

# Teknisk notat



Til: Åfjord kommune  
v/: Tor Skjelvdal og Magne Silseth  
Kopi: Multiconsult AS, Trondheim / Olav Årbogen  
Fra: NGI  
Dato: 7. mai 2012  
Rev. Nr./ Rev. Dato: 01 / 2012-08-16  
Dokumentnr.: 20110429-00-2-TN  
Prosjekt: Reguleringsplan Årnes, Åfjord kommune  
Utarbeidet av: Linda Renate Bamberg  
Prosjektleder: Kyrre Emaus  
Kontrollert av: Kyrre Emaus

Hovedkontor:  
Pb. 3930 Ullevål Stadion  
0806 Oslo

Avd Trondheim:  
Pb. 1230 Pirsenteret  
7462 Trondheim

T 22 02 30 00  
F 22 23 04 48

Kontonr 5096 05 01281  
Org. nr 958 254 318 MVA

[ngi@ngi.no](mailto:ngi@ngi.no)  
[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

## Uavhengig kontroll av områderegulering Årnes

### Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Kontrollgrunnlag</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Vurdering av dokumentasjon</b>	<b>3</b>
3.1	Faregradsevaluering (OK)	3
3.2	Utbredelse av potensielt skred – ev. justering av faresone (OK)	3
3.3	Tolking av kvikkleire (OK)	3
3.4	Lokal og global stabilitet undersøkt (OK)	3
3.5	Modellering (OK)	3
3.6	Vist tiltakets prosentvise forbedring ved $\gamma_m \leq 1,4$ (OK)	4
3.7	Forbedring av andre glideflater ( $\gamma_m \leq 1,4$ ) vurdert (OK)	4
3.8	Tiltak for å bedre områdets stabilitet vurdert og dokumentert (OK)	4
<b>4</b>	<b>Konklusjon</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>Referanser</b>	<b>4</b>

**Vedlegg:** Sjekkliste for uavhengig kontroll av utredning av kvikkleiresoner

## 1 Innledning

Årnes kommune utarbeider for tiden ny plan for områderegulering av Årnes i sentrum av Åfjord, jf oversiktskart på Figur 1.



Figur 1: Oversiktskart

Innenfor planområdet er det påvist kvikkleire. Iht. retningslinjer fra NVE, jf. ref (1), skal skredfare utredes i forbindelse med nye reguleringsplaner i slike områder. Videre skal det utføres uavhengig kontroll for tiltakskategori K3.

Multiconsult AS, Trondheim er engasjert for å utføre utredningen av reell skredfare; herunder tolkning av grunnundersøkelser, stabilitetsberegninger og vurdering av behov for sikringstiltak. NGI er engasjert for å utføre uavhengig kontroll av dokumentasjonen av arbeidet (tiltakskategori K3).

NGI har tidligere utført uavhengig kontroll av Multiconsults rapport 414653 RIG-RAP-001 av 20.02.2012, ref (2). Kontrollen er dokumentert i NGI's tekniske notat 20110429-00-2-TN av 07.05.2012, ref (3). Dette notatet med rev. 01 dokumenterer uavhengig kontroll etter Multiconsults revisjon av tidligere rapport (jfr. pkt. 2).

## 2 Kontrollgrunnlag

Skredfareutredning og grunnundersøkelsesrapport:

- Multiconsults rapport 414653-RIG-RAP-001, ref (2)
- Multiconsults rapport 414653-RIG-RAP-001 rev. 1, ref (4)

Tidligere grunnundersøkelser:

- Boringer fra Multiconsults rapport 413960 (mottatt pr mail 26. april 2012)
- Boringer fra Multiconsults rapport 413977 (mottatt pr mail 26. april 2012)
- Boringer fra Multiconsults rapport 413982 (mottatt pr mail 26. april 2012)
- Vegvesenets rapport Ud 433 A – rapport 2, ref (5)

### 3 Vurdering av dokumentasjon

Det vises til vedlagt sjekklister hvor kontrollstatus er angitt for hvert punkt. Ved kontrollstatus "IG" (ikke godkjent) må dokumentasjonen suppleres eller endres. Ved kontrollstatus "ANM" (anmerkning) må det vurderes å supplere eller endre dokumentasjonen i forhold til den praktiske betydningen av anmerkningen.

I det følgende er tidligere påpekte mangler / uavklarte forhold fra sjekklister oppsummert, jf. rev. 0 av dette notatet (datert 7. mai 2012).

#### 3.1 Faregradsevaluering (OK)

Summering av poeng er rettet opp, poengsum endret fra 30 til 28. Dette endrer ikke faregradsklassen. Faregradsklassen blir fortsatt "høy"

#### 3.2 Utbredelse av potensielt skred – ev. justering av faresone (OK)

Faresonen er justert noe ved profil 5 i rapportens revisjon 1. Tolket kvikkleire i profiler og utbredelse av sonen er sammenfallende.

#### 3.3 Tolking av kvikkleire (OK)

Boring 7 er tolket likt i profil 3 og 4 i rapportens revisjon 1. Profilene krysser hverandre ved boring 7 og her er det tilnærmet lik tolkning av kvikkleire og lagdeling.

#### 3.4 Lokal og global stabilitet undersøkt (OK)

Sirkulære flater vist. Plane glideflater er kommentert.

#### 3.5 Modellering (OK)

I rapportens revisjon 1 samsvarer lagdeling i profil 4 med lagdeling i profil 3 der de krysser hverandre.

I revisjon 1 er opptegning av styrkeprofiler nærmere beskrevet i rapporttekst, og reduksjon i ADP-forhold i profil 1 og 2 er gjort rede for. Knekkpunktene i su-profilene som er basert på CPTU 2 er modellert ved å justere den aktive-, direkte-, og passive skjærstyrken. Denne reduksjonen kommer i tillegg til

reduksjon i ADP-forholdet i kvikkleire. Reduksjonen er beskrevet i rapporten etter revisjon.

Tolket udrenert skjærstyrke i kvikkleire på bakgrunn av CPTU-2 er redusert i revisjon 1, og treaksialforsøket som er kategorisert som "forstyrret" er mindre vektlagt.

### 3.6 Vist tiltakets prosentvise forbedring ved $\gamma_m \leq 1,4$ (OK)

Tiltakets prosentvise forbedring er vist. Forbedring på mer enn 15 % er oppnådd på alle kontrollerte flater. Flatene som er sammenlignet før og etter tiltak er etter revisjon 1 sammenfallende.

### 3.7 Forbedring av andre glideflater ( $\gamma_m \leq 1,4$ ) vurdert (OK)

Minimum to flater er vist i hvert beregningsprofil, og sammenlignbare flater er vurdert før og etter tiltak.

### 3.8 Tiltak for å bedre områdets stabilitet vurdert og dokumentert (OK)

Omfang av tiltak er endret noe i revisjon 1, og tilfredsstillende sikkerhet er dokumentert. Omfang av tiltak er vist på plantegning.

## 4 Konklusjon

Rapporten, ref (4), godkjennes.

## 5 Referanser

1. **NVE.** Retningslinjer 2/2011. Flaum og skredfare i arealplanar.
2. **Multiconsult AS, Trondheim.** Rapport 414653-RIG-RAP-001 Områderegulering Årnes. Grunnundersøkelser. Datarapport med geoteknisk vurdering. 20.02.2012.
3. **NGI.** Teknisk notat 20110429-00-2-TN "Uavhengig kontroll av områderegulering Årnes". 7. mai 2012.
4. **Multiconsult AS, Trondheim.** Rapport 414653-RIG-RAP-001 Områderegulering Årnes. Grunnundersøkelser. Datarapport med geoteknisk vurdering. Rev 1. Rev. dato: 22.06.2012.
5. **Statens vegvesen.** Rapport Ud 433 A - rapport 2. Grunnundersøkelser Årnes bru. 29.01.85.



## Uavhengig kontroll av utredning av kvikkleiresoner<sup>1</sup>

Bakgrunn:

Vedlegg 1 til NVEs retningslinjer 2-2011 "Planlegging og utbygging i fareområder langs vassdrag":

"Vurdering av områdestabilitet ved utbygging på kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper". NVE 15.april 2011.

Sone:	Årnes (Ny sone. Grenser mot Åset på andre siden av Nordalselva)
Utredet av:	Multiconsult
Rapport:	414653-RIG-RAP-001 og 414653-RIG-RAP-001 rev. 1
Oppdragsgiver:	Åfjord kommune
Uavhengig kontrollør:	NGI
Prosjektnummer:	20110429

Under feltet *Kontrollstatus* føres:

OK : kontrollert og godkjent (evnt. m/kommentar)  
ANM.: kontrollert med anmerkning (med kommentar)  
IG : kontrollert - ikke godkjent (med kommentar)  
IR : Ikke relevant

<sup>1</sup> Ferdig utfylt dokument lagres i prosjektet i EDOK eller på P:/

Sjekkpunkt	Kontroll-status	Dato & sign	Kommentar		
<b>GRUNNLAG: Geotekniske vurderinger og utredninger på ulike plannivåer (ref. kap. 4)</b>					
<b>Status for planprosess (kommuneplan / reguleringsplan / byggesak) – hvor langt utredelsen er kommet</b>					
			Kommuneplan	Reguleringsplan	Byggesak
Mulig skredfare - løsneområde (faresone oppretta)	OK	2012-05-07 LRB			
Mulig skredfare – utløpsområde vurdert	OK	2012-05-07 LRB			
Grunnundersøkelser utført (supplerende)	OK	2012-05-07 LRB			
Faregradsevaluering	OK	2012-08-16 LRB		Summering av poengsum er rettet opp.	
Utbredelse av potensielt skred – ev. justering av faresone	OK	2012-08-16 LRB		Faresonen er justert noe ved profil 5 i rapportens revisjon 1. Tolket kvikkleire i profiler og utbredelse av sonen er sammenfallende.	
Stabilitetsanalyser og vurdering av tiltak utført	OK	2012-05-07 LRB		Utført	
Tilstrekkelig sikkerhet i anleggsfase	IR	2012-05-07 LRB			Ikke vurdert
Kommentarer:					
<b>GRUNNLAG: Tidligere undersøkelser + utførte grunnundersøkelser (ref. kap. 5)</b>					
<b>Enkeltboringer</b>					
Tolking av kvikkleire	OK	2012-08-16 LRB	Tolket kvikkleire i profil 3 og 4 der de krysser hverandre er ikke helt sammenfallende, men det vil trolig ikke ha noen innvirkning på resultatet.		
Tilstrekkelig boreddybde ifht elvedybde	OK	2012-05-07 LRB			
Kvalitetsklasse kontrollert	OK	2012-05-07 LRB	CPTU og prøver i kvalitetsklasse 1-2. Treaksialforsøk viser forstyrret, akseptabel og perfekt kvalitet.		

Sjekkpunkt	Kontroll-status	Dato & sign	Kommentar
<b>Type undersøkelser</b>			
DRT/Total for sonebegrensning/lagdeling	OK	2012-05-07 LRB	18 dreietrykkssonderinge
CPT, Ø54 mm eller vingebor for parametertolking	OK	2012-05-07 LRB	2 cptu og 6 prøveserier
Min. en piezometer i to dybder	OK	2012-05-07 LRB	2 piezometer, med målere i 2 dybder (punkt 2 og 5)
<b>Omfang</b>			
Tilstrekkelig mengde for å begrunne ev. soneendring*	OK	2012-05-07 LRB	
Vurdert behov for undersøkelser utenfor sonen / planområdet	OK	2012-05-07 LRB	
<b>STABILITETSVURDERING (ref. kap. 3 og 6)</b>			
<b>Materialparametere</b>			
Dokumentert grunnlag for valg av parametere	OK	2012-05-07 LRB	
Konsolideringsforhold undersøkt fra terreng og evt. ødometer sammenholdt med OCR-verdi fra CPT*	OK	2012-05-07 LRB	Basert på CPTU.
Brukt prinsipp om tøyingskompatibilitet	IR	2012-05-07 LRB	Kun utført aktive treaks
Tatt hensyn til krav om tøyingskompatibilitet v/valg av anisotropiforhold	OK	2012-05-07 LRB	Basert på erfaringstall
Justert skjærstyrke ifht evt. terrengendringer	IR	2012-05-07 LRB	
Reduksjon av $s_u$ fra blokkprøver (15 %)	IR	2012-05-07 LRB	
Reduksjon av $s_u$ fra CPT for sensitive leirer (15 %)	OK	2012-08-16 LRB	ADP-forholdet er redusert i kvikkleire.
Korreksjon av vingebor	IR	2012-05-07 LRB	
Tatt hensyn til årtidsvariasjoner ved poretrykksbestemmelser	OK	2012-05-07 LRB	Benyttet noe høyere GV enn målt
<b>Profilvalg – Brudtyper</b>			
Plassering (ut fra overkonsolideringsforhold, høydeforskjell, erosjonsforhold, beliggenhet og mektighet av kvikkleire)	OK	2012-05-07 LRB	

Sjekkpunkt	Kontroll-status	Dato & sign	Kommentar
Lokal og global stabilitet undersøkt – funnet kritiske glideflater (sirkulære og plane flater sjekka)	OK	2012-08-16 LRB	Sirkulære flater vist. Plane glideflater er kommentert.
Alle aktuelle skredtyper vurdert	OK	2012-05-07 LRB	
Skred fra utenfra området vurdert	OK	2012-05-07 LRB	
<b>Analyse</b>			
Dagens og fremtidig situasjon – drenert jordoppførsel	OK	2012-05-07 LRB	
Dagens og fremtidig situasjon – udrenert jordoppførsel. ADP anvendt* eller $\bar{s}_u$ redusert tilstrekkelig ifht ADP-verdier	OK	2012-05-07 LRB	
Anvendt beregningsprogram basert på grenselikevektsmetoden eller elementmetoden	OK	2012-05-07 LRB	Grenselikevekt
Modellering <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lagdeling*</li> <li>- tørrskorpe modellert (drenert analyse) ev. med vannfylt sprekk</li> <li>- styrkeprofiler (nivåer, interpolasjon mm)*</li> <li>- GVS / poretrykksprofiler*</li> </ul>	OK	2012-08-16 LRB	<p><i>I rapportens revisjon 1 samsvarer lagdeling i profil 4 med lagdeling i profil 3 der de krysser hverandre.</i></p> <p><i>I revisjon 1 er opptegning av styrkeprofiler nærmere beskrevet i rapporttekst, og reduksjon i ADP-forhold i profil 1 og 2 er gjort rede for. Knekkpunktene i su-profilene som er basert på CPTU 2 er modellert ved å justere den aktive-, direkte-, og passive skjærstyrken. Denne reduksjonen kommer i tillegg til reduksjon i ADP-forholdet i kvikkleire. Reduksjonen er beskrevet i rapporten etter revisjon.</i></p> <p><i>Tolket udrenert skjærstyrke i kvikkleire på bakgrunn av CPTU-2 er redusert i revisjon 1, og treksialforsøket som er kategorisert som "forstyrret" er mindre vektlagt.</i></p>
Valgfritt: Vurdering av skredfare ved beregning av skjærtøyninger langs kritisk skjærflate og sammenligne med $\sigma$ - $\epsilon$ -kurver fra treksforsøk	IR	2012-08-16 LRB	
<b>Sikkerhetsnivå</b>			
Beregnet materialkoeffisient, $\gamma_m$	OK	2012-05-07 LRB	$\gamma_m < 1,4$





Sjekkpunkt	Kontroll-status	Dato & sign	Kommentar
Vist tiltakets prosentvise forbedring ved $\gamma_m < 1,4$	OK	2012-08-16 LRB	Tiltakets prosentvise forbedring er vist. Forbedring på mer enn 15 % er oppnådd på alle kontrollerte flater. Flatene som er sammenlignet før og etter tiltak er etter revisjon 1 sammenfallende.
Tilleggskrav mht. erosjon etc.	OK	2012-05-07 LRB	Strakstiltak er iverksatt for området ved "gammelbrua"
Krav om mer avanserte grunnundersøkelser	OK	2012-05-07 LRB	
Forbedring av andre glideflater ( $\gamma_m < 1,4$ ) enn kritisk glideflate vurdert	OK	2012-08-16 LRB	Minimum to flater er vist i hvert beregningsprofil, og sammenlignbare flater er vurdert før og etter tiltak.
Oppdatere faregradsevaluering	OK	2012-05-07 LRB	
<b>KONTROLLKRAV (ref. kap. 7)</b>			
Gjennomført internkontroll dokumentert	OK	2012-05-07 LRB	SGH har kontrollert for Mia Bek
<b>TILTAK (ref. kap. 8)</b>			
Ved behov: Tiltak for å bedre områdets stabilitet vurdert og dokumentert	OK	2012-08-16 LRB	Omfang av tiltak er endret noe i revisjon 1, og tilfredsstillende sikkerhet er dokumentert. Omfang av tiltak er vist på plantegning.
Vurdert behov for soneendring	IR	2012-05-07 LRB	Ny sone
Vurdert behov for supplerende grunnundersøkelser	OK	2012-05-07 LRB	

\* Ikke stilt spesielle krav i NVE sin veileder

#### Generelle kommentarer:

# Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumentinformasjon/Document information									
Dokumenttittel/Document title Uavhengig kontroll av områderegulering Årnes			Dokument nr./Document No. 20110429-00-2-TN						
Dokumenttype/Type of document		Distribusjon/Distribution		Dato/Date					
<input type="checkbox"/> Rapport/Report		<input type="checkbox"/> Fri/Unlimited		2012-05-07					
<input checked="" type="checkbox"/> Teknisk notat/Technical Note		<input checked="" type="checkbox"/> Begrenset/Limited		Rev.nr./Rev.No. 01/2012-08-16					
		<input type="checkbox"/> Ingen/None							
Oppdragsgiver/Client Åfjord kommune									
Emneord/Keywords									
Stedfesting/Geographical information									
Land, fylke/Country, County Norge, Sør-Trøndelag				Havområde/Offshore area					
Kommune/Municipality Åfjord				Feltnavn/Field name					
Sted/Location Årnes, Åfjord				Sted/Location					
Kartblad/Map 1622 IV Åfjord				Felt, blokknr./Field, Block No.					
UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone 32 N7093107 E559901									
Dokumentkontroll/Document control									
Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001									
Rev./Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egenkontroll/ Self review av/by:		Sidemanns- kontroll/ Colleague review av/by:		Uavhengig kontroll/ Independent review av/by:		Tverrfaglig kontroll/ Inter- disciplinary review av/by:	
0	Originaldokument	LRB		KE					
01	Rev. 01	LRB	LRB	KE	KE				
Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release		Dato/Date 20.12.16		Sign. Prosjektleder/Project Manager Kyrre Emaus					

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen geofagene. Vi utvikler optimale løsninger for samfunnet, og tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg.

Vi arbeider i følgende markeder: olje, gass og energi, bygg, anlegg og samferdsel, naturskade og miljøteknologi. NGI er en privat stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskap i Houston, Texas, USA.

NGI ble utnevnt til "Senter for fremragende forskning" (SFF) i 2002 og leder "International Centre for Geohazards" (ICG).

[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting in the geosciences. NGI develops optimum solutions for society, and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the oil, gas and energy, building and construction, transportation, natural hazards and environment sectors. NGI is a private foundation with office and laboratory in Oslo, branch office in Trondheim and daughter company in Houston, Texas, USA.

NGI was awarded Centre of Excellence status in 2002 and leads the International Centre for Geohazards (ICG).

[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.



Hovedkontor/Main office:  
PO Box 3930 Ullevål Stadion  
NO-0806 Oslo  
Norway

Besøksadresse/Street address:  
Sognsveien 72, NO-0855 Oslo

Avd Trondheim/Trondheim office:  
PO Box 1230 Pirsenteret  
NO-7462 Trondheim  
Norway

Besøksadresse/Street address:  
Pirsenteret, Havnegata 9, NO-7010 Trondheim

T: (+47) 22 02 30 00  
F: (+47) 22 23 04 48

[ngi@ngi.no](mailto:ngi@ngi.no)  
[www.ngi.no](http://www.ngi.no)

Kontonr 5096 05 01281 /IBAN NO26 5096 0501 281  
Org. nr./Company No.: 958 254 318 MVA

BSI EN ISO 9001  
Sertifisert av/Certified by BSI, Reg. No. FS 32989

