



Bergen kommune Etat for byggesak
Att.: Ulf Sæterdal
Postboks 7700
5020 Bergen

Deres ref.:

Vår ref.: 611541/amv

Bergen, 13. august 2007

Vurdering av skredfare ved Breistølen
Risiko- og sårbarhetsanalyse

Vedlagt oversendes 2 kopier av vår rapport nr. 611541.1, datert den 6.juli d.å., vedrørende ovennevnte.

Vennlig hilsen
for MULTICONSULT AS


Tini Voltersvik

Vedlegg: rapporter

 BERGEN KOMMUNE
Sentralarkivet

Saks nr. 200511726 Dok.nr. 178
Gnr. 201 Bnr. 64
Mottatt 14. 08. 2007
Avdeling/kontor: Bybygg-byjusok
Saksbehandler: ULSA
Offentlig: _____
Arkiv nr: BBY - 5690

Rapport

Oppdragsgiver: **Bergen kommune**

Oppdrag: **Vurdering av skredfare ved Breistølen**

Emne: **Risiko- og sårbarhetsanalyse fase II**

Dato: **6. juli 2007**

Rev. - Dato

Oppdrag- / Rapportnr. **611541 - 1**

Oppdragsleder: **Frode. S. Arnesen**

Sign.: 

Saksbehandler: **Kari Charlotte Sellgren**

Sign.: 

Kontaktperson hos Oppdragsgiver: **Ulf Sæterdal**

Sammendrag:

Bergen kommune skal utføre en risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS-analyse) i kommunen der skredfaren for både bebygde og planlagt bebygde områder inngår. Norges Geologiske Undersøkelse (NGU) utførte fase I av denne ROS-analysen for hele kommunen våren 2006. Som en oppfølging til dette arbeidet har MULTICONSULT utført fase II for fjellsiden øst for Breistølen i Bergen kommune. Dette området hadde NGU pekt på som potensielt skredfarlig.

Foreliggende rapport beskriver fase 2 med utførte arbeider, resultater og vurderinger fra ingeniørgeologiske undersøkelser av området. Arbeidet innebærer blant annet gjennomgang av tilgjengelige flyfoto, feltarbeid og simulering av steinspranghendelser. Det ble tatt ut tre profiler fra skråningene og faren for steinsprang for disse ble undersøkt ved hjelp av opptegnede profil og programmet RocFall. Resultatene fra de utførte steinsprangsimuleringene viser at utløpslengdene til eventuelle nedfall av stein og blokker, vil være helt bort til husene i undersøkelsesområdet. For å redusere risikoen for at stein skal falle ned på planområdet anbefales det at området sikres mot steinsprang og jordskred med bolting, fanggjerdar og/eller skredvoller.

Det er ikke gjort funn som tyder på høy risiko for jord- og flomskred. Vi vil likevel påpeke at selv om løsmassene ligger stabilt i dag, gir flere episoder med ekstremnedbør de siste årene grunn til å gjøre tiltak i forhold til blant annet vannveier i området.

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning.....	3
1.1	Bakgrunn for analysen	3
1.2	Analyseobjekt og skredkildeområder.....	3
1.3	Geologi, klima og vegetasjon.....	6
2.	Utførte undersøkelser	6
2.1	Omfang av feltundersøkelser	6
2.2	Beskrivelse av undersøkelsesmetoder.....	6
2.3	Innmåling av terreng	7
2.4	Simulering av steinsprang.....	7
3.	Resultater.....	7
3.1	Flybilder.....	7
3.2	Feltarbeid	7
3.3	Sprekkeretning	9
3.4	Steinsprangsimulering.....	9
4.	Ingeniørgeologisk vurdering av dataene og analyser/simulering	10
4.1	Effekt av vann	10
4.2	Sprekkesystem	10
4.3	Effekt av skogen	10
4.4	Menneskelig påvirkning av naturlige prosesser i skråninger.....	11
5.	Konklusjon	11
5.1	Forslag til videre vurderinger og tiltak	11
6.	Referanser.....	12

Tegninger

- 511541-G0 Oversiktskart
- 511541-G150 Profilplan
- 511541-G151 Profil A-A, B-B og C-C

Vedlegg

- A Værdata fra Florida
- B Fotovedlegg
- C RocFall profiler

1. Innledning

1.1 Bakgrunn for analysen

Bergen kommune skal utføre en risiko- og sårbarhetsanalyse der skredfare for bebygde og planlagt bebygde områder inngår. Norges geologiske undersøkelse (NGU) har foreslått for kommunen at denne ROS-analysen for skredfare skal deles inn i tre faser. Første fase består av en grovkartlegging der helningskart og flyfoto brukes sammen med enkle feltbefaringer for å ta ut områder der det potensielt kan være skredfare. Andre fase består av en detaljkartlegging og vurdering av farenivå i de områder som ble pekt ut i første fase. Tredje fase vil være å forvalte resultatene fra andre fase, herunder formilde resultatene og planlegge og gjennomføre sikring, eventuell overvåking og utarbeiding av beredskapsplan.

NGU utførte selv første fase av denne ROS-analysen på oppdrag for Bergen kommune våren 2005 (ref. /1/). Som en oppfølging til denne ble MULTICONSULT, i e-post fra Bergen kommune 11.april 2007, forespurt om å utføre fase II av ROS-analysen for enkelte områder som NGU pekte på som potensielt skredfarlige i fase I. I forespørselen ønskes en vurdering av skredfare og behov for sikring for følgende områder i dalsiden vest for Fløyfjellet i Bergen kommune:

- Breistølen 21-25
- Breistølen 34-40

På grunn av store forskjeller mellom de ulike skråningene, og dermed også variasjon i skredtyper og skredfare, har NGU foreslått å klassifisere naturlige skråninger i fire ulike klasser.

Disse er:

1. Bratte naturlige skråninger utsatt for steinsprang (>45° og >10m høye)
2. Lavere naturlige skråninger og menneskeskapte skjæringer utsatt for steinsprang (>45° og <10m høye) der hus ligger tett inntil
3. Naturlige skråninger med fare for jordskred (27-45°)
4. Fyllinger og menneskeskapte skjæringer i løsmasser.

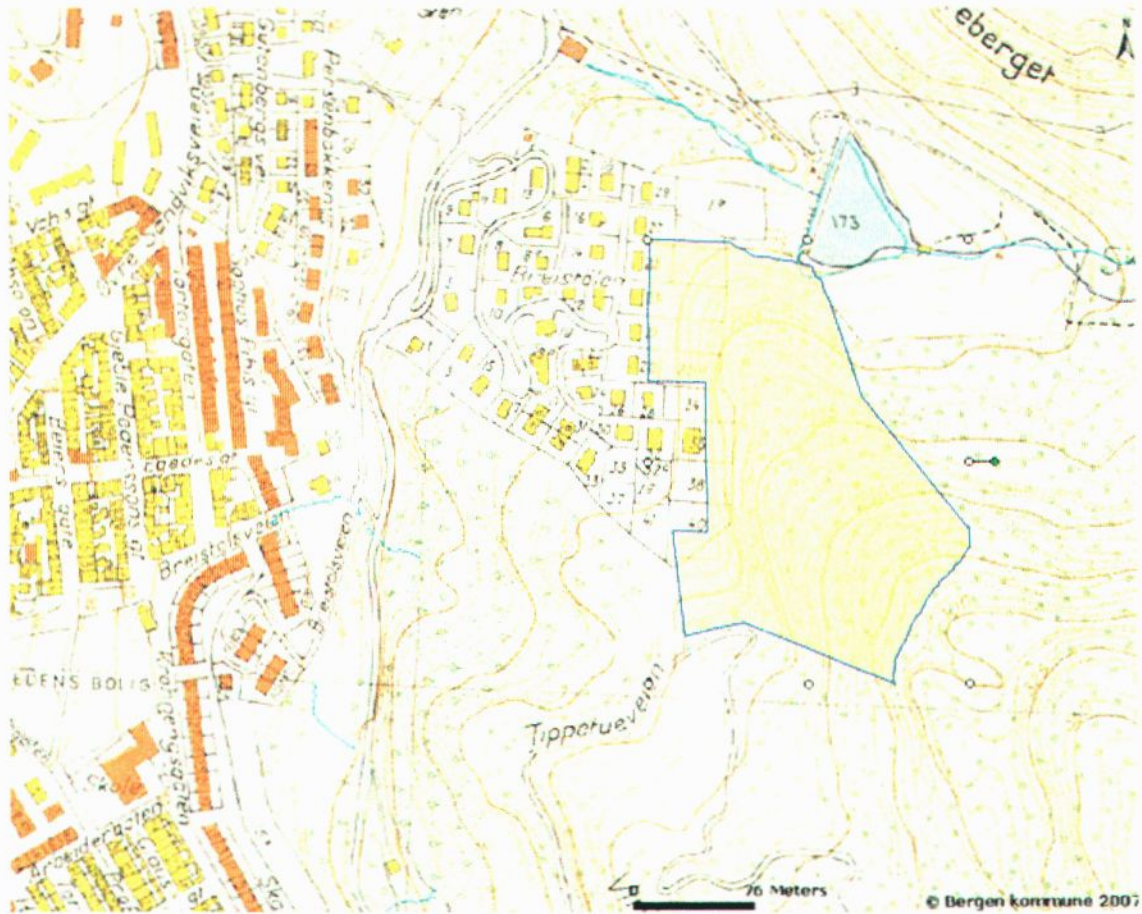
NGU har klassifisert skråningene ved de ovennevnte lokalitetene til å være av type 1, 2 og 3 eller en kombinasjon av disse. NGU anbefaler derfor at lokalitetene vurderes nærmere med hensyn på steinsprang og jordskred.

1.2 Analyseobjekt og skredkildeområder

Risiko- og sårbarhetsanalyse ble utført på området øst for boligene i Breistølen 21-25 og 34-40. Området er i retning nord-vest begrenset av tomtegrensene til boligene og utgjør en strekning på om lag 250m, se *Figur 1* og *Figur 2*.

Analyseobjektet i denne fase II av ROS-analysen omfatter dermed bebyggelsen som ligger direkte eksponert mot den avgrensede delen av fjellsiden. Til analyseobjektet er det definert et tilhørende potensielt skredkildeområde som i dette tilfellet er hele fjellsiden mellom bebyggelsen (145-185 moh) til en overliggende topp (210-240moh).

For oversiktens skyld er analyseobjektet delt inn i to delområder; A og B, med to tilhørende skredkildeområder, vist i Figur 2 og vedlegg B.



Figur 1: Undersøkesområdet i skråningen øst-sørøst for Breistølen 21-25 og 34-40. Det undersøkte området er markert med gult.



Figur 2. Analyseobjektet er definert av bebyggelsen som er eksponert mot skråningen øst for boligene. Området er delt inn 2 delområder (rød skravur) med 2 tilhørende potensielle skredkildeområder (grønn skravur).

Analyseobjektet og skredkildeområdene utgjør til sammen om lag 43 daa. Nedbørsfeltet som drenerer ned mot analyseobjektet utgjør til sammen om lag 150 daa. Dette inkluderer både fjellsiden ned mot bebyggelsen og myrer og søkk oppe på Fløyfjellet.

Analyseobjektet består av følgende delområder:

Område A:

Breistølen 21-25 med tilhørende utomhusareal.

Område B:

Breistølen 34-40 med tilhørende utomhusareal.

1.3 Geologi, klima og vegetasjon

Berggrunnen i området består i hovedsak av dypbergarter fra Ulrikens gneiskompleks, da for det meste granittisk migmatitt-, øye og båndgneis, med strøkretning parallelt med fjellsiden. Bergmassens lagdeling er markert og faller steilt (ref. /2/). For data om bergart og oppsprekking vises til kapittel 3.3.

Det er generelt lite løsmasser i området. Kvartærgeologisk kart (ref. /3/) over området angir bart fjell med noe skredmateriale. Marin grense (høyeste havnivå etter siste istid) ligger i Bergen så lavt som om lag 50 moh, og det finnes derfor ikke marine sedimenter i det aktuelle området øst for Breistølen.

Med bakgrunn i mye oppmerksomhet i samfunnsdebatten de siste årene om klimaendringer og en forventning om mer ekstremvær, har det i mediene vært mye fokus på skred og skredhyppighet. Forskere synes å være enige om at vi må forberede oss på mer ekstreme vær-situasjoner i framtiden. Vi tar i denne rapporten ikke stilling til hvilken skredfrekvens vi må forvente på grunnlag av klimaendringer, men vi tar til etterretning at mer ekstremvær nødvendigvis vil føre til at flere skred vil bli løst ut. Klimadata vil være viktige inngangsparametere både for å forutsi skredfare og for å forstå hvorfor skredene går.

For skredfare er nedbørsintensitet og frekvensen på fryse- og tinesykluser den viktigste klimainformasjonen. Den værstasjonen som ligger nærmest Breistølen er 50540 Bergen/Florida som ligger 12 m o.h. Klimanormaler hentet fra Meteorologisk institutts klimadatabase (www.eklima.no) for denne stasjonen viser at nedbørsintensiteten er størst i perioden september – november og at gjennomsnittstemperaturen er lavest i månedsskiftet januar/februar. Ingen av middeltemperaturene for noen av månedene ligger under 0 °C, men siden området øst for Breistølen ligger 170 - 300 m høyere, er det rimelig å anta at middeltemperaturen vil ligge nært 0° C i perioden desember – februar/mars. Værdata for Florida er gjengitt i vedlegg A.

Vegetasjonen i området ovenfor Breistølen er i område A preget av edelløvskog, i område B består vegetasjonen i hovedsak av grantrær. Jordsmonnet i begge områdene er trolig dannet på rasmateriale med innslag av forvittringsjord stedvis mellom bratte oppstikkende berghamrer. I skogbunnen finnes bregner, moser, urter og gras (ref. /4/).

2. Utførte undersøkelser

2.1 Omfang av feltundersøkelser

Med bakgrunn i resultat fra undersøkelser av tilgjengelig kartmateriale og flyfoto over område, ble det utført feltarbeid i skråningen øst, sørøst og nordøst for området Breistølen 21-25 og 34-40.

Det ble holdt en innledende befarings i området den 16. april 2007 av siv.ing. Kari Charlotte Sellgren. Den 11. mai 2007 undersøkte siv.ing. Frode S. Arnesen og Kari Charlotte Sellgren fra MULTICONSULT AS området ytterligere i en andre befarings.

