



Skredfarekartlegging i Høyanger kommune

60
2014

R
A
P
P
O
R
T



Skredfarekartlegging i Høyanger kommune

Rapport nr 60-2014

Skredfarekartlegging i Høyanger kommune

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat
Redaktør: Andrea Taurisano
Forfattere: Terje H. Bargel, Yngve Midtun, Lena Rubensdotter, Kari Sletten, Andrea Taurisano, Jaran Wasrud, Freddy Yugsi

ISSN: 1501-2832
Opplag: Nett-publikasjon
Forsidefoto: Fjellskrent med aktiv steinur i Høyanger
Foto: Jaran Wasrud, NVE

Sammendrag: Det er utarbeidet faresonekart for skred i bratt terreng for utvalgte områder i Høyanger kommune, Sogn og Fjordane fylke
Emneord: Faresonekart, flomskred, Høyanger, jordskred, skred, snøskred, steinskred, steinsprang, sørpeskred

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no

Juni 2014

Innhold

Forord	5
Sammendrag	7
1 Innledning	9
1.1 Bakgrunn	9
1.2 Formål med kartleggingen, detaljnivå og bruk av kartene	9
2 Oversikt over de kartlagte områdene.....	11
2.1 Geografi.....	11
2.2 Topografi, geologi, geomorfologi.....	11
2.3 Klima	12
3 Metodikk for utarbeidelse av faresoner	14
3.1 Tidligere skredhendelser.....	14
3.2 Høydemodell, skyggekart og helningskart.....	14
3.3 Topografi, vegetasjon og klimaforhold	15
3.4 Registreringskart.....	16
3.5 Feltkartlegging	16
3.5.1 Snøskred	16
3.5.2 Steinsprang og steinskred.....	17
3.5.3 Jord-, flom- og sørpeskred	17
3.6 Modellering for beregning av skredrekkevidde	17
3.7 Fastsetting av faresoner	18
4 Område 1 – Høyanger.....	19
4.1 Skredfarevurdering	19
5 Område 2 – fra Kyrkjebø til Berge	22
5.1 Skredfarevurdering	22
6 Område 3 – Vadheim	26
6.1 Skredfarevurdering	26
7 Område 4 – Føsund, Hest	29
7.1 Skredfarevurdering	29
8 Område 5 – Bjordal.....	31
8.1 Skredfarevurdering	31
9 Område 6 – Ortnevik.....	33
9.1 Skredfarevurdering	33

Forord

Et nasjonalt kartgrunnlag – faresonekart skred – er under etablering for områder med stort skadepotensial fra skred i bratt terreng. Økt kunnskap og oversikt gjennom kartlegging av fareutsatte områder er et viktig verktøy og underlag for skredforebyggende arbeid.

Hovedmålet med kartleggingen er å bedre grunnlaget for vurdering av skredfare til bruk i arealplanlegging og beredskap mot skred. Kartleggingen vil også gi bedre grunnlag for vurdering av sikringstiltak.

Plan for skredfarekartlegging (NVE rapport 11/2014) legger rammene for kartlegging i årene framover, og er et grunnlag for prioriteringene med hensyn på faresonekartlegging for ulike typer skred. Det er utarbeidet lister med geografiske områder som prioriteres for kartlegging av fare for skred i bratt terreng ved eksisterende bebyggelse.

Denne rapporten presenterer resultatene fra faresonekartlegging skred i Høyanger kommune, Sogn og Fjordane fylke. Arbeidet er utført av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) og Norges geologiske undersøkelse (NGU).

I kartleggingen inngår utarbeidelse av faresonekart i henhold til kravene i TEK10, som viser faresoner for skred med nominell årlig sannsynlighet på 1/100, 1/1000 og 1/5000. Sannsynlighetene gjelder skred som utgjør fare for tap av menneskeliv og skader på bygg. Skredtypene snøskred, sørpeskred, steinsprang, steinskred, jordskred og flomskred kartlegges.

Oslo, juni 2014

Anne Britt Leifseth
avdelingsdirektør

Eli K. Øydvin
seksjonssjef

Sammendrag

Rapporten presenterer resultatet av faresonekartlegging skred for utvalgte områder i Høyanger kommune utført av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) og Norges geologiske undersøkelse (NGU). I et teknisk vedlegg finnes mer detaljert dokumentasjon av det utførte arbeidet. Faresonene er tilgjengelig på digital form.

I kartlagte områder i Høyanger er snøskred og steinsprang de skredtypene som i de fleste områdene utgjør størst fare for eksisterende bebyggelse. For noen områder utgjør også sørpe-, jord- og flomskred fare for bebyggelse. Resultatene fra kartleggingen viser at noen få bygninger ligger innenfor 1/100-faresonen mens flere bygninger ligger innenfor 1/1000-faresonen.

Faresonekart er utarbeidet i henhold til kravene i TEK10, som viser faresoner for skred med nominell årlig sannsynlighet på 1/100, 1/1000 og 1/5000. Sannsynlighetene gjelder skred som utgjør fare for tap av menneskeliv og skader på bygg.

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

Faresoner for den samlede skredfaren fastsettes ut fra skredtype med lengst skredrekkevidde (dimensjonerende skredtype) for henholdsvis 100-, 1000-, og 5000-årsskrud. Det kan være ulike skredtyper som er dimensjonerende innenfor områdene. Der flere skredprosesser kan nå bebyggelse er dette kartlagt og dokumentert.

Faresonekartene har høyere detaljeringsgrad enn aktsomhetskart og erstatter disse i arealplanlegging for områdene som faresonekartene dekker.

Områder utsatt for skredfare skal avsettes som *hensynssone - skredfare* på arealplankart, og kan tilknyttes bestemmelser som begrenser eller setter vilkår for arealbruken. Dette kan gjøres ved at det ikke tillates etablering av ny bebyggelse innenfor faresone for 1000-årsskrud, med mindre det utføres tiltak som sikrer bebyggelsen mot skrud.

Hensynssonene for skrud må innarbeides når kommuneplanen for Høyanger kommune rulleres.

Faresonene kan også brukes til å planlegge beredskaps- og sikringstiltak.

1 Innledning

Rapporten presenterer resultatet av skredfarekartlegging for utvalgte områder i Høyanger kommune utført av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) og Norges geologiske undersøkelse (NGU).

Resultatene presenteres i en hovedrapport, samt et teknisk vedlegg med mer detaljert dokumentasjon av det utførte arbeidet. Faresonene er i tillegg på digital form.

1.1 Bakgrunn

NVE har det overordnede ansvaret for statlige forvaltningsoppgaver innen forebygging av skredulykker. Økt kunnskap og oversikt gjennom kartlegging av fareutsatte områder er et viktig verktøy og underlag for skredforebyggende arbeid.

Plan for skredfarekartlegging (NVE rapport 11/2014) legger rammene for kartlegging i årene framover, og er et grunnlag for prioriteringene med hensyn på faresonekartlegging for ulike typer skred. Som en del av dette gjennomføres kartlegging av faren for skred i bratt terreng. Kartleggingen omfatter snøskred, sørpeskred, steinsprang, steinskred, jordskred og flomskred.

Områdene med bebyggelse som skal kartlegges i hver utvalgt kommune, er identifisert ved hjelp av innledende risikoanalyser og nærmere definert i dialog med kommunene.

1.2 Formål med kartleggingen, detaljnivå og bruk av kartene

Kartleggingen presentert i denne rapporten, fokuserer på samtlige aktuelle skredprosesser og benytter de metodene som er vanlige ved faresonekartlegging. Utarbeidelse av faresonekart omfatter innsamling og gjennomgang av eksisterende grunnlagsdata for å identifisere potensielle fareområder, feltarbeid for å undersøke og kartlegge geologiske forhold som har betydning for skredutløsning og rekkevidde i de skredutsatte områdene og for en skredfaglig vurdering av sannsynlighet og utløpsdistanse for de aktuelle skredtypene. Kartleggingen gjøres i en detaljeringsgrad og med en nøyaktighet som tilsvarer målestokk 1:5.000 eller bedre.

Faresonekart er utarbeidet i henhold til kravene i TEK10, som viser faresoner for skred med nominell årlig sannsynlighet på 1/100, 1/1000 og 1/5000.

Sannsynlighetene gjelder skred som utgjør fare for tap av menneskeliv og skader på bygg.

Kartleggingen omfatter snøskred, sørpeskred, steinsprang, steinskred, jordskred og flomskred.

Faresonekartene har høyere detaljeringsgrad enn aktsomhetskart og erstatter disse i arealplanlegging for områdene som faresonekartene dekker.

Områder utsatt for skredfare skal avsettes som *hensynssone - skredfare* på arealplankart, og kan tilknyttes bestemmelser som begrenser eller setter vilkår for arealbruken. Dette kan gjøres ved at det ikke tillates etablering av ny bebyggelse innenfor faresone for 1000-årsskred, med mindre det utføres tiltak som sikrer bebyggelsen mot skred.

Hensynssonene for skred må innarbeides når kommuneplanen for Høyanger kommune rulleres.

Faresonene kan også brukes til å planlegge beredskaps- og sikringstiltak.

2 Oversikt over de kartlagte områdene

2.1 Geografi

Skredfaren er kartlagt for 6 områder med sammenhengende eller spredt bebyggelse på begge sider av Sognefjorden i Høyanger kommune. Områdene er vist i Fig. 2.1 og omhandles i kapitlene 4 – 10.

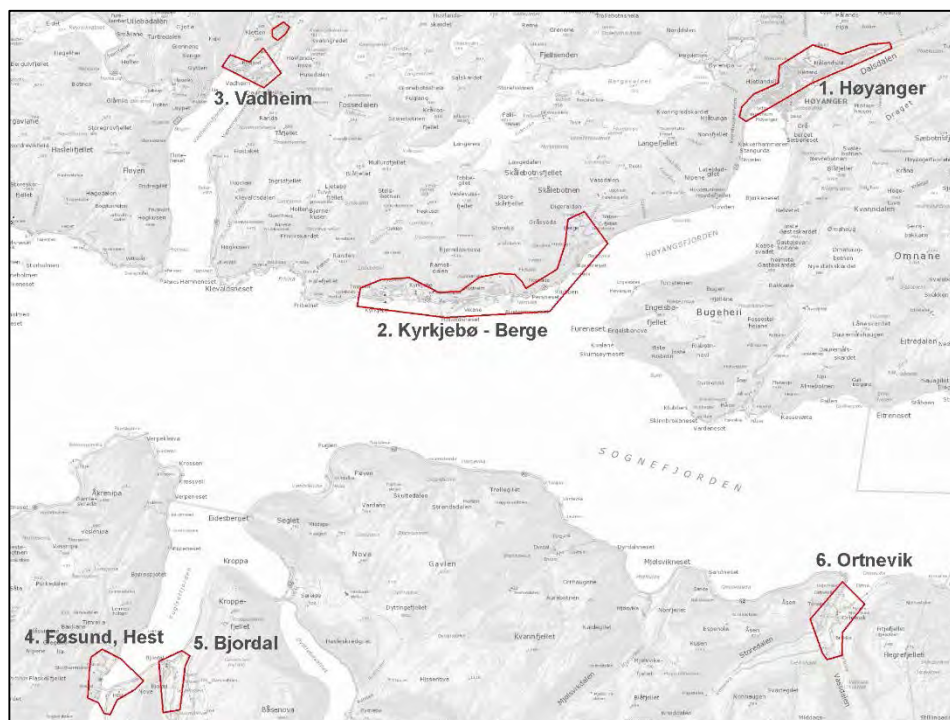


Fig. 2.1 Oversikt over kartleggingsområdene

2.2 Topografi, geologi, geomorfologi

Høyanger kommune strekker seg på begge sider av Sognefjorden. Landskapet og topografien vi ser her i dag, er i stor grad formet av store isbreer som har erodert fjellet og dalene gjennom flere istider. En stor bre i Sognefjorden ble under istidene dannet ved istilstrømming fra alle de mindre dalene som løper ut i Sognefjorden, men i hovedsak fra innlandsisen i øst

Etter siste istid har landet omkring Høyanger hevet seg ca. 50-60 meter, slik at områder som før var fjordbunn i dag er tørt land. I disse områdene kan det finnes finkornige marine avsetninger. De farevurderte områdene i Høyanger ligger enten langs Sognefjorden, eller i sidedaler som når ut til fjorden. I disse miljøer er det avsatt morene da isen lå der, breelvsedimenter fra ismeltingstiden, samt elvesedimenter fra tiden etter istiden (de siste ca 10 000 år). Istiden etterlot seg også bratte, steile fjellsider hvor det har foregått skredaktivitet siden siste istid.

Gjentatte skred er opphav til mange skråningsavsetninger som draperer nedre del av skråningene rundt om i Høyanger.

2.3 Klima

For å beskrive kartleggingsområdets klimatiske trekk er det benyttet data fra stasjonene Lavik (31 moh.), Rørvikvatn ved Vadheim (350 moh.), Høyanger (20 moh.) og Høyanger Verk (5 moh.) som ligger på nordsiden av Sognefjorden, og stasjonene Sørebø (4 moh.), Ortnevik (4 moh.), Takle (38 moh.) og Vangsnes (51 moh.) på sørsiden. Stasjonene er vist i Fig. 2.2, og data dekker en tidsperiode fra 11 til 57 år.

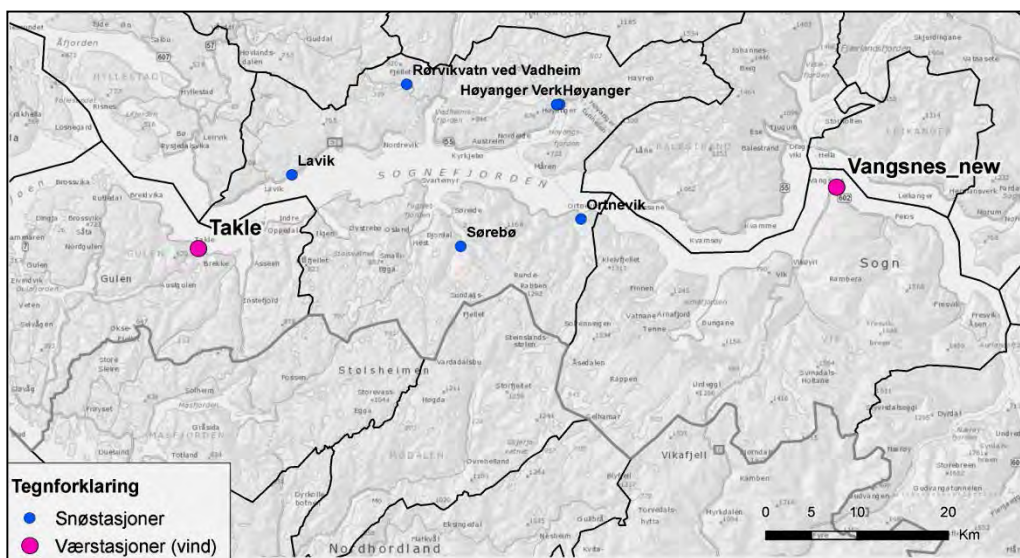


Fig. 2.2 Oversikt over de benyttede værstasjonene.

Det er rettet fokus på de vær- og klimaaspektene som har størst betydning for vurderingen av faren for jordskred og snøskred. For jordskred er intens nedbør i form av regn vesentlig. For snøskred er det viktig å se på nedbør som snø eller maksimale registrerte snødybde samt vindretning under nedbør i form av snø.

Med unntak av Vangsnes og Ortnevik, som har en normal årsnedbør på mellom 1100 og 1400 mm, registrerer de fleste stasjonene i området mellom 2000 og 3000 mm nedbør i året, og Takle ca. 3200 mm (Fig. 2.3). Området kan betraktes som nedbørsrikt.

Fig. 2.4 viser i tillegg årsmaksima for snødybde i de ulike stasjonene.

For mer detaljert analyse og diskusjon av de klimatiske faktorene av betydning for skredfarevurdering, henvises til kapittel 2.3 i rapportens tekniske vedlegg.

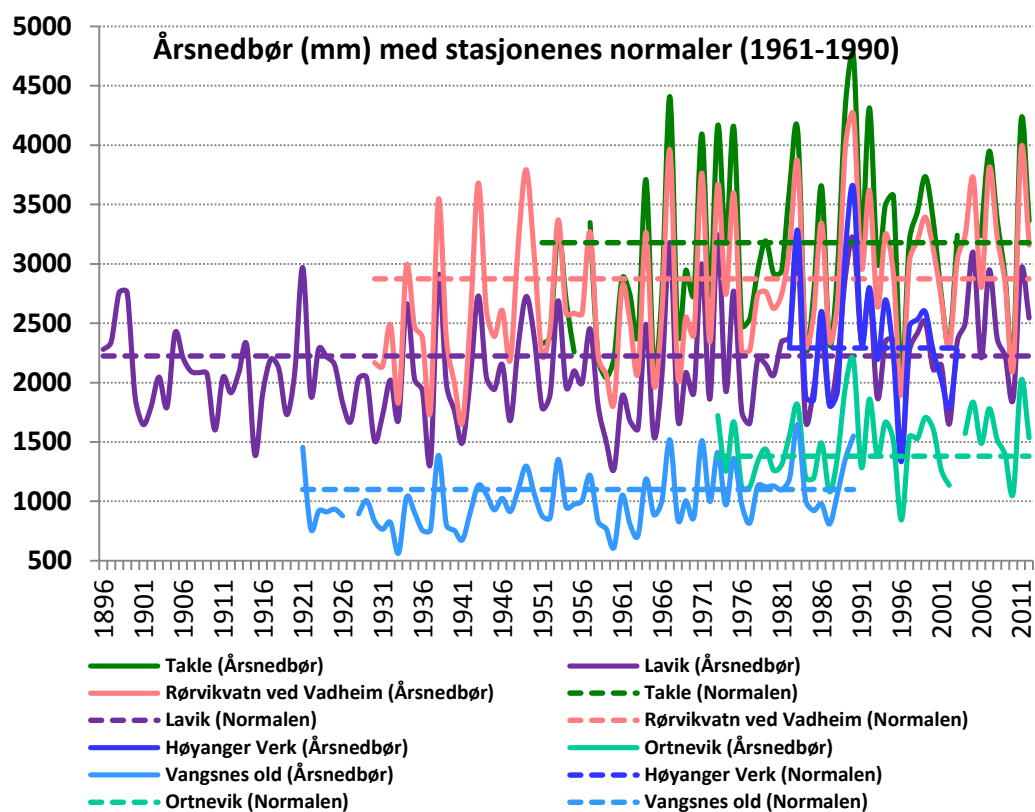


Fig. 2.3 Årsnedbør (mm) for stasjoner i Høyanger området, inkl. normale verdier.

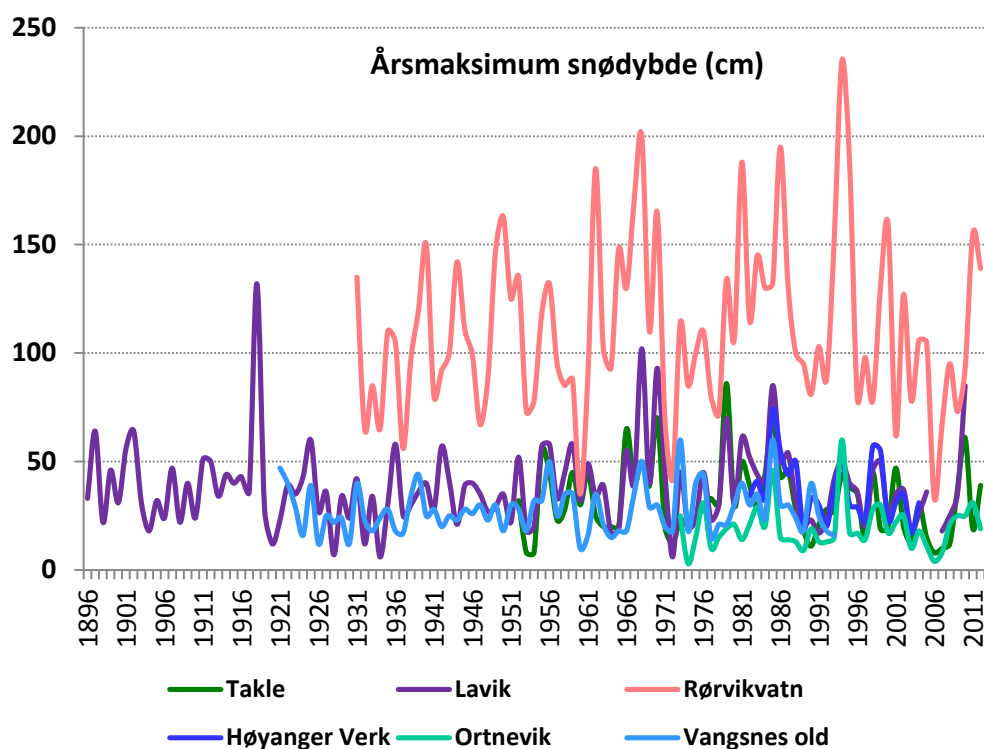


Fig. 2.4 Årlig maksimum snødybde (cm) for stasjoner i Høyangerområdet.

3 Metodikk for utarbeidelse av faresoner

Utarbeidelse av skredfaresoner er en kompleks prosess som i stor grad avhenger av skredfaglig skjønn og erfaring. Vurderingene skal alltid inkludere en grundig vurdering av flere viktige momenter som underbygger bruk og forståelse av geologiske data fra feltkartlegging, tidligere skredhendelser og annen historikk, vurderinger og modelleringer fram til fastsetting av faresoner. Disse er kort omtalt nedenfor.

3.1 Tidligere skredhendelser

Skred vil ofte gjenta seg der det har gått skred tidligere. Dette gjelder både de nesten årlige skredene og de sjeldnere hendelsene. Det å dokumentere tidligere skredhendelser er derfor svært viktig i en skredfarevurdering. Dette vil gi informasjon om hvilke områder som er mest utsatt for skred og kan også gi informasjon om den potensielle rekkevidden av skredene. Registrerte historiske skredhendelser er samlet i en Nasjonal skredatabase og vises på skrednett.no.

Skredhendelser finnes i den nasjonale skredhendelsesdatabasen på www.skrednett.no. Ytterligere kunnskap om de skredhendelser som skjedde omtrent i de siste 100 år, er fremskaffet gjennom samarbeid med Høyanger kommune og samtaler med lokalbefolkningen i forbindelse med feltarbeidet.

Ettersom faregrensene som skal settes er 1/100 år, 1/1000 år og 1/5000 år blir imidlertid den totale tidsperioden for de historiske skredhendelsene ofte for kort. Det er derfor viktig med en grundig kartlegging i terrenget og innhenting av geologiske data som kan gi informasjon om både nye og eldre skredhendelser.

I den geologiske kartleggingen (beskrevet i kapittel 3.4) legges det vekt på å kartlegge og beskrive skredløp og andre erosjonskanaler i terrenget, samt skredavsetninger i, langs og nedenfor skredløp.

3.2 Høydemodell, skyggekart og helningskart

En digital høydemodell (DHM) er en tredimensjonal digital representasjon av terrenget som gir informasjon om høyde over havet i hvert punkt av datasettet. Kartleggingsområdene på nordsiden av Sognefjorden er dekket med en høyoppløselig DHM generert fra flybasert laserskanning. Denne DHM er veldig nøyaktig med en oppløsning på 1 x 1 meter rutenett. I områdene på sørsiden av fjorden er det den landsdekkende DHM fra Kartverket med en oppløsning av 10 x 10 m som er brukt.

Skyggekart er en visningsmåte av en DHM som gir et relieffkart av terrenget. Skyggekart fra høyoppløselige DHM er svært nyttige i geologisk skredkartlegging for å avgrense skredbaner, løsneområder, skredavsetninger osv.

Helningskart er også beregnet fra en DHM og viser bratthet av terrenget for hvert punkt i datasettet i forhold til nabopunktene. Helningsvinkel spenner fra 0° (horisontalt) til 90° (vertikalt) og er en av de viktigste parameterne for å definere løsneområder for skred. Derfor er helningsvinkelen inndelt i flere klasser:

- 0° til 10°: mulige løsneområder for sørpeskred under spesielt ugunstige forhold
- 10° til 20°: mulige løsneområder for sørpeskred
- 20° til 25°: mulige løsneområder for jordskred under spesielt ugunstige forhold
- 25° til 30°: mulige løsneområder for jordskred
- 30° til 45°: mulige løsneområder for jordskred og snøskred
- 45° til 60°: mulige løsneområder for snøskred og steinsprang
- 60° til 90°: mulige løsneområder for steinsprang

3.3 Topografi, vegetasjon og klimaforhold

Topografiske parametere som helningsgrad, helningsretning, dreneringsområde og kurvatur er med i skredfarevurderingen og er relevante for alle skredtyper. Betydningen av helningsgrad m.h.t. kildeområder for ulike skredtyper er beskrevet i avsnittet over.

Helningsretning i kombinasjon med framherskende vindretning vil være avgjørende for akkumulasjon av snø, og dermed potensielle løsneområder for snøskred. Skredfaresonene skal imidlertid ta høyde for sjeldne hendelser som oppstår ved uvanlige vær-situasjoner, og skråninger som vanligvis ikke vil være lesider er derfor også inkludert.

Helningsgrad og dreneringsmønster har betydning for hvor utsatt terrenget er for jordskred og flomskred. Jo større dreneringsområdet er, desto slakere terrenghelning skal til for å utløse jordskred. Disse parameterne, sammen med terrengkurvatur, er tatt hensyn til i modelleringen av løsneområder og valideres i felt.

For dette arbeidet er det gjort en visuell og kvalitativ vurdering av vegetasjon fra flybilder og i felt. Vegetasjon har en betydelig effekt på faren for erosjon og utløsning av skred i bratte skråninger (Rankka og Fallsvik, 2003). Røtter er med på å forankre jorda, og vanninnhold og avrenningshastighet vil reduseres sammenlignet med uvegeterte områder. En tett vegetasjon vil i tillegg kunne fange opp materiale som eroderes høyere opp i skråningen. I områder med rotvelt vil jordskredfaren kunne øke fordi vann lett infiltrerer ned i bakken der jorda er blottlagt. Ung skog vil derfor være bedre enn gammel skog. Tidligere skredhendelser kan vises som skade på skogen. I tillegg kan hogstfelt i bratte områder øke faren for utløsning av jordskred og snøskred og for at steinsprang når bebyggelse.

Vannmetning av løsmassene er en av de viktigste faktorer for utløsning av jordskred. Forskning på norske forhold har vist at kritisk vanntilførsel før et løsmassedekke går til brudd, beregnet som andel av årsnedbør, er 5 % i løpet av 12 timer eller 8 % i løpet av 24 timer (Domaas og Hefre, 2012). Verdiene viser at det

er intense nedbørsepisoder som regnes som kritiske. I kapittel 2.3 presenteres en beskrivelse av de klimatiske forhold av betydning for jordskredutløsning.

3.4 Registreringskart

Analyse av tidligere skredhendelser i et område (fra isavsmeltningen etter siste istid og fram til i dag) er avhengig av kartlegging av landformer og løsmasser. For å effektivisere den begrensede tiden i felt, ble en forhåndskartlegging først utført ved hjelp av eksisterende data. Dette forarbeidet resulterte i et preliminært kart over landformer assosiert med alle skredprosesser som omfattes av denne faresonekartleggingen, ved hjelp av høyoppløste infrarøde flybilder i et digitalt 3-dimensionalt miljø (ArcGIS Stereo Analyst). Andre data som ble brukt er detaljerte kotekart og de digitale høydemodellene beskrevet i kapittel 3.2. Grunnet begrenset tid og størrelsen av kartleggingsområdene ble det ikke laget et heldekkende kvartærgeologisk kart, men potensielle skredløp, skredavsetninger (jordskredvifter, steinsprangsur, steinsprangblokker) og bratte området med bart fjell (kilder til steinsprang) ble kartfestet i et foreløpig registreringskart. Dette kartet fungerte som en basis for feltkontrollene, og har i ettertid blitt modifisert etter feltobservasjonene til et endelig registreringskart som går in i selve faresoneanalysen.

Registreringskartet ble ikke utarbeidet for området Ortnevik, da dette området ikke var dekket av laserskanning eller flybilder som kunne brukes til formålet.

3.5 Feltkartlegging

Feltkartlegging ble utført i perioden 2.- 8. juni 2013.

Feltarbeidet er en sentral del av skredfarekartlegging. Terrengformene er vesentlige for å identifisere kildeområder og kartlegge hvilken vei eventuelle skred følger nedover fjellsidene. Terrengformene vil også påvirke rekkevidden av skred, som for eksempel ruhetsforholdene langs terrengoverflaten og mulige skredløp.

Feltobservasjonene, og vurderingene fra feltarbeidet er basert på de aktuelle forholdene på befaringstidspunktet. Det gjøres oppmerksom på at eventuelle fremtidige større endringer i vegetasjonsforhold, terrengforhold (inkl. inngrep), håndtering av overflatevann osv, vil kunne endre skredfaren i forhold til det som er vurdert i denne rapporten.

3.5.1 Snøskred

Feltkartleggingen for snøskred hadde følgende hensikt:

- Løsneområder: Nærmere avgrense løsneområdene som på forhånd var identifisert ved hjelp av helningskart og flybildestudie (inkl. lokal vurdering av skogens evne til å hindre utløsning), og samle informasjon om utløsningsforhold ut fra skredhistorikk og lokal kunnskap (inkl. intervjuer til innbyggere).
- Skredbaner og utløpsområder: Registrere tegn etter skred gått i de siste tiårene og danne et generelt inntrykk av topografien med tanke på senere modellering av skreddynamikken.

3.5.2 Steinsprang og steinskred

Feltkartleggingen for steinsprang og steinskred omfatter følgende arbeid:

- Kildeområder: Registrering av tegn på steinsprangaktivitet, lokalisering av mulige steinsprangkilder (lokale ustabiliteter), bergart, oppsprekkingsgrad av fjellsiden, mulige størrelser av steinsprangblokker
- Utløpsområder: Beskrivelse av terrengforhold, vegetasjonstype og tetthet, registrering av størrelse på steinsprangblokker i avsetningene, andre tegn på steinsprangaktivitet (eks. tegn etter støt mot trær), innhenting av lokal kunnskap.

3.5.3 Jord-, flom- og sørpeskred

Historikk viser at mange områder i Høyanger er utsatt for sørpeskred som starter i slakere terreng høyt oppe i fjellet. Når sørpeskred beveger seg nedover til lavereliggende og brattere områder uten snø kan de utvikle seg til flomskred med stor eroderende kraft. Sørpeskred som går over i flomskred følger som regel bekkeløp som også kan være utsatt for rene flomskred, og det har i kartleggingsarbeidet i Høyanger vært naturlig å behandle disse skredtypene sammen. Dette vil si at sørpeskred, jordskred og flomskred er kombinert i faresonekart, da det ofte er vanskelig å skille disse prosessene fra hverandre.

Under feltarbeidet ble det lagt vekt på å undersøke områder med tydelige kanaler i fjellsiden, der det var kartlagt jord/flomskredvifter fra den digitale forhåndskartleggingen, og områder som kommer ut som potensielle jordskredområder i aktsomhetsmodelleringen.

3.6 Modellering for beregning av skredrekkevidde

Modellene for beregning av skredrekkevidde deles generelt inn i to grupper:

- a- Topografiske/statistiske modeller som tar utgangspunkt i fjellsidens lengdeprofil. Slike modeller finnes for både steinsprang og snøskred og er empiriske, dvs. de er basert på statistiske analyser av et relativt stort antall tidligere skredhendelser, der forskning har klart å identifisere et forhold mellom topografi og skredrekkevidde.
- b- Dynamiske modeller basert på fysiske og matematiske beskrivelser av skredbevegelsen. Slike modeller krever at brukeren selv bestemmer en rekke parametere som har betydning for beregningen. Den viktigste av dem er volumet som kan løsne i en hendelse med det gjentakintervallet som en ønsker å vurdere. Dette vil si at brukerdefinerte initiale forhold i stor grad vil avgjøre resultatet.

For mer informasjon om begge typer modeller og hvordan modeller utviklet for hver type skredprosess er brukt i det aktuelle kartleggingsarbeidet, henviser vi til kapittel 3.5 i det tekniske vedlegget til denne rapporten.

3.7 Fastsetting av faresoner

Faresoner fastsettes for skred med årlig sannsynlighet 1/100, 1/1000 og 1/5000 for den samlede sannsynlighet for alle typer skred.

Den endelige vurderingen av sannsynligheten for de ulike skredprosesser, scenarioer og beregnede skredutløp, har vært i stor grad basert på skredfaglig skjønn. Dette vil si at vektlegging av ulike datasett og opplysninger (eks. terrengobservasjoner, resultat av numerisk modellering, skredhistorikk) er skjønnsmessig tilpasset til de ulike skredbanene.

For mer om fastsetting av hver type skredprosess, henvises til kapittel 3.5 i tekniske vedlegg.

I den følgende beskrivelsen for hvert kartlagte område vil det kort redegjøres for hvilke vurderinger som ligger til grunn for utbredelsen av faresonene og dominerende skredtype innenfor områdene. Hvis flere skredtyper er med på å påvirke utbredelsen av faresonene vil dette omtales.

4 Område 1 – Høyanger

Kartlagt område strekker seg fra noe øst for gården Dale i nordøst, til Sandvika i sørvest ved Høyanger. Det kartlagte området omfatter også Håland og nedre del til samløpet av Hålandselva og Siplaelva. Områdene på sørsiden av Daleelva er ikke vurdert i denne rapporten, da det tidligere er godt kartlagt og gjort rede for i andre rapporter utført av bl.a. Norges Geotekniske Institutt.

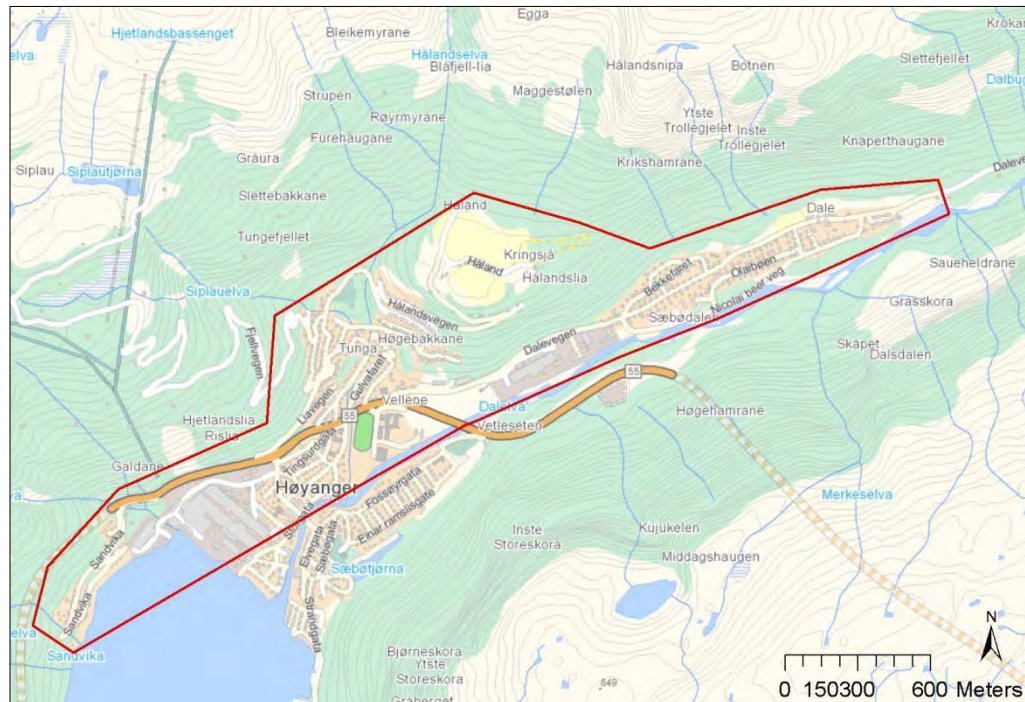


Fig. 4.1. Avgrensning av område 1 – Høyanger.

4.1 Skredfarevurdering

I Sandvika ligger den sørvestlige delen av bebyggelsen innenfor faresonen med årlig nominell sannsynlighet på 1/1000 for både snøskred og steinsprang. Deler av den østlige delen av bebyggelsen i Sandvika ligger innenfor 1/1000-faresonen for steinsprang. Jord-, flom- og sørpeskredfare i dette området knytter seg til elveløpene i Jungelva og Øyrelva, men ingen bolig ligger innenfor 1/1000-faresonen.

Industriområdet ved utløpet av Øyrelva ligger innenfor 1/1000-faresonen for jord-flom og sørpeskred. Steinsprang fra lia over industriområdet og sentrum vil stort sett stoppe i sikringsgjerdet eller ved fylkesveien. En liten del av industriområdet er vurdert til å ligge innenfor 1/1000-faresonen for steinsprang.

Snøskred samt jord-, flom- og sørpeskred fra fjellsiden nordvest for bebyggelsen ved Tunga/Hålandsvegen vil følge løpene til Siplaelva og Hålandselva. Bebyggelse ved kirkegården mellom elvene, ligger innenfor 1/1000-faresonen for snøskred og steinsprang. Tre av boligene ligger like utenfor 1/100-faresonen.

Videre langs Hålandsvegen øst for elva er det flere mindre skrenter hvor det er fare for steinsprang. En bolig ligger innenfor 1/1000-faresonen.

Bolighus øverst på Håland ligger delvis innenfor 1/1000-faresonen for snøskred.

Store deler av bebyggelsen langs Bekkefarete og Øvrevegen samt deler av industriområdet ligger innenfor 1/1000-faresonen for steinsprang. Her ligger også enkelte av boligene innenfor faresonen med årlig nominell sannsynlighet større enn 1/100 for steinsprang.

Både snøskred, sørpeskred og flomskred vil kunne nå ned til bebyggelsen under Trollagjelene, midtveis inn til Dale. Her ligger en del av husene innenfor 1/1000-faresonen. Noen av bygningene på Dale ligger også delvis innenfor faresonen for 1/1000 for snøskred og steinsprang.

Det er også fare for snøskred fra motsatt dalside ved Dale. Mindre skred vil stoppe i elva, men virkelig store skred vil kunne nå over elva til boligområdene. Et titalls hus samt deler av industriområdet er vurdert til å ligge innenfor 1/1000-faresonen for snøskred fra fjellsiden sør for elva.

For mer detaljert beskrivelse av de registrerte forholdene og de ulike faremomentene i dette kartleggingsområdet, henvises til kapittel 4 i rapportens tekniske vedlegg.

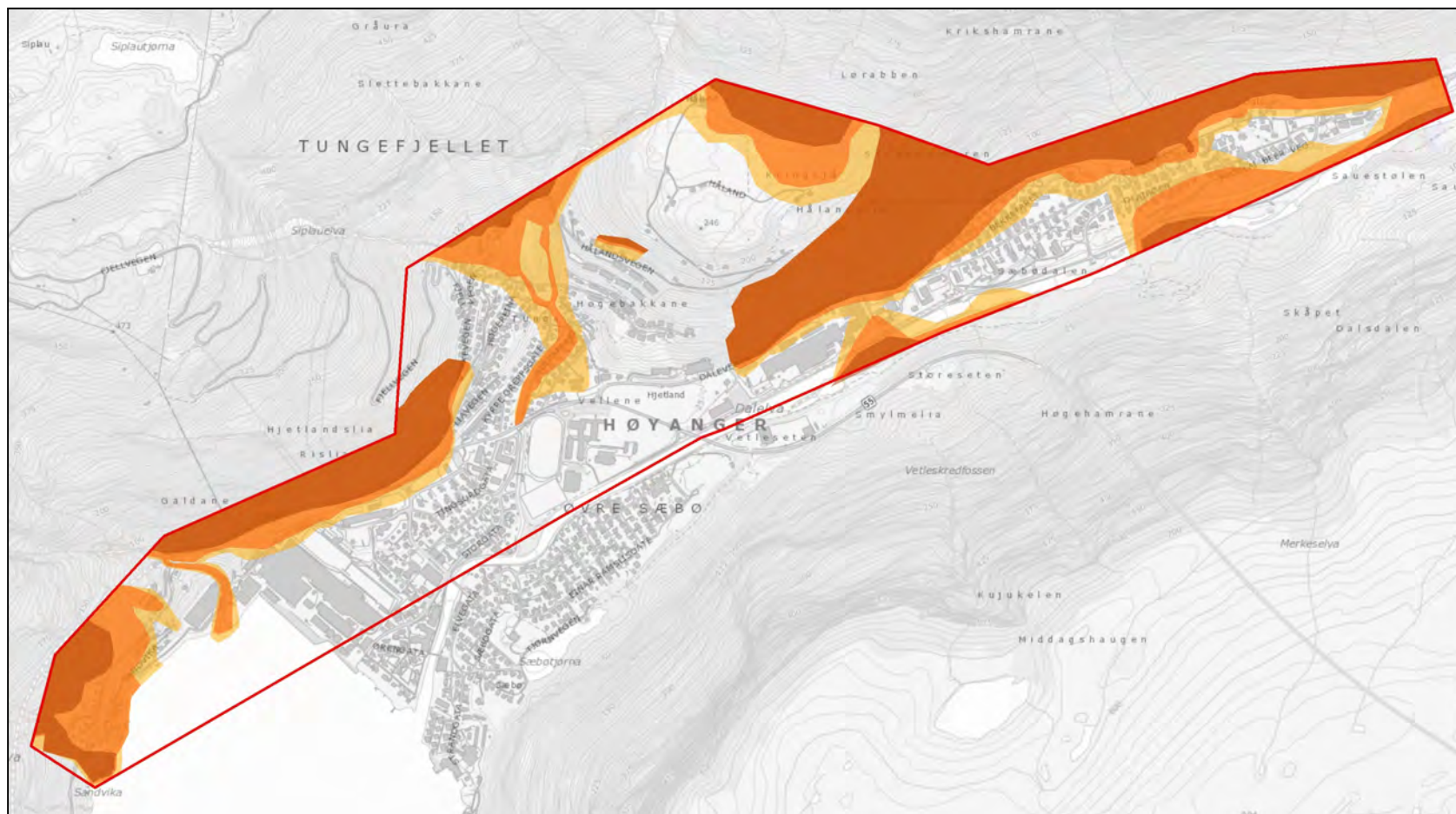


Fig. 4.2. Faresoner for samtlige aktuelle skredtyper i Høyanger (mørkest farge er 100-årsskred, middels farge er 1000-årsskred, lyseste farge er 5000-årsskred).

5 Område 2 – fra Kyrkjebø til Berge

Kartlagt område strekker seg ca. 6,5 km fra Indre Berge i øst til Ljotebø i vest Dalsiden over bebyggelsen strekker seg opp mot 500 moh. i vest og nesten 900 moh. i østre del. Helningen i dalsiden varierer, men det er store partier med gradient over 30° gjennom hele det kartlagte området. Dalsiden har både terrengformer med forsenkninger og rygger. Mange av forsenkningene samler vann i små bekker og større elver. De største elvene er Ljotebøelvi, Austreimselva, Ytrebergselva og Indrebergselva.



Fig.. 5.1. Avgrensning av område 2 – fra Kyrkjebø til Berge.

5.1 Skredfarevurdering

Større deler av området mellom Nygjerdet og Nordeide er karakterisert av skrenter med høyde på noen få titalls meter, der det har gått og er fare for nye steinsprang. Noen utfallsområder for 1/1000-faresonen for steinsprang kan berøre bebyggelsen. Det er også flere steder der steinsprang vil kunne treffe fylkesveien.

Ved Nygjerdet i Kyrkjebø er det foretatt hogst i et terrengparti bratt nok til at snøskred kan løsne. Skred fra dette området kan true bebyggelsen, og dette scenarioet vurderes spesielt aktuelt dersom ytterligere hogst foretas. Dette enten i det bratte området slik at løsneområdet blir større, eller nedenfor det eksisterende hogstfeltet slik at evt. skred i mindre grad bremses av skog. Ved gjenopprettelse av tett skog, vil snøskredfare her ikke lengre være aktuell. Siden faren er sterkt tilknyttet et inngrep som ikke nødvendigvis er varig, fastsettes ikke faresoner for snøskred, men det gjøres oppmerksom på faren tilknyttet hogst i bratt terreng ovenfor bebyggelse.

Ved Berge vurderes det ut fra både historikk, terreng- og vegetasjonsforhold at snøskred fra flere potensielle løsneområder kan løsne og nå gårdene. Dette gjelder i enda større grad fare for sørpeskred og flomskred, og disse områdene ligger innenfor 1/1000-faresonen.

Kanaliserte jordskred og flomskred, hovedsakelig langs eksisterende bekkeløp, vurderes også å kunne berøre bebyggelsen og fylkesveien flere steder mellom Kyrkjebø og Hersvika og ligger innenfor 1/1000-faresonen.

For mer detaljert beskrivelse av de registrerte forholdene og de ulike faremomentene i dette kartleggingsområdet, henvises til kapittel 5 i rapportens tekniske vedlegg.

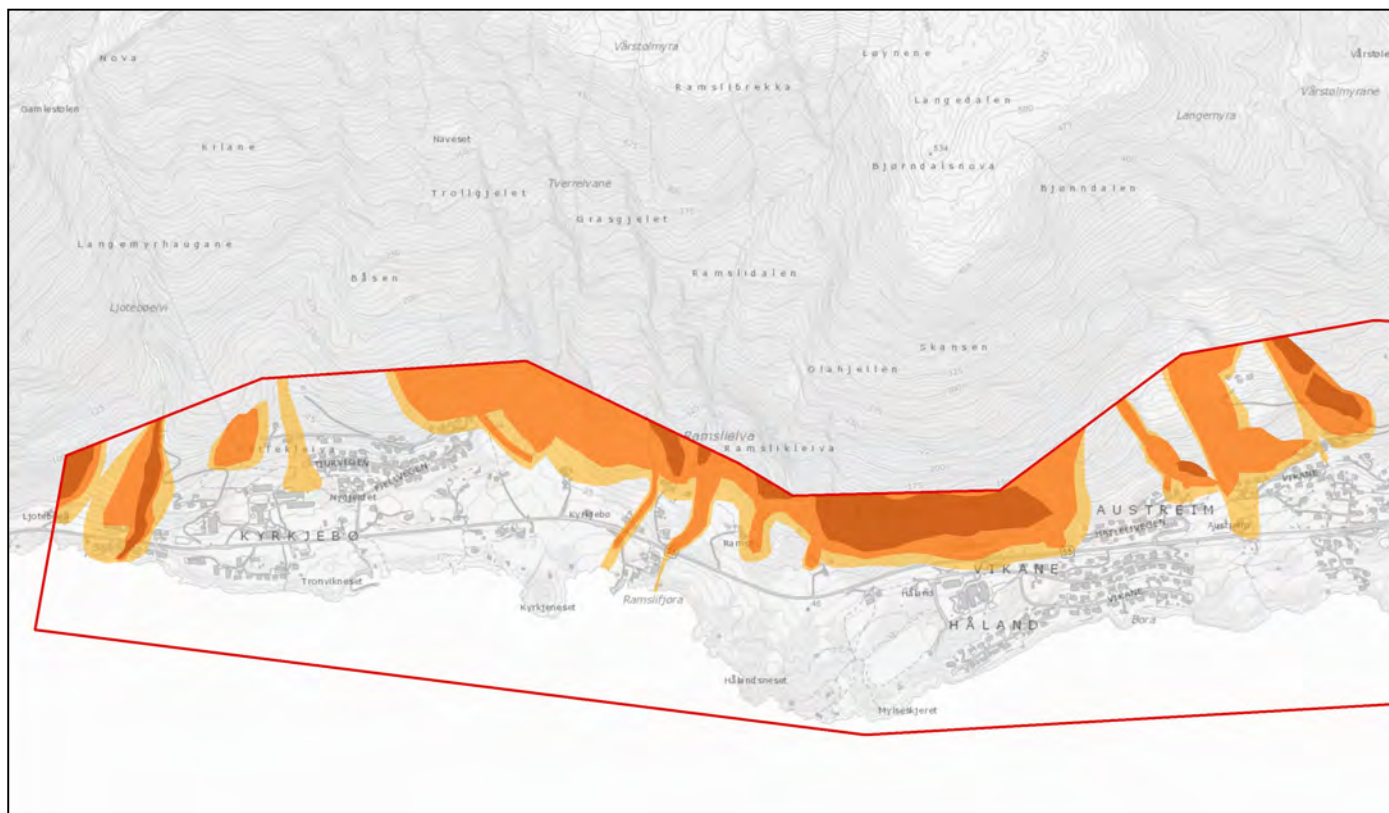


Fig. 5.3. Faresoner for alle aktuelle skredtyper i område Kyrkjebø – Berge, vestlig del (mørkest farge er 100-årsskred, middels 1000-årsskred, lysest 5000-årsskred).

6 Område 3 – Vadheim

Vadheim ligger innerst i den N-NØ-gående Vadheimfjorden omgitt av bratte dalsider og topper på 500-600 moh. Sentrum ligger på et sammensatt elvedelta dannet av tre elver; Hovlandselva som den største, Ytredalselva parallelt med E39, som begge renner mot sør gjennom markerte dalfører, og Kråkevikelva som kommer nesten direkte fra fjellene i øst.

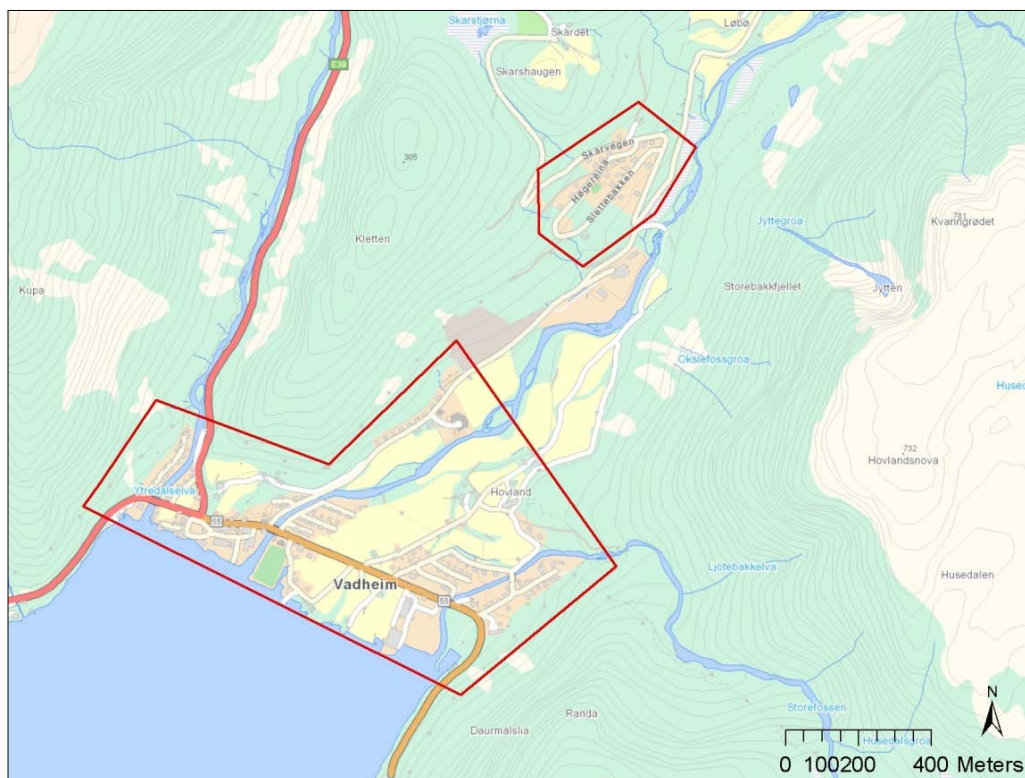


Fig. 6.1. Avgrensning av område 3 – Vadheim.

6.1 Skredfarevurdering

Det er snøskredbaner ved Vadheim på vestsiden av Hovlandsnova og Kvanngrodet som kommer ned mot østsiden av bebyggelsen fra en høyde på 650 - 700 m samt en skredbane i øst, som følger Ljotebakkkelva, der snøskred kan nå bebyggelse. Noen bygninger i disse områdene ligger innenfor 1/1000-faresonen for snøskred.

Fjellsiden vest for bebyggelsen har flere bratte, bare og relativt glatte bergflak som forventes å gi hyppige utglidninger av ny snø, uten å samle større mengder snø av betydning for fare for snøskred mot bebyggelsen. To bygninger nært elva ligger innenfor 1/1000-faresonen.

Det gjøres oppmerksom på at hogst i fjellsiden vest for elva, vil kunne øke faren for snøskred mot bebyggelsen.

Steinsprang vil forekomme fra den østvendte skråningen av Kletten. Skogen vil ha en viktig bremsende effekt på mindre hendelser, men det er tilfeller at større

blokker har kommet gjennom skogen de siste tiårene. Bebyggelsen under ligger innenfor 1/1000-faresonen for steinsprang og for jordskred.

Under den steile fjellveggen i øst ligger flere store steinsprangblokker, samt at det er rapportert om minst to mindre steinspranghendelser de siste tiårene. Flere av husene på den østligste husrekka ligger innenfor 1/1000-faresonen for steinsprang.

Steinsprang fra fjellveggen i vest vil som oftest stoppe på terrassen like ovenfor bebyggelsen, men det er dokumentert flere eksempler på at blokker også har kommet ned til bebyggelsen. Husene nærmest skråningen ligger innenfor 1/1000-faresonen for steinsprang.

Gjennom Skårvegen boligfelt nord for sentrum renner en liten bekk fra det myrlendte området ved Skarshaugen. Sørpeskred og flomskred langs bekkefare kan ved store nedbørmengder eller om et sørpeskred utløses ved myrområdet utgjøre en fare for den midtre delen av bebyggelsen, spesielt dersom stikkrennen gjennom veien tettes. Under feltkartlegging ble det notert at utløpet av myrområdet er preget av skrot, og at bekken som her er lagt i et rør under veg er dårlig dimensjonert og lite vedlikeholdt.

Langs Kråkelva i øst kan det oppstå stor flom med tilhørende fare for flomskred ved sterk nedbør eller ved evt. sørpeskred. I den nedre del av Kråkelva er det tegn på at det tidligere, eller i perioder, har vært stor vannføring. Denne delen har lenge hatt erosjonssikring, og senest våren 2014 startet arbeidet med reparasjon etter siste flom- og skredhendelser. Område lags Kråkelva ligger innenfor 1/5000-faresonen.

For mer detaljert beskrivelse av de registrerte forholdene og de ulike faremomentene i dette kartleggingsområdet, henvises til kapittel 6 i rapportens tekniske vedlegg.

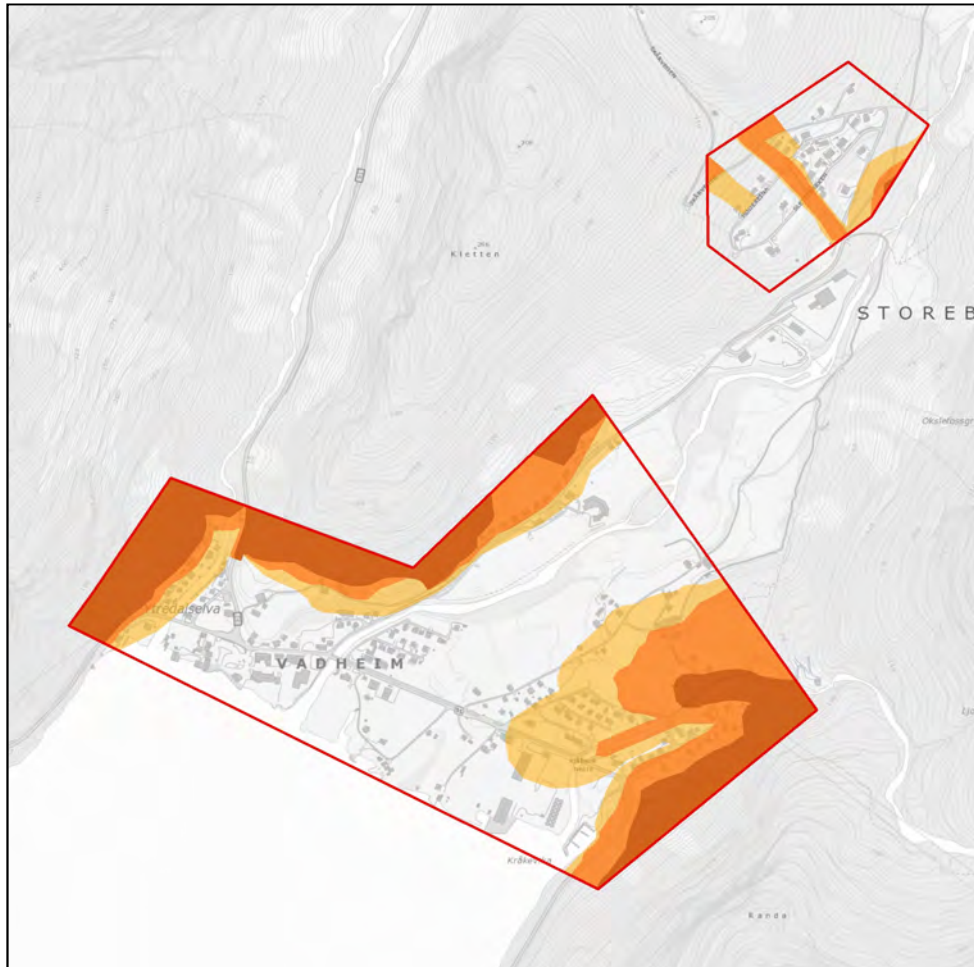


Fig. 6.2. Faresoner for samtlige aktuelle skredtyper i område Vadheim(mørkest farge er 100-årsskred, middels farge er 1000-årsskred, lysest farge er 5000-årsskred).

7 Område 4 – Føsund, Hest

Kartlagt område strekker seg på begge sider langs Føsundet, i vest fra Oslandshamna i nord forbi Bjordal skole i sør, og på østsiden over bebygd område i Hest. Det er bratte fjellsider på begge sider, og vest for Osland er det en større gryte som drenerer mot øst og ned i Oslandselva.



Fig. 7.1. Avgrensning av område 4 – Føsund, Hest.

7.1 Skredfarevurdering

Snøskred fra flere løseområder i gryta som heller ned mot Oslandselva kan nå bebyggelsen, men ingen hus er vurdert til å ligge innenfor en årlig nominell sannsynlighet på 1/1000. Flømskred og sørpeskred vil kunne følge elveløpet helt ut til sjøen, men dette er hendelser med mindre årlig nominell sannsynlighet enn 1/1000.

I lia vest for Osland og Føsund kan en forvente en del steinsprangaktivitet, men ingen bebyggelse ligger innenfor en årlig nominell sannsynlighet på 1/1000. Tre bekkeløp i denne lia vil kunne være utsatt for jord- og flømskred, men kun ett hus ligger helt i utkanten av faresonen for 1/1000 for den nordligste av disse.

Helt nordøst på denne siden av fjorden, ved Valeberg, er det et mindre løseområde. Steinsprang herfra vil kunne nå ned til et hus helt mot utkanten av kartleggingsområdet, innenfor 1/1000-faresonen.

I fjellsiden på østsiden av sundet er steinsprang aktuell faretype. Helt i nordøst kan steinsprang nå bebyggelse med en større årlig nominell sannsynlighet enn 1/1000. Mot utkanten av det kartlagte området samsvarer denne grensa med fylkesveien.

Under feltarbeidet ble vi gjort oppmerksomme på en enkeltstående bolig som later til å ligge skredutsatt. Eiendommen ligger like over veien inn til Førde, under fjellet Hestkamben, utenfor områdeavgrensingen for vårt skredfarekartleggingsarbeid, så noen fullstendig kartlegging er ikke foretatt her. Eiendommen ansees imidlertid å ligge veldig utsatt for steinsprang, og det anbefales derfor særskilt vurdering av denne med tanke på evt. risikoreduserende tiltak.

For mer detaljert beskrivelse av de registrerte forholdene og de ulike faremomentene i dette kartleggingsområdet, henvises til kapittel 8 i rapportens tekniske vedlegg.

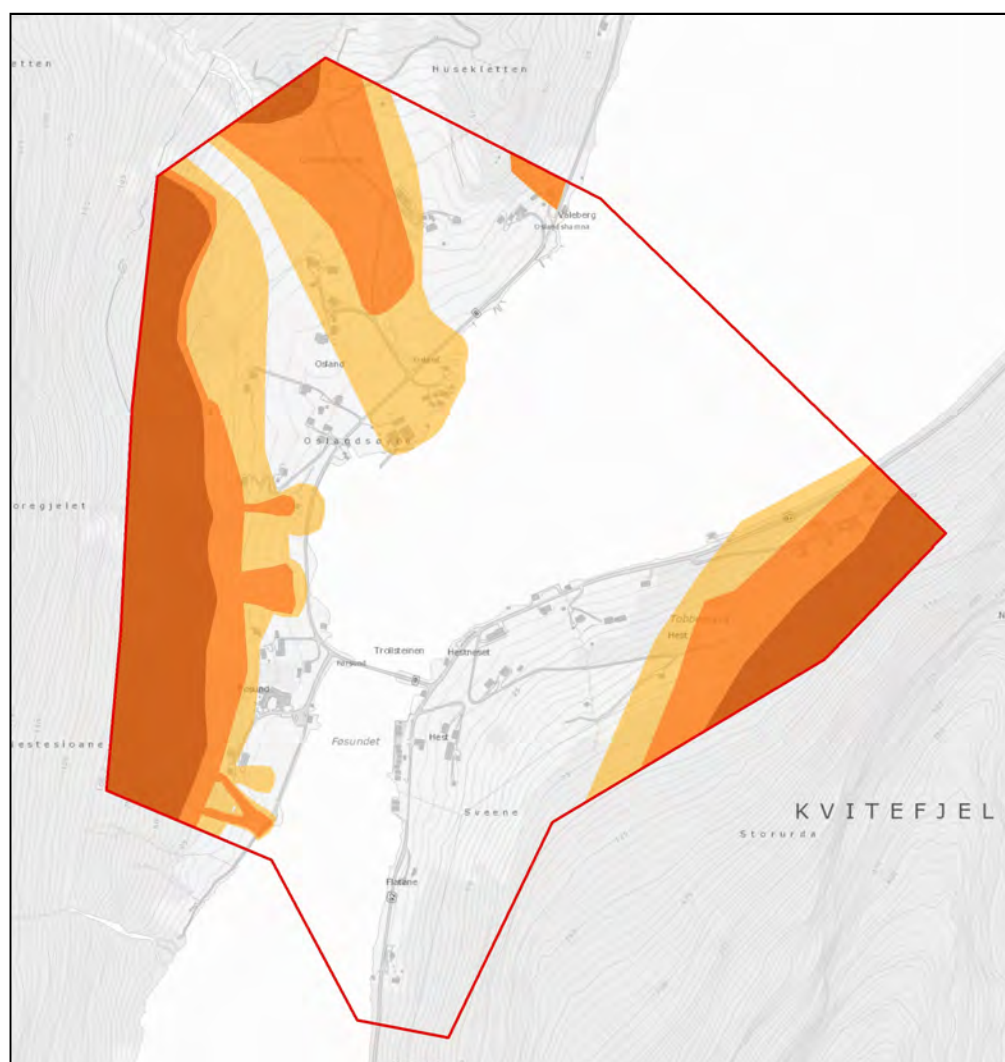


Fig. 7.2. Faresoner for samtlige aktuelle skredtyper i område Føsund – Hest (mørkest farge er 100-årsskred, middels farge er 1000-årsskred, lyseste farge er 5000-årsskred).

8 Område 5 – Bjordal

Det kartlagte området i Bjordal strekker seg fra dalmunningen ca. 1,5 km innover i dalen.

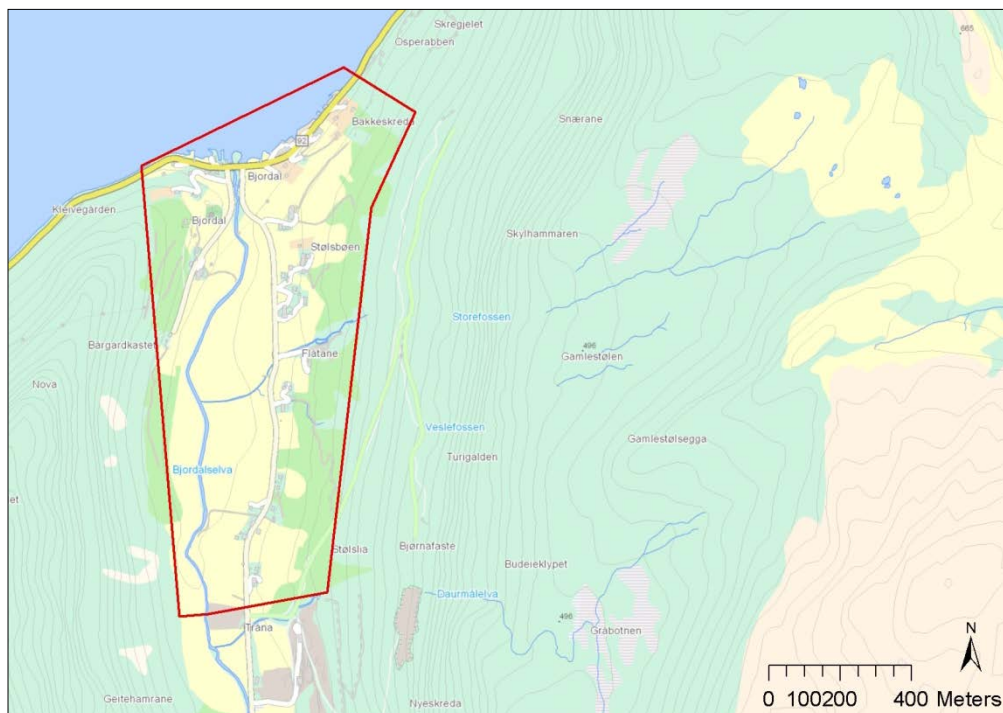


Fig. 8.1. Avgrensning av område 5 – Bjordal.

8.1 Skredfarevurdering

Snøskred vurderes ikke å være et faremoment av betydning i dette området. Steinsprang er en aktiv prosess i store deler av området, både på fjellsiden i vest og spesielt den i øst, men vurderes ikke å kunne gi skader i selve bebyggelsen.

Noen bygninger på Flåtane og lengre sør på lokalitet Skreda ligger innenfor 1/1000-faresonen for jord- og flomskred.

For mer detaljert beskrivelse av de registrerte forholdene og de ulike faremomentene i dette kartleggingsområdet, henvises til kapittel 9 i rapportens tekniske vedlegg.

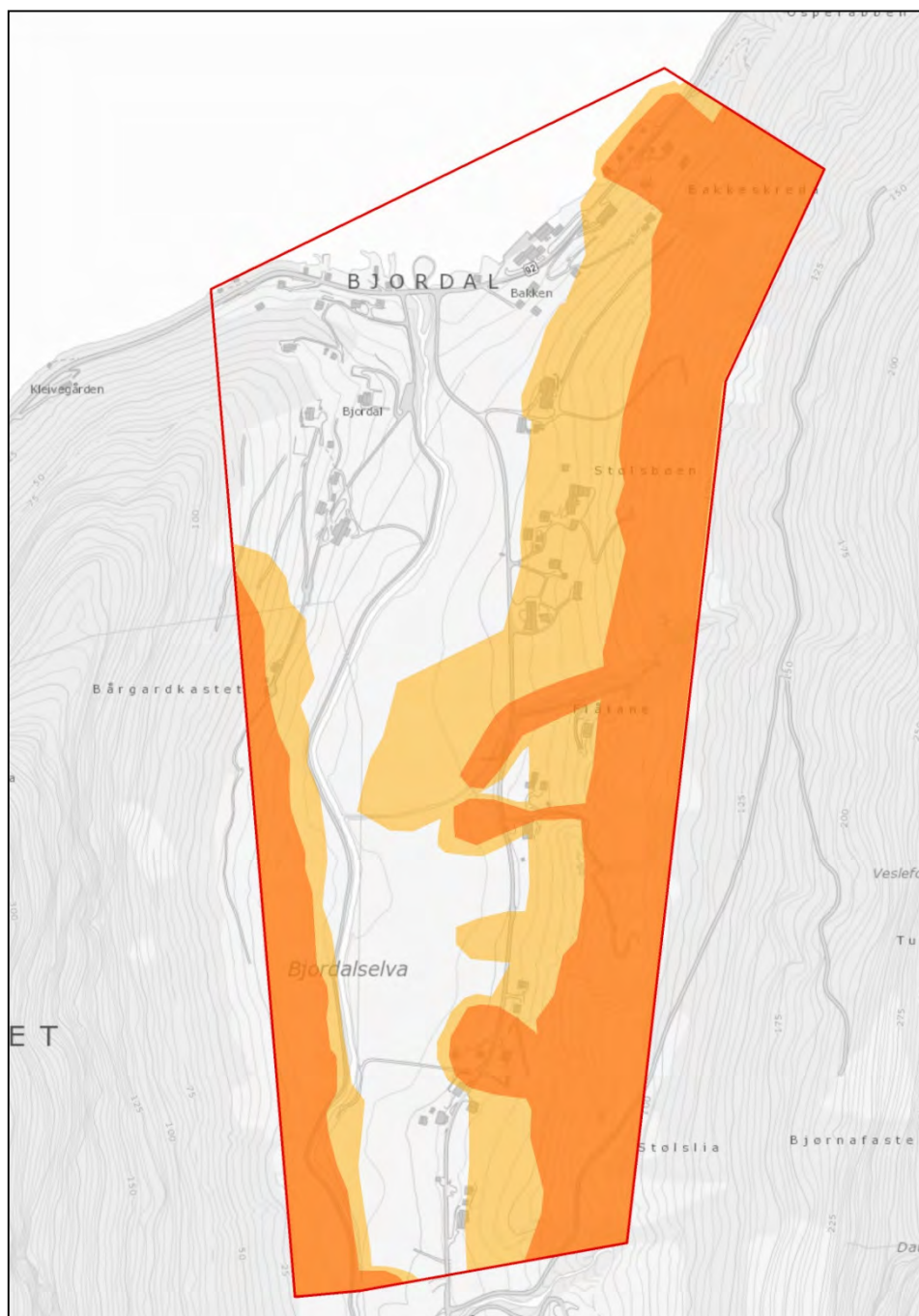


Fig. 8.2. Kombinerte faresoner for samtlige aktuelle skredtyper i område Bjordal (middels farge er 1000-årsskred, lysest farge er 5000-årsskred).

9 Område 6 – Ortnevik

Det kartlagte området strekker seg fra Ortnevik ca. 1,5 km innover til begynnelsen av Vassdalen.

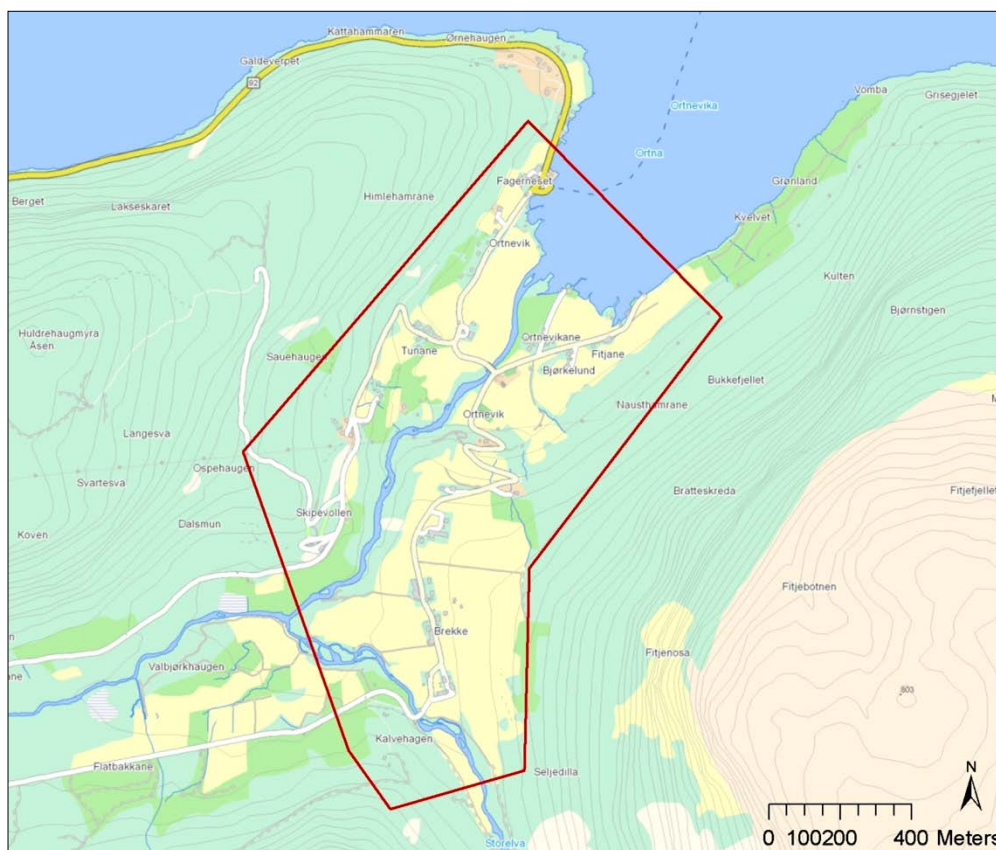


Fig. 9.1. Avgrensning av område 6 – Ortnevik.

9.1 Skredfarevurdering

På vestsiden av Ortnevik er steinsprang den mest aktive skredprosessen. Noen få bygninger ligger innenfor 1/1000-faresonen. Lengre sør, i delen av bebyggelsen ved foten av Sauehaugen, er det noen boliger som ligger innenfor 1/1000-faresonen t for jord- og flomskred

På østsiden av dalen er både snø-, stein-, jord- og flomskred aktuelle faremomenter. Ut fra historikk, terrengobservasjoner og utført modellering vurderes den årlige nominelle sannsynligheten for skader de fleste steder å være mindre enn 1/1000. To bolighus ligger innenfor 1/1000-faresonen

For mer detaljert beskrivelse av de registrerte forholdene og de ulike faremomentene i dette kartleggingsområdet, henvises til kapittel 10 i rapportens tekniske vedlegg.

