



# Røslebrakkane, Gaupne, Luster kommune

## Faresonerings- og sikringsforslag

20031468-1

23 september 2003

**Oppdragsgiver:** Luster kommune

**Kontaktperson:** Torbjørn Tuften, plansjef  
**Kontraktreferanse:** brev av 15.08.03, ref:  
02/03186/X53

### For Norges Geotekniske Institutt


**Prosjektleder:**

Ulrik Domaas

**Rapport utarbeidet av:**

  
Ulrik Domaas

**Kontrollert av:**

  
Erik Hestnes



## Sammendrag

De siste 50 år har det kommet steinsprang og flogstein mot husa nærmest ura ved fire tilfeller, noe som indikerer at disse husa kan treffes noe sjeldnere enn hver 10 år i gjennomsnitt dersom denne steinsprangaktiviteten fortsetter. NGI er ikke gjort kjent med at det har gått større steinsprang inn i området der boligfeltet er plassert.

I fjellsiden NNØ for boligfeltet kan steinsprang løsne høyere oppe enn hva som har vært tilfelle i de siste steinsprangene. Flogstein som slynges ut fra urfoten kan nå anslagsvis over 100 m inn i boligfeltet. Dette betyr at de to husrekkene nærmest fjellsiden kan nås av flogstein.

De tre husa som står nærmest vollen vil kunne nås av steinsprang selv om blokker som følger bakken avbøyes i terrengets fallretning. Slike blokker vil kunne rulle fram mot neste husrekke. Om steinblokker når fram til disse husa vil vi anta at dette inntreffer sjelden.

Det er foreslått ulike sikringsalternativer. Når sikringsløsning er valgt kan NGI om ønskelig lage et detaljert kostnadsoverslag. For å gi en indikasjon på kostnadene ved de ulike alternativene som gir ulik sikkerhet, gis her et grovt estimat:

Delvis sikring mot flogstein (*Alternativ 1*): 170 m langt og 5 m høyt fanggjerd på eksisterende voll: 2 – 3 mill kroner.

Sikring mot steinsprang for alle boliger og delvis sikring mot flogstein (*Alternativ 2*): 8 m høy fangvoll med tørrmur pluss 5 m fanggjerd: 5 – 6 mill. kroner.

Sikring mot steinsprang for andre boligrekke, delvis sikring mot flogstein (*Alternativ 3*): Sanering av 3 boliger, 6 m høy fangvoll, tørrmur og med 5 m fanggjerd: 7 – 8 mill. kroner.

Sikring av andre husrekke i forhold til kravene i Teknisk forskrift for ny bebyggelse (*Alternativ 4*): 6 m høy fangvoll med tørrmur, sprengning av grove steinblokker i et nærmere angitt område av ura for å redusere faren for flogstein: 5,5 mill. kroner. Tiltaket vil bedre sikkerheten til de tre boligene nærmest ura.

## Innhold

1	INNLEDNING.....	4
2	BESKRIVELSE AV UNDERSØKELSESOMRÅDET .....	4
3	LOVVERKETS KRAV TIL SIKKERHET MOT SKRED.....	5
4	STEINSPRANG OG FLOGSTEIN VED RØSELEKKANE.....	5
5	STEINSPRANGFARE .....	6
6	FLOGSTEIN FRA UTFALL FRA ØVRE DEL AV FJELLSIDEN.....	6
7	FARESONERING .....	7
8	EKSISTERENDE SIKRINGSTILTAK.....	7
9	ALTERNATIVE SIKRINGSLØSNINGER.....	7
	9.1 Alternativ 1. Delvis sikring av husa mot flogstein. ....	7
	9.2 Alternativ 2. Forsterke eksisterende voll med gjerde på toppen.....	7
	9.3 Alternativ 3. Flytting av 3 bolighus. Ny fangvoll/mur med fanggjerd på toppen.....	8
	9.4 Alternativ 4. Fjerne grov blokk i nedre del av ura å forbedre eksisterende fangvoll.....	8
10	SIKRINGSKOSTNADER .....	9
11	FOTOBILAG .....	10

Vedlegg A. Byggeforskrifter

Vedlegg B. Beregninger av steinsprang

Figur 1. Oversiktskart

Figur 2. Terrengprofil 1-4 anvist på kart

Figur 3. Terrengprofil 1-4

Figur 4. Faresonekart for steinsprang og flogstein

**Kontroll- og referanseside**



## 1 INNLEDNING

NGI har på oppdrag fra Luster kommune vurdert faren for steinsprang mot bebyggelsen på Røslebakane, Gaupne, samt foreslått alternative sikringstiltak (ref: 02/03186/X53, datert 26.06.03). For øvrig vises til tilbud fra NGI av 7.08.03 som omtaler oppdragets omfang basert på en diskusjon med plansjefen i kommunen.

Det er kjent at steinsprang og flogstein kan nå husene nærmest ura. En fangvoll er bygd langs urfoten for å stanse steinblokker, men erfaringer viser at vollen ikke er tilstrekkelig til å sikre bebyggelsen mot steinsprang. Vollen er for øvrig lavere og har mindre fanggrøft enn planlagt.

I saken foreligger følgende dokument:

1. Vurdering av rasfare i mulige boligområder ved Røslebakane og Sandvik. Notat 1971 fra firma A/S Siv.ing. O. Kjølseth.
2. Vurdering av fares for ras og steinsprang ved Røslebakane byggefelt i Gaupne – Luster. Vedlegg 3, sak 70/84. 1976. Fylkesgeolog B. F. Russenes.
3. Røslebakane. Sikring mot steinsprang. 1983. Fylkesgeolog B. F. Russenes.
4. Bustadfelt Røslebakane, sikring mot steinsprang. 1984 Teknisk sjef E. Bolstad.
5. Luster kommune – skredsikring Røslebakane – Gaupne. 2003. Fylkesgeolog B. F. Russenes.

I denne saken skiller det mellom steinsprang som følger bakken og går i lave sprang, og flogstein som er mindre blokker som slynges ut med stor fart og større bue i lufta. Flogstein oppstår ved at steinblokker treffer større stein i ura og knuses slik at mindre blokker blir slynget ut i lufta med stor fart.

## 2 BESKRIVELSE AV UNDERSØKELSESOMRÅDET

Røslebakane boligfelt ble bygd etter at fareområde for steinsprang ble vurdert i 1971. De fleste husa ble bygd før 1975. De tre husa nærmest urfoten ble bygd noe senere. Vollen som skulle sikre husa ble bygd i 1984 (se figur 1 og 2).

Boligfeltet ligger nord for Gaupne sentrum og ligger på en terrasseskråning inntil foten av ei grovblokkig ur under et bratt fjellparti (foto 2). Terrassen ble dannet under siste istid. Boligfeltet ligger mellom kote 20 og kote 90, og ura når inn mot boligfeltets nordøstside. Ura går opp til kote 140 nord for feltet og opp til kote 200 i skaret mot nordøst. Den bratte fjellsiden består av granitt med en tydelig overflateoppsprekking. Sprekkeplanene heller ned og ut mot dalen.



### 3 LOVVERKETS KRAV TIL SIKKERHET MOT SKRED

Plan- og bygningsloven med tilhørende forskrift stiller krav til sikkerhet mot skred ved nybygging og ved rehabilitering av bygninger i skredutsatte områder. Kvantifiserte krav til sikkerhet mot skred ble innført i 1985, 10 år etter at boligfeltet ble bebyggt.

I henhold til "Veiledning til forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk - Ren teknisk 1997, 3. utgave april 2003 - hører hus inn under sikkerhetsklasse 2.

I sikkerhetsklasse 2 skal sannsynligheten for skredskade være mindre enn  $1 \times 10^{-3}$  pr. år. Ved gjenoppbygging etter brann eller annen skade og ved nødvendig utvidelse av eksisterende bygning eller driftsenhet, kan kommunen redusere kravet til nominell sannsynlighet for skred i sikkerhetsklasse 2 og 3. Den gjennomsnittlige årlige sannsynlighet for skred må likevel ikke overstige  $3 \times 10^{-3}$  for klasse 2 og  $1 \times 10^{-3}$  for klasse 3.

Ved rehabilitering av eksisterende bebyggelse gir lovverket hjemmel for å redusere kravet til  $3 \times 10^{-3}$  pr. år. Erfaringsmessig tillates imidlertid også søknadspliktig vedlikehold og rehabilitering av bygninger selv om risikoen er høyere enn dette. I slike tilfeller stiller gjerne kommunen krav om at bruken av bygningene ikke skal endres/økes.

### 4 STEINSPRANG OG FLOGSTEIN VED RØSLEBAKKANE

Kjente steinsprang i nyere tid er omtalt i flere dokument nevnt innledningsvis. I et notat fra 1971 omtales ett kjent steinsprang fra de siste 30-50 år. Det sies ikke at steinblokker fra dette spranget har nådd inn i feltet. I vurderingen fra 1976 omtales et steinsprang samme år hvor en steinflis stoppet kloss i husveggen på tomt 3 (samme hus som ble truffet i 2002, se foto 1). I rapporten fra fylkesgeologen i 1983 omtales et steinsprang som gikk dette året. Skredmaterialet slo ned på nedre snuplass. Ei blokk på rundt 15 kg slo inn i kortveggen over grunnmuren på kommunalt hybelhus på tomt nr 13.

Det er omtalt utfall av et større fjellparti fra Brunen som tok med seg dyrka mark og slåtteteiger på oppsida av skrenten (ikke verifisert). I en omtale av sikringen fra teknisk etat er det vist en skisse av sikringsvoll med fanggrøft. Antydning dimensjon er større enn det som er bygd. I brev fra fylkesgeologen i 2003 omtales et steinsprang i 2002 hvor flogstein traff huset på tomt 27. Rapporten omtaler behovet for øking av vollhøyden samt at det settes opp et fanggerde på toppen av vollen.