Hele skråningen, bortsett fra mindre deler av det aktuelle området som var noe utilgjengelig på grunn av tett skog, bratte skrenter med løse blokker og løse jordlag, ble undersøkt i løpet av befaringsene.

2.2 Beskrivelse av undersøkelsesmetoder

Sprekkesystemene til bergartene i området ble registrert ved måling av sprekkenes strøk og fall og visuell vurdering.

Innmåling og høydebestemmelse av terrengpunkter ved bruk av GPS (Leica 500) har normalt største avvik på 10 mm i planet og 15 mm i høyden. Høydebestemmelse ved bruk av totalstasjon vil ha mindre avvik.

2.3 Innmåling av terreng

For innmåling av terreng ble det benyttet GPS utstyr av typen Leica 500 der dette var hensiktsmessig, og totalstasjon (kikkert) i sterkt vegeterte områder. Utgangspunktet for innmålingen var Bergen kommunes fastmerke Pp 33827 med høyde H=174,19 m, og innmålingsarbeidene ble gjennomført under ledelse av vår feltingeniør Henry Nesse.

2.4 Simulering av steinsprang

Langs skredkildeområdene over analyseobjektet ble det valgt ut 3 profil for simulering av steinsprang i programvaren RocFall v3.01 (ref. /6/). Profil A-A, B-B og C-C. Profilet ligger i et terreng med bratte, steile bergskrenter som kan være potensielle løseområder for steinsprang. Det er observert urmasser og andre tegn til nyere eller eldre steinsprangaktivitet i store deler av området. Det finnes i profilområdet relativt ferske spor etter større eller mindre steinsprang..

Terrengprofilet er framstilt fra digitalt kartgrunnlag. Nøyaktigheten er begrenset i store deler av lia, på grunn av manglende innmåling i de tettest vegeterte deler av arealet. Det ser ut til at kartgrunnlaget fra Bergen kommune har ulike tilnærminger til koteopptegning, da kartlag med 5 m ekvidistanse i stor grad viser glatte, interpolerte koter, mens kartlag med 1 m ekvidistanse viser et antatt mer realistisk koteforløp der avstandene også varierer mer. Det endelige profilet er til dels justert i henhold til innmålte verdier av MULTICONSULT.

Simuleringen er utført med inndata for steinsprangstørrelse og bevegelseskarakteristikker. Da de observerte løse blokkene varierer i størrelse, ble det forutsatt ut fra observerte blokker, steinstørrelse på 1500 og 3000 kg. Det ble ikke lagt inn verken vertikal eller horisontal komponent, og en rotasjon på 0 rad/s som utgangshastighet i løseøyeblikket. Energitap som følge av støt og rotasjon undervegs i skredbanen er betraktet. Det er lagt inn egenskaper for de ulike og reelt observerte terrengtypene langs profilene. Dette er egenskaper knyttet til bar bergoverflate, oppstikkende berg, ur og vegeterte lier for øvrig. Metoden gir noe konservative resultater fordi den i begrenset grad tar høyde for effekten av oppbremsing når steiner treffer trestammer i skogen. Hver simulering omfatter 50 steinspranghendelser.

3. Resultater

3.1 Flybilder

Flybilder viser at hele skråningen øst for Breistølen er vegetert. Da flybildene er tatt på en årstid da trærne har blader kan man ikke tolke mye fra disse. Det kan se ut som at vegetasjonen i hovedsak består av edelløvsog og en kan ikke se noe bart fjell på bildene.

3.2 Feltarbeid

Det undersøkte området er inntegnet i *Figur 1* og *Figur 2*, og består av skråningen øst-sørøst for Breistølen 21-25 og 34-40. Skråning ligger rett bak husene og er anslagsvis 35 meter høy. Boligene i Breistølen 21-25 og 34-40 er den øverste husrekken i Breistølen, og grenser opp mot skråningen. Boligene 21-25 og 34-38 ligger plassert slik at eventuelt nedfall vil komme fra

skråningen øst for bebyggelsen. Breistølen 40 ligger helt sør i det undersøkte området, med relativt bratte skråninger både øst og sør for bygningen. Alle husene har inngangsparti på deres østlige sider, mot skråningen. Skråningene i område A er relativt bratte, helningen på skråningen her er anslått å være om lag 30°. Skråningene er slakest i nord og blir brattere videre sør mot område B. Område B er jevnt over noe brattere enn område A, øst for hus nummer 34 anslås skråningshelningen å være over 45°. Helt sør i området (ved hus nummer 40) er skråningen igjen noe slakere.

Løsmassedekket i området er tynt og usammenhengende og består trolig av forvittringsjord og humus. Løsmassenes mektighet er anslått til generelt å være opp til en halv meter, i søkk i terrenget kan det forekomme noe høyere mektighet.

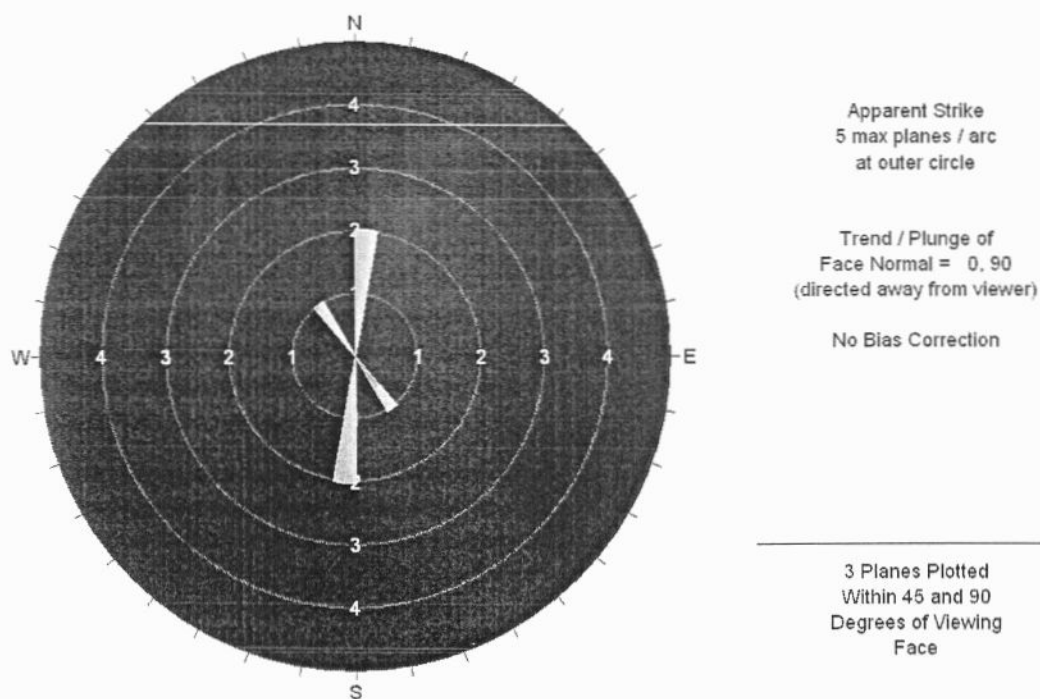
Bilder fra befaringene er vist i vedlegg 1. Befaringene avdekket følgende:

- Skråningen øst for boligene består i hovedsak av fjell med et tynt og usammenhengende løsmassedekke over. Løsmassene opptre på hyller i terrenget, og mektigheten er mindre enn en halv meter. I område A (ved hus nummer 25 og sørover) består vegetasjonen i hovedsak av edelløvskog, videre sørover mot hus nummer 40 består vegetasjonen mer av granskog. Sør i område B, jfr. *Figur 2*, er det blitt drevet flatehogst.
- Sørøst i område B, jfr. *Figur 1*, og opp skråningen vises tydelige erosjonsspor av vann i løsmasser og på bart fjell. En liten bekk renner ned mot det sørøstlige hjørnet til hus nummer 40. Dette er trolig et av det undersøkte områdes større dreneringsområder. Ved kraftig nedbør kan det samles opp vann langs gangveien ovenfor husene, jfr. Tippetueveien i *Figur 1*. Dette vannet kan drenere ned mot hus nummer 40. I områder hvor vann tydelig renner i større mengder vil det, på grunn av bl.a. vanntrykk, ofte kunne være større sannsynlighet for ras og skred enn i tørre områder. I området finnes det noe løsmasser, og ved kraftig nedbør bør stabiliteten til disse ettersees.
- Enkelte løse blokker i størrelsesordenen 0,5-1 m³ ble observert liggende på bakken over hele området. Steiner og blokker av nyere dato samt enkelte veltede trær ble observert i skråningen. Urmasser som blokkstein vil kunne rase direkte ned fra fjell, avhengig bl.a. av oppsprekking, frostsprengning og vanntrykk, og som et resultat av at trær river med seg løs ur. Både steinsprang og trefall må derfor anses som hyppig forekommende hendelser.
- Det ble observert løse blokker over hele området. Størrelsen varierte over det samme spekteret, men rundingsgraden varierte mellom område A og B. I området A og nordlige deler av område B så blokkene ut til å være kantete. Disse er trolig resultater etter blokkfall. I midtre deler av område B så det derimot ut til av de frittliggende blokkene ut til være noe mer rundet, noe som tyder på at de ikke er et resultat av nedfall, men at de trolig er blitt transportert dit vha av isen under siste istid, og avsatt under nedsmeltningen.
- Hovedsprekkeretningene i bergartene (se kapittel 3.3) gjør at terrenget flere steder i skråningen er trappetrinnsformet. Nordøst for hus nummer 34 besto skråningen av blankskurte svaberg med tydelige glideplan. Dersom noe skulle rase nedover her vil ingenting stoppe raset før eventuelt hus nummer 34.
- Øst for hus nummer 38 og 40 ligger det både urmasser og bergknauser oppe i skråningen. På flere bergknauser ble det observert flere grantrær som så ut til å være noe ustabile. Det kunne se ut som at vann har vasket vekk det tynne jordsmonnet som ligger over fjellet, slik at røttene i flere tilfeller hang i "løse luften" (jfr. Bilde 7 og 8 i Vedlegg A).

3.3 Sprekkeretning

Bergartene i området består av bergarter fra Ulriken gneiskompleks, granittisk migmatitt-, øye- og båndgneis, ref. /2/. Bergarten så ut til å være middelskornet og har stor mekanisk styrke. Svakhetssoner skjærer bergartens hovedstruktur i retning øst-vest og bidrar til enkelte avlastede blokker og flak i overflaten. Bergartenes struktur bidrar til markerte ujevnheter i fjellsiden, med terrasser som delvis holder igjen skredmasser og forvitningsjord. Enkelte steder ble det også observert årer med røykkvarts. I bergarten ble det observert tre hovedsprekkeretninger. De registrerte sprekkene var gjennomgående:

1. Sprekkeretning parallelt med skråning med gjennomsnittlig strøkretning N-S med steilt fall på omtrentlig 80° mot vest, jfr. *Figur 3*. Fallet på disse sprekkene varierer mellom å falle mot vest og øst, dette skyldes trolig foldeprosesser som har virket etter avsetning av bergartene. Sprekkene er foliasjonssprekker med anslått sprekkavstand 0,2-1 meter.
2. Sprekkene har omtrent horisontal retning og danner en trappetrinnstruktur i skråningen. Gjennomsnittlig strøkretning N40Ø og med fall rundt 30° både mot vest og øst jfr. *Figur 3*. Sprekkeavstanden varierer en del i området 1-3 meter.
3. Disse sprekkene er bortimot vertikale sprekker som deler foliasjonssprekkene i store blokker. Det er forholdsvis stor sprekkavstand på 1,5-3 meter.



Figur 3 Sprekkeretning 1 og 2 på målte flater i skråningen øst for det planlagte byggeområdet

3.4 Steinsprangsimulering

Det er utført simulering av steinsprang utløst fra lokale brattheng i profil A-A, B-B og C-C, jfr. bilde 6 i Vedlegg A. I simuleringene ble det lagt inn steinsprang med steiner i størrelsesordenen 1500 og 3000 kg. 1 kubikk fast gneis tilsvarer omtrent 2700kg. Simuleringene viser at med de gitte forutsetningene kan steinene få utløpslengder helt ned til boligene.

Utregnede profiler med histogram som viser sannsynlige utløpslengder, og linjediagram som viser sannsynlig fordeling av kinetisk energi for utraste blokker, er presentert i vedlegg C.

Observasjoner fra felt og erfaringer fra liknende studier viser at energimengdene og utløpsdistanse ikke i tilstrekkelig grad tar hensyn til effekten av skogen. Dette medvirker til at resultatene blir noe konservative.

Spranghøydene er generelt små, men lokale brattheng medfører at eventuelle sikringsmidler generelt bør gis en overhøyde i forhold til terrenget på 1-2 m. Resultatene fra analysene for profil A-A viser at dersom det faller blokker ned fra toppen av profilet, vil disse falle helt ned til huset (nummer 40). Det må påpekes igjen at resultatene fra analysene er noe konservative da det ikke blir tatt tilstrekkelig hensyn til effekten av for eksempel vegetasjon. For profil B-B viser RocFall at en kan forvente spranghøyder for blokker med størrelse 1500 og 3000 kg, på under en meter nær husene. For vurdering av tiltak og dimensjonering av dette vises det til kapittel 5.

4. Ingeniørgeologisk vurdering av dataene og analyser/simulering

4.1 Effekt av vann

Observasjonene gjort under befaring viser at steinsprang og løsmasseproblematikk i området forekommer ofte i tilknytning til vann og rotsprengning. Spor i terrenget viste at en langs renner trolig dannet av vann kan forvente både flomvannsføring og mindre steinsprang. Vann- og istrykk kan også ha en negativ effekt på stabilitet i berg. Fryse- og tineprosesser vil forvitre berget og skyve blokker i fjellet ut.

4.2 Sprekkesystem

Det ble observert 3 hovedsprekkesystem i fjellet i skråningen øst for planområdet. Den mest markerte sprekkeretningen er foliasjonssprekkene, som står parallelt med skråningen. Disse sprekkene fører til at en vil kunne få utfall av blokker, toppling.

4.3 Effekt av skogen

Skogen i skråningen øst for planområdet er observert å ha en generell positiv effekt på oppbremsing av steinsprang, og røttene bidrar til å holde på jord. Den negative effekten vil være at skogen også gir et bidrag til produksjon til organisk jord etter hvert som trær, og for så vidt også andre planter råtner. Dette er en akkumulasjonsprosess som pågår kontinuerlig, og denne prosessen bidrar til at skråninger som virker sikre i forhold til dagens forhold, kan bli ustabile i forhold til jordskred på lang sikt, for eksempel som en følge av rotsprengning.

