

Notat G-41

| | | | |
|--|---|------------|--------------------------|
| Oppdrag: | Ådnamarka borettslag, Indre Arna | Dato: | 18. februar 2009 |
| Emne: | Vurdering av fare for skred og steinsprang | Oppdr.nr.: | 610729-805 |
| Til: | Bergen kommune, Byggesaksavdelingen | | Roger S. Andersen |
| Kopi: | | | |
| Utarbeidet av: | Jann Atle Jensen | Sign.: | <i>Jann Atle Jensen</i> |
| Kontrollert av: | Unni Hagen | Sign.: | <i>Unni Hagen</i> |
| Godkjent av: | Arne D. Stordal | Sign.: | <i>Arne D. Stordal</i> |
| Sammendrag: | | | |
| <p>I etterkant av et steinskred og jordskred ovenfor boligområdet Ådnamarka boliglag i Indre Arna lørdag 15.11.08 er det kommet inn mange bekymringsmeldinger om nye skred og steinsprang fra området.</p> <p>Foreliggende notat gir en vurdering av faren for steinsprang og skred (ROS-analyse) i dette området og gir en generell vurdering av aktuelle tiltak.</p> | | | |

Innledning

Lørdag 15.11.08 gikk det et steinskred og løsmasseskred i skråningen ovenfor Ådnamarka borettslag i Indre Arna. I etterkant er det kommet inn mange bekymringsmeldinger om faren for nye skred og steinsprang i dette området.

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 vurderer risikoen for nye hendelser (ROS-analyse). I tillegg er det utarbeidet kriterier for frivillig evakuering av parkeringsplass og garasjeanlegg nedenfor skråningen fram til området er permanent sikret.

Faren for skred og steinsprang i området er tidligere beskrevet i kapittel 43 i NGU rapport nr. 2006-43 "Potensielt skredfarlige områder i Bergen kommune. Delrapport 1".

Befaring og observasjoner i skredområdet og området sør for dette. Geologi.

Befaring og observasjoner i skredområdet

Det ble avholdt to befaringer på stedet, en lørdag 15. og en søndag 16.11.08. Tilstede under befaringene var blant andre driftssjef Atle Kleppe fra Bergen kommune, Samferdselsavdelingen og siv. ing. Jann Atle Jensen fra Multiconsult AS. Det undersøkte området er vist på kart i figur 1 og på bilder.

Det ble under denne befaringen observert et utstikkende parti av berg med løse blokker, ovenfor ura i skråningen. Foten av bergveggen ligger om lag på kote 300 og bergveggen er om lag 20 – 30 m høy. Det var løstnet om lag 300 m³ med stein som hadde utløst et skred i ura nedenfor. Skredområdet er 30 m bredt, 100 m langt og om lag 1 m dypt i snitt. Totalt var det om lag 3000 m³ med løsmasser i bevegelse. Skredmassene bestod av urmasser, torv, vegetasjon og morene (bløtjordskred). Skredet var stoppet på en utflatning om lag 50 - 100 m lengre nede, om lag på kote 225 – 250. Terrenget har en helning på omlag 30° i løsneområdet. Noen steiner fortsatte videre nedover og 20 – 30 m³ med steinmasser stoppet i gangvegen om lag på kote 100. Et par blokker, som ikke ble stoppet av vegetasjonen, fortsatte videre nedover og traff garasjene og ødela en liten strømstolpe.



Figur 1. Viser området med bergveggen og bebyggelsen i området. Rød prikkstiplet linje med piler viser antatt bane for stein som traff gangvegen og garasjene. Lilla punktstiplet linje viser om lag begrensning av skredområdet. Blå langstiplet linje angir område som trolig er mest utsatt for steinsprang og skred. Kart er hentet fra "Norgesglasset.no".

Bergpartiet som steinskredet løsnet i er avspent, oppknust og forvitret og tidligere steinsprang og -skred herfra har dannet ura nedenfor skrenten. Jordskredet ble utløst av steinspranget da jorda var vannmettet. Det er noe vannsig ned mot skråningen fra ovenforliggende områder.