Historien antyder at det noe sjeldnere enn hvert 10 år i gjennomsnitt vil komme flogstein og mindre steinblokker inn mot de husa som er plassert nærmest ura.



Det er ingen historisk dokumentasjon om større steinsprang i området bortsett fra utfallet fra Brunen.

## 5 STEINSPRANGFARE

I fjellsiden ovenfor boligfeltet er det en rekke steder med sterkt oppsprukket berg. Avskallingen skjer i flak. Dette indikerer at det er mest løst berg i overflaten og at utfall derfor helst skjer som enkeltblokker med moderate volum. Utfall av større partier ventes dermed å være sjeldne.

NGI har systematisert observasjoner av maksimal rekkevidde for steinsprang ved mer enn hundre enkelttilfeller for å kunne anslå hvor langt steinsprang maksimalt kan nå. I tillegg er det gjort fullskala forsøk for å beregne rekkevidden til steinsprang som harmonerer med kravet til sikkerhet mot skred for ny bebyggelse (jfr. vedlegg A). Basert på dette materiale er rekkevidden til steinsprang i fjellsiden ovenfor boligfeltet vurdert (Profil 1,2 og 3, figur 2 og 4). Boligfeltet ligger i terrasseskråningen og steinsprang som ruller og spretter langs bakken vil påvirkes av fallretningen på terrenget og avbøyes.

I selve feltet forventes spor etter tidligere steinsprang å være borte. Oppe på terrasseflaten ble det observert en del stein fram mot den østlige terrassekanten. Ettersom steinsprang som følger bakken vil avbøyes av terrenget, antar vi at de tre husa som er plassert nærmest vollen vil kunne nås av steinsprang. Steinsprang vil også kunne rulle fram mot neste husrekke. Vi er imidlertid usikre på om steinblokker kan nå fram til disse husa, men om det skulle skje antar vi at det sannsynligvis vil inntreffe sjelden.

## 6 FLOGSTEIN FRA UTFALL FRA ØVRE DEL AV FJELLSIDEN

I fjellsiden NNØ for boligfeltet kan steinsprang løsne høyere oppe enn de siste steinsprangene. Disse kan dermed få større fart ned fjellsiden, og dermed også nede ved foten av ura. Beregninger av maksimale hastigheter på steinsprang tilsier hastigheter opp i mot 30 m/s nede ved urfoten (se Vedlegg B). Flogstein som går ut med 30 m/s i utgangshastighet nede ved urfoten kan nå anslagsvis over 100 m inn i boligfeltet. Dette betyr at de to husrekkene nærmest fjellsiden kan nås av flogstein.

Hvor ofte utfall som starter øverst i fjellsiden vil inntreffe er vanskelig å forutsi. Ura er særdeles grovblokkig, og vil begrense rekkevidden av nye steinsprang. De fleste steinblokkene stanser opp i ura eller like utenfor, og få enkeltblokker når langt. Vi antar imidlertid at flogstein som når særlig langt kan inntreffe med noen hundre års mellomrom i gjennomsnitt. Kravet til sikkerhet for ny bebyggelse mot skred gitt i Teknisk Forskrift til Plan- og bygningsloven er dermed ikke oppfylt for de to husrekkene nærmest ura.



## 7 FARESONERING

Faresonen for steinsprang omfatter både flogstein og steinblokker som ruller og spretter ut fra urfoten. Flogstein vil nå lengst, men vil kun være mindre biter som slås løs fra eller spretter på de større steinblokkene. Med økende avstand fra urfoten vil sannsynligheten for personskade være sterkt avtagende. Nedslagsområdet er lite i forhold til det totale boligarealet. Faresonen (figur 4) omfatter det området vi antar flogstein og steinsprang kan nå den enkelte tomt oftere enn kravet til sikkerhet mot skred gitt i Teknisk Forskrift til Plan- og bygningsloven.

## 8 EKSISTERENDE SIKRINGSTILTAK

Sikringsvollen er bygd med en smal fanggrøft og en effektiv høyde på rundt 4 m. En slik voll kan stanse steinblokker på noen få kubikkmeter som treffer i vollsiden litt under toppen av vollen. Vollen er plassert nær foten av ura hvor det ligger mange større steinblokker med eksponerte flater hvor steinblokker kan få anslag og lett sprette over vollkrona.

## 9 ALTERNATIVE SIKRINGSLØSNINGER

### 9.1 Alternativ 1. Delvis sikring av husa mot flogstein.

Flogstein fra steinspranget i 2002 ble slynget ut fra en flat større steinblokk i foten av ura og fløy 65 m og landet på taket av nærmeste hus nedenfor midtre stikkvei i boligfeltet. Etterregning av flogsteinens bane basert på de erfaringer vi har med flogstein indikerer at steinblokkene passerte minst 4m over vollkrona (vedlegg B1.2, figur B5).

For å sikre mot tilsvarende flogstein kan det settes opp et 5 m høyt fanggjerde på toppen av vollkrona. Dette vil bedre situasjonen mot mindre steinsprang og flogstein som inntreffer med ca. 10 - 15 års mellomrom.

Tiltaket reduserer sannsynligvis hyppigheten av steinsprang og flogstein mot boligfeltet til anslagsvis en gang hvert 50 – 100 år i gjennomsnitt.

### 9.2 Alternativ 2. Forsterke eksisterende voll med gjerde på toppen.

Boligfeltet kan sikres mot rullende og sprettende steinblokker som følger terrenget ved å forsterke eksisterende voll. Vollen utformes slik at den demper energien til stein og hindrer dem i å rulle over vollen. Dersom vollen anlegges med en vollside på 2:1 (60°) mot ura, og bygges 8 m høy, vil vollen kunne stanse de fleste steinsprangene som følger bakken og som går i lave sprang (se Vedlegg B, figur B7). Vollen vil mest sannsynlig sikre husene mot vanlig steinsprang.



Flogstein fra større steinblokker som slås løs høyere opp i ura kan imidlertid lett passere vollområdet i 20 m høyde over terreng. Det vil være vanskelig å sikre mot stein som slynges så vidt høyt.

For å bedre forholdene kan det settes opp et 5 m høyt fanggjerd på toppen av den 8 m høye fangvollen. Dette vil redusere antall flogstein mot bebyggelsen mer enn alternativ 1. Selv om vi ikke kan beregne effekten av dette tiltaket eksakt, antar vi at hyppigheten av flogstein som passerer vil være redusert til noen hundre år mellom hver gang.

### 9.3 Alternativ 3. Flytting av 3 bolighus. Ny fangvoll/mur med fanggjerd på toppen.

Dersom de tre husa nærmest ura saneres og det anlegges en mindre fangvoll med fanggjerd på toppen nær andre husrekke, kan dette gi den resterende bebyggelsen en sikkerhet som samsvarer med kravet gitt i Teknisk Forskrift til Plan- og bygningsloven.

Beregningsmessig trengs det en sikring nær andre husrekke som samlet rager 15 m over dagens terreng for å stanse flogstein med denne rekkevidde. Dersom det er ønskelig med full sikkerhet kan vi utrede dette alternativet nærmere.

### 9.4 Alternativ 4. Fjerne grov blokk i nedre del av ura å forbedre eksisterende fangvoll.

Dersom de store steinblokkene i de nederste 30 m av ura fjernes, knuses ved sprengning eller dekkes til med løsmasser, kan muligheten for flogstein reduseres, samt at flogstein får kortere rekkevidde inn i feltet. En slik løsning vil forhindre at flogstein når andre husrekke. Ved å stramme opp vallsiden på eksisterende fangvoll og bygge vollen 6 m høy vil steinsprang som følger bakken mest sannsynlig ikke kunne nå fram til andre husrekke. De tre husa i første rekke vil fortsatt ligge utsatt, om de ikke saneres. I dette tilfelle vil husa i andre rekke tilfredsstillende kravet til sikkerhet mot skred for ny bebyggelse gitt i Teknisk Forskrift.





## 10 SIKRINGSKOSTNADER

Når sikringsløsning er valgt kan NGI om ønskelig lage et mer detaljert kostnadsoverslag. For å gi en indikasjon på kostnadene ved de ulike alternativene som gir ulik sikkerhet, vil vi gi et grovt estimat basert på erfaring fra liknede tilfeller:

*Alternativ 1.* 170 m langt og 5 m høyt fanggjerd: 2 – 3 mill kroner.

*Alternativ 2.* 8 m høy fangvoll med tørrmur pluss 5 m fanggjerd: 5 – 6 mill. kroner.

*Alternativ 3.* Sanering av 3 boliger, 6 m høy fangvoll med tørrmur, pluss 5 m fanggjerd: 7 – 8 mill. kroner.

*Alternativ 4.* Eventuell sanering av tre boliger, 6 m høy fangvoll med tørrmur, sprengning i ura: 5,5 mill. kroner.