Rotvelt ved kraftig vind kan bidra til at mindre steiner som hviler mot stammer eller sitter løst i jord bundet i røtter kan settes i bevegelse. Det ble observert flere eksempler på at trær i skråningen mangler skikkelig feste i grunnen (jfr. bilde 8 i Vedlegg A), og deres videre utvikling bør vurderes. Rotvelt kan for øvrig i seg selv danne barrierer for steinsprang. Generelt vil skogen være et positivt bidrag mot skredfare i dette området. Man bør derfor etter vår vurdering være restriktive mot flatehogst og jobbe for å forebygge skogbrann. Hogst av enkelttrær er mindre problematisk. For å redusere produksjon av organisk jord, hindre blokkering av vannveger samt redusere skogbrannfare, vil periodevis opprydding av død skog samt greiner og kvister gi en positiv effekt mot skredfare.

I en eventuell generell vedlikeholdsplan for skogen i skråningen bør det tas i betraktning at skogbrann og flatehogst generelt vil ha en uønsket effekt for skredfaren, mens fjerning av døde

trær og råtten vegetasjon generelt vil ha en positiv effekt. Ved nyplanting av trær bør man unngå trær med tepperot og heller velge trær med stokkrot. Til våre vurderinger har vi forutsatt dagens klima-, vær- og vegetasjonsforhold. Flatehogst, skogbrann og andre endringer vil føre til konsekvenser for denne rapporten, og det vil trolig være nødvendig å gjøre en ny vurdering av området dersom dette skjer.

4.4 Menneskelig påvirkning av naturlige prosesser i skråninger

Vårt inntrykk er at det generelt ikke er utført inngrep i den naturlige skråningen øst for planområdet som vil ha noen betydning for skredfare. Et potensielt problemområde kan være sør i område B ved hus nummer 40, jfr. *Figur 2*. Her kan vann samle seg opp langs Tippetueveien, og finne nytt løp ned mot huset. Det er blitt hogget en del trær i skråningen, og over tid vil dette føre til at jorda ikke vil kunne ta opp like mye vann før den blir mettet som den gjorde med skogen inntakt. Dreneringen og avløpssystem ned fra veien må vurderes i forhold til eventuell drenering ned skråningen og mot det undersøkte området. Dette dreneringssystem opp på veien vil kunne utgjøre en potensiell fare for området.

I skråningen øst for planområdet er vårt inntrykk at det generelt er utført få inngrep i de naturlige skråningene som ble undersøkt. Vi forventer derfor få overraskelser knyttet til menneskeskapt påvirkning av drenering og stabilitet av masser.

Ved utgraving i skråningen vil stabiliteten til massene kunne påvirkes og føre til uønskede hendelser. Ut fra ovennevnte vurdering vil det være fornuftig å begrense ytterligere inngrep i den naturlige fjellsiden uten på forhånd å utrede og dokumentere konsekvenser for grunnvann, avrenning og stabilitet.

5. Konklusjon

Det er ikke gjort funn som tyder på høy risiko for jord- og flomskred. Vi vil likevel påpeke at selv om løsmassene ligger stabilt i dag, gir flere episoder med ekstremnedbør de siste årene grunn til å gjøre tiltak i forhold til blant annet vannveier i området.

5.1 Forslag til videre vurderinger og tiltak

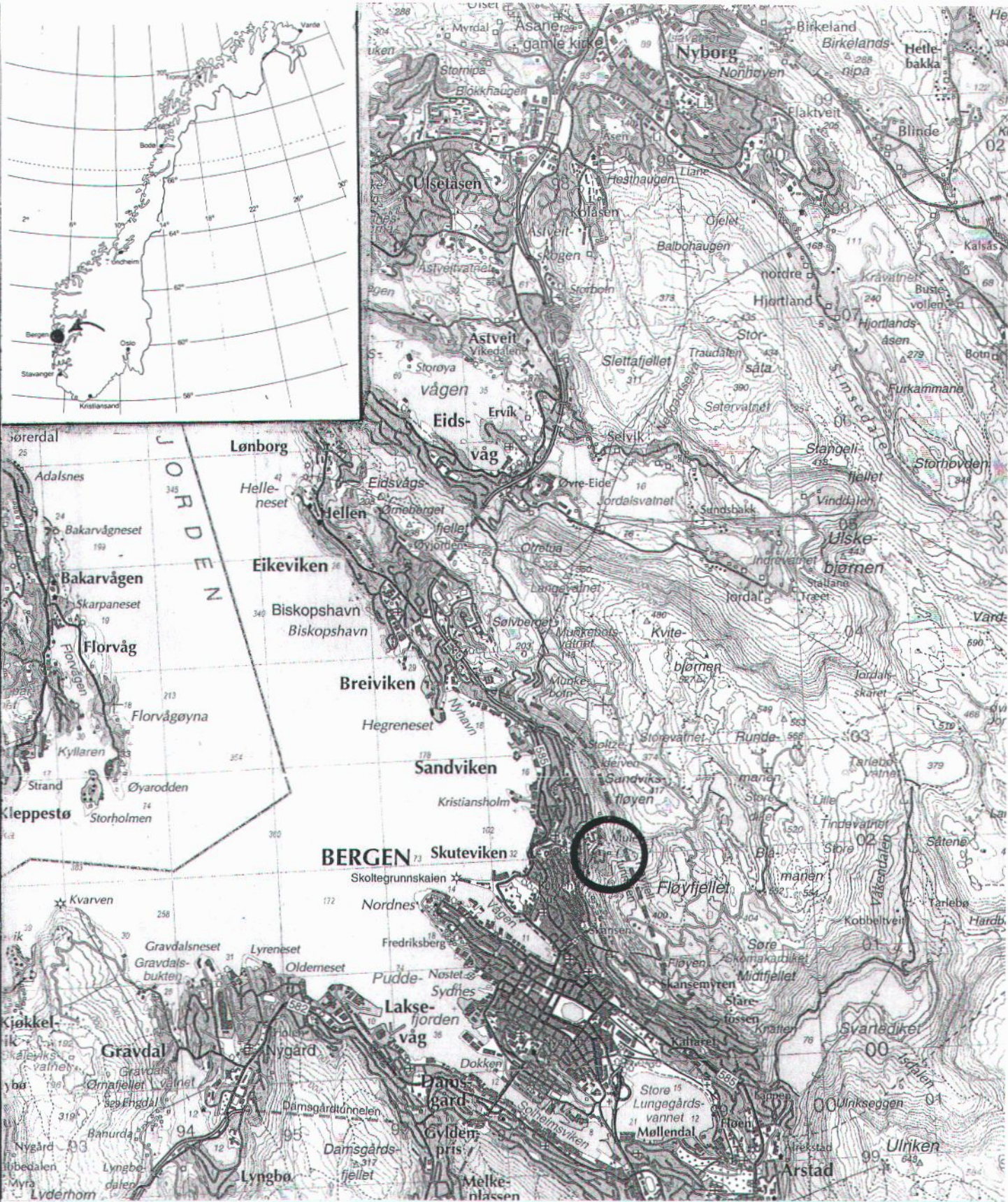
For å redusere risikoen for uønskede hendelser som steinsprang og løsmasseskred vil vi gi noen generelle forslag til tiltak og nye undersøkelser. Dette kan bidra til å heve sikkerheten mot skred og redusere usikkerheten i foreliggende vurderinger. Hvem som er ansvarlig for gjennomføring av eventuelle tiltak vurderes ikke i denne sammenheng.

- I område A vil identifikasjon av rasfarlige enkeltblokker og sikring av disse med bolter sikre mot ras fra berg. Sikring mot nedfall fra erosjon eller fra tilfeldige steiner eller røtter oppnås ved for eksempel et rassikringsgjerde dimensjonert etter høyde og størrelse på opptredene rasmasser. Sikringskonstruksjoner kan settes opp på grensen mellom skog og bebygd område.
- I område B vil det være aktuelt med flere typer tiltak fordi situasjonen er mer komplisert. I tillegg til rydding av ustabil skog og opprensning og utredning i drensveiene vil en kombinasjon av rassikringsgjerde og fangvoller trolig gi best resultat.
- Resultater fra programvaren STABIL vil blant annet ved hjelp av helningsvinkel på skråning og jordartsparemetre kunne beregne hvordan løsmasser eventuelt vil gli ut. Ved hjelp av beregningene vil en kunne gi dimensjoner på et fanggjerde/rasvoll med nødvendig høyde over terrenget.

- Før eventuell utbygging eller graving i skråningen øst i planområdet må konsekvensene av dette vurderes opp mot stabilitet i massene. Det vil være fornuftig å begrense ytterligere inngrep i den naturlige skråningen uten på forhånd å utrede og dokumentere konsekvenser for grunnvann, avrenning og stabilitet.
- Bevaring og skogpleie av vegetasjon som naturlig beskyttelse vil kunne redusere sannsynligheten for at planområdet blir utsatt for steinsprang og løsmasseskred.
- Det må sørges for god drenering av vann og sikre avløpssystem. Dreneringen i området må ettersees slik at vannvegene holdes åpne også under ekstremnedbør. Områder med løsmasser av noe mektighet bør befares rutinemessig ved ekstremnedbør for dokumentasjon på hva som skjer med løsmasser og vannveier ved flomvannføring. Denne prosessen kan utløses ved registrering av en viss mengde ekstremnedbør, for eksempel ved døgnnedbør på 100 mm. Økt "urbanisering" medfører økt korttidsavrenning til dreneringssystemene/resipienter. For å unngå noen av de negative effektene fra dette kan plastring av grøfter, bekker og elver være aktuelt.
- For beskyttelse mot steinsprang vil bolting og/eller gjerder være alternativer. Boltene vil kunne holde på plass eventuelle løse blokker og gjerde vil fungere som en beskyttelse mot både jordskred og steinsprang.
- Eventuelle sikringstiltak må være gjenstand for periodisk inspeksjon for å sikre at kvaliteten ikke forringes. I tillegg til at det må utføres periodiske inspeksjoner i skråningene for å holde vannveier og dreneringsmønstre åpne.

6. Referanser

1. Norges geologiske undersøkelse (2006). Potensielt skredfarlige områder i Bergen kommune. Delrapport 1. 2006.043
2. Ragnhildstveit, J., og Helliksen, D. (1997): Geologisk kart over Norge, berggrunnskart Bergen M 1:250 000. Norges Geologiske Undersøkelse
3. Thoresen, M. K., Lien, R., Sønstegaard, E. og Aa, A. R. (1995): Hordaland fylke, kvartærgeologisk kart 1:250 000. Norges geologiske undersøkelse
4. Moe, B. (2002). Botanisk undersøkelse av Byfjellene i Bergen. Miljø, byutvikling og tekniske tjenester, Bergen kommune.
5. NOTEBY (2004): «STABIL v 3.0. A program for Stability Analysis of Slopes. User's manual. Rev. 1. 69. pages. Report no. 100105-1.
6. Stevens, W. D. (1998): RocFall: a Tool for Probabilistic Analysis, Design of Remedial Measures and Prediction of Rockfalls. A thesis submitted in conformity with the requirements for the degree of Master of Applied Science, Graduate Department of Civil Engineering, University of Toronto.



BERGEN KOMMUNE

VURDERING AV SKREDFARE VED BREISTØLEN

OVERSIKTSKART

MULTICONSULT AS

Nesttunbrekka 95 - 5221 NESTTUN
Tlf.: 55 62 37 00 - Faks: 55 62 37 01

Dato 02.07.07

Oppdragsnr.

611541

Konstr./Tegnet /JSB

Tegningsnr.