Det ble konkludert med under siste befaringsgang at det periodisk vil komme nye steinsprang og -skred fra bergveggen. Steinskredet ble denne gangen utløst av vanntrykk i sprekker som følge av betydelige nedbørmengder. Berget hadde på forhånd vært belastet av rotsprengning, forvitring med dannelse av sprekke materiale, svelle- og kryppprosesser og fryse-/tineprosesser.

Risikoen for umiddelbare nye slike hendelser er liten, men det er en risiko for at enkelte blokker i terrenget kan komme ned så lenge jorda er vannmettet. Det mest utsatte området for nye skred er markert på figur 1.

Berggrunnsgeologi

I følge NGU sitt berggrunnsgeologiske kart (M 1:50 000) består bergarten i området av anortositt med innslag av jernforekomster (del av Lindåsdekket) som er kaledonsk påvirket (skyvedekke). Bergarten har et strøk med orientering nord-nordvest/sør-sørøst (parallelt dalaksen) og fall 60° til 80° mot øst. Lokalt kan bergmassen likevel være betydelig foliert med skiftende retning på strøk og fall. Observasjoner viser at det minst er tre dominerende hovedsprekkesystemer i området, som til dels står normalt på hverandre, se bilde 4. Bergmassen er også til dels betydelig forvitret og utsatt for rot- og issprengning. Det er også jordfylling og annet sprekke materiale i sprekker i framstikkende bergpartier.

Losmassegeologi

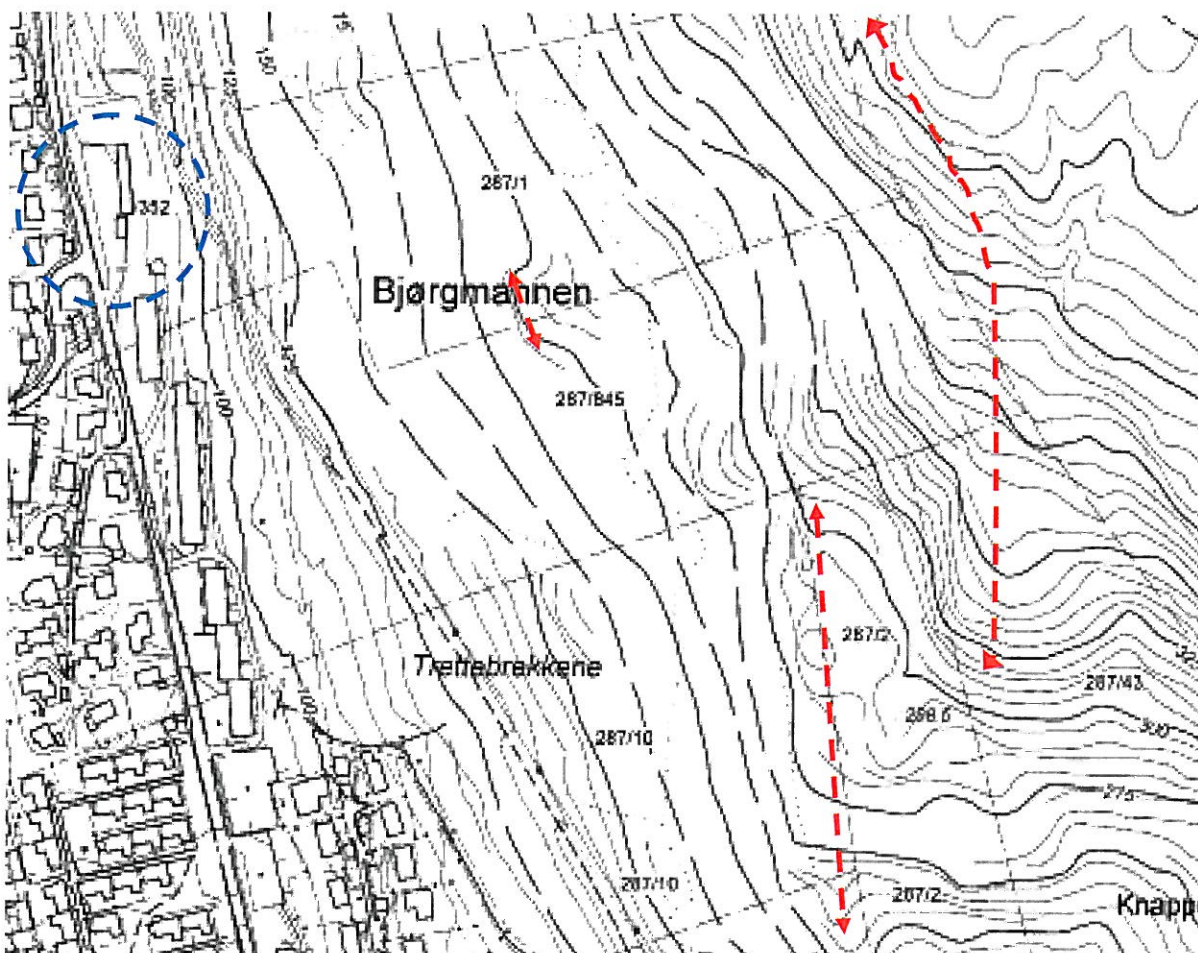
NGU sitt kvartærgeologiske kart over Hordaland (M 1:250 000) viser at det er et tynt morenedekke i området med forvitningsjord. I området er det også flere markerte urområder, se figur 3, og mye enkeltsteiner (rasblokker) i terrenget.

