

BERGEN KOMMUNE  
Sentralarkiv  
Saks nr. 200808365 Dok.nr. 2  
Gnr. 49 Bnr. 333  
Mottatt 02.10.2008  
Avdeling/kontor: Byggesak  
Saksbehandler: GOFÉ  
Offentlig:  
Arkiv nr: 5210

## Notat G-40

Oppdrag:	<b>Vallaskaret 33A m. fl.</b>	Dato:	<b>25. september 2008</b>
Emne:	<b>Vurdering av fare for skred og steinsprang</b>	Oppdr.nr.:	<b>610729-803</b>
Til:	<b>Bergen kommune, Byggesaksavdelingen</b>	<b>Roger S. Andersen</b>	
Kopi:			
Utarbeidet av:	<b>Jann Atle Jensen</b>	Sign.:	<i>Jann Atle Jensen</i>
Kontrollert av:	<b>Unni Hagen</b>	Sign.:	<i>Unni Hagen</i>
Godkjent av:	<b>Arne D. Stordal</b>	Sign.:	<i>Arne D. Stordal</i>
Sammendrag:			
<p>I etterkant av alle skred, steinsprang og flomhendelser onsdag 14.09. og 14.11.05 er det kommet inn mange bekymringsmeldinger og meldinger om skader til Bergen kommune fra hele kommunen. I den sammenheng er det også kommet inn en bekymringsmelding vedrørende et bergparti ved eiendommen Vallaskaret 33A i Fana i Bergen.</p> <p>Foreliggende notat gir en vurdering av faren for steinsprang og skred i dette området og gir en generell vurdering av tiltak.</p>			

for

### Innledning

I etterkant av alle skred, steinsprang og flomhendelsene onsdag 14.09. og 14.11.05 er det kommet inn en god del bekymringsmeldinger og meldinger om skader til Bergen kommune fra hele kommunen. I den sammenheng er det også kommet inn bekymringsmeldinger vedrørende et bergparti og en skråning ved eiendommen Vallaskaret 33A i Fana i Bergen.

MULTICONSULT AS er engasjert av Bergen kommune, Byggesaksavdelingen til å gjøre en vurdering av denne lokaliteten og gi råd om behov for videre undersøkelser og/eller tiltak. Foreliggende notat presenterer resultatene fra utførte befaringer og målinger, samt gir råd om videre undersøkelser og anbefalinger om tiltak. I tillegg er det utarbeidet kriterier for frivillig evakuering av boliger nedenfor bergveggen fram til området er sikret.

### Geologi, befaring og observasjoner.

Det ble avholdt en befaring på stedet onsdag 08.05.08. Tilstede under befaringen var geologene Gunn Ø. Petersen og Roger S. Andersen fra Bergen kommune, Byggesaksavdelingen, ingeniør Henry Nesse, siv. ing. Unni Hagen og siv. ing. Jann Atle Jensen fra MULTICONSULT AS, samt fjellklatrermannskaper fra fjellsikringsentreprenøren MESTA AS. Det undersøkte fjellpartiet er vist på kart i figur 1 og på bilder.

Det ble under denne befaringen observert et parti med løse blokker i bergveggen, ovenfor ura. Det var klare tegn til at det hadde vært relativt nylig bevegelse i enkelte av blokkene. Det ble montert fire målepunkt i bergveggen. Et målepunkt står i fast berg og tre målepunkt på de antatt minst stabile blokkene. Overvåkingen blir utført med målinger med Leica totalstasjon (antatt målefeil i dette tilfellet ± 5 mm) og målingene blir utført av ingeniør Henry Nesse. Plassering av området med målepunktene er illustrert med rød pil på figur 1.





Figur 1. Viser området med bergveggen og bebyggelsen på Valla. Bergpartiet hvor det er observert løse blokker er merket med rødstiplot linje med piler. Det er i dette berg partiet målepunktene er plassert. Kart er hentet fra "Norgesglasset.no".



Bilde 1: Viser bergpartiet og ura. Det er gjort betydelige inngrep i foten av ura uten at løsmassene her i etterkant er blitt sikret. Bergpartiet hvor det er observert løse blokker er merket med rødstiplot linje, og profilet som framkommer på figurene 2 og 3 er markert med lilla prikkstiplot linje.





*Bilde 2: Viser krypbevegelser i ura.*



*Bilde 3: Viser løse blokker i bergveggen.*





*Bilde 4: Viser blokk i bergveggen som det er tegn til bevegelse i.*



*Bilde 5: Viser løse blokker i bergveggen.*



NGU sitt berggrunnsgeologiske kart viser at bergartene området består av granittiske, syenittiske og mangerittiske bergarter som er sterkt preget av kaledonsk omdanning og forgneising. Berget er preget av moderat men gjennomsettende oppsprekking, slik at det blir dannet en del større løse blokker i den sterke og harde bergarten.

Løsmassene nedenfor bergveggen består av urmasser over morenemasser. Vannet i området drenerer gjennom disse massene og det er tegn til kryp i massene der skråningen er brattest. Skråningshelningen varierer mellom 30° til 35° bortsett fra i foten ved nr. 33 det er gjort et inngrep og graveskråningen står svært steilt, se figur 2 og 3.

## Målinger og vurderinger

Måleresultatet fra 3,5 mnd. med målinger er presentert i tabell 1:

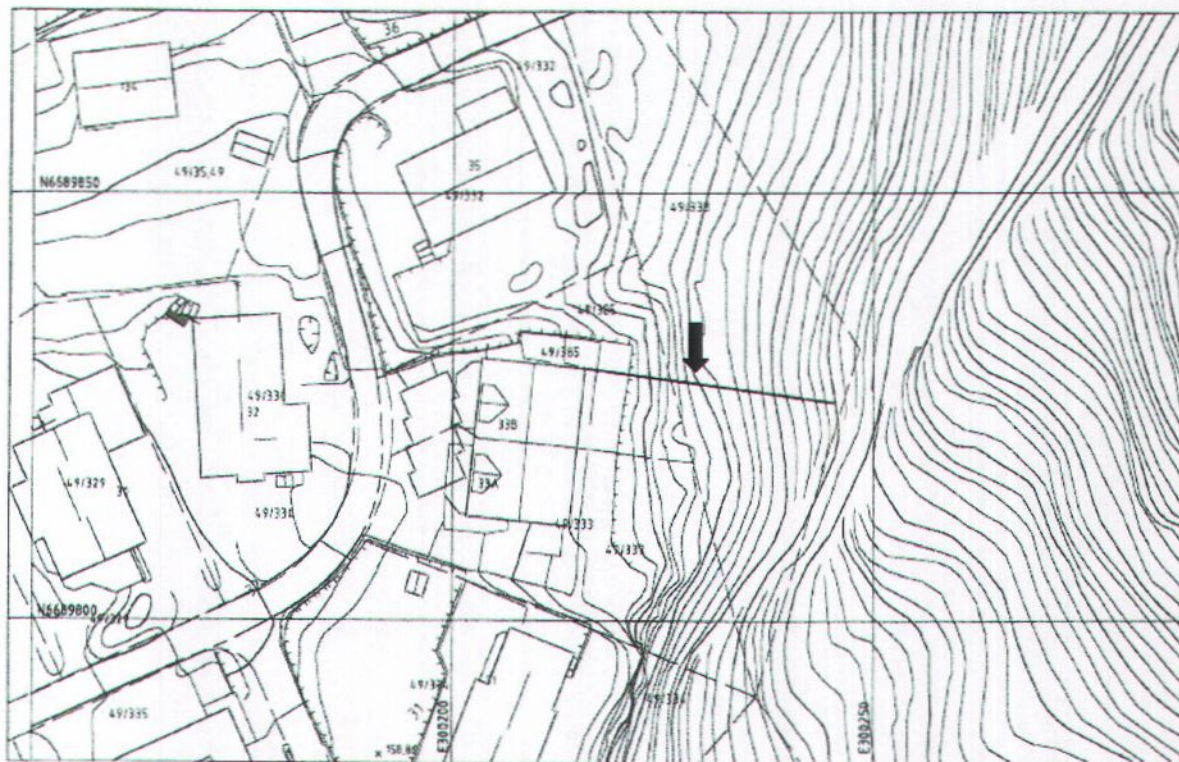
MÅLERESULTATER :							
Pkt.nr:	Målt dato:	X-koord.	Y-koord.	Høyde	Diff X-koord.	Diff Y-koord.	Diff høyde
1 (fast fjell)	02.06.2008	6689828.636	300253.526	192.577			
2		6689825.578	300250.567	193.390			
3		6689825.385	300249.542	187.546			
4		6689822.892	300247.498	184.194			
					↓	↓	↓
1 (fast fjell)	25.06.2008	6689828.634	300253.526	192.575	-2	0	-2
2		6689825.577	300250.566	193.388	-1	-1	-2
3		6689825.383	300249.542	187.543	-2	0	-3
4		6689822.891	300247.497	184.192	-1	-1	-2
1 (fast fjell)	16.09.2008	6689828.634	300253,526	192.575	-2	0	-2
2		6689825.577	300250.566	193.387	-1	-1	-3
3		6689825.383	300249.542	187.543	-2	0	-3
4		6689822.891	300247.497	184.192	-1	-1	-2

Tabell 1: Viser måleresultater av bevegelsesmålinger på løse blokker i bergveggen.

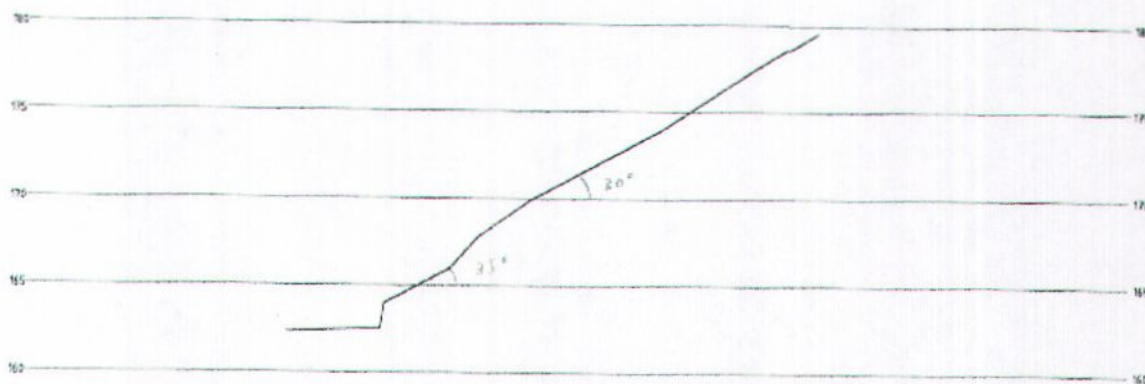
Resultatene fra målingene viser at det ikke er bevegelse i måleperioden i blokkene som det er montert målepunkter på (de tre antatt løseste blokkene). Det er derfor ikke umiddelbar fare for utrasing av blokker og sikringsarbeider kan settes i verk i stabile perioder med lite nedbør og stabil temperatur. Under arbeidene bør også blokkene overvåkes. Bevegelse i blokkene skjer trolig i perioder med store nedbørsmengder (vanntrykk og kryp- og svelleprosesser) og store temperatursvingninger (inkludert frost-/tineprosesser). Noe bevegelse skyldes trolig også rotsprengning.

Ved store, intense nedbørsmengder med oppbygging av høy grunnvannstand, kan det oppstå skred i løsmassene i skråningen. Utgravingen i foten av ura ved nr. 33 har også redusert stabiliteten ytterligere.





Figur 2. Viser plassering av profillinje (merket med pil) som er vist på figur 3.



Figur 3. Viser profil i ura fra bergveggen og ned til boligen (nr. 33).

### Anbefalte tiltak

Det anbefales at løse blokker blir sikret med bolte- og nettsikring i bergveggen eller et tilstrekkelig steinsprangjerde nede i ura. Disse arbeidene må dimensjoneres og prosjekteres spesielt.

