0

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: Skredfarekartlegging Balestrand kommune
Dokumenttittel: Utarbeidelse av detaljert faresonekart
Dokumentnr.: 20130593-01-R
Dato: 10. januar 2014
Rev. nr./rev. dato: 0

Hovedkontor:
Pb. 3930 Ullevål Stadion
0806 Oslo

Avd Trondheim:
Pb. 1230 Sluppen
7462 Trondheim

T 22 02 30 00
F 22 23 04 48

Kontonr 5096 05 01281
Org. nr 958 254 318 MVA

ngi@ngi.no
www.ngi.no

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: NVE
Kontaktperson: Andrea Taurisano
Kontraktreferanse: Saksnummer 201301392

For NGI

Prosjektleder: Heidi Hefre
Utarbeidet av: Heidi Hefre og Øyvind A. Høydal
Kontrollert av: Ulrik Domaas og Frode Sandersen

Sammendrag

NGI har kartlagt detaljerte faresoner innenfor følgende områder i Balestrand kommune:

- Låne
- Sagi – Nokken
- Balestrand
- Ese
- Esefjordens nordside
- Farnes
- Sværen
- Torsnes
- Velefjorddalen
- Menes

Sammendrag (forts.)



Dokumentnr.: 20130953-01-R
Dato: 2014-01-10
Rev. nr.: 0
Side: 4

Faresoner for utbredelse av skred med årlig sannsynlighet hhv. 1/100, 1/1000 og 1/5000 er vurdert og inntegnet i kartbilaget. Som bakgrunn for fastsettelse av faresonene har vi benyttet følgende:

- Terrengmodell med gridstørrelse 2x2 m
- Feltbefaring av to personer fra NGI i fire dager
- Opplysninger om tidligere skredhendelser
- Tidligere skredrapporter fra området
- Terreng- og klimaforhold
- Geologiske forhold
- Beregningsmodeller for utbredelse og rekkevidde av skred
- Diskusjoner, skjønsmessige vurderinger og kvalitetskontroll av faresonene

Store deler av den eksisterende bebyggelsen i alle de kartlagte områdene ligger innenfor faregrensene for skred med årlig sannsynlighet 1/5000. Videre ligger det ett eller flere bolighus innenfor faresone 1/1000 i samtlige kartleggingsområder unntatt Torsnes og Menes. I Låne er ett hus vurdert utsatt for flom/sørpeskred med årlig sannsynlighet 1/100. Ved Nøkken ligger et hus delvis innenfor faresone 1/100, hvor aktuell faretype er steinsprang. I Balestrand ligger tre boliger innenfor faresone 1/100; to hus er utsatt for flomskred/sørpeskred fra Skåsheimselvi, og ett hus ligger utsatt for steinsprang nord for sentrum. I Vetlefjorddalen ligger et hus innenfor faresone 1/100 like nedenfor Breiskredgrovi.

NGI anbefaler at det gjennomføres en mer detaljert feltbefaring for den mest utsatte bebyggelsen for å kunne vurdere behovet og eventuelt design og prosjektering for sikring nærmere.

Faresonekartene kan brukes som grunnlag for arealplanlegging og for godkjenning av reguleringsplaner og byggesøknader. Kartene kan også være viktige hjelpemidler i tilfelle det oppstår ekstreme vær-situasjoner med behov for vurdering av evakuering av skredutsatt bebyggelse.

Innhold

1	Innledning	7
2	Overordnet om kartleggingsområdene	8
2.1	Generell topografi og skredhistorikk	8
2.2	Klima	10
2.3	Geologi	13
2.4	Eksisterende aktsomhetskart fra NVE	13
2.5	Eksisterende aktsomhetskart for snøskred og steinsprang fra NGI	14
2.6	Eksisterende skredrapporter fra NGI	14
3	Kort beskrivelse av aktuelle skredtyper i området	15
3.1	Snøskred	15
3.2	Sørpeskred	15
3.3	Steinskred og steinsprang	15
3.4	Jordskred	16
3.5	Flomskred	16
4	Metodikk for fastlegging av faresoner	16
4.1	Terrengmodell	16
4.2	Terreng-, vegetasjons og klimaforhold	17
4.3	Tidligere skredhendelser	17
4.4	Spor i terrenget	17
4.5	Tolkning av gamle terrengformer	17
4.6	Terrengforhold som påvirker størrelsen og utbredelsen av skred	18
4.7	Modeller for beregning av skredutbredelse og rekkevidde	18
5	Låne	18
5.1	Topografi	18
5.2	Historiske skredhendelser	19
5.3	Farevurdering og faresoner	19
6	Sagi – Nokken	21
6.1	Topografi	21
6.2	Historiske skredhendelser	22
6.3	Farevurdering og faresoner	22
7	Balestrand sentrum	23
7.1	Topografi	23
7.2	Historiske hendelser	24
7.3	Farevurdering og faresoner	25
8	Ese	26
8.1	Topografi	26
8.2	Historiske hendelser	27
8.3	Farevurdering og faresoner	28
9	Esefjordens nordside	29
9.1	Topografi	29
9.2	Historiske hendelser	29

9.3	Farevurdering og faresoner	29
10	Farnes	31
10.1	Topografi	31
10.2	Historiske hendelser	31
10.3	Farevurdering og faresoner	31
11	Sværen	32
11.1	Topografi	32
11.2	Historiske hendelser	33
11.3	Farevurdering og faresoner	33
12	Torsnes	34
12.1	Topografi	34
12.2	Historiske skredhendelser	34
12.3	Farevurdering og faresoner	34
13	Velefjorddalen	35
13.1	Topografi	35
13.2	Historiske hendelser	36
13.3	Farevurdering og faresoner	37
14	Menes	37
14.1	Topografi	37
14.2	Historiske hendelser	38
14.3	Farevurdering og faresoner	38
15	Bruk av faresonekartene	39
15.1	Arealplanlegging og godkjenning av reguleringsplaner og byggesøknader	39
15.2	Prioritering av sikringstiltak	39
15.3	Evakuering av skredutsatt bebyggelse under ekstreme værforhold	39

Kontroll- og referanseside

Vedlegg A: Faresonekart

Vedlegg B: Helningskart og hendelseskart (inkl. GPS-logg)

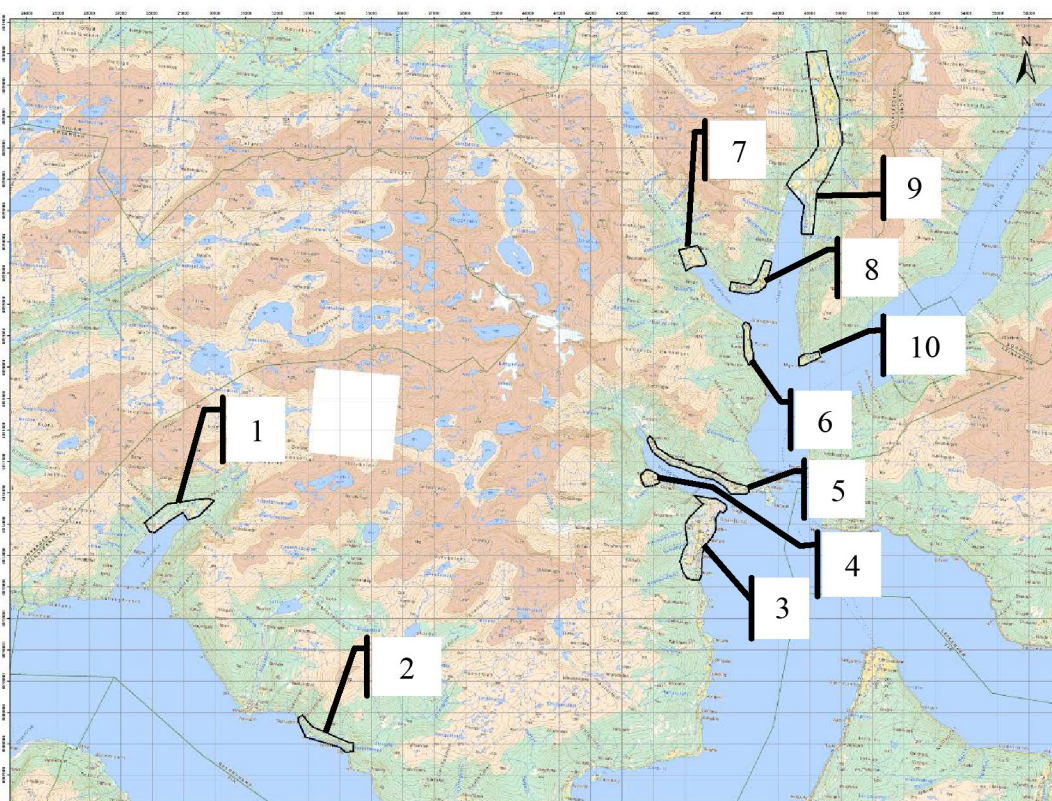
Vedlegg C: Beregningsresultater (RAMMS og Rockyfor3D)

Vedlegg D: Tabell over skredhendelser innenfor kartleggingsområdene

1 Innledning

På oppdrag fra NVE har NGI kartlagt skredfaren innenfor utvalgte områder i Balestrand kommune. Faren for alle typer skred er kartlagt, men faren for kvikkleireskred samt store fjellskred og flodbølger er ikke vurdert. De kartlagte områdene er listet under med nummer knyttet til kartvisningen i figur 1.

1. Låne
2. Sagi – Nokken
3. Balestrand
4. Ese
5. Esefjordens nordside
6. Farnes
7. Sværen
8. Torsnes
9. Velefjorddalen
10. Menes



Figur 1. Oversiktskart som viser kartleggingsområdene i Balestrand kommune.

Utstrekning av faresoner for skred med samlet årlig sannsynlighet 1/100, 1/1000 og 1/5000 er vurdert. Faresoner for flere skredtyper er inkludert dersom faresonene går inn i bebygde områder. Se faresonekart i vedlegg A.

Befaring ble gjennomført 19. – 22. august 2013 av Øyvind A. Høydal og Heidi Hefre ved NGI. I tillegg deltok Odd Are Jensen og Yngve Midthun fra NVE på de to siste dagene av befaringsen. Det ble avholdt et møte med Balestrand kommune representert ved Arne Abrahamsen og Åsmund Myklebust.

Befaring ble gjennomført i de nedre delene av fjellsidene med særlig fokus på de bebygde områdene. Helikopter ble også anvendt for mer detaljerte observasjoner og foto av utløsningsområdene. Feltrute og notater i felt ble stedfestet med GPS (se kart i vedlegg B).

Som bakgrunn for vurderingene har vi benyttet:

- Helningskart og topografi
- Flyfoto
- Observasjoner gjort under feltarbeid
- Historiske opplysninger om skred
- Tidligere farevurderinger
- Klimatiske data
- Modeller for beregning av utbredelsen av skred

2 Overordnet om kartleggingsområdene

Figur 1 viser oversikt over de kartlagte områdene. Under gis det en kort generell oversikt over kartleggingsområdene hva angår topografi, skredhistorikk, klima og geologi, samt tidligere utarbeidede aktsomhetskart og skredrapporter.

2.1 Generell topografi og skredhistorikk

Balestrand er en typisk vestlandskommune med dype fjorder og daler og høye fjell. Selv om Balestrand ligger et stykke fra kysten, sørger Sognefjorden for et mildt maritimt klima, men høye fjell gir også et alpint vinterklima. Fjellsidene er bratte og går steilt helt ned til dalbunnen. I fjellsidene er det mange botner, kløfter og gjel som gir opphav til skred. Da dalbunnen er trang med flomfare, bor folk nært fjellsidene. Dette har gjennom Balestrands historie ført til mange katastrofale skredhendelser hvor menneskeliv har gått tapt.

I NGUs nasjonale skredatabase er 53 skredhendelser opptegnet innenfor kartleggingsområdene (skrednett.no). Tabell med fullstendig beskrivelse av alle hendelser innenfor kartleggingsområdene er gitt i vedlegg D, og hendelsene er vist på kart i vedlegg B. Figur 2 viser antall skredhendelser i hvert av områdene, og vi ser at i flere av områdene har det gått mange skred. Vetlefjorddalen skiller seg ut med 24 hendelser, men det må tas i betraktning at dette området er vesentlig større i utstrekning enn de øvrige områdene. Om man ser antall hendelser i forhold til areal, er flere av kartleggingsområdene tilnærmet like utsatt.

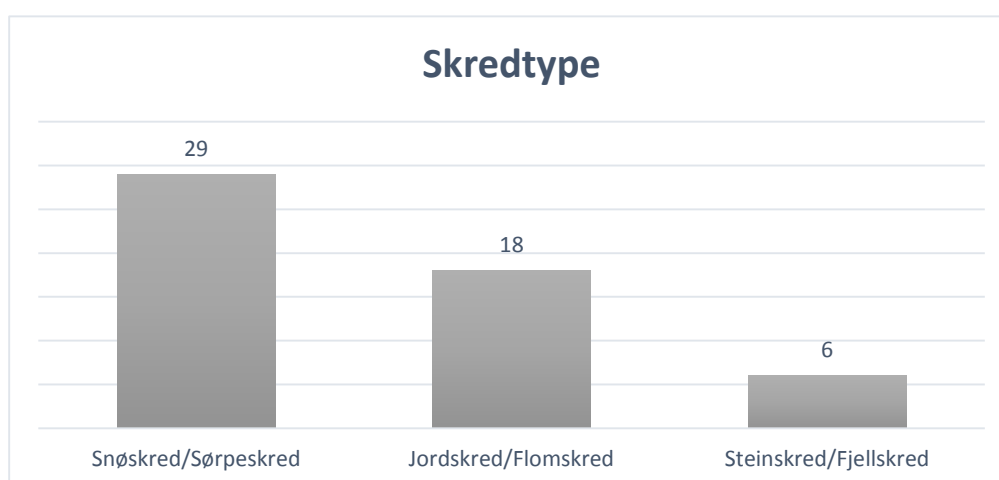
Figur 3 viser hvilken skredtype som er hyppigst innenfor kartleggingsområdene, basert på kategoriseringen i skredbasen. Snøskred og sørpeskred er i figur 3

samlet i en klasse, da det vi definerer som sørpeskred ofte er omtalt som snøskred i historiske oppteget. Det samme gjelder for jordskred og flomskred.

Ut fra flere dokumenterte hendelser og skredkunnskap i området, vet vi at sørpeskred og flomskred er de skredtypene som generelt utgjør den største skredfaren i Balestrand kommune. Dette skyldes til dels topografien som omtalt tidligere i dette kapitlet, og til dels klimaet, som omtales i neste kapittel (kap. 2.2). Den største skredvinteren som er kjent på Vestlandet, er vinteren 1928. Etter en veldig kald forvinter med dyp tele i lavlandet og is-skare i fjellet, slo været om i begynnelsen av februar. Det kom store snømengder, med senere omslag til mildvær og regn. Natt til 9. februar gikk det store sørpeskred etter mange bekkefar i Balestrand og over hele Vestlandet. Mange av skredhendelsene i figur 2 og 3 er knyttet til denne spesielle vær-situasjonen.



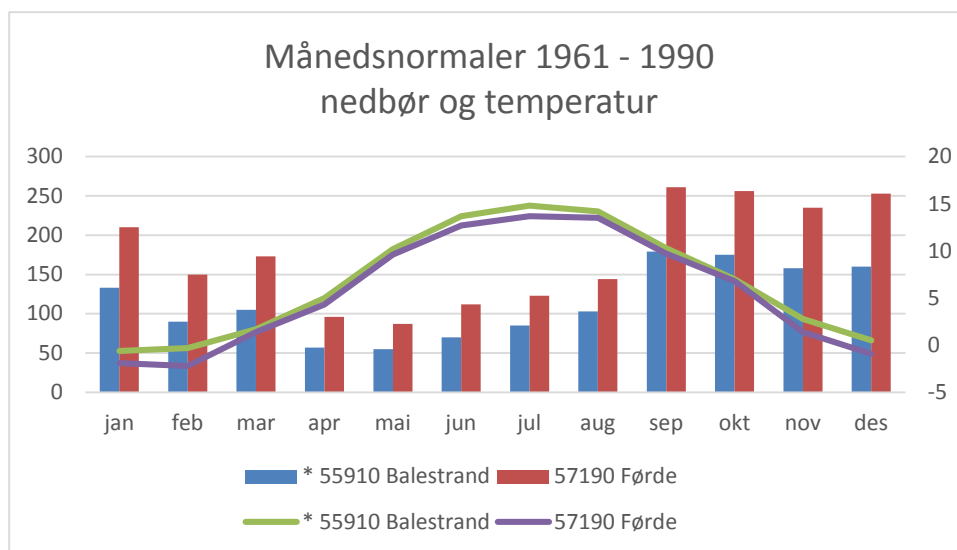
Figur 2 Oversikt over antall skredhendelser i hvert kartleggingsområde oppteget i skred-databasen (skrednett.no)



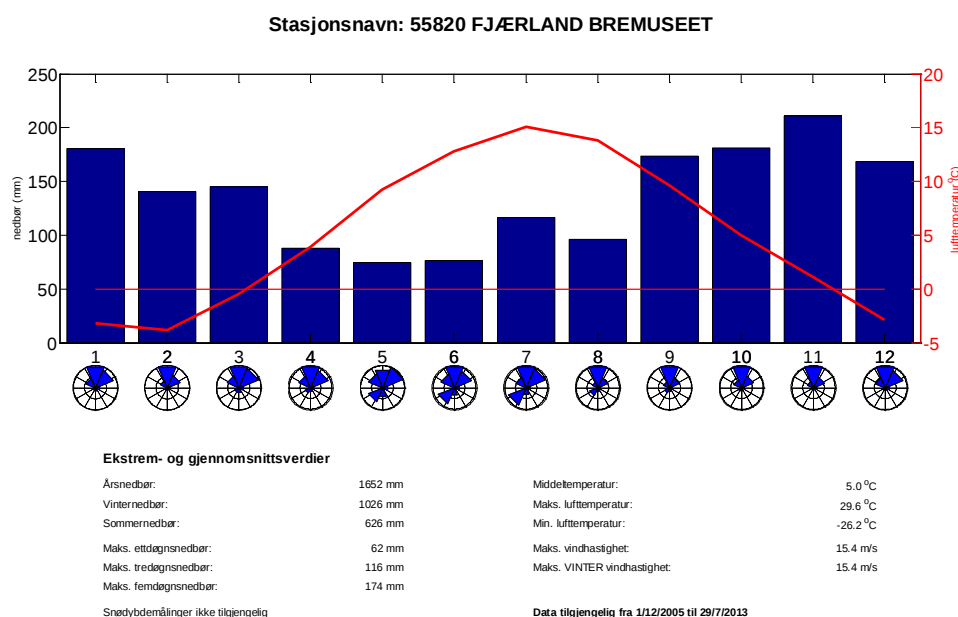
Figur 3. Oversikt over antall skred fordelt på skredtype som oppteget i skred-databasen (skrednett.no)

2.2 Klima

Normaler for temperatur og nedbør der Førde og Balestrand er sammenlignet er vist i figur 4. Balestrand har et noe mildere klima og vesentlig lavere årsmiddelnedbør enn Førde (Balestrand har 1370 mm og Førde har 2100 mm). Inn i Vetlefjorden må en forvente at årsnedbøren øker, tilsvarende som i Fjærland som har 1652 mm (se figur 5).



Figur 4 Normaler for Balestrand og Førde. * Normalen er interpolert, stasjonen har ikke målte data.



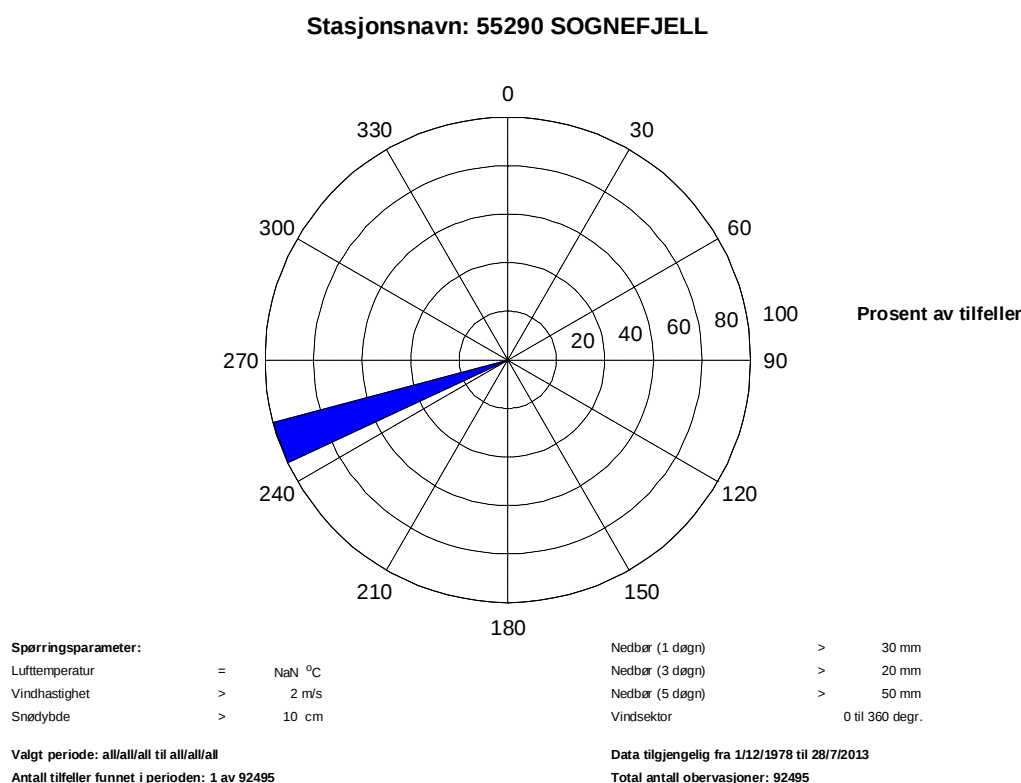
Figur 5: Normalverdier for nedbør, temperatur og vindforhold, samt ekstrem- og gjennomsnittsverdier for værstasjonen Fjærland Bremuseet, 55820.

Av figurene 4 og 5 ser en at det er særlig høstmånedene som gir de høyeste gjennomsnittlige nedbørsmengdene. Tabell 1 nedenfor viser den maksimale målte nedbøren for hver måned for en eldre stasjon i Fjærland i perioden 1954 til 2004 (55840 FJÆRLAND – SKARESTAD). Dataene viser at ekstreme nedbørsmengder som 80 mm per døgn kan opptre fra oktober til april.

Tabell 1. Maksimal nedbørsmengde for hver måned for målestasjon i Fjærland i perioden 1954 – 2004.

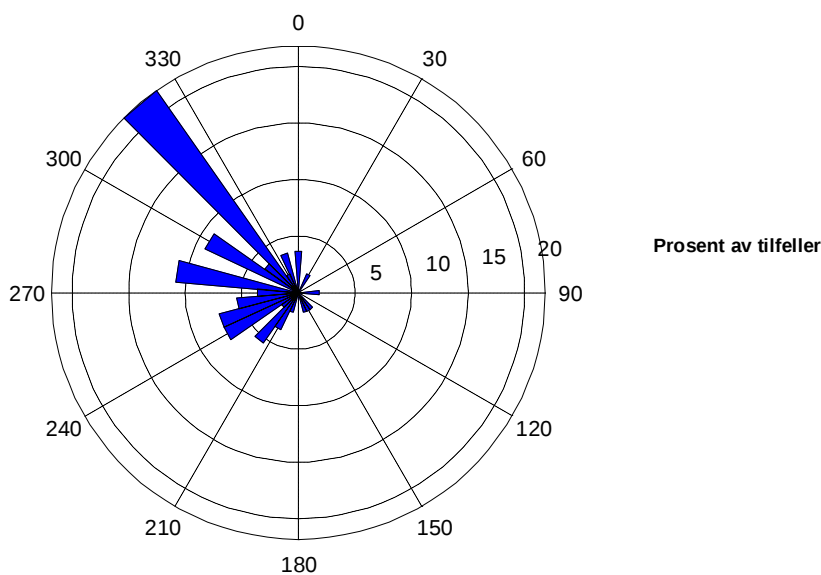
	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des
Maks	86.6	73	80.6	81.7	63.2	60.1	45.5	66.8	65	82	85.5	84
År	1957	1990	1983	1999	2004	2000	1969	1979	1973	1995	1971	1966

Nedbøren og vind i området er sterkt preget av retning til fjorden og nærhet til bre. Figur 6 viser vindroser fra tre målestasjoner i området rundt Balestrand. Ser vi på vindrosene for Førde og Fjærland ser vi at nedbør som snø kommer med retning som følger dalen, og de er derfor ikke særlig egnet for å si noe om hyppighet og eksposisjon for skredområder. Vindrosen for Sognefjellet derimot viser entydig at nedbør fra vestlig sektor gir store snømengder. Det vil si at helninger med eksposisjon mot sørøst til nordøst (østlig sektor, vestsider av nord-sør daler) har størst potensiale for snøskred i området.



Figur 6 over vindroser fortsetter neste side...

Stasjonsnavn: 57170 FØRDE



Spøringsparameter:

Lufttemperatur	<	5 °C	Nedbør (1 døgn)	>	10 mm
Vindhastighet	>	5 m/s	Nedbør (3 døgn)	>	0 mm
Snødybde	>	10 cm	Nedbør (5 døgn)	>	0 mm
			Vindsektor		0 til 360 degr.

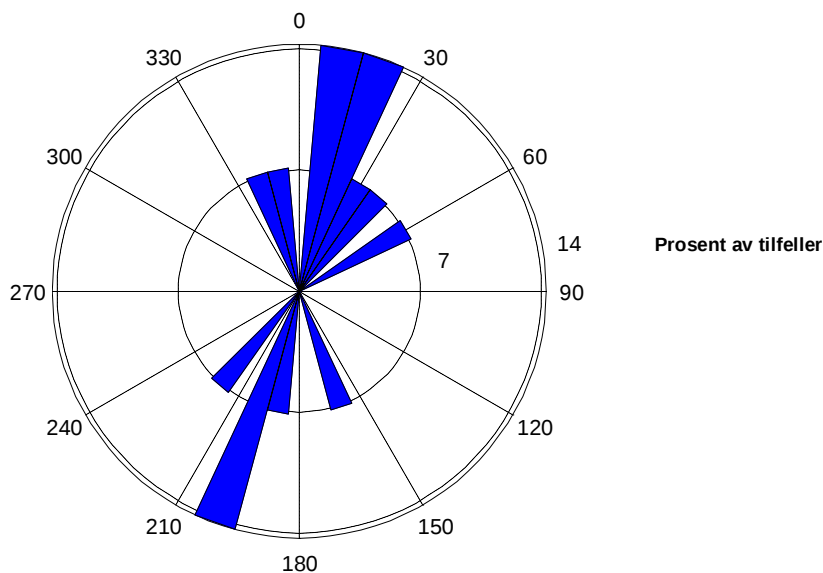
Valgt periode: all/all/all til all/all/all

Antall tilfeller funnet i perioden: 55 av 56706

Data tilgjengelig fra 1/1/1957 til 22/12/2008

Totalt antall observasjoner: 56706

Stasjonsnavn: 55820 FJÆRLAND BREMUSEET



Spøringsparameter:

Lufttemperatur	<	1 °C	Nedbør (1 døgn)	>	30 mm
Vindhastighet	>	2 m/s	Nedbør (3 døgn)	>	40 mm
Snødybde	>	0 cm	Nedbør (5 døgn)	>	0 mm
			Vindsektor		0 til 360 degr.

Valgt periode: all/all/all til all/all/all

Antall tilfeller funnet i perioden: 14 av 67136

Data tilgjengelig fra 1/12/2005 til 29/7/2013

Totalt antall observasjoner: 67136

Figur 6. Vindroser som viser vindretning som fører med seg nedbør som snø ved værstasjonene Sognefjellet, Førde og Fjærland.

Værsituasjonen som oppstod i begynnelsen i februar 1928 i Balestrand er ikke enestående. Som vi ser av klimastatistikken er vintrene for det meste milde (over 0°), men kuldeperioder kan selvsagt oppstå. Balestrand har høy årsnedbør, med mesteparten av nedbøren i vintermånedene. Dette gjør Balestrand særlig utsatt for sørpeskred.

2.3 Geologi

Berggrunnen i Balestrand består av hovedsakelig av diorittisk til granittisk gneis, se berggrunnskart utarbeidet av NGU i figur 7. Dette er en generelt massiv bergart som gir storblokkig berg. Den er hard og grovkornig, noe som gir høy ruhet på sprekkflater. Størrelse og hyppighet på utfall relateres til sprekkemønsteret. I de høye, steile dalsidene i Balestrand er dominerende sprekkeretning overflateparallel, noe som danner sva og bratte glideflater hvor skiver kan gli ut, og ofte også horisontale sprekker som danner overheng. Som regel er det i tillegg minst ett sprekkese sett med varierende orientering.



Figur 7. Berggrunnskart for Balestrand (NGU).

2.4 Eksisterende aktsomhetskart fra NVE

NVE har gjennomført en landsdekkende kartlegging av aktsomhetssoner for snø- og steinskred basert på en grov terrengmodell og en automatisk beregning av skredutløp uten å ta hensyn til skog eller klimatiske forhold. Kartene er ikke justert i forhold til feltbefaringer. De undersøkte områdene ligger i sin helhet innenfor aktsomhetssonen for snøskred, med unntak av et par områder hvor mindre deler ligger utenfor. Aktsomhetssonene for steinsprang dekker også store arealer av de kartlagte områdene, og flere av områdene ligger i sin helhet innenfor aktsomhetssonen for både

steinsprang og snøskred. Aktsomhetskartene er tilgjengelig på NGU sine nettsider AREALIS (<http://geo.ngu.no/kart/arealisNGU/>).

2.5 Eksisterende aktsomhetskart for snøskred og steinsprang fra NGI

En aktsomhetskartlegging for steinsprang og snøskred ble utført innenfor alle kartleggingsområdene i 2002 av NGI. Disse kartene er i hovedsak basert på topografisk kartanalyse og utløpsberegninger, men grensene er korrigert i forhold til observasjoner gjort under oversiktsbefaring av utløpsområdene. Også vegetasjons- og klimaforhold blir vurdert ved fastleggelse av aktsomhetssoner. Disse aktsomhetssonene definerer potensielle fareområder som bør undersøkes nærmere dersom det skal foretas utbygging. NGIs aktsomhetssoner er i de fleste tilfeller større i utstrekning enn 1/1000-faresonen kartlagt i dette prosjektet. Noen få steder dekker faresonene utarbeidet i dette prosjektet et større område enn NGIs aktsomhetskart, men dette skyldes at vannbårne skred (flom- og sørpeskred) ikke er inkludert i disse aktsomhetskartene. Kartutsnittene kan hentes fra NGU sine nettsider AREALIS (<http://geo.ngu.no/kart/arealisNGU/>).

2.6 Eksisterende skredrapporter fra NGI

NGI har utarbeidet en rekke rapporter i Balestrand kommune. Tabell 2 gjengir de rapporter som omhandler skred innenfor kartleggingsområdene.

Tabell 2. Eksisterende skredrapporter fra NGI innenfor kartleggingsområdene.

År	Tittel	Rapportnummer
2009	Ufsagjelet og Rustagrovi ved Mel, Balestrand	20061280-00
1995	Langeteig i Vetle fjorddalen, Balestrand kommune. Vurdering av skredsikringstiltak	954011-01
1994	Vurdering av akutt snøskredfare i Balestrand kommune 31 januar 1994. Sogn og Fjordane	944012-00
1993	Balestrand i Sogn. Skredfarevurdering vest for Balestrand	934016-01
1992	Balestrand Kommune - Vurdering av skredfare for planlagt bolig i Sværen	924019-01
1989	Eseflåten, Balestrand. Sikringsbehov ved endret reguleringsplan.	86496-04
1987	Industriareal i Ese. Dimensjonering av sikringstiltak mot sørpeskred	86496-02
1987	Industriareal i Ese. Anslått reduksjon av industriareal og sikringstiltak dersom bruk 13/1 ikke skal bli berørt	87901-01
1987	Reguleringsplan for Ese. Nærmere konkretisering om skred, skredfare og konsekvensen av planlagt sikringsalternativ	86496-03
1987	Industriareal i Ese. Vurdering av skredfare og sikringstiltak	86496-01
1985	Meel i Vetle fjorden. Sikring av eiendommen til O.Heimtun	85447-01
1976	Flomskred på Mel i Balestrand kommune	76429-00
1974	Vurdering av fare for snøskred i Fjærestadbyggefelt og langs Skåsheimelva, Balestrand	74407-1
1974	Vurdering av fare for snøskred langs Sandsgrova og Sjøtunggrova	74407-2

3 Kort beskrivelse av aktuelle skredtyper i området

Løsmasseviftene som har bygd seg opp utenfor de mange gjelene i Balestrand forteller at skred når ut hit relativt ofte. Sjeldnere brer skred seg også utenfor viftene. Det er mange bratte botner og terrengforsenkninger over tregrensa ovenfor kartleggingsområdene hvor snøskred kan løsne. Sørpeskred kan løsne i de slakere partiene i bekkedalene når været slår om og løs snø blir gjennomvåt. Det er mange blokker nedover fjellsidene og nede i dalen som forteller om hyppig steinsprangaktivitet i områdene. Intens nedbør i bratte, bare fjellsider kan resultere i flomskred og jordskred. Alle disse skredtypene er aktuelle innenfor de undersøkte områdene, og de er kort beskrevet under.

3.1 Snøskred

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. Markerte temperaturstigninger kan også føre til at det går snøskred.