G0

Original format
A4

Tegningens filnavn

Underlagets filnavn

Målestokk

1:50000



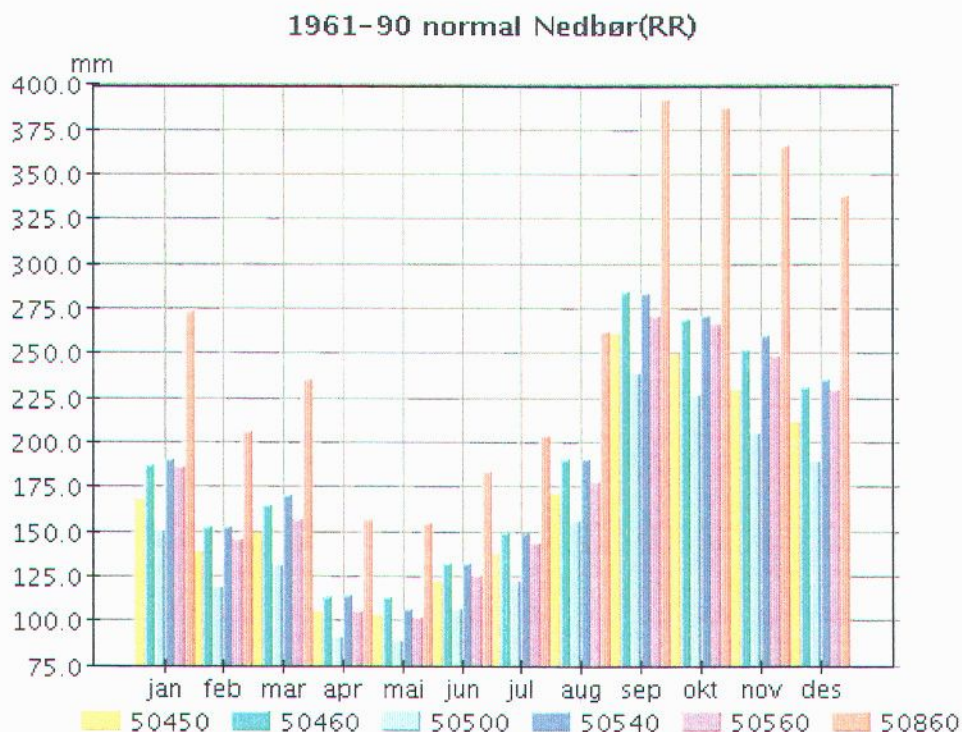
Kontrollert 06.07.07 KCS

Rev

Godkjent 06.07.07 JSB

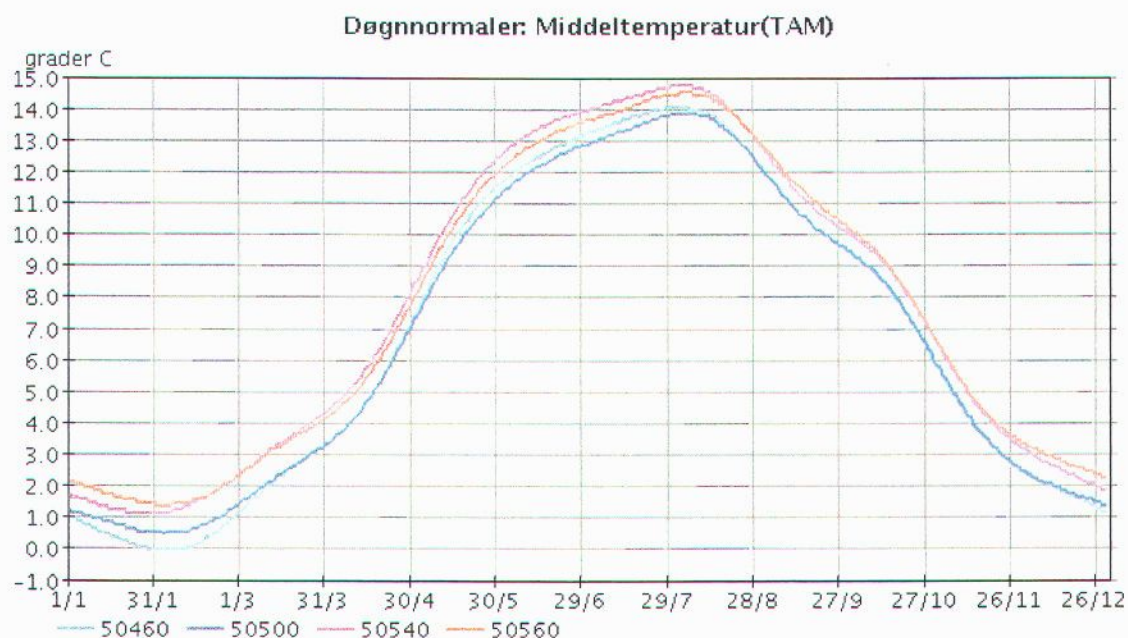
Rev

Klimanormaler nedbør (1961-1990)



Nedbørsnormal for Bergen. 50450: Fana/Stend (54 moh), 50460: Fana/Forsøksstasjon (48 moh), 50500 Flesland (48 moh), 50540 Bergen/Florida (12 moh), 50560: Bergen/Fredriksberg (41 moh), 50860: Gullfjell/Osavann (410 moh). Kilde: Meteorologisk Institutt, www.eklima.no

Klimanormaler temperatur (1961-1990)



Temperaturnormaler for Bergen. 50460: Fana/Forsøksstasjon (48 moh), 50500 Flesland (48 moh), 50540 Bergen/Florida (12 moh), 50560: Bergen/Fredriksberg (41 moh). Kilde: Meteorologisk Institutt, www.eklima.no

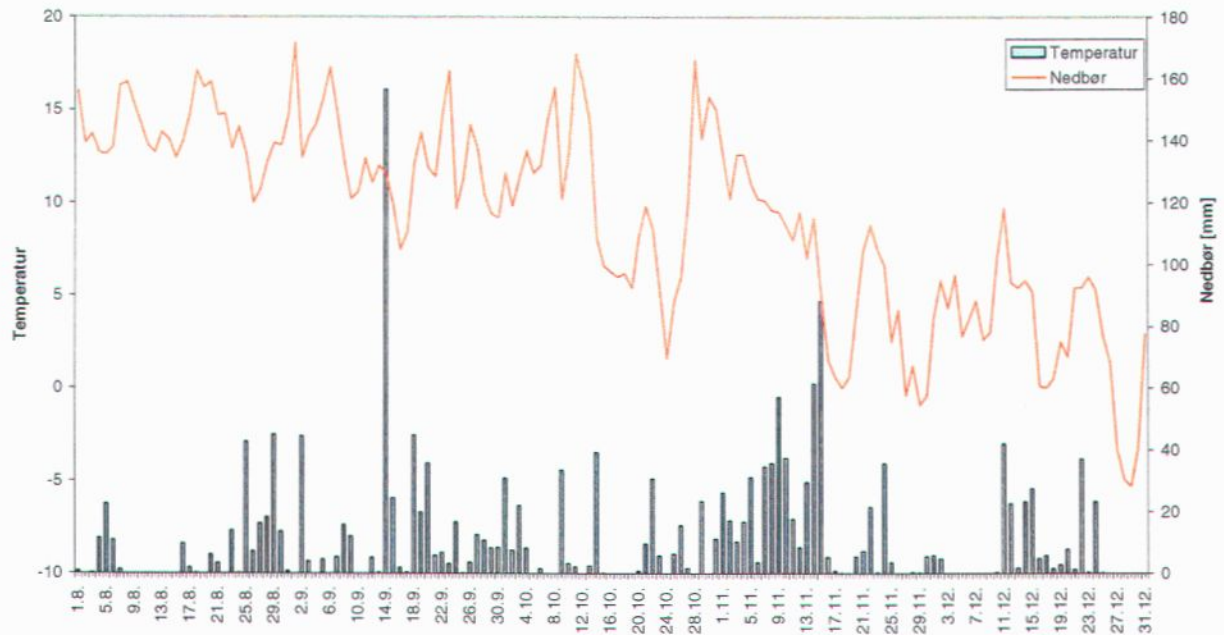
Ekstremverdier døgnnedbør – registrert på 50540 Bergen/Florida (1983-2005)

	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	MAX
1983	64,8	12,5	67,1	24,4	30,4	29,3	18,6	45,4	64,8	92,3	37	48,4	92,3
1984	40,9	22,8	19,1	49,4	9,2	23,8	11,8	57	22,9	55,3	58,6	54	58,6
1985	21,1	47,8	46,6	15,4	15,2	16,2	39,4	35,2	31,4	39,9	23,6	32,3	47,8
1986	34,7	4,1	38,4	6	25,6	26,4	45,7	20,3	62,8	58,1	58,9	39,1	62,8
1987	17	35,5	25,5	28	21,4	10,4	16,9	35,9	35,2	36,9	27,1	32,9	36,9
1988	38,8	28,2	18,8	48,8	20,5	14,4	31	54,7	62,3	39,5	48,9	39,9	62,3
1989	65,2	27,8	41,1	9,4	26,8	55,6	26,5	71,8	52,9	22,8	17,5	30,5	71,8
1990	27,9	27,3	51,9	35,7	12,3	30,5	23	35,7	67,9	83,6	30,5	52,4	83,6
1991	29,1	40,2	55,3	39,5	17,8	41,6	34,8	30,8	50,8	39,3	64,8	59,2	64,8
1992	88	60,8	38	20,8	39,4	11,2	25,2	38,3	35,3	16,6	48,4	63,1	88
1993	35,9	34	32	14,2	23,6	29,7	28,7	28,8	28,4	40	19,8	65,4	65,4
1994	60,3	4,2	49,7	35,6	44,6	46,9	40,7	31	36,9	57,9	27,4	77	77
1995	32,5	54,9	71,8	38,4	26,3	17,5	50,5	33,4	43,4	104,4	45,1	47	104,4
1996	6,8	50	22,9	18,1	16,5	27,3	26,2	25,7	24,1	79,8	28,2	51,1	79,8
1997	36,4	41,6	46,6	31,1	25,2	27	28,4	26	46,7	32,8	35,3	28,4	46,7
1998	33,9	71	34,9	16,4	11,8	27,5	30	40,2	15,2	36,1	61,3	46,4	71
1999	36,7	44,7	64,8	67,7	25,3	69,2	58	35,5	38,8	32,4	58,9	40,7	69,2
2000	60,8	60,2	31,5	29,1	22,8	37	23,4	37,9	31,7	39,9	21,6	28,6	60,8
2001	17,4	20,8	29,6	18,7	11,9	32,6	41,6	47,2	30,3	36	46,3	55,9	55,9
2002	23,6	31,5	32	30	28,5	39,5	57	71,6	48	28,7	34,7	12,9	71,6
2003	43	25,3	25,6	34,3	32,1	40,9	30,9	36,8	66,9	26,4	28,9	57,6	66,9
2004	27,4	19,2	22,3	29,9	27,1	33,7	44,6	45,5	64,6	33,6	66,2	89,7	89,7
2005	51,5	38,7	49,1	41,9	17,6	19,5	22,3	44,9	156,5	39,2	88,2	41,9	156,5
MAX	88	71	71,8	67,7	44,6	69,2	58	71,8	156,5	104,4	88,2	89,7	
År	1992	1998	1995	1999	1994	1999	1999	1989	2005	1995	2005	2004	

Kilde: Meteorologisk Institutt, www.eklima.no

Klimadata fra Bergen/Florida høsten 2005
(ref. jordskred Hatlestad 14/9-05 og Hetlebakken 14/11-05)

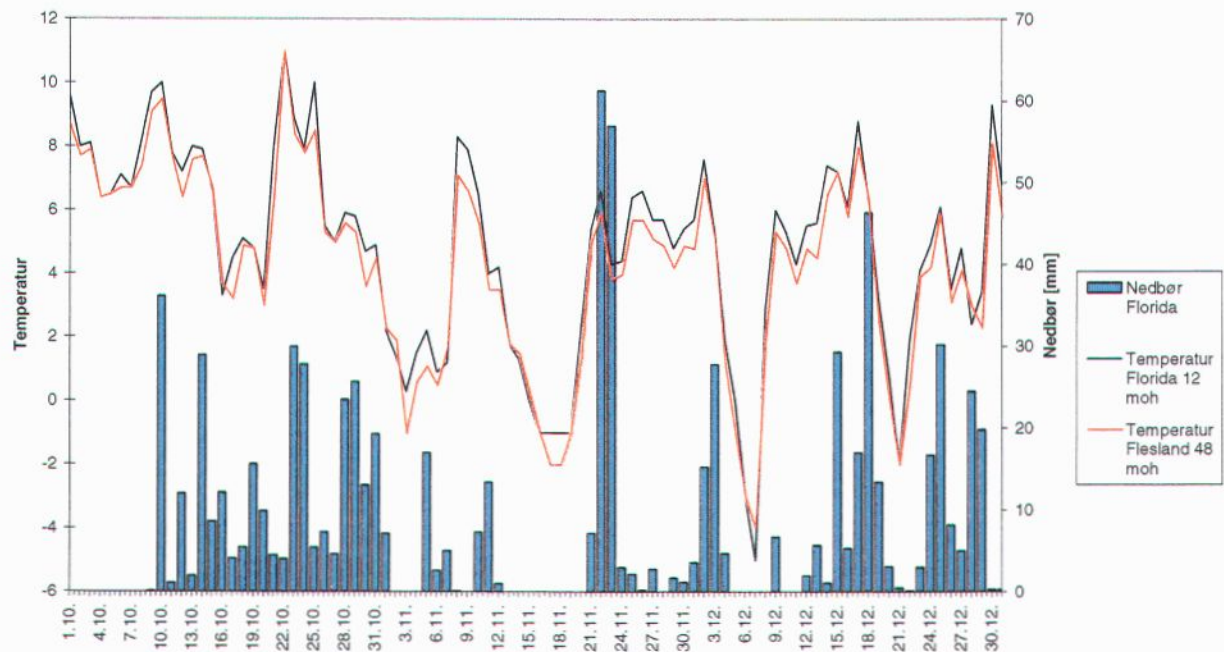
Klima Bergen/Florida høsten 2005



Kilde: Meteorologisk Institutt, www.eklima.no

Klimadata fra Bergen/Florida senhøsten 1998
(ref. steinsprang ved Kolstien; 77 22/11-98 og Kolstien 27; 25/12-98)

Værobservasjoner Florida - Bergen høsten 1998



Kilde: Meteorologisk Institutt, www.eklima.no



Bilde 1 Skråningen bak hus nummer 25. Området er det minst bratte av det undersøkte området og den nordligste delen av område A.



Bilde 2 Skråning bak nummer 23. Fjellet er dekket med et tynt løsmassedekke og spredt vegetasjon, videre opp blir det bart fjell.



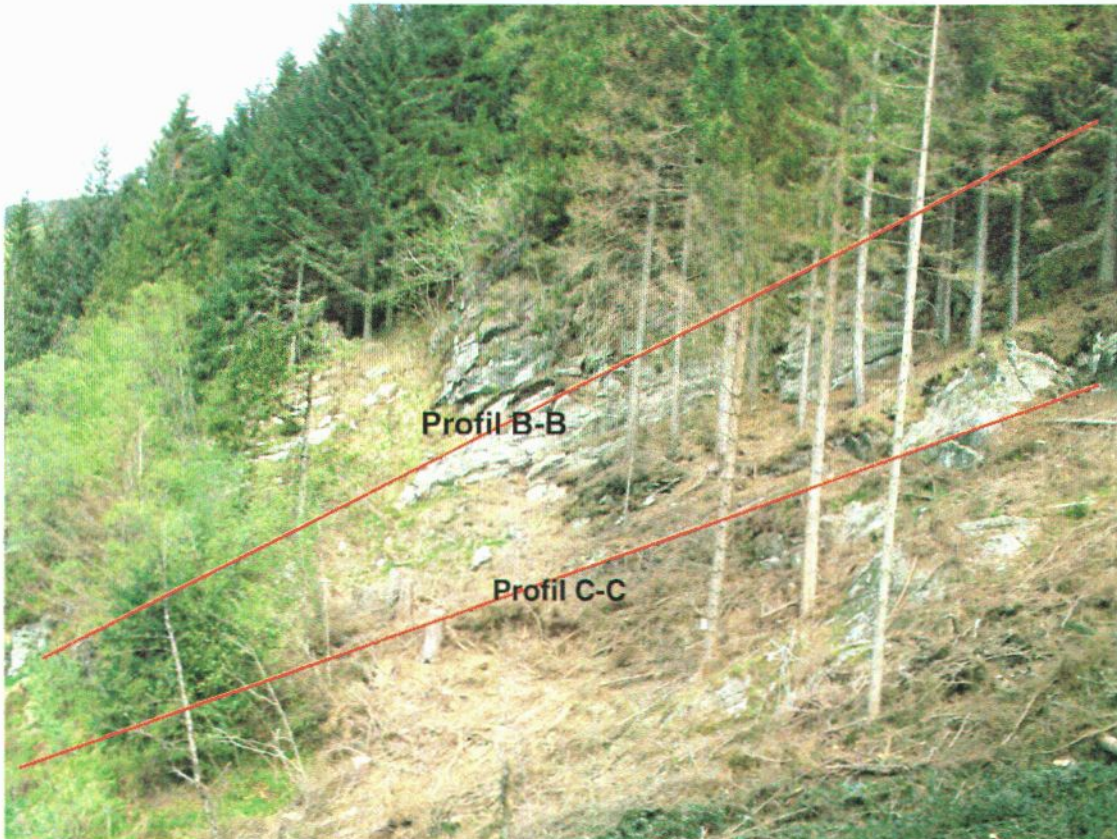
Bilde 3: Løse blokker i skråningen øst for nummer 38-40. Blokkene er noe avrundet og er om lag 1m^3 store.