Vegetasjon og geometri

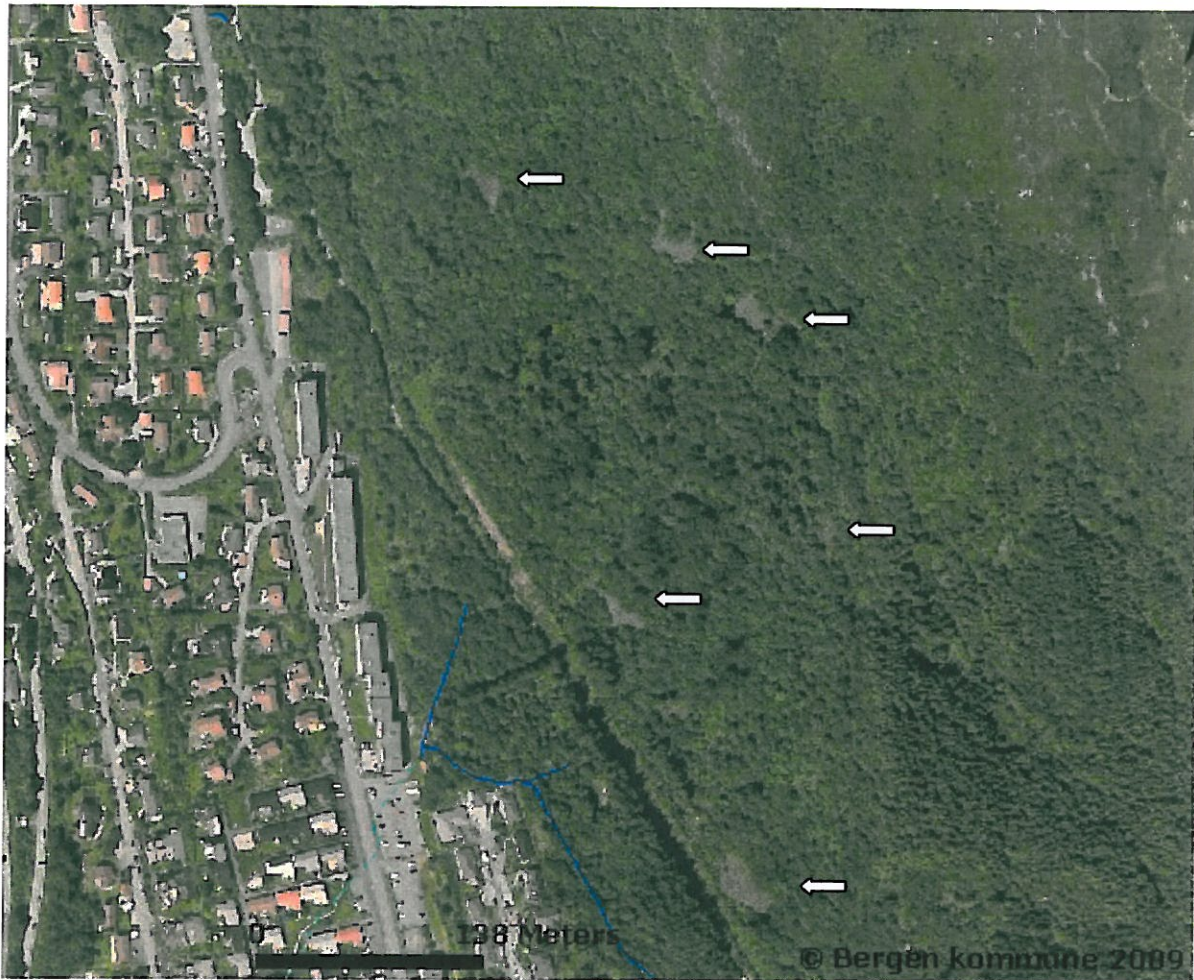
Skråningen ned mot boligene, parkeringsplassen og gangvegen (natursti) er i hovedsak skogkledt med lauvskog. Terrenghelningen i skråningen nedenfor skrentene (løsneområdene) varierer noe og er i størrelsesorden 20° - 45°. Det er også en del vannsig og mindre bekkefar i søkk i terrenget.