## 11 FOTOBILAG

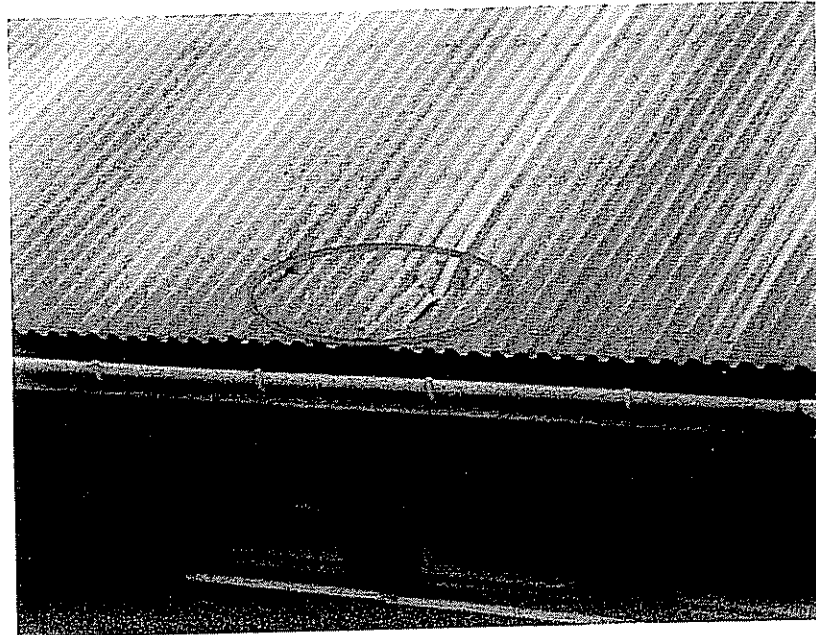


Foto 1. Flogstein landet på taket på bolig nr. 27 i 2002.

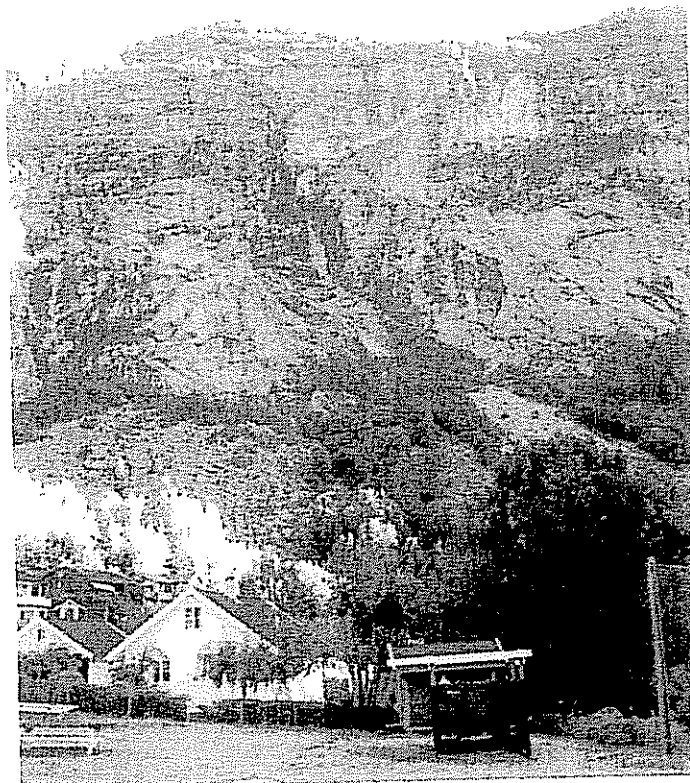


Foto 2. Bilde av fjellsiden ovenfor Røselebakane boligfelt.

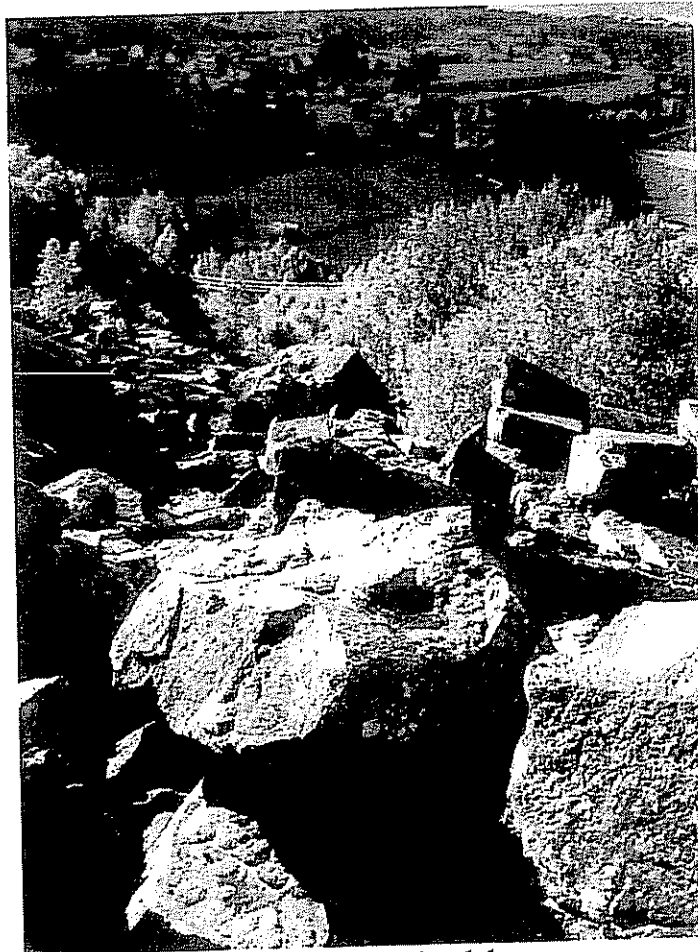


Foto 3. Bilde som viser grovbløkkig ur i nedre del av ura.

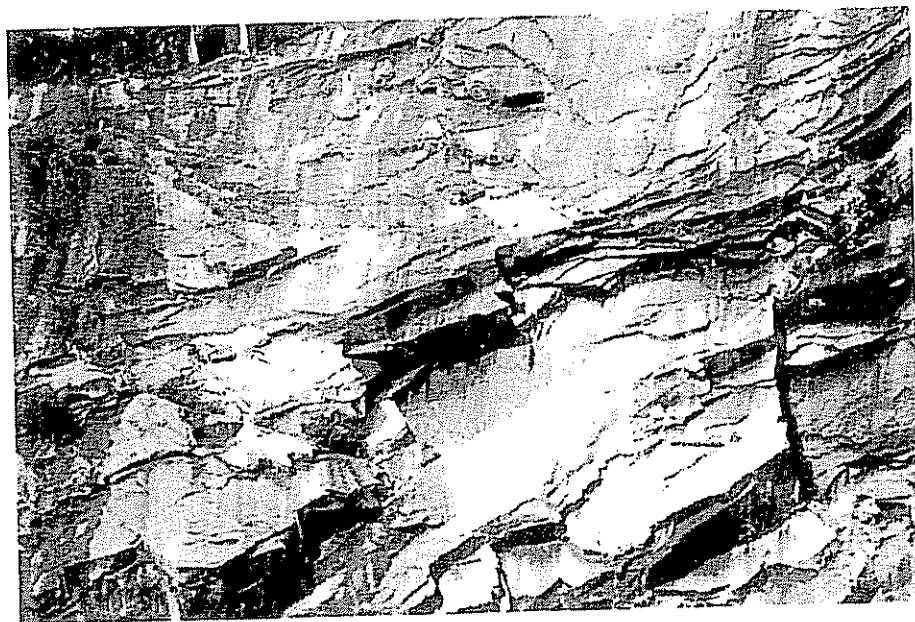


Foto 4. Detalj av oppsprukket og løst berg i fjellsiden ovenfor Røselebakane boligfelt.

## Vedlegg A - Byggeforskrifter

### INNHOOLD

A1 PLAN OG BYGNINGSLOV .....	2
A1.1 § 25. Reguleringsformål .....	2
A1.2 Kap. XII. Byggetomta. § 68. Byggegrunn. Miljøforhold: .....	2
A2 FORSKRIFT OM KRAV TIL BYGGVERK OG PRODUKTER TIL BYGGVERK:.....	2
A2.1 Kap. I. Alminnelige bestemmelser, § 1-2. Forskriftens anvendelse på særskilte tiltak.....	3
A2.2 Kap. VII. Personlig og materiell sikkerhet: .....	3
A3 VEILEDNING TIL TEKNISK FORSKRIFT TIL PLAN-OG BYGNINGSLOVEN, 2. UTGAVE APRIL 1999:.....	4
A3.1 Kap. VII Personlig og materiell sikkerhet. Plassering og bæreevne § 7-3 til § 7-33.....	4



## A1 PLAN OG BYGNINGSLOV

Hentet fra: <http://www.lovdatab.no/all/nl-19850614-077.html>

<http://www.lovdatab.no/index.html>

Disse paragrafene er de mest relevante:

Kap. VII. Reguleringsplan. § 25. Reguleringsformål:

<http://www.lovdatab.no/all/tl-19850614-077-007.html#25>

### A1.1 § 25. Reguleringsformål

I reguleringsplanen avsettes i nødvendig utstrekning:

#### 1. Fareområder:

Områder for høyspenningsanlegg, skytebaner, ildsfarlig opplag og andre innretninger som kan være farlige for allmennheten, og områder som på grunn av ras- og flomfare eller annen særlig fare ikke tillates bebygget eller bare skal utbygges på nærmere vilkår av hensyn til sikkerheten.

### A1.2 Kap. XII. Byggetomta. § 68. Byggegrunn. Miljøforhold:

<http://www.lovdatab.no/all/tl-19850614-077-013.html#68>

#### § 68. Byggegrunn. Miljøforhold

Grunn kan bare deles eller bebygges dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold. Kommunen kan for grunn eller område som nevnt i første ledd, om nødvendig nedlegge forbud mot bebyggelse eller stille særlige krav til byggegrunn, bebyggelse og uteareal.

Endret ved lover 20 juni 1986 nr. 37, 11 juni 1993 nr. 85.