3.2 Sørpeskred

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. Sørpeskred kan løsne i slake partier (helt ned mot 10-5°) hvor vann får bygger seg opp i snødekket eller nedenfor utløp av snødemte vann og myrer hvor vann bryter seg gjennom snøen og drar med seg snø videre i løpet. 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 ligger på frossen grunn eller sva (impermeabel grunn), som følge av sterkt regn eller snøsmelting. Sørpeskred kan nå langt selv i slakt terreng.

3.3 Steinskred og steinsprang

Steinskred og steinsprang forekommer vanligvis i bratte oppsprukne fjellpartier der terrenghelningen er større enn 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. Steinsprang forekommer helst om våren og høsten, ofte som følge av frysing/tining eller pga. store nedbørmengder som fører til høyt vanntrykk i sprekke i fjellet. Rotsprengning kan også løse ut steinsprang. Også frittliggende blokker kan bli satt i bevegelse av prosessene nevnt over.

3.4 Jordskred

Jordskred utløses helst i bratte fjellsider der det ligger løsmasser og hvor terrenget er brattere enn 25-30°. Løsmasser med stort finstoffinnhold som for eksempel i leire, kan bli utløst i enda slakere terreng. Oftest er nedbør årsaken til at jordskred utløses.

3.5 Flomskred

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, men intense regnskyll. Sterk snøsmelting kan også føre til utløsning av slike skred, men da oftest i kombinasjon med regn.

4 Metodikk for fastlegging av faresoner

Tre faregrenser er vurdert og tegnet på kartene i vedlegg A:

- Utbredelse av skred med årlig sannsynlighet 1/100
- Utbredelse av skred med årlig sannsynlighet 1/1000
- Utbredelse av skred med årlig sannsynlighet 1/5000

Faregrensene representerer den samlede sannsynlighet for alle de vurderte skredtypene. I hovedsak vil det være en skredtype som er dominerende og bestemmende for skredutløpet. Hvilken skredtype som er dimensjonerende er markert i kartet med eget symbol (se tegnforklaring i kart). Unntaksvis vil flere skredtyper ha omtrent samme utbredelse, og slike tilfeller må den samlede sannsynlighet for de relevante skredtyper summeres og legges til grunn for fastsettelsen av faregrensen.

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

- Terrengmodell med helningskart (vist i vedlegg B)
- Terreng-, vegetasjons- og klimaforhold
- Opplysninger om tidligere skredhendelser (fra skrednett.no, tidligere rapporter og muntlige kilder) (vist i vedlegg B og D)
- Observasjoner gjort under befaringen (GPS-track og observasjonspunkter er vist i vedlegg B)
- Observasjoner av løsneområdene fra helikopter
- Gigapan foto for ett av områdene
- Tolkning av terrengformer som kan indikere tidligere skredaktivitet
- Observasjon av terrengforhold som har innvirkning på rekkevidden av skred (fra befaring, helikopter, kart og gigapan)
- Beregningsmodeller for skredutløp (beskrevet og vist i vedlegg C)

4.1 Terrengmodell

Terrengmodell med grid 2 x 2 m er opprettet og brukt i prosjektet. Denne modellen er benyttet for utarbeidelse av helningskart (se vedlegg B).

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 beregningsmodellene RAMMS og Rockyfor3D, som er nærmere beskrevet i Vedlegg C.

4.2 *Terreng-, vegetasjons og klimaforhold*

Terrengformene er essensielle for å identifisere kildeområder og hvilken vei skred vil følge nedover fjellssidene. Terrengformene vil også influere på rekkevidden av skred, som 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 medrivning av skredmasser nedover i skredbanen.

Flyfoto og helikopter er brukt som hjelpemiddel for å kartlegge terreng- og vegetasjonsforholdene i de øvre og utilgjengelige fjellområder.

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.

4.3 *Tidligere skredhendelser*

En viktig basis for faresonekartlegging er å skaffe seg oversikt over tidligere skredhendelser. Dette er nyttig informasjon i forhold til å bestemme frekvens og hvor lang rekkevidde skred kan oppnå. NGUs nasjonale skreddatabase og gamle NGI-rapporter fra området er benyttet for å finne frem til tidligere skredhendelser, i tillegg til samtaler med lokalbefolkningen under befaringen.

4.4 *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 steinspranghendelser, men dersom det er innmark kan steinblokker ha blitt fjernet. Ofte vil det være et problem å skille skredblokker fra moreneblokker som har blitt transportert med isen.

4.5 *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.

4.6 Terrengforhold som påvirker størrelsen og utbredelsen av skred

Rygger og forsenkninger vil ha en tendens til å lede skredmassene. Utflatinger og slake partier vil også kunne påvirke rekkevidden ved at skredet tappes for energi. Også terrenget 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 skredene. 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.

4.7 Modeller for beregning av skredutbredelse og rekkevidde

Beregningsmodeller vil være et viktig supplement når endelig plassering av faregrensene skal foretas. Viktigste kilde til fastsettelse av faregrenser vil være faglig 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.

For beregning av utbredelse og rekkevidde av steinsprang er modellverktøyet Rockyfor3D benyttet. Modellverktøyet RAMMS er benyttet for simulering av snøskred og sørpe-/flomskred. Modellene er nærmere beskrevet i vedlegg C med kart som viser resultater fra modellkjøringer i de kartlagte områdene.

5 Låne

5.1 Topografi

Låne er lite tettsted som ligger innerst i Lånefjorden med bratte fjell som når opp mot 1100 moh på nordvestsiden av fjorden og 1300 moh på sørøstsiden (figur 8). På Bolstad på nordvestsiden av fjorden ligger det tre gårder. I Hellevik, innerst i fjorden på samme side, ligger tre nyere bolighus, og i Lånedalen ligger to gårder.

Fjellsidene er skogkledde opp til ca. 600 moh, hvorfra fjellsiden i nordvest har en nær vertikal skrent opp til ca. 1100 moh. Kaldagelet på sørøstsiden er et stort gjel med en markert løsmassevifte ut i Lånedalen. Det er også flere mindre gjel og vifter på nordvestsida av dalen. Flere av disse har "skred" i navnet, som Mekrskreda, Raudskreda og Kariskreda. Se piler i figur 8.



Figur 8. Flyfoto innover Lånedalen. Bolstad ligger lenger litt ut på venstre side av fjorden, og er ikke med i foto. Blå piler markerer skredbaner og rød pil viser hvor Raudskreda gikk ned sist gang.

5.2 Historiske skredhendelser

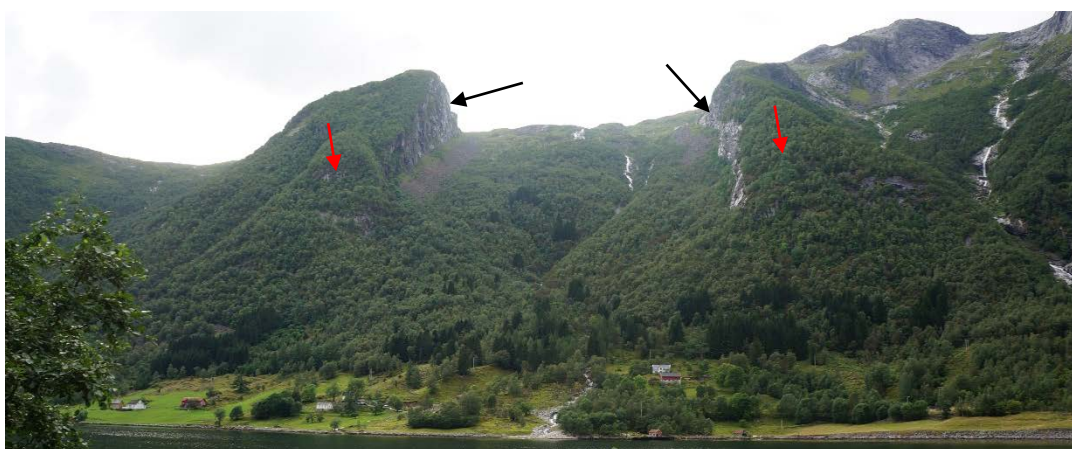
Sju skredhendelser er omtalt innenfor kartleggingsområdet på Låne i NGUs nasjonale skreddatabase. Data er hentet fra skrednett.no og er gjengitt i vedlegg D. Her har Statens vegvesen registrert snøskred/løsmasseskred ned Raundøla mot veien tre ganger de siste 20 årene, sist gang under stormen Dagmar i romjula 2011. Av historiske hendelser er det registrert et fjellskred mot Bolstad gård i 1895 og et jordskred på samme sted i 1942. Det står også om et stort fjellskred som gikk ca. i 1640-åra over gårdene Lønne og Tysse i Lånefjorden. Etter sigende kom skredet fra Kaldagjelet i øst. Det fortelles om at det også kan komme snøskred fra fjellet Tyssen i vest ned mot gårdene på Lønne, og at det gjorde det bl.a. i 1928, men uten skade på husa. I 1928 gikk det store sørpeskred mange steder i Balestrand.

5.3 Farevurdering og faresoner

Faresoner er tegnet på bakgrunn av observasjoner gjort under befaringen, opplysninger om tidligere skredhendelser samt modellberegninger. Resultatet er vist i kart 01 i vedlegg A hvor dimensjonerende skredtype er markert med symbol. En kort redegjørelse for vurderingen følger under.

På Bolstad ble det observert få skredblokker ned mot bebyggelsen. Skrentene markert med røde piler i figur 9 ligger i utkanten av bebyggelsen på Bolstad, og steinsprang herfra vil kunne ramme ytre deler av området. Skrentene markert med svarte piler i

figur 9 går normalt på fjellsidens helning ned mot bebyggelsen. Markant ur er bygget opp under begge skrentene. Det ble observert få blokker i terrenget over husa, og steinsprangberegninger tyder heller ikke på at blokker når helt ned til husa her. I ekstreme tilfeller kan dette skje (ved svært store blokker). Det ble observert fire svært store blokker ($> 100 \text{ m}^3$) på linje med husene på Bolstad. Når det gjelder skred ned Bolstadelvi er det vurdert at disse ikke vil berøre eksisterende bebyggelse. Melkehaugen, en fjellblotning, sørger for å lede elva mot venstre, og elva går på fjell nede i en over 10 m dyp kløft, så skred er vurdert å ikke kunne nå gården Bolstad. Også gården Tuftene ligger høyt over elva, og er vurdert å ikke kun nås av flomskred/sørpeskred. Derimot ligger skrenter som kan gi steinsprang nærmere gården og denne ligger mer utsatt for steinsprang.



Figur 9. Foto over Bolstad. Skrentene ovenfor er markert med piler.

Den store løsmassevifta på Raundala er tydelig skredterreng og ligger innenfor alle tre faresoner. Raundala har i likhet med Bolstadelvei erodert seg ned i glasifluviale avsetninger. Her er det ikke bebyggelse. Ovenfor bolighusa i Hellevik ligger det store blokker (figur 10). Boligene her ligger utsatt for steinsprang (1/1000) samt at boligen lengst mot vest også ligger utsatt for flom- og sørpeskred. Denne boligen er lagt innenfor fareområde 1/100. Raudskreda gikk sist under stormen Dagmar og skredmassene gikk da svært nær bolighuset, se rød pil i figur 8.



Figur 10. Flere store skredblokker ovenfor bolighus i Hellevik, Låne.

De to gårdene i Lånedalen er gamle, og har antagelig blitt flytta noe etter tidligere skredhendelser. Skredvifta utenfor Kaldagjelet på sørsida av dalen er stor og bred, og vil sannsynligvis effektivt bremse skred slik at blokker og skredmasser stopper/avlagres her. Fra fjellsiden i nord går Raudskreda og Mekrskreda, men skredmassene vil avlagres før de når gården. Dette skyldes at utløsningsområdene for snøskred nordvest for gårdene er bratte og snøen vil løsne før den bygger seg kraftig opp. Det blir dermed kun små snøskred herfra. Det kan gå store snøskred fra Kaldagjelet. Gårdene er plassert utenfor faresone 1/1000 og innenfor 1/5000.

Dimensjonerende skredtyper innenfor kartleggingsområdet Låne er både steinsprang, sørpe-/flomskred og snøskred, (slik som indikert med symbol på faresonekartet i vedlegg A).

6 Sagi – Nokken

6.1 Topografi

Området Sagi – Nokken er en ca. 2 km lang strekning langs riksvei 55 med spredt bebyggelse nedenfor lave skrenter/fjellutspring (se figur 11). Det er skog hele fjellsiden ned til bebyggelsen. Fjellskrentene er i stor grad skjult bak tett skog, og er derfor vanskelig å gjøre en tilstrekkelig vurdering av oppsprekingsgrad og utfallshyppighet uten mer detaljert inspeksjon av de potensielle løseområder.



Figur 11. Flyfoto over strekningen Sagi – Nokken (Nokkastranda til vestre, Nokkaneset nede til høyre og Sagi i øvre høyre hjørne)

6.2 Historiske skredhendelser

I NGUs skreddatabase er det nedtegnet en hendelse i området: et snøskred som skal ha gått ved Ytre Tennefoss i 1835. Tennefoss er fossen like ovenfor Sagi lengst vest for kartleggingsområdet. Ut fra stedsnavn på kart ser det ut til at gårdene lenger opp i fjellsiden, ovenfor fossen, heter Tennefossen. I databasen står det beskrevet at de ble tatt av skredet da de var i skogen og jobba, og ble funnet igjen på Nokkaleite. Det er derfor uklart hvor dette skredet løsna, kanskje det var ovenfor gårdene Tennefoss eller ovenfor Nokken. Ei myr ovenfor Nokken heter Skredhaugmyri.

6.3 Farevurdering og faresoner

Faresoner er tegnet på bakgrunn av observasjoner gjort under befaringen og modellberegninger i Rockyfor3D. Resultatet er vist i kart 02 i vedlegg A. En kort redegjørelse for vurderingen følger under.

Tidligere var vegetasjonsforholdene annerledes enn i dag. Ustrakt beiting gjorde at skogen var tynnere og ikke gikk så høyt. Før dette var fjellsidene antagelig potensielle løsneområder for snøskred og jordskred, og bekkene har kunnet være mer masseførende. I dag er alle større områder mellom 25 og 45 grader dekket av skog, og det er derfor ingen potensielle løsneområder for snø-, sørpe-, flom- eller jordskred over kartleggingsområdet. Eneste er Jervagjelet ned mot Nessastrondi lengst nordøst i kartleggingsområdet, men her er kanalen vurdert som dyp nok til at skred ikke vil kunne spre seg mot bebyggelsen.

Dimensjonerende skredtype i området er steinsprang (også indikert med symbol på faresonekartet i vedlegg A). Fjellskrentene er lave, mange av de massive sva, andre kan gi utfall. Utfallene vil ikke kunne bli veldig store, og 1 m^3 er brukt som blokkstørrelse i steinsprangmodelleringene. Husene som ligger nærmest skrentene er lagt innenfor faresonen 1/1000, men antagelig er de ikke mer utsatt enn 1/300. Et hus ved Nokken er lagt på grense 1/100. Bak noen av husene ligger det store blokker som vil fungere som skydd mot eventuelle nye utfall.

7 Balestrand sentrum

7.1 Topografi

Fjellsiden ovenfor tettbebyggelsen i Balestrand er skogkledd opp til ca. kote 600. Det er ingen framtrødende skrenter i den vestvendte fjellsida som er vist i figur 12, berget er avrundet og mer preget av sva. Det er to markerte botner over Fjærestadgrovi og Sandegrovi og en bred forsenkning ovenfor Skåsheimselvi. Skåsheimselvi har et betydelig større nedbørsfelt enn de øvrige bekkene i fjellsida. På sørsida av gjelet i toppen av Sandegrovi ligger et bratt svaberg som kalles Blåhella, hvor det løsner snøskred fra tid til annen. Et lite hogstfelt ses ovenfor Fjærestad byggefelt.



Figur 12. Balestrand sentrum og fjellsida bak. Blåhella (sva hvor det løsner snøskred) er markert med rød pil. Skredbaner for snø- og sørpeskred er vist med blå piler.

I nordenden av kartleggingsområdet er fjellsiden lavere, men med flere små skrenter ovenfor bebyggelsen hvor steinsprang kan løsne (figur 13). Da skrentene ikke er synlig på avstand pga. vegetasjon ble området nærmere befart for å vurdere faren (kap. 7.3).



Figur 13. Nordenden av kartleggingsområdet Balestrand. Skrentene er stort sett ikke synlige gjennom trærne.

7.2 Historiske hendelser

I NGUs skreddatabase er det registrert sju hendelser i dette området. Fire av hendelsene er fra sørpeskredene som gikk natt til 9. februar 1928, hvor det beskrives at sørpeskred kom ned Skåsheimselvi og Sandegrovi. I Skåsheimselvi tok skredet med seg Kafe Jotunheimen på plassen Bruhjellshagen 100 m bortenfor elveløpet. I den historiske oppteignelsen står det at det kom 17-18 skred i alt ned Skåsheimselvi. En familie på fem personer omkom. For Sandegrovi fortelles det at Blåhelleskreda gikk som sørpeskred og raserte gården Sande. I NGI-rapport 74407-1 fra 1974 fortelles det at sørpeskred også gikk i Fjærestadgrovi og Sjøtungrova den samme natten. Rapporten forteller også om ei mjellfonn (tørrsnøskred) ned Sandegrovi i 1940-årene og muligens også i 1930-årene. Dette er nok snøskred som løsner på det bratte svaet Blåhella og følger elvegjelet. Skredet sies å ha stoppet ved kote 90.

De samme plassene skal også ha blitt ramma av skred tidligere, med snøskred/sørpeskred ned Skåsheimselvi i 1871 og Blåhelleskreda ned Sandegrovi i 1740-åra. I NGI-rapport 74407-1 fra 1974 står det at det også skal ha gått våtsnøskred ned Sandegrovi vinteren 1897, og et sørpeskred ned Sjøtungrova i første halvdel av det 18. århundre.

States vegvesen har rapportert inn steinsprang ned på vegen på Strondi i 1998. Dette er veien langs Esefjorden som er vist i figur 13 over.

7.3 Farevurdering og faresoner

Faresoner er tegnet på bakgrunn av observasjoner gjort under befaringen, opplysninger om tidligere skredhendelser samt modellberegninger. Resultatet er vist i kart 03 i vedlegg A hvor dimensjonerende skredtype er markert med symbol. En kort redegjørelse for vurderingen følger under.

I Balestrand sentrum er det fem bekker/renner som er vurdert å kunne føre med seg skred ned mot bebyggelsen. Dette er fra sør mot nord: Skåsheimselvi, Sandegrovi, Fjærestadgrovi, Sjøtungrovi og Hittingsgrovi. Skåsheimselvi drenerer et stort område, vesentlig større enn de øvrige bekkene, og har derfor potensiale til å komme med størst flom- og skredvolum. Forsenkningen er forholdsvis slak med terrenghelning hovedsakelig under 30°. Det vil derfor ikke løsne store snøskred i området, men flom- og sørpeskred kan bli store og gå ned til fjorden. Det er bygninger som er utsatt for både 1/100 og 1/1000 i vifteområdet.

Botnen over Sandegrovi har vesentlig brattere løsneområde med 30-50° helning. Her vil det samle seg fokksnø ved vind fra SV, V og NV. På det bratte svaet Blåhella løsner det snøskred. Dette snøskredet raser ut i elva og kan demme opp, og føre til flom- og sørpeskred. Det er de vannbårne skredene som vil nå lengst. Skredmassene vil avlagres på det slake jordet ovenfor bebyggelsen, og kun vann og slam vil nå fjorden. Faresonen er avsluttet der hvor skredmassene stopper, og kun det er kun slam igjen av skredet. Dette gjelder for alle faresonene, da vannmassene i flom- og sørpeskred uansett vil fortsette til fjorden. Fareområdet 1/100 er ikke bebygd.

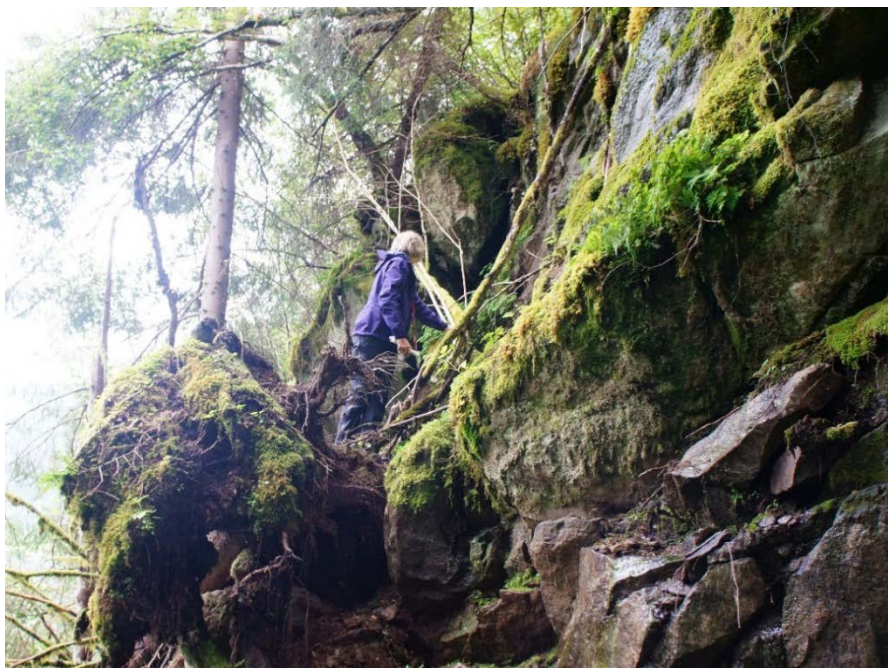
Løsneområdet ovenfor Fjærestadelva er ikke like markert som for Sandegrovi, og heller ikke like stort. Skredbanen er lenger og med lavere helning enn skredbanen i Sandegrovi. Skredmassene er vurdert å ha maksimal utstrekning fram til brattkanten ovenfor Fjærestad byggefelt, hvorfra gjennomsnittlig helning er ca. 20°. Sørpeskred som følger elvegjelet vil kunne nå noe lenger, men vil også stoppe opp ganske fort, da helningen er lav.

Det har gått sørpeskred i Sjøtungrova tidligere, og dette vil kunne skje igjen. Kanalen her er definert, og løsne- og medrivningsområdet lite, slik at skredmassene vil følge kanalen. Under kote ca. 100 blir terrenget vesentlig slakere, og skredmasser vil sannsynligvis avlagres på sletta ovenfor riksveien. I svært sjeldne tilfeller kan de nå lenger, og vannet vil da følge veien (Sjøtunsvegen) nedover. Det er hus på grense til 1/1000.

I Hittingsgrovi er det ikke registrert skred, men ovenfor Balastølen opp mot Klukkshaug er det et åpent myrlent område som vi anser som et løsneområde for sørpeskred. Skred herfra vil være noe mindre enn for de andre grovene i Balestrand. En skal også være oppmerksom på at hogstflater også gir mulige løsneområder før de gror igjen. Det er hus langs grovi som ligger på grense til 1/1000.

Nordsiden av kartleggingsområdet, som vender mot Esefjorden, er utsatt for steinsprang. De nedre skrentene ble undersøkt under befaringen (figur 14). Skrentene

har mange løse blokker, og mange av de løse partiene er store (1 m³ og større). Ferske steinsprang og skredblokker ble observert under skrentene, og det er mange overflateblokker i lia ned mot husa. Bolighuset ovenfor riksveien vurderes å ligge mest utsatt, da dette ligger nærmest. Terrenghelningen ned til huset er 30-45° (se kart i vedlegg B), så blokker som settes i bevegelse vil potensielt kunne nå huset. Huset ligger innenfor faresonen 1/1000 og vurderes også å være mer utsatt for skredfare enn 1/300.



Figur 14. Skrent som kan gi steinsprang ligger ca. 75 lengdemeter ovenfor nærmeste bolighus.

8 Ese

8.1 Topografi

Ese ligger i en vik på vestsida av Esefjorden, ved utløpet av Eseelvi (figur 15). Fjellsiden sør for elva er skogkledd og strekker seg ca. 500 m over bebyggelsen. På nordsiden går fjellene opp til 1100-1250 moh, med skoggrensa på mellom 500 og 600 moh. Det er en bred botn mellom fjellene Vindreken i nord og Geithalsnipa i sør, som er ca. 1500-1600 m bred i øvre del. Lia opp til denne forsenkningen omtales som Grisagrø. Den øvre delen av forsenkningen, fra skoggrensa på 600 moh og opp til toppen, har en gjennomsnittshelning på ca. 20°. Det mest hyppige løsnområdet for snøskred ligger opp mot Vindreken. Fra skoggrensa og ned mot flatene under er helningen rundt 30-40°. Mange små bekker drenerer ut denne brede forsenkningen, ned til Eseelvi og ut i Esefjorden.

På Ese ligger det i dag fem til sju boliger, flere av disse er gamle gårder. Skredvinteren 1928 rammet Ese hardt.



Figur 15. Ese ligger nede ved Esefjorden. Over ses den brede forsenkningen mellom fjellene Geithalsnipa (venstre i foto) og Vindreken (høyre i foto). Foto tatt mot vest.

8.2 Historiske hendelser

Tre skredhendelser er notert i NGUs skreddatabase: 1830, 1928 og 2011, alle sørpeskred (se opptegnelser i vedlegg D). Den største av skredhendelsene var uten tvil skadeskreda som gikk natt til 9. februar 1928. NGI-rapport 86496-1 fra 1987 gir en detaljert beskrivelse av hendelsen med fotodokumentasjon. Disse skredene er tolket til at de startet som tørrsnøskred i de bratte sidene oppunder Vindreken og Geithalsnipa. Skredene løsnet som følge av plutselig mildværsomslag og store nedbørsmengder som regn. Nedover i skredbanen har snøen gradvis blitt våtere, og under kote 600 var snødekket trolig vannmettet. Da skredene nådde bebyggelsen på Ese var som store sørpeskred. De kom etter øyenvitne Unni Ese Baleviks beretning som tre skredpulser, det første kom natt til 9. februar, det andre i 10-tiden på morgenen og det tredje i 12-tida. Det andre skredet var det største og tok med seg 12 bygg på Ese, men ingen menneskeliv ble tatt. Skredavsetningene var opptil 5 m høye langs elva på Ese.

Retten før midnatt den 21. mars 2011 kom det største skredet på Ese siden 1928, med snø- og værforhold lignende som i 1928 (se foto i figur 16). Omkring samtidig gikk det flere andre store sørpeskred i Balestrand, og ett som tok to menneskeliv. Denne gang kom skredet ikke helt ned til bebyggelsen på Ese, og vannet fulgte Eseelvi ut i sjøen.



Figur 16. Foto av skredet som gikk 21. mars 2011 (NGI).

Det skal ha gått sørpeskred tilsvarende som i 1928 tidligere på Ese, og gårdene i området sies å være tilpassa en slik gammel skredbane.

8.3 Farevurdering og faresoner

Faresoner er tegnet på bakgrunn av observasjoner gjort under befaringen, opplysninger om tidligere skredhendelser samt modellberegninger. Resultatet er vist i kart 04 i vedlegg A hvor dimensjonerende skredtype er markert med symbol. En kort redegjørelse for vurderingen følger under.

Løsmassevifta nedenfor Grisagrø (synlig rett over bebyggelsen på figur 15) er ikke vegetert og er tydelig en aktiv skredvifte. Både tørrsnø- og våtsnøskred fra den nordvendte brattsida oppunder Geihalsnipa og sørvendte fjellsida oppunder Vindreken forekommer hyppig ned på vifta (oftere enn hvert 100. år). Sørpeskred vil kunne nå ned til bebyggelsen og det ligger bygninger innenfor faresone 1/1000. Det er lite trolig at framtidige skred vil få særlig større omfang enn i 1928, men utbredelsesmønsteret vil kunne variere noe. Gjennomsnittlig gjentakelsesintervall for sørpeskred på størrelse med det som gikk i 1928 antas å være mellom 50 og 150 år. Lengst øst på Geihalsnipa løsner er det også skred (Torkjelskreda og Breidskreda) som går ned til elva.

Den skogkledde fjellsida på sørsida av Ese er bratt nok til at skred kan løse, men er bevokst av tett skog. Vi tror derfor at jordskred ikke vil kunne løsne her med dagens vegetasjonsforhold, og at de mindre skrentene oppe i fjellsiden ikke vil kunne gi steinsprang som når helt ned til husa på Ese.

9 Esefjordens nordside

9.1 Topografi

Kartleggingsområdet på nordsiden av Esefjorden er i overkant av 3,5 km langt og strekker seg fra Hjellsengi i nordvest til Tjugum i sørøst. Området ligger i foten av en skogkledd fjellside som i nordvestre del strekker seg 1100 m opp til toppen av Tjugatoten (figur 17). Fjellsidens høyde avtar fra Skrednes og mot sørøst til ca. 200 moh. på Tjugum. Tre potensielle skredbaner er markert i figur 16 og for øvrig er det mange bratte skrenter i fjellsida.



Figur 17. Nordvestre del av kartleggingsområdet. Potensielle skredbaner er markert i blått.

9.2 Historiske hendelser

Fem skredhendelser står omtalt i NGUs skreddatabase. Av de to hendelsene markert på Hjellsengi er en fra 1882 der Kjenesskreda på motsatt side av fjorden gikk så stor at den tok stova og kona på Hjellsengi. Den andre hendelsen er et snøskred som gikk i 1994 registrert av Statens vegvesen. På Skrednes er det registrert snøskred i 1985 og 1994, begge den 30. januar, av Statens vegvesen. På skrednett er det også registrert skred under Dagmar, 26.12.2011. På Tjugum skal det ha gått et snøskred rundt år 1800 hvor brødrene Tjugum døde i et snøskred, det er ukjent hvor dette skredet gikk.

9.3 Farevurdering og faresoner

Faresoner er tegnet på bakgrunn av observasjoner gjort under befaringen, opplysninger om tidligere skredhendelser samt modellberegninger. Resultatet er vist

i kart 05a og 05b i vedlegg A hvor dimensjonerende skredtype er markert med symbol. En kort redegjørelse for vurderingen følger under.

Den mest aktive skredbanen i området er Skrednesgjelet som munner ut i løsmassevifta på Skrednes (piler lengst til høyre i figur 17). Dette er et bratt og markert gjel hvor det går snøskred, flomskred og sørpeskred ut til fjorden relativt hyppig. Lengst til venstre i foto er Vetlagjelet, hvor bekken renner ut ved gården Hjellsengi. Løsneområdet her er mindre, og skred herfra vil være mindre og sjeldnere enn ved Skrednes. Vifta fra Båtskreda, lengre inn i Esefjorden, påvirker faresonene lengst inn i vurdert område. Øverst i bekkefareet mellom Skrednes og Hjellsengi er det også mulig for skred å starte, og ifølge simuleringer i RAMMS er ikke bekkefareet her markert nok til at skredet vil følge dette, som svinger lett mot øst. Skredet vil isteden gå rett fram på vestsiden av bekken.

Utover rennene nevnt ovenfor som kan føre med seg sørpeskred, flomskred og snøskred, kan det ellers i fjellsiden gå steinsprang. Fra Skrednes og sørøstover til Tjugum er høyden på skrenten avtagende, og utløpslengden til eventuelle steinsprang vil derfor også avta. Under befaringen fortalte beboeren på Bakken, like øst for Skrednes, om en husmannsplass i Ospelunden som ble tatt av steinsprang hvorefter beboerne emigrerte til Amerika. Denne husmannsplassen lå høyere opp i fjellsida, men det ble under befaringen observert mange skredblokker helt ned til dagens bebyggelse (eksempel vist i figur 18). Sjeldnere hendelser av større blokker er vurdert å kunne nå ned til den øvre bebyggelsen. Ytterst i kartleggingsområdet på Tjugum er skrentene så lave at vi mener bebyggelsen her ikke ligger utsatt.



Figur 18. Flere mulige skredblokker på linje med våningshuset på gården Grøneng.

Dimensjonerende skredtyper innenfor dette kartleggingsområdet er både steinsprang og flom- / sørpeskred, (slik som indikert med symbol på faresonekartet i vedlegg A). Ved Hjellsengi, Kvalheim, Skredneset, Grøneng og Gjerde er det bebyggelse som ligger innenfor faregrense 1/1000.

10 Farnes

10.1 Topografi

Bebyggelsen på Farnes ligger nede ved fjorden under en 900 meter høy skogkledd fjellside (figur 19). I sør avsluttes kartleggingsområdet mot en dyp kløft hvor Stølaelvi renner ut fra Farnesdalen. Det er to ytterligere bekkefar innenfor kartleggingsområdet: Ytstegjelet og Instegjelet. For øvrig er det noen sva og skrenter i øvre del av fjellsiden og noen mindre, lave bergskrenter ovenfor gården Ytre Farnes.



Figur 19. Farnes. Tre gjel/bekkefar er markert. Noen sva/skrenter i øvre del er synlig.

10.2 Historiske hendelser

En hendelse er omtalt i NGUs skreddatabase, hvor det fortelles om snøskred mot Indre Farnes i 1877. Det står at skredet gikk i Holtgjelet og tok hele gården. Det skal ha gått snøskred på samme plassen i 1871 som også gjorde skade på hus. Gardstunet ble flytta etter dette.

10.3 Farevurdering og faresoner

Faresoner er tegnet på bakgrunn av observasjoner gjort under befaringen, opplysninger om tidligere skredhendelser samt modellberegninger. Resultatet er vist i kart 06 i vedlegg A hvor dimensjonerende skredtype er markert med symbol. En kort redegjørelse for vurderingen følger under.

