

Til: Norges Vassdrag og Energidirektorat (NVE)  
v/: Ingrid Havnen  
Kopi til:  
Dato: 21. november 2014  
Rev. nr./ Rev. dato:  
Dokumentnr.: 20140266-02-TN  
Prosjekt: Tredjepartskontroll for kvikkleiresone Hegramo i Stjørdal  
Utarbeidet av: Jean-Sebastien L'Heureux  
Prosjektleder: Jean-Sebastien L'Heureux  
Kontrollert av: Kyrre Emaus

---

## Tredjepartskontroll for kvikkleiresone Hegramo i Stjørdal

### Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Grunnlag</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Kontroll</b>	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>Konklusjon</b>	<b>3</b>
<b>5</b>	<b>Referanser</b>	<b>3</b>

### Sjekkliste

### Kontroll- og referanseside

## 1 Innledning

Rambøll AS har på oppdrag fra NVE utført utredning av kvikkleiresone 1863 Hegramo i Stjørdal kommune. NGI er på oppdrag fra NVE engasjert som uavhengig kontrollør av dette arbeidet, dette i henhold til ref. (1). Følgende notat omfatter kontroll av kvikkleireblad, ROS-analyse, soneavgrensning, valg av materialparametere, stabilitetsberegninger og sikringstiltak presentert i Rambøll utredningen; ref. (2).

## 2 Grunnlag

Det er gjennomført et betydelig omfang av geotekniske grunnundersøkelser i området (Tabell 1). For utredningen ble det også utført supplerende undersøkelser av Rambøll og disse er presentert i ref. (3). Resultatene fra nyere og eldre grunnundersøkelser er innarbeidet i ref. (2) og kontrollert av NGI.

Tabell 1: Utførte grunnundersøkelser i og ved kvikkleiresone 1863 Hegramo.

Rapportnr.:	Navn:	Utført av:	Dato:
G-rap-001 1350004193	Grunnundersøkelser Hegramo	Rambøll	31.7.2014
G-rap-003 6130064	Hegra barneskole	Rambøll	18.12.2013
G-rap-002 rev.01 6130064	Hegra barneskole	Rambøll	18.12.2013
G-rap-001 6130064	Hegra barneskole	Rambøll	10.4.2013
415628-RIG-RAP-001	Skåråen boligfelt, etappe 2	Multiconsult	19.11.2012
412653-2	Skåråen boligfelt, byggetrinn 3	Multiconsult	8.6.2011
412653-1	Skåråen boligfelt Hegra	Multiconsult	15.2.2007
G-rap-001 640466A	Hegra idrettshall	Rambøll	1.10.2004
VD-1178 A	RV 752 Skåråen boligfelt, Hegra	Statens vegvesen	7.1.2000
O.8251	Adkomstveg til Hegra barnehage	Kummeneje	6.12.1990
O.2210	Hegramo skole	Kummeneje	11.12.1975
O.610-2	Hegramo skole, Stjørdal	Kummeneje	3.1.1973
O.610	Hegramo skole, Hegra	Kummeneje	9.2.1967

## 3 Kontroll

NGIs kontroll er utført på bakgrunn av krav gitt i NVE retningslinje 7/2014, (1). Kontrollen fremgår av vedlagte sjekkliste, som er utarbeidet for å ivareta nevnte krav. De ulike postene i sjekklista kan ha følgende kontrollstatus

- IG - anbefalt ikke godkjent
- ANM - anbefalt godkjent, med anmerkning
- OK - anbefalt godkjent
- IR - ikke relevant

Det har vært god kommunikasjon og dialog mellom Rambøll og uavhengig kontrollør (dvs. NGI) hele tiden under utredningsarbeidet. Det har blitt holdt to møter hos Rambøll hvor NGI var tilstede (17. sept. 2014 og 13. okt. 2014) for å diskutere tolkning av grunnundersøkelser, valg av materialparametere, soneavgrensning og faregradsvurderingen. NGI har også kommentert deler av arbeidet i form av brev [ref. (4)] og tekniske notater [ref. (5) (6)]. Som følge av denne gode kommunikasjon har NGI kun noen små kommentarer/anmerkninger til utredningen utført av Rambøll. Disse er av mindre betydning og er presentert under (se også vedlegg 1):

