



Statens vegvesen

**Miljøpakken
E6 Klett - Sentervegen**

Byggeplan

NOTAT G-003


Stabilitet ved Klasbekken



Statens vegvesen

Miljøpakken – E6 Klett - Sentervegen

Byggeplan

2631 Prosjekt nr	Notat	 Utarbeidet av				
G-003 Dok.nr	Stabilitet ved Klasbekken Tittel					
Rev	Dato	Beskrivelse	Utført	Kontrollert	Fagansvarlig	Prosj.leder
00	22.08.2012	1. utgave	AKL	KE	KE	HPH

 **AAS-JAKOBSEN**
Trondheim

Klæbuvn. 196 b, Trondheim, +47 73 82 42 70
www.aajt.no

I samarbeid med ViaNova Trondheim AS, GeoVita AS,
Selberg Arkitekter AS, Electronova AS, NGI, ECT AS,
Brekke og Strand AS

Teknisk notat



Til: Dr. Ing. A. Aas-Jakobsen AS
v/: Hans Petter Hansen
Kopi:
Fra: NGI
Dato: 22. august 2012
Dokumentnr.: 20110677-00-5-TN
Prosjekt: E6 Klett - Senterveien sør
Utarbeidet av: Alf Kristian Lund
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
www.ngi.no

G-003 Stabilitet ved Klasbekken

Innhold

1	Innledning	2
2	Forutsetninger	2
3	Grunnforhold	2
4	Stabilitetsberegninger	4
5	Referanser	6

Tegninger:

G-003-01
G-003-02

1 Innledning

Foreliggende notat omhandler stabilitet av skråning mot Klasbekken. Det er utført stabilitetsberegninger for dagens situasjon og med tiltak som gir tilfredsstillende stabilitet i henhold til ref /1/.

2 Forutsetninger

Ref /2/ ”Prosjekteringsforutsetninger geoteknikk” legges til grunn for denne analysen. Karakteristiske materialparametere skal divideres med partialfaktor for materialegenskap for å finne dimensjonerende materialegenskap.

$$X_d = X_k / \gamma_M$$

Det er sannsynligvis sammenhengende kvikkleire under høyden nordvest for Klasbekken, dette beskrives nærmere i kapittel 3 Grunnforhold. Konsekvensklasse vurderes å være ”CC3 meget alvorlig”. Krav til partialfaktor for materialegenskap for både effektiv- og totalspenningsanalyser blir da

$$\gamma_M = 1,6$$

Kravet til sikkerhet skal forsøkes oppnås så lenge det er ”teknisk mulig”, jf ref /1/. Prosentvis forbedring skal kun anvendes unntaksvis. Ved benyttelse av prinsippet om prosentvis forbedring kreves inntil 20 % forbedring.

Vegprosjekter i kvikkleireområder skal alltid *vurderes* plassert i geoteknisk kategori 3 i henhold til ref /1/. Ref /2/ beskriver ”ved kvikkleire *kreves* pålitelighetsklasse 3” Dette tiltaket innebærer en oppfylling av Klasbekken og stabilitetsforbedring og *vurderes* derfor å ligge i geoteknisk kategori 2, pålitelighetsklasse 2 og normal kontroll. Vi foreslår at ref /2/ revideres med tanke på topografiske stabiliserende tiltak i kvikkleireområder.

På skråninger og terreng skal det regnes med karakteristisk jevnt fordelt last lik

$$Q_k = 5 \text{ kN/m}^2.$$

Dimensjonerende last finnes ved å multiplisere med lastfaktor:

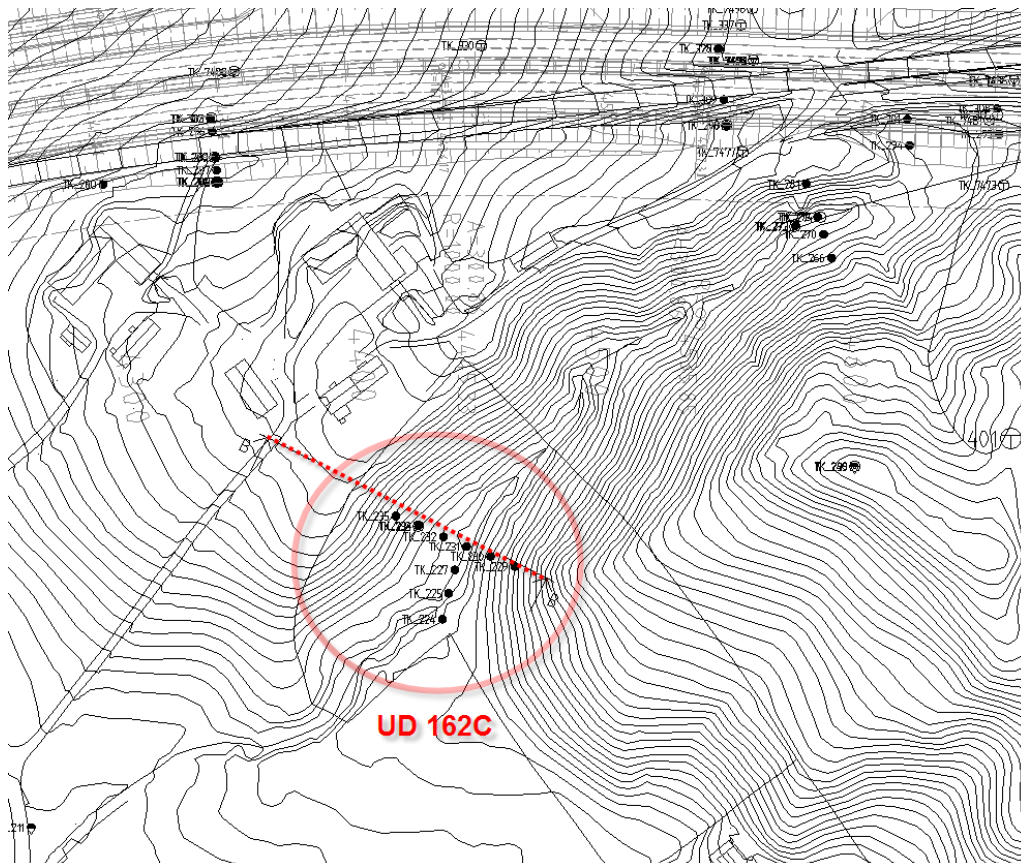
$$Q_d = Q_k \cdot \gamma_Q = 5 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,3 = 6,5 \text{ kN/m}^2.$$

3 Grunnforhold

Ref /3/ - ref /5/ gir grunn for å anta at det er sammenhengende kvikkleire nordvest for Klasbekken, under Storler gård, nordover til E6 og videre nordover. Kvikkleira finnes fra ca 5-7 m dyp og i stor mektighet. I Klasbekken er det synlig berg i dagen. Øverst finner man et ca 3 m tykt tørrskorpelag, deretter middels fast leire med siltlag over kvikkleira som er bløtere. Nærmest

Klasbekken viser grunnundersøkelsene et fastere lag under leira bestående av silt og finsand fra ca kote +45.

Et oversiktskart er vist i Figur 1. Lagdeling framgår av beregningsprofiler i Figur 3 og Figur 4 (liten målestokk) eller i figur G-003-01 og G-003-02 i målestokk 1:200 til slutt i notatet.



Figur 1: Oversiktskart med plassering av antatt kritisk profil og utførte grunnundersøkelser.

Tørreskorpeleire regnes drenert og med friksjonsvinkel som angitt i ref /2/:

$$\phi = 30^{\circ}$$

Leire med siltlag og kvikkleire regnes med anisotropiforhold som følger, basert på erfaring med siltige leirer:

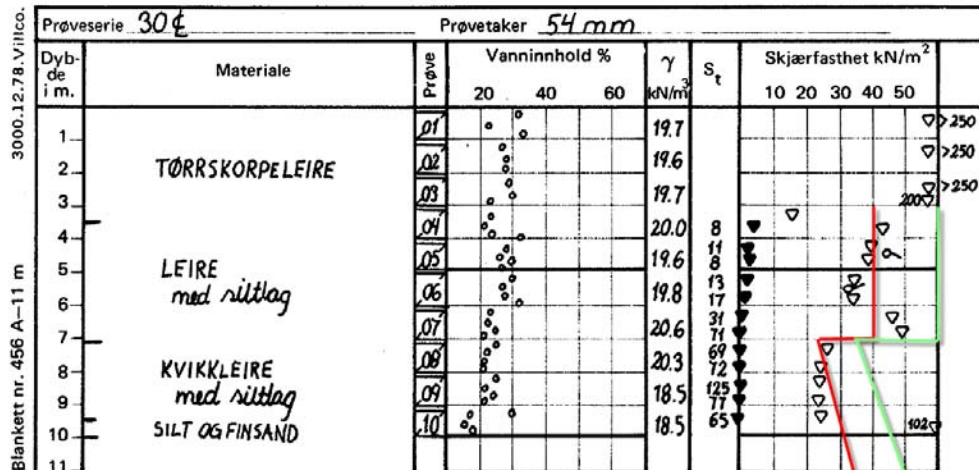
$$c_{uD} = 0,67 \cdot c_{uA}$$

$$c_{uP} = 0,34 \cdot c_{uA}$$

Leire med siltlag og kvikkleire regnes som vist i Figur 2, basert på ref /5/ og en antagelse om hydrostatisk poretrykksøkning fra 5 m under terreng og følgende forhold:

$$c_{uA} \geq 0,3 \cdot p_0'$$

Siden det ikke er utført avanserte forsøk eller tolking av CPTU-sonderinger med korrelasjoner til uforstyrrede prøver i dette området reduseres ikke skjærfastheten i kvikkleira. "Sprøbruddeffekt" antas å være kompensert for i form av prøveforsyrrelser i det grunnlaget som er benyttet.



Figur 2: Borprofil i nedre del av stabilitetsprofil (ref /5/) Karakteristisk direkte skjærfasthet er vist med rød strek og aktiv med grønn.

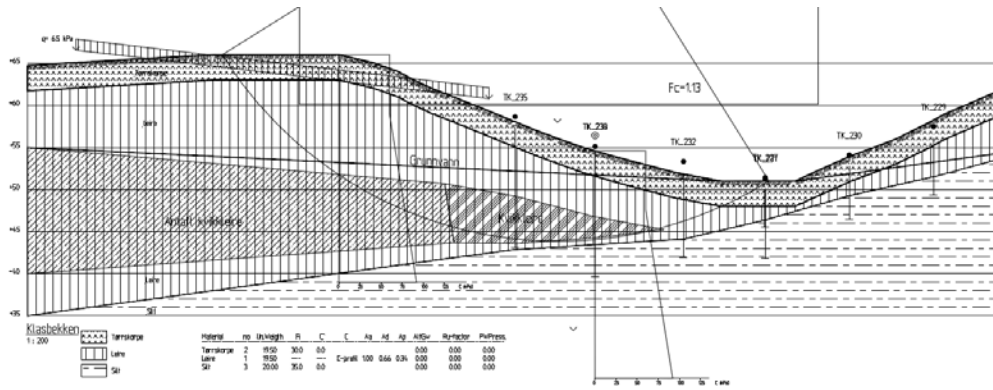
Det underliggende laget med silt og finsand regnes drenert med $\phi = 35^\circ$.

Fyllmasser benyttet i motfylling regnes drenert med $\phi = 35^\circ$.

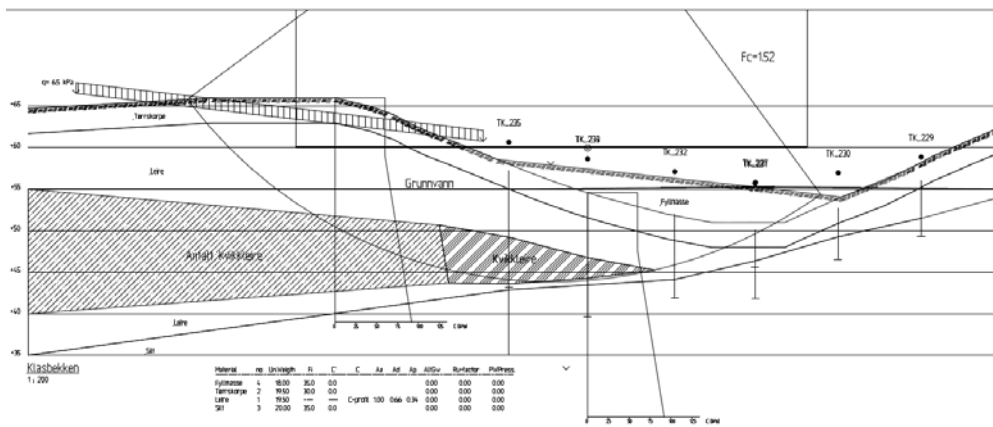
4 Stabilitetsberegninger

Stabilitetsberegninger er utført med GeoSuite Stabilitet. Kritisk bruddflate i dagens situasjon har $\gamma_M = 1,13$ for kritisk bruddflate. Bruddet er dypt og involverer mye kvikkleire. Bruddflater med utløp helt opp til kote + 58 har $\gamma_M \leq 1,6$. Se Figur 3.

For å tilfredsstille kravet til sikkerhet $\gamma_M \geq 1,6$ kan man etablere en motfylling som er ca 5 m tykk i bunn og som kiles ut mot dagens terreng i ca kote + 60. Se Figur 4. Motfyllingens omtrentlige utbredelse er vist i Figur 5.



Figur 3: Kritisk bruddflate for dagens situasjon. $\gamma_M = 1,13$



Figur 4: Kritisk bruddflate etter inntil 5 m oppfylling i bekkedunn. $\gamma_M \geq 1,52$.

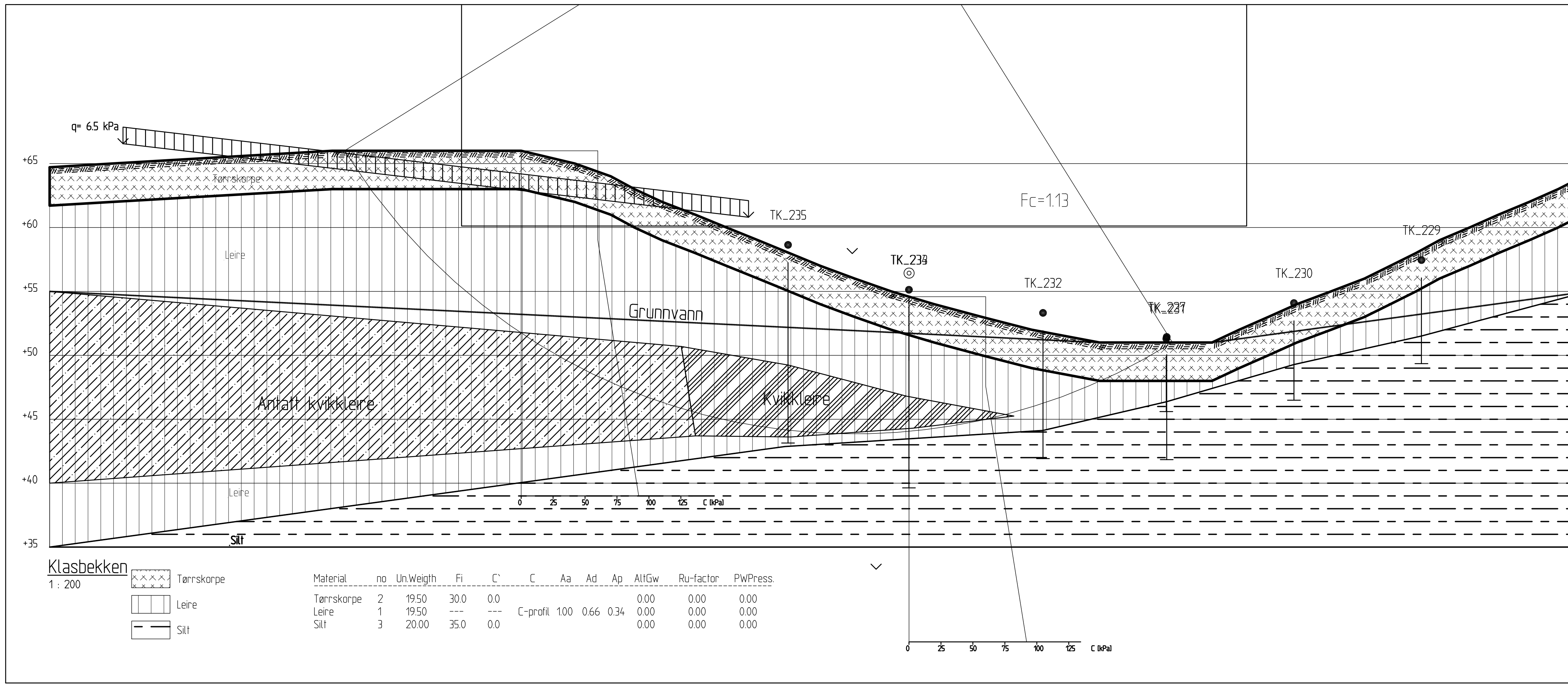


Figur 5: Plassering av motfylling

Beregningen er utført i antatt verste snitt langs Klasbekken hvor det er av relevans for prosjektet. Man oppnår ikke materialfaktor større enn 1,6 (1,52), men har en prosentvis forbedring på over 30%. Basert på at dette er antatt verste snitt, slik at forholdene er bedre både oppstrøms og nedstrøms profilet og at fallforhold i Klasbekken er av betydning mener vi denne løsningen er godt innenfor intensjonene i Statens vegvesens krav til sikkerhet mot kvikkleireskred. Motfyllingen må utvides oppstrøms bekken til den møter E6. Nedstrøms beregningsprofilet mister skråningen høyde og den blir slakere, dermed kan også motfyllingen gradvis reduseres her.

5 Referanser

- /1/ **Statens vegvesen (2010)** Geoteknikk i vegbygging, Veiledning, Håndbok 016. Juni 2010.
- /2/ **Geovita/NGI (2012)** G-002 Prosjekteringsforutsetninger geoteknikk. 1. utgave 2012-14-20.
- /3/ Vegkontoret i Sør-Trøndelag (1979) Grunnundersøkelser E6 Krabbefelt Klett-Heggstadmo plassering av overskuddsmasser ved Storler. UD162A, datert 1979-12-27.
- /4/ Multiconsult (2005) Ny E6 Jaktøyen – Sandmoen 410608-3, datert 2005-01-18.
- /5/ Vegkontoret i Sør-Trøndelag (1983) Grunnundersøkelser E6 Klett-Heggstadmo massedeponi. UD162C, datert 1983-02-17.



FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

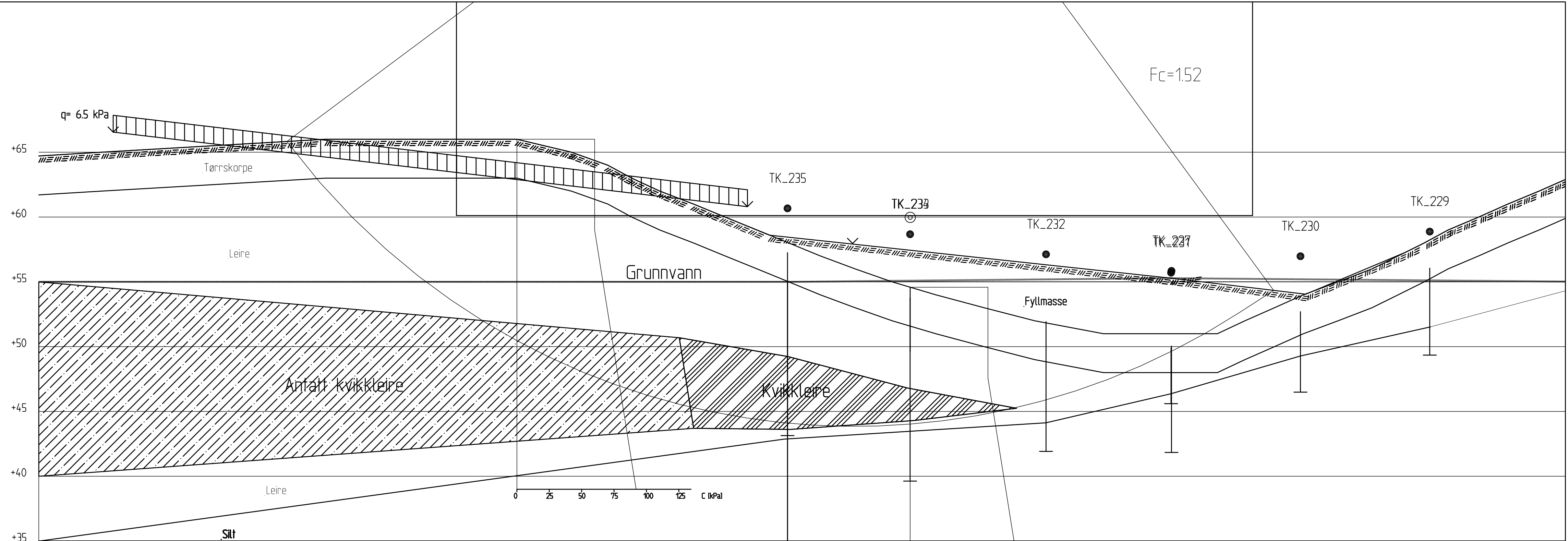
Statens Vegvesen
E6 Klett-Sentervegen sør

Stabilitet ved Klasbekken
 Stabilitetsberegning av dagens tilstand

Målestokk: 1:200



NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Dato 2012-08-22 Oppdragsnr. 20110677	Konstr./Tegnet AKL Tegningsnr. G-003-001	Kontrollert KE	Godkjent AKL
---	--	--	-------------------	-----------------



Klasbekken
1 : 200

Material	no	Un.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	AltGw	Ru-factor	PWPress.
Fyllmasse	4	18.00	35.0	0.0					0.00	0.00	0.00
Tørsskorpe	2	19.50	30.0	0.0					0.00	0.00	0.00
Leire	1	19.50	---	---	C-profil	1.00	0.66	0.34	0.00	0.00	0.00
Silt	3	20.00	35.0	0.0					0.00	0.00	0.00

0 25 50 75 100 125 C (kPa)

FORKLARINGER:

BESTEMMELSER:

HENVISNINGER:

Rev.	Description	Date	Drawn	Checked	Approved
-	-	-	-	-	-

Status: Figur
Original format: A3L
Drawing filename: Klasbekken med tiltak.dwg
Scale: 1200

Statens Vegvesen
E6 Klett-Sentervegen sør
Stabilitet ved Klasbekken
Stabilitetsberegning etter tiltak



NGI Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion NO-0806 Oslo, Norway T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48 www.ngi.no	Date: 2012-08-22 Contract no: 20110677	Drawn by: AKL Drawing no: G-003-002	Checked: KE	Approved: KE
---	---	--	-------------	--------------

Kontroll- og referanseside/ Review and reference page



Dokumentinformasjon/Document information					
Dokumenttittel/Document title G-003-001 Stabilitet ved Klasbekken			Dokument nr/Document No. 20110677-00-5-TN		
Dokumenttype/Type of document <input type="checkbox"/> Rapport/Report <input checked="" type="checkbox"/> Teknisk notat/Technical Note		Distribusjon/Distribution <input type="checkbox"/> Fri/Unlimited <input checked="" type="checkbox"/> Begrenset/Limited <input type="checkbox"/> Ingen/None		Dato/Date 2012-08-22 Rev.nr./Rev.No.	
Oppdragsgiver/Client Dr. Ing. A. Aas-Jakobsen AS.					
Emneord/Keywords Kvikkleire					
Stedfesting/Geographical information					
Land, fylke/Country, County Sørtrøndelag			Havområde/Offshore area		
Kommune/Municipality Trondheim			Felt navn/Field name		
Sted/Location Klett			Sted/Location		
Kartblad/Map 1621IV Trondheim			Felt, blokknr./Field, Block No.		
UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone 32 N7022670 E567590					
Dokumentkontroll/Document control					
Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
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	AKL	KE		
Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release		Dato/Date	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

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

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 1230 Pirseneteret
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
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

