

# Hydro Aluminium - Årdalstangen

Skredsikring Geisdalen

20041315-1

17 juni 2004

**Oppdragsgiver: Hydro Aluminium Årdalstangen**

Kontaktperson: Roger Moen  
Kontraktreferanse: Innkjøpsordre 2207767 /24.05.04

**For Norges Geotekniske Institutt**

Prosjektleder: Kjetil Brattlien

Rapport utarbeidet av: Kjetil Brattlien

Kontrollert av: Ulrik Domaas



## Sammendrag

På oppdrag av Hydro Aluminium (innkjøpsordre 2207767) har NGI utført skredvurderinger i forbindelse med sikring av lagerplass i Geisdalen på Årdalstangen.

Hensikten med oppdraget er å skissere sikringsløsninger og anslå byggekostnader. En ca. 12.000 m<sup>3</sup> stor haug med knust ildfast stein ligger på området og ønskes benyttet til skredsikringen.

Hydro vil at sikringen skal bygges kun på deres eiendom, selv om deler av dagens lagerplass ligger på naboeiendommen. Området kan sikres på alternative måter. En sikringsvoll av den knuste ildfaste steinen vil ha så stor bredde at mye av lagringsplassen vil gå tapt. Derfor er det også sett på sikringsmur av støpt betong. Det er også sett på utvidelse av området ved fylling av ildfast stein i sjøen. Sikringene vil forbedre sikkerheten på dagens lagerplass, og i tillegg vil en fylling i sjøen gi en ny og tryggere lagringsplass lenger vekk fra fjellsiden. Det forutsettes at den ildfaste steinen egnert seg for fylling i sjøen og at fyllingen plastres med stor stein som forhindrer erosjon. Det er ikke utført geotekniske vurderinger av stabilitet mot utglidning av fyllingen i sjøen.

Den billigste sikringsløsningen vil være å bygge en sikringsvoll av den ildfaste steinen og fylle resten ut i sjøen (ref. figur 3). Vollen bør være 5 m høy og legges opp etter bratteste fall med en vollbredde i toppen på minimum 2 m. Totale kostnader vil anslagsvis være 0.7-1 mill. kr. Det antas at dette gir ca. 2800 m<sup>2</sup> lagringsplass.

Den største lagringsplassen får en ved å støpe en 5 m høy sikringsmur i betong, legge en 3 m høy støppute av løsmasser inn mot muren, og fylle resten av fyllingen av ildfast stein ut i sjøen (ref. figur 4). Totale kostnader vil anslagsvis være 1.5 - 2 mill. kr. Det antas at dette gir ca. 5000 m<sup>2</sup> lagerplass.

**Grovt sett er valget derfor om Hydro vil bruke 1 mill. kr. ekstra for å få en 2000 m<sup>2</sup> større lagerplass.**

Det bemerkes at sikringsforslagene er overslagsløsninger som ikke er detaljprosjekterte. Kostnadsoverslagene er derfor grove og det anbefales å innhente tilbud på de forskjellige løsningene. Alle priser er eks. mva.

## Innhold

1	INNLEDNING.....	4
2	KLIMA OG TERRENGFORHOLD .....	4
3	FORUTSETNINGER FOR SKREDVURDERINGENE.....	4
	3.1 Sikkerhetsnivå .....	4
	3.2 Område som skal sikres.....	6
4	SIKRINGSLØSNINGER .....	6
	4.1 Sikringsvoll av løsmasser .....	6
	4.2 Sikringsmur av betong.....	7
	4.3 Utvidelse av lagerplassen .....	7
	4.4 Anbefalinger skredsikring .....	7

### Figurer:

Figur nr.	Tekst	Målestokk	Format
1	Norgeskart med aktuelt område		A4
2	Oversiktskart med aktuelt område	1 : 50 000	A4
3	Prinsipp for sikring med løsmassevoll	1 : 500	A3
4	Prinsipp for sikring med betongmur	1 : 500	A3

### Bilder:

Bilde side 1-3: Bilder fra området

### Kontroll- og referanseside



## 1 INNLEDNING

På oppdrag av Hydro Aluminium (innkjøpsordre 2207767) har NGI utført skredvurderinger i forbindelse med sikring av lagerplass i Geisdalen på Årdalstangen.