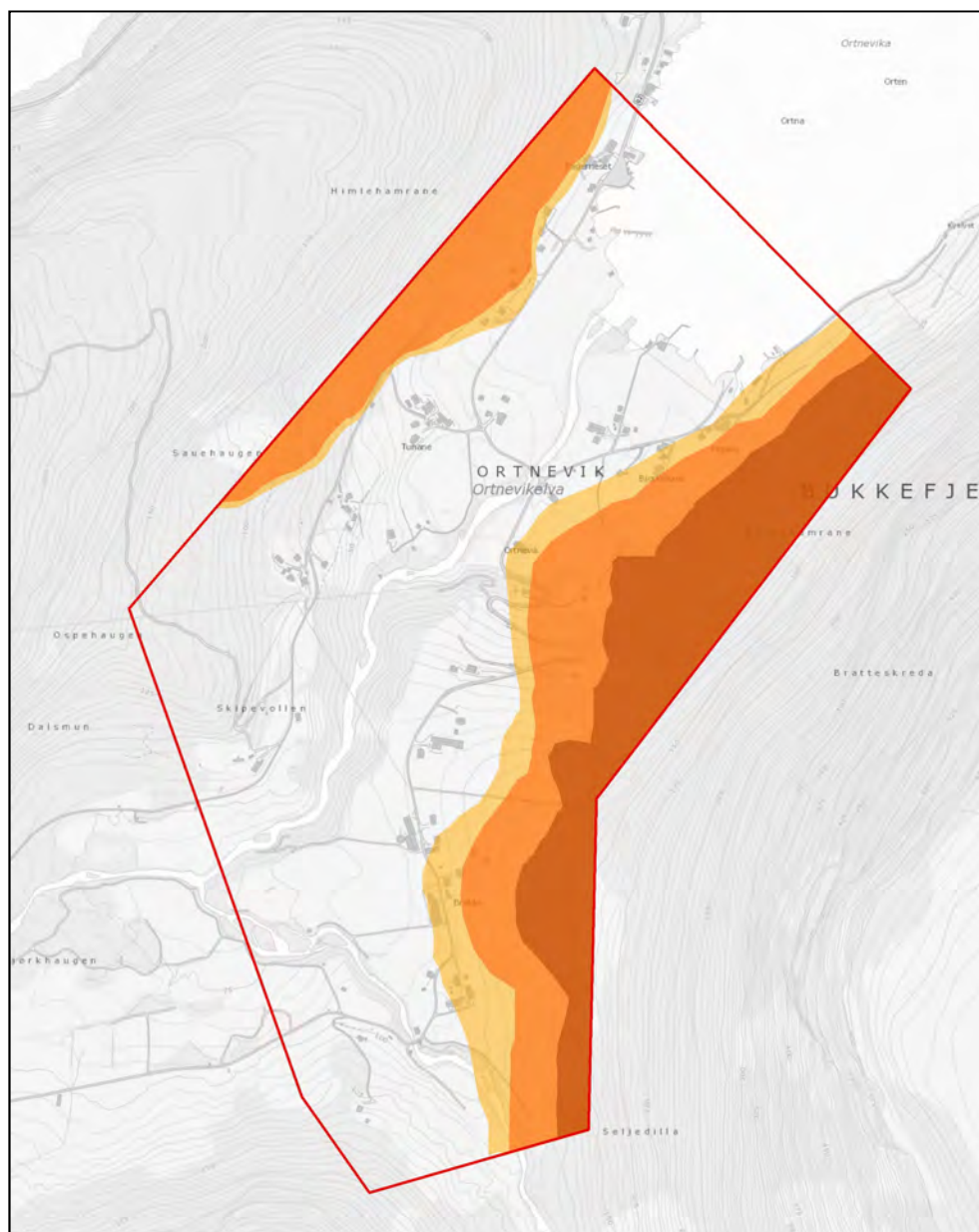


Fig. 9.2. Faresoner for samtlige aktuelle skredtyper i område Ortnevik (mørkest farge er 100-årsskred, middels farge er 1000-årsskred, lysest farge er 5000-årsskred).

Utgitt i Rapportserien i 2014

- Nr. 1 Analyse av energibruk i forretningsbygg. Formålsdeling. Trender og drivere
- Nr. 2 Det høyspente distribusjonsnett. Innsamling av geografiske og tekniske komponentdata
- Nr. 3 Naturfareprosjektet Dp. 5 Flom og vann på avveie. Dimensjonerende korttidsnedbør for Telemark, Sørlandet og Vestlandet: Eirik Førland, Jostein Mamen, Karianne Ødemark, Hanne Heiberg, Steinar Myrabø
- Nr. 4 Naturfareprosjektet: Delprosjekt 7. Skred og flomsikring. Sikringstiltak mot skred og flom
Befaring i Troms og Finnmark høst 2013
- Nr. 5 Kontrollstasjon: NVEs gjennomgang av elsertifikatordningen
- Nr. 6 New version (v.1.1.1) of the seNorge snow model and snow maps for Norway. Tuomo Saloranta
- Nr. 7 EBO Evaluering av modeller for klimajustering av energibruk
- Nr. 8 Erfaringer fra ekstremværet Hilde, november 2013
- Nr. 9 Erfaringer fra ekstremværet Ivar, desember 2013
- Nr. 10 Kvartalsrapport for kraftmarknaden. 4. kvartal 2013. Ellen Skaansar (red.)
- Nr. 11 Energibruksrapporten 2013
- Nr. 12 Fjernvarmens rolle i energisystemet
- Nr. 13 Naturfareprosjektet Dp. 5 Flom og vann på avveie. Karakterisering av flomregimer. Delprosjekt. 5.1.5
- Nr. 14 Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire. En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer
- Nr. 15 Tilleggsrapport: Oppsummering av Energimyndighetens og NVEs gjennomgang av elsertifikatordningen
- Nr. 16 Flomberegning for Nesttunvassdraget (056.3Z). Thomas Væringstad
- Nr. 17 Årsrapport for tilsyn
- Nr. 18 Verktøyprosjektet - hydrologi 2010-2013. En oppsummering av aktiviteter og resultater. Erik Holmqvist (red.)
- Nr. 19 Flom og jordskred i Nordland og Trøndelag desember 2013. Elin Langsholt, Erik Holmqvist, Delia Welle Kejo
- Nr. 20 Vindkraft i produksjon i 2013
- Nr. 21 FoU-prosjekt 81072 Pilotstudie: Snøskredfarekartlegging med ATES (Avalanche Terrain Exposure Scale)
Klassifisering av snøskredterreng for trygg ferdsel
- Nr. 22 Naturfareprosjektet: Delprosjekt 3.1. Hvordan beregne ekstremverdier for gitte gjentakintervaller?
Manual for å beregne returverdier av nedbør for ulike gjentakintervaller (for ikke-statistikker)
- Nr. 23 Flomsonekart Delprosjekt Tuv. Kjartan Orvedal, Julio Pereira
- Nr. 24 Summary of the review of the electricity certificates system by the Swedish Energy Agency and
the Norwegian Water Resources and Energy Directorate (NVE)
- Nr. 25 Landsomfattende mark- og grunnvannsnett. Drift og formidling 2011. Jonatan Haga Per Alve Glad
- Nr. 26 Naturfareprosjektet: Delprosjekt 1 Naturskadestrategi. Sammenligning av risikoakseptkriterier for skred
og flom. Utredning for Naturfareprogrammet (NIFS)
- Nr. 27 Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire. Skredfarekartlegging i strandsonen
- Nr. 28 Naturfareprosjektet Dp. 5 Flom og vann på avveie. "Kvistdammer" i Slovakia.
Små terskler laget av stedegent materiale, erfaringer fra studietur for mulig bruk i Norge
- Nr. 29 Reestablishing vegetation on interventions along rivers. A compilation of methods and experiences
from the Tana River valley
- Nr. 30 Naturfareprosjektet Dp. 5 Flom og vann på avveie. Karakterisering av flomregimer
- Nr. 31 Småkraftverk: Tetthet og reproduksjon av ørret på utbygde strekninger med krav om minstevannføring
Svein Jakob Saltveit og Henning Pavels
- Nr. 32 Kanalforvaltningen rundt 1814 – del av en fungerende statsadministrasjon for det norske
selvstendighetsprosjektet. Grunnlovsjubileet 2014
- Nr. 33 Museumsordningen 10 år
- Nr. 34 Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire. Skredfarekartlegging i strandsonen -videreføring
- Nr. 35 Naturfareprosjektet Dp. 5 Flom og vann på avveie. Karakterisering av flomregimer
Delprosjekt. 5.1.5. Revisjon av rapport 13-2014
- Nr. 36 Kvartalsrapport for kraftmarknaden 1. kvartal 2014. Gudmund Bartnes (red.)

- Nr. 37 Preliminary regionalization and susceptibility analysis for landslide early warning purposes in Norway
- Nr. 38 Driften av kraftsystemet 2013
- Nr. 39 Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire. Effekt av progressivbruddutvikling for utbygging i områder med kvikkleire: Sensitivitetsanalyse basert på data fra grunnundersøkelser på vegstrekningen Sund-Bradden i Rissa
- Nr. 40 Naturfareprosjektet DP. 6 Kvikkleire. Effekt av progressiv bruddutvikling for utbygging i områder med kvikkleire: Sensitivitetsanalyse-1
- Nr. 41 Bioenergi i Norge
- Nr. 42 Naturfareprosjektet Dp. 5 Flom og vann på avveie. Dimensjonerende korttidsnedbør for Møre og Romsdal, Trøndelag og Nord-Norge. Delprosjekt. 5.1.3
- Nr. 43 Terskelstudier for utløsning av jordskred i Norge. Oppsummering av hydrometeorologiske terskelstudier ved NVE i perioden 2009 til 2013. Søren Boje, Hervé Colleuille og Graziella Devoli
- Nr. 44 Regional varslings av jordskredfare: Analyse av historiske jordskred, flomskred og sørpeskred i Gudbrandsdalen og Ottadalen. Nils Arne K. Walberg, Graziella Devoli
- Nr. 45 Flomsonekart. Delprosjekt Hemsedal, Martin Jespersen, Rengifo Ortega, Julio H. Pereira Sepulveda
- Nr. 46 Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire. Mulighetsstudie om utvikling av en nasjonal blokkprøvedatabase
- Nr. 47 Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire. Detektering av sprøbruddmateriale ved hjelp av R-CPTU
- Nr. 48 En norsk-svensk elsertifikatmarknad. Årsrapport 2013
- Nr. 49 Øvelse Østlandet 2013. Evalueringsrapport
- Nr. 50 Et norsk-svensk elsertifikatmarked. Årsrapport 2013
- Nr. 51 Forslag til nytt vekstsystem i modellen for å fastsette kostnadsnormer i regionalnettene
- Nr. 52 Jord- og sørpeskred i Sør-Norge mai 2013. Monica Sund
- Nr. 53 Årsrapport for utførte sikrings- og miljøtiltak for 2013
- Nr. 54 Naturfareprosjekt DP. 1 Naturskadestrategi Samarbeid og koordinering vedrørende naturfare. En ministudie av Fellesprosjektet E6-Dovrebanen og Follobanen
- Nr. 55 Naturfareprosjektet DP.6 Kvikkleire. Effekt av progressiv bruddutvikling for utbygging i områder med kvikkleire: Numerisk metode for beregning av udrenert brudd i sensitive materialer
- Nr. 56 Naturfareprosjektet DP.6 Kvikkleire. Effekt av progressiv bruddutvikling for utbygging i områder med kvikkleire: Tilbakeregning av Vestfossenskredet
- Nr. 57 Naturfareprosjektet DP.6 Kvikkleire. Sikkerhet ifm utbygging i kvikkleireområder: Effekt av progressiv bruddutvikling i raviner
- Nr. 58 Naturfareprosjektet DP.6 Kvikkleire. Sikkerhet ifm utbygging i kvikkleireområder: Sannsynlighet for brudd med prosentvis forbedring
- Nr. 59 Naturfareprosjektet DP.6 Kvikkleire. Likestilling mellom bruk av absolutt material faktor og av prosentvis forbedring: bruk av spenningsendring for å definere lokalskred og områdeskred
- Nr. 60 Skredfarekartlegging i Høyanger kommune

Skredfarekartlegging i Høyanger kommune

- Teknisk vedlegg -

Rapport nr 60-2014 (Teknisk vedlegg)

Skredfarekartlegging i Høyanger kommune

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Redaktør: Andrea Taurisano

Forfattere: Terje H. Bargel, Yngve Midtun, Galina Ragulina
(klimaanalyser), Lena Rubensdotter, Kari Sletten, Andrea
Taurisano, Jaran Wasrud, Freddy Yugsi

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag:

Forsidefoto:

Sammendrag: Det er utarbeidet faresonekart for skred i bratt terreng for utvalgte områder i Høyanger kommune, Sogn og Fjordane fylke

Emneord: Faresonekart, flomskred, Høyanger, jordskred, skred, snøskred, steinskred, steinsprang, sørpeskred

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no

Januar 2013

Innhold

Innledning.....	7
1 Formål, detaljnivå og bruk av kartene	7
2 Oversikt	7
2.1 Oversikt over kartleggingsområdene.....	7
2.2 Topografi, geologi, geomorfologi.....	8
2.3 Klima	11
3 Metodikk for utarbeidelse av faresoner	18
3.1 Tidligere skredhendelser.....	18
3.2 Høydemodell, skyggekart og helningskart.....	18
3.3 Topografi, vegetasjon og klimaforhold	19
3.4 Feltkartlegging	19
3.4.1 Snøskred	20
3.4.2 Steinsprang og steinskred.....	20
3.4.3 Jord- og flom- / sørpeskred	20
3.5 Modeller for beregning av skredrekkevidde.....	21
3.5.1 Modeller for snøskred	21
3.5.2 Modeller for steinsprang og steinskred.....	22
3.5.3 Modeller for jordskred og flom- / sørpeskred	23
3.6 Vurderinger og vektlegging av ulike datasett ved fastsetting av faregrenser	26
3.6.1 Snøskred	26
3.6.2 Steinsprang og steinskred.....	26
3.6.3 Jord-og flom-/sørpeskred	27
4 Område 1 – Høyanger.....	28
4.1 Geomorfologi og løsmasser	28
4.2 Skredhistorikk	29
4.3 Snøskred	31
4.3.1 Observasjoner.....	31
4.3.2 Modelleringsarbeid.....	34
4.3.3 Skredfarevurderinger	36
4.4 Steinsprang og steinskred.....	38
4.4.1 Observasjoner.....	38
4.4.2 Modelleringsarbeid.....	46
4.4.3 Skredfarevurderinger	48
4.5 Jordskred og flom-/sørpeskred	50
4.5.1 Observasjoner.....	50
4.5.2 Modelleringsarbeid.....	59
4.5.3 Skredfarevurdering	60
5 Område 2 – fra Kyrkjebø til Berge	63
5.1 Geomorfologi og løsmasser	63
5.2 Skredhistorikk	65
5.3 Snøskred	67

5.3.1	Observasjoner.....	67
5.3.2	Modelleringsarbeid.....	70
5.3.3	Skredfarevurderinger	72
5.4	Steinsprang og steinskred.....	73
5.4.1	Observasjoner.....	73
5.4.2	Modelleringsarbeid.....	76
5.4.3	Skredfarevurderinger	77
5.5	Jordskred og flom-/sørpeskred.....	77
5.5.1	Observasjoner.....	77
5.5.2	Modelleringsarbeid.....	90
5.5.3	Skredfarevurdering.....	92
6	Område 3 – Vadheim.....	96
6.1	Geomorfologi og løsmasser	96
6.2	Skredhistorikk	96
6.3	Snøskred	97
6.3.1	Observasjoner.....	97
6.3.2	Modelleringsarbeid.....	98
6.3.3	Skredfarevurderinger	99
6.4	Steinsprang og steinskred.....	101
6.4.1	Observasjoner.....	101
6.4.2	Modelleringsarbeid.....	103
6.4.3	Skredfarevurderinger	106
6.5	Jordskred og flom-/sørpeskred.....	108
6.5.1	Observasjoner.....	108
6.5.2	Modelleringsarbeid.....	115
6.5.3	Skredfarevurdering.....	115
7	Område 4 – Føsund, Hest.....	116
7.1	Geomorfologi og løsmasser	116
7.2	Skredhistorikk	119
7.3	Snøskred	119
7.3.1	Observasjoner.....	119
7.3.2	Modelleringsarbeid.....	120
7.3.3	Skredfarevurderinger	121
7.4	Steinsprang og steinskred.....	122
7.4.1	Observasjoner.....	122
7.4.2	Modelleringsarbeid.....	122
7.4.3	Skredfarevurderinger	124
7.5	Jordskred og flom-/sørpeskred.....	127
7.5.1	Observasjoner.....	127
7.5.2	Modelleringsarbeid.....	130
7.5.3	Skredfarevurdering.....	130
8	Område 5 – Bjordal	132
8.1	Geomorfologi og løsmasser	132
8.2	Skredhistorikk	133
8.3	Snøskred	133
8.3.1	Observasjoner.....	133

8.3.2	Skredfarevurderinger	135
8.4	Steinsprang og steinskred.....	135
8.4.1	Observasjoner.....	135
8.4.2	Modelleringsarbeid.....	139
8.4.3	Skredfarevurderinger	140
8.5	Jordskred og flom-/sørpeskred	140
8.5.1	Observasjoner.....	140
8.5.2	Modelleringsarbeid.....	147
8.5.3	Skredfarevurdering	147
9	Område 6 – Ortnevik.....	150
9.1	Geomorfologi og løsmasser	150
9.2	Skredhistorikk	150
9.3	Snøskred	150
9.3.1	Observasjoner.....	150
9.3.2	Modelleringsarbeid.....	152
9.3.3	Skredfarevurderinger	153
9.4	Steinsprang og steinskred.....	154
9.4.1	Observasjoner.....	154
9.4.2	Modelleringsarbeid.....	158
9.4.3	Skredfarevurderinger	158
9.5	Jordskred og flom-/sørpeskred	158
9.5.1	Observasjoner.....	158
9.5.2	Modelleringsarbeid.....	162
9.5.3	Skredfarevurdering	162
10	Kartbilag.....	163

25.06.2014 08:13

Innledning

Dette dokumentet presenterer detaljert teknisk dokumentasjon som er grunnlaget til vurderingene oppsummert i rapporten "Skredfarekartlegging i Høyanger kommune". Dette vedlegget beholder den samme strukturen og stort sett samme kapittelinnstillingen som rapporten, slik at det skal være lettere å navigere mellom de to dokumentene.

1 Formål, detaljnivå og bruk av kartene

Kartleggingen presentert i rapporten og i dette vedlegget, fokuserer på samtlige skredprosesser unntatt fjellskred med skredgenererte flodbølger og kvikkleireskred. Kartleggingen benytter de metodene som er vanlige ved faresonekartlegging, dvs. kart- og flybildestudie, feltbefaringer og modellering i den graden det er vurdert nødvendig.

Kartene er i henhold til byggeteknisk forskrift (TEK 10), dvs. viser områdene der den nominelle årlige sannsynligheten for skader eller vesentlige ulemper er vurdert å være på 1/100, 1/1000 og 1/5000. I fremtidig kommunalt planarbeid bør disse kartene derfor brukes istedenfor aktsomhetskartene.

2 Oversikt

2.1 Oversikt over kartleggingsområdene

Arbeidet fokuserte på 6 områder med bebyggelse på begge sider av Sognefjorden. Områdene er vist i Fig.2.1.1 og omhandles i egne kapitler (Kap. 4 – 10).

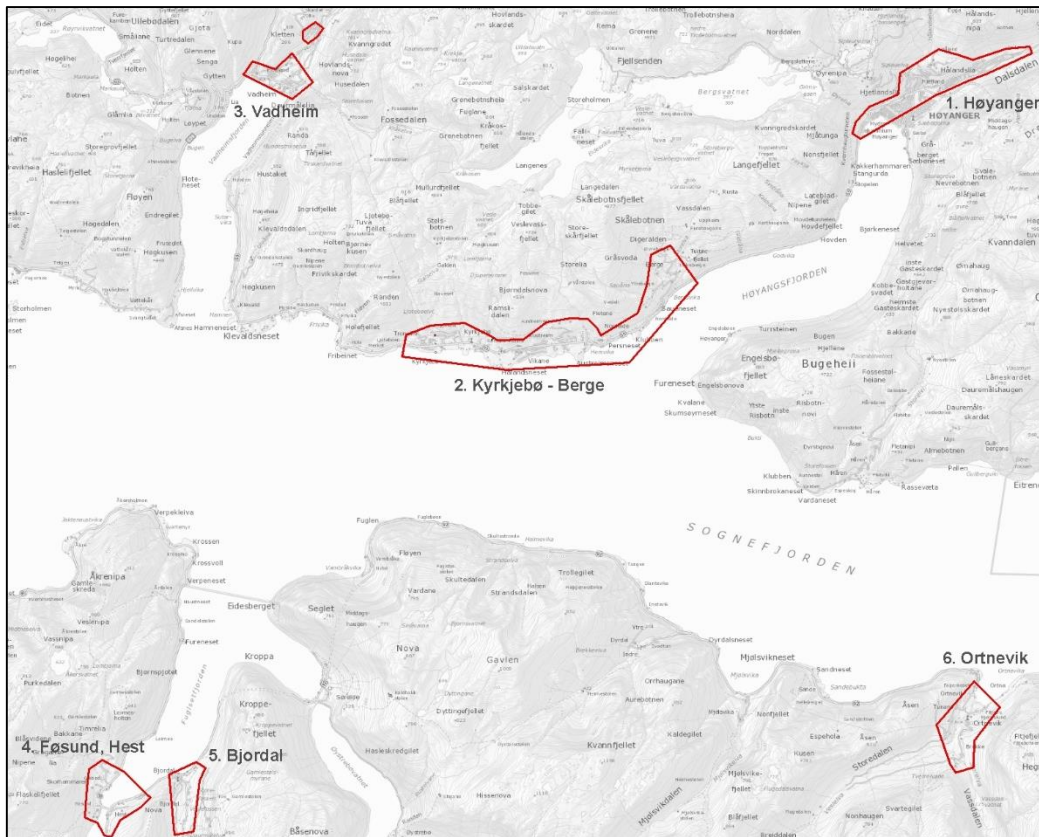


Fig. 2.1.1 Oversikt over kartleggingsområdene

2.2 Topografi, geologi, geomorfologi

Høyanger kommune strekker seg på begge sider av den lange, og ned til 1300 m dype Sognefjorden. Landskapet og topografien vi ser her i dag, er i stor grad formet av store dalbreer som har erodert fjellet og dalene gjennom flere istider. Den store breen i Sognefjorden ble under istidene foret med is fra alle de mindre dalene som løper ut i Sognefjorden.

Etter siste istid har landet hevet seg ca 70 meter, slik at områder som før var fjordbunn i dag er tørt land. I disse områdene kan det finnes finkornige marine avsetninger. De færevurderte områdene i Høyanger ligger enten langs Sognefjorden, eller i sidedaler som når ut til fjorden. I disse miljøer er det avsatt morene fra tilbakesmeltende dalbreer, breelvedesedimenter som breelvene på slutten av istiden ført ut til fjorden og avsatt ut i vannet, samt elvedesedimenter fra tiden etter istiden (ca 10 000 år) når "vanlige" elver har skåret seg gjennom gamle breelv- og moreneavsetninger og både tatt vekk og lagt igjen masser i dalbunnene. Istiden etterlot seg også bratte, steile fjellsider hvor det har foregått skredaktivitet siden siste istid. Gjentatte skred er opphav til mange skråningsavsetninger som draperer nedre del av skråningene rundt om i Høyanger. Et grovt bilde av fordelingen av løsmasser finner vi i utsnitt fra NGUs løsmassedatabase (Fig. 2.2.1 - 4). Disse områdene er imidlertid bare kartlagt med en oppløsning på 1:250 000, noe som tilsier at bare de groveste trekkene i løsmassenes regionale fordeling kommer frem. Den

grove oppløsningen gjør at det kan finnes ganske grove "feil" i plassering av grenser hvis dataene presenteres i større skala.

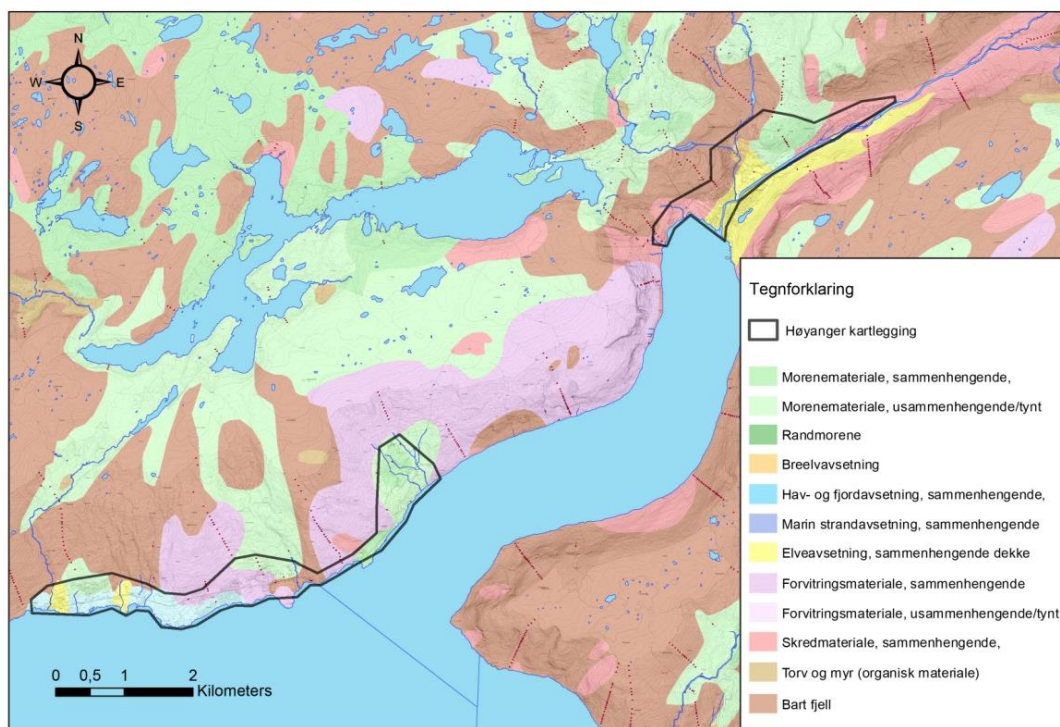


Fig. 2.2.1. Utsnitt av NGUs løsmassedatabase for Kyrkjebø-Berge (venstre) og Høyanger (høyre).

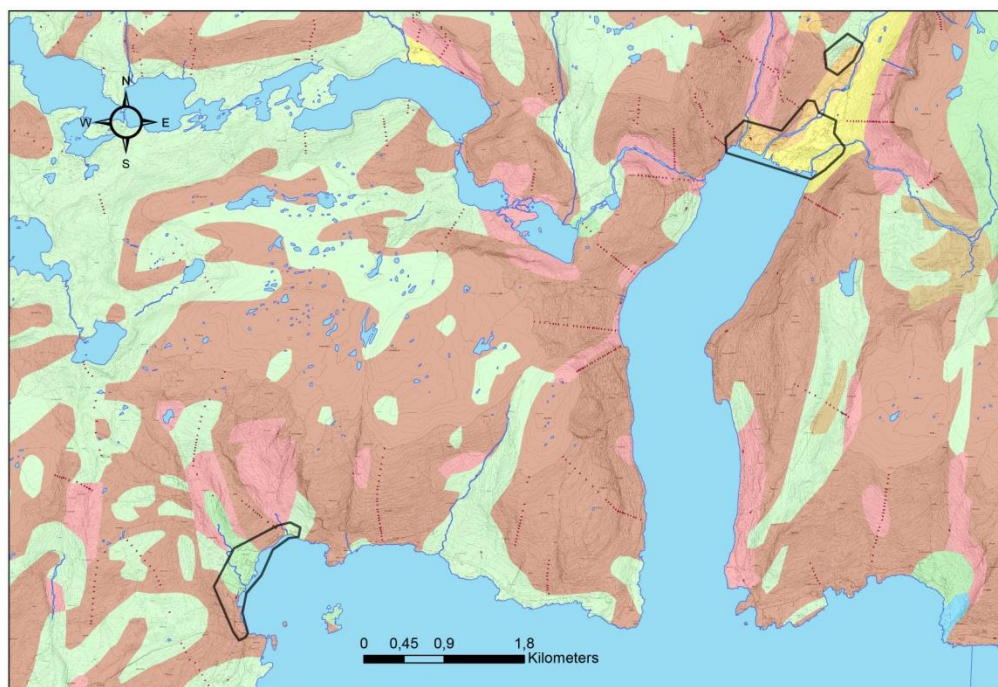


Fig. 2.2.2. Utsnitt av NGUs løsmassedatabase for Vadheim (venstre) og Nordrevik (øvre hjørne).

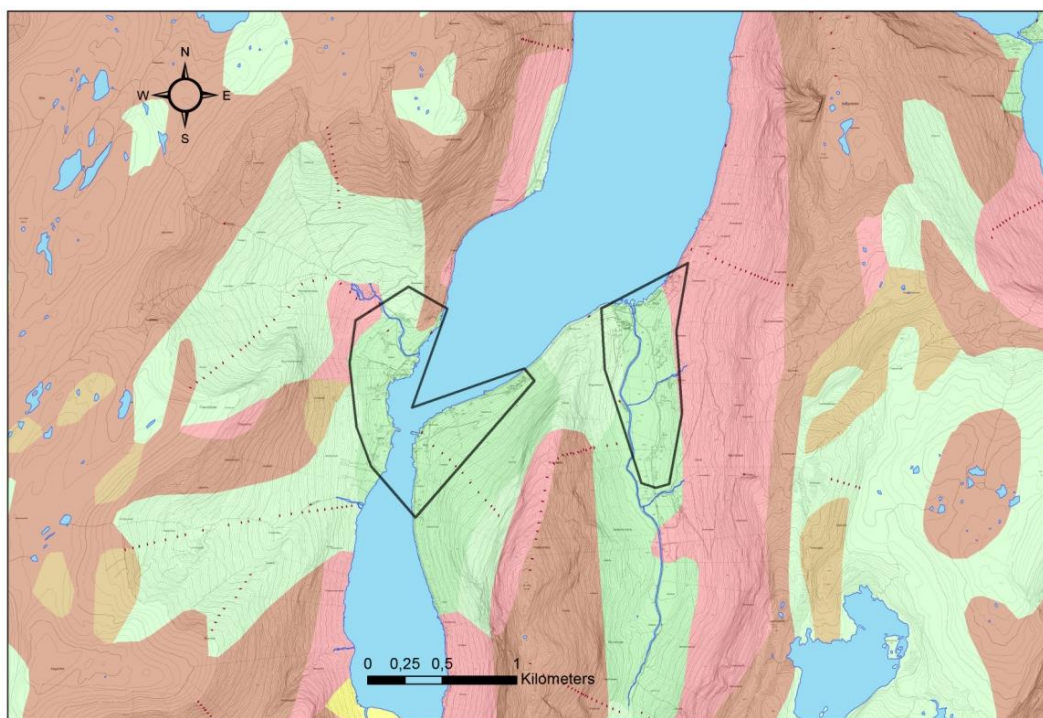


Fig. 2.2.3. Utsnitt av NGUS løsmassedatabase for Føsund-Hest (venstre) og Bjordal (høyre).

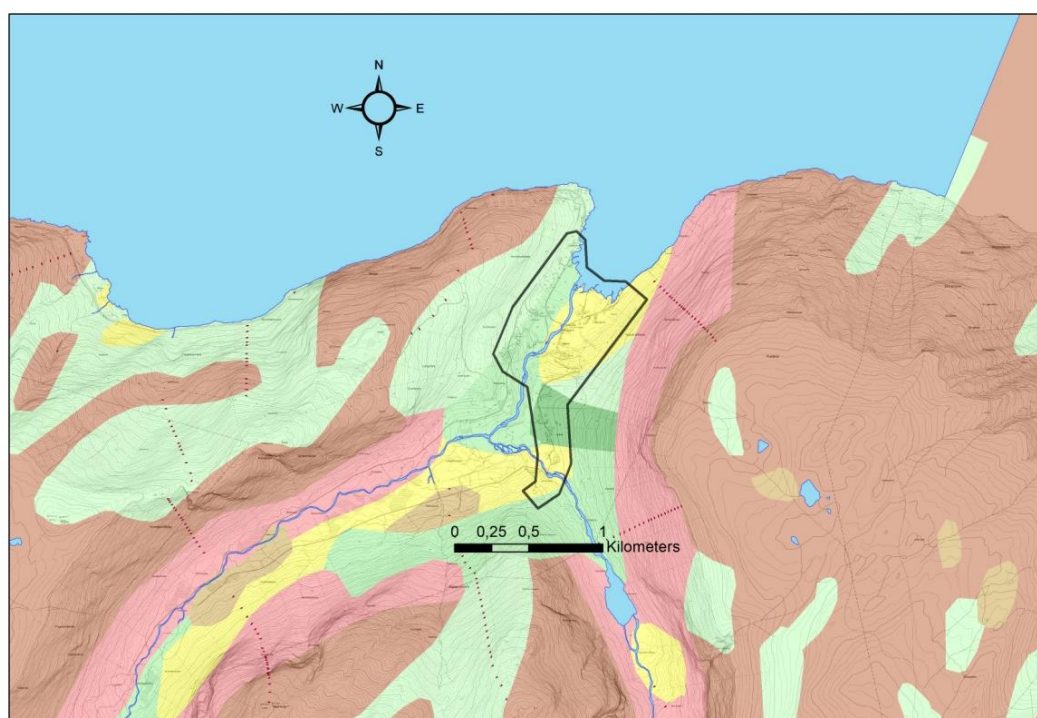


Fig 2.2.4. Utsnitt av NGUs løsmassedatabase for Ortnevik.

2.3 Klima

For å beskrive kartleggingsområdets klimatiske trekk er det benyttet data fra stasjonene Lavik (31 moh), Rørvikvatn ved Vadheim (350 moh), Høyanger (20 moh) og Høyanger Verk (5 moh) som ligger på nordsiden av Sognefjorden, og stasjonene Sørebo (4 moh), Ortnevik (4 moh), Takle (38 moh) og Vangsnes (51 moh) på sørsiden.

Stasjonene er vist i Fig. 2.3.1, og data dekker en tidsperiode fra 11 til 57 år.

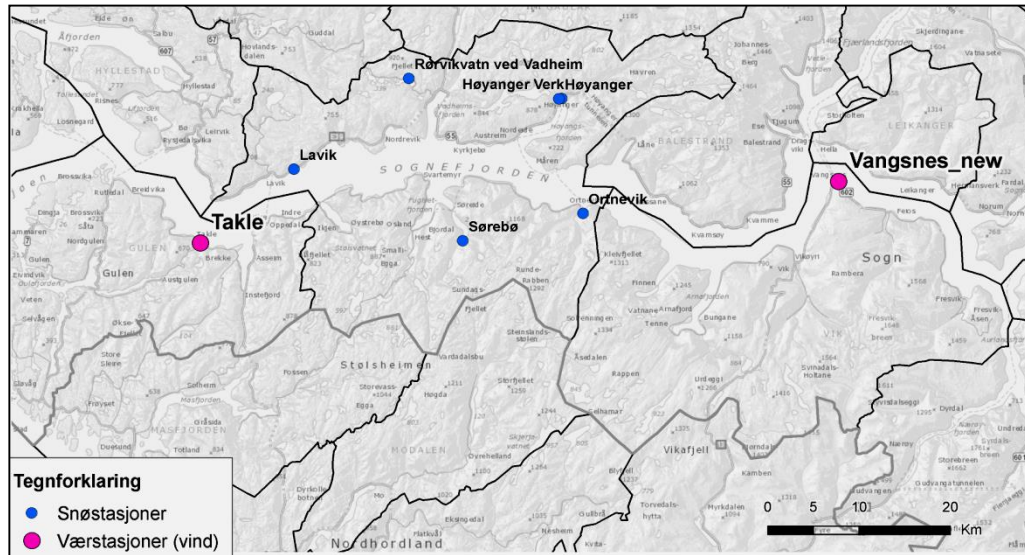


Fig.2.3.1. Oversikt over de benyttede værstasjonene.

Det er rettet fokus på de vær- og klimaaspektene som har størst betydning for vurderingen av faren for jordskred og snøskred. For jordskred er intens nedbør i formen av regn av stor interesse. For snøskred er det viktig å se på nedbør i formen av snø eller maksimale registrerte snødyp samt vindretning under snønedbør.

Med unntak av Vangsnes og Ortnevik, som har en normal årsnedbør på mellom 1100 og 1400 mm, får de fleste stasjonene i området mellom 2000 og 3000 mm nedbør i året, og en stasjon (Takle) får ca. 3200 mm. Området kan generelt betraktes som ganske nedbørsrikt.

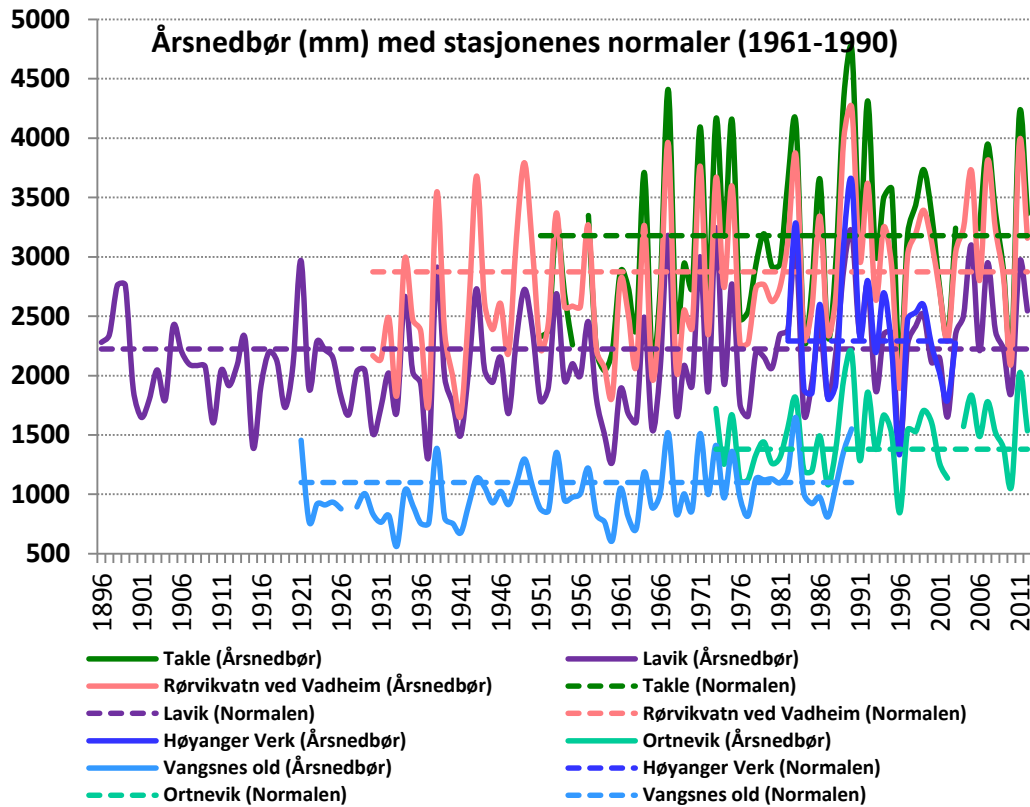


Fig. 2.3.2. Årsnedbør (mm) for stasjoner i Høyanger området, inkl. normale verdier.

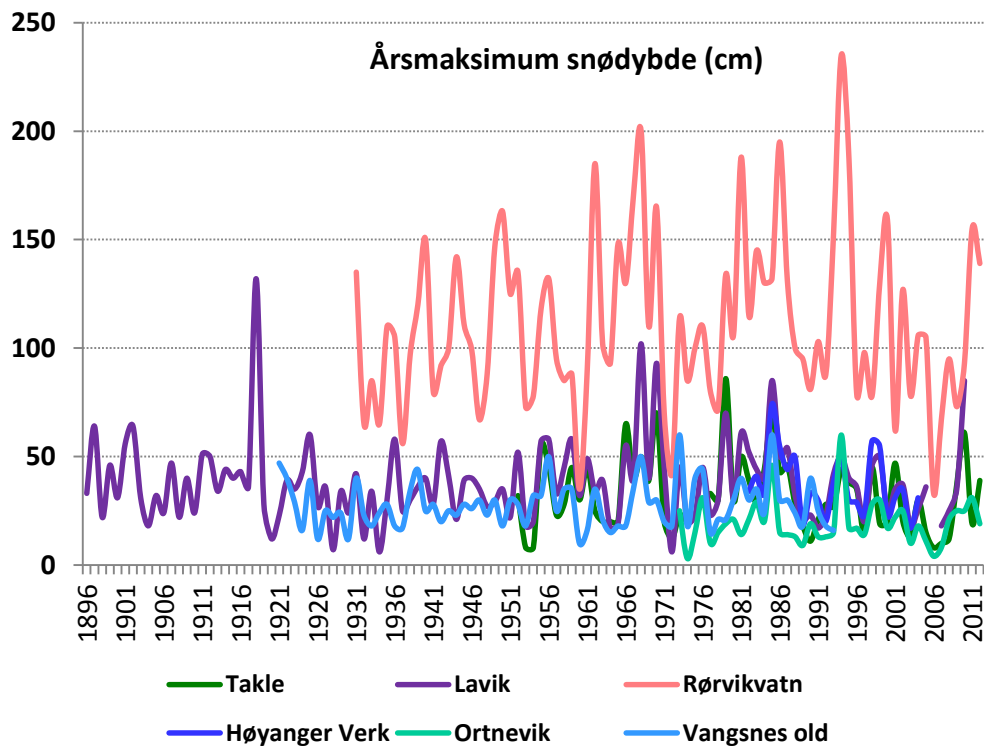


Fig. 2.3.3. Årlig maksimum snødybde (cm) for stasjoner i Høyanger området.

Det er også utført statistiske analyser av årlige maksima av døgnnedbør for hver stasjon, for å identifisere nedbørshendelser med gjentaksintervall på 100 og 1000 år. Ettersom dataseriene er betydelig kortere enn de ønskede gjentaksintervallene, ekstrapolering av observerte verdier er nødvendig. Ekstrapolering er en utfordrende oppgave som behøver omhyggelig håndtering, siden distribusjonen av de særlig ekstreme hendelsene kan avvike fra de mindre ekstreme hendelsene. Prosedyren for ekstrapolering er å tilpasse halen i den empiriske distribusjonen til en teoretisk modell, og utvide denne til lengre returperioder. De mest etablerte metodene er Generalized extreme value (GEV) distribusjon og Generalized Pareto distribusjon (GPD). Vi brukte "DAGUT"-applikasjonen til NVE sin interne database Hydra II for å tilpasse GEV-fordeling (Bayesiansk-teknikk) med begrenset intervall for mulige verdier av *shape*-parameteren (0.09 – 0.13 for hele år og for somrer, og -0.05 – 0.15 for vintrer) (Ragulina & Reitan, 2014 (under arbeid)) til dataene fra stasjoner.

Disse analysene er gjort både for sommernedbør (mai - oktober), der hensikten var å vise ekstreme døgnerverdier av regn av betydning for jord- og flomskredutløsning (Fig. 2.3.4 - 2.3.7), og for vinternedbør i perioden november - april, for ekstreme døgnerverdier av snø som har betydning for snøskredutløsning (Fig. 2.3.8 - 2.3.9).

Videre, viser erfaringer fra Norge at forekomsten av jordskred og flomskred ofte assosieres med regnmengder som i løpet av 12 timer overskrider 5 % av den normale årsnedbør, eller som i løpet av et døgn overskrider 8 % av den normale årsnedbør, eller som i løpet av ei uke overskrider 24 % av den normale årsnedbør. På figurene som viser de ekstreme døgnerverdiene av sommernedbør (antatt regn), viser vi derfor også en blå linje som indikerer den nedbørsverdien som tilsvarer 8 % av den normale årsnedbør. Det er da mulig å lese på x-aksen hvilket gjentaksintervall den døggnedbøren har, i følge den utførte statistiske modelleringen. Disse dataene blir brukt i vurdering av jord-/flomskredfare.

For samtlige stasjoner vist i figurene 2.3.4 til 2.3.7 forekommer den døggnedbørsverdien som erfaringsmessig assosieres med jordskredutløsning, med gjentaksintervaller mellom 400 og over 1000 år. Det er viktig å merke seg at sannsynligheten for at meteorologiske forhold erfaringsmessig assosiert med skred forekommer, ikke er det samme som sannsynligheten for at skred faktisk utløses, da siste nevnte også avhenger av andre faktorer enn de rent meteorologiske.

I månedene november – april, antas nedbør som kommer i høyden der løseområdene for snøskred ligger, å komme i all hovedsak i formen av snø. Analysen av de årlige maksima av døggnedbør vil da gi en pekepinne på gjentaksintervallet av særdeles store snøfall. Dette blir en del av grunnlaget til snøskredfarevurdering og er vist i figurene 2.3.8 - 2.3.9.

Den fremherskende vindretningen ved snønedbør har også betydning for snøskredfarevurdering og vurderes ved å bruke vinddata registrert i forbindelse med nedbør i perioden november - april (Fig. 2.3.10 - 2.3.11). Disse viser for øvrig samme mønster som vindregistreringer som gjelder hele året, også uten nedbør. Dette kan gjenspeile den styrende effekten av fjell og daler rundt de to lokalitetene med vindstasjoner.

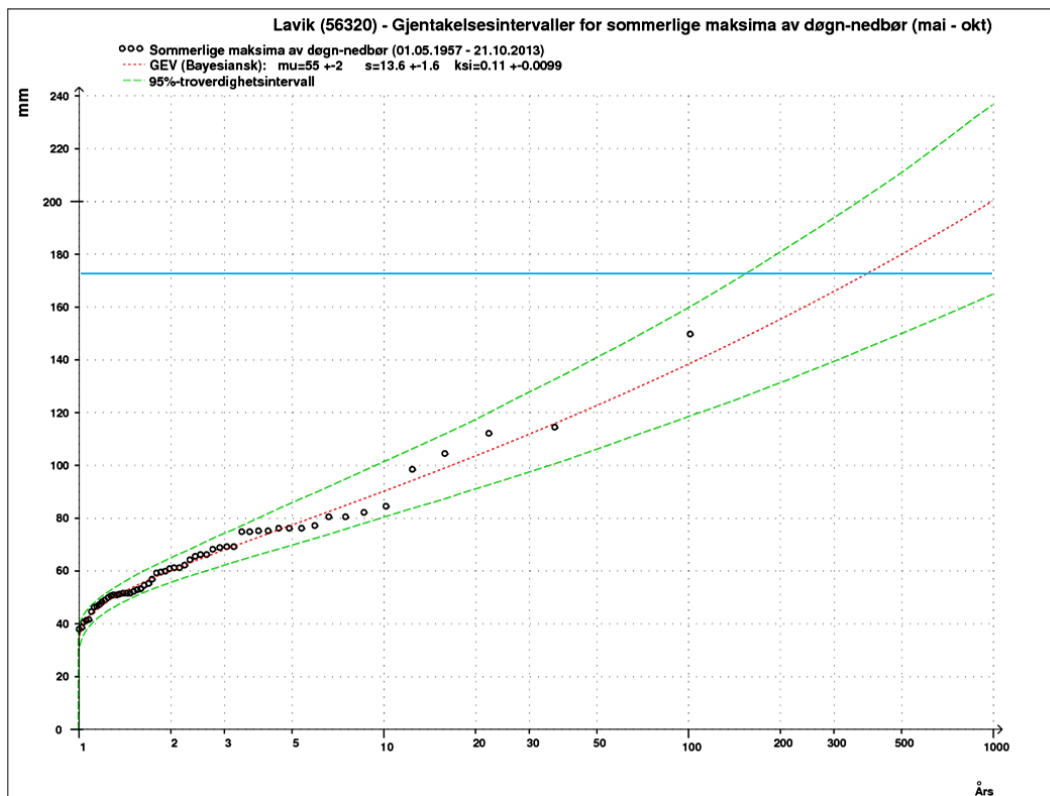
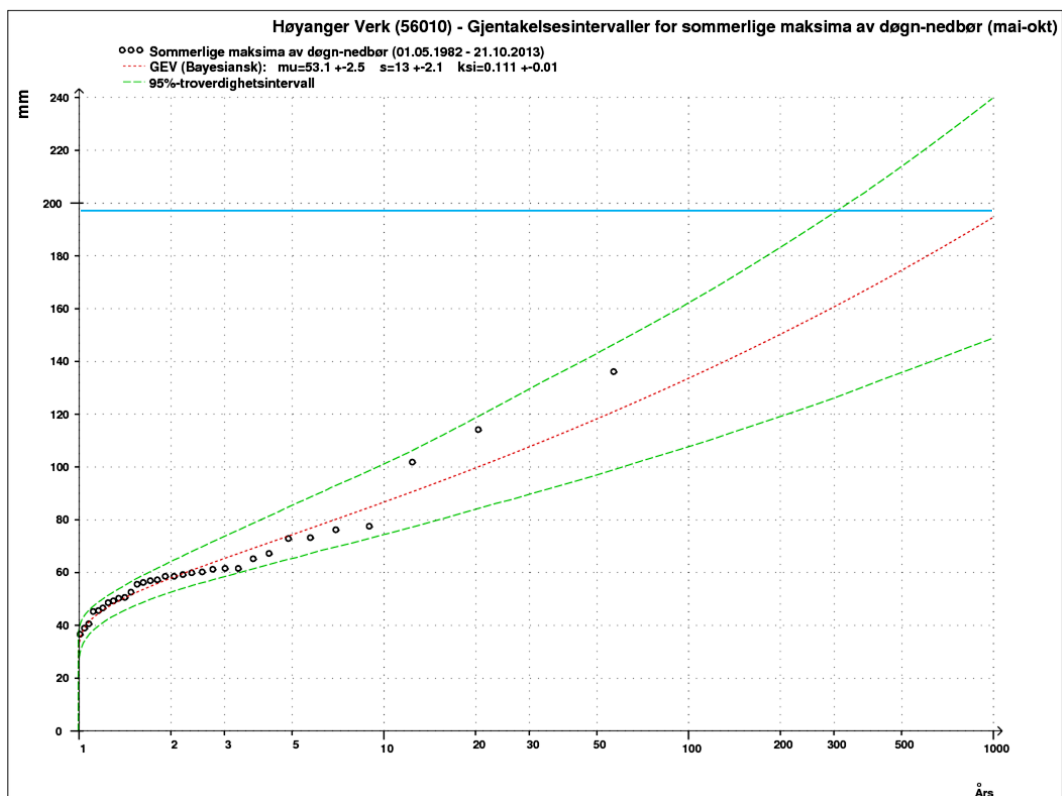


Fig. 2.3.4 - 2.3.5. Gjentakelsesintervall for døgnetnedbør i sommerhalvåret (mai - okt) for Lavik og Høyanger verk. Den blå linja viser døgnetnedbørsverdien som tilsvarer 8% av normal årsnedbør.

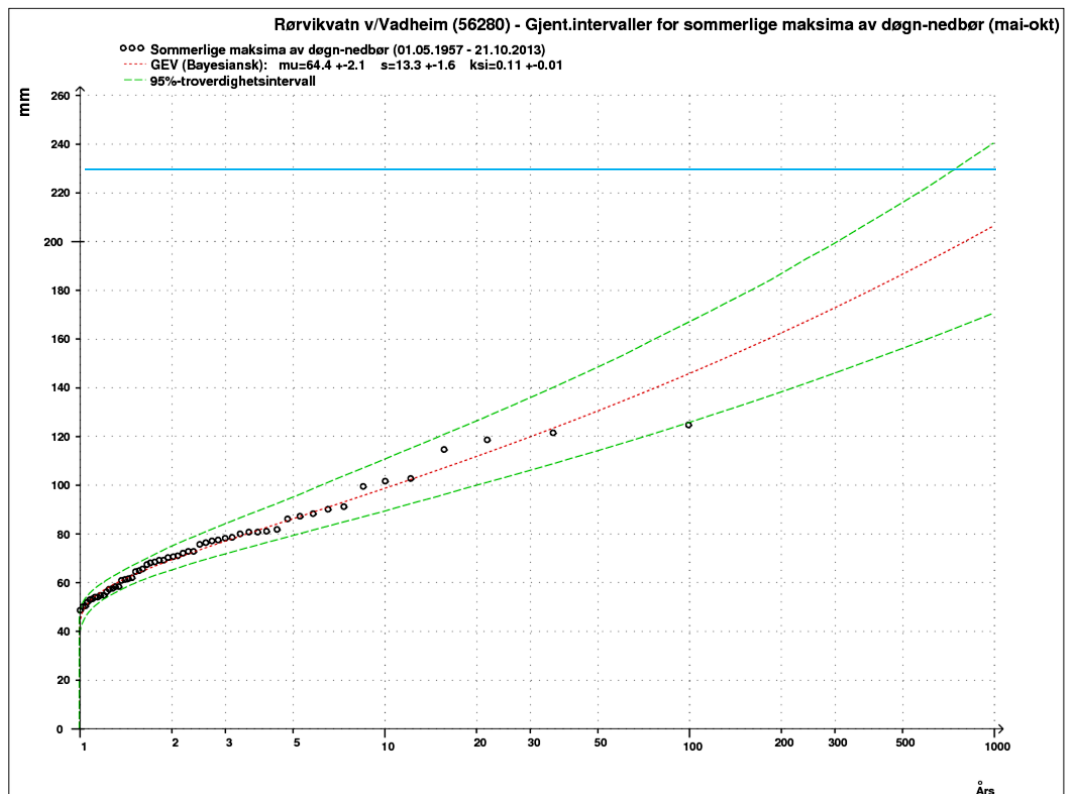
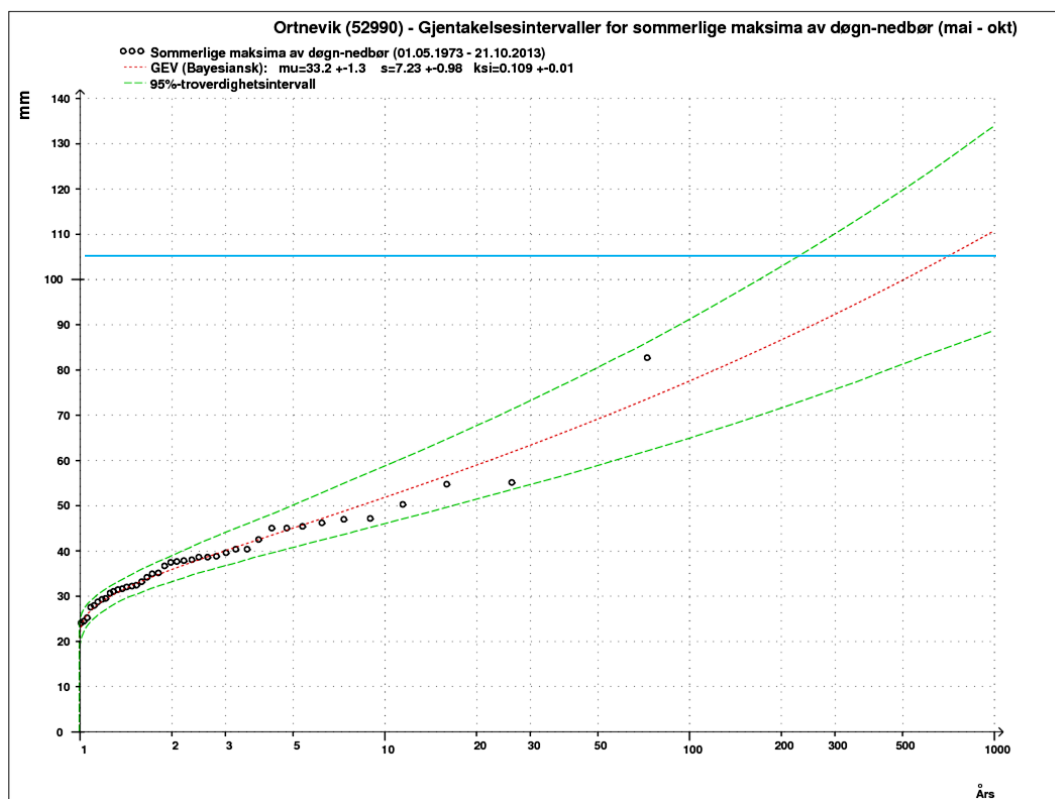


Fig. 2.3.6 - 2.3.7. Gjentakelsesintervall for døgnnedbør i sommerhalvåret (mai-okt) for Rørvikvatn v. Vadheim og Ortnevik. Den blå linja viser døgnnedbør som tilsvarer 8% av den normale årsnedbør.

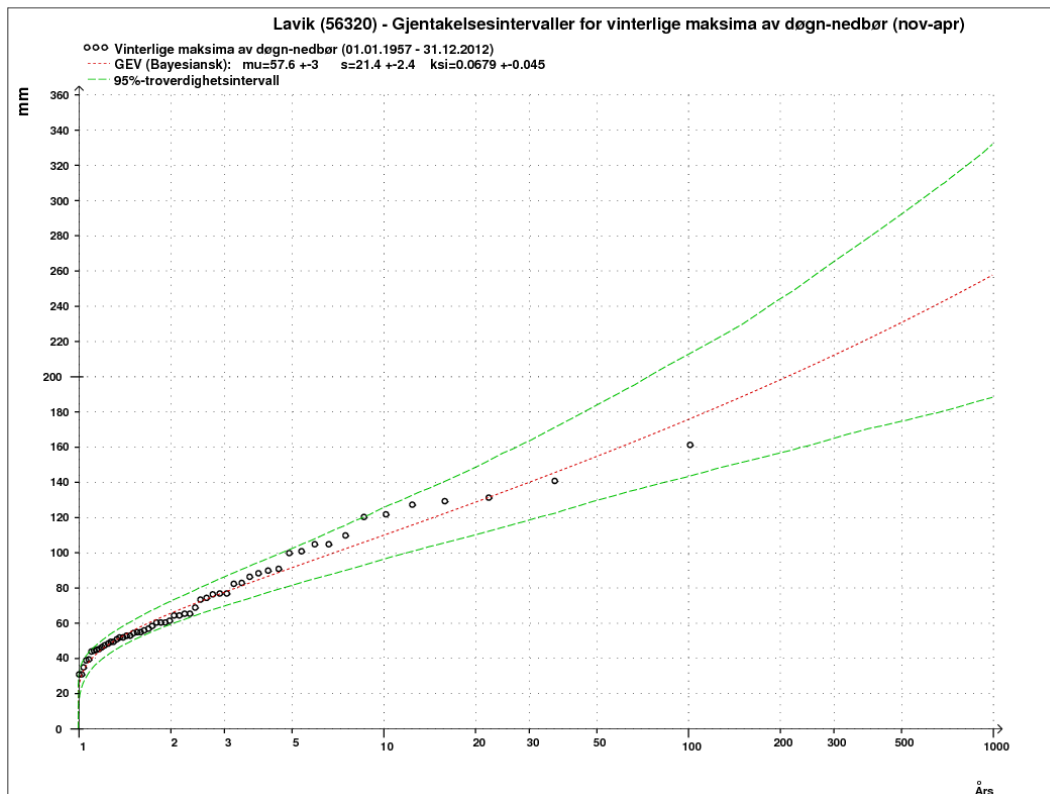
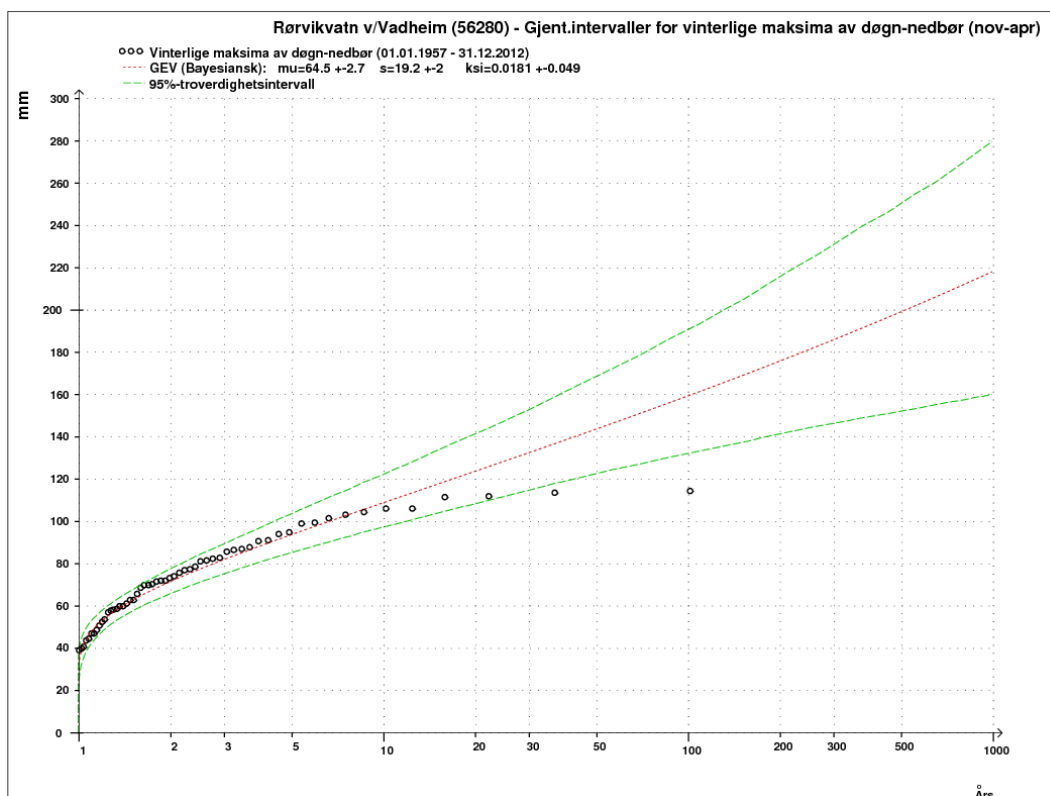


Fig. 2.3.8 - 2.3.9. Gjentakelsesintervall for døgnnedbør i vinterhalvåret (nov - apr) for Lavik (31 moh) og Rørvikvatn v. Vadheim (350 moh). All nedbør er angitt i mm, der 1 mm vann tilsvarer omtrent 1 cm nysnø.

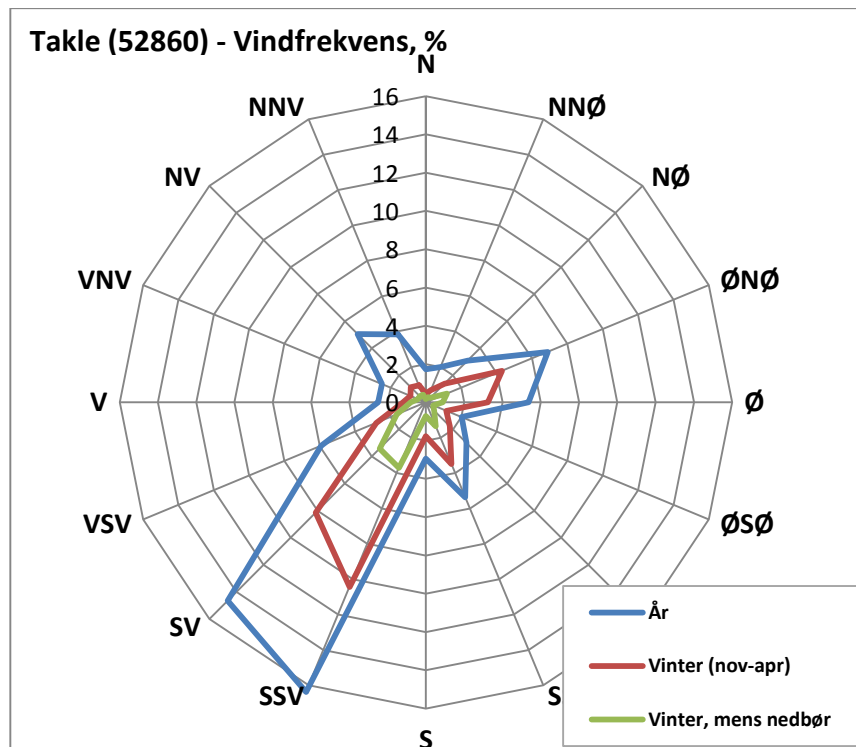
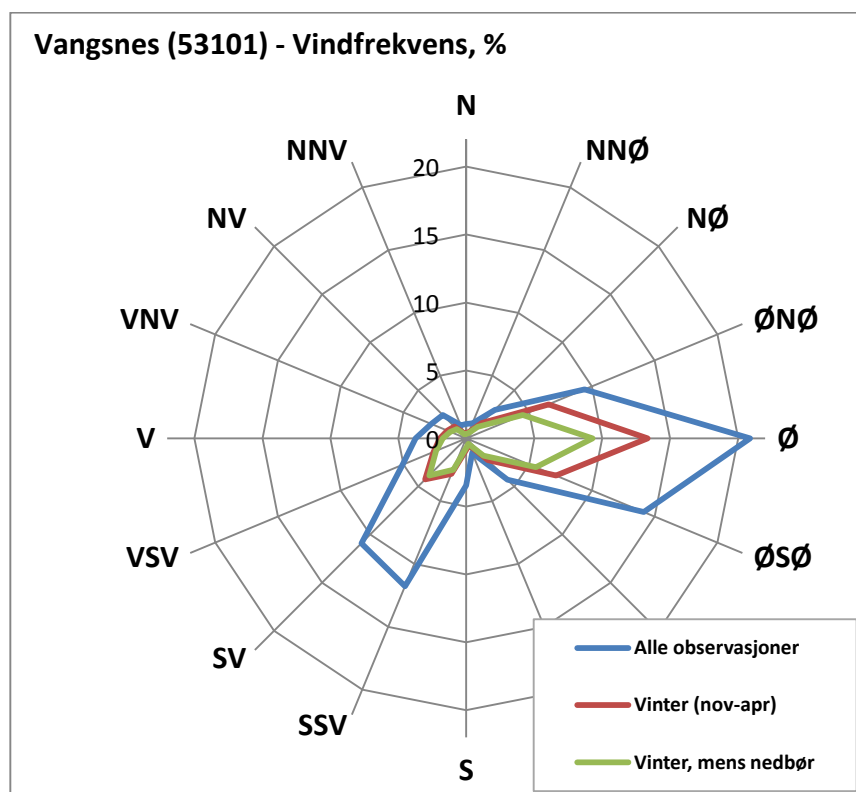


Fig. 2.3.10 -2.3.11. Vindrose for Takle (1956 - 2013) og Vangsnes (1993 - 2013). Vindmålinger som representerer hele året viser samme mønster som de fra vinterhalvåret og de registrert i forbindelse med nedbør. Data fra Takle viser klar dominans av vind fra sørvest og sekundært fra øst, mens de fra Vangsnes viser primært vind fra øst, og sekundært fra sørvest.

3 Metodikk for utarbeidelse av faresoner

Utarbeidelse av skredfaresoner er en kompleks prosess som i stor grad avhenger av og gjenspeiler utførerens skjønn og erfaring, men som alltid bør inkludere en grundig vurdering av flere viktige momenter. Disse er kort omtalt nedenfor.

3.1 Tidligere skredhendelser

Skred vil ofte gjenta seg der det har gått skred tidligere. Dette gjelder både de nesten årlige skredene og de sjeldnere hendelsene. Det å dokumentere tidligere skredhendelser er derfor svært viktig i en skredfarevurdering. Dette vil gi informasjon om hvilke områder som er mest utsatt for skred og kan også gi informasjon om den potensielle rekkevidden av skredene. Registrerte historiske skredhendelser er samlet i en Nasjonal skredatabase og vises på *skrednett.no*.

Ytterligere kunnskap om de skredhendelser som skjedde omtrent i de siste 100 år, er fremskaffet gjennom samarbeid med Høyanger kommune og samtaler med lokalbefolkningen i forbindelse med feltarbeidet.

Ettersom faregrensene som skal settes er 1/100 år, 1/1000 år og 1/5000 år blir imidlertid den totale tidsperioden for de historiske skredhendelsene ofte for kort. Det er derfor viktig med en grundig kartlegging i terrenget og innhenting av geologiske data som kan gi informasjon om både nye og eldre skredhendelser. I den kvartærgeologiske kartleggingen (beskrevet i kapittel 3.4) legges det vekt på å kartlegge og beskrive skredløp og andre erosjonskanaler i terrenget, samt skredavsetninger i, langs og nedenfor skredløp.

3.2 Høydemodell, skyggekart og helningskart

En digital høydemodell (DHM) er en tredimensjonal digital representasjon av terrenget som gir informasjon om høyde over havet i hvert punkt av datasettet.

Kartleggingsområdene på nordsiden av Sognefjorden er dekket med en høyoppløselig DHM generert fra flybasert laserskanning. Denne DHM er veldig nøyaktig med en oppløsning på 1 x 1 m. I områdene på sørsiden av fjorden er det den landsdekkende DHM fra Kartverket med en oppløsning av 10 x 10 m som er brukt.

Skyggekart er en visningsmåte av en DHM som gir et relieffkart av terrenget. Skyggekart fra høyoppløselige DHM er svært nyttige i geologisk skredkartlegging for å avgrense skredbaner, løsneområder, skredavsetninger osv.

Helningskart er også beregnet fra en DHM og viser bratthet av terrenget for hvert punkt i datasettet i forhold til nabopunktene. Helningsvinkel spenner fra 0° (horisontalt) til 90° (vertikalt) og er en av de viktigste parameterne for å definere løsneområder for skred.

Derfor er helningsvinkelen inndelt i flere klasser:

- 0° til 10°: mulige løsneområder for sørpeskred under spesielt ugunstige forhold
- 10° til 20°: mulige løsneområder for sørpeskred
- 20° til 25°: mulige løsneområder for jordskred under spesielt ugunstige forhold
- 25° til 30°: mulige løsneområder for jordskred

- 30° til 45°: mulige løsneområder for jordskred og snøskred
- 45° til 60°: mulige løsneområder for snøskred og steinsprang
- 60° til 90°: mulige løsneområder for steinsprang

3.3 Topografi, vegetasjon og klimaforhold

Topografiske parametre som helningsgrad, helningsretning, dreneringsområde og kurvatur er med i skredfarevurderingen. Betydningen av helningsgrad m.h.t. kildeområder for ulike skredtyper er beskrevet i avsnittet over.

Helningsretning i kombinasjon med framherskende vindretning vil være avgjørende for akkumulasjon av snø, og dermed potensielle løsneområder for snøskred. Skredfaresonene skal imidlertid ta høyde for sjeldne hendelser som oppstår ved uvanlige vær-situasjoner, og skråninger som vanligvis ikke vil være lesider er derfor også inkludert.

Helningsgrad og dreneringsmønster har betydning for hvor utsatt terrenget er for jordskred og flomskred. Ulike studier (f.eks. Rickenmann og Zimmermann, 1993) viser at for å få et kildeområde for jordskred har man forholdet

$$(\text{skråningsvinkelen i } \%) \geq 0,3 \text{ FA}^{-0,15}$$

der FA= dreneringsområdet i km²

Dette medfører at jo større dreneringsområdet er, desto slakere terrenghelning skal til for å utløse jordskred. Disse parametrene, sammen med terrengkurvatur, er tatt hensyn til i modelleringen av løsneområder (se nedenfor) og valideres i felt.

For dette arbeidet er det gjort en visuell og kvalitativ vurdering av vegetasjon fra flybilder og i felt. Vegetasjon har en betydelig effekt på faren for erosjon og utløsning av skred i bratte skråninger (Rankka og Fallsvik, 2003). Røtter er med på å forankre jorda, og vanninnhold og avrenningshastighet vil reduseres sammenlignet med uvegeterte områder. En tett vegetasjon vil i tillegg kunne fange opp materiale som eroderes høyere opp i skråningen. I områder hvor store trær har rotveltet vil jordskredfaren kunne øke fordi vann lett infiltrerer ned i bakken der jorda er blottlagt. Ung skog vil derfor være bedre enn gammel skog. Tidligere skredhendelser kan vises som skade på skogen. I tillegg kan hogstfelt i bratte områder øke faren for utløsning av jordskred og snøskred og for at steinsprang når bebyggelse.

Vannmetning av løsmassene er en av de viktigste faktorer for utløsning av jordskred. Forskning på norske forhold har vist at kritisk vanntilførsel før et løsmassedekke går til brudd, beregnet som andel av årsnedbør, er 5 % i løpet av 12 timer eller 8 % i løpet av 24 timer (Domaas og Hefre, 2012). Verdiene viser at det er intense nedbørsepisoder som regnes som kritiske. I kapittel 2.3 presenteres en beskrivelse av de klimatiske forhold av betydning for jordskredutløsning.

3.4 Feltkartlegging

Analyse av tidligere skredhendelser i et område (fra isavsmeltningen etter siste istid og fram til i dag) er avhengig av kartlegging av landformer og løsmasser. For å effektivisere den begrensede tiden i felt, ble en forhåndskartlegging først utført ved hjelp av eksisterende data. Dette forarbeidet resulterte i et preliminært kart over landformer assosiert med alle skredprosesser som omfattes av denne faresonekartleggingen, ved hjelp

av høyoppløste infrarøde flybilder i et digitalt 3-dimensionalt miljø (ArcGIS Stereo Analyst). Andre data som ble brukt er detaljerte kotekart og de digitale høydemodellene beskrevet i kap. 3.2. Grunnet begrenset tid og størrelsen av kartleggingsområdene ble det ikke laget et heldekkende kvartærgeologisk kart, men potensielle skredløp, skredavsetninger (jordskredsvifter, steinsprangsur, steinsprangsblokker) og bratte området med bart fjell (kilder til steinsprang) ble kartfestet i et foreløpig registreringskart. Dette kartet fungerte som en basis for feltkontrollene, og har i ettertid blitt modifisert etter feltobservasjonene til et endelig registreringskart som går in i selve faresoneanalysen.