Det kan gå sørpe- og flomskred i Stølaelvi, men gården ovenfor Klorviki er vurdert å ligge trygt, da gjelet her er minst 15 m dypt. Snøskred går lengre oppe i elvedalen. I både Instegjelet og Ytstegjelet kan det gå skred (både snø-, flom – og sørpeskred),

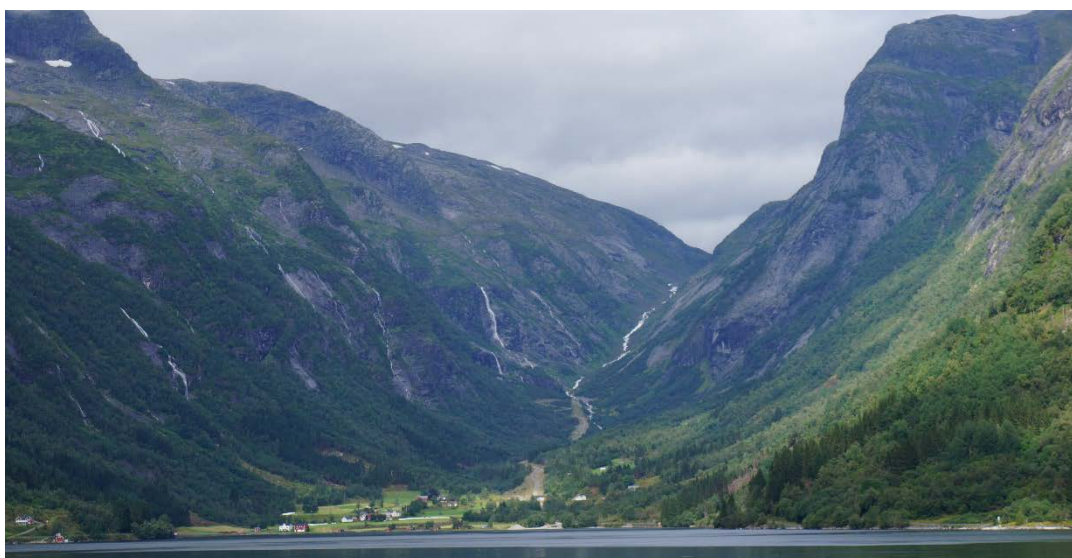
og store snøskred og vannbårne skred vil nå helt til fjorden (men snøskred vil ha størst utbredelse). Det er løснеområder ovenfor og i skogbeltet som er vurdert i forhold til snø og flomskred. Skredene som går mot fjorden og bebyggelsen vil svinge mot gjelene. Øverst i gjelene ser en at skogen er påvirket av snøskred. Modellering i RAMMS viser at skred ned Instegjelet vil fortsette rett fram, og ikke svinge mot nord slik bekken går til vanlig. Dette er svært positivt for bebyggelsen her, men flom vil kunne lede masse langs bekken. Antagelig er det en historisk grunn til at bebyggelsen ligger akkurat her på neset. Det er her på Indre Farnes de snøskredene på 1800-tallet skal ha gått. Bebyggelsen nærmest utløpet av bekken som renner gjennom Ytstegjelet ligger godt trukket til siden, slik at skredet må være meget stort dersom disse husa skal berøres. Skred med 1000 års gjentaksintervall mener vi ikke vil nå bolighusene. Ovenfor Ytre Farnes vil skred stoppe opp i skogen og dels svinge over mot faret i Ystegjelet.

Det er ingen stor steinsprangaktivitet i området, da fjellsida hovedsakelig er preget av sva, og hele fjellsida er skogkledd. Det er lave skrenter ovenfor gården Ytre Farnes, hvor det sjelden vil kunne løsne stein, men disse er vurdert å kunne nå gården sjeldnere enn frekvens 1/1000.

11 Sværen

11.1 Topografi

Sværadalen innerst i Sværafjorden er en trang og bratt dal med høye fjellsider i øst og vest (figur 20). I vest går stiger fjellsiden til ca. 800 moh, og i øst til ca. 1200 moh. Begge fjellsider har mange aktive skredbaner ned mot kartleggingsområdet, og rennene har navn som: Langskreda, Synnvasskreda, Kvannskreda, Øyreskreda og Bjødneskreda. I tillegg er det mange bratte skrenter i de høye fjellsidene hvor stein kan løsne.



Figur 20. Sværen i utløpet av Sværadalen med høye fjell rundt.

11.2 Historiske hendelser

Øyreskreda har en stor skredvifte helt ut til fjorden i østre del av kartleggingsområdet, og går relativt hyppig. Statens vegvesen har registrert en hendelse her med løsmasseskred som gikk november 1994. Det er også to snøskred i Sværen; ett i 1794 og ett i 1976. Om det eldste skredet fortelles det at en mann omkom i snøskred fra Svære-fjeldet, men det vites ikke eksakt hvor i Sværen at skredet gikk. Også kartreferansen for 1976-skredet er omtrentlig, men det står at skredet gjorde skade på hus og at det var en uventa skredplass.

11.3 Farevurdering og faresoner

Faresoner er tegnet på bakgrunn av observasjoner gjort under befaringen, opplysninger om tidligere skredhendelser samt modellberegninger. Resultatet er vist i kart 07 i vedlegg A hvor dimensjonerende skredtype er markert med symbol. En kort redegjørelse for vurderingen følger under.

Ettersom nesten samtlige gjel/bekkefar ned mot Sværen har "skred" i navnet, er disse trolig kjente skredbaner som har gått med skred flere ganger opp gjennom historien. Ned disse rennene kan det komme både snøskred, flom- og sørpeskred. Det er trolig at den eldre gårdsbebyggelse i Sværen er tilpassa tidligere skredutbredelse. Vi vet imidlertid at i svært sjeldne tilfeller vil skred kunne bli større og gå lengre enn de har gjort tidligere, og at "manns minne" er svært kort når det er snakk om hendelser med frekvens 1/1000. Det finnes lite informasjon om "1000-årsskredet", men det vil gå lenger enn mer frekvente hendelser.

Etter vurderinger, observasjoner av skredbaner og løsneområder, samt modellering i RAMMS er deler av eksisterende bebyggelse på Sværen lagt innenfor faresonen 1/1000. På vestsida av dalen er snø, sørpe- og flomskred dimensjonerende skredtype. På østsiden, oppe på Blånipa er det store løsneområder for snøskred og for det område vi her vurderer, vil skred herfra kanalisere seg i Bjødnaskreda og Øyreskreda. For Bjødnaskreda vil store tørre skred vil gå langt og rett fram, mens våtere skred vil følge bekkegjeldet og legge seg opp. Våningshuset på gården Hellebø ligger noe beskyttet mot Bjødnaskreda, men hvis en får to store våte skred der nr 2 styres av eldre skredmasser, vil et stort våtsnøskred kunne gå mot huset. Vi mener derfor huset ligger på grensa 1000-årsskredet. Steinsprang er påregnelig fare mellom de to skredrennene. Låven på gården ligger i forsenkningen til siden for ryggen og er derfor mer utsatt, da flere skredblokker vil kunne ledes hit. I sørøst er flom- og sørpeskred fra Øyreskreda dimensjonerende fare. I nordøst, nord for løsmassevifta, er steinsprang fra Midtfjellet dimensjonerende faretype. Et nytt bolighus er ført opp anslagsvis 70 meter sørøst for denne låven. Det er en mindre definert rygg ovenfor huset som vil kunne stoppe eller lede bort mindre steinsprang, men sjeldnere hendelser med store blokker med mye energi vil kunne forsere den lille ryggen. Bolighuset (er ikke på kartet, da det ikke finnes i kartgrunnlaget) vurderes å ligge innenfor faresonen 1/1000.

Dimensjonerende skredtyper innenfor kartleggingsområdet Sværen er både snøskred og steinsprang (slik som indikert med symbol på faresonekartet i vedlegg A).

12 Torsnes

12.1 Topografi

Torsnes er neset som skiller Sværefjorden og Vetlefjorden (figur 21). På Sværefjordensida (vestsida) er fjellsida bratt med mange markerte skrentpartier. Når neset rundes inn i Vetlefjorden er fjellsida jevnere og slakere, uten de samme fjellskrentene. Fjellsiden er her hovedsakelig mellom 30° og 45°. På denne siden kommer det ned flere bekker, og lengst nordøst er det en bergskrent rett under Kvitebergsholten. På strekningen videre inn i Vetlefjorden er det flere skredoverbygg på veggen.



Figur 21. Torsnes. Fjellskrenter ses over vestre del (venstre i foto), mens fjellsida er mer jevn i østre og nordre del (høyre i foto) av kartleggingsområdet.

12.2 Historiske skredhendelser

Statens vegvesen har registrert to skredhendelser innenfor kartleggingsområdet. Begge hendelsene er registrert som løsmasseskred som inntraff den 23.11.1994 lengst nordøst i kartleggingsområdet, ved bekkene Kvernhusgrovi og Djupagjela som kommer ned her.

12.3 Farevurdering og faresoner

Faresoner er tegnet på bakgrunn av observasjoner gjort under befaringen, opplysninger om tidligere skredhendelser samt modellberegninger. Resultatet er vist i kart 08 i vedlegg A hvor dimensjonerende skredtype er markert med symbol. En kort redegjørelse for vurderingen følger under.

I vestre del av kartleggingsområdet, tom. Røysaneset, er steinsprang dimensjonerende faretype. Det er mange skredblokker som ligger ute på flatene på nordsiden av veien. En stor lagerbygning lengst øst er lagt innenfor 1000-årsfaresonen. Bolighusa på Grønlundsmryri har fått en steinsprangvoll som er antatt gir tilstrekkelig sikkerhet, og 1000-årsfaresonen er derfor avsluttet mot vollen. Høyden på fjellsida og skrentene er avtagende mot øst, og faresonene er derfor det samme. På andre sida av neset er det ingen fare for bebyggelsen. Løsneområder for snøskred er vurdert over tett skog. Skred i retning av Kvernhusgrovi og Indre Torsnes vil følge Kvernhusgrovi eller stoppe ved stølen Fletene. Lenger nord (nord om Kvitebergsholten) kan skredene gå til fjorden. Her er det ingen boligbebyggelse. Faresonene som går ned mot fjorden her har derfor liten betydning for eksisterende bebyggelse.

13 Vetlefjorddalen

13.1 Topografi

Kartleggingsområdet i Vetlefjorddalen er ca. 5 km langt, og i tillegg er det ca. 1 km på østsiden av indre Vetlefjorden som er kartlagt. Dalbunnen i Vetlefjorddalen er rundt 1 km bred, og fjellsidene ca. 1100 meter høye i vest og opp mot 1400-1500 meter høye i øst (figur 22). Det er mange botner og gjel i fjellsidene, og mest utprega er de i den østlige fjellsida. Vestsida er steil uten større gjel eller botner, men med mange sva og lite vegetasjon. De største nedbørsmengdene som snø i området kommer fra vestlig sektor og dermed er dette ei side det årlig kan påregnes at det går skred i de fleste skredbanene. I forhold til enkelte andre skredområder i Balestrand, har skog og gjenvoksing mindre betydning i Vetlefjorddalen fordi skredbanene er ligger såpass tett med hyppige hendelser og med store løsneområder ovenfor skogkledd areal.



Figur 22. Vetlefjorddalen og fjellsida i vest.

13.2 Historiske hendelser

Vetlefjorddalen topper statistikken for antall historiske skredhendelser innenfor kartleggingsområdene, med 24 hendelser. Det er ikke så overraskende når man ser fjellsidene, urene og skredviftene i denne dalen. Eiki/Eiken i munningen av Vetlefjordelva, sørvest i kartleggingsområdet, har fem skredhendelser tilknyttet seg. Årene er 1659, 1674, 1718, 1868 og 1877; nesten alle er omtalt som snøskred, bortsett fra det første som er registrert som sørpeskred. Antagelig har flere av skreda hatt karakter som sørpeskred og ikke snøskred.

En beboer på gården Ulvastad omkom i snøskred i 1864. Skredet er registrert på gården, men det er ikke kjent akkurat hvor skredet gikk. Gården Feten har to registrerte skredhendelser: et jordskred i ca. 1600 og et stort fjellskred i 1659. Det er ukjent når det første skredet skal ha gått, og gården skal ha blitt rasert og flytta etter dette. Året 1659 skal det også ha gått skred på Meland og Langateig, men skreda her er registrert som sørpeskred. I beskrivelsen står det at vannet også skylte bort de beste engbøer på gårdene Eiken og Renndalen. På Langateig fortelles det også om et snøskred i 1918 som skadet mange hus på gården og drepte en hest.

Statens vegvesen har registrert 13 hendelser i Vetlefjorddalen i tidsperioden 1983 til 2011. Åtte av disse er registrert som løsmasseskred, fire som snøskred og ett som steinskred. I følge beskrivelsen har ett gått ved Feten, tre ned Renndalsgjeli, ett ned Oreskredgjeli, ett ved Langateig (de to sistnevnte kan være samme plassering), tre ned Rustadgrovi, to ved Mel (dette kan være Rustadgrovi eller Opsegjelet) og ett ved Sikebakken.

Se vedlegg D for fullstendig beskrivelse av alle registrerte skredhendelser i Vetlefjorddalen. Utvilsomt har også mange av skreda gått store uten at en har registreringer.

13.3 Farevurdering og faresoner

Faresoner er tegnet på bakgrunn av observasjoner gjort under befaringen, opplysninger om tidligere skredhendelser samt modellberegninger. Resultatet er vist i kart 09a og 09b i vedlegg A, hvor også dimensjonerende skredtype er markert med symbol. Dalen er som sagt svært utsatt for skred. Både steinsprang, snøskred, flom- og sørpeskred er aktuelle skredtyper i Vetlefjorddalen.

Flomskredbekkene på østsiden av dalen (for eksempel Oreskredgrovi, Rustagrovi og Opsegjelet) har fått utført noe kanalisering og sikring, men må ha årlig tilsyn og eventuelt tømning av masser dersom skred skal kunne følge leiet.

I forhold til fare 1/5000 er det med unntak av et område ved Ulvestad, ingen sikre områder. Skred kan krysse dalen og gårdene er i hovedsak flyttet og ligger utenfor eller i kanten på faresone 1/1000. Noen gårder er vurdert å ligge mer utsatt for skred enn 1/1000. All boligbebyggelse ligger utenfor faresone 1:100.

Dimensjonerende skredtyper innenfor kartleggingsområdet er først og fremst snøskred og steinsprang. Det vil også gå sørpeskred og flomskred langs de fleste bekkedar/elvegjel, men de store snøskredene vil ha størst utbredelse og er derfor dimensjonerende faretype. Jordskred i de eldre glasifluviale avsetningene i dalbunnen er ikke vurdert.

14 Menes

14.1 Topografi

Menes ligger ytterst på neset mellom Fjærlandfjorden og Vetlefjorden. Fjellsiden stiger opp til ca. 800 moh. og har ingen utpregede skrenter, gjel eller skredbaner ned mot bebyggelsen (figur 23). Veien ut her er skredutsatt, men ute på neset er det kun de nedre delene av fjellsiden hvor det er noen lavere skrenter hvor det kan løsne stein. Denne nedre delen av fjellsida er bevokst med Furu og bjørkeskog.



Figur 23. Menes. Fjellsida er skogkledd opp til toppen på ca. 800 moh. Det er ingen utpregede skrenter, gjel eller skredbaner ned mot bebyggelsen.

14.2 Historiske hendelser

Det er en skredhendelse registrert for Menes i NGUs skreddatabase, men beskrivelsen forteller at denne hendelsen er feilplassert for Moldskreddalen, som er en skredbane som ligger lenger vest. Dermed er det ingen kjente skredhendelser innenfor kartleggingsområdet.

14.3 Farevurdering og faresoner

Faresoner er tegnet på bakgrunn av observasjoner gjort under befaringen. Resultatet er vist i kart 10 i vedlegg A hvor dimensjonerende skredtype er markert med symbol. En kort redegjørelse for vurderingen følger under.

Større snøskred er ikke en aktuell problemstilling fordi «dalsiden» er skogvokst og høyden med fall mot Menes kun er 3-350 m. Det er heller ingen større bekker eller vassdrag som går ned på neset. Steinsprang er dominerende fare for området og østover øker høyden på skrentene og faresonene blir derfor noe større mot øst. Kilder for steinsprang er små skrenter og terrengblokker. Steinsprang vurderes å kunne nå eksisterende bebyggelse på Menes sjeldnere enn gjennomsnittlig hvert tusende år. Det er derfor ingen boliger som ligger innenfor faresone 1/1000. De ytterste husene på neset anses også som sikker for 1/5000.

15 Bruk av faresonekartene

15.1 Arealplanlegging og godkjenning av reguleringsplaner og byggesøknader

Kartene kan brukes som grunnlag for utarbeidelse av kommunedelplaner og ved godkjenning av reguleringsplaner og byggesøknader. Kartene vil overstyre aktsomhetskartene og faresonekartene på oversiktsnivå.

15.2 Prioritering av sikringstiltak

Kartene kan brukes som grunnlag for prioritering av sikringstiltak for skredutsatt bebyggelse. For hus som ligger innenfor faregrensen 1/1000 kan kommunen vurdere behovet for sikring. I første omgang vil det være hensiktsmessig å foreta en nærmere vurdering av faren ved en mer detaljert feltbefaring.

15.3 Evakuering av skredutsatt bebyggelse under ekstreme værforhold

Dersom det skulle oppstå en ekstrem vær-situasjon med skred ned mot bebyggelsen kan faresonekartene benyttes som grunnlag for å bestemme hvilke hus som skal evakueres. I første omgang vil det være naturlig å inkludere hus som ligger innenfor faregrensen 1/100, deretter 1/1000.

Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumentinformasjon/Document information														
Dokumenttittel/Document title Skredfarekartlegging Balestrand kommune Utarbeidelse av detaljerte faresonekart						Dokumentnr./Document No. 20130593-01-R								
Dokumenttype/Type of document Rapport/Report		Distribusjon/Distribution Begrenset/Limited				Dato/Date 10. januar 2014		Rev.nr.&dato/Rev.No.&date 0						
Oppdragsgiver/Client NVE														
Emneord/Keywords Skredkartlegging, faresone, steinsprang, flomskred, sørpeskred, snøskred														
Stedfesting/Geographical information														
Land, fylke/Country, County Norge, Sogn og Fjordane						Havområde/Offshore area								
Kommune/Municipality Balestrand						Feltnavn/Field name								
Sted/Location Balestrand						Sted/Location								
Kartblad/Map 1317 III						Felt, blokknr./Field, Block No.								
UTM-koordinater/UTM-coordinates 367327Ø 6788278N														
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:		Sidemannskontroll/Colleague review av/by:		Uavhengig kontroll/Independent review av/by:		Tverrfaglig kontroll/Inter-disciplinary review av/by:		
0	Originaldokument					HHH		UD / FS						
Dokument godkjent for utsendelse/Document approved for release					Dato/Date 10. januar 2014			Sign. Prosjektleder/Project Manager Heidi Hefre						

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.

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.

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

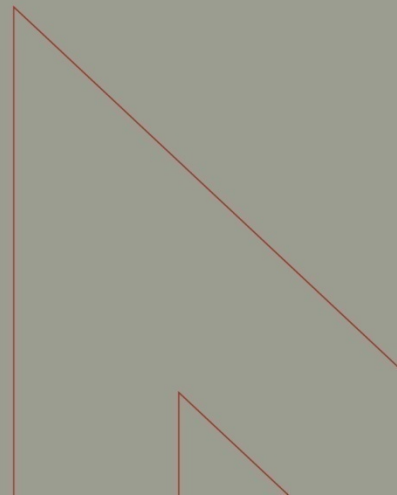
Besøksadresse/Street address:
Pirsenteret, Havnegata 9, NO-7010 Trondheim

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





Dokumentnr.: 20130593-01-R
Dato: 2014-01-10
Rev.nr.: 0
Vedlegg A, Side 1

Vedlegg A - Faresonekart

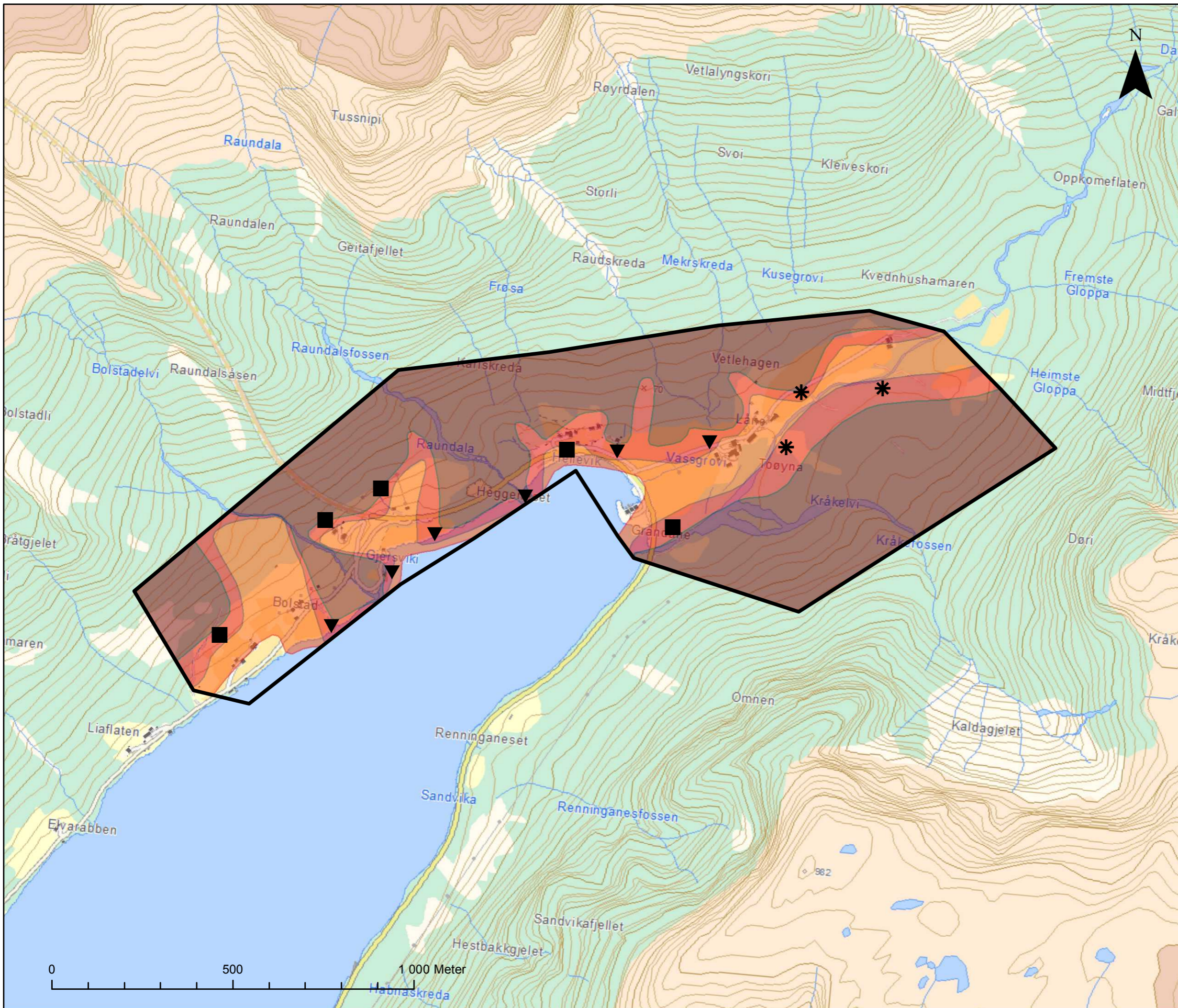
Innhold

Faresonekart



Faresonekart A 01-10

- Kart A-01: Låne**
- Kart A-02: Sagi – Nokken**
- Kart A-03: Balestrand sentrum**
- Kart A-04: Ese**
- Kart A-05a: Esefjordens nordside V**
- Kart A-05b: Esefjordens nordside Ø**
- Kart A-06: Farnes**
- Kart A-07: Sværen**
- Kart A -08: Torsnes**
- Kart A-09a: Vetlefjorddalen S**
- Kart A-09b: Vetlefjorddalen N**
- Kart A-10: Menes**



Tegnforklaring

Kartlagt område

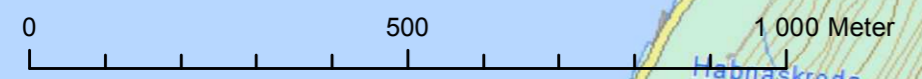
Faresone

Nominell årlig frekvens

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

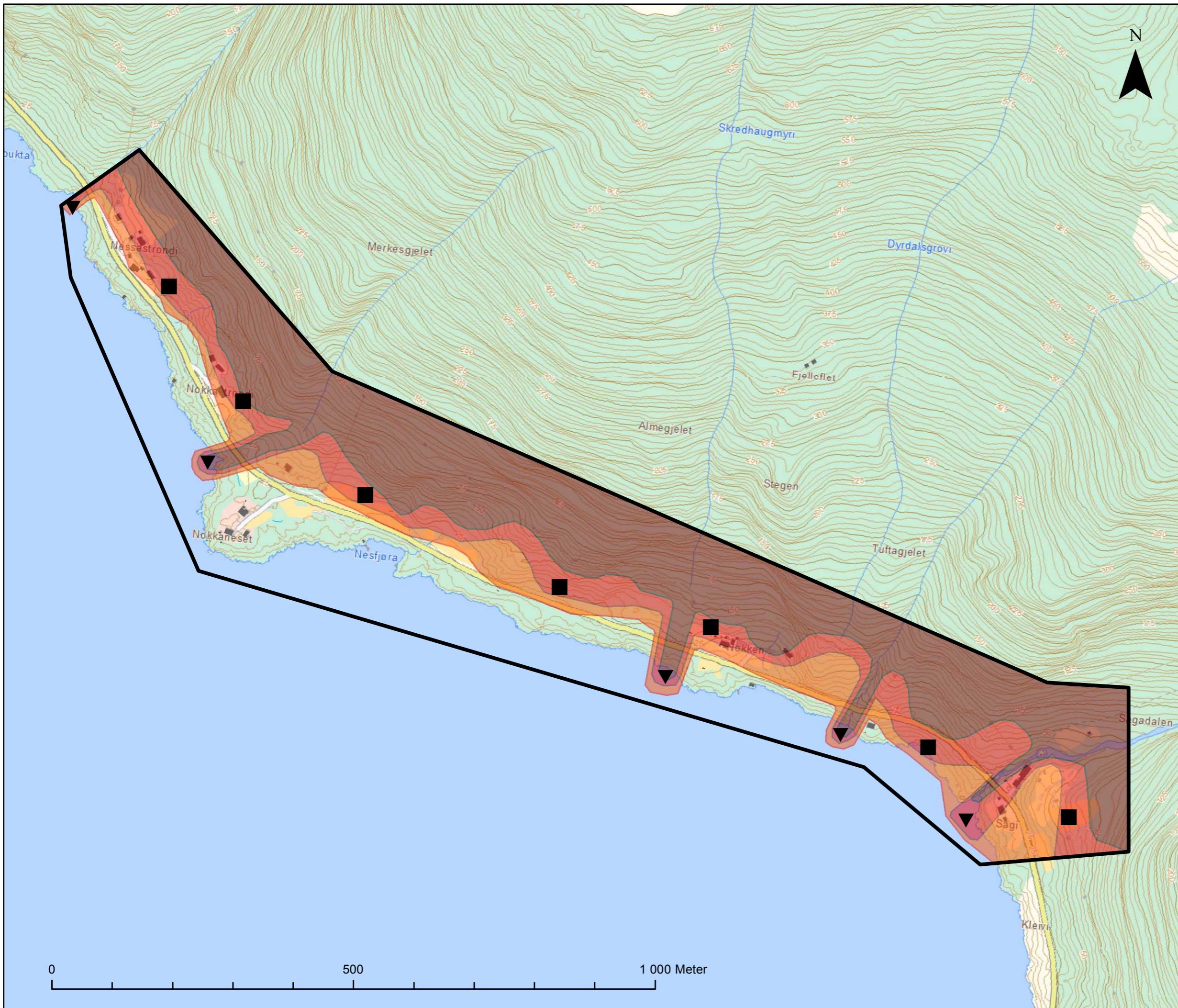
Dimensjonerende faretype

- Steinsprang
- Flomskred / Sørpeskred
- Snøskred



Målestokk (A3): 1:10 000

NVE		
Skredfarekartlegging i Balestrand kommune	Prosjektnr. 20130593-01-R	Kart nr. 01
	Faresoner for området Låne	
	Utført HHH/OAH	Dato 2014-01-10
	Kontrollert HHH	
	Godkjent UD	



Tegnforklaring

Kartlagt område

Faresone

Nominell årlig frekvens

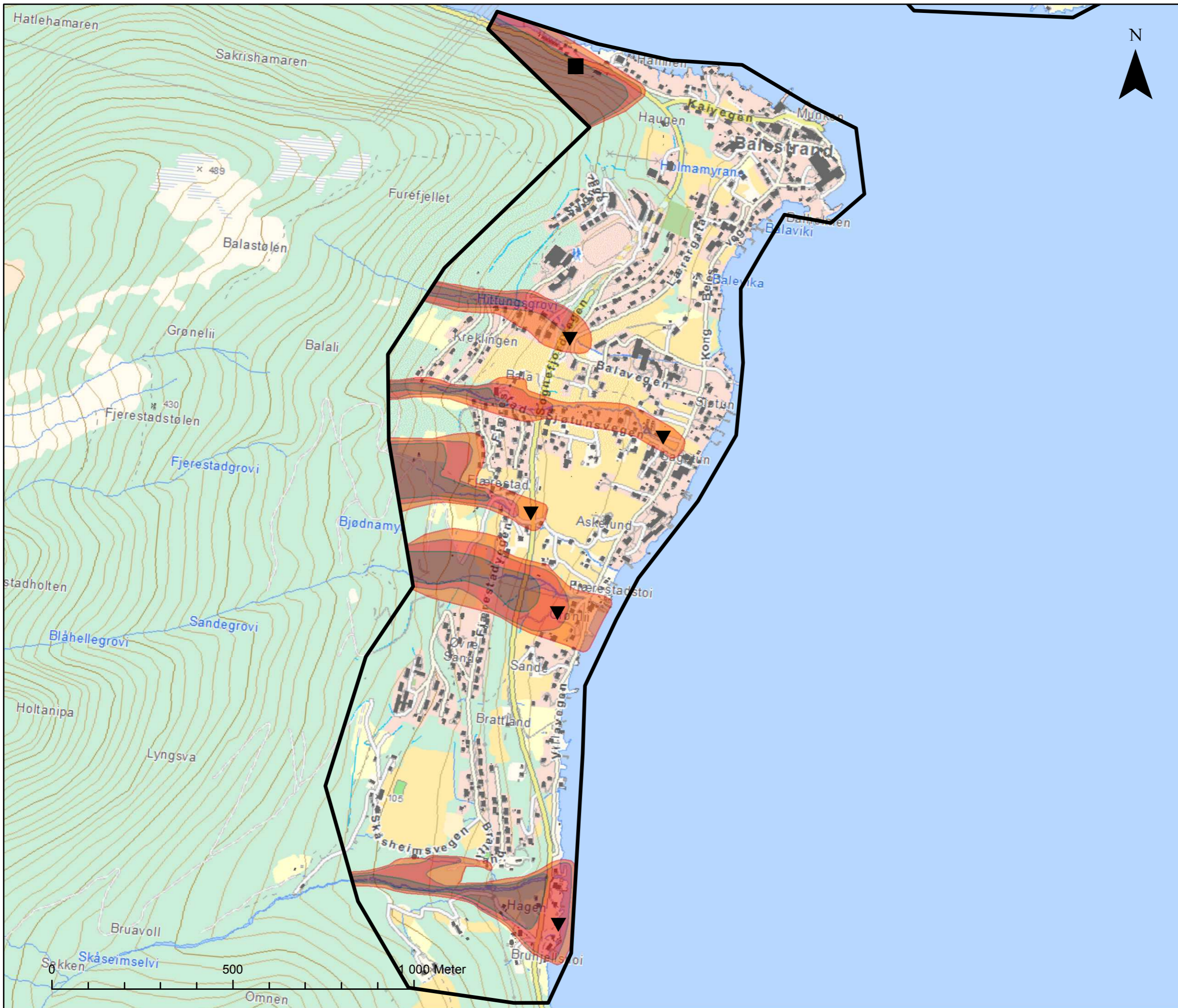
- $\geq 1/5000$
- $\geq 1/1000$
- $\geq 1/100$

Dimensjonerende faretype

- Steinsprang
- Flomskred / Sørpeskred
- Snøskred

Målestokk (A3): 1:6 000

NVE		
Skredfarekartlegging i Balestrand kommune	Prosjektnr. 20130593-01-R	Kart nr. 02
	Utført HHH/OAH	Dato 2014-01-10
Faresoner for området Sagi - Nokken	Kontrollert HHH	
	Godkjent UD	