Området sør for skredområdet, ovenfor blokkbebyggelsen

Videre sørover (ved og sør for Bjørgmannen og ned mot Trettebrekkene) er de geologiske og geometriske forholdene relativt like som ovenfor parkeringsplassen, men bergpartiene med løse blokker er mindre framstikkende og det er flere utpregede flatere områder som kan ta i mot og stoppe nedfall, se figur 2 og 3. Dannelsen av urer i skråningen ovenfor bebyggelsen er vist på flyfoto på figur 3.



Figur 2. Viser området ved og sør for parkeringsplassen og skråningen ovenfor denne. Plassen er ringet inn med blå, stiplet ring. Røde piler markerer potensielle områder hvor det kan løsne steinsprang og mindre skred. I tillegg kan steiner som ligger i terrenget (skråningen) nedenfor settes i bevegelse som følge av kryppprosesser, rotsprengning og frost-/tineprosesser m.m. Kart er hentet fra "Norgesglasset.no". Risikoen er størst i området ovenfor garasjen og parkeringsplassen.



Figur 3. Viser flybilde over samme området som er vist på kart på figur 2. Hvite piler markerer større urområder.

Generell rasrisikovurdering

Ved prosjektering av sikringstiltak blir reguleringsplanområdet/boligområdet klassifisert i en prosjektklasse ut fra NS3480. Den geotekniske prosjektklassen skal fastlegges i forhold til skadekonsekvensklasser og vanskelighetsgrad, jfr. Tabell 1.

Konsekvensen av en skade inndeles i tre klasser; mindre alvorlig, alvorlig og meget alvorlig. I dette tilfellet vil konsekvensene av en skade være meget alvorlig. En svikt eller brudd medfører stor risiko for skade på mennesker eller store økonomiske eller andre konsekvenser.

Prosjektet er avhengig av grunnforholdene og her vil de i planområdet være dels uoversiktlige eller vanskelig. Prosjektet har middels vanskelighetsgrad.

| Skadekonsekvensklasse | Vanskelighetsgrad | | |
|-----------------------|-------------------|---------|-----|
| | Lav | Middels | Høy |
| Mindre alvorlig | 1 | 1 | 2 |
| Alvorlig | 1 | 2 | 2 |
| Meget alvorlig | 2 | 2 | 3 |

Tabell 1: Geoteknisk prosjektklasse avhengig av skadekonsekvensklasse og vanskelighetsgrad.

Med middels vanskelighetsgrad og meget alvorlig skadekonsekvens er den geotekniske prosjektklassen til dette prosjektet 2, jfr. Tabell 1. I henhold til Plan og bygningslovens §68 og Teknisk forskrift §7-32 klassifiseres området til å være et område i sikkerhetsklasse 3 for skred. Vi viser til kapittel 8.4 for ytterligere vurdering av Plan og bygningslovens §68 og Teknisk forskrift §7-32.