3.4.1 Snøskred

Feltkartleggingen for snøskred hadde følgende hensikt:

- Løsneområder: Nærmere avgrense løsneområdene forhåndsidentifisert ved hjelp av helningskart og flybildestudie, vurdere løsneområdenes reelle skredpotensial i forhold til lokale terreng- og vegetasjonsforhold, og samle informasjon om utløsningsforhold ut fra skredhistorikk og lokal kunnskap (inkl. intervjuer til innbyggere).
- Skredbaner og utløpsområder: Registrere tegn etter skred gått i de siste tiårene og danne et generelt inntrykk av topografien, med tanke på skreddynamikken og som hjelpemiddel ved senere modellering.

3.4.2 Steinsprang og steinskred

Feltkartleggingen for steinsprang og steinskred omfatter følgende arbeid:

- Kildeområder: Registrering av tegn på steinsprangaktivitet, lokalisering av mulige steinsprangkilder (lokale ustabiliteter), bergart, oppsprekkingsgrad av fjellsiden, mulige størrelser av steinsprangblokker
- Utløpsområder: Beskrivelse av terrengforhold, vegetasjonstype og tetthet, registrering av størrelse på steinsprangblokker i avsetningene, andre tegn på steinsprangaktivitet (eks. tegn etter støt mot trær), innhenting av lokal kunnskap.

3.4.3 Jord- og flom- / sørpeskred

Historikk viser at mange områder i Høyanger er utsatt for sørpeskred som starter i ganske slakt terreng høyt oppe i fjellet. Når sørpeskred beveger seg nedover til lavereliggende og brattere områder uten snø kan de utvikle seg til flomskred med stor eroderende kraft. Sørpeskred som går over i flomskred følger som regel bekkeløp som også kan være utsatt for rene flomskred, og det har i kartleggingsarbeidet i Høyanger vært naturlig å behandle disse skredtypene sammen. Dette vil si at sørpeskred, jordskred og flomskred er kombinert i faresonekart, da det ofte er vanskelig å skille disse prosessene fra hverandre.

Under feltarbeidet ble det lagt vekt på å undersøke områder med tydelige kanaler i fjellsiden, der det var kartlagt jord/flomskredsvifter fra den digitale forhåndskartleggingen, og områder som kommer ut som potensielle jordskredområder i aktsomhetsmodelleringen.

3.5 Modeller for beregning av skredrekkevidde

3.5.1 Modeller for snøskred

Modellene for beregning av snøskredrekkevidde deles generelt inn i to grupper:

- a- Topografiske/statistiske modeller som tar utgangspunkt i fjellsidens lengdeprofil (eks. alfa/beta-modellen av Lied og Bakkehøi 1980)
- b- Dynamiske modeller basert på fysiske og matematiske beskrivelser av skredbevegelsen, eks. PCM (Perla m. fl. 1980), AVAL-1D (Christen m. fl. 2002), RAMMS (Christen m. fl. 2005) eller NIS (Norem m. fl. 1987)

I denne studien er det i hovedsak utført beregning av snøskredutløp ved hjelp av den dynamiske modellen RAMMS. Dette er kommersiell programvare basert på den vel utprøvde Voellmy modellen, som leveres med standard friksjonsparametre kalibrert på forskningsresultater fra de sveisiske Alpene.

Modellen krever at brukeren selv bestemmer en rekke parametre som har betydning for beregningen. Den viktigste av dem er volumet av snø som kan løsne i en hendelse med det gjentaksintervallet som en ønsker å vurdere. Dette vil si at brukerdefinerte utløsningsområder og snøhøyder i stor grad vil avgjøre resultatet. Dette betyr i praksis at beregningene gjøres for å underbygge egne skjønn- og observasjonsbaserte vurderinger, og ikke for å finne sikre svar på hvor langt et skred med gitt gjentaksintervall kan gå. I noen tilfeller ble RAMMS rett og slett bare benyttet som strømningsmodell, dvs. for å bedre definere hvordan skredmassene vil fordele seg og bevege seg i terrenget, der dette ikke kunne vurderes intuitivt ut fra kart og feltobservasjoner.

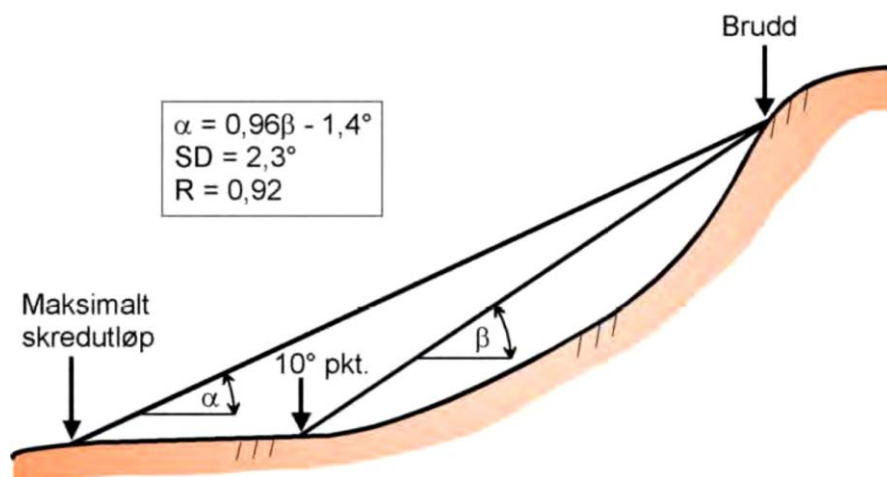
Det er utført modellering av skred fra de viktigste løснеområdene som er identifisert ved hjelp av helningskartanalyse og feltobservasjoner. De fleste modellerte skredbanene er de som skredhistorikken indikerer har vært aktive i de siste 300 år, men det er også utført beregninger for skredbaner der det ikke er dokumenterte hendelser.

I modellering benyttes de standard friksjonsparametrene kalibrert i Alpene, men høydeintervallene er redusert fra 1000 og 1500 m til 500 og 1000 m, som passer bedre under norske forhold.

Alle simuleringene vi har utført med RAMMS, tar ikke hensyn til skogens evne til å bremse opp skred, dvs. skredbanene betraktes prinsipielt som bart terreng. Løsneområdene som brukes i modellering er imidlertid avgrenset etter en vurdering av den omkringliggende skogens tilstand og evne til å hindre skredutløsning. Hogst av skog i bratt terreng utenfor løsneområdene benyttet i modellering, kan derfor øke skredfare ved at det vil kunne gi større løsneområder (og dermed skred) enn det som er modellert.

For enkelte, utvalgte skredbaner er det også gjort beregninger med den statistiske - empiriske Alfa-Beta modellen (Lien og Bakkehøi, 1980). Dette er en enkel metode som tar utgangspunkt i lengdeprofilen av fjellsiden. Over 210 skredhendelser med kjent rekkevidde ligger til grunn for modellen. Rekkevidden blir angitt ved helningen på siktevinkelen (alfa) fra toppen av løsneområdet og ned til ytre skredavsetning (Fig. 3.5.1.1). Det er viktig å være klar over at modellen er utviklet for terrengforhold som gir

mulighet for relativt store skred. Det er også viktig å forstå at skredhendelsene som ble benyttet under utvikling av modellen, har et anslått gjentakintervall på maksimum 100 – 300 år. Dette vil si at resultatet av modellen (alfa-punktet) ikke uten videre vurderinger kan brukes som indikasjon av den maksimale rekkevidden av skred med mye lengre gjentakintervall (eks. 1000 år). De mer konservative punktene alfa -1 standardavvik og alfa -2 standardavvik bør derfor også beregnes og plottes på kartet i tillegg til alfa-punktet.



Figur 3.5.1.1: Skisse som viser parametre i alfa/beta modellen (SD er standardavvik, R er korrelasjonskoeffisient). Fra Lied og Bakkehøi, 1980.

3.5.2 Modeller for steinsprang og steinskred

Programvaren Rockyfor3D v4.1 (Dorren, 2011) har blitt brukt til å modellere utløp av steinsprangsblokker. Rockyfor3D gjør en tredimensjonal kalkulering av sannsynlige utløpsbaner for steinsprangsblokker som individuelt faller, spretter og/eller ruller ned en skråning. Modellen bruker en fysisk tilnærming ved å kalkulere sekvenser som har en klassisk parabolisk bevegelse gjennom luften, og som får endret egenskap for hver gang blokken berører en annen flate. En rullende bevegelse representeres av små sekvenser med korte avstander for hver gang blokken berører bakken. Glidende bevegelse modelleres ikke. Modellen regner med et tap av kinetisk energi nedover i skråningen som påvirkes av blokkens form og egenskapene til bakken de stedene blokken berører.

Rockyfor3D bruker rasterdatasett med informasjon om topografi, jordtyper, overflateruhet, blokkstørrelse og form, og lokalisering av kildeområder. I tillegg kan informasjon som beskriver skog benyttes i områder der dette er relevant (dvs. i tilfeller der skog er forvaltet som sikringstiltak mot skred).

En digital terrengmodell (DHM) med 10 meters oppløsning er brukt som topografisk base for modellen. Kildeområder for steinsprang kan være både områder der berggrunnen er blottet og der berggrunnen er dekket av et tynt humuslag. Estimeringer av blokkstørrelse og form er basert på talusblokker og enkeltliggende steinsprangblokker målt i felt. Jordtype og overflateruhet ble for et utvalg avgrensede områder kartlagt i felt. Høyoppløselige flyfoto og tolkninger av DHM- analyser er brukt for å ekstrapolere

informasjonen som ble innhentet i felt til resten av studieområdet. Data som beskriver ulike egenskaper til skogen i de kartlagte områdene ble også hentet inn, men ble ikke tatt med som en faktor i utløpsmodellene da en norsk lovgivning for konservering av skog som et skredsikringstiltak ikke er på plass. En mer detaljert beskrivelse av datagrunnlaget for utløpsmodellene finnes i vedlegg A. Hvilke betingelser som er lagt til grunn for forskjellige farescenarioer er forklart i avsnitt 3.6.2. For å sørge for valide resultater er det kalkulert 2500 mulige utløpsbaner for hvert scenario.

Ytterligere modelleringer for steinskred er ikke utført, da det under feltbefaring ikke ble observert ustabiliteter med pågående deformasjon som har potensial til å kollapse i nær framtid (1/100-1/1000). For fjellparti som over lengre tid (5000 år) kan utvikle en fare for steinskred er de antatt å ha en utløpsrekkevidde som er tilsvarende området for steinsprang med en 1/5000 returperiode.

3.5.3 Modeller for jordskred og flom- / sørpeskred

For modellering av jord- og flomskred er det brukt to metoder. Den ene er en enkel GIS-basert modellering, brukt av NGU i arbeidet med å utarbeide aktsomhetskart for jordskred (inkluderer ikke flomskred). Denne modelleringen er landsdekkende og dekker følgelig alle de kartlagte områdene i Høyanger. I tillegg er det gjort modellering med det mer sofistikerte modelleringsverktøyet RAMMS i tre utvalgte områder i Høyanger.

Modell for jordskred aktsomhetskart

Modelleringen for aktsomhetskart jordskred er basert på den empirisk/topografiske modellen Flow-R (fra Universitetet i Lausanne; Horton et al., 2008). Flow-R bruker et "utvidet siktevinkelkonsept" for utløpsmodelleringen, og er tilpasset norske forhold. Modelleringen for aktsomhetskart jordskred er ikke en dynamisk/fysisk modelleringsmetode slik som for eksempel RAMMS, og tar ikke hensyn til energien i skredmassene.

Som basisdata brukes den nasjonalt dekkende digitale høydemodellen (DHM) med 10 m oppløsning. Modellparametriseringen er tilpasset for ulike deler av landet ved hjelp av det landsdekkende løsmassekartet (Best of løsmasser, NGU) som ble forenklet i tre klasser, og en oppdeling av Norges landareal med hensyn på grad av skredaktivitet.

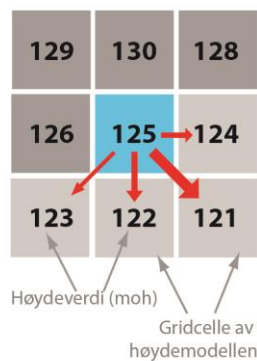
For identifisering av mulige startområder brukes en empirisk tilnærming som inkluderer tre topografiske egenskaper. Disse er helningsvinkel, planarkurvatur og størrelse av det vanntilførende dreneringsområdet for hver DHM-celle. Alle tre parametere er ekstrahert fra en DHM ved hjelp av GIS-baserte analyser. En celle er regnet som en startcelle når den oppfyller terskelkriteriet for alle de tre parameterne samtidig. Terskelverdiene er tilpasset de ulike skredaktivitetsregionene og løsmasseklassene. De verdiene som er brukt i modelleringen er "helningsvinkel min.": 23-28°, "hellingvinkel maks.": 45°, planarkurvatur: -0.75 til -2 og dreneringsområde: 4500-15000m².

Skredutløpet blir beregnet fra hver startzone ved hjelp av en 'multiple flow direction' modell (Flow-R; Horton et al., 2008), som tar hensyn til topografien langs utløpet. Med en probabilistisk metode beregner modellen i hvilken retning skredet beveger seg. Siktevinkelen (figur 3.5.3.1 (2)) og en angitt kinetisk energibegrensning bestemmer

skredets utløpsrekkevidde (figur 3.5.3.1. (3)). I 'multiple flow direction' modellen flytter skredet seg fra en celle til de neste som har lavere høydeverdier, og det tillates en viss spredning av skredet (røde piler i figur 3.5.3.1 (1)). Hvor mye spredning som tillates kan tilpasses i modellen. I tillegg brukes det en begrensning av den kinetiske energien som fører til at hastigheten av det modellerte skredet ikke kan være større enn en gitt verdi. Denne begrensningen reduserer overestimering av skredutløpet for skred i bratt terreng. Parametrene ble tilpasset for norske forhold, men samsvarer med standardverdier som er brukt for jord-/flomskred i Sveits og Italia. Gjennomsnittlig helning av skredbanen mellom startpunkt og sluttunkt av utløpet er basert på statistiske analyser av faktiske hendelser. De valgte verdiene er henholdsvis 11 grader for utløpsvinkelen (siktevinkel) og 16 m/s for den kinetiske energibegrensningen. Modellen beregner bare startområder og utløpsområder for jordskred, og ikke sørpeskred/flomskred som kan starte i slakere terreng og ha lenger utløpsrekkevidde. Modelleringen tar ikke hensyn til vegetasjon eller bebyggelse. Figur 3.5.3.2 viser et eksempel av resultatene fra "multiple flow direction" modellen.

RETNING OG SPREDNING:

1 'Multiple flow direction' metode



UTLØPSLENGDE:

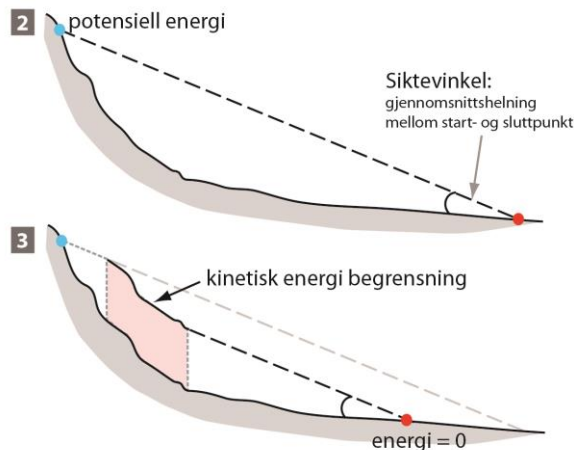


Fig. 3.5.3.1 Prinsipper for jordskredmodelleringen for aktsomhetskartet.

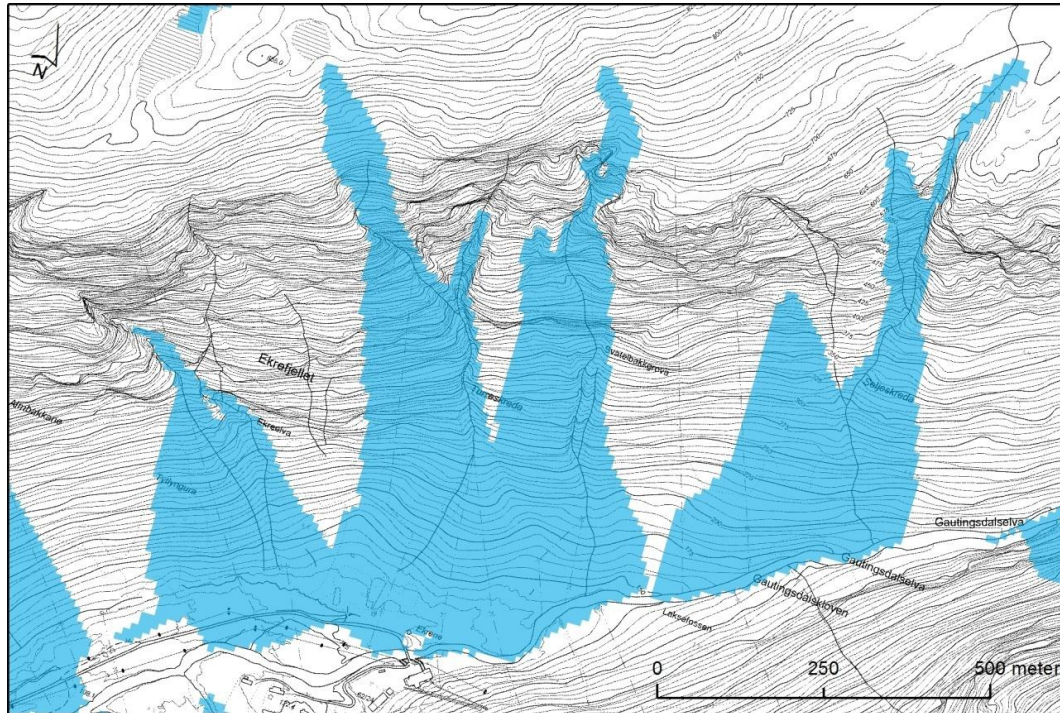


Fig. 3.5.3.2 Eksempel på resultatene av "multiple flow direction" utløpsmodellen.

Modell for jord- og flomskredforløp - RAMMS

I denne studien er det utført beregning av jord/flomskredutløp ved hjelp av den dynamiske modellen *RAMMS debris flow*. Dette er kommersiell programvare basert på den vel utprøvde Voellmy modellen.

RAMMS debris flow krever at brukeren selv bestemmer en rekke parametre som har betydning for beregningen. Generelt bør det legges vekt på å kalibrere friksjonsparametrene i modellen i forhold til kjente hendelser. Vi har brukt flomskredet på Berge under stormen Dagmar som utgangspunkt for kalibrering. Friksjonsparametrene fra simuleringen her er også brukt på de andre lokalitetene der vi ikke har tilsvarende informasjon. Følgende er brukt:

$\mu = 0,2$

$$\xi = 400 \text{ m/s}^2$$

Volumet av masse som kan løсне i et jordskred blir avgjort av størrelsen på løsneområdet og mektigheten av tilhørende løsmasser. Løsneområdet digitaliseres inn på terrengmodellen, og må være basert på observasjoner i felt. Mektigheten bestemmes skjønnsmessig.

RAMMS debris flow har to alternativer to å introdusere skredvolumer til modellen; 1) *block release* der hele volumet har sitt opphav i løснеområdet, eller 2) *hydrograph* der brukeren definerer en linje noe oppstrøms for avsetningsområdet som et gitt skredvolum passerer gjennom, uavhengig av løснеområdet. Begge varianter er brukt, og dette kommenteres særskilt for hver lokalitet.

Oppløsningen i terrenngmodellen som brukes av programmet kan være avgjørende for skredets forløp dersom topografien er kompleks. Terrenngmodellene i dette arbeidet har en oppløsning på 1x1 m, og er basert på LIDAR-data. Programvaren har brukt hhv 2x2 og 5x5 m ved simuleringene.

Simuleringene for Høyanger tar ikke hensyn til skogens bremsende effekt på et skred.

Figurene som er vedlagt modelleringene av jord- eller flomskred viser maksimal flyte høyde av sedimenter i løpet av et modellert skredforløp. Vi har valgt å vise flyte høyde da vi mener dette gir den beste intuitive forståelsen av skredforløpet.

3.6 Vurderinger og vektlegging av ulike datasett ved fastsetting av faregrenser

3.6.1 Snøskred

Den endelige vurderingen av sannsynligheten for de ulike scenarioer og beregnede skredutløp, har vært i stor grad basert på skjønn og erfaring. Dette vil si at vektlegging av ulike datasett og opplysninger (eks. terrenngobservasjoner, resultat av numerisk modellering, skredhistorikk) ikke er standardisert, men er skjønnsmessig tilpasset til de ulike skredbanene.

I de kartlagte områdene er det ingen skredbaner med så rik og godt dokumentert historikk (inkl. store skred) at den kunne brukes som entydig kalibrering av modelleringsresultater. Tvert imot, for mange skredbaner med et klart potensial for snøskred, finnes det ingen dokumenterte hendelser i løpet av de siste 100 - 200 år. Dette gjør resultatene av modellering ganske usikre, i hvert fall når det gjelder sannsynligheten for at de modellerte scenarioene kan inntreffe.

I enkelte tilfeller er det forutsatt at den maksimale rekkevidden beregnet med RAMMS under konservative parametervalg, kunne brukes som en indikasjon for skred med gjentakintervall på 1000 år (i noen tilfeller til og med 5000 år).

Videre ble alfa-punktet beregnet med alfa/beta metoden noen ganger benyttet som en indikasjon av skred med gjentakintervall på 100 - 200 år (ettersom modellen bygger på ca. 200 studerte skred med omtrent dette gjentakintervallet), og de mer konservative punktene "alfa -1 standardavvik" og "alfa -2standardavvik" ble da benyttet som indikasjon for skred med gjentakintervall på 300 – 1000 år. Men slike betraktninger ble alltid kombinert med en stor grad av skjønn og vurdering av andre tilleggsaspekter.

3.6.2 Steinsprang og steinskred

Fastsetting av faresonene for steinsprang har vært basert på en helhetlig, skjønnsmessig vurdering av:

- identifiserte løseområder (dvs. skredpotensialet av de aktuelle skrentene, som vurderes ut ifra topografi, bergtype og tilstand)
- kartlagte spor etter tidligere utfall (dvs. blokker i terrenng, inkl. evt. opplysninger om skredmaterialer nå fjernet)
- informasjon om historiske hendelser

- modellering som beskrevet i kapittel 3.5.2.

Alle disse elementene er vurdert i forhold til hverandre, og vekten av de enkelte elementene i totalvurderingen er noe varierende. Inntrykket som vi fikk ute i felt veide generelt tungt ved endelig fastsetting av grensene.

3.6.3 Jord-og flom-/sørpeskred

Ved fastsetting av faregrensene for jordskred og flomskred har datagrunnlaget i all hovedsak vært kartleggingen av spor etter tidligere jord- og flom-/sørpeskredaktivitet i dalsidene, historiske hendelser, samt modelleringene som er beskrevet i kapittel 3.5.3. I tillegg er det gjort vurderinger av vegetasjon, størrelse på dreneringsområder og eventuelle menneskelige inngrep i dalsidene, da dette er forhold som ikke er implementert i utløpsmodelleringene. Totalt sett har vi latt den direkte vurderingen gjort i felt veie tyngst ved endelig fastsetting av grensene. Spesielt der vi ikke har gode inputdata, eller kjennskap til den presise prosessen (jordskred/flomskred) til å veie modellresultater høyere.

Flomskred med stort innhold av vann kan gå lenger ut i flatere terreng enn det jordskredmodelleringa fra aktsomhetskartleggingen viser. For å ta høyde for flomskred er faregrensene noen plasser trukket lenger ut i dalbunnen enn det modellene skulle tilsi, der det er kanaler med permanent vannføring og et større dreneringsområde som faller sammen med de potensielle skredløpene.

Verken modelleringene eller feltdata gir egentlig godt nok grunnlag for å fastsette en grense med sannsynlighet for jord- og flomskred på 1/5000. Både et skred med gjentaksintervall på 1000 år og et skred med gjentaksintervall på 5000 år er store, sjeldne hendelser med en utløpsrekkevidde nær det som er fysisk mulig for et jord/flomskred. Det vil derfor ikke være så stor forskjell på utløpsrekkevidden, og 5000 års grensa følger derfor stort sett 1000 års grensa, og er bare lagt litt lenger ut i dalbunnen. 5000 års grensa kan imidlertid i en del tilfeller være lagt mye breiere enn 1000 års grensa, for å ta høyde for at skred kan ta nye løp, for eksempel vet at skredbanen plugges igjen. Enkelte områder der vi anser sannsynligheten for jord/flomskred til å ligge mellom 1/1000 og 1/5000 har vi bare satt en 5000 års grense.

Hvis det er tegn, flere historiske/geologiske hendelser, hvis skredavsetningene er store i forhold til løpet, hvis det er tegn på aktiv erosjon eller nyere utløpshendelser eller andre forhold som tilsier at det er sannsynlig at skred går med en høyere frekvens enn 1/100 år så er det også tegnet inn en 100 års grense. Denne har ikke samme omfang som 1000 års grensa, da man må regne med at et 1000 års skred vil være større, og bevege seg lenger enn et 100 års skred.

Det bør legges til at i feltkartleggingen er det lagt vekt på å gjøre geologiske vurderinger av prosesser og alder for tidligere skredhendelser. I en del områder anser vi det som sannsynlig at mye av skredaktiviteten foregikk rett etter siste istid, under andre forhold enn de vi har i dag.

4 Område 1 – Høyanger

4.1 Geomorfologi og løsmasser

Området er lokalisert hvor Dalsdalen løper ut i Høyangsfjorden og strekker seg fra noe øst for gården Dale lokalisert i nordøst, helt til Sandvika i sørvest. Det kartlagte området omfatter også Håland og nedre del av dalkrysset hvor Hålandselva og Siplaelva løper sammen.



Figur 4.1.1. Utsikt fra Sandvika mot NNO in i Dalsdalen

Dalsdalen er en glasial u-formet dal med meget bratte skråninger flere plasser (figur 4.1.1, foto in i Dalsdalen fra Sandvika og 4.1.2, Helningskart). På østsiden av dalen ligger Kujukelen og Gråberget (ca 700 m.o.h), og på vestsiden fjellet Hålandsnipa 800 m opp over Dale. Vest for Høyanger sentrum er skråningene noe slakere og består av både konkave og konvekse partier opp mot 600 m.o.h nærmest fjorden. Videre vest og østover øker topografien opp til 900-1000 m.o.h.

Løsmasser og landformer i dette området er kartlagt i den nasjonale løsmassedatabasen ved NGU (figur 2.2.1.), men området er bare kartlagt i målestokk 1:250 000. Dette reduserer både den geografiske presisjonen og detaljeringsgraden. Mangelen på presisjon synes her bl.a. ved at elvededimenter er kartlagt altfor langt opp på fjellsiden ved Gråberget. Mye av fjellene rundt Dalsdalen og Høyangerfjorden består av bart fjell uten betydelig løsmassedeck. Videre er dalsidene i Dalsdalen preget av avsetninger av ulike skråningsprosesser (talus). Det er observert en dalfylling med elvededimenter som har

blitt avsatt siden siste istiden, da landet langsomt hevt seg opp av havet. Ved nedre del av Hålandelva, samt stedvis på laveste del av vestliggende skråninger i Dalsdalen, finner vi også breelvaavsetninger som stammer direkte fra den siste istiden. Disse avsetningene kommer fra store smeltevannselver, som avsatte sorterte masser ved elvemunningen, når de fløt ut i havet.

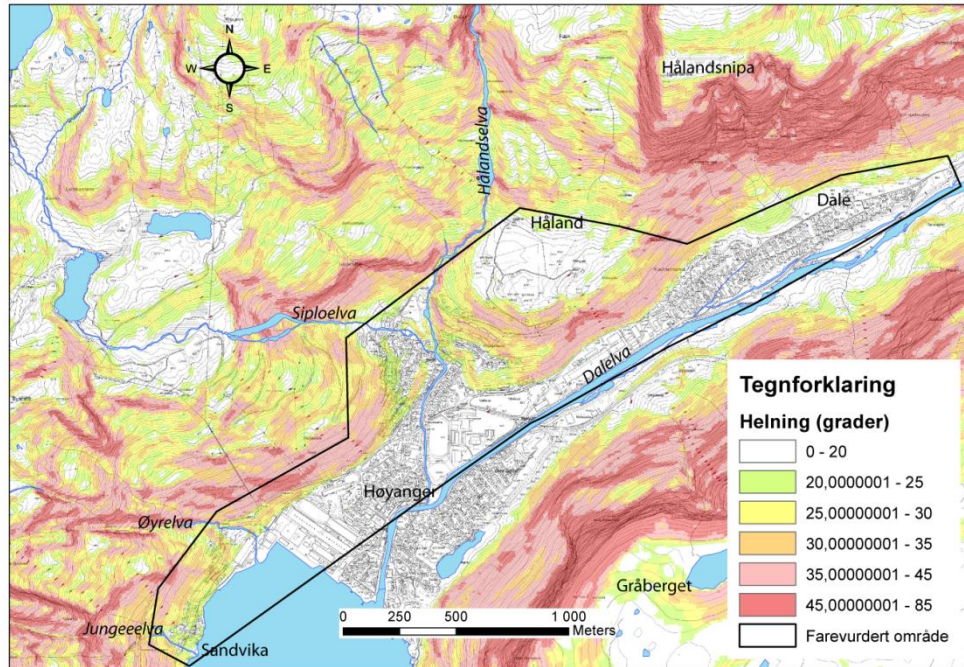


Fig. 4.1.2. Kart over Høyanger farevurderingsområde med helningsgrad.

Avsetningene fra skråningsprosesser består i området mest av steinsprangstalus, som er observert under alle bratte fjellsider. Noen steder finner vi også avsetninger relatert til snøskred (under Hålandsnipa og i Sandvika), og på de samme lokaliteter er det også avsetninger etter jord- og flomskred.

4.2 Skredhistorikk

Dale

I 1809 kom et snøskred ned mot gården Dale, og en person omkom. Ukjent størrelse på skredet, samt også ukjent når på vinteren det gikk.

Det skal ha vært flere mindre flomskredlignende hendelser på den store vifteformen som ligger nedenfor Trollagjelene. En av beboerne fortalte om at det har kommet slam etter slike skred ned til husene i østenden av vifta. Dette skal angivelig ha skjedd på under smelteperioden på våren. På bakgrunn av disse hendelsene er det anlagt en mindre ledevoll/grøft ved den østre delen av vifta.

I 1987 skal det ha kommet ned en steinblokk med ukjent størrelse ned i boligfeltet sør for vifta (Øvrevegen/Bekkefaret). Det skal også tidligere ha kommet ned blokker som har nådd ut i mellom bebyggelsen. Dette bekreftet to eldre beboere i Øvrevegen.

Det ble i 1976 bygget en løsmassevoll for å fagne opp steinsprang ved et bolighus lengts øst i Øvrevegen. I 2011 kom det flygende ei blokk (et par dm³) over denne vollen og gikk gjennom terrassen på det nærmeste huset.

Håland

27.1.1945 døde to gutter etter å ha fått en skavl over seg langs Hålandsvegen. Dette er på skrednett tolket til ikke å være en skredhendelse, men heller en brøyteskavl som har falt ned.

Høyanger

31.1.1981. Steinsprang ned på fylkesveien rett ved avkjøringen til Hålandsvegen. Ukjent størrelse.

22.2.1992. Steinsprang ned på fylkesveien rett over Hydro. Ukjent størrelse.

18.10.2011. Steinsprang ned på fylkesveien rett over Hydro. Ukjent størrelse.

14.11.2012. Steinsprang ned på fylkesveien sør for Daleelva. Trolig fra fjellsiden ved Stroeskora. Ukjent størrelse.

5.7.2013 Steinsprang over den sørlege svingen i Bakkevegen. Blokka på om lag 1 m³ løsna i ura rundt kote 100 og gjekk om lag 25 m før den stoppa på bakkevegen rundt kote 70.

Sandvika

I 1917 skal det ha gått et stort snøskred, trolig et tørt flaskskred, helt ned til sjøen. Sandvika var ikke utbygd den gang, men skredet skal ha gått over hele området der det er bebyggelse i dag.

I 1928 gikk det flere sørpeskred i Sogn, blant annet også i et av gjelene over Sandvika.

3.3.1979 gikk et Sørpeskred i Midtre Øyrebott, løst ut av flere dager med regn og sludd på et tørt og løst snødekke.

Det skal ha gått et snøskred ned Øyrelva rett nord for Sandvika i romjula 1980. Snøen kom ned til fylkesveien.

12.8.1986 har det kommet et uspesifisert løsmasseskred ned på fylkesveien rett øst for Øyrelva.

I januar 1993 ble ca 40 personer evakuert på grunn av stor snøskredfare. Det gikk ikke noe skred og folk flyttet hjem etter at snøen hadde stabilisert seg.

2.11.2008 gikk et steinsprang ned på veien like før tunellåpningen.

26.12.2011 gikk det et flom- /sørpeskred fra Ytste botnen, utløst av store nedbørsmengder og temperaturøkning med påfølgende snøsmelting. Skredet fulgte elva ned og ned forbi den etablerte vollen. Vollen hadde god nok margin for dette skredet, selv om vegetasjon ble dyttet et stykke opp på vollsiden. To biler og 3-4 naust ble tatt av skredet.

(referanser: NGI 20120303-01-TN, NGI 81913-1, NGI 79907-1, NGI, NGI 87412-1, www.skrednett.no)

4.3 Snøskred

4.3.1 Observasjoner

Første mål har vært å identifisere mulige løsneområder. Et helningskart for områdene viser at store deler av fjellsidene som omkranser Høyanger er mellom 30 og 60° bratt.

Befaringsobservasjoner både fra bakken og fra helikopter, samt flybilder viser at de fleste bratte områdene i dag er dekket av skog. Dette er i hovedsak lauvskog, men det er også noe gran i, spesielt i skråningen nord for Dale. Skogen vurderes i stand til å hindre skredutløsning dersom avstanden mellom trærne er mindre enn 5 – 7 m.

Noen bratte terrengpartier ligger imidlertid over skogsgrensen eller i skogfrie områder lenger ned i lia, slik at snøskred kan løsne. Disse mulige løsneområdene vises i blå farge i Fig. 4.3.1.1, 4.3.1.2 og 4.3.1.3.

I fjellsiden nord for Dale, er det flere mindre skogfrie partier i skråningene. Disse er hovedsakelig knyttet til urer og noen bratte sva (nr. 11-20). Det er også mulige løsneområder i Trollegjelene (nr. 7, 8, 9 og 22), samt et stort (nr.5) og to mindre (nr. 6 og 10) rett vest for gjelene. Lenger vest, mellom Hålandsnipa og Hålandselva, er det noe slakere terreng og fem mulige løsneområder knyttet til uren under Hålandsnipa (nr. 3) eller til lyngterrenget som drenerer ned mot Håland (nr. 0, 1, 2 og 4).

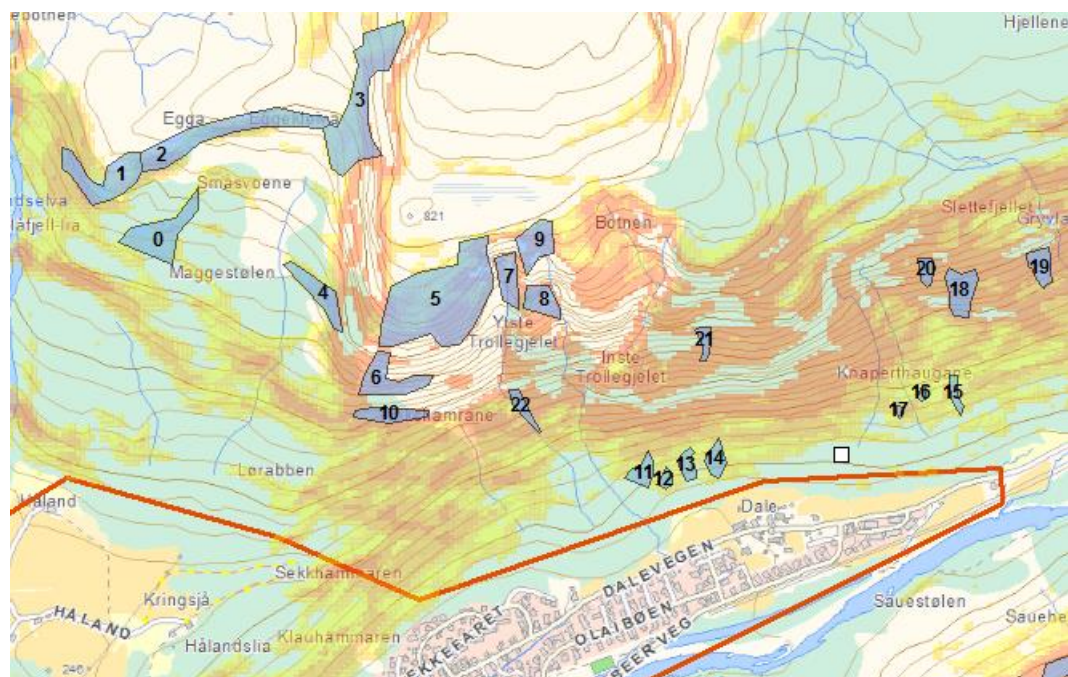


Fig. 4.3.1.1 Helningskart over Håland, Høyanger og Dale. Gult 30-45° og oransje 45-60°. Mulige løsneområder merket med blått. Disse er nummerert for henvisninger i teksten. Snøskredhendelse fra skredhendelsesdatabasen vises med hvit firkant.

I terrenget mellom Hålandselva og Siplaelva er det også noen mindre områder som kan være løsneområder for snøskred. De fleste av disse er ligger over skogsgrensa og er mellom 30 og 45° bratte (nr. 23-32 og 68). I skråningen nærmest Siplaelva er det også 6 mindre løsneområder (nr. 34-38).

De viktigste løснеområdene i dette området vil være nr. 24, 25, 27 og 68, samt 30, 31 og 32. Disse ligger over skoggrensa på mellom 650 og 825 moh i lesider fra i vind fra nordvest.

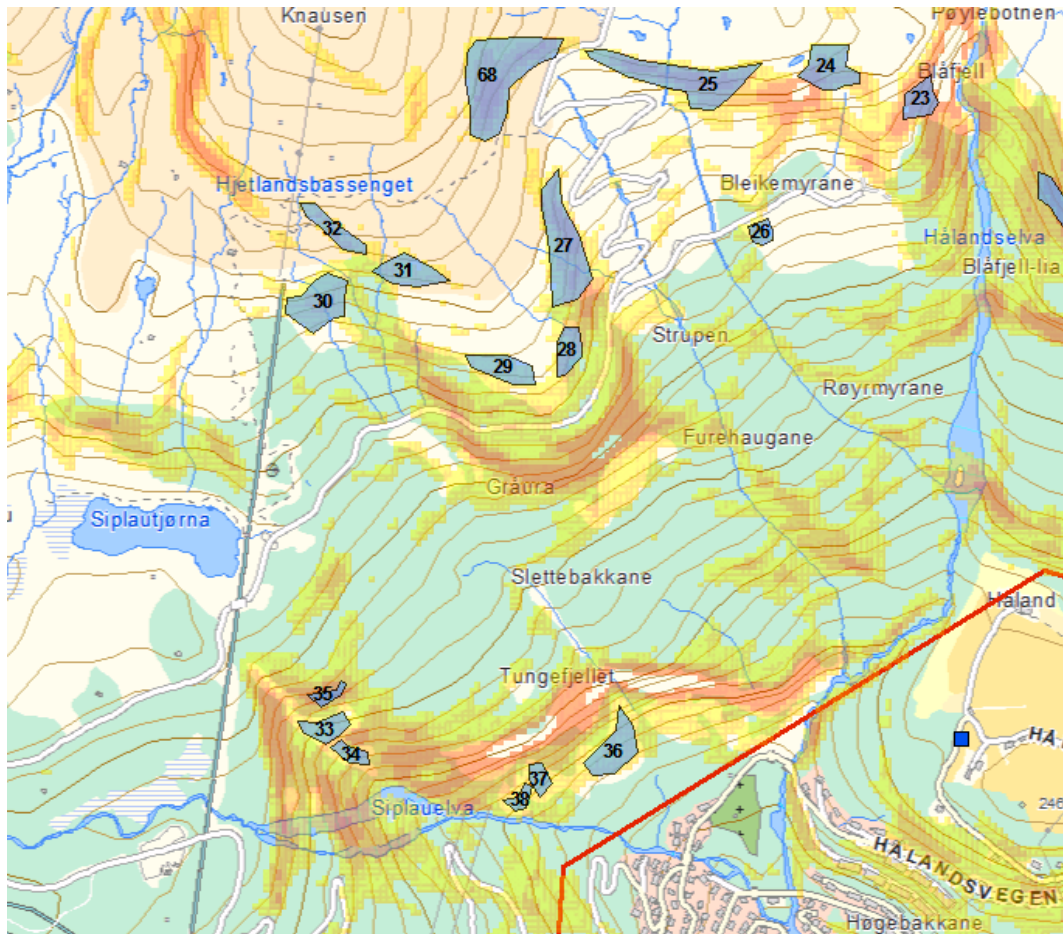


Fig. 4.3.1.2. Helningskart over Håland og Høyanger. Gult 30-45° og oransje 45-60°. Mulige løснеområder merket med blått. Disse er nummerert for henvisninger i teksten. Snøhendelse fra skredhendelsesdatabasen vist med blå firkant.

I fjellsidene over vestre del av kartleggingsområde er det flere mulige løснеområder rett over skoggrensa, og knyttet til botnene og gjelene som går ned mot Sandvika. Disse mulige løснеområdene ligger i le for vind fra vest.

I Ytste Øvrebotnen er det fire løснеområder som ligger mellom om lag 550 og 750 moh. Nr. 39, 40 og 41 ligger helt i toppen av selve gjelet, og nr. 42 ligger i fjellsiden rett sør for gjelet, og vil drenere ned i dette. Disse områdene har ei helling på mellom 30 og 45°.

I den midtre botnen er det to løснеområder som ligger mellom 550 og 650 moh (nr. 41 og 42).

I Inste Øyrebotn er det fire løснеområder. De to øverste har helling mellom 30 og 60° og ligger like over skoggrensa mellom 550 og 650 moh (nr. 45-46). Nr. 47 ligger på et svaparti på 450 til 520 moh og nr. 48 er et skogfritt område på mellom 370 og 410 moh. Begge de to nederste har helling mellom 30 og 45°.

Det er også fem mindre skogfrie områder lenger ned (nr. 49-53) som er også å betrakte som mulig løснеområder. Disse er i hovedsak bratte og glatte sva (45-60°).

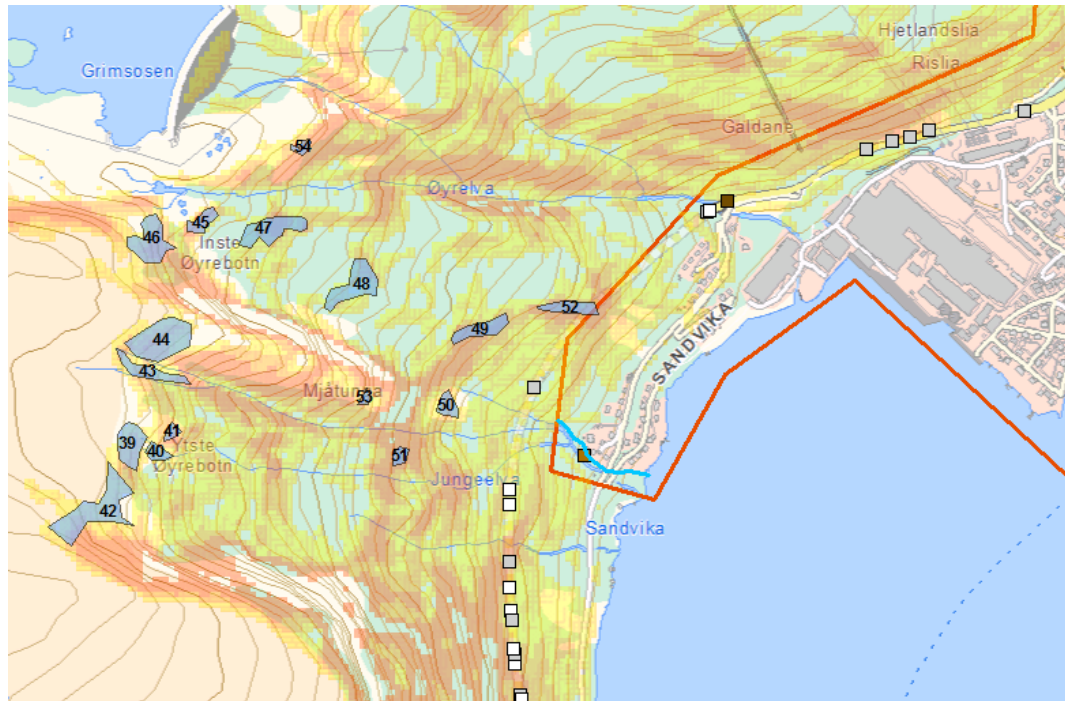


Fig. 4.3.1.3. Helningskart over Sandvika. Gult 30-45° og oransje 45-60°. Mulige løснеområder merket med blått. Disse er nummerert for henvisninger i teksten. Kater viser også skredhendelser fra skredhendelsesdatabasen (snøskred vises som hvite firkanter, steinsprang som grå firkanter og løsmasseskred som brune firkanter) En del markeringer av stein i tunnelen er også merket, men disse er ikke en del av denne vurderingen.

I fjellsiden sør for Daleelva er det flere større løснеområder for snøskred. De viktigste av disse er botner og lesider fra sørlige vinder over skoggrensa (nr. 55, 56, 57, 58, 66 og 67). Disse har i hovedsak helling mellom 30 og 45° og ligger på mellom 700 og 960 moh.

Under skoggrensa er det noen bratte (45-60°) skogfrie sva som drenerer ned i Vetledskredfossen (nr. 59) og Merkeselva (nr. 64 og 65). Lenger øst er det også to små (nr. 60 og 61) og to større (nr. 62 og 63) relativt slette svapartier. Disse har også helling på mellom 45 og 60°.

Fjellsidens nedre del er til dels dekket av skog, men har også store svapartier der ruheten er svært lav. Daleelva er nylig sikret med store flomvoller mot bebyggelsen på motsatt side.

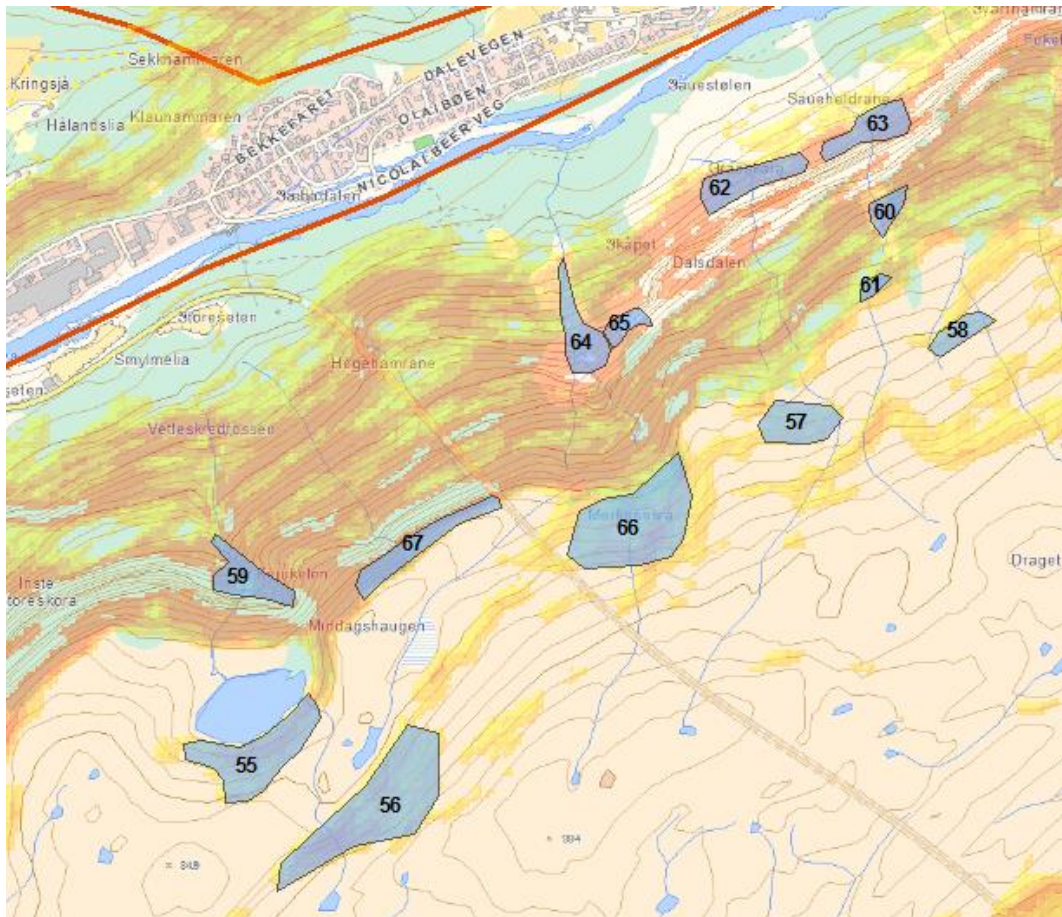


Fig. 4.3.1.4. Helningskart over fjellsiden sør for Dale. Gult 30-45° og oransje 45-60°. Mulige løsneområder merket med blått. Disse er nummerert for henvisninger i teksten.

4.3.2 Modelleringsarbeid

Alle løsneområdene er modellert med RAMMS. Det er brukt programmets standardinnstillinger for friksjonsparametere og maks snødybde er satt til 2 meter. For mindre og lavereliggende områder er det Høydeintervallet er satt til 200-500moh. Det er kjørt en første simulering på 10m høydemodell, og senere en ny modellering på 2m høydemodell for utvalgte løsneområder. For de svært bratte løsneområdene ved Trollagjelene er det modellert med 1m da vi ikke ser det som realistisk at det vil legge seg så mye snø i disse bratte partiene.

Resultatene fra RAMMS er brukt for å plukke ut skredbaner som gir lange utløp, og for å velge profiler for bruk med AlfaBeta-metoden. Profiler fra løsneområde 1, 6, 9 og 12 ble valgt for dette.

For snøskredmodelleringen i Sandvika er det så bratt ned til sjøen at en ikke har lagt AlfaBeta til grunn. Dette gjelder også en del av banene knyttet til Trollagjelene. Ved så bratte overganger fra fjellside til dalbunn ser det ut til at denne metoden gir vel lange utløp.

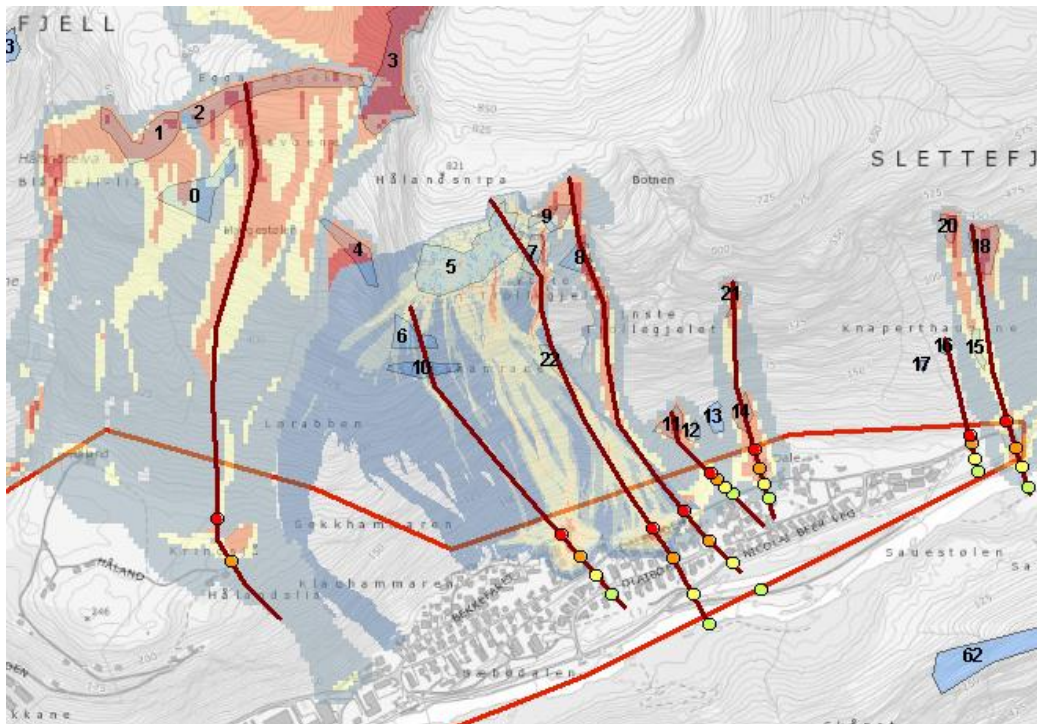


Fig. 4.3.2.2. Resultater fra RAMMS med 2m snø for de vestlige områdene og 1m for områdene rundt Trollagjelene, samt baner for Alfa/Beta-modell for de utvalgte løseområdene og tilhørende profiler. Betapunkt vises med rødt, Alfa med oransje, Alfa-1SD vises med lys gul, og Alfa-2SD vises med lys grønn. Områdeavgrensning vises med rød strek.

4.3.3 Skredfarevurderinger

Sandvika

I Sandvika er det hovedsakelig det sørligste av de to boligfeltene som kan være utsatt for snøskred. Faresonekartet for snøskred presenteres i kartbilag 1.

Mindre tørrsnøskred og våte snøskred fra Ytste Øyrebottn vil trolig følge bekkeløpet nedover mot sikringsvullen. Store tørre flaskred vil stort sett gå rett ned og ikke bli styrt i like stor grad av bekkeløpet.

Fra det midtre gjelet vil alle typer snøskred trolig ha retningen mot sikringsvollen, men det er kun de virkelig store skredene som vil ta seg over vollen. Skred vil også gå over vollen dersom denne fra før er fylt opp med snø fra tidligere skred. Dersom skred fra midtre botnen går over vollen, så vil de kunne bre seg ut over den søndre del av bebyggelsen og nå ned til sjøen. Vi vurderer sannsynligheten for dette til å være større enn 1/1000.

I store deler av de to øvre løseområdene i toppen av Inste Øyrebotn er det grov ur, og det må et visst snødekke til for å jevne ut denne. Med snømengder mellom en og to meter antar en at ruheten er lav nok til at tørre flakskred kan løsne. Dette er ikke usannsynlige snømengder i fjellene i Sogn, men det går ikke nødvendigvis store skred selv om det er kommet mye snø. Dersom det går større flakskred herfra så vil de bre seg ut over store deler av boligfeltets søndre del. Skredet i 1917 kan ha vært utløst i et av de øvre

løsneområdene. En kan anta at det var mindre skog der den gang, og at løsneområdene var noe større da. Likevel anser vi at store skred vil kunne løsne i dette området også i framtiden, men med en sannsynlighet som er mindre enn 1/100.

For de to lavereliggende løsneområdene skal det mindre snø til for at det skal kunne løsne flakskred, da det her er glattere underlag i form av til dels slett berg. Skred herfra vil fordele seg på to sider av ryggformasjon og enten gå mot vollen og delvis ned i denne, eller ned mot den nordligste delen av boligfeltet. Skred herfra anser vi som om lag like sannsynlig som for de øverste områdene.

De aller nederste løsneområdene er så bratte at vi anser det som mindre sannsynlig at store snømengder vil samle seg i disse løsneområdene. Dersom det skjer, så vil de mindre skredene bli bremsset noe av skogen og kunne nå omtrent ned til bebyggelsen, mens større skred vil nå lenger ned på vifta.

Høyanger, sørsiden av Daleelva

De løsneområdene for snøskred som gir de lengste utløpene fra denne fjellsiden er nr. 56, 57, 58, 59, 64/66 og 67. Dette på grunn av at de enten de største områdene eller de som ligger såpass høyt i fjellsiden at fallhøyden blir stor.

Både RAMMS-modellering og AlfaBeta gir for disse banene resultater som går over elva og inn over bebyggelsen på motsatt side. Vi er ikke kjent med snøskredhendelser fra denne dalsiden, men ved vær-situasjoner med snø og vind fra sørøst vil store snømengder fra fjellplatået i bakkant kunne samle seg i de øvre løsneområdene. Område 66 peker seg spesielt ut med at det er stort (opp mot 44000m²), samt at det har stor fallhøyde (780m). I tillegg er skredbanen ganske rett og til dels bart glatt fjell. Skred med sannsynlighet på om lag 1/100 mener vi vil fanges opp av elva og forbygningene som er gjort der. Det samme gjelder dermed også for skred fra de andre løsneområdene.

For store skred herifra, som vi antar har en sannsynlighet på om lag 1/1000, vil fylle opp elveløpet og gå over forbyggingen. Slike skred vil kunne nå så langt som til den nærmeste husrekka. Dette tilsvarer om lag A-1SD i figur 4.4.1.1. De største skredene fra dette løsneområdet mener vi vil kunne nå så langt som til Dalevegen.

Helt øst er det løsneområde nr. 58 som gir utslaget for hvor faresonene settes. De store skredene herfra vil også kunne nå over elva og helt over på motsatt side. På grunn av at dalbunnen er svært smal her, vil det ikke være stor forskjell på 1/1000 og 1/5000.

Vest i denne fjellsiden vil skred som kommer ned Vetleskredfossen også kunne få lange utløp, med 1/1000 og 1/5000 inn på næringsarealet på andre siden av elva. Snøskred fra løsneområde nr. 55 vil stort sett stanse ved det lille vannet som ligger umiddelbart nedenfor, selv om noe snø kan muligens fortsette videre ned mot løsneområde nr. 59. Lange utløp både fra område 59 og fra det øverste området (nr. 56) ligger til grunn for faresonene her.

Høyanger, nordsiden av Daleelva

Løsneområde nr. 18, som ligger høyt opp i lia og som er det største av de innerst i dalen, er det eneste fra denne siden innerst i dalen som vil kunne påvirke bebyggelse. Mindre skred herfra vil stanse i skogen eller det flate område rett ved veien. Store og sjeldne skred herfra vil kunne nå gjennom den stedvis glisne skogen og ut på marka mellom

veien og elva. Skred fra område nr. 19 vil også kunne nå ned i dalbunnen, men godt utenfor kartleggingsområdet. Skred fra de øvrige mindre åpne felten i skråningen vil ikke få nok energi til å ta seg gjennom skogen.

Lenger vest i dalen vil skred fra område 21 kun ved ekstremt lange utløp nå fram til bebyggelsen. Her er skogen tynn og skred vil kunne ta seg ned til og ut på marka. Det er imidlertid begrenset hvor mye snø som kan samle seg i det relativt bratte terrenget. Fra de lavereliggende områdene nr. 11-14, så vil også skred kunne gå, men uhyre sjelden nå lenger ned enn til beitemarka.

Fra Trollagjelene og de nærliggende løsneområdene kan det gå skred som sprer seg ut på hele vifta og ut i den flate dalbunnen. På grunn av at det er svært bratt og løsneområdene er oppdelt i mange mindre områder, anser vi det som lite sannsynlig at det vil løsne så store skred at de vil gå langt ut i dalbunnen. De er skred fra de høyeste områdene i gjelene og et større diffust område rett vest for gjelene (nr. 5) som vil kunne gi de største skredene. Virkelig store skred herfra vil kunne nå ut i bebyggelsen, men disse anser vi som svært lite sannsynlige og dermed vil disse danne grunnlaget for faresonen på 1/5000.

På grunn av noe slakere løsneområder vil det også kunne samles mer snø i løsneområdene ovenfor Håland. Av disse så der det skred fra område nr. 2 som vil kunne nå lengst. Skred herfra vil ha størst fallhøyde, samt at det er mulighet for en viss kanalisering ned første halvdel av lia. Skred med sannsynlighet i størrelsesorden 1/100 vil bre seg ut og stanse i skogen på den store vifteformen. Store og mer sjeldne skred vil kunne fortsette noe utover platået. Hellinga i den østre delen av platået vil gjøre at de største skredene kan fortsette noe ut mot Hålandslia, men på grunn av slakt terreng og tett skog vil de ikke fortsette videre nedover.

Løsneområdene like nord for Siplaelva er små og ligger alle i ur uten om nr. 35. I den grad disse områdene vil akkumulere nok snø, vil eventuelle skred raskt etter utløsning bli fanget opp av løpet til Siplaelva og få korte utløp. Skadeskred fra disse områdene vil være sjeldne. I sjeldne perioder med mye snø og riktige værforhold vil det kunne forekomme skred fra område 36, et slikt skred vil kunne gjøre skade boligene nedenfor. Lenger mot nord har områdene 29-32 et større potensial til å akkumulere snø. Med riktige forhold vil de største skredene fra dette område kunne nå forbi kirkegården og ned til flaten forbi punktet der Siplaelva og Hålandselva går sammen. Dette vil være sjeldne hendelser.

Skred fra de potensielle løsneområdene nr. 23-28 og 68 vil ha retning mot sørvest og vil bli fanget opp i elvegjelet til Hålandselva. En vil ikke forvente at disse skredene vil gå særlig forbi øvre bro over Hålandselva.

4.4 Steinsprang og steinskred

4.4.1 Observasjoner

Sandvika

Nordvest og nord nordvest for den sørlige bebyggelsen i Sandvika, mellom 170 og 280 m o.h., er det flere mindre hammere med helling som kan gi steinsprang. Hammerne har oppsprekking i flere retninger slik at de fleste steinsprang vil være kubiske/rektangulære

og av en størrelse mindre enn 1 m^3 . Hammeren lengst mot nord er delvis preget av eksfoliasjon i vest og har enkelte delvis avløste blokker som kan gi ”disk/flak/flate” steinsprang opp mot 1 m^3 . En større rektangulær blokk på over 5 m^3 , avløyst i bakkant men med støtte under, står utsatt til helt øst på denne hammeren.

Området mellom de overnevnte hammerne og bebyggelsen er i hovedsak dekket av skredavsetninger med et tynt vegetert humusdekke. En tydelig ur kan observeres sørøst for den nordligste hammeren. Mellom husrekkene ned mot sjøen kan det observeres flere blokker som kan ha hatt opphav som steinsprang.

Det ble ikke observert tydelige tegn i terrenget som tyder på nylig steinsprangaktivitet fra hammerne og det ble heller ikke gjort mange observasjoner av tydelig avløste blokker med ugunstig plassering.

Dale

Området er omringet av høye fjellsider hvor de høyest fjellene ligger på den vestlige siden av Daleelva, med bratte klipper uten vegetasjon som strekker seg opp til 800 moh og gir et totalt relieff på 750 m fra dalbunnen. Terrenget er spesielt bratt ved fjellknausene Krikshamrane, Trollegjelet og Knaperthaugane. Her har skråningene en helningsvinkel på over 45 grader, samt opp til 60-70 grader over store deler av fjellsiden. Fjellsiden er kuttet av flere dype, sub-parallele renner (retning NV-SØ). Terrengets høyde avtar betydelig mot sørvest, og ved Hålandslia og Krinsja er fjellsidene ikke høyere enn 250 moh. For dette området avtar helningsvinkelen generelt med unntak av øvre del av skråningene, som fortsatt har en helningsvinkel større enn 45 grader. Det er flere steder observert spor av nylig steinsprangaktivitet, hvor tydelig lysere fjelloverflate kan kobles til kildeområder (Figur 4.4.1.1). I tillegg består fjellveggene flere steder av overhengende overflater (Figur 4.4.1.1), men det er ikke observert noen løse blokker (frittstående). Dog har det tidligere blitt rapportert (NGI, 2011) om minst en stor løs blokk på toppen av fjellskrenten.



Fig. 4.4.1.1. Eksempel fra en bratt fjellvegg i Dale. Det er tydelig stedvis lysere farge på fjelloverflaten som kan kobles til kildeområder for nylig steinsprang. I tillegg er det observert blokker med overheng på øvre delen av fjellveggen.

Generelt er de rettlinjete skredavsetninger, som finnes under fjellskrentene og strekker seg til tåen av skråningen og delvis i bunnen av dalen, produkter av steinsprangsaktivitet. Derimot er kjegleformete avsetninger, som finnes ved utløpene av rennene, produkt av kombinerte skredprosesser som snøskred, jord- og flomskred og steinsprang. Begge typer avsetninger strekker seg flere steder helt ned til urbant område i Dale. Store deler av avsetningene er ikke dekt med vegetasjon og viser tydelig spor etter fersk steinsprangaktivitet (f.eks. avsetningene er kantete og har overflater som er ”rene” og ikke dekket av vegetasjon). Et eksempel fra fersk steinsprang er vist på Figur 4.4.1.2. Hovedsakelig er avsetningene derimot svært kompakte, og blokkene er dekt med mose og lav. Dette tyder på at steinsprangaktiviteten i dag er betydelig redusert i området. Dermed er det tolket at disse avsetningene stort sett er fra tidsperioden rett etter breens tilbakegang. Dette støttes av at kun 1 blokk ble observert under feltarbeidet. På tross av mangel på feltobservasjoner er det flere historiske hendelser rapportert i området (se kapittel 4.2). Gjennomsnittlig blokkstørrelse varierer gjennom området fra store blokker (m^3) i den østlige delen til noe mindre mot vest (mellom dm^3 til m^3). Noen steder er avsetningen blitt flyttet på for å benytte område til arealbruk, som for eksempel til vegbygging (Figur 4.4.1.3).



Fig. 4.4.1.2 Eksempel på nylig steinsprang ved Dale området. Blokken er tydelig kantete med en "fersk" overflate på toppen (glideplan) og overflater på sidene dekket med vegetasjon. Lengste diameter på blokken er ca 1 m.



Fig. 4.4.1.3. Bilde er tatt fra vegen ved industriområde øst for Hjetland. Det har her blitt fjernet steinsprang avsetninger for bygging av veg. Skråningen mot vegen er forsterket med støttemur av blokker.

Tungefjellet (Håland gravplass)

Området er lokalisert NV for Høyanger sentrum og er begrenset av elven Siplauelva til vest og Hålandselva til øst. Denne lokaliteten strekker seg opp til 100 moh. I den nedre delen av skråningen finnes en SSV-NNØ vertikal fjellvegg som er 20 til 80m høy med størst relieff i den midterste delen. Ved tåen av denne fjellveggen er det en stor steinur, etterfulgt av en flat terrasse med noen bolighus, Hålandvegen bilveg og en gravplass (Figur 4.4.1.4).

Den vertikale fjellveggen har en helningsvinkel større enn 45 grader langs store deler av området. Det er observert spor etter tidligere steinsprang aktivitet langs fjellveggen (lysere fjelloverflate). Kun et fåtall overheng er kartlagt, men det er ikke observert noen løse blokker (frittstående).



Fig. 4.4.1.4. Oversiktsbilde av forholdene ved Tungefjellet. Bratte fjellvegger vises i bakgrunnen med tilhørende avsetninger rett under (ikke dekt med vegetasjon). Det er tydelig kildeområder fra tidligere steinsprang på fjellveggen til høyre (stedvis lysere fjelloverflate). Foran Tungefjellet ligger bolighus og Hålandvegen. Bilde er tatt fra sør.

Langs hele nedre del av skråningen under den steile fjellveggen er det avsatt ur. Avsetningene har tydelig større utstrekning mot øst, hvor det er kartlagt blokker helt ved Hålandvegen (Figur 4.4.1.5). Den sentrale delen av avsetningen er ikke dekket av vegetasjon og består av kantete blokker, noe som tyder på nylig steinsprangaktivitet. Likevel virker det som at en betydelig del av avsetningene er gammel (kantrundet og overflatene er dekt med mose og lav), noe som gir en indikasjon på at det har vært en reduksjon av steinsprangaktiviteten i forhold til tidligere perioder. Mesteparten av skredavsetningene kan kobles til aktivitet rett etter deglasiasjonen. Blokkstørrelsen varierer fra store blokker (m^3) i øvre halvdel av ura og i østlige delen av området (rett ved vegen) til mindre blokker i nedre del av ura (dm^3 til m^3). Det er ikke observert blokker på den flate terrassen. I området mot vest er det bygget en mindre voll for å beskytte husene (Figur 4.4.1.6).



Fig. 4.4.1.5. Bilde av ur observert ved østlige delen av Tungerfjellet. Blokkstørrelsen varierer fra dm^3 til m^3 , og er dekt med mose og lav. Merk at bilvegen kan sees gjennom skogen. Bilde tatt fra nordvest.



Fig. 4.4.1.6. Bilde av grøft ved den sørvestlige enden av avsetningen ved Tungerfjellet. Grøften var bygget for hindre blokker til å nå boligområdet. Det er under befaring ikke observert noe nylig steinsprang stoppet av vollen. Bilde tatt fra vest av Jaran Wasrud.

Høgebakkane

Området som vurderes er lokalisert langs en sørvestvendt moderat fallende fjellside, som er fortsettelsen på skråningen beskrevet i Dale-området. Fjellsiden består av mindre bergknauser langs øvre del (rundt 175 moh: Figur 4.4.1.7), som tidligere har vært rapportert som kildeområde til steinsprang (muntlig kommunikasjon med lokale). Det ble ikke kartlagt noen blokker i dette området under feltarbeidet. Likevel, grunnet at disse bergknausene er lokalisert nær boliger og veg, har området blitt evaluert og beskrivelser inkludert i denne rapporten.



Fig. 4.4.1.7. Oversiktsbilde tatt fra vest mot skråningen ved Høgebakkene. Det er lokalisert mindre bergknauser på toppen av skråningen (rødt polygon), men disse er ikke mulig å se på bildet grunnet bergknausene er små. Flere hus er lokalisert under disse blotningene (bilde tatt fra Google Earth).

Håland (gård)

Området ligger på den nordlige siden av et høyt platå (rundt 230 moh) og er begrenset mot øst av en SØ-NV gående elv (østlige gren av Hålandselva). Skråningen på sørsiden av platået har et moderat til slakt fall (gjennomsnittlig helningsvinkel mindre enn 45 grader). Ved den nordøstlige delen av platået er nedre del av skråningen stedvis dekket med spredte blokker. Et gårdsbruk er lokalisert i nærheten av disse blokkene.

I det bebodde området har skråningen et svakt til moderatfall. Det ble under feltarbeid ikke observert noen synlige løsneområder for steinsprang i nærheten av gården. Derimot er det en relativt liten, steil fjellvegg lokalisert et stykke bakom gården i tett skog (Figur 4.4.1.8). Skråningen er dekket med vegetasjon. Kartlagte blokker i området er kantrundete, dekket med mose og lav og varier i størrelse fra dm^3 til m^3 .



Fig. 4.4.1.8. Oversiktsbilde av Håland area. Skråning består av en svak til moderat helningsvinkel. Det er en mindre steil fjellvegg lokalisert et stykke bakom gården (potensielt løснеområde). Ved nedre del av skråningen nærmest gården er det kun observert noen få blokker.

Resten av Høyanger

Det er ingen tegn på andre steinsprangkilder ved Høyanger, men det er observert et relativt stort felt med blokkansamling på skråningen vent mot SØ vest for Siplaelva. Mangel på løснеområde for disse avsetningene er tolket til at blokkansamlingen er dannet av andre denudasjonsprosesser (f.eks. forvitring, avsetning relatert til istiden).



Fig. 4.4.1.9. Blokkansamling langs skråningen vest for Siplaelva. Det er ingen potensielle løснеområder for steinsprang som kan assosieres avsetningen..

4.4.2 Modelleringsarbeid

Sandvika

En steinsprangmodellering er gjort ved hjelp av Rockyfor3D for løsneområdene mot nord nordvest og nordvest i tillegg til potensielle løsneområder mot vest. Det er benyttet en terrengmodell med oppløsning på 2 m basert på laserdata. Det ble gjort 10 simuleringer fra hver celle med rektangulære blokker på $1\text{m}^3 \pm 50\%$. Terreng er definert ut fra observasjoner i felt.

Resten av Høyanger

Ved modellering for steinsprang for Høyanger er det benyttet 2.5D modellering med Rockyfor3D og 1D modellering med Rocfall.

Rockyfor3D er anvendt for totalt tre områder: Dalen, Tungefjellet og Sandvika. For hvert område er simuleringen av steinsprang basert på betingelser observert under feltarbeidet. Simuleringene er kjørt med den største blokkstørrelsen kartlagt i område for å vurdere verste tilfelle. Videre tar ikke simuleringene hensyn til reduksjon av restitusjonskoeffisienten som følge av blokkenes kollisjon med trær, ettersom kun relativt store blokkstørrelser er benyttet i modellene. Løsneområder er definert som piksler lokalisert på en steil fjellvegg med helningsvinkel større enn 45 grader (se kapittel 3.2). Alle modelleringer ble kjørt med 100 gjennomføringer. Det er ved Tungefjellet og Sandvika benyttet en 1m flybasert Lidar DEM som grunnlag til topografi. Ved Dalen er samme DEM anvendt, men pikseloppløsningen er her nedskalert til 5m for å unngå datakraftbegrensninger i modelleringen av dette relativt store området. Piksler med en sannsynlighet lavere enn 1,25 ble forkastet da de er vurdert til å tilsvare unormale baner (feil i modellen).

Det ble totalt utført 11 simuleringer med Rocfall langs profiler lokalisert på innsiden av de tre områdene modellert med Rockyfor3d. I tillegg er det utført en simulering for Høgebakkane. Fysiske parametere for hvert material er kalibrert med hjelp av modellering av tidligere steinspranghendelser.

Resultat fra begge modelleringene (Rockyfor3D og Rocfall) er representert i figur 4.4.2.1, 4.4.2.2, og 4.4.2.3.