Tegnforklaring

Kartlagt område

Faresone

Nominell årlig frekvens

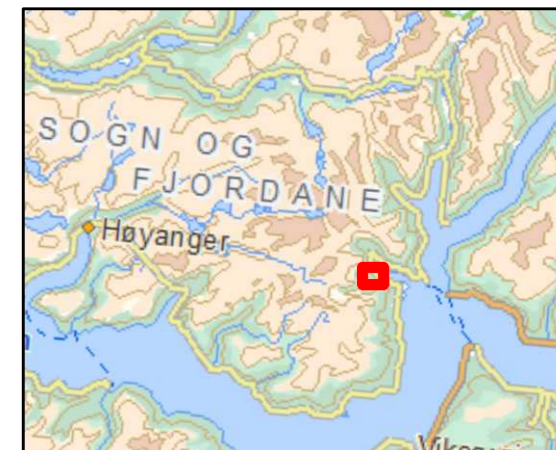
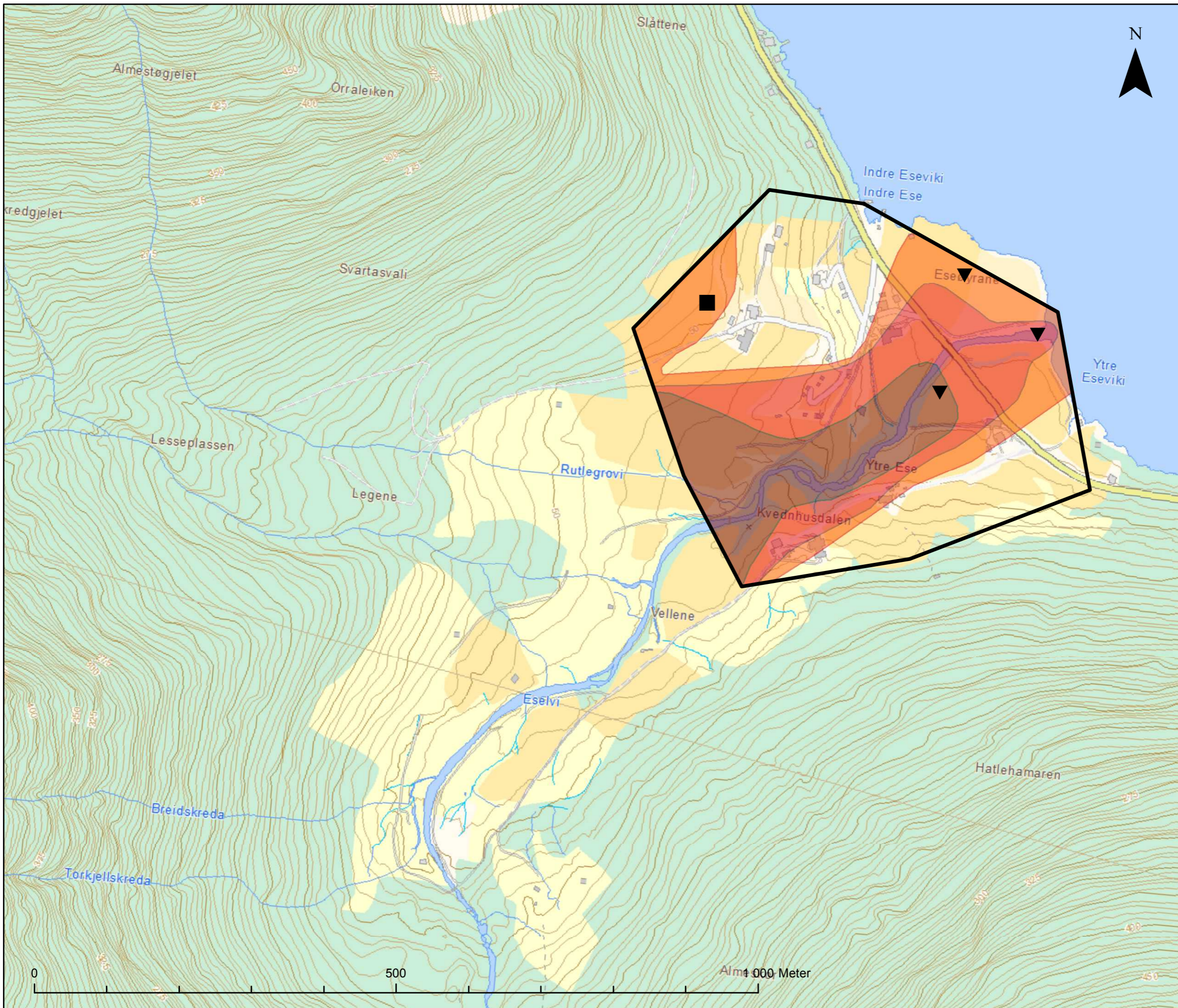
- $\geq 1/5000$
- $\geq 1/1000$
- $\geq 1/100$

Dimensjonerende faretype

- Steinsprang
- Flomskred / Sørpeskred
- Snøskred

Målestokk (A3): 1:10 000

NVE		
Skredfarekartlegging i Balestrand kommune	Prosjektnr. 20130593-01-R	Kart nr. 03
	Utført HHH/OAH	Dato 2014-01-10
Faresoner for området Balestrand sentrum	Kontrollert HHH	
	Godkjent UD	



Tegnforklaring

Kartlagt område

Faresone

Nominell årlig frekvens

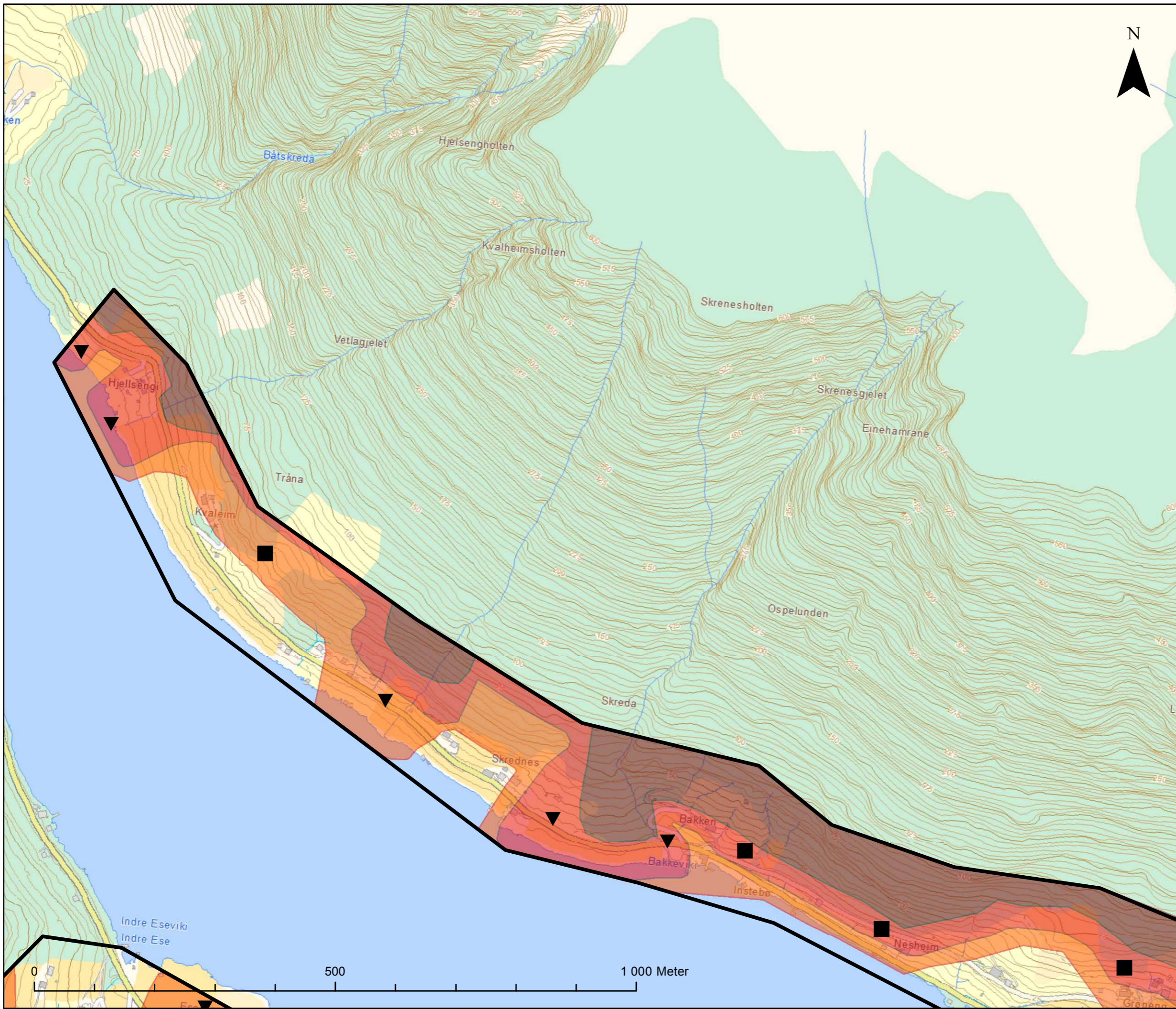
- $\geq 1/5000$
- $\geq 1/1000$
- $\geq 1/100$

Dimensjonerende faretype

- Steinsprang
- Flomskred / Sørpeskred
- Snøskred

Målestokk (A3): 1:5 000

NVE		
Skredfarekartlegging i Balestrand kommune	Prosjektnr. 20130593-01-R	Kart nr. 04
	Utført HHH/OAH	Dato 2014-01-10
Faresoner for området Ese	Kontrollert HHH	
	Godkjent UD	



Tegnforklaring

Kartlagt område

Faresone

Nominell årlig frekvens

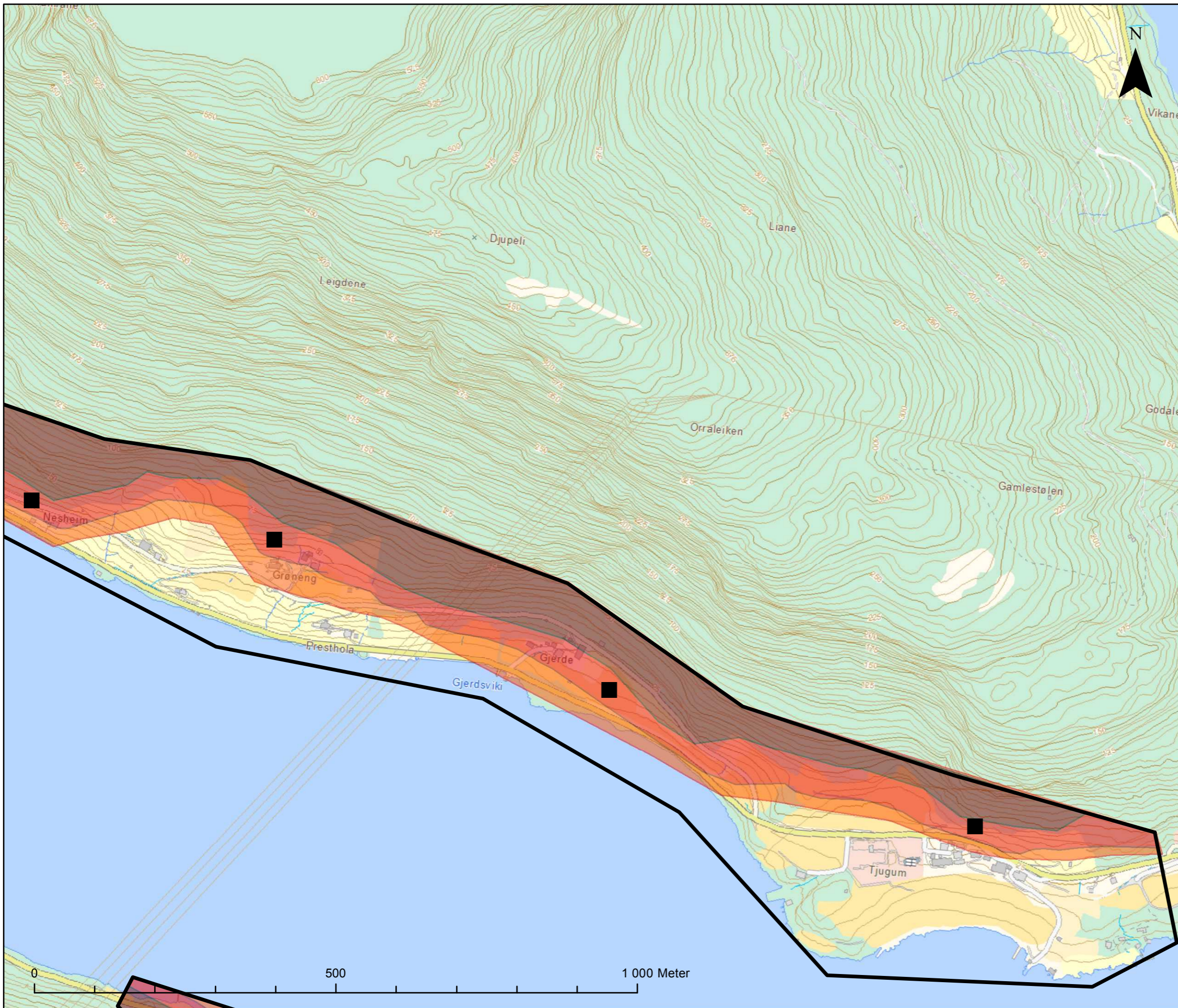
- $\geq 1/5000$
- $\geq 1/1000$
- $\geq 1/100$

Dimensjonerende faretype

- Steinsprang
- Flomskred / Sørpeskred
- Snøskred

Målestokk (A3): 1:6 000

NVE		
Skredfarekartlegging i Balestrand kommune	Prosjektnr. 20130593-01-R	Kart nr. 05A
	Faresoner for området Esefjordens nordside V	
	Utført HHH/OAH	Dato 2014-01-10
	Kontrollert HHH	
	Godkjent UD	



Tegnforklaring

Kartlagt område

Faresone

Nominell årlig frekvens

$\geq 1/5000$

$\geq 1/1000$

$\geq 1/100$

Dimensjonerende faretype

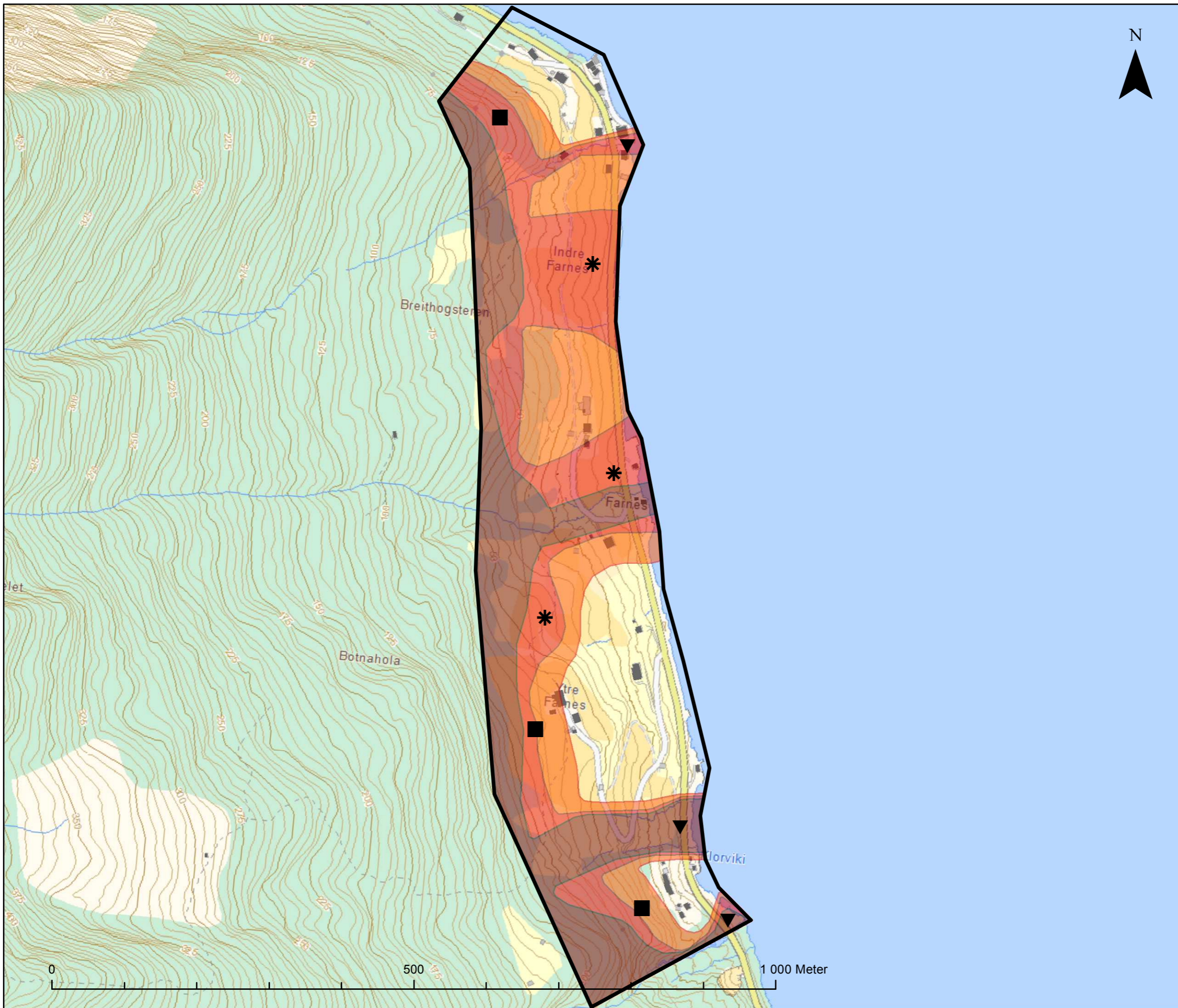
Steinsprang

Flomskred / Sørpeskred

Snøskred

Målestokk (A3): 1:6 000

NVE		
Skredfarekartlegging i Balestrand kommune	Prosjektnr. 20130593-01-R	Kart nr. 05B
	Faresoner for området Esefjordens nordside Ø	
	Utført HHH/OAH	Dato 2014-01-10
	Kontrollert HHH	
	Godkjent UD	



Tegnforklaring

Kartlagt område

Faresone

Nominell årlig frekvens

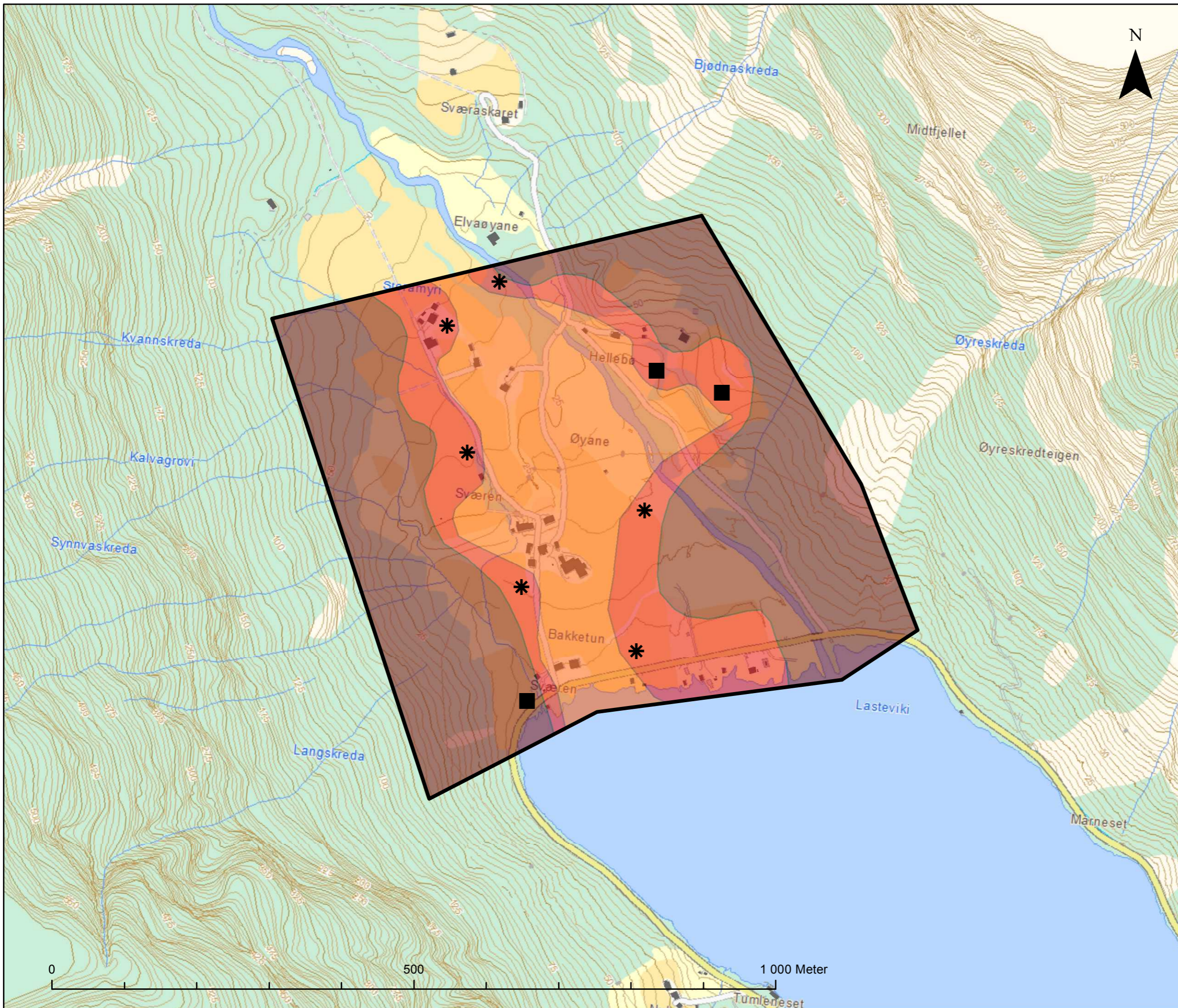
- $\geq 1/5000$
- $\geq 1/1000$
- $\geq 1/100$

Dimensjonerende faretype

- Steinsprang
- Flomskred / Sørpeskred
- Snøskred

Målestokk (A3): 1:5 000

NVE		
Skredfarekartlegging i Balestrand kommune	Prosjektnr. 20130593-01-R	Kart nr. 06
	Faresoner for området Farnes	
	Utført HHH/OAH	Dato 2014-01-10
	Kontrollert HHH	
	Godkjent UD	



Tegnforklaring

Kartlagt område

Faresone

Nominell årlig frekvens

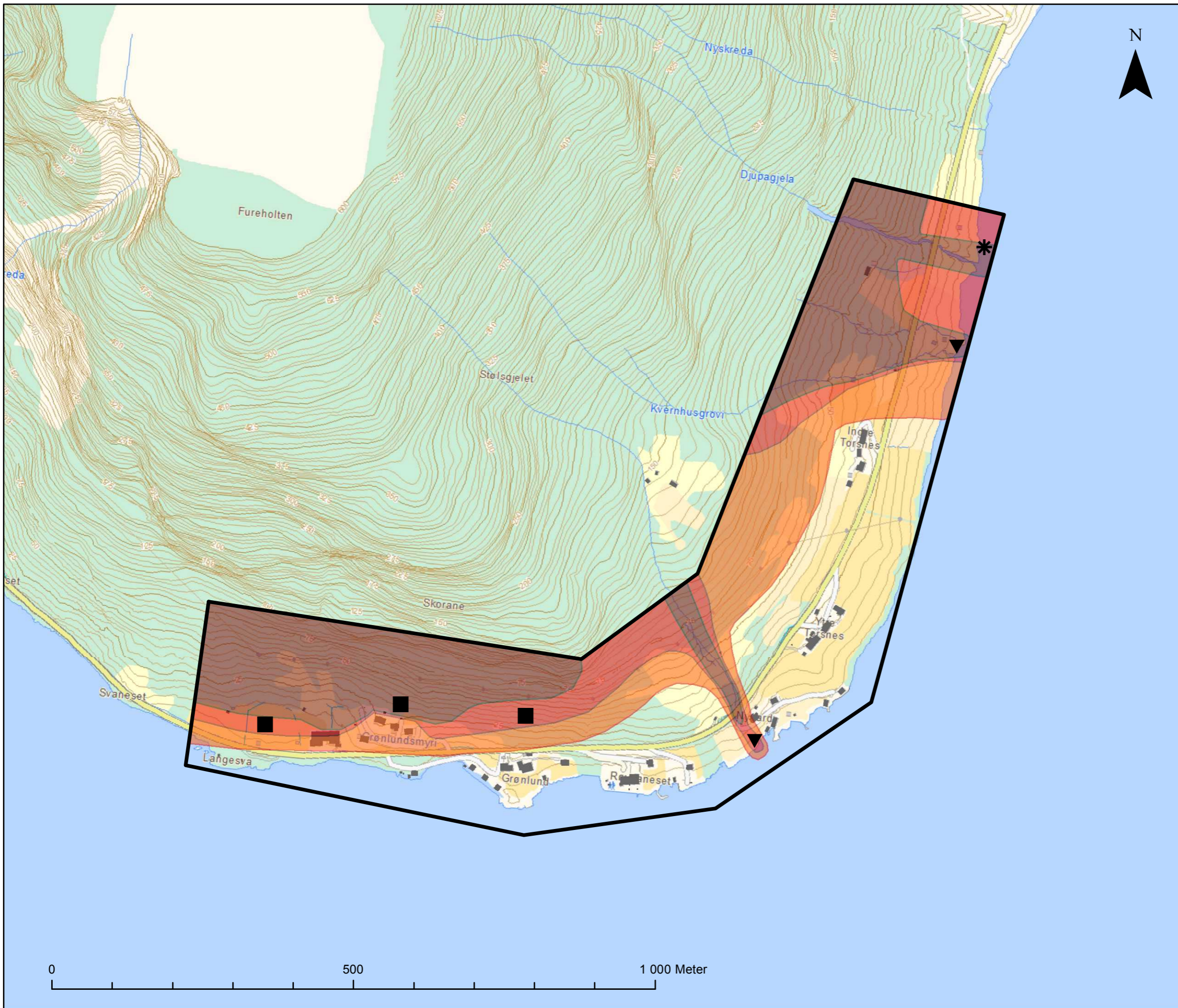
- $\geq 1/5000$
- $\geq 1/1000$
- $\geq 1/100$

Dimensjonerende faretype

- Steinsprang
- Flomskred / Sørpeskred
- Snøskred

Målestokk (A3): 1:5 000

NVE		
Skredfarekartlegging i Balestrand kommune	Prosjektnr. 20130593-01-R	Kart nr. 07
	Faresoner for området Sværen	
	Utført HHH/OAH	Dato 2014-01-10
	Kontrollert HHH	
	Godkjent UD	



Tegnforklaring

Kartlagt område

Faresone

Nominell årlig frekvens

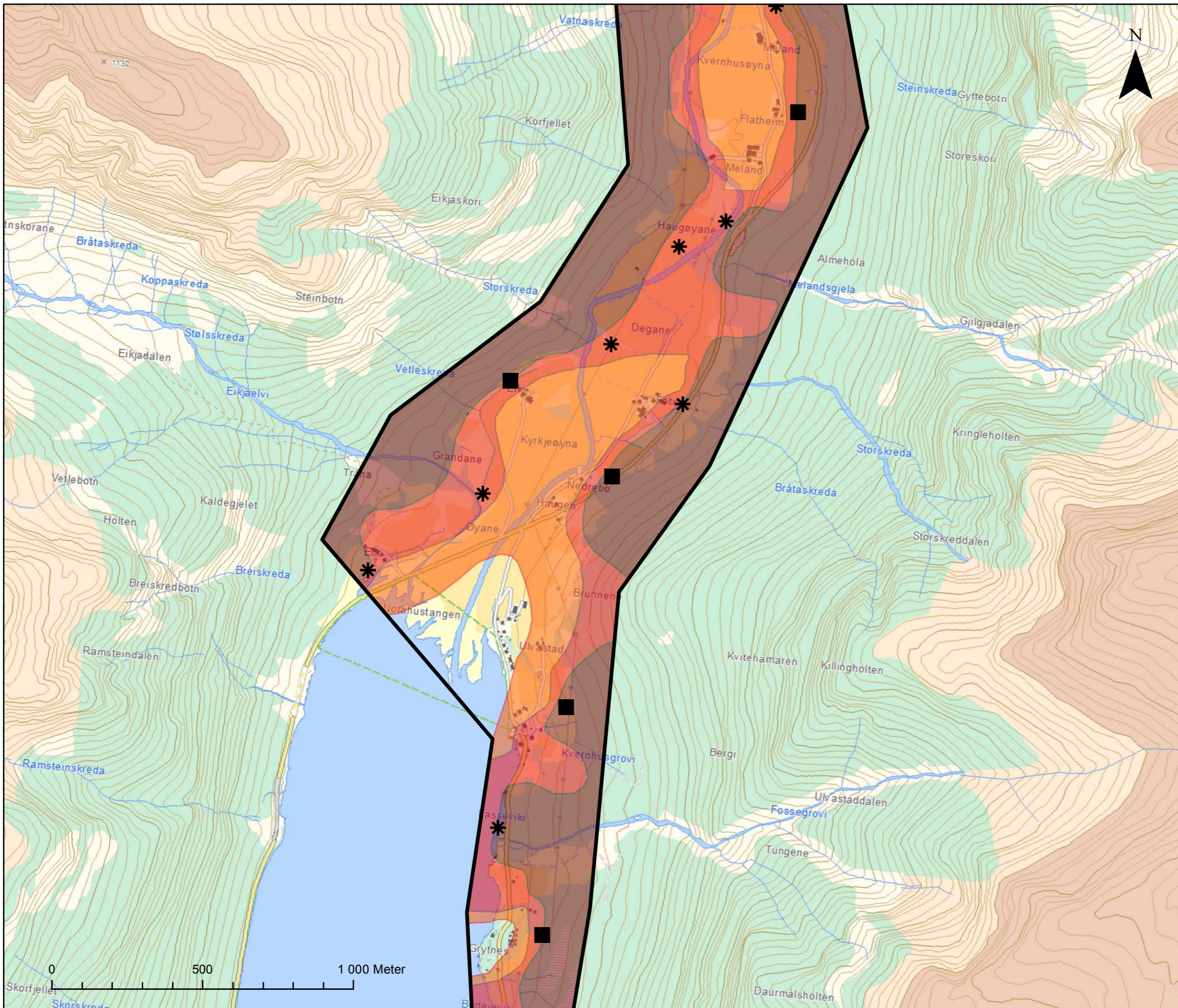
- $\geq 1/5000$
- $\geq 1/1000$
- $\geq 1/100$

Dimensjonerende faretype

- Steinsprang
- Flomskred / Sørpeskred
- Snøskred

Målestokk (A3): 1:6 000

NVE		
Skredfarekartlegging i Balestrand kommune	Prosjektnr. 20130593-01-R	Kart nr. 08
	Faresoner for området Torsnes	
	Utført HHH/OAH	Dato 2014-01-10
	Kontrollert HHH	
	Godkjent UD	



Tegnforklaring

Kartlagt område

Faresone

Nominell årlig frekvens

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

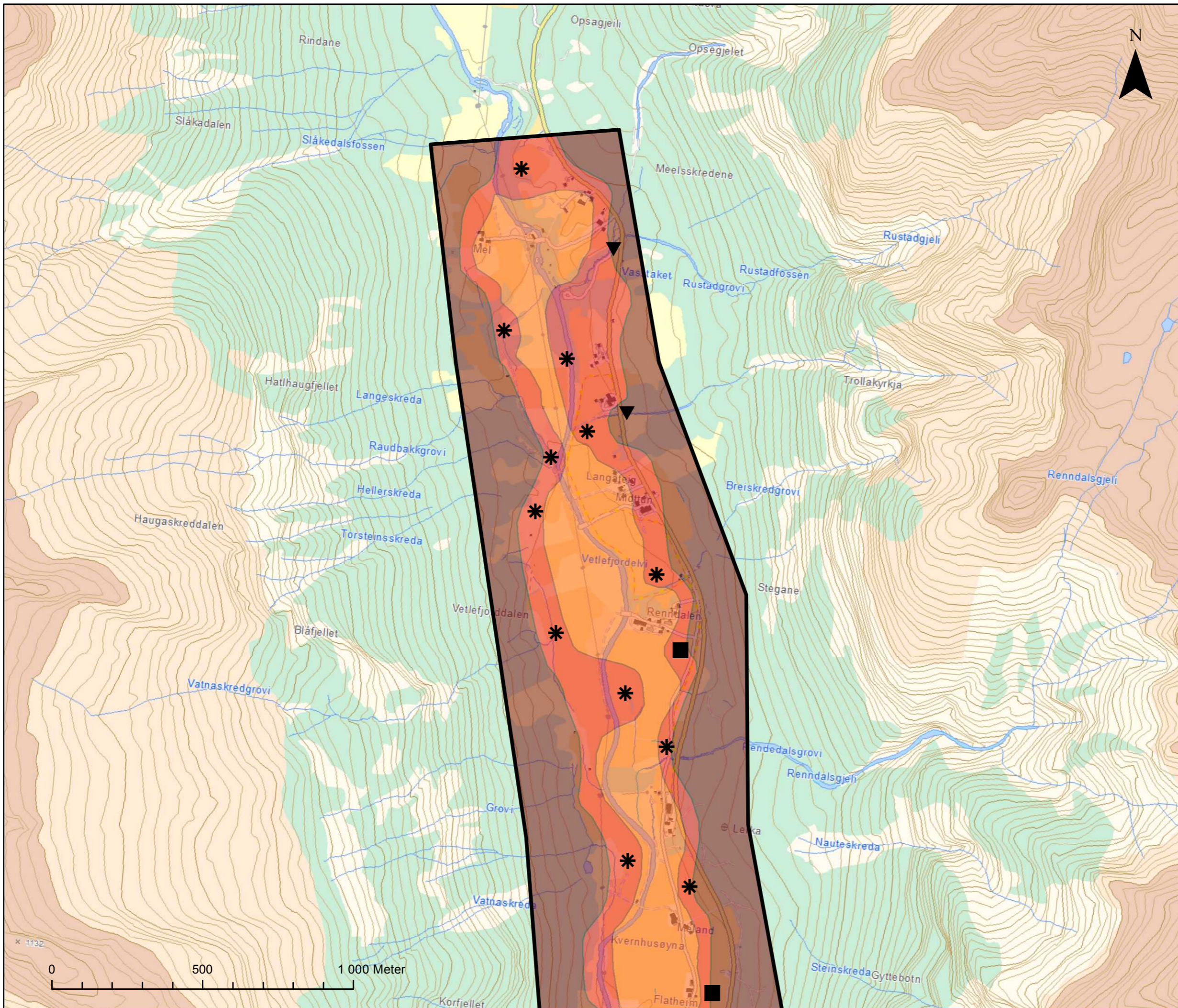
Dimensjonerende faretype

- Steinsprang
- Flomskred / Sørpeskred
- Snøskred



Målestokk (A3): 1:12 000

NVE		
Skredfarekartlegging i Balestrand kommune	Prosjektnr. 20130593-01-R	Kart nr. 09A
	Faresoner for området Vetlefjorddalen sør	
	Utført HHH/OAH	Dato 2014-01-10
	Kontrollert HHH	
	Godkjent UD	