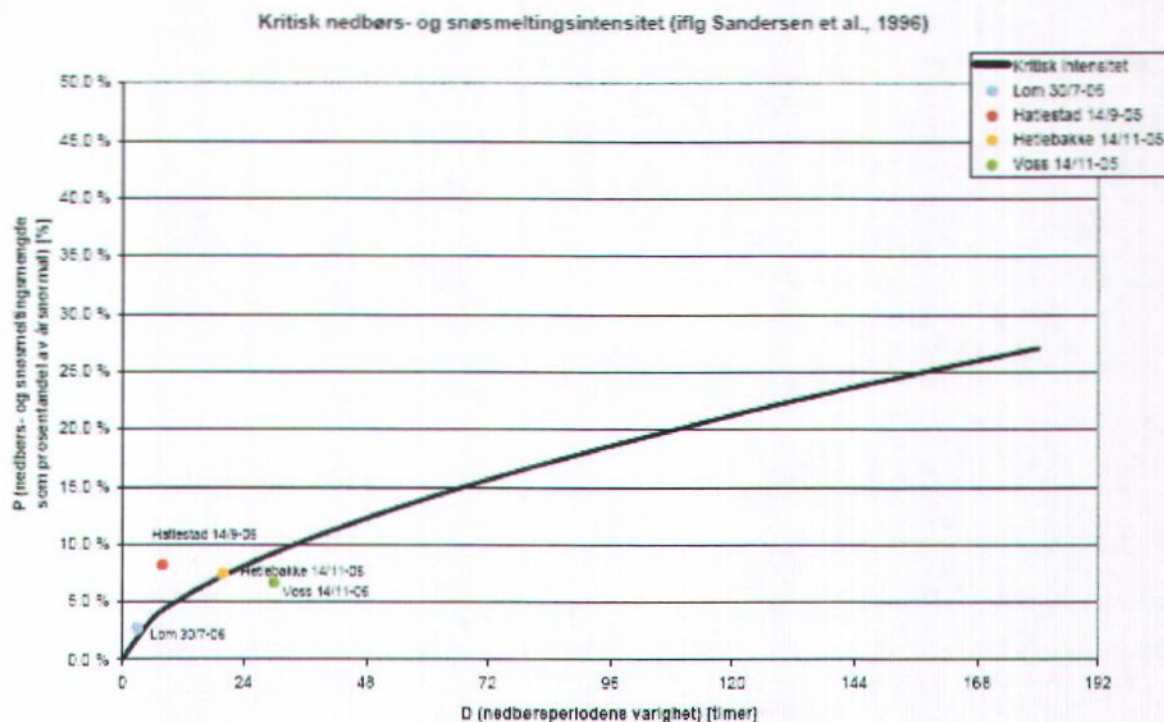
Det vil være vanskelig og svært kostbart å sikre løsmassene i skråningen, men stabiliteten kan bedres noe ved å etablere en mur i skjæringa i foten av ura. Alle sikringsarbeidene av løsmasser må dimensjoneres og prosjekteres spesielt.



### Anbefalte kriterier for frivillig evakuering av boliger fram til området er fullstendig sikret

Utgangspunktet for vurdering av anbefaling av kriterier for frivillig evakuering av boliger er Sandersen et.al. sin tabell for kritisk nedbørs- og snøsmeltingsintensitet og erfaringene fra store løsmasseskred i Hordaland 14.09.06 og 14.11.06, se figur 3. Kritisk intensitet framkommer som en funksjon av nedbørsperiode og nedbørs- og smeltevannsmengde i perioden som prosentandel av gjennomsnittlig årsnedbør. Grafen angir at skredet på Hatlestad i Bergen gikk over den kritiske grensa som grafen i tabellen angir, mens skredet på Voss gikk ved en lavere verdi. Skredene i Hetlebakken i Bergen og i Lom var sammenfallende med kriteriene i grafen (For Hatlestad er det ikke tilstrekkelig justert for når i nedbørsperioden skredet gikk, gjør man dette vil også dette skredet være mer sammenfallende med grafen). På denne bakgrunn legger man til grunn at grafen er representativ for når skred reelt vil kunne oppstå i utsatte løsmasseavsetninger i Bergen.

Årsnedbør på Valla er ca 2500 mm/år, se figur 4. I tabell 2 er kritiske nedbørs- og snøsmeltingsmengder for forskjellige tidsintervaller presentert sammen med anbefalte kriterier for frivillig evakuering av boliger.



Figur 4: Viser tabell for kritisk nedbørs- og snøsmeltingsintensitet sammenstilt med erfaringene fra store løsmasseskred i Hordaland 14.09.06 og 14.11.06 og Lom 30.07.06. I tillegg er det lagt inn en viss sikkerhetsmargin, slik at verdiene som framkommer fra grafen i sum er halverte. Kilde: Sandersen et.al. 1996.



Tidsintervall (timer)	Kritisk nedbørsmenge (mm [% av årsnedbør])	Evakuering anbefales ved følgende nedbørsmengder [varslet nedbørsmenge](mm)
6	100 [4%]	50 mm
12	140 [5,5%]	70 mm
18	175 [7%]	90 mm
24	200 [8%]	100 mm

Tabell 2: Viser anbefalte stengningskriterier for vegen på Hatlestad Terrasse. Anbefalingen tar også hensyn til at jord kan være frossen, at det kan ligge snø og is i terrenget, at jorda kan være fullt vannmettet og at steinsprang kan oppstå før jordskred.

## Fordeling av normal nedbør i Hordaland



Solstrand 011106

Frå NHVH

Figur 4: Viser fordeling av normal nedbør i Hordaland. Kilde Sigbjørn Grønås, geofysisk institutt, UiB.



## Notat G-40

Oppdrag: **Vallaskaret 33A m. fl.** Dato: **25. september 2008**

Emne: **Vurdering av fare for skred og steinsprang** Oppdr.nr.: **610729-803**

Til: **Bergen kommune, Byggesaksavdelingen** **Roger S. Andersen**

Kopi:

Utarbeidet av: **Jann Atle Jensen**

Sign.: *Jann Atle Jensen*

Kontrollert av: **Unni Hagen**

Sign.: *Jann Atle Jensen*

Godkjent av: **Arne D. Stordal**

Sign.: *Arne D. Stordal*

Sammendrag:

I etterkant av alle skred, steinsprang og flomhendelser onsdag 14.09. og 14.11.05 er det kommet inn mange bekymringsmeldinger og meldinger om skader til Bergen kommune fra hele kommunen. I den sammenheng er det også kommet inn en bekymringsmelding vedrørende et bergparti ved eiendommen Vallaskaret 33A i Fana i Bergen.

Foreliggende notat gir en vurdering av faren for steinsprang og skred i dette området og gir en generell vurdering av tiltak.

### Innledning

I etterkant av alle skred, steinsprang og flomhendelsene onsdag 14.09. og 14.11.05 er det kommet inn en god del bekymringsmeldinger og meldinger om skader til Bergen kommune fra hele kommunen. I den sammenheng er det også kommet inn bekymringsmeldinger vedrørende et bergparti og en skråning ved eiendommen Vallaskaret 33A i Fana i Bergen.

MULTICONSULT AS er engasjert av Bergen kommune, Byggesaksavdelingen til å gjøre en vurdering av denne lokaliteten og gi råd om behov for videre undersøkelser og/eller tiltak. Foreliggende notat presenterer resultatene fra utførte befaringer og målinger, samt gir råd om videre undersøkelser og anbefalinger om tiltak. I tillegg er det utarbeidet kriterier for frivillig evakuering av boliger nedenfor bergveggen fram til området er sikret.