Hensikten med oppdraget er å skissere sikringsløsninger og anslå byggekostnader. En ca. 12.000 m<sup>3</sup> stor haug med knust ildfast stein ligger på området og ønskes benyttet til skredsikringen.

Lagerplassen som skal sikres ligger i ytterkant av anlegget på Årdalstangen og er om lag 100 m x 50 m stort. Området har vært utsatt for steinsprang mange ganger, og NGI utførte skredvurderinger og foreslo sikringstiltak for området i 1996 og 1997 (ref. NGI rapport 964006-1 og-2).

Feltbefaring ble utført 2. juni 2004 av Kurt Bolstad og Borgvald Standnes fra Hydro, og Kjetil Brattlien fra NGI.

## 2 KLIMA OG TERRENGFORHOLD

Det er relativt lite nedbør i området. Nedbørsstasjonen i Øvre Årdal har midlere årsnedbør på 690 mm. Det er mest nedbør i september til desember, med maksimum månedsnormal på 88 mm i oktober.

Området ligger rett under den bratte fjellsiden Finnsåsen som er 450 m høy. Øvre del av fjellsiden er svært bratt, og stedvis oppsprukket. Nedre del består av løsmasser og ur. Gjennomsnittlig terrenghelning fra toppen og ned til tomte er 45-50 grader. Det er tydelige spor etter steinsprang og skredproblemene på tomte knytter seg først og fremst til steinsprangfare.

## 3 FORUTSETNINGER FOR SKREDVURDERINGENE

### 3.1 Sikkerhetsnivå

Hydro opplyser at tomte kun skal benyttes som lagerplass og at det ikke er daglig bruk av tomte. Opphold på tomte vil bare skje ved av- og pålastning med lastebil eller truck, og personene vil hovedsakelig oppholde seg inne i kjøretøyene. Hydro er kjent med at steinsprangfaren på området og tillater i dag ikke opphold på området i regnvær eller mørke.

Valg av sikringsløsning avhenger av sikkerhetskravet som formelt må tilfredsstilles, og sikkerhetskravet som Hydro ønsker skal legges til grunn. Myndighetenes sikkerhetskrav er formulert i arbeidsmiljøloven. Fra NGI sin vurdering så vil trolig også forskriften "Forskrifter om snøskredfare ved oppholds- og anleggssteder" gjelde for anlegget. Dette fordi denne forskriften er utarbeidet for at "arbeidsgiver skal sørge for at følgende verneregler blir

fulgt for å motvirke skredulykker ved arbeidssteder, atkomstveger, bolig- og oppholdssteder". NGI finner det nærliggende å anta at denne forskriften også gjelder for steinsprangfare, og ikke bare for snøskredfare.

- Arbeidsmiljøloven (§8) sier: "Arbeidsplassen skal innrettes slik at arbeidsmiljøet blir fullt forsvarlig ut fra hensynet til arbeidstakernes sikkerhet, helse og velferd."
- Arbeidsmiljøloven (§8f) sier: "Det skal særlig sørges for at det tas **nødvendige forholdsregler** for å hindre at arbeidstakerne skades ved fall eller av fallende gjenstander eller ras".
- "Snøskredforskriftens" første punkt sier: "I de tilfelle den faglige vurdering under planleggingsfasen viser at det foreligger skredfare innenfor anleggsområdet skal skredsakkyndige ved befaring vurdere hvilke sikrings- og beredskapstiltak det kan være nødvendig å gjennomføre. Det skal samtidig fastlegges hvilke forholdsregler som må følges i skredfarlige situasjoner. Avdelingsleder, oppsynsmenn og representanter for vernetjenesten skal delta på befaringen."

Lovverket stiller ingen absolutte krav til sikkerhet, men sier at det skal ta "nødvendige forholdsregler". Hva som ligger i dette begrepet gir rom for skjønn, og det avhenger bl.a. av hvor ofte området utsettes for fare (steinsprang), samt hvor ofte det oppholder seg personer på området. Området skal kun brukes sporadisk til av- og pålasting, og det er begrenset sjanse for at et steinsprang skal inntreffe akkurat da, og samtidig at det skal føre til personskade.