Tegnforklaring

Kartlagt område

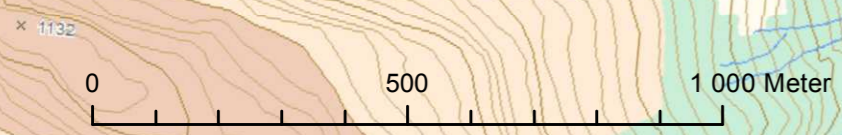
Faresone

Nominell årlig frekvens

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

Dimensjonerende faretype

- Steinsprang
- Flomskred / Sørpeskred
- Snøskred



Målestokk (A3): 1:12 000

NVE		
Skredfarekartlegging i Balestrand kommune	Prosjektnr. 20130593-01-R	Kart nr. 09B
	Faresoner for området Vetlefjorddalen nord	
	Utført HHH/OAH	Dato 2014-01-10
	Kontrollert HHH	
	Godkjent UD	

Vedlegg B - Helningskart, skredhendelser og observasjonspunkter

Innhold

1	Beskrivelse av GPS observasjonspunkter	2
2	Helningskart, befaringsrute og GPS-punkter	4

1 Beskrivelse av GPS observasjonspunkter

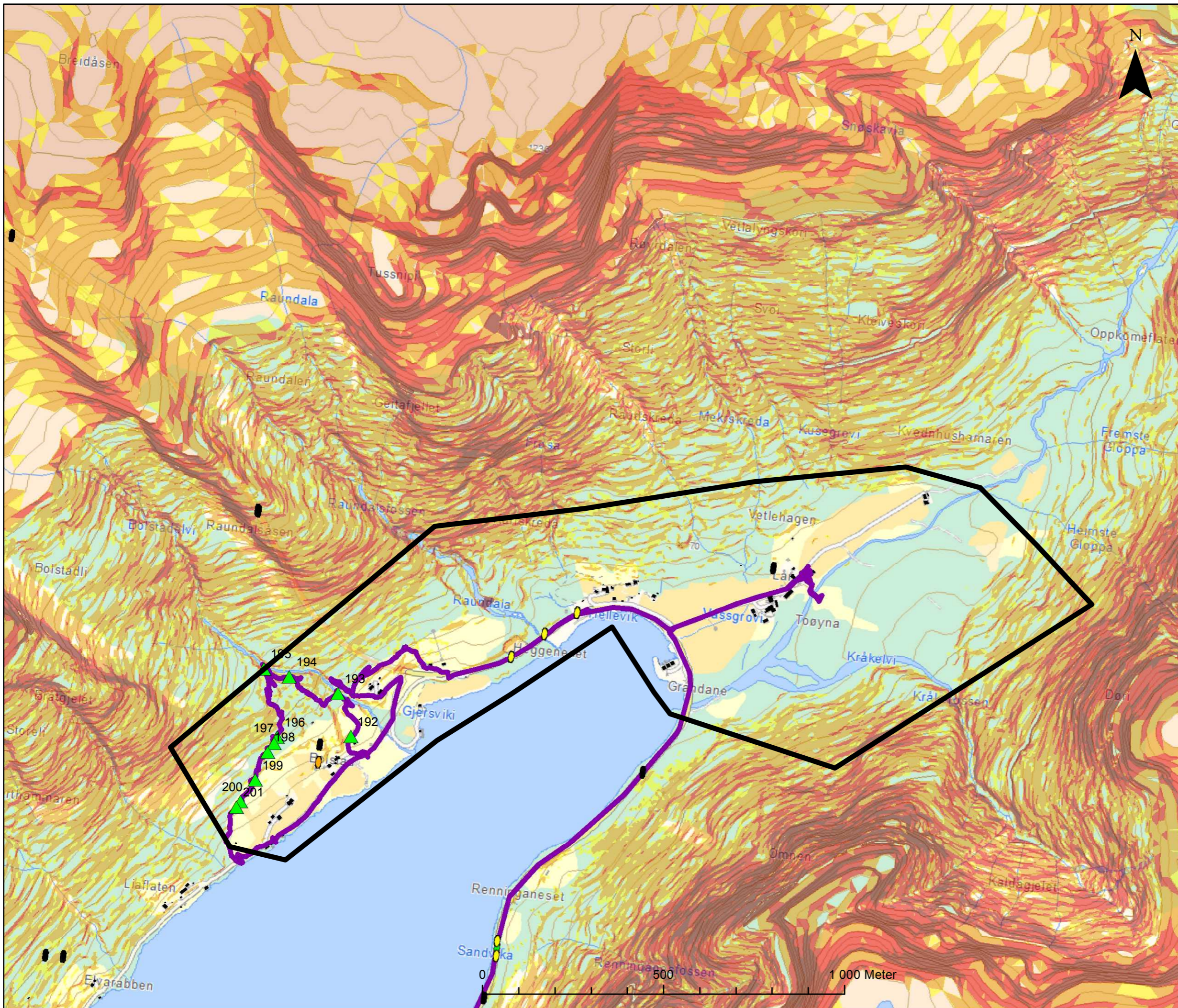
På kartene vises befaringsruten og observasjonspunkter tatt med håndholdt GPS. Første dagen var ikke GPS-en påslått, slik at Sværen, Ese og Menes mangler fullstendig befaringsrute.

Observasjonspunkt	Beskrivelse
Låne	
192	Test
193	Start forbygning
194	Rygg
195	Sving i bekkefar – 8 m overhøyde
196	Stein – bratt ovenfor
197	Bekk
198	Blokk
199	Stor firkanta blokk. Steinsprang? 3 – 4 m ³
200	Blokk
201	Blokk
Balestrand sentrum	
202	Ca. slutt lav forbygning
203	Ca. start lav forbygning
204	Splitt skred. Her vil skredet gå ut av kanalen.
205	Fersk skredblokk
206	Fersk skredblokk
207	Fersk skredblokk
208	Fersk skredblokk
209	Fersk skredblokk
210	Fersk skredblokk
Esefjordens nordside	
223	Blokk
224	Blokk
225	Blokk
226	Blokk
227	Bekk
228	Blokk
229	Blokk
230	Blokk
231	Mange blokker
232	Nytt blokkfelt – utvaska
233	Tre blokker
234	Ur
235	Ur ned til huset
236	Lite blokker, en og annen større blokk
237	Noen store blokker, ellers ingenting
1193	Blokk
1194	Blokk




1195	Blokk
1196	Blokk
1197	Blokk
Torsnes	
216	Blokk 20 – 25 m ³
217	Sva/skrent
218	Ovenfor sva. Skrent litt høyere opp
219	Flere store blokker 3 – 5 m ³
220	Spredte store blokker utover marka
221	Blokk
222	Blokk
Vetlefjorddalen	
211	Bauta / minnestein for tidligere skredhendelse
212	Stor mosegrodd blokk
213	Tre blokker ved hytte
214	Liten bekk. Mange steinblokker på vifta over veien.
215	Stor blokk ved veien

2 Helningskart, skredhendelser og observasjonspunkter




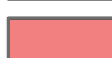

- Kart B 01: Låne**
- Kart B 02: Sagi – Nokken**
- Kart B 03: Balestrand sentrum**
- Kart B 04: Ese**
- Kart B 05a: Esefjordens nordside V**
- Kart B 05b: Esefjordens nordside Ø**
- Kart B 06: Farnes**
- Kart B 07: Sværen**
- Kart B 08: Torsnes**
- Kart B 09a: Vetlefjorddalen S**
- Kart B 09b: Vetlefjorddalen N**
- Kart B 10: Menes**



Tegnforklaring

-  Kartlagt område
-  Befaringsrute
-  Observasjonspunkt


Bratte områder

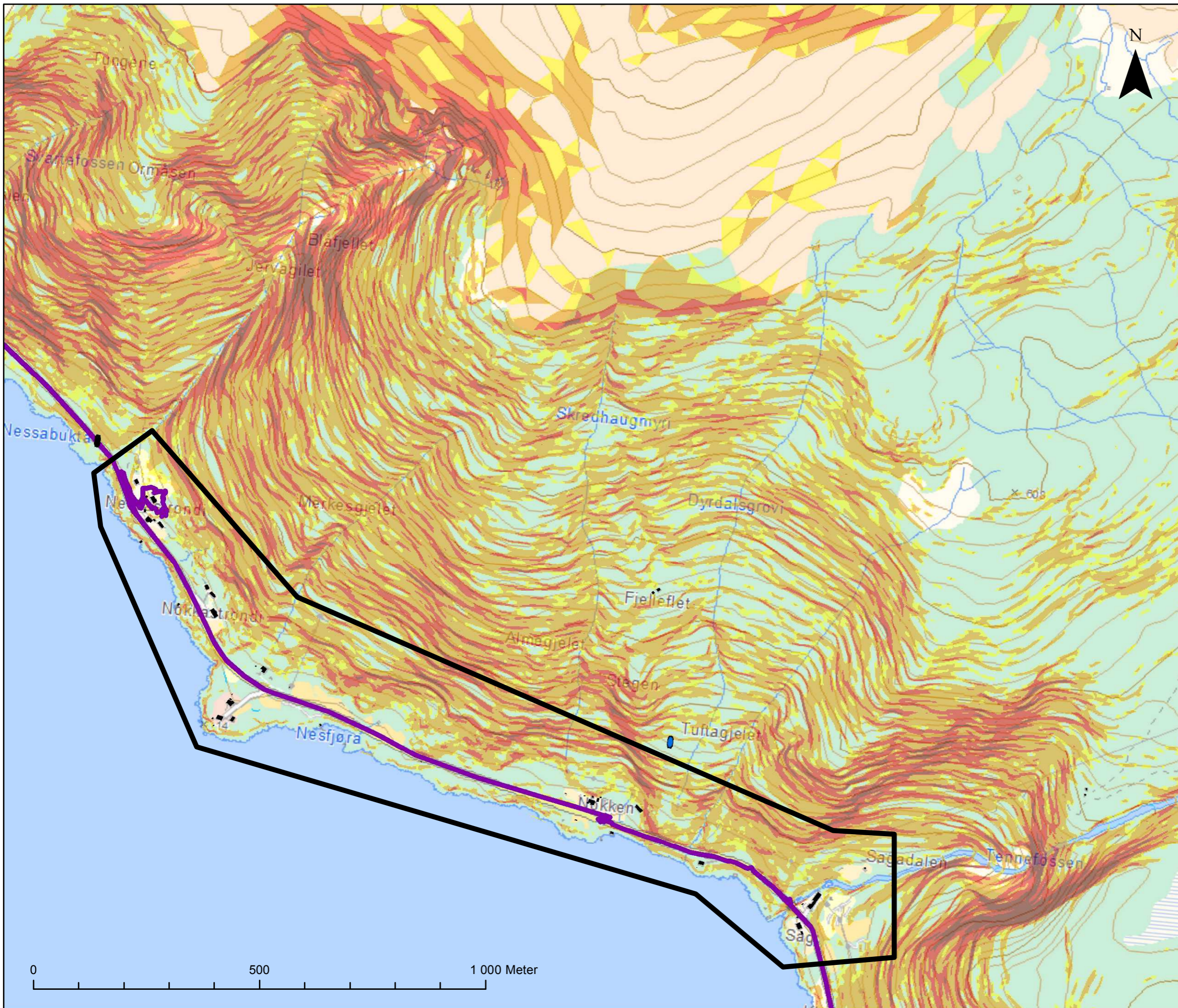
-  0° - 27°
-  27° - 30°
-  30° - 45°
-  45° - 60°
-  60° - 90°

Skredhendelser

-  Steinsprang og fjellskred
-  Leirskred
-  Løsmasseskred, uspesifisert
-  Jordskred
-  Flomskred
-  Snøskred
-  Isnedfall
-  Undervannsskred
-  Ikke angitt

Målestokk (A3): 1:10 000

NVE		
Skredfarekartlegging i Balestrand kommune	Prosjektnr. 20130593-01-R	Kart nr. B-01
	Låne	Dato 2014-01-10
Kart over terrenghelning, hendelser, befaringsrute og observasjonspunkter	Utført HHH/OAH	
	Kontrollert UD	
	Godkjent HHH	



Tegnforklaring

Kartlagt område

Befaringsrute

Bratte områder

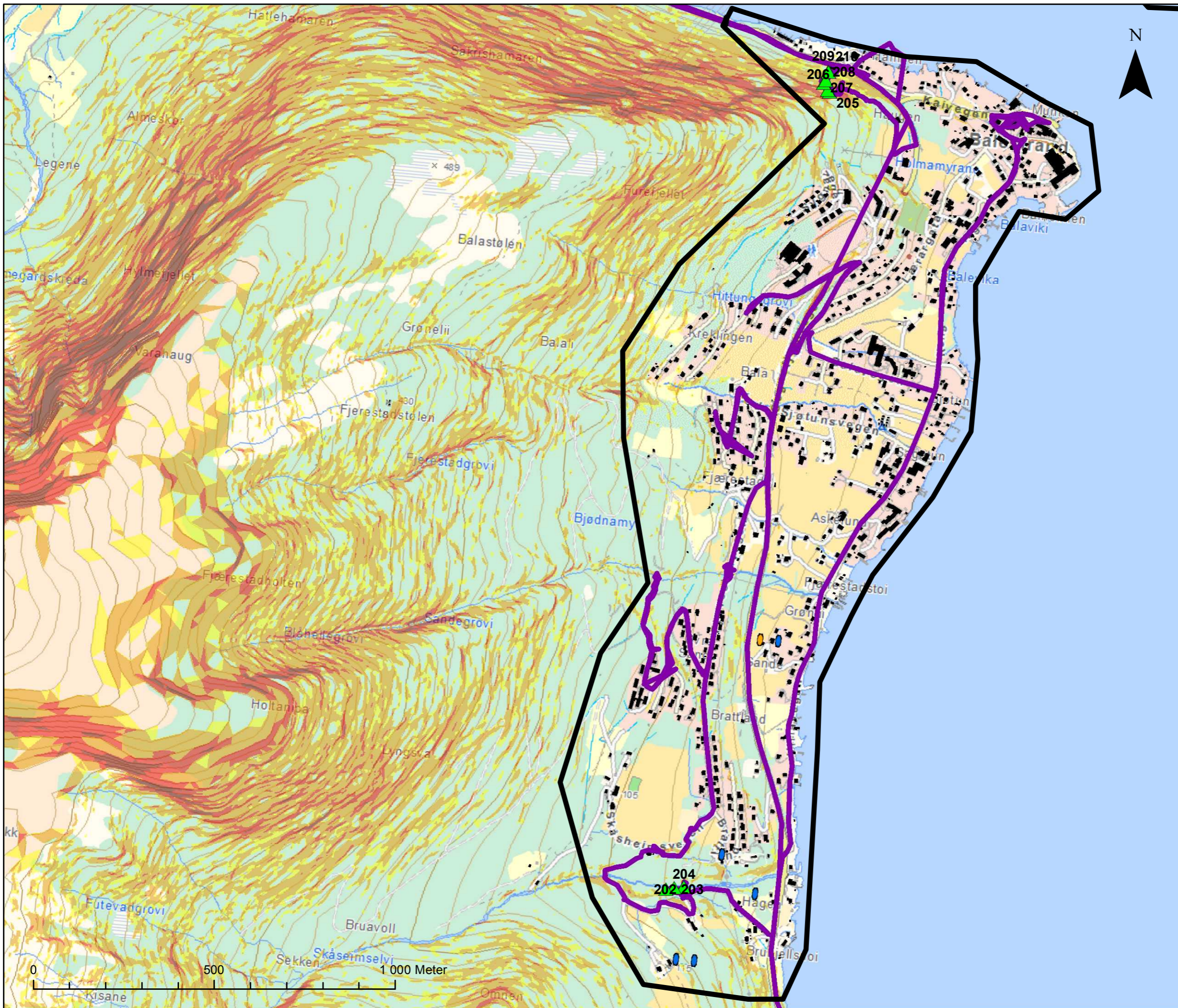
- 0° - 27°
- 27° - 30°
- 30° - 45°
- 45° - 60°
- 60° - 90°

Skredhendelser




- Steinsprang og fjellskred
- Leirskred
- Løsmasseskred, uspesifisert
- Jordskred
- Flomskred
- Snøskred
- Isnedfall
- Undervannsskred
- Ikke angitt

Målestokk (A3): 1:8 000






NVE		
Skredfarekartlegging i Balestrand kommune	Prosjektnr. 20130593-01-R	Kart nr. B-02
Sagi-Nokken	Utført HHH/OAH	Dato 2014-01-10
Kart over terrenghelning, hendelser, befaringsrute og observasjonspunkter	Kontrollert UD	
	Godkjent HHH	



Tegnforklaring

-  Kartlagt område
-  Befaringsrute
-  Observasjonspunkt


Bratte områder

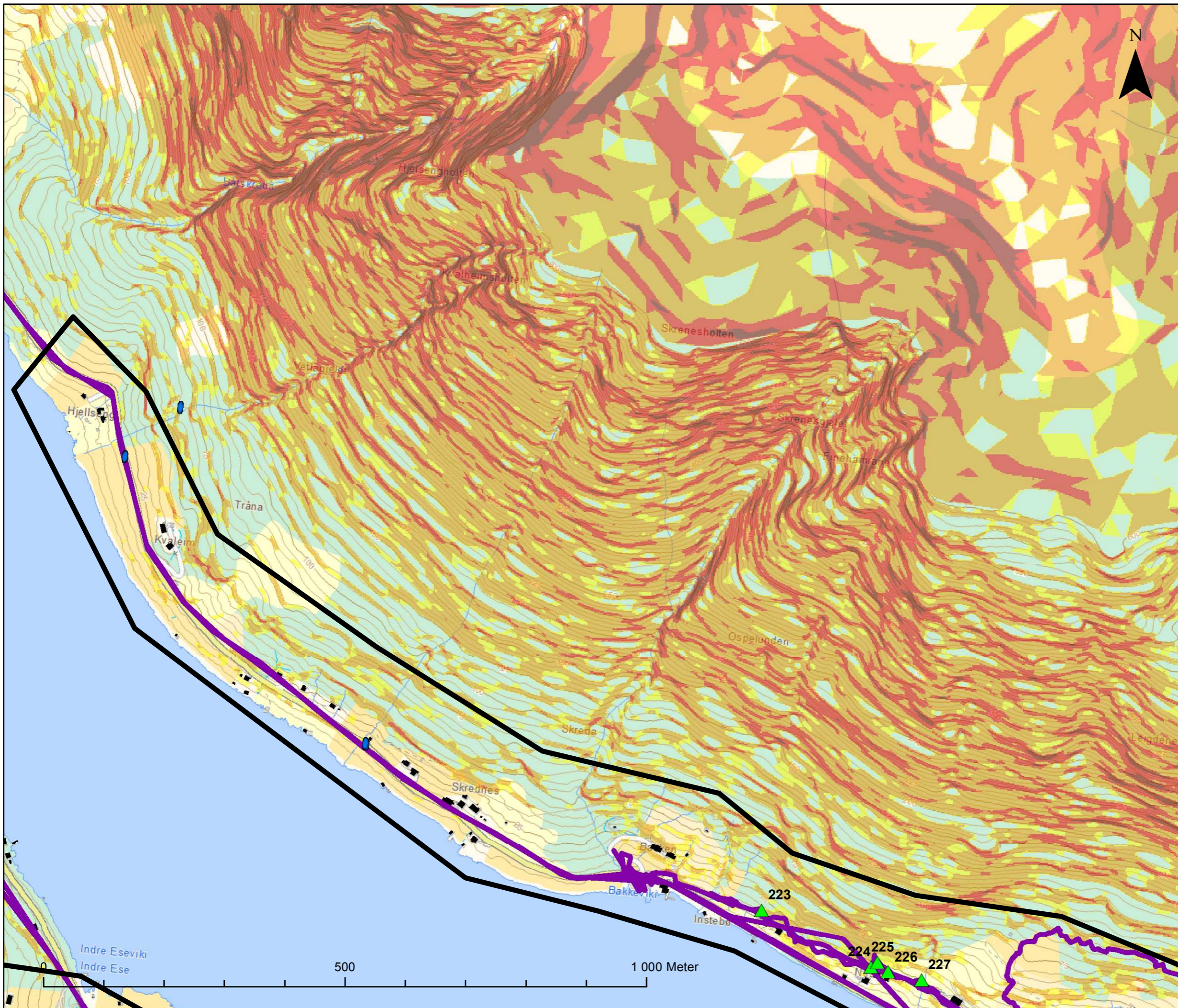
-  0° - 27°
-  27° - 30°
-  30° - 45°
-  45° - 60°
-  60° - 90°

Skredhendelser

-  Steinsprang og fjellskred
-  Leirskred
-  Løsmasseskred, uspesifisert
-  Jordskred
-  Flomskred
-  Snøskred
-  Isnedfall
-  Undervannsskred
-  Ikke angitt

Målestokk (A3): 1:10 000

NVE		
Skredfarekartlegging i Balestrand kommune	Prosjektnr. 20130593-01-R	Kart nr. B-03
Balestrand sentrum	Utført HHH/OAH	Dato 2014-01-10
Kart over terrenghelning, hendelser, befaringsrute og observasjonspunkter	Kontrollert UD	
	Godkjent HHH	



Tegnforklaring

- Kartlagt område
- Befaringsrute
- Observasjonspunkt

Bratte områder

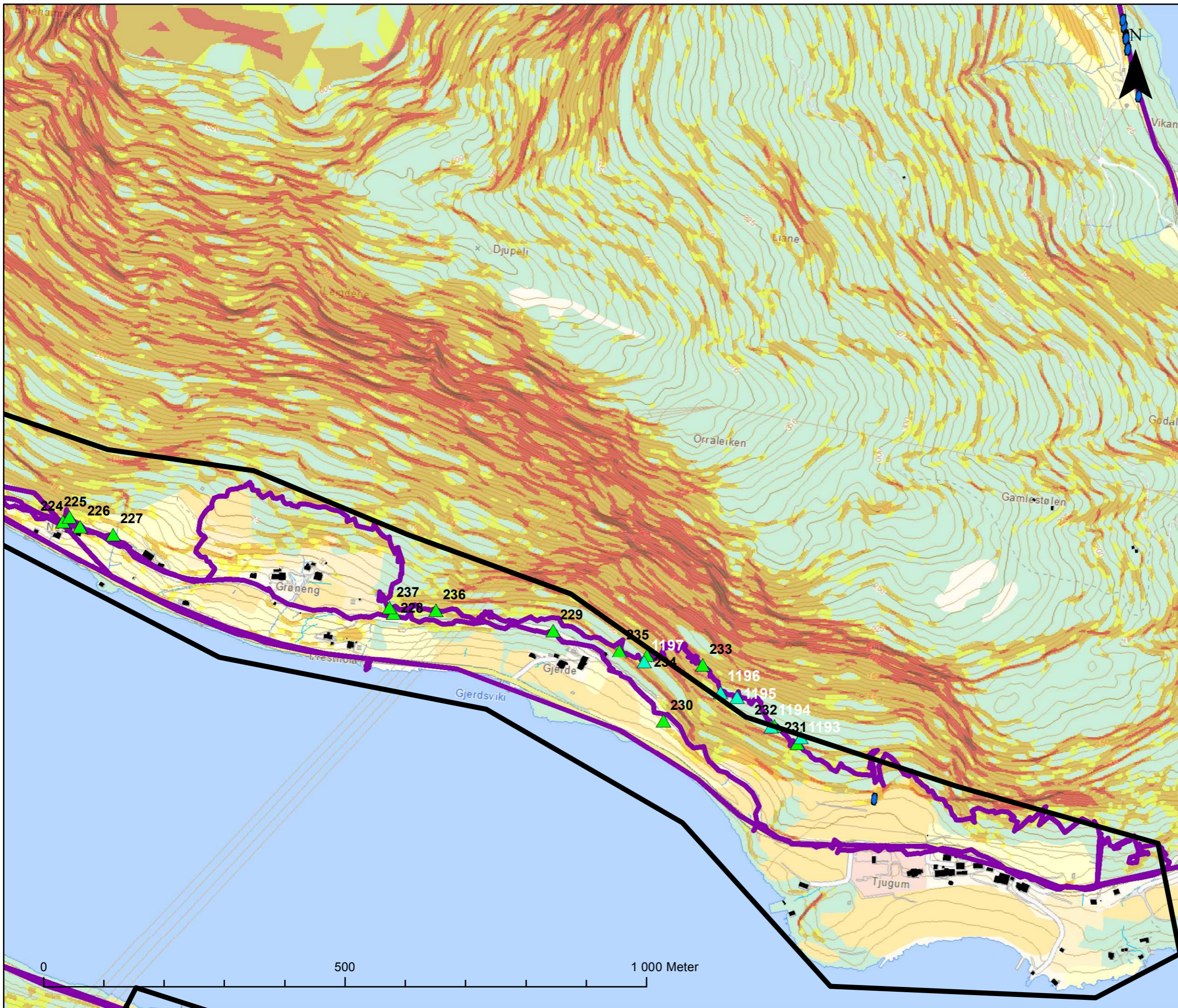
- 0° - 27°
- 27° - 30°
- 30° - 45°
- 45° - 60°
- 60° - 90°

Skredhendelser





- Steinsprang og fjellskred
- Leirskred
- Løsmasseskred, uspesifisert
- Jordskred
- Flomskred
- Snøskred
- Isnedfall
- Undervannsskred
- Ikke angitt

Målestokk (A3): 1:6 000






NVE		
Skredfarekartlegging i Balestrand kommune	Prosjektnr. 20130593-01-R	Kart nr. B-05a
	Esefjordens nordside	
Kart over terrenghelning, hendelser, befaringsrute og observasjonspunkter	Utført HHH/OAH	Dato 2014-01-10
	Kontrollert UD	
	Godkjent HHH	



Tegnforklaring

-  Kartlagt område
-  Befaringsrute
-  Observasjonspunkt
-  Observasjonspunkt


Bratte områder

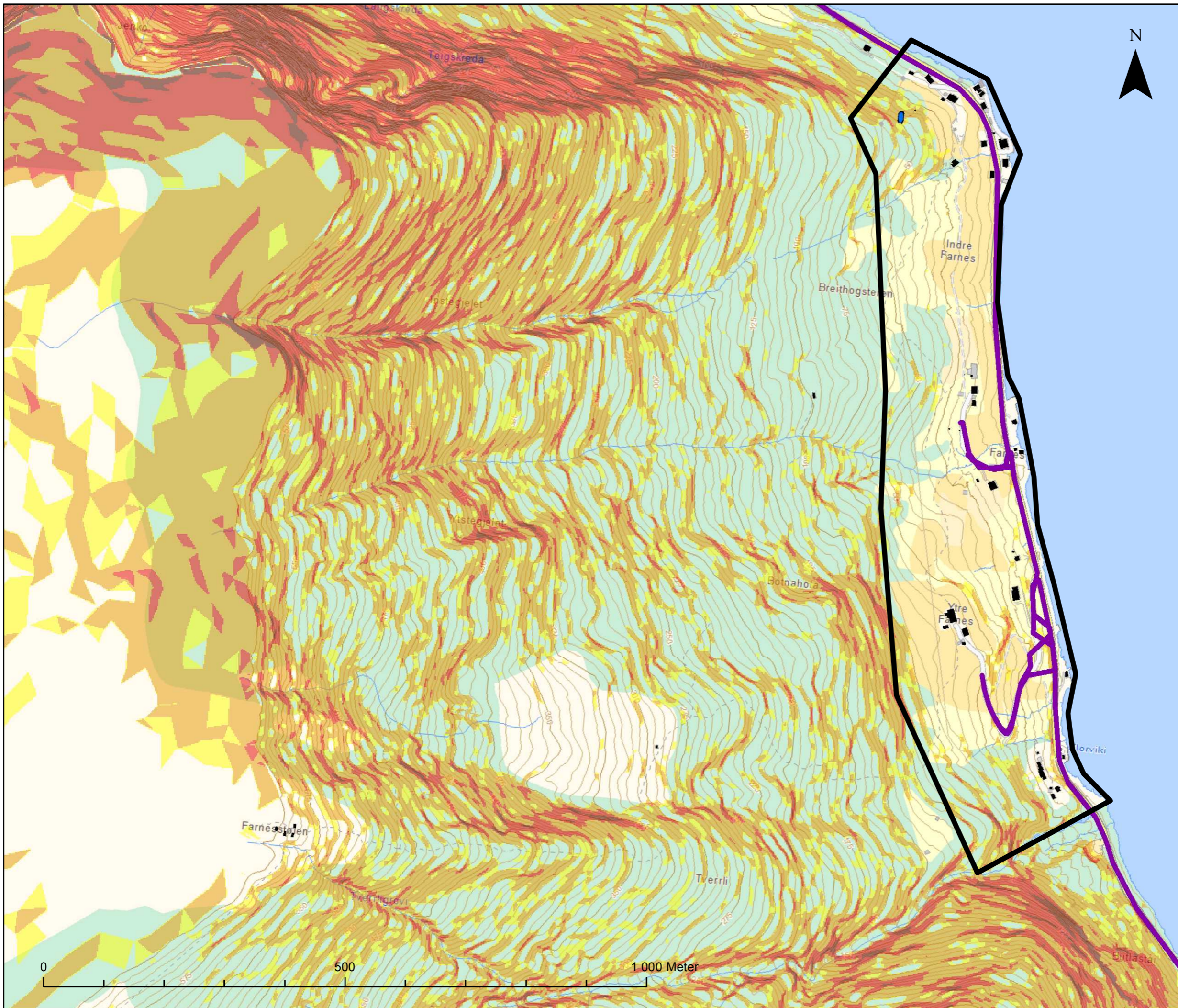
-  0° - 27°
-  27° - 30°
-  30° - 45°
-  45° - 60°
-  60° - 90°

Skredhendelser

-  Steinsprang og fjellskred
-  Leirskred
-  Løsmasseskred, uspesifisert
-  Jordskred
-  Flomskred
-  Snøskred
-  Isnedfall
-  Undervannsskred
-  Ikke angitt

Målestokk (A3): 1:6 000

NVE		
Skredfarekartlegging i Balestrand kommune	Prosjektnr. 20130593-01-R	Kart nr. B-05b
Esefjordens nordside	Utført HHH/OAH	Dato 2014-01-10
Kart over terrenghelning, hendelser, befaringsrute og observasjonspunkter	Kontrollert UD	
	Godkjent HHH	



Tegnforklaring

Kartlagt område

Befaringsrute

Bratte områder

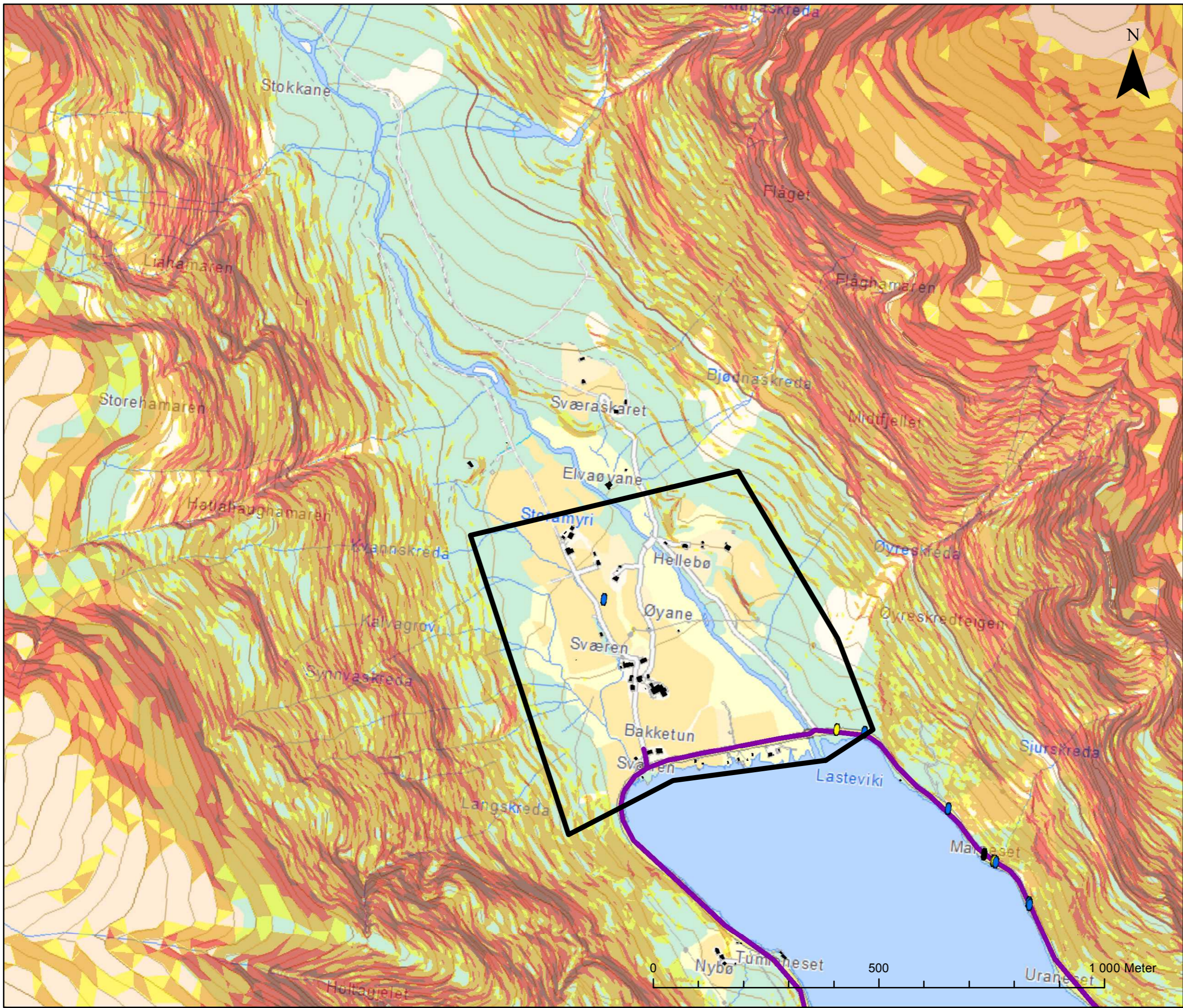
- 0° - 27°
- 27° - 30°
- 30° - 45°
- 45° - 60°
- 60° - 90°

