



# Rapport / Report

**Flåm sentrum nord for Flåmselvi og øst  
for fotballbanen.**

**Skredfarevurdering med  
sikringsforslag**

20120056-00-1-R  
18. april 2012

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

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

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

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



## Prosjekt

Prosjekt: Flåm sentrum nord for Flåmselvi og øst for fotballbanen.  
Dokumentnr.: 20120056-00-1-R  
Dokumenttittel: Skredfarevurdering med sikringsforslag  
Dato: 18. april 2012

Hovedkontor:  
Pb. 3930 Ullevål Stadion  
0806 Oslo

Avd Trondheim:  
Pb. 1230 Pircenteret  
7462 Trondheim

T 22 02 30 00  
F 22 23 04 48

Kontonr 5096 05 01281  
Org. nr 958 254 318 MVA

[ngi@ngi.no](mailto:ngi@ngi.no)  
[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

## Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Aurland kommune  
Oppdragsgivers  
kontaktperson:  
Kontraktreferanse:

## For NGI

Prosjektleder: Ulrik Domaas  
Utarbeidet av: Ulrik Domaas  
Kontrollert av: Peter Gauer

## Sammendrag

Boligfeltet i Flåm er utsatt for steinsprang, flomskred, sørpeskred, våtsnøskred og flomvann. Boligfeltet og planlagt bebyggelse ligger mer utsatt til for skred enn kravet til sikkerhet gitt i Plan- og bygningslovens Tekniske forskrift TEK 10 §7.3 Flomskred er etter vår vurdering den dominerende faretypen for boligfeltet og som det er viktigst å sikre mot. Terrenget ovenfor boligfeltet er bratt i østlig del og kan gi noen utfordringer med hensyn til plassbehov for sikringsløsningen. Boligfeltet kan gis betydelig bedret sikkerhet med et fanggjerd eventuel en fangvoll. Vi ser for oss et tiltak som er 5 – 6 m høyt avhengig av løsning. Sikring bygd som en fangvoll eller en kombinasjon med fangvoll og fanggjerd kan koste anslagsvis 5 – 7 mill NOK.

# Innhold



Dokumentnr.: 20120056-00-1-R  
Dato: 2012-04-18  
Side: 4

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Beskrivelse av boligfeltets beliggenhet og skredproblem</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Værforhold</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>Steinsprang</b>	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>Flomskred</b>	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>Sørpeskred og våtsnøskred</b>	<b>15</b>
<b>7</b>	<b>Skredfare relatert Plan og bygningsloven</b>	<b>16</b>
	7.1 Returperiode for steinsprang	16
	7.2 Returperiode for flomskred	16
	7.3 Samlet skredfarenivå for det enkelte hus i boligfeltet i Flåm	16
<b>8</b>	<b>Forslag til sikringstiltak med prisestimat</b>	<b>17</b>
	8.1 Alternativ 1. Fanggjerd på en liten fangvoll	18
	8.2 Alternativ 2. Fangvoll	18
	8.3 Oppsummering	18

**Kontroll- og referanseside**

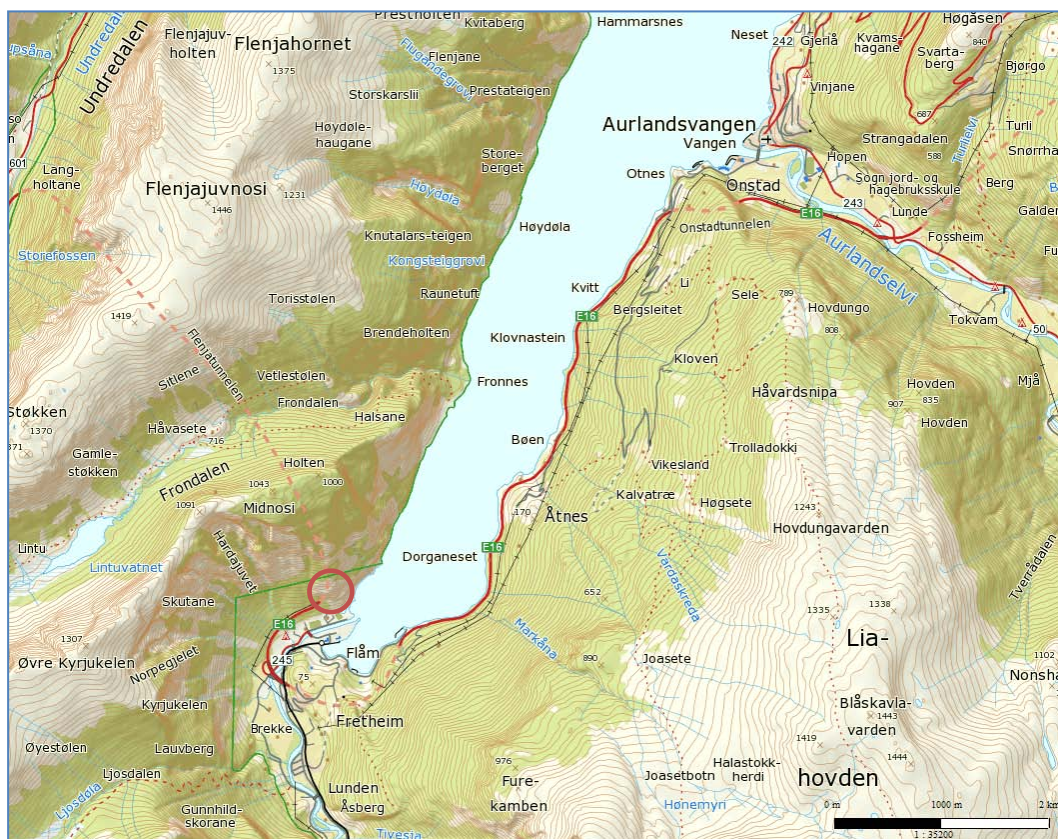
## 1 Innledning

Aurland kommune ønsker en samlet vurdering av skredfare for et mindre boligfelt i Flåm, nord for Flåmselvi og øst for fotballbanen (Figur 1 og 2). I området er det fradelt en tomt som ønskes bebygd og det er i alt fem eksisterende boliger på feltet. Ettersom feltet ligger tett inntil foten av en høy bratt fjellside har kommunen en forståelse av at det kan være skredfare for området og det derfor er ønskelig med et forslag til sikring av bebyggelsen.