Området kan nåes av steinsprang fra steinblokker som kommer rullende og sprettende ned ura med lave spranghøyder. Området kan også nåes av flogstein, dvs. mindre steinfragmenter som slås løs fra større steinblokker og slynges ut i lange kastebaner.

NGI utførte skredvurderinger for området i 1996 og 1997 (ref. NGI rapport 964006-1 og -2). Her ble det gjort beregninger av spranghøyder og utløpslengder. Området skulle brukes mer enn det planlegges i dag og hadde derfor større nødvendig sikringsbehov. Det ble da foreslått å sikre området med en 6 m høy voll, samt stedvis med et 5 m høyt fanggjerde på toppen av vollen. Dagens sikringsbehov er mindre pga at opphold på tomte bare vil være sporadisk og skje ved av- og pålastning med lastebil eller truck, samt at personene hovedsakelig vil oppholde seg inne i kjøretøyene.

**NGI vurderer at "nødvendige forholdsregler" tilsier at område bør sikres for å forhindre personskade fra steinblokker som ruller og spretter ned ura med lave spranghøyder. NGI vurderer også at "nødvendige forholdsregler" tilsier at området ikke i tillegg trenges å sikres for flogstein med stor spranghøyde. Nødvendig høyde på sikringsvoll er satt til 5 m.**

Steinsprang kan forekomme uansett værtype selv om utfallshyppigheten er størst vår og høst, og i perioder med kraftig regnvær. Opphold på området bør

begrenses mest mulig når det er størst sjanse for steinsprang. Generelt er hyppigheten størst i forbindelse med:

- Langvarig og intenst regnvær.
- Kraftig snøsmelting.
- Perioder med vekslning mellom frost og tøvær.

### 3.2 Område som skal sikres

Hydro vil at sikringen skal bygges kun på deres eiendom, selv om deler av dagens lagerplass ligger på naboeiendommen. Nøyaktig beliggenhet av eiendomsgrensen er ikke gitt, men er antatt ut fra observasjoner på befaringen. I nord vil Hydro at sikringen avsluttes mot eksisterende betongmur. Sikring er følgelig beskrevet kun for det ca. 80 m lange området fra eiendomsgrensen og opp til betongmuren (se figur 3 og 4).

## 4 SIKRINGSLØSNINGER

Området kan sikres på alternative måter. En sikringsvoll av den knuste ildfaste steinen vil ha så stor bredde at mye av lagringsplassen vil gå tapt. Derfor er det også sett på sikringsmur av støpt betong. Det er også sett på utvidelse av området ved fylling av ildfast stein i sjøen. Sikringene vil forbedre sikkerheten på dagens lagerplass, og i tillegg vil en fylling i sjøen gi en ny og tryggere lagringsplass lenger vekk fra fjellsiden. Det forutsettes at den ildfaste steinen egner seg for fylling i sjøen og at fyllingen plastres med stor stein som forhindrer erosjon. Det er ikke utført geotekniske vurderinger av stabilitet mot utglidning av fyllingen i sjøen.

Det bemerkes at det også er et alternativ for Hydro å ikke fylle overskuddsmassene av den ildfaste steinen i sjøen, men å dandere terrenget i området.

Hydro må vurdere disse alternativene, og veie kostnaden med bygging av sikring/fylling og opp mot verdien av det arealet som blir tilgjengelig som lagerplass. Alle kostnader er gitt eks. mva.

### 4.1 Sikringsvoll av løsmasser

Sikringsvullen kan bygges av den knuste ildfaste steinen. Nødvendig vollhøyde er 5 m. Massene har anslått friksjonsvinkel på 40 grader som gir vollbredde i foten på ca. 14 m med 2 m bredde i toppen. Sikringsvoll legges så nære ura som mulig. Dagens lagringsareal er om lag 4000 m<sup>2</sup> på det flate området fra eiendomsgrensen og bort til betongmuren. Med sikringsvoll vil dette arealet reduseres med ca. 35 % til ca. 2800 m<sup>2</sup>.

Vollen vil være ca. 40 m<sup>3</sup>/m og ha lengde ca. 80 m. Vollen blir totalt ca. 3.200 m<sup>3</sup> og kostnader til bygging av denne anslås til 50 kr/m<sup>3</sup>, dvs. ca. kr. 160.000.