Uønskede hendelser

Etter befaringer i ovennevnte område er følgende uønskede hendelser vurdert som aktuelle:

1. Steinsprang og steinskred fra fjellskrenter og steinsprang fra terreng (skråning) ned mot gangveg, høyspentlinje ovenfor gangveg, garasje og parkeringsplass og boligblokker. Utløses mest sannsynlig av stor nedbør (høy grunnvannstand, oppbløtte jordmasser, endrede dreneringsveger), frost-/tineprosesser og rotsprengning.
2. Jordskred fra terreng (skråning) ned mot gangveg, høyspentlinje ovenfor gangveg, garasje og parkeringsplass og boligblokker. Utløses mest sannsynlig av store nedbørmengder eller av steinsprang fra skrentene over, også i kombinasjon med tle i jorda. Fjerning av vegetasjon (røtter) ved hogst/brann m.m. kan øke sannsynligheten for skred.
3. Rotvelt/nedfall av trær mot gangveg og høyspentlinjer som følge av hogst, mye nedbør, sterk vind eller vegetasjonsdød.
4. Store vannmengder fra terreng/endrede dreneringsveger som gir flom.

Disse hendelsene med nummerering benyttes videre i resten av denne risikoanalysen.

Årsaker og sannsynlighet

Slik situasjonen er i dag vurderes det som mindre sannsynlig at boliger blir rammet av steinsprang, skred og rotvelt, mens det er sannsynlig at parkeringsplass, garasjer, gangveg og høyspentlinje kan bli rammet av dette. Flom kan ramme alle objektene like hyppig. Vurdering av skadepotensialet framkommer av tabellene.

Boligblokker

| Sannsynlighets-kategori | Grad av sannsynlighet | Frekvens (predikert antall hendelser) | Uønsket hendelse |
|-------------------------|-----------------------|--|------------------|
| S1 | Lite/minst sannsynlig | Mindre enn hendelse pr 1000 år | |
| S2 | Mindre sannsynlig | Mellom én hendelse pr 100 år og en hendelse pr 1000 år | 1, 2 og 3 |
| S3 | Sannsynlig | Mellom én hendelse pr 10 år og en hendelse pr 100 år | 4 |
| S4 | Meget sannsynlig | Mellom én hendelse pr ett år og én hendelse pr 10 år | |
| S5 | Svært sannsynlig | Mer enn én hendelse pr ett år | |

Tabell 2: Sannsynligheten for de uønskede hendelsene er vurdert og sortert etter antatt frekvens på hver av hendelsene. Rangeringen er gjort i henhold til oppsett foreslått i Norsk Standard 5815.

Garasje, parkeringsplass, gangveg og høyspentlinje

| Sannsynlighets-kategori | Grad av sannsynlighet | Frekvens (predikert antall hendelser) | Uønsket hendelse |
|-------------------------|-----------------------|--|------------------|
| S1 | Lite/minst sannsynlig | Mindre enn hendelse pr 1000 år | |
| S2 | Mindre sannsynlig | Mellom én hendelse pr 100 år og en hendelse pr 1000 år | |
| S3 | Sannsynlig | Mellom én hendelse pr 10 år og en hendelse pr 100 år | 1,2, 3 og 4 |
| S4 | Meget sannsynlig | Mellom én hendelse pr ett år og én hendelse pr 10 år | |
| S5 | Svært sannsynlig | Mer enn én hendelse pr ett år | |

Tabell 3: Sannsynligheten for de uønskede hendelsene er vurdert og sortert etter antatt frekvens på hver av hendelsene. Rangeringen er gjort i henhold til oppsett foreslått i Norsk Standard 5815.