### Geologi, befaring og observasjoner.

Det ble avholdt en befaring på stedet onsdag 08.05.08. Tilstede under befaringen var geologene Gunn Ø. Petersen og Roger S. Andersen fra Bergen kommune, Byggesaksavdelingen, ingeniør Henry Nesse, siv. ing. Unni Hagen og siv. ing. Jann Atle Jensen fra MULTICONSULT AS, samt fjellklatrermannskaper fra fjellsikringsentreprenøren MESTA AS. Det undersøkte fjellpartiet er vist på kart i figur 1 og på bilder.

Det ble under denne befaringen observert et parti med løse blokker i bergveggen, ovenfor ura. Det var klare tegn til at det hadde vært relativt nylig bevegelse i enkelte av blokkene. Det ble montert fire målepunkt i bergveggen. Et målepunkt står i fast berg og tre målepunkt på de antatt minst stabile blokkene. Overvåkingen blir utført med målinger med Leica totalstasjon (antatt målefeil i dette tilfellet  $\pm 5$  mm) og målingene blir utført av ingeniør Henry Nesse. Plassering av området med målepunktene er illustrert med rød pil på figur 1.





Figur 1. Viser området med bergveggen og bebyggelsen på Valla. Bergpartiet hvor det er observert løse blokker er merket med rødstiplot linje med piler. Det er i dette berg partiet målepunktene er plassert. Kart er hentet fra "Norgesglasset.no".



Bilde 1: Viser bergpartiet og ura. Det er gjort betydelige inngrep i foten av ura uten at løsmassene her i etterkant er blitt sikret. Bergpartiet hvor det er observert løse blokker er merket med rødstiplot linje, og profilet som framkommer på figurene 2 og 3 er markert med lilla prikkstiplot linje.





*Bilde 2: Viser krypbevegelser i ura.*



*Bilde 3: Viser løse blokker i bergveggen.*





*Bilde 4: Viser blokk i bergveggen som det er tegn til bevegelse i.*



*Bilde 5: Viser løse blokker i bergveggen.*



NGU sitt berggrunnsgeologiske kart viser at bergartene området består av granittiske, syenittiske og mangerittiske bergarter som er sterkt preget av kaledonsk omdanning og forgneising. Berget er preget av moderat men gjennomsettende oppsprekking, slik at det blir dannet en del større løse blokker i den sterke og harde bergarten.

Løsmassene nedenfor bergveggen består av urmasser over morenemasser. Vannet i området drenerer gjennom disse massene og det er tegn til kryp i massene der skråningen er brattest. Skråningshelningen varierer mellom 30° til 35° bortsett fra i foten ved nr. 33 det er gjort et inngrep og graveskråningen står svært steilt, se figur 2 og 3.

## Målinger og vurderinger

Måleresultatet fra 3,5 mnd. med målinger er presentert i tabell 1:

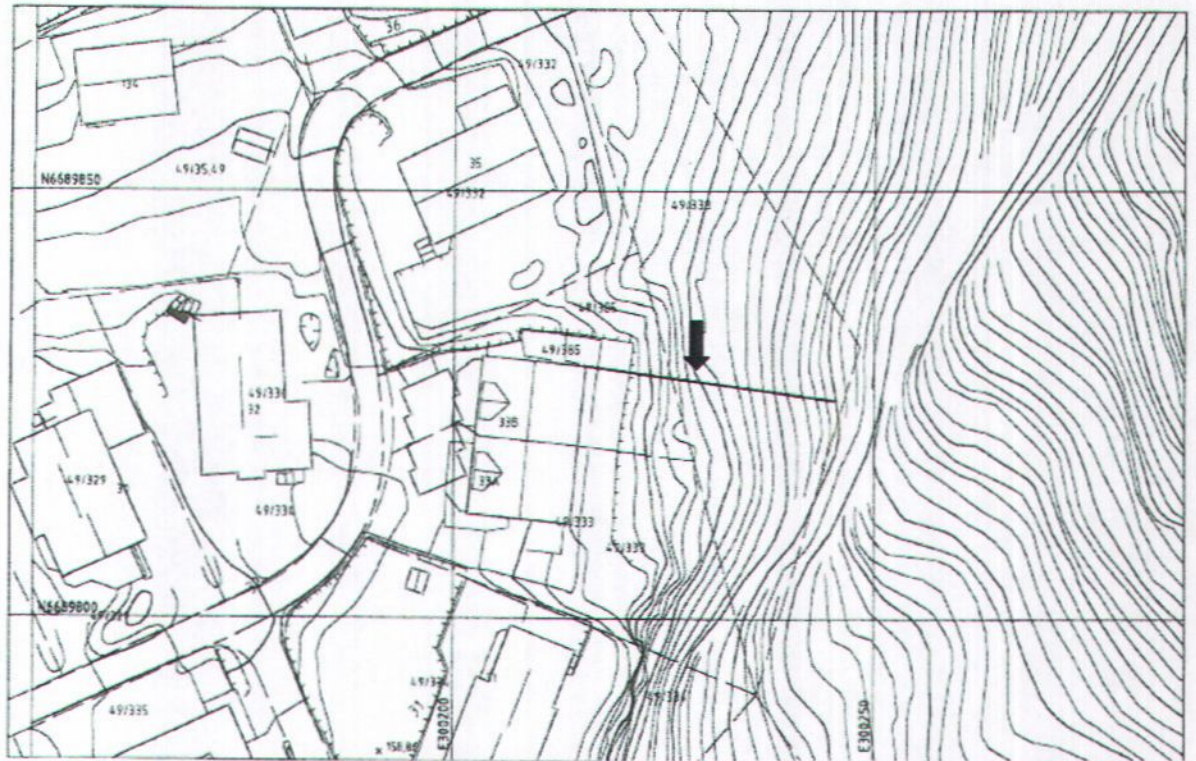
MÅLERESULTATER :					Diff X-	Diff Y-	Diff høyde
Pkt.nr.	Målt dato:	X-koord.	Y-koord.	Høyde	koord.	koord.	
1 (fast fjell)	02.06.2008	6689828.636	300253.526	192.577			
2		6689825.578	300250.567	193.390			
3		6689825.385	300249.542	187.546			
4		6689822.892	300247.498	184.194			
					↓	↓	↓
1 (fast fjell)	25.06.2008	6689828.634	300253.526	192.575	-2	0	-2
2		6689825.577	300250.566	193.388	-1	-1	-2
3		6689825.383	300249.542	187.543	-2	0	-3
4		6689822.891	300247.497	184.192	-1	-1	-2
1 (fast fjell)	16.09.2008	6689828.634	300253,526	192.575	-2	0	-2
2		6689825.577	300250.566	193.387	-1	-1	-3
3		6689825.383	300249.542	187.543	-2	0	-3
4		6689822.891	300247.497	184.192	-1	-1	-2

Tabell 1: Viser måleresultater av bevegelsesmålinger på løse blokker i bergveggen.