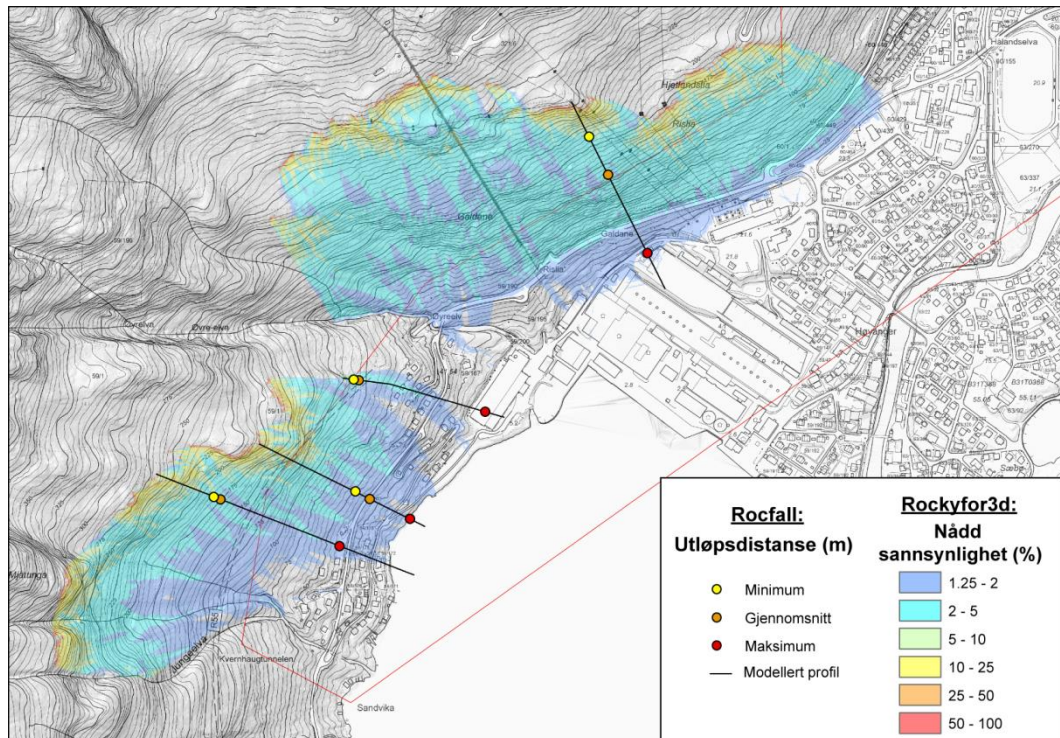


Fig. 4.4.2.1. Resultat fra modellering (Rockyfor3D og Rocfall) for Sandvika området.

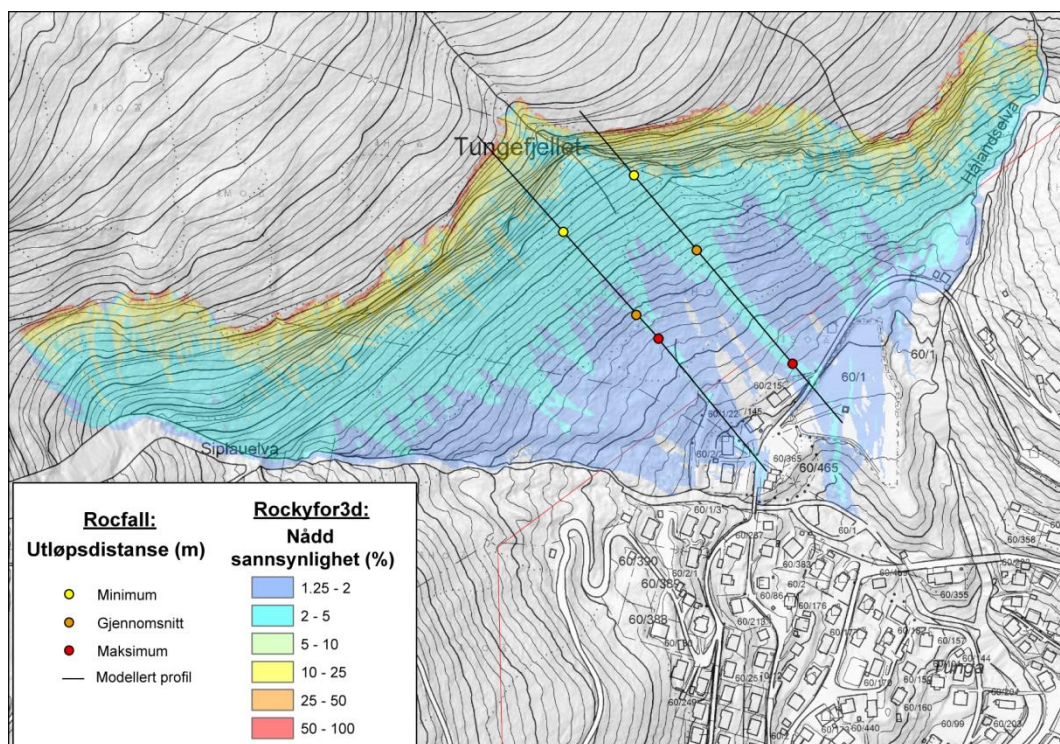


Fig. 4.4.2.2. Resultat fra modellering (Rockyfor3D og Rocfall) for Tungefjellet området.

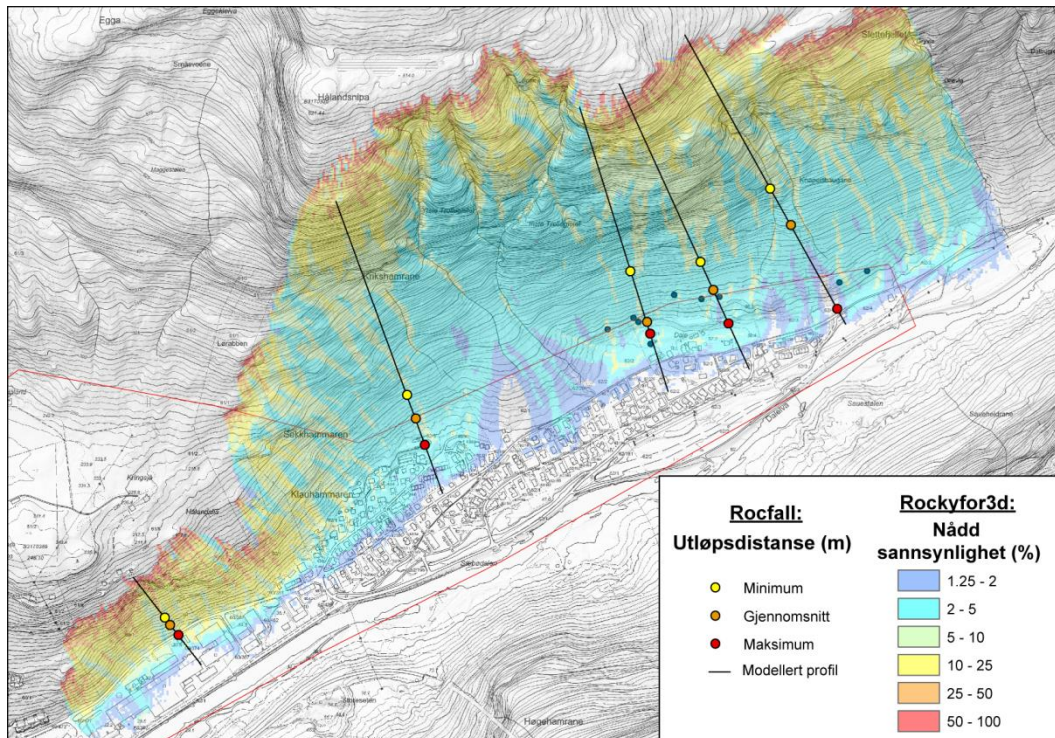


Fig. 4.4.2.3. Resultat fra modellering (Rockyfor3D og Rocfall) for Dalen området.

4.4.3 Skredfarevurderinger

Resultat av faresonekartene for steinsprang er presentert i kartbilag 2. En mer detaljert beskrivelse for hvert enkelt område er gitt under:

Sandvika

Steinsprangfrekvensen i området er vurdert som lav, men større blokker som observert vil kunne nå helt ned til sjøen, særlig i nordlige del av den sørlige bebyggelsen. Bebyggelsen ligger på en vifte og i sør vil dette føre til at ev. steinsprang i hovedsak vil bli ledet mot nord og sør. Mindre og hyppigere steinsprang vil bli fanget opp i skredavsetningene og vegetasjonen før bebyggelsen.

Potensialet for at blokker fra løснеområder lenger vest for Sandvika opp mot 650 m o.h., vil nå ned til bebyggelsen, er til stede. Disse blokkene vil bli konsentrert i elvegjelene i dette området og vil i hovedsak bli fanget opp av forbyggingen i vest. Det kan ikke utelukkes at mindre flyggestein fra dette området vil gå over forbyggingen og treffe bebyggelsen.

Dalen

Området er vurdert til å være mest utsatt for steinsprang ved Høyanger sentrum. Dette fordi flere historiske skredhendelser er registrert her (kapittel 4.2), samt det er kartlagt de mest fremtredende steile fjellveggene.

Områder dekt med steinsprangavsetning og/eller inneholder spredte blokker som kommer fra steinsprang kartlagt under feltarbeid, er inkludert i faresonen med sannsynlighet 1/100. Det er i vest ved industriområdet Hjetland (Dalevegen og langs parkeringsplass) fjernet vesenlig mengde av talus i skråningen og dette medfører at lokalitetene er satt til 100 års grensa. De urbane sonene lokalisert nær den bratte fjellveggen er ansett til å ha et høyt

nivå for eksponering for steinsprang og er dermed satt til sannsynlighet 1/100, 1/1000 eller 1/5000. Bolighusene lokalisert i Dale og nærmest tåen til Klauhammaren er ansett å ha en høy sannsynlighet for fremtidige steinsprang, med skredfrekvens høyere enn 1/100 år. Videre er det under Klauhammaren allerede utført sikring av steinsprang og steinskred (utarbeid en grøft som dekker noe av område i øst), som vil redusere sannsynligheten for fremtidig hendelser kommer frem til bolighusene. Derimot er dette ikke tatt hensyn til i vurderingen av faresoner i denne rapporten. I midtpartiet er det fastslått faresoner med sannsynlighet 1/1000 og 1/5000, som inkluderer flere bygninger mellom Dalevegen i sør og fjellveggene mot nord. I tillegg omfatter 5000 års grensen i øst noen bygninger sør for Dalevegen.

Tungefjellet (Håland industriområde)

Boliger lokalisert vest i området ligger nær tåen til skråningen, men ligger ikke i selve steinsprangavsetningen. Det er ikke tegn på at blokker fra steinsprang har nådd boligområdet og i tillegg er det ingen tidligere historiske hendelser registrert her. Derimot pågår det i dag sikringsjobb i den vestlige delen, som viser at trusselen for potensielle steinsprang er velkjent for innbyggerne. Boliger lokalisert i midten av området er delvis beskyttet av topografien, men de kan fremdeles bli påvirket av blokker fra steinsprang. Dette kommer fram av resultatene fra modelleringen (Kap. 4.4.2). Denne delen av området er inkludert i både 1/100 og 1/1000 faresonene. Videre mot øst er hovedvegen bygd tett inntil eksisterende talus og dette bidrar til at deler av vegen er innenfor 100 års grensa, samt faresonene 1/1000 og 1/5000 er utvidet til å nå platået sør for avsetningen.

Høgebakkane

Potensielle utløpsområder for steinskred er begrenset til noen få titalls meter under kildeområdene. De observerte bergknausene er lokalisert nær og imellom bolighus og veiene, men mulig steinsprang fra disse kildeområdene vil ha lav energi og kort utløpslengde. Mesteparten av steinsprang vil stoppe før de når bolighusene og sonen 1/100 inkludere her ingen bygg eller infrastruktur. Boliger som ligger like i nærheten og noe under kildeområde til steinsprang er inkludert i sonene 1/1000 og 1/5000 (lavere sannsynlighet). Derimot bolighus lengre nede i skråningen vil ikke bli påvirket av steinsprang produsert fra disse kildene.

Håland (gård)

Det er under feltarbeid ikke observert noe tegn på nylig steinsprang. I tillegg ligger gården på Håland utenfor området som dekket med blokker. Steinspranghendelser i fremtiden vil stoppe opp hvor det i dag er høyest konsentrasjon av blokker og representerer 100 års grensa på faresonekartet. Mulige steinsprang som vil ha en lenger utløpsområde og dermed nå frem til gården er vurdert til å ha lav sannsynlighet (1/1000 og 1/5000).

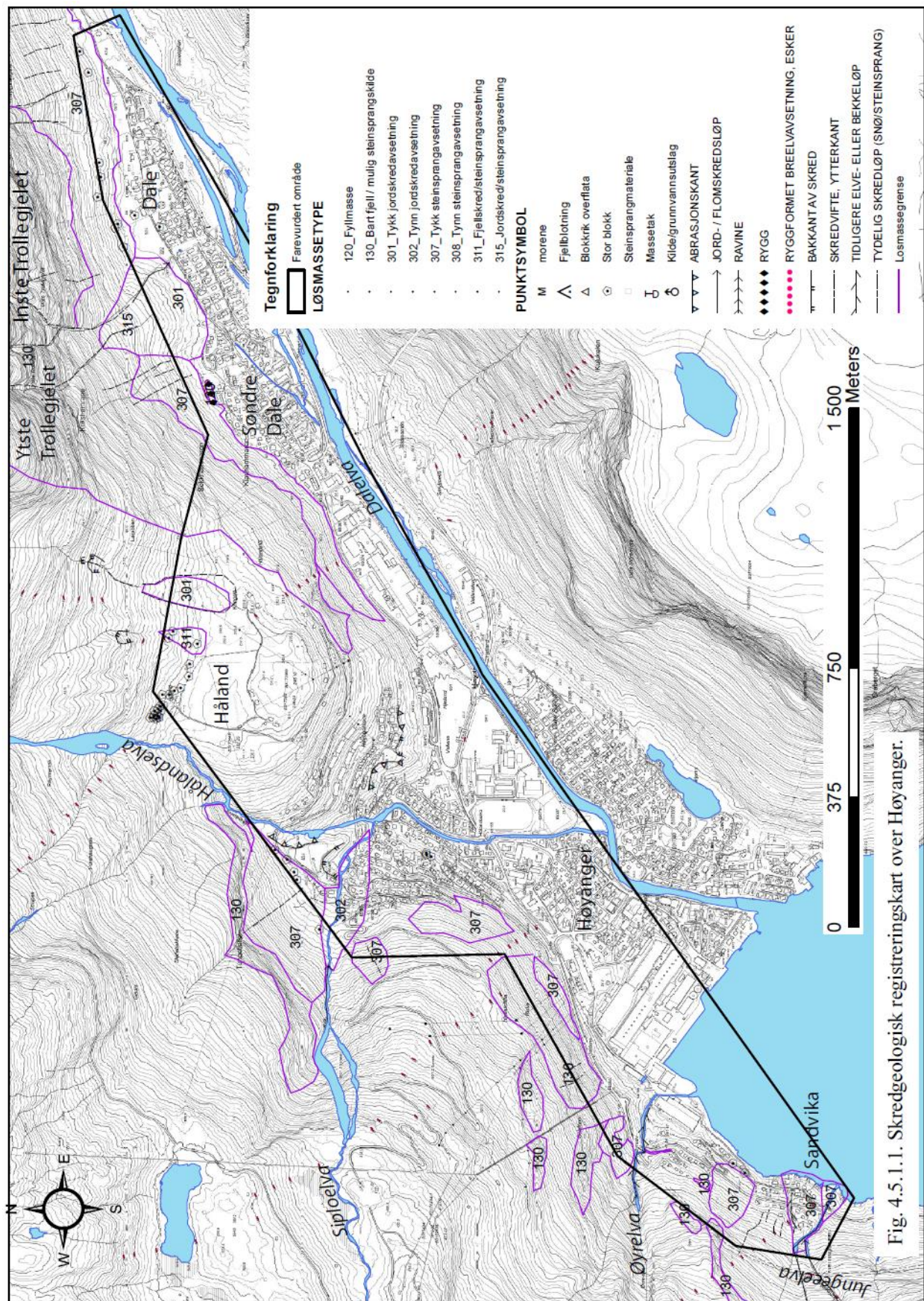
Resten av Høyanger

Det er ingen tegn på at andre områder i Høyanger er potensielle løsneområder for steinsprang. Under feltarbeid ble det i noen tilfeller kartlagt ansamling av blokker som ikke kan karakteriseres som steinsprang (mangler løsneområdet), men som er dannet fra

4.5 Jordskred og flom-/sørpeskred

4.5.1 Observasjoner

Feltarbeidet i Høyanger ble utført på totalt tre dager, men deler av tiden ble brukt til arbeid med datainhenting til steinsprangskartlegging. Skredavsetningens plassering langs fjellsidene (figur 4.5.1.1) tyder på at det stedvis er en blandning av flere aktive prosesser, hvor steinsprang frakter ned forvitret bergmasse fra fjellsidene, som senere blir transportert videre av snø/sørpeskred. I dette område er det først og fremst de større viftesystemene i Dale og Sandvika som viser tegn på sørpeskredsaktivitet. Lengre nede på viftene finner vi jord-flomskredsløp og avsetninger, hvor sørpeskred har erodert ned i jord og stein og fortsatt nedover viften som et flomskred.



Dette er spesielt tydelig på den store viften under Hålandsnipa, hvor tre gjel i fjellveggen leder ned til rotpunktet av viften (figur 4.5.1.1). Disse gjel er hyppig gjenbrukt som kanaler for steinsprang og snøskred og viften går i dag i nordligste del helt ned til Daleveien. Lengst ned mot veien er det lagt opp en mindre voll (figur 4.5.1.2), som leder det aktive flomskredsløpet ned i en rist under veien. Ved befaring var denne risten til 2/3 fylt opp med stein og kvist (4.5.1.3). På andre sida veien ledes vannet ut til en mindre sedimentasjonbasseng ved siden av husene, og fra denne går vann ned i ennå en rist, og er videre lagt i rør ned til elva.



Fig. 4.5.1.2. Mindre voll som styrer det mest aktive løpet på daleviften ned til en rist og større stikkrenne unner Daleveien.



Fig. 4.5.1.3. Nederste del av flomskredløp på Daleviften, og den 2/3 igjenfylte risten ned mot veien. Risten var to dager etter første befaring rensket opp, men dette illustrerer likevel materialtransport og materialstørrelse i løpet.

Det er et par flomskredsløp som er synlig aktive i dag (figur 4.5.1.4), med nedskårne løp noen meter ned og 3-5 m bredde, og med voller langs sidene (leveer), men topografien vist i de detaljerte laserhøydedataene viser at det tidligere har vært flere forskjellige løp oppe på viften. Dette støttes av lokalbefolkningen, som forteller om at skredaktivitet på denne viften stort sett er årlig. Det ble under samtale med lokale også fortalt at en person (ikke navngitt) flere år kjørt opp med gravemaskin nesten til rotpunktet på viften for å ta vekk masser fra sørpe/flomskredsløpet, for å unngå at massene fraktes videre nedover på viften av vann og nye skred. Feltdata viser at det nordligste gjelet, Inste Trollegjelet, står for den største delen av sørpe- og flomskred nedover viften. Det finns spor etter flomskred i form av en kanal ned fra det Ytste Trollegjelet også, men det ble ikke observert noen nylig aktivitet på nedre del av viften, og den øvre delen ble grunnet tidsbruk ikke befart.



Fig. 4.5.1.2. Foto fra helikopter ned på Daleviften. Her viser høyre del av bildet tydelig de to aktive sørpe- flomskredsløpene på viften, med det nordligste (venstre i fotoet) løpet som går helt ned til Daleveien.

En mindre løsmassevifte ble dokumentert nord for Kringsjø på Håland, men her er det i dag bare vanlig bekkeaktivitet over et område med større stein og grus. Denne viften er trodd å henhøre til en eller to episodiske hendelser, grunnet spor etter brudd/utglidninger i skråningen over. Da viften i dag er helt bevokst med treer synes ingen tegn på hyppig skredaktivitet, men avsetningen gir heller et inntrykk av at ha vart avsatt for lenge siden, kanskje så langt som i tiden rett etter siste istid, men dette er spekulasjon.

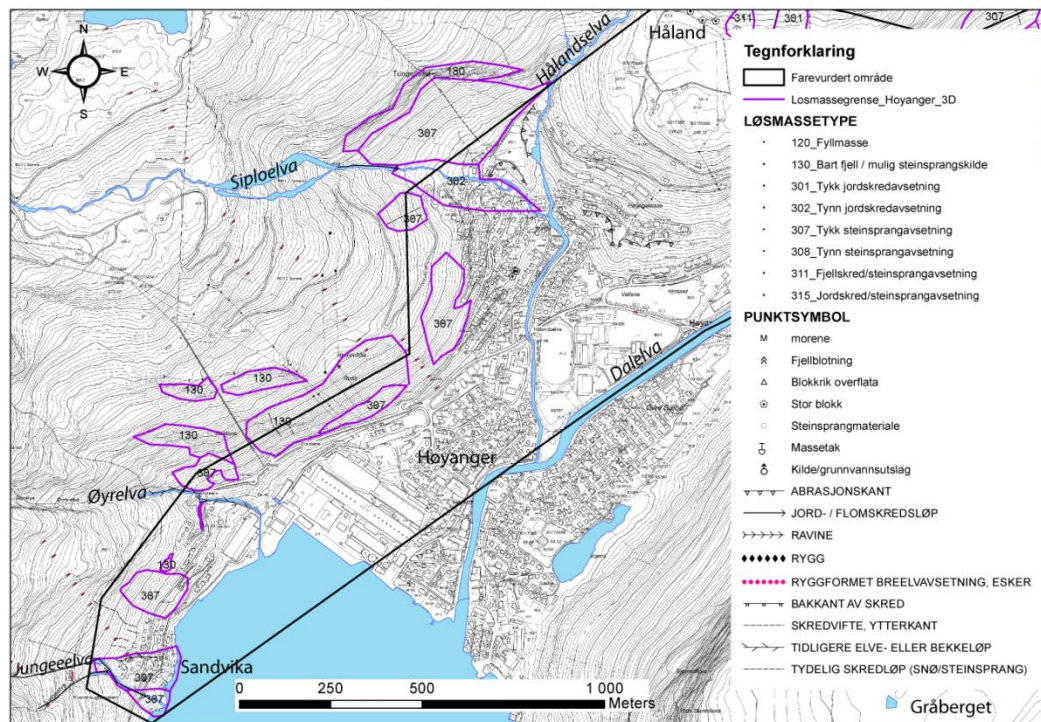


Fig. 4.5.1.3. Skredgeologisk registreringskart over sørvestre del av Høyanger.

Langs sidene og i løpet til Hålandselva, spesielt etter at den løper sammen med Siploelva mellom Hagebakkane og ned til vei 55 sin bru over Hålandselva, finner vi løsmasser fra både "vanlig" elvetransport, men også med innslag av flomskred, indikert av en høyere andel større stein og blokk. I Hålandselva, litt over der vor Hålandsveien har bru over elva finner vi et gammelt elveløp vest for det aktive løpet. Dette gamle løp viser en plugg, eller demning i øvre del av løpet bestående i store stein og block, og denne masseavsetning ser ut av være grunnen til at elva i dag har ett nytt løp.

Lengre vest i Høyanger, Nord for Vellene og mellom Dal/Hjetlandsveien og Høgebakkaneveien, ligger en bratt skråning, ca 45 m høy og til dels trebevokst (figur 4.5.1.4). Skråningen er dannet i finkornete sorterte seidmenter i silt-finsandfraksjonen, og har en skarp kant til ovenforliggende platå. Denne kant er uregelbundet formet med flere konkave seksjoner, som til sin form ligner bakkanten av løsmasseskred (markert som bakkant av skred i figur 4.5.1.3). Lignende geologiske og topografiske forhold finner vi i skråningen mellom Kirkjegarden og Siploelva vest for Hålandselva. Begge lokaliteter ser ut av vara resultat av erosjon eller skred in i tykke pakker av sorterte breelavsetninger.



Fig. 4.5.1.4. Den bratte løsmasseskråningen nord for Velle.

Ned i den sørvestre delen av det kartlagde området (sør for Siploelva) finner vi østvendte skråninger med tynt eller inget løsmassedekke oppe på fjelloverflaten. Skråningene er ikke så bratte (figur 4.1.2), og oregelbundne til formen med noen mindre fjellhak og også konvekse partier. Noen plasser synes spor etter mindre vannløp på skråningene i Lidarhøydemodellen, men for det meste synes det være fjellets former som styrer topografien. To litt større bratte elver, Øyreelva og Jungeelva kommer ned fra fjellsiden til fjorden (figur 4.5.1.3). Øyreelva har leder ned fra det nå oppdemte Bergsvatnet, mens Jungeelva kommer bratt ned i tre mindre løp fra Mjåtunga på Nonsfjellet. I utløpet til begge elvene finner vi løsmasseavsetninger som ser ut som en blandning av skred og elveavsetninger. Øyreelva sin avsetning er i dag helt forebyggt, og nederste del av elveløpet, fra vei 55, er helt lagt i en bred og dyp steinsatt kanal, med en stor løsmassevoll sør for kanalen, som virker som støtte for kanalen, men som trolig er til dels bygd opp av gamle flomskredsmasser.

Viften nederst i Jungeelva, ved Sandvika, er bygd opp i to deler (Fig. 4.5.1.5-6), med en stor og bratt eldre del, som i dag er bebyggt, og en mindre aktiv del i søndre del av den større vifta (figur fenomenkart). Begge deler er nedbygde med boliger og veier og sedimentsammensetningen er umulig å si noe om, men vifteformen indikerer flom- og sørpeskred ned fra gjelene som elva kommer fra. Etter flere snø og flomskredshendelser er elva i dag gravd ned i en kanal med en steinsatt vegg og voll ned mot boligfeltet på den gamle vifta. Ved befaring syntes tydelige avsetninger og spor etter skredet i 2011 som kom ned løpet og tog med seg to mindre veier og flere båtnaust ned mot sjøen (se kapittel 4.2 og figur 4.5.1.5-6).



Fig. 4.5.1.5. Foto fra Helikopter over løpet og skredviftene ved Sandvika. Til høyere ned mot fjorden ses den større, eldre, bebygde delen av viften, og til venstre synes sporen av den seneste hendelsen i 2011, og den mindre aktive viften ned mot vannet.



Fig. 4.5.1.6. Foto over løpet og skredviftene ved Sandvika.

Greiner og rask fra dette skred ligger fortsatt igjen på sidene av løpet (figur 4.5.1.7), og det var tydelig at det skjedd erosjon in i sørsiden av nedre del av kanalen. Hvor løpet kommer ned til den første veien, blir det ledet ned under to bruer unner to veier, og videre som et mindre bekkeløp over den aktive viften. Her er det ved befaringen notert mange spor etter den siste skredhendelsen, med grus, stein og greiner sprett nedover til elvestranden.



Fig. 4.5.1.7. Foto en bit opp i skredløpet ved Sandvika, med spor etter siste skredhendelse opp på ledevollen.



Fig. 4.5.1.8. Foto nedover den ferske skredavsetningen som ødelagt noen naust ved fjordstranden i Sandvika 2011.

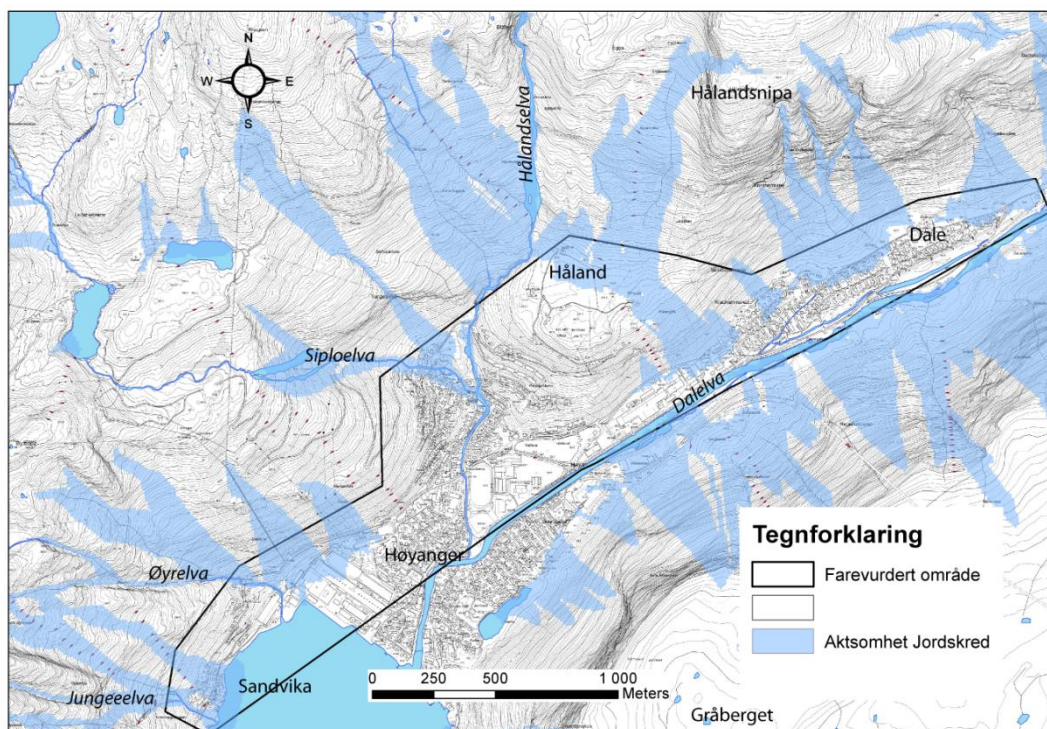


Fig. 4.5.2.1. Aktsomhetskart over Høyanger farevurderingsområde

4.5.2 Modelleringsarbeid

Vi har brukt aktsomhetsmodelleringen for jordskred som presentert i kapittel 3.5.3 (figur 4.5.2.1).

Flomskred er modellert ved hjelp av programmet RAMMS debris flow. I Dale har vi gjennomført modellering av flomskred fra Inste Trollegjelet, og i Sandvika fra Jungeelva. For avgrensning av løснеområdet i Dale er det tatt utgangspunkt i tidligere hendelser og spor i terrenget. Det er satt en gjennomsnittlig sedimentmektighet på 0,4 m i løснеområdet, som gir et totalt volum på 6700 m³. Terrengmodellen som ligger til grunn for beregningene har 2x2 m oppløsning. Det er brukt *block release* (se kapittel 3.5.3) og friksjonsparametre er hentet fra modelleringen av hendelsen på Berge i 2011 under uværet Dagmar (se kap.5.2).

Ved modelleringen i Sandvika er det tatt utgangspunkt i skredhendelsen 2011 som beskrevet i kap. 4.2, og som i dag fortsatt er synlig i terrenget. Løснеområdet er avgrenset etter spor i terrenget og informasjon om hendelsen, samt en stipulert sedimentmektighet i løsnakeområdet på 0,2 m gir et samlet volum på 7713 m³. Tettheten på massene er anslagsvis satt til 2000 kg/m³, og det er brukt *block release* (se kapittel 3.5.3).

Friksjonsparametrene er samme som i Dale (hentet fra 2011-hendelsen på Berge).

Da vi bedømmer at vi ikke har optimalt med basisdata fra feltarbeidet, eller fra analyserte hendelser i Høyanger, bruker vi kun modellresultatene som veiledende ved faresonevurderingen. Resultater fra de to modellerte løpene er presentert i figur 4.5.2.2 og 4.5.2.3.

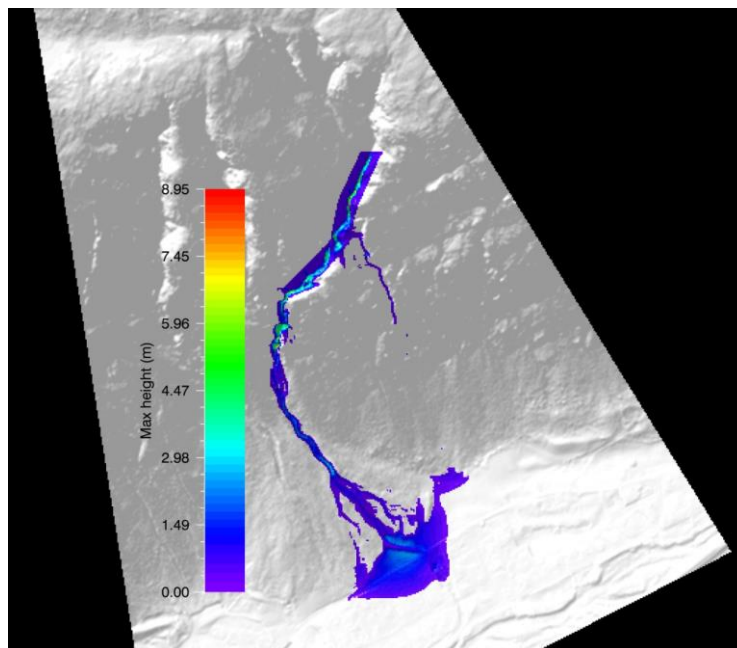


Fig. 4.5.2.2. RAMMS modellresultat over Dale vifta. Fargene viser maksimale modellerte "flyte høyde", eller tykkelse på skredet underveis.

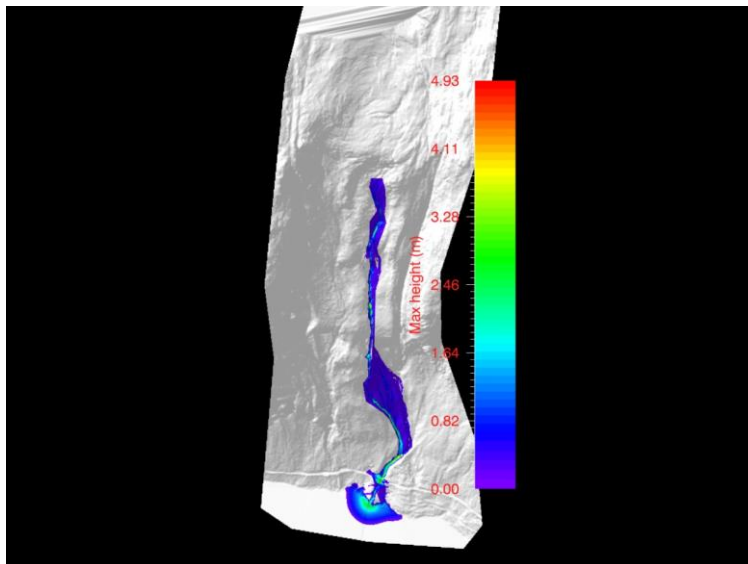


Fig. 4.5.2.3. RAMMS modellresultat over Sandvika viften. Fargene viser maksimale modellerte "flyte" høyde", eller tykkelse på skredet underveis.

4.5.3 Skredfarevurdering

Skredfarevurderingen i Høyangerområdet viser at det er ulike typer løsmasseskred som er, eller kan bli, aktive i området. De viktigste lokalitetene er på viften nordvest for Dale, langs Hålandelva og i nedre del av Øyreelva og Jungeelva (kartbilag 3). På alle disse lokalitetene er det potensielle flomskred (med innslag av snø/sørpeskred) som er vurdert.

På Dalevifta er det tatt hensyn til resultater fra aktsomhetsmodellering og RAMMS-modellering (fig 4.5.2.2 - 3), som viser til at hele viften må betraktes som skredfarlig i et langt tidsperspektiv (1000-, og 5000-årsgrense). Modellering fra RAMMS gir at det ikke er usannsynlig at skredmasser kan bryte over kanten av det markerte Inste Trollegeiet, og strømme ned fjellsiden øst for den markerte skredvifta (figur 4.5.2.2). For 100-års faregrense har vi tatt hovedsakelig utgangspunkt i de geologiske sporene på overflaten av viften, med støtte av RAMMS-modelleringen. Skredhendelser på denne viften kan komme som resultat av store, eller utholdende, nedbørshendelser (kapitel 2.3). I tillegg vil rask snøsmelting, eller regn i snøsmeltningsperioden, løse ut sørpeskred som kan utvikle seg videre nedover viften til flomskred. Det må sies generelt at i et slikt snø-/sørpe-/flomskredssystem kan det være meget uberegnelig å forutsi utløpslengden fra år til år. Dette grunnet at det er ikke bare klima som påvirker skredhendelsene og forløpet, men også fysiske forandringer på viften og i løpet. Mindre hendelser kan legge igjen masser i løp, som dermed demmer opp og i verste fall bidrar til at neste skredhendelse tar et helt nytt løp ned viften. Faresonegrensene utarbeidet i denne rapporten tar hensyn til disse påvirkningene.

Langs Siplo- og Hålandelven er det lagt inn faresoner som gjenspeiler muligheten til flomskred langs disse løpene, indikert av størrelsen på stein og blokk i løpene, samt av forekomsten av til dels gjenfylt sideløp en bit op Hålandselva. Nedslagsfeltene til disse elvene bedømmes å ha både størrelse og topografiske egenskaper som muliggjør flomskredshendelser i elveløpene.

Det er lagt in punktmarkeringer for potensielt ustabile løsmasseskråninger i de bratte sidene til de sorterte breelvsavsetningene nord for Vellene og mellom Siploelva og kirkegården (Figur 4.5.3.1). Dette markerar at disse skrån timer bør behandles med varsomhet. Det finns ingen tidsfestede spor etter skredhendelser her, men den generelle geologien med sorterte løsmasseavsetninger med meget bratte sider tilsier at det ved store nedbørstilfeller kan forekomme utglidninger. Eventuelle tidligere utglidningsmasser er i dag ført vekk av Siploelva, eller bortdyrket under gårdsarbeid. Her er det viktig å være føre var ved bygging og endring i vegetasjon. På generelt grunnlag kan man si at trær med gode røtter kan bedre på stabiliteten og bidra til å redusere porevanntrykk i bakken i slike løsmasseskråninger.

Et par mindre områder nord for Øyreelva og nord for viften ved Jungeelva/Sandvika er også markert med 5000-åsgrense. Her er det spor av vann som renner regelmessig ned skråningen og dermed bidrar til at området er potensielt utsatte for løsmasseskred. På lokaliteten ved Sandvika er dette støttet opp med direkte observasjoner av transportert grus og stein i små bekkeløp, sammen med bakkanter av mindre utglidninger i skråningen. Derimot er det ikke forventet noen fremtidige store skred da helning og størrelse på nedslagsfelt ikke tilsier det, men det bør vises varsomhet ved eventuell utbygning på eller nært disse områdene.

Størstedelen av selve Sandvikaviften er som nevnt nedbygd av boliger. Både feltbefaring og RAMMS-modellering tilsier at den nåværende kanal- og vollkonstruksjonen (nedre del av Jungeelva) vil holde for forventet volum til nye skredhendelser (kapitel 4.5.1 og 4.5.2). Forsøk med ulike volumer ved modelleringen gir en indikasjon på at sikringsvullen fungerer etter hensikt. Det noteres dog at det ved riktig store skredhendelse kan skje ytterligere erosjon og utvidelse av skredløpet til sidene i nedre del av skredkanalen, rett over veiene som krysser elva, samt i området mellom veiene og fjorden. Kanalene lagt under broene som krysser elveløpet bedømmes ikke tilstrekkelig for å slippe gjennom flomskredmasser i fremtiden (figur 4.5.3.2). Trolig vil broene bli ødelagt av fremtidige skred slik som i 2011. Faregrensene er tegnet hovedsakelig langs dagens løp etter denne analyse, og det blir tatt for sannsynlig at alle skredhendelser i dette løp vil komme helt ned til fjorden.



Fig. 4.5.3.2. Den øverste av de små bruene over flomskredsløpet ved Sandvika. Store deler er nylagt siden skredet i 2011 som ødelagte begge veiene.

5 Område 2 – fra Kyrkjebø til Berge

5.1 Geomorfologi og løsmasser

Område 2 strekker seg ca. 6,5 km fra Indre Berge i øst til Ljotebø i vest (Fig. 5.1.1, Fig. 5.1.2 og Fig. 5.1.3). Dalsiden over bebyggelsen strekker seg opp mot 500 moh. i vest og nesten 900 moh. i østre del. Helningen i dalsiden varierer, men det er store partier med gradient over 30 ° gjennom hele det kartlagte området. Dalsiden har både konkave og konvekse partier, med mange forsenkninger som samler vann i små eller store bekker/elver. De største elvene er Ljotebøelvi, Austreimselva, Ytrebergselva og Indrebergselva.

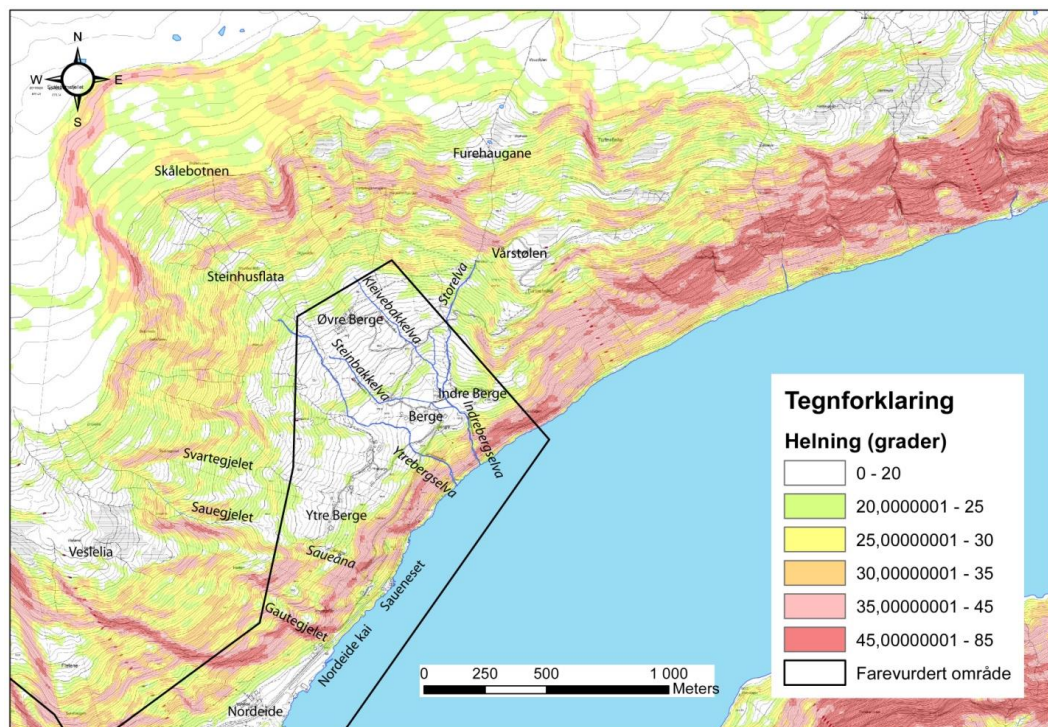


Fig. 5.1.1 Kart over Område 2 østre del, med skråningshelning.

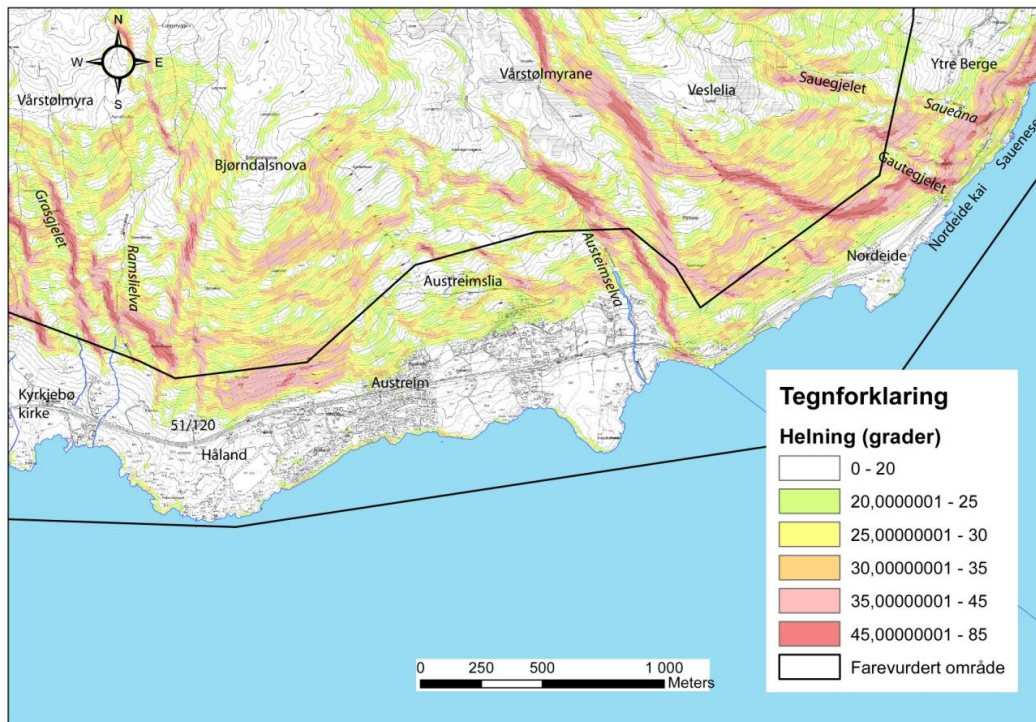


Fig. 5.1.2 Kart over Område 2 midtre del, med skråningshelning.

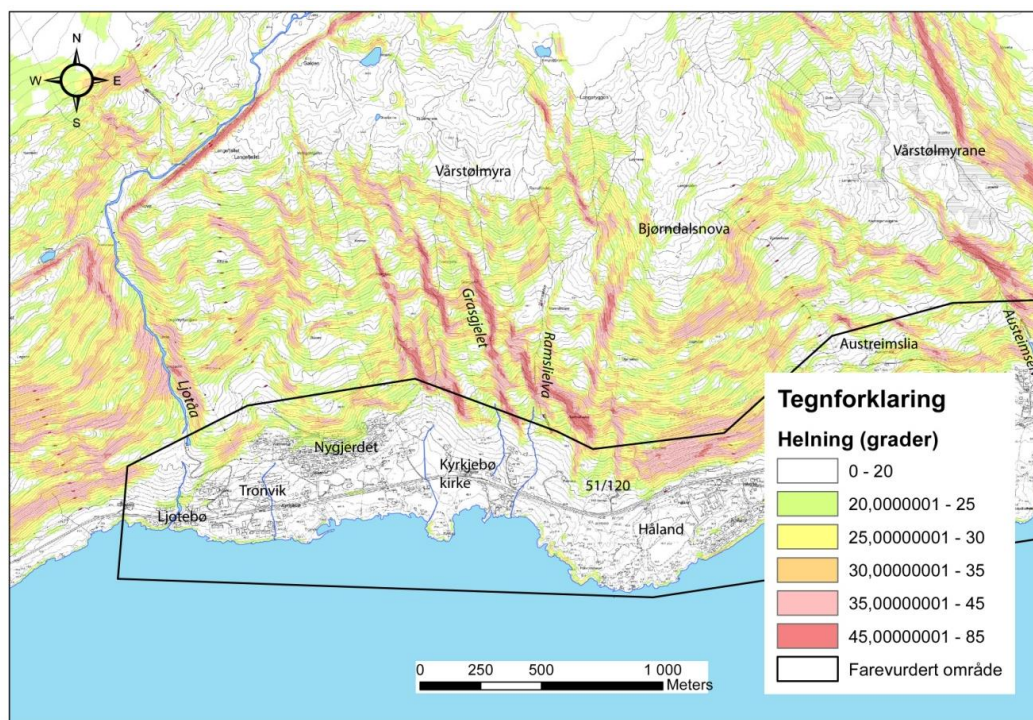


Fig. 5.1.3 Kart over Område 2 vestre del, med skråningshelning.

Løsmassedekket i dalsidene er generelt tynt, enten tynn morene og/eller forvittringsmateriale. Stedvis ligger det mindre avsetninger av mektigere morenemateriale, og morena er ofte blokkrik. Deler av dalsiden, spesielt de bratteste delene, består av mer eller mindre bart fjell. Dalsiden er imidlertid skogvokst opp til rund 500 moh. Skogen

består av områder med furuskog, områder med lauvskog, blandinger av disse, samt noen planta granskogfelt.

5.2 Skredhistorikk

Innen dette området er de fleste skredobservasjoner gjort av SVV langs/på Fv 55. Steinsprang har forekommet oftest, men også noen snøskred og enkelte jordskred er registrert. Hovedsakelig punktobservasjoner uten nærmere detaljer bortsett fra datoangivelse. Berge-skredet som gikk 26.12.2011, er et unntak, som beskrevet av Astor Furset på Skrednett.no (Fig. 5.2.1):

"Høyanger. Berge. Eit stort stein- og jordskred kom nedetter fjellsida ved garden Berge om kvelden i ni-tida 26. desember 2011. Ein 88-årig mann berga seg så vidt. Det vart et sterk bulder. Mykje steinmasser la seg over markene, og skredet sneia borti bustadhuset. Skredet starta like ved toppen av det knapt 900 meter høge fjellet bakom grenda, og syntest ha følgt elveløpet nedover. Idet raset råka dei flatare områda der gardane ligg, har det breidd seg utover. Eit uthus vart teke. På det meste dekte steinar, rotvelter og ei blanding av sand, jord og grus bøane i meir enn 100 meters breidde og fleire hundre meters lengde. Raset gjekk heilt ned til Sognefjorden. I tillegg til Berge fekk også nabotunet rasmassar utover markene. Ein steinblokk frå dalsida knuste brunnen på nabogarden. Mellom 50 og 70 personar i Høyanger vart måndag kveld evakuerte grunna rasfare. Vegen vart øydelagt. Kartreferansen er plassert i området ved midtre garden på Berge."



Fig. 5.2.1. Bergeskredet slik det så ut 3. juni 2013.

Bergeskredet i 2011 ser ut til å ha løsnet høyere oppe i dalsiden enn modelleringen viser, markert med X på Fig. 5.2.2. Løsneområdet i Skålebotnen er 30-35° bratt med tynt og usammenhengende løsmassedekke på fjell med relativt liten ruhet uten vesentlig vegetasjon (Fig. 5.2.3). Mye av dette området er potensielle løsneområder for sørpeskred.



Fig. 5.2.2. Jordskredmodellering ved Berge utført av NGU. X markerer ca. løснеområde for Bergeskredet 26.12.2011.



Fig. 5.2.3. Berge (foto 3.6.2013) som viser med piler løснеområder for 2011-jordskredet til venstre, så to eldre, udaterte skred litt til høyre for dette og en tidvis sedimentførende bekk helt til høyre.



Fig. 5.2.4. Oversikt over virkelige og potensielle løseområder for jordskred mot Berge, jfr. Fig. 5.2.3. Løseområdet for det yngste Bergeskredet har mindre enn 27° helning, men vanntilførsel fra bl.a. den smeltende snøfonnen (pil) kan ha medvirket til utløsningen.



Fig. 5.2.5. Løseområdet for Bergeskredet viser at dette sannsynligvis løst som et sørpeskred. Pilene viser bruddkanten. Helifoto: Jomar Bergheim.

5.3 Snøskred

5.3.1 Observasjoner

Første mål har vært å identifisere mulige løseområder. Et helningskart for området viser at flere steder ovenfor Kyrkjebø, Austreim, Nordeide og Berge er terrenget mellom 30° og 40° bratt, med mindre partier mellom 40° og 60° (Fig. 5.3.1.1).

Befaringsobservasjoner både fra bakken og fra helikopter, samt flybilder viser at de fleste bratte områdene i dag er dekket av skog. Dette er i hovedsak lauvskog, men det er også noen mindre plantefelt (gran) i den midtre og østlige delen av området. Skogen vurderes i stand til å hindre skredutløsning dersom avstanden mellom trærne er mindre enn 5 – 7 m.

Noen bratte terrengpartier ligger imidlertid over skogsgrensen, slik at snøskred kan løsne. Disse ligger hovedsakelig over Berge og på vestsiden av Storeskårfjellet. I tillegg er det et lite bratt og bart parti i skogen ovenfor Nygjerdet ved Kyrkjebø. Disse løsneområdene vises i blå farge i Fig. 5.3.1.1 og er diskutert med tilhørende observasjoner nedenfor:

- a- Et hogstfelt på ca 2 hektar mellom kote 200 og 300 ovenfor Nygjerdet. I dette området er terreng ganske nøyaktig 30° bratt ifølge terrengmodellen. Nedenfor dette hogstfeltet og på den ca. 400 m lange skråningen ned til bebyggelsen (Vetlekleiva) som ligger om lag 100 m nedenfor, er det tett lauv- og granskog. Skråningen mellom hogstfeltet og bebyggelsen er avgrenset i øst og vest av to rygger (Langemyrhaugane og Båsen) og har derfor et konkavt profil.
- b- Et ca. 0,1 km² stort, avlangt område på vestsiden av Skålebotnfjellet / Storeskårfjellet mellom kote 550 og 800. Her er terrenget eksponert fjell eller lav og spredt høyfjellsvegetasjon. Et trolig menneskeutløst skred i dette område skal ha kostet et liv i 1942, i følge den nasjonale skreddatabasen. Det bratte terrengbeltet fortsetter egentlig sørover i lavere og lavere høyde helt ned til fjorden, men der er terrenget skogsdekket. Terrenget nedenfor det reelle løsneområdet er konkavt, egentlig en dal mellom Storeskårfjellet i øst og Veslevassfjellet og Bjørndalsnova i vest. Modelleringsforsøk vil bli gjort for dette løsneområdet for å bedre vurdere hvor langt langs denne dalen eventuelle skred kan bevege seg.
- c- En rekke bratte terrengpartier rundt og ovenfor Øvre Berge, dvs. på sørøstsiden av Skålebotnfjellet (878 moh). Den øvre skogsgrensen ligger her på ca. 500 m høyde. De fleste (og minste) av de bratte terrengpartiene ligger mellom ca. kote 550 og 750 og har en terrenghelning på ca. 30°. Det største partiet er også det bratteste (35 - 45°) og går i buet form i enda høyere terreng, mellom ca. kote 600 og 850. Nedenfor disse bratte områdene og ned mot bebyggelsen, der terrenget flater ut betraktelig, er det større arealer med lite vegetert mark. Også for disse løsneområdene vil modellforsøk hjelpe å bedre vurdere hvordan og hvor langt eventuelle skred vil kunne bevege seg.



Fig. 5.3.1.1. Helningskart over område 2 (lysere oransje viser terreng 30-40°; mørkere oransje viser terreng 40-60°). Kartet viser også de vurderte løснеområdene (blå områder) og tidligere snøskred fra den nasjonale skred databasen (blå prikker).

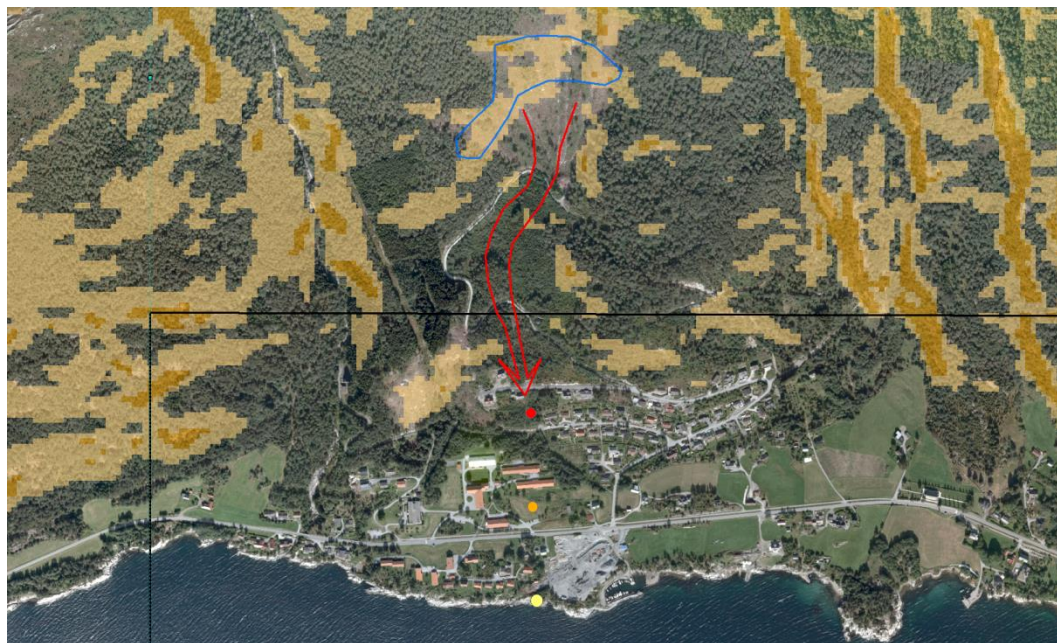


Fig. 5.3.1.2. Ortofoto over Kyrkjebø (lysere oransje viser terreng 30-40°; mørkere oransje viser terreng 40-60°). Figuren viser et hogstfelt i bratt terreng der snøskred kan løsne i retning mot bebyggelse.

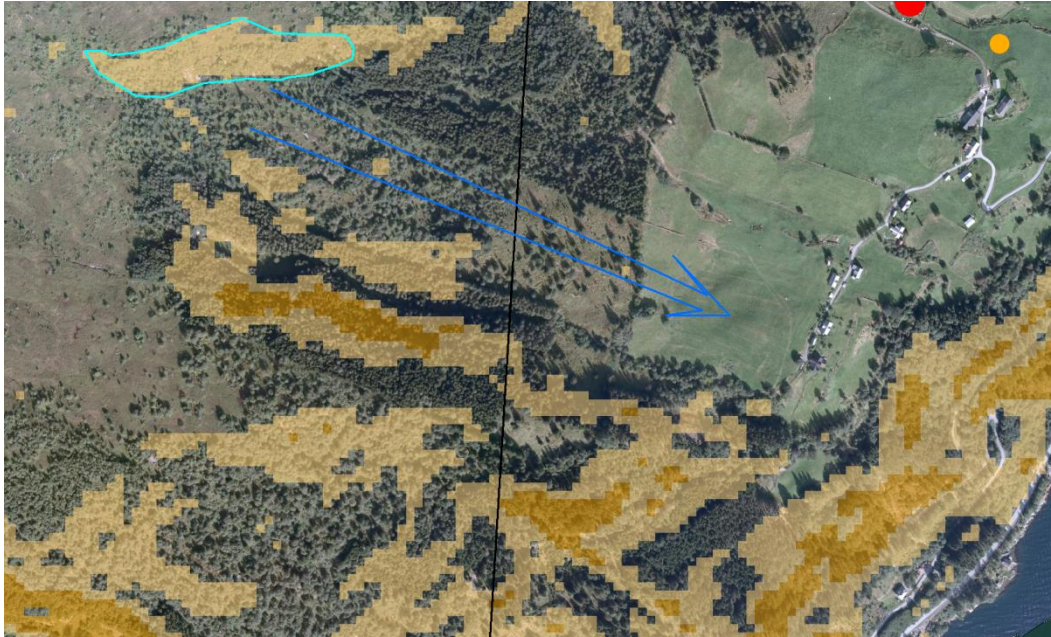


Fig. 5.3.1.3. Ortofoto over Ytre Berge (lysere oransje viser terreng 30-40°; mørkere oransje viser terreng 40-60°). Figuren viser et hogstfelt rett nedenfor et bratt terrengparti der snøskred kan løsne.

5.3.2 Modelleringsarbeid

Det er utført modellering for skred fra nesten alle løsneområdene i Fig. 5.3.1.1.

Ved Kyrkjebø er det et 30° bratt hogstfelt i ellers skogsdekket terreng ("a" i Fig. 5.3.1.1). Under spesielt ugunstige forhold er det mulig at skred kan løsne i dette terrengpartiet. Ved en mobilisert snøtykkelse på 1 - 1.5 m, som i denne høyden (200 – 300 m) antas å representere et meget sjeldent scenario, indikerer modelleringen utført med RAMMS at skred kan true bebyggelsen. Beregningene gjort med den enklere alfa-beta metoden, som kun tar i betraktning terrenget, gir samsvarende resultat (Fig. 5.3.2.1).

Modellresultatene bør i dette tilfelle tolkes som en advarsel mot ukritisk hogst i bratt terreng ovenfor bebyggelse. Dersom en sørger for at det aktuelle hogstfeltet igjen blir skogsdekket, vil dette scenarioet bli uaktuelt.

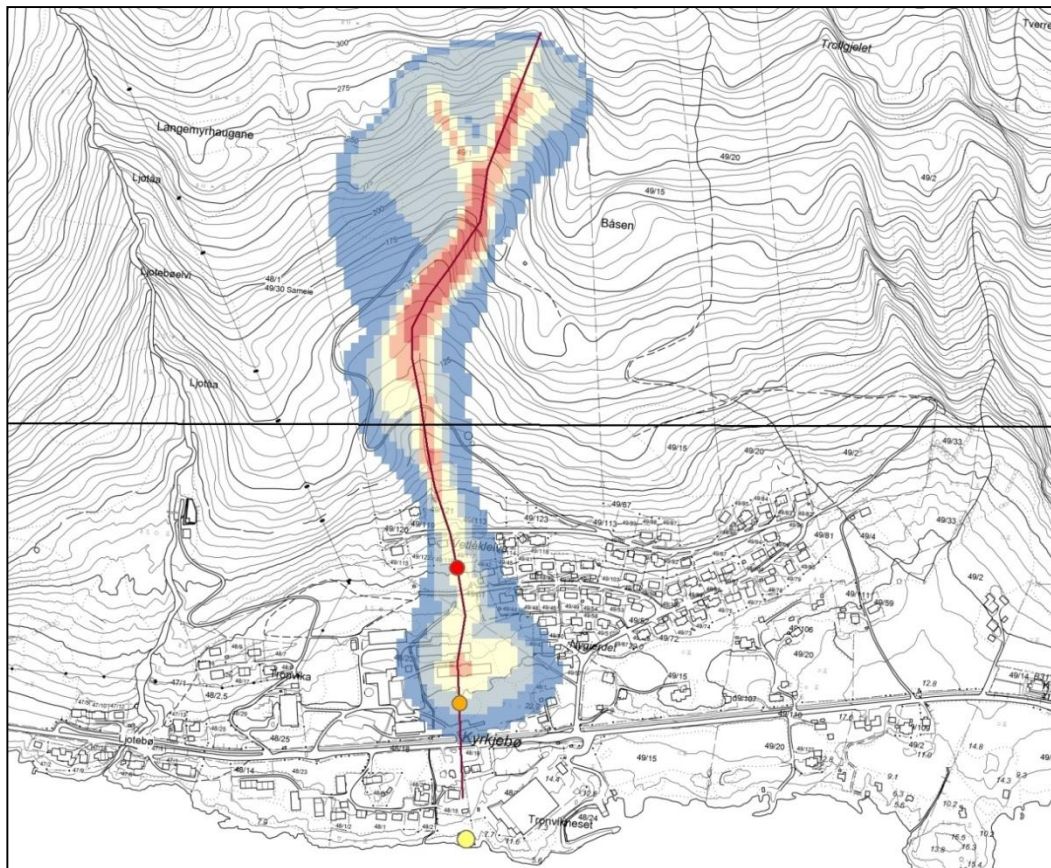


Fig. 5.3.2.1. Kart over Kyrkjebø område med resultatet av modellering med RAMMS. Fargene viser den maksimale beregnede høyden av snøskredmassene, der blå farger er < 1 m mens de røde fargene er 2 - 5 m. Figuren viser også resultatet av beregninger med alfa-beta metoden (rød prikk er β , oransje er den beregnede α og gult er den mest konservative " α - 1 standardavvik").

For løснеområdet markert med "b" i Fig. 5.3.1.1 er det også utført modellering med RAMMS, som viser at skred derfra neppe kan nå ned til bebyggelsen. Dette løснеområdet representerer imidlertid en fare ifm friluftslivet, som indikert av dødsulykken i 1942.

Det er også gjort modellforsøk med RAMMS for de fleste løснеområdene ved Berge, markert som "c" i Fig. 5.3.1.1. I dette området er det noe historikk som forteller at skred flere ganger tidligere har ødelagt (eller så vidt unngått) gårder og hus, og modellforsøkene viser at skred kan nå bebyggelsen, både ved Berge, Ytre Berge og Indre Berge. Den minst utsatte delen av bebyggelsen synes faktisk å være Øvre Berge, forutsatt at terrenngmodellen gjengir terrengets evne til å lede eventuelle skred unna selve bebyggelsen på en korrekt måte. Det er imidlertid større usikkerhet rundt flere inputparametre for modellen i dette området, og terrenget gjør at relativt små endringer i inputparametrene har stor virkning på det beregnede utløpet.

Vi har også forsøkt å benytte alfa-beta metoden for en uavhengig beregning av skredutløpet langs de samme banene. Topografien i området er imidlertid ganske terrassert, uten et klart punkt der terrenget langs hver skredbane blir slakere enn 10° , slik modellen krever. Dette gjør alfa-beta metoden knapt brukbar i området. Kun resultater fra den vestligste skredbanen vurderes akseptable (Fig. 5.3.2.2).

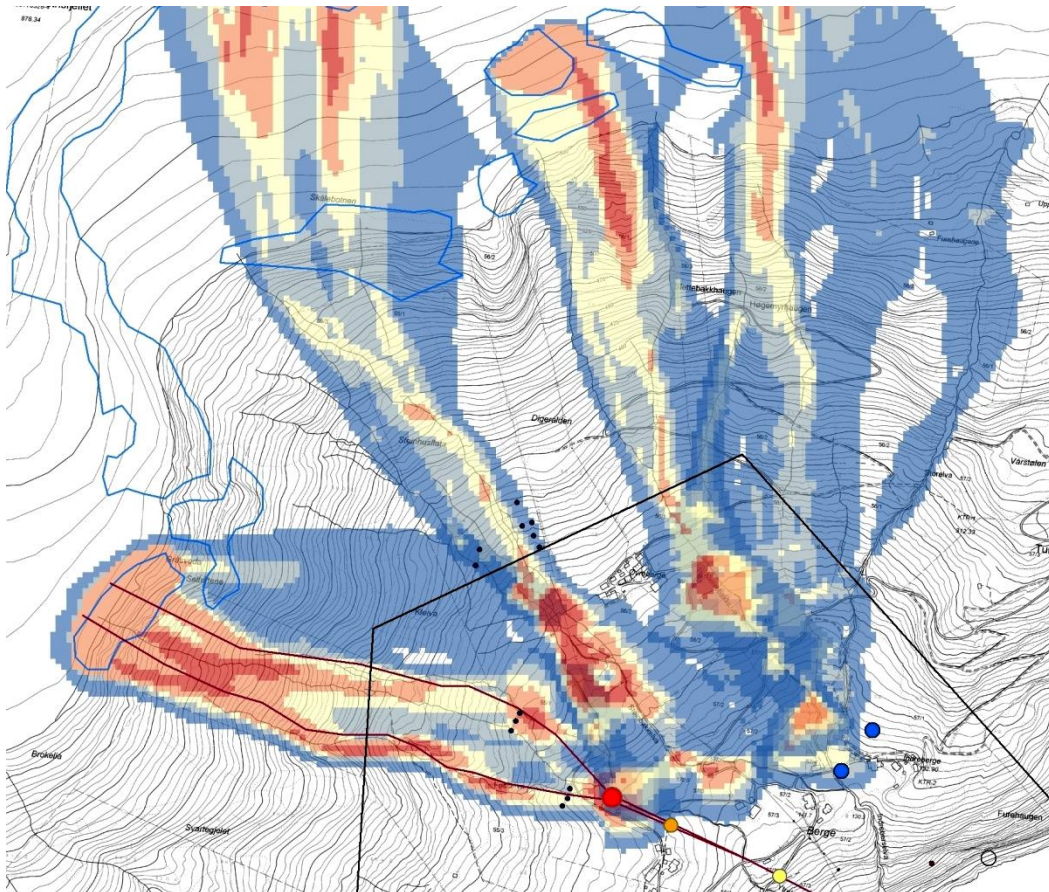


Fig. 5.3.2.2. Kart over Berge med resultater av modellering i RAMMS. Fargene viser den maksimale beregnede høyden av snøskredmassene, der blå farger er < 1 m mens de røde fargene er opptil flere meter. Figuren viser også resultatet av beregninger med alfa-beta metoden for den sørligste skredbanen (rød punkt er β , oransje er den beregnede α og gult er $\alpha - 1$ standardavvik). De to blå prikker indikerer snøskred som medført omfattende skader på gårdsbruk i 1450 og 1928.

5.3.3 Skredfarevurderinger

Faresonekart for snøskred presenteres i kartbilag 4.

Ved Nygjerdet i Kyrkjebø er det foretatt hogst i et terrengparti som er bratt nok til at snøskred kan løsne. Ifølge utført modellering kan skred derfra true bebyggelsen, og dette scenarioet vurderes spesielt aktuelt dersom ytterligere hogst foretas i det bratte området (slik at løsneområdet blir større) eller nedenfor det eksisterende hogstfeltet (slik at evt. skred i mindre grad blir bremsset opp av skog). Ved gjenopprettet tett skog, vil snøskredfaren her ikke lenger bli aktuell. Siden faren her er sterkt tilknyttet et inngrep som ikke nødvendigvis er varig, tegner vi ikke faresoner for snøskred, men gjør oppmerksom på faren tilknyttet hogst i bratt terreng ovenfor bebyggelse.

I området fra Kyrkjebø til Nordeide vurderes ikke snøskred å være et aktuelt faremoment for bebyggelsen under dagens vegetasjonsforhold.

Ved Berge er det derimot både dokumentert historikk og terreng- og vegetasjonsforhold som indikerer at snøskred fra flertallige potensielle løsneområder kan løsne og nå gårdene. Dette gjelder i enda større grad sørpeskred, som vil bli kommentert i eget kapittel med jord- og flomskred (5.5). Både med tanke på historikk og resultater av

modellering, vurderes det meste av eksisterende bebyggelse som mer utsatt enn dagens sikkerhetskrav for den aktuelle type bygg (nominell årlig sannsynlighet på 1/1000).

5.4 Steinsprang og steinskred

5.4.1 Observasjoner

Området er preget av svært mange skrenter med høyde mellom få meter og noen titalls meter høyde i ellers kupert og/eller skogsdekket terreng.

Under befaringen forsøkte vi å foreta observasjoner av flest mulige potensielle kildeområder, som var forhånds identifisert som alt terreng brattere enn 45° på et helningskart med 1 m oppløsning (laserscanning). På grunn av omfanget og målestokken av kartleggingsarbeidet kunne de fleste skrenter bare observeres og fotograferes fra gunstige observasjonspunkter, samt fra helikopter.

Fokus ble også rettet på steinavsetninger spesielt i og like ovenfor bebyggelse, da dette kan gi et observasjonsgrunnlag til en statistikkbasert vurdering av sannsynligheten for at utfall faktisk når bebyggelsen. Som et ytterligere bidrag til dette ble det også gjort intervjuer til lokalkjente i enkelte områder.

Helt i vest i dette området, fra Ljotebøen til Nygjerdet, er fjellsiden i all hovedsak generelt for slakt til å kunne gi steinsprang. Det er imidlertid flere 5 - 10 m høye fjellskrenter i skogen ovenfor bebyggelsen. Det er observert steinblokker som kan tolkes som gammelt steinmateriale, men ingen vel utviklede og aktive urer. I skogen ovenfor øvre / østre Nygjerdet, i ca. 70 – 90 m høyde er det mange blokker med volum mellom 1 – 10 m³. Skogen er ganske tett, men består av få cm tykke lauv- og noen unge grantrær.

På Kyrkjebø, bak gården Gnr/Bnr 49/2, er det en 50 - 60 m høy og steil skrent (Fig. 5.4.1.1). I skogen ved foten av denne er det mye gammelt rasmateriale med blokkstørrelse 0,2 - 3 m³. Videre ned mot gården er det et ca. 130 m belte med dyrket mark der terrenghelningen er under 10° . Siktevinkelen fra gården til toppen av skrenten er 22° .

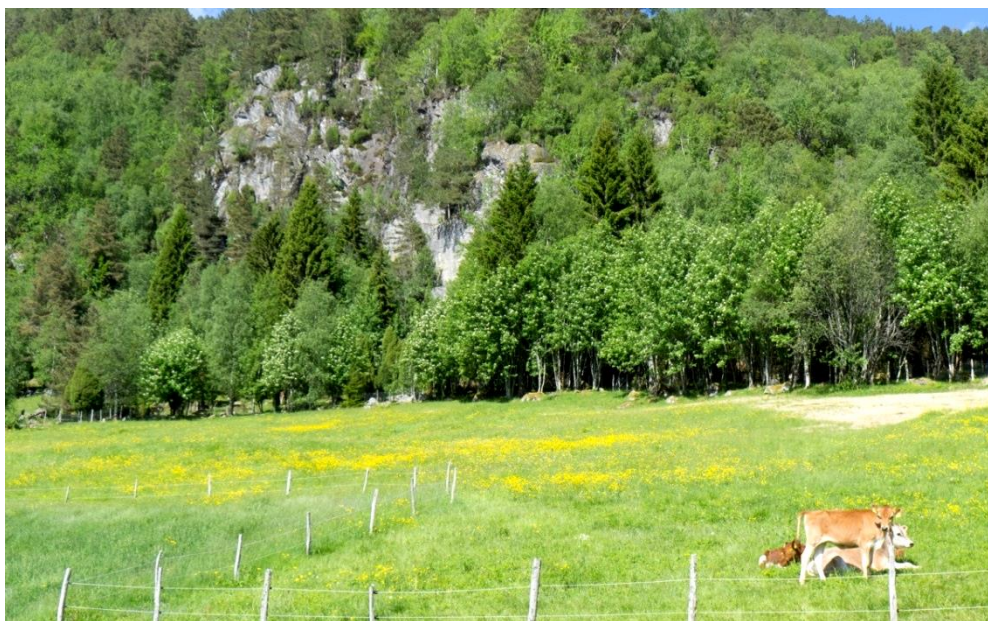


Fig. 5.4.1.1. Fjellskrent bak gården Gnr/Bnr 49/2.

Videre østover bak gården Ramslia er det veldig lignende skrenter og generelle forhold, med et enda bredere belte av tilnærmet flat dyrket mark mellom skrentene og gårdene.