Skredhendelser

- Steinsprang og fjellskred
- Leirskred
- Løsmasseskred, uspesifisert
- Jordskred
- Flomskred
- Snøskred
- Isnedfall
- Undervannsskred
- Ikke angitt

Målestokk (A3): 1:6 000

NVE		
Skredfarekartlegging i Balestrand kommune	Prosjektnr. 20130593-01-R	Kart nr. B-06
	Utført HHH/OAH	Dato 2014-01-10
Farnes Kart over terrenghelning, hendelser, befaringsrute og observasjonspunkter	Kontrollert UD	
	Godkjent HHH	



Tegnforklaring

Kartlagt område

Befaringsrute

Bratte områder

0° - 27°

27° - 30°

30° - 45°

45° - 60°

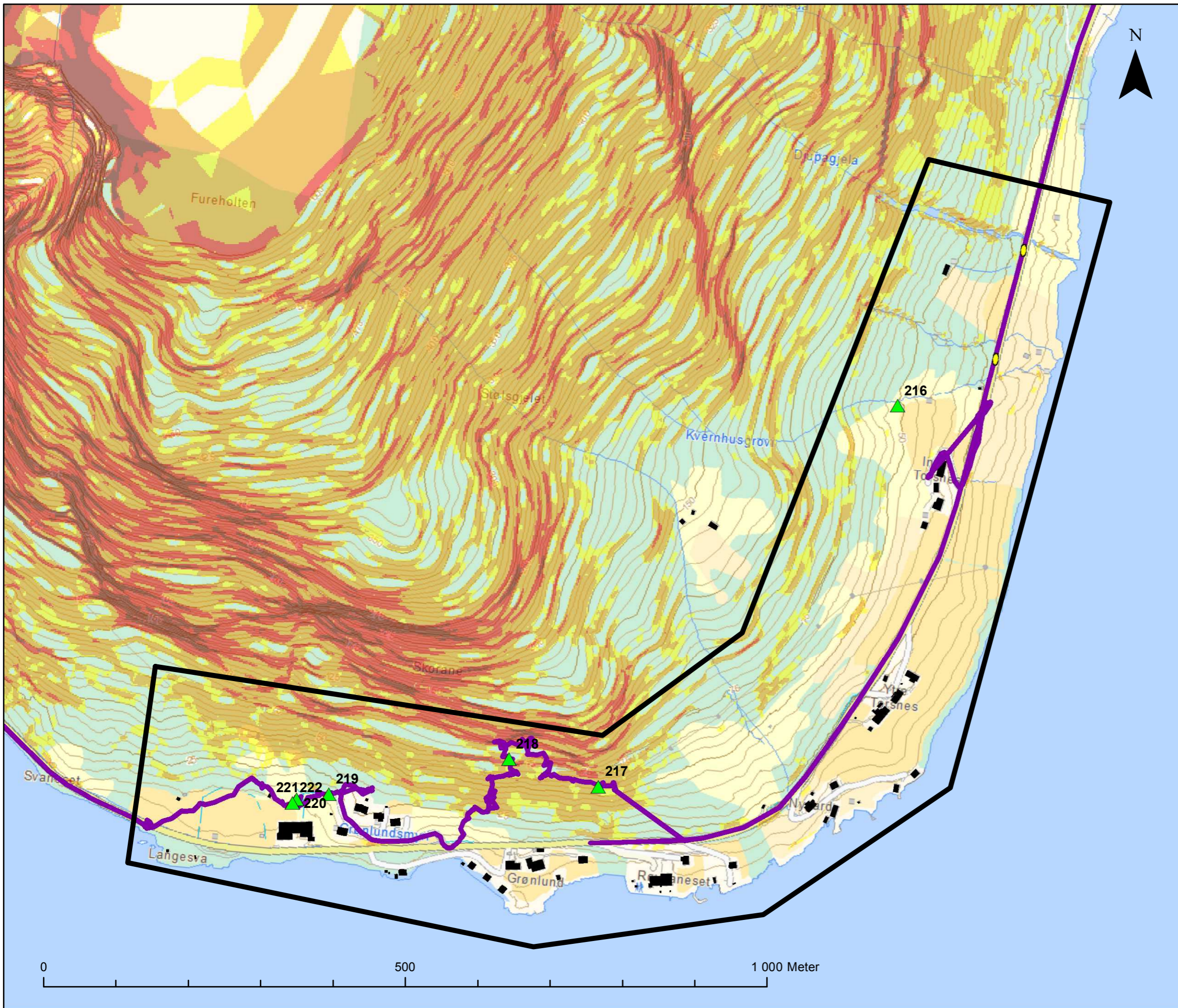
60° - 90°

Skredhendelser

- Steinsprang og fjellskred
- Leirskred
- Løsmasseskred, uspesifisert
- Jordskred
- Flomskred
- Snøskred
- Isnedfall
- Undervannsskred
- Ikke angitt

Målestokk (A3): 1:8 000

NVE		
Skredfarekartlegging i Balestrand kommune	Prosjektnr. 20130593-01-R	Kart nr. B-07
Sværen	Utført HHH/OAH	Dato 2014-01-10
Kart over terrenghelning, hendelser, befaringsrute og observasjonspunkter	Kontrollert UD	
	Godkjent HHH	



Tegnforklaring

- Kartlagt område
- Befaringsrute
- Observasjonspunkt

Bratte områder

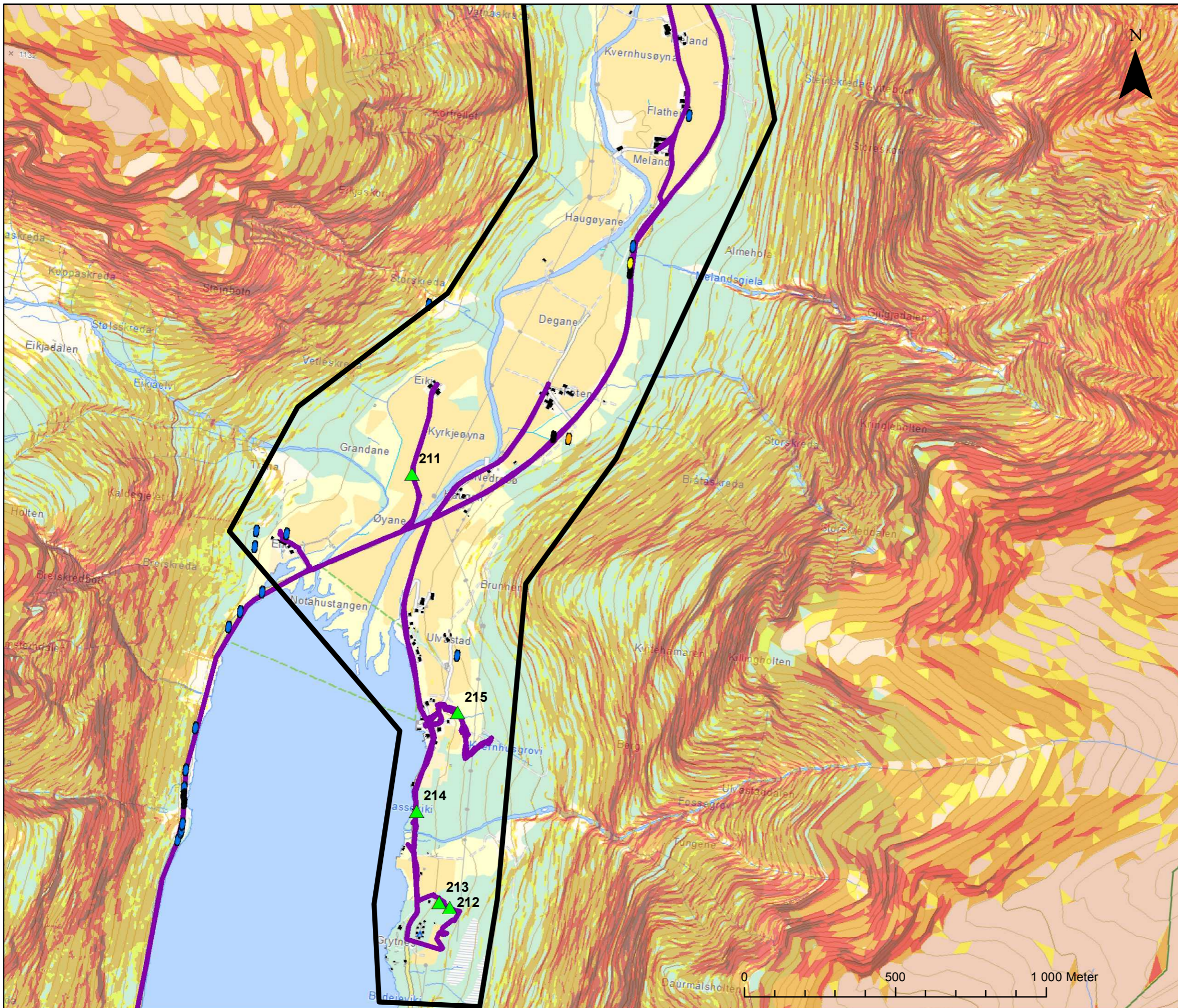
- 0° - 27°
- 27° - 30°
- 30° - 45°
- 45° - 60°
- 60° - 90°

Skredhendelser

- Steinsprang og fjellskred
- Leirskred
- Løsmasseskred, uspesifisert
- Jordskred
- Flomskred
- Snøskred
- Isnedfall
- Undervannsskred
- Ikke angitt

Målestokk (A3): 1:5 000

NVE		
Skredfarekartlegging i Balestrand kommune	Prosjektnr. 20130593-01-R	Kart nr. B-08
Torsnes	Utført HHH/OAH	Dato 2014-01-10
Kart over terrenghelning, hendelser, befaringsrute og observasjonspunkter	Kontrollert UD	
	Godkjent HHH	



Tegnforklaring

- Kartlagt område
- Befaringsrute
- Observasjonspunkt

Bratte områder

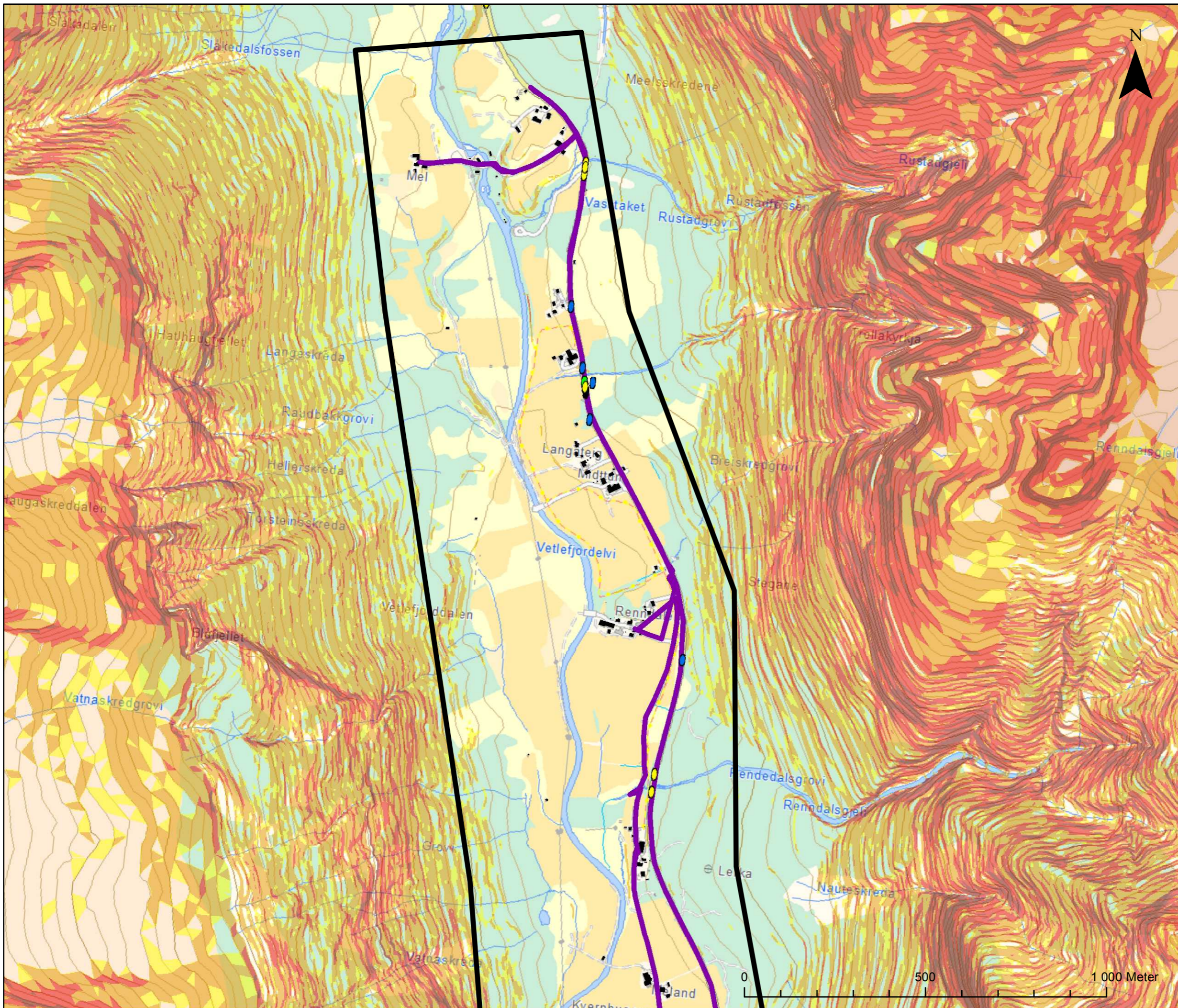
- 0° - 27°
- 27° - 30°
- 30° - 45°
- 45° - 60°
- 60° - 90°

Skredhendelser




- Steinsprang og fjellskred
- Leirskred
- Løsmasseskred, uspesifisert
- Jordskred
- Flomskred
- Snøskred
- Isnedfall
- Undervannsskred
- Ikke angitt

Målestokk (A3): 1:12 000






NVE		
Skredfarekartlegging i Balestrand kommune	Prosjektnr. 20130593-01-R	Kart nr. B-09a
Vetlefjordalen	Utført HHH/OAH	Dato 2014-01-10
Kart over terrenghelning, hendelser, befaringsrute og observasjonspunkter	Kontrollert UD	
	Godkjent HHH	



Tegnforklaring

-  Kartlagt område
-  Befaringsrute
-  Observasjonspunkt

Bratte områder

-  0° - 27°
-  27° - 30°
-  30° - 45°
-  45° - 60°
-  60° - 90°

Skredhendelser

-  Steinsprang og fjellskred
-  Leirskred
-  Løsmasseskred, uspesifisert
-  Jordskred
-  Flomskred
-  Snøskred
-  Isnedfall
-  Undervannsskred
-  Ikke angitt

Målestokk (A3): 1:10 000

NVE		
Skredfarekartlegging i Balestrand kommune	Prosjektnr. 20130593-01-R	Kart nr. B-09b
	Utført HHH/OAH	Dato 2014-01-10
Vettefjorddalen Kart over terrenghelning, hendelser, befaringsrute og observasjonspunkter	Kontrollert UD	
	Godkjent HHH	

Vedlegg C - Beregningsmodeller

Innhold

1	Steinsprang	2
2	Snøskred	3
2.1	RAMMS	4
2.2	Statistisk-empirisk modell (α - β modell)	5
3	Flom- og sørpeskred	7
4	Referanser	7
5	Eksempler på modellkjøringer	9

1 Steinsprang

For å beregne rekkevidden av steinsprang har vi benyttet Rockyfor 3D. Rockyfor3D er en modell som beregner utløp av steinsprang (som enkeltblokker) ved hjelp av deterministiske og stokastiske algoritmer. Modellen kan inkludere interaksjon med vegetasjon og sikringstiltak.

Modellen er utviklet av Luuk Dorren og Frédéric Berger 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 utmerket beskrevet i dokumentet "Rockyfor3D revealed, Transparent description of the complete 3D rockfall model", som følger med modellen:
(http://www.ecorisq.org/docs/Rf3D_v5_1_EN.pdf).

Parametere som må inkluderes i modellen er kort beskrevet under:

- Antall simuleringer per celle
 - o Antall blokker som simuleres fra hver celle i terrengmodellen.
- Variasjon av blokkvolum (%)
 - o Gir mulighet til å legge inn variasjon av forhåndsdefinert blokkvolum
- Ekstra start fallhøyde (m)
 - o Blokker kan gis ekstra oppstartsenergi ved å gi dem ekstra fallhøyde i starten
- Terrengmodell
 - o Terrengmodellen (raster) som ønskes brukt.
- Beregningsområde
 - o En polygon som definerer hvilket område beregningene skal kjøres for. En enkelt polygon må være selektert.
- Bakketype
 - o Laget med definisjoner for bakketyper. Det er 0 – 6 forskjellige forhåndsdefinerte bakketyper som kan velges mellom.
- Løsneområde
 - o Laget med definisjoner av potensielle utløsningsområder for steinsprang. Form og mål (lengde x bredde x høyde) på blokker må defineres for hvert løsneområde.
- Ruhet
 - o Laget med definisjoner av terrengets ruhet.

Vi har i prosjektet benyttet Rockyfor3D i følgende områder og med følgende parametere:

Kartleggingsområde	Blokkvolum (m³)
Låne	2,2
Sagi – Nokken	1,0
Esefjordens nordside	1,0
Sværen	2,2
Torsnes	2,2
Vetlefjorddalen	2,2 og 3,4

Det er valgt kantet blokkform, og det er kjørt en simulering fra hver celle med terrengmodell med cellestørrelse 2x2 m, bortsett fra i Vetlefjorddalen hvor området er så stort at det var mer hensiktsmessig å kjøre modellen med 5x5 m cellestørrelse. Blokkvolum er ikke variert. Verdier for bakketype og ruhet er gjort på bakgrunn av observasjoner under feltarbeidet.

2 Snøskred

Modellene som oftest blir brukt for utløpsberegninger i Norge er den topografisk-statistiske alfa-beta-modellen (Lied and Toppe 1989), blokkmodellen PCM (Perla, Cheng, og McClung 1980), en en-dimensjonale modellen NIS (Norem, Irgens og Schieldrop 1989) og RAMMS (Christen m.fl., 2010). I dette prosjektet har vi brukt alfa-beta-modellen og RAMMS. Mange av skredbanene er ikke typiske verken for alfa-beta-modellen eller RAMMS. RAMMS er en to-dimensjonal modell som gir god spredning og strømningsretning, fortsatt at hastighet blir rett beregnet. Alfa-beta-modellen og RAMMS er vurdert sammen med observasjoner for å få realistiske resultater.

Mange av de store skredene i Balestrand (fra Låne til Vetlefjorddalen) starter i høyereliggende ravinerte botner eller skåler med der ekstreme tørre skred enkelte plasser vil kunne gå «hoppe ut» av de årlige våtsnø skredbanene som styres av trange gjel. Ekstreme skred kan derfor ha en noe annen utbredelsesform enn de årlige skredene.

RAMMS modellen har gått gjennom en lang prosess av uttesting og kalibrering mot målinger og observasjoner av snøskred i Alpene for utbredelse av skredets tette del. I tillegg har NGI utført en del kalibreringer mot målinger fra NGIs forsøksfelt Ryggfonn på Strynefjellet. Generelt sett gjengir begge modellene skredenes utløpsdistanse godt, men oftest undervurderer de hastigheten av skredets front, som består av et fluidisert lag med betydelig redusert tetthet (Schaerer og Salway, 1980; Bozhinskiy og Losev, 1998; Issler m.fl., 1996; Issler, 2003; Gauer m.fl., 2008; Issler og Gauer, 2008).

2.1 RAMMS

Utløpslengden av skred er vurdert blant annet med den dynamiske modellen RAMMS (Christen m.fl. 2010; RAMMS Manual Ver 1.4.1). Det er brukt parametre som samsvarer med standardverdiene for sjeldne og store skred i Sveits og Norge, kun korrigert for høyde over havet. Parameterne er avhengig av skredstørrelse, antatt returperiode og terrengforhold som helning og kanalisering av skredbanene (RAMMS Manual Ver. 1.4.1). Friksjonsparameterne μ og ξ svarer til store skred (Large) med 300 års gjentakintervall. Tabell 1 gjengir verdier for Store og Middels skred. 300 kg/m^3 er benyttet som romvekt.

Utløsningsområdene er vurderer som skogfrie områder mellom 30- 50 grader. I store deler av løснеområdene er løśnieområdene sammensatt av trinn med mindre bratte hyller. I slike områder er alt areal tatt med som løśnieområde. I anvendt modell er erosjon og opptak av snø i skredbanen ikke inkludert (entrainment). Generelt er utløst snøhøyde modellert til 0,5 m, men det er også utført forsøk med større snøhøyder. Skredvolumet er en direkte funksjon av løśniearealet. I mange av botnene er det svært store teoretiske løøgneområder. I enkelte tilfeller er deler av botnen kjørt fordi det ikke er realistisk at alt løsner samtidig. For løøgneområder i botner, er areal en vel så viktig parameter som utløst snøhøyde. Det er totalvolum av konsentrert masse som er vesentlig.

Beregningene tar generelt ikke hensyn til vegetasjon eller bebyggelse. På farnes hvor det er en del granskog er det testet effekt med standard parametre for skog i skredbanen. En ser der at utløpslengden reduseres som følge av større oppbremsing.

Tabell 1.

RAMMS::Avalanche 1.1

Friction Parameters

Large avalanche (> 60'000 m ²)		300-Year		100-Year		30-Year		10-Year	
	Altitude (m.a.s.l.)	μ	ξ	μ	ξ	μ	ξ	μ	ξ
unchannelled	above 1500	0.155	3000	0.165	3000	0.17	3000	0.18	3000
	1000 - 1500	0.17	2500	0.18	2500	0.19	2500	0.2	2500
	below 1000	0.19	2000	0.2	2000	0.21	2000	0.22	2000
channelled	above 1500	0.21	2000	0.22	2000	0.225	2000	0.235	2000
	1000 - 1500	0.22	1750	0.23	1750	0.24	1750	0.25	1750
	below 1000	0.24	1500	0.25	1500	0.26	1500	0.27	1500
gully	above 1500	0.27	1500	0.28	1500	0.29	1500	0.3	1500
	1000 - 1500	0.285	1350	0.3	1350	0.31	1350	0.325	1350
	below 1000	0.3	1200	0.315	1200	0.33	1200	0.345	1200
flat	above 1500	0.14	4000	0.15	4000	0.155	4000	0.165	4000
	1000 - 1500	0.15	3500	0.16	3500	0.17	3500	0.18	3500
	below 1000	0.17	3000	0.18	3000	0.19	3000	0.2	3000
Medium avalanche (25'000 - 60'000)		300-Year		100-Year		30-Year		10-Year	
unchannelled	above 1500	0.195	2500	0.205	2500	0.215	2500	0.225	2500
	1000 - 1500	0.21	2100	0.22	2100	0.23	2100	0.24	2100
	below 1000	0.23	1750	0.24	1750	0.25	1750	0.26	1750
channelled	above 1500	0.25	1750	0.26	1750	0.27	1750	0.28	1750
	1000 - 1500	0.27	1530	0.28	1530	0.285	1530	0.295	1530
	below 1000	0.28	1350	0.29	1350	0.3	1350	0.31	1350
gully	above 1500	0.32	1350	0.33	1350	0.34	1350	0.35	1350
	1000 - 1500	0.33	1200	0.34	1200	0.35	1200	0.36	1200
	below 1000	0.36	1100	0.37	1100	0.38	1100	0.39	1100
flat	above 1500	0.17	3250	0.18	3250	0.19	3250	0.2	3250
	1000 - 1500	0.19	2900	0.2	2900	0.21	2900	0.22	2900
	below 1000	0.21	2500	0.22	2500	0.23	2500	0.24	2500
forested area ($\mu=\delta$, $\xi=\text{fix}$)		0.02	400	0.02	400	0.02	400	0.02	400

SLF, December 2007

2.2 Statistisk-empirisk modell (α - β modell)

Den statistiske/topografiske α/β -modellen er utviklet ved NGI og gir maksimal utløpsdistanse utelukkende som en funksjon av topografi (Lied og Bakkehøi, 1980). Likningene for utløpsdistanse er funnet ved regresjonsanalyse, og korrelerer den lengste registrerte utløpsdistansen i mer enn 200 skredbaner med et utvalg av topografiske parametre. Parametrene som har vist seg å være mest betydningsfulle er gitt i Tabell 2, jfr. Figur 1.

Tabell 2. Topografiske parametre for beregning av maksimal utløpsdistanse

Symbol:	Parameterbeskrivelse:
β (grader)	Gjennomsnittlig helning av skredbanen mellom øvre del av utløsningsområdet og "fjellfoten" (punktet med 10° helning i skredbanen).
θ (grader)	Helning av de øvre 100 høydemeterne av utløsningsområdet.
H (m)	Total høydeforskjell mellom øvre del av utløsningsområdet og det laveste punktet langs best tilpassede parabel $y=c_2x^2+c_1x+c_0$, der c_0 , c_1 og c_2 er konstanter.
y'' (m ⁻¹)	$y'' = 2c_2$, beskriver krumningen av skredbanen.

β -vinkelen har vist seg å gi den beste beskrivelsen av helningen i skredbanen, og regresjonsanalyse har vist at β -vinkelen også er den eneste statistisk viktige terrengparameteren. Modellen aksepterer kun β -punkt som er innenfor den delen av skredbanen der tangenten til den best tilpassede parabelen har en helning mellom 5° og 15° .

Helningen θ av de øvre 100 høydemeterne i utløsningsområdet bestemmer indirekte bruddhøyden og derved skredets tykkelse, som er større i slake helninger enn i bratte helninger. Lavere verdier av θ gir således lengre utløpsdistanser, dvs. lavere gjennomsnittlig helning av den totale skredbanen, α .

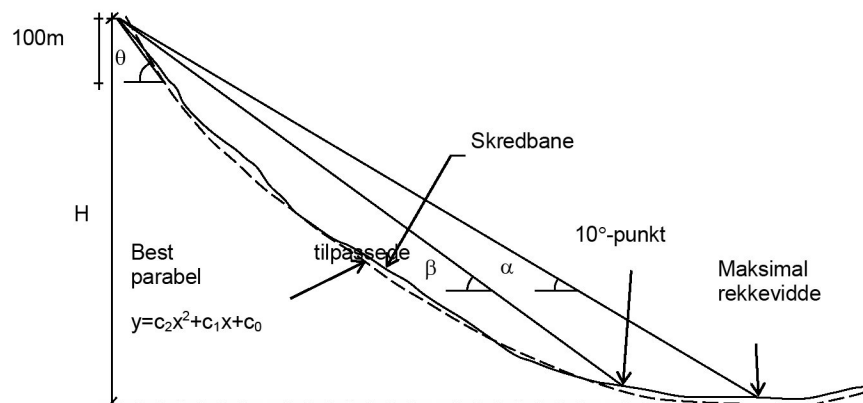
Lavere verdier av produktet $H\gamma''$ betyr lavere verdier av β . Dette resulterer i teoretisk lengre utløp (lavere α -verdier), fordi skredene går med lavere hastighet og har et mindre energitap gjennom hastighetsavhengig friksjon.

Topografien, bredden og graden av sideveis avgrensning i utløsningsområdet, samt transport av fokksnø inn i utløsningsområdet, har liten innflytelse på utløpsdistansen. Det er intet som tyder på at en innsnevring i skredbanen gir lengre utløp.

Modellen er best egnet for analyse av utløpsdistanse langs skredbaner som er konkave i lengderetningen. De beregnede utløpsdistansene er de som kan forventes under snøforhold som favoriserer lange utløp (dvs. tørr og lett snø i hele skredbanen).

Antagelsen om at det er små variasjoner i de fysiske snøparametrene som gir de lengste utløpsdistansene, er kun gyldig innenfor én klimasone. Det kan nevnes at det benyttes en annen relasjon mellom α og β på Island enn i Norge.

NGIs skreddatabase inneholder i dag ca. 230 tilfeller. Både de statistiske og de dynamiske modellene blir i blant oppgradert. Den mest brukte formen av α/β -modellen er i dag $\alpha=0.96\beta-1.4^\circ$. Standardavviket er 2.3° og korrelasjonskoeffisienten er 0.92.



Figur 1. Topografiske parametre som beskriver terrengprofilen.

I Balestrand vurderer vi at rekkevidden for de fleste skredbanene med årlig sannsynlighet 1/1000 til å samsvare godt med middelveien av α der skredbanen er jevn parabel, men de største skredene kan gå lengre.

3 Flom- og sørpeskred

RAMMS er benyttet som modell også for flom og sørpeskred. Benyttete friksjonsparametre er satt til anbefalt startverdier for slike beregninger. Det vil si at μ settes til 0,2 og ξ til 400 μ verdien har påvirker sterkt lengden på retarsdasjonområdet. For sørpeskred vil ξ kunne bli mye høyere. På lange utløp med store høydeforskjeller vil sørpeskred endre egenskaper relativt til VollemySørpeskred vil endre f For antatt sørpeskred er det benyttet en tetthet på 900 kg/m^3 mens det for reinere flomskred er benyttet 1400 kg/m^3

4 Referanser

- Bozhinskiy, A. N., og Losev, K. S. (1998). *The Fundamentals of Avalanche Science*. Mitteilung 55, Det sveitsiske institutt for snø- og snøskredforskning WSL-SLF, Davos Dorf, Sveits.
- Cepeda, J.; Chavez, J. A. & Martínez, C. C (2010). Procedure for the selection of runout model parameters from landslide back-analyses: application to the Metropolitan Area of San Salvador, El Salvador *Landslides*, **2010**, 7, 105--116
- Christen, M.; Kowalski, J. og Bartelt, P. (2010). RAMMS: Numerical simulation of dense snow avalanches in three-dimensional terrain. *Cold Regions Science and Technology* **63**(1–2), 1–14.
- Gauer, P.; Kronholm, K.; Lied, K.; Kristensen, K. og Bakkehøi, S. (2010). Can we learn more from the data underlying the statistical α - β model with respect to the dynamical behavior of avalanches? *Cold Regions Science and Technology* **62**, 42–54.
- Hussin, H. Y.; Luna, B. Q.; van Westen, C. J.; Christen, M.; Malet, J.-P. & van Asch, T. W. J. Parameterization of a numerical 2-D debris flow model with entrainment: a case study of the Faucon catchment, Southern French Alps *Natural Hazards Earth System Science*, **2012**, 12, 3075-3090
- Hürlimann, M.; Rickenmann, D.; Medina, V. & Bateman, A. Evaluation of approaches to calculate debris-flow parameters for hazard assessment. *Engineering Geology*, **2008**, 102, 152-163
- Issler, D, Gauer, P., Schaer, M. og Keller, S. (1996). Staublwinenereignisse im Winter 1995: Seewis (GR), Adelboden (BE) und Col du Pillon (VD). Intern rapport IB 694. Det sveitsiske institutt for snø- og snøskredforskning (WSL-SLF), Davos Dorf, Sveits.
- Lied, K. og Bakkehøi, S. (1980). Empirical Calculations of Snow-Avalanche Run-Out Distance Based on Topographic Parametres. *Journal of Glaciology*, 26 (94), 165-177.

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

Perla, R.I., Cheng, T.T. og McClung, D.M. 1980. A Two-Parameter Model of Snow-Avalanche Motion. *Journal of Glaciology* Vol. **26**, No. **94**, 197-207.

RAMMS Manual Ver 1.4.1. Det sveitsiske institutt for snø- og snøskredforskning (WSL-SLF), Davos Dorf, Sveits.

Rockyfor3D (v5.0) revealed. Transparent description of the complete 3D rockfall model

Schaerer, P. A., and Salway, A. A. (1980). Seismic and impact-pressure monitoring of flowing avalanches. *Journal of Glaciology* **26**(94), 179–187.