Konsekvenser

Vurderingen av konsekvenser er vist under:

Boligblokker

| Konsekvens-kategori | Konsekvensklasse i hht PBL | Skader på mennesker og materiell | Uønsket hendelse |
|---------------------|----------------------------|---|------------------|
| K2 | Liten | Få og små personskader og materielle skader | 3 |
| K3 | Middels | Alvorlige skader på personell og materiell | 4 |
| K4 | Stor | Alvorlige skader og materielle ødeleggelser | 1 og 2 |
| K5 | Svært stor | Store skader | |

Tabell 4: Konsekvensene for de uønskede hendelsene er sortert etter antatt skadeomfang. Rangeringen er gjort i henhold til oppsett foreslått i NS 5815 og Plan- og bygningsloven (PBL).

Garasje, parkeringsplass, gangveg og høyspentlinje

| Konsekvens-kategori | Konsekvensklasse i hht PBL | Skader på mennesker og materiell | Uønsket hendelse |
|---------------------|----------------------------|---|------------------|
| K2 | Liten | Få og små personskader og materielle skader | 3 og 4 |
| K3 | Middels | Alvorlige skader på personell og materiell | 1 og 2 |
| K4 | Stor | Alvorlige skader og materielle ødeleggelser | |
| K5 | Svært stor | Store skader | |

Tabell 5: Konsekvensene for de uønskede hendelsene er sortert etter antatt skadeomfang. Rangeringen er gjort i henhold til oppsett foreslått i NS 5815 og Plan- og bygningsloven (PBL).

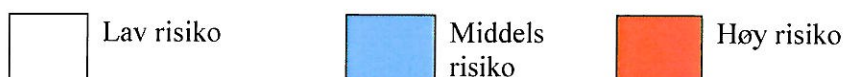
Risiko og akseptkriterier

Vurderingen av konsekvenser er vist under:

Boligblokker

| Risikodiagram for boligblokker i det undersøkte området. | | | | |
|--|-------------|------------|---------|---------------|
| SANNSYNLIGHET | KONSEKVENNS | | | |
| | K2 Liten | K3 Middels | K4 Stor | K5 Svært stor |
| S5 Svært/mest sannsynlig | | | | |
| S4 Meget sannsynlig | | | | |
| S3 Sannsynlig | | 4 | | |
| S2 Mindre sannsynlig | 3 | | 1 og 2 | |
| S1 Lite sannsynlig | | | | |

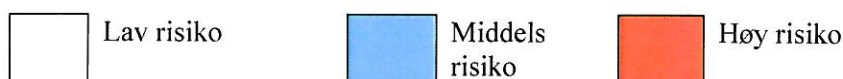
Tabell 6: De vurderte hendelsene kan presenteres etter risiko som funksjon av vurdert sannsynlighet og konsekvens slik dette er gjort i tabellen over (etter NS 5815 og PBL).



Garasje, parkeringsplass, gangveg og høyspentlinje

| Risikodiagram for boligblokker i det undersøkte området. | | | | |
|--|-------------|------------|---------|---------------|
| SANNSYNLIGHET | KONSEKVENNS | | | |
| | K2 Liten | K3 Middels | K4 Stor | K5 Svært stor |
| S5 Svært/mest sannsynlig | | | | |
| S4 Meget sannsynlig | | | | |
| S3 Sannsynlig | 3 og 4 | 1 og 2 | | |
| S2 Mindre sannsynlig | | | | |
| S1 Lite sannsynlig | | | | |

Tabell 7: De vurderte hendelsene kan presenteres etter risiko som funksjon av vurdert sannsynlighet og konsekvens slik dette er gjort i tabellen over (etter NS 5815 og PBL).



Risikoen ved steinsprang, stein- og jordskred og flom mot boligblokkene er middels høy. Risikoen ved rotvelt mot boligblokkene er lav, jfr. tabell 6.

Risikoen ved steinsprang, stein- og jordskred mot garasjene, parkeringsplassen, gangvegen og kraftlinjene er middels høy. Risikoen ved flom og rotvelt mot garasjene, parkeringsplassen, gangvegen og kraftlinjene er lav, jfr. tabell 7.

Bilder



Bilde 1: Viser bergpartiet med løseområdet, skråningen med ura og skredbanen ned mot vegen og garasjene.



Bilde 2: Viser treffpunktet i gangvegen.



Bilde 3: Viser blokk som traff garasjene og ødela strømstolpe.



Bilde 4: Viser losneområde for steinskred.