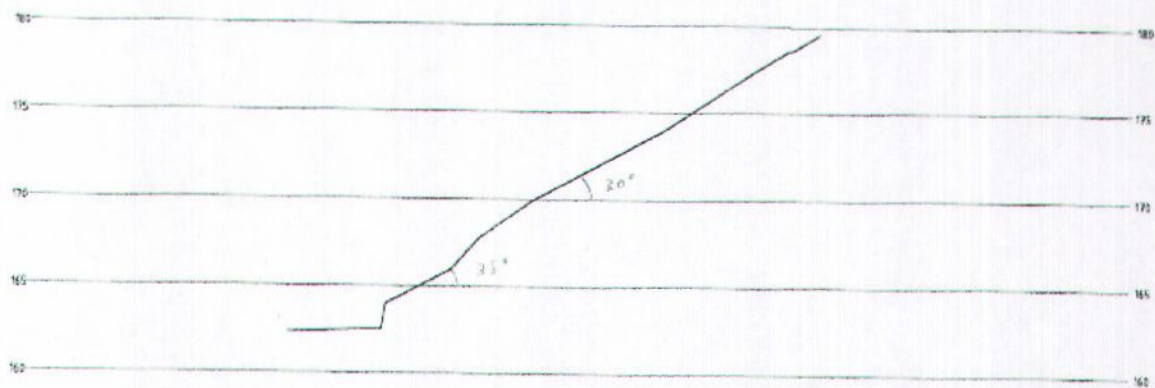
Resultatene fra målingene viser at det ikke er bevegelse i måleperioden i blokkene som det er montert målepunkter på (de tre antatt løseste blokkene). Det er derfor ikke umiddelbar fare for utrasing av blokker og sikringsarbeider kan settes i verk i stabile perioder med lite nedbør og stabil temperatur. Under arbeidene bør også blokkene overvåkes. Bevegelse i blokkene skjer trolig i perioder med store nedbørsmengder (vanntrykk og kryp- og svelleprosesser) og store temperatursvingninger (inkludert frost-/tineprosesser). Noe bevegelse skyldes trolig også rotsprengning.

Ved store, intense nedbørsmengder med oppbygging av høy grunnvannstand, kan det oppstå skred i løsmassene i skråningen. Utgravingen i foten av ura ved nr. 33 har også redusert stabiliteten ytterligere.





Figur 2. Viser plassering av profillinje (merket med pil) som er vist på figur 3.



Figur 3. Viser profil i ura fra bergveggen og ned til boligen (nr. 33).

### Anbefalte tiltak

Det anbefales at løse blokker blir sikret med bolte- og nettsikring i bergveggen eller et tilstrekkelig steinsprangjerde nede i ura. Disse arbeidene må dimensjoneres og prosjekteres spesielt.

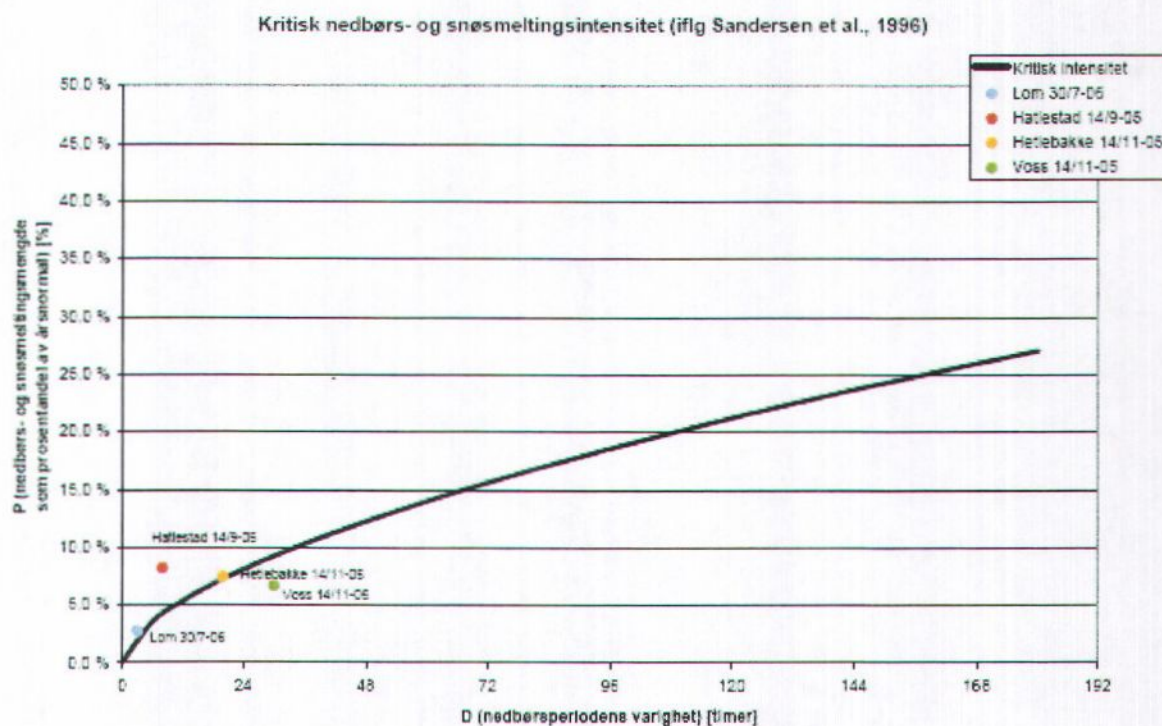
Det vil være vanskelig og svært kostbart å sikre løsmassene i skråningen, men stabiliteten kan bedres noe ved å etablere en mur i skjæringa i foten av ura. Alle sikringsarbeidene av løsmasser må dimensjoneres og prosjekteres spesielt.