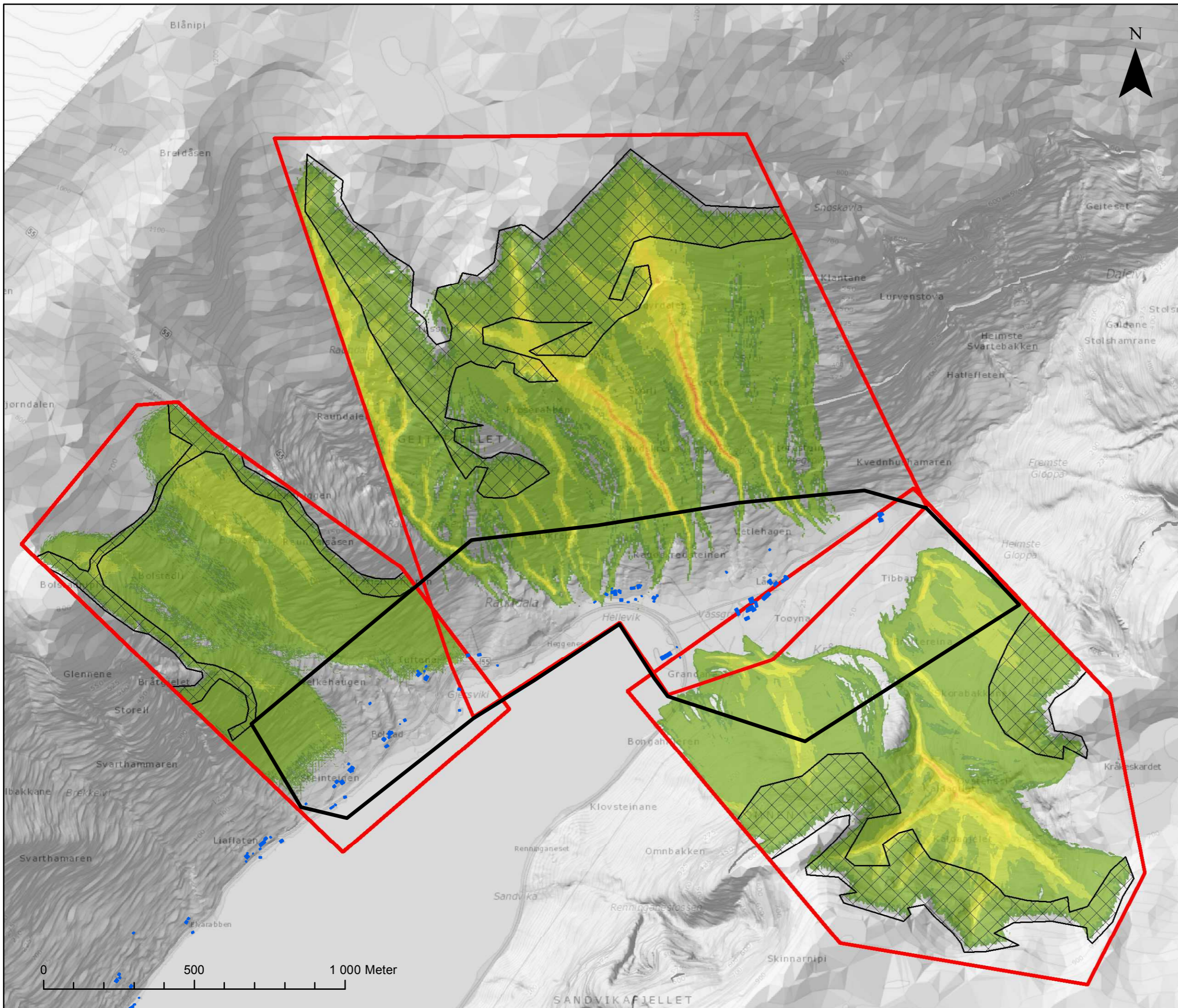
5 Eksempler på modellkjøringer

Steinsprang: Rockyfor3D

- Kart C-01: Låne**
- Kart C-02: Sagi - Nokken**
- Kart C-03a: Esefjordens nordside V**
- Kart C-03b: Esefjordens nordside Ø**
- Kart C-04: Sværen**
- Kart C-05: Torsnes**
- Kart C-06a: Vetlefjorddalen S**
- Kart C-06b: Vetlefjorddalen N**

Snø-, flom- og sørpeskred: RAMMS og alfa-beta

- Kart C-07: Låne**
- Kart C-08: Balestrand**
- Kart C-09: Ese og Esefjordens nordside**
- Kart C-10: Farnes**
- Kart C-11: Sværen og Torsnes**
- Kart C-12a: Vetlefjorddalen S**
- Kart C-12b: Vetlefjorddalen N**









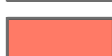
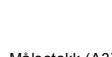


Tegnforklaring

-  Kartlagt område
-  Bygg
-  Beregningsområde
-  Løsneområde

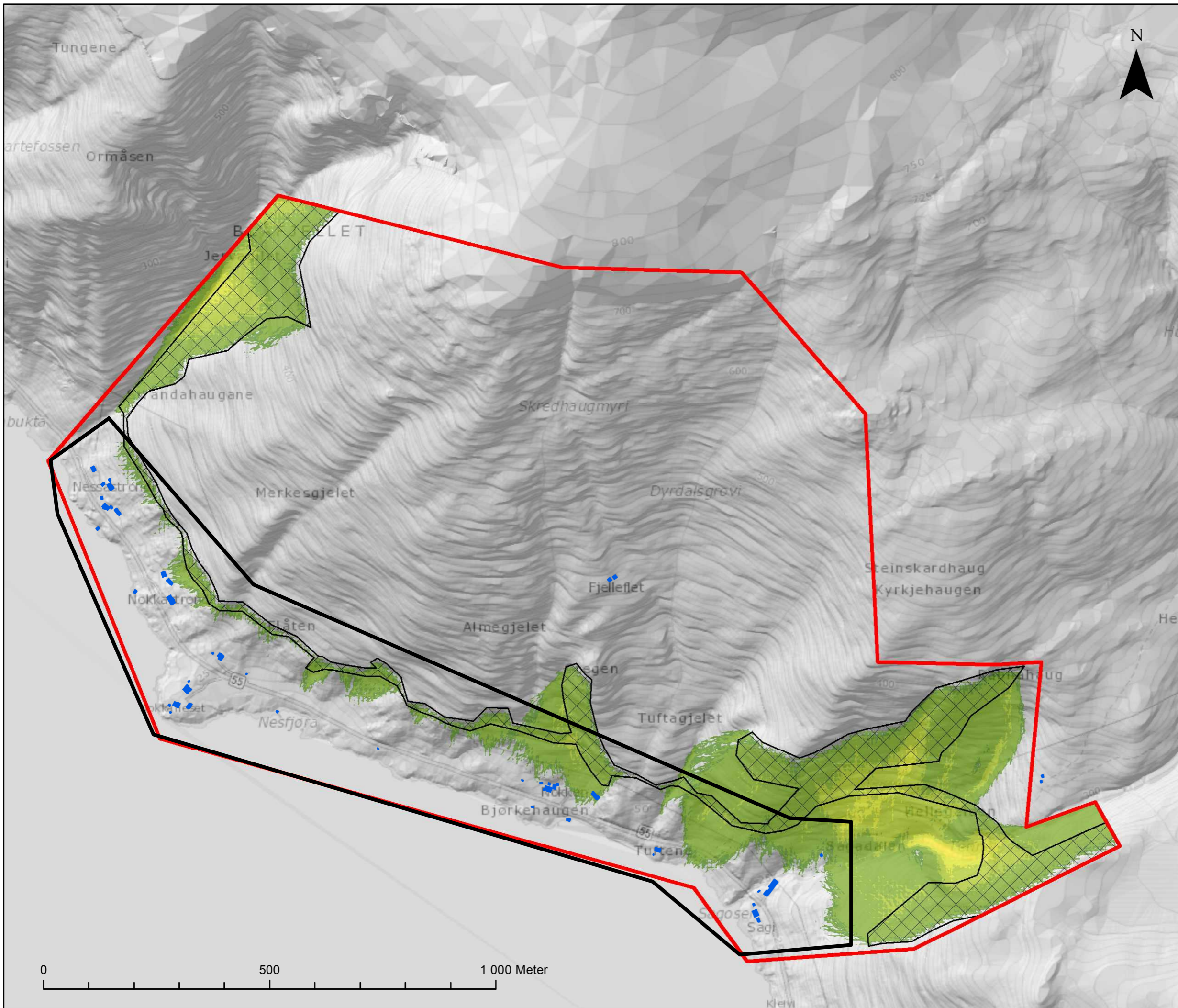
Rockyfor3D resultat

Antall blokkpasseringer per celle

-  0 - 5
-  5 - 10
-  10 - 50
-  50 - 100
-  100 - 200
-  200 - 500
-  500 - 1 000
-  1 000 - 1 500
-  1 500 - 2 000
-  2 000 - 5 000

Målestokk (A3): 1:12 000

NVE		
Skredfarekartlegging i Balestrand kommune	Prosjektnr. 20130593-01-R	Kart nr. C-01
	Rockyfor3D Låne	
Rockyfor3D Låne	Utført HHH/OAH	Dato 2013-12-13
	Kontrollert HHH	
	Godkjent UD	













Tegnforklaring

-  Kartlagt område
-  Bygg
-  Beregningsområde
-  Løsneområde

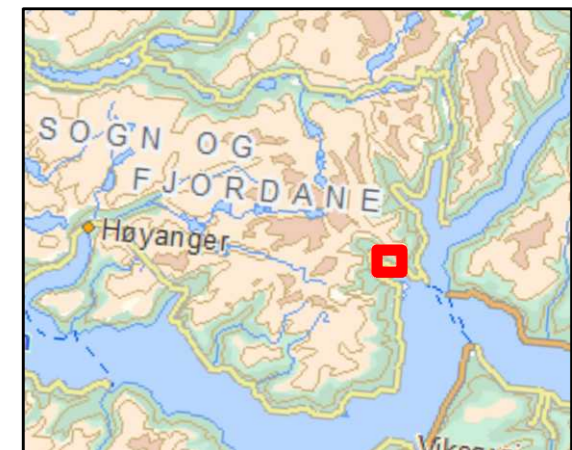
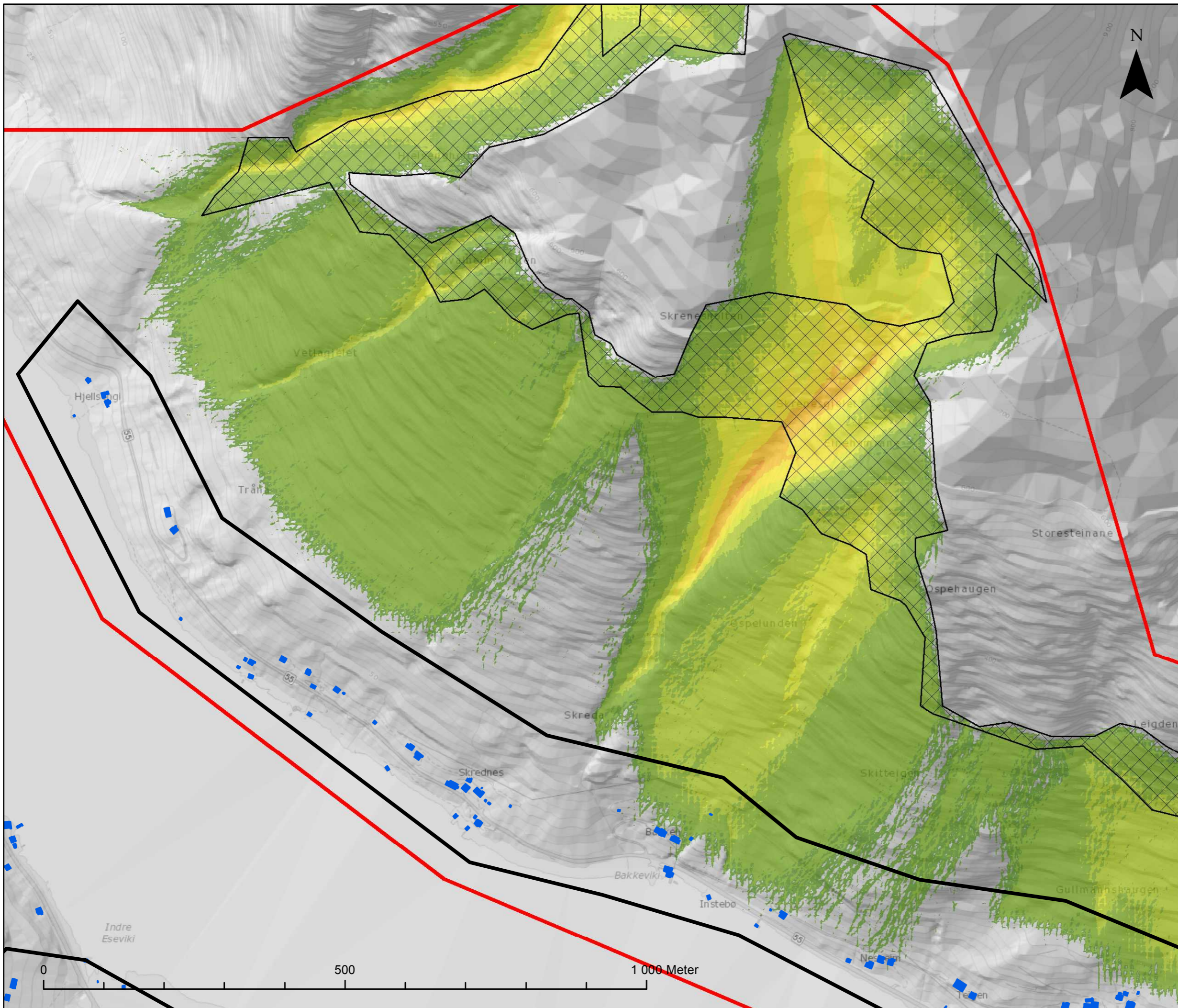
Rockyfor3D resultat

Antall blokkpasseringer per celle

-  0 - 5
-  5 - 10
-  10 - 50
-  50 - 100
-  100 - 200
-  200 - 500
-  500 - 1 000
-  1 000 - 1 500
-  1 500 - 2 000
-  2 000 - 5 000

Målestokk (A3): 1:8 000

NVE		
Skredfarekartlegging i Balestrand kommune	Prosjektnr. 20130593-01-R	Kart nr. C-02
	Rockyfor3D Sagi - Nokken	
	Utført HHH/OAH	Dato 2013-12-13
	Kontrollert HHH	
	Godkjent UD	













Tegnforklaring


-  Kartlagt område
-  Bygg
-  Beregningsområde
-  Løsneområde

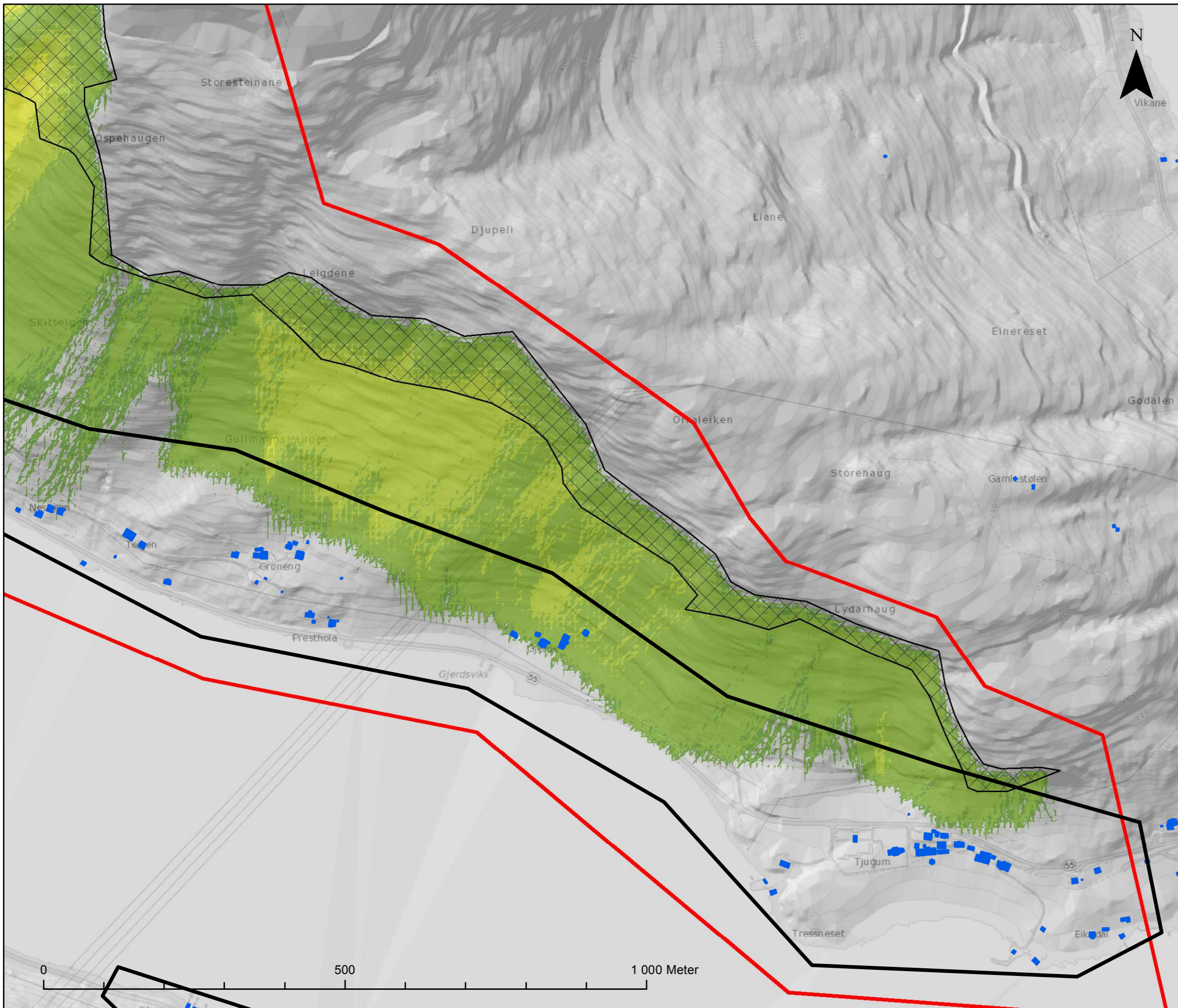
Rockyfor3D resultat

Antall blokkpasseringer per celle

-  0 - 5
-  5 - 10
-  10 - 50
-  50 - 100
-  100 - 200
-  200 - 500
-  500 - 1 000
-  1 000 - 1 500
-  1 500 - 2 000
-  2 000 - 5 000

Målestokk (A3): 1:6 000

NVE		
Skredfarekartlegging i Balestrand kommune	Prosjektnr. 20130593-01-R	Kart nr. C-03a
	Rockyfor3D Esefjordens nordside	
	Utført HHH/OAH	Dato 2013-12-13
	Kontrollert HHH	
	Godkjent UD	









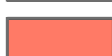
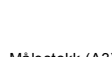


Tegnforklaring


-  Kartlagt område
-  Bygg
-  Beregningsområde
-  Løsneområde

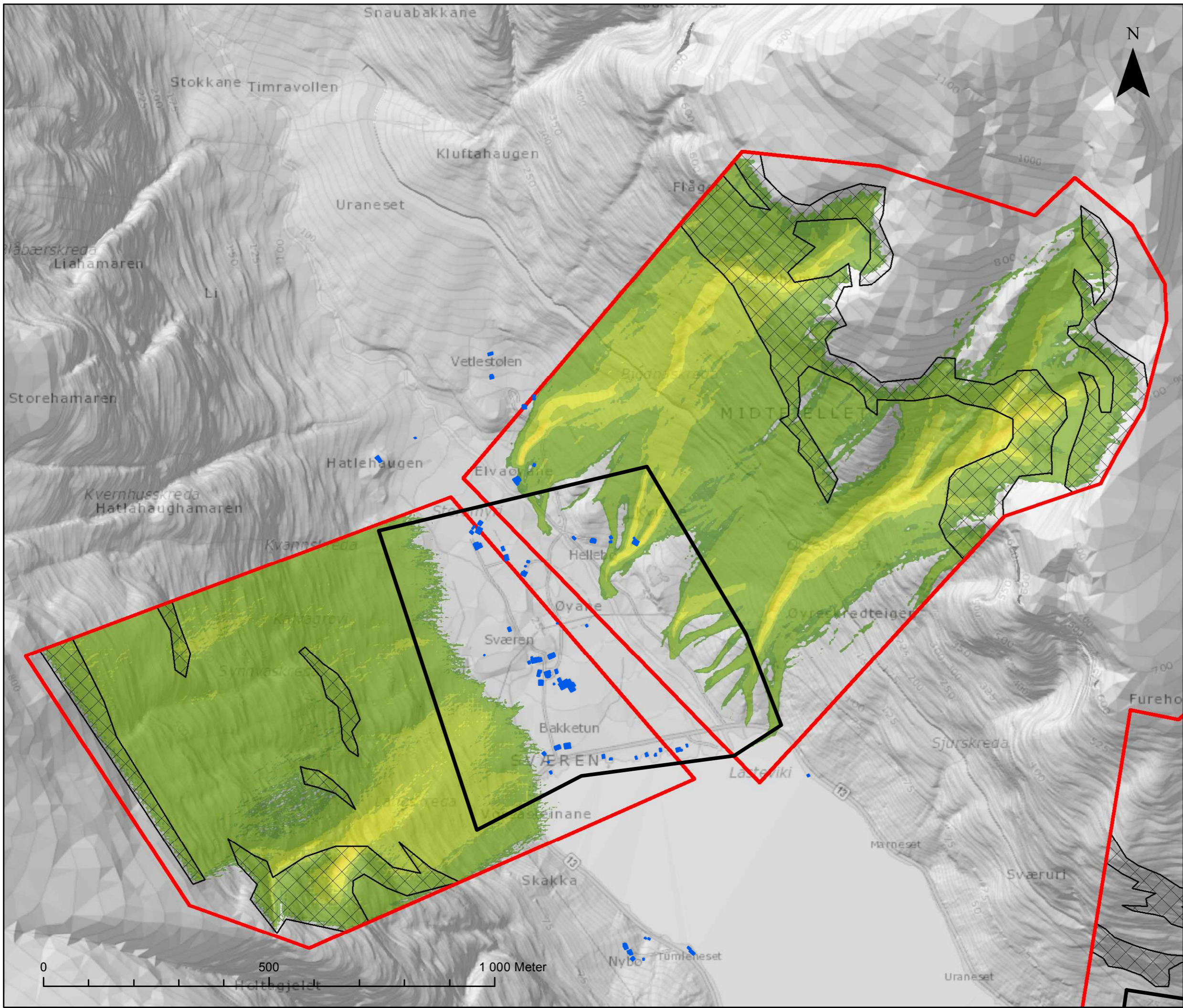
Rockyfor3D resultat

Antall blokkpasseringer per celle

-  0 - 5
-  5 - 10
-  10 - 50
-  50 - 100
-  100 - 200
-  200 - 500
-  500 - 1 000
-  1 000 - 1 500
-  1 500 - 2 000
-  2 000 - 5 000

Målestokk (A3): 1:6 000

NVE		
Skredfarekartlegging i Balestrand kommune	Prosjektnr. 20130593-01-R	Kart nr. C-03b
	Rockyfor3D Esefjordens nordside	
	Utført HHH/OAH	Dato 2013-12-13
	Kontrollert HHH	
	Godkjent UD	



Tegnforklaring

- Kartlagt område
- Bygg
- Beregningsområde
- Løsneområde

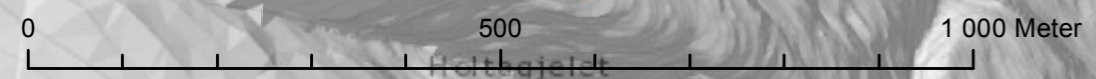
Rockyfor3D resultat

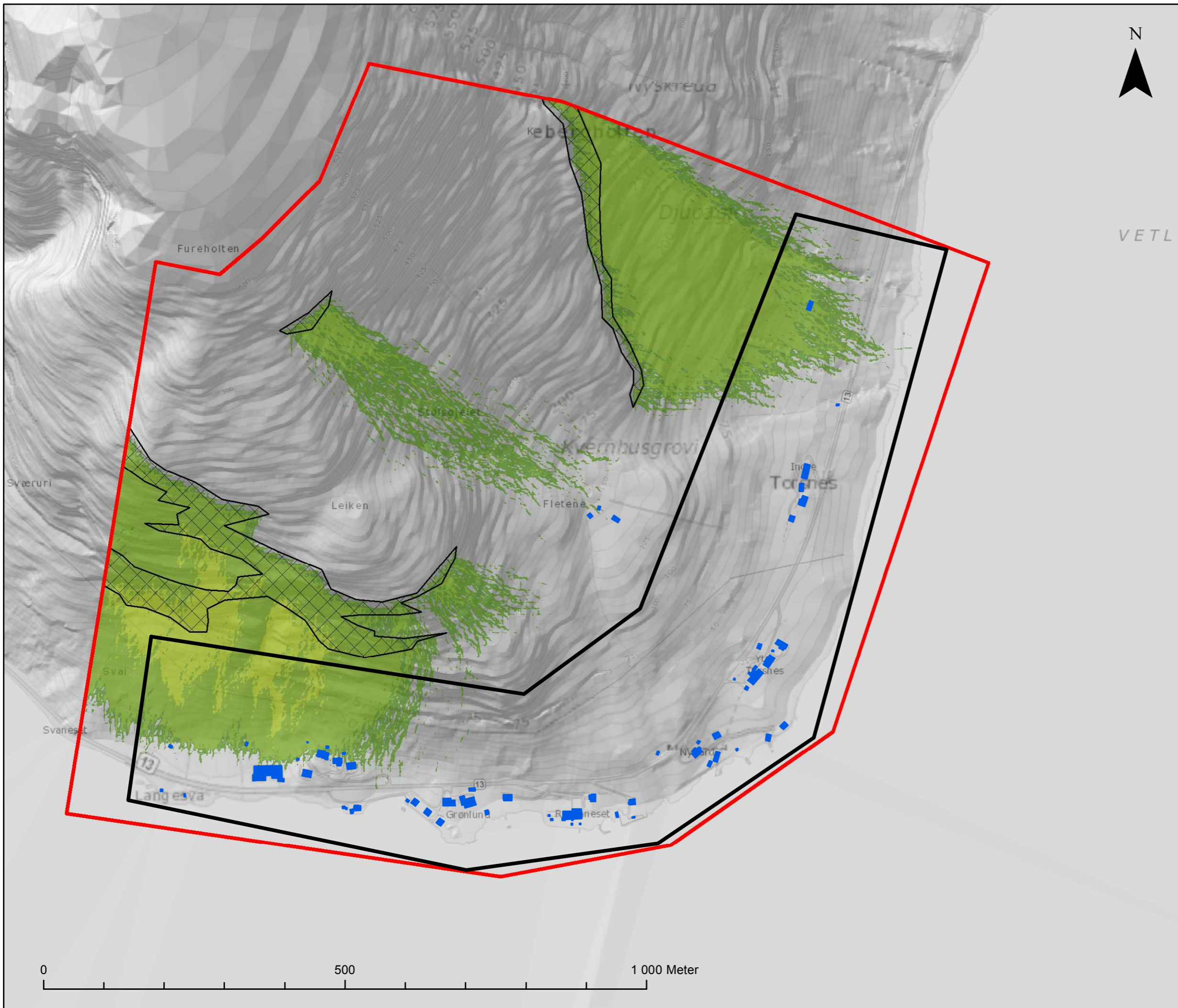
Antall blokkpasseringer per celle

- 0 - 5
- 5 - 10
- 10 - 50
- 50 - 100
- 100 - 200
- 200 - 500
- 500 - 1 000
- 1 000 - 1 500
- 1 500 - 2 000
- 2 000 - 5 000

Målestokk (A3): 1:8 000

NVE		
Skredfarekartlegging i Balestrand kommune	Prosjektnr. 20130593-01-R	Kart nr. C-04
	Rockyfor3D Sværen	
	Utført HHH/OAH	Dato 2013-12-13
	Kontrollert HHH	
	Godkjent UD	











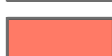
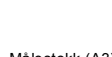


Tegnforklaring

-  Kartlagt område
-  Bygg
-  Beregningsområde
-  Løsneområde

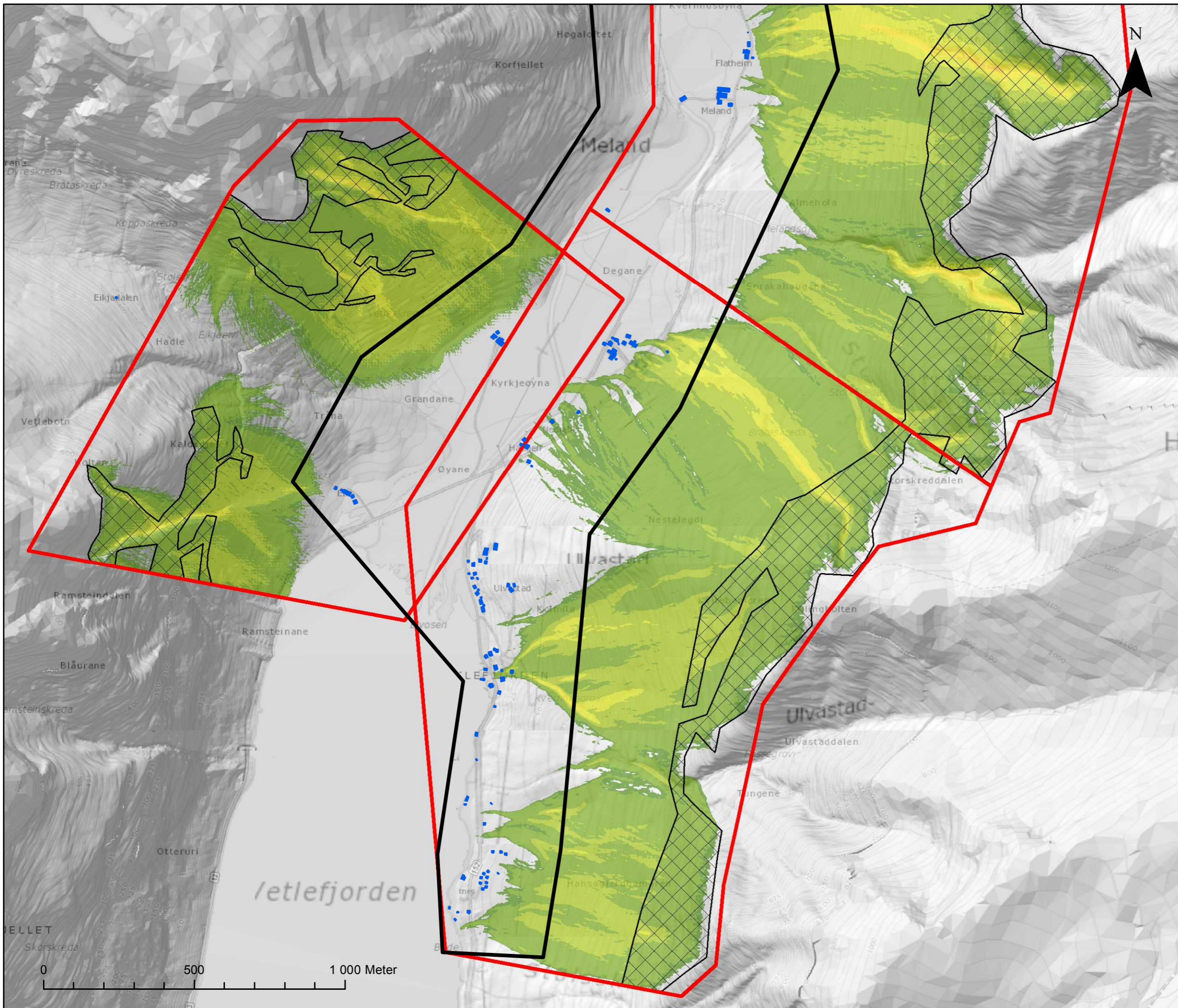
Rockyfor3D resultat

Antall blokkpasseringer per celle

-  0 - 5
-  5 - 10
-  10 - 50
-  50 - 100
-  100 - 200
-  200 - 500
-  500 - 1 000
-  1 000 - 1 500
-  1 500 - 2 000
-  2 000 - 5 000

Målestokk (A3): 1:6 000

NVE		
Skredfarekartlegging i Balestrand kommune	Prosjektnr. 20130593-01-R	Kart nr. C-05
	Utført HHH/OAH	Dato 2013-12-13
Rockyfor3D Torsnes	Kontrollert HHH	
	Godkjent UD	









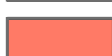
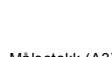