- Punkt C.1.1 i vedlegg 1: Rambøll har dokumentert grunnlag for valg av material parametere i stabilitetsanalyser i ref. (2). Det er valgt forsiktig cua verdier basert CPTU og treaks data. SHANSEP tilnærmingene er også bra. Det er kun i CPTU-9 hvor SHANSEP tilnærmingen er litt for lav mtp CPTU data. Hva skyldes dette?
- Punkt C.1.2: Tolkning av OCR er gjort fra ødometer og fra CPTU data med god overenstemmelse i ref. (2), men i punkt 16 er det valgt OCR verdi myere høyere enn det som tolkes fra CPTU. Hvorfor benyttes det en så høy OCR verdi i punkt 16?
- NGI savner en oppsummeringstabell i rapporten som viser prosentvis forbedring for de forskjellige tiltakene og for alle profilene. En slik tabell er visuell og vil hjelpe å forstå effekten av alle tiltakene.
- Punkt C.4.7: Vurdering av faregraden er ikke utført for situasjonen etter tiltak. Dette bør gjøres ift NVEs retningslinjer.

#### 4 Konklusjon

Rambøll har utredet den nye kvikkleiresone 1863-Hegramo i Stjørdal. NGI har kontrollert vurderingene og anbefaler utredningen godkjent. Noen små punkter beskrevet i kap. 3 over kan med fordel korrigeres i endelig rapport.

#### 5 Referanser

1. **NVE.** *Sikkerhet mot kvikkleireskred - Veileder nr 7-2014.* s.l. : Norges vassdrag- og energidirektorat, 2014.
2. **Rambøll.** *Kvikkleiresone Hegramo - Geoteknisk Rapport.* 2014. G-rap-001 1350002991.
3. —. *Grunnundersøkelser Hegramo.* 2014. G-rap-001 1350004193.
4. **NGI.** *Brev: Kontroll av borplan for kartlegging av kvikkleiresone Hegramo i Stjørdal.* 12. mars 2014.
5. —. *Kontroll av ROS-analyse og faregradsevaluering - Hegramo.* 2014. 20140266-01-TN.
6. —. *Kontroll av ROS-analyse og faregradsevaluering - Hegramo.* 2014. 20140266-01-TN rev. 01.
7. **NVE.** *Retningslinje 2/2011 Flaum og skredfare i arealplanar, vedlegg 1 "Vurdering av områdestabilitet ved utbygging på kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper".* s.l. : NVE, 2011.
8. —. *Sikkerhet mot kvikkleireskred .* 2014. Veileder nr 7-2014.



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

Bakgrunn:

Vedlegg 1 til NVEs retningslinjer 2-2011 "Flaum- og skredfare i arealplanar":

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

Sone:	Hegramo
Utredet av:	Rambøll
Rapport:	G-rap-001 1350002991
Oppdragsgiver:	NVE
Uavhengig kontrollør:	Jean-Sebastien L'Heureux, NGI
Prosjektnummer:	20140266

Under feltet *Kontrollstatus* føres:

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

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



	Sjekkpunkt	Kontroll-status	Dato & sign	Kommentar		
<b>A</b>	<b>GRUNNLAG: Geotekniske vurderinger og utredninger på ulike plannivåer (ref. kap. 4)</b>					
<b>A1</b>	<b>Status for planprosess (kommuneplan / reguleringsplan / byggesak) – hvor langt utredelsen er kommet</b>					
				Kommuneplan	Reguleringsplan	Byggesak
A1.1	Mulig skredfare - løснеområde (faresone oppretta)	OK	14.11.2014 JSL	Ny kvikkleiresone Hegramo klassifisert med faregrad middels og risikoklasse 5		
A1.2	Mulig skredfare – utløpsområde vurdert	OK	14.11.2014 JSL	Utført på tegning 1022 og presentert i kap. 8.		
A1.3	Grunnundersøkelser utført (supplerende)		14.11.2014 JSL		Utført	
A1.4	Faregradsevaluering	Ok	14.11.2014 JSL		Ny kvikkleiresone Hegramo klassifisert med faregrad middels og risikoklasse 5	
A1.5	Utbredelse av potensielt skred – ev. justering av faresone	IR	14.11.2014 JSL		Ny sone	
A1.6	Stabilitetsanalyser og vurdering av tiltak utført	OK	14.11.2014 JSL		Vurdert geometriske tiltak i flere profiler i tillegg til erosjonsikring i den østlige bekkedal	
A1.7	Tilstrekkelig sikkerhet i anleggsfase	IR	14.11.2014 JSL			-
	Kommentarer:					



	Sjekkpunkt	Kontroll-status	Dato & sign	Kommentar
<b>B</b>	<b>GRUNNLAG: Tidligere undersøkelser + utførte grunnundersøkelser (ref. kap. 5)</b>			
<b>B1</b>	<b>Enkeltboringer</b>			
B1.1	Tolking av kvikkleire	Ok	14.11.2014 JSL	NGI er enig i tolkning
B1.2	Tilstrekkelig boreddybde ifht elvedybde	Ok	14.11.2014 JSL	Det er tilstrekkelig beredybde på alle stabilitetsprofilene
B1.3	Kvalitetsklasse kontrollert	Ok	14.11.2014 JSL	CPTU og Totalsonderinger er utført etter NGF standard. Alle CPTU er i kvalitetsklasse 1. Kun 2 av 10 treaks forsøk er forstyret.
<b>B2</b>	<b>Type undersøkelser</b>			
B2.1	DRT/Total for sonebegrensning/lagdeling	Ok	14.11.2014 JSL	Tilstrekkelig
B2.2	CPT, Ø54 mm eller vingebor for parametertolking	Ok	14.11.2014 JSL	Det er utfør tbåde CPTU og 54 mm prøvetaking
B2.3	Min. en piezometer i to dybder	Ok	14.11.2014 JSL	Det er installert 5 piezometer i to dybder i tillegg til eksisterende poretrykksdata
<b>B3</b>	<b>Omfang</b>			
B3.1	Tilstrekkelig mengde for å begrunne ev. soneendring*	Ok	14.11.2014 JSL	Ja, det er gjennomført et betydelig omfang av geotekniske grunnundersøkelser i området.
B3.2	Vurdert behov for undersøkelser utenfor sonen / planområdet	Ok	14.11.2014 JSL	Det finnes undersøkelser utenfor området fra tidligere prosjekter. Rambøll nevner at det kan være aktuelt med nyere grunnundersøkelser for detaljprosjektering av tiltak.
<b>C</b>	<b>STABILITETSVURDERING (ref. kap. 3 og 6)</b>			
<b>C1</b>	<b>Materialparametere</b>			
C1.1	Dokumentert grunnlag for valg av parametere	ANM	14.11.2014 JSL	Rambøll har valgt en forsiktig lav middelvei for cua basert CPTU og treaks data. SHANSEP tilnærmingene er også bra. Det er kun i CPTU-9 hvor SHANSEP tilnærmingen er litt for lav mtp CPTU data. Hva skyldes dette? Det benyttes konservative verdier for effektivspenningsparametere.
C1.2	Konsolideringsforhold undersøkt fra terreng og evt. ødometer sammenholdt med OCR-verdi fra CPT*	ANM	14.11.2014 JSL	Tolkning av OCR er gjort fra ødometer og fra CPTU data med god overenstemmelse. Det er kun spørsmål på OCR profil i pkt