## A2 FORSKRIFT OM KRAV TIL BYGGVERK OG PRODUKTER TIL BYGGVERK:

<http://www.lovdatab.no/for/sf/kr/kr-19970122-0033.html>

### § 1-1. Forskriftens virkeområde

Forskriften er gitt til gjennomføring og utfylling av bestemmelsene i plan- og bygningsloven av 14. juni 1985 nr. 77 og for gjennomføring av Norges forpliktelser etter EØS-avtalen for krav til byggverk og produkter til byggverk.



### § 1-2. Forskriftens anvendelse på særskilte tiltak

Forskriften gjelder så langt den passer for:

1. driftsbygninger i landbruket og for tilsvarende bygninger for dyr utenom landbruket. For husvær for seterbruk eller skogsdrift gjelder de samme bestemmelser som for fritidsboliger konstruksjoner og anlegg.
2. For fritidsbolig med én bruksenhet og tilhørende uthus, garasje o.l. gjelder kun forskriftens kapittel I til VII, §§ 8-1, 8-23, 8-5, 8-52 tredje ledd, 9-2 første og annet ledd, 9-22, 9-5, 9-52 og kapittel XI.

Endret ved forskrift 13 des 1999 nr. 1296 (i kraft 1 jan 2000).

## A2.1 Kap. I. Almennlige bestemmelser, § 1-2. Forskriftens anvendelse på særskilte tiltak

<http://www.lovdatab.no/for/sf/kr/tr-19970122-0033-001.html#1-2>

### § 1-1. Forskriftens virkeområde

Forskriften er gitt til gjennomføring og utfylling av bestemmelsene i plan- og bygningsloven av 14. juni 1985 nr. 77 og for gjennomføring av Norges forpliktelser etter EØS-avtalen for krav til byggverk og produkter til byggverk.

### § 1-2. Forskriftens anvendelse på særskilte tiltak

Forskriften gjelder så langt den passer for:

1. driftsbygninger i landbruket og for tilsvarende bygninger for dyr utenom landbruket. For husvær for seterbruk eller skogsdrift gjelder de samme bestemmelser som for fritidsboliger
  2. konstruksjoner og anlegg.
- For fritidsbolig med én bruksenhet og tilhørende uthus, garasje o.l. gjelder kun forskriftens kapittel I til VII, §§ 8-1, 8-23, 8-5, 8-52 tredje ledd, 9-2 første og annet ledd, 9-22, 9-5, 9-52 og kapittel XI.

Endret ved forskrift 13 des 1999 nr. 1296 (i kraft 1 jan 2000).

## A2.2 Kap. VII. Personlig og materiell sikkerhet:

<http://www.lovdatab.no/for/sf/kr/tr-19970122-0033-010.html>

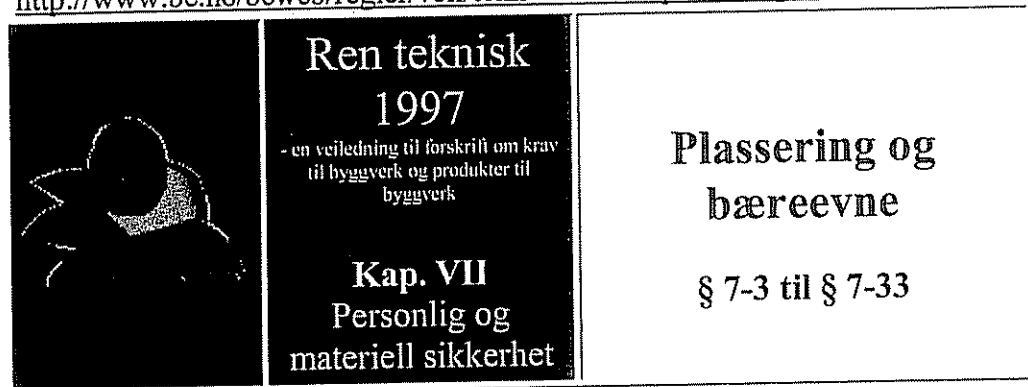
:se paragrafene 7-1, 7-3, 7-31, 7-32, 7-33, 7-4, 7-41 og 7-42.

### A3 VEILEDNING TIL TEKNISK FORSKRIFT TIL PLAN-OG BYGNINGSLOVEN, 2. UTGAVE APRIL 1999:

<http://www.be.no/beweb/regler/veil/teknveil97/000tekveilinnh.html>

#### A3.1 Kap. VII Personlig og materiell sikkerhet. Plassering og bæreevne § 7-3 til § 7-33

<http://www.be.no/beweb/regler/veil/teknveil97/07bplasseringsikker.html>



## Plassering og bæreevne

### §7-3 Plassering og bæreevne

Kravene i basisdokument nr. 1 "Mekanisk motstandsevne og stabilitet" til byggevarerdirektivet Rdir 89/106/EØF skal legges til grunn for valg av materialer og produkter for oppføring av byggverk som er underlagt krav til pålitelighet i forskriften. Materialene og produktene må ha slike egenskaper at forskriftens krav til pålitelighet tilfredsstilles.

### § 7-31 Pålitelighetsklasser for byggverk

Det kreves i forskriften at byggverket skal planlegges og oppføres slik at belastninger ikke vil føre til deformasjoner av uakseptabel størrelse. Forskriftens krav til et byggverks bæreevne gjelder imidlertid kun en minste bruddsikkerhet. Brukskrav som begrensning av deformasjoner og svingninger bør stilles av tiltakshaver på grunnlag av bygningens konstruksjon og bruk og av vedlikeholdshensyn, se også § 8-43.

De angitte pålitelighetsklassene er basert på beregnet nominell sannsynlighet for at hendelsen skal inntreffe, dette innebærer at tabellenes måltall egentlig ikke gir pålitelige opplysninger om den enkelte bygnings faktiske sikkerhet. Byggverks innordning i klasser beror også i størrelsen på konsekvensene av at hendelsen inntreffer. Risikoen for skade på mennesker, uakseptabel skade på dyr, uakseptabel forandring av miljø eller andre uakseptable konsekvenser for samfunnet er et produkt av både sannsynlighet og konsekvenser. Stor risiko

kan således bety at få mennesker skades, men med stor sannsynlighet eller at mange mennesker skades, men med liten sannsynlighet.

Eksempler på klassifisering av byggverk etter pålitelighets-/sikkerhetsklasser er angitt under. Siden disse er veiledende, må bruddkonsekvensene alltid vurderes ved valg av klasse.

Informative eksempler på klassifisering av konstruksjoner er også gitt i et tillegg i

*NS 3490 Prosjektering av konstruksjoner- Krav til pålitelighet*

Termen sikkerhetsklasse brukes ved plassering av byggverk, mens

pålitelighetsklasse brukes ved klassifisering av de bærende konstruksjoner.

Pålitelighetsklasse 4 gjelder meget spesielle byggverk, slik at det i praksis er tre pålitelighetsklasser/ sikkerhetsklasser for vanlige byggverk.

Klassifiseringen angis for konstruksjoners hovedbæresystem. Andre deler av konstruksjonene kan ha lavere eller høyere pålitelighetsklasse enn

hovedbæresystemet. For klassifisering med hensyn til plassering i forhold til skredfare gjelder pålitelighetsklasse/sikkerhetsklasse 1 til 3.

- *Pålitelighetsklasse 4* Tiltak med særlig stor konsekvens. Dette omfatter f.eks atomkraftverk, lager for radioaktivt avfall, dammer med risiko for store flomskader. Også kalt sikkerhetsklasse 4.
- *Pålitelighetsklasse 3* Tiltak med stor konsekvens. Dette omfatter f.eks broer, dammer, byggverk med stor ansamling av mennesker (tribuner, kinosaler, sportshaller, kjøpesentra, forsamlingslokaler osv). Også kalt sikkerhetsklasse 3.
- *Pålitelighetsklasse 2* Tiltak med middels konsekvens. Dette omfatter f.eks kontor- og forretningsbygg, skoler, institusjonsbygg, boliger, master, tårn, siloer og skorsteiner, kaier og havneanlegg, industrianlegg, fiskerihavner. Også kalt sikkerhetsklasse 2.
- *Pålitelighetsklasse 1* Tiltak med liten konsekvens. Dette omfatter f.eks småhus, rekkehus, mindre lagerhus osv, landbruksbygg, båtnaust, kaier og fortøyningsanlegg for sport og fritid, fundamenter. Også kalt sikkerhetsklasse 1.

## § 7-32 Sikkerhet mot naturpåkjenninger

### 1 Generelle krav

Kravet om at byggverk skal ha nødvendig og tilstrekkelig sikkerhet mot naturlaster er helt generelt og gjelder alle slag naturpåkjenninger som skred, flom, sjø, vind, snø osv.

Bebyggelse skal plasseres sikkert med hensyn til skred. Der det er mangel på skredsikre utbyggingsområder kan kommunen tillate etablering av ny bebyggelse i områder med en viss skredfare. Kommunen skal påse at bebyggelse som plasseres i slike områder får forsvarlig sikkerhet mot skred. Dette kravet anses å være oppfylt når forskriftens krav til nominell årlig sannsynlighet for skred er overholdt. Den nominelle, årlige sannsynlighet gjelder for bygning og utvendig bruksareal.