Tegnforklaring

-  Kartlagt område
-  Bygg
-  Beregningsområde
-  Løsneområde

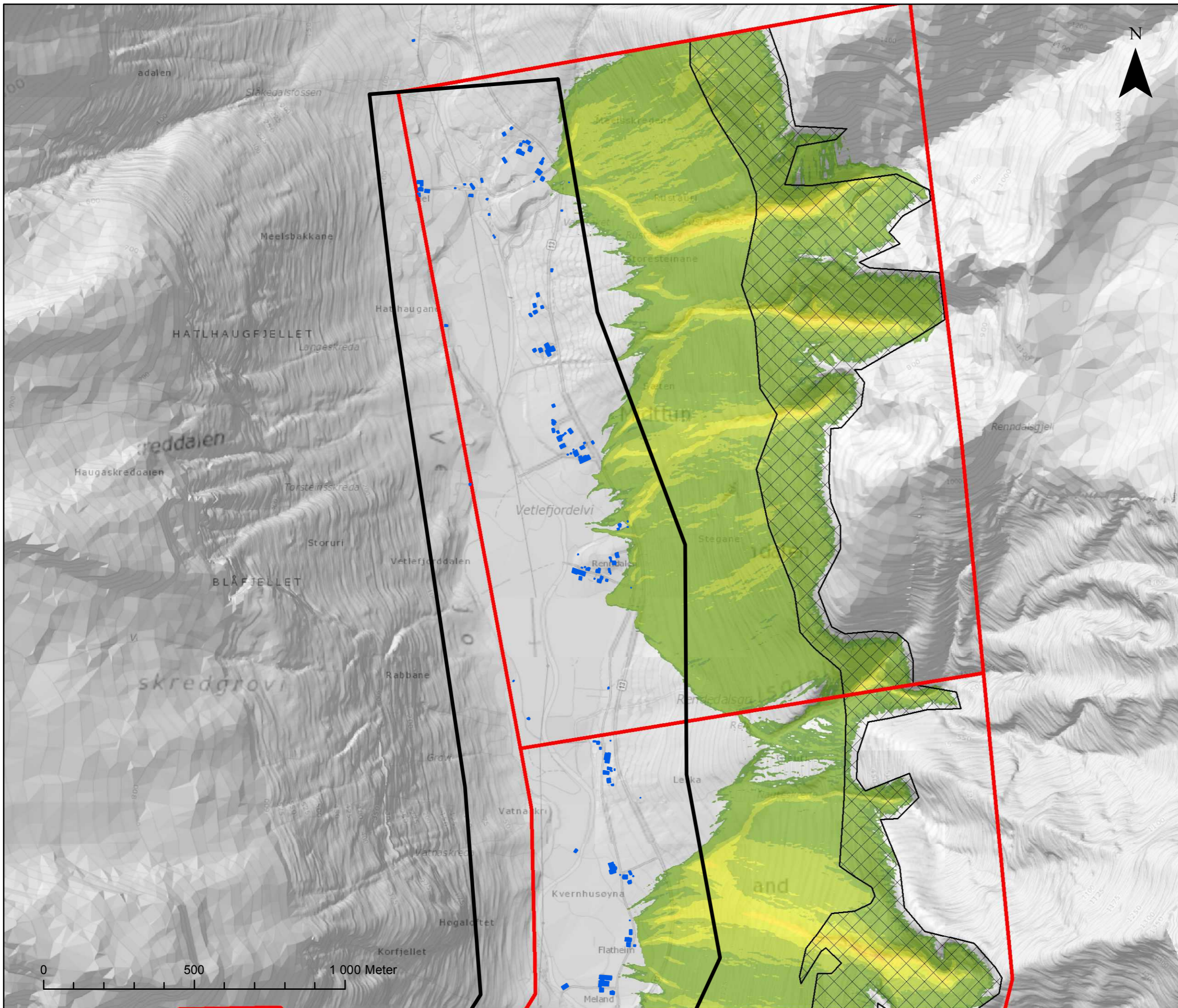
Rockyfor3D resultat

Antall blokkpasseringer per celle

-  0 - 5
-  5 - 10
-  10 - 50
-  50 - 100
-  100 - 200
-  200 - 500
-  500 - 1 000
-  1 000 - 1 500
-  1 500 - 2 000
-  2 000 - 5 000

Målestokk (A3): 1:12 000

NVE		
Skredfarekartlegging i Balestrand kommune	Prosjektnr. 20130593-01-R	Kart nr. C-06a
	Rockyfor3D Vetlefjorddalen	
	Utført HHH/OAH	Dato 2013-12-13
	Kontrollert HHH	
	Godkjent UD	









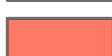
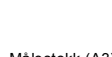


Tegnforklaring

-  Kartlagt område
-  Bygg
-  Beregningsområde
-  Løsneområde

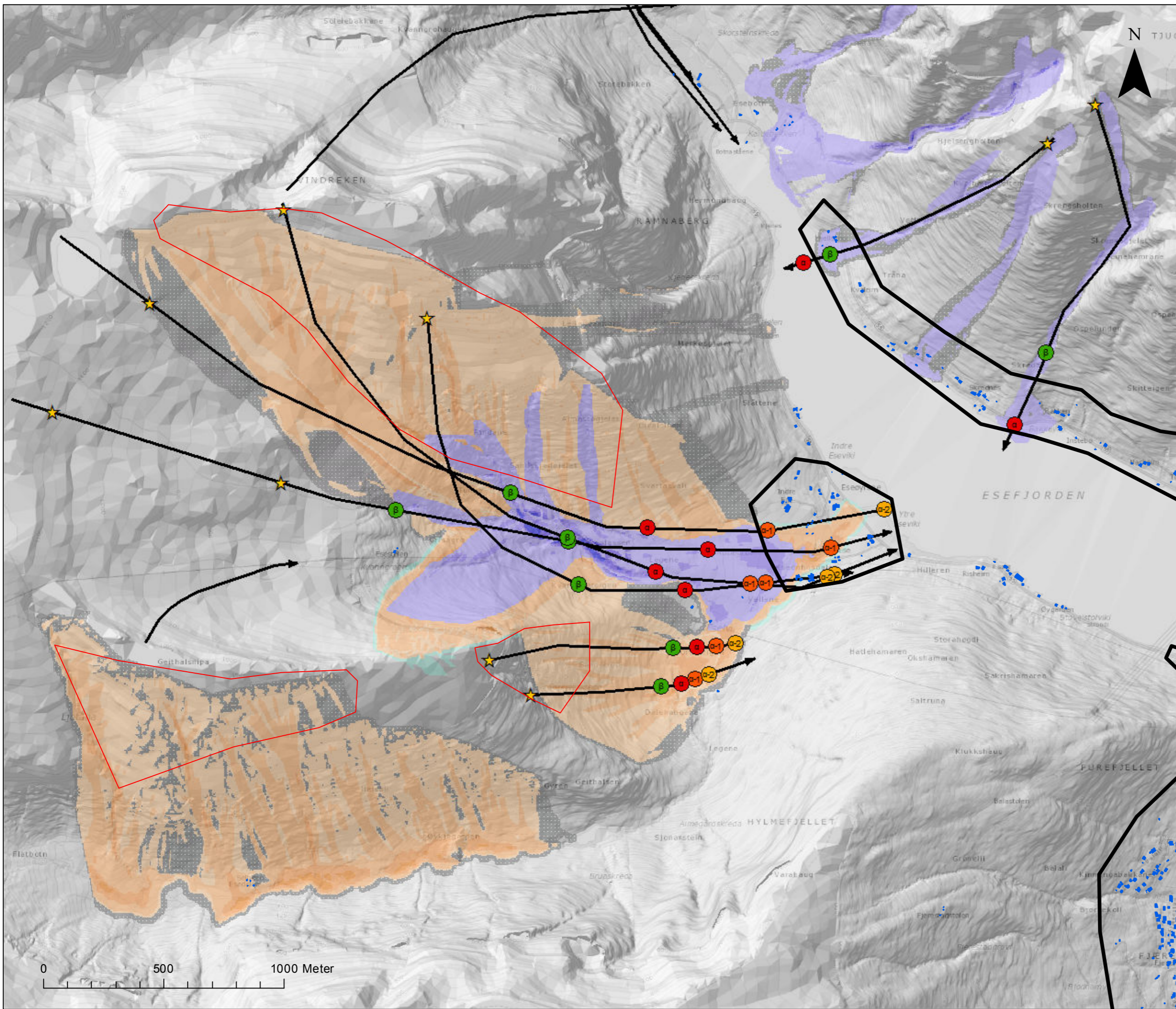
Rockyfor3D resultat

Antall blokkpasseringer per celle

-  0 - 5
-  5 - 10
-  10 - 50
-  50 - 100
-  100 - 200
-  200 - 500
-  500 - 1 000
-  1 000 - 1 500
-  1 500 - 2 000
-  2 000 - 5 000

Målestokk (A3): 1:12 000

NVE		
Skredfarekartlegging i Balestrand kommune	Prosjektnr. 20130593-01-R	Kart nr. C-06b
	Dato 2013-12-13	
Rockyfor3D Vetlefjorddalen	Utført HHH/OAH	
	Kontrollert HHH	
	Godkjent UD	



Tegnforklaring

- Kartlagt område
- Bygg
- Alfa - Beta modellen
- ★ Utløsningspunkt
- Beta
- Alfa+1
- Alfa
- Alfa-1
- Skredprofil

Flom- og sørpeskred Maksimal flythøyde [m]

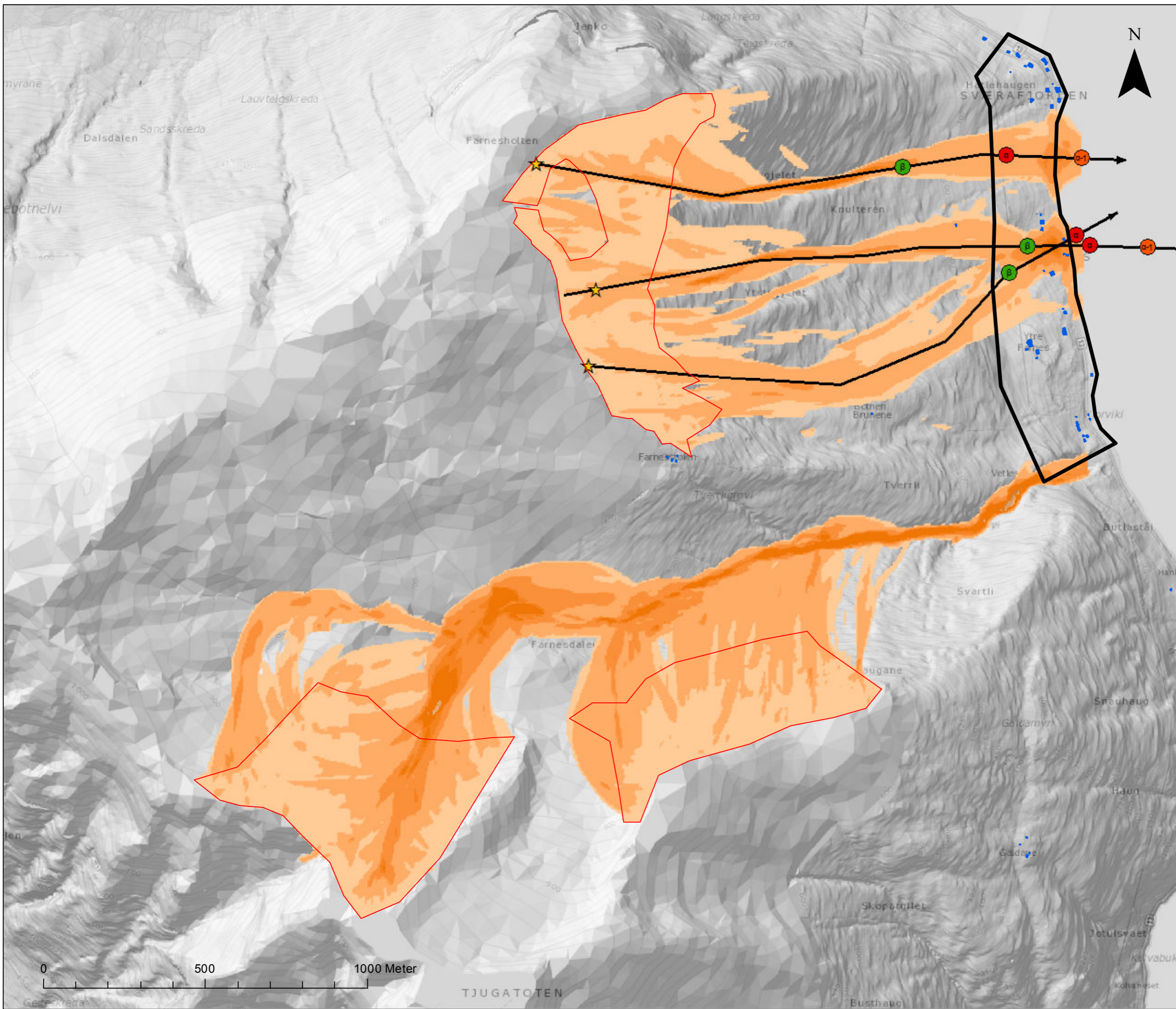
- 0 - 0.2
- 0.2 - 2
- 2.1 - 4
- 4.1 - 6
- 6.1 - 10

Snøskred Maksimal flythøyde [m]

- 0 - 0.5
- 0.5 - 1
- 1.0 - 4
- 4.0 - 8
- 8.0 - 20

Målestokk (A3): 1:15000

NVE		
Skredfarekartlegging i Balestrand kommune	Prosjektnr. 20130593-01-R	Kart nr. C-09
	Utført HHH/OAH	Dato 2013-12-13
Snø- flom og sørpeskred Alfa-beta RAMMS	Kontrollert HHH	
	Ese, Esefjorden	



Tegnforklaring

- Kartlagt område
- Bygg
- Alfa - Beta modellen
- ★ Utløsningspunkt
- Beta
- Alfa+1
- Alfa
- Alfa-1
- Skredprofil

Flom- og sørpeskred Maksimal flythøyde [m]

- 0 - 0.2
- 0.2 - 2
- 2.1 - 4
- 4.1 - 6
- 6.1 - 10

Snøskred Maksimal flythøyde [m]

- 0 - 0.5
- 0.5 - 1
- 1.0 - 4
- 4.0 - 8
- 8.0 - 20

Målestokk (A3): 1:11163

NVE		
Skredfarekartlegging i Balestrand kommune	Prosjektnr. 20130593-01-R	Kart nr. C-10
Snø- flom og sørpeskred Alfa-beta RAMMS Farnes	Utført HHH/OAH	Dato 2013-12-13
	Kontrollert HHH	
	Godkjent UD	

Område	Skredtype	Dato	Nøyaktighet	Sted	Kilde	Beskrivelse
L Å N E	Snøskred, uspesifisert	26.12.2011 00:00:00	Eksakt	Lånefjorden/Raundala	SVV	
	Løsmasseskred, uspesifisert	06.11.1992 01:40:00	Eksakt	Raundøla	SVV	
	Løsmasseskred, uspesifisert	21.07.1995 04:00:00	Eksakt	Raundøla	SVV	
	Fjellskred (> 10000 m ³)	15.07.1895 00:00:00	Ukjent når på året	Bolstad	NGU	Balestrand, Kvamsøy sokn. Over garden Bolstad gjekk dette året 1895 to fjellskred over bruket til Lars Person Tennefoss. Uklart skadeomfang, men det beste av bøen var steina ned. Sjå også 1942.
	Jordskred	15.07.1942 00:00:00	Ukjent når på året	Bolstad 2	NGU	Balestrand. Kvamsøy sokn. Over garden Bolstad gjekk eit nyt skred i 1942, denne gongen eit jordras. Etter langvarig regnver kom skredet langs ei lita grov. Mykje dyrka mark vart øydelagt. Sjå 1895, ldnr. 14228.
	Fjellskred (> 10000 m ³)	25.07.1646 00:00:00	Ukjent når på året	Lønne	NGU	1646 (ca.) Balestrand. Kvamsøy sokn. Lønne. Ei rad fjellskred gjekk i Lånefjorden på denne tida. Også eit storskred over garden Lønne og Tysse. Desse gardane vart slegne saman til ein, etter fjellskredulykka. På Lønne går enno fråsegn om Storeskaden, eit uhorveleg skred som velta store steinmengder over flatene der Dalselva gjekk før. Men tradisjonen veit ikkje å seie meir om skadeomfang, omkomne, eller når dette skjedde. Truleg på denne tida i 1640-åra. Etter det busitjarane i dag seier, kom fjellskredet rett aust for Lønne, frå Kaldigjelet. Der er ei stor ur i dag. Frå fjellet i vest, Tyssen, kan kome snøskred, m.a. i 1928, men utan skade på husa. På marka rett vest for dagens våningshus på Lønne fann ein nyleg på vel 3 m djupn tømmerbjelkar frå gamle hus, i djup, god jord der. Desse er ikkje enno datert, men dette kan kanskje tidfeste hendinga. Kartreferansen på Lønne (Låne)
	Løsmasseskred, uspesifisert	28.12.1988 01:30:00	Eksakt	Lånefjorden	SVV	
SAGI - NOKKEN	Snøskred, uspesifisert	09.03.1835 00:00:00		Ytre Tennefoss	NGU	Balestrand. Kvamsøy sokn. Ved garden Ytre Tennefoss vart brukaren Peder Olsen Reppen (40 år) drepen i eit snøskred den 9. mars 1835. Han var i skogen saman med drengen Ole Pedersen (20 år) frå Nokken, då ein snøskavl brast og skredet tok begge. "Begge omkom i en sneskred." Dei vart attfunne på Nokkaleite kring 200 m frå husa på Nokken, og då var begge døde. Sjå 1850(ca.) ldnr. 14479.

B A L E S T R A N D	Snøskred, uspesifisert	22.02.1871 00:00:00		Bruhjell	NGU	Balestrand. Tjugum-sokn, på Bruhjell (nabo til Tue og Skåsheim), på bruk 2 vart kona på garden, Solvei Hansdtr. Stokkebø, 39 år, teken av eit snøskred. Dette var kl. 6 om kvelden den 22. februar 1871 medan ho var i fjøset saman med tenestejenta si Sigrid Oslodr. Hagen, 20 år, som akkurat då var i løa, kom eit snøskred over området. Skredet gjekk gjennom gjelet ovanfor tunet, knuste fjøset og løa, uklart kva for skadar elles på garden, men begge kvinnene sette livet til og utvilsamt gjekk husdyr tapt. Over 40 menneske var med på å leite, kona fann dei under 6 alner snø. "omkom begge ved sneskred som bortrev lad eog fjøs i hvilket de befandt seg." Sjå også 1928. Idnr. 14257.
	Sørpeskred	09.02.1928 00:00:00		Bruhjellshagen	NGU	Balestrand. Bruhjell. Den 8. februar 1928 tok elvene til å fløyme og føre snø. Den 9.2. kl. 05.30 gjekk det første store snøraset som gjorde at Skåseimselvi i Skåseimdalen gjekk over sine breidder, tok nytt far, og feide med seg Kafé Jotunheimen på plassen Bruhjellshagen, om lag 100 m bortanfor elva. Sørpeskredet stengde vegen og tok brua, straks etter eit nytt skred mot andre sida av huset og sperra også den vegen. Huslyden sprang mot sjøen og ville finne seg ein båt, medan dei stod i fjøra kom eit nytt skred som lag bølger som kasta båten opp på land, og dei sprang attende til huset og søkte ly i kjellaren. 14-15 skred for forbi huset. Så kom eit skred beint over huset. Her budde familien Johannessen, mann, kone og tre barn. Alle fem miste livet då huset var feia på sjøen av raset, samt ei anna stove og to villaer. Også målarkunst som var utstilt i kafeen verd 100 000 kr. den gongen strauk med, m.a. ei større samling av A. Normann. Også skred over naboplassen Øyri 1, sjå der.
	Sørpeskred	09.02.1928 00:00:00		Bruhjell 2	NGU	Balestrand. Tjugum-sokn, på Bruhjell (nabo til Tue og Skåsheim), på bruk 2 som vart teken av eit snøskred i 1871 vart også råka i skreda den 8-9, februar 1928. Snøskredet kom nøyaktig der det skjedde i 1871, og tok fjøset, jord og skog. Det gjekk fleire ras heile dagen, men denne gong utan tap av menneskeliv. Sjå Idnr. 14193,
	Sørpeskred	09.02.1928 00:00:00		Øyri	NGU	Balestrand. På plassen Øyri 1 under Bruhjell, vest for Skåseimselvi, om lag 200 m ovanfor vegen, gjekk snø og sørpeskred i februar 1928, truleg også her natta til den 9. februar. Plassehusa vart tekne heilt ut, og plassen vart lagt ned. Men det vart ikkje menneskeskade.
	Jordskred	26.07.1743 00:00:00	Ukjent når på året	Sande i Balestrand 1	NGU	Årstalet 1743 er ca. Balestrand. På garden Sande (grensar til Skåsheim og Fjærstad) går det fråsegn om at staden var ute for ei stor skredulykke medan Sande var sorenskrivargard. Blåhelleskreda tok heile skrivargarden, og den store tunhella skal ligge på fjordbotnen utanfor og er synleg i klår sjø. Truleg skjedde dette i 1740-åra, då det var avtaksforretning her. Truleg var dette eit snøsørpe eller jordskred. Uklart om der var omkomne. Sjå 1928, Idnr. 14260.

BALE- STRAND	Sørpeskred	09.02.1928 00:00:00		Sande i Balestrand 2	NGU	Balestrand. På garden Sande (grensar til Skåseim og Fjerestad) der det går fråsegn om at ein var ute for ei stor skredulykke medan Sande var sorenskrivargard, sjå 1743. Den 9. 2 1928 gjekk Blåhelleskreda på nytt som sørpeskred. Sandsgrovi tok nytt far og raserte mykje av eigedommen heilt ned til sjøen. La att mykje stein og sand. Sjå Idnr. 14333.
	Steinsprang og fjellskred	23.02.1998 19:00:00		Strondi	SVV	
E S E	Sørpeskred	15.07.1830		Indre Ese	NGU	Balestrand. På Indre Ese, ved foten av fjellet Vindreken. Ein dag buskapen var sendt på fjellbeite i Grisagrøli, og dyra var komne inn under snøbreen i Soleiebakkane i Skafonngjelet, då losna eit snø/breskred. Heile buskapen for brukarane, på meir enn 20 storfe vart drepne, og dette vart eit stort slag for dei.
	Snøskred, uspesifisert	09.02.1928 00:00:00		Ese 1	NGU	Balestrand. Både på Ytre og Indre Ese vart råka av snøskred. På Ytre Ese (grenser mot Bale og Indre Ese) kom den 9. 2. 1928 Grisagrø-skreda ofseleg, 5-600 m brei gjekk den over elva og 150 m oppover bakken på hi sida. Snøskredet tok to fjøs, fire kvernhus, ei bru, også skadar på bustadhus. Hest og mange husdyr vart drepne. På Indre Ese, som ligg nær ved Ytre, tok same snøskredet fjøs og løe, dei vart førte på sjøen, og i alt 16 husdyr vart drepne her. Sjå 2011, idrn. 14903. Kartreferansen er omtrentleg.
	Sørpeskred	21.03.2011 00:00:00		Ese	NGU	Balestrand. Ese. Rett før midnatt den 21. mars 2011, nokså samtidig med ulykka ved Flesje, losna snøskred høgt oppe i fjellet ved Ese. Ei sørpeskred og jordskred kom i området som blir omtalt som Grisagrø, og kom etter store mengder nedbør siste veka forut. Skredet var fleire hundre meter breitt, og tok med seg både steinar og heile tre på vegen ned fjellsida. Skredet la seg over store deler av bøane til Lars Ese, relativt nær busetnaden. Dette var truleg det største som har gått i området sidan 1928. I 1928 gjekk eit 500 meter breitt snøskred ned frå Grisagrø som tok hus og dyr. Sjå 1928, idnr. 14261.

E N S O E R F D J S O R D E N S	Snøskred, uspesifisert	30.01.1994 03:00:00	Eksakt	Hjelseng	SVV	
	Snøskred, uspesifisert	15.04.1882 00:00:00	+/- 16 dager	Hjellsengi	NGU	Balestrand. Hjellsengi (Helseng) ved Esefjorden nær Tjugum. I april 1882 gjekk Kjenesskreda stor og tok stova på plassen på bruk 1. Kona på plassen vart kasta på sjøen, men vart så vidt berga opp att frå snøsrøpa.
	Snøskred, uspesifisert	30.01.1985 04:00:00	Eksakt	Skrenes	SVV	
	Snøskred, uspesifisert	30.01.1994 03:00:01	Eksakt	Skrenes	SVV	
	Snøskred, uspesifisert	15.07.1800 00:00:00	Ukjent når på året	Tjugum	NGU	Årstalet 1800 er ca. Balestrand. Om lag år 1800 omkom brørne Nils og Hans Anderson Tjugum i eit snøskred. Truleg var dette på eller ved garden Tjugum, bruk 1. Meir veit vi ikkje. Kartreferansen er omtrentleg.
FAR- NES	Snøskred, uspesifisert	15.07.1877 00:00:00	Ukjent når på året	Indre Farnes	NGU	Balestrand. Indre Farnes, grensar mot Ytre Farnes og Dale, ved Sværafjorden. I Holtagjelet gjekk eit snøskred over gardstunet og tok bustadhus, løe, fjøs, dyr og stall, og tunet vart flytta etter dette. Då hadde det også gått eit snøskred her i 1871 som gjorde skadar på hus.
S V Æ R E N	Snøskred, uspesifisert	15.07.1976 00:00:00	Ukjent når på året	Sværen	NGU	Balestrand. Sværen. Over bruk 5. gjekk eit stort snøskred i 1976 som kom heilt ned til husa, gjorde noko skade på dei. Også skade på skogen. Dette var ein uventa skredplass. Kartreferansen er omtrentleg, (Sværengrenda)
	Snøskred, uspesifisert	02.03.1794 00:00:00		Sværen	NGU	Balestrand. Sværen. Den 2. mars 1794 omkom ein kar frå Lærdal i snøskred, truleg i Sværafjorden i Balestrand. Han kan eventuelt ha vore i båt. Dette var Ingebrigt Anders Wold, 29 år gammal, frå Tønjum sokn i Lærdal. "NB. Denne dødet pludselig ved et snee skred under Svære-fjeldet i Leganger præstegjeld." Kartreferanse under fjellet over Sværen.
	Løsmasseskred, uspesifisert	28.12.1988 02:30:00	Eksakt	Øyraskreda	SVV	
TORS- NES	Løsmasseskred, uspesifisert	23.11.1994 18:00:00	Eksakt	Torsnes	SVV	
	Løsmasseskred, uspesifisert	23.11.1994 17:00:00	Eksakt	Torsnes	SVV	

V E T L E F J O R D D A L E N	Sørpeskred	25.07.1659 00:00:00	Ukjent når på året	Eiki	NGU	Balestrand. Tjugum-sokn. På garden Eiken (Eiki) vart ein sær ille medfaren dette året. I kjeldene (avtaksforretninga) står det: "En snebred var nederfaret i dalen og vandet deri standset en lang tid, sa at samme stengte vandløb disverre havde bortskolt av Rendedal, Mæland og Eiken beste engbøen." Landskylda vart monaleg minka. Garden fekk liknande skade på åker og bø også i 1674. Kartreferansen er omtrentleg - med skadar over eit stort område, og sjølve skredet skjedde lenger oppe i dalen.
	Snøskred, uspesifisert	26.03.1718 00:00:00		Eiken 1	NGU	Balestrand. Tjugum-sokn. På garden Eiken (Eiki) (ved botnen av Vetlefjorden) gjekk eit digert snøskred den 15. mars 1718. Bonden Johannes Olson og broren Markus saman med stykmora Gurid Gutormsdotter, Lars Andersson Ulvestad, Lasse Johannesson Eiken og Gurid Gutormsdotter og ein til, dvs. i alt sju menneske døde. Skredet la att store mengder av stein og grus på markene. Alle kyrne strauk med, samt andre husdyr? Sjå også 1868 og 1877. Idnr. 14188, 14206.
	Snøskred, uspesifisert	11.02.1868 00:00:00		Eiken 2	NGU	Balestrand. Over garden Eiken (Eiki) i Tjugum sokn, ved botnen av Vetlefjorden, vart stallen teken av ras. Ein person døde og 27 kyr strauk med. Kyrkjeboka: "Markus Johannesen Eiken, Tjenestedreng, omkom i Sneskred." Dette skjedde om natta den 11. 2. 1868. Han som omkom og ein annan gut sov på fjøslemmen då skredet kom. Den andre guten klart ein å grave fram i live. Tidlegare skred her er storulykka i 1718, Idnr. 14326, sjå også Idnr. 14206.
	Snøskred, uspesifisert	25.07.1674 00:00:00	Ukjent når på året	Eiki 2	NGU	Balestrand. Eiki ved munninga av Vetlefjordelva. Dette året, også i 1659 gjekk skred over garden som vart ille medfaren. Truleg var dette snøskred. Ukjent om omkomne. Sjå seinare i 1718. Sjå også Idnr. 14311.
	Snøskred, uspesifisert	11.02.1877 00:00:00		Eiken 3	NGU	Balestrand. Eiki (Eiken). Her kom eit nytt skred den 11. februar 1877 (same dato som skredet i 1868). Skredet gjekk om dagen. Det slo inn over tunet og knuste fjøset, men folka var tilfeldigvis ute på markene. Skredet eller lufttrykket flytta ein stor stein over elva og minst 200 m (vart til 84 steinlass på slede, etter minering). Fonna var 400 m brei og fylte heile dalen. Mindre skade på andre hus. Stor jordskade og skogskade. Om våren gjorde heile bygda dugnad for å rydda opp. Tunet vart flytta noko etter dette. Det er sett opp minnesteinar for desse ulykkene. Tidlegare skred her 1868, Idnr. 14188, sjå også storulykka i 1718, Idnr. 14326.
	Snøskred, uspesifisert	15.12.1864 00:00:00		Ulvastad	NGU	Balestrand. Ulvastad. Den 15. desember 1864 vart teken av snøskred: Jens Eriksen Bjørk, 27 år, med bustad på Ulvastad, inst i Vetlefjorden. "omkom i en sneskred". Det er ikkje kjent akkurat kvar dette skjedde, men det var truleg i nærleiken av garden, og han var straks funnen att. Kartreferansen er plassert ved garden.

V E T L E F J O R D D A L E N	Jordskred	25.07.1600 00:00:00	Ukjent når på året	Feten	NGU	Åtstalet 1600 er ca. Balestrand. Tjugum-sokn. Garden Feten er ofte vore utsett for naturkatastrofar, sjå også i 1659. Ei segn seier at Haugen, ein plass mellom A. Holstad og Nils Feten skal hatt busetnad, men eit stort jordskred reiv bort husa. Alle folka på plassen vart drepne, med unntak av ei lita jente. Staden heiter i dag Skaskrida. Kona på Ulvestad kom ut og såg ei småjente sat på slipesteinen, halv naken og forfrossen. "Jag henne vekk, det er ei hulder!" ropte mannen ut. "Det er ikkje noko hulder ", sa kona, "det er ho guddotter mi frem på Feten. Eg kjenner henne på flettebandet som ho fekk hjå meg for nokre dagar sidan." Jenta fortalde då at skredet hadde rive vekk husa deira. Då ein kar for femti år sidan tok opp grøfter på Skaskrida, fann han restar av busetnad ca. 1 meter nede i jorda. Tal på omkomne er antatt.
	Fjellskred (> 10000 m ³)	25.07.1659 00:00:00	Ukjent når på året	Feten 2	NGU	Balestrand. Tjugum-sokn. På garden Feten gjekk i 1659 eit fjellskred. Det verkar ikkje som å vere noko liknande som på nabogardane med snøskred og vassdemme, men her på Feten synest på nytt å ha kome eit stort fjellskred dette året eller året før. Av tingboka ser vi: "Deres huse og gård med hvis de hadde, er ganske uttaget av fjeldskred og ført på sjøen. Folkene er forarmet og kan ikke betale skat." Om der var omkomne eller tap av dyr, er ukjent. Det kan ha vore eit stein- og jordskred. Sjå 1600, ldnr. 14307. Herja av flaum i 1670. Kartreferansen er omtrentleg.
	Sørpeskred	25.07.1659 00:00:00	Ukjent når på året	Mæland	NGU	Balestrand. Tjugum-sokn. På Mæland gjekk også skred dette året. I kjeldene (avtaksforretninga) står: "En snebred var nederfaret i dalen og vandet deri standset en lang tid, sa at samme stengte vandløb disverre havde bortskolt av Rendedal, Mæland og Eiken beste engbøen." Landskylda vart monaleg minka. Kartreferansen er omtrentleg - skadar kom over eit stort område, og sjølve skredet skjedde truleg lenger oppe i dalen.
	Sørpeskred	25.07.1659 00:00:00	Ukjent når på året	Langateig	NGU	Balestrand. Tjugum-sokn. På Langateig, bruk 1, leid ein stor skade ved fjellskred og vassflaum i 1659, også i 1670. Dei fekk nedsett skyld. Garden vart minka til tre bruk mot før fire. Truleg skuldast dette same (snø)skredet som laga vassdemme og raserte Eiki og Meland, ldnr. 14311
	Snøskred, uspesifisert	15.01.1918 00:00:00	+/- 16 dager	Langeteig	NGU	Balestrand. Langeteig, granne til Rendedal og Mel. Staden er utsett for snøskred. I 1918 gjekk Midttunskredet (Breideskreda) rett etter nyttår. Det var snø og vind førut. Fonna tok skog og fruktre, samt skadde mange hus på garden. Ein hest vart drepn og elles andre skadar.
	Steinskred, uspesifisert	26.10.1983 06:00:00	Eksakt	Vetlefjorden	SVV	
	Snøskred, uspesifisert	16.01.2011 01:40:00	Eksakt	Feten	SVV	

V E T L E F J O R D D A L E N	Løsmasseskred, uspesifisert	21.08.2009 00:00:00	Eksakt	Rendalsgruvi	SVV	
	Løsmasseskred, uspesifisert	23.11.1994 18:00:00	Eksakt	Rendalsgilja	SVV	
	Løsmasseskred, uspesifisert	06.11.1992 01:50:00	Eksakt	Rendalsgilja	SVV	
	Snøskred, uspesifisert	21.03.2011 01:14:50	Eksakt	Oreskredgjelli	SVV	
	Snøskred, uspesifisert	30.01.1994 01:30:00	Eksakt	Langeteig	SVV	
	Løsmasseskred, uspesifisert	21.08.2009 00:00:00	Eksakt	Rustadgrovi	SVV	
	Løsmasseskred, uspesifisert	06.11.2001 16:00:00	Eksakt	Rustagilja, Mel, Vetlefjorden	SVV	
	Løsmasseskred, uspesifisert	06.11.1992 01:50:00	Eksakt	Rustadgilja	SVV	
	Løsmasseskred, uspesifisert	05.09.2011 21:09:00	Eksakt	Mel	SVV	
	Løsmasseskred, uspesifisert	21.08.2004 08:30:00	Eksakt	Mel, Vetlefjorden	SVV	
	Snøskred, uspesifisert	30.01.1994 18:00:00	Eksakt	Sikebakken	SVV	