Bilde 5: Viser deler av skredgropa.



Bilde 6: Viser stoppområde for hoveddel av skred.

Anbefalte tiltak

Fram til eventuelle permanente sikringstiltak er etablert kan det i mellomtiden foretas frivillig evakuering av garasje og parkeringsplass når det er ventet kritisk store nedbørmengder.

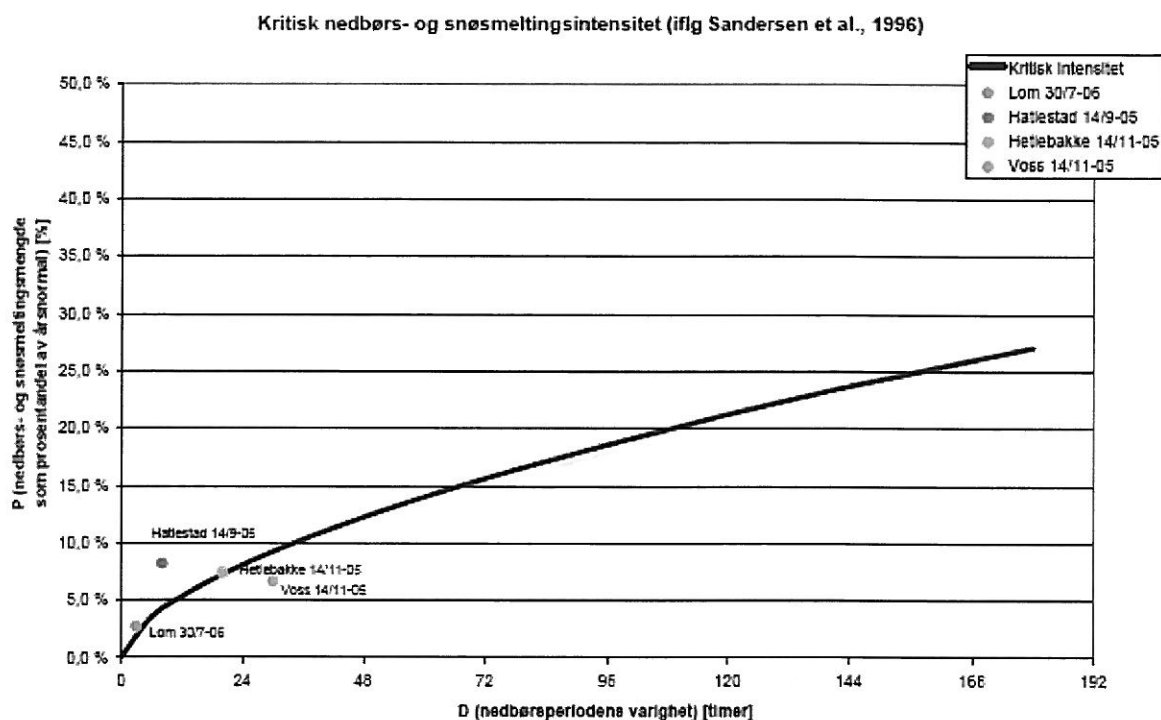
Mulige permanente tiltak

Dersom en ønsker å redusere konsekvensen av potensielt skadelige steinsprang-, skred- og flomhendelser mot boliger, garasjer, parkeringsplass, gangveg og kraftlinjer kan det oppnås ved etablering av steinspranggjerd, rasvoller og grøfter ovenfor gangvegen. Dette vil være svært kostnadskrevenne tiltak. Tiltakerne må prosjekteres spesielt av geotekniker og ingeniørgeolog.

Anbefalte kriterier for frivillig evakuering av parkeringsplass og garasjer fram til området er tilstrekkelig sikret.

Utgangspunktet for vurdering av anbefaling av kriterier for frivillig evakuering av parkeringsplass og garasjer er Sandersen et.al. sin tabell for kritisk nedbørs- og snøsmeltingsintensitet og erfaringene fra store løsmasseskred i Hordaland 14.09.05 og 14.11.05, se figur 4. 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 Indre Arna er mellom 2500 – 3000 mm/år, se figur 5. I tabell 8 er kritiske nedbørs- og snøsmeltingsmengder for forskjellige tidsintervaller presentert sammen med anbefalte kriterier for frivillig evakuering av garasje og parkeringsplass.