Bebyggelse skal i utgangspunktet plasseres sikkert med hensyn til flom. Det er imidlertid urealistisk og nasjonaløkonomisk uriktig å forlange "full" sikkerhet, dette gjøres da heller ikke når det gjelder andre naturpåkjenninger som eksempelvis skred

## 2 Sikkerhet mot skred

Hytter som kun skal benyttes i den tiden da skredfare ikke opptrer, kan bygges i områder der den største, nominelle sannsynlighet for skred ikke overstiger  $3 \times 10^{-3}$ . Ved søknad om rammetillatelse skal slik begrenset bruk sannsynliggjøres og det skal fremgå av byggetillatelsen at annen bruk vil være i strid med forutsetningene. Det forutsettes videre at det gjøres en skredteknisk undersøkelse av hytteområdet.

Dersom byggverket sikres mot eller dimensjoneres for å motstå skred samtidig som de utvendige bruksarealer sikres, eller det sannsynliggjøres at bruk av arealene ikke vil medføre en høyere personrisiko enn det som følger av forskriftens krav til pålitelighet, vil det være mulig å utnytte til byggeformål arealer som i utgangspunktet har en høyere nominell sannsynlighet for skred enn det forskriften generelt tillater. Skredlastens størrelse må i slike tilfelle beregnes av en skredteknisk kyndig person.

De nominelle faregrensene for skred som er angitt i forskriften er som regel vanskelige å fastlegge nøyaktig i terrenget, men vanligvis er det mulig å angi områder som ligger mer eller mindre utsatt enn de grenseverdiene som forskriften angir.

Siktemålet med en skredkartlegging er avgjørende for den kartleggingsmetodikk som benyttes. Ved faresonekartlegging av planområder der arealbruken ikke er nærmere spesifisert, kan det være aktuelt å fastlegge nominelle faregrenser på basis av definerte enhetsbredder på tvers av skredretningen. En enhetsbredde på 30 m kan i slik sammenheng være hensiktsmessig.

Tillatt nominell sannsynlighet for skred for byggverk i klasse 3,  $< 10^{-3}$  pr. år, skal fastsettes ut fra hvilken faktisk risiko skred kan medføre. Jo større konsekvensen kan bli, jo lavere sannsynlighet for skred skal fastsettes.

Oversiktskart over potensielle fareområder for stein- og snøskred og potensielle fareområder for kvikkleireskred utgis av Miljøverndepartementet og Statens Kartverk i samarbeid med Norges Geotekniske Institutt.

Det vises for øvrig til plan- og bygningsloven § 100 om sikringstiltak og § 101 om tiltak på nabogrunn.



## Vedlegg B - Beregning av steinsprang

### INNHOOLD

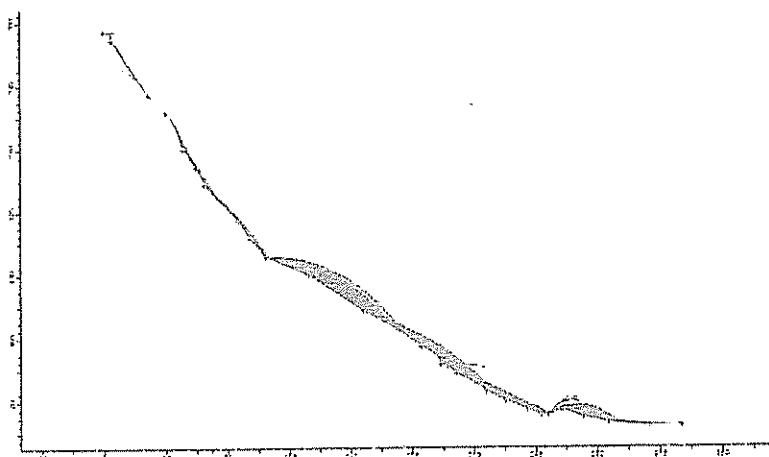
B1 ETTERREGNING AV STEINSPRANG 2003.....	2
B1.1 Etterregning av steinsprang ved bruk av regnemodell Rockfall.....	2
B1.2 Etterregning av enkeltsprang i ur og over voll .....	4

## B1

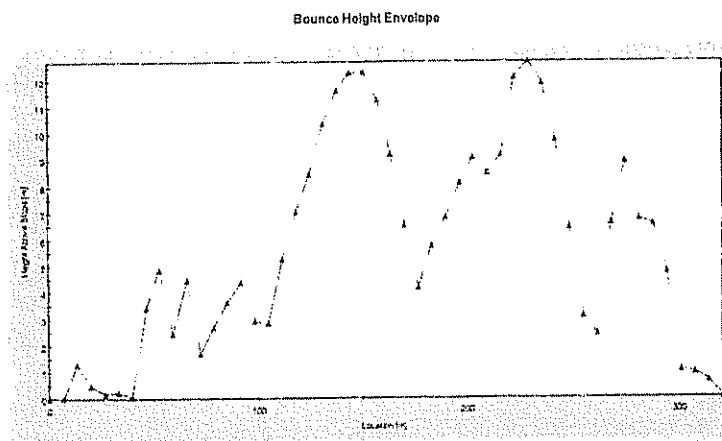
## ETTERREGNING AV STEINSPRANG 2003

I forbindelse med steinsprang ved Røselekkane boligfelt i september 2002, traff mindre steinblokker taket på en bolig nærmest ura nedenfor midtre stikkvei i feltet. Steinblokka spratt fra en flat større steinblokk i foten av ura og over den 4m høye fangvollen. Den flate steinblokka har samme kotehøyde som vollkrona i en linje mot det omtalte huset. Blokka har tatt et sprang på 65 m. Under befaringen ble nedslagene i ura undersøkt for å kunne etterregne steinspranget. I tillegg ble fjellsiden vurdert i kikkert for å lokalisere utfallstedet. Basert på denne erfaringen har vi benyttet et regneprogram for steinsprang (Rockfall) for å etterregne sannsynlige hastigheter nede ved foten av ura (Figur B1). I tillegg har vi etterregnet enkeltsprang i ura for å kontrollere disse hastighetene (regneark i MathCad 2000).

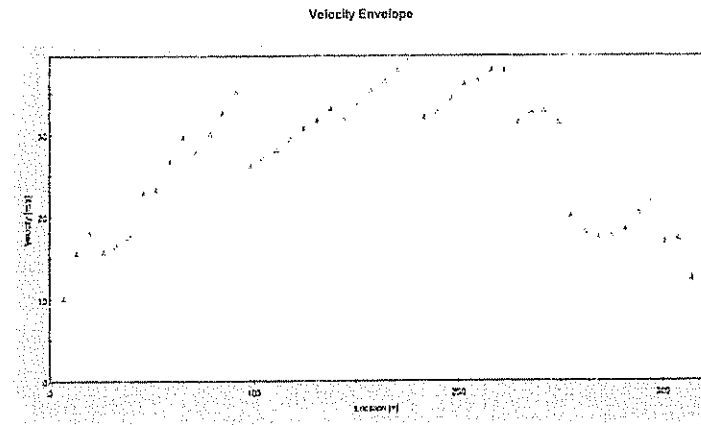
## B1.1 Etterregning av steinsprang ved bruk av regnemodell Rockfall.



Figur B1. Terrenprofil for steinspranget i 2002. Basert på hvorledes steinblokker erfaringsmessig spretter på bergflater og i ur er det angitt verdier for restitusjon for hele profilet og etterregnet 1000 steinsprang for steinsprang rundt 1 m<sup>3</sup>.

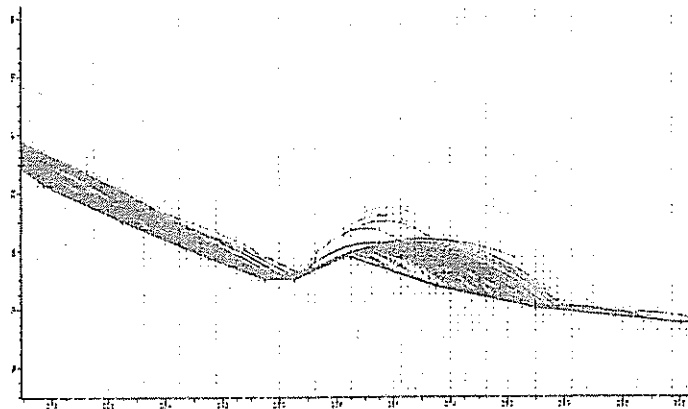


Figur B2. Basert på beregningene ovenfor får vi en omhylningskurve for spranghøyden til steinsprangene langs terrenget.



Figur B3. Basert på beregningene fra profilet i B1 får vi maksimale hastigheter steinblokkene langs terrengprofilet.

Beregningene viser at ved forventet dempning på bergoverflater og i ur, framkommer det spranghøyder på mellom 5 m og 10 m. Enkeltsprang kan forsere ura i 3 sprang, som vi også erfaringsmessig har sett. Hastighetene i sprangene blir mellom 20 m/s og 30 m/s nederst i ura.



Figur B4. Beregning av spranghøyder nede ved vollen (1000 gjentakelser).