Av plasshensyn bør sikringsvollen legges så nære ura som mulig, og dette kan gjøres ved å forlenge kulverten opp til betongmuren, dvs. med ca. 30 m. Kostnadene ved å forlenge kulverten er svært usikre og den må også prosjekteres og dimensjoneres til å tåle belastningen fra fyllingen. Det antas grovt at forlengelse av kulverten vil koste om lag kr. 10.000 pr. løpemeteter. Dersom forlengelsen skal være 30 m gir dette anslagsvis en kostnad på kr. 300.000. Dette gir i størrelsesorden 400 m<sup>2</sup> større lagringstomt.

#### 4.2 Sikringsmur av betong

For å spare plass kan det støpes en 5 m høy sikringsmur av betong. Muren bør ha en støppute av den ildfaste steinen mot ura i de nederste ca. 3 m. Grovt anslått vil nødvendig veggtykkelse være 30 cm og byggekostnadene er anslått til kr. 10.000 pr. løpemeteter. Støputa vil være om lag 4 m bred i bunnen og totalt være 500 m<sup>3</sup>. Muren kan legges så nære ura som mulig. En 80 m lang mur koster således grovt regnet kr. 800.000. Det vil også være kostnader ifm prosjektering av vollen. Med tilpasning av muren i terrenget vil denne nesten ikke ta noe av arealet av den i dag ca. 4000 m<sup>2</sup> store lagringsplassen.

#### 4.3 Utvidelse av lagerplassen

Arealet av lagerplassen kan økes ved å legge bekken mot ura i rør fra dagens kulvert og bort til dagens betongmur. Dette er beskrevet i kapittel 4.1.

Totalt er det om lag 12.000 m<sup>3</sup> knust ildfast stein som ønskes fjernet. Dersom massene egner seg for fylling i sjøen, så vil dette gi større lagerplass i tryggere avstand fra fjellsiden. En utvidelse av lagerplassen med omtrentlig 1000 m<sup>2</sup> kan gjøres med en om lag 10.000 m<sup>3</sup> stor fylling som vist på figur 3 og 4. Fyllingen legges opp fra dagens terreng og skræes noe utover. Det er antatt 5 m vanddyp ytterst på fyllingen. Derfra avsluttes fyllingen med naturlig rasvinkel utover i sjøen. Fyllingen bør erosjonssikres ved plastring med større stein. Kostnaden til byggingen er grovt anslått til kr. 500.000 pluss kostnadene til plastring som er ukjent.

Fylling i sjøen vil kreve at kulverten til bekken forlenges ca. 5 m slik at den kommer ut i sjøen. Kostnadene til dette er trolig i størrelsesorden kr. 50.000.

#### 4.4 Anbefalinger skredsikring

Den billigste sikringsløsningen vil være å bygge en sikringsvoll av den ildfaste steinen og fylle resten ut i sjøen (ref. figur 3). Vollen bør være 5 m høy og legges opp etter bratteste fall med en vollbredde i toppen på minimum 2 m.

Totale kostnader vil anslagsvis være 0.7-1 mill. kr. Det antas at dette gir ca. 2800 m<sup>2</sup> lagringsplass.

Den største lagringsplassen får en ved å støpe en 5 m høy sikringsmur i betong, legge en 3 m høy støtpute av løsmasser inn mot muren, og fylle resten av fyllingen av ildfast stein ut i sjøen (ref. figur 4). Totale kostnader vil anslagsvis være 1.5 - 2 mill. kr. Det antas at dette gir ca. 5000 m<sup>2</sup> lagerplass.

**Grovt sett er valget derfor om Hydro vil bruke 1 mill. kr. ekstra for å få en 2000 m<sup>2</sup> større lagerplass.**

Det bemerkes at sikringsforslagene er overslagsløsninger som ikke er detaljprosjekterte. Kostnadsoverslagene er derfor grove og det anbefales å innhente tilbud på de forskjellige løsningene. Alle priser er eks. mva.

NGI kan være behjelpelig med detaljprosjektering av sikringene dersom dette er ønskelig.