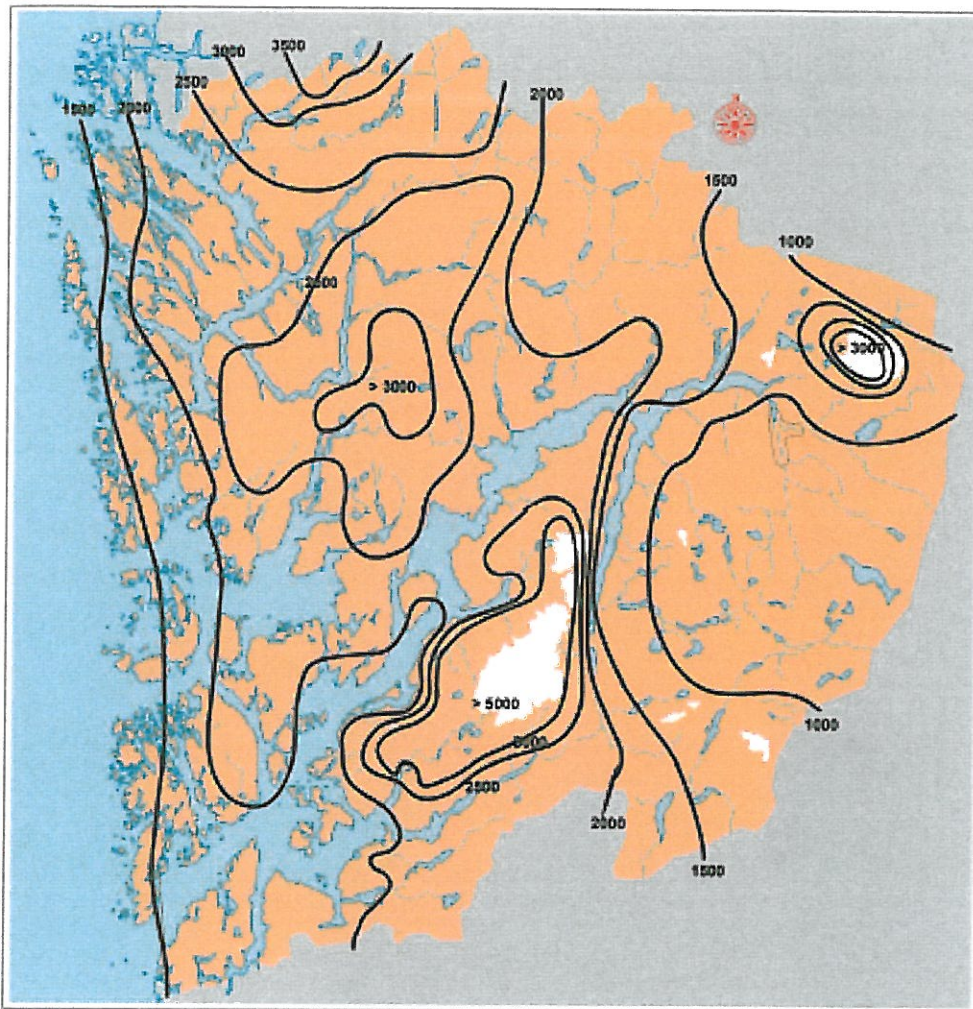


Figur 4: Viser tabell for kritisk nedbørs- og snøsmeltingsintensitet sammenstilt med erfaringene fra store løsmasseskred i Hordaland 14.09.05 og 14.11.05 og Lom 30.07.05. I tillegg er det lagt inn en viss sikkerhetsmargin, slik at verdiene som framkommer fra grafen i sum er halverte. Kilde: Sandersen et.al. 1996.

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

Tabell 8: Viser anbefalte kriterier for frivillig evakuering av parkeringsplass og garasjer. 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 5: Viser fordeling av normal nedbør i Hordaland. Kilde Sighjørn Grønås, geofysisk institutt, UiB.