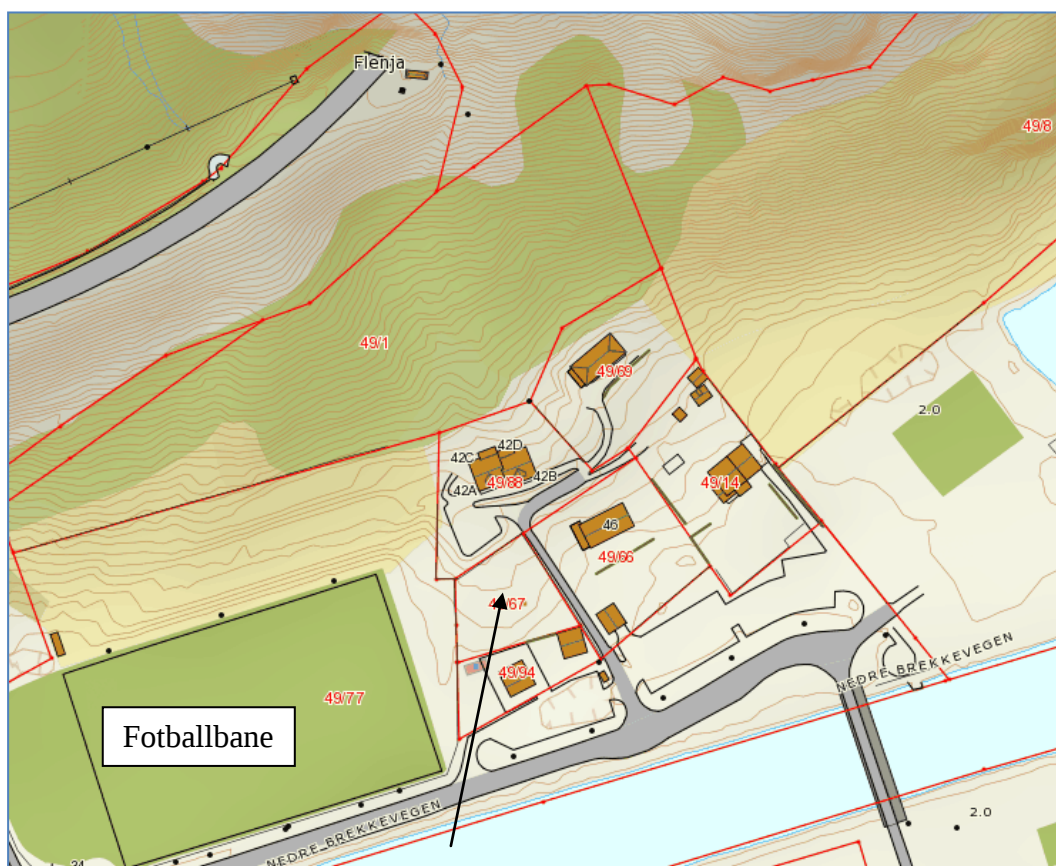
Området ble synfart 24.1.2012 for å få en oversikt over problemstillingen knyttet til skred. For området er det særlig steinsprang og flomskred som er dominerende. Med på befaringen var B. S. Rosenvold, Aurland kommune, Sigurd Høisæth, som representant for eier av fradelt tomt, og U. Domaas, NGI.

Til side for det aktuelle området er det tidligere utført en farevurdering (rapport 20081045) for Flåm Camping der følgende hendelser er notert:

”Steinsprang har ved et par tilfeller nådd ned i området nord for Hokjen gård. En stein nådde midt ut på fotballbanen nord for Flåmselvi ca. 1970, en steinblokk stanset i nordøstre hjørne av fotballbanen i 1992, og en stanset ovenfor gården Hokjen eller like nord for tomt Gnr/Bnr.: 49/2 i 2008. En del steinblokker ble observert ovenfor EV 16 nord og nordvest for gården.”



Figur 1. Boligfeltet ligger i Flåm og er markert med rød ring.



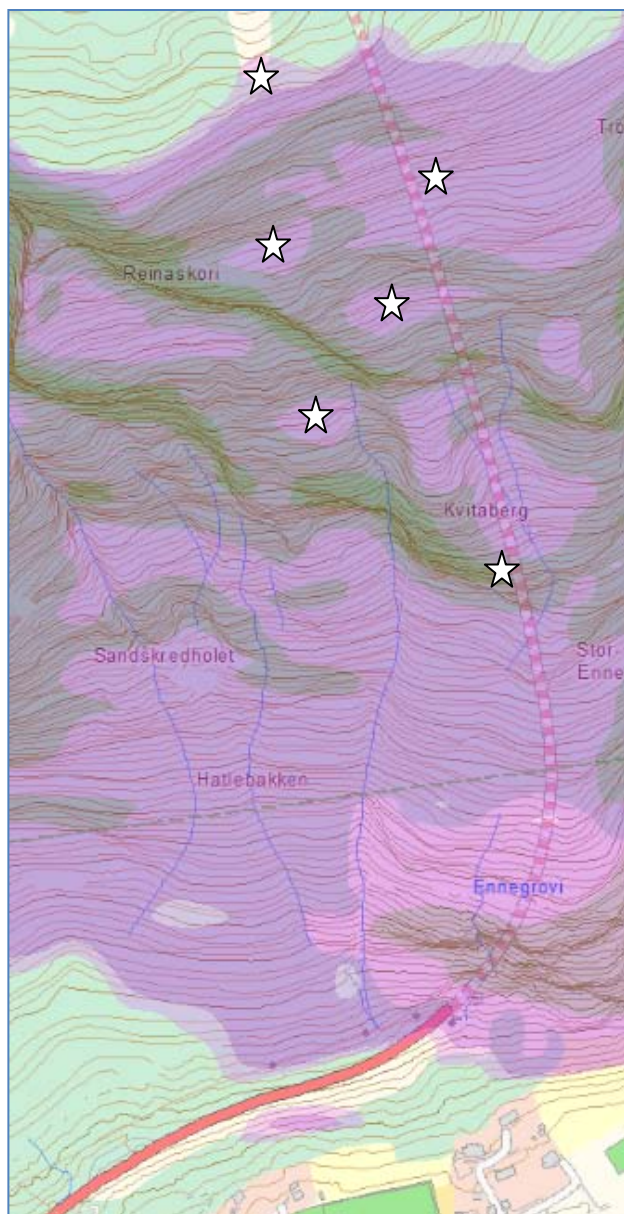
Figur 2. Boligfeltet i Flåm med fradelt tomt som ønskes bebygd (pil).

## 2 Beskrivelse av boligfeltets beliggenhet og skredproblem

Boligfeltet ligger nede ved havnivå og inntil foten av en bratt og høy fjellside som rager opp til kote 1043 ved Midnosi. Fjellsiden er sørvendt og ligger dermed i le for NV- NØlig nedbørførende vind. Fjellsiden er bratt med skrenter og bratte områder der utløsningsområdene for snøskred er små (Figur 3). Det er en rekke bratte skrentområder hvor det kan løsne steinsprang. I bekkeløpene kan det bli flom i vårløsningen og i forbindelse med kraftig nedbør. Her kan det også komme ned flomskred og sørpeskred under vårløsningen. Slike kan nå ned i boligfeltet. Issvuller flere steder i fjellskrentene vil også løsne og falle ned under vårløsningen. Disse knuses oftest til mindre biter og stanser høyere oppe i fjellsiden enn eksempelvis steinsprang.