På Håland, mellom ca. 75 og 120 m høyde bak BKK-bygget er det et større, flakformet fjellparti anslått på ca. 25 x 15 x 3 m (dvs. $> 1.000 \text{ m}^3$) som sett nedifra virker delvis separert fra resten av fjellet (Fig. 5.4.1.2). Det er rasmateriale i skogen ved foten.



Fig. 5.4.1.2. Fjellparti ovenfor BKK-bygget på Håland.

Like ovenfor øvre Austreim, omtrent på kote 150 like øst for gården Austreimslia, er det en ca. 20 m høy fjellskrent. Berget her er ganske oppsprukket, med flere delvis løse blokker som har en relativt flat form og volumer mellom 0,5 og flere titalls m³ (Fig. 5.4.1.3). Det synes å være god vanntilførsel til og fra sprekkesystemet i skrenten. Det går en skogsvei ca. 15 m nedenfor skrenten og en litt større veg ytterligere 10 m under. Omtrent 70 m nedenfor skrenten er den øvre grensen av bebyggelsen. I dette området, og til og med i noen boligtomter, er det rikelig med steinblokker i størrelse 0,5 - 8 m³.

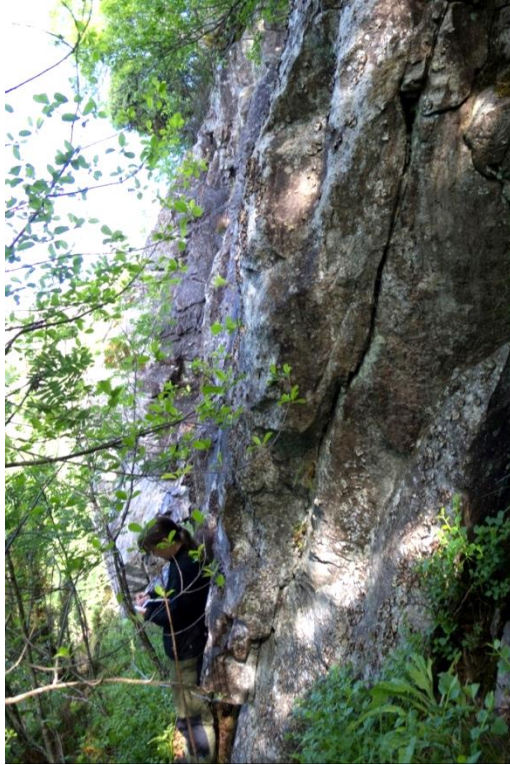


Fig. 5.4.1.3. Fjellskrent ved Austreimslia, med større, delvis løse flate blokker

Videre østover, de to gårdsbrukene på Nordeide ligger på en løsmasseavsetning som i form kan se ut som en flomskredvifte avsatt ut fra dalsiden. Avsetningen bærer imidlertid ikke preg av vanntransport, og det er ikke noen stor bekk/elv som kommer ut her. På oversiden av gårdene ligger det flere store (0,2 - 2 m³) og til dels svært store steinblokker, inkl. en på 200 - 300 m³ rett bak det øverste bygget (Fig. 5.4.1.4) og flere på noen titalls m³ i skogen like ovenfor. Lenger ned er jorda oppdyrket, og steinblokk i overflata er trolig ryddet. En del av blokkene er antagelig steinsprangblokk fra en 15 - 20 m høy skrent, men denne, i tillegg til ikke spesielt høy, synes ikke veldig oppsprukket i forhold til mengden stein på vifta. Gårdene på Nordeide ligger imidlertid mellom en bratt fjellside og et nes som kalles Klubben og som består av fast fjell. Under innlandsisens tilbaketrekning på slutten av siste istid kan breen ha blitt hengende litt i denne fjellknabben slik at det har blitt avsatt mer morenemateriale akkurat her. Det er derfor sannsynlig at en del av de store blokkene bak gårdene er morene og ikke steinsprangavsetninger.

Like øst, ved bebyggelsen ovenfor kaia, er det også en fjellskrent mellom ca. kote 50 og 100. Berget her virker relativt fast og lite oppsprukket, men det er noen få, delvis løse blokker på anslagsvis 1 - 2 m³.

Sist, ved bebyggelsen på Berge synes steinsprang ikke å være et aktuelt faremoment, i hvert fall i forhold til andre prosesser med mye større dokumentert historikk og rekkevidde. Lengre nede mellom fylkesveien og veiene til Berge er det imidlertid flere skrenter som kan gi steinsprang ned mot hovedveien.



Fig. 5.4.1.4. Fjellskreint ved Nordeide, med større steinblokker ved foten.

5.4.2 Modelleringsarbeid

Det er utført enkel modellering av utløpet for steinsprang ved å bruke den topografiske - statistiske alfa-beta metoden. Fig. 5.4.2.1 viser terrengsnittene der dette er gjort og den beregnede rekkevidden for stein fra de utvalgte skrentene. Beregningen viser at stein kan komme ned til bebyggelsen på Nordeide.

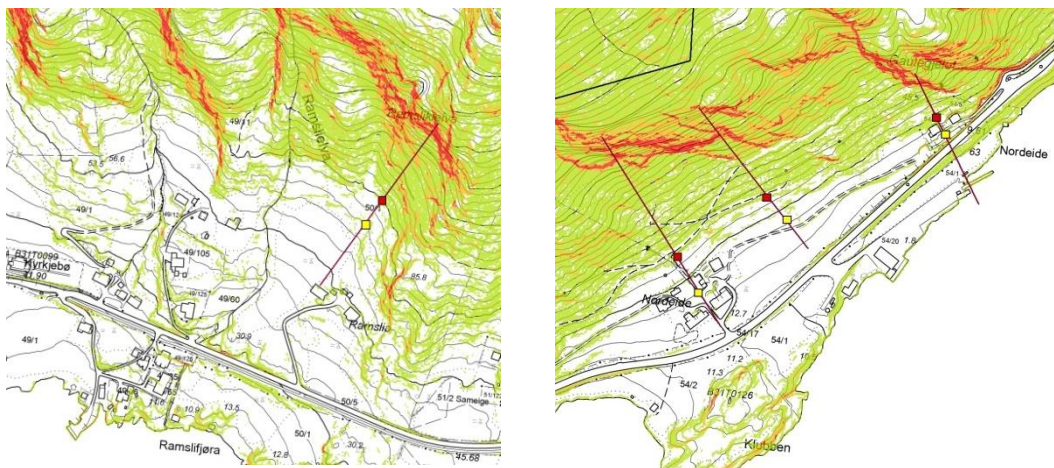


Fig. 5.4.2.1. Helningskart over områdene der det er utført modellering av steinsprangutløpet med alfa-beta metoden. Rødt og oransje viser mulige løснеområder (terreng over 45°), mens grønt er terreng mellom 23° og 45° . De røde linjene er terrengsnittene der det er utført beregninger, der røde firkanter er β -punktet (terreng med 23° helning) og de gule er det beregnede α -punktet (utløp).

5.4.3 Skredfarevurderinger

Faresonekart for steinsprang presenteres i kartbilag 5.

Dette området er preget av veldig mange skrenter med høyde mellom få meter og noen titalls meter høyde i ellers kupert eller skogsdekket terreng. I den vestlige delen av området, ved nygjerdet og Kyrkjebø, er det generelt relativt god avstand mellom skrentene og bebyggelsen. Derfor vurderer vi at all eksisterende bebyggelse er tilstrekkelig trygg mot steinsprang i forhold til dagens sikkerhetskrav for boligbygg.

Ved BKK-bygget på Håland er det et potensielt ustabilt fjellparti på ca. 1000 m³. Dette er muligens godt kjent, og en vurdering av sannsynligheten for større steinskred derfra ville kreve mer detaljerte undersøkelser enn det er forenelig med formålet ved denne rapporten. Dersom sannsynligheten vurderes ut fra historikk og materialet som ligger i skogen ved foten av det aktuelle fjellpartiet, er sikkerheten tilstrekkelig i forhold til dagens sikkerhetskrav. En risikoanalyse for det aktuelle objektet i forhold til bygget nedenfor og dets bruksformål, kan imidlertid lett gjøre det anbefalt med mer detaljert undersøkelse av fjellpartiet.

Fra Hersvika til Nordeide er topografien slik at avstanden mellom fjellskrentene som kan gi steinsprang, og bebyggelsen er vesentlig mindre enn det som ble registrert i vest. Her er vår vurdering at enkelte bygg ikke tilfredsstiller dagens sikkerhetskrav til boligbygg. Sannsynligheten for skader er imidlertid ikke så stor at vi føler å måtte anbefale snarlig iverksetting av sikringstiltak.

På Berge er steinsprang det minst truende faremomentet for bebyggelsen. Faresonene som vi foreslår for øvrige deler av dette området, gjenspeiler mer den store tettheten av mindre kildeområder i kupert og relativt bratt terreng enn vurderinger av enkelte større utfallsområder.

5.5 Jordskred og flom-/sørpeskred

5.5.1 Observasjoner

På bakgrunn av den kartleggingen som ble gjort før feltarbeidet, samt befarings i felt, ble det plukket ut områder som peker seg ut som potensielt mest utsatt for jord-, flom- og sørpeskred. Disse områdene er befart nærmere i felt, og beskrevet under. Det antas at skredfrekvensen er lavere enn 1 på 5000 år i områdene mellom. Fig. 5.5.1.1., Fig. 5.5.1.2. og Fig. 5.5.1.3. viser den geologiske kartleggingen som ble gjort før feltarbeidet (beskrevet i kap 3.4) og justert etter feltarbeidet.

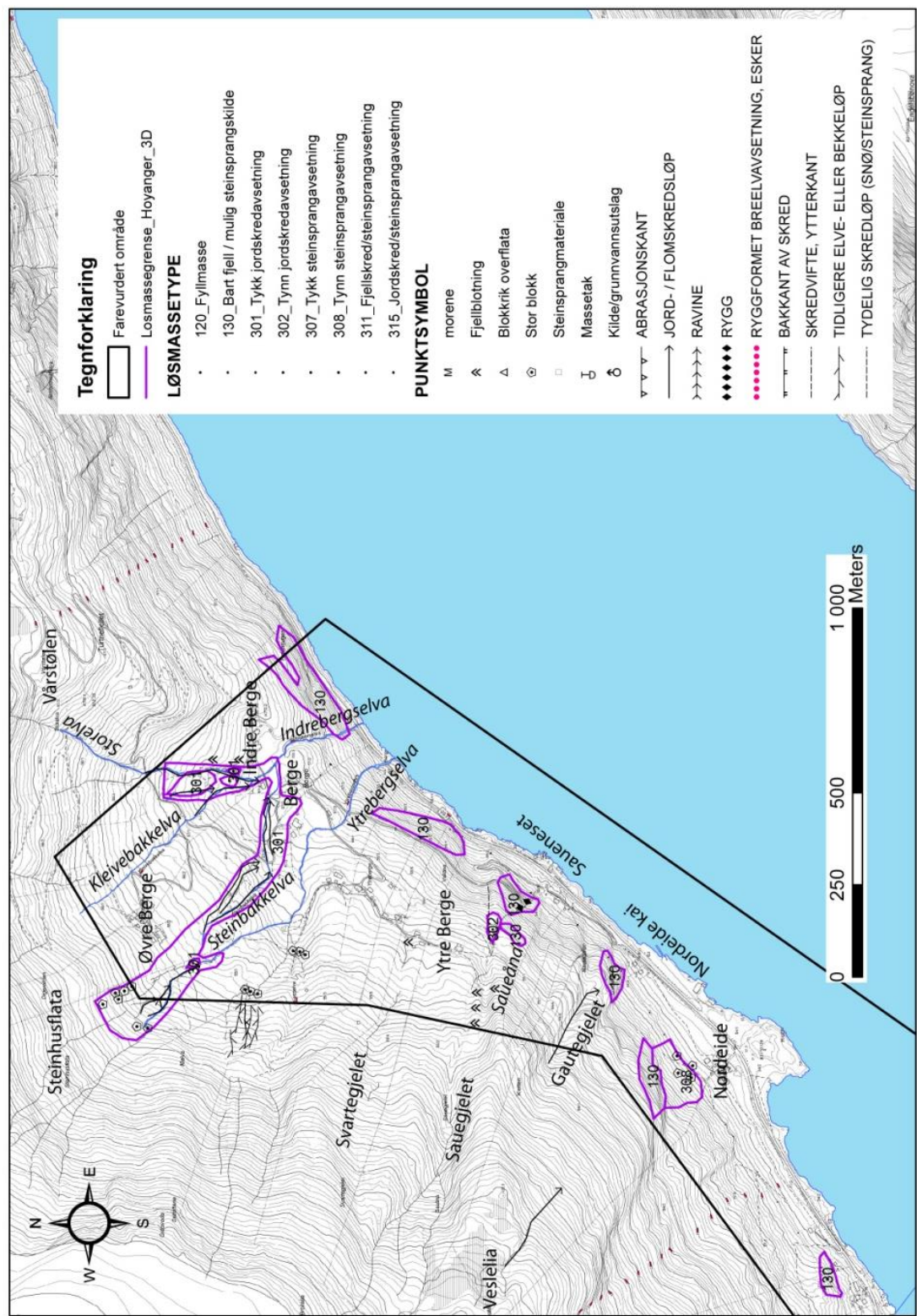


Fig. 5.5.1.1 Skredgeologisk kartlegging østre del av område 2. (Registreringskart).

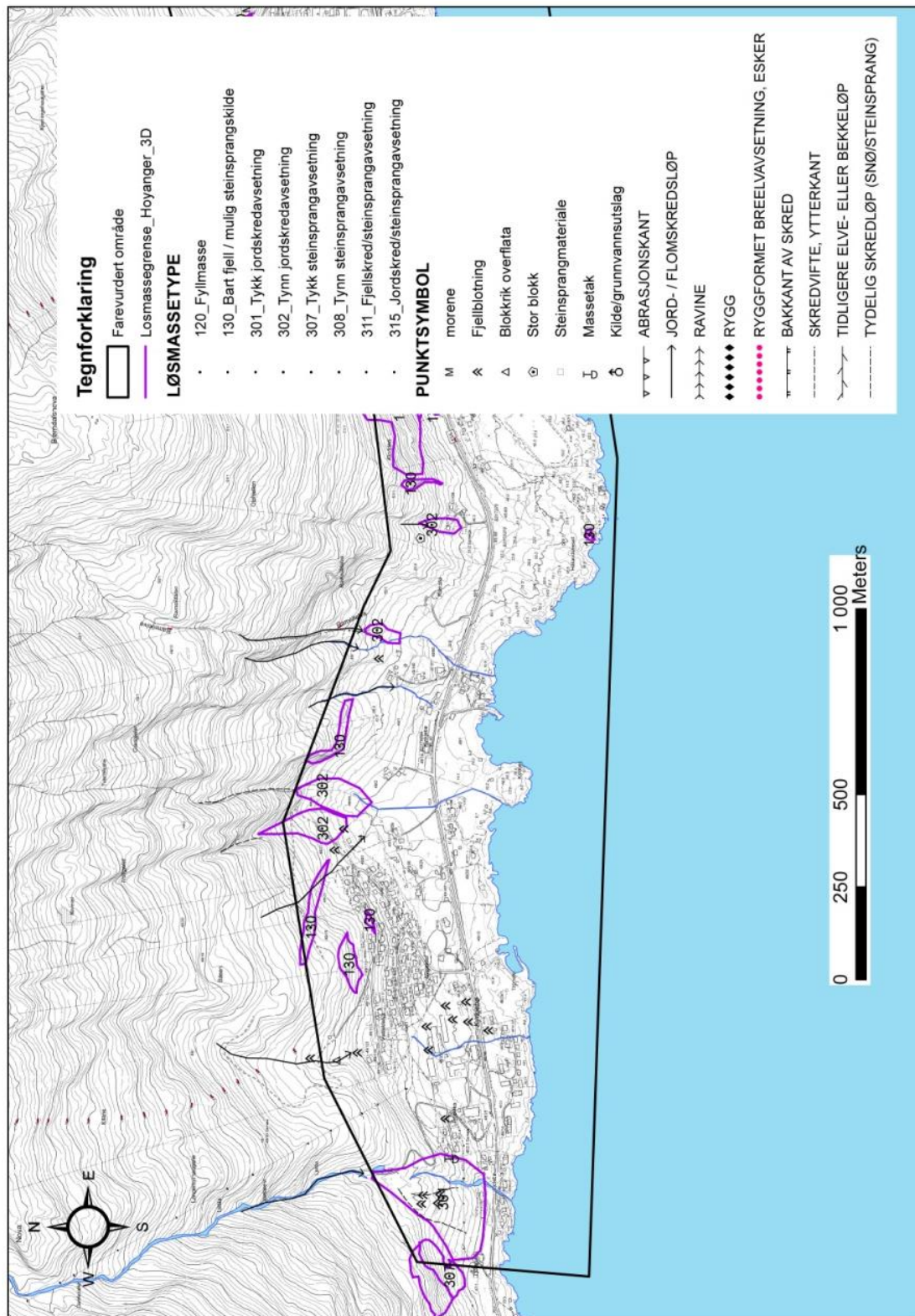


Fig. 5.5.1.2 Skredgeologisk kartlegging midtre del av område 2. (Registreringskart).

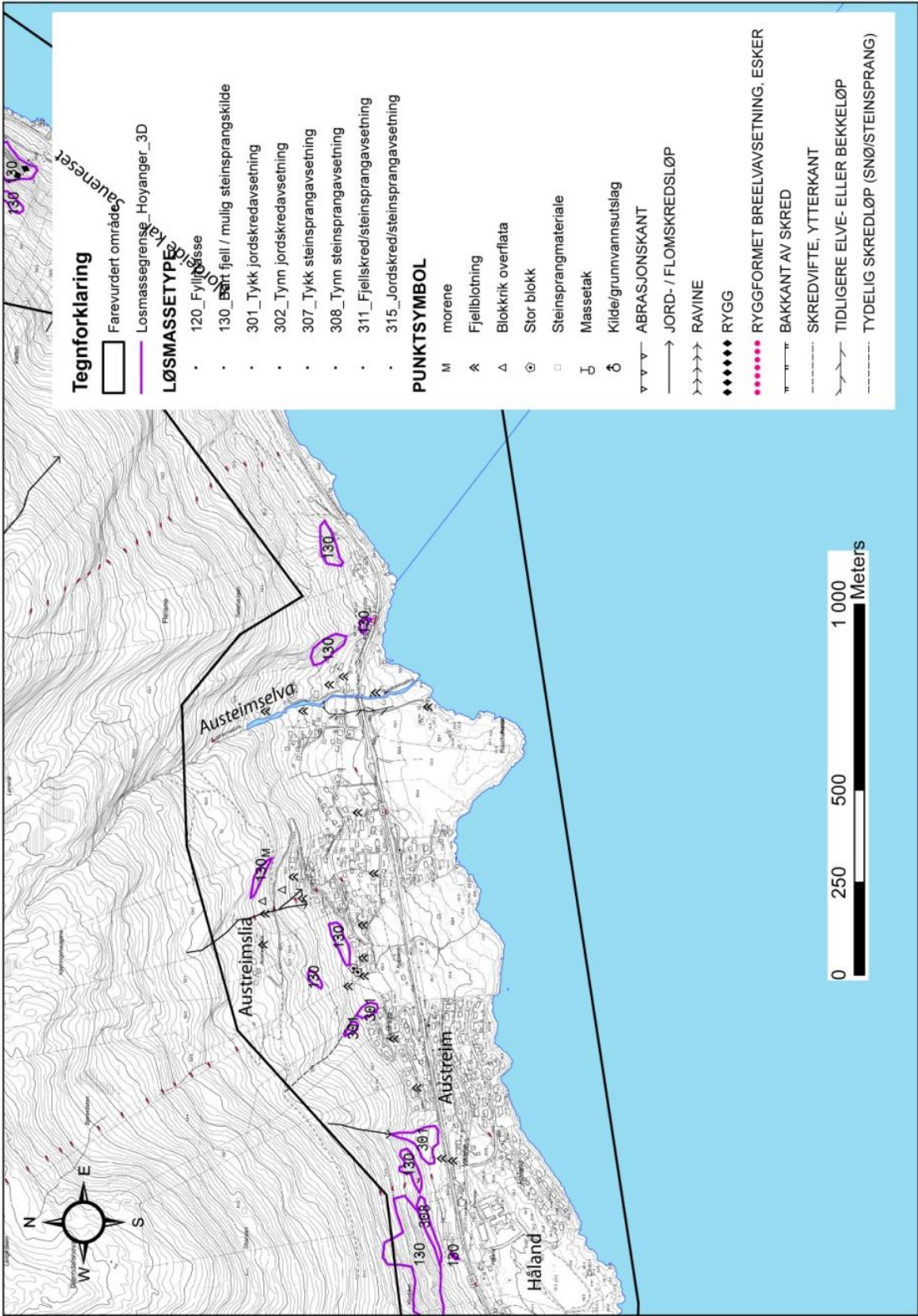


Fig. 5.5.1.3 Skredgeologisk kartlegging vestre del av område 2. (Registreringskart).

Berge

Berge er en grunn botn i fjellsiden, der det ligger 6-7 gårdsbruk, og jorda er dyrka opp. Løsmassene består stort sett av tynt morenedekke over berggrunnen, også i oppdyrka områder. Utenfor det oppdyrka området er løsmassedekket tynnere, og består til dels av forvittringsmateriale. Berggrunnsprofilen karakteriseres av avsliepne og glatte svaberg. Denne berggrunstopografien gjør at løsmasseoverflata får en undulerende form med "kuler" som stikker opp. Noen av disse kulene kan se ut som lobeforma jord/flomskredavsetninger når de ligger i tilknytning til potensielle skredbaner, men trolig er de fleste av disse formene styrt av fjelltopografien under, og er ikke massive løsmasseavsetninger. Dette er imidlertid kun en geologisk tolkning ut fra observasjoner i felt og et helhetsinntrykk av området.

Flere bekker/elver drenerer botnen, disse samles til Indrebergsbekken og Ytrebergsbekken som renner bratt ned mot fjorden nedenfor Bergegårdene.



Fig. 5.5.1.4. Et sørpeskred startet på nordsiden av Storelva og demte opp elva i det slake partiet ved Furuhaugane midt på bildet. Bildet viser også at løsmasser er erodert av skredet som gikk videre ned Storelva mot Berge 2. juledag 2011.

Storelva og Kleivebakkerva

2. juledag 2011, under uværet Dagmar, løsnet det et sørpeskred i Storelva, som er det østre av elve/bekkeløpene som drenerer ned gjennom Bergeområdet. Bonden på Øvre Berge forteller at han seinere observerte at et sørpe/jordskred hadde løsnet i dalsiden litt nord for stølsområdet ved Furehaugane og demte opp elva der i en periode (Fig. 5.5.1.4.).

Det er uklart om dette sideskredet påvirket utløsningen av skredet som kom ned Storelva, men at det kan gå skred som demmer opp elva i dette litt flatere området må tas i betraktning når skredfaren skal vurderes. Skredet i Storelva fulgte elveløpet nedover, og

Bonden på Øvre Berge sier at løpet i det bratte området over Vårstølen ble noe videre etter skredet. Dette tyder på at en del løsmasser ble erodert i sidene av bekkeløpet her. Stordelen av skredmateriale ble avsatt i området vest for Indre Berge, både på oversiden og nedenfor gårdsveien. I området mellom gårdsveien til Indre Berge og traktorveien til Vårstølen høyere opp, er det avsatt flere generasjoner av jord/flomskredlober. Det meste ser ut til å komme fra Storelvaløpet. Også Kleivebakkkelva renner gjennom dette området, men under befaringen ble det ikke observert tydelige skredavsetninger fra denne. Storelva og Kleivebakkkelva renner sammen litt over gårdsvegen til Indre Berge, og like nedenfor gårdsveien kommer Steinbakkkelva også inn i dette løpet, som renner videre ned mot fjorden som Indrebergselva.

Steinbakkkelva

Det største skredet på Berge i forbindelse med Dagmar 2. juledag 2011 løsnet som et sørpeskred ca. 730 moh. i Skålebotnen over Øvre Berge (Fig. 5.5.1.5.). Skredet gikk ned Steinhusflata der mye løsmasser ble inkorporert i skredet, som er for et flomskred å regne der det gikk videre i en brei sone, med flere forgreininger på sørvestsiden av Øvre Berge og videre nedover Steinbakkkelva. Mye skredmateriale, med tildes store steinblokker ble avsatt på en utflatning i terrenget sørøst for Øvre Berge. Bonden på gården forteller at det lå igjen søle fra skredet omtrent 30 meter fra fjøsveggen. Videre nedover er terrenget noe brattere, før det flater mer ut igjen overfor gården Berge. Her ble resten av skredmaterialet avsatt og en garasje på Berge ble ødelagt av skredmassene. Sedimentrikt vann fortsatte nedover Indrebergselva, men noe rant også gjennom tunet mellom de to gårdsbrukene g/br nr 57/3 og 57/2 og delvis ned i Ytrebergselva, men også langes et nytt løp mellom Indrebergselva og Ytrebergselva.

Under befaringen på Berge ble det observert eldre flomskredavsetninger langs løpet av Steinbakkkelva sørøst for Øvre Berge.



Figur 5.5.1.5 Spor etter skredet som fulgte Steinbakkkelva 2. juledag 2011.

Saueåna og Svartegjelet

Bekken Saueåna renner gjennom Sauegjelet og ned på sørsiden av det dyrka området ved Ytre Berge. Langs hele jordekanten renner bekken på fjell, og har en lav fjellrygg på sørsiden som styrer løpet. Det kan være noe avsetninger av flomskredsedimenter langs løpet og ut på jordet over husene, men det som kan se ut som skredlober er antagelig bare et tynt løsmassedekke der overflateformene blir styrt av den underliggende fjelltopografien (Fig. 5.5.1.6.).



Fig. 5.5.1.6. Saueåna renner i skogkanten til høyre i bildet. Jordene på sørsiden har en undulerende overflate som sannsynligvis er styrt av berggrunnstopografien under et tynt løsmassedekke.

Lenger ned i Saueåna, ved den søndre svingen i veien opp til Berge, er det registrert en levé (ryggformet flomskredavsetning) langs løpet, og i utløpet av bekken mot fjorden, er det avsatt en 60 m brei flomskredvifte (Saueneset). På Saueneset er det plassert to hytter, en på hver side av bekken. Bekken går i rør under FV55, og på oppsiden av veien er det et lite basseng til å samle sedimenter. Ifølge hytteeier var bassenget nesten oppfylt av stein ca. 20 år etter at veien ble bygget, men bassenget er rensa nå. Der bekken kommer ut på nedsiden av veien treffer den en flat stein som er lagt til i løpet. Ved stor vannføring spruter vannet fra denne steinen og rett over i motsatt bekkeløpside der den eroderer i sedimentene. Etter at mye vann gikk ned mot ei lita bu nær bekkeløpet for noen år tilbake ble det lagt en del stein langs bekkeløpets nordside. Hytteier mener at utseende til bekkeløpet stadig skifter og at det er transport av stein i løpet. En ca. 10 m brei del av vifta, rundt dagens bekk virker aktiv, og flere generasjoner flomskred kan sees på vifta.

Nord for Sauegjelet ligger Svartegjelet, og herfra renner det en bekk ned mot det oppdyrka området ved Ytre Berge. Det er ikke gjort observasjoner av skredmateriale i eller nær bekkeløpet.

Gautegjelet

En kløft/kanal starter rundt 300 moh. og går ned til Gautegjelet der kløfta skjærer seg ca. 20 m ned i berggrunnen over Nordeide kai. Kanalen er bratt hele veien, og stedvis er gradienten over 35°. I øvre del ble det observert litt rennende vann i kanalbunnen, men

ikke en skikkelig bekk. Det blei også observert en liten flom/jordskredavsetning i kanalen ca 225 moh. Kanalen er ellers ikke befart.

Nordeide

De to gårdsbrukene på Nordeide ligger på en løsmasseavsetning som i form kan se ut som en flomskredvifte avsatt ut fra dalsiden. Løsmassedekket er tynnere både på vestsiden og østsiden av gårdene. Avsetningen bærer imidlertid ikke preg av vanntransport, og det er ikke noen stor bekk/elv som kommer ut her. På oversiden av gårdene ligger det flere store, til dels svært store steinblokker. Lenger ned er jorda oppdyrket, og steinblokk i overflata er trolig ryddet.

En bekk drenerer et myrområde ved Veslelia, 450-500 moh. over Nordeide. Myrområdet har lite skog og er i mindre partier mellom 20 og 25° bratt. Bekken går bratt nedover den skogsbevokste dalsiden. Det er imidlertid ikke et tydelig bekkeløp her, og under befaringen var det ingen synlig bekk som rant over fjellskrenten overfor Nordeidegårdene, og ingen åpen bekk gjennom det oppdyrka området øst for gårdene. Det er ikke observert jordskred/flomskredavsetninger nedenfor fjellskrenten. Myrområdet ved Veslelia og løpet for et eventuelt skred herfra er ikke befart.

Austreimselva

Austreimselva er befart fra fjorden og opp til ca. 100 moh. Elva renner på fjell hele denne strekningen. Dette er trolig også tilfelle lenger opp, ettersom løsmassedekket i dalsiden er tynt, og elva har erodert et gjel i fjellet. Elva renner imidlertid tett innunder en bratt fjellskrent som kan tilføre elveløpet steinsprangmateriale. Dette gjelder spesielt mellom ca 200 og 300 moh.

To bekker som drenerer vann fra Vårstølmyrane ca. 400 moh., renner ned i Austreimselva. Der den vestre av disse bekkene renner inn i elva, ca. 100 moh., er det en del avsetninger av flomskred langs bekkeløpet. Den østre av de to bekkene renner over den bratte fjellskrenten bak det øverste huset øst for Austreimselva. Fra det bratte partiet ledes så bekken sørøstover, inn mot Austreimselva, med en lav voll. Når det regner mye sier beboer i det øverste huset at noe vann også renner rett fram (øst for huset) og ned gjennom dyrka mark i en forsenkning i terrenget. Det er ikke spor etter stor jord/flom/sørpeskredaktivitet her.

Beboer i det øverste huset på østsiden av Austreimselva forteller også at det gikk et sørpeskred ned elva på 1970-tallet. Etter denne hendelsen ble det bygget en ledevoll som ligger på skrå 35-45 moh. på vestsiden av elva og skjærer husene på nedsiden.

Nedenfor FV55 slakker terrenget ut. Det er bare et tynt løsmassedekke over fjell her, og det ble ikke observert noen flomskredavsetninger langs Austreimselva. Der elva renner ut i fjorden er det bart fjell på begge sider av løpet.

Austreimslia

I dette området er det et tynt/flekkvis morenedekke over fjell. Fjellet stikker opp mange plasser og er avrunda og glatt, noe som betyr at sedimenter lettere kan gli ut i bratt terreng (Fig. 5.5.1.7.).



Fig. 5.5.1.7 Moreneavsetninger over avrunda og glatt berggrunn.

Øst for gården Austreimslia renner det en bekk. Det er lite vann i bekken og et lite løp, men det ble observert noen flomskredavsetninger i løpet over gårdsveien til Austreimslia (mellom 125 og 150 moh.). Nedenfor gårdsveien deler bekken seg i to løp som går ned mot bebyggelsen. Også her ble det observert noen flomskredavsetninger i løpene. Det vestre løpet går ned til hus 53/148 der den legges i rør. Det er en rist over innløpet til dreneringsrøret (Fig. Fig. 5.5.1.8.). Det østre løpet ledes i rør under veien og renner videre ned gjennom boligfeltet. Det er ingen vifteutbygging, og ingen tegn til flomskredavsetninger i bekken ved de nederste husene i boligfeltet over F55. Berggrunnen stikker fram flere steder i boligfeltet.



Fig. 5.5.1.8. Det vestre løpet av bekken som kommer fra Austreimslia, lagt i rør ved hus 53/148.

Vest for Austreimslia gikk det et sørpeskred i 1981, som tok med seg en bil som sto parkert i den vestre (siste) svingen før gården Austreimslia. Bilen ble tatt med nedover av skredmassene og stoppet et sted overfor den øverste husrekka helt vest i byggefeltet. Det kommer ned en bekk vest for disse husene, som her renner på fjell. Dette er vann som er drenert i rør gjennom jordet vest for gården. Det kommer også en bekk fra litt lenger øst som renner sammen med den vestre bekken rett vest for husrekka. Løpene er ikke befart annet enn ved husene. Det blei ikke observert skredavsetninger, men det ligger en stor stein i hagen til det vestre huset. (Steinen kan ha blitt lagt der da det ser ut som den skal brukes i et pågående hageprosjekt).

Austreim Vest (byggefelt vest for Austreimslia)

Det er generelt lite løsmasser i dalsiden. Øst for de øverste, østre husene i dette byggefeltet kommer det ned en bekk som drenerer vann fra Bjønndalen, og som er erodert ned på fjell. Løpet er stedvis brattere enn 35°. Der terrenget flater ut, ca 70 moh. er det avsatt en skredvifte med stor stein ut mot jordet øst for hus 51/95 (Fig. 5.5.1.9.). Det er ingen ferske avsetninger eller spor etter flom langs løpet der det går gjennom bebyggelsen. Høyere opp, 80 – 90 moh. ligger det imidlertid en annen jord/flomskredavsetning som en rygg/lobeform i løpet. Bekken renner på østsiden av denne avsetningen, men det er også fuktig og nesten en bekk på vestsiden. Antagelig renner det noe vann også på vestsiden av skredloben ved høy vannføring i bekken.



Fig. 5.5.1.9 Skredvifte med stor stein og blokk øst for hus 51/95.

På vestsiden av byggefeltet (vest for hus 51/96 og 51/107) kommer det ned en bekk som renner i ei kløft i fjellet som stedvis er over 35° bratt. Ut fra kløfta er det avsatt ei vifte

med flere flomskredlober ned mot F55. Også litt øst for selve vifta er det observert noen jordskredlober. Det er ingen hus på vifta, men flere hus på nedsiden av F55.

Håland

På Håland, på oversiden av F55 ligger det en samling av tre hytter og et bolighus (51/120). Bolighuset er fra 1939, og beboeren har bodd i huset fra det var nytt. Det har ikke gått noen skred ned mot huset på denne tiden, men hustomta ble gravd ut i en ur som trolig er en flomskredvifte fra en bekk som i dag dreneres i rør gjennom hagen. Bekken starter over skogsgrensa ved Bjørdalsnova ca 525 moh., men har ikke noe stort nedslagsfelt og det er bare vann i bekken når det regner eller ved snøsmelting. Over skogsgrensa er det områder som er mellom 20 og 30° bratt, og som kan være utløsningsområder for sørpeskred. Løpet nedover er stedvis brattere enn 35°.

Ramslia

Ramslielva kommer høyt oppe fra den bratte fjellsiden, der den samler vann fra flere bekker. Elva renner på fjell i terreng som stedvis er brattere enn 35°, til den kommer ut på det slakere, oppdyrka området, ca 60 moh. Her er det avsatt en flomskredlobe. Det er også kartlagt noen flomskredavsetninger langs løpet ned mot F55, men ingen ferske avsetninger. Nedenfor F55 er det ikke funnet spor av flomskredavsetninger. Elva renner gjennom en stor kulvert under veien og videre i en kløft/kanal i fjell ned til fjorden.

100 – 200 meter vest for Ramslielva kommer det ned en bekk/elv som ikke har noe navn på kartet. Bekken renner rett på vestsiden av hus 49/124. Bekken kommer høyt oppe fra området ved Vårstølmyra 525 moh., og renner ned gjennom det bratte Grasgjelet. Det ble ikke observert noen skredavsetninger i løpet nær hus 49/124, og dette ligger 5-6 meter over bekkeløpet. Det ble imidlertid observert en liten flomskredavsetning litt lenger ned i løpet, mellom hus 49/124 og F55. Bekken er lagt i rør rett øst for kirka, og renner i rør under F55 og ut mot fjorden. Det ligger noen steiner på rista ved inngangen til dreneringsløpet (Fig. 5.5.1.10.).



Fig. 5.5.1.10. Stein på rista der en bekk er lagt i rør rett øst for Kyrkjebø kirke.

Nygjerdet

Det kommer ned tre bekkeløp øst for boligfeltet ved Nygjerdet, som samles i ett løp øst for hus 49/59 og går videre i rør under det oppdyrka jordet ned mot F55. Det er en forsenkning i terrenget på jordet som trolig skyldes erosjon av bekkene før de ble lagt i rør. Det ser ikke ut som det er noen utbygging av skredsedimenter her. Overfor jordekanten er det imidlertid avsatt to flomskredvifter fra det østre og det midtre bekkeløpet (20-70 moh.). Den vestre bekken har bare mindre flomskredavsetninger i/langs løpet ned mot jordet.

Fra den østre svingen i boligfeltet går det en traktorvei videre nordøstover, oppover dalsiden. Denne gjør en brå venstresving der det midterste bekkeløpet kommer ned fra en kløft i fjellet, og går så vestover på oversiden av boligfeltet. Akkurat i svingen er det gravd ut og også sklidd ut litt morene (Fig. 5.5.1.11.). Selve bekken føres i rør under traktorveien, ca 30 vest for svingen. Røret har liten dimensjon og hvis dette tettes vil bekken følge traktorveien østover og ta et nytt løp nedover. Det er flere rør med liten dimensjon under denne traktoveien, men den østre av de tre bekken fra fjellsiden har et rør med 1 m diameter. Det er også et lite oppsamlingsbasseng på oppsiden av traktorveien her. Da vi var på befaring lå det ingen sedimenter i oppsamlingsbassenget. Det renner en del vann i denne bekken, men den går i en forholdsvis dyp kanal på østsiden av husene i boligfeltet, slik at disse ligger noen meter høyere enn bekken. Alle de tre bekkene kommer fra høyt oppe i dalsiden, og renner gjennom områder som er brattere enn 35°.



Fig. 5.5.1.11. Morene som det er gravd i, og hvor morenemateriale sklir ut ved mye nedbør. Ved svingen i traktorveien øst for boligfeltet ved Nygjerdet.

Tronvik

En bekk som starter oppe ved Langfjellet, ca 500 moh, kommer ned en dyp kløft i fjellet overfor Tronvik. Løpet er flere steder over 35° bratt. Terrenget flater noe ut ved boligfeltet på Vetlakteiva, og blir enda slakere ned mot den psykiatriske klinikken ved Tronvik. Det går en skogsbilvei opp til bekken fra byggefeltet og her, på østsiden av bekken ligger det en stor fylling. Det kan ikke sees noen erosjon eller utglidninger i denne. Bekken renner på fjell, men det ligger noe flomskredavsetning i selve løpet ved fyllingen. I boligfeltet og ved Trones psykiatriske er det ikke observert noen flomskredavsetninger og bekken renner på fjell gjennom området.

Ljotebo

Ljotåa er den største elva i område 2, og drenerer vann helt fra Veslevatnet inne på fjellet. Elveløpet er bratt fra Gammelstølen (ca 375 moh.) og ned til vannverket ca 90 moh. Vannverket ligger i toppen av ei stor, men ikke så mektig flomskredvifte som strekker seg ned til fjorden. Isgang i elva skal for to år siden ha skapte en flomhendelse som gikk helt ned til veien. Det meste av flomskredavsetningene på vifta ligger vest for dagens elveløp. Her er det flere loper og leveer og tørre løp. Det ser ikke ut som om denne delen av vifta har vært aktiv i nyere tid.

5.5.2 Modelleringsarbeid

Modelleringen for område 2 gjort i utarbeidelsen av aktsomhetskart for jordskred (se kap 3.5.3) er vist i Fig. 5.5.2.1., Fig. 5.5.2.2. og Fig. 5.5.2.3.

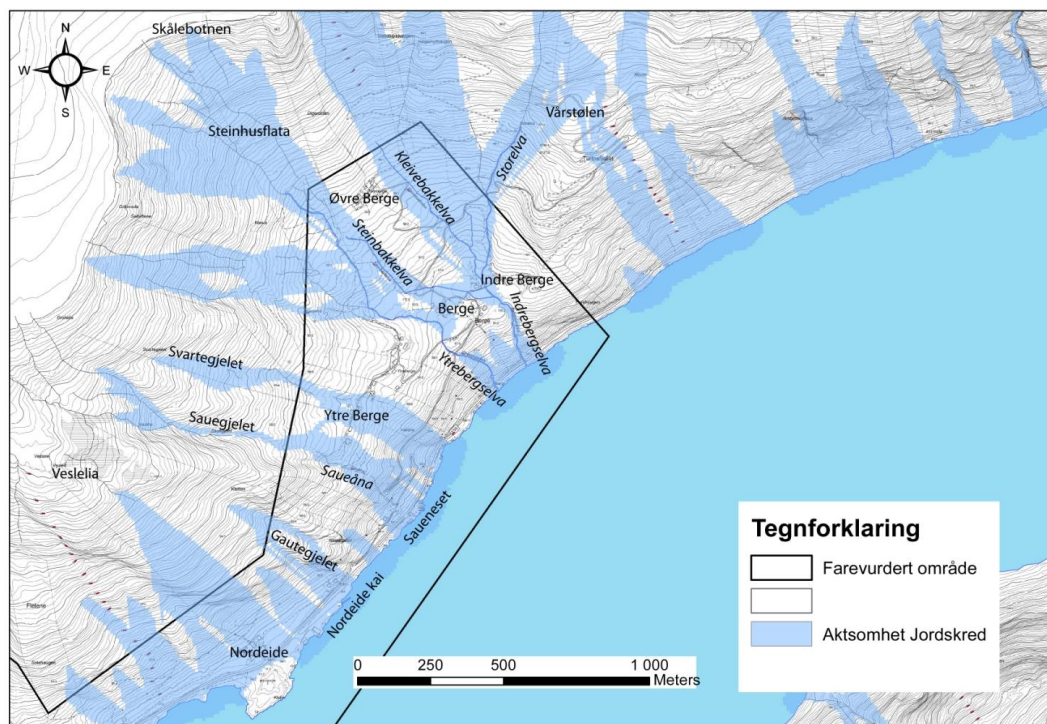


Fig. 5.5.2.1. Aktsomhetskart for jordskred i Område 2 østre del.

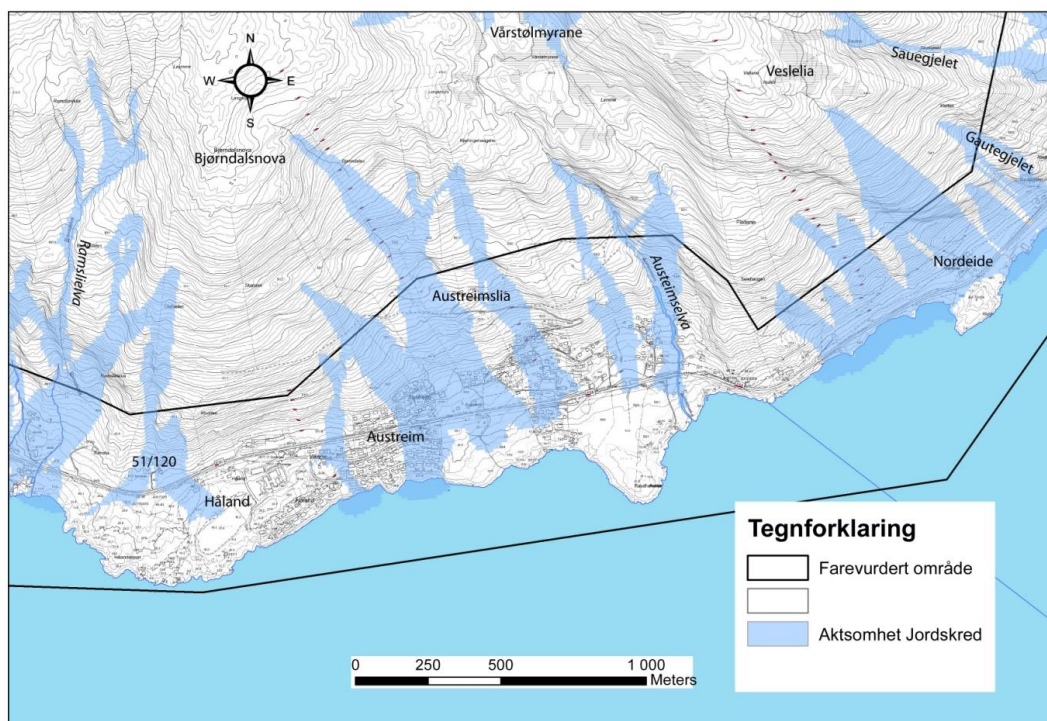


Fig. 5.5.2.2. Aktsomhetskart for jordskred i Område 2 midtre del.

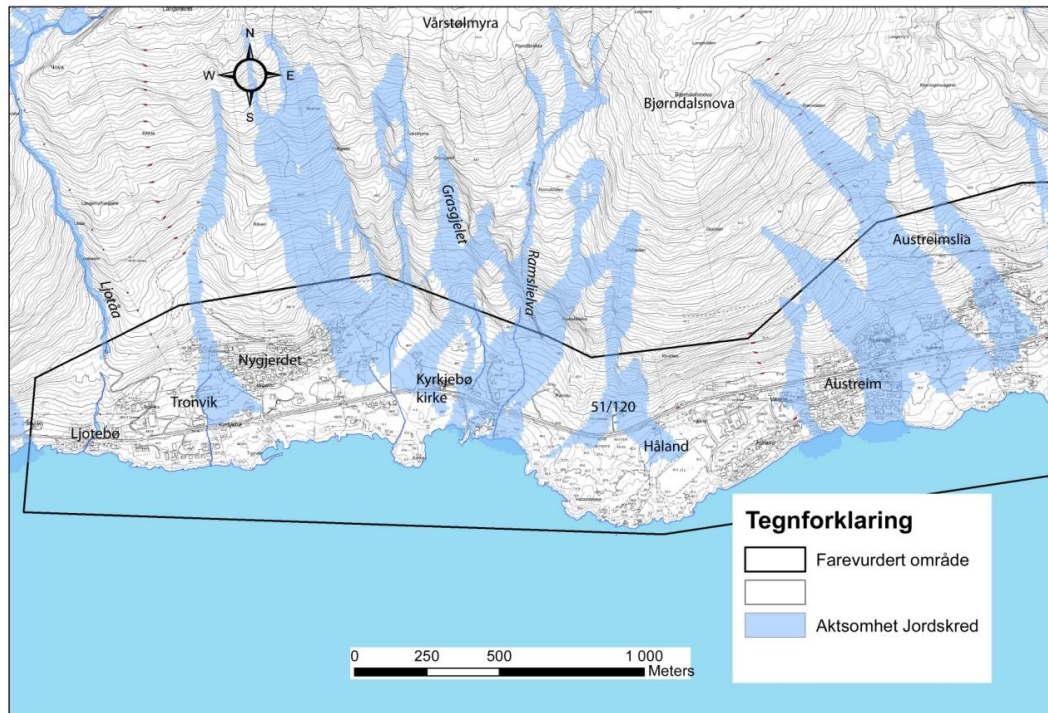


Fig. 5.5.2.3. Aksomhetskart for jordskred i Område 2 vestre del.

Det er også utførte modellering av flomskred som starter som sørpeskred på Berge. Resultatet vises i Fig. 5.5.2.4.

Ved modellering av flomskred er det tatt utgangspunkt i hendelsen i 2011. Da det er flere mulige løsneområder i samme skredbane, er det valgt å bruke hydrograph varianten av modelleringsverktøyet, og løsneområdet er satt noe høyere enn de øverste avsetningene fra 2011. Det er brukt et volum på 15 000 m³, og de øvrige parametrene for RAMMS debris flow er justert for å gjenskape den aktuelle hendelsen i størst mulig grad. Følgende er brukt:

$$\mu = 0,2$$

$$\xi = 400 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Tetthet} = 2000 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Oppløsning DEM} = 5 \times 5 \text{ m}$$

Modelleringsresultatet viser at det kan strømme masser lenger mot vest enn det som var tilfelle i 2011.

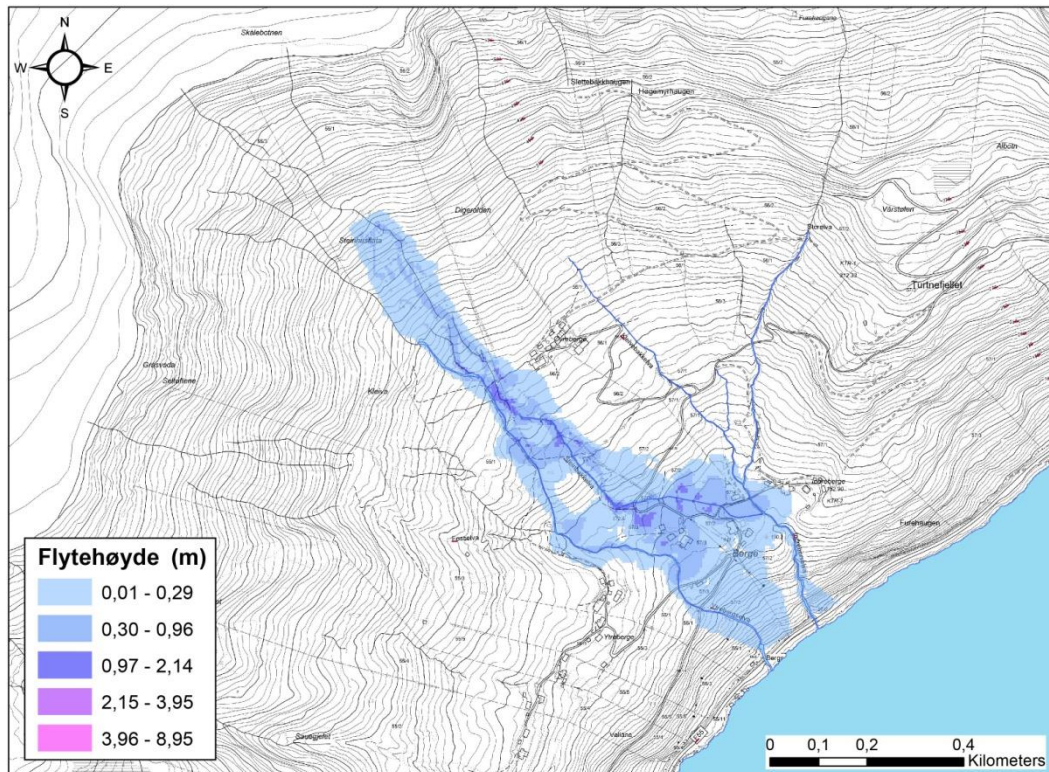


Fig. 5.5.2.4. Resultat av RAMMS modellering av flomskred på Berge.

5.5.3 Skredfarevurdering

Faresonene for jord/flom/sørpeskred er vist i kartbilag 6.

Berge

På Berge er det mulighet for sørpe/flomskred ned både Storelva, Kleivebakkkelva, Steinbakkkelva, Fosselva og flere mindre bekkeløp. Aktsomhetsmodellen for jordskred plukker også ut fleres startområder for jordskred som kan følge disse løpene og avsette jordskredmateriale i det flatere, oppdyrka området på Berge (Fig. 5.5.2.1.). Modellering med RAMMS viser at flomskred som starter høyt oppe i Skålebotnen og drar med seg løsmasser fra dalsiden under i stor grad vil følge forløpet til skredet som gikk 2. juledag 2011, men med litt ulikt hendelsesforløp kan noe større områder rammes enn under dette skredet. Det antas at det modellerte skredet i Fig. 5.5.2.4. er et "verste tilfelle" skred som har svært lav frekvens.

Skredhistorikken forteller at det har gått flere skred på Berge, men noen av disse har vært snøskred. Flere generasjoner flomskredavsetninger langs Steinbakkkelva tyder på at det har gått flomskred i dette løpet tidligere. Ingen av de eksisterende gårdene har blitt rammet av skred, med unntak av Berge (57/3) der garasjen ble ødelagt av flomskredet 2. juledag 2011. Dette tyder på at ingen av gårdene ligger i et område der frekvensen av jord/flom/sørpeskred er høyere enn 1 på 100 år. 100 års grensen er derfor lagt forholdsvis tett inntil bekkeløpene Storelva, Steinbakkkelva og Fosselva, og helt ned til fjorden langs Indrebergselva og Ytrebergselva. Spesielt i området som ble rammet av skredene under Dagmar er det nå en del løsmasser som ikke er bundet av vegetasjon og som lettere kan

skli ut og gi opphav til nye skred. Situasjonen vil forbedres når områdene vokser igjen med skog.

1000 års grensa omfatter også Kleivebakkkelva, et større område mellom Kleivebakkkelva og Storelva der det er kartlagt flomskredavsetninger og et breiere område langs Steinbakkkelva. Gården Berge (57/3) ligger innenfor 1000 års grensa. Under Dagmarskredet gikk noe av skredmassene mellom de to Bergegårdene (57/3 og 57/2), og videre ned i fjorden. Dette løpet inkluderes også 1000 års grensa. 5000 års grensa legges noe videre enn 1000 års grensa og inkluderer arealet mellom Indrebergselva og Ytrebergselva nedenfor Berge.

Saueåna og Svartgjelet

En 100 års grense er lagt rundt bekkeløpet, og langs den aktive delen av vifta på Saueneset, mens 1000 års grensa omfatter hele flomskredvifta (Saueneset). Ved store hendelser og ved blokkering av bekkeløpet til Saueåna rundt 275 moh. kan et flomskred ta et nytt løp og følge forsenkningen på jordet mellom de to vestre gårdene ved Ytre Berge. Det er ikke kartlagt spor etter tidligere skred her, men området er dyrka opp og bearbeidet slik at eventuelle flomskredavsetninger ikke synes. 5000 års grensa inkluderer derfor denne forsenkningen.

Bekken som kommer ned Svartegjelet starter i bratt terreng overfor skoggrensen og aktsomhetsmodelleringa fanger opp starområder for jordskred i kanalen. Sørpeskred kan også løsne litt høyere opp i litt slakere terreng der det ikke er skog. Det meste av skredmateriale som eventuelt løsner i Sauegjelet og Svartgjelet vil stoppe i det flatere, oppdyrka terrenget overfor gårdene, men slamholdig vann vil kunne forstette helt ned til fjorden. 5000 års grensa inkluderer bekken fra Svartegjelet, og strekkes ned til fjorden.

Gautegjelet

Det ligger to hus i utløpet av Gautegjelet. Beboere sier at det aldri er problem med mye vann, og det ble heller ikke observert noe jord/flomskredavsetninger nedenfor Gautegjelet. Området nedenfor Gautegjelet ble imidlertid bare befart fra vei/kaia.

Aktsomhetsmodellen plukker ut flere startområder i den bratte kanalen.

Jordskredavsetninger antyder at det har gått jordskred i øvre del av kanalen tidligere.

Kanalen er imidlertid skogsbevokst og har et lite dreneringsområde. Sannsynligheten for skred er lav og det legges en 5000 års grense langs kanalen ned til fjorden.

Nordeide

Gårdene på Nordeide ligger mellom en bratt fjellside og et nes som kalles Klubben og som består av fast fjell. Under innlandsisens tilbaketrekning på slutten av siste istid kan breen ha blitt hengende litt i denne fjellknabben slik at det har blitt avsatt mer morenemateriale akkurat her. Det er sannsynlig at løsmassene ved gårdene på Nordeide, inkludert noen av de store blokkene, er morene og ikke flomskred og steinsprangavsetninger. Det leges ikke faresoner for jord/flomskred her.

Myrområdet ved Veslelia er et potensielt startområde for sørpeskred.

Aktsomhetsmodellen plukker også ut startområder for jordskred et par steder i bekkeløpet i den brattere dalsiden nedenfor myrområdet, men her er det skog. Det er ikke tegn til jordskred/flomskredavsetninger ved Nordeide, men området er oppdyrket og det kan ha

vært noe planering her. Sannsynligheten for skred er liten, men tilstedeværende og det legger en 5000 års sone rundt en sannsynlig skredbane.

Austreimselva

Etter sørpeskredet på 70 tallet ble det bygget en ledevoll som vi antar vil stoppe både en 100 års og en 1000 års skredhendelse langs Austreimselva. Det legges en 100 års grense langs med elveløpet. 1000 års grensa inkluderer også de to bekkene som drenerer vann fra Vårstølmyrane. 5000 års grense tar høyde for at store flom/sørpeskred i den østre av disse bekkene kan gå rett fram og ned i boligfeltet under, samt at et store, sjeldne skred kan gå over/ødelegge sikringsvollen på vestsiden av Austreimselva.

Austreimslia

Langs bekken øst for gården Austreimslia settes det en 5000 års grense som omfatter de deler av løpet der det er funnet noe flomskredavsetninger. Vest for Austreimslia gikk det et sørpeskred i 1981. Det er ellers ingen skredhistorikk her, og det er ikke kartlagt avsetninger som tilsier at dette er et område med stor skredaktivitet. Det legges derfor ikke 100 års grense. Aktsomhetsmodelleringa plukker imidlertid ut startsoner for jordskred flere steder langs de to bekkeløpene som kommer ned her. Det er usikkert akkurat hvor skredet i 1981 gikk, og det legges 1000 år grense som dekker begge bekkeløpene og stoppes mot husrekka. 5000 års grensa trekkes litt breiere og litt lenger ut.

Austreim (byggefelt vest for Austreimslia)

Skredavsetningen med stor blokk ned på jordet øst for hus 51/95 vitner om en større skredhendelse her, men dette kan ha skjedd rett etter isavsmeltningen, under andre klimatiske forhold og da dalsiden hadde langt mindre vegetasjon. Med et forholdsvis lite dreneringsfelt og en skogsbevokst dalside er faren for skred mindre i dag. Det er ingen historiske skredhendelser her, og ingen tegn til ferske skredavsetninger. Der er ikke mulig å avgjøre om skredloben som ligger litt høyere opp i løpet (80 – 90 moh.) stammer fra samme hendelse som den større, og grovere skredloben på jordet, eller om den er avsatt på et senere tidspunkt. Slik den ligger i dag vil den kunne dele bekken og et eventuelt flomskred i to, slik at skredmasser også går på vestsiden og ned på husene under. En ledevoll her vil forbedre skredsikkerheten for hus 51/99. 1000 års grensa legges langs dagens bekkeløp og et stykke ned på jordet øst for hus 51/95 der det meste av skredmassene i et eventuelt skred fra skråningen vil stoppe opp i det slake terrenget. 1000 års grensa legges også et stykke ned på vestsiden av den øverste skredloben, ettersom et skred like godt kan gå denne veien før en eventuell ledevoll er på plass. 5000 år inkluderer begge løpene og går litt lenger ut.

Vifta vest for husene:

Her er det ingen tegn til ferske avsetninger eller aktivitet og det lagges 1000 års grense rundt den synlige vifta, og 5000 års grense litt lenger ut som også inkluderer jordskredavsetningene øst for vifta.

Håland

Bekken som går ned på bolighus 51/120 starter i et område uten skog, og med mulighet for utløsning av sørpeskred. Da det er utbygd en vifte med grovt materiale der bolighuset

står, har det trolig gått flere skred her etter siste idtid. Det har imidlertid ikke vært noen hendelser her siden 1939, og det legges derfor ikke en 100 års grense, men en 1000 års grense rundt den kartlagte vifta. 5000 års grensa legges litt lenger ut med tanke på spesielt store, sjeldne skred.

Ramslia

Ramslielva har et relativt stort nedslagsfelt, og kan ha kildeområder for både jordskred, flomskred og sørpeskred flere steder langs løpet. De kartlagte skredavsetningene tyder på gjentatte skredhendelser her, men det er ingen ferske avsetninger, og ingen kjente historiske skredhendelser. Det legges en faregrense med sannsynlighet 1/1000 der det er observert skredavsetninger langs løpet, og en 5000 års grense som går helt ut i fjorden med tanke på store, sjelden hendelser som vil kunne følge løpet langt hvis de starter høyt oppe i fjellsiden. Et slikt skred vil imidlertid trolig følge kanalen som er forholdsvis dyp, og ikke ramme bebyggelsen langs kanalen.

Størrelsen på dreneringsområdet til bekken på vestsiden av Ramslielva, muligheten for utløsning av både flomskred og sørpeskred og noe spor av flomaktivitet langt nede i løpet tilsier at det legges en 1000 års faregrense langs bekkeløpet. Denne er trukket over F55 med tanke på at dreneringsrøret under veien fort kan gå tett hvis sedimenter og vegetasjon setter seg fast i rista over inngangen til røret. 5000 års grensa legges, lengers langs en forsenkning i terrenget som går helt ned til fjorden.

Nygjerdet

Avsetningene av flomskredsedimenter overfor det oppdyrka jordet øst for byggefeltet tilsier at det har vært gjentatt skredaktivitet i de tre bekkeløpene ved Nygjerdet etter siste istid. Det er ingen tegn på nylig skredaktivitet, men traktorveien, og dreneringsrør med liten dimensjon under denne har trolig ført til økt fare for jord/flomskred.

Dreneringsområdet til bekkene er også forholdsvis stort og stedvis svært bratt. Det kan også utløses sørpeskred i høytliggende, mindre bratte områder. Det settes 1000 års grense som omfatter skredavsetningene i/langs de tre løpene, og en 5000 års grense som går litt lenger ut.

Tronvik

Bekkeløpet ved Tronvik er bratt og dypt nedskåret og det kan være flere kilder til jord/flomskred og også sørpeskred i løpet. Det er imidlertid ikke funnet skredavsetninger der terrenget flater ut i bebyggelsen, og det er ingen historiske hendelser her. På denne bakgrunn settes bare en 5000 års grense for å ta høyde for meget sjelden skred under helt spesielle værforhold.

Ljotebo

Ljotåa har stort dreneringsfelt og et bratt løp. En nylig hendelse med isgang i elva viser at også tilstopping av løpet på grunn av is kan være et problem. Trolig er det bare et område nært inntil det aktive elveløpet som rammes av skredhendelser med frekvens høyere enn 100 år. Ved større, sjeldnere hendelser kan imidlertid et flom/sørpeskred følge et eldre, og i dag inaktivt løp på vestsiden av dagens elv. Dette løpet inkluderes i 1000 års grensa. 5000 års grensa legges rundt hele den kartlagte flomskredvifta.

6 Område 3 – Vadheim

6.1 Geomorfologi og løsmasser

Vadheim ligger innerst i den N-NØ-gående Vadheimfjorden som er omgitt av bratte dalsider og topper på 500-600 moh. Sentrum ligger på et sammensatt elvedelta som er dannet av tre elver; Hovlandselva som den største, Ytredalselva parallelt med E39, som begge renner mot sør gjennom markerte dalfører, og Kråkevikelva som kommer nesten direkte fra fjellene i øst.

Det er relativt lite løsmasser i området, 1-2 m tykkelse i de nedre deler av dalsidene, i hovedsak morene. Langs Hovlandselva, som renner i Indredalen, er det glasifluviale terrasser med relativt store grustak.

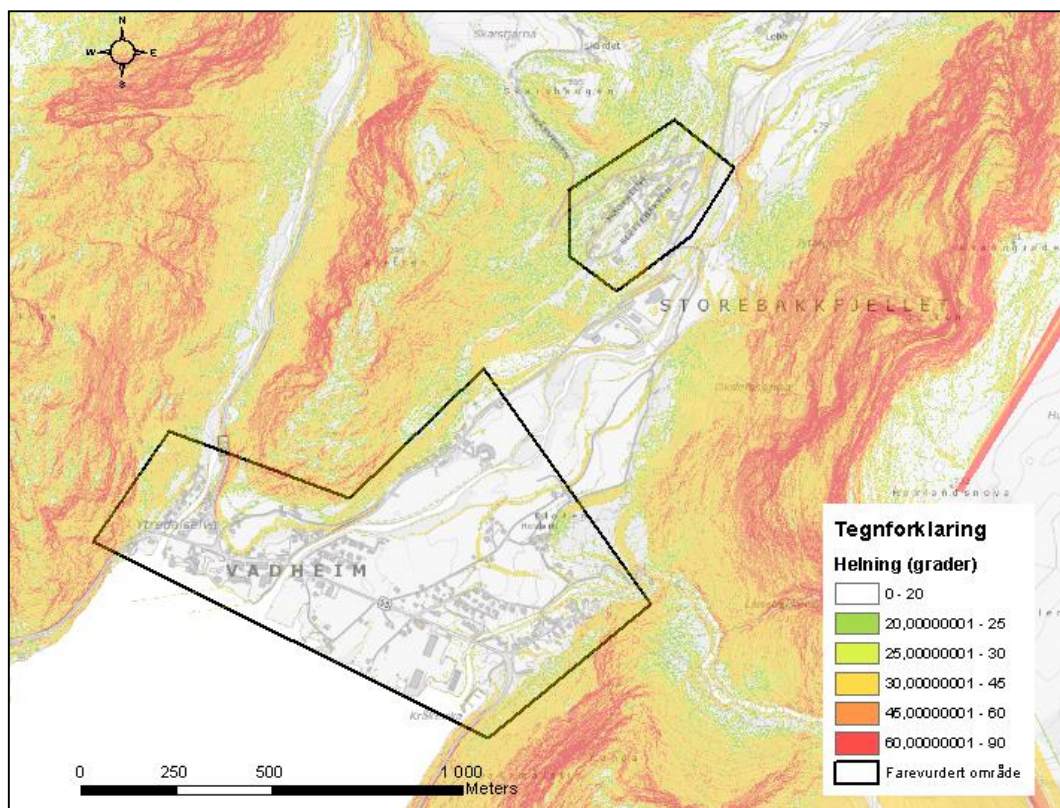


Fig. 6.1. Kart over Vadheim sentrum med omegn. Kartet viser også helningsforholdene.

6.2 Skredhistorikk

Langs E39 helt nord i kartleggingsområdet er det registrert flere steinspranghendelser. 24.2.2000, 21.11.2002, 22.1.2005, 14.1.2006, 2.12.2011. Alle med ukjent størrelse. Nøyaktig plassering er ikke angitt, så en del av disse kan en anta at kan komme av stengning på grunn av steinsprang lenger nord i dalen.

I Vadheim sentrum er det registrert et løsmasseskred langs fylkesveien 3.12.1986. Nøyaktig plassering er ikke gitt, så en kan også her anta at det er knyttet til en hendelse fra skråningen i øst.

Under fjellveggen øst i kartleggingsområdet er det registrert to steinspranghendelser.

Beboere langs fjellveggen i øst fortalte om ei blokk som for noen år siden kom ned fra fjellsiden og stoppet om lag midt på tomte til kommunen redskapslager. Det ble også fortalt om ei blokk som kom inn i hagen på GBnr 42/68.

På fylkesveien østover er det registrert en hel del steinspranghendelser rett utenfor kartleggingsområdet.

Langs E39 sørvest for Vadheim, helt i utkanten av kartleggingsområdet er det 23.1.1987 registrert et snøskred som har kommet ned på veien. Helt nøyaktig posisjon er ikke bekreftet, så en kan anta at det registrerte punktet er der hvor veien ble stengt. Like sør for dette er det også registrert to steinsprang henholdsvis 27.5.2001 og 12.2.2003.

Beboere i husrekka langs Ytredalselva helt i vest kunne fortelle om minst to blokker som har kommet ned til bebyggelsen, i tillegg til ei blokk som stanset på terrassen ovenfor GBnr 36/96. Den sistnevnte ble observert på befaringen.

6.3 Snøskred

6.3.1 Observasjoner

Helningskartet nedenfor viser at fjellsiden vest for Vadheim har store områder som er mellom 40 og 60 grader bratt. Det er også en del områder som er mellom 30 og 40 grader.

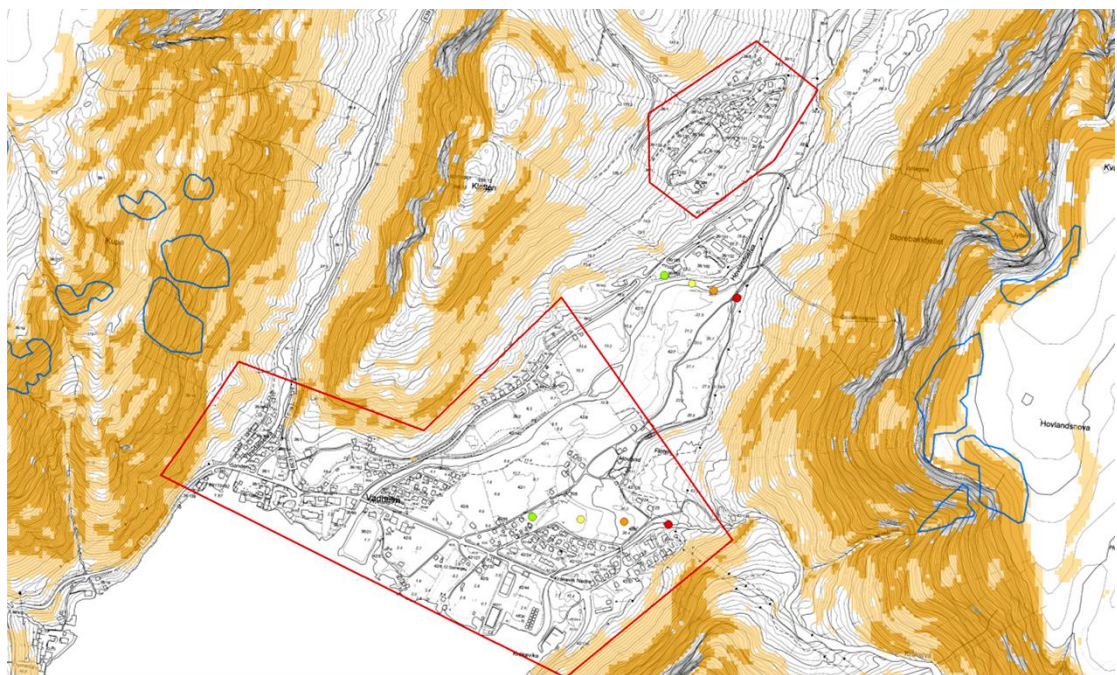


Fig. 6.3.1.1 Helningskart over område 3 (lysere oransje viser terreng 30-40°; mørkere oransje viser terreng 40-60°). Kartet viser også de vurderte løснеområdene (blå områder).

Befaringsobservasjoner både fra bakken og fra helikopter, samt flybilder viser at de fleste bratte områdene i dag er dekket av skog. Dette er i hovedsak lauvskog. Skogen vurderes i stand til å hindre skredutløsning dersom avstanden mellom trærne er mindre enn 5 – 7 m.

De skogfrie områdene i fjellsiden vest for Vadheim (Kupa) er bratte sva, og det er disse som er vurdert som mulige løsneområder for snøskred. Det er også mulige løsneområder vest for den bratte bekkekløfta som går ned rett sørover fra Kupa. Skred herifra vil imidlertid bli fanget opp og ledet ned bekkekløfta som kommer ned rett utenfor kartleggingsområdet.

De viktigste snøskredbanene ved Vadheim er utvilsomt på vestsiden av Hovlandsnova og Kvanngrodet og kommer ned mot østsiden av bebyggelsen fra en høyde på 650 - 700 m. Den sørligste av disse skredbanene følger Ljotebakkelva fra et sørvestvendt løsneområde mellom kote 600 og 700. I samme bane kan skred også løse lengre nede, mellom kote 350 og 500.

Litt lengre nord i samme fjellside er det to ytterligere, tydelige skredbaner. Den første følger Okslefossgroa og den andre (og trolig største) er i gjelet "Jytten". På begge sider av gjelet er det flere bare områder mellom 45 og 60 grader. Alle disse mulige løsneområdene på vestsiden av Hovlandsnova og Kvanngrodet vender mot vest. Fjellets topografi, som flater ut betraktelig mot store, tilnærmet flate toppartier, gjør det egnet til akkumulasjon av store snømengder, som kan da blåses inn i løsneområdene ifm østlig vind.

I den vestre fjellsiden ovenfor den nordligste delen av den vurderte bebyggelsen er de bratte områdene helt dekket av tett skog.

6.3.2 Modelleringsarbeid

Det er utført modellering med RAMMS for alle de aktuelle løseområdene fra de ulike løsneområdene i og ved siden av gjelet "Jytten" og generelt øst for bebyggelsen, samt det viktigste vest for bebyggelsen. I vest er det egentlig flere bratte og bare terrengpartier, men disse består av ganske glatte bergflak som er brattere enn 40°. Slike løsneområder gir erfaringsmessig hyppige, naturlige utglidninger av ny snø, uten å akkumulere større mengder snø som er nødvendige for snøskred av betydning for bebyggelsen. Dette er enda mer aktuelt om de aktuelle bergflakene blir islagt.

I forsøkene med RAMMS er det forutsatt en gjennomsnittlig mobilisert snøtykkelse på 1.5 – 2 m, som i det aktuelle tilfellet tilsvarer større - og vi mener sjeldnere - skred med volumer på flere hundretusen m³.

Modelleringsresultatet (Fig. 6.3.2.1) viser at snøskred fra disse løsneområdene kan true deler av eksisterende bebyggelse.

For de to viktigste skredbanene har vi også beregnet skredutløp ved hjelp av alfa-beta metoden. Denne er basert på ca. 200 dokumenterte skred med gjentakintervaller vurdert mellom 100 - 300 år og det er da skred med slike gjentakintervaller som resultatet (α punktet) gir et orienterende utløp av. Det mer konservative punktet " $\alpha - 1$ standardavvik" brukes derfor her som en indikasjon av sjeldnere og større skred, og dette stemmer overens godt med resultater fra RAMMS.

