

13 NOV 2013

Arkivnr. Journalnr.

2/102

8

SKREDFAREVURDERING REGULERINGSPLAN FOR OFTA BUSTADFELT AUST, LÆRDAL KOMMUNE.

LÆRDAL KOMMUNE

SKREDFAREVURDERING REGULERINGSPLAN FOR OFTA BUSTADFELT AUST, LÆRDAL KOMMUNE.

RAPPORT SEPTEMBER 2013



OPPDRAGSNR.	A042527
DATO	25.09.2013
UTARBEIDD	STEINAR NES, HELGE HENRIKSEN
KONTROLLERT	HELGE HENRIKSEN <i>Helge Henriksen</i>
GODKJENT	STEINAR NES <i>Steinar Nes</i>

INNHALD

1	Samandrag	1
2	Innleiing	2
3	Grunnlag	3
4	Generell vurdering av skredfare	4
5	Undersøkingar av skredfare	5
5.1	Grunntilhøve	5
5.2	Topografi	6
5.3	Vegetasjon	6
5.4	Drenering	7
5.5	Klima	7
5.6	Tidlegare skredhendingar	7
6	Vurdering av skredfare	8
7	Faregrenser og sikringstiltak	19
8	Konklusjon	22
9	Referansar	23

VEDLEGG 1
VEDLEGG 2

TEK 10 § 7.1-7-3
Datasimuleringar av steinsprang

1 Samandrag

Lærdal kommune planlegg utviding og fortetting av eksisterande bustadfelt Ofta aust.

Området ligg innafør aktsemdsgrensene for snøskred og steinsprang på www.skrednett.no. COWI AS er engasjert til å vurdere skredfaren for området. Til grunn for vurderingane ligg Plan- og bygningslova og tilhøyrande teknisk forskrift (TEK 10).

Steinsprang og remobilisering av blokker er dimensjonerande skredhendingar. Området tilfredsstillar kravet til tryggleik mot skred for tryggleiksklasse 2 og 3 i TEK 10 § 7.3 dersom ein ikkje byggjer innafør faregrensene som er gjevne; eller utfører sikringstiltaka som skissert i Kapittel 7.

2 Innleiing

Lærdal kommune ynskjer å utvide og fortette bustadfeltet Ofta aust. Planområdet ligg innafør aktsemdsgrensene for steinsprang og snøskred på www.skrednett.no.

For å finne ut om skredfaren er reell må kommunen innhente geoteknisk rapport frå føretak med sentral godkjenning, ansvarsrett og erfaring frå skredfarevurdering. COWI AS vart tildelt oppdraget i brev frå Lærdal kommune den 04.06.13.

Områdesynfaring blei heldt 10.06.13. Frå Lærdal kommune deltok Monika Lysne. Frå COWI AS møtte Helge Henriksen og Steinar Nes.

Figur 1 viser bustadfeltet som ein ynskjer å utvide og fortette.



Fig. 1 Kart, utarbeidd av Lærdal kommune, som viser planområdet som skal vurderast for skredfare med svart omriss.

3 Grunnlag

På www.skrednett.no ligg planområdet innafør aktsemdsgrensene for snøskred og steinsprang. Lovverket krev då at det skal gjennomførast ei nærare vurdering av skredfare og at eventuelle omsynssoner og/eller sikringstiltak skal innarbeidast i planen.

Skredfare går inn under Byggteknisk forskrift (TEK 10; § 7.1 og § 7.3). Her vert byggverk plasserte i tryggleiksklassar etter konsekvens og største årlege nominelle sannsyn for skred.

Bustader med inntil 10 bebuarar inngår i tryggleiksklasse S2 der tryggleikskravet er høgst ei skredhending per 1000 år. Dette gjeld også tilhøyrande utandørs areal, men kravet til tryggleik kan reduserast til tryggleiksnivået som er gitt for tryggleiksklasse S1 (1/100). Dette fordi eksponeringstida for personar og dermed faren for liv og helse normalt vil være vesentlig lågare utanfor bygningane.

Følgjande dokument og kjelder nytta i vurderingsarbeidet:

- www.skrednett.no

- digitale kartdata

Området vart synfara av geolog Steinar Nes og seniorgeolog Helge Henriksen den 10.06.13 og 01.08.13.

Skredfaren er vurdert etter retningslinjene i NVE sin vegleiar 2/2011 "Flaum og skredfare i arealplanar".

4 Generell vurdering av skredfare

Skred omfattar steinsprang/steinskred/fjellskred, jordskred, flaumskred, snøskred og snøsørpeskred.

I dei nasjonalt dekkande aktsemdskarta for steinsprang og snøskred er det vist område der ein skal vise aktsemd i arealdisponeringa. Aktsemdskarta (www.skrednett.no) vert framstilt på grunnlag av ein digital høgdemodell der område med terrenghelling > 45 grader automatisk vert klassifiserte som løysneområde for steinsprang og område med brattare terrenghelling enn 30 grader klassifiserte som løysneområde for snøskred. Påfølgjande datamodelleringar gir utløpsdistansar (rekkevidde) frå løysneområda. Utløpslengda vert berekna automatisk utan omsyn til effekten av lokale faktorar, som for eksempel skog. Aktsemdskarta er basert på ein landsdekkande terrengmodell (Statens kartverk) med oppløysing 25x25 meter, der datagrunnlaget hovudsakleg er basert på 20 meters koter. Det er ikkje gjort synfaringar i samband med desse aktsemdskarta.

Aktsemdskarta viser at planområdet ligg innafør utløpsområde for steinsprang og snøskred (Fig. 7; Fig. 16).

For steinskred/fjellskred, jordskred, flaumskred og snøsørpeskred er det ikkje laga landsdekkande aktsemdskart. Her må skredfaren vurderast særskilt.

Jordskred vert generelt løyst ut der terrenghellinga er større enn 27 grader. Flaumskred oppstår til vanleg i samband med ekstreme nedbørssituasjonar som følgje av aktiv erosjon og materialtransport langs bratte vassdrag og bekkeløp med mykje lausmassar.

Snøsørpeskred er skredmassar av sterkt vassmetta snø. Dei rører seg i stor fart, og kan også føre med seg noko jord og stein materiale. Snøsørpeskred vert løyste frå ei rekke område der vatn blir tilført og akkumulert i snødekket.

5 Undersøkingar av skredfare

Til grunnlag for skredfarevurderinga er ei synfaring av terrenget der vi ser på topografi, grunn- og vegetasjonstilhøve og drenering. I tillegg kjem kartanalysar, vurdering av tidlegare skredhendingar/historiske data, flyfoto, satellittbilete og datasingulering av steinsprang.

5.1 Grunntilhøve

Fjellsida over bustadfeltet består av granitt som stadvis kan vera omdanna til augegneis. Planområdet ligg stort sett på elveavsetningar av sand og grus (Fig. 1). I fjellsida er det stort sett bart fjell, med stadvis tynt lausmassedekke. Under brattkantar er det steinsprangmateriale i form av ur.

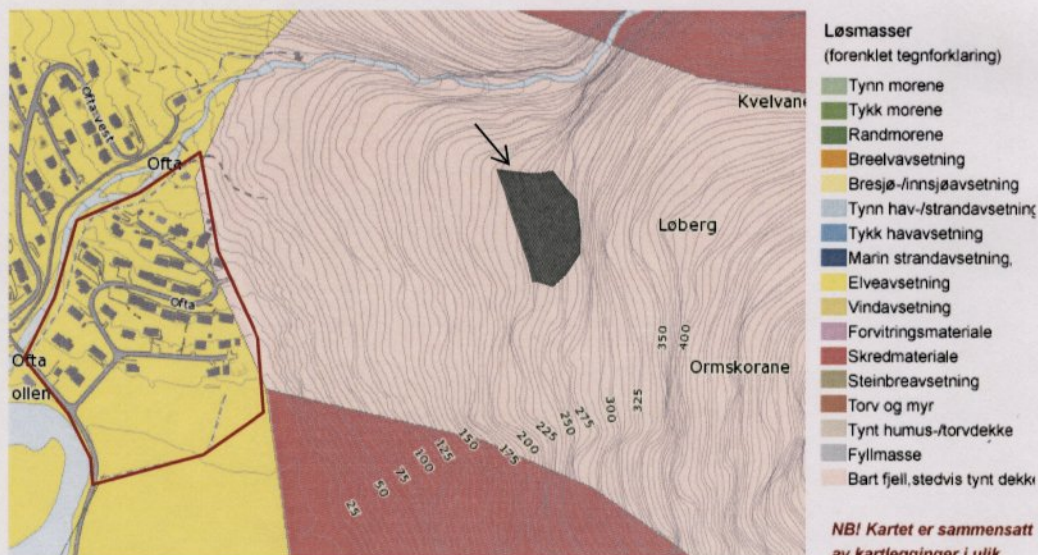


Fig. 1 Lausmassekartet (www.ngu.no) syner lausmassetilhøva over og innafør planområdet. Skyggeområdet, vist med pil, er påteikna av COWI AS og indikerer ca. utbreiing av ur.

5.2 Topografi

Ofta ligg under ei fjellside/fjellrygg som strekker seg opp til 1000 moh (Fig. 2). Fjellryggen har fleire brattkantar som er vertikale. Dei store brattkantane, som kan ha konsekvensar for skredfaren mot bustadfeltet, er merkt med stipla omriss. Fjellryggen er stort sett slakare enn 27 grader. Når ein bevegar seg sørover og inn i fjellsida er terrenghellinga generelt mellom 27 og 45 grader, utanom dei merkte brattkantane.

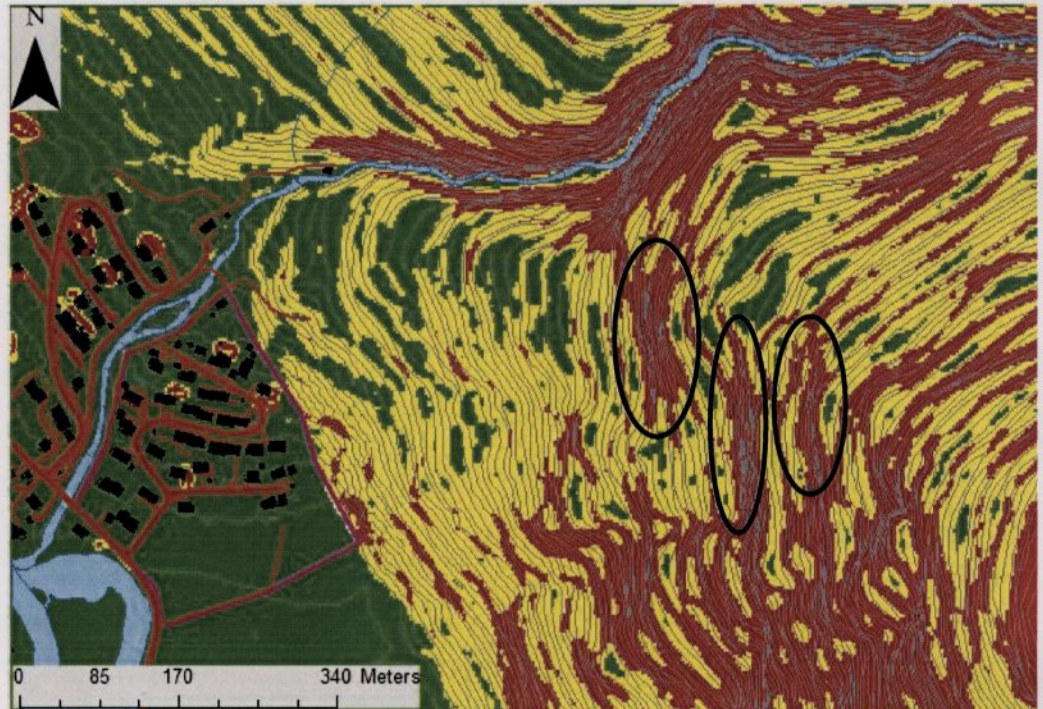


Fig. 2 Terrenghelling- og topografisk kart med ekvidistanse 5 meter. Fargekodar indikerer terrenghelling. Grøn: mindre enn 27 grader, gul: 27-45 grader, raud: 45-90 grader. Planområdet er merkt med rosa omriss.