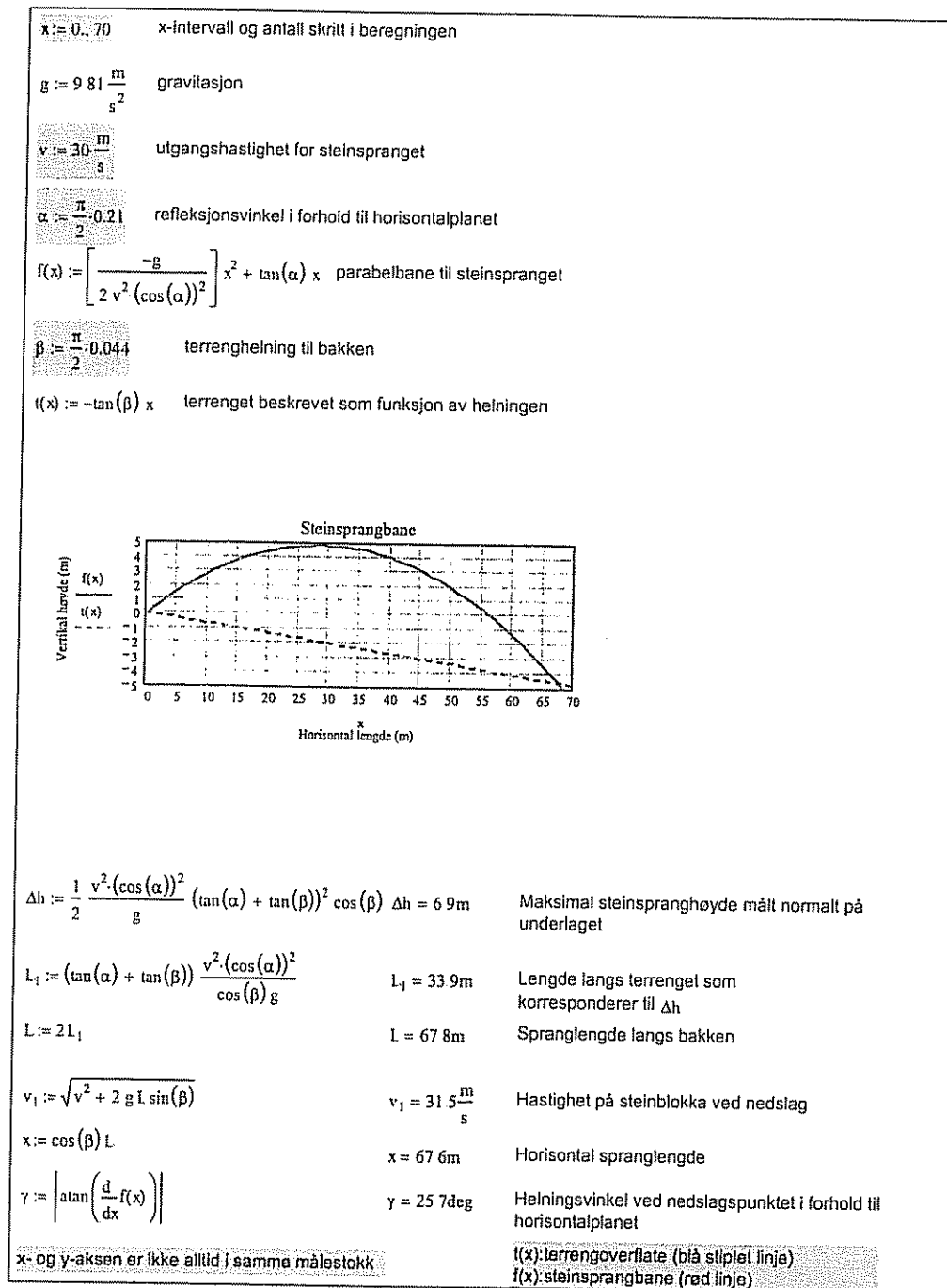
Beregninger av steinsprang nede ved ura med forventede hastigheter viser at vollen lett lar seg forsere, slik at steinblokker også med denne vollen kan forventes å rulle fram til husa nærmest ura.



## B1.2 Etterregning av enkeltsprang i ur og over voll

Regnearket viser beregning av enkeltsprang over voll og som når 65 m og treffer taket på huset (steinsprang 2002). Erfaring med flogstein tilsier at refleksjonshastigheten kan bli minst like stor som hastigheten på den opprinnelige blokka som treffer den store steinblokka i foten av ura. Vanlige refleksjonsvinkler i slike tilfeller er rundt det halve av innkommende vinkel. Med de nevnte antagelsene kan en steinblokk slynges 65 m, og passere vollen slik det inntraff i september 2002 (Figur B5). Denne beregningen viser også at blokka må ha passert anslagsvis 4 m over vollkrona 17 m fra nedslagspunktet.

Det må bemerkes at steinsprang kan starte høyere oppe i fjellsiden og derfor må forventes å ha større fart i foten av ura. En beregning av steinsprang viser hastigheter rundt 30 m/s i foten av ura. Flogstein med slike hastigheter kan slynges ut over 100 m. Etterregning av flogstein som slynges ut fra punkt høyere oppe i ura vil beregningsmessig ikke nå lengre inn i boligfeltet.

Faresonerings og sikringsforslag  
Vedlegg B

Figur B5. Etterregning av enkeltsprang over voll i september 2002.

$x := 0..110$  x-intervall og antall skritt i beregningen

$g := 9.81 \frac{m}{s^2}$  gravitasjon

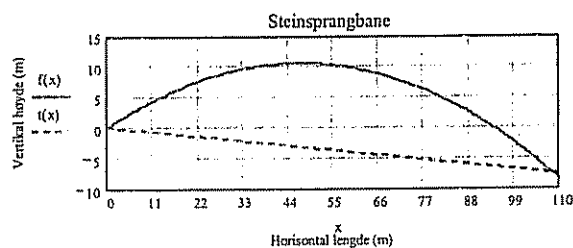
$v := 35 \frac{m}{s}$  utgangshastighet for steinspranget

$\alpha := \frac{\pi}{2} \cdot 0.27$  refleksjonsvinkel i forhold til horisontalplanet

$f(x) := \left[ \frac{-g}{2 v^2 (\cos(\alpha))^2} \right] x^2 + \tan(\alpha) x$  parabelbane til steinspranget

$\beta := \frac{\pi}{2} \cdot 0.044$  terrenghelning til bakken

$t(x) := -\tan(\beta) x$  terrenget beskrevet som funksjon av helningen



$$\Delta h := \frac{1}{2} \frac{v^2 (\cos(\alpha))^2}{g} (\tan(\alpha) + \tan(\beta))^2 \cos(\beta) \quad \Delta h = 14m$$

Maksimal steinspranghøyde målt normalt på underlaget

$$L_1 := (\tan(\alpha) + \tan(\beta)) \frac{v^2 (\cos(\alpha))^2}{\cos(\beta) g} \quad L_1 = 54.1m$$

Lengde langs terrenget som korresponderer til  $\Delta h$

$$L := 2L_1 \quad L = 108.3m$$

Spranglengde langs bakken

$$v_1 := \sqrt{v^2 + 2 g L \sin(\beta)}$$

$$v_1 = 37 \frac{m}{s}$$

Hastighet på steinblokka ved nedslag

$$x := \cos(\beta) L$$

$$x = 108m$$

Horizontal spranglengde

$$\gamma := \left| \arctan \left( \frac{d}{dx} f(x) \right) \right|$$

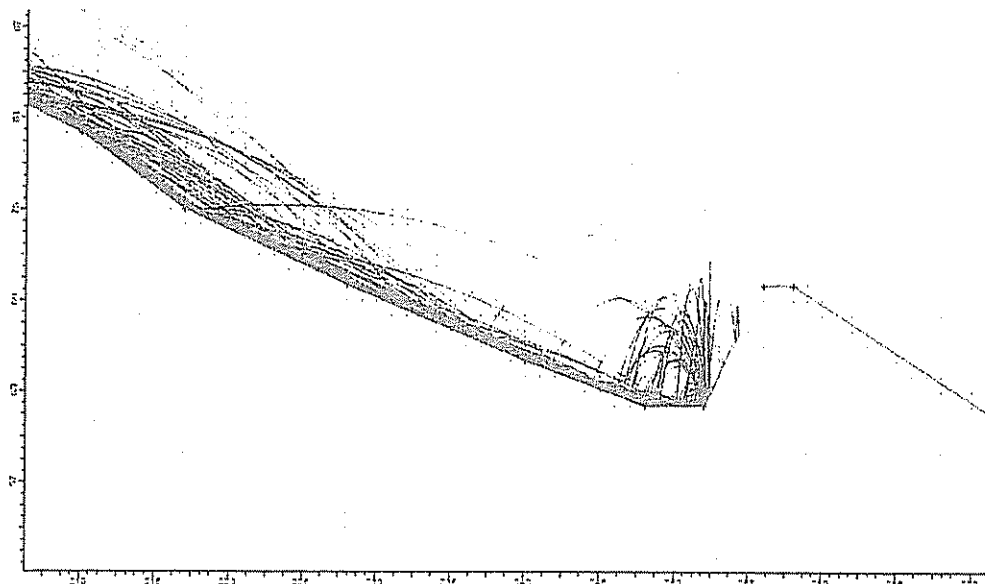
$$\gamma = 30.5 \text{deg}$$

Helningsvinkel ved nedslagspunktet i forhold til horisontalplanet

x- og y-aksen er ikke alltid i samme målestokk

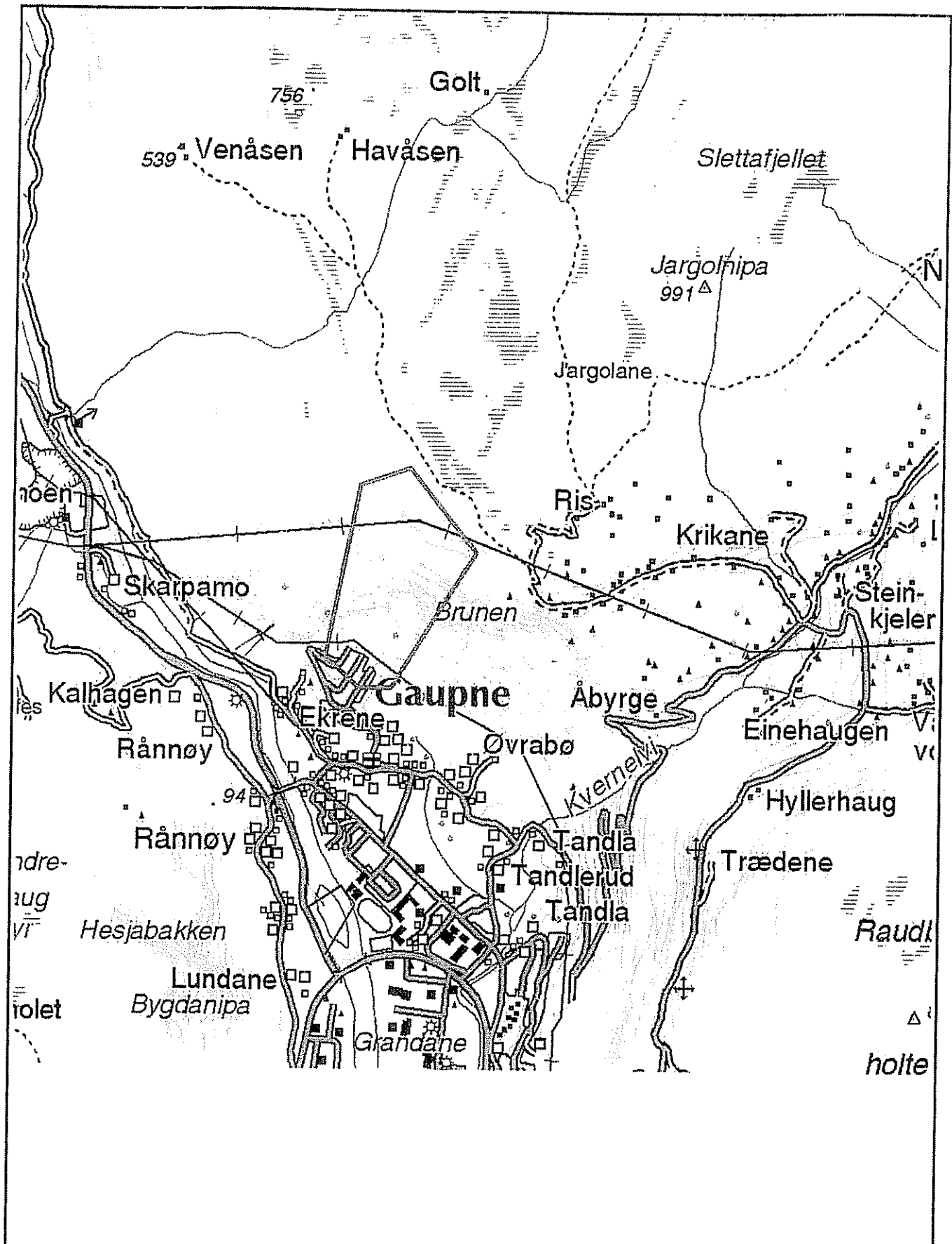
$t(x)$ : terrengoverflate (blå stiplet linje)  
 $f(x)$ : steinsprangbane (rød linje)


Figur B6. Beregning av spranglengde til flogstein i fra urfoten fra steinsprang som starter øverst i fjellsiden.

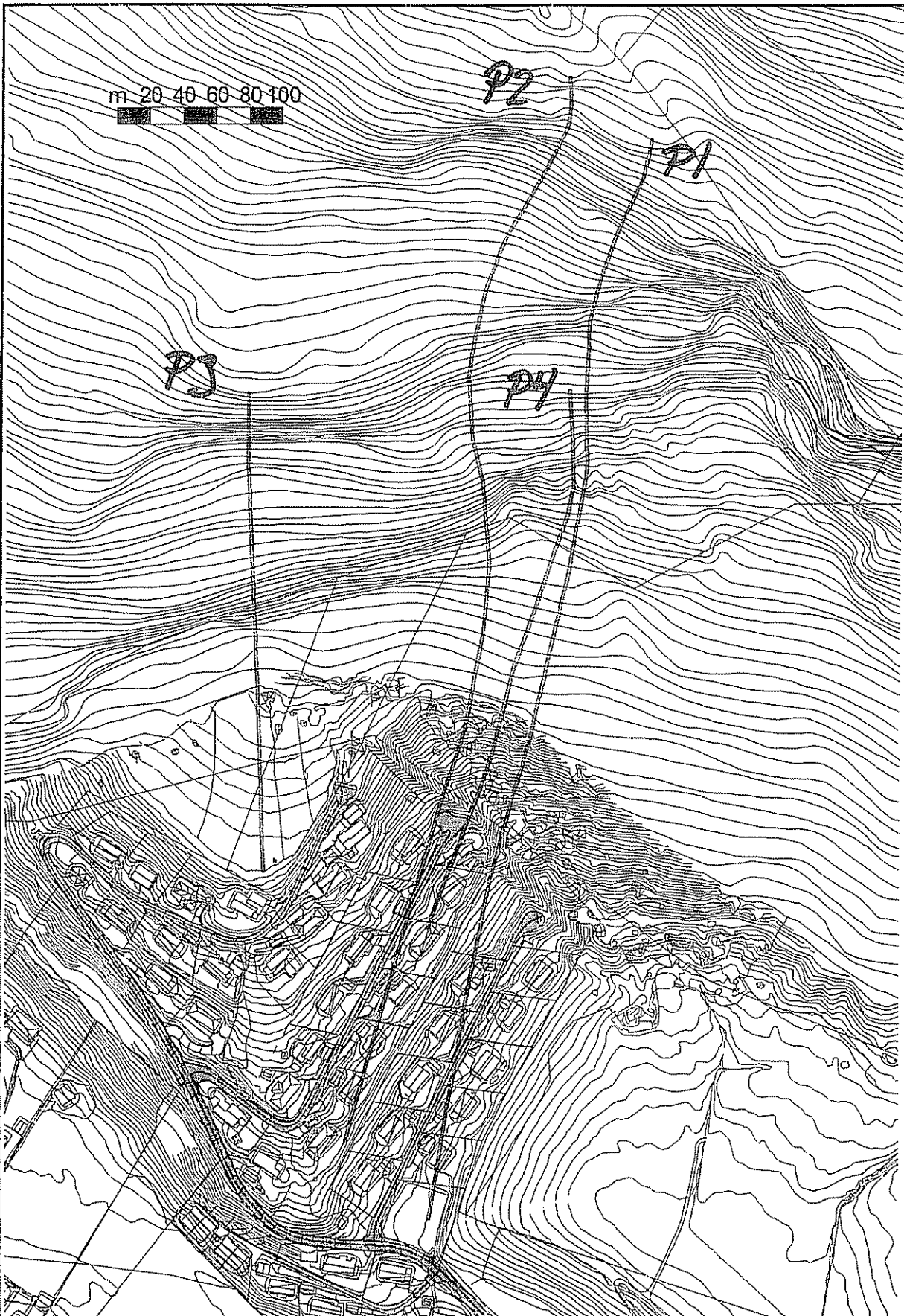



*Figur B7. Eksempel på etterregning av steinsprang mot 8 m høy fangvoll med helning 2:1 mot ura*

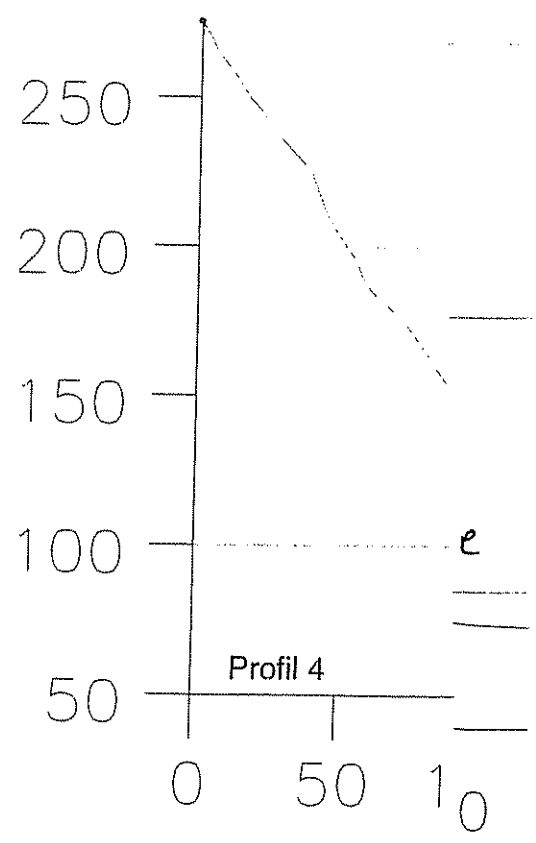
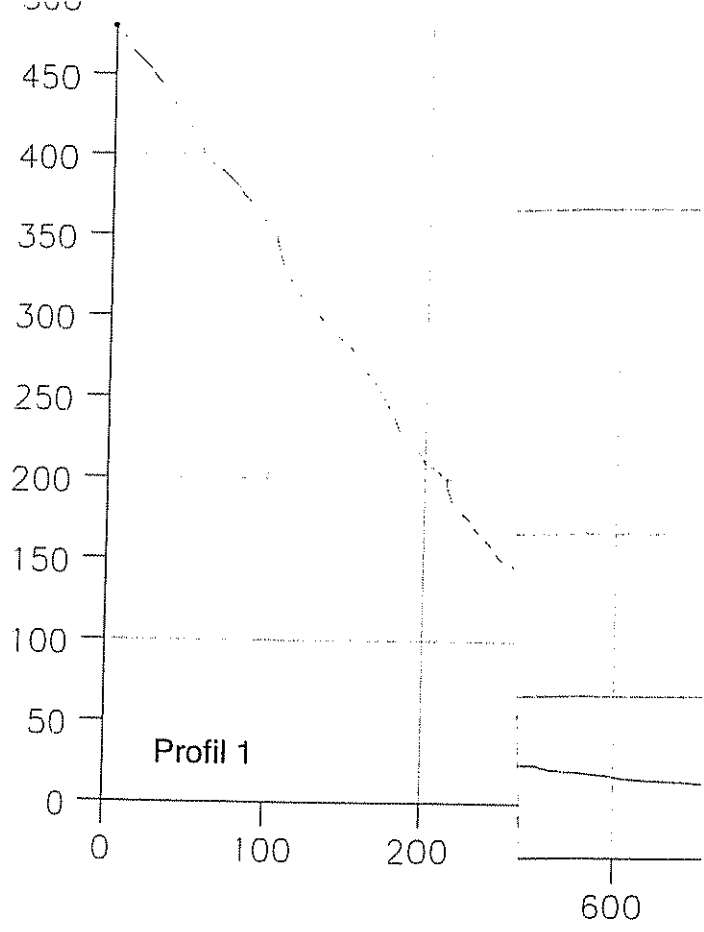




LUSTER KOMMUNE	Rapport nr. 20031468-1	Figur nr. 1
	Tegner UD	Dato 2003-09-11
Oversiktskart M 1:50 000. Undersøkellesområdet	Kontrollert <i>[Signature]</i>	
	Godkjent <i>[Signature]</i>	

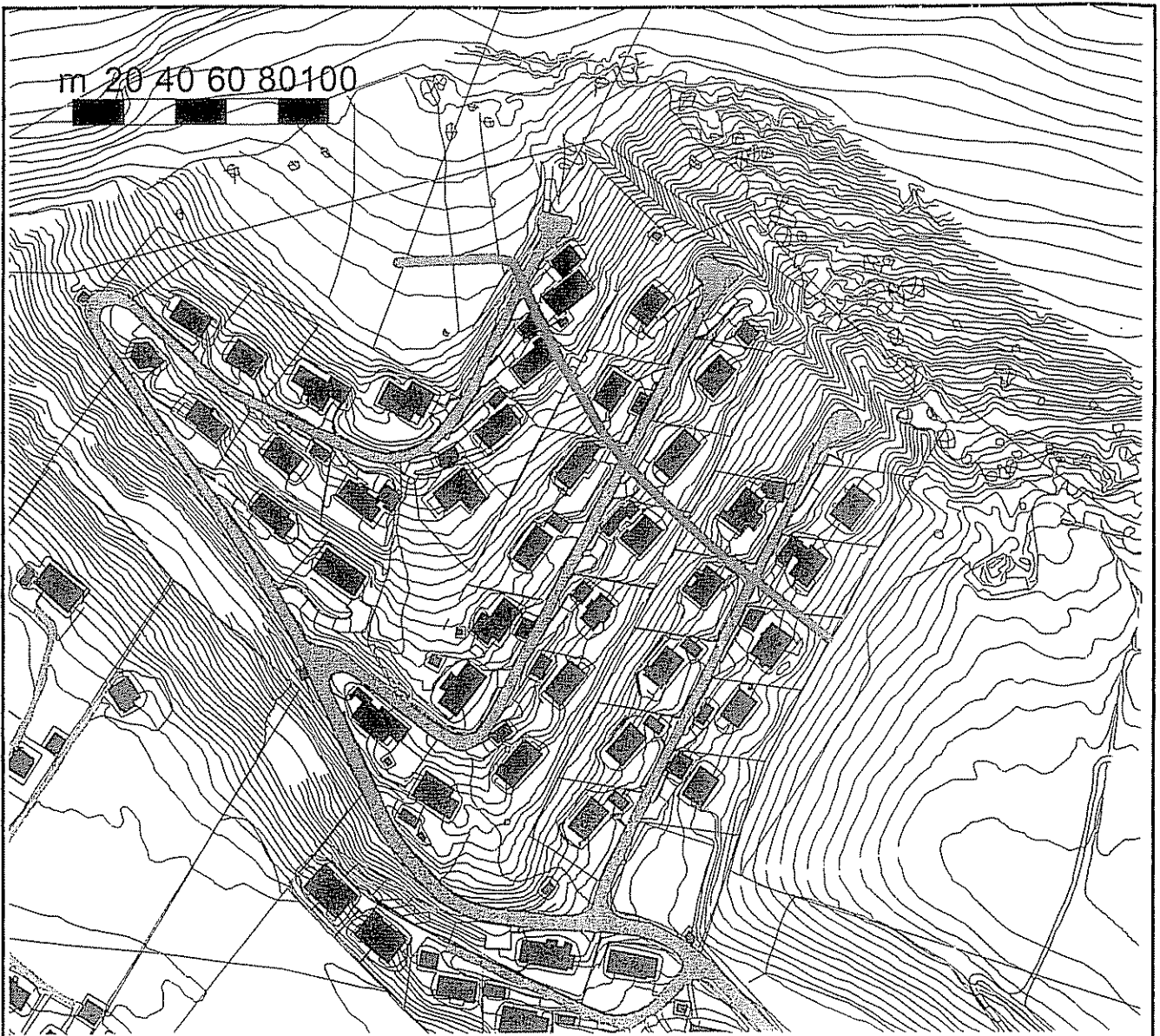



<b>LUSTER KOMMUNE</b>	Rapport nr. 20031468-1	Figur nr. 2
Terrengprofil 1-4 med kartreferanse	Tegner UD	Dato 2003-09-11
	Kontrollert <i>[Signature]</i> Godkjent <i>[Signature]</i>	



f:\np\

	Rapport nr 20031468-1	Figur nr 3
	Tegner <i>[Signature]</i>	Dato 2003-09-12
	Kontrollert <i>[Signature]</i>	
	Godkjent <i>[Signature]</i>	



<b>LUSTER KOMMUNE</b>	Rapport nr. 20031468-1	Figur nr. 4
	Tegner UD	Dato 2003-09-11
Faresone for steinsprang og flogstein i Røslébackane boligfelt relatert til Teknisk Forskrift i Plan- og Bygningsloven.	Kontrollert <i>[Signature]</i>	
	Godkjent <i>[Signature]</i>	

# Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Oppdragsgiver/Client Luster kommune	Dokument nr/Document No. 20031468-1
Kontraksreferanse/ Contract reference brev av 15.08.03, ref: 02/03186/X53	Dato/Date 23 september 2003
Dokumenttittel/Document title Røslbakkane, Gaupne, Luster kommune	Distribusjon/Distribution <input type="checkbox"/> Fri/Unlimited <input checked="" type="checkbox"/> Begrenset/Limited <input type="checkbox"/> Ingen/None
Prosjektleder/Project Manager Ulrik Domaas Utarbeidet av/Prepared by Ulrik Domaas	
Emneord/Keywords rock fall	
Land, fylke/Country, County Sogn og Fjordane Kommune/Municipality Luster Sted/Location Gaupne Kartblad/Map 1417 IV UTM-koordinater/UTM-coordinates 07 17 50, 61 25 00	Havområde/Offshore area  Feltnavn/Field name  Sted/Location  Felt, blokknr./Field, Block No.

Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001							
Kon- trollert av/ Reviewed by	Kontrolltype/ Type of review	Dokument/Document		Revisjon 1/Revision 1		Revisjon 2/Revision 2	
		Kontrollert/Reviewed		Kontrollert/Reviewed		Kontrollert/Reviewed	
		Dato/Date	Sign.	Dato/Date	Sign.	Dato/Date	Sign.
EH	Helhetsvurdering/ General Evaluation *	23.09.03	<i>both</i>				
EH	Språk/Style	23.09.03	<i>both</i>				
EH	Teknisk/Technical - Skjønn/Intelligence - Total/Extensive - Tverrfaglig/ Interdisciplinary	23.09.03	<i>both</i>				
KHe	Utforming/Layout	23.09.03					
UD	Slutt/Final	23.09.03	<i>UD</i>				
JGS	Kopiering/Copy quality	23.09.03	<i>JGS</i>				
* Gjennomlesning av hele rapporten og skjønnsmessig vurdering av innhold og presentasjonsform/ On the basis of an overall evaluation of the report, its technical content and form of presentation							
Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release		Dato/Date 23.09.03		Sign. <i>Ulrik Domaas</i>			

### **NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT**

er en privat stiftelse etablert i 1953, NGI er et nasjonalt og internasjonalt senter for forskning og rådgivning innen geofagene. NGI har følgende kompetanseområder:

- \* Fundamenter og undergrunnsanlegg
- \* Marine konstruksjoner
- \* Bergrom og tunneler
- \* Dammer
- \* Sikring mot skred
- \* Miljøvern og miljøgeoteknologi
- \* Reservoarmekanikk og borhullsteknologi
- \* Grunnundersøkelser og laboratorieundersøkelser
- \* Modell- og feltforsøk
- \* Måleteknisk instrumentering og tilstandskontroll

### ***NORWEGIAN GEOTECHNICAL INSTITUTE***

*is an independent foundation established in 1953. NGI is a national and international center for research and consulting in the geosciences  
NGI has the following areas of expertise:*

- \* Foundations and underground structures*
- \* Offshore and nearshore structures*
- \* Rock engineering and tunnelling*
- \* Dam engineering*
- \* Avalanches, landslides and safety measures*
- \* Environmental geotechnical engineering*
- \* Petroleum reservoir mechanics and borehole technology*
- \* Site investigations and laboratory testing*
- \* Model and field testing*
- \* Field instrumentation and performance evaluation*