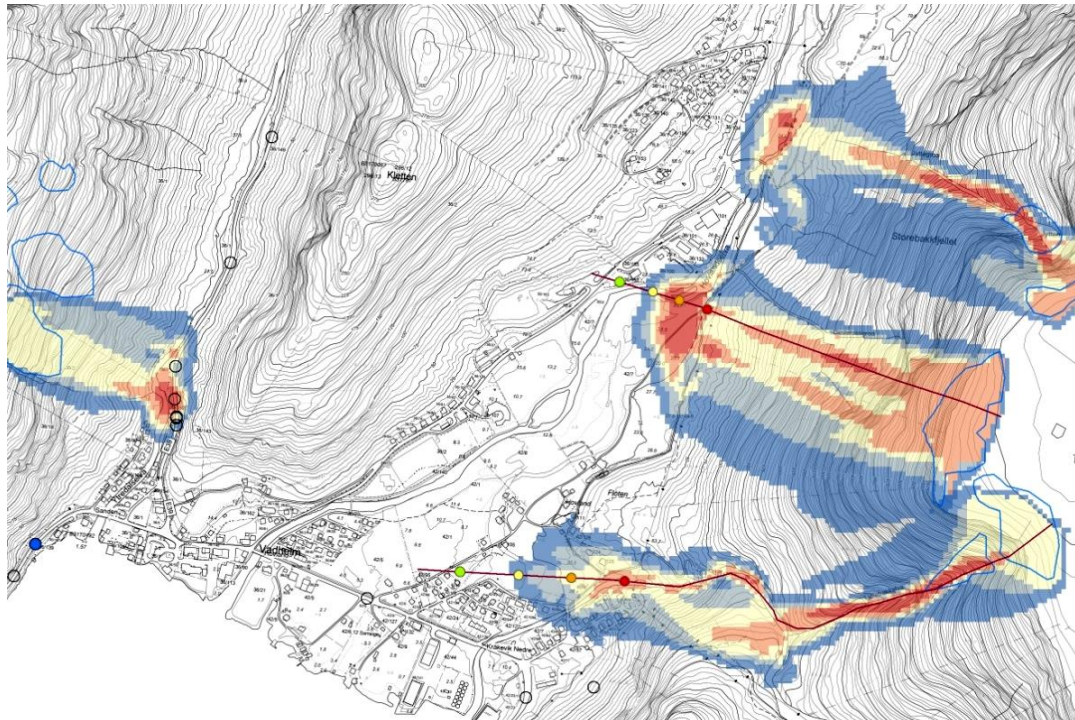


Fig. 6.3.2.1. Kart over Vadheim med resultater av modellering i RAMMS. Fargene viser den maksimale beregnede høyden av snøskredmassene, der blå farger er < 1 m mens de røde fargene er opptil ca. 5 m. Figuren viser også resultatet av beregninger med alfa-beta metoden (røde punkt er β , oransje er den beregnede α , gult er $\alpha - 1$ standardavvik, grønt er $\alpha - 2$ standardavvik).

6.3.3 Skredfarevurderinger

Faresonekart for snøskred presenteres i kartbilag 7.

De viktigste snøskredbanene ved Vadheim er på vestsiden av Hovlandsnova og Kvanngrodet og kommer ned mot østsiden av bebyggelsen fra en høyde på 650 - 700 m. Disse vil kunne gi større snøskred som kan nå mindre deler av eksisterende bebyggelsen med litt større gjentakintervaller enn sikkerhetskravene for ny bebyggelse tilsier.

Den sørligste av de tre skredbanene i øst, som følger Ljotebakkelva, er den som kan berøre mest bebyggelse. Her er det imidlertid litt usikkerhet rundt effekten av den veldig kanaliserte men også svingete topografien langs skredbanen. To relativt brå svinger vil nok redusere skredenergien, men i hvilken grad dette vil skje, vil være avhengig av blant annet type skred og vanninnhold (tørresnø-, våtsnø-, sørpeskred). Dersom masser ikke helt følger det kanaliserte elveløpet, men går delvis over den lave skogsdekkede åsen sør for de to brå svingene, vil noe av skredmassene teoretisk kunne berøre de øverste, østligste husene ved Kråkevika (Fig. 6.3.2.1 – 6.3.2.2). Alt tatt i betraktning mener vi at noen eksisterende bygg er skredutsatt i forhold til gjeldende sikkerhetskrav.

Fjellsiden vest for bebyggelsen har flere bratte, bare og relativt glatte bergflak som forventes å gi hyppige, naturlige utglidninger av ny snø, uten å akkumulere større mengder snø som er nødvendige for snøskred av betydning for bebyggelsen. Modellering av skred fra terrengpartiet med størst potensial for å berøre bebyggelsen, viser at skredmassene kan nå ned til Ytredalselva, og muligens stable seg opp til E39. Det

25.06.2014 08:13

nordligste huset på vestsiden av elva og huset like ved på motsatt side av elva vurderes å ha en noe større nominell årlig skadesannsynlighet enn tillatt for ny bebyggelse (1/1000).

Vi fraråder fra å drive hogst i fjellsiden vest for elva, da dette vil øke faren for bebyggelsen.



Fig. 6.3.2.2. Helikopterbilde over Vadheim med skisse som illustrerer de vurderte scenarioene for skred langs Ljotebakkelva. Faresonene for snøskred med gjentakintervall 100, 1000 og 5000 år er også orienterende indikert.

6.4 Steinsprang og steinskred

6.4.1 Observasjoner

Vadheim midt

Skråningene sør og sørøst for høydedraget Kletten er preget av flere mindre skrenter som ligger mellom 70 og 240moh. Under flere av disse er det urer som vitner om tidligere steinsprangaktivitet. Det er funnet enkelte steinsprangblokker nede ved bebyggelsen i Tangeveien. I følge beboere i området er enkelte av disse kommet ned de siste tiårene. Ovenfor bebyggelsen her er det et belte av blandings- og granskog, men med varierende tykkelse. Blokkene som er observert nede ved husene har altså kommet gjennom denne skogen før de stoppet i slakere terreng.

På sørsiden av skrenten er skråningen noe lavere med bare fjellpartier som går opp mot ca 125moh. Her er det funnet en noen steinsprang blokker rett bakom husene på GBnr 36/47 og ellers noen spredte mindre blokker langs oversiden av gårdsveien. Ingen av blokkene så ut til å stamme fra ferske steinsprang.

Vadheim øst

Fjellveggen øst for Vadheim sentrum strekker seg opp mot ryggformen Randa på om lag 350 meter. De nederste 80-100 høydemeterne er i hovedsak ur. Nede på flata ligger de største blokkene. Det er funnet flere store steinsprangblokker i skogen mellom bebyggelsen og foten av ura, og de nærmeste av disse blokkene ligger i underkant av 20 meter fra bolighusene på GBnr 42/57 og 42/80. De store blokkene på flata varierer mellom 8- 20m³, og innimellom er det flere mindre fra 0,5 til 2m³.

Ved den østre delen av husrekka langs fjellveggen er det funnet færre store blokker. Her er også veggen gradvis lavere, samtidig som retningen terrenget heller vil ha styrt blokkenedfall mot vest. Ved GBnr. 42/10 er det et mindre masseuttak (uttak av grusmasser fra noe som kan være en glasifluvial terrasserest).

Flere av beboerne langs husrekka ble spurt om de hadde sett eller hørt om steinsprang fra fjellveggen. Det ble kun nevnt de to hendelsene beskrevet i kap. 6.2.

Flere beboerne uttrykte også en spesiell bekymring for en større blokk eller pillar i øvre del av veggen (Figur 6.3.2.1). Denne ser ut til i hvert fall å være sprekkeavløst på begge sider, men på grunn av tett vegetasjon var de ikke mulig å få full oversikt over denne.

En må anta at hele denne bratte fjellveggen kan være løsneområde for steinsprang.

Vegetasjonen i skråningen under fjellveggen her er lauvskog av varierende størrelse.



Fig. 6.4.1.1. Fjellveggen øst for Vadheim. Pillaren som beboerne er bekymret for er merket med rød ring.

Vadheim vest

Vest for Ytredalselva er dalsiden bratt opp mot fjellet Kupa. I sør er det flere bratte hammere mellom ca 50 og 200 moh, mens det over den nordlige delen av bebyggelsen er bratte sva som er i hovedsak mellom 45 og 60°. Disse svaene ligger mellom ca 140 og 350 moh. Løsneområder for steinsprang er knyttet til disse hamrene og svaene.

Under de bratte hamrene i sør er det en konsentrert grov ur. Blokkene i denne stammer trolig fra et skår i den overliggende hammeren. Under svaene i nord er det også ei større ur. Denne ligger på ned mot og nord for en rygg i terrenget som går ned mot de nordligste husene.

I skråningen over den nordlige delen av bebyggelsen er det en flate, trolig en rest av en terrasseform. Lenger sør er denne mindre og til dels borte. Der den er fraværende er det en markert ravine. Det er funnet enkelte steinsprangblokker skråningen langs hele husrekka, og de fleste av disse blokkene ligger på det flatere området rett ovenfor husene.

Vadheim nord

Over boligen sør for Skarshaugen er det to mindre områder som peker seg ut som potensielle løsneområder for steinsprang basert på terrenghelningen og observasjoner i felt (figur 6.4.1.2). I område 1 i figuren ser en flere delvis avløste blokker, men startfallet er kort og gir mulige steinsprang lite potensiell energi. Øst-sørøst i en avstand på omtrent

80 og 100 m kan man observere to blokker på opp mot 4 m³ som kan ha hatt sitt opphav fra dette området.

Område 2 tilsvarer område 1 med tanke på avløsningsgrad og blokkstørrelse, men startfallet er noe større. Sørvest for løsneområdet over Skårvegen finner man flere blokker i terrenget i en størrelsesorden opp mot 1 m³, men enkeltblokker opp mot 4 m³. En blokk, rundt 3 m³ stor og omtrent 20 m fra veien har en liten jordoppstuvning i forkant og ei kort glippe i bakkant. Dette kan tyde på at blokken har stoppet her etter å ha vært i bevegelse. Bevegelsen skyldes trolig ikke sig i skråningen da liknende fenomener ikke ble observert andre steder.

I området nord for Skårvegen og vest for løsneområde 2 finner en noen mindre blokkksamlinger under noen lave hammere. Disse hammerne utgjør ikke noen fare for bebyggelsen under, da potensielt utløp er kort og utenfor kartleggingsområdet.



Fig. 6.4.1.2. Helningskart over det nordligste området i Vadheim.. Gult 30-45° og oransje 45-60°. Nummerering for henvisninger i teksten.

6.4.2 Modelleringsarbeid

Vadheim øst

Rockyfor3D er benyttet for å generere en modell (Figur 6.4.2.1) med potensielle steinsprangbaner som kan treffe husene i dalbunnen. Modellen inkluderer alle potensielle løsneområder fra den vestvendte fjellveggen lokalisert øst for området.

Egenskapene til materialene langs de potensielle skredbanene er basert på feltobservasjoner, som senere er ekstrapolert ved hjelp av flyfoto og DEM analyser til å dekke hele området av interesse. Modellen ble generert ved å benytte den største blokkstørrelsen fra området for modellere verste tilfelle. Simuleringene tar ikke hensyn til reduksjon av restitusjonskoeffisienten som følge av blokkenes kollisjon med trær, ettersom kun relativt store blokkstørrelser er benyttet i modellene. Løsneområder er

definert som piksler lokalisert på en steil fjellvegg med helningsvinkel større enn 45 grader (se kapittel 3.2). Alle modelleringer ble kjørt med 100 gjennomføringer. Det er benyttet en 1m flybasert Lidar DEM som grunnlag til topografi. Piksler med en sannsynlighet lavere enn 1,25 ble forkastet da de er vurdert til å tilsvare unormale baner (feil i modellen).

Det ble totalt utført 3 simuleringer med Rocfall langs profiler lokalisert på innsiden av området modellert med Rockyfor3d. Fysiske parametere for hvert material er kalibrert med hjelp av modellering av tidligere steinspranghendelser. En av modellene representerer en frittstående løs blokk identifisert under feltarbeid.

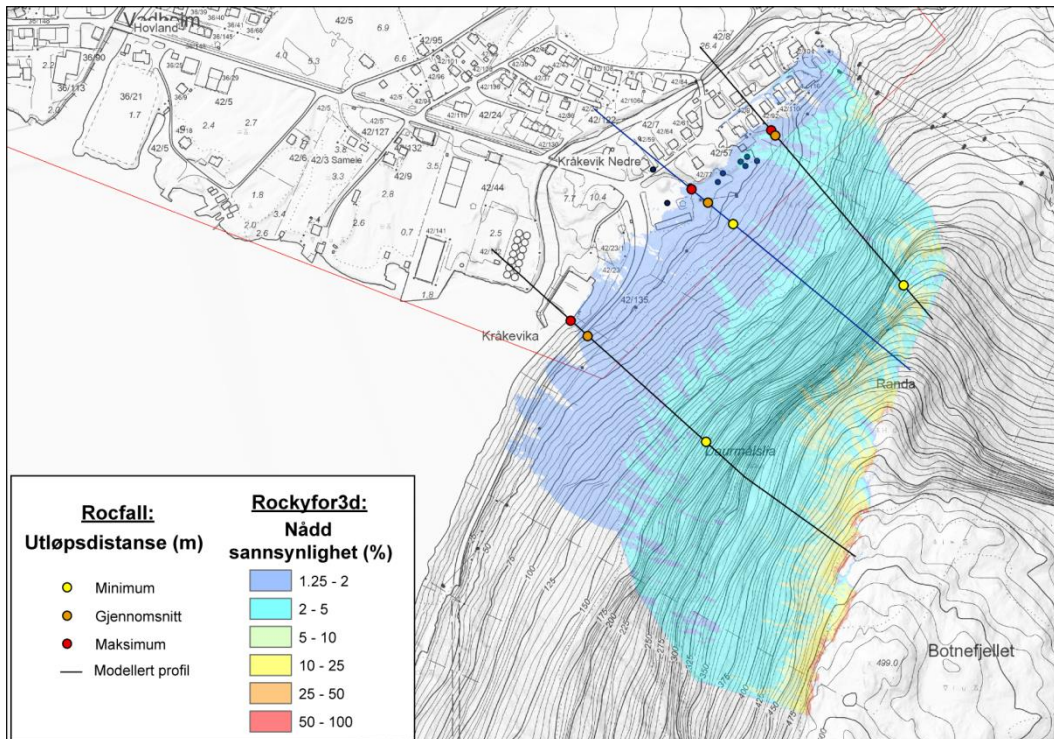


Fig. 6.4.2.1. Resultat fra modellering (Rockyfor3D og Rocfall) for Vadheim øst.

Vadheim vest

Rockyfor3D er benyttet for å generere en modell (Figur 6.4.2.2) som inkluderer alle potensielle løsneområder fra den østvendte fjellveggen lokalisert vest for området. Egenskapene til materialene langs de potensielle skredbanene er basert på feltobservasjoner, som senere er ekstrapolert til å dekke hele området av interesse ved bruk av flyfoto og DEM analyser. Modellen ble generert ved å benytte den største blokkstørrelsen fra området for modellere verste tilfelle. Simuleringene tar ikke hensyn til reduksjon av restitusjonskoeffisienten som følge av blokkenes kollisjon med trær, ettersom kun relativt store blokkstørrelser er benyttet i modellene. Løsneområder er definert som piksler lokalisert på en steil fjellvegg med helningsvinkel større enn 45 grader (se kapittel 3.2). Alle modelleringer ble kjørt med 100 gjennomføringer. Det er benyttet en 1m flybasert Lidar DEM som grunnlag til topografi. Piksler med en sannsynlighet lavere enn 1,25 ble forkastet da de er vurdert til å tilsvare unormale baner (feil i modellen).

Det ble totalt utført 2 simuleringer med Rocfall langs profiler lokalisert på innsiden av området modellert med Rockyfor3d. Fysiske parametere for hvert material er kalibrert med hjelp av modellering av tidligere steinspranghendelser.

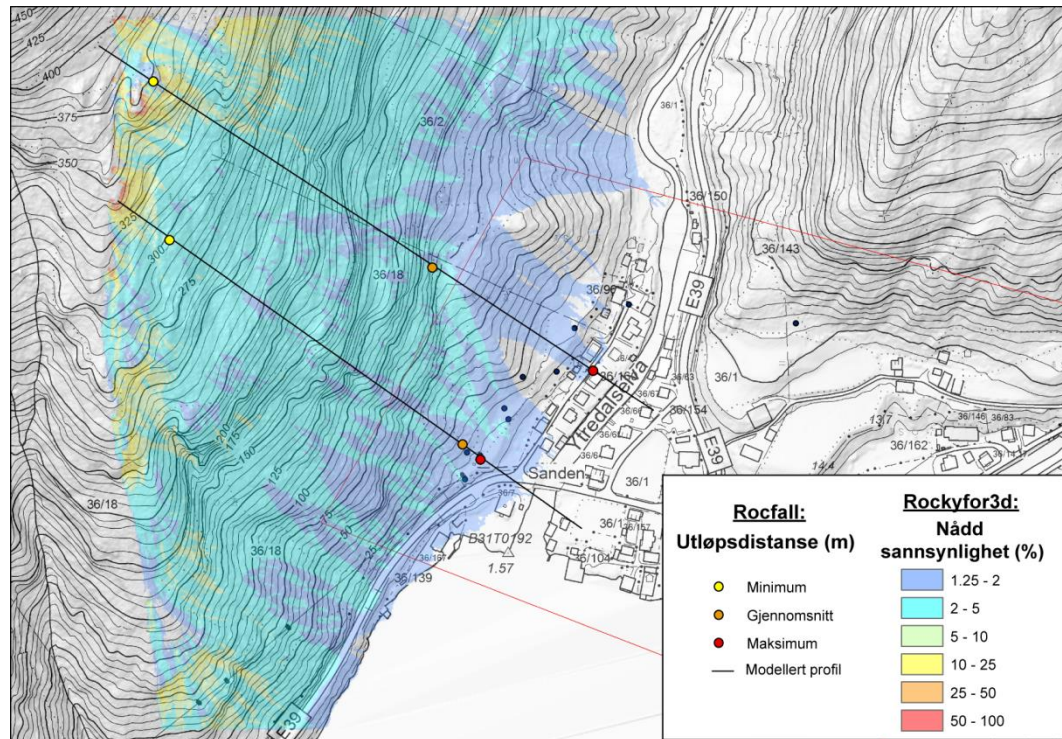


Fig. 6.4.2.2. Resultat fra modellering (Rockyfor3D og Rocfall) for Vadheim vest.

Vadheim midt

I modelleringen gjort med Rockyfor3d er alle de bratte skrentene (45-90°) lagt inn som løseområder. De største blokkene observert nede ved bebyggelsen er lagt til grunn for simuleringen (1m³ +/- 50 %). Det er ikke tatt hensyn til skog i denne simuleringen.

Simuleringene med Rockyfor3d er brukt hovedsakelig for å se hvordan steinsprang fra løseområdene fordeler seg. Etter resultatene fra Rockyfor3d som viser de mest sannsynlige banene steinsprang vil kunne ta, er det plukket ut seks aktuelle profiler for utløpssimulering i programmet Rocfall fra RockScience (figur 6.4.2.3). I Rocfall er det lagt inn talus med vegetasjon der dette er relevant.

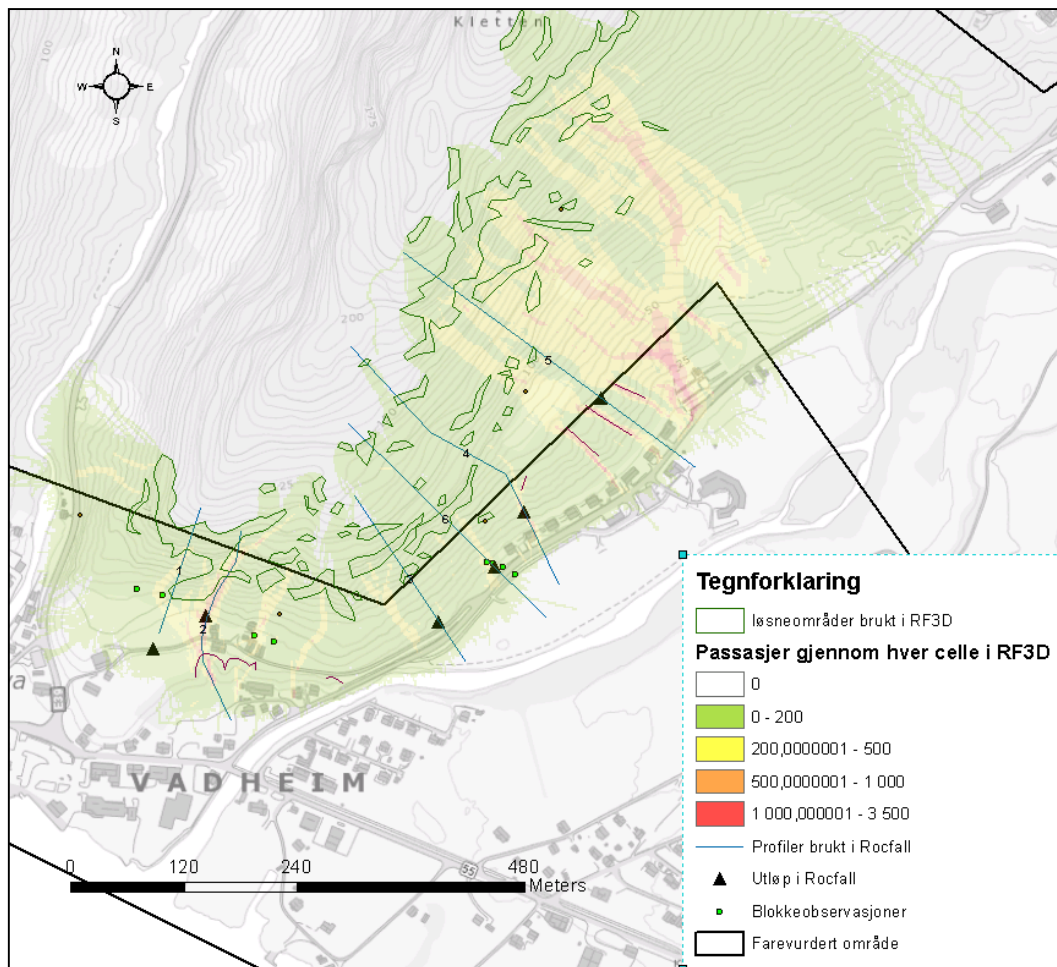


Fig. 6.4.2.3. Simulering med Rockyfor3d og Rocfall for Vadheim midt. Fargeintensitet fra grønn til rød viser steinsprangpasseringer etter 1000 simuleringer. De svarte strekene er profilene som er modellert i Rocfall. Svarte trekkanter viser maks utløp i Rocfall. Grønne punkter viser observerte steinsprangblokker.

Vadheim nord

Det er foretatt en modellering av steinsprang ved bruk av Rockyfor3D. Det er benyttet rektangulære blokker med størrelse $3 \text{ m}^3 \pm 50 \%$ og terrenget er definert ut fra observasjoner i felt. Terrengmodellen har en oppløsning på 2 m og er basert på laserdata. Det ble gjort 10 simuleringer fra hver celle.

6.4.3 Skredfarevurderinger

Resultat av faresonekartene er presentert i kartbilag 8. En mer detaljert beskrivelse for hvert enkelt område er gitt under:

Vadheim midt

Vi antar at steinsprang vil forekomme fra tid til annen ifra den østvendte skråningen av Kletten. Disse vil ha de lengste utløpene nord i området, ved Kikegården. Lenger sør er

det en rest av en terrasse hvor vi antar at mange steinsprang vil stoppe opp. Det viser også ura på toppen av denne. Kun de lengste utfallene vil gå forbi denne terrassen og ned til der terrenget flater ut, altså ved veien. Skogen vil ha en bremsende effekt på mindre blokker, men ut i fra observasjoner av blokker som har kommet ned til bebyggelsen de siste tiårene må en anta at det også i framtiden vil komme blokker gjennom skogen.

I den sørvestre skråningen av Kletten er steinsprangaktiviteten lav og kun enkelte blokker vil nå ned til bebyggelsen, mens de aller lengste og minst sannsynlige utløpene vil gå over gårdsveien og ned på flata nedenfor.

Vadheim øst

Området er preget av steile fjellvegger etterfulgt av en flatere og jevnt terrassen, hvor flere boliger er lokalisert. Gjennom terrassen renner Kråkelva parallelt til fjellsiden ut til Kråkevika. Det er observert under fjellveggene store ansamlinger av ur (nedre del av skråningen). Blokkstørrelsen til avsetningen varierer og de største blokkene er observert langs nedre del av Kråkevik, men også noen blokker ligger på terrassen nærme bolighusene. Det er kartlagt en stor frittstående blokk (flere titalls kubikkmeter) under feltarbeid på øvre del av fjellsiden. Resultat fra numerisk modellering (1D) gir at steinsprang fra kildeområdet vil nå fram til området som i dag er dekket med blokker på den jevne terrassen. Faresonen 1/100 gjelder områder som inneholder høy konsentrasjon med steinsprangavsetninger, og kun et fåtall av hus er lokalisert innenfor denne sonen. Videre er faresonen 1/1000 utvidet vestover og denne sonen omfatter områder som ikke har tegn på nylig steinsprangaktivitet (ingen blokker), men det er tidligere rapportert minst en steinspranghendelse (muntlig kommunikasjon fra lokale). I tillegg viser resultat fra modelleringen at denne sonen har lav til moderat sannsynlighet for steinsprang (Rockyfor3d). Det befinner det seg flere bolighus innenfor denne 1000 års grensa. Faresonen 1/5000 inkluderer område hvor det ikke eksisterer noen rapporter eller bevis på tidligere steinsprang, men grunnet likens morfologi som området med 1000 års grensa gir dette en lav sannsynlighet for steinsprang. Denne sonen omfatter flere bolighus.

Mot sør reduseres både helningsvinkelen på fjellveggen (mindre steil) og den gjennomsnittlige blokkstørrelsen på avsetningen. Nedre del av skråningen er dekket med talus som strekker seg helt ned til fjorden. Det er ikke tegn på nylig steinsprangaktivitet langs avsetningen som ligger nær kystlinjen. Med tanke på disse observasjonene tyder det på at steinsprang stopper høyere oppe på avsetningen og gir sannsynlighet 1/100 for øvre del. I denne delen av området er det ingen boliger bygd eller infrastruktur.

Vadheim vest

Området er karakterisert av bratte fjellvegger som er delvis dekket av vegetasjon i den øvre delen (fra 375 til 75 moh) etterfulgt av en tydelig skulder (fra 75 til 65 moh) dekket av vegetasjon. Fra denne skulderen (fra 65 moh til 17 moh) avtar helningen på skråningen til moderat/svak til en flat nedre terrasse. Denne gjenværende terrasse er blitt underkuttet av erosjonsprosesser (mot øst) og danner en skrent som strekker seg til dalbunnen hvor Ytredalselva har sitt løp. Bosetning er begrenset til dalbunnen. Mindre steinsprangavsetninger er observert ved skråningens skulder og terrassen, mens spredte

blokker er kartlagt i nedre del av skråningen og i dalbunnen. Skråningens skulder er en naturlig barriere for steinsprang fra øvre del av fjellsiden, men blokker med høy energi kan fortsette over skulderen og mot terrassen. I tillegg kan steinsprang løsne fra de mindre bergknausene lokalisert under skråningens skulder (nedre del av skråningen). Steinsprang fra dette området har potensielt utløpsområde til både terrassen og dalbunnen. Området ved terrassen (inkluderende skrenten mot dalbunnen) er satt til 100 års grensa. I dalbunnen hvor det er kartlagt nylig steinsprangaktivitet (spredte blokker) er det også vurdert skredfrekvens større enn 1/100.

Mot sørveslige del av området reduseres vidden på terrassen betydelig og flere steder strekker skråningen seg ned til fjorden. Gjenværende deler av terrassen er vurdert til å ha faresonen 1/1000 og 1/5000, mens der skråningens strekker seg ned til fjorden har en 100 års grense.

Vadheim nord

Sannsynligheten for å få steinsprang fra løsneområdene er liten, da områdene er små og mulige blokker som kan gi steinsprang er få. Observasjoner i felt og modellering tyder likevel på at dersom først en blokk løsner, så vil den kunne få et utløp på 100 til 150 m. Massene og vegetasjonen i de potensielle utløpsområdene vil være bremsende, og Skårvegen vil fange opp de minste blokkene.

6.5 Jordskred og flom-/sørpeskred

6.5.1 Observasjoner

Kråkevik. Dalsiden over bebyggelsen i øst, Kråkevik Nedre, er svært bratt, mer enn 30° i de nedre deler, og raskt økende til over 60°. Dette er for bratt for større løsmasseakkumulasjoner, dessuten er den nedre dalsiden dekket med småskog. Kråkelva renner gjennom byggefeltet der den har skåret seg ned i deltaflaten med mindre utglidninger i sortert materiale som resultat. Stor vannføring fra tiden før reguleringen av Kråkelva og vannene innpå fjellet, har erodert kraftig i de glasifluviale avsetningene som ligger her ved nedre del av elva, se Fig. 6.5.1.2.

Langs Kråkelvas nedre del i øst kan det oppstå stor flom med tilhørende fare for erosjon og transport av grov stein ved sterk nedbør eller ved evt. sørpeskred. Den nedre del av Kråkelva har erosjonssikring, og senest våren 2014 ble denne sikringen fornyet og forsterket for å motstå en 1000-årsflom.

Fylkesmannen uttaler i 2010:

"Formålet med tiltaka er å hindre gjentaking av erosjons- og skadeproblematikken i elva. Elva har tidlegare vore sikra med anlegg som vart utført på 70- og 80-talet. Området rundt dei nedre delane av Kråkelva er nytta til bustader og industri. Slik vi forstår planen må ein, pga. Høyangerreguleringane, ta høgde for ein mykje større vassmengde enn det som ville vore aktuelt i uregulert tilstand. Dimensjoneringa i planområdet er gjort ut i frå 1000-årsflaum og driftsstopp i kraftverket (K5) i Høyanger."

Kartet, Fig. 6.5.1.2, viser kraftverket til høyre, og boligområdet på hver side av elva. Området ved brua er spesielt utsatt fordi her innsnevres elveløpet.

Konklusjon: Fare for jordskred langs Kråkelva ansees for å være på 1/5000-nivå.

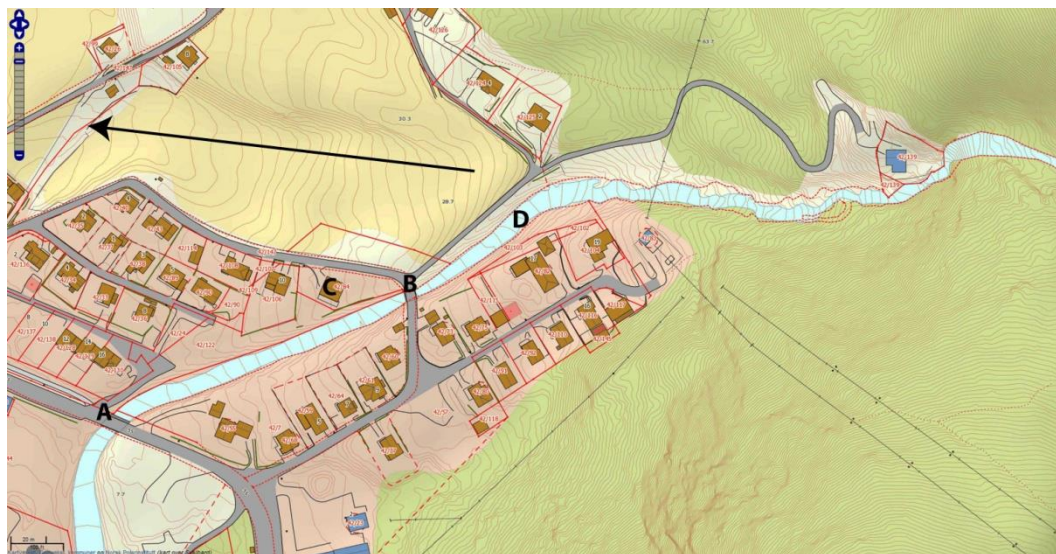


Fig. 6.5.1.2. Kråkelvas nedre del (renner fra høyre mot venstre) med kraftstasjonen helt til høyre og boligfeltene/industriområdet nedenfor. **A** markerer fotoløk. for Fig. 6.5.1.3., **B** er fotoløk. for Fig. 6.5.1.4. som viser NVE i aksjon like nedenfor det røde bolighuset, **C**. 170 m elveløp mellom **C** og **D** skal repareres/forsterkes. Pilen viser et tidligere erosjonsspor der løsmassene er delvis fjernet og en erosjonskant står igjen. Dette skjedde nok lenge før elvereguleringen. (Norgeskart.no)



Fig. 6.5.1.3. Nedre del av Kråkelva sett fra brua markert med **A** på kartet Fig. 6.5.1. 2. NVE-Anlegg reparerer sikringen fra 70-80-tallet nedenfor det røde huset (**C** på kartet). Stein og blokk i elveløpet viser et høyenergetisk elveløp med betydelig erosjonsevne. Foto: Terje H. Bargel, april 2014.



Fig. 6.5.1.4. NVE utfører reparasjonsarbeid/forsterkning av elveforbygningen like nedenfor det røde huset (markert med C på Fig. 6.5.1.2).

Under Skardshaugen. Like over boligfeltet under (SØ for) Skardshaugen er det et mindre område der det er brattere enn 35°, men sannsynligvis lite løsmasser etter flybildene å dømme. Bekken som kommer fra myra ved Skardet har et relativt lite nedslagsfelt, men bratte fjellsider, og der den går rett gjennom boligfeltet kan den være problematisk ved ekstremnedbør. Det ble ikke observert spor etter tidligere skred/flomhendelser, men sørpeskred fra myrområdet kan teoretisk forekomme. Bekken går i rør (Ø ca. 130 cm) gjennom boligfeltet med inngangsrist i grøfta på oversiden av veien! Bekkeløpet m/omgivelser bør sjekkes jevnlig! Det er også tilrettelagt drenering langs oversiden av veien som kan ta deler (eller all) drenering dersom røret blokkeres. Dette røret går gjennom boligfeltet der vannet ledes videre i rør langs veien i dalbunnen. Ved befaring 22.04.2014 var det vannutslag fra overflaten av røret like overfor veien nært dalbunnen. Dette kan tyde på at røret kan være delvis blokkert. Er sikringstiltakene tilstrekkelige her med tanke på ekstremnedbør i fjella? Flere store blokker ligger omkring øvre hårnålssving ovenfor boligfeltet.



Fig. 6.5.1.5. Skardet-myra er sterkt gjenvokst, og området drenerer et bratt fjellterreng, men med lite nedslagsfelt. Foto: Terje H. Bargel.



Fig. 6.5.1.6. Utløpet av bekken fra Skardsmyra er delvis blokkert av skrot og bygningsmaterialer. Foto: Terje H. Bargel.



Fig. 6.5.1.8. Utløpet fra Skardsmyra et lite stykke nedenfor forrige foto. Et drensør ligger under vegen (under og til venstre for fotografen). Foto: Terje H. Bargel.



Fig. 6.5.1.7. Skardsbekken går i et grovt rør under Skardsvegen fra oversiden av boligfeltet. Innløpet her må holdes åpent til enhver tid! Foto: Terje H. Bargel.



Fig. 6.5.1.9. Dreneringen langs oversiden av Skardsvegen sett fra rørinngangen på forrige foto. Foto: Terje H. Bargel.



Fig. 6.5.1.10. Nedre del av røret gjennom Skårvegen boligfelt. Lekkasje på oversiden av røret kan tyde på blokkering lengre ned. Dette bør etterses! Foto: Terje H. Bargel.

I motsatt dalside av Skårvegen boligområde er det både brattere og høyere, og her finnes flere skredløp med tilhørende vifter mot dalbunnen. Ingen infrastruktur er truet i dette området, se Fig. 6.5.1.11.

Hovland. Bebyggelsen her er ikke skredutsatt da den ligger utenfor/nedstrøms en ryggform.

Sanden. Bebyggelsen i vest, langs Ytredalselvas vestsida, ligger under en skogdekket skråning på opptil 25-30°, vekslende konkave og konvekse former. Høyere opp er det mer enn 45°, men store deler er bart fjell. Boligfeltet kan være utsatt ved ekstremnedbør, men sjansen for dette ansees å være liten.

Over sentrum nord er et uregelmessig skråningsterreng med mye bart fjell. Dette ansees som lite/ikke skredutsatt.

NV for Hovlandselva (under fjellet Kletten) ligger husrekka for det meste under tett granskog, de SV-ligste husa under noe bratt terreng. Brattere, skogdekt terreng ligger imidlertid 100-200 m opp i dalsiden. Her er løsmassedekket beskjedent og sporadisk, men spor i terrenget tyder på tidligere massetransport i skråningen over denne bebyggelsen.

Langs E39 nord for Vadheim har det gått 2 små (korte, smale) jordskred fra fjellsiden ned mot veien – uten å nå veien – det yngste kan ha gått temmelig nylig, kanskje i 2014. Lokaliteten er 125 m nord for det nordligste bolighuset ved en liten utkjørsel.



Fig. 6.5.1.11. Skredvifter langs østlige dalside, Vadheims østlige dalføre, Indredalen, sett fra bilvegen over boligfeltet under Skardshaugen. Foto: Terje H. Bargel.

6.5.2 Modelleringsarbeid

Aktsomhetskartet for jordskred viser noen markerte skredbaner og flere potensielle lokaliteter for skredvifter. Disse ligger alle utenfor bebygde områder, men i dalsiden Ø for boligfeltet under Skarshaugen er to aktsomhetsområder (mulige skredvifter) modellert, se Fig. 6.5.2.1. Modellen benyttet for dette kartet indikerer at de påviste skredbanene ikke vil true bebyggelse ved evt. skred.



Fig. 6.5.2.1. Aktsomhetskart for jordskred Vadheim (NGU).

6.5.3 Skredfarevurdering

Faresonekart for jordskred presenteres i kartbilag 9.

Terrenget omkring Vadheim tettsted er bratt og skogdekket og med relativt lite løsmasser, hovedsakelig morene, men også skredmateriale. Ved regnskyll/snøsmelting kan løsmateriale og vegetasjon i dalsidene bli mobilisert og en del av bebyggelsen kan være utsatt.

Det vurderes imidlertid som lite sannsynlig at boligfeltene nordvest for Hovlandselva og ved Sanden er vesentlig utsatt. Her har løsmassene liten vertikal utbredelse i nedre del av skråningen, som også er skogbevokst. Det er derfor, med ett unntak ved Sanden der det er en kanalisering i dalsiden, bare foreslått 1000- og tilhørende 5000-årsgrense her. Langs veien til Skardet kan bekken fra myra Skarstjørna lage problemer om ikke inngangen til drenerørret gjennom boligfeltet holdes under kontroll. 100-årsgrensen er derfor trukket langs bekken og dens fortsettelse gjennom boligfeltet, mest som en påminning om å holde kontroll over denne. Nedslagsfeltet kan muligens under ekstremnedbør gi 1000-års og 5000-årsvannføring som kan berøre større deler av boligfeltet.

Skredbanene med underliggende skredvifter på motsatt dalside for dette boligfeltet (østsiden av Hovlandsdalen) er aktive og 1000 og 5000-årsgrensene er langt omkring

skredviftene og ut i Hovlandselva. Heri ligger potensial for temporær oppdemming av elva med mulig dambrudd.

Kråkelva drenerer et større fjellområde øst for sentrum med potensial for større erosive vannmengder nedstrøms det oppdemte Storevatnet ved samtidig 1000-årsflom og stillstand i kraftverket. Her er derfor smale 1000-årsgrenser og en bred 5000-årsgrense trukket, men ingen 100-årssone pga. nylig utført sikringsarbeide.

I den vestlige dalsiden er markert soner med aktsomhetsvarsel. Mindre massemengder kan mobiliseres her, men tidligere skred som har fjernet det vesentligste av løsmassene har redusert faren for jordskred i dette området betydelig.

7 Område 4 – Føsund, Hest

7.1 Geomorfologi og løsmasser

Området strekker seg på begge sider langs Føsundet, i vest fra Oslandshamna i nord forbi Bjordal skole i sør, og på østsiden over bebyggt område i Hest.

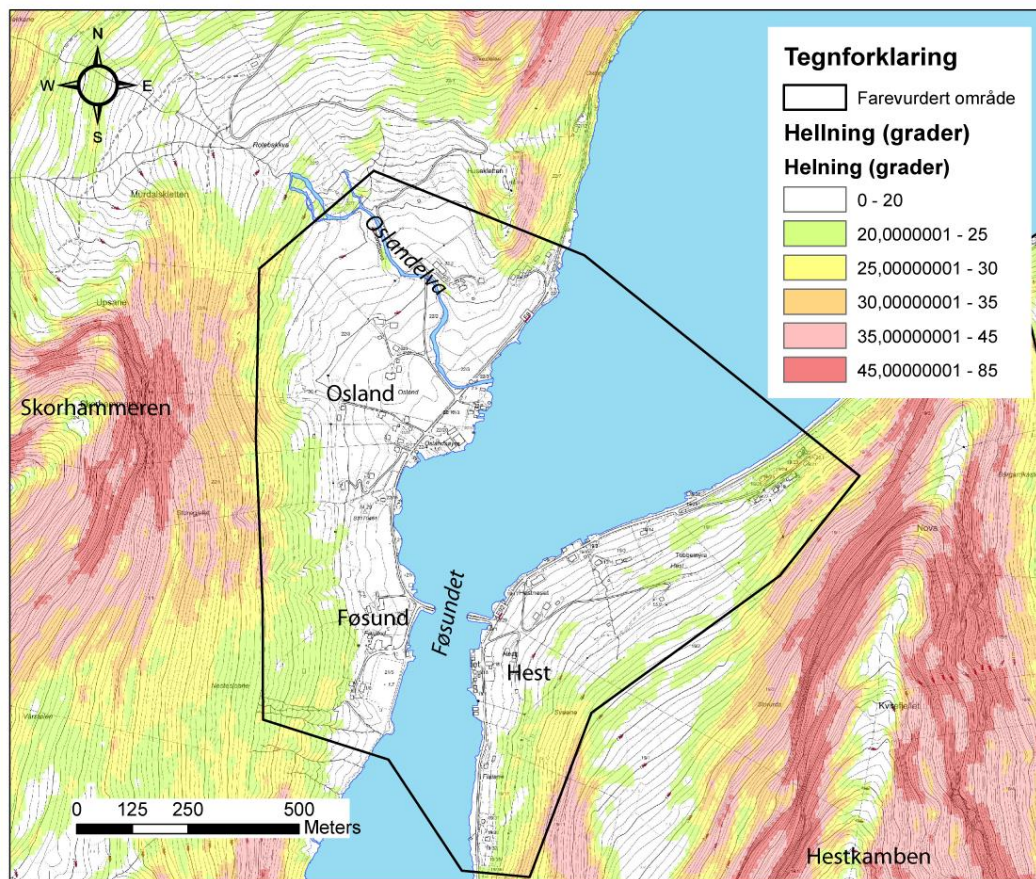


Fig. 7.1.1. Helningskart over Føsund og Hest farevurderingsområde

Det kartlagte område ligger hvor det dannes en innsnevring i innerste del av Fuglsetfjorden. Øst for dette sund er fjellet Hestkamben (656 m.o.h.) og vest ligger Flaskelifjellet (770 m.o.h.). Nedre del av dalsidene ned mot Føsundet er generelt preget av slak helningsvinkel (Figur 7.1.1). Løsmassene i området består fremst av et tykt morenedekke (se figur 2.2.3), som former en rimelig homogen konveks skråning på østsiden. På vestsiden (figur 7.1.2) er skråningene mer varierende, men er generelt preget av slakere skråning med flere nedskårne kanaler. På begge sider av sundet er moreavsetningene bestående av en stor andel store blokker i overflaten, men på vestsiden er det også et tilskudd av steinsprangsblokker fra fjellkanten over. Vi finner et område med ren steinsprangstalus under Skorhammaren rett vest for Føsund, mens nord og øst for dette partiet er morene dominerende med noen tynne marine sand-siltige avsetninger på toppen. Videre er det i dette området observert en liten vifte med sandige og grusige elvesedimenter der Oslandselva kommer ned til fjorden. Rett vest om Føsundet har skråningen helninger på opp til 25 grader i overkant av farevurderingsområdet, mens skråningsvinkelen på østsiden av Skorhammaren (400-500 m.o.h) øker raskt opp til 45 grader (se figur 7.1.1). Lignende forhold finner vi også øst for Føsundet (figur 7.1.3), men her med litt brattere terreng (opp til 35 grader) helt sørøst i faresoneområdet og med noe lengre avstand inn til brattere fjellkanter (helningsvinkel over 45 grader). I den nordlige delen er det i tillegg observert et lavere fjellhak helt ned mot områdegrensen, som er lokalisert over et mindre byggefelt lengst nord i Hest. Også øst for Føsundet ser vi en meget blokkrik morene, og det er spesielt store blokker i/på overflaten i noen konsentrerte områder på skråningen rett øst opp fra gården Hest. Det er mulig at selve sundet er skapt av en moreneoppbygging ved et bre-stillstand i løpet av avsmeltningen i slutten av siste istid. Marin grense ligger etter NGU sine modelleringer på rundt 70 m.o.h. (<http://geo.ngu.no/kart/losmasse/> nedlastet 24nov 2013). Det finns ingen tegn på vesentlige avsetninger av sorterte elve- eller marine sedimenter i Føsund/Hest. Derimot er det stedvis noe tynn drapering av strandsedimenter over morenen. I høydekotene og i terrenget kan man observere 3-4 nedskårne kanaler gjennom morenen på vestsiden sundet, og noen lignende, men grunnere, bekker/kanaler nært gården Hest på østsiden. Disse kanalene ser primært ut å være dannet av brevann ved siste istid, men det kan ikke utelukkes at kanalene på vestsiden av sundet kan være gjenbrukt av flomskred.

25.06.2014 08:13



Fig. 7.1.2. Foto på Vestsidan Føsundet, fra Føsund mor Osland, med Skorhammaren til venstre.



Fig. 7.1.3. Foto fra vestsiden mot nordøstsiden Føsundet, nedre del av Hestkamben i bakgrunnen.

7.2 Skredhistorikk

23.7.1823 gikk et større stein- og jordskred fra et sted oppe i fjellet over Osland. Skredet ble utøst etter ei lokal tordenbyge. En del skader på dyrkamarka, men nøyaktig posisjon er ikke kjent.

22.4.1833 omkom en person etter et steinsprang ovenfor Osland. Nøyaktig posisjon er ikke kjent.

23.12.1850 omkom to personer på Føsund etter noe som kan ha vært et sørpe/flomskred. Utløst etter kraftig regnvær. Flere hus på Haugane (en boplass som er borte i dag) ble tatt i skredet.

23.12.1850. Skred av ukjent type på gården Hest. Mindre skader.

15.7.1880. Steinsprang/jordskred løsna fra Føsundhammaren og gikk helt ned til sjøen.

Det er også registrert fire steinsprang og løsmasseskred ned på fylkesveien mellom Hest og Bjordal i perioden 2003-2011.

Beboere på Osland-siden av fjorden kunne fortelle om flere både nylige og eldre mindre steinspranghendelser i fjellsiden over Hest. De kjente ikke at noe hadde kommet ned til bebyggelsen, men hørte fra tid til annen stein som ramlet i fjellsiden.

7.3 Snøskred

7.3.1 Observasjoner

Første mål har vært å identifisere mulige løsneområder. Et helningskart for området viser at fjellsiden vest for Føsund har flere områder som er mellom 30 og 45° bratt, og gradvis brattere nordover med mindre partier mellom 45 og 60° (Fig. 7.3.1.1).

Befaringsobservasjoner både fra bakken, samt flybilder viser at de fleste bratte områdene i dag er dekket av skog. Dette er i hovedsak lauvskog. Skogen vurderes i stand til å hindre skredutløsning dersom avstanden mellom trærne er mindre enn 5 – 7 m.

Føsund

Noen bratte terrengpartier ligger imidlertid over skogsgrensen, slik at snøskred kan løsne. Disse ligger hovedsakelig sør for og oppunder toppen av Flaskelifjellet (nr. 0).

I tillegg er det et bratte partier nord for toppen. Disse ligger nordvendt mot botnen som drenerer mot Osland (nr. 12). Lengst vest i denne botnen er det også to større (nr. 1 og 2) og flere mindre mulige (nr. 3-7) løsneområder. Nord i botnen er det to smale mulige løsneområder (nr. 8 og 9). Under noen av disse løsneområdene er det spor i skogen etter noen som kan tolkes til å være snøskred. Dette gjelder områdene nr.1, 5, 6 og 7.

Løsneområdene vises i blå farge i Fig. 7.3.1.1.

På fjellet vest for kartleggingsområdet er det store arealer som kan være kilde til vindtransportert snø for de fleste av disse mulige løsneområdene.

Hest

På vestsiden av sundet, i fjellsiden over Hest, er det også et langt belte med bratt terreng, mellom 30 og 60° - slakest lengst ned og brattere mot toppen. Dette området er enten skogkledd eller så bratt at snøen ikke vil kunne akkumuleres. Disse områdene er dermed vurdert til ikke å være løснеområder for snøskred.

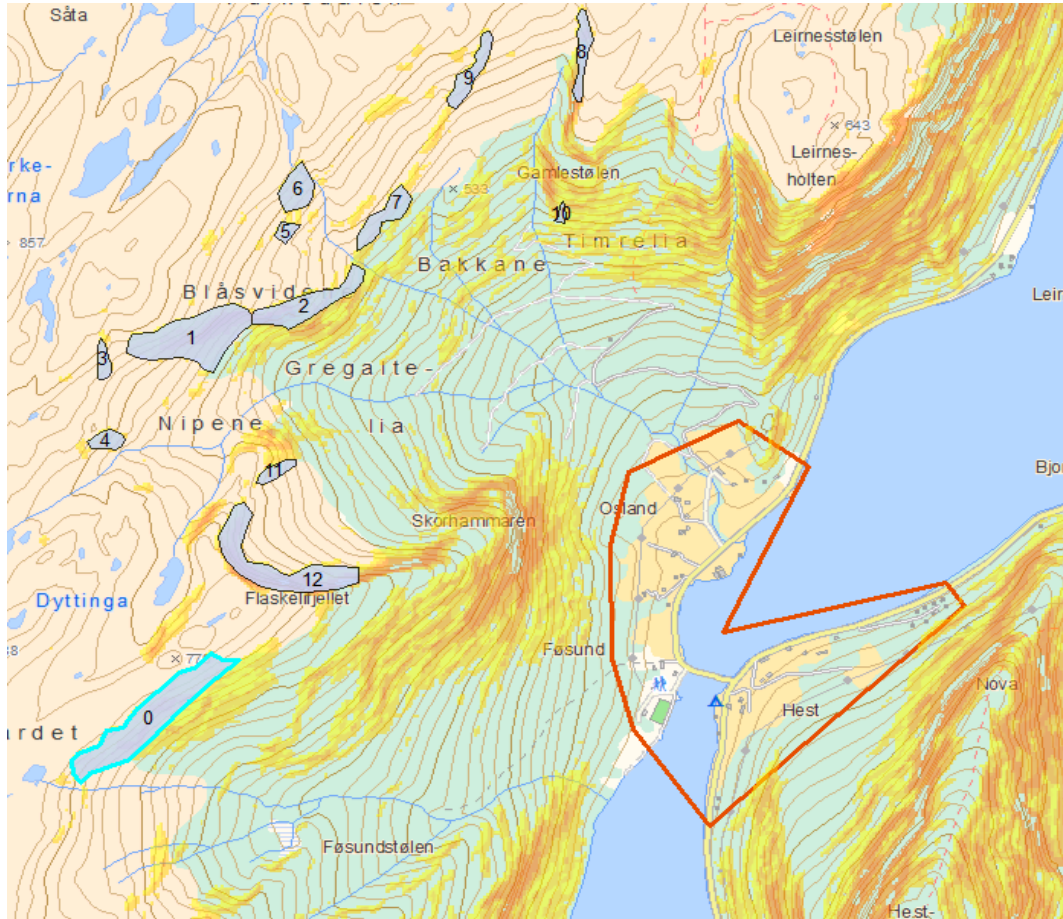


Fig. 7.3.1.1 Helningskart over Føsund og Hest. Gule 30-45°. Oransje 45-60°. Mulige løснеområder for snøskred merket med blått. Disse er nummererte for henvisning i tekst.

7.3.2 Modelleringsarbeid

Det er gjort simuleringer med RAMMS fra alle løснеområdene i fjellsidene ovenfor Føsund og Osland. Det er brukt programmets standardinnstillinger for friksjonsparametere, og 2 meter snødybde. Høydeintervallet er satt til 200-500 moh.

Resultatene fra RAMMS er brukt for å plukke ut skredbaner som gir lange utløp, og for å velge profiler for bruk med AlfaBeta-metoden. Profiler fra løснеområde 1, 6, 9 og 12 ble valgt for dette.

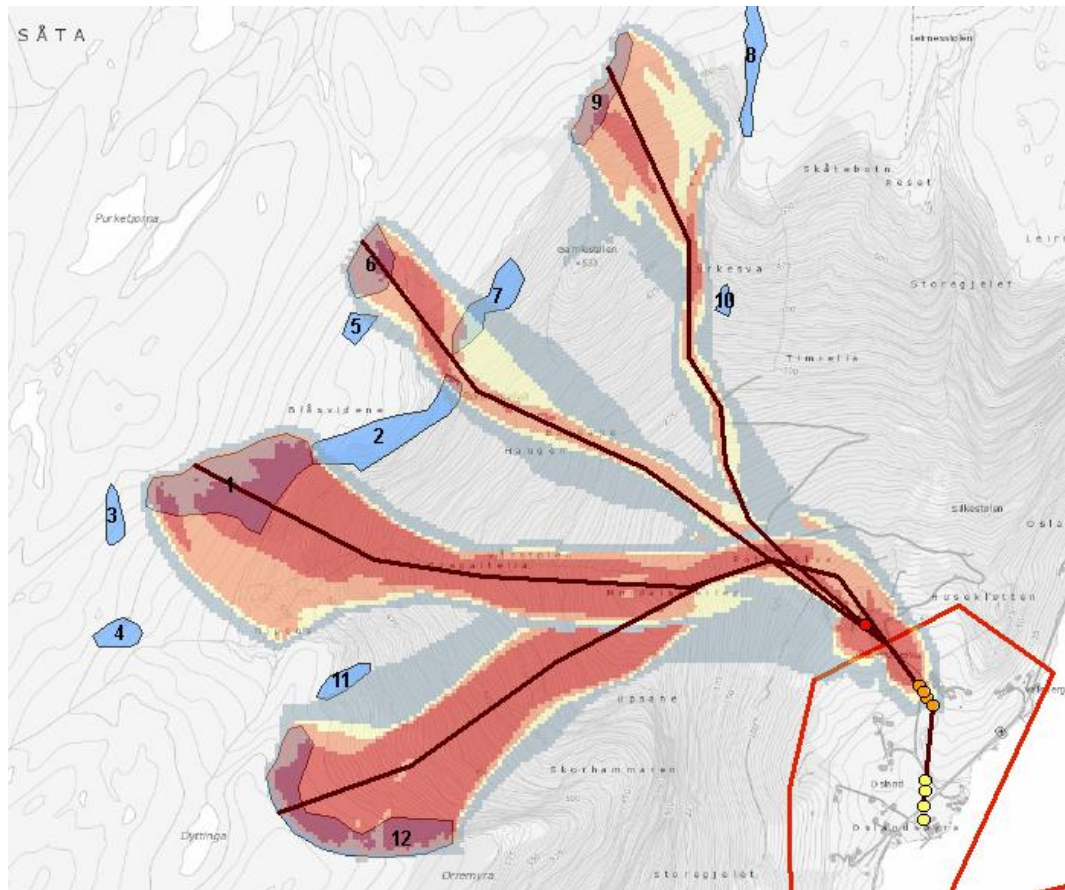


Fig. 7.3.2.1 Resultater fra RAMMS med 2m snø, og baner for Alfa/Beta-modell for de utvalgte løsneområdene. Betapunkt vises med rødt, Alfa med oransje og Alfa-1SD vises med lys gul. Områdeavgrensning vises med rød strek.

7.3.3 Skredfarevurderinger

Faresonekart for snøskred presenteres i kartbilag 10.

Av de identifiserte løsneområdene vist i figur 7.3.1.1, så er det om lag halvparten som kan gi opphav til skred som har potensial for å nå ned til kartleggingsområdet. Snøskred fra område 3, 4, 10 og 11, som alle er mindre områder (alle under 6000m²), vurderer vi til stanse i lia før de når ned til bekkesamløpet midt i botnen.

De største løsneområdene nr. 1 (ca 60000m²), 2 (ca 32000m²) og 12 (ca 52000m²), samt nr. 6 og 9 som har størst fallhøyde vil også være de områdene der snøskred kan få de lengste utløpene. Store skred herfra vil kunne nå ned til Oslandselva og få utløp ut mot om lag der den øverste bebyggelsen ligger. Det er ingen kjente snøskredhendelser i dette området, og heller ikke spor i vegetasjonen som tilsier at snøskred med store utløp er noe som forekommer hyppig, så en antar at det må svært ugunstige værforhold til for at det skal legge seg opp store nok snømengder i løsneområdene. På bakgrunn av dette mener vi skred med utløp ned mot bebyggelsen har en sannsynlighet på om lag 1/1000 og at slike skred i stor grad vil konsentrere seg i elveløpet. En kan nok få lengre og noe bredere utløp, og dermed vil ei 1/5000 son strekke seg ned til sjøen – altså om lag så langt som de Alfa – 1SD i det største løsneområdet (nr.1). På grunn av noe grov terrengmodell mener

vi at modelleringen til dels overestimerer utløpene, og at de mindre skredene, altså de med sannsynlighet i størrelsesorden 1/100, vil bremses opp av den tversgående ryggen som elvebredden utgjør i overkant av dyrkamarka, og dermed ikke nå ned til kartleggingsområdet.

Snøskred fra det store løsneområdet sørvest for Flaskelifjellet (nr. 0) vil følge bekkedalen og gå ned i sjøen sør for Føsund og utenfor kartleggingsområdet.

7.4 Steinsprang og steinskred

7.4.1 Observasjoner

Føsund og Osland

Fjellsiden vest for Føsund og Osland har en stor og markert fjellvegg som vil være hovedløsneområde for steinsprang ned mot bebyggelsen. Det er et om lag 500 meter lang del av fjellsiden som helling brattere enn 45°. Området er delt opp i flere bratte skrenter i sør og den nordligste og øverste delen av dette er en mellom 60 og 90° bratt fjellvegg. Løsneområdene strekker seg fra ca 225 til 450 moh. Under de mest markerte skrentene er det tydelige urer, og ellers i lia er det mange enkeltblokker innimellom skogen.

Skogen her i hovedsak lauvskog med varierende tetthet, og en kan se på flybilder se striper i skogen som kan stamme fra steinsprangaktivitet.

I nedre del av skogen og på dyrket mark er det observert mange store blokker. Enkelte av disse er mellom 30 og 60m³ store, mens det er mange som ligger på mellom 2 og 10m³. Ingen av disse blokkene ser ut til å være kommet ned i nyere tid.

Mellom Føsund og Osland er det tre markerte renneformasjoner som vil kunne samle blokker. Rett vest for gården Osland er det en skålformet ur, hvor mye materiale ser ut til å samles.

Hest

Langs hele fjellsiden øst for Hest er det en brattskrent som vil være et kildeområde for steinsprang. Det steile partiet på 45 til 90° varierer i høyde bortover lia, men ligger mellom ca 200 og 500 moh. Lavest i nord og gradvis høyere sørover. Under fjellveggen er det enkelte steder i sør markert ur uten vegetasjon, men stort sett er blandet lauvskog. På flybilder kan en se enkelte striper i skogen som kan relateres til steinsprangaktivitet.

På befaringa ble det funnet en del store steinsprangblokker i terrenget, men ingen av disse så til å være av nyere dato. Blokkene med langt utløp varierer mellom 2-10 m³, med enkelte store opp mot 20m³. Disse er hovedsakelig under den østlige delen av skrenten. Lenger vest er det observert enkelte store blokker. Dersom disse stammer fra fjellveggen, så er kommet ned for svært lenge siden.

7.4.2 Modelleringsarbeid

Fra løsneområdene ovenfor Føsund og Hest er det kjørt modellering med Rockyfor3D med rektangulære blokker på 1m³ +/- 50 %. Modellen er kjørt på terrengmodell på 10m

oppløsning, som der det beste tilgjengelige for området. I tillegg kjørt en modellering med rektangulære blokker på $8\text{m}^3 \pm 50\%$.

Føsund

På grunn av at det er flere store blokker (flere m^3) observert ned på dyrka mark, anser vi det som viktigst med modelleringa av de mindre og trolig også hyppigere forekommende blokkene.

Modelleringen (figur 7.4.2.1) viser at blokkene med maks utløp vil kunne nå ned til sjøen i området mellom Føsund og Osland, og at de største konsentrasjonene av blokker vil være i de to markerte forsenkningene midt på beitemarka.

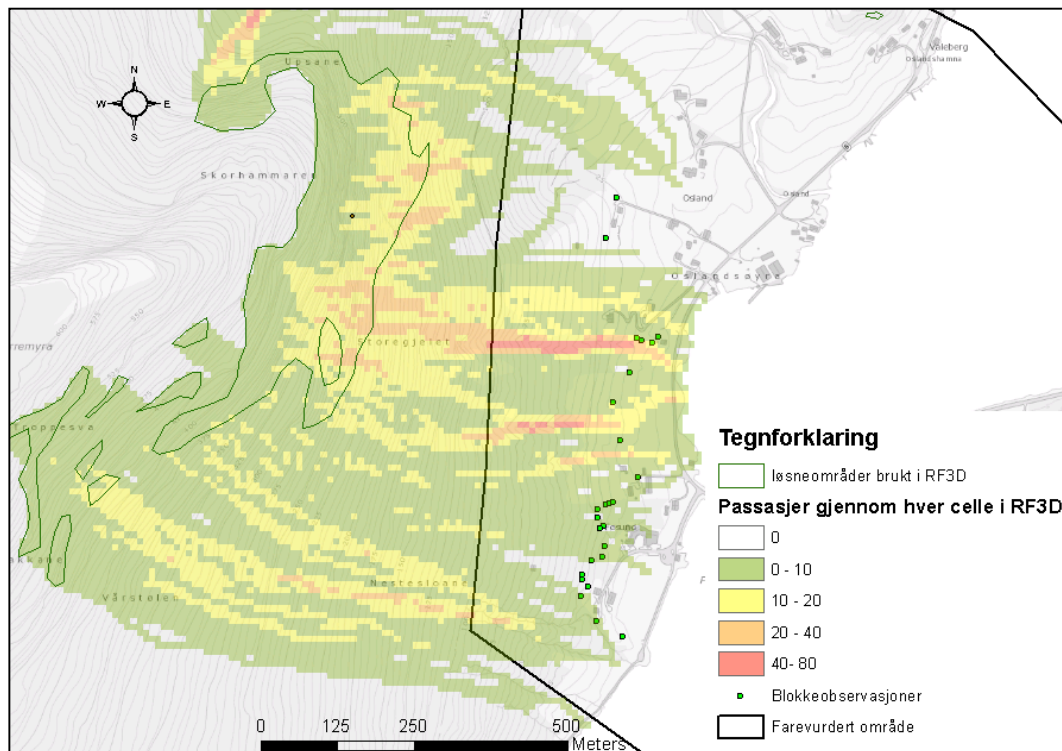


Fig. 7.4.2.1. Simulering med Rockyfor3D over Føsund. Fargeintensitet angir antall blokker. Grønne punkter angir blokker registrert i terrenget under befaringen.

Hest

Simulering med mindre blokker (1m^3) viser at det er kun i østlige del av skråningen at blokkene kommer inn i kartleggingsområdet. Utløpene ser ut til å være noenlunde like lange langs hele lia. Helt i øst når noen av blokkene helt ned til sjøen, mens blokkene naturlig nok stanser stadig lenger fra sjøen ettersom avstanden til fjellveggen øker.

Simulering med store blokker (8m^3) viser at enkelte av blokkene går til sjøen langs hele kartleggingsområdet, mens det er kun i nordlige del, samt en liten del helt i sør, at en får flere blokker som når så langt.

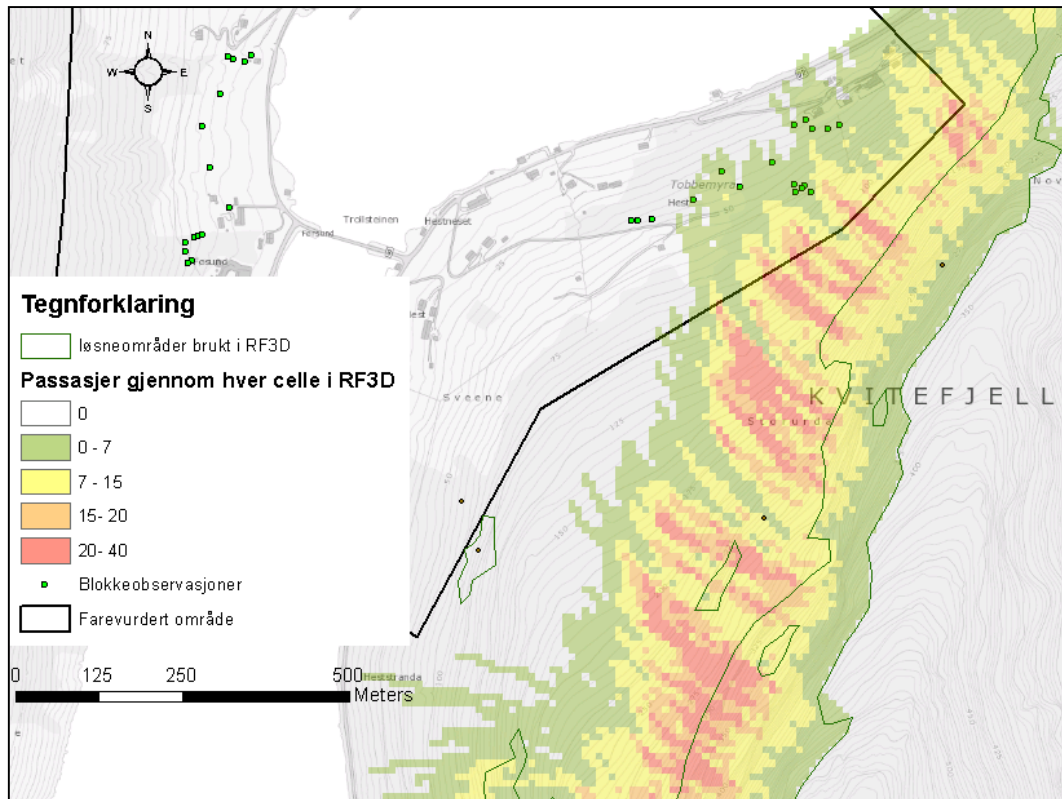


Fig. 7.4.2.2. Simulering med Rockyfor3D over Hest. Fargeintensitet angir antall blokker passert. Grønne punkter angir blokker registrert i terrenget under befaringen.

7.4.3 Skredfarevurderinger

Faresonekart for steinsprang presenteres i kartbilag 11.

Føsund

Helt sør i kartleggingsområdet viser både observasjoner i felt og modellresultater at de fleste blokkene stanser der hvor terrenget begynner å flate ut under ca 20°. I denne delen av lia er kildeområdene diffuse og blokkene må ta seg gjennom en lang strekning med skog før de når inn i kartleggingsområdet. Likevel er det funnet en hel del blokker i terrenget ovenfor skolen og bolighusene her, og blokker med slike utløp mener vi har en sannsynlighet på om lag 1/1000. Det er ikke lagt vekt på store blokker fra disse løsneområdene og dermed vil heller ikke blokker med sannsynlighet 1/5000 gå lenger ut i flatere terreng. Aller lengst sør i området er det en markert og flere meter dyp kanal som fanger opp bekkene som kommer ned fra Nestesloane. Denne mener vi også vil kunne fange opp steinsprang.

Modellresultatene med mindre blokker viser at de lange utløpene fra midtre del av skråningen vil stanse i øvre del av jordbruksarealene. På bakgrunn av feltobservasjoner og historikk i området finner vi grunn til å mene at slike utløp har en sannsynlighet på om lag 1/1000. For større blokker (8m³) viser modellering og observasjoner at enkelte store blokker kan få enda lenger utløp. Dermed er faresonen for 1/5000 satt ved de enkeltblokkene som har hatt lengst utløp. Unntaket er på ei tunge som går ned mellom

jordbruksarealene om lag midt i bukta. Dette er avsetninger som kan tolkes til å stamme fra en større steinskredhendelse. Slike hendelser mener vi vil være mindre sannsynlig enn 1/5000.

Fjellveggen er høyest rett vest for gården Osland, og den store ura nedenfor vitner om en hel del aktivitet herfra. Ura i seg selv og den svake skålformen den ligger i vil fange opp mesteparten av de mindre blokkene. Enkelte mindre blokker kan få utløp som er noe lenger enn den markerte ura, og disse tilsvarer 1/100 faresonen her. Det er stort sett større blokker som vil kunne få lenger utløp, og 1/1000 og 1/5000 linjene er satt ut fra dette.

Hest

Det er i følge beboere i området kjent at det forekommer steinsprang fra fjellveggen ovenfor Hest. Det er for øvrig kun fortalt om kjente steinsprang fra den søndre delen av vegg. Modelleringene viser at utløp herifra kun ved svært sjeldne anledninger vil kunne nå inn i kartleggingsområdet, og kun dersom det kommer store blokker. Det er også usikkerhet omkring opprinnelsen til de store blokkene som kan sees på den åpne beitemarka i søndre halvdel av området. Dette kan være både gamle steinsprangblokker og det kan være moreneblokker. Sannsynligheten for dette er svært liten, og kun et lite område helt i sør har bebyggelse innenfor faresonen på 1/5000.

I nordlige delen av området vil store blokker kunne nå helt ned til sjøen. Her er avstanden til fjellveggen mindre, samt at det er funnet en god del flere blokker midt oppe i lia her. Modellresultatene viser også at topografien vil dreie blokker i nordover og at en slik sett får en noe større konsentrasjon her enn i den sørlige delen av kartleggingsområdet. Vi vurderer det likevel til at det er kun de virkelig store og helt sjeldne hendelsene (1/5000) som vil kunne nå helt ned.

I området fra om lag Tobbemyra og nordover vitner blokkefunnene (fig.7.4.2.2) om at større blokker flere ganger har nådd og kan nå ned hit. Det er noen store blokker (flere m³) i området, og en hel del mindre blokker i øvre del av kartleggingsområdet, også helt ned til og mellom bebyggelsen. Det er ikke tegn på hyppig aktivitet, samt at den relativt tette skogen vil bremse og fange opp en del av de mindre blokkene. Dermed mener vi at bebyggelsen i det nordre byggefeltet ligger godt utenfor faresonen på 1/100, men at store deler av den ligger innenfor 1/1000.

Ytterligere områder

Under feltarbeidet med den planlagte skredfarekartlegginga ble vi gjort oppmerksomme på en enkeltstående bolig som later til å ligge skredutsatt. Eiendommen ligger utenfor områdeavgrensingen for skredfarekartleggingsarbeidet, så noen fullstendig kartlegging er ikke foretatt her.

Eiendommen (GBnr 20/14) ligger nede like over veien inn til Førde, under fjellet Hestkamben (se kart i figur 7.6.1). Fjellsiden er om lag 570 meter høy. Den øverste halvdel av fjellsiden er brattere enn 45°, og på om lag 250-450moh er det bart fjell med helling mellom 60-90°. Nedre halvdel av fjellsiden er dekket med til dels grov ur som delvis er bevokst av lauvskog. Hellingen her varierer mellom 25-30° og 30-35° helt ned til sjøen. På flybilder er det synlig enkelte striper i skogen. Disse kan være fra steinspranghendelser. Det ble ikke observert bekker eller former i terrenget på som ser ut til å være bekkefar.

Rett ovenfor huset er det gravd en grøft som er om lag 1,5m dyp. Denne er synlig på figur 7.6.2.

Tomta er gravd ut i nedre del av gamle steinsprang avsetninger. Selv om vi ikke så ferske steinsprangblokker på den korte stoppen vi hadde ved huset, mener vi at blokker også i fremtiden vil kunne gå helt ned til veien og sjøen. Den tynne skogen og ura i seg selv vil bremse mindre blokker, men større blokker vil ikke hindres mye av dette. På grunn av at løsmassene i området i hovedsak ser ut til å stamme fra tidligere skredaktivitet, ser vi ikke behov for modellering.

Grøfta som er gravd ut bak huset vil kun stoppe mindre blokker med lav energi. Større blokker vil kunne sprette og ta seg over denne.

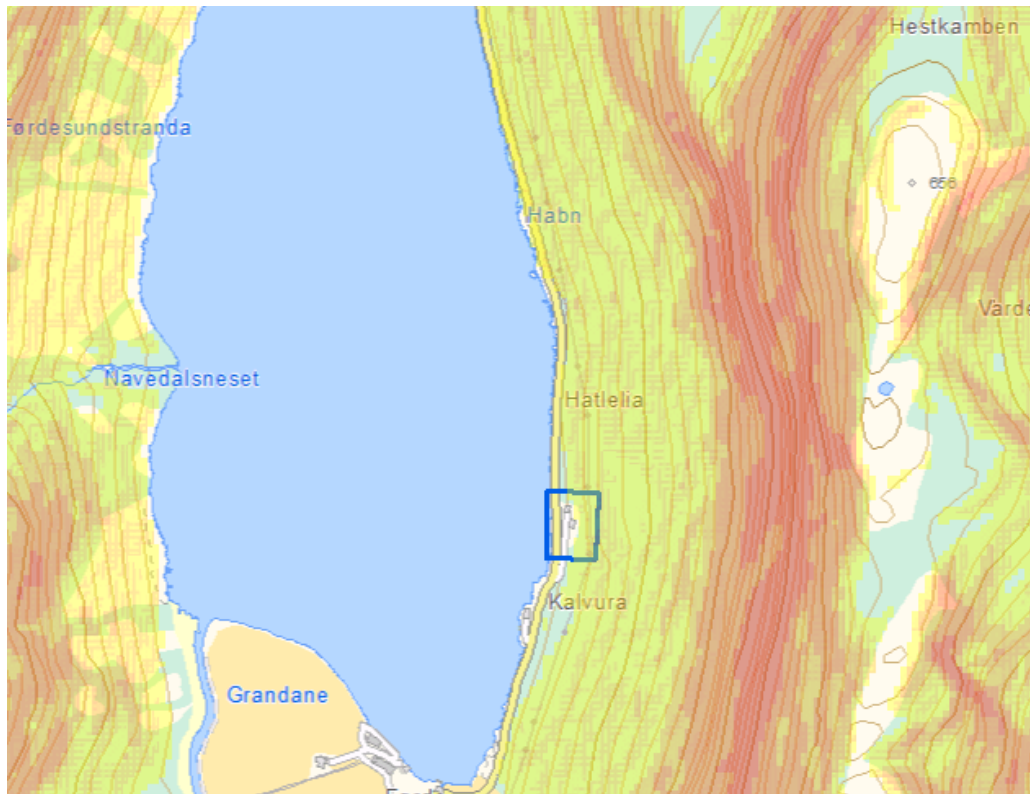


Fig. 7.4.3.1. Helningskart over fjellside over bolighuset. Bolighuset er merket med blått. Gult 30-45°, oransje 45-60° og rødt 60-90°.