Vegen inn til Flenjatunnelen vil delvis fange opp løsmasser fra flomskred og sørpeskred, og dempe energi i fra steinsprang. Snøskred ventes å være små i denne fjellsiden fordi utløsningsområdene er så bratte at lite snø kan avlagres før det løsner ut (Figur 3 og 4). Avsatter og skrenter gjør at snøskred for det meste forventes å stoppe i fjellsiden. De små områdene er på rundt 2000 m<sup>2</sup> og de to største er på 10 000 – 20 000 m<sup>2</sup>. Det er lite muligheter til medrivning av snø i fjellsiden og skredene vil for det meste å være små.

Boligene ligger på løsmasser (nordøst for fotballbanen og nedenfor E16 ved Flenjatunnelen) som er bygd opp av flomskred i fra to bekkeløp i fjellsiden. Den vestligste bekken krysser vegen og den østligste kommer ned like øst for tunnelpåhugget. Bekkeløpet følger en forsenkning i terrenget mellom de to løsmasseviftene i området og drenerer vannet ned vest for boligene. Ovenfor boligfeltet er det bygd en liten voll for å drenere flomvann til side for boligfeltet.

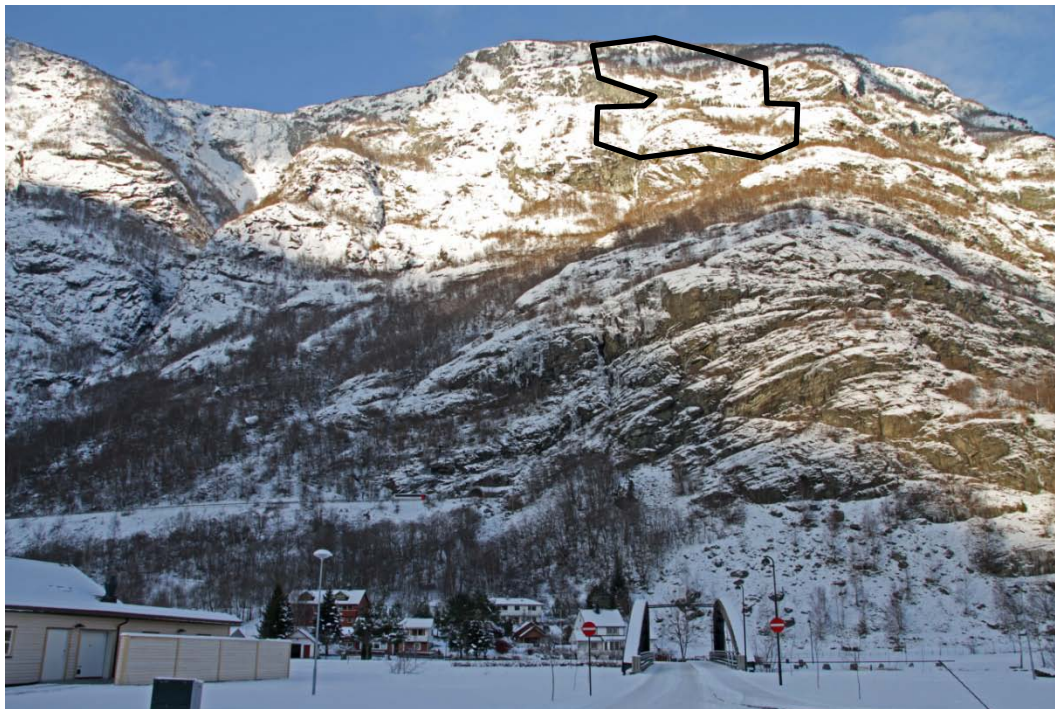


Figur 3. Kartet viser terrenghelningene i fjellsiden ovenfor boligfeltet. De mørke feltene er de bratteste og hvor det kan løsne steinsprang. De lyse fiolette områdene i øvre del av fjellsidene er hvor snøskred kan løsne (stjerne). De blå bekkeløpene viser hvor flomskred og sørpeskred kan gå. Den nedre halvdel av fjellsiden er for det meste skogkledd og muligheten for snøskred herfra er mindre.

Tegnforklaring:  
 (helning i grader)

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

Samlet sett kan det derfor planlegges og lages en sikringsløsning for boligfeltet som ivaretar sikkerheten mot de skredtyper som kan forventes i fjellsiden. Et slikt tiltak må kunne stoppe steinsprang, flomskred og sørpeskred samt lede vann forbi boligfeltet.