### Anbefalte kriterier for frivillig evakuering av boliger fram til området er fullstendig sikret

Utgangspunktet for vurdering av anbefaling av kriterier for frivillig evakuering av boliger er Sandersen et.al. sin tabell for kritisk nedbørs- og snøsmeltingsintensitet og erfaringene fra store løsmasseskred i Hordaland 14.09.06 og 14.11.06, se figur 3. Kritisk intensitet framkommer som en funksjon av nedbørsperiode og nedbørs- og smeltevannsmengde i perioden som prosentandel av gjennomsnittlig årsnedbør. Grafen angir at skredet på Hatlestad i Bergen gikk over den kritiske grensa som grafen i tabellen angir, mens skredet på Voss gikk ved en lavere verdi. Skredene i Hetlebakken i Bergen og i Lom var sammenfallende med kriteriene i grafen (For Hatlestad er det ikke tilstrekkelig justert for når i nedbørsperioden skredet gikk, gjør man dette vil også dette skredet være mer sammenfallende med grafen). På denne bakgrunn legger man til grunn at grafen er representativ for når skred reelt vil kunne oppstå i utsatte løsmasseavsetninger i Bergen.

Årsnedbør på Valla er ca 2500 mm/år, se figur 4. I tabell 2 er kritiske nedbørs- og snøsmeltingsmengder for forskjellige tidsintervaller presentert sammen med anbefalte kriterier for frivillig evakuering av boliger.



Figur 4: Viser tabell for kritisk nedbørs- og snøsmeltingsintensitet sammenstilt med erfaringene fra store løsmasseskred i Hordaland 14.09.06 og 14.11.06 og Lom 30.07.06. I tillegg er det lagt inn en viss sikkerhetsmargin, slik at verdiene som framkommer fra grafen i sum er halverte. Kilde: Sandersen et.al. 1996.



Tidsintervall (timer)	Kritisk nedbørsmenge (mm [% av årsnedbør])	Evakuering anbefales ved følgende nedbørsmengder [varslet nedbørsmenge](mm)
6	100 [4%]	50 mm
12	140 [5,5%]	70 mm
18	175 [7%]	90 mm
24	200 [8%]	100 mm

Tabell 2: Viser anbefalte stengningskriterier for vegen på Hatlestad Terrasse. Anbefalingen tar også hensyn til at jord kan være frossen, at det kan ligge snø og is i terrenget, at jorda kan være fullt vannmettet og at steinsprang kan oppstå før jordskred.

## Fordeling av normal nedbør i Hordaland



Solstrand 011106

Frå NHVH

Figur 4: Viser fordeling av normal nedbør i Hordaland. Kilde Sigbjørn Grønås, geofysisk institutt, UiB.



## Notat G-40

Oppdrag:	<b>Vallaskaret 33A m. fl.</b>	Dato:	<b>25. september 2008</b>
Emne:	<b>Vurdering av fare for skred og steinsprang</b>	Oppdr.nr.:	<b>610729-803</b>
Til:	<b>Bergen kommune, Byggesaksavdelingen</b>	<b>Roger S. Andersen</b>	
Kopi:			
Utarbeidet av:	<b>Jann Atle Jensen</b>	Sign.:	<i>Jann Atle Jensen</i>
Kontrollert av:	<b>Unni Hagen</b>	Sign.:	<i>Unni Hagen</i>
Godkjent av:	<b>Arne D. Stordal</b>	Sign.:	<i>Arne D. Stordal</i>
Sammendrag:			
<p>I etterkant av alle skred, steinsprang og flomhendelser onsdag 14.09. og 14.11.05 er det kommet inn mange bekymringsmeldinger og meldinger om skader til Bergen kommune fra hele kommunen. I den sammenheng er det også kommet inn en bekymringsmelding vedrørende et bergparti ved eiendommen Vallaskaret 33A i Fana i Bergen.</p> <p>Foreliggende notat gir en vurdering av faren for steinsprang og skred i dette området og gir en generell vurdering av tiltak.</p>			

for

### Innledning

I etterkant av alle skred, steinsprang og flomhendelsene onsdag 14.09. og 14.11.05 er det kommet inn en god del bekymringsmeldinger og meldinger om skader til Bergen kommune fra hele kommunen. I den sammenheng er det også kommet inn bekymringsmeldinger vedrørende et bergparti og en skråning ved eiendommen Vallaskaret 33A i Fana i Bergen.

MULTICONSULT AS er engasjert av Bergen kommune, Byggesaksavdelingen til å gjøre en vurdering av denne lokaliteten og gi råd om behov for videre undersøkelser og/eller tiltak. Foreliggende notat presenterer resultatene fra utførte befaringer og målinger, samt gir råd om videre undersøkelser og anbefalinger om tiltak. I tillegg er det utarbeidet kriterier for frivillig evakuering av boliger nedenfor bergveggen fram til området er sikret.

### Geologi, befaring og observasjoner.

Det ble avholdt en befaring på stedet onsdag 08.05.08. Tilstede under befaringen var geologene Gunn Ø. Petersen og Roger S. Andersen fra Bergen kommune, Byggesaksavdelingen, ingeniør Henry Nesse, siv. ing. Unni Hagen og siv. ing. Jann Atle Jensen fra MULTICONSULT AS, samt fjellklatrermannskaper fra fjellsikringsentreprenøren MESTA AS. Det undersøkte fjellpartiet er vist på kart i figur 1 og på bilder.

Det ble under denne befaringen observert et parti med løse blokker i bergveggen, ovenfor ura. Det var klare tegn til at det hadde vært relativt nylig bevegelse i enkelte av blokkene. Det ble montert fire målepunkt i bergveggen. Et målepunkt står i fast berg og tre målepunkt på de antatt minst stabile blokkene. Overvåkingen blir utført med målinger med Leica totalstasjon (antatt målefeil i dette tilfellet  $\pm$  5 mm) og målingene blir utført av ingeniør Henry Nesse. Plassering av området med målepunktene er illustrert med rød pil på figur 1.





Figur 1. Viser området med bergveggen og bebyggelsen på Valla. Bergpartiet hvor det er observert løse blokker er merket med rødstiplot linje med piler. Det er i dette berg partiet målepunktene er plassert. Kart er hentet fra "Norgesglasset.no".



Bilde 1: Viser bergpartiet og ura. Det er gjort betydelige inngrep i foten av ura uten at løsmassene her i etterkant er blitt sikret. Bergpartiet hvor det er observert løse blokker er merket med rødstiplot linje, og profilet som framkommer på figurene 2 og 3 er markert med lilla prikkstiplot linje.





Bilde 2: Viser krypbevegelser i ura.



Bilde 3: Viser løse blokker i bergveggen.





*Bilde 4: Viser blokk i bergveggen som det er tegn til bevegelse i.*



*Bilde 5: Viser løse blokker i bergveggen.*



NGU sitt berggrunnsgeologiske kart viser at bergartene området består av granittiske, syenittiske og mangerittiske bergarter som er sterkt preget av kaledonsk omdanning og forgneising. Berget er preget av moderat men gjennomsettende oppsprekking, slik at det blir dannet en del større løse blokker i den sterke og harde bergarten.