5.3 Vegetasjon

Store delar av nedre del av fjellsida over bustadfeltet er bart iserodert fjell (Fig. 3). Her er lite vegetasjon utanom litt einebusker. Der det er lausmassar er fjellsida dekkja med blandingskog.

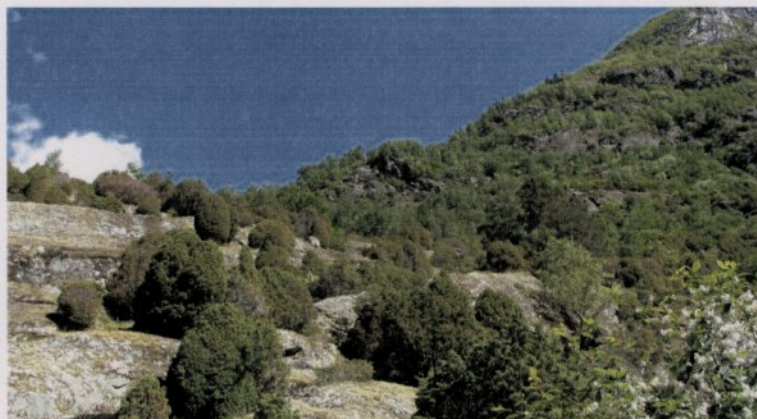


Fig. 3 Biletet viser typiske vegetasjonstilhøve i fjellsida over bustadfeltet.

5.4 Drenering

Elva Ofta har eit stort nedslagsfelt i Oftedalen. Elva deler bustadfeltet Ofta i ein austleg og vestleg del. COWI AS er ikkje engasjerte til å vurdere skred- og flaumfare knytt til Ofta- elva. Anna drenering i fjellsida er avrenning frå terrenget. Det er ingen elvar med overflatemagasin som renn ned mot planområdet.

5.5 Klima

Lærdalsøyri ligg i temperaturregion 2 og nedbørsregion 6. Gjennomsnitts årsnedbør for normalperioden 1961- 1990 er 479 mm (Fig. 4). I denne nedbørsregionen har årsnedbøren auka med 20 % dei siste åra, medan gjennomsnittstemperaturen har auka med 0.04°C (Hansen-Bauer, I. o.a. 2009).

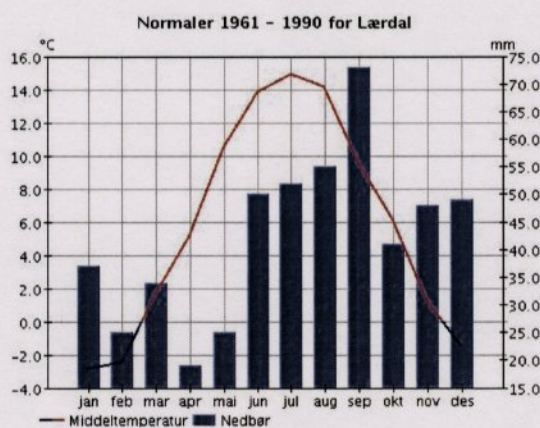


Fig. 4 Nedbør- og temperaturnormalar for perioden 1961-1990 for Lærdalsøyri. Kjelde: www.eklima.no.

5.6 Tidlegare skredhendingar

I den nasjonale skredbasen (www.skrednett.no) er det ikkje registrert skredhendingar ned mot planområdet. Vi har observert nokre steinsprangblokker i den søraustlegaste delen av planområdet (Fig. 5).

I fjellsida er det også observert blokker frå steinsprang.



Fig. 5 Bilete som viser blokker i søraustlegaste del av planområdet på flata like under fjellsida. Bileta er av same blokk.

6 Vurdering av skredfare

Skredfarekartlegging

Som utgangspunkt for skredfarevurderinga har vi utført ein gradientanalyse der terrenghellinga er klassifisert etter kritiske hellingsvinklar for utløysing av jordskred, snøskred og steinsprang (Fig. 2). Terrengmodellen er laga i ArcGIS på grunnlag av digitale topografiske høgdekurver med ekvidistanse 5 meter. Feltarbeidet har vore fokusert på detaljert synfaring av dei tre løysneområda som kan ha utløp mot planområdet. I tillegg er utløpsområda under brattskrentane i fjellsida synfara. Me følgde stien oppover langs fjellryggen og tok avstikkarar inn i fjellsida for å sjå på potensielle løysne- og utløpsområde (Fig. 6). Den nedste brattskrenten synfara me frå under- og oversida. Dei to øvre brattskrentane er synfara frå nedsida.

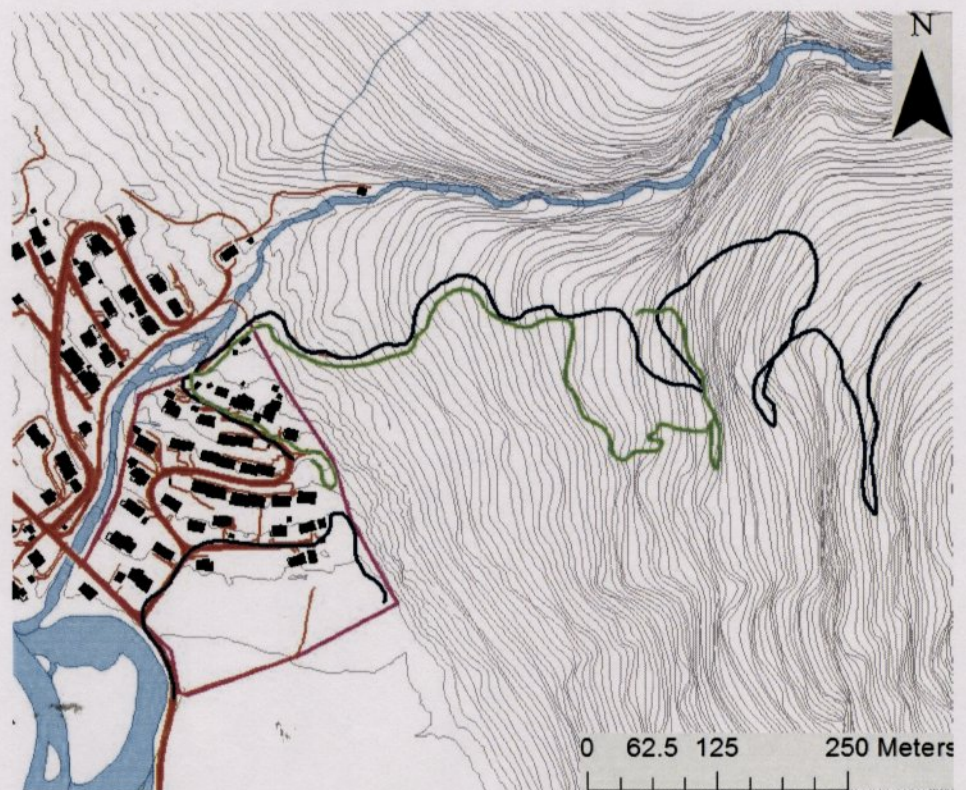


Fig. 6 Synfaringskart med ca. spor (basert på GPS-punkt) over kvar vi har vore på synfaring. Blå linjer er synfaring 10.06.13. Grøn linje er synfaring 1.08.13.

Fjellskred/Steinskred

For at bergvolum i storleiksorden fjellskred/steinskred skal losne må det vere fleire sprekkeretningar/svakheitssoner av betydeleg lengde til stades som gjer at vi får eit ustabil fjellparti fråkopla resten av bergmassen. Vi har ikkje sett kombinasjonar av strukturar i berggrunnen i brattkantane som indikerer fare for utglidingar av fjellmassar i storleiksorden steinskred eller fjellskred. Vi vurderer difor sannsynet for at fjellskred/steinskred skal losne frå fjellsida over bustadfeltet som mindre enn 1/1000 per år.

Steinsprang

Steinsprang kan teoretisk losne frå fjellsider med terrenghelling større enn 45 grader. Nasjonalt aktsemdskart for steinsprang (Fig. 7) syner potensielle løysneområde i fjellsida over bustadfeltet. På grunn av oppløysinga i terrengmodellen viser aktsemdskartet ikkje løysneområde med mindre høgdeskilnad enn 20 meter. I enkelte tilfelle kan også skråningar med høgdeskilnad på 20-50 meter også falle utanfor. Vi har difor brukt det meir detaljerte terrenghellingkartet i Fig. 2 som utgangspunkt for kartlegginga i felt.

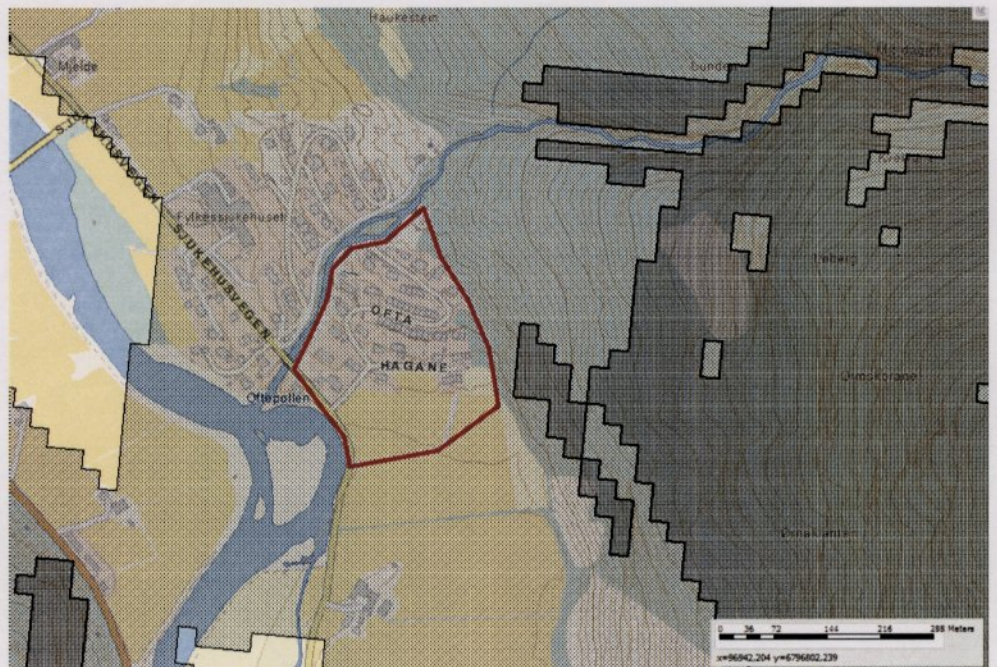


Fig. 7 Utsnitt av aktsemdskart for steinsprang (www.skrednett.no) som syner løysneområde (svart skravur) og utløpsområde (grå skravur). Planområdet Ofta aust er merkt med raudt omriss.