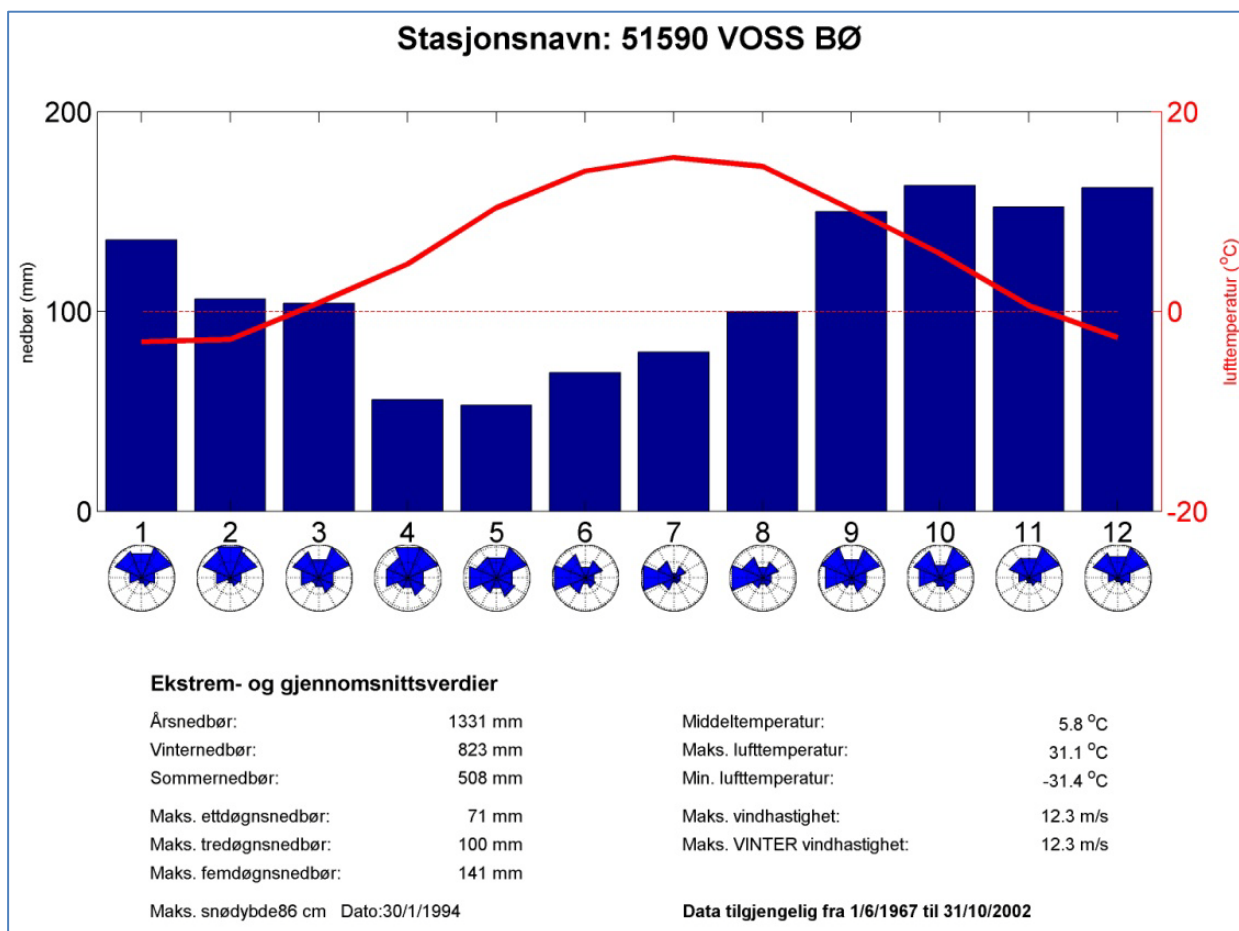


*Figur 4. Bildet gir en oversikt over fjellsiden ovenfor boligfeltet. Markert område viser hvor snøskred kan utløses fra.*

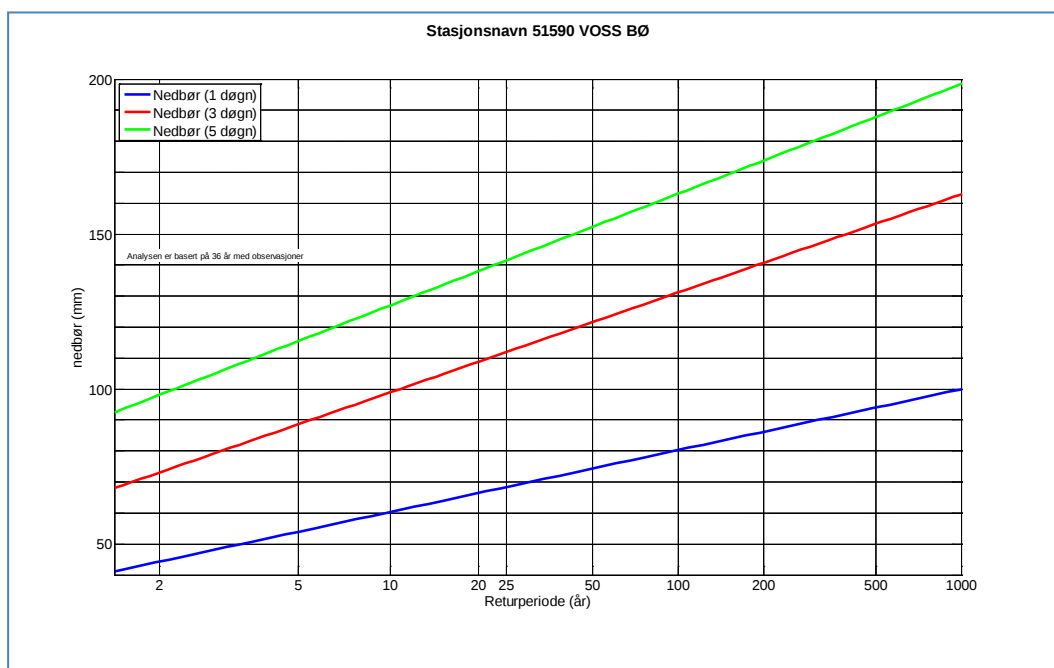


### 3 Værforhold

Værforholdene i fjellet for Flåm er vurdert ut fra værdata og analyser fra Voss (Figur 4 og 5) og Reimegrend (Figur 6 og 7).



Figur 5. Månedsnormaler for Voss.

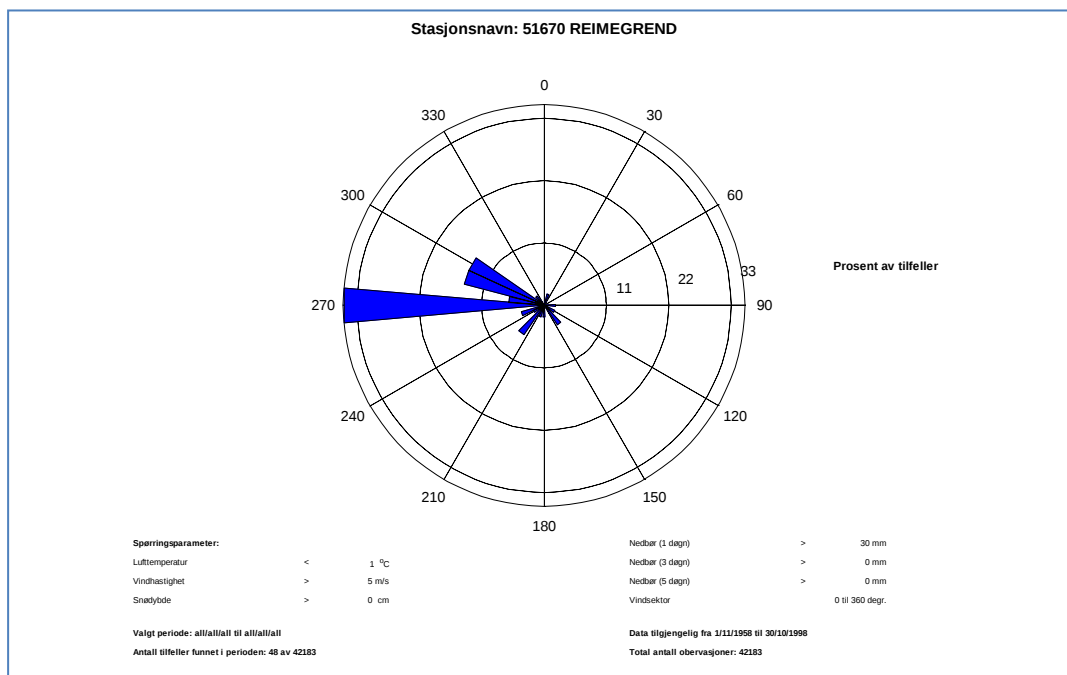


Figur 6. Nedbørsummer for ett, tre og fem døgn relatert returperiode for Voss. Ekstrapoleringen skjer ut fra 36 år med målinger og usikkerheten øker med returperioden.