Bilde 4 Løse blokker i skråningen øst for nummer 38. Her har blokkene blitt bremset/stanset i trær.



Bilde 5: Skråningen øst for nummer 21. Skråningen består her i hovedsak av bart fjell. Fjellet er noe oppsprukket.



Bilde 6 Skråningen bak hus nummer 40, med profilene B-B og C-C inntegnet.

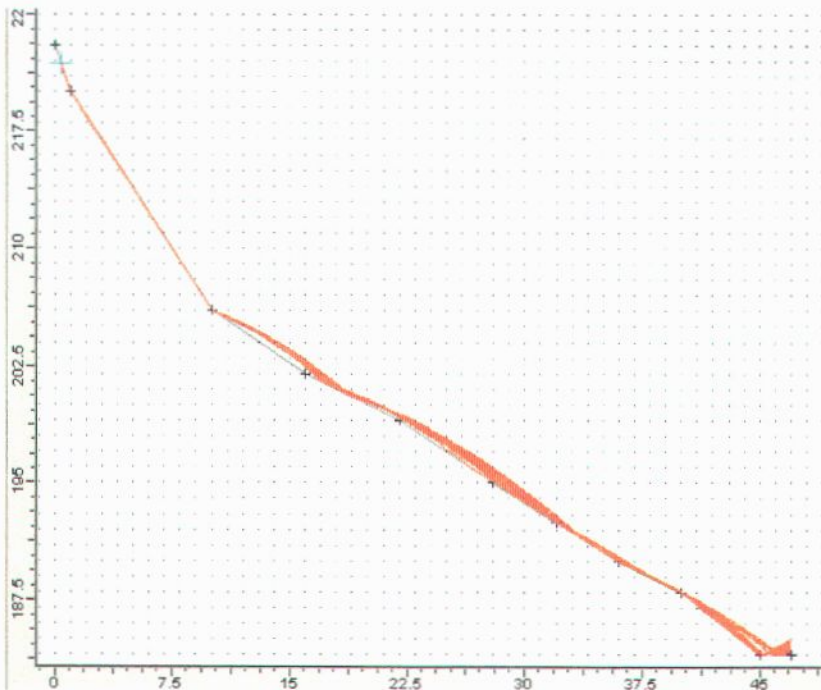


Bilde 7 Grantre delvis stående på en smal berghylle, øst for hus nummer 40. Treet lener seg mot bergveggen.



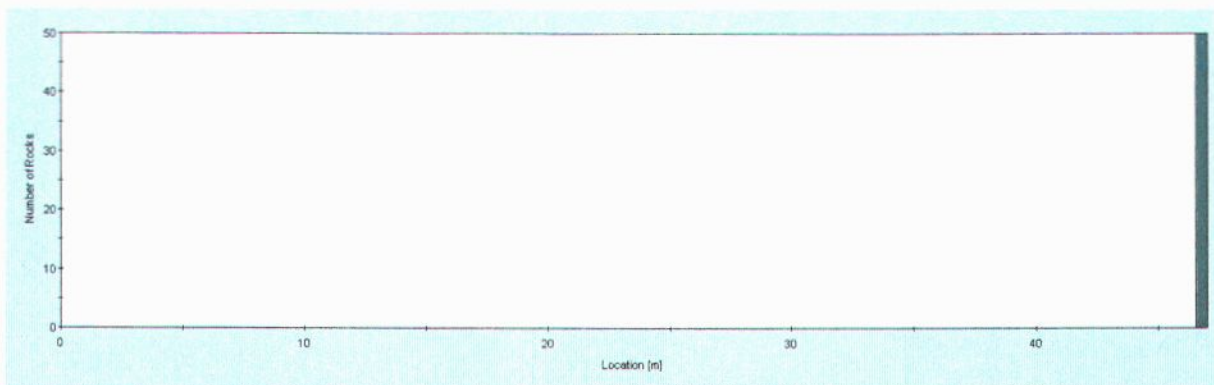
Bilde 8 Eksempel på grantrær med rotsystem på mindre fjellhyller, markert med rød pil. Vann har erodert vekk deler av jordsmonnet i rotsystemet, noe som kan føre til ustabilitet for trærne. Veltede trær sees også i bakgrunnen.

Profil A-A – Stein størrelse 1500kg



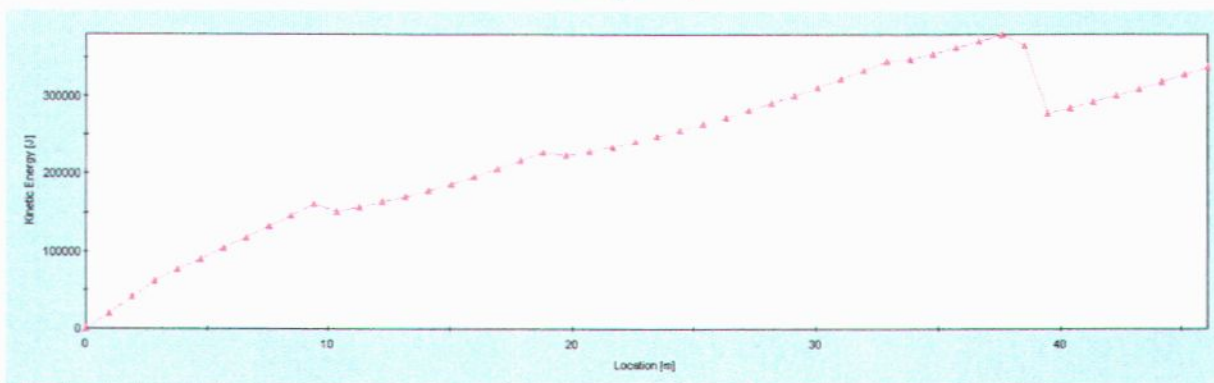
Figur 1. Steinsprangbanene fra simulering av steinsprang med masse 1500 kg. Banene er markert med røde linjer

Horizontal Location of Rock End-points



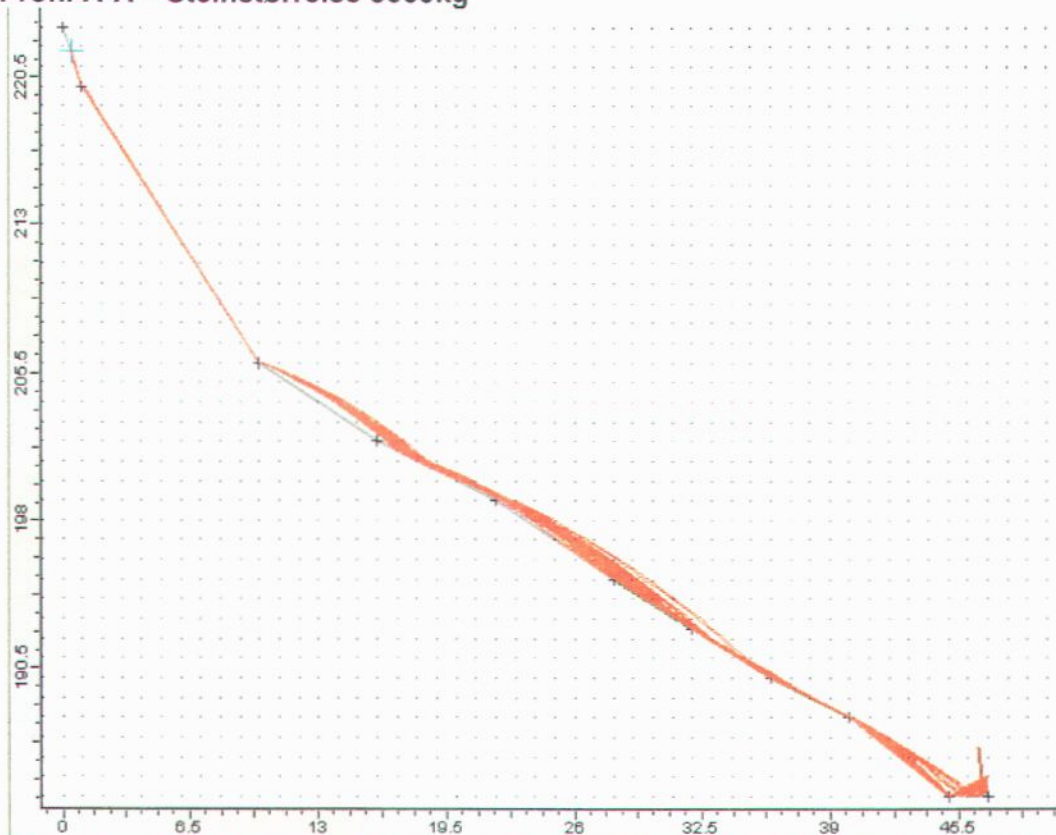
Figur 2. Horisontale utløpslengder.

Kinetic Energy Envelope



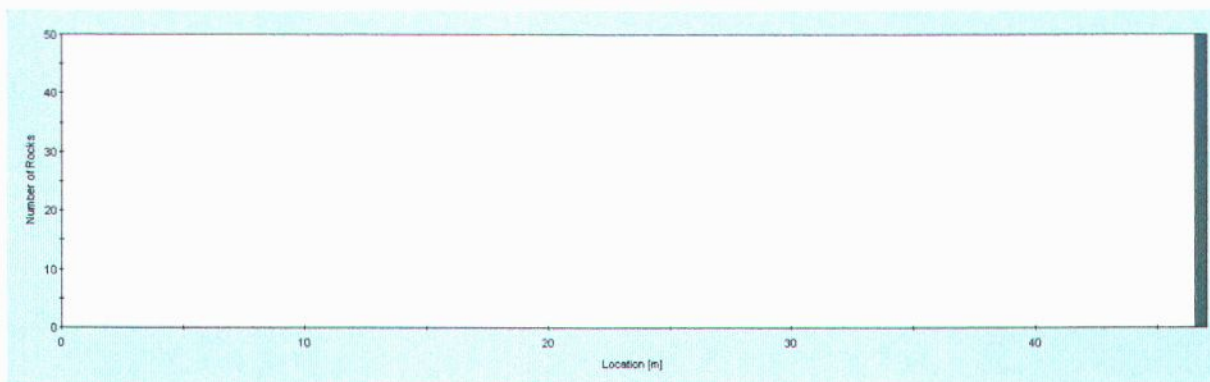
Figur 3 Kinetiske energinivåer langs steinsprangbane.

Profil A-A – Stein størrelse 3000kg



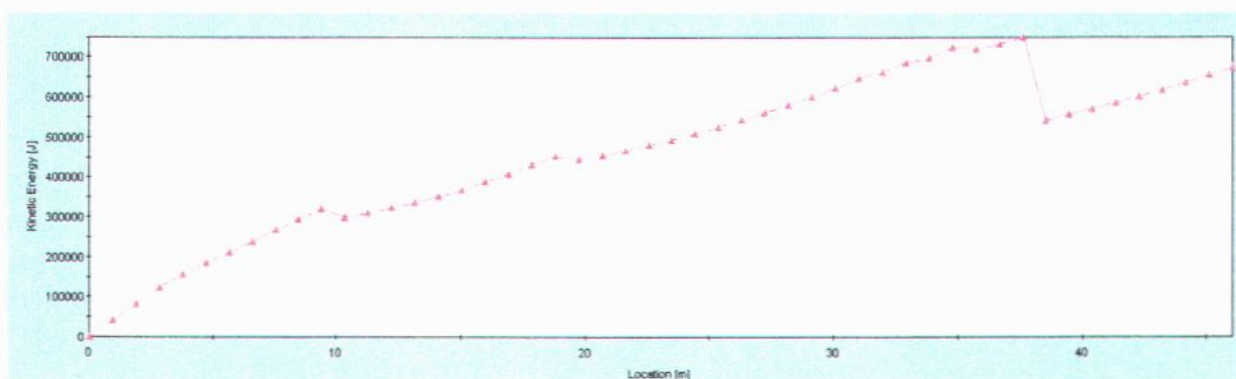
Figur 4. Steinsprangbanene fra simulering av steinsprang med masse 3000 kg. Banene er markert med røde linjer.

Horizontal Location of Rock End-points



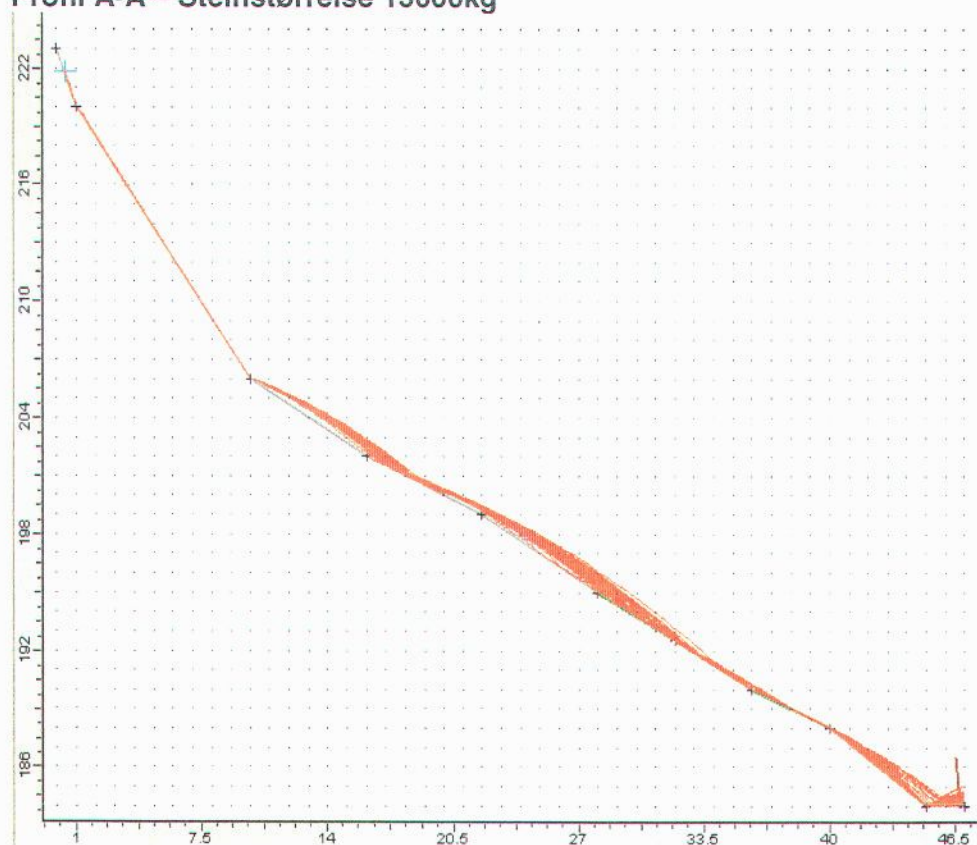
Figur 5. Horisontale utløpslengder.