	Sjekkpunkt	Kontroll-status	Dato & sign	Kommentar
				16. Hvorfor er det benyttet en så høy OCR verdi ift CPTU resultater?
C1.3	Brukt prinsipp om tøyningsskompatibilitet	OK	14.11.2014 JSL	Tøyningsskompatibilitet er indirekte tatt hensyn til ved reduksjon av designverdiene (15%) i stabilitetsberegningene for kvikkleire iht. NVEs retningslinjer.
C1.4	Tatt hensyn til krav om tøyningsskompatibilitet v/valg av anisotropiforhold	OK	14.11.2014 JSL	Det brukes fornuftige tall
C1.5	Justert skjærstyrke ifht evt. terrengendringer	OK	14.11.2014 JSL	Ved nedplanering i Profil A er skjærstyrke redusert med 5kPa. Dette er fornuftige tall.
C1.6	Reduksjon av $s_u$ fra blokkprøver (15 %)	IR	14.11.2014 JSL	Det er ikke utført blokkprøver
C1.7	Reduksjon av $s_u$ fra CPT for sensitive leirer (15 %)	OK	14.11.2014 JSL	Utført
C1.8	Korreksjon av vingebor	IR	14.11.2014 JSL	Det er ikke utført vingebor
C1.9	Tatt hensyn til årtidsvariasjoner ved poretryksbestemmelser	Ok	14.11.2014 JSL	Det er brukt fornuftige resultater fra poretryksmålingene
<b>C2</b>	<b>Profilvalg – Bruddtyper</b>			
C2.1	Plassering (ut fra overkonsolideringsforhold, høydeforskjell, erosjonsforhold, beliggenhet og mektighet av kvikkleire)	OK	14.11.2014 JSL	Profilene A, F, I og J er de meste kritiske i sonen.
C2.2	Lokal og global stabilitet undersøkt – funnet kritiske glideflater (sirkulære og plane flater sjekka)	OK	14.11.2014 JSL	Begge typer glideflater er undersøkt
C2.3	Alle aktuelle skredtyper vurdert	Ok	14.11.2014 JSL	Kun leireskred og kvikkleireskred er relevant.
C2.4	Skred fra utenfra området vurdert	IR	14.11.2014 JSL	
<b>C3</b>	<b>Analyse</b>			
C3.1	Dagens og fremtidig situasjon – drenert jordoppførsel	OK	14.11.2014 JSL	Drenert situasjon er undersøkt og det viser seg å være relativt bra stabilitet i dette tilfelle.
C3.2	Dagens og fremtidig situasjon – udrenert jordoppførsel. ADP anvendt* eller $s_u$ redusert tilstrekkelig ifht ADP-verdier	OK	14.11.2014 JSL	Udrenert analyser er utført og det er ikke oppnådd tilfredsstillende stabilitet ift NVEs retningslinjer.
C3.3	Anvendt beregningsprogram basert på grenselikevektsmetoden eller elementmetoden	OK	14.11.2014 JSL	GeoSuite