Løsmassene nedenfor bergveggen består av urmasser over morenemasser. Vannet i området drenerer gjennom disse massene og det er tegn til kryp i massene der skråningen er brattest. Skråningshelningen varierer mellom 30° til 35° bortsett fra i foten ved nr. 33 det er gjort et inngrep og graveskråningen står svært steilt, se figur 2 og 3.

## Målinger og vurderinger

Måleresultatet fra 3,5 mnd. med målinger er presentert i tabell 1:

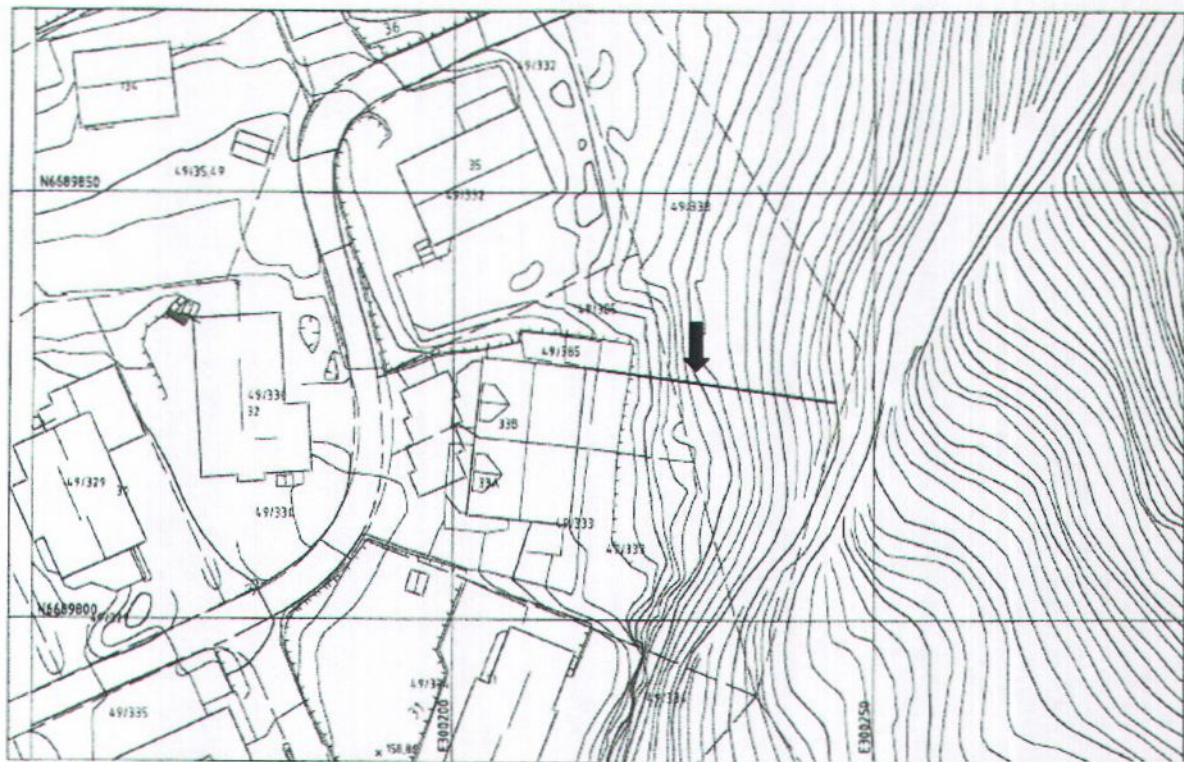
MÅLERESULTATER :					Diff X-	Diff Y-	Diff høyde
Pkt.nr:	Målt dato:	X-koord.	Y-koord.	Høyde	koord.	koord.	
1 (fast fjell)	02.06.2008	6689828.636	300253.526	192.577			
2		6689825.578	300250.567	193.390			
3		6689825.385	300249.542	187.546			
4		6689822.892	300247.498	184.194			
					↓	↓	↓
1 (fast fjell)	25.06.2008	6689828.634	300253.526	192.575	-2	0	-2
2		6689825.577	300250.566	193.388	-1	-1	-2
3		6689825.383	300249.542	187.543	-2	0	-3
4		6689822.891	300247.497	184.192	-1	-1	-2
1 (fast fjell)	16.09.2008	6689828.634	300253,526	192.575	-2	0	-2
2		6689825.577	300250.566	193.387	-1	-1	-3
3		6689825.383	300249.542	187.543	-2	0	-3
4		6689822.891	300247.497	184.192	-1	-1	-2

Tabell 1: Viser måleresultater av bevegelsesmålinger på løse blokker i bergveggen.

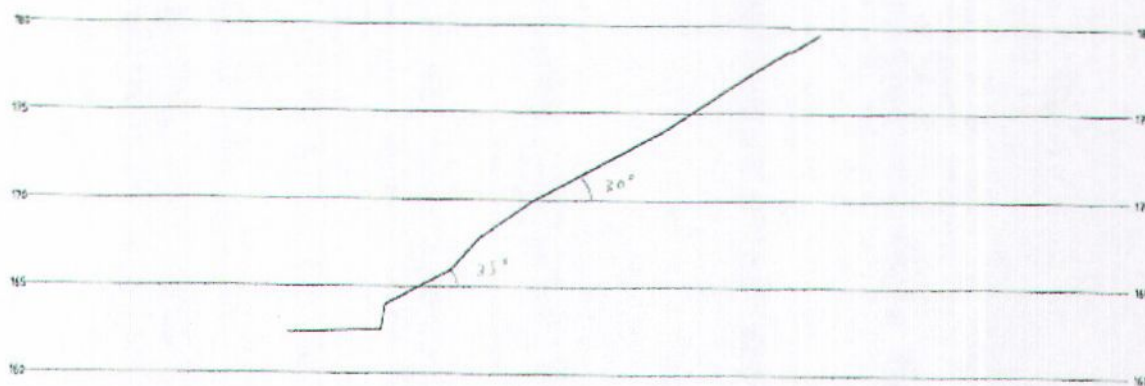
Resultatene fra målingene viser at det ikke er bevegelse i måleperioden i blokkene som det er montert målepunkter på (de tre antatt løseste blokkene). Det er derfor ikke umiddelbar fare for utrasing av blokker og sikringsarbeider kan settes i verk i stabile perioder med lite nedbør og stabil temperatur. Under arbeidene bør også blokkene overvåkes. Bevegelse i blokkene skjer trolig i perioder med store nedbørsmengder (vanntrykk og kryp- og svelleprosesser) og store temperatursvingninger (inkludert frost-/tineprosesser). Noe bevegelse skyldes trolig også rotsprengning.