Kinetic Energy Envelope

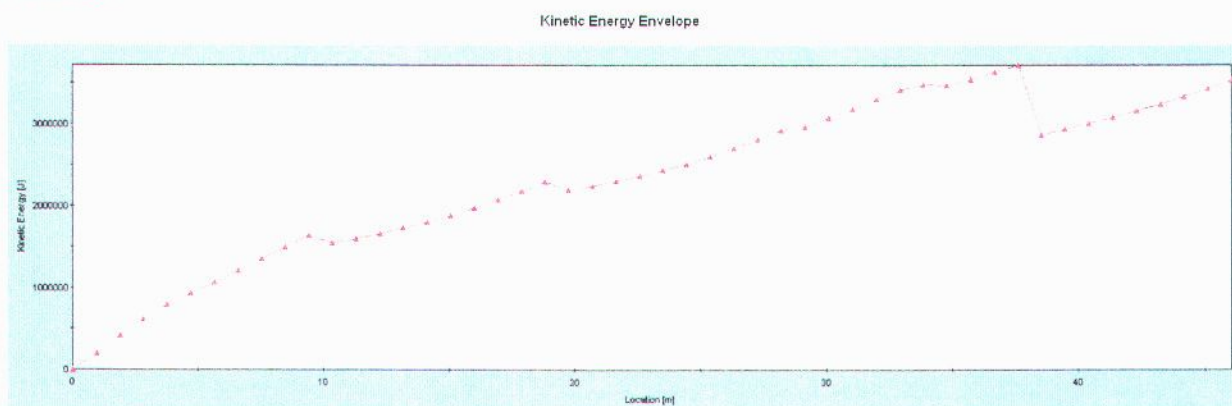


Figur 6 Kinetiske energinivåer langs steinsprangbane.

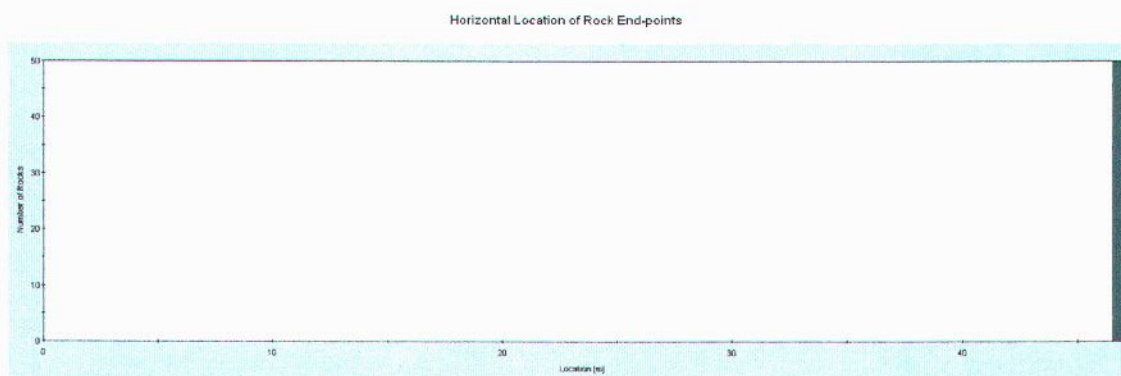
Profil A-A – Steinstørrelse 15000kg



Figur 7. Steinsprangbanene fra simulering av steinsprang med masse 15 000 kg. Banene er markert med røde linjer.

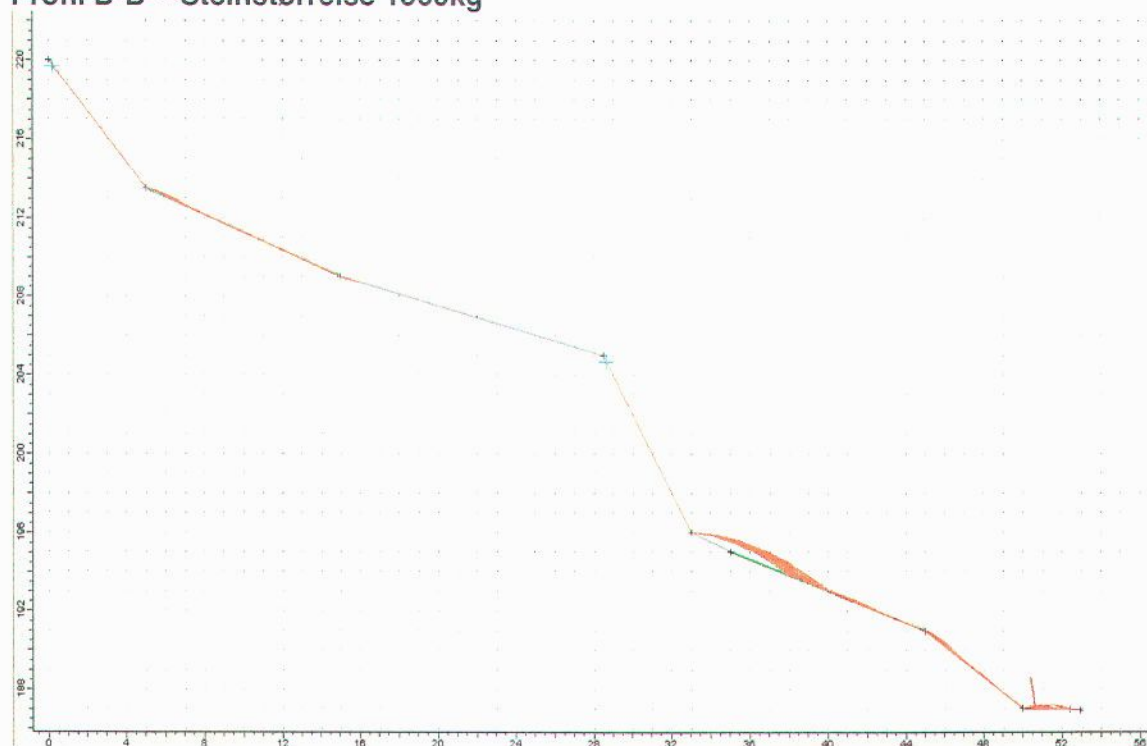


Figur 8. Kinetiske energinivåer langs steinsprangbane.



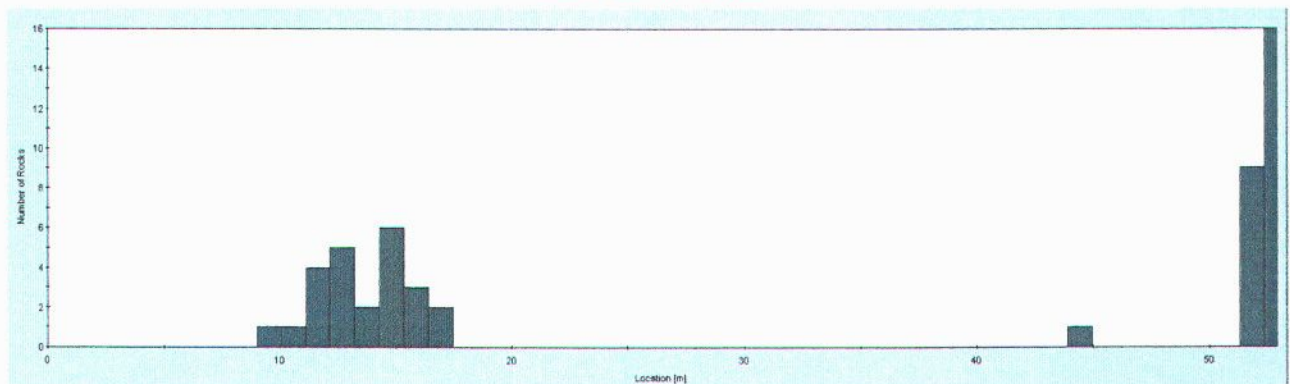
Figur 9. Horisontale utløpslengder.

Profil B-B - Steinstørrelse 1500kg



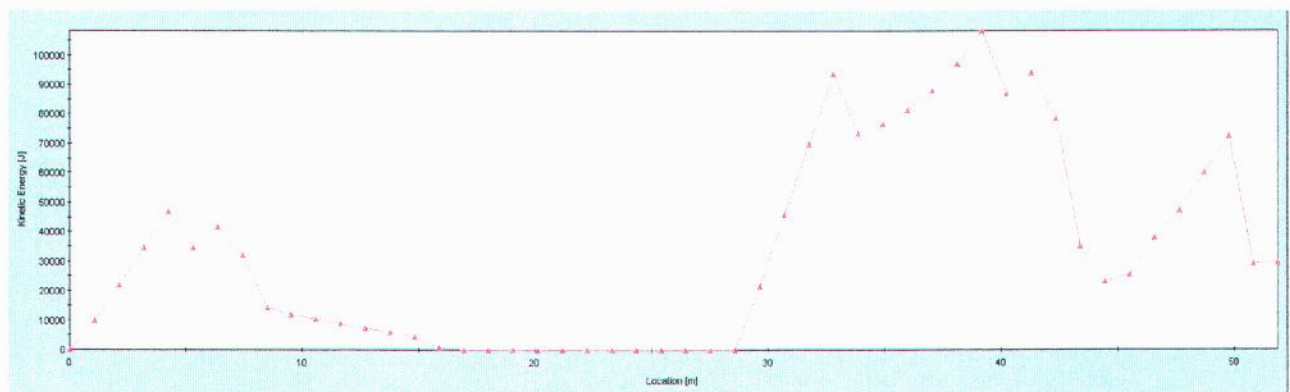
Figur 10. Steinsprangbanene fra simulering av steinsprang med masse 1500 kg. Banene er markert med røde linjer.

Horizontal Location of Rock End-points



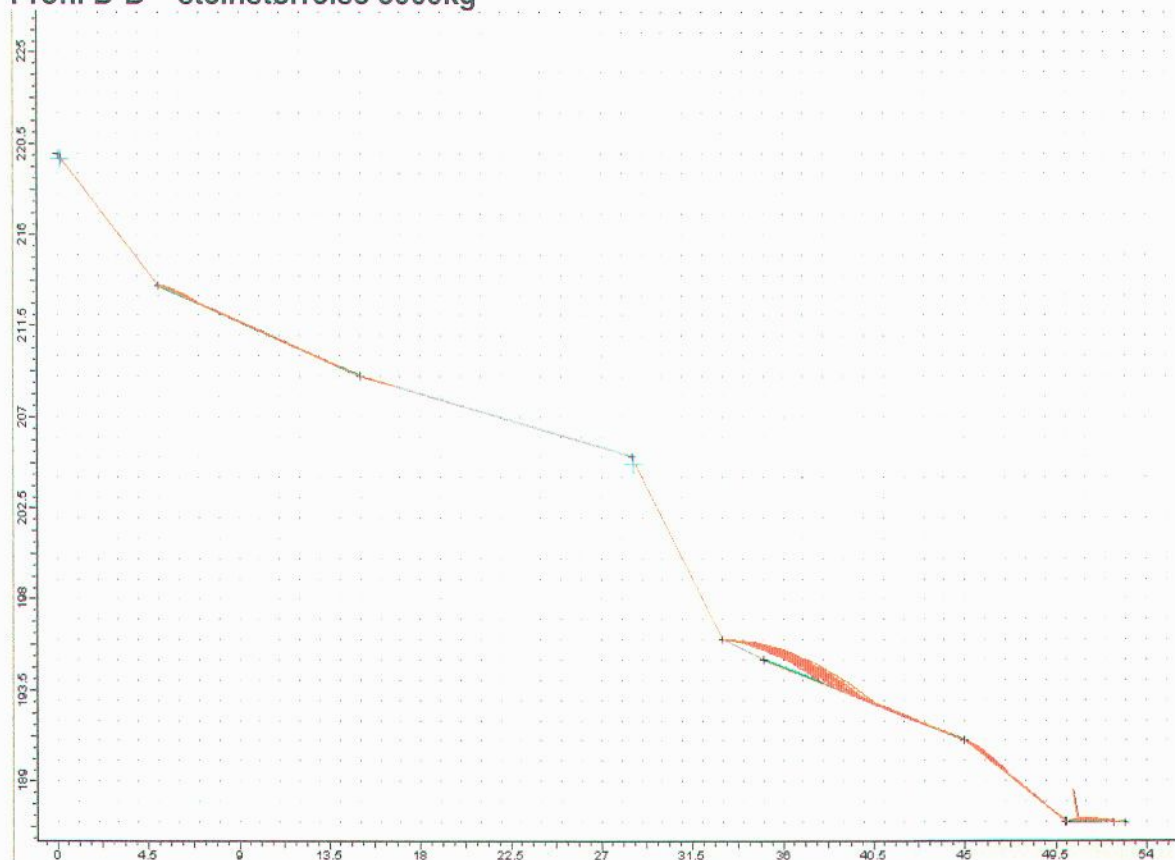
Figur 11. Horisontale utløpslengder

Kinetic Energy Envelope

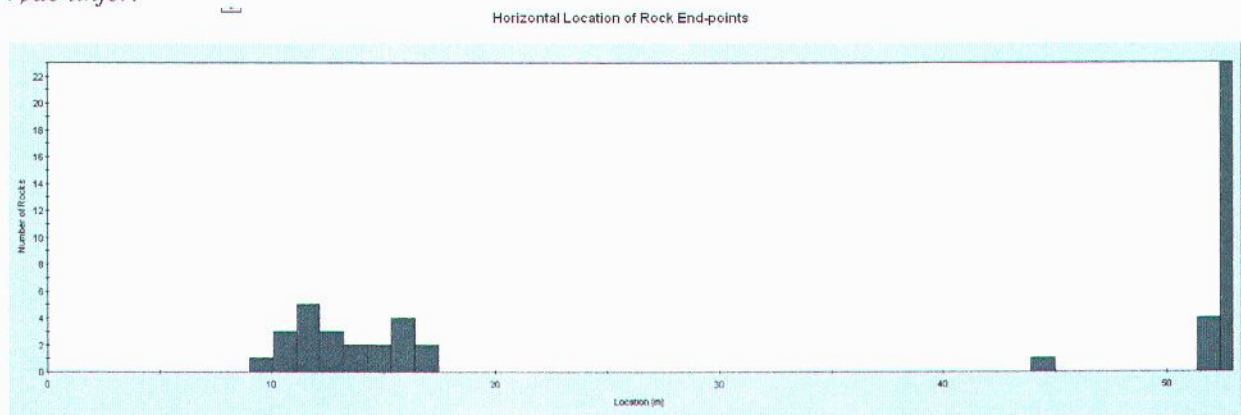


Figur 12. Kinetiske energinivåer langs steinsprangbane.