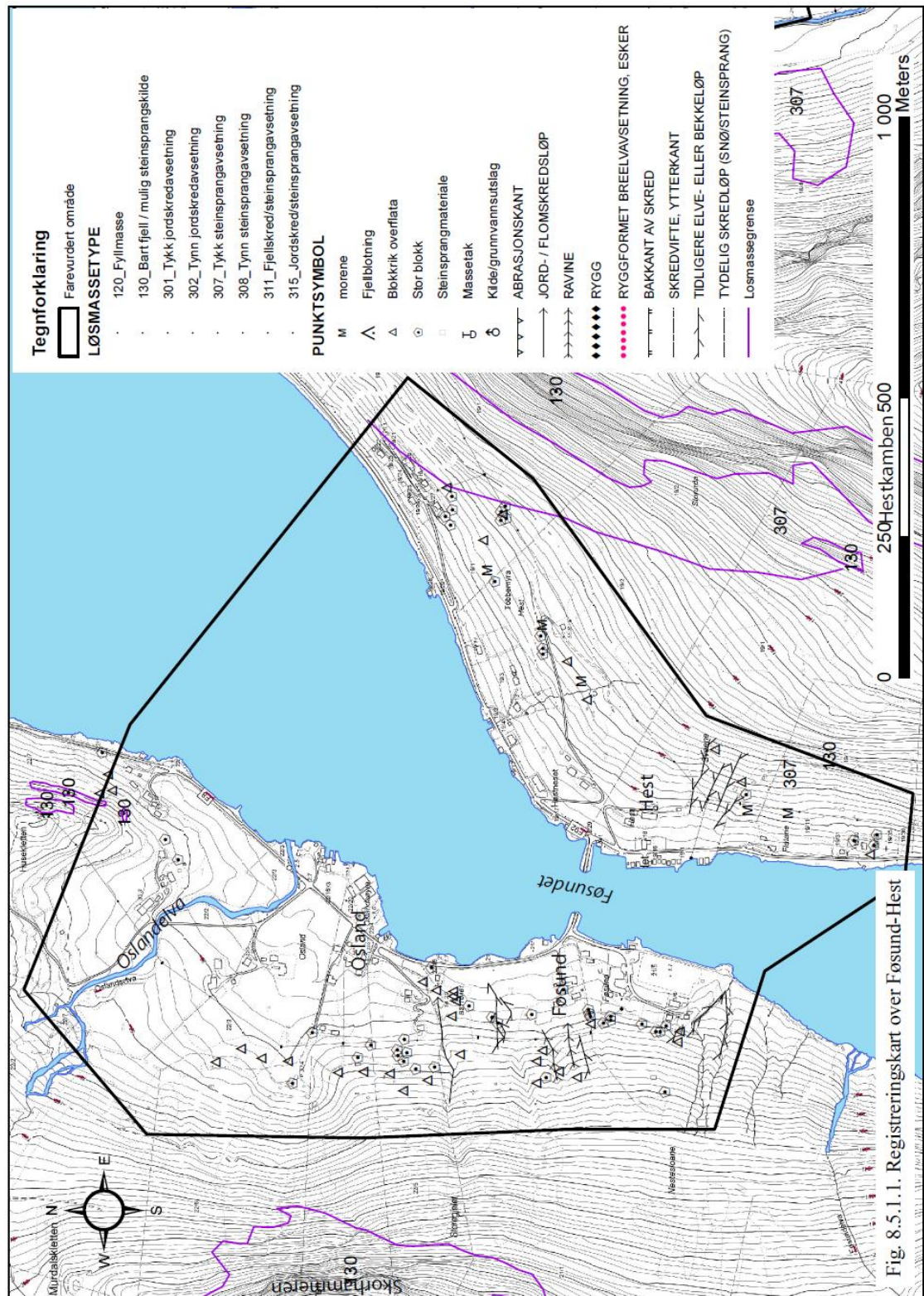


Fig. 7.4.3.2. Grøft bak bolighuset.

7.5 Jordskred og flom-/sørpeskred

7.5.1 Observasjoner

I terrenget finnes det ingen klare spor etter nylig jord- eller flomskred. Dog finnes det både øst og vest for Føsundet noen kanaler/løp nedskårne i løsmassene (se figur 7.5.1.1. Bekkeløpet som kommer ned lengst sør i Føsund (sør for grusbanen til Bjorland skole) har blitt tilrettelagt med en ganske bred voll nord for bekken. Denne vollen ble ifølge lokale bygd for sikring mot flom/flomskred i forbindelse med skolebygget, da det fantes muntlige historie om skred langs denne bekk. Bekken ligger i dag ca 3-5m lavere enn volltoppen. Vollen er stedvis bred og er muligens gravd ned i eksisterende morenedekke. Øvre delen av vollen lager en 90 graders sving på bekken. Videre består vollen i øvre del av masser med ganske liten kornstørrelse (grus-stein). Beboere i hytta nærmest vollen har registrert grunnvannsutslag i grensen mellom voll og opprinnelig skråning ved snøsmeltning og stor nedbør.



Nord for Føsund "sentrum" kommer det ned flere kanaler i skråningen, som i dag fører lite til ingen vannmengde. Kanalene er til ulike grad gravd ned i storblokkig morene. I det nordligste løpet ligger flere ansamlinger av store blokker, som kan være dumpet her

grunnet opprydning av dyrket mark. Da løpene begynner brått, samt raskt graver seg ned til ett par meter dybde og flere meter bredde i grov morene, indikerer dette at de er opprinnelig dannet av vann fra breelv ved slutten av siste istid. Dagens vannføring er veldig liten og kanalene bedømmes å være helt tørre store deler av sesongen da bunnen til kanalene er stort sett gressbegrodd. Videre er det ingen tegn til massetransport, eller større periodevis vannstrømming. I munningen til den nordligste av disse kanalene observeres det en ansamling av materiale, som muligens kan være en gammel skredavsetning. Da det i dag står et gammelt hus på denne mulige avsetningen, samt fantes ingen skjæringer for å bedømme indre geologi eller strukturer, kan alder på avsetningen derfor ikke konkluderes.

Oslandselva er godt nedskåret i det som synes å være en blandning av morene og strandsedimenter. Elva viser ingen tegn på skredprosesser, men har avsatt en mindre flat vifteform hvor den løper ut i fjorden.



Fig. 7.5.1.2. Eksempel på den blokkrike morenen i dette området, her over gården Hest.

Øst om Føsundet finner vi stedvis steinsprangavsetninger i de høyeste delene av sideterrenget, men området er hovedsakelig preget av et tykt morenedekke. Bekkene som løper ned skråningen er alle meget små, og det er ikke tegn til noe massetransport material større enn gruspartikler i de bratteste partier. Den dypeste nedskårne bekken ligger rett sør for gården Hest og denne kanalen kan muligens ha vært dannet som en breelvkanal ved siste istid, men har etter istiden blitt gjenbrukt og fordypet av normal bekkerosjon ned til fjell noen plasser. Det er ingen spor etter løsneområder, leveer eller løsmasseskredavsetninger på denne siden av sundet.

7.5.2 Modelleringsarbeid

I område 5 så vi ingen behov for RAMMS modellering, men vi har her som alle andre områder brukt resultater fra Aktsomhetsmodellering beskrevet i kapittel 3.5.3. som støtte ved skredfarevurderingen. Aktsomhetsmodelleringen går frem i figur 7.5.2.1.

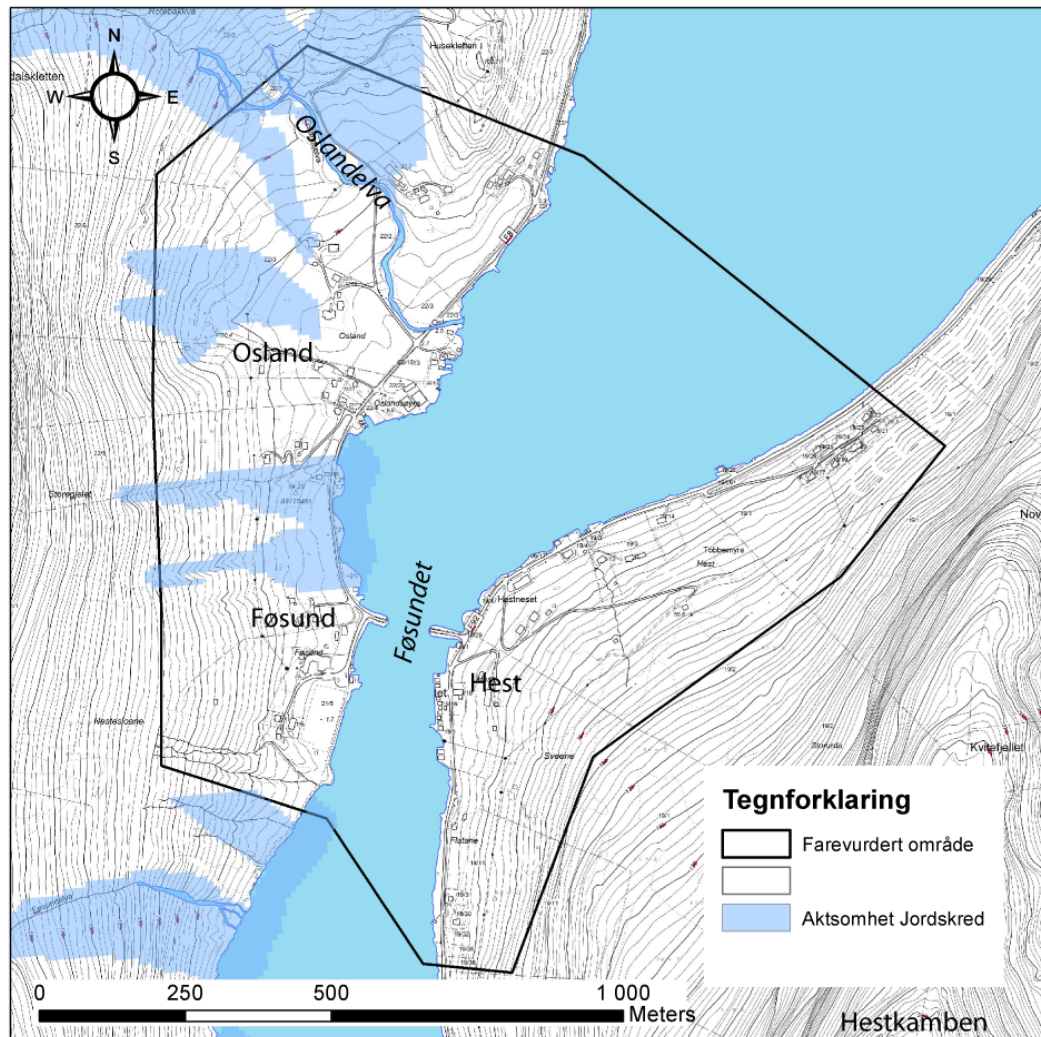


Fig. 7.5.2.1 Registreringskart over Føsund-Hest.

7.5.3 Skredfarevurdering

Faresonekart for jordskred presenteres i kartbilag 12.

Området øst om Føsundet viser ingen geologiske spor etter løsmasseskred i form av skredløp, skredarr eller skredavsetninger. Observasjoner gitt fra feltbefaringen gir at løsmassene består i storblokkig morene (figur 7.5.1.2), samt stein og blokk etter steinsprang i de høyere delene. Ingen av disse løsmassetypene er veldig følsomme for utglidninger eller vannerosjon. Likevel er det umulig å garantere at det ikke i en ekstrem situasjon ville kunne skje noen mindre løsmasseskred. Derimot finnes det ingen tegn, spor i landskapet, eller informasjon i skredhistorikken av slike hendelser i dag, og det er derfor ikke grunnlag for å fastslå faresoner her.

Vest for sundet i bygdene Føsund og Osland er det bedømt at fare for løsmasseskred kan forekomme langs kanaler eller løp, som finnes i landskapet (figur 7.5.3.1). Dette støttes i tillegg opp av aktsomhetsmodelleringene (Figur 7.5.2.1). Lengst i sør er det en bekk med endret løp ned til siden av en utbygd voll, og denne bekken bedømmes potensielt utsatt for flomskred. Grunn for vurderingen er lokale historier om skred i dette området (ikke nærmere kjent hvilket bekkeløp og eksakt plass), den kraftige nedskårne kanalen, og at det finns flere tegn til vannerosjon i overflaten høyere opp i skråningen. Det at den beskyttende vollen er bygd i såpass finkornet materiale og at bekkeløpet former en skarp 90 graders sving hvor vollen begynner, ses som mulige problemer. Det bedømmes at vollen er god nok til de fleste mulige skredhendelser og faregrensene 1/100 og 1/1000 er derfor lagt innom vollen. Faresonegrensen 1/5000 er tegnet nord for vollen grunnet det er observert grunnvannsutslag i nærhet av vollens kontakt mot skråningen, og materialet i vollen. Grunnvannet kan svekke vollen og dette kan bidra til at vollen ikke holder for den største skredhendelse. I tillegg er det en fare for at flere mindre skredhendelser kan blir oppdemt i løpet, som i verste fall vil kunne bryte vollen i øvre del og spre skredmassene ut nord for vollen.

To potensielle skredløp er vurdert lengre nord mellom Føsund og Osland. Her finnes det ingen tegn til nylig aktivitet, men formen og plasseringen av løpene i landskapet har blitt vurdert sammen med resultatene fra aktsomhetsmodelleringen. På grunnlag av dette er det bedømt rimelig å legge ut 1/1000 og 1/5000 grenser for flomskred langs disse løpene.

Oslandselva flyter gjennom områder som er i direkte kontakt med modellerte jordskred fra aktsomhetsmodelleringene. Denne modellen vurderer først og fremst potensial for jordskred, og i realiteten forventer man at eventuelle flomskred har et lengre utløp grunnet høyere vanninnhold. Selv om det ikke finnes tydelige spor etter flomskredshendelser og elva ligger gravd ned i løsmassene, er det likevel ansett at elva ved ekstreme nedbørsepisoder muligens kan være utsatt for flomskred og det er derfor tegnet en 1/5000 grense langs elveløpet.

8 Område 5 – Bjordal

8.1 Geomorfologi og løsmasser

Det kartlagte området i Bjordal strekker seg 1,5 km på østsiden av dalen fra Bakkeskreda ved dalmunningen og til Daurmålelva, samt bebyggelsen på vestsiden av dalmunningen (Fig. 8.1.1).

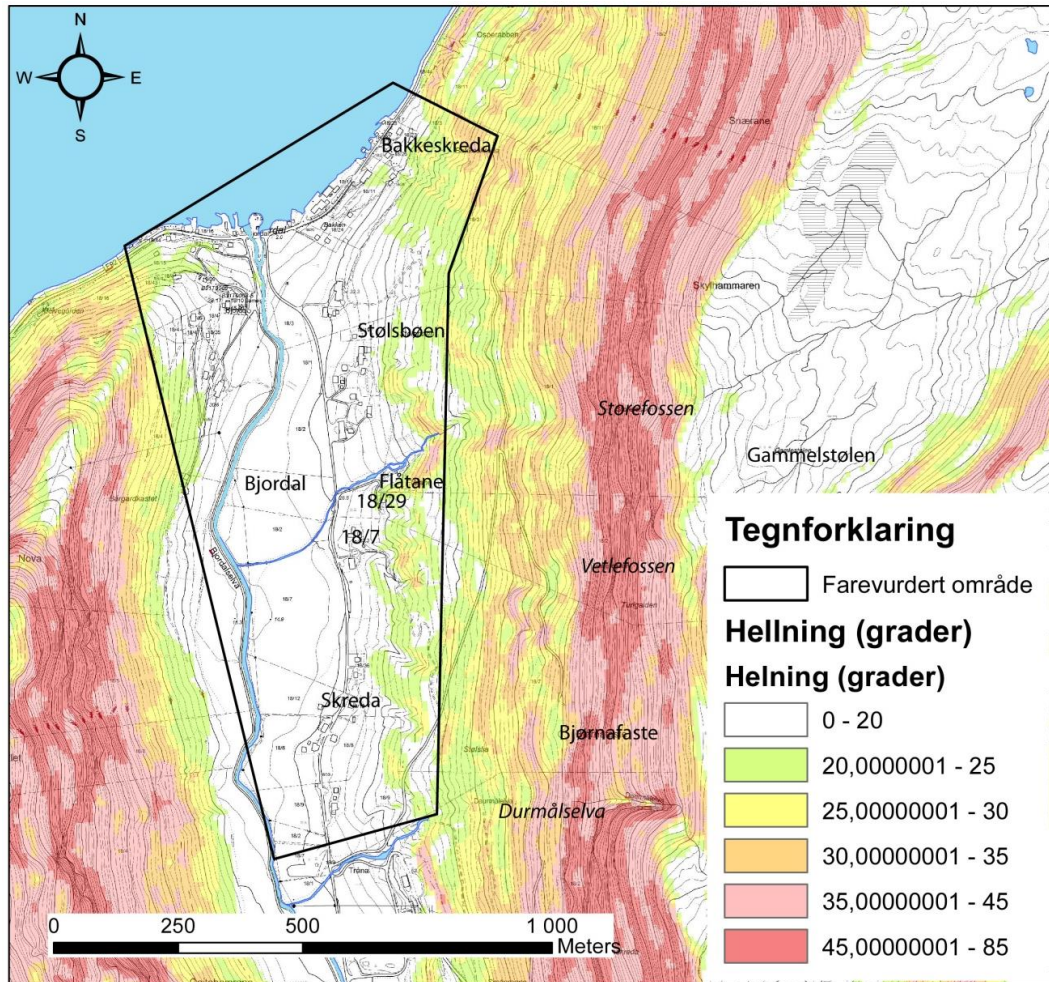


Fig. 8.1.1 Kart over Område 6 med skråningshelning.

Den østre dalsiden strekker seg 500-600 m opp fra dalbunnen, og har et svært bratt parti ($>35^\circ$) mellom ca. 200 og 500 moh. Også i dalsiden under dette brattpartiet er det flere områder som har gradient $>33^\circ$. På vestsiden av dalen er dalsiden over den kartlagte bebyggelsen bare mellom 50-175 m høy og slakere. Over de innerste husene er imidlertid øvre del av dalsiden over 35° bratt også her.

Mens det ikke er noen tydelige bekker som drenerer gjennom bebyggelsen på vestsiden av dalen er det tett mellom bekkene/elvene på østsiden, hvorav Storefossen og Daurmålelva er de største.

På vestsiden av dalen har dalsiden et tynt/usammenhengende morenedekke over bebyggelsen. På østsiden av dalen ligger det en del steinsprangmateriale under de bratte partiene, mens det nedenfor ligger et tjukt morenedekke. Morena i området er storblokkig (Fig. 8.1.2), og noen store moreneblokker er kartlagt i dalbunnen. Mellom ca. 25 og 70-80 moh. ligger det en større mektighet av løsmasser, med en utflatning på toppen. Dette nivået på 70-80 moh. korresponderer med marin grense i området, og en del av disse løsmassene kan bestå av finkornige marine sedimenter. Bekkene/elvene i dalsiden har erodert dype kanaler gjennom disse løsmassene, og det er avsatt jord/flomskredvifter delvis oppå utflatningen rundt 70-80 moh, og ned mot dalbunnen.

Både den østre og vestre dalsiden er skogsbevokst, og i hovedsak lauvskogdominert. Det er også områder med blandingsskog, og på vestsiden noen planta granfelt.

Det er anlagt en skogsbilvei i den vestre dalsiden som strekker seg over det meste av bebyggelse. Skogsbilveier i bratte dalsider kan i mange tilfeller øke faren for jord- og flomskred på grunn av endringer i vannets naturlige dreneringsveier ned skråningen.



Fig. 8.1.2 Storblokking morene i Bjordal.

8.2 Skredhistorikk

I følge Skredatlas er det bare registrert skred på hovedveien forbi området, helt nede ved sjøen.

8.3 Snøskred

8.3.1 Observasjoner

På begge sider av dalen ved Bjordal er større sammenhengende terrengpartier som er brattere enn 30°, og mange steder også godt brattere enn 40° (Fig. 8.3.1.1). Terrenget er imidlertid dekket av tett lauvskog med noen mindre innslag av granskog, med unntak av

de skrentene som er steile og for bratte til å kunne betraktes som mulige løснеområder for snøskred.

Det er bare et veldig lite, bart terrengparti med helning på ca. 50° på vestsiden av dalen, men rett utenfor den sørlige enden av kartleggingsområdet. Her er det eksponerte bergflater i ellers tett skogsdekket bratt skråning (Fig. 8.3.1.2). Nedenfor er det ca. 200 m med lauvskogskledd skråning og så flater terrenget helt ut i det som i dag er dyrket mark.

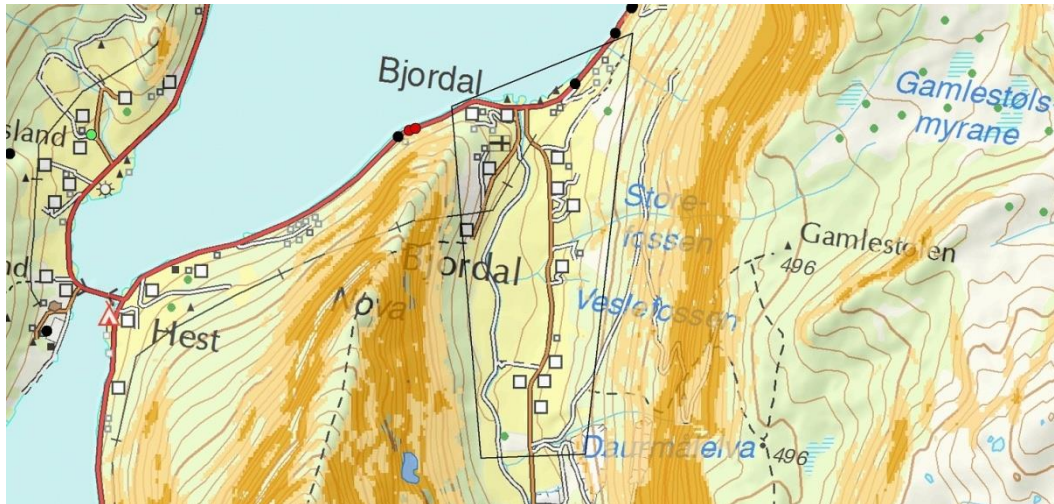


Fig. 8.3.1.1. Helningskart over område 6 (lysere oransje viser terreng 30-40°; mørkere oransje viser terreng 40-60°). Kartet viser også det eneste mulige løснеområdet for snøskred (blått område) samt tidligere skred fra den nasjonale skredbasen, hvorav ingen er snøskred (røde prikker er jordskred, svarte er steinsprang).



Fig. 8.3.1.2. Mulig, lite løснеområde for snøskred rett utenfor sørsiden av kartleggingsområdet.

8.3.2 Skredfarevurderinger

Faresonekart for snøskred presenteres i kartbilag 10.

Snøskred vurderes ikke å være et faremoment av betydning i dette kartleggingsområdet. Skogen som dekker begge fjellsider rundt kartleggingsområdet, vurderes som tilstrekkelig forebyggende i forhold til utløsning av snøskred. Ved endrede vegetasjonsforhold vil farebildet også endres.

Det eneste terrengpertiet som under dagens vegetasjonsforhold kan gi snøskred, er et veldig bratt bergflak helt rett utenfor den sørlige områdegrensens. Snøskred derfra vil ikke få dimensjoner eller utløp av betydning innenfor kartleggingsområdet.

8.4 Steinsprang og steinskred

8.4.1 Observasjoner

For en første identifikasjon av mulige kildeområder for steinsprang i dette området er det benyttet en terrengmodell med 10m oppløsning (istedenfor 1m oppløsning som for områdene lengre øst), da ingen laserscanning hittil har blitt utført her. Siden terrengmodellen i dette tilfellet er grovere, er det på helningskartet som var en del av datagrunnlaget i felten, laget en egen helningsklasse 38-45° i tillegg til klasser for terreng brattere enn 45° (Fig. 8.4.1.1).

På vestsiden av Bjordal, mellom ca. kote 100 og 400, er terrenget generelt brattere enn 40 - 45°. Det er imidlertid bare bebyggelse i den ytterste delen av dalen (Fig. 8.4.1.2), der den skogsdekkede fjellsiden bare er ca. 200 m høy og uten større skrenter med blottet fjell. I terrenget bak denne delen av bebyggelsen, mellom ca. 30 og 90 m høyde, er det svært mange steinblokker. Disse er mest sannsynlig moreneblokker, som de mye større flyttblokkene som ligger flere steder ved utløpet av dalen.

Fjellsiden blir gradvis høyere videre innover i dalen og her er det større partier med bare fjellskrenter. Terrenget er ellers dekket av tett lauvskog. Skrentene har en høyde på om lag 20 - 50 m og ligger 200 - 250 m over dalbunnen. I dalbunnen er det dyrket mark, og helt i overgangen mellom dalbunnen og fjellsiden er det svært mange blokker med volumer på 0,5 - 3 m³. Det aller meste av denne avsetningen synes å være morene, men det er trolig noen steinsprangblokker innimellom i områdene nedenfor fjellskrentene.

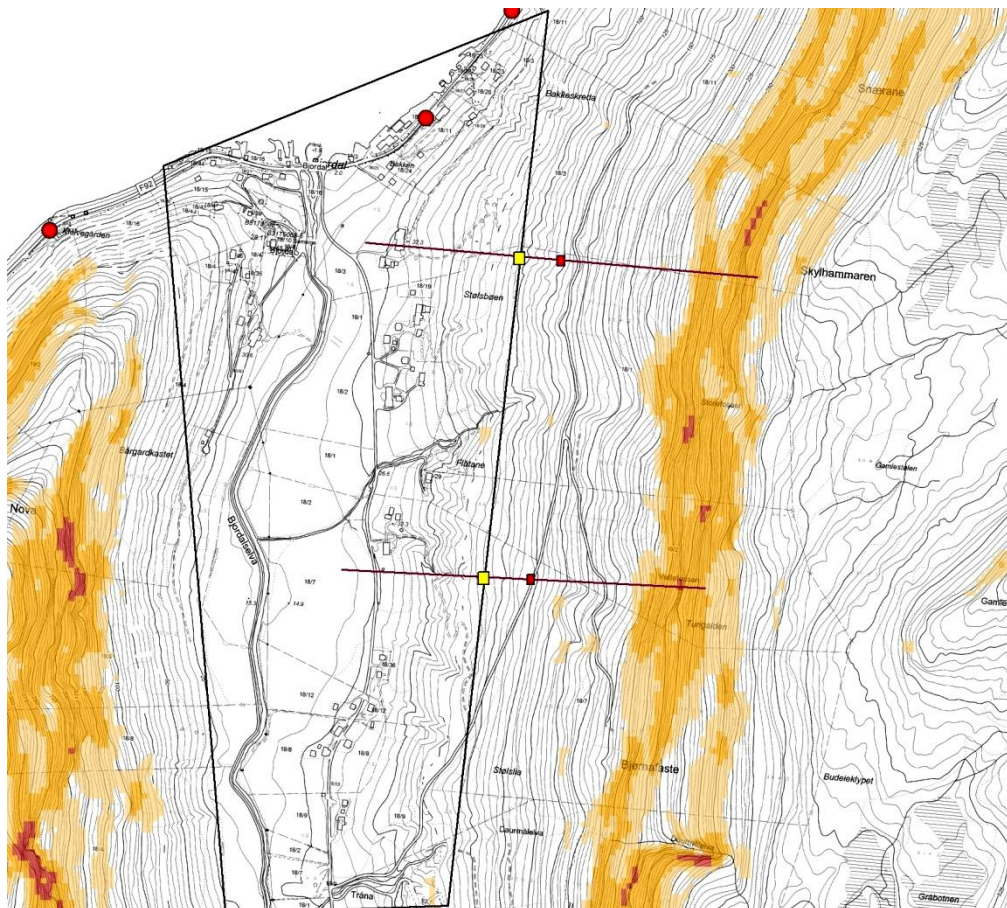


Fig. 8.4.1.1. Helningskart over Bjordal (lysere oransje viser terreng 38 - 45°; mørkere oransje 40 - 60°, rødt brattere enn 60°). Kjente steinspranghendelser er markert av røde punkter. De røde linjene er terrengsnittene der det er utført utløpsberegning med alfa-beta metoden, der røde firkanter er β -punktet (terreng med 23° helning) og de gule er det beregnede α -punktet (utløp).



Fig. 8.4.1.2. Bebyggelsen på vestsiden av Bjordal.

Fjellsiden i øst er ca. 600 m høy og i nesten hele sin lengde har et belte av terreng brattere enn 45° mellom ca. kote 220 og 420. Videre nedover flater terrenget gradvis ut, først med et lauv- og granskogsdekket belte med helning $25 - 35^\circ$, og så bak bebyggelsen med dyrket mark med helning $15 - 25^\circ$ (Fig. 8.4.1.3). Det er mange og lokalt flere kubikkmeter store blokker både i skogen og ved den nedre skogsgrensen, stedvis også på kanten av det dyrkede marka (Fig. 8.4.1.4). Det er mulig at en del blokker ble fjernet fra åkrene, selv om vi ikke fikk direkte opplysning om dette da vi snakket med lokale grunneiere.

Befaringen i denne fjellsiden ble gjennomført med utgangspunkt i skogsveien som går gjennom hele fjellsiden i en høyde på 120 - 150 m, samt en stikkvei som derfra går sørover og videre opp til ca. 220 m.

Langs omtrent hele fjellsiden er det blottet fjell i bratte skrenter mellom ca. kote 250 og 400. Det er stedvis store og delvis løse blokker i skrentene med tilsvarende steinavsetninger nedenfor (Fig. 8.4.1.5). Stedvis i skogen er det avsatt store mengder større blokker, dvs. med volumer på flere kubikkmeter (Fig. 9.4.1.6)

Det er også registrert spor etter tidligere jord- og steinskred like ved Storefossen, ved Vetlefossen, og ved Durmåelva (Fig. 8.4.1.7) med avsetninger som strekker seg godt nedenfor skogsveien, dvs. under kote 100.



Fig. 8.4.1.3. Bebyggelsen på østsiden av Bjordal (ved Skreda, sør i området).



Fig. 8.4.1.4. Bebyggelsen på østsiden av Bjordal (Stølsbøen), med steinskredavsetninger i bakgrunn.



Fig. 8.4.1.5. Fjellskrent med delvis løs blokk (rød sirkel) og ur i ca. 250 m høyde.



Fig. 8.4.1.6. Større blokker avsatt i skogen like ovenfor skogsveien. En del av dette materialet antas å være istransportert.



Fig. 8.4.1.7. Tidligere jord- og steinskred ved Durmåelva. Avsetningen fortsetter nedenfor skogsveien som bildet er tatt fra.

8.4.2 Modelleringsarbeid

Det er utført enkel modellering av utløpet for steinsprang ved å bruke den topografiske - statistiske alfa-beta metoden. Fig. 8.4.1.1 viser de to terrengsnittene der dette er utført og den beregnede rekkevidden for stein fra de to utvalgte skrentene. Topografien er ganske lik langs hele fjellsiden, derfor mener vi at to snitt er representative for hele området.

8.4.3 Skredfarevurderinger

Faresonekart for steinsprang presenteres i kartbilag 11.

Store deler av fjellsiden i øst vil gi steinsprang, men i lys av skredhistorikk, skredavsetninger i terrenget og enkel statistisk-empirisk modellering, er vår vurdering at det aller meste av steinutfallet vil stoppe opp i skogen eller i beltet med dyrket mark mellom skogen og bebyggelsen. Den nominelle årlige sannsynligheten for at bygg blir skadet av utfall, vurderes lavere enn 1/1000. Deler av bebyggelsen er imidlertid innenfor faresonen med nominell årlig sannsynlighet 1/5000, som er aktuell for bygg som barnehager, skoler osv.

Bebyggelsen langs fjellsiden i vest vurderes i sin helhet å ligge utenfor faresonene for steinsprang.

8.5 Jordskred og flom-/sørpeskred

8.5.1 Observasjoner

I Bjordal er det bare bebyggelsen på østsiden av dalen som potensielt er utsatt for jord/flom/sørpeskred da det ikke er kildeområder for denne type skred over bebyggelsen på vestsiden av dalen. Skredutsatte lokaliteter på østsiden av dalen er beskrevet under. Registreringskartet for geologiske observasjoner er vist i Fig. 8.5.1.1.

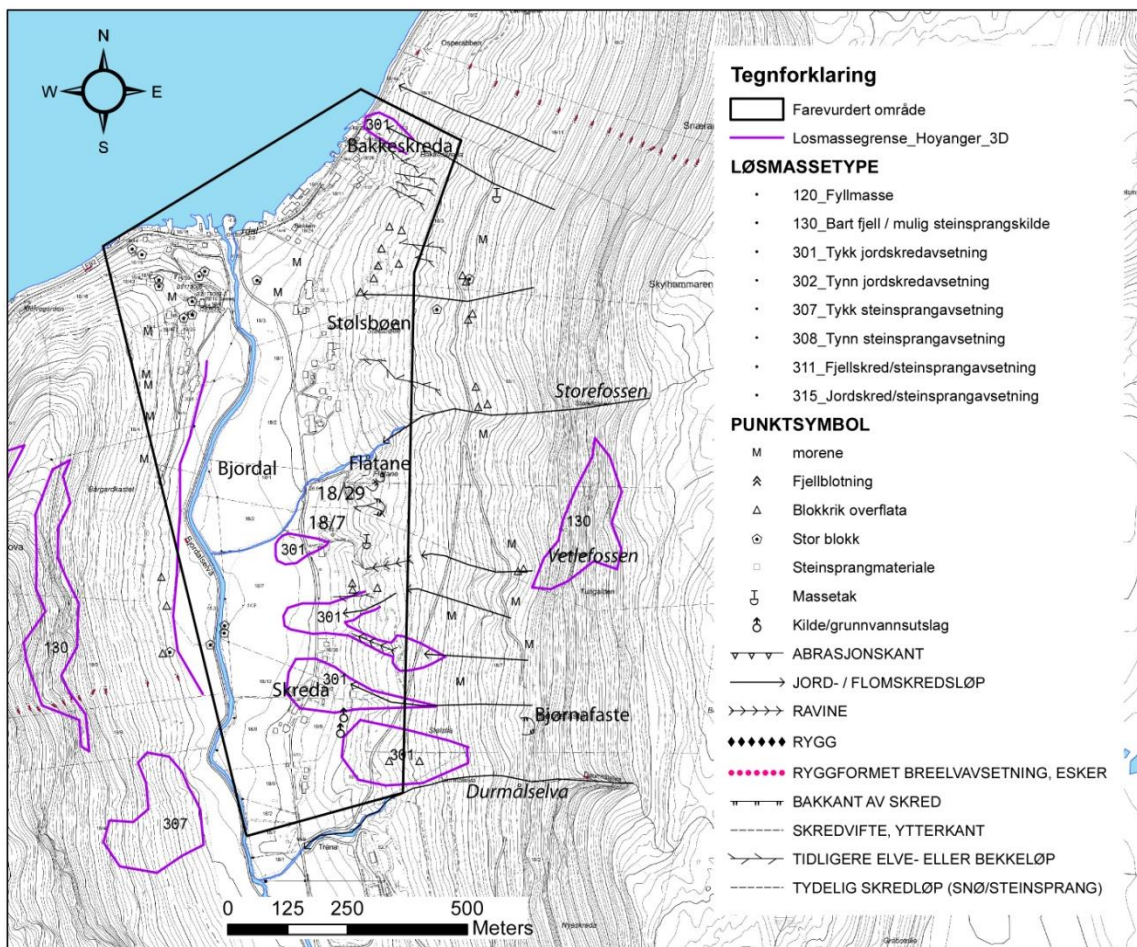


Fig. 8.5.1.1. Skredgeologisk kartlegging i Bjordal (Registreringskart).

Durmålelva

Durmålelva drenerer et myrområde ved Gråbotnen ca. 500 moh., og renner i en dyp kløft i fjellet mellom ca 425 og 300 moh. Videre renner elva på sørsiden av en stor skredvifte som muligens går helt ned i dalbunnen. Den delen av vifta som ligger på oversiden av skogsbilveien i dalsiden har store steinblokker i overflata, samt tydelige, men gamle dreneringsløp (Fig. 8.4.1.7.). Det er derimot ikke spor etter skredhendelser på vifta i moderne tid, og Durmålelva renner i dag i et stabilt løp på sørsiden av vifta.

Mellom Durmålelva og Bjørnafaste er det i en høyde av rundt 250 moh. observert et løseområde for et jordskred som må ha gått i løpet av de siste årene (Fig. 8.4.1.7.). Det er bratt i dette området, men det ligger lite løsmasser her. Skredet har ikke kommet helt ned til skredvifta under, og har altså bare hatt en kort utløpsrekkevidde.

Kanal ved Bjørnafaste ned mot hus 18/12 (Skreda)

Ved Bjørnafaste, ca 230 moh., er det et lite grustak i forlengelsen av skogsbilveien. Herifra går det en kanal nedover dalsiden, som på ca. 70 moh. deler seg i to løp som går ned mot hus 18/12. Disse to løpene har gravd seg dypt ned i løsmasseavsetningene nederst i dalsiden. I, og mellom kanalene ligger det flere lobeforma jordskredavsetninger, og en vifte av jord/flomskredsedimenter går ut mot dalbunnen (Fig. 8.5.1.2.). Vifta er kartlagt 50-100 meter ut på jordene på nedsiden av veien, slik at flere bygninger ved eiendom 18/12 ligger på skredvifta. Denne plassen har fått navnet "Skreda" etter et historisk skred som skal ha gått på 1800-tallet. Vi har ingen dokumentasjon av dette skredet, men fortellinger om det lever på "folkemunne" i bygda. Ca. 50 meter sør for grustaket oppe i dalsiden er det en gammel utglidning i løsmassene som trolig har utviklet seg til et jordskred. Avsetningene etter dette skredet er ikke kartlagt, men noe skredsedimenter kan ha gått helt ned til vifta ved "Skreda". Vifta ser ut til å være bygd opp av flere generasjoner av jord/flomskred, men ser helt inaktiv ut i dag. Dagens vanntilførsel til området er forholdsvis liten, da vann fra høyere opp på fjellet i stor grad samles i Durmålelva i sør og Vetlefossen i nord.



Fig. 8.5.1.2. Jordskredvifte med dypt nedskårrede kanaler og jordskredavsetninger ved Skreda.

Det kan nevnes at på jordet, rett sør for skredvifta, ca. 45 moh. er det to grunnvannsutslag i skråningen (Fig. 8.5.1.3.). Dette skyldes trolig at løsmassene her har en kjerne av finkornige, marine sedimenter som er mindre permeable, slik at vann som drenerer ned gjennom de grovere sedimentene i overflate renner oppå de finere sedimentene og kommer ut i skråningen.



Fig. 8.5.1.3 Grunnvannsutslag rett sør av plassen Skreda.

Området mellom Bjørnafaste/Skreda og Vetlefossen

I området mellom Bjørnafaste og Vetlefossen går det to mindre bekkeløp. Ved den øvre skogsbilveien er det tydelige løp, men de er plastret med mye stein, trolig steinsprangavsetninger fra bratte områder litt høyere opp. Dreneringsrørene som leder vannet under skogsbilveien har bare en diameter på ca 60 cm. Det er ingen tegn på aktiv transport av massene i løpene som fortsetter ned dalsiden der de har erodert kanaler i forholdsvis mektige moreneavsetninger. Kanalene blir enda dypere fra ca 70-80 moh. der de har gravd seg ned i de mektige løsmasseavsetningene nederst i dalsiden. Det er avsatt en skredvifte i nedkant av de to kanalene, men det er ingen tegn til nylig skredaktivitet her. Vifta er også mindre enn vifta ved Skreda i sør, og består trolig av avsetninger etter færre skred.

Vetlefossen og vifte ved gård 18/7

Vetlefossen drenerer et fjellområde ved Gamlestølen, og har et relativt stort nedslagsfelt. Der Vetlefossen kommer ned mot den øvre skogsbilveien i dalsiden ligger det en steinsprangsur og det er stor blokk i bekkeløpet (Fig. 8.5.1.4.) Bekken går i et rør med diameter på 60 cm under veien. Mellom veien og ura er det et lite basseng, men det er lite sedimenter fanget her. Det er ikke tegn på aktiv transport av masser i bekkeløpet.



Fig. 8.5.1.4. Bekkeløpet til Vetlefossen er plastret med stor steinsprangblokk ved den øvre skogsbilveien.

Bekken går videre nedover i dalsiden, der den har gravd et dypt løp i moreneavsetningene. Lenger ned, rundt 125 moh., slakker terrenget ut, og her er det avsatt jord/flomskredmateriale. Ca 70 moh. skjærer bekken seg igjen ned i løsmasseavsetningene og her er bekkeløpet mellom 30-35° bratt. Bekken tar så en sving,

og renner 100 meter rett nordover før den igjen svinger og renner vestover i retning dalbunnen. På oversiden av denne siste bekkesvingen ligger et åpent grustak der det ble tatt ut masser på 1970-tallet (Fig. 8.5.1.5.) Bekken renner ned til gårdsveien til gård 18/7, der den er lagt i rør. I følge beboer på gården er det aldri problem med flom/skred i bekken, og det har ikke vært utglidninger av betydning i grustaket. Området nedenfor der bekken legges i rør er oppdyrka og bearbeidet. Det ligger ingen store steiner eller synlig flomskredkanaler her. Der er imidlertid en utbygning av sedimenter nedenfor veien, og det antas at dette er en gammel skredvifte avsatt fra Vetlefossen.



Fig. 8.5.1.5. Bekken fra Vetlefossen kommer ned til gård 18/7. Der bekken svinger blei det tatt ut masser på 1970-tallet (sees i bakgrunnen).

Storfossen

Storfossen drenerer et større område inne på fjellet enn Vetlefossen. Elva renner ned et fjellparti med over 35° helling mellom ca 450 og 200 moh. Her er det en 20-30 meter brei sone uten skog langs løpet, noe som viser at det nylig har vært skred/flomaktivitet i dette området. Fra 200 moh. slakker terrenget noe ut. Her ligger det både morene og steinsprangavsetninger i dalsiden, og elva har gravd seg ned i disse. Elva renner under ei bru ca 150 moh. Her ligger det stor blokk i bunnen av løpet, og det er ikke tegn til erosjon eller nylig skredaktivitet. Skredmateriale (inkludert skog) fra det bratte fjellpartiet høyere opp ser ikke ut til å ha nådd helt hit. Det er da heller ikke mye løsmasser i dette bratte partiet.

Mellom 70-85 moh. blir elveløpet brattere igjen, stedvis mellom 30 og 35°, før terrenget slakker ut mot dalbunnen. Det er ingen stor og tydelig flomskredvifte ut i dalbunnen fra Storfossen, men området er kultivert og det må mer grundige geologiske undersøkelser til for å fastslå om det er en slik eldre vifteutbygging her. Det er i hvert fall ingen aktiv skredvifte i dag.

På sørsiden av elveløpet, ved Flåtane nært hus 18/29 er det spor etter utglidninger av løsmasser ned mot elveløpet. Bakkantene av utglidningsgropene ligger på 65-70 moh. Gropene er plastret med stein for å hindre videre utglidninger. Ca. 50 meter lenger sør, omtrent i samme høyde er det også spor etter en tidligere utglidning i form av en utglidningsgrop. Hus 18/29 ligger midt mellom disse utglidningsgropene.

Området mellom Storfossen og Bakkeskreda

Området mellom Storfossen og Bakkeskreda har lite åpenbare tegn på tidligere jordskredaktivitet ned mot de oppdyrka områdene. Dalsiden over er imidlertid bratt og det drenerer en del vann ned her.

Hyttefelt ved Bakksekreda

Lengst nord i det kartlagte området på østsiden av dalen går det et skredløp/bekk gjennom et område kalt Bakkeskreda. Navnet tyder på en historisk skredhendelse her, men det er ikke registrert noen slikt skred i Nasjonal skredatabase.

Bekken har ikke noe stort dreneringsområde og starter et sted i den bratte fjellsiden under Skylhammaren. Ved skogsbilveien, ca 150 moh, er det lite tegn til erosjon eller nylig skredaktivitet i bekken, men bekken renner under skogsbilveien i et rør med veldig liten dimensjon, og det ligger en stein framom åpningen som nesten tetter røret (Fig. 8.5.1.6.). skogsbilveien blei bygd ca 2000 (ifølge hyttefolk ved Bakkeskreda). Fra skogsbilveien og nedover til FV92 renner bekken i et løp som stedvis er over 35 ° bratt, og dypt nedskåret i løsmassene i dalsiden. Ca. 25 moh. går løpet på nordsiden av et hyttefelt med 2-3 hytter. Her ligger store steinblokker i kanalen helt ned til FV92 (Fig. 8.5.1.7.).

I tillegg til bekken som kommer høyt oppe fra dalsiden renner det 3-4 små bekker ned mot hyttefeltet hvor de alle legges i rør. Bekken som kommer ned mot hytte 18/27 er den største av dem, og denne ledes inn i et veldig lite rør (diameter ca. 20 cm) rette ved hytta.



Fig. 8.5.1.6. En stein blokkerer inngangen til røret som fører bekken ved Bakkeskreda under skogsbilveien 150 moh.



Fig..8.5.1.7 Store steinblokker i løpet ved Bakkeskerda

8.5.2 Modelleringsarbeid

Modelleringen som er gjort for område 6 i utarbeidelsen av aktsomhetskart for jordskred er vist i Fig. 8.5.2.1.

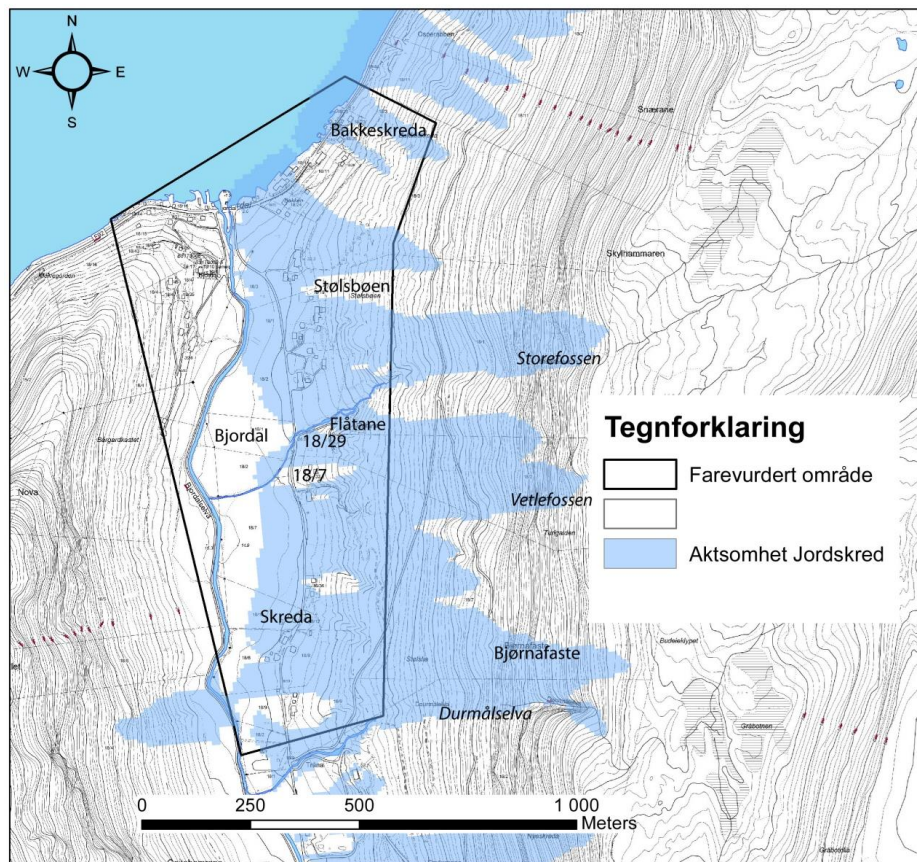


Fig. 8.5.2.1 Aktsomhetskart for jordskred

8.5.3 Skredfarevurdering

Faregrensene for jord/flom/sørpeskred i område 6 er vist i kartbilag 12.

Durmålseiva

Både størrelsen på skredvifta ved Durmålseiva, blokkene på den og den dype elvenedskjæringen i fjellesiden over tyder på at vannføringen i elva, og tilfanget av sedimenter langs løpet på et tidspunkt har vært større enn i dag. Trolig kan både nedskjæringen og vifta knyttes til isavsmeltningen etter siste istid. Det vil fortsatt være muligheter for både flomskred og sørpeskred i Durmålseiva, men slike skred vil nok følge det eksisterende elveløpet på sørsiden av vifta og ikke true bebyggelsen helt i sørenden av det kartlagte området i Bjordal. Skogsbilveien, som ligger rett sør av det vurderte området vil imidlertid være utsatt.

Jordskred som løsner i det bratte partiet mellom Durmålseiva og Bjørnafaste, slik vi så spor etter under befaringen, vil kunne nå et stykke ned på skredvifta under, men terrenget blir slakere nedover, og sedimentmektigheten i det bratte partiet er liten. Det er lite trolig at jordskred fra dette området vil kunne nå bebyggelsen nederst i dalsiden.

Aktsomhetsmodellen for jordskred viser at jordskred også kan løsne høyere opp, i et

område 475 moh. Modellen viser videre at skred herifra kan nå helt ut i dalbunnen og i verste fall ramme husene på eiendom 18/8. Sannsynligheten for at dette skal inntreffe bedømmes imidlertid til å være lavere enn 1/5000 år.

Kanal ved Bjørnafaste ned mot hus 18/12 (Skreda)

Det har vært flere enn én skredhendelse i dalsiden over plassen Skreda som har avsatt en skredvifte ned mot dalbunnen. Det sies også at den siste hendelsen skal ha gått ned mot Skreda på 1800 tallet, derav navnet. I dag er dalsiden skogsbevokst, og det er ingen ferske spor etter skredaktivitet verken i dalsiden ved Bjørnafaste eller på vifta ved Skreda. Skredfrekvensen under dagens forhold antas å være lavere enn 1/100 år, men høyere enn 1/1000 år på selve vifta. Det er derfor lagt en 1000 års grense for jord/flomskred rundt den synlige delen av vifta, og en 5000 års grense som bare går litt lenger ut i dalbunnen.

Det er ikke gjort noen geoteknisk vurdering av stabiliteten av den mektige løsmasseavsetningen under 70-80 moh., men i området rundt plassen Skreda er det ikke funnet spor etter instabilitet eller tidligere utglidninger. De to grunnvannsutslagene tyder imidlertid på at det kan være finkornige masser inne i avsetningen som ligger under marin grense. Man skal være forsiktig med å gjøre tiltak/gravearbeid i denne skråningen.

Området mellom Bjørnafaste/Skreda og Vetlefossen

Aktsomhetsmodellen viser at jordskred kan starter i de to kanalene rett på nedsiden av den øvre skogsbilveien å gå forholdsvis langt ut i dalbunnen, om ikke helt til elva. Dreneringsrørene som leder vannet under skogsbilveien har liten dimensjon, og kan lett gå tette. Svært ofte er jordskred forårsaket av skogsbilveier/traktorveier med utilstrekkelig/dårlig grøfting og dreneringsrør i bratte skråninger. Det er imidlertid ingen tegn til aktivitet i form av erosjon eller nylig utløste skred i noen av de to kanalene, ei heller på skredvifta i dalbunnen. Det er mulig at det aller meste av skredaktiviteten i dette systemet foregikk rett etter isavsmeltningen etter siste istid. Under dagens forhold, med en skogsbevokst dalside og mindre vanntilførsel mener vi at skredfrekvensen er lavere enn 1/1000 år på vifta. Skredaktivitet under spesielle værforhold kan imidlertid ha en frekvens høyere enn 1/5000 år, og det legges en 5000 års grense for jord/flomskred rundt den synlige delen av skredvifta.

Vifte ved gård 18/7 nedenfor Veslefossen

Jordskred som eventuelt løsner i de bratte partiene i Vetlefossen, eller på siden av løpet, kan ifølge aktsomhetsmodelleringen gå et godt stykke ut i dalbunnen. Eventuelle flomskred kan gå enda lenger ut. Mye skredmateriale vil imidlertid avsettes der terrenget flater ut mellom 125 og 80 moh. Mindre jordskred kan også løsne i det bratte partiet av bekken ca 70 moh, men vil ikke gi opphav til store skred og skredmassene vil bremses langs det svingete bekkeløpet. Skred kan også løsne i det bratte området ved grustaket ved den nederste svingen i bekken, og masser kan gå ut langs bekkeløpet og mot driftsbygningen på gård 18/7. Det er ingen ting som tyder på høy skredaktivitet i forbindelse med Vetlefossen i dag, og frekvensen av slike skred antas å være lavere enn 1/100 år. Vanntilførselen tatt i betraktning, mektigheten av løsmasser og det bratte terrenget og skredvifta nederst i bekkeløpet tilsier imidlertid at skred kan gå med en

frekvens av 1/1000 år. Det legges en 1000 års grense langs den kartlagte skredvifta, og 5000 år grense litt lenger ut mot dalbunnen.

Storfossen

Aktsomhetsmodelleringa for jordskred viser at jordskred kan starte flere steder i elveløpet til Storfossen. Spor i terrenget viser da også at det har gått skred ned det bratte fjellpartiet mellom 200 og 450 moh. i nyere tid. Det er imidlertid lite løsmasser i brattpartiet, og skredavsetningene har ikke nådd ned til skogsbilveien som ligger ca. 150 moh. Stor stein fra steinsprang og selve morenedekket som i dag ligger i elveløpet her vil virke stabiliserende.

Det er ingen kjente skredhendelser i tilknytning til bebyggelsen rundt Storfossen, og ingen stor flomskredvifte avsatt i dalbunnen. Det vurderes derfor at under dagens forhold er skredfrekvensen lavere enn 1/100 år i nedre deler av dette løpet. Det store dreneringsfeltet til Storfossen, og mulighetene for utløsning for flom/sørpeskred i øvre deler av løpet tilsier imidlertid at det er sannsynlig at det kan gå flomskred som går helt ned mot dalbunnen med en frekvens av 1/1000 år. Nedskjæringen av elveløpet gjennom de mektige løsmassene under 70-80 moh gjør at de fleste flomskred vil følge elveløpet til det kommer ut i dalbunnen. Det legges en 1000 års grense langs løpet et stykke ut i dalbunnen. Store, sjeldne skred vil imidlertid kunne gå rett fram og mot bebyggelsen nord for elveløpet til Storfossen, og en 5000 års grense legges både breiere og lenger ut i dalbunnen.

I tillegg til skred fra den bratte dalsiden har det gått mindre skred i form av utglidninger i selve elvenedskjæringen ved Flåtane. Skredavsetninger fra slike utglidninger kan demme opp elva og føre til flomskred når elvevannet trenger gjennom demningen. Begge utglidningsgropene er plastret med stein og antas stabile. Det anbefales imidlertid at det holdes et øye med disse gropene for å eventuelt oppdage flere utglidninger. Stabiliteten av selve de mektige løsmasseavsetningene under 70-80 moh. i Bjordal er ikke vurdert, men de to utglidningene i elvenedskjæringen mot Storfossen, og den som ligger bare ca. 50 meter lenger sør, tilsier at skråningen kan ha stabilitetsproblemer. Da det ligger et bolighus her (18/29) bør det vurderes om en slik stabilitetsvurdering bør utføres.

Området mellom Storfossen og Bakkeskreda

Aktsomhetsmodellen viser at det kan gå jordskred i dalsiden mellom Storfossen og Bakkeskreda. Det er også registrert noe skredmateriale her, men det er ingen skredhistorikk, og ingen tegn til nylig aktivitet. Det legges en 5000 års grense et stykke ned mot bebyggelsen.

Hyttefelt ved Bakksekreda

De store steinblokkene i skredløpet nord for hyttefeltet er trolig et steinskred, eventuelt et steinskred som i utgangspunktet er avsatt et stykke høyere oppe, og som er blitt remobilisert ved at løsmasser har sklidd ut i et jordskred et sted mellom skogsbilveien og hyttefeltet. Skredkanalen er svært bratt, og aktsomhetsmodellen for jordskred plukker ut startpunkter for jordskred hele veien mellom 125 og 40 moh. Da det ikke er noen kjent jordskredhistorikk her, og vanntilførselen er liten vurderes det slik at frekvensen av jord/flomskred i dette løpet er langt lavere enn 1/100 år. Skogsbilveien, med et lite

dreneringsløp for bekken kan ha økt sannsynligheten for utløsning av skred da vann vil finne nye veier hvis dreneringsløpet tettes i perioder med høy vannføring/erosjon i bekken. Skred som løsner i det bratte skredløpet vil trolig gå helt ned til fjorden. Det legges en 1000 års grense langs skredløpet, og en 5000 års grense litt breier.

Det legges også en 1000 års grense rundt den største av de mindre bekkene som går ned mot hyttefeltet. Bekken starter i et område som er rundt 30° bratt, og modellen for aktsomhetsområder jordskred plukker ut to potensielle startområder for jordskred i løpet. Dreneringsrøret ved hytte 18/27 er i tillegg så lite at det ikke vil kunne ta unna store vannmengder i en ekstremnedbørssituasjon, og slett ikke eventuelle skredmasser. Et jord/flomskred vil bare fortsette rett fram og ned på hytta. 5000 års grensa for jord/flomskred legges rundt hele hyttefeltet og tar høyde for skred i alle bekkeløpene ned mot hyttefeltet.

Det anbefales at dreneringsrøret under skogsbilveien oppe i dalsiden holdes åpent og fritt for stein, kvister osv.

9 Område 6 – Ortnevik

9.1 Geomorfologi og løsmasser

I Ortnevik på sørsiden av Sognefjorden møtes to elver som drenerer fjellområdene i sør: Mektigst er Veslelva i Storedalen som er flatbunnet de nederste ca. 3 km, og mates av en rekke elver og bekker fra sørvest. Vassdalen kommer inn fra sør, og Storelva renner i denne. Denne elva er brattere. Etter samløpet en km fra fjorden skjærer elva gjennom en vestgående morenerygg. I de nedre delene av de bratte dalsidene dominerer morenemateriale.

Dalsidene i vest er stedvis brattere enn 30°, til dels betydelig brattere. Også i øst er det svært bratte dalsider, f.eks. 35-40°.

9.2 Skredhistorikk

I følge Skredatlas er det ikke registrert skred i dette området.

9.3 Snøskred

9.3.1 Observasjoner

Langs vestsiden av dalen ved Ortnevik, dvs. østsiden av Åsen (570 moh), er det et skrått gående belte av terreng hovedsakelig mellom 30 og 40°, med noen mindre enda brattere partier. Dette bratte terrengbeltet ligger mellom ca. kote 150 og 300 i sør og blir gradvis lavere videre nordover, men er i sin helhet skogsdekket og derfor neppe et reelt løsneområde for snøskred.

Helt i sør i kartleggingsområdet deler dalen seg i to (Storedalen og Vassdalen). Den nordlige siden av fjellet mellom de to dalene, Middagshaugen (871 moh), er stort sett brattere enn 30° opp til ca. 650 m høyde, men her er terrenget både skogsdekket og utformet som er markert rygg. Dette området blir derfor heller ikke betraktet som løsneområde for snøskred.

Den østlige siden av Vassdalen og mesteparten av skråningen ovenfor Ortnevik i øst, er i all hovedsake karakterisert av terreng over 30° , og de fleste steder over 40° også. Selv om store deler av fjellsiden er tilstrekkelig skogskledd til erfaringsmessig å ikke kunne gi snøskred, er det flere partier der skogen er fraværende og snøskredpotensialet reelt (Fig. 9.3.1.1.).

De to største løsneområdene (og deres eventuelle utløp) ligger rett utenfor kartleggingsområdet. I tillegg, er det flere mindre store løsneområder på vestsiden av Fitjefjellet, mellom ca. kote 500 og 650 (vist og nummerert i Fig. 9.3.1.2).

Nedenfor de nordligste av dem synes det også å være et område med lavere, yngre vegetasjon enn det er i omkringliggende terreng, noe som trolig representerer utløpet av tidligere, noen år gamle snøskred.

Nedenfor de øvrige løsneområdene, er det ikke mulig å se sikre tegn på tidligere snøskred, men der er skråningen vesentlig brattere og mer kupert (steinsprangterreng), og det er usannsynlig at eventuelle snøskred ovenifra ville etterlate seg tegn i slikt terreng.

Det vil bli utført modellforsøk for å bedre anslå hvordan og hvor langt snøskred fra disse løsneområdene vil kunne bevege seg.

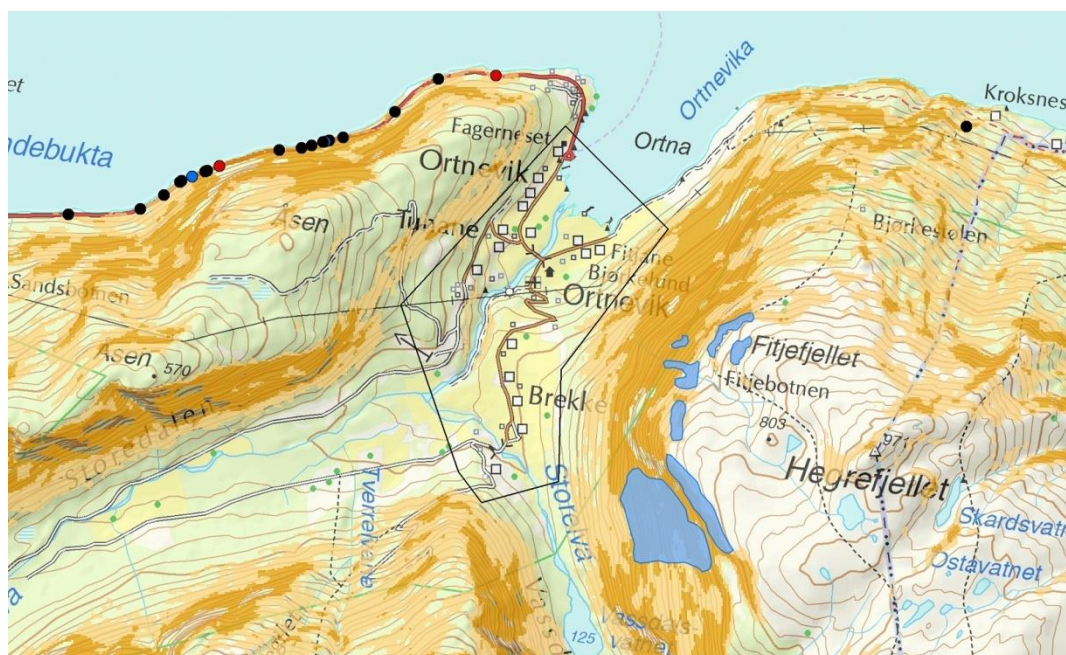


Fig. 9.3.1.1. Helningskart over område 7 (lysere oransje viser terreng $30-40^\circ$; mørkere oransje viser terreng $40-60^\circ$). Kartet viser også de mulige løsneområdene for snøskred (blå områder) samt tidligere skred fra den nasjonale skreddatabasen, hvorav ingen er innen kartleggingsområdet (røde prikker er jordskred, svarte er steinsprang, blå er snøskred).



Fig. 9.3.1.2. Ortofoto med løснеområdene øst for Ortnevik, nummerert for å gjøre henvisninger i tekst lettere. Den røde linja viser det antatte utløp av tidligere skred trolig fra løснеområdene 1 - 3, slik det tolkes fra vegetasjonsforholdene. Tegn under de andre løśnieområdene er ikke like tydelige.

9.3.2 Modelleringsarbeid

Det er gjort modellering av snøskred fra de tre største løśnieområdene ved hjelp av RAMMS. I forsøkene er det forutsatt en mobilisert snøtykkelse på 1.5 m. Dette mener vi er en rimelig forutsetning ved sjeldne skred ettersom disse løøgneområdene ligger i ganske kupert og delvis ryggformet terreng som vender mot nordvest, som alt tilsier samler relativt lite snø.

Friksjonsparametrene er beholdt slik foreslått av programprodusenten basert på forskning fra Alpene, men justert i høydeverdiene for lokale forhold.

Modelleringsresultatet (Fig. 9.3.2.1) viser at snøskred fra disse løøgneområdene kan true eksisterende bebyggelse og nå ned til kirka, flere bolighus og veien øst i kartleggingsområdet.

For de samme skredbanene har vi også beregnet skredutløp ved hjelp av alfa-beta metoden. Resultatet av den enklere topografibaserte modelleringen, dvs. α -punktet og det mer konservative " $\alpha - 1$ standardavvik" punkt, stemmer overens godt med resultater fra RAMMS og bekrefter at deler av bebyggelsen i øst kan nås av snøskred.

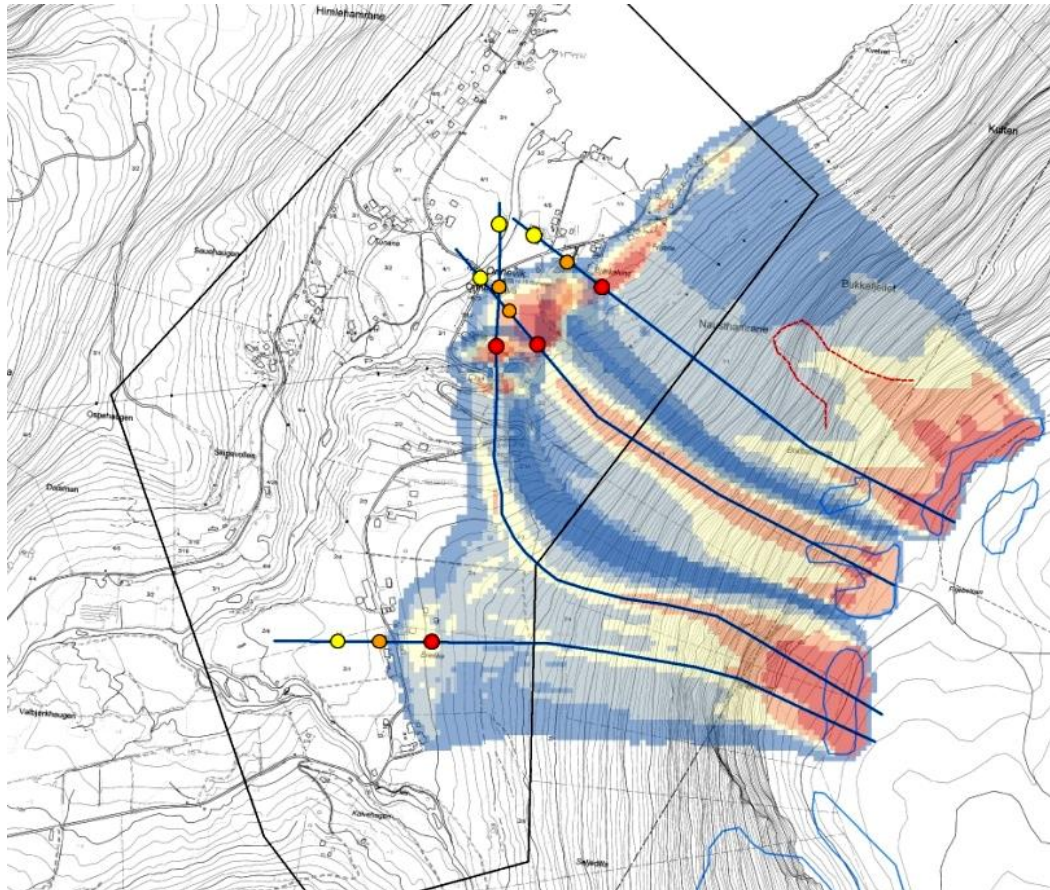


Fig. 9.3.2.1. Kart over Ortnevik med resultater av modellering i RAMMS. Fargene viser den maksimale beregnede høyden av snøskredmassene, der blå farger er $< 0,5\text{m}$ mens de oransje og røde fargene er opptil ca. 2 m. Figuren viser også resultatet av beregninger med alfa-beta metoden (røde punkt er β , oransje er den beregnede α og gult er $\alpha - 1$ standardavvik).

9.3.3 Skredfarevurderinger

Faresonekart for snøskred presenteres i kartbilag 13.

Det er flere mulige løснеområder i fjellsiden på østsiden av dalen, mellom 600 og 700 m høyde. Her ligger terrenget til rette for utløsning av skred, og de eneste usikkerhetsmomentene er rundt muligheten for akkumulasjon av tilstrekkelige snømengder og den eventuelle effekten av skogen lengre nede i skredbanen.

Fitjefjellet er en del av det større Hegrefjellet. Øverst på disse fjellene er det større slake arealer der det er naturlig å anta at store snømengder kan samles, og disse områdene vil da kunne representere kildeområder for snødrift mot de mulige løснеområdene ved sørlige og østlige vindretninger. Klimaanalysen viste at østlig vind relativt ofte er aktuell i vinterstid, både i forbindelse med nedbør og ellers.

Fjellsiden nedenfor løснеområdene er stort sett dekket av forholdsvis tett lauvskog. Skogen vil til en viss grad bremse opp skred, men antas ikke å kunne stoppe større, sjeldnere skred. Vår vurdering er derfor at snøskred under spesielt ugunstige (og sjeldne) forhold kan nærme seg og lokalt berøre bebyggelsen. I forhold til det som

modelleringsresultater (både fra RAMMS og alfa-beta metoden) tilsier, vurderer vi å kunne redusere faresonen for snøskred for den sørligste modellerte skredbanen (Brekke). Vår vurdering bygger på at løsneområdet, i tillegg til å ikke være stort (20 – 30 m høydeforskjell) ligger i veldig kupert og ryggformet terreng, der det er tvil på om snøskred i det hele tatt kan starte. I og nedenfor akkurat dette terrengpartiet er nok steinsprang et mer aktuelt faremoment.

9.4 Steinsprang og steinskred

9.4.1 Observasjoner

Vestsiden av dalen er en 200 - 250 m høy fjellside med helning i all hovedsak under 38°. Det er kun et par mindre partier som er noe brattere enn 38° og, bare små deler av disse er også brattere enn 45° (Fig. 9.4.1.1). Det ene partiet er kjent som "Himlehamrane" (Fig.9.4.1.3), mens det andre, lengre sør, ligger like ovenfor området kjent som "Sauehaugen". Begge disse relativt små terrengpartiene er 15 – 20 m høye fjellskrenter og virker som løsneområder for steinsprang i ellers bjørkeskogs dekket terreng.

Nedenfor disse to løsneområdene er det rikelig med steinblokker opptil flere kubikkmeter. Når det gjelder det sørligste løsneområdet, ligger blokkene delvis på Sauehaugen og delvis lengre nede i skogen. Utfall fra Himmelhammaren ligger helt ned til dyrket mark. Dette materialet består imidlertid delvis av moreneblokker. Det er enda større moreneblokker (flyttblokker) flere andre steder i dalen, eks. bak hyttene i skogen helt sør i kartleggingsområdet ("Kalvehagen").

Fjellsiden på østsiden av dalen er vesentlig høyere. Terrengtet er brattere enn 45° mellom ca. kote 150 og 600 i den ytre delen av dalen (området Bukkefjellet – Nausthamrane), og mellom ca. kote 300 og 600 videre sørover over resten av kartleggingsområdet. Omtrent i overgangen mellom disse to sonene er det et område kjent som "Brattskreda" (Fig.9.4.1.4), som antas å ha vært aktivt med flere typer skredprosesser (snø, jord, stein). Like sør deler dalen seg i to, hvorav kun en del av den østlige Vassdalen er omfattet av dette kartleggingsarbeidet.

Rett ovenfor den øvre hårnålsvingen på veien til Brekken, går en bekk i markert kanalisert terreng. Langs bekkeløpet er det veldig mange større steinblokker, som antas å representere rester av gamle steinskred og steinsprang, mulig ytterligere mobilisert i forbindelse med de kraftigste flommene.

Nede ved veien er det flere gårdsbruk. Øverst i det dyrkede marka ved Brekke og nabogården i sør, er det mange steinblokker med volumer fra noen få til flere hundre kubikkmeter. Gårdseiere opplyste i tillegg at mange flere i samme størrelsesklasse ble sprengt bort i den tiden det har vært jordbruk. Den aller største blokken ligger fortsatt nede ved vegen (Fig.9.4.1.5), men i motsetning til de øvrige blokkene kan denne være en flyttblokk, dvs. isbretransportert.

Det er for øvrig mye antatt steinsprangmateriale de fleste steder i skogen på den østlige dalsiden helt til den nedre skogsgrensen på ca. kote 50.