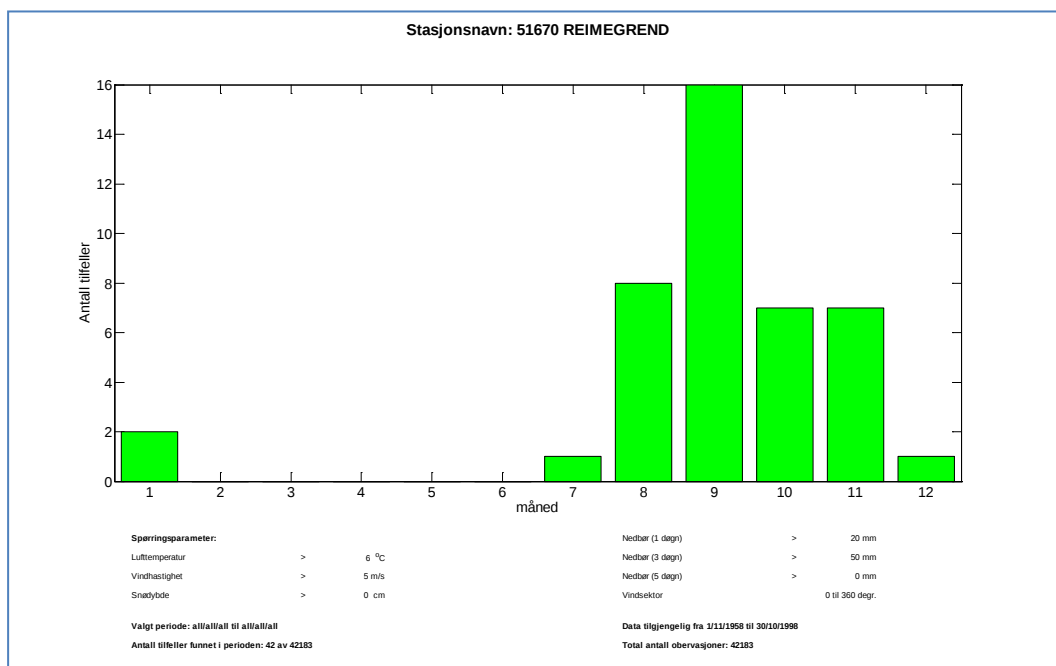
Målingene fra Voss (Figur 5 og 6) og Reimegrend (Figur 7 og 8) tyder på at fjellområdene nord for Flåm i sjeldne tilfelle kan få relativt store nedbørmengder (Reimegrend er imidlertid mer nedbørutsatt enn Flåm).

For Reimegrend har vi sett på hvilke vindretninger som dominerer med nedbør i kjølig vær og vind over 5m/s. Dette bildet vil trolig også være riktig for fjellet nord for Flåm sentrum. Figur 7 viser at det oftest er under vestlig, vestnordvestlig og av og til med sørlige vinder at nedbøren kommer. Når det er mildværsinnslag med mye regn er det tilsvarende vest til sørlige vindretninger som dominerer.

Fjellsiden ligger i liten grad i le for nedbørførende vindretninger med snø. Derfor vil det i sjeldne tilfeller bygge seg opp mye snø i utløsningsområdene for snøskred nord for boligfeltet. Det vil likevel legge seg noe snø på disse områdene gjennom vinteren og mildværsinnslag vinterstid kan dermed forårsake skredsituasjoner (Figur 8), men da mest sannsynlig med moderate snømengder og små snøskred.



Figur 7. Vindrose som viser hvilke vindretninger som dominerer under nedbør og kjølig vær ved Reimegrend.



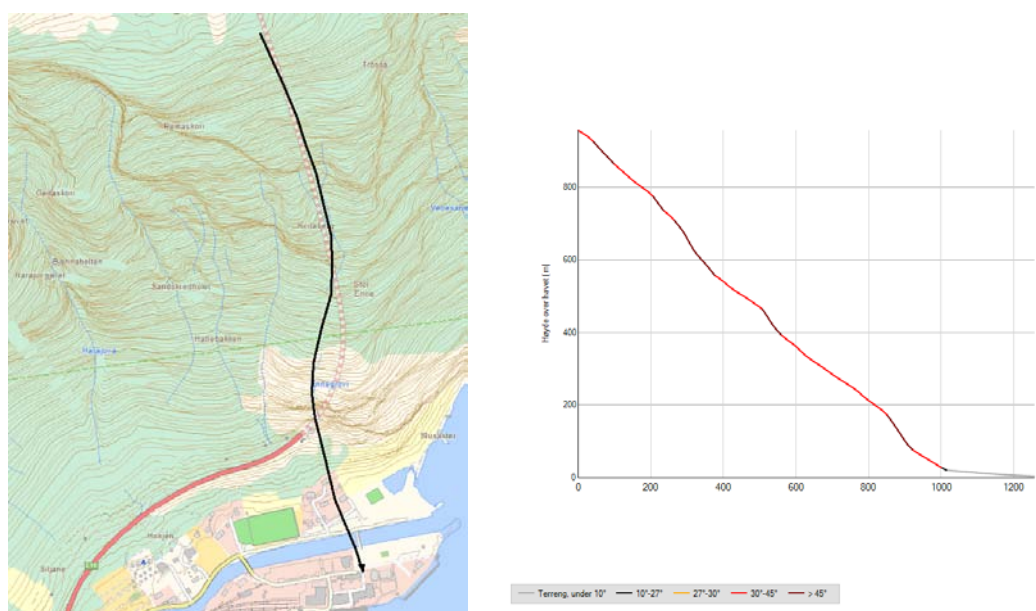
Figur 8. Antall mildværsinnslag (over +6°C) med kraftig regn (over 20mm og 50mm på hhv ett og fem døgn) fordelt på månedene i året (Reimegrend).

Figur 8 viser også at høsten er mest utsatt for kraftig nedbør ved Reimegrend, men det inntreffer også noen slike situasjoner også i desember og januar. Når det samtidig er snø på bakken kan mildværet utløse våte snøskred. Det ser vi år om annet i fjellsidene også ved Flåm. Ellers i året kan kraftig nedbør forårsake

flomskred, slik det skjedde ved Haugen gård lengre inn i Flåmsdalen under stormen Dagmar (desember 2011).