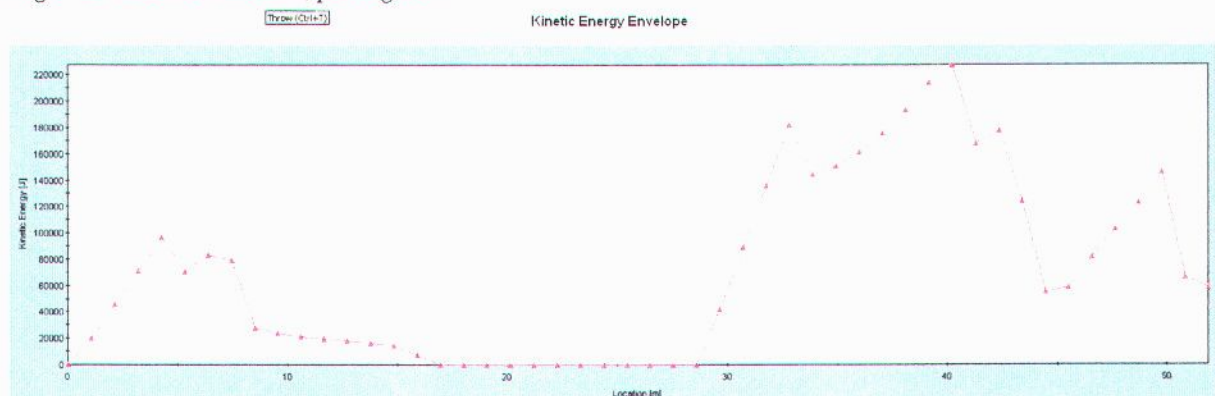
Profil B-B – steinstørrelse 3000kg



Figur 13. Steinsprangbanene fra simulering av steinsprang med masse 3000 kg. Banene er markert med røde linjer.

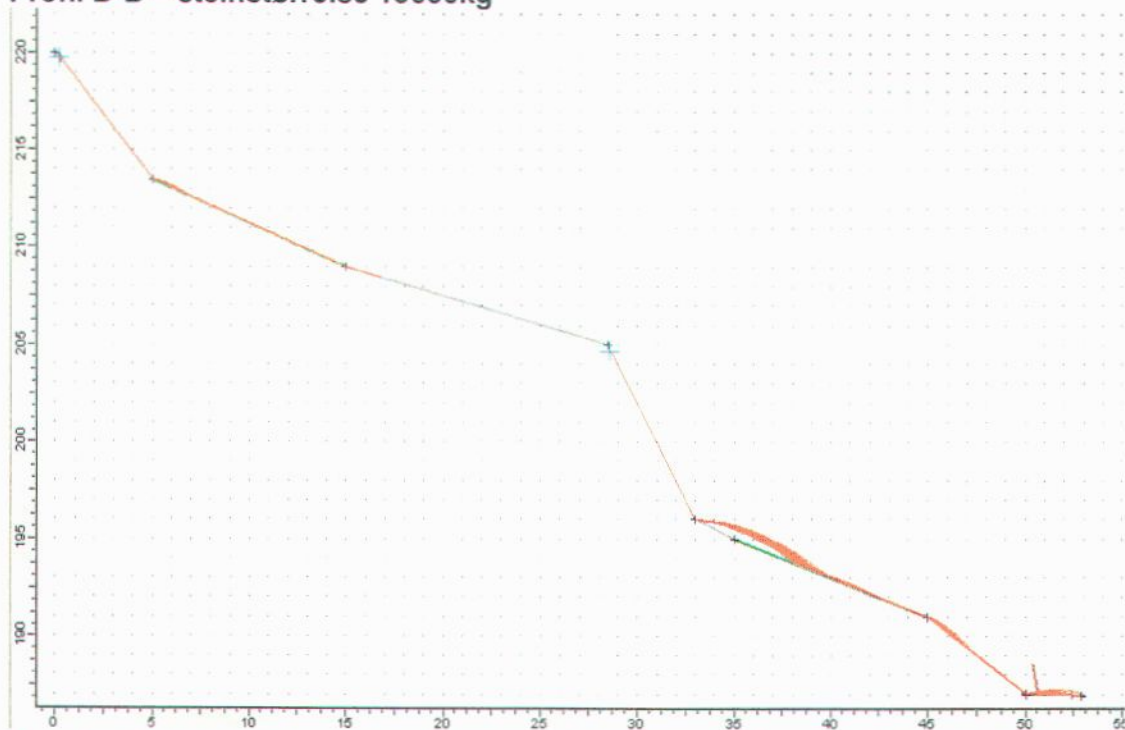


Figur 14. Horisontale utløpslengder.

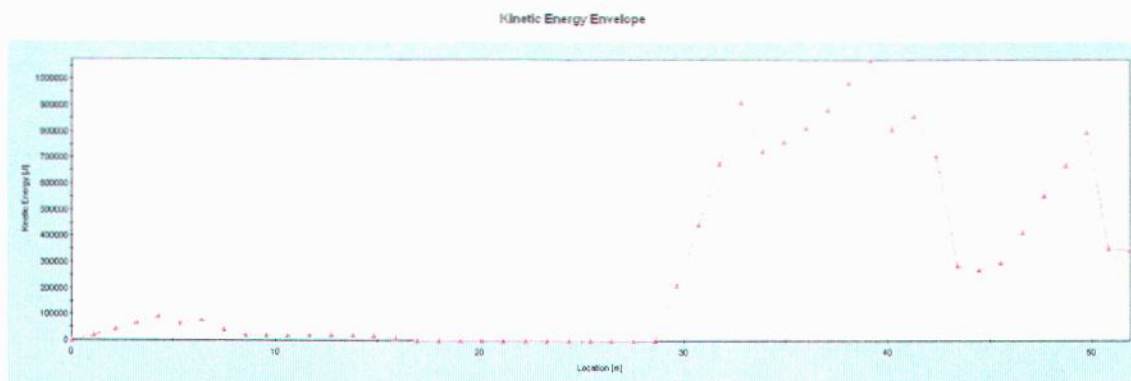


Figur 15. Kinetiske energinivåer langs steinsprangbane

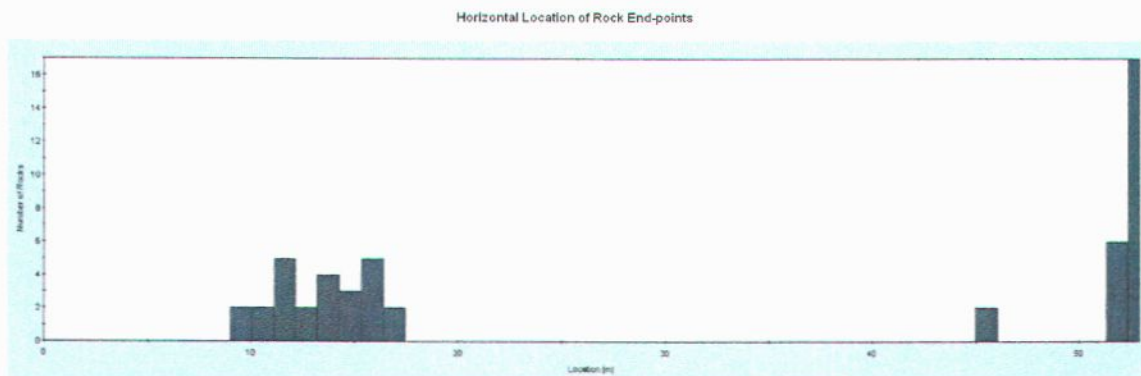
Profil B-B – steinstørrelse 15000kg



Figur 16. Steinsprangbanene fra simulering av steinsprang med masse 15 000 kg. Banene er markert med røde linjer.

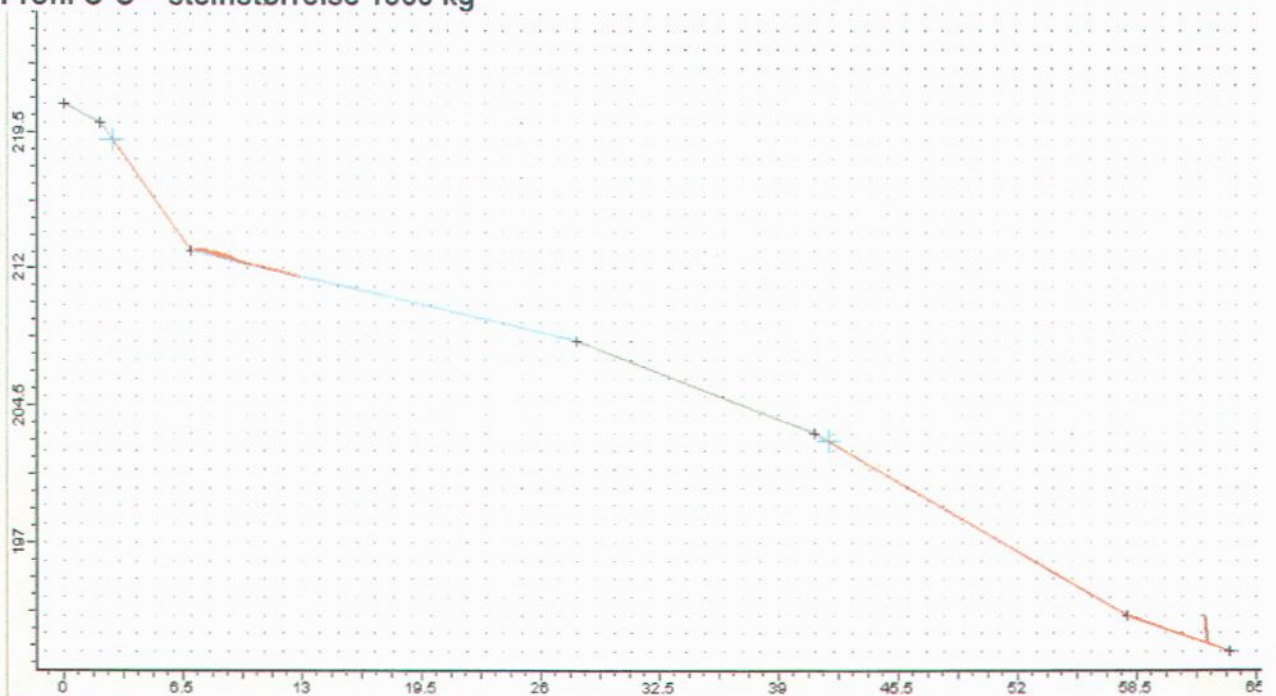


Figur 17. Kinetiske energinivåer langs steinsprangbane.



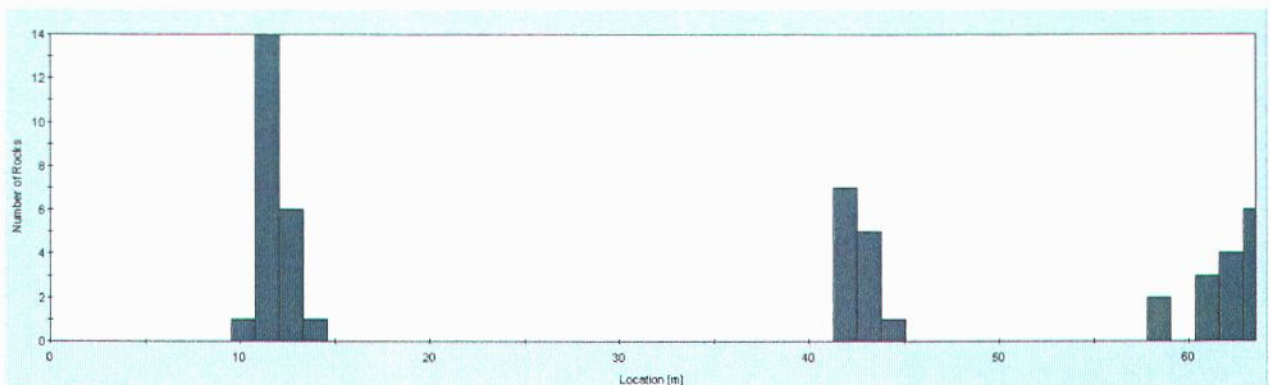
Figur18. Horisontale utløpslengder.

Profil C-C – steinstørrelse 1500 kg



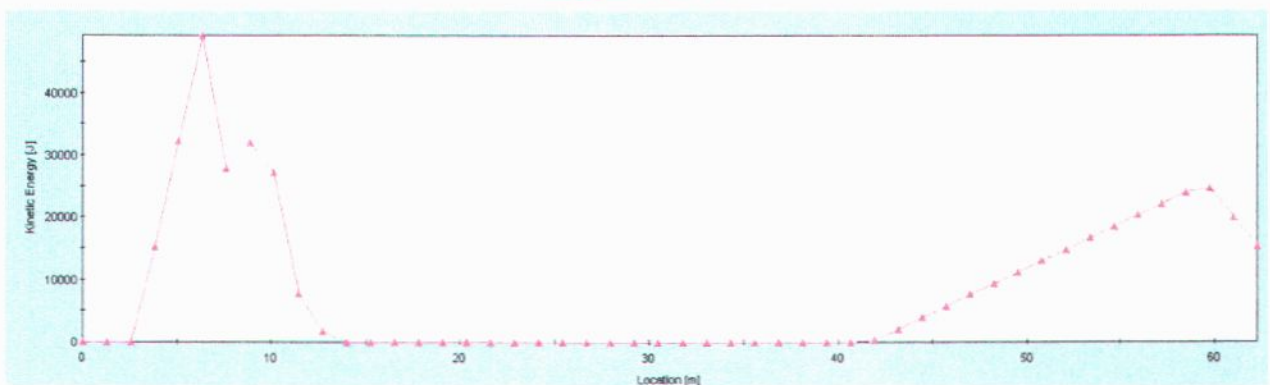
Figur 19. Steinsprangbanene fra simulering av steinsprang med masse 1500 kg. Banene er markert med røde linjer.