Ved store, intense nedbørsmengder med oppbygging av høy grunnvannstand, kan det oppstå skred i løsmassene i skråningen. Utgravingen i foten av ura ved nr. 33 har også redusert stabiliteten ytterligere.





Figur 2. Viser plassering av profillinje (merket med pil) som er vist på figur 3.



Figur 3. Viser profil i ura fra bergveggen og ned til boligen (nr. 33).

### Anbefalte tiltak

Det anbefales at løse blokker blir sikret med bolte- og nettsikring i bergveggen eller et tilstrekkelig steinspranggjerdene nede i ura. Disse arbeidene må dimensjoneres og prosjekteres spesielt.

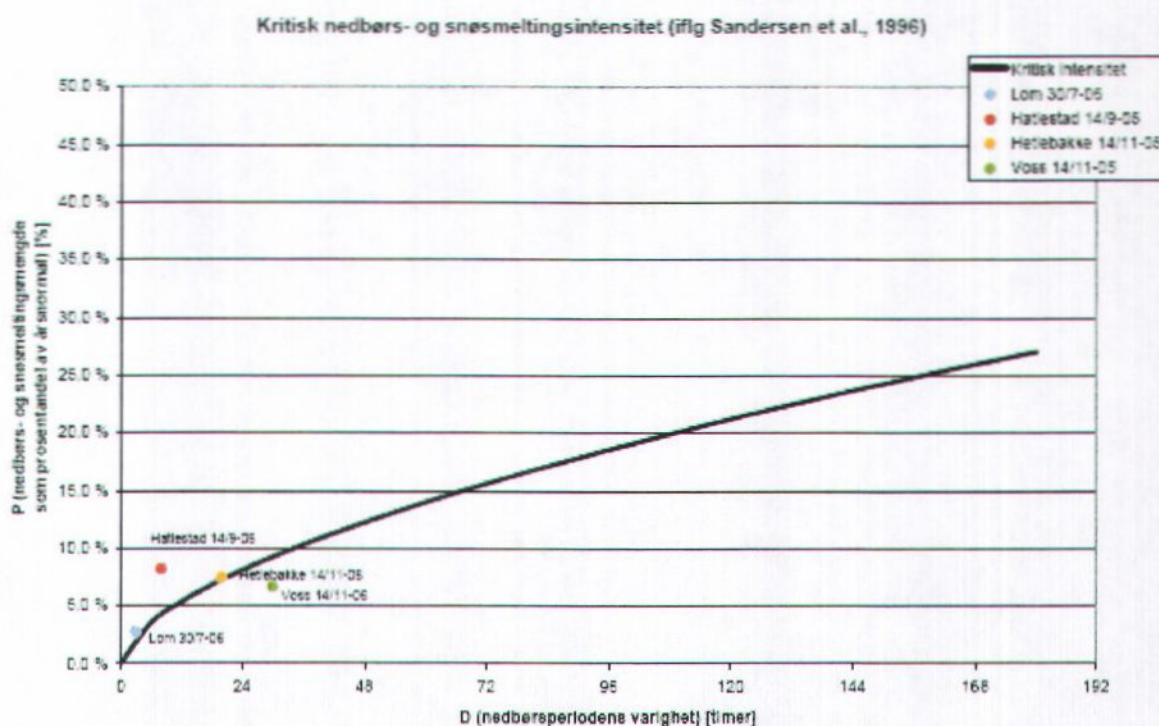
Det vil være vanskelig og svært kostbart å sikre løsmassene i skråningen, men stabiliteten kan bedres noe ved å etablere en mur i skjæringa i foten av ura. Alle sikringsarbeidene av løsmasser må dimensjoneres og prosjekteres spesielt.



### Anbefalte kriterier for frivillig evakuering av boliger fram til området er fullstendig sikret

Utgangspunktet for vurdering av anbefaling av kriterier for frivillig evakuering av boliger er Sandersen et.al. sin tabell for kritisk nedbørs- og snøsmeltingsintensitet og erfaringene fra store løsmasseskred i Hordaland 14.09.06 og 14.11.06, se figur 3. Kritisk intensitet framkommer som en funksjon av nedbørsperiode og nedbørs- og smeltevannsmengde i perioden som prosentandel av gjennomsnittlig årsnedbør. Grafen angir at skredet på Hatlestad i Bergen gikk over den kritiske grensa som grafen i tabellen angir, mens skredet på Voss gikk ved en lavere verdi. Skredene i Hetlebakken i Bergen og i Lom var sammenfallende med kriteriene i grafen (For Hatlestad er det ikke tilstrekkelig justert for når i nedbørsperioden skredet gikk, gjør man dette vil også dette skredet være mer sammenfallende med grafen). På denne bakgrunn legger man til grunn at grafen er representativ for når skred reelt vil kunne oppstå i utsatte løsmasseavsetninger i Bergen.

Årsnedbør på Valla er ca 2500 mm/år, se figur 4. I tabell 2 er kritiske nedbørs- og snøsmeltingsmengder for forskjellige tidsintervaller presentert sammen med anbefalte kriterier for frivillig evakuering av boliger.



Figur 4: Viser tabell for kritisk nedbørs- og snøsmeltingsintensitet sammenstilt med erfaringene fra store løsmasseskred i Hordaland 14.09.06 og 14.11.06 og Lom 30.07.06. I tillegg er det lagt inn en viss sikkerhetsmargin, slik at verdiene som framkommer fra grafen i sum er halverte. Kilde: Sandersen et.al. 1996.



Tidsintervall (timer)	Kritisk nedbørsmenge (mm [% av årsnedbør])	Evakuering anbefales ved følgende nedbørsmengder [varslet nedbørsmenge](mm)
6	100 [4%]	50 mm
12	140 [5,5%]	70 mm
18	175 [7%]	90 mm
24	200 [8%]	100 mm

Tabell 2: Viser anbefalte stengningskriterier for vegen på Hatlestad Terrasse. Anbefalingen tar også hensyn til at jord kan være frossen, at det kan ligge snø og is i terrenget, at jorda kan være fullt vannmettet og at steinsprang kan oppstå før jordskred.

## Fordeling av normal nedbør i Hordaland



Solstrand 011106

Frå NHVH

Figur 4: Viser fordeling av normal nedbør i Hordaland. Kilde Sigbjørn Grønås, geofysisk institutt, UiB.