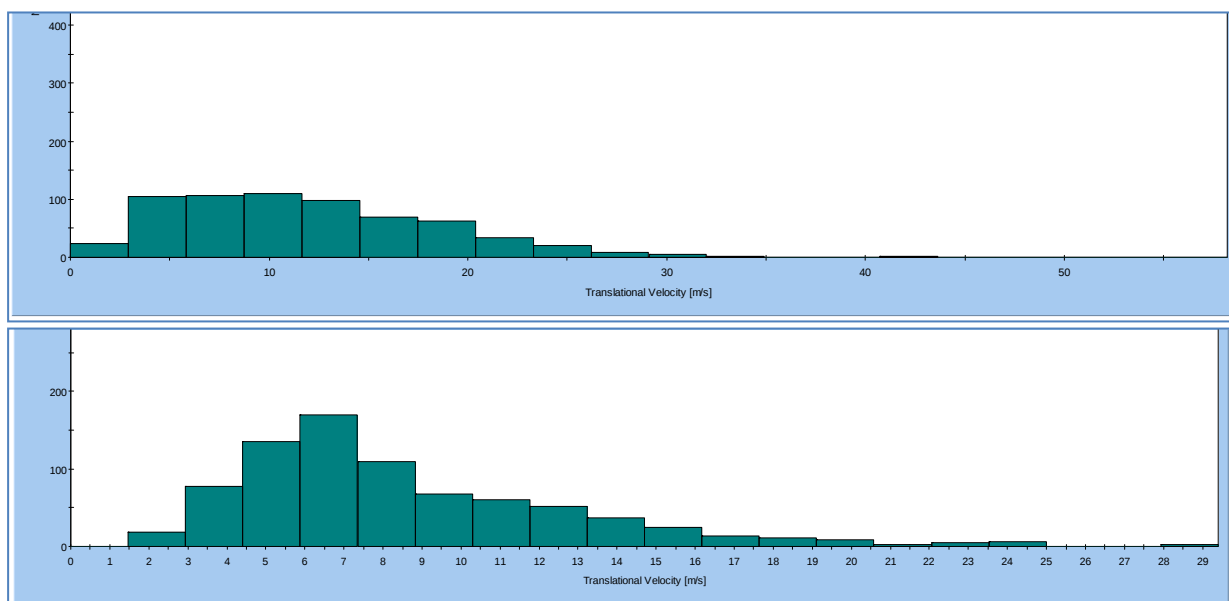
#### 4 Steinsprang

Fjellsiden ovenfor boligfeltet har bratte skrenter i ulike høyder opp til rundt kote 900 som kan ses fra Figur 3 og 4. Terrengeprofil av fjellsiden er vist på Figur 9 på kart og i profil av fjellsiden. Beregninger av skredhastighet er utført på profilet med steinsprangprogrammet Rocfall<sup>1</sup>. Vi har lagt til grunn størrelser på steinblokker i beregningene ut fra funn av steinblokker ovenfor boligfeltet. De store steinblokkene som ble observert i området er fra 2 – 4 m<sup>3</sup>. Hvorvidt det har ligget større steinblokker ned mot elva som er fjernet er ukjent.



Figur 9. Terrengeprofil av fjellsiden nord for Flåm sentrum på kart og i profil.

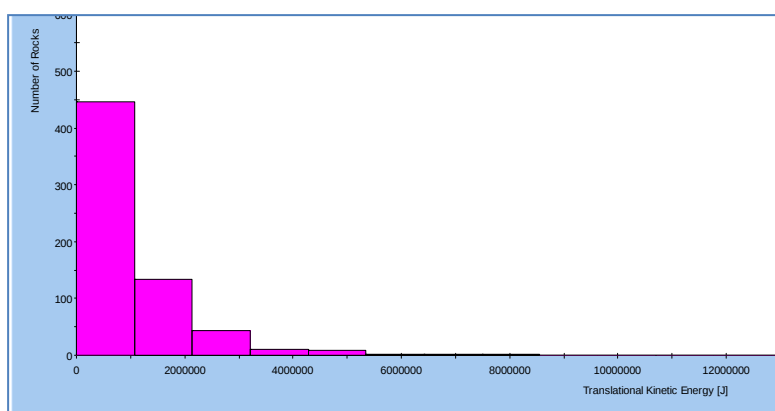
<sup>1</sup> <http://www.roscience.com/products/12>



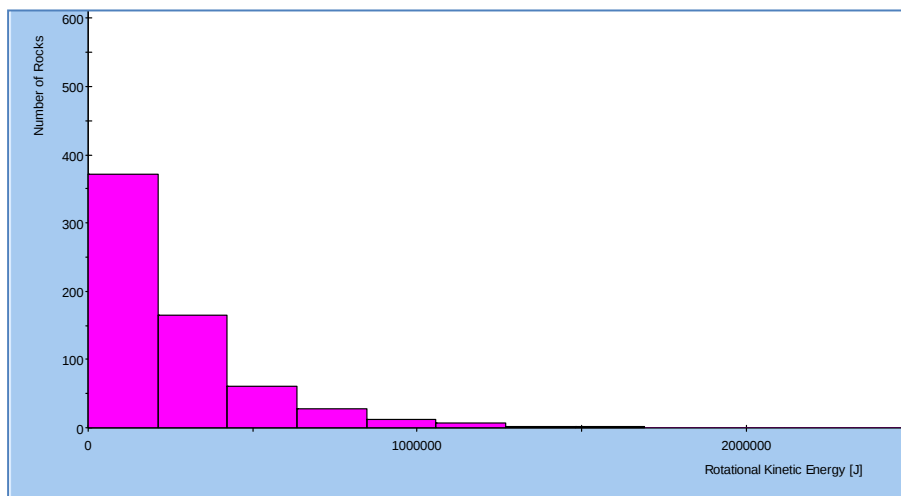
Figur 10. Hastighet på steinsprang ovenfor boligfelt (øvre figur gjelder for utfall fra øvre del av fjellsiden, nedre figur for utfall fra nederste skrent).

Maks hastighet for utfall fra øverste skrenter i fjellsiden er 40 – 50 m/s i de bratteste partiene i fjellsiden og avtar til rundt 30 m/s i de litt slakere partiene og inntil rundt 30 m/s ovenfor boligfeltet. Utfall fra nedre skrentområde vil ha lavere fart ovenfor boligfeltet og beregningsmessig inntil ca 20 m/s (Figur 10).

Kritisk for sikring mot steinsprang er høyder på sprangene når farten er stor. Underlaget nede ved boligfeltet er grus, sand og mindre steinblokker som er løst avsatt. Dette vil i stor grad dempe sprangene, og føre til moderate spranghøyder. Beregninger viser inntil 10 m høye sprang men vi antar at de fleste vil være under 4 m høye. En sikring mot steinsprang bør være minst 5 m høy for å gi tilstrekkelig sikkerhet for boligfeltet, men høyden avhenger av sikringsløsning. Fangvoller må være noe høyere enn fanggjerder fordi de er svake i toppen.



Figur 11. Beregning av translatorisk kinetisk energi ovenfor boligfeltet. Vi har lagt til grunn en største steinblokk på 10 000 kg +/- 2000 kg (<math>4,4 \text{ m}^3</math>). Dette gjør at et tiltak må kunne tåle 5000kJ.



Figur 12. Med samme grunnlag som ved Figur 11 fås en rotasjonsenergi inntil 1500kJ.