Horizontal Location of Rock End-points



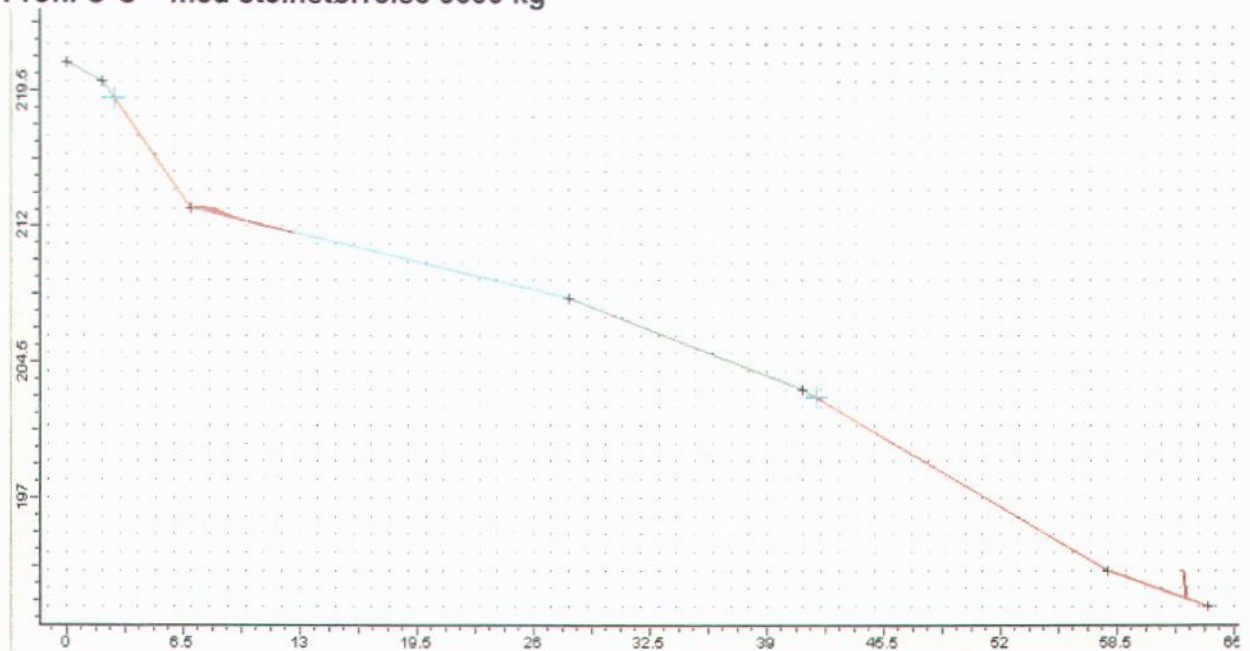
Figur20. Horisontale utløpslengder.

Kinetic Energy Envelope



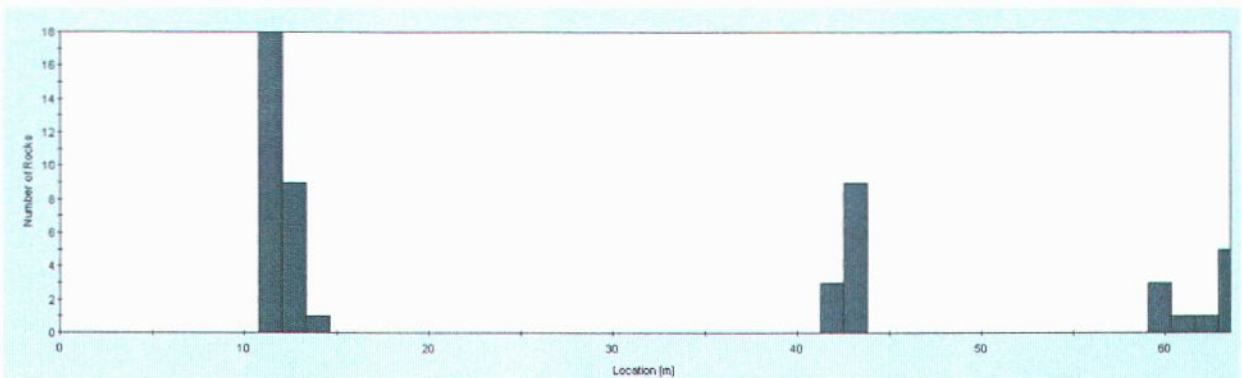
Figur 21. Kinetiske energinivåer langs steinsprangbane.

Profil C-C – med steinstørrelse 3000 kg



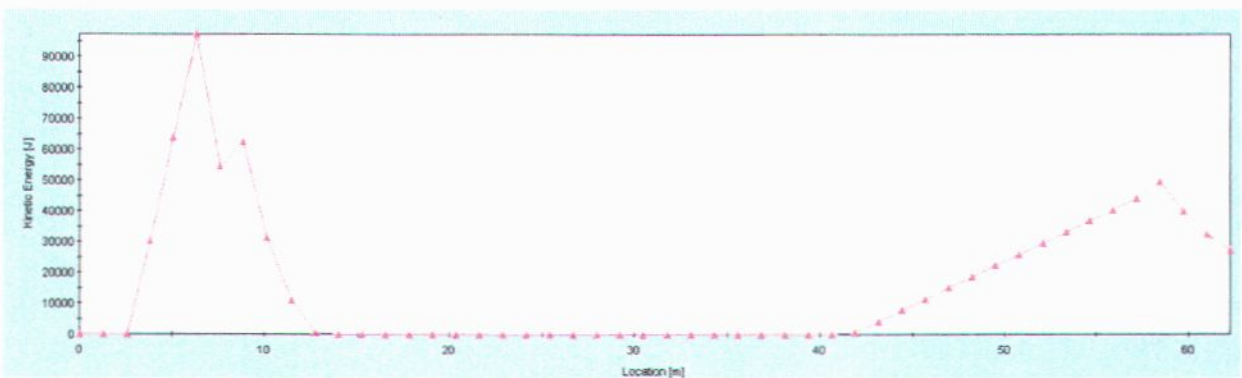
Figur 22. Steinsprangbanene fra simulering av steinsprang med masse 3000 kg. Banene er markert med røde linjer.

Horizontal Location of Rock End-points



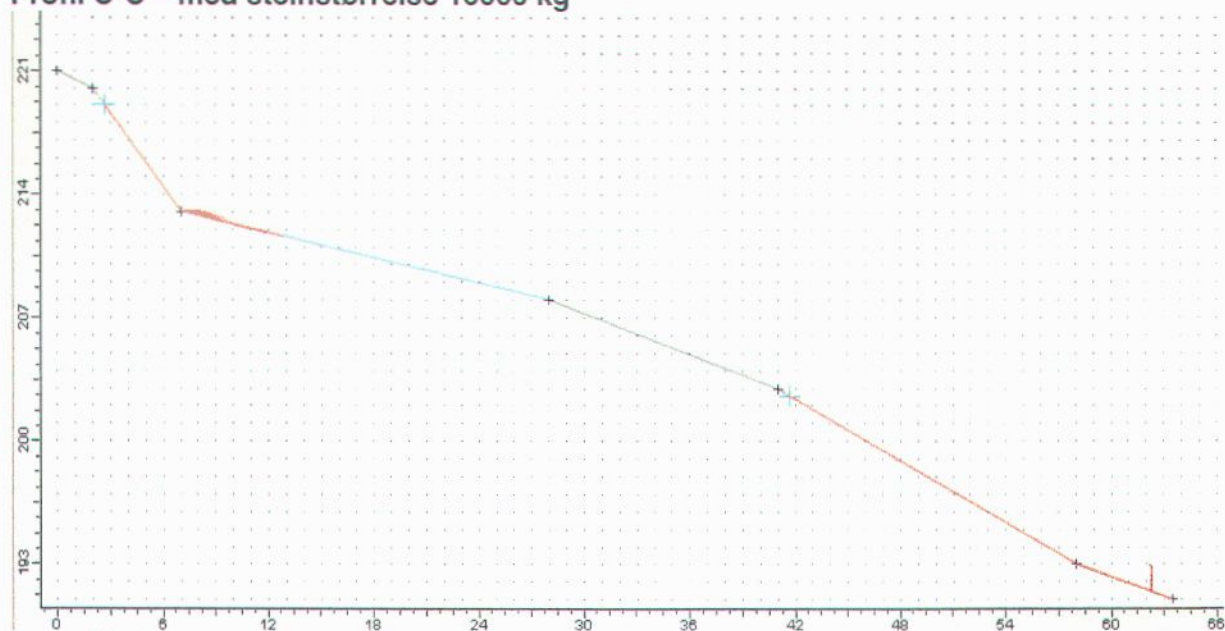
Figur 23. Horisontale utløpslengder.

Kinetic Energy Envelope

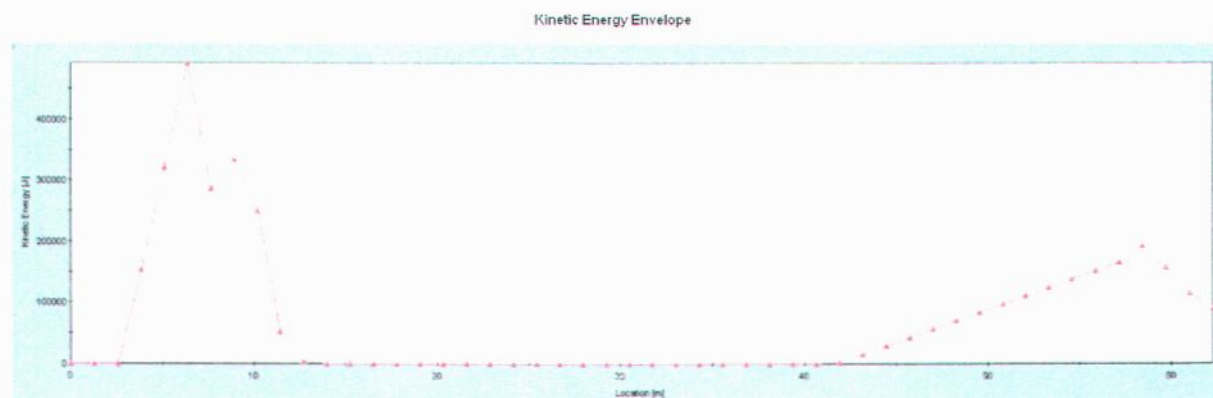


Figur 24. Kinetiske energinivåer langs steinsprangbane.

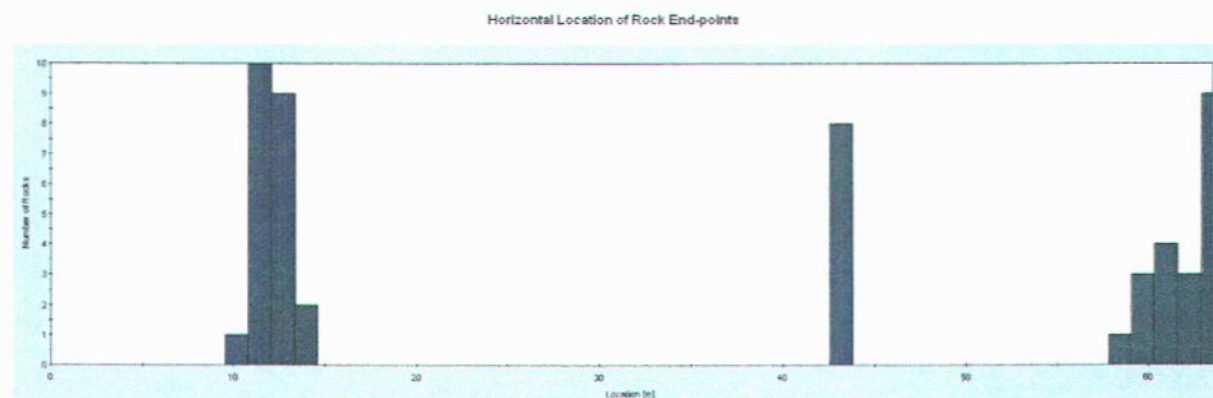
Profil C-C – med steinstørrelse 15000 kg



Figur 25. Steinsprangbanene fra simulering av steinsprang med masse 15 000 kg. Banene er markert med røde linjer.



Figur 26. Kinetiske energinivåer langs steinsprangbanen.



Figur 27. Horisontale utløpslengder.

Arkivreferanser:

Fagområde:			
Stikkord:		Risiko og sårbarhetsanalyse	
Land/Fylke:	Norge/Hordaland	Kartblad:	1115 I
Kommune:	Bergen	UTM koordinater, Sone:	
Sted:	Breistølen	Øst: 2982	Nord: 67019

Distribusjon:

- Begrenset (Spesifisert av Oppdragsgiver)
 Intern
 Fri

Dokumentkontroll:

		Dokument 6. juli 2007		Revisjon 1		Revisjon 2		Revisjon 3	
		Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign	Dato	Sign
Forutsetninger	Utarbeidet	06.07.07	KCS						
	Kontrollert	07.08.08	<i>[Signature]</i>						
Grunnlagsdata	Utarbeidet	06.07.07	KCS						
	Kontrollert	09.08.08	<i>[Signature]</i>						
Teknisk innhold	Utarbeidet	06.07.07	KCS						
	Kontrollert	09.08.08	<i>[Signature]</i>						
Format	Utarbeidet	06.07.07	KCS						
	Kontrollert	09.08.08	<i>[Signature]</i>						
Anmerkninger									
Godkjent for utsendelse (Oppdragsleder)				Dato: 9/9-2007		Sign.: <i>[Signature]</i>			