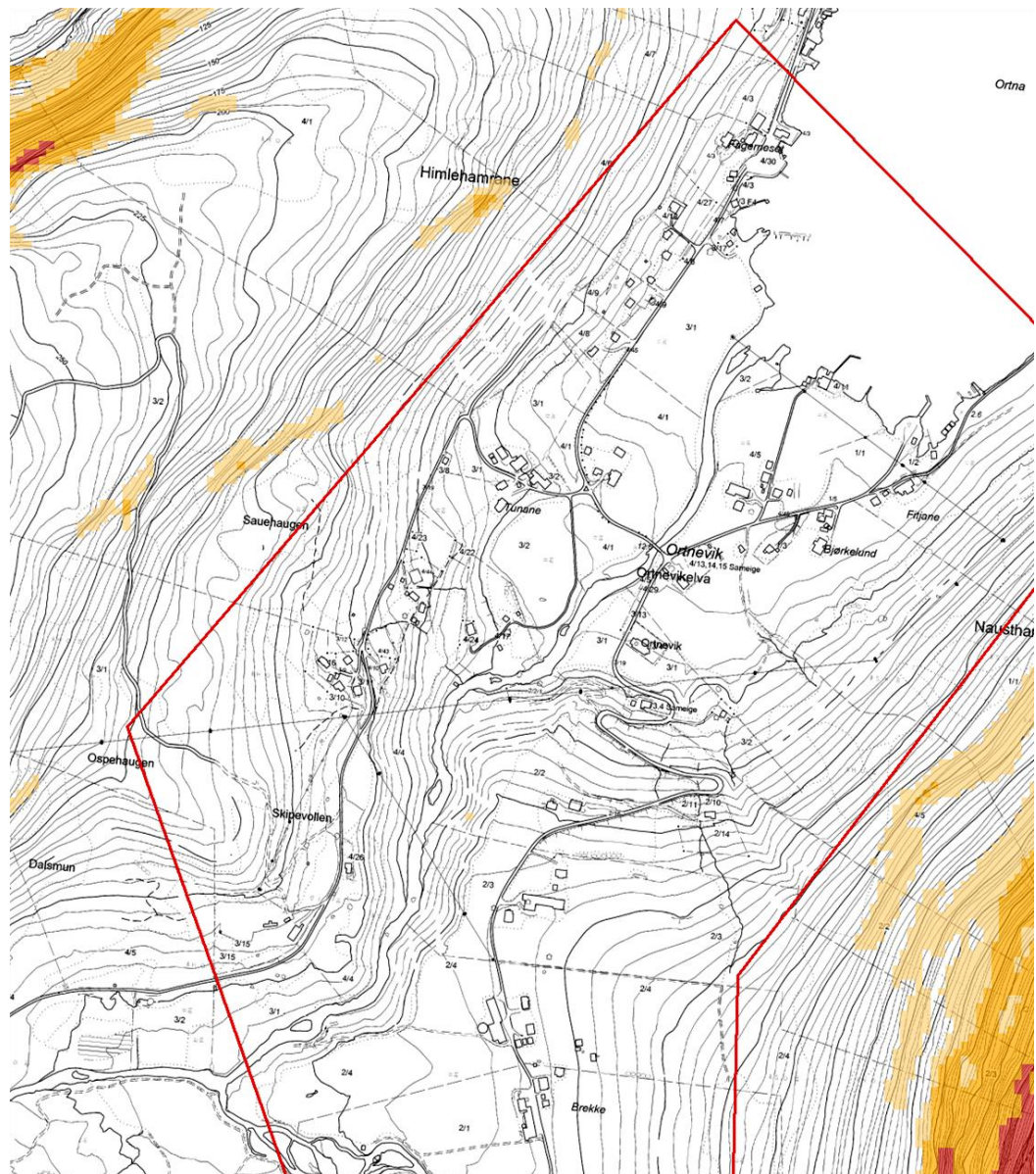


Fig. 9.4.1.1. Helningskart over vestsiden av Ornevik med potensielle løснеområder for steinsprang (lys oransje er terreng på 38-45°, mørkere oransje er 45-60°, rødt brattere enn 60°).

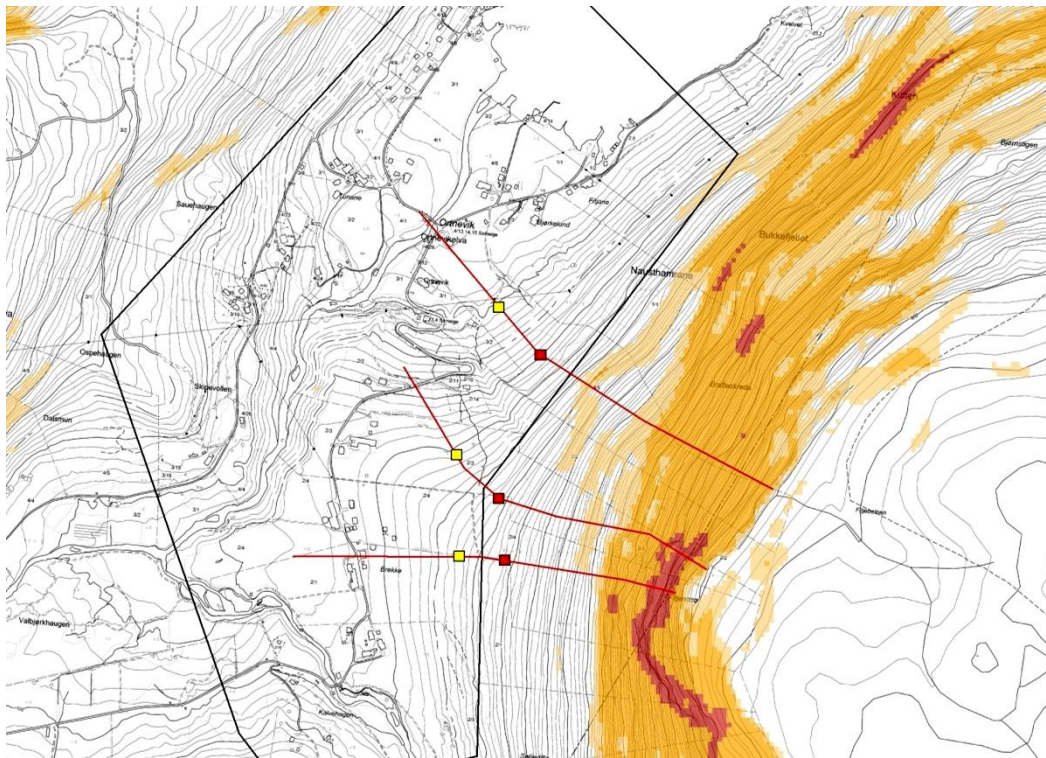


Fig. 9.4.1.2. Helningskart over østsiden av Ortnevik med potensielle løsneområder for steinsprang (lys oransje er terreng på 38-45°, mørkere oransje er 45-60°, rødt brattere enn 60°).. De røde linjene er terrengsnittene der det er utført utløpsberegning med alfa-beta metoden, der røde firkanter er β -punktet (23° helning) og de gule er det beregnede α -punktet (utløp).



Fig. 9.4.1.3. Del av fjellsiden i vest, med løsneområdet Himlehamrane.



Fig. 9.4.1.4. Del av fjellsiden i øst, med området Brattskreda rett til venstre for fossen.



Fig. 9.4.1.5. Området ved Brekke (og like sør for det), med større steinblokker markert i rødt. Den aller størst er skjult bak treet i den mindre røde sirkelen.

9.4.2 Modelleringsarbeid

Det er utført enkel modellering av utløpet for steinsprang ved å bruke den topografiske - statistiske alfa-beta metoden. Fig. 9.4.1.2 viser terrengsnittene der dette er utført og den beregnede rekkevidden for stein fra de utvalgte skrentene. Topografien er relativt lik langs hele fjellsiden, derfor mener vi at disse snittene er representative for hele området.

Modellering som er rent empirisk og basert på topografien, viser at stein ikke bør kunne nå bebyggelsen.

9.4.3 Skredfarevurderinger

Faresonekart for steinsprang presenteres i kartbilag 14.

På vestsiden av Ortnevik vurderer vi at 3 hus nedenfor Himlehamrane ligger rett innenfor faresone for skade med nominell årlig sannsynlighet på 1/1000. Dette er hovedsakelig basert på observasjon av mye antatt rasmateriale i de aktuelle tomtene og statistiske betraktninger rundt gjentakintervallet for slikt utfall.

På østsiden er det vesentlig større potensial for steinsprang og steinskred, med flere markerte løsneområder. Enkle teoretiske beregninger viser at bebyggelsen ikke er innenfor rekkevidde av stein, men her er det mye materiale som i løpet av tiden har forsert den skogsdekkede ura og er kommet ut i det som nå er dyrket mark. Størrelsen på blokkene er betydelig, og dette kan trolig forklare utløp godt over det som den empiriske modellen tilsier (modellen er basert på ca. 120 steinspranghendelser, men trolig ikke mange av samme størrelse som de største blokkene registrert her). Likevel, vurderer vi at de aller største blokkene (spesielt den i den mindre sirkelen i fig. 9.4.1.5) representerer hendelser med større gjentakintervall enn 5.000 år. Vi vurderer derfor ikke at eksisterende bygg er mer utsatt for steinsprang enn det er akseptabelt i lys av gjeldende sikkerhetskrav (med unntak at huset ved den øverste hårnålsvingen på vegen til Brekke). Faresonene vi foreslår, vil imidlertid ha noen implikasjoner for bruken av arealene ovenfor bebyggelse (de arealene som i dag er dyrket mark).

9.5 Jordskred og flom-/sørpeskred

9.5.1 Observasjoner

Et ferskt, mindre flomskred, sannsynligvis fra 2013, startet i ei skjæring like over et bolighus ved øvre hårnålsving på veien mot Brekke, se Fig.10.5.1.1. Huset var ikke truet, men finstoff ble fraktet mot sokkelinngangen. Vannet ser ut til å ha fulgt en gravd kanal fra ravinen/bekkeløpet noe lengre mot NØ.



Fig. 9.5.1.1. Bekkeerosjon med materialtransport nært, og til dels inni sokkelen til et bolighus ved øvre hårnålsving på veien mot Brekke. Denne hendelsen skyldes menneskelig inngrep: Det var gravd en kanal fra bekkeløpet retning huset. Foto: Terje H. Bargel.

Morenemateriale dominerer i den nedre del av dalsiden, til tross for at kvartærkartet viser elveavsetninger langt oppover lia. Elveavsetninger finnes på slettene i dalbunnen i de oppdyrkete deler over flatmarka, sannsynligvis med marine avsetninger under. Skredmateriale fra eldre skredhendelser finnes i form av enkelte forhøyninger utenfor flere mindre godt markerte raviner/kanaler i den nedre del av dalsida der det ligger brede, skrånende partier langs skråningsfoten, se Fig. 9.5.1.2.

Langs foten av dalsiden i øst, i skråninga fra elva til bryggene er det spor etter mindre skredhendelser som løsmasseakkumulasjoner med enkelte bekkeskjæringer, f.eks. langs foten av Nausthamrane. Noen mindre bekker finnes også i dalsiden som anført på Fig. 9.5.1.5. Alle disse er ført i rør gjennom dyrkamarka.

Lia under Fitjefjellet er svært bratt i øvre del, der det ikke finnes løsmasser. Mulige skred her er snø, stein, is, sørpe og vann.

I nedre del av skråningen, der skogen over dyrkamarka ligger, er det store mengder stein og blokk, enkelte riktig store, etter steinsprang. Nedenfor denne linja er bare enkelte store blokker som taler for konklusjonen at nedre del av lia over slettene er ryddet for stein og blokk ut fra dyrkingsformål.



Fig. 9.5.1.2. Østre bebyggelse i Ortnevika med (oppdyrket) morene og skredmateriale i skråningsfoten under den bratte dalsiden til høyre. Vi ser også flere raviner her, noe som viser de tydeligste skredløpene. Modellerte aktsomhetssoner ligger svært nær bebyggelsen i dette området, husene midt i bildet. Foto: Terje H. Bargel.



Fig. 9.5.1.3. Skråningsfoten under Nausthamrane består av morene med spor etter svak kanalisering etter vann- og skredaktivitet. I skogen ligger tallrike blokker som kan være morenestein eller skredblokker. Foto: Terje H. Bargel.



Fig. 9.5.1.4. Skredbaner i østre dalside i Ortnevika, A-A og B-B. A-B-C på dyrkamarka viser skredavsetninger med enkelte skredspor. (Norgebilder.no).

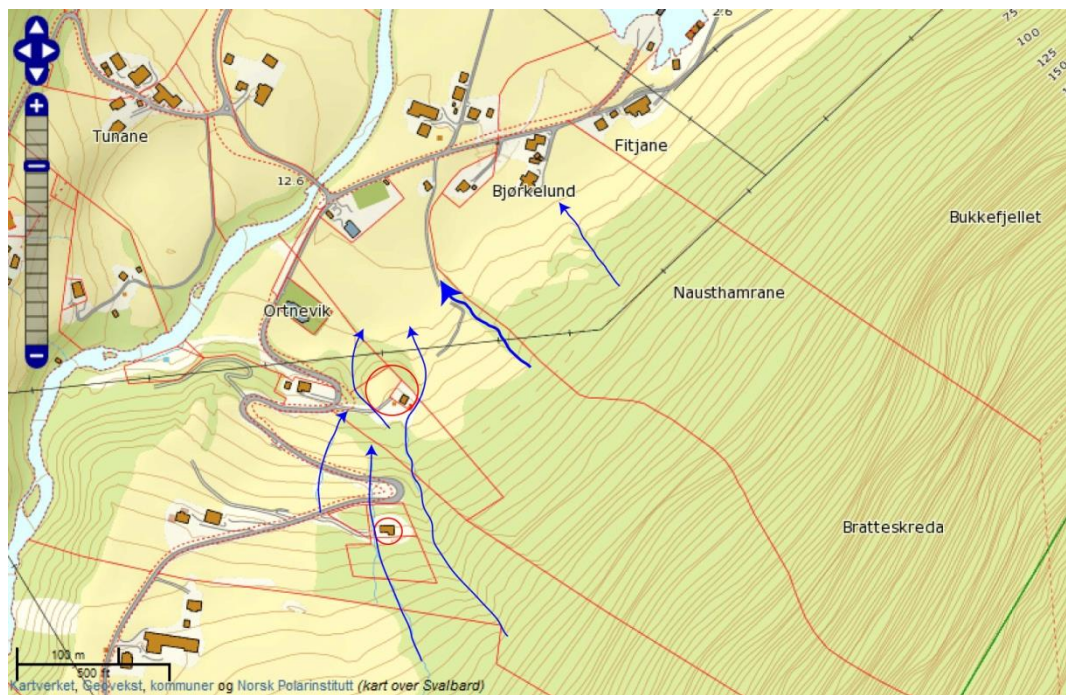


Fig. 9.5.1.5. Kart over Ortnevik som dekker omtrent samme område som Fig. 9.5.1.4. Liten rød sirkel nede til venstre viser bolighus som ble rammet av en massestrøm i 2013, som vist på Fig. 9.5.1.1. Stor rød sirkel viser terrassen med bolighus og flere større blokker. Disse to husene kan være utsatt i forbindelse med 1000-års nedbør. De blå pilene viser aktive bekker eller spor etter relativt fersk drenering. Tykk pil viser den største bekken fra Bratteskreda (observasjoner 22.04.2014). (Norgeskart.no).

9.5.2 Modelleringsarbeid

En rekke potensielle skredløp er modellert langs begge dalløp. Gårdene Bjørkelund og Fitjane nær fjorden på østsiden ligger innenfor modellert utløpssone, se Fig.9.5.2.1.



Fig. 9.5.2.1 Aktsomhetskart for jordskred, Ortnevik. NGU.

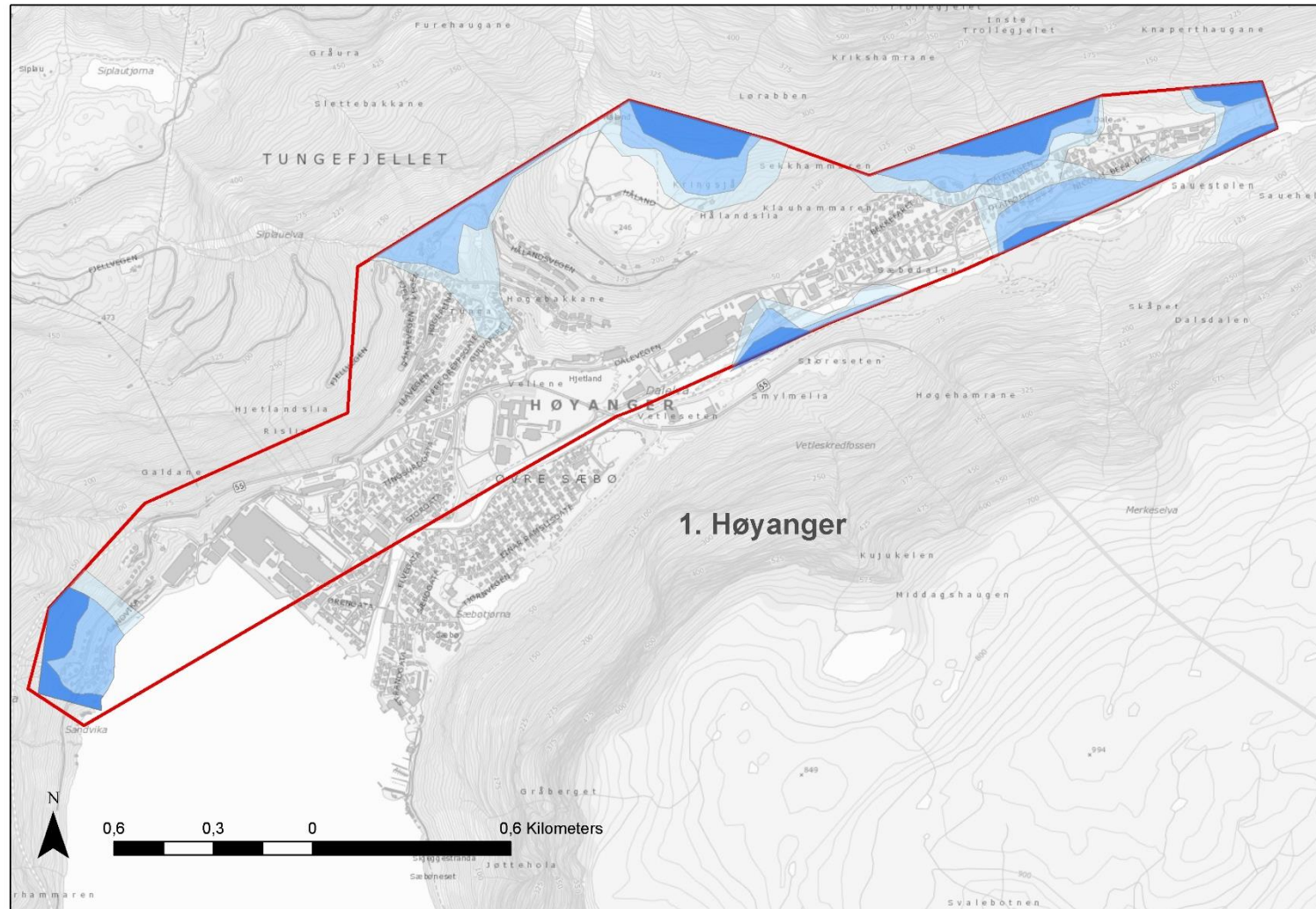
9.5.3 Skredfarevurdering

Faresonekart for jordskred presenteres i kartbilag 15.

To bolighus i skråningen omkring kirka kan være utsatt ved evt. 1000 og 5000-årsskred. Som allerede demonstrert er den østlige dalsiden over Ortnevik skredutsatt og flere 1000-årssoner som følger eldre raviner er derfor anført her. Disse er markert et stykke ut på flatmarka bak boligene, men et 1000-årsskred vil sannsynligvis ikke nå disse.

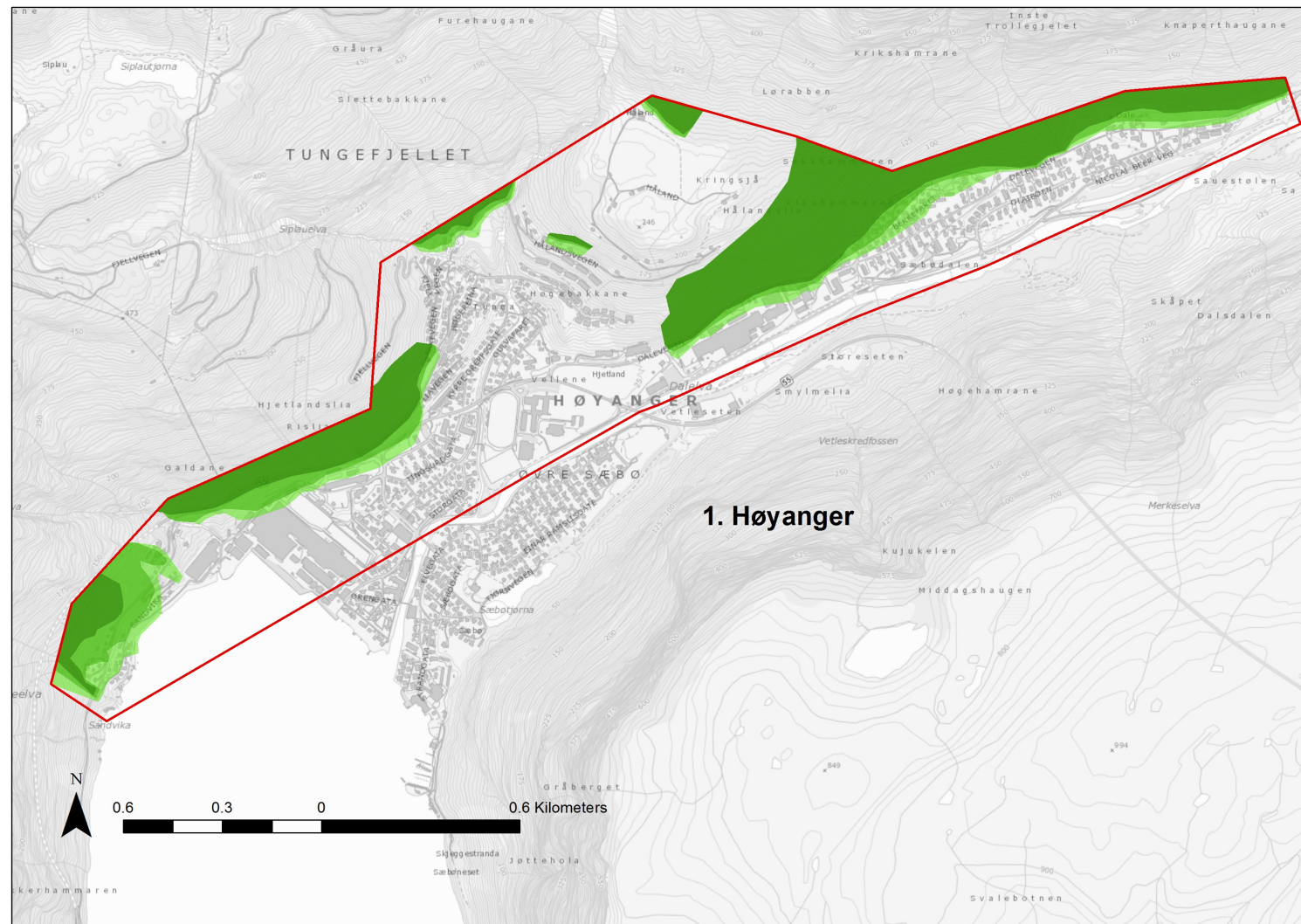
I den vestlige dalsiden er det antatt at evt. 1000 og 5000-årsskred vil kunne nå boligene nord for Skipevollen.

10 Kartbilag

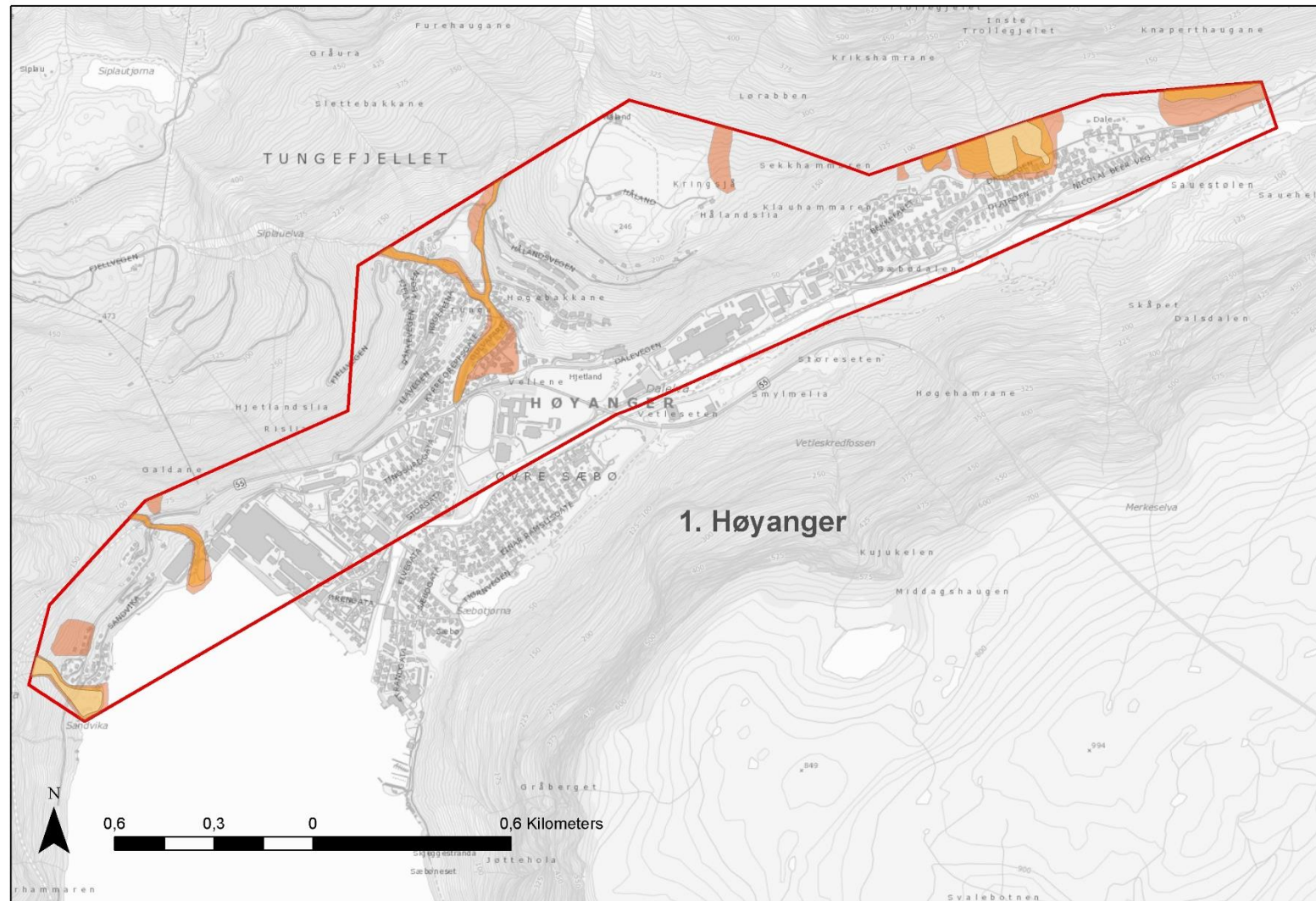


Kartbilag 1. Faresoner for snøskred i Høyanger (mørkest farge er 100 års skred, middels er 1000 års skred, lysest farge er 5000 års skred)

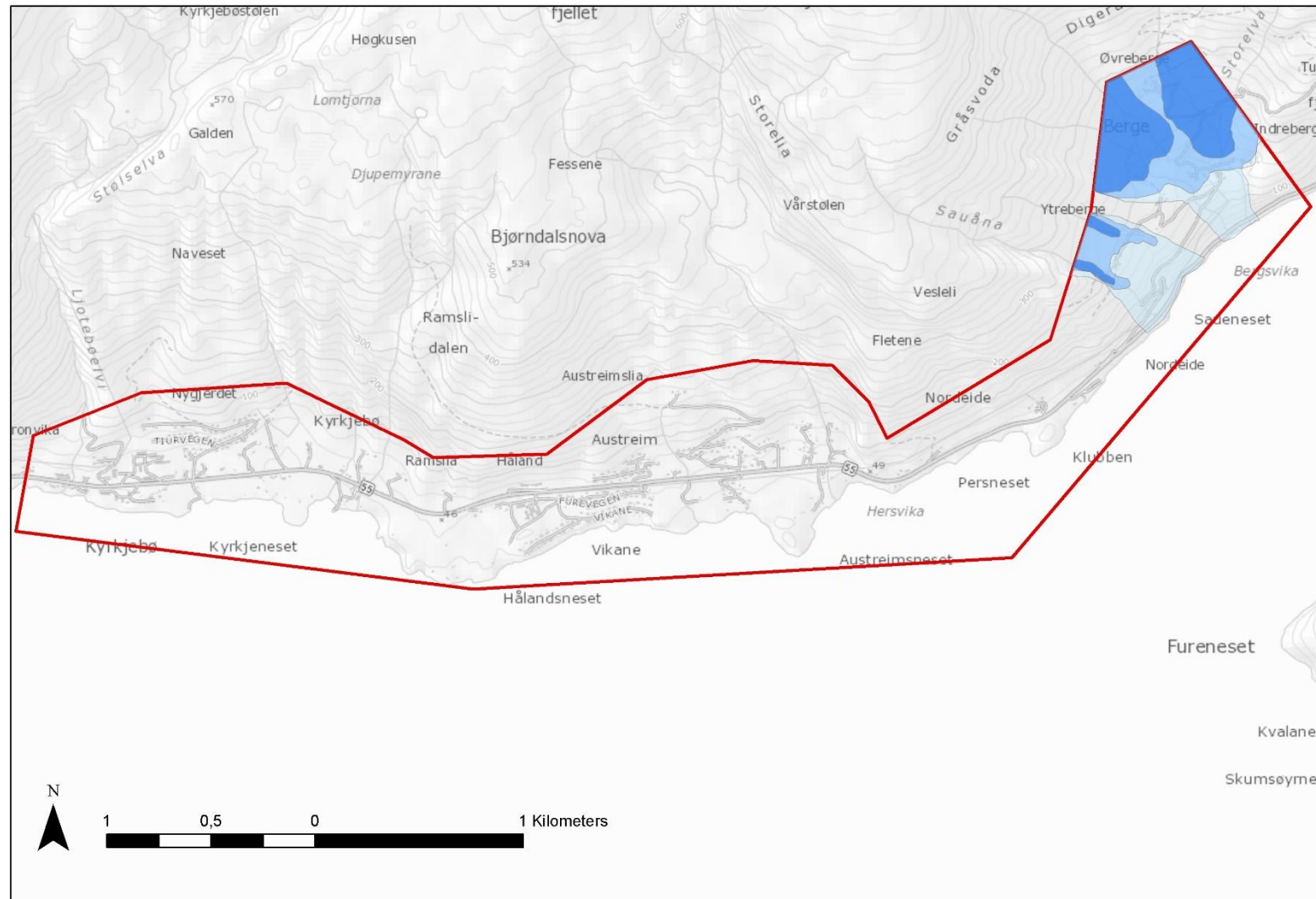
27.06.2014 14:50



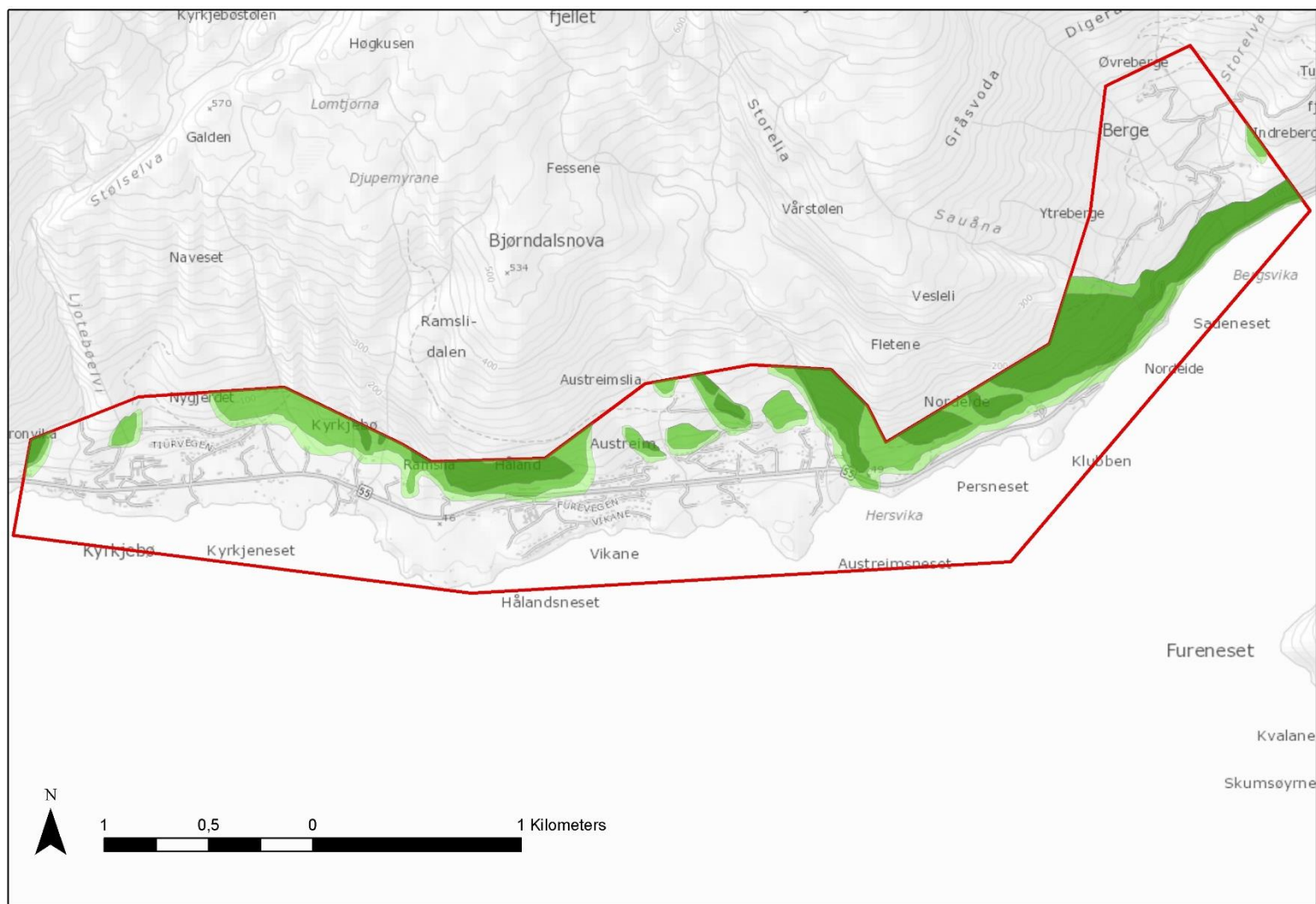
Kartbilag 2. Faresoner for steinsprang i Høyanger (mørkest farge er 100 års skred, middels er 1000 års skred, lysest farge er 5000 års skred)



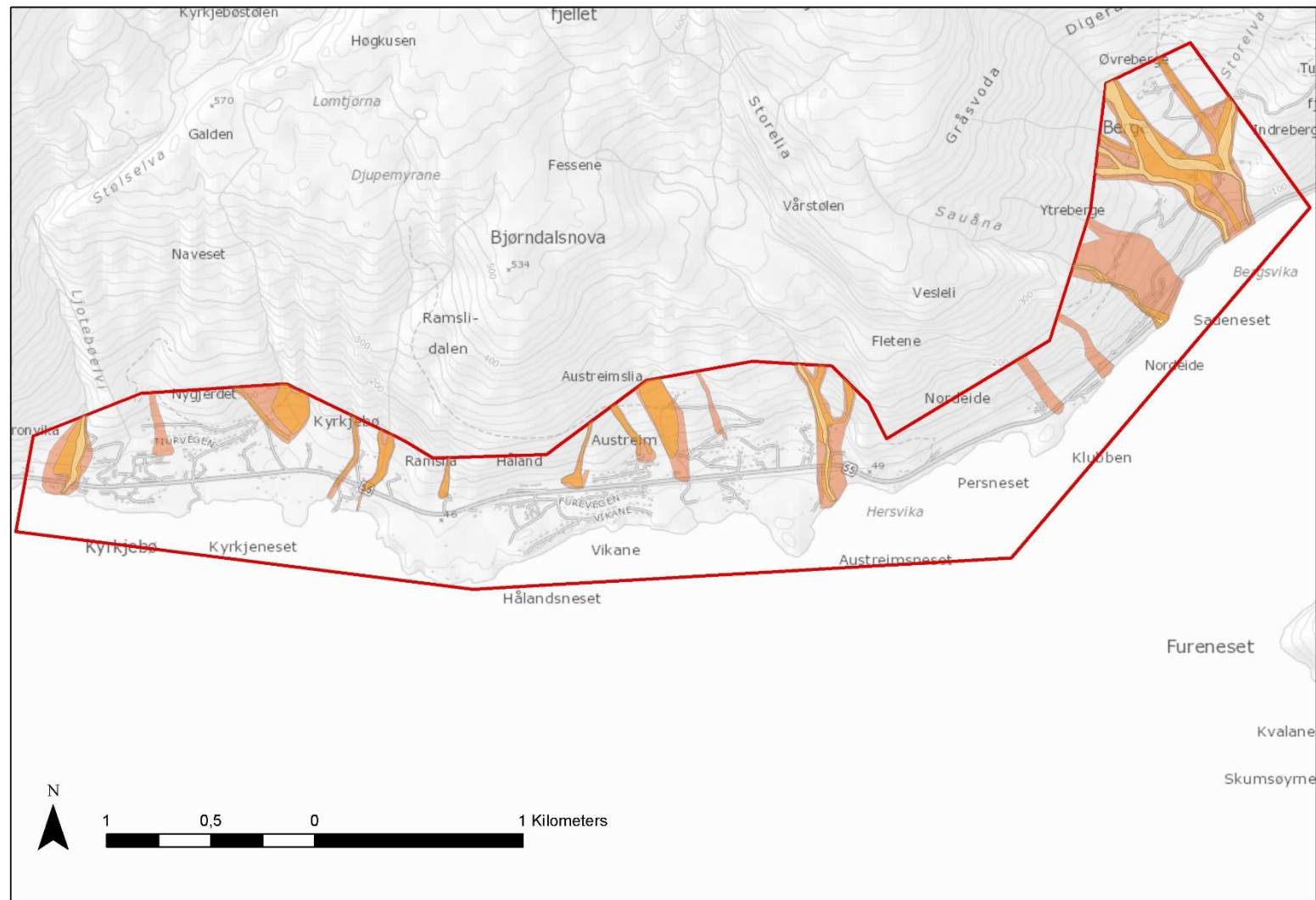
Kartbilag 3. Faresoner for jordskred i Høyanger (mørkest farge er 100 års skred, middels er 1000 års skred, lysest farge er 5000 års skred)



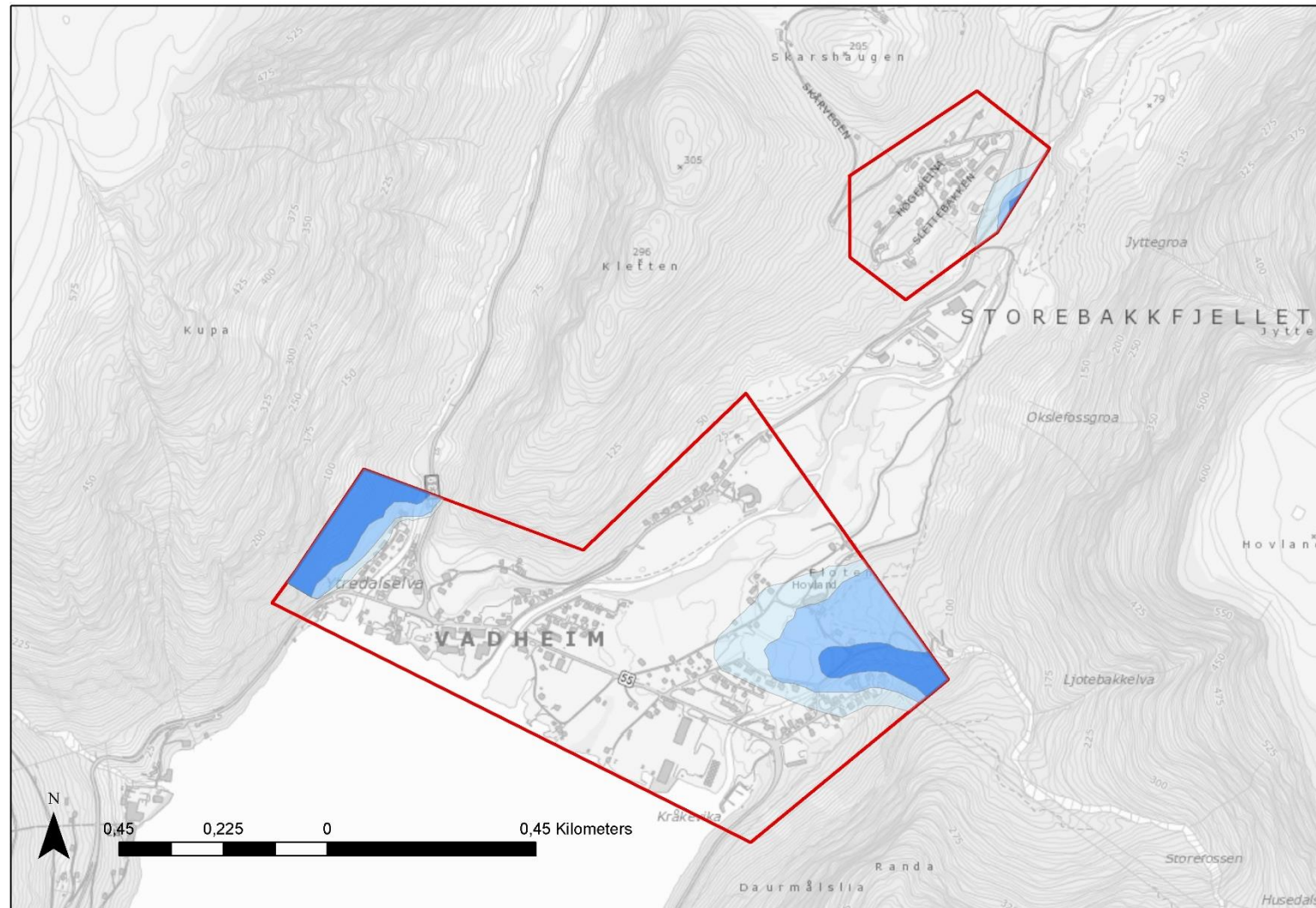
Kartbilag 4. Faresoner for snøskred ved Kyrkjebø - Berge (mørkest farge er 100 års skred, middels er 1000 års skred, lysest farge er 5000 års skred)



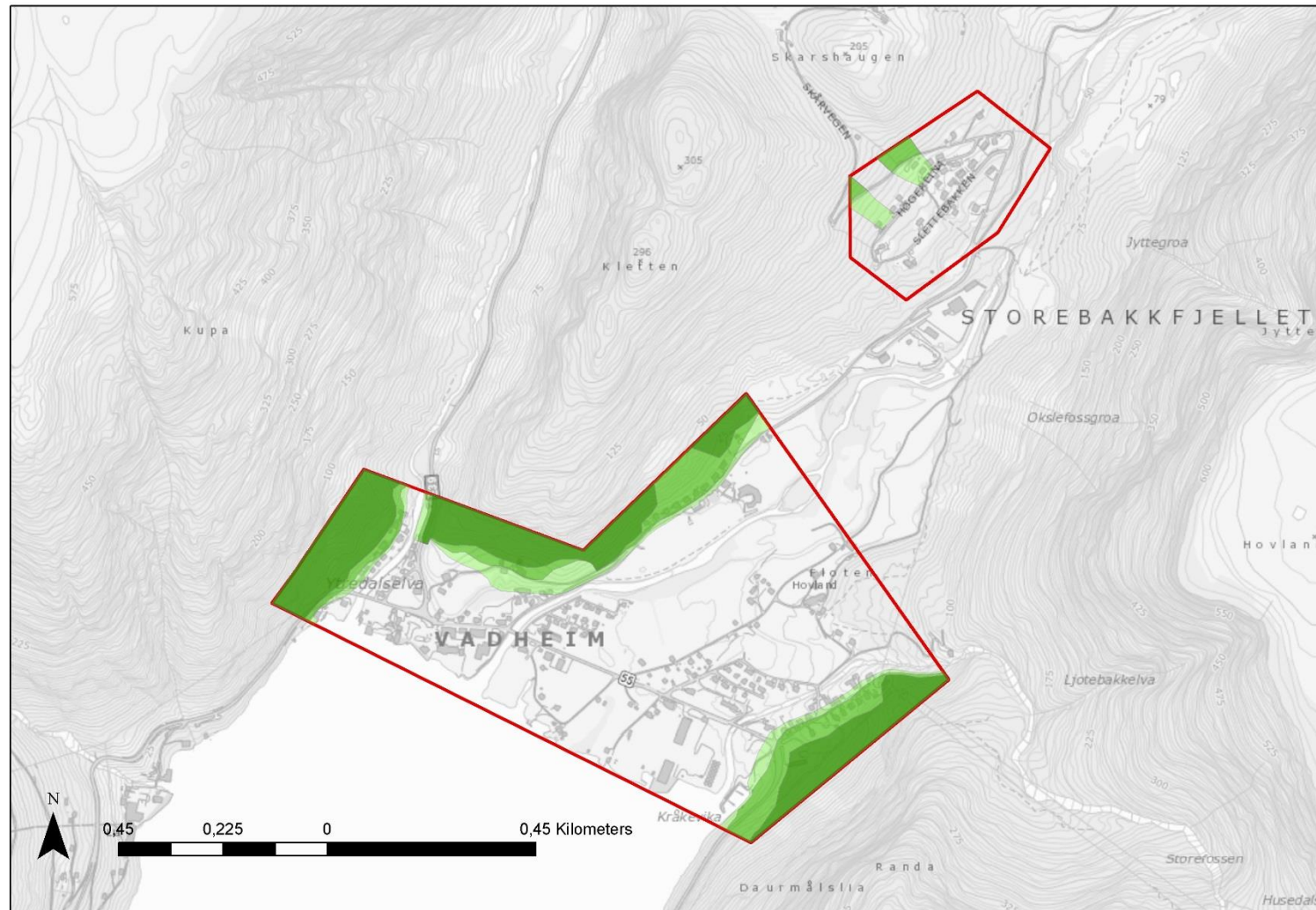
Kartbilag 5. Faresoner for steinsprang ved Kyrkjebø - Berge (mørkest farge er 100 års skred, middels er 1000 års skred, lysest farge er 5000 års skred)



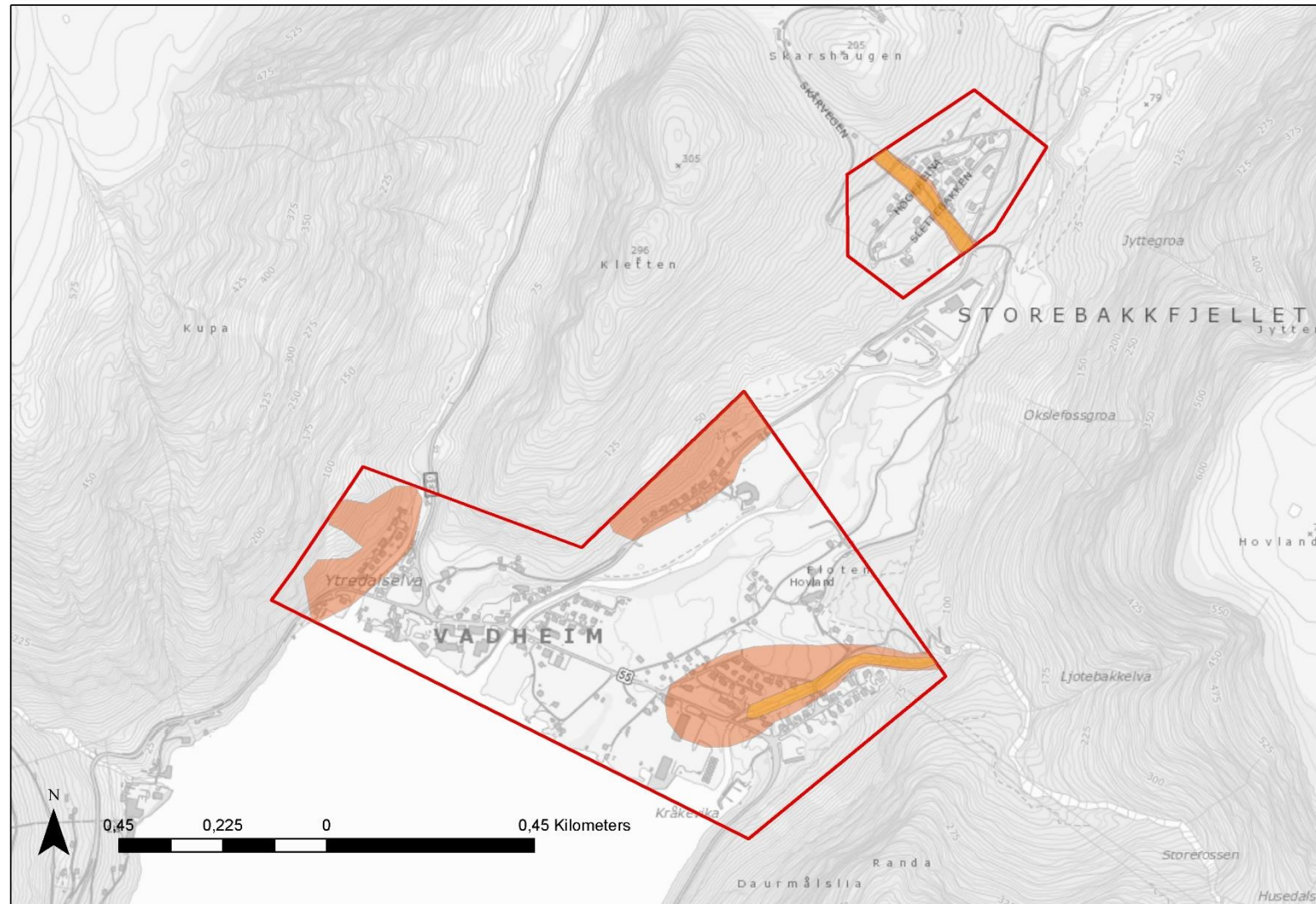
Kartbilag 6. Faresoner for jordskred ved Kyrkjebø - Berge (mørkest farge er 100 års skred, middels er 1000 års skred, lysest farge er 5000 års skred)



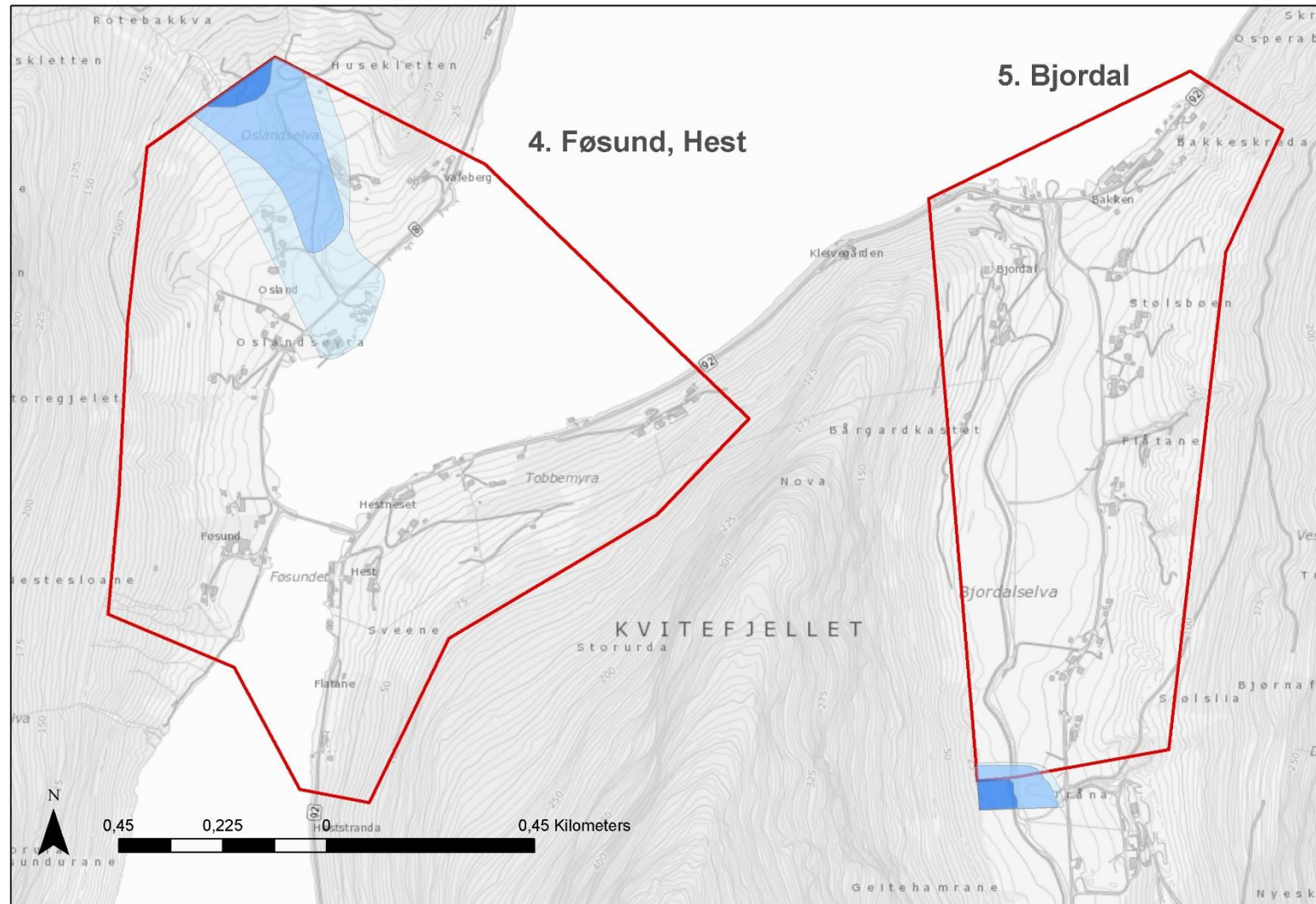
Kartbilag 7. Faresoner for snøskred i Vadheim (mørkest farge er 100 års skred, middels er 1000 års skred, lysest farge er 5000 års skred)

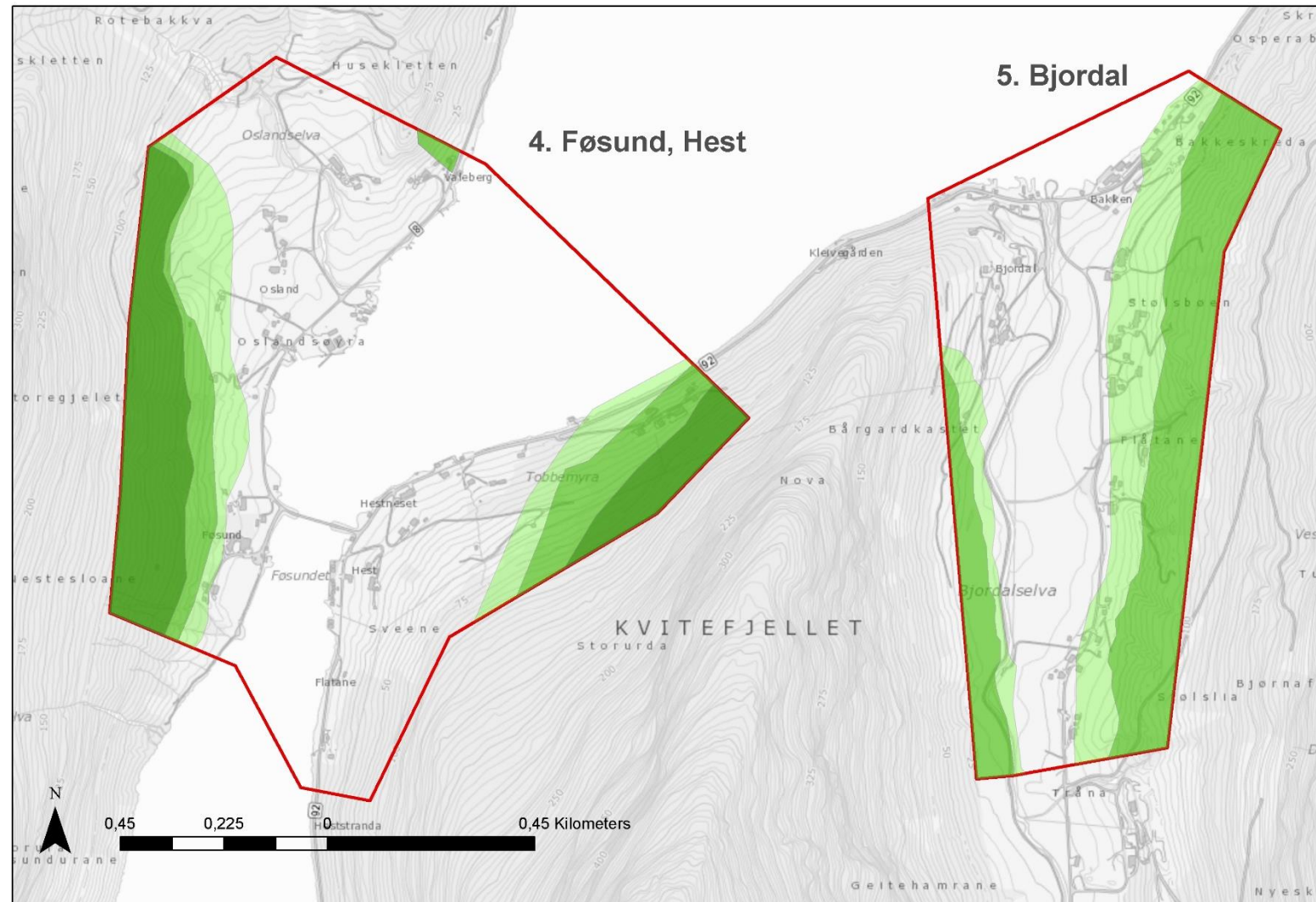


Kartbilag 8. Faresoner for steinsprang i Vadheim (mørkest farge er 100 års skred, middels er 1000 års skred, lysest farge er 5000 års skred)

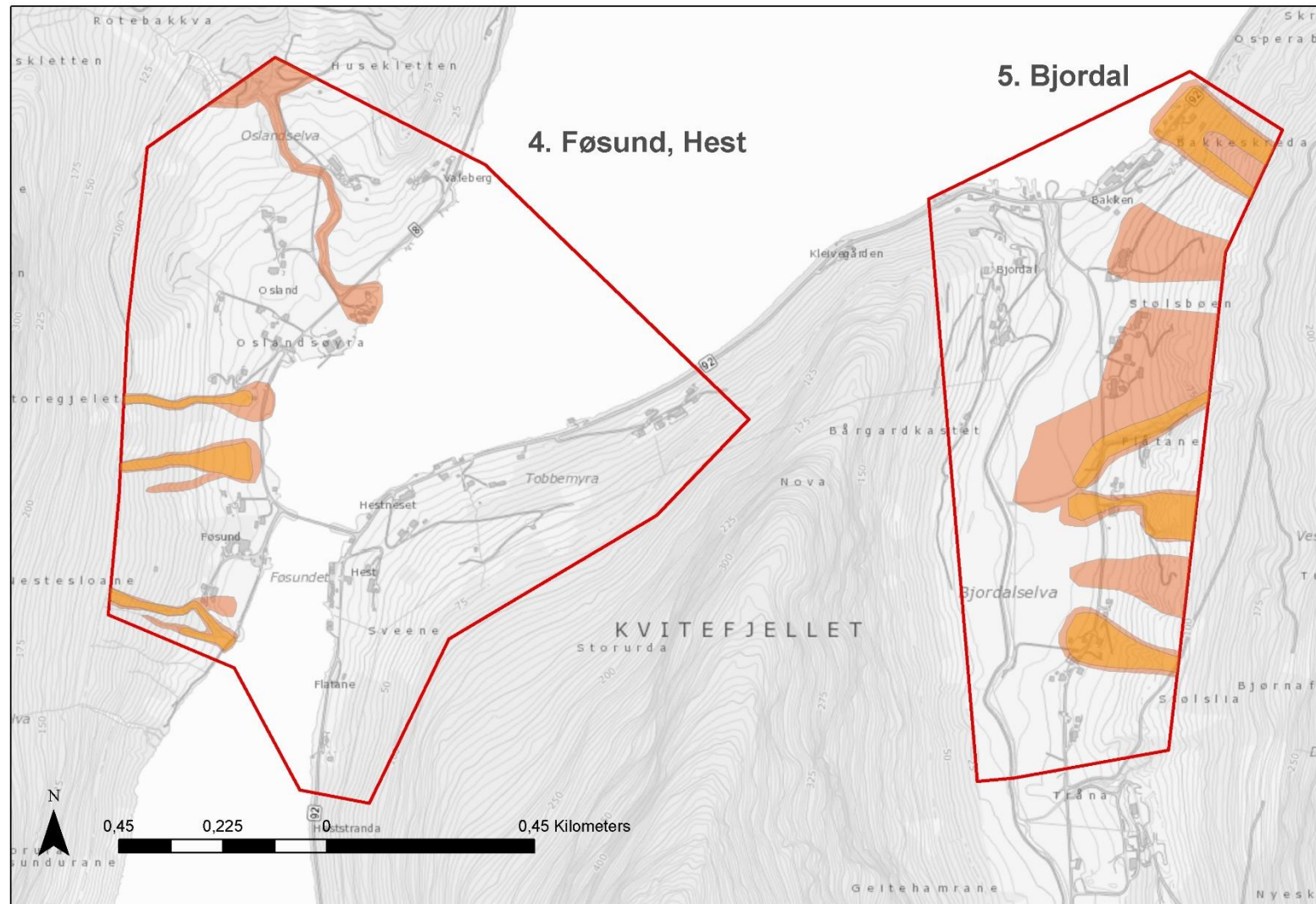


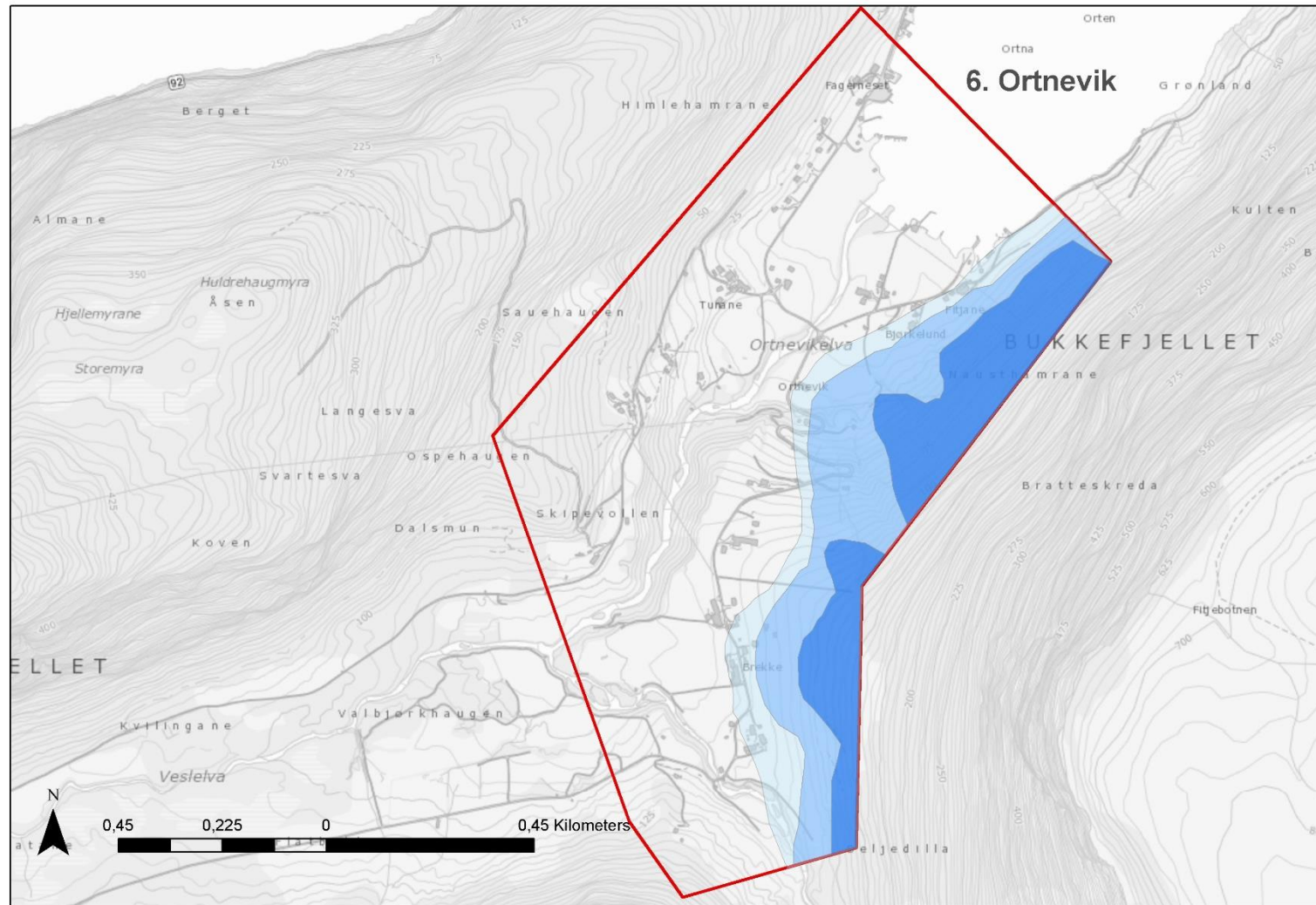
Kartbilag 9. Faresoner for jordskred i Vadheim (mørkest farge er 100 års skred, middels er 1000 års skred, lysest farge er 5000 års skred)



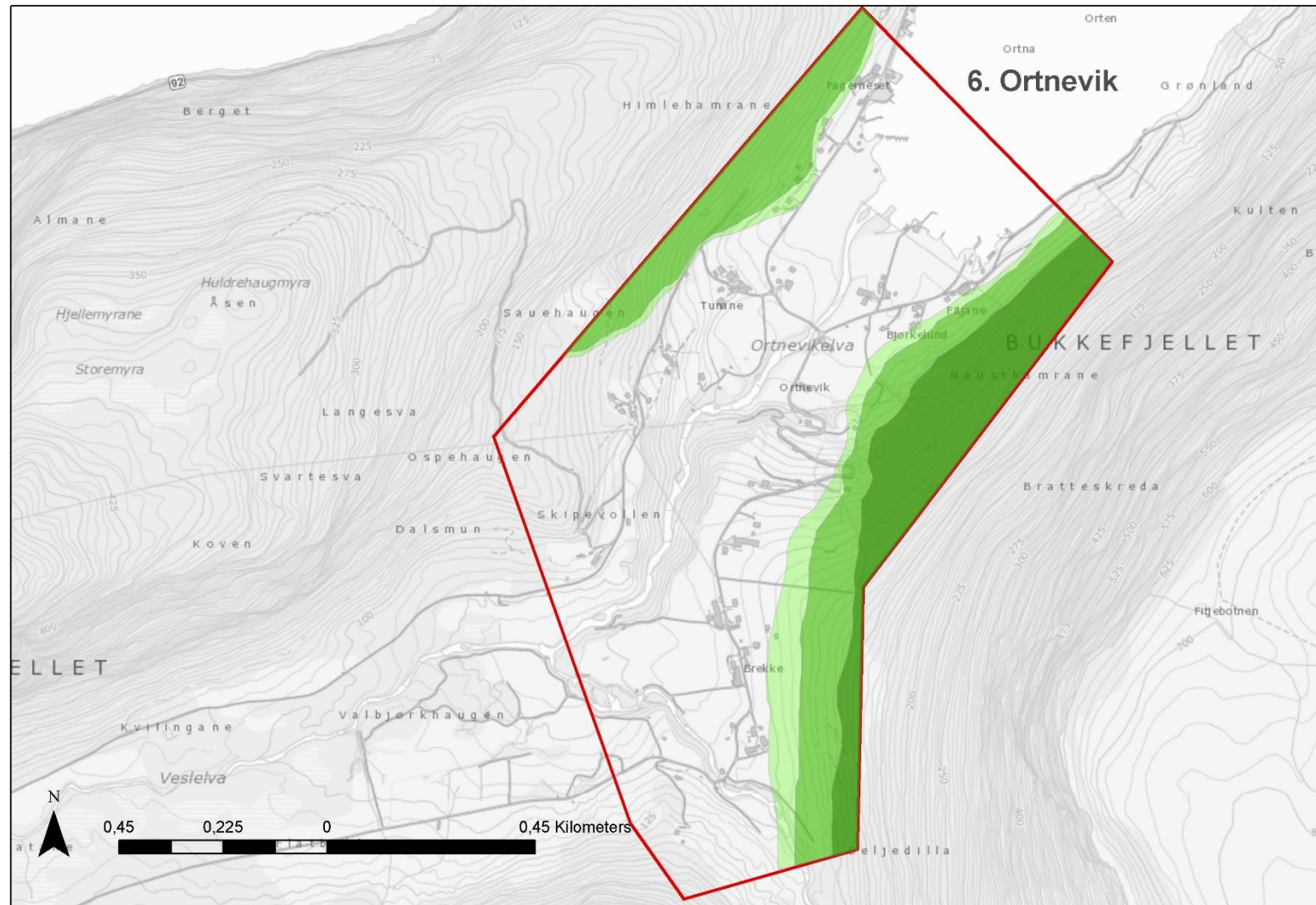


Kartbilag 11. Faresoner steinsprang i områdene Føsund – Hest og Bjordal (mørkest farge 100 års skred, middels 1000 års skred, lysest 5000 års skred)

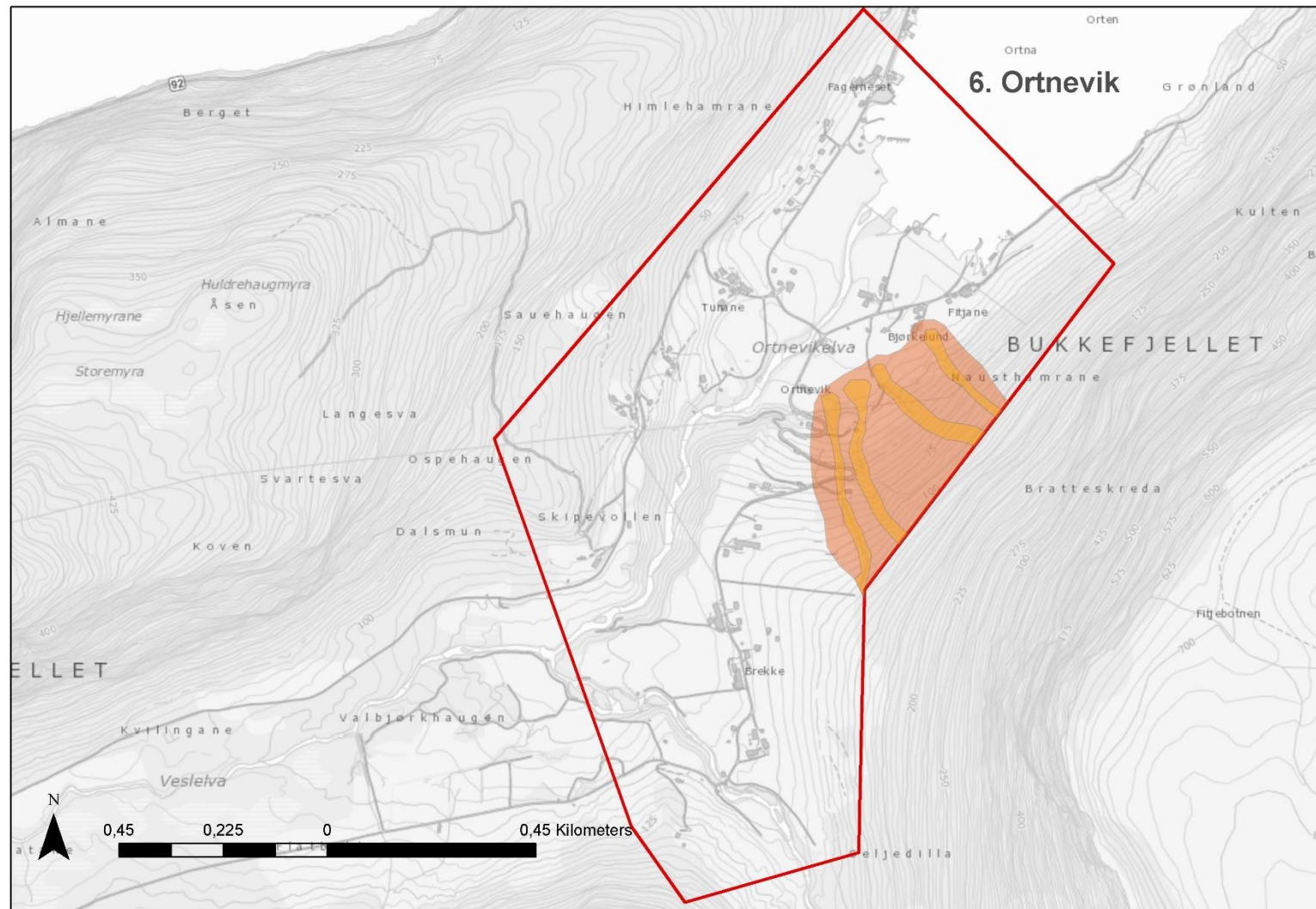




Kartbilag 13. Faresoner for snøskred i Ortnevik (mørkest farge 100 års skred, middels 1000 års skred, lysest 5000 års skred)



Kartbilag 14. Faresoner for steinsprang i Ortnevik (mørkest farge 100 års skred, middels 1000 års skred, lysest 5000 års skred)



Kartbilag 15. Faresoner for jordskred i Ortnevik (mørkest farge 100 års skred, middels 1000 års skred, lysest 5000 års skred)



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 09575
Internett: www.nve.no