Sikring mot steinsprang må i tillegg tåle store belastninger og beregningene viser at steinblokkene kan ha inntil 5000 kJ kinetisk energi ovenfor bebyggelsen (Figur 11). Sikring må være spesielt kraftig for å dempe så stor energi. Dersom det velges fangvoll som sikringsløsning må det tas hensyn til rotasjonen til steinsprang for å unngå rulling over vollen (Figur 12). Dette kan gjøres ved å stramme opp vollsiden på skredsiden til 3:1. Da vil refleksjonen slå tilbake selv med en viss inntrengning i vollen.

## 5 Flomskred

I slutten av desember 2011 kom det ned flere flomskred ned vest for bebyggelsen i Flåm i forbindelse med nedbør og mildvær under stormen Dagmar. Flomskredene i Flåm var relativt store i volum. Disse massene er for en stor del mobilisert av vann som har strømmet inn i løsmasseavsetningene inntil foten av den bratte fjellsida. Erosjonen har gjort at skredene vokste ned seg store ovenfor E16. Løsmassene er ryddet og er lagt på nedsiden av vegen. Det kom ikke ned flomskred ved boligfeltet.

Det er noe mindre løsmasseavsetninger i fjellsiden ovenfor vegen ved boligfeltet, slik at flomskred i noe mindre grad kan mobilisere løsmasser av samme størrelse som lengre vest. Flomskred som kommer ned ved boligfeltet vil dermed være mindre i volum enn det som er erfaringen med flomskredene i vinter, også delvis fordi vegen vil fange opp noe av løsmassene og noe vil akkumuleres på løsmassevifta ovenfor bebyggelsen.

En sikringsløsning ovenfor boligfeltet må både kunne demme opp flomskredmasser samt å lede skredstrømmen ned til side for boligfeltet. Flomskred vil trolig avlagre massene mot fangvoll og delvis gå ned på fotballbanen. Slik er forholdene også i dag med den naturlige dreneringen som

leder vann ned langs kanten av fotballbanen. En sikring ovenfor boligfeltet kan gi økte avsetninger nede på fotballbanen og føre til noe mer vedlikehold på banen.

Dersom det velges fanggjerde som sikring bør dette utstyres med et finmasket innernett som dimensjoneres til å tåle flomskred. Slike strømmer har begrenset fart men vil kunne fylle opp konstruksjonen med løsmasser og bør derfor dimensjoneres til å tåle slike belastninger. Dette må beregnes i forhold til den sikringsløsningen som velges. Det er viktig å utforme en romslig utgraving på oppsiden av et fanggjerde eller en fangvoll. Det er etablert en liten grøft ovenfor boligfeltet i dag (Figur 13), men den vurderes til å være for liten til annet enn å lede vann i flomsituasjoner.



Figur 13. Ovenfor boligfeltet i Flåm er det laget en grøft som er rundt en meter dyp. Denne kan til dels lede vann og mindre flomskred.

## 6 Sørpeskred og våtsnøskred

Vi er ikke kjent med at det har gått sørpeskred eller våte snøskred i området med boligfeltet men vi kan ikke se bort fra at det kan skje. Vegen vil også her kunne dempe skredene noe. Utløsningsområdene er relativt små slik vi ser som hvite flater som vist på øvre høyre halvdel av bildet på Figur 4 og også anvist på Figur 3. Vi antar at dersom sikringen dimensjoneres for flomskred vil dette også holde for mindre våtsnøskred og sørpeskred.

## 7 Skredfare relatert Plan og bygningsloven

For å ha en formening om hvor ofte boligfeltet som helhet kan nås av skred vil vi antydningvis si noe om returperiode for de ulike faretypene. Vi har lite historisk informasjon bortsett fra litt om steinsprang ved fotballplassen, så returperiode vil estimeres fra kjennskap og skjønn om vær og skred i Aurland. Det er derfor stor usikkerhet i anslagene.

### 7.1 Returperiode for steinsprang

De fleste steinsprangene stopper i ura ovenfor vegen og noen få vil komme forbi. Det vil trolig gå noen år mellom hver gang det løsner stein i fjellsiden ovenfor feltet (anslagsvis hvert 10 år) og kun noen få av steinblokkene forserer ura (anslagsvis 1 av 20 eller 5%). Steinsprang av betydning for feltet kan komme tilfeldig over en bredde på ca 120 m eller tilsvarende 4 tomtebredder. Dette vil samlet si at steinsprang kan nå de to øverste husa (Gnr/Bnr:49/88 og 49/69) anslagsvis hvert 800 år i gjennomsnitt ( $P = 1/10 \times 1/20 \times 1/4 = 1/800$ ). Sannsynligheten avtar utover og de to boligene nedenfor og planlagt bebyggt tomt (Gnr/Bnr49/14, 49/66 og 49/67 tomt) kan nås anslagsvis hvert 1300 i gjennomsnitt. De tre nederste husa i nedre del av tomt 49/67 ligger etter vår vurdering mindre utsatt for steinsprang enn 1/1500 pr år.

Samlet sett er det kun de øverste husa som ligger mer utsatt for steinsprang enn kravet til sikkerhet gitt i Plan- og bygningslovens Tekniske forskrift TEK 10 §7.3.

### 7.2 Returperiode for flomskred

To flomskredbaner leder ned mot boligfeltet og øvre og vestlig del av feltet er dermed mest utsatt. Her kan stormaktivitet med mye nedbør og/eller sterk snøsmelting forårsake flomskred av moderat størrelse. Fra tidligere kjenner vi jordskred i Stampa i 1985 og i Flåm sist vinter med flere flomskred. Liknende situasjoner som kan gi flomskred i Flåm kan trolig inntreffe anslagsvis hvert 20 år. Det går ikke alltid flomskred i samme løp og sist vinter gikk det i tre flomløp av totalt 13 i nærområdet ved Flåm sentrum. Dersom vi antar at dette er typisk vil det normalt kunne gå flomskred i hvert fjerde flomløp fra gang til gang. Samlet sett vil det enkelt flomløp forvente flomskred hvert 80 år, eller med mer usikkerhet hvert 50 – 100 år i gjennomsnitt. Fordi det er to flomløp ovenfor boligfeltet i Flåm vil dette kunne nås i vestre del gjennomsnittlig hvert 25 – 50 i gjennomsnitt med de antakelsene vi har gjort ovenfor. Denne returperioden er beheftet med stor usikkerhet. Det øverste og vestligste huset og husa i rett linje nedenfor kan nås av to flomskredområder og er mest utsatt.

### 7.3 Samlet skredfarenivå for det enkelte hus i boligfeltet i Flåm

Vi har sett på steinsprangfaren og flomskredfaren samlet og satt dette sammen i en tabell nedenfor. Dette gir oss en oversikt som er omtrentlig men gir en viss innsikt i problemstillingen. Tallene må ikke tas bokstavig.