	Sjekkpunkt	Kontroll-status	Dato & sign	Kommentar
C3.4	Modellering - Lagdeling* - tørrskorpe modellert (drenert analyse) ev. med vannfylt sprekk - styrkeprofiler (nivåer, interpolasjon mm)* - GVS / poretrykksprofiler*	OK	14.11.2014 JSL	<i>Plassering, lagdeling og modellering av profil A, F, I og J ser fornuftige og er konservative mtp kvikkleiresbeliggenhet.</i>
C3.5	Valgfritt: Vurdering av skredfare ved beregning av skjærtøyninger langs kritisk skjærflate og sammenligne med $\sigma$ - $\epsilon$ -kurver fra treaksforsøk	IR		
<b>C4</b>	<b>Sikkerhetsnivå</b>			
C4.1	Beregnet materialkoeffisient, $\gamma_m$	Ok	14.11.2014 JSL	<i>Materialkoeffisient er beregnet for drenert og udrenert situasjon i profil A, F, I og J.</i>
C4.2	Vist tiltakets prosentvise forbedring ved $\gamma_m < 1,4$	ANM	14.11.2014 JSL	<i>De foreslått tiltakene fører fram til tilfredsstillende forbedring, men NGI savner en oppsummeringstabell i rapporten som viser prosentvis forbedring for de forskjellige tiltakene og for alle profilene.</i>
C4.3	Er prosentvis forbedring beregnet i forhold til "før-situasjonen", dvs. før første utbyggingsetappe?	OK	14.11.2014 JSL	<i>Beregnet ift dagens situasjon.</i>
C4.4	Tilleggskrav mht. erosjon etc.	Ok	14.11.2014 JSL	<i>Det er foreslått sikring av bekken øst i sonen. Profil J</i>
C4.5	Krav om mer avanserte grunnundersøkelser	OK	14.11.2014 JSL	<i>Det er nevnt at det kan være nødvendig med flere grunnundersøkelser for detaljprosjektering av tiltak.</i>
C4.6	Forbedring av andre glideflater ( $\gamma_m < 1,4$ ) enn kritisk glideflate vurdert	OK	14.11.2014 JSL	<i>Rambøll har vurdert forbedringen for flere og de mest kritiske glideflater.</i>
C4.7	Oppdatere faregradsevaluering	ANM	14.11.2014 JSL	<i>Vurdering av faregraden er ikke utført for situasjonen etter tiltak.</i>
<b>D</b>	<b>KONTROLLKRAV (ref. kap. 7)</b>			
D1	Gjennomført internkontroll dokumentert	OK	14.11.2014 JSL	<i>Kontrollert av Per Arne Wangen</i>
<b>E</b>	<b>TILTAK (ref. kap. 8)</b>			
E1	Ved behov: Tiltak for å bedre områdets stabilitet vurdert og dokumentert	OK	14.11.2014 JSL	<i>Det er foreslått en rekke geometriske tiltak i profilene samt erosjonssikring i Profil J.</i>



	Sjekkpunkt	Kontroll-status	Dato & sign	Kommentar
E2	Vurdert behov for soneendring	<i>IR</i>	14.11.2014 JSL	<i>Ny sone</i>
E3	Vurdert behov for supplerende grunnundersøkelser	<i>Ok</i>	14.11.2014 JSL	<i>Det er nevnt at det kan være nødvendig med flere grunnundersøkelser for detaljprosjektering av tiltak.</i>

\* Ikke stilt spesielle krav i NVE sin veileder

Generelle kommentarer:

<b>Dokumentinformasjon/Document information</b>					
<b>Dokumenttittel/Document title</b> Tredjepartskontroll for kvikkleiresone Hegramo i Stjørdal			<b>Dokumentnr./Document No.</b> 20140266-02-TN		
<b>Dokumenttype/Type of document</b> Teknisk notat / Technical Note		<b>Distribusjon/Distribution</b> Begrenset/Limited		<b>Dato/Date</b> 2014-11-21	
				<b>Rev.nr.&amp;dato/Rev.No.&amp;date</b>	
<b>Oppdragsgiver/Client</b> NVE					
<b>Emneord/Keywords</b> Kvikkleire, faregrad, risiko, uavhengig kontroll					
<b>Stedfesting/Geographical information</b>					
<b>Land, fylke/Country, County</b> Norge			<b>Havområde/Offshore area</b>		
<b>Kommune/Municipality</b> Stjørdal			<b>Felt navn/Field name</b>		
<b>Sted/Location</b> Hegramo			<b>Sted/Location</b>		
<b>Kartblad/Map</b>			<b>Felt, blokknr./Field, Block No.</b>		
<b>UTM-koordinater/UTM-coordinates</b>					
<b>Dokumentkontroll/Document control</b>					
<b>Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001</b>					
Rev./ Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egen- kontroll/ 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	JSL 	KE 		
<b>Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release</b>		<b>Dato/Date</b> 21. november 2014		<b>Sign. Prosjektleder/Project Manager</b> JSL 	

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.

[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.

[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 tredjemand 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 5687 Sluppen  
NO-7485 Trondheim  
Norway

Besøksadresse/Street address:  
Høgskoleringen 9, 7034 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