På grunnlag av feltobservasjonar og terreghellingskartet vurderer vi steinsprangfaren frå tre ulike losneområde (brattkantar) som mest aktuelle (Fig. 8). Områda vart synfara særleg med omsyn på struktur og oppsprekingsgrad.

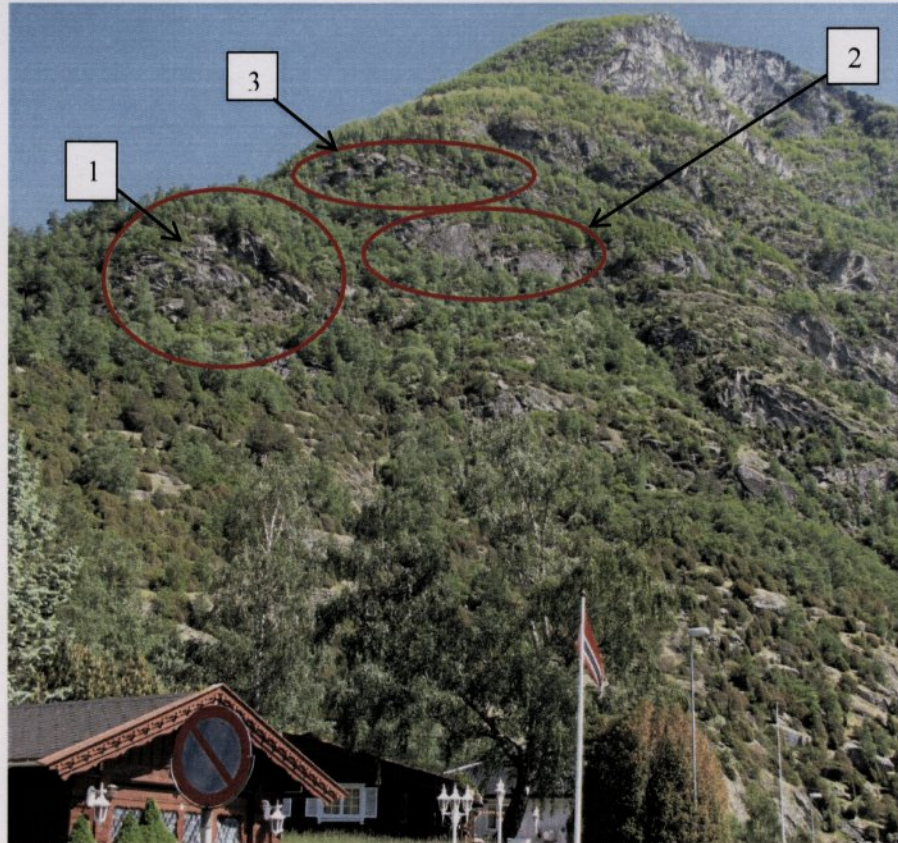


Fig. 8 Bilete som viser dei tre ulike brattskrentane vi vurderer kan vere potensielle løysneområde for steinsprang med utløp innafør planområdet.

Brattskrent 1, løysneområde a, b og c

Brattskrent 1 har ein høgde på ca. 60 meter. Vi synfara denne frå avstand med kikkert; tett inntil frå undersida, og frå toppen. Det vart lokalisert 3 ulike område med høg oppsprekingsgrad og dermed fare for løysing av blokker (Fig. 9).

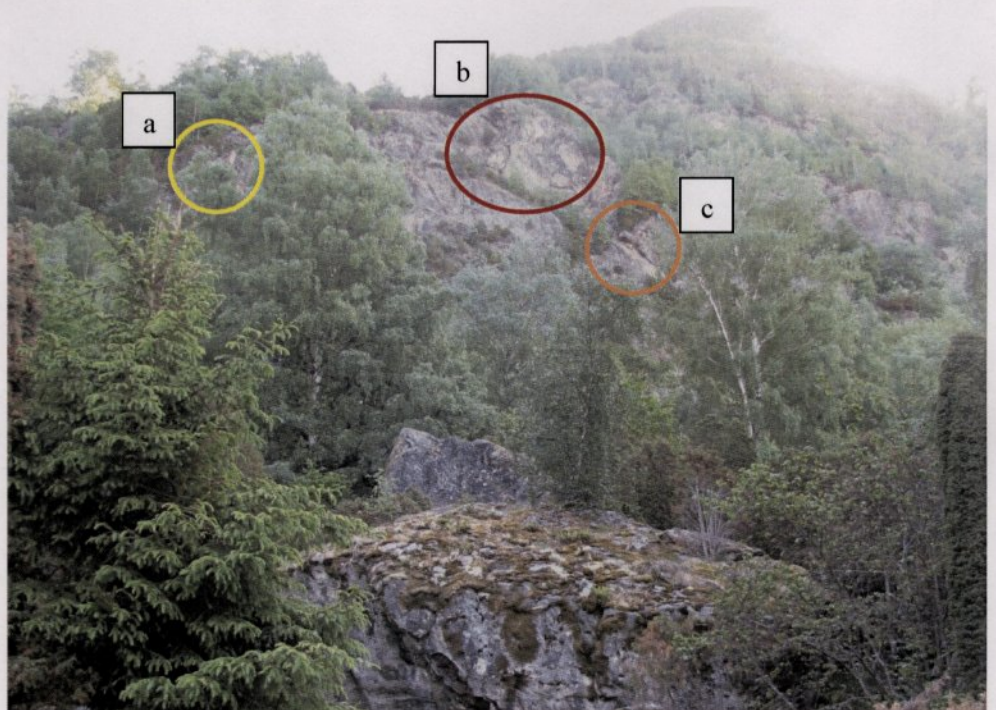


Fig. 9 Oversiktsbilete frå brattskrent 1. Spesielt oppsprukne, potensielle løysneområde, er merkt med sirklar.

Potensielt løysneområde a

Kraftig oppsprukken del av brattskrenten med fleire labile blokker (Fig. 10). Vi vurderer sannsynet for utløysing av blokker frå dette området til større enn 1/100 per år.



Fig. 10 Bilete av oppsprukke parti på brattskrent 1, område a. Sannsynet for at blokker løysnar her er vurdert til 1/100 per år.

Potensielt løysneområde b

Eit til dels oppsprukke område høgt i brattskrenten er observert frå flata under med kikkert og foto (Fig. 11). Det ser ikkje ut til å vere større labile blokker i denne delen av brattskrenten, men vi kan ikkje utelukke at blokker ($<5\text{m}^3$) på sikt kan løysne. Vi vurderer difor sannsynet for at blokker løysnar frå område b til større enn 1/1000 per år.



Fig. 11 Bilete av midtre del av brattskrent. Mogleg løysneområde for blokker opp mot 5m^3 .

Potensielt løysneområde c

I ein noko oppsprukken del av brattskrenten (Fig. 12) ser vi tydelege teikn til utfall i seinare tid. Vi vurderer sannsynet for utfall av blokker som større enn 1/1000 per år, men vurderer disse til å vere mindre enn 1m^3 .

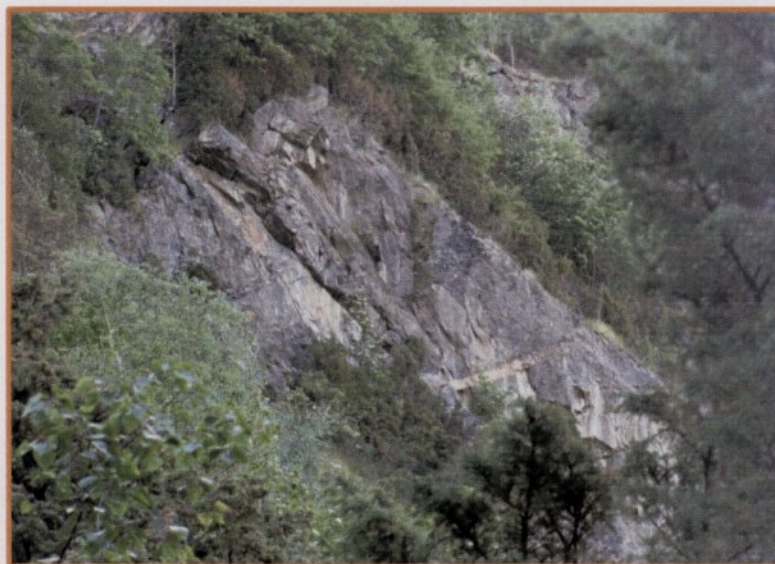


Fig. 12 Bilete som viser den austre delen av brattskrenten. Her er potensielt løysneområde for blokker opp mot 1m^3 .

Brattskrent 2

Brattskrent 2 er lokalisert over og aust for Brattskrent 1 (Fig. 8; Fig. 13). Denne brattkanten er synfara frå sida og observert med kikkert. Vi har også teke bilete frå avstand (Fig. 13). Brattkanten er totalt sett lite oppsprukke og er prega av iserodert og glatt fjell. Under synfaringa klarte vi ikkje å sjå ferske løysneområde. Det vart heller ikkje observert labile blokker i denne skrenten. Vi vurderer sannsynet for at det skal løysast ut blokker frå denne brattskrenten som mindre enn 1/1000 per år.



Fig. 13 Bilete som syner brattskrentane 2 og 3. Biletet syner iseroderte fjellflater som er lite oppsprukne.

Brattskrent 3

Brattskrent 3 kunne vi synfara frå undersida. Vi har også undersøkt denne med kikkert og teke foto frå avstand (Fig. 13). Vi har ikkje observert lause blokker eller områder med stor oppsprekkingsgrad i brattskrenten. Vi fann heller ikkje ferske blokker på nedsida av skrenten. Dette tyder på at området ikkje er aktivt. Vi ser difor på sannsynet for at blokker løysnar frå brattskrent 3 som mindre enn 1/1000 per år.

Totalt sett vurderer vi det nominelle sannsynet for at det løysnar blokker frå brattskrent 1 til større enn 1/1000 år- og frå brattskrent 2, 3 til mindre enn 1/1000 per år. Spørsmålet er då kor langt blokker som løysnar frå brattskrent 1 vil nå.

Steinsprangsimuleringer

Som eit supplement i vurderingane av rekkevidde har vi brukt programmet Rocfall frå Rocscience til å simulere steinsprang frå dei ulike losnepunkta i brattskrent 1. Simuleringane er utførte for terrengprofil konstruerte på grunnlag av digitale kart med 5 meters høgdekoter. Figur 14 viser ca. lokalisering av profila. Sjølve simuleringane langs profila er synte i VEDLEGG 2.

Avhengig om underlaget er fast fjell, bergskrentar, ur eller jord med eller utan vegetasjon legg ein til kvar seksjon av eit profil bestemte materialeegenskapar (Tabell 1). Dette gir restitusjonskoeffisientar som er forholdet mellom hastigheita eller energien til blokka etter og før samanstøyten med underlaget. Koeffisientane skildrar bremsinga ei steinblokk i rørsle får på underlaget. Til simuleringa er det nytta norske erfaringsverdiar for dempingskoeffisientar normalt på underlaget (R_N) og tangentialt på underlaget (R_T). Simuleringane er gjort med steinblokker på 1 og 5 m³, noko vi ser på som realistisk storleik på grunnlag av synfaringa.

Grunnforhold	R_N (σ)	R_T (σ)	Friksjonsvinkel
Bart fjell	0.53 (0.04)	0.85 (0.04)	30 (2)
Bergskreanter	0.35 (0.04)	0.85 (0.04)	30 (2)
Ur med skog	0.32 (0.04)	0.80 (0.04)	30 (2)
Jord med veg.	0.30 (0.04)	0.80 (0.04)	30 (2)
Jord	0.393	0.567	

Tabell 1 Verdiar for normale- og tangentiale restitusjonskoeffisientar og friksjonsvinklar for ulike grunntypar brukt i steinsprangsimuleringane. Standardavvik i parentes.

Grunntilhøva langs kvart profil er bestemt ut frå feltsynfaringa, digitale foto og ortofoto. Vi har nytta bart fjell, bergskreanter, ur med vegetasjon og jord med vegetasjon i dette høvet. Tabellen syner verdiane for dempingskoeffisientane og friksjonsvinkel som er brukte i simuleringane. Detaljerte dokumentasjonsfiler frå simuleringane er tilgjengelege og kan skaffast ved å kontakte COWI AS.

Kvar simulering gir ein statistisk fordeling av utløpslengda for 50 enkelthendingar der skredbanene blir teikna opp langs profilet. For kvart profil har vi gjort 20 simuleringar slik at vi totalt har 1000 enkelthendingar for dei ulike profila. Simuleringane er i utgangspunktet konservative og tek blant anna lite omsyn til bremseeffekten av skog, og at steinblokker vert fragmenterte på veg nedover.

Maksimal utløpslengde for simuleringane med 1000 hendingar er synt på Figur 15.

Brattskrent 1

Det er laga 4 ulike steinsprangprofil frå Brattskrent 1 (Fig. 14). Utløpsdistansane frå simuleringane er vist i Fig.15.

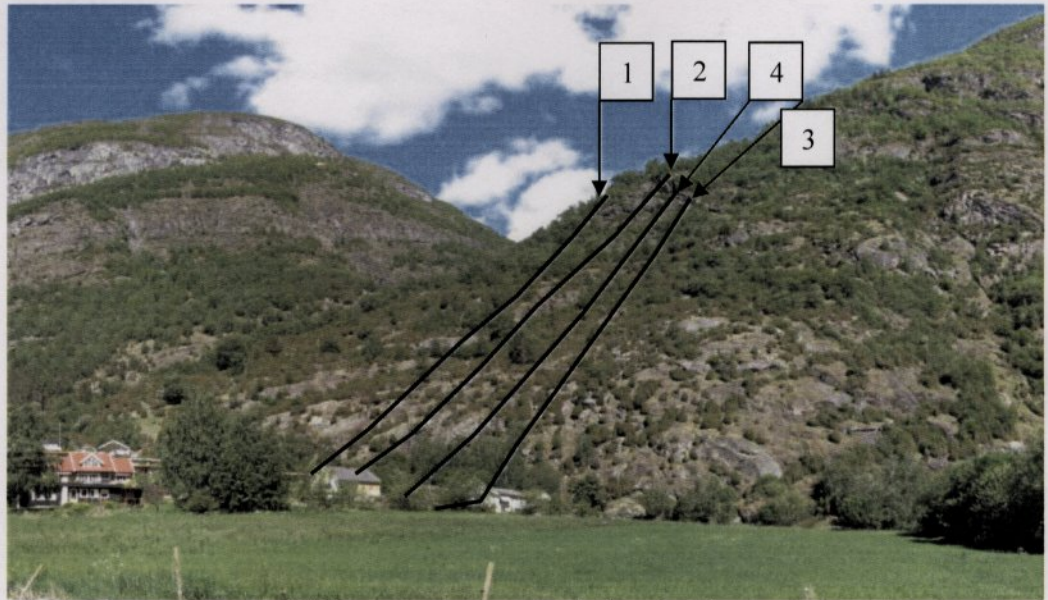


Fig. 14 Bilete som syner ca. lokalisering av simuleringane frå brattkant 1.

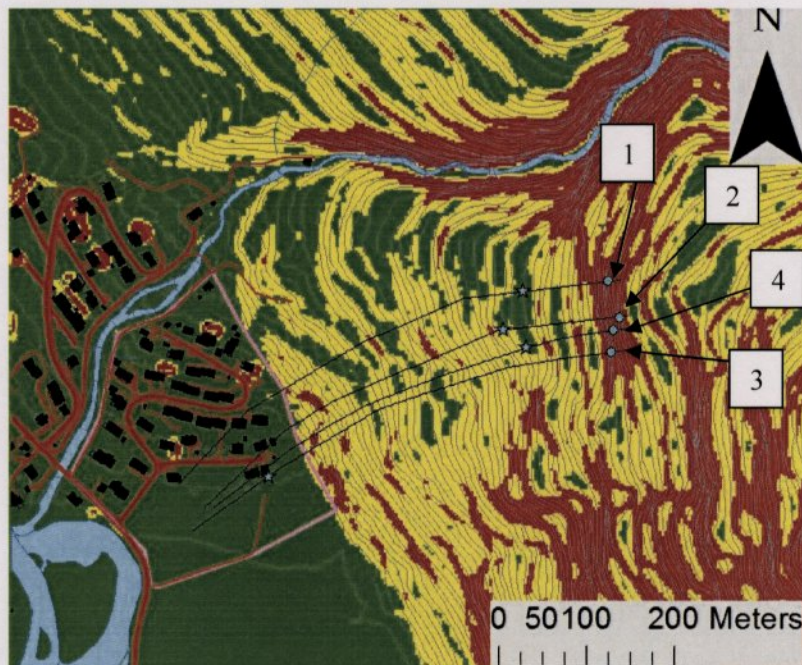


Fig. 15 Terrenghellingskart som viser Profil 1, 2, 3 og 4. Blåe prikker markerer løysnepunkt. Blåe stjerner markerer lengste utløpslengd.

Som ein ser i Fig. 15 har simulering 1, 2 og 4 lengste utløp oppe i fjellsida medan simulering 3 har utløp ned til planområdet. Sidan sannsynet for at det går steinsprang frå brattskrenten er større enn 1/1000 år er denne delen av området på grunnlag av simuleringane og observerte blokker i terrenget ikkje trygt i høve krava i TEK 10 for byggverk i tryggleiksklasse 2. Skal området nyttast til angitt føremål må det utførast sikringstiltak. Omsynssonekart og sikringstiltak er skildra i Kapittel 7.

Snøskred

I aktsemdskart for snøskred (www.skrednett.no) ligg bustadfeltet innafør potensielt utløpsområde (Fig. 16). Fjellområda rundt Lærdal tek mykje av nedbøren slik at Lærdal er relativt tørt, særleg om vinteren (Fig. 4). Dette gjer at det sjeldan byggjer seg opp snømengder langt ned i fjellsidene. Fjellryggen/sida vender mot vest. Den dominerande nedbørsførande vindretninga i kjem frå vest. Dette er gunstig då det vil samle seg opp lite vindtransportert snø/skavlar i fjellsida. Fjellryggen er i øvre del dekket med tett lauvskog, noko som stabiliserer snødekket. Det er ingen teikn til snøskredaktivitet i området. Vi kan ikkje sjå bort frå at det kan losne mindre snøskred i fjellsida, men ser på sannsynet for at dei kan nå bustadfeltet som mindre enn 1/1000 per år.

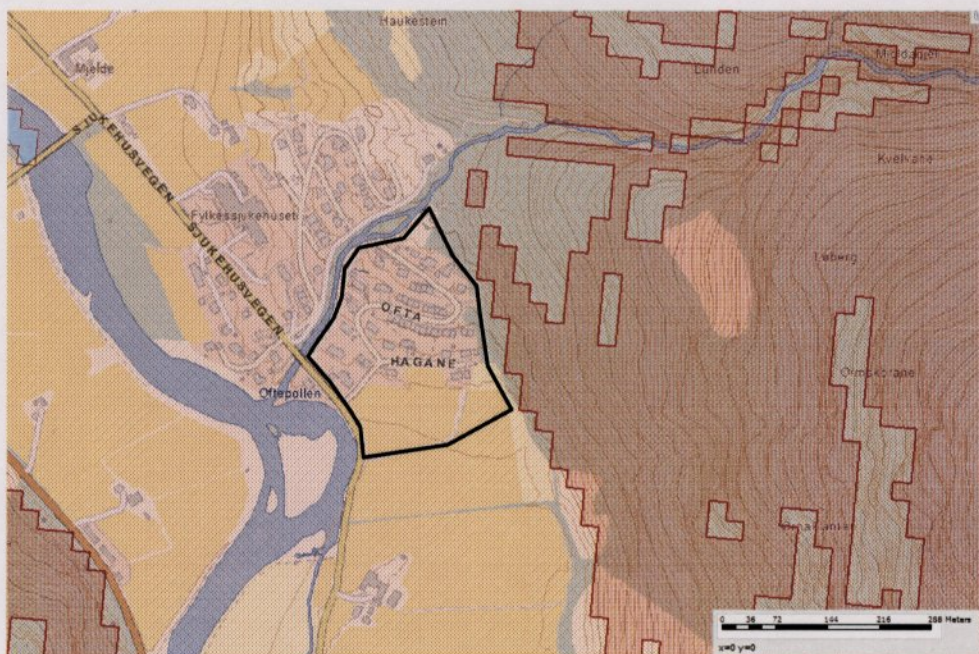


Fig. 16 Utsnitt av aktsemdskart for snøskred (www.skrednett.no) som syner løysneområde (raud skravur) og utløpsområde (lys raud skravur). Planområdet er merkt med svart boks.

Jordskred

Fjellsida over bustadfeltet er stort sett iserodert bart fjell. Rett aust for elva ligg det morene. Ut frå observasjonar i felt ser det ut som grove massar som drenerer vatn godt. Terrenghellinga er også stort sett under 27 grader. Sidan det er auka poretrykk i massane som er årsak til dei fleste jordskred vurderer vi dei grove massane som stabile og difor sannsynet for at jordskred skal nå planområdet til mindre enn 1/1000 per år.

Flaumskred og snøsørpeskred

Sidan det ikkje er særleg drenering ned fjellsida (utanom Ofta -elva som vi ikkje vurderer) ser vi på faren for flaum- eller snøsørpeskred mot planområdet som ikkje eksisterande.

Remobilisering av blokker

Noko morene ligg på det iseroderte faste fjellet. Utvasking av finmateriale har nokre stader ført til at relativt runde blokker kjem fram og desse vil til slutt liggja ustabilt dersom det lokale underlaget er tilstrekkeleg bratt nok.(Fig. 17).

Det er vanskeleg å kartleggja alle desse områda og kor mykje som kan bli vaska fram i framtida. På grunnlag av at det er venta meir nedbør i framtida vurderer vi sannsynet for at blokker blir vaska ut og rullar mot planområdet til større enn 1/1000 per år.



Fig. 17 Bilete av typisk blokk med potensial for remobilisering.

Blokkene vil rulle langs bakken og starte med liten energi. For å finne ut kor langt dei kan nå har vi nytta Rocfall frå Rocscience (sjå s. 14). Vi har simulert blokker med volum på $0,3 \text{ m}^3$ noko me ser på som realistisk ut frå synfaringa. Friksjonsvinkelen vi har brukt på blokkene er 10 grader. Dette er ein verdi vi har satt for blokker som er runde til litt kantete. Sidan desse blokkene kan rulle frå kvar som helst (vanskeleg å kartleggje) har me vore konservative i valet av underlag og brukt fast fjell i fjellsida og jord med vegetasjon innafor planområdet. Detaljerte dokumentasjonsfiler frå simuleringane er tilgjengelege og kan skaffast ved å kontakte COWI AS.

Vi har gjort to simuleringar av ustabile blokker langs profila 5 og 6 (Fig. 18). Maksimal utløpslengde for simuleringane med 1000 hendingar er synt på Figur 18.

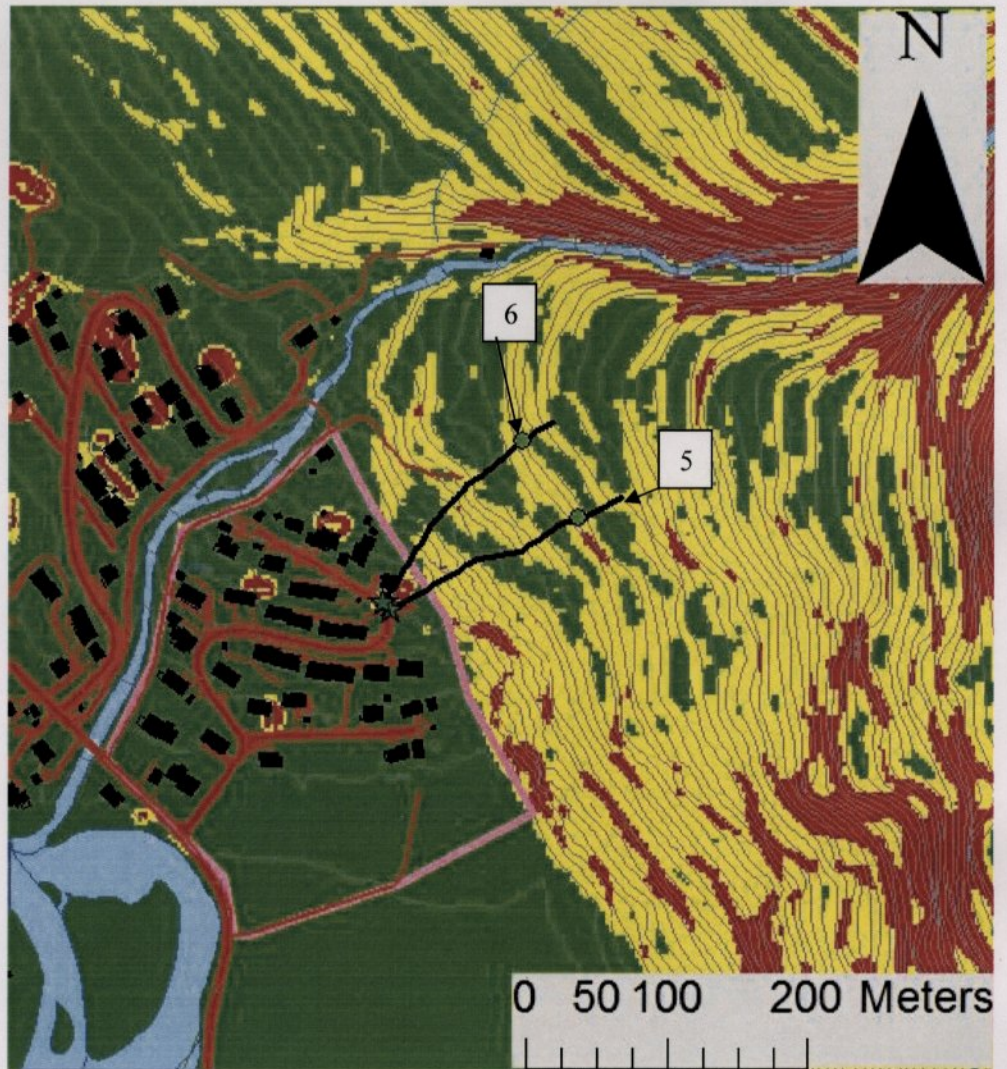


Fig. 18 Terrenghellingskart som viser profil 5 og 6 der vi har simulert remobilisering av ustabile blokker. Grøn prikk indikerer løysnepunkt. Grøne stjerner markerar lengste utløp.

På grunnlag av simuleringane ser vi ikkje på planområdet som trygt i høve remobilisering av blokker med sannsyn 1/1000 per år (tryggleiksklasse S2) eller blokker med sannsyn 1/5000 (tryggleiksklasse S3). Omsynssonekart og sikringstiltak er skildra i Kapittel 7.

7 Faregrenser og sikringstiltak

Vi vurderer steinsprang og remobilisering av blokker som dimensjonerende skredhendingar for bustadfeltet Ofta aust. På grunnlag av utløpsdistansane i datasimuleringane av steinsprang og ustabile blokker, observerte blokker i terrenget og vurdering av brattkantane har vi utarbeidd faresonekart for Ofta aust som viser maksimal rekkevidde for steinsprang og remobiliserte blokker med årlege sannsyn 1/1000 og 1/100 per år (Fig. 19). Faregrensa for skred med årleg sannsyn 1/5000, svarande til tryggleiksklasse 3, er etter fagleg skjønn sett lik faregrensa for skred med årleg sannsyn 1/1000 som svare til tryggleiksklasse 2.

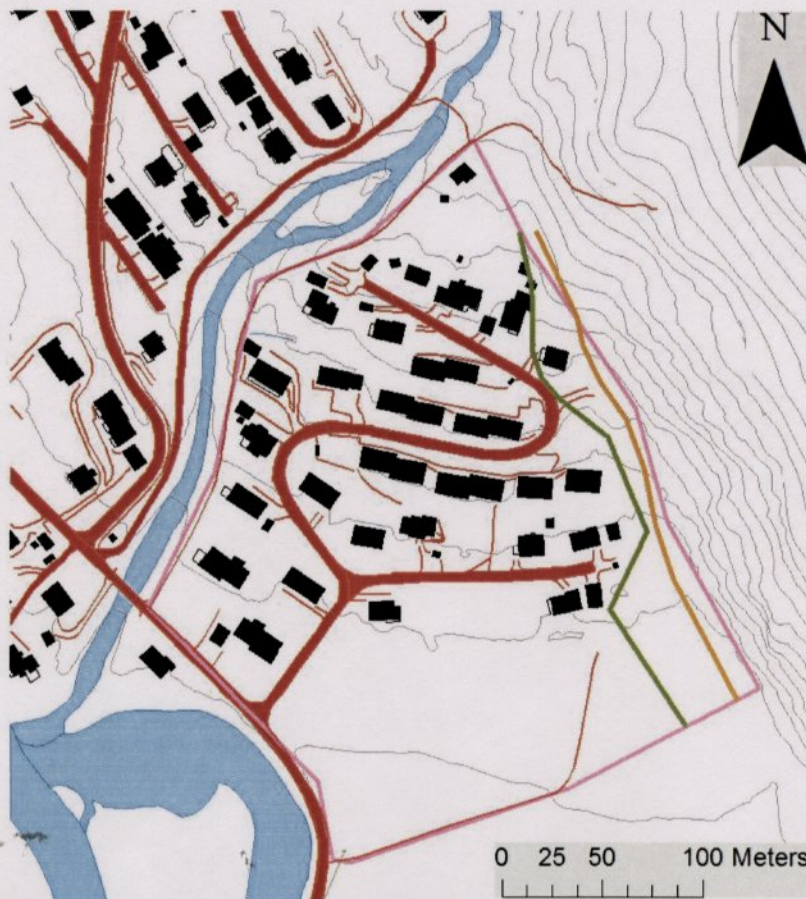


Fig. 19 Faregrenser for dimensjonerande skredhendingar for planområdet Ofta aust. Rekkevidde for skredhendingar med nominelt sannsyn 1/1000 og 1/5000 har grøn farge. Rekkevidde for skredhendingar med nominelt sannsyn 1/100 har brun farge.

For å ta i bruk områda som ligg innanfor faregrensene må det gjennomførast sikringstiltak.

Den sørlegaste delen av planområdet må sikrast med skredvoll mot steinsprang med årleg sannsyn 1/1000 (Fig. 20, raude piler). Den nordlegaste delen av området må sikrast med voll/steinspranggrøft mot remobilisering av blokker med sannsyn 1/1000, men kan vere spesifikt plassert i høve nye hus (Fig. 20, svarte piler).

Sikringstiltak mot steinsprang

Høgda på vollen må vere minst 2 meter. Den sida av vollen som vender mot fjellsida må ha tørrmur av stor sprengstein og ha helling 3:1 (ca. 70 grader). Dette for å unngå at blokker skal sprette over vollen. Vollkrona bør vere 1 meter brei for å unngå at denne blir øydelagt av blokker. Kjerna av vollen må bestå av støytdepande materiale som sand eller jord. Vollsida som vender mot bustadfeltet kan ha helling på 1:1.5 (ca. 33 grader). For å unngå at steinsprang sprett over vollen, bør den plasserast så langt frå fjellsida som mogleg, og ikkje nærare enn angitt i Fig. 20. Denne avstanden er vurdert ut frå spretthøgde til blokker og kan sjåast i VEDLEGG 2. Vollen må tole kinetisk energi på minimum 1500 KJ. (VEDLEGG 2). Alternativ til voll som sikringstiltak er fanggerde. Dette bør plasserast på fast fjell og må tole ein spretthøgde på blokkene på 2 meter og ein total kinetisk energi på 1600 KJ. (sjå VEDLEGG 2). Voll eller fanggerde som skissert reknar vi med vil sikre planområdet for steinsprang med årleg sannsyn 1/1000 (tryggleiksklasse 2).

Sikringstiltak mot remobilisering av blokker

I nordlege delen av feltet er remobilisering av blokker dimensjonerande skredhending. Dersom ein må byggja innom faresonene som er gjevne på dette området må ein utføre sikringstiltak som oppbygging av voll eller steinspranggrøft. Desse tiltaka kan vere stadspesifikke i høve utbygging, men må vere 5 meter frå fjellsida. Ei minimumshøgde på barrieren må vere 1 meter og den må tole den totale kinetiske energien på minimum 300 KJ som er registrert i simuleringane i VEDLEGG 2. Alternativ til voll eller steinspranggrøft som sikringstiltak er fanggerde. Dette bør plasserast på fast fjell og må tole ein spretthøgde på blokkene på 1 meter og ein total kinetisk energi på 1000 KJ. (sjå VEDLEGG 2).



Fig. 20 Faregrenser for dimensjonerende skredhendinger etter sikringstiltak (svart strek=voll) med årleg sannsyn 1/1000 og 1/5000 (grøn strek). Skredhendinger med årleg sannsyn 1/100 er merkt med brun strek. Raude piler indikerer området som må sikrast med voll eller fanggerde mot steinsprang. Området mellom dei svarte pilene indikerer område som må sikrast med steinspranggroft eller voll minimum 5 meter frå start av fjellside, eller fanggerde.

8 Konklusjon

Planområdet er tilstrekkeleg trygt i høve kravet i TEK 10 § 7.3 for bygningar i tryggleiksklasse S2 og S3 dersom

- ein ikkje byggjer innafor omsynssonene eller utfører sikringstiltaka som er forklart og skissert i Kapittel 7.

9 Referansar

Hanssen-Bauer I., Drange H., Førland E.J., Roald L.A., Børsheim K.Y., Hisdal H., Lawrence D., Nesje A., Sandven S., Sorteberg A., Sundby S., Vasskog K. & Ådlandsvik B. 2009: Klima i Norge 2100. Bakgrunnsmateriale til NOU Klimatilpassing, Norsk klimasenter, september 2009, Oslo

NVE 2011: Kartlegging og vurdering av skredfare i arealplanar. Vegleiar/Vedlegg 2 til NVE retningslinjer 2/2011, Flaum og skredfare i arealplanar.

VEDLEGG1**TEK 10 Kapittel 7. Sikkerhet mot naturpåkjenninger****§ 7-1. Generelle krav om sikkerhet mot naturpåkjenninger**

(1) Byggverk skal plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger.

(2) Tiltak skal prosjekteres og utføres slik at byggverk, byggegrunn og tilstøtende terreng ikke utsettes for fare for skade eller vesentlig ulempe som følge av tiltaket

§ 7-2. Sikkerhet mot flom og stormflo

(1) Byggverk hvor konsekvensen av en flom er særlig stor, skal ikke plasseres i flomutsatt område.

(2) For byggverk i flomutsatt område skal sikkerhetsklasse for flom fastsettes. Byggverk skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot flom slik at største nominelle årlige sannsynlighet i tabellen nedenfor ikke overskrides. I de tilfeller hvor det er fare for liv fastsettes sikkerhetsklasse som for skred, jf. § 7-3.

Sikkerhetsklasse for flom	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
F1	liten	1/20
F2	middels	1/200
F3	stor	1/1000

Tabell: Sikkerhetsklasser for byggverk i flomutsatt område

(3) Første og annet ledd gjelder tilsvarende for stormflo.

(4) Byggverk skal plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon.

§ 7-3. Sikkerhet mot skred

(1) Byggverk hvor konsekvensen av et skred, herunder sekundærvirkninger av skred, er særlig stor, skal ikke plasseres i skredfarlig område.

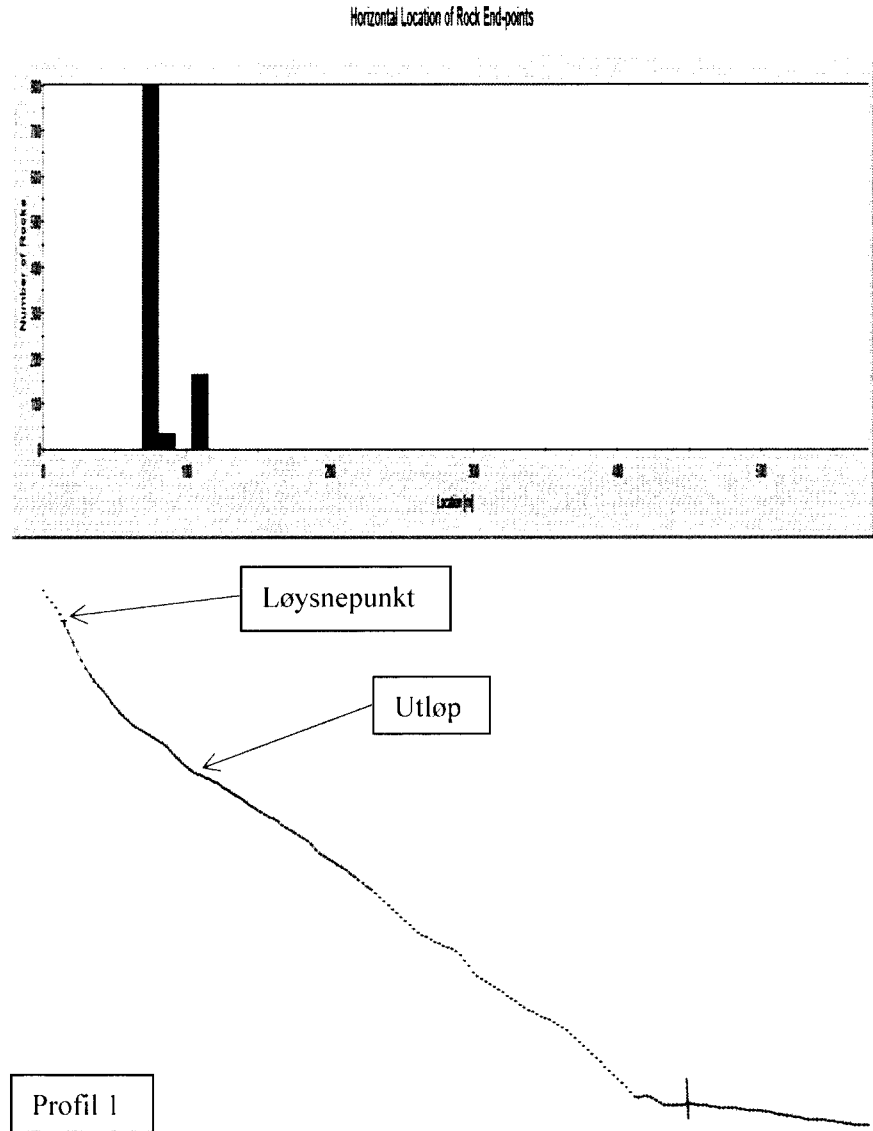
(2) For byggverk i skredfareområde skal sikkerhetsklasse for skred fastsettes. Byggverk og tilhørende uteareal skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot skred, herunder sekundærvirkninger av skred, slik at største nominelle årlige sannsynlighet i tabellen nedenfor ikke overskrides.

Sikkerhetsklasse for skred	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
S1	liten	1/100
S2	middels	1/1000
S3	stor	1/5000

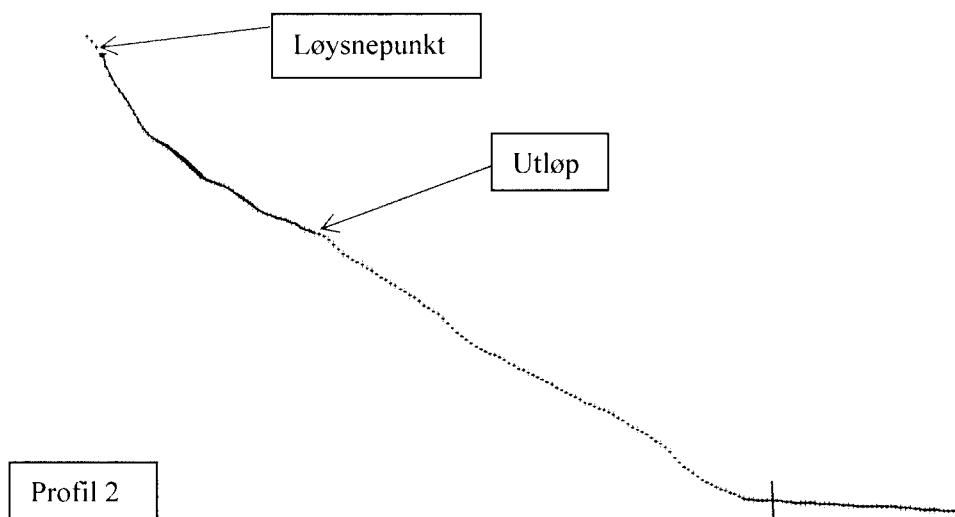
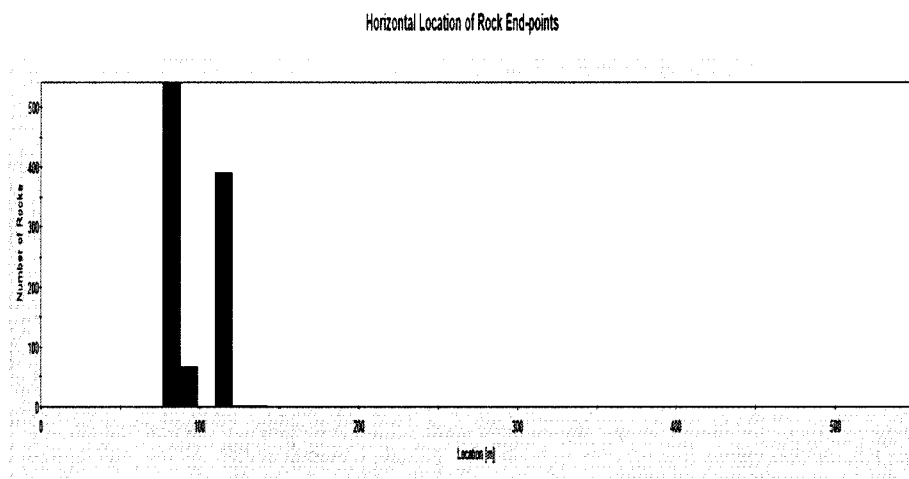
Tabell: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde

VEDLEGG2

Steinsprangmodelleringar med Rocfall

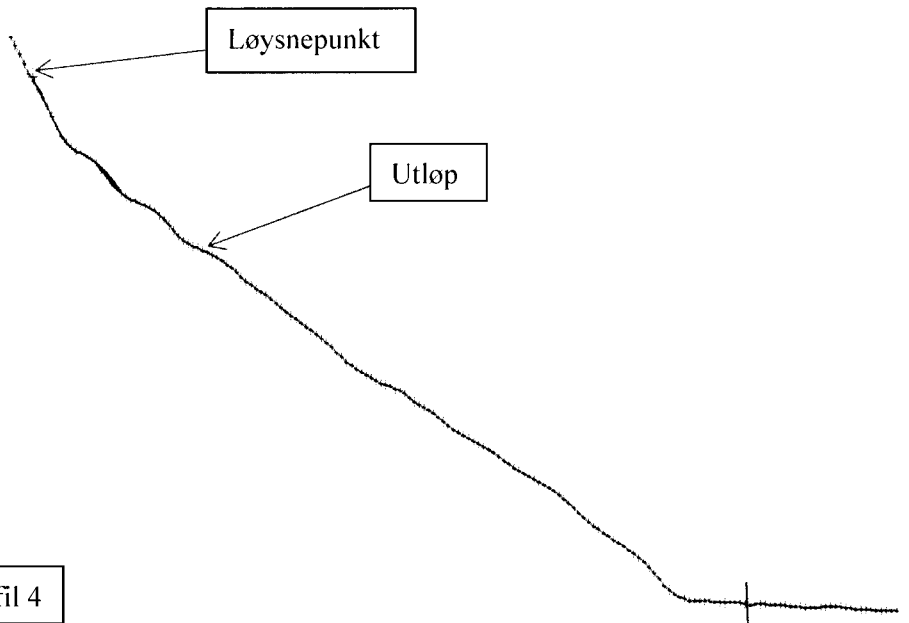
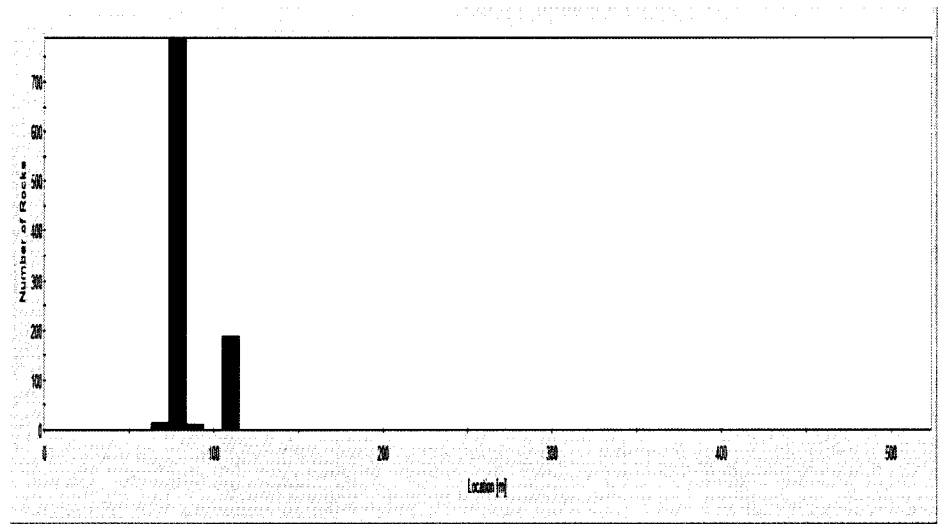


Histogrammet syner fordeling av utlopsrekkevidda for blokkene langs profilet. Piler syner løysnepunkt og maksimal utlopsdistanse etter 1000 enkelthendingar basert på 20 simuleringar. Blå strek markerer øvste grense av planområdet.



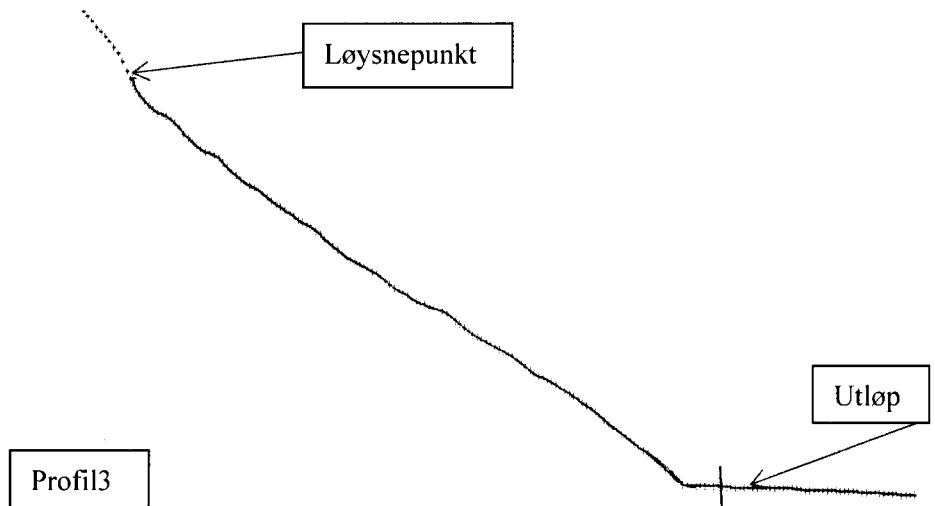
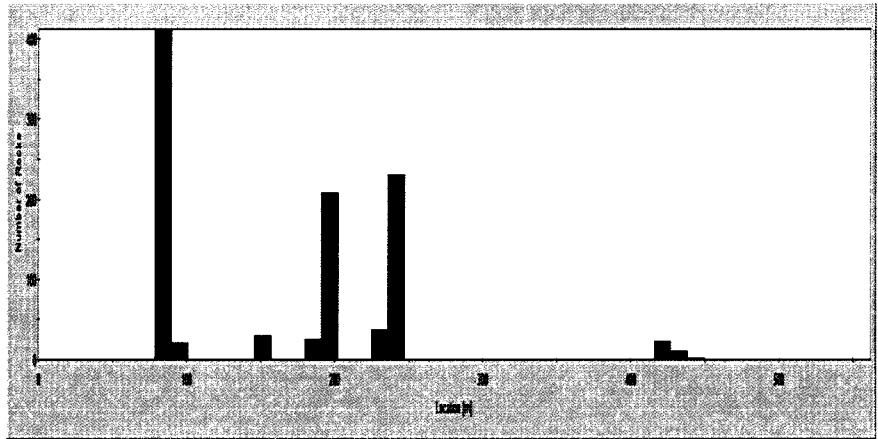
Histogrammet viser fordeling av utlopsrekkevidda for blokkene langs profilet. Piler syner løysnepunkt og maksimal utlopsdistanse etter 1000 enkelthendingar basert på 20 simuleringar. Blå strek markerer øvste grense av planområdet.

Horizontal Location of Rock End-points



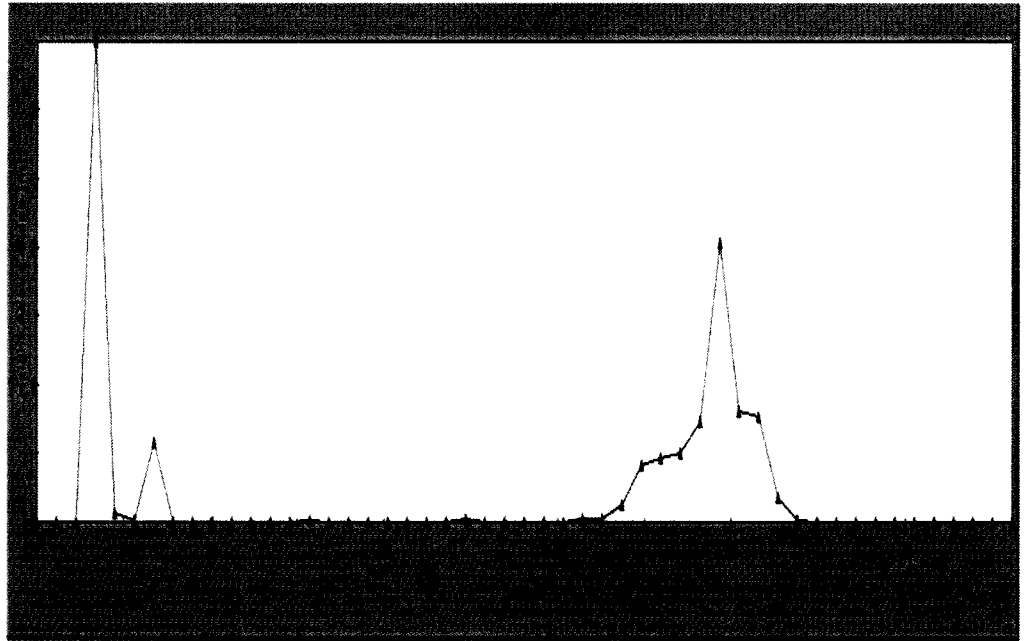
Histogrammet syner fordeling av utlopsrekkevidda for blokkene langs profilet. Piler syner løysnepunkt og maksimal utlopsdistanse etter 1000 enkelthendingar basert på 20 simuleringar. Blå strek markerer øvste grense av planområdet.

Horizontal Location of Rock End-points



Histogrammet syner fordeling av utløpsrekkevidda for blokkene langs profilet. Piler syner løysnepunkt og maksimal utløpsdistanse etter 1000 enkelthendingar basert på 20 simuleringar. Blå strek markerer øvste grense av planområdet.

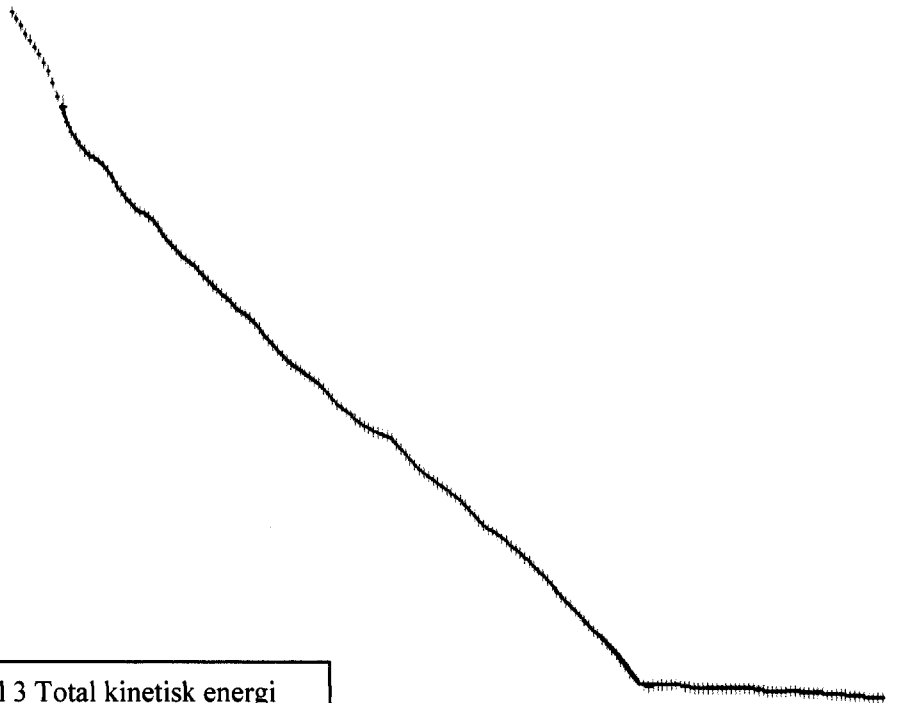
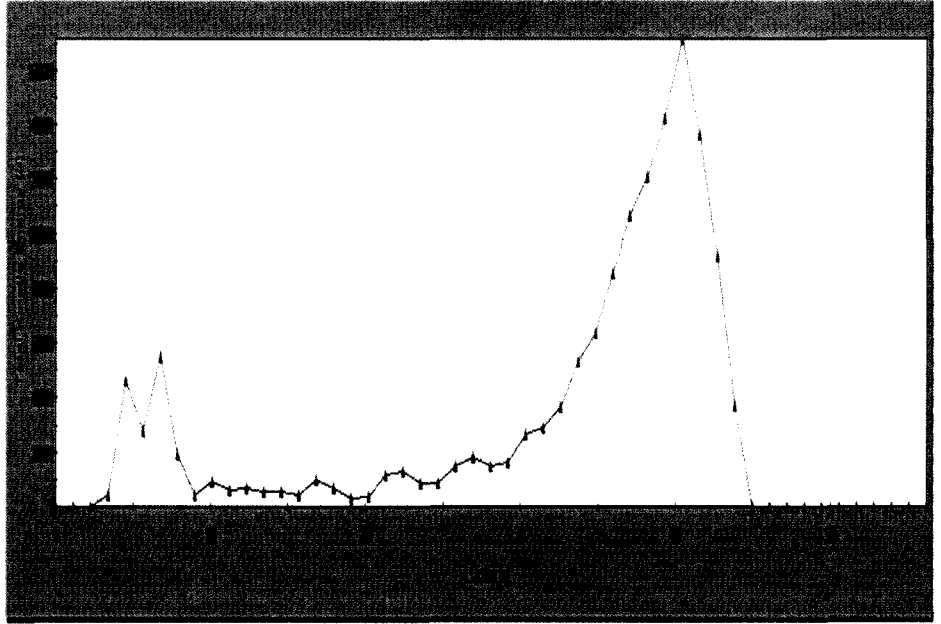
Bounce Height Envelope



Profil 3 Spretthøgde

Grafen viser maksimal spretthøgde den simulerte blokka har langs profilet.

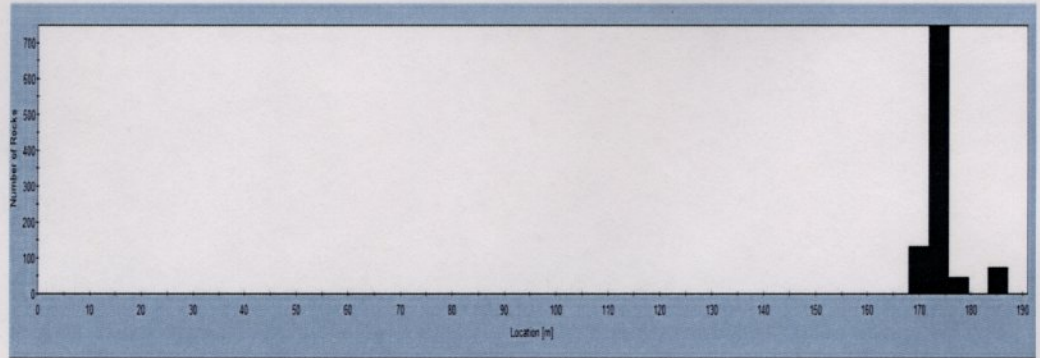
Total Kinetic Energy Envelope



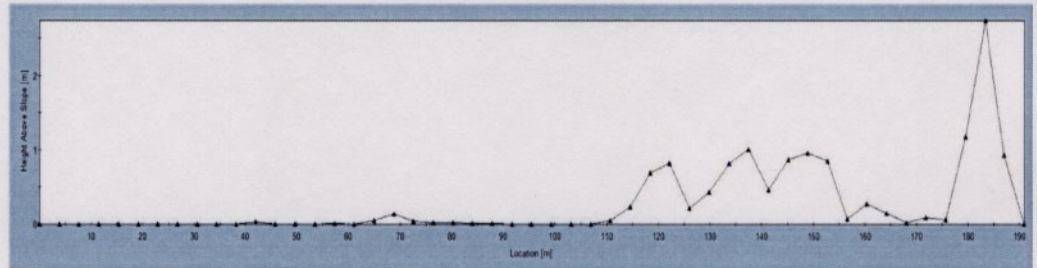
Profil 3 Total kinetisk energi

Grafen viser den totale kinetiske energien blokka har langs profilet.

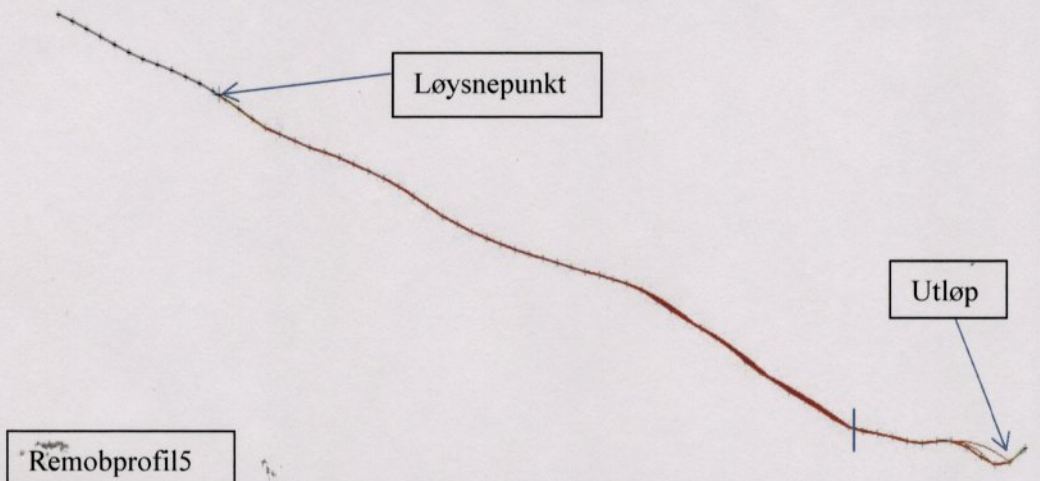
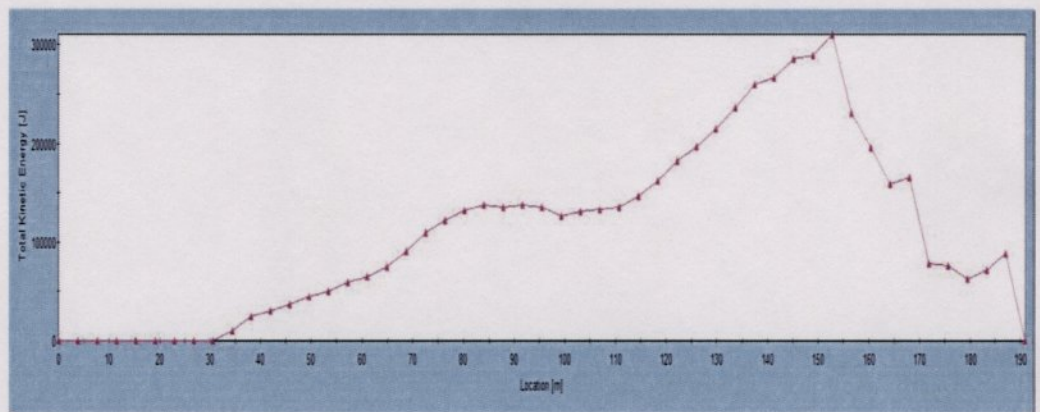
Horizontal Location of Rock End-points



Bounce Height Envelope



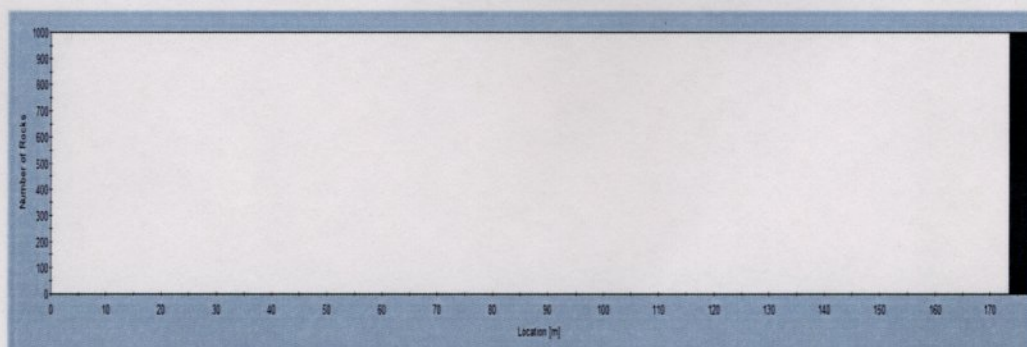
Total Kinetic Energy Envelope



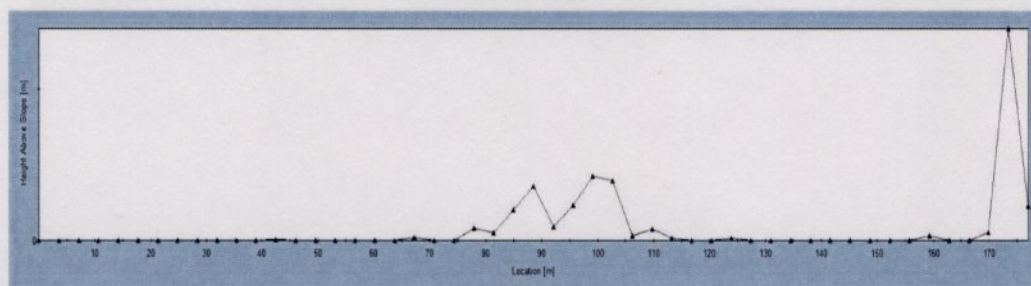
Remobprofil5

Histogrammet (øverst) syner fordeling av utløpsrekkevidda for blokkene langs profilet. Grafen i midten syner spretthøgd langs profilet. Nedste graf syner den totale kinetiske energien for blokka langs profilet. Piler syner løysnepunkt og maksimal utløpsdistanse etter 1000 enkelthendingar basert på 20 simuleringar. Blå strek markerer øvste grense av planområdet.

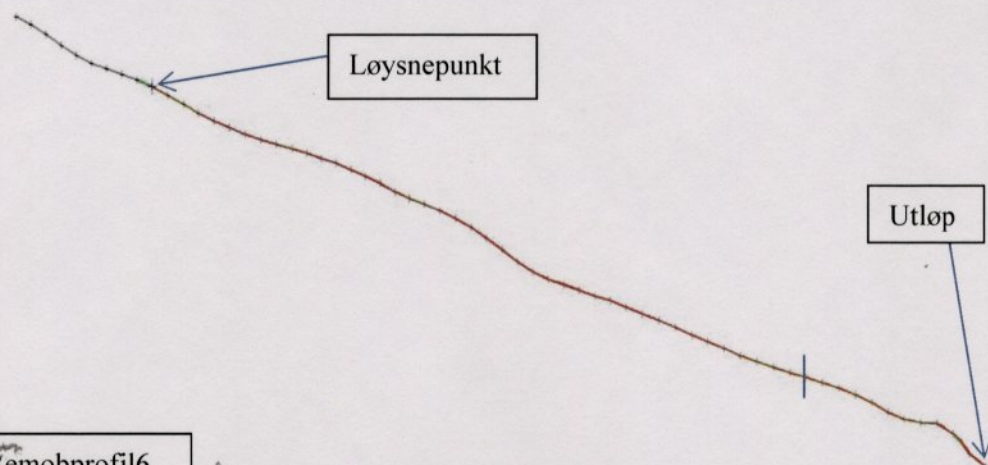
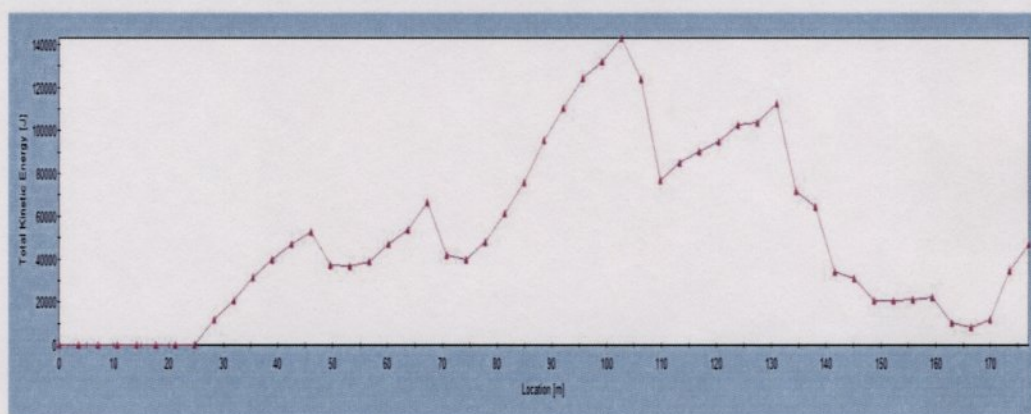
Horizontal Location of Rock End-points



Bounce Height Envelope



Total Kinetic Energy Envelope



Remobprofil6

Histogrammet (øvt) syner fordeling av utløpsrekkevidda for blokkene langs profilet. Grafen i midten syner spretthøgd langs profilet. Nedste graf syner den totale kinetiske energien for blokka langs profilet. Piler syner løysnepunkt og maksimal utløpsdistanse etter 1000 enkelthendingar basert på 20 simuleringar. Blå strek markerer øvste grense av planområdet.