Setter vi våre anslag sammen i en tabell får vi følgende oversikt:

Gnr/Bnr	Steinsprang fare	Flomskred fare	Samlet skredfare (avrundet)
49/88(øvre husrekke)	1/800	1/25-1/50	1/25-1/50
49/69(øvre husrekke)	1/800	1/50-1/100	1/50-1/100
49/67(tomt, midtre husrekke)	1/800-1/1500	1/50-1/100	1/50-1/100
49/14 (midtre husrekke)	1/800-1/1500	1/50-1/100	1/50-1/100
49/66(midtre husrekke)	1/800-1/1500	1/25-1/50	1/25-1/50
49/94(nederste husrekke, 3 hus)	<1/1500	<1/100	<1/100

Tar vi høyde for en viss fare for sørpeskred og våtsnøskred og justerer opp returperiodene noe kan det se ut som om øvre husrekke kan nås av skred flere ganger hvert århundre, midtre husrekke kan nås av skred en til to ganger hvert århundre i gjennomsnitt og nedre husrekke sjeldnere enn hvert 100 år i gjennomsnitt. Vi gjør oppmerksom på at estimatene er beheftet med feil. Ut fra denne vurderingen er det flomskred som er dominerende faretype og som det dermed blir viktigst å sikre mot.

Vår konklusjon blir at boligfelt og planlagt bebygd tomt ligger mer utsatt til for skred enn kravet til sikkerhet gitt i Plan- og bygningslovens Tekniske forskrift TEK 10 §7.3, <http://193.69.20.80/dxp/content/tekniskekrav/7/3/>.

## 8 Forslag til sikringstiltak med prisestimat

Sikringsløsningen for boligfeltet må detaljeres og utformes til å lede flomskred og vann ned til side for bebyggelsen samt ivareta en viss steinsprangfare. På grunn av lite plass ovenfor bebyggelsen vil en stor del av flomskredmassene måtte fanges opp uten å kunne ledes. Tiltaket som velges kan derfor utformes som en fangdam/fangvoll med en ledende avslutning forbi feltet. Løsningen må også gis en utforming som stopper det meste av steinsprang. Det er to løsninger som synes mest aktuelle:

- fangvoll
- fangvoll kombinert med fanggjerde.

Plass til tiltak og økonomi må vurderes. Løsningen med fangvoll kan være en 6 m høy og 115 m lang voll som krever mye plass, men som normalt kan bli rimeligst. En kombinasjon av voll og fanggjerde trenger mindre plass, men kan bli dyrere.

### 8.1 Alternativ 1. Fanggjerde på en liten fangvoll

Tiltaket foreslås med en 2- 3 m dyp grøft som er 4 m bred i bunnen og med et 4 – 3 m høyt fanggjerde som tåler 5000 kJ plassert på vollen. Det kan være at denne typen gjerde kun er laget med 4 m høyde.

Prisestimat:

10 – 20 m<sup>3</sup> løsmasser til 115 m lang grøft/voll (kr. 300,- pr m<sup>3</sup>) ~ 345' – 690'  
2 – 3 m tørrmur med 1 m dyp sokkel (kr. 3000,- pr m<sup>2</sup> tørrmur) ~1000' – 1400'  
Fanggjerde: 3 – 4 m og 115 m lang (~30 000,- pr lm fangvoll) ~3500'

Samlet kan alternativ 1 koste 4,9 – 5,6 mill NOK eks mva. Prisene er ikke verifisert med leverandør og kan variere en del.

### 8.2 Alternativ 2. Fangvoll

En fangvoll kan bygges med samme grøft som ved alternativ 1, men må være 6 m høy og ha en tørrmur med helning 3:1 på skredsiden og vollkrona må være minst 3 m bred i toppen. Massebalansen krever en ca 3 m dyp grøft. Dersom det lar seg gjøre å bygge vollen med sidehelning på nedsiden og på utgraving på 1:1,25 og med 3:1 helning på tørrmur, vil vollen kreve ca 40 m bredde målt horisontalt.

Tørrmur: 7 m inkl fot i 115 m lengde (kr. 3000,- pr m<sup>2</sup>) ~2400'  
Løsmassevoll: 115 m lang, tverrsnitt 55 m<sup>2</sup> (kr. 300,- pr m<sup>3</sup>) ~1900'

Samlet kan alternativ 2 koste 4,3 mill NOK eks mva. Prisene kan variere en god del og avhenger mest av tilgang til steinblokker til tørrmur.

### 8.3 Oppsummering

Alternativ 2 faller rimeligst ut men har utfordring i forhold til utformingen og plasseringen. Det kan også vise seg vanskelig å bygge så bratt voll av stedlige løsmasser. Dersom nedsiden av vollen må strammes opp blir det en tørrmur her også som fort kan øke kostnadene. Likeledes kan utgravingen på oppsiden bli ustabil når den er så bratt. Dersom helningene må ned til 1:1,5 som er mer vanlig med løsmasser er det ikke tilstrekkelig areal til vollen i den østlige delen av vollen, men da kan alternativ 1 velges.

Dersom det er tilstrekkelig informasjon om alternative sikringsløsninger kan vi vurdere ett tiltak med i detalj mht detaljert planer på kart og med innhenting av priser.

Vurdering av størrelse og omfang på tiltaket må også henge sammen med ønsket sikkerhetsnivå for boligene i feltet. Dette kan vi komme tilbake til i en dialog med kommunen.

# Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



<b>Dokumentinformasjon/Document information</b>									
Dokumenttittel/Document title Skredfarevurdering med sikringsforslag			Dokument nr/Document No. 20120056-00-1-R						
Dokumenttype/Type of document		Distribusjon/Distribution		Dato/Date 18.04.2012					
<input checked="" type="checkbox"/> Rapport/Report		<input type="checkbox"/> Fri/Unlimited		Rev.nr./Rev.No. 0					
<input type="checkbox"/> Teknisk notat/Technical Note		<input checked="" type="checkbox"/> Begrenset/Limited							
		<input type="checkbox"/> Ingen/None							
Oppdragsgiver/Client Aurland kommune.									
Emneord/Keywords									
<b>Stedfesting/Geographical information</b>									
Land, fylke/Country, County Norge, Sogn og Fjordane				Havområde/Offshore area					
Kommune/Municipality Aurland				Feltnavn/Field name					
Sted/Location				Sted/Location					
Kartblad/Map				Felt, blokknr./Field, Block No.					
UTM-koordinater/UTM-coordinates									
<b>Dokumentkontroll/Document control</b>									
Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001									
Rev./ Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egen- kontroll/ Self review av/by:		Sidemanns- kontroll/ Colleague review av/by:		Uavhengig kontroll/ Independent review av/by:		Tverrfaglig kontroll/ Inter- disciplinary review av/by:	
0	Originaldokument	UD		PG					
Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release		Dato/Date		Sign. Prosjektleder/Project Manager Ulrik Domaas					

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

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

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

[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

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

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

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

[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

---



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

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

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

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

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

[ngi@ngi.no](mailto:ngi@ngi.no